水素の作り方

犬 飼 潤 治

山梨大学燃料電池ナノ材料研究センター ☎ 400-0021 山梨県甲府市宮前町 6-43

(2014 年 11 月 17 日受付；2014 年 11 月 25 日掲載決定)

How to Make Hydrogen

Junji INUKAI

Fuel Cell Nanomaterials Center, University of Yamanashi, 6-43 Miyamae-cho, Kofu, Yamanashi 400-0021

(Received November 17, 2014 ; Accepted November 25, 2014)

In this issue of Journal of Surface Society of Japan, the hydrogen-production processes are introduced by five invited writers, including reformation of methane, electrochemical, photochemical, and thermochemical decomposition of water, and biophotosynthesis.

KEYWORD : hydrogen production

1. 水素社会の実現に向けた国の取り組み

政府が策定する「エネルギー基本計画」の第四次計画が 2014 年 4 月に策定された¹⁾。東日本大震災以降最初の計画であり、エネルギーを巡る国内外の環境の大きな変化を踏まえ、新たなエネルギー政策の方向性が示された。大きくは、(1)安全性を前提としたうえで、エネルギーの安定供給を第一とし、経済効率性の向上、環境への適合を図ること、と、(2)平時、および危機時のエネルギーの需給バランスを安定的に確保するため「多層化・多様化した柔軟なエネルギー需給構造」の実現を目指すこと、の 2 点が基本的な方針となっており、現体制の改革が明確に示されている。なかでも、水素を本格的に利活用する社会、すなわち「水素社会」を実現する姿勢がはっきりと述べられたことは特筆される。続いて 2014 年 6 月には、水素社会実現に向けた関係者の取り組みを示す「水素・燃料電池戦略ロードマップ」が経済産業省により公表された²⁾。「水素社会の実現に向けた取組の加速」の副題の元、具体的な指針が、年度をおって記載されている。水素社会実現は掛け声だけでなく、国家の「戦略」として位置づけられるようになった。2014 年には設置台数 10 万台を超えた定置用燃料電池

「エネファーム」の、今後のさらなる普及が見込まれるとともに、同年 12 月には燃料電池自動車の一般への販売も開始された。水素社会実現を目指した国の支援は、着実に進められる計画である。

「ロードマップ」では、「水素は、製造原料の代替性が高く、副生水素、原油随伴ガス、褐炭といった未利用エネルギーや、再生可能エネルギーを含む多様な一次エネルギー源から様々な方法で製造することができる²⁾」と述べられている。一方で、「水素の製造については、海外の未利用エネルギーである、副生水素、原油随伴ガス、褐炭から水素を製造することが、将来的なコストと賦存量の両面から有望視されている²⁾」「未利用エネルギーを用いて水素を製造し、更に有機ハイドライドや液化水素の形で水素を我が国に輸送する²⁾」と述べられており、「持続可能な水素社会」のために水素をどう作り出していくか、展望はあきらかではない。十分な量の水素が安価で製造できるかどうか「持続可能な水素社会」実現のための大きな条件であると思われる。

2. 「表面科学」誌におけるエネルギー・資源・環境問題

「表面科学」誌においては、2013 年には「エネルギー問題と表面科学」、2014 年には「資源問題と表面科学」と題した産学官からの執筆者による連載が行われ、本年

2015年には「環境問題と表面科学」として新しく連載企画が開始された。さらに、2011年11号に「燃料電池触媒と表面科学」、2013年6号に「二次電池と表面科学」、同年12号に「電極反応の計算シミュレーション」と題した特集が企画されている。しかしながら、水素製造に直接関連する連載や特集記事が企画されたことはなかった。水素製造は様々な分野と関連する分野であるが、本会の「電極科学研究部会」において、本特集「水素の作り方」が立案された。

前章で述べたとおり、政府の基本計画やロードマップにおいても「持続可能な水素社会」に向けた水素製造の道のりが示されているわけではなく、せいぜい「どちらの方向に第一歩を踏み出したらよいか」が述べられている、といったところであろう。そこで、本特集号では現状にこだわらず、様々な製造規模の「水素の作り方」を並べて紹介することとした。期待される実用化時期もそれぞれ異なっている。このような編集方針を取ったため、執筆者には社会的な状況よりも科学技術的側面の解説に、ページを割いていただいた。結果として、今回は官学からの執筆者のみになったが、今後は、産業界からも広く執筆をお願いし、関連分野で応用面を重視した特集を組むことも考えている。

3. 本特集記事の構成

今回の特集では、化石燃料からの水素製造の代表例として、まず、メタンの水蒸気改質を取り上げた。この技術は「エネファーム」で既に実用化されている。改質機では、最終的に得られる水素の純度を高めるとともに、触媒を初めとするコスト削減が大きな課題となっている。触媒反応を効率的に進め劣化をどのように抑えるか、表面科学的な知識が重要な分野である。

水からの水素製造は、「持続可能な水素社会」として必須の技術である。本特集では、電気分解、光分解、熱化学分解と3種類のエネルギーを用いた水の分解による水素の製造法について執筆を依頼した。電気は最も利用されるエネルギー形態であり、かつ様々なエネルギー源から作り出すことができるため、今後も基幹エネルギーとして利用されることは間違いない。水の電気分解により水素を製造・利用するのみならず、作り出された水素を貯蔵しこれを電気へと再変換する研究も活発である。水の光分解による水素製造では、オンサイトで水素が得られるとともに低コスト技術となる可能性があり、

中長期的な視点で開発を進めるべき分野である。また、発電所や工場での発熱を利用して、水を化学熱分解し水素を作り出す方法も開発が進んでいる。適切な温度で効率よく水素を製造するプロセスが確立すれば、様々な場所で利用可能となることが期待される。

生物を利用したエネルギーの製造は、今後ますます重要になると思われる。バイオマスからのエタノール製造などを例として、バイオ燃料は既に実用化されているが、本特集では光合成による水素の直接生成についての執筆を依頼した。現時点での製造能力は他の手法に比較して高いとはいえないが、環境に配慮した方法として、長期的には有用であると思われる。

このように「水素の作り方」というキーワードをもとに技術の現状をまとめたため、様々な分野の専門家に執筆を依頼することとなった。執筆者には、専門家でなくても理解できるよう、バックグラウンドを説明していただくようお願いした。さらに、「表面」という言葉をもうひとつのキーワードとして執筆していただくこともお願いした。それぞれの執筆者によって「表面」の捉え方が違い、興味深い。読者には自分自身の興味に従い、本特集を利用していただけたらと考えている。昨年、「水素の辞典」³⁾が出版されたが、時宜を得たもので参考になるのではないかと思う。

4. ま と め

本特集は、日本表面科学会「電極表面科学研究部会」の提案によるもので、編集は部会長および副部会長により行われた。電極表面科学は電池や燃料電池といった、環境・エネルギー問題に直結した課題の基礎となる分野であり、ますますの発展が望まれる。部会による本特集が、エネルギー問題と表面科学との橋渡しになれば幸いである。

最後になるが、貴重な論文をいただいた筆者の皆様に心より感謝する。

文 献

- 1) http://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/pdf/140411.pdf
- 2) <http://www.meti.go.jp/press/2014/06/20140624004/20140624004-2.pdf>
- 3) “水素の辞典”水素エネルギー協会編(朝倉書店、2014)。