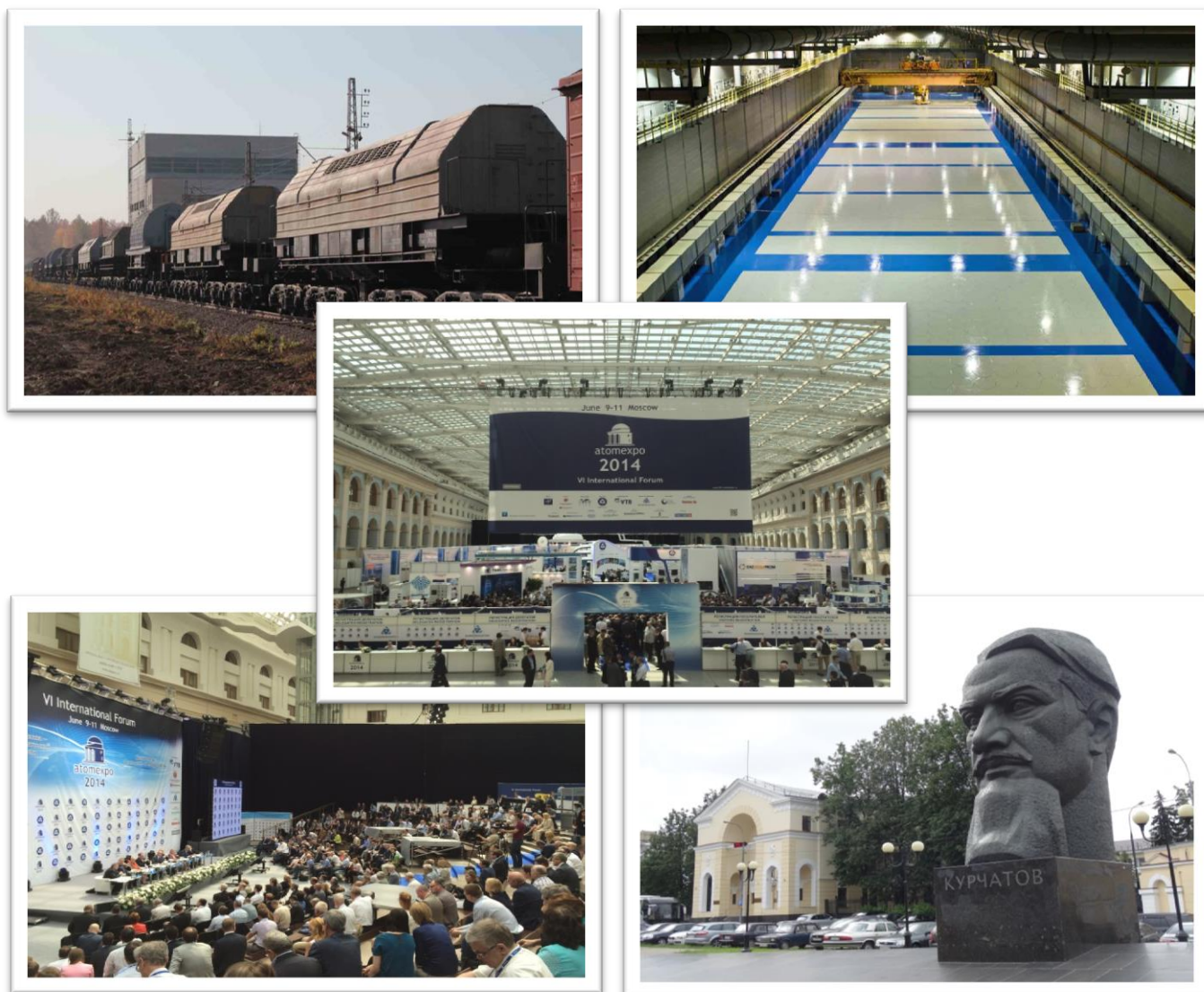


ロシア・バックエンドサイクル施設視察および ATOMEXPO-2014 参加に伴う訪問団

報告書



2014 年 8 月
一般社団法人 日本原子力産業協会

表紙写真

左上：MCC 湿式使用済燃料貯蔵施設へキャスク搬入の車両

右上：MCC RBMK1000 燃料用空冷乾式貯蔵施設内

中央：ATOMEXPO-2014 会場

左下：ATOMEXPO-2014 プレナリーセッション風景

右下：国立文化チャップ研究所

目 次

1.	参加者名簿	2
2.	日程	3
3.	訪問先	4
4.	ロシアのエネルギー・原子力発電概要	5
5.	ロシア・バックエンドサイクル施設視察概要	7
5-1	ロシア再処理工場および鉍業化学コンビナートMCC概要	10
5-2	鉍業化学コンビナートMCC - VVER-1000 湿式貯蔵施設	13
5-3	鉍業化学コンビナートMCC - RBMK-1000 乾式貯蔵施設	17
5-4	鉍業化学コンビナートMCC - 再処理実証プラント	21
6.	ATOMEXPO-2014 概要	26
6-1	プレナリーセッション：「原子力産業＝エネルギー安定性のファクター」	28
6-2	円卓会議セッション：バックエンドサイクルー最新技術	31
6-3	テクニカルツアー：オブニンスク原子力発電所	34
7.	会談、訪問先記録	35
7-1	シベリア連邦大学	35
7-2	ロスアトム・キリエニコ総裁との面談	37
7-3	国立クルチャトフ研究所	40
8.	団員所感	57

1. 参加者名簿

(敬称略・五十音順)

1	服部 拓也 Takuya Hattori	団長、(一社)日本原子力産業協会 理事長 President, Japan Atomic Industrial Forum, Inc. (JAIF)
2	北川 修* Osamu Kitagawa	(独)日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所 再処理技術開発センター 処理部 前処理課 General Manager, Mechanical Treatment Section, Reprocessing Operation Department, Tokai Reprocessing Technology Development Center, Japan Atomic Energy Agency (JAEA)
3	田中 治邦* Harukuni Tanaka	日本原燃(株)専務執行役員 Senior Managing Executive Officer, Japan Nuclear Fuel Limited (JNFL)
4	彦坂 淳一 Junichi Hikosaka	丸紅(株)原子燃料部 副部長 Deputy General Manager, Nuclear Fuel Department, Marubeni Corporation
5	ニコライ N・ボリゾフ Nikolay Borisov	(一社)日本原子力産業協会 アドバイザー Advisor, Japan Atomic Industrial Forum, Inc. (JAIF)
6	リユー・ダニエル・イーチャン Daniel Yi-Chiang Liu	(一社)日本原子力産業協会 国際部 Associate, International Affairs Department, Japan Atomic Industrial Forum, Inc. (JAIF)

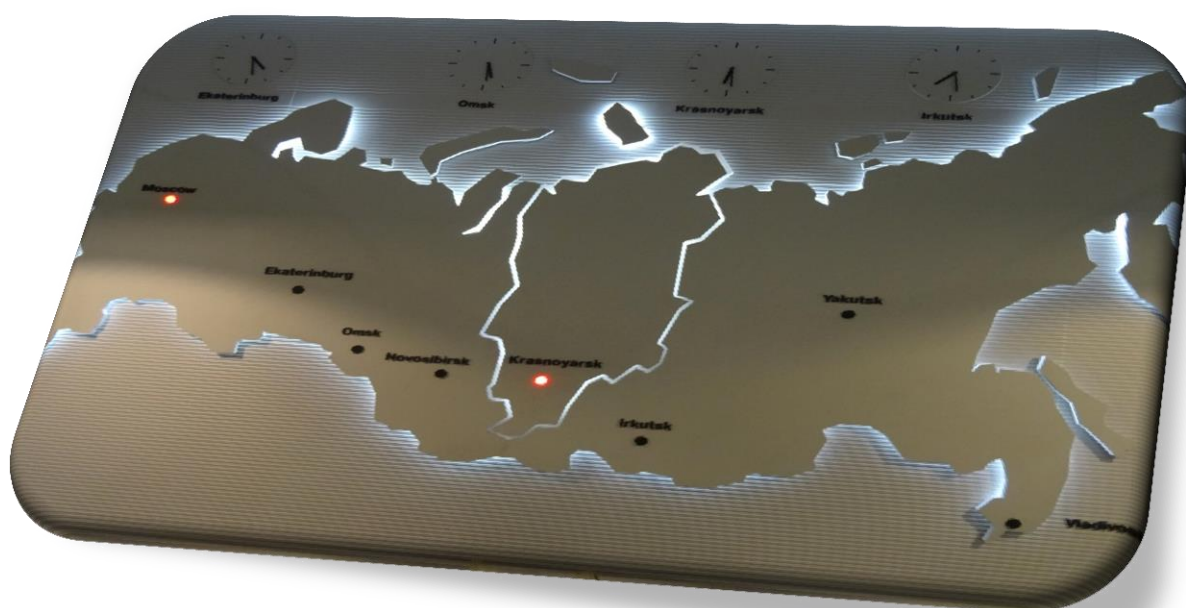
*鉍業化学コンビナート MCC 視察のみ参加

2. 日程

6月4日(水)	移動 - 東京・成田→モスクワ (Sheremetyevo) - モスクワ (Sheremetyevo)→クラスノヤルスク (Krasnoyarsk)	機内泊
6月5日(木)	- クラスノヤルスク着 - クラスノヤルスク市内視察 - ゼレズノゴルスク (Zheleznogorsk) へ移動	ゼレズノゴルスク泊
6月6日(金)	鉱業化学コンビナート MCC 視察 - プレゼンテーション - 展示館 - バックエンドサイクル施設 - スポーツセンター - MCC 懇談会	ゼレズノゴルスク泊
6月7日(土)	- シベリア連邦大学訪問 - クラスノヤルスク市内視察 (水力発電所など) - クラスノヤルスク知事との会合	ゼレズノゴルスク泊
6月8日(日)	- クラスノヤルスク→モスクワ - ATOMEXPO-2014 VIP イベント	モスクワ泊
6月9日(月)	ATOMEXPO-2014 (服部理事長登壇) - セレモニー (11:00-12:00) - ロスアトム・キリエンコ総裁との会合 - プレナリーセッション (15:00-17:30)	モスクワ泊
6月10日(火)	ATOMEXPO-2014 - 国立クルチャトフ研究所訪問 - 円卓会議セッション	モスクワ泊
6月11日(水)	ATOMEXPO-2014 テクニカルツアー：オブニンスク原子力発電所	モスクワ泊
6月12日(木)	移動 モスクワ (Sheremetyevo) →東京・成田	機内泊
6月13日(金)	移動 東京・成田着	

3. 訪問先

- **Mining and Chemical Combine (MCC) (鉱業化学コンビナート MCC)**
53 Lenin St., Zheleznogorsk, Krasnoyarsk Region, 662972, Russia
TEL: +7-3912-66-23-37 / +7-3919-75-20-13
<http://www.sibghk.ru/> (ロシア語のみ)
- **Siberian Federal University (シベリア連邦大学)**
79 Svobodny pr., Krasnoyarsk, 660041, Russia
<http://www.sfu-kras.ru/en>
- **Gostiny Dvor (ATOMEXPO-2014 会場)**
4 Ilinka Street, Moscow, 109012, Russia
<http://www.mosgd.ru/en/>
<http://2014.atomexpo.ru/en>
- **NRC Kurchatov Institute (国立クルチャトフ研究所)**
1 Akademika Kurchatova pl., Moscow, 123182, Russia
TEL: 8-499-196-70-38
<http://www.nrcki.ru/e/engl.html>
- **Obninsk Nuclear Power Plant (オブニンスク原子力発電所)**
Bondarenko Square 1, Obninsk, Kaluga Region, 249033, Russia



4. ロシアのエネルギー・原子力発電概要

電力需給バランス (2011 年)

- 総発電電力量 10,548 億 kWh、うち原子力は 16.4% (1,729 億 kWh)
- 総電力消費量 7,288 億 kWh

総発電電力量 (Total Production)	10,547.67
1. 輸入 (Import)	15.58
2. 輸出 (Export)	-241.11
国内供給電力量 (Domestic Supply)	10,322.12
国内電力消費量 (Final Consumption)	7,288.24

出典: Energy Statistics 2013, IEA

単位: 億 kWh

世界 4 位の原子力発電国であるロシアの原子力産業は、旧ソ連時代の軍事利用から発展した。平和利用としての原子力発電は早期に着手され、1954 年にモスクワから南西 100km の位置にある科学都市オブニンスクに世界初の原子力発電所（黒鉛減速軽水冷却チャンネル型炉 RBMK、6,000kW）が完成した。ロシアの原子力発電は 2007 年 12 月に設立された国営原子力企業ロスアトムが担当しており、国内では 10 か所の原子力発電所を運営している。原子炉 33 基が運転中で、合計出力 2,425 万 kW である。そのうち、ロシア型加圧水型軽水炉（VVER）が 17 基（VVER-440 が 6 基、VVER-1000 が 11 基）、RBMK が 15 基（大型炉の RBMK-1000 が 11 基、小型炉の EGP が 4 基）、残り 1 基が世界唯一の BN-600 高速中性子炉である。また、2006 年の年頭記者会見で、プーチン大統領がロシアの原子力発電量シェアを 2030 年までに 25% に拡大する目標を発表し、原子力開発を積極的に進める姿勢を示している。2014 年現在、建設中の原子炉は 10 基あり、31 基が計画中、18 基が提案中である。もっと重要なことは、ロシアは原子力発電によって年間 210 万トンの CO2 排出量を減少させることで地球により優しい環境づくりに貢献していることである。さらにロシアは、国内での原子力開発だけではなく、原子力ビジネスの国際分野も活発である。旧ソ連時代からの原子燃料の輸出および使用済燃料の引き取りの他、中国、インド、ベトナム、トルコなど多くの国と原子力協力協定を締結し、原子力設備の輸出にも積極的に取り組んでいる。

世界原子力発電開発状況(上位6国)												2014年8月現在、出典：IAEA、WNA	
国名		2013 年の原子力		原子力発電所									
		発電量とシェア		運転中		建設中		計画中		提案中			
		億 kWh	%	基	万 kW	基	万 kW	基	万 kW	基	万 kW		
1	米国	7902	19.4	100	9936.1	5	601.8	5	606.3	17	2600.0		
2	フランス	4059	73.3	58	6313.0	1	172.0	1	172.0	1	110.0		
3	日本	1390	1.7	48	4256.9	3	303.6	9	1294.7	3	414.5		
4	ロシア	1618	17.5	33	2425.3	10	916.0	31	3278.0	18	1600.0		
5	韓国	1325	27.6	23	2065.6	5	687.0	6	873.0	0	0		
6	中国	1048	2.1	20	1705.5	29	3303.5	59	6373.5	118	12200.0		

ロシアの運転中原子力発電所一覧

2014年7月現在、出典：WNA、ROSASTOM

原子炉	タイプ (V=PWR)	電気出力	営業運転開始	閉鎖予定
Balakovo 1-2	PWR VVER-1000	98.8, 102.8	1986/5, 1988/1	2015, 2017 (延長)
Balakovo 3-4	PWR VVER-1000	98.8	1989/4, 1993/12	2018, 2023
Beloyarsk 3	FBR BN-600	56.0	1981/11	2025
Bilibino 1-4	LWGR EGP-6	1.1	1974/4~1977/1	2019~21
Kalinin 1-2	PWR VVER-1000	95.0	1985/6, 1987/3	2025, 2016 (延長)
Kalinin 3-4	PWR VVER-1000	98.8, 95.0	2005/11, 2012/9	2034, 2042
Kola 1-2	PWR VVER-440	43.2, 41.1	1973/12, 1975/2	2018, 2019
Kola 3-4	PWR VVER-440	41.1	1982/12, 1984/12	2026, 2029
Kursk 1-2	LWGR RBMK-1000	102.0, 97.1	1977/10, 1979/8	2021, 2024
Kursk 3-4	LWGR RBMK-1000	97.1, 92.5	1984/3, 1986/2	2013, 2015
Leningrad 1-2	LWGR RBMK-1000	92.5, 97.1	1974/11, 1976/2	2018, 2020
Leningrad 3-4	LWGR RBMK-1000	97.1, 92.5	1980/6, 1981/8	2024, 2025
Novovoronezh 3-4	PWR VVER-440	38.5	1972/6, 1973/3	2016, 2017
Novovoronezh 5	PWR VVER-1000	95.0	1981/2	2035
Smolensk 1-2	LWGR RBMK-1000	92.5	1983/9, 1985/7	2022, 2015
Smolensk 3	LWGR RBMK-1000	92.5	1990/1	2020
Rostov 1-2	PWR VVER-1000	99.0	2001/3, 2010/10	2030
合計 33 基	2,425.3 万 kW			

5. ロシア・バックエンドサイクル施設視察概要

ロシア原子力施設の所在地（アンダーラインは今回訪問した場所）



モスクワで開催された ATOMEXPO-2014 の前に、クラスノヤルスク地方のゼレズノゴルスク鉱業化学コンビナート（MCC：Mining and Chemical Combine）を訪問した。クラスノヤルスク地方（Krasnoyarsk Krai）はロシア連邦構成主体の一つで、シベリア中央部に位置し、日本との時差は1時間しかない。中心都市クラスノヤルスクは、1997年橋本龍太郎首相とエリツィン大統領の間で領土問題や平和条約について話し合われた「クラスノヤルスク会談」が行われた場所で、エニセイ川の河畔にある人口



100万人の大きな都市である。鉱業化学コンビナート（MCC）は、クラスノヤルスク市から車で1時間ほどのところにあるゼレズノゴルスク市の郊外に位置している。ゼレズノゴルスク市は、旧ソ連時代から軍事産業および原子力・核兵器に関する産業が存在するため閉鎖されている秘密都市。今回の訪問は、ロスアトム社の協力により許可をもらって実現したもので、日本人訪問団として2回目である（一回目は1999年原産の放射性廃棄物管理調査団）。

秘密都市・ゼレズノゴルスク



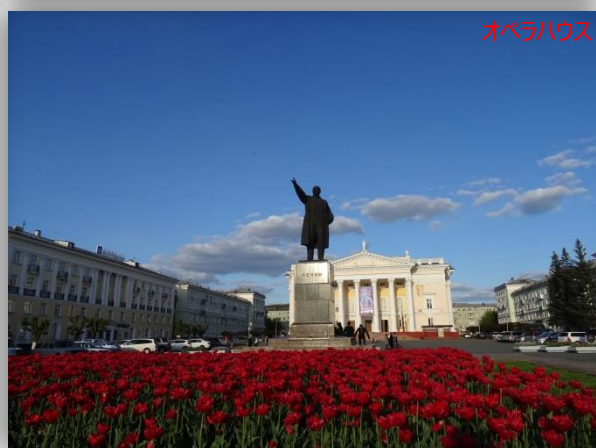
町の入口でのセキュリティチェック



秘密都市と外部を隔てるフェンス



ゼレズノゴルスク市中心



オペラハウス



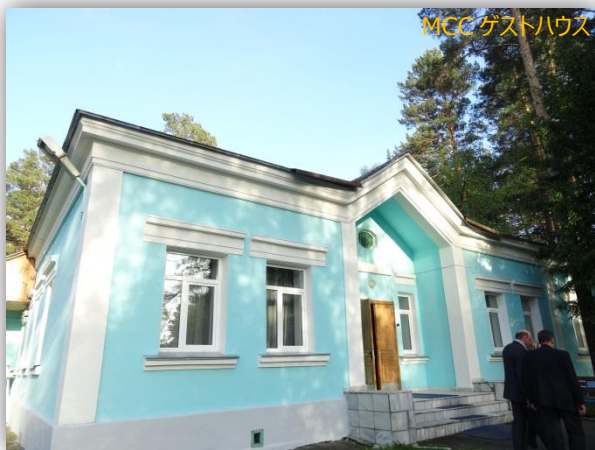
MCC ホテル外観



MCC ホテル外観



MCC ホテル部屋



MCC ゲストハウス



MCC ゲストハウスでの会合

クラスノヤルスク



クラスノヤルスク市 俯瞰



雨上がりの街路



10 ルーブル紙幣に描かれているクラスノヤルスク橋



クラスノヤルスク博物館



クラスノヤルスク近郊のエニセイ川



クラスノヤルスク水力発電ダム

5-1 ロシア再処理工場および鉱業化学コンビナート MCC 概要

日 時： 2014 年 6 月 6 日（金）8:30～18:00

場 所： ゼレズノゴルスク 鉱業化学コンビナート（MCC）

対応者： Petr M. Gavrilov（MCC 社長）、Alexander Pavlov（同副社長）、Igor Merkulov（同副社長）、Oleg V. Kravchenko（同国際部長）、Alexey Zaytsev（同社英露通訳者）、Dmitry Kandyba（ROSATOM 国際協力部）、Vyacheslav Dudukin, Ivan Nikolov 氏ら

訪問者： 服部団長（原産協会）、田中（日本原燃株）、彦坂（丸紅株）、北川（原子力機構）、ポリソフ（原産協会）、リュウ（原産協会）

ロシアでは、3 か所で再処理が行われる。①トムスク（Pu 製造）、②マヤク（RT-1） VVER-440・BN-600 の再処理、③MCC の（建設中断された RT-2 に代わる）PDC および将来の本格再処理工場、である。このうち、ロシアにおいて現時点で使用済燃料の再処理を主に担っているのは、ロスアトム傘下の生産合同マヤクが操業する RT-1 と呼ばれる再処理工場である。しかし、RT-1 では設計上、ロシアで稼働中の加圧水型軽水炉（VVER-1000）、黒鉛減速軽水冷却チャンネル型炉（RBMK-1000）の使用済燃料を再処理することができない。このため、VVER-1000、RBMK-1000 等の使用済燃料は再処理されず、主に原子力発電所内に保管されていることから、使用済燃料貯蔵施設、RT-1 に代わる再処理工場を含めた核燃料サイクル施設を MCC に建設している。

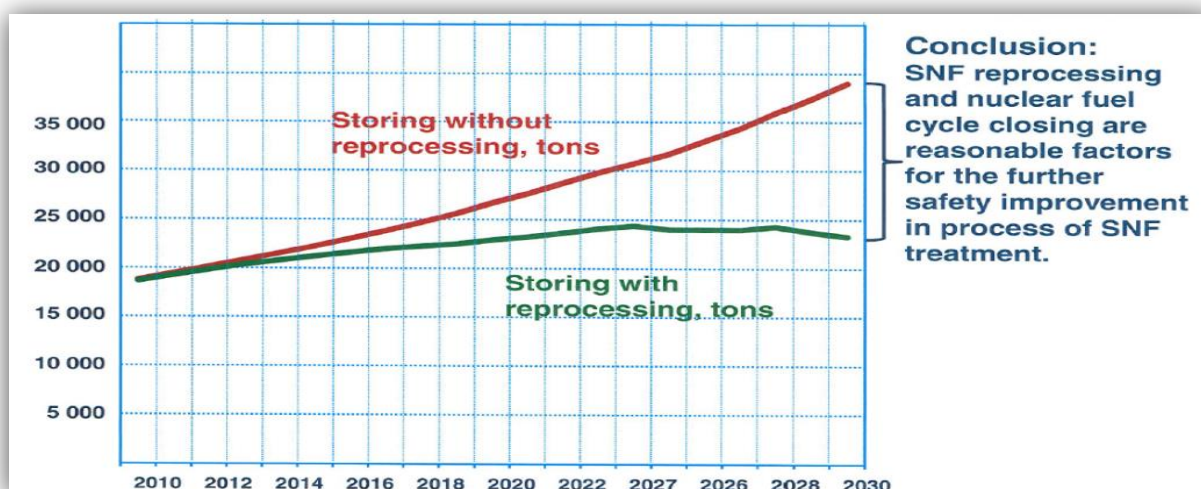
MCC には建設中の施設も含め、Pu 生産炉、VVER-1000 使用済燃料再処理実証プラント（PDC: Pilot Demonstration Center）、使用済燃料の乾式/湿式貯蔵施設、放射性廃棄物処分地下研究施設、中低レベル液体廃棄物地下注入施設などがあるとのことであったが、今回の訪問で視察を許可された施設は使用済燃料貯蔵施設のみであった。当初 2015 年に運転開始予定とされていた PDC は、現在まだ基礎工事中である。



MCC 社長 Gavrilov 氏から展示館において MCC の歴史等について説明して頂いた後、バスにて移動し使用済燃料貯蔵施設内を視察した。視察後、使用済燃料貯蔵施設及び再処理実証プラントについて説明して頂いた。なお、核物質防護の観点から、視察に際しては、カメラ、パソコン等の電子媒体の持ち込みは一切禁止された。クラスノヤルスク地区にはバックエンド施設に加え、近隣に電気化学プラント（Electro Chemical Plant）という名称の濃縮施設があり、順調に稼働しているとのことであった。なお、ここでは、1990 年まではガス拡散法を採用していたが、現在は遠心分離法を採用しており、DU（劣化ウラン）の再濃縮も可能となっている。

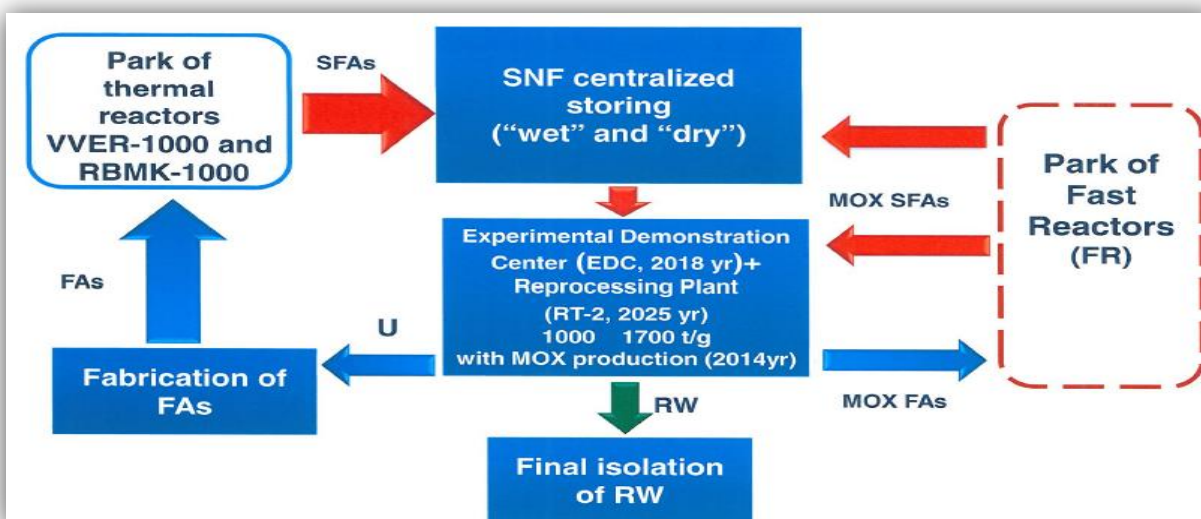
MCCによるプレゼンテーションと貯蔵施設の視察

ロシアでは、再処理/サイクル政策が重要となっている。使用済燃料の再処理と閉鎖型核燃料サイクルは、使用済燃料の取り扱いにおいて安全性を高める合理的な要素であるとしている。



ロシア核燃料サイクル施設の概念図

- 実験的・実証的再処理プラント EDC を 2018 年に、本格再処理工場 RT-2 を 2025 年に運転開始するとしている。



使用済燃料貯蔵中の主要安全パラメータ

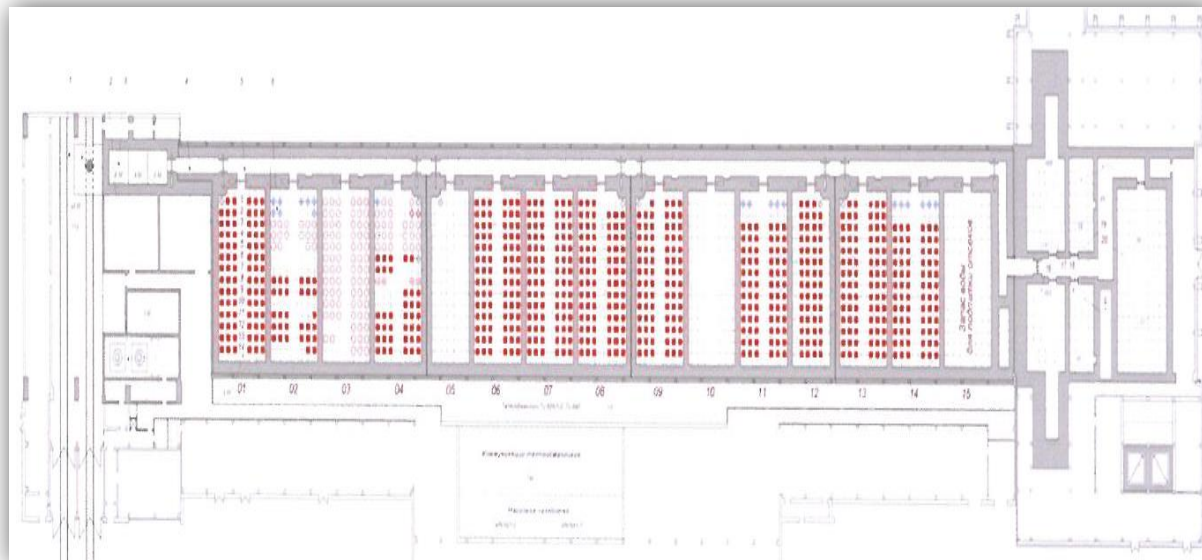
1. 使用済燃料貯蔵からの熱の除去
2. 被覆管温度の管理 RBMK1000 については 300℃以下、VVER1000 については 350℃以下
3. 操業中の落下リスクの低減
4. 貯蔵施設の操業期間を 100 年以上とすること
5. 信頼性の高い核物質防護/セキュリティ対策をとること

全体の配置図



5-2 鉱業化学コンビナート MCC - VVER-1000 湿式貯蔵施設

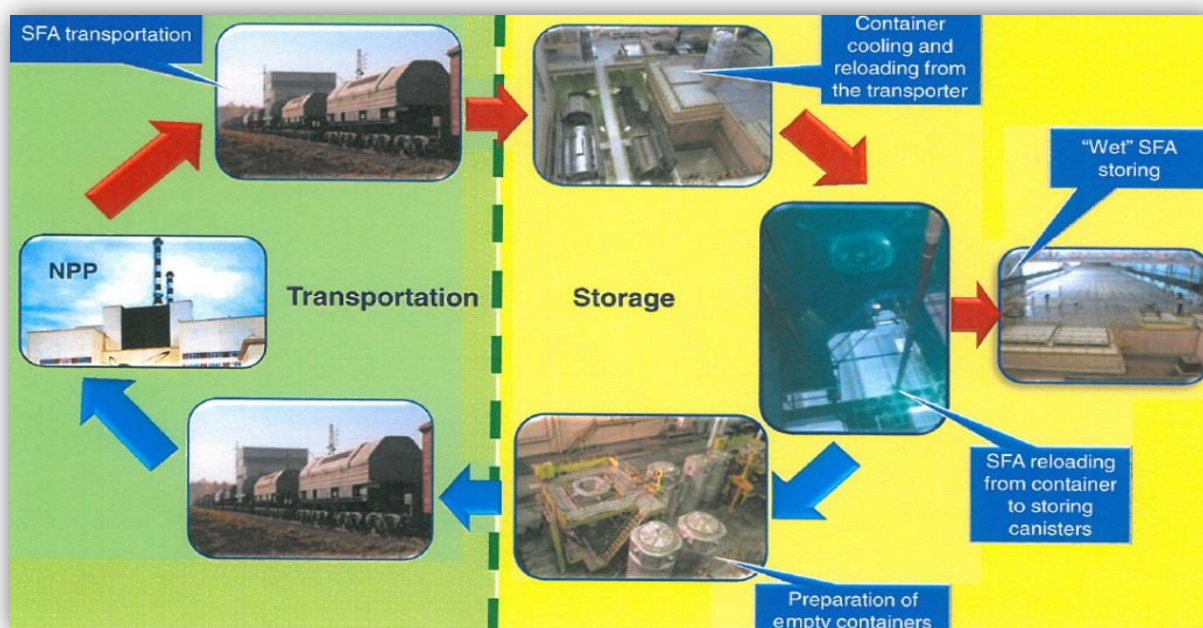
湿式貯蔵施設（使用済燃料プール）平面図



- 容量は VVER1000 燃料 8000 トン以上
- 冷却系の水総量 40,000 立米
- プール内の水温 最大 50℃
- クレーンは 160 トン容量
- スタンドバイの水タンクも保有

全体のプロセス

発電所から輸送⇒キャスク（コンテナ）を輸送車両からおろし、冷却⇒燃料をコンテナから取り出し、貯蔵用キャニスターに移し替え、貯蔵位置へ移動⇒プール貯蔵⇒空コンテナを発電所へ搬出。



詳細工程

キャスクの搬入



キャスクを縦置きにする



キャスクのつり上げ



燃料はこのラックに収納したのち、プール内に敷設する



プール内ではこんな感じ（1 コンテナには燃料集合体 16 体を収納する）



使用済燃料プールでの燃料移送マシン



15 のベイに加え 5 つのベイを増設した。

この施設にはガラス窓があり、耐航空機衝突性能はない。但し、落下確率は大変に低いと評価済み。

建屋は 240mX36m の大きさである。

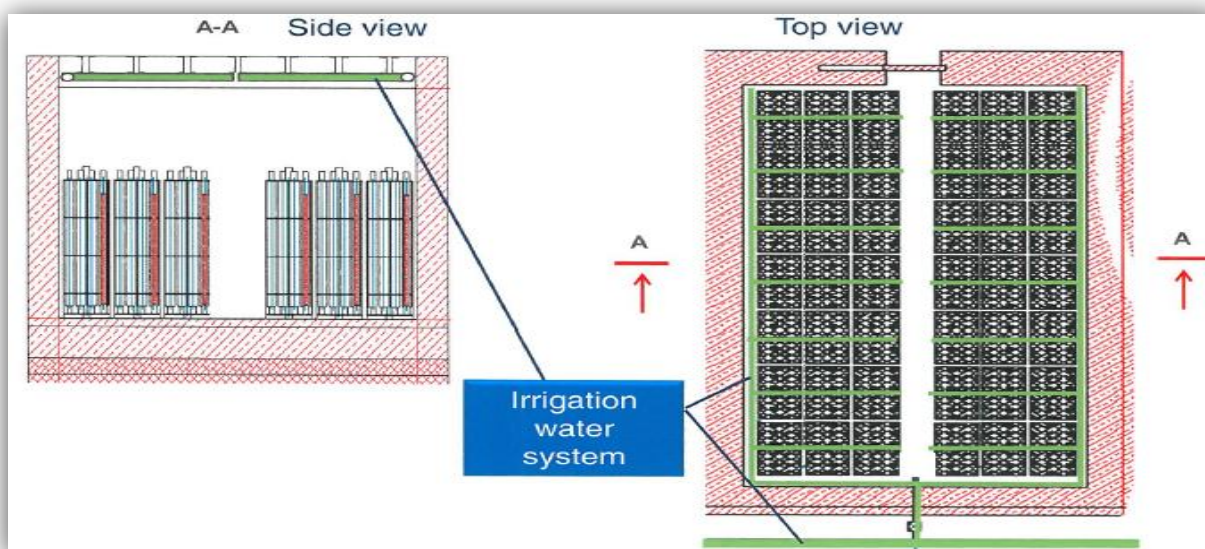
湿式貯蔵施設の改造

★福島第一事故の 3 年前から改造を開始した。

- ・ 耐地震安定性の強化
- ・ 4 基のクレーンの取替
- ・ 使用済燃料貯蔵量を 2600 トン分増強 等

また、2011 年に貯蔵ベイの 3D モデルを適用し、想定外事故に対応できるように決定論的評価を実施した。

貯蔵ベイでの緊急時水供給(Irrigation)システム



ひとつの貯蔵ベイについて、水の放出量は 20 立米/時間である。

これにより、燃料被覆管温度を 550℃以下に、プール壁面温度を 50℃以下に保つ。

その間に漏洩箇所をコンパウンドで封じる技術を開発中である。



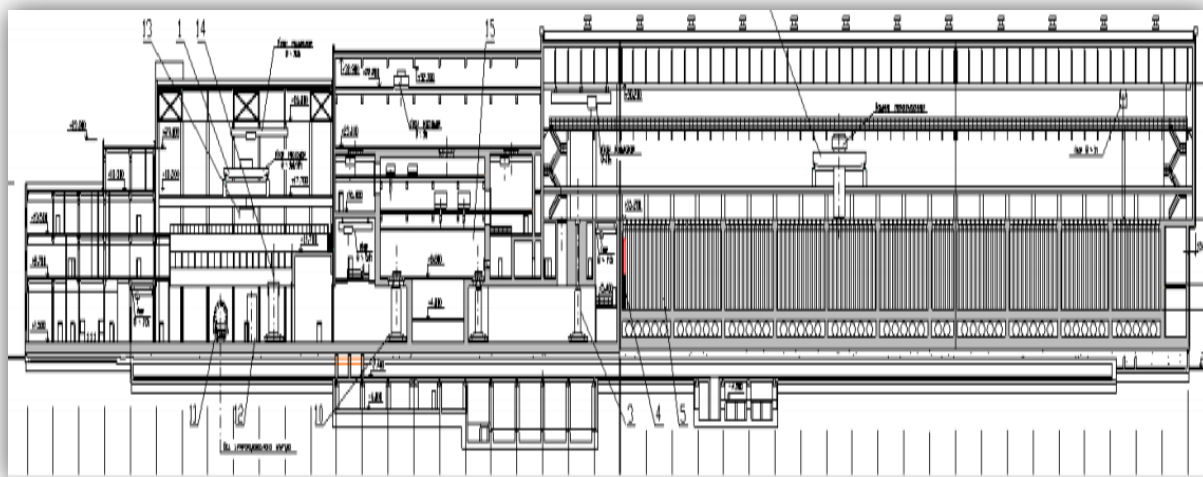
湿式プールのカバーの上

5-3 鈾業化学コンビナート MCC - RBMK-1000 乾式貯蔵施設

空冷乾式貯蔵施設外観図



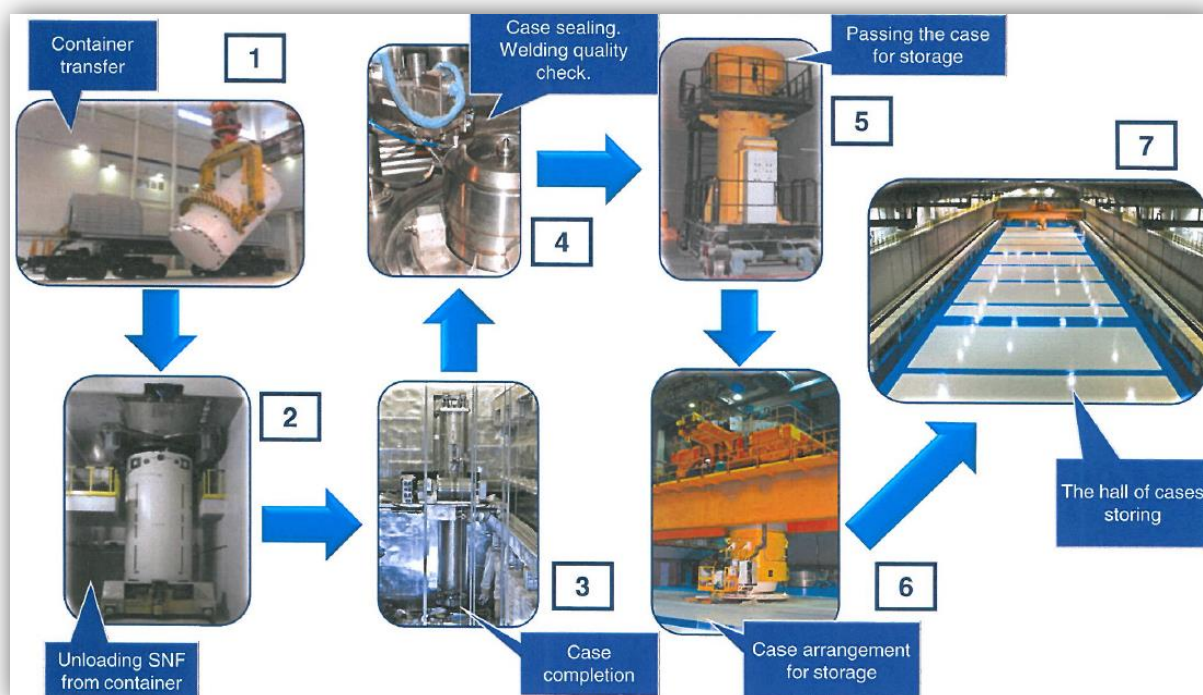
断面図



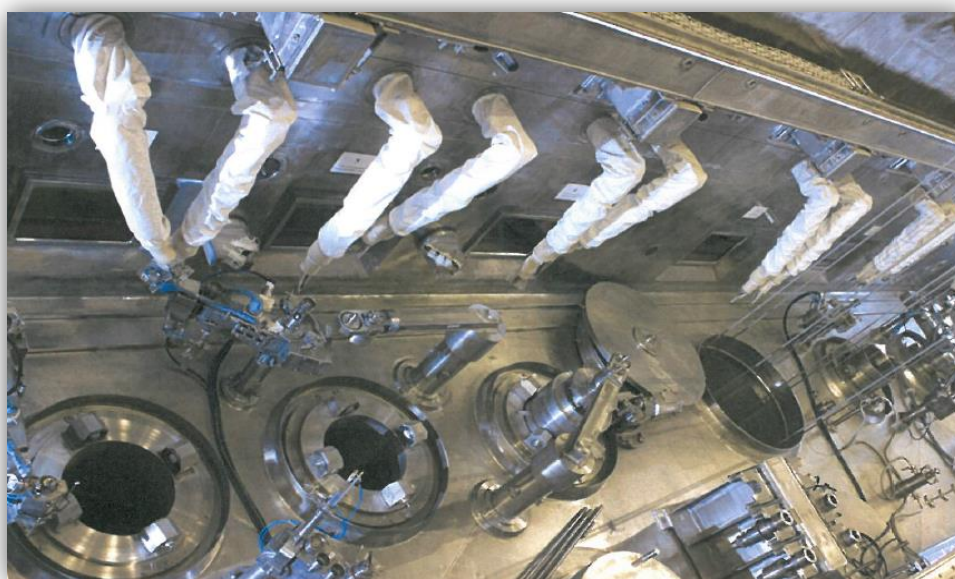
乾式貯蔵プロジェクトはフランス SGN 社の専門家レビューを受けた。SGN 社の提案は同施設の建設中に考慮された。

⇒日本でいうと、ガラス固化体貯蔵施設と似た構造であった。ケースと呼ばれる容器に燃料集合体を封入してこれをチューブ内に多層貯蔵し、これらを自然冷却するものである。

乾式貯蔵施設でのプロセス

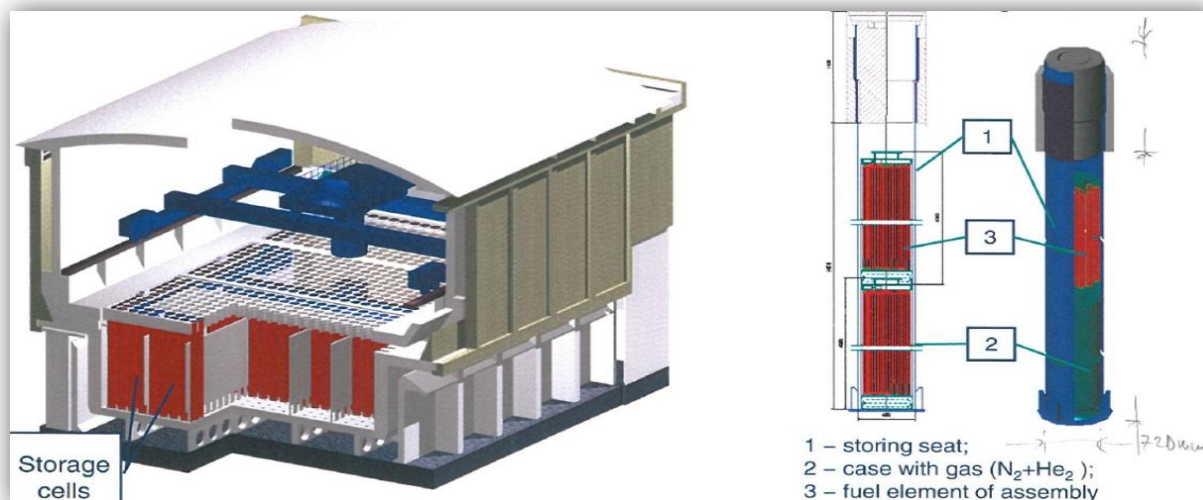


1. キャスク受入
2. 使用済燃料取り出し
3. ケース（使用済燃料貯蔵容器）に充填
4. ケースの蓋締め/溶接
5. ケースを貯蔵施設に移送
6. ケースを貯蔵施設の各チューブに充填
7. 貯蔵



上記の工程 3～4
については左のホット
セルで実施される

貯蔵庫の構造、および各貯蔵セル（チューブ）内外の構造



現行分のチャンネルの数は 22X10 のエリアが 10 個。22X4 のエリアが 1 つある。

4 人/シフトで、8 時間/シフトの 24 時間操業を行う。



燃料内容器

これに収納した上で
チューブに詰めていく



収納ピットの上部
(ガラス固化体貯蔵
施設に似ている)

乾式貯蔵のパラメーター一覧		
パラメータ	RBMK-1000	VVER-1000
冷却媒体	外部空気	外部空気
貯蔵媒体	N ₂ +He ₂	N ₂ +He ₂
外部温度, °C	+38	+38
Chamber 出口温度, °C	+94	+94
各セル表面温度, °C	+145	+147
燃料被覆管の最大温度, °C	+248	+308

事故の発生確率の評価結果

外部事象

M8 の地震 2×10^{-4} / 年

航空機落下 1.37×10^{-13} / 年

内部事象

貯蔵ケースの落下 1.23×10^{-4} / 年

ホットセル内での燃料要素の落下 4.47×10^{-1} / 年

いずれも、環境への放射能被害をもたらすものではないと結論。

使用済燃料の貯蔵の安全性は、以下の通りに向上すると、MCC は説明を纏めている。

- ・ 発電所から使用済燃料を取り除き、集中貯蔵すること
- ・ 乾式貯蔵の場合は受動的熱除去
- ・ 加圧されたケースと貯蔵セルによる多層バリアシステムで使用済燃料を隔離
- ・ 設計基準を超える事故に対応し影響を局所化できるシステムの導入



乾式貯蔵
チャネルの上

5-4 鉱業化学コンビナート MCC - 再処理実証プラント

VVER-1000 用湿式使用済燃料貯蔵施設の脇に、VVER-1000 等から発生する使用済燃料を再処理する年間再処理能力：700～800 トン HM 規模の再処理工場（RT-2）を建設する計画であり、RT-2 は 2025～2030 年頃の操業開始を予定している。RT-2 の設計コンセプトは主に効率的かつ経済的で環境負荷低減であることから、その設計にあたっては人材育成も含め、革新的な再処理技術の開発や試験が行える実規模レベルのパイロットプラントが必要となる。現在、そのパイロットプラントとして再処理実証プラント（PDC：Pilot Demonstration Center）が建設中であり、PDC は 2015 年頃の操業開始を予定している。

以下、PDC について、MCC 副社長 Merkulov 氏より説明があった。

○使用済燃料の再処理に係るコンセプト

国営原子力企業ロスアトム総裁の Kirienko 氏により承認されたプログラムに従って、原子力発電所からの使用済燃料を再処理するプラントを 2030 年までに確立することが計画されている。

目標

- 効率的で、環境にやさしい使用済燃料再処理
- 環境への液体放射性廃棄物の放出廃止及び生物圏からの高レベル放射性廃棄物の信頼性のある隔離
- 使用済燃料からの目標成分の経済的に有効な抽出
- 高速炉及び熱中性子炉の核燃料サイクルに必要なウラン及びプルトニウムの再生

○使用済燃料再処理に係る PDC の創立

- 使用済燃料の処理概念の要点を満たすため、新しく考案された設備とエンジニアリング・プロセスの信頼性及び運転能力を評価することに加え、革新的な技術の実規模試験を実施することが必要である。
- 上述の目的のために、革新的な技術に基づく MCC における使用済燃料再処理に係る PDC を創立することが決定された。PDC は将来のプラント構造に加わるものとする。その工事は、ロシア連邦政府によって承認された「2008 及び 2015 までの期間における核及び放射線に関する安全性の確保」という連邦政府のターゲット・プログラムに従って実行されている。

○再処理実証プラントの全体像と配置

再処理実証プラントは、VVER-1000 及び RBMK-1000 用使用済燃料の湿式及び乾式貯蔵施設の極めて近傍に建設中である。



PDC の完成予想図

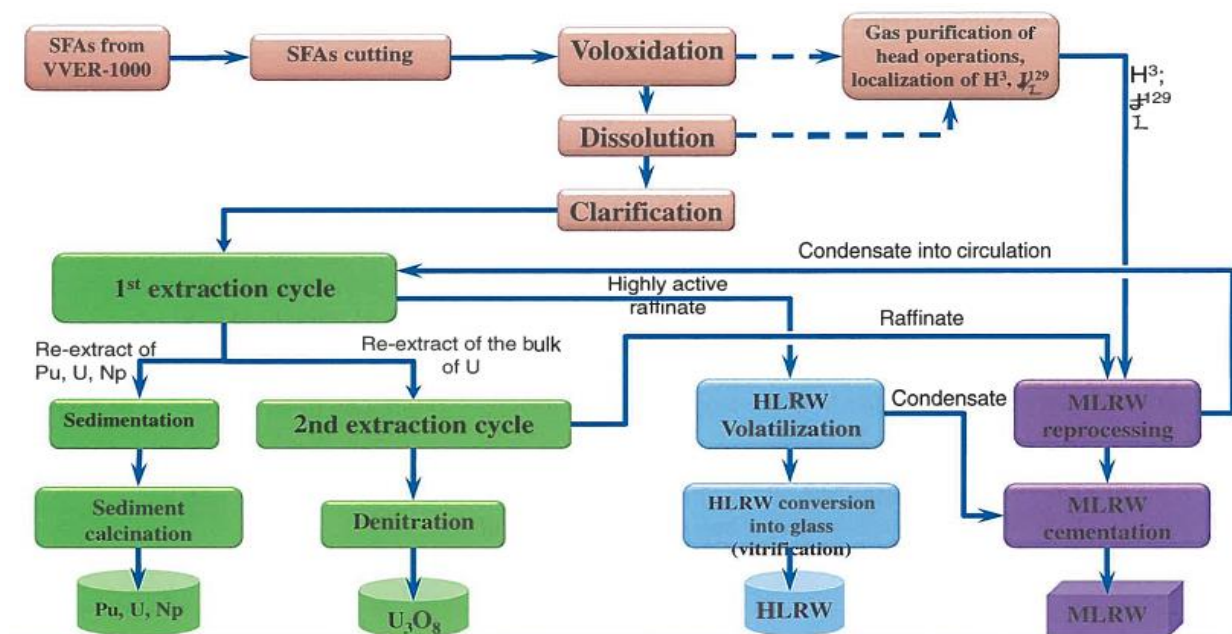


○PDC の目標

- ・ 経済的に有効で、環境にやさしい使用済燃料の新再処理技術の開発と実規模レベルの試験
- ・ 放射化学生産工程の機器パッケージと保守について見通しある候補の訓練
- ・ 放射性廃棄物を処理または処理せずに取り扱う高度な技術の試験
- ・ フルスケールの使用済燃料再処理工場の設計のための初期データの確立
- ・ その将来プラントのための人材育成

○PDC の基本的な技術レイアウト

下図にある通り、切断後、最初にボロキシデーションによりトリチウムとヨウ素を取り除き固定する。溶解・清澄後の抽出工程では、先ず第一抽出プロセスで高レベル放射性廃棄物を除き、次に Pu、U、Np を一緒に沈殿抽出し、その後、第二抽出プロセスで U をバルク抽出し、最後に残ったラフィネートを中レベル廃棄物としてセメント固化するものである。



○UP-2,-3 と PDC 技術の比較

プロセス ステージ	UP-2,3	PDC	PDC の有利な点
前処理	1.燃料集合体を横置き状態でせん断	1.燃料集合体を横置き状態でせん断 2.使用済燃料のボロキシデーショ (酸化、再結晶) 3.乾式分離	1.階段状のせん断刃を使用すること で、せん断工程の重量と大きさが減 少 2.ボロキシデーショ工程では 99% 以上のトリチウムとヨウ素の除去が可 能 3.支持プレートと燃料棒を使用済燃 料から分離
抽出前 の調整	1.回転式環状溶解槽 2.NO _x フローによるヨウ素除去 3.低速度遠心分離機による清澄	1.高濃度溶解液が得られる環状溶 解槽 2.モリブデン酸ジルコニウムの分解 3.高速度遠心分離機による清澄	1.溶解工程での物質の移動が不要 2.ボロキシデーショ工程で使用済 燃料からヨウ素を除去でき、水プロセ スと比べ、ヨウ素をより完全に除去可 能 3.抽出工程における沈殿物生成の 排除 4.高分離係数
抽出	1.ピュアレックス法 2.環状パルスカラムによる抽出、ミキ サセトラによる再抽出	1.簡素化ピュアレックス法 2.最初の抽出は回転式ディスクパル スカラムを、残りの工程は遠心抽出 機を使用し、再抽出はスロット状ミキ サセトラを使用 3.ウラン溶液の結晶化精製を第二 抽出サイクルの代替とする	1.ブルトニウム（単独の）抽出工程 が不要 2.高濃度溶液の供給により、水量を 減少し、結果的に放射性廃棄物の 量を低減 3.抽出剤と最初の溶液との接触時 間を短時間にするにより、抽出剤 の寿命が長くなる 4.遠心抽出機はパルスカラムと比較 して維持管理が容易で、短時間で 処理運転を開始可能 5.結晶化工程により、放射性廃棄 物と設備を減容可能
放射性 廃棄物 処理	1.高レベル放射性廃液の蒸発濃縮 とガラス固化（使用済燃料 1 t あた り 0.115m ³ ） 2.長寿命の中レベル放射性廃液の 蒸発濃縮とセメント固化（使用済燃 料 1 t あたり 0.200m ³ ） 3.中及び低レベル放射性廃液の蒸 発濃縮とセメント固化（使用済燃 料 1 t あたり 1m ³ ） 4.中レベル放射性固体廃棄物の圧 縮とセメント固化（使用済燃料 1 t あたり 0.15m ³ ） 5.低レベル放射性廃液（トリチウム 蒸留液）—使用済燃料 1 t あたり 100m ³ 以上を海洋放出	1.高レベル放射性廃液の蒸発濃縮 とガラス固化（使用済燃料 1 t あた り 0.1m ³ ） 2.中レベル放射性廃液の蒸発濃縮 とセメント固化（使用済燃料 1 t あ たり 2.9m ³ ） 3.中レベル放射性固体廃棄物の圧 縮（使用済燃料 1 t あたり 0.3m ³ ）	1.分離第 1 サイクル工程の高レベル 放射性廃液を蒸発処理する場合、 その下流の蒸発工程は下記の点を 許容し適用 ・工程で障害となる塩の生成が排除 され、結果的に工程の寿命が延びる ・蒸発処理時の洗浄液の量が減り、 結果的に放射性廃棄物の量も減少 する 2.低レベル放射性廃液が発生せ ず、環境へ放出される放射性廃液 はない

○協力提案

ロシアは下記の技術を有している。

- ・ 使用済燃料のボロキシデーション（ UO_2 燃料の酸化-還元処理）
- ・ 燃料集合体を燃料棒に解体してからせん断する方法
- ・ 使用済燃料集合体の小型せん断ユニット
- ・ 高レベル放射性廃液の蒸発処理
- ・ 使用済燃料の乾式貯蔵
- ・ MOX 燃料の製造

また、六ヶ所再処理技術に係る分析と改良の提案、高レベル放射性廃液のガラス固化ユニットの考案について、共同で実施したいと考えている。

これに対し、JNFL 田中専務は、以下のように述べた。

- ・ JAEA では次世代再処理について研究しているが、福島原子力発電所事故の後は、次世代再処理研究に係る人材や設備を投入し、同原子力発電所の廃炉に向けた研究開発に取り組んでおり、次世代再処理研究の規模を縮小している。
- ・ 現行の六ヶ所再処理工場は、800 トン/年 X40 年間の 32,000 トンを再処理する予定である。これは現在の使用済燃料貯蔵量 17,000 トンを含む。ただし、運転停止中の原子力発電所が順調に運転を再開すれば、2050 年時点で 20,000 トン程度の使用済燃料があるはずで、そうなると第二再処理工場が必要になる。この次世代再処理研究はそのためのものである。

MCC 側はこれに加えて、「MCC では Hot Cell を有しているのでこれを用いた共同研究を提案したい。これはロシアの Radio-Chemical Institute と共同研究としてもよい」と提案した。



これらに対し、服部団長は、持ち帰り検討したい、とした。実際には、完成した六ヶ所再処理工場への適用を念頭に置く共同研究は難しく、むしろ将来の第二再処理技術の開発に係わるもので、JAEA が対応すべきものであるが、JAEA も福島第一事故後の対応に戦力を振り向けており、至近の対応は難しいものと考えられる。

質疑などからの情報

- 地下施設（3 基の Pu 生産炉と再処理工場）はすでに閉鎖している。
- 乾式貯蔵においてチューブ（ピット）貯蔵方式とした理由は以下の通り。
 - ① ピット方式であれば壁が一つですむ
 - ② 腐食に強い
 - ③ 安価である
- コストについては、50 年間 9,000 トンを貯蔵すると想定して、キャスク貯蔵とピット貯蔵のコスト比較を行った後に決定したものである。ピット貯蔵のコストは 550 億ルーブルと試算されたが、キャスク貯蔵では 860 億ルーブルと試算されたからである。
- 処分については、現在は未定で今後 10 年で決定していく。500m 深度の花崗岩層に処分することを考えている。
- 海外燃料の貯蔵は未定で、考えたことがない。いずれにせよ再処理後のウラン・プルトニウム製品/廃棄物の返還が必要になる。政治的な問題である。プルトニウムは MOX で返すなども考えられる。
- 日本の使用済燃料のロシアへの輸入は法的に不可能だと考えている。ロシア産燃料に限るとされている。技術的には問題ない。実際 PDC では、VVER/PWR/BWR/高速炉等あらゆる燃料の再処理が可能となる。
- 湿式貯蔵では、水がなくなっても予備タンクがあり対応できる。
- リーカー燃料については MCC には移送されない。損傷燃料は各発電所で保管される。
- ロシアでは再処理/リサイクルが方針である。理由としては、①中央（キリエンコ ROSATOM 総裁）が決めたから、②ウラン資源の有効活用のため、③海外と再処理契約があるから、等である。
- 湿式貯蔵でプール上にカバーがある理由は、放射線対策ではなくて保守上の理由である。
- MOX 施設は 2014 年には生産を開始する（という割に全く建設されていないように見えた）
- MOX は FBR 用に使用される。
- PDC は年間処理能力：10 トン HM から操業を開始し、最終的には約 200 トン HM にするとのことである。
- PDC には試験等で発生した放射性廃液の処理工程はなく、ガラス固化処理施設や放射性廃液処理施設は別に建設されるとのことであるが、PDC の建設も遅れているようにも見え、フルスケールの再処理工場（RT-2）が 2025～2030 年頃に運転開始できるかはやや疑問に感じた。



MCC 社長と記念品交換



視察中

6. ATOMEXPO-2014 概要

日 時： 2014 年 6 月 9 日（月）～ 6 月 11 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）、彦坂（丸紅株）、ポリソフ（原産協会）、リユー（原産協会）

ロシア国営原子力企業ロスアトム主催の国際フォーラム ATOMEXPO-2014 は、6 月 9 日から 11 日までの 3 日間、モスクワで開催された。今年で 6 回目で、テーマが「原子力産業＝エネルギー安定性のファクター」であり、245 名のメディア関係者が取材し、42 カ国 600 社（外国から 283 社）から約 3500 名もの参加があった。オープニングセレモニーで、



服部団長および WNA のリーシング事務局長はメインゲスト（来賓）として紹介された。その後の展示会ツアーは、ロスアトムのキリエンコ総裁の案内で見学した。また、服部団長は、プレナリーセッションで、「日本の原子力の最新状況およびエネルギー基本計画」について講演を行った。その他、経済協力開発機構・原子力機関（OECD/NEA）の L・エチャバリ前事務局長をモデレータに、国際原子力機関（IAEA）の A・ビチコフ事務局次長、仏アレバ社の L・ウルセル社長兼 CEO、世界原子力協会（WNA）の A・リーシング事務局長など世界の原子力界リーダーも招待されて講演が行われた。他のラウンドテーブルディスカッションやシンポジウムでは、原子力の安全文化、人材育成、バックエンド、内部監査、発電所の開発など世界共通の課題が議論された。



フォーラム会場では、ロシア内外の約 80 社の原子力企業による広範な展示会も開催された。ロシアの ROSATOM、Rusatom Overseas、Atomenergomash、MCC、フランスの Alstom、CEA、EDF、中国の CNNC、イギリスの Rolls-Royce、カザフスタンの Kazatomprom 等が出展、ロスアトムおよびその傘下企業の世界市場に向けたポテンシャルが強く感じられた。残念ながら、今年も日本企業の出展がなかった。



展示会ツアー

フォーラムの1日目、視察団はロスアトムのキリエンコ総裁と面談を行った。服部団長より、日本の原子力の最新状況とエネルギー基本計画について説明し、再稼働に向けて努力するとともに、人材育成と国際協力についてロシアや他の国とともに推進する必要があると述べた。キリエンコ総裁からは、両国間の協力関係を一層展開したいと提案され、福島第一原子力発電所に関する復興への取り組みについても、協力する姿勢を示した。

また、フォーラム開催期間中、服部団長は"RT" Russia Today（ロシアテレビ局）、Kommersant FM（ロシアラジオ局）、EnergyLive News（イギリスのエネルギー専門ウェブメディア）などのメディアから取材を受けた。



展示会



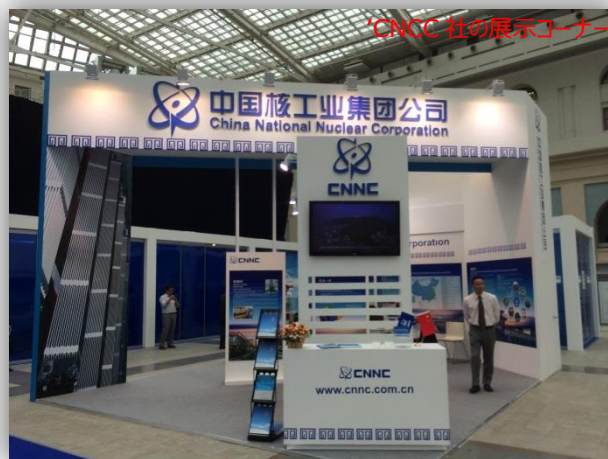
現地メディア取材



ALSTON 社の展示コーナー



ロスアトム社の展示コーナー



CNNC 社の展示コーナー

6-1 プレナリーセッション：「原子力産業＝エネルギー安定性のファクター」



日 時： 2014年6月9日（月）15:00～17:30

モデレーター：L. Echavarri 前事務局長（OECD/NEA）

登壇者： 服部理事長（日本原産協会）、S. Kirienko 総裁（ロスアトム）、A. Bychkov 事務局長（IAEA）、L. Oursel 社長兼 CEO（AREVA）、A. Rising 事務局長（WNA）、T. Yildiz 大臣（トルコ エネルギー・天然資源省）、Z. Nemeth 前大臣（ハンガリー国家開発省）、L.D. Duong 次官（ベトナム商工省）

Kirienko 総裁（ロスアトム）

- 今日の原子力エネルギーは、世界のエネルギーシステムが安定的に供給されかつ安全に運転できることが義務的条件である。
- 原子力はとりわけ、急速に経済が発展する国々にとって特別な意味を持っている。なぜなら、それらのうち多くの国々は、エネルギー資源が不足しているからだ。
- 国民の支持を得るために、原子力発電に対する国の政策や動きについて情報を透明化しなければいけない。
- 原子力産業界とその取引先は、原子炉建設に関する標準契約と一般入札から脱却し、建設から廃止措置までの燃料サイクル全体にわたる双務契約の交渉に移行すべきである。
- 原子力は一時的なエネルギー資源不足問題を解決するものではなく、将来世代にわたる社会の持続的なエネルギー発展に貢献するものである。

A. Bychkov 事務局次長（IAEA）

- 福島第一事故の後、廃炉や次世代の人材育成は注目されており、これらは今後 20 年間原子力の発展にとって大事な要素になる。
- 福島第一事故の後においてもエネルギーセキュリティの確保や温室効果ガス削減の観点からみると原子力は必要不可欠なエネルギーである。
- 原子力はしばらく世界のエネルギーミックスの中である程度の位置を保持するが、20 年後のことは誰も予想できない。
- これからの原子力は、新しい技術革命の時代になるだろう。小型原子炉や次世代原子炉の時代になると思う。



L. Oursel 社長兼 CEO（AREVA）

- 原子力の発展は政府からのサポートがとても大事。国からのサポートがないと何もできない。
- 今の世論は、福島第一事故の後、原子力発電に対する安全性を強く求めており、原子力の信頼性についても多くの人の悩みの種である。
- 原子力発電所の建設に伴い雇用が増える。しかし海外の会社が受注した場合、地元住民や地方の経済発展には貢献しにくい。このため地元住民の雇用を確保しなければいけない。
- フランスでは、原子炉ビジネスだけではなく、海外からの原子力関係者に対しフランスでのトレーニング機会を提供し、自国の原子力発展に貢献できるよう人材育成をサポートしている。

L.D. Duong 次官（ベトナム商工省）

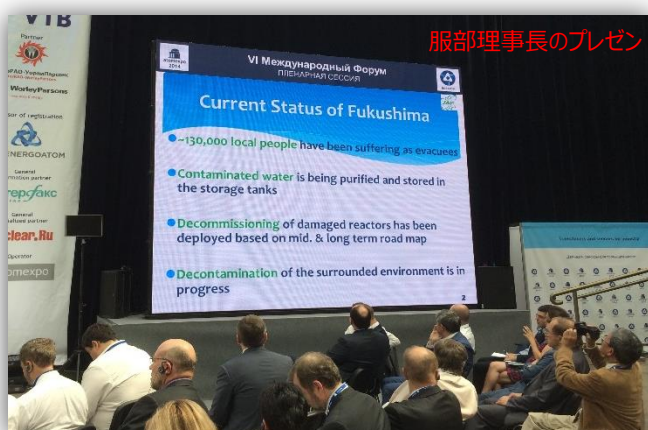
- ベトナムの発電容量は 2020 年まで現在の 28,000 メガワットから 75,000 メガワットが必要になると予想されており、国としては現在原子力発電の導入に向けて力を入れている。
- 最初の原子炉の建設（1,000 メガワット）は 2020 年頃完成予定で、2025 年までには 4,000 メガワットの原子力発電を目標としている。
- 現在 2 基の原子炉の建設場所は検討中で、福島第一事故後注目されている安全基準についても技術提案を正式審査に提出する前に確認段階である。



- 原子力発電の導入に向けて、人材育成や人材開発および原子力規制基盤についての課題を考えなければいけない。
- ベトナムのような原子力新興国にとって、国際協力がとても大事で、現在のパートナーであるロシアだけではなく、これからは日本やアメリカなど原子力技術先進国からのサポートと協力が必要だろう。

服部理事長（日本原産協会）

- 福島の実況としては、4つの問題点が依然として残っている。まだ家に帰れない130,000人の避難者、汚染水への対策、廃炉作業および環境除染作業である。
- 日本原子力規制委員会における新規制基準施行から丸1年が経過し、18基について適合性審査の申請が出ているが、再稼働に向けて審査書案がまとまったのはまだない。いつ、何基が再稼働できるかも読めない状況である。
- 原子力発電稼働ゼロの影響で、日本国内のエネルギー確保や電力供給は厳しい状態になっている。
- 日本の新しい「エネルギー基本計画」において、原子力発電の位置づけを「エネルギー需給構造の安定性に寄与する重要なベース電源」と示したことについて、大変意義があるものと評価する。
- 福島第一事故の経験を踏まえて、日本は再稼働に向けて努力するとともに、人材育成と国際協力についてロシアや他の国とともに推進する必要がある。



本セッションの最後、参加者の意見投票が場内で実施された。2030年までに原子力が世界のエネルギーバランスに占める割合について60.7%が増加すると答えた一方で、30.8%は「変わらない」との見解だった。原子力開発に対する専門コミュニティの支持の高さが伺い知れた。また、原発新設を検討中の顧客が最も惹き付けられるであろう点については、半数以上の58.8%が発電原価と答えるなど、今回会議の主要トピックを下支えする結果になった。

6-2 円卓会議セッション：バックエンドサイクル－最新技術

日 時： 2014 年 6 月 10 日（火）14:00～18:00

モデレータ： E・クデュリアツォフ（ロスアトム・核燃料サイクル施設規制部長）

登壇者： O・クルコフ理事（ロスアトム）、V・コロゴディン理事（ロスアトム）、P・ガブリロフ社長（MCC）等



プレゼンテーション： MCC におけるバックエンドサイクル最新技術の開発（MCC P・ガブリロフ社長）

使用済燃料貯蔵施設

- ・ RBMK1000 使用済燃料の乾式貯蔵は、2012 年 2 月から運転を行っている。
- ・ RBMK1000 の第二段階および VVER1000 の使用済燃料の貯蔵は 2015 年に本格運転を開始する計画である。

湿式/乾式貯蔵施設の耐震性

- ・ 2011 年にロシア国立設計科学研究所 VNIPIET は使用済燃料の湿式/乾式貯蔵施設/機器の耐震安定性に関する計算を行った。最大の耐震負荷は MSK64 震度で 7 とされた。
- ・ 湿式 MSK64 震度で 8 までは信頼性を維持できる。電気喪失や水漏れの場合、重力により予備タンクから灌漑システムで水が供給されるため 72 時間以内に使用済燃料の冷却が確保される。
- ・ 乾式 同 9.6 までは信頼性を維持できる。電気喪失の場合、熱は自然対流により除去される。

処分地下研究所（URL）

立地

- ・ クラスノヤルスク Nizhnekanski、エニセイ川から 4.5km、ゼレズノゴルスクから 6 km
- ・ 建設深度 450～525m

URL 建設の目的

- ・ 長寿命 HLW/ILW の安全深度地質処分の適正度、岩石の実証、岩盤使用の詳細研究
- ・ エンジニアリングバリアの隔離性の研究と実証
- ・ 将来の放射性廃棄物の処分施設建設/操業のための技術解決/輸送技術計画の試験

現状と計画

- ・ 2008 年 Declaration of Intention 文書作成
- ・ 2011 年 放射性廃棄物処分施設建設投資妥当性評価資料作成
- ・ 2012 年 処分施設建設のためのサイトの適性に関する地下土壌使用に関する好意的な専門家意見
- ・ 2012 年 処分施設の環境影響評価について地域で公聴会を開き、好意的な結論であった。
- ・ 2014 年 処分施設/URL 建設のための設計と調査が現時点で進められている。
- ・ 2016 年 処分施設建設の初期フェーズとしての URL の建設を開始予定。

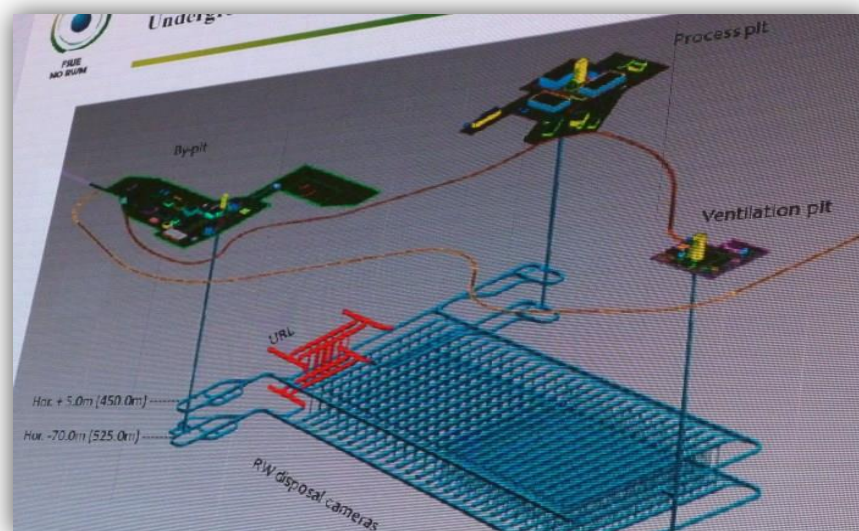
処分廃棄物の容量

- ・ クラス 1 のガラス固化 HLW 4500 立米 =7500 キャンスター
- ・ クラス 2 の HLW と ILW 155,000 立米

施設満杯予定年度 2047 年

- ・ クラス 2 の HLW と ILW は 450m、525m の水平掘削パイルに敷設される。
- ・ クラス 1 の HLW は直径 1.3m、縦 75m の垂直ウェルに敷設される。

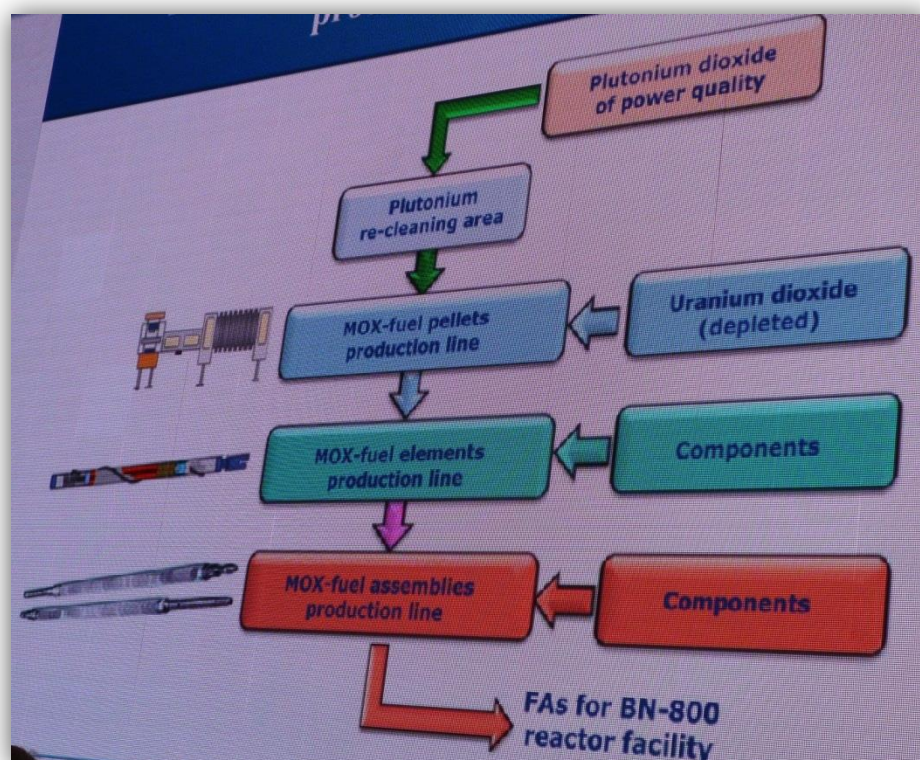
URL 構成図



MOX 施設

- ・ 2014 年 12 月に、Beloyarskaya 原発の BN800 炉へ供給するため MOX 燃料集合体製造が開始される予定である。
- ・ この施設は、MCC の地下施設に位置する。岩石は、自然の強力な格納装置であり、外部からの自然および人為起源の脅威に対して防護を提供する。
- ・ すべての危機は輸送/移送デバイスに連結された一連の多重防護のホットセルの中におかれる。
- ・ すべての運転は自動化され、できる限り遠隔操業される。機器は世界的に比類のないものである。
- ・ 回収核分裂性物質を取り扱うため国際的に最善のプラクティスが適用されている。

MOX 製造工程



発電グレードの二酸化
プルトニウム ⇒ プルト
ニウム洗浄 ⇒ 劣化二
酸化ウランを加え
MOX 燃料ペレット製
造 ⇒ MOX 燃料棒の
製造 ⇒ MOX 燃料集
合体の組立 ⇒
BN800 炉で使用

6-3 テクニカルツアー：オブニンスク原子力発電所

日 時： 2014 年 6 月 11 日（水）8:30～18:00

場 所： オブニンスク原子力発電所

参加者： 服部団長（原産協会）、ボリソフ（原産協会）、リユー（原産協会）、他 ATOMEXPO 参加者
約 30 名

訪問記念証明書



- ATOMEXPO-2014 のサイドイベント（テクニカルツアー）として参加した。
- モスクワから南西 100km の位置にある科学都市オブニンスクに立地。
- 建設は 1951 年 1 月 1 日に始まり、1954 年 6 月 27 日に世界最初の商業規模の原子力発電所として運転を開始した。
- 出力 5000kW の黒鉛減速、軽水冷却式原子炉の原型炉で、48 年間の運転を経て、2002 年 4 月 29 日に運転終了した。
- 現在は原子力博物館として開放されているが、今年 6 月 27 日、運転開始後 60 周年の記念式典を迎え、博物館はリニューアル中。



オブニンスク市内風景



オブニンスク市内風景



コントロールルーム



原子炉建屋内観

発電所内部写真

<http://englishrussia.com/2009/07/07/the-worlds-first-nuclear-power-plant/>

7. 会談、訪問先記録

7-1 シベリア連邦大学

日 時： 2014 年 6 月 7 日（土） 11:00～14:00

場 所： シベリア連邦大学（Siberia Federal University - SibFU）

対応者： Eugene Vaganov（学長）、Sergey Verkhovets（副学長-研究・国際協力）、工学部教授数名、日本センター職員数名、MCC 職員数名

訪問者： 服部団長（原産協会）、田中（日本原燃㈱）、彦坂（丸紅㈱）、北川（原子力機構）、ポリソフ（原産協会）、リュウ（原産協会）

- 2006 年にクラスノヤルスクの既存の国立大学 4 校（総合大学、建築土木大学、工業大学と非鉄金属大学）が合併して誕生した。
- ロシアで 8 校の連邦大学の一つで、20 学部、学生数は 4 万人を超え、教職員数も 8500 人、アジア・ロシアでは一番規模が大きい大学。
- 日本語専攻の学生数は 50 人強で、この他、日本センターも設置されて、文化交流や日本語講座を学内の学生や教職員だけではなくクラスノヤルスク地方の住民にも提供している。
- 2008 年にノーベル化学賞を受賞された下村博士が 2011 年から生物発光の研究について当大学で指導している。2012 年に当大学の研究者として初めて名誉教授となった。
- 大学の新しい図書館ビルの会議室で会合を開催し、参加者の自己紹介、大学のビデオ紹介および意見交換を行った。
- 訪問の際に、学長および工学部教授から日本との研究開発分野での協力を強く要請された。
- ランチ会合後、大学の日本センターを訪問し、副センター長、職員および日本語教師と意見交換を行った。





7-2 ロスアトム・キリエンコ総裁との面談

日 時：2014 年 6 月 9 日（月）12:10～12:30

場 所：モスクワ ゴスチニー・ドボル（ATOMEXPO-2014 会場）

出席者：（ロシア側 ロスアトム社）

S. Kirienko 総裁、K. Komarov 副総裁（国際事業展開）、N. Spassky 副総裁（国際協力）、
露英通訳

（日本側）

服部団長（原産協会）、彦坂（丸紅株）、ボリソフ（原産協会）、リユー（原産協会）

概要

<要旨>

- キリエンコ総裁より、服部団長に毎回の ATOMEXPO への参加について謝意が述べられた。
- 服部団長より、鉱業化学コンビナート MCC 視察について感想を述べた。
- キリエンコ総裁より、2009 年に結締した日露二国間協定およびロスアトム社と東芝の協力協定に基づいて、両国間の協力関係を一層展開したいと提案された。また、ロシアは使用済燃料や福島第一事故処理について、日本側から要請があれば支援する用意があると述べ、事故の処理に協力する姿勢を示した。
- 服部団長より、日本の最新原子力状況およびエネルギー基本計画について説明した。再稼働へ向けて努力するとともに、人材育成と国際協力についてロシアや他の国とともに推進する必要があると述べた。
- キリエンコ総裁より、福島第一事故後原子力に対する世論がネガティブになっているが、今後日本の原子力政策や動向は世界の原子力産業に大きく影響を与えるため、この分野で日本の状況が好転することを祈っている旨発言があった。

<詳細>

キリエンコ総裁：

- 忙しい中、毎年 ATOMEXPO に参加して頂き深く感謝する。

服部理事長：

- こちらこそ、いつもご招待していただき感謝する。ATOMCOM(2008)の時代から毎年参加させていただき、今年は 7 回目になる。毎回大会のロジ、運営、規模、国際性などにおいてより進歩が感じられ、感動した。



キリエンコ総裁：

- 鉱業化学コンビナート MCC への視察の感想はいかがか。

服部理事長：

- 秘密都市のゼレズノゴルスク市にある鉬業化学コンビナート MCC へ視察ができ、一生忘れない経験となった。今回 MCC で最大の施設である使用済燃料の貯蔵施設を見せていただいた。特に革新的な技術を生かした VVER-1000 燃料用湿式使用済燃料プールと RBMK1000 燃料用空冷乾式貯蔵施設の両方を見ることができ、現在建設中の六ヶ所再処理工場に大変参考になった。
- 現在世界中で課題になっている使用済燃料の処理について、色々な技術を有している MCC から協力提案があった。
- 最後にクラスノヤルスク知事とお会いすることもでき光栄であった。

キリエンコ総裁：

- 2009 年に結締した日露二国間の原子力協定およびロスアトム社と東芝の協力協定に基づいて、日本とより親密なコラボレーション(第三国での協力も含め)をもっと展開したい。
- ロシアは、日本からの使用済燃料を受け入れる用意がある。いつ開始するかは日本次第である。また、福島第一原子力発電所に関する復旧作業についても、ロシアは除染や廃炉に詳しい専門家を擁するため、原発事故経験を踏まえ協力をしたい。

服部理事長：

- 福島復興について、支援の申し出に感謝する。廃止措置は 30-40 年もかかり、本作業は本格的に始まったばかりである。是非ロシアの経験を活かして協力いただけるとありがたい。

キリエンコ総裁：

- 福島第一事故の後、日本の全ての原子力発電所が停止しているのは非常に残念だと思う。日本だけでなく、世界中の原子力発電の安全性と安定性は以前より重視されている。日本の動きは世界の原子力動向に影響がある。

服部理事長：

- (JAIF が作成した最新の「福島第一原子力発電所の状況」、「日本原子力発電所一覧」、および経産省より 4 月に発表された「エネルギー基本計画概要」を渡し、簡単に説明した。)
- 日本国民に安定的な電力を提供するため、日本の原子力発電所の再稼働が必要だと思う。「エネルギー基本計画概要」に原子力はエネルギー需給構造の安定性に寄与する重要なベースロード電源と明記された。
- ただ、原子力規制委員会における再稼働に向けての審査が厳しい。全て止まっている 48 基の原子力発電所の中、再稼働に向けて 18 基が新規制基準適合性審査へ申請したが、いつ何基が再稼働できるかわからない。
- さらに、福島第一事故後、原子力に対して国民の理解や支持率が低迷しているため、再稼働に対してネガティブな声が多い。

キリエンコ総裁：

- 日本の夏の暑さがかなり厳しいと聞いている。原発ゼロで電力供給は大丈夫か。1-2 基の原子力発電所を再稼働しなくて良いか。

服部理事長：

- 今夏の電力ピークに間に合うよう、再稼働に向けて審査準備などをしてきた九州電力の川内原子力発電所は、

原子力規制委員会における審査スピードが遅いため、残念ながら今年の夏は原発ゼロになる。再稼働は早くても秋になるだろう。なお、お陰様で、今夏の供給予備電力は足りるようで停電することはないと思う。

- とにかく、日本の原子力産業界では、再稼働を一日も早く実現させたい。問題は世論がネガティブになっており、安倍政権も世論をみながら動いている。やはりエネルギーセキュリティの確保や温室効果ガス削減の観点からみると原子力は必要不可欠なエネルギーである。

キリエンコ総裁：

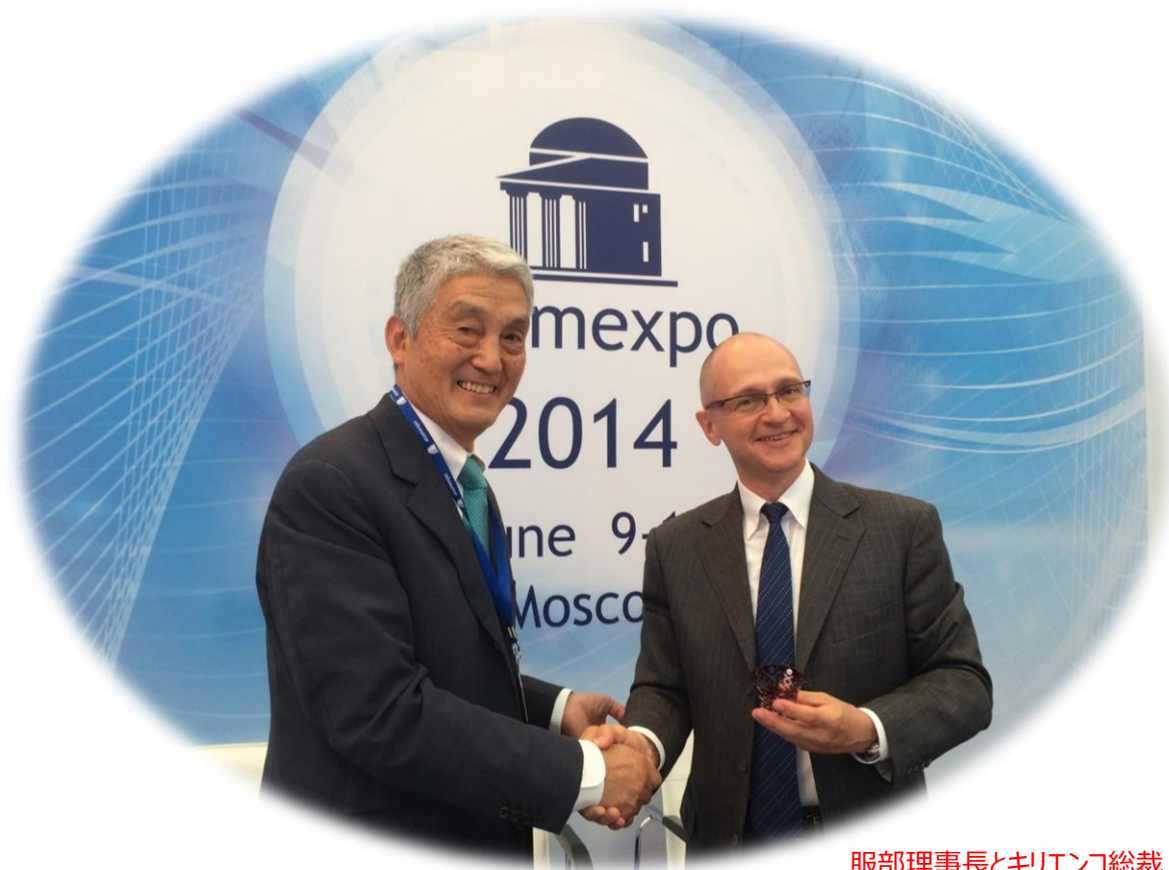
- ロシアは日本と第三国に対する基盤整備において協力したい。フィンランドの新設案件について、東芝が受注できたらよい。また、日本とロシア両国ともベトナムの原発の基盤整備に力を入れているので、そこで協力関係ができれば、ベトナムの原子力の発展に役に立つのではないかと思う。

服部理事長：

- ロシアの中央先進訓練研究所（CICE & T）に何回か訪問し、原子力専門家の育成や国際協力の取り組みについて勉強した。また、今年5月のIAEA原子力人材養成国際会議にも参加した。そこにロシア代表団が大勢いたことに驚いた。やはり日本はもっと力を入れて、福島復興と共に人材育成と国際協力を推し進めていく必要がある。

キリエンコ総裁：

- 情報を頂き感謝する。



服部理事長とキリエンコ総裁

7-3 国立クルチャトフ研究所

日 時： 2014 年 6 月 10 日（金）10:00～13:00

場 所： 国立クルチャトフ研究所

対応者： Evgeniy Velikhov 理事長、Vyacheslav Kuznetsov 副理事長、Vladimir Makarov、Mikhail Shurochkov、Natalia Zaytseva (AKME)、Vadimir Chigirev（日露通訳）、Tatiana Schepetina

訪問者： 服部団長（原産協会）、彦坂（丸紅（株））、ポリソフ（原産協会）、リユー（原産協会）

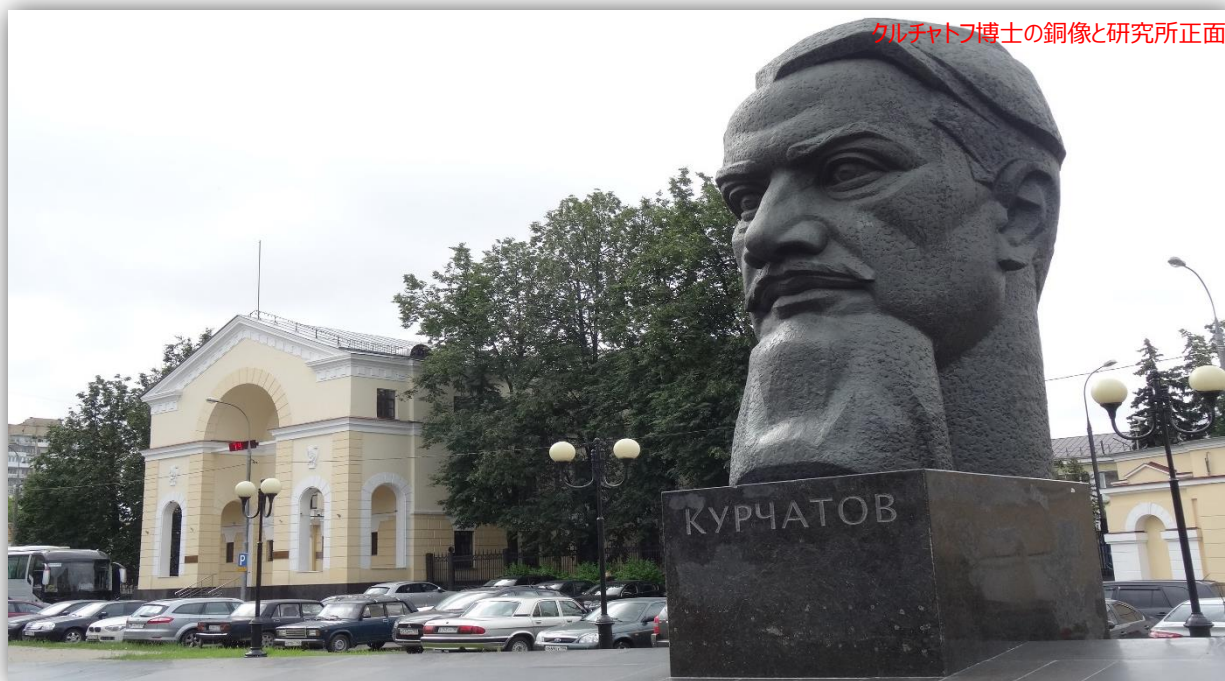
概要

<要旨>

- 1943 年、原子爆弾の開発を目的として、モスクワ市西部の郊外に、ロシア科学アカデミー所属のラボラトリー-2（第 2 研究室）を設置した。
- 現在は、職員数約 5,000 人（そのうち研究者 2,000 名と博士 900 名）で、ロシアの原子力研究の中心と位置づけられている研究所。
- 6 月 10 日に訪問し、ベリホフ総裁、クズネツォフ副総裁をはじめ約 7 人の職員が出席した。
- 3 人のプロジェクト担当の職員より、ロシアが開発中の中小型炉の開発状況に関するプレゼンを受け、意見交換を行った。
- プレゼンのタイトルは「燃料装荷を現場で実施しない小規模原子炉開発プロジェクト」、「鉛ビスマスを冷却材として利用する新型高速炉の開発」「ローゼンエネルギーアトム社による開発について」。



会合会場



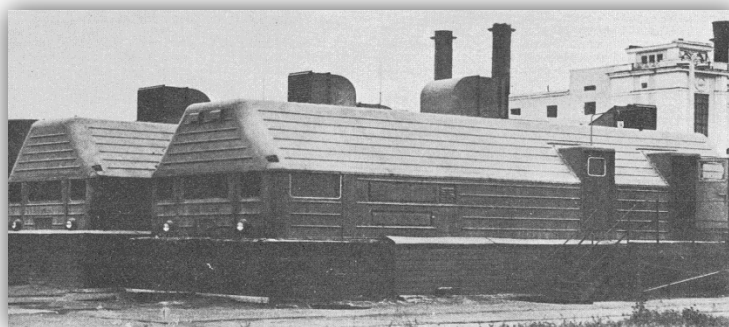
クルチャトフ博士の銅像と研究所正面

プレゼン 1

燃料装荷を現場で実施しない小規模原子炉開発プロジェクト Vladimir Makarov 氏

The Russian projects of small nuclear power plants without refueling on operation site

可動型原子炉 TES3



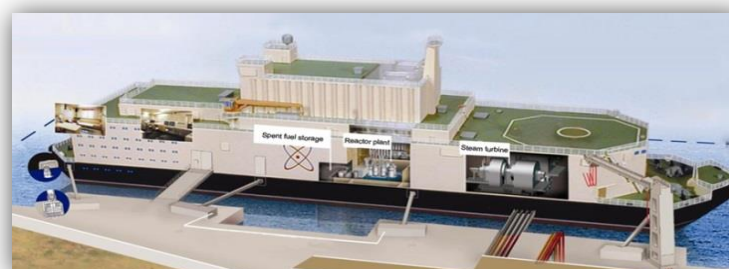
今回は運搬可能な原子炉を紹介していただいた。

Bilibino 原発



Floating Power Plant:

Akademik Lemonosov 号

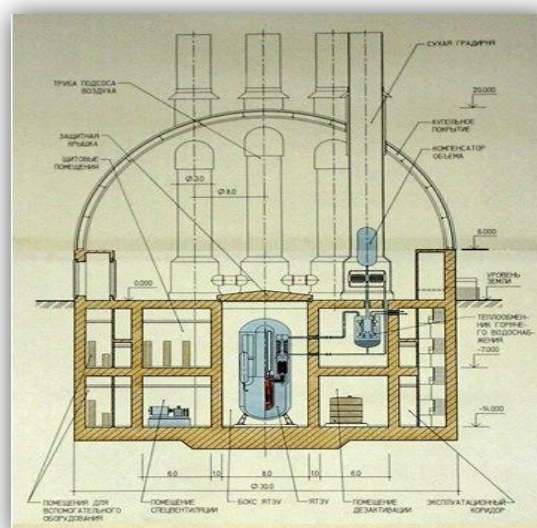


原子燃料に係る現場での作業をなくすことが未来のフローティング原子炉の重要な概念要件である。それにより核物質の拡散とテロリスクを低減することができる。また放射性物質取扱い作業を軽減できる。

NPP エレーナ の概念図

エレナは据付に、3 か月程度かかる

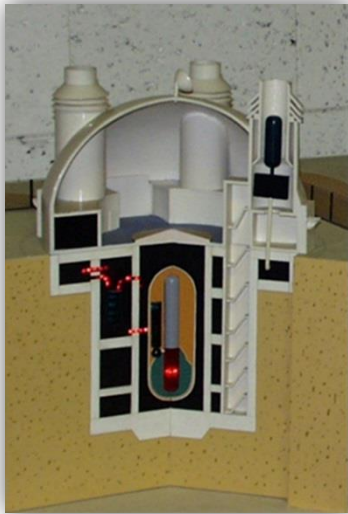
病院や学校に電力を供給する。25 年間燃料の取替が不要である。



エレナのパラメータ

Parameter	Value
Electric power, MW	0,08 – 0,13
Heating power, Gcal/h	3,3
Thermal power of reactor plant, MW	4,0
Campaign, h (years)	219 000 (25)

エレナの構成図



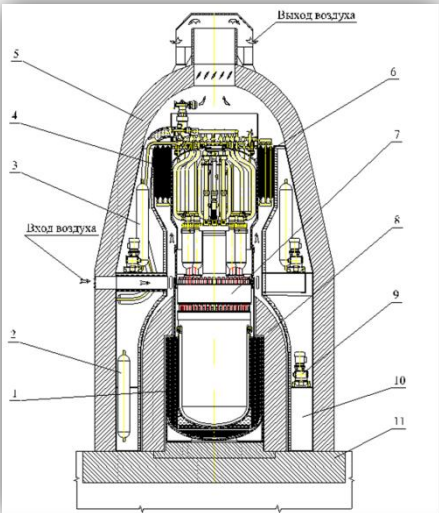
エレナの炉心



このままどこかに持って行ってデコミすることができる。
プロトタイプが 30 年稼働している。

次に Uniterm を紹介する。

NPP Uniterm の構成図

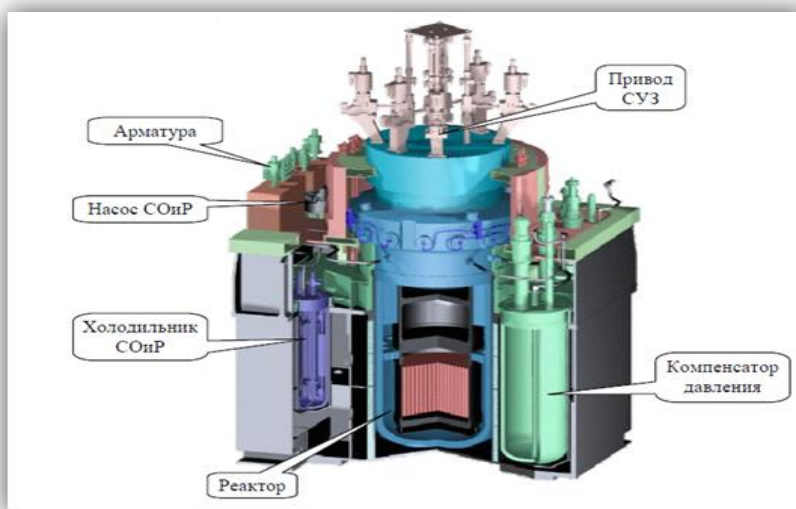


NPP Uniterm のパラメータ

Parameter	Value
Electric power, MW	2,5
Heating power, Gcal/h	9,1
Thermal power of reactor plant, MW	30,0
Campaign, years	25

次に NPP ABV6M を紹介する。

12 年経過したらオーバーホールしてその後継続使用するタイプである。

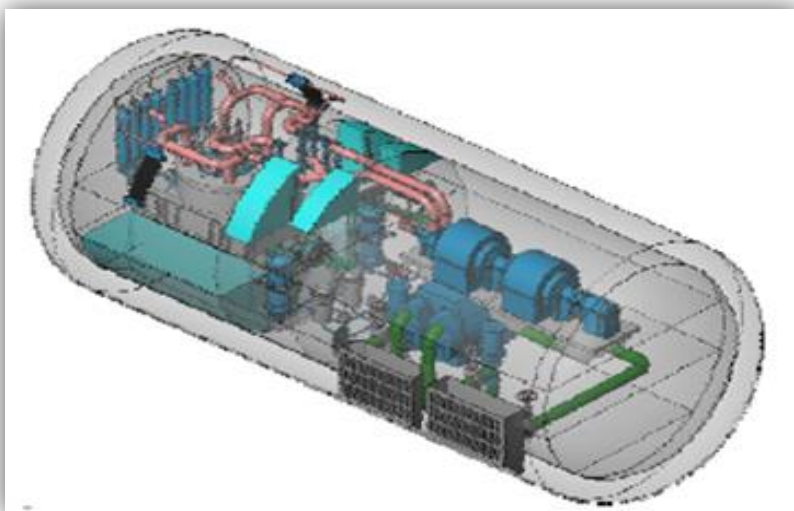


ABV6M のパラメータ

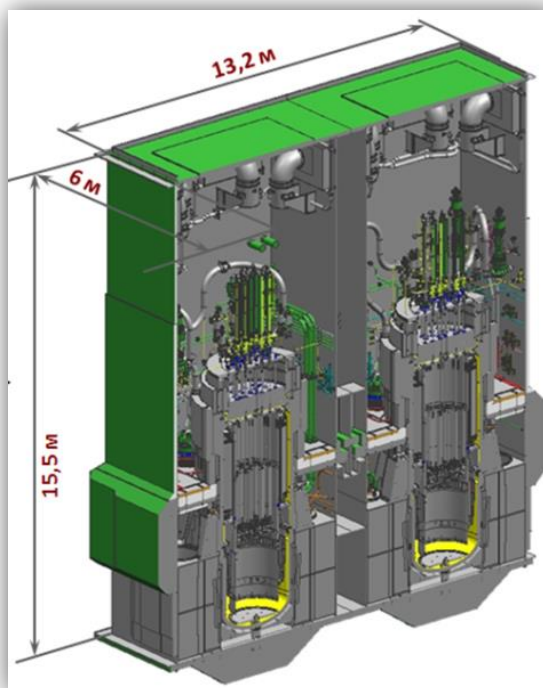
Parameter	Value
Electric power, MW	6,0
Heating power, Gcal/h	12,0
Thermal power of reactor plant, MW	38,0
Campaign, h (years)	90 000 (12)

高さ 40m、直径が 10m である。

同パワーモジュール



次に砕氷船用のツイン原子炉
RITM200 を紹介する。

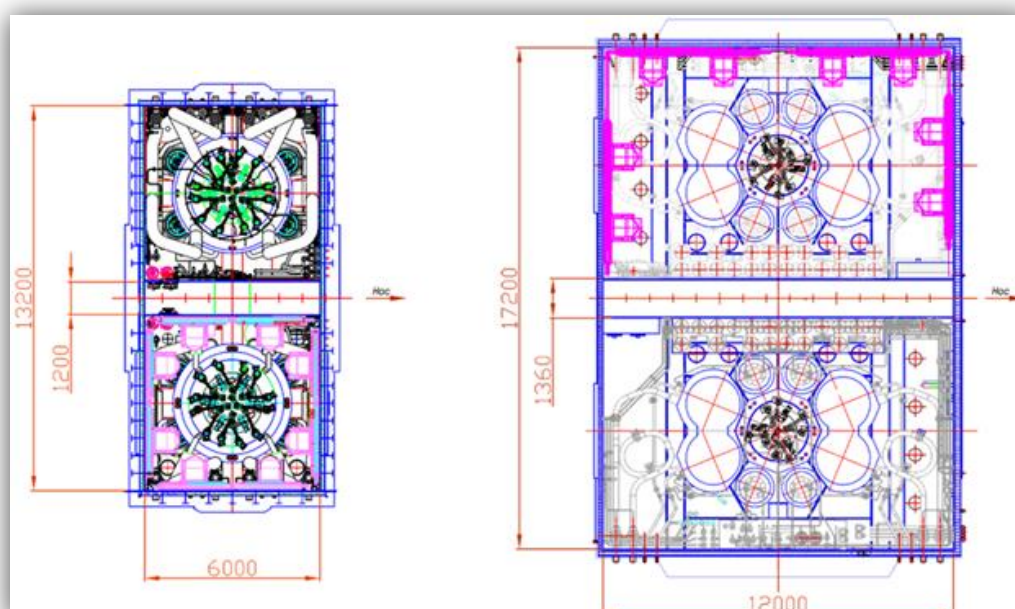


原子炉 RITM200 のパラメータ

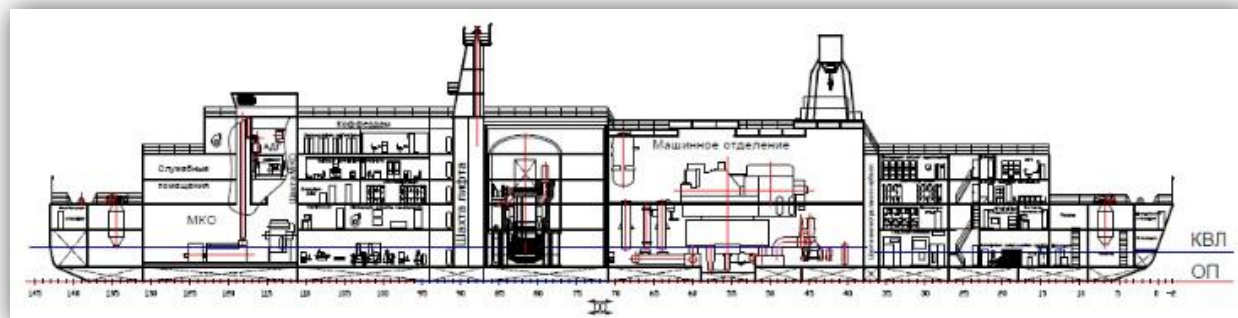
Parameter	Value
Electric power, MW	36
Heating power, Gcal/h	9,1
Thermal power of reactor plant, MW	150,0
Campaign, years	12

36MW 出力の原子炉 2 基から構成される。

RITM200（左）と KLT40S の格納容器の大きさの違い。



RITM200 炉の装荷



KLT40S で使用されている。

船は 100m 長さ。排水量が 6500 トン。

喫水が 3m である。

フローティング原子炉の適用例



質疑応答

服部：小型炉の説明に興味深く聞いた。日本は大型炉ばかり何十年と研究してきたが、小型炉はやってきていない。福島第一事故の後、この方向が正しいか追求する機運がある。またガス炉のように水素社会にも使える炉を目指すべきという声もある。ロシアで小型炉を追求した理由は？

回答：日本でのニーズについて理解した。キリエンコ総裁が言うように 100MW 級を作れば市場は海外に広がる。一方、小型炉は遠隔地や新興国にはニーズがあると考えている。

プレゼン 2

鉛ビスマス冷却材として利用する新型高速炉の開発 AKME 社 Natalia Zaytseva 女史 SVBR-100: Generation IV Small Modular Multipurpose Nuclear Reactor

AKME 社は、ROSATOM(公)50%、Basic Element 社(私)50%出資で設立された。
鉛ビスマス冷却材として使用する点で特徴的である。第 4 世代で自動安全性がある。
2009 年に設立された AKME 社により推進されている。初の官民合同プロジェクトといえる。

SVBR100 の発電容量は 100MWe である。

パラメータは以下の通り、

蒸気発生：580 トン/時間

燃料キャンペーン期間：7～8 年（ウラン燃料濃縮度 16.3%）

原子炉寸法：直径 4.5m、高さ 8.2m

寿命は 60 年である。

また 7-8 年は燃料取替えなしで稼働する。

前提条件として、

- 寸法が小さく運搬しやすい
- 海上/鉄道/トラックで運搬可能である

目的は、安全で小型モジュール型の高速炉を設計することであった。負荷が大きくなれば増設することができる。
産業用蒸気も生産できる。

**RUSSIA'S FIRST INNOVATIVE PROJECT IN NPP DEVELOPMENT
CONDUCTED IN THE FORMAT OF PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIP**



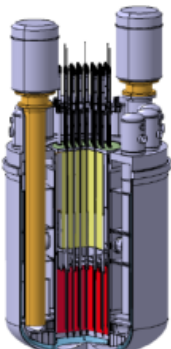
ROSATOM
State Atomic Energy
Corporation
Rosatom
50%



AKME ENGINEERING
SMALL MODULAR REACTOR
NUCLEAR SYSTEMS
Established in 2009 as a public – private partnership.



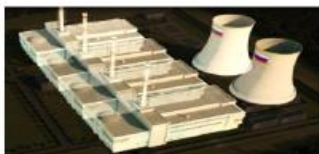
BASIC ELEMENT
Basic Element - diversified industrial
group made up of over 100 Russian
and international companies
50%



Capacity	100 MW-e
Thermal output	100 Gcal/h
Steam parameters	580 tons/hour, saturated steam, p=6.7Mpa, T~282.9°C
Municipal heat	More than 100 Gcal/hour
Desalinated water	Max 200 000 tons/day
Fuel campaign duration	7-8 years (for UO2 fuel with 16,3% enrichment)
Reactor weight	~280 tons
Reactor dimensions	4.5 m. diameter/ 8.2 m. height
Useful lifetime	60 years

MULTI-PURPOSE APPLICATION

FLEXIBLE CAPACITY FOR LOCAL AND REMOTE AREAS: GRADUAL BUILD-UP



Construction of small and medium dual application complexes (power and heat) in local and remote areas with poor energy infrastructure

DESALINATION



Distilled water: 200 000 – 350 000 m³/day

Coastal desalination nuclear power complex comprising two types of onshore desalination plants (multi-layered distillation and reverse osmosis).

MULTIPURPOSE INDUSTRIAL APPLICATION

Example of possible allocation	Industry
Oil and gas and chemical complex (Primorsky kray.)	Oil & Gas
Zheleznorodny Ore Mining and Processing Industrial Complex (Buryatiya)	Metal industry
"Peschanka" gold field development (Chukotsky region)	Mining

Construction of small SVBR complexes for industrial needs – power, steam and steam

Steam: 580 tons/hour, saturated steam, $p=6.7\text{Mpa}$, $T=282.9^{\circ}\text{C}$

RENOVATION



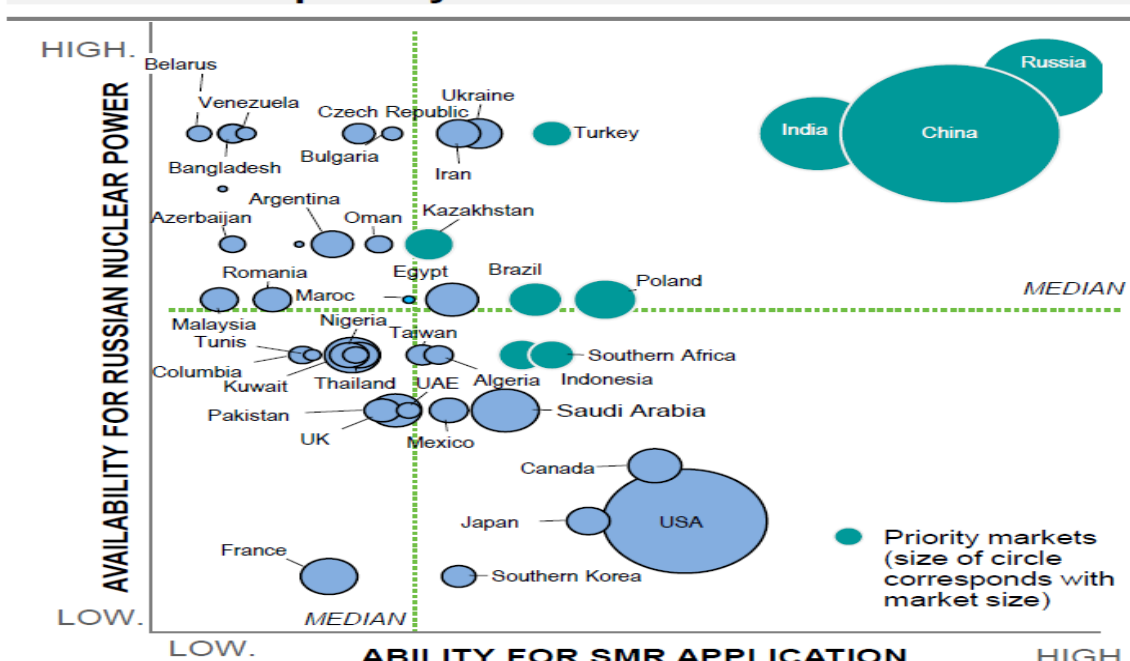
Renovation allows to minimize capital costs per unit two fold as compared with the construction of new capacities.

^{*)} The results of the complex study of technical feasibility and economic viability of the renovation of the 2nd, 3rd and 4th units of SVBR-100 based Novovoronezhskaya NPP

適用例としては、エネルギーインフラが劣るエリアで中小規模の発電/熱供給プラントとして適用できる。
また、石油ガス、金属精錬、鉱山など産業用の発電/蒸気供給のためにも使用することができる。

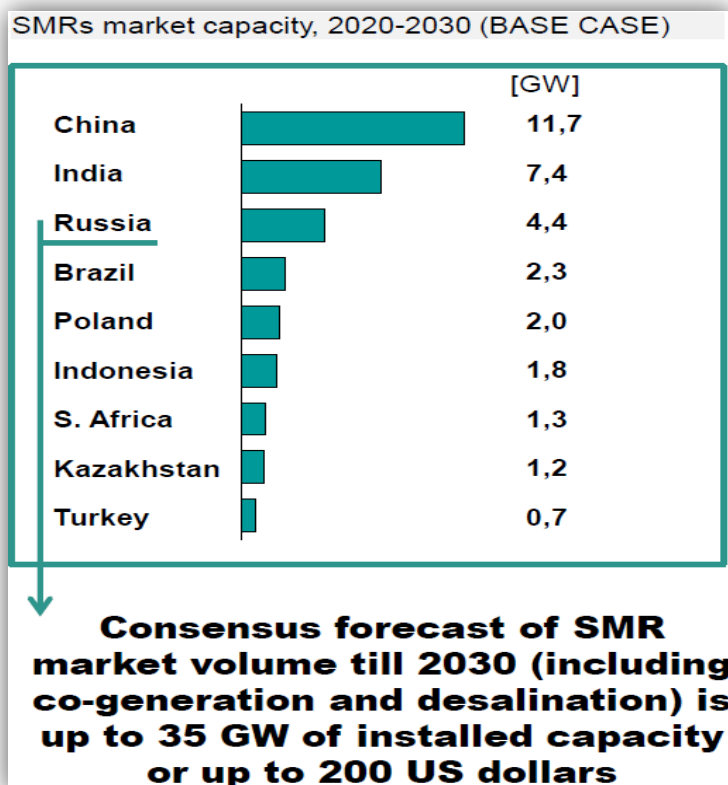
真水製造プラントを建設した上で、沿岸部に適用することができる。真水製造量は 20~30 万立米/日。
この炉は経済性に優れ、建設費を半分にすることができる。
新しい需要として 35GW があると考えている。

Definition of priority markets



Sources: Platts, The World Bank, IAEA, WNA, expert assessments, Roland Berger Strategy Consultants, for more details please consider appendix

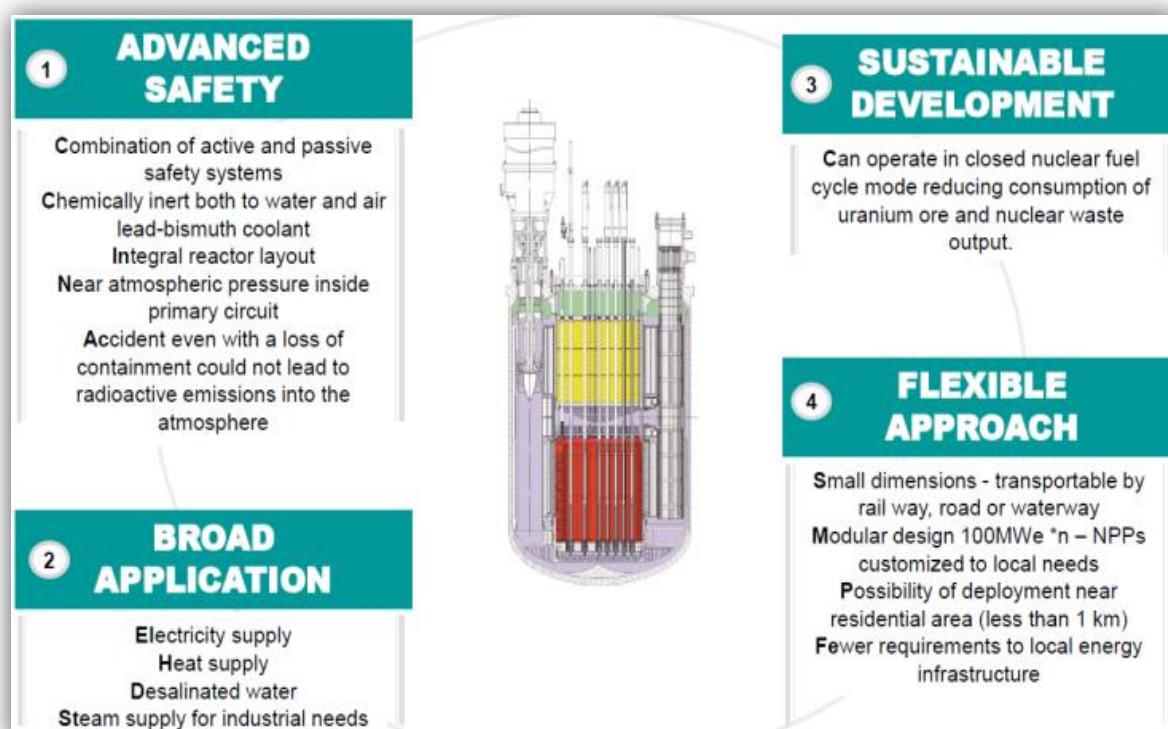
マーケット規模



コンセンサスとして、2030 年までに 35GW または \$200M と考えられている。

同炉の 4 つの長所

- ① 先進の安全性
- ② 広範な適用範囲
- ③ 持続可能な開発
- ④ 柔軟性のあるアプローチ



鉛ビスマスによる冷却の長所

- 温度：490℃
- エネルギー：～1.09
- 反応化学エネルギー：なし
- 放出水素と空気との反応に係る化学エネルギー：なし

SAFETY FEATURES: ADVANTAGES OF PB-BI COOLANT

Coolant potential energy strongly influences the number and complexity of the safety systems and can display its impact in case of accidents

Parameters /Coolant type	Water	Sodium	Pb / Pb-Bi
Temperature	P = 16 Mpa T = 300 °C	T = 500 °C	T = 490 °C
Maximal potential energy, GJ/m ³ , incl.:	~ 21,9	~ 10	~ 1,09
Thermal energy / incl. compression potential energy	~ 0,90/~ 0,15 (PWR)	~ 0,6/None	~ 1,09/None
Potential Chemical energy of interaction	With zirconium ~11,4	With water 5,1 With air 9,3	None
Potential chemical energy of interaction of released hydrogen with air	~ 9,6	~ 4,3	None

SVBR 炉と他の事故を起こした原子炉との差異

- 冷却材の蒸発は起きない（沸点 1670℃）
- 熱除去は自然冷却で行う。
- 水素発生・・・ジルコニウム不使用のため発生しない

SVBR – 100 – is an “after” Chernobyl & TMI & Fukushima NPPs designed up to “the lessons learned”

	TMI	Chernobyl	Fukushima	SVBR	SVBR design features
Coolant evaporation	●			Not possible	$t_b = 1670^{\circ}\text{C}$
Inability to remove Fuel afterheat	●		●	Not possible	Heat removal by natural circulation of LBC with heat transfer to tank water + 72 hours of non-interference
Growth of temperature in the reactor core	●		●	Not possible	
Fuel rods zirconium casing interaction with water		●	●	Not possible	No zirconium (steel casing)
Hydrogen extraction & explosion		●	●	Not possible in significant quantities	No zirconium (steel casing)

SVBR 建設プロジェクトスケジュール

2009 年 ACME 設立

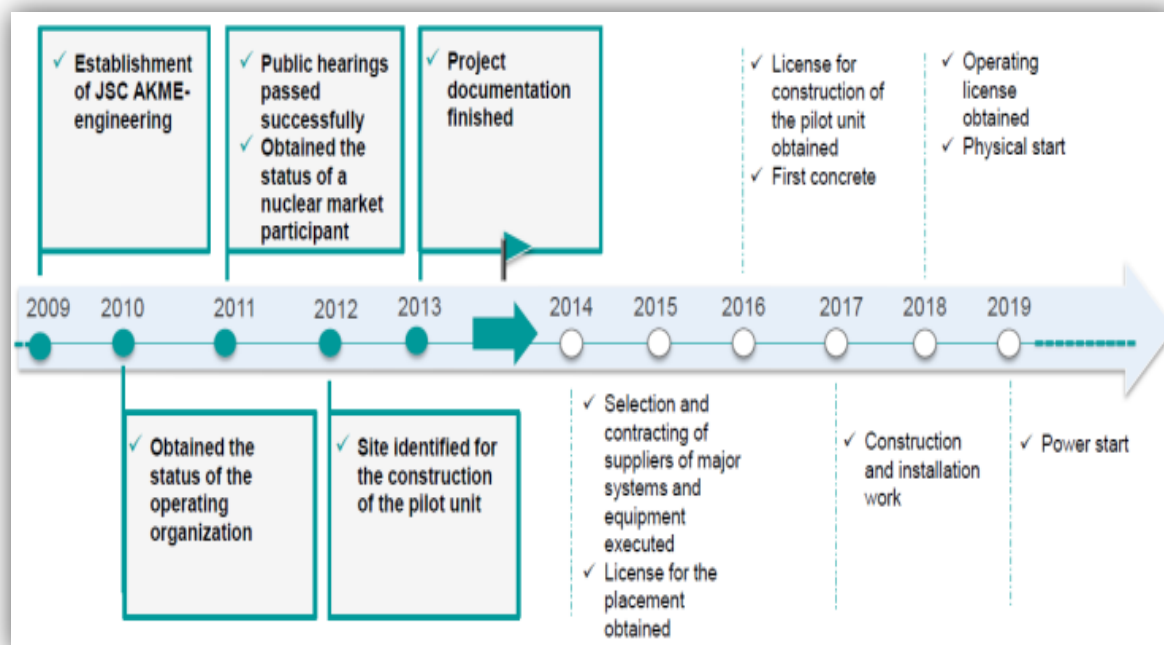
2012 年 建設サイト特定

2013 年 プロジェクト図書作成

2016 年 建設許可取得

2017 年 建設開始

2019 年 運転開始



SVBR 炉のパイロットユニット(ディミトロフグラード)の建設

- 同地での公聴会は好評であった。
- すでに借地契約書が締結されている
- 地方政府と協力協定が締結されている。

Prototype nuclear plant is to be constructed in Dimitrovgrad, Ulyanovsk region

Dimitrovgrad

FIRST OF A KING SVBR NPP PARAMETERS:

EVENTS BEHIND:

- Positive resolution of public hearing
- Authorized site (signed rental agreement)
- Collaboration agreement with regional government

- 1 unit
- co-generation mode
- Installed electric capacity: 100 MW(e)
- Heat capacity: 100 Gcal/h
- Efficiency factor: ~36%
- Working time: 50 years
- ICUF*: ~90%

初号機の詳細

- コジエネ対応
- 電気出力 100MWe
- 熱容量 100Gcal/h
- 効率 36%
- 寿命 50 年
- ICUF ～90%

本プロジェクト参加企業体

Russian Research and Design Institute for Power Technologies (VNIPIET)  General designer of the pilot unit Established: 1933	TVEL  Fuel supplier Established: 1996 (managing company)
Experimental and Design Organization Gidropress  Chief Designer Designer of reactor (integrator) Established: 1946	Central Design Institute of Machinery (CKBM)  Constructor of the main circulation pump and refueling machine Established: 1945
 Institute for Physics and Power Engineering named after A. I. Leypunsky Scientific director; Designer of the reactor core cooling technologies and systems Established: 1954	Scientific Research Institute of Atomic Reactors (NIAR)  Experimental study of the core elements and structural materials Established: 1956

質疑応答

服部：先ほどの小型炉の冷却材は何か？

回答：水である。

服部：なるほど水冷却炉と高速炉両方で小型炉を開発していると理解した。高速炉で野心的なプロジェクトが進んでいることに関して感銘した。安全を強調した第 4 世代と理解していいか？

回答：その通りで、第 4 世代の要件を満たすものと考えている。とはいえ、新しい要件もあるので注意深くプロジェクトを修正/見直ししているところである。原子炉では第 3 世代が実績が長いので、第 4 世代は 10 基以上を製造して経験をためて、経済性を確保して参りたい。

服部：鉛ビスマスは取扱い経験があるのか？ テストループでテストしたか？

回答：はい。潜水艦用として必要とされ実用化されている。軍事目的の開発は経済性が軽視される。安全面も十分考慮されてはいるが商業用より劣るため、今後経済性/安全性を解決し、出力を高めて参りたい。

服部：水/ナトリウム/ガス炉と比べて技術上の課題は何か？

回答：腐食の問題を解決したが、今後は長寿命の立証や SG なども含めた稼働率の向上が課題である。

服部：腐食の問題はどう解決したか？

回答：潜水艦での運転成果から塗装技術により解決した。

プレゼン 3

ローゼンエネルギー原子炉が開発する浮揚型原発：現状と計画 Mikhail Shurochkov 氏* *Floating nuclear power plant: status and prospects*

* Mikhail Shurochkov, ROSENERGOATOM - Deputy Director, Economic and Finance Directorate for Construction and Operation of Floating NPP

ROSATOM は 2005 年以來浮揚型原子炉に取り組んできた。プロジェクト参加企業は 500 以上に上っている。ロシア遠隔地では、電気需要が 1 日の中でも変動し、また季節変動も大きい。そのため浮揚型原子炉はメリットがある。出力と需要を合わせて運用する必要があり、それにより経済性、効率性を確保する。

KLT-40S 浮揚型原子炉

- プロジェクト投資会社：ROSATOM
- Rosenergoatom 社は、投資計画に従いプロジェクトを遂行する
- 浮揚型原子炉の建設/運転の責任部署は、契約処理、操業準備などを行う

参加者

- Atomenergo – general designer of floating NPP
- Eisberg – general constructor of floating unit
- Baltic Shipbuilding Plant – constructor of floating unit
- Afrikantov OKBM – general constructor of KLT-40S (NMZ と提携)等

プロジェクトの利点

- 原子力砕氷船の建造と運転の経験に富む。
- 浮揚型原子炉は、品質管理に優れ、試験実施可能な専門組織が建設する。
- RU は交際的な安全要件を満たす。
- 一方、運転において核物質を取り扱うことなく、放射性物質は貯蔵されない。
- 操作性に優れ、広範な出力制御が可能である。

プロジェクトの特徴

- 長期計画（1994 年にプロジェクトの選定、2000 年に MINATOM の決定）
- 3 サイトでの浮揚型原子炉の供給/設計容量の調整が可能
- 規制枠組（AC、原子炉稼働船舶、船の ATO と 3 重）
- プロトタイプモデル：技術的な向上、訓練等

短所としては、基準の基盤が弱いことがある。原子炉、船、修理などに関してである。

目的は遠隔地に電気/熱を届けることである。将来的には国際的な市場にも提供していきたい。

そのためにはプロジェクトを自国で成功させることが重要だ。

対象は船舶用であり、140mX30m程度の船舶に適用する。



35MW の出力 2 基で運用する。



使用例



作業現場



2013 年 9 月に SG ユニットが据え付けられた。



浮揚型原子炉のセキュリティの確保

全体的な目的：放射線被ばくからの住民や環境の保護

基準

- 通常運転時、放射性物質の放出を規定値未満とする
- 異常時/事故時、放射線の影響は通常運転時のある確立された制限値を超えないこと
- 設計事故想定、防護エリアでの防護計画

※セキュリティはきちんと措置を取ってあるため、大丈夫ということ。

浮揚型原子炉の計画

浮揚型原子炉プロジェクトの競争力は、以下の要素で決定される。

- 地域の化石燃料の輸入や関連する輸送業務が低減していること
- 当該地への関税レベルに競争力がある
- 化石燃料市場から独立している点
- 浮揚型原子炉のある地域の建設業での労働力が限られている点
- 浮揚型原子炉の信頼性と安全性
- 輸出可能性

これまで安全性のための努力をしてきた。

事故が発生しても影響は船舶内に限定される。

ストレステストを行い、万一の時でも船舶外へは放射能が放出されないことが立証された。

ストレステストは多様なシナリオを考えた。ユニットが投げ出されるといったシナリオも検討した。

この原子炉は、これまでの原子炉と比べても経済的に競争力がある。

北極圏では特に電力コストが高くなる（2-3 倍）ため競争力がある。

今後さらに生産量が増えれば、コストは低下するだろう。

コメント

服部：2, 3 年前に St. Petersburg のバルティック造船所を視察した際に熱交換器を製造していたので用途を聞いたら浮揚型用とのことだった。また翌年原子炉も見せてもらい、興味深かった。また福島第一事故以降、ストレステストも実施しており、しっかりやっているなという印象であった。

回答：安全第一でプロジェクトを進めている。福島第一事故以降、当該事故を考慮してストレステストを実施したが全ユニットで安全性は確保された。

全体的議論

服部：プレゼン①で経済性/安全性は如何？

回答：動的コンポーネントがなく、安全性が高い。



服部：25年で廃炉ということか？

回答：いや。25年でオーバーホールし、燃料を装荷して再度使用する。浮揚型については、船の修理も必要なので、時々シップヤードに戻して保守を行うことになっている。

電力コストに関しては、kWhあたり10セント。建設費は、kWhあたり、1900ドル～6000ドルが必要である。現在は高いが今後低くしていきたい。今後、原子力のコストとシェールガスのコストは拮抗していくだろうから、小型モジュール炉の開発継続は重要だ。

服部：DOEが小型炉をサポートしていることを承知している。それは米国でどう原子力技術を維持するかということがある。また新興国での需要/市場を視野に入れている。また遠隔地での軍事的ニーズということもあるだろう。産業界では、より安全でより核拡散抵抗性があり、廃棄物処理が容易な小型炉が開発されれば、より競争力を持つであろう。

小型炉開発にはあまり熱心でないが、福島第一事故以降安全な原子炉へのニーズがある。大型炉は初期投資が大きすぎて財政的な問題がある。小型モジュール炉はコストの問題を解決できるかもしれない。そうなれば、将来のマーケットの候補になりうる。1000MW超の炉は政府の支援がないと建設できない。実際それは米国で発生していることだ。

先方：日本の4S炉はどうするのか？

服部：東芝が設計したが将来どうするか未定である。米国での承認は順調に進んでいない。東芝も積極的に進めようとしているかは不明だ。マーケットがサポートしないとプロジェクトは進まないであろう。日本でも、福島事故以降、新規原発プロジェクトは難しく、4月には政府は原子力についてエネ計画で若干触れられただけになっており、依然再稼働が最重要課題になっている。もんじゅの目的も研究目的とされた。EUのADSプロジェクトにも日本は参加予定だが、予算の関係上大きな貢献はできないだろう。ガス炉の扱いとかが急に出てきた。エネ計画議論は最終段階で政治的なことになっている。

先方：ニュースでは日仏で第4世代炉を共同開発すると出ていたが。

服部：そういうニュースは出るが詳細は承知していない。CEAとJAEAの間かもしれない。

先方：財務/政府支援については、米国/ロシアでは官民協力によりプロジェクトを進めている。

服部：日本では新型炉の研究はJAEAが主導してきた。東芝は4Sを設計したものの、メーカーは必ずしも積極的とは言えない。30-50年後には水素社会到来の可能性があり、HTGR(高温ガス炉)が発展する可能性もある。



Kuznetsov 副理事長とプレゼン発表者



会議風景

8. 団員所感

1. 服部 拓也 一般社団法人日本原子力産業協会（会長）

今回は例年通り6月初旬にモスクワで開催されるロシア ROSATOM 社主催の ATOMEXPO での講演に併せて、シベリアのクラスノヤルスクにある MCC の視察、クルチャフ研究所での中小型炉の開発についての意見交換、世界最初の商用炉であるオブニンスク原子力発電所の視察、という盛りだくさんのスケジュールとなった。

ATOMEXPO2014

ATOMEXPO2014 は今回が第6回目であったが、ロシアの原子力開発戦略、とりわけ海外展開の目覚ましい成果を反映し、～1800 名もの出席者を得て、盛会のうちに開催された。ROSATOM が既に成約を得ている（20 プラントを超える）国々が中心であったが、国際機関のほか、フランス、英国、ドイツ、米国、中国、インド、トルコ、南ア、フィンランド、ベトナム、バングラデシュ、ハンガリー、ベラルーシなど、多くの国々からハイレベルの参加があり、WNA（リーシング事務局長）、IAEA（ビチコフ次長）、OECD/NEA（エチャバリ前事務局長）、AREVA（ウルセル CEO）、CEA（ベアール開発局長）他、世界の原子力界の著名人が講演やパネル討論に参加された。

このほか、中国の CNNC、フランスの EDF や CEA、英国のロールス・ロイスなどの展示ブースがあり、各展示ブースでのプレゼンテーションは毎年洗練されてきているが、各種模型や CG によるデモンストレーションの他、最新の情報ツールを使ったスマートなものであった。

プレナリーセッションのパネルでは、原子力開発における政府、産業界、および国際機関の役割が議論された。私からは福島の実況、エネルギー基本計画などに触れ、日本として引き続き原子力に取り組んでいくことを強調した。今回の最大の論点は、途上国における新規建設のビジネスモデルであり、わが国が直面する最大の課題（自由競争環境下における原子力開発）と共通するところがあり、また、英国など世界共通の課題でもあって、大変興味深かった。その他のセッションでは人材育成、バックエンド、安全文化、内部監査、など世界共通の課題が取り上げられていた。

また、例年同様、ROSATOM のキリエンコ総裁、コマロフ副総裁、スパスキー副総裁と個別に面談の機会を得、日本の原子力の現状と今後について説明し理解を得るとともに、将来の日露協力について自由に意見交換した。

MCC (Mining & Chemical Combine)

MCC はその名前だけでは判らないが、旧ソ連時代に核兵器用のプルトニウムを生産する主力施設であった。ロシア全体の東西のほぼ中央に位置する巨大なエニセイ川河畔のクラスノヤルスク近郊にある。モスクワまで約 10 時間飛んでから、空港で乗り継ぎのため 4 時間の待ち時間の後、また 4 時間かけて東に移動するという極めて効率の悪い移動となった。MCC はクラスノヤルスクから、車で北東に約 50km の蛇行するエニセイ川河畔のゼレズノゴルスクと呼ばれるところにある。

この町はかつてクラスノヤルスク-26 と呼ばれ、地図上にも表記されない秘密都市の一つであった。総人口 10 万人で、現在 MCC で働く人は約 5000 人とか、今なお、ゼレズノゴルスクは周辺から隔離され、町の入り口は厳重に管理されており、住民は自由に外部と行き来できないようだ。我々は MCC のゲストハウスに 3 泊したが、施設訪問

時以外は一度も外に出ることなく過ごすことになった。旧市街はサンクトペテルブルグの街並みのような佇まいで、決して殺伐とした雰囲気ではない。街中にはスポーツセンターや図書館など、住民対応上設けられたという施設が目につくが、住民が行き来する姿は余り見かけなかったのが奇異な感じがした。

MCCには50～60年代の米ソ冷戦時代に、3基の黒鉛炉と再処理施設が核攻撃にも耐えられるよう、岩山の岩盤(花崗岩)をくり貫いて建設された。2～300メートル厚さの岩盤が核施設を覆っている。施設内には専用の鉄道で入域するように設備されている。但し、原子炉や再処理施設全体のモデルが置かれた展示館での説明のみで、現場には近づけなかった。抽出されたプルトニウムはチェリヤピンスクやトムスクに運ばれ、核兵器に加工された。3基の原子炉の冷却はエニセイ川が使われた。原子炉は既に停止されているが、最後に停止された第3号機は町の暖房用の温水も供給していたとか。今では石油プラントが代替している。

現在のMCCでの最大の施設は使用済燃料の貯蔵施設であり、RBMK用の乾式貯蔵施設とVVER用の湿式(プール)貯蔵施設がある。また、次世代の再処理施設の基礎工事中であった。ロシアは再処理技術は既に開発済みであるが、当面は高速炉用にのみ再処理する計画であり、海外に輸出したロシア製原子炉の使用済燃料を一時保管するためにも大容量の貯蔵施設が必要であるとのこと。

クラスノヤルスクは19世紀後半に完成したシベリア鉄道の要所で、エニセイ川に架かるクラスノヤルスク橋はパリ万博で金賞を受賞した高度な技術が適用された。石器時代から人が居住していた遺跡もあり、17世紀前半、コサック人により開発が進んだ町である。ニコライ2世が中国や日本など東方訪問時に滞在した歴史があり、シベリアで経済発展中の最大の都市の一つで州都でもある。人口約100万人、クラスノヤルスク州全体の3分の1に達する。ちなみにクラスノヤルスク州は南北3000km、広さ234万平方キロと日本の6倍強、そこに人口約350万人とか。エニセイ川とともに、スケールの大きさに圧倒される。

冬場は零下50度にも達する寒冷地であるが、周辺は広大な丘陵地で肥沃な黒土の農地が広がる。金、アルミ、パラジウム、シリコンなど非鉄金属工業のほか、化学工業、宇宙産業も盛んで、町の中心部は錆だらけの旧式の市電が走っているが、未だ道路整備が追いつかず、インフラ整備が課題と見受けられたが、国際コンベンションも開催できるビジネスセンターがある。レスリングが盛んで、国際大会も開かれてきた体育館、バレーシアターなどの施設も整っている。

また、2006年の大統領令により、周辺の3大学を併合し、650haという広大な敷地に立派なキャンパスが広がるシベリア連邦大学(ロシア全体で連邦大学は8校)が設立された。19学部、学生数は4万人を超え、教職員数も8500人、多くの海外留学生を受け入れ、日本センターや日本語クラスもある。2008年にノーベル化学賞を受賞された下村博士から指導を受けているとのこと。連邦大学の学長から日本との研究開発分野での協力を強く要請された。

クラスノヤルスクからエニセイ川畔を車で30分ほど遡ったところに、出力600万kWの水力発電所があったが、その規模には驚かされた。なお、ガソリンの値段はグレードにも依るがリッター30～35ルーブル(ロシア人に言わせると1米ドル、約100円)と日本に比べてかなり安い。

クルチャトフ研究所

クルチャトフ研究所ではロシアが開発中の中小型炉の開発状況について説明を受け、意見交換した。船用(砕氷船)原子炉を転用したもので、主に遠隔地用に、電力と熱の併給システム、出力規模も100kWeから100MWeまで幅広く、様々なタイプがある。燃料装荷した状態で工場出荷し、現地での燃料取り扱い(交換)不要で、25年間運転継続可能としているのが最大の特徴。自然循環で、静的システムを採用し、安全性、核

不拡散抵抗性、テロ対策に優れているとの説明。

この他、出力 100MWe 鉛ビスマス冷却で、熱供給の高速炉を、官民プロジェクトで開発中。設置場所はデミトロフグラード、2019 年の運転開始予定。運搬性を考慮し、小型のモジュール炉、静的システムと動的システムの組み合わせで安全性を高めており、いわゆる第四世代原子炉との説明。民側の主体は AKME エンジニアリング社である。鉛ビスマスについては、原子力潜水艦で十分な実績と経験があるとし、経済性が今後の課題との説明。なお、SMR のマーケットは 2020 年までにモジュール炉が完成するという前提で、2030 年までに世界全体で 35GW、国別には、中国、インド、ロシア、ブラジル、ポーランド、インドネシア、南ア、カザフスタン等が可能性ありと想定しているとのこと。

オブニンスク原子力発電所

ロシアが世界に先駆けて 1954 年に完成し、2002 年まで 48 年間運転した出力 5000kW の黒鉛減速、軽水冷却の原子炉。今年 6 月 27 日、運転開始後 60 周年を迎え、記念式典を予定し、博物館に衣替え中。廃炉プロセスにあるが厳しい入域管理。1950 年に開発計画が決定され、1951 年から 3 年間で完成させた技術力に驚くばかり。核兵器を開発した技術があったとはいえ、その後大型化が進んだ RBMK 炉(チェルノブイリ型)の原型が 1950 年代に完成し、ものづくり能力が追随できたことは、旧ソ連の科学技術力と国家の威信をかけたプロジェクトのすごさを思い知らされたところ。

2. 北川 修 独立行政法人日本原子力研究開発機構

今回の視察では、MCC の数ある原子力施設の中で、結果的に使用済燃料の貯蔵施設のみしか見学できず、特に個人的に最も興味が有り、運開間近であると思われた再処理実証プラント（PDC）が基礎工事中であったことは残念でした。

視察を通じて、ロシアでは主力である 2 つのタイプの原子力発電所の使用済燃料が再処理されず、原子力発電所サイトに滞留していくことに危機感をもっており、バックエンド問題に真剣に取り組んでいることが伺えました。そのような状況から、使用済燃料貯蔵施設の建設を積極的に進めている一方で、PDC の工事の進捗状況から 2025 年以降に運開を計画している再処理工場の建設についてはあまり慌てていないように感じました。このあたりは、日本とは状況や環境が異なりプルトニウムが溜まっていくことに懸念はなく、広大な土地もあり、再処理工場の建設が進まなくても貯蔵施設を建設して保管すれば良いとの考えもあるのではないかと思います。見学した乾式貯蔵施設については、RBMK 用燃料集合体が上下を 2 つに分離できる特殊な構造であることから、ユニークな貯蔵方式を採用していると思いましたが、日本における乾式貯蔵方式の参考にはならず、むしろ VVER 用使用済燃料をどのように乾式貯蔵するのが気になったところです。また、再処理技術については、フランスの UP-2 や UP-3 を意識して技術開発を進めるものと思われるので、情報入手は困難ですが、今後の動向を注視したいと思いました。

一方、クラスノヤルスクはエニセイ川と呼ばれる大河が町の中心を雄大に流れ、小高い丘から見た景色はシベリアの町とは思えないほど美しかったのが印象的でした。初めてロシアを訪れ、食べ物については特に野菜が新鮮で、料理も日本人好みの味付けであったことには驚き、短期間の滞在でしたが、個人的に持っていたロシアの印象が大きく変わりました。

最後に、視察を通して非常に貴重な経験をさせて頂きました。今回、ご一緒させて頂いた訪問団の方々、視察をアレンジして下さった日本原子力産業協会のご担当の方々に深く御礼を申し上げます。

3. 田中 治邦 日本原燃（株）

MCC について

（a）湿式貯蔵施設の視察

要は水プールであるが、日本の場合の、燃料の長さの 2 倍 + 遮蔽厚さ = 深さ、つまり、燃料を燃料貯蔵ラックの上を通過させて運び、1 体ずつラックに入れる、という我が国の設計とは異なり、使用済燃料は 10 数体が一つの貯蔵バスケットに入れられ、このバスケットを水平移動してプール内に並べて据え置く、という設計。

プール水の大規模漏洩事故に備えて、緊急灌水システムを張り巡らせる設計により福島第一事故の教訓をしっかり反映しようとしていた。

プールには、蓋を被せているので上を歩くことができる。小道具などを燃料の上に落とす心配が無いし、人間がプールに落ちることも無い。この蓋は、どこでも容易に外して、水面のすぐ真上から中を覗くことが出来る。日本では、プールサイドから双眼鏡で斜め方向に見るか、或いは乗り込んだ燃料取扱機をプール上に動かして高いところから真下を覗くしかない。一方、ロシア方式の場合、広いプール内部に、細かく分割された蓋を支える構造が必要であり、それと燃料取扱機との干渉を考える必要がある。

（b）乾式貯蔵施設の視察

乾式貯蔵のスタイルは、日本のような輸送・貯蔵兼用キャスクが貯蔵施設に届いたら、そのまま起して縦置きで並べるといった方式とは全く異なる。

集中貯蔵のために、ガラス固化体貯蔵建屋のように、林立する縦型収納管を内包する建屋を用いる。収納管の中に収められるキャニスターには、複数体の使用済燃料を入れる。従って、輸送用のコンテナ（キャスク）が MCC に到着してから、中の使用済燃料の詰め替えが行われる。この詰め替えと、貯蔵用キャニスターの封入を行うので、多数のマジックハンドが並ぶ大型のホットセルがある。

このような方式をとる理由は、個別に遮蔽能力を備えた大型輸送・貯蔵兼用キャスクを並べるよりも、集中貯蔵施設の設計として効率的だというものであろう。経済性比較を行った上で選択したようである。

日本では、早期の大規模投資を嫌うこと、将来の最終貯蔵容量を限定したくないこと、地元の理解獲得の容易性などが、日本方式の採用理由となっている。

（c）両施設に共通の感想

湿式、乾式の使用済燃料中間貯蔵施設について、たいへんに熱意の溢れる説明を受けたので、基本的な印象としては昔の鉄のカーテンの裏側に来たという印象は無いが、核物質防護は厳密であった。最近のスマートフォンは勿論、携帯電話ですらカメラ機能がついているので、MCC 見学日には携帯電話をホテルに残すことを要求された。車のままで施設境界を通過するからだとの説明。この辺りは、施設内の建物に入る直前に送迎する車の中に残せばよいのではないかと考える我々の流儀は甘いようである。その結果、建物の概観写真すら撮ることは出来なかったし、見学中に日本から連絡を受けていないかと不安があった。

管理区域から出る際に、汚染検査をしないことにはちょっと驚いた。勿論、手袋や白衣、靴カバーを脱ぎ捨てて出るので汚染検査は不要というのは分かるが、日本では、汚染区域に入る場合は、ホールボディカウンターで内部取り込みの有無までチェックしている。MCC には、原子力発電所から破損燃料は運んで来ないことが理由であろうと推定するが、発電所での燃料破損率は、相当に高そうであり、見落としがないかと考えてしまう。

次世代再処理技術の研究は、出来れば情報交換すべきで、JAEA も日本原燃も現在は資金的余裕が無い

が、情報交換ぐらいはやって良いと考える。しかし、ロシア側の意図は、それではやっても意味が無いと言うところであろう。尚、ガラス固化技術の情報を得たかったが、聞ける時間的余裕は無かった。

(d) 地下核施設についての余談

現在は運転をやめてしまっているが、プルトニウム生産用原子炉 3 基とプルトニウム回収用化学工場が、エニセイ川流域の山の下に建設されており、稼動時には、ゼレズノゴルスク市から従業員を鉄道で通勤させたとのこと。市内にある MCC 社の展示館で、模式的な断面図と、原子炉の制御盤、古い写真や若干の機器の模型を見ることが出来た。

既に稼動をやめているにもかかわらず、実際の施設には案内して貰えず、どこにあるかすら明確なことを教えて貰えなかったが、使用済燃料の中間貯蔵施設からゼレズノゴルスク市方面へ向かう道を反対方向に辿るとの説明があった。

このことと、Google 地図の航空写真でゼレズノゴルスク市から繋がる鉄道を MCC 方向に辿ると、中間貯蔵施設の北西に地上施設があり、この中に、地下核施設の入口があるものと推定できる。その付近には、エニセイ川に近いにもかかわらず、人造の池が複数存在しており、冷却排水に係わるものと推定できる。単なる地図では見出すことはできない。

山の下、地下 200m に軍事目的の核施設を建設した理由は、勿論推測が容易だが、ロシア人自身が「米国による核攻撃を恐れたからだ」と発言。昔は西側諸国から見れば、鉄のカーテンの反対側で如何なる核武装の開発が行われているか恐怖があった訳であるが、むしろ旧ソ連から見れば、実際に広島・長崎に原爆を投下した米国こそ危険な恐ろしい存在で、自分達の核施設を核攻撃に耐えるものとして建設する必要を感じ、関係者以外の立ち入りを禁じる秘密都市で必死に研究開発を進め、米国を追いかけ追い越そうとした気持ちを、真に尤もと納得した次第である。

クラスノヤルスク大学の訪問

ロシアに 8 個あるシベリア連邦大学の一つである。土曜日であったため、19 の学部と 40 以上の研究施設を擁し、4 万人の学生が 8,500 人の教官の下で学ぶという巨大な姿を見ることは出来なかったが、我々を迎える為に出動してくれた学長はじめ核物理学の教授陣など一部の教職員と会議を持つことが出来た。英露、日露の通訳が協力して意見交換を支えてくれた。

会議は、近代的なガラス張りで高層の新しい図書館で行われた。最上階には展望台と小奇麗なゲストルームがあり、素晴らしい設備で、とてもシベリアにあるとは思えない建物であった。

また、同図書館の 1 階に、日本文化センターがあり、女性の副センター長と数名の若いスタッフと会うことが出来た。40 人以上の学生が日本のことを学んでいるとのこと。若い女性スタッフは、日本人以上にシャイな雰囲気で、都会から VIP の訪問を受けて小さくなっているという雰囲気だが、会話をしてみると、謙譲形の「何々でございます」とか、尊敬形の「何々でいらっしゃいますか」と言った難しい日本の敬語を使いこなし、極めて流暢に日本語を話す。

この日本文化センターの中には、姫路城や富士山の写真、扇子や掛け軸、折り紙といった日本を表す品々が豊富に展示され、一瞬日本に帰った雰囲気あり。

一番年長な女性副センター長は訪日した経験があるとのことだったが、他の若い女性スタッフ達は日本を訪れた経験が無いと言う。シベリアの中央で日本を学ぶ意欲を持ってきているこの若い人々を何とかしてあげたいとの衝動にかられ、帰国後はウクライナ問題で悪化する両国の関係に気をもんでいるところである。

その他、ロシア全般に関する印象

(a) アエロフロート航空

恥ずかしい話であるが、自分の持っていたロシア（旧ソ連）に関する先入観は甚だ古いものである。自分の体験に基づくものではあるが、酸っぱい黒パンと美味しくないスープ、笑わず冷たい表情の人々、アエロフロートの飛行機は揺れがひどく座席は壊れ、掃除の行き届いていないトイレは臭う、というもの。それが今回一変したというのが、第一の印象であり、若干残る不満も愉快的な経験と言った類に収まるもの。

まず、恐る恐る乗ったアエロフロートの飛行機はエアバス社の新鋭機で快適。シートはかなり倒れ（リクライニング）、身長に対し十分な余裕がある。スリッパが無く、毛布は薄かったが、熟睡できた。女性アテンダントは、皆、明るい赤の制服と帽子。この赤の印象が、過去感覚と全く違った。旧ソ連の濃く暗い赤を予想したが、オレンジに近い明るい赤で心を和ませる色合いである。ここに記した印刷は、私の意図を反映した色合いに印刷されたであろうか。



濃く暗い赤



明るいオレンジ

(b) シェレメチェボ空港

アエロフロートの国際線を利用したにもかかわらず、そのハブ空港であるシェレメチェボ空港ではターミナルではなく駐機場に到着し、バスでターミナルへ運ばれた。バスの運転は超乱暴であった。

入国審査官は、挨拶してもニコリともせず、入国目的などの質問も無い。審査官は一言も話さず、入国カードを作成してパスポートへ貼り付ける。こちらは黙って立っているだけで十分と言うのは、楽と言える。

国内線に乗り換える際の手荷物の透過検査は甘く、うっかり入れ放しにした水のボトルが通ってしまった。

(c) クラスノヤルスク市

シベリア中部のクラスノヤルスク州の州都。大都市で、エニセイ川の両岸に広がっている。西方向に、滑走路 1 本ずつの飛行場が隣接して 2 つある。エニセイ川を利用した水運もあると思われるが、南北方向の移動は余り意味が無く、シベリア鉄道やトラックによる陸送、空輸が主であろう。郊外に出ると、車は爆走する。

市内の道路を走る小型乗用車は、日本車が半分以上と圧倒的に多い。市内の公園は美しく、露店もある。クラスノヤルスク市の歴史は古く、歴史資料館が充実していた。市内には、広告宣伝も見かけることが出来る。体育館では、剣道の練習をする大学生、高校生達に会った。

シベリアは寒いと言うのは容易に想像の付くことだが、夏にもかかわらず、雨が降るとフードのついた防寒服が必要なほどであった。

(d) ゼレズノゴルスク市

クラスノヤルスクの東方向に車で約 1 時間のところに位置し、市内に入る前に検問がある。市内に入れば、秘密都市と言っても、欧風の綺麗な都市である。高層建築は無く、3～4 階建ての高さの揃った街並みで、街路には緑が多い。看板の宣伝はまだ少なく、ネオンサインなどは無い。Google の航空写真で見ると、碁盤の目のように作られた都市計画が分かる。静かで落ち着いた街である。

郊外に出ると、石炭火力発電所による遠隔給湯システムで地域暖房する太いパイプが道に沿って走っている。こ

れは、日本人には見慣れない景色。交差点や、門の前では、上を渡っている。隣接して人造湖がある。

(e) ホテルの施設

ゼレズノゴルスク市で 3 泊したホテルは、MCC 付属の施設。市街地の外れ、森に面する場所にあった。ホテルの部屋は広かったが、調度品に豪華さは無い。室内は明るく、全面が板床だが冷たくは無い。夏でも暖房が必要で、それが良く効いているためであろう。ベッドの布団カバーは、コサック模様。

ヘアドライヤーと歯ブラシはあったが、スリッパ、ガウン、ティッシュペーパーが無く、タオルの数が少ない。冷蔵庫はあるが、ジュースやアルコールは入れてなく、水のボトルがあるだけ。テレビ番組は、全く理解できないが、笑い声が沢山の一般向け番組があった。

苦労したのは入浴。バスルーム内に浴槽は無く、狭いガラス張りのシャワールームがあるだけ。ヘアシャンプーは無く、大きな固形石鹸が 1 個だけ。集中給湯システムは、朝早いと冷えていて、なかなか熱いお湯が出ない。1 時間以上も蛇口から出しっ放しにして、漸くお湯になった。

(f) 食事

食事は予想と全く異なり、大変に美味しいものであった。野菜は新鮮でふんだんに出される。スープは、ご飯を溶いたようなもので、甘くクリーミ。卵料理が多く、肉や魚も美味。デザートもくどくない。日本人に合う味、内容であり、好印象。

(g) モスクワ

田中は、ATOMEXPO には参加せず帰国したが、シェレメチェボ空港で乗り換え時間が長かったので、モスクワ市内に入った。

赤の広場は、石畳でゴツゴツとして歩きにくく、大陸間弾道弾を載せたトレーラが走るとは、とても想像できなかった。広場は明るく、観光客で一杯である。赤の広場を歩くと、ロシアが多民族国家であることがよく分かる。

広場の横に立つ聖ワシリイ大聖堂は勿論、ロシア正教の教会は、どこにあるものも美しい。

広場に至近のグム百貨店には、著名な高級ブティックが並ぶ。完全に西側自由主義国のイメージ。入出国審査の係官を除けば、どこで会う人も、皆ニコニコと微笑み、第一印象が良い。ロシア自体が NATO に入ってしまうと良いのにとすら感じた出張であった。

4. 彦坂 淳一 丸紅株式会社

2013 年 11 月 9 日、私は 50 歳を迎えました。ショックはありましたが、家族・友人が祝ってくれました。

その 2 週間ほど前の 2013 年 10 月 26 日は原研(当時)の動力試験炉 JPDR で日本初の原子の火が灯ってから記念すべき 50 周年の日。50 年という節目であるにもかかわらず、誰に祝ってもらうこともなく、否、誰に気づかれることもなくその日は静かに過ぎていきました。私はこれまで日本の原子力と常に同い年であることを誇りに思ってきました。実際、19 歳の時長く苦しいラグビー部の夏合宿でスクラムを組みながら、将来の道として原子力工学を選ぼうと決めたのも、その頃その事実を知ったからです。しかし、福島の前被災者の方々の生活を一変させることになってしまった 2011 年 3 月 11 日のあの事故が、これほどまでに原子力の立場を変えてしまったということを改めて思い知らされました日になりました。

2012 年、関係者のご尽力で日露原子力協定が発効しましたが、すぐに日露間で原子力ビジネスが成就する環境にはありません。それでもロシアが必要とされる状況が今後生まれてくると考えています。JAIF は、服部理事長の下、長年日露原子力業界の相互関係の構築と向上に努めていらっしゃいました。今後は私も少しでも力になりたいと考えるようになりました。

日本での事故の影響は些少と言えるほど、ロシアでは原子力関係者の期待感、高揚感があります。新規プロジェクトや輸出プロジェクトが進み、それに対応するべくバックエンドでも再処理、MOX、処分プロジェクトが並行して進んでいます。ROSATOM の長期的視野に立った首尾一貫した方針とキリエンコ総裁のリーダーシップによるものと考えています。そのスピード感にも驚きました。再処理パイロットプラントの建設現場はまだ基礎工事の最中でしたが、来年には運開し初年度の目標は再処理 10 トン U だそうです。これが本当に可能かどうかのコメントは控えますが、チャレンジングな目標に向かって戦う姿を見ることができました。

私は社会に出てからのほとんどの期間、所謂「バックエンド」に係っています。使用済燃料管理、廃棄物管理・処分、廃炉といった分野ですが世の中や業界の関心は決して高いとは言えない分野です。今回クラスノヤルスクに行くということでお声掛け頂き参加致しましたが、参加したのは 3 社…。昨年、原子炉輸出に係るミッションでは 10 数名の参加者がいたことを考えると少ない。ニッチな世界なんでしょう。

原子力に係る人間として、福島の事故で被災された方々、避難を余儀なくされている方々には本当に申し訳なく思っています。バックエンドはそのご負担を少しでも軽減できるものと考えており、その重い責任を背負いつつ、さらに頑張ろうと思っています。どうぞ引き続きご指導宜しく願いいたします。

5. リュー・ダニエル・イーチャン 一般社団法人日本原子力産業協会

- シベリア中部クラスノヤルスクに行くために、飛行機でモスクワまで 10 時間かかり、4 時間半の待ち時間の後、また 4 時間半かけて国内線で行ったのは低効率だった。今後日本〜クラスノヤルスク間を移動する際は、東京―北京―クラスノヤルスクというルートも検討したほうが良いだろう。
- 国の政策上、通常では訪問することが困難な秘密都市であるゼレズノゴルスク市へ鉱業化学コンビナート MCC の視察ができ、一生忘れられない経験となった。
- 地元のロシア人にも出入りが大変厳しいゼレズノゴルスク市では、住民のための施設（大学、公園、スポーツセンター、シアター、教会など）が充実し、全く生活に問題ないようだが、人口 10 万人もいる町に住民の姿があまり見られなかったのはとても印象的だった。
- MCC の総裁の話によると、日本と同じく MCC でも若手の職員が少ないため、次世代の育成や若手職員を確保する必要性は非常に高いということだった。
- また ATOMEXPO に参加した講演でも、多くの原子力専門家が現在原子力産業で一番大きな共通課題は次世代に対する人材育成だと表明。円滑な世代交代を進めることの大切さを改めて強く感じた。
- 人材育成の他、ATOMEXPO のような国際的なイベントに参加し、国際ネットワークを強化することが大事だと思う。現在のグローバル世代では、原子力は確かに特別な産業だが、日本とロシアは原発事故の経験者として、ネットワークが形成され活動が展開されることが期待されている。さらに今後原子力発電の新規建設などは、アジアの中国やインドという新興国が中心になるので、この地域でのネットワークの役割は重要になると感じた。
- ロシアは国として、原子力産業に対して巨額の資金や力を投入しているのに驚いた。原発に対して賛否両論がある日本や台湾と両極化しており、羨ましく思った。
- また、国内の原子力発展だけではなく、近年ロスアトム社が積極的に海外事業を展開していることを聞いた。大量資金と規模は大変大きく、この分野でのロシアの競争力と野心を感じた。
- 今まで日本とロシア両国間の交流はあまりないため、お互いのこと（文化も含め）を知らないことがたくさんあるのが初めて分かった。
- MCC およびロスアトム社から今後原子力についてのコラボレーションや情報交換について、日露協力をしたいと積極的に提案があった。
- ロシアのバックエンド施設が充実しており、バックエンドのビジネスも何十年経験を持つ。確かに日本にとって参考になるところが多いと思う。今後両国間が今より頻繁に交流したほうが良いと思った。
- ロシアの首都モスクワは世界有数の国際都市にもかかわらず、英語の普及度は東京よりずっと低く、外国人には優しい環境ではなかった。しかし、街中は東西入り混じった異文化が感じられ、貴重な体験ができた。
- ロシア人はおもてなしで知られている日本人より、ホスピタリティーと気遣いが素晴らしく、ロシア人に対する印象は変わった。
- 食事はあまり期待していなかったが、思ったより美味しかった。特にシベリアにしかない白いサーモンや野生ベリーは印象的だった。
- どこに行っても交通渋滞がひどく、次回訪問の際は移動時間に気をつける必要がある。
- 初めて訪問するロシアに対して、治安と国民性に少し不安だったが、10 日間の滞在中全くトラブルがなく、仕事もプライベートもスムーズに過ごせて好印象だった。