

〈特集論文〉

水素利用から考えるエネルギー政策と二酸化炭素

内田 裕久

はじめに

水素エネルギーが実用化され、商用化に向かっていく状況は、トヨタミライやホンダクラリティに代表される燃料電池自動車、そして25万台以上普及した家庭用燃料電池システムで感じ取ることができる。2020年の東京オリンピック・パラリンピックに向けて、東京都は燃料電池バスの積極的導入を決めている。



図1 東京オリンピック・パラリンピックに利用される予定の燃料電池バス（都営バス資料館より）

水素はいろいろな形で活躍し始めている。ここではエネルギー政策と地球環境の視点から最近の状況について述べてみたい。

1. クリーンエネルギー誕生の背景

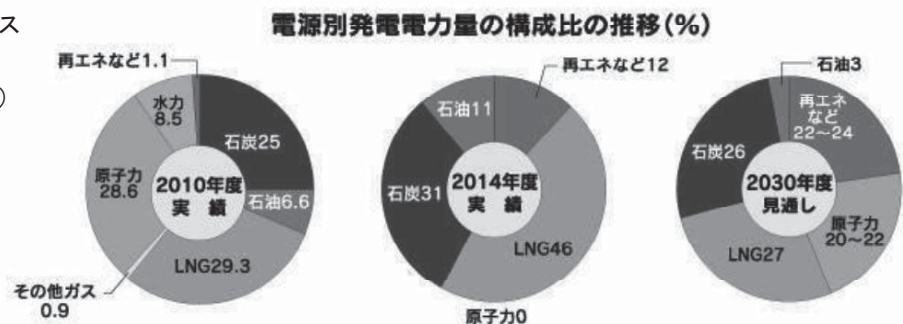
水素エネルギー利用の考えは環境問題への意識の高まりとともに進んできた。それはクリーンエネルギーの模索という動きだった。日本は60年代、1バレル（1バレルとは約159リットルで、樽の意味）数ドルという安い原油を大量に輸入して、湯水の如く利用した経済発展を優先した。その結果、大気汚染、水質汚染を引き起こした。

国際情勢から顧みれば、第4次中東戦争（1973年）をきっかけに世界の原油価格は一気に1バレル30ドル以上に高騰し、オイルショックを引き起こした。当時の通商産業省（現経済産業省）は1974年にサンシャイン計画を打ち出し、世界に先駆けて太陽エネルギー、風力エネルギー、波力、地熱等の再生可能エネルギー、原子力、水素エネルギーといったクリーンエネルギー源の研究開発を推進した。二酸化炭素、亜硫酸ガスなど大気汚染源になる物質を排出しない原子力をクリーンエネルギーと位置付けて推進し始めた頃でもある。しかし、2011年、東日本大震災で引き起こされた東京電力福島第一原子力発電所のメルトダウン事故は原子力発電の危険性、広域にわたる放射線公害に加えて、放射性廃棄物処理という解決困難な問題を浮き上がらせた。今後、電力構成の20%以上を原子力と位置付けている現在の政策実現は非常に困難な状況になっている。（図2参照）

2. 日本を取り巻くエネルギー情勢

エネルギー資源を持たない日本のエネルギー自給率は8%程度であり、海外からの輸入依存度は変わらずに高い。2011年の東日本大震災をきっかけに、日本の一次エネルギーの構成（2017年資源エネルギー庁）は化石燃料約87%（内訳：石油39%、天然ガス23%、石炭25%）、水力を含めた再生エネルギー11%、原子力1.4%であり、化石燃料への依存度は高い。化石燃料の輸入に頼らざるを得ない日本は、エネルギー資源ナショナリズムが台頭する世界情勢の中で実に難しいかじ取りを強いられている。米国でシェール石油が豊富に生産されて輸出されるようになり、またロシアも豊富な天然ガスを売り込む活発な動きをしている。世界には中東だけに依存しない新たな石油供給体制が形成されつつあり、原油価格は下がる傾向（2019年12月現在1バレル約50ドル程度）にある。

図2 日本のエネルギーミックス
（2017年3月15日
エキサイトニュースより）



産業と経済の発展を推し進める日本は資源エネルギーの確保のみならず、パリ協定に基づく二酸化炭素削減、SDGs 実施の観点から国際社会と協調しながらエネルギー、環境政策を進めなければならない。

日本は水素燃焼タービンによる発電を計画中であり、大量に必要な水素は、オーストラリアとブルネイから海上輸送して日本へ運ぶ計画だ。オーストラリアでは褐炭(かったん)を利用して、ブルネイでは豊富な天然ガスから水素を製造する。水素コストは国内製造よりも、海外から輸入する方が安くなる。(図3参照)



図4
川崎市川崎区殿町にある東急 REI ホテル=水素ホテル
(出典 東芝より)

3. 廃プラから水素製造 —川崎の水素ホテルのエネルギー源

2019年6月、世界水素技術会議(WHTC2019)が東京で開催された。冒頭、世耕経済産業大臣(当時)は「日本はパリ協定の実行とSDGsを推進するために水素エネルギーを本格的に商業ベースへと進め、水素を利用したカーボンリサイクルを実現し二酸化炭素排出を抑制し、水素社会を世界に先駆けて実現する」と述べた。また原田環境大臣(当時)は「日本は多様な水素技術を開発し、地球環境改善に向けた開発を行う」と述べた。日本の水素エネルギーへの取組姿勢は会議直後のG20でも確認された。

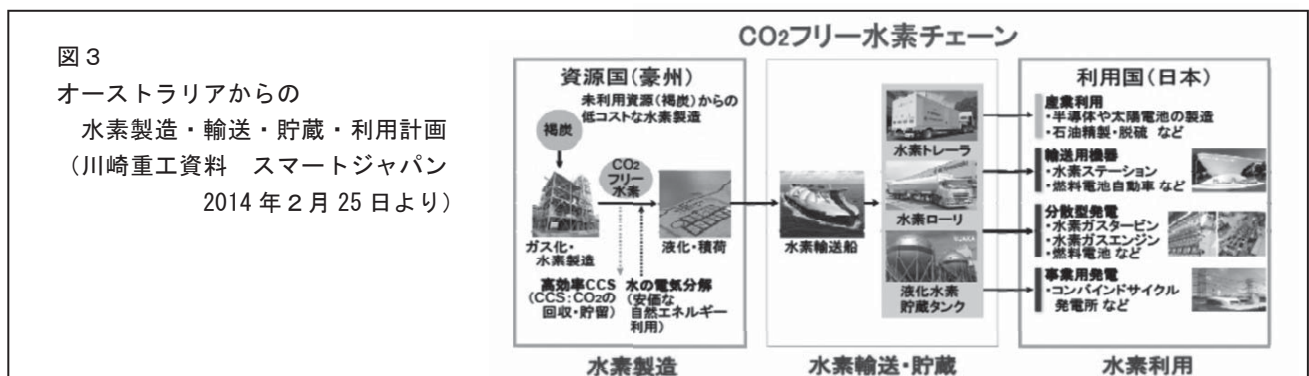
近年、廃プラスチック、マイクロプラスチック海洋汚染が世界的な問題として注目されている。陸上の廃プラスチックが大量に河川に、そして海洋に流出して、海洋生物や植生に大きな影響を与えている。マイクロプラスチックは収集方法を早急に開発しなければならない緊急の課題だ。

川崎市にある昭和電工(株)は廃プラを集めてアンモニアを製造している。この過程で出る水素を積極的に利用するビジネスを開発した。プラスチックは、水素原子、炭素原子、酸素原子から構成されている物質だ。川崎市川崎区殿町にあるキングスカイフロントには国内の再生医療、ヘルスケア関係の研究機関、企業が集積した一大拠点が形成されている。ここに開設された川崎キングスカイフロント東急REIホテルは「水素ホテル」とも呼ばれている。

昭和電工(株)で廃プラから製造された水素ガスは、約5キロメートル離れたホテルへパイプラインを使ってホテルに設置された燃料電池システム(TOSHIBA H2 Rex™)に供給されている。この燃料電池はホテルの全電力・給湯エネルギーの約30%を賅っている。世界初の廃プラ利用クリーンエネルギーシステムだ。この画期的な廃プラ・水素製造・燃料電池利用システムがさらに普及して、クリーンな水素エネルギー利用へと広がることを大いに期待している。

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)は再生可能エネルギーで造られたグリーン水素と、工場から排出される二酸化炭素を反応させて、メタン燃料や、ポリカーボネートなど化学品を製造する研究開発を推進している。カーボンリサイクル政策の下、日本は世界に先駆けて二酸化炭素利用に向けた研究開発に取り組んでいることを強調しておきたい。

水素利用技術をビジネスとして展開している企業が川崎市には多い。かつて灰色の空、工場排水垂れ流しによる多摩川の汚染で、公害のシンボル川崎とまで呼ばれた川崎市は、いま水素利用技術が集積した世界に誇るクリーンエネルギー水素の川崎となった。



4. 二酸化炭素は重要な炭素資源

地球温暖化の要因が二酸化炭素だと決めつけられてから、二酸化炭素はどちらかといえば悪い印象を与えている。確かに産業革命の頃から二酸化炭素が増加し、地球の大気温度も同時に上昇しているというデータをみれば、地球は温暖化し続けるという警告を気候変動に関する政府間パネル(IPCC)が発しているのも頷ける。しかし、地球の歴史を千年前まで遡ると大気中の二酸化炭素濃度が低かった時代でも気温が現在と同じ時期があった。15世紀と17世紀には太陽活動の低下により地球寒冷化が起きて、世界中で低温が続き、大凶作で食糧不足になった時代があった。江戸時代、日本でも飢饉の記録がある。そしてその後、大気温度は上昇に転じて現在の温度へと繋がっている。

衛星観測によれば、大気中の二酸化炭素濃度が上昇した結果、実は地球全体の緑化が進んでいる。

(図5参照)

植物の成長には二酸化炭素が必要だということを忘れてはいないだろうか。米も、果物も、あらゆる植物は二酸化炭素と太陽からくる紫外線を使って光合成反応を起こし、酸素を放出しながら、炭素と水素の原子を使って成長している。二酸化炭素は私たちが生きていくためには不可欠なものだ。大切なことは、植物や木のように、発生した二酸化炭素を集めて、水素や酸素と反応させて新材料、新物質として再利用することだ。

まとめ

石炭は世界中に広がっており、遍在性は低く、化石燃料の中では価格も最も安く、国際情勢による価格変動も少ない。アジア諸国はじめ、途上国にとって石炭は極めて重要なエネルギー資源である。燃焼時に発生する二酸化炭素をより少なくする技術が日本で開発されており、日本のクリーンコール火力発電技術を二酸化炭素排出量の多い米国、中国、インドに適用すると約12億トンの二酸化炭素が削減でき、これは日本が排出する全二酸化炭素量に匹敵する(J-POWER 電源開発株式会社ウェブサイトより)。

水素を効果的に利用しながら、二酸化炭素を炭素資源として再利用する技術を世界に先駆けて日本はリードしてほしい。これも水素利活用技術の重要な役目だ。

エネルギー問題は常に政治的影響を受けやすい。しかし、冷静な科学的な知見と視点から、また各国の置かれた固有の人間環境、経済条件を鑑みた視点からエネルギー問題を考える必要がある。地球環境問題だけを振りかざしてヒステリックに叫んでも現実的な問題解決にはならない。

うちだ・ひろひさ

(東海大学特別栄誉教授 /

株式会社ケイエスピー代表取締役社長 /

国際水素エネルギー協会(IAHE)フェロー・副会長 /

ドイツ材料学会(DGM)名誉会員)



図5 大気中の二酸化炭素濃度増加で進む世界の緑化

(CSIRO news release 2013年7月3日より)

<http://www.csiro.au/en/News/News-releases/2013/Deserts-greening-from-rising-CO2>