

会議総括 Summary Statement

2018年10月23日（火）東京

経済産業省

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

水素閣僚会議は、2018年10月23日、東京において開催された。会議は、経済産業省の世耕経済産業大臣が議長を務め、21カ国・地域・機関より閣僚等が集まり、300人以上の水素に関連する企業・政府関係者及び研究者が参加した。会議は、経済産業省と国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下、「NEDO」という。）が主催した。

当日の午前中は非公開セッションとして閣僚会合が開催され、世耕経済産業大臣より議長サマリーとして「Tokyo Statement（東京宣言）」が示された。午後は公開セッションとして民間・国際機関によるプレゼンテーションが行われた。

※以下記載については、発言者の確認を取っていない。

1. 閣僚会合（非公開）

閣僚会合参加者一覧

（順不同、敬称略）

| | | |
|----------|--|--|
| 日本(議長) | 経済産業大臣 (Minister of Economy, Trade and Industry) | 世耕 弘成 (Mr. Hiroshige Seko) |
| 豪州 | 資源・北部豪州大臣 (Minister for Resources and Northern Australia) | マシュー・キャナバン (H.E. Matthew Canavan) |
| ブルネイ | エネルギー産業大臣 (Minister of Energy and Industry) | ダトゥ・マツ・スニー (H.E. Dato Mat Suny Hussein) |
| イタリア | 経済振興政務次官 (Undersecretary for Economic Development) | ダビデ・クリッパ (H.E. Davide Crippa) |
| ノルウェー | 石油エネルギー副大臣 (State Secretary for Petroleum and Energy) | イングヴィル・スミーネス・ティープリング＝イエッデ (H.E. Ingvil Smines Tybring-Gjedde) |
| オランダ | 社会基盤・公共事業・水管理省副大臣 (Vice Minister for Infrastructure and Water Management) | ロアルド・ラペーレ (H.E. Roald Paul Lapperre) |
| ニュージーランド | エネルギー・資源大臣 (Minister of Energy and Resources) | ミーガン・ウッズ (Hon Dr. Megan Woods) |
| 韓国 | 産業通商資源部副大臣 (Vice Minister of Trade, Industry and Energy) | チョン・スンイル (H.E. Cheong Seung-il) |
| カタール | エネルギー・工業大臣 (Minister of Energy and Industry) | ムハンマド・サーレフ・アル・サダ (H.E. Dr. Mohammed Saleh Al-Sada) |
| 米国 | エネルギー副大臣 (Deputy Secretary of Energy) | ダン・ブルイエット (H.E. Dan Brouillette) |
| EU | 雇用・成長・投資・競争担当副委員長 (Vice-President for Jobs, Growth, Investment and Competitiveness) | ユルキ・カタイン (H.E. Jyrki Katainen) |

| | | |
|--------|--|-------------------------------|
| IEA | 事務局長 (Executive Director) | ファティ・ビロル (Dr. Fatih Birol) |
| カナダ | Assistant Deputy Minister (Energy Sector), Natural Resources | Mr. Jay Khosla |
| ドイツ | Deputy Director General for Energy Policy, German Federal Ministry for Economic Affairs and Energy | Mr. Ulrich Benterbusch |
| フランス | Minister-Counsellor for Economic Affairs, Embassy of France in Japan | Ms. Christel P éridon |
| 中国 | Chief Economist of the National Energy Administration of China | Mr. Guo Zhi |
| オーストリア | Deputy Director General for Innovation at the Austrian Ministry for Transport, Innovation and Technology | Mr. Ingolf Sch ädler |
| ポーランド | Director of the Innovations and Technological Development Dept., Ministry of Energy | Mr. Szymon BYLIŃSKI |
| 南アフリカ | Deputy Director-General, Department of Science and Technology | Mr. Mmboneni Muofhe |
| UAE | Undersecretary of Energy and Industry | Mr. Matar Hamed Al Neyadi |
| 英国 | Chief Scientific Adviser, Department for Business, Energy and Industrial Strategy | Mr. John Loughhead |

世耕経済産業大臣による開会挨拶

- 出席に感謝。水素をメインテーマに扱う閣僚レベルの国際会議は、今回が世界で初めての開催。想像以上に多くの開催を歓迎する声に、水素に対する世界的な関心の高まりを感じている。
- パリ協定の発効以降、世界中で脱炭素化への潮流が加速。いわゆる2℃目標の達成に向けては、これまでの常識にとらわれることなく、新たな時代を創造していくとの気概を持って、世界全体で挑戦しなければならない。世界の叡智を結集して、技術でイノベーションを起こし、従来のエネルギーシステムを変革することで、エネルギー転換（Energy transitions）を図り、次の時代を創りたい。日本では、第5次エネルギー基本計画の中でエネルギー転換、脱炭素化に向けた切り札として、水素の活用を位置づけた。
- エネルギー転換、脱炭素化に向けては、多くの選択肢があるが、水素こそが、新たなエネルギーの未来を切り開く鍵となると確信。水素は、化石燃料からの製造時に、CO₂回収・貯蔵（CCS）と組み合わせることによって、トータルで低炭素のエネルギーとすることができる。さらに、水素は、再生可能エネルギーから製造することで、再生可能エネルギーを長期間、蓄えておくことができる。水素は、交通、産業、電力等の分野で利用することができ、従来のエネルギーの枠組みを超えて、多様な分野の脱炭素化を実現できる。
- 日本政府は、昨年12月、世界初の国家戦略としての「水素基本戦略」を策定し、未

来の水素社会実現に向けて、将来目指すべき姿や目標、官民が共有すべき方向性・ビジョンを示すとともに、その実現に向けた行動計画を取りまとめた。国内では、27万台を超える家庭用燃料電池、約 2800 台の燃料電池自動車普及。水素ステーションは世界最多の 100 カ所を整備済み。

- ▶ 欧米における再生可能エネルギーの急拡大に伴う、これを利用した水素製造・利用拡大や、石油・天然ガスや石炭を利用した、資源保有国での水素製造・利用の可能性、欧米やアジアにおける燃料電池自動車の拡大に向けたビジネスの動きなど、先進的な取組・挑戦に関して、日本としては、自らの持つノウハウや成果を世界に発信・共有し、リーダーシップを発揮する準備がある。相互に連携し、知見・ノウハウの共有を行い、互いに刺激し合うことで、次のステージへの飛躍が可能になる。
- ▶ 水素を新たなエネルギーの選択肢とするためには、水素がビジネスとして自立できるマーケットが創出されることが必要不可欠。各国閣僚や企業トップが、互いに最先端の知見を持ち寄り、各自でイニシアティブを発揮し、連携した動きを作り出すことが重要。本会議がそのための意義あるプラットフォームとなることを期待。
- ▶ Tokyo Statement（東京宣言）として、①各国及び各企業の間で、技術面でのコラボレーションを推進するとともに、基準や規制などについて標準化やハーモナイゼーションを進めていくこと、②水素の安全性の確保や、サプライチェーンの構築など、水素社会の実現に向けて各国が連携して取り組んでいくべき研究開発の方向性、③投資を呼び込み、ビジネスを創出するため、水素の活用による潜在的な経済効果やCO2削減効果などについて調査や評価を行っていくこと、④地球上に住む全ての市民に対し、水素が広く理解され、受け入れられていく教育や広報活動の重要性の4項目を世界に発信したい。これらについて意見を聞き、グローバルに示すことで水素社会の実現に向けた大きな動きを生み出すきっかけを作りたい。
- ▶ 来年6月の日本が議長国を務める G20 において、軽井沢で、「持続可能な成長のためのエネルギー転換と地球環境に関する閣僚会合」を開催する予定。水素の役割と重要性について議論したい。本日の成果は、G20に向けたインプットとしたい。

東京宣言

2018年10月23日水素閣僚会議 議長サマリー

日本・東京

2018年10月23日、我々、水素エネルギー担当の各国大臣及び担当代表者は、水素関連技術の研究開発、社会への展開に向けた協力を促進するため、日本・東京において、会合を行った。水素は、現在すでに進行中のクリーンエネルギーの将来に向けエネルギー移行の中で主要な役割を果たし、包括的かつ安全で効率的なエネルギー・ポートフォリオの重要な構成要素を占める可能性があるという考えを共有した。

水素は、再生可能エネルギー、原子力及びCCUSと組み合わせた化石燃料を含め、多様で持続可能なエネルギー源から製造することができる。同時に、交通部門、工業部門、電力部門を含めた、多くの部門で水素を利用することができる。燃料電池技術と組み合わせることで、水素から高効率に電気・熱を取り出すことができる。また、水素は、その汎用性とエネルギー貯蔵能力が優れている。水素は、経済成長及びエネルギー安全保障、同時に、大気質の改善・温室効果ガスの削減により、環境保護に貢献することができる。

水素エネルギー担当の各国大臣及び担当代表者は、エネルギー・ポートフォリオのひとつとして“水素社会”の実現、すなわち、日常生活及びエネルギー・交通・産業活動にて水素を利用する、よりクリーンかつ豊かで安全な世界規模のエネルギーの未来を実現するために、以下の項目について協力する重要性を確認した。

1. 技術協力及び、規制、規格・基準のハーモナイゼーション、標準化の推進
 - ✓ 水素貯蔵、その他構成部品等の燃料電池電気自動車、水素インフラ及び水素ステーションの充填プロトコルを含めた、水素関連技術の協調及び協力
 - ✓ 水素の世界市場を支援すべく、水素ステーション、大型輸送車、貯蔵 海上（海運）及びその他のアプリケーションの規制、規格、標準のハーモナイゼーションをはかるべく産業界と調整を行う。
2. 水素の安全性及びサプライチェーンに関する情報共有及び国際共同研究開発の推進
 - ✓ 研究開発及び技術に関するプロジェクトの促進に向けた協力をを行い、水素のサプライチェーンコスト削減及び供給・需要の拡大を図る
 - ✓ 水素による、エネルギー貯蔵、電力及び熱製造に関する研究と協力をより一層促進し、産業・交通分野にて、水素を最も効果的に活用する
 - ✓ 水素の安全性に関する情報、教訓、ベストプラクティスを共有し、安全で持続可能な水素製造、輸送、貯蔵及びインフラの運営を実現する
 - ✓ 水素技術を利用した社会において、同技術を安全かつ持続可能に利用するためのリスク評価及びリスク軽減方法・モデルの研究開発に関する協力を行う

3. CO₂及び他の汚染物質を削減する水素の可能性調査・評価
 - ✓ 様々な水素製造工程での上流・下流両方における、CO₂及び他の汚染物質の削減効果を評価するため、データを収集、分析、共有する
 - ✓ 生態系への影響を最小限に抑え、低コストにすることで、水素を持続的に製造、輸送、貯蔵できるようにした部門を超えた情報共有を行うことで、経済的及び環境的に実現可能なものにする
 - ✓ 一次エネルギー資源、CO₂貯蔵及び水の利用可能性も含めた、水素製造の資源利用可能性を評価する
 - ✓ 再生可能エネルギー由来水素が大規模で利活用される場合、化石燃料と競合できるか可能性を評価するため、コスト構造、バリューチェーン、ビジネスモデルの調査する
 - ✓ 水素が実現するクリーンエネルギーへの将来に対する可能性を評価し、その機会及び課題を精査するため、統合エネルギーシステム分析及びシナリオをつくる
4. コミュニケーション、教育及びアウトリーチ
 - ✓ 水素及び燃料電池技術の幅広い関係者を教育するための、適当なアウトリーチと啓蒙プログラム、及びイニシアチブを促進するため協力する
 - ✓ 特に、安全性という観点から、水素に対するに関する前向きな意見を構築するため“教育者を教育する”プログラムに関する情報を共有し、水素に関する理解の広がり（普及）を強化する

各国閣僚は、国際エネルギー機関（IEA）、水素燃料電池国際パートナーシップ（IPHE）、クリーンエネルギー大臣会合（CEM）／ミッションイノベーション（MI）をはじめとする主要組織が、「水素社会」の実現に向けて、これらの課題に個別に、かつ協力して行動することを求める。G20及び気候変動枠組条約（UNFCCC）との協力も重要であるとする。

2. 民間・国際機関によるプレゼンテーション（公開）

基調講演: エネルギー転換における水素のポテンシャル

各国・地域におけるエネルギーの変革や脱炭素化に向けた水素の重要性、他の燃料と比較したコスト分析、水素関連技術の現状と将来に向けた展望等に関する基調講演が行われた。

資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部長 松山 泰浩 氏

今回の会議は、19か国、1地域、そして1国際機関の代表が参加した世界で初めて「水素」に焦点を当てた国際閣僚会議であり、未来の水素社会実現に向けた政策及びビジネスの取り組みを加速するための意義ある国際プラットフォームを提供する、歴史的なイベントであると確信している。

午前中のセッションでは、各国代表者たちが、水素の推進の方策に関し、①技術協調や標準・調和、②国際的な共同研究開発、③未来への市場調査、④市民教育 など、集中的に議論を行った。会議の最後に、日本の経済産業大臣である世耕大臣から発出されたTokyo Statement（東京宣言）」では、地球温暖化対策と脱炭素化社会に挑戦して

いく上での水素エネルギーの意義と重要性がすべての関係者に共有されたことが示された。

現在、世界各地で数多くの先進的な水素への挑戦が見られる。その挑戦者の願いは共通であり、グローバルに力強い水素市場を創出することである。世界の叡智を集め、世界最先端の技術を使い、技術とビジネスの融合を生み、世界中で障害を取り払って利用促進を図る。これが事業・投資を拡大させるダイナミズムを生み出し、マーケットを創造する。世界中のリーダーがこのビジョンを共有し、未来のために協力していくことこそ私たちに課せられた課題である。本日の会議は、これを動かし始めるプラットフォームだと信じている。

国際・水素燃料電池パートナーシップ (IPHE) 代表 ダン・ブルーエット 氏

IPHE は政府関係者から構成され、今後の水素社会の実現に向けて実現可能な政策を検討している。水素は化学原料から F C V の様な燃料用途までフレキシブルに利用可能であり、IPHE が設立された 2003 年からその利用を強化する議論を続けてきた。議長を務めた経験も有する日本には期待する。現在の議長国である米国としても持続可能なエネルギービジョンを確立するための目標を作っていく。例えば H2@SCALE では、水素の製造、輸送、貯蔵、利用の全セクターで連携して活用することで大量利用へ繋げてコスト低減を目指している。

今後 IPHE としては多様な関係者との調和を重視し、市民へのアウトリーチ活動にも取り組んでいく。特に、既存の団体との対話においては本日の閣僚会議の結果も活用していきたいと考える。

国際エネルギー機関 (IEA) 事務局長 ファティ・ピロル 氏

この閣僚会議はまさに適切なタイミングで正しいトピックスをテーマに取り上げている。IEA は長年にわたり水素関連の活動を継続している。エネルギーについて、サステナビリティを重視するとともに、セキュリティ面と価格面を両立させようとする、水素は一つの解となる。また、現在はほとんどの水素が化学及び石油産業で製造されているが、今後は再生可能エネルギーを活用した多様な産業での利活用を促進したい。

世界の二酸化炭素の排出量は 2016 頃に一時的に伸びが無くなったものの、2017 年からは再び増加傾向に転じた。このような状況を打開するため、多様な研究を進めて競争環境を形成することが重要である。また、水素利用の普及に向けて、技術的な課題も存在するが、一番はコストが障壁である。加えて、新たなマーケットの創出に向けて、規制などの普及の障害を取り除き、ハーモナイズさせていくことが重要である。IEA は、Energy Business Council 等の関係者と密な関係を構築して常に最新の水素関連技術情報に精通しつつ、多様な水素関連活動や世界各国の企業等と連携した取組を展開している。

ミッション・イノベーション、ドイツ水素・燃料電池技術機構 Managing Director クラウス・ボンホフ 氏

ミッション・イノベーションは、2015 年に設立され、23 か国と EU のメンバーで構成されている。クリーンエネルギー利用拡大のために、2020 年までの研究開発費の倍増及び産業界のクリーン・エネルギー・イノベーションの拡大に取り組んでいる。

電力、熱、交通等の産業プロセスを包含した統合エネルギーシステムにおいて、水素は CO2 を削減するための有力なソリューションになる可能性を有するとともにエネルギー転換の重要な要素であるため、水電解技術の重要性は高まっている。

先般、ミッション・イノベーション第3回会合において、「再生可能クリーン水素チャレンジ」(Renewable and Clean Hydrogen Challenge) (IC#8) がスタートした。IC#8はギガワット規模の水素の製造、流通、保管及び使用に関する主な技術障壁を特定し、克服することによって世界の水素市場の発展を加速することを目的としている。

ミッション・イノベーションは特に大規模な水素利用によるコスト削減、大規模な実証事業の実施、国際的な情報共有の促進に取り組んでいく予定。

水素協議会議長、エア・リキード 副社長 ピエール・エティエンヌ・フラン 氏

水素協議会は2017年のダボス会議においてCEOレベルで合意して発足した組織である。エネルギー、輸送等、実に13の産業からのメンバーで構成され、多様な企業が共同して水素社会の実現に向けた取組を行うことを目的としている。我々は水素の利用をスケールアップしてコスト低減を図るとともに、水素を利活用する上でのリスクを最小化するため保険等のセーフティネットの仕組みを構築するなど投資家の理解を深めること等が重要であると考え。世界中のハイレベル国際機関や政策等と連携して水素産業を成長させることを目的としており、今回サンフランシスコで開催された2018 Global Action Summitでは2030年までに輸送分野において利用する水素を100%カーボンフリーにすることを合意した。今後、世界的な水素開発ロードマップの作成を推進するとともに経済性の議論を深化させる予定である。

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 理事長 石塚 博昭 氏

日本では、NEDOは経済産業省とともに、水素社会の実現に向けて大きく2つの取組を進めている。1つ目は「段階的な拡大」として、家庭用燃料電池の市場導入で認知度向上を図るとともに、燃料電池自動車と水素ステーションで「水素」を実社会で活用するルールを作り、水素を大量に利用してコストを下げ本格運用するというもの。2つ目は技術開発と規制・標準化などの一体的推進。具体的には、いち早く技術を社会で実証して得られた課題を基盤研究にフィードバックするとともに、規制など新たなルールの策定に向けて安全性に関するデータを蓄積し、実際の運用上の課題と連携するもの。これら2つの取組を推進するためNEDOは、燃料電池や水素ステーションに関する技術、水素燃料のガスタービン発電技術、福島県の再エネ(太陽光)と水素を組み合わせたシステム技術等、様々なプロジェクトを推進している。また、国際水素・燃料電池パートナーシップ(IPHE)やIEA等を活用して国際連携にも尽力している

セッション1: 広がる水素の利活用—モビリティと水素インフラ—

米国エネルギー省 燃料電池技術室 ディレクター スニータ・サトヤパル 氏がモデレーターを担い、主にモビリティと水素インフラに関して、水素・燃料電池技術の展望、最近の活動、当該技術の普及に関する課題、規制適正化や標準化及び共同研究開発に関する事項について講演が為された後に、パネルディスカッションが行われた。

(1) 講演

中国国家能源投資集団 President & CEO リン・ウェン 氏

中国では、科学技術部、情報産業部、中国科学技術院等々、多数の政府省庁等からサポートを受けてState Grid、SAIC、Baosteel、CRRC、CSIC、Dongfeng Motor、FAW、Tongji University等の多種多様なメンバーから構成される「China Hydrogen Alliance」が2018年2月に設立された。

当該アライアンスは水素・燃料電池産業に関する国家レベルの機関として国際協力プラットフォームを構築することを目指しつつ、中国水素エネルギー白書の発行、水素産業のイノベーションプラットフォームの構築と国際協力強化等、水素に関する様々な取組を展開している。当該アライアンスの目標は、2030年までにFCVの市場投入100万台、水素ステーション1,000か所、そして2050年までには、水素を全消費量の10%以上を担う主要なエネルギー源にすることとしている。中国では、基準認証、水素インフラの安全技術、水素ステーションの大量建設等に関して障壁があるが、国際的な協力も得て迅速に取り組みたい。国際協力としては、IPHE、H2USA、Japan H2 mobility等、世界の関係者と協力関係を深めている。

ファースト・エレメント Founder & CEO ジョエル・イーワニック 氏

ファースト・エレメントは2013年に創業し、水素の販売に特化した企業でありカリフォルニア州で水素供給網の開発を行っている。既にカリフォルニア州から6,350万ドルの助成金を受け、トヨタとホンダからも2,700万ドルの支援を得た。また一般消費者向けの19か所の水素ステーションを開業し、現在はそれらに加えて12か所を建設中である。

我々の小売り水素供給ステーションブランドであるTrue Zeroはそのブランド力を高めつつあり、水素販売量は前年比150%の一日あたり1,800kgを超えている。目下のところ、水素のコストが課題であり、水素供給設備の高度化と運営効率の向上によるコスト削減により、ガソリンと同等の価格、具体的には10USD/kgの水素を目指している。具体的な取組としては、例えば、圧縮水素から液体水素に変えていく予定であり、圧縮機がポンプに変わることにより0.75USD/kgものコストを削減ができる。

ゼネラルモーターズ Director, GM Collaboration, Global Fuel Cell Business ジョージ・ハンセン 氏

ゼネラルモーターズは、ゼロエミッション、ゼロクラッシュ、ゼロ渋滞といったトリプルゼロを目指しており、将来的には全ての車が電動化すると想定している。そのためFCVとEVを重要視しているが、対立構造ではなくそれぞれの利点を生かして補完するものであると理解している。例えばFCVはEVよりエネルギー充填時間が短い（FCVの充填時間は100マイル/分で大型車向き、バッテリー車の充填時間は6マイル/分で小型車向き）というメリットがあり、昨今ゼネラルモーターズとホンダは、それぞれの水素関連プロジェクトを一つに統合して、2020年頃の燃料電池システム製造を目指したジョイントベンチャーを設立したところ。

燃料電池技術は、将来的にはトラックやバスのみならず海や空や軍事用等、多様な用途に展開していくと想定している。水素は脱炭素化へ向けて再生可能エネルギーと電気を連結するエネルギーキャリアとして重要であり、その経済合理性が成立する仕組みを構築することが必要である。

ヒュンダイ自動車 副社長 キム・セフン 氏

ヒュンダイは多様な環境対応車を開発しており、2013年に最初のFCVを試験販売してから5年間で1000台を生産、水素ステーション数の増加にも貢献した。

今年ラインナップに加わったネクソは、特にヒュンダイの技術を代表するもの。近年の研究によりシステム効率、パワー、走行距離の飛躍的な向上を成し遂げ、既存車と遜色ない耐久性を有する。FCVはEVと比べると大型車におけるコスト効

率に優れる。

今後、燃料電池技術をより拡大させていくためには、安全なインフラ構築、規制の合理化、コスト削減及び投資等に取り組む必要がある。

トヨタ自動車株式会社 副社長 寺師 茂樹 氏

今後のサステナブル社会の実現に向けて、トヨタは再生可能エネルギーの最大活用と化石燃料の最適利用を見据えている。モビリティも、EV、FCV、PHVそしてHVと、用途に応じた多様な展開を想定している。

水素は様々な一次エネルギー源から生産することが可能であり、FCVは走行中にゼロエミッションであるということだけでなく、燃料補給の時間、航続距離、低温時の性能など、多様なアドバンテージを有している。トヨタはこれらのFCVから得た燃料電池技術は、パワートレーンユニットも含めた他の商業車へ展開させていきたいと考えている。

水素社会は多数のステークホルダーが共同して研究開発に取り組むことで初めて達成できるもの。今後は、FCを当社の商品として活用するだけでなく、様々なステークホルダーとの協力関係を築いていきたい。そして水素を社会に浸透させるためには、多くの国々が将来ビジョンを共有し、ハーモナイゼーション（基準認証等の共有化）していくことが必要であろう。また、MIRAIはフル充填で一般家庭数日分相当の電力を賄え、FCVを災害時に役立てることができ、自動運転との組み合わせによるコンセプトカー構想を描くことができる。

バラード (Ballard) 副社長 デイビッド・ホワイト 氏

昨今の燃料電池の性能向上により、政府や産業界からのサポートも手厚くなっており、燃料電池利用の拡大はメガトレンドになっていることから、バラードは、現在は水素社会に関しては経済的視点において従来と方向性が変化してきていると考えている。

バラードはこの40年以上もの間、燃料電池技術の先駆者であり続け、既存市場からの要望が増えていることを認識している。そのため、従来の自動車、バス、電車、フォークリフト等の移動体から、今後は海上、無人飛行機、船舶や列車といった用途も想定しつつ研究を進めている。バラードはこの分野に今後も投資を続けていき、水素を活用した移動体の経済社会の中で戦略的に取り組んでいきたいと考えている。

(2) パネルディスカッション

モビリティと水素インフラの普及に向けて、講演者からは主に以下の意見があった。

- ▶ 地方への普及へ向けて、自治体ごとに基準、手続き等がバラバラにならないよう中央政府のサポートは重要。
- ▶ 世界中で同じ基準で議論が出来るよう、コラボレーションできるプラットフォームを形成すべき。
- ▶ コスト削減には水素の大量消費社会の実現が有効。持続可能な経済合理性を持たせるために、コストは既存のガソリン燃料等と競争力を有するレベルまで下げて公的補助を脱却しなければならない。
- ▶ 水素は有効なエネルギー源であり、危険性ばかり注目されることのないよう、一般社会へ適切に訴えていく必要がある。

セッション2:世界での水素利活用の推進に向けた水素製造とサプライチェーン

一般財団法人 日本エネルギー経済研究所 理事長 豊田 正和 氏がモデレーターを担い、世界規模での水素利活用に向けた水素製造とサプライチェーンに関して、関連技術の展望、最近の活動、当該技術の普及に関する課題、共同研究開発に関する事項について講演が為された後に、パネルディスカッションが行われた。

(1) 講演

エクイノール (Equinor) 技術経営マネージャー ヘーグ・レグノー 氏

エクイノールはノルウェーに本拠地を有する多国籍エネルギー企業であり、基礎研究段階ではあるものの、近年は発電、熱、船舶輸送に関する複数の水素技術関連プロジェクトに取り組んでいる。

オランダで実施している The H2M- Magnum と呼ばれるプロジェクトでは、既存のガス発電プラントを、天然ガスから水素にエネルギー転換する試験に取り組んでいる。仮にこのプラントが 100%稼働すると、水素燃焼により年間 400 万 t の二酸化炭素を削減させ、自動車 2 百万台に相当すると試算されている。また、イングランド北部で実施している H21 と呼ばれるプロジェクトでは、イングランドの熱利用分野において天然ガスを水素に置き換えようとしている。さらに、海運分野での水素利用も検討中である。

クリーン水素のバリューチェーンは、サステイナブルな二酸化炭素バリューチェーンと一体不可分であることから、20 年以上にわたり北海での二酸化炭素回収貯留 (CCS) と利用の経験を有しているエクイノールとしては、クリーン水素バリューチェーンの構築に貢献したいと考えている。今後は、政府・民間が協力してコストやリスク削減、規制の合理化や国際的な基準認証等に取り組むことが必要であろう。

千代田化工株式会社 CSO 兼経営企画本部長 清水 良亮 氏

千代田化工は、再生可能エネルギーの出力安定化や、消費地までのエネルギー輸送の効率化を目指して、LOHC (Liquid Organic Hydrogen Carrier) システムによるエネルギー輸送を提案している。これは、独自技術である脱水素触媒に特徴がある。この LOHC では MCH (Methyl-Cyclohexane) とトルエンを使っており、両者とも常温常圧で石油と同様、取り扱いが容易な液体であり、既存のタンク、輸送手段を利用することが出来る。

現在、世界規模での水素サプライチェーンの実証が行われており、ブルネイで水素化プラントが、日本で脱水素化プラントがそれぞれ建造されている。この取組は、4 社から構成される AHEAD (Advanced Hydrogen Energy Chain Association for Technology Development) により、NEDO プロジェクトの一環として実施されている。

千代田化工は、2020 年に行う 1 年間のグローバルサプライチェーン実証によりその技術及びシステム運用性を確認し、商業プロジェクトの開始に備える予定である。そして 2025 年には準商業化プロジェクトとして、LNG と水素の混焼による大規模発電に向けたサプライチェーンを、2030 年には大規模水素専焼発電に向けた完全商業サプライチェーンプロジェクトに着手したいと考えている。さらには、電解技術、人工光合成技術等の取組を検討している。

サウジアラムコ Chief Technologist, Carbon Management Research & Division アクイラ・ジャマール 氏

サウジアラムコは世界最大の原油生産、輸出量を誇る国営石油会社で、3329 億

バーレルの原油、原油 1020 万 bpd 相当のコンデンセート等を生産しており、総合エネルギー企業だと考えている。

IEA シナリオによれば、所謂 2℃目標を達成するためには 2050 年の CO2 排出量を現在の半分以下に制限する必要があるため、世界の石油利用の 57% を占める運輸部門の寄与は大きい。

現在、既存の内燃機関以外に PHV、EV、FCV といった様々なパワートレインが存在しており、特にコスト面の課題を解決できれば FCV は小型から大型まで多様な車種をカバーすることが可能なため、水素利用の拡大に貢献すると注目されている。2050 年の水素需要は現在の 10 倍規模になると予測されている。

現在の水素製造においては、メタン水蒸気改質、ガス化、電解等の技術が用いられており、サウジアラムコはメタン水蒸気改質技術を利用した水素の商用輸出も検討しているが、日本への水素輸出は高コストとなる。

三菱日立パワーシステムズ株式会社 CTO パワー&エネルギーソリューションビジネス本部長 兼 サービス本部長 六山 亮昌 氏

今後人類は非常に複雑で解決困難な社会問題に取り組む必要がある。企業が社会と人に対して継続的に貢献し続けるためには、不断の改革が求められるため、我々は「MHI FUTURE STREAM」と題した戦略を策定した。水素ビジネスはその核となるものである。

将来の水素関連動向を見通した場合、中期的には CCUS を活用した化石燃料が水素製造の中核的な原料になろう。CCUS と組み合わせた化石燃料由来水素は、水素の利用拡大のトリガーになり得る。長期的には、コスト削減と技術革新により再生可能エネルギー由来の水素が支配的になると予想する。また、日本の火力発電所における二酸化炭素削減に向けた動きの中では、先ずは天然ガスと水素の混焼が実現し、将来的には水素専焼発電にシフトするであろう。1GW のタービンを 1 年間運転すると FCV 200 万台分の水素消費に相当するなど、発電は水素の大量消費に直結し、そのコストダウンに貢献する。

水素のグローバルサプライチェーンを実現するためには、サプライチェーン、水素エネルギーの利活用、世界的な CCS 合意、複数国間の政府間合意等に関してこれまでにない新たなレベルでの関係者間協力が必要である。我々が有する多様な製品や技術を連携させることにより、新たなソリューションを提供することが可能になると考えている。我々はまた、他の企業等と情報を共有して世界的な協力体制を構築する為に欧州 ALIGN-CCUS プロジェクト、Hydrogen Council（水素協議会）、グリーンアンモニアコンソーシアム、AHEAD 等にも参加している。更に水素サプライチェーンを活性化させるために、我々は政府援助を得つつ水素ガスタービン、アンモニアベースの GTCC 等の開発を推進するのみならず、SOFC や水素専焼 GTCC の商業化プロジェクトにも着手している。

ロイヤルダッチシェル Hydrogen Business Develop Manager ピーター・バーヴェク 氏

液化水素に係るサプライチェーンを実現するには安価な水素製造、液化、輸送が課題である。貯蔵に関しては LNG と同様のアプローチが可能のため、既存の設備を利用することができる。

液化水素の課題は、液化に係るコストが非常に高いため固定顧客を獲得しづらい点であるため、本日午前の会議では公的補助の必要性和カーボン課税等のあり方を議論した。今後、更なる液化水素の低コスト化のためには、装置の大規模化、技術

向上による初期投資の抑制が必要である。

(2) パネルディスカッション

水素製造とサプライチェーン構築に向けて、講演者からは主に以下の意見があった。

- ▶ 低炭素水素の製造方法としては、足下では天然ガスの水蒸気改質と CCS の組み合わせが経済的と見られる。将来的に技術が向上してコスト的にペイするようになれば再生可能エネルギー由来の電力による水電解にも可能性がある。
- ▶ 水素の輸送に関しては、既存の天然ガスパイプラインを利用できる場合がある。また MCH、アンモニア等の化学的な方法もあるが、脱水素の段階で総合的なエネルギー効率は低下する。
- ▶ アンモニアの直接利用による発電の場合、天然ガスと効率自体は変わらないが、NOx 発生の問題がある。

セッション3: エネルギーシステムでの利活用（再生可能エネルギーとの融合等）

欧州燃料電池水素共同実施機構（FCH JU） 事務局長 バート・ビーブイック 氏がモデレーターを担い、主に再生可能エネルギーとの融合等に関して、最近の動向、水電解技術の発展に関する課題等について講演が為された後に、パネルディスカッションが行われた。

(1) 講演

欧州委員会 Principal Adviser to Director General, DG Energy テュードル・コンスタンティネスク 氏

欧州委員会の政策目標は 2030 年のみならず 2050 年も見据えて再生可能由来のエネルギー比率を飛躍的に高めることを目指した野心的なもの。エネルギーシステムは技術の向上と共にその複雑性が増していることから、発電、輸送、貯蔵などの分野横断的な利用において融通が利く水素は非常に「スマート」であると言える。

欧州委員会では、エネルギー市場における水素利用についての規制及び政策に関して、クリーンエネルギーパッケージに対する租税体系の適正化、エネルギー価格とネットワーク費用負担の仕組み構築、低炭素ガス（P2G）の市場形成のための認証、エネルギー貯蔵を他経済セクター（輸送、産業）と結びつけるメカニズムの構築等も重視しており、水素はその橋渡し役になると考えている。

ネル（Nel） 最高経営責任者 ジョン・アンドレ・ロッケ 氏

多くの再生可能エネルギー由来の電力は時間、日、季節単位で出力が変動するため、常に電力グリッドとの協調性を検討しなくてはならない。このためエネルギー会社においては、変動の高い電力価格に対応する必要があり、具体的には、電力供給が過剰となる場合の低価値のスポット電力を、多様な用途に利用可能な高価値の水素に変換することが有効である。

ネルは設立以来取り組んできた技術を基礎としてラボレベルの小規模設備から大型プラントまでの水電解装置をカバーしており、近年はそのコスト削減も加速しつつある。また、フレキシブルかつクリーンなエネルギーキャリア、シンプルで効率的なエネルギー貯蔵技術、そして増大する再生可能エネルギーに関する技術が進歩している。

ネルはまた、この 15 年間で約 10 カ国に於いて 40 以上の水素ステーションを構築してきた。今後は、水素が既存の化石燃料と価格の競争になる程度までコストを削減させるため、Power to X として燃料だけでなく様々な用途に展開させることが必要不可欠であると考えている。

エンジー (ENGIE) Executive Vice President, Global Head of Business Development, Hydrogen Business Unit マリオ・サバスターノ 氏

エンジーは再生可能水素を利用したエネルギーシステムの実用化に向け、次の 4 分野に焦点をあててプロジェクトを実施している。そして将来的には、水素エネルギー社会構築（グリーン水素の製造・輸送、地域における（電力、熱、冷却、交通、貯蔵等）マルチ利用）により、再生エネルギーの余剰国から不足国へのエネルギー輸出に繋がることを期待している。規模を拡大していくことが重要だと考えている。

- ✓ 移動体分野の水素ステーション整備 (Zero Emission Valley) : FCEV1000 台、水素ステーション 20 箇所、電解システム 15 箇所
- ✓ 産業のための原料水素提供 (EffiH₂) : 産業利用として電解システム 1MW 以上の顧客への移動式水素製造供給、フランスで試行中。
- ✓ ガスネットワークへの水素混合 (GRHYD) : 新しい燃料ガス “Hythane (水素と天然ガスの混合)” の製造、グリッド内 (エコ地域 : 約 100 件の家、建物) への 20 容量%のグリーン水素注入
- ✓ エネルギー貯蔵実証 (REIDS@シンガポール) : 電解による水素製造、ハイブリッドパワー貯蔵 (蓄電池と水素貯蔵の組み合わせ)、2MWh 以上の燃料電池、20 台/日の FCEV 車対応の水素ステーション

ITM パワー 最高技術責任者 サイモン・ボーン 氏

ITM パワーは統合型水素エネルギーシステムを提供する企業である。FCEV への水素供給に向け、3ton/日の製造能力、7ton/日の充填能力、水素価格£10/kg を成長モデルとして描いている。

水素エネルギーシステムの実用化には、モジュールの標準化、PEM 技術の革新、速やかな大規模化、反応の迅速化がカギを握っており、ITM パワーは 2MW~10MW の水素エネルギーシステムを提供している。また、従来 PEM 型水電解装置は比較的小規模な装置が主であったが、システムは大型化の傾向にあり、低コスト化につながり、ITM パワーは、現行£1,000/kW のシステム価格が 2020 年代半ばには£500/kW 程度になると予測している。また、装置の標準化を進めることでコストを削減できると考えている。

ITM パワーは “LIGHTHOUSE PROJECT” として、シェルと共同してシェル製油所内に 10MW 規模の PEM 電解システムを導入し天然ガスのパイプラインに水素を注入する実証化検討を行っている。水素エネルギーシステムの早期実用化には、規模大型化、大局的な開発戦略等が求められている。

シーメンス (Siemens) Vice President Sales, Hydrogen Solutions エリック・クライン 氏

現状の水素製造プロセスの多くで、多量の CO₂ を排出する。CO₂ 排出量削減のために水電解技術が重要な役割を担い、セクターカップリングと P2X が注目されている。

シーメンスは水素バリューチェーン (再生可能なグリッドサービス→電解還元→

日常利用)の頼れる提供者として、産業、移動、エネルギーの三分野における将来の産業利用の可能性を、マインツのエネルギーパーク (Energiepark)、ハスフルトのウィンドガス (Windgas)、ハンブルグの製造所、リンツの H2Future で検証している。加えて、2019 年にはエルランゲンのシーメンス構内に水素ステーションを設置予定である。

シーメンスは 4~5 年ごとの水電解ポートフォリオの拡大予測を立てており、電解技術にコスト競争力が有ると考えている。

(2) パネルディスカッション

水素エネルギーシステムの低コスト化、スケールアップについて、講演者からは主に以下の意見があった。

- 水電解の場合、設備容量 2 OMW 規模がコストをフラット化可能な損益分岐点なので、予想以上に早期に普及が可能となるかもしれない。
- エネルギーシステムの実現は、コストだけではなく温暖化防止の観点でもとらえる必要がある。
- スケールアップには自動化、標準化が必要であり、長期的な視点で慎重に見極める必要がある。
- 経済性のある市場創出には、規制緩和等によるコスト低減が必要である。日本を例にすると、他国の標準規格を受け入れグローバルな共通規格に統合すれば、競争が生まれ低価格化できると思う。

閉会挨拶

資源エネルギー庁長官 高橋 泰三 氏

- 多くの方の参加に感謝。閣僚会合では、国際的な水素社会実現に向けた課題や政策の方向性について議論を行い、各国での連携の重要性などについて認識を共有。その成果として、技術のコラボレーションや国際共同調査の必要性など、各国の共通認識の下、議長声明として「Tokyo Statement」を発表した。
- 午後のセッションでは、「Tokyo Statement」を踏まえ、国際機関や世界のリーダー企業が水素に関する最新の動向や展望について講演。プレナリーセッションでは、IEA や IPHE などの国際機関から、世界の動きを紹介。セッション1のモビリティ・水素インフラ関係の企業の講演では、水素の利用拡大への道筋を共有できた。セッション2では、水素の大量利用と切り離せない、グローバルなサプライチェーン構築について議論し、エネルギーとしての水素への期待が多くあった。セッション3では、再エネを活用した水素製造の動向について、有益な示唆が得られた。
- 来年6月に日本が議長国を務める G20 においても水素の役割の重要性について議論を行うことにより、世界のエネルギー転換、脱炭素化を進めるための国際的な大きなモメンタムを作っていける。

Tokyo Statement
Chair's Summary of Hydrogen Energy Ministerial Meeting
23 October 2018 Tokyo, Japan

The Ministers and Delegates responsible for hydrogen energy within their respective countries met in Tokyo, Japan on 23 October 2018 to promote cooperation on research, development and deployment of hydrogen technologies within their societies. Together, they shared the view that hydrogen can be a key contributor to the energy transitions underway to a clean energy future and an important component of a broad-based, secure, sustainable and efficient energy portfolio.

Hydrogen can be produced from diverse sustainable sources including renewable energy, nuclear and fossil fuels using carbon dioxide capture, utilization and storage. In turn, numerous sectors including transportation, industrial manufacturing, heat and power generation can use hydrogen. Fuel cell technologies efficiently generate electricity and heat from hydrogen. Also, hydrogen stands out for its versatility and storage capability. It can contribute to economic growth as well as energy security while simultaneously protecting the environment by improving air quality and reducing greenhouse gas emissions.

The Ministers and Delegates confirmed the value of collaborating on the following agenda to accelerate progress in hydrogen technologies, contributing to a “Hydrogen Society”, as part of a broad energy portfolio – a clean, more prosperous and

secure energy future worldwide supported by using hydrogen in society where appropriate, across the energy, transportation, and industry sectors.

5. Collaboration on Technologies and Coordination on Harmonization of Regulation, Codes and Standards

- ✓ Coordinate and collaborate on hydrogen related technologies including fuel cell electric vehicle technologies, such as hydrogen storage and other components, hydrogen infrastructure, and fueling protocols for hydrogen stations.
- ✓ Coordinate with industry to enable harmonization of relevant regulations, codes and standards such as those for refueling stations, for heavy duty transportation, for energy storage, for technologies supporting sectoral integration, for maritime and other applications, all to support a global marketplace.

6. Promotion of Information Sharing, International Joint Research and Development Emphasizing Hydrogen Safety and Infrastructure Supply Chain

- ✓ Collaborate on research and development and facilitate project implementation of technologies for reducing hydrogen supply chain costs and increasing the supply and usage of hydrogen.
- ✓ Further promote research and collaboration in energy storage, power and heat generation to ensure the most effective use of hydrogen in industry and transport sectors.

- ✓ Share information, lessons learned and best practices on hydrogen safety to enable safe and sustainable production, delivery, storage and infrastructure operation.
- ✓ Collaborate on research and development of risk assessment and mitigation tools and models to enable the safe and sustainable use of hydrogen technologies within society across applications.

7. Study and Evaluation of Hydrogen's Potential across Sectors Including Its Potential for Reducing Both CO₂ Emissions and Other Pollutants

- ✓ Collect, analyze and share data to evaluate the potential of hydrogen and its effect on CO₂ and other emissions reduction, both upstream and downstream across a variety of hydrogen production pathways.
- ✓ Share information on pathways to sustainably produce, deliver, store and use hydrogen across sectors with minimal ecological impact and at low cost to ensure both economic and environmental viability.
- ✓ Assess resource availability for hydrogen production including primary energy resources, CO₂ storage and water availability.
- ✓ Investigate cost structure, value chain organization and business models so as to evaluate the potential of renewable hydrogen to compete with fossil fuels at large scale.
- ✓ Further develop integrated energy systems analysis and scenarios to assess opportunities and challenges, and to evaluate potential pathways to a hydrogen-enabled clean energy future.

8. Communication, Education and Outreach

- ✓ Work together to promote appropriate outreach and awareness programs and initiatives to educate a broad range of stakeholder groups about hydrogen and fuel cell technologies.
- ✓ Share information on “train the trainer” programs to increase the widespread understanding of hydrogen and to build awareness of hydrogen solutions, especially in terms of safety.

Ministers and Delegates requested the leading organizations including the International Energy Agency, the International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy, Clean Energy Ministerial, and Mission Innovation to take actions on these issues individually and collaboratively. Cooperation in the context of the G20 and of the United Nations Framework Convention on Climate Change is also considered important.