

ビジネス情報 2015 年度版

松本治彦

- 第 1 回 農業と植物工場の将来？
- 第 2 回 地下資源の将来？（在来型、シェールガス、メタンハイドレート）
- 第 3 回 バイオ燃料の将来？
- 第 4 回 新エネルギー（バイオ以外）の将来？
- 第 5 回 要点整理（グループ討議とレポート提出）
- 第 6 回 蓄電池、リチウムイオン電池の将来？
- 第 7 回 レアメタルの確保は？
- 第 8 回 水ビジネスの将来？
- 第 9 回 燃料電池の普及と水素社会はいつやってくるのか？
- 第 10 回 要点整理（グループ討議とレポート提出）
- 第 11 回 炭素繊維の将来？
- 第 12 回 ロボットの将来性と共存は？
- 第 13 回 宇宙産業の将来性？
- 第 14 回 その他の新技術は？
- 第 15 回 要点整理（グループ討議、レポート提出）

資料は、主に新聞記事を抜き出したものです、これをもとに、私の簡単な説明の後には、それぞれのテーマについて各自で内容を確認し、理解を深めてください。授業の後半は、グループごとにディスカッションしてください。ここでは、各自のテーマに関する内容の理解度を確認してください。さらに、興味を持った事柄について話し合い、理解を深めてください。また、要点整理の授業では、それまでのテーマについて、グループで討議を行い、それをもとに、テーマごとにレポートを提出してください（次回の授業の始めに提出する）。

第1回 農業と植物工場の将来？

(農業)

2015.3.16 日経 衛星データで無人農業、日本版 GSP から「宝の山」全国で誤差 5 cm以内
国は今後 10 年で 40 基超の人工衛星を打ち上げる宇宙計画を打ち出した。具体的な数値目標を定め、企業に投資などを促す狙い。衛星で得たデータを農業の無人化などに生かす取り組みも急ピッチで進む。オーストラリアでは、農地を無人のトラクターが耕す。日立造船、ヤンマー、日立製作所が日本版 GPS を使って進める自動農作業の実証実験。走行位置がずれる誤差は 5 cm以内。種まきから収穫まで全自動化する未来も近づく。

2015.3.3 読売 集約化、効率化へ着々、350 人結束、農事法人設立

東日本大震災で深刻な被害を受けた岩手、宮城、福島 3 県の農漁業。被災した農地や漁業施設を復旧は、この 4 年で大幅に進み、復興に向けた新たな試みも各地で始まった。「希規模拡大」「担い手確保」「技術革新」。3 つのキーワードが、復興へのステップアップで来るかどうかのカギを握る。

約 90 ヘクタールの農地は震災後、集約化して整備され、昨年秋には 4 年ぶりに稲穂が実った。1 区画が 20~50 アール、大型の機械の使用も可能になった。地元農家約 350 人が 2014 年 3 月、農業組合法人「サンファーム小友」を設立、組合員のうち、10 人が農作業に携わり、土地を貸した組合員も一定の収入が得られる。

2015.2.19 日経 農協改革、成長産業への一歩、地域の自主性課題、営農・販売会社で「第 2 幕」を、全中縮小で地域に即した農業振興へ前進、地域農協の自主性向上へ経営能力が課題、各農協に営農・販売会社設け外部と連携を

2015.2.10 日経 農林水産物輸出、初の 6000 億円超、昨年 11%増加、和食ブーム、検疫協議弾み

2015.2.10 日経 農業再生へ競争促進、JA 全中の指導権廃止、「兼業」編重から脱却、地域農協改革、次の焦点

農政改革の柱となる農協制度の見直しは、農協の上部組織の全国農業協同組合中央会（JA 全中）の監査・指導権をなくし、一般社団法人にすることで決着した。規模の小さい兼業農家の利害を代弁することが多かった JA 全中の力を弱めることは、「強い農業」を実現するための一歩にはなる。だがそれだけでは、農業の衰退を食い止めることはできない。

今後問われるのは、全国に約 7000 ある地域農協の経営革新だ。

2015.1.31 読売 農業ビジネス、挑戦する若者、会社設立や法人に就職

農家出身でない 20～30 歳代が、農業に関連したビジネスに挑戦する例が目立ってきた。新規就農後に農作物の販売会社を設立したり、農業法人に就職したり、農業に新しい可能性を見出そうとしている。

2015.1.23 日経 再考、成長戦略、競争こそ強い農業への道、「保護」より輸出促進を、ブランド化。生産革新急げ、農業を守るための措置が逆に衰退を促す、生乳指定団体や豚肉の差額関税は廃止を、地域農協の独自性発揮へ系統改革も必須

2014.12.8 日経 強い農業へ北海道前進、大企業の先端技術、栽培効率大幅アップ、進化する農協、高付加価値化を主導、海外市場を開拓、果実などに拡大、金融、支援の動き

2014.11.29 日経 機能性野菜、健康で売る、三井物産、玉ねぎを今秋から、カゴメ、高リコピンのトマト。

2014.11.12.読売 農業 IT 化の波、生産性の向上生む、二酸化炭素、日照量、肉質もデータ化、勘や経験頼み脱却、市場規模拡大見通し

2014.9.21 読売 品質維持に独自基準、農業、磨くブランド力、北海道「ゆめぴりか」

かつて「厄介道米」と呼ばれた北海道米は、今では「売れるコメ」の先頭を走る。主力品種「ななつぼし」の 2013 年産は道外へ約 8 万トン販売し、この 9 年で 2.5 倍になった。

2014.9.1 日経 根を張る「奇跡」の農法、リンゴで脚光、担い手育つ、効率最優先に一石

無農薬、無肥料で農作物を育てる。「自然栽培」が全国に根を張りつつある。本や映画で話題となった「奇跡」のリンゴを生み出した弘前市のリンゴ農家、木村さんが各地を奔走して自らの経験とノウハウを伝え、実践者が増加中。

2009 年 1 月 15 日読売

「論点 日本の農業 「食料基地」で世界目指せ」

国際的な穀物価格の乱高下や輸入食品の毒物混入事件、食料自給率の低下などを受けて食料の輸入依存の見直しを求める声が広がっている。同時に、WTO（世界貿易機関）の貿易自由化交渉や自由貿易協定（FTA）締結交渉において最大の焦点となっているのが、農業分野である。しかるに、日本では耕作放棄地が拡大し、農村は深刻な担い手不足などの問題にも直面している。こうした内外の環境変化の中で、日本の農業は一体いかなる道を進んでいくべきか。日本国際フォーラムは、このような問題指揮の下に、その政策委員会においてタスクフォース（主査＝本間正義東京大学院教授）を中心に、約 1 年間にわたり、「グローバル化の中での日本の農業の操業戦略」について研究、審議を行ってきた。その成果

を21項目からなる具体的な政策提言として取りまとめ、1月13日に麻生太郎内閣総理大臣に提出した。提言を貫く基本的な考え方は、「守りの農業」から「攻めの農業」への転換である。日本の農業を成長産業として捉え、「世界市場に進出せよ」と提言は説く。日本農業はこれまで、国際市場からほぼ切り離された状態で保護されてきた。日本農業を生き残らせるには、これまでの弱者保護的な政策から脱却し、経営として自立する農業を確立することが大前提となる。それには農地法による農地所有などの規制やコメの減反政策を抜本的に見直し、日本の農業者の持つ優れた技術力、経営力を発揮させることが重要である。それによって活性化した日本農業を国際市場にリンクさせ、世界の食糧問題や環境問題の解決にも役立てたいということである。その中軸となるのが、重点的な規模拡大と農業投資を奨励する「食料基地」の設置である。国内の全農地の3分の1に当たる150万ヘクタールを対象に、100ヘクタール規模の経営体を1万程度育成する。日本農業の最大の障害は農地である。賃貸借で耕作面積を広げても、農地が分散していて効率が上がらない農家も多く、集積が十分に進んでいない。「食料基地」は、特定地域で規制を緩和する構造改革特区制度を改良した“経済特区”とし、農地の所有や利用を全面的に自由化する。それによって他産業からも参入、投資を促す。一方で、農地以外への転用は一定期間、例えば30年程度、全面的に禁止する。高品質・低コストの生産システムを備えた食料基地は、農産物輸出の拠点ともなる。農業は、地域経済の核となる可能性も秘めている。地方の疲弊が目につき始めて久しいが、地方には農業を基盤とする地域が多い。提言は「農商工連携で農村に新たな雇用機会を創出せよ」と唱える。農業者と地域の中小企業の連携を深めて、地域全体の活性化を図ろうという提案である。原材料生産から加工や流通サービスまでのチェーンを構築し、地域ブランドを確立すれば、地域で生み出す付加価値を増やすことができ、雇用も生む。近年、農業に対しては、環境保全や田園風景の維持という観点からも国民の期待、関心が高まっている。農業は国民の共有資源ともいえる。国民的な視座で農業の在り方を考えることが求められている。

(植物工場)

2015.3.21 日経 野菜工場の団地、展開、富士通・オリックス、IT 駆使、生産支援

両社は農業生産法人向けに大型野菜工場の共同運営に乗り出す。IT で最適な生育環境を整えた大型施設を建設し、生産法人に貸し出す仕組み。インフラを共有し合う工場団地形式にして、入居者の運用費負担を半分程度に抑える。企業のノウハウを使って生産性を高める効率的な農業が広がりそうだ。

2015.3.7 日経 宇部に植物工場建設、栄養素増やした野菜生産、山大発 VB、MOT 総研

山口大学発ベンチャー企業 (VB) でコンサルティングを手掛ける MOT 総合研究所グループは、宇部市に高機能・高付加価値の野菜を生産する植物工場を建設する。来春稼働予定で、山口大学と連携して、健康に役立つとされる栄養素を増やした野菜を栽培。健康志向

の消費者を見込む。事業の拡大により 10 年後には 10 億円の売り上げを目指す。

2014.11.13 日経 東芝、植物工場を公開

横須賀市に設けた植物工場を報道陣に公開した。遊休工場のクリーンルームを転用し、ほぼ無菌状態に近い室内で通常より日持ちのするレタスなどを栽培する。「付加価値の高い野菜を提供」し、国内に加え、アジアや中東にも植物工場を展開していく考え。野菜の販売とともに工場のシステム提供も視野に入れる。「半導体で培った低コスト大量生産のノウハウも生かせる」。室内の温度や湿度、栽培に使う溶液の濃度などをセンサーで管理し、特定の栄養素を増やすなどして生産性を高める。

2014.10.24 日経 LED で葉物野菜栽培、関連の半導体会社の技活用、Y&G、ディストリビューター（笠岡市）

2014.9.23 読売 植物工場、3年で3倍、屋内で無農薬、災害にも強く

季節や天候に左右されず、安定的に野菜を作ることができる「植物工場」が、九州・山口・沖縄でも拡大している。

2014.9.4 日経 植物工場へ参入続々、ローム、センサーで効率化

ロームは植物工場ではイチゴの栽培を始めた。筑後市の半導体工場内に植物工場を設け、12月から収穫したイチゴの出荷を始める。通常の露地物の7~10倍の収穫量を見込む。

2014.9.10 読売 宇部の商店街に野菜工場、空き店舗活用、9月オープン、地元企業が山口大学と連携、生産風景を公開

ハミングロード新天町の空き店舗に9月、サラダなどに使われるベビーリーフを栽培、する植物工場をオープンする。ウベモクが山口大学などと連携して開設。

2014.6.6 日経 植物工場、高効率生産探る、大規模化、ITで環境データ蓄積、コスト削減、野菜安く

生育環境を自動制御して野菜や果物を栽培する植物工場で生産効率を向上させるお取り組みが目立つ。いままで露地物に比べ、高いと言う弱点があった。効率化で安い価格で出荷できるようになれば生産量が増え、植物工場の普及に弾みが付きそうだ。

2014.5.14 読売 野菜工場すくすく、異業種から続々、競争激化、無農薬で安定生産、九州山口で3年で2.6倍

第2回 地下資源の将来？（在来型、海底資源、シェールガス、メ

タンハイドレート）

（非在来型ガス）

従来のガス田ではない場所にある新型ガス田から産出される天然ガス。泥土が堆積した頁岩層にある「シェールガス」、石炭層に含まれる「炭層ガス」、砂岩に含まれる「タイトサイドガス」がある。従来技術では開発が難しかった。シェールガスの場合、岩盤内に水平に井戸を掘り、高圧の水などを注入する採掘技術の開発で産出コストを低下した。

2015.1.7 読売 原油安、欧州不安が波及、原油安の背景は？中東勢、シェールオイル潰し

ロシアや中朝の一部の産油国が増産に動き、米国ではシェールオイルの生産量が増えている。一方で、中国や欧州は景気が後退し、原油の需要は低迷。中東の産油国は原油安をあえて容認している。強力なライバルになった米国のシェールオイル開発を採算割れに追い込むため。生産コストの安い中東勢が、我慢比べを仕掛けている。米国産のシェールオイルは1バレル=60~80ドルを下回ると採算割れになるとみられている。テキサス産軽質油は1バレル40ドル台前半になっても、夏までに値上がりするとの見方が強い。すでに、米国では、シェールオイルへの投資計画を見直す動きが出ている。サウジアラビアが、自国の販売先を確保できると判断すれば減産に踏み切り、原油価格が上昇する可能性がある。

2014.12.19 日経 米シェール、環境に厳しい目、NY州が採掘禁止、各州の政治環境で温度差

米ニューヨーク州が17日、州内でシェール開発のための採掘を事実上禁止することを決めた。これを受け、全米でシェール開発の環境に対する影響への注目が高まり、シェール企業の環境対策コストが膨らむ可能性がある。

2014.12.1 日経 シェール革命、米石油生産に存在感

2013年の生産量は日曜1000.3万バレルと世界3位だった。上位3か国の顔ぶれは不動だが、10年前と比べると、米国の生産量は36%と大幅に増え、首位のサウジアラビア（同14%増）や2位のロシア（同25%増）を追い上げている。

2014.10.28 日経 北米シェール、戦略見直し、原油安、米社も案件選別、

2014.9.28 日経 中国シェール、夢さめて、高コストの現実、目標下げ

中国は埋蔵量だけなら米国の約2倍とされる世界のシェールガス大国。8月、中国は20年のシェールガスの生産量を300億m³との見通しを発表。同局は12年、20年の生産量

の見通しを 600~1 千億 m^3 を掲げていた。最大の壁はコスト。中国のコストは米国の 3~4 倍。

2014.9.30 日経 シェール革命、2000 年代半ばから産出急増

2014.8.17 読売 米、産油大国に、シェールオイル急増、来年にも世界一、輸出禁止、緩和の動きも

2014.7.14 日経 欧州、シェール商用生産、まずポーランド、年内めど、ガス、脱ロシア依存、仏独は開発禁止の姿勢、地下水汚染の懸念強く

英国も開発を促進する法整備を急いでいる。ポーランドで回収可能なシェールガス資源は欧州一の 148 兆フィートで、米国の 2 割強。欧州はガス供給の約 3 割をロシア産に依存。

2014.5.6 日経 シェール革命、重電再編を促す、潤う GE,欧州勢に秋波

米国の 12 年のシェールガスの生産量は 10 兆立方フィートを超え、この 5 年で 8 倍になった。供給が増えて価格も下がり、指標価格は欧州の半分。黄金時代を謳歌している企業の代表格が GE。火力発電所にガスタービンを供給し、シェールガス・オイルの掘削に使うポンプなども手掛ける。

2014.2.25 日経 シェールガス化学品原料に、低コスト生産、樹脂・塗料向け、ベンゼン合成、石油から転換、技術競う、バイオ燃料に応用も視野

2014.2.13 日経 シェールガス、17 年輸入、米、日本の全事業承認、安価、燃料費を削減、消費量の最大 3 割に

2014.1.24 日経 シェール革命、中東救う？膨張続ける歳出補填、割高なコスト、原油価格をし下支え、

シェール革命によって、原油価格を 70~80 ドルで下支えする仕組みが国際石油市場に組み込まれた。

2013.3.3 日経 「フラッキング（大量の水で掘削）、環境汚染、規制の動き」

ハリウッド映画「プロミスト・ランド（約束の地）」。シェールガス開発がもたらす経済的利益と、環境破壊への懸念の間に揺れる小さな田舎町を描いた作品。フラッキング「水圧破碎（ハイドロリック・フラクチャリング）」の略称で、砂や化学物質を混ぜた大量の水を高圧で地中に送り込み、ガスや石油が閉じ込められていた頁岩層に亀裂を入れて回収する。シェール革命の中心的技術。これに伴い。井戸の施工不良や廃水のずさんな処理など

によって周辺の地下水や河川などが汚染されるケースが相次いだ。米国民の 66%がフッキング規制の強化を支持している。

2013.2.27 日経「発電用石炭 2 割安、豪州炭、南米など、アジアへ供給増」

発電用石炭が安値水準で推移、アジアの指標となるオーストラリア産は前年比で約 2 割安い。豪州での生産が順調なうえ、シェールガス革命で米国での燃料転換が進み、コロンビアなどがアジア向けに石炭供給を増やしているため。現在の相場が続けば、日本の 4 月以降の長期契約価格の下げ要因となりそう。

2013.2.26 日経「川重、大型 LNG 燃料船、15 年メド生産、シェールガス追い風」

川重は 2015 年をメドに LNG を燃料とするタンカーなど大型船の生産を開始する。国際的な環境規制で 25 年までに二酸化炭素を現行より 3 割削減する必要がある。国内で大型のコンテナ船や自動車運搬船を生産する。

2013.2.24 読売

「シェールガス輸入前進、日米首脳会談、電気料金抑制期待も」

安倍首相が米国産シェールガスの早期輸出をオバマ大統領に直接求めた。

2013.2.15 日経「シェールガス 1 兆円支援、安値調達なら債務保証、日本企業、投資しやすく」

政府は事故後急増した燃料費調達費の抑制に乗り出す。価格が安い新型ガス事業に参入する日本企業の資金調達を支援、1 兆円の債務保証枠を新設。プラント建設や権益取得を資金面で支え、燃料の安値調達につなげる。シェール革命をにらみ、資源政策の軸足を安定調達からコスト抑制に転換する。

従来よりも 3 割程度値段を下げられるものを投資対象とする。

2013.2.14 日経「シェール革命の影響下、石油供給増、産油国に難題、技術進歩で資源不足懸念薄れ力関係が変化、米とカナダのエネルギー政策が世界に影響、国家主義的な南米諸国も政策転換の可能性、外資誘致競争激化も」

いわゆる「開発困難な石油」の掘削が可能になり、世界の市場は様変わりしつつある。開発困難とは、採掘技術が高コストあるいは複雑であったり、政治的または地理的条件により採掘が難しかったりすることを意味する。特に米国のシェール層の生産が急増し、今後有望と見込まれる状況は、産油国の政策当局にとって新たな難題となっている。

原油需要が伸び悩む中で新たな供給源が登場したことで、資源不足を懸念する必要性が薄れ、力関係が変化し始めている。その結果、近年過激な国家主義的資源政策を実施してきた一部の政府も、外国からの投資を呼び込むために政策の見直しを迫られている。

タイトオイルの生産を検討している地域を概観するだけでも、こうした変化の大きさを見て取れる。北米はこの動きの中心にあり、中東はエネルギー市場の変化を切実に感じている。ロシアはここ10年ほど、炭化水素資源（石油、天然ガス、石炭など）を厳格に統制してきたが、生産量の先細りに備えて外国から必要な技術を導入するため、地域限定で条件を緩和し始めた。東アフリカ大地溝帯では新資源が発見され、外国企業との交渉のノウハウを持たない政府がエネルギー産業に足を踏み入れることになった。中南米では、資源開発に介入して生産に悪影響を与える政府と、規制緩和に踏み切る政府が混在している。北米ではシェールガスとタイトオイルの膨大な資源が採掘可能になった結果、資源開発と活用に関して広範な政策問題が浮上してきた。米国が開発を禁じるような環境政策をとる可能性は低いが、環境対策は大きなコスト要因となり、開発する資源の選択や採算を左右する重要な要素となるだろう。

輸送と貿易も政策上の大きな問題だ。カナダと米テキサス州を結ぶキーストーン XL パイプライン建設計画の米国側の認可が遅れているため、アジア市場への供給を狙うカナダは太平洋岸での輸出インフラ建設に積極的だ。一方、米国は LNG の輸出をどの程度まで許可あるいは制限するか、早急に決定しなければならない。こうした中で、中国などの外国資本がカナダで利権取得を活発化させており、カナダや米国の政策当局では不安視する声もある。

さらに精製に関しては、米国でメキシコ湾岸や東海岸を経由する軽質低硫黄原油の輸入が減っており、いずれはほぼ途絶えると予想される。これにより世界の原油取引パターンは大きく変わるだろう。こうした変化を背景に、世界のエネルギー市場にとって米国とカナダの政策の持つ意味が急激に高まっている。

非在来型の炭化水素資源や開発困難な石油が注目されているが、技術的に掘削が容易でコストも低い大規模な石油埋蔵地域を開発する可能性はなお世界的に残されている。未開発の有望地域の大半は中東にあり、その中でも政府の政策あるいは政治的不安定、戦争、制裁措置などで開発が妨げられていた国が多い。イランは当面は経済制裁下に置かれる見込みなので、最も有望なのはイラクだが、同国の政治的混乱は今後も続く見通し。ここにスンニ派とシーア派の二極対立の激化、シリアの内戦、イランとサウジアラビアの関係悪化といった要素が加わる。こうした情勢の下では、石油開発の阻害要因となってきたイラク国内の紛争、特にクルド人の多い北部の紛争は早急には解決できないだろう。

北米で非在来型の炭化水素資源の開発が進む一方で、世界的に需要の伸びの鈍化が見込まれる現状は、湾岸産油国に需要の安定確保という重大な問題も突き付けている。石油輸出国機構(OPEC)に対する需要が2020年までほぼ横ばいとどまる可能性は十分にある。そうなれば加盟国のどこかで生産能力が拡大した場合、需給バランスをとるために減産で対応する必要がある。こうした見通しは、とりわけサウジアラビアにとって頭の痛い問題である。短期的には現在の生産量が歴史的な高水準にあるうえ、イランの輸出原油が制裁で当面市場には出てこないため、13年に減産してもそれほど大きな影響はないだろう。

だが長期的にみると、市場シェアの問題は OPEC 加盟国間の緊張を高める。政治的背景を考えると、この問題は特にサウジアラビアとイラクで懸念される。

一方、ロシア政府は近年、石油生産の停滞という問題に直面している。同国は 12 年にサウジアラビアを抜いて世界最大の産油国になった。しかし、20 年までに日量 1 千万バレル以上というプーチン大統領の掲げた生産目標を達成するには、開発困難な埋蔵地域からの生産を大幅に拡大し、旧ソ連時代に枯渇した油田の先細りを補わなければならない。具体的には東シベリア油田、西シベリアのタイトオイル、北極圏の海底油田の開発が必要。そのために外国資本を呼び込むには、大幅な減税と優遇税制の導入が欠かせない。だがロシアは歳入の半分近くを石油・ガスの税収に頼っており、税制改革は痛みと危険を伴う。政府は広範な改革を先送りしてきたが、生産量落ち込みの危険は差し迫っている。15 年までに開発困難な石油の生産を開始したいのならば、石油部門の改革を強力に推進しなければならない。さらに、17 年までには大陸棚油田開発のための抜本的な税制改革が必要。

アフリカや中南米地域に目を転じてみよう。ケニアでは、東アフリカ大地溝帯に有望な油田が散在しており、外国資本の主な流入先となっている。政治情勢、規制環境、地理的条件などは南スーダンやウガンダよりも開発に有利である。ただ、今年 3 月に予定されている総選挙後も、国内の政治対立や暗線面の不安は残るだろう。この地域では近年新たな埋蔵資源が見つかっており、東アフリカは今後 10 年以内にアジア向けエネルギーハブ（拠点）になると期待される。国際石油資本や国営石油会社は関心を強めており、採掘を始めた小規模な独立系企業との提携や買収を模索している。ウガンダとケニアは今後 3~5 年で新たな石油輸出国となるだろうし、コンゴ民主共和国とエチオピアの地理的条件が似た地域も大いに有望だ。

中南米は開発困難な石油に関して多様な可能性を秘めている。ブラジルのプレソルト層（海底下の岩塩層）、アルゼンチンのバカ・ムエルタ・シェールオイル層、ベネズエラの重質油などだ。しかしこの地域には投資や開発の足を引っ張る要因が存在する。特に問題なのは大半の国に見られる資源ナショナリズム。最近ではアルゼンチンがスペイン石油大手レプソル傘下の YPF を国営化したほか、ブラジル政府も政府主導の産業政策で開発を進める方針。とはいえ、成長鈍化が予想される中で、各国政府は外国資本の導入を迫られており、中南米の石油・ガス産業を取り巻く環境は徐々に改善されるだろう。

ベネズエラは、病気静養中のチャベス大統領の後継者を選ぶ選挙が今年実施されるかどうか次第。仮に選挙で野党が勝利することになれば、おそらく新政権は産業寄りの規制政策を採用するだろう。アルゼンチンでは、エネルギー政策は引き続き政府のマクロ経済目標に縛られる見通しだが、長期的には事態は好転しよう。ブラジルでは、現在のやや政府主導型の採鉱・開発方針が大幅に変更されるかどうかは、今後 2~3 年の石油生産動向次第だろう。

2013.2.13 日経「シェール革命の影響上、買い手優位、世界で顕著に、米輸入縮小が響きロ

シア産ガスがアジアへ、シェール革命の影響は東アジアでも最も顕著、消費エネルギーの一定量は自分で賄う必要、LNG 価格是正を急げ」

昨年 1 年間で「シェールガス革命」や「シェール層開発」の認知度が高まった。シェール（頁岩）とは、地質学的には泥岩の一種で、その隙間は 100 万分の 1 ミリメートル。メタンの分子サイズは 1000 万分の 1 ミリメートルで、泥岩の隙間の 10 分の 1 の大きさ。一般にガスはその分子の 10 倍程度の隙間では移動性に乏しくシェール層内に滞留する。これがシェール層に封じ込まれていたシェールガスで、近年米国で本格的に実用化された水平掘りと水圧破碎により、地上に取り出すことが可能になった。シェールガスの登場は既存のガス供給国間の利害関係や消費国との関係を根本的に変えたといつてよい。シェールガス開発の影響はまず、米国のエネルギー需給に変化をもたらした。

米エネルギー省が昨年 7 月に発表した 2012 年版「年次エネルギー見通し」では、05 年に 60%程度であった石油の純輸入比率は 11 年には 49%に低下、35 年には 36%と予測。00 年前後の年次エネルギー見通しでは 20 年時点の石油の純輸入比率は 60%程度になるとみていたが、シェール層開発が石油自給率の大幅な改善をもたらした。天然ガスについても 11 年の純輸入比率は 11%だったが、20 年過ぎには需給が均衡し、35 年には 5%程度の純輸出に転じるとみられる。米国のシェール層開発が国際エネルギー情勢に及ぼす影響は既に顕在化している。1990 年代後半に米国はガス需要の増加を北米での供給増では充足できず、2000 年代初めには消費量の約 10%を輸入で賄うに至った。その時点では、将来の需要を充足するには大量の LNG 輸入が不可欠とみられ、全米各地に LNG 輸入ターミナルの建設が計画された。エネルギー見通し 04 年版でも、米国の 25 年の LNG 輸入量は 1 億トン以上に膨らむと見積もられていた。しかし、その後本格化したシェールガス生産により、これらの建設計画の大方は雲散霧消した。その一方で、ガス生産国（カタール、ナイジェリア、トリニダード・トバコ、赤道ギニア）は、米国の LNG 輸入を当て込んで生産能力を大幅に拡張した。しかし米国との契約に至らなかったため、大量の LNG を長期契約以外の形態で取引せざるを得なくなった。米国に持ち込めなかった LNG はスポット（臨時取引）市場に流れ、主に欧州市場で売買されている。シェールガス開発の本格化と軌を一にして起きたことは、LNG 取引の買い手市場化である。中でも欧州のガス・電力会社がロシアからの長期契約ガスの取引をやめて、スポット LNG に切り替えたことが象徴的。こうした玉突きの結果、最も重要なのは、ロシア産ガスの行き先が欧州からアジアにシフトしつつあること。

一方、中国は 06 年に LNG 輸入を開始。そして 09 年末にはトルクメニスタンから天然ガスの輸入を開始、11 年 11 月には 600 億立方メートルまで増産することで合意。中国の転々ガス需要は 90 年の 147 億立方メートルから、00 年に 245 億立方メートル 10 年には 1076 億立方メートルに増加。さらに 20 年には 3800 億立方メートルに増える見込み。中国は環境対策面から天然ガスの導入を重点的に進めており、これからもその方向性は変わらない。20 年のガス需要の内訳に関しては、在来型国内天然ガス生産が 2000 億立方メートル、シェールガスが 1000 億立方メートル、コールベッドメタン（石炭層に含まれる天然ガス）と

LNG 輸入合わせて 800 億立方メートルという絵が描かれている。11 年 4 月に米エネルギー省がまとめたリポートによると、中国のシェールガス資源量（回収可能量）は、世界最大の 36 兆立方メートルに達する。第 2 位は米国の 24 兆立方メートル、第 3 位はアルゼンチンの 22 兆立方メートル、以下メキシコ、南アフリカ、オーストラリア、カナダの順。中国のシェールガス開発は世界のエネルギー需給のみならず、地球温暖化対策の方向性に大きな影響をもたらす。

シェールガス革命がもたらした地殻変動が最も顕著で、今後さらに先鋭化するとみられるのが東アジアである。東アジアには今 3 つの大きなガス供給の波が押し寄せようとしている。ロシア産ガスの東方シフト、シェールガス開発を背景とした北米産 LNG の流入、中国のシェールガス国内開発の 3 つである。これらに日本のメタンハイドレート開発が加わり、2020 年代にはこの 4 つの大きな流れが均衡点を模索することになると予想される。

このうち北米産 LNG は、今月 6 日に東京電力は三菱商事と三井物産を通じて年間 80 万トンを 17 年から輸入する計画を発表。輸入のみならず、LNG プロジェクトの権益確保も進んでおり、中部電力・大阪ガス連合、三井物産・三菱商事連合、住友商事・東京ガス連合の 3 プロジェクトは、合計で最大輸出能力 3 0 0 0 万トンの LNG プロジェクトに参画している。こうした大きな流れの中で、今後日本が目指すべきは国際 LNG 価格体系の是正である。日本の天然ガスの調達コストは 12 年 9 月には、100 万 BTU（英国熱量単位）当たり単価で米国の天然ガス指標価格（ヘンリーハブ）の 6 倍に達した。その後はやや沈静化しているが、エネルギー輸入金額の増加は貿易収支悪化の一因となっている。

日本の LNG の調達コストが高い理由の一つは、天然ガスパイプライン網が未整備であること。もう一つは、量の確保を優先して長期契約を採用していることである。同契約では原油価格連動方式が採用されており、シェールガス革命によるガス価格低下の影響を享受できない。

LNG 取引の決済価格には今日、合理的な価格体系の再構築が求められている。そうした中で、韓国は米国産 LNG を基地の出口で買う方向で交渉している。その場合、取引価格は米国の市場価格に液化コストを上乗せする形で決められる。結果的に、韓国の北米産 LNG 導入が東アジア向けの LNG 価格体系見直しの契機となる可能性が高い。

前述した東アジアにおける 4 つの大きな流れの均衡点を模索するに当たっては、日本が自前資源を持つか否かにより、その地政学的意味は大きく変わる。北米産 LNG の輸入確保はロシアに対する牽制球となり、ロシア産ガスの輸入は中東・アジアの既存 LNG 供給者に対して大きな価格是正圧力となる。そして何より日本がガス価格交渉で一定の発言力を確保するには、需要全体の 10%でも自前の資源を持つことが必要。

エネルギーベストミックスは結果における絶妙なバランスの実現ではなく、消費するエネルギーの一定量についてはあらゆる手段を講じて自分で賄うという戦略意思に関わる問題に他ならない。

日本は天然ガス調達の選択肢が少なくないことを十分に認識し、かつそうした立場を強

化するためにも、エネルギー自給率の改善をもたらすメタンハイドレートのかいはつを確実に進めることが重要。今年1月28日、JOGMECは「ちきゅう」を用いて、愛知県渥美半島沖で海洋産出実装実験に着手。同事業では準備作業を終了し、メタンハイドレート分解によるガス生産実験が実施される。着実な成果が上がることを期待したい。

2013.2.7 日経「米、日本にシェールガス、来月にも輸出解禁、17年開始にらむ」

米政府は今春にもシェールガスなどの天然ガス輸出を解禁する。FTA 締結国以外にも輸出を認める措置。日本の企業連合が参画する事業が有力視されている。割安な米国産ガスの輸出が本格化すれば、世界のエネルギー需給や産油国と消費国の関係、企業戦略にも大きな影響が及ぶ。

3月中にも第1弾の輸出許可を出す。エネルギー省には15件の国際輸出計画が申請されている。同省は環境対策の強化を条件にそれぞれの計画について原則、申請順に審査を進め、輸出解禁の可否を判断する。2015～17年の輸出開始を視野に、早めに買い手を確保したい考え。輸出計画の審査は日本の企業連合が参画する事業の優先順位が高い。なかでも中部電力と大阪ガスが加わる米テキサス州の事業「フリーポート」が有力。輸出基地となる港湾施設などが整備され、地元テキサス州の支援も得られるため、認可がされれば17年から、ひとまず年間440万トン日本に輸出できる。三井物産・三菱商事が参画する米ルイジアナ州の「キャメロン」も申請が早く、輸出解禁が有力。東電はこれ2社と合計で80万トンのLNGを調達する計画を発表。17年から20年にわたってLNGを買い取る。米国から日本への輸出は開始は17年前後、それまでに関連施設の建設など巨額の投資も必要。ただ輸送コストも含めても現在の輸入価格の2分の1程度である米国産LNGを調達できれば、電力料金の抑制や貿易収支の改善に期待できる。シェール革命で米国は17年までに石油・天然ガスの生産量が世界一となる見込み。日欧などの消費国が中東やロシアに資源を依存する体制が変わるうえ、安全保障から企業戦略まで幅広い影響を及ぼすとみられる。

2013.2.7 日経「シェール革命、米の影響力一段と、世界の構図、変える可能性、マネーの流れ・産業競争力・安全保障、日本、安定調達に生かせ」

シェールガスと呼ぶ新型資源の登場が世界に「革命」を起こしている。資源国としての米国の台頭はエネルギー需給だけでなく、マネーの流れや産業競争力、安全保障の構図も変える可能性を秘めている。エネルギー資源を輸入に頼る日本はこの変化に向き合い、安定調達に生かしていかなければならない。

最大の生産国に

国際エネルギー機関(IEA)は米国が2015年に天然ガスでロシアを、17年に原油でサウジアラビアを抜き、世界最大の生産国になるとの見通しをまとめた。シェールガスやシェールオイルと呼ぶ新型資源の生産が急増しているため。米国は世界最大の原油・ガス消費国。国内消費量の4割超、天然ガスの1割弱を輸入している。これが不要になり輸出も可

能になるという。06年に単位当たり9ドルを超えた米国の天然ガス価格は現在、3ドル前後。ダウ・ケミカルやエクソンモービルは安いガスを原料に使う石油化学工場の建設を決め、製鉄所の新設計画も進む。米国の製造業はエネルギーコストの低下をてこに復権の道筋をつけつつある。米国の「エネルギー自立」は貿易収支を大きく改善する。中東に依存していた原油輸入が要らなくなれば、中東の動乱に備えた国防費の軽減につながるの見方もある。一方、日本は世界最大のLNG輸入国。原子力発電を代替する火力発電用の需要は急増し、12年の輸入量は前年比11%増の8730万トン。加えて欧米と違い、原油価格に連動して決まる日本のLNG価格は米国の天然ガス価格に比べて約5倍高い。発電燃料費の増大は年間3兆円の国富流出を招いている。米国产の割安なガスを使うLNGを輸入できれば、「価格は下がる可能性がある」。

東電400億円投資

東電は6日、三菱商事や三井物産を通じて米国产LNGを輸入する計画を発表した。これ以外からもLNGを確保する交渉を進め、将来は新型資源でつくるLNGの比率を全体の4割に高める。受け入れに向けてタンク新設などに400億円を投じる。現在の価格水準が維持されれば、東電は既存契約より約3割安くLNGを調達でき、年500億円程度の燃料費圧縮につながるという。シェール革命を利用して、割高なLNG取引に風穴を開けることが重要だ。ただ、シェールガスがすべての問題を解決するわけではない。IEAのチーフエコノミストは「天然ガスの黄金時代が軌道に乗るには二つの課題がある」と指摘。1つはシェールガスの採掘は水や化学物質を多用し、環境への影響を懸念する声がおること。欧州には採掘を認めていない国もある。もう1つは、「米国の天然ガスがいつも安いとは限らない」こと。「ガス価格が5ドルなら石炭の方が競争力がある」と指摘。米産業界にはLNG輸出に否定的な意見も根強い。資源の安定調達に重要なのは調達先の分散。シェールガスのリスクも織り込みながら新たな調達ルートを開き、既存の調達先との交渉に生かす工夫が欠かせない。

2013.2.5 日経「シェール革命、化学に転機、昭電、合成ゴム原料に参入、タイヤ向け、世界で需要増」

昭和電工はタイヤなどに使う合成ゴムの原料「ブタジエン」の生産に参入する。溶剤向け化学品を転用する新製法を確立、大分コンビナートで2016年から生産を始める。ブタジエンの成分は新型天然ガスにはほとんど含まれず、将来の不足が懸念されている。自動車生産の拡大などで世界需要は増えており、新技術で市場開拓を目指す。シェールガス革命が、石化事業の原料や製法に大きな変化をもたらした。

ブタジエンは従来、石油由来のナフサ（粗製ガソリン）を分解しエチレンなどを製造する際の副産物から製造されてきた。だが、石油より価格の安いシェールガスを利用する動きが急速に広がり、ブタジエンの安定確保が課題になっている。昭電が実用化をめざす新製法では、化学品「アセトアルデヒド」と「エタノール」を特殊な触媒で反応させてブタ

ジエンをつくる。基礎技術は確立済みで現在、採算性を高める具体的な生産プロセスの構築を進めている。国内シェア 1 割に相当する年産能力 10 万トン程度の設備を大分コンビナート内に建設する計画。投資額は 100 億円以下に抑えられる見込み。昭電はこれまで同コンビナートでブタジエン原料を作り、日本ゼオンや JSR などの合成ゴムメーカーに供給してきたが、ブタジエンそのものは生産していない。アセトアルデヒドはシンナーやラッカーなど塗料用溶剤の原料だが、ここ数年、割安な中国製の溶剤が大量に日本に流入している影響で供給過多になっている。昭電はアセトアルデヒドの国内大手で大分コンビナートに年産能力 16 万トンの設備を持つが、稼働率は約 5 割と低迷している。ブタジエン事業への参入で不採算事業を高収益事業に変えられる可能性がある。ブタジエンのアジアのスポット価格は現在、1 トンで 1820~1900 ドルで、この 2 か月で 3 割上昇している。富士経済は、ブタジエンのを使ったタイヤ用合成ゴム（スチレンブタジエンゴム）の 15 年の世界需要を約 670 万トンと 10 年比で 4 割増えると予測している。

新製法で安定供給、ナフサ使わぬ技術課題

世界的に注目を集めるシェールガス増産の影響が、供給不足につながる化学品の代表例がブタジエン。そのため、化学各社は安定供給に向けて新技術の実用化を競っている。ブタジエン成分はナフサからは多量に州出できるがシェールガスはエタンが主成分。同様の理由で、代表的な樹脂原料であるベンゼンもシェールガスからは量産不能。北米では米エクソンモービルや英蘭ロイヤル・ダッチ・シェルなど割安なシェールガスを利用してエチレンを生産する大規模工場の建設計画が目白押し。コスト競争力で劣るナフサ利用のエチレン工場が能力削減を迫られれば、ブタジエンやベンゼンの減産に直結する。最終的にはタイヤや自動車部品、ナイロン繊維の需給がひっ迫する可能性がある。ブタジエンの価格が足元で上昇しているほか、ベンゼンを使った化学品では値上げの動きも出ている。ベンゼンを主原料とするポリスチレンの国内大手、PS ジャパンは 15 日から約 11% 値上げする方針。このためナフサに由来しない新製法の開発が求められている。三菱ケミカルホールディングスと旭化成はブタジエンの原料として、石化コンビナートで副産物として発生する「ブテン」を利用する方法を検討。それぞれ水島コンビナートで試験プラントの運用を始めた。

2013.1.16 日経「シェール革命の波に乗れ」

米国のガス価格はアジア価格の 5 分の 1。日本の電力・ガス会社が産ガス国と 10~20 年の長期契約で結ぶ価格は原油連動が主流。世界一高い日本の LNG 価格の引き下げは緊急の課題。日本が原油連動の値決めを採用したのは、1970 年代、当時の発電燃料は約 7 割が石油で、補完燃料だった LNG は何の疑問もなく原油相場の連動で決まった。

2012.12.28 日経「米シェールガス、資源国揺さぶる、LNG 計画に疑問符、資源余り、国際価格低下」

2012.12.18 日経「シェールガス欧州で遅れ、フランスなど、環境懸念で開発慎重、資源大手、アフリカに活路」

フランスのオランド大統領は自分の任期中はシェールガスの開発許可は出さないと発表。ブルガリアは法律で禁止、欧州議会も安全性が確認されるまで開発はやめるべきとの立場、ドイツやスペインも慎重で「環境重視」という奥州の伝統が色濃い。

2012.12.7 日経「米産ガス輸入へ前進、米、来春にも許可の見通し、火力コスト抑制期待」

米エネルギー省は5日、LNGの輸出拡大が「米国の利益にかなう」とする報告書を公表。来春にも同省が輸出を許可するとの見通し。

2012.12.6 日経「石油の商業生産、あと41年OK、シェールは対象外、実際はもっと長く」

石油鉱業連盟は5日、世界のエネルギー資源に関する調査結果を発表した。従来手法で生産する在来型石油を商業ベースであと何年生産できるかを示す可採年数は2010年末で41年となり、前回調査よりも(05年末時点)3年伸びた。在来型天然ガスの可採年数は47年と4年縮まった。調査は北米の「シェールオイル」など非在来型資源が対象外のため、実際の可採年数はこれらより長くなる。10年の世界の生産量は293億バレルと5年前から微減。中東や南米などで新規油田の開発が進み、生産の確実性が高い量を示す確認埋蔵量は1兆2千億バレルと8%増えた。未発見油田などを含む石油の総量は約3兆3千億バレルと9%増え全体が枯渇するまでの年数は73年と5年伸びた。天然ガスも確認埋蔵量が増えたが、需要も大きく拡大した。10年の生産量は5年前より17%増と埋蔵量の伸びを上回り可採年数が短縮。未各県分などを含む資源量が枯渇するまでの年数は84年。米国のシェールガスの増産もあり、資源量はさらに多いとみられる。

2012.12.6 日経「米、ガス輸出拡大検討へ、日本向け解禁に追い風」

米の統計によると、全発電量に天然ガスが占める比率は、40年に30%となり、11年の25%から上昇、再生可能エネルギーも同期間に13%から16%に増え、一方、石炭は42%から35%、原子力は19%から17%に低下。エネルギー消費は全体として増加するが、天然ガス比率が高まるため二酸化炭素排出量の伸びは緩やかになると予想。国内の原油生産の伸びもあり、エネルギーの輸入依存度は19%から9%に下がる。

2012.11.5 日経「資源が競争力を変える、米の革命生かせるか」

オバマ大統領は、再生可能エネルギーに傾斜した当初の政策を後退させ、今はグリーンではなくクリーンなエネルギーの比率向上を目標とする。

2012.9.6 読売「シェールガス、米外交追い風、露・中東弱まる支配力、同盟国に広く分布」

天然ガスはこれまでロシア、イラン、カタールに世界の半分以上が埋蔵されているとみられていた。つまり、反米的な国家や不安定な中東に偏在していた。米軍が中東に駐留し、湾岸戦争、イラク戦争を戦ってきたのも石油やガスの確保と無縁ではない。しかし、国内のエネルギー事業の好転は中東の重要性を相対的に低下させる。米国がアジア・太平洋地域に重心を移し始めた背景には、そんな事情もある。シェールガスは北米や南米、欧州に広く存在する。その多くは米国の同盟国を含む。この点もロシアと中東の支配力を弱める意味で米国にとって追い風。当てが外れたロシア。イランの天然ガスに対する需要が減り、米国は制裁の継続が容易になる。

(日本エネルギー研究所) エネルギーの歴史の転換点になる可能性がある。19世紀は石炭、20世紀は石油の時代、21世紀は他のエネルギー、特に埋蔵量が増えた天然ガスの時代に移行していくだろう。二酸化炭素排出量の少ない天然ガスは再生可能エネルギーへの中継ぎ役として期待されていた。その期間が30年、40年と長くなっていく。シェールガス革命は1970年代の石油危機に匹敵する出来事。需要サイドから見ると中国の消費量の急増大きい。これがすべてを変えた。今回の革命も中国の需要増で石油価格が上がったから起きたともいえる。日本にとってはプラス面が多い。天然ガスを米国やカナダから安く輸入できる可能性が開ける。ロシアからの輸入交渉も有利。日米同盟は資源・エネルギー安全保障の視点からも考えていく必要がある。原子力は絶対に一定程度は維持すべき。天然ガスばかりに頼れば、売り手市場になり、高いものを買う羽目になる。再生可能エネルギーも不安定だし、まだコストも高い。またシェールガス自体も環境問題が原因で開発が鈍る可能性もある。資源のない日本は様々なカードを持つ必要がある。

2012.8.25 日経「シェールガス、次は中国、米国上回る埋蔵量、環境汚染、ルール作り急務」

2012.8.24 日経「シェールガス革命 素材に波及、樹脂原料、低コストで量産、旭化成 17年メド」

旭化成は天然ガスから合成繊維や樹脂の原料を量産する技術を開発、2017年に量産開始。

2012.8.21 読売「シェールガス、商社奔走、油田・炭鉱も権益争奪戦」

原子力発電所の事故や食糧自給率の低下に伴い、日本経済の中で重要性を増すエネルギーと食料の調達に、総合商社が奔走している。ただ、価格が下がれば収益が減るため、安定した確保を続けられるかどうか不安が残る。新時代の商社ビジネスの現状と課題を探る。

2012.8.19 日経「原発に変わる電力は、石炭の技術力世界に」

古くて汚れたイメージで見られる石炭の技術が日本のエネルギー戦略のカギとなる可能性がある。横浜港に近いJパワーの磯子火力発電所は、「超々臨界圧」と呼ぶ発電設備を2基備えている。蒸気の温度と圧力を極限まで高め、石炭火力で世界最高の熱効率を達成し

た。タービンの回転はマッハの速度、煙突には、煙の影もない。石炭は原油や LNG に比べて価格が安い、環境への影響が弱点とされ、二酸化炭素の排出量が多く、排気も問題視される。日本では火力は LNG が中心。原発事故後に LNG の輸入価格が跳ね上がり、日本の経営赤字の最大の原因になっている。世界情勢は違い、米国やドイツは、石炭の比率が 45% と高い。中国は 80%、インドも 70% と新興国では比率が高く、アジアでは今後 20 年間で石炭火力が 2 倍以上増える予測される。国内の脱原発依存と海外の石炭依存。

ここに日本のエネルギー戦略の道筋が見える。磯子発電所の技術力をいかせば、日本の経済安全保障を高める海外政策を描けるはず。熱効率が高い磯子の二酸化炭素排出量は、最もクリーンな化石燃料の LNG よりも多いが、標準的な石油火力に迫る。一方、アジア各国の石炭火力の効率はまだ低く、磯子の 7 割程度。中印を中心に石炭火力発電所の増設が続くのは間違いない。環境に負荷が少ない日本の技術と製品への需要は一段と高まる。高性能の石炭火力が新興国・途上国に普及すれば、地球全体での二酸化炭素削減につながる。問題は価格競争だが、プラントの輸出企業が相手国で削減した二酸化炭素を自分の排出権として使えば、企業は収益に組み込める。2 国間で排出権を共有する制度の導入が、経済外交の優先課題として浮上してくる。中印が石炭を買いあさる事態にも備える必要がある。石炭は世界のどこにでもある資源。だからこそ安いのだが、産炭国である中国は 2009 年に輸入超過に転じ、日本に次ぐ世界第 2 位の輸入国になった。インドの輸入も、03 年から 10 年までに 4 倍以上に増えた。日本の石炭の輸入先はオーストラリアとインドネシアが主。米国産の安いシェールガスに押され、米国とコロンビアからも石炭の輸出が見込まれる。安定調達のため連携を強めたいが、インドネシア以外とは、日本は自由貿易協定 (FTA) を結べない。日本の石炭技術は 1960 年代の公害の試練を乗り越えて進化した。世界を見回せば、その戦略的な価値が増してくる。

2012.8.7 日経「欧米石油大手、シェールガス思わぬ足かせ、供給過剰で収益圧迫、オイル開発に軸足」

シェールガス革命の普及により欧米石油大手の収益が一時的に伸び悩んでいる。シェールガスの供給拡大で米国の天然ガス価格が下落、大手 4 社の 2012 年 4 月～6 月期決算は赤字や減益が相次いだ。販売価格の高い「シェールオイル」や米国外のシェールガス開発に軸足を移して対応する戦略だが、課題は多い。

BP の最終損益は 13 億 8500 万ドルの赤字、メキシコ湾事故直後以来の赤字。米国で指標となる天然ガス価格が 1 年前より約 5 割下落。開発停止を決めたアラスカの深海油田権益の減損損失も発生。ダッチシェルでは、世界経済の減速で原油の販売価格が 4% 下落、北米の天然ガス価格の下落も影響。「今は北米で天然ガスを生産する意味がない」と開発・生産レベルを当初計画の 4 分の 1 に縮小。

欧米石油大手各社は収益構造の悪化を受けて、供給過剰で価格が低迷する米国のシェールガス生産の縮小に乗り出した。代わりに同じ技術で回収できてガスよりも販売価格が高

いしえーオイルの開発や、米国以外でのシェールガス開発を強化している。掘削機のうち油田開発向けは比率が12年末に75%。シェブロンはウクライナで鉱区の開発権を取得。ダッチシェルは中国や南アフリカで開発を進める。しかし、米国以外での開発には課題が多い。ポーランドで進めていたエクソンは、「商業生産が見込めない」として撤退を決定。開発の歴史が浅く、米国に比べて地層などのデータが不足、開発コストが割高になるのが一因。欧州では「水圧破碎」の懸念がハードルとなる。ブルガリアとルーマニアで権益を持つシェブロンは政府の開発凍結や住民の反対運動で開発は進んでいない。そこで、各社は北米への開発投資も継続。シェルではカナダ西部で生産し、液化して日本などに輸出する計画を持つ。「今は低下価格でも、将来は大きな輸出機会につながる」と。

2012.7.12 日経「エネルギー戦略、迫られる大転換下、シェールガス革命、注視を、再生エネ、拡大に時間、日本は効率改善牽引を」

ポイント；エネルギー供給は20～25年で約35%増必要、天然ガス（LNG）は技術革新と資源規模で大幅増、20年後のエネルギー構成は大きく変わらず」

世界経済を支えるエネルギーミックス（組み合わせ）の将来はどのようなのだろうか。数年前には、この2つの基本的な質問への答えは明らかのように見えた。だが、今日では不確実性が大幅に高まり、質問の持つ意味は一段と重くなっている。東京電力福島第一原子力発電所の事故を受けて新たなエネルギー政策の構築に悩む日本にとっては、特にそういえるだろう。さらに、イラン制裁の本格化も、この状況を一層切迫させている。確実に言えることは、世界経済の拡大に伴いエネルギー需要は増大するということだ。世界経済は今後、20～25年で現在の2倍の規模に達するだろう。エネルギー供給量は約35%の増加が必要。

日本では原子力の扱いとエネルギー政策の基本方針を巡り、困難な議論が展開されているが、原発事故の影響は広く全世界に及んでいる。事故以前は原子力発電が世界的に拡大する、いわゆる「原子カルネサンス」が世界各国で展開され、多くの国が原子力の導入拡大に積極姿勢を見せていた。だが、事故以後、状況は大きく変わり、国によって政策が異なる「原子力パッチワーク」状態である。事故に直ちに反応したのはドイツだ。電力の4分の1を原子力に依存していたが、2022年までに段階的な脱原子力を果たす方針を打ち出した。一方、隣国のフランスの原子力依存度は引き続き75%を上回っており、今後はその電力をドイツに輸出するという。米国は新規原発4基の建設計画を承認し、中国は原発の大幅増を計画中だ。全体としてみれば、30年代になっても原子力は電力供給の重要な担い手であり続けるだろうが、電力市場に占めるシェアは縮小する見通しだ。再生可能エネルギーは大幅に伸びている。日本は、米国が太陽光発電に消極的になった1990年代にも開発に努めてきた。今日では太陽光及び風力発電技術の成熟度は高まっており、グローバル規模の大きなビジネスに成長している。とはいえ、エネルギー産業全体から見れば、まだささやかなものだ。太陽光発電のコストは技術進歩、原料のシリコン価格低下、中国の生産

能力拡大などを背景に、劇的に下がっている。それでも太陽光、風力ともに、実用面では政府の補助金頼みが現状だ。日本は再生可能エネルギーの導入を推進するだろうが、欧州と米国では景気低迷と財政緊縮から補助金は減少傾向にあり、導入にブレーキがかかりそうだ。その結果、再生可能エネルギーは発電量の点では成長が期待できるが、なお一層の規模の拡大が必要なうえ、**風量や日照に依存するため発電量の変動が大きいという問題も解決しなければならない**。今後、世界のエネルギー市場でシェアを増やすと見込まれるのは天然ガス。理由は技術革新と資源規模の 2 つ。今世紀のエネルギー分野の最大の技術革新は、規模に関する限り間違いなく米国のシェールガス。四半世紀にわたり開発が続けられてきたが、ここ数年急激に存在感を増してきた。米国は 08 年まで、日本と同じく LNG の主要輸入国になると考えていた。だが、ガス採掘技術の進歩で、北米は今や天然ガスでは供給過剰の状態。米国の天然ガス価格は現時点で日本の 6 分の 1 以下。安価なエネルギーを持つことは、世界経済における米国の競争優位に他ならない。米国のエネルギー市場で、天然ガスは他のエネルギー資源に対抗する強力なライバルにのし上がった。米国もカナダも数年以内に LNG の輸出国となる見通し。シェールガスは北米以外にも存在する。「IHS CERA」によると、欧州と中国には北米を上回る埋蔵量がありそうだ。ただし、開発は北米よりもかなり遅れそうだ。その一方で、アジア市場への供給を目指して、オーストラリアを中心に新規の大型 LNG 開発プロジェクトも進行中。東アフリカの沖合やイスラエルの沿岸域などでも大規模な天然ガス田が発見されている。以上から、天然ガスは世界のエネルギー市場におけるシェアを一段と拡大すると結論付けられる。

予想で、石炭の産出量も少なくとも増え続ける見通しだ。中国とインドなど新興国で電力需要が急伸しているためだ。石炭燃焼に伴う二酸化炭素の発生に備え、新技術の開発が急務であろう。

では、現在世界エネルギー需要の 33%を満たし、輸送燃料では圧倒的シェアを誇る石油はどうなるのか。数年前には世界の石油供給は先細りになるという『ピークオイル論』が信じられていた。だがその後、新たな有望油田の発見や技術進歩により、この懸念は遠のいている。さらに、シェールガスの採掘技術が「タイトオイル（高密度の岩盤層に貯留された石油）」の掘削にも応用されるようになった。数年前に始まったばかりだが、米国では生産量が 4 年間で 25%も増え、すでに劇的なインパクトをもたらしている。このほか、カナダのオイルサンド（石油を含む砂岩）の生産量は今世紀初頭以来 3 倍に増えている。またブラジルは深海掘削技術の進歩により、今世紀末までには世界のエネルギー供給大国になると見込まれる。だが石油に関しては、次の 2 点を忘れてはならない。第 1 は、将来の供給事情を決めるのは単に資源量や技術だけではない。**資源政策や税制など政府の施策、政情不安、地域紛争が生産量や時期を左右する。第 2 に、輸送燃料としてのほぼ独占的地位を維持できるかどうかという疑問。**ガソリンエンジン車のライバルとして電気自動車が目ざされており、バッテリー技術の継続的な進歩が今後のカギを握りそうだ。ただマスマーケット商品として成功するかどうか**見極めるためには、後 5 年～10 年を要する**だろう。

エネルギーミックスにとって非常に重要なエネルギー「資源」がもう一つある。通常は資源と考えられないもの、すなわち資源の保存、エネルギー効率の改善。この分野で日本は世界のリーダーであり「もったいない」精神は、世界各国のお手本となっている。原発事故を受け、日本はエネルギー効率の改善にイノベーション（技術革新）や創造性を一段と発揮し、世界に与える影響力を強めていこう。

最後に、総合的なエネルギーミックスを展望する。エネルギー効率の改善により、世界経済が2倍に拡大しても、エネルギーは35%増えれば十分になると見込まれる。再生可能エネルギーは大幅に伸びるが、20年後のエネルギー市場に占めるシェアは従来予想ほどは拡大しないだろう。新興国の急速な需要増を受け、在来エネルギーについては、原子力のシェアが2年前に予想されたほどには拡大しないこと、その一方で天然ガスは引き続き拡大することは確実と言える。このように20年後のエネルギーミックスは現在の姿からそう大きく変わるまい。世界のエネルギー消費量が巨大な規模に拡大していること、生産・発電施設や設備類の寿命が長いこと、新技術の登場までにはなお長い時間を要することが、その理由である。従って現在起きている様々な変化や、これから登場するかもしれないイノベーションの本当のインパクトが実感できるのは30年以降になろう。そのときこそエネルギーミックスは大きく様変わりし、未来のエネルギー源が一角を占めるようになる。

2012.6.28 日経「シェールガス開発、素材に波及、汎用樹脂、生産3割増へ、住友ベークライト、北米工場で」

住友ベークライトは、「新型天然ガス」シェールガスの採掘に使われるフェノール樹脂の生産設備を米国で増強する。2013年春をめどに新プラントを稼働し、生産能力を年4万トンと3割増やす。米国ではシェールガス開発が急増し、採掘用建機やガスの液化施設など関連事業を日系企業が強化している。住友ベークライトは増産によってシェールガス向けで1割弱のシェアを握り、拡大する市場を取り込む。新プラントを建設するのは米国オハイオ州のケントン工場。約10億円を投じて年産1万トンのフェノール樹脂の新プラントを作り、北米での生産能力を引き上げる。フェノール樹脂は自動車部品や電子部品などにも使われるが、増産分は全量をシェールガス掘削向けに振り向ける。シェールガス向けは今後市場が急拡大するとみられており、住友ベークライトは増産を急ぐことで優位に立ちたい考え。シェールガスは泥土が堆積した頁岩層にある。採掘に使うフェノール樹脂は液状で、熱で固まる性質を持つ。砂に樹脂をコーティングすると地熱で固まるため、隙間からガスが流れ出る道ができる仕組み。住友ベークライトはによると、12年のシェールガス採掘向けの需要は17万2千トンと前年比2.5倍に増える見通し。8月までに米国マンチェスター工場シェールガス採掘向けの中間材料も増産する。2億円かけて年産能力2000トンに高める。増産に伴い、北米でのフェノール事業の13年の売上高は前年比4割増の170億円、営業利益は20億円と6割強増える。シェールガスの事業化によって、ガスの世界の可採埋蔵量は60年から最大250年に伸びるとされ、天然ガス価格の下落につながった。この

結果、北米ではシェールガスの開発が広がり、関連製品を手掛ける日本企業の動きも活発になっている。古河スカイは液化天然ガス（LNG）運搬船向けのアルミ厚板の生産を15年までに3倍とする。コマツはシェールガスなど資源開発向けを中心に、建機と鉱山機械が伸び、北米事業の売上高を12年度に1割増やす計画。

2012.6.16 日経「双日、モンゴルで石炭事業、中国資源大手に出資、ます加工・物流、日本に原料炭輸出、鉱区開発も検討」

双日はモンゴルの石炭加工・物流事業に参入する。資源大手のオールドス集団（中国・内モンゴル自治区）子会社の株式を10%前後取得。数年内に日本の製鉄会社向けの原料炭輸出をめざす。同国では石炭の権益獲得競争が激しいが、現地企業への出資を通じて輸出に早期実現を目指す。約7割をオーストラリアに依存する原料炭の調達ルートが増えれば、安定調達につながりそうだ。

オールドス集団の100%子会社で石炭物流量でモンゴル大手の中蒙煤炭（内モンゴル自治区）の株式を取得する。出資総額は3000万人民币元（約3億7500万円）となる。日本企業がモンゴルの石炭物流事業に出資するのは珍しい。7月にも払い込みを完了する。現在、モンゴルと中国間の石炭物流事業には免許が必要。現地の約30社が独占し、新規取得は難しい状況という。加工設備などを持つのは5社前後で中蒙煤炭はこのうちの1社。同社は輸出免許も保有する。当初は、モンゴル南部のタバントルゴイ炭鉱などから、中国の石炭燃料会社や製鉄会社向けに販売するが、数年内に日本の製鉄会社などへの輸出を目指す。将来はオールドス集団と共同でモンゴルでの石炭資源開発も検討する。

双日は三菱商事、三井物産に次いで石炭取扱量で商社3位。豪州やインドネシアなどから現在年約2000万トンの石炭を輸出しているが、中国とモンゴルでの取り扱いは少ない。今回の物流事業の参入などで事業基盤を整備し、資源権益取得にもつなげる。5年後をめどに中国とモンゴルからの石炭取扱量を年1000万トンに増やす。モンゴルは高品質の原料炭の新規産出国として期待されている。政府が独自に開発を進める東鉱区に加え、日本の商社などが権益取得を狙う西鉱区では国際入札が実施されており、今後の供給力拡大が期待できる。双日も同鉱山の国際入札に参加している。

商社や製鉄 調達先の分散を急ぐ

鉄鋼生産の原料となる原料炭の調達を巡り、商社や製鉄各社が調達先の多様化を急いでいる。近年、約7割を依存する豪州で天災やストライキが相次ぎ、安定調達に懸念が出てきたためだ。長期的に見ても中国やインドなどの需要拡大で需給がひっ迫する恐れがあるため、日本企業はモンゴル石炭輸入ルートの開拓を急ぐ。モンゴルには世界最大級の埋蔵規模を有するタバントルゴイ炭鉱がある。年3700万トンの生産量のうち2300万トンを輸出するが、ほぼ全量が陸続きの中国向け。今後、通関能力の向上や鉄道網の整備が進めば、海を越えて輸出先を拡大する道が開けるため、新興資源国として注目が高まっている。三井物産が中国の石炭最大手神華集団と、伊藤忠商事や双日など4商社とロシアなどの企業

連合が、それぞれ国際入札に応札しているが、政府が決定を先延ばしにしており本格生産のメドはたっていない。次善の策として各社は輸出免許を持つ企業と組み、日本への輸出を急ぐ。双日は現地企業への出資で、日本への石炭輸出で先行する戦略。物産、伊藤忠商事もそれぞれ中国企業と提携関係強化に動いている。

2012.6.15 日経「守れるか海洋権益下、資源確保戦略、国力を左右」

米国は5月23日に上院外交委員会で公聴会を開き、クリントン国務長官などが国連海洋法条約の早期批准を求める証言をした。南シナ海における中国の海洋進出に対する危機感に加え、海洋権益確保の発言が注目された。海洋では各国による壮絶な資源獲得競争が展開されている。中国は、スカボロー礁の領有をめぐるフィリピンとの紛争に見られるように、南シナ海で東南アジア諸国連合（ASEAN）諸国との間で南沙諸島や西沙諸島を巡る領有権紛争を繰り返している。これらの諸島の陸地面積は高々10平方キロメートル程度だが、その海域面積は16万平方キロメートルに及ぶ。最近の新華社電によれば、南シナ海は石油・天然ガスの宝庫であり、石油230億～300億トン、天然ガス16兆立方メートル規模の埋蔵量があるといわれる。南シナイ海の諸島をめぐる領有権紛争の本質は、クウェート油田の埋蔵量に匹敵するとされる海洋資源を巡る争いである。2005年に北京で開催されたある会合で、黄菊中央政治局常務委員は「中国は陸上大国であるとともに海洋大国である。海洋事業の発展に力を尽くすことは、国家の安全保障、主権権益の維持、資源環境の保護および経済社会の発展にとり、重要な戦略的意義を持っている」と語っている。翻って、日本にはどのような海洋戦略があるのであろうか。政府は07年に海洋基本法を制定し、内閣に内閣総理大臣を本部長とする総合海洋政策本部を設置した。海洋開発は日本経済の存立基盤であると位置づけ、08年に海洋基本計画を閣議決定した。その中で、海洋資源の当面の探査・開発の対象を石油・天然ガス、メタンハイドレート（海底の天然ガス資源）及び金属資源『海底熱水鉱床』と決定した。政府は08年に3次元物理探査船をノルウェー企業から購入し、石油や天然ガスの埋蔵が見込まれる日本周辺海域で資源探査を実施している。次世代エネルギー資源として期待が高まるメタンハイドレートは、水深1千メートル以深の海底にある水分子の中にメタン分子が取り込まれた氷状の物質で、砂層の砂粒の隙間に存在する。東部南海トラフ海域には日本の年間天然ガス消費量の約14年分の資源量があるといわれる。13年に第1次産出試験を実施する予定だ。一方、海底熱水鉱床は沖縄近海や小笠原海域に存在するといわれている。海底から噴出する熱水に含まれる金属成分が沈殿してできたもので、銅、鉛、亜鉛、金、銀、ゲルマニウムなどのレアメタルが含まれる。これらの商業化実現には、海洋環境に負荷をかけず、また付近に生息する生物の生態系に悪影響を与えない採掘技術の開発など課題も多い。このほか日本の最東端の南鳥島周辺海域には、マンガン、銅、コバルト、白金などを含有する「コバルトリッチクラスト」もある。公海の海底にある深海底にはマンガン、ニッケルなどを中心に30種類以上の有用金属が含まれたマンガン団塊が存在し、国連の国際海底機構が「人類の共同財産」として一元

的に管理する。日本は海洋法条約に基づき 1987 年にハワイ沖公開の鉤区を取得し、01 年より 15 年間の契約で探査活動をしている。

南シナ海のみならず東シナ海でも、開発技術が確立した石油や天然ガスを巡る資源争奪が激しさを増している。日中間に横たわる東シナ海は 400 海里に満たない海域だが、大陸棚の境界画定を巡って争いがある。中国は自然延長論に基づき、中国の大陸棚は沖縄トラフまで及ぶと主張する。これに対し日本は、同トラフはくぼみにすぎず大陸棚の限界を示すものではないとして、国際判例で支持されている中間線を主張しているが、決着はついていない。日中両国首脳は 08 年 6 月、この問題を棚上げにして同海域の共同開発に合意した。北部海域における共同開発とガス田「白樺」への日本法人の参加、合意した以外の海域の扱いについては継続して協議する内容だ。海洋法条約は大陸棚の境界未画定の海域について、関係国が境界画定に関する合意に達するまでは理解・協力の精神により、暫定的な取り決めを結ぶために、もしくは最終的な合意への到達を妨げないためにあらゆる努力を払うよう求めている。また、暫定的な取り決めは、最終的な境界画定に影響を及ぼすものではないと規定している。日中間の共同開発の合意はこの暫定的取り決めの性格を持つと同時に、2 国間の紛争案件を協力案件に変えるという政治的に賢明な判断の所産である。しかし、中国は中間線の中国側海域における一方的開発を続けている。海洋法条約は紛争解決手続きを用意しているが、中国は東シナ海で一方手開発に踏み切る直前の 06 年 8 月、海洋境界画定に関する紛争を義務的紛争手続きから除外すると宣言した。また中国は尖閣列島の領有権を主張しているが、海洋法条約では島に関する未解決の紛争については強制調停に付さないと規定されており、外交的決着以外に道がないことになる。日中は自らを「戦略的互惠関係」と位置づけ、東シナ海を「紛争の海」から「協力の海」に変えることで一致したはずだ。その実現形態として東シナイ海の共同開発がある。この枠組みを壊してしまうと、どちらも資源確保の利益を得られないことに気付くべきだろう。

日本が 08 年に国連大陸棚限界委員会に申請した大陸棚延長について、同委員会は 12 年 4 月、四国海盆海域、小笠原海台海域南硫黄島海域、沖大東海嶺南方海域などの延長を認める勧告をした。海洋法条約は「沿岸国がその勧告に基づいて設定した大陸棚の限界は、最終的なものとし、かつ、拘束力を有する」(76 条 8 項)と規定しており、日本の国土の約 8 割に当たる 31 万平方キロメートルの海洋権益の拡充に道が開かれることになる。勧告の中で、中国や韓国が審査しないように求めていた日本最南端の沖ノ鳥島関連海域のうち、同島を基点とする北側の四国海盆海域への延長は認められた。一方で、南側の九州・パラオ海嶺南部海域については勧告されず先送りとなった。中国と韓国は、海洋法条約が「人間の居住または独自の経済的生活を維持することのできない岩は、排他的経済水域 (EEZ) または大陸棚を有しない」(121 条 3 項)と規定していることを持ち出し、沖ノ鳥島は岩であり、大陸棚を持ちえず、ましてその延長は認められないと主張していた。

今回、委員会が沖ノ鳥島を基点とする四国海盆海域への延長を認めたことは両国の主張をくじく決定と言える。沖ノ鳥島は高潮時にはわずかに北小島と東小島の 2 つの岩礁が海

面上に出るにすぎない。だが、米国は、高潮時にわずかの隆起があるのみの北西ハワイ諸島のマロ礁周辺に EEZ や大陸棚を設定している。フランスに至っては高潮時には水没するバッサ・ダ・インディア島に EEZ を設定している。これが世界の現状だ。「核心的利益」という言葉を用い、海洋資源の獲得に国力を集中し、紛争が生じると国家主権を盾に第三者による紛争解決に委ねようとしないう隣国に、日本はどう立ち向かえばよいのか。紛争化を恐れて事故の主張を抑制するのではなく、海洋法条約に基づく自らの正当性を積極的に主張する姿勢こそが、日本に今求められている。国益追求に当たり、相手国に対する過度のおもんばかりは不要である。各国とも海洋権益確保にしのぎを削る中で、政府には日本の将来を見据えた海洋戦略の構築が求められる。

2012.6.4 日経「深海油田開発 世界各地で拡大、掘削装置、15 基体制へ、日本海洋掘削が大型投資、今年度は 5 倍、深海油田開発、技術進歩で採算向上」

石油資源開発や三菱マテリアルなどが出資する日本海洋掘削は、海底の石油・天然ガス生産に使う移動式の巨大掘削装置（リグ）の運用数を 2014 年秋までに 4 基増やし 15 基体制にする。12 年度の設備投資は 11 年度比 5 倍の約 250 億円と過去最高の見通し。ブラジルや西アフリカで大型の深海油田での受注機会が拡大することから、大型投資に踏み切る。

日本海洋掘削が大型投資 今年度は 5 倍

シンガポールで総額約 170 億円を投じて巨大掘削装置「HAKURYU-11」の建造に着手、13 年春に完成させる。この装置は最大で水深 130 メートル地点で脚部を海底に固定し、海底から深さ 6000 メートル超まで掘削できる。150 人が居住可能で、脚部が海底に接するタイプでは世界最大級。大型油田開発工場の受注につなげる狙い。3 割出資するカタール国営石油会社との合弁会社でも 14 年秋までに同様のタイプを 3 基増やす。既存装置の改修・増強も進める。マレーシア沖で操業中の主力リグ「NAGA1」を一時帰国させ、5 月から浮力を高める改修工事に入った。搭載できる資機材の重量を 2 倍に増やす。NAGA1 は 1970 年代から稼働しているが今回の工事で運用可能年数をさらに 15 年延ばし深海域の油田開発の受注を目指す。日本海洋掘削は日本唯一の海洋資源掘削会社。マレーシア、スペイン、イランなどで創業し、日本の政府系機関が保有する資源探査船「ちきゅう」の操業も担う。同社は運用リグ数で世界 12 位の規模。ブラジルなど各地で広がる深海油田の受注を増やすなどで、将来は世界 10 位入りを狙う。

深海油田開発 技術進歩で採算性向上

北米で低コストの新型エネルギーであるシェールガスの生産が増えるなどエネルギー需給の緩和要因もあるが、深海油田の開発意欲は依然として根強い。ブラジルなど新興国勢が深海油田開発でエネルギー自給率向上を目指しているほか、欧米メジャーも中東依存度を下げるために深海油田開発を急いでいる。英 PB 統計によると 2010 年の世界の原油生産にしめる中東依存率は 30%。イラクの油田開発などが進むとさらに高まる可能性がある。ただ、政治的に不安定な中東への依存度を高めると安定的に供給を受けられないリスクも

抱える。シェールガス大国となった米国も輸出には慎重姿勢。このためブラジル、ナイジェリア、マレーシアなど新興国はエネルギー自給率向上に向け、深海油田開発を積極化、技術開発も進み、1 バレル 60~70 ドルの原油価格であれば十分に採算が確保できるようになった。BP など欧米メジャーもメキシコ湾やインド洋などで深海油田を開発。採掘しやすい陸上や浅海は産油国に既に押さえられたり、中国の国営大手資本との競合が激しかったりで、難度の高い深海に向かわざるを得ない状況にもある。深海油田開発には原油流出事故のリスクもあるため、掘削会社には高度な技術力が要求される。

2012.6.1 日経「天然ガスから軽油など製造、石油代替燃料、米で事業化進む、価格低下、シェルも検討」

新型天然ガス「シェールガス」ブームに沸く米国で、安価で豊富なガスを原料にした石油代替燃料「ガス・ツー・リキッド (GTL)」の生産を目指す動きが広がってきた。南アフリカのエネルギー大手サソールが米南部で事業化調査に着手。英蘭ロイヤル・ダッチ・シェルも検討を始めた。

GTL は、天然ガスから化学変化で合成油を作り、石油製品に加工。ナフサや灯油などの液体燃料としての用途がある。世界最大の石油消費国である米国では、特に輸送部門の石油依存度が高い。米国で GTL の生産が本格化すれば、自動車燃料の選択肢の多様化につながるだけでなく、原油の海外依存の低下に貢献するとみられている。サソールは、同社の石油化学プラントがあるルイジアナ州レイク・チャールズを候補地に事業化調査を始めた。生産能力は日量 4 万 8 千バレルから同 9 万 6 千バレルの 2 案を検討し、投資額は最大 100 億ドル。2013 年春をメドに最終的な投資判断を下す。

シェルはテキサス州からルイジアナ州を候補地としてプラント建設の検討に入った。中東カタールに持つ世界最大の GTL プラント「パール GTL」に匹敵する日量 14 万バレル程度の生産能力を想定。投資総額は 100 億ドルを上回るとみられる。米国では 00 年代に入ってシェールガス開発が本格化した結果、ガス価格が大幅に下落。推定埋蔵量も豊富で、価格は当面低位安定するとの見方が多いため、生産拠点としての魅力が高まった。

サソールやシェルが、ルイジアナ州やテキサス州で GTL プラントの建設を検討するのは、大型のシェールガス田が近くにあるため。メキシコ湾沿いの地域で、軽油など製品の一部について、欧州や中南米への輸出を検討していることも理由の一つとされる。サソールのデイビッド・コンスタブル最高経営責任者 (CEO) は米国生産の見通しについて「事業化調査の結果待ちだが、非常に有望」と述べ、前向きな姿勢を示している。GTL は製造工程が複雑でプラント建設など初期投資のコストがかさみ原料となるガス価格や、競合する原油価格の動向が事業化のカギを握る。このため商業生産がおこなわれているのはカタールなど 3 か国にとどまる。

2012.5.23 日経「火力発電 安価な新燃料、日揮 重油より 3~5 割安、手つかずの低品質

炭使う、日本でも販売」

日揮は火力発電用の新しい低価格燃料を開発し、2015年から生産を始める。これまで使えなかった低品質石炭を加工して液化した燃料で、約300億円を投じてインドネシアに生産設備を建設。日本やアジアで販売し、3～5割安い価格で重油の代替を目指す。世界の石炭埋蔵量の約半分を占める低品質炭の活用が進めば火力発電コストの低下につながりそうだ。

手つかずの低品質炭を使う

東京電力福島第一原子力発電所の事故以来、火力発電燃料の需要が急増している。利用されていなかった資源を技術革新によって有効利用し、エネルギー資源の安定確保に生かす。世界の火力発電設備能力は30年に08年比6割増の約50億kWに拡大する見通し。原発の新設が減速する一方、新興国の電力需要は増えており、新燃料の需要も増えているとみている。低品質炭は水分の比率が高く、燃えにくいいためそのままでは使えない。日揮の技術は低品質炭をいったん粉砕。高温高压にして水分を抜き、添加剤などを加えて液体燃料へ加工する。燃やすと重油とほぼ同じ夏熱量があり、石油火力発電所で重油の代わりに使える。インドネシアは低品質炭の埋蔵量が多いため、生産設備の建設を決めた。15年までに年産100万トン規模の大型プラントを完成させる。火力発電所としては一般的な出力30万kWの設備を1年間稼働できる量にあたる。その後は需要をみながら年産1000万トン以上への引き上げも検討する。

日揮は今後、現地企業と組んで石炭資源の権益を獲得する考え。資源開発から加工までの一貫体制を構築し、燃料を安定供給できるようにする。インドネシアで販売するほか日本やアジアへ輸出する計画。電気事業連合会によると、日本の火力発電所で使われる重油は11年度が1016万トンで10年度比88%増えた。このうちの一部の代替を目指す。低品質炭の有効利用へ向けた技術開発では、日本企業が世界の中で進んでいる。神戸製鋼所は低品質炭を加熱し、水分を抜く仕組みを開発。発電所向け燃料を作る設備を15年までにインドネシアのスマトラ島で建設する準備を進めている。IHIは石炭火力発電所のボイラーでガス化し、高効率で発電する技術の開発に着手した。三菱重工業は低品質炭を効率的に燃やせる技術を開発している。

低品質炭

水分の比率が多く、燃えにくいいため利用が難しい石炭のこと。「褐炭」という名前の石炭が代表的で、水分の比率が30%を超える。一般的な石炭は、水分が20%前後と低い。そのまま燃やしてもあまり発熱せず、乾燥すると自然発火するなど扱いづらい。世界で採掘が可能な石炭埋蔵量のほぼ半分を占めている。用途がほとんどなく、大半が手つかずの状態。一部の欧米企業も有効利用へ向けた研究を進めているが、商業科では日本が進んでいる。

2012.5.18 日経「シェールガス革命、開発と環境、両立課題に、情報開示促す規制進む」

各国の経済成長やエネルギー安全保障の新たなカードとして期待される「ガス革命」は開発と環境保全のバランスという古くて新しい課題を突き付ける。フランスのように開発を全面的に禁止する動きが広がれば「革命」にブレーキがかかる。課題解決のカギを握るのは徹底した情報開示と技術革新。「正しい安全・環境対策を講じているという信頼を国民から得ることが極めて重要だ」。米内務省のサラザール長官は4日、同省が「シェールガス」開発の新たな規制案に関する声明でこう強調した。規制案は、シェールガス開発で一般的に使われる「水圧破碎」と呼ぶ採掘手法で使用する化学物質の情報開示や、生産井の安全性確認を開発会社に義務付けるのが柱。米国では、シェールガスの開発現場周辺で化学物質による地下水汚染や、使用した水の地下への再注入が一因とみられる地震などの報告が相次ぎ、地元住民や環境団体から規制強化を求める声が高まっている。今回の規制は公有地での開発が対象。米国内のシェールガスのや「シェールオイル」開発の主な舞台である私有地には適用されないが、独自の規制を特に持たない州政府などの「お手本」になるとオバマ政権は期待する。欧州では昨年7月、フランスが水圧破碎による石油・ガス開発を法律で禁止。今年1月にはフルガリアも追随した。仏石油大手トタルの幹部は、「水圧破碎に関する情報不足や誤解」が原因と指摘。ポーランドなどで開発を進める米石油大手エクソンモービルのレックス・ティラーソン最高経営責任者（CEO）は3月、米国並みの情報開示に向け、業界として欧州各国の政府と連携する用意があると呼びかけた。一方、米国では民間を中心に、水圧破碎の際に使う水や化学物質の量を大幅に減らす技術開発も進む。実用化されれば水質汚染のリスクを減らせるほか水資源の不足がネックとされる中国などで開発の追い風にもなる。米エネルギー長官の諮問委員会の中心メンバーとして昨年、情報開示の拡充などシェールガスの安全な開発に向けた20の提言をまとめたジョン・ドイッチェ米マサチューセッツ工科大学名誉教授は「民間が率先して提言することが重要」と指摘する。

2012.5.17 日経「シェールガス革命、米国から世界へ、解放されたエネルギー」

世界の天然ガス埋蔵量を2倍に増やすとされる新型ガス「シェールガス」が世界のエネルギー地図を塗り替え始めた。米国発のガス革命は暮らしや企業活動を変え、マネーも動く。中東の石油を軸とした安全保障の枠組み論議も揺らいでいる。

1年で半値に

「本当に助かるわ」。4月下旬、米ボストン市郊外の主婦、キャシー・リンチさんが顔をほころばせた。地元ガス会社が家庭向け料金下げを発表した。値下げをもたらしたのは地下1500m超の岩盤に眠るシェールガス。2000年代に米国で生産が本格化し、ガスの米市場価格は1年で半値に下落。家庭向け料金下げは「ガソリン高に伴う家計負担増の3分の1以上を相殺する」。ガス安は企業も潤す。鉄鋼大手USスチールは高炉の燃料を石炭から割安な天然ガスに替えはじめた。民間試算によると米製造業のコスト減効果は年116億ドル。化学大手ダウ・ケミカルなど製造業の国内回帰が相次ぐ。テキサス州フリーポート。広大

な敷地にそびえる液化天然ガス基地は米国への輸入拠点として稼働したが、国内生産急増で輸入ガス需要が消滅。運営企業は輸出基地への転換を決めた。米国は 16 年に LNG の純輸出国になる見通しで、輸入依存を前提とした常識は覆ろうとしている。革命のうねりは石油に広がる。米国中央の大平原、グレートプレーンズ。ノースダコタ州は空前の石油ブームに沸く。シェールガスの技術を応用したシェールオイルの生産が本格化し同州の原油生産量は 5 年で 3 倍に増加。全米の原油生産も増加に転じ、石油の海外依存度は 45% に低下した。

関連 M&A

新興国が台頭し始めた 00 年代。原油自給逼迫が世界経済を圧迫するとのピークオイル論が再燃したが「技術革新が不安を杞憂（きゆう）に変えた」。環境汚染などの懸念を抱えながらも革命は世界に広がろうとしている。中国内陸部四川省では試掘田が姿を現している。英蘭ロイヤル・ダッチ・シェルと中国石油天然気集団（CNPC）が 10 年に始めたシェールガスの現場。原油の海外依存度が 6 割に迫る中国にとって、米国を上回る埋蔵量のシェールガス実用化は「経済の死活問題」。自給への思いはアルゼンチンなどを開発に駆り立てる。米 HIS ヘラルドによると、世界の新型ガス関連の M&A（合併・買収）は 11 年に 750 億ドルと最高になった。技術確保を狙うアジア勢による北米企業買収が目立つ。恩恵は身近にある。「ガス革命がなければ停電は不可避であった」。東日本大震災後の電力危機で LNG を緊急調達できたのは、ガス革命で世界的な供給過剰に陥っていたため米国の約 7 倍のガス価格が下落すれば電力料金を抑えられる。エネルギー調達の選択肢も増える。全原子力発電所が止まった日本にとってガス革命の意義は小さくない。

米エネルギー情報局によるシェールガス推定埋蔵量は、中国 1275、米国 862、アルゼンチン 774、南アフリカ 485、オーストラリア 396、ポーランド 187、英国 20 兆立方フィートとなっている。

2012.5.17 日経「シェールガス革命、米発電燃料に変革迫る、原発・再生エネに逆風」

新型の天然ガス「シェールガス」は米国の発電構成に変化をもたらしている。安価で豊富なガスの供給見通しを受け、電力会社は燃料を従来の「主役」石炭などからガスに転換。原子力発電所の新設や、風力など再生可能エネルギーの普及にも影響を与えつつある。米エネルギー情報局（EIA）によると、2011 年の発電構成は石炭が 42% と 5 年前から 7 ポイント低下。ガスは同 5 ポイント上昇し 25% になった。35 年には石炭が 39%、ガスが 27% となり、差は一段と縮まると予想。ガス革命の進展は米国で一時高まっていた原発の新設熱も奪いつつある。米政府は今年、34 年ぶりに原発新設を認可したが、原発の建設コストはガス火力発電所 5 倍に達する。東京電力福島第 1 原発事故を受けた安全対策の強化でコスト増が不可避なうえ、ガス価格低下で原発の売りである運転コストの安さも魅力が薄くなる。オバマ政権は原子力を主要なエネルギー源とする政策を堅持しているが、13 年度の前算案では過去 2 年間求めていた新設支援のための債務保証枠の増額要求を取り下げた。

原発新設の減速を見越して「現実路線」に舵を切ったとの見方が有力だ。太陽光など再生可能エネルギーにも逆風が吹く。米マサチューセッツ工科大学（MIT）のヘンリー・ジャコービ教授らは、1月に発表した論文で、ガス革命が再生可能エネルギーの普及や、二酸化炭素を回収して地下に貯蔵する技術の実用化などを遅らせるとの懸念を示した。再生可能エネルギーは、温暖化ガスを排出しないなどの利点があり、民間投資はなお増加傾向にある。ただ「ガス価格の低位安定が続く限り風力、太陽光などの再生可能エネルギーは（コスト競争力）太刀打ちできない」との見方も浮上。米国で太陽光発電関連企業の破綻が相次いだ背景には、ガス革命によるマネーの流れの変化があるとの指摘もある。

2012.5.16 日経「モザンビーク沖埋蔵量 6 割増、三井物産、ガス田試掘で判明、18 年、生産開始」

三井物産は、米石油ガス大手アナダルコなどとアフリカ・モザンビーク沖で探鉱中の海底ガス田の天然ガス埋蔵量が、従来よりも 6 割強多い 24 兆～50 兆立方フィートに達する新たな試掘結果を明らかにした。単一鉱区ではオーストラリア西部のガス田を抜き世界最大となる公算が大きい。

液化設備も含む総事業費は 160 億ドル（約 1 兆 2790 億円）。2018 年に液化天然ガス（LNG）の生産を開始する。モザンビーク北部沖合 15 km の海底鉱区内で行った試掘作業で新たなガス層を確認した。新ガス層の埋蔵量は 7 兆～20 兆立方フィートで、従来のガス層と合わせると 24 兆～50 兆立方フィート超になる。今回の試掘に続き、15 年 2 月までにガスの存在が想定される別の 4 か所以上を試掘する予定。同鉱区の埋蔵量が再び増える可能性もある。世界最大とされる豪州の「ゴーゴン」の埋蔵量は 40 兆立方フィート、ロシアの「サハリン 2」は 17 兆立方フィートとされる。モザンビークの同鉱区はゴーゴンを上回る公算が大きい。埋蔵量が 50 兆立方フィートの場合、日本の輸入量の 8 分の 1 強にあたる 1000 万トンの LNG を 100 年間生産できる計算。アナダルコや三井物産は 13 年末までに投資の実行を最終的に決断する。ガス田開発と並行して天然ガスを液化・輸出する LNG 基地も整備。18 年までに 500 万トンの LNG プラント 2 基（1000 万トン）を稼働させ、このうち 500 万トンを日本に輸出する計画。6 基（3000 万トン）まで拡張できる用地を確保した。同鉱区の権益比率はアナダルコが 36.5%、三井物産が 20%、モザンビーク国営石油会社が 15% などとなっている。

日本は世界最大の LNG 輸入国で、11 年の輸入量は東日本巨震災と原子力発電所事故の影響で、前年比 12% 増の約 7800 万トンに達した。調達先が中東、豪州、東南アジアに偏っており、アフリカや北米など新たな調達先の確保が課題だった。

2012.5.2 日経「世界の LNG 供給に変化、インドネシアなど消費国へ、原油高騰に対応、米豪口は輸出拡大、成長市場を開拓、中国の消費動向焦点、日本、調達先確保厳しく」

世界の液化天然ガス（LNG）供給網に変化の兆しが出てきた。2010 年時点で世界 2 位の

輸出国インドネシアと同 3 位のマレーシアは国内利用に始動。原油高が続く中、経済成長に伴い国内の発電用ガスが不足しているため、輸入も検討するなど「LNG 消費国」の性格を鮮明にする。一方、4 位のオーストラリアとロシアは成長市場を狙い生産増強で輸出を拡大し、米国も「輸出国入り」を探り始めた。

インドネシアは総人口の過半数が住むジャワ島沖に再気化プラント（FSRU）を設置。4 月 25 日にカリマンタン島の生産基地から LNG 輸送の第 1 弾の内航船が出航した。30 日に FSRU に到着し、本格的な商業運転は今年半ばになる見通し。

LNG は天然ガスを船で遠隔国に輸送するために、摂氏零下 162 度に冷却、液化したもの。生産国が LNG を国内輸送・消費するのは、インドネシアが世界で初めて。東南アジア最大の産油国インドネシアは 2 億人超の人口と経済成長を背景に、04 年、石油の純輸入国に転換。だが原油の国際価格が高騰する中、発電向けの石油輸入を抑えながら、国内のガスを適度な価格で調達して賄おうという戦略だ。インドネシア商工会議所幹部によると、業界では中東などからの天然ガス輸入を検討する動きもある。工業国で電力需要が旺盛なマレーシアも LNG の輸入に乗り出す。マレー半島南部マラッカ沖に設置する FSRU を建造中で、年内にも海外から LNG の受け入れを開始する。新規計画中の洋上 LNG 生産基地からも国内供給を検討している。インドネシア、マレーシア両国の動きと並行し、世界の LNG 輸出国の勢力図に変化が出てきた。人口や地場産業の規模が小さく輸出攻勢をかけてきたカタールは 06 年、それまで最大の輸出国だったインドネシアを抜き首位に。BP 統計によると、10 年のインドネシアの輸出量は 2371 万トンで、カタール（5727 万トン）の半分以下となった。さらに、近年は輸出 4 位のオーストラリアが LNG プランツの増設にまい進。18 年ごろには生産能力がカタールを抜き首位に立つ見通しとなった。新たな輸出国としてはロシアがプラントの増設を検討。14 年から生産・輸出を始めるパプアニューギニアは、日本に当面の輸入量の 5%に近い LNG を供給する。新型資源のシェールガス開発に湧く米国も LNG の本格的な輸出国おなる道を模索。日本の商社・エネルギー企業がこうした国で権益や契約先の確保を急ぐ状況も生まれている。

中国の消費動向焦点、日本、調達先確保厳しく

インドネシア、マレーシア両国の LNG 政策の変化を受け、世界最大の輸入国・日本を取り巻く LNG の獲得競争は激しさを増す。10~11 年に年 1 千万トン規模だったインドネシアから日本への輸出は、当面契約済みの供給量が 17 年までに 3 分の 1 に減る。今後のインドネシアの増産分からの調達では、限れたパイを韓国や中国、インドネシア自身と争うことになる。輸入国の中で消費量が急拡大する中国の存在が大きな課題となる。05 年に初の LNG 輸入をオーストラリア産で実現し、現在は英蘭ロイヤル・ダッチ・シェルと組み現地 LNG 事業の運営にも加わる。別の LNG 計画でも、輸入契約や権益の取得を拡大。当面約 1 千万トンにとどまる中国の年間輸入量が 15 年以降、日本（約 7 千万トン）に迫るのは時間の問題とされる。一方の日本はインドネシアからの調達の減少分を豪産を中心に埋め合わせる方針だが、複数案件のプラント建設が同時並行で進む豪州では、工事が想定通り進

まず生産開始の遅れも出始めている。輸入国の間では、ロシアや米国、新規参入を狙うモンビークなど、アジア・オセアニアを越えて LNG 調達元の獲得競争が激化しつつある。

2012.4.21 日経「シェールガス革命、企業動かす、米国内に生産回帰、ダウ・ケミカル、世界最大級の工場」

シェールガスの生産拡大が続く米国で、関連記号が大型投資に動き始めた。米化学大手ダウ・ケミカルは海外投資を見直し、米国に世界最大級のエチレン工場を作る。ロイヤル・ダッチ・シェルも米国での工場建設を検討中。シェールガス革命が製造業の国内回帰を促し、米国経済に構造変化をもたらす可能性がある。

2012.4.19 日経「天然ガス開発時の大気汚染物質、米、15 年から排出規制、オバマ政権、環境対策を重視」

米環境保護局は 18 日、天然ガスや原油の掘削時に出る大気汚染物質の排出規制を 2015 年 1 月から完全施行すると発表。ベンゼンやトルエンをはじめ、天然ガスや原油の掘削時に大気中に放出される健康被害や悪臭のもとになる揮発性有機化合物の排出を大幅に抑えるのが狙い。

2012.4.13 日経「天然ガス、日米価格差 9 倍」

ニューヨーク先物市場の天然ガス価格が約 10 年ぶりに百万 B T U（英国熱量単位）あたり 2 ドルの大台を割った。供給量が大幅に増えているため。一方、日本の天然ガス輸入価格は高値が続いており、単純に比較した日米間の格差は約 9 倍に拡大。

2012.4.12 日経「北米産 LNG アジアへ、三菱商事、シェル、中国大手など、合弁、事業費 1 兆円」

三菱商事、シェル、中国石油天然気集団（C N P C）、韓国ガス公社の 4 社はカナダ西海岸で液化天然ガス（L N G）の合弁生産に乗り出すことで最終調整に入った。4 社が開発するガスを集めて液化し、2020 年にも日本などに供給する。発電用燃料の需要国である日中韓大手と国際石油資本が連携し、需要が伸びるアジア向け L N G の安定供給を築く。

2012.4.10 日経「シェールガス、石炭市場に波及、米大陸産輸出が安値主導」

米国の電力会社は増産で価格が異常な安値にある天然ガスの調達を増やし、一般炭を削減。石炭会社は売れなくなった米国向けをアジアに安値で振り向か始めた（米国、コロンビアの石炭会社）。この影響でアジア価格が下落し、日本でも石炭を見直す声が出始めている。

2012.3.31 日経「アラスカ ガス開発加速、米欧メジャー 3 社と州政府、アジア輸出へ設備

増強」

米エクソンモービル、英 BP、米コノコフィリップスの石油大手 3 社は 30 日、米アラスカ州北部での天然ガス開発を加速することで同州政府と合意したと発表した。北極海側から太平洋側に南北に縦断するパイプラインを建設し、液化天然ガス（LNG）としてアジアに輸出することを目指す。LNG への依存度を高めている日本のエネルギー調達にも影響を与えそうだ。

アジア輸出へ設備増強

北極海に面したアラスカ州北部のノーススロープには、日本の消費量の 9 年分に相当する 35 兆立方フィートの天然ガスの埋蔵が確認されている。州政府は 1960 年代以降、石油各社に開発権をリースしてきたが、生産したガスを運ぶパイプラインなどの輸送インフラがないため開発が停滞。リースの返上を巡り、州政府と石油各社が法廷などで争っていた。

今回の合意に基づき、メジャー 3 社は 2016 年までに、原油に成分が近いコンデンセート（超軽質原油）の商業生産を開始する一方、天然ガスを州南部沿岸に運ぶパイプラインや LNG 基地の建設プロジェクトを進めるかどうか判断する。プロジェクト総事業費は 400 億～500 億ドルとの見方もある。エクソンなどはこれまで、ノーススロープで生産する天然ガスをカナダのアルバータ州を経由して米国本土まで運ぶパイプライン計画を推進してきた。だが、新型天然ガス「シェールガス」の生産拡大で米国の天然ガス価格が下落したため、計画の見直しを迫られている。

日本は 69 年から、アラスカ州南部で生産される天然ガスを液化した LNG を年間約 100 万トン輸入している。ただ、東京電力福島第一原発の事故以降、ガス火力発電への依存度が高まっており、LNG の調達拡大が大きな課題となっている。LNG 輸出を巡っては米本土やカナダでも、アジア市場を狙ったプロジェクトが相次いでいる。アラスカで大型プロジェクトが動き出すことで、他の計画にも影響を与えそうだ。

2012.1.6 日経「丸紅、米で新型油田権益、シェールオイル・ガスに 1000 億円、LNG 日本輸出視野」

そのほか、三井物産が 1000 億円、住友商事が 1000 億円、伊藤忠商事が 780 億円、日揮が 530 億円、三菱商事・東京瓦斯・大阪瓦斯・中部ガス・石油天然ガス金属鉱物資源機構が共同で 2000 億円投資して、シェールオイルとシェールオイルの権益を獲得している。

2011.4.30 日経「新型ガス田に熱い視線、原油高・原発見直し背景に、転換期のエネルギー政策」

原油価格の上昇を背景に、世界のエネルギー地図が変わりつつある。世界各地で新型ガス田や油田の開発が加速、米国などでは再生可能エネルギーを使った大規模発電所の計画も相次ぐ。東京電力福島第一原子力発電所事故を契機とする原発政策見直しの動きも、新エネルギー開発には追い風だ。電力供給懸念が高まる日本では小規模な家庭向けエネルギー

一供給システムも実用化が加速してきた。

世界のエネルギー業界関係者が注目する新型ガス田の入札が5月にも中国で実施される。開発が始まるのは硬い岩盤層に閉じ込められた天然ガス「シェールガス」。同ガスの鉱区入札は中国では今回が初めて。中国石油天然気集団（CNPIC）など国営石油大手がそろって参加する見通しだ。

世界で開発加速

1 バレル 110 ドル台の高値で推移する原油価格。日本の原発停止や復興需要も石油需要を押し上げる。このような状況下で、開発加速が予想されるのがシェールガスや炭層ガスなど「非従来型ガス」と呼ばれる天然ガスだ。天然ガスは石油に比べ燃焼時の温暖化ガス排出量が少ない。さらに非在来型ガスは北米や中国、欧州など世界各地で産出されるため、中東の産油国やロシアへの依存度低下にもつながる。中国政府は2020年の天然ガス生産量目標2000億立方メートルのうち、約3割を非在来型ガスが占めるように開発を加速する方針だ。シェールガスの開発技術を求めてCNPICは石油大手の英蘭系ロイヤル・ダッチ・シェルと提携。中国石油化工集団（シノベックグループ）は英BPと組む。シェールガス開発では米国が先行した。米エネルギー省が26日に発表した長期エネルギー見通しでは35年には国内での天然ガス生産の47%をシェールガスが占める。09年実績（16%）から大幅な上昇だ。住友商事やインドのリライアンス・インダストリーズなど外資も米で開発に参入。丸紅などは同じく頁岩の中にある「シェールオイル」開発にも乗り出した。シェールガス増産で、米国では天然ガスの需給が緩和。液化天然ガス（LNG）輸入量も減った。ガス価格が低位安定しているため、電力業界では、環境負荷が高い石炭やコストが高い原子力から、ガスにシフトする動きも加速している。オーストラリアなど石炭産出国では炭層ガスの開発も進む。インドネシアでも年内に炭層ガスの初めての商業生産が始まる見通しだ。現在、カリマンタン島（ボルネオ島）やスマトラ島の計5か所の鉱区で生産準備が続いている。

安保上の意味も

米国や中国が国内で調達できるエネルギーを重視するのは、海外産エネルギーへの依存度軽減という安全保障上の狙いもある。米国では再生産可能エネルギーを使った大規模な発電所計画も相次ぎ、インターネット検索最大手の米グーグルはカリフォルニア州南部のモハベ砂漠で建設が進む世界最大の太陽熱発電所（出力39万2000キロワット）1億6800万ドルを投資した。

中東産油国は警戒感を強める。世界最大のLNG輸出国であるカタールのアンサダ・エネルギー相はシェールガスの生産増で「米国へのLNG輸出は制限される」との認識を示し、輸出先のアジアシフトを急ぐ。世界最大の産油国サウジアラビアの国営石油会社サウジアラムコは、自らもシェールガスなど非再生産型資源の開発に投資する方針を打ち出した。

ただ、米国ではシェールガス採掘を巡り水質汚染問題が浮上。ペンシルベニア州などで住民らの反対運動が起きている。フランスでも政府がGDFスエズなどによるシェールガ

ス探査の一時停止を命じた。開発で先行する米国で何らかの規制が導入されれば、国内外での生産拡大に影響を与える可能性もある。

2011.4.6 日経「丸紅、米で新型油田、シェールオイル、230 億円で権益 3 割」

丸紅は米国で地中の岩盤層から原油を取り出す新型油田の開発に参画する。約 2 億 7000 万ドル（約 230 億円）を投じ、米エネルギー大手が保有する鉱区の権益 30%を取得。年内にも共同で試掘を始める。今後の開発費用も含めると丸紅の総投資額は 10 億～15 億ドル（840 億～1260 億円）に達する見通し。日本勢が参加する新型油田の開発プロジェクトとしては過去最大規模となる。新型油田は岩盤内部にある「シェールオイル」。

2011.3.8 日経「中国、新型ガス田開発、国有石油大手生産 13 倍に、欧米メジャーと提携、原油や天然ガス、海外依存の抑制狙う」

中国は豊富な埋蔵量が注目される新型ガス田の国内での開発を加速する。国有石油大手が欧米メジャーと提携、中国石油天然気集団（CNPIC）は英蘭系ロイヤル・ダッチ・シェルなどと組み、5 年以内に生産能力を 13 倍に高める。経済成長で原油や天然ガスの需要が急増する中、中東など海外への依存度を抑える狙い。開発・量産が進めば世界の資源価格にも影響を与えそうだ。

開発を進めるのは岩盤層にあるシェールガスと石炭層に含まれる炭層ガス。2015 年を最終年度とする第 12 次 5 か年計画でも、エネルギー分野の重点項目として、開発の加速と国際的な協力の推進を明記した。政府方針を受けて、CNPIC は 15 年までに 100 億元（約 1250 億円）以上を投じて新型ガス田の開発を強化する。シェルとは内モンゴル自治区で炭層ガスの共同開発に乗り出し、10 年に 3 億立方メートルだった生産量を 15 年までに 40 億立方メートル以上に高める。シェールガスでは、近くシェルと四川省の鉱区の地質データについて共同評価に向けた掘削を開始。米コノコフィリップスとも四川省で共同開発する方針で交渉を進めている。

2010.10.4 読売「シェールガス 市場に革命、岩盤に含有、新技術で掘削、開発参入、価格下落」

天然ガスの一種である「シェールガス」が、天然ガス市場に「革命」を起こしつつある。世界の天然ガス価格が下がり、ガス田権益の取得交渉でも産ガス国の態度が軟化している。資源小国・日本にとってはエネルギーの調達先を増やすチャンスといえる。

「革命」は約 10 年前、米国で掘削技術が確立したのにはじまる。垂直に掘った井戸を岩盤内で水平に延ばし、水圧で岩盤に割れ目を作ってしみ出したガスを取り出す手法。採掘費用は在来型天然ガスより高いが、米国内の産出地はヒューストンなどの需要地に近い。中東などから調達する手間を考えると、テキサス産形質油（WTI）が 1 バレル＝70 ドル程度であれば、採算も取れるため生産量が急増している。2009 年には米国はロシアを抜い

て世界最大の天然ガス生産国になった。日本の商社も米国でシェールガス開発に相次いで参入している。住友商事が 2009 年 12 月、テキサス州で権益を獲得、三井物産も今年 2 月、ペンシルベニア州で大規模な権益を取得した。三菱商事や双日も続いている。

シェールガスは岩盤を砕く際に化学薬品を使い、環境への悪影響が懸念されている。

問題点：シェールガスの生産コストは採掘の条件が良ければ、既存のガス田とほぼ同等とされる。可採埋蔵量が増したことで、天然ガスは当分、安値が続くと予想される。温暖化対策にも影響を与える。米国は 5 割、中国は 8 割の電力を石炭で発電する。天然ガスが安く潤沢なら、石炭からの転換が進む可能性が大きい。逆に、天然ガスに比べてコスト高の再生可能エネルギーの普及には、ブレーキがかかる恐れがある。

課題もある。シェールガスの弱みは水だ。水圧破碎に大量の水が必要だ。水資源に余裕がないと開発が難しい。また、砂混じりの水を地下に押し込むため潤滑用の化学物質を混ぜる。これが環境問題を引き起こす可能性が指摘されている。米国では、ペンシルベニア州のお隣のニューヨーク州が、シェールガス開発にモラトリアム（一時停止）を宣言した。飲用の地下水の汚染を心配している。一時のブームだと冷めた見方もある。革命の行く末が世界のエネルギー事情を左右するのは確か。

(メタンハイドレート)

天然ガスの主成分メタンと水でできた氷状の結晶。「燃える氷」とも呼ばれる。水の分子が結びついたカゴの中にメタン分子を閉じ込めた構造をしている。深海底や永久凍土層のような低温高圧の環境で作られる。不安定で気化しやすく、深海からの採掘コストも高額なため、安全で安価に利用するための技術開発を、国が進めている。

2015.1.3 日経 日本海側調査 10 か所超、来年度に埋蔵量把握、経産省、23 年以降、商業化にらむ。

経産省は 2015 年度に、埋蔵量調査を本格化させる。調査海域に北海道周辺の 2 海域を新たに加え、8 海域に拡大する。採取を伴うサンプル調査も 10 か所超に増やす。23 年度異教の商業化をにらみ、エネルギーの輸入依存からの脱却を目指す。

より正確な埋蔵量が確認できれば、日本のメタンハイドレート開発は大きく前進する。太平洋側に眠るメタンハイドレートを含め、15 年度以降は、資源を低コストで採掘する技術開発などを加速させる。経産省は米アラスカ州政府と連携し、同州で間炭ハイドレートの低コスト掘削技術を向上させる試験もこのほど始めた。

2014.12.25 日経 メタンハイドレート確認、新たに 4 海域 746 か所

25 日、経産省は埋蔵量調査結果を発表した。昨年度の 225 か所に加え、上越沖、日高沖など 4 つの海域で計 746 か所でメタンハイドレートの存在が新たに確認された。今回調査

したのは「表層型」と言われるもので、海底付近にメタンハイドレートが固まっている。14年度は上越沖や日高沖、隠岐の島周辺、秋田・山形県沖の4海域で、昨年度の2倍近い面積を音波で調査した。さらに、上越沖と秋田・山形沖では海底の地質を実際に採取するサンプル調査も実施した。この結果、海底の表面だけでなく、地中深くにもメタンハイドレートが固まった層の存在が確認された。15年度はサンプル調査に重点を置いて日本海の表層型メタンハイドレートが固まっている埋蔵量を算出する。

2014.11.5 日経 日米、次世代燃料で協力、メタンハイドレート、アラスカで開発

今後、5年で日量2万m³超のガス生産まで進める目標。採掘しやすい陸上生産を通じて低コストでの採掘技術を確立し、日本近海での開発に転用する。

2013.6.2 日経 海底資源掘り起こせ、技術開発競争、世界で激化

日本近海で続々と見つかった海底源に期待が膨らむ。だが、海の底に眠る資源の探索や採取は世界的にも経験がほとんどなく、手探りなのが現状。世界有数の領海を持つ日本が海洋資源を生かせるかどうか、リードしてきた技術開発は正念場を迎えている。

3月12日、渥美半島沖に浮かぶ巨艦の船尾のバーナーからちよろちよろと炎だ出た。「燃える氷」と呼ぶ、海底のメタンハイドレートから天然ガスを取り出すのに世界で初めて成功した瞬間。

日本近海のメタンハイドレートの埋蔵量は世界有数で、日本の天然ガス消費量の推定100年分。

2013.3.13 読売 「純国産」メタンに期待、海底から初採取、効率・安定生産が課題

12日、試験的に取り出すことに成功。地球深部探査船「ちきゅう」が、水深約1000mの海底に掘っていた井戸から試験採取に成功した。

2013.2.28 日経 「18年度までに生産技術、メタンハイドレート、海洋基本計画政府が素案」

2013～17年度までの素案をまとめた。メタンハイドレートの生産技術を18年度までに開発し、5年かけて採算の合う産業に育てる。

：天然ガスの主成分メタンと水でできた氷状の結晶。「燃える氷」とも呼ばれる。水の分子が結びついたカゴの中にメタン分子を閉じ込めた構造をしている。深海底や永久凍土層のような低温高圧の環境で作られる。不安定で気化しやすく、深海からの採掘コストも高額なため、安全で安価に利用するための技術開発を、国が進めている。

2013.2.13 日経 「シェール革命の影響上、買い手優位、世界で顕著に、米輸入縮小が響きロシア産ガスがアジアへ、シェール革命の影響は東アジアでも最も顕著、消費エネルギーの一定量は自分で賄う必要、LNG価格是正を急げ」

昨年1年間で「シェールガス革命」や「シェール層開発」の認知度が高まった。シェー

ル（頁岩）とは、地質学的には泥岩の一種で、その隙間は 100 万分の 1 ミリメートル。メタンの分子サイズは 1000 万分の 1 ミリメートルで、泥岩の隙間の 10 分の 1 の大きさ。一般にガスはその分子の 10 倍程度の隙間では移動性に乏しくシェール層内に滞留する。これがシェール層に封じ込まれていたシェールガスで、近年米国で本格的に実用化された水平掘りと水圧破砕により、地上に取り出すことが可能になった。シェールガスの登場は既存のガス供給国間の利害関係や消費国との関係を根本的に変えたといつてよい。シェールガス開発の影響はまず、米国のエネルギー需給に変化をもたらした。

米エネルギー省が昨年 7 月に発表した 2012 年版「年次エネルギー見通し」では、05 年に 60%程度であった石油の純輸入比率は 11 年には 49%に低下、35 年には 36%と予測。00 年前後の年次エネルギー見通しでは 20 年時点の石油の純輸入比率は 60%程度になるとみていたが、シェール層開発が石油自給率の大幅な改善をもたらした。天然ガスについても 11 年の純輸入比率は 11%だったが、20 年過ぎには需給が均衡し、35 年には 5%程度の純輸出に転じるとみられる。米国のシェール層開発が国際エネルギー情勢に及ぼす影響は既に顕在化している。1990 年代後半に米国はガス需要の増加を北米での供給増では充足できず、2000 年代初めには消費量の約 10%を輸入で賄うに至った。その時点では、将来の需要を充足するには大量の LNG 輸入が不可欠とみられ、全米各地に LNG 輸入ターミナルの建設が計画された。エネルギー見通し 04 年版でも、米国の 25 年の LNG 輸入量は 1 億トン以上に膨らむと見積もられていた。しかし、その後本格化したシェールガス生産により、これらの建設計画の大方は雲散霧消した。その一方で、ガス生産国（カタール、ナイジェリア、トリニダード・トバコ、赤道ギニア）は、米国の LNG 輸入を当て込んで生産能力を大幅に拡張した。しかし米国との契約に至らなかったため、大量の LNG を長期契約以外の形態で取引せざるを得なくなった。米国に持ち込めなかった LNG はスポット（臨時取引）市場に流れ、主に欧州市場で売買されている。シェールガス開発の本格化と軌を一にして起きたことは、LNG 取引の買い手市場化である。中でも欧州のガス・電力会社がロシアからの長期契約ガスの取引をやめて、スポット LNG に切り替えたことが象徴的。こうした玉突きの結果、最も重要なのは、ロシア産ガスの行き先が欧州からアジアにシフトしつつあること。

一方、中国は 06 年に LNG 輸入を開始。そして 09 年末にはトルクメニスタンから天然ガスの輸入を開始、11 年 11 月には 600 億立方メートルまで増産することで合意。中国の転々ガス需要は 90 年の 147 億立方メートルから、00 年に 245 億立方メートル 10 年には 1076 億立方メートルに増加。さらに 20 年には 3800 億立方メートルに増える見込み。中国は環境対策面から天然ガスの導入を重点的に進めており、これからもその方向性は変わらない。20 年のガス需要の内訳に関しては、在来型国内天然ガス生産が 2000 億立方メートル、シェールガスが 1000 億立方メートル、コールベッドメタン（石炭層に含まれる天然ガス）と LNG 輸入合わせて 800 億立方メートルという絵が描かれている。11 年 4 月に米エネルギー省がまとめたリポートによると、中国のシェールガス資源量（回収可能量）は、世界最大の 36 兆立方メートルに達する。第 2 位は米国の 24 兆立方メートル、第 3 位はアルゼン

チンの 22 兆立方メートル、以下メキシコ、南アフリカ、オーストラリア、カナダの順。中国のシェールガス開発は世界のエネルギー需給のみならず、地球温暖化対策の方向性に大きな影響をもたらす。

シェールガス革命がもたらした地殻変動が最も顕著で、今後さらに先鋭化するとみられるのが東アジアである。東アジアには今 3 つの大きなガス供給の波が押し寄せようとしている。ロシア産ガスの東方シフト、シェールガス開発を背景とした北米産 LNG の流入、中国のシェールガス国内開発の 3 つである。これらに日本のメタンハイドレート開発が加わり、2020 年代にはこの 4 つの大きな流れが均衡点を模索することになると予想される。

このうち北米産 LNG は、今月 6 日に東京電力は三菱商事と三井物産を通じて年間 80 万トンを 17 年から輸入する計画を発表。輸入のみならず、LNG プロジェクトの権益確保も進んでおり、中部電力・大阪ガス連合、三井物産・三菱商事連合、住友商事・東京ガス連合の 3 プロジェクトは、合計で最大輸出能力 3 0 0 0 万トンの LNG プロジェクトに参画している。こうした大きな流れの中で、今後日本が目指すべきは国際 LNG 価格体系の是正である。日本の天然ガスの調達コストは 12 年 9 月には、100 万 BTU（英国熱量単位）当たり単価で米国の天然ガス指標価格（ヘンリーハブ）の 6 倍に達した。その後はやや沈静化しているが、エネルギー輸入金額の増加は貿易収支悪化の一因となっている。

日本の LNG の調達コストが高い理由の一つは、天然ガスパイプライン網が未整備であること。もう一つは、量の確保を優先して長期契約を採用していることである。同契約では原油価格連動方式が採用されており、シェールガス革命によるガス価格低下の影響を享受できない。

LNG 取引の決済価格には今日、合理的な価格体系の再構築が求められている。そうした中で、韓国は米国産 LNG を基地の出口で買う方向で交渉している。その場合、取引価格は米国の市場価格に液化コストを上乗せする形で決められる。結果的に、韓国の北米産 LNG 導入が東アジア向けの LNG 価格体系見直しの契機となる可能性が高い。

前述した東アジアにおける 4 つの大きな流れの均衡点を模索するに当たっては、日本が自前資源を持つか否かにより、その地政学的意味は大きく変わる。北米産 LNG の輸入確保はロシアに対する牽制球となり、ロシア産ガスの輸入は中東・アジアの既存 LNG 供給者に対して大きな価格是正圧力となる。そして何より日本がガス価格交渉で一定の発言力を確保するには、需要全体の 10%でも自前の資源を持つことが必要。

エネルギーベストミックスは結果における絶妙なバランスの実現ではなく、消費するエネルギーの一定量についてはあらゆる手段を講じて自分で賄うという戦略意思に関わる問題に他ならない。

日本は天然ガス調達の選択肢が少なくないことを十分に認識し、かつそうした立場を強化するためにも、エネルギー自給率の改善をもたらすメタンハイドレートのかいほつを確実に進めることが重要。今年 1 月 28 日、JOGMEC は「ちきゅう」を用いて、愛知県渥美半島沖で海洋産出実装実験に着手。同事業では準備作業を終了し、メタンハイドレート分

解によるガス生産実験が実施される。着実な成果が上がることを期待したい。

2013.2.5 日経「国産ガス開発加速、メタンハイドレート日本海で調査、佐渡南西沖では 4 月から試験掘、輸入頼み脱却急ぐ」

経産省は国産ガスを確保するため日本近海で開発事業を加速する。次世代資源と期待されるメタンハイドレートの日本海側での埋蔵量調査を今夏に始める。メタンハイドレートの埋蔵を確認した太平洋側では 3 月から試験生産する。佐渡南西沖では 4 月から石油と天然ガスを試験掘する。新たな埋蔵量調査と、過去の調査を踏まえた試験掘を同時に進め、エネルギーの輸入依存体質からの脱却を目指す。

日本海側で調査するのは海底数メートルから数十メートルの浅い所に分布するメタンハイドレート。天然ガスの主成分であるメタンを大量に含む。2012 年の夏以降明治大学などが網走沖や秋田・山形沖で試料の取得に成功した。広域に分布する可能性が高まったため、今夏から 3 年かけて北海道から島根の沿岸 5~6 地域の広範囲で埋蔵量を調べる。表層型のメタンハイドレートは日本海側では 03 年に上越沖で発見された。採算性が不明で政府は調査・研究を見合わせていたが、11 年の福島原発事故後に火力発電で使う LNG の輸入が急増、状況が変わった。LNG の輸入額は 2 年連続で過去最大となり、12 年は貿易収支全体が過去最大の赤字となった。貿易赤字を定着させないため埋蔵の可能性のある海域を幅広く調査する。埋蔵を確認済みの太平洋側の渥美半島・志摩半島沖では、石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）と産業技術総合研究所が砂層型と呼ばれる海底深くのメタンハイドレートの産出試験に取り掛かった。海底から算出できれば世界で初めてとなる。1 月 28 日に調査船が到着し、3 月中にもガスを試験生産できる見通し。周辺の東南海トラフ地域には日本の LNG 輸入量の 11 年分に相当する資源量が確認されており、今後どれだけの量を利用できるかが焦点となる。日本海の佐渡南西沖では石油・天然ガスの試験掘も始まる。JOGMEC の委託を受けて JX 日鉱日石開発が 4~6 月に試験掘する。08 年から始まった 3 次元物理探査船「質源」の調査で埋蔵の可能性が指摘されていた。埋蔵量や質は掘ってみないと分からないが、商業化のメドをたてて、民間への橋渡しを狙う。地元の期待も高い。日本海側の 1 府 9 県は 12 年 9 月に「海洋エネルギー資源開発促進日本海連合」を立ち上げた。将来的に日本海側でメタンハイドレートや石油を開発できれば沿岸府県に拠点施設ができ、産業や雇用の活性化につながる可能性がある。

2012.12.14 日経「資源眠る熱水鉱床か、産総研が発見、沖縄・久米島沖、掘削調査へ」

産総研が久米島西方沖の海底で鉱物資源が眠る熱水鉱床とみられる地形を見つけたと発表。

2012.10.30 日経「日本海、オホーツク海に、メタンハイドレート、表層、掘りやすく明大など発見」

明治大学、北見工業大学、東京大学、の共同調査グループは 29 日、E E Z 内の日本海からオホーツク海にわたる広域の海底で見つかったと発表。

2012.6.23 読売「列島再生、海底資源 先端技術で、第 3 部 島弧に生きる」

1 世紀前に日本の産業を支えた「島弧」の恵みが今、先端技術によってよみがえろうとしている。「黒鉱（くろこう）」と呼ばれる硫黄と金属の鉱石を海底で人工的に量産する試み。その色から名前のついた黒鉱は、日本列島が誕生するときの海底火山活動で生成した。皮質が良く、江戸時代後期から昭和にかけ、東日本の日本海側の鉱山で亜鉛や鉛、銅などを含む黒鉱が盛んに採掘された。日本のような島弧（弧状列島）に特有で、海外でも「KUROKO」の名で知られている。資源の枯渇などで国内の鉱山は閉じたが、日本周辺では、今も列島形成と同様の海底火山活動が起きている。海洋研究開発機構は、そこに着目し、沖縄県北西沖の深さ約 1000 メートルの海底で世界最大級の黒鉱鉱床を作り出す研究を始めた。一帯の地層には、マグマの熱で温められた、金やレアメタルなどの金属を含む熱水が大量に蓄えられている。同機構の高井上席研究員らは、地球深部探査船「ちきゅう」で穴を掘った後、金属管を埋めて熱水の噴出孔を作り、黒鉱を人工的に回収できるようにした。熱水中の金属は、噴出孔で冷えて沈殿し、煙突状の黒鉱の塊となる。自然の黒鉱鉱床は長い年月をかけてできるが、わずか 10 か月で 11 メートルの煙突ができた。このような手法は世界でも例がない。同機構は特許を出願した。

東京大学工学系研究科の加藤教授らのグループは昨年、深海掘削で採取された資料の分析から、ハワイ島、タヒチ島を含む太平洋の広大な範囲の海底泥に陸上埋蔵量の 800 倍にも及ぶレアアースが存在することを明らかにした。レアアース泥は公海上にあるため、回収には国際機関への鉱区登録などが必要。コストも未知数だ。一方で、こうした成果は、海洋立国をうたう日本にとっての強みとなり、中国の一極集中でレアアースの価格高騰を招いている現状へのけん制にもなる。加藤教授は「資源量の把握や、回収、精錬の可能性の検討を急ぎ、早期に実現可能な戦略作りを進めるべきだ」と話す。次世代の化石燃料資源として期待が高まっているのはメタンハイドレートだ。「燃える氷」とも呼ばれ、海底の低温高压環境で固体として存在する。主成分はメタンと水で、採掘すれば天然ガスとして利用できる。資源化に向けた開発では、日本が世界最先端を突き進んでいる。今年 2 月には、愛知県沖で世界初となる海底からの産出試験が始まった。試験は政府からの委託を受けた「石油天然ガス・金属鉱物資源機構」（JOGMEC）が担当する。すでに計測用と掘削用の井戸が掘られ、**来年 1 月～3 月にメタンガスを生産する計画**だ。将来、日本近海での採掘が実現すれば、直接パイプラインで国内に供給することも可能となりそうだ。静岡県から和歌山県にかけての海域だけで、日本の液化天然ガス（LNG）輸入量の約 11 年分に相当する資源量があると推定されている。他の地域での調査が進めば、より多くのメタンハイドレートが見つかる可能性もある。**課題は、採掘技術確立までの期間と、採掘コスト**だ。政府は、2018 年度までに商業化に向けた採掘技術の確立を目指しているが、商業生産開始

までには、さらに時間がかかる。石油採掘など、既存の技術を活用するなどして、採掘コストを下げたい考えだ。JOGMECは07年～08年度に、カナダでの陸上産出試験で、商業化に不可欠とされる連続生産に成功し、6日間で1万3千立方メートルに達した。来年行われる海底からの産出試験では、数週間連続の生産を目指す。成功すれば、商業化に大きく近づき、日本の方法が世界標準となる可能性もある。JOGMECメタンハイドレート開発課の中塚は「メタンハイドレートは日本のすぐ近くにあり、その存在は大きい。資源化への道筋ができるよう、海洋産出を成功させたい」と意欲を燃やしていた。

2012.3.4 日経「メタンハイドレートで資源国に？ 近海に豊富、本格利用は遠く」

メタンハイドレートを海底から採掘するための予備試験が渥美半島沖で始まった。日本近海の埋蔵量（日本の消費量の100）年分は豊富で、国内の天然ガス需要の10年分以上を賄えるとの試算もある。和歌山～静岡県沖の海底にとりわけ濃度の高い場所があり、資源量は推定5700億立方メートル。ここだけで国内の7年分を賄える計算。

メタンハイドレートの基になるメタンがどのようにして生まれたのはよくわかっていない。①動植物の遺骸などの有機物をメタン生成菌と呼ばれる微生物が分解した、②地中深くの熱で有機物が化学反応したの2説がある。

経済産業省などは、輸入天然ガス価格の数倍以内で商業生産するのは可能とみている。それには、海底まで多くの井戸を掘り、地価の圧力を下げて、メタンだけ採る技術がカギを握るが、低コストで採掘できるかはまだ手探り。来年1月にも世界で初めてとなる海底からの算出実験に挑み、2018年までに商業生産の可能性や経済性を探る。安全で環境への影響が少ない採掘法の開発といった課題もあり、本格利用は早くても10～20年先になりそう。

2011.1.30 読売「メタンハイドレート開発、掘削船「ちきゅう」投入」

石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）は、次世代資源の切り札として期待される日本近海のメタンハイドレート開発のため、海洋研究開発機構の探査船「ちきゅう」を使った海底掘削調査を2月5日から実施する。

日本近海の海底はメタンハイドレートの宝庫で、埋蔵量は国内天然ガス消費量の約90年分に上るとの試算もある。ただ、海底下の厳しい低温高圧環境に封じ込められ、取り扱いが難しい。採掘の際にメタンガスが異常噴出し、制御不能になるといった事故を防ぐには、事前に地質を綿密に調べ、採掘の地点や方法を注意深く決める必要がある。今回の調査では、水深700m～1000mの海底を100～400mくらいまで掘り抜き、ハイドレートを取り巻く層の地質構造や、掘削穴とパイプの安定性などを調べる。ちきゅうは、海底7000mまで掘り進める、世界最高性能の掘削船。学術探査を目的に建造されたため、コンピューター断層撮影法（CT）などの高度な分析装置まで搭載し、海底地質の調査能力はとびぬけている。

2011.1.23 日経「海底資源 採掘へ着々 日本近海に豊富、探査で明らかに」

今、世界的に注目を集めている海底資源の一つが「燃える水」と呼ばれるメタンハイドレート。天然ガスのメタンの周囲を水分子が取り囲んだ構造で、深海の高圧で氷状に固まってきた。いずれ石油が枯渇すれば、主力燃料に浮上する可能性がある。メタンハイドレートは海底の地下 100~300 メートル前後の比較的浅い地層にある。音波探査では日本近海の 6 万km²以上に分布するとみられる。正確な埋蔵量は不明だが、日本の天然ガス消費量の 100 年分が存在するとの試算もある。世界初となる海底からの採掘試験が 2012 年度に静岡~和歌山沖の東部南海トラフで始まる。井戸を掘って地下水をくみ上げて圧力を 100 気圧から 30 気圧に一気に下げ、メタンハイドレートを染み出させる「減圧法」を使う。この方法は「原油の採掘でも成功例がない（石油天然ガス・金属鉱物資源機構 JOGMEC）」ほど難しいとされる。JOGMEC は 2008 年度にカナダ北部で同法を使い陸上での採掘に初めて成功。その経験を日本近海で生かす。採掘コストは 1 m³当たり 46~174 円と試算され、天然ガスの最大 2 倍程度。それでも資源小国の日本にとって国産エネルギーの確保は、エネルギー安全保障上の悲願。試験は 2018 年度にも終え、商業採掘への早期移行を目指す。

2009 年 2 月 19 日日経「水深 400 メートルから連続回収成功 次世代資源「メタンハイドレート」清水建設・北大など、商業生産へ前進」

清水建設や北海道大学等はロシアの研究機関と共同で、次世代エネルギー資源として期待されるメタンハイドレートを水底から連続回収する実験に世界で初めて成功した。米国や中国など世界各国が商業生産に向けて技術開発を競っている。日本も 2018 年ごろの商業化を目指しており、清水建設は 4 年以内をめどに今回の採掘技術を実用化する。メタンハイドレートは、メタンガスが高圧・低温で海底下の凍土の下にシャーベット状に固まったもの。日本近海だけでも国内で年間に消費する天然ガスの 90 年分が存在するとされる。水深 1 千~千 5 百メートルの海底に豊富で、商業化には採掘技術の開発が鍵を握る。実験は北見工業大学も参加。ロシア科学アカデミー陸水学研究所の協力を得て、バイカル湖で実験した。直径 1.2 メートル、高さ 2 メートルの筒形の回収装置を、調査船から水深 400 メートルまで降ろし、メタンハイドレートのある湖底にかぶせた。独自の粉碎技術で 100 分当たり約 1.4 立方メートルのメタンガスの連続回収に成功した。政府は 2007 年に施行された海洋基本法に基づき、2008 年に日本近海の資源採掘などを柱とする海洋基本計画を策定した。今後、約十年でメタンハイドレートの商業生産開始を目指している。

2008 年 8 月 28 日日経「海洋熱水鉱床を調査 日本近海金属資源 70-80 兆円 年内メド工程表 商業採掘めざす 三菱商事など 30 社」

日本近海に眠る金属資源を商業採掘するため、三菱商事や住友商事など民間 30 社が共同で、海底熱水鉱床の調査研究に乗り出す。年内をメドに必要な技術や投資額を盛り込んだ計画

工程表を策定する。数年後には伊豆・小笠原諸島などで試験掘削を始める予定。様々な金属資源が高騰するなか、これまで手付かずだった海底熱水鉱床の調査研究が世界的にも盛んになっている。鉄鋼会社などで組織する日本プロジェクト産業協議会内に、大手総合商社のほか、新日鉄グループ、採鉱・精錬メーカーや海洋開発会社など 30 社が参加して研究会が発足した。今後、さらに金融機関など 70 社前後が加わる見通し。将来的には共同事業での商業開発を目指す。日本近海は世界有数の海底熱水鉱床が存在するといわれている。研究会が試算したところ、水深 1000 メートル前後の浅海にある黒鉱型熱水鉱床だけで、現在の市場価格で約 70-80 兆円に相当する金属資源が存在する可能性があることが判明した。こうした黒鉱型熱水鉱床は採掘コストが小さくて済む。今後、掘削や輸送にかかる費用などの詳細を詰め、開発期間を盛り込んだ工程表を年内に策定する。試験掘削は、伊豆・小笠原諸島周辺や沖縄県近海にあうる有力な黒鉱型熱水鉱床を対象に実施する方針。金、銀、銅、亜鉛、鉛などの採掘を目指している。海底熱水鉱床の開発には、高水圧に耐える無人探査機のほか、熱水や海底地形を探るセンサーなどの技術が必要になる。ただ、深さ 1000 メートル程度までなら既存技術でも困難は少ないとされ、試験掘削は二年後にも着手可能とみる専門家もいる。世界的な資源高騰を受けて、従来は採算性が低かった海洋資源開発への関心が高まっている。海底熱水鉱床の商業採掘事例はまだほとんどないが、2007 年には英資源会社が日本の排他的経済水域（EEZ）内に鉱区申請した。韓国政府も海底資源開発に積極的に取り組んでいる。日本政府も三月に海洋基本計画を策定、今後、海底熱水鉱床の調査を本格化する方針。各社は網羅的な鉱床探査や環境への影響評価など、政府計画との連携も進めていく。

海底熱水鉱床

水深 800-3000 メートルの海底から噴出した熱水中に溶けている金属成分が、海水に冷やされて沈殿した鉱床のこと。マグマの活動が活発なところに多い。日本近海で数多く見つかっており、金や銅などのほか、ニッケル、コバルトといった希少金属まで豊富に含んでいる。一般的に鉱床の大きさは数万―数百万トン。鉱床 1 トンあたり、金だと数グラムから数十グラム、銀で数百グラムから千数百グラム存在するとされる。

2008 年 8 月 20 日日経「次世代燃料メタンハイドレート 2012 年度海洋試掘 経済産業省方針」

経済産業省は 19 日、次世代エネルギーとして期待されているメタンハイドレートを巡る「開発実施検討会」を開いた。2012 年度に日本近海での海洋産出試験に初めて乗り出し、18 年度以降の商業化を目指すことを確認した。海洋試験では周辺の環境に与える影響についても調査する。メタンハイドレートは天然ガスの成分に当たるメタンが低温・高圧の状態、水の分子にシャーベットのように閉じ込められている。原油価格が高止まりするなかで、石油製品の代替燃料として注目されており、この先の開発計画をまとめた。主な調査対象としている「静岡県沖―和歌山県沖」の海域だけでも天然ガス換算で、国内消費量の 14 年

分弱の埋蔵量があると見込まれ、2009年度からの三年間は米アラスカなどで陸上産出試験を実施する。同時に海洋産出試験に向けた技術的な課題を整理し、12年度にも日本近海での試掘に踏み切る予定。海洋試験の水深は1000メートル前後とみられ、生態系や地層などに影響がないかどうか調べる。18年度には研究開発を終え、民間企業による商業化につなげる。現在は石油天然ガス・金属鉱物資源機構など産学を中心に200人以上の研究者が技術開発にあたっている。日本は原油などの資源が少ないため、世界に先駆けてメタンハイドレートの海洋産出にめどを付けたいとしている。

第3回 バイオ燃料の将来？

バイオ燃料

農産物や林産物など生物由来の有機性エネルギー資源。先進国に温暖化ガス削減を義務付けた京都議定書では、バイオマス（生物資源）を燃やしても二酸化炭素排出量には換算されないことが決まり、温暖化対策として注目されている。

植物原料を菌などで分解して糖にし、発酵させて得るエタノールなどの燃料。植物は光合成で二酸化炭素を吸収しているため、燃料にしても二酸化炭素を排出しないとみなされる。温暖化対策として世界的な需要拡大が見込まれ、国内でもガソリンに一定量を混ぜた燃料が販売されている。ただ、サトウキビやトウモロコシなど食料になる植物を原料にすると、穀物相場の高騰や食糧不足を招く懸念がある。今後は廃棄される茎や稲わらなど非食料を原料にする動きが主流になる見通しで、繊維成分の高効率な分解技術が求められる。

2015.2.7 読売 燃料の藻類、量産実証へ、IHI、鹿児島に培養施設

航空機燃料などに利用している藻類を量産する培養施設を鹿児島市の社有地に建設、4月から実証実験を始める。国内最大級となる培養池（約1500㎡）を整備し、コスト低減に取り組む。2020年からの事業化を目指す。他の藻類に比べ、大量の油分を含み、光合成による増殖が速くて効率的に油を抽出できる「高速増殖型ボツリオコッカス」と呼ばれる藻類を培養する。現時点で、燃料1リットル当たり500円、100円程度まで価格を下げる。

2015.1.11 日経 ミドリムシで空を飛ぶ、抽出オイル燃料に、2020年実用化へ増殖作戦

石垣島にユーグレナの生産技術研究所がある。ユーグレナはミドリムシの学名。2014年に東証マザーズから1部に昇格。クロレラの生産技術を応用してミドリムシの大量培養に向けて研究・開発している。ミドリムシは28度前後が最も安定して生産できる。これまで、屋外で最大で1日1平方メートル当たり約25グラムの増殖速度を得られている。実用化には、2倍の50グラムが必要。

2014.9.9 日経 ミドリムシ量産技術確立、神鋼環境、増殖速度2倍

2016年度にも、食料品向けに供給し、その後は、ジェット燃料などとしても売り込む。水槽にブドウ糖を溶かしながら育てる技術を採用し、天候に左右されず深い大型水槽でも培養できる。太陽光で光合成をさせながら育てる場合と比べ、単位面積当たりの生産量は数百倍になる見通し。

2014.8.24 読売 藻から燃料、石油に代わる？ 製造コスト、用地確保が課題

藻の中には体内に油をためこむ種類があり、こうした性質に着目して藻から作った燃料でバスを走らせたり、藻から油を大量生産したりする研究が進んでいる。

デンソーも2008年より藻から自動車燃料を掘る研究を始めた。

2013.1.23 日経「新電力のイーレックス、石炭火力を転用、バイオマス発電、遊休設備買収で今夏参入」

新電力（特定規模電気事業者）中堅のイーレックスは太平洋セメントから石炭火力発電所を買収・改造し、今夏にバイオマス発電事業に参入する。火力発電所をバイオマス専用の発電所として再利用するのは国内初となる。再生可能エネルギーの全量買い取り制度を背景に、設備更新期を迎えたり環境対策が必要になったした石炭火力の転換が広がる可能性がある。

イーレックスは日短キャピタルグループ系の新電力で、日立製作所、東芝なども出資する。買収するのは太平洋セメントが2010年に生産を中止した土佐工場の遊休設備。主燃料は石炭で、電力をセメント生産に利用していた。総額40億年規模を投資、7月に商業運転を始める。顧客企業への売電収入や、全量買い取り制度に基づき、電力会社に支払われる交付金で約10年間で投資回収をめざす。

石炭火力発電所で広く採用されている基幹設備「循環流動層ボイラー」はバイオマス発電にも適している。バイオマス発電への改造が可能な発電所は国内だけでも90基前後あるとみられる。石炭とバイオ燃料を両方使うタイプの発電設備への転換も可能。イーレックスはコンベヤーなどの燃料供給設備を主に改造し、バイオマスでも高効率に発電できるようにする。改造工事はJFEエンジニアリングが行う。新設する場合に比べて工期、コストとも半分以上に抑えられる。発電能力は2万kw。発電コストは石炭よりも高いが、同制度による支援を加味すれば採算が合う。バイオマス発電では燃料の安定確保が課題だが、やし殻をインドネシア、マレーシア、ブルネイの3か国から調達。

2012.12.22 読売「ごみ発電 効率性に熱視線、有機物ガス活用、地域の安定電源へ」

迷惑施設で発電

ごみから電気を生み出す「ごみ発電」への期待が高まっている。新たなエネルギー源として効率よく電気を安定供給できる長所に加え、固定価格買い取り制度による売電収入あり。堺市クリーンセンター臨海工場、PFI方式（公共事業に民間資金を活かす）による特別

目的会社が市の委託を受けて運営するセンター、最新のごみ発電施設で、本格稼働で約 5 億円の売電収入を見込んでいる。ごみから出る灰、金属、ガラスなどを完全に熔融し、路盤材などに利用できるスラグと、メタルに資源化するだけでなく、有機物から出るガスでもれなく発電する。迷惑施設のイメージが強いごみ処理施設から資源や電気が生み出される。発電効率は全国平均の約 1.6 倍。来年 4 月に本格稼働すると、市の一般廃棄物の半分近い年間 14 万トン进行处理でき、約 2 万世帯分に相当する電気を生み出す。

市は、蒸気タービンとガスタービンを組み合わせて発電効率を 22.5%に高めたスーパーごみ発電施設も 1997 年から稼働させており、こちらは年間約 4 億円の売電収入がある。だが、ガス代が年々高騰し、2011 年度は売電収入約 4 億 2000 万円に対し、ガス代が約 3 億円かかるようになり、もうけは少ない。

発電技術や金属材料の進歩でガスがなくても高効率で発電できるようになったのが臨海工場で、市は今年度、老朽化した既存のスーパーごみ発電施設も改造して、この方式へと交換する。

優遇措置

環境省は、ごみ焼却で出る熱を有効利用する施設を自治体などが建設する際、発電効率など一定要件を満たすものを「高効率」施設として交付金を拠出。東日本震災後の電力不足などから、来年度は特別重点枠に位置づけ、159 億円を予算要求。同省によると、全国 1221 のごみ焼却施設のうち発電しているのは約 4 分の 1 にあたる 306 施設。全国的にごみ焼却施設の数減ってきているが、発電設備を備える施設の割合は増えており、2010 年度の総発電量は約 72 億 kw 時。1 世帯あたりの年間電気消費量を 3600kw 時として計算すると約 199 万世帯分に匹敵し、地域の安定電源としての期待が高まる。

売電が後押し

7 月 1 日に始まった再生可能エネルギーの「固定価格買い取り制度」の対象となったことも今後の追い風。一般廃棄物などを燃やして発電した場合、はバイオマス発電となり、その買取価格は 1kw 時あたり 17.85 円。堺市の場合、制度導入後の売電収入は 1.5 倍程度に上がる。

広域処理をめざし、複数の自治体で大規模で高効率のごみ処理発電施設を運営すれば、売電収入の増加も見込め、経済負担も少なくすむ。地域の電力危機解消にもつながっていく。

2012.10.22 読売 ごみ発電、効率性に熱視線、有機物ガス活用、地域の安定電源へ

ごみから電気を生み出す「ごみ発電」への期待が高まっている。東日本大震災以降、新たなエネルギーげんとして効率よく電気を安定供給できる長所に加え、固定価格買取制度による売電収入ももたらさるようになったからだ。

2012.10.16 日経「バイオマス、眠る 460 万世帯分の電力、間伐材資源化に余地」

大量のレトルト食品、大袋に詰められたパンや野菜くず、コンビニの売れ残り弁当などトラックで次々運び込まれた生ごみが積み重なる。ジャパン・リサイクル（千葉市）のセンターに集まる食品廃棄物は1日約30トン、生ごみは破碎後に発酵槽に移され、微生物による分解を経て20日後には発電用メタンガス燃料に変わる。持ち込まれる食品廃棄物の種類は、毎回異なる。この状況で、「微生物を使いこなしメタン発酵させるのがノウハウ。

食品廃棄物や間伐材、下水汚泥などの有機物「バイオマス」は、国土に眠る膨大な未利用資源とされる。食品廃棄物の場合、国内で年間約200万トン発生するが、再利用しているのは27%。多くはそのまま燃やされたり埋められたりしている。政府のバイオマス活用推進会議は9月、国内の未利用バイオマスを有効活用すれば、460万世帯分の電力をまかなえると試算。日本の温暖化ガスの排出量を5%と押し下げる。食品廃棄物とともに期待が大きいバイオマスが間伐材。森林の多い日本で死蔵されている資源量は大きく、毎年800万トンが発生している。現在の利用率はほぼゼロ。逆にみれば次世代の発電用エネルギーとしての伸びしろも大きい。政府は2020年には間伐材の30%をエネルギーなどとして利用する目標を掲げている。間伐材による発電のカギは「循環流動層ボイラー」と呼ぶ特殊なボイラーの普及。かまの中で熱した砂を対流させ燃料を燃やし、タービンを回し発電する。このボイラーは間伐材以外にごみ固形燃料や乾燥下水汚泥、石炭なども燃やせる。間伐材が足りないときにも柔軟に対応できる。

世界のエネルギーのうちバイオマスが占める割合は08年で10%、35年には12%まで増える見通し。脱原発を決め再生エネの拡大を進めるドイツでは、食品廃棄物などからメタンをつくるプラントが04年の約2千基から11年には7千基まで増えた。日本のバイオマスの割合は現在1%。利用が遅れている。

2012.8.20 日経「トウモロコシ、食料か燃料か。米干ばつで高騰、エタノール使用に批判」

米国を見舞う干ばつの影響で価格が高騰するトウモロコシを巡り「食料か燃料か」の議論が再燃。エタノールの使用義務付ける規制の変更を求めた。矛先は、エタノールの使用量を2015年に150億ガロン（1ガロン=約3.7リットル）まで増やすよう義務付ける07年の規制。

2012.8.18 日経「バイオ素材最前線、日本企業の強み発揮へ、量産技術先行へ30社連合」

植物から樹脂原料のバイオエタノールを精製する米ジーケム・インコーポレーション。シロアリの腸内細菌から採取する酵素を使う。伊藤忠商事が数%出資し、事業提携した。

木材やワラから

伊藤忠がジーケムに目を付けたのは、非食用の木材やワラから効率的に原料を作り出す技術を持っているから。木材なら気候に関係なく栽培可能。世界中どこでもビジネスができる。三井物産はダウ・ケミカルと合弁で、ブラジルに世界最大規模のバイオ樹脂工場を建設。工場敷地内で植物からバイオ樹脂まで一貫生産する。

国も動き出した。6月末、経産省が音頭を取り、デンソー、三菱化学など約30社が集まり、複数のコンソーシアムを組み、共同研究を始める予定。経産省は支援のため2~3年で数十億円の予算計上を目指す。バイオ素材の有効な技術を日本として押さえる必要がある。内外で企業が連携を進めるうえで、日本には強みとなる技術もある。味の素は米、タピオカなど多様な植物素材を発酵させて、年1000万トンのアミノ酸を生産する。同社研究開発企画部によると「植物原料の調達、輸送、廃液の活用まで一貫してできるのは世界でも味の素くらい」。このノウハウを活用し、ブリジストンと共同でタイヤに使う合成ゴムを植物からつくる技術開発に着手。

2012.8.16 日経「バイオマス 普及促進、消費電力の5%に、20年政府目標、アジアに技術、燃料調達」

政府は現時点で0.3%程度にすぎない日本の全世帯の消費電力量に占めるバイオマス発電の割合を、2020年までに約5%に高める目標を掲げる。バイオマスを風力や太陽光に並ぶ再生可能エネルギーの柱に育てる。事業戦略の原案は、火力発電所で石炭に混ぜて燃料などに使う木質チップ、メタン発酵させて熱エネルギーをつくる食品廃棄物や家畜排せつ物などの重点的な活用を提示する。中でも、森林で伐採した木の残りかすは利用がほとんど進んでいない。政府はこうした残りかすを回収するための施設などインフラ整備を急ぐ方針。家畜排せつ物の利用は国内で9割以上。このため、原案は政府開発援助（ODA）を使い、タイやベトナムなどアジア諸国でバイオマス技術の普及を支援する方針も明記。企業や大学とも連携し、家畜排せつ物などを固形燃料に変える技術を移転、バイオマスの生産拡大を促す。課題とされる採算性や、安定的な調達先を確保するのが狙い。海外への技術移転を通じて輸入を増やし、発電でバイオマスを利用する割合のさらなる引き上げをめざす。

2012.7.30 日経「再生エネ発電 フル活用、飼料会社、家畜のふん燃料に、顧客の処理費軽減」

中堅・中小企業が再生可能エネルギー発電を事業安定化につなげる動きが広がっている。飼料・肥料製造の南国興産（都城市）は出力1500kwの発電設備を稼働させた。燃料は家畜のふん。従来は鶏糞を燃料に発電していたが、今年度設備を増設、水分量が異なる牛や豚のふんも利用できるようにした。発電した電気は主に飼料などの生産工程に使う。九州電力管内では今夏10%の節電目標を設定。同社は必要な電力の65%を自前で賄える。増設にかかった35億円のうち15億円はバイオマスの利活用を促す国の補助金を受けた。

発電を拡大した狙いはもう1つある。畜産業では家畜の排せつ物による土壌や地下水の汚染が問題になっている。南国興産は宮崎県内の畜産農家から年間10万トンのふんを有価で買い取る。畜産農家の廃棄物処理コストを軽減するサービスと位置づけ、飼料販売の増加に結び付ける。

2012.7.21 日経「海藻からバイオ燃料、三陸復興へ研究広がる、東北大学・東京海洋大学」

三陸沖の海藻を東日本大震災の復興に役立てる研究が広がっている。両大学は海藻からバイオ燃料、を作り出す実験にそれぞれ着手。東北大学は海藻からエタノールを抽出する試験を開始。専用装置で昆布類などの海藻を酵素で液状にし、微生物による発酵でエタノールを生成する。1kg の海藻から 30g のエタノール生成を目指す。そのままではエタノールの濃度は2%と低いため、超音波で水分を分離して濃縮する技術も開発する。

2012.4.5 日経「清水建設が開発、生ごみで自家発電、オフィスビル用、来春以降実用化」

オフィスビル向けに、生ごみを燃料に自家発電する装置を開発した。建物内に設置し、紙ごみを含めビルで発生するほぼすべてのごみをエネルギー源として再利用できる。生ごみは水分を含むため、自家発電に使うのが難しかった。発電性能などを評価・検証し、2013年春以降の実用化を目指す。新装置は生ごみをまず乾燥処理し、紙ごみなど乾いたゴミと混ぜ合わせる。無酸素で蒸し焼きにしてバイオガスを作り出し、発火・燃焼させてガスインジンで発電する。オフィスビル向けの生ごみを使った自家発電装置は初めて。価格は未定。オフィスビルから出る生ごみは現在、産業廃棄物業者に1トン当たり2万円程度の経費を払って処理しているケースが多い。オフィスビルから回収した生ごみなどは郊外の大型処理施設で焼却処分される。新装置を使えば、オフィスビルで排出する生ごみをビルの空調や照明などのエネルギー源として再利用できる。

2012.3.26 日経「原発事故を機に脚光、バイオ燃料、自治体挑む、食用海藻やメタン活用、効率・原価価格に課題、大量生産も難しく」

生物に由来する「バイオ燃料」の開発に全国の自治体が力を入れ出した。これまでは、夢の燃料扱いだっただが、原発事故を受け、一気に実用への期待が高まっている。石油やLNGなどに比べて大きく劣るエネルギー効率などをどう改善するのか。技術的な挑戦が始まった。

アカモクという海藻、日本海沿岸に繁殖、成長が早く、けし粒のような幼体が1年後には4~6メートルになる。京都府海洋センターでは、樹脂にアカモクの卵を植え、養殖によって効率よく育てる技術を確立。2012年度、京都府は京大と共同で、これを使ったバイオ燃料の開発を始める。これは「アルギン酸」という多糖を他の海藻よりも多く含む。大量生産したアカモクのアルギン酸を特殊な菌で分解、効率よくバイオエタノールを作る技術の実用化を目指す。

バイオ燃料の開発と言えば、これまでは地球温暖化防止が狙いだった。震災後に関心のポイントが「特定のエネルギー源に偏るリスクが浮き彫りになり、エネルギー源の安定確保の視点が注目されるようになった」。

これまで捨てられていたバイオ燃料にも光が当たる。下水処理場などで出るメタンガス。

栃木県では県央浄化センターでメタン燃焼による発電設備を 15 年度に稼働させる。年間使用電力の約 2 割を賄える。

バイオ燃料の実用化にはエネルギーの「地産地消」を促す面もある。沖縄県はサトウキビか藻類など地元の生物を使ってバイオ燃料を作り出す研究などに助成する。火力などの大規模発電に頼りづらい離島でも多様なエネルギー源を使えるようにする。

加速するバイオ燃料の開発、課題も多い。最大の問題はバイオエタノールのように製造段階で燃料を必要とするものもあり、化石燃料に比べれば効率は劣る。エネルギーの白書によると、10 年に日本国内で供給された 1 次エネルギーに占めるバイオ燃料の比率は 1.1%にとどまる。バイオ燃料はまだ玉石混交（すぐれたものと劣ったものが入り混じっていること）。普及には生産の効率性向上が求められる。

2012.3.11 日経「エネルギーの質向上へ、排熱を利用、節約促す」 燃料代 85%減

燃料代が 85%減らせる。3 年で元が取れる計算。北九州市の新日鉄エンジニアリングのバイオエタノール製造の実証プラント。バイオエタノールを含む水を熱して、エタノールを高濃度で取り出す蒸留と呼ばれる工程。通常は燃料をたいて蒸留塔を加熱する。しかし、このプラントでは、初期の加熱を除いては外から一切熱を加える必要がない。今回の手法は従来とは大きく手法が異なる。通常なら無駄に捨てられる熱に少し手を加えてエネルギーとしての「質」を上げて、繰り返し使えるようにするアイデア。

エネルギーの中で仕事に使える部分を「エクセルギー」といい。その割合をエクセルギー率と呼ぶ。様々な形で存在するエネルギーの中で、電気や、石油・石炭・天然ガスなどの化石燃料のエクセルギー率は高いが、こうした燃料を燃やして熱にするとエクセルギー率が下がって、「質の低いエネルギー」になる。エネルギーには保存則（エネルギー保存の法則）があるため、その総量を増やすことはできないが、質を高める方法はある。新日鉄の場合、圧縮機という装置を使い、プロセス中の蒸気に圧力をかけて温度を上げる。エクセルギーが高まった高温の蒸気を再び使えば、外から熱を加えなくても済む。「自己熱再生」と呼ばれるこうした方法は、東京大学生産技術研究所の堤教授が 5 年ほど前に提唱。同研究室で企業と連携して化学プラントなどの応用を目指して、工程の設計などを進めてきた。新日鉄はその最初の実証例。この方法は「熱を利用するプロセスなら何にでも応用できる」のが特徴。従来の省エネ技術と比べて、石油化学のナフサ脱硫、二酸化炭素の分離、水分含有量の多い石炭を乾燥させるなどでいずれも 7 割以上の省エネや燃料の節約が可能になるという。

産業の波及効果

エクセルギーを再生する技術がようやく理解されてきた。専門家からも理論的にありえないと言われたこともあった。九大の燃料電池を研究する石原教授。固体酸化燃料電池（SOFC）の第一人者。SOFC を使って工場などで無駄に捨てられている熱を回収して、エクセルギーを再生する技術。

SOFC の特徴は、燃料に純粋な水素を使わず、都市ガスのメタンなどから直接電気が得られる点。ユニークなのはメタンを水素や一酸化炭素などエクセルギーの高い燃料に変えられる点。もちろん発電も行う。外部の熱を取り込みながら反応が進むので、ここで排熱を有効に使えるという理屈になる。

石原教授はさらに、酸素と水素から電気を作る燃料電池を逆方向に動かすことで、排熱の回収をしつつ水素を作り出す方法も開発している。無駄に捨てるしかない熱からエクセルギー率の高い燃料が得られる。東芝なども同様の狙いから、排熱を水素などの形に変えて有効利用する研究開発に乗り出している。

エクセルギー再生に詳しい中垣早稲田大学准教授は「既存の化学プラントや発電装置を大きく変えず、追加の設備を設けるだけで大幅に燃料を減らせる。産業への波及効果も大きい」という。省エネの工夫を重ねてきた日本の産業界には、「乾いた雑巾はもう絞れない」という声も聞かれる。エネルギーの質を上げるという全く新しい発想によるイノベーションで、新たな突破口が開かれる。

エクセルギー再生

従来の熱エネルギー利用技術は、燃料を燃焼させて熱を発生させ、化学プラントを加熱したり、発電タービンを回したりする。熱をより低温まで多段階で利用する「カスケード利用」が、省エネ技術の主流。ただ多段階で利用されても、最終的に残った熱はすべて排熱として捨てられる。これに対し、温度が下がった蒸気などを圧縮すれば、温度が上がり再び同じプロセスで使えるようになる。「自己熱再生」の原理。また、低温の蒸気の排熱を使い、燃料となる水素やエタノールを作る方法もある。いずれの場合も、もとの燃料が持つエネルギーのうち、仕事に使える部分「エクセルギー」の割合を増やすことができる。

2012年1月16日日経「メタン生産効率56倍、珪藻岩で微生物培養」

公益団法人の北海道科学技術総合振興センター（札幌市）幌延地圏環境研究所は、日本全土で採掘できる「珪藻岩」や石灰の一種「褐炭」から天然ガス成分のメタンガスを発生させる微生物を発見した。褐炭からメタンを作る微生物はいたが、珪藻岩を使う種類は世界初という。メタン生産効率が最大56倍と高く、廃炭鉱などをガス田に変えられると期待している。2020年までの実用化を目指す。新微生物は北海道幌延町などの地下深くで見つかった。5グラムの珪藻岩に培養液50ミリリットルを混ぜると、5週間で岩1gあたり3.5mlのメタンが取り出せた。褐炭では4週間で同6mlだった。珪藻岩は植物性プランクトンの死骸などが堆積。この有機物を微生物が食べ、メタンを排出する。将来は廃炭鉱などの地下に培養液を注ぐ方法を想定している。産業技術総合研究所の鎌形博士は「低コストで地下資源が有効活用できる」と話す。不純物が多くて使い道がほとんどない褐炭は、稚内市の天北炭田だけで約20億トンの埋蔵量がある。

2012年1月16日日経「環境・エネルギー ミドリムシ活用、東大発VBと技術開発、全

日空、清水建設」

清水建設と全日空運輸は、東京大学発ベンチャーのユーグレナと組んでミドリムシを活用した環境技術の実用化を進める。清水建設はユーグレナと共同で原油採掘時に発生する排水の浄化技術を開発。全日空はユーグレナが取り組んでいるミドリムシを使った航空機向けバイオ燃料の実用化を支援し、バイオ燃料の調達先を確保する。清水建設はオマーンで「油田随伴水」と呼ぶ排水を処理する試験プラントの建設を手掛けており、ユーグレナと共同でバイオ浄化技術を開発する。油分を含む地下水を浄化して灌漑用水に利用可能にする技術を確立。2年後をめどに、産油国で本格的な処理プラントの建設工事を受注したい考え。全日空は、2010年にユーグレナと新日石（現JX日鉱日石エネルギー）、日立プラントテクノロジーの3社が着手したバイオ航空燃料の開発プロジェクトに参加した。ミドリムシを原料とする燃料は18年度の事業化を目指しており、実現すれば全日空は航空燃料として採用する方針。ユーグレナは11年、第三者割当増資を実施し清水建設などから1億9000万円調達。バイオ浄化技術とバイオ燃料精製技術開発に必要な資金を確保した。2つの開発テーマは同時並行で扱う。

2012年1月8日日経「次世代燃料、なぜ藻に脚光？ストレス受け油を作る」

軽油などに代わる次世代の燃料として、藻が作るバイオ燃料が脚光を浴びている。地球温暖化の原因となる二酸化炭素を出さない利点が注目され、量産に向けた技術開発が活発になってきた。私たちの身近にある藻がなぜ、どうやって油をつくるのか。バイオ燃料はガソリンに混ぜて自動車向けなどに使われ、世界で生産が急増している。今はサトウキビやトウモロコシなどからつくるエタノールが主流。しかし作物を原料にすると食料供給を圧迫し、穀物価格が高騰する原因となっている。そこで注目されているのが藻類だ。土壌などにすむ微細な緑藻「シュードコリスチス」の仲間は光合成をしながら油を作り、ディーゼル燃料を取り出せる。燃やすと二酸化炭素を出す、その分は藻が育つ段階で吸収するため、排出は事実上ゼロとみなされる。水田などで藻を大量に培養すると、大豆や油やしを同じ面積で育てるのに比べて20～280倍の油を取り出せるとの試算もある。効率の高さに欧米などの企業や研究機関が注目し、商用化の一手手前まで来た。なぜ、藻が油をつくるのか。中央大学理工学部の原山教授は「藻がストレスを受けることが、油をつくりだすきっかけのようだ。」と話す。実験では水に含まれる塩類や窒素の濃度、水温などが変わると藻は体内に脂質を蓄え始める。環境の変化をストレスと感じ、栄養が欠乏しないように油を作る。環境が回復したときに油を使って再び増殖し、種を絶やさずに生き延びてきたらいい。ただ、すべての藻が油をつくるわけではない。微細藻類は少なくとも4万種いるとされるが、今のところバイオ燃料に向いているのはシュードコリスチスなど一握り。もっと優れた新種の藻を見つけようと、温泉のまわりの土壌を探したり、遺伝子を組み換えたりして効率を高める研究も活発になってきた。量産には、自動車レース場に似た周回型プールを水田に設けたり、光を通す巨大な反応槽で育てたりする方法が有望と見ら

れている。日本でも自動車部品メーカーのデンソーなどが大量培養の研究に力を入れている。人と藻類とのかかわりは深い。健康食品や食用色素としておなじみのクロレラやスピルリナも藻の仲間で、日本企業が大量培養に成功した。石油など化石燃料の消費を減らし、温暖化を防止するため、藻類が新たな救世主になるかもしれない。

2011年2月11日日経「米トウモロコシ在庫、急減、エタノール需要が拡大、バイオ燃料使用促進、政策に批判の声」

米国のトウモロコシ在庫量が15年ぶりの低水準に急減する見通しとなり、市場関係者に衝撃が広がっている。ガソリンなどに混ぜるエタノール向けの需要が拡大しているため、「食料向けの供給が喰われている」との批判が出ている。穀物市場は新興国需要増、投資資金流入に加え、オバマ政権のバイオ燃料奨励策にも揺さぶられている。米農務省が9日、2011年8月末時点の在庫の推定量を前月の推定量より9%少ない6億7500万ブッシェルに大幅に下方修正し、年間需要に対する在庫の割合は5%と15年ぶりの低水準となった。在庫量が年間需要の5%を切ると安定的な調達に支障が出るとされる。1960年以降、10%割れは4回しかない。トウモロコシは家畜の飼料から清涼飲料水の甘味料まで幅広い用途があるだけに、各方面に動揺が広がった。統計発表後の9日のシカゴ穀物市場でトウモロコシは急騰、約2年7か月ぶりに一時1ブッシェル7ドル台に乗せた。米中西部での干ばつと熱波、中国での需要拡大など様々な要因の中で、最も影響が大きいのがエタノール向けの需要拡大だ。全体の5%程度だったエタノール向けのトウモロコシ需要は2008年には30%を超え、11年には40%と飼料向けとほぼ並ぶ見込みだ。オバマ政権は、ガソリンに混入できるエタノールの上限を10%から15%に引き上げるなどバイオ燃料奨励策を推し進めている。背後にはエタノール関連産業の強力なロビー活動があったとされ、昨年末に決まった大型減税法案にも、エタノール燃料向け減税措置の延長が盛り込まれた。だが、トウモロコシ価格急騰で、食品業界などは懸念を強めている。米食肉最大手のタイソン・フーズは「米政府の再生エネルギー政策は、食糧に依存しない次世代燃料の開発に重点を置くべきだ」と批判した。ビルサック米農務長官は8日、「食料、飼料、燃料、そして輸出用のトウモロコシは十分にあると思う」と述べるなど、政権側は批判をかわそうと必死だ。だが、トウモロコシはの価格上昇は他の穀物や食肉、加工食品などに幅広く影響するだけに、同様はなかなか収まらない。

2010年9月8日日経「藻類で複数のバイオ燃料、東ガス・東大が技術開発、ガスとディーゼル原料を効率利用、石油各社も研究に注力、普及策、生産を後押し、欧米など、非・食料にシフト」

東京ガスと東京大学は藻類を原料にバイオ燃料を生産する技術開発に乗り出した。燃料抽出工程でエネルギー消費を抑える手法を採用したほか、メタン発酵させて原料の藻類を無駄なく有効利用し、ディーゼル代替燃料とバイオガスの両方を生産するのが特徴。内外

の石油会社も研究開発に力を入れており、藻類由来のバイオ燃料開発が世界的に本格化してきた。

東京大学大学院農学生命科学研究科芋生教授らと組んだ。2010年度から2年間、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）から補助を受ける。11年度まで燃料の抽出方法を効率化したり、二酸化炭素を吹き込んで藻類の生産量を増やしたりする研究に取り組む。原料の藻類は、ボツリオコッカス。抽出する油脂は石油に近い成分で、糖類由来のバイオエタノールに比べ発熱量が多い。摂氏90℃以下の加熱で油脂を抽出する独自技術を採用し、脱水・乾燥工程を省くことでエネルギー消費を大幅に減らす。バイオ燃料はまずディーゼル代替燃料としての利用を想定している。さらに燃料を抽出した後の搾りかすをメタン発酵させ、バイオガスを取り出す。東ガスは将来、バイオガスを都市ガスに混ぜて使用することを検討している。藻類由来のバイオ燃料は食料と競合しない点が評価され、各国企業が生産技術の確立を競っている。JX日鉱日石エネルギーがミドリムシを原料にしたバイオジェット燃料の開発を始めたほか、米エクソンモービルや英欄ロイヤル・ダッチ・シェルも研究開発を本格化している。細胞全体で光合成する微細な藻は、栽培面積の10倍の森林と同じ量の二酸化炭素を吸着する効果がある。油分生産量もパームヤシの20倍で、他の植物から燃料を作るより効率が良い。エクソンモービルによると生育の早い藻類を原料にすれば、生産効率はトウモロコシの8倍以上に上がるという。藻類の生産効率を上げれば、日本で休耕田を使って原油輸入量に匹敵する規模のバイオ燃料生産が可能になるとの指摘もある。ただ、現在で軽油の10倍以上とされる生産コストの低減が課題となる。水分を多く含む藻類を乾燥させる工程で多くのエネルギー消費を必要とするため、エネルギー消費の少ない燃料抽出方法の確立が課題となっている。藻の大量生産には水を常にかき回す必要があるなどコストがかかるうえ、外部からの菌の混入による大量死滅のリスクもある。

世界のバイオ燃料の生産量は拡大が続いている。バイオエタノールの生産量は、10年後に2008年実績の2.1倍の1億4800万キロリットルに達すると予測されている。生産増を支えるのは各国のバイオ燃料普及政策だ。米国が22年までに08年の4倍のバイオ燃料を導入する目標を設定したほか、欧州連合（EU）は20年に輸送用燃料の10%を再生可能エネルギーで賄う目標を決めた。日本でも6月、経済性などの確保を前提に、20年に全国のガソリンの3%に相当以上の導入を目指すとする計画が示された。

バイオ燃料の利用拡大には弊害も指摘されている。現在普及するバイオ燃料の多くはトウモロコシや小麦、サトウキビなどから造られており、食料と競合するためだ。バイオ燃料の生産増が食料の国際相場高騰の原因と指摘されたこともあった。輸出余力を持つ国がブラジルに限られ、安定供給への不安もある。このため、多くの国で食用でない植物からのバイオ燃料生産が研究されている。国内でもトヨタ自動車や三菱重工業などが成長の早い大型のススキを使うバイオ燃料の生産の研究を進めている。

2010年7月7日日経「汚泥・生ごみから都市ガスや車燃料、自治体、取り組み続々」

下水汚泥や生ごみの処理過程で発生するバイオガスを都市ガスの原料や天然ガス自動車の燃料に活用する取り組みが全国の自治体で相次いでいる。廃棄物とその処理費用を減らし、温暖化ガスの削減にもつながる。国土交通省は来春、下水汚泥から効率的にバイオガスを得る技術の実用実験を始め、バイオガスの普及を後押しする。神戸市は今秋にも下水汚泥から出るバイオガスを、天然ガスを原料とする通常の都市ガスに混ぜて工場や住宅に供給する。市と協定を結ぶ神鋼環境ソリューションが、国の補助金でバイオガスを都市ガス仕様に精製する設備を建設しており、大阪瓦斯に販売する。1 m³当たりの価格は実勢価格の約 130 円より安くなる見込み。大阪瓦斯が積極的に受け入れるのは、昨年施行されたエネルギー供給構造高度化法で、エネルギー事業者に非化石燃料の利用が義務付けられたことが背景にある。民間の調査会社の富士経済はバイオガス生成設備の市場規模は 2015 年度に 07 年度の 10 倍近い 200 億円になると試算する。同様の試みは他の自治体でも広がっており、横浜市は J パワーと共同でバイオガス利用を研究中。大阪市は 3 か所の下水処理場から出るバイオガスを都市ガスに供給する検討を始めた。バイオガスを天然ガス自動車の燃料に利用する動きもある。神戸市がすでに市営バスや民間トラック業者に供給しており、長野県上田市は今秋から公用車に使用する。ごみ処分場の生ごみからバイオガスを回収する取り組みでは、東京都調布市と府中市が今夏から専門家と研究を始める。新潟県長岡市は 13 年からの事業化を目指す。国土交通省は自治体の取り組みを技術面で支援する。下水汚泥からバイオガスを得るには微生物の働きで発酵させる技術等が用いられ、発酵完了まで通常約 1 か月かかる。同省は 6 日間程度の短期間で発酵させたり、ガスの輸送時に容積を圧縮したりする新技術の実用化を目指す。汚泥の発酵技術を持つ企業や下水処理場を実験用に開放する自治体、バイオガスを利用するガス会社を来春募り、国内数か所で実験を開始する。実験で生成したバイオガスは下水処理場内のボイラー燃料の他、都市ガス原料やガス自動車燃料として活用する。残った汚泥は固形燃料にして発電所などに販売する。

2010 年 5 月 22 日日経「バイオ燃料 藻類から、10 年後の実用化目標、農水省、トヨタ、中大などと共同研究、温暖化ガス排出減」

藻類で飛行機や自動車を動かす。農林水産省は企業や大学と連携し、湖沼などに生息する藻類を原料としたバイオマス（生物資源）燃料の開発に乗り出す。月内にもトヨタ自動車や中央大学などに委託する共同研究に着手。2020 年を目標にガソリンや軽油の代替燃料の実用化を目指す。産官学による新エネルギー創出の取り組みを本格化させ、温暖化ガスの削減につなげる。農水省が手掛けるのは、「シュードコリスチス」という藻類を育て内部にたまる油を取り出し、ガソリンなどに替わる燃料を精製する仕組みづくりの研究。10 年後を目標に藻類から自動車や飛行機などに使う石油の代替エネルギーを抽出、量産できる技術を開発する。国内で消費する軽油の 1~2 割を賄える体制を整えたい考えだ。このほど選定した委託事業「革新的な二酸化炭素高吸収バイオマスの利用技術の開発」にはトヨ

タやデンソーのほか、京都大学、バイオベンチャーのマイクロアルジェコーポレーションなど 9 社・大学が参画する。年内には自動車や素材など大手メーカーの技術者や大学の研究者を省内に設置する方向で検討しており、すでに三菱化学など一部とは協議に入っているという。藻類を用いたバイオ燃料の開発に乗り出すのは、従来の品目に比べて繁殖サイクルが早く生産効率が高いためだ。同省の推計では、単位面積当たりの藻類の生産量は最大で大豆の 280 倍、パームオイルの 20 倍に達する。トウモロコシなどを原料にしたバイオ燃料の需要は増大。一方で、穀物価格が高騰した経験から食物以外の実用化が急務と判断した。温暖化ガスを 20 年までに 90 年比で 25%削減する中期目標を掲げる鳩山政権の環境重視の方針に沿っている。産官学の連携強化は、海外依存度の高いエネルギー供給の構造を転換し、安定調達につなげる狙いもある。藻類を使ったバイオ燃料の開発で先行する米国では、オバマ政権が代替エネルギー技術の研究支援を拡大している。すでに軍用機の燃料を想定した実験を開始。石油大手エクソンモービル社は、藻類による燃料生産に取り組み企業と提携。この事業に 6 億ドル以上の資金を投じて生産技術を開発するなど、官民で大型投資が相次ぐ。これに対し、日本ではデンソーや、ヤマハ発動機など一部企業や大学が研究開発を進めるにとどまっている。政府は 6 月にも閣議決定するバイオマス活用推進基本計画に「藻類を活用した資源創出を図る」との方針を明記する。産学との連携を財政面からも支援する。コストや技術面の課題をどう克服するかがバイオ燃料の実用化のカギを握る。

藻類とは；

光合成で酸素を発生させる生物で、水中に生息しているものの総称。コンブなどの海藻からミドリムシといった微細な生物まで様々。二酸化炭素を吸収し、増殖もしやすいため温暖化対策への技術利用に関心が高まっている。細胞内外に油分を含み、例えばシュードコリスチスという藻類は軽油に近い成分を持つとされる。日本のエネルギー自給率は原子力を除くと 4%にとどまっており、石油などの代替燃料での実用化が期待される。その他、家畜のえさや繊維などへの用途拡大も見込む。

2010 年 3 月 8 日日経「ミドリムシをバイオ燃料に」新日石、5 年内メド、低コストで量産/農地不要

新日本石油は東京大学発のベンチャーと組み、ミドリムシを原料にしたバイオ燃料の量産に乗り出す。5 年以内に量産技術を確立し、まず航空機の燃料として供給する。食物を原料に使う通常のバイオ燃料と異なり、農地がなくても原料を効率的に生産できる点に着目。土地の広さに制限のある日本で、原料からの一貫生産が可能な「国産バイオ燃料」を実現し、将来の安定供給につなげる。新日石は日立プラントテクノロジーとともに、バイオベンチャーのユーグレナに資本参加し、共同開発に着手した。プランクトンの一種であるミドリムシを水槽やプールで人工的に培養し、長さ約 0.1 ミリメートルの体に含まれる油分を

抽出して燃料に精製する。ユーグレナはすでにミドリムシの培養技術を確立しており、新日石などと共同で研究用プラントを建設して培養規模を拡大。航空機やバスを実際に動かす実施用試験も始める。ミドリムシは培養用のプールや油があれば大量生産が可能で、単位面積あたりの生産量はサトウキビなど従来型の原料を大幅に上回る。新日石などは航空機向けの安定した需要を狙い量産技術を確立、1 リットル 0.7~0.8 ドル程度のコストで生産する。製品の価格は通常のジェット燃料よりも高くなるが、あまり差のない水準で提供したい考えだ。

2010年1月9日 読売「環境新大陸 水槽の藻からバイオ燃料」

愛知県日進市にあるデンソー基礎研究所内には、50 リットルから1キロリットルの大きささまざまな水槽が並ぶ。中の水が緑に変色しているのは、光合成で多くの油を作ることから最先端のバイオマス燃料として期待される「藻」が増殖を続けているからだ。デンソーは慶大先端生命科学研究所との共同研究で、屋外では太陽光、室内では蛍光灯などと条件を変えて効率的な培養方法を模索している。培養するのは、中部地方の温泉から採集したもので、他の藻に比べて生命力が強く、バイオ燃料としての効率が高いという。水があれば簡単に培養できる藻は世界的に注目されている。欧米では実用化技術を持つ藻関連ベンチャーもあるが、デンソー基礎研究所の室長は「藻の成分解析技術で慶大の研究は世界トップクラス、遅れは取っていない」と強調。

かつては、林の中で木くずゴミとして放置されていた間伐材が「カネになる木」として再生しつつある。山口県宇部市郊外の山林を管理する「飯森木材」の飯森社長は、県内各地から月 700 トンの間伐材などを買い集め、山陽小野田市の中国電力発電所など近隣の発電所に運ぶ。間伐材はそこで石炭と混ぜ合わされて燃料となる。飯森社長は「経営が厳しい林業従事者にとって、1 トン 2000~3000 円の利益は大きい」と。間伐材を使う火力発電は山間部の多い日本に適している。森林を伐採した後にごみとして残る年 800 万トンの「林地残材」の 99%は放置されており、「木材バイオ燃料の潜在力は大きい」と期待は膨らむ。

日立プラントテクノロジーは4月、中東・アラブ首長国連邦(UAE)で「動く汚水再処理場」のサービスを始めた。途上国では、工業化の進展に下水道整備が追い付いていない。このため、高品質のろ過膜を使った汚水浄化装置や、タンクなどを別々にトレーラーで運び、工業団地などで組み立てて臨時の処理場を造る発想が生まれた。日立プラントの篠田常務理事は「アジアやアフリカなどの下水処理施設が未開発な新興国でも事業拡大が見込める」と意気込む。

神鋼環境ソリューションは、下水と海水を混ぜ合わせて淡水化する省エネ型の水再利用システムの実用化を目指している。

水ビジネス市場は現在の 60 兆円から 2025 年には 111 兆円へとほぼ倍増する見通しで、優れた下水再生技術を持つ日本メーカーにとってはチャンスだ。ただ、長期的に安定収入が見込める管理・運営のノウハウでは欧州の「水メジャー」が優位で、日本はこの分野の

強化が課題となっている。

主なバイオ燃料について：

トウモロコシ、サトウキビなどは大量生産が可能で普及しやすいが、穀物価格の高騰を招く可能性もある。ワラ、草などの原料は豊富。生産に多くのエネルギーが必要で、技術開発の余地が多い。間伐材など木くずは日本には豊富。山林からの運搬に多くのエネルギーを消費する可能性もある。家庭ごみや廃棄食品は都市ガスで実用化も、不純物の除去などに新たな設備を設置する必要がある。藻など植物プランクトンは水があれば一定の条件で培養できる。効率を高めるには、高額な運転装置が必要。

2009年12月7日 日経「木くず・稲わら「非食料」原料、糖に、バイオ燃料の生産効率2倍、京都大学、三重大学、住商、新手法に一步、細菌、繊維ほぼ分解」

京都大学、三重大学の研究グループは住友商事の協力を得て、稲わらや木くずの食物繊維をほぼ残らず分解し、バイオ燃料のもとになる糖に変えられる細菌を見つけた。一部の繊維成分しか分解できなかった従来法に比べ、バイオ燃料の生産量を倍増できる可能性がある。細菌のゲノム（全遺伝情報）は解読済みで、遺伝子の働きを詳しく調べて分解効率をさらに高める方法を探る。

バイオ燃料を作るには食物繊維を分解し糖にしたうえで、発酵させアルコールに変える。繊維にはセルロースとヘミセルロースお2種類があるが、両方を同時に糖にする有効な方法はなかった。京大の植田教授らは木くずなどに含まれる「クロストリジウム属菌」の一種が2種類の繊維成分を同時に分解することを見つけた。既知の菌だが、繊維の優れた分解能力を持つことを初めて見つけた。細かく砕いた稲わらを混ぜた水溶液に菌を入れると、約10日で完全に糖に変わった。この糖を発酵させてバイオエタノールを作れば、100キログラムの稲わらから約30リットルのエタノールが得られる計算になるという。従来技術では半分以下だった。現在、使われている細菌でヘミセルロースを分解するには化学薬品などで前処理する必要がある。廃液処理もあり低コスト化が難しいため、主にセルロースしか使えず無駄が多かった。研究グループは菌のゲノムデータをもとにヘミセルロースの分解に関与する複数の遺伝子とその機能を解明し、特許出願した。今後は植物の種類に合わせて最適な遺伝子の組み合わせを調べ、分解効率の向上につなげる。遺伝子をアルコール発酵に使う酵母に組み込み、植物繊維からエタノールまで一気に作る手法の実現を目指す。繊維分の多い茎や廃棄物など非食料を原料に使うバイオ燃料の製造開発には、米国なども国を挙げて取り組んでいる。

2009年2月10日日経「非食料からバイオ燃料 関連技術持ち寄り コスト、石油並みに新日石・トヨタなど6社」

新日本石油や三菱重工業、トヨタ自動車など6社は9日、食料にならない植物を原料とす

るバイオ燃料の共同開発を進めると発表した。植物の栽培や糖化、発酵など各社の技術を持ち寄り一貫生産体制を構築。2015年まで生産コストを1リットル40円程度まで下げ、石油に劣らないコスト競争力を持つ代替燃料の実用化を目指す。

鹿島やサッポロエンジニアリング、東レを加えた計6社で「バイオエタノール革新技術研究組合」を2月下旬に設立する。理事長には新日石の松村幾敏副社長が就任。本部を東京大学内に置く。植物を原料に使うバイオ燃料は植物が生育する際に二酸化炭素を吸収するため、二酸化炭素排出をゼロとみなせる。ただ現在はトウモロコシなどを原料に使うため食料価格の高騰につながるなどの問題が指摘されている。新日石などは食料にならない植物の茎などに含まれるセルロースを利用し、自動車燃料に使うバイオエタノールを生産する。トウモロコシなどを使う従来製品より加工が難しくコストも高いが、トヨタ自動車を持つ植物の品種改良や栽培技術、三菱重工業の分解技術などを持ち寄り、東大などとも連携してコストを現状の四分の一程度に下げる。入手が容易で加工に最適な植物を選定する。組合の研究開発費は5年間で40億から50億円の見込み。まず国内で実験施設を建設し、将来は海外で原料となる植物の栽培やエタノールの商業生産も検討する。

ガソリンにバイオエタノールを混ぜて自動車用燃料に使う動きが海外では進んでいるが、国内ではコスト高などを理由に普及が遅れている。政府はバイオ燃料を二酸化炭素削減の重要な手段と位置づけ、まず10年度に年間50万キロリットル導入する目標を掲げている。石油業界などが販売を始めたが、原料は海外企業からの輸入に頼っているのが実情で、安定調達できるようにするため、新日本石油などは国産技術の確立を目指す。

第4回 新エネルギー（バイオ以外）の将来？

再生可能エネルギー；

（太陽光発電）

2015.2.24 日経 太陽光、下げ幅最大、再生エネ、買い取り企業27円、来年度

経産省は24日、2015年度の価格案を示した。家庭用は、33～35円に、

2015.1.16 日経 太陽光、20円台後半へ下げ、大型発電買い取り額、2段階で、過度な集中を是正、経産省調整

同中が遅れる地熱、風力、バイオマス、中小水力は価格を据置き、普及を後押し。

2014.12.19 読売 太陽光価格、20円台に、買い取り3年連続引き下げ、再生エネ偏り是正

2014.12.2 日経 欧州の電力・ガス、縮小傾向、再生エネ普及で価格低迷

大手が事業再編のピッチを上げている。

2014.11.6 読売 再生エネ、値下げ 2 案、買い取り価格、契約時か開始時に決定

2014.10.29 読売 太陽光、半年ごと価格下げ、有識者会議検討、電力買取り見直し
太陽光発電による電気の買い取り価格を半年ごとに引き下げることが提案。

2014.10.20 読売 再生エネ、九電、制限を一部解除、50 キロワット未満、住宅など 1 万
1100 件、個人や事業者の影響考慮

21 日、大型の住宅用太陽光などについては受け入れを再開すると発表。

2014.10.16 読売 太陽光偏重、混乱招く、発電量急増受入中断、地熱など普及妨げ懸念、
再生エネ制度、見直し年末までに

経産省は 15 日、「固定価格買い取り制度」の見直しに向けた議論を開始。太陽光発電が増えすぎ、全国の電力会社で受入中断の動きが相次いでいるため。天気に左右される太陽光などの発電量が想定を上回ると、周波数が乱れて家電製品が故障したり、停電につながったりする恐れがあるからだ。「買い取り価格が高いときに国の認定を受けたメガソーラーは業者が 4 回も変わり、いまだに事業が進んでいない」と混乱の実態が。政府は、太陽光で作った電気の買い取り価格が決まる時期を、現在の【国の業者認定時】から「運転開始時」に改める方針。

2014.10.16 日経 再生エネ、3 段階改革、経産省、欠陥認め、見直し、
受け入れ可能量を増加、太陽光の購入価格下げ、電気代の上乗せに上限

2014.10.15 日経 再生エネ、入札制を検討、買い取り価格柔軟に、経産省、国民負担を抑制

買い取り制度で価格を柔軟に見直せるようにする。発電コストの安い事業者を優遇する入札制度の導入や、価格の改定時期を 1 年毎から半年ごとに短くする案などを検討する。国民負担を抑え、制度の安定運用につなげる。発電量が安定している地熱や水力を拡大し、再生エネの普及も後押しする。

太陽光や風力など自然の力で利用するエネルギーのこと。資源の枯渇を招かず、半永久的に使うことができる。石油や天然ガスなどと異なり、二酸化炭素をほとんど排出しない。全量買い取り制度はこの 2 つに地熱、中小水力、バイオマスを加えた 5 種類が対象となっている。日本の発電量全体に占める再生可能エネルギーの比率は約 9% (2009 年度)。このうち 8% を水力発電量が占める。太陽光や風力などは発電コストが比較的高く、普及の足かせとなっていた。国内の原発の新設が難しくなるなかで、日本でも普及をめざす機運が高まっている。

再生可能エネルギーの全量買い取り制度；

太陽光や風力、地熱などの再生可能エネルギーで発電した電気を全量、電力会社が固定価格で買い取る制度。2011年8月に再生エネルギー特別措置法が成立、導入が決まった。再生エネルギーの発電設備は初期投資がかさみ、発電コストは火力発電などに比べて割高。そのため買い取り価格を高め設定し、事業者が採算を確保できるようにして普及を後押しする。2012年7月の施行までに第三者委員会で適切な買い取り価格や期間を議論したうえで制度の詳細を決める。

2013.8.21 日経 太陽光、稼働まだ1割、買い取り制度で発電能力5倍に、計画倒れの恐れも

経産省が20日発表した2012年度の太陽光発電の新設計画は11年度までの累積発電能力の5倍に達した。稼働済みは1割のみ。急激な拡大で送電網が限界に達しつつある地域も出てきたほか、コスト高の電気料金の上昇で家計の負担が膨らむ懸念もある。

2013.7.12 日経 欧州で太陽発電、減速、電気料金上昇、企業・家庭から不満、独など買い取り抑制、世界需要、初の減少、13年見通し

2012.4.26 読売「太陽光買取42円、再生エネ、発電側要望認める、経産省委員案」

上記と同様な内容。風力は23.1円、地熱は27.3円。

表は調達価格等算定委員会がまとめた買い取り価格（1kw時あたり）

発電方式	買い取り価格（税込）	業界要望の価格
大規模太陽光	42円	42円
風力	23.1円	22～25円
小型風力	57.75円	50～55円
地熱	27.3円（1.5万kw以上）	25.8円（3万kw級）
中小水力	25.2～35.7円	24～34.06円
バイオマス	13.65～40.95円	14.5～39円

買い取り価格は、再生可能エネルギー事業者が半年ごとに経産省に提出する発電コストのデータに基づき、毎年見直す。固定価格での買い取りは、新規参入する発電事業者にとって設備投資の費用回収や収益の計算がしやすくなるメリットが大きい。国内の総発電電力量に占める再生可能エネルギーの比率は現在1.2%。

地熱発電

2013.9.29 読売 地熱発電、熱い九州、国立公園調査、温泉水利用も、課題はコスト

2013.2.22 読売「地熱発電、開発を本格化、国立・国定公園「大雪山」今春調査、震災後に規制緩和」

北海道川上町の大雪山国立公園内で、地熱発電所の建設に向けた地表調査が今春にも始まる見込み。実際に発電が始まるまで、8～10年程度かかるとみられている。北海道による70年代の調査によると、最大出力は4万kw程度が見込まれる。

2012.10.9 日経「再生エネ、真の実力、地熱、20年に発電量倍増、技術・制度なお課題」

新潟県十日町市、松之山温泉で地熱発電の一種「バイナリー発電」の実証実験。環境省の委託事業で産業技術総合研究所、弘前大学、地熱技術開発が取り組んでいる。摂氏80～150℃の蒸気や熱水で沸点の低いアンモニアなどを気化させ、タービンを回して発電する。通常の地熱発電と違い、それほど高温でない温泉でも発電できる。すでに、八丁原発電所（大分県九重町）で2000キロワットの発電設備が稼働している。環境省は8月、2020年に107万kwに倍増し、30年には388万kwまで増設する計画。

環境省は規制してきた特別地域の一部について、住民の同意や環境への配慮を条件に地熱発電を認めることを決定。環境影響評価では事業者による調査を省くなど、審査期間を1年半～2年半程度と従来の半分に短縮する方針。

2012.9.6 日経「国定公園初の地熱発電、秋田に建設、最大7万kw」

国立・国定公園の中で地熱発電所の建設を認める第1弾が秋田県湯沢市の「栗駒国定公園」に固まった。出光興産、国際石油開発帝石で3万～7万kw。地熱開発に着手した自治体や温泉業者向けの補助金も創設「地域共生予算」で約30億円、研究する大学や民間企業にも15億円規模のはかつ補助金制度をはじめめる。

2012.6.22 読売「列島再生、地熱 地域の発電資源」

島弧の恵みをどう生かせるか。地熱と水力。地熱は資源量をすべて開発しても、国内の総発電設備容量の1割程度。しかし、国産資源の確保は、エネルギー安全保障の面から重要。電中研によると、日本の地下10kmまでに存在するマグマの熱を発電に利用すると、60億kwと膨大な量になる。実用化は将来の課題。次世代の地熱発電として実用化が期待されているのが、高温岩体発電。地下2～3kmの高温の岩の割れ目に水を注入して、200～300℃の高温蒸気を発生させる。電中研が20年前に「ジオサーモピア（地熱理想郷）」構想を打ち出したこともある。その後は研究は停滞。米国では「地熱井涵養システム」のは開発を続行。電中研では、高温岩体発電やNEDOの試算では3000万～3800万kwの資源量で、発電コストは24万kw級発電所の場合、1キロワット時当たり12.7円。この発電なら、可能性のある地域は全国に広がる。

2012.4.26 日経「地熱発電開発、米で参入、富士電機、現地企業に出資、技術蓄積、受注拡大へ」

富士電機は米国で地熱発電所の開発運営事業に参入する。カリフォルニア州で建設予定の地熱発電所の開発運営会社に約 1 割を出資し、経営に参加する。富士電機は蒸気タービンや発電機など地熱発電設備の世界シェア最大手。地熱発電事業への参加で最先端の開発技術やニーズを蓄積し、米国や新興国での今後の設備受注拡大につなげる。

発電所の出力は 4 万 9 千ワットで、2013 年に着工、15 年に運転を開始。米国は環境負荷が小さい再生可能エネルギーに対する税制優遇措置を背景に地熱発電所の新設や設備の入れ替えが進む。資源エネルギー庁が 11 年 11 月にまとめた統計によると、米国の地熱発電設備容量は 2015 年に 10 年比 7 割増の 540 万 kw に拡大する見通し。富士電機は地熱発電設備の世界シェア約 4 割を占める最大手。

2012.3.23 日経「福島で大型地熱発電、出光など規制緩和、国立公園に、27 万キロワット、原発 1/4 基分」

出光興産、国際石油開発帝石、三菱マテリアルなどは福島県内で地熱発電所を建設する方針を固めた。環境省が地熱開発について国立・国定公園内での掘削を条件付きで認める規制緩和を実施するのを受けたもので、2020 年ごろの稼働を目指す。発電容量は 27 万キロワットになる見通しで、原子力発電所 1/4 基分に相当する。総事業費は 1 千億円規模になるとみられる。再生可能エネルギーの中でも安定した出力が見込める地熱発電の本格利用が始まる。三井石油開発も加わり、最終的には 9 社程度が参加する見込み。各社は窓口を一本化し、県庁などを通じて地元と協議する。早ければ 4 月にも説明会を開く。道路黄塵度で地元の雇用を優先、運転開始後には地熱を生かした環境誘致策も実施することで、地元の了解を得たい考え。地元の合意を前提に、各社は 6 か所程度で試掘を開始。掘削は各社が個別に手掛けるが、国立公園では実際の地熱資源量のデータに乏しい。複数企業が組むことで、リスクを抑え効率的に開発する。正確な資源量が確認できた段階で、参加する企業間で共同出資する運営会社の設立を視野に入れる。発電容量は 5 万キロワット程度のプラントを複数持つ発電所になる見通し。合計 27 万キロワットの発電容量は九州電力は八丁原発所（出力 11 万キロワット）を上回り日本最大。約 7 万世帯の電気がまかなえる。

政府のエネルギー・環境会議の委員会が 2011 年 12 月にまとめた報告書の試算による電源別の発電コスト（円/キロワット時あたり；2010 年のモデル事例）

	2010 年	2030 年
地熱	9.2~11.6	9.2~11.6
原子力	8.9~	8.9~
LNG 火力	10.7	10.9

石油火力	20.8～22.4	23.8～26.7
石炭火力	9 強	
太陽光（住宅）	33.4～38.3	9.9～20.0
風力（陸上）	9.9～17.3	8.8～17.3
風力（海上）	9.4～23.1	8.6～23.1
小水力	19.1～22.0	19.1～22.0

原子力は事故費用が 1 兆円上がるごとに 0.1 円コストがあがる。石油火力は設備利用率が 80%の場合。

2012.3.22 読売「地熱発電、国立公園で垂直掘り、環境省、条件付き認可へ」

環境省は、国立・国定公園の規制地域での地熱発電の開発について、地元の温泉組合との合意などを条件に認める方針を固めた。月内に新たな通知を出す。開発を認めるのは、これまで規制してきた特別地域内での「垂直掘り」。ただし、特に厳格な保全を図る第 1 種地域では認めない。同省は、地域外から地域内の地下に向けて井戸を掘る「斜め掘り」については認める方針を示していた。しかし地熱業者は、斜め掘りは開発費用が 3 割程度高くなるとして垂直掘りの解禁を求めている。

経済産業省は特別地域内での開発に向けた要望が出されている 6 か所を公表している。うち、福島県・磐梯朝日国立公園や秋田県・栗駒国立公園など 5 か所が有望な候補地となりそうだ。ただ、認可には地元との合意、自然への影響を最小限にとどめる技術の導入など厳しい条件を付けた。地熱開発を巡ってはこれまでも近隣の温泉街が「湯に影響する」などとして反対してきたからだ。日本自然保護協会も「自然に与える影響は未知数。議論を尽くしておらず、環境行政の大きな後退」としている。

2011.10.6 日経「地熱発電、国内で事業化、買い取り制で採算、丸紅が発電所、国際帝石、JFE系も検討」

丸紅は国内で地熱発電事業に参入する。2013 年度をめどに東北や北海道に自前の発電所を建設する。国際石油開発帝石や JFE エンジニアリングも事業化を検討している。火山国の日本には豊富な地熱資源がありながら、割高な発電コストと開発規制が普及の壁になってきた。しかし、再生可能エネルギーで発電した電力を全量買い取る制度が来年から始まる。地熱開発を促す規制緩和も追い風となり、事業採算を確保できるとみた企業の取り組みが加速している。

国内での商用地熱発電所の新設は 1999 年の東京電力八丈島地熱発電所【出力 3300 キロワット】以降途絶えている。日本には原子力発電所 20 基分に当たる 2000 万キロワット超の地熱発電の潜在力があるとされているが、実際に利用されているのは約 50 万キロワットにとどまる。個々の地熱発電所の出力は小規模で、原子力発電所の代替え電源に位置付けるのは難しい。しかし、気象条件に左右される風力や太陽光に比べ安定した出力が見込め

る。太陽光の発電コストが1キロワット時あたり40円前後であるのに対し、地熱は20円前後（9～11円との試算も）と、10円前後の火力との差は小さい。参入する各社は数万キロワット規模の発電所を計画。10年以上停滞していた地熱発電の総量が一気に増えそうだ。丸紅は社内に地熱発電の担当組織を設置した。東北や北海道で各1～2か所の発電所を建設、そのための候補地選びを始めた。事業費は1か所100億円規模。エンジニアリング会社や国内外の金融機関に出資を呼び掛ける。電力は買い取り制度を利用して全量を大手電力に販売する。丸紅はコスタリカなどで地熱発電の実績があり、海外での蓄積した事業ノウハウを国内で生かす。国際石油帝石と出光興産は北海道赤井川村周辺などで地熱発電所の建設候補地の地表調査を開始した。JFEエンジニアリングなども岩手県八幡平市で地元自治体と連携して地熱発電の検討を始めた。三菱マテリアルと東北電力は秋田県内で地熱発電用の井戸の掘削に着手した。相次ぐ地熱初開発を後押しするのが、2012年7月に始まる再生可能エネルギーでの全量買い取り制度だ。事業者は地熱発電で生み出した電気を割高の価格で電力会社に売ることができるようになり、開発投資の回収期間が短くなり事業採算のめどが立ちやすくなる。日本の地熱資源（2347万キロワット）はインドネシア（2800万キロワット）、米国（2400万、3000万キロワット）に次いで世界第3位だが、その8割は国立・国定公園内にあるとされる。環境省は2010年、周辺環境への影響が少ない特殊な工法に限り国立公園内の地熱発電開発を認める方針に転換、規制緩和の動きも追い風となっている。

経済産業省も後押しする。来年度当初予算案では地質構造や地熱資源量を調査する事業に103億円を概算要求した。石油天然ガス・金属鉱物資源機構を通じて地熱発電を開発する企業に出資したりすることも検討。来年度予算の財政投融资計画で80億円を要求した。地熱は東北地方に適地が多く、開発が東日本大震災の被災地の復興につながるとの期待もある。

2009年2月28日日経「技術で越える 工場や温泉が「発電所」に 温度差を利用、二酸化炭素削減」

「戦後最大」の経済危機で日本企業が苦境に陥っている。だが難局を乗り越える突破口がないわけではない。日本はこれまでの危機も独創的な技術開発で乗り切ってきた。日本発の新技术の胎動を追った。

「1兆円市場も」

昭和電線ホールディングスは月内に、主力の三重事業所（三重県いなべ市）で、ある実験を始める。銅線の製造ラインにある加熱炉の外壁に縦横50センチの装置を取り付け、炉の熱を電気に変えようという「熱電発電」の試みだ。「実用化への重要な一歩」と、実験を指揮する子会社の昭和電線ケーブルシステム取締役、長谷川隆代は笑顔を見せる。

熱電発電は温度差があるところはどこでも「発電所」になりえる夢の技術だ。金属などの材料は加熱すると内部の電子の動きが活発になる。異なる材料をつなぐと温度差で電子

が一方に流れ、電気が発生する。工場や自動車、家屋などで無駄に捨てられた熱で発電すれば、省エネや二酸化炭素の排出削減に繋がる。コスト削減や環境対策など幅広い効果が見込め、技術が確立すれば十年以内に国内で一兆円規模の市場創出の可能性があると予測もある。銅線の加熱炉の外壁は 600℃。装置の反対側を水で冷やすと、接着面との間で約 450℃の温度差が生じ、電気が発生する。200 年近く前から知られる物理現象だが、有望な材料がなかった。昭和電線の装置は特殊なコバルト酸化物を活用。当初は酸化物を別の目的で研究していたが、「三年前に熱電発電の話を知り、技術が応用できると直感した」。設計では一枚 30 ワットの出力が期待できる。仮に、炉の壁前面に約 480 枚を張れば合計で約 14 キロワットの電気を生み出し、約 35 世帯の電気を賄える計算。約 1 ヶ月実験し、鉄鋼炉など高熱を放つ施設を持つ工場やごみ焼却炉などへの応用を目指す考えだ。

「課題は装置価格」

群馬県の草津温泉、95℃の源泉を湧き水で 60℃まで冷まして各旅館に給湯している。東芝は温泉と湧き水の 35℃の温度差で発電する出力 150 ワット装置を試作し、実験に取り組んでいる。

お湯と湧き水は終日利用でき、日照時間が限られる太陽光発電に比べ、「単純比較で発電量は 6 倍になる」（東芝電力システム社の環境・機能性材料開発担当主査の新藤）。日本は温泉列島、装置を各地の温泉に販売したいと意気込む。現状では東芝の装置の価格は太陽光発電の数倍と高いのが難点だ。実用化にはコストの改善が前提となる。材料や装置の開発で日本企業がリードしながら、巨額の開発資金を機動的に投資した海外勢に逆転された新技術は少なくない。先行メリットを生かす決断も求められる。

2009年2月18日日経「地熱利用農法を共同開発 イチゴのハウス栽培 燃油代を節約 ジオパワーと山口県」

地熱を利用した住宅用空調システム製造・販売のジオパワーシステム（山口県美祢市）と山口県は、4月、同社独自の空調技術をイチゴのビニールハウス栽培など農業分野に活用するための共同研究に乗り出す。燃油代を節約し農業の生産コスト削減につなげるほか、二酸化炭素の排出量を減らすエコ農法の実用化を目指す。

山口県農林総合技術センターとジオパワーシステムが行う地熱利用農法の共同研究は、このほど独立行政法人「科学技術振興機構」の2008年度補助事業にも採択された。4月以降、二年間にわたり実証実験を行い、農家への普及を促す。研究対象となるのはイチゴのハウス栽培、イチゴは夏から秋にかけて、涼しい風が苗に当たると果実の生育が進むと言う。このため、夏場は地表よりも冷涼な地下約5mの地熱をヒートポンプでハウス内に引き込み、イチゴの苗に直接冷気を吹き付ける生産方法の確立を目指す。こうした技術ノウハウが実用化されれば、ハウス栽培のイチゴのはしりの時期である11月から安定的な収穫が期待できるという。また、イチゴのハウス栽培では、晩秋から冬場にかけての収穫期にハウス内を20度前後の適温に保つ必要がある。1年で外気温が高いのは8月だが、地下約

5 m の地熱は意外にも 1 2 月が 1 7 度前後と最高。冬場にはこの地熱をハウス内に取り込み、燃油の使用量を極力抑える暖房システムを開発する。これまで冬場のハウスの温度管理は、空気層を二重にした被覆ビニールを用いたり、昼夜の温度変化に応じてサーモスタットで燃油代を節約したりする手法が一般的だった。自然エネルギーである地熱を利用して室温管理をすれば、従来の手法に比べて大幅にコストを削減できる可能性があるとみている。ジオパワーシステムは、個人住宅用の地熱利用空調機器が主力だが、最近は大規模商業施設や自動車部品工場の空調システムなどでも納入実績を伸ばしている。今後は農業分野への参入も目指す。

太陽熱発電

太陽熱発電とは；

太陽熱を使って生み出した高温の蒸気でタービンを回す発電方式。化石燃料を使わず発電時に二酸化炭素を排出しない。環境負荷の低い次世代エネルギーとして注目されている。太陽光発電に比べて発電効率が高く、南欧や中東、北米などでは、大規模商用発電所の建設が多数計画されている。

2011.2.25 日経「三菱商事、スペインで、最大級の太陽熱発電、15%出資、4基で20万キロワット」

三菱商事は世界最大級の太陽熱発電プロジェクトに参画する。スペインの新エネルギー大手アクシオ傘下の企業に 15%出資。太陽熱発電設備を共同運営する。太陽熱発電は現時点では太陽光に比べて発電効率が高く、日差しが強く広い土地が確保できる中東やアフリカ、インドなどで有望視されている。

国際エネルギー機関（IEA）の予測では、現在、世界で 100 万キロワット程度の太陽熱発電能力は 20 年には 150 倍に増える見通し。太陽熱発電を巡っては、三井物産、伊藤忠商事などの商社、日揮などプラント会社も他の発電所建設計画に参画。韓国、中国も参入の構え。

風力発電

2015.2.14 日系米風力大手が日本進出、ソフトバンク系開発会社買収、ノウハウ生かし攻勢

パターンエナジーがソフトバンクが筆頭株主のグリーンパワーを買収、国内には風力発電の新設計画が出力ベースで稼働済みの 2 倍近くあるとされる。開発・運営ノウハウや資金力の強みを持ちこんで案件を開拓する。高知大月町の 3 万 3 千 kw、青森つがる市の国内最大級 12 万 6 千 kw の発電所も年内に着工する。

2015.2.14 日経 風力発電新設、最大に、昨年の世界 44%増、日本は伸び悩む

2014 年に世界で新たに建設された風力発電の発電能力は約 5148 万 kw。総発電量能力の

上位 5 か国は中国、米国、ドイツ、スペイン、インドで世界の 7 割を占める。

2015.2.10 日経 国内風力、能力 2 倍、ユーラス、2800 億円投資、北海道では送電網も
ユーラスは 2020 年台前半までに国内の発電規模を原発 1 基分に。

2015.2.5 日経 国内最大級の洋上風力、日立造船など、新潟で、17 万世帯分、24 年度稼働目指す。
出力は 20 万 kw、

2015.2.4 日経 大和ハウス、水力・地熱発電に進出、東芝と組む、住宅向け割安供給
岐阜県内で水力発電所を設置。2017 年度まで計 2 万 kw に。電力事業に活用。住宅購入者に割安に供給する計画。

2012.10.12 読売 「下関沖で洋上風力発電 前田建設、6 万 k w国内最大級」
2017 年春までに出力 3000 k w の発電機 20 基を順次稼働させる予定。下関市西部沖合の 1~2 キロの海域。水深 20m 以下の海底に設置。

2012.10.2 日経 「再生エネ、真の実力、洋上風力、30 年までに原発 8 基分」
環境省は、2030 年までに洋上風力発電、地熱、バイオマス、波力など海洋エネルギーの総発電量を計 1941 万 k w と 10 年度の約 6 倍、全電源の 10% にする目標を掲げる。

2012.9.17 読売 「洋上ぶかり風車で発電、浮体式、実証実験、効率、陸上の 1.5 倍」環境省
海に浮かべた風車で発電する「浮体式洋上風力発電」の実証実験が長崎県の五島列島で始まった。浮体式は、世界的にも実用化されておらず、技術が確立できれば新たな日本の産業に育つ可能性も秘めている。出力は 100 k w、来春には 2000 k w 級の実証機を投入。2016 年度には実用化技術を確立したい。
なぜ風車を洋上に建設するのは、障害物のない海は強い風が期待でき、発電効率も陸上の 1.5 倍以上になるため。日本は排他的経済水域が世界 6 位の広さで、環境省は洋上風力発電で少なくとも 3000 万 k w の導入が可能と試算する。

2012.9.4 日経 「洋上風力発電に 1200 億円、30 万 k w、国内最大級、東芝など 6 社」
日立造船、東芝、J F E スチール、住友電気工業、東亜建設工業、東洋建設は、15 年に実証試験用発電所を建設するのを皮切りに、10 年間に 1200 億円を投じ、30 万 k w 分の開発を目指す。中規模の火力発電所 1 基分に相当。政府は 8 月末、3 万 k w を 30 年に 800 万 k w に拡大する目標を掲げた。

2012.7.5 日経「英、洋上風力に 13 兆円、発電能力原発 30 基分、風車 7000 基、雇用創出狙う、三菱重工業など参入動く」

英国が官民挙げて世界最大の洋上風力発電事業に乗り出している。13 兆円を投じて 7000 基以上の風車を沖合に設置し、3200 万 kw の電力を発電する。これを軸に 2020 年時点での英国の総電力量の約 3 割を再生可能エネルギーで賄う計画。洋上風力発電計画は、中国 3000 万 kw、米国 1000 万 kw、ドイツ 900 万 kw で現時点の計画では英国が世界トップ。

2012.7.1.日経「いいがたの洋上風力システム、日立、発電力 2.5 倍」

日立製作所は 12 日、大型の洋上風力発電システムを開発すると発表。出力は従来型に比べて 2.5 倍に高める。2014 年度に実証実験、15 年度の販売を目指す。出力はダウンウインド型で 5 千 kw。既存の 2000 kw 規模システムは約 70 基の受注実績あり。15 年度に年間 100 基の販売を目指す。

2012.2.20 日経「自然を生かし電力自給へ、風、光、水、町民の恵み、高知県梶原町（ゆすはら）」

四国山地の奥深い地にある人口約 3800 人の高知県梶原町は、雄大な自然を生かしてねるぎー自給自足を目指している。エネルギー問題への関心の高まりを受け、今、町には全国から視察が相次いでいる。

2012.2.10 読売「風力発電、保守に課題」

北海道興部（おこっぺ）町の風力発電所が修理費が捻出できず、完成から約 10 年で廃止になった。昨年末現在、国内の風力発電所は 417 か所（風車 1832 基）で、約 520 万 kw。アンケート調査によると、61%が「高額なサポート費用」など維持管理費。

2012.1.10 読売「洋上風力発電を商用化、清水建設など、超高層ビル技術を応用」

清水建設と風力発電国内最大手ユーラスエナジーホールディングス、東京大学などは、沖合に設置できる本格的な洋上風力発電システムを開発した。超高層ビル設計に使う最先端解析技術を活用し、大地震にも耐えられる構造を実現した。開発したシステムは水深約 20 メートル、沖合 10 km 近くまでの海域で建設できる。今回、富士重工業の協力で、風車と土台部分を一体的に設計。日本の厳しい自然条件にも耐えられる構造を作り上げた。1 基上りの建設費は 8 億～9 億円と陸上の約 1.5 倍まで抑えた。

2012.1.5 日経「欧州エネ大手、風力に軸足、英 B P が大型投資、独電力会社も割高「太陽」から転換」

世界の再生可能エネルギー産業で、割高な太陽電池からコストの安い風力発電に投資を

移す動きが強まっている。英BPは太陽電池から撤退し、風力発電を強化。独電力大手エーオンは風力発電に計70億ユーロ（約7千億円）を投資する計画。太陽電池は主要市場である欧州の需要が債務危機のため低迷、長期的には需要は伸びるが、当面は競争激化でメーカーの淘汰が進みそうだ。

BPの太陽電池事業は約40年の歴史を持つ。中国勢などと価格競争に備え米国やスペイン、オーストラリアの3工場を閉鎖するなどコストを削減してきたが、事業継続は困難と判断した。BPは2015年までの10年間に、再生可能エネルギー事業に総額80億ドル（約6200億円）を投資する計画。太陽電池からは撤退し、風力やバイオ燃料の研究開発、生産、販売などは継続する方針。エーオンは独政府の脱原子力政策を受け、今後5年間で風力発電に70億ユーロの大型投資に踏み切る。15年操業予定の北海の風力発電基地に10億ユーロ、英国沖野基地には8億5千万ユーロを投じる。風力発電設備の増強に対応し、独北部の送電能力も3倍に高める。

エネルギー大手が風力発電への選別投資を強める背景にはコストの差がある。日本政府が12月にまとめた電源別の発電コストは10年時点で9.9円、太陽電池は3倍の30.1円。欧州各国は割高な太陽電池の普及を促すため、補助金制度を導入。ドイツやイタリアなどで急速に市場は広がった。しかし、債務危機などのため、補助金は軒並み縮小。スイスのザラジン銀行によると、11年の世界の太陽電池市場は前年比3%増にとどまったもよう。欧州ではイタリアが約5割、ドイツが2割減るなど、需要のけん引役が大きく失速したためだ。

世界風力会議によると、10年の風力発電設備の需要は前年比マイナスとなったが、11年は前年比16%増と回復したようだ。その後も15年までは毎年1割前後の安定成長が続くとみている。

2011.12.12 日経「洋上風力発電に参入、コスモ石油、初の大規模商用施設、岩手沖などに20年代初頭」

コスモ石油は洋上風力発電事業に参入する。2020年代初頭にも東北沖など日本近海で10基以上の風車で構成する発電プラントの稼働を目指す。海に囲まれた日本には洋上風力発電の適地が多い（世界第6位の排他的経済水域を持つ）。規模は出力5万～10万キロワット程度。海底に風車の脚を固定する着床式の風力発電設備を10基以上設置、建設費は1か所100億円を超える見通し。2030年時点の国内発電容量は陸上風力の約2倍の1300万キロワットに達するとの試算もある。

2011.4.16 日経「風力発電、世界で2割増、10年末、中国は米を抜き1位、原発懸念高まり、「シフト」も加速、風力大国、中国に課題、送電能力不足、風向き予測も不十分」

風力発電の業界団体、世界風力会議（GWEC）の調べで、2010年末の世界の風力発電能力が09年末比22.5%増の1億9439万キロワットに上り、国別では中国が米国を抜き世

界最大となった。初期投資がより少ないとされる風力発電の普及が加速する可能性が出てきた。

風力発電所は小規模でも設備可能で初期投資が安いのが特徴。発電能力 1 千キロワットの装置の標準的な投資額は約 3 億円。

中国では、3 割近くの風力発電設備で生産した電力を送電できない。風力発電の半分以上は能力を十分に発揮できていない。これは、発電会社が風向きや風量を十分予測せずに設備を置き、計画通りの発電量を確保できなくなるケースが多いため。その結果、広範囲に電力を供給する送電網に接続せず、周囲の限られた地域への供給にとどまっている状況。中国は 20 年末に風力の発電容量を 10 年末の約 5 倍の 2 億キロワット規模に拡大する計画。そのためには慎重な立地選定や I T で需給を細かく管理するスマートグリッドの導入加速が必要。

風力発電の発電能力の国別順位（単位は万キロワット、2010 年末、世界風力会議）

順位	国名	発電能力	前年末比増 加率 (%)
1	中国	4228	64.0
2	米国	4018	14.6
3	ドイツ	2721	5.8
4	スペイン	2067	7.9
5	インド	1306	19.6
	日本	230	10.6

水力発電

2013.3.10 日経 海洋発電、海域を公募、政府、州内に、14 年度、実証実験、中小企業の参入後押し

波や潮の力による海洋エネルギーを使った発電の実用化を目指す。

2012.10.6 日経「小水力発電、設置を促進、用水路、許可不要に、国交省が規制緩和」

農業用水路に発電所を作る場合、登録だけで済むようにする。環境省の推計によると、中小水力発電の潜在能力は約 1400 万 k w で、原発 14 基分の出力にあたる。

2012.6.22 読売「列島再生、日本の島弧型エネルギーの資源量」

急流が多い島弧に適しているとされる水力発電。未開発分も含めた合計（包蔵水力）としては最大出力で約 4600 万 k w（経産省調べ）がある。発電量ベースで 7 割が開発済み。震災後は小口の発電が地域活用などが模索。

2012.4.26 日経「丸紅、小水力発電を強化」

丸紅は再生可能エネルギーの需要拡大を見込み、小規模の水力発電所を2020年までに国内で20カ所以上新設する。小水力発電は河川や用水路の水の流れを活用して電気を起こす仕組み。山が多く、降雨量も豊富な日本では小水力発電所の適地が十分にあるとみている。山梨県北杜市で3カ所の発電所の稼働をこのほど開始し、25日に竣工式を開催。国内で合計6カ所になった。新発電所は北杜市と丸紅全額出資子会社の三峰川電力の官民連携で手掛けた。発電能力は3カ所で合計650kw。天然の水や用水路など既存設備を利用する小水力発電は、周囲の環境にやさしい再生可能エネルギーとして注目が高まりつつある。再生可能エネルギーの代表格である対抗発電と比べ、24時間発電できる利点がある。

2012.2.15 日経「小型発電装置を開拓、東芝 水力、シンフォニア 太陽光+風・水力、節電など、潜在需要狙う」

重電各社が相次いで小型発電システムを強化、2012年春に発売。小さな河川など2600地点、中小型水力に設置余地。仮にすべて開発すれば原発10基分に匹敵。全量買い取り制度で期待が高まる。

第5回 要点整理（グループ討議とレポート提出）

第6回 蓄電池、リチウムイオン電池の将来？

蓄電池とは；

電気エネルギーを蓄え、必要な時に取り出せる電池。アルカリ乾電池などとは違い、充電すれば繰り返し使える。自動車バッテリー用の鉛電池が有名。携帯電話やノートパソコンの普及に伴い、1990年代、有害物質のカドミウムを使わないニッケル水素電池が量産化された。さらに、軽量で、放電ロスが少ないリチウムイオン電池が登場、電気自動車などに使われている。

2014.10.22 日経 米で家庭向け蓄電池、エリーパワー、発電と一体制御、17年に4万世帯分、日本でも展開、視野に

蓄電池メーカーのエリーパワーは、来夏をメドに蓄電池事業で米国に進出する。米では太陽光発電で生まれた大量の電気を効率よく使うため蓄電とを活用する仕組みが確立している。米でノウハウを培い、将来的に日本への導入を視野に入れている。

2014.8.29 日経 酸素使う電池、大容量に、リチウムイオン電池の10倍、古河電池など産官学、10年後に1000kw

正極に酸素、負極にマグネシウムを使う「空気電池」とその再利用システムを開発する。水や海水を注入すると発電を始める仕組み。

2013.4.16 日経 猪寿命蓄電池を実用化、住友電工、工場・メガソーラー用、14年度にも
リチウムイオン電池よりも5年以上長寿命となる新型の蓄電池を開発した。15年間使用しても性能が劣化せず、常温作動で事故のリスクも小さいため、補助電源としての需要が大きいと判断した。

2013.4.6 日経 リチウムイオン電池、不具合続発、エコカー技術、試練
電気自動車で異常加熱や出火など、リチウムイオン電池の不具合。ボーイング787でも同じような状況が起きている。

2013.3.26 日経 蓄電池、価格3分の1に、電力値上げで需要増、東芝やNEC、企業向け、低コスト化、実用性増す、日本勢、技術に優位性
特注品ではなく、量産することで価格を下げる。東芝は4月にも鉛蓄電池とリチウムイオン電池を組み合わせたハイブリッド型蓄電池を発売する。

2013.2.22 日経「熱暴走を防止、東ソーが新素材、リチウムイオン電池、「787」不具合、改善策に？」
東ソーは携帯電話から航空機まで幅広く使われるリチウムイオン電池が、異常高温状態になって破裂するのを防ぐ新素材を開発した。電池部材の電解液に少量混ぜるだけで効果を発揮する。国内電池メーカー十数社と性能評価を始めており、少量ならすぐに量産が可能。米ボーイングの新型航空機「787」がバッテリーの不具合で運航停止になる中、問題解決の一手法として注目されそうだ。

火災の発生を防ぐ「抑制剤」と火災が起きた際に火を消す「難燃消火剤」の2種類を用意した。両方とも液体で既存の電解液に抑制剤は5%、難燃消火剤は20%の濃度で混ぜて使う。抑制剤は何らかのトラブルで電池が摂氏80℃を超す高温になっても、電解液の異常分解を押さえこみ可燃性ガスの発生や電池内部の圧力上昇を防ぐ。難燃消火剤は燃焼が続くのを止める効果があり、仮に電池が発火した場合でも5秒以内に火が消えるという。東ソーでは航空機、電気自動車、大型蓄電装置など向けの需要を見込んでいる。現時点では、南陽事業所の工場設備で抑制剤、難燃消火剤はそれぞれ10トン生産できる。数億円を投じて生産能力を年100トン～1000トンに引き上げ、2014年から量産を始める計画。前倒しの少量出荷も検討する。

2012.11.21 日経「エリーパワーやNEC、企業向け大容量蓄電池、家庭の6倍超、非常用電源に」

蓄電池開発製造のエリーパワーと NEC は、オフィスや工場向けの大容量蓄電池を相次いで売り出す。いずれもリチウムイオン蓄電池で、家庭用と比べて容量が 6 倍以上に拡大する。東日本大震災後、停電などの非常用電源や、電力消費量を抑えて節電に役立てるニーズが拡大していることから、攻勢をかける。最も大容量の 60 キロワット時のタイプは一般家庭に換算すると、15~20 軒分の電力を 1 時間賄うことができる（価格は 2500 万円）。

2012.11.16 日経「リチウムの次はナトリウム、大容量蓄電池開発に弾み、トヨタが本腰、住化、住友電工も試作」

リチウムイオン電池の性能を上回る次世代蓄電池で、ナトリウムを使う「ナトリウムイオン電池」が有力候補として浮上してきた。低コスト化では有利とされながら大容量化が難しいとみられてきたが、トヨタ自動車が新たな基礎材料の開発に成功し、電気自動車用に実用化研究を進める。住友化学や住友電気工業もそれぞれ試作品を作り上げた。

ナトリウムを電子のやり取りに使うナトリウムイオン電池は、レアメタルのリチウムを使わずに済む。ナトリウムは海水にふんだんに存在することから原料が安く、低コスト化しやすい。福岡市で開催中の電池分野の学会では、性能面では高い可能性を秘めていることが報告された。トヨタは 15 日、新しい正極材料を開発、電池容量を大幅に高められる分析データを発表した。電気自動車に搭載した場合、1 回の充電で走行距離をハイブリッド車並みの 500 km~1000 km にできる可能性があるという。現在のリチウムイオン電池だと、技術が進展しても 300 km が限界とされている。住友化学は負極材に同社製の「ハードカーボン」と呼ぶ炭素材料を採用し、正極材にはナトリウムと鉄、マンガン、ニッケルからなる酸化物を使ったタイプを開発した。今夏、5 センチ四方でスマートフォンの電池とほぼ同じ大きさの電池を試作し、安全性などの性能を検証中。電池容量で比較すると、リチウムイオン電池の 9 割程度まで達することを確認した。京都大学との産学連携で研究開発を進めている住友電工は、電解液にナトリウムの溶融塩を使ったもので、約 20 cm 四方の電池を試作した。電気自動車にも搭載できる大きさ。室温では動かせず摂氏 57℃ 以上に温めなければならぬが、非常用電源向けなどでまず実用化を狙う。

次世代蓄電池を巡っては、電気自動車の搭載に耐えうるような安全性や、耐久性、電池容量の大きさ、低コストなど、様々なハードルがある。各社は電解質が固体でできている「全固体電池」や、充放電に空気を利用する「空気電池」も含め、研究開発にしのぎを削っている。

2012.6.20 日経「エコカー用電池、海外生産、パナソニック、まず VW に供給、スロバキアに組み立て工場、材料各社も相次ぎ進出、車載用の需要拡大にらむ」

パナソニックは今秋にもスロバキアでハイブリッド車など環境対応車向け車載用電池の生産を開始する。当初は主要取引先である VW に供給。中国でも 2014 年をメドに生産を始める検討。生産するのは、普及タイプのニッケル水素電池。リチウムイオン電池も 14 年に

は中国で生産する検討に入った。世界的な環境規制の強化を受けて、電気自動車や家庭で充電できるプラグインハイブリッド車など環境車の開発、生産が一段と海外で進む見通し。パナソニックは環境車向け車載用電池で世界大大手、現在、VW、トヨタ、ホンダ、フォードなど7社に供給。15年度には、車載用電池関連事業の売上高を10年度実績比4~5倍の1300億円に引き上げる計画。

材料各社も海外進出。正極材大手の戸田工業はミシガン州に工場建設済み。電解質液で世界最大手の宇部興産はダウ・ケミカルとミシガン州に合弁会社を設立。

2012.6.17 読売「レアメタル使わないリチウムイオン電池、有機分子で代替」

レアメタルを使わず、安価な有機分子で大量に充電できるリチウムイオン電池の開発に、本間東北大学教授らが成功した。成果は英国専門雑誌「イエンティフィック・リポート」に掲載。多量の発電に適したテトラシアノキノジメタンという有機分子に着目し、これを正極の材料に用いた。ガラスの微粒などを混ぜて作った固体の電解質を開発して、組み合わせた。その結果、市販の約2倍の蓄電量、充電・放電を繰り返しても、ほとんど劣化しない性能を得た。

2012.4.30 日経「ナトリウムイオン電池に道、新型電極材を開発、東京理科大学・GSユアサ」

東京理科大学の藪内講師と駒場准教授らは、ジーエス・ユアサコーポレーションと共同で、蓄電池向けの新しい電極材料を開発した。鉄とマンガンの酸化物で、リチウムイオンの代わりに海水中に大量にあるナトリウムイオンで電気を溜める。5年後を目標に工場や家庭用蓄電池の実用化を目指す。開発した酸化物は鉄とマンガンをほぼ同量に含む。層状構造で層と層の間にナトリウムイオンが電気として貯まる。電気の貯蔵量と出し入れの速さはリチウムイオン電池の電極材料と同等であることを確認した。レアメタルのリチウムは輸入に頼っているが、ナトリウムは海水中にたくさんある。太陽光や風力など自然エネルギーの普及とともに、天候に左右されずに電気を安定供給するのに欠かせない補助装置として蓄電池への期待が高まる。資源に困らないナトリウム電池は将来的に安定して生産できると研究チームは見ている。今回は電極材料としての性能を評価した。今後、新材料を正極、炭素材料を負極にした電池を作る。既存の蓄電池との性能を比較して課題を解決しながら、早ければ5年後の実用化を目指す。

2012.4.5 日経「車用次世代電池、研究活動を加速、トヨタ・京大などの産学官、走行距離3~5倍狙う」

トヨタ自動車、パナソニック、京大などが参加する産学官のプロジェクトチームは、未来の電気自動車に使うポストリチウムイオン電池の研究を加速する。電気自動車の走行距離を現行の3~5倍に伸ばすため、最先端の科学施設に専用の装置を導入。人員も3倍に増

やし、非鉄や石油などメーカーの参加も新たに募る。追いつける韓国や中国勢を引か離す狙い。プロジェクトは京大と経済産業省系の新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）を中心に 12 社と 12 の大学・公的研究機関が参加し、2009 年度に始まった。15 年度までに総額 210 億円を投じリチウムイオン電池の大容量化や、同電池の限界を大きく超える次世代電池を開発する。大型放射光施設「Spring-8」（兵庫県佐用町）に 4 日、電池内部の解析に使う専用拠点を開設した。使っているときや充電中にどんな現象が起きているかを解明し、高性能化に欠かせない材料や要素技術の開発につなげる。併せて、今年度予算を当初見込みから 5 億円積み増して 35 億円に拡充。参加する企業からの常駐研究者を今の約 50 人から 150 人に増やす。

蓄電池の開発は研究者の経験と勘に頼っていた。現象面をはじめ基礎から電池を突き詰めることで、大幅な高性能化を目指す。まず、電気自動車に搭載した場合、1 回の充電で 300 km 走行できる高性能リチウムイオン電池を 15 年度までに実現。次世代電池の最有力候補とされる「金属空気電池」などの研究を進め、30 年にはガソリン車に匹敵する 500 km の達成を目指す。リチウムイオン電池は「日本のお家芸」ともいえる分野だったが、近年は韓国や中国企業に追いつけられ、競争が激化している。自動車向けではまだ日本勢が優位にあり、プロジェクトを指揮する京大の小久見特任教授は「他国がまねしようにも 3~4 年はかかるような研究をする」と話している。NEDOによると、電気自動車など自動車向けの蓄電池の世界市場は現在、数百億円だが、30 年には 2 兆 7000 億円に成長するという。

2011.12.3 日経「リチウムイオン電池の世界出荷、パナソニック首位奪還、7~9 月、サムスンに僅差で」

調査会社のテクノ・システム・リサーチ（東京千代田）は 2 日まとめた 2011 年 7 月~9 月期のリチウムイオン電池の世界出荷実績によると、三洋電機を含めたパナソニックグループのシェアが 24.0%と、韓国のサムスン SDI を 0.3%と僅差で上回って首位を回復した。（ノートパソコンやスマートフォン用の電池で、EV などの車載向けは含んでいない）。

2011.10.24 日経「ポストリチウムイオン電池」開発競争、電池容量、倍増も、旭化成など基礎研究で」

企業や大学が最新の研究成果を報告する今年の電池討論会では、携帯電話や電気自動車の主役の座にいるリチウムイオン電池の性能を大幅に上回る新型電池に関する技術発表が相次いだ。いずれも基礎研究段階で実用化は 5 年~10 年先だが、今後「ポストリチウムイオン」の開発競争が加速しそう。ソニーは大阪瓦斯の子会社 KRI と共同で、アルミニウムと空気中の酸素との化学反応を利用して電気を作る「アルミニウム空気電池」の電解液を開発した。長期間使用しても腐食しにくい。摂氏 70℃まで温めないで性能を引き出せないのが、改良を重ね、室温で使えるようにする。アルミニウム空気電池は、理論上、性能の目安となる容量をリチウムイオン電池の 10 倍以上にできる。ただ、充電可能にする

には、腐食性の高い電解液を使わなければならなかった。

旭化成と豊橋技術大学は、リチウムイオンの代わりにカルシウムイオンを使う「カルシウムイオン電池」の正極材を開発、充放電が起きることを確認した。カルシウムを使えば容量は理論的には 2 倍になる。反応性が高いリチウムイオンを使うよりも安全性も高まるとみる。今後、電池の試作を目指す。

産業技術総合研究所は、マグネシウムイオン電池を試作した。正極に有機材料を使い、充放電を繰り返すと放電容量は減ったが、電池として作動した。マグネシウムもカルシウムと同様、容量がリチウムの 2 倍になると期待されている。

2011.10.17 日経「連続走行距離、ガソリン車並み、蓄電池性能大幅に向上、トヨタなど 15 年にも実用化、NEC 寿命 20 年目指す」

トヨタ自動車やマツダ、NEC などが蓄電池の使い勝手を良くし性能を大幅に高める技術を相次ぎ開発した。連続走行距離が 1000 キロメートルに迫り、ガソリン車並みかそれ以上の電気自動車に一步近づく。太陽光発電などの電気を溜めてスマートグリッドに組み込み、電力の安定供給に生かす大容量蓄電池も作りやすくなる。各社は新技術により、拡大する蓄電池市場で主導権確保を狙う。

トヨタ、東京工業大学、高エネルギー加速器研究機構は新化合物を使った次世代蓄電池を試作した。現在、EV に搭載しているリチウムイオン電池並みに、EV の加速に必要な大電流を出せるのを確認した。従来の試作品の 4~5 倍にあたる。燃えやすい液体を使わない「全固体電池」と呼ばれるタイプ。発火防止剤などが不要な分、構造を簡略化でき、コストも低減できる。シート状に加工しやすく、同じ容積にためられる電気の量は「数倍増やせる」。連続走行距離を現行の小型 EV の約 200 km から、1000 km 台にのばせるとみられる。住宅用も小型化が可能になり、使い勝手が高まる。さらに改良を加え、2015~20 年の実用化を見込む。NEDO が昨年公表した蓄電池の技術開発ロードマップでは、EV 向け次世代蓄電池で一定の容量あたりのコストは 20 年に現在の 5 分の 1~10 分の 1 になると想定。トヨタなどはこれを参考に全固体型のコスト分析を進める。

マツダと広島大学が容量が現行の約 1.8 倍に高められる電極材料を開発した。直径数百ナノの球状炭素分子を使う。同じ電気をためる重さは半分程度で済み、EV の連続走行距離は 2 倍以上になると見込む。5 年程度で実用化を目指す。

NEC は電極に従来のコバルトに比べ価格が 20 分の 1 程度のマンガンを使うリチウムイオン電池を開発した。電解液の成分も調整、充放電を 2 万回繰り返せる性能を実現した。料金の安い深夜電力をためて日中に使う利用法を繰り返した場合、13 年間ほぼ問題なく使える計算になる。寿命をさらに 20 年に延ばし、5 年後の実用化を目指す。

産業界では蓄電池は EV にとどまらず、スマートグリッドやスマートハウスへの利用など用途が拡大。日本 IBM などでは仙台市とエコタウン計画を進め、富士通は福島県にスマートシティ計画を提案。いずれも再生可能エネルギーの電力を蓄え安定的に供給するため、

大容量の大型蓄電池の整備が不可欠という。ソニーや東芝などは携帯電話の蓄電池に使われているリチウムイオン電池の大型化に取り組んでいる。今夏、相次いで家庭用の蓄電池を販売したが発熱しやすいなど、送電網に組み込む太陽量の電池はなお開発途上だ。

2011.10.6 日経「リチウムイオン電池世界首位のサムスン、日本参入、住宅用、節電需要にらむ」

韓国のサムスンは2012年4月をめどに、住宅用リチウムイオン電池で日本市場に参入する。11年4月～6月期の電池機器用リチウムイオン電池の世界シェアはサムスンが25%と、パナソニックの23%を抜いて首位に。

2011.7.13 読売「蓄電池、電力部族で脚光、市場、16年に3倍へ、韓国がライバル」

東日本大震災後の電力不足で、蓄電池が脚光を浴びている。オフィスや家庭の電力をため、必要な時に使いたいという利用者が増えたためだ。電機各社も力を入れるが、電気自動車やデジタルカメラ向けなどで急成長するリチウムイオン電池では、韓国勢との競争が激しい。富士経済によると、世界の蓄電池の市場規模は10年の約6400億円から16年に約3.2倍の2.1兆円に拡大する見込み。

2010.10.18 日経「日立、先端電池で提携、バッテリー世界最大手と車・送電網向け」

日立製作所は、自動車バッテリー世界最大手の米ジョンソン・コントロールズ（JCI）と、リチウムイオン電池など先端電池事業で提携する。車載用リチウムイオン電池の新工場を共同建設。研究開発や顧客開拓を一体で進める。先端電池は次世代送電網（スマートグリッド）など社会インフラ向けも巨大な需要が見込める。日立は販売力のあるJCIとの連携により規模のメリットを追求、先端電池分野での主導権を目指す。

2010年10月15日日経「トヨタ、三洋から調達、塗り替わる産業地図、パナソニック、M&Aで攻勢」

電池が自動車の競争力を決める時代が来た。世界規模で進むハイブリッド車（HV）、電気自動車（EV）への需要シフトがクルマづくりや産業構造を根本から変える。エコカー電池の開発・生産に必要な技術や人材、原材料をどうかき集めるか。自動車、電機そして素材。日本経済の基幹産業が命運をかけて、負けられない戦いに挑む。

トヨタ自動車が2011年初めに投入するミニバンタイプのHV。「プリウス」ブランドを冠する戦略車に三洋電機のリチウムイオン電池を搭載する。1997年発売の初代プリウス以降、トヨタはニッケル水素電池を動力源としてきた。蓄電容量や出力が大きく小型軽量化が可能なリチウムイオン電池の採用で、燃費効率を高めたり室内を広くしたりできる。パナソニックとエコカー電池を共同開発・生産してきたトヨタ。来春には三洋がパナソニックの完全子会社になるとはいえ、電池の外部調達は大きな決断だ。ただトヨタは時間をかけ、

三洋の実力を見極めていた。一度工場を見せていただけますか？三洋の経営が迷走を続けていた2005年ごろ。トヨタはこう申し入れた。エコカーの高度化を急ぐトヨタ。パナソニックに加え、「三洋の電池技術が欲しかった」と当時を知るトヨタ幹部は打ち明ける。詳細な技術分析の結果は「三洋に買収価値有り」だったという。家電向けなどを含めリチウムイオン電池で世界首位を走る三洋。強みはどこにあるのか。主力HVに三洋のニッケル水素電池を採用するホンダの幹部は「品質を高く一定に保つ生産技術力で先行する」と指摘する。高性能電池を1つだけ作るのはどのメーカーにも可能。同じ品質での大量生産には次元の異なる難しさがある。三洋は業績不振の中でも、自動車メーカーの厳しい要求を懸命にクリアし信頼関係を築いた。スズキ、米フォード・モーター、独フォルクスワーゲン。今では世界の大手を顧客に抱える。三洋の経営混乱もあり、トヨタによる買収は曲折を経て幻に終わる。だが、買収先としての三洋の勝ち目は縮まなかった。「環境エネルギー分野で成長を目指す」と意気込むパナソニックの大坪社長。昨年末の株式取得を含めると、三洋の完全子会社化に要する費用は8000億円を超える。18年度には環境エネルギー分野の売上高を現在の約6倍、3兆円に引き上げる目標を掲げる。パナソニックと三洋は開発や原材料の調達などで連携を深め、主戦場となるエコカー電池でも世界最大勢力を目指す。三洋の技術に触手を伸ばしたトヨタとパナソニック。エコカー電池は産業地図を塗り替える起爆剤となる。自動車、電機の垣根を越え、人材の争奪戦も始まった。「年内に電池技術者を20人集めて欲しい」。8月、ヘッドハンティング大手、スタントンチェイスインターナショナルの武内美奈子副社長は自動車大手の人事部から切迫したメールを受け取った。三菱自動車は5年間で電気・電子系技術者200から300人を中途採用する。トヨタや日産自動車も電気系人材を増やす方向。武内社長は全国を駆け巡り、優れた電池技術者約120人のリスト作成。それを目掛けて依頼が次々と舞い込む。「どの自動車メーカーも技術者の囲い込みに必死だ」。技術者の流動化が一気に進む。電池技術が車の性能を左右する」。トヨタで技術開発を担当する内山田副社長は言い切る。エコカー、そこに積む電池の両方で日本勢は世界の先頭を走る。だが優位は磐石ではない。米国や韓国、中国はエコカー電池産業の育成に全力を挙げる。日本には半導体、液晶、太陽電池など世界トップに立ちながら競争優位を保てずに後退した産業は多い。「日本も官民一体の総力戦で電池を育てる必要がある」。三洋で電池部門を率いる本間副社長は危機感を募らせる。技術や人材、市場の争奪戦は国境を越え、企業の優勝劣敗を鮮明にする。日本勢はリードを維持できるのか。本当の戦いはこれからだ。

2010年8月10日日経「充電速く大容量・長寿命 電気自動車用の電池 三菱化学、GSユアサ 性能高め世界一保つ」

三菱化学やジーエス・ユアサコーポレーションなど電池・材料各社が電気自動車用の電池の性能を大幅に高める技術を相次ぎ開発した。リチウムイオン電池に関する材料技術で、「短時間充電」「大容量」「長寿命」の次世代電池の実現につなげ2～3年以内の車両搭載

を目指す。EV用電池は日本勢が主導権を握っており、低コストな高性能電池を早期に開発し海外企業の猛追に対抗する。リチウムイオン電池はEVの中核装置。日本勢は電極材や絶縁材など同電池の材料では世界市場(8000億円)で8割のシェアを握っている。ただ、技術的課題が多いほか、韓国や中国の電池メーカーの追い上げが激しい。日本各社は一段の性能向上とコスト低減に注力。電極材や絶縁材などの構造や素材を改良し、既存の電池を上回る性能を実験などで確認した。現在、約15時間かかる充電を1晩(約10時間)に短縮することや、数年程度の寿命を10年以上に延ばすことにメドをつけた。

三菱化学はこれまで難しかった電池の短時間充電を可能にする新技術を開発した。絶縁材の穴を工夫したほか、負極材に安価な天然の黒鉛を使うなどの改良を加え、1.5倍の速さで充電できるようになった。家庭用の100ボルトの電源でも1晩(約10時間)で充電でき、30分の充電なら、100キロメートル近く走れるようになる。

戸田工業は米アルゴンヌ国立研究所と、電池の容量を従来と比べ1.5倍に増やす技術を開発した。3元系という材料を正極材に使った。同じ車を同一条件で走らせた場合、1回の充電でこれまでの1.5倍の距離を走れるようになる。

日本ゼオンは負極材の原料に使うゴム素材で電池の性能低下を抑えるタイプを開発した。零下10度でも充電容量を従来より3割高められ、寒冷地でのEV普及に対応する。

ジーエス・ユアサは「リン酸リチウム」と呼ぶ新材料を正極材に使って高性能電池を作ることになった。正極材はこれまでレアメタルを使っていたが、それらよりも価格が安く、充放電を繰り返しても性能が落ちず寿命が長い。

従来のマンガン系材料を使った電池は1000回充放電すると容量が68%に減るが、試作した電池は90%を保った。寿命を10年以上に延ばせる見通し。零下30℃の環境でも正常に動くことを確かめた。

EVは昨年7月、三菱自動車の世界で初めて量産車を発売したのに続き、日産自動車が年内に投入する。トヨタ自動車とホンダも2012年に発売する。だが、ガソリン車並に長距離を走るには電池の容量がまだ小さいほか、頻繁に充電しなければならず、改善の余地が大きい。

また、昭和電工は発火を抑える電解液、東ソーはコスト7分の一の正極材料、チッソは出力・充電速度上げる絶縁材を開発している。

2010年6月1日日経「東大、新日石と、京大はトヨタなど、環境技術で大型拠点、新型電池を開発」

東大、京大が相次ぎ次世代環境技術の産学研究拠点の整備に乗り出した。東大は新日本石油と新型太陽電池などを共同開発する。京大もトヨタ自動車やホンダなどと高性能蓄電池の開発を進める。大学の基礎研究成果と企業のノウハウを結集し、設備の共有などで研究開発の効率を高める。5~10年先を見据えて競争力向上につなげる狙いだ。東大は駒場キャンパス内に7階建て、総面積約7千平方メートルの新棟を2011年3月に完成させる。総

工費は約 20 億円。先端科学技術研究センターの中野教授らが新日石などと、有機材料など新材料を使う太陽電池を共同開発する。新棟建設費の一部は新日石の寄附金で賄った。光を電気エネルギーに変える変換効率を、既存の太陽電池を大きく上回る 40%超にできる新電池開発を目指す。現在はシリコンの結晶や薄膜を使う太陽電池が多いが、従来にない新構造の電池で実現する。電池の構造と効率との関係などを原子・分子レベルで基礎から調べ、変換効率を高める。京大は宇治キャンパス内に約 15 億円で 4 階建て約 3800 平方メートルの新棟を 2011 年 2 月に完成させる。産官学連携センターの小久見得人教授、安部教授らがトヨタ自動車、ホンダ、パナソニックなど 12 社と電気自動車などに搭載する高性能蓄電池を開発する。電池内部で起きる現象を把握するための新たな分析機器を開発。電池の動作メカニズムなどの基礎的な研究を基にリチウム電池の蓄電容量を高める。環境関連技術は欧米のほか中国や韓国なども積極投資により研究開発を強化している。太陽電池市場などで日本シェアを失いつつある。産学が研究室単位で協力する例はあったが、新拠点に人材や必要な機材を集めてより効果的であればよい研究開発を可能にする。

2010 年 5 月 15 日日経「リチウム原子 見つけた 東工大など観察成功 電池の性能アップに期待」

東京工業大学、日本電子、理化学研究所の研究グループはリチウムイオン電池の性能を決めるリチウムイオン原子一つ一つを観察することに成功した。特殊な顕微鏡技術を駆使した。リチウムイオン電池は家電から自動車まで用途が拡大、性能向上へのニーズが高い。原子レベルでの動きを観察できるようになれば、最適な電極材料を効率よく探索する基盤技術として使えそうだ。東工大の高柳教授と大島助教らは、透過型電子顕微鏡を使ってリチウムとバナジウム、酸素からなる電極材料を観察した。試料に電子を当てる角度などを工夫、0.8 ナノメートルの間隔で 2 個のバナジウム原子が並び、その内側に 2 個の酸素原子、さらにその内側に大きさ 0.25 ナノメートルのリチウム原子 2 個が並んでいる様子が確認できた。改良すれば数秒後との変化も捉えられる見通しという。リチウムは金属原子の中で最も小さく、最新の電子顕微鏡でも観察できなかった。新方法なら充放電の際にリチウムが電極材料にどのように出入りし、蓄積されるかと言った電池の性能に直結する現象を把握でき、優れた材料開発に役立つ。電極材料の作製は経験に頼る部分が多く、実際に電池に組み込んで性能を評価しなければならず、開発に時間がかかった。

2010 年 5 月 3 日日経「電池分野 2000 億円投資 車向けリチウムイオン電池 12 年度までに量産 三洋三カ年計画、環境エネルギーに重点」

三洋電機が 2012 年度までの 3 年間に充電池と太陽電池分野で 2000 億円前後の設備投資を計画していることがわかった。経営資源を成長分野の環境エネルギーに集中する。親会社のパナソニックとの重複事業を段階的に解消し、事業効率を改善。12 年度の連結営業利益（米国会計基準）を 09 年度推定の約 2.8 倍の 900 億円まで引き上げる計画だ。

11日に発表する10～12年度の中期計画に盛り込む。3年間の設備投資は総額で2900億円程度とする予定で、約7割を充電電池と太陽電池の生産能力拡大などに充てる。10年度までの3カ年計画では両分野に約1900億円の投資を見込んでいた。環境対応車用の充電電池では現在主力のハイブリッド車向けに加えて、プラグインハイブリッド車や電気自動車向けのリチウムイオン電池も12年度までに量産を始める方針だ。

大阪府貝塚市や島根県雲南市で製造している太陽電池も生産能力を拡大し、住宅向けを中心に販売を増やす。主力の「HIT太陽電池」では光を電力に変える効率を現在尾20%から10年度中に21%に改善する。充電電池や太陽電池を組み合わせてクリーンエネルギーの効率的な活用策を提供するソリューション事業も拡大する。米国など海外展開も検討中で、15年度に1000億円規模の事業に育てる。環境エネルギー分野を育成することで、12年度に連結売上高を2兆円、営業利益を900億円まで引き上げる計画だ。09年度は売上高が前の年度に比べて10%減の1兆6000億円前後、営業利益は3.9倍の320億円前後になったもよう。このうち充電電池の売上高が約3000億円、太陽電池は約1000億円だったとみられる。

2010年4月17日日経「プリウスに高性能電池 蓄電能力2倍トヨタ、普及へ先手 パナソニックと量産」

トヨタは2011年初め、動力源に次世代の高性能電池であるリチウムイオン電池を採用したハイブリッド車を発売する。現行のハイブリッド車に比べ、車体を軽くして燃費性能を向上させたり、室内をひろくしたりしやすくなる。トヨタは車両価格を現行型の電池を搭載したモデルと同等に抑える。普及価格のハイブリッド車へのリチウムイオン電池搭載で先行し、世界市場で他者を突き放す戦略だ。

リチウムイオン電池は現行のハイブリッド車に搭載しているニッケル水素電池に比べて、一般的に加速性能に直結する出力が1.5倍程度、一度にたくさんの電気を蓄える蓄電能力は2倍程度高い。ただニッケル水素電池に比べるとコストが高く、一台あたり数十万円単位の原価押し上げ要因になるとされる。トヨタは思い切った低価格戦略を採用し、他社に先駆けて量産効果を引き出す。トヨタは新開発する「プリウス」ブランドのミニバンにリチウムイオン電池を搭載する。プリウスのミニバンは3列シートで5人～7人乗りを想定。電池が小型・軽量になる利点を生かして車内スペースを広げ、座席や荷物室を柔軟に配置するなど使い勝手を高める。

新型ハイブリッド車ではニッケル水素電池搭載モデルも併売し、価格を同水準に設定する。トヨタは1997年の初代プリウス発売以来、一貫してニッケル水素電池を搭載してきた。今後は両タイプの電池搭載車をそろえて、消費者の幅広い需要を取り込む。15年前後に投入を計画する次期プリウス以降のハイブリッド車でも、リチウムイオン電池搭載モデルを併売する方針だ。ハイブリッド車用のリチウムイオン電池はまずトヨタ本体の貞宝工場で製造する。さらにパナソニックと共同出資する電池会社、パナソニックEVエナジーでも、

ニッケル水素電池に加えてリチウムイオン電池の生産を始める計画だ。

2010年1月13日日経「環境車向け蓄電装置、旭化成が参入、次世代型、充電時間短く」

旭化成は次世代環境車の補助動力源となる蓄電装置（キャパシタ）事業に参入する。電位自動車やハイブリッド車に搭載するリチウムイオン電池の働きを効率化することができる。次世代型の環境車の普及が見込まれる2015年をめどに納入を目指す。関連事業にすそ野を広げ、キャパシタ分野で年200億～300億円の売上高を目指す。リチウムイオンキャパシタと呼ばれる次世代の蓄電装置を量産する。充放電の瞬発力が高いのが特徴で、ハイブリッド車や電気自動車に搭載する電池と併用すると、発射時の駆動力を高めたり、充電時間を短縮する効果がある。

2010年1月13日日経「ハイブリッド車用、日立、電池容量2倍に、家庭充電型、2013年から量産」

日立製作所は12日、家庭用電源で充電できるプラグインハイブリッド車（PHV）用に大容量のリチウムイオン電池を開発したと発表した。既存のハイブリッド車向け電池をベースに材料組成などを見直し、蓄電容量を約2倍に高めた。国内外の自動車メーカーに今春からサンプル出荷を始め、2013年の量産開始を目指す。子会社で車載電池を手掛ける日立ピークルエナジーと共同開発し、同子会社が量産する。日立はハイブリッド車向けリチウムイオン電池を主力としてきたが、2020年にはPHVの世界市場が140万台になるとみて、自動車メーカーから新開発品の受注を狙う。PHVは電気のみで走行する距離が長いため、新開発の電池は蓄電容量増加を重視した。電極材料の組成や形状を見直して出力を従来品と同等に維持しながら、1キログラム当たりの容量（エネルギー密度）を120ワット時と従来の約2倍にした。搭載すれば約20キロメートルの電気走行が可能になる。

2009年12月20日読売「パナソニック、家庭用蓄電池を商品化」

大坪社長は「（住宅で使う電気をためておける）家庭用蓄電池で最初に市場に打って出る」と述べ、2011年度ごろに1週間程度の電気をためておくことができるリチウムイオンの蓄電池の実用化を目指す考えを示した。「家庭用蓄電池できちんとした試作品を出しているのは当社と三洋だ。二酸化炭素ゼロの暮らしを実現するのに最も近い位置にいる」と述べた。三洋の子会社化を機に蓄電池の開発を加速させ、家庭で使っている電気の使用状況がテレビ画面で確認できるシステムなどと一緒に売り込みたい考え。住宅用の太陽電池や燃料電池は、発電できるが電気をためておくことができないため、蓄電池の開発が急務になっている。パナソニックはTOBで三洋株の50%強を取得した。売上高の合算（2010年3月期見込み）は8兆6600億円で、国内首位の日立製作所と肩を並べる。

三洋電機との相乗効果については「家庭用蓄電池できちんとした試作品を出している当社と三洋が互いに技術や事業戦略を開示することができる。家庭用蓄電池では、最初に

市場に打って出る。太陽光や燃料電池という発電の機器も持っているので、大きな商機が生まれる。自動車用電池でもハイブリッド車や電気自動車のすべてに対応できる」、白物家電など重複分野の再編や成長戦略は、「1月8日に考え方を発表し、5月の決算発表時に重複事業の取扱いなどを示す」、「パナソニック」「三洋」両ブランドの扱いは、「しかるべきタイミングで統一すべきだ。ただ、それまでに判断すべき要素はたくさんある。新しい中期計画は三洋ブランドを残して立案する」、円高、デフレで経営環境は厳しい。「中国やインドなど、デフレの陥っていない新興国の中間所得層が求める商品を出していく。我々の販路に三洋の商品も乗せたい」

2009年11月23日日経「次世代蓄電池、充放電を実現、容量リチウムイオンの5倍、大阪府立大学、基盤技術を開発」

大阪府立大学の辰巳教授らは**リチウムイオン電池の5倍の蓄電性能を引き出せる「リチウム—硫黄電池」**の基盤「電でガソリン車並みに長距離走行するのに欠かせない次世代蓄電池の有力候補になるとみている。

リチウム—硫黄電池は正極に硫黄化合物、負極にリチウム合金、電極の間でイオンや電子をやり取りする電解質にリチウムや硫黄、リンなどの固体物質を使う。正極に硫黄を使うと蓄電性能が飛躍的に向上することは知られていたが、電解質に硫黄が溶けだし、繰り返し充放電する蓄電池（2次電池）は作れなかった。辰巳教授らは、電解質材料と硫黄、炭素を細かく粉碎し固めて正極を作製。リチウム・インジウム合金の負極と組み合わせて、リチウム—硫黄電池を試作した。取り出せた電気エネルギーは硫黄1グラム当たり1000ミリアンペア時以上でリチウムイオン電池の理論限界を大きく超えた。充放電を200回繰り返しても、性能劣化はほとんどみられなかった。地球温暖化対策の切り札として期待の大きい電気自動車を本格的に普及させるには、基幹部品となる蓄電池の容量や出力を大幅に高めなければならない。1回の充電で500キロメートル前後走行できる電気自動車を実現するため、経済産業省は蓄電池の性能を2030年ごろまでに現状の7倍に引き上げることを目標に掲げている。リチウムイオン電池では理論的に達成は困難で、次世代蓄電池の研究開発が盛んだが、2次電池は作製できていない。硫黄は安価で電池の低コスト化に役立つ可能性もある。今後、リチウム—硫黄電池が発電する際のメカニズムを調べて、適切な作成条件を探る。

次世代電池は、リチウムイオン電池の性能を大幅に上回る蓄電池。リチウム—硫黄電池のほかに**空気中の酸素を反応させて電気を生む「金属—空気電池」**（正極に空気中の酸素を利用する触媒材料、負極に亜鉛やアルミニウム、リチウムなどの金属を採用。正極の容積が小さくなり、小型・軽量化できる。）や、**複数個の電子をやり取りする「多価イオン（カチオン）電池」**（正極に酸化物材料、負極にマグネシウム、アルミニウムなどの金属を採用する。1つのイオンで複数個の電子が移動するため、同じ大きさの電池で複数倍のエネルギー移動が可能。）などが有力候補として挙げられている。蓄電池の容量や出力の性能は電極

や電解質にどんな材料を採用するかによって理論限界が決まる。高性能を引き出すための材料の組み合わせがわかっても、充放電を繰り返す仕組みや構造をなかなか作り出せず、技術的な壁となっている。

2009年10月26日日経「太陽電池・リチウムイオン電池 韓国勢、集中投資で攻勢、サムスン、LG、半導体の成功 踏襲（とうしゅう）」

韓国のサムスングループやLGグループが次世代の成長分野として期待される太陽光発電パネルとリチウムイオン電池で攻勢を強めている。太陽電池はサムスンが試験ラインを稼働、LGが量産投資を開始したほか、リチウムイオン電池でも双方が大型投資に乗り出した。韓国勢は半導体や液晶パネル分野では、市場拡大期をにらんだ集中投資で基礎技術開発の遅れを取り戻し、日本勢を抜き去ってきた。太陽電池・リチウムイオン電池でも同様の戦略が鮮明になっている。

「新しい神話の開始」。先月14日、サムスン電子は器興事業場で太陽電池の試験生産ラインの稼働式を開いた。掲げた垂れ幕には新分野に挑む技術者を鼓舞する一文が書き込まれた。サムスンが自賛する「神話」は過去にもあった。1990年代後半以降、半導体メモリーのDRAMやAND型フラッシュメモリーでNECや東芝を引き離し世界首位を奪取。テレビ用液晶パネルも2006年以来、世界トップを維持する。しずれも参入は後発だが、サムスンを世界企業に育てたイ・ゴンヒ前会長の迅速な経営判断で不況時に果敢な投資を重ね、市場回復期にシェアを奪ってきた。太陽電池でもこの戦略を踏襲。試験ラインで安定生産が可能と判断すれば早期に大型投資に踏み切るようだ。光エネルギー事業チーム常務は「15年に太陽電池市場で先頭に立つ」と意気込む。実現すれば独Qセルズやシャープなど先発組を参入から5年前後で抜き去ることになる。実際、83年に本格参入したDRAMでは92年に世界首位を獲得した。ライバルのLG電子はすでに韓国南東部の亀尾市の工場に焼く2200億ウォン（約170億円）を投じ、太陽電池の生産ラインを整備中。10年1～3月期に量産を開始し11年1月～3月期をメドに年産24万キロワット体制を整える。

三洋電機やソニーなど日本勢が先行するリチウムイオン電池では、韓国勢が参入から9年で既に上位に躍り出た。08年の出荷数量でサムスンSDIが三洋電機に次ぐ世界2位で、LG化学が同6位。両社は電気自動車向けの需要急増を見込んで投資を拡大する。

日本勢追撃を急ぎ欧米企業とも手を組んだ。サムスンSDIは昨年秋に独ボッシュと電気自動車用リチウムイオン電池を手がける折半出資会社を設立。韓国南東部の慰山に新工場を設けるなど、15年までに5000億ウォンを投じる計画。

LG化学も韓国中部の忠清北道の工場に1兆ウォンを投じて自動車用リチウムイオン電池の生産ラインを整備中。10年11月からGMに供給するほか、米ミシガン州でも新工場を設置する。自動車向けの売上高で15年に2兆ウォンを目指す。韓国勢が電池事業に注力するのは既存のデバイス技術が転用しやすく長期的な市場拡大が確実なため。ただ材料や製造装置の多くを日本など海外に頼り、調達コストがかかりやすい構造にある。すでに電気

自動車を発売している日本メーカーに対し、韓国の現代自動車が環境対応車で出遅れ気味なのもマイナス材料。太陽電池では欧州で公的助成を縮小する動きが相次いだ結果、需要が急減し、独Qセルズの営業損益は09年4月～6月期に赤字に転落した。攻勢を強める韓国勢も、需給動向を踏まえた迅速な営業判断が求められている。

2009年10月12日日経「蓄電装置 出力100倍、関大と日立造船、ナノチューブ利用」

関西大学の石川教授と日立造船は、**従来に比べて出力を100倍以上に高められる蓄電装置（キャパシタ）を開発**した。ナノテクノロジー（超微細技術）を応用して作るカーボンナノチューブ（筒状炭素分子）を電極に整然と並べ、大電流を流せるようにした。電気自動車などの駆動用の補助電源向けに、5年以内の実用化を目指す。キャパシタは電池と異なり、化学反応を使わない。充電時間が短く、充放電を繰り返しても性能が低下しない。ためた電気を大出力で取り出せれば、瞬間的に大きな力を必要とする電気自動車やエレベーターなど広範囲な用途が見込める。カーボンナノチューブは電流を通しやすい。4～5層構造になった直径約20ナノメートルほどのカーボンナノチューブを電極に敷き詰め、表面積をふやすことで大出力が可能になった。瞬時に出せる電力を示す出力密度は1キログラムあたり約100キロワットと、活性炭を使う場合の100倍超。厚さも10分の1以下なので小型化や多層化に適し、携帯機器などにも応用できる。ただ、カーボンナノチューブは活性炭に比べ、価格が10～100倍するため、日立造船は量産技術の開発を進め10倍以内に抑えたい考え。

2009年7月15日日経「パナソニック、車用の新型蓄電池を量産、アイドリング停止機能対応、15年度100万台めざす」

パナソニックは停車中にエンジンを止める「アイドリングストップ機能」の搭載車向けに新型バッテリーを量産する。従来製品に比べ電池容量を2割増やし、エンジンの停止と再始動を繰り返しても寿命を長く保てる。同機能の搭載で燃費は約10%改善するため、ガソリン車向けの需要増が見込めると判断、国内で燃費規制が強化される2015年度に年産100万台分の生産を目指す。

2009年7月4日読売「リチウム電池でスクラム、車・電機・電池 需要が急拡大」

環境対応車（エコカー）の心臓部となるリチウムイオン電池の開発・生産で、自動車、電機、電池各メーカーの連携が加速している。販売が好調なハイブリッド車（HV）に加え、今月から量販が始まる電気自動車（EV）向けの需要が急拡大しているためだ。業績悪化に苦しむ自動車、電機両業界は反転攻勢の「切り札」にしたい考えだ。電池製造大手GSユアサと三菱商事、三菱自動車の3社はリチウムイオン電池の新工場を建設して、2011年に生産能力を現在の7倍強に高める。三菱自動車が今月下旬から発売するEV「アイミーブ」の増産に対応することが最大の狙い。日立製作所はGMなどに供給するHV用電池の生産を

増強、2015年度に電池事業の売上高を1000億円まで引き上げる。VWとEV開発で連携した東芝は2010年秋にリチウムイオン電池の新工場を稼働させ、生産を月産15万個から1000万個以上に拡大する計画。日産はNECとの合弁会社でEV用電池を、トヨタはパナソニックとの合弁会社で家庭用電源で充電できるプラグインハイブリッド車（PHV）向けの電池を作る方針。各社の鼻息が荒いのは、車載用電池が自動車関連で数少ない成長分野だから。調査会社の富士経済によると、HVの世界販売台数予想は2009年の約79万台から2015年には450万台へと増加。2009年には4000台にとどまるEVも2015年には21万台へ50倍に急増する。基幹部品であるリチウムイオン電池など車向け電池市場も2015年に約5000億円と2008年の約900億円から5倍以上に膨らむ見通しだ。

海外では電池を舞台に既存の枠組みを超えた提携の動きが活発化している。昨年、世界初のPHVの販売を始めた中国の電池大手BYDはVWと電池開発で合意。独ダイムラーも新興EVメーカーの米テスラ・モーターズへの出資を決めるなど世界大手と新興企業の連携が進む。

2009年6月13日日経「ハイブリッド車用電池、トヨタ、生産能力1割上げ、2010年、最大110万台分、車種拡充に備え」

ニッケル水素電池はトヨタが60%、パナソニックが40%を出資するパナソニックEVエナジーで生産、現在は約70万台、本社のある大森工場に10万台分のラインを新設、宮城県に20万台分の新工場を建設、2010年に100万台にする計画だった。

2009年6月4日日経「プラグインハイブリッド・電気自動車用 充電器、45万円で」

豊田自動織機は3日、家庭で充電できるプラグインハイブリッド車（PHV）や電気自動車向けの充電スタンドを7月に発売すると発表した。商業施設などに置くことを想定した小型で、45万円と比較的安価、同日、トヨタ自動車は政府の計画に参加してPHVのリース販売を年内に始めると発表するなど今後PHVや電気自動車の投入が相次ぐ予定で、インフラ整備の需要が増えることに対応する。

2009年5月22日日経「グリーンインダストリー、ハイブリッド車舞台裏、電池戦略、積極投資、商機逃さず、トヨタ「現世代」需要増に先手、ホンダ「次世代」を専業と開発」

宮城県知事村井は「県内の新工場計画はどうなるのか」2008年秋以降、トヨタ自動車は国内外のほぼすべての新規投資を凍結した。宮城での電池と車両工場の計画を心配した村井は5月15日、トヨタ本社を訪問。「ハイブリッド関連は順調です」。予想外に強気なトヨタ側の対応に村井は胸をなでおろした。実は、トヨタ首脳は村井とは逆の心配をしていた。パナソニックと共同出資する電池生産会社のパナソニックEVエナジー社は、300億円を投じて2010年にも宮城県大和町に新工場を建設する計画。しかし、「それでは間に合うのか？」新型「プリウス」の発売前の受注は8万台超。想定をはるかに上回る人気だ。宮城の新工

場が稼働すれば、パナソニック EV のニッケル水素電池の年産能力は現在の 60 万台から 100 万台に高まる。だが、ブームに火が付いたら、それでも足りないかもしれない。苦い経験がある。2005 年、ガソリン高の米国で 2 代目プリウスが突然売れ始め、納車半年待ちとう異常事態が起きた。原因は電池。3 交代制や休日出勤で生産を増やせる車両の組み立てと違い、設備能力＝生産能力である電池の生産は急には増やせない。しかし、ニッケル水素電池の生産量をやみくもには増やせない。体積と重量当たりの蓄電容量・出力がニッケル水素の 2 倍以上というリチウムイオン電池を量産するタイミングが近付いているからだ。トヨタは年末に発売予定の「プラグインハイブリッド車」にこの電池を搭載する。新型プリウスでもリチウムイオン電池の採用案があった。だが、「現在は信頼性とコストが上」。ニッケル水素の需給バランスとリチウムイオンにシフトするタイミングをにらみつつトヨタは電池の投資戦略を練る。

「モーターを二つ使った大型のハイブリッドシステムを作ってみてくれ」。ホンダ社長の福井は最近、研究所の開発チームに指示を出した。「インサイト」とは全く異なる大型車向けハイブリッドシステムの開発が始まった。昨秋、ホンダは低公害型ディーゼル車の投入計画の延期を決めた。新型ディーゼル車と普通車の価格差が約 50 万円に膨らんだからだ。中大型の環境対応車もハイブリッドで行く。そのためにはリチウムイオンの採用が絶対条件となる。インサイトのニッケル水素電池は三洋電機が作るが、リチウムイオンではジーエス・ユアサコーポレーションと組む。「電池は“電池屋”に任せたい」。電池の専門メーカーと共同開発に踏み込んで信頼性を確保する。両社が共同出資する新会社ブルーエナジーは 250 億円を投じて来年秋までに新工場を造る。ハイブリッド車に続く電気自動車や燃料電池車でも、車の性能を左右するのは電池。そこには山のような技術課題と計り知れない商機がある。

2009 年 4 月 26 日日経「出力 1.7 倍、日立が開発、ハイブリッド車に搭載」

日立製作所は出力が現行製品の 7 割増と世界最高性能のリチウムイオン電池を開発した。発進時に高出力を求められるハイブリッド車向けで、1 段の小型・軽量化が可能になる。量産技術の開発などを進め、2010 年代半ばに商業生産開始を目指す。開発したリチウムイオン電池は、出力密度が 4500 ワット。日立が現在販売している電池に比べ 1.7 倍、来年量産予定の最新型電池と比べても 1.5 倍の出力となる。日立のリチウムイオン電池は正極に安価で資源制約の少ないマンガン系素材を使用。材料の配合などの工夫で出力向上にめどをつけた。寿命も現行の 1.2 倍と、車自体とほぼ同じ 10 年程度は使用可能という。日立研究所での研究開発から、今後は製造子会社の日立ビークエナジーでの試作段階に移行。製品化の準備を進め、世界の自動車メーカーに採用を働きかける。日立は 2000 年に世界で初めて車載表大型リチウムイオン電池の量産を開始。これまでに 60 万個の生産実績を持つ。今日 1 日にはグループの同電池事業を統括する「電池事業統括推進本部」を新設。各社に分散する開発・生産体制を連携させ、製品競争力や用途開発を加速する方針。主力に据える自動

車向けは 2015 年度に年 1 千億円の売り上げ確保を目指す。

2009 年 4 月 16 日日経「電気自動車、走行距離 1.5 倍、蓄電池開発、コスト 6 分の 1、2015 年までに、官民研究 210 億円投資」

政府は民間企業や大学と共同で、環境に配慮した次世代自動車向けの蓄電池を開発する。今年度から 2015 年度までに 210 億円を投じ、電気自動車 (EV) で走行距離を現在の 1.5 倍、コストを 6 分の 1 に抑える目標を設定。2030 年度にはガソリン車並みに走行できる新型電池の開発も目指す。環境対応車の性能も改善させて普及を促したい考えだ。

政府と新エネルギー産業技術総合開発機構 (NEDO) が次世代自動車用の蓄電池に関する技術開発工程表案を作成して 5 月に公表する。NEDO は既に参加する民間企業や大学を募集しており、近く選定する。官民共同でリチウムイオン型の蓄電池の大容量化や軽量化、安全性テストの手法などを重点的に研究・開発する。具体的には、NEDO と民間企業、研究機関が蓄電池の効率を高めるために電池の両極部分に使う新材料の開発を手掛けるほか、リチウムイオン電池が充電を繰り返すと寿命が劣化してしまうメカニズムを解明し、その解決策を検討。そのうえで EV 向けの蓄電池では 2015 年度までに効率を示すエネルギー密度と走行可能距離を 1.5 倍にする一方、コストは 6 分の 1 に引き下げる。さらに、2030 年度までには EV が 1 回の充電でガソリン車並みの 400~600 キロメートル程度走行できるようにするために、次世代の蓄電池を開発。硫黄電池や金属空気電池など別材料の実用化にもメドをつけたい考えだ。自動車のバッテリーである蓄電池は、次世代車の走行可能距離や価格を左右する。EV やガソリンと電気を併用して走るプラグインハイブリッド車などの性能改善には、蓄電池の技術革新が不可欠。NEDO によると、現時点では次世代車のコストの半分程度は蓄電池が占めるという。三菱自動車「アイミーブ」を今夏から法人向けに発売するなど、次世代自動車の本格的な市場投入が始まる。ただガソリン車よりも走行距離が短く、コストも割高で、普及拡大の障害になっている。東京電力によると国内の全自動車 EV になれば、日本の二酸化炭素排出量は約 1 割減る。

2009 年 4 月 14 日日経 東芝は世界最高出力のハイブリッド車向けの電池など、2 種類の車載・産業用高機能リチウムイオン電池を開発した。

ハイブリッド用は最短で 1 分半の急速充電が可能でプラグインにも対応、このほど量産体制を整えた。エネルギー容量の大きい電気自動車用のサンプル出荷も今秋にも開始する。車載や太陽光発電の蓄電池など用途が広がる充電事業で出遅れていた東芝は新型電池の投入で巻き返しを狙う。東芝は、既存電池と負極の材料構成が異なる長寿命で急速充電が可能な新型リチウムイオン電池「SCiB」を昨年に実用化。今回はさらに材料などを改良し、出力密度 (重量 1 キロ当たりの出力) を世界最高の 3900 ワットと同社従来品の 4 倍に高めたハイブリッド車用電池を開発した。通常は数十分単位でかかる充電時間を大幅に短縮できるためプラグインハイブリッド車にも活用できるという。1 万回以上の充電にも耐えられ

る長寿命も特徴。すでに日米欧の主要な自動車メーカーに試験出荷を始めた。高い出力よりもエネルギーを持続的に供給する必要がある電気自動車向けには、エネルギー容量の大きな新型リチウムイオン電池を開発した。正極の材料を改良している。重量 1 キログラムに蓄えられるエネルギー量（エネルギー密度）が 100 ワット時と、同社従来比 5 割高めた。

2009 年 3 月 30 日日経「車載向けの研究加速 固体電解質で安全性、高出力タイプを試作、高性能化に弾み、実用化にコスト面課題」

電気自動車やハイブリッド車向けに試作段階に入ったリチウムイオン電池で、安全性や出力を高められる次世代型の研究が加速してきた。大阪府立大学とトヨタは電気を蓄える部分に固体材料を使って発火しにくくする新技術を開発。関西大学なども寿命や出力が向上する新タイプを試作した。コスト面などで課題は残るが、日本がリードする低公害車技術でさらに優位性確保を狙う。

リチウムイオン電池はニッケル水素電池より発火しやすく、パワーの両立など課題になっている。トヨタと大阪府立大学の辰巳教授らは電極間で電気をやり取りする電解質に、硫化リチウムなどを主成分とする固体材料を使う技術を開発した。動作原理は従来と同じだが、燃えやすい液体材料の代わりに固体材料を使い、安全性を高められる。これまで固体材料を使うと、電気の担い手であるイオンの移動が遅くなるのが課題だった。研究チームは正極表面に電解質と同じ成分の膜で覆った粒子を塗り、安定して電気を取り出せるようにした。大きさ 1 センチメートルほどの簡易電池を試作し、繰り返し充放電できることを確認。蓄えられる電気の量は実用化しているリチウムイオン電池の約半分だが、電極の表面処理などを工夫すれば現行並みに高められるとみている。関西大学の石川教授と第一工業製薬、子会社の電池開発会社エレクトセルなどはフッ素や硫黄、窒素を主成分とする「イオン液体」を電解質に使う電池を開発した。既存の電解液は高い電圧をかけると分解してしまうのが課題だったが、イオン液体はその心配がなく、一般の大出力化が期待できる。実用化の目安を超える 2000 回の充放電ができることを確かめた。繰り返し充放電しても蓄電能力が低下しにくく、一度に取り出せる電気も市販のリチウムイオン電池と同程度であった。成果はともに、電気化学会で発表。

大阪府立大学などが開発した次世代リチウムイオン電池技術は、ハイブリッド車への搭載に欠かせない安全性や出力の向上に道を開く。車載用の二次電池は技術課題が多く、実用化までには 10 年以上かかるとみられるが、本命とされるリチウムイオン電池の高性能化に弾みがつきそうだ。現在、ハイブリッド車や電気自動車にはニッケル水素電池を積んでいる。リチウムイオン電池はニッケル水素電池の半分の大きさで同じ量の電気を蓄えられ、同等のパワーを出せるとされる。ただ燃えやすい液体材料を使うため、電子回路などで発火の期間を防ぐ工夫がなされてきた。新技術は難燃性の材料を使うことで、リチウムイオン電池の課題を根本的に解決すると狙っている。実用化には技術課題もまだ多い。「自動車向け電池は安全性だけでなく高出力、大容量、低コストのすべてが求められる」からだ。

携帯電話機やパソコンなどで使われる製品を基準に単純計算すると、現在の電池を車載用に大型化するだけで、200万円以上になる。リチウムは地中に眠る資源量自体が多くなく、車載型電池して普及させるには使用量が少なくて済むような技術も必要になる。

2009年2月6日日経「車用電池 大手と競うベンチャー 独自の技術力、舞台は世界」

昨年、ドイツのある大手の自動車部品メーカーの本社に呼ばれた小沢和典はのっけから驚いた。

2009年1月7日日経「川崎、充電池事業に参入、ニッケル水素電池 年内に専用工場」

川崎重工業は、充電池事業に参入する。大型ニッケル水素電池の専用工場を2009年度中にも新設、まず鉄道の省エネルギー設備向けに供給する。電気自動車用の小型品の開発にも着手しており、用途を順次拡大する。世界景気が急減速する中でも環境負荷の軽減につながる充電池の需要は根強い。川重は交通システムなど業務用分野で培った独自技術を活用して新たな収益源に育てる。川重は独自開発のニッケル水素電池「ギガセル」を搭載した路面電車を開発済み。ギガセルは正・負極の配列手法に工夫を加え、冷却ファンも内蔵。従来のニッケル水素電池などに比べ大出力の充放電が可能で、急速充電にも向く。水溶液系の電解液を使い発火の可能性もないなど安全性も高いという。

2008年12月29日日経「リチウムイオン電池 日産・NECが量産 1000億円投資、年20万台規模」

日産自動車とNECは2011年以降、電気自動車やハイブリッド車に使うリチウムイオン電池を年20万台規模で量産する。日米欧に新工場を建設。総投資額は一千億円を超える見通しだ。ホンダも2010年代半ばにはハイブリッド用を最大50万台分生産する。新車販売が世界的に極度の不振に陥り、自動車各社の業績は悪化しているが、環境車への投資は優先する。競争力を左右する中核技術である同電池をいち早く量産することで、逆風下の勝ち残りを目指す。

リチウムイオン電池は小型・軽量が特徴。現在のハイブリッド車で主流のニッケル水素電池に比べ、燃費性能や電気自動車の走行距離を大幅に向上できる。日産とNECの共同出資会社、オートモーティブエナジーサプライが電池を量産する。座間市の工場で2009年春から年1万2千台分の生産から始め、2011年までに同6万5千台分に拡張する計画だったが、増産時期を2010年に1年前倒しする。国内では2011年以降に新工場を建設する。欧州や米国にも生産拠点の設置を検討する。米欧メーカーへの電池の供給を目指す。大型のリチウムイオン電池は危険物として安全上の輸出規制があるため、欧米の自動車メーカーへの納入には現地生産が必要と判断した。欧米では環境対応車生産への低利融資の活用も視野に入れている。国内外の工場新設で総投資額は一千億円を超える見通しだ。世界的な新車販売の不振により日産は2009年三月期の設備投資を当初計画から500億円、開発投資

を 400 億円削減する方針を表明している。国内外で工場の新増設の凍結など、今後さらなるリストラを検討している。しかし中長期の競争力を左右する環境分野には経営資源を集中的に投下する。ホンダはジーエス・ユアサコーポレーションと組んで量産する。今後、両社で京都府内に工場を建設し、2012 年までに発売するホンダのハイブリッド車に搭載する。2010 年代半ば時点では年 50 万台の販売を見込むハイブリッド車全車に同電池を搭載する。自動車に使うリチウムイオン電池については、トヨタ自動車と共同で 2009 年から湖西市の工場で量産する。三菱自動車も近く生産を開始する予定で、海外メーカーでは独フォルクスワーゲンが三洋電機との共同開発を計画している。今回、日産とホンダは数 10 万台分の大規模な量産計画を打ち出し、リチウムイオン事業での選考を狙う。

2008 年 12 月 24 日日経「リチウムイオン電池 東芝 300 億円で新工場 産業機器用 需要増で積極投資」

東芝は代表的な充電電池であるリチウムイオン電池の新工場を柏崎市に建設する。生産能力を従来の約 70 倍に引き上げ、電動フォークリフトなど産業機器や電気自動車向けの需要を開拓する。投資額は最大で 300 億円程度になるもよう。半導体事業の不振で 2009 年三月期は大幅減益となる見通しだが、機器の環境性能向上につながる充電電池の需要は中長期で拡大すると判断、積極投資する。新工場は 2009 年中に着工し、2010 年秋に稼働させる予定。独自に開発した「SCiB」と呼ぶ新型のリチウムイオン電池を生産する。2015 年をメドに月産一千万個体制を整え、2 千億円の売り上げを目指す。東芝は 2007 年 12 月に新型電池で産業機器向け市場に参入すると発表。佐久工場に月産 15 万個の設備を整備し、自転車向けなどを生産している。新型電池は一般的なリチウムイオン電と比べ短時間で充電できるほか、発火しにくいなどの特長があり、産業機器や電気自動車向けの需要も開拓できると判断した。東芝は世界景気の後退に伴い、主力の半導体事業は大規模な減産に追い込まれている。半導体関連の設備投資は今後絞り込む方針。一方で、成長分野であるリチウムイオン電池に積極投資し、将来の収益源に育てる。リチウムイオン電池はリチウムイオンの移動を利用する充電電池。現在のハイブリッド車などに搭載されるニッケル水素電池に比べて大容量で、小型・軽量化が可能なのが特長。パソコンや携帯電話などの電源として幅広く使われている。同市場では世界最大手の三洋電機や、三洋を傘下に入れるパナソニック、同 2 位のソニーなどが既に増産を打ち出している。後発の東芝が生産能力を高めることでシェア競争が激化しそうだ。

2008 年 12 月 8 日日経「住宅用 安全な蓄電池 電中研、省エネ推進、可燃材を排除、量産化を目指す」

電力中央研究所は住宅用で使う電力貯蔵電池の実用研究に乗り出す。夜間電力や太陽光発電の電気をため、昼間に使って省エネに役立てる。電池材料として必須だった可燃性の液体材料を使わずに済む新型電池の開発に成功し、大型化しても安全性を保つメドが見つ

た。この電池を基本に量産品の試作ラインを1年後をメドに立ち上げる計画だ。

電力中央研究所は電気事業にかかわる総合研究機関。開発に成功した電池は「**全固体電池**」と呼ばれる。原理は従来のリチウムイオン電池と同じだが、「電解質」という部分を可燃性液体から熱に強い性質で知られるポリエーテル系高分子に替え、発火などに対する安全性を高めた。また、プラス電極の表面を特別な皮膜で覆うなど工夫し、電気を担うリチウムイオンが自由に移動しても高分子は分解しないようにした。ボタン型電池を作成して基本性能を確かめたところ、実用水準の電圧である平均3.7ボルトを達成した。高分子材料を使えば液漏れの心配もない。個別包装する必要がなく、高分子や電極材料を薄く重ねればシート電池ができる。シート電池も重ねれば小型の大容量の電池ができる。高分子材料を溶かして印刷インクのように電極に塗れば、流れ作業で電池を生産できる。量産タイプの試作ルームを同研究所が赤城試験センター内で稼働させ、1枚15センチ角のシート電池を試験生産する。複数のシート電池を束ねてポリタンク大に相当する30キログラムの電池を作製する考え。量産のメドがたてば、企業にライセンス供与して実用化したい考え。夜間の割安な電気で沸かしたお湯を活用するヒートポンプ式給湯器への組み込みを狙う。家庭向けでは、夜間電力の6キロワット時相当分で平均400リットルの湯として蓄えている。30キログラムの電池を組み込めば、湯をためる装置が半分以下になり、需要が広がるとみている。給湯器に組む込む使い方なら20万円の負担増にとどまると試算している。電池をさらに大きくすれば、太陽光や風力で発電する電気を家庭で大量に蓄電できる。

2008年10月20日日経「夢の電池 世界の先頭を走る 一充電500キロに道、出光、液体使わず大容量」

2050年に温暖化ガスの排出量を半減する。地球温暖化が突き付けた世界共通の目標は、各国に低炭素社会の実現を迫る。環境技術の革新を目指す日本は本当に国際社会をリードできるかどうか。日本の底力を検証する。

リチウムイオン電池より容量が飛躍的に大きく、安全性も高い究極の蓄電池。出光興産は基礎研究段階だが、この次世代蓄電池の試作に成功した。来春にも展示会で紹介するという。試作したのは、「**全固体電池**」。従来の蓄電池には「電解液」という液体が入っており、これが容量アップの妨げになっている。全固体電池は液体材料は使わないため、原理的に高容量化できる。出光は、電解液を硫化リチウムを主成分とする粉末にした。電気を担うリチウムイオンが液体並みに動き回る新材料だ。電気自動車の普及は、一回の充電でガソリン車並みの500キロを走れる安い電池が不可欠。国の試算では現在のリチウムイオン電池よりも容量性能で7倍、コストを40分の1に下げる必要があるが、全固体電池なら可能性がある。太陽光発電や風力発電といった自然エネルギーの蓄電用途にも期待される。

米IBMは今春、銅やインジウムをインクのように塗るだけで太陽電池をつくる新手法を国際会議で発表した。シリコンを原料に作る従来の太陽電池のような高額な真空製造装置がいらず、生産コストが下がるという。そのIBMが実用化に向けて協力を求めたのが東京

応化工業だ。わずか 1.5 マイクロメートルの厚さで薄膜を塗る独自の技術に、IBM が注目した。国内有数の日照量を誇る山梨県北杜市に今春、世界 20 社以上から最先端の太陽電池設備が集められた。半分近くが日本メーカーのものになった。新エネルギー・産業技術総合開発機構が NTT ファシリティーズや北杜市に委託、発電性能の比較などに取り組む。メーカーを同条件で競わせるのが狙いの一つ。三洋電機は独自構造の「HIT 太陽電池」先行する。

2008 年 8 月 11 日日経「リチウムイオン電池 東工大、イオンの動き解明、自動車用、高速充電に道」

東京工業大学の山田淳夫准教授らは、電気自動車用リチウムイオン電池の性能向上につながる手掛かりを見つけた。電池の電極内を走るリチウムイオンの動きを解明、高速充電できる電池の開発に役立つという。東北大学との共同研究で、成果は 11 日付けの「ネイチャーマテリアルズ」に発表した。車用リチウムイオン電池を巡り、世界の自動車メーカーによる開発競争が激しくなっており、今回の研究成果は関心を呼びそうだ。イオンの動きを調べた材料は、電池の電極として有望視されるリン酸鉄。イオンの動きをとらえる中性子線を当てたところ、イオンが一定方向に真っすぐに動いていた。携帯電話用リチウムイオン電池の電極とはイオンの動きが違った。山田准教授は「素早い充電や高出力の電池開発につながる」と話す。

2008 年 7 月 25 日日経「技術ウォッチ 空気電気、リチウムしのご容量 トヨタ、電気自動車の本命に」

トヨタ自動車がリチウムイオン電池の性能を上回る次世代電池の開発に乗り出した。六月に専門の電池研究部を立ち上げ、「**空気電池**」と呼ばれる新しい電池の実現に挑む。将来の電気自動車にはリチウムイオン電池が有望とされるが、トヨタはあえて次世代電池を投入して開発競争で先頭を走る狙いがありそうだ。「リチウムイオン電池の性能をはるかに超える革新的な次世代電池の開発に取り組んで行きたい」六月に都内で開いた環境フォーラムで、トヨタの渡邊社長は高らかに宣言した。次世代電池の候補として具体的に挙げたのは「金属空気電池」だった。空気電池は負極に亜鉛などを使い、空気中の酸素と反応して電気を生む。可燃性の液体は不要で、燃えやすい液体を使うリチウムイオン電池のような発火事故を起こす恐れはない。また、リチウムイオン電池に比べて、同じ大きさの電池なら五倍以上の電気を蓄えることができる。トヨタはハイブリッド車にニッケル水素電池、2010 年の市場投入を見込む外部電源で充電可能なプラグインハイブリッド車にリチウムイオン電池を搭載する考え。空気電池は実用化には時間がかかるが、安全性と将来性を併せ持つ次世代電池に位置づけている。ただ、自動車向けのような大型の充電電池として実用化できるかは未知数だ。現時点で空気電池で製品化されているのは補聴器やポケットベル向けのボタン電池だけ。東芝電池などが開発している。大型化すると性能が落ちてしまう欠点

あるためだ。空気電池を長年研究する東芝電池は自動車向けに開発を進める計画は当面ないが、「性能が向上すれば（自動車などに）用途が広がる可能性はある」（同社の岡山定司・開発技術部長）と潜在力を認めている。海外ではすでに、電動フォークリフトの蓄電池に使う試みが進んでいるという。トヨタは空気電池の実用化を目指し7月1日に京都大学に先端電池の研究を手がける寄付講座を設けた。京大の西尾晃治・特定教授との研究を進める考えだ。電気自動車が普及するには、充電器の性能向上が欠かせない。経済産業省の研究会は「電池の性能が現在の7倍、コストは40分の1に下げることが必要」という普及条件を掲げた。西尾特定教授は「リチウムイオン電池では力不足。発想を全く変えた電池が必要」と強調する。トヨタが打ち出した空気電池が電気自動車を普及する主役に躍り出るかもしれない。

2008年7月19日日経「トヨタや日産 新世代電池の規格統一 車向け 安全性や充電方式 環境対応車の普及促進」

規格を統一すると安全・性能試験で使う装置が共通化されメーカーは開発コストを低減、電気自動車向け電気ステーションなどのインフラ整備にも弾みがつく。

2008年5月23日日経「トヨタ・松下 車電池で2工場 環境対応車用 年100万台体制に」

トヨタ自動車は松下電器産業と公道で、ハイブリッド車など環境対応車に搭載する電池を大幅に増産する。宮城県に現在主流のニッケル水素電池の工場、静岡県では次世代型のリチウムイオン電池の工場をそれぞれ新設する。既存拠点の増強と併せ、2011年をメドに生産量を年間約百万台に引き上げる。基幹部品である電池で競合他社を大きく上回る量産体制が整うことで、世界生産台数一千万台強の一角をハイブリッド車にするトヨタの環境戦略が一段と加速する。トヨタと松下が共同出資する電池生産会社、パナソニック EV エナジーが新工場を建設する。増産に備え両社は PEVE の増資に応じ、計二百億円を追加出資する。宮城県大和町では約三百億円を投じてニッケル水素電池の工場を新設、2011年にも稼動する。年産規模は約30万台分の見込み。リチウムイオン電池は湖西市の既存拠点の敷地内に新工場を建設、2010年をメドに年数万台規模で量産を始める。投資額は約百億円の見込み。トヨタが同電池を生産するのは初めてで、家庭用電源で充電できる「プラグインハイブリッド車」に搭載する。湖西市の拠点ではニッケル水素電池の増産も進めている。

2008年5月10日日経「日産 車向け次世代電池 量産 NEC と 環境対応車 遅れ挽回」

日産自動車と NEC は共同で、ハイブリッド車の量産に乗り出す。神奈川県内に約二百億円を投じ工場を新設、2009年春から順次稼動させる。自動車用リチウムイオン電池の量産は世界初で、年間に電気自動車で六万台分を生産する。リチウムイオン電池は現行のニッ

ケル水素電池に比べて大幅な小型軽量化が可能な次世代型で、車体の燃費効率改善につながる。日産は自社の環境対応車に搭載。同分野で先行するトヨタ自動車やホンダに対抗する武器とする。

環境対応車向け電池を巡るメーカーの取り組み

日産・NECグループ：2009年からリチウムイオン電池の量産開始、電気自動車に搭載

トヨタ・松下：プラグインハイブリッド車用のリチウム電池を2010年をメドに量産開始

日立製作所：商用車向けにリチウム電池を量産。2010年からGMの乗用車にも納入

GSユアサ・三菱自動車、三菱商事：2009年中にも電気自動車2千台分のリチウム電池を量産開始

三洋電機：ホンダなどにニッケル水素電池を供給。リチウム電池も開発中、2012年をメドにフォルクスワーゲン社にリチウムイオン電池を供給

東芝：2010年に自動車用の急速充電電池を量産開始、

2008年1月15日日経「家庭で充電」ハイブリッド車、トヨタ、2010年までに発売 二酸化炭素13%減

トヨタ自動車は小型・軽量で高出力が特徴のリチウムイオン電池を使う新世代のハイブリッド車を2010年までに発売する。一般家庭の電源から充電でき、電気走行を増やすことで走行時の二酸化炭素排出量を現行のプリウスに比べ、約13%減らせる。トヨタは新世代車をいち早く発売し、地球温暖化問題や原油高を背景に世界で需要が拡大するハイブリッド車でトップシェアを維持する。GMも同じ新世代車を2010年までに発売するとしており、日米大手による開発競争が激しくなりそうだ。現在のハイブリッド車はエンジン走行時のエネルギーを電気に変換、電池に蓄えて低速走行時に使っている。これに対して新世代車はガソリン走行時に蓄える電気に加え、一般電源からも充電できるようにして電気走行を優先、エンジン走行を減らしてガソリン消費量を抑制する。試験車では約3時間の充電で13キロの走行ができたという。

2004年11月12日「次世代技術 本命を争う 小型電源 耐久性向上、車向けも視野」

小型電源は瞬間充電を売り物にする「キャパシタ」などが登場する一方、現在主流になりつつあるリチウムイオン電池の改良も進んでいる。蓄えられる電気の量を大幅に増やす技術や長寿命化などで成果が相次いでいる。「電気容量が3~5割大きい新しいリチウムイオン電池の開発に成功した。来春にもサンプル出荷を始める」。三洋電機・モバイルエナジーカンパニーの雨堤徹ビジネスユニットリーダー。「(キャパシタなど) 新型電池が登場してもリチウムイオン電池の優位性は揺るがない」と強気。三洋は、電池のマイナス極の黒鉛をより電気容量の大きなシリコンに代えた。シリコンを薄膜にすることで繰り返し充放電しても劣化しにくくなり、実用化のメドがついた。携帯電話やパソコン向け電源などを見込んでおり、携帯電話なら待ち受け時間が1.5倍延びる。電池は少なくとも二年程度使える

見通した。**2010年には世界で500万台の市場に成長するとの予測もあるハイブリッド車。**現在はニッケル水素電池が使われているが、より電気容量の大きいリチウムイオン電池を長寿命化し、代替を目指す動きが目立ってきた。日立製作所は来春、自動車向けリチウムイオン電池の生産を開始、取引先への工場の公開にも乗り出す。リチウムイオン電池はニッケル水素電池に比べ容量が大きく小型化が可能だが、充放電を長く繰り返すと劣化し、耐久性の向上が課題とされてきた。日立は電極から電解質まですべての電池材料を見直し、高速で充放電できるように内部の電気抵抗も引き下げた。「自動車メーカーの求める十年という耐久性を実現できた」と日立製作所の中澤哲夫主任研究員は自信を見せる。次世代リチウムイオン電池の研究者である大阪市立大学大学院の小槻勉教授は「小型化と耐久性を両立できれば、リチウムイオン電池が主流になる可能性が高い」と話す。一方、未来の電源として注目される燃料電池も小型電源化が進んでいる。十月に開催された電子機器展示会「シーテックジャパン2004」。携帯電話向けの燃料電池では、日立や東芝、富士通研究所が試作品を出展し、燃料電池に対する意気込みを示した。ただ「電池が起動するまで十数分かかる」ため、実際の使用には従来の電池と組み合わせることが課題となりそうだ。充電池の世界市場は2010年には現在の二倍の一兆円に膨らむとの予測もある。携帯電話用の中国市場が増えるほか、ハイブリッド車も五千億円規模になるとされる。小型電源は電子・電気製品の性能を左右するだけに、開発戦略が益々重要性をおびてきている。

2004年11月5日「次世代技術 本命を争う 小型電源 瞬間充電、大容量化も実現、キャパシタ」

携帯型の電気・電子機器の性能向上を支えている充電式バッテリー。鉛、ニッカド、ニッケル水素と、バッテリーは時代と共に移り変わり、今はリチウムイオン電池が主役。だが「有機ラジカル電池」「キャパシタ」と呼ぶ新タイプが登場し、小型電源市場の将来が混沌としてきた。充電器につなぐとわずか三十秒。取り外したタバコのサイズの新型バッテリーを携帯型DMプレーヤーと接続すると、軽快に音楽が流れ始めた。”瞬間充電”“できる電池を試作したのはNEC・基礎・環境研究所の白方雅人研究部長は「究極の電池だ」と強調する。新型バッテリーは「有機ラジカル」と呼ぶ有機化合物を電極に使う。不安定で実用化できないとされてきた化合物だが、NECは安定動作に成功した。NECと早稲田大学はこの仕組みをさらに発展させた新たな有機物ラジカル材料を十月に米国で開催された学会で発表、研究者を驚かせた。新材料はリチウムイオン電池の1.5倍の電気を蓄えられ、放電性能も従来電池を上回った。白方部長は「四時間しか使えないノートパソコンを六時間使えるようになる」と期待する。将来のパソコンは新幹線の車内のコンセントで充電を済ませ、長距離移動でも電池の残りを気にせずに使えるようになる。瞬間充電は夢の技術に見えるが、他にも有力候補が浮上してきた。「キャパシタ」だ。別名コンデンサー。電子回路の部品というイメージが強いが、大きさを変えずに電極の表面積を広くする新構造が登場。大容量の電気を短時間で蓄えられる”電池”に変身した。キャパシタは携帯電子機器業

界だけでなく、自動車メーカーの関心も高い。日産ディーゼルの佐々木正和技監は「京都議定書の発効で、自動車の燃費改善要求が高まる」と以前から予想、キャパシタをハイブリッド車の電源にしようと狙っている。減速時に生まれるエネルギーを瞬時に電気として蓄えられるため、燃費が改善する。日産ディーゼルは日本電子と自動車用の小型大容量のキャパシタ開発・事業化で提携した。新型キャパシタを年明けにもサンプル出荷するほか、低公害ディーゼルトラックやハイブリッド車に搭載する予定。ハイブリッド車に利用すれば、ニッケル水素電池を使った場合に比べ燃費を三割向上でき、1リットル当たり40キロ以上の走行が可能になる。電子機器業界に詳しいUFJつばき証券の嶋田幸彦シニアアナリストは「キャパシタなど開発課題を克服すれば、電池産業の姿を一変させる可能性がある」と、技術開発の行方を注視している。

リチウム関係

2010.12.1 日経「モンゴルとリチウム開発、大容量電池向け、政府、安定調達狙う、来夏めど技術者派遣」

日本とモンゴルは大容量電池などに使うレアメタルのリチウムの共同開発に着手する。2011年夏をめどに日本がモンゴルに技術者を派遣し、同国西部で共同探査を進める。リチウムを使った大容量電池は電気自動車やノートパソコン向けの需要が伸びている。

2010年7月15日日経「リチウム権益 商社が争奪戦、三菱商事、豪州企業と長期契約、環境車向け需要に的、脱・南米依存、課題に、大手3社、シェア7割握る」

電気自動車（EV）の電池などに使われるレアメタルの一種、リチウムの争奪戦が加熱してきた。三菱商事は豪資源会社と鉱石の長期契約を結んだほか、伊藤忠商事や豊田通商なども権益確保に動いている。日本が先頭を走る環境車に不可欠な素材を安定確保する狙い。ただ主産地の南米の資源大手は、リチウムを値下げし新規開発の動きをけん制する。EV普及を視野に入れた資源攻防戦が激しくなりそうだ。

三菱商事が長期引き取り契約を結んだのは、豪州の資源会社ギャラクシー・リソース（パース市）。同社は豪南西部に16年分の埋蔵量を持つリチウム鉱区を保有。鉱石を中国に輸送し、上海近郊の張家港で炭酸リチウムに製品化する。すでに年産能力1万7千トンの工場を建設中で、三菱商事は来春にも同工場から製品を引き取って日本に供給する。5年後に年間5千トンの販売を目指す。

新工場は精製工程を導入し、全量を99.9%以上の高純度製品にできるのが特徴。自動車を徹底するほか、副生物も近隣で販売するため、「コスト競争力もある」。三菱商事はジーエス・ユアサコーポレーションや三菱自動車と共同出資する電池会社を含め、幅広く売る考え。伊藤忠商事は米国で地下の熱水からリチウムを大量に採取する技術を持つ米資源開発会社に出資。3～4年後に年1万6千トンを生産する計画。三井物産も2012年の生産開始を目指すカナダの資源会社と日本、韓国、中国での独占販売権を結んだ。大手

商社が一斉にリチウムの資源確保に動き出しているのは EV 向けの需要に対応するためだ。経済産業省の試算ではリチウムの世界需要は10年の約9万2千トンから20年には三倍強の約31万トンに増える見通し。自動車向けの比率は10年で5%弱に過ぎないが、20年時点では6割に跳ね上がる。伸びるリチウム需要の大半は自動車電池向けが占める。「ハイブリッドの次は EV が出てくる。リチウムの調達力も重要になる」。トヨタ自動車幹部はこう語る。トヨタグループの豊田通商は豪企業と合弁会社を設立、アルゼンチンで12年にリチウムの採掘を始める計画だ。全量を豊田通商が引き取り、主にトヨタ向けに供給する。環境車に欠かせない重要素材をグループで押さえる狙いだ。

リチウムイオン電池は「プリウス」など、エンジンとモーターを使って走るハイブリッド車にも電源として搭載される。だが、EV の登場はリチウムの需要を飛躍的に拡大する可能性がある。ガソリンを使わず電気だけで走る EV に搭載するリチウムイオン電池の容量は、ハイブリッド車の20から40倍に増えるためだ。日産自動車と仏ルノーが12年に世界で計画する EV の生産能力は年50万台。業界関係者によれば、日産・ルノーの50万台分だけで、現在の世界のリチウムイオン電池使用量に匹敵する需要が生まれるという。足元ではそれほど逼迫感のないリチウムに対し、商社が権益確保に走るのはそのためだ。世界最大の埋蔵量を誇るボリビアの塩湖の開発を巡っては、住友商事と三菱商事の日本連合だけでなく、フランスや中国、韓国など海外勢が権益確保へ向けて激しいつばぜり合いを繰り広げる。

リチウムの埋蔵量は、8割が南米に集中し、日本は輸入量の8割から9割をチリ産に頼っている。大手3社が世界シェアの7割を握る寡占状態で、価格支配力は強い。EV の普及で需要が急伸した場合にも、低価格でリチウムを安定調達するには「脱・南米依存を進めておくことが必要」との声が多い。生産最大手のチリ・SQM は昨秋、流通量の多い炭酸リチウムの出荷価格を2割下げると表明した。独ケメタルと米 FMC の大手2社も追随したもようだ。日本の輸入価格は下落傾向を続けており、5月時点では1キロ492年と昨年の高値より36%安い。SQR は値下げの理由を「新規需要を開発するため」としているが、日本などの需要家側は「新規の開発プロジェクト断念または減速させ、需要が拡大した段階で大きな利益を得るのが目的」との分析が支配的だ。SQR などが操業するチリやアルゼンチンの塩湖はリチウム濃度が高など有利な条件がそろっており、生産コストは1キロ2ドル前後にとどまるとみられる。日本の商社を含む後発組みは大手3社との価格競争にどう対応するかが課題になる。

2010年6月15日読売「アフガン、91兆円鉱床」

ニューヨークタイムズは13日、複数の米政府高官の話として、米国がアフガンで約1兆ドル相当の鉱物資源の鉱床を発見したと伝えた。鉄や銅のほか、リチウムも含まれており、戦争で疲弊するアフガンが世界有数の鉱物生産大国となる可能性があるという。同紙によると、アフガン国内にかなりの規模の鉱物資源が眠っている可能性は以前から指摘されて

いたが、2006年以降、米国防総省や地質学専門家による調査が本格化し、資源がアフガン全土に点在していることが分かった。同紙は、鉱物資源が「アフガン経済の支柱になる」と期待する同国政府高官の談話を紹介する一方、旧支配勢力タリバンが資源獲得を狙って先頭を激化させる可能性にも言及している。

2010年6月11日読売「リチウム安定供給へ一歩、米で権益、南米依存を脱却」

独立行政法人の「石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）」が米ネバダ州で大規模なリチウムの探鉱に乗り出し、40%の権益を獲得することになった。エコカー開発に欠かせない重要な資源であるリチウムは、住宅用蓄電池や太陽光発電装置などにも幅広く使われている。リチウムの安定的な供給体制の確立は、経済成長の原動力と期待される企業環境分野での製品開発を後押しすると見られる。

電気自動車やハイブリッド車は地球温暖化を防ぐ機運の高まりで普及が急速に進み、電気をためるリチウムイオン電池の需要は急増している。住宅向けなどにも用途が拡大しており、民間調査会社の富士経済は、リチウムイオン電池の世界市場は2008年の9064億円から12年には3.5倍の3兆1040億円に急拡大すると予測している。世界のリチウムの生産量は約10万トンで、日本の輸入は約1万5000トン。今回、輸入量の約3割にあたる4000トンのリチウム権益を北米で確保した意義は大きい。リチウムの生産は南米が世界の約5割を占める。日本も約85%を南米に依存しているが、北米での権益獲得により単純計算で南米への依存率が60%以下に下がる。米国は南米諸国に比べて政情不安などのリスクが少なく、開発も進めやすく、安定的に供給するのに適している。日本の今後の課題は、世界の埋蔵量の半分に当たる540万トンのリチウムがあると推定されるボリビアのウユニ塩湖の権益獲得だ。三菱商事や住友商事がJOGMECと共同で権益の獲得を目指しているが、中国や韓国などの企業と水面下で激しい争奪戦を繰り広げている。今年2月には、日本政府の関係者を含め総勢70人がボリビアを訪れ、交渉を有利に進めるため経済協力などを提案した。ボリビア政府側は、開発は自ら単独で行うと主張、権益譲渡には難色を示しているが、韓国企業はボリビア政府と事業調査を共同で行っていると言われ、日本勢の出遅れが懸念される。エコカー開発は世界の自動車メーカーがしのぎを削っており、ボリビアの権益の行方が、自動車業界の勢力図に大きな影響を与えかねない。日本は、引き続き官民が連携を強化する必要がある。

2010年1月20日日経「リチウム権益 日本初取得、アルゼンチンで環境車増産に対応、トヨタ通商と政府」

ハイブリッド車や電気自動車の電池に使われるリチウムの権益を、日本の官民がアルゼンチンで獲得する。豊田通商とオーストラリアの企業が年内に合弁会社を設立し、日本政府も出資する方針。2012年に1万5千トンの採掘をはじめ、全量を豊田通商が引き取る。同社が近く発表する。経済産業省によると、国内資本によるリチウムの権益獲得は初

めて。政府は他国とのエコカー生産競争を後押しするために出資する。開発するのはチリとの国境に近いオラロス塩湖。年間採掘量はエコカー1300万台分に相当する。豊田通商と豪の鉱山会社オロコブレ社がつくる合弁会社の資本金は4千万ドルで、豊田通商が25%出資する。その後、経済産業省所管の独立行政法人を通じ、25%分の3割から4割を政府が出資する方針だ。貿易保険による支援も検討する。豊田通商は主にトヨタ自動車にリチウムを計給する見通し。トヨタは11年にも家庭用コンセントで充電できるプラグイン・ハイブリッド車を発売する計画だ。

2010年1月17日日経「リチウム資源、なぜ南米に？ 塩湖で濃縮、好条件そろう」

蓄電池の電極などに使われる希少金属、リチウムが注目されている。電気自動車の普及とともに需要の急増が予想されるからだ。リチウム資源はチリやボリビアなど南米に集中し、日本企業も確保に動く。なぜ、この地域に偏っているのか。銀白色で軟らかいリチウムは金属資源としては変り種だ。鉄や銅など多くの金属は鉱石から採るが、リチウムは塩湖のかん水（塩分を多く含んだ水）を天日で干して集める。世界全体の推定資源量は2900万トンのうち、7割がかん水、残り3割が鉱石に含まれている。資源の半分以上が集まるのが、南米アンデス山系に属しアルゼンチン、ボリビア、チリにまたがりスペイン語で高原を意味する「アルティプラノ」と呼ばれる地域。標高3800メートルの広大な盆地に100以上の塩湖があり、チリのアタカマ塩湖がよく知られている。商業ベースで採れるかどうかを度外視すれば、リチウムは地球上に薄く広く分布する。海水に0.2ppm

程度の濃度で溶け、その合計は2300億トンと推定される。アンデス山系に眠る資源も、もともとは海水に溶けたリチウムだったとの説が有力だ。数千万年前、地球を覆う岩盤であるプレートの衝突によりアンデス山脈が隆起するまで、この地域は海だった。造山運動でアルディプラノは海水をたたえたまま持ち上げられ、その名残りが塩湖とみられる。「リチウムが集まったのは、ほかにも好条件がそろったため」と石油天然ガス・金属鉱物資源機構の阿部特命監査役は話す。周囲の火山帯の岩石にはリチウムなど塩化物が多く含まれ、雨水に溶けて湖に流れ込む。塩湖から流れ出す川はないので、水分が蒸発して塩化物が濃縮された。この地域には西から風が吹き、アンデス山脈を越えるフィーン現象が起きて、高温の乾いた風になる。これが塩湖の水の蒸発を促し、リチウムの濃いかん水ができるのに一役買ったという。中国内陸部の青海省やチベット自治区にもリチウムが多い塩湖が確認されている。この地域もかつては海で、ヒマラヤの造山運動がリチウム集積の要因になったらしい。今後、リチウムが枯渇する恐れはないのか。「資源量は世界の需要の千年分以上あり、今のところ不足の心配はない」と見る専門家が多い。ただ供給国に限られるだけに、安定確保に向けた資源外交の重要性は増しそうだ。

2009年11月8日よみうり 「リチウム大国ボリビア、現場を歩く、塩湖に群がる主要国」

南米の最貧国ボリビアで、日本を含む主要国が、次世代環境技術のカギを握る天然資源・

リチウムの争奪戦を繰り広げている。電気自動車などに使われる充電電池の原料がアンデス山脈の秘境「ウユニ塩湖」に未開のまま眠っているのだ。その量は世界の埋蔵量の半分ともいわれている。地平線の向こうまで、真っ白な塩の台地が広がる。草木は生えず、動物もいない。中心都市ラパスから悪路を車で約12時間。富士山山頂とほぼ同じ標高に、東京の6倍近い約1万2000平方キロメートルの静寂な世界が広がっている。10月29日、湖畔。リチウム開発を急ぐ政府が精製実験成功の祝賀会を開いた。労働者ら約2000人が見守る中、モラレス大統領は容器に入ったリチウムを片手に「これで資金を集め、工業化を進めよう」と拳を振り上げ、「日本の大使も駆けつけてくれた」と、唯一の外国人賓客である田中和夫大使を紹介した。大使は、大統領の直接の誘いを受けてともに会場入りした異例の厚遇を「日本からの資金・技術援助の期待の表れだろう」と分析する。だが、中韓欧などのライバルも虎視眈々とリチウム資源を狙っている。

ウユニ塩湖が祝賀ムードに包まれている頃、ボリビアの中心都市ラパスでは、各国の代表が提案合戦を繰り広げていた。10月29日、30日に中央銀行など2会場で開かれた「リチウム産業化に向けた国際科学技術フォーラム」。世界15カ国から1000人以上が集まり、会場は熱気に包まれた。フォーラムに名を借りてはいるが、実質的には各国のPRの場だ。「次世代電池の材料はリチウムしかない」。日本を代表してトヨタ自動車の技術者が明言すると、会場は大いに沸いた。日本はトヨタに加えて、計算産業省、石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）、東京大学などから参加国最多の計5人の合同チームを派遣した。石炭と鉄鋼への集中投資をテコに高度成長した戦後日本の経験に触れ、「リチウムを軸にした産業振興の手助けをできる」とボリビア政府との共同開発を訴えた。中国も5人の代表を送り込み、青海省の塩湖でリチウム生産を手かげる実績をアピールした。モラレス大統領の出身村に学校を建てるなど、硬軟の戦術を織り交ぜる「侮れないライバル」だ。フォーラムに参加した韓国やフランスも共同開発を争っている。サルコジ大統領はモラレス大統領の訪仏時、電気自動車の試乗までさせている。水面下では、さらに多くの国が秋波を送る。「今では隣国ブラジルも含め世界中の国が交渉を持ちかけている」とボリビア鉱山公社のギュルモ・ロエランツ技術顧問は打ち明ける。

各国が競ってボリビア政府にすり寄るのは、モラレス大統領が2013年にリチウムの商業生産を開始し、2018年には自動車用リチウムの生産工場を国内に建設する構想をぶち上げているためだ。大統領は「資金・工業化の両面で海外のパートナーを探さなければならない」と各国をあおっている。ただ、労働組合出身の大統領は、同時にリチウムの国家所有を掲げている。各国が欲しい利権（採掘権）は渡さず、資金と技術だけを引き出す戦略だ。今年1月に採択した憲法改正では、リチウムを含む天然資源の国家所有を決めた。ボリビアには、16世紀以降のスペイン植民地時代、世界最大のポトシ銀山を擁しながら、貧困にあえぎ続けた苦い歴史がある。リチウムを「ボリビア固有の宝」と呼ぶ大統領は、資源の国家管理こそ繁栄のカギと信じている。

投資を検討する側からは、「利権が得られず、工場の共同運営程度では利益が薄い。思い

切った投資に踏み切りにくい」（日本の商社首脳）との声も漏れる。各国とも同じ悩みを抱え、ライバル国とボリビア政府の出方を両にらみしながらの神経戦が続く。ボリビアの一人当たりの国民総所得は1260ドル（2007年）で、日本の約30分の一、南米でも最低水準だ。ウユニ塩湖周辺は中でも最も貧しいが、一方で最近、秘境の観光地としての知名度が上がっている。日本も含め、世界中から環境客も増えている。ウユニ塩湖で観光ガイドを務めるファニータ・ソブリーニョサンは「地元ではリチウムで潤う期待と、開発でこの貴重な自然が変わらないか不安な声で揺れている」という。開発を巡る思惑は国内外で乱反射している。

リチウムは、エネルギーを多く蓄えて何度でも繰り返し充電できる「リチウムイオン電池」の素材として、今後需要が爆発的に増えると見込まれている。一方で資源が極端に偏在していることが、ウユニエンドを「世界の資源争奪の最激戦地」にしている。2008年のデータでは、世界のリチウム需要はその約36%が特殊ガラスやセラミックの上薬で、リチウムイオン電池用は20%程度だった。ただ、2004年から2008年の5年間で、パソコンや携帯電話向けの電池用需要は毎年2割ずつ伸び、日本の輸入価格（炭酸リチウム）は2004年は1キログラム当たり252円だったが、2007年には746円と3倍に上昇している。

電気自動車やプラグイン・ハイブリッド車の時代が到来すれば、桁違いの需要が生じる。製品1台当たりのリチウム使用量は、携帯電話が0.3グラム、ノートパソコンは5.5グラム、プラグイン・ハイブリッド車は最大約3.1キログラム、電気自動車に至っては約5.7キログラムと圧倒的に多い。

調査会社・富士経済は、自動車用リチウムイオン電池の世界市場は、2009年見込みの250億円から5年後の2014年には2兆2500億円と、90倍にも膨らむと予想する。将来のリチウム不足を予想する専門家もいる。海水に微量に含まれているリチウムは、塩湖に蓄積しやすく、生産はチリやアルゼンチンなど南米勢で約半数を占めている。一方で、日韓中などのアジア勢が世界需要の53%を消費する。世界の埋蔵量の約半分にあたる540万トン達するウユニ塩湖湖畔のリチウムをどう取り込むかが、国の競争力を左右する可能性を秘める。

2009年7月8日日経「リチウム カナダから大量調達 三井物産、環境車の電池用、13年～安定供給、国内需要の8割分」

三井物産は、電気自動車など環境車の電池材料として需要急増が見込まれているリチウムをカナダから大量調達する。2013年～国内需要の8割に相当する2000トン程度を輸入し、日本や韓国などのリチウムイオン電池メーカーに供給する。リチウムはチリなど南米に生産が集中しており、日本は全量を輸入に頼っている。世界的に希少金属の獲得競争が激しくなる中、調達先の多様化で長期安定供給につなげる。

三井物産は、カナダの資源開発会社カナダリチウムコープ（トロント市）が同国ケベック

ク州に持つ鉱山で生産するリチウムの独占的な営業権を取得した。今後、日系メーカーなどにサンプル出荷し、13年から販売を始める計画だ。ケベックのリチウム鉱山は開発中で、輸送道路などのインフラは整備済み。少なくとも世界需要の約6年分の埋蔵量が確認されている。三井物産はカナダリチウムへの出資も検討、長期にわたり安定調達する方針。英調査会社ロスキルによると、2009年の世界のリチウム生産量は2万2870トンで、チリが1万400トンと全体の45%を占める。電池向け用途は現在15%程度と見られるが、今後は電気自動車やハイブリッド車向けに需要が急増し、20年には40%程度になる見通し。環境車向けリチウムイオン電池は、トヨタ自動車とパナソニック、日産自動車とNECなど自動車・電機メーカーが提供し、これら量産が本格化する。JPモルガン証券の試算では、ハイブリッド車向けだけで15年に1400億年弱。20年に1兆円近くに市場が拡大すると見られる。三井物産はカンダからの調達でリチウムの輸入販売に本格参入する。同社はこれまでリチウムイオン電池使う希少金属のニッケルやコバルト確保に向けた投資を進めている。環境車の本格普及に伴い将来、リチウム不足に陥る可能性も指摘されている。このため三菱商事や住友商事、独立行政法人の石油天然ガス・金属鉱物資源機構などの官民が6月、ボリビア政府とリチウム震源の開発に向け協力することで合意。安定調達に向けた動きも本格化している。レアメタルを巡っては中国などの生産国が輸出を制限する動きもあり、世界的に争奪戦が激化している。

素材およびスタンド

2015.2.24 日経 旭化成、米電池部材会社を買収、2600億円、リチウムイオン用

23日、リチウムイオン電池の主要部材であるセパレーター【絶縁材】を製造する会社を買収した。セパレーター首位の旭化成は現状ではシェア35%、これを50%に引き上げ、2位の東レを引き離す。

2014.9.4 日経 リチウムイオン電池、劣化抑える新素材、栗田工業

開発したのはリチウムイオン電池の使用時に発生する炭酸ガスを吸い取る粉末状の吸収剤。

2012.6.19 読売 「EV充電 覇権争い」

急速充電器の規格争いが激化。いち早くチャデモ方式で名乗りを上げた日本勢、欧米や中国勢が別規格で対抗。

チャデモ方式は、日本の急速充電器の統一規格で、名前は英語の「チャージ(充電)」と「ムーブ(移動)」を合わせた造語。「茶でも飲んでいながら手軽に充電」という意味もある。電気自動車を30分程度で約8割充電できる。コンボは、急速充電と家庭用電源による普通充電ができるのが特徴だが、実用機が完成していない。いわば「張りぼて」。

2011.7.7 日経 「宇部興産、米ダウと合併、リチウムイオン電池電解液、米欧中で新工場、

世界シェア 3~4 割へ、成長市場、首位固め」

宇部興産は電池の電解液で米化学大手のダウ・ケミカルと合弁事業に乗り出す。9月に折半出資の会社を設立し、2013年ごろまでに米欧中の3拠点に工場を建設する。宇部興産は同材料で世界シェア2割強を占める最大手。世界的な販売網などに強みを持つダウと組み、グローバル展開を加速する。電解液はリチウムイオン電池の主要部材の一つ。電池の内部を浸し、イオンが行き来して充放電するための役割を果たす。

2011.6.3 日経「三菱ケミ、大幅増産、リチウムイオン電池絶縁材、生産能力4年で6倍」

三菱ケミカルホールディングスはリチウムイオン電池の部材を増産する。主要4部材の1つ、セパレーター（絶縁材）の生産能力を2015年度までに現在の6倍に引き上げる。

セパレーターとは；

電池内部で正極と負極の接触を遮断し、充放電の際に微細な穴からリチウムイオンを透過させる役割を担う。シート状の合成樹脂に穴が開いた構造になっている。2010年度の世界市場規模は883億円。正極材、負極材、電解液と並ぶ4大部材の一つ。

2010年、テクノ・システムリサーチによると、セパレーターのシェアは、旭化成37%、東レ東燃機能膜22%、セルカード米15%、SKエナジー韓国9%、その他17%。電解液は宇部興産24%、三菱化学17%、パナックス韓国13%。正極材は日亜化学工業15%、ユミコア（ベルギー）12%、L&F新素材（韓国）10%。負極材は日立化成工業35%、BTR（中国）24%、JFEケミカル14%。

2011.1.15 日経「日立・宇部興産が連携、リチウムイオン電池、素材でも合従連衡、EV向け需要急拡大睨み、開発スピード加速」

リチウムイオン電池素材業界でも合従連衡の動きが広がり始めた。宇部興産と日立の子会社日立マクセルは14日、リチウムイオン電池材料の開発製造と販売を手掛ける共同出資会社を2月に設立すると発表した。提携により開発スピードを上げ、激しい競争での勝ち残りを目指す。正極と負極を絶縁し、リチウムイオン電池が発熱しても安全性を保つ部材であるセパレーターを手掛ける。現在、10%程度のシェアを持つ宇部興産のセパレーターを日立マクセル独自の塗布技術を活用する。より安全性を高めた新素材を開発する。新会社2013年ごろから量産を始め、車載用電池向けを中心に15~20年までに100億円程度の売り上げを目指す。宇部興産は新会社と、本体に残す従来型のセパレーター事業を合わせて15年に世界シェアを2割に高める計画。

2009年4月14日日経「日本ユニシス 充電スタンド参入」

日本ユニシスは電気自動車向けの充電設備を開発し、充電スタンド事業に参入する。2011年度に約1千台体制で始める。整備の管理や課金などのサービスを提供し、商業施設やレジャー施設に売り込む。今後、普及期を迎える電気自動車用の充電設備はすでに電力会社

などが開発し、設置を始めているが、管理サービスを加えることで商機があるとみている。

2009年3月6日日経「技術ウオッチ リチウムイオン電池、産業用途開拓、古河電池、材料費10分の1」

電池各社がリチウムイオン二次電池の性能向上やコスト低減を競っている。従来の携帯電話やパソコンに加えて新たな用途を切り開く狙いで、ハイブリッド車向けや産業機械の大型電源として試作も始まった。2030年ごろの電気自動車普及をにらみ、技術革新が進む。いわき市の古河電池の工場敷地内で、3年前から開発中のリチウムイオン電池の性能評価試験が続く。1時間かけて充電し、蓄えた電気を1時間で放電する。2月に入り、2200回充放電しても性能が落ちないことを確かめた。技術開発部の阿部課長は「ようやく産業用途の実用化にメドがついた」という。同社の新型リチウムイオン電池は正極に、従来一般的だったコバルトではなく、リン酸塩化物を採用している。レアメタルのコバルトに比べて材料費が約10分の1と安い。フォークリフトや無人搬送車などの産業用途でも、コスト面でニッケル水素電池と互角に競争できる。ただ、リン酸塩化物はコバルトより充電の容量などの性能が劣るのが課題。同社は、首都大学東京の金村教授らが確立した、材料の結晶構造をナノレベルで配列する加工技術を応用。電流を流れやすくし、コバルト使用時と同レベルの性能を確保した。「産業用二次電池の分野では今後、リチウムイオン電池が主流になるだろう」と金村教授は話す。リチウムイオン電池はニッケル水素電池と比べて1.5～2倍の容量の電気を蓄えることができる。その分、小型・軽量化できる。富士経済によると、2007年のリチウムイオン二次電池の市場規模は世界で6010億円、2020年には2倍強の12550億円に拡大すると予測。東芝はハイブリッド車向けに高出力で安全性の高いリチウムイオン電池を開発、すでにサンプル出荷を始めた。現在搭載されるニッケル水素電池の3倍の出力があり、燃費向上につながる。独自技術で電極材料を微細加工して、抵抗を減らしてリチウムイオンの移動をスムーズにし、高出力で動作するようにした。東芝の高見研究開発センター技監は「熱に対して安定しているチタン酸リチウムを負極に使い、発火の危険もなくした。」と語る。将来、リチウムイオン電池は電気自動車の普及を支える基幹部品になる。経済産業省は2030年ごろに電気容量を現在の7倍、コストを40分の1にする目標を掲げる。一層の技術の進展が期待される。

2009年2月22日 日経「エコカー市場 中小企業走る 低コスト電池ケース 過熱防ぐ 充電器 成長分野、技術競う」

中小企業が市場拡大が見込まれる電気自動車など、エコカー関連市場に攻勢をかけている。金属加工など従来のもので技術を開発するだけでなく、次世代型電池の開発など基幹技術の開発に挑む動きもある。深刻な販売不振が続く自動車業界で需要が見込めるエコカー開発競争が加速するのは必至。中小各社は世界的な不況下で数少ない成長市場を開拓し、生き残りをかける。

携帯電話用リチウムイオン電池の保護ケースをつくる富士発條（兵庫県朝来市）はハイフリット自動車市場に参入する。薄いアルミニウム板をケース上に加工することができる金型技術を車載電池ケースの製造に応用。複数の板を接合するのに比べコストが抑制でき、品質も安定する。電気自動車向けにも応用可能で、大手電池メーカーから初受注した。同社は携帯電話向けでは世界市場で二割強のシェアを持つ。エコカーを新たな収益源に育てる。電気自動車は三菱自動車や富士重工業が年内にも軽自動車をベースに参入。日産自動車やトヨタ自動車も開発に力を入れ、海外では米ゼネラル・モーターズ（GM）が2010年にも商用化する方針。環境保全をアピールしたい企業が営業車などを電気自動車にする動きなども広がっている。技術開発型ベンチャーのテクノコアインターナショナル（兵庫県尼崎市）は通信機器開発のフコクインダストリー（同）などと組み、電気自動車用の次世代型充電器を開発した。充電が完了した状態を電圧の状態からの確に把握でき、異常加熱の一因とされる「過充電」を回避できる。「電池の寿命が従来の5倍以上に延び、過熱を防ぐ素材も必要なくなる」（テクノコア）ため、製造コストの低減と充電時間の短縮に繋がる。充電器本体の価格は一台200万円。ニッケル水素電池事業に参入した川崎重工業に納入した。電気自動車向け次世代電池として有力視される「金属空気電池」の実用化に関わる中小もある。東京工業大学発ベンチャーのエレクトラが持つ太陽光と海水からマグネシウムを精錬する技術活用し、高性能の金属空気電池を開発する。金属空気電池は電極に使う亜鉛と空気中の酸素が反応し電気を生む仕組み。亜鉛をマグネシウムに代替すると発電効率が三倍になるが、素材価格は二倍にあるため開発が進んでいなかった。東工大の矢部孝教授が考案した技術は海水1万トンから十キログラムのマグネシウムを精錬でき、安価に安定供給できる。発電効率が高まり電池が小型化できるので、重量が二百キロから六十キロに減るとみる。国内自動車大手から引き合いがあると言う。自動車市場でエコカー比率が高まれば、情報機器などを手がける企業の新規参入が増えそう。既存の自動車部品加工会社などは技術対応を怠れば生き残りが難しくなる。

2009年1月29日日経「リチウムイオン電池や有機EL 「環境素材」で収益多様化 三井造船（寿命を10年以上）昭和電工（発光材料を事業化）」

三井造船と昭和電工が「環境素材」それぞれ事業化する。三井造船は電気自動車などの動力源となるリチウムイオン電池向け新材料を開発、2009年夏から電池メーカーに採用を働きかける。昭和電工は発光効率が高く省電力に繋がる次世代照明向け材料を電機メーカーなどに売り込む。両社は環境関連を成長分野と位置づけており、事業化で収益源の多様化を目指す。三井造船が生産する材料は、リチウムイオン電池の正極材に使うリン酸鉄リチウム。現在、普及しているコバルト酸リチウムと呼ぶ材料では電池の寿命が1-3年程度だが、新材料は結晶構造が安定しており、十年以上に引き延ばせる見込み。携帯電話の電源として利用した場合は、理論的には三分間で充電が完了する性能を持つ。千葉事業所に数億円をかけて月産6トンの生産能力を持つプラントを建設する。顧客開拓を急ぎ、2、3年後に

は本格的な量産プラントを設け、当初、年十億—二十億円の事業規模を目指す。

昭和電工は有機 EL（エレクトロ・ルミネッセンス）照明向けの発光材料を事業化する。今春、千葉事業所で十億円弱を投じ、発光材料を基板に塗布して照明部材を作る設備を導入、電力消費量が現在主流の材料の約 4 分の 1 で済む新素材として、年内にも電機メーカーなどにサンプル出荷を始める。量産が進めば、12 年には製造コストが蛍光灯とほぼ同等になる見込みという。資源高や地球温暖化の進展を背景に、自動車や電機業界では、環境対応製品の開発が加速している。電気自動車などで使う車載用リチウムイオン電池市場は、五年後には五千億年超に拡大すると予測され、照明分野でも 11 年ごろには年に二千億円規模の国内市場の一割で有機 EL が使われるとの見方もある。環境対応製品の性能を左右する新素材の開発を巡り、今後、素材メーカーだけでなく異業種企業を巻き込んだ競争が激しくなりそうだ。

2008 年 8 月 25 日日経「材料供給体制急ぐ リチウムイオン電池 古川電工、銅はく 3 割増産 三菱化学など 電極材を量産」

リチウムイオン電池の需要増大に対応し、古川電工や三菱化学などが電池材料を相次ぎ増産する。世界シェアの 55% を占める古川電工は電池などに使う銅はくの生産能力を 3 割高める。三菱化学は 2009 年秋にハイブリッド車向けに主要部材である電極材を量産するほか、住友化学は 10 年にも高出力の電極材の量産を始める。三洋電機など電池メーカー各社が同電池事業で大型投資を予定しており、日本勢が得意とする分野でいち早く供給体制を整える。リチウムイオン電池では三洋電機、ソニー、松下電器産業の三社で世界シェアの 6 割超を占める。電池材料でも三社と開発などで緊密な関係を築いている日本の素材各社が海外勢に比べ優位を保っている。今後もハイブリッド車や電気自動車に使う電池材料で先行し、優位を保つ考えだ。古川電工は来夏までに全額出資子会社、古川サーキットフォイルの工場、製はく装置や切断装置を増設。生産能力を従来の月間七百万平方メートルから九百万平方メートル程度に増やす。増産分の七割程度を電池材料に振り分け、電池材料の月産能力を約五百万平方メートルとする。増産により首位の座を固める。銅はくは電線の廃材である銅のチップをはく状に加工した製品。リチウムイオン電池の負極部分に使われる。古河の銅はくの売上高は 2008 年 3 月期で二百億円前後とみられる。今後は自動車向けの需要が盛り上がるとみられており、設備投資を急ぐ。三菱化学は約二十億円と投じ、水島事業所で正極材の量産を開始する。年産能力は 600 トン。自動車の発進・加速を円滑にできるよう短時間で出力を高められるように工夫した。同社はすでに負極材と電解液を量産しており、主要な電池材料を自社で供給する方針だ。住友化学はコバルトに代えて、安価なマンガンなどを主原料としても高出力を出せる電極材を開発。二十億から三十億円を投じ、新居浜市の工場で月産 100 トン規模の量産設備を導入する。旭化成も宮崎県内に工場を新設し、正極材と負極材の間に挟むセパレーターを年産二千万平方メートル増やす。約六十億円の設備投資を見込んでいる。電池各社はリチウムイオン電池の供給能力を一斉

に高める。世界首位の三洋電機は2009年春をメドに貝塚市と南あわじ市に新工場を2棟立ちあげて生産能力を3割増やす。ソニーも今後、四百億円を投資。松下電器産業も一千億円を投じて大阪市に新工場を建設することを決めている。三社の生産能力は今後三年で約八割増える。

第7回 レアメタルの確保は？

2015.3.6 読売 深海1万2000m 視界良好、イメージ図公開

海洋研究開発機構は、10年以内の開発を目指す次世代有人潜水船「しんかい12000」のイメージ図を公開した。

2015.2.22 読売 「日本近海に鉱床次々、新型調査船で精度向上、2020年代に商業採掘、政府目標」

日本近海で、銅などの鉱物資源が豊富な海底鉱床が相次いで見つかっている。政府は2020年代の商業化を目指す。

2015.2.6 日経 乗船せず海洋資源探査、研究者、衛星を使い遠隔操作

無人探査機を陸上から遠隔操作する技術の開発に乗り出す。研究者が調査船に乗り込む負担や経費を減らすとともに、陸上の研究拠点で幅広い分野の研究者が調査データを共有して分析作業を効率的にできるようにする。2018年度の実用化をめざす。

2014.12.5 日経 国内最大級の熱水鉱床、沖縄本島北西沖で発見

JOGMECは、4日、上記海域で海底熱水鉱床を発見。銅、鉛、金、銀などが含まれる鉱石。

2014.11.25 日経 南鳥島沖のレアアース、深海底近く高濃度に、東大など発見、想定より浅く、商業化へ技術開発

高濃度のレアアースを含む泥が海底から2～4mのところによく分布していることを突き止めた。東大や三井海洋開発は水深5600～5800mから泥を引き上げて製錬する技術を開発し、商業化の可能性を探る。濃度は5000PPMを超し、中国鉱山の30倍以上。とくに、中国に偏在する「重レアアース」が多かった。

2014.9.20 日経 東芝、レアアース効率回収、廃モーターから、ほぼ全量再利用、海外調達リスク抑制

産業用モーターからレアアースをほぼ全量取り出す技術を開発した。2015年度にも自社

のエレベーターで使っているモーターから回収を始める。モーターから取り出した磁石をナトリウムなどを溶かした特殊な液体に浸し、電気分解してネオジムなどのレアアースを効率よく取り出す。例えば、230kgのモーターで、レアアースを約2kg取り出せる。

2014.9.3 日経 「都市鉱山」縮小、再生量が11%減、昨年度、電子機器の小型化で、海外開拓の動き目立つ

リサイクルの量が減っている。2013年度に再生された鉄、銅、金など素材11種と部品は12年度に比べて11%減少した。電子機器の軽量・小型化でリサイクルに回る量が減った。従来型携帯からスマホへの買い替えが一巡した影響もある。素材企業は海外で再生資源回収に乗り出している。

2013.4.1 日経 小型家電リサイクル法始動、都市鉱山、道険しく、回収に手間、委託先鍵、携帯の再資源化37%、個人情報漏れに懸念

上記のリサイクル法が4月1日に施行。捨てられる携帯電話やデジタルカメラなどを市町村が主体となって回収し、金属や内部の基板などに含まれる貴金属やレアメタルの再資源化を目指す。

2013.3.21 日経 「レアアース濃度、南鳥島沖、中国の20倍超、近海の資源、高まる期待、採掘技術など課題」

日本近海に予想以上に豊富な資源が眠っていることが明らかになってきた。海底の泥に含まれるレアアースは最高で中国鉱山の20倍超の濃度だと分かった。

2012.12.12 日経 「レアメタルが一段安、ガリウム6年ぶり安値」

コバルトは11月上旬と比べて12%下落。ガリウムも11月中旬に比べ、9%下落。インジウムも10月下旬と比べ9%下落。

2012.11.14 日経 「レアメタル市場、国家備蓄の観測で波紋、中国市況でこ入れの見方、日韓売買実態など非公表」

中国などアジア各国の国家備蓄を巡る観測が電子機器に使うレアメタル市場に波紋を広げている。生産国の中国は今夏に政府が一部品種を大量に調達した模様で、市況対策の備蓄との見方が出ている。日本や韓国も国家備蓄を強化するとの情報もあるが、政府は公式には発表していない。市場は各国政府の動きに神経をとがらせている。

2012.11.2 読売 「カザフから重レアアース、1月にも輸入開始、中国以外で初」

輸入量は年間需要量(2万トン)の7.5%。輸入は住友商事とカザフスタン国営企業との共同事業。

2012.10.25 日経「レアアース生産停止、中国、政治利用が誤算、管理強化、市場原理ゆがめる」

中国はレアアースを日本に対する外交カードとして位置づけ輸出管理を強めてきたが、需要急減で国内のレアアース企業が苦境に陥る誤算が続く。中国政府の締め付けに対して、日本企業が代替品の開発、他地域での調達拡大に動いた。その結果、11年夏をピークに価格が下落、国内生産能力を2割削減しても、需要減は止まらず、1～6月期のレアアース輸出量は前年同期比で約4割減った。価格下落にも歯止めがかからない。

2012.10.10 日経「レアアース脱中国鮮明、使用ゼロ磁石開発、トヨタや三菱電機、レアメタル官民で採掘」

トヨタや三菱電機はハイブリッドや省エネ家電のモーター用にレアアースを使わない新磁石の開発に乗り出す。2021年の実用化を目指す。10月中に「高効率モーター用磁石材料技術研究組合」を立ち上げる（トヨタ、三菱電機、ダイキン工業、デンソー、愛知製鋼、NEC トーキンなど11社）。経産省は開発費の補助や税優遇で支援。理論上は既に確認済み。

2012.8.20 日経「レアアース世界中から、日本、中国依存5割切る、今年上期、官民一体の戦略、重要に」

1～6月の中国からのレアアース輸入量は3007トン。輸入に占める中国産の比率は49.3%で、半期で50%を割り込んだ。09年までは中国産の比率が90%前後を占めていた。

来年からは日本企業が権益を持つ海外のレアアース鉱山などからの輸入が本格的になる。権益を持つのは、オーストラリア、カザフスタン、インド、ベトナムの4か国。フル操業時の対日輸出量は年間で1万6500トンを上回る。この大半はセリウムやネオジムなど軽希土類。年間2万数千トンの国内需要の6割～8割を安定調達できる。国内でのリサイクル分を合わせた「安定調達率5割」の政府目標を数年内に達成できる。残る課題は「希少性が高い重希土類の権益確保」。ジスプロシウムは、依然として調達量の9割超を中国に頼っている。豊田通商は豪鉱山で重希土類の採掘を開始、15年から供給する計画。EEZ内の海底での泥には重希土類が多い。

2012.7.31 日経「脱レアメタル加速、国が戦略拠点指定、10年間支援、高性能磁石や次世代電池、オール日本で実用化目指す」

文科省や物質・材料研究機構、東工大、京大などは、海外に依存するレアアースを含むレアメタルを使わない新素材を開発する。ハイブリッド、次世代電池、自動車の構造材、IT機器の電子部品まで幅広く代替材料をそろえる。企業の製品化を阻んでいる課題を基礎原理から解明し、国を挙げて普及を狙う。3機関に全国の有力機関が連携し、画期的な磁石や電池、電子材料、構造材料を作る。

2012.7.10 日経「レアメタル再利用の工場、住友電工、超硬工具原料を確保、国内で買い取り、調達先、中国依存を軽減」

2012.6.29 読売、日経「南鳥島沖 レアアース鉱床、東大チーム発見、国内消費の 220 年分」

加藤東大教授の研究チームが日本の排他的経済水域（EEZ）で初の発見。資源量は少なくとも日本の年間消費量（3万トン）の220倍以上。濃度は平均1070ppmで、陸上でふつう採取している鉱床を超えている。「重希土類」を豊富に含んでおり、ハイブリッドにつかうジスプロシウムは、日本の消費量の400年以上ある。

2012.6.16 日経「家電・携帯内のレアメタル、「都市鉱山」活用進まず、低い回収率、採算性も課題」

廃家電の海外流出、携帯電話の回収率が低い。採算の合うリサイクル技術も発展途上。最近のレアメタル相場下落で再利用の機運も後退。使用済みの家電製品は回収されず、一般廃棄物として処分されたり、国外へ流出したりする例が多い。携帯は個人情報流出などを恐れ、なかなか利用者が手放さず。特に、小型家電は家電リサイクル法の対象外。携帯は2010年度の廃棄数2068万台で回収できたのは762万台で37%。回収する際の採算性の問題、携帯は1台100～150円程度（含まれる金属の価格）で金や銀が大半。レアメタルは10円未満。高価な金などは費用をかけて回収・分離できるが、レアメタルは難しい。採算の取れる分離回収技術を開発する必要がある。

2012.6.14 日経「脱レアアース進む、1～4月輸入量、中国産7割減、価格も下落傾向」

ネオジムやジスプロシウムは現在、最高根を付けた昨年7月に比べ約7割安い。「脱レアアース」技術の普及は加速する見通しで、価格の高騰が回避できる可能性が出てきた。

2012.6.13 日経「リチウムイオン電池の正極、レアメタル使わず、東北大学、電気自動車に活用」

東北大学の本間教授は12日、正極にレアメタルを使わないリチウムイオン電池を開発。現行の2倍の容量がある。正極の原材料費が5分の1以下の有機材料で代用。

2012.6.1 日経「脱レアアース加速、磁石など代替、使用量縮小、取引価格も伸び悩む」

ハイブリッドや省エネ家電に使うレアアースの需要が鈍化している。日本の昨年の中国からのレアアース輸入量は前年比3割減った。2010年秋の尖閣諸島沖での衝突事件後、11年にかけて価格の高騰が強まったのをきっかけに日本企業が使用量を削減した効果が出た。「需要家の使用量削減や生産拠点の海外移転などで取引量が縮小している」。貿易統計によ

ると、11年の中国からのレアアース輸入量は1万5378トン。前年比34%減った。とりわけガラスや電子部品の研磨剤に使うセリウムの落ち込みが大きく、同46%減。

2012.6.1 日経「レアメタル確保へ融資、三菱UFJ、チリ銅公社に250億円、JFEなどへ長期供給」

三菱東京UFJ銀行はチリ銅公社に対し、日本企業へのレアメタル供給を条件に融資する。総額3.2億ドルの融資に先立ち、JFEスチールや新日本製鉄など9社がステンレス鋼などの製造に必要なレアメタル、モリブデンを銅公社から長期間輸入する契約を結ぶ。融資をテコに新興国との獲得競争が強まるレアメタルを安定的に確保しやすくする。

2012.5.6 日経「深海レアメタル探査、重力検知、まず駿河湾で実験、東大など」

東大と産総研などは、重力のわずかな変化をとらえ、深海底にあるレアメタルや貴金属などの鉱脈を探す技術を開発した。無人の潜水艇に重力測定装置を取り付けて探査する実験を9月に実施する。探査の孤立を高めてコストを減らし、近海に眠る海底資源の活用の道筋をつけたい。22日に日本地球惑星科学連合大会で発表。

2012.5.2 日経「レアアース使わないモーター、車向け実用化間近、東北大・東工大」

レアアースを使わない自動車用モーターが実用段階に入った。東北大学はJFEホールディングやリチウムイオン電池製造のエナックスと共同でモーターを試作し、電気自動車を走らせた。7月には小型バスを使った実験も始める。東京工業大学などは市販の自動車に乗せて走行性能を確かめた。次世代のモーターが大学の検証実験で乗り心地や騒音が既存モーターと遜色ないと示されたことで、自動車メーカーの動向が注目されそうだ。新型モーターはいずれも「SRモーター」と呼ぶ。レアアースが必要な永久磁石は使わず、鉄製の部品などに電気を流し、モーターの力に変える。レアアースが要らず単純な構造から製造コストは3割減るともされるが、電気自動車に組み込むには大きく、振動や騒音も課題だった。応用は建機や農機に限られるとの見方が出ている。東北大学のノ倉教授、後藤助教らは小型化した新型モーターを後輪に収めた「インホイール」方式の1人乗り電気自動車を試作した。車体約220kgの車を時速約40kmで走らせ、加速も減速も滑らかだった。機械音も小さく、改良すれば時速60km以上も出るとみている。車輪にモーターを入れるインホイール方式は車の床が低く、乗り降りしやすい。大学構内を走る小型電気バスの駆動用モーターも開発中で、7月ごろに大学構内で実証実験を始める予定。

東京工業大学の千葉教授と東京理科大学の星准教授らは、市販の自動車を改良し、新型モーターを載せた電気自動車で行実験をした。トヨタ自動車のハイブリッド車のモーターと力やエネルギー効率ほぼ同等だった。試作モーターは従来より15%重い。現在、自動車関連メーカーと軽量化を進めている。

2012.5.2 読売「レアアース確保外交攻勢、政府、カザフやキルギスで開発へ」

レアアース確保に向け、政府が資源外交を本格化している。枝野経済産業相は1日、カザフスタンの首都アナタナで産業・新技術相と会談し、レアアースの共同開発で合意した。4日にはキルギスでもレアアース開発に乗り出すことで一致する見通し。4月30日には、インドとも日本向けの輸出の開始で合意。調達先の多様化を急いで安定確保を図る。カザフではJOGMECと住友商事、同国の国営資源企業が共同で鉱山開発を始める。7月ごろからジスプロシウム生産の計画。キルギスでは、JOGMECなどがレアアースの採掘に向けた地質調査の開始で合意。両国を含む独立国家共同体（CIS）には、レアアースの世界埋蔵量の17%がほぼ未開発のまま眠っている。インドも埋蔵量の3%を占める。

一方、世界供給量の9割を握る中国は輸出規制を続けている。今年3月、日本、米国、欧州連合が共同で世界貿易機関（WTO）に提訴したが、解決には時間がかかるとみられる。日本にとっては新たな調達先の確保が急務だけに、枝野経産相の今回の訪問先は「今後の重要な調達先の一つ」として期待が高い。

2012.5.2 日経「官民で脱・中国依存急ぐ、レアアース調達先拡大、カザフと共同開発」

上記とほぼ同じ内容。

カザフスタン：ウランを精製した残土からレアアースを抽出。信越化学工業が分離技術を提供。インド：次世代自動車に用いるレアアース3種類を8月から日本へ輸出。ベトナム：日越合弁で鉱床を共同開発。政府も資金・人材・技術面で支援。オーストラリア：双日などが現地の開発企業に出資。2013年から年9000トン日本へ輸出。

2012.4.18 日経「ホンダ、レアアース再利用、ハイブリッド車から回収、日本重化学と技術、調達リスク軽減」

ホンダは17日、ハイブリッド車のニッケル水素電池に含まれるレアアースを再利用する技術を確認したと発表。金属材料を手掛ける日本重化学工業とこのほど開発し、今月下旬に同社の工場に導入する。量産工程に導入するのは世界で初めてという。希土類の産出国の中国が資源囲い込みに動く中、再利用を進め、調達リスクを減らす。

再利用することに成功したのはミッシュメタルと呼ばれる希土類の混合物で、ニッケル水素電池の負極材に使われる。電池を解体した後、高温で焼成し粉碎、熔融して希土類を抽出する。鉱山から採掘、生成する希土類と同等の純度。ホンダは販売店を通じて使用済みのHV用ニッケル水素電池を回収している。回収した電池を日本重化学工業の小国事業所に運び、同事業所で電池の解体から希土類の抽出までを手掛ける。希土類は電池メーカーなどに供給して車載用電池などとして再利用される。HVに搭載するニッケル水素電池は約20キロで、そのうち希土類は数キロを占める。従来は電池から希土類を取り出すことができず、ホンダは回収した電池をステンレスの原料として再利用していた。新たに開発した方法では電池に含まれる希土類の80%以上回収できるという。HV用電池は5～10年

で消耗し、回収される。ホンダは 1999 年にHVを発売。これまでに国内外で 80 万台以上を販売し、そのうち 50 万台を 2009 年～11 年に販売した。10 年度に国内で回収したHV用電池は 1034 個で、今後、大幅に増えるとみている。同様の方法でミッシュメタル以外のレアアースを再利用することが可能という。HVなどのモーターの永久磁石に使われるネオジムやジスプロシウムへの応用も今後、検討するが、現状ではモーターを回収する仕組みがないため難しいという。

2012.4.16 読売「小型家電から金、銀、銅、レアメタルも高純度で再生産」

都市鉱山リサイクルに注目が集まっている。日本の金属精錬技術は世界トップクラス。高純度の金属を再生でき、環境省でも全国規模での小型家電回収制度の導入を目指している。携帯電話 330 台で金の指輪 (10g) が作れる。DOWA グループの子会社「小坂製錬」で新型炉で 1400℃で融解させて貴金属などを分離、さらに硝酸液などで溶かして電気分解を繰り返し、グループ全体で 22 種類の元素を回収できるようになった。

2012.4.12 日経「高効率の産業用モーター、日立、レアアース不要に、送風機・ポンプ向け、コストを大幅に削減」

日立製作所は 11 日、レアアースを使わない省エネ型の産業用モーターを開発したと発表した。日立が得意とする中型機種で脱レアアースのモーター開発で先行。国内でのシェア上昇につなげるほか、海外需要開拓にもつなげる。世界生産の 9 割を占める中国の輸出制限、レアアースの安定調達が難しくなっている。レアアースを使わない製品の開発や中国以外の調達先確保など、脱中国レアアースが加速してきた。

2012.4.7 読売「海底レアメタル効率採取、穴掘り、噴出する熱水に鉱物」

海洋研究開発機構は、沖縄近海で水深約 1000 ㍎に海底に人工的に穴を掘って熱水を噴出させ、工業原料として重要なレアメタルや貴金属を効率的に回収する実地実験に成功した。日本周辺の海底鉱床の開発に役立つ成果として期待されている。高井上席研究員は 2010 年秋、地球深部探査船「ちきゅう」を使って、有望な鉱床が見込まれる海底の 4 か所をドリルで掘削。噴出した熱水に含まれる鉱物が、海水で冷やされてできる煙突状の構造物 (チムニー) の成長の速さや含有成分などを調べた。約 10 か月でチムニーは最大で高さ 11 メートルまで成長し、太陽電池の材料に利用されるテルルやビスマスのほか、金、銀などを豊富に含んでいた。高井さんは「熱水噴出孔」を人工的に掘り、船上からチムニーを回収する今回の技術を組み合わせれば、これまで開発が困難だった鉱床も資源化できるはずだ」と話している。

2012.4.6 日経「レアメタル探査機、公開、海洋機構、来年度から調査」

日本の沿岸海域にあるレアメタルなどの海底資源を探る新たな小型無人探査機「ゆめい

るか」を海洋研究開発機構が開発。5日公開した。2013年度からの調査開始を目指す。海洋機構によると、レアメタルを含み熱水が海底から噴き出す熱水鉱床の探査が狙い。探査機は前後がすばまった筒型で、長さは5メートル、重さは2.7トン、深さ約3千メートルまで潜れる。

2012.3.26 日経「人工噴出口に大量レア眼立つ、海洋機構、沖縄沖で確認、回収装置 開発を目指す」

海洋開発機構は沖縄沖の水深1000メートルの海底で掘った熱水噴出口の周囲に、レアメタルを豊富に含んだ硫化物が大量に堆積していることを確認した。勢いよく噴出するため、自然現象に比べて極めて短い期間で積もっていたという。今後、レアメタルなどを効率よく回収できる装置を開発する。1年4か月で高さ11メートルにもなる硫化物の塊もあった。

海洋機構は、人口噴出口の影響でできた堆積物から効率的に鉱物を取り出すアイデアについて特許を出願した。13年以降の開発を目指す回収装置では、噴出口から熱水を直接持ってきて鉱物を沈殿させる仕組みを採用する。

2012.3.25 日経「レアアース、中国をWTO提訴、資源の囲い込みけん制、規制の解除には時間、レアアース使わぬモーター、代替技術の開発急ぐ」

日本は米国、欧州連合とともに、ハイテク製品に使うレアアースの輸出規制を続ける中国を13日に世界貿易機関（WTO）に提訴した。

中国に限らず近年、新興国は資源囲い込みの姿勢を強め、ロシアやインドがニッケルや鉄鉱石の輸出税を引き上げるなど資源の輸出規制が頻発している。今回の提訴は対中国にとどまらず、世界経済に占める重要性の高まった新興国に対して先進国側が貿易ルールの順守を迫る意味合いもある。

中国のレアアース輸出規制を受け、日本は官民挙げてレアアース使用の代替・削減技術やリサイクルなどの研究開発を進めている。

2012.1.31 日経「携帯電話やデジカメ、レアメタル回収制度、環境省、14年4月全面施行めざす」

中央環境審議会廃棄物レアメタル部会小委員会は30日、携帯電話衣などに含まれるレアメタルなどのリサイクル制度の答申案をまとめた。国が認定した事業者が都道府県を越えて広域的に回収できるよう廃棄物処理法の特例を設ける。消費者から費用の追加徴収はしない。96品目を対象候補にあげた。小委員会は31日、細野環境相に答申する。環境省は3月をめどに関連法案を通常国会に提出する方針。2014年4月の全面施行を目指す。新制度では使用済み小型電子機器を市町村が直接回収、認定事業者が引き取りリサイクル事業を展開する。具体的な対象品目や事業者の認定基準などは今後検討し、政省令で定める。制度は5年後に見直す。小委員会は携帯電話機やデジタルカメラなど16品目を特に資源性の

高い「特定対象品目」に推奨した。

2012.1.11 日経「レアアース不要のクルマモーター、日本電産が量産へ」

日本電産は 10 日、レアアースを使わない次世代モーター「SRモーター」を、電気自動車やハイブリッド車の駆動用として量産する方針を明らかにした。2013 年にも国内外の自動車メーカーに供給する。レアアースの価格高騰に対応し、代替技術の投入で自動車市場の開拓を加速する。

2011.12.28 日経「ハイブリッド車用のレアアース、中国が輸出量限定」

中国商務省は 2012 年のレアアースの輸出方針を発表した。全体の輸出枠は 11 年並みの約 3 万トンを維持するが、ハイブリッド車用の高性能磁石に不可欠なジスロシウムなどは 4000 トンに限定、重点的に管理する仕組みを初めて導入した。

2011.12.25 日経「レアアース合金原料生産、昭電、ベトナムで 3 倍に、中国依存見直し」

昭和電工はベトナムで手掛ける磁石廃材を利用したレアアース合金原料の生産を来夏までに 3 倍に増やす。将来はベトナムの鉱山からレアアースを到達し、合金原料を増産することも検討する。増産するのはジスプロシウムやネオジムなどレアアースに鉄などを混ぜた合金原料。現在、廃家電や磁石工場から出るスクラップを日本国内で買い付けてベトナム工場に送り、溶媒を使ってレアアースを回収。鉄などを混ぜ、年間 200 トンを試験的に加工している。これを年産 6000 トンに引き上げる。同社は合金原料を成形して作るレアアース合金の大手。エコカー向けには国内で 4 割のシェアを持つ。

2011.12.5 読売「中国供給削減、レアアース読めぬ取引、日本、安定確保に不安」

2011.11.29 日経「環境車向け磁石、レアアース半減、大同特殊鋼や三菱商事、岐阜で量産、中国依存を軽減」

2011.11.1 読売「東松浦半島 レアアース鉱床か、九大助教ら新種鉱物発見」

イットリウムなどのレアアースを含んだ新種の鉱物を発見。地下に鉱床が眠っている可能性がある。

2011.10.30 読売「奄美沖にレアメタル、金属資源の宝庫、海底熱水鉱床、存在か熊本大学院准教授発見」

奄美大島沖の東シナ海の海底で、レアメタルの一種アンチモン、金、銀などを含む鉱石を見つけた。海底熱水鉱床が存在する可能性がある、と指摘。

2011.10.28 日経「日・ベトナム官民レアアース合弁、首脳会談で合意へ、国内需要の2割生産狙う」

野田首相は31日、都内でベトナムのズン首相と会談し、レアアースの共同開発について合意する。豊田通商、双日連合と越企業が合弁を組み、2013年に同国北西部ドンパオで生産を開始する。12年に研究拠点を設け、将来は年6000トン、日本の内需の2割強を賄う生産量を目指す。

2011.8.20 読売「豪産レアアース輸入、双日、来年2月にも、当初、年3000～4000トン」

双日が、来年2月にもオーストラリアからレアアースの大量輸入を始める。13年には9000トンに拡大する予定。

2011.8.19 日経「脱レアアース開発加速、車向けなどハイテク素材、パナソニック、日立など」

パナソニック、三菱化学、産業技術総合研究所などが高性能蛍光灯でテルビウム、ユーロビウムを2割削減。日立製作所、英ノッティンガム大学などがジスプロシウム含有磁石の代替材料を開発。トヨタ自動車、TDK、物質・材料研究機構などはハイブリッド車モーターでジスプロシウムを4割低減に成功。アルバック、三井金属鉱業、東北大学などは、表示装置向け透明電極でインジウムを半減目標。アルプス電気、三菱瓦斯化学、高知工科大学などは、ガラス研磨剤のインジウム代替材料。日産自動車、名古屋大学等は自動車排ガス浄化装置で白金の代替材料開発を目指す。

2011.7.17 日経「レアアース、独自調達に道、太平洋に巨大鉱床、採掘技術の開発は難題」

東京大学などの研究グループは太平洋の海底にレアアースの巨大鉱床を発見した。埋蔵量は陸上の1000倍が期待できる。

2011.5.31 日経「レアメタル開発拡大、価格急騰、中国依存下げ、双日、ポルトガルで増産、住商、チリ鉱山14年から」

2011.4.14 日経「レアメタル価格高騰 太陽光発電向け2～5割昨年比 原発代替需要見込む」

太陽光発電システムに使うレアメタルの価格が高騰している。欧米諸国や中国が太陽光発電を推進して需要が伸びているうえ、東京電力の原子力発電所事故の影響で普及が加速するとの見方が広がった。次世代の太陽光パネルに不可欠なインジウムやガリウムは昨年末比で2～5割値上がりした。今後、パネルメーカーのコスト増につながりそうだ。

高騰しているのは「CIGS型」と呼ぶ薄膜型太陽光パネルの主原料になるレアメタル。薄

膜型パネルを使った装置は軽くて発電効率に優れる。現在主力の結晶系シリコン型からシェアを奪っている。

インジウムの取引価格は1キログラム710ドルと昨年12月下旬に比べて26%上昇。2007年秋以来の高値。ガリウムやセレンも昨年末より約5割高い。日本では原発事故で火力発電燃料の代替需要が膨らんでいるが、二酸化炭素の排出量が多いことから自然エネルギーへの期待が高まっている。インジウムなどには「実需だけでなく、太陽光発電が伸びると見た投機的な買いも入っている」。国内外の太陽光パネルメーカーは政府の支援策を受けて増産を急いでいる。昭和シェル石油の子会社で業界大手のソーラーフロンティアは2月に薄膜型の新工場を稼働。7月には生産能力を年90万キロワットと、現在の約10倍に引き上げる。インジウムは液晶パネル、ガリウムは発光ダイオード(LED)にも使う。いずれも主産国の中国からの輸出が伸び悩む一方、デジタル家電向けの需要も堅調で品不足感が強く、今年はじめから値上がりに転じていた。このほか、風力発電機の中核部品である協力磁石に使うレアアースのネオジウムは、3月末時点で1か月前に比べて約3割値上がりした。電気自動車の生産増加や中国の輸出減少に加え、「原発に代わって風力発電機の設置が進むとの思惑から投機資金が流入している」という。

2011.3.4 日経「磁石材料 レアアース使わず合成 戸田工業・東北大など EVモーターに活用」

戸田工業や東北大学などの共同研究グループは3日、レアアースを使わない磁石材料の大量合成に成功したと発表した。鉄と窒素から成るナノメートルサイズの微粉末で、電気自動車などのモーター用磁石に使えるとみている。トヨタ自動車や本田技研研究所とも協力し、2023年までに実用化を目指す。新材料は直径数十ナノメートル～数百ナノメートルの窒化鉄の微粉末。鉄を含む有機物などを原料に使い、化学合成法を工夫して均一な性質で数十グラム作ることができたという。実用化には熱や圧力をかけて固め、磁石として成型する必要がある。研究グループの高橋研・東北大学教授は、新材料で磁石を作れば「既存の磁石よりも1.6倍ほど磁石を高められる」とみている。その分だけ磁石を小型化でき、出力を落とすことなくモーターの大きさを4割程度小さくできる見通しという。現行のEVに使うモーター用磁石はレアアースの一つネオジウムと鉄、ボロンが主成分。

2011.3.3 日経「日韓でレアメタル権益 ブラジル鉱山に1500億円 新日鉄・JFE・ポスコ連合」

日韓の企業連合がブラジルのレアメタル大手に出資する。新日本製鉄、JFEスチール、韓国ポスコの鉄鋼大手、双日のほか日韓の政府系機関が鋼材向けレアメタル鉱山の開発会社に合計約15%出資。総額は1500億円規模となる見通し。新興国などの鋼材生産拡大で気象金蔵の需要も急増。日韓が官民協調で鉱山権益を獲得。希少金属確保に動く中国に先手を打ち、安定調達できる体制を整える。

出資先であるブラジルの CBMM 社は自動車用鋼板やパイプライン用鋼管など高級鋼材の生産に不可欠なレアメタル「ニオブ」の鉱山と精製工場を持つ。日韓の企業連合のほか石油天然ガス・金属鉱物資源機構、韓国の国民年金公団がそれぞれ 200 億～300 億円を投じ、CBMM 社の株式を創業者一族から取得する。日本勢は 10%前後、韓国勢は 5%前後を出資する。

2011.2.25 日経「レアアース 脱中国へ 1100 億円投資 110 社 160 事業 中国産消費三分の二」

日本の官民が、レアアースの過度な中国依存からの脱却に総額 1100 億円を投じる。日立金属や三井金属は、使用量を減らしたり中国産以外を活用したりする取り組みに着手。トヨタ自動車やホンダなどは、米国産などを使った部品を製品に採用するための試験設備を導入する。動き出すのは 110 社による 160 事業。政府はこれらのための設備投資を資金面で支援する。中国がレアアースの輸出を絞る中で、中国依存の調達構造を転換する狙いだ。

一連の投資で年約 3 万トンある中国産の消費量を中長期的に 1 万トンほど減らす。取り組みはレアアースの使用量そのものの削減やリサイクル、供給源の多様化、新しい部品の実証実験などに分かれる。

コニカミノルタホールディング子会社はガラス研磨剤の酸化セリウムを効率よく使う新設備を導入。日立金属はネオジム磁石の製造工程で出るくずをリサイクルする計画。三菱商事、大同特殊鋼は専門ベンチャーのインターメタリックスと連携。電気自動車などのモーターに使うネオジム磁石の生産で、ジスプロシウムの使用量を 4 割減らす新しい事業を立ち上げる。米国やオーストラリアなどから輸入するレアアースも活用する。中国からはある程度加工した合金で輸入するのが一般的だが、米国などには加工設備が整っていない。三井金属や日本重化学工業は、原石の状態でも輸入されたレアアースを国内で合金に加工する。併せて国内外から回収したニッケル水素電池からレアアースを抽出する設備も新たに導入する方針。レアアースの使用量を減らしたり、非中国産を使ったりすると成分が異なるため、モーターや触媒などの性能が変わる可能性がある。トヨタやホンダなど自動車大手を中心にした川下企業は、新部品が次世代自動車に使えるかどうかを試験するための設備を導入する。

中国はレアアースの対日輸出を昨年後半に規制したほか、輸出枠も削減。中国からの輸入量が全体の 9 割を占める日本にとって、過度の中国依存はリスクが高い。日本の官民は米豪のほか、ベトナムなどへ調達先の多様化を進めている。また、中国政府はレアアースの安定供給をテコに、日本の部材メーカーの誘致を進めてきた。レアアースを使ったハイテク製品の部品は、日本企業の国際競争力が圧倒的に高いからだ。今回の政府補助は、こうした競争力が高い企業の製造拠点を日本にとどめ、技術流出を防ぐ狙いもある。

レアアースの取引価格が一段と高騰している。ハイブリッド車に使うレアアース磁石原料のネオジムなどが前年末比 30～60%上昇した。主力生産国の中国が 2011 年前半の輸出

許可枠を前年同期に比べ 35%削減した影響が表れた。採掘規制強化や生産者の売り惜しみあり、価格が当面強含みが続く公算が大きい。

2011.221 読売「インク分子でレアアース代替 世界最小 高感度センサー」

価格が高騰するレアアースの代替素材として、インクに含まれる有機分子を使うことで、世界最小、高性能の磁気センサーの開発に、千葉大学の山田准教授ら日、独、仏の 3 か国の共同研究チームが成功したと発表した。大きさが 1 ナノメートルの極小サイズながらセンサー感度は従来品の 10 倍にアップ。安価な材料でパソコンなどの小型化や高性能化が図れるという。研究成果は、「ネオチャー・ナノテクノロジー」電子版に掲載。

2011.1.23 日経「海底資源 採掘へ着々 日本近海に豊富、探査で明らかに、熱水鉱床など、金やレアメタル期待」

「まさか「黒鉱（くろこう）」が出てくるとは」。海洋研究開発機構の高井研プログラムディレクターは地球深部探査船「ちきゅう」のデータを見て驚いた。水深 1 千メートル～2 千メートルの海底を数十～150m 掘り、沖縄諸島北西部の海底熱水鉱床で文字通り黒い鉱石を見つけた。黒鉱はマグマによって摂氏 300～350 度に加熱された熱水が噴出し、一気に冷やされる際に含有成分が固まってできる。鉄や銅、亜鉛のほか金やレアメタルを含む場合もあり、資源価値は高い。一方、日本最東端の南鳥島の周辺からミクロネシアにかけての、海中に沈む山の斜面には「コバルトリッチクラスト」が堆積している。コバルトやマンガン、ニッケルなどのレアメタルを豊富に含む。コバルトは高強度合金やエンジン、磁石などの材料に不可欠で幅広い産業用途がある。日本近海のコバルトリッチクラストの回収可能な資源量は 11 億トン、金額換算で 100 兆円を超えると推定される。政府は資源権益の拡大を狙って、排他的経済水域（EEZ）に大陸棚の海域を加えるよう 2008 年に国連に申請した。対象は国土の 2 倍の 74 万km²。大陸棚にはコバルトリッチクラストなどの存在が期待される。利害調整が難しくなる場面も予想される。

2010.12.7 日経「レアアース米社に出資へ、来春にも年 2000 トン弱輸入、モリコープ、三菱商事も契約」

住友商事はレアアース生産を手掛ける資源会社、米モリコープに出資することで最終調整に入った。2011 年春にも同社が保有する米鉱山から年 2 千トン弱を日本に持ち込む。三菱商事もモリコープと契約し、輸入を始めた。中国からの供給が減って国内在庫が細る中、11 年前半の必要量確保が課題となっていたが、安定調達に向けて前進する。

2010.11.25 日経「レアアース調達先拡大」

住友商事はインドネシアのすず鉱山からレアアースを取り出す事業の調査を開始。14 年にも生産開始目標で年 1 千～2 千トンを生産できる見通し。電気自動車向けモーターに使う

ジスプロシウムなどの産出が見込める。三菱商事と住友商事は 2012 年に生産を再開する米マウンテン・パス鉱山からの調達に向け、現地企業モリコープと交渉に入った。丸紅は南アフリカで、現地研究機関とリン鉱石の残滓からレアアースを取り出す研究に着手。双日は、オーストラリア西部の鉱山からレアアースを調達すると発表。11 年から 10 年にわたり最大で年間 9 千トン以上を日本向けに輸出する契約を結ぶ。

2010.9.19 日経「中国の輸出規制で急騰、希土類、製造業に影、車・家電向け供給不足、価格 4 倍も」

中国政府は 1990 年代まで、外貨獲得のため希土類の輸出を奨励していたが、2005 年に増徴税（付加価値税）の還付を撤廃。その後は輸出税をかけるなど、一転して輸出規制を強めている。しかし、今年に入ってから規制強化は「これまでの流れから予想できなかった」ほど急な動き。7 月には、希土類生産者などに与える輸出許可枠を前年比で 4 割減、約 3 万トンにすると決定した。日本の輸入価格は 4～5 倍に跳ね上がった。

2010.6.26 日経「レアアースが一段高、3 か月で 1～2 割、中国が採掘規制強化、国際需給が引き締まる」

レアアースの価格が一段と上昇。世界生産量の 9 割以上を占める中国が採掘規制を強化し、供給が大幅に減るとの見方が強まっている。

2010.3.6 日経「環境車の電池リサイクル、三井金属・日産など事業化、市場拡大に弾み」

ハイブリッド車や電気自動車の普及をにらみ、基幹部品である電池のリサイクルが動き出す。三井金属は使用済み電池からレアメタルを取り出す専用設備を新設し、2014 年にも稼働させる。日鉱金属や日産自動車もリサイクルの事業化を目指している。国内に回収網を作ることで再利用までの一貫体制を築き、材料の安定確保に道を開く。

2010.1.25 日経「レアメタル価格急伸、昨秋比 2～4 割高、自動車・家電向け、日中で需要増」

電子機器やエコカーの生産に欠かせないレアメタルの国際価格が相次いで急伸している。インジウム、モリブデンといった主要品は上昇が目立つまでの昨秋に比べ 2～4 割高。好調を維持する中国の家電消費に加え、日本で自動車や家電の生産回復を受けて需要が上向いたのが主因。

2009.12.12 日経「日立、希土類リサイクル、安定調達めざす」

2013 年の実用化を目指す。

2009.10.26 日経「廃棄パネルから 95%回収、シャープ、大阪府立大学、電子機器に再利用

も」

破棄した液晶パネルからインジウムを回収する新技術を開発した。

2009.10.10 日経「廃家電からの資源リサイクル、三菱マテ、希土類も回収」

回収するのは、ディスプレイウム。三菱マテリアルはパナソニックと共同で回収実験を開始。

2009.9.8 読売「レアメタル戦略、加速、アフリカで開発支援（経産省）、カザフ、インドで展開（商社）」

人工衛星からの紫外線を活用し、日本人専門家が現地の研究者を教育して地下資源の情報を収集、分析する。2008年7月にはJOGMECはボツナワで事業に乗り出している。ザンビア、モザンビーク、ナミビアとも覚え書きを交わす予定。

2009.8.29 日経「希少金属 値上がり、7月以降、中国需要で1~4割」

レアメタルの国際価格が軒並み反発している。7月から上昇が目立ち始め、6月末時点に比べて上げ幅は約1~4割に達した。景気刺激策などを受けた中国の需要増が上昇をけん引。レアメタル消費量が世界上位の日本で在庫調整が進んだ影響もある。レアメタル価格の再上昇は家電や自動車メーカーの収益を圧迫する要因になりそうだ。レアメタルは、需要拡大や中国など資源国の輸出管理で昨夏まで高騰していたが、経済危機後に急落した。安定確保のため在庫を積んでいた需要家が多かったこともあり、銅などの非鉄金属に比べ上昇が遅れていたが、ここにきて反発基調に転じた。中国が農村部で家電購入を促す補助金の支給を実施したことで、台湾や韓国を中心に液晶パネル生産が回復している。

2009.8.12 日経「大手商社が資源開発、希少金属、エコカー用確保、住商や豊田通商、カザフなどで、脱・中国依存狙う」

住友商事はカザフスタン、豊田通商は今後5年間で鉱山開発に400億円を投じる。インドネシアでスズ鉱石からレアアースを回収する事業に乗り出す。モンゴルなどで鉱山開発を検討している。同社は2008年末にベトナムで鉱山の権益を獲得している。

2009年3月9日日経「眠れる資源を掘り起こせ 廃家電リサイクルから希少金属 企業群で調達・回収 秋田県大館市など 不景気を逆手に進出 コストを抑え商機を生む 岐阜県中津川市 国内埋蔵量は世界一 資源不足日本の救世主」

携帯電話などに含まれる貴金属やレアメタル（希少金属）を回収するビジネスが広がってきた。「都市鉱山」と及ばれるこれら資源の国内の埋蔵量が世界最大。その将来性を見越し、秋田県を中心にリサイクル工場の集積が進む。景気後退を逆手にとってスクラップを低価格で調達する好機と見る企業も。関東は四国でも資源再生の動きがあり、新たな雇用の場

となる可能性もある。

日本有数の鉱山のあった秋田県北部の大館市のエコリサイクル本社。県内から集めた「新時代の鉱石」ともいえる電子機器類の回収・分解が進む。使用済みの携帯電話などのメーカーや製造日、型番を記録。作業員がペンチやドライバーで外枠をはずし、基板や電池を丁寧に取り出している。非鉄大手のDOWAホールディングスは、エコリサイクルを含む15社の拠点を秋田県に集めている。廃家電などから19種類の貴金属やレアメタルを回収するためだ。原料の調達から金属の回収までを手分けして行う企業群は金属リサイクルのコンビナートのようだ。家電リサイクル法の対象から外れる小型家電を回収する試みは、東北大学の中村宗教授らの呼びかけで2006年末、大館市で始まった。パソコンの基板はニッケル、携帯電話は tantalum などを含む。これらレアメタルはハイテク関連の製造に欠かせないが、新興国の成長で需給が逼迫。安定供給へリサイクル技術の確立が大きな課題だ。

大館市の試みは2008年度に国のモデル事業となり、回収エリアは同年十月に秋田県全域に広がった。スーパーなどの回収ポストは二十二箇所から百四十箇所に増え、月当りの収集個数も開設時の1.8倍の2500個に増えた。分解した後の部材は東北大学などに持ち込まれ、製造ごとに含まれる金属の種類や量を分析する。2009年度には実際に金属を抽出する次の段階に実験に入る」予定。抽出ではグループの小坂製錬が2008年春に本格稼働した新しい炉を使う。すでに工場の廃材などから金属の回収が始まっている。年三万トンのリサイクル原料の処理能力を二三年後には十萬トンに増やす計画で「環境重視は世界の流れで積極投資を続ける」とDOWAホールディングスの役員は話す。グループのリサイクル技術を育てたのは金、銀、銅、亜鉛などが複雑に入り組んだ「濃鉱」の精錬だ。抽出が難しい鉱石で精錬を続け、各種の金属を分別・抽出する技術を蓄積した。1994年にグリープ最後の鉱山が閉山した後も炉が内陸部にあって物流費が余計にかかる弱点を補うため、不純物が多くても価格が安い輸入鉱石を精錬。これがリサイクル資源の活用で生きた。新しい炉は、稼働後も試行錯誤が続く。大館の試みも「事業化に（電子機器・部品）1個200円かかる回収費用を少なくとも数円にする必要がある。グループの挑戦は始まったばかりだ。

OA機器などのリサイクルを手がけるリユースビズテック（埼玉県川口市）は二月、岐阜県中津川市にレアメタルを抽出する新工場を開設した。工程に共通点が多い窯業原料メーカーの工場を活用。金属の相場が下落するなど市場環境は厳しいが、原料スクラップの仕入れ価格を押さえられる点で好機とも判断した。中津川市は高速道路のインターがあり、京浜、中京など大都市の物流面での利便性にも着目した。施設の延べ床面積は焼く1300平方メートル。精錬の前処理をして、国内の精錬会社に販売する。OA機器のスクラップ加工の工程と窯業原料製造は共通点が多いという。窯業原料メーカーと共同事業形式にすることで人材と遊休設備をそのまま活用し、初期投資額は1億円強に抑えた。

精錬前のレアメタルの抽出量は月間85トン。数年間で投資を回収できると見ている。埼玉県の工場ではレアメタルの抽出を手がけ、「自動車業界では次世代車の開発を進めており、燃料電池などレアメタルを使う製品は増える」とみている。四国などの精錬会社でも

既存施設を活用し動搖の事業に乗り出す動きもある。軌道に乗れば地域の雇用拡大にもつながる。

金は世界の埋蔵量の16%、銀は22%、薄型テレビに欠かせないインジウムでは61%にも達する。独立行政法人物質・材料研究機構が国内の家電製品などから回収できる金属量を試算した結果だ。いずれも埋蔵量世界の国を上回る規模になる。「ほとんどの金属は過去に掘った量が埋蔵量よりも多い」と指摘。回収した金属を有効資源として扱うことで、国内産業を支える可能性が大きい。廃家電から金属を取り出す技術では日本が世界をリードするが、分別などコスト高につながる人手の作業が多いのが課題だ。物材機構は人手を使わずに金属を分離・回収する方法を開発するなど「都市鉱山」の利用を技術で後押ししている。「秋田のプロジェクトが動いたおかげで、問題点がみえてきた」と話す。含有量の少ないレアメタルは単純に廃家電から取り出す技術だけでなく、いかに濃縮して利用可能にするかという新たな工程も重要という。「鉱山」にあたる廃家電から「鉱石」を作る濃縮工程を経て様々な金属を精錬する、産業界や自治体、住民も巻き込んだサイクルの構築が目標だ。

2009.3.9 日経「眠れる資源 掘り起こせ、廃家電リサイクルから希少金属」

携帯電話などに含まれる貴金属やレアメタルを回収するビジネスが広がってきた。「都市鉱山」と呼ばれるこれら資源の国内の埋蔵量が世界最大。その将来性を見越し、秋田県を中心にリサイクル工場の集積が進む。

金は世界の埋蔵量の16%、銀は22%、薄型テレビに欠かせないインジウムでは61%にも達する。いずれも埋蔵量世界の国を上回る規模。

2008年12月2日日経「トヨタグループ 希少素材を自力調達 豊田通商 ベトナムで権益 環境車需要に対応」

トヨタ自動車グループはハイブリッド車などに不可欠なレアアース（希土類）の自力調達に乗り出す。傘下の豊田通商がベトナムで鉱山権益を確保、インドからの輸入販売権を持つ専門商社を買収した。総投資額は約百億円。レアアースの国内需要の九割を依存する中国では、政府による輸出規制強化の動きがある。トヨタは環境車の増産をにらみ、戦略性の高い希少素材の安定調達に向け独自ルートを確保する。レアアースの代表種であるネオジムはハイブリッド車やハードディスク装置に使う高性能モーターに不可欠な強力磁石の材料で、モーターの小型化・軽量化に欠かせない。豊田通商はベトナム国営鉱物公社と合弁で鉱山会社を設立し、ハノイ北西部のドンパオ鉱床の権益を取得する。日本側が49%を出資する予定で、豊田通商は日本分の過半もしくは全部を出資する。2011年からレアアースを年間5千トンを生産する。さらにインド国営のインディアンレアアースの鉱物の輸入販売権を持つ和光物産を5億円で買収。2010年から年間4千トンを入力する。豊田通商がベトナムとインドから調達するレアアースは国内需要の2割強に当たる。これまでハイブ

リッド車向けレアアースは素材・部品メーカーが専門商社経由で兆月していた。しかし、環境車の需要増で、レアアースの重要性が高まってきたため、多様な地域から安定的に調達できるようにする。トヨタは2007年で43万台のハイブリッド車世界販売を2010年に100万台に増やす方針。レアアースの国内需要は今後、年率15%程度の増加が見込まれ、世界的な争奪戦の激化が予想される。

2008.11.28日経「レアメタル、軒並み急落、モリブデン8月比74%安、需要減退で上げ基調一変」

モリブデン、インジウム、コバルトなどレアメタルの国際スポット価格が軒並み急落している。世界的な景気減速を受けて需要が減退。精錬や欧米のトレーダーなどが売り急ぎに転じた。今年の最高値からすでに半値以下となった品種も多く、年初からの上げ基調が一変した。

2008年11月28日日経「レアメタル、軒並み急落 モリブデン8月比74%安 需要減退で上げ基調一変」

モリブデン、インジウム、コバルトなどレアメタルの国際スポット価格が軒並み急落している。世界的な景気減速を受けて需要が減退。精錬や欧米のトレーダーなどが売り急ぎに転じた。今年の最高値からすでに半値以下となった品種も多く、年初からの上げ基調が一変した。

製鋼用では、モリブデンのロンドン市場のスポット価格が1ポンド8.75ドルと直近の高値を付けた八月に比べ74%下落。バナジウムは65%、マンガンは54%それぞれ同様に値下がりした。十月の世界粗鋼生産が前年同月比12%減るなど急激な需要減を映した。モリブデンは「ロンドンやインドなどの鉄鋼メーカーの長期契約でキャンセルが出始めた」という。バナジウムは自動車や建築需要の減速、マンガンも中国でのステンレス需要の減退が値下がりに拍車をかけている。コバルトは1ポンド17ドルと、二年ぶりに20ドルを割り込んだ。電池メーカーなどの需要家は新規調達に慎重。「主要生産国の中国では鉱石の輸入を手控える動きが広がっている」という。マグネシウムは1トン2775ドルと直近の高値の5月に比べ55%安い。世界的な自動車販売の不振でアルミ圧延品メーカーの調達意欲が鈍化。世界供給の八割を握る中国では「工場ごと売却に出す例が見られる」。インジウムは1キロ420ドルと直近の高値である5月比で40%下落。パナソニックやシャープなどの液晶パネルメーカーが減産を表明し、下落基調が強まった。

2008年11月23日読売「脱レアメタル 身近な元素で代替 酸化亜鉛や炭素でコスト減」

レアメタルをありふれた元素で代替する動きも活発になっている。高知工科大学の山本哲也教授が開発した「透明電極」はその一例。パソコンや携帯電話などの液晶画面に欠かせないのが、バックライトの光を邪魔しない透明な電極だ。レアメタルのインジウムで作る

が、その産出量は少なく、需要が増えると、供給不足になる危険性をはらんでいる。山本教授が新しい材料探しの武器にしたのがコンピューターだ。物質の機能は、実験で試行錯誤を重ね、突き止めるのが従来の常識。しかし、この過程が省けるのなら大幅な効率化が実現する。旭化成に勤務していた 1990 年代半ば、複数の企業と協力したプログラム開発に携わった。プログラムは、原子核の周りを回る電子軌道を解析することで、酸化の度合いや他の原子との結合のしやすさといった各原子の性質が割り出せるよう設計。その結果、透明電極にふさわしいと、はじき出された答えが、大量産出する亜鉛を原料にした酸化亜鉛だった。酸化亜鉛は化粧品やゴムの添加物などに使われるが、高度な電子材料になるとは誰も考えていなかった。山本教授は「米国の学会で報告すると「常識はずれだ」とだれも信じてくれず、会場にはあきれたような雰囲気も漂った」と振り返る。山本教授は周囲を説得しながら研究開発を進め、透明電極の性能は市販品と遜色ないほどにまで向上した。原料コストは数十分の一、青や緑色がきれいに映えるなど既存品を超える特徴を持ち、大手メーカーと製品化を検討中だ。燃料電池車も、身近な炭素によって大化けするかもしれない。水素と酸素を反応させて電気を作り、出るのは水だけという究極のエコカーだが、電池に使う白金が高額なことなどがネックとなって、普及のめどが立っていない。それに挑むのが「炭素屋」を自称する群馬大学の尾崎純一教授だ。炭素は、化学反応を促す白金など触媒金属を固定しておく材料として使う。しかし、「意地でも炭素を表舞台に出したかった」という尾崎教授が触媒金属を酸で洗い流してみると、炭素だけでも触媒の働きをすることが判明した。金属の粒を包んでいた泡のような微細構造が反応に関わっていた。基本性能も他の代替物質と比べ見劣りしない。尾崎教授は「炭素は無限にあるし作るのも簡単。実用化すれば、燃料電池の大幅なコスト削減と普及が見込める」と意気込む。2007 年から始まった経済産業省の希少金属代替材料開発プロジェクトや文部科学省の元素戦略プロジェクトでも、ありふれた元素で、常識に挑む研究が大きな柱のひとつだ。

2008.5.2 日経 微生物を使い効率よく銅回収

微生物パワーで捨てるしかなかった銅鉱石のカスが商品の銅に生まれ変わる。ある種の微生物を含む液体を鉱石にかけると、銅が液体にとけやすくなり、鉱石から銅を効率よく回収できるようになる。バイオ戦略の背景には、銅の生産量が頭打ちになる危機に直面し、対応を急ぐ必要が出たから。採掘地点が深くなると硫黄分が増えるため回収率が大幅に下がる。しかし、微生物は硫黄分も物ともせず、銅を溶かし出す。微生物を使う技術は、銅の含有量が 1~0.5%と低く精錬に回せないごみからも、銅を確実に集められる見込み。

日鉱金属は、銅生産の世界最大手、チリ国営銅公社「コデルコ社」と共同でバイオベンチャー「バイオシグマ」を 1002 年、チリに設立。銅を溶かし出す微生物を活用し、鉱石から残らず金属を回収する「バイオリーチング技術」を確立する。

DOWA ホールディングスもバイオ技術に注目する。「廃液などに広く薄く散らばった貴重な金属を効率よく回収する技術に有望である」。4 月から理化学研究所と共同でコケに金属

をため込ませる研究に着手。理研は鉛を大量に蓄積するコケを発見。今後は鉛以外の金属を吸うコケを探し、人工的に突然変異を起こして金属吸収能力を高める。コケ培養の試みも希少金属が今後も品薄となれば、経済性は十分。資源高時代に日本が生き残るうえでバイオを活用した奇想天外な精錬技術の存在感が増している。

2008.4.30 日経 持たざる国、日本 技術武器に革新の好機 資源高 未曾有の試

大容量ハードディスクの材料となるルテニウムの加工品最大手、フルヤ金属は一月、茨城県土浦市に再生工場を稼働させた。既存工場を合わせた再資源化能力は年 20 t と世界需要の半分。これがルテニウムの価格に劇的な変化をもたらした。

再資源化で半値 この希少金属（レアメタル）の国際相場は2007年2月までの1年間で9倍に高騰し最高値を付けたが、現在は半値以下まで下がったのだ。資源を持たざる日本ゆえの再資源化技術は国際市況も動かし始めた。都市鉱山、非鉄業界は使われなくなったIT（情報技術）機器・工場から出る部材や不良品をこう呼ぶ。需給が逼迫する金やレアメタルの宝庫だからだ。非鉄大手DOWAホールディングス傘下のエコシステムリサイクリングの本社工場。携帯電話機などの電子基板を仕分け、金を多く含むものは薬品処理に回してめっき原料にし、残りは精錬所に運んで銅などを回収する。DOWAグループでは廃棄製品に含まれる金属の九割を再資源化している。ソニーは三月発売の液晶テレビ「ブラビア」九種で背面パネルなど樹脂材料の一角に自社の使用済みブラウン管の素材を再利用した。テレビ事業本部統括部長は2008年度のコスト削減効果10%程度と試算する。膨張するコストを減らそうという省資源の取組み。一つ一つは小さく見えるが、積み重ねれば大きな変化をもたらす。二度の石油危機を機に省エネルギーやエネルギー転換に取り組んできた先進国。三菱UFJリサーチ&コンサルティングの主任研究員は、世界のエネルギー効率や石油依存度が1980年時点と同水準にとどまっていたら2005年の世界の石油消費は八割近く増えていたと試算する。先頭を走ってきた日本の2006年の国内総生産（GDP）当たり一次エネルギー（石油や石炭など）消費は、米国の半分にとどまっている。世界が立ち向かう試練は石油危機時の比ではない。当時、大量消費社会を謳歌したのは先進国だけだったが、今その仲間入りを目指すBRICs（ブラジル、ロシア、インド、中国）の人口は30億人近い。

環境学者のレスター・ブラウン氏は中国が2031年に米国並みの生活水準になれば、直近の世界生産量の1.2倍もの原油をたった一国で消費することになると予測。このままでは資源の枯渇や地球環境の大幅な悪化は避けられなくなる。

脱・石油が生命線 新興国の成長の恩恵を受ける産業界にとり、温暖化ガスを大量排出する石油依存技術からの転換は生命線。シャープと三洋電機は太陽光発電システムの価格を半分程度に抑える技術を開発、シャープがまず2009年度に専用工場を稼働する。家庭用電力とのコスト差は二倍強から一倍強に縮まり、普及が視野に入る。トヨタ自動車など世界の自動車大手は、水素と酸素から発生させる電機で走る燃料電池車の開発に多額の

資金をつぎ込む。無論、資源問題を克服できる技術革新は一朝一夕には実現できない。その前に世界経済・環境がより深刻な事態に陥る恐れもある。ただ、英国がかつて石炭利用で世界に先行し十八世紀後半の産業革命を起こすことになったのは、鉄鋼生産などの燃料に使われていた木炭が森林資源の枯渇で急減したからだ。未曾有の「危機」は革新を急ぐ好機でもある。

2008.2.10.日経 レアメタル、価格が高騰

レアメタル (rare metal) は直訳すれば「まれな金属」という意味で、希少金属とも表記する。埋蔵量が少なかったり採取が難しかったりするため、生産量や流通量が非常に少ない金属のことです。1つの金属の名称ではない。国際的な定義はないが、日本では経済産業省がプラチナ、ニッケルなど31種類の金属をレアメタルに指定している。このうちレアアース(希土類)は科学的な性質が近い17元素の総称なので、レアメタルは元素の数では47になる。

世界で最も大量に生産・消費されている鉄と比べると、その希少ぶりがわかる。鉄(粗鋼)は年間生産量が約13億トンに達している。レアメタルの中で最も生産量が多いニッケルでも鉄のおよそ1000分の1にすぎない。量はわずかであるが、今や自動車やエレクトロニクスなど主要産業に欠かせない金属である。このため、鉄が「産業のコメ」といわれるのに対して、レアメタルは「産業のビタミン」とも呼ばれている。たとえばネオジウムは強力な磁石の材料となるため、ハイブリッド自動車の動力モーターに利用されている。プラチナは自動車の排ガスをきれいにする浄化装置に欠かせない。コバルトは携帯電話などの充電電池の材料になる。

ここ数年、レアメタルの価格が軒並み上がっている。たとえば、コバルトは過去3年間で約3.6倍、ネオジウムは約2.9倍に急騰している。ハイブリッド自動車や携帯電話などの生産が世界的に増えているのに伴ってレアメタルの需要も急増。しかし、産出量には限界があるため、需給がきつくなって価格が高騰するといった構図になっている。単に需給だけの問題ではなく、レアメタルの産出が一部の国に集中している点も価格上昇の一因となっている。世界のシェアをみると、中国はレアアースの93%、タンゲステンの90%を占めている。南アフリカはプラチナの78%、クロムの43%です。産出国が少ないと、消費国は「中国から買えないなら他の国から輸入しよう」といった柔軟な対応が取れない。これらの国が生産計画や戦略を変えれば、消費国は大きく左右される。実際、中国は2006年11月以降、レアメタルを含む非鉄金属の輸出関税を4度にわたって引き上げた。南アフリカもレアメタルの価格上昇に合わせて課税額を増やす制度を検討している。自国内での需要を優先したり、国家的な戦略物資と位置づけて収益源にしようといった姿勢がみられる。

政府は資源外交を進め、アフリカとの関係強化を行っている。また、リサイクルの推進に取り組んでいる。使用済みの電子部品などに含まれるレアメタルの埋蔵量は世界屈指と見られることから、効率的に分離する技術の開発に補助金を出している。さらに、備蓄や

代替製品の開発なども重点政策。

第8回 水ビジネスの将来？

水ビジネスとは

水に関係する事業の総称。上水、工業用水、産業用水、下水、淡水化、流域の環境保全などの事業がこれにあたる。また、業態で分けるとプラント建設、水処理膜などの素材供給、施設の維持管理などが含まれる。現在、世界では水不足の問題が深刻化、これに伴い上下水道事業を中心にした水ビジネス市場の急拡大が見込まれている。世界ではすでに「水メジャー」と呼ばれる欧州系企業が寡占的な地位を占める。日本もこれに対抗すべく産官学連携の動きが盛んになってきた。

世界では水不足の問題が深刻化している。地球の70%は水で覆われているが、このうち人が利用できる淡水はわずか0.8%。また国連開発計画（UNDP）の予測では世界の約7億人（2006年）が水ストレス（利用可能な水が1人当たり年間1700 m³以下）を感じる生活を送っている。この人数は2025年までに30億人に達する見込み。人口増加、都市化、新興国の経済成長が背景にある。（利用可能な水が1人当たり年間1000 m³以下が「水不足」、500 m³以下が「絶対的な水不足」という。「水不足」の人口は2050年には10億人に）

そこで、水ビジネス市場（民営化した上下水道事業）の拡大が予想されている。産業競争力懇談会の予測（2008年）では、2025年における水ビジネスの市場規模は世界で約100兆円に達する見込み。このうち、日本企業が優位性を持つ基幹技術（膜ろ過やオゾン処理）の市場は1兆円、やや優位なプラント建設分野を加えても10兆円に過ぎない。残りの90兆円はサプライチェーンの全体にかかわる事業（施設の運転、メンテナンス、顧客管理など）が占める。この分野での日本の競争力は弱い。

市場で寡占的地位を占めるのが「水メジャー」と呼ばれる欧州系企業。具体的にはSuez、Veolia、Thames Waterの3社で約80%のシェア（給水人口）を占めている。いずれの企業も欧州、北米、アジア、南米など幅広い地域での事業展開を行う。メジャー化の背景には、欧州諸国で早くから上下水道の民営化が行われていた事情がある。このような企業は、水道だけでなく電力や交通などの社会基盤も広く担うコングロマリットを形成する。

日本では長らく公的セクターが上下水道事業を担った。そこで民間企業にはあらゆる事業ノウハウ（対象国との交渉から事業運営まで）が不足している。このため産官学連携による研究が必須となる。2009年1月には民間企業による「海外水循環システム協議会」が発足。また同時期に産官学連携組織「チーム水・日本」も発足。さらに同年7月には経済産業省が「水ビジネス。国際インフラシステム推進室」を発足させている。

我が国水ビジネス・水管領技術の国際展開に向けて（平成20年7月経済産業省より抜粋）
水需要について、2000年時点の世界水需要量は約4000k m³/年であるのに対し、2050年

にはそれよりも約3割増しの約5200k m³/年まで増加すると見込まれている。また、国連開発計画（UNDP）の予測（Human Development Report 2006）によると、今日、約7億人が水ストレスを感じる生活をしている。同予測によると2050年には、水不足に直面する人口が10億人規模に達すると見込まれる。

地球上の水の量は約13.86億k m³、海水等97.47%（約13.51億k m³）、淡水2.53%（約0.35億k m³）、氷河等1.74%（約0.24億k m³）、地下水0.76%（約0.11億k m³）、河川・湖沼等0.01%（約0.001億k m³）。

表 世界の水需要量の推移（UNESCO1999より）単位 k m³/年、100万人

	1950	1980	1995	2000	2025
人口	2542	4410	5735	6181	7877
農業	1080	2112	2504	2605 (66%)	3189 (60.1%)
工業	86.7	219	344	384 (9.7%)	607 (11.6%)
都市	204	713	752	776 (19.5%)	1170 (22.3%)
計	1382	3715	3788	3973 (100%)	5235 (100%)

水資源量は水資源賦存（ふぞん）量を用いて表現できる。賦存量は降水量から蒸発量を差し引いた値に面積を乗じて算出する。利用可能な水資源の目安となる。

トイレの汚水処理等の適切な衛生状態にない地域の人口は約2.4億人、不衛生な水によって毎年1千万人が死亡している。水は、土地、食糧、生態系、エネルギー等とも密接に関連しており、それらとの調和が持続可能な開発の実現には不可欠。

世界の水問題の関心が高まる中、ビジネスとしてこれを捉え、世界規模の巨大市場をターゲットにした競争が始まっている。水ビジネスのすそ野は広く、その事業領域は上水、工業用水、農業用水等の水供給、造水（海水淡水化等）、下排水処理、再生水等に加え、流域・水域の環境保全など多くの事業領域がある。また、業態についても、調査・計画、水処理膜等の素材供給、プラント建設、エンジニアリング、施設の維持管理・運営、分析業務等多岐にわたる。世界の水ビジネスの市場規模をみると、設備投資部門よりも運営部門の市場がわずかに大きく、中でも水（用水）関連運営部門が最も大きい。

厚生労働省の調査報告書（2008.1）によると、世界の上下水道の民営化市場においては、維持管理・運営を軸に、バリューチェーン全体に影響力を及ぼしているスエズ（仏）、ヴェオリア（仏）等の海外水メジャーが圧倒的シェアを占めている。これら欧米諸国の多くは、古くから上下水道事業の民営化が進んでおり、国境を越えて水供給とこれに関するサービス事業の積極的な展開を行っている。このように、民間事業者の存在感が大きい点が我が国とは大きく異なっている。近年は、欧州の水供給事業者が電力供給、交通、廃棄物処理等の社会インフラ事業を一手に担うべく、M&Aを繰り返し、巨大なコングロマリット（「総合ユーティリティ」企業化）を形成しており、上位3社で世界の水道市場の約8割を占めるなど寡占化状態となっている。また、これら企業は、アジア地域へも積極的に投資して

いるほか、我が国の上下水道の民間委託事業に参入するなど、国内市場への進出も始まっている。

一方、我が国においては、水道事業は公営の事業として行われ、2001年の水道法改正に伴い、包括的な民間業務委託が認められたが、民間の水供給事業者の活動の歴史は浅い。これに対して、上水処理装置、下水・排水処理装置、海水淡水化装置等の水関連装置分野に関しては、民間企業が国内での設備引き渡し形態でのビジネスに慣れ親しんできている。このようなことから、我が国では、サービス提供業務は官主導で実施され、民間ビジネスは補完的業務にとどまる一方で、素材供給市場では民間企業が高いシェアを占める。他方、海外では、サービス提供業務が民間ビジネスとなっているが、これら分野の事業運営に係るノウハウの乏しい我が国の民間ビジネスがこれら海外市場に参入した実績は少ない。

世界における水ビジネスの市場規模は、上下水道事業の民営化の進展に伴い、中長期的に拡大することが見込まれる。様々な予測があるが、産業競争力懇談会（COCON）によれば、2025年の素材供給に関する市場規模は約1兆円、エンジニアリング、調達、建設を含めた市場規模は約10兆円、事業運営・管理まで含めた市場規模は約100兆円と見込まれる。中でも事業運営・管理業務が大きく伸びると見込まれる。

このような中で、わが国企業も資機材の製造事業者や商社等一部の事業者は、海外の事業を積極的に展開する一方、海外における水道事業全体の管理・運営については、その実績に乏しく、市場確保に至っていない。また、我が国には公的セクターが有する管理面を含んだ高い技術ノウハウが存在するものの、海外に進出したい企業との連携が図られにくい構造になっている。

水ビジネスを国際展開するに当たっては、水ビジネスの領域・業態が多様であることから、それぞれの分野ごとに現状と課題を踏まえた対応が必要になるが、共通項としては、我が国の技術力の強みを生かすことが挙げられる。そもそも元来我が国の水資源は、決して豊かにあるわけではなく、一人当たり換算した資源量では世界平均のおおよそ2分の1に過ぎない。このような限られた水資源環境の中で、高度経済成長期における工業用水や都市化の進展による生活用水の需要に対応し、継続的な経済発展を維持してきた背景には、節水技術の高度化を通じた効率的な水管理システムを構築してきたことがある。我が国は膜技術に代表されるような省水技術や耐震・漏水防止技術などを利用し、工業用水の回収率を8割近くまで高め、水道の漏水率を1割以下に抑えるなど、効率的な水資源管理を実施しつつ、高い経済成長を誇ってきた。このような省水型の水管理システムこそ世界トップレベルにある我が国の強みとするところであり、それを支える具体的な技術の代表例を以下に挙げる。

<膜処理技術>2003年末までに設置された全淡水プラントのメーカー国別実績をみると、我が国は米国に次いで第2位、また我が国メーカーのシェアは、全方式で20%、蒸発法（海水を熱して蒸発させ、再び冷やして真水を得る手法）で27%、逆浸透法（海水に圧力をか

けて、ろ過膜で淡水を漉し出す手法)で14%となっている。中でも膜処理技術については、我が国の技術力が世界をリードしており、約6割の市場シェアを有している。特に、技術的に高度とされ、エネルギー効率に優れている海水淡水化の逆浸透膜(RO膜: Reverse Osmosis Membrane)技術については、我が国企業が世界市場の約7割のシェアを占めている。また近年、世界では都市下水の再生水処理が増加傾向にある。本技術は、下水の二次処理水を精密ろ過膜(MF膜)/限外ろ過膜(UF膜)で処理した後、さらに逆浸透膜で処理する方式であるが、最近では、都市下水の活性汚泥処理槽に直接MF膜やUF膜を浸漬する膜分離活性汚泥法(MBR; Membrane Bio-Reactor)方式の大型化も進んでいる。これらの分野においても、我が国企業は、シンガポールやクウェートの下水再生施設のほか、中国の大規模MBR施設等、膜エレメントの供給を主体に世界で資機材の供給事業を拡大している。

<水道漏水対策技術>我が国の水道の漏水対策の実績は、世界トップ水準にある。これは、長寿命管の敷設、管網のブロック化、老朽管の更新等の管網リハビリ対策に加えて、漏水探知技術、管路補修技術等を効果的に組み合わせることによって、無収水の割合を減らし、効果的・効率的な水供給が可能となっている。

国際展開に向けた課題

国を挙げての戦略性の欠如

欧米の水メジャー企業が国際的に優位な状況を確保している要因の一つとして、国を挙げて国益を考えた戦略をとっているとの指摘がある。例えば、上下水道サービスに関して、フランスが「飲料水供給と上下水道に関するサービス活動の標準化」を提案し、2007年にこれが承認されることによって、自国企業に有利な規格の国際標準化が実現されている。また、シンガポールやドイツ、スペイン、韓国などにおいても、自国の経験を生かしつつ、国策として世界展開を図る動きが加速している。これに対して、我が国が強みとする技術はいくつもあるものの、各企業の事業方針に則った、個々の要素技術の展開にとどまっております。国策としての戦略的展開はなされていない。商社等は、海外の民営化事業への投資を個々に進めているものの、水ビジネスの海外展開に当たっては、日本の強みをいかした連携が図られていない。また、今後の大きなビジネスチャンスに向けた戦略的拠点の設定と、市場開拓戦略策定に向けて産学官で重点的に取り組むべき国・地域・事業分野の絞り込みの視点も不十分と言わざるを得ない。

維持管理・運営分野での実績不足

欧米の水メジャー企業は固有の特徴的な技術を持っているわけではなく、維持管理・運営分野までを含めた全領域に関する技術・ノウハウを有していることがその強みとなっている。特に、百年以上の活動実績を基に、管路の漏水対策ノウハウや管網管理ノウハウ等を有するとともに、優れた情報収集能力を持っている。また、海外展開に当たっては、地場産業の買収により現地事情に精通したオペレータを確保することによって事業運営の効率化を図るなどの工夫を凝らしている。これに対し、我が国民間企業は、海水淡水化分野

を除き上下水道施設の維持管理・運営分野での実績に乏しく、海外での当該分野での入札参加条件を満たせず、市場参入が困難な状況にある。水分野での ODA 実績を見ると。日本企業の貢献度合いは大きいものの、一過性の施設建設業務が主体で、その後の施設の維持管理・運営は海外水メジャーが受託する例があり、我が国民間企業の市場開拓につながっていない。

2013.2.15 日経「アジアで水道システム、日立、既存設備で漏水検出」

日立製作所は水道管の水圧や水量を分析し、漏水の有無や発生場所を検出できるシステムを開発した。人口が増加する一方、水道網の整備不良で漏水率の高さが問題になっているインドやベトナムなどの新興国に売り込む。日立は水ビジネスを 2015 年度に年 2000 億円規模に引き上げる計画。IT（情報技術）を活用した水関連システムを海外展開し、事業拡大に弾みをつける。アジアの主要都市では漏水率の高さが問題になっている。タイのバンコクやインドのムンバイなどでも約 30%とされ、日本の 4 倍程度に達する。日立は今後も人口増で水需要の拡大が見込まれることから、インドネシアなどを含めたアジアの水道当局に新システムを売り込み、15 年にも事業化する方針。開発した漏水検知システムは水道網ですでに使われている流量計や水圧計などを使う。河川などから水を引き込んで水道水にする浄水場の給水地域を複数の地域に分けて、大量に設置されている圧力計などのデータを細かく分析。流量や水圧の変化や水道管の長さから漏水の発生や問題の場所を予測、検知する。現在は地中に埋め込むセンサーを使った漏水検知技術が開発されているが、日立の新システムは工事費などを抑制できる。日立は水ビジネスの売上高を 12 年度の 1100 億円から、まず 15 年度には 2000 億円にする計画。海外売上高比率も現在の 15%から 40%に高めたい考え。4 月には水事業に強い全額出資子会社の日立プラントテクノロジーを本体に吸収合併する。

2013.2.5 日経「水事業、大きな商機、住商が英社買収、日本式に技術力」

住友商事が英国の水道事業会社買収に乗り出すのは、水ビジネスが世界で有数の成長市場になっているから。日常生活、食糧や工業品の生産などあらゆる場面に欠かせない水の確保・供給は、世界人口の急増が問題となる中で大きな商機を秘めている。

水道ビジネスは仏ヴェオリア、米 GE などが先行、中東・アフリカや中国などで事業獲得をしてきた。日本の企業や自治体は漏水防止や水質浄化など個々の要素技術では優れていたが、水道事業を包括的に請け負う体制が整備されていなかった。こうした「技術資源」を活用するため、日本では 2009 年ごろから、水ビジネスを官民で輸出産業に育てる機運が盛り上がってきた。

丸紅は民間水道会社で世界最大規模のフィリピン企業に 20%出資したのに加え、チリ 3 位の水道会社も買収。三菱商事も日揮などと共同で買収している。こうした買収に産業革新機構も参加している。住商は日本式の高い水道技術の輸出を検討する。英国の漏水率は

20%程度と数%レベルの日本より高い。新興国だけでなくインフラの老朽化が進む先進国でも、日本の技術力を生かした改修需要取り込みにもつながる可能性がある。日本企業による海外での水道事業の拡大は、水道技術の輸出を狙う日本の水道局などにも追い風になりそうだ。

大手商社による海外での主な水道事業

住友商事；英水道会社を 450 億円超で買収。丸紅；民間水道事業会社で最大規模のフィリピン企業に 20%出資。三菱商事；産業改革機構や日揮などと組み豪州で上水道事業に参画。伊藤忠商事；英水道会社に約 20%出資。三井物産；三井物産シンガポールのハイフラックスと中国で事業展開。

2012.7.30 日経「水と都市環境、世界を左右、日本の商機広がるか」

日本は人口減少期に入ったが、世界人口急増は続く。70 億人に達した世界人口は今世紀半ばには 90 億人を超え、発展途上国では都市がさらに膨張する。水や電力の供給、廃棄物の処理……。都市の環境と社会基盤の整備は世界の将来を左右する課題となり、企業の国際競争の焦点にもなる。

毎年 7 月、シンガポールの巨大な国際会議場に、世界各国の閣僚や大都市の首長、国際機関の幹部、企業関係者など 2 万人近い人が集まる。国際水週間、世界都市サミット、クリーン環境サミットなどの会議や分科会が連日、並行して開かれ、水処理や環境・省エネ関連の見本市も、同時に開催される。

今年の一連の会議では、「都市は持続可能か」という危機感が広がっていた。50 年前に 30 億人強だった世界人口が 70 億人を超えた昨年、都市の住民が初めて世界の過半数を占めた。いま、地球の表面積の 3%にあたる都市が、天然資源の 75%を消費し、ゴミや二酸化炭素の大半を排出している。UNEP の幹部は都市が消費する資源の削減 reduce、循環 recycle、再利用 reuse が持続可能性のカギになると訴え、この 3つの R の徹底で、「都市が必要な資源を自ら生み出すシステムに変えていく発想が重要だ」と説く。問題は資源の制約だけではない。シンガポールの環境・水資源相は「適切なガバナンスと明確なリーダーシップが必要」と繰り返し語る。シンガポールの 1 人当たりの天然の水資源量は日本の 28 分の 1 程度に過ぎない。水資源の制約をどう克服するかを国の戦略命題に位置づけ、効率的な水インフラをつくりあげた。インドの都市開発相は「今後 5 年間でインフラ整備の遅れを挽回しなければならない」とし、上下水道を優先分野に挙げる。ニューデリーで最近、深刻な水不足が起き、市民が給水車に殺到した。雨量が例年よりも少なく、隣の州からの水の供給が減ったうえ、市内の水道管の補修も遅れていたからだという。新たな社会基盤の整備だけでなく、既存のインフラの適切な維持・管理も差し迫った課題。しかし「水などの問題を解決しようとしても、予算が足りない」と多くの国の政府関係者はもらす。

需要拡大に伴って、途上国も社会基盤のすべてを官では担えなくなった。民間の役割が広がるのは当然の流れ。シンガポールは「様々な面で官より民間企業のほうがいい仕事が

できる」と割り切って、インフラ運営を担える企業の育成を進めた。水道事業のハイフラックスは過去 10 年間に急成長し、中国などへの進出もめざましい。国と市が一体の都市国家で、政府が強い指導力を発揮するシンガポールは、事業推進のスピードが速い。その結果「研究開発も含めたインフラに関するグローバルなハブ、国際的なショーケースになった」と世界銀行の幹部は言う。先進国企業も、このショーケースを活用する。ドイツのシーメンスは、水、電力といった縦割りに代えて「インフラ・都市」事業部門を新設したことを会議でアピール。同部門の責任者は「先進国の高齢化、途上国の人口急増のそれぞれに対応し、エネルギー、交通、水、都市の安全を一体で考える」と説明した。日本勢もインフラ分野で存在感を強めようとしている。パナソニックは「環境イノベーションのトップ企業をめざす」と強調し、見本市に合わせてシンガポールに住宅などの省エネ技術開発センターを開発すると発表。DOWA エコシステムは貴金属リサイクルの新工場を開設し、アジアでの廃棄物回収処理ネットワークの拡大を印象付けた。水道については、自治体が日本の事業の担い手。東京都、横浜市、福岡市などの自治体や、中部地方の自治体・企業・大学などが連携したフォーラムも、シンガポールの見本市に出展するようになった。東京都は、都の監督下の第三セクターである東京水道サービスが 100%出資する形で、東京水道インターナショナルという事業会社を 4 月に設立。海外の事業に機動的に参加できるようにするためだ。途上国では水道の漏水率が 30%以上という例も多い。漏水率 3%以下の東京都への技術協力の要請は多かった。これまで国際協力機構（JICA）の援助案件に役所が協力してきたのから一歩進め、ビジネスとして参入する体制を整えたといえる。膜やポンプなどの機材で競争力がある日本だが、オペレーションの分野でもようやく海外に進出するスタートラインに立った。

欧州の政府債務危機の余波で、いま欧米やアジアの銀行は長期のリスクを取りにくい。多くの銀行がアジア・中東などのインフラ事業向け融資から撤退し、欧州や韓国の企業は資金調達が容易ではなくなった。この状況は、日本勢が海外インフラ事業への参入を進めるチャンスにつながる。インフラ輸出を成長戦略の柱の 1 つに位置づけるようになった日本にとって、国際協力銀行などの公的金融の活用拡大を含め、金融面の優位を生かすことも、戦略推進のテコになるろう。

2011.4.23 日経「北九州市、水ビジネス注力、官民連携 アジアでの浸透目指す」

新興国の経済成長などに伴う水需要の拡大を背景に、浄水設備の製造や上下水道の敷設、管理といった水を巡る海外ビジネスが注目されている。有望市場への参入を狙って企業や自治体の動きが活発。九州・山口では北九州市が企業と連携してアジアでの取り組みを進めており、全国の先頭集団を走っている。

ウォータープラザ北九州が本格稼働。NEDO が市の協力で設置したプラント。下水再利用と海水淡水化の技術を組み合わせ、1 日 1400 トンの工業用水をうむ。11 日は発電用として九州電力小倉発電所への供給も開始。効率的に水をつくる国内初の実証施設。北九州市

は、カンボジアで計画されている浄水場建設への指導助言業務について、3月に約1400万円で契約。国内では東京都や横浜市が水ビジネスに熱心だが、海外で受注に結び付けたのは初めて。同市はJICAの事業で、カンボジアや中国で浄水場の運転指導、漏水防止対策などを支援した実績あり。

世界のビジネス市場は急拡大が見込まれる。経済産業省は民間企業などに開放される分野だけでも、2007年の7.5兆円が25年には31兆円になるとの試算。このうち日本の関与を千数百億円から1.8兆円に引き上げる目標を掲げている。技術や機器製造分野で優位に立つ日本が存在感を高めるには、上下水道事業の管理・運営を長年担ってきた自治体のノウハウ活用がカギを握る。地方公務員が海外事業にどこまで携われるか課題もある。

2011.3.8 読売「日立、中国で水ビジネス、上下水道を一括受注、欧州企業に対抗」

日立製作所が、中国で水ビジネスを本格展開することが7日、明らかになった。四川省成都市で下水道の浄化システムを納入するほか、各都市で上下水道の建設・運営などの一括受注を目指す。日本メーカーが中国で包括的な水ビジネスに参入するのは初めて。納入するのは、微生物を使って短時間に生活排水などに含まれる窒素を取り除く浄化システムで、従来法方式に比べて、設備投資が抑えられる。現地の有力企業である興蓉集団と行動で事業を行う。中国は急速に都市化が進んでおり、上下水道の処理能力が追い付いていない。経産省は2025年までに、中国が世界の水ビジネスの約15%（約12.4兆円）を占める世界最大の市場に成長すると見込んでおり、日立は中国での事業強化は不可欠と判断した。日本企業の水ビジネスは、部品納入や総合商社の出資などにとどまっており、先行する仏のスエズ社やベオリア社「水メジャー」に比べ出遅れている。一方、政府は昨年6月、水ビジネスを含むインフラ（社会資本）輸出を成長戦略の一つに掲げるなど、支援強化を打ち出している。日立は政府の支援を追い風に、今後、中国だけでなく、東南アジアや中東での水ビジネスの受注拡大を図る考えで、関連ビジネスの売上高を、15年度には09年度比約2倍の2000億円まで拡大させる方針。

2011.3.8 読売「一括受注で収益拡大、運営ノウハウを蓄積、日立、水ビジネス本格化」

中国は水源が少なく、北部では水不足、南部では水質汚染が問題になっている。25年には世界の水ビジネス市場で約2割を占める世界最大の市場に成長するとみられる。日立は中国への本格参入に先駆けて、昨年1月に海外の案件で初めて、モルディブの上下水道事業に参画し、運営ノウハウの蓄積を進めてきた。ただ、新興国を中心とした海外での水ビジネスは、計画変更や工事の遅れのリスクが高く、受注額が大きくなる分、事業が失敗した場合の損失も大きくなる。今回の日立のケースが、日本メーカーの中国でのビジネス拡大に向けた試金石になりそう。これまで日本では、上下水道の事業運営は主に自治体が担い、企業の国際競争力は弱かった。このため、世界の水ビジネスでは、日本企業は大きく出遅れているが実情。急速な都市化の進行で、世界の水使用量は人口増加率をはるかに上

回るスピードで増えている。経産省は 25 年には、00 年に比べ世界の取水量が約 3 割増加すると見込んでいる。特に人口増加が著しい中国やインド、サウジアラビアなどを中心に需要が伸び、世界全体の市場は 25 年には、07 年比約 2.3 倍の約 80 兆円まで拡大する見通し。日立が中国の水ビジネスで、上下水道の建設・運営などの一括受注を目指すのは、パイプや膜処理といった部品の販売だけでは、収益拡大が期待できないから。手薄だった運転ノウハウを蓄積し、世界最大の市場に成長する中国各地で受注を目指す狙いがある。市場の急拡大を見据え、いち早く動きを見せているのは総合商社。三井物産は 10 年 8 月にシンガポールのハイフラックス社と中国の水ビジネスで合弁会社設立を、丸紅は 11 月にチリ水道会社の買収をそれぞれ発表した。先行する「水メジャー」は、技術的に優位なわけではないが、運営面のノウハウの高さや経験の多さが評価されシェアを拡大してきた。メジャーの切り崩しを狙うためにも、今後は、部品の受注などを優位に進められるよう、設計段階から関与し、建設から運営まで一括で受注することで、シェア拡大を狙う。また、水道事業運営のノウハウを持つ東京都や大阪市など、自治体が海外進出に向けた準備を進めており、こうした自治体との連携も受注のカギとなる。シェア拡大には価格面でも課題が残る。市場拡大が期待される新興国は、高品質の技術が必要だとは限らない。このため、「水ビジネスでも、携帯電話と同様に、ガラパゴス化が進みかねない」といった声も早くも上がっており、国内メーカーは価格面での競争力を高める必要がある。

2010.11.8 読売「海水や生活排水を、直径約 20 センチ、長さ約 1 メートルの円筒の中へポンプで送り込む。筒を通り抜けるだけで濾過され、一瞬で真水に。

内部でフィルター役割を果たし、不純物を取り除くのは、極小の穴が開いた「逆浸透膜」。水不足に悩む世界各国から、「命の水」を作り出す装置として注目を集めている。海水淡水化用の逆浸透膜製造ではシェア世界一の日東電工が今年 5 月に開発した新製品「SWC6 MAX」。膜の表面に特殊な技術でひだ状にして表面積を拡大することで、一定時間の濾過水量が従来品の 1.5 倍に増え、塩分除去率は世界最高水準の 99.8%。逆浸透膜は 1960 年代に米国で発明された。海水を蒸発させ、その後冷却して真水をにする従来法に比べ、低コストな上、二酸化炭素も発生しないため、2000 年以降、主流になっている。70 年代から研究を始めた日東電工は、ポリアミドと呼ばれるナイロン膜に直径 5~6 オングストローム（1 オングストロームは 100 億分の 1 メートル）の穴をあけることに成功。水中の細菌やウイルスに加え塩や他のミネラルなども除去し、海水の場合、3.5%の塩分濃度を 0.0075%まで下げられるようになった。同社は、90 年代後半からは欧米、中東、アジアなどの海水淡水化工場向けに輸出するようになり、現在は世界各国で 1 日計約 570 万トンの水を作り出す。これは「約 2800 万人分の生活用水に相当する」という。中国やアルジェリアでは干ばつや砂漠化で不足する飲料水を補い、南極観測基地でも役立っている。新製品は早速、オーストラリアでの導入が決まった。「日本の技術が世界で認められている証拠」。20 年以上、逆浸透膜開発に携わるメンブレン（水処理膜）事業部企画統括部長はそう話す。

2010.6.2 読売「水ビジネス参入して、環境白書、25年い100兆円市場」

政府は1日、2010年版の「環境・循環型社会・生物多様性白書」を閣議決定。25年に世界で100兆円規模に達するとされる「水ビジネス」の章を初めて設けて日本企業の積極参入を訴えたほか、環境分野の特許件数について日米独の3か国で競い合っている状況も紹介している。白書は、日本が水ビジネスで優位に立てる根拠として、2003年のアジア開発銀行の調査を引用。調査は、水道事業者が供給した水のうち、漏水などで料金徴収できなかった水の割合をアジア主要18都市で比較したもので、最も割合が低く、好成绩だったのは日本（大阪市）の7%。18都市の平均は34%で、最下位のマニラは62%。こうした状況から白書は、途上国で今後、水道需要が伸び、漏水対策や浄水技術の市場も拡大すると指摘。日本の技術は参入の武器になるが、日本では自治体が水道事業を担い、民間企業にノウハウが少ないため、「近年の国際競争の動きに即応できていない」とも分析。官民が連携して参入する必要性を訴えた。

2008年9月7日日経「この1冊 水の未来 フレッドピアス著 古草秀子訳 日経BP社 2300円 評 目白大学 林俊郎」

干上がる現実、臨場感もって検証

英国で年間最優秀環境ジャーナリストに選ばれ、ピーター賞など数々の受賞経験のあるフレッドピアスが、地球上の水の状態を水循環の立場から研究した長年の成果を集大成した秀作である。本書の醍醐味は、なんと言っても著者が世界をフィールドに自らの足でつぶさに検証して地球環境の現実の姿を浮き彫りにした点にあり、臨場感に溢れている。著者は「世界中の川が干上がる」と警告する。原因は生活用水の無駄遣いではない。1960年代に始まった食糧増産の「緑の革命」がもたらした人口増加である。第二次世界大戦直後の25億であった地球人口は、緑の革命によって65億を超えた。巨大な人口を養う食糧増産のために川から水が根こそぎ奪われて世界の川が干上がっているのである。著者によれば、例えばインダス川は今世紀初頭に河口から数百キロも上流で干上がった。農耕の発祥地ヨルダン溪谷を流れたヨルダン川の水は今ではヨルダンまで届かない。国連が二十世紀最大の環境災害と呼んだアラブ海の消滅も底に流入する大河が干上がったためだ。世界の川が干上がる現象は、十流にある国が水を独占していることを意味する。二十一世紀が「水戦争の時代」と呼ばれるゆえんである。川の枯渇は広大な流域に甚大な環境破壊をもたらす。著者は地球環境破壊の元凶が今日のダム主体の水管理システムにあると指摘する。人口増と人間の持つ欲望の圧力は川だけでなく、地下水源をも枯渇させる。耕地の四分の一を地下水に頼るインドでは、安い日本製のポンプで大量の地下水を汲み上げている。そのため以前は手で汲み上げられていた地下水位が400メートルも低下している。地下水に全面的に依存する世界のパンかごの米国中西部では、水源の枯渇と耕地の塩害が拡大している。著者のピアスは地球全土で進行している絶望的な惨状を告発する一方で、悠久の水循環を

生かした古代の叡知に水管理の未来を展望する。水を巡る争いの本質は食料である。本書は日本に、食料の大半を海外に依存することの罪の重さと危うさを問いかける必読の書である。

2008年9月4日日経「環境 SOS 温暖化と向き合う 海を水がめに変える筒 淡水化技術、生活を支える」

十八世紀に金印が見つかった福岡市の志賀島近く。巨大倉庫に轟音が響く。ここは日本最大の海水淡水化施設「まみずピア」。整然と並ぶ千本の筒に海水が送り込まれ特殊な膜でこして真水に変えている。同市と周辺八市十町で構成する福岡都市圏は水不足に悩まされてきた。大きな川がなく遠くの筑後川などに頼っているが、雨が少ないと二―三年に一度は取水制限になった。ここ十年は水不足が頻発。温暖化との関連を指摘する声もある。眼前の海を水がめに変えるべく誕生したのがまみずピア。同都市圏の人口の一割強にあたる 25 万人分の真水を作っている。「三年前の稼働以来、家庭の蛇口に影響は出ていない」。温暖化が進むと水資源の安定確保は世界的な課題となる。気温上昇が地球レベルでの水循環を狂わせ、豪雨が増えたり、干ばつのリスクが高まったりする。国連の気候変動に関する政府間パネル (IPCC) はアフリカ南部や中東、欧州南部などで今世紀半ばまでに河川流量が一から三割減ると指摘。国内でも北海道や九州南部が深刻な渇水見舞われる恐れがあるとされる。環境省が打開策の一つと考えているのが海水淡水化。日本は高度な技術を持つ。まみずピアでは一本一本の筒に東洋紡の膜が仕込まれている。膜には1ナノ（ナノは一億分の一）メートル以下の小さな穴が多数あいており、水だけを通す。東レも同様の分離膜を開発済み。こうした処理技術をいかして水不足の国々で5700万人分の水を生み出している。同社地球環境研究所は「今後さらに需要の拡大が見込める」と語る。日本の技術は温暖化の影響を軽減する切り札として期待が大きい。

2008年9月29日日経「なるほどビジネス Map 淡水化、日本の技術活躍」

海水などを蒸発させたり分離膜でこしたりして真水を作る淡水化プラントが世界で増えている。技術革新でコストが下がったことが背景にあるが、人口増加や温暖化による水不足が懸念されており、日本企業の技術が注目されている。導入が最も進んでいるのは中東で、2005年末時点で1日の淡水化量は18,375トン。日本の消費実績に換算すれば、約61万人の生活用水に相当する。淡水化の方法は主に蒸発法だ。豊富な化石燃料を使って海水を加熱して淡水を得ている。ただ、現在の主流は膜処理法で、世界全体の淡水化量の52%を占める。逆浸透膜と呼ぶ超微細な穴が多数開いた膜でろ過するのが特徴だ。1990年代以降、技術開発が進み処理コストが下がった。逆浸透膜は日東電工と東レ、東洋紡の三社が世界の半分以上を生産している。財団法人の造水促進センターによると、淡水化量は過去約10年、毎年10%以上で増えてきた。今後も平均12%で増えるとみている。

2008年5月11日日経「サイエンス 食卓には大量の水が使われている 日本は水の消費大国 食料輸入に頼り不足分を穴埋め」

世界的な水不足が問題となる中、輸入した食糧をもし国内だけで生産したらどれだけ水が必要になったかを計算した「仮想水」が注目されている。日本は大量の食料を輸入して、農作物の生産に必要な水を節約している。地球温暖化などの影響で世界で使える水は今後減少すると予測され、仮想水の考えを使って水資源を有効利用する努力が必要になりそうだ。

牛丼一杯がペットボトル（1.5リットル）1260本、コップ一杯の牛乳が同73本の水を消費する。親子三人の昼食に並んだメニューの食材を国産だけで作ったと仮定したところ、合計4トンの水が必要になった。特に、水の消費量が多いのは牛丼だ。牛肉は牛が口にする飲料水のほかに、エサとなるトウモロコシなどの農産物の栽培にも大量の水が必要になるからだ。牛一頭育てるには6540トン、牛肉1キログラムでは約20トンの水が必要になる。コメは水田に水をはって豊富な水を使うように見えるが、1キログラムでは3.6トン。単純に牛肉と比較すると、約6分の一の水で済む。日本の年間降水量は1718ミリ世界平均の約2倍だが、国民一人当たりで換算すると世界平均の三分の一程度しかない。水環境問題に詳しいグローバルウォータ・ジャパン代表は「水不足を実感しなくて済むのは、食料を輸入することで大量の海外の水を使っているから」と説明。日本の食料自給率は39%と、先進国では世界最低の水準だ。特に輸入の依存度が高い小麦や大豆などの穀物は水の消費量が多い。東京大学と国立環境研究所の研究チームは、輸入した農産物を国内だけで生産すると仮定したところ、2000年度は年間627億トンの仮想水が必要になると試算した。国内で一年間に農業用として使える灌漑用水などの572億トンを上回る。東大の沖教授は「食糧生産に必要な水をすべて国内で賄うのは難しい」と指摘する。実際に日本が輸入した農産物を生産するために、輸出国で消費された水の量は2000年度は約427億トン。日本は食糧の輸入で200億トンの水を節約した計算になる。特に、最大の輸出国である米国からの輸入だけで99億トンの水の消費量を減らした。米国では大規模な農園で効率よくトウモロコシなどの農作物を収穫したり広大な放牧地で牛を育てたりするので、日本よりも少ない水で効率よく生産できる。また、東大などは日本向け農作物の生産に使った水の出所に着目。環境に大きな影響を与える地下水が多く含まれていた。地下水は雨水と違い、循環せず環境変化への影響が大きい。世界各国では農作物の生産に利用した水のうち地下水の占める割合は3.7%~6.2%だったが、日本向けは約7%利用していた。「食料輸入を通じて日本は世界の水問題に密接にかかわっている」と国立環境研究所の花崎研究員は指摘する。米国では地下水が急激に減少。穀物地帯の中西部で農業用地下水に利用するオガララ帯水層では、1930年代と比べて2000年では最大で45メートル、平均で4メートルも水位が低下した。沖教授らの試算によると、米国では日本向け農作物のために年間15億トンもの地下水が失われている。地球温暖化などの影響で安定した水資源の確保は世界の大きな課題だ。現在、水不足に苦しむ人々は中東やアフリカを中心に世界で約5億人。灌漑が整って

いないなど水がうまく利用できない地域を含めると世界人口の 67%に上る。国連の気候変動に関する政府間パネル（IPCC）が昨年まとめた報告書では、温暖化によって今世紀半ばまでに利用可能な水資源は現在よりも 10-30%減少する地域もあると予測した。「仮想水をうまく利用すれば、世界の水の節約に繋がる可能性がある」と沖教授は説明する。水をできるだけ効率よく使える国や地域で農作物を生産して各国に供給すれば、限られた水の有効利用につながる。また、牛乳一杯を残すだけで大量の水が無駄になることを知れば、食事を作りすぎたり残したりしないことへの意識が高まると期待される。タダのように感じていた水も改めて有効な使い方を考える必要が在りそうだ。

2007年1月14日日経「水づくり」世界で拡大 環境技術生かす 旭化成 米中で処理膜受注 東レ 地中海圏で淡水化」

日本企業が海外で飲料・工業用水をつくりだす水資源事業を拡大する。旭化成は中国で、東レはアフリカで浄水場や海水の淡水化に使う水処理膜を相次ぎ受注。三菱商事などは水道水事業への投資や運営を進めている。人口増や工業化を背景に世界の水不足は深刻さが増しつつある。環境技術を長年蓄積してきた日本企業には海外からの引き合いが急増しており、水資源分野を成長市場と位置づけて開拓する。

世界では 11 億人が水を十分に利用できないとされ、中国や中東では工業用水不足が経済成長の阻害要因となっている。民間調査会社の富士経済はプラントや超純水製造装置も含めた世界の水資源関連市場は、2010 年には、2005 年よりも約 1000 億円増えて約 5700 億円になるとしている。旭化成は中国で二件の大型施設向けに水処理に使う精密ろ過膜を受注した。北京市郊外で日量 35000 トンの汚水処理施設用に、浙江省では発電所向けに日量 5 万トンを淡水化する前処理施設用に納入。2006 年の中国での受注額は前年比 5 割増のペースで、昨夏に水処理膜の現地生産を始めた杭州工場はフル稼働が続く。旭化成は米国でもミネソタ州で日量 36 万トンの浄水場向けに水処理膜を受注した。百万人分の水を賄う施設でシステムを含む納入額は 20 億-30 億円。同社の水処理膜事業の売上高は 2006 年で約 100 億円。受注額拡大で 2010 年には 500 億円に引き上げる。

東レは、地中海沿岸地域のアルジェリアとイスラエル、マルタで海水の淡水化に使う逆浸透膜を受注した。アルジェリアの設備は、日量 20 万トンを造水するアフリカ最大の淡水化プラントで、イスラエルやマルタも同 5 万トン規模になる。東レは逆浸透膜では世界三位で、水処理関連事業の売上高は今後十年以内に三倍の 1000 億円を目指す。逆浸透膜で米ダウ・ケミカルに次ぐ二位の日東電工も、中国浙江省などで発電所の淡水化設備向けに三件受注。2010 年度に売上高を現在の二倍の 280 億円に増やす。大手商社は中東などで海水淡水化や上下水道整備など大型施設の運営に乗り出している。三菱商事はサウジアラビアで地元企業などと組み、発電と淡水化を組み合わせ総事業費で 2300 億円前後とされるプラント建設の優先交渉権を得た。三井物産や丸紅、住友商事なども受注活動や水道会社への投資を強化する。水源事業のうち上下水道の建設、運営は欧州企業がノウハウを持ち、仏

スエズなどが中国市場で先行する。日本勢はナノテクを武器に水処理膜の高機能などで攻勢をかけると同時に、インフラ整備を通じて産油国などとの関係強化も狙う。

2008年7月7日日経「太陽熱で水浄化 初期コスト十分の一、淡水化も 東工大」

東京工業大学の矢部孝教授らは、太陽の熱で水を浄化する技術を開発した。海水の淡水化にも応用できる。熱で温めた水を蒸発させて塩分などを取り除く。膜を使う従来法に比べて初期コストは十分の一以下。水不足が深刻な中東やアフリカでの利用を見込む。同大学ベンチャーのエレクトラを通じて実用化する。太陽光を特殊なレンズで集めて水を摂氏 90 度まで温め塩分などを飛ばす。水をためる装置を工夫して効率よく淡水化できる。平均の日照時間が一日十時間と長い地域で、広さ 5 平方メートルのレンズを使えば一日一トンの水を生産できる。設備費用は十万～二十万円程度。膜などを使う場合は 300 万円以上もかかる。矢部教授はまずモンゴル政府と協力して、雨がほとんど降らない同国内の砂漠近くの実証設備を建設する。小型設備で済むので、雨が降らないと水不足になりやすい離島での実証実験も検討中だという。水の淡水化には逆浸透膜などの方法が実用化するが、初期コストが高い。太陽光を利用するダンプはあったが、1日1トンの水を作るのに28平方メートルの土地が必要であった。

第9回 燃料電池の普及と水素社会はいつやってくるのか？

燃料電池・水素の基本的な知識

燃料電池は、水素と酸素の化学反応を利用して電気を作る発電装置。水素を燃料電池のマイナス極に供給、また空気をプラス極に供給することにより、電気を発生させる。

燃料電池は、高分子電解質膜に触媒を塗った MEA (Membrane Electrode Assembly : 膜/電極複合体) をセパレーターで挟んだ「セル」と呼ばれるもので構成されている。一つのセルの電圧は 1V 以下と小さいため、数百ものセルを直列に接続し、電圧を高めている。セルを重ねて一つにまとめたものを「燃料電池スタック」、または「FC スタック」と呼んでいる。一般的に「燃料電池」と言う場合は、この燃料電池スタックのことを指している。

水素を利用した燃料電池の特長は、エネルギー効率の良さ。水素を燃やすことなく直接的に電気を取り出せるため、理論的には水素の持つエネルギーの 83% を電気エネルギーに変えることができる。ガソリンエンジンと比較すると、現時点では、およそ 2 倍以上の効率を誇る。

燃料電池で水素と酸素から電気をつくるしくみ

水素はマイナス極の触媒で活性化され電子を放出、水素から離れた電子がマイナス極からプラス極に流れることで電気が発生する。電子を放出した水素は水素イオンとなり、マイナス極から高分子電解質膜を通りプラス極に移動する。プラス極の触媒で空気中の酸素と水素イオンと電子が結合し、水が生成される。

バッテリー；バッテリーは充電可能な電池で、減速時にモーターによって回収されたエネルギーを貯蔵する。「トヨタ FCHV-adv」は、最大出力 21kW のニッケル水素バッテリーを搭載。減速時に回収したエネルギーを貯蔵し、加速時には燃料電池の出力をアシストする。

モーター；「トヨタ FCHV-adv」のモーターは、自社開発の交流同期電動機を使用している。減速時は発電機として機能し、エネルギーを回収する。

パワーコントロールユニット；「トヨタ FCHV-adv」のパワーコントロールユニットは、発生した電気の直流をモーター駆動用の交流に変換するインバーターと、二次電池との電気を出し入れする DC/DC コンバーター等で構成されている。あらゆる運転状況において、燃料電池の出力と二次電池の充放電を緻密に制御している。

高圧水素タンク；「トヨタ FCHV-adv」には、自社開発した 70MPa の高圧水素タンクが搭載されている。最新の 70MPa の高圧水素タンクには、水素漏れを防止するライナー（タンクの最も内側の壁）に、強度が高く水素透過防止性に優れたポリアミド（PA）系樹脂を採用している。材料の最適化、設計や製造技術の改良、そしてタンクの外側に巻かれるカーボンファイバー層の巻角度、張力、巻量の最適化などによる薄肉化を行い、内容積の向上と軽量化を実現。これにより、1 回の水素充填による航続距離を飛躍的に向上させた。

ここまで、トヨタホームページより抜粋（2014.10.4 の時点）。

トヨタ自動車、FCV 用高圧水素タンクについて「登録容器製造業者」の認可取得（2014.8.29）

「トヨタは上記のように「登録容器製造業者」として、経済産業大臣の認可を取得した。自主検査で 高圧水素タンクが製造でき、これまで必要であった高圧ガス保全協会（KHK）の立会検査が不要になる。高圧水素タンクの製造効率が向上し、FCV の生産性が高まることで FCV のコスト低減につながる。トヨタは高圧ガス保全法で定められているガス系燃料タンクのうち、70MPa（700 気圧）の高圧水素タンク製造業者の認可を受けた。経済産業省が 1997 年に法整備したこの制度で、70MPa の高圧水素タンクの認可を受けたのは初となる。」

2005.7 エネルギー総合工学座談会「水素社会の実現を目指して」の内容を抜粋

水素エネルギーは、約 30 年前にヨーロッパ、アメリカ、日本などで国家レベルの取り組みが始まったと認識（太田）。その後、一時期停滞したが、日本は地道にやってきた。ここ数年、自動車用燃料としての水素の研究開発が非常に活発になっている。昔はアメリカ、日本、ヨーロッパが軸となっていた水素エネルギーの研究は最近では、中国、韓国などアジア圏で取り組みが活発化している。

1993 年から 2002 年まで行われた WE-NET（World Energy Network）水素利用国際クリーンエネルギーシステム技術

石油などの化石エネルギーに替わるクリーンな再生可能エネルギーの利用は、資源や環境面での持続可能性が期待できる。地球上には、風力、水力、太陽熱などの再生可能なエネルギーが存在するが、低いエネルギー密度、長距離の輸送や貯蔵ができないため、利用が進んでいない。そこで再生可能エネルギーを一度別の形（二次エネルギー）に変えることで、地球規模で効率的に利用する方法が考えられている。この二次エネルギーとして水素を利用することで企画立案されたプロジェクト。

現時点で、水素エネルギーは、二次エネルギーとして使うという理解、要するに色々な一次エネルギーを水素エネルギーに変えて電力との間でうまくやり取りして使う。水素の場合、非常に速く循環させることができる。水素は将来のエネルギー源としてのポテンシャルは非常に大きい、二次エネルギーということに間違いはない。水素製造技術は、エネルギー変換のキーテクノロジー。水素については、国際的にもエネルギー業界を挙げて前向きな姿勢が見られる。石油業界も「水素推進派」。水素の将来に対する期待は大きい。

日本の水素エネルギーのシナリオは「2030年のエネルギー需給展望」総合資源エネルギー調査会需給部会、平成17年3月の第2部に、「2030年に向けた中長期的なエネルギー戦略の在り方」がある。その第1章にエネルギー需給見通しを踏まえた4つの戦略がある。3番目の戦略が「3. エネルギー供給の分散と多様化による変化への対応の強化」に水素がまとめて記載されている。具体的には、経済産業省資源エネルギー庁長官の諮問機関「燃料電池実用化戦略研究会」の図が「期待される導入目標」ということで、政策のベースになるような共有データとして扱われている。燃料電池自動車、2030年度末時点の推定保有台数1500万台、水素ステーション数8500か所、定置用1250万kwの実現を目指して、民間と政府が強調して努力していくと書かれている。この数値は十分に可能性がある。なぜなら、水素を使う必然性が2030年代には間違いなく出てくる。2030年頃になると、石油支援にいつまで頼れるかという議論が真剣味を帯びてくる。

水素製造技術の効率向上（現在は、水蒸気改質反応が主体）、貯蔵と輸送（水素の容積あたりのエネルギー密度が非常に低いことが大きな課題、水素の高密度技術に革新的なブレークスルーを期待、液体にして運んで使う、高圧の状態ですべて貯めておいて使う、貯蔵材料、いわゆる媒体に貯蔵させて使うの3つがある）、

オンサイト、オフサイト、電気分解

現在、水素は製油所、製鉄所で副産品として作られているが、水素の製造技術の一般的な動向。水素のつくり方は大別して2種類ある。サイト（例えば水素ステーション）で一次原料から水素を作り出す（オンサイト方式）か、サイトに水素または水素化合物を運んでくる（オフサイト方式）。どちらがより効率的かは現在精査中。オンサイト方式の場合、天然ガス、石油と言った化石燃料から水蒸気改質反応で水素を作っている。これが現在、最も効率が高い方法。他に水の電気分解があるが、日本の場合はコスト面で現在厳しい状況。期待されているのはオフサイト方式。副生水素は2020年、燃料電池自動車の普及目標500万台に対して供給する量が現在すでにある。ただ、この副生水素をどうやって効率的に

運んで供給するか、そこが大きな技術課題。水素製造用エネルギーの主流は当面化石燃料。ただ、将来的には化石資源から脱却しなければいけない時代がくる。風力発電はエネルギー量が大きいと言っても利用の絶対量はあまり大きくない。一番大きい、本当に使えるのは太陽エネルギー。ただ、非常に広い面積で受け止めないといけない。どうやって使いこなすか課題がある。もう少し先の水素社会を考えると、その辺の技術開発と研究を進めないといけない。堂免先生の光触媒による水素製造。

（堂免）再生可能エネルギーの中で、地熱は膨大な量がある。それを徐々に取り出しても日本の数十年分の電気は大丈夫という説もある。風力は今どんどん開発されていますが、導入量は化石資源と比べると全然少ない。太陽電池は風力と比べてもまだ少ない。しかし、絶対量から考えるとやっぱり太陽エネルギーが非常に大きいし、太陽エネルギーを一時、ほんのしばらく、人間が使う間だけ水素エネルギーに変えて、またもとの水に戻すシステムができあがれば、環境的にも始原的にも問題ない。実際、植物の光合成は人間が使っているエネルギーの1ケタぐらい上のエネルギーを固定している。

水素は、拡散性が高いので、滞留させない限り爆発性はない。扱い方によっては必ずしも危険ではない。

（堂免）光触媒を使って水を分解して水素を作るということに取り組んでいる。非常に簡単に言うと人工光合成的なことをやりたいと思っている。その場合、二酸化炭素を吸収する必要はないので直接水を分解したいということ。」

水素エネルギーシステムを実用化するためには、解決しなければならない技術上の課題が数多く残されています。その課題の一つは、水素を高密度に貯蔵・輸送するための要素技術の確立。特に、燃料電池車の水素貯蔵タンクへの応用がもっとも関心の高いこと。

水素は、そのまま燃焼させるほかに、燃料電池の燃料として使用できる。どちらの場合でも二酸化炭素を排出しないグリーン燃料として利用できる。その生産方式は水の電気分解、都市ガスを下降、製鉄所でコークス炉ガスを精製する、等の方法がある。生産した水素の利用方法は現在の都市ガスのようにそのまま燃焼させて暖房などに使うこともできるが、燃料電池の燃料としての利用が期待されている。

燃料電池は、水の電気分解の逆の反応で、水素と酸素から電気を生み出す発電機のようなもの。火力発電や原子力発電は燃料から直接電気を作るのではなく、熱で水蒸気を発生させ、発電機を回す。一方、燃料電池は燃料から直接電気を取り出すため、効率が良い。効率のよさは設備規模に左右されない。振動や騒音も小さいので携帯電話から自動車まで様々なモノのエネルギー源として利用できる。

燃料電池の原理は、1839年に発明されている。アポロ計画でも使用されています。それは、アルカリ電解質形燃料電池（AFC）で、ほかには、固体高分子形燃料電池、リン酸形燃料電池、熔融炭酸塩形燃料電池、ナトリウム-硫黄電池、バイオ燃料電池などがある。自動車に搭載されるのはイオン伝導性を持つ高分子膜を電解質に使用した固体高分子形燃料電池。空気極（正極）、燃料局（負極）、固体高分子膜（電解質）を貼りあわせて一体化

させた膜を、ガスの流れる道を刻み込んだ導電板で挟んだものを積み重ねたもの。1つ1つの起電力は小さいが、これを直列に接続して高電圧が発生するようにしている。

2015.3.15 日経 新国立で水素エネ活用、東京五輪の競技場、新技術を発信

非常時には、水素燃料で電源を確保する「世界最大のシェルター」として機能し、周辺地域への乗り換えは燃料電池車に限定する案。

2015.3.11 日経 水素スタンド審査迅速に、燃料電池車普及促す、経産省、1カ月から半月に短縮

安全審査を緩和。国が認めたメーカーは、従来は約1カ月だった都道府県による審査期間を半月に縮める。低コストの小型スタンドの設置も促し、2015年度中に100か所の整備を目指す。4月以降に高圧ガス保安法の制度を改正してメーカーを認定する。まず、小型の水素スタンドの設置を促す(1億円前後)。小型には安全基準がないのがネックとなっており、経産省は15年度中に基準を作る。ホンダと岩谷産業は太陽光発電などで水を電気分解して水素を取り出す小型スタンドを開発済み。

2015.2.22 日経 革新力、水と空気で1兆円稼ぐ

西のつくばと呼ばれるけいはんな学研都市、パナソニックの「先端研究本部」で日本のエネルギー戦略を変えるかもしれない技術が芽生えつつある。窒化カリウムを触媒にしてエネルギー変換効率0.3%に、植物は一般に0.2%。採算ラインは10%。そうなれば、アルコールや水素が効率よく取れ、会社も儲かる。パナソニックは、昨秋、研究開発部門を大幅に見直し。本社研究部門1300人の技術者のうち、「電気」に関連した600人を事業部に移し、残る700人は人工光合成や水処理、燃料電池、熱発電チューブなど「化学」の領域に近い。2020年ごろに実証実験。その時点でも何千台も走らせるほど、水素やアルコールは取れない。10年、20年かかっても本格的な装置を作る。地球上では毎年、100億トン単位で二酸化炭素が排出。30年に水と空気と水素で1兆円稼ぐ。

2015.2.15 日経 下水汚泥から水素製造

三菱化工機は全国で初めて汚泥を原料とする水素スタンドを福岡市で3月に開設する。メタウォーターは燃料電池による発電能力を8割増やす。国内の下水処理場の余剰エネルギーを使えば、FCV260万台分の水素を作れるとされる。都市に埋もれた「資源」の有効利用が進みそうだ。汚泥の発酵で発生したバイオガスを改質し、1日にFCV60台分、3300m³の水素を製造する。製造単価は1m³あたり、80円程度ど、ハイブリット者(HV)と遜色ない価格設定が可能。東京瓦斯と三菱日立パワーシステムズは横浜市と組み、汚泥から水素や電気などのエネルギーをつくる研究組織を月内に設置する。全国に汚泥発酵でバイオガスをつくる下水処理場は全国に約300か所ある。約3割に当たる8500万m³が利用されず

に空気中に放出している。未利用ガスを水素に換算すると、約 260 万台の FCV をフル充電できる。

2015.2.5 日経 東ガス、パナソニックの燃料電池、15%安い家庭用新製品

「エネファーム」の新製品を開発し、現行よりも 30 万円安い、4 月 1 日に税別で 160 万円で発売。

2015.1.27 日経 水素値下げへ量産技術、千代田化工や川重、20 年メド、燃料電池車 HV 並みコストに

千代田化工は天然ガスから水素を取り出す技術の開発を始めた。川重は低品位の石炭から水素を取り出すプラントの実用化で J パワーと協業。2020 年を目処に実用化を目指す。水素スタンドの整備とともに、水素を安価に量産する技術を確立し、FCV の普及を後押しする。

2015.1.16 日経 東芝、水素を使い電力貯蔵、長期・大量保管しやすく、再生エネ事業者など向け

東芝は水素を使い電力を大量貯蔵するシステムを 2020 年にも実用化。水素を使う電気の貯蔵は既存の蓄電池に比べて長期間、大量保存しやすい。設置・運用費を半減できるし、再生可能エネルギーの発電事業者や自治体などによって蓄電方式が広がりそうだ。エネルギー変換効率は 8 割に達する。揚水発電の 7 割を上回る。

2015.1.7 読売 トヨタ異例の無償提供、燃料電池車特許、普及へ他社参入促す

世界で保有する特許約 5680 件を全て無償提供する。無償提供の期限は、20 年までの予定。水素ステーション関係は無期限。

2014.12.26 日経 水素スタンド、導入費半減、大陽日酸、移動式で GS 並み

2016~17 年を目処にガソリンスタンドに近い 1 億円台に引き下げる。25 年までに 300 台程度をスタンド運営業者に供給。

2014.12.22 日経 JX,全国で水素供給、2000 スタンドに導入、低コストで生産・輸送

JX 日鉱日石エネルギーは燃料電池車 (FCV) の燃料となる水素を全国に供給する体制を整える。2020 年をめどに国内 10 拠点で水素を生産し、より低コストで運ぶ技術も確立する。販売面では幹線道路沿いにある主要な約 2000 店を対象に順次水素スタンドを導入する。全国規模の供給体制が整うことで、課題とされる地方での水素スタンドの新設に弾みが付きそうだ。

JX は 12 月下旬に第 1 号の水素スタンドを海老名市の給油所内に開く。首都圏を中心に 15

年度末までに 40 か所を整備する計画。今後、FCV の普及動向をにらみながら水素の貯蔵タンクや充填機などが設置可能な約 2 千店を対象に順次、水素スタンドの併設を進めていく。製造・輸送では新技術の導入でコストを現行の半分以下に抑える。18 年度をめどに低コストで水素を製造する技術を開発する。国内の全 7 製油所を含む 10 拠点に順次導入し、北海道から九州まで全国に供給できるようにする。

現在、水素は石油や天然ガスなどから取り出すほか、鉄鋼や化学品の製造過程で出る排ガスの中に多く含まれる。排ガスからは触媒などを使って不純物を分離し、水素を取り出している。新技術では特殊な膜で不純物を効率的に取り除き、水素の回収率を現行の約 7 割から 9 割近くに高める。水素を液体で運ぶ新技術も実用化する。高圧で圧縮し、ガス状で運ぶ現行方式に比べタンクローリー 1 台あたり 2.5 倍の量を運べる。液状にするとガソリンや軽油を運ぶ既存のタンクローリーや内航船を活用できるため、輸送のための投資も減らせる。燃料を供給する水素スタンドは JX エネのほか岩谷産業なども設置を進めている。現状では 100 か所程度が建設・計画されている。兵庫県尼崎市と北九州市に水素スタンドを設けている岩谷産業は水素 1 キログラム当たり 100 円で販売。1 キロメートル走るのに 10 円かかる。計算で、高級セダンベースのハイブリッド車とほぼ同等になる。このため、政府は水素スタンドの規制緩和で設置費用を 20 年をめどに半減させる方針を打ち出し、FCV の普及を後押しする。

2014.12.19 日経 「自由化」航海、東ガスに荒波、水素スタンド、新収益源に、首都圏草刈り場、強敵続々

2~3 年後に迫った電力・ガス小売りの全面自由化をにらみ、東京瓦斯が収益力の再構築を進めている。16 日には関東地方で初となる水素ステーションを開設。電気販売では 2020 年に首都圏需要の 1 割を担うと宣言する。ただ、有望市場である首都圏にライバル社が殺到するのは必至で、自由化は東京瓦斯にとっても荒波となる。矢継ぎ早の戦略は強い危機感の表れだ。

「水素社会の実現に大きな期待と関心を持っている」。東京瓦斯の求仁副社長は 18 日、一般向け水素ステーションの開所式で力説。

2014.12.16 日経「ミライ」販促 静かな出足

「トヨタ燃料電池車、少量生産、納車、1~2 年待ちも」

トヨタ自動車は 15 日、燃料電池車 (FCV) 「MIRAI (ミライ)」を発売した。当初は年産台数が限られるため販売店に実車はなく、納車まで 1~2 年待ちと案内する店もある。世界初の市販車として注目を集めるが、燃料の水素を補給する水素ステーションの整備などの課題も多く、「究極のエコカー」といわれる FCV の商戦は静かに幕を開けた。

トヨタは今月から年間 700 台の予定で生産を始めた。2015 年末までの国内の販売目標は約 400 台だが、企業や官公庁の注文が予想以上に多く、販売店によると受注台数は約 1 千台に

のぼる。トヨタは15年末に増産することを決めたが、納車されてもガソリン車と同じ感覚で乗り回れるわけではない。商用の水素ステーションは兵庫県尼崎市と福岡県北九州市の2か所、補助金で整備が決まっているステーションは43か所。約3万5千のガソリンスタンドと比べ、脆弱。ミライの価格は723万6千円。

2014.12.10 日経 「水素スタンド設置費半減」燃料電池車 普及へ規制緩和、セブン、コンビニ併設 20店

政府は燃料を供給する水素ステーションの規制緩和に乗り出す。建築基準や保安規制の緩和で設置コストを半減する。エネルギー各社などの設置計画を後押しし、2015年度中に全国100か所の整備を目指す。セブンイレブンも来年度から水素ステーションを併設したコンビニを出す。高圧ガス保安法や建築基準法の関連12省令を14~15年度中に見直す。タンクに貯められる水素を増やせるように、水素の圧縮率を高め、現在は燃料電池車7台分しかためられない1か所あたりの水素の貯蔵量の上限もなくす。より多くの客を受け入れられ、採算がとりやすくなる。水素をタンクに貯める際に圧力をかける圧縮器の保安検査も簡素化する。安全を考慮し水素の充填機と公道との距離は現在8メートル以上が原則だが4メートル以上にする案が有力。太陽光発電で発電した電力を使い、その場で水から水素を生成して充填する簡易版ステーションの建設も許可する。水素ステーションの建設費は1か所あたり4億~5億円と、欧米の2倍の水準だが、規制緩和によって20年ごろに半減を目指す。一般のガソリンスタンドの建設費(1億円)の2倍程度で済むようにする。規制緩和は水素ステーション建設を加速させそうだ。セブンイレブンは岩谷産業と組み、水素ステーションを併設したコンビニを出店する。まず、15年秋にも東京都と愛知県の2か所で新規開業し、17年度までに20店に広げる。水素ステーションの設置費用は岩谷産業が負担し、同社が運営する。コンビニは24時間営業し、水素ステーションは平日の日中に営業する。岩谷産業はセブンの持つ不動産情報や店舗開発ノウハウを活用して立地条件の良い土地を効率よく探す。交通量の多い郊外の幹線道路沿いを中心に店出する予定だ。JXエネルギーは15年度末までに全国40か所、岩谷産業は20か所の設置を計画しているが、公道から8メートル離すなどの規制を満たす土地を探すのは難しい。「特に都市部で用地選定が難航している」(JX)という。建設条件の緩和でコストを抑制し適地を見つけやすくなり、計画を前倒しで達成できる可能性がある。燃料電池車はトヨタが15日にミライを発売し、15年度中にはホンダも商品化する予定。普及には水素インフラの整備が欠かせないため、経済産業省は規制緩和に加えて来年度予算で建設費の3分の2程度を補助する予算110億円を要求している。

FCV=Fuel Cell Vehicle ミライの場合、満タンで約650キロ走行。補給時間は3分で料金は5100円程度。

HV=Hybrid Vehicle ハイブリッド車 ガソリンで動くエンジンのt電気で動くモーターを、走行状況によって自動的に使い分けることで、燃費の良い走りをする。

PHV=Plug-in Hybrid Vehicle 家庭用コンセントで充電、普段はEVとして走行、長距離や電欠時はハイブリッドとして走行

EV=Electric Vehicle 電気自動車 家庭用コンセントで約8時間充電。1回の充電で200キロ程度走行。充電スタンドで急速充電も可能。

2014.12.6 日経 「燃料電池車、増産へ200億円、トヨタ、国内2工場に、生産能力3倍、VWは20年にも投入」

トヨタはFCVミライの年産能力を2015年度末に現在の3倍に引き上げる。国内2工場に200億円程度投資する。国内の引き合いが強いほか、米国などへの輸出に充てるため、増産体制を早期に整える。VWも20年にも日米欧で投入する。世界2強の増産や参入でFCVの普及期が早まりそうだ。

2014.11.30 日経 水素革命 これだけ日本有利（編集委員 西條郁夫）

この分野技術競争や市場競争で、日本はかなり有利な位置にいる。その理由は、1つは強力なメーカーの存在。トヨタに続いて、ホンダや日産自動車もFCVを投入する。この3社はトヨタ一独BMW、ホンダ一ゼネラル・モーターズ、日産一フォード・モーターズ一独ダイムラーというそれぞれの提携関係をけん引する立場にあり、世界のFCV技術は日本が先導しているといっても言い過ぎではない。週刊ダイヤモンド10月25日号で、日本の燃料電池の特許出願件数は6万5千件余り、米国（3万件）、中国（1万5千件）、ドイツ（1万2千件）に大きく水をあけている。こんな数字にも、日本の技術の厚みが表れている。2つ目の強みは、水素の供給インフラが整備しやすい環境にあることだ。FCVや定置型の燃料電池が本格的に普及すれば、水素の自給が難しくなり、いずれ海外から輸入する必要が生じる。そのときはおそらく液化水素の形で船で運び、液体のまま港や水素ステーションに保存し、最後に車などに充填するとき気化する仕組みになるだろう。実はこの仕組みは液化天然ガス（LNG）と全く同じ。産地でガスを液化し、巨大な魔法瓶であるLNG船に詰め込んで日本まで運び、液体のまま各地のガス供給設備に配備し、最後に家庭などに届ける段階でガス化する。水素ステーションの整備に力を入れる岩谷産業の上羽副社長は「日本はガスの経験を通じて「液化された気体」の取り扱いに慣れており、LNGの陸揚げ基地の整備や高圧ガスタンクローリーの開発普及など知見も豊富。これは水素社会を実現するうえで、一つの強みになる」という。ちなみに、欧米ではガスは気体のままパイプラインで運んで来ればいいので、LNGの利用は日本ほど進んでいない。水素インフラのいち早い整備は、FCVの普及や水素関連のイノベーションを促す強力な武器になる。3つめはやや皮肉な話だが、再生可能エネルギーの固定価格買い取り制度（FIT）の失敗も水素社会の到来を早めるかもしれない。電力会社が受け入れ不可能なほどの太陽光発電が各地で稼働すれば、何が起こるのだろうか。せつかく作った電気でも、それを電力会社の系統に流し込めば需給の不一致で大混乱が起きる恐れのある時は、残念ながら捨てるしかない。だ

が、「水素社会が来れば事態は変わる。余った電気で水を電気分解して水素を作っておけば、エネルギーの「貯蔵」が可能になる。それを FCV のドライバーに売れば、捨てるしかなかった電気に値が付くようになる。FIT の見直しは必至だが、それでも再生エネの普及を進めたい人は、目標を水素社会の実現に切り替えてはどうか。FIT ほどはもうからないかもしれないが、太陽光発電からつくった水素は二酸化炭素フリーであり、地球環境問題の解決に寄与できる。

2014.11.21 日経 人工光合成で世界最高、東芝、効率 1.5%、20 年めど実用化

東芝は太陽光と二酸化炭素などから燃料を作る次世代技術「人工光合成」で、世界最高の交換効率を達成する材料を開発した。変換効率は 1.5% で、実用化に一步近づいた。火力発電所などが大量に排出する二酸化炭素をそのまま利用して、工場や自動車などの燃料が生産できる。同社は 2020 年をめどに実用化を目指す。光合成は太陽光で水から酸素を作ったうえ、二酸化炭素から糖などのエネルギーを得る植物の働き。東芝が開発した技術は、半導体と金の触媒を組み合わせた。半導体に太陽光を当てて水から酸素と水素イオンを作り、触媒で二酸化炭素と水素イオンから一酸化炭素を得る。一酸化炭素を処理すればメタノールなどの燃料が作れるという。太陽光エネルギーを燃料エネルギーに変換する効率は 1.5% で植物の藻類に匹敵する。これまではパナソニックの電子材料が 0.3% で最高だった。実用化には 10% の変換効率が必要だが、東芝は改良を進めれば実現できるという。長期間使っても効率を保つよう耐久性も克服する。

2014.11.20 日経 「東芝、エネ革命先導、名乗り、20 年代構想、海外で量産、国内で発電」

発電、給湯、暖房から車や船の動力源まで一水素を暮らしや産業に活用する社会の実現に向け、日本企業の勢いが増してきた。化石燃料依存からの脱却は資源枯渇問題と地球温暖化防止の両面で世界的課題だ。供給量確保やコスト低減といった壁を越えエネルギー革命を起こせるか。

火力などの次

「水素で強靱なエネルギーシステムを作る」東芝の田中久雄社長は約 50 人体制で今春発足させた「次世代エネルギー事業開発プロジェクトチーム」に号令する。火力、原子力発電に強い同社の次の狙いは水素だ。チームにはサハリン、アラスカ、アイスランドなど水素製造の適地を洗い出した資料がある。風力発電の電気で水を電気分解して水素を量産し、船で日本に運び発電に使う。この流れを 2020 年代に確立する構想だ。水素は一般に石炭や天然ガスから得ているが、これなら環境負荷も低い。日本のエネルギー自給率は 6% (12 年)、経済協力開発機構 (OECD) 加盟国で 2 番目に低い。東日本大震災後の原子力発電所停止で電力の火力依存度は 9 割近い。化石燃料輸入額 (発電用以外も含む) も震災前より 10 兆円増えた。13 年度の二酸化炭素排出量は過去最高。東芝は 1 年度に再生可能エネルギーを利用した水素発電の第一歩を踏み出す。太陽光発電の電気を使って水から得た水素を

燃料電池に送り発電する実証実験を川崎市と始める。想定電力は 30 キロワット程度と小規模だが、実証と並行して「災害時用として（新システムの）販売を始めたい」と実用化を急ぐ。

コストを下げる道

水素の源は水だけではない。大阪市では下水処理場で汚泥をメタン発酵させて得た水素を燃料電池に使う実験が進む。実験に参加する水処理大手のメタウォーターは「エネルギーを自給自足できる下水処理場も実現可能だ」とみる。水素は「燃える空気」として 248 年前に英国の化学者が発見した。水素と酸素を反応させ発電する燃料電池の原型は 1839 年に英国で生まれた。水素エネルギーの歴史は古い。だが、石炭や石油の陰に隠れてきた。水素を直接燃やす発電技術も進む。当面は天然ガス火力に水素を混ぜる混焼が軸だが、大気汚染の原因となる窒素酸化物の発生量は多くなる。川崎重工業は燃焼制御技術を駆使。6 割を水素にしてもノックス発生量を天然ガスだけの場合と同程度に抑えるタービンを開発中。15 年度の市場投入を狙う。資源エネルギー庁の試算では、100 万キロワットの水素専焼の発電所で 1 年に使う水素は燃料電池車 223 万台分にあたる。発電での利用が進めば量産効果で、石炭や天然ガスより割高な水素価格を下げる道が見えてくる。「水素社会のについての包括的な検討を進めるべき時期に差し掛かっている」。政府は 4 月に閣議決定したエネルギー基本計画でこう宣言した。世界に先駆けて水素の可能性を解き放てたとき、日本は「次世代社会」のデザイナーになれる。

2014.11.20 日経 水素液化設備を開発、川重、大量輸送しやすく

川崎重工業は 19 日、水素を液化する設備を開発したと発表した。FCV の燃料などになる水素の体積を 800 分の 1 に縮小し、大量輸送しやすくする。2016 年度に商品化し、水素を製造する石油化学や液化天然ガスパラントなどに供給する。日本メーカーが開発するのは初めて。兵庫県播磨町の同社工場内に実験設備を設けた。1 日約 5 トンの水素を摂氏マイナス 253 度に冷やして液化できる。水素 5 トンは FCV1000 台分の燃料に相当する。同等の能力で商品化するが、販売価格は未定。水素の製造拠点で液化設備を使って液化水素にすれば、FCV に燃料を供給する水素ステーションまで専用のタンクローリーで大量輸送できる。川重は専用の大量運搬船も開発中で、将来は海外で安価に作った水素を液化し、国内に大量輸送することも目指している。

2014.10.11 日経 家庭用燃料電池「エネファーム」JXエネが生産終了

JX 日鉱日石エネルギーは、10 日、来年 3 月末で「エネファーム」の自社製品の開発と生産を終えると発表。製品は東芝から仕入れて販売する。

2014.10.3 日経 「トヨタの空飛ぶ車、誰も傷つけない未来」

トヨタ自動車の東富士研究所でひそかに「空飛ぶ車」の研究が進んでいる。詳細は伏せら

れているが、プロペラを使ってホーバークラフトのように浮く車を念頭に技術開発を急いでいる。まるで SF 映画だがトヨタは大まじめだ。「空を飛ばば道路での衝突事故も無くなる。これは安全な車づくりの一環だ」。ガソリンと電気を併用するハイブリッド車 (HV) から水素を動力源とする燃料電池車 (FCV) まで、環境技術でリードしてきたトヨタ。次に見定めるのは「絶対死傷者を出さない車」だ。トヨタが注目する資料がある。世界保健機関 (WHO) の調査で 2004 年に人の死亡原因で 9 位だった自動車事故が 30 年には 5 位とエイズや結核を超える内容。「我々は世界で最も死亡原因を作っているメーカーと指摘されかねない」。販売台数世界一となったトヨタの危機感は強い。自動運転の技術も狙いは同じ。都内某所、自動運転のトヨタ車がすいすい走っていく。渋滞や交差点が多い都内でも走れる技術にめどを付けた。「自動運転技術では米グーグルと並び、トヨタが先頭を走る」。究極の安全技術とされる自動運転を広め、人為ミスによる事故を無くせば汚名は称賛に変わる。15 年 3 月期の研究開発費は 9600 億円と国内最大。巨大さに目が行くが、トヨタの強みは「10 年単位で研究開発を行う」時間軸の長さにある。HV は 30 年、FCV は商品化に 20 年かかった。一人の天才の瞬発力よりも多数の現場の執念がトヨタの革新力の原点。「動いた」今夏、富士研究所で歓声が上がった。次世代の夢の電池とされる性能が大幅にアップする「全固体電池」。90 年だから研究をはじめ、車の駆動に初成功した。きっかけは創始者の豊田佐吉だ。大正末期の 1925 年、飛行機の動力にも使える小型・大容量の蓄電池開発に 100 万円の懸賞金を出した。「佐吉電池」の実現が世紀を超えて一步近づく。「将来は充電不要の電気自動車が出せる」。開発を指揮する射場は話す。実はトヨタは日本最大の電池開発会社。「今の形態の車はいずれなくなるかもしれない」が、どんな形でも電池は武器になる。

2014.9.26 日経 水島コンビナート進化、岡山県や J X、水素供給拠点めざす

2014.9.15 日経「光合成、植物超す効率、パナソニック、車燃料など生成、実証実験に」

パナソニックは太陽光と二酸化炭素、水を使ってメタンやエタノールといった燃料を作り出す次世代技術「人工光合成」で、世界最高の変換効率を実現する電子材料を開発した。

2014.9.7 読売 2020 年東京五輪、水素活用、基本計画に、燃料電池車で選手送迎、水素燃料政府開発へ

2014.9.6 日経 燃料電池車、名は「ミライ」、トヨタ、年度内に市販、日本発技術、欧米に

2014.9.6 読売 トヨタ、110 キロで自動運転、ホンダと米で走行披露

2014.8.29 読売 動き出す燃料電池車、普及へ長期戦、五輪をショールームへ、ステーション数、水素価格、車体価格、3つの課題

2014.8.29 日経 燃料電池車、水素補給施設、親切に重点、経産省、補助率上げ

2014.8.26 日経 LPガスから水素生産、大阪ガスが装置、燃料電池車向け

2014.8.25 読売 余る再生エネで水素製造、燃料電池車に利用へ、環境省モデル事業

2014.8.20 日経 ホンダ、燃料電池車から電力、水素満タンで家庭6日分

2014.8.20 日経 都市ガス、天然ガス車の挫折、燃料電池車、乗り切れぬわけ、パイプライン、普及の鍵

2014.8.3 日経 水素タンク大容量に、川重、開発へ、燃料電池車5万台分

2014.7.29 日経 水素半値へ開発アクセル、燃料電池車用「ガソリンより安く」岩谷は圧縮機ない供給装置、千代田化工は低コストの常温輸送

2014.7.19 日経 燃料電池車「200万円補助」首相、普及へ支援表明

2014.7.15 日経 燃料電池車の水素充填装置、岩谷と国内生産、独リンデ

2014.7.11 日経 燃料電池車、トヨタ年度内に発売、水素の値段、普及への鍵、20年、ハイブリッド並み

2014.7.6 日経 水素ステーション100か所、JX、燃料電池車向け、政府、補助金で普及後押し、18年度めど

2014.7.3 日経 燃料電池車、医療、介護ロボ、日EU、規格を統一、コスト減期待

2014.6.26 読売 燃料電池車、主導権狙う、年度内発売へ、トヨタ、補給・価格が課題

2014.6.26 日経 燃料電池車、初の市販、トヨタ、日本で年度内、700万円、補助金で負担減も

2014.6.19 日経 燃料電池車に購入補助金、政府検討、1台200～300万円

政府は19日、水素を燃料とする車や家庭用電池の普及に向けた工程表を策定。2015年の燃料電池車の本格市販をになみ購入時の補助金を導入。500万～1千万円とみられる販売価格に対し、1台あたり200万～300万円の補助金を出す検討に入った。30年代には水素を活用した発電所の実用化をめざす。地球温暖化ガスを排出しない水素を新しいエネルギー源と位置づけ、関連産業の拡大を急ぐ。

政府は、25年までにハイブリッド車並みの1台200万円台まで引き下げたい考え。量産によるコスト削減。販売先行の家庭用燃料電池は、15年度まで40万円前後の購入補助金を続行。輸出による販売増も見込み、20年に現行価格の半分の70万～80万円、30年には3分の1の50万～60万円まで下げることが目標とする。

2014.6.5 読売 燃料電池触媒に代替新酵素、九大グループ発見、発電力、白金の1.8倍

2014.5.29 日経 燃料電池車、官民で連携、規制緩和、走行2割長く、トヨタ、年内にも市販、輸出もしやすく

経産省は、5月中に燃料タンクの規制を緩め、1回の充填で走る距離を今よりも2割長くする。2016年には、安全審査を国際基準にそろえ、日本製の燃料電池車を海外へ輸出しやすくする。規制緩和を受け、トヨタは速ければ年内にも車両の市販に乗り出す。1回で充填できる水素の圧力を700気圧から875気圧に高める。

2014.5.24 日経 トヨタが水素インフラ、日米で展開、燃料電池車を普及

2015年にトレーラーに水素タンクを積んだ移動型ステーションをまず5基、自前で用意。

2014.5.20 日経 パナソニック、低コストで人工光合成、農薬の原料製造

2014.5.8 読売 水素の街へ、自治体が動く、福岡や周南市、ステーション誘致や補助や税優遇

「水素社会」が現実味を帯び始める中、関連産業を誘致・育成し、水素ビジネスで地域活性化を図るのが狙い。

2014.4.20 読売 「燃料電池車の普及への道、製造コスト・燃料価格が課題

ガソリン車に比べて、変速時のショックが少ないのが特徴、発電した電気でモーターを回す。水素補給の時間は約3分。満タン時で500キロ以上走る。トヨタでは、満タンで700キロ走れる。床下に高圧水素タンクを2本。政府は13年、100か所の水素ステーションを設置。ステーションは原則、国が整備費の2分の1を補助。国では、20年に、新車販売台数の1%を燃料電池車にする目標を立てている。

2014.4.19 日経 中国、ハイブリッド車補助、現地生産1台25万円、大気汚染対策、トヨタやホンダ、攻勢へ

2014.4.17 読売 燃料電池車、五輪が契機、JX 日鉱日石エネルギー社長 一色誠一氏

この会社は、「水素ステーション」の建設を進めている。2015年までに都市部などで40カ所の整備を目指している。ここの強みは、水素を供給するネットワークと水素を作る装置を持っていること。石油から硫黄を取り除くために水素が必要なので、もともと各製油所で水素の製造装置を持っている。ネットワークは約1万1000カ所のガソリンスタンド、自動車にガソリン、電気、水素を供給する「総合エネルギーステーション」にしていく。コストダウンには水素をためておく容器を安い素材にする、割安な欧州製品の輸入、常温で水素を運べる技術開発も進む。ガソリンを運んでいる車両で水素を運ぶ。ビジネス化に大きく前進する。水素ステーションの位置づけは、燃料電池車の普及にかかる。今は、各社が協調の段階。これが、競争に変わるタイミングは2020年の東京五輪が一つのきっかけになる。循環バス、次世代の乗り物をアピールする最大のステージとなる。2030年ごろには、「水素社会」が到来する。

2014.4.15 読売 「人工光合成」温暖化を防げ、日本、産官学で推進

IPCC 第3部会は13日、地球温暖化の進行を抑えるには、今世紀末に「二酸化炭素」などの温室効果ガスの排出量をほぼゼロにする必要があるとした報告書を公表した。

日本では国家プロジェクトが進んでいる。首都大学東京の実験棟では、二酸化炭素を溶け込ませた触媒溶液入りの反応容器に、太陽光に見立てた光を照射する実験が行われている。「人工光合成」の研究。「実用化までに数十年かかるが、人類の存亡がかかった技術」。これは、太陽光を利用して、二酸化炭素と水から、プラスチックや合成樹脂など、化学製品の原料となる有機物を作り出すことを目指す。この技術が確立されると、二酸化炭素を減らせる。政府は2012年、産官学で研究を進める「人工光合成プロジェクト」をスタート。21年度までの10年間で150億円を投じる。

2014. 4.9 日経 「周南に水素ステーション、岩谷産業が来春稼働、燃料電池車向け」

岩谷産業は周南市に液化水素ステーションを開設する。同社とトクヤマは昨年、トクヤマの徳山製造所に液化水素工場を完成させた。同工場で生産した液化水素をステーシ

ョンに運び、再び気体に戻して燃料電池車の燃料として供給する。2015年春に運用開始。

2014.3.28 日経 電気自動車、距離3割増、電池の耐熱性高める、ダイキンなど、冷却装置不要に

2014.3.27 光合成担うタンパク質、京大と茨城大学が構造解明

光合成の仕組みが分かれば、人工光合成の研究に生かせる。

2014.2.28 日経 水素貯蔵の特許競争力、トヨタやホンダ上位、世界ランク、燃料電池車に応用

2014.2.27 日経 再生エネ国際見本市が開幕、水素ステーションに注目、GE、日本再参入を正式発表

2014.2.23 日経 燃料電池車、命運を握るのは、普及の近道は水素ユーザー拡大、発電設備の量産に期待、車だけではコスト重く、車革命、電気が後押し

2014.2.20 日経 ガス発電、環境・効率両立、川重、燃料の水素含有率高める

川重は、2015年度から、燃料の6割まで水素を投入できるガス発電設備を販売。水素をガス発電の燃料に使うと大気汚染につながるガスを多く出す。独自の燃焼方式を採用。天然ガスのみを燃料に使う場合と大気汚染ガスの発生量を同等に抑える。工場の自家発電などに売り込む。

2014.2.16 日経 「川崎重工業が水素発電設備、工場向け、世界初の量産、17年メド」

川崎重工業は2017年をメドに、水素を燃料とする火力発電設備を開発、世界に先駆けて販売する。水素は燃やしても二酸化炭素を排出しないほか、長期的に発電コストが天然ガス並みに下がるとされる。川重は工場など自家発電に使う中小設備を日本の他、温暖化ガスの削減を急ぐ欧州などで売り込む。三菱重工業など発電設備世界大手も開発を急いでおり、水素発電は新たな電源として20年以降に普及しそうだ。川重は火力発電の中核設備であるガスタービンの大手。水素燃料を100%使うタービンを世界で初めて実用化する。標準家庭で2000世帯分を賅える出力7000キロワット級など中小型機を明石工場で量産する計画。価格は未定だが、従来の設備と比べ1~2割程度高い水準に設定する見通し。水素はガスに比べて熱量が大きいために100%燃料として使う場合、タービン内の燃焼温度が非常に高くなり故障の原因となる。川重は専用の冷却装置を取り付け、タービン内部の設計も改良し耐久性を高めた。水素発電は燃料のコストの高さと安定調達が課題であった。ただ、トヨタ自動車などが水素を燃料とする量販タイプの

燃料電池車を相次ぎ投入、20年以降に先進国で普及する見通し。水素が大量生産されることで、燃料価格が現在の3分の1程度に下がり、発電コストも石炭やガスを使う火力発電に対抗できる可能性がある。

2014.1.27 読売「燃料電池車、量産へ、EVと競争激しく、トヨタ年1000台体制、12月に」

究極のエコカーと呼ばれる燃料電池車の本格的生産がいよいよ始まる。トヨタ自動車は、今夏に世界で初めて量産体制に入る。電気自動車（EV）との激しい競争も見込まれ、次世代エコカーを巡るメーカー間の競争は激しくなりそうだ。トヨタの本社工場では6日、燃料電池の生産ラインが動き始めた。部品にほこりなどが混入すると発電能力を損なうため、生産ラインは巨大なクリーンルームの中に設置した。生産現場では半導体工場に並ぶ徹底した管理が求められる。トヨタは当面、燃料電池車を1日1台のペースで生産する。生産効率を見極めながら今夏に試作車の量産体制を本格的に開始し、12月には年間1000台の生産体制を築く計画。燃料電池車の本格的な量産は、世界初で「トヨタの燃料電池車にかける本気度を示す」。燃料電池車の普及には、燃料電池システムの小型・軽量化と、コスト削減が壁になっていた。10年前に1台1億円とされた価格は、技術開発によって1000万円を下回る水準に下がった。ただ、燃料電池は不良品が発生しやすいとされており、今夏の量産化までの改善が課題となる。ホンダも、燃料電池車を2015年に一般向けに発売する予定。20年を目標に、より安価で小型の燃料電池を開発するため、米GMとの共同開発を進めており、トヨタに対抗する考え。

日産自動車も独ダイムラー、米フォードと円了電池の共同開発を進めているが、次世代エコカーの軸足はEVに置いている。日産の「リーフ」は、1月に累計販売台数が10万台に達した。1回の充電で走れる距離が短いので、走行中に電池が切れる懸念などから日産が当初想定していた販売ペースを下回っているが、世界で最も売れているEVの座を維持している。EVを巡っては、独BMWが今春「i3」、独フォルクスワーゲンが年内にEV「e-ゴルフ」を相次いで日本市場に投入し、日産を追撃する。

燃料電池車とEVの普及には、燃料の水素や電気を補充するスタンドなどの整備が前提となる。政府は燃料電池車とEVの両にらみで普及を目指す構えで、設備を作る商業施設などへの支援を継続する。現在進めているEV向けの充電機器や工事費への一部補助に加え、燃料電池車に水素を供給する「水素ステーション」を15年度中に全国100か所に整備する計画。EV向けの充電設備も全5000か所以上に増えたが、マンションの駐車場などでの設置は進んでいない。最初から作る必要がある水素ステーションは「整備に間がかかる（カルロスゴーン）との声もある。ガソリンスタンド並みのネットワークを全国に張り巡らすのは容易ではない。水素ステーションや充電設備の整備がどこまで進むかも、自動車メーカーのエコカー戦略の成否を左右する。

2014.1.15 日経「水素価格、ガソリン並みに、JX、燃料電池車後押し、20年メド、低コストの供給網」

JXホールディングは燃料電池車向けに低コストの水素供給に乗り出す。水素を安全で大量に輸送できる技術を開発。2020年をメドに新技術を使った供給網を整備する。供給コストを3割程度削減、ガソリン並みに利用できる価格実現を目指す。石油元売り最大手の同社が水素の低価格化に動くことで、燃料電池車の普及に弾みがつきそうだ。

二酸化炭素を出さない燃料電池車はエコカーの本命とされ、トヨタ自動車やホンダが15年から量産、販売する。政府も15年度までにガソリンスタンドに相当する水素ステーションを国内100か所に整備する計画。ただ、同じ走行距離に換算した価格がガソリンの2倍以上とされるコストの高さと、1か所当り3億～5億円かかる水素ステーションの建設費の高さが普及の課題になっていた。

グループの中核のJX日鉱日石エネルギーが製油所で自社生産している水素をトルエンに溶かして液体化、常温・常圧の状態ですトレーラーで水素ステーションに運ぶ技術を開発した。車に充填する時点で、独自開発した触媒を使って気体に戻す。現在は気体の水素を高圧で圧縮して専用トレーラーで輸送、貯蔵している。液化すれば高強度の炭素繊維製ボンベや爆発を防ぐ設備なども不要になり、ガソリン用のトレーラーやタンクを転用できる。ステーション建設費は2億円と現行よりほぼ半減する。液化で体積を小さくして輸送量も2倍に増やせる。現状の水素の生産・流通コストは1立方メートル当たり、145円。今回開発した低コストの水素供給体制が整うと、燃料電池車の普及の目安とされる同100円以下が実現する。ステーション整備などで水素の生産量を増やすことでさらにコストを引き下げ、同じ走行距離でガソリン並みとなる同約60円に近づける計画。JXは国内の約3分の1に相当する1万1100店の系列ガソリンスタンドを持つ。すでに神奈川県海老名市など5か所に水素ステーションを開設。15年度までに40か所に増やす計画。この段階では従来技術を使うが、燃料電池車が普及期に入るとみられる20年から液体輸送を実用化。一気に供給網を広げる方針。燃料電池車は1回の燃料充てんで走れる航続距離はガソリン車並みだが15年時点の車両価格は500万円前後の見込み。水素供給量が増え価格が下がれば車両の需要が増え車両価格の一段の引き下げにつながる好循環が期待できる。トルエンで水素を液化する技術は千代田化工建設も開発を進めており、関連インフラの技術開発でも日本勢が世界をリードしている。

2014.1.10 読売 中国市場「環境」が鍵、エコカー拡大見込み

2013.12.22 日経 新型電池、実用化にめど、東工大など携帯電話、長持ち

2013.12.15 読売「水素社会」動き加速、燃料電池車や発電、開発着々、先進地、福岡、実証実験や設備

天然ガスなどから取り出せる水素を、エネルギーとして利用する動きを加速し始めている。九州では、全国に先駆け、福岡県などが水素の利用・普及を図る実証実験を重ねており、地場企業への波及も期待されている。

「20世紀は石油の世紀、21世紀は水素の時代になる」福岡で2日に行われた「水素社会実現のシンポジウム」。詰めかけた地場企業や自治体関係者ら約200人を前に、…。LPガス大手の岩谷産業は、福岡市などにあるFCV用の水素供給拠点・水素ステーションの実証運用状況や、山口県周南市に設けた液化水素製造工場などを紹介。千代田化工建設の岡田は「エネルギー資源の乏しい日本が20年後、水素メジャーと呼ばれる将来を思い描いている」と夢を語った。

2013.11.18 日経 水素燃料 実用化へ前進、輸送・保管の技術確立

燃やしても二酸化炭素を排出しない水素は、枯渇しない夢のエネルギー源。大規模な貯蔵や運搬の技術がないのが課題だったが、千代田化工建設はこの技術を世界に先駆けて開発した。川崎市内では世界初となる水素基地の建設計画も進めており、水素社会の到来が現実味を帯びてきた。

液体から抽出

無色透明な液体、一見普通の水と変わらない、メチルシクロヘキサンは「修正液にも使われている溶剤」。この液体から水素を取り出せば、体積で約500倍になる。水素は、酸素と反応させて電気や熱を作ったり、天然ガスに混ぜて燃やすことができる。ただ体積がかさばるので運搬するには容積を小さくしなくてはならない。このため、水素をトルエンと化学反応させて液体にするのだが、この技術は既に確立されていた。だが、逆に、液体から水素を取り出す技術がなかったため商用化できなかった。

同社は2002年からその技術開発に着手。10年には、酸化アルミニウムの上に微細な白金の粒子を分散させた触媒を使って、液体から再び水素を取り出す技術を開発した。水素の保管は、マイナス253℃の極低温で液化したり、高圧でボンベに詰めたりするのが一般的だ。新技術を使えば化学反応させた液体を常温・常圧で保管できる。「難しい管理は必要なく、既存のタンカーや石油タンクも転用できる。水素はエネルギーの世界地図を変える可能性を秘めている」。

エネルギー自給国に

同社は、3段階で水素生産の戦略を練っている。第1段階は、中東や東南アジアなどの天然ガス産出国で水素を作り、これをトルエンと化学反応させて液体にし、タンカーで日本に運ぶ。水素を作る過程で発生した二酸化炭素は、地中深いガス田に貯留し、大気への排出を防ぐ。こうした国々と商談を進めるには、液体にしてそこから水素を取り出す技術を見せる必要がある。同社の敷地には、鉄骨や配管に囲まれた3階建てのビルくらいの実証プラントが設置されている。今年4月から運転を続け、既に十数か国の政府関係者らが視察に訪れたという。

第2段階は20年ごろの開始を目指し、再生可能エネルギーの電力で水を分離して水素を作る。この方法では、夜間に余る風力発電の電力などを活用でき、再生エネルギーの不安定な発電で送電線に負担をかけることもない。石原環境相も10月29日の閣議後の記者会見で「洋上風力発電の余った電力を使って水素を作る実証実験を行う」と表明した。また、触媒で太陽光と水を反応させて水素を取り出す技術開発も進む。これが、第3段階で、海外では40年ごろの導入が見込まれる。将来的には、使用済み核燃料の処分が課題の原子力発電や発電コストが高い再生エネに頼らず、日本はエネルギーを自給できる。

温室効果ガスも削減

水素社会の足掛かりとして、同社は16年春を目標に、川崎市内に世界から水素を運び込む基地を建設する。周囲のコンビナートに水素を供給し、数万キロワット級の水素を混ぜた火力発電所も併設する。燃料電池車に水素を充填する「水素ステーション」への供給も視野に入れる。川崎市スマートシティ戦略室は「世界初の水素基地は郊外で知られた街のイメージを新しくできる」と期待する。水素は温室効果ガス削減にも貢献する。東日本大震災前に作られた現行の「エネルギー基本計画」では、二酸化炭素を排出しない原子力発電所の比率を約5割、再生エネを約2割まで高めることになっていた。原発分を水素で補えば、二酸化炭素削減を維持しつつ、十分にエネルギーを確保できる。発電コストは将来的に1kw時あたり12～13円を目指す。「発電コストは既に太陽光や石油火力よりも安く、天然ガスとほぼ同等になる。水素の普及は日本にとって最善の策になる」。

2013.10.27 日経 光合成はまねが難しい？タンパク質の機能解明に壁

2013.6.23 日経 安全基準に日本案、国連部会で各国合意へ、燃料電池車、米欧など採用

2013.7.2 日経 ホンダ、GMと連携、環境技術、独自路線を転換、エコカー需要増にらむ

2013.7.3 読売 燃料電池車、低価格へ、ホンダ、GMと連携、量産化狙う

2013.7.3 読売 燃料電池車、ホンダ普及加速狙う、GMと提携、3陣営で開発競争

2013.7.3 日経 燃料電池車、主戦場に、ホンダ、GMと提携、開発へ世界3陣営、水素供給網構築で協力

2013.8.6 日経 「水素大国」日本の夜明け、余剰能力で 1500 万台分賄う

2013.9.28 日経 川重、水素輸入へ専用船、豪から 17 年にも、国内より 5 割安

2013.9.30 日経 世界初の大型水素基地、千代田化工、燃料電池車向け、1 日に 4 万台分、コスト 3 割安

2013.10.23 日経 無尽蔵の資源、水素が主役、燃料電池車に安定供給

2013.10.24 日経 世界初の水素発電所、石炭火力並みコスト視野

2013.10.24 日経 光と水で水素効率製造、独ルール・ボーフム大生物化学講座

2013.6.2 日経 水素発電所、実用化へ、千代田化工、燃料安く生産

千代田化工建設は水素発電所の実用化に必要な技術を開発した。燃料の水素を低コストで供給できるようになる。国内外の企業と設備の商談に入っており、2~3 年で世界初の水素発電所が稼働する可能性がある。水素発電は、二酸化炭素を発生しないうえ、国内で燃料を自給できる。輸入の化石燃料に頼る日本にとって重要な電源になりそうだ。

千代田化工建設によると、水素だけを燃料とする商用の発電設備は実用化されていない。発電用ガスタービンで水素を燃焼させられるが、燃料で使うには一定量を常にマイナス 253℃以下と言う極低温で液化するなどして貯蔵する必要があり、巨額の費用がかかる。同社は液化した水素を常温で貯蔵・輸送し、その後に効率的に抽出できる設備を開発した。水素は製油所や石油化学プラントなどで大量に発生するために容易に確保できる。同社の設備は出力 10 万キロワット程度の小規模な発電所に水素燃料を供給できる能力がある。価格は 100 億円規模とみられる。国内外の石油や電力などエネルギー関連会社と商談している。石化プラントなどに千代田化工の設備と、ガスタービンを導入すれば水素発電を始められる。千代田化工は装置販売のほか、燃料の供給事業も手掛ける。水素は有機化合物のトルエンと混合すれば、常温で貯蔵可能な液体になるが、そこから水素だけを取り出すことが難しかった。千代田化工の新設備では 98%以上の高効率で取り出せる。プラチナを細かく砕いた「ナノ粒子」と呼ばれる独自開発の触媒を使う。今後、設備の大型化や低コスト化に取り組み、現在はガス火力よりも高い発電コストの抑制を急ぐ。

2013.5.14 日経 燃料電池車の出力 2 倍、京大が電極、ガソリン車並みの加速

2013.5.4 読売 燃料電池、安く丈夫に、九大教授ら開発、加湿・冷却装置が不要

- 2013.5.4 日経 燃料電池、寿命 100 倍に、九大が家庭用技術、5 年度実用化目指す
- 2013.5.3 読売 エネフォーム需要急増、西部ガス、震災後、2 年連続、販売倍増、本社から 20 人出向、店舗に常駐
- 2013.4.26 読売 燃料電池車、コストの壁、究極エコカー15 年発売、欧米と連携、量産図る
- 2013.4.20 日経 水素もガソリンも OK、J X エネ、初の併設スタンド
- 2013.4.5 読売 燃料電池車、年 700 台目標、トヨタ、15 年に一般販売開発
- 2013.3.21 日経 燃料電池車が変わる、エネルギー自給に一步、
- 2013.3.20 日経 燃料電池車が変わる、1 億円の車、今や 500 万円
- 2013.2.8 読売 価格 3000 分の 1、触媒開発、ニッケル+鉄、燃料電池コスト低減期待
- 2013.1.29 日経 持ち運べる燃料電池、ボンベ 1 本で運転
- 2013.1.26 日経「水素大量にためる合金、燃料電池車の普及後押し、神鋼・筑波大、タンク向けに開発」

神鋼は筑波大学と大量の水素を効率的にためられる合金を開発した。温度設定を変えるだけで水素を大量に吸収したり、放出したりする働きを持つ。水素はクリーンなエネルギー源として注目されているが、爆発の危険性があるため安全な貯蔵方法が課題だった。合金を貯蔵タンクとして使えば、通常の金属材料に比べて 3~4 倍の水素をためられる。

主に、市世代エコカーとして期待される燃料電池車 (FCV) の水素燃料の貯蔵用に 2015 年の商品化を目指す。開発したのは鉄とチタンジルコニウム、マンガン、クロムを混ぜた合金。配合比率を工夫することなどで水素の吸収性能を高めた。合金を摂氏 20 度以下にすると水素を吸収し、80℃以上に加熱すると放出する仕組み。水素タンクの内部に使えば貯蔵量を増やせる。水素は酸素と反応させるとことで電気を発生する。電気発生時に排出するのは水だけなためクリーンエネルギーとして期待されている。ただ気体のため大きな貯蔵施設が必要。いまは高圧で堆積を圧縮しタンクに蓄える方法が一般的だが、専用装置が必要でコストが高い。新合金のタンクは通常の気圧で使えるた

めコストを抑えられる。最近普及が進んでいる家庭用の燃料電池に続いて、これからは工場や事業所などで使う大型の燃料電池や、燃料電池車の普及も見込まれる。燃料として使う水素の貯蔵タンクの開発が進めば普及を後押ししそうだ。

2013.1.23 日経「トヨタの燃料電池車技術、BMW に年内供与、近く合意」

技術の供与を正式合意。トヨタが 15 年に一般販売を目指す燃料電池車の関連技術を供与、BMW は 20 年にも市販車を投入する計画。

2012.10.24 日経 余剰電力、水素で貯蔵、再生エネ出力変動を吸収、東芝、英で来月から実験

2012.10.16 日経「水素発生 1000 倍の光触媒、燃料電池向け 九大、企業と実用研究」

2012.6.30 日経「燃料電池車で先行狙う、BMW と提携拡大、トヨタ、ハイブリッドと並ぶ柱に、世界で陣営構築」

トヨタ自動車と BMW が 29 日、長期的な協力関係の構築で合意した。トヨタがハイブリッド車 (HV) に加え、燃料電池車の技術まで含めて包括的に手を組むのは初めて。次の市場となる燃料電池で先手を打つことになる。環境技術では日産自動車や独ダイムラーなども他社との技術連携を積極的に進めており、自動車大手を巡る陣営作りの動きが激しくなる。

トヨタが広範囲に手を組むのは、先進国を中心に環境規制の強化でエコカーが市場の中心になってきたことが背景にある。最新のエコカーの研究開発費は数千億円規模に膨らみ、負担は高い。トヨタは 15 年以降のエコカーについて、多目的スポーツ車 (SUV) やバス、トラックなどの大型車は燃料電池、プリウスに代表される中小型の乗用車は HV、2~4 人乗りの近距離移動用は電気自動車 (EV) と、車の大きさで駆動方式を分ける戦略をとる。日米欧の 3 極で普及を進めれば、シェア拡大やコスト競争力の強化に弾みがつく。

2012.5.27 読売「水素タウン世界が注目、燃料電池にビジネスチャンス、福岡のモデル地区視察続々」

水素エネルギーの研究と社会実験が進む福岡県に国内外から視察が相次いでいる。水素を燃料とする発電装置を住宅に設置したモデル地区 2 か所では、昨年 1 年間だけで計 351 件に上った。東日本大震災後、次世代エネルギーへの関心が急速に高まっており、福岡県は 6 月以降、水素燃料電池に関わる技術について各地の商談会で本格的に PR に乗り出す。

「住民が暮らしの中で水素エネルギーを使っているなんて」。国内電力の 7 割を原子力に頼るフランスの水素エネルギー推進組織「フランス水素・燃料電池協会」のマリアンヌ・ジ

ユリアン会長は感嘆の声を上げた。24、25日にフランス大使館が主催した視察には、同協会のほか、仏のガス会社「エア・リキード」や仏政府機関の約25人が参加。北九州市の北九州水素タウンでは、製鉄所で発生した水素をパイプラインで集合住宅7戸に引き、燃料電池を動かして電力の一部を賄う仕組みの説明を受けた。福岡県や九州大学、大手自動車メーカーなどでつくる「福岡水素エネルギー戦略会議」が設けたモデル地区は、北九州水素タウンと、LPガスから取り出した水素の燃料電池を住宅150戸に設置した福岡水素タウン。昨年1年間の視察数は、北九州が199件、福岡が152件。北九州の19件はアメリカ、イギリス、中国など海外からで、いずれも東日本大震災後だった。福岡県新産業・技術振興課は、視察が相次ぐ背景について「原発事故で代替エネルギーに注目が集まったことも影響したのではないかと話す。水素エネルギーを巡っては、戦略会議のメンバーの企業が水素を使った燃料電池や燃料電池自動車の部品製造などに乗り出している。

2012.5.27 日経「水素ステーション市街地に、燃料電池車普及へ規制緩和、政府15年に100か所、国際競争にらむ」

政府は次世代エコカーの本命である燃料電池車の燃料を供給する水素ステーションの整備に乗り出す。6月中に立地規制を緩和し、2015年までに100か所の設置を目指している民間の計画を補助金などで支援する。燃料電池車開発に本腰を入れる米独韓との競争で後れを取らないように実用化を後押しし、エコカー分野での日本の技術の優位性を保つ狙い。政府は6月中に、水素ステーションの立地規制を緩める。高圧ガス保安法を省令改正し、住宅地やオフィスビルが集まる地域で立地できるように改める。これまでは工業地域にしか建てられなかった。消防法も政令改正し、ガソリンスタンド運営会社が自社スタンドの隣に水素ステーションを建てることも認める。自動車大手3社や石油大手、ガス会社など13社は15年までに東京、大阪、名古屋、福岡を中心に100か所の水素ステーションを設ける計画。規制緩和を受けて、東邦ガスなどが今年中に愛知県豊田市など3か所にパイロット拠点を造る。政府は建設費などを補助する。経済産業省によると、水素ステーションの建設費は1件6億円かかる。7000万から1億円のガソリンスタンドに比べ民間事業者の負担は重い。そこで同省は水素ステーションに使う鋼材や資材について、安全性を見極めたうえで規制を緩和する。さらに官民で水素の圧縮機や貯蔵タンクに使うバルブなど部品ごとの企画を統一し、コストを減らす。建設費を2億円程度に抑える目標。燃料電池車は水素と空気中の酸素を反応させて電気を起こし、モーターを回す。電気自動車などに比べ、充填時間の短さ、走行距離の長さが強みと期待される。トヨタ自動車は15年にも燃料電池車のコンセプト車「FCV-R」を国内発売する。すでに実験的に2002年に官公庁や企業向けにリース販売を始め、日米で50台以上のリース実績がある。日産自動車も16年度までに個人向けに販売を始める。燃料電池車を巡っては国際競争が激しくなっている。独ダイムラーは14年にも市場投入する考え。インフラ整備では、米カリフォルニア州が12年10月から、水素ステーションの建設を補助し始める方針。

2012.4.23 読売「エネファームで都市ガス攻勢、値下げ・小型化目指す」

都市ガス業界が、家庭用燃料電池「エネファーム」の販売に力を入れている。東京ガスなど大手4社の2012年度の販売目標は計約1万5000台と11年度実績を3割上回る。東日本大震災を機に需要が高まり、普及の壁である価格と大きさを手ごろなものにしようと努めている。

エネファームは、都市ガスやLPガスの水素と空気中の酸素を反応させ、電気や熱を作り出す。家庭の使用電力の約6割を賄え、お湯も作れるため光熱費を年間5万～6万円節約できるとされる。09年に発売され、11年度には大手4社で1万1000台余りを売った。ただし、エネファーム自体を動かすのに電気を必要とするため、停電時に電気を生めない弱点も指摘されていた。業界最大手の東京ガスは2月に蓄電池の別売りを始め、停電時でもエネファームの稼働と家庭への電力供給を数時間続けられるようにした。12年度は前年度より25%多い7100台の販売を目指す。

大阪ガスは、京セラなどと開発した新機種を27日に売り出す。発電効率は世界最高水準で、家庭の使用電力の約8割を賄えるという。12年度は従来型を合わせて前年度比46%増の6000台を販売する目算。東海地方の東邦ガスは12%増の1300台、九州北部を地盤とする西部ガスも90%増の850台をそれぞれ目指している。エネファーム普及へのハードルのうち、導入価格は1台200万円以上で、国の補助金を受けても最低150万円程度の自己負担が必要となる。しかも今の補助金制度は15年度までに切れる。各社はメーカーと協力してコスト引き下げを急いでおり、東京ガスは「できるだけ早く100万円を切りたい」、大阪ガスも「10年代後半頃に50万～60万円に」と意気込む。機器の小型化も欠かせない。東京ガス（パナソニック製）の場合、システム1式で高さ1.9m、幅1m、奥行き50cmもあろう。各社とも戸建住宅用に限られており、マンションが多い都心部への普及が広がらない一因となっている。日本ガス協会は、二つの課題を解決することで30年までに累計500万台の販売を目指す。鳥原会長は「エネファームの価値が評価されれば、将来は年間50万台の普及が可能になる」と青写真を語った。

2012.4.20 日経「独で家庭用燃料電池、JXエネ、価格5分の1、50万円に、現地企業と販売、新興国開拓も視野」

JX日鉱日石エネルギーは2015年をメドにドイツで家庭用燃料電池事業に参入する。現地企業と組み、技術開発や量産効果で価格を従来の5分の1の約50万円に下げた最新型を売り込む。ブラジルなど新興国での販売も目指す。ガスから電気と熱を効率的に生み出す燃料電池は世界で日本勢が先行している。海外の市場はまだほとんどないが、同社は他社に先駆けて新市場を開拓、20年に10万台の海外販売を目指す。

燃料電池は群馬県の子会社などで生産しており、11年度は国内で2100台を販売した。海外では韓国で11年から韓国ガス公社と実証実験を始め、13年にも現地で発売する。ドイ

ツは海外で 2 か国目。ドイツは再生可能エネルギーの買い取り制度に積極的で、電気料金が上昇。燃料ガスのパイプライン整備も進んでおり、需要が多いとみている。今後、ブラジルやベトナムでの販売も目指す。ドイツ西部の大学系企業「燃料電池開発センター（ZBT）」と、現地の需要に合わせた燃料電池開発のための実証実験を始めることで基本合意した。地元の都市ガスの熱量変化や電気の使い方などを調べ、製品に反映させる。販売ルート確保に向けて、エネルギー会社やボイラー機器メーカーとの間で提携交渉も本格化させる。ドイツで販売するのは従来型よりも発電効率が 3 割高い、最新型の固体酸化物型燃料電池（SOFC）。1 台あれば一般的な家庭で 7 割の電力をまかなえる。発電装置の主要部材の素材を見直したり、人手で、組み立てているのを自動化することなので、今の 270 万円から約 50 万円に引き下げる。ドイツだけでなく、日本も含む世界市場での価格にするとみられる。ドイツの電力料金は 1 キロワット時あたり約 24 円なのに対し、都市ガスを電気換算すると同約 7 円と安い。余剰電力を電気会社に販売でき、燃料電池購入後に数年で元が取れる見通し。20 年に 5 万～6 万台の販売を目指す。ブラジルでは現地の液化石油ガス（LPG）販売 2 位のウルトラガスなどと、販売へ向けた調査を始めた。電線を通じていない家庭向けなどに、潜在的な需要は大きいとみている。ベトナムなどアジアでの販売も検討している。日本では 09 年に JX エネや東京ガス、大阪ガスなどが世界で初めて燃料電池を商品化した。11 年度末で累計 2 万台が普及している。海外では韓国内で現地や米国系の企業が販売しているが、価格が日本勢の約 2 倍とされ、販売実績はごくわずか。世界で日本企業が圧倒的に先行している。

家庭用燃料電池など新エネルギーの普及はコスト次第の面がある。JX エネが目標とする 1 台 50 万円まで下げられれば、ドイツでは電力会社から電気を買う場合に比べても競争力はある。一方、ブラジルなど新興国では依然として割高だ。新興国市場の開拓には、現地生産や部品調達の見直しによるコスト低減も求められる。これまで新エネルギーの世界展開で日本企業には苦い経験がある。太陽電池では日本が 2000 年ごろまで販売量で先行し、世界シェアの上位を占めた。だが、最近は圧倒的なコスト競争力を持つ中国企業など海外勢の後塵を押し、精彩を欠いている。JX エネなど日本の燃料電池各社は当面、海外で販売する場合でも日本で生産するとみられる。現段階ではコスト、技術共に海外勢を圧倒しているが、早めに現地生産体制を構築するなど、コスト低減でも先手を打ち続けることが、長期的に勝ち残る条件になりそうだ。各国でエネルギー政策に大きな差があるだけでなく、新興国では新エネルギーの政策が頻繁に変わることも、海外展開のリスク要因になる。現地の有力な企業と組みながら、早く市場を押さえて自社の優位性を保ち続けられるかが問われる。

2012.1.16 日経「家庭用燃料電池を拡大、東京ガス 分譲地向け強化、大阪ガス 高効率の新製品、電力不足で 55%増狙う」

東京ガスや大阪ガスなど国内ガス大手が、都市ガスを使う家庭用燃料電池事業を拡大す

る。東邦ガスを含めた3社の2012年度の販売目標は11年度実績見込みを55%上回る。原子力発電所の再稼働が不透明な中、過程でも電力凶速への対応や停電などの事態に備えるニーズが増すと判断、分譲地に一括提供する販売手法や価格を抑えた製品の投入で需要を喚起する。

東京ガス、大阪ガス、東邦ガスの家庭用燃料電池「エネファーム」の12年度の販売目標台数は1満4400台。11年度実績見込みの9250台を大幅に上回る。目標を明らかにしていない西部ガスも今年度実績を上回る販売を目指す。東京ガスの12年度の販売目標は11年度計画比約4割増の7100台。個別の一戸建て住宅への設置に加え、分譲地にまるごと導入する営業を強化。一カ所あたり数十台まとめて販売を上積みする。震災後の電力不安を背景に11年度の販売台数は、目標の5000台に対し5600台程度に達する見通し。営業体制を刷新し、各支社に分散していた分譲地向け舞台を本社に一本化。デベロッパーへの提案ノウハウを集約できるようにした。今年度の分譲地向け販売は400~500台を見込む。12年度には、700台まで増やしたい考えだ。大阪ガスはあ12年度に燃料電池の販売数を6000台と、11年度見込みの2倍を目指す。4月に東芝グループや長府製作所と開発した高効率の新製品を発売する。部品点数の削減などで現行品より65万円安い約260万円に抑えた。12年度中に停電時も動く製品や、京セラなどと開発している発電効率の高い固体酸化物型燃料電池も投入する。既存住宅にも給湯器の買い替え時を狙って売り込む。東邦ガスも12年度に11年度実績の2倍の1300台を販売する計画。西部ガスは昨年、家庭用燃料電池に特化した営業部隊を新設。12年度は今年度目標の440台以上の販売上積みを目指す。都市ガス会社以外でも、JX日鉱日石エネルギーが12年度の販売目標を11年度見込み比約8割増の4000台としている。

2012年1月8日日経「光合成まね「太陽光資源」水素や化学原料、実用急ぐ

植物の光合成をまねて太陽光をエネルギー源に水素や化学原料を製造する研究開発が本格化してきた。光触媒などを使って水を分解し、温暖化ガスの二酸化炭素を化学原料に変えて貯蔵する。自動車燃料や医薬品原料に使う。化石燃料に依存しない社会に不可欠な本命技術と期待され、「10年~20年後には実用化のメドを」との声が高まっている。

「メカニズムを探る研究を30年続けてきたが、今はもっと効率を上げてくれとせつつかれるばかり」。東京大学の堂免一成教授は東日本大震災以降、この分野に大きな期待が寄せられている状況をこう表現する。太陽光で水素や化学原料を製造する方法は「ソーラー・フューエル」と呼ばれる。海外の砂漠などで太陽光発電しても、電気は遠くへ送るほど減衰して使えなくなる。ガスや液体に変えれば、運んでも必要な時にエネルギーや原料として利用できる。資源確保と温暖化ガス対策になる「一石二鳥の技術」。

目標は大きく二つある。一つは水素製造。もう一つはメタンやアルコールなども合成する方法。水素製造では、光触媒に光を当てて水を分解する。光合成の前半部分の「明反応」に相当する。発端となった光触媒反応は日本で見つかри、以来、研究水準は世界でトップ

クラスだ。光触媒は当初、紫外線を当てないと働かなかったが、2000年以降、可視光に反応するタイプが相次いで登場し、研究に弾みが付いた。化学原料の合成は、光合成の後半部分の「暗反応」に当たる。植物はブドウ糖を作っているが、この反応を人工的に再現するのは至難の業。実験室では、「金属錯体」という特殊な化合物に光を当て、二酸化炭素を一酸化炭素やメタン、ギ酸などに変える方法が研究されている。トヨタ自動車グループの研究子会社、豊田中央研究所は11年、明反応と暗反応を組み合わせた人工光合成の再現実験に世界で初めて成功した。これまでも再現の試みはあったが、反応を促す有機物や電気を加えていた。同社は、可視光に反応する光触媒と、半導体表面に金属錯体を重ねた新しい光触媒を反応容器内に収め、水と二酸化炭素と太陽光だけでギ酸を合成した。光エネルギーの交換効率は0.04%と、バイオ燃料用に栽培するスイッチグラスの5分の1とまだ低い。豊田中研の梶野主席研究員は「これから変換効率の向上を目指した研究が活発になるのでは」と展望する。その解決には反応効率の高い光触媒の開発が不可欠。

水素製造向けの光触媒で最も高い変換効率は、同免教授らが10年に発表した0.2%。実用的なプラントには約10%の効率が必要とされる。堂免教授は「効率を今の10倍の2%にすれば、産業界の機運が盛り上がる。到達できる」と話す。時期は明示していないが、直近の5年間で効率は数倍に高まった。「5~10年以内にも」との期待は膨らむ。発生する水素と酸素を分ける安全対策も求められている。分離膜を使う方法や、水素の発生場所を別々にする方法などが提案されており、コストと性能を比べながら優れた手法が採用されるだろう。

化学原料を合成する反応の実現はもっとハードルが高い。目標とする原料は色々あるが、安定な二酸化炭素から酸素を1個とれば、有用な一酸化炭素になる。そのための有力な触媒候補は、希少金属のレニウムを含む金属錯体。この触媒に詳しい東京工業大学の石谷教授は「反応の仕組みがようやくつかめた段階」と解説する。実用時には鉄やコバルトなど安価な金属を含む錯体が望ましいが、開発はまだ模索の状況だ。海外では日本を追い上げる動きが活発だ。米エネルギー省は10年から5年間に1億2200万ドルを投じる大型事業に着手した。中国はこの分野の研究拠点を11大学に設け、韓国も09年から西江大学を中心に政府の研究事業を始めた。日本は経済産業省が12年度から革新的な触媒開発を目指す研究に着手する。光合成タンパク質の解明で岡山大学や大阪市立大学の研究者が注目成果をあげた伝統と、再生エネルギーへの追い風を生かし、総力を結集できる体制を組もうと準備を進めている。

光触媒；通常ではなかなか起きない化学反応を、光を受けたときに促進する物質を指す。代表は酸化チタン。東京大学の本多健一教授と大学院生の藤嶋明氏（現東京理科大学長）が1969年、紫外線を当てて水を酸素と水素に分解できる採用を発見し、72年に論文発表した。この作用は「本多・藤嶋効果」と呼ばれる。酸化チタンはその後、有機物分解作用を生かした環境浄化や、水とよくなじむ性質を生かした曇り防止の分野で製品化された。太陽光に反応する光触媒では、窒素を入れた酸化チタンや、ストロンチウムを加えた酸

化チタンなどが日本で開発され、世界の研究をリードしている。

研究小史；1969年 光触媒（酸化チタン）による水の分解現象「本多・藤嶋効果」発見

1978年 第2次石油危機を受け、最初の人工光合成研究のブーム

1982年 米国でルテニウムを用いて酸素の発生を確認

90年前後 酸化チタン以外の光触媒の開発相次ぐ

2000年以降 可視光反応型の光触媒が登場

2009年 科学技術振興機構が「光エネルギーと物質変換」研究開始

韓国が国家プロジェクト「K-CAP」開始

2010年 米エネルギー省が研究プロジェクト「J-CAP」開始

2011年 豊田中央研究所が「人工光合成」を初めて実証

2012.1.6 読売「車の燃料に県産水素、コンビナートの副産物で新産業を、エネルギー維新山口から」

県庁の地下駐車場から走り出した公用車が無音で坂道を上った。排気塔から噴き出すのは無臭の水蒸気で、二酸化炭素は排出されない。この公用車はマツダが開発した水素自動車。燃料は、「トクヤマ」のカセイソーダ工場で排出される水素を加工した高圧水素だ。150ℓで約200^キ走行する。県の瀬戸内海沿岸に集積する化学コンビナート群では、ソーダなどの製造過程で大量の水素が副産物として生成される。その量は年間約32.9億立方メートルで、全国の1割を超える”水素の生産拠点”。「環境技術で新産業を育成しよう」。県や関連企業群は2004年から、こうした水素を燃料としたり、発電に利用したりする「水素フロンティア山口推進構想」を進めている。水素自動車の公用車化はその一環で、県が月約20万円のリース料をマツダに支払い、運転講習を受けた職員約110人が県内出張などに走行実験を兼ねて利用している。導入2年でトラブルや事故はない。政府は、10年6月に閣議決定したエネルギー基本計画に、水素を使った燃料電池自動車の普及、ガソリンスタンドのように水素を供給できる水素ステーションの整備、を15年をメドに実現することを盛り込んだ。自動車会社やガス業界では、基本計画を見据えた製品開発や工場建設計画が活発化している。「水素フロンティア構想の実現、推進の一助となれば」。トクヤマの幸後社長が二井知事、周南市の木村市長と固い握手をかわした。昨年9月13日に県庁で行われたトクヤマとLPガス大手の岩谷産業が設立した合弁会社「山口リキッドハイドロジェン」の進出協定書の調印式。「地元と消費者に満足してもらえる事業に育てる」。岩谷産業の渡邊副社長も、知事と木村市長に決意を語った。同12月19日、周南市御影町のコンビナート群の一角で、来春の稼働を目指す山口リキッドハイドロジェンの工場の起工式が行われた。工場では、トクヤマから送られてきた水素を、岩谷産業の技術で年間2000万立方メートルの液化水素に精製。将来、西日本各地に設置される水素ステーションに供給する。

水素利用の課題はコストだ。国の調査では、純度の高い水素の現状価格は、圧縮費や大質量の気体や液体の運搬コストがかさむため、1[㎡]約100～150円。ガソリンよりも割高で、

課税を考慮すると、40～80 円に抑える必要があるという。「トクヤマの水素は純度が高く、新工場では高品質の液化水素ができる。何とか製造コストを下げてガソリン並みの価格で提供したい」県産水素を全国各地で走る次世代自動車に提供する。山口リキッドハイドロジェンの上羽社長はそんな未来図を描き、技術革新に挑む。

2011.10.17 日経 水素分解酵素の構造解明、燃料電池へ応用期待

2011.9.13 日経 白金使わない、燃料電池開発、九大、安価な触媒利用

2011.9.8 日経「燃料電池、停電でも稼働、家庭用、蓄電池組み合わせ、J X エネ・東ガス、震災で停止「自立型」弱さ露呈」

J X 日鉱日石エネルギーは蓄電池と組み合わせ、停電時で運転が継続する家庭用燃料電池システムを開発した。東京ガスも燃料電池と組み合わせる外付け電池の開発を進めている。東日本大震災後の計画停電では燃料電池が相次いでとまった。電力会社の送電線に燃料電池の電力が流れ込む現象を防ぐ機能が働いた。家庭用燃料電池は有力な分散電源として期待を集めているだけに、各社は露呈した弱点の修正を急いでいる。

家庭用燃料電池は都市ガスや液化石油ガス（LPG）などを燃料に、電気と熱を生み出す機器。通常時は送電網から送られてくる電力と組み合わせ使う。燃料電池自体は起動に電力会社の電力が必要だが、停電などの際には電力会社の送配電網に燃料電池の電力が流れ込む「逆潮流」を防ぐため自動的に止まるようになっている。J X エネルギーは来夏をめどに、リチウムイオン電池を組み合わせた蓄電池と一体で運用する燃料電池の販売を始める。停電で停止する現在の燃料電池の弱さを解消し、燃料のガスがある限り連続運転が可能になる。中国で組み立てたパソコン向けリチウムイオン電池を調達、電池 90 個を組み合わせ容量 6 キロワット時の蓄電池を製作した。停電を想定した実証運用で自動的に蓄電池にためた電力を受け取る運転に切り替わり、継続して発電できることを確認した。燃料電池の出力 700 ワットの範囲内であれば、停電しても継続して照明や冷蔵庫を使えるという。J X エネルギーは蓄電池を構成する個々の電池の劣化情報を遠隔監視し、販売店などが保守も手掛ける。燃料電池と同じく 10 年のメーカー保証を付ける方針だ。蓄電池の価格は 100 万円程度に抑え、燃料電池とセットで販売する。補助金の設定水準にもよるが、利用者負担は一式で 260～270 万円程度になる見込み。12 年度には燃料電池全体で今年度見通しの 2.2 倍の 4000 台の販売をめざし、半分は蓄電池一体型を見込む。東京ガスも燃料電池が停電した際のバックアップ用の外付け電池の開発を進めている。燃料電池とは別売りでオプションの形で販売する方針。

J X 日鉱日石エネルギーなどがバックアップ機能を付けた燃料電池開発を急ぐのは、東京電力管内で実施された計画停電で燃料電池の停止が相次期「自立・分散型電源」という売り文句が揺らいだため。2009 年から石油会社やガス会社が販売する家庭用燃料電池「エ

ネファーム」の設置台数（補助金設置ベース）は09、10年度はそれぞれ約5000台で推移。11年度は震災後の引き合いが急増し、7月上旬までに補助金交付枠の8133台を使い切るなど関心が高まっている。ただ、計画停電で燃料電池も止まると利用者に戸惑いが広がり、販売会社には「自立型ではないのか」といった問い合わせが相次いだ。都市ガス会社JXエネジーはホームページなどを通じた説明に迫られた。太陽光発電も燃料電池と同様、電力系統を乱さない仕組みを採用している。しかし、発電した電気を家庭用の交流電源に変換する装置「パワーコンディショナー」を手動で操作し自立運転に切り換えれば、停電時でも昼間の日射量がある条件下なら発電はできる。ただ、この装置は屋根裏などに設置されていることが多く、広く知られているとは言えない。こちらでも計画停電時に混乱が生じ、太陽電池メーカーは利用者への周知を余儀なくされた。こうした事態を受け、新エネルギー・産業開発機構（NEDO）は非常時対応の電源の開発を各メーカーに求めている。費用負担が増え、拡大機運にある燃料電池の販売に水を差す可能性もある。

2011.7.26 日経 燃料電池、補助金底つく、家庭用の今年度分、電力不足懸念で販売急増、メーカー失速警戒

2011.5. 11 日経「水素ステーション、トヨタ米で稼働、初のパイプライン型」

トヨタ自動車は10日、米カリフォルニア州で燃料電池車用の水素ステーションの稼働を始めたと発表した。遠隔地で生成した水素をパイプを経由で安定的に供給する「パイプライン型」としては全米初という。同社は2015年までに「究極のエコカー」とされる燃料電池車を米国で発売する計画だ。石油大手の英欄ロイヤル・ダッチ・シェルなどと共同で、米国でトヨタ自動車販売（TMS）の敷地内に水素ステーションを新設した。数キロメートル離れた水素の生成拠点からパイプラインで水素を安定的に供給する。設備はシェルが運用、トヨタだけでなくホンダなど他メーカーが試験的に展開している燃料電池車にも水素を供給する。燃料電池車は水素と酸素の化学反応で発電し動力を得る仕組みで、走行中は二酸化炭素を一切出さない。ただ、現段階では車両価格が高額なほか、燃料の供給インフラの整備など普及には課題も多い。

2011.4. 18 日経「光合成担う構造解明、水素生成、燃料電池に利用も、岡山大学と大阪市立大学」

岡山大学の沈健仁教授や大阪市立大学の神谷信夫教授は、植物の光合成に欠かせない生体分子の立体構造を解明した。この分子を人工的に作る事ができれば、太陽光と水から水素を高効率で作る燃料電池の燃料などに利用できる可能性があるという。成果は17日付のネイチャーに掲載された。水と二酸化炭素から炭水化物と酸素を作る光合成の一連の反応のうち、太陽光で水を分解して酸素や水素イオンなどを作る部分の反応を調べた。研究チームは藻類が光合成に使う細胞膜にあるたんぱく質複合体に注目。複合体の高品質の結

晶を作り大型放射光施設「Spring-8」で立体構造を解明した。複合体は19個のタンパク質や水分子などからなり、マンガンやカルシウム、酸素の原子からなる部分が重要な働きをしていた。この構造が水を分解する反応に欠かせないことを見出した。神谷教授は「化学合成の専門家らがこの分子を作ることができれば、エネルギー問題の解決に役立つ触媒ができるかもしれない」と話している。

2011.2. 23 日経「水素の供給源を小型に、手に乗る燃料電池」

燃料電池の開発のアクアフェアリーは小型で軽量の燃料電池「AF-M3000」を4月から販売する。水と混ぜると水素を発生する物質を使い、燃料の水素を電池に供給する。常温でも水素を固体の状態で持ち運べるのが特徴で、水素ボンベや大がかりな装置がなくても発電できる。水素化カルシウムと呼ぶ物質を燃料源にする。水と混ぜて発生した水素を電池内部で酸素と反応させ発電する仕組み。反応時の熱を冷やす装置も不要にした。手のひらに乗る大きさで重量は128グラム。出力は2.5ワット以上で携帯端末の充電に使う。米アップルの「iPhone」なら90分間の充電で約3時間稼働する。メタノールを燃料に使う電池と比べても小型で軽量なのが特徴で、価格は1台2万6250円。

2011年1月30日読売「水素でエコ、福岡の試み 製鉄所の排出、燃料電池に利用」

日本の重工業を主導してきた北九州市で、製鉄過程で発生した水素をパイプラインで供給して燃料電池を稼働させる世界初の実証実験が始まった。福岡県内では、液化天然ガス（LPG）をもとに稼働する燃料電池を住宅に設置した実験も行われている。今回の実験で二酸化炭素などの温室効果ガスの排出量をどこまで減らすことができるか、成果が注目される。実証実験は、JX日鉱日石エネルギーや都市ガス大手4社など13社、福岡県、北九州市が共同で実施。パイプラインは直径5～10センチ、総延長は1.2キロメートル。新日鉄八幡製鉄所と、「北九州水素タウン」と呼ばれる北九州市八幡東区の一部を結んでいる。供給先は集合住宅一棟（7世帯）、博物館、ホームセンターなどで、次世代型燃料電池14台（発電能力1～100kw）が設置されている。コージェネレーション（熱電併給）を行い、発電時に二酸化炭素を発生せずに、電力需要の2～6割を賄っている。実証実験は、水素の供給技術や燃料電池の耐久性、二酸化炭素の削減効果などを把握する狙いがあり、「低炭素社会で世界のトップランナーを目指す」という。福岡県内には、水素を巡る数々の先進的取り組みがある。福岡県は2004年、八幡製鉄所から発生する大量の水素と、九州大学で進んでいた水素研究を融合する形で、全国に先駆けて産官学の共同組織「福岡水素エネルギー戦略会議」を発足させた。同会議は2008年に福岡県糸島市の戸建て住宅など150世帯にLPGを使う家庭用燃料電池システムを設置した実証実験を始めている。この実験では、一年間で杉の木4200本の吸収量に相当する59トンの二酸化炭素を削減する成果が出ている。さらに、2010年春には福岡県が中心になって糸島市に「水素エネルギー製品研究試験センター」を開設した。企業が、水素の運搬や活用に関する工業製品の耐久試験などを依頼でき

る国内初の施設だ。この施設を活用した企業には、燃料電池車などに搭載する超高压水素タンクなどに配管をつなぐ際のパッキンを開発した福岡市の金属加工業、TOKi エンジニアリングなど、企業規模が小さくとも高い技術力を持つ企業が少なくない。福岡県は今後、水素関連産業を育成するとともに、企業誘致の切り札にする方針だ。福岡県への注目度が、水素関連ビジネスで再び高まりそうだ。

2010年6月16日読売「燃料電池車500万円前後、トヨタ、コスト1億円から圧縮」

トヨタ自動車は15日、2015年に本格販売を目指している燃料電池車の製造コストが、500万円前後になる見通しを明らかにした。普及促進のため、販売価格は製造コストに近い水準に抑えることを検討している。2000年代初頭は、製造コストが1台1億円以上とされたが、技術革新で大幅なコスト削減にメドをつけ、高級車並みの価格での販売を目指す。燃料電池車は、二酸化炭素を全く排出しない「究極のエコカー」と言われているが、現在は製造コストが極端に高く、普及の壁となっていた。トヨタは、燃料の水素と酸素を反応させて電気を作り出す燃料電池に使われるプラチナなど貴金属の使用量や部品点数を減らすことに成功し、価格低下に道筋をつけたという。燃料電池車は、ホンダや米ゼネラル・モーターズ（GM）、独ダイムラーなども開発に力を入れている。500万円程度の価格が実現すれば、普及に一気に弾みが付く可能性もあり、各社の戦略にも大きな影響を与えそうだ。

2010.6.6日経 日立造船、大型燃料電池に参入、工場・ビル向け、発電効率2倍に、欧州企業と14年メド

2010年3月20日日経「燃料電池、酸化物型の研究進む、東ガス「家庭用」寿命5倍に」

2010年代前半の実用化をめざし、個体酸化物型（SOFC）と呼ぶ燃料電池の研究が加速してきた。東京ガスなどは家庭用の寿命を従来の5倍に延ばす技術を開発し、実証実験を始めた。日立製作所なども業務用で長時間の連続稼働に成功した。火力発電所よりも発電効率が高く、優れた商品として普及を狙う。

東京瓦斯、京セラ、リンナイ、ガスターが共同開発した固体酸化物型燃料電池の実証実験が昨年12月に始まり、「ほとんど劣化は見られず、5年間は持ちそうだ」。燃料電池は「セル」と呼ぶ発電量の小さい電池をいくつもつなぎ合わせて大きな電気をつくる。実用化されているのは、昨年からガス業界が中心となって家庭用に販売している「固体高分子型」。電池内の発電部にフィルムのような膜状の化学物質を使う。酸化物型はこの発電部分をセラミックスに置き換えたもので、発電効率は42%と高分子型を5ポイント上回るとされる。東京瓦斯など4社はさらに寿命を延ばせる新技術を採用。セル同士をつなぐ部分の耐久性が低かったため、特殊な金属をセラミックスに換えた。

ただ、酸化物型の発電効率の高さは燃料が持つエネルギーの多くを発電に費やすことも

意味し、お湯を作るのに回るエネルギーは少ない。高分子型はこの逆で、お湯を作るのが得意。一見すると酸化物型と高分子型は需要を食い合いそうだが、家庭の状況に合わせてどちらでも提案できるようにするのが理想という。電気の使用量が多い事務所向けに、業務用の開発も進む。日立と TOTO は家庭用の約 10 倍の出力を誇る 10k w の酸化物型を使うコージェネを開発した。10k w を実現するため、360 個もの燃料電池セルをつなぎ合わせた。大型化すると電圧がぶれやすく出力低下につながるが、電圧のバラつきを従来の 5% から 2% 以内に抑えた。「発電・排熱の両方を合わせた総合効率は 8 割を超えた」と話す。3 千時間以上の運転実験の性能を確認した。民間調査会社の富士経済は、酸化物型の国内市場は 25 年度に約 2500 億円に達すると予想する。世界ではより大きな市場が誕生するだけに、日本の技術力が試される。

固体酸化物型燃料電池：発電部分に固体で酸化物のセラミックスを使う燃料電池。天然ガスから水素を製造する際に発生する一酸化炭素も燃料として使え、固体高分子型のように一酸化炭素を取り除く作業が要らない。ただ、電池内部の温度を 700 度以上に上げるため起動に数時間かかり、現状では自動車や携帯電話などには使えない。

2010.2.25 日経 燃料電池、白金使わず低コストで、米 V B が 100 キロワット級、ゲーグルなど導入

2010.1.4 日経 固体酸化物型燃料電池、日立、性能 3 割向上、負極の外側に、補助電極

2009.11.13 日経 燃料電池、太陽電池ダブル発電住宅に補助金、東京瓦斯と大阪瓦斯、年 3 万円、併設促す

2009.11.1 日経 環境にやさしく光熱費を削減、家庭用エネルギーシステム、エコキュート、エコウィル、エネファーム

2009.10.31 読売 燃料電池に応用期待、人工酵素合成に成功、九大グループ

2009.9.30 日経 家庭用燃料電池、新日石・京セラ共同開発、小型、高効率、11 年度に発売

2009 年 6 月 27 日読売「燃料電池車普及策 効果なし、197 億円投入も台数は減少」

総務省は 26 日、総務、経済産業、国土交通、環境の 4 省に対し、燃料電池自動車普及策の改善を勧告した。政府として 2004～2007 年度に総額約 197 億円を投入したが、2003 年度末に 49 台だった全国の普及台数は 2007 年度末で 42 台と全く効果が上がっていないことを指摘した。

燃料電池自動車は、水素と酸素を反応させてつくった電気で走る車だ。走行時に二酸化炭素を排出しないことなどから、「次世代低公害車の本命」とされる。政府は 10 年度の時点で 5 万台普及を目標に掲げており、4 省は基盤的な研究開発や水素充填設備の実証試験、政府調達などに予算を投入してきた。

総務省は 4 省に示した政策評価で、「車両価格がきわめて高く（1 台約 1 億円）、燃料電池の耐久性がないなどの課題が解消されておらず、保有台数が増加しなかった原因を踏まえ、効果的で実効性のある事務・事業にすべきだ」と指摘。普及に向け、施策の定期的見直しなどを行うよう勧告した。

2009.6.12 日経 燃料電池、発電効率最高レベルに、日本ガイシが開発、商業施設や家庭向け

2009.5.30 日経 新日石 燃料電池の販路拡大、家庭用、地方のガス会社などに

2009.5.4 日経 燃料電池をリース販売、東ガス、月内にも、家庭向け、月額 2 万円で

2009.4.21 日経 燃料電池、世界最高の発電効率、NTT など、店舗向け

2009.4.14 日経 ナノ・キューブ、金属の超微粒子量産、金やパラジウム、燃料電池向けなどに

2009.3.31 日経 燃料電池、日清紡、価格六分の一の触媒、低コストで、炭素材料で白金代替、来春、量産を開始

2009 年 3 月 23 日日経「東芝、小型燃料電池を量産、手のひら大来月にも 1000 億円事業を目指す、内蔵の携帯も商品化へ」

東芝は 4 月にも、外出先で携帯電話やパソコンなどに充電できる小型の燃料電池の量産に世界で初めて乗り出す。2009 年度末までに燃料電池を内蔵した携帯電話機やパソコンを商品化する計画で、2015 年度には年間売上高 1 千億円の事業に育てる。

2009.3.23 読売 燃料電池で需要開拓、東京瓦斯

2009 年 3 月 14 日日経「燃料電池 東芝、マンション向け 13 年にも商品化、購入負担 100 万円程度も」

東芝は 2013 年にも、マンション向けの燃料電池システムを国内で初めて商品化する。各戸のベランダや玄関脇の配管スペースに設置できるように小型・軽量化。材料費の圧縮な

どで製造コストを2~3割削減する計画で、各家庭の購入時の実質負担が百万円程度に下がる可能性がある。マンション業者に大量に納入することで普及が一気に加速しそうだ。戸建て向けに比べ量産効果も期待でき、将来は負担額50万円前後を目指す。東芝が開発するマンション向けは重量が百五十キロ、高さが1.5メートル程度になる見通し。

2009年3月9日日経「東北大学 水素吸着の炭素物質、日産と燃料電池に利用へ」

東北大学の京谷教授らは炭素原子だけでできた新物質を開発した。炭素だけで構成する物質としてはダイヤモンド、グラファイト、フラーレン（球状炭素分子）、カーボンナノチューブ（筒状炭素分子）などがあるが、構造が異なる。水素を吸着する性質があり、日産自動車と燃料電池への利用を目指す。新物質は炭素原子でできた帯状シートが立体的に結合し、ジャングルジムのような形をしている。帯状シートは炭素原子が5個連なった輪と6個連なった輪がくっついてできており、幅は約1ナノメートル（10億分の1メートル）。穴が開いた酸化ケイ素の結晶（ゼオライト）を鋳型にして合成した。ゼオライトの穴の中に炭素を含む化学物質を詰め込み加熱分解し、フッ酸でゼオライトを溶かして炭素だけを残す。新物質は室温で圧力を加えると水素を吸着し、圧力をゆるめると放出する。すでに日産と燃料電池用の水素貯蔵に使う共同研究を始めた。加熱しないと水素を放出しない合金や化合物に比べ自動車用燃料電池の水素貯蔵に有利とみている。

2009年2月21日読売「次世代エネルギー普及へ 大規模実証 前原で進行中 150世帯に燃料電池 初期投資の低減課題」

福岡県前原市の住宅団地で、クリーンな水素エネルギーのじつようと普及を目指す水素タウンの実証が進んでいる。福岡県が発足させた産学官の福岡水素エネルギー戦略会議が、昨年10月~今年2月末までに、家庭用燃料電池システムを150世帯に設置し、4年かけて機能の改善点や光熱費の節約状況などを調べる。次世代エネルギーに関するこの大規模実証に注目が集まっている。水素エネルギーが生み出されているのは、福岡市の西隣に位置する前原市の中心部近くに広がる南風台、美咲が丘の二つの住宅団地。1918世帯、6200人が暮らしている。美咲が丘のとねがわさん宅を訪ねると、外壁沿いに高さの異なる二つの白い箱が置かれている。「低いほうで電気を作り、高いほうでお湯を沸かしています」。低い箱は発電ユニットで、大きさは、高さ、幅、各90センチ、奥行き35センチ、もう一つが貯湯ユニット。高さが190センチ、幅75センチ、奥行き44センチある。「ブーン」という小さな稼働音がしているが、家の中に入ると聞こえないと言う。

この燃料電池の仕組みを説明すると、地下の配管を通ってきたLPガスが発電ユニットに入ると水素が取り出される。そして、「スタック」と呼ばれる燃料電池の心臓部分で、この水素と空気中の酸素が化学反応をおこし、電気を生み出す。お湯は、発電ユニットの排熱で沸かす。石油などの化石燃料とは異なり、地球温暖化の原因とされる二酸化炭素が発生しにくいとして注目を集めている。利根川さんに台所へ案内してもらおうと、給湯や発電を

操作するリモコン（縦 14 センチ、横 12 センチ）が壁に取り付けてあった。その液晶画面には、「今日の発電は 3.1 キロワット、約 77 円」と表示されていた。この日の電気量と節約できた電気代だ。この燃料電池システムでは、台所と風呂の給湯を賄い、電気は一般と同じ電力を併用する。とねがわさんは妻との 2 人暮らし。「環境保全に個人でも貢献したい」と昨年 12 月 10 日に設置した。今年 1 月の光熱費を昨年 1 月分と比べると、ガス代は 3515 円増えたが、電気代は逆に 13140 円減り、9625 円の節約となった。「昨年とは生活パターンも違うので単純に比較できないけれど、予想以上」。

戦略会議は「福岡水素戦略」と題し、前原市での実証を始めとした水素エネルギーの実用と普及を図っている。各国の水素関連の研究者らが集う水素先端世界フォーラムもその一環だ。2 月 5 日には、戦略会議メンバーで最先端の水素研究に取り組む九州大学の伊都キャンパスをフォーラムに参加した大学や企業の研究者らが訪問。同大側の研究担当者は、水素が金属を劣化させる原因の解明や、金属疲労を起しにくい材料の開発などについての研究成果を紹介。研究設備の配置や配管や排気口に囲まれた室内で、熱心なやり取りが続いた。

前原市の団地は、「燃料電池システムを設置できる広さのある敷地」「一戸建てが多い住宅団地」などの条件に合うことから、実証の場選ばれた。昨年 5 月、戦略会議が市を通じて住民に呼びかけ、215 件の応募が寄せられた。実証中の燃料電池システムは新日本石油製で、各戸の機器が逐一、故障の有無や発電量などを同社横浜製造所に自動送信。データはコンピューターに蓄積され、システム改良に活用される。

南風台にある LP ガス貯蔵基地に足を運んでみた。案内してくれた西部ガスエネルギーのさっかさんによると、LP ガスはここで液体から気体に処理され、地下の配管を通して二つの団地に届けられる。実証の参加者は「省エネや環境に対する意識が強まった」と口をそろえる。実証の費用は 1 戸につき、システム本体は 300 から 400 万円、工事費が 100 万円程度、国がシステム本体に 220 万円、県が工事費に 40 万円を補助。各家庭は基本的には光熱費のみを負担している。

普及に向けては、コストダウンが最大の課題となる。「いくら環境によいと言っても、初期投資が高すぎると、二の足を踏むことにはなるのではないか」。今春から、複数のメーカーが家庭用燃料電池システムの本体販売に乗り出す。県の担当課は「数年前、システム本体は約 800 万円であった。メーカーは約 50 万円を目標にしている」と価格低減への取り組みが進んでいると説明。「実証は、技術開発やコストダウンを後押しするので、意味が大きい」と期待を寄せいている。

国内では家庭用燃料電池システムの実証は 2005 年度から本格化した。財団法人新エネルギー財団によると、設置先 1 戸を 1 件と数えると、2005 年から 2008 年度で 3307 件に上る。このうち福岡県での実証は 215 件で、東京都の 399 件、神奈川県 379 件に次ぐ。福岡県のように、自治体や企業などが連携して大規模に実施するケースは珍しいと言う。資源エネルギー庁燃料電池推進室の川原室長は、「前原市での実証の規模や、産学官で連携した取

り組みの姿勢、九州大学など核となる研究機関のレベルの高さを考えると、福岡県は全国の最先端地」と話す。水素は自動車の動力としても期待され、約 120 の企業・団体でつくる燃料電池実用化推進協議会は、15 年からの燃料電池自動車の市販を目標に掲げる。しかし、水素と酸素の化学反応を促進するには高価なプラチナが必要なことなどから、現時点では 1 台作るのに数千万円のコストがかかるとも言われている。

2009.1.29 読売 西部ガス、家庭用燃料電池、販売へ

2009 年 1 月 29 日日経「燃料電池東ガスなど 6 社で発売 家庭の負担 180 万円超 政府補助 140 万円 初年度目標 4000-5000 台」

東京ガスや新日本石油など都市ガス、液化石油ガス（LPG）の大手 6 社は、2009 年度から家庭用燃料電池を 1 台 320 万円強で発売すると発表した。政府は設置家庭に上限 140 万円の補助金を出す方針のため、家庭の負担は 180 万強になる見通し。6 社は共通の名称「エネファーム」として、初年度に合計 4 千から 5 千台の販売を目指す。エネルギーを高い効率で利用する環境性能を強調し、早期の普及を狙う。

同電池は現在は実証試験の段階で、一般販売するのは初めて。6 社は東京ガス、大阪ガス、新日石の他に西部ガス。出光興産と三菱商事が出資するアストモスエネルギー。一台当たりの本体価格は 320 万から 346 万 5 千円。導入家庭には割安な価格でガスを供給し、年間の光熱費は従来より 5 万から 6 万円安くなるという。ただ、初期負担を導入後の光熱費の割安分だけで補うには 30 年以上かかる計算だ。

6 社はまず主にハウスメーカーなどが作る新築住宅向けに販売する見込みだ。「10 年度に新日石だけで年間販売を 1 万台に増やす」。量産効果を高めて、15 年には普及価格帯の一台 50 万円—60 万円まで販売価格を引き下げたい考えだ。電力各社は給湯や厨房でガスを使わない「オール電化」の普及を進めている。ガス各社はガスを使う燃料電池を普及させて、対抗する狙いもある。

2009.1.20 日経 燃料電池、新日石が代理店網、100 社組織、10 年度目標 1 万台

2009.1.10 読売 牛糞から燃料電池、低コストで二酸化炭素ゼロ、帯広畜産大と住商開発

2008.12.26 日経 燃料電池、微生物活用にめど、サッポロ、食品廃棄物で水素

2008.10.20 日経 パソコン、電源なしで長時間使用、ノート型向け、最小燃料電池、パナソニックが開発

2008.8.28 日経 種類違う燃料電池を連結、発電効率、従来の 2 倍に、東ガスなど、東工大

で実証実験

2008.8.22 日経 家庭用燃料電池、新日石、4 枚台量産

2008.8.22 日経 家庭用燃料電池に補助、温暖化対策で来年度概算要求、排出削減へ、普及促す

2008.8.9 日経 燃料電池車、より安く、九大が基礎技術開発、触媒にニッケル使う

2008.8.2 日経 家庭用燃料電池を量産、新日石、100 億円投資、15 年度に年産 4 万台

2008.7.12 日経 燃料電池、低価格に、日清紡・東工大、カーボンで白金代替、車用なら 40 万円安く、来年度に技術確立、車・素材メーカー、成長市場、開発競う、家庭用も普及期待

2008.7.5 日経 水素ステーション、標準仕様、10 年までに、トヨタや新日石など、燃料電池車普及へ

2008.7.1 日経 家庭用燃料電池、松下製、ガス 3 社販売、100 万円想定、来年投入、15 年メドに 20 万台

2008.4.28 日経 東ガス、三菱重工、都市ガスで水素効率よく、製造装置大きさ三分の一、燃料電池車後押し

2008.4.15 日経 家庭用燃料電池、松下、初の量産、発電効率が世界最高、15 年に 50 万台目指す

2008.3.31 日経 TOTO 参入、家庭用 100 万円、燃料電池普及へ価格三分の一に、11 年度発売、陶器技術を応用

2008.2.29 日経 温暖化ガス削減に弾み、燃料電池付きエコ住宅、積水ハウス、標準装備で発売

2008.2.15 日経 燃料電池用貯蔵タンク、マッチ箱サイズに水素 9 リットル、東北大学と日本製鋼所、携帯機器利用目指す

- 2008.1.13 日経 水素カー、燃料どう供給？運搬・搭載法探る、製造は余力十分
- 2008.1.11 日経 廃熱使い水素効率製造、東芝、発電や燃料電池向け、2年後めどに実証プラント
- 2007.11.27 日経 二酸化炭素大幅削減の新電源、家庭用燃料電池量産へ、来年度、松下が専用工場、荏原・東芝も体制整備
- 2007.11.8 日経 マツダ、ノルウェーに納入調印、水素燃料車、一步ずつ、まず30台、普及の足掛かりに
- 2007.10.12 日経 燃料電池車、国際基準10年までに、国連部会で各国合意、日本案軸に作成
- 2007.10.11 日経 家庭用燃料電池で提携加速、新日石、コスモに供給、出光、東芝から装置、09年度本格発売、競争が激化
- 2007.9.15 日経 白金使わず燃料電池、ダイハツ、軽自動車搭載目指す、コバルトやニッケル利用、低コスト技術、環境車需要で希少金属高騰、日産・ホンダも技術開発競う
- 2007.8.31 日経 燃料電池車向け水素、貯蔵量1.5倍、充填1回で600キロ走行、サムテック、タンク改良
- 2006.8.22 日経 家庭用燃料電池、新日石とJエナジー提携、量産でコスト削減、開発や保守も共同化へ、現状は1台500万円、今年度末1200台へ、大幅な下げ不可欠
- 2005.1.6 日経 地域プロジェクトの明日、家庭に供給、電気や熱に、山口水素タウン構想、工場からパイプライン
- 2004.12.7 日経 東ガス、松下、荏原が世界初、燃料電池、家庭へ、課題はコスト、環境売り込む、発電の排熱利用で高効率、電気ガス代節約
- 2004.6.4 日経 エタノールなどの代替エネルギー、利用や開発、米で急加速、GM・フォード対応車種を拡大、シェブロン・BP燃料電池で攻勢
- 2004.1.27 日経 風呂やTV燃料電池で、松下、荏原、交換3年不要、来年に発売へ、課題

はコスト 50 万円台を目指す

2003.10.11 日経 燃料電池、自社開発を加速、ホンダ、心臓部製造に成功、日立、水素充填機安く、欧米勢を追撃

2003.8.29 日経 都市ガスから水素抽出、東京ガス、三菱重工、特殊薄膜で効率化

2003.8.29 日経 新日鉄、燃料電池に参入、据え置き型 2005 年春に発売、部品寿命 4 万時間超

2003.6.29 日経 燃料電池、パソコン内蔵、NEC、連続 40 時間稼働、ナノテク応用

2003.6.13 日経 動き出す水素ビジネス、コスト、安全性の壁、量産技術で先陣競う

2003.6.12 日経 動き出す水素ビジネス、「メジャー」へ合従連衡、エネルギー流通激変

2003.4.11 日経 燃料電池、「日立」が総力、2005 年参入、グループの技術結集、次世代他業種競う

2003.4.4 日経 次世代燃料電池効率競う、「固体酸化物型」の研究進む、

2003.3.9 日経 水素社会、エネルギーが変わる、燃料電池実用先陣争い

米会計事務所の推計によれば、燃料電池車の実用化などが順調に進めば 2020 年までに 1 兆 7 千億ドル（約 200 兆円）の巨大市場が育つ。

2002.11.19 日経 燃料電池車を来月発売、トヨタ国内初、まず省庁へ

2002.9.30 日経 新型燃料電池開発へ、天然ガスの利用促進、経産省・大阪ガス 2005 年度実用化、小型で高効率

2002.8.14 日経 燃料電池、据え置き型量産、荏原、水素ボンベ方式、家庭用視野にノウハウ、家庭向け 2004 年度商品化、メーカー各社、価格などに課題

2002.7.31 日経 燃料電池車、来年度中に発売、日産、2 年前倒し、日本限定

2002 年 7 月 26 日日経 「トヨタ・ホンダ、燃料電池車発売へ、究極の低公害車「実用化」

幕開け」

2002年7月21日日経「水素貯蔵する有機物 燃料電池用に開発へ 新日本石油」

新日本石油（旧日石三菱）は20日、燃料電池のエネルギー源となる水素を有機物質に結び付け、持ち運びや貯蔵をしやすいとする世界初の技術の開発に取り掛かることを明らかにした。2010年までに基礎技術を確立し、2020年の実用化を目指す。ガソリンなどから水素を取り出すこれまでの方式は、化学反応の過程で地球温暖化の原因となる二酸化炭素が出る欠点があったが、新技术が実用化されれば二酸化炭素の排出を抑えることができ、燃料電池の普及を大きく後押しすることが期待される。新日石が開発するのは、必要に応じて水素を結び付けたり、切り離したりして水素の「運搬役」となる特殊な有機物質だ。この技術が確立すれば、例えば赤道直下で太陽光発電を行って水素を作り、「運搬役」に結び付けて日本に持ち込むといったことも可能になる。そのため、エネルギーの安定供給にもつながる。

2002年7月18日日経「燃料電池 実用化へ連携、搭載車を公道試験、自家発電の実証研究も、官民プロジェクト始動、燃料電池車の普及 政府後押し、インフラ整備に弾み」

次世代エネルギーの主役と期待される燃料電池の実用化へ向け、官民共同プロジェクトが始動する。経済産業省が17日発表した計画概要によると、「燃料電池自動車」「水素供給施設」「自家発電設備」の実証試験にトヨタ自動車、新日石など26社・団体が関与、3年かけて課題を探る。

2002年7月12日「燃料電池車 GM、日本で公道実験、トヨタは年内発売 主導権争いに熱」

2002年6月13日「熱電併給 相次ぎ家庭向け、光熱費を削減、三菱重工 燃料電池実用化メド」

三菱重工は12日、都市ガスを燃料とする固体高分子型燃料電池の実用化にメドをつけたと発表した。家族5人の平均的家庭で光熱費を年間約五万円節約できるという。同型の燃料電池は運転停止後に燃料ガスが機器内に残り、触媒が劣化しやすかったが、同社はこの問題を解決、高さ102センチ、横80センチ、奥行き32センチとベランダにも置ける小型化にも成功した。都市ガス会社を通じて2005年に発表する。実験段階で出力は1キロワットだが、商品化の際の出力は未定。価格は1台五十万円から六十万円となる見通し。量産化が進む2010年ごろには20万から30万円と見込んでいる。家庭用コージェネはエンジンを利用する方式と燃料電池方式に大きく分かれる。技術開発が先行しているのがエンジン方式で、コストは燃料電池に比べ割安。一方、燃料電池は燃料から水素を取り出して化学反応させることで発電するため、燃料を燃焼させるエンジン方式よりも二酸化炭素の排出

や騒音が少ない。

2002.2.26 日経 燃料電池車など普及促進、米、30 億ドルの税優遇、燃料規制に労組は反発

2002 年 1 月 20 日日経「燃料電池 携帯機器向けに 東芝・日立、来年にも実用化 パソコン駆動連続 10 時間」

東芝と日立製作所はノート型パソコンなど携帯機器向けの超小型燃料電池を相次ぎ開発、2003 年にも実用化する。現行の充電電池と比べ充電が不要で長時間使用できるため、携帯機器が大幅に使いやすくなる。動画の送受信など電力消費が多い高度な情報機器の開発も容易になる。次世代電池の本命である燃料電池は米企業も試作しており、国際開発競争が本格化する。

2001 年 12 月 27 日読売「燃料電池電気供給 電力事業参入を後押し 送電線使わず 発電所は不要 環境効果も大」

丸紅がキリンビールの工場に溶融炭酸塩型と呼ばれる新型燃料電池を導入して電気を供給することは、昨年 3 月の電力小売りの一部自由化以降も足踏み状態になっている電力事業への新規参入の動きを後押しする可能性がある。商社などが燃料電池を使った電力供給を本格化すれば、電力会社の発電計画にも影響を与えるとみられる。

現在、電力の自由化は最大電力二千キロワット以上の大口需要者向けで、小売りの新規参入が認められている。しかし、電気を送るには電力会社の送電線を有料で借りなければならず、新たな発電所の建設も簡単ではない。このため、新規参入者が大口全体に占める割合は 0.4% だけで、「電力事業は非常に厳しい」のが現状だ。経済産業省は自由化の範囲を広げ、送電線の使用量も見直す方向で検討を進めているが、従来の火力発電方式では環境対策が必要なことに変わりはなく、新規参入者が電力供給力を大幅に拡大するのは難しかった。このため、日本の電機メーカーは発電出力が 50 から 200 キロワットと比較的規模の小さいリン酸型燃料電池の普及を進め、現在約 200 基が導入されている。ただ、小型なため需要のごく一部しか賅えず、コストもかさむのが弱点だった。丸紅が導入する溶融炭酸塩型燃料電池は、開発が進めば、発電出力が最大で約十キロワットと、中規模の発電所並みの能力を持つことが期待されている。また、発電 600 度以上の高熱がでるため、余熱で発生した蒸気でも発電でき、リン酸型より効率も大幅に向上している。大きなビルや工場の電気のほとんどを賅い、さらに工業団地など地域一帯の電気を供給することもできる。送電線などを既存の電力会社に依存せずに参入でき、しかも環境面での効果も大きいことから、新規参入者は大きな武器を得たことになる。一方、既存の電力各社は向こう二、三十年の需要を見越して発電所計画を練っており、燃料電池の普及が進めば、こうした発電計画の見直しを迫られることになる。長引く不況で産業用の電力需要が落ち

込み、東京電力がすでに今年二月、発電所の建設計画を一時凍結する方針を決めているが、今回の燃料電池の導入は、これまでの電力をめぐる勢力図を大きく変える可能性もある。丸紅は、キリンのビール工場の排水処理過程で発生するメタンガスから水素を取り出し、燃料電池で空気中の酸素と反応させて電力を供給する。

2001年2月14日日経「燃料電池車、来年にも実用 水素供給に3方式、マツダなどが走行試験、排ガス規制で拍車」

独ダイムラークライスラーとマツダは13日、走行試験を始めると発表。ホンダも独自開発した電池を使って、米国で公道試験を始めた。三社のほか、トヨタ自動車や米ゼネラル・モーターズ GM など大手メーカーも性能テストを急いでおり、各社は1年から3年後をメドに実用化に踏み切る。電池に必要な水素の供給方法や装置のコスト削減など課題が克服されれば、将来は自動車だけでなく家庭の電源など幅広い用途が期待される。

2001年1月4日「燃料電池の発電システム 家庭用向けに商品化へ 日石三菱が3年後メドに」

石油元売り最大手日石三菱は三日、燃料電池を使った家庭用発電システムを、2004年をめどに、家庭用向け市場に本格投入する計画を明らかにした。標準的な1キロワットの発電システムで価格を百万程度に抑えて市場投入、最終的には、二十万円程度まで安くしたい。

2001年1月1日「トヨタ・GM・エクソン 燃料電池車を共同開発 2003年にも市場投入」

トヨタと GM、国際石油資本（メジャー）の米エクソン・モービルの3社が現在のガソリン車に代わって、21世紀に主流となる次世代自動車の「燃料電池車」共同開発する方向で最終調整に入ったことが31日、明らかとなった。ガソリンから取り出した水素を化学反応させて電気を作り、車を動かす仕組みだ。燃料電池車は世界的な統一規格が定まっていないが「トヨタ・GM・エクソン連合」は世界標準の確立を目指し、主導権を握る考え。米カリフォルニア州が2003年から市販車の10%を二酸化炭素を出さない無公害車とするように自動車メーカーに義務付けるなど、世界各地で環境規制が強まっており、自動車メーカーは動力源としてガソリンを燃焼させる現在の方式からの転換を迫られている。

2000年12月19日読売「二酸化炭素排出抑制へ 家庭用燃料電池 数年後に実用化 発電効率は火力の2倍」

必要な電気を自宅で作る小型燃料電池の開発が急速に進んでいる。地球温暖化の原因になる二酸化炭素の発生量が少なく、発電効率もよい。燃料電池車とともに数年後にお目見えしそうだ。

燃料電池の普及には、国も力を入れている。資源エネルギー庁が2年前にまとめた長期

エネルギー需給見通しでは、2010年度には国内発電容量の1%程度に当たる220万キロワットを燃料電池で賄うと予測している。

燃料電池は発電装置の一種で「仕組みは、水の電気分解の逆」。電解質を挟んでマイナス電極に水素、プラス電極に酸素を通すと、電解質の中を水素イオンが移動、酸素と結び付いて水になる。この反応で電気が流れる。東京ガスでは、2年前から都市ガスから取り出した水素を原料とする家庭用燃料電池の実用化を図ってきた。この方式だと家庭に来てい都市ガスを使える。燃料電池には100年以上の歴史があるが、これまでは専ら業務用で、家庭用は難しいと考えられてきた。リン酸などの電解質は200度以上の温度でないと作動せず、設備も大掛かりになるため。しかし、プラスチックに似た膜を電解質にし、常温でも作動できる固体高分子型燃料電池の開発によって小型化が可能になった。生じる熱を給湯などに活用すれば、発電効率は火力などの2倍の80%にまであげられる。環境への負荷も小さい。東京ガスの実験で、家庭で使う電気の半分を燃料電池に切り替えたら、二酸化炭素と窒素酸化物の排出量はそれぞれ24%、56%減。年間高熱量も19%下がった。5年後には、家庭の消費電力の3分の1を発電できる機種の開発を目指している。価格は50万程度になりそう。同じころ、燃料電池車も市販されそう。2004年の量産化計画を打ち出したダイムラー・クライスラー社を始め、国内の乗用車メーカーもこぞって実用化の準備を進めている。

2000年12月12日日経「国際標準を競う、水素供給でせめぎ合い」

<エコカーの本命>環境対応型の自動車（エコカー）には幾つかの方式があるが、次世代の本命とみられているのが燃料電池車である。水に電気を通す電気分解では水素と酸素ができるが、燃料電池はこの逆の化学反応で、燃料の水素と空気中の酸素を結合させ、電気エネルギーを取り出す。燃料電池車は、燃料電池で発電しながらモーターで走る電気自動車である。水の電気分解と逆の反応であるため、燃料電からの廃棄物は水だけと極めてクリーンである。燃料電池の技術開発で先行するのがカナダのバラード・パワー・システム社である。ダイムラー・クライスラーとフォード・モーターの両社は、いち早くこの技術に目を付け、バラード社と提携した。このグループで燃料電池車市場をリードすることを狙っている。これに対する勢力とみられているのが、電気モーターとガソリンエンジンを効率よく組み合わせて走るハイブリッド車を、いち早く市場に投入したトヨタ自動車である。トヨタ自動車は、独自の技術開発を進めると共に、GMとも燃料電池車の開発で提携している。

<水素の供給方式は大別して4つ>燃料電池を巡っては、燃料電池への水素の供給方式は、多く分けると、純水素を供給する方法と、メタノール、天然ガス、ガソリンのそれぞれを改質して取り出した水素を供給する方法の4つがある。純水素を供給する方式はさらに、水素吸蔵合金(水素を貯蔵する特殊金属)を使う方法、高圧でガス充填した水素を使う方法の2つに分けられる。燃料電池車の究極的な姿は、純水素を供給する方式になると考えられて

いるが、そこに至るまでの過渡期には、ガソリンやメタノールなどの液体燃料を使う方式が有力とされている。既存のガソリンスタンドがそのまま利用できるという点ではガソリンが有利であるが、ガソリンは、メタノールより炭素成分が多く、水素を多く作れないと言う難点がある。一方、メタノールは、供給するためのスタンドを新たに作る必要があり、毒性の問題もある。

＜まずメタノールかガソリンか＞燃料については、現在のところ、ダイムラー・クライスラーがメタノールの採用を表明し、GM がガソリンの採用を目指している。ガソリンの改質は、他の液体燃料に比べ、技術的にも困難とされていたが、GM とエクソンモービルは今年夏、ガソリンの改質の普及型技術の開発に成功したと発表。両者の争いが、どのように決着するかは、予断を許さない。しかし、しずれにしても、燃料インフラも含め、いち早く実用化にこぎつけ、多数派を形成した方が有利になることは間違いない。このため、現在では、自動車メーカーと石油会社が共同開発を進める動きも活発化している。日本では、資源エネルギー庁が「燃料電池実用化戦略研究会」を発足させ、標準規格の策定に向けた検討作業を進めている。

2000年11月27日日経「三菱商事、三井物産、メタネックス、燃料電池車を普及」

三菱商事、三井物産とメタノールの世界最大手であるカナダのメタネックスの三社は共同で、日本での燃料電池自動車の普及活動を進める。燃料電池車は次世代の低公害車の本命で2003年にも実用化される。三社は自動車や石油会社、官公庁と連携し、情報提供などを通じて燃料電池車の開発や燃料供給のインフラ整備を後押しする。メタノール大手が二大商社と組むことで、燃料の水素をメタノールから取り出す方式が日本で主流になる可能性が高まってきた。メタネックスは年間三千万トン弱のメタノール市場で25%を占め、独ダイムラー・クライスラーやカナダの燃料電池会社巴拉ードなどと提携している。三菱商事と三井物産は輸入メタノール市場で合計40%のシェアを持ち、燃料電池車普及後の市場拡大に布石を打つ。三社は推進委員会を設立、日本での普及活動を具体策を詰める。

まず、特定のモデル地域を設定、メタノール供給スタンド運営の実績を検討する。欧米では燃料電池を搭載したバスの運行が一部で始まっており、日本でも地方自治体などと協力してバスやトラックなど公共部門への燃料電池車の導入を働きかける。自動車、石油メーカーには燃料電池車の世界の開発動向に関する情報やメタノールのサンプルなどを提供する。燃料電池車への水素供給法では、GM がガソリンから取り出す方式を開発するなど、世界の自動車、石油会社を巻き込んだ主導権争いが激しくなっている。三菱商事などは装置が小型化でき、保守も比較的容易なメタノール方式が主流になると判断している。

2000年11月7日日経「三菱重工、三菱自動車、ダイムラー、燃料電池車で提携、3社、開発費分担、小型、5年以内に量産」

三菱重工業、三菱自動車工業はガソリンエンジンに代わる21世紀の自動車動力源の本命

とされる燃料電池の開発で、独ダイムラークライスラーと提携する。来年はじめの合意を目指す。三社は、1千億円を超える開発費を分担し、4年から5年以内に小型で軽量の燃料電池車を共同開発して量産化する。燃料電池車の開発ではトヨタ自動車とGM、フランスルノーと日産自動車がそれぞれ提携している。ダイムラー・三菱連合は規格が統一されていない燃料電池車の開発で主導権の確保を目指す。

三菱重工業は、発電プラント向けの燃料電池で実績があり、メタノール改質技術に強みを持つ。燃料電池車で先行したダイムラークライスラーもメタノール改質の車両を試作しており、技術を共有しやすい。これに対し、米GMはガソリンの改質技術を本命視している。ダイムラークライスラーと三菱グループは今後、実用化のための課題とされる燃料電池システムの小型・軽量化に取り組むほか、耐久性に優れた安価な燃料抽出装置を共同で開発する。提携範囲が燃料電池車だけでなく、ハイブリッド（エンジン・電気モーター併用）車など自動車向け環境技術や発電装置の開発に広がる可能性もある。ダイムラークライスラーは米フォード・モーターと共同でカナダの燃料電池ベンチャー企業、バラード・パワー・システムの大株主になっており、三菱グループは今回の提携でバラードの技術を活用することが可能になる。ダイムラークライスラーの日本法人はすでに日石三菱と燃料電池車の燃料供給インフラの共同研究を始めている。

2000年8月12日 日経「燃料電池車 普及へ新技術、米GMとエクソン、ガソリンから水素抽出、既存スタンド活用可能に」

GMとエクソン・モービルは10日、低燃費、低公害型で次世代自動車といわれる燃料電池車の普及型技術を開発したと発表。同自動車の燃料源となる水素は運搬、貯蔵が難しいことからネックとなると見られていたが、水素をガソリンから取り出す技術を確認し一般普及にメドをつけた。米フォード・モーターもこの技術を採用する公算が大きく、燃料電池車はガソリンスタンドと言う既存インフラを活用した形で広がる可能性が強まっている。GM、エクソンは今後18ヶ月以内にこの技術を使った試作車を製作、2003年前期の実用化に向けて公道などでの走行試験に乗り出す。フォードもエクソンと合併する前のモービルと同様の技術開発を進めていた関係で、現在はエクソンと共同開発に当たっており、ほぼ同様の技術を使うと見られる。GMとエクソンが開発したシステムは改質器と呼ばれる装置を使ってガソリンから水素を取り出す。化学反応が始まる温度を千℃前後まで下げられるようにし、装置の軽量小型化で燃料電池車価格の大幅引き下げにつながるうえ、燃費効果の向上も可能にした。GMによると、燃費効率は通常のガソリンエンジンの二倍、二酸化炭素や窒素酸化物の排出量も大幅に減少する。

2000年5月7日 日経「低公害車、水素が”重荷”に、電気起こす燃料、供給方法難しく、燃料電池車の燃料は？」

エンジンの代わり、燃料電池を動力源に使う電気自動車が期待を集めている。化石燃料

を燃やすと有害物質の発生や地球温暖化などの環境問題が避けられないが、水素と酸素を反応させる燃料電池なら無害な水ができるだけだ。ただ問題は、その水素をどう供給するか。未来の低公害車を目指し、様々な知恵が絞られている。

燃料電池は水の電気分解とちょうど逆の反応を起こしてエネルギーを取り出す発電装置だ。酸素は空気中にあるが、水素は人為的に供給する必要がある。最も単純な方法は、水素そのものを自動車に積んでしまう方法。2002年にダイムラークライスラーが欧州で発売する予定の燃料電池バスがこの方式。燃料電池自動車の実用化第1号となる。天井に巨大なボンベを積み、圧縮した水素ガスを蓄える。「ディーゼルエンジン並の馬力を出すには、高純度の水素が必要」。そのためにはボンベ方式が一番だが、かさばるのが難点。同社もこの方式は搭載スペース

を確保できるバスに限られると見ている。事故の際に水素の引火・爆発を防ぐには、ボンベを丈夫で軽い炭素繊維などで覆う必要もある。

よりコンパクトにするには液化すればよい。ただ、極低温に冷やす必要があるうえ、液体水素はボンベの金属分子の隙間から外部に漏れて毎日1%ずつ蒸発してしまう。水素ガスを吸い込んで蓄える特殊な「水素吸蔵合金」を使う方法もあるが、十分な水素を貯蔵するには多量の合金が必要で、車体が重くなる。そこで考えられているのが、別の液体燃料を積み、これを分解して水素を作り出す方法だ。ダイムラーや米フォード・モーターなどは、メタノールが本命と見ている。ただ、300℃以上の水蒸気を加えて反応させる必要があり、装置がどうしても大きくなる。メタノールには毒性や腐食性があり、運搬や保管には注意が必要である。

一方、ロイヤル・ダッチ・シェルや米エクソンモービルなど石油会社は「ガソリンから水素を作ればよい」と主張する。既存の供給設備をそのまま使えるからだ。しかし水素を取り出すのはメタノールよりもずっと困難で、900℃の水蒸気が必要。温度を高めて走り出すまでに、10分間はかかるとされる。芳香族炭化水素のシクロヘキサンという物質を利用する考え方もある。水蒸気を使わず比較的低温で水素を取り出すことができ、ガソリンと同じ供給設備を利用可能。しかし、やはり毒性がある。このほか天然ガスのメタンも水素を含んでいるが、水素を取り出すのはガソリン同様に困難。家庭やオフィスで使う自家発電装置に都市ガス網を通じて供給するにはいいが、自動車には難しそうだ。

そんな中でこのところ注目されているのが、工学院大学の須田精二郎教授が開発した液体燃料だ。金属のリチウムとホウ素。水素の化合物を水に溶かした液体だ。これを特殊な金属に触れさせると、常温常圧で水素が出てくる。試算では、1リットルの燃料でおよそ8キロメートル走行可能だ。

使用済み液体に再び水素を吹き込めば、何度でも繰り返し利用できる。給油所でリサイクルする仕組みを安く実現できれば、価格も軽油並みに抑えられると期待している。もっとも、生産体制や供給基盤を整備するためには、巨額の投資が必要となる。いずれも一長一短のある水素の供給源。何が本命か、現時点で見極めは難しい。自動車メーカーや電機

メーカーは、2年から4年後の実用化を目指して車載用燃料電池の研究開発を競っている。候補はの中で絞り込まれてくるだろう。

第10回 要点整理（グループ討議とレポート提出）

第11回 炭素繊維の将来？

炭素繊維とは

アクリルを高温で熱処理して生産する軽量・高強度の産業用繊維。2007年の世界需要は約35000トン。樹脂と組み合わせた複合材料の「炭素繊維強化プラスチック」が航空機、自動車向けの部材として急速に普及すると予想され、炭素繊維の需要は12年には約7万トンに拡大する見通し。炭素繊維にはコールタールなどを原料とする別タイプもある。価格が高く再資源化が難しい弱点はあったが、炭素繊維製の部品を低コスト化するための成型加工技術、リサイクル技術の開発が進み、本格普及期を迎えようとしている。炭素繊維の生産量と耐用年数などから推計し、使用済み炭素繊維強化プラスチックの量は25年に4万トン近くになると予想される。

2015.1.16 日経 炭素繊維が担う最先端、世界需要、20年までに倍増に、航空機、燃料電池車に

重さは鉄の4分の1、強度は10倍以上。「魔法の糸」。ゴルフクラブなどスポーツ用品から始まった利用は、燃費改善の切り札として航空機や自動車にまで広がった。約50年前に日本で開発された「新素材」が今、檜舞台に躍り出ようとしている。

2015.1.7 日経 炭素繊維、最高益を牽引

シアトルに10億ドル以上を投資する大型工場の建設、ボーイングの777Xの主翼製造工場。主翼に使う素材、炭素繊維を供給するのが東レ。昨年、ボーイング社と今後10年、総額1兆円以上の供給契約を結んだ。

2015.1.1 読売 三菱、炭素繊維系統合へ、

三菱ケミカルホールディングスは、子会社の三菱樹脂の炭素繊維事業を、同じく子会社の三菱レイヨンに統合する。海底、宇宙分野で強み。

2014.12.30 日経 東レ、BMWに炭素繊維、車体用、生産増強へ300億円

300億円でメキシコ工場の生産能力を倍増する。

2013.1.31 日経「炭素繊維、分かれる戦略、日本勢、車市場で攻防、東レは高級路線を追求、帝人・三菱レイヨンは低コストで普及」

航空機やプラント施設だけでなく、自動車やスポーツ用品にも市場が拡大する炭素繊維。世界最大手の東レは高価格路線で「普及よりも高収益」を追求。一方で帝人や三菱レイヨンは「低コストでの普及」で攻勢に動き出した。その主戦場が自動車市場。炭素繊維で世界シェア 7 割を占める日本勢 3 社は価格戦略を巡って激しい攻防をに突入。GM は 1 台 200 万から 300 万円程度の量販車で炭素繊維の使用を検討している。炭素繊維は鉄の 10 倍の強度があるが、1 キロ当たりの価格は鉄やアルミの 10~30 倍。東レは高級車だけに供給。ベンツ SL クラス (1190 万~3050 万円)。炭素繊維を使う複合材は 1 平方メートル (1 ミリ厚) 当たり 2 万円程度で、金属材料の 1 千~2 千円と比べ桁違いに高い。世界シェアは東レが 4 割、帝人と三菱レイヨンは合計で 3 割。高級志向の東レの牙城を崩すには、帝人と三菱レイヨンは低価格に活路を見出し始めた。

炭素繊維はプラスチックで周囲を固める技術がカギを握る。帝人は冷却すれば固まるプラスチックを採用。従来は 10 分はかかっていたが、11 年には 1 分以内で成形可能に。単純計算で 1 製品の固定費は 10 分の 1。普及できる価格まで下げるには、冷却で固まるプラスチックの採用が有効。一方、東レは熱を加えて固まる「熱硬化性」のプラスチックを使用。織物にした炭素繊維を金型に入れて樹脂を流し込むので、成形に 5~10 分かかる。冷却タイプに比べて耐熱性や衝撃強度は高い。

東レは航空機や高級車市場でシェアを広げ、炭素繊維部門の利益率は 2 桁を確保してきた。15 年までに内外に 600 億円の設備増強を計画、安売りするつもりはない。昨年 1 年間で 2~3 割下落した量販と高級路線。日本勢の価格戦略は分かれており、3 社の攻防が国際価格も左右する。

2012.12.2 日経「車向け炭素繊維量産、帝人、米で GM に供給、量販車に採用、鉄と競合、300 億円投資」

帝人は炭素繊維を世界で初めて自動車向けに量産する。米国に約 300 億円を投資して、2015 年までに生産能力を 4 割拡大する。GM が量販車種に採用する計画。帝人は GM への主力取引先企業として契約を結ぶ。15 年以降に発売する一般向けの主力車種。構造材の一部分を鉄と置き換える。帝人は炭素繊維を自動車部品に 1 分以内で成形できる技術を確立。従来に比べて生産速度を 10 分の 1 程度に短縮。

2011.12.9 日経「GM、エコカーで日本追う、帝人と炭素繊維、自前主義から脱却」

GM は帝人と炭素繊維裁量を共同開発する。

2011.11.30 日経「帝人、量産車に炭素繊維、最速設備 20 億円で、来夏試験生産、15 年採用目指す」

世界最速の1分で連続生産できる設備。15年以降に発売するエコカーへの搭載を目指す。今までは最速でも10分間程度かかり、コストも高かった。量産車の1台当たりの作業時間は1分が目安。

2011.9.10 日経「炭素繊維のEV試作、東レ、4割軽量化、15年以降に実用化目指す」

従来に比べて4割軽く、衝突に強いのが特徴。衝撃を吸収する部材も炭素繊維で作られ、鉄鋼に比べて2.5倍の吸収性を実現、安全性を高めた。

2011.8.22 日経「炭素繊維、世界へ「離陸」、航空50%採用機秋に就航、風力、脱原発で需要拡大」

日本企業が高い競争力を誇る先端素材、炭素繊維が離陸の時を迎えた。機体に本格採用した米ボーイング社航空機が秋に就航、風力発電など環境分野でも世界的に市場が立ち上がってきた。強度が高く軽量という同繊維の次のターゲットは自動車。大量に採用されれば収益への貢献も大きい。低コストの加工技術などの開発に挑んでいる。新型機「ボーイング787」では、胴体から主翼まで50%を占める。軽量化により燃費が20%改善し、中型機でも日本から欧州まで直行便を飛ばせる。

また、「脱原発」に舵を切ったドイツでは、電力供給に占める風力などの自然エネルギーの比率を2倍に高める法案が成立した。

2011.4.6 日経「炭素繊維 サウジ生産検討、三菱レイヨン、東レ、現地公社と合弁、原料安く、先端素材、低コストで」

三菱レイヨンと東レがそれぞれサウジアラビアで炭素繊維の工場建設を検討していることが5日わかった。サウジ政府系公社との合弁事業で原料となる石油樹脂を安く調達し、産業機械や自動車などに使う先端素材を低コストで生産する。中東諸国の混乱がサウジに波及する懸念は残るが、実現すれば日本メーカーが国際競争力を持つ先端素材を中東で生産する初の事例となる。

現地の政府系化学大手のサウジアラビア基礎産業公社のCEOが、航空機の機体材料などに使う炭素繊維の合弁生産事業で日本企業と交渉していることを明らかにした。両社の生産拠点は現在日本と欧米に限られているが、世界的な需要拡大と原油価格高騰を受け原料が安く調達できる中東での生産を検討する。

2011.3.10 日経「炭素繊維10~15%値上げ、東レ、原油高で来月から」

東レは炭素繊維の価格を国内外ともに4月出荷分から10~15%引き上げる。需要が世界的に回復しているうえ、原油高で原料コストが高騰したのが原因。2008年秋のリーマンショック前の価格水準に戻したい考え。炭素繊維の原料となる石油化学製品、アクリロニトリルの国際価格は昨年同期より2~3割以上上昇した。円高で輸出の採算が悪化したことも

あり、値上げを決めた。炭素繊維は航空機やスポーツ用品向けの需要が国内外で伸びている。13年の世界需要は10年比67%増の5万トン程度に拡大する見通し。送電効率の高い電線、風力発電の羽根材といった新エネルギー関連向けの需要拡大も見込まれる。スポーツ用品や産業用に使う汎用的な炭素繊維の国際価格は10年1～3月期に1キロ20ドル弱まで下がったが、現在では28～31ドルに上昇している。東レの値上げが実現すると、33～34ドル台と2007年の直近高値に戻ることになる。

アクリロニトリルを原料とする炭素繊維では東レが世界最大手。帝人子会社の東邦テナックス、三菱レイヨンを含む国内3社で世界シェアの約7割を占める。

2011.3.10 日経「帝人 1分で部分成形、車の骨格、量産車への導入狙う」

帝人は9日、炭素繊維複合材を使った電気自動車の試作車を公開。最短で5～10分かかっていた成形時間を1分以下に短縮する新技術を活用。量産性に優れる点を自動車メーカーに訴え、採用を働きかける。

試作車は軽自動車サイズで、骨格に炭素繊維複合材を使い市販のモーターとリチウムイオン電池を搭載した。骨格の重量は47キログラムと鉄製の場合の5分の1で、2人で両端を持ち楽に動かせる。成形には熱を加えると固まる樹脂を使うのが一般的だが、今回は熱によって柔らかくなり冷えると固まる樹脂を活用し成形時間を短縮した。

軽い炭素繊維複合材は燃費の大幅な向上につながるため航空機での採用が進んでいる。ただ価格が鉄の数十倍で、自動車ではスポーツカーや高級車の部品の一部の採用にとどまっている。量産車への導入には生産コストを大幅に引き下げる必要があり、成形時間の短縮は大きな課題の一つとなっている。

2011.2.24 日経「合繊各社、炭素繊維が回復、東レ黒字化、帝人は赤字半減、航空機向けなど伸びる」

合繊各社の炭素繊維部門の業績が回復している。2011年3月期の部門営業損益は東レが黒字に転換する見通しで、帝人や三菱レイヨンも赤字幅が前期より大幅に縮小しそう。航空機や産業向け需要の増加により、設備稼働率が向上し、低迷していた販売価格も上昇してきた。

炭素繊維部門の営業損益がいち早く黒字転換するのは東レ。前期は53億円の赤字だったが、今期は40億円の黒字となる見込み。収益性が高い航空機用の需要が伸びており、米ボーイング社の旅客機「777」や「737」向け出荷が増える。圧縮天然ガスタンクなど産業用途も回復し「年明け以降はほぼフル生産が続いている」。2008年秋のリーマンショック後に急落した販売価格も持ち直しており、足元の価格は10年1～3月期比30～50%上昇している。帝人はアラミド繊維を含む高機能繊維部門の営業損益が、前期の77億円の赤字から今期は35億円の黒字となる見込み。

2011.2.2 日経「鋼板並み強度、加工も容易、神鋼、アルミで軽量材、自動車や鉄道車両向け、炭素繊維より安く」

神戸製鋼所は自動車や鉄道車両に使える新タイプの軽量材を開発することに成功した。「発砲アルミニウム材」と呼ぶ薄い板材で、様々な形状に加工しやすく、自動車用の鋼板並みに硬い。価格もアルミ板や軽量素材として注目されている炭素繊維複合材より安いという。車体を軽くして燃費の向上を目指す自動車メーカーや鉄道車両メーカーなどへの納入を目指し、4月にも生産開始する計画。発砲アルミ材は厚さが0.15ミリメートルのアルミ板2枚で発砲樹脂を挟んだ構造。摂氏200度超に加熱すると樹脂の内部に多くの気泡ができて固まり、厚さ3ミリメートルの板になる。曲面など複雑な形状に加工できる。自動車に使われる一般的な鋼板やアルミ板並みの剛性を持ち、変形しにくい。現在の自動車は車体が主に鉄でできているが、発砲アルミ材は鉄よりも8割、アルミよりも6割それぞれ軽い。また、炭素繊維複合材料よりも軽くできる見通し。ただ、溶接はできず、リベットで接合して組み合わせる。このため、自動車の床や内装材、鉄道車両の窓枠・天井、家屋の屋根や壁などに使うことを想定している。発砲アルミ材の採用が進めば、シャイ帯の軽量化や燃費の向上を見込めるという。

価格は1平方メートルあたり1500円程度になる見込み。鉄の1000円弱より高いが、軽量素材として期待されるアルミは2000円超、炭素繊維複合材料はアルミよりさらに数倍高いので、神鋼は発砲アルミ材には価格競争力が十分あるとみる。同社の神戸総合技術研究所でサンプルを試作し自動車メーカーなどに提供を始めた。近く協力会社の工場などで生産を始め、事業化につなげる方針。

2011.1.31 日経「ノーベル物理学賞ノボセロフ氏に聞く、クラフェン発見、拾ったテープ、研究の始まり」

炭素原子が1層並んでできた薄膜シート「グラフェン」の発見者で2010年のノーベル物理学賞を共同受賞した英マンチェスター大学のコンスタン・ノボセロフ教授が来日し、日本経済新聞と会見。グラフェン発見のきっかけや研究姿勢などを聞いた。セロハンテープで複数構造のグラファイトから一層のグラフェンをはがしとったきっかけは。「実はセロハンテープはグラファイト表面のごみを取るのに以前から使われていた。捨てられたテープを拾って観察したら数層のグラファイトが見えたので自然と一層だけ採取することを始めた。テープを拾ってから1年がかりで1層にたどり着いた」。

研究の進捗状況は—「高品質で大面積のグラフェン作りに取り組んでいる。半導体の性質を持たせなければ狙って作れるようになった。日本の物質・材料研究機構とも共同研究を進めている」。

受賞は意外だったか—「驚いた。実は3年前にうわさが出て発表前は騒ぎに巻き込まれた。変に意識しないように努めてきた。受賞はもちろん光栄だが、研究者としてはダメージになることもある。もともと何のための研究か、好奇心の追求のためという根本をい

まも忘れないようにしている」。

2011.1.13 日経「炭素繊維、生産効率 10 倍に、東レ、帝人、自動車部品に的、5 年後めどに技術確立、新製法で量産共同研究」

東レ、帝人、東京大学などは 2011 年度から炭素繊維の新しい量産技術の開発に共同で乗り出す。5 年以内をメドに現在の生産効率を 10 倍以上に引き上げる。軽くて丈夫な炭素繊維は今後、自動車向けに市場が急拡大する見通し。車体を軽くできるので、わずかな充電で長距離を走る電気自動車の普及を後押しできる。オールジャパン体制で次の量産技術を確立し、海外勢に先んじて国内外の需要を取り込む。共同開発には三菱レイヨンや産業技術総合研究所も加わる。経済産業省も支援する方針で、ほかの素材メーカーや加工会社などにも参加を呼び掛ける。新製法は原料を温度を変えて繰り返し加熱していた従来法の手間を省く。炭素繊維はまず一般的な原料のアクリル繊維を加熱して繊維質を整える。この対炎化と呼ぶ加工工程を省略する方法を考える。すでに新製法にふさわしい新たな原料繊維の作製技術にメドをつけた。高温にさらす一段の処理で炭素繊維の製品ができるようになる。各社がノウハウを持ち寄り、高温処理の肯定もさらに短縮する方法を探る。生産効率の向上に合わせて、熱処理に費やすエネルギーを半減するのも目標だ。新製法の炭素繊維を自動車部品に採用した場合、鉄と同レベルの消費エネルギーですみ、軽量化に伴う省エネ効果をよりアピールできる。炭素繊維の現在の世界市場は約 3 万トン。15 年には 7 万トンになるとの予測もある。用途の 5 割が建設資材などで、残りがスポーツと航空機の機体向け。すでに東レが高級車の部材向けに量産を始めるなど、今後、自動車向け市場が本格的に立ち上がる見通し。重さ 1 トン前後の自動車を 3 割軽くするには炭素繊維 100 キログラムが必要とされる。試算では 30 年ごろに世界で 1 年間に生産される自動車の 10% に採用されれば、100 万トン近くの炭素繊維が必要になる。電気自動車では 1 回の充電で走れる距離を延ばすため、車体の軽量化が課題になっている。炭素繊維の量産が進めば、電気自動車の使い勝手が高まると期待される。

2011.1.4 日経「炭素繊維、複雑な形に加工、東大や東レ、三菱レイヨン、車体重量、最大 6 割減」

東大や三菱レイヨン、東レなどは自動車の車体に使う複雑な形状の部位に加工できる新しい炭素繊維材料を相次いで開発した。筒や球といった形状の炭素繊維材料を作製、鉄を使う車体部品の多くに利用できるメドがついた。車体に炭素繊維を全面的に利用できれば、車体重量を鉄に比べて 6 割減らせるという。早ければ 2013 年にも実用化する。

炭素繊維は鉄と比べて強度が 10 倍で重さは 4 分の 1 と優れた性質を持つ。これまで車のボディやドアのような平坦な形状は作れたものの、フレームやエンジン回りといった複雑な形状の加工は難しかった。三菱レイヨンは東洋紡、東大と共同で、中空の筒や球といった形状に炭素繊維を加工する技術を開発した。幅 1 センチのリボン状の炭素繊維を作って

樹脂で固めた。リボンを切って並べたり巻いたりして筒や球状にした後、加熱すれば数分で作れる。筒状の構造が多い車のフレーム部分にも適用しやすい。今後改良を進めて12年までに車の部品を試作、実用化を目指す。東レ、東大、東北大学、タカギセイコーなどの研究チームも、凹凸がある複雑な形に成形できる炭素繊維材料を開発した。小さな炭素繊維をばらばらな方向で均等に絡ませて不織布状にし、樹脂で板状に固めた。どの方向からの力にも強い。従来の炭素繊維材料は繊維の向きによっては力を加えると壊れたり、1つの方向の長い繊維が入っていると加工しにくかった。新素材は深い凹凸や急角度の曲げなど複雑な形が作れ、加工後に部品同士を接合できるので車のエンジン周りの部品などにも応用しやすい。13年にも実用化する。車体の部品はエンジンの高熱や衝突時の強い力に耐えるため、鉄が多く使われる。東レなどは設計も見直して新素材を使って鉄を炭素繊維に置き換えれば、エンジンやタイヤなどはそのままでも、車体重量は従来の4割になるとみている。今後、自動車メーカーにも参加を呼び掛けて実用化を急ぐ。

2010.10.11 日経「応用研究、日本でも加速、炭素シート、グラフェン、薄型テレビを大型化、半導体の開発着手」

今年のノーベル物理学賞受賞テーマとなった極薄炭素シートの「グラフェン」。英大学の2氏が受賞したが、日本でも性能向上へ向けた技術開発や電子部品への応用研究が加速している。グラフェンの仲間であるフラーレン（球状炭素分子）やカーボンナノチューブ（筒状炭素分子）の研究でも世界の先端を行く。日本初の優れた製品が世界に広がる期待は高い。

ソニーはグラフェンが電気をよく流す性質を生かし、有機EL（エレクトロ・ルミネッセンス）や液晶などのディスプレイを採用した薄型テレビを大型化・低価格化する技術を開発した。溶液にシリコン基板を浸してグラフェンでコーティングし、ディスプレイ用のトランジスタに使った。現在は多結晶シリコンを加工したトランジスタを使っているが、グラフェンは塗るだけで済み大型化しやすい。印刷に似た簡単な方法で作れ、生産コストは大幅に抑えられるとみている。産業技術総合研究所はグラフェンの大型シートの量産技術を開発、10月中にもサンプル出荷を始める。電機、素材メーカーなど数社から引き合いがあるという。シートの連続生産の実証実験にも着手。今年度中にも終え、企業と量産体制の整備を検討する。大型グラフェンシートは、丸めたりできるタッチパネルやパソコンなどの実現につながる。グラフェンを半導体などに使う研究も進む。物質・材料研究機構の塚越一仁主任研究者らはグラフェンを2枚重ねた電子デバイスを試作、電圧のかけ方を変えてシリコン製半導体のように電流のオン、オフを制御できることを実証した。パソコンなどの基本的な電子部品である「ロジック素子」も原子2層で作れ、シリコンを超える微細回路に道を開く。富士通、日立製作所、東芝、東京大学などはグラフェンで半導体を作る手法の開発に着手した。政府の総合科学技術会議が世界最先端の30人に巨額の研究費を助成する「最先端研究開発支援プログラム」の一環。グラフェンに微細な穴を開けると半

導体の性質を持つことが知られており、シミュレーションで最適な穴の大きさと間隔を決めて実物の作製に生かす。九州大学の吾郷准教授らは高品質な単層のグラフェンの作製法を開発、名城大学発ベンチャー企業名城ナノカーボンを通じて販売を開始した。1センチメートル四方のグラフェンが10万円程度。今後10センチメートル四方も生産できるよう設備を改良する。パナソニックはルテニウムという金属の基板を使い、単層で高品質なグラフェンを作る技術を開発した。1ミリ角以上のシートができ、これを利用した電子部品を作る。

ベンチャー企業のイデンアルスターはフラーレンを使い、太さが約10マイクロメートルの糸状太陽電池を開発した。炭素繊維を芯として使い、その周りの電気を発生する層には直径1ナノメートルのフラーレンを分散させた。光のエネルギーを電気に変える効率は約3%と低い、改良すれば約10%まで高まるとみている。

静岡大学などと協力して、大きさ数十ナノメートルのカーボンナノチューブを使った太陽電池の開発を計画。カーボンナノチューブを束ねて通常の炭素繊維並みの太さにした芯を使う。炭素繊維に比べ電気を流す能力を100倍以上高められ、電気が流れる距離を従来の数センチメートルから数メートルに増やせる。曲げや引張に対する強度も数倍高まる見込みだ。カーボンナノチューブを半導体などに使う研究でも成果が出始めた。名古屋大学の野雄高准教授らは単層のカーボンナノチューブを使って半導体素子の基本であるCMOS（相補性金属酸化膜半導体）の作製に成功した。高性能な大規模集積回路（LSI）などの実現につながる。

製法開発も進む。名大の宮田助教らは、低消費電力のLSIや短い波長の光まで電気に変換できる太陽電池用に、細い単層カーボンナノチューブを効率よく生産する技術を開発した。2層のナノチューブを界面活性剤を入れた水溶液に溶かして超音波をかけると内側のナノチューブが抜け、太さ0.6ナノメートルの単層ナノチューブが得られる。

2010.7.8 日経「炭素繊維、増産投資を再開、三菱レイヨン、産業用」

三菱レイヨンは軽量で高強度の先端素材である炭素繊維を増産する。大竹事業所に新設備を建設、2011年春に稼働させる。年産能力を3割増に引き上げる。風力発電の羽根など成長が見込める産業用途の拡大を狙う。設備増強は2009年10月～12月に実施する予定だったが、リーマンショック後の需要減で計画を凍結。欧米などの需要回復を受けて投資再開を決めた。

投資額は120億円で年産能力は2700トン。大竹事業所はアクリル樹脂原料などの生産拠点で、炭素繊維は生産していなかった。同社にとっては豊橋事業所に次ぐ国内二か所目の拠点となる。米子会社と欧州の生産委託先を合わせた全社の年産能力は8150トンから1万850トンに拡大する。新設備で生産するのは炭素繊維を構成する糸の数を従来の2～3倍に増やして太くしタイプ。東レなど国内の競合他社は生産していない。鉄の10倍の強度と4分の1の軽さという特長を生かし、風力発電のほか高圧電線の芯材などの需要を狙う。将

来は自動車向けなど新用途開拓を狙う。同社の既存設備の稼働率はリーマン・ショック後の2009年1月～3月には50%を割り込む低水準だった。2009年後半から在庫調整が進んで稼働率が向上。今年になって欧米などでゴルフクラブや高級自転車などの需要が増え、6月以降はほぼフル稼働に回復。来春の設備増強が必要だと判断した。三菱レイヨンが炭素繊維で世界シェア20%程度を持ち、最大手の東レに次ぐ2位を帝人子会社の東邦テナックスと競っている。航空機向けはほとんどなく、産業向けとスポーツ向けが主流、ただ、独素材メーカーのSGLグループと連携し、独BMWが開発中の電気自動車向け炭素繊維生産を計画しており、高付加価値品の強化を打ち出している。炭素繊維を巡っては、東レが独ダイムラー向けの自動車用複合材料開発、東邦テナックスが欧州航空機大手エアバスへの航空機用複合材料供給をそれぞれ決めるなど、各社の拡大戦略が活発化している。

2010.6.29 日経「炭素繊維市場、離陸へ、帝人、「複合素材」の供給発表、航空機、車、省エネへ採用」

帝人は28日、欧州航空機大手エアバスに炭素繊維複合材料を供給すると正式発表した。国内合繊3社が世界市場の過半を占める炭素繊維は、航空機などの省エネ性能を大幅に高めると期待されてきたが、需要が立ち上がりず事業モデルの確立が課題であった。自動車向けなども合わせて炭素繊維の世界需要は2014年までにはほぼ倍になる見通し。収益拡大に向けた開発競争や顧客との協力体制作りが加速しそうだ。

帝人の子会社の東邦テナックスがエアバスの親会社である欧州航空防衛宇宙会社(EADS)と長期契約を結んだ。契約期間は11年から25年までの15年間。エアバスは12年の初飛行を目指す最新鋭中型旅客機「A350XWB」の胴体の一部に採用するほか、現行の大型旅客機「A380」での採用も検討する。東邦テナックスはドイツ工場に炭素繊維の新ラインを今秋にも稼働させ、増産に入る。また、11年3月の稼働を目指して同工場にエアバス向けの複合素材の製造設備を新設する。将来は複合素材の工場を新たに建設することも検討する。同社はカナダの小型旅客機メーカー、ボンバルディアに炭素繊維を供給する契約も締結。累計受注額は11年から20年までの10年間で1.3億ユーロ(約140億円)に上る。炭素繊維は1960年代から70年代にかけて日本の大学が基礎技術を開発した経緯もあり、日本勢が世界をリード。生産量では東レ、三菱レイヨン、東邦テナックスの国内3社でシェア7割を占める。釣竿やゴルフクラブから、燃料タンクの外装や橋脚補強材などへと用途が広がった。しかし、業績面では厳しい状況が続いていた。東レの炭素繊維事業は10年3月期は売上高が前の期比28%減の507億円で営業損益が62億円の赤字(前の期は84億円の黒字)。帝人は業績を開示していないが、同じく減収減益で営業赤字だったとみられる。

従来の旅客機では炭素繊維複合材料の利用は全重量の10%程度。これが年内に納入される米ボーイングの最新鋭旅客機「787」では50%、重量にして1機あたり35tと一気に拡大する。エアバスのA350XWBもほぼ同量で、鉄やアルミに代わり、航空機の主要材料に躍り出る。自動車向けでは東レが独ダイムラーと12年を目標に高級乗用車「メルセデス・

ベンツ」向け素材を共同開発している。また、三菱レイヨンが独素材メーカーのSGLGグループと連携。独BMWが15年に発表予定の電気自動車向けの素材を共同生産する。東邦テナックスはトヨタ自動車は年末に販売する限定スポーツカーに供給するほか、重量を従来より6割軽くした試作車を開発。自動車メーカーへの提案を強化する。航空機・自動車向け需要の本格化で10年に2万8000トンだった炭素繊維の世界需要は14年には5万4000トンに拡大する。

2010.5.31 日経「炭素繊維車」の材料開発、東大・東レなど、短時間で加工可能」

東京大学と東レ、三菱レイヨン、東洋紡、樹脂部品メーカーのタカギセイコーなどは共同で、金属並みに加工が安易な自動車向けの炭素繊維材料を開発することに成功した。短時間成型や変形、接合が可能。量産車の車体やエンジン部品などに幅広く応用できるとみている。軽量化の有力材料としてトヨタ自動車や日産自動車、ホンダと量産技術の確立を目指す。新材料には炭素繊維と、温度によって硬さを変えられる熱可塑性樹脂を使った。炭素繊維の表面を改良して樹脂となじみやすくした。金型で成型したところ、2分で加工できた。作業を自動化すれば量産車用金属部品の製造工程と同等の1分で加工できると考えている。固めた樹脂を溶かせば部品同士をくっつけたり形を修正したりできる。車のドアフレームや天井、エンジン部品などに広く使える。成型には専用の金型が必要だが、プレス機は金属向けと同じ装置を利用できる。金属から炭素繊維材料への切り替えに必要な設備投資を抑えられる。新材料は航空機の機体部品などに使う炭素繊維材料と同等の強度と軽さが特徴。今後2年かけて自動車部品を試作する。自動車は軽量化が課題で、金属部品の代替素材として炭素繊維材料が注目されている。東レは独ダイムラーと高級車向けに炭素繊維材料の開発に乗り出している。

2010.5.10 日経「東レ、エアバスに納入、15年契約、2000億～3000億円見込む、炭素繊維で航空機材料、軽量化で燃費向上」

東レはエアバスに炭素繊維の機体材料を2011年から25年まで納入する。12年に初飛行を目指す旅客機から採用となり、累計受注額は2000億円～3000億円に上る可能性がある。

2010.4.28 日経「東レ、ダイムラーと開発、自動車用炭素繊維、軽量・高強度、ベンツ車体部材に」

東レと独ダイムラーは自動車用の炭素繊維材料を共同開発する。2012年を目標に「メルセデス・ベンツ」の構造部材に採用、将来的には外装材など他の主要部品に拡大していく。

2010.3.25 日経「炭素繊維、東レ、10～15%値上げ、1年8か月ぶり、航空機向けに回復」

東レは航空機部品などに使う炭素繊維を4月出荷分から10～15%値上げする方針を決めた。原料価格の上昇に加え、航空機の生産が回復。先進国を中心にスポーツ用品の需要も

底入れした。新興国の需要や資源高で上昇した鉄や合成樹脂など汎用素材に続いて先端素材にも値上げの動きが波及してきた。

2008年7月24日日経「炭素繊維車」を共同開発、東レ・日産など、4割軽量化、10年代半ば、素材を量産、コスト、鋼材並みに

東レや日産自動車、ホンダ、東京大学などは自動車向けの炭素繊維材料を共同開発する。2010年代半ばをめどに量産技術を確立、車体重量の四分之三を占める鋼材のほとんどを新材料に置き換え現行車より最大四割軽い「炭素繊維化カー」の実用化につなげる。ボディーや部品の生産コストを鋼材製並みに引き下げ、車体の軽量化で燃費を約三割改善する。最先端の素材開発で先行することで、環境対応車分野での日本勢の国際競争力がさらに高まりそうだ。

2008年5月4日日経「再生炭素繊維を量産、東レ・帝人・三菱レイヨン、10年メド、3割安く、家電向け用途拡大」

東レ、帝人、三菱レイヨンの3社は2010年をメドに共同で再生炭素繊維の量産を始める。まず3社の出資で運営会社を設立、航空機などから炭素繊維を回収して、新品より三割以上安い再生品を生産する。年間処理量は一千トンと世界最大規模。世界シェア七割を握る三社が再生事業を通じ低価格品を大量供給する体制を整えることで、強度が高く、軽い炭素繊維がパソコンや家電など幅広い分野で利用されることになる。

炭素繊維は航空機やゴルフクラブなどのスポーツ用品に使われているほか、自動車各社が車体の軽量化に役立つ素材として主要な部品などに採用することを検討している。大手、メーカーが回収・再生体制を確立することは、部品・部材のリサイクル率を高めること求められる自動車メーカーの採用を促す効果もある。三社は2009年をメドに共同で使用済み炭素繊維を回収・再生処理する事業会社を設立する。資本金や出資比率などは調整中だが、三菱樹脂、クレハなど他の炭素繊維メーカーにも参加を呼び掛ける。炭素繊維のリサイクル処理は三井鉱山の再生プラント（福岡県大牟田市）に委託する。四月に試験的に稼働しており、今秋をメドに試作品の出荷を開始する。再生工場での生産量は当初年間数百トン規模で、二年後には約三倍の千トンに高め、世界最大級の量産工程とする計画。処理工程では解体した航空機部材などを五百度～七百度の高温で溶かし、炭素繊維と樹脂を分離する。再生事業会社から東レなどの各企業が再生した炭素繊維を引き取り、樹脂と混合して加工品に仕立てて販売する。価格は同じ強度の新品に比べ三割以上安い1キログラム当たり二千円程度になるとみられる。まず、ノートパソコンの外装用の素材として売り込む。携帯型のデジタル家電や建材用の資材の補強材などの用途も開拓する。炭素繊維は鉄に比べて重さが四分の一、強度が十倍。航空機用部材やゴルフクラブなどに使われているが、今後、メーカーは車体の軽量化に役立つとして自動車向けの需要解体句を進める考え。東レは2010年にも専用工場を建設し世界で初めて炭素繊維を使う自動車部品事業に参入する

計画で、トヨタ自動車や日産自動車に採用を呼び掛ける。炭素繊維は1980年代初めから航空機用として普及し始めた。耐用年数が近づき、今後、急速に炭素繊維の廃材が増える見通しになっている。三社は、2010年度以降炭素繊維のリサイクルが世界的な課題となることに備える。

2008年1月16日日経「東レ、炭素繊維で収益拡大、伝統事業の投資効率向上を」

東レが炭素繊維で攻勢をかけている。愛媛工場の新設備が今月稼働するほか、米欧でも増産投資を急ぐ。2009年までに550億円を投じて、炭素繊維の生産能力を年間17900トンと2006年1月時点に比べ6割増やす計画だ。炭素繊維は金属に比べて軽くて強いのが特徴。鉄と比べると4分の1の軽さで強さは10倍に達する。2006年の東レの世界シェアは34%とトップだ。帝人子会社の東邦テナックスと三菱レイヨンの国内3社で世界の7割を占める。航空機に採用され、炭素繊維は一躍脚光を浴びた。米ボーイング社が新型機「787」の主翼や胴体などに炭素繊維を採用し、東レは2006年、2021年までに約7000億円の供給契約を同社と締結した。炭素繊維は2009年3月期以降、20%以上の利益成長を目指す」と榎原社長は強調する。東レの転機は2002年3月期。ITバブル崩壊のあおりを受けて、連結営業利益が188億円と前の期の半分以下に落ち込んだ。その年の6月に就任した榎原社長が徹底したコスト削減とリストラを断行。光学フィルムなど情報通信材料や炭素繊維の拡大をてこに、2007年3月期の連結営業利益を過去最高の1024億円と急回復を遂げた。東レの株価はボーイング社が炭素繊維の採用を決めた2004年ごろから上昇。4年間の上昇率は95%と、同期間の日経平均株価の上昇率の43%を大きく上回る。将来の成長期待を反映する予想PER（株価収益率）は19倍。大手化学の平均は12倍なので、株式市場は成長株と評価している。もっとも、株価は2006年5月の1128円をピークに頭打ちだ。15日終値は772円と最高値を32%も下回る。市場が炭素繊維の成長を織り込んだこともあるが、野村証券の西村アナリストは「企業全体としての投資効率の低さも影響している」と指摘する。東レの2007年3月期の総資産営業利益率（ROA）は6.4%。繊維や情報電子材料など同じような多角化事業を手掛ける旭化成と比較すると、ROAでは3ポイント近く引き離されている。事業別に投下資本（営業資本）に対してどれくらい利益をあげているかを分析しよう。前期末の財務データから推定すると、もっとも大きいのが繊維で2810億円、次いでプラスチック・ケミカルの2500億円。炭素繊維は930億円と全体で5番目の大きさだ。今季の会社予想を基に各事業の利益（税引き後営業利益）を実効税率40%で計算。この利益を各事業資産で割った投下資本利益率（ROIC）は、炭素繊維が12.8%と最も高く、情報通信材料の11%が次ぐ。繊維とプラスチック・ケミカルは4.2%、4.6%にすぎない。炭素繊維と情報通信材料は少ない投下資本で多くの利益を稼ぎ出している。反面、伝統的な事業分野である繊維やプラスチック・ケミカルは投下資本に比べて利益水準が低いことが分かる。2010年近傍までの中期経営計画では、情報通信材料と炭素繊維の拡大をテコに1500億円の連結営業利益を目指す。投資も増えるため、ROAは8%にとどまる見通しだ。一時

の低迷から脱却した東レだが、市場の評価をさらに高めるためには、伝統事業を含めた投資効率の向上が欠かせない。

第12回 ロボットの将来性と共存は？

2015.3.2 日経 無線ヘリ、「空飛ぶ台車」に、徳島大学、手で押して移動

手で押すと

空中を飛び荷物を簡単に運べる無線ヘリを開発。地上 1.5m の高さで浮かぶ。ヘリに荷物を載せて押し出せば、「空飛ぶ台車」のように、目的の方向へ移動する。倉庫内の荷物、災害現場の救援物質の運搬に。大きさは縦横 1m、電池駆動、10~20 分連続飛行、荷物は 3 キロまで。

2015.2.26 日経 自ら学ぶ人工知能、ペーむ、繰り返し遊んで攻略、グーグル開発、ロボにも

米グーグルは「ブロック崩し」などの電子ゲームの攻略法を遊びながら自ら編み出し、人間以上の高得点を出せる人工知能 (AI) を開発。やり方を教わらなくても自分で学習する AI に道を開く研究成果で、将来は人間にしかできないと思われている複雑な仕事もこなせるようになる可能性もある。26 日のネイチャー電子版に発表。開発したのは、人間の脳の神経回路をまねた学習機能を持つ AI 「DQN」。スペースインベーダーやブロック崩しなど懐かしのゲーム 49 種類を AI に与えた。げーもの事前知識を教えなくても、人間のように繰り返し遊ぶことでやり方を学び、高得点を取る秘訣を編み出す。ブロック崩しを約 100 回遊ばせた段階では、AI は飛んでくるボールをうまく打ち返せなかった。400 回遊ぶと取りこぼしはほぼなくなった。600 回を超えると、端のブロックに攻撃を集中して穴をあけ、ブロックの裏側にもボールを送り込んで崩す攻略法を発見し、高得点を出せるようになった。

ゲームの試験開発に携わるプロの人間と AI が得点を競ったところ、ゲーム 49 種類のうち 29 種類で、人間並みかそれ以上の得点を得られたという。ブロック崩しでは人間の 13 倍の得点を取り、最も上手になった「ピンボール」では 25 倍に達した。AI が取り入れたのは、コンピューターが学習によって判断基準を作り出す自ら賢くなる「深層学習 (ディープラーニング)」と呼ぶ最先端の研究分野。人間が教えなくても大量のデータから精度を高めることができ、人間を上回る能力の獲得も可能だ。将来はロボットや自動運転車などの次世代技術に幅広く応用が見込める。

2015.2.25 日経 無人ヘリ、樹木の下も測量、地形、レーザー使い正確に、自治体防災など照準、ルーチェサーチ

小型無人ヘリ (ドローン) での測量を手掛けるルーチェサーチが、レーザーを上空から

照射し、樹木で地面が見えない部分でも正確に計測できる仕組みを開発。防災計画を進める自治体などの需要にこたえる。

2015.2.24 読売 日本の探査車、月面レースへ、来年打ち上げ

無人探査車を月面で走らせて技術を競う国産レースに、日本から唯一参加するチーム「ハクト」は23日、都内で米国チームと会見し「来年後半、一緒に月へ探査車を送り込む」と発表した。米宇宙企業スペース X 社のロケットに、米国チームと相乗りし、このチームの着陸船で月に降り立つ。ハクトの探査車は、全長60cmの4輪車「ムーンレイカー」と同54cmの2輪車「テトリス」の2台。袴田代表は「我々の技術は参加チームのトップ。確実に成功させたい」と語った。レースは米国の財団が主催し、グーグルがスポンサー。「民間が作った探査車を500m以上走らせる」などの課題を最初に達成したチームに「賞金2000万ドル（約24億円）」が贈られる。

2015.2.17 日経 ロボット客室係、ホテルで活躍（シリコンバレー）

お届け物をお持ちしました、電話が鳴り、そう告げられた。ドアを開けると、そこに立っているのは白いロボット。頭部の蓋が自動的に開き、中に入っている歯ブラシを受け取ると、蓋が閉まりロボットは戻っていった。アロフトホテルでは昨年夏からロボットのバトラー（客室係）を試験導入している。「ポトラー」と名付けられたこのロボットの主な業務は物の運搬。客から頼まれた物を人間のスタッフに代わり客室まで届ける。ロボットベンチャーの米サビオークが開発。人間の歩く速さと同様の速度で動き、障害物などをよけながらホテル内を動き回る。他の階に行くときは無線通信で呼んだエレベーターに乗り込み、目的階に向かう。米国ではホテルや小売店、医療と言ったサービス産業でロボット活用が広がり始めている。米エーソンが開発した物品運搬ロボットは全米の140以上の美病院で利用されている。家事を手伝う人型ロボットが一般家庭に登場するのは先になりそうだが、街中のあちらこちらでロボット活躍の場は広がっている。

2015.2.12 日経 コマツ、ロボットベンチャーに出資、建機完全無人、自動走行実現で総仕上げ

コマツは完全に無人で動く建設機械を開発する。整地や掘削作業を自動制御する建機は市場に出したが、現状では建設現場での走行など基本操作は人に頼っている。自動運転車両やロボットなどを開発するベンチャー企業ZMPに出資し、技術を取り込み、次世代建機を実用化する。建機や鉱山機械の自動運転や無人化技術の研究開発などで協働、コマツが培ってきた建機の制御ノウハウと融合させ、無人建機の実現につなげる。コマツはこれまでGPSやセンサーなどを活用し、無人運転や作業の自動化に対応した機械を開発してきた。2008年、鉱山で決められたルートを効率よく走行する超大型ダンプトラックの無人運行システムを実現した。13～14年には、運転要員はいるものの、整地や掘削などを自

動化したブルドーザーとショベルを導入。初心者でも複雑な作業を可能にした。

建設現場は鉱山に比べて走行ルートが複雑など変動要因が多い。無人建機も開発コストがかさんで高価格となれば、コスト削減効果が限られるため、現時点では作業の自動化にとどまっている。コマツの無人ダンプや自動建機は GPS の位置情報を使って制御する。ZMP は GPS に頼らず、カメラやセンサーなどで周囲の状況を把握できる点に強みがあり、協業で製品力を高める。コマツは 2 月から、自動建機のほか、無人ヘリやクラウドなどの IT を活用して、建設現場の生産性や安全性を向上させる新サービスを始めた。東日本大震災からの復興工事や老朽インフラ更新などで建設投資が上向く一方で、少子高齢化もあり人手不足が深刻化しているためだ。今後も、生産年齢人口の減少が予測され、現場作業を効率化する無人建機にも取り組む考えだ。

2015.2.6 日経 日立、廃炉調査ロボ公開、格納容器に投入、汚染状況を撮影

日立は、福島第 1 号機の廃炉作業に使う形状変化型の調査ロボを公開。4 月にも原子炉を覆う格納容器の中に初めて投入し、容器内部の汚染状況を撮影するのに使う。成功すれば、廃炉作業が一步前進することになる。ロボットはヘビのように棒状に伸び、格納容器とつながる直径 10cm の配管を走行。容器内に置くと、この字型に変形して 2 つのクローラーで床面を移動して撮影、放射線量や温度も測る。

2015.1.31 日経 着る「人工筋肉」荷物運び負担軽く、東工大が織物、軽くて安価に

東工大の鈴森教授は体に着るだけで荷物を持ち上げる作業などの負担を軽減できる織物を開発した。空気圧で伸び縮みするゴムチューブ型の人工筋肉が織り込んであり、腰などにかかる力を肩代わりする。手軽に身に付けられる介護装置として商品化を目指す。織物に使った人工筋肉の大きさは、1.2 ミリで、首から押しに向かう縦糸として利用、横糸は普通の糸を使って織り込んだ。試作した織物は長さ約 40 cm、横幅 13 cm で 19 本の人工筋肉が通る。空気を送り込むと全体が伸び縮みする。織物から作った服を着れば、衣服そのものが、筋肉となって手助けする。腰から肩にかけてたとえば、11～12kg の力を発揮し、荷物などを持ち上げるときの負担が軽くできるという。金属製の骨組みを使った従来の介護装置に比べて軽くて身に付けやすく、安価になる可能性がある。4～5 年後には織物から着物を試作し、羽田空港などで実証実験をする。荷物の重さに合わせて人工筋肉を働かせる制御が課題だ。人の筋肉の動きを捉えるセンサーなどと組み合わせ、重い荷物のときに衣服の力を借りる方法を考えている。

2015.1.28 日経 ハウステンボス、園内に 7 月開業、「スマートホテル」1 泊 7000 円から、ロボット・太陽光利用、コークションで価格設定

ハウステンボス (HTB) は 27 日、最新の IT を駆使して省人化・省エネ運営する「スマートホテル」の概要を発表。ロボットや再生可能エネルギーなどを用いてホテルの建設・

運営コストを下げ、低料金を実現した。沢田社長は「世界一生産性の高いホテルで世界市場に進出する」と述べ、海外展開する方針。新ホテルの名前は「変なホテル」。7月開業する第1棟は計72室。同じ部屋数の第2期棟も来年初めて営業開始。同じ園内のホテルに比べ料金を3分の1以下に抑えた。

機械化や自動化を徹底したほかに、太陽光発電など再生可能エネルギーの導入により、低料金を実現。ホテルで最もコストのかかる人件費と光熱費をそれぞれ3分の1以下、半分に抑える。ホテル内にはチェックイン時の接客ロボット（3台）、コーヒーなどを運ぶサービスロボット（1～2台）、清掃ロボット（数台）などを配備。このほか顔認証システムで本人を自動確認し、カギを持たずに部屋に出入りできる。2016～17年をめどにグループのレジャー施設「ラグーナテンボス」に建設した後、新興国などを中心に10年後、1000拠点を目指す。海外にも運びやすいコンテナ型の部屋を現地で組み立てる工法を採用しているため、短期間で簡単にホテルを建てることができる。太陽光発電など再生エネルギーを活用するため、電力事情の悪い新興国でも展開できる。HTBの親会社HISは東南アジアを中心に海外事業を急速に拡大している。「豊かになったアジアの中間層が海外旅行に出かけるようになり、世界中でホテルが足りなくなる時代が来る」と予想する。

2015.1.25 読売 光線にロボ開発課程、新年度にモデル校、情報安全、航空機整備も

政府は2015年度から、高専でロボット開発、情報セキュリティ、航空機整備の3分野の教育プログラムを新設する。政府が23日にまとめたロボット新戦略は、20年の国内ロボット市場を2.4兆円に拡大する目標を掲げている。教育プログラムでは、介護や災害、農業など幅広い分野で活用できるロボットの実現を念頭に、企業ニーズを反映させたカリキュラムを想定している。情報セキュリティの分野では、サイバー攻撃や情報漏えい対策を学ぶ。

2015.1.24 読売 ロボットで労働力確保、新戦略決定、AI開発が課題

政府は23日、2020年までのロボット開発・普及計画となる「ロボット新戦略」を正式に決めた。人口が減る中で、可能な限りロボットに人間の代わりをしてもらう狙い。ロボットの頭脳に当たる人工知能（AI）の開発強化が課題になる。首相は「介護や農業、中小企業まで普及する世界一のロボット活用社会を目指す」と強調。戦略に沿って、開発に取り組む企業などに補助金を出したり、規制を緩和したりする。ロボット普及を目指すのは重労働や単純作業などにロボットを活用し、人口減に伴う労働力不足を補うため。例えば、25年度に約30万人の介護職員が不足すると政府は推計。高齢化が進む農業でも将来の人手不足が懸念される。新戦略では「アシストスーツ」を明記、政府は機能を絞り込んだロボットの開発を支援し、価格を10万円台まで下げることを目指す。欧米や中国を含め、世界的にロボットをめぐる競争は激しくなっている。米国では、情報技術（IT）企業のグーグルがロボット関連企業を相次いで買収した。日本は産業用ロボット稼働台数は世界一だが、海外勢が追い上げている。海外勢は特に、ロボットを動かすためのAIの開発を急いでいる。

AI で国際基準を勝ち取れば、世界の市場の覇権を握ることができる。日本が先行するには AI の開発強化が欠かせない。ロボットを活用するための法整備も必要だ。例えば、無人飛行ロボットの安全性などを定めた明確なルールがなく、新戦略ではロボットに関係する 10 の法制度を見直すことも盛り込まれた。実際に使う中で製品を改善し、ビジネスにつなげていけるかがカギとなる。

介護；介護ロボットで腰痛の原因となる作業ゼロに、介護ロボを介護保険の対象にしやすく。医療；補助金など国による実用化支援を 100 件以上。サービス業；商品の仕分け、点検作業へのロボ普及率を 30%に。インフラ点検；老朽化インフラの点検の 20%にロボ活用。農業；収穫ロボなどを 20 機種以上、農作業現場に導入、無人トラクターなどで一人当たり耕作面積を 2 倍に。

2015.1.18 読売 産学タッグ医療に新風、マッスルスーツ、腰痛めず、

東京理科大学発のベンチャー企業では、「マッスルスーツ」を昨年 11 月から発売。人工筋肉の役割を果たす 4 本のゴムチューブが付いており、かがんだ状態で背中のチューブに空気を注入する。

2015.1.18 日経 曲に合わせてロボが踊る

2015.1.17 日経 農作物、楽々運搬スーツ、クボタが装着型機械、来年にも発売

パワーアシストスーツ、電動モーターで野菜や果物を楽々とも仕上げ、足腰の負担を和らげる。

2015.1.13 日経 トラクター、豪で無人走行、準天頂衛星「みちびき」誤差 5 センチ以内

日立造船や総務省などは日本版全地球測位システム（GPS）として期待される「みちびき」を使い、オーストラリアの農地で無人トラクターの相克実験に成功した。今後は、トラクターにセンサーを取り付け、1 月末から 3 月末にかけて、稲の生育状況や水温の無人測定を試みる。

2015.1.13 日経 ロボット普及へ法整備、無人機を商業利用、公道で自動運転、特区で実証実験

電波法；無人で動くロボットの操作などに使う電波の割り当てなどを規定。航空法；無人飛行機が飛べる高度など運用ルールを定める。道路交通法など；公道での自動運転システムの運用ルールを定める。道路法など維持・保守関連法令；目視などを前提にしたインフラ点検をロボットで済ませられるように緩和。新たなルールも整備。消費者安全法；ロボットによる事故が起きた場合の原因究明のあり方を規定。

2015.1.9 日経 「人間とは」ロボで追究、動作・感情・どこで判断、似すぎると違和感も「不気味の谷」克服めざす

人間そっくりのヒューマノイド（人型ロボット）を作る研究が盛んだ。落語家ロボットや情勢のヒューマノイドが百貨店で接客や演劇で活躍中。研究者たちはヒューマノイドを開発することで、人間らしさや人とは何かを追究する。科学の根源ともいえるこの問いかけに、進化するロボットはどこまで貢献してくれるのだろうか。

ロボットという言葉はカレル・チャペックの戯曲に1920年ごろに初めて登場した。国内では69年に早稲田大学教授（当時）の加藤一郎さんが下半身型ロボット「WAP-1」を作った。加藤さんは73年に腕や足、目や耳を持つ2足歩行ロボットを開発、84年には人間に近い速さで歩くロボットを作製。2足歩行ロボットの開発で日本は世界をリードしてきた。96年にはホンダが「ASIMO アシモ」の前身となる「P-2」を公開。外部につながるケーブルがなく、自律制御ができ、完成度の高さに世界が驚いた。続いてソニーが踊るロボット「QRIO キュリオ」を開発するなど、2本の足で歩くという人間の最大の特徴を持つヒューマノイドの実現に成功した。大阪大学教授の石黒さんは99年に上半身型ロボット「ロボビー」を開発、その後も人間に似た外見のヒューマノイドの実現に打ち込んだ。2005年、樹脂でできた皮膚をもつ女性型ヒューマノイドを開発し、愛知万博に種って。06年には国際電気通信基礎技術研究所（ATR）が石黒さんそっくりの「ジェミノイド H1-1」を作り、国際的に高い評価を受けた。石黒さんはその後、百貨店で販売員を務める女性型ヒューマノイドや、人間国宝で落語家の桂米朝さんに似た「米朝アンドロイド」を開発。演出家の平田オリザさんと協力して、女性型の「ジェミノイド F」が出演する演劇も頻繁に公開。石黒さんの最終目標は「人間に似たものを作ることで人間を理解することだ」と語る。人間らしい外見や動作を突き詰めると、我々が周囲の人々のどこに人間らしさを見出すかが浮き彫りになる。ヒューマノイドの動きをさらに人間に近づけるカギが人工筋肉。東京工業大学のチームが網状の合成繊維で覆ったゴム製のチューブからなる人工筋肉を開発、約400本のチューブの1本ずつに空気を送ることで、まるで本物の筋肉のように自然に動く。名古屋大学は10倍も伸び縮みする素材を作った。しなやかな人工筋肉を採用すれば、ヒューマノイドはさらに人間と見分けがつきにくくなる。もう一つ、表情が人間らしさを大きく左右する。米朝アンドロイドは目の開閉、眉の動き、顔の筋肉の動き方を工夫した。驚く悲しむと言った表情は比較的簡単だが、はにかむ表情が難しい。激しい怒りを表現すると樹脂製の皮膚がこわれてしまう。石黒さんは美男美女型の開発にも熱心。美しい顔や体の要素を組み合わせ「単に人間らしいだけでなく、実在の人間をどこまで超えられるかを試す」と話す。完ぺきに均整がとれた人間離れしたヒューマノイドができれば、もはや人間らしさをどこまで感じられるかを確かめる。ヒューマノイドが人間に似てくれば似てくるほど、人間に与える影響が気持ち悪くなっていくという逆説がある。「不気味の谷」と呼ばれ、ヒューマノイド開発で高い壁になっていた。用途や使う場面にもよるが、人間と見分けがつかないヒューマノイドが生まれる日はそう遠くないかもしれない。

2015.1.9 日経 トンネル事故把握へ、ロボットで実験、

国土技術政策総合研究所は、3日、中央自動車道笹子トンネル天井板崩落のような事故や災害発生時に、カメラ付ロボットでトンネル内部の状況を把握するための実証実験を公開した。民間企業や大学で構成する6つの研究チームから各1台のロボットが参加し、遠隔操作で前進させたり、プロベラ付ロボットを飛ばしたりした。トンネルの途中には事故や災害で動けなくなった車両や、流入してきた土砂、落下した天井板に見立てた障害物を設置。無事に障害物を通過したロボットでも、外部からの電源供給が不可能な状況を考えれば、稼働時間が短いといった課題が指摘された。今回の実証実験などを踏まえ、2017年度に現場での本格導入を目指す。

2015.1.8 読売 認知症の人支えるロボット、重要ビジネス、企業が開発に力

認知症のお年寄りが増える中、民間企業が、認知症の人や家族の生活に役立つ商品の開発に乗り出している。認知症の人に優しく、使いやすい商品やサービスは、「社会貢献だけでなく、ビジネスとしても重要になってきている」として、多くの企業が本腰を入れ出した。

感情読み取り交流

「ペッパーちゃん、今度はいつ来るの?」「こっち向いて」ソフトバンクが開発中の人型コミュニケーションロボット「ペッパー」が訪れ、認知症のお年寄りたちと交流していた。ペッパーは、人間の感情を読み取り、喜ばせようと振る舞う世界初の個人向けロボットで、2月に一般発売(19万8千円)の予定。さらに現在、認知症の人の話し相手にもなれるようなプログラムを開発中。認知症の人は予備軍も含め2012年時点で800万人超と推計されており、今後さらに増加するとみられている。また、世帯主が65歳以上の一人暮らし世帯や高齢夫婦のみ世帯の割合も、10年の20%から35年には28%に増える見込み。同居の家族がいても仕事に出かけ、昼間は一人きりで過ごすお年寄りも多い。そうした状況から、認知症ケアや介護予防などを国や自治体の施策に頼るだけでなく、「くすりの飲み忘れを防ぐ声掛けなど日常生活を支援したり、コミュニケーションを促したりする商品が求められている」と、ペッパーの開発に取り組む同社の林さんは指摘する。同社では今後、お年寄りに思い出話を促す機能などを加え、より認知症の人の助けとなるよう開発を進める予定で、林さんは「疲れ知らずのペッパーなら、いつでも話し相手になれます」とはなす。

富士通研究所では、11年に「認知症」を研究テーマに掲げた。まずは研究員らが、都内の認知症の人や家族と共に、ミカン狩りと温泉旅行に出かけ、認知症の人が日常生活の中でどんなところにつまずくのか調べた。「認知症の人に使いやすい商品は誰にでも使いやすいはずで、商品やサービスの価値が高まる」とプロジェクトリーダー。NECなどが開発したコミュニケーションロボット「パペロ」は、既に介護施設などで活躍している。今後、一般家庭でも月額1万円台で利用できるようにしたい考えで、同社では「これまでは高齢

者施設など、特定の場所でしか利用されなかった認知症の人向けの商品が、まもなく一般家庭でも広まる」と予測する。「ここ数年で、様々な企業が認知症に関心を持ち始め、問い合わせが増えている。一般に知られやすい商品やサービスを販売すれば、予防にもつながる。世の中への発信力を持った企業の取り組みに、ぜひ協力していきたい」。

2015.1.7 日経 ロボット失業、怖くない、人の仕事のトモダチだよ

2015.1.3 日経 無人飛行機（ドローン）、物流・農業、アイデア満載

2014.12.1 日経 インフラ点検にロボット、国交省、人材・財源難の自治体支援

2014.11.23 日経 進化するロボット・人工知能、幸福な共存へ知恵絞れ

ロボットと人工知能が何度目かのブームを迎えている。人は新しい概念を思いついてそれに名前を付けることができるが、機械にはどうしていいかわからない。現在どうすれば、ロボットが言語を覚え、概念を獲得できるようになるかとう挑戦が盛んに試みられている。人工知能が試験問題を解くプロジェクト、2021年度の東大入試で合格点を取ることを目指している、すでに、私立大学の半分以上でA判定の評価を受けている。

ロボットや人工知能の進歩に反対する「ネオ・ラダイト運動」なるものも一部で起き始めている。

人間は何をすべきか。コンピュータが苦手な「論理と言語を駆使して高度に思考し表現する仕事」のために、教育を通じて小さい頃から「自前の脳を豊かに耕しておく」必要がある。賢くなったロボットや人工知能と人がどう折り合いをつけ、人にとって幸福な共存生活を営んでいくかを真剣に考え始めるべき時期にきている。

2014.11.18 日経 生き物らしさ探る、数学・材料など、異分野から知恵、複雑な自然の動き、再現

ロボットと人間の共生を目指す研究は生き物らしさを探る挑戦でもある。統計数理研究所の風間は「生物の不思議な動きを数式にまとめ、ゴム素材でできたロボットに応用し、複雑な動きをシンプルな仕組みで再現した」。同大の竹内らは、細胞を培養して2本の筋肉を作り、プラスチックの関節に張り付けた。直径3cmにも満たないが、電気で刺激すると筋肉が交互に縮む。「生体と機械の融合」をめざし、将来は斬新な「バイオハイブリッドロボット」を目指す。傷ついても自己修復する技術も可能になるかもしれない。チームは工学のほか、再生医療、化学、分子生物学など様々な研究者が集結した。人の気持ちに共感するロボットを作る大阪大学の浅田は「徹底して異分野の研究者を入れている」。ロボット工学者のほか心理学者や脳科学者、認知科学者が出入りしている。材料研究者。人とロボットの共生関係は既存の発想にとらわれてはたどり着けない。人間そのものを理解する

難しさが立ちだかっている。実用化を阻む壁は高いが、乗り越えた先には機械を意識せずには使いこなす驚くような日常が広がっている。

2014.11.7 日経 飛行ロボット、ドアも開けるよ、東工大、腕装着、災害時など活用

2014.11.1 日経 無人でも機械が「お仕事」

果樹園用の除草ロボット、光学センサーで幹を識別し、傷つけないように回転刃の付いた「腕」を起用に出し入れする。5年後に実用化。農機メーカーもITを活用した「スマートの農機」に注力する。農業は成長産業、ヤンマーは無人ヘリ、クボタはトラクター。政府は有力な輸出品に育てる。農林水産物・食品の輸出額を2030年までに約10倍の5兆円に引き上げる。

2014.10.31 日経 医出づる国、医療・介護ロボ、日本技術が道、3900億円市場へ

「体調はよさそうですね」。耳元で優しい声が響く。目を開けると、ベッドサイドから覗き込むロボットのモニターに、主治医の顔が写っていた。腕にはめた腕時計型センサーが、寝ているうちに血圧や体温を病院に送ったらしい。「シャワーでも浴びるか」。不自由な足にスーツを装着すると、さっと階段を駆け下りた。SFの話ではない。全て研究中や実証実験中の技術。10年後の先進国ではほぼ確実に実現可能。厚生労働省によると、70～74歳で介護が必要な人の割合は6.3%、80～84歳は26.9%、90歳超では70%近くになっている。超高齢化社会は超介護社会でもある。若い世代に代わり、介護の担い手として注目されているのが、ロボットやIT（情報通信）技術。富士ソフトの身長40cmの人型ロボット「パルロ」体操の実演、動作が人間そっくり。リハビリを支援する小型機器やマイクロ波による見守りシステムの開発が進む。トヨタは歩行リハビリ用ロボットを藤田保健衛生大学と開発し、年内にも臨床研究を始める。

2014.10.31 日経 センター模試・英語で人工知能、平均点超え、NTTなど開発

2014.10.31 日経 期待集める医療・介護ロボ、輸出視野、安全性の確保カギ

経済産業省のロボットの定義は「センサー、駆動系、知能・制御系の3つの要素を有する機械システム」。

2014.10.21 日経 人工筋肉もっと自然に、空気制御、滑らか新素材、しなやか、ロボットに応用、東工大、名大、電通大

2014.10.20 日経 老朽インフラ点検、中小活躍、無人ヘリやロボット勝代、きめ細かい対応強み、数時間が10分に、

2014.10.15 日経 竹中、日本マイクロソフト、ビル人工知能で制御、空調など最適化、管理者を削減

人工知能の一種である「機械学習」を活用、データを集め、MSの機械学習ソフトで処理して規則性を見つけ、空調機器などに自動で対応を指示する。

2014.10.10 日経 人工知能とは、自ら学習し、賢く

人工知能（AI）とは、人間と同じ程度の知性を持ち、問題を解決したり、目標を達成したりできるコンピュータープログラムを作る科学と技術を指す。英国の数学者アラン・チューリング（1912～54年）が先駆者といわれており、50年代から研究が続いている。97年に米IBMのスーパーコンピューター「ディープブルー」が当時のチェスの世界チャンピオンに勝った。最近では、人間が教えなくてもコンピューターが自ら学習して賢くなる「ディープラーニング（深層学習）」と呼ばれる技術が注目を集めている。

2014.10.10 日経 米IT人工知能で進化、新事業創出へ投資、グーグル自動運転を強化、アマゾンロボットに活用

米IT（情報技術）大手企業が人工知能を活用した事業創出に力を入れ始めた。IBMは8日、ニューヨーク市内に人工知能型コンピューター「ワトソン」の世界本部を開設。グーグルは次世代の量子コンピューターの開発を進め、人工知能の性能向上に取り組んでいる。人工知能はITサービス・製品の競争力強化に不可欠と見て、各社は投資や人材の確保を急ぐ。

2014.10.5 日経 産業用ロボ、多能工の時代、双腕型、工場も研究室も

製造現場を支えてきた産業用ロボットが進化している。人間のように2本の腕を器用に操る「双腕ロボット」の登場。従来のロボットは溶接や運搬など単純な作業を速く正確にこなしていたが、熟練技能者に頼る複雑な作業もできる。創薬や臨床検査、研究現場など、これまで使われなかった現場への用途が広がりそうだ。

2014.9.28 日経 自ら学び育つ人工知能、認識率高く、ビジネス化進む

2014.9.25 日経 パナソニック、介護ロボ、16年度参入、100万円弱想定

高齢者が立ち上がりたり、座ったりするのを補助するロボット。介護ロボは高齢者が附属の専用ベストを着て使う。

2014.9.21 日経 老朽ダム、ロボが守る、補修や点検、安全・低コスト

2014.9.17 日経 人工知能型コンピューター、データ分析、簡単に、米 IBM

ワトソンを使ったビッグデータ分析で従来に比べて格段に簡単に操作できる仕組みを構築した。

2014.9.17 日経 人の動きに合わせて、家電、移動させるロボ、照明やスピーカー、最適配置 2016年の製品化を目指す。「Pain (パタン)」と呼ぶロボットを開発。

2014.9.5 日経 人工知能、人に追いつくか、

機械学習；大量のデータを統計的に分析し、特定のパターンや規則性を見つけ答えを確率的に推測する手法で、現在の人工知能の基盤をなす。電子商取引やメールなど膨大なデータを使いコンピューターを学習させ、人間の行動や市場の動きなどを精度よく予測することが可能になった。また、人の脳をまねた回路技術「ニューラルネット」の分野で、より複雑な学習・推論ができる「ディープラーニング（深い学習）」と呼ばれる手法が編み出され、人工知能に応用されつつある。

2009.10.25 日経 微小ロボ、体内手術へ起動、患部狙って検査、操作の研究進む

マイクロロボット；寸法がマイクロメートル(100万分の1)メートルサイズのロボット。カプセルなどに入れて使いやすくし、微小物体を動かすことができるタイプも含む。例えば、人間の体を構成する、大きさが5~100マイクロメートルの細胞や、細胞の中にあり数マイクロメートルサイズのミトコンドリアなどの細胞小器官を動かせる。日本が得意とする半導体の大規模集積回路(LSI)の製造技術や、さらに細かい加工を伴う最先端のナノテク(超微細技術)で作れるようになった。体内に入れても途中で引っ掛かり悪さをする危険性が低いので、医療分野などへの応用が期待される。

2001.1.1 日経「スーパー技術、視界に、知能型ロボット誕生、チップが意識もち始める、DNAが情報管理、スーパーコンを圧倒、脳の開発、迷いもある、人の尊厳脅かす恐れ」

理化学研究所脳科学総合研究センターの松本元グループディレクターは脳が持つ優れた情報処理能力に着目し、人間の思考により近い「脳型コンピューター」の開発を目指す。既存の計算機が苦手とする直観的な処理が得意で誰にも扱いやすい機械になると予測される。しかしその実現は人間の尊厳そのものを脅かす恐れがあるとも指摘する。

20世紀はコンピューターが急速に普及した。「人間は情報なしには生きていけない。生物は食物や酸素を取り込み体内で処理して生存する。情報も同じ。人間の脳は情報を出し入れして活性化する。情報処理は人間性そのもの。便利さや効率化を求めて情報化はますます加速する。」脳を研究する狙いは、「優れた情報処理システムだからだ。情報をまず直感で判断し追加情報で補正する。例えば細くて長いものが動いたら「ヘビではないか」と言う直感がまず浮かぶ。それから情報を追加して確認する。既存の計算機は解答を得るの

に最初から細かい情報を必要とする。人物を見分ける作業などをやらせると処理量が膨大になる。脳に近い情報処理であればコンピューターはさらに高速化する。」脳と計算機の違いは、「情報を処理する目的が全く違う。脳は情報を自ら選択し、その情報を処理する方法（アルゴリズム）を学ぶ。失敗などの経験を通じて目的を達成する。脳はアルゴリズムを得るのが目的で、答えはあくまでもその手段。コンピューターは計算結果などの出力が目的で、処理の方法を決めたプログラムなどの入力手段。両者は目的と手段が逆」逆転現象が社会に影響を及ぼしているのか。「現代社会は出力（結果）を重視する傾向が強い。目標に挑戦すること自体はあまり評価せず、失敗も許さない。これでは脳本来の目的を否定されているのに等しい。また情報化についていけない人間は駄目というレッテルを張る社会になりつつある。コンピューターは人間の道具のはずだが、人間がコンピューターの道具になっている。ITの推進はこうした問題を考えて取り組む必要がある。」脳型コンピューターの実現性は、「半導体技術を用いて、脳細胞を真似た人工神経細胞チップを作った。チップが動くことは確認したが、性能はまだ十分でなく脳のような直観処理はできない。メモリーとプロセッサを一体化した新しいチップを2002-2003年の完成を目指している。既存の計算機より百万倍の計算速度を持つ革新的なチップになるだろう。」「脳型コンピューターの開発に20年以上取り組んできたが、ここ数年完成していいのかわ迷いが出てきた。新しいチップは人間の脳を置き換える可能性がある。脳は人間の尊厳であり自己を決める。その実現は人類の生存にとって良いことなのか。開発の結果に科学者も責任がある。今後、慎重に考えて研究に取り組みたい」

米カーネギー・メロン大学のハンス・モラベック教授は、2040年には人間並みの知能を持つロボットが現れると予言する。ソニーコンピューターサイエンス研究所の北野宏明シニアリサーチチャーは、ワールドカップで人間のチームを破るほどの運動能力と知能を備えたロボットチームを2050年までに育成できるとみる。21世紀に本格的な実用化を迎える大型技術が知能ロボットだ。産業革命以降、人類は機械に腕力の代用をさせてきた。20世紀のコンピューターの登場は記憶や計算と言った脳の働きの一部を機械化した。21世紀に登場する知能ロボットは知能や学習能力、柔軟で表現力豊かな身体能力を備える。人類は自らに似せた「知能を持つ機械生命」を創造し、産業革命以来の機械文明は一つの頂点に達する。

知能ロボット実現の足掛かりは「脳」だ。科学技術振興事業団・川人動態脳プロジェクトの研究者らが作ったロボットは立ち上がる動作を学ぶ。本田技研工業などが歩くロボットを実現、人型ロボットの可能性について多くの人の目を開かせた。しかし倒れると立ち上がることは困難。その意味では1歳児の運動能力にも及ばない面がある。川人氏は脳が運動を学習する仕組みをロボット制御に応用することを研究、けん玉やテニスのサーブを学び実行できる器用なロボットを実現してきた。立ち上がるロボットは、三枚の金属板が二つの関節でつながっただけの単純な構造だが、寝ている状態から二つの関節が人の腰とひざのように連携して動き起き上がる。何度も転びながら立ち上がる練習を繰り返した結

果、上手に立ち上がれるようになった。基礎研究の積み重ねが、アリ並みの知能のロボットを人間並みの知能を備え自然な動きができるロボットに育てていくことにつながる。

松下電器産業は、「賢くなるソフトウェア」の開発に取り組んでいる。あかちゃんが母親から様々なことを学ぶプロセスを研究、2015年ごろをメドに自ら成長するソフトとの実現を狙う。認知科学や発達心理学の成果も生かす。コンピューターをより使いやすくするのが研究の狙い。使う人と対話を繰り返し、その人の癖や好みを把握、次第に賢く使いやすくなる。ロボット開発を直接狙ってはいないが、その考え方は知能ロボット実現にも活かせるはずだ。

シリコンチップの中で知能を自然発生させる。その名も「デジタル・アインシュタイン・プロジェクト」という大胆な研究が京都大学で進んでいる。同大の稲垣助教授は、マクロプロセッサ開発で知られる嶋会津大学教授と組み、人間と同じような認識・学習能力を備えた「進化チップ」を2010年までに実現させる計画。稲垣助教授は、既存の科学の枠組みではとらえにくい自然・生命現象などの解析を目指す「複雑系の科学」の研究者。チップ上のトランジスタなどの配置に複雑系の理論を応用することによって、本来プログラムで指示された命令を実行するだけのチップに「知能」が進化してくると主張する。チップが「意識を持つようになる」と言い換えてもよいとさえ言う。実現するには毎秒1兆回以上の計算ができる非常に大きな計算能力が必要だ。理化学研究所も独自の「脳型コンピューター」に取り組んでいる。人間の「意欲」や「生存本能」にあたる能力をコンピューターにもたせる狙い。これに成功すれば、コンピューターは自らをより賢くしようと環境に適応したり学習したりするようになる。とみる。

DNA（デオキシリボ核酸）が計算問題をみごとに解いた。「DNA コンピューター」と呼ばれる全く新しい原理で動く計算機が登場した。細胞内でDNAが遺伝情報を記録し複製する仕組みを巧みに使って難問を解く。計算速度はスーパーコンピューターの百万倍以上になるとも言われる。生命をまねた新しい計算機が情報処理の限界を打ち破るかもしれない。東京大学大学院の陶山助教授はDNAコンピューターの原理で動く計算機を初めて開発、数学の難問である「NP完全問題」を解いた。NP完全問題とは多都市を訪れるセールスマンの最短ルートを求める「巡回セールスマン問題」に代表される問題群。既存の計算機が苦手なデータの並列処理能力が試される。この種の問題を解くことは効率的な通信ネットワークや航空機運航計画などを作るのに役立つ。「DNAコンピューターの実用化の可能性が見えた」と陶山助教授は言う。新しい計算機のアイデアは1994年に米南カリフォルニア大学のレオナルド・エイルドマン教授が提唱した。DNAはアデニン（A）、チミン（T）、グアニン（G）、シトシン（C）の4種類の「塩基」という化学物質がたくさんつながった長い鎖状の分子。塩基がいわば「文字」。その並び順で情報を記録する。このうちAとT、GとCはそれぞれ鍵（かぎ）と鍵穴のように互いに選択的に統合し合う。このため細胞分裂時に、情報を正確に複製し次の細胞に伝えることができる。DNAコンピューターによる計算プロセスは一見すると化学実験と変わらない。

データやプログラムは特定の塩基配列を持つよう合成した DNA 分子で表現し、計算は分子同士の化学反応の繰り返しだ。例えば「4 + 6」の計算だと、「4」「6」「+」を表す三種の DNA 分子を作り試験管で反応させる。何段階かの反応の末、得られた DNA の塩基配列を読み取れば、それが答え。普通の計算ならこんな手の込んだ手法は

第 13 回 宇宙産業の将来性？

2015.1.10 日経 宇宙産業立て直し、基本計画決定、企業の投資促す

政府は、9 日、2015 年度から 10 年間の宇宙政策の方針などを定めた新しい宇宙基本計画を決定した。衰退の危機に追い込まれていた宇宙産業の強化と、安全保障分野での衛星整備など宇宙利用促進を両輪として推進、国際的に出遅れていた両分野での挽回を狙う。

産業振興では今後の人工衛星やロケットについて打ち上げの基数や年度を工程表で具体的に示したのが画期的である。これまでは政府予算の単年度主義もあり、中長期の計画は明示されていなかった。このため企業は設備や研究開発などの投資判断が難しいという事情があった。新計画は年度などを示すことで企業が投資しやすい環境を整えるのが狙いだ。衛星メーカーの NEC は「長期的な工程表を示されたことは宇宙産業基盤の維持、強化につながるもので、大変喜ばしい。宇宙開発に貢献するため引き続き技術を磨いていく」とコメントを公表した。H2A などを手掛ける大手メーカーの三菱重工は、「宇宙利用を取り巻く環境変化に対応した具体的な有効活用の方策が示されている」と評価。「基本計画の実現に向けて貢献していく」とコメント。新事業計画は宇宙機器産業の事業規模を今後 10 年間の累計で 5 兆円とする目標を掲げた。ただ、産業強化につなげるには、計画をどこまで着実に実行できるかにかかっている。

2015.1.6 日経 米中、宇宙でも攻防、日本の安保に火種、中国、軍事衛星に攻撃の照準

宇宙でも、米中などによる軍の攻防が始まった。日本も蚊帳の外では済みそうもない。

4 万人精鋭集団

ロッキー山脈のふもとに、空軍宇宙軍団がある。4 万人以上の精鋭集団。その担当は宇宙の守り、軍事衛星や地上のレーダー網を駆使し、怪しい衛星や物体が飛んでいないか監視するほか、宇宙からミサイル発射の兆候にも目を光らせる。宇宙での戦争も絵空事ではない。そんな切迫感が米軍内に広がっている。きっかけは、2013 年 5 月の、大事件。米国防省によると、中国が衛星攻撃兵器を実験。衛星を壊すためのロケットを、いちばん高い静止軌道（約 3 万 6 千キロ）に近づけることに、初めて成功した。米軍は多くの作戦を衛星に頼っている。長距離通信、戦闘機や無人機の運用、地上監視、ミサイルの誘導もそうだ。衛星が壊されたら、米軍の機能はマヒしてしまう。中国だけでなく、「ロシア、イラン、北朝鮮」も妨害電波などによって衛星を壊す兵器を開発している。

2014.12.6 日経 米、新宇宙船打ち上げ、有人探査へ試験機、30年代、火星目指す計画、中開発、中印が台頭

米国は2030年代に有人火星飛行を目指す。試験機は米ボーイングの世界最大のロケット「デルタ4ヘビー」で打ち上げた。4人乗りを想定する直径5メートルの試験機は、時速3万2千kmで大気圏に再突入した際に、摂氏2200℃に達する高温に耐え、パラシュートを広げて無事に着水できるかどうかを確かめる。宇宙線オリオンと新型ロケット「SLS」を220億ドルかけて開発、宇宙飛行士を20年代に小惑星、30年代に火星にそれぞれ送る計画。

2014.12.5 日経 三菱電、合金会社清算へ、来夏にも、人工衛星へ経営資源

2014.12.4 日経 欧州ロケット、費用半減、次世代型米ベンチャーに対抗、価格破壊、世界に波及、打ち上げ回数、欧米勢先行、中国も追い上げ、実績積み

第14回 その他の新技術・新ビジネスは？

2014.12.19 日経 企業人、先端医療後押し、皮膚など再生、事業化や啓発、109社参加の組織まとめる

人間の目や内臓などの組織を再生し、失われた機能を取り戻す「再生医療」が注目を集めている。まだ多くは基礎研究の段階だが、製薬会社や精密機器メーカーなどの研究者は、患者が少しでも早く治療を受けられるように、技術改良などに知恵を絞る。そんな企業研究者などが集うのが、109社が参加する「再生医療イノベーションフォーラム」(FIRM)。

2014.12.9 日経 考える工場、ドイツから新産業革命

車、電機、機械産業が集うドイツ南部。後世の歴史家はこれを「21世紀の産業革命発祥の地」と命名するかもしれない。カイザースラウテルンにある人工知能研究センター。シーメンスなど独製造企業10社が参加する「近未来工場」の実験が始まった。生産する製品の材料が近づくと、機械がチップの情報を読み取って必要な工程を指示し、複数の生産設備を最適のラインに組み替える。人は不要。機械同士が「会話」して、どんな製品でも生産する究極のフレキシブルラインだ。まずは日用品が対象だが、機械部品や自動車部品などなんでも応用できる。「インターネットの進歩で究極の多品種少量生産が可能になった」。狙うのは工場の枠を超えた連携だ。自動車なら素材や部品メーカーから販売店、電力、輸送会社などまであらゆる産業がネットでデータをやり取りする。極めれば在庫ゼロ、人件費やエネルギー消費も最小化できる。いわばドイツ国内が「1つの仮想工場」。10年以内に独製造業の生産性を5割前後高めるといふ。キーワードは「第4次産業革命」を意味する「インダストリー4.0」だ。18世紀の綿織物工業の機械化が第1次産業革命。電気による大

量生産時代がの 20 世紀初頭が第 2 次産業革命、コンピューターによる自動化が進んだ 1980 年代以降が第 3 次産業革命。第 4 次産業革命は自動化された工場が業種を超えてネットワーク化され、国家として立地競争力を競う時代と考えればよい。米国やアジアとの競争を前に「ドイツの強みである製造業を底上げする」。

ロボットの導入が本格化し始めた中国でも、政府内で 25 年までに製造業を知能化させる計画づくりが進む。10 月、メルケル首相と会談した中国の首相李克強は「4.0」関連の技術交流や標準化への協力でも合意した。

IT の進化など製造業を取り巻く環境が激変している。日本のものづくりは新たな価値を築けるか。

2014.11.20 日経 国内最大級の環境都市始動、成長モデル湘南から、パナソニック、「街丸ごと」でアジア攻略

パナソニックが進める藤沢市のスマートシティーの概要；面積は東京ドーム 4 個分、総事業費は約 600 億円、完成は 2018 年、計画人口は約 3000 人、街全体で二酸化炭素を 1990 年比で 70%削減、約 1000 戸の住宅全てに太陽光発電と蓄電池。センサー付き街路灯、エコカーの共同利用。

パナソニックの役員は、百年先まで持続する街を目指し開発してきた。このモデルを世界に展開したい。冷蔵庫などを生産してきた工場の広大な跡地に戸建て住宅 600 戸、集合住宅 400 戸を建設する。商業施設、公共施設も設ける。すでに、120 戸が分譲済みで、2018 年に街全体が完成する。売りは環境対応。全住宅に太陽光発電と蓄電池があり、見える化で省エネを促す。住民は余った電気の売却で収入を得られるほか、災害時は非常用電源にも活用できる。発光ダイオード（LED）街路灯と連動した監視カメラで安全性が高く、コミュニティールームには工作用 3D プリンターを設置。戸建ての価格は 5 千万～6 千万円大。JR 藤沢駅から約 2 km の場所。住宅や街に導入される機器や資機材の大半をパナソニックグループが供給する。住民の健康管理支援なども含めて、30 年間累計で 400 億円の売り上げを見込む。

ビックデータとは、

企業などが保有する膨大な量のデータ群を指す。小売店の販売データや SNS(交流サイト)の書き込み、駅の監視カメラが記録した情報など各種データから成る。データの相関性を分析することで消費者の嗜好の変化や製品の需要予測などが可能になるが、分析には専門のシステムや知識が欠かせない。

2014.10.17 日経 ビックデータ、先読みの武器、「つぶやき」集めて分析、販売や防災、効率的に

インターネットの普及で世界中の誰でもがあらゆる情報にアクセスでき、また、発信す

ることも可能になった。コンピューターが処理する情報量は爆発的に増え、ちまたにあふれる膨大で多様なデータ群を「ビッグデータ」と呼ぶ。情報社会ではブックデータをいかに使い、ビジネスや社会的課題の解決などに役立てるのかの重要性がこれまで以上に増している。

ビッグデータという呼称は、2000年代後半からIT業界が使い始めたとされる。既に一般にも浸透しつつあるが、明確な基準はない。新聞の朝刊数十万年分に相当する数百テラ（テラは1兆）バイト以上に上るとの見方もあるが、企業は自社のサービスや目的に合わせて使っているのが現状。単に「膨大なデータ」を指してビッグデータと呼ぶケースも多い。かつては顧客データなどフォーマットの決まった管理しやすいデータが大半だった。しかし、最近ではブログの文字や映像、電子書籍の活字といったデータが増えている。ITや通信技術の発展でそれらを細かく収集し、分析できるようになった。情報が情報を生む社会になった。現在、ネットの交流サイトやツイッターではユーザーが身の回りの出来事を頻繁に投稿している。SNS上の情報からサイト運営会社がユーザーの発言傾向や関係性を分析し、それを基に新しいサービスや広告戦略に生かし、新たな情報サービスを生むというサイクルができた。ビッグデータを応用できる分野はとても多い。

2014.4.17 日経 ビッグデータ 300社連携、相互利用へシステム共有、開発・販売に応用

インターネットイニシアティブ（IIJ）や富士通総研などが連携し、企業が保有するビッグデータを他社と共有・交換できる専門組織を5月に設立する。自社だけでは有効利用できないデータを組み合わせる相手先を探し、製品開発や適切な販売促進などに生かせるようになる。ビッグデータのビジネス利用に弾みがつく。精密機器や飲料などの大手メーカー、広告各社などが参加する予定。各社は年間30万円を払って専門組織に加わり、他社が保有するビッグデータのリストを見ることができる。自社の事業に活用できそうなデータを見つけるとデータの相互利用を提案し、個別に交渉する。費用負担などは両社で決める。仲介コストは発生しない。ビッグデータの活用には分析のシステムや専門家が必要だが、日本では備えている企業は少ない。専門組織はこれらも提供し、各社が塩漬けにしているデータの真価を引き出す手助けをする。不動産会社と飲料メーカーが組む場合、複数ビルの室温データとビル内にある店舗での飲料の販売状況を提供し合う。不動産会社は温かい飲料の売れ行きなどから、ビルの最適な設定温度を予測することができる。飲料メーカーはどの製品を重点的に販促するかなどの戦略が立てられる。食品や家電製品など消費財メーカーの場合、テレビやラジオで特定の商品が取り上げられた直後のミニブログ「ツイッター」の反響やスーパーの販売増などの相関関係を見極め、消費者が好む新製品の開発につなげる。旅行会社は観光地が紹介されたテレビ番組の視聴率と翌日の鉄道利用者数、パック旅行の予約状況の関連などを判定し、消費者の行動パターンを予測しやすくなる。企業間だけではなく、国や自治体が保有する公開データも活用する。

第 15 回 要点整理（グループ討議、レポート提出）