

# 水素の化学的製造に係る技術とプレイヤー

## —水素発生・脱水素反応—

—VALUENEX 技術トレンドレポート—

### 1. はじめに

2017年12月、再生可能エネルギー・水素等関係閣僚会議（経済産業省）によって水素基本戦略が策定された。この戦略は、ガソリンや液化天然ガスなどの従来一次エネルギーと同程度の水素コストの実現およびそれに向けた水素の生産から利用までの政策群を統合したものである。シナリオとして、2030年までに国際水素サプライチェーン構築や国内再生可能エネルギーに由来する水素製造技術の確立を行い、生産量を30万トン（現状0.02万トン）、コストを30円/Nm<sup>3</sup>（現状100円/Nm<sup>3</sup>）などにし、さらにその先には1000万トンの生産や20円/Nm<sup>3</sup>のコストなどが見込まれている。水素に係る政策は海外でも活発に進められており、中国では2016年4月にエネルギー技術革命イノベーション行動計画が発表され、重点分野の一つに水素・燃料電池が取り上げられている。また米国では2004年からHydrogen Fuel Initiativeが、欧州では2008年からFuel Cell and Hydrogen Joint Undertakingが立ち上げられている。

今後さらに注目が高まることが予想される水素エネルギーであるが、その中でもとくに水素製造はキーとなる技術になると考えられる。水素製造に関しては、電気化学的な手法や光触媒を利用した方法、あるいは化学反応を利用した手法など、様々なアプローチがあるが、ここでは化学的アプローチとして水素生成（発生）反応および脱水素反応に焦点を当ててその技術開発動向およびプレイヤーを明らかにした。

### 2. 分析母集団

分析対象の特許は、日本で公開された1993年1月以降、2018年7月末までの日本国特許公開公報で、要約請求項に「脱水素反応」、「水素発生反応」、「水素生成反応」のいずれかを含むものとした。該当件数は約1128件であった。1993年から2017年までの特許公開件数の推移を図1に示す。

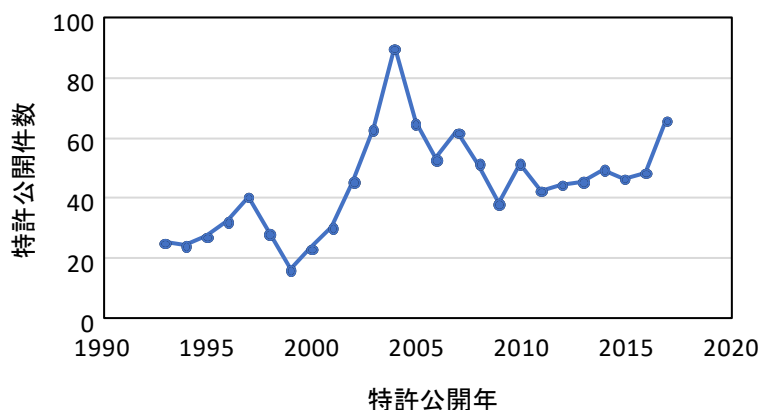


図1. 特許公開件数の推移

特許公開数を見ると、2004年頃に一度ピークがあり、その後減少するが、2010年頃から微増に転じ、さらに直近では急激に増加している。なお、検索条件からも明らかのように、水素製造に係る技術以外の特許も含んでいることには注意が必要である。とくに「脱水素反応」のほとんどは水素製造を目的としたものではなく、有機化合物から水素を引き抜くことで有用物質を得ることを目的にしたものであるが、水素サイクルに利用できる可能性も否定できないため加えている。

### 3. クラスタ解析による技術の俯瞰

1993年以降に公開された水素発生に係る反応を含む特許情報について、VALUENEX 株式会社が提供するテキストマイニング俯瞰解析ツール XLUS TechRadar (UI2.0) を用いたクラスタ解析を行った。クラスタ解析結果を図2に示す。なお、図中に示した領域を囲う線は類似の内容を持つ領域を示すアイキャッチである。

脱水素/水素発生に係る技術領域としては、主に4つの領域がある。一つはクラスタ解析結果の左側の中央～下にかけて領域を形成している水素発生や貯蔵システムに係る技術である。その上側には光触媒反応、さらにその上には脱水素酵素等に係る技術領域が見られる。脱水素酵素に関しては、直接的に水素を生成する技術を含むものではないが、ヒドロゲナーゼと組み合わせることで水素製造に応用できることが知られている。クラスタ解析右側の領域は酸化等による脱水素反応であり、例えば酸化脱水素触媒に係る技術やアルカンの脱水素、不飽和化合物合成などが見られる。その上側には脱水素による置換基等の導入に係る技術領域が見られる。これらの領域は脱水素反応に係るものであり、基本的には水素製造目的ではない。ただし、脱水素反応は炭化水素等から水素を取り出すプロセスであり、例えば炭化水素を脱水素することにより、水素と不飽和結合を有する炭化水素を得る方法などに係る特許が含まれている。

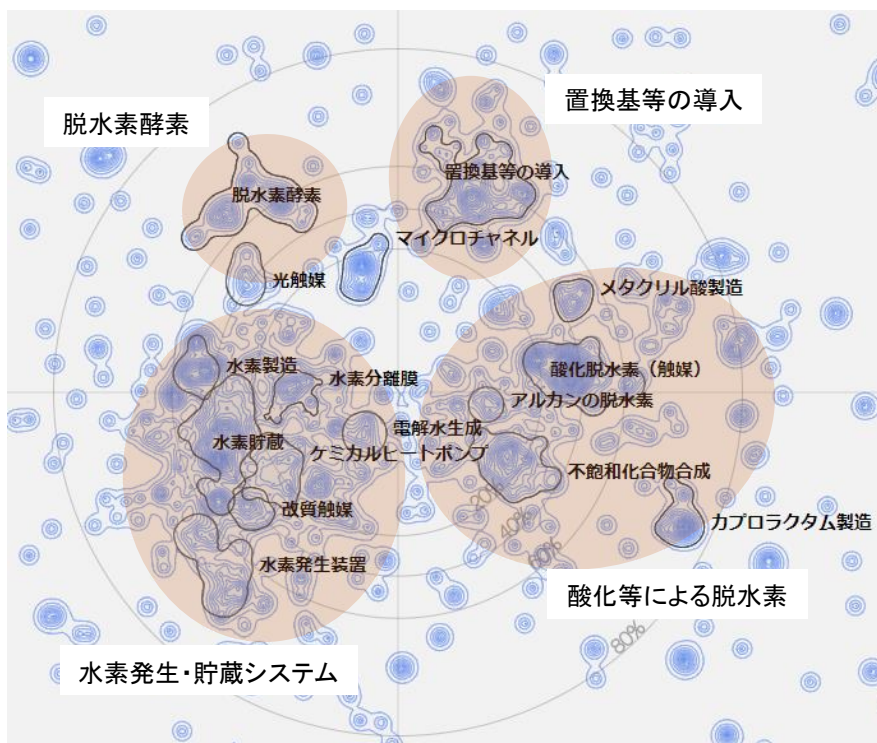


図2. 水素発生および脱水素反応に関するクラスタ解析結果

水素発生・脱水素反応に係る技術開発の推移を図3に示す。図に見られるように、1998年までの期間では主に脱水素反応による合成や置換基導入などがメインであった。その後、2003年以降になると、水素貯蔵や脱水素酵素といった技術開発が活発になり、この傾向は2007～2010年の期間でも同様である。2011年以降になると、水素貯蔵等のシステムに関する特許公開件数は減少し、酸化脱水素に係る技術が増加している。さらに2015年以降では水素精製や製造に係る技術が活発化している。2015年以降に公開された水素製造関連特許を見ると、有機ハイドライドや芳香族化合物の水素化、環状飽和炭化水素の脱水素触媒による水素製造などが見られる。

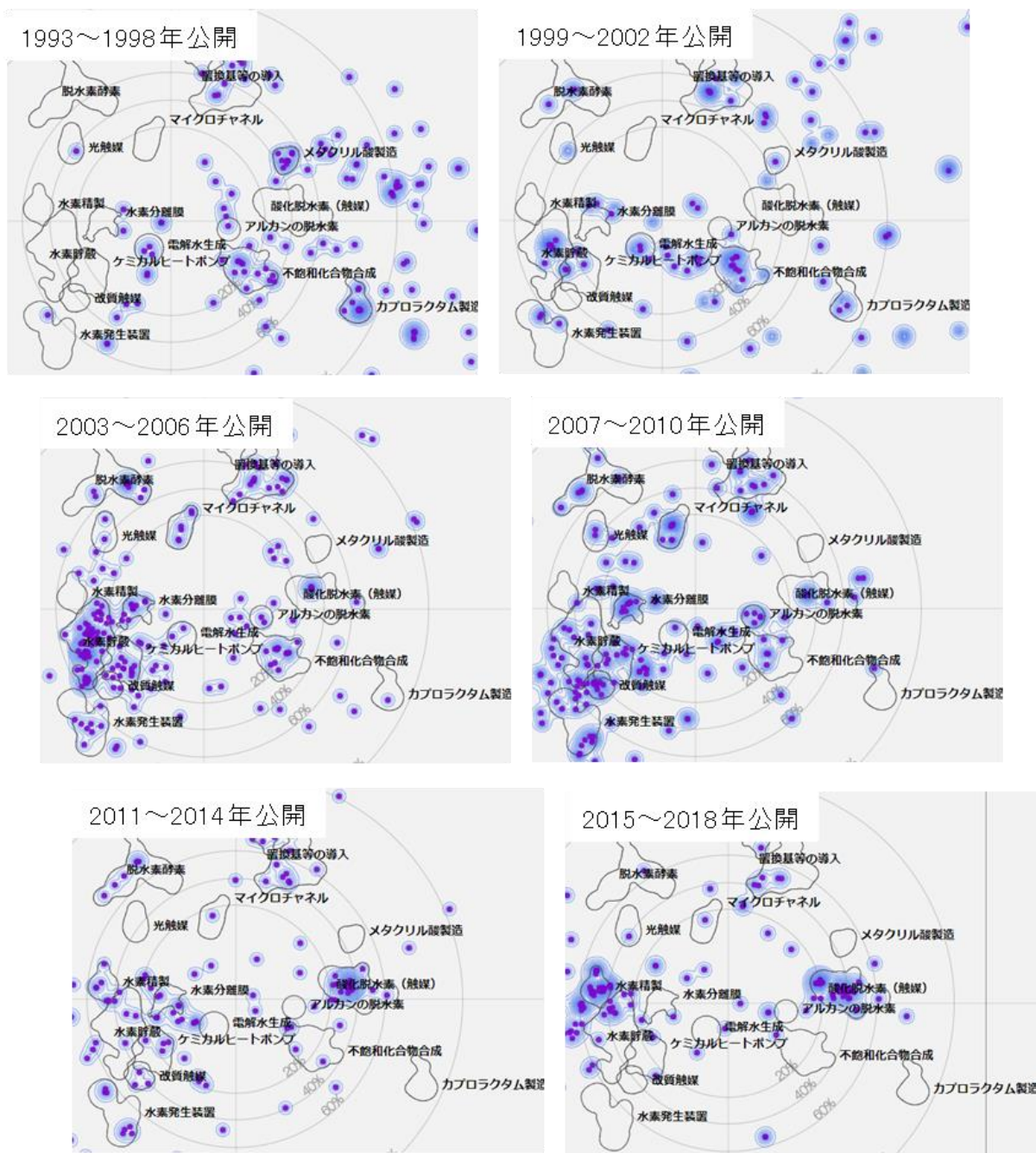


図3. 水素発生・脱水素反応に関する技術推移

#### 4. 水素製造・貯蔵システムにおける主要なプレイヤー

解析対象とした特許群において、水素製造に直接的に関係する水素発生・貯蔵システム領域の主要プレイヤーを抽出した。結果を図4に示す。

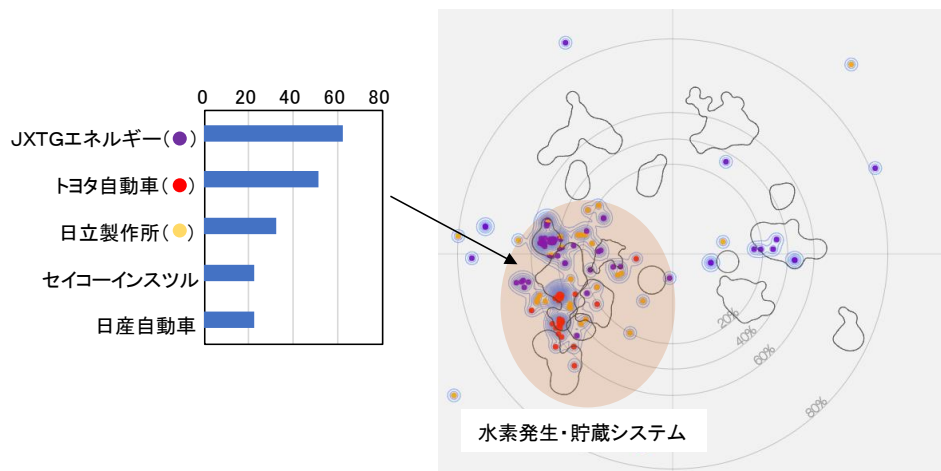


図4. 水素発生・貯蔵システムにおける主要なプレイヤーと出願位置

当該技術領域で最も特許数が多いのはJXTG エネルギー (5020) である。JXTG エネルギーでは主に水素製造、とくに有機ハイドライドやナフテン系炭化水素といった有機系材料を原料とした水素製造システムを多数出願している (特許例: P2018-52768A 水素製造システム起動方法及び水素製造システム。富士電機との共願。有機ハイドライドを原料とし、脱水素反応により水素を含む脱水素反応物に分解するためのシステム)。JXTG エネルギーに関しては、直近での出願が多いことも特徴的である。

トヨタ自動車 (7203) に関しては、主にデカリンや環状炭化水素などの原料を貯留し、そこから水素ガスを発生させる装置などに関する特許を複数提案している (特許例: P2005-239479A 水素ガス分離装置及び水素ガス生成装置。炭化水素系燃料の脱水素生成物と水素ガスとを含む混合ガスから高純度な水素ガスを生成することができる水素ガス分離装置)。収集した母集団の中でのトヨタ自動車の特許公開は 2007 年頃までであり、その後はほとんど見られない。

特許公開件数で3位に位置するのは日立製作所 (6501) である。日立製作所の場合、クラスター解析上での出現位置は他の2社と比較して広範囲に分布する傾向を示している。出願している技術について見ると、有機ハイドライドを利用した水素供給装置 (P2006-248814A 水素供給装置および水素供給方法) や脱水素反応器に排ガスを供給して水素ガスの生成能力を高めた水素駆動エンジン (P2009-250093A エンジンシステム) などの特許が見られる。また、日立製作所に関してはJXTG エネルギーとの共願も多い。

#### 5. おわりに

水素の利活用に向けた水素生成について、とくに化学的生成方法に着目し、日本国公開特許公報をもとに分析を行った。化学的アプローチとしては、有機系ハイドライドや芳香族化合物などの有機化合物の脱水素反応によって水素を生成するアプローチが複数社から出願されていた。また関連技術として脱水素酵素や脱水素反応による有用物質生成 (副生成物として水素が発生する) なども見られた。

2017年に発表された水素基本戦略では、水素製造コストを1/3から1/5まで削減することが目標となっている。

そのためには、水素製造に対する様々なアプローチを再度点検し、見直すことが必要になるものと考えられる。また単に水素を作るだけでなく、有用物質を平行して作ることも含めて検討していくことも結果としてコストを抑えるアプローチになるものと考えられる。水素の利活用に関しては日本だけでなく、米国、欧州、中国など主要各国で政策的に取り組みされており、日本が標榜する「日本の水素技術を海外展開し、世界の低炭素化を日本がリード」を実現するための研究開発の促進が望まれる。

<免責事項>

本情報は、情報の提供を目的としており、投資その他の行動を勧誘することを目的としたものではありません。有価証券その他の取引等に関する最終決定は、お客様ご自身の判断と責任で行って下さい。情報提供元である VALUENEX 株式会社は、本情報を信頼しうる情報をもとに提供しておりますが、その内容に過誤、脱落等ありこれが原因により、または、本情報を利用して行った投資等により、お客様が被った、または、被る可能性のある直接的、間接的、付随的または特別な損害またはその他の損害について、一切責任を負いません。本情報の正確性および信頼性を調査確認することは、VALUENEX 株式会社の債務には含まれておりません。本情報の内容は、VALUENEX 株式会社の事由により変更されることがあります。本情報に関する一切の権利は、VALUENEX 株式会社に帰属します。本情報は、お客様ご自身のためにのみご利用いただくものとし、本情報の全部または一部を方法の如何を問わず、第三者へ提供することは禁止します。

---

VALUENEX 株式会社  
〒116-0002 東京都文京区小日向 4-5-16  
ツインヒルズ茗荷谷  
TEL : 03-6902-9834

\*弊社では ASP サービス(VALUENEX Radar)ならびに技術調査業務を行っております。  
ご関心のある方は下記の連絡先までご連絡ください。

<問い合わせ先>

[VALUENEX 株式会社 ソリューション事業推進本部](#)

TEL:03-6902-9834

[mail:customer@valuenex.com](mailto:mail:customer@valuenex.com)

<http://www.valuenex.com>

---

20180813KH