

2016年ロシア訪問団報告書

—ATOMEXPO-2016 参加、バラコボ原子力発電所等視察—



2016年6月
一般社団法人 日本原子力産業協会

表紙写真

左上：モスクワ川に沈む夕陽

右上：満開のライラックの花（モスクワ）

左中：ATOMEXPO-2016 会場

右中：ATOMEXPO-2016 開会式

下：バラコボ原子力発電所（イメージ図）

目 次

| | | |
|------|---------------------------------|----|
| 1. | 参加者名簿 | 2 |
| 2. | 日程 | 3 |
| 3. | ATOMEXPO-2016 概要 | 4 |
| 3-1. | 開会式 | 4 |
| 3-2. | プレナリーセッション | 5 |
| 3-3. | ラウンドテーブル「燃料供給とバックエンド」 | 8 |
| 3-4. | ラウンドテーブル「ライフサイクル管理」 | 10 |
| 3-5. | ラウンドテーブル「NPP 建設ファイナンス」 | 11 |
| 3-6. | ロスアトム・キリエンコ 総裁との会合 | 12 |
| 3-7. | 海外要人との会合 | 13 |
| 3-8. | プレスインタビュー | 13 |
| 3-9. | 展示ブース | 13 |
| 4. | 上月駐ロシア大使との会合 | 14 |
| 5. | 燃料工場「Mashinostroitelny Zavod」視察 | 15 |
| 6. | バラコボ原子力発電所視察 | 17 |
| 6-1. | バラコボ原子力発電所概要 | 18 |
| 6-2. | PR センター | 19 |
| 6-3. | 人材訓練センター | 20 |
| 6-4. | 4号機タービン建屋、中央制御室 | 21 |
| 6-5. | 廃棄物処理センター | 22 |
| 6-6. | 総括会合 | 22 |
| 7. | 団員所感 | 23 |

1. 参加者名簿

(敬称略)

1. 服部 拓也 (団長) (一社) 日本原子力産業協会 特任フェロー
Takuya HATTORI, Senior Advisor, Japan Atomic Industrial Forum, Inc. (JAIF)
2. 原 泰斗 (一社) 海外電力調査会 調査部門 調査第一部 研究員
Taito HARA, Research Associate, Division No.1, Research Department, Japan Electric Power Information Center, Inc. (JEPIC)
3. 大野 昭 (株) IHI 原子力セクター 主席技監
Akira ONO, Senior Technical Advisor, Nuclear Power Operations, IHI Corporation
4. 大橋 周一* 丸紅ユティリティ・サービス (株) 取締役 プロジェクト室長
Shuichi OHASHI, Director, General Manager, Marubeni Utility Services, Ltd.
5. 池田 昌之* 丸紅ユティリティ・サービス (株) プロジェクト室 ロシア CIS チーム長
Masayuki IKEDA, Russia-CIS Team Leader, Marubeni Utility Services, Ltd.
6. ニコライ・ボリソフ (一社) 日本原子力産業協会 客員専門家
Nikolay BORISOV, Visiting Expert, Japan Atomic Industrial Forum, Inc. (JAIF)
7. 松崎 章弘 (一社) 日本原子力産業協会 政策コミュニケーション部長
Mr. Akihiro MATSUZAKI, General Manager, Dept. of Policy and Communication, Japan Atomic Industrial Forum, Inc. (JAIF)

*モスクワ行程のみ参加

以上

2. 日程

| | | |
|----------|--|-------|
| 5月28日(土) | 移動 ・ 12:00 東京(成田)→16:10 モスクワ(Sheremetyevo)(SU261) | モスクワ泊 |
| 5月29日(日) | ・ 16:00-22:00 ロスアトム・セイリング・カップ | モスクワ泊 |
| 5月30日(月) | ■ ATOMEXPO-2016 ・ プレナリーセッション ・ ラウンドテーブル「燃料供給とバックエンド」 (服部特任フェロー登壇) ・ ラウンドテーブル「ライフサイクル管理」 | モスクワ泊 |
| 5月31日(火) | ■ ATOMEXPO-2016 ・ ロスアトム・キリエンコ総裁との会合 ■ 15:00-15:30 上月駐ロシア大使との会合 | モスクワ泊 |
| 6月1日(水) | ■ ATOMEXPO-2016 ・ ラウンドテーブル「NPP 建設ファイナンス」 ■ 10:00-16:00 燃料工場「Mashinostroitelny Zavod」視察 | モスクワ泊 |
| 6月2日(木) | 移動 ・ 14:10 モスクワ(Sheremetyevo)→16:50 サマラ(Samara)(SU1212) ・ サマラ(Samara)→バラコボ(Balakovovo)(ミニバス 4時間) | バラコボ泊 |
| 6月3日(金) | ■ 9:00-18:00 バラコボ原子力発電所視察 | バラコボ泊 |
| 6月4日(土) | 移動 ・ バラコボ(Balakovovo)→サマラ(Samara)(ミニバス 4時間) ・ 12:10 サマラ(Samara)→12:50 モスクワ(Sheremetyevo)(SU1211) ・ 19:00 モスクワ(Sheremetyevo)発(SU260) | 機内泊 |
| 6月5日(日) | 移動 ・ 10:35 東京(成田)着(SU260) | |

3. ATOMEXPO-2016 概要

- 会 期：** 2016年5月30日（月）～ 6月1日（水）
- 場 所：** モスクワ ゴスチニー・ドボル（Gostiny Dvor）
- 参加者：** 服部団長（原産協会）、原（海電調）、大野（IHI）、大橋、池田（丸紅ユティリティ）、ボリソフ（原産協会）、松崎（原産協会）

ロシア国営原子力企業ロスアトムが主催、ATOMEXPO 社が運営組織する国際フォーラム（展示会・会議）である（今年で第8回目）。

3日間で、5,000人以上、55カ国が参加。

ATOMEXPO 会場は広い展示場を備え、99企業が出展。大型の液晶パネルを駆使しているが、残念ながら日本企業からの出展は無かった。

1. 開会式

- 5月30日午前11時より、会場入口付近のステージで、キリル・コマロフ ロスアトム第一副総裁、アグネタ・リーシング 世界原子力協会(WNA)事務局長、ジャック・レガルド世界原子力発電事業者協会(WANO)議長、ミカエル・チュダコフ国際原子力機関(IAEA)次長が出席し、開会式がとり行われた。
- キリル・コマロフ第一副総裁は、原子力産業はゼロカーボンの形成に重要な役割を果たしうること、リーシング WNA 事務局長は、炭素削減の重要性、レガルド WANO 議長は、安全が原子力の基礎であること、チュダコフ IAEA 次長は安全性、信頼性の高い原子力発電所の新設について言及した。



会場入口



開会式



リーシング事務局長挨拶

2. プレナリーセッション

- ・ プレナリーセッションは、「ゼロカーボン・エネルギーバランスのための基礎となる原子力」というテーマで、SiP Nuclear Consulting 社長で、スウェーデン王立科学アカデミー会員の ラース・グンナー・ラーソン氏 による司会の下で、9 名のパネリストにより進められた。
- ・ ブルーノ・コンビ氏（原子力のための環境保護者団体（EFN）会長）
 何故環境保護主義者は原子力をグリーンエネルギーと考えるのかについて以下のように語った。
 「現在のカーボンベースのエネルギーをカーボンフリーな持続的エネルギーに置き換える上で原子力は必要不可欠である。自分は、フランスにエコハウスを建て、電気自動車に乗り、原子力発電所からのバックアップを受けてゼロカーボンライフを送っている。これは、環境保護主義者にとって素晴らしいことであり、原子力を主体に発電しているフランスだからこそ可能である。原子力は、我々の将来にとって大変大きなメリットがある。」
- ・ セミヨン・レバイ氏（ロシア国家資源環境省副大臣）
 ロシアは COP21 をどのように評価し、今後どのように進めて行こうとしているかについて以下のように語った。「パリ協定では、グローバルターゲットとして今世紀の温度上昇を産業革命以前の 1.5 度以下に向けた努力を行うと定めた。この決定は 2014 年の国連サミットでの議論に基づいている。ロシアは、この会議で CO2 放出量削減目標に向けたアクションプランを示し、2030 年までに 1990 年の放出量の 70～75% に抑制することを示した。ロシアは、現在温暖化ガス規制の改造計画に焦点を当てた全国的なアクションプランに取り組んでいる。パリ協定の調印に当たってロシアは、温暖化防止におけるロシアの責任の重要性を真剣に議論した。ロシアは、批准する準備もできている。ロシアは気候変動に関する原則を 2011 年に策定した。そこで、ロシアは持続的経済発展社会国家を保証するために、原子力を温暖化ガス排出量削減の最大の手段に位置付けている。」
- ・ ルイ・エチャバリ氏（前 OECD/NEA 事務局長）
 先進国での炭化水素エネルギーの削減の見通しについて以下のように語った。「先進国は、全て CO2 排出量の削減を約束している。その達成には、原子力および再生可能エネルギーを増やす必要が有る。しかし、これらの 2 つのエネルギーは相異なる。原子力はベースロードとなるが、一方再生可能エネルギーはベースロードにはなり得ないので、これらは競合するのではなくうまく組み合わせる必要が有る。アクションプランは、社会の要求と経済発展の状況を見て設定されることになる。ヨーロッパではドイツ、デンマーク、スイス、ベルギーは原子力に熱心ではなく、フランス、イギリス、ロシア、ポーランド、チェコ、ハンガリー、フィンランド、トルコは原子力に積極的である。米国は、石油やガスの値段が下がり、原子力への投資を正当化することはできない。アジアでは韓国や中国は原子力に動くであろう。日本は、福島第一事故の影響で原子力は難しい。こうした状況を良く見ていく必要が有る。」
- ・ セルゲイ・キリエンコ氏（ロスアトム総裁）
 原子力産業をどのようにして信頼性のあるエネルギー源として世界へ提供していくのかについて以下のように語った。「パリ会議で、これまで原子力は 56G トンの CO2 削減をしてきたことが示された。ロシアの原子力発電所は 711M トンの排出量削減に寄与してきた。これは、ロシアの石炭火力の 6 年分にあたる。ソーラーや風力による寄与は、暖かなフランスでも発電量は限られているし、さらに北のロシアではなおさらである。原子力発電の 2 番目の寄与はベースロード電

源であることにある。従って、ロシアは原子力に注力している。発展途上国では、ベースロード電源を必要としている。工業では長期的電力コストが重要であるが、原子力は長期間安定した価格を保証することができる。従って、国や投資家にとって高い生産性が期待できる。ロシアのVVERは第3+世代の原子炉であり、福島第一事故からの要求を全て満たしている。ロシアは、今後高速炉、ウラン、核燃料サイクル、廃棄物処分などの技術開発に取り組み世界へ提供していく。」

- ・ ハリー・ホルト氏（ロールス・ロイス原子力社長）

ロールス・ロイス社がカーボンフリー技術についてどのような戦略を展開しているかについて、以下のように語った。「ロールス・ロイスの原子力事業は大きく英国海軍向けのディフェンス事業と原子力発電所向けの原子炉機器提供や寿命延長ソリューションサービス等を行う民生用原子力事業から構成される。民生用原子力事業では、世界の20カ国で200のアライアンスを結びプラントに安全制御システムを提供、現在はハンヒキビでの新設計画でロスアトムと一緒に多くの仕事を行っている。中国ではCPR-1000の建設にもかかわっている。3番目には、非常用ディーゼル発電機を提供している。また、英国ではSMRの分野でも重要な役割を果たしている。今後は、航空宇宙分野で活用しているビッグデータによるデジタル化革新は、原子力事業でも電力会社の運転を競争力のある効率的なものとするのに適用されるであろう。」

- ・ ビクター・ベクセンバーク氏（Skolkovoイノベーションセンター社長）

ゼロカーボンにおけるグローバルエネルギーバランスをどう評価しているかについて以下のように語った。「我々は、適正なエネルギーバランスを構築する必要がある。現在の世界のバランスを見てみると、2015年新規に建設された再生可能エネルギーによる発電設備は炭化水素エネルギーを上回った。再生可能エネルギーは164GWで、炭化水素エネルギーは110GWであった。経済的には、再生可能エネルギーは現状大変高価で、競争力はない。昨年再生可能エネルギーに対する投資は\$330Bに達した。人類は、再生可能エネルギーに向かっていることは明らかで、2040年にドイツは50%、インド、中国、日本も20%を再生可能エネルギーとすると計画している。これらは重要な数字である。ロシアを見てみると、炭化水素エネルギーのインフラをリードする国であり、再生可能エネルギーへの投資をコミットすることは大変難しい。それにもかかわらず、ここ3年間に再生可能エネルギーを支持する法律を成立させた。これによれば、2020年までに再生可能エネルギーを4%まで高めなくてはならない。現在は、まだターゲットに対して遅れていて1~1.5%である。ソーラーエネルギーは南の地域に適しているので、そこでは促進していく必要がある。ロシアには、優秀な技術者が多いので、世界と協力して必ず革新的な代替技術によるソリューションを見出していくことになることを信じている。」

- ・ アティラ・アソディ氏（ハンガリー首相府委員）

現在40%の電力を原子力発電で賅っているハンガリーが、さらに新規発電所を建設する決定を行った理由について以下のように語った。「新規発電所を建設する決定を行った理由は、持続的エネルギー供給を確保するためである。30年前のチェルノブイリ原子力発電所事故と5年前の福島第一事故の原因は設計の失敗にあった。我々は、これらの事故のルートコースから学習し安全な原子炉に努めている。2014年に、ロシアとEPC契約を結んだが、この契約で安全技術要求を明確にした。これらの要求は、ヨーロッパ規格に従っていて、2つの事故を反映したものである。」

10 万年に 1 回起こる全ての自然災害を考慮し、万一福島と同様な事故が起きても放射能の放出は極めて僅かに抑えられ、コストも非常に安く競争力を有している。」

- ・ ペッカ・ルンドマーク氏（Fortum 社社長）

フィンランドのローカーボンエネルギーバランスを達成させる政策について以下のように語った。「フィンランドでは、4 基の原子力発電所が稼働しているが、2 基の新設プラントが建設されている。現在、フィンランドでは電力の 1/3 は原子力である。今後 10 年はオルキオとハンヒキビ発電所が稼働し、原子力発電の割合は増える。一方、とスウェーデンでは計 9 基の原子力発電所が稼働しているが、2020 年までに 3 基の原子力発電所が停止する。これについて、建て替えるかどうかは決まっていない。原子力は、当面 2050 年ごろまではローカーボンエネルギーバランス達成のためのベースロード電源として重要であるとの考えは変わらない。その後については、安全、新設のコスト、CO2 排出規制に掛っている。原子力産業は、これまでの経験からより標準化を進めることが重要である。」

- ・ クリストファー・ベアール氏（フランス原子力学会会長）

フランスの原子力計画はどのようになっていくかについて、以下のように語った。「フランスにおいて、原子力は電気の重要な役割を果たしている。フランスにおける主要なターゲットは、まず省エネルギーである。第 2 のターゲットは、エネルギーミックスである。原子力に焦点を絞ると、長期的には核融合に置き換わっていくであろう。第 4 世代原子炉において、持続的原子力エネルギーを達成する上で、クローズドサイクルが必要である。高速炉でプルトニウムを燃焼させ、ウラン資源を最大限利用する。これによって、原子力を 3000 年にわたって利用できる。3 番目は、高速炉を用いてマイナーアクチノイドを燃焼させることである。これによって、放射能の毒性を大幅に低減でき、国民の賛同を得ることができる。実際 300 年でウラン鉱山のレベルに低減できる。ASTRID プロジェクトでは、マルクールで MOX 燃料のリサイクルを進める考えである。」

- ・ パネリストのプレゼンに引き続き、モデレータのラーソン氏より各パネリストへ質問が出された。原子力新興国に対して、どのように効率的にこれらの国々の能力を高めていくのかとの質問に対してキリエンコ総裁は以下のように回答した。「安全に対して同じコードと基準を使うことが必要である。新興国はそれらに対してコストを負担する必要は無く、ロシア、フランス、フィンランドなどの原子力先進国が責任をもって提供する。また、機器の供給だけでなく、彼らを訓練することへのサポートも必要である。また、核燃料を提供することも必要である。核燃料サイクルに関しては、個別の国が必ずしも開発する必要はない。原子力先進国がバックエンドを含めたトータル核燃料サイクルを提供することも重要である。」
- ・ また、何時になったら第 4 世代炉は商業的に利用できるようになるかの問いに対して、ベアールフランス原子力学会会長は、「フランスでは Na 冷却高速炉の原型炉が 2040 年に運開する。1000MW 級商業炉は今世紀末に 3 基以上稼働するであろう。」と回答、キリエンコ総裁は「第 4 世代炉は安全を保障する上で必要である。BN-800 は昨年稼働し、トムスクでは冷却に鉛を用いた炉も計画されている。核燃料サイクルの開発も核燃料をクローズさせるうえで重要である。商業的には 2050 年に実用化するであろう。熱中性子炉も、段階的に更新していく必要がある。」
- ・ 最後に、会場の参加者を対象に 2 つの質問が出された。一つ目のローカーボンバランスを保つ上での原子力と再生可能エネルギーの合計の割合は？との質問に対して、50%以上が 41%と最も高

く、次いで 70%以上が 34%、90%以上が 25%という結果になった。次の、ヨーロッパで炭化水素エネルギーに頼らないエネルギーミックスが成立するのは何年後かとの質問に対しては、30 年後というのが最も高く 48%で、次いで 50 年後の 28%、15 年後の 16%、70 年後の 9%という結果になった。



プレナリーセッション「ゼロカーボン・エネルギーバランスのための基礎となる原子力」

3. ラウンドテーブル「燃料供給とバックエンド」

- TENAM 社長フレッチャー・ニュートン氏による司会の下で、服部特任フェローを含む 7 名のパネリストにより進められた。
- オレグ・サラエフ氏（ロスエネルゴアトム）
「熱中性子炉と高速炉の 2 つのシステムでのクローズドサイクル」とのテーマで、今後使用済み燃料が増えていくので、U 資源を有効に活用し、廃棄物量を低減しその放射能の毒性を低減する上でクローズドサイクルの重要性を訴えた。その上で、ロシアではクローズドサイクル達成に向けて、高速炉を国のエネルギーに組み込み、熱中性子炉と高速炉の協調を図り、さらに国際センターを開発していく方針を示した。また、BN-800 と BN-600 を用いて、2025 年までにクローズドサイクルを実証していくとした。
- ペテル・ガブリロフ氏（FSUE Mining and Chemical Combine (MCC) ディレクター）
「MCC での MOX 燃料と使用済み燃料の再処理とリサイクル」とのテーマで、MCC におけるクローズドサイクル開発の活動を紹介した。その中で、MCC では RBMK-1000 や VVER-1000 の使用済み燃料の湿式及び乾式貯蔵センターの整備が行われたことや、革新的技術を用いたパイロットデモンストレーションセンター（PDC）の建設が進められていることの説明があった。特に、PDC で開発している再処理プロセスは、マヤック再処理工場を第 1 世代、フランスの UP2、UP3 や六ヶ所再処理工場を第 2 世代としたうえで、これらと比較して PDC では低レベル液体放射性廃棄物の放出が無く、高レベル廃棄物発生量も 2/3 に低減する第 3 世代再処理プロセスを目指しているとのことであった。また、将来 MCC に建設予定の RT-2 を第 4 世代の再処理工場として位置付けていた。2015 年には遠隔自動で Pu30%の BN-800 用燃料集合体の製造に成功し、年間 800 本の MOX 燃料集合体の製造が可能であることを検証したとのことである。
- 服部拓也氏（日本原子力産業協会特任フェロー）
「革新的 R&D における日本とロシアとの協力の展望」というテーマでプレゼンを行った。この中で、服部氏は日本のバックエンド戦略、持続的ソリューションについて説明し、これらには世論の支持が重要であること、および国際協力なしには進められないとした。使用済み燃料は毎年

11,000 トン発生し、今後は更に増えて 30,000 トンに達すること。HLW の処分が重要だが実際の処分場の選定は難しいこと等の現状と課題を示し、こうしたバックエンドの課題解決のためのロシアとの国際協力分野を提示した。

- ・ ジャン・マイケル・グイヘイクス氏 (AREVA)

「転換の概要と CXII プロジェクト更新」をテーマに、世界の転換需要と転換設備能力について現在は設備過剰であるとの説明を行った。こうした状況下でも、フランスでは CXII プロジェクトとして転換設備能力を高めていて、電力会社は安定供給を受けられるメリットを享受できるとした。
- ・ アレクシー・ドルゴフ氏 (TVEL)

「再処理からのリサイクル燃料使用における燃料ソリューション」とのテーマで、リサイクルウランを再利用する上での問題点とその解決策についての発表があった。リサイクルウラン (RepU) には、234U、236U と 232U が新たに加わる。これらによる中性子吸収は少ないが、232U の娘核種の 208Tl により強いγ線が発生する問題が生じる。TVEL では 1996 年から RepU を用いた燃料集合体を製造し VVER-440 と VVER-1000 を用いて軽水炉において RepU の利用の妥当性を確認した。今後、RepU を利用した REMIX 燃料の全面的利用には炉での試験と、商業炉用の REMIX 燃料製造施設の改造が必要になるとのことである。
- ・ オレグ・クロカフ氏 (ロスアトムディレクター)

ロシアのバックエンドにおけるこれまでの実績と今後の戦略について説明があった。2008 年からこれまでに、使用済燃料の貯蔵容量を増やし貯蔵レベルが 96% から 49% に下がったこと、液体廃棄物貯留池を完全に閉鎖し、現在井戸を掘って管理していることや、閉鎖した 134 の原子力施設の内、53 の施設のデコミを完了したことなどが示された。今後については、2030 年までに冷戦での負の遺産となっている施設の安全確保、使用済み燃料の再処理施設と放射性廃棄物の最終処分施設の建設と処分の実施が計画されているとのこと。ここでも、REMIX 燃料開発や PDC 施設での革新的再処理技術開発の話があった。
- ・ アンドレイ・トフシェンコ氏 (TENEX)

「核燃料サイクル製品とサービスの世界市場への包括的提供」をテーマに、ロシアが燃料から廃棄物管理まで総合的サービスを提供することのメリットの話があった。
- ・ セッションの最後に、モデレータから服部特任フェローとクロカフ氏に対して、ロシアと日本の協力を深める上で克服しなくてはならない障害は何か、またどう克服したら良いかとの問いが出された。これに対して、服部特任フェローは「ここ 10 年間ロシアへ来ているんな施設を訪問してきて、ロシアが大変多くの経験を持ち高い能力を有していることが分かった。日本も、同様に経験や能力を有している。残念なのは、お互いのコミュニケーションが不足していることである。自分も知識は限られているし、一般の日本人はほとんどロシアの実態を知らない。お互いを見て理解することが最も重要である。コミュニケーションを改善すれば障害はなくなるであろう。」と回答した。一方、クロカフ氏は「日本の原子力は発展していて、十分な技術がありクローズドサイクルも進んでいる。数年前から日本の専門家とコミュニケーションをしているが、議論は大変興味深い。処分やリサイクルに関するコミュニケーションを広げる必要がある。専門家間のコ

コミュニケーションを図ることによって、相互の問題が解決するであろう。日本は素晴らしい隣人でありかつ同僚である。」との好意的な発言があった。



ラウンドテーブル会場



股部特任フェロー



ラウンドテーブル

4. ラウンドテーブル「ライフサイクル管理」

- 本ラウンドテーブルでは、ライフサイクル管理（サブタイトル：原子力発電所の建設管理から運転中の情報管理まで）について議論が行われた。主にロシア国内の原子力企業各社が開発してきた 3D-CAD（3D モデル）技術を用いた設計・建設・調達管理方法及びデジタルデータを活用した旧型プラントの経年劣化管理方法等が紹介された。その他、ロシア国内外の規制当局や原子力発電事業者等のプレゼンが行われ、初期型 VVER-440 を運転するハンガリーやチェコの運転寿命延長に対する取組及び新型 VVER-1200 を計画しているフィンランドの設計建設から運転に移行するまでに活用されたデジタル管理技術等が紹介された。本項ではチェコ電力公社（CEZ）及びロシアの原子力規制当局 Rostechnadzor（ロステクナゾル）の取組について以下のとおり紹介する。
- 現在 CEZ は、設計寿命 30 年のロシア製 VVER-440 及び VVER-1000 を運転している。同国では最初に運開したドコバニ 1 号が 2015 年で 30 年間の運転に達し、更なる 30 年間の運転ライセンス延長の作業に注力してきた。運転ライセンス延長申請時には膨大な量の申請書類を管理する必要があり、IMS（情報管理システム）を用いることで人件費の削減だけでなく、申請書類のミス低減に役立つものであると紹介した。また、チェコと同様に、ハンガリーにおいても、申請書類（紙）をデジタルデータに移行することで効率的な保守管理を実施している。
- ロステクナゾルが抱える課題とその対策案が示された。例えば、規制当局は「廃止措置中の安全確保」に対する監督責任を負っている。この責務に対する課題として、廃止措置プログラムや安全解析報告書等の提出書類の多くが紙であり、コピーエラーや廃止措置の申請が長期間に及ぶことで情報欠落等のミスが発生することが挙げられた。対策案としては、廃止措置に必要な建設から運転中の情報を参照できるシステム導入等が提案された。その他、規制当局の「原子力発電建設が世界中に拡大することに伴う各国との協力」、「原子力施設の安全性向上」等の規制当局の責務に対する課題と対策案が示された。

5. ラウンドテーブル「NPP 建設ファイナンス」

- ・ 本ラウンドテーブルでは、原子力発電所(NPP)建設ファイナンスについて議論が行われた。スピーカーによって若干の濃淡はあるものの、新規原子力発電所建設プロジェクトを成功裏に導くための鍵は政府の関与であるということについては一致した(露の場合、政府＝ベンダーであるが)。火力発電建設等で広く用いられている所謂プロジェクトファイナンス(事業会社の PPA の収益を担保にファイナンスを募るファイナンス)で新規原子力発電所を建設する為にはまだまだ沢山の課題を乗り越える必要があるようだ。以下、RT 中のプレゼンのいくつかを紹介する。
- ・ 原子力開発における国の役割 (Gowling WLG (国際法律事務所) Abdel-Azi, Partner)
新規原子力発電所建設モデルを 1. 国の全関与、2. 国の不関与、3. 国の部分関与の 3 つのモデルに分類し検討。また、米国政府によるローン保証や、英国の CfD モデル等について検証。こうした仕組みはいずれも原子力発電所建設が抱える完工リスク等を十分ヘッジできるとは言えないと分析。新規原子力発電所建設に当たっては政府の全面的関与が必須であり、建設リスクをベンダーや民間資本による原資で補うのは不可能である、というのが結論。
- ・ フィンランド ハンヒキビ 1 号建設 投資プロジェクト履行 (Rusatom Energo International Dr.K.P.Kryazhevskikh, Chief Legal Officer)
新規建設の成功は、ひとえにベンダーによるファイナンス供与・保証にかかっている。英国の HP-C 然り、オルキオ 3 号のマンカラモデル然り、ハンガリー・バングラ・ベトナムプロジェクトの露による ECA ファイナンス然り。ハンヒキビ 1 号も実証済みのマンカラモデル。予算超過リスクと投資利益をプロジェクトカンパニーから株主に移転するのが特徴。露 (RAOS Voima Oy) は 1/3 を保有する株主だが、VVER のベンダーでもあり、O&M と燃料供給にも責任を負う。
- ・ トルコ アックユ原子力発電所 BOO モデルの法的側面 (Akkuyu Nuclear JSC I.Sminov, General Counsel)

(プロジェクト概要)

- ・ IGA 2010 年 5 月締結
- ・ AES-2006 (VVER-1200) x 4 基
- ・ 建設期間 2011 年～2026 年
- ・ 総コスト ～\$20b
- ・ PPA 15 年間固定

現在計画では、発電許可取得 2016 年、建設許可取得 2018 年、1st コンクリート 2018 年、運開 2023～26 年 (1～4 号機)。

事業会社 (Akkuyu Nuclear JSC) のエクイティは現在は露グループが 100% 保有 (2011 年～15 年に露が投じた資金は \$2.8b) であるが、将来的に 49% まで投資家に sell down する予定。建設段階では ECA ローンを活用。操業時には PPA と事業会社の他の資産を担保に商業銀行からシンジケートローンを組む予定。

本プロジェクトに関連する本年の予定は下記の通り：

- ・ 法律改訂
- ・ サイト評価報告書 (SPR) の TAEK による承認
- ・ TAEK が建設許可レビュー開始
- ・ 発電許可取得

今までの経験を通じて得た、本プロジェクト成功の為の最重要要因は、プロジェクト完遂に向けての両国による強固な政治的コミットメント、というのが結論。

6. ロスアトム・キリエンコ総裁との会合

- ・ スパスキー副総裁、ザリムスカヤ TENEX 社長他、ロスアトム幹部同席の下で意見交換。
- ・ キリエンコ総裁より JAIF からの参加、並びに 2009 年の日露原子力協定締結以降、二国間の協力が進展していることに謝意。FBR、SF、廃炉、バックエンド分野の協力を期待、昨年の TENEX の日本に於けるセミナーが多く参加者を得て盛会に行われたことは good start と評価。また、福島廃炉関連でロシア (ROSRAO) が開発したトリチウム除去装置につき三菱総研が関与して試験導入されたが、本格除去装置に拡大導入されることを期待すること。また、かねてより合意されている新規輸送ルートの活用、回収ウランの再濃縮についての進展を期待しているとの話。また、今回の ATOMEXPO では多くの新規導入国からの参加があることの紹介。
- ・ 当方より、ATOMEXPO 終了後に予定しているバラコボ発電所等の施設視察のアレンジにつき謝意。
- ・ 続いて当方より、昨年の COP21 で合意されたパリ協定を達成するためには原子力の貢献が不可欠であるが、残念ながら世界の現状を見ると原子力の開発が順調に推移していないことを懸念していること、この状況を打開するためには、日露のような原子力先進国が協力して「成功事例を世界に示し、原子力の価値を社会と共有すること」が必要と指摘。具体的には、①既存の原子力発電所の安全かつ経済的な運転、②建設中の原子力発電所の工程どおり、予算内での完成 (on time, on budget)、③将来に向けての革新的技術開発を進めながら、併せて高レベル廃棄物の処分のような世界共通の課題解決に向けて進展を図り、「市場と社会からの信頼回復を図る」ことが重要である。そのため今必要なことは、原子力技術が人類の持続的発展のために不可欠な「世界の共有財産」であるとの認識の下、「世界が競争に走るのではなく、世界が協調・連携すること」であること。この点について関係者の認識を共有する必要があると、キリエンコ総裁のリーダーシップに期待するとの私見を述べたところ、キリエンコ総裁の理解と賛同を得た。
- ・ その後、当方より、わが国の原子力政策、再稼働の状況、将来に向けての日露協力の可能性などについてパワーポイントを用いて説明。
- ・ キリエンコ総裁より、安倍総理、プーチン大統領の首脳間で合意された将来に向けての 8 分野のイノベーションの開発協力について、原子力が含まれていることに言及があった。
- ・ また、(プーチン大統領の訪日時には同行の可能性があるのでは何とも言えないが、) 10 月に京都で開催される STS (科学技術と社会) 会議に出席の予定があることが述べられたことから、当方より 10 月の来日時に時間が許せば JAIF 今井会長との面談の機会をお願い。
- ・ ATOMEXPO の今回のテーマが気候変動問題であったように、キリエンコ総裁はこの点についての原子力の価値について高い関心を持っている。面談の最後に、総裁から服部特任フェローが胸につけていた「Nuclear for Climate」のプロモーションのためのバッジ (昨年の COP21 の際、世界の原子力機関が連携して気候変動問題の解決に原子力が有用であることを訴える活動を展開) が気に入ったとの話があり、バッジを交換し記念撮影。



会合状況



バッジ交換



キリエンコ総裁と

7. 海外要人との会合

- ・ WNA リーシング事務局長、ベアール フランス原子力学会会長等、ATOMEXPO に参加していた海外要人と懇談した。

8. プレスインタビュー

- ・ 服部特任フェローは、ロシア通信社「スプートニク」、ロシアテレビ局、並びに南アの新聞社等のインタビューを受けた。

9. 展示ブース

- ・ 海外の企業・組織の展示は、フランス（CEA、Engie）、英国（ロールス・ロイス）、中国（CNNC）、ドイツ（NUKEM、TUV）の他、WNA がブース展示を行っていたが、米国からの企業ブースの展示は見られなかった。
- ・ なお、日本からのブース展示がなかったのは残念であった。再稼働等、国内対応に忙殺されていることは理解するにしても、海外展開の競争が激化の中で日本のプレゼンスが低下するばかりなのが気がかりである。



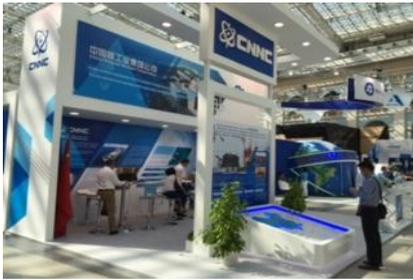
ロストアトム



CEA



ロールス・ロイス



CNNC



TVEL



TENEX



クルチャトフ研究所

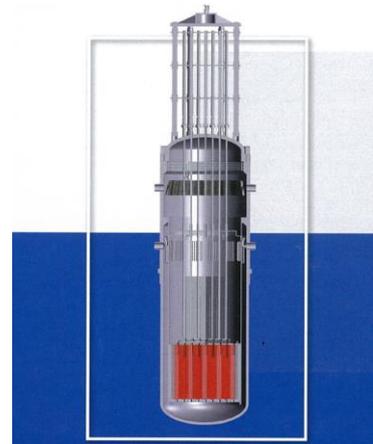


カザトムプロム



キッズコーナー

- ・ ロスアトム直下の研究機関 NIKIET（ニキエット）では、概念設計段階であるが小規模出力の炉型 VRK-100 を紹介していた。VRK-100 は、実現すればロシアで初めてとなる BWR であり、熱併給も可能である。炉心熱出力は 360MW、電気出力は専用モードで 120MW、通常モードで 100MW、熱供給量は通常モードで 120Gcal/h。最大の特徴として、制御棒が上部挿入であると説明を受けた。



VRK-100 原子炉圧力容器

4. 上月駐ロシア大使との会合

急遽大使との面談（田島公使、原一等書記同席）の時間をいただき、大使館に出向いて、キリエニコ総裁との面談結果の概要、および日本の再稼動状況と今後の見通しについて報告。

また、当方よりロシアの原子力開発の歴史を理解する上で、モスクワのクルチャトフ研究所、オブニンスク、並びにサンクトペテルブルグのフローピン研究所を視察されることを推奨。



日本大使館



上月大使と面談

5. 燃料工場「Mashinostroitelny Zavod」視察

日時： 2016年6月1日（水）10:00～16:00

場所： 燃料工場「Mashinostroitelny Zavod」（エレクトロスタリ市）

対応者： Sedelnikov, Director General 他

訪問者： 服部団長（原産協会）、原（海電調）、大野（IHI）、ポリソフ（原産協会）、松崎（原産協会）

渋滞するモスクワ市内を抜けて車で約2時間、ミニバスで東方へ約50km走り、幹線道路（ルートE22）を右に折れて森を抜けると突然街（エレクトロスタリ市）が現れる。人口は15万人位らしいが、バスを待つ人、小さなショッピングモール、ホテル、消防署の先に燃料工場の長いフェンスが見える。

工場の正式名はPJSC(Public Joint Stock Company) Mashinostroitelny Zavod、通称Elemash、現在の従業員数4300名、かつては1万2千～1万5千人くらいだったとか。

この工場の起源は第一次世界大戦中の1916年6月の政府指令により、フランスの技術で造られた爆弾・砲弾工場（説明ではロケットと言っていたが）との事。1917年2月から生産を開始、フランスのトマ防衛大臣の視察の写真も（ナポレオンがモスクワ侵攻後駐在していたこともあり、仏露の関係は深い。このように歴史的背景があることについて理解が必要と痛感）。

男子は戦場に出て行ったことから、工場の労働は女性と子供達が主。第二次世界大戦中も生産を続け、大戦中（1941～45の5年間）にロシアで製造した3分の1に相当する2億4千万発を生産したとか。24時間体制で工場内の仮眠所で休息しながらの過酷な労働条件だったようだ。大戦末期にはトラックからロケット弾を連続発射する「カチューシャ」（女性名）を開発し戦果をあげた。「カチューシャ」を大型化した「バニューシャ」（男性名）はあまり上手くいかなかったようだ。

工場は大戦に於ける貢献で1943年レーニン勲章を受けていることを、誇らしげに語っていた。

その後ドイツ軍の侵攻により、工場はノボシビルスクに移転。その後ノボシビルスクではVVER1000向けの一部と研究炉用の燃料を生産。ТВЕL社が有するもう一つの燃料工場がノボシビルスクにあるのも、この工場と同じ起源なのか、特に説明はなかったが不思議な感じがした。

1945年の第二次大戦終了後、1949年国防省傘下に入り、平和目的に転用されることとなった。ロシアに於ける原子力開発は1945年からスタートし、1954年に世界最初の発電用原子力発電所オブニンスク（黒鉛減速、軽水冷却、出力5MW）が運転開始したが、その燃料を当工場が生産した。

その後、1957年から船用炉の燃料も生産。1965年から大量生産体制が整った。

1996年にはドイツのシーメンスと協定を締結、西欧の顧客の品質要請に応えられる体制を整備。1997年には品質マネジメントシステム（QMS）の改善に着手。2013年には西欧向け燃料集合体の累積生産が3000体に到達。

多様な燃料（RBMK, VVER440, VVER1000, BN, BWR/PWR）の生産を手がける。

ТВЕL社は東欧を中心に世界14カ国に燃料を輸出、アジアではインド、中国に輸出。インドにはCANDU用ペレット、中国には高速炉用燃料も輸出。世界のシェアは17%。

当工場では、減損ウランは扱っているが、MOX燃料は製造していないとのこと。

今回見学は出来なかったが、工場ではUO₂粉末の製造、濃縮度調整、ペレット焼結生産ライン、ガドリニア（Gd₂O₃）入り燃料、エルビウム（Er₂O₃）入り燃料の生産の他、集合体組み立てラインが

ある。説明を聞いていて、ペレットの品質管理、被覆管へのペレット挿入、溶接、検査、組み立てラインの自動化など相当進んでいる様子が伺える。

2011年から制御棒クラスターの生産ラインをモスクワの工場から移転。RBMK用の複雑な構造の制御棒の生産ラインの視察を行った。視察に当たっての安全確保上の注意（我々も入所時教育を受けたことに各自サインを求められる）、放射線防護、火災時の注意には十分な時間をとり、細かい注意がなされる。また、セキュリティチェックなどは極めて厳重であり、わが国も見習うべき事項である。

工場内部は、製品に対し十分なスペースがあり、清潔に保たれていた。

一連の視察を終えての印象

- ① 第一次大戦時の砲弾工場に起源をもつ歴史ある工場で、その歴史と従業員の誇りが感じられる。工場はモスクワ近郊の最大企業の一つで Public Support Committee を設けるなど努力しているようだが、周辺住民の理解もあるとのこと。給与や社会保障システムなど従業員の待遇も良く、人気は高いという。作業員のスキルレベルを維持するための教育訓練、ベテラン作業員や退職後の支援も手厚くしているとのこと。
- ② 多様な設計（RBMK, VVER, FBR, BWR/PWR）の燃料集合体の全ての工程を有する工場で、取り扱っている材質の多様なことと併せ、その種類の多さには驚かされる。また、近年制御棒クラスターの生産も始めているが、燃料とインターフェースのある部品も同時に手がけることはシナジー効果が期待できるのではないかと推察する。
- ③ 燃料集合体のほとんど全ての部品を工場内で内作していることも驚きである。砲弾工場に起源を有することから、溶解炉、機械加工、粉体の取り扱い、など多様な技術が集積されている。工場では、燃料の生産が本格化する前の一時期、収益を確保するため、電気掃除機やエアコンなどの生産でしのいだ時期があったとか。その技術力とたくましさは驚きである。
- ④ また、日本のトヨタの生産性向上、品質向上のシステムの導入に積極的に取り組んでおり、「カイゼン」「品質」などの言葉が聞こえたのには驚き。国際市場での競争に生き残っていくという強い意志が感じられた。



工場入口



工場建物



概要説明

6. バラコボ原子力発電所視察

日時： 2016年6月3日（金）9:00～18:00

場所： バラコボ原子力発電所

対応者： Ignatov, Victor Deputy Director General – Director of Subsidiary of JSC

«Concern Rosenergoatom» «Balakovo Nuclear Power Station»

Knyazkin, Vladimir Deputy Chief Engineer for Industrial & Technical Support & Quality

Romanenko, Oleg Deputy Chief Engineer for Operations of Units 3, 4

Gudemenko, Vladimir Acting Deputy Chief Engineer for Engineering Support and Modernization

Tsvetkov, Nikolai Acting Deputy Chief Engineer for Radiological Protection

Matveev, Evgeny Deputy Chief Engineer for Training, Head of PTC

Berdyugin, Sergey Deputy Head of PTC

Shevchenko, Dmitry Head of Information and Public Relations

Ermolaev, Alexander Head of NS&RD

Koldomasov, Roman Head of RW Treatment Center

訪問者： 服部団長（原産協会）、原（海電調）、大野（IHI）、ポリソフ（原産協会）、松崎（原産協会）

6月2日（木）に本視察団はモスクワを離れバラコボへ向かった。

まず、モスクワから南東方向に1000km、飛行機で約1時間40分（時差が1時間あるので時計の上では、往きは2時間40分、帰りは40分と面倒だが）ウラル山脈の西、ボルガ河流域の主要都市でありリゾート地でもあるサマラに着く。サマラ空港は改装されたばかりの近代的な建物である。

空港は周辺よりやや高台にあり、360度見渡す限りの平原が広がっている。そこから2台の車に介乗して発電所のあるバラコボに向かう。南西方向に300km、4時間のドライブである。サマラの市外を通らないので、いきなり何も無い平原を走る。

牛が牧草を食べているかと思えば、松や白樺の林、紫色や黄色の花をつけた草がなだらかな丘陵に一面に広がっている。道路は中央分離帯のない対面通行の片道1車線半くらいでトラックが多いところを結構なスピードで追い抜いていくのでスリル満点、運転手に身を任せるしかない。

窓の外に遠く化学工場らしき建物、アパート群、そして鉄道が見えてくる。聞けば周辺を含め人口75万人とか、大きな町であるが道路からは遠い。そのうちにボルガ河を渡る。スターリン時代に建設されたという水力発電所や開閉所が目飛び込んでくる。道路も拡幅工事や路面のでこぼこで、疲れているがとても眠れる状況ではない。

道路標識を見ると、モスクワまで1000km、反対側はチェリアビンスクまで同じく1000km程である。あらためてロシアは広いと感じる。ガソリンスタンドの標識を見ると、ガソリン価格はレギュラーやハイオクで幅があるが、概ねリッター当り32～35ルーブル（日本円で54～60円）位で、モスクワより少し安い。乗用車は日本車の品質がいいので人気が高いとか、特にトヨタが多いようだ。

2時間半ほどモスクワに向かう幹線道路を走った後、左に折れる。この辺りは土の色が黒、いわゆる黒土でいかにも肥沃な感じで、小麦の生産量が多いらしい。道路の拡幅工事の影響で何度も交互通行のために待たされる。

4時間近く走ったところでボルガ河の近くを走るようになり、と言っても河は蛇行し枝分かれして

いるので、これが本流なのか支流なのか良く判らないが、遠くに発電所らしき建物が見えるようになった。夜 8 時半くらいでもまだ薄明るい、地平線のかなたに沈む太陽が幻想的で素晴らしい。遠くに見える発電所までの川幅が 10k m と言われてそのスケールの大きさに圧倒される。街が近づき、ようやくバラコボに入ったようだ。道路際に直径 10c m 弱の保温されていない細いパイプが気中に敷設されているが見えるので、問うたところガス供給ラインだとか。この地域は石油やガスも出るようだ。

ようやくホテルに着いたのは夜の 9 時半を回っていた。モスクワのホテルを出てから丁度 12 時間を経過していたが、何も食べていないので、チェックイン後、ホテルで遅い夕食をとることにした。部屋に入ってみると明日の視察関連資料一式とお土産が入った袋が準備されていた。何とも心のこもった歓迎である。



サマラ空港



サマラからバラコボに向けて



化学工場らしき建物



鉄道



途中で休憩



バラコボで一番のホテル

1. バラコボ原子力発電所概要

- ・ VVER1000（公称出力 1000MW）4 基、原子炉建屋とタービン建屋が I 型配置で並んでおり、アドミ建屋の 2 階から廊下で各号機のタービン建屋がつながっている。冷却水はボルガ河から取水、主流から隔離され、主流より水位が 2m 高い冷却池に放水され、自然循環冷却。温排水の温度上昇は 10℃ 以下に抑えているとの事。安全系は別の冷却ポンドがあり、スプレイ冷却。
- ・ 訪問時には 3 号機が主復水器の冷却管の取替え工事などのため停止中であったが、1 号機が 1060 MW、2 号機が 880MW、4 号機が 1060MW と合計出力 3000MW で運転中であった。
- ・ 運転開始時期は 1～4 号機それぞれ、1985、87、88、95 年。
- ・ 1 号機は 2015 年に設計寿命の 30 年に到達したが、30 年間の寿命延長の審査に合格し、2045

年まで運転できることになった。2号機以降も順次延長の予定。

- ・ 5, 6号機の建設も開始していたが、チェルノブイリ事故後の住民投票で反対意見が多く中止したとの事。5号機は工事の進捗率61%であったが、1991年に中止された。インターネットのGoogle Earthで上空からの写真を見ると、はっきりとその様子が見て取れる。現場においても、5号機の建屋はほぼ出来上がっており、建設用のクレーンもそのままの状態が残っていた。
- ・ 各号機とも6%出力上昇工事を行い、現在は出力1060MW、18ヶ月運転サイクルで稼働率は93%程度と極めて高く、安定しており、年間の発電電力量は327億kWh（2015年）にも達する。発電電力は500kVに昇圧、5ルートで送電されており、発電量の大半（76%）は自動車、化学工業、木材加工、セメント、繊維工業、食品工業などの需要が多いボルガ河流域に供給。
- ・ 福島第一事故後EU大で行われたWENRAの基準に基づくストレステストを実施し、異常な外部事象に対する対応能力の向上、設計基準を超える事故対応能力を向上する対策を実施済み。ディーゼル発電機、冷却材注入ポンプの増設、バッテリー容量の増大、重機の配備など。IAEAのOSART（2008年）、同フォローアップ（2010年）、フランスASNレビュー、WANOピアレビュー（2015年）を受けるなど、国際基準に基づく安全確認。
- ・ ここでも、入域前の安全確保に関する注意事項、火災時の対応、放射線防護など詳細な説明を受け、教育を受けたことを証明するため、各自サインを行った。



バラコボ原子力発電所入口



発電所全景（模型）



発電所組織図

2. PRセンター

- ・ バラコボ原子力発電所のPRセンターはチェルノブイリ事故後に原子力発電所の信頼を確保するために、設置検討が始まり、今年で26年に達する。
- ・ 同PRセンターは年間7千から1万人の見学者を受入れ、2015年12月に累計見学者25万人に達した。
- ・ PR館内の展示物は様々な工夫が凝らしており、例えば、子供にも理解できるようゲーム感覚で原子力の基礎知識を学習できる設備等が設置されている。また、原子力発電所の放射線影響、燃料の製造工程、放射性廃棄物処分といった幅広い原子力発電分野の問題を学習できるような設備構成であった。
- ・ 理解活動の一環として、バラコボ原子力発電所では、ロスアトムより一部のサポートを受けて多様なイベントを開催している。2015年中だけでも環境と安全の展示館（1,500人訪問）、写真展（8,726人訪問）及び地域イベント（22,000人参加）等を開催している。その他、インターンシップ（800人参加）及び教員やメディア200人を受入れている。

- これら、地域活動の成果もあったためか、地域住民における原子力肯定派の割合が増している。バラコボ地域周辺の場合、「肯定する」が2013年は20%であったが、2014年は32%、2015年は33%に増加している。



世界の原子力発電所



PRセンターの説明を受ける



ゲーム感覚で核分裂を理解



原子燃料サイクルの説明図



バラコボ NPP 周辺の地図



空間線量率を表示

3. 人材訓練センター

- 原子力発電所に隣接して設置されている訓練センター（PTC：Personnel Training Center）を視察した。この訓練センターは、チェルノブイリ事故の後、1987年から火災、放射線、緊急事態に備えた職員の訓練を目的に設立されたとのことである。1993年からシミュレータによる訓練を開始した。1993年からは米国の支援を得て国際的な基準である SAT システムによる訓練を実施してきている。2003年以降 PTC がスタートし、建物の増築を行い講義室など設備の充実を図り、2015年には2号シミュレータを導入した。WANO を通じた交流を図り、良好事例に学ぶ活動を展開してきている。主シミュレータの隣には、緊急時に対応するための中操外停止装置のパネルも設置されていた。火災や放射線の訓練室には、防護具が沢山備えられていて、緊急事態に備えて本格的な訓練が行われている様子を窺い知ることができた。また、運転員は、ここで年間144時間のシミュレータによる訓練が義務付けられているとのことであった。その訓練で、年間を通じて優れたチームには表彰が行われるということで、運転員の安全意識を高め、モチベーションを向上するうえで、色々な工夫をしていることが分かった。なお、ここで開発した訓練プログラムは他のロシアの原発へ展開を図っているとのことであった。



右の建物が訓練センター



訓練センターの概要説明



所内の食堂にて昼食

4. 4号機タービン建屋、中央制御室

- ・ バラコボ原子力発電所は標準シリーズ VVER-1000/V-320 を採用している。規制要求は IAEA 安全基準「SSR-2/1, SSE-2/2」に準拠したロシア規制要求 NP-001-15 に従っており、炉心損傷頻度 2.1×10^{-5} /年、大規模放射性物資放出確率 4.6×10^{-6} /年を達成している。これは、IAEA 推奨値を 1 オーダー程度下回る値である。
- ・ また、設計基準事象を超える事故に対応するため、サイト内には可搬式 DG (2.0MW) 4 基、可搬式小型 DG (0.2MW) 4 基、可搬式給水ポンプ (高圧及び低圧注水)、燃料タンク車、非常用照明、非常用蓄電池、水密扉、独立型換気空調システム等を設置している。
- ・ 安全性向上だけでなく、経済性改善に向けた取組も実施しており、2008 年から 2011 年までに全号機で炉心熱出力を 4% 向上させ、2011 年から 2016 年までに燃料取替え頻度を 18 カ月間隔に移行している。
- ・ バラコボ原子力発電所 (VVER-1000) は設計寿命 30 年であり、1 号機は 1985 年に運開し、2045 年 12 月 18 日までの運転ライセンス延長申請が既に認可されている。また、2016 年以降は 2/3/4 号機のライセンス更新を順次申請予定である。
- ・ 運転延長に伴い発生した工事は復水器細管取替え、発電機取替え及び使用済燃料貯蔵量を増加させるための使用済燃料ピットのリラッキング等の工事を実施している。なお、1 号機のみ蒸気発生器にクラッキング (亀裂) が発生しており、蒸気発生器取替え工事を実施している。その他は、水質管理技術等が向上したことにより同取替え工事は必要ないと判断している。
- ・ 2 号機は定検検査で復水器細管取替え工事を実施予定であり、タービン建屋横には取替え用の復水器細管が設置され、タービン建屋側壁には大きな開口部が設置されていた。また、3 号機タービン建屋内の保守作業エリアには、使用済燃料ピットのリラッキング用ラックが仮置きされていた。
- ・ 運転員は 1/2 号機と 3/4 号機で分かれており、各号機の当直は 6 チームで構成されている。勤務形態は、8 時間/日、勤務 3 日間、休暇 3 日間という 1 サイクル 6 日間である。また、バラコボ発電所の運転員を含む職員は他の発電所に異動することは殆どない。当直長を含め、全員スーツにネクタイを着用し、勤務していた。
- ・ 安全支援のための技術者は、直体制を敷いておらず、アドミ建屋で日勤とのこと。

5. 廃棄物処理センター

- ・ サイトツアーの最後に、4基の原子力発電所に隣接する廃棄物処理センターを視察した。ここは、管理区域となっており、入口で下着一枚になり、カバーオール、手袋、靴下に替えて現場へ向かった。
- ・ 建屋内のいたるところにポスター、キリエンコ総裁のメッセージ、安全対策のスローガン、表彰などが掲げられていた。
- ・ 最初に、廃棄物の分別設備に通された。分別設備は、グローブボックスのような装置から構成され、原子力発電所から運搬してきた放射性廃棄物を、気密された装置の中でグローブを介した手作業で、可燃性廃棄物、除染廃棄物、低圧縮減容廃棄物、高圧縮減容廃棄物の4種類に分別しドラム缶に封入する。分別された廃棄物は、搬送装置によってその後圧縮充填装置や焼却炉が設置されたセルへ運ばれ処理を行う。
- ・ 次に、圧縮充填装置を見学した。圧縮処理では、廃棄物は一回り小さなドラム缶に入れて軸方向に圧縮される。その後、圧縮されたドラム缶は通常サイズのドラム缶内に入れられ、隙間にセメントを注入し廃棄体とするプロセスが採用されていた。これらの操作は全てガラス窓越しに遠隔操作で行われるとのことであった。
- ・ 最後に、焼却炉の制御装置を見学した。焼却炉は950℃と1050℃の二段式燃焼炉が用いられていて、プレフィルターを通した後、HEPAフィルターで処理するオフガス処理設備から構成されていた。本廃棄物処理センターはドイツのNUKEM社の設計・製作によるものとのこと、過去13年間の運転実績があり、大きなトラブルなく安定運転がなされているとのことであった。
- ・ 日本の施設と比較しても、管理区域内部は非常に清潔な状態が保たれていたことが印象的だった。管理区域を退出時のポケット線量計の値は0であり、空間線量も低く抑えられていることが分かった。

6. 総括会合

- ・ 視察の最後に発電所長と意見交換を行った。
- ・ 所長はWANOの関係で4回ほど来日経験があり、九州電力玄海発電所を訪問したとか。日本の発電所運営（チームワーク、建屋内のクリーンさ、マイプラント意識など）に感銘を受け、大変関心あり。何か指摘事項（改善すべき点）はないかとしつこく問われたが、思い当たる点はなかった。タービン建屋内がクリーンに保たれていたことを賞賛し、人材育成の重要性について意見交換。機器類の信頼性は進歩したが人間に係るエラーはなくなる事、セイフティー・カルチャー、継続的改善、疑問を持ち学ぶ態度の重要性、歴史、哲学などの幅広い教養（リベラルアーツ）、リーダーシップの重要性など議論。発電所を後にしたのが夕方6時過ぎ、所長が最後までつき合ってくれるなど、我々に対して最大限の歓待をしていただき、感謝したい。

7. 団員所感

1. 服部 拓也（団長） （一社）日本原子力産業協会 特任フェロー

今年もロスアトムがモスクワ市内で開催する国際会議 ATOMEXPO 2016 に出席してパネルディスカッションに参加するとともに、キリエンコ総裁との面談、そして上月駐露特命全権大使との面談、その後、モスクワ郊外の TVEL 社の燃料加工工場の視察、そしてボルガ地域にあるサマラ近郊のバラコボ原子力発電所の視察、と盛りだくさんの1週間であった。

ATOMEXPO 2016 は今回で8回目の開催であるが、スタートした2009年、更にその前身のATOMCONと比較して、見違えるような盛大なイベントに洗練され、内容的にも充実し、世界を代表する会議・展示会に成長した。会議を主催するロスアトムはキリエンコ総裁の強いリーダーシップの下、国内企業群の様々な改革・組織再編を経て、今やフランスの AREVA 社が経営危機に見舞われる中、世界最大かつ最強の企業となった。海外展開も積極的で、インフラ整備、ファイナンス、人材育成、燃料供給保証、使用済み燃料の保管、バックエンドなど、トータルのソリューションをパッケージで提案し（ロスアトムの幹部は「Integrated Solution」と表現）、新規プラントの受注に成功している。現在、30を超えるプラントの受注契約、あるいは覚書を結んでおり、2015年末のその総額は110b US\$(12兆円)にも達する。

ATOMEXPO に併せて開催されるサイドイベントのスケール、豪華さ、そして華麗さにはいつも驚かされる。大会の前日モスクワ河で行われるクルーザーによるヨットレースにはキリエンコ総裁も毎回参加されるが、ロスアトムの幹部も若いこともあり短パンに着替えてほとんどが参加、盛大で楽しい催しである。また、美術館やかつてのロマノフ王朝時代の宮殿を借り切ったのレセプションと生演奏、バレエやオペラなどの鑑賞、そして美味しい料理、毎年趣向を変えて素晴らしいもてなしである。単に資金面だけでなく、歴史的建物を使った設定やオーケストラ、オペラ、バレエなど文化的なレベルの高さも、とてもまねできないことである。

ところで、長年日露の原子力協力、とりわけ ITER の日本誘致に際して尽力されたクルチャトフ研究所のベリホフ前総裁が2016年の春の叙勲で旭日中授賞を受けられ、日本大使館で上月大使から授与され、関係者出席の下で記念パーティーが執り行われたと聞いた。残念ながらその席には出席できなかったが、私自身、博士が来日された際や何度もクルチャトフ研究所でお目にかかるなど、世界的に著名な博士とは親しくお付き合いする機会をいただき感謝するとともに、今回の授賞を日露の原子力関係者にとって誠に喜ばしいこととお祝い申し上げたい。当協会は早くから日露関係の構築に深く係り、今もロシアの原子力関係者の間では、JAIF が日本の民間代表として認識・評価されているが、今後もこのような関係を維持していくことが重要である。

今回も会議に併せて施設見学を申し入れたところ心よく受け入れて頂き、燃料工場と発電所の視察の機会を得た。いずれの施設でも大歓迎され、懇切丁寧な対応をいただいたことにお礼を申し上げた

い。残念ながら、今回は高速炉を中心とした研究施設（RIAR）の視察は受け入れ側のスケジュールが合わず叶わなかったが、次回に期待したい。視察結果の詳細は前述したが、大変興味深く、かつ勉強になった。特に、福島第一事故の教訓を踏まえた安全対策の強化、住民に対する理解活動、そして施設内の安全対策、放射線防護、火災対策などの教育と訓練の徹底には感銘を受けた。わが国では、とかく「ロシアでは本当に真面目にやっているのか？」といったことを耳にすることが多いが、IAEA や WANO を最大限活用してグローバル・スタンダードに則ってやるべきことはキチンと実施されており、その実施に当たっては組織の指揮命令系統が明確で、責任が明確化され、規律の重視など、軍組織の強みが最大限生かされているような気がする。

6月のロシアは一年で最も良い季節である。ライラックの花が咲き乱れ、滞在中は毎日快晴、天候も安定していて乾燥した空気で快適であったが、何処からか綿のような白いもの（ポプラの綿毛）が舞っており、道路脇に溜まっている。

市内を走るメインストリートのトベルスカヤ通りの両側を含め、いたるところで道路工事、2018年のサッカーワールドカップ用の巨大なメイン競技場の工事も進み、ビルの新築工事も盛んであるところを見ると、ロシア経済もそれほど悪くないのではないかと思う。それにしても、モスクワの交通渋滞はあまり改善の兆しが見られない。片側6車線も8車線もあるような道路がなぜ一方通行なのか理解に苦しむが、目的地が見えるところまで来て、ぐるりと大回りして渋滞に巻き込まれ、ニッチモサッチモ行かなくてイライラが募ることが多い。路上駐車については駐車スペースが道路に白く区切られていたのは新たな対応であるが、そもそも駐車場が不足していることと、駐車違反に対する取り締まりが厳しくないことも渋滞をひどくさせている原因のようだ。

福島第一事故もあったが近年停滞気味のわが国の原子力界とロシアを比較して一番の相違は、原子力の「Godfather がいるか、いないか」のような気がする。わが国の状況は皆さんお判りの通りであるが、少なくともロシアではロスアトムの子リエンコ総裁の強いリーダーシップの下、全体がぶれることなく、整合性を持って、またある時は大胆な組織改革など柔軟性を持って動いている。発電所の安全管理面では WANO モスクワセンターの議長も務めたロスエネルゴアトムのアシモロフ副社長の強いリーダーシップがあったと聞かすが、それを理論・解析面で支えた IBRAE（ロシア科学アカデミー原子力安全研究所）のポリショフ所長の力も大きい。研究開発やアカデミアでは、ロシア原子力の父であるクルチャトフ博士という大天才が今なお原子力関係者に尊敬され、現在ではベリホフ博士（前クルチャトフ研究所総裁）やアダモフ博士（元原子力大臣）が大きな影響力を持っている。国情が違うので簡単にはロシアのようにはいかないのは判るが、何とかしたいものである。

最後に、今回のロシア訪問に際しては、キリエンコ総裁との面談の設定から視察日程の調整を含め、多くの方のお世話になりました。トラブルもなく、予定通りの行程を無事終えることが出来ました。団員の皆さんにとっても有意義な一週間であったものと確信しています。今回の出張の成果を今後の業務に生かしていただくことを期待したいと思います。

皆さん、お疲れ様でした。そして有難うございました。

2. 原 泰斗 （一社）海外電力調査会 調査部門 調査第一部 研究員

今回、日本原子力産業協会殿のロシア訪問団に参加させて頂き、誠に感謝申し上げます。訪問団に参加することで、ATOMEXPO でのキリエンコ総裁との会合、TVEL 燃料工場及びバラコボ原子力発電所の視察等の貴重な経験を得ることができました。

- ・ 今回の ATOMEXPO で最も印象的だったのは、例年以上にアフリカ、南アジア及び南米各国が参加しており、これら原子力導入を検討している国々とロスアトムとの相互に対する期待が伺えた。
- ・ また、ATOMEXPO ではロシア原子力企業の活発な PR が活動展示ブースで行われるだけでなく、各ラウンドテーブルの登壇者プレゼンにおいても、ロシア原子力企業を中心とした製品・技術・品質のアピールが続いた。
- ・ ATOMEXPO「原子力博覧会」は商業的要素を多分に含んでおりロシア原子力企業が多数発表することは理解できるが、今後は、国際会議として更なる日欧米の企業・組織の参加拡充に期待したい。
- ・ TVEL 燃料工場では、国内外のロシア型原子力発電所向けの燃料製造に加え、制御棒も製作しており、このうち制御棒の製作工場を視察した。私自身、国内外でこのような工場を視察するのは初めての経験であり、他の施設と比較できないが、広大かつ清潔な製作スペースを確保していたことが印象的であった。
- ・ バラコボ原子力発電所では、PR センター及び 1~4 号機を視察した。PR センターでは、日本では考えられないような理解活動のイベントを大々的に実施してきた。同 5/6 号機は住民反対を受け建設中止となった経緯もあり、地域住民の理解を得るべく地域住民をイベントに巻込もうと発電所職員は積極的に取り組んでいた。
- ・ 発電所視察後に所長との会合が設けられ、所長より「我々の発電所に欠点・改善点があれば、忌憚のない意見をお聞かせ下さい」とのリクエストを受け、その積極的な改善を図る姿勢に感銘を受けた。

最後に、私自身、これまでロシアの原子力開発動向を調査してきましたが、実際にロシアを訪問するのは初めてであった。このような訪問機会を提供して下さった方々、ロシアで対応して下さいました方々に改めて感謝申し上げます。

3. 大野 昭 (株) IHI 原子力セクター 主席技監

ATOMEXPO 2016 に参加して、セッションを通してロシアが、地球環境問題や COP21 目標達成に真剣に取り組んでいて、原子力をこれの切り札として考えていることが良く分かった。また、原子力を持続的エネルギーとするために、クローズドサイクルシステムの完成を目指し、最先端の再処理プロセスや高速炉の開発にも力を入れていることや、高レベル廃棄物処理・処分、D&D の技術開発にも力を入れていることを発表などから窺い知ることができた。また、これまであまり明らかにならなかった、冷戦時代の負の遺産である放射能汚染地帯やこれらの浄化計画などについても触れられていて、ロシアも随分オープンになってきたものと驚かされた。

Mashinostroitelny Zavod 社では、元兵器工場を改造した原子燃料工場を視察した。ここでは、最先端の機械を入れて原子燃料を製造していた。工場内は、非常にきれいで作業員のモチベーションも高そうであった。

最後に訪問したバラコボ原子力発電所では、PA 活動を行っているコミュニティーセンター、人材訓練センター (PTC)、廃棄物処理設備及び原子炉制御室等を視察した。視察後の発電所幹部との懇談会では、チェルノブイリ以降、安全対策に力を入れてきていて、福島第一事故のフィードバックも行ったこと、また IAEA 安全基準をすべて満たしていて、世界標準の安全性を有しているとの説明を受けた。Mashinostroitelny Zavod 社もバラコボ原子力発電所いずれにおいても、トヨタのカイゼンを作業効率や安全に取り入れていると紹介され、驚かされた。

以上、これまであまり知ることのなかったロシアの原子力事情に触れることができ、大変有意義であった。特に、国を挙げての発展途上国への原子力の売込みは、これから海外展開を図って行こうとしている日本の原子力産業にとって大変脅威であると感じた。一方、高レベルガラス固化や廃棄物処理・処分のバックエンド分野で今後技術交流ができると良いと感じた。今回の原産視察団に参加して、キリエンコ総裁や上月大使との面談など普段できない貴重な経験をすることができ、日本原子力産業協会にはこのような機会を与えて頂けたことに感謝したい。

4. 大橋 周一 丸紅ユティリティ・サービス（株）取締役 プロジェクト室長

関連記事によれば今回の機会に露側と各国が締結した覚書数は約 30 で、潜在的経済効果は 100 億ドルにのぼる由。単に今後の協力を謳っただけの覚書も少なくないのだろうが、こういう機会をすかさず商機に結びつける露側の姿勢はやはり特筆に値するものがある様に思う。

参加者の「原子力新興国」は、例えばボリビア・ベラルーシ・ガーナ・カンボジア・ナミビア・ナイジェリア・ヨルダン・ザンビア・バングラディッシュ・エジプトといった国々である。それぞれの国の一団には ROSATOM グループ関係者と思しきアテンダントが終始世話焼き係として立ちまわっていた。こうしたことの積み重ねが露の営業の底力に繋がっていくのだろう。

エキスポ会場で大ブースを構えている企業は、当然ながら ROSATOM グループ関連の会社を中心であったが、中国の CNNC が入り口付近に大掛かりなブースを構えていたのが印象的であった。今回のエキスポに参加した原子力新興国の面々に対する営業目的なのか、出展の意図が今一つ掴みかねたが、TVEL のブースには、VVER 用燃料の模型のみならず、先般 GE と営業提携したばかりの欧米 PWR 向け燃料の模型が展示されていた。

新規原子力発電所建設に関するいくつかのセッションに参加して気づいたことの一つに、プロジェクトの成否を分けるのが資金調達・ファイナンスであることに皆異論の無いところではあるものの、経済制裁に加え油ガス価下落で国の基金が払底しつつある（一説によれば 2019 年には底をつくとか）状況で、自前の資金調達・ファイナンスを前面に打ち出して新興国への売込みを進める露のビジネスモデル（典型はトルコ向け B00）に対する議論が無かったことがある。ROSATOM ホストの会議なので参加者の遠慮があったのかも知れないが、業界では皆が注目している話であり、全くそれが話題に上らないというのは聊か不自然な様に感じた。

5. 松崎 章弘 (一社) 日本原子力産業協会 政策コミュニケーション部長

当初、VISAの有効期限の手違いがあり、参加できたとしてもモスクワ行程のみとの状況があったが、ボリソフさんがロシア側で手を尽くしていただいたおかげもあり、出発前日に新しいVISAが発行され、無事全行程に参加することができた。

ロシアは初めてであり、ソ連時代のイメージから暗い街を想像していたが、モスクワの街は、近代的で明るかった。

ATOMEXPOでは、時間の関係でほんの一部しか聴講できなかったが、新規導入国の原子力関係機関のトップを集めたプレナリーセッションも実施された。ベラルーシ、ボリビア、カンボジア、ガーナ、ザンビア、ナイジェリア、バングラデシュ、ヨルダンといった国々から登壇しており、ロスアトムの実力を見せつけられた。ナイジェリアの登壇者は、2年前に原産年次大会で登壇いただいたオサイサイ原子力委員長で、立ち話をしたところ、「日本では原子力発電所が再稼働してよかったですね。」との言葉をいただいた。

Mashinostroitelny Zavod、バラコボ原子力発電所共に、現場は清潔に保たれており、品質管理もしっかりされていると感じた。中央制御室では、手順書類がきちんと整理されていたところが印象的であった。

Mashinostroitelny Zavod、バラコボ原子力発電所共に、歓待を受け、ロシア人のホスピタリティーを感じた。

今回、事務局として参加しましたが、行き届かないところが多々あったにも関わらず、団員の皆さまの協力により、無事終えることができました。感謝申し上げます。

今後とも、原産の海外訪問団をよろしく申し上げます。