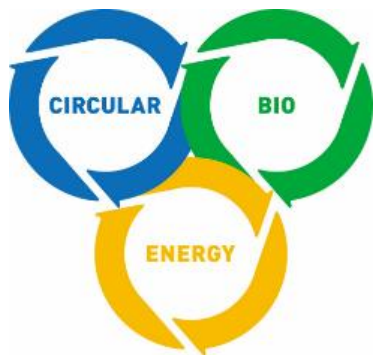


ウクライナ・ロシアレポート

- エネルギー資源、鉱物資源・希ガス、デジタル・宇宙分野への
インパクト -



2022年7月

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構
技術戦略研究センター（TSC）

© NEDO 2022

はじめに

ウクライナ侵略に関わる影響 全体像

I. エネルギー資源

- 天然ガス：ロシアにおける産出量、輸出量及び各国のロシアへの依存
- 石油・石油製品：ロシアにおける産出量、輸出量及び各国のロシアへの依存
- 石炭：ロシアにおける産出量、輸出量及び各国のロシアへの依存
- ロシアのウクライナ侵略を受けた各国の対応
- エネルギー分野における今後の対応とタイムフレーム
- ウクライナ情勢を受けて明らかになったエネルギー分野における検討課題

II. 鉱物資源・希ガス

- ロシア、ウクライナのシェアが高い鉱物・希ガスの現状とのその影響
- 鉱物資源・希ガス等分野における今後の対応とタイムフレーム
- ウクライナ情勢を受けて明らかになった鉱物資源・希ガス分野における検討課題

III. デジタル、宇宙、その他（食料）

- デジタル技術がロシアのウクライナ侵略に与えるインパクト
- ウクライナ情勢を受けて明らかになったデジタル分野における検討課題
- ロシアのウクライナ侵略が及ぼす宇宙分野、食料への影響

まとめ -Key Implications-

- 2022年2月24日、ロシアはウクライナを侵略。ロシアは世界の主要なエネルギー資源（天然ガス、石油、石炭）及び鉱物資源・希ガスの輸出大国であり、ウクライナも特定の希ガス輸出シェアが高い。これを発端とし、経済制裁によるエネルギー資源の輸入禁止、資源価格の高騰等により、それら資源の供給が今後途絶え、それに伴うサプライチェーンにも大きな影響が出る可能性がある。
- 本レポートは、世界経済に大きな影響を与え、また日本にも大きな影響を及ぼしうるエネルギー資源（天然ガス、石油、石炭）、鉱物資源や希ガスについて、各国のロシア産エネルギー資源への依存等影響について状況を把握するとともに、2022年5月末までのロシアに対する各国の対応を集約。それらに関連する各分野において、今後、世界において短期的、中長期的に重要とされる事項を整理し、特に技術開発の観点から取り組むことが期待される検討課題について考察することを目的とする。
- また、今回の情勢は、デジタル技術の重要性を再認識させるものであり、さらには宇宙分野や食料分野へも影響が波及していることから、デジタルや宇宙、食料分野において実際何が起こり、どのような影響が出ているか等について情報を集約し、今後重要とされる世界的な検討課題等を提起する。
- 当面続くであろう不安定な世界情勢の下、個別具体的な取り組みや戦略の検討が必要になると考えられる。本レポートによる課題提起がその契機となることを期待する。

【エネルギー資源】

- ロシアは、世界の天然ガスの16%、原油の11%、石炭の5%を占める世界的なエネルギー資源産出国であり、輸出大国でもある。
- 欧州は歴史的にその一大輸入地域。中でも独のロシア依存度が高い。
- ウクライナ侵略を受けて、各国の対応は、エネルギー自給率、ロシアへの依存度の違いにより濃淡あり。
- 独はノルドストリーム2プロジェクトを破棄。LNG基地の設置を表明。英・仏もエネルギー政策の見直しを表明。
- 欧州は、REPowerEUを発表し、短期的な燃料確保と中長期的なカーボンニュートラル政策を両立させる。
- 米国は、経済制裁として、ロシア産原油、天然ガスの輸入を全面的に禁止。英も米国に歩調を合わせ、ロシア産原油、天然ガスの輸入を段階的に禁止。
- 日本も欧米との足並みを揃え、ロシアへの化石燃料依存をフェーズアウトしていく。
- 天然ガス、原油、石炭の価格上昇が世界経済へ与える影響を懸念。他方で、化石燃料価格の上昇は、シェールガス、シェールオイル、各種省エネ技術等の損益分岐点を移動させ、採算化。

【鉱物資源、希ガス】

- ロシアは、ニッケル、アルミニウム、パラジウム等といった鉱物資源、ウクライナはネオン等希ガスの世界的シェアが高い。これらは蓄電池、輸送機械、半導体製造装置に使用されるもので、世界の製造業のサプライチェーンを直撃。ニッケルやパラジウムは、将来のエネルギーシステムを担う蓄電池や燃料電池といったキーテクノロジーの基幹材料として必須。

【SNS、衛星通信等のデジタル技術、宇宙、その他（食料）】

- 今回の侵略は情報戦争の側面があり、経済制裁におけるテック企業の役割等、デジタルが大きな役割。
- ビッグテックによる製品・サービスの供給停止、サイバー攻撃やSNS等も駆使した初めてのデジタル戦争となった。
- ロシア、ウクライナから多く輸出されているひまわり油、大麦、小麦は、ウクライナ侵略によって供給が途絶えている。今後、世界の食料価格は高騰するとともに、栄養不足人口がさらに増加すると予測される。

ウクライナ侵略に関わる影響 全体像（イメージ）

制裁

エネルギー

- ・欧米、日本がロシア産化石燃料の輸入禁止等

金融

- ・ロシアをSWIFTから締め出し
- ・資産凍結
- ・国際クレジットカードの対露停止

産業

- ・“Self Sanction”
 - 西側企業がロシアから撤退
 - 対露デジタルサービスの停止
- ・ハイテク製品の輸出規制（米）

ロシアによる
報復制裁

エネルギー

ロシアからの天然ガス供給停止（ドイツ、ポーランド、ブルガリア、フィンランド、オランダ、デンマーク）

原材料

「非友好的な行動」に対する原材料の輸出禁止

ロシアへの入国禁止

現場

デジタル

- ・SNS活用、SNS遮断（露）
- ・デジタル義勇軍、サイバー攻撃
- ・宇宙、衛星通信
- ・仮想通貨等による軍資金獲得

ロシアのウクライナ侵略



国際機関

国際連合、IEA、IAEA、国際司法裁判所等

影響

エネルギー

- ・エネルギー価格の高騰
- ・化石燃料（天然ガス、原油、石炭）の脱ロシア依存

鉱物・希ガス

- ・鉱物資源・希ガスの脱ロシア依存

デジタルネットワーク

デジタル技術が戦闘・サイバー戦・情報戦で果たす役割が拡大

食料

- ・小麦、ヒマワリ油、肥料の輸出減少
- ・食料価格の高騰、食料危機による栄養不足

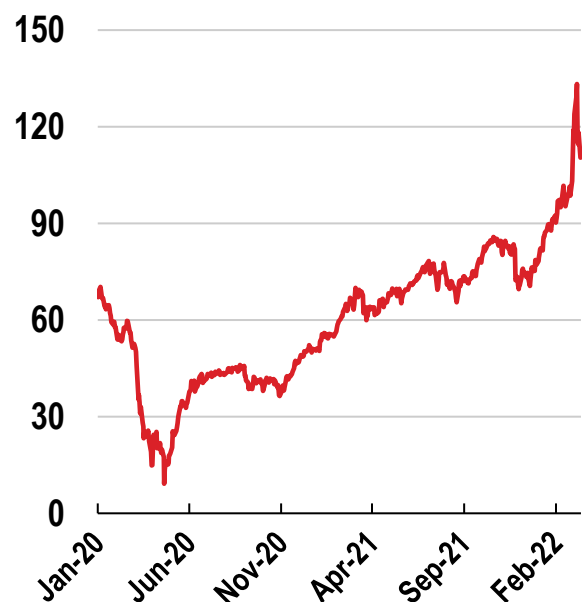
I . エネルギー資源

不安定な国際エネルギー市場：エネルギー価格の上昇

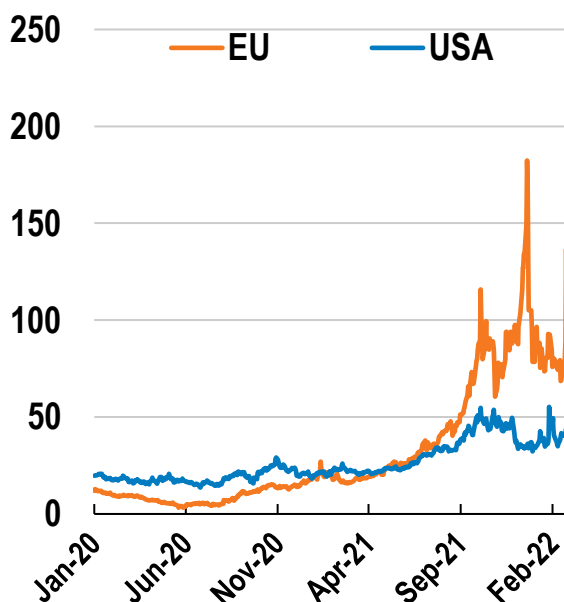
- エネルギー価格の高騰は昨年末から始まっており、今回の地政学的リスクが加わり、国際エネルギー市場がさらに不安定化。
- ウクライナ侵略開始の2/24には、ブレント原油は100USD/バレル突破。一時期130ドルを突破するも足元は低下。天然ガスはEUで価格の乱高下が見られる。石炭は豪州積みでも大きく上昇。
- 5月末のエネルギー価格は、ブレント原油約116USD/バレル（5/31）、天然ガス約93EUR/MWh（5/31）、石炭約425USD/Mt（5/31）で取引*。
- 今後の国際エネルギー市場は、大きな不確実性が続く。

*出典：Trading Economics HP

ブレント原油 USD/バレル



天然ガス EUR/MWh



石炭 USD/Mt 豪州ニューキャッスルFOB



Note: Brent oil prices (USD/barrel), EU TTF and US Henry Hub natural gas prices (EUR/MWh) and coal Newcastle (fob) prices (USD/Mt).

出典：OECD「Economic Outlook, Interim Report March 2022」

※直近データは2022/3/14まで。

- ロシアは、世界の天然ガスの16%、石油の11%、石炭の5%を占める世界的なエネルギー資源産出国であり、それら資源の輸出大国でもある。国際エネルギー市場に大きな役割。
- ロシアへ依存している各国にとって、ウクライナ侵略によりエネルギー安全保障が脅かされている。
- 特に、欧州は歴史的にもロシアへのエネルギー依存が最も高く、中でも独のロシア依存度は高い。
- 日本のロシア依存度は、天然ガス8.8%、原油3.6%、石炭10.8%。

【各国におけるロシアへの依存度（2021年）】

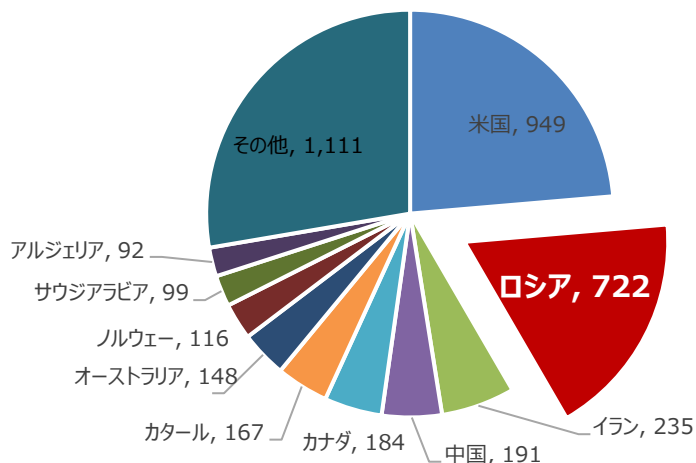
	天然ガス	原油	石炭
EU	45.3%	27%	46%
ドイツ	46%	37%	21%
英国	17%	3%	21%
米国	0%	4%	0%
中国	6%	15.6%	26.1%
日本	8.8%	3.6%	10.8%

出典：財務省貿易統計、JETRO、IEA「Reliance on Russian Fossil Fuels Data Explorer」を基にNEDO技術戦略研究センター作成

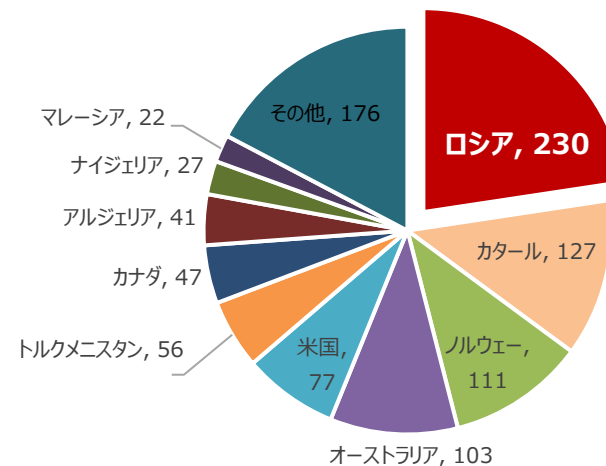
- ロシアはアメリカに続いて世界第2位の天然ガス産出国であり、世界第1位の天然ガス輸出国。2021年の生産量は722bcm。うち、およそ210bcmはパイプライン経由で輸出。
- ロシアは、ガス輸出のパイプライン網を有しており、ベラルーシ、ウクライナのルートその他、EUに直結しているパイプラインも整備している（Nord Stream、Blue Stream、Turk Stream含む）。

bcm=billion cubic meter

天然ガス産出国 (単位: bcm)



天然ガス輸出国 (単位: bcm)

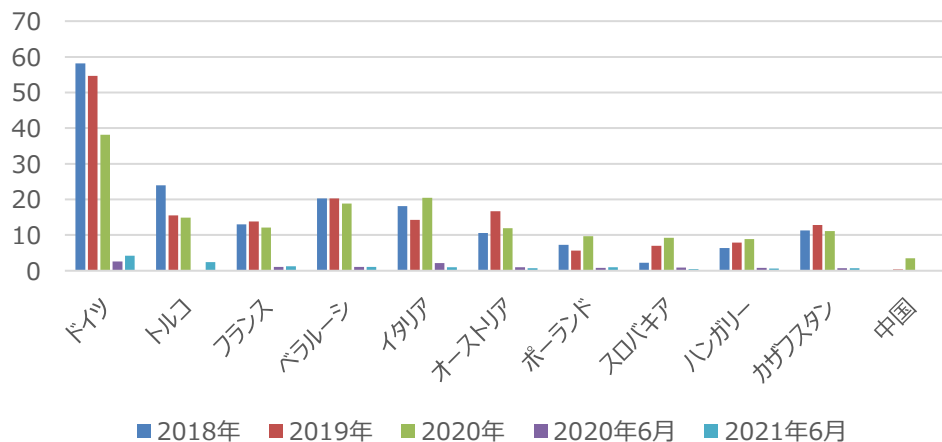


出典: IEA「Key World Energy Statistics 2021」を基にNEDO技術戦略研究センター作成

- ロシア産天然ガスの輸入大国は、ドイツ、トルコ、イタリア。
- EUは、2021年天然ガス輸入量全体の約45%をロシアから輸入しており、総消費量でいうと40%近い割合をロシアに依存している。
- 特に、ドイツは、ロシア産天然ガスへの依存度が最も高い（46%）。
- なお、EUのガスの備蓄量は昨年末より減少しており、備蓄容量の30%まで落ちている状況。

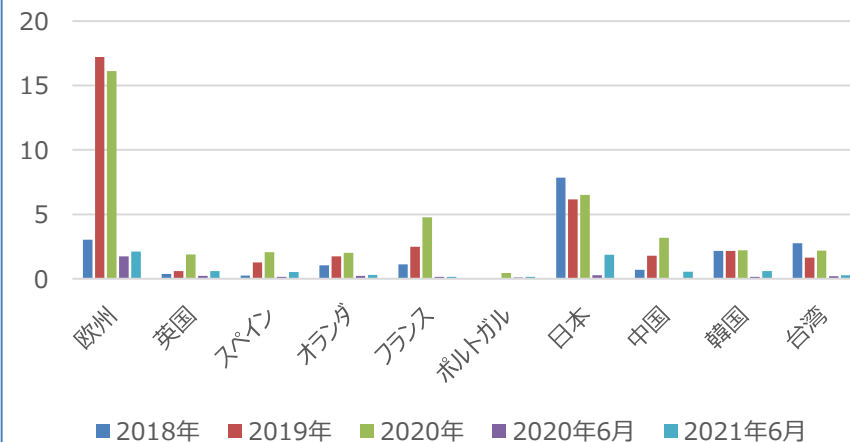
ロシア産天然ガス（パイプライン）輸出先シェア推移

(単位：bcm)



ロシア産天然ガス（LNG）輸出先シェア推移

(単位：百万トン)

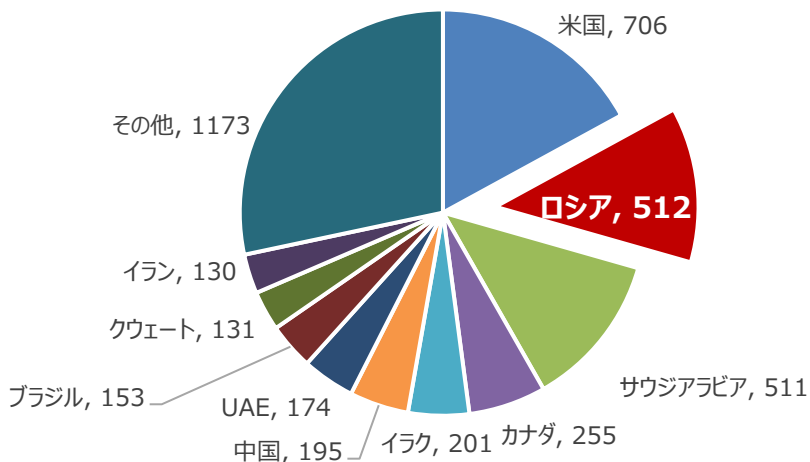


出典：JOGMEC「ロシア情勢（2021年8月 モスクワ事務所）」を基にNEDO技術戦略研究センター作成

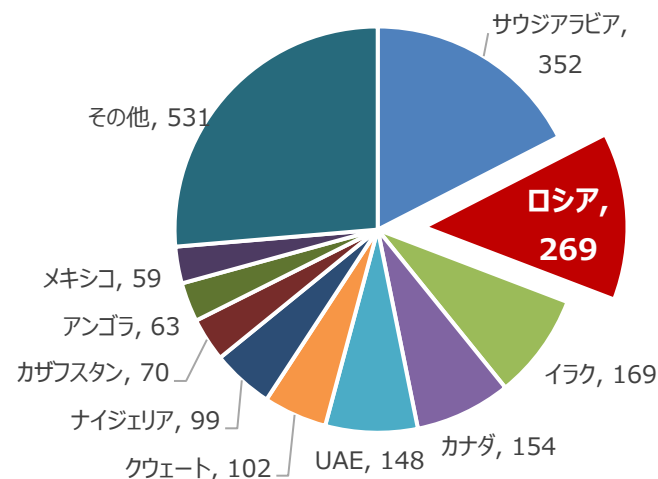
- ロシアはアメリカに次いで世界第2位の原油産出国であり、世界の原油産出量の12%（2021年）を占める。
- また、サウジアラビアに続いて世界第2位の原油輸出国。石油輸出に関しては世界第1位。ロシアの政府予算の45%は、原油と天然ガスからの収益によるもの。
- 2021年12月、ロシアが輸出した7.8mb/dの原油及び石油製品のうち、64%は原油とコンデンセートが占め、14%が軽油、その他は、燃料油やナフサ等。

出典：IEA「Oil Market and Russian Supply」

世界における原油産出国 産出量 (単位：Mt)

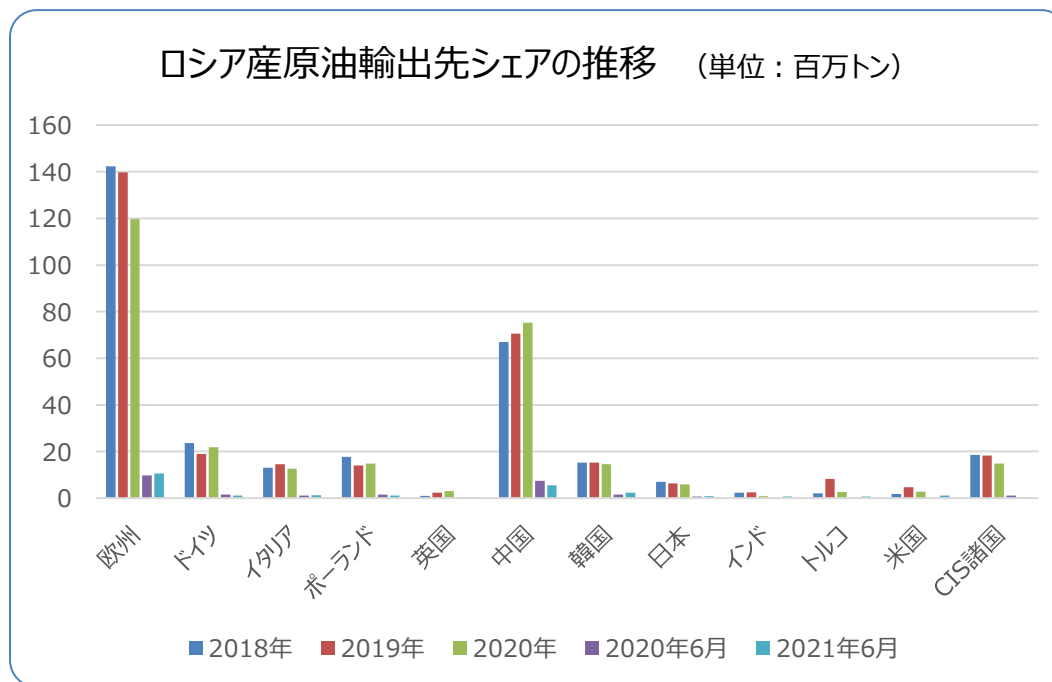


世界における原油輸出国 輸出量 (単位：Mt)



出典：IEA「Key World Energy Statistics 2021」を基にNEDO技術戦略研究センター作成

- ロシアから輸出される原油のうち、およそ60%がOECD諸国、20%が中国へ。OECDの中では、リトアニア（83%）、フィンランド（80%）、スロバキア（74%）はロシアへの依存度が高い。
- ロシアから欧州へは、世界最長のドルジバパイプラインを通して供給されているが、ウクライナ侵略により、ハンガリーやスロバキア、チェコへ供給されている本パイプラインの南側への影響が懸念。
- 中国は、パイプラインと海上輸送により一国単体としてはロシア産原油を最も多く輸入。

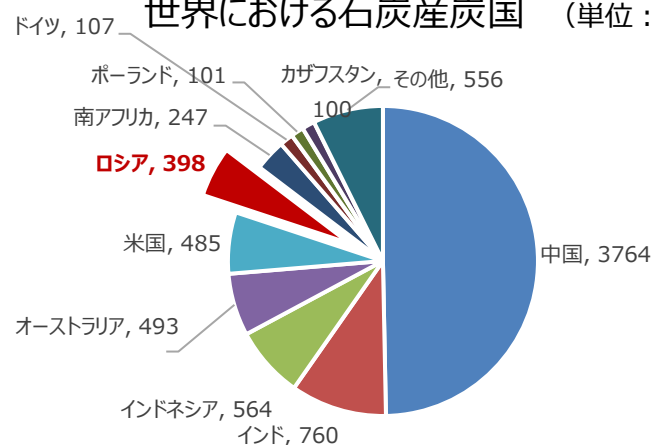


出典：JOGMEC「ロシア情勢（2021年8月 モスクワ事務所）」を基にNEDO技術戦略研究センター作成

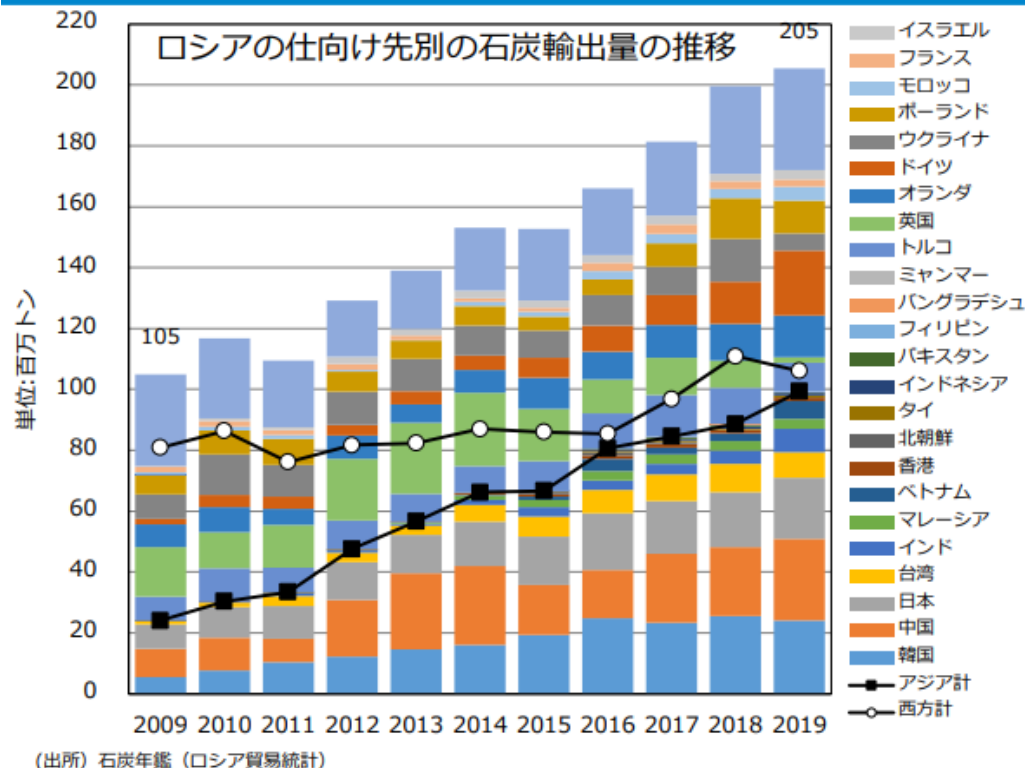
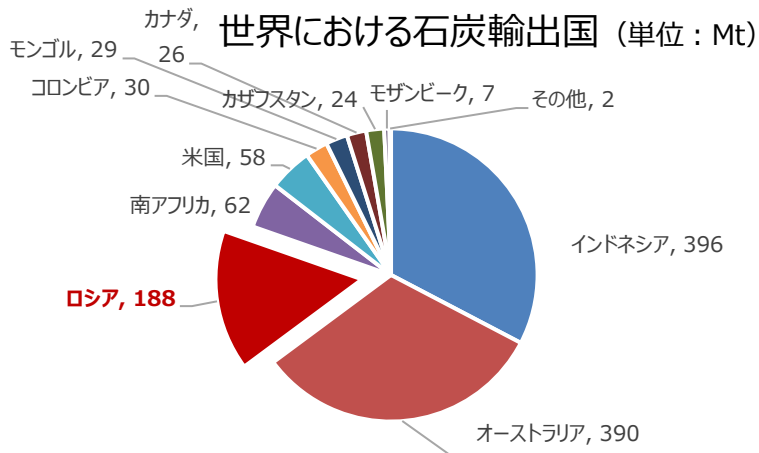
石炭 - 産炭国、輸出国としてのロシア -

- ロシアは、世界で第6位の産炭国でもあり、インドネシア、オーストラリアに続く石炭の輸出国。
- 2019年のロシア炭の輸出先上位は、中国、韓国、ドイツ、日本が占める。他方で、従来の主要輸出先であった欧州の需要は減少傾向。

世界における石炭産炭国 (単位: Mt)



世界における石炭輸出国 (単位: Mt)



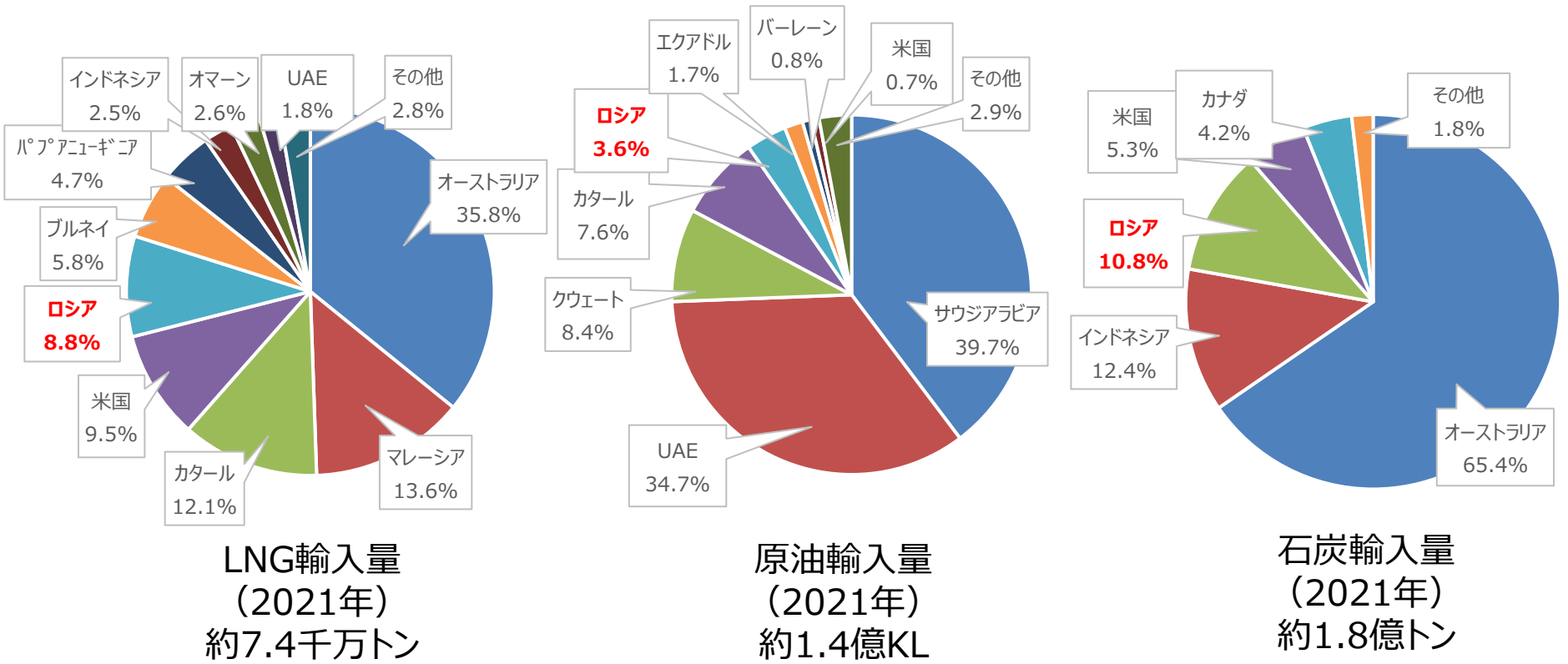
出典: JOGMEC「世界の石炭需給とロシアから日本への輸出見通し」

(左側上下)

出典: IEA「Key World Energy Statistics 2021」を基にNEDO技術戦略研究センター作成

(参考) 日本におけるエネルギーのロシア依存度 (2021年)

■ 日本におけるエネルギーは、EUほどロシアへの依存度は高くないものの、天然ガス8.8%、原油3.6%、石炭10.8%をロシアに依存。

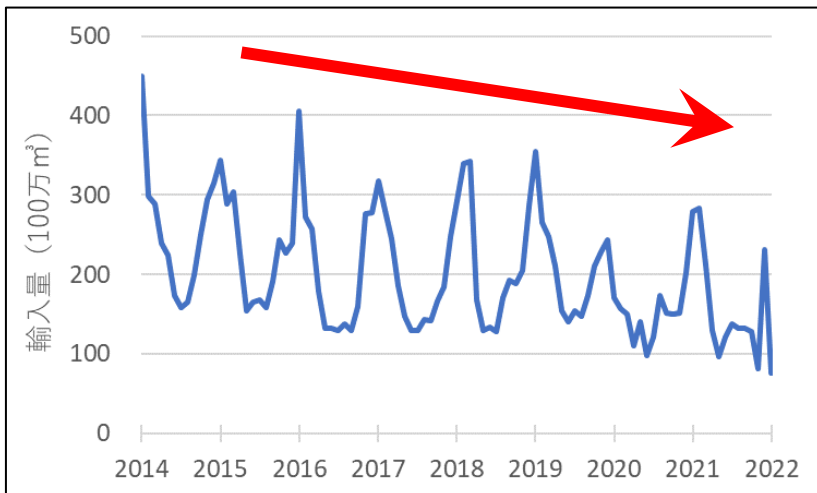


- ロシアと国境を接するフィンランドは、化石燃料や電力のロシアへの依存度が高かったが、近年は減少傾向。
- フィンランドの産出エネルギー源としては、バイオマス、原子力が大きなウェイトを占め、バイオマスは2017年には国内需要の53%以上（右図、緑色の部分）。従来よりエネルギー源の分散化、特にバイオマスの活用を推進。

ロシアのウクライナ侵略後の動向：

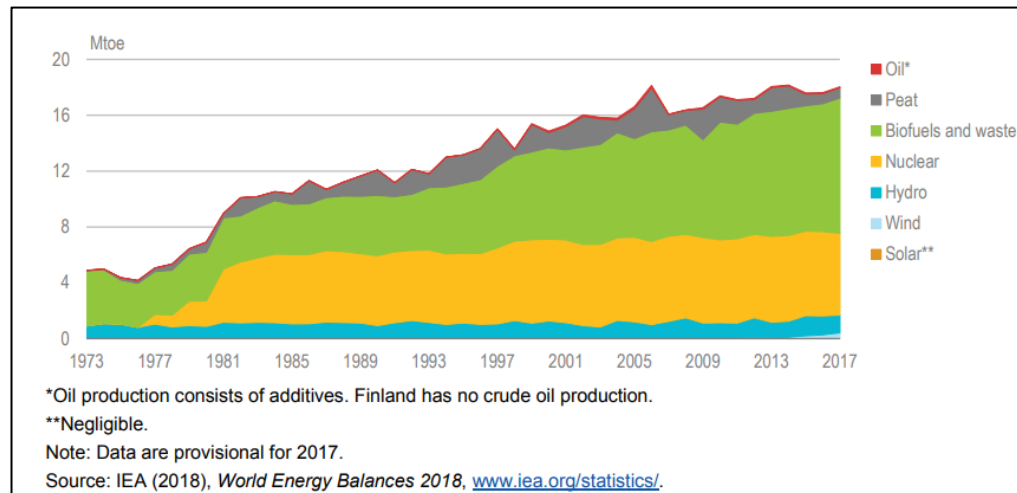
- 4月7日、ロシアからのガスパイプライン依存脱却に向け、エストニアと協力しLNGターミナル船のリースを提案
- 5月18日、フィンランドとスウェーデンは長年の方針を転換し、北大西洋条約機構（NATO）への加盟を申請。
- 5月21日、ロシアは、送電に続き、フィンランドへの天然ガス供給を完全に停止。

フィンランドにおけるロシアからの天然ガス輸入量



出典：EUROSTAT Imports of natural gas by partner country
を基にNEDO技術戦略研究センター作成

フィンランドにおけるエネルギー生産量



*Oil production consists of additives. Finland has no crude oil production.

**Negligible.

Note: Data are provisional for 2017.

Source: IEA (2018), *World Energy Balances 2018*, www.iea.org/statistics/.

出典：IEA「Energy Policies of IEA Countries - Finland 2018 Review」

ロシアのウクライナ侵略を受けた各国の対応：エネルギー分野

- 日本や欧米各国は、足並みを揃えてロシアへのエネルギー依存からの脱却の方向。他方で、一部の国（ハンガリーやインド、ベトナム等）は、ロシアへの依存を継続。
- 石油に関しては、IEA加盟国は3月に6,000万バレル規模の石油備蓄の協調放出。4月も追加で加盟国全体で総量1億2,000万バレルの石油の協調備蓄放出。

	ドイツ	英国	EU	米国	中国	日本
ロシア産化石燃料輸入状況（依存度） -2021年-	原油：37% 天然ガス：46% 石炭：21%	原油：3% 天然ガス：17% 石炭：21%	原油：27% 天然ガス：45.3% 石炭：46%	原油：4% 天然ガス：0% 石炭：0%	原油：15.6% 天然ガス：6% 石炭：26.1%	原油：3.6% 天然ガス：8.8% 石炭：10.8%
ウクライナ危機を受けてのエネルギー政策	4月6日 エネルギー戦略「イースターパッケージ」	4月7日 エネルギー安全保障戦略	5月18日 REPowerEU 省エネの強化、エネルギーの調達先の多様化、再エネの導入加速	（特になし）	3月22日、「『第14次5カ年計画』期間の現代エネルギーシステム計画」において、エネルギー安全保障と自主供給能力を強化する方針	①他資源国への働きかけ②新有志国連携③代替調達（企業との対話や政策支援）④上流権益獲得の取組強化
ウクライナ危機を受けてのロシア産化石燃料への対応	・天然ガス備蓄義務化法が議会で成立 LNG受入ターミナル建設必要	・年末までにロシアからの石炭と石油の輸入を終了	ロシアへのエネルギー依存を急速に低下させると共に、気候変動対策を加速を両立させる	・ロシアからの天然ガス、原油、石炭について輸入を全面禁止 ・EUへ供給のため、石油・天然ガスを増産	中ロ天然ガスパイプライン計画は継続	・石炭輸入のフェーズアウトや禁止を含むエネルギー分野でのロシアへの依存低減 ・石油輸入の原則禁止 ・サハリン1,2の権益は維持
ウクライナ危機を受けての再エネ政策	再エネ加速2035年にほぼ全て再エネとする	再エネ拡大を止めるわけではない	再エネを加速させ、2030年までに再エネ比率を45%に引き上げ	（特になし）	（特になし）	（特になし）
ウクライナ危機を受けての石炭・原子力対応	原子力延長はしない	原子力推進 シェールガス再開	議論なし	（特になし）	国内の石炭生産量を前年比で約1割増やす方針に転換	（特になし）

- ウクライナ危機を受けたエネルギーに関する各国の対応は、ロシアへのエネルギー依存を低減する国とロシアからのエネルギー供給を継続する国とが二極化。
- ロシア産化石燃料から脱却する手段としては、再エネ、省エネ等グリーントランジションを一層加速させる政策転換、輸入全面禁止、代替調達等。

ウクライナ危機を受けた各国の対応

	ロシアへの依存度 (%)			脱ロシア依存への対応			
	原油	天然ガス	石炭	ポジティブ	具体策	ネガティブ	具体策
EU	27	45	46	○	グリーントランジション	—	
ドイツ	37	46	21	○	グリーントランジション	—	
英国	3	17	21	○	グリーントランジション 原子力	—	
米国	4	0	0	○	天然ガス、原油、石炭 輸入全面禁止	—	
日本	4	9	11	○	代替調達	—	
中国	16	6	26	—		○	天然ガスパイプライン 継続

- 2022年3月8日、2030年までにロシア産の化石燃料依存度の低減を想定した計画「REPowerEU」の概要を発表。5月18日、欧州委員会が同計画の具体策を提案。EU連合が結束し、ロシアへのエネルギー依存を急速に低下させることと、気候変動対策を加速することを両立させる措置をとる。
- 省エネの強化、エネルギーの調達先の多様化、再エネの導入加速を通して、昨年発表したFit for 55の目標（EU内で2030年までにGHGを55%削減）達成に必要な投資に加えて、2,100億ユーロの追加投資を投じる。
- 主な目標：
 - 【省エネ】短期的な行動変化やヒートポンプ式機器等省エネ機器を建物へ導入する等を通し、EUのエネルギー効率を9%から13%へ引き上げる。
 - 【再エネ】発電、産業、建物、輸送における再エネの利用を大幅に拡大することで、2030年までに再エネ比率を40から45%に引き上げる。水電解によるグリーン水素を2,000万トンに引き上げる。

<ウクライナ侵略を受けてFit for 55の目標をさらに前倒し>

bcm=billion cubic meter

主な目標	Fit for 55の2030年当初目標	REPowerEUの目標	Fit for 55の2030年目標への追加分 (天然ガス相当分)	REPower EUの投資案
省エネ・エネルギー効率	住宅、産業等におけるエネルギー効率改善：38bcm	住宅（室内温度を1度下げると等）、産業等における省エネ：49bcm	11bcm（0.22億トンCO ₂ 削減に相当）	970億ユーロ
	住宅部門におけるヒートポンプを2030年までに3,000万基設置等	今後5年間でヒートポンプを1,000万基設置等（導入率2倍）	前倒し	
エネルギーの多様化	バイオメタン製造：17bcm	2030年までにバイオメタン製造：35bcm	18bcm（0.36億トンCO ₂ 削減に相当）	370億ユーロ
	グリーン水素：560万トン	2030年までに水素製造1,000万トン&輸入1,000万トンで合計2,000万トン	25～50bcm（0.5～1億トンCO ₂ 削減に相当）	270億ユーロ
再エネ	風力480GW、太陽光420GWを追加	太陽光は特に短期的に導入できる措置として、2030年の目標に比べて40%増加	前倒し	太陽光、風力で860億ユーロ

IEAの対応：10-Point Plan（天然ガス、石油）

- 2022年3月3日、IEA（国際エネルギー機関）は、EUのロシアへの天然ガス依存を削減するため、今後1年でEUが取るべき10の計画を提言。中には、風力、太陽光導入加速、ヒートポンプへの切り替え加速、省エネビル等が含まれる。これらのアクションを通して、今年中にEUのロシアからのガス輸入量を1/3程度まで削減。
- 2022年3月18日、IEAは、石油についても、ロシア産石油の輸出量が落ち込むことを想定し、加盟国に対し、消費抑制のための10項目の行動計画を提言。高速道路の制限速度の引き下げや在宅勤務の拡大を呼びかけた。

A 10-Point Plan to Reduce the European Union's Reliance on Russian Natural Gas

Measures implemented this year could bring down gas imports from Russia by over one-third, with additional temporary options to deepen these cuts to well over half while still lowering emissions.

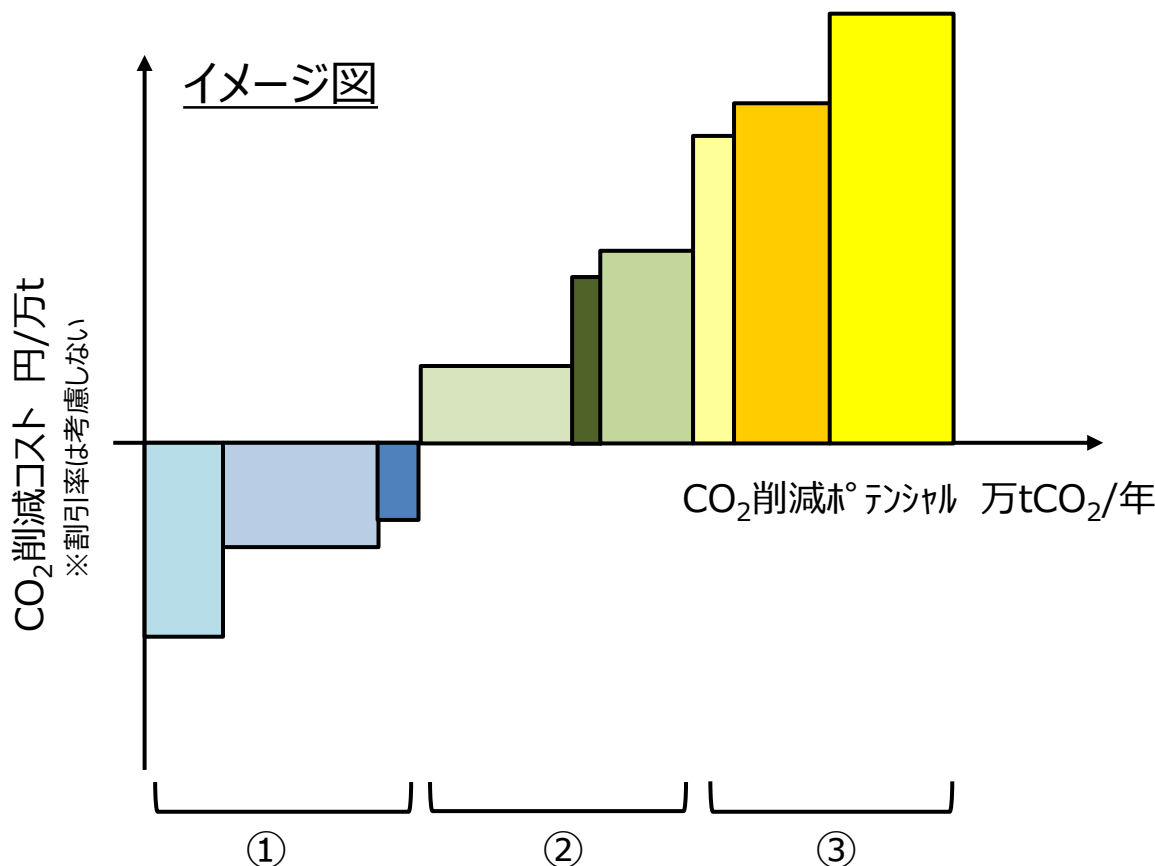
Action 1 No new gas supply contracts with Russia Impact: Taking advantage of expiring long-term contracts with Russia will reduce the contractual minimum take-or-pay levels for Russian imports and enable greater diversity of supply.	Action 2 Replace Russian supplies with gas from alternative sources Impact: Around 30 bcm in additional gas supply from non-Russian sources.
Action 3 Introduce minimum gas storage obligations to enhance market resilience Impact: Enhances the resilience of the gas system, although higher injection requirements to refill storage in 2022 will add to gas demand and prop up gas prices.	Action 4 Accelerate the deployment of new wind and solar projects Impact: An additional 35 TWh of generation from new renewable projects over the next year, over and above the already anticipated growth from these sources, bringing down gas use by 6 bcm.
Action 5 Maximise generation from existing dispatchable low-emissions sources: bioenergy and nuclear Impact: An additional 70 TWh of power generation from existing dispatchable low emissions sources, reducing gas use for electricity by 13 bcm.	Action 6 Enact short-term measures to shelter vulnerable electricity consumers from high prices Impact: Brings down energy bills for consumers even when natural gas prices remain high, making available up to EUR 200 billion to cushion impacts on vulnerable groups.
Action 7 Speed up the replacement of gas boilers with heat pumps Impact: Reduces gas use for heating by an additional 2 bcm in one year.	Action 8 Accelerate energy efficiency improvements in buildings and industry Impact: Reduces gas consumption for heat by close to an additional 2 bcm within a year, lowering energy bills, enhancing comfort and boosting industrial competitiveness.
Action 9 Encourage a temporary thermostat adjustment by consumers Impact: Turning down the thermostat for buildings' heating by 1°C would reduce gas demand by some 10 bcm a year.	Action 10 Step up efforts to diversify and decarbonise sources of power system flexibility Impact: A major near-term push on innovation can, over time, loosen the strong links between natural gas supply and Europe's electricity security. Real-time electricity price signals can unlock more flexible demand, in turn reducing expensive and gas-intensive peak supply needs.

A 10-Point Plan to Cut Oil Use

iea.org

- 1 Reduce speed limits on highways by at least 10 km/h
- 2 Work from home up to three days a week where possible
- 3 Car-free Sundays in large cities
- 4 Make public transport cheaper; incentivise micro-mobility, walking and cycling
- 5 Alternate private car use in large cities
- 6 Urge car sharing and practices that decrease fuel use
- 7 Promote efficient use of freight trucks and goods delivery
- 8 Prefer high-speed and night trains to planes where possible
- 9 Avoid business travel when alternatives exist
- 10 Hasten adoption of electric and more efficient vehicles

- CO₂削減コストの観点で技術を評価すると、社会が許容できる費用を下回るCO₂削減コストの技術から普及が進む。
- このため、CO₂削減コストの低い技術から順に、①普及促進、②導入支援、③研究開発を進めていく必要がある。



①普及促進フェーズ

投資回収がやすく、経済合理性の観点からは自律的に普及が進むと想定される（実際には進んでいないものも多い）。既に確立している省エネ技術等は、今から積極的に普及を進めることが期待される。

②導入支援フェーズ

条件によっては投資回収可能となる可能性のある技術。運用事例を増やし、運用方法の確立や知名度向上などの導入支援が有効となる。

③研究開発フェーズ

耐用年数での投資回収が困難なため、現状では自律的な普及が難しい技術。削減ポテンシャルが大きく、カーボンニュートラル実現には必須となる技術のため、イニシャルコスト低減や効率向上のための技術開発等による後押しが必要。

エネルギー分野における今後の対応とタイムフレーム（イメージ）

■ ロシア産エネルギーの供給が途絶され、世界的にエネルギー価格が高騰し混乱を招いている。ロシアからのエネルギー資源に高く依存する欧州は、いち早くエネルギー資源の脱ロシア化に加え、政策の拡大・加速・前倒し等の対策を取ったが、今後世界において、どのようなタイムフレームで政策等の見直しが行なわれていくのか注目される。

2022年末

数年

2030年

2050年

政策の方向性

・当面のエネルギー安定供給確保

・エネルギー安全保障と気候変動問題の対応両立
・調達先の多様化

・カーボンニュートラル達成 (CN)

対策

省エネ推進

省エネ推進

当面のエネルギー需要削減

COTs、ローテク、ローリスク・ローコスト技術の導入による着実な省エネ・省CO₂技術の利用拡大

もう一段の省エネの深掘り、社会構造、システム化

【超短期】設備投資不要な省エネの推進

- ・輸送部門（カーシェア、走行制限等）
- ・家庭・産業部門（住宅、オフィスの空調温度設定等）

【中短期】省エネ技術の導入促進：OPEX、CAPEX低減

- －HP式機器等、各種省エネ機器の導入支援設備補助

【中長期】研究開発：効率改善、CO₂コスト低減、面的利用技術としての統合

- －排熱・未利用熱利用、断熱等

エネルギーの多様化

エネルギーの多様化

【超短期】当面の安定供給確保が急務

- ・ロシア以外からの調達先の代替、多様化
- ・IEA加盟国による石油備蓄放出
- ・来冬に向けた欧州の天然ガス備蓄増し

【中長期】CN社会を見据えた燃料転換

- ・資源調達先の多様化 ー水素、アンモニア、バイオ燃料、合成燃料等
- ・運輸部門、産業部門等の電化 ー蓄電池、水素、アンモニア等

再エネ促進

再エネ促進

・主力電源化に向けた脱炭素電源の着実な導入拡大・技術開発 ー太陽光、風力、地熱、水力、バイオマス等

- ・エネルギーシステムの全体最適化 ー発電、系統連系・運用の高度化、蓄電池、EV、DR機器等

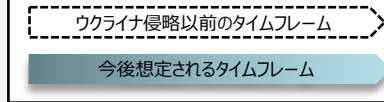
不確定要素

- ・停戦シナリオ、経済復興シナリオ
- ・エネルギー価格

- ・石炭の復権
- ・SMR等含む原子力及び核融合の利用

CCS、NETs

- ・2050年CN目標の見直し（前倒しor後ろ倒し）



欧州は省エネ、エネルギーの多様化、再エネを柱に
取り組みを拡大・加速・前倒し

<今後の検討課題>

■ 省エネ推進 ■ エネルギーの多様化 ■ 再エネ促進

前述の情勢を踏まえ、今後の世界的な検討課題は以下の通り。

短期的（数年）課題

- ロシアに依存していたエネルギー供給分について、ロシア以外からの調達先を確保する等、当面の安定供給確保が急務。
- 他方、需要側においても既にある省エネ技術を棚卸しし、有効な省エネ技術の活用を改めて促進することにより、エネルギー需要の削減を図ることも求められる。
- これまで省エネという概念が薄かった欧州では、REPowerEUで、省エネも一つの柱として計画されているところ。なお、日本としては、ヒートポンプ式機器をはじめとした各種省エネ技術にとって、千載一遇のビジネスチャンスになる可能性もある。

中期的（2030年頃）課題

- 中長期的には、エネルギー安全保障と脱炭素化の両立に向けて、エネルギーおよび資源調達先の多様化や燃料転換について、早期の確立が重要。将来的な水素の大量導入に向けては、水電解技術やCCS技術などのCO₂フリーで水素を製造するための様々な技術が重要となる。
- エネルギーおよび資源調達先の多様化にあたっては、戦略的に同じ価値観を共有する国と連携することが重要となってくる。
- 需要側で特に検討すべきは、COTs (Commercial Off-the shelf、商品化された技術)の活用、ローテク、ローリスク・ローコスト技術の導入による省エネ・省CO₂技術の促進。例えば、ヒートポンプ式機器など各種省エネ機器・設備導入を後押しする支援補助等も重要。中長期的には、2050年CNを見据えた形でもう一段の省エネ・省CO₂の深掘りのため、効率改善、CO₂コスト低減、面的利用技術としての統合に係る技術開発の推進も重要。
- 再エネの導入加速に向けては、発電技術、送変電技術、需要機器に係る個々の技術開発だけでなく、それらの統合的な解析・設計を踏まえたエネルギーシステムの全体最適化・運用の高度化も重要。

長期的（2050年頃）課題

- ■ エネルギー安全保障を考慮すると、安定供給の確保を前提に化石燃料への依存を減少させ、2050年のカーボンニュートラルの実現に向けた取り組みを着実に推進し、グリーンエネルギーを中心とした新しいエネルギーシステムを構築することが重要。
- これまで取り組んできた再エネの導入拡大・技術開発を継続するとともに、以下の課題に対しては、今後はより一層の強化が求められる。
 - ✓ 自国内でのエネルギー調達拡大、レジリエンス強化：これまで導入が進んでいない分野への展開・多用途化（例：太陽光発電の水上・農地・壁面・車載分野への対応）、地域振興や地域に根付くことを念頭に置いた普及拡大
 - ✓ 省資源化、資源循環：リサイクル技術の確立、リサイクルを念頭に置いた設計・開発、設備の長寿命化など

- **「排熱利用」は省エネの基本**：燃料を燃やして電気や水蒸気を発生させる際に放出される排熱を有効活用する技術。排熱利用技術の代表例として、回収した熱を蒸気や冷却に利用する「コージェネレーションシステム」や「ヒートカスケディング（多段階利用）」が挙げられる。
- 従来、企業は短期間（3～4年）で回収できない場合、省エネ投資を躊躇してきた。
- 一方、CN実現に向けてはCO₂削減技術を積み上げる必要がある。今後は、CO₂削減コストが重要な指標となり、コストの小さい技術の普及が優先される。
- NEDOプロジェクト等で実績のある「排熱利用発電」では、投資回収年数は7年～10年だが、20年程度の運転期間が見込めるため、CO₂削減コストは小さくなる（金利や貨幣価値の目減り等を考慮しなければ、コストは負の値になる）。
- 大規模の工場等においては、排熱利用発電を優先的に導入すべきである。

<排熱利用発電の具体例>

- 富士石油（株）袖ヶ浦製油所の排熱発電（4,000kW）では、投資回収年は7.3年。

アンモニア-水を作動触媒に用いて、石油プラント蒸留塔において116℃の排熱回収、低位熱発電を行うもの。発電効率8.0%、省エネ量は原油換算で年間5,800kL、CO₂排出削減量は1.5万トン/年に相当する。耐用年数17年、保全費用1.5%、金利考慮せず、NEDO1/2補助負担分を含む形で経済性を試算。2005年にNEDOプロジェクトにおいて実証運転を稼働。

- 住友金属（当時）鹿島製鉄所の排熱発電（3,800kW）では投資回収年は約10年。

アンモニア-水を触媒に用いたカーリーナサイクルで、98℃の転炉排熱温水を活用したNEDO実証。省エネ量は年間6,600kLで、CO₂排出削減量は2万トン/年に相当する。電力料金は10円/kWhと想定。全国の製鉄所の排熱温水に適用すると、省エネ量は約7百万kL/年、CO₂排出削減量は21百万トン/年となることが見込める。

Ⅱ． 鉍物資源・希ガス

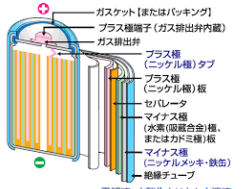




- ロシアは、特に自動車、半導体、電池産業において重要となる資源のシェアが高い。
- ウクライナも半導体製造に欠かせない希ガス資源のシェアが高い。

ロシア・ウクライナのシェアが高い鉱物資源・希ガス

名称	主な用途	産出量等の上位産出国（2020年）
アンチモン	鉛蓄電池（自動車・太陽光発電用等）	①中国：55% ② ロシア：23% ③タジキスタン：12%
ニッケル	リチウムイオン電池材料	①インドネシア：30% ②フィリピン：13% ③ ロシア：11%
パラジウム	エンジン排ガス処理・工業用触媒	① ロシア：43% ②南アフリカ：34% ③カナダ：9%
白金	エンジン排ガス処理・工業用触媒	①南アフリカ：68% ② ロシア：14% ③ジンバブエ：9%
バナジウム	建築構造材、工具	①中国：67% ② ロシア：19% ③南アフリカ：8%
ネオン、クリプトン（希ガス）	半導体製造、レーザー、液晶・ランプ、建材（断熱等）	ネオン：ウクライナ（70%） クリプトン： ロシア+ウクライナ（計80%）
テルル	半導体材料、太陽電池材料	①中国：57% ② ロシア：12% ③日本：12%
工業用ダイヤモンド	半導体素材の切削、研磨等	① ロシア：31% ②豪州：24% ③コンゴ：22%
コバルト	リチウムイオン電池材料	①コンゴ：69% ② ロシア：6% ③豪州：4%
チタン（スポンジチタン） 注) 生産量	建築構造材、機械部材、医療資材	①中国：53% ②日本：21% ③ ロシア：13% （⑥ ウクライナ：6% ） ※触媒用は回収・リサイクルが行われている
硝酸アンモニウム 注) 出荷額	肥料	① ロシア：33% ②米国：5% ③ブルガリア：5%

- ロシアの生産シェアが高いニッケル、アルミ、パラジウムはエネルギー関連分野に関係が深い。
- ネオンやクリプトンはロシア・ウクライナの生産シェアが高く、半導体製造に不可欠。

半導体、エネルギー産業において重要な元素とその特徴

	ニッケル (Ni)	アルミニウム (Al)	パラジウム (Pd)	ネオン (Ne)	クリプトン (Kr)
用途	 <p>ニッケル水素電池・ニカト電池[1]</p>	 <p>クリーンディーゼルエンジン[2]</p>	 <p>パラジウム鉱物[3]</p>	 <p>超電導ケーブル管路を冷却する冷凍機 (Neが冷媒) [4]</p>	 <p>半導体デバイス表面加工用レーザー発生装置(KrFエキシマレーザー)[5]</p>
	高張力鋼、磁性材、ニッケル・水素蓄電池、ニッケル・カドミウム蓄電池の二次電池の正極	エンジン部品、航空機の胴体や翼等輸送用機械、アルミサッシ等の建材、アルミ缶・アルミ箔等の容器包装	水素吸蔵合金、銀歯(20%以上のパラジウム含有)、自動車の排ガス浄化用の触媒(三元触媒)、エチレンからのアセトアルデヒドの合成(ワッカー酸化)用触媒	半導体製造におけるエキシマレーザー、フッ化クリプトンレーザーのバッファガス、ヘリウムネオンレーザー、超伝導機器のネオン冷凍システム	半導体エッチング、リソグラフィ、断熱・断音材
ロシア、ウクライナの世界生産シェア	ロシア11% (USGS)	ロシア5% (USGS)	ロシア43% (USGS)	ウクライナ70% (日経)	ロシア+ウクライナ80% (日経)
日本の輸入シェア(参考)	ロシア4% (JOGMEC)	ロシア19% (JOGMEC)	ロシア42% (JOGMEC)	ロシア+ウクライナ3% (貿易統計)	

出典：各種報道およびJOGMEC資料、USGS資料、貿易統計を基にNEDO技術戦略研究センター作成

(画像については、[1]社団法人電池工業会ウェブサイト「電池の構造と反応式(例)」、[2] NEDO. 2013. 実用化ドキュメント「世界最高水準の燃費と環境性能を持つクリーンディーゼルエンジン」、[3] Jurii - <http://images-of-elements.com/palladium.php>, CC 表示 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=7817093>による [4] NEDO. 2019. 「『高温超電導実用化促進技術開発』中間評価報告書」,p.3-243 [5] NEDO. 2009. 実用化ドキュメント「より微細な半導体デバイスを作るために、表面加工に欠かせないレーザー光源を開発」)

ロシアのウクライナ侵略を受けた鉱物資源・希ガス等原材料をめぐる情勢

- ロシアのウクライナ侵略により、ロシア・ウクライナ内外で様々な資源・原材料の供給が停止。
- 各国で重要資源の洗い出し、特定地域への依存の回避・調達の代替、備蓄など施策が進行。

スイス： スイスの多国籍企業がロシアでの採掘事業を閉鎖。ウクライナ向けプラントの鉱石輸送を停止。

ドイツ： ドイツ金属取引者協会は、原材料戦略の一環として、政府に重要資源の備蓄を要請

フランス： ウクライナ侵略に関連したエネルギー・原材料価格の急騰に対応するため経済強靱化計画発表



ウクライナ： 半導体製造用ガスを生産する主要メーカー2社が操業停止

OECD： カントリーリスク専門家会合により、ロシアの国カテゴリー（カントリーリスク評価）が最低評価に

ロシア：

- ・ 「非友好国」に対し、穀物や鉄等広範囲にわたる約200品目を輸出禁止
- ・ 窒素肥料の主要原料の1つとなる硝酸アンモニウムの輸出を禁止

カナダ： 鉱物を含むあらゆる品目のロシアへの輸出許可を禁止

米国：

- ・ 米国エネルギー省（DOE）が国内の重要元素供給を強化する技術開発
- ・ 米国地質調査所（USGS）は、重要鉱物50鉱種を指定したリストを公表

日本： 調達難が懸念される7品目（石油、LNG、石炭（発電・製鉄）、半導体製造用ガス、パラジウム、合金鉄）を特定。資源国への働きかけ、代替調達に向けた政策支援等、対策についても取りまとめ。

オーストラリア： ロシアへのボーキサイトおよびアルミナの輸出を禁止。アルミナ工場の権益を有するロシア企業に影響。

- 各国では、重要資源の洗い出し、サプライチェーンの見直しが従来から実施されているが、ロシア・ウクライナに依存する資源はよりリスクが高いと判断。供給代替策や企業支援策などを実施。
- 一方で、即時に代替ができない資源については、輸入の継続が要請される場合も。

国	現況
日本	<ul style="list-style-type: none"> • 「戦略物資・エネルギーサプライチェーン対策本部」を設置。経済、産業にとって不可欠な戦略物資・エネルギー供給における脆弱性の解消、グローバル・サプライチェーンにおける choke point 技術の優位性の獲得・維持等を目的。 • 経産省は、半導体製造用ガス、自動車用排ガス触媒など7品目を特定。資源国への働きかけ、代替調達に向けた政策支援等、対策についても取りまとめ。
米国	<ul style="list-style-type: none"> • 1950年代に制定された「国防生産法」を発動。国防の観点から蓄電池用重要鉱物（リチウム等）の国内生産増を奨励。 • 議会での経済安全保障のやりとりで一部の有力議員から戦略金属としてグラファイト（黒鉛）、マンガン鉱、コバルト、ニッケル、リチウムが特に大事との意見。
中国	(特に動向なし)
EU	<ul style="list-style-type: none"> • 欧州航空機大手エアバスは欧州首脳部に対し、ロシアからの禁輸対象から航空機材料のチタンを除外するよう要請。 • 一方で、仏エンジンメーカーは、これまで在庫を積み立てており、それを活用しつつロシアから供給元をシフトする動きも。
ドイツ	<ul style="list-style-type: none"> • ドイツ金属取引者協会は、原材料戦略の一環として、政府にパラジウム、バナジウム、コバルト等の備蓄を要請。

- ニッケルやパラジウムは供給不足の懸念による価格高騰が発生しているが、企業独自でニッケル・リチウム等の資源開発の事例もあり、中長期的には不足が緩和される可能性も。
- 日本では、政府が供給対策が必要な品目を特定し、対策を検討。短期的には影響は軽微だが、中長期的には安定供給策の検討が必要なものと報告。

■ 世界の対応・状況

- **ニッケルやパラジウムは供給不足の懸念**から、市場で価格が暴騰。
- フィリピンがニッケルを中心に新たな金属鉱山での商業生産を開始（2022年）（インドネシアが2020年にニッケル鉱の輸出を禁止して以降、フィリピンは中国に対する最大のニッケル供給国）。

（参考）韓国ポスコはアルゼンチンでのリチウム生産に投資。2018年に塩湖の権益を買収し、2024年に抽出工場の稼働を計画。また同社は2021年に豪リチウム鉱山のピルバラ・ミネラルズと合併会社を設立し、2023年には工場稼働開始の見通し。（2021年12月）

■ 日本の対応・状況

- 経産省は3月の「戦略物資・エネルギーサプライチェーン対策本部」にて、ロシア・ウクライナ情勢を踏まえ、パラジウムを含む供給対策が必要な物資7品目（※）の特定と対応策を報告。**短期的には影響は軽微だが、中長期的には安定供給策の検討が必要なものも。**

※ 石油、石炭（発電用・製鉄の原料用）、LNG、半導体製造プロセス用ガス、パラジウム（自動車の排ガス浄化用触媒等）、合金鉄（ステンレスや鉄鋼製造用等）

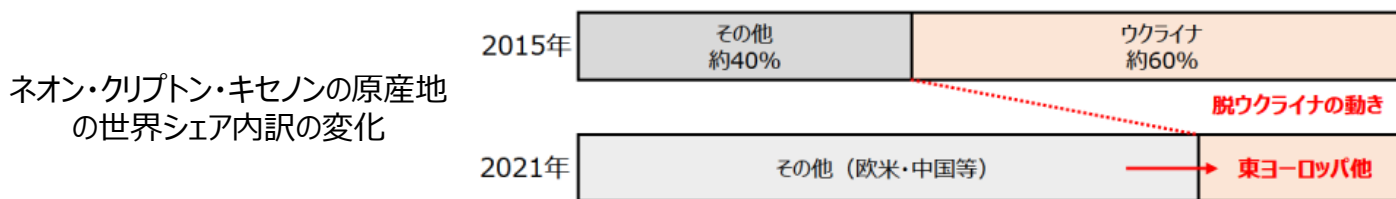
- パラジウムについては、**短期的には企業在庫等による対応と、ロシア以外からの代替調達**によって対応。**中長期的には供給源の多角化策**を検討。

（参考）豊田通商は2012年にアルゼンチンのオラロス塩湖でのリチウム採掘権を獲得し、2014年には生産を開始。2022年内に生産能力を2.4倍に引き上げる計画も。（2021年4月）

- ネオン等希ガスは、世界的には脱ウクライナ依存がすでに進みつつあり、供給不足が緩和される可能性。
- 日本では、短期的には国内企業に希ガスの在庫があり供給可能との予測。他方、中長期的には不足が懸念され、増産方針をとる企業もあり、政府も調達に向けた体制整備を目指す。

■ 世界の対応・状況

- 希ガスは、旧ソ連の製鉄所や化学プラントに設置された大規模酸素プラントに追加された希ガス回収システムにより製造。旧ソ連が衛星防衛用のレーザー兵器を開発するためにネオン産業に投資したことも背景。
- 韓国でも製鉄大手のポスコが半導体用ネオンの国産化に成功。製鉄工程用の大型空気分離装置を活用することでネオン生産設備を開発（2022年1月）
- **世界的に見ると一極集中が回避されつつある**状況。中国等での製鉄所増設やロシアによる2014年クリミア侵略の際の不足を踏まえたもの。



出典：戦略物資・エネルギーサプライチェーン対策本部(第1回)「ウクライナ情勢を踏まえた緊急対策」(2022年3月31日 経済産業省)

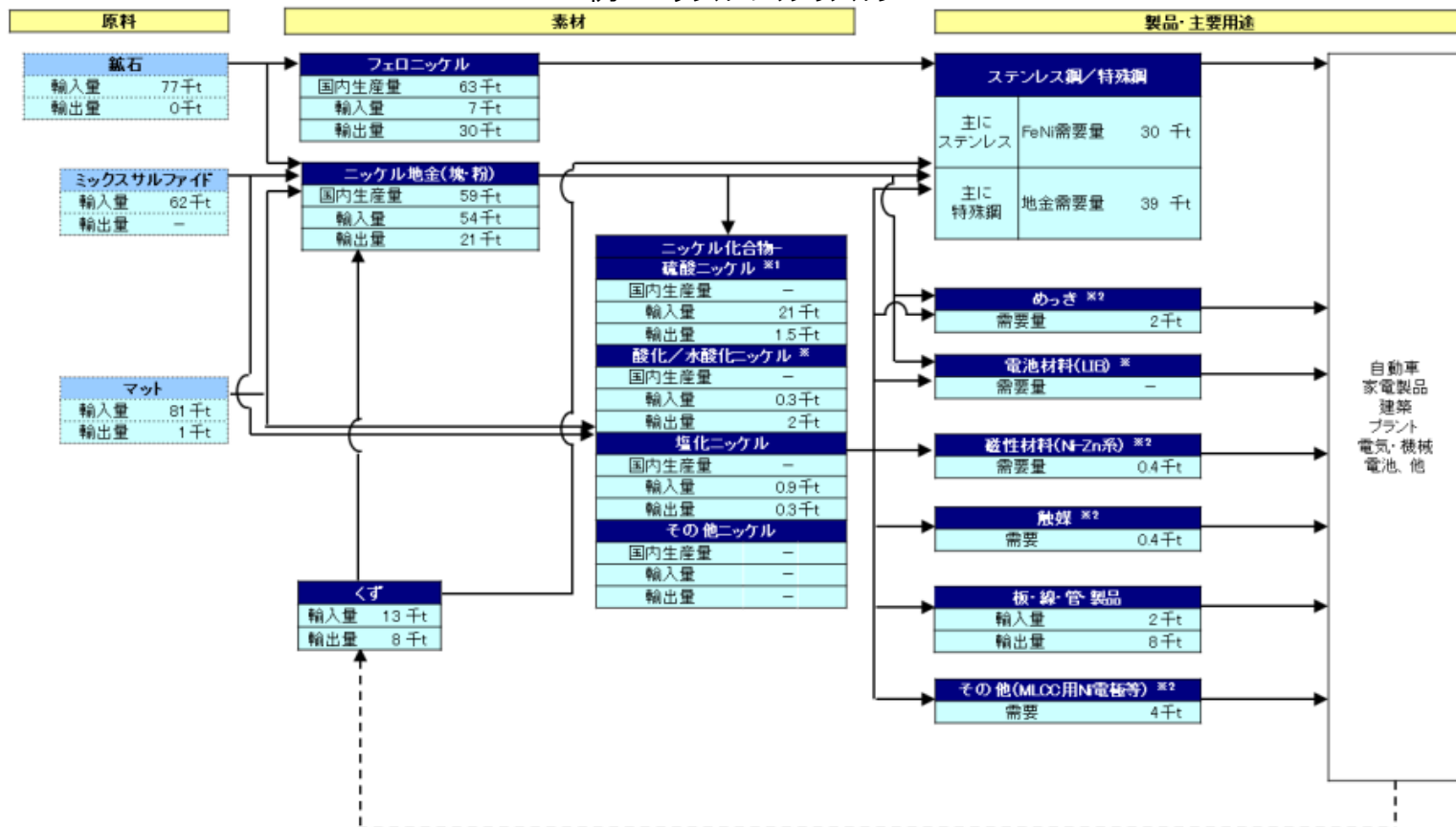
■ 日本の対応・状況

- 日本では、**短期的には供給可能、中長期的には供給不足**が予測される。国内企業が一定の在庫を有しており、短期的な影響は小さい。技術的には希ガスの生産自体は空気分離装置の活用で可能だが、国内での中長期的な製造にあたり生産規模や大規模プラント製造の追加コストなどの経済性が課題。
- 経産省は4月の有識者会議にて、生産能力拡充や有志国と連携した調達の枠組み作り等、2025年までに体制整備を目指すことを示した。
- 大陽日酸は6月、国内でクリプトン増産の方針を固めた。さらにネオンの国産化も検討。

■ 鉍物資源はそれ単体ではなく、採掘・採取ののち様々に加工され、部材として多種多様な部門で用いられる。したがって、資源調達の問題（流通途絶や価格高騰等）は、部材の製造や最終製品の販売に至るサプライチェーン全体への影響が特に大きいと考えられる。

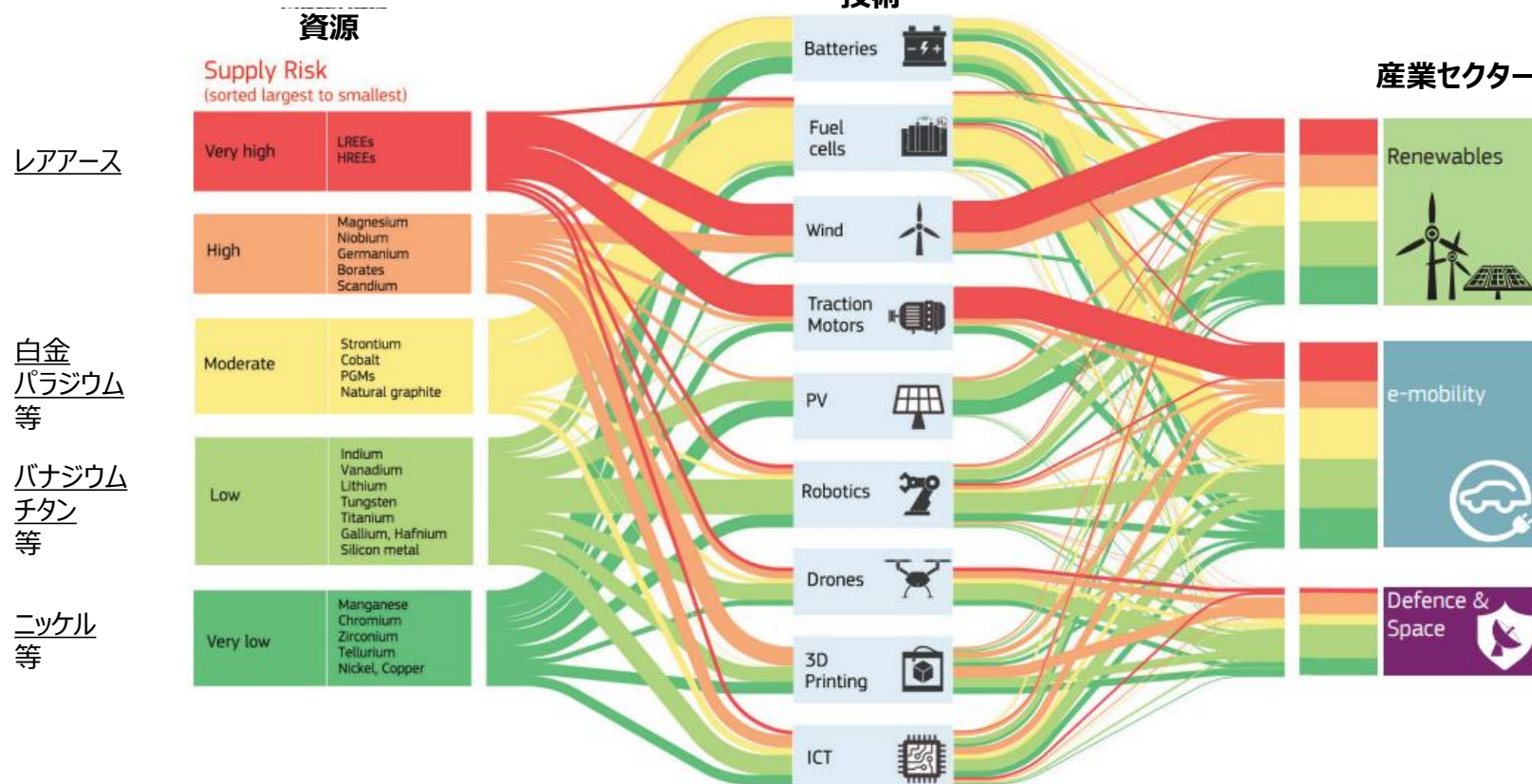
- 供給懸念から、電池の主原料の一つであるニッケルが高騰し、4月には一時10倍に。ロンドン市場で取引中止の事態も。
- ロシア産以外の資源高騰もあり、電池部材の高騰からEV大手は値上げへの動き。

例：ニッケルのマテリアルフロー



- 重要資源の調達リスクは、その大小にかかわらず、再エネやe-モビリティ産業セクターへ影響を及ぼす。
- 同時に、他の産業セクターでも重要な、自動車、ロボット、ICT等の技術へ及ぼす影響も大きいといえる。

例：EUにおける鉱物リスク別、鉱物・技術・産業セクター間のサプライチェーン



- 希少資源の使用を低減あるいは回避する技術開発がある一方、半導体のように技術開発の進展により必要な資源（≒元素数）の増大が見られる分野も。
- 欧州や米国では、サプライチェーン強化の法案提出や他国との連携によるサプライチェーン強化の動きも。

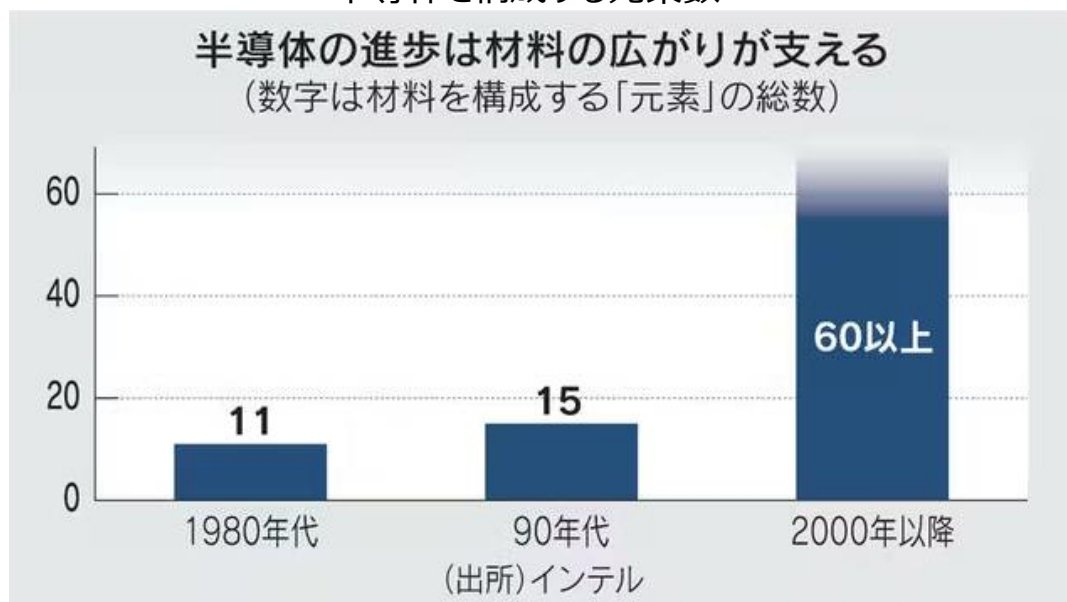
- 米インテルによれば、半導体に使われる物質（元素数）は、1980年代に11だったが、2000年以降は60以上に増加。半導体の性能向上が材料研究の進歩によるものといえる。
- 先端的な半導体製品ほど新しい元素を必要とするが、21世紀になって使われ始めたメッキ用のパラジウムやロジウム、配線材料のルテニウムなどはロシア産の比率が高い。
- これら資源の産出国もロシアやウクライナ、アフリカといった紛争地帯に集中する可能性が高まるとことから、企業は現在の供給網を再検討する必要が生じる。



- 米国と欧州がそれぞれ、**半導体のサプライチェーンの強靱化**に向けた法案を打ち出す※。
- また、米国は半導体生産が集中する日韓や台湾と共に「半導体同盟（Chip4）」の結成を提案。

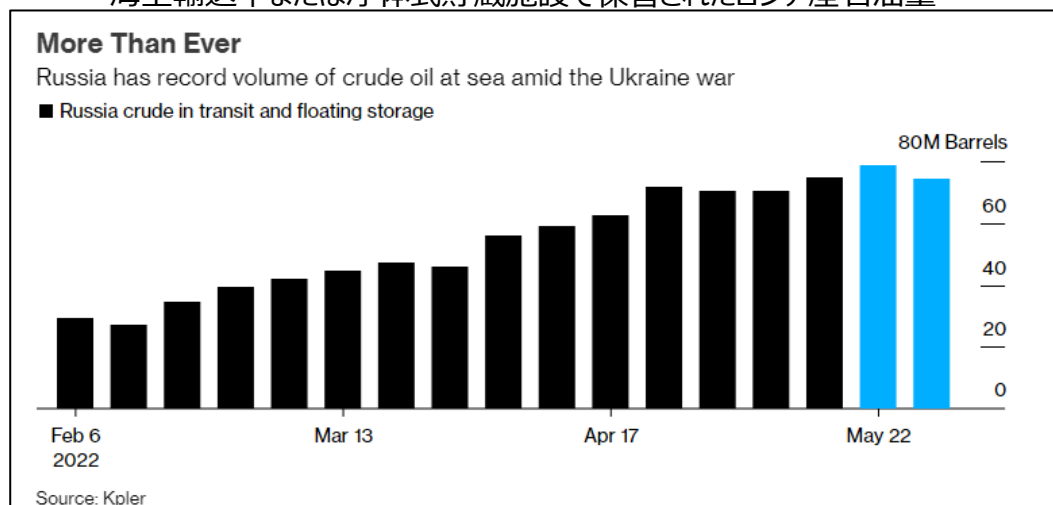
※ 米CHIPS法（CHIPS for America Act）は上院下院、両院で可決したが、5月末時点で両院で調整した妥協案を検討中
欧州European Chips Actは2月に欧州委員会が提案。今後、欧州議会・EU理事会で法案を審議。

半導体を構成する元素数



- ロシアへの資源調達依存を低減させる動きがある一方、国によってはロシアとの貿易は引き続き行われている状況。調達先や需給バランスを見通すための不確定要因の一つに。
- 各国がロシアへの制裁を強化し禁輸措置をとる中、中国の対ロ輸入は堅調。ロシアからの今年3月の輸入額は前年同月比で26%増加した。
 - 中国は米欧の経済制裁とは距離を置く立場をとり、また政治的対立が続く豪州や米国に資源調達で依存を高めたくないとの事情も。
- またインドも中国同様、極めて安価なロシア産の石油を大量に購入し、両国合わせロシア産石油の輸入量は4月に過去最高を記録。
 - 海上輸送タンカーで運ばれるロシア産石油は記録的な水準に。
 - ロシア産の原油がインドで精製され、石油製品が欧米へ輸出されることで制裁の抜け道になっているという指摘もある一方、輸送を担う船舶や保険に対する制裁強化が有効との指摘も。
- このような、対ロ制裁の中、貿易を継続する国や、制裁を回避し供給する手段などもあり、需給バランスは不透明な状態にある。

海上輸送中または浮体式貯蔵施設で保管されたロシア産石油量



- ロシア・ウクライナの影響を直接受けていない資源であっても、エネルギーの不足や価格高騰により、エネルギー多消費産業である鋼鉄やセメント等の原材料とその関連産業、サプライチェーンが影響を受ける可能性。
- このような影響は、世界的にエネルギー多消費産業のサプライチェーンの混乱を招いている。今後も資源・エネルギーの需給や価格などの動向に注視し、サプライチェーン全体で検討する必要がある。

鉄鋼

- 建設向けの鋼材価格が急騰
- 鉄鉱石などの原材料価格が新型コロナウイルス禍の需給バランスの崩れなどで高止まりしていたところに、ロシアのウクライナ侵略による資源エネルギー価格上昇が追い打ち
- 鉄鋼各社は大幅な値上げを立て続けに打ち出さざるを得なくなっている状況

セメント

- 石炭は、石灰石などのセメント原料を1450℃超の高温で焼成するための主な燃料
- 日本は石炭のほぼ全量を輸入しており、セメント業界ではロシア産の割合が約5割を占める
- 代替需要の集中に伴う価格高騰や輸送コストの増大が避けられない状況

- 主にロシア・ウクライナの産出シェアが高い資源に対し、日本の輸入先シェアを考慮することにより、調達リスクの大小が確認できる。
 - ロシア・ウクライナが、産出シェアが高く、同時に日本の輸入先シェアも高い資源（例：パラジウム、スポンジチタン）
 - ロシア・ウクライナが、産出シェアが高く、一方で日本の輸入先シェアは低い、**依存度の高い国の動向にも注視が必要**な資源（例：アンチモン、バナジウム、希ガス）
 - ロシア・ウクライナが、産出シェアが高いが、日本の輸入先シェアは低く、同時に代替可能な輸入先も複数見込まれる資源（例：ニッケル、テルル）。

名称	産出シェア（2020年）	日本輸入先シェア（2019年）
パラジウム	ロシア：43%、南アフリカ：34%	南ア：46%、ロシア：42%
チタン(スポンジチタン)	ロシア：13%、ウクライナ：6%	米国：35%、ロシア：33%、中国：15% *1
アンチモン(地金)	中国：55%、ロシア：23%	中国：48%、ベトナム30%、ロシア：0%
バナジウム(FeV)	南アフリカ：34% ロシア：19%	中国：36%、チェコ+南ア：40%、ロシア：0%
ネオン、クリプトン等(希ガス)	ネオン：ウクライナ(70%) クリプトン：ロシア+ウクライナ(80%)	中国：49%、フランス：36%、ロシア・ウクライナ：3% (ヘリウム・アルゴン以外の希ガス)
ニッケル(地金)	インドネシア+フィリピン：43% ロシア：11%	豪州：26%、マダガスカル：23%、ロシア：4%
テルル	中国：57% ロシア：12%	韓国：34%、ドイツ：26%、ロシア：0% *2
(参考) 以下は、ロシア・ウクライナ情勢による直接的な影響は見られないが、他国へ強く依存しており、今後調達に問題が起こりうる資源		
白金	南ア：68% ロシア：14%	南ア：79%、ロシア：2%
コバルト	コンゴ：69% ロシア：6%	中国：42%、フィンランド：23%、台湾：21% *3
リチウム	水酸化リチウム 中国：40%、ベルギー：23% *4 炭酸リチウム 中国：40%、カナダ：33% *4	水酸化リチウム 中国：78%、米国：18% 炭酸リチウム チリ+アルゼンチン：89%、中国：10%

■ ロシア・ウクライナ産資源の供給途絶により資源価格の高騰が予想される中、今後世界において、省資源化・代替資源活用などの技術開発における従来の目標を前倒しし、サプライチェーンの強靱化に向けた取り組みを加速することが求められる。

2022年末

数年

2030年

2050年

政策の方向性

・当面の資源・原材料供給確保

- ・ 資源・原材料の備蓄積み増し
- ・ 調達先の分散

- ・ 高リスク資源・原材料を使わない技術開発
- ・ 新たな資源開発

対策

上流

(原料)

安定供給確保

- 機動的な増産対応
- 既存のリサイクル装置の導入

目標前倒しによる
取り組みの加速

中流

(部素材)

省資源化技術開発の推進

- 材料開発時の省資源化技術開発
- 需要側の希ガスリサイクル装置導入

代替資源・代替技術開発

- 代替資源・部素材の開発、希少資源等を使わない革新的技術の開発

下流

(最終製品)

リサイクル促進

- 最終製品からの鉱物資源の回収・リサイクルシステムの整備、技術開発の加速

サプライチェーンの強靱化に
向けた連携強化

不確定要素

- ・ 停戦シナリオ、経済復興シナリオ
- ・ 資源価格

- ・ エネルギー資源の供給不足・価格高騰

- ・ 2050年CN目標の見直し
(前倒しor後ろ倒し)

<今後の検討課題>

前述の情勢を踏まえ、今後の世界的な検討課題は以下の通り。

短期的（数年）課題

- ロシア・ウクライナに依存する、あるいは影響を受ける資源・原材料の当面の安定調達が必要。そのため、機動的な自国内での増産対応や、調達先の分散の観点から新たな調達先の検討、備蓄の積み増し等の実施。
- 極短期で可能な需要抑制手段として、リサイクル装置の導入。

中期的（2030年頃）課題

- 短期的な調達達成だけではなく、今回の情勢を契機として、今後の希少資源の安定的な供給体制の構築に向けた、高効率リサイクル技術開発、リサイクル施策および既存リサイクル技術の活用促進、さらに代替資源・技術開発も期待される。
- 資源コストや調達コストの高騰といった、市場経済的な視点から、省資源化・リサイクル等の研究開発を検討する必要性も。例えば「倍の研究開発コストをかけられるのであれば、どのような研究開発が可能か」といった観点からは、資源価格が倍になれば開発コストが倍となることが想定される技術であっても、開発を行う動機・可能性が向上。

長期的（2050年頃）課題

- 今回の情勢を発端として、鉱物資源・希ガスの安定的な原料調達や代替資源の開発の重要性が再認識されたが、長期的には、原料から製品までのサプライチェーンの強靱化も重要。そのためには、デジタル技術の活用などによりサプライチェーンの垂直連携を強化し、調達リスクにより柔軟に対応できるような仕組みを構築する必要。
- 一方、長期的に自国内で閉じたサプライチェーンを構築することは現実的ではなく、また全ての資源について一国内で閉じることは不可能。ロシア・ウクライナ情勢と同様の状況が発生した際のリスクを低減させるため、自国内で調達可能な資源、権益確保による調達資源、他国から調達する資源など、バランスのとれたポートフォリオを組むことも一案。
- 今後同様の情勢が発生した際の資源確保におけるレジリエンス向上が課題。自国内で調達でき輸出も可能な資源を（単純に増産を目指すのではなく）「カード」とし交渉・貿易を可能にする自由貿易を行うことも有効、そのためには「エネルギー」分野と同様に戦略的に同じ価値観を共有する国との連携が重要。

電動車のさらなる普及に向けた材料のサプライチェーン強靱化に資する取り組み

- 温暖化対策に向け、世界的に自動車の電動化の動きが加速している。電動車の蓄電池やモーターには、リチウム、ニッケル、コバルト、黒鉛、ネオジム、ジスプロシウムなどの資源が大量に使用されており、資源制約の克服の観点から、よりサプライチェーンリスクの低い材料の開発や、リサイクルの実現が課題。
- 本事業では、蓄電池やモーターシステムの性能向上・コスト削減をはじめ、材料レベルからの高性能化・省資源化、高度なリサイクル技術の実用化に取り組む。

※NEDO グリーンイノベーション基金事業「次世代蓄電池・次世代モーターの開発」（2022～2030年度）

（研究開発項目1-2）

蓄電池のリサイクル技術開発

- 蓄電池材料として再利用可能な品質、かつ競争力のあるコストで、リチウム70%、ニッケル95%、コバルト95%以上を回収可能なリサイクル技術開発に取り組む。

（研究開発項目2）

省資源なモーターの技術開発

- サプライチェーンリスクの低い材料の開発にも留意しつつ、システム効率向上と出力密度の向上を同時に達成する技術開発に取り組む。

- 各国・地域で重要資源の安定供給や確保に向けた政策・施策が策定済み。
- 資源供給やサプライチェーンの安定化という面だけではなく、サプライチェーンにおける人権や環境への配慮も重要に。
- 他方、中国では政府主導の業界再編による競争力強化が図られている。

国	現況
日本	<ul style="list-style-type: none"> • 「新国際資源戦略」策定（2020年5月） • 「経済安全保障推進法案」成立。半導体や医療物資といった重要物資のサプライチェーンの強化や、電気・ガスなど基幹インフラの安全性の確保などを目的（2022年2月）
米国	<ul style="list-style-type: none"> • DOEが、国内で銅、ニッケル、リチウム、コバルト、レアアースなど重要元素の供給を強化する技術の開発に4,400万ドルを拠出。（2022年2月24日） • 「サプライチェーン・アセスメント」報告書発表（2022年2月24日）
中国	<ul style="list-style-type: none"> • レアアース企業数社を再編し、国務院国有資産監督管理委員会が直接的に管理・監督する新たなレアアース企業「中国稀土集团有限公司」を設立。（2021年12月）
EU	<ul style="list-style-type: none"> • 「欧州原材料同盟」発足。域内企業による原材料の安定的な供給確保に向け、レアアースなど貴重な原材料の輸入依存から脱却し「戦略的な自治」を目指す（2020年9月） • 欧州委員会が「企業持続可能性デューデリジェンス指令案」を発表（2022年2月）
ドイツ	<ul style="list-style-type: none"> • 国連の「ビジネスと人権に関する国家行動計画」に基づく、国別行動計画（2016年6月）、「サプライチェーンにおける企業のデューデリジェンスに関する法律」（2021年6月成立）、「原材料戦略」（2010/2020）等を策定

Ⅲ. デジタル、宇宙、その他（食料）

デジタル技術がロシアのウクライナ侵略に与えるインパクト

- 現代のデジタル技術が初めて大規模紛争に動員され、4つの側面で戦争を変えている。
⇒ 1) 戦闘現場、2) サイバー上の戦い、3) 情報操作、4) 金融ネットワーク
- インターネット、通信・衛星といったインフラが、こうした戦争におけるデジタルを支える形となっている。

デジタルが変える戦闘現場

- ◆ 衛星画像情報による侵略状況の把握
- ◆ 市民のSNS情報活用（敵軍情報の提供）
- ◆ ビデオ会議システムによる戦闘指揮
- ◆ ドローンの活用（民生用 + 攻撃用）
- ◆ 米国はハイテク製品の輸出を規制、ハイテク技術規制の域外適用も実施

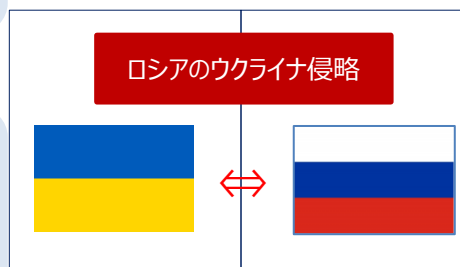
サイバー戦

- ◆ ロシアによる侵略直前の大規模サイバー攻撃（ウクライナ通信インフラを含む）
- ◆ ウクライナは「デジタル軍」を形成、ロシアのサイバー攻撃を監視、米IT企業も監視を支援
- ◆ 国際IT義勇軍が参入、ロシアへ攻撃

デジタルによる情報操作

- ◆ 陸・海・空に加えて第4の「情報戦」が登場
- ◆ SNS上での偽情報・画像の大量拡散
- ◆ ウクライナ大統領はSNSで国民へ直接発信
- ◆ ロシアは海外SNSを遮断
- ◆ 米IT大手はロシアでのサービス停止、偽情報の監視も実施

ロシアのウクライナ侵略



金融ネットワーク

- ◆ 西側諸国はロシアをSWIFTから締め出し、ロシアの海外資産を凍結
- ◆ 国際クレジットカードは対ロシア利用停止、ロシアは独自カード決済システムで国内カード運用
- ◆ 仮想通貨による軍資金獲得、NFTの活用

インターネット

- ◆ オープンプラットフォームとしての重要性
- ◆ 一方で遮断・分断の手段としても作用

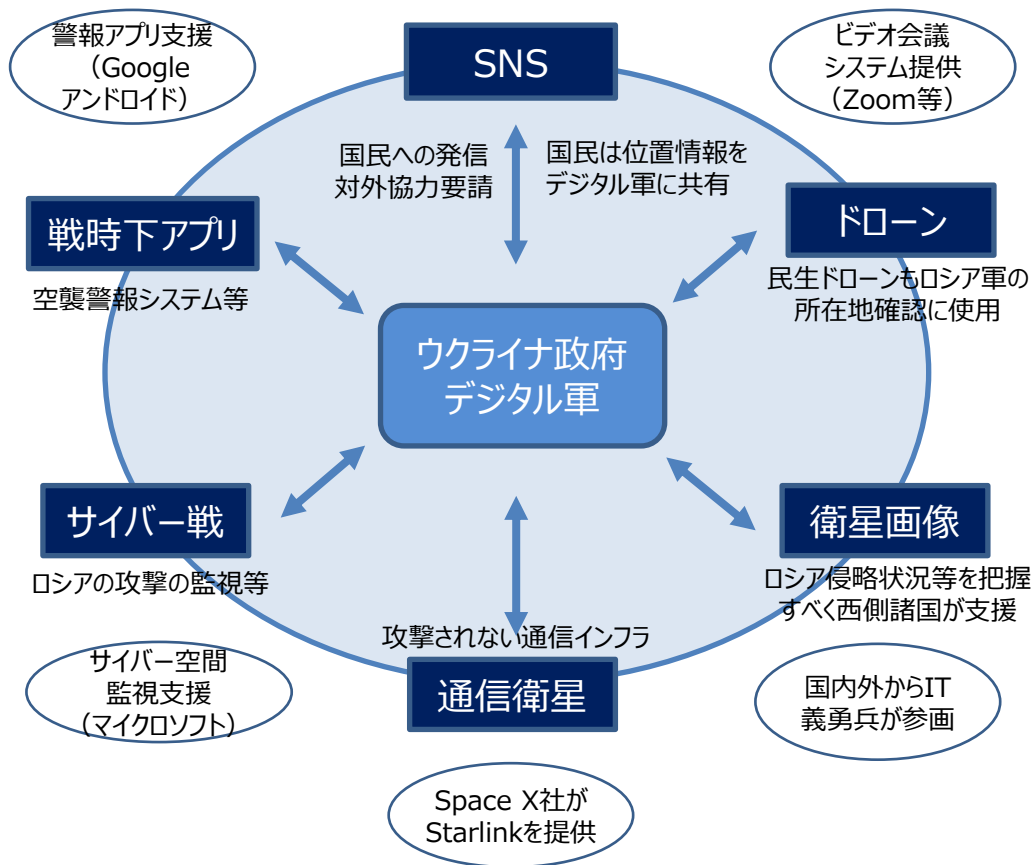
インフラストラクチャー

通信・宇宙

- ◆ 通信衛星が重要な通信手段として機能
- ◆ 衛星画像が戦闘現場を支援

- 31歳のデジタル大臣が「デジタル軍」を形成、国外からもデジタル義勇軍が参戦。
- イーロン・マスク氏に要請し、米Space X社のStar Linkで通信網を確保。
- 衛星画像、民生ドローン、市民のSNS情報を駆使してロシア軍の進行状況を掌握し攻撃。

デジタルを総動員して官民で抗戦、世界のテック企業がウクライナを支援



「対ロシア戦、通信が命綱
ウクライナの対外発信支える」

● 日本経済新聞 2022年4月26日付

「回線確保、米企業も即応

ウクライナ政府の動きも速かった。ロシア侵略後、米国を中心とした世界のIT企業に通信回線の確保などで支援を求めた。

要請を受けたマスク氏が率いるスペースXは、侵略直後から衛星通信システム「スターリンク」のサービスをウクライナ向けに始め、専用の通信設備を大量に提供している。利用者は増えており、調査会社の米センサータワーによると、同国では3月15日から10日ほど、スターリンクのアプリが1日のダウンロード数で3位以内だった。

「デジタル外交」を指揮したのは、ウクライナのミハイロ・フォードロフ副首相兼デジタル転換相だ。2019年に発足したデジタル転換省は政府機関のデジタル化を推進する役割を担ってきたが、ロシアによる侵略を受け、デジタル戦線に対応する組織に改めた。フォードロフ氏は31歳で、オンライン広告会社の起業を経て、最年少の大蔵大臣として19年発足のゼレンスキー政権に入閣した。」

- ロシア軍の侵略、ウクライナの被害状況を示す西側諸国の衛星写真が、ほぼリアルタイムで多数公開。
- デジタル技術を活用することでより正確な被害状況等を把握するとともに、反ロシアの世論形成に大きな役割を果たす。

<最新のデジタル技術活用例>

東京大学・渡邊英徳教授チームは、衛星画像や現地の画像の一部に3D加工等を施し、位置情報を加え、ウクライナの被害状況を可視化。

マルチディスプレイシステムを活用した制作



軍事施設以外への攻撃も3Dマップで一目瞭然



●東京大学HPより抜粋

「2月24日に始まったロシアの軍事侵攻は、ウクライナの人々に甚大な被害と悲しみを及ぼし、世界に衝撃と混乱をもたらしています。メディアは連日その動向を報じていますが、信頼できる情報を見極めるのは簡単なことではありません。情報学環の渡邊英徳先生は、情報デザインの研究者の視点から、ウクライナの現実を可視化する試みを続けています。用いるツールは人工衛星の撮影した画像と3Dモデル。戦争被害の姿とともに新しいジャーナリズムの可能性を示しています。」

提供：東京大学大学院 渡邊英徳研究室

- 世界の1,000社以上の企業がロシアから撤退・事業停止。
- テック企業も続々と、その販売・サービスを停止。

1,000社以上の会社が撤退・事業停止

Over 1,000 Companies Have Curtailed Operations in Russia—But Some Remain

June 21, 2022



テック企業も対応

- Google、Microsoft、Apple等の大手テック企業は、早い段階からロシアでのサービス、販売を停止
- 一方、民間メディアを制限するロシア政府は、FacebookやInstagram等を次々と遮断し、情報統制を強化
- 金融制裁が実行される中、AppleはロシアでのApple Payの利用を制限
- AmazonはロシアでのAWS（データセンター）サービスの新規契約を停止
- ゲーム空間も反ロシアの対象：ファイナルファンタジーで抗議集会を開催
ポケモンGOもロシアで停止
- Netflixも動画配信を停止

出典： Yale School of Management, “Over 1,000 Companies Have Curtailed Operations in Russia - But Some Remain”（※2022年6月21日時点の情報）

- インターネット事業の営業停止やSNSでの情報発信や対抗、遮断などが相互に間断なく起きている状況。
- ウクライナは世界のURLを管理する米国のICANNにロシアのURL（.ru）を持つウェブサイトを全て排除の要請。当事国のみならず国際的ハッカー集団も対ロシアへの活動を開始。

	西側企業のLumen Technologies や Cogent Communications はロシア向けインターネットサービスを停止。 Facebook や YouTube も、ロシアメディアへのアクセスを制限。 Netflixは動画配信サービスを停止。
	EU は、ロシア国営メディア RT と Sputnik へのアクセス禁止を発表。
	ウクライナは、インターネットの資源を管理する ICANN 等に対し、ロシアのサイトをインターネット上から排除するよう要請したが、ICANN 等は政治に関与しない団体として、この要請を退けた。
国際ハッカー集団	ハッカー集団のアノニマスはロシア軍兵士12万人分の個人情報や省庁、銀行の内部書類などの情報を入手し公開。



	ロシア政府は、インスタグラムの情報を遮断すると発表。 Twitter、フェイスブックへのアクセスも制限開始。 他方、ロシア政府は、ロシアのすべてのウェブサイトは3月11日までにロシアのDNSサービスを使用するように切り換えなければならない旨指示と、ポーランドメディアが報道。
	旧ソ連圏で普及するSNS“テレグラム”を使い、国内で偽情報を大量拡散し世論操作を進めている模様。日本経済新聞の調べでは、ロシアの拡散工作を担ったとみられる100以上のアカウントが確認でき、1か月の閲覧数は1,000万件を超えたとされる。
	米メタはウクライナのゼレンスキー大統領の偽動画を発見し、削除したと発表。AIで本物にみせかける「ディープフェイク」技術が使われていた。

- 複数の発表・報道によれば、ロシアは侵略の前後に、ウクライナのエネルギー企業や通信ネットワークなどへサイバー攻撃を仕掛けたとされる。ウクライナの軍事力や社会インフラの無力化を狙ったものとみられる。
- 一方、米・EUにおいて侵略開始以降にサイバーセキュリティ強化の規則案やガイダンスが打ち出されている。

サイバー戦の事例

ロシア、侵略直前に衛星通信企業へサイバー攻撃

米・EU・英当局は5月10日、ロシアによるウクライナ侵略の約1時間前、米国の衛星通信企業Viasatがロシア政府系ハッカーによるハッキング被害を受けていたと発表。Viasatのサービスに依存していたウクライナ軍の指揮命令システムを攻撃し、ウクライナの軍事力の無効化を狙ったものとみられる。

ロシアによるウクライナ産業用制御システムへの攻撃

デジタルセキュリティ対策のESET社は、ウクライナのコンピューター緊急対応チームと共にウクライナ・エネルギー企業に対する攻撃を分析。4月上旬、ロシア軍に属するハッカー集団Sandwormが、ウクライナ高電圧変電所に攻撃を仕掛けたことを確認。ESET社と同チームが協力して攻撃に対処したとしている。

米メタが、レポートでウクライナへのスパイ活動を指摘

メタは四半期に発行する「脅威レポート」で、ウクライナ侵略に関連するスパイ活動などに言及。ウクライナの通信会社や同国内外の防衛・エネルギー分野、テクノロジー企業などが対象で、活動や工作が「侵略直前に激化したもようだ」と指摘している。

身代金目的と見せかけたデータ破壊

ESET社などの解析によれば、侵略の数時間前、ウクライナの組織に対してマルウェア「ワイパー」が仕掛けられた。身代金目的に見せかけ、支払いの検討をしている間、感染でデータを破壊し、コンピューターを使用不能にするものとされる。

セキュリティ強化

EU機関のサイバーセキュリティ強化に向けた規制案

欧州委員会は3月22日、EU機関のサイバーセキュリティ強化に向けた規制案を公表。EUの機関や加盟各国に対し、サイバーセキュリティ分野でのリスク管理の枠組みを提出するよう求めている。また、規制監督機関としてEU諸機関の代表から成る「サイバーセキュリティ評議会」の新設を提案。サイバー脅威の特定に向けた情報活動を行う組織は「サイバーセキュリティ・センター」として権限を強化する。

米NIST、サイバーセキュリティ・ガイダンスを更新

米国標準技術局（NIST）は、サイバーセキュリティ・サプライチェーン・リスク管理ガイダンスを更新した。更新版ガイダンスは、組織がサプライチェーン全般において、自らのサイバーセキュリティのリスク管理能力を開発する際に、導入が推奨される主要な項目を提示。最終製品の各要素の脆弱性とそれらの要素の最終目的地までの経路についても考慮するよう奨励している。

- 主要先進国は、SWIFT（国際銀行間通信協会）の国際送金ネットワークからロシアを締め出し。
- Visa、MasterCardは、同カードのロシアでの使用、ロシアが発行した同カードの海外使用を停止。
⇔ 対してロシアは、2014年以降、独自のカードシステムを構築、国内での決済に備え。
- ウクライナは、仮想通貨で世界から募金を集めることに成功、さらにはNFTでも資金を調達。

<国際送金ネットワーク>

- 西側主要国は、SWIFTの国際送金ネットワークよりロシアを排除。
- SWIFT（本部ベルギー）の提供するネットワークは、世界の1万1千以上の金融機関が利用、決済額は1日あたり5兆ドル（650兆円超）に上る。

<国際クレジットカード>

- VISA、マスターカード、アメックスはロシアでの事業を停止。ロシア国外で発行されたカードが、ロシア国内加盟店・ATM で使用困難となり、ロシアの金融機関発行が発行したカードも、ロシア国外での決済ができなくなった。
日本の JCB も、ロシア、ベラルーシで事業停止を発表。
- ロシアでは、キャッシュレス比率が7割に達し、国外ブランドのカードが約7割のシェアを持ち、ロシアの生活インフラへの打撃は大きいとされる。

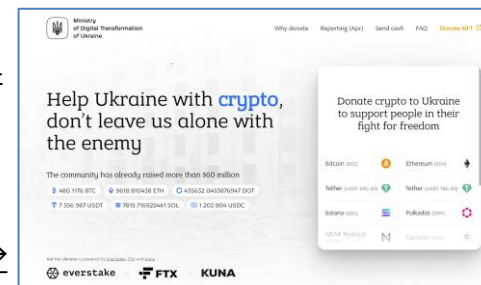
<ロシアのカード・MIR>

- ロシア国内カード「MIR（ミール）」は、VISA、マスターカード等が事業を撤退した後も、引き続き利用可能。
- ロシアはクリミア侵略後、中央銀行が管轄する国産の「国家カード決済システム（NSPK）」を構築し、利用を義務付けてきた。
- ロシア主要銀行は、「MIR」の決済システムと中国の銀聯カードシステムの提携を検討。

<仮想通貨>

- ウクライナ・デジタル転換省は、“AidForUkraine”なる仮想通貨のプラットフォームを立ち上げ。暗号通貨交換所FTXと協力し、送られてきた6種類の暗号資産を法定通貨に変換、寄付はウクライナ国立銀行に送金される。
- 寄付の実現のため、公的金融機関と暗号通貨取引所が協力する初の取り組み。
- 60百万ドルが集まっている（約80億円、6月20日現在）

“AidForUkraine”のHP→

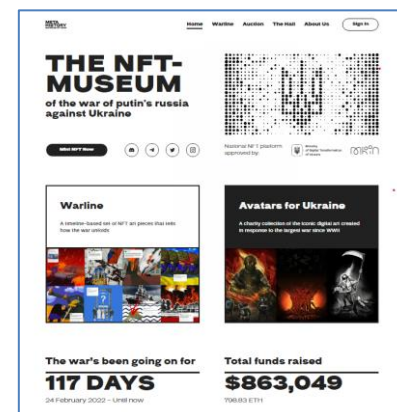


<NFT>

(Non-Fungible Token)

- ブロックチェーン技術を使い、アートで戦争の記録を残し、その作品をNFTとして販売、ウクライナ支援金に充てるもの。
- ウクライナ・デジタル転換省が、オンラインNFTアート美術館“META HISTORY”として開設したもの。

“META HISTORY”のHP



- 米国は対ロシア経済制裁の一環として、ハイテク製品の対ロシア輸出規制を強化。
- 該当する米国技術を使用した製品は第三国による輸出も対象となり、中国にも制裁違反を警告。

ハイテク製品分野の規制における主な動向

□ 米は、ハイテク製品、武器関連の輸出規制を実施

① 対ロシア向け要許可品目の大幅拡大、許可厳格化

エレクトロニクス／コンピューター／通信・暗号／レーザー・センサー／航法装置・航空電子／海洋技術／航空宇宙・推進システム等

② 直接製品規制の追加・拡大・・・米国製機器・技術・ソフトを利用した製品の非米国からの輸出も許可制

⇒ 西側37か国も同様の輸出規制をコミット

③ 電子分野を含む軍関連企業への輸出管理品目の原則禁止

- ・軍事エンドユーザー等 49 企業等
- ・軍事・防衛部門貢献の 81 企業等
- ・ロシア・ベラルーシ の120 企業等を追加

□ 米は、対露制裁に加わらない中国にも上記の制裁違反を強く警告

⇒ 違反の際は、米国製品・技術からの締め出しを示唆

⇒ 米国製の半導体製造装置や設計ソフトを利用した中国製半導体も米国の制裁対象になりうる。

□ 米は、アエロフロート他ロシア航空3社の制裁違反を発表

米製航空機や米製部品25%超搭載の航空機を許可なく使用

□ 米の制裁を受けて、半導体設計大手・台湾MediaTekは、自社チップ搭載製品の対露輸出禁止を表明

対個人や団体レベルへの直接サポートがデジタルで可能に

- コミュニケーション技術の発達で、個々の発信と連携を後押しし、世界からウクライナへの直接支援を可能としている。Airbnbを通じたウクライナホストファミリーへの直接送金、クラウドファンディングによる様々な対象への資金支援、現地大学生へのオンライン授業提供などが行われている。

「Airbnbで実際には行かないウクライナの宿を予約」
(同社はサービス料を請求しない直接支援)

様々な送金対象を選択できるクラウドファンディングのウェブサイト
(レディフォア社)

「山梨大、ウクライナの学生に遠隔授業を提供」
(ウクライナ13大学の学生に12科目を提供)

Airbnbで実際には行かないウクライナの宿を予約 --支援の輪、計2億円に

Dan Avery (CNET News) 翻訳校正: 湯本敦子 高森智哉 (ガリレオ) 2022年03月09日 11時07分

シェアする 46 ツイート 一覧 B1.1 note 印刷 メール 保存

PR | 導入事例、製品情報、調査レポートなど、ホワイトペーパー多数掲載

ロシアによるウクライナ侵攻で影響を受けるウクライナ国民が増え続ける中、一部の米企業は、戦禍に苦しむ人々を既成概念にとらわれない発想で支援しようとしている。金銭的な貢献をする、ロシアとの経済関係を停止するといったことのほかに、無料の避難所やサービスを提供している企業もある。



提供: Mateusz Slodkowski/SOPA Images/LightRocket via Getty Images

READYFOR クラウドファンディングとは

プロジェクトからさがす タグ切り替え

注目のプロジェクト
支援金額が多いプロジェクト
あとひと押しプロジェクト
最新のプロジェクト

掲載件数39件

タグからさがす	すべてのタグ >
#動物	
#アート	
#寄付金控除型	
#子ども・教育	
#新型コロナウィルス	
#フード	
#国際協力	
#音楽	
#スポーツ	
#起業・スタートアップ	
#継続寄付	
#まちづくり	
#環境・福祉	

場所からさがす
北海道
東北

プロジェクト	金額	寄付者数	残り
【ウクライナ危機】ペットおよびペット飼育家族への緊急支援を開始	23,396,000円	1,833人	18日
【ウクライナ危機】学びの場を失ったウクライナの学生たちに学習継続の場を	10,123,000円	502人	27日
【ウクライナ危機】日本国内の避難民へのサポートのお願い	8,667,000円	303人	9日

場からさがす

【ウクライナ危機】ウクライナ危機支援基金へのご支援をお願いします

山梨大、ウクライナの学生に遠隔授業を提供 「涙が出るくらい感謝」

有料会員記事 三ツ木 綾巳 2022年3月26日 10時34分

シェア ツイート ブックマーク メール 印刷

コメントプラス



ロシアの攻撃で破壊されたウクライナのハリコにある国立航空宇宙大の景-山梨大提供

山梨大は24日、ロシアによる侵攻で授業を受けられないウクライナの大学院生に、遠隔授業を行うと発表した。同大によると、国内初の試み。ウクライナ第2の都市ハリコフにある12大学の修士課程の学生に、最先端の人工知能（AI）技術やクリーンエネルギー、水環境に関する13科目の授業をオンラインで提供する。

ウクライナの国立航空宇宙大学からの要請に応じた。同大出身で、山梨大で博士号を取得した大学職員フオミチョヴァ・クセニヤさん（40）を通じて要望を確認。国立航空宇宙大の副学長から「授業をお願いします」との返答があったという。

- ロシアによるウクライナ侵略を受けて、西側主要国・地域は、デジタルインフラの強靱性、および自由で開かれたインターネット、それぞれの重要性を確認し、共同宣言を発出した。

「ウクライナに対するロシアの戦争への対応におけるデジタルインフラのサイバー・レジリエンスに関する7デジタル大臣による共同宣言」

日付： 2022年5月10日

宣言国： G7

主旨： ロシアによる軍事進攻を強く非難。通信インフラを含むデジタルインフラについて、サイバー上の脅威に対する認識の向上と共有、サイバー対策に関する協力の拡大を含め、サイバー・レジリエンスを向上させることに合意。

・「ロシアによるウクライナに対する侵略戦争は、接続された社会における重要な活動がデジタルインフラ、特に通信インフラに依存していること及び関連する脆弱性を明らかにした。」

・「我々は、。。。グローバルなインターネットへのアクセスの重要性を強化する情報、通信及び電気通信インフラの強靱性の支援を優先しなければならないと認識する。」

・「我々は、。。。既存のサイバーセキュリティと国家安全保障上の枠組み並びに既存の協力の取組に沿った協調的なサイバー対応の拡大を含め、デジタルインフラのサイバー・レジリエンスを向上させることにコミットする。」

・「我々はまた、民主主義的価値に沿って、インターネットガバナンスのマルチステークホルダーモデルを強化することにコミットする。」

「未来のインターネットに関する宣言」

日付： 2022年4月28日

賛同国： 米（主催国）・日・豪・加・EU・英

骨子：

・開かれた、自由で、グローバルで、相互運用可能で、信頼性のある、安全な、未来のインターネットへの支持を呼びかける。

・未来のインターネットに関し、

- (1) 人権及び基本的自由の保護
- (2) グローバル（分断のない）インターネット
- (3) 包摂的かつ利用可能なインターネットアクセス
- (4) デジタルエコシステムに対する信頼
- (5) マルチステークホルダーによるインターネットガバナンス

に関する原則を示す。

・参加国は既存の国際フォーラム等で当該原則を推進することや、原則の内容を具体的な政策等を通じて実行していくことが期待される。

(参考) サイバーセキュリティを担う人材の必要性

- サイバーセキュリティを担う人材の充足性については、日本は圧倒的な人材不足の状況にある。この傾向はNRIセキュアテクノロジー社の調べによれば、2010年から変わっていない。
- どんな人材が不足しているかについては、各国とも「ログを監視・分析する人」を挙げている。高度な専門性と経験が要求されるため、各国とも人材が不足しているようである。
- サイバーセキュリティ対策を実施したきっかけは、米国・シンガポールでは経営層のトップダウン指示が半数以上と顕著である。サイバーセキュリティの分かる経営層の育成も必要である。

セキュリティ人材

- ☑ 日本は米/星と比較して圧倒的に人材不足を訴えている
- ☑ セキュリティ戦略・企画を策定できる人材の育成が課題の1つ

◆ セキュリティ対策に従事する人材の充足状況



不足している人材の種別

「不足している」と回答した企業における、不足していると考えるセキュリティ人材の種別

	JP (n=1,575)	US (n=92)	SG (n=82)
1位	セキュリティ戦略・企画を策定する人	ログを監視・分析する人	経営層に現状や対策内容等を説明する人
2位	セキュリティリスクを評価・監査する人	セキュアなシステム設計する人	セキュアなシステム設計する人
3位	ログを監視・分析する人	セキュリティリスクを評価・監査する人	ログを監視・分析する人
4位	インシデントへの対応・指揮をする人	関係部署と調整しつつ、対策を推進・統括する人	セキュリティリスクを評価・監査する人
5位	関係部署と調整しつつ、対策を推進・統括する人	経営層に現状や対策内容等を説明する人	セキュリティ戦略・企画を策定する人

※ その他の選択肢: セキュアなプログラミングができる人 / 事業部門側のセキュリティ担当者 / その他 / わからない

情報セキュリティ対策実施のきっかけや理由

あてはまるもの最大3つ選択

	JP (n=1,794)	US (n=509)	SG (n=504)
1位	自社でのセキュリティインシデント 33.6%	経営層のトップダウン指示 55.4%	経営層のトップダウン指示 66.1%
2位	他社でのセキュリティインシデント 27.1%	他社でのセキュリティインシデント 25.0%	他社でのセキュリティインシデント 27.8%
3位	内部監査・内部有識者からの指摘 27.0%	自社でのセキュリティインシデント 23.4%	外部監査・第三者評価の結果 22.4%

※ 他選択肢: 株主や取引先からの要請 / 関連法規の改定 / 監督官庁からのセキュリティ対策の要請

- 東西冷戦の終結以降、世界はインターネットをはじめとするグローバルでオープンなネットワークを構築し、世界的なデジタル社会が形成されてきた。今回の侵略によって、そのネットワークの分裂が多方面で発生し、自国・自地域完結が加速する可能性がある。

今後、中長期で分裂が懸念される分野

インターネットサービスの分裂

「スプリンターネット」（インターネットの分裂）が世界的に現実となる可能性（中国は既にGreat Firewallを構築）

情報・データの分裂

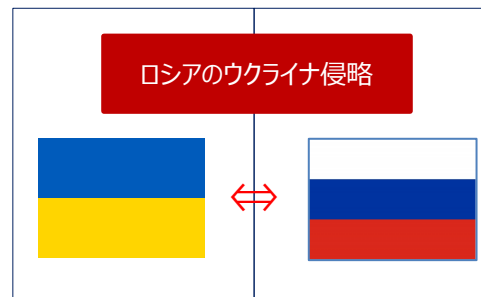
各国はサイバーセキュリティを強化
自国・自地域でのデータ保護が進展

サプライチェーンの見直し

半導体や自動車分野での資源・原材料戦略の見直し、代替技術の開発
自国完結サプライチェーン追及の加速

国際宇宙協力の分裂

国際協力の枠組みが変化
各国が自前の衛星通信網を競争
(ページ55参照)



<今後の検討課題>

前述の情勢を踏まえ、今後の世界的な検討課題は以下の通り。

短期的（数年）課題

- ・ 今回世界が経験しているデジタル戦争を踏まえ、デジタル環境の頑健性を高める必要がある。
- ・ 具体的には、平時からバーチャルエコノミーやデジタルエコノミーを最大活用することが急務。
- ・ 平時および非常時における偽情報対策を講じることも重要。
- ・ 加えて、非常時に備え、サイバー攻撃対策の強化（サイバーレジリエンスの強化）、とりわけ制御システムへの対策強化、さらにはサイバー戦に対する備えの強化。
- ・ これら対策を推進するデジタル人材、サイバーセキュリティ人材、彼らを牽引する経営者の育成・確保。

中長期的（2030～2050年）課題

- ・ 正しい情報が検証できるような、オープンなインターネット環境を確保し続けることが課題となっている。
- ・ 具体的には、発信源、媒体、速度、鮮度等の情報に付随する情報（メタ情報）を認識し、定量的に評価する技術が重要。
- ・ 衛星通信環境を確保する等、バックアップ体制を取りやすくするような取り組みの推進も必要。



日本のウェルビーイング促進のためにも重要

- ロシアは、欧米向けロケット提供・打ち上げの停止を発表、世界の宇宙開発に影響する可能性。
- 国際宇宙ステーション（ISS）の高度制御はロシアが担っており、ISSへも影響する可能性。
- ロシアが、中国との宇宙開発を加速するか否かも注視される。

ロシアは既に、ロケット関連で供給や発射サービスの停止を発表

- ロシア宇宙機関ロスコスモスは3月3日、米民間宇宙企業にロシア製のロケットエンジンの供給を停止すると発表。
- 欧州宇宙機関（ESA）の仏領ギアナにある宇宙発射基地からロシア人技術者50人以上を撤退。
- ESAは衛星測位システム「ガリレオ」や天文観測衛星「ユークリッド」の打ち上げ延期を余儀なくされた。
- ソユーズによる英衛星通信企業ワンウェブの衛星打ち上げも「軍事目的で利用しない保証が確認できない」として、延期。（同社はすでに428基の小型衛星を軌道に乗せており、22年も断続的にネットワークを拡大し、648基での運用を目指していたが、今回見直しを迫られる。ただしSpaceX社による代替ロケット提供の話もあり。）

⇒ 今後西側諸国の宇宙開発に影響する可能性がある。

ISSは運用期限が24年までとなっており、米航空宇宙局（NASA）は6年の延長を目指す。

NASA有人宇宙飛行部門責任者のキャシー・リーダース氏は2月末の記者会見で、ISSの運営は「我々だけでは非常に困難なものになる」と認めている。

ISS高度の制御（現在はソユーズロケットに依存）について、米補給船を使う方法も検討しているとして、不測の事態に備える姿勢。

中露の宇宙開発を巡る主な目標

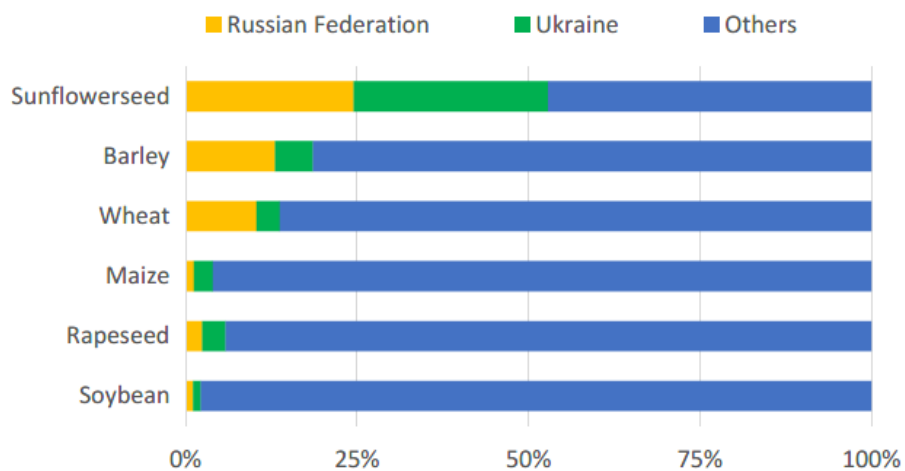
2022年中	中国独自の宇宙ステーション「天宮」完成
24年	現状の国際宇宙ステーション（ISS）運用期限
25年前後	中国が無人探査機「嫦娥」6、7号を打ち上げ。7号では月南極の水分布調査などを中露共同で実施へ
30年まで	嫦娥8号を打ち上げ。中露などで月面研究基地の基本モデル完成へ
30年	米国が目指す延長後のISSの運用期限

出典：読売新聞記事 2022年4月10日付

食料問題：ロシアのウクライナ侵略による食料供給の影響（1）

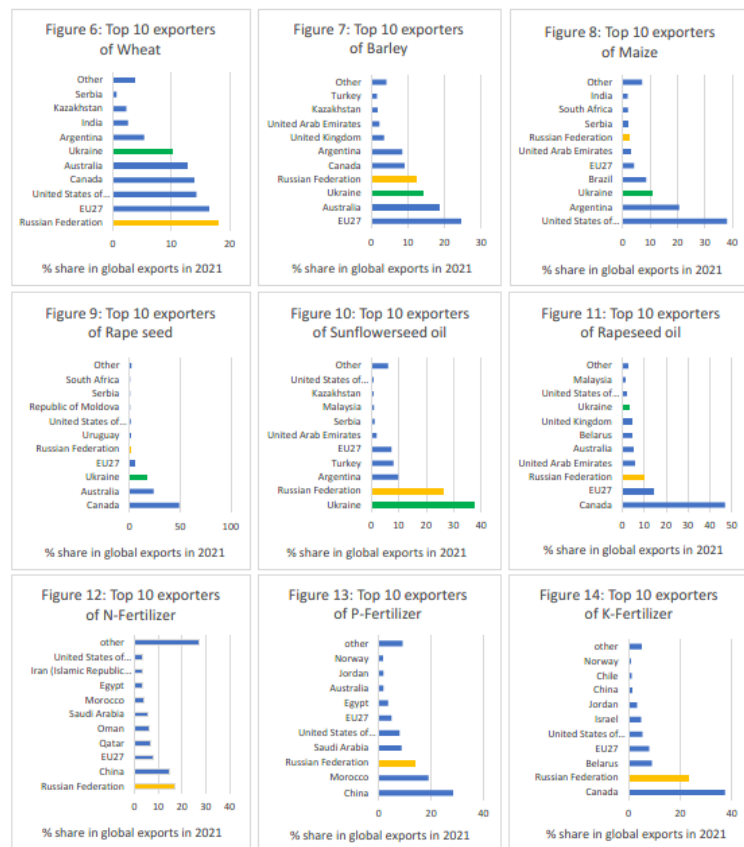
- ロシア、ウクライナは、ひまわり油、大麦、小麦の生産シェアが大きく、特にひまわり油はロシア、ウクライナ合わせて50%以上の世界生産シェアを占めている。大麦、小麦についても両国合わせてそれぞれ19%、14%を占める（左下図）。
- ロシア、ウクライナは、小麦の輸出大国でもあり、ロシアは世界第1位（18%）、ウクライナは第6位（10%）のシェア（2021年）（右下図のFigure 6）。
- 肥料部門においても、ロシア、ウクライナは世界への供給に重要な役割を果たしている。特にロシアは窒素肥料では世界第1位、カリウム肥料は第2位、リン肥料は第3位（2021年）の供給者（右下図のFigure 12~14）。

世界の主要な穀物生産シェア



Source: FAO XCBS system

出典：FAO, The importance of Ukraine and the Russian Federation for global agricultural markets and the risks associated with the current conflict



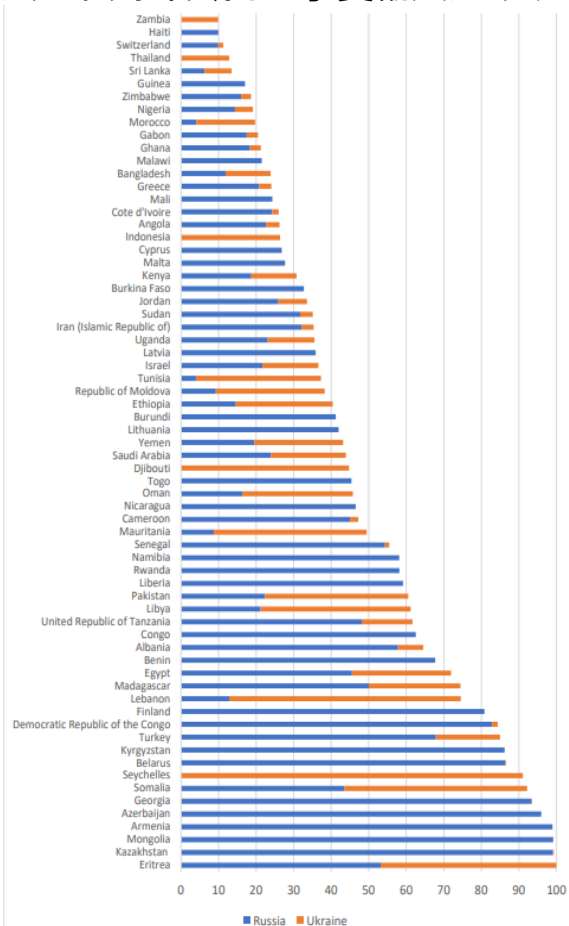
Source: Trade Data Monitor (TDM), FAO calculations

食料問題：ロシアのウクライナ侵略による食料供給の影響（2）

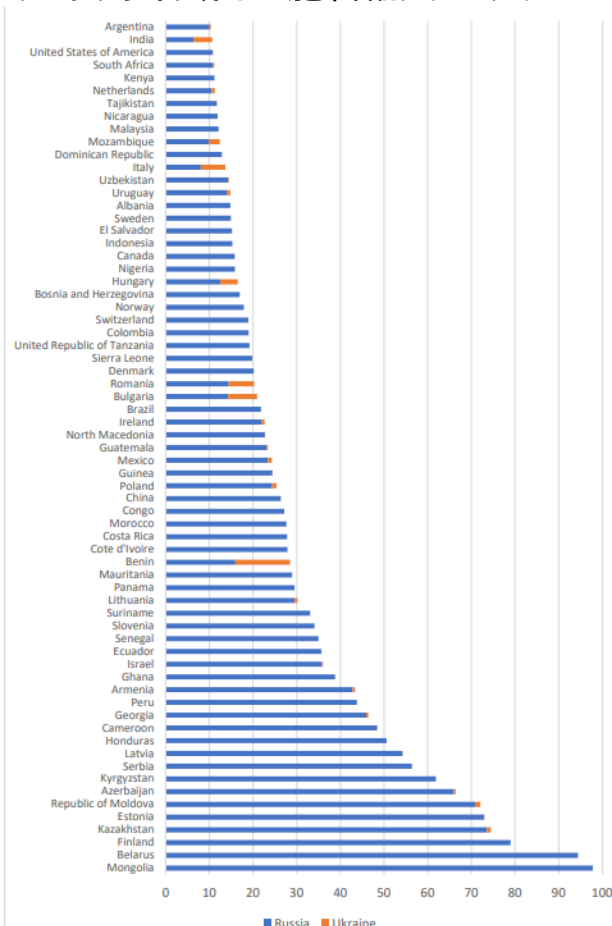


- ロシア・ウクライナから小麦や肥料輸入に頼る国は世界で60か国以上。
- 40か国以上の国が30%以上の小麦をロシア・ウクライナに依存している。特に、北アフリカや中央アジア・西アジア地域は依存度が高い（左下図）。また、30か国以上の国は、ロシアからの肥料輸入に20%以上依存している（右下図）。
- 今後、ロシアやウクライナからの供給が途絶えると、世界の食料供給、特に経済的に脆弱な国に、大きな影響をもたらすことが懸念される。

国別のロシア・ウクライナからの小麦輸入シェア、2021年（%）

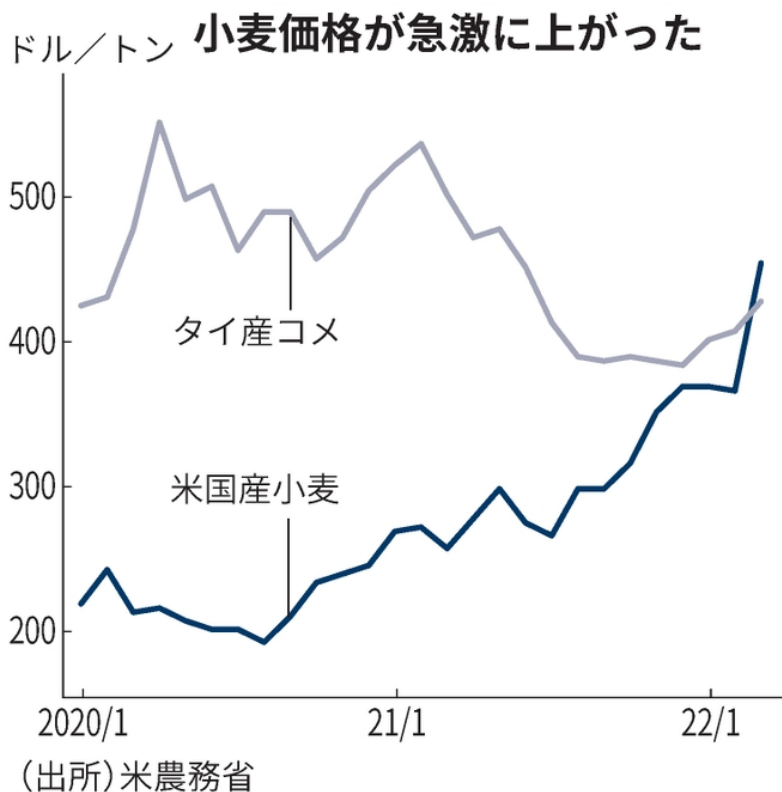


国別のロシア・ウクライナからの肥料輸入シェア、2021年（%）

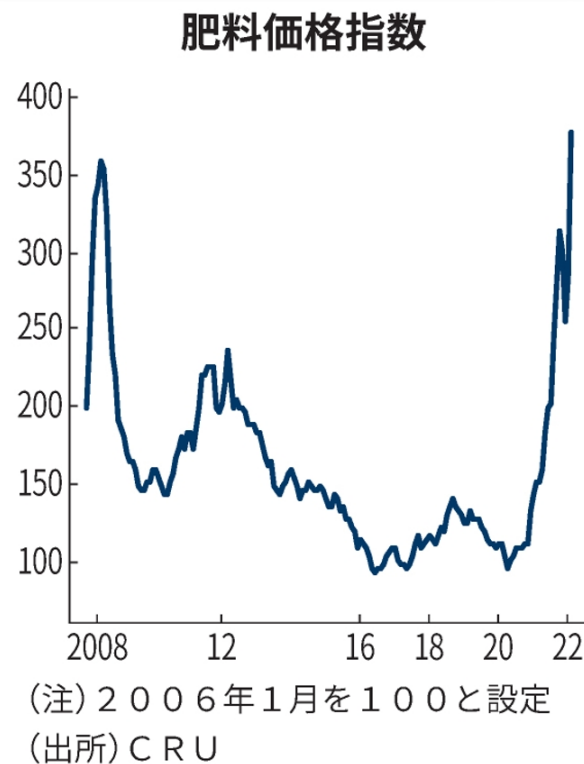


- ロシアのウクライナ侵略の影響で、これまでコメの価格より安価だった小麦の価格が急騰しコメの価格を上回る。各国の食料調達に大きな影響をおよぼすことが懸念される。
- 肥料価格も、過去最高が記録され、作物の安定供給への影響も危惧される。

小麦価格、コメを逆転 ウクライナ侵略で高騰

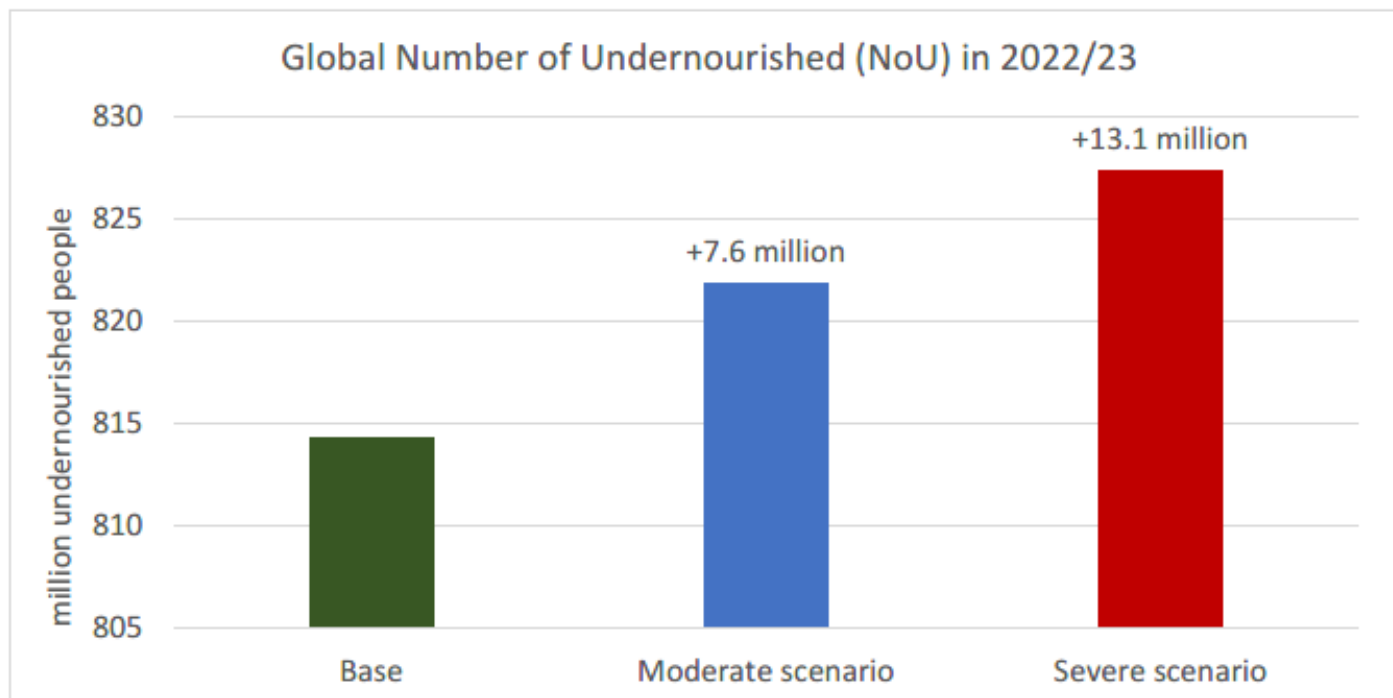


肥料価格、過去最高値に 主産地ロシアの供給停止で



- ロシア・ウクライナから小麦や肥料輸入に頼る国は世界で60か国以上。
- FAOのシナリオ試算によると、ロシアのウクライナ侵略による2022/2023年栄養不足人口は、現状の全世界における8億1,500万人から、更に760万人～1,310万人が増加。
- ロシアのウクライナ侵略の長期化により、更なる栄養不足人口の増加が懸念される。

ロシア・ウクライナ侵略による世界の栄養不足人口
(2022/2023年) (百万人)



Source: FAO own calculations

- 基準
- A moderate shock (中庸シナリオ)
- A severe shock (悲観シナリオ)

侵入・攻撃の早期検知による制御システムのセキュリティ耐性強化 (株式会社日立製作所)

- 近年の巧妙化されたサイバー攻撃から重要インフラを守るためには、重要インフラシステムに適したセキュリティ技術が必要。また、セキュリティ技術の研究開発に加えてセキュリティ運用・組織の確立も重要。
- 重要インフラのサイバーセキュリティを確保するために、コントロールネットワークまでを含めたシステム全体の健全性を確認できる必要がある。このため、標的型攻撃などサイバー攻撃による健全性の劣化を検知する手段が必要である。
- 本事業では、コントロールネットワークを含むシステムの健全性確認技術、正規ツールを悪用した標的型攻撃などによる異常の検知技術、コントロールネットワークの異常を検知するための正常モデル自動生成技術を開発するとともに、セキュリティ運用をガイドラインとしてまとめた。

※戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）／重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保（2015～2019年度）

- ロシアのウクライナ侵略を発端とし、世界が二極化しつつある中、エネルギー安全保障の重要性が浮き彫りになった。今後、国際エネルギー市場の不安定化とエネルギー価格の高騰が続くことが予想され、世界に与えるインパクトは深刻で、後戻りできない状況。
- 今後世界において、エネルギー安全保障の観点から、安定供給の確保を前提に化石燃料への依存を減少させるとともに、2050年のカーボンニュートラルの実現に向けた取り組みを着実に推進することが求められる。短期的にはロシア以外からの調達先を確保する等安定供給確保や既にある有効な省エネ技術の普及促進、中期的には省エネ技術のもう一段の深掘りや再エネの導入加速に向けたエネルギーシステムの全体最適化等技術の開発、長期的には2050年のカーボンニュートラルに向けたエネルギー調達拡大やレジリエンス強化及び省資源化・資源循環等の技術開発の一層強化、が求められる。
- ロシアのウクライナ侵略の影響により調達リスクが高いと考えられる鉱物資源や希ガスについても、安定的な原料調達や代替資源開発の重要性が再認識された。中長期的には、原料から製品までのサプライチェーンの強靱化が重要とされる。このため、サプライチェーンの垂直連携を強化し、調達リスクにより柔軟に対応できるような仕組みの構築が求められる。
- エネルギーや鉱物資源等の調達先の多様化や技術開発にあたっては、潜在的リスクと将来のチャンスを見据えながら、戦略的に同じ価値観を共有する国との連携が重要。
- デジタル技術が初めて大規模紛争に動員され、デジタル技術の重要性が再認識された。平時から偽情報対策やサイバー攻撃対策の強化等デジタル環境の頑健性を高めるとともに、デジタル人材、サイバーセキュリティ人材を育成・確保していくことが必須。
- 今後、停戦や経済復興シナリオ、石炭や原子力の位置付け等、様々な不確定要素やリスク等にも留意しながら、関連分野における技術戦略等の検討・見直し等が必要。

スライド	書誌	URL
7	Trading Economics ホームページ	https://tradingeconomics.com/commodity/eu-natural-gas
7	OECD."Economic Outlook, Interim Report March 2022: Economic and Social Impacts and Policy Implications of the War in Ukraine", OECD Publishing, Paris.	https://read.oecd-ilibrary.org/economics/oecd-economic-outlook/volume-2022/issue-2_4181d61b-en#page1
11	IEA. Oil Market and Russian Supply	https://www.iea.org/reports/russian-supplies-to-global-energy-markets/oil-market-and-russian-supply-2
8, 14, 26, 36	財務省貿易統計	https://www.customs.go.jp/toukei/info/
8, 17	JETRO. 2021年の中ロ貿易、輸出入とも3割超の伸び、中国はエネルギー禁輸への反対表明（2022.3.17）	https://www.jetro.go.jp/biznews/2022/03/af99a5fab099f762.html
8, 17	IEA. Reliance on Russian Fossil Fuels Data Explorer	https://www.iea.org/reports/reliance-on-russian-fossil-fuels-data-explorer
9, 11, 13, 17	IEA. Key World Energy Statistics 2021	https://www.iea.org/reports/key-world-energy-statistics-2021/supply
10, 12	JOGMEC.「ロシア情勢（2021年8月 モスクワ事務所）」（2021.09.16）	https://oilgas-info.jogmec.go.jp/info_reports/1008924/1009123.html
15	EUROSTAT. Imports of natural gas by partner country	https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_ti_gas&lang=en
15	IEA. Energy Policies of IEA Countries - Finland 2018 Review	https://www.iea.org/reports/energy-policies-of-iea-countries-finland-2018-review
16	首相官邸ホームページ。ロシアによるウクライナ侵略を踏まえた対応について	https://www.kantei.go.jp/jp/headline/ukraine2022/index.html
16, 29, 30	経済産業省.「戦略物資・エネルギーサプライチェーン対策本部（第1回）ウクライナ情勢を踏まえた緊急対策」（2022.3）	https://www.meti.go.jp/press/2021/03/20220331013/20220331013-1.pdf
16	経済産業省.「グリーンエネルギー戦略 中間整理」（2022.5.13）	https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/sangyo_gijutsu/green_transformation/pdf/008_01_00.pdf
16	JETRO. 「米産LNGのEUへの供給大幅増に合意、米国とのデータ移転の新枠組みも原則合意」（2022.3.28）	https://www.jetro.go.jp/biznews/2022/03/5cbbfcd41c1201.html?utm_medium=email&utm_source=myp_h_20220330&utm_campaign=mypage&utm_content=480620
16	ドイツ連邦経済エネルギー省. "Federal Minister Robert Habeck says Easter package is accelerator for renewable energy as the Federal Cabinet adopts key amendment to accelerate the expansion of renewables"（2022.4.6）	https://www.bmwk.de/Redaktion/EN/Pressemitteilungen/2022/04/20220406-federal-minister-robert-habeck-says-easter-package-is-accelerator-for-renewable-energy.html
16	ドイツ連邦共和国大使館.「原子力発電所の運転延長に関する検討結果（連邦経済省・連邦環境省）」（2022.3.8）	https://japan.diplo.de/ja-ja/aktuelles/-/2517906
16	Reuters."Germany approves law mandating full gas storage before winter"（2022.3.26）	https://www.reuters.com/business/energy/germany-approves-law-mandating-full-gas-storage-before-winter-2022-03-25/
16	欧州委員会."REPowerEU: Joint European action for more affordable, secure and sustainable energy"（2022.3.8）	https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_1511
16	欧州委員会."Commission outlines options to mitigate high energy prices with common gas purchases and minimum gas storage obligations"（2022.3.23）	https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_1936
16	欧州委員会. "Energy Security: Commission hosts first meeting of EU Energy Purchase Platform to secure supply of gas, LNG and hydrogen"（2022.4.8）	https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_2387
16	英国政府ホームページ."Policy paper: British energy security strategy"（2022.4.7）	https://www.gov.uk/government/publications/british-energy-security-strategy/british-energy-security-strategy
16	読売新聞.「英「50年までに最大7カ所の原発新設」…ロシアによる侵襲受け、自給率向上狙う」（2022.4.8）	https://www.yomiuri.co.jp/economy/20220404-OYT1T50156/
16	JETRO. 「中国、エネルギー安全保障を強化へ、ロシアとの天然ガスパイプライン延伸の計画も継続」（2022.4.8）	https://www.jetro.go.jp/biznews/2022/04/f08af7ce83c7028e.html
16	日本経済新聞.「中国石炭大手、増産へ転換」（2022.5.21）	https://www.nikkei.com/nkd/theme/137/news/?DisplayType=1&ng=DGKKZ06099767020052022TEZ000
17	日本経済新聞.「独、脱ロシア依存へ再エネ加速 35年に電力消費全て代替」（2022.4.8）	https://www.nikkei.com/article/DGXZQ0R06DA00W2A400C200000/
17	JETRO.「ドイツ、エネルギー安保の第2次進捗報告書を発表、ロシア産エネルギーへの依存度急減」（2022.3.17）	https://www.jetro.go.jp/biznews/2022/05/4847f28328258983.html
18	欧州委員会."COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE EUROPEAN COUNCIL, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS/ REPowerEU: Joint European Action for more affordable, secure and sustainable energy"（2022.3.8）	https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2022%3A108%3AFIN
18	欧州委員会."REPowerEU Plan"（2022.5.18）	https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2022%3A230%3AFIN&qid=1653033742483
18	European Heat Pump Association."REPowerEU: heat pump strategy required to help sector deliver"（2022.5.18）	https://www.ehpa.org/about/news/article/repowereu-heat-pump-strategy-required-to-help-sector-deliver/

スライド	書誌	URL
19	IEA."How Europe can cut natural gas imports from Russia significantly within a year" (2022.3.8)	https://www.iea.org/news/how-europe-can-cut-natural-gas-imports-from-russia-significantly-within-a-year
19	IEA."Emergency measures can quickly cut global oil demand by 2.7 million barrels a day, reducing the risk of a damaging supply crunch" (2022.3.8)	https://www.iea.org/news/emergency-measures-can-quickly-cut-global-oil-demand-by-2-7-million-barrels-a-day-reducing-the-risk-of-a-damaging-supply-crunch
20	第10回 総合資源エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会 省エネルギー小委員会 (資料4-5)	https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene/sho_energy/pdf/010_04_05.pdf
23	富士石油 (株) .「石油プラントへの低位熱発電システムの適用」(日本機械学会 No.09-94 第二回湘南ワークショップ)	https://www.jsme.or.jp/ted/WS2/nagata.pdf
23	S&T出版.「工場の低温排熱発電と排熱利用技術」2011年	
25, 26, 36	USGS. 2022. MINERAL COMMODITY SUMMARIES 2022.	https://pubs.er.usgs.gov/publication/mcs2022
25, 26, 36	日本経済新聞.「希少資源に調達危機、なぜ今？」(2022.3.4)	https://www.nikkei.com/article/DGXZQD0L3A6T0T00C22A3000000/
25	OEC/CEPII-BACI Dataset	https://oec.world/en/profile/hs/ammonium-nitrate-including-solution-in-pack-10-kg#:~:text=In%202020%2C%20the%20top%20exporters,and%20Georgia%20(%2480,4M).
26	社団法人電池工業会.「電池の構造と反応式 (例)」	https://www.baj.or.jp/battery/knowledge/structure.html
26	NEDO. 実用化ドキュメント「世界最高水準の燃費と環境性能を持つクリーンディーゼルエンジン」	https://www.nedo.go.jp/hyoukabu/articles/201301mazda/index.html
26	Jurii (wikipedia creative commonsより)	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Paladium.jpg
26	NEDO. 2019. 『『高温超電導実用化促進技術開発』中間評価報告書』, p.3-243.	https://www.nedo.go.jp/content/100925842.pdf
26	NEDO. 実用化ドキュメント「より微細な半導体デバイスを作るために、表面加工に欠かせないレーザー光源を開発」	https://www.nedo.go.jp/hyoukabu/articles/200906qiga/index.html
26	日本経済新聞.「ウクライナ侵攻が半導体生産に影 原材料不足の懸念」(2022.3.11)	https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUC093YC0Z00C22A3000000/
26	日経XTECH.「ニッケル一時価格10倍に、3割ロシア企業産でEV電池に暗雲」(2022.3.25)	https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/00001/06677/
26, 31	JOGMEC. 2021. 鉱物資源マテリアルフロー2020「ニッケル」	http://mric.jogmec.go.jp/wp-content/uploads/2021/06/material_flow2020_Ni.pdf
26	JOGMEC. 2019. 鉱物資源マテリアルフロー2018「アルミニウム」	http://mric.jogmec.go.jp/wp-content/uploads/2019/03/material_flow2018_Al.pdf
26	JOGMEC. 2021. 鉱物資源マテリアルフロー2020「白金族 (PGM)」	http://mric.jogmec.go.jp/wp-content/uploads/2021/06/material_flow2020_PGM.pdf
27	SWI swissinfo.ch.「対ロ制裁でスイスの多国籍企業に試練」(2022.03.06)	https://www.swissinfo.ch/jpn/%E5%AF%BE%E3%83%AD%E5%88%B6%E8%A3%81%E3%81%A7%E3%82%B9%E3%82%A4%E3%82%B9%E3%81%AE%E5%A4%9A%E5%9B%BD%E7%B1%8D%E4%BC%81%E6%A5%AD%E3%81%AB%E8%A9%A6%E7%B7%B4/47403404
27, 28	Reuters. "Metal traders group urges Germany to stockpile cobalt, cut reliance on Russia"(2022.3.3)	https://www.reuters.com/world/china/metal-traders-group-urges-germany-stockpile-cobalt-cut-reliance-russia-2022-03-03/
27	JOGMEC.「フランス：政府、エネルギー・原材料価格の急激な高騰に対応するため経済強化計画を発表」(2022.3.17)	https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20220322/166806/
27	Reuters.「ウクライナの半導体製造用ガス2社が生産停止、世界供給の約半分カバー」(2022.3.14)	https://jp.reuters.com/article/ukraine-crisis-neon-idJPKCN2LA0MP
27	JETRO.「ロシア、窒素肥料の輸出制限を延長」(2022.6.2)	https://www.jetro.go.jp/biznews/2022/06/2bd7bf45b6a0ec1b.html
27	日本経済新聞.「カナダ、ロシアへの輸出全面禁止 ウクライナ侵攻で制裁」(2022.2.25)	https://www.nikkei.com/article/DGXZQOQN24E500U2A220C2000000/
27, 28	JETRO.「バイデン米大統領、国防生産法の活用で重要鉱物の国内生産増へ」(2022.4.5)	https://www.jetro.go.jp/biznews/2022/04/b199564a3a966e7b.html
27	JOGMEC.「米：米国地質調査所、50鉱種のクリティカルミネラルリストを公表」(2022.2.25)	https://mric.jogmec.go.jp/news_flash/20220225/166259/
27, 28, 29	Reuters.「経産省、ロシア情勢踏まえ7品目で供給対策 半導体用ガスなど」(2022.3.31)	https://jp.reuters.com/article/japan-economy-trade-idJPKCN2LS01Y
27	AFP通信.「露、ロシア向けアルミナを禁輸」(2022.3.20)	https://www.afpb.com/articles/-/3396000
28	NHK.「エネルギーの安定的調達へ 経産省が対策本部設置へ」(2022.3.18)	https://www.nhk.or.jp/politics/articles/lastweek/79504.html
28	経済産業省.「戦略物資・エネルギーサプライチェーン対策本部 (第1回) を開催しました」(2022.3.31)	https://www.meti.go.jp/press/2021/03/20220331013/20220331013.html
28	White House. "Memorandum on Presidential Determination Pursuant to Section 303 of the Defense Production Act of 1950, as amended" (2022.3.31)	https://www.whitehouse.gov/briefing-room/presidential-actions/2022/03/31/memorandum-on-presidential-determination-pursuant-to-section-303-of-the-defense-production-act-of-1950-as-amended/
28	Reuters. ウクライナ進出企業の事業停止相次ぐ、資源供給に不安も (2022.2.25)	https://jp.reuters.com/article/ukraine-crisis-russia-companies-idJPKBN2KU0DI
28	Reuters. "Safran boosts titanium stocks, shores up supply chain"(2022.2.25)	https://www.reuters.com/business/aerospace-defense/aerospace-supplier-safran-increased-titanium-stocks-ukraine-tensions-rose-2022-02-24/

スライド	書誌	URL
29	日経XTECH.「ニッケル一時価格10倍に、3割ロシア企業産でEVに暗雲」(2022.4.19)	https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/mag/ne/18/00007/00167/
29	Reuters.「フライピン、今年12の金属鉱山が商業生産開始 ニッケルなど」(2022.3.11)	https://jp.reuters.com/article/idJPKN2180MF
29	日本経済新聞.「ポスコ、リチウム生産に950億円 アルゼンチンに工場」(2021.12.17)	https://www.nikkei.com/article/DGXZQOGM17AOK0X11C21A200000/
29	Reuters.「豪ビルバラと韓国ポスコが合併合意、韓国でリチウム生産」(2021.10.26)	https://jp.reuters.com/article/pilbara-minerals-lithium-posco-idJPKN2HG0F7
29	中日新聞.「脱ロシアへ7品目特定 石油など物資確保の緊急対策」(2022.3.31)	https://www.chunichi.co.jp/article/444697
29	豊田通商.「次世代自動車の普及に欠かせないリチウム資源の安定供給へ」(2021.4.1)	https://www.toyota-tsusho.com/about/project/04.html
30	産経新聞.「ウクライナ侵攻で希少資源の調達懸念 半導体や自動車に影響も」(2022.3.8)	https://www.sankei.com/article/20220308-BN24RNUFYRJDPEBGCWFK46Y3Q/
30	NNA ASIA.「ポスコ、半導体向け希ガスを国産化」(2022.1.13)	https://www.nna.jp/news/show/2285801
30	共同通信.「半導体原材料の調達強化、経産省 ウクライナ危機の影響懸念」(2022.4.14)	https://nordot.app/887282415379365888?c=39546741839462401
30	ニュースイッチ.「半導体製造に不可欠な希ガス、大陽日酸が増産する方針を固めた」(2022.6.4)	https://newsswitch.jp/p/32406
31	日本経済新聞.「EV値上げの波、電池部材高で ロシア侵攻後ニッケル2倍」(2022.3.27)	https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUB243CX0U2A320C200000/
31	日経XTECH.「ニッケル一時価格10倍に、3割ロシア企業産でEVに暗雲」(2022.4.19)	https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/mag/ne/18/00007/00167/
32	European Commission. 2020. "Critical Raw Materials for Strategic Technologies and Sectors in the EU"	https://ec.europa.eu/docsroom/documents/42881/attachments/1/translations/en/renditions/native
33	日本経済新聞.「アップルは中国から動かす 変質する「ナッシュ均衡」」(2022.4.13)	https://www.nikkei.com/article/DGXZQOCD110D30R10C22A400000/
33	日経XTECH.「政府主導で半導体製造再建へ、前工程誘致だけでは不十分か」(2022.5.19)	https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/mag/ne/18/00084/00003/
33	時事通信.「日米台韓「半導体同盟」視野 バイデン政権、中国に対抗―日韓歴訪」(2022.5.20)	https://www.jiji.com/jc/article?k=2022052000854
33	株式会社コネクション.「めっき加工であなたの嬉しいを実現、貴金属メッキも様々なありますが、あまり聞きなれないパラジウムメッキとは??」(2021.11.28)	https://www.connection-fukui.com/post/%E8%B2%B4%E9%87%91%E5%B1%9E%E3%83%A1%E3%83%83%E3%82%AD%E3%82%82%E6%A7%98%E3%80%85%E3%81%AA%E3%81%82%E3%82%8A%E3%81%BE%E3%82%8A%E8%81%9E%E3%81%8D%E3%81%AA%E3%82%8C%E3%81%AA%E3%81%84%E3%83%91%E3%83%A9%E3%82%B8%E3%82%A6%E3%83%A0%E3%83%A1%E3%83%83%E3%82%AD%E3%81%A8%E3%81%AF%E3%82%9F%E3%82%9F
33	日進化成株式会社.「貴金属めっき液」	https://www.nissinkasei.com/%E8%A3%BD%E5%93%81%E7%B4%B9%E4%BB%8B-1/%E8%B2%B4%E9%87%91%E5%B1%9E%E3%82%81%E3%81%A3%E3%81%8D%E6%B6%B2/
33	EE TimesJapan.「3nm以降のCMOSロジックを支える多層配線技術」(2021.9.1)	https://eetimes.itmedia.co.jp/ee/articles/2109/01/news046_2.html
34	Bloomberg.「ロシア産石油、中国とインドの購入は過去最高 - 欧州抜き最大の買い手」	https://www.bloomberg.co.jp/news/articles/2022-05-27/RJCBDDWLU6901
34	Bloomberg.「ロシア産原油を韓国沖で積み替え、制裁でタンカー調達難も中国勢工夫」(2022.5.26)	https://www.bloomberg.co.jp/news/articles/2022-05-26/RCGZPQDWX2Q401
34	朝日新聞Digital.「中国 ロシアへの輸入額26.4%増 制裁後も貿易継続を反映」(2022.4.13)	https://www.asahi.com/articles/ASQ4F5RGSQ4FULFA01Q.html
35	産経新聞.「建設向け鋼材価格が急騰、原材料費高騰、ウクライナ侵攻追い打ち、工事延期の動きも」(2022.3.29)	https://www.sankei.com/article/20220329-SEUC2RCQLJMBCS3HEBZANLM6U/
35	日経XTECH.「ロシア産石炭禁輸の衝撃、セメント向けの代替輸入が難しい理由」(2022.4.11)	https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/01969/040800008/
36	JOGMEC. 2021. 「鉱物資源マテリアルフロー2020」	https://mric.jogmec.go.jp/wp-content/uploads/2021/06/material_flow2020.pdf
40	経済産業省.「新国際資源戦略を策定しました」(2020.3.30)	https://www.meti.go.jp/press/2019/03/20200330009/20200330009.html
40	朝日新聞.「経済安保法が成立 国の企業活動への関与を強化、透明な運用に課題」(2022.5.11)	https://www.asahi.com/articles/ASQ5C4109Q5BUTFK00Y.html
40	Arpa-E. "U.S. Department of Energy Announces \$44 Million to Develop Technologies that Sustainably Increase Domestic Critical Elements Supplies" (2022.2.24)	https://arpa-e.energy.gov/news-and-media/press-releases/us-department-energy-announces-44-million-develop-technologies
40	DoE. 2022. America's Strategy to Secure the Supply Chain for a Robust Clean Energy Transition	https://www.energy.gov/sites/default/files/2022-02/America%2E80%99%20Strategy%20to%20Secure%20the%20Supply%20Chain%20for%20a%20Robust%20Clean%20Energy%20Transition%20FINAL.docx_0.pdf
40	Reuters.「中国、国有レアース企業を設立 = 国営TV」(2021.12.23)	https://jp.reuters.com/article/china-rare-earths-m-a-idJPKN2J207Z
40	人民網日本語版.「中央企業再編でレアース企業「中国稀土集团有限公司」が設立」(2021.12.24)	http://j.people.com.cn/n3/2021/1224/c94476-9937141.html
40	JETRO.「欧州委、重要な原材料の安定的確保に向け、官民協働のアライアンス発足」(2020.09.29)	https://www.jetro.go.jp/biznews/2020/10/5d3ed838a29e0a5.html
40	欧州委員会. "Speech by Vice-President Sefcovic at the launch of the European Raw Materials Alliance" (2020.09.29)	https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/speech_20_1775
40	JETRO.「デューデリジェンス法が成立、2023年1月に施行」(2021.6.25)	https://www.jetro.go.jp/biznews/2021/06/e19fe7d028599c7e.html

スライド	書誌	URL
40	独立行政法人労働政策研究・研修機構. 2021. 「フォーカス：ビジネスと人権 –アメリカ、イギリス、ドイツ、フランスの取り組みの状況 ドイツ：「サブライチェーン・デューデリジェンス法」2023年施行へ」 (2021.7)	https://www.jil.go.jp/foreign/labor_system/2021/07/germany.html
40	ドイツ連邦経済エネルギー省. "Raw materials - indispensable for Germany's industrial future"	https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Dossier/raw-materials-and-resources.html
40	ドイツ連邦経済エネルギー省. 2010. "The German Government's raw materials strategy"	https://foes.de/pdf/rohstoffstrategie%20bundesregierung%20englisch.pdf
43	日本経済新聞. 「マスク氏、ウクライナを支援 衛星ネット送受信機提供」 (2022.2.26)	https://www.nikkei.com/article/DGXZQOQN270KQ0X20C22A2000000/
43	日本経済新聞. 「ウクライナ、IT70社に協力要請 ロシア対抗へ担当副大臣」 (2022.3.6)	https://www.nikkei.com/article/DGXZQOQN060210W2A300C2000000/
43	日本経済新聞. 「反ロシア、サイバー「義勇兵」相次ぎ参戦 国境なき攻防」 (2022.3.7)	https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUC2824A0Y2A220C2000000/
43	日本経済新聞. 「ウクライナの対外発信、マスク氏衛星通信やZoomが支援」 (2022.4.11)	https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUC0706Z0X00C22A4000000/
43	The Washington Post. "4,000 letters and four hours of sleep: Ukrainian leader wages digital war" (2022.3.30)	https://www.washingtonpost.com/technology/2022/03/30/mykhailo-fedorov-ukraine-digital-front/
43	The Wallstreet Journal. "Ukraine's Asymmetric War" (2022.3.27)	https://www.wsj.com/articles/ukraine-asymmetric-war-technology-starlink-mariupol-theater-collapse-russia-explosives-internet-drones-weapons-11648400672
43	日本経済新聞. 「対ロシア戦、通信が命綱 ウクライナの対外発信支える」 (2022.4.26)	https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUC12A000S2A410C2000000/
44	東京大学ホームページ	https://www.u-tokyo.ac.jp/focus/ja/features/z1304_00151.html
44	東京大学大学院情報学環 渡邊英徳研究室 "wtnv.studio"	https://labo.wtnv.jp/2022/04/blog-post.html
45	Yale School of Management : Almost 1,000 Companies Have Curtailed Operations in Russia - But Some Remain	https://som.yale.edu/story/2022/almost-1000-companies-have-curtailed-operations-russia-some-remain
46	Wall Street Journal. "Russia Rolls Down Internet Iron Curtain, but Gaps Remain" (2022.3.12)	https://www.wsj.com/articles/russia-rolls-down-internet-iron-curtain-but-gaps-remain-11647087321?mod=Searchresults_pos16&page=6
46	JBpress Digital Innovation Review. 「ロシアからの誤情報、拡散防止に取り組む米SNS大手」 (2022.3.2)	https://jbpres.ismedia.jp/articles/-/69086
46	ZDNet Japan. 「ロシア政府、世界規模のインターネットからの切り離しを画策か」 (2022.3.14)	https://japan.zdnet.com/article/35184816/
46	Fortune. "Anonymous vows to continue cyber war against Putin's Russia until aggression in Ukraine stops" (2022.4.22)	https://fortune.com/2022/04/11/anonymous-cyber-war-russia-ukraine/
46	JBpress Digital Innovation Review. 「メタ、ロシアで「インスタグラム」も遮断される」 (2022.3.15)	https://jbpres.ismedia.jp/articles/-/69285
46	日本経済新聞. 「ウクライナ侵攻1カ月」	https://www.nikkei.com/telling/DGXZT500001210T20C22A3000000/
46	日本経済新聞. 「ロシア、デジタル鎖国で世論操作」 (2022.4.8)	https://www.nikkei.com/article/DGKKZ059816300Y2A400C2MM8000/
46, 47	日本経済新聞. 「サイバー工作 ロシア暗躍 メタが報告書 侵攻直前、スパイ活動や誤情報流布」 (2022.4.9)	https://www.nikkei.com/article/DGKKZ059849830Y2A400C2EA5000/
47	ESET. 「ウクライナに大規模停電をもたらした「Industroyer」マルウェアの新バージョン「Industroyer2」確認」 (2022.4.19)	https://www.eset.com/jp/blog/welivesecurity/industroyer2-industroyer-reloaded/?utm_source=malware_info&utm_medium=referral&utm_campaign=industroyer2
47	MITテクノロジーレビュー. 「ロシア、侵攻直前に衛星通信企業へサイバー攻撃 端末数千台破壊」 (2022.5.13)	https://www.technologyreview.jp/s/275828/russia-hacked-an-american-satellite-company-one-hour-before-the-invasion/
47	日経XTECH. 「ウクライナ侵攻直前、身代金目的みせかけデータ破壊」 (2022.3.30)	https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUC246210U2A320C2000000/
47	NNA/ワーヨーロッパ. 「欧州委、サイバーセキュリティ強化案公表」 (2022.3.23)	https://europe.nna.jp/news/show/2314090
47	NIST. "NIST Updates Cybersecurity Guidance for Supply Chain Risk Management" (2022.5.5)	https://www.nist.gov/news-events/news/2022/05/nist-updates-cybersecurity-guidance-supply-chain-risk-management
48	日本経済新聞. 「EU、対ロシア制裁を拡大 ベラルーシにも」 (2022.3.9)	https://www.nikkei.com/article/DGXZQOGR09CE80200C22A3000000/
48	日本経済新聞. 「VISAとマスター、ロシアでカード決済停止」 (2022.3.6)	https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUB027520S2A300C2000000/
48	日本経済新聞. 「JCB、ロシア事業を停止へ 米カード大手と足並み」 (2022.3.8)	https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUB0872Z0Y2A300C2000000/
48	Reuters. 「再送-米ビザとマスターカード、ロシア事業停止 ウクライナ侵攻受け」 2022/3/6	https://jp.reuters.com/article/idJPKBN2L301L
48	Reuters. 「J C B、ロシアでの取引を停止」 (2022.3.8)	https://jp.reuters.com/article/idJPL3N2VB1YO
48	Reuters. 「米アメックス、ロシアとベラルーシで事業を停止」 (2022.3.7)	https://jp.reuters.com/article/idJPL3N2VA0A9
48	ブルームバーグ. 「ロシア銀、カード発行で中国に注目-ビザとマスターカード業務停止で」 (2022.3.7)	https://www.bloomberg.co.jp/news/articles/2022-03-07/R8CFNYDWX2PV01
48	Wall Street Journal. "Russia Built Parallel Payments System That Escaped Western Sanctions" (2022.3.29)	https://www.wsj.com/articles/russia-built-parallel-payments-system-that-escaped-western-sanctions-11648510735?mod=Searchresults_pos1&page=1
48	CISTEC. 「米国・EU の対ロシア制裁概要と関連諸動向について」 (改訂 4 版) (2022.5.13)	https://www.cistec.or.jp/service/zdata_russia/20220318.pdf
48	第一生命経済研究所. 「ウクライナ「NFT博物館」の衝撃」 (2022.4.22)	https://www.dlri.co.jp/report/ld/186093.html
48	GIZMODU. 「ウクライナ政府がオンラインNFT美術館を開設. 戦争の記憶を残すためブロックチェーンを活用」 (2022.3.31)	https://www.gizmodo.jp/2022/03/meta-history.html

スライド	書誌	URL
48	AidForUkraineのHP	https://donate.thedigital.gov.ua/
48	META HISTORYのHP	https://metahistory.gallery/
49	CNETJapan.「Airbnbで実際には行かないウクライナの宿を予約--支援の輪、計2億円に」(2022.3.27)	https://japan.cnet.com/article/35184624/
49	READYFOR株式会社ホームページ	https://readyfor.jp/tags/Ukraine
49	朝日新聞.「山梨大、ウクライナの学生に遠隔授業を提供「涙が出るくらい感謝」」(2022.3.26)	https://www.asahi.com/articles/ASQ3T74T1Q3SUZOB005.html
50	日本経済新聞.「ウクライナ危機、宇宙に波及 ロシアが英衛星の発射拒否」(2022.3.3)	https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUC02EPJ0S2A300C200000/
50	AFP通信.「制裁でISS落下の恐れ ロシア国営宇宙開発企業」(2022.3.12)	https://www.afpb.com/articles/-/3394702
50	日本経済新聞.「宇宙にも迫るロシアの脅し 透ける焦り、中国に接近も」(2022.3.14)	https://www.nikkei.com/article/DGXZQOCD04A5V0U2A300C200000/
50	読売新聞.「ISSが米や中国に落下したら…ロシア側「誰が防ぐのか」と米けん制」(2022.4.10)	https://www.yomiuri.co.jp/science/20220410-OYT1T50011/
51	CISTEC.「米国・EU の対ロシア制裁概要と関連諸動向について」(改訂4版) (2022.5.13)	https://www.cistec.or.jp/service/zdata_russia/20220318.pdf
51	日本経済新聞.「米、ロシアにハイテク規制 バイデン氏「輸入半減」」(2022.2.24)	https://www.nikkei.com/article/DGXZQOQN24EAT0240220200000/
51	亜州ビジネス.「対ロ制裁違反なら供給網締め出し、米国が SMIC など警告」(2022.3.10)	https://ashu-chinastatistics.com/news/804166-65068419480
51	NNA.「聯発科技(MediaTek)、チップ搭載製品の対ロ輸出を禁止」(2022.3.3)	https://www.nna.jp/news/show/2306686
53	経済産業省.「ウクライナに対するロシアの戦争への対応におけるデジタルインフラのサイバー・レジリエンスに関するG7デジタル大臣による共同宣言」(2022.5.10)	https://www.meti.go.jp/press/2022/05/20220512004/20220512004-4.pdf
53	デジタル庁.「大臣宣言 G7デジタル大臣会合」(2022.5.11)	https://www.digital.go.jp/assets/contents/node/information/field_ref_resources/0b302f8b-dc10-45e2-964f-9f9cac2808db/41aa9ee1/20220512_news_minister_japanese_04.pdf
53	JETRO.「バイデン米政権、「未来のインターネットに関する宣言」発表、60か国・地域が賛同」(2022.5.2)	https://www.jetro.go.jp/biznews/2022/05/aad95e965a09c355.html
54	NRIセキュアテクノロジーズ株式会社.「NRI Secure Insight 2019 -企業における情報セキュリティ実態調査 -」	https://www.nri-secure.co.jp/download/insight2019-report
56, 57, 59	FAO. "The importance of Ukraine and the Russian Federation for global agricultural markets and the risks associated with the current conflict" (2022.3.25)	https://www.fao.org/3/cb9236en/cb9236en.pdf
58	日本経済新聞.「肥料価格、過去最高値に 主産地ロシアの供給停止で」(2022.3.22)	https://www.nikkei.com/article/DGXZQOQN214BL0R20C22A300000/
58	日本経済新聞.「小麦価格、コメを逆転 ウクライナ侵攻で高騰」(2022.5.7)	https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUB265TT0W2A420C200000/?unlock=1
60	内閣府、NEDO.「戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) /重要インフラ等におけるサイバーセキュリティの確保」研究開発成果集」(2020.3)	https://www.nedo.go.jp/content/100907028.pdf



技術戦略研究センターレポート

TSC Foresight 短信

ウクライナ・ロシアレポート

- エネルギー資源、鉱物資源・希ガス、デジタル・宇宙分野へのインパクト -

2022年 7月 発行

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構
技術戦略研究センター (TSC)

■ センター長 岸本 喜久雄

■ センター次長 飯村 亜紀子

■ ウクライナ・ロシア問題検討特別チーム

浅海 淳、阿部 真也、伊坂 美礼、梅北 栄一 (国際部長)、大里 武、菖蒲 一步、鈴木 茂雄、
鈴木 秀士、寒川 泰紀、高 裕輔、永島 真一、三屋 伸明、山田 芙美、和田 恭 (国際担当理事)
(五十音順、敬称略)

- ・本資料に掲載されている全てのドキュメント、画像等の著作権は、特に記載されているものを除き、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 技術戦略研究センター (以下、NEDO TSCという。) に帰属します。
- ・本資料の内容の全部又は一部について、私的使用又は引用等著作権法上認められた行為として、適宜の方法により出所を明示することにより、引用・転載複製を行うことができます。ただし、NEDO TSC以外の出典元が明記されている場合は、それぞれの 著作権者が定める条件に従ってご利用下さい。
- ・本資料に掲載されている著作物を商業目的で複製する場合は、予め下記お問い合わせ宛にご連絡下さい。商業目的で複製とは、直接収益を得ることを目的に著作物を複製して販売すること等を指します。
- ・本資料の全部又は一部について、NEDO TSCに無断で改変を行うことはできません。

・本資料に関する問い合わせ先:

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
技術戦略研究センター

電話 044-520-5150 E-Mail: tsc-unit@ml.nedo.go.jp