

2017

ロシアの電力・原子力事情



RUSATOM SERVICE

アルメニア原子力発電所 ロシア製 VVER-440 1基運転中
後方に 大、小アララット山

— ロシアの電力事情・・・・・・・・ 1

— ロシアの原子力事情・・・・・・・・ 9

2017年12月 日本原子力産業協会

ロシアの電力事情

参照: [系統運用会社 SO UPS](#)

2014～2016年の発電電力量および電力需要

発電電力量	2014	2015	2016	2016／2015年 %
	億kWh	億kWh	億kWh	
	10,249.43	10,268.77	10,484.56	102.10
火力	6,211.23	6,141.27	6,143.52	100.04
水力	1,670.63	1,601.71	1,783.06	111.32
原子力	1,802.55	1,949.98	1,961.46	100.59
風力	-	0.06	0.05	82.47
太陽光	-	0.07	0.72	
産業企業内発電	565.02	575.69	595.76	103.49
（火力）	562.13	573.12	593.24	103.51
（原子力）	2.74	2.57	2.52	98.31
電力需要	10,138.58	10,082.51	10,268.56	101.85
バランス	-110.85	-186.26	-216.00	

※ 約 700 発電所 (>5MW) が対象

※ 2016 年電力需要増（前年比）の主な原因

- ・ 同年 1 月平均気温の前年比 -4.6°C と電力需要 $+2.2\%$ 。

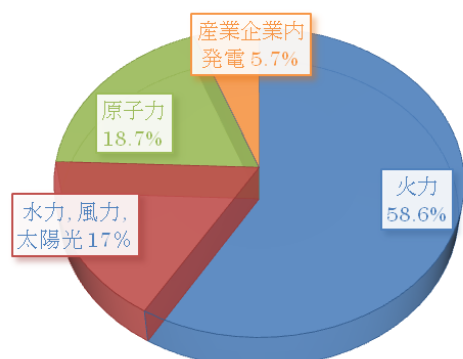
北西地域（同年 1 月の前年比 -6.5°C 、電力需要 $+6.2\%$ ）、シベリア地域（同 -9.4°C 、電力需要 $+5.1\%$ ）

- ・ 同年 12 月平均気温の前年比 -5.7°C と電力需要 $+5.7\%$ 。

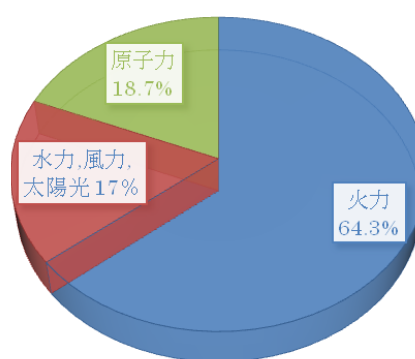
中央部地域（同年 12 月の前年比 -7.4°C 、電力需要 $+7.8\%$ ）、南地域（同 -5.7°C 、電力需要 $+11.6\%$ ）

※ バランス プラス(+)表示：輸出<輸入、マイナス(-)表示：輸出>輸入

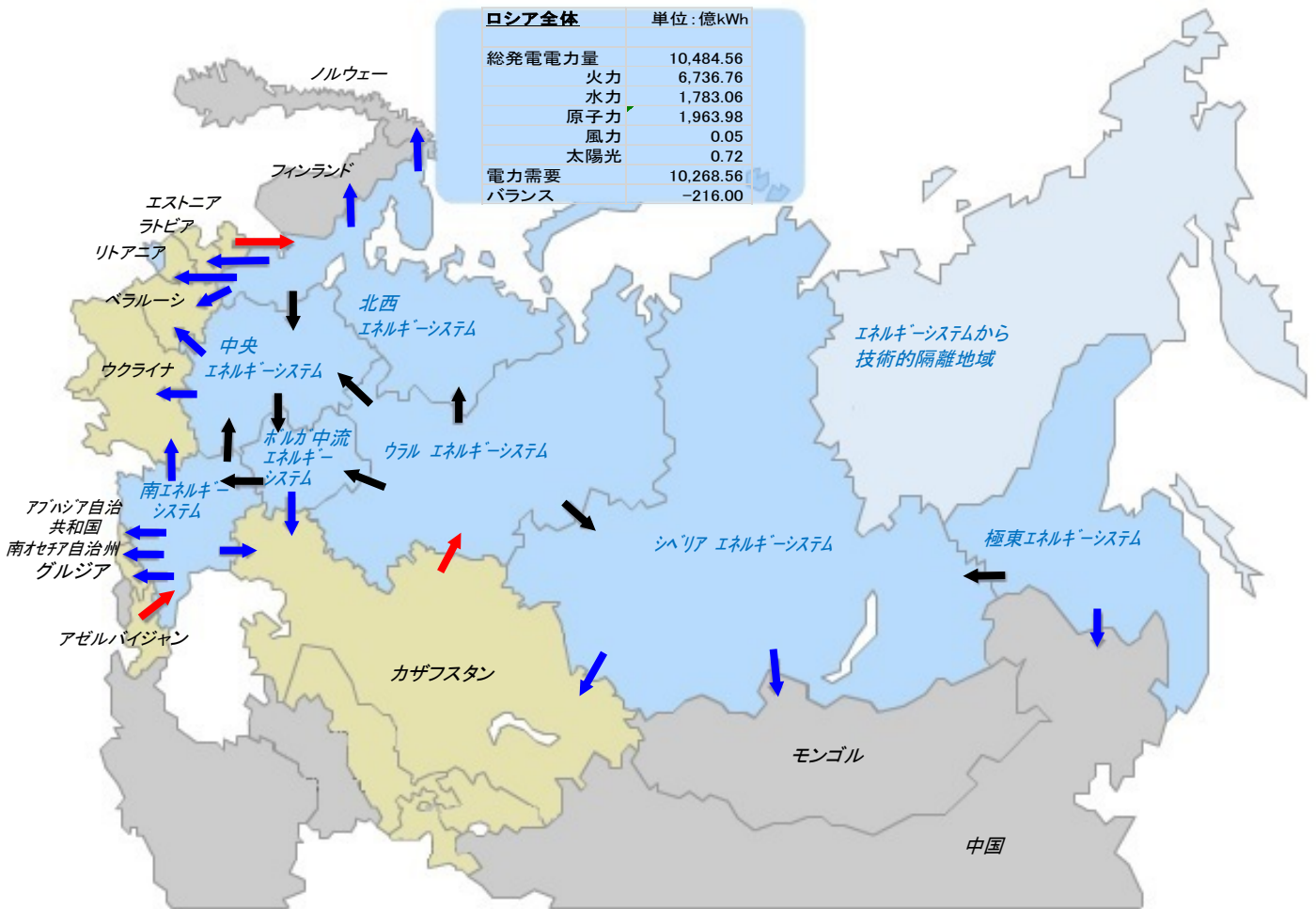
発電電力量（2016年）
産業企業内発電を含む



発電電力量（2016年）
電源種別

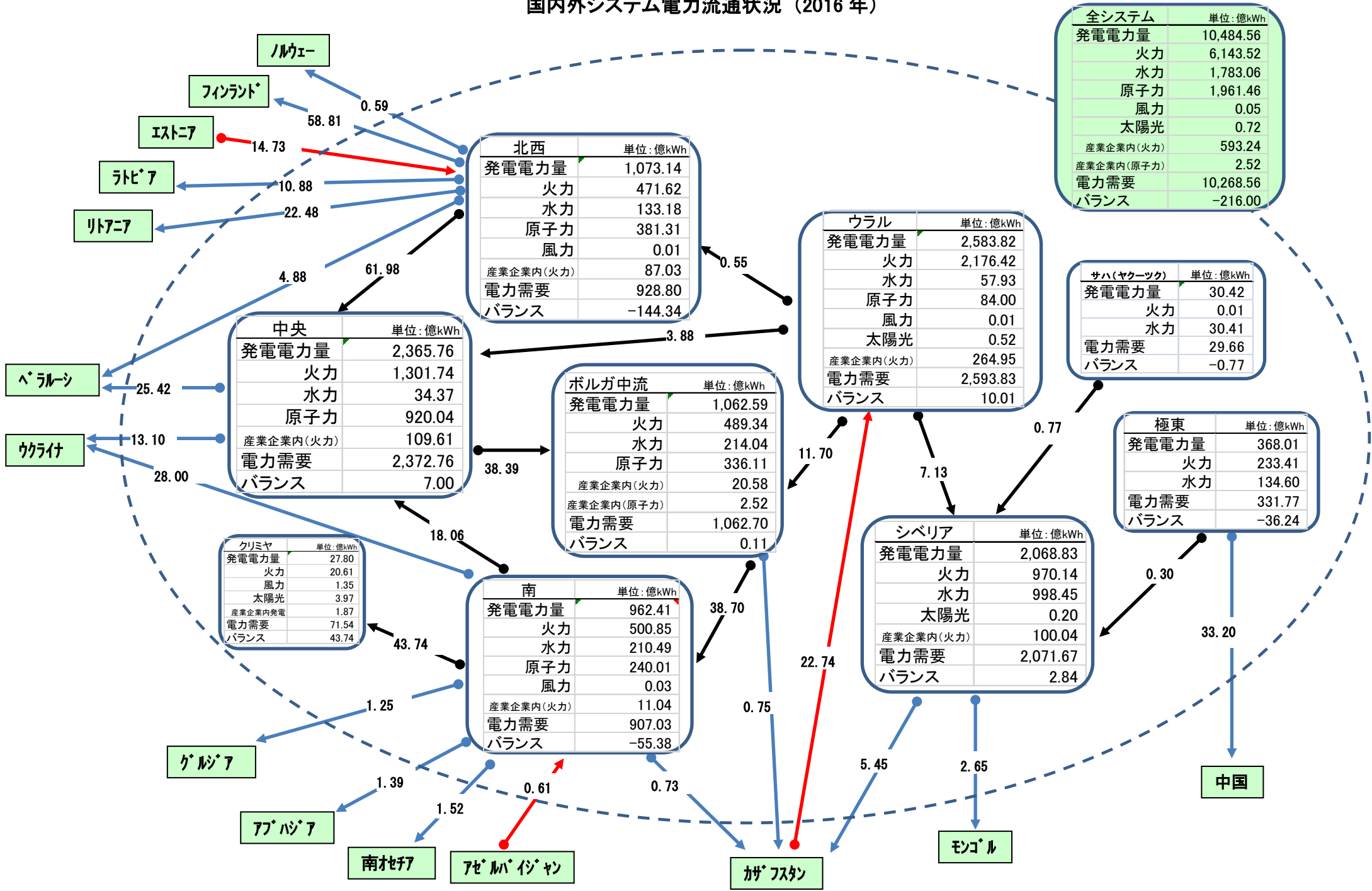


7統合電力システム間の電力流通と輸出入（2016年）

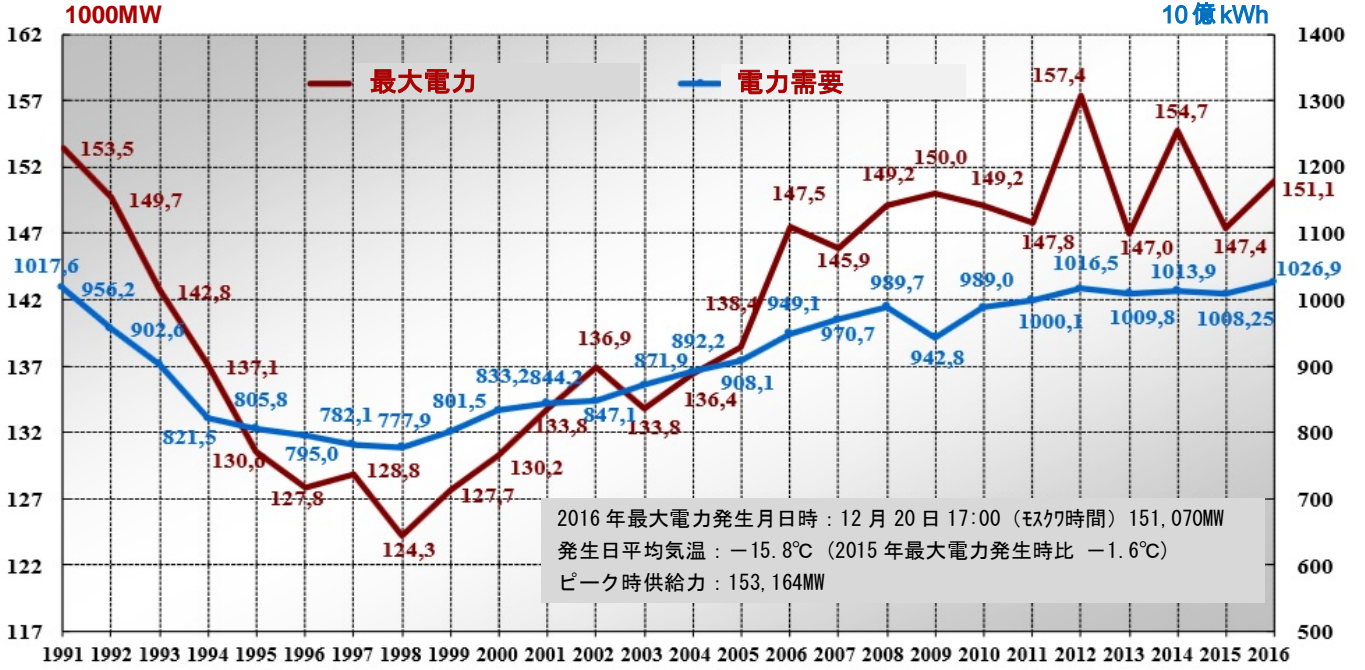


- 輸出** → フィンランド、ノルウェー、ラトビア、リトアニア、ベラルーシ、ウクライナ、カザフスタン、モンゴル、中国、グルジア、アブハジア、南オセチア
輸入 → エストニア、アゼルバイジャン、カザフスタン
国内システム内供給 →

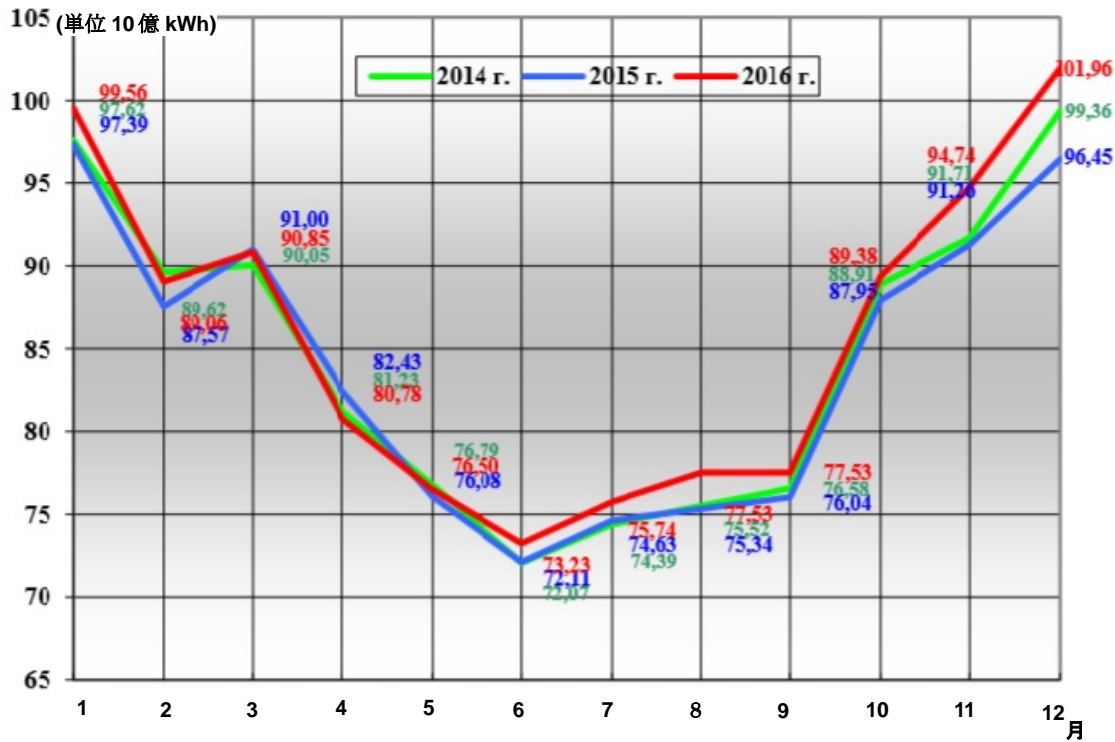
国内外システム電力流通状況 (2016年)



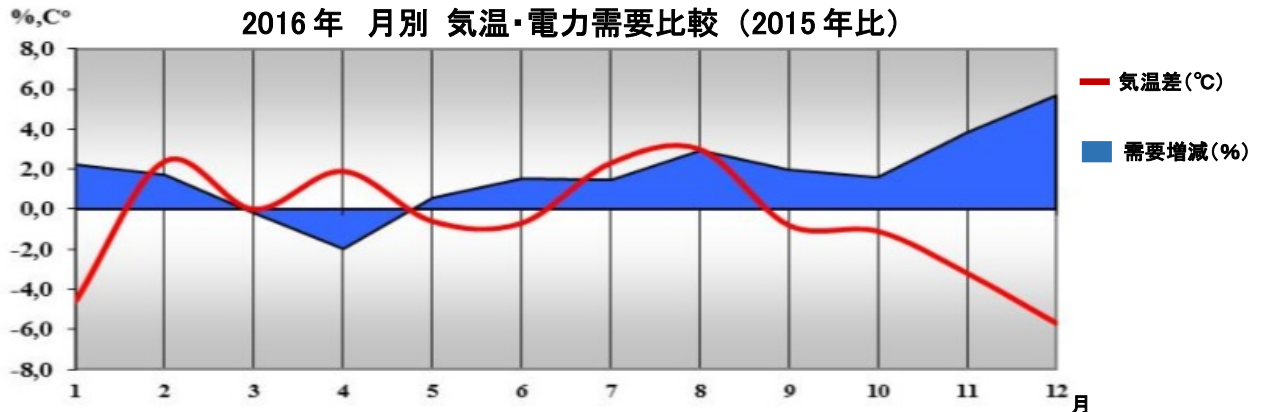
電力需要と最大電力の変遷 (1991年～2016年)



月別 電力需要(2014～2016年)



2016年 月別 気温・電力需要比較 (2015年比)



各統合電力システム内 主要指標 (2016年)

	全システム合計	各電力システム						
		中央	ボルガ中流	ウラル	北西	南	シベリア	極東
発電設備容量 (MW)	236,343.63	52,878.57	27,003.22	51,131.73	23,572.13	20,601.65	51,969.83	9,186.50
± 2015年比 (%)	+0.44	-0.8	-0.1	+0.84	+1.85	+2.41	+0.31	+0.04
最大可能出力 (MW)	222,953	53,703	25,892	50,582	22,532	19,620	41,457	9,167
± 2015年比 (%)	+5.2	+2.7	+2.9	+6.3	+2.5	+2.0	+12.4	+3.9
ピーク時供給力 (MW)	153,164	35,208	17,158	37,101	15,436	14,738	28,688	4,835
± 2015年比 (%)	+2.5	-1.6	+1.1	+2.7	+2.3	+11.8	+4.1	+2.9
発電電力量 (億kW)	10,484.56	2,365.76	1,062.59	2,583.82	1,073.14	962.41	2,068.83	368.01
± 2015年比 (%)	+2.1	-0.2	+0.8	+0.3	+6.0	+8.7	+2.8	+2.9
電力需要 (億kW)	10,268.56	2,372.76	1,062.70	2,593.83	928.80	907.03	2,071.67	331.77
± 2015年比 (%)	+1.8	+2.4	+1.9	+0.4	+2.9	+3.2	+1.8	+3.0

エネルギーシステムから技術的隔離地域(チュクチ自治管区、カムチャツカ、サハリン、マガダン各州、サハ共和国中央・北部エネルギー産業地区)の発電設備を含むと、ロシア国内総発電設備容量は244.1GW、総発電電力量は10,718億kWh。
国内・国外のエネルギーシステム電力流通バランスは -173億kWh (マイナス表示: 輸出>輸入)

各統合電力システム内 電源別設備容量と構成比 (2016年)

	合計	火力		水力		原子力		風力		太陽光	
	MW	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%	MW	%
中央	52,878.57	37,477.32	70.88	1,788.85	3.38	13,612.40	25.74	-	-	-	-
ボルガ中流	27,003.22	15,993.22	59.23	6,938.00	25.69	4,072.00	15.08	-	-	-	-
ウラル	51,131.73	47,733.33	93.35	1,856.20	3.63	1,485.00	2.90	2.20	0.01	55.00	0.11
北西	23,572.13	14,856.49	63.03	2,950.34	12.52	5,760.00	24.43	5.30	0.02	-	-
南	20,601.65	11,667.10	56.63	5,931.15	28.79	3,000.00	14.56	3.40	0.02	-	-
シベリア	51,969.83	26,668.23	51.31	25,281.40	48.65	-	-	-	-	20.20	0.04
極東	9,186.50	5,846.50	63.60	3,340.00	36.40	-	-	-	-	-	-
ロシア全体	236,343.63	160,242.19	67.80	48,085.94	20.34	27,929.40	11.82	10.90	-	75.20	0.03

電源別設備容量と構成比 (2014~2016年)

	2014		2015		2016	
	MW	%	MW	%	MW	%
火力	158,403.42	68.20	160,233.28	68.10	160,242.19	67.80
水力	47,712.39	20.50	47,855.18	20.34	48,085.94	20.34
原子力	26,336.00	11.30	27,146.00	11.53	27,929.40	11.82
風力	-	-	10.90	0.00	10.90	0.01
太陽光	-	-	60.20	0.03	75.20	0.03
合計	232,451.81	100.00	235,305.56	100.00	236,343.63	100.00

電源別設備利用率 (%) (2014~2016年)

	2014					2015					2016				
	火力	水力	原子力	風力	太陽光	火力	水力	原子力	風力	太陽光	火力	水力	原子力	風力	太陽光
中央	41.94	19.03	84.03	-	-	38.07	18.09	89.10	-	-	40.42	21.87	79.36	-	-
ボルガ中流	39.10	35.41	85.10	-	-	36.30	34.84	93.46	-	-	35.58	35.29	95.66	-	-
ウラル	60.05	36.04	86.07	-	-	58.47	42.67	80.32	1.56	2.14	56.43	35.53	64.58	4.89	12.91
北西	41.94	44.64	70.82	-	-	38.84	49.04	73.31	4.31	-	42.62	51.39	75.36	2.82	-
南	51.01	38.35	88.73	-	-	51.12	37.00	76.70	15.44	-	51.94	41.57	91.08	9.28	-
シベリア	47.00	43.55	-	-	-	49.89	39.87	-	-	14.33	45.57	44.97	-	-	13.75
極東	45.63	42.70	-	-	-	50.91	34.56	-	-	-	45.46	45.88	-	-	-
ロシア全体 (平均)	48.59	40.53	81.61	-	-	47.21	38.29	84.65	6.75	8.43	46.66	42.39	81.38	5.25	13.13

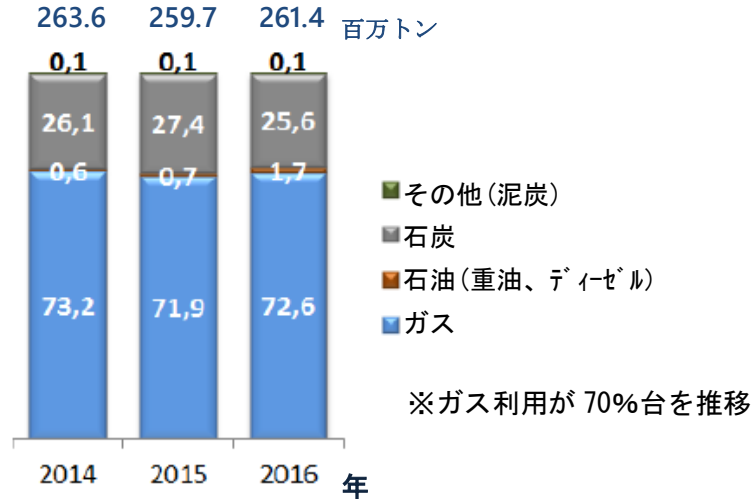
火力発電所の燃料消費量（2014～2016年）

石炭換算(百万トン)

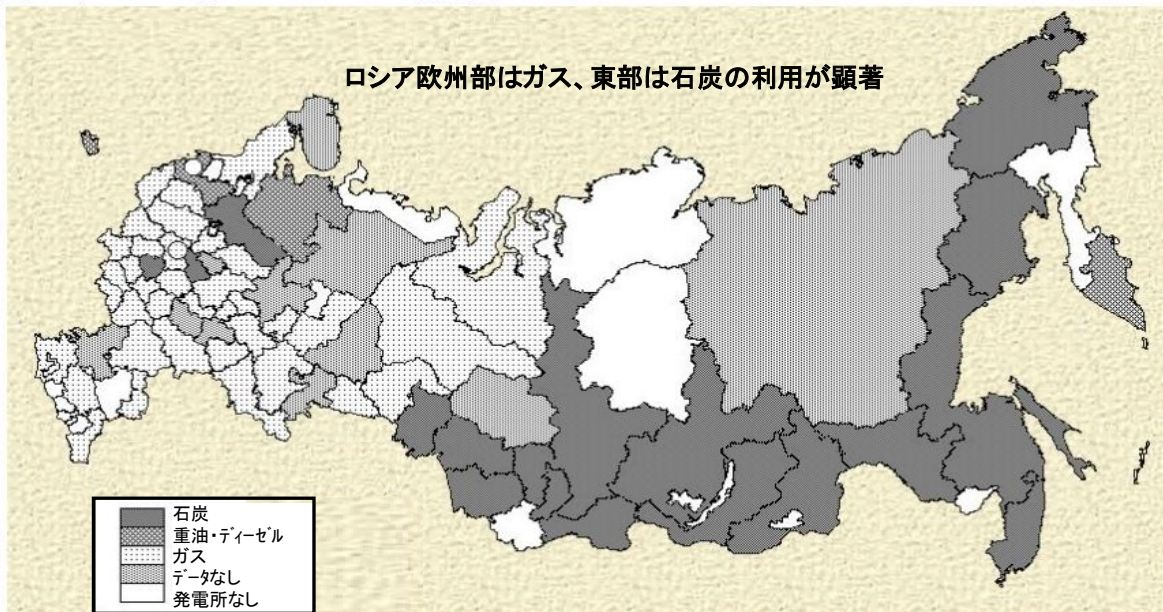
	2014	2015	2016	2016/2015(変動%)
ガス	193.046	186.663	189.905	1.7
石炭	68.862	71.038	66.877	-5.9
石油(重油、ディーゼル)	1.485	1.785	4.452	149.4

燃料消費量（石炭換算 百万トン）

消費燃料構成比率（%）



ロシアの火力発電所における主要な消費燃料



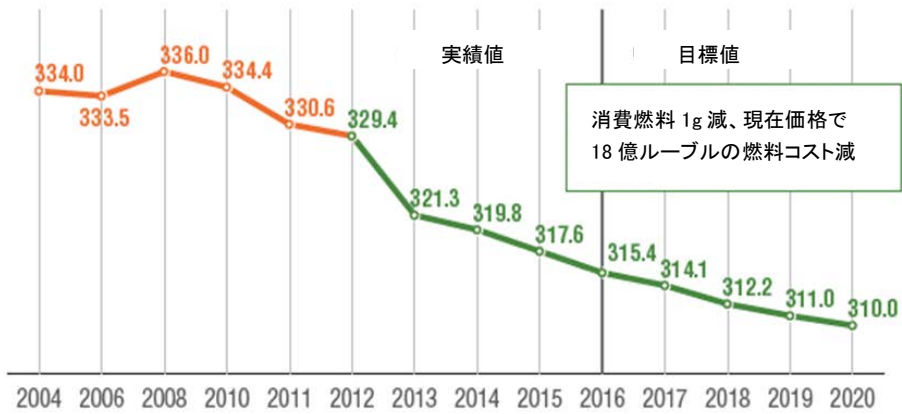
火力発電所の消費燃料価格

石炭換算(ルーブル/トン)

	2014	2015	2016	2016/2015(変動%)
ガス	3,412	3,507	3,631	3.5
石炭	2,001	2,151	2,210	2.7
石油(重油、ディーゼル)	10,615	9,897	6,562	-33.7

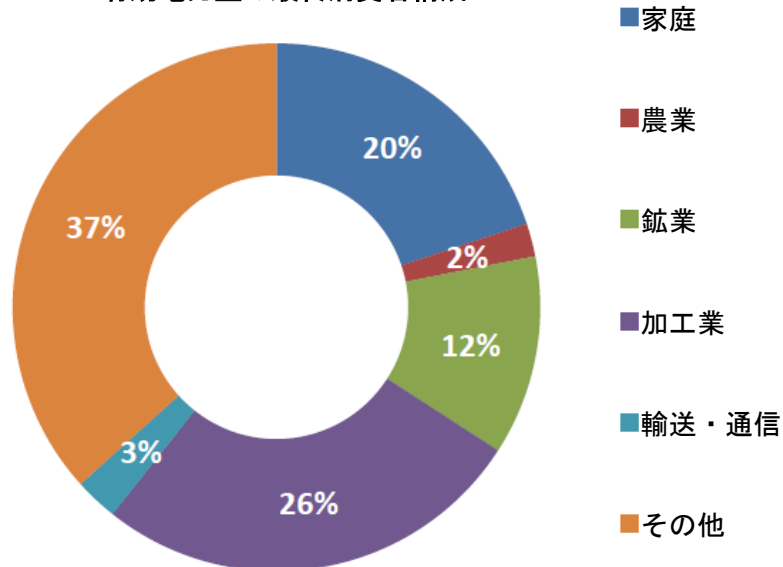
2004～2020年の火力発電所 燃料消費率

(g/kWh)



2016年の燃料消費率は315.4g/kWh。2020年迄に308～310g/kWh達成を目標。2010年からの6年間で、燃料消費率19g/kWh減(燃料コスト5.5%減)を達成。

有効電力量の最終消費者構成



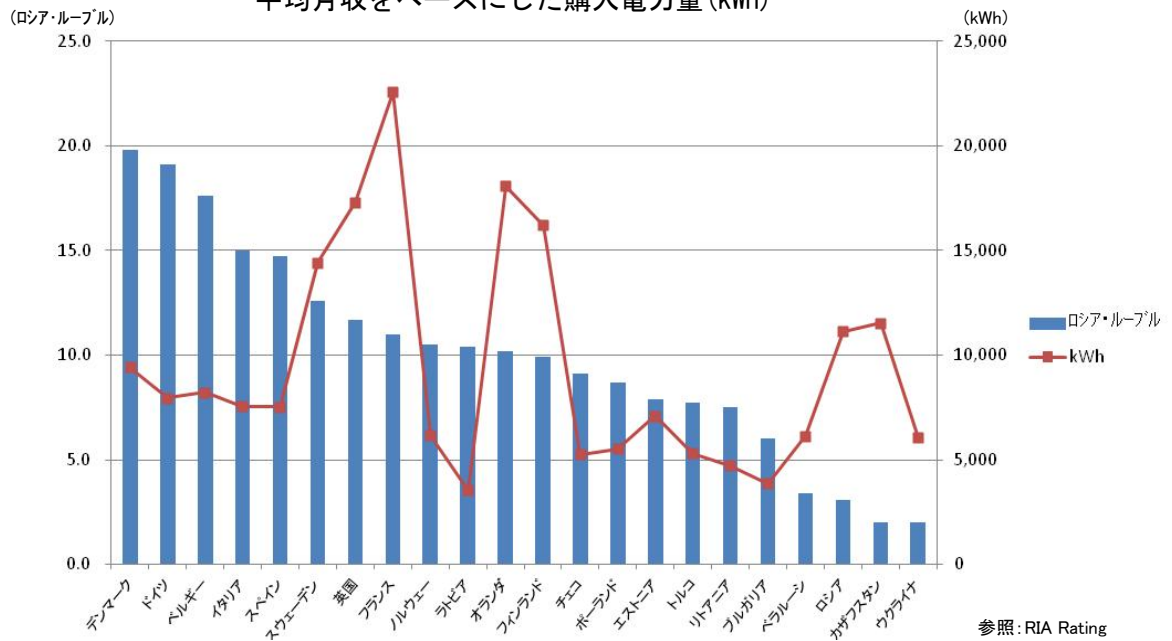
ロシアの電力小売市場における平均電力料金

ルーブル/kWh

	2014	2015	2016	2016/2015 (変動%)
需要者平均	2.64	2.79	3.00	7.6
家庭	2.47	2.61	2.79	7.1
産業分野	2.68	2.84	3.06	7.7
農業	3.49	3.72	4.02	8.1
鉱業	2.30	2.36	2.56	8.5
加工業(化学・冶金)	2.12	2.27	2.39	5.2
輸送・通信	3.43	3.67	3.95	7.7
その他	3.05	3.28	3.59	9.5
ロシア国内インフレ(%)	11.36	12.91	5.38	-7.53

出所:ロシア エネルギー省 年次報告 2016

欧州各国の1kWhあたりの家庭用電気料金 平均月収をベースにした購入電力量(kWh)



2017/6/9 ロシア中央銀行為替レート換算 (1ルーブル=1.93 円)
ウクライナ、カザフスタン、ロシア、ベラルーシはロシア統計庁、ロシア中央銀行の2017年6月中旬データ、
他諸国は欧州統計局、各国統計局の2016年末時点データにも基づく。

参照: RIA Rating

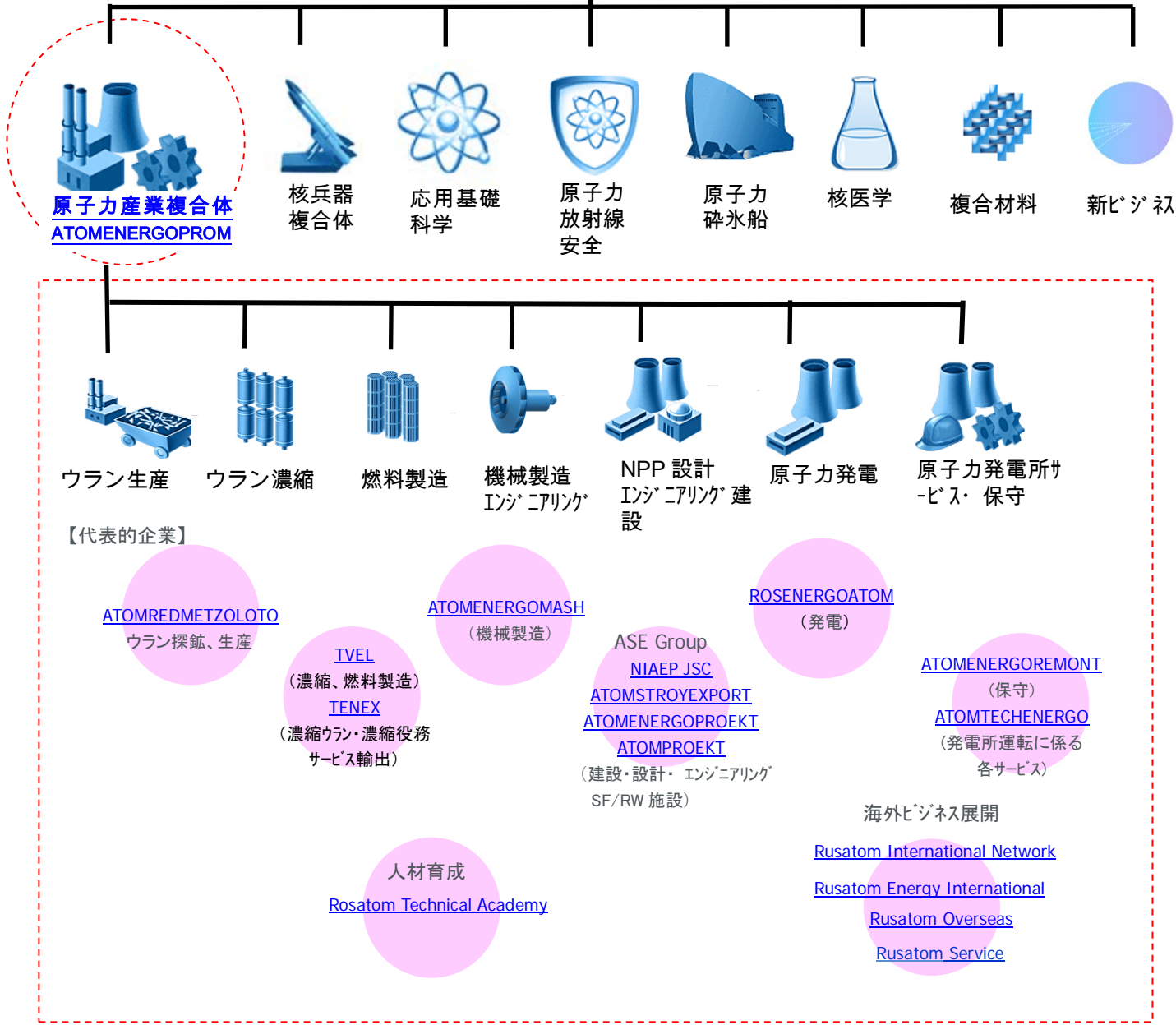


- 国内の発電電力量は依然として火力発電がおよそ60%超と大きなシェアを占め、内、天然ガスは消費燃料の約70%となっている。燃料消費の効率化により燃料消費コストと国内の天然ガス需要を削減し、ガスをより輸出に向けることが基本政策。
- ソ連解体後の産業疲弊、設備老朽化により下降していた電力需要、発電設備能力は、景気の回復や設備新設や既存設備の改良とともに増大の傾向。エネルギー効率の向上とエネルギー生産設備の国産化を推進。
- 再生可能エネルギーの導入振興(太陽光、風力)。2024年までに5.9GW容量と総発電電力量の2.5%シェアを目標。再生可能エネルギー設備の輸出も視野に、設備の国内生産の拡大を志向。
- 原子力発電は設備容量と発電電力量ともに年々増大傾向にあり、設備利用率は毎年80%前後を推移し安定。

ロシアの原子力事情

ロシア国営原子力企業「ロスアトム」

2007年12月設立。ロシア原子力省、原子力庁の後継組織。約330の原子力関連企業・研究所等の従業員25万人から構成される。研究開発・生産基盤、核兵器開発、核医学、砕氷船部門も含む。民生利用部門の大部分が株式会社アトムエネルギープロム（下図、赤点線部分）に集約、活動を展開。



その他、ロスアトム傘下外の原子力関係機関

- ・[ロシア国立研究センタークルチャトフ研究所](#)
- ・[ロシア科学アカデミー 原子力安全研究所](#)
- ・[ロシア連邦環境・技術・原子力監督庁](#) (ROSTECHNADZOR。政府規制組織)
- ・[原子力放射線安全科学技術センター](#) (ROSTECHNADZOR 傘下の技術支援組織)
- ・[国立原子力大学](#) (モスクワ工業物理大学 MEPhI)

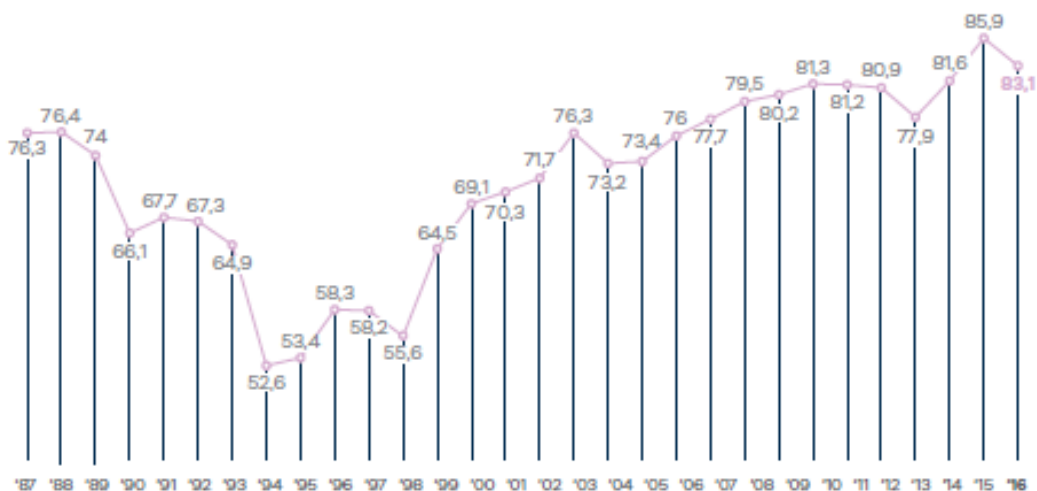
ロシア原子力発電所の現状

- ・運転機関: [株式会社ロスエネルゴアトム](#)
- ・運転中 10 発電所 35 基 (2017 年 11 月現在)
- ・出力規模では 米・仏・日・中に次いで世界第 5 位。
- ・ロスエネルゴアトムは、原子力発電電力量において世界第 1 位のフランスの EDF に次ぐ発電会社。

2016 年実績

- 原子力発電設備容量 27.13GW(グロス)。ロシアの全発電設備容量の約 11%
- 原子力発電所発電電力量 1964 億 kWh。ロシア総発電電力量(10718 億 kWh)に占めるシェア 18.3% (cf. 2015 年 1952 億 kWh、18.6%)
- 原子力発電所設備利用率 83.1%。年間 2 億 1000 万トンの CO2 排出削減に貢献 (1GW クラスの原子力発電所の運転で年間 900 万トンの CO2 排出削減効果)

ロシアの原子力発電所 設備利用率, % (1987~2016 年推移)

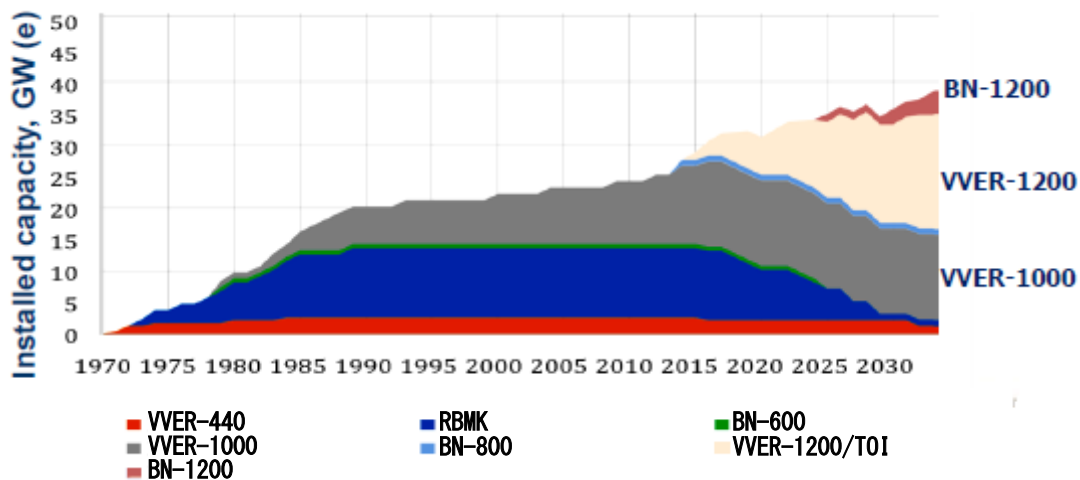


出所:ロスアトム、ロスエネルゴアトム 年次報告 2016

ロシアの原子力開発の特徴

1. 幅広い基礎研究および開発、原子力サプライチェーンを確立(フロントエンドからバックエンドまで)
2. 原子力発電拡大、新世代の原子力技術(軽水炉、高速炉、閉じた燃料サイクル等)の推進
3. 海外ビジネスの拡大 “Integrated Offer”
 原発建設、運転、燃料供給、既存発電所における各種サービス(保守、近代化、寿命延長)
 使用済燃料・放射性廃棄物取扱、人材育成、パブリックアクセプタンスのパッケージ型
4. 2030年迄のロスアトムの実行戦略:
 海外ビジネスの収益全体に占める割合:2016年 47%→2030年 65%
 生産性を現在の3倍以上に。コスト削減。
 -原発建設工期の短縮:55カ月以上(2016年実績)→ 48カ月(2030年)
 -LCOE(均等化発電原価):70米ドル/KWh(2016年実績)→ 50米ドル未満/KWh(2030年)
5. ビジネスの多角化、新ビジネス部門の成長
 -e.g. 風力発電市場への参入と海外からの技術移転による発電機器の国産化(65%以上)を志向
 -収益全体の17%(2016年実績 1,908億ルーブル)→30%(2030年)
 -2016年の受注残(10年)は10,188億ルーブル
6. 海外ビジネス
 -2016年末現在、世界42カ国でプロジェクト進行中
 -ウラン生産17%、濃縮ウラン36%(世界第1位)、燃料17%
 -海外ビジネス受注残(10年) 1,334億米ドル(2015年比+20.9%)
 (内訳: 原子炉建設976億米ドル、ウラン製品199億米ドル、燃料集合体他159億ドル)
 -2016年の海外ビジネス収益 55.8億ドル(2015年比-10.9%、ウラン価格下落の影響大)
 (内訳: 原子炉建設15.5億米ドル、ウラン製品20.5億米ドル、燃料集合体他19.8億ドル)
 -2016年、海外で運転中のロシア製原子炉32基に寿命延長や機器交換等のサービス提供
 -バックエンド市場(放射性廃棄物・使用済燃料取扱・処理・処分、廃炉)への参入

2035年までの原子力エネルギー戦略

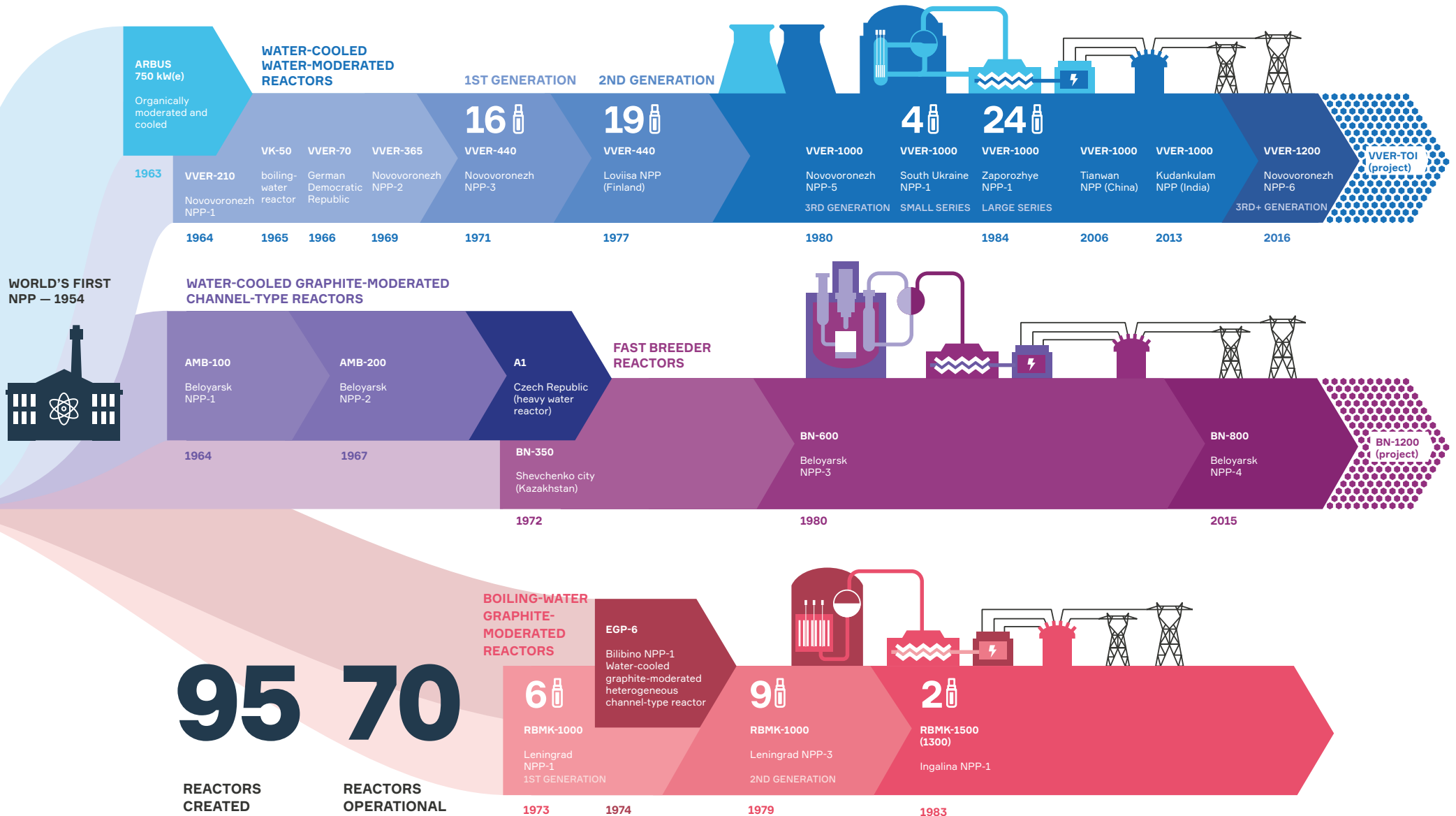


- ・原子力発電が18%を堅持
- ・2035年までに~38GWの規模
(原子力発電の競争力と投資環境の好条件を前提)

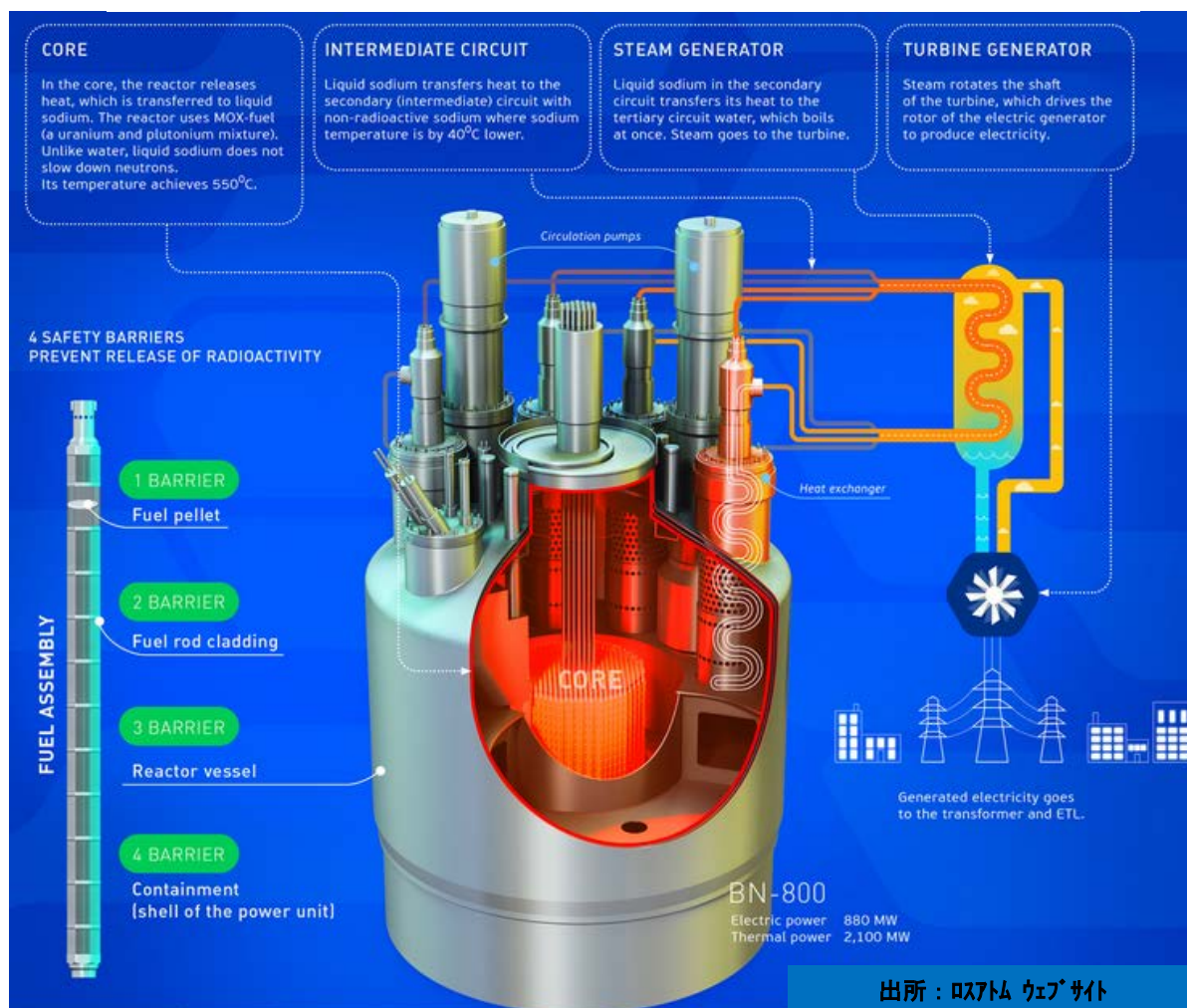
出所: ATOMEXPO2017 ロシエネルギーアトム発表資料

ロシア製原子炉の開発の歴史

POWER REACTORS



高速実証炉 BN-800 (2016年11月1日 営業運転開始)



ロシア原子力発電所一覧

2017年11月現在

発電所	ユニット	炉型	状況	所在地	出力 MWe	運転開始
オブニンスク	1	AM	閉鎖	カルーガ州 オブニンスク市	5	1954.06.26 (送電 世界初)
バラコボ	1	VVER-1000	運転中	サラトフ州 バラコボ市	1000	1985.12.28
	2	VVER-1000	運転中		1000	1987.10.08
	3	VVER-1000	運転中		1000	1988.12.24
	4	VVER-1000	運転中		1000	1993.11.4
バルチック	1	VVER-1200	建設中	カリーニングラード州	1200	
	2	VVER-1200	建設中	ネマン市	1200	

レニングラード原発第2
(建設中)



ベロヤルスク	1	AMB-100	閉鎖	スベルドロフスク州 ザレーチニー市	100	1964.04.26
	2	AMB-200	閉鎖		200	1967.12.29
	3	BN-600	運転中		600	1980.04.08
	4	BN-800	運転中		800	2016.11.1
ビリビノ	1	EGP-6	運転中	チュクチ自治管区 ビリビノ市	12	1974.01.12
	2	EGP-6	運転中		12	1974.10.30
	3	EGP-6	運転中		12	1975.12.22
	4	EGP-6	運転中		12	1976.12.27
カリーニン	1	VVER-1000	運転中	トヴェリ州 ウドムリヤ市	1000	1984.05.09
	2	VVER-1000	運転中		1000	1986.12.11
	3	VVER-1000	運転中		1000	2004.12.16
	4	VVER-1000	運転中		1000	2011.11.24
コラ	1	VVER-440	運転中	ムルマンスク州 ポリヤルニーゾーリ市	440	1973.06.29
	2	VVER-440	運転中		440	1974.12.08
	3	VVER-440	運転中		440	1981.03.24
	4	VVER-440	運転中		440	1984.10.11
クルスク	1	RBMK-1000	運転中	クルスク州 クルチャトフ市	1000	1976.12.19
	2	RBMK-1000	運転中		1000	1979.01.28
	3	RBMK-1000	運転中		1000	1983.10.17
	4	RBMK-1000	運転中		1000	1985.12.02
	5	RBMK-1000	建設凍結		1000	
クルスク -2	1	VVER-TOI	計画中	クルスク州 クルチャトフ市	1255	
	2	VVER-TOI	計画中		1255	
レニングラード	1	RBMK-1000	運転中	レニングラード州 ソスノボイ・ボール市	1000	1973.12.21
	2	RBMK-1000	運転中		1000	1975.07.11
	3	RBMK-1000	運転中		1000	1979.12.07
	4	RBMK-1000	運転中		1000	1981.12.09

レニングラード -2	1	VVER-1200	建設中	レニングラード州	1200	
	2	VVER-1200	建設中	ソスノボイ・ボール市	1200	
ノボボロネジ	1	VVER-210	閉鎖	ノボボロネジ州 ノボボロネジ市	210	1964.09.30
	2	VVER-365	閉鎖		365	1969.12.27
	3	VVER-440	閉鎖		440	1971.12.27
	4	VVER-440	運転中		440	1972.12.28
	5	VVER-1000	運転中		1000	1980.05.31
ノボボロネジ -2	1	VVER-1200	運転中	ノボボロネジ州	1200	2017.02.27
	2	VVER-1200	建設中	ノボボロネジ市	1200	
ロストフ	1	VVER-1000	運転中	ロストフ州 ボルガドンスク市	1000	2001.03.30
	2	VVER-1000	運転中		1000	2010.03.16
	3	VVER-1000	運転中		1000	2014.12.27
	4	VVER-1000	建設中			
スモレンスク	1	RBMK-1000	運転中	スモレンスク州 デスノゴルスク市	1000	1982.12.09
	2	RBMK-1000	運転中		1000	1985.05.31
	3	RBMK-1000	運転中		1000	1990.01.17
アカデミック ロマノソフ	1,2	KLT-40S	建設中	チュクチ自治管区 ペベック市	35×2	
			建設中			

ロシアの原子力発電所 トラブル件数（国際原子力事象評価尺度 INES）

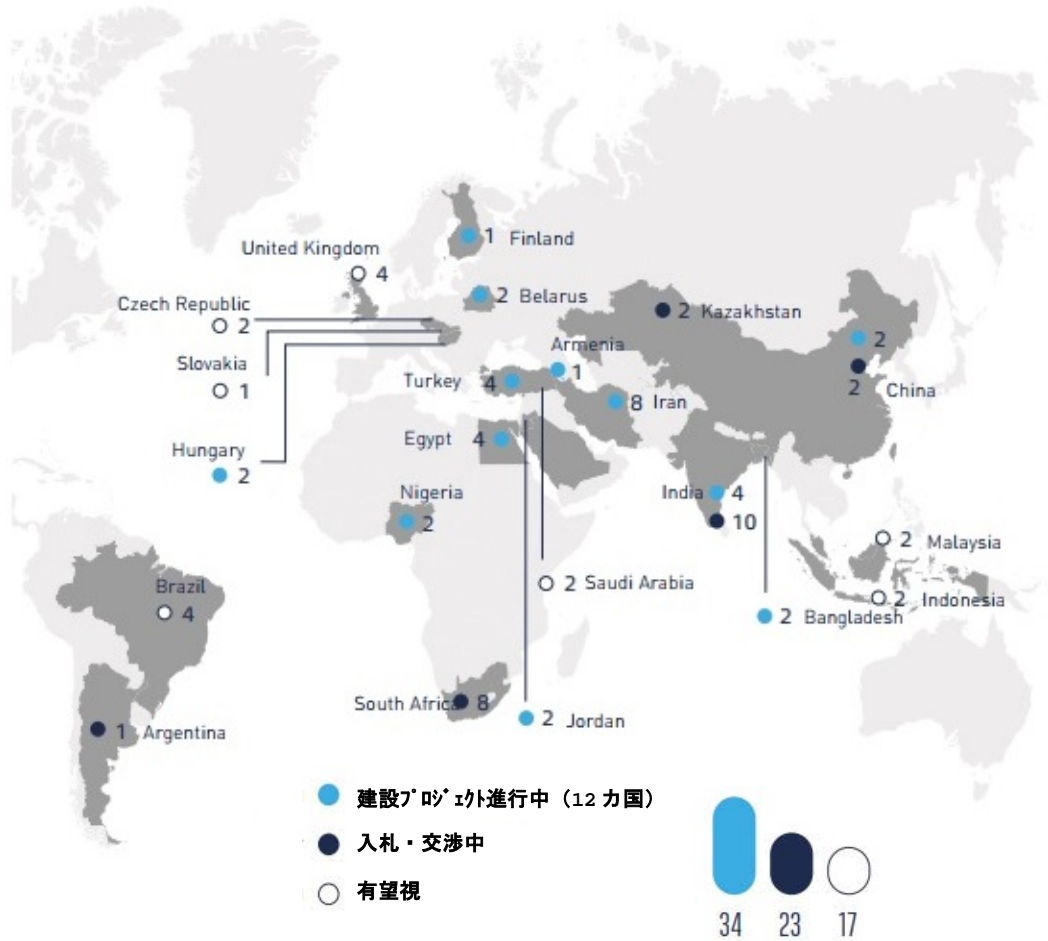
年	2014	2015	2016
全体（件数）	38	34	46
レベル0または 評価対象外	38	31	44
レベル1	0	3	2
レベル2以上	0	0	0



浮揚型原子力発電所“アカデミック・ロマノソフ”
（サンクトペテルブルグのバルチック造船所にて係留試験中）

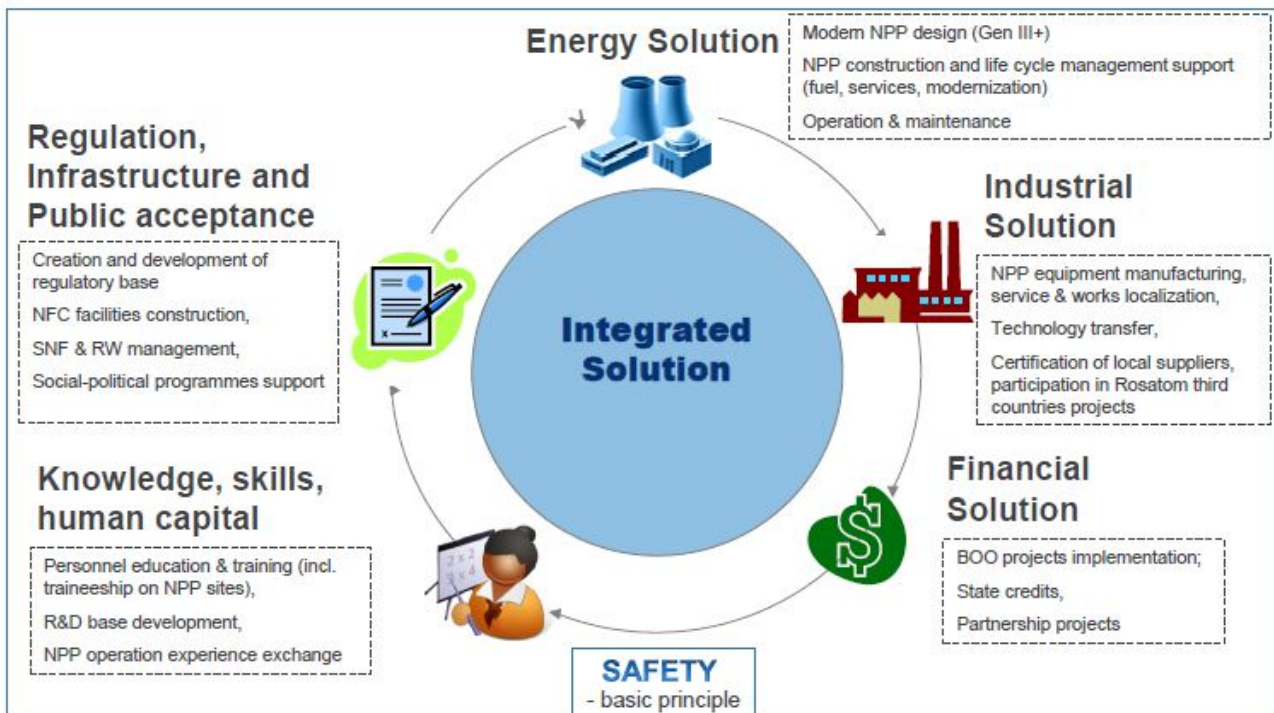
（出所：ロストフ ウェブ サイト、年次報告 2016 他）

ロシアの海外における原発建設（2016年）



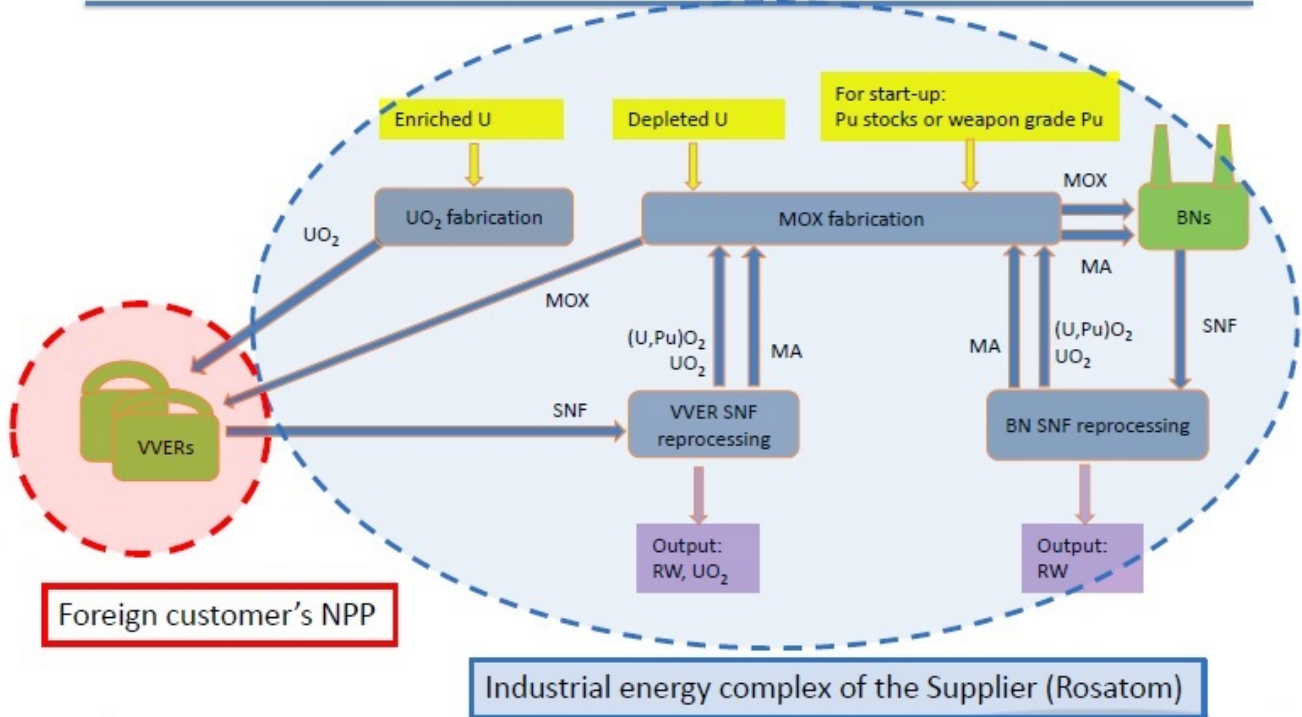
出所：ロシア 年次報告 2016

Rosatom Integrated NPP Construction Solution



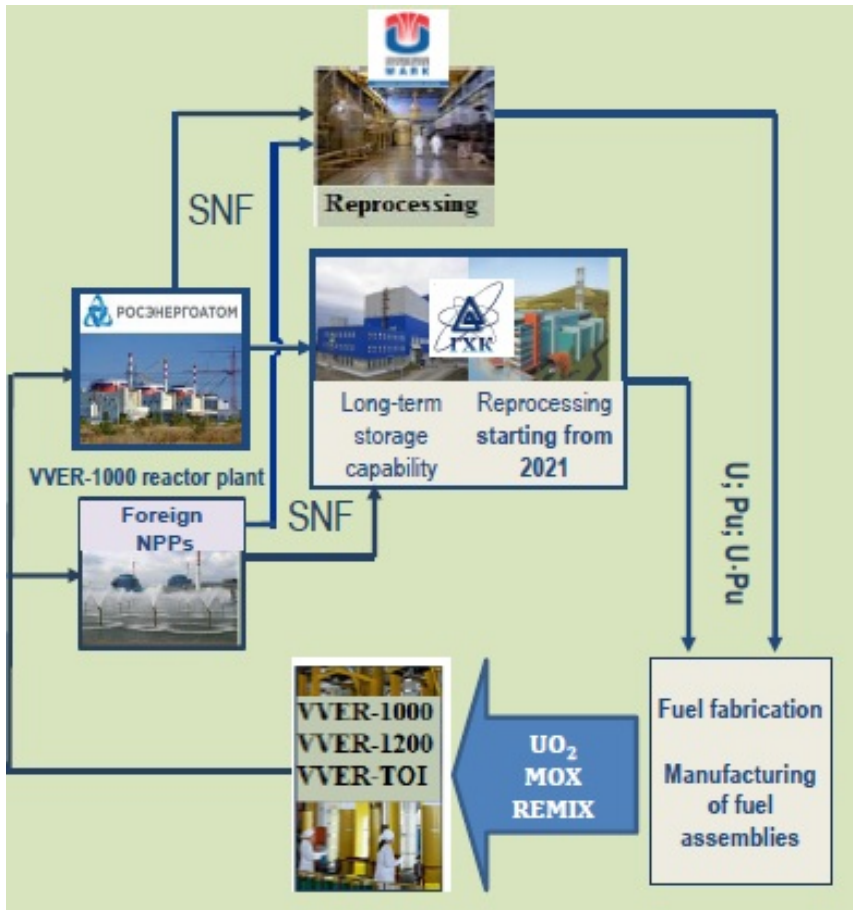
出所：ATOMEXP02015 ロシア発表資料

Rosenergoatom strategy for international cooperation: a centralized NFC in Russia for NPPs abroad



出所：ATOMEXP2017 ロスエネルゴアトム発表資料

再処理施設 生産合同“マヤク” VVER-1000の使用済燃料処理スキーム



生産合同“マヤク”



2016年に ロスト原発 (VVER-1000) の燃料集合体 (12体) (=6 tHM) を試験的に再処理。
他VVER-1000の再処理の定期化に向け準備中。
使用済燃料処理の加速化、蓄積による安全上のリスク軽減。

鉱業化学コンビナート PDC (パイロット実証施設)



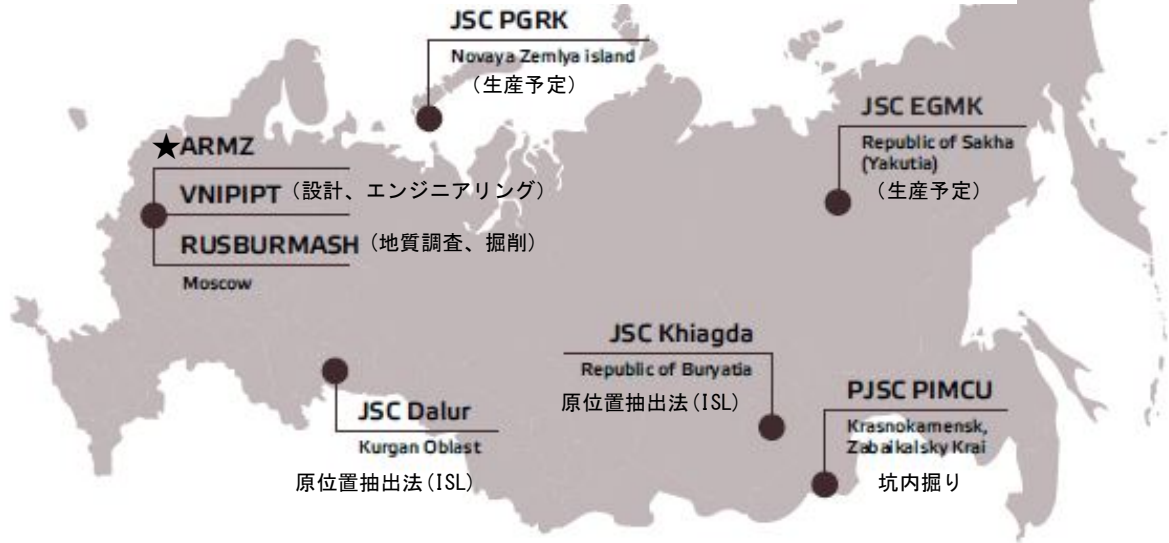
2021年までに完成予定
—処理能力：年250tSNF
—高レベル廃棄物群分離技術開発：年5tSNF

出所：ATOMEXP2017 生産合同“マヤク”発表資料、他

ロシアのウラン鉱業プロジェクト 主要な関連組織

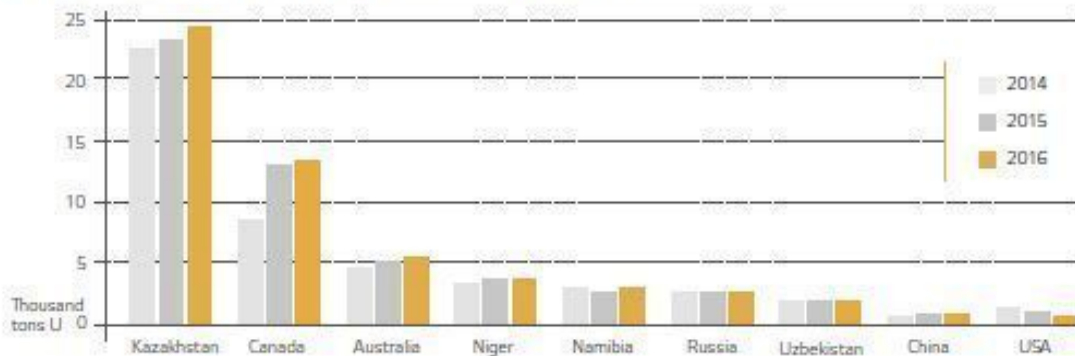
JSC ATOMREDMETZOROTO (ARMZ Uranium Holding Company (ARMZ))

ロシアのウラン採掘・生産部門のマネージメント企業。その傘下に生産、地質調査、エンジニアリング、マーケティングの企業を有する。



ウラン生産量（国別） 2016年のウラン生産量（世界全体）は62,000トン。
 カザフスタンの生産量は世界シェアの39%。ロシア（ARMZ）の生産量は、世界6位で世界シェアの5%。

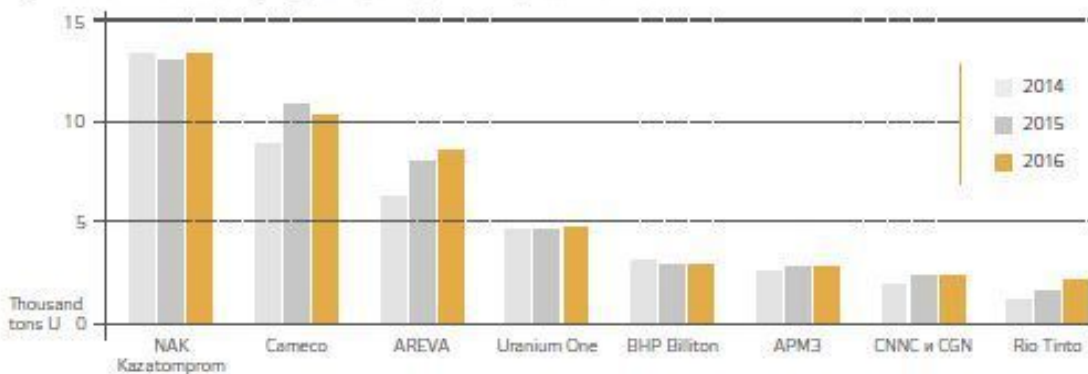
Fig. 9. Uranium Production by World Countries, 2014-2016, thousand tons



Sources: estimate of JSC Atomredmetzoloto based on press-release and company report data, US Energy Information Administration (U.S. EIA).

ウラン生産量（主要なウラン生産企業別） 2016年のROSATOMの生産量は、ARMZ（アトムトゾルト）と海外資産の Uranium One グループの生産量(4,919t)を合わせると7,924tで世界4位。

Fig. 10. Uranium Production by Major Companies, 2014-2016, thousand tons



Sources: press releases and corporate reports. Data for CNNC and Navoi MMC according to JSC Atomredmetzoloto estimates. Production volume recorded in accordance with the ownership interests.

ロシアのウラン資源量と生産量 (2014年～2016年)

年	2014	2015	2016
資源量 (国内、千トン)	524.7	521.2	517.9
(海外、千トン)	224.1	213.1	220.8
Uranium Oneグループ*			
生産量 (トン)	2,991	3,055	3,005
PJSC PIMCU	1,970	1,977	1,873
JSC Dalur	578	590	592
JSC Khiagda	443	488	540

出所：ロアトム 年次報告 2016

【転換、濃縮、再処理】



TVEL 燃料会社 (於モスクワ市)

傘下企業：遠心分離機製造、転換、濃縮事業、燃料成型加工、燃料関連研究開発

濃縮ウランは海外市場の36%シェア(2016年)

ロシアの炉を含む計75基(13か国)の発電炉に燃料を供給(海外市場の約17%シェア)(2016年)

主な傘下企業

(転換)

- ・ [アンガルスルスク電解化学コンビナート](#)(UF6 生産)(於イルクーツク州アンガルスク市)
OJSC “Angarsky elektrolizny khimichesky kombinat”
- ・ [ウラル電気化学コンビナート](#)(UF6 生産)(於スベルドロフスク州ノボウラリスク市)
OJSC “Uralsky elektrokhimichesky kombinat”
- ・ [チェペツキー機械工場](#)(UO₂、UF₄ 生産)(於ウドムルト共和国グラゾフ市)
OJSC “Tchepetsky mekhanichesky zavod”

(濃縮)

- ・ [アンガルスルスク電解化学コンビナート](#)(於イルクーツク州アンガルスク市)
OJSC “Angarsky elektrolizny khimichesky kombinat”
- ・ [ウラル電気化学コンビナート](#)(於スベルドロフスク州ノボウラリスク市)
OJSC “Uralsky elektrokhimichesky kombinat”
- ・ [シベリア化学コンビナート](#)(於トムスク州セベルスク市)
OJSC “Sibirsky khimichesky kombinat”
- ・ [電気化学プラント](#)(於クラスノヤルスク地方ゼレズノゴルスク市)
OJSC “PO “Elektrokhimichesky zavod”

(燃料成型加工)

- ・ [機械建設工場](#)(於モスクワ州エレクトロスタリ市)
OJSC “Mashinostroitelny zavod”
VVER-440、-1000、RBMK-1000、-1500、BN-600、800、EGP-6、PWR、BWR 用の燃料
- ・ [ノボシビルスク化学精鋳プラント](#)(於ノボシビルスク市)
OJSC “Novosibirsky zavod khimkontsentratov”
VVER-1000 用の燃料

(被覆管)

- ・ [チェペツキー機械工場](#)(於ウドムルト共和国グラゾフ市)
OJSC “Tchepetsky mekhanichesky zavod”

(研究)

- ・ [無機材料研究所](#)(於モスクワ市)
OJSC “VNIINM im. A.A. Bochvara”
(原子力関連材料科学、燃料サイクルに係る技術、核分裂性物質取扱技術)

【再処理】(ロスアトム放射線安全部門)

- ・ [生産合同マヤク](#)(於チェリャビンスク州アジョルスク市)
Mayak Production Association 再処理プラント RT-1(稼働中)
(主に VVER-440、BN-600、原潜、研究炉の使用済燃料処理)

・[鉍業化学コンビナート](#)（於クラスノヤルスク地方ジェレズノゴルスク市）

Mining and Chemical Combine (MCC)

使用済燃料貯蔵(湿式・乾式)、再処理プラントPDC(第3世代、建設中)、RT-2(第4世代、計画中)
VVER-1000の使用済燃料処理。RBMK使用済燃料乾式貯蔵、処理。

MOX燃料製造

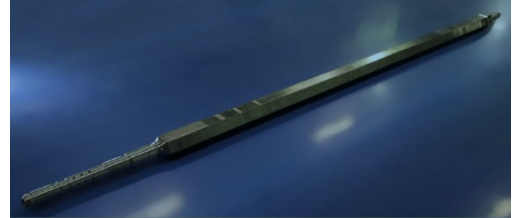
MOX燃料製造設備



System for fuel pellets sintering,
MOX fuel fabrication



System for assembling fuel rods into
the final fuel assembly structure



BN-800 MOX燃料集合体
設計生産能力 400体/年

出所：ATOMEXP02016 ロシア発表資料他

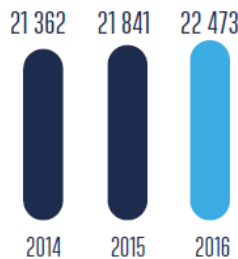
(使用済燃料)

2016年末現在、ロシア国内に使用済燃料22,473トンが蓄積。内、596トンは2016年に発生。

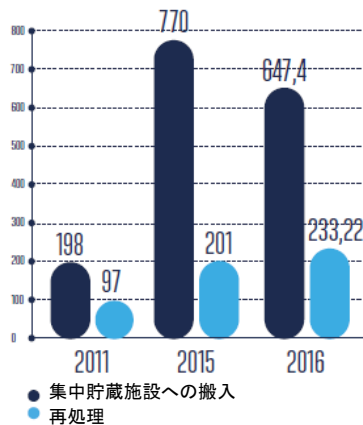
2016年、長期集中貯蔵施設にロシア製原発の647.4トンが搬入・貯蔵。

2016年、使用済燃料232.22トンが再処理済。

ロシア国内の使用済燃料蓄積量 トン



集中貯蔵施設への使用済燃料搬入量と再処理量 トン



【廃棄物取扱】（ロスアトム放射線安全部門）

・[連邦国家単一企業 放射性廃棄物取扱企業 “RosRAO”](#)

（ロシア全土の放射性廃棄物処理管理事業、海軍活動で発生する放射性廃棄物処理管理、放射性汚染危険施設の廃止措置、環境復旧他）

本部はモスクワ。全国に8管区支部（北西センター-SevRAO、極東センター-DalRAO 含む）。

・[連邦国家単一企業“放射性廃棄物取扱い国家オペレーター“NO RAO”](#)

（在モスクワ。支部は3か所。放射性廃棄物最終処分、処分地開発・管理、処分地モニタリング他）

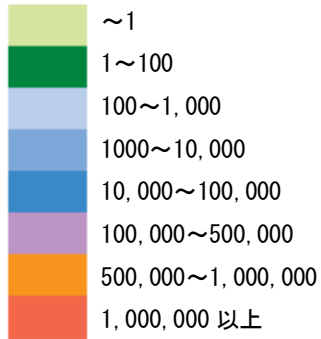
放射性廃棄物 分類

	クラス1	クラス2	クラス3	クラス4	クラス5	クラス6
	固体	固体	固体	固体	液体	
	<ul style="list-style-type: none"> ・材料 ・設備 ・製品 ・固化された液体放射性廃棄物 ・高発熱の高レベル廃棄物 	<ul style="list-style-type: none"> ・材料 ・設備 ・製品 ・土壌 ・固化された液体放射性廃棄物 ・使用済放射線源 (第1, 2 カテゴリー) ・低発熱の高レベル放射性廃棄物 ・長寿命中レベル放射性廃棄物 	<ul style="list-style-type: none"> ・材料 ・設備 ・製品 ・土壌 ・固化された液体放射性廃棄物 ・使用済放射線源 (第3 カテゴリー) ・短寿命中レベル放射性廃棄物 ・長寿命低レベル放射性廃棄物 	<ul style="list-style-type: none"> ・材料 ・設備 ・製品 ・生物体 ・土壌 ・固化された液体放射性廃棄物 ・使用済放射線源 (第4, 5 カテゴリー) ・短寿命低レベル放射性廃棄物 ・長寿命極低レベル放射性廃棄物 	<ul style="list-style-type: none"> ・有機・無機 ・泥状 ・粘液状 ・短寿命低レベル放射性廃棄物 ・長寿命極低レベル廃棄物 	ウラン鉱、天然放射性核種高含有の鉱物有機原料の採掘・処理により発生する放射性廃棄物
	一定期間貯蔵後、深地層に最終処分	深地層に最終処分	100m以下の近地表に最終処分	地表レベルの近地表(浅地中)に最終処分	既存の深地層に最終処分	地表レベルの近地表(浅地中)に最終処分
放射性核種組成 (Bq/g)	高レベル廃棄物					
³ H 含有	>10 ¹¹	>10 ¹¹				
β 廃棄物 (³ H 除く)	>10 ⁷	>10 ⁷				
廃棄物 (TRU 除く)	>10 ⁶	>10 ⁶				
TRU 含有	>10 ⁵	>10 ⁵				

			中レベル廃棄物			
³ H 含有		$10^8 \sim 10^{11}$	$10^8 \sim 10^{11}$		$10^4 \sim 10^8$	
β 廃棄物 (³ H 除く)		$10^4 \sim 10^7$	$10^4 \sim 10^7$		$10^3 \sim 10^7$	
α 廃棄物 (TRU 除く)		$10^3 \sim 10^6$	$10^3 \sim 10^6$		$10^2 \sim 10^6$	
TRU 含有		$10^2 \sim 10^5$	$10^2 \sim 10^5$		$10^1 \sim 10^5$	
			低レベル廃棄物			
³ H 含有			$10^7 \sim 10^8$	$10^7 \sim 10^8$	$\sim 10^4$	
β 廃棄物 (³ H 除く)			$10^3 \sim 10^4$	$10^3 \sim 10^4$	$\sim 10^3$	
α 廃棄物 (TRU 除く)			$10^2 \sim 10^3$	$10^2 \sim 10^3$	$\sim 10^2$	
TRU 含有			$10^1 \sim 10^2$	$10^1 \sim 10^2$	$\sim 10^1$	
				極低レベル廃棄物		
³ H 含有				$< 10^7$		
β 廃棄物 (³ H 除く)				$< 10^3$		
α 廃棄物 (TRU 除く)				$< 10^2$		
TRU 含有				$< 10^1$		

放射性廃棄物蓄積量マップ

放射性廃棄物蓄積量 (m³)



放射性廃棄物蓄積量
5.56 × 10⁸ m³ (2016 年末現在)

- 低レベル: ~99.30%
- 中レベル: ~ 0.67%
- 高レベル: ~ 0.03%



- 液体廃棄物最終処分地 (操業中)
- 計画中/設計中の放射性廃棄物 (クラス 3~4) の最終処分地
- 建設中の地下研究所 (ニジノクスク塊)
- 固体放射性廃棄物 (クラス 3~4) 最終処分地 (操業中)

2030 年までの
放射性廃棄物 (クラス 3~4)
最終処分可能性地点

2016 年、ロシアにおける放射性廃棄物発生量 $1.52 \times 10^6 \text{m}^3$

内、長期貯蔵地点に $5.96 \times 10^4 \text{m}^3$

放射性廃棄物発生量(2016 年)

	極低レベル	低レベル	中レベル	高レベル
固体, m^3	7.16×10^5	4.13×10^3	1.04×10^3	2.50×10^2
液体, m^3	-	6.87×10^5	9.48×10^4	1.86×10^4

地下研究所

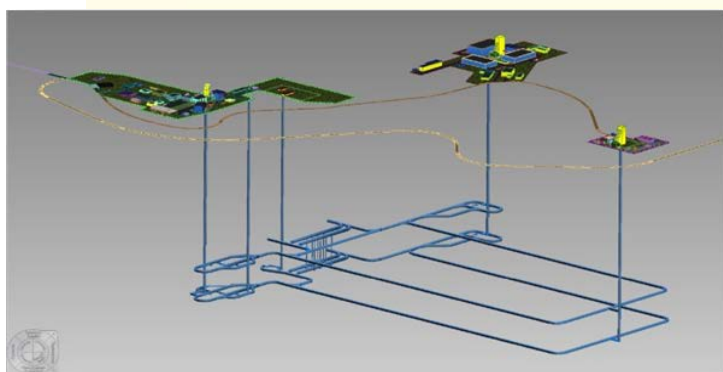
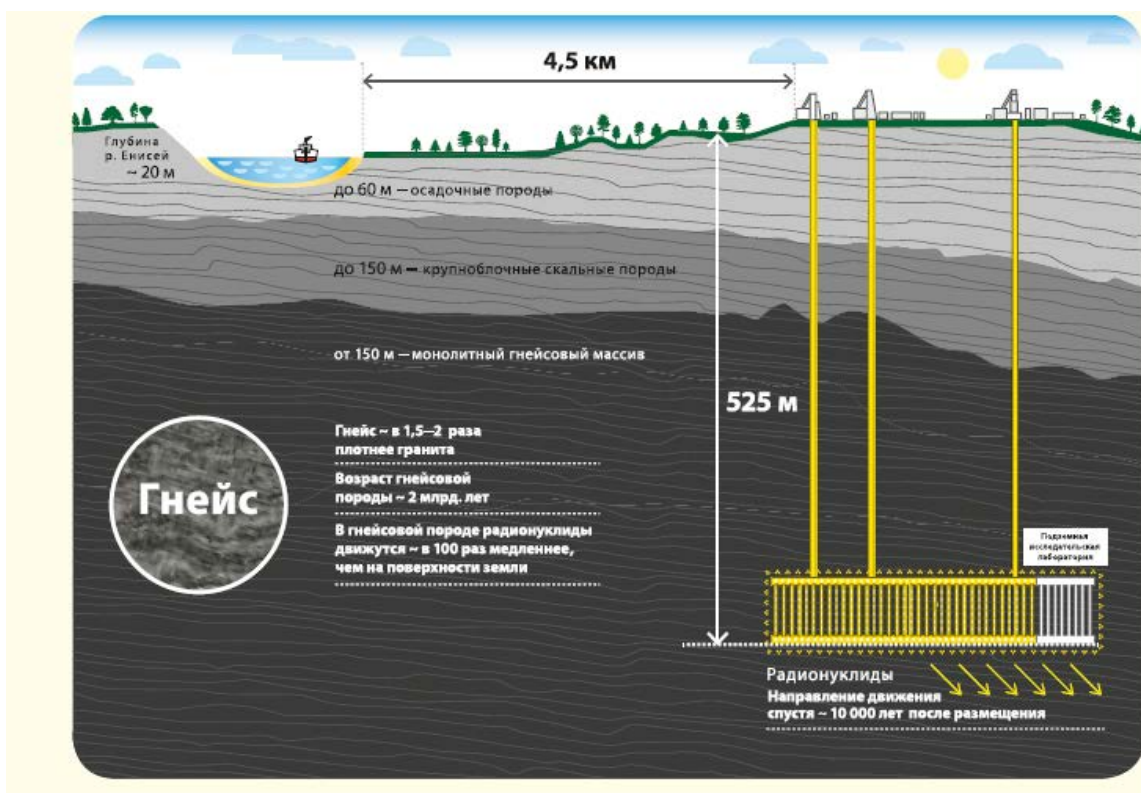
ジェレズノゴルスク市より 9km、エニセイ側川岸から 4.5km 離れた地点の地下 525m に地下研究所を建設。放射性廃棄物クラス 1~2 (高レベル放射性廃棄物) の埋設処分可能性を研究調査。結果により最終処分場とする方針 (2029 年以後)。

放射性核種移行は埋設から ~1 万年後。

地下 60m まで堆積岩層

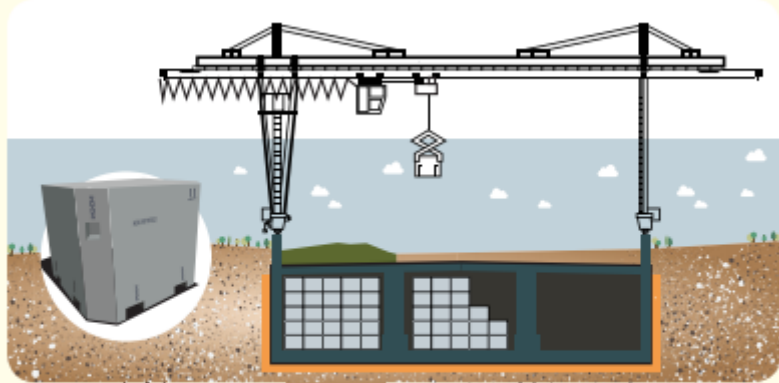
150m まで硬岩石層

150m より深部は片麻岩層。花崗岩層に比べ、1.5~2 倍緻密、20 億年前に形成。放射性核種移行は地上に比較し 100 倍遅。

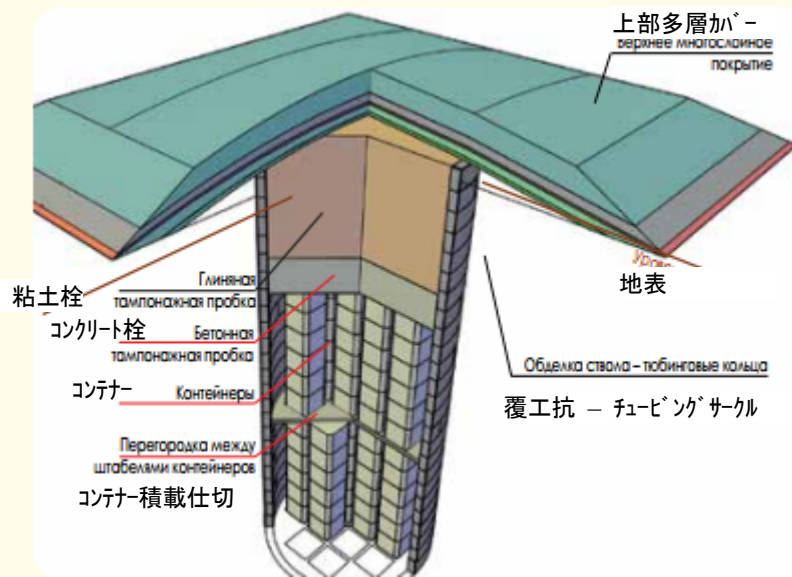


放射性廃棄物(クラス3~4)
最終処分施設(浅地中)

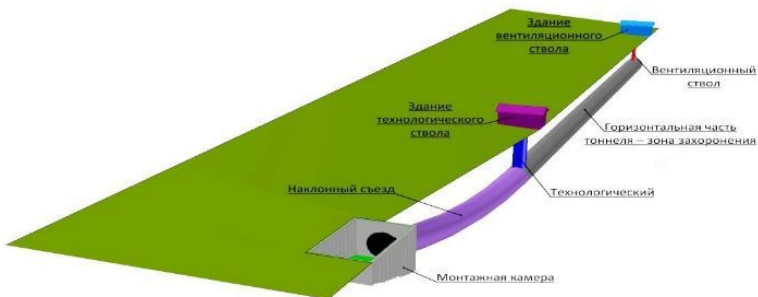
<塚状タイプ>



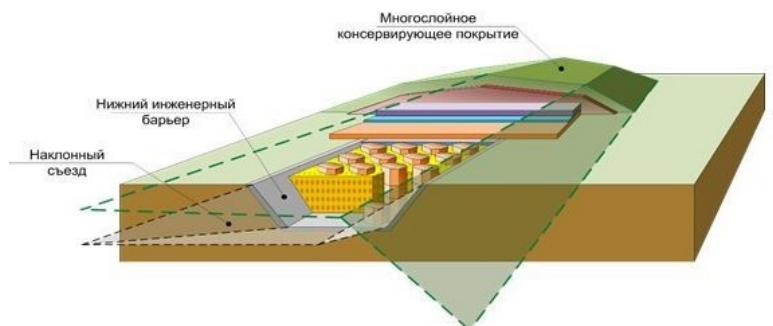
<たて坑タイプ>



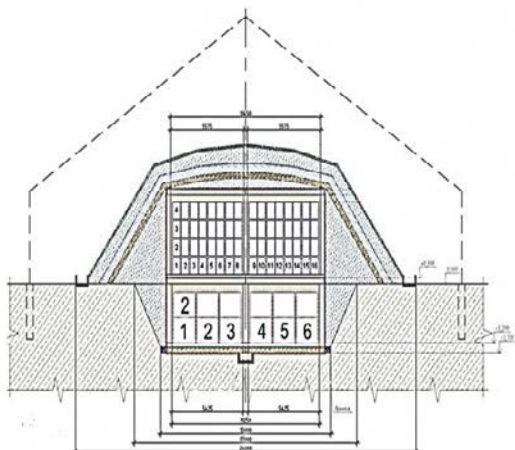
<トンネルタイプ>



<トレンチタイプ>



<コンバインドタイプ>



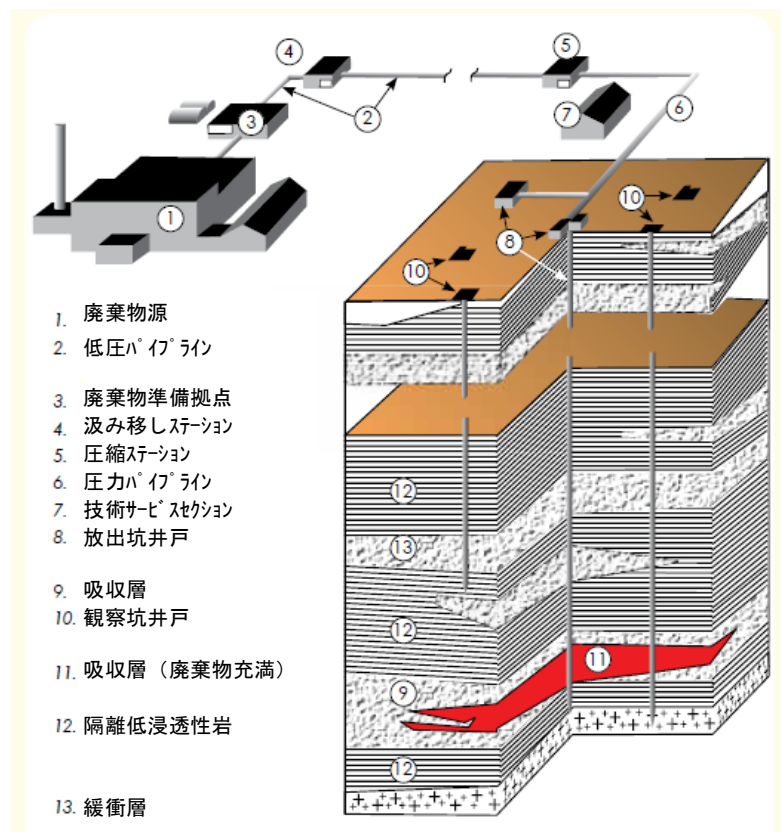


ロシア初、中低レベル放射性廃棄物（クラス 3～4）最終処分施設

（於スベルドロフスク州ノボウリスク市）

液体放射性廃棄物
（クラス 5）最終処分施設

- ・ディミトロフグラード
- ・セベルスク
- ・ジェレズノゴルスク
各支部で実施



出所：放射性廃棄物取扱い国家ポータルウェブサイト

【原子力砕氷船】

2016年の北極海航路利用400隻、総容量530万トンを水先案内(2015年比、2.5倍)。ロシア経済に貢献。北極海航路を利用したガス・石油運搬船や、タイミール半島から欧州向け石炭輸送船を案内。近い将来に現在の7倍の年3500万トン輸送を予想。



- 北極海航路：14,000km
 - 南周り航路(スエズ運河、インド洋経由)：23,000km
- ※輸送期間と燃料コスト削減

現役原子力砕氷船

原子炉2基搭載 *1 OK-900A *2 KLT-40M

ヤマル (Yamal)、戦勝50周年 (50 Let Pobedy) *1 : 75000馬力
タイミール (Taymyr)、バイガチ (Vaygach) *2 : 50000馬力

原子炉1基搭載 *3 KLT-40

セブモルプチ (Sevmorput) : 40000馬力 (軽量コンテナ船)



原子力砕氷船“戦勝50周年”



原子力砕氷船“ヤマル”



原子力砕氷船“タイミール”(右)と“バイガチ”(左)

出所：ロアトムフロート ウェブサイト他

2016年、アルクチカ(Arktika 設計番号22220、LK-60Ya)がペテルブルグ港で進水。3m氷厚対応で船団を先導。炭化水素原料をアジア太平洋地域の市場に運搬(ヤマルLNG等)。二重喫水設計により北極海とそれに面する河川河口の航行可能。RITM-200炉2基搭載、運転期間40年、7年毎に燃料交換。さらに同設計2隻(Sibir、Ural)が建造中。北極圏内の高緯度を通年航行可能なスーパー砕氷船“リーダー”(Leader LK-110Ya)の設計も進行中。

五輪聖火リレー“戦勝 50 周年”で北極点に到達



出所 Sergei Dolya/The Associated Press

○リンク

[ロスアトム傘下企業地域の放射線状況](#)（ロシア科学アカデミー原子力安全研究所提供）

原子力災害時の対応機関

- ・[ロスアトム危機管理センター](#)
- ・[ロスエネルゴアトム危機管理センター](#)
- ・[緊急事態対応技術センター](#)（Rosatom Emergency Service）
- ・非常事態省他

