

深刻化・多様化するエネルギー問題の解決へ 創る、蓄える、循環させる、 エネルギーの未来技術

近年、地球規模の課題となっているエネルギー問題は、業界や規模を問わず、あらゆる企業にとって重要なテーマ。限りある化石資源に頼った現状から脱却を図り、持続可能な発展を実現するために、創エネ、蓄エネ、省エネの各分野で新たなエネルギー技術への挑戦が続けられている。今回は、これら「エネルギーの未来技術」の中から、次代の主役として期待される先進テクノロジーを紹介しよう。

「未来への警鐘」にはとどまらない、 エネルギー問題は喫緊の社会課題

世界各地で豪雨や猛暑といった異常気象が相次ぐ中、その要因として温室効果ガスの排出量増加による気温上昇が指摘されている。温室効果ガスの削減は、国や企業単体の努力だけでなし得るものでなく、人類すべてが手を取り合って取り組むべき課題である。そこで、削減に向けた国際的な枠組みとして、2015年に開催されたCOP21において「世界的な平均気温上昇を産業革命以前に比べて2℃以下に保つとともに、1.5℃に抑えるよう努力する(2℃目標)」を掲げた「パリ協定」が採択された。

こうした国際的な潮流を受けて、日本政府は2020年10月、2050年までに「カーボンニュートラル」を目指すことを宣言した。カーボンニュートラルとは、二酸化炭素(CO₂)をはじめとした温室効果ガスの排出量から、森林などによる吸収量を差し引き、合計を実質的ゼロにすること(図1参照)。その実現に向けて、各分野で脱炭素の動きが広がっているが、中でも重要

なのがエネルギー分野での取り組みだ。日本のエネルギー(発電量)比率は、約8割までが石油や石炭、天然ガスなど化石燃料による火力発電に占められていて、温室効果ガスの主要な排出源となっている(図2参照)。産業や生活に欠かせない電力の安定供給を維持しながら脱炭素を実現するために、CO₂を排出しない新たなエネルギー技術の確立が急がれている。

エネルギーを取り巻く課題は「脱炭素」だけではない。ウクライナ侵攻を機に、ロシア産化石燃料の輸入を禁止する動きが世界各国に広がっている。資源大国であるロシアにとって痛手であると同時に、輸入国にとっても資源価格の高騰や供給不足などマイナス影響が生じており、エネルギーの安全保障に対する危機感が強まっている。特に、日本はエネルギー自給率が約12%(2018年度)とG7で最も低く、輸入に依存している化石燃料の逼迫・値上がりは、産業や暮らしに深刻な影響をもたらしつつある。ウクライナ問題に限らず、今後の国際状況の変化に際しても、安定したエネルギー供給を維持するために、国内で調達可能な新たなエネルギーの開発が期待されている。

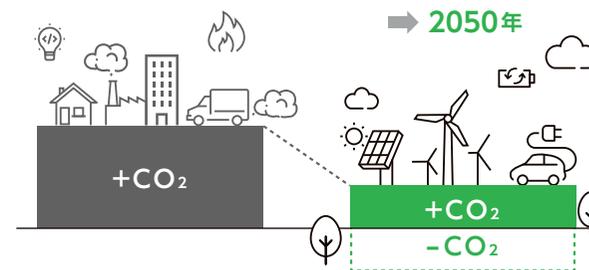


図1)カーボンニュートラルとは

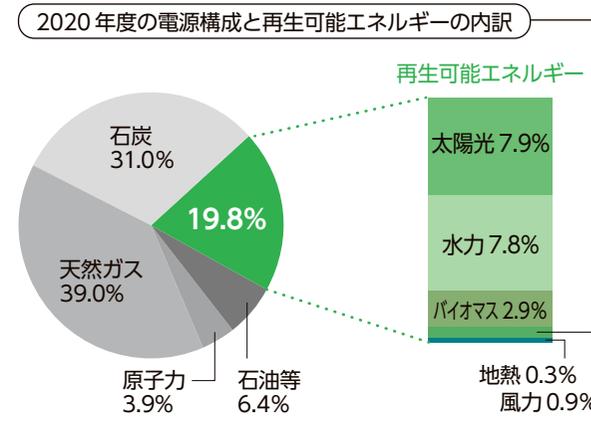


図2)日本の電源構成(2020年度)
※出典:資源エネルギー庁総合エネルギー統計(2020年度)

クリーン&グリーンな 新エネルギー創出への挑戦

脱炭素社会の実現に向けて、CO₂を排出しない新たなエネルギー創出に向けた挑戦が広がっている。本命視されているものから意外なものまで、注目のトピックを紹介しよう。

1) 「水素社会」への期待が高まる水素エネルギー

利用時にCO₂を排出しないことから、次世代エネルギーの柱として期待されているのが水素エネルギーだ。水素エネルギーを社会のいたるところで利用する「水素社会」の実現に向けて、日本政府は2017年に「水素基本戦略」を策定し、水素の低コスト化や水素サプライチェーンの構築、産業利用の拡大といった方針のもと、産学官が一丸となって様々な取り組みを推進している(図3参照)。

水素エネルギーの具体的な利用法として、まず挙げ



図3) 水素社会に向けた水素利用シーンの拡大

られるのが燃料電池だ。「電池」という言葉から、電気を貯めておく装置と誤解されがちだが、実際は水素をエネルギー源とした発電装置である。その仕組みは、理科の実験で学んだこともある「電気分解」とは逆に、水素と酸素の化学反応によって水を作る過程で生じる電気や熱を利用するものだ(図4参照)。

一部で実用化が始まっている燃料電池自動車(FCV)は、燃料電池から得られた電気エネルギーでモーターを回して走行し、ガソリンスタンドの代わりに水素ステーションから水素を供給する仕組みだ。また、家庭用燃料電池として普及している「エネファーム」は、都市ガスやLPガスから取り出した水素を、大気中の酸素

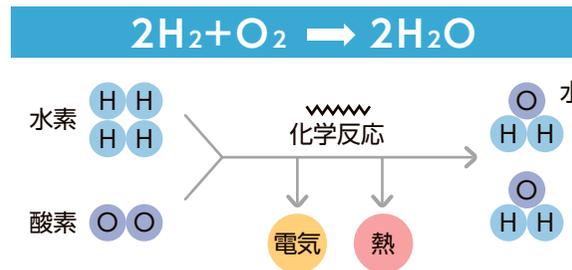


図4) 燃料電池の仕組み



水素ステーション

と反応させて発電。同時に発生する熱も給湯などに利用する仕組みで、高い省エネ効果が期待されている。

水素エネルギーのもう1つの特徴が、調達方法の多様さだ。現在、流通している水素の大半は石油や天然ガスなど化石燃料から生成したもののだが、メタノールやエタノールなどの化学品、さらには下水汚泥や廃プラスチックなどからも生成できる。また、製鉄所や化学プラントなどでも副産物として水素が生じており、脱炭素だけでなくエネルギー自給率の向上という面でも期待されている。

水素社会の実現に向けて急ピッチで進められているのが、利用時だけでなく、生産時にもCO₂を排出しない、真の意味でCO₂フリーな水素を量産すること。現在の主流である化石燃料由来の水素は、主成分であるメタンを熱して水素と二酸化炭素に分解(CH₄+O₂→2H₂+CO₂)するもので、環境的にはグレーであることから「グレー水素」と呼ばれている。これに対し、同じ化石燃料由来でも、CCS(CO₂回収・貯留技術)などを駆使してCO₂を大気中に排出せずに作られた水素は「ブルー水素」、水を電気分解して製造する水素はそもそもCO₂を生み出さないことから「グリーン水素」と呼ばれる。もちろん、電気分解するためにも電力が必要だが、そこに太陽光発電など再生可能エネルギーを利用すれば、温室効果ガスを一切、排出することなく水素を供給できるため、最も理想的な水素製造法とされている。

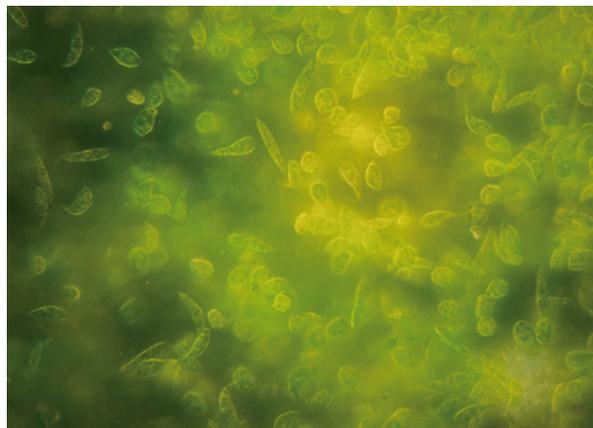
ブルー水素やグリーン水素は、グレー水素に比べて製造コストがかかることが課題だったが、近年の技術革新や用途拡大によって、大幅なコストダウンが期待されている。関連技術を持つ企業にとっては、大きなビジネスチャンスとなるだろう。

2) 「ミドリムシが燃料に？」 期待が高まるバイオマス燃料

自然の力を活用する再生可能エネルギーの中でも、動植物由来の有機物を利用したバイオマスエネルギーへの注目が高まっている。バイオマス資源も燃焼時にCO₂を排出するが、原料となる植物が成長時に光合成によってCO₂を吸収するため、トータルで見れば相殺されてゼロになり、カーボンニュートラルなエネルギーとして世界的に普及が拡大しつつある。

バイオマス資源は栽培により継続的に調達できるので、化石資源のように枯渇する心配がない。また、木材の端材や間伐材、家畜の糞尿なども活用でき、廃棄物の減少・リサイクルにもつながる。さらには風力や太陽光のように自然環境に左右されないなど、多くのメリットがある一方で、課題もある。1つは、大量に供給するには手間やコストがかかること。もう1つは食料との競合だ。バイオマス資源の中にはトウモロコシやサトウキビ、大豆など食料として利用されるものが少なくない。これらをエネルギー資源に利用すれば、必然的に食料の供給量は減少する。世界的な食料不足が懸念される中、食料と競合しないバイオマス資源の開発が課題となっている。

そこで注目されているのが、微細藻類の一種であるミドリムシ（学名：ユーグレナ）を原料としたバイオディーゼル燃料だ。「ミドリムシが燃料に？」と驚かれるかもしれないが、ミドリムシは農地を用いずに安定生産が可能であり、面積当たりの収穫油量も極めて大きい。近年の研究開発によって、軽油などとの混合燃料ではなく100%バイオディーゼル燃料としての利用も可能になるなど、今後の利用拡大が期待されている。



微細藻類をディーゼル燃料・ジェット燃料の原料に

3) 次世代太陽電池の主役 「ペロブスカイト型太陽電池」

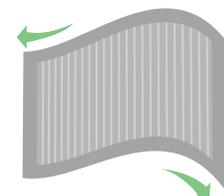
再生可能エネルギーの中でも、早くから実用化が進んできた太陽光発電。2021年には環境省が「2030年度に太陽光発電の導入目標を約2,000万kW分（原子力発電所20基分に相当）積み増す」と発表するなど、さらなる普及拡大が見込まれているが、国内の発電量全体に占める比率は約8%（2020年度）にとどまっているのが現状だ。

その背景には、平地が少ない日本では大規模な太陽光発電設備の設置が難しいという事情がある。現在、太陽電池材料の95%を占めるシリコン半導体は、太陽光を吸収するために一定の厚さを必要とし、薄くして曲げたり、軽量化したりが困難なため設置場所が制限される。太陽光発電を飛躍的に拡大させるには、「設置容易性」という課題をクリアした次世代太陽電池の開発が不可欠であり、その本命として脚光を浴びているのが「ペロブスカイト太陽電池」だ。

ペロブスカイトは、ロシアで発見された鉱物資源だが、一般的な化学物質からも合成できる。ペロブスカイトを素材とした半導体は太陽光の吸収係数が高いため、シリコン半導体に比べて薄型化が可能。軽量でフレキシブルなフィルムタイプの太陽電池が実現すれば、社会のいたるところに設置でき、身の回りで消費する電力すべてを太陽光でまかなう時代も夢ではなくなっている。

さらに特筆すべきは、このペロブスカイト太陽電池を最初に提案したのは日本の科学者だということ。日本発の次世代エネルギー技術として、覚えておきたいキーワードと言える。

ペロブスカイト太陽電池の特長



フィルム型モジュールのイメージ

- 軽い ■ 薄い
- フレキシブル ▶ 曲げられる
- ローラブル ▶ 巻ける
- シースルー ▶ 透明にできる
- 変換効率が高い
- 製造コストが低い
- 設置場所を選ばない

創エネだけでなく蓄エネ、省エネにも新たな動きが

エネルギーに関する社会課題を解決するためには、創エネだけでなく、蓄エネ、省エネの分野でも技術革新が求められる。それぞれ最前線の動きを紹介しよう。

1) リチウムイオン電池に代わる次世代電池「全固体電池」

発電で生じた電力を、身の回りで効率的に利用するためには、電気を蓄える電池が必要になる。電池の分類法は様々で、形状や用途、業界によっても用語が異なるが、まず理解しておきたいのが、使い切りの「一次電池」と、繰り返し充電・放電が可能な「二次電池」という分類だ。

二次電池には、乾電池、自動車やスマホに搭載されるバッテリー、産業用など大型の蓄電池まで様々な形状があるが、いずれも原理的には変わらない。活物質が電解質を通して正極と負極の間を移動することで、電気の流れを生み出している。活物質には様々な素材が利用されているが、近年、主流となっているのがリチウムイオン電池だ。リチウムイオン電池はエネルギー密度が高く、小型・軽量化が容易で長時間の使用が可能、繰り返し充電しても劣化しにくいなど多くのメリットがある一方で、電解質に有機溶剤を用いているため、液漏れによる発火・爆発の危険性がある。

近年、注目を集めている「全固体電池」は、その名の通り、電解質も含めて、すべて固体で構成された電池のこと。液漏れの心配がないうえに、固体電解質自体が両極を絶縁するセパレータの役割を果たすため、形状の自由度が高まり、薄型にしたり、層状に重ねたりと、

さらなる小型大容量化が可能だ(図5参照)。

「電解質は液体」という常識を覆した全固定電池の登場により、電気自動車の安全性や航続可能距離がさらに高まるなど、脱炭素社会の実現への貢献が期待されている。

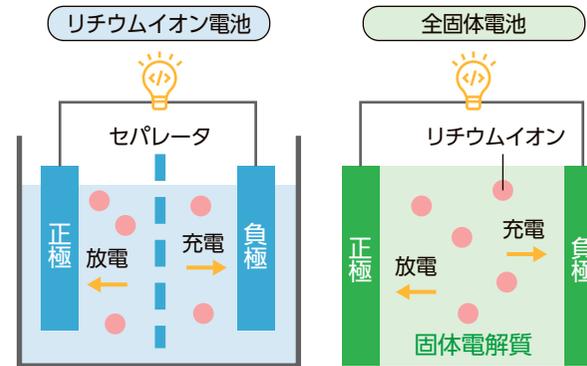


図5) リチウムイオン電池と全固体電池の構造比較

2) 室温レベルの廃熱も有効利用！ 進化した廃熱電力変換技術

エネルギー資源に乏しい日本では、早くから省エネに対する取り組みが広がり、「省エネ先進国」として世界から認められる一方、近年ではその成果が頭打ちになりつつある。政府は「徹底した省エネルギー社会の実現」に向けて省エネ技術の研究開発を推進すべく、資源エネルギー庁と新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の連名による「省エネルギー技術戦略」を策定。環境変化や技術動向を踏まえて定期的に更新されており、2019年に新たな重要技術として加えられたのが「廃熱の高効率電力変換技術」だ。

産業現場や暮らしの中で生じる廃熱をエネルギーとして再利用できれば、大きな省エネ効果が期待できる

が、廃熱の多くは活用が難しい室温付近(100℃以下)であり、そのまま大気中に放出されている。近年では、温度差を利用して熱エネルギーを電気エネルギーに変換する「熱電発電」の研究が進み(図6参照)、室温付近の熱でも効率的に電気に変換できる「室温熱電材料」が開発され、廃熱利用の可能性が一挙に広がりつつある。例えば、IoT機器からの発熱を利用して工場内に電力を供給したり、エアコンなどの廃熱を利用して住まいに電力を供給したりと、自律型の電力供給システムが広がっていけば、社会全体の省エネ化が進展するはずだ。

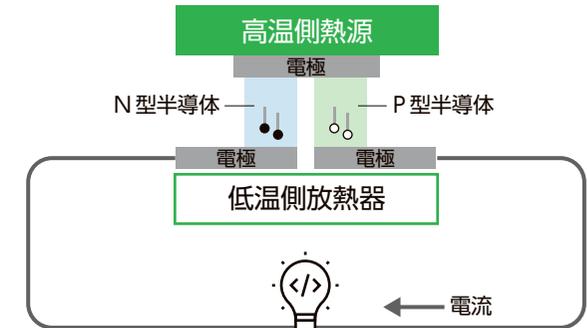


図6) 半導体を利用した熱電変換の仕組み

創エネ、蓄エネ、省エネの各分野で急速に進む次世代のエネルギー技術開発。これらをいち早く活用し、脱炭素の実現やエネルギー自給率向上を後押しすることは、産業社会の一員であるすべての企業にとって重要なテーマと言える。今後も最新情報を積極的にキャッチアップし、持続可能な社会づくりに貢献しながら、競争力の強化に役立ててもらいたい。