



目次

[目次へ戻る](#)

[低出力コンベア](#)

[行動なき言葉](#)

[水素の未来はすぐそこに](#)



[目次へ戻る](#)



低出力コンベア

フローティングパワーユニット用建物の建設開始、Shelf-Mマイクロリアクターを備えたステーションの技術設計の実施、およびガーナでのASMMロスアトムプレゼンテーションは、国営企業が小型モジュール炉の構想を積極的に開発し続け、ロシアと海外両方のプロジェクトのパイプライン全体の準備の程度を高めていることを確認している。

浮遊ブロック

中国では造船所でキールの儀式的な敷設が行われ、最初の浮体式原子力発電所 (FPU)

の船体の建設が始まった。これはいくつかの基準において初である。まず、RITM-200S原子炉を搭載した世界初の原子力発電所の本体である。また、ペシャンカ金と銅の鉱床に基づく、ロシア北東部地域チュコトカにおいて最大の採掘プロジェクトであるバイムスキーGOKに電力を供給する4つのFPUの最初のものである。中国の造船所では2基建設される。残りの2基をどこで建設するかは、今年の第4四半期に決定される予定である。

船体の長さは140m、幅 - 30m、重量 - 9549トンで、機器を搭載すると荷船の重量は19,088トンに増える。船体は2023年にロシアに引き渡されると想定されているため、機器はロスアトムの機械製造部門であるアトムエネルゴマシュ社で既に製造されている。2基のFPU電力は106MWになる。

[目次へ戻る](#)

アトムエネルゴマシュのCEOであるアンドレイ・ニキペロフ氏は「このプロジェクトは、アトムエネルゴマシュが市場に提供する準備ができており、間違いなく大規模な産業プロジェクトと輸出の実施に非常に重要な可能性を秘めている。北極圏用と熱帯用で電力容量や用途が異なるFPUのファミリー全体の歴史の始まりを示している」と述べた。

バイムスキー GOK向けの4基のFPUは、すでに「鉄の」浮体式ASMM (低電力原子力発電所、以下「ASMM」) を建設する2番目の主要プロジェクトであることを思い出してほしい。1基目は、2019年12月にグリッドに接続されたFNPPである。この発電所は、チュコトカ市のペヴェクに電力と熱を供給してから約3年経つ。

ヤクーチアの新しいASMM

ドレジャーリ動力工学開発研究所 (NIKIET、ロスアトム傘下) は、原子炉プラントの技術設計とShelf-M原子炉を備えた主要な原子力発電所の主要プロセス装置を開発するための入札に勝った。2024年末までに、プロジェクトの準備が整うはずである。

ASMM NIKIET 原子炉プラントの主任設計者であるデニス・クリコフ氏は以前、「Shelf-M」はShelf一体型原子炉に基づく水冷原子炉プラントの近代化された統合版であると指摘した (文字“M”は「近代化された」を表す)。装置はブロック形で提供される。

Shelf-Mの特徴は、最大10MWの単一設備の電力である。原子炉プラントにエネルギーカプセルを追加することで、ASMM全体の出力を高めることができる。さらに、原子炉プラントのセットには、放射性核種の経路上にある追加の防護壁である高密度の本体が含まれている。もう1つの保護は、本体が取り付けられる囲い構造である。

これに先立ち、今年の6月にロスアトムとサハ共和国 (ヤクーチア) は協定に署名し、これに従いShelf-Mに基づくASMMの建設プロジェクトのロードマップを策定、承認された。この発電所は2030年に運用が開始される予定である。

Shelf-Mを備えたASMMは、すでにヤクーチアにおける2番目の低出力原子力発電プロジェクトである。ロスアトムは、RITM-200原子炉を備えた低電力原子力発電所の建設に必要な準備作業を行っている。大規模な金鉱床キュチュスに電力を供給する。RITM-200を搭載したASMMは2028年に運用が開始されると想定されている。

ガーナのASMMロスアトム

国営企業は、低出力原子力発電所技術の能力を様々な国のパートナーに紹介している。9月初旬、東方経済フォーラムにおいてロスアトム、ミャンマー科学技術省、および電化省は、2022年から2023年までの平和目的での原子力エネルギーの利用の分野における協力に関する協定に署名した。特に、ミャンマーでの原子力発電所建設の可能性を暗示している。

[目次へ戻る](#)

さらに8月末には、ガーナ当局および専門家コミュニティの代表者を対象に、小型モジュール式原子炉に関するセミナーが開催された。セミナーでは、ロスアトム社の代表者が小型原子炉の登場の歴史とその使用経験、立ち上げられた進行中のプロジェクトについて話した。安全性、技術設計および経済性の観点から、ASMMの利点とその機能について詳しく説明した。セミナーでは、発電所の設計はアクティブセーフティシステムとパッシブセーフティシステムを組み合わせしており、実績のあるソリューションと技術のみが使用されていることに言及した。さらに材料の消費量が少なく、現場ではなく工場でのレイアウトできるため、大規模な原子力発電所よりも時間と費用が少なく済む。ASMMを接続するには、ネットワークインフラストラクチャを準備するために必要な労力と費用が少なく済む。ASMMは独立した電力システムや遠隔地に適してい

る。最後に、火力発電所とは異なり原子力発電所は実質的に燃料価格の変動から独立している。

ガーナの専門家は、同国の原子力エネルギーの発展と達成すべき目標について意見を述べた。ガーナ原子力発電プログラムの原子力および代替エネルギーコーディネーターの副ディレクターである Robert B. M. Sogbaji氏は、エネルギー省が現在、原子力発電所が基本発電として重要な役割を果たす、よりクリーンなエネルギーへの移行のための国家計画を策定していると指摘した。

会議において両当事者は、情報を調整および交換するための共同ワーキンググループの設立を発表した。¹⁰

[セクションの先頭へ](#)



行動なき言葉

2022年に世界原子力協会は、世界の原子力産業における2021年の結果をまとめた世界原子力実績報告書を発表した。報告書で最も興味深かったのは統計ではなく、世界のエネルギー収支における原子力エネルギーの割合を増やすために必要な実際的な措置の欠如に対するWNA事務局長サマ・ビルバオ・イ・レオン(Sama Bilbao y Leon)氏による最終的な非難だった。

原子統計

原子炉の発電量は、2021年に2,653TWh生成した。これはとても高い数値である。原子力エネルギー全歴史の中で発電量がこれよ

り高かったのは、2019年(2657TWh)と2006年(2660TWh)だった。福島原発事故後の2012年、日本でのユニットの停止によってその数値が急激に減少したが、その後の9年間は発電量が増加してきたという傾向が明らかになった。

ただし、この傾向は普遍的なものではない。ロシア、アジア、アフリカ、南アメリカ、東ヨーロッパでの生産は確かに増加したが、中央ヨーロッパと西ヨーロッパ、および北アメリカでは状況が異なる。「西ヨーロッパと中央ヨーロッパでも発生が増加したが、この地域では全体的な傾向は減少のままである。米国でより多くの原子炉が閉鎖されたため、北米では2年連続で発電量が減少している」

発電容量の点でも状況は曖昧である。一方で2021年に全世界で発電している原子力発電所

[目次へ戻る](#)

の総設備容量(稼働中の物には稼働していないものも含まれているが、永久停止しているわけではない)は370GW(e)まで増加した。この数字は原子力エネルギー歴史の中で最大で、2020年よりも1GW多い。反対に、同じ期間にブロックの数は5つ減少し、現在は436のブロックがあ

り、報告書によると約70%がPWR技術を使用し、構築されているようである。

2021年の全世界の原子力発電所の平均利用率は82.4%であった。比較の為に書くと、2020年は80.3%であった。原子力発電所の利用率は2000年以降、約80%に留まっている。地域によって指標は異なるが、概ね各地域で過去5年間とほぼ同じ水準を維持している。

プロリープ (PRORYV) とは

これはロスアトムによって実施されたプロジェクトであり、そのプロジェクトの中で原子力発電所、再生(処理)のための生産、および核燃料の再加工を含む原子力エネルギー複合体が作成されている。プロリープ (PRORYV) 施設では、すべてのタイプの放射性廃棄物 (RW)が技術サイクルから最終的に除去する準備をしている。複合体は基本的な要件を満たしている。

1. 避難、ましてや住民の移住を必要とする原子力発電所の事故をなくすこと。
2. LCOEの比較分析に基づいたコンバインドサイクル発電所、太陽光発電所、風力発電所との競争力の確保。
3. 天然ウラン原料の潜在エネルギーを最大限に活用するための閉鎖型核燃料サイクル (CNFC) の形成。
4. 放射線相当 (天然原料に関して) の RW処分への一貫したアプローチ。
5. 原子力発電のためのウラン濃縮の段階的な放棄、ブランケットでの兵器級プルトニウムの生産と再処理中の使用済み核燃料の放出、および核燃料の輸送の削減を含む、不拡散体制の技術的強化。

「原子炉の運転には経年劣化がない。過去5年間の原子炉の平均利用率は、経年による大きな全体的な変動を示していない。より高度な設計の新しい原子炉だけでなく、すべての年齢の原子炉で平均的な世界の設備利用率の改善が達成されている」と報告書に書かれている。

2021年には6基の原子炉が初めて送電網に接続された。築30~39年の原子力発電所が世界最大のシェアを占めている。2000年代後半の失敗の後、築10年未満の若い原子炉の割合が増え始めた。そして2019年、50年以上前の原発が初めて登場した。

2021年には、最初の8つのコンクリートが大規模な原子力発電所の下に流し込まれ、2つの小型原子力発電所の建設が始まった。そのうちの1つは、300MWの鉛冷却高速炉を搭載したロシアのBREST-OD-300である。昨年的高速炉ユニットの初コンクリートはこれだけであった。このブロックはプロリープ (Proryv) というプロジェクトの一部である (詳細については、「プロリープ Proryvとは」を参照)。

2021年には10基の原子炉が永久停止した。「原子力発電を段階的に廃止するという政治的決定の結果、ドイツの原子炉3基と台湾の原子炉1基が閉鎖された」と報告書に指摘されている。

原子を語る、石炭の取り組み

報告書の締めくくりとして、サマ・ビルバオ・イ・レオン氏は2021年のいくつかの主要な出来

[目次へ戻る](#)

事についてコメントし、最も重要な事として、おそらく2022年上半期のすべての主要な傾向を概説した。

重要なポイントの1つは、原子力エネルギーが排出を防ぎ、それにより、よりクリーンで優しい未来に貢献することである。

「原子力発電のメガワット時の増加は、すべて気候変動との闘いに役立ち、すべての原子炉は安全で信頼できる電力を供給している」

最も重要な傾向としては、原子力エネルギーが脱炭素化の目標を達成するのに大きな役割を果たしているということの認識である。

「会議場のフロアにおいて、Nuclear4Climate代表者の素晴らしい代表団を含む原子力代表者は、原子力エネルギーが気候変動対策の重要な部分として、ほんの数年前よりもはるかに大きく受け入れられていることを実感した。私がグラスゴーにいた期間、私たちのメンバー企業の1つから、または気候変動緩和戦略の一環として原子力エネルギーに取り組んでいる別の政府から、大きな発表がない日はなかったように思えた」とビルバオ・イ・レオン氏は回想している。

2つ目の傾向は、サプライチェーンの混乱である。

「化石燃料サプライチェーンがいかに脆弱であるかが明らかになった。化石ガスの価格は急騰し、それに伴い電気の価格も高騰した。北半球が冬に移行するにつれ、電力と暖房の需要は今年後半に増加すると予想されるため、今後さらに悪いことが起きる可能性がある」

ロシアに対する巨大な制裁圧力と、ヨーロッパへのエネルギー資源の供給が禁止になったことにより価格が急騰したことを思い出してほしい。禁制は引き続き強化されるとともに、供給の信頼性も低下していく。

「速さ」で一番

ロシアは高速炉技術の分野で世界的リーダーである。ロスアトムは、鉛冷却高速炉のBREST-OD-300を含むプロリーブ（PRORYV）プロジェクトの他に独自の多目的研究高速原子炉MBIRを構築している。ロシアは、ベロヤルスク原子力発電所においてBN-600原子炉とBN-800原子炉の2つの高速ナトリウム原子炉を稼働している唯一の国である。BN-800原子炉は9月にMOX燃料が満載された。さらに現在、ロシアの核科学者は1200MWの容量を持つ高速ナトリウム原子炉BN-1200を設計している。

また、この傾向は実際、気候中立性を達成する上での原子の大きな役割の認識を否定しつつある。なぜなら、各国は新しい原子力発電所の建設を忘れ、最も手軽な燃料の探求に関心があるからだ。「厳しい現実には、原子力やその他の低炭素技術への取り組みが強化されたにも関わらず、世界経済がCOVID-19のパンデミックから回復し始めたときに見られたエネルギー需要の増加は、主に化石燃料の使用の増加によって満たされたことだ」とWNAの責任者は嘆いている。

WNAの責任者は、各国の政府は今ここで困難な地政学的状況で自国にエネルギー資源を提供するという難しい問題があると指摘した。ドイツ、オーストリア、オランダ、英国では、閉鎖するはずの石炭火力発電所が再び稼働するようになった。また、インドと中国では石炭火力発電所の建設ペースが加速した。

「私たちは実際に化石燃料の回復を見てきた。そして、より安全な低炭素の未来のための長期的な計画は、利用可能なクリーンまたはは

[目次へ戻る](#)

「ダーティなあらゆるエネルギー形態への短期的なシフトの背後で待たなければならない」

逆に、炭素のない発電への原子の貢献にも関わらず、運転するには技術的能力を持っている原子力発電所は、政治的および経済的な理由で閉鎖されてしまった。例として、サム・ビルバオ・イ・レオン氏は、2031年までライセンスがあり、さらに数年間稼働できるアメリカのパリセード原子力発電所を挙げた。もう1つの例としては、ドイツの原子力発電所だ。これは30年を少し過ぎたばかりで、政治的な理由だけで閉鎖されている。「クリーンで安全なエネルギーのすべてのkWhが貴重であり、既存の原子力発電所の運転寿命を延ばすことが奨励されるべきなのに、見当違いの政治的ドグマは事態を悪化させてしまう」とWNAの責任者は主張している。

2021年には、多くの国々が新しい原子炉の計画を発表した。しかし「私たちは、緊急かつ大規模な脱炭素化の目的を果たすために、世界の原子力セクターが真に急速に拡大できるように人的、物理的、商業的、制度的なインフラストラクチャを構築する必要がある」とサム・ビルバオ・イ・レオン氏は指摘している。

各国の原子力発電を増加させる意志の程度については、将来のプロジェクトへの投資の量を見れば分かる。WNAの報告書では、6か国の原子力計画への投資に関するデータが発表されている。

例えば、米国ではインフラ投資および雇用法に基づく民生用原子力クレジットプログラムに60億ドルが計画されている。また2022年4月には国際協力銀行がASMMを開発している米国のNuScale Powerに1億1,000万ドルを投資した。

スウェーデンのエネルギー庁は、9,900万スウェーデンクローナ(1,060万ドル)強をUniper SwedenとLeadColdに提供すると述べた。この資金は、鉛冷却実証炉LeadCold SEALER



の建設に使用される。LeadCold SEALERはオスカーシャムに建設される予定である。

2022年5月、ベルギー政府はSCK-CEN研究センターが小型モジュラー原子炉の研究のために1億ユーロを受け取ると発表した。

2021年12月、オランダ政府は国家の気候とエネルギー戦略に原子力を含め、2つの新しいユニットを建設する計画を発表した。2030年までに新しい原子力発電所には約50億ユーロが割り当てられる。

また、フランスはさらに8つのEPRユニットを建設する可能性を考慮し、6つのEPRユニットの建設と、エネルギー先物2050というプログラムの下でのいくつかの原子力発電所の建設を発表した。投資の正確な金額はまだ決定されていない。フランスのエマニュエル・マクロン大統領は以前、「数百億ユーロ」と発表していた。

最後に、2021年3月、アックユ・ニュークリア(Akkuyu Nuclear、ロスアトム傘下)は、ソコム銀行から、同名のステーションの建設のために2億ドルと1億ドルの2回の融資を獲得した。報告書に書かれた2つのローンに加え、同年4月、アックユ・ニュークリアは、5億ドルを上限とする非リボルビング融資ラインについて、アトクリーチエ銀行と別の契約を結ん

[目次へ戻る](#)

だ。ロスアトムはトルコにおいてVVER-1200原子炉を備えた4つのユニットで構成される初の原子力発電所を建設していることを思い出してほしい。

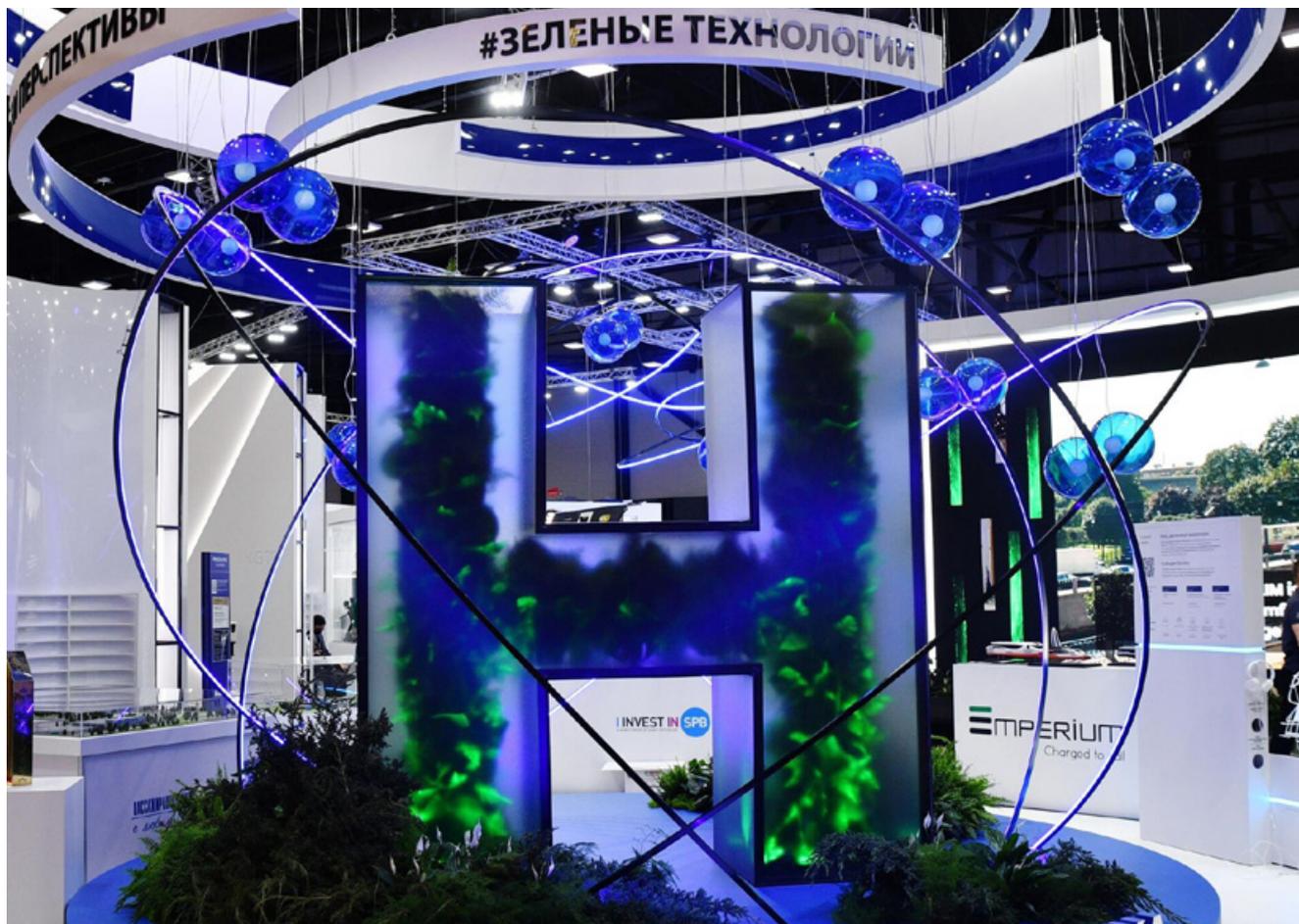
興味深いことに、世界の慣行には逆の例もある。それは原子力発電所からの資金の引き出すことである。「2021年10月、コズロドゥイ原子力発電所からの利益は、産業顧客に56MWhの補助金を提供するためにリダイレクトされることが発表された。この措置は、ガスと石炭によって引き起こされる電力価格から産業を保護するために取られた」と報告書で述べられている。

IAEAのミハイル・チュダコフ副事務局長は、ロシアのエネルギー週間において、今後30年間で気候目標を達成するためには、原子力発電に約3兆ドルを投資する必要があると述べた。

原子力産業の現状は満足できるものと言えるのだろうか。ビルバ・イ・レオン氏は、現在の開発ペースは不十分だと考えている。

「新しい原子力建設のペースは加速しなければならない。2021年には10基の新しい原子炉のために最初のコンクリートが流し込まれた。近年の状況より良さそうだが、近いうちに毎年20、30、またはそれ以上の新しい原子炉の建設が開始される必要がある。核エネルギーは安全で持続可能なネットゼロの未来を実現する上で、それなりの役割を果たしているということを確保するためだ」。

[セクションの先頭へ](#)



水素の未来はすぐそこに

ロスアトムは、政府機関、主要な大学、その他企業と共にロシアのさまざまな地域で水素を生産するためのいくつかのプロジェクトを開発している。重要なプロジェクトの1つは、サハリン島の水素クラスターである。そこでは、グリーン水素が生産され、その水素をアジア太平洋地域 (APR) の国々にも輸出する予定がある。

ロシアはここ数年、水素産業を積極的に発展させている。2020年に政府は、2024年までの水素エネルギー開発の行動計画を承認し、2021年には「ロシア連邦における水素エ

ネルギー開発の概念」を承認する政令に署名された。

ロスアトムは、ロシアの国家レベルで設定された水素エネルギー開発の目標と目的を達成する上で主導的な役割を担っている。

まず、ニコル (NIKOR) という大規模プログラムは、経済のさまざまな分野において“低炭素”水素の生産、貯蔵、輸送、および使用のための独自の技術を開発するために実施されている。

加えて、多くのことはすでに実践的に行われている。ロスアトムは、ロシアの大規模な工業企業の需要に応えるグリーン水素の生産、都市インフラストラクチャーへ自動車や水素充填ステーションの導入、原子力発電とCO2回収によるメタンの水蒸気改質の両方を使用し

[目次へ戻る](#)

た大規模な水素製造など、水素エネルギーの分野において多数のパイロットプロジェクトを開始させるための準備をしている。

開発の活発な段階にあるプロジェクトの1つは、サハリンの水素クラスターであり、これに関し詳細を述べたいと思う。

サハリン実験

サハリンはロシア最大の島である。アジア本土とはタタール海峡で隔てられ、日本の北海道とはラペルーズ海峡(宗谷海峡)で隔てられており、オホーツク海と日本海に囲まれている。島には唯一無二の自然があり、動植物の多くの種が保護されており、ロシアのレッドリストに記載されている。

今年の3月、ロシア政府はサハリン島での大規模な脱炭素化プロジェクトを承認した。排出割当とグリーンプロジェクトによって、この地域は2025年までにカーボンニュートラルを達成する予定である。9月1日、サハリンで実験が開始された。

このようなプロジェクトの実施は、地域経済の脱炭素化に向けた更なる一歩である。サハリンでの水素クラスターの設置は、様々な分野(輸送、産業、住宅および公共サービス、エネルギー)における水素技術分野でプロジェクトを実施する企業、能力開発センター、そしてもちろんクラスターの主要な要素である低炭素水素を生産するための輸出志向型の工場の発展を前提としている。

水素生産開始は2025年に予定されており、生産量は3万5千トンで、2030年までに最大10万トンになる予定である。低炭素水素はCO₂回収によるメタンの水蒸気改質によって生成される。この低炭素水素は、サハリン地域の経済部門における二酸化炭素排出量削減と、カーボンフリーの水素経済が活発に発展しているアジア太平洋地域の国々に供給される予定である。



ロスアトムは、プロジェクト開発のためのパートナーシップのさまざまなオプションを検討している。そのため、9月にロシアで開催された東方経済フォーラム(EEF)において、ロスアトム・オーバーシーズ社(Rusatom Overseas、ロスアトム傘下)と中国のCEEC(China Energy Engineering Groupの一部)の間で対応する覚書に調印した。

「中国に水素を輸出するために、タンクコンテナの中で液化した水素を船で輸送するシナリオを検討している。中国は、水素の生産と使用のための技術とプロジェクト開発のために独自の大規模なプログラムを実施しており、我々の協力は、両国の水素経済の発展のための国家計画の実施に向けた追加のステップだ」とロスアトム・オーバーシーズの社長エブゲーニ・パクレマノフ氏(Evgeniy Pakermanov)は述べた。

出発!

サハリン水素クラスターのもう1つの野心的なプロジェクトは、水素燃料電池列車を使用した鉄道の便の組織化である。このような列車は、環境への影響を最小限に抑えている。試験的列車は、2両編成5本と3両編成2本の計7本で構成される。

[目次へ戻る](#)

列車の水素の推定必要量は年間265トンで、列車の1日あたりの平均走行距離は約300キロである。最初の列車は2025年に走行予定である。これは、ロスアトム、サハリン州政府、JSCロシア鉄道、JSCトランスマシホールディングの共同プロジェクトである。

サハリンでは列車に加え、バス、自動車、公共および産業機器といった他の水素燃料車両も運行される予定である。その運用には、充填インフラストラクチャー全体を整理する必要がある。ロスアトムもこれに参加する。

「私たちの戦略は、機器の製造、水素、水素輸送、燃料電池製造、モバイルシステムなど、すべての段階に参加することを想定している。今後1年半から2年以内に、ロスアトム社製の機器を使用し始める予定である。これらは電解槽、複合シリンダー、充填複合体だ」とエブゲーニ・パクレマノフ氏は強調した。

日本の水素戦略

水素処理技術は日本で数十年にわたり開発され、適用されてきた。2013年、トヨタは水素を燃料とする世界初の生産車であるトヨタ・ミライを発表した。

2017年に日本政府は、水素技術の開発に関する詳細な計画を含む世界初の国家水素基本戦略を発表した。

この水素基本戦略の中で、近い将来、水素利用の世界的リーダーになる計画を発表した。2018年には、東京で水素エネルギーに関する第1回国際会議が開催された（21カ国の関係省庁の代表者が出席した）。そして2019年には、国際的な水素パートナーシップの構築が発表された（参加国は米国、カナダ、日本、欧州連合）。

2025年までに水素自動車を20万台生産する計画が発表された。2021年の東京オリンピック



クでは、日本初の水素バスが選手や主催者の輸送に参加した。

しかしこの秋、日本の再生可能エネルギー基金は、「日本の水素戦略の再検討：水素社会の幻想の限界を超えて」という報告書を発表し、以前の計画から既に遅れているということを確認した。また、報告書では、化石燃料からのグレー水素やブルー水素を優先する政府の政策が、日本企業の取り組みを弱体化させる危険性も筆者は指摘している。

それにもかかわらず、日本は国内で水素の方向性を発展させ続けるだけでなく、海外市場にも参入している。今年の秋、日本の三井物産株式会社は、ポルトガルのANA空港運営会社、ポルトガルのエネルギー大手であるGALP、バスメーカー CaetanoBusと、空港の脱炭素化に向けた相互理解覚書を締結した。

三井物産は欧州においても水素インフラストラクチャーを構築している。8月末、同社はノルウェーの水素会社に投資した。このような水素技術に関連する外国企業との投資または協力協定は、三井物産にとっては7回目となる。9月、三井物産はオーストラリアでのグリーン水素プロジェクトに参加する計画、すなわち、フランスの電力大手 Engieに関連する会社の28%の株式を取得することを発表した。^{NL}

[セクションの先頭へ](#)