ドイツの「国家水素戦略」について

福岡核問題研究会 2020 年 7 月例会資料
2020 年 7 月 18 日
中西正之

１．初めに

一般のマスコミではあまり目立った報道が無かったようですが、インターネットの記事では、2020 年 6 月 10 日にドイツ連邦内閣よりドイツ連邦の「国家水素戦略」決定、のプレスリリースが幾つか報告されています。

2020 年 6 月一般財団法人環境イノベーション情報機構のホームページに、「ドイツ　国家水素戦略を承認」の記事が掲載されています。

http://www.eic.or.jp/news/?act=view&serial=44018&oversea=1

＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊

ドイツ連邦内閣は、国家水素戦略を承認し、国家戦略を一貫して発展させるために、国家水素会議が設立され、会議の委員が任命された。水素は、鉄鋼や化学などのドイツの基幹産業だけでなく、交通部門の脱炭素化にも重要である。同時に、水素技術は、ドイツにおける輸出で中心的なビジネス分野に発展する可能性が指摘されている。

アルトマイヤー連邦経済エネルギー大臣は、「水素戦略により、ドイツが水素技術で世界一になるための道筋が示された。水素はエネルギー転換を成功させるための重要な原料であり、未来のエネルギー源として、ドイツだけでなく世界中の気候目標の達成に重要な貢献をする。ドイツは、20 年前に再生可能エネルギーを推進してきたように、この分野で先駆的な役割を果たすことになる」と述べた。【ドイツ連邦経済エネルギー省】

プレスリリース

https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2020/20200610-globale-fuehrungsrolle-bei-wasserstofftechnologien-sichern.html

＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊＊

このプレスリリースでは、約2ページ分の「ドイツ政府2020年6月10日付プレスリリース（ドイツ語）」と「Die Bundesregierung Die Nationale Wasserstoffstrategie　（連邦

政府、国家水素戦略）」が連動（リンク）しています。
（連邦政府、国家水素戦略)」はドイツ語で書かれた 29 ページ分の資料です。
これらの資料を、Google 翻訳使用して読んでみると、驚くべき内容が記述されていました。
　それらについて報告いたします。

２．共同プレスリリース-エネルギー転換
　初めに「水素技術における世界的なリーダーシップを確保する：連邦政府は国家水素戦略を採用し、国家水素評議会を任命する」と説明されています。

次に『連邦内閣は本日、国家水素戦略を採用しました。水素は、鉄鋼や化学産業などのドイツの重要な中核部門だけでなく、輸送部門の脱炭素化にも不可欠です。同時に、水素技術はドイツの輸出産業の中心的なビジネス領域に発展する可能性があります。
　戦略の一貫した実装とさらなる開発のために、柔軟で結果指向のガバナンス構造が作成されます。焦点は、今日、連邦内閣によってメンバーが任命された全国水素評議会の設立にあります。』と説明されています。
　日本のエネルギー基本計画においては、第５次エネルギー基本計画において、脱炭素化の基本方針がかなり採用されるようになりました。
　しかし、詳細なエネルギーミックス計画においては、電力ミックスに大きな重点が置かれ、産業用に使用されている電力以外の化石燃料使用からの大量のＣＯ２の発生と、それらの発生のパリ目標達成のための根本的な対策については、あまり論議はされていません。
　ところが、ドイツ連邦の「国家水素戦略」は、これらの問題を真正面から取り上げており、これらの電力以外の化石燃料使用からの大量のＣＯ２の発生の抑制を、再生可能エネルギーの電力で直接行う事は、極めて困難で有り、そのために再生可能エネルギーの電力を使用して製造された大量の水素を使用する事により、パリ協定の目標を達成する事が現実的に可能であるという大方針を確定したようです。
　日本でも、水素の使用は日本のエネルギー問題において、重要な国家戦略と位置付けられており、水素技術の開発に大きな国費の投資を行ってきていますが、水素の使用方法は大きく異なっているように思われます。
　そして、この後で、５人の各省の大臣から、それぞれの省の立場における水素戦略の簡単なコメントが報告されています。
　そのコメントのなかに、連邦経済協力開発大臣の『気候変動は長い間、すべての人類の生存の問題でした。水素戦略により、CO2 中性燃料への飛躍的な飛躍を遂げ、世界的なエネルギー転換を実現しています。「環境に優しい」水素とその副産物であるメタノールなどは、明日のクリーンオイルになる可能性があります。特に北アフリカの国々は、太陽がほぼ無期限にここで輝くので、適切な生産地です。モロッコとともに、私たちは現在、アフリカで最初の「グリーン水素」の産業プラントを開発しています。私たちはそこで多くの若者のために雇用を創出し、ドイツでの技術リーダーシップを強化し、国際的な気候目標の効果的な達

成を支援しています。』が有ります。初めてこのような戦略を知りましたが、モロッコで既に建設が行われている巨大な太陽熱発電所の所在により、具体的なドイツの戦略が既に実行され始めている事を認識する事ができました。

３．連邦政府「国家水素戦略」について

3.1　連邦政府「国家水素戦略」のインターネット公開

2020年6月10日に発表された連邦政府「国家水素戦略」（Die Bundesregierung
Die Nationale Wasserstoffstrategie

https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/die-nationale-wasserstoffstrategie.pdf?__blob=publicationFile&v=16

連邦政府、国家水素戦略報告書Ｉ～Ｖで構成されており、VIが用語集に成っています。

3.2　連邦政府、国家水素戦略報告書Ｉ

日本の第５次エネルギー基本計画は、第４次エネルギー基本計画から脱炭素化へと舵を切ったと思われますが、その全体の構想は、脱炭素化の容易なものから手掛け、段々難しいものへと進むとされていると思われます。

そして、第５次エネルギー基本計画の中心は電力問題とされています。
しかし、ドイツの「国家水素戦略」は日本とは逆で、難しいものに正面から取り組み、やさしいものも実行すると成っているようです。

そのために、ドイツでは「国家水素戦略」が重視され、膨大な予算が組まれるようになったと思われます。

現在の電気エネルギーにおいては、ＣＯ２を大量に発生する石炭火力発電の電力を、太陽光発電や風力発電の電力で置き換え、ＣＯ２の発生量を大きく削減する事は比較的容易です。

しかし石炭や石油等が使用されている多くの設備を太陽光発電や風力発電の電力で置き換える事は、相当な困難が有ります。しかし、これらの設備から発生するＣＯ２を大幅に削減しなければ、パリ協定の目標には到底到達すことができません。

そのための手段が水素の大量使用と考えられています。
ただ、現在のドイツにおいても、水素はかなり大量に使用されています。「水素はすでにさまざまな化学プロセスや工業プロセスに不可欠です。基礎原料として、例えばアンモニアの製造に必要です。」と説明されています。

しかし、それらに使用されている水素は、殆どが化石燃料から製造された水素で、水素の製造時に大量のＣＯ２を大気中に放出しています。

しかし、脱炭素化に必要なのは、再生可能エネルギーに基づいて生成された水素で、それを「グリーン水素」と呼んでいます。

ドイツは、「グリーン水素」の大量生産を計画しています。「水素はまた、成長する産業政策の可能性と、コロナパンデミックの影響に対処するドイツとヨーロッパの経済をサポート

する機会を提供します。したがって、国家水素戦略（NWS）の目標は、関連する経済的機会を利用することです。」と説明されています。

そして、この項ではNWSの目標を実現する為に、これからドイツ国家により、膨大な金額の投資が行われる計画が詳しく説明されています。

優先されなければならないのは、ガソリン使用の普通乗用車を大量の水素自動車に置き換える事では無く、大量のＣＯ２を大気中に放出している、アンモニア製造用のグレイ（灰色）水素を「グリーン（緑）水素」に置き換える事です。

日本とは、脱炭素化の基本方針が随分違うようです。

これに加えて「水素は産業政策に新たな可能性を生み出し、ドイツとヨーロッパ経済はコロナウイルスのパンデミックの影響に対処します。したがって、国家水素戦略は、結果として開かれる経済的機会を利用することも目指しています。」と説明されています。

ドイツとヨーロッパにおける大量の水素の利用は、これらの国々の経済を圧迫するのではなく、コロナウイルスのパンデミックの影響で大きく落ち込んでしまったこれらの国々の大きな経済対策に成ると説明されています。

3.3　連邦政府、国家水素戦略報告書Ⅱ

国家水素戦略報告書Ⅱは「国家水素戦略：目標と野心」に成っています。

「現在の枠組みでは、水素の生成と使用はまだ経済的ではありません。特に、現在のところ CO2 排出の追加費用が考慮されていない化石燃料の使用は大幅に安価です。」と説明されています。日本では、石油に比べて、水素がどれほど高価なのかという事がよく話題になっていますが、ドイツ政府は現在の状態が長く続けば、2050 年のＣＯ２の削減目標の実現は困難と考え、グリーン水素の大量生産と価格の大幅な引き下げの戦略が説明されています。

日本の第５次エネルギー基本計画でも、大型蓄電池の価格の引き下げとグリーン水素価格の引き下げの戦略は重要な課題とされていますが、まだまだ困難が大きいと説明されています。

しかし、連邦政府、国家水素戦略報告書は、グリーン水素の大量生産と価格の大幅な引き下げの戦略が実現可能な方法と説明されています。

洋上風力発電の電力価格は、北海及びバルト海でひじょうに安価に成ってきています。

また、太陽光発電の電力価格は南ヨーロッパで安価に成ってきています。

これらの電力を、ドイツで製造した電解による水素製造装置を使用すれば、グリーン水素価格は大幅に引き下げる事ができるという戦略のようです。

日本国内での太陽光発電の電力価格や洋上風力発電による電力価格は、ヨーロッパに比べると、まだ非常に高価なので、同じ戦略がすぐに適応できるわけでは無いと思われます。

しかし、日本は液化水素専用運搬船の開発ではドイツよりも先行していると思われますので、日本には日本の国家戦略が可能と思われます。

連邦政府、国家水素戦略報告書では、グリーン水素の使用は、アンモニアなどの化学製品の原料、水素製鐵の燃料、船舶や大型トラック、などエネルギー原に使用する事を計画しています。

ヨーロッパでは電力をガスに変換するPower to Gasの製造が熱心に追及されてきたようですが、最近は拡張した概念としてPower to X（PtX）と呼ばれている手法が追及されるように成り、グリーン水素と余剰ＣＯ２を反応させて、液体燃料を製造するプロセスの開発も進んできたようです。

当面航空機の燃料は（PtX）によるＣＯ２フリーの合成石油が計画されているようです。個人の使用する乗用車等は、水素自動車の使用はあまり取り上げられていないので、電気自動車の方が好ましと考えているのかもしれません。

ドイツ国内だけでは、2050 年までに十分なグリーン水素の製造を行う事は不可能と考えているようですが、世界にはグリーン水素の製造に恵まれた条件の有る所がたくさん有り、それらの国と協力して、グリーン水素の大量輸入を行う計画のようです。

水素は輸送に経費がそうとうかかるので、輸送についても様々な方法での開発を行うようです。パイプライン輸送では、ヨーロッパは大量の経験を持っているので、既存の配管を利用する輸送方法の開発や、新設水素配管についても積極的に取り組むようです。

ただ、液化水素の輸送設備の開発については、あまり説明がありません。

3.4　連邦政府、国家水素戦略報告書Ⅲ

国家水素戦略報告書Ⅲは「水素：現状、行動分野、将来の市場」に成っています。
現在のドイツでは、水素は主な用途は、「基礎化学物質（アンモニア、メタノールなどの生産）と石油化学製品（従来の燃料の生産）の間で均等に分配されます。」と説明されています。

そして、それらの水素の内７％は電気分解プロセスで製造されているグリーン水素ですが、その他のほとんどの水素は、化石燃料から製造され、ＣＯ２を大気中に放出している「灰色」の水素と説明されています。

また、石油産業では、石油の改質の為に大量の水素が使用されていますが、それらの水素は自社のプラント内で製造され、使用されている場合が多いので、政府でも実態が良くは分からないようです。
しかし、まず「灰色」の水素は「緑」の水素に転換する必要が有るとの提起です。
次に鉄鋼生産で大量のＣＯ２を発生しているので、鉄鋼生産に大量のグリーン水素を使用し、ＣＯ２の大気中放出を大幅に削減する必要が有るとの事です。

また、交通手段からも大量のＣＯ２が大気中に放出されています。交通手段の中でも、航空機や船舶、大型車両からのＣＯ２の放出は、電力での削減が当面困難なので、グリーン水素の使用が必要と提言されています。交通手段の一部では、水素の使用が難しいものも有るので、それらにはグリーン水素とＣＯ２を合成した、合成ガソリンなどの使用が必要と思われるようです。

グリーン水素の大量使用を行うためには、ドイツ一国の取り組みでは無理が有り、
ヨーロッパの共同プロジェクトが必要と提言されています。

「特に北海では、EU には風力エネルギーの採算性の高いロケーションがあり、南ヨーロッパでは太陽光発電と風力の大きな可能性があります。この可能性は、再生可能な水素を生産

するための大きな長期的な機会を表すことができます。十分に開発されたヨーロッパのガスインフラストラクチャは、水素輸送の出発点にもなります。欧州内市場の条件を作るには、強力な欧州の枠組みが必要です。」と説明されており、ヨーロッパでは将来大掛かりな水素パイプラインの建設が想定されているようです。

ドイツの「国家水素戦略」では、グリーン水素を使用した「PtX テクノロジー」による合成ガソリンの製造もかなり重視されています。

グリーン水素を使用した合成ガソリンはＣＯ２フリーとなりますが、世界に大量に存在するインフラがそのまま使用できるので、脱炭素化の近道になる可能性がおおきいとの事のようです。

ヨーロッパは、脱炭素化の動きは日本に比べると、かなり早くから行われており、又地政学的にも恵まれており、ガス配管設備が大量に整備されています。

日本は、ヨーロッパに比べれば、条件はかなり厳しくなっていると思われます。
しかし、日本にはこれまで蓄積してきた産業技術が豊富にあり、液化天然ガス（LNG）の専用輸送船も世界で一番早く開発し、最大の使用量の実績を持っています。

3.5　連邦政府、国家水素戦略報告書Ⅳ

国家水素戦略報告書Ⅳは「国家水素戦略のガバナンス」に成っています。
ドイツ連邦政府は「国家水素戦略（NWS）」を計画通りに達成する為に、水素に関する国務長官委員会を設置しています。

また、「連邦政府は全国水素評議会を任命しました。評議会は、行政の一部ではない、ビジネス、科学、市民社会の 26 人の上級専門家で構成されています。水素評議会のメンバーは、生産、研究と革新、産業の脱炭素化、輸送と建物/暖房、インフラストラクチャ、国際パートナーシップ、気候と持続可能性の分野で専門知識を持っている必要があります。水素評議会は最初の会議で、メンバーの 1 人を議長に選出します。」と説明されています。

そして、それらの組織の下に水素管理センターを設置しています。
州レベルで水素分野の対策を既に先行して、進行中や計画中の様々な対策が既に存在しているので、連邦政府の組織は州政府の組織と緊密な協力により、相乗効果により（NWS）を進めると説明されています。

これらの組織は、「国家水素戦略（NWS）」の計画と、実際の進行状態を常に比較点検し、実際の進行状態に大きな遅れが生じていると確認された場合には、強力な対策を提言していくようです。

ドイツ連邦政府は、「国家水素戦略（NWS）」を計画通りに達成する為に、新しい政府組織を設立し、並々ならぬ覚悟で取り組みを始めたようです。

3.6　連邦政府、国家水素戦略報告書Ⅴ

国家水素戦略報告書Ⅴは「行動計画：国家水素戦略の成功に必要なステップ」に成っています。

この「国家水素戦略報告書Ⅴ」では、「国家水素戦略」の 37 項目の具体的な対策が記述さ

れています。

この提案は、ドイツ連邦政府がヨーロッパの諸国と連帯し、強力な地球温暖化防止対策を行いながら、当面のドイツとヨーロッパのコロナ危機の影響とヨーロッパ経済の復活への貢献も目的としています。

特に、ドイツ連邦政府は 2023 年までの水素市場の立ち上げを第１フェーズとしており、この第１フェーズに行う対策を重視しています。既に第１フェーズに大量の賦課金を計画しているようです。

37 項目の内容は１項目毎具体的に記述されているので、１項目ずつの検討が必要です。

3.7　用語集　VI

『灰色の水素：灰色の水素は化石炭化水素の使用に基づいています。灰色の水素は、主に天然ガスの水蒸気改質によって生成されます。化石原料に応じて、その生産にはかなりの炭素排出が伴います。

青い水素：青い水素は、炭素の回収と貯蔵（CCS）システムを使用して生成される水素です。これは、水素を製造する過程で生成される CO2 が大気に侵入しないことを意味し、水素の生成はバランスの取れたカーボンニュートラルと見なすことができます。

グリーン水素：グリーン水素は水の電気分解によって生成されます。電気分解に使用される電気は、再生可能な電源から供給されなければなりません。使用される電気分解技術に関係なく、使用されるすべての電力は再生可能エネルギー源に由来し、したがってゼロ炭素であるため、水素の生成はゼロ炭素です。』と説明されています。

４．まとめ

2020 年 7 月 2 日の読売新聞朝刊の一面トップに「石炭火力 100 基休廃止」と報道されて、日本政府の CO2 の削減方針が大きな話題に成ってきました。

しかし、7 月 3 日の梶山経済産業大臣の記者会見が有り、詳しい内容が報道されると、経済産業の方針は、CO2 の排出量の多い、旧式石炭火力発電設備の 2030 年度までの 9 割の休廃止で有り、最新型の超々臨界圧先端火力発電設備(USC)については、むしろ増設方針で有る事が分かってき、今この経済産業の方針が適切かどうかの議論が始まっています。

この事は、第５次エネルギー基本計画の策定から２年が過ぎてき、2021 年夏の第６次エネルギー基本計画の策定に向けて、議論が始まったことに起因していると思われます。

第５次エネルギー基本計画では、新しいイノベーションの開発が成功しなければ、日本では 2050 年のパリ協定の目標値には到達できないとの決定に成ったと思われます。

経済産業省は、この基本方針を第６次エネルギー基本計画でも踏襲しようとしているように思われます。

ところが、ドイツの「国家水素戦略」を調べてみると、『』ドイツ連邦では再生可能エネルギーの大量生産のための発電コストの低価格化を目指し、20 年前から大規模な FIT（固定価格買取制度）を実施してきたが、現在その目標が実現される状態に成ってきた。

しかし、再生可能エネルギーの電力が急激に増大してきても、鉄鋼や化学産業、輸送部門

の大型設備などの CO2 の大量削減は困難で有る。そこでドイツではこれからは、再生可能エネルギー電力から製造するグリーン水素を大量に生産し、それらの使用により 2050 年のパリ協定の目標値を達成する新しい「国家水素戦略」の実行段階に移行すると説明されています。

CO2 の大量削減をするための水素戦略には、グリーン水素戦略と、ブルー水素戦略が有ります。

ブルー水素戦略は、化石燃料から水素の製造を行い、その時分離されるＣＯ２はＣＣＳ（二酸化炭素の回収・貯蔵）で処理する戦略です。

オーストラリアでは、国家水素戦略はブルー水素戦略を取っていますし、ヨーロッパでグリーン水素戦略とブルー水素戦略を併用している国もたくさん有るようです。

ただ、ドイツは、比較的に海岸線が少なく、ＣＣＳの適合地が少ないと考えられているのか、ブルー水素戦略は採用していないようです。

また、ドイツでは、太陽光発電や洋上風力発電の適地も比較的には少なく、ドイツ国内での水素の大量生産は無理と考えているようです。

しかし、ドイツでは液化水素の大量搬送はあまり考えていなく、水素の搬送は超長距離パイプライン輸送を考えているようです。

ドイツとヨーロッパにおける大量の水素の利用は、これらの国々の経済を圧迫するのではなく、コロナウイルスのパンデミックの影響で大きく落ち込んでしまったこれらの国々の大きな経済対策に成ると説明されています。

一方日本では相当遅れて 2012 年よりＦＩＴの制度を始めた状況です。そして、日本では商用洋上風力発電所は１基も有りません。初めての商用洋上風力発電所が稼働を始めるのは 2022 年と思われます。

日本が、直ぐにドイツと同じような「国家水素戦略」を採用できるというわけにはいかない様に思われます。

しかし、資源やエネルギーにはあまり恵まれなかった日本は、戦後様々な工夫を行い、資源やエネルギーも入手し、世界第三位のＧＤＰを得てきました。

そして、日本は世界最先端の水素技術をたくさん保有しています。液化水素専用輸送船建造のための実証船の建造も行い、実証公開が始まろうとしています。

超々臨界圧先端火力発電設備(USC)を日本はこれからどうするかの議論にとどまらず、日本が 2050 年のパリ協定の目標を実現する為に、第６次エネルギー基本計画をどのようなものにするかの議論が必要に思われます。

そのためには、ドイツの「国家水素戦略」を良く知っておくことが重要と思われます。