



目次

[目次へ戻る](#)

[“アックユ”の初めての呼吸](#)

[“鉄の中の”鉛冷却高速炉](#)

[無人の「シェルフ - M」](#)

[自然と人を繋げる](#)



“アックユ”の初めての呼吸

ユニット1号機用の核燃料の最初の一組がアックユ原子力発電所の敷地に搬入された。この瞬間から発電所は原子力施設となり、国は原子力エネルギーの所有者となる。燃料搬入式典には、IAEA長官のラファエル・グロッシ氏、ロスアトム社長のアレクセイ・リハチョフ氏、トルコのエネルギー天然資源大臣ファーティヒ・ドンメズ氏が出席した。式典はロシアのウラジーミル・プーチン大統領とトルコのレジェップ・エルドアン大統領もオンラインを通じて注視した。

「これは誰にとっても非常に興奮させるイベントだ。これを人間の人生に例えるならば、赤ん坊が初めて息をするようなものだ。この先にはまだ多くのことが待っている。子供には名前が付けられ、歩くことや話すことを習う。しかし、最初の息吹はもう既に起こり、地球上に新たな核施設が出現したことが世界に知らされた」とアレクセイ・リハチョフ氏は述べた。

ロスアトムの社長は、燃料がすべての安全基準と要件に従い納入されたことを確認する証明書をファーティヒ・ドンメズ氏に渡した。最後には、ギュルナル地方の住民（年配世代の代表者、学生、若い原子力技術者）が、トルコが核エネルギーを平和的に発展させる多くの諸国の仲間入りしたことを示すため、アックユ上空に平和的原子力の旗を掲げる象徴的なジェスチャーが見られた。

[目次へ戻る](#)

「トルコが、まさにトルコ共和国建国100周年を迎える2023年に、既に独自の原子力産業を有する工業的・技術的に発展した国の仲間入りすることは確かに象徴的だ」とウラジーミル・プーチン大統領は述べた。

「原子力エネルギーは良いものを与えると同時に、責任も与える。そのため、IAEAは要求される安全基準に従うための支援を提供することで、当初からプロジェクトに関与してきた。我々は本日、希望の精神、成功の精神を持ってこれに取り組んでいる。これから100年後も、アックユ原子力発電所はクリーンエネルギーを生産し続けるだろう。今後も、このようにあらゆる段階でIAEAを頼りにすることができる」とラファエル・グロッシ氏はイベントの参加者に向けて述べた。

核燃料輸送はユニットの準備レベルの高さを示す指標である。アレクセイ・リハチョフ氏によると、1号機の一般的な建設作業は今年完了する予定で、調整作業は11月に開始されるそうだ。まず、個々のシステムがテストされ、次に全体としてテストされる。更に次の段階では、実際の試運転と燃料装荷がされる。

「試運転と装荷には何か月もかかるが、いかなる場合にも、来年には物理的な起動を実行する予定だ。トルコ共和国との政府間協定で承認されたように、原子炉を制御可能な最小

出力レベルにし、原子炉出力の段階的な増加を開始し、2025年には既に稼働できるようにする」とアレクセイ・リハチョフ氏はプレスアプローチで述べた。

近年信じられないほどの数の「ブラックスワン」が起きているにもかかわらず、プロジェクトは予定通りに進んでおり、一部の段階では予定より早く進行している。これはパンデミックと制裁による制限、そしてトルコで起きた壊滅的な地震である。アレクセイ・リハチョフ氏が指摘したように、ロシア・トルコ統一プロジェクトチームのよく調整された作業と、両国大統領の個人的な配慮が建設の継続を助けている。

「この瞬間の重要性はトルコを超えて広がっている。世界の原子力コミュニティは、必要な速度と規模で新しい原子力発電所を建設することに取り組んでおり、アックユ発電所はこの共通の取り組みの強力な象徴である。そして、この最初の原子炉が約5年で完成したことは明らかに国際協力の証であり、我々が産業界として効率的に原子炉を建設できることを証明している」とWNAのサマ・ビルバオ・イ・レオン社長は祝辞の中で述べた。

建設が完了すると、同発電所の4つのユニットは年間350億kWhのカーボンフリー電力を生産することになる。これは国全体のニーズのほぼ10%を占める。このように、アックユはトルコをゼロ排出の達成に向けて動かし、国のエネルギー自立を強化させるだろう。

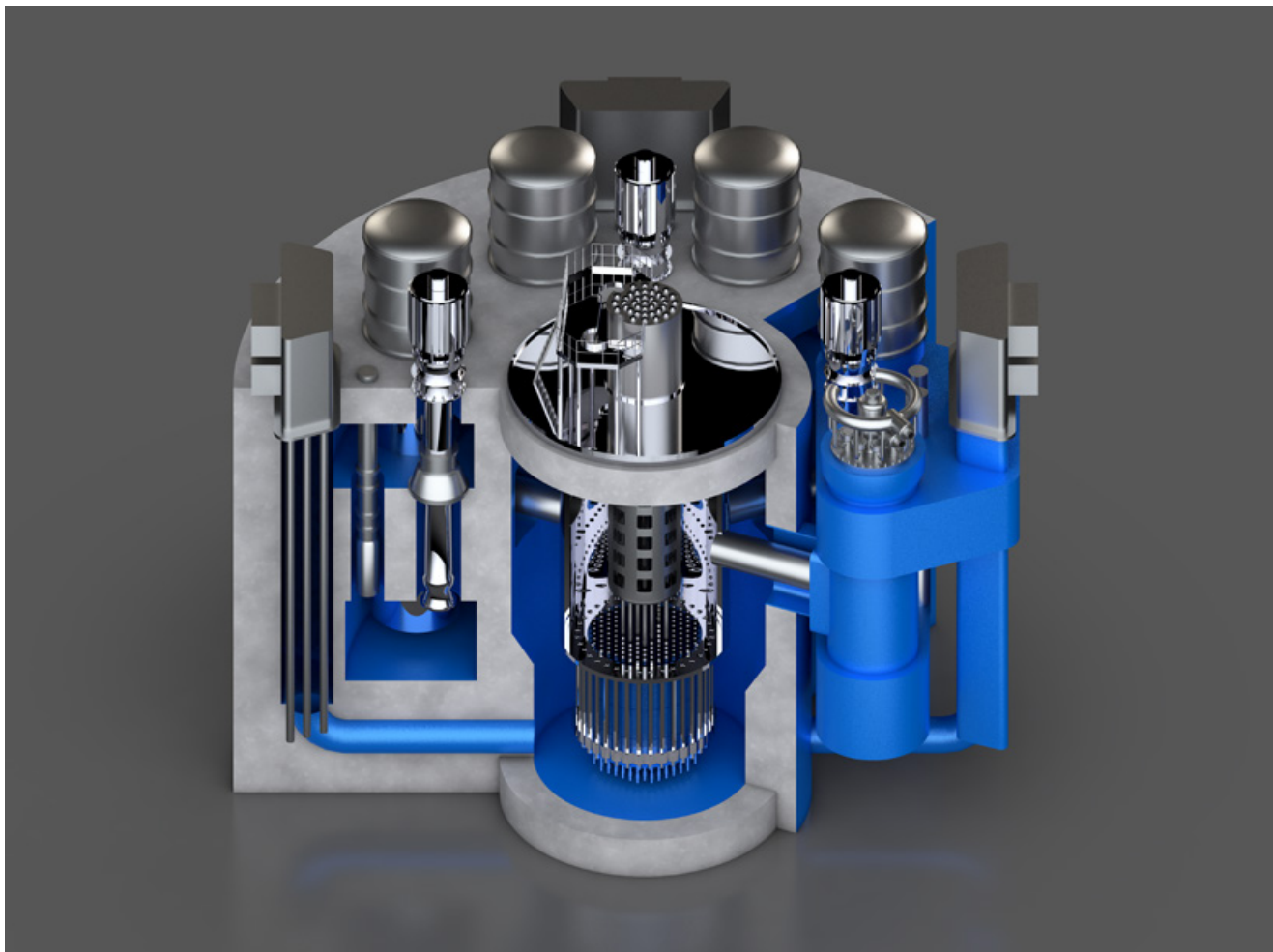
アックユは、モスクワとアンカラにおいて初の、しかしおそらく唯一ではない共同核プロジェクトである。トルコ共和国は、シノップ地域を含む様々な地方で複数の大規模原子力発電所の建設を計画している。「もちろん、我々はトルコ政府の計画を承知し、それを支持しており、公式交渉の開始に向けて準備を進めている。我々は技術面、トルコでの強力なローカライゼーション、そして経済計画、つまり管理の観点から新しいプロジェクトをどのよう

[目次へ戻る](#)

にまとめるかについて、独自の提案がある」とアレクセイ・リハチョフ氏は述べた。また同氏は、この国営企業は大型原子力発電所だけでなく小型原子力発電所にも協力する用意があると付け加えた。NL

[セクションの先頭へ](#)

アックユ原子力発電所はトルコ初の原子力発電所である。これは、ロシア設計のVVER-1200世代3+原子炉を備えた4つの発電ユニットで構成されている。ロスアトムはプロジェクトの株式の100%を所有しており、政府間協定に従って、最大49%を1人か数人の投資家に売却することができる。アックユ原子力発電所は世界の原子力産業において、BUILD-OWN-OPERATEに基づいて実施された初のプロジェクトである。



“鉄の中の”鉛冷却高速炉

BREST-OD-300は、紙の上ではなく、“鉄で”具現化された、この種としては初の窒化物燃料を用いた鉛冷却高速炉である。その主な目的は、核燃料サイクルと最新の原子炉技術の完成の実現可能性と成功を実証することである。

原子炉の配置と動作の仕組み

BREST-OD-300とは、「鉛冷却高速炉、試験実証、出力300MW」の略である。冷却材には溶融鉛を使用している。燃料はウラン・プルトニ

ウム混合窒化物 (MNUP)である。2021年6月に原子炉建屋の基礎に最初のコンクリートが注入された。

新しい冷却材には特別な設計が必要である。BREST-OD-300では、炉心は液体鉛で満たされた鉄筋コンクリートプールの中央空洞に位置されている。蒸気発生器と循環ポンプは周辺空洞内に位置されている。

融解温度と沸騰温度、冷却材の他の物理的特徴、および原子炉の特徴により、コアキャッチャーや大量の支持システムを拒否し、また原子炉外設備の安全クラスも下げることができた。原子炉プラントの一体的な設計と原子炉物理学のお陰で、住民の避難を必要とする事故は排除された。

[目次へ戻る](#)

原子炉は2回路方式に従って動作している。核燃料は1次回路の液体鉛を加熱し、蒸気発生器で2次回路の水に熱を伝達し、蒸気の形でタービンを回転させエネルギーを発電機に伝達する。これにより発電機は電気を発生させる。

BREST-OD-300は、試験実証エネルギー複合体(ODEK)の一部である。ODEKには、ウラン・プルトニウム燃料製造モジュールと使用済み燃料再処理モジュールも含まれている。劣化ウランを添加した動力用プルトニウムから、炭素熱核融合技術を使用して新しい燃料が製造される。

ODEKの3つの要素は、循環燃料の生産、その使用、および使用済み核燃料の再処理の持続可能性を実証しなければならない。実際、これは原子力発電所の敷地における核燃料サイクルの閉鎖である。

開発のさまざまな側面

4月末、ODEKが建設されているシベリア化学コンビナート(SCC, TVEL傘下)の敷地内では、溶融鉛を汲み上げるためのプロトタイプポンプの組み立てを開始した。この機械には高合金鋼とセラミック材料が使用され、重量は30トンを超える。ポンプは2023年3月



末に現場に搬入された。設置後、溶融鉛を入れた柱内の特別なスタンドでテストされる。BRESTのためのポンプは、原子炉の1次回路を通して毎秒11トンの溶融鉛を汲み出すことができる。これは、鉛を積んだ中型トラックの体積に匹敵している。

今年中に専門家がポンプの圧力と流量の特性を検査する予定である。得られた結果に基づいて、可能な改善策を考慮し、4つの量産型ポンプユニットが製造される。

ノボシビルスク化学濃縮工場(NCCP, ロスアトム傘下)は、燃料カートリッジの模型であるシミュレーションゾーンの整備に取り組んでいる。2024年末には準備が整い、ODEKに出荷される予定である。

これに先立ち、BREST-OD-300の燃料要素と燃料集合体は多くの研究と試験がされてきた。最近の例としては、2022年9月に黒鉛パルス原子炉(カザフスタン)において、燃料電池のモックアップ試験と炉後研究が完了した。その結果、正反応性の導入に伴う設計を超えた状況における燃料棒の挙動が実験的に確認された。

これと同時に、科学者たちは燃料性能を向上させるために新しい材料を研究している。そこで、今年2月、株式会社VNIINM(ロスアトム傘下)の専門家は、厚さ0.3ミリのフェライト鋼の保護層を備えたバイメタルパイプの実験用ロットを製造した。このようなパイプは、鉛冷却炉の燃料要素の被覆材として使用できる。また、炉心内のグリッド・スペーサーの基礎となることも可能である。将来的に新しい構造材料は鉛冷却高速炉におけるMNUP燃料の燃焼度を20~25%増加させるのに役立ち、その結果、運転の経済効率が向上する見通しである。

専門家の育成にも力を入れている。3月にはODEKの製造/再製造モジュールの従業員30人以上が分析シミュレーターの訓練を受け、



[目次へ戻る](#)



専門家は生産ラインでの作業スキルや技術プロセスを習得し、緊急事態時の手順を熟知した。

今年、ベロヤルスク原子力発電所において、シベリア化学コンビナートの専門家の2週間の研修が始まる。

原子炉の建設、機器の設置と試運転、使用済み核燃料再処理モジュールの設計の作業は予定通りに進んでいる。ODEKは2030年にフル稼働を予定している。^{NL}

[セクションの先頭へ](#)



無人の「シェルフ - M」

ロスアトムは小型原子炉だけでなくマイクロ原子炉の分野も開発している。「シェルフM」という原子力プラントは、「鉄」での実装に最も近い。ここでは原子炉の特徴と建設の見通しについて紹介していきたいと思う。

設計の特徴

「シェルフ - M」の熱容量は35MW、電気容量は10 MWで、加圧水型原子炉を備えた一体型

原子力プラントである。燃料としては、アルミニウムとシリコンの合金であるシルミンのダイス中の二酸化ウランを使う予定である。燃料連続運転は8年間続く。「シェルフ - M」の奥行きは11メートル、直径は8メートルで、完成したモジュールと原子力プラントの総重量は370トンである。プラントの耐用年数は60年であり、必要に応じ、ホッパー船などで現場から現場へ運ぶことができる。

ロスアトムとロシア北部地域の行政が創設した作業グループは、主要な小型原子力発電所の候補地を確定した。「我々は、候補地の1つに関し、原子力発電所全体の視覚的および予備的な設計ソリューションにすでに取り組んでいる」と、ドレジャーリ動力工学開発研究所

[目次へ戻る](#)

(ロスアトム傘下)の小型原子力発電所原子炉ユニットの主任設計者のデニス・クリコフ氏は述べた。

「シェルフ - M」の炉心はチャンネルスキームで作成されている。炉心構成と燃料組成は原子力砕氷船で使用されているものと類似している。

重要な原子力発電所の燃料要素には、部分ごとに相関性がある。したがって、被覆材は実績のある42CrNiCu (HNM)ニッケルクロム合金であり、十字型燃料要素の幾何学的特性はSM - 3およびピック研究炉で使用されているものと類似している。燃料要素の基本バージョンの主任設計者および技術者はボチヴァル無機材料研究所(VNIINM、ロスアトム傘下)である。

「シェルフ - M」は、最大出力レベルの約30%で一次冷却剤の自然循環モードで動作できる。ドレジャーリ動力工学開発研究所では、設備はアSEMBリとして輸送されなければならない、この観点から炉心が合理的な全体特性を備えていなければならないため、自然プロセスのみによる循環を完全に確保する必要性はないと考えている。しかし「シェルフ - M」の安全システムの一部は自然循環に基づいて構成されている。例えば、非常用原子炉冷却および冷却システムは、その機能を実行するために電源システムやポンプの動作を必要としていないのである。

開発の展望

ドレジャーリ動力工学開発研究所の専門家は原子力プラントの設計草案を作成中で、今夏の終わりまでに完成する予定である。その後、発電ユニットの主要システムおよび機器の技術プロジェクトのための材料を開発する。

同時に、原子力プラントに採用された技術的解決策の実験的実証を目的とした研究開発



Denis Kulikov, chief designer of reactors for small nuclear power plants at the Dollezhal Research and Development Institute of Power Engineering

が実施されている。特に専門家は、原子力プラントの一部として付加法によって作成、または複合材料で作られた機器要素の適用可能性を分析している。「研究分野の1つとしては、十分に巨大な外側の高密度で強力な保護殻の構造材料を複合材料に置き換える可能性を模索している。これにより、カプセルの機械的特性と強度特性を維持しながら、送達モジュールの重量が数十トン削減されるはずだ」とデニス・クリコフ氏はコメントしている。

さらに、量産ユニット用の新しいタイプの燃料要素を開発するための研究開発が進行中である。これは、NPOルチ科学生産協会(ロスアトムの傘下)によって開発されたバイメタル燃料要素である。炉心構造、燃料集合体の種類、燃料要素の幾何学的特徴は変わらず、燃料構成としてはニオブ合金内に配置された金属ウランの細線にする予定である。カザフスタンの研究炉IVG.1Mの炉心は、ジルコニウムを使用した同様の技術を使用して製造された燃料要素で組み立てられている。

遠隔操作

原子力プラントのロボット化の構想や計画が検討されている。原子力プラントの格納容器が運転中は人員がアクセス出来ないため、多

[目次へ戻る](#)

「シェルフ - M」の計画

2024年、原子力プラントおよび原子力発電機ユニットの主要機器の技術設計の開発が完了。現場での作業開始。

2026年までに主要組み立て部品と構造要素の耐用年限試験が完了。

2027年に向け設置場所への機器の運搬開始。

2030年、物理的な起動、電源の起動、操業運転開始。

2032年、「シェルフ - M」を備えた2機目以降の発電ユニットの製造開始。

くの技術的操作はロボットマニピュレーターによって実行されなければならない。

「ロボットシステムの重要なコンポーネントのモックアップを製造し、作業環境でテストを開始することが計画されている。そして、私が最も興味深いと思うのは、リモートオペレーター派遣制御システムの構築だ。重要な原子力発電所においてシステムを完全に現実化することは不可能であり、普段の職場から管理されることになる。しかし、バックアップモードでシステムをテストし、最初のユニットの信頼性と安全性を確認した後、量産ユニットで遠隔操作にしようと思っている」とデニス・クリコフ氏は述べている。

市場の隙間

10MWまでの単位容量を持つ原子力発電の必要性は非常に大きい。中期的な役割は、原子力と化石燃料の両方の枯渇した発電能力の代替と、分散型エネルギー供給を備えた遠隔地に新しい産業施設用の地域発電センターを創設することである。^{NL}

[セクションの先頭へ](#)



自然と人を繋げる

環境に優しいエネルギー源の創造、環境に蓄積された害の排除、国民の生活の質の向上、環境問題に対する国家、科学と企業間の協力およびその他のテーマについて、5月末にサンクトペテルブルクで開催された第10回ネフスキー国際環境会議にて議論された。ロスアトムはこのイベントに積極的に参加した。

ロシア連邦議会の連邦評議会議長のヴァレンティーナ・マトヴィエンコ氏は本会議で、健康的な環境で暮らすことはあらゆる国の権利であると強調した。同氏は、自然保護というテ

ーマはロシアにとって国家政策の優先分野であると指摘した。

この会議に出席したロスアトム社長、アレクセイ・リハチョフ氏は、本会議での「人間と自然は両立できるのか？」という重要な質問に対し「ロスアトムは環境に優しいエネルギー源を提供するという主要なミッションの実行を続けている。これは、地球環境の改善に対する我々の伝統的な貢献である。すべての原子力施設は、年間最大20億トンの人為的ガス排出を節約している。ロシアでこの数字は1億1,000万トンであり、さらに増えていだろう」と答えた。同氏は、ロスアトムが原子炉輸出のリーダーでもあることも回想させた。海外建設プロジェクトの約80%がロシアの技術を使用して実施されている。

[目次へ戻る](#)

アレクセイ・リハチョフ氏は、“エコロジー”という国家プロジェクトの範囲内において、政府機関は危険クラスIからIIの廃棄物を処理するための情報システムの構築、エコテクノパークの建設、数十年にわたって蓄積された廃棄物の除去という新たな三位一体の課題を解決すると述べた。

リハチョフ氏はまた、国営企業であるロスアトムにとって重要なもう1つのプロジェクト、つまりロモノソフ・モスクワ国立総合大学海洋研究センター(MRC LMSU)と共同で実施されている北極海航路の表層と水中部分の研究と監視についても話した。

「毎年、3,000海里(約5,600キロ)の距離上に位置している50のステーションにおいて、生態学者、水文学者、水化学者、哺乳動物学者、鳥類学者が大気調査の実施、海水や海底の沈殿物およびマイクロプラスチックのサンプルの採取、厚い水の層の温度と塩分濃度の測定、大量のごみの記録など、あらゆるレベルの海洋動植物の調査を行っている」とアレクセイ・リハチョフ氏は述べた。その結果、今年、北極海航路水域の環境と生物多様性を監視するための包括的なプログラムが準備された。

ロスアトムの機械工学・産業ソリューション担当副局長アンドレイ・ニキペロフ氏は、ロスアトムのポートフォリオには、医療、造船、石油・天然ガス、宇宙などのハイテク生産プロセスのあらゆる分野で幅広い提案が含まれているということを想起させた。「現在、我々には合計100の新しい事業開発分野がある。そして、

ロスアトムのこうした様々な仕事にはすべて共通点がある。それは、複雑な問題を解決し、人々の安全性とシステムの信頼性を、ハイテクを駆使して確保するということだ」とアンドレイ・ニキペロフ氏は述べた。

会議では環境教育の重要性も議論された。ロスアトムの人事担当副局長のタチアナ・テレンティエヴァ氏は、これは生態学の分野における知識の伝達だけではないと指摘し、「これは環境に優しい習慣、価値観、新しい文化を形成するための体系的なプロセスであり、幼児から成人まで続くべきものである。私たちはグリーンテクノロジーに基づく国営企業として、28ヶ所の都市で“人々と都市”というプログラムを開始し、その都市の責任を担っている。このプログラムの一環として、私たちは環境文化の発展、エコ習慣の強化に役立つインフラストラクチャーの構築を目的とした子供たちと青少年のプロジェクトを支援している」と述べた。

会議の参加者はロスアトムの展示にも興味を持ちながら見物した。この展示では、“グリーン”エネルギー分野における国営企業のプロジェクトのほか、核燃料サイクルの最終段階と放射性廃棄物管理のための技術とソリューションが紹介された。それは例えば、放射能汚染土壌を選別する“FREMES”の設置と、古い大型機器を解体または破砕できる移動式レーザー複合体であった。¹⁶

[セクションの先頭へ](#)