



# ウクライナの原子力 —基本情報—

2023年9月

(一社) 日本原子力産業協会  
情報・コミュニケーション部

■ ウクライナ概観	P2	■ 破壊されたカホフカダムとザポリージャ原子力発電所の位置関係	P15
■ エネルギー生産量と電源別発電量の推移	P3	■ ザポリージャ原子力発電所周辺の水源地	P16
■ 発電設備と電力構成	P4	■ 最近の米国との主な原子力協力	P17
■ ウクライナの原子力発電所	P5	■ 欧州送電系統運用者ネットワーク (ENTSO-E) への接続	P18
■ 原子力発電量と原子力シェア (2021年)	P6	■ チョルノービリ原子力発電所の現状	P19
■ 利用可能な原子力発電設備容量	P7	■ チョルノービリ立入禁止区域内の施設	P20
■ 原子力政策の現状	P8	■ チョルノービリ立入禁止区域内の施設立地図	P21
■ ウクライナの原子力開発①	P9	■ ロシアによるザポリージャ原子力発電所の占拠をめぐる動き	P22
■ ウクライナの原子力開発②	P10	■ IAEA専門家、チョルノービリを含むウクライナの全原子力サイトに常駐	P23
■ 使用済燃料集中中間貯蔵施設 (CSFSF)	P11	■ ウクライナのウラン鉱山	P24
■ ザポリージャ原子力発電所の乾式使用済燃料貯蔵施設	P12	■ ウラン資源量と生産量	P25
■ ザポリージャ原子力発電所の施設立地図	P13	■ 主な原子力関係条約の加盟状況	P26
■ ザポリージャ原子力発電所と同タイプ (VVER-1000/V-320) のプラント断面図	P14	■ 主な原子力関連組織	P27

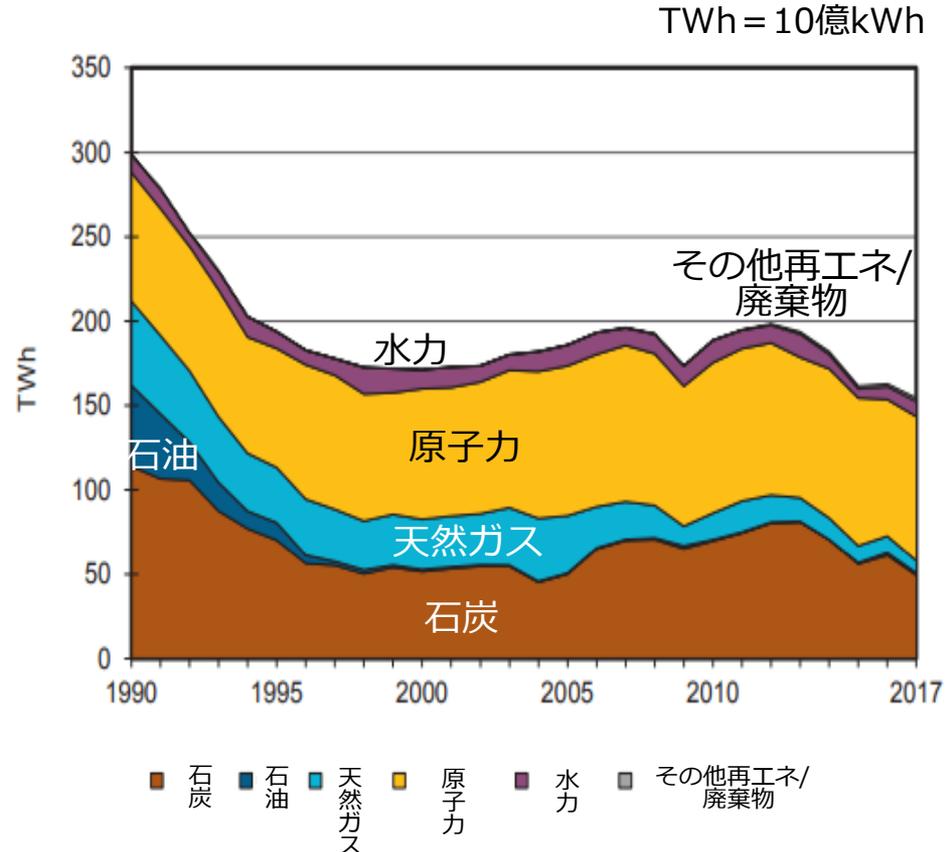
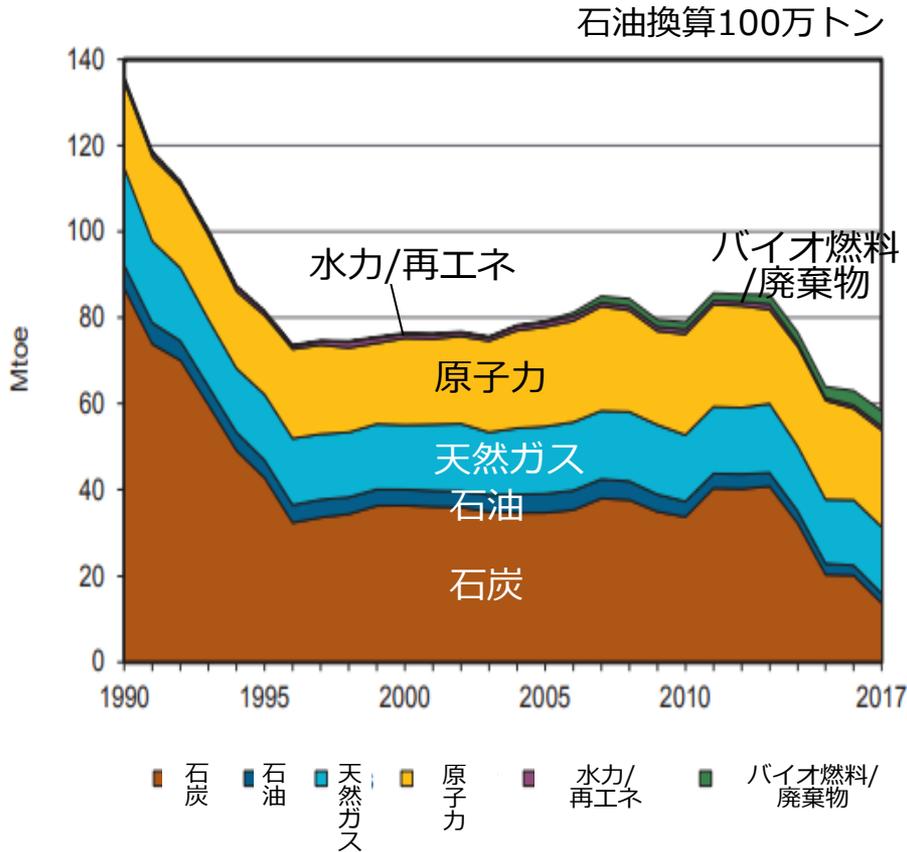
- ウクライナの炭化水素資源は、東はドニエプル・ドネツク地域、西はカルパチア地域、南は黒海・アゾフ海地域に分布。天然ガスの90%はドニエプル・ドネツク地域で生産
- ウクライナは、石炭、天然ガス、石油、原子力、再生可能エネルギーなどを生産。しかし、エネルギー需要は国内供給を上回っており、約35%を輸入で賄う（エネルギー自給率約65%）
- 天然ガスはウクライナの一次エネルギー消費の約3分の1を占め、次いで石炭が30%、原子力が21%と続く。石油などの液体燃料と再生可能エネルギーが、一次エネルギー消費の残り18%を占める
- COVID-19パンデミック以前から、ウクライナ経済は過剰な政府債務などの課題に直面。パンデミックによりエネルギー需要と生産の双方が減少し、同国の債務返済能力に大きな影響を与えている
- エネルギー省によると、クリミア半島の管轄権喪失により、黒海に埋蔵する石油・天然ガスの8割と港湾インフラの相当部分を失う
- ウクライナ経済は、欧州で最もエネルギー集約型経済。産業部門でのエネルギー効率は向上しているものの、エネルギーインフラの近代化への投資が少なく、エネルギー供給が不安定かつエネルギー消費効率も悪いため、経済全体の成長は鈍化

項目	
面積	60万3,700平方キロメートル（日本の約1.6倍）
人口	4,159万人（クリミアを除く）（2021年：ウクライナ国家統計局）
首都	キーウ
主要産業	卸売・小売業、自動車・二輪車修理業（14.0%）、製造業（10.1%）、農業、林業、漁業（9.3%）、行政・防衛・社会保障（7.2%）、不動産業（6.4%）、運輸・倉庫業（6.3%）、情報・通信（5.0%）、鉱業・採石業（4.5%）、教育（4.3%）、専門・科学・技術的活動（3.3%）（2020年：ウクライナ国家統計局）
国民総生産	1,555億ドル（2020年：世銀）
一人当たりGDP	3,726ドル（2020年：世銀）
GDP成長率	3.8%（2021年予測値：世銀）
一次エネルギー供給量	89.36Mtoe（石油換算100万トン）(2019年)
発電電力量	約1,420億kWh（2020年）
一人当たりの電力消費量	2,800kWh（2020年）※日本は7,900kWh

出典：米EIAウェブサイト、外務省ウクライナ基礎データ、IEA “Ukraine-Countries & Regions”

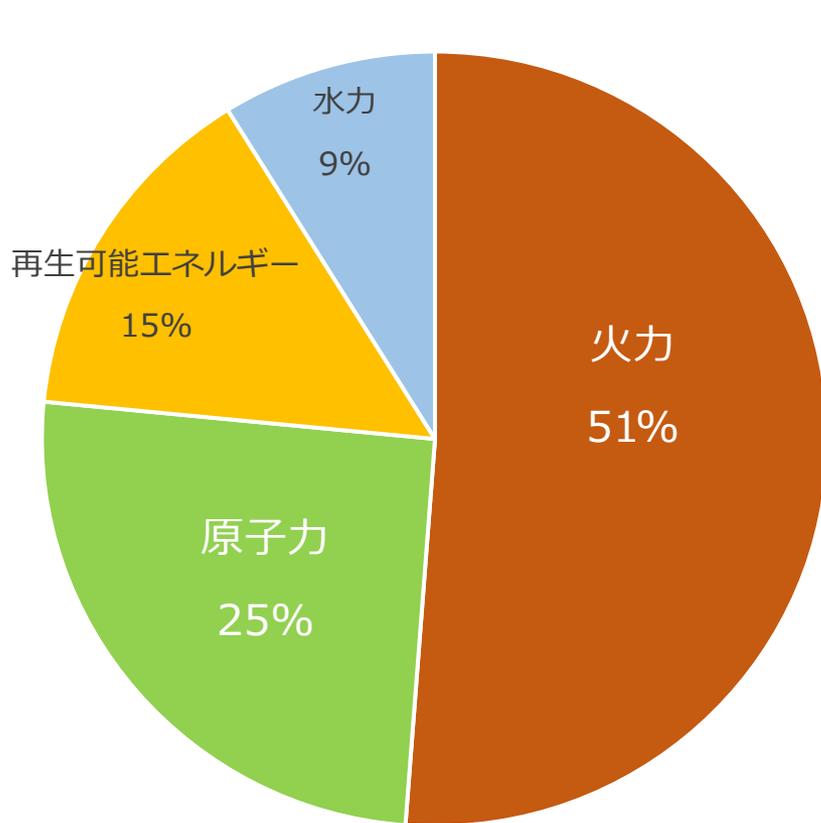
【エネルギー生産量】

【電源別発電量】

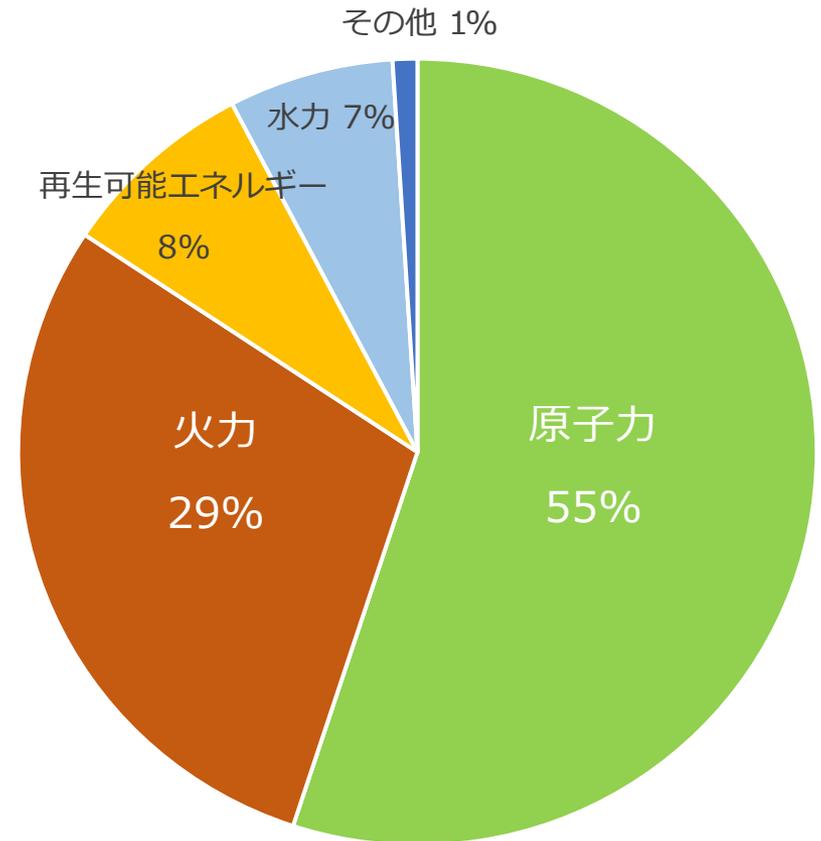


出典：IEA “World Energy Balances” (2019 Edition)

■ ウクライナの電力の半分以上を原子力が供給  
 (国営原子力発電企業Energoatomが運営)



発電設備容量: 約5,600万kW (2021年)



発電電力量: 約1,570億kWh (2021年)  
 2021年の原子力の設備利用率は71.13%



# ウクライナの原子力発電所（計15基・1,381.8万kW） —設備容量の規模は世界第8位—



ザポリージャ原子力発電所（6基・600万kW…欧州最大級）



南ウクライナ原子力発電所（3基・300万kW）



リウネ原子力発電所（4基・281.8万kW）



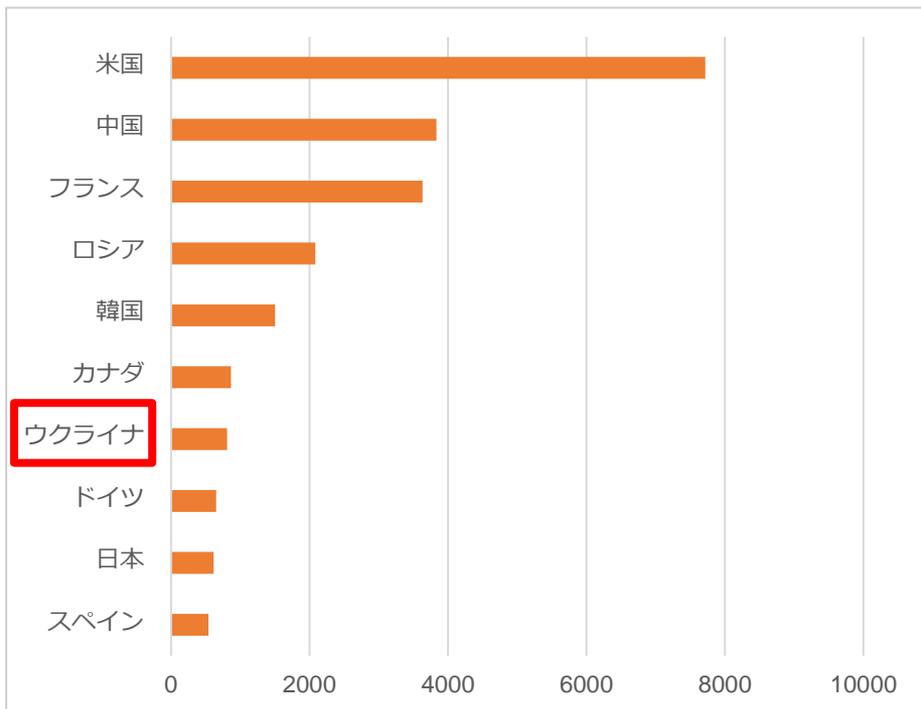
フメルニツキー原子力発電所（2基・200万kW）

写真：ザポリージャの写真はエネルギーアトム、その他はJAIF所蔵

■ ウクライナの原子力発電量は世界第7位。原子力シェアは55%で、フランスに次いで大きい

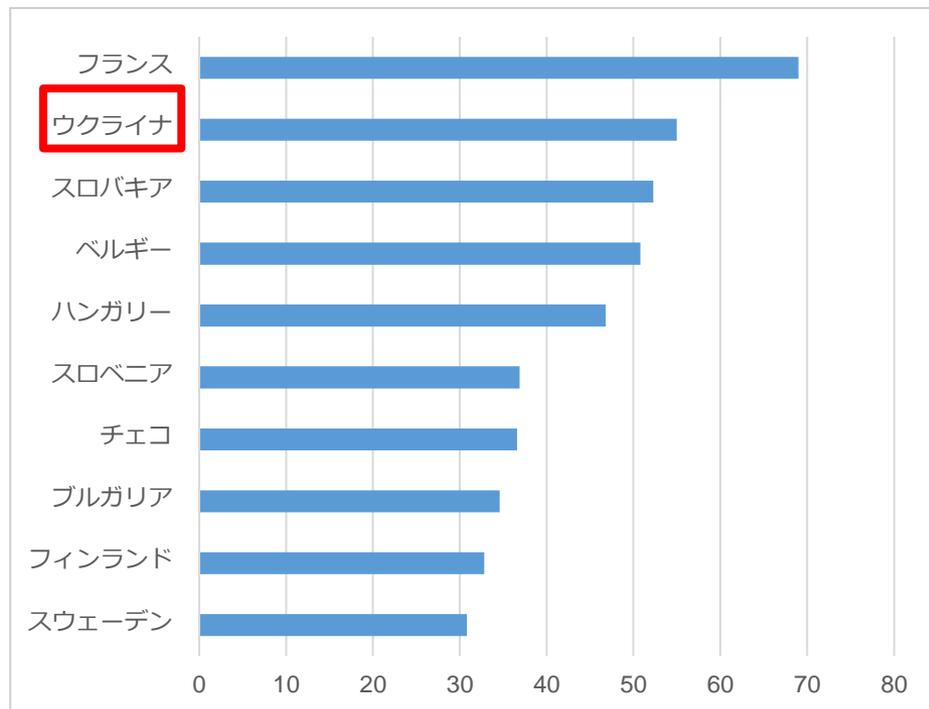
【原子力発電量】

単位：億kWh

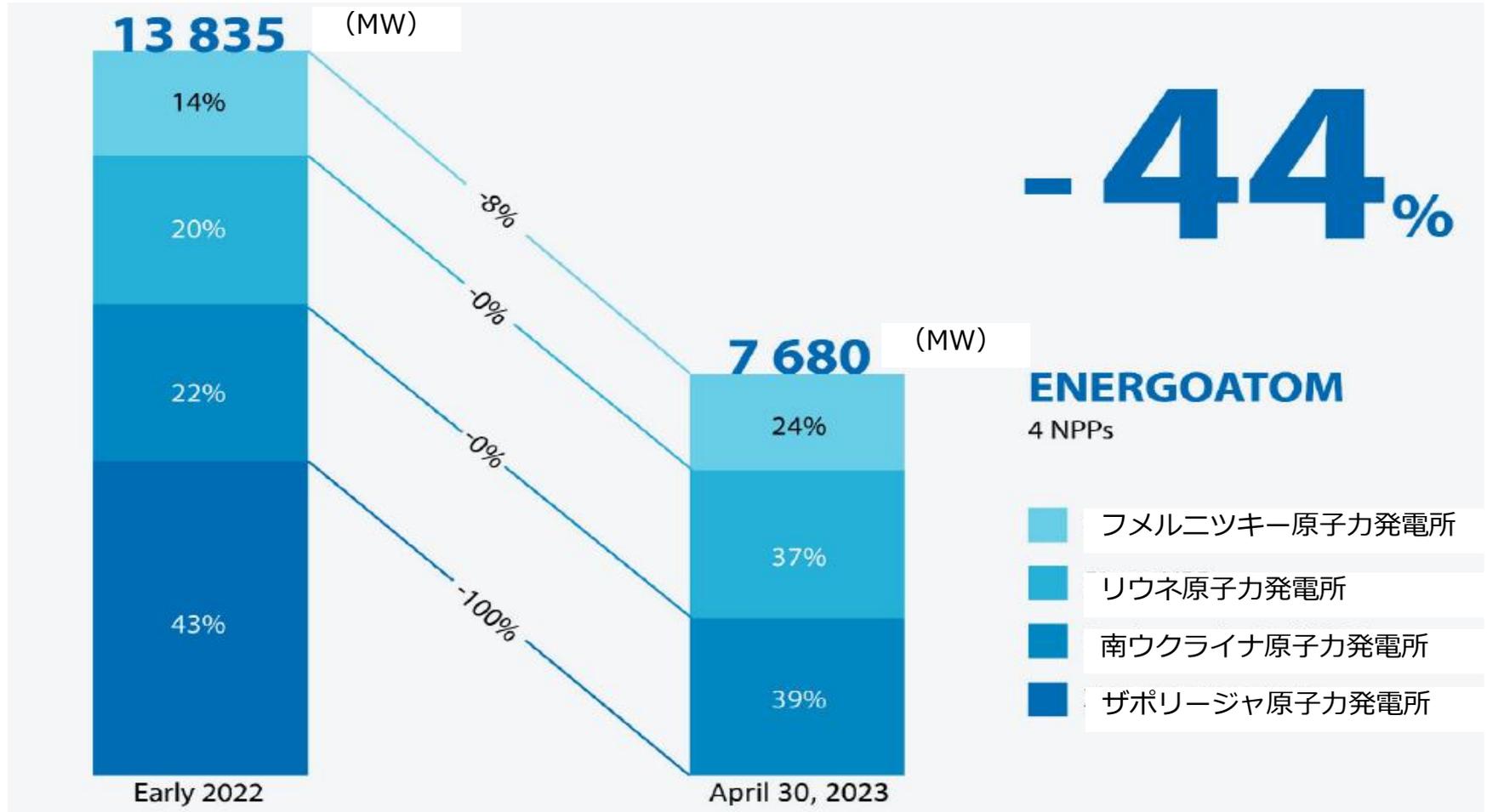


【原子力シェア】

単位：%



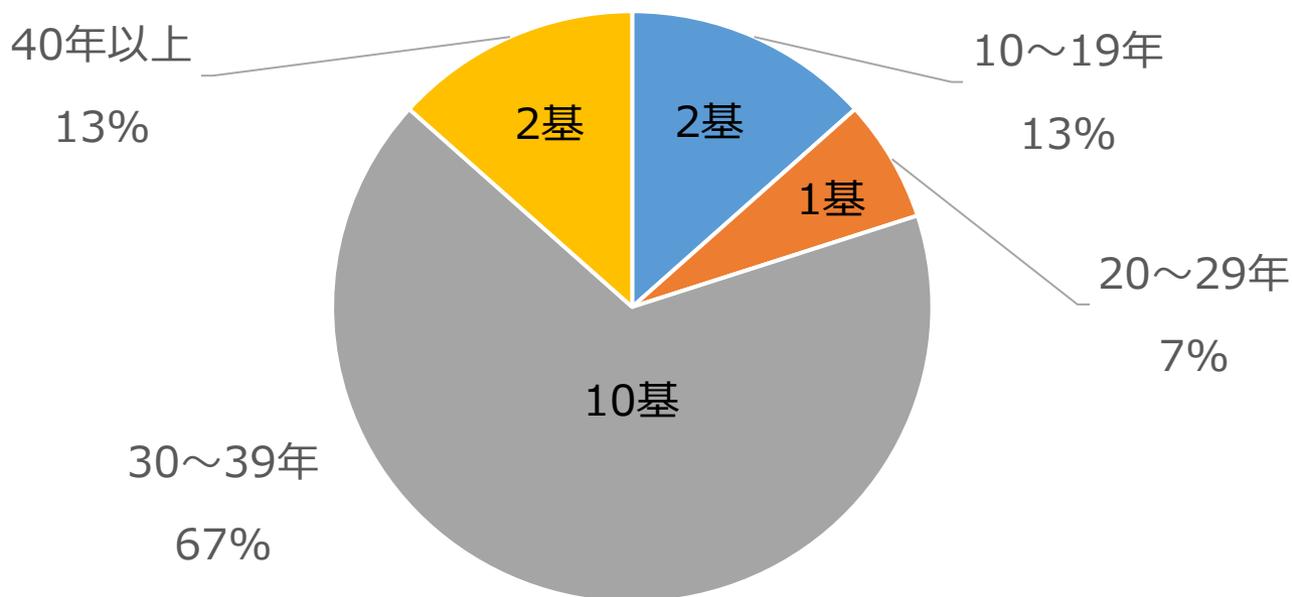
■ ロシアによるザポリージャ原子力発電所占拠により、ウクライナで利用可能な原子力発電設備容量は、2021年末の約1,380万kWから2023年4月末には約770万kWに減少



# ウクライナの原子力政策の現状

## —原子力比率50%堅持の政策、大規模建設へ—

- ウクライナの運転中15基のうち、12基が30年を超えて運転。ウクライナのエネルギー政策は原子力をエネルギー自給と脱炭素化の原動力として重視。今後は既存炉の運転期間延長と新規建設に注力。SMR（小型モジュール炉）にも関心
- 2040年目標は原子力発電設備容量2,400万kW（現在1,381.8万kW）
- 運転中15基は全てロシア製PWR（VVER）。ロシア型VVER炉を運転している国はその他、アルメニア、ブルガリア、チェコ、ハンガリー、イラン、スロバキア、中国、インド、そしてロシア



※2023年9月1日時点

■ 10~19年 ■ 20~29年 ■ 30~39年 ■ 40年以上

現状	発電所名	営業運転
運転中	フメルニツキー1	1988.08.13
	フメルニツキー2	2005.09.07
	リウネ1	1981.09.21
	リウネ2	1982.07.30
	リウネ3	1987.05.16
	リウネ4	2006.01.21
	南ウクライナ1	1982.12.22
	南ウクライナ2	1985.01.06
	南ウクライナ3	1989.09.20
	ザポリージャ1	1985.12.25
	ザポリージャ2	1986.02.15
	ザポリージャ3	1987.03.05
	ザポリージャ4	1988.04.14
	ザポリージャ5	1989.10.27
ザポリージャ6	1996.09.16	
建設中	フメルニツキー3	※1990年から建設中断。 工事進捗率75%
	フメルニツキー4	※1990年から建設中断。 工事進捗率28%

- ソ連時代の1970年から原子力開発開始、チヨルノービリ1号機が1978年運転開始
- 1986年4月26日、チヨルノービリ4号機事故
- 1991年8月24日、ウクライナ独立
- G7,EU等からのRBMK炉（チヨルノービリ）閉鎖  
圧力受け、財政支援条件に閉鎖
- しかし、**原子力開発は継続**  
**事故後も9基・計900万kWが運転開始**
- 2017年8月、「2035年までのエネルギー戦略」**  
**原子力シェア50%維持目標**
- ウクライナは、原子力サービスや核燃料の多くを  
これまでロシアから調達。近年、米WH社から燃料  
を購入するなど、**調達先の多様化**を図る

## チヨルノービリ原子力発電所 (RBMK…軽水冷却黒鉛減速炉)

	営業運転	閉鎖
1号機	1978.05.27	1996.11.30 <b>(事故後も運転継続)</b>
2号機	1979.05.28	1991.10.11 <b>(事故後も運転継続)</b>
3号機	1982.06.08	2000.12.15 <b>(事故後も運転継続)</b>
4号機	1984.03.26	<b>1986.04.26 (事故発生)</b>

ウクライナ危機（2014年初頭）→ロシアへの依存脱却に向けた取組が加速

## 2014年

- 3月18日: **ロシア、クリミアをロシアに編入**
- 4月11日: **米WH社、エネルゴアトムへの燃料供給契約（2008年締結）を2020年まで5年間延長すると発表。その後、2025年まで契約延長（2018年1月）**  
→2022年7月現在、ウクライナの原子炉15基のうち7基（南ウクライナ2, 3とザポリージャ1, 3, 4, 5, リウネ3）がWH社の燃料を使用
- 8月26日: **使用済燃料集中中間貯蔵施設（CSFSF）の建設開始@ Cholnobyri 立入禁止区域。米ホルテック・インターナショナル社が受注。ザポリージャ以外の全発電所の使用済燃料貯蔵 →2021年8月操業開始。操業により、ロシアへの年間支払い約2億ドルを節約**
- **2015年9月: ウクライナ議会、フメルニツキー3, 4号機完成に関するロシアとの政府間協定を無効にする法案を可決**
- **2021年1月: ロシアへの使用済燃料供給契約を終了**



スウェーデンにあるベストロース燃料工場  
BWRとPWR向け燃料だけでなく、VVER燃料も製造

写真: WH社スウェーデン

- ザポリージャ以外の全原子力発電所（リウネ、南ウクライナ、フメルニツキー）の使用済燃料は、チヨルノービリ立入禁止区域内に立地する使用済燃料集中中間貯蔵施設（CSFSF）で保管

## <使用済燃料集中中間貯蔵施設（乾式）>

- 貯蔵容量：16,529体（使用済燃料集合体、VVER-1000：12,010体、VVER-440：4,519体）  
HI-STORMキャニスター（458基）
- 2021年8月～操業開始、2022年4月本格操業の認可取得
- 米ホルテック・インターナショナル社が技術協力
- 操業期間：100年

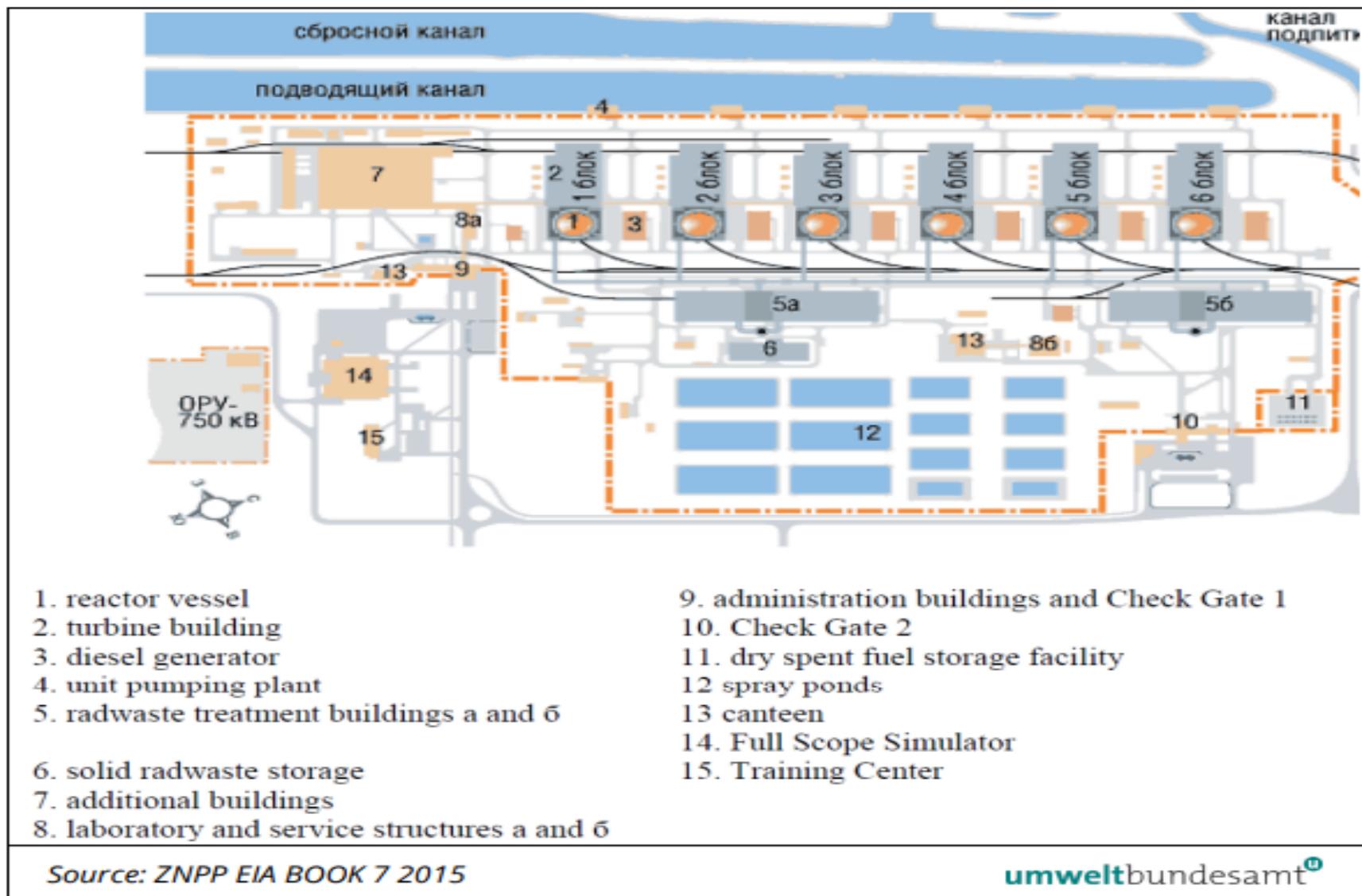


- ウクライナは原則、オープンサイクル政策を採用。使用済燃料は処分前に少なくとも50～100年間保管の方針（暫くは、“Wait & See”のスタンス）
- 使用済燃料はこれまでロシアに移送（VVER-1000の燃料はクラスノヤルスク・ジェレズノゴルスクの鉱業化学コンビナートで貯蔵。VVER-440の燃料はチェリャビンスク・マヤク再処理工場で貯蔵、再処理）。再処理後、高レベル放射性廃棄物はガラス固化体で返還。ザポリージャ以外の全原子力発電所の使用済燃料は今後、2021年8月から操業が開始されたチョルノービリ立入禁止区域内に立地する使用済燃料集中中間貯蔵施設（CSFSF）で保管

## <ザポリージャの乾式使用済燃料貯蔵施設>

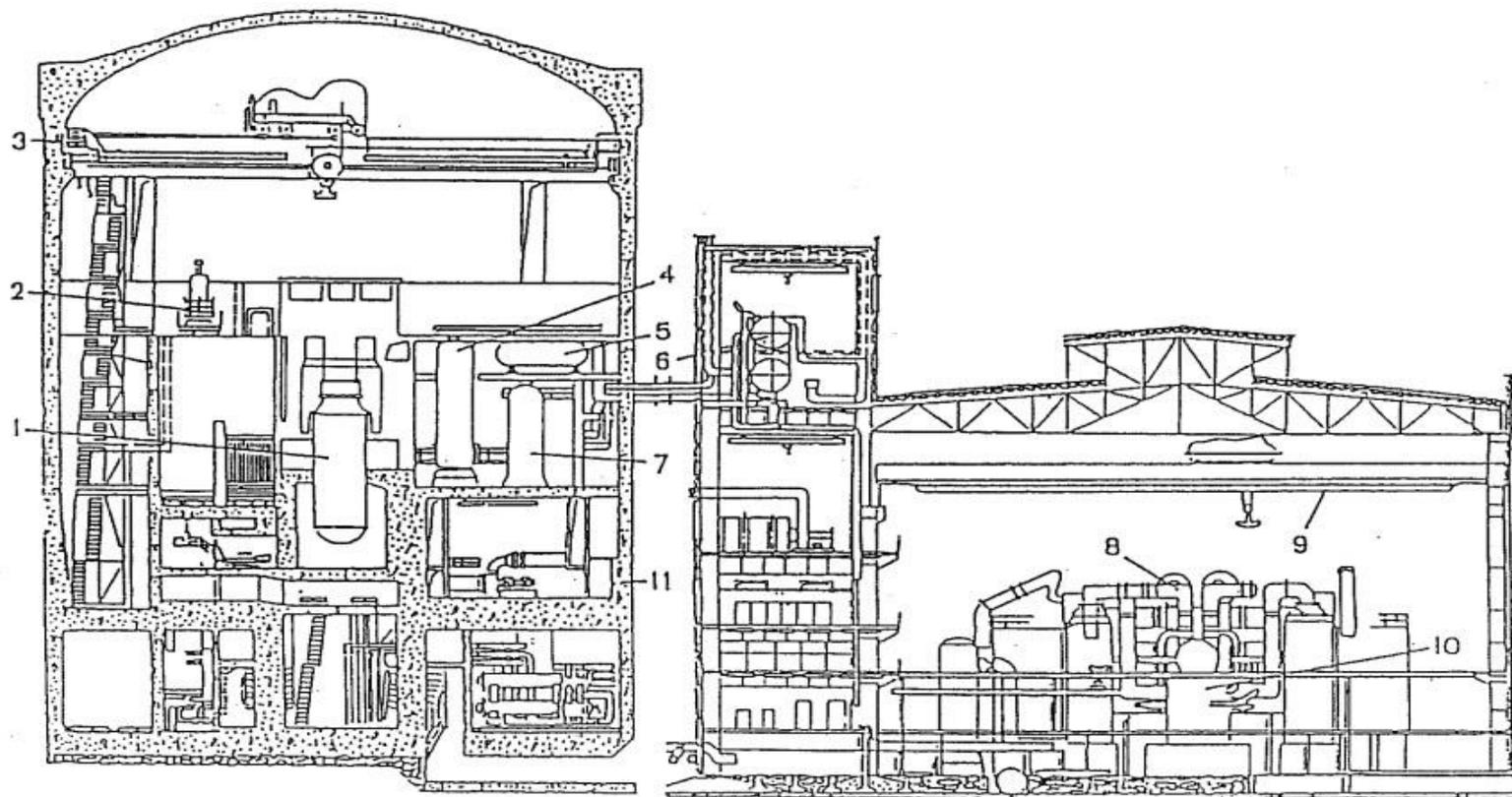
- 貯蔵容量：144トン×380基の換気式貯蔵キャスク（VSC-24）（1基あたり使用済燃料集合体24体収容）
- 2001年7月：パイロット操業認可取得
- 2004年8月～第1期（100基のキャスク）操業開始。2022年8月現在、174基のキャスク収容
- 米デューク・エンジニアリング&サービス社の技術協力による設計
- 操業期間：50年間（最大100年間まで延長）





図：オーストリア連邦環境庁“NPP Zaporizhzhya Expert Statement Lifetime Extension EIA”

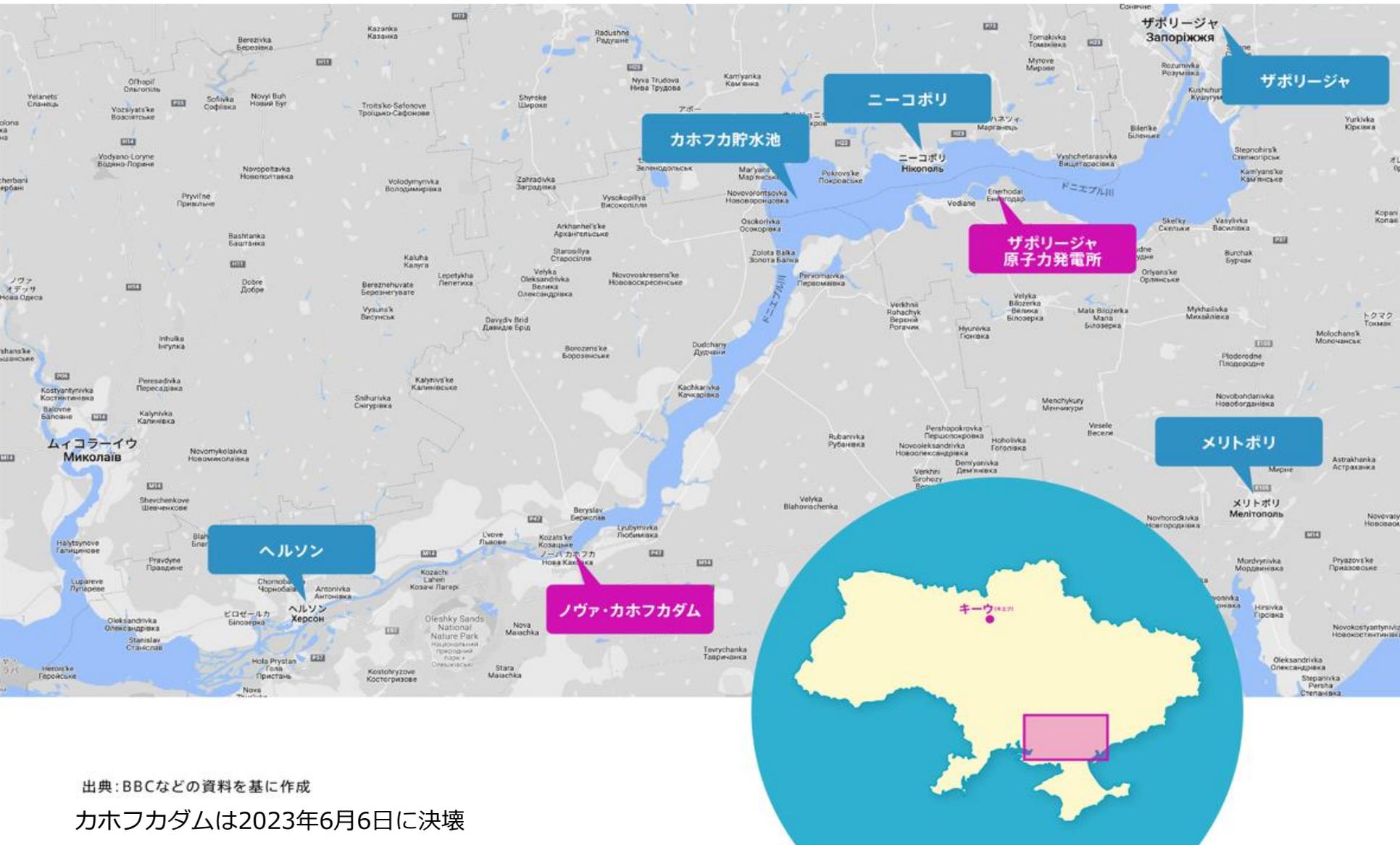
# ザポリージャ原子力発電所と同タイプ (VVER-1000/V-320) のプラント断面図



- |   |       |   |          |    |      |
|---|-------|---|----------|----|------|
| 1 | 原子炉   | 5 | 加圧器逃しタンク | 9  | クレーン |
| 2 | 燃料交換機 | 6 | 脱気器      | 10 | 予熱器  |
| 3 | クレーン  | 7 | 蓄圧タンク    | 11 | 格納容器 |
| 4 | 加圧器   | 8 | タービン発電機  |    |      |

図：(財) 原子力安全研究協会“旧ソ連型炉データブック（資料編）”（平成5年3月）

# 破壊されたカホフカダムとザポリージャ原子力発電所の位置関係



出典: BBCなどの資料を基に作成

カホフカダムは2023年6月6日に決壊

# ザポリージャ原子力発電所周辺の水源



■ウクライナは2000年代半ばから、ロシアへの依存を低減するため、WH社製の燃料を利用するなど、供給先の多様化を追求してきた。ウクライナは近年、核燃料や原子力サービス、原子炉技術の分野において米国と協力関係を深めている

<最近の主な動き>

- 2018年2月28日: ホルテック・インターナショナル社－エネルギーアトム、ホルテック社製SMR-160の許認可・建設で覚書締結
- 2019年6月: ホルテック社、ウクライナでのSMR-160展開@リウネ原子力発電所に向け、コンソーシアム・パートナーシップ（国際企業連合）を正式に結成

<2021年>

- 8月20日: ホルテック社が建設した使用済燃料集中中間貯蔵施設（CSFSF）完成を祝賀。ウクライナ・エネルギー大臣「**エネルギーアトムは、使用済燃料の管理における隣国への依存から脱却するという、我が国が直面する最大の課題の1つを見事に克服した**」
- 8月31日: WH社－エネルギーアトム、ウクライナでのAP1000複数基建設で協定締結
- 9月9日: エネルギーアトム－ニュースケール・パワー社、ウクライナでのニュースケール社製SMRの建設可能性調査でMOU締結
- 11月22日: WH社－エネルギーアトム、フメルニツキー・サイトで最初のAP1000建設契約締結
- 12月15日: 米貿易開発庁、ウクライナ科学技術センターがニュースケール社製SMR導入に向けて実施予定の分析調査に技術支援金提供
- アトムエネルギーマシ、WH社の技術を使用した燃料集合体製造の立ち上げ作業を開始



写真: WH社

<2022年>

- 1月17日、エネルギーアトムとWH社、燃料集合体製造のためのアトムエネルギーマシの製造ラインの評価と認定に関する契約締結
- 6月2日 **WH社、エネルギーアトムと追加契約。全基分の燃料調達（新規原子炉分含む）や合計9基のAP1000建設、原子力の運転、建設、廃炉の協力のため、WH社のエンジニアリングセンター設立で合意**

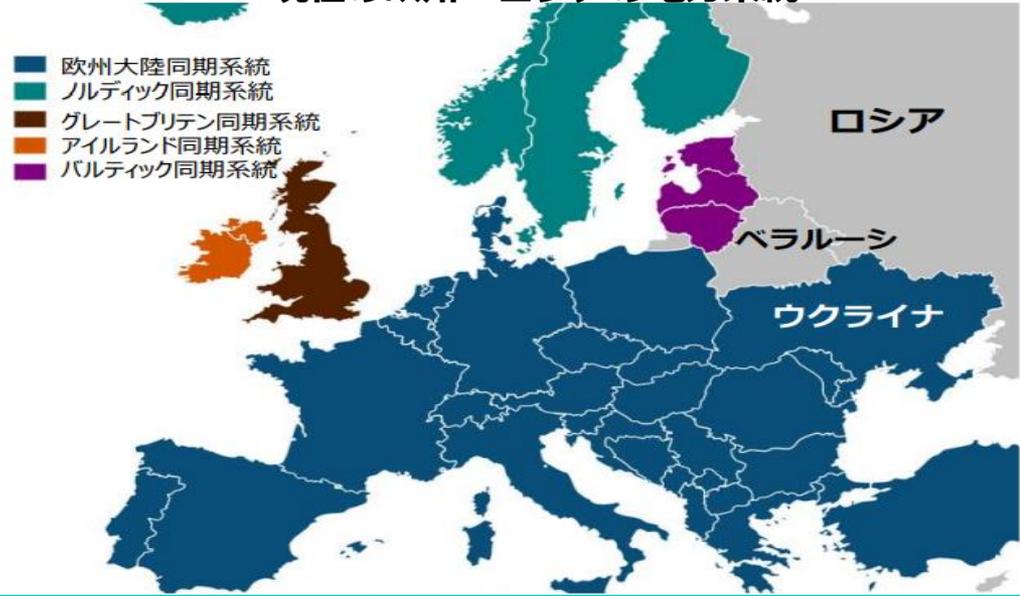
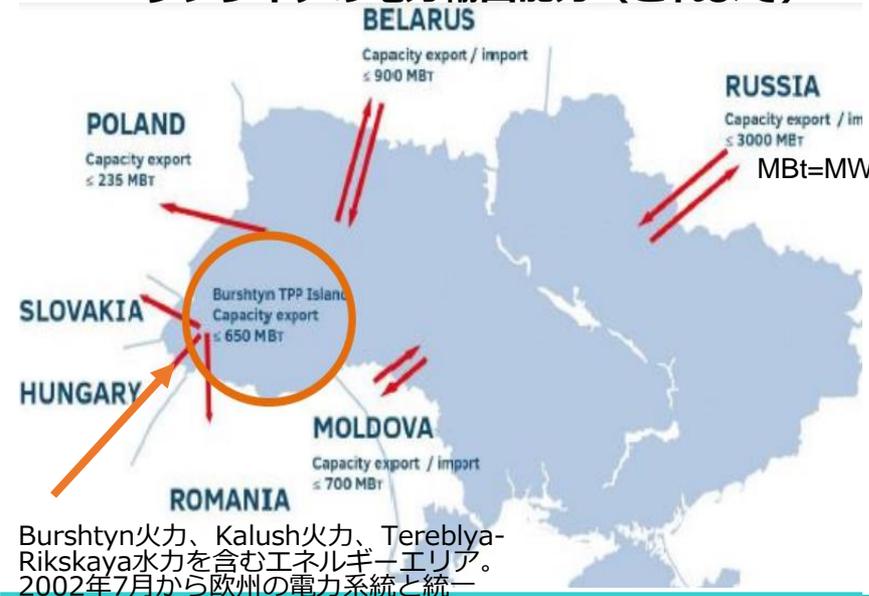
<2023年>

- 9月12日 WH社－エネルギーアトム、ウクライナでのAP300の開発・配備に係る覚書締結

- ウクライナとモルドバの国家電力システムは2022年3月16日、欧州送電系統運用者ネットワーク（ENTSO-E）\*との電力系統との接続、同期化を開始（当初2023年初めの予定が1年早まる）\* ENTSO-Eは、35か国・39のメンバーからなる欧州全域の系統運用者の団体
  - 2017年6月：ウクレエネルゴ（国営送電系統運用会社）、ENTSO-Eへのウクライナ加入に関する協定に署名
  - 2022年2月24日：ENTSO-Eとの統合準備の一環として、ソ連時代からロシアとベラルーシの電力システムに接続していたウクライナの電力システムが離脱、動作試験実施。離脱の数時間後ロシアによるウクライナ侵攻開始、ウクライナの送電網を含むエネルギーインフラへの攻撃あり
    - 2月26日：ウクライナ、ENTSO-Eとの緊急接続を要請。翌日にはモルドバも接続要請
    - 3月16日：ENTSO-E、ウクライナとモルドバの電力系統との接続・同期化を開始
    - 4月26日：ENTSO-E、ウクレエネルゴをオブザーバーメンバーとして承認
    - 6月30日：ウクライナから欧州への電力輸出を開始～  
（ルーマニア、スロバキア、ポーランド、モルドバに供給）

ウクライナの電力輸出能力（これまで）

現在の欧州・ロシアの電力系統



- 事故を起こしたチヨルノービリ4号機以外の1～3号機も全て閉鎖済、通常の廃止措置を実施中。1～3号機の使用済燃料は全て取り出し完了
- 2012年4月、4号機の新シェルター(New Safe Confinement, 世界最大の可動式鋼鉄製構造物、100年間放射性物質を封じ込め)の起工式、2019年7月、新シェルターが稼働
- 最終的にはコンクリート製の石棺を解体し、炉内に残る200トンの燃料を除去する計画



写真: EBRD

- チェルノービリ原子力発電所から半径30km圏内が今も立入禁止区域
- 閉鎖されたチェルノービリ1～3号機の使用済燃料は現在、**湿式貯蔵施設 (ISF-1)** で保管中。今後、発電所から数km離れた新たな**乾式貯蔵施設 (ISF-2)** にて保管予定。ISF-2は2021年4月、規制当局より操業認可取得、6月からISF-1より使用済燃料の輸送開始。2022年1月現在、1,698体の使用済燃料がISF-2で保管。乾式貯蔵施設であるISF-2建設には、欧米各国やロシア、日本も資金援助。建設は米ホルテック社率いるコンソーシアムが担当
- その他、ザポリージャ以外の全原子力発電所の使用済燃料貯蔵を行う**使用済燃料集中中間貯蔵施設 (CSFSF)** が立地
- チェルノービリから発生するその他の廃棄物は、**固体放射性廃棄物管理産業コンプレックス (ISCRM)** 他にて受け入れ、処理、処分



図: ANS



ISF-2

写真: 国家専門企業チェルノービリ原子力発電所



図: 国立立入禁止区域管理庁 “Chornobyl Exclusion Zone and Radioactive Waste Management in Ukraine”

## <これまでの主な動き>

- 2022年2月24日 ロシア軍、チョルノービリ・サイトを占拠（2022年3月31日まで）
- 3月 2日 IAEA, 原子力安全とセキュリティ確保に関する7つの原則を発表@IAEA緊急理事会
- 3月 4日 ロシア軍が欧州最大規模のザポリージャ原子力発電所（ZNPP）を占拠
- **—2023年5月末までに外部電源喪失が計7回**
- 9月 1日 IAEA, ZNPPにIAEA支援/調査ミッションを常駐。以降、すべての関係者にZNPPの原子力安全/セキュリティ保護エリアの設置について働きかけ(ロシア、ウクライナ双方の最高レベルを含む、多数の会合、集中的な協議、交渉)
- 10月 5日 **プーチン大統領、ウクライナ東部4州の併合法案に署名、ZNPPをロシアの支配下に移管する命令を发出**
- 2023年1月 IAEA専門家, チョルノービリを含むウクライナ全原子力サイトに常駐
- 5月30日 ZNPPを保護するための5つの基本原則を発表@国連安全保障理事会
- 6月 6日 下流のカホフカダムが決壊。今後の冷却水の確保に懸念

## <IAEAのその他の取組状況（2023年5月末時点）>

- ☆これまでに12回、専門家ミッションを派遣。うち7回はグロッシェ事務局長自らミッションを率いる（うち2回ZNPP訪問）
- ☆ウクライナへ計17回の重要設備の納入、総額約500万ユーロの国際支援パッケージを実施
- ☆原子力施設で働くスタッフに対して、包括的な医療支援プログラムを実施
- ☆保障措置検証活動も継続
- ☆160回以上の声明発表、4つの報告書、国連総会や安全保障理事会での複数回のブリーフィングでウクライナの原子力施設の状況を世界に発信



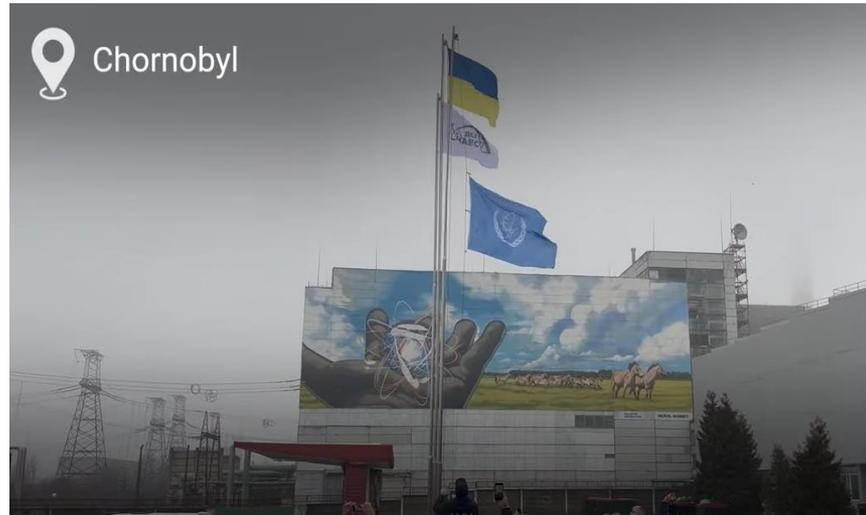
プーチン大統領と会談  
(2022年10月11日)

出典：ロシア大統領府

## <ZNPPを保護するための5つの基本原則（2023年5月30日）>

- ①特に原子炉、使用済燃料貯蔵施設、その他の重要インフラ、または人員を標的とした、ZNPPからの、またはZNPPに対するいかなる種類の攻撃もあってはならない
- ②ZNPPからの攻撃に使用される可能性のある重火器(すなわち、多連装ロケット砲、火砲システムおよび弾薬、戦車)の貯蔵場所や兵員の基地としてZNPPを使用してはならない
- ③ZNPPへの外部電源を危険に晒してはならない。そのため、外部電源が常に利用可能で安全であることを確保するためにあらゆる努力を払う必要がある
- ④ZNPPの安全で確実な運転に不可欠なすべての構造物、システム、コンポーネントは、攻撃や破壊活動から保護されなければならない
- ⑤以上の原則を損なうような行動をとってはならない

# IAEA専門家、チヨルノービリを含む ウクライナ全原子力サイトに常駐（2023年1月～） （ザポリージャには2022年9月から常駐）



出典：“IAEA Missions Established at all Nuclear Power Plants Across Ukraine”（2023年1月26日）



■ ウクライナのウラン資源量と生産量は世界10位

## ウラン資源量

2021年1月1日現在、<US\$260/kgU

順位	国名	既知資源 (tU) (回収可能)		
		確認資源	推定資源	合計
1	オーストラリア	1,317,800	642,000	1,959,800
2	カザフスタン	387,400	487,300	874,700
3	カナダ	649,000	216,400	865,400
4	ロシア	251,900	405,000	656,900
5	ナミビア	322,800	186,700	509,500
6	南アフリカ	255,700	189,000	447,700
7	ニジェール	334,800	133,200	468,000
8	ブラジル	155,900	120,900	276,800
9	中国	111,100	133,600	244,700
10	ウクライナ	120,600	64,800	185,400
	世界合計	4,688,300	3,229,200	7,917,500

## ウラン生産量

順位は2021年を基準

順位	国名	ウラン生産量 (tU)	
		2020年	2021年
1	カザフスタン	19,477	21,819
2	ナミビア	5,412	5,753
3	カナダ	3,878	4,692
4	オーストラリア	6,195	3,817
5	ウズベキスタン	3,512	3,520
6	ロシア	2,846	2,635
7	ニジェール	2,991	2,250
8	中国	1,600	1,600
9	インド	540	600
10	ウクライナ	711	455
	世界合計	47,342	47,472

- ・既知資源：発見済みの資源。確認資源と推定資源の合計
- ・確認資源：鉱床の規模・品位・形状が明らかなもの
- ・推定資源：鉱床の規模・特性に関するデータが不十分なもの

条約・協定名	条約発効年月日	加盟/締結状況	加盟発効/締結年月日
核兵器不拡散条約 (NPT)	1970年3月5日	○	1994年12月5日
包括的核実験禁止条約 (CTBT)	×	○	2001年2月23日 (批准)
核兵器用核分裂性物質生産禁止条約 (カットオフ条約) ※現在早期交渉開始、妥結が求められているところ	×	—	—
原子力の安全に関する条約	1996年10月24日	○	1998年7月7日
使用済燃料管理・放射性廃棄物管理の安全に関する条約	2001年6月18日	○	2001年6月18日
原子力事故の早期通報に関する条約	1986年10月27日	○	1987年2月26日
原子力事故又は放射線緊急事態の場合における援助に関する条約	1987年2月26日	○	1987年2月26日
核物質の防護に関する条約	1987年2月8日	○	1993年8月5日
改正核物質の防護に関する条約	2016年5月8日	○	2016年5月8日
核によるテロリズムの行為の防止に関する国際条約	2007年7月7日	○	2007年9月25日
原子力損害の補完的補償に関する条約 (CSC)	2015年4月15日	×	—
パリ条約	1968年4月1日	×	—
ウィーン条約	1977年11月12日	○	1996年12月20日
IAEA保障措置協定	—	○	1998年1月22日
IAEA追加議定書	—	○	2006年1月24日

## 組織名

国営原子力発電会社エネルギーアトム <https://www.energoatom.com.ua/app-eng/index-eng.html>

国家専門会社チョルノービリ原子力発電所 <https://chnpp.gov.ua/ua/>

VostGOK（国営ウラン生産・加工会社）

国営電力会社ウクレエネルギー

国家原子力規制検査局

エネルギー省 <https://mev.gov.ua/>

生態・天然資源省

緊急事態庁

国家立入禁止区域管理庁 <https://dazv.gov.ua>

国際原子力安全センター <http://www.insc.gov.ua/>

原子力・放射線安全科学技術センター <https://sstc.ua/>

チョルノービリ原子力安全・放射性廃棄物・放射性生態学センター <http://www.chornobyl.net/>

原子力研究所 <http://www.kinr.kiev.ua/>

ハリキウ物理技術研究所 <https://www.kipt.kharkov.ua/>

キーウ科学研究設計研究所“Energoeroekt（エネルギープロジェクト）”（KIEP） <https://kiep.co/>

ハリキウ科学研究設計研究所“Energoeroekt（エネルギープロジェクト）” <http://www.energoeroekt.com.ua/>

ウクライナ国立科学アカデミー <https://www.nas.gov.ua/>

ハリキウターボアトム（タービン製造） <https://ukrenergymachines.com/en>

アトムエネルギーマシ（RPVの鍛造部材製造など）

HARTRON <http://www.hartron.com.ua/>