

会議総括 Summary Statement

2019年9月25日（水）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、2019年9月25日、東京において開催された。会議は、経済産業省の菅原経済産業大臣が議長を務め、35の国・地域・機関等より閣僚等が集まり、約600人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、菅原経済産業大臣より議長声明として「Global Action Agenda（グローバル・アクション・アジェンダ）」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）

Japan	Minister of Economy, Trade and Industry	Mr. Isshu Sugawara
Australia	Minister for Resources and Northern Australia	The Hon. Matthew Canavan
Brunei Darussalam	Minister of Energy, Manpower and Industry	H.E. Dato Mat Suny Hussein
Islamic Republic of Pakistan	Federal Minister for Petroleum Division	H.E. Omar Ayub Khan
People's Republic of Bangladesh	Adviser (Minister) to the Prime Minister Power, Energy & Mineral Resources Affairs	H.E. Tawfiq-e-Elahi Chowdhury
Republic of the Philippines	Secretary, Department of Energy	H.E. Alfonso G. Cusi
Socialist Republic of Viet Nam	Minister of Industry and Trade	H.E. Tran Tuan Anh
Sultanate of Oman	Minister of Oil and Gas	H.E. Mohamed Hamed Saif Al Rumhi
Kingdom of Norway	Deputy Minister, Ministry of Petroleum and Energy	H.E. Rikard Gaarder Knutsen
Republic of Costa Rica	Vice Minister of Ministry of Environment and Energy	H.E. Rolando Castro Córdoba
Republic of Poland	Secretary of State in the Ministry of Energy	H.E. Krzysztof Jan Kubów
Argentine Republic	Ambassador of the Argentine Republic	Mr. Alan Beraud
Canada	Associate Deputy Minister Natural Resources Canada	Mr. Shawn Tupper

European Commission	Deputy Director-General, DG Energy	Dr. Klaus Dieter Borchardt
French Republic	Ambassador of the French Republic	Mr. Laurent Pic
Kingdom of Morocco	Director of Fuels at the Ministry of Energy	Mr. Hassan HAITAM
Kingdom of Saudi Arabia	Senior Advisor for HRH	Mr. Farid al asaly
Kingdom of Spain	International Manager of Institute for Diversification and Saving of Energy, Ministry for Ecology Transition	Ms. Marisa Olano
Kingdom of Thailand	Permanent Secretary of Energy	Mr. Kulit Sombatsiri
Kingdom of the Netherlands	Hydrogen Envoy, Ministry of Economic Affairs & Climate Policy	Mr. Noe van Hulst
New Zealand	General Manager Energy, Resource & Markets, Ministry of Business Innovation & Employment	Ms. Phillipa Fox
Republic of Chile	Jefe de la División de Prospectiva y Análisis de Impacto Regulatorio	Sr. Carlos Barr í a
Republic of Italy	Scientific Attaché	Prof. Enrico Traversa
Republic of Korea	Deputy Minister for Energy and Resources	Mr. JOO Youngjoon
United Arab Emirates	Undersecretary of the Ministry of Energy and Industry	H.E. Dr. Matar Hamed AlNeyadi
United Kingdom	Minister Counsellor Economic Affairs	Ms. Sue Kinoshita
United Republic of Tanzania	Charge d' Affaires, a.i., Tanzania Embassy	Mr. John Fisher Kambona
United States of America	Assistant Secretary for Fossil Energy	Mr. Steven Winberg
Republic of Indonesia	Director General of Electricity, Ministry of Energy and Mineral Resources	Mr. Rida Mulyana
International Energy Agency	Executive Director	Dr. Fatih Birol
Economic Research Institute for ASEAN and East Asia	President	Prof. Hidetoshi Nishimura
Hydrogen Council	Secretary of Hydrogen Council Vice President, Air Liquide Secretary	Mr. Pierre-Etienne Franc
International Renewable Energy Agency	Director	Mr. Dolf Gielen

上記に加え、Federal Republic of Germany、Russian Federation の政府職員も閣僚会合に参加。

菅原経済産業大臣による開会挨拶

- 出席に感謝。今回 2 回目の開催となる水素閣僚会議には、30 力国を超える国の代表にお集まりいただき、水素に対する関心の高まりを強く感じている。世界中で脱炭素化への潮流が加速している。地球温暖化の進行を食い止めるためには、これまでの常識にとらわれず、新たな時代を創造していく気概を持って、世界全体で挑戦しなけ

ればならない。水素は、運輸、産業、電力等の様々な分野で利用することができ、温暖化対策の切り札となることが期待されている。

- 前回以降、多くの国で水素利用の促進に向けた戦略が策定された。また、様々な国際機関で、水素の利活用に向けた議論が活発化している。世界各国で再生可能エネルギーを利用した水素の製造・利用のプロジェクトが進められている。また、化石資源を有する資源国でも、これを利用した水素の製造に期待が高まっている。
- 今年 6 月には、我が国が議長を務めた G20 軽井沢大臣会合において、クリーンで信頼できるエネルギー源としての水素のポテンシャルに言及した共同声明が採択された。IEA から、初の水素に関する包括的なレポートが発表された。世界各国で水素利活用に向けた関心が高まる一方で、まだ超えるべき課題が多い。具体的には、水素の需要拡大と、供給コストの低減が必要不可欠である。
- 日本では、課題を解決し、水素の利活用を進めるため、今年 3 月に「水素・燃料電池戦略ロードマップ」を改訂した。さらに、この中で掲げる目標の着実な達成に向けて、重点的に取り組むべき技術開発 3 分野 10 項目を特定し、水素・燃料電池技術開発戦略として発表した。引き続き、水素社会の実現に向けた取組を加速すべく、水素燃料電池分野での関連予算を昨年度の 4.2 億ドルから 5.9 億ドルに増額し、来年度もさらに取組を拡大したいと考えている。水素利活用の拡大に向けた取組を、日本のみならず世界全体で加速するには、国際的な連携が重要。
- 昨年、水素をメインテーマに、関心国の閣僚級が議論する世界初の閣僚会議を開催した。会議では、水素こそが次の時代を創る役割を果たすという認識を共有し、水素社会の実現に向けた動きを世界的に生み出して行くことが重要であるというメッセージを「東京宣言」として発信した。東京宣言は、コスト低減に向けた技術開発や、基準・規制の調和の必要性、水素供給網の構築、水素利用の経済効果やCO₂削減効果の調査、水素の認知度向上のための教育・広報など、今後の施策の方向性をまとめている。本日の会議では、「東京宣言」に関する各国・各機関の取組状況を共有するとともに、グローバルな水素の利活用に向けた政策の方向性について議論を深化し、今後の行動の具体化に向けた指針を提示したい。
- 今後、各国が取り組むべき具体的なアクションを明確化した、各国の水素・燃料電池に関する行動指針となる「グローバル・アクション・アジェンダ」のポイントを示した紙を配付した。今後取り組むべき対策として、以下の取組を柱としている。
 - ・水素自動車や水素ステーションなど、運輸分野における、世界全体での目標の共有や、規制・基準のハーモナイゼーション、研究開発の国際連携、
 - ・水素サプライチェーンの整備、とりわけ水素の海上輸送拡大に向けた国際的なルール整備、
 - ・水素発電や産業利用といった多様な分野での水素利用の促進に向けた技術の実証、
 - ・国際機関による水素需要見通しに関する調査の実施、

- 最後に、今後の水素利用拡大に向けた情報共有や啓蒙活動
 - 「グローバル・アクション・アジェンダ」に盛り込むべき具体的な対策を、世界のリーダーである皆様から、共有いただくことにより、本日の会議の成果が水素社会の実現に向けた取組の重要な一歩となることを強く期待する。
 - 来年 2020 年には東京でオリンピック・パラリンピックが開催され、水素を世界に向けて PR する絶好の機会となる。本会議がオリンピック・パラリンピックに向けて、世界の水素に対する取組をさらに加速する上での重要な契機となることを期待する。
-

第2回水素閣僚会議議長声明

— 東京宣言実現に向けたグローバル・アクション・アジェンダ —

I. 背景

各国の水素エネルギーの政策調整を担当する閣僚と代表団が2019年9月25日東京で会合し、水素エネルギーの開発に向けた協力の戦略について議論した。30を超える国・機関が会議に出席し、世界における水素のより幅広い生産と利用に向けたモメンタムが成長し続けていることを裏付ける。

各国閣僚と代表は、水素がクリーン、安全で入手しやすいエネルギーの将来に貢献する鍵となることを再確認した。また、クリーンな水素を含め水素に対する関心が世界的に高まっており、クリーンで信頼性があり、確実なエネルギー源としての水素の可能性を切り拓くため、政府や産業界、研究機関による多くの活動が進められている。

各国閣僚と代表は、附属書にまとめられているように、2018年10月に開催された第1回水素閣僚会議以降、著しい進展がなされたことを認識した。

各国閣僚と代表は、エネルギーの幅広いポートフォリオの一つとして、水素社会、そして、電力、熱、運輸、民生、産業利用など、社会の適切な場面における水素の活用を通じて支えられる、クリーンかつより豊かで確実なエネルギーの未来に貢献すべく、水素エネルギー技術の進歩を加速するためにさらに協力することの重要性を再確認した。

第1回閣僚会議では水素の研究、開発、実証、普及のための4つの柱からなる「東京宣言」が発表された。2019年バンクーバーで開催されたクリーンなエネルギーに関する閣僚会合（CEM）では、IEAをコーディネーターとする水素イニシアチブが、カナダ、日本、米国、EU、オランダによって開始された。2019年6月に開催されたG20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関係閣僚会合では、閣僚が水素の重要性を認識し、議長国である日本の要請を踏まえ、国際エネルギー機関（IEA）が水素に関する包括的な報告書を公開した。本日第2回水素閣僚会議において、国際再生可能エネルギー機関（IRENA）は水素に関する展望を発表した。また、国際水素燃料電池パートナーシップ（IPHE）は前回の水素閣僚会議以降、南アフリカとオーストリアで開催され、水素閣僚会議の計画に関する情報提供や調

整の円滑化を含め、世界のパートナーの招集する役割を果たしてきた。今まさに、東京宣言の実施に向けた具体的な行動が求められている。

II. グローバル・アクション・アジェンダの必要性

水素の生産・利用拡大とコスト削減による世界的な水素の普及には今後 10 年の取組が鍵であることを認識し、世界規模で取組を加速するための具体的な行動が必要である。各国閣僚と代表は、将来の水素利用拡大のための研究、開発、実証、普及に向けた行動を導く原則となる、東京宣言の実施に向けた、グローバル・アクション・アジェンダに沿って行動することの価値を確認した。

III. 東京宣言実現のグローバル・アクション・アジェンダ

各国閣僚と代表は、長期戦略やロードマップを策定し、それを実行するための技術課題や関連施策を特定しながら包括的に水素の利用拡大に向けた課題に取り組むことの重要性を認識した。各国閣僚と代表は、各国毎に異なる状況を考慮しつつ、東京宣言の 4 つの柱に沿って、以下のアクションに適切に取り組んでいくことを懸望する。

東京宣言 1. 技術協力および規制、規格・基準のハーモナイゼーション、標準化の推進
東京宣言 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

(1) 多岐にわたるモビリティの活用

モビリティ分野では、燃料電池自動車 (FCV)、燃料電池トラック、燃料電池バス、燃料電池列車、船舶の FC 化、フォークリフト、オフロードの車両や航空機といった分野で燃料電池活用に向けた多くの取り組みが進められている。この分野での更なる水素燃料電池の活用を促すため、例えば、「今後 10 年で燃料電池システム 1000 万台、水素ステーション 1 万カ所を整備する」といった、民間企業や投資機関にインセンティブを与え投資を促すための、拘束力のない、全体的で野心的な世界目標を適切に共有することが重要である。他にも例えば、クリーンな水素の世界的もしくは地域的な目標もあり得る。これは個別の国家や州の目標や義務に基づいて設定することも可能であり、このために、クリーンな水素の需要を予測するためのさらなる調査を行うことも有益であろう。このような目標達成に向け、インフラ整備、市場拡大や規制・規格・基準のハーモナイゼーション、次世代技術の開発、水素利用の安全性確保等の分野において、具体的には以下のアクションが奨励される。

- ① モビリティ分野のインフラ整備・市場拡大
 - ・水素供給インフラの整備拡大とコスト低減の懸望

- ・日本の JHyM、独の H2Mobility のような官民パートナーシップの立ち上げを通じた水素ステーション、インフラの整備の加速に向けた協力
- ・災害時の対応やレジリエンスの電源としての燃料電池自動車・バスの活用の追求
- ・官民のパートナーシップ等を通じた多様なモビリティシステムの展開の推進 (バス、フォークリフト、トラック、船舶、鉄道、鉱山採掘車両等)
- ・官民パートナーシップや金融機関を通じた投資の誘因や革新的なメカニズムを通じた金融資産の活用

② 規制、規格、標準 (RCS) のハーモナイゼーション

- ・水素充填設備 (充填ノズル、タンク等)、高圧水素の充填プロトコル、液化水素トラック、船舶、鉄道等への活用のための設備等に関する、安全性確保とコスト削減を両立する規制・規格・基準のハーモナイゼーション
- ・トンネルや橋における燃料電池自動車の走行、水素ステーションの離隔距離、船舶や鉄道などを含めた新たな分野における規制・規格・標準の見直しと障壁への対処
- ・主要な規制の概略を作成し、調和が必要な領域を特定するための、IPHE の規制・規格・基準と安全性に関する作業部会 (RCSSWG) 等の既存のグローバルパートナーシップの活用と強化
- ・IMO 等を通じた海運の燃料としての水素に関する国際標準の開発推進

③ 次世代の FC システムに向けた研究開発

- ・更なるコスト低減に向けた研究開発の推進 (燃料電池、車載タンク、水素インフラ等)
- ・IPHE、ミッションイノベーション、IEA の技術協力プログラムといった国際枠組みを通じた非競争領域における技術情報・課題の共有
- ・政府の資金プログラムや官民パートナーシップを通じた産学官が連携した技術開発協力の誘因

④ 水素の安全確保

- ・世界水素安全性センター (CHS)、Hy Safe、IPHE (RCSSWG) 等の情報プラットフォームを活用した事故情報やベストプラクティスの共有、蓄積、分析

(2) 水素サプライチェーン

水素は、多種多様なエネルギー源から製造でき、用途が多様、貯蔵・運搬も可能なことから、国内の水素の製造・利用のみならず国際的な取引の可能性も生まれている。水素技術の健全で持続可能な市場に向けて、クリーンかつ低廉で安定的なサプライチェーンを構築する必要がある。世界の努力を結集して、こうした水素サプライチェーンモデルの構築に資する次のような努力が必要。

① 研究開発と情報共有

- ・ サプライチェーン関連機器の研究開発の推進 (ディスペンサー、圧縮機、液化、タンク、エネルギーキャリア (液化水素、有機炭化水素 (メチルシクロヘキサン (MCH) 等)、アンモニア等)、その他の製造、輸送、貯蔵に関する技術等)
- ・ 世界的に競争力があり信頼できるサプライチェーンの確立を支援するための研究開発、技術実証プロジェクトにおいて特定された課題や機会の共有

② 水素の社会実装や利用拡大に向けたモデル構築のための投資や実証プロジェクトの推進、規制環境の整備の支援

- ・ 実現可能性調査や実証プロジェクトを通じた、国際的な水素取引を始動させるための潜在的な初期国際航行ルートの特定
- ・ 再生可能エネルギーからの水素製造や、二酸化炭素回収・利用・貯留技術 (CCUS) を組み合わせた化石燃料からの水素製造等、低排出な水素サプライチェーンの開発の奨励
- ・ リスクをとり先進的な技術の開発に投資を行う先行者に対する官民資金を通じた支援
- ・ 運輸、産業プロセス、民生、発電部門等での水素活用のための公的支援を通じた商業需要の刺激
- ・ 海上交通における IMO を通じた国際標準の整備の推進

③ 効果的な水素取引市場の発展に向けた支援

- ・ 規制の透明性と水素の国際取引の効率性の確保・推進
- ・ 水素市場拡大に向けた需要創出支援
- ・ 関連する国際標準開発機関を通じた国際標準の必要に応じた開発とその遵守の推進
- ・ 障害となる規制の除去、軽減の促進
- ・ クリーン・持続可能な水素の定義の策定、原産地証明、保証に関するハーモナイゼーション等の革新的なアプローチの奨励

(3) セクター・インテグレーション

再生可能エネルギーの継続的な急拡大により、再生可能エネルギー由来の豊富な電力で水素を製造できる状況が生まれ、電力、熱、交通、産業プロセス等多様なセクターの脱炭素化に水素を利用することが可能である。さらに、化石燃料から生成された水素も、炭素の回収、使用、貯蔵 (CCUS) と組み合わせることにより、各セクターの脱炭素化に貢献することが可能。このように水素が異なるセクターを統合していくためには、関連技術の確立と多様なセクターにおける水素の活用に向けて、革新的な技術開発や実証プロジェクトの推進等、以下のアクションを進めていくことが必要。

① 研究開発

- ・IEAの技術協力プログラム等を通じた研究開発の推進（水電解、パイプラインへの水素混入、貯蔵）
- ・水電解以外の技術で燃料電池グレードの水素を生成する技術の開発

② 技術実証

- ・実証プロジェクトの進捗や成果の共有と展開（水素発電、パイプラインへの水素注入、地下貯蔵などを含めた水素エネルギー貯蔵、レジリエンスやシステムサービスに向けた水素の貯蔵等）
- ・ミッションイノベーションの再生可能エネルギー・水素チャレンジにおける「水素バレー」等のイニシアチブを通じた情報共有の促進による水素利用モデルの構築
- ・水素の製造・利用が同地域で行えるため水素輸送のコストを低減できる、港湾地域や地域クラスターにおける実証プロジェクトの開始
- ・既存のガスパイプラインへの水素混入の追求、関連材料や利用に関する調査
- ・製鉄、石油精製、アンモニア生産等の産業におけるクリーンな水素の利用の追求
- ・ガスパイプラインへの注入やシステムへの活用のための大規模な水素製造・貯蔵に関する規制・規格・基準の調和に向けた重点分野の特定の継続

③ 多様なセクターにおける水素の利用拡大

- ・研究開発の推進と水素発電や鉄鋼業などの産業向けの水素利用の拡大の推進
- ・メタネーションや水素を利用した合成燃料の規模拡大に向けた研究開発とアプローチの継続

東京宣言 3. 水素の可能性、経済効果及びCO₂削減効果に関する調査・評価の意義

持続可能で確実かつ安価なエネルギーの未来に向け、投資を促進し水素利用を拡大するためには、水素の可能性に関する信頼できるデータや分析が必要であり、以下の取組を行うことが懸望される。

- ・IEA、IRENA、東アジア・ASEAN研究センター及び他の水素関連機関等による更なる分析の実施（持続可能なエネルギーの未来を実現する水素ポテンシャルの評価、合成燃料製造のための水素の可能性、環境影響評価、CO₂貯蔵を伴う水素生産が可能な資源の利用可能性、代替水源、コスト構造、バリューチェーン、ビジネスモデル等に関する調査・評価、シナリオ分析、ロードマップや戦略の策定とクリーンな水素に関する進捗状況の確認を既存の作業やリソースを踏まえて実施）
- ・水素生産への投資促進のため、持続可能なエネルギーの将来に向けた水素の需要に関する予測・シナリオの開発

- ・多くの関連プロジェクト等の経験を共有し、水素に関する分析を充実させるための課題の特定と解決
- ・水素技術のライフサイクルアセスメント(LCA)のための国際基準の策定、分析結果や情報の共有

東京宣言 4. コミュニケーション、教育及びアウトリーチ

多くの用途、分野で更なる水素の利用を拡大するためには、水素のポテンシャルや便益、安全に関する意識等の課題について、社会に十分に理解されることが必要不可欠であり、以下のアクションが必要に応じて懲遷される。

- ・IPHEの教育・アウトリーチ作業部会等による情報発信
- ・公衆における水素の認知度を向上するための水素イベント等を駆使したアウトリーチキャンペーンの実施
- ・東京オリンピック等のイベントの活用を通じた水素利用に対する世界の関心の拡大
- ・水素プロジェクトを担う産業や企業による消費者やコミュニティの信頼と受容の醸成、教育の実施
- ・ウェビナーや研修材料等、学生、教師、政策担当者、労働者、公衆等の幅広い関係者の水素理解促進・啓発のための情報共有

各国閣僚と代表は、様々な国際場裡において効率的に協調し、リソースを有効活用し、重複する活動を避け、活動の効果を最大化するよう、共に活動することの重要性を確認する。

ⁱ 「水素社会」は、昨年発行された東京宣言で用いられているように、様々な用途・分野において水素が適切に利用されている社会を示唆するものであり、水素のみによってエネルギーが提供される社会を示すものではない。

2. 民間・国際機関会合（公開）

開会挨拶

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

- 現在、世界中でパリ協定の 2℃目標等に端を発して二酸化炭素排出削減に向けた取組が重視されている。昨今の異常熱波や大型ハリケーン等の異常気象も多発しており、これらの課題解決に向けて再生可能エネルギーから水素へのエネルギー転換は重要な技術であり、世界の英知を結集することが肝要である。
- まさに今は「再生可能エネルギー」と「水素」が世界の重要キーワード。本日、30以上の国・地域・機関のハイレベルが糾合し、昨年に続いて第2回目となる「水素閣僚会議」が開催されたことは重要な意味を持つ。
- 午前中の閣僚会合では各国の水素関連政策や「東京宣言」に対する取組状況が議論され、今後の水素・燃料電池に関する行動指針となる「グローバル・アクション・アジェンダ」が発表された。
- 本日午後は民間・国際機関会合と位置づけ、政府・国際機関から各国・地域における取組状況をサマライズした後、①モビリティ、②サプライチェーン、③セクター・インテグレーションの3つの分野について、水素社会の実現に挑戦する先進的な企業から、世界各地で展開している取組を紹介していただく。
- 講演と、それらに続くパネルディスカッションを通じ、今後の方向性や実現に向けた課題を明らかにしてご来場の皆様と共有することにより、皆様の知識と経験が連携して多様な取り組みを生み出し、自律的な活動が進み、世界での水素利活用に一層の弾みがつくことを期待する。
- なお、本日はスムーズなエネルギー転換に向けて引き続き化石燃料を使いつつ、排出されるCO₂の回収・貯留に加え、CO₂を炭素資源として捉え、多様な炭素化合物として再利用する「カーボンリサイクル」の概念を議論する場である「カーボンリサイクル産学官国際会議」も別途開催する。

分野横断ワークショップ

各分野を代表する機関から、エネルギーの変革や脱炭素化に向けた水素の重要性と戦略、水素関連技術の現状と将来展望等に関する基調講演が為された。

経済産業省（METI）資源エネルギー庁 次長 平井 裕秀 氏

昨年、世界で初めて水素社会の実現をメインテーマとして閣僚級が議論を交わす「水素閣僚会議」を開催した。世界21の国・地域・機関の代表を含め300人を超える関係者が参加し、国際連携の重要性を確認するとともにグローバルな水素利活用に向けた政策の方向性を共有し、その成果を「東京宣言」として発表した。これをきっかけとし、世界各国で水素・燃料電池を推進する機運が高まり、各国において特徴ある取組が進められると考えている。

午前中の閣僚会議では、米国、ドイツ、オーストラリア、中国、サウジアラビア及びUAEの取組や、国際機関等の主導により新たに活発化しつつある国際連携の動きも報告された。第2回となる今回は、世界35の国・地域・機関等の代表を含む約600人の参加を得て、午前の閣僚会議での議論を踏まえ、その成果として「東京宣言」を実現するための指針「Global Action Agenda」を発表した。

午後の民間セッションでは、産業界及び国際機関からの講演とパネルディスカッ

ションを通じ、「Global Action Agenda」の実現に向けて議論を深めていきたい。互いに最先端の知見を持ち寄り、各自がリーダーシップを発揮し、連携した動きを作り出すことが重要であり、本日の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している。

国際エネルギー機関 (IEA) Head of Energy Technology Policy Division Timur Gul 氏

IEA はこれまでも水素に注目し、各種の研究サポートを含め、アクティブに活動してきた。水素の担う役割は、ますます重要となっており、IEA は各国の政策支援など間接的なサポートを行っている。

水素普及のためには、長期的な貯蔵をどのようにするかという点が重要である。水素社会が実現すれば鉄鋼や船舶、航空機などの分野において、脱炭素を進めることが可能であるし、エネルギー安全保障についても、水素は重要な役割を果たすことができる。

他方、課題は多数存在する。まず、生産コストを低下させる必要がある。また、再生可能エネルギー由来のクリーンな水素生産を進めなければならない。現在、化学分野を中心に、年間 7000 万トンの水素が消費されているが、この水素は天然ガスや石炭由来であり、クリーンではない。そのため CCS が注目されてクリーンな水素が生産されつつある。現在、CCS に関する 15 のプロジェクトが発表され、そのいくつかではプラントが建設中である。世界各地で水素が生産されるようになれば、再生可能エネルギー由来水素のコストも低下するだろう。今後 10 年間の取り組みが重要であると認識しており、水素がエネルギーにとって長期的に重要な役割を担うためには、適切なインセンティブを与えること、既存のインフラ設備を活用すること、新しい需要を作り出すこと、国際的なトレーディングを活用することが重要となる。

国際・水素燃料電池パートナーシップ (IPHE) アメリカ合衆国エネルギー省 Assistant Secretary Steve Winberg 氏

IPHE は、欧州と 19 の国からなる政府間パートナーシップであり、水素と燃料電池の普及推進と調整等を推進するために、2003 年に設立された。これまで米国、カナダ、ドイツ、日本が議長国を務め、今年は再び米国が議長国となり、日本が副議長を務めている。また、昨年 5 月には日本でステアリングコミッティーを開催し、各国の進捗を確認した。例えば米国でいうと、燃料電池フォークリフトは 27,000 台が普及し、その水素需要量は水素インフラとサプライチェーンを発展させる力になっている。その他、FCV やデータセンター用電源で社会実証が進みつつあり、そのコスト削減のためにはさらなる技術開発が必要な状況である。

米国エネルギー省の実施する H₂@スケールは、大規模で信頼性が高くかつ低コストの水素供給を実現する技術開発を推進しており、先月 29 のプロジェクトに 4,000 万ドルの予算を充当した。ここでは、原子力からの水素製造や、CCUS、石炭・天然ガス・バイオマス・プラスチックのガス化による水素製造等に取り組んでいる。また、法規制や標準化のハーモナイゼーションにも同時に取り組んでいる。これらの実現には民間企業の協力が不可欠である。IPHE は、今後もクリーンエネルギー大臣会合やミッションイノベーション、そして水素閣僚会議等のパートナーシップと連携し、水素技術の普及を推進していく。

クリーンエネルギー大臣会合 カナダ天然資源省 次官 Shawn Tupper 氏

クリーンエネルギー大臣会合水素イニシアチブは、カナダ、日本、オランダ、EU、米国が共同運営しており、その運営主体として国際エネルギー機関を冠し、現在までに 20 カ国以上が参加している。

水素技術は将来的に 2 兆ドルの収益と 3000 万人の雇用を生み出す可能性を秘めており、我々は世界経済において水素の大規模な商業化を促進するため、各国政府、国際機関及び産業界との協力を拡大する機会を提供したい。

クリーンエネルギー大臣会合水素イニシアチブは、今後水素の商業化に向けた以下の活動のプラットフォームとなる。

○世界の水素市場の動向を分析し、レポートを作成

○商業規模のプロジェクトに向けた産業界と政府の戦略パートナーシップ構築

○グローバルサプライチェーンの実現と水素技術への投資の喚起

今後数週間から数か月にわたり、カナダは日本、オランダ、EU、米国、およびその他の参加者と緊密に連携して、公式の複数年作業計画を完成させる予定である。

カナダは世界第 7 位の水素製造量を誇っており、巴拉ード社やハイドロジェニック社といった企業が世界をリードしつつ国際的な協力により大型の電解槽の開発を進めている。

ミッションイノベーション Head of Division International Corporation, NOW Geert Tjarks 氏

ミッションイノベーションはクリーンエネルギーへの転換を目指すために 2015 年に結成された、23 の国と EU からなる組織である。取組の一環として再生可能エネルギー及びクリーンな水素に関するチャレンジが掲げられており、2030 年以降の水素市場の成長に向けて、障壁となる技術課題を克服すべく、研究開発プロジェクトの立ち上げ、大規模な実証の実現、情報共有のプラットフォーム構築などに取り組んでいる。

ドイツは、世界で初めて水素列車を導入し、大型の水素需要を創出しつつある。水素製造技術は欧州で再生可能エネルギーの拡大を背景に、既に電力・ガス事業において多様なニーズが顕在化しつつあり、100MW 級のプロジェクトが複数構想されている。我々は国・地域の政府機関、研究機関等と緊密に連携しながら水素市場の成長に向けた取組を推進していく。

東アジア・ASEAN 経済研究センター(ERIA) シニア政策フェロー 有馬 純 氏

ERIA は東アジア地域における水素のポテンシャルを研究する機関である。水素は化石燃料や再生可能エネルギーと共生可能な持続可能なエネルギーであり、需要側にとっても供給側にとっても次第に現実的なオプションとなりつつあることから、今後はその経済的な重要性、社会的な受益量を喚起していくことが重要であろう。

東アジア地域においては、各国のエネルギー需給状況は様々なため、多様な原料と技術により製造可能である水素の特性を活かして最適な水素のサプライチェーンを構築していく必要がある。

現状では、政府支援や市場メカニズムの転換などにより、研究開発や実証事業を進め、水素需要を増大させるとともに取扱量をスケールアップさせることで水素製造プロセスのコスト削減問題に取り組む必要がある。また、水素製造は先ずは天然ガス改質や水力等の低コストな方法から開始されている状況にあるが、CCS や CCUS 等の技術を進展させることも忘れてはならない。

本日の「Global Action Agenda」にも謳われていたように、水素に関しては市

民のアウトリーチ活動も重視すべきであると考えている。本日は、是非前向きな議論を重ねて水素社会の実現を目指していきたい。

水素協議会 (Hydrogen Council) 事務局長 Pierre-Etienne Franc 氏

水素協議会は、3年前のダボス会議において世界の大きな産業界のCEOが集まって組織され、当初13社でスタートし、現在は60社、13か国で3大陸からのメンバーから構成されている。当協議会では調査も行っており、2050年にはエネルギー供給の18%を水素が担うと予測している。現在、脱炭素に向けて水素コストのロードマップを策定しており、2020年1月に発表を予定している。

将来の水素社会の実現に向けてスケールアップが必要であり、水素製造・運搬などの持続可能性、安全性を確保しつつ、今後は水素製造量の拡大が重要である。世界中で大規模なプロジェクトが展開されている。今後10年で1000か所の水素ステーション、1000万台の水素燃料自動車の普及が目標とされているが、これらをどのように達成するかというビジョンの共有が重要である。そのための4つのメッセージをお伝えしたい。1つ目は、インフラ整備のための官民パートナーシップ、例えばインフラファンドの組成がある、2つ目は、コスト負担を軽減するために各国における水素に関する規制の共通化、3つ目は、低炭素水素の定義・評価方法の共通化、4つ目は、水素普及のためのインセンティブプログラムの必要性である。

モビリティワークショップ

米国エネルギー省 燃料電池技術室 ディレクター Sunita Satyapal 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

トヨタ自動車株式会社 代表取締役会長 内山田 竹志 氏

トヨタ自動車は、2015年にトヨタ環境チャレンジ2050を公表しており、2014年12月に初めて燃料電池自動車「MIRAI」を発売し、2019年7月までに日米欧で約10,000台を販売した。将来の水素モビリティ普及に向けて、燃料となる水素の低コスト化と規制適正化が重要な鍵となるが、現状ではまだ多数の課題が存在しており、政府、水素供給事業者、水素利用事業者等が皆で協力してその解決に取り組む必要がある。

トヨタでは、水素社会の実現に向けて4つの取組を進めている。1つ目は、燃料電池自動車の生産能力を現在の10倍に拡大するべく、新たな建屋を建設した。2つ目は燃料電池技術を含めた車両関連特許の無償提供によるプレーヤーの増加喚起を行っていく。3つ目は燃料電池大型トラックを含めた商用車への拡大をさらに拡大させていく。4つ目は自動車の燃料としてだけでなく、トヨタ工場内での水素使用を進めている。

2017年に13社で開始された水素協議会は、現在60社まで増加している。今後トヨタは、水素協議会への参加を通じて、国際的な水素社会の実現へ貢献していく。

現代自動車 副社長 Kim Saehoon 氏

現代自動車は、2013年にFCEVの大量生産を開始し、2018年に第二世代の

FCEV を販売開始した。近年水素ステーション数が増加してきたことを踏まえて生産能力を拡大し、本年は 6,300 台の FCEV を製造する。FCEV のニューモデルである NEXO (ネキソ) は、現代自動車の最先端技術が盛り込まれ、韓国と米国で販売されている。韓国の基準では 600km 以上、欧州基準 (NEDC) では 800km の航続距離を確保している。水素充填にかかる時間は 5 分間である。FCEV のコストについては、ブルームエネルギーと DOE の試算から、航続距離 355km を転換点として、FCEV は BEV と比較してコスト競争力をもつと考えている。また、近年この試算は現実的になってきていると考えている。

しかし、自動車技術としてコスト優位性が確保できたとしても、水素ステーションやインフラの発展がなければ適切な時間枠でコスト競争力を確保することはできない。2025 年までにコスト競争力を確保することが必要だと考えている。現代自動車としては、2020 年に 1.1 万台、2022 年に 4 万台の FCEV を生産する。また、2030 年においては 50 万台の FCEV 用を含む、70 万ユニットの燃料電池システムを生産することを計画し、20 万台分については鉄道や船舶等の様々な用途での利用を想定している。また、ビジネスパートナー拡大に対する取組としては、サウジアラムコ、H2energy、AUDI との MOU を締結した。これらの取組を通じて水素社会がより早く実現することに期待している。

ニコラモーター (Nikola Motor) 副社長 Jesse Schneider 氏

ニコラモーターは、ゼロエミッション輸送を目指して、トラックを開発するとともに、他社と協力しながら水素ステーションの建設も進めている。現在、40t 級のトラックの開発を進めている。また、リース事業も開始し、月額で支払いで車両のリースや整備や水素の供給を行うことができる。

さらに、水素ステーションにおける太陽光によるオンサイトの水素製造にも取り組んでいる。現在 1 日 8t の水素製造が実現しており、10t の貯蔵も可能となっている。電解装置を導入すれば製造量も向上することが見込まれている。

ニコラは大型燃料電池車の標準化を進めている。小型燃料電池車では接続装置や充填ホースの標準化を進めたが、大型燃料電池車ではこれからの取組であり、日本や韓国の自動車会社と協力して 2020 年までには標準化したいと考えている。ゼロエミッション輸送は環境面においても優位であり、各国政府や産業界を協力しつつ加速的に進めて行く。

岩谷産業株式会社 代表取締役会長兼 CEO 牧野 明次 氏

岩谷産業はいち早く水素の可能性に着目して 1941 年から水素の販売を手掛けており、水素の原料調達から製造、輸送、利用までの一気通貫のサプライチェーンに携わり、国内シェア 70% を占める日本のトップサプライヤーである。

岩谷産業は、2017 年時点で全国 40 箇所の水素ステーションを手掛けている。2018 年度から 2020 年度にかけて、新たに 30 箇所のステーションを整備する計画であり、現在 27 箇所で運営している水素ステーションを、2020 年までには 53 箇所まで増加させる予定である。具体的には四大都市圏を中心に、点から線へとつなげていくよう整備を進めている。また、岩谷産業は、日本水素ステーションネットワーク合同会社 (JHyM) にも参画し、日本全体で取り組む水素インフラ整備の活動にも貢献している。

海外においては、2019 年には米国カリフォルニア州の水素ステーション 4 箇所を所有し、米国における事業にも着手した。米国では今後約 20 箇所のステーションを運営する事業を検討しており、大型車両に対応可能な大規模ステーションの

整備を進めたい。将来的には CO2 フリーな液化水素製造も視野に入れている。

今後の課題は、水素ステーションの整備コストの低減、運営コストの低減である。また高圧ガスに関する規制の整備も必要だろう。整備や運営のコスト低減に関しては、セルフ充填を可能とすること、海外規格での水素ステーション建設など大幅な規制の合理化が必要と考えている。

リンデエンジニアリング (Linde Engineering) Senior Vice President, Alexander Unterschütz 氏

リンデは産業用水素を取り扱う世界最王手企業であり、日本の大手である岩谷産業とも深いつながりがある。世界中で多様な水素関連事業を展開しており、例えばドイツでは 75 か所の水素ステーションを運営しており、また、再生可能エネルギーを利用した PtoG 等のグリーン水素の研究等も進めている。

近年水素会議 (Hydrogen Council) も示唆している通り、FCV の量は今後増大していくと予想される。この流れの中でリンデは、水素の製造はもちろん、液化技術や圧縮技術等の運搬も含めたサプライチェーンの構築である。そしてさらに、リンデはモビリティとそのドライバーが水素を利用することにより享受する利益を重視している。例えば、従来型の車に比してコストも含めて燃料電池車にどのような魅力を持たせることができるか等。また水素ステーションに関しても、日本の JHyM のような強力なネットワーク構築の成功例があるように、多様な社の協力を強化していく必要があると考える。さらに、自家用車とバスの両方に対応させて稼働率を上げる等の対応も必要であろうし、初期及び運営コスト、用地確保、規制、法令、基準認証、稼働率等の問題も考えていく必要があるだろう。

日本水素ステーションネットワーク合同会社 (JHyM) 代表社員職務執行者 (社長) 菅原 英喜 氏

2002 年に燃料電池自動車及び水素ステーションの実証事業が開始され、2011 年には国内の自動車会社とインフラ事業者 13 社が、四大都市圏を中心に水素ステーションの先行整備を目指す共同声明を発表した。2014 年にトヨタ自動車、2016 年には本田技研工業によりそれぞれ燃料電池自動車が市場投入されたが、「2015 年までに水素ステーション 100 箇所程度」という当初の目標は達成されずに 74 箇所となった。こうした背景から JHyM は、燃料電池自動車普及に向けた水素ステーションネットワーク構築のため、インフラ事業者、自動車メーカー、金融投資家等の民間企業が連携した世界初の合同会社として、2018 年に設立された。現在、総勢 23 社になる。ビジネススキームとしては、水素ステーションの整備を加速させるため、インフラ事業者に対して水素ステーションの整備及び運営をサポートするために公的補助金だけでなく、投資家や自動車会社から資金援助する仕組みを推進している。

JHyM のミッションは、設立してから 10 年以内に、水素ステーションの戦略的整備、水素ステーションの整備・運営情報の収集と有効活用により、燃料電池自動車ユーザーの利便性向上を考慮しつつ水素ステーションの効率的運営へ貢献することであり、燃料電池自動車と水素ステーションの普及に好循環を生み出すことによる事業化を目指す。四大都市圏以外、未整備県への水素ステーションネットワーク拡大の取組を進めており、地元の中小企業が水素ステーション事業へ新規参入する事例も出始めている。

JHyM 設立以降、水素ステーション設置数は徐々に増大しつつあり、今後も水素・燃料電池戦略ロードマップ目標を達成すべく、引き続き水素ステーションの整

備を推進していく。また、業界団体等の外部機関と連携し、水素ステーション機器・システムの標準化、規制見直し等の検討を進め、水素ステーションのコスト低減を実現し、水素ステーションの自立化に向けた取組を行っていく。

バラードパワーシステムズ (Ballard Power Systems) President & CEO Randy MacEwen 氏

モビリティは、人口増加、都市化、エネルギー安全保障、大気汚染等のメガトレンドを受けて、より安価で安全、クリーン、利便性を追求し、電動化、シェアリングといった第 2 の大きな変革期を迎えている。中でもモビリティの電動化が最も重要な変化の一つであり、燃料電池自動車、電気自動車のそれぞれの優れた点を発揮できる使われ方を追求していくこととなる。

燃料電池の有効な使われ方としては、鉄道、船舶用途に加え、大型バス、トラックといった商用車であると考えている。これは、より大規模な水素ステーションの設置に直結し、将来的な安価な水素インフラの整備の実現にも関係する。中国の Weichai や Nikola といったメーカーが数億ドルレベルという多額の投資を燃料電池搭載の商用車に対して行っているが、このような動きは氷山の一角であり、いかに社会で水素を利用していか、インフラの整備をいかにして進めるかといった点が実質的な課題であると思われる。また、全体のバリューチェーンの精査を進めることが重要であり、燃料電池自動車の有効性を検証しつつ、水素社会実現を後押ししていく必要がある。

(2) パネルディスカッション

モデレーターの Sunita Satyapal 氏から、モビリティと水素インフラの普及に向けて、これまでに実に多様な課題や解決策等に関する講演が為されたが、それらの中で最も大切なポイントはどのようなものかという問題提起が為されたところ、講演者からは主に以下の意見があった。

- ▶ 実に多様な課題が顕在化しているが、それらの中で最大の問題はコスト。燃料電池車のコストは今後下げていくので、その他の水素そのものの、インフラコスト等に期待する。また、それら高コストの原因にもなっている、水素に対応していない規制も問題。例えば高圧ガス取扱資格者がステーションに常駐しなくてはならないなど。ステーションの無人運転を可能として稼働率をあげないとコストは下がらない。
- ▶ 韓国でも、ステーションは夕方 5 時までで終了するなど、規制の問題は大きい。例えば、提供する地域ごとに材料の要求仕様が異なる等、低コスト化は難しい。このような閣僚会議において、ぜひ政府政策者にこの点の解決をお願いしたい。
- ▶ 燃料電池トラックでも状況は同じ。例えば水素製造等でも電力価格においても、多くの州では安い電力を利用可能であるが、規制により高い電力を利用せざるを得ない場合もある。トラックの場合は、どのようにディーゼルとのパリティを下げることができるかが課題。また、オンサイト方式では、ステーション内で 20MW の電解の許可を得るだけで 1 年以上かかるが、これを迅速化するなど、対応はいろいろと考えられる。
- ▶ インフラ側として考えるコスト原因は主に規制。例えば水素製造に関する構造材の規制が欧州並みであれば水素価格は下がる。また、ステーションに関しても、トラックと自家用車が共用可能な設備で補助金を除くと事業者は 3 億円程度の負担となるが、それを通常のカソリンスタンドと同程度の 2 億円以下まで下げするために、例えば既設カソリンスタンドと併設可能とするなどの方法もある。ま

た、ステーションの保安距離を通常のカソリンスタンドと同程度にすれば都内にも設置しやすくなる。

- ▶ 水素の利活用を拡大させるためには水素ビジネスの魅力を向上させることが重要。また、コスト削減のためにはステーション関連機器をモジュール化するとともに、世界中で規制を統一化することで実現する量産効果に期待する。
- ▶ 水素ステーションの自立運転が、一番のコスト削減。また、ステーションビジネスには多様なステークホルダーが関与するため、相互信頼関係も重要である。
- ▶ 水素社会の実現のためにはとにかくコストが重要である。水素関連の業界自体をスケールアップさせてコストを低減するしかない。そのために、本日糾合している政府関係者に政策的な対応をお願いしたい。

サプライチェーンワークショップ

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

シェルジャパン株式会社 (Shell) 代表取締役社長 吉田 康子 氏

産業革命前から世界の気温上昇を 2℃未満に抑えるパリ協定が発効した中、2050 年には人口が現在の 3 分の 4 倍に達すると予想される中、それに追従するエネルギー需要が 1.3 倍と、エネルギーのゼロエミッション化の両方への対応が必要な状況である。

シェルは 2030 年までにカーボンフットプリントを現在の 50%とする目標を掲げており、水素はシェルの「新燃料」ポートフォリオの一つになると考えている。シェルは化石燃料のみでなく再生可能エネルギーからの水素製造技術や、モビリティ向けの水素事業にグローバルに取り組んでいる。今後は更にグローバルな水素サプライチェーンの構築に向け、日本の HySTRA プロジェクトにも参画している。

グローバルな再生可能エネルギー水素サプライチェーン構築には政府・需要家からのサポートの下で、リスク低減や更なる効率的な技術に関する開発のために大規模な投資が必要であると共に、10 年以上の長期間を要すると考えられるが、現在の社会の水素への期待・注目が継続されるのであれば、その実現は決して不可能ではないと考えている。

川崎重工業株式会社 代表取締役社長執行役員兼 CEO 金花 芳則 氏

川崎重工業は、船舶や海洋構造物、鉄道車両、航空システム、エネルギーシステム、自動 2 輪車やエンジン、精密機器やロボット等、多様な製品を展開している。

今後の水素社会の実現に向けて水素サプライチェーンの構築を進める一環として、川崎重工業は特にコストと資源の豊富さを考慮して、まずは CCS を組み合わせた海外褐炭を活用した水素製造に取り組んでいる。ここで製造した水素を、利用時には二酸化炭素を排出しない液化水素にして長距離輸送して我が国で化学プロセス、水素ステーション等の運輸燃料、発電燃料等の多様な用途に用いることを想定している。

これらの技術を実現させるためには、多数の業種の連携が必要であるため、2 つの実証事業に参加している。具体的には、AES 事業の中で褐炭から水素を製造し、HySTRA 事業で主に液化水素を日本に運び、港で下して利活用するというもので

ある。特に、液化水素船は 1,250m² のタンク、75 トンの水素貯蔵を可能とする世界初の大規模タンカーを製造中である。また、神戸のポートアイランドには 2,500m²、150 トンの水素を貯蔵可能なタンクを擁する液化水素基地を構築中である。

日本では政府が定める水素・燃料電池戦略ロードマップでも今後は液化水素タンクのスケールアップにより貯蔵や輸送技術を向上させることを重視しており、過去に LNG の大型化でシミュレーション等のノウハウを蓄積してきた川崎重工は、これに貢献していく予定である。

サプライチェーンの実現には技術、規制、ファイナンス等々の多様なステークホルダーの参画が必要不可欠であることから、全員が一堂に介す本日の会議に期待する。

電源開発株式会社 代表取締役会長 北村 雅良 氏

世界における一次エネルギー需要は、2040 年に化石燃料が約 70%を占め、その後も引き続き化石燃料は利用され続けると予想されている。また、世界の最終エネルギー消費の 67%が化石燃料によるものであり、電気は全体の 20%にも満たない。従って、ゼロエミッションを実現するためには、化石資源による最終エネルギー消費を水素で置換することが解決策のひとつであると考えられることから、今後、より一層水素は重視されることとなる。

水素の製造方法は多様であるが、我々は、ガス化効率が高く、幅広い特性を持つ石炭をガス化可能な“石炭ガス化による水素製造”に取り組んでいる。この技術を活用し、現在、NEDOが主体となって豪州ビクトリア州で実施している事業である「水素エネルギーサプライチェーンプロジェクト」に参画し、褐炭からの水素製造の研究を担当している。豪州のように資源が豊富な国では、水素製造のアプローチもいくつかの選択肢がある。たとえば西部では広大な土地を活かした再生可能エネルギーからの水素製造又は天然ガス資源による水蒸気改質からの水素製造が可能である。他方、ビクトリア州では、石炭資源が豊富であるとともに炭鉱の近くに CCS が可能な場所が存在するため、褐炭からの水素製造が適している。この様に、それぞれの地域の特徴に応じた水素製造のアプローチをとることにより、CO₂ 排出を抑制しつつ、十分なコスト競争力のある天然資源を利用することは、環境に優しい方法で安定的なエネルギー供給を実現することに貢献する。

エクイノール (Equinor) Vice President Low Carbon Solutions, Steinar Eikaas 氏

エクイノールの CCS に関する取組を幾つか紹介する。1 つ目はノルウェー東側の工業サイトから CO₂ を回収し、液化・長距離輸送して海底 3000m で貯蔵するノーザンライツというプロジェクトである。CO₂ 長距離輸送は革新的であり、投資判断を経て 2023 年までに運用可能とする予定である。次に、イギリス北部では熱の低炭素化に向けて、天然ガス網を 100%水素転換する H21 プロジェクトを推進している。2035 年から 2050 年の排出量目標に向けては天然ガスのフットプリントは適していないため、既存のパイプラインを活用して水素によるエネルギー貯蔵を行うものであり、計画策定が必要だが、最速で 2023 年には実施の可否が決定される予定だ。水素はその他の家庭向けエネルギーと比べて CO₂ フットプリントだけでなくコストでもメリットが生じると期待している。オランダのマグナムプロジェクトでは、既存の天然ガス火力発電所を天然ガス改質と CCS により製造された CO₂ フリー水素で完全に転換する計画である。ゼロ・カーボンヒュ

ンバーは最新の取組で、ナショナルグリッドと協力し、バイオマス発電所と CCS を組み合わせてネガティブエミッションを実現するものである。クリーンな水素でアンモニアを製造し、輸出することも考えている。

株式会社 JERA 代表取締役社長 小野田 聡 氏

JERA は、東京電力 フュエル&パワーと中部電力が合併し、2015 年 4 月に誕生した日本最大のエネルギー会社である。その特徴は、燃料の上流事業から、液化、受け入れ、発電、電気やガスの販売に渡る一連のサプライチェーンを構築したことにある。将来に渡ってクリーンなエネルギーを安定的に供給し続けるためには、再生可能エネルギーに加えて水素が重要な役割を担うと考えている。

まず、水素燃料の初期需要は、モビリティ燃料における利用であるため、JXTG エネルギー株式会社共同で、JERA の東京大井火力発電所の敷地内に水素ステーションを建設し、2020 年に運用を開始する。

また、グリーンアンモニアコンソーシアムでは、CCS により化石燃料を改質する過程で CO₂ を分離したアンモニアを、常温のまま船で運ぶことを構想している。なお、グリーンアンモニアコンソーシアムは、2019 年 4 月に組成され、産官学連携でアンモニアの混焼を含む CO₂ フリーアンモニアのバリューチェーンを構築し商用化することを目的としており、JERA も加入している。アンモニアは既存技術を利用し、既設火力発電所での発電が可能である。

水素エネルギーを利用して発電用のサプライチェーンを構築するための課題としては、エネルギー変換効率を向上すること、CCS 技術の確立と適地選定、水素輸送のための船舶及び港湾インフラの整備が挙げられるが、特に JEAR としてはサプライチェーンにおけるエネルギーコストの低減に取組み、LNG と同等のコストを実現したい。また、CCUS の経済性確保が必要であることから、政府においてはブレークスルーを喚起する技術開発に対する取組を期待する。

三菱商事株式会社 電力ソリューショングループ CEO 中西 勝也 氏

三菱商事は、水素社会の実現に向けた水素サプライチェーンの構築に取り組んでいる。現在 NEDO の支援を受けて、日本の技術研究組合「AHEAD」に参画し、有機ハイドライドを用いたブルネイ-川崎間のサプライチェーンの構築に向けた取組を進めている。ブルネイのプラントは 2017 年に建設が始まり、2020 年に実証が始まる予定である。また、欧州の事業者の中には、北海の Dogger Bank において再生可能エネルギー由来水素による Power to Gas に取り組んでいる例もある。

水素社会に向けては、モビリティ、家庭向け燃料電池などの様々な水素需要の喚起とコストダウンが重要であるとともに、再生可能エネルギーを用いた Power to Gas の活用によるローカルなサプライチェーンの構築も重要であるため、それに向けた需要喚起とコストダウンによる経済合理性の実現、東京宣言で強調されたような国際協調と国/地域政府による支援が必要である。

三菱商事は今後も人類が直面する課題解決のため、水素社会実現に向けて取り組みを進めていく。

日独エネルギー変革評議会 (German-Japanese Energy Transition Council)
Co-Chair Peter Hennicke 氏

我々は 2030 年までに石炭依存度を下げ、2050 年に 95% の CO₂ 排出量削減を実現したいと考えている。ドイツにおける水素用途として、モビリティや産業

利用などが想定されるが、最も重要なのはシステムとしての活用である。モビリティ利用は、乗用車のほか幅広い用途展開に向けた取組がなされているが、その技術成熟度には差がありバス・トラックは船舶に比べ進んでいる。また、ドイツでは燃料電池列車が世界で初めて運行を開始した。燃料電池自動車に関しては、ドイツ企業ではメルセデスや BMW が取り組んでいるが、優先度は低い状況である。定置用設備に関しては動きが活発化しており、500 台の受注を受けるなど重要な進展を見せている。産業応用に関しては、直接還元製鉄への期待が高いがその技術的難易度が高く実現には課題がある。また、石油精製所の CO₂ 排出規制を背景として、石油精製プロセスへの水素活用が検討されている。「Power to X」に関する取組も盛んであり、水素は、セクターカップリングに向けた重要な選択肢の一つとなっている。人口密度の低い地域等では再生可能エネルギーの効率的活用が望まれており、変動性の再生可能エネルギーが導入されたエネルギーシステムにおいて調整力としての役割が期待される。ドイツでは、2030 年に電源構成に占める再生可能エネルギーが 60%に達すると予測されており、太陽光・風力発電に由来する余剰電力の発生が見込まれ、水素は再生可能エネルギーの導入促進とエネルギー安全保障を実現するための有望な手段となりうる。

ドイツと日本の取組を比較すると類似性もあるが、異なる点もある。日本は水素発電と水素キャリアによる水素輸入に関する取組を進めているのに対し、ドイツは Power to X によるセクターカップリング、グリーン水素又は合成燃料での国内水素利用を特徴とし、異なるアプローチをとっていることがわかる。我々はグリーン水素に注目しており、その供給国となりうる国も多く存在する。それらの国々及び日本と協力していくことを期待しており、水素価格の低減と CO₂ 削減を促す取組みを進めていきたい。

(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。

- ▶ 再生可能エネルギーに注力している背景はそのコストが大きく下がってきたためであり、再生可能エネルギーと水素の組み合わせは小さいスケールで実証できることがエネルギー事業者から見たメリットである。
- ▶ 液化水素サプライチェーンにおける水素輸送のための船舶のコストは全体から見ると影響は小さく、CAPEX だけではなく、OPEX も含めて総合的にコストを考える必要がある。
- ▶ 褐炭を水素サプライチェーンの水素源として選択したのは、褐炭が現在豪州で死蔵されている資源であり、資源国の豪州と水素の利用国の日本双方にメリットがあるためである。資源国には、水素製造という新たな産業が創出される点にも賛同をいただいている。また、豪州には豊富な CCS ポテンシャルが存在し、CO₂ フリー水素を製造する適地だと考えた。
- ▶ マグナム発電所の水素発電商業化に関しては、2025 年までに実現できると考えている。事業の初期では船舶による水素輸送が合理的だが将来的にはパイプラインによる輸送が有力と考えている。
- ▶ 発電事業でのアンモニアの利用は、電力事業者は脱硝設備などを通じて 30 年以上経験があり、法律に準拠して利用可能な環境が出来ている。アンモニアは毒性が強いガスだが、水をかけることで溶かすことも可能であるので扱いやすい。
- ▶ 化石燃料由来水素には CO₂ の排出の問題はあるが、再生可能エネルギー由来水素よりコストは安い。だが、洋上風力を 10 年行ってきた経験も踏まえると、近年は再生可能エネルギー由来のコストも下がってきている。適切な規制の下で

コストを低減していくための、官民一体の取り組みが必要と考える。

- ▶ 脱炭素化の目標としてCO₂の95%削減を考える場合、ドイツも様々な形態での水素調達を検討する必要が生じる。国外からの調達可能性もあるが、その実現のためには供給国と利用国双方に利益があることが必要である。

セクターインテグレーションワークショップ

欧州委員会 Deputy Director-General, Klaus Dieter Borchardt 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

エンジー (ENGIE) EVP, Global Head of Business Development, Engie Hydrogen Business Unit, Mario Savastano 氏

水素は多様な方法で製造することが可能であり、再生可能エネルギーの出力変動の補償、大陸間のエネルギー移動、エネルギー貯蔵等の多様な用途に用いることが可能である。この特性を利用して、エンジーは各地域から世界レベルの市場まで、ノウハウを有するプラント建設や省エネ等技術等を活用した大規模な複合的水素技術を構築することで、顧客の脱炭素化ニーズに答えることを目標にしている。

特に、大規模な水素利活用技術についてバリューチェーン横断的に技術を構築、運営、投資して、どのように水素の利活用好循環を作るかが重要である。太陽光発電の前例では、FIT 政策により、スケールメリットで市場を構築した。現在、水素でも同様の事象が起きようとしており、10MW の最大級の水電解システムはより大型化させることでグリッドバリエティが見えてくるだろう。

また、初期参入事業者となる我々は環境問題制約によるコスト削減、工業化、再生可能エネルギーの最大化、そしてより調和した世界の実現に向けた電力グリッドの不安定さや容量増大要望等の解決といった取組を進めている。それらの一例が、オーストラリアにおける Yuri Project やチリにおける HyEx Project 等の太陽光を利用したグリーン水素プラントプロジェクトである。このように、水素のような早期市場を創出するためには、まずは呼び水として政府介入による事業の推進が必要であることを強調する。

ネル (Nel) Chief Executive Officer, Jon André Løkke 氏

Nel は 1927 年にノルウェーで設立された世界最大級の水電解装置メーカーであり、世界 80 か国以上に 3500 台以上を販売している。また、水素ステーション設備のリーディングカンパニーとして 9 か国へコンパクトな水素ステーションシステムを供給している。

ノルウェーでは既に、電源・熱源の近傍で集中的に水素製造を行うことにより、化石燃料（税金を含めたディーゼル燃料）に匹敵する水素価格を実現可能な状況にある。輸送時間は 2.5 時間が水素輸送コストに最適な距離であることがわかっており、このような水素製造拠点（H₂ Hub）を複数設けることで水素供給網を確立可能である。

Nel は Nikola Motor とともに水素ステーションの開発を進めており、2021 年から操業開始する 1000MW 水電解槽及び水素ステーションを納入予定である。YARA とはグリーン肥料製造に関するプロジェクトを実施しており、Nel は次世代アルカリ水電解システムの開発を担っている。また、グリーン水素を用いた化石

燃料フリーの製鉄プロセスを開発している。現在 Nel では、アルカリ水電解装置の生産能力を年間 1GW まで高めることを目指しており、このようなスケールアップはコスト低減につながる。スケールアップは本当にできるのか、という意見もあるが、太陽光発電等と同じようにじきに水素も価格競争力を持つようになる。

旭化成株式会社 代表取締役兼副社長執行役員 高山 茂樹 氏

旭化成は総合化学会社として、水素社会実現に向けた取組を進めている。旭化成は九州に 7 つの水力発電所を有しており、1923 年に水力発電による水電解の水素製造に着手して以来、精力的に水電解技術の高度化に取り組んできた。

旭化成は 2014 年から NEDO の支援する実証試験プロジェクトに参画して中型・大型水電解装置を開発し、2 年間の実証期間の中で 12,000 時間という非常に長時間の運転実績を構築した。これらの経験を活かして、NEDO が実施する福島における世界最大級の水素製造プロジェクトに対して、10MW 級の大型電解装置を提供しており、2000Nm³/h の水素を供給可能である。

また、海外の実証事業にも積極的に参加しており、ドイツの h2Herten、Align CCUS 等と複数のプロジェクトで活動を展開している。これらの実証事業により技術を検証した後、2025 年頃の商業化に向けて取組を進めていきたい。

28 日本製鉄株式会社 代表取締役会長 進藤 孝生 氏

日本製鉄は、ゼロカーボン製鉄に向けてチャレンジする。世界の鉄鋼生産量は 18 億トン以上に達しているが、人口増加と経済成長に鑑みると今後も増加する見通しである。また、鉄鉱石からの製鉄は 2100 年までは必要となる。一方で、大量の CO₂ 排出量を削減する必要がある。2018 年 11 月、日本鉄鋼連盟は 2030 年以降に向けた気候変動抑制のための長期ビジョンとして、ゼロカーボン製鉄に向けたチャレンジを策定した。ここで、水素は極めて重要な役割を果たす。

ゼロカーボン製鉄に向けた方法は 2 つある。ひとつ目の方法は従来の鉄鉱石とコークスの反応からなる方法で、炭素を還元剤として発生した CO₂ を、CCS もしくは CCU により回収する方法である。ふたつ目の方法は、水素還元製鉄法という新たな方法で、水素を還元剤として使用し、鉄と水が排出される。この方法には安価で大量のカーボンフリー水素供給が必要となる。

日本鉄鋼連盟は、革新的な技術開発を推進しゼロカーボン製鉄を実現するためのロードマップを策定した。炭素に替わって水素を利用すること及び CO₂ 回収が主な解決法であり、COURSE50（革新的製鉄プロセス技術開発）はその第一歩である。COURSE50 の試験高炉では、水素富化操業により世界で初めて 10% の CO₂ 消費量削減を達成した。水素還元製鉄法で世界の製鉄量が賄うためには、1.3 兆 Nm³-H₂/year の水素量が必要となる。また、その際に求められる水素供給コストは、\$200/t-coal と等価と試算すると、φ 7.7/Nm³-H₂ と試算される。

ゼロカーボン製鉄に向けたチャレンジにおいては、明確だが非常に厳しい技術的挑戦が求められる。COURSE50 がゼロカーボン製鉄の第一歩となる。

バッテンフォール (Vattenfall) Project Manager, Jeff Haspels 氏

バッテンフォールは北欧の大手エネルギー企業であり、次の世代までに化石燃料を用いない生活を実現することを目指している。バッテンフォールは再生可能エネルギーによる発電に力を入れており、産業、発電、モビリティ分野における水素の供給と利用に関する水素プロジェクトを進めている。

その 1 つがオランダ北部のフローニンゲン地域の H2M プロジェクトであり、

マグナム発電所の発電燃料をカーボンニュートラルな水素に置き換えることを目的としている。プロジェクトの成功には、技術的な協力が鍵であり、マグナム発電所はエクイノールや三菱日立パワーシステムズと協力して進めている。プロジェクトの最終的な目標は、マグナム発電所で 100%再生可能な水素を使用することであるが、経済的に競争力のある再生可能エネルギー由来水素を量的に十分確保するためには 2030 年代までかかると見込まれるため、H2M プロジェクトでは 2025 年以降の天然ガス由来のブルー水素の大量生産に焦点を当てている。

エネルギーの転換を成功させるには、各種インセンティブや生産地認証制度等の規制面の要件に加え、再生可能エネルギーの十分な供給やコスト削減等の市場面の要件をクリアする必要がある。さらに水素の輸送と貯蔵のためのインフラの整備も重要である。バッテンフォールは H2M プロジェクトをはじめ、連携可能な水素基盤の実現を目指していく。

CertifHy (Hinicio) Director Europe, Wouter Vanhoudt 氏

CertifHy は、欧州連合 Horizon 2020 下の Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking プログラム内のプロジェクトであり、法人化も検討している。このプロジェクトは再生可能エネルギー由来の電力に対して、認証して製造源を保証する制度 (GOs : Guarantees of Origin) を、水素に対しても同様に導入するため、そのスキームを検討するためのものである。

製造された水素がグリーンであるか、ブルーであるか、グレーであるかというラベリングが適切に行われるためには、様々な手段で作られた水素を統一的に評価し、比較できる必要がある。そのためには定義に基づいた国際的な標準が必要である。適切な評価とラベリングはグリーン水素やブルー水素の製造者にとってもインセンティブになる。

CertifHy では標準化に向けて、客観的なデータの整備、製造源保証のスキームの検討を行っており、データベース利用のためのプログラムも開発している。CertifHy は水素の認証スキームの国際的な普及に向けて、政府機関や水素協議会とも協力して取組を推進していく。

(2) パネルディスカッション

モデレーターの Klaus Dieter Borchardt 氏から、水素社会の実現に向けた補助金等の導入の在り方について意見を求められたところ、講演者からは主に以下の言及があった。

- 水素ビジネスの呼び水として政府資金の投入は必要。持続可能なビジネスを確立するまでには、呼び水、スケールアップ、投資の拡大というプロセスがあり、最終的にパリティに達する。その初期段階として必要不可欠であることを理解してもらいたい。ただ、投入する政府資金の形は、CO2 税、FIT の他、多様な形態があるので、よく検討する必要がある。
- エンドユーザーがメリットを得られる形態を探るべきであり、その結果として、太陽光発電や風力発電のように拡大基調に乗る可能性があろう。なお、製造する水素や電力に CO2 コストを付すことは簡単だが、結局他の費用に付加されることで業界としてのインセンティブになりづらい。しかし、業界全体で取り組んで負担することを考えるべきである。

モデレーターから、水素の中で、特にグリーン水素の位置づけについて意見を求められたところ、講演者から主に以下の言及があった。

- 二酸化炭素削減が目的なので、グリーン水素は重視。ただし、水素の純度や安定

供給性はコストに直結するので、その点には留意する必要がある。なお、化学原料として水素を活用することも大切であり、その場合は、どのような純度であれ必ず利用先があることに留意する必要がある。

モデレーターから、水素はどのように調達するか意見を求められたところ、講演者からは以下の言及があった。

- 自社では製造せず、水電解等を活用して製造した水素を購入することを想定している。ただし、輸入することも想定していない。

モデレーターから、水素を利活用する際のインフラは新規構築するのか、既存設備を活用するのか、それらの混合か意見を求められたところ、講演者からは以下の言及があった。

- 水素は容易に貯蔵、輸送可能なのでその性質を最大限活用したい。例えばオランダにおいては、天然ガスのインフラが整備されているのでそれを水素に活用することも想定している。大規模グリッドではなく、まずは小さな地域で試験していく形か。他方、洋上風力など既存のインフラが全く存在しない場合もあり、製造した水素を天然ガスと混合させて取り扱う場合もあるかもしれない。よって、結論は、既存と新規の混合。

モデレーターから、グリーン、グレー等の多様な水素の分類が存在することについての意見を求められたところ、講演者からは以下の言及があった。

- 例えば地鶏とプロイラーのように、燃料価格にプレミアをつけることでより低炭素の水素の購入インセンティブを付すことが可能となる。2014年から2016年ごろに、業界で意見交換をして定義を決定した。
- モデレーターからは、本パネルディスカッションを総括して、民間が主導してセクターカップリングのスケールメリットを向上させる必要があること、しかしそのための研究開発には公的資金による支援が必要であること、初期導入業者には何らかのメリットを享受する仕組みが必要であること、低二酸化炭素化を推進するためには水素カラーのような価格プレミアムが必要であること等が言及された。

閉会挨拶

資源エネルギー庁次長 平井 裕秀 氏

- 本日は、各国閣僚及び代表団の皆様、午後の民間セッションでご登壇いただいた方々をはじめ、大変多くの方にご参加いただいたことを非常に嬉しく思う。
- 午前中の閣僚セッションでは、グローバルな水素利活用に積極的に取り組む35カ国・地域・機関が一堂に集い、「東京宣言」の実現に向け、各国・各機関の取組状況を共有や今後の具体的なアクションについてご議論いただき、グローバルな水素の利活用に向けた国際的な連携の重要性などについて改めて認識した。
- その成果として行動指針を取りまとめ、議長声明として「Global Action Agenda」を発表した。主なポイントとして、以下の点を各国の取組として取りまとめた。

- ・ 今後 10 年間で、水素ステーション 1 万箇所、燃料電池システム 1 千万台など、世界目標の共有・モビリティのインフラ整備・市場拡大に向けた取組
- ・ 水素の海上輸送拡大に向けた調査・ルール整備
- ・ 輸送・貯蔵技術の確立に向けた研究開発
- 「Global Action Agenda」に盛り込まれた項目について、民間企業の方々とも結束して、国際的な連携を推進することで、水素社会の実現に向けて、非常に大きなムーブメントを起こしていきたい。
- 午後のセッションでは、「Global Action Agenda」を踏まえ、国際機関や世界のリーダー企業の皆様より、水素に関する最新の動向や展望についてご講演、ご議論いただいた。
- クロスカuttingセッションでは、IEA や IPHE などの国際機関から、世界の動きをご紹介いただき、水素社会の実現に向けて、世界の潮流が動き始めていることを改めて認識した。
- モビリティ分野のセッションでは、自動車や水素ステーションの会社から、水素の利用拡大への目標を共有した上で、安全性向上やコスト削減に向けた技術開発を通じて、インフラ整備・市場拡大を図っていく道筋を共有することができた。
- サプライチェーンのセッションでは、各国大手エネルギー会社から、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お話いただいた。エネルギーとしての水素の展望について、期待を込めたメッセージを多くいただけた。
- セクター・インテグレーションのセッションでは、様々な会社から、水素の産業利用や、パイプライン利用といった新しい水素活用における研究開発や技術実証などをお話しいただき、水素の更なる広がりに向けて、各国の皆様にも有益な示唆が得られたかと思う。
- 本日の水素閣僚会議を通じて、水素で新しい未来を切り開いていくための、更なる大きな一歩を踏み出すことができたのではないかと考えている。今後、各国や各機関が「Global Action Agenda」に基づき国際的な連携を推進することで、水素社会の実現が着実に進行し、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ものと確信している。
- 現在のエネルギーの構造を変えていくのは、並大抵のことではなく、世界の英知を結集し、大きなブレークスルーを起こす必要がある。それは大きな挑戦であるが、水素というキーテクノロジーを用いれば、私たちはそれを実現できると強く信じている。共に歩み、エネルギーの未来を切り開いていきたい。