

クリティカルミネラルの安定供給 ～偏在性の脅威～

一般財団法人日本エネルギー経済研究所

資源燃料・エネルギー安全保障ユニット

久谷 一郎

本報告のポイント

- ✓ エネルギー転換によって今後クリーン技術の普及が進むなか、クリティカルミネラルの安定供給は不可欠となり、このことが新たな地政学リスクの原因となっていく。
- ✓ クリティカルミネラルの鉱石生産とその下流工程には高い地理的偏在性があり、加えて供給不足のリスクもある。
- ✓ こうした状況から世界ではクリティカルミネラルの確保に向けた動きが加速しており、日本も例外ではない。
- ✓ 日本が目指すべき方向は、省資源技術や代替資源技術の開発による必要量の削減に加え、リサイクルの強化による輸入量の削減である。そのうえで、不可避な輸入に際しては自主開発の拡大や輸入相手国の分散化、備蓄の強化を行う。
加えて、エネルギーミックスの策定では技術のミックスも重要な論点となる。
- ✓ さらに、国際社会との協働によって偏在性のリスクを緩和することも重要である。

エネルギー転換が新たな地政学リスクを生み出す

- エネルギー転換を目指すなか、従来にないエネルギーの需給構造や国際貿易、技術の隆盛が生まれる。
- このことは地政学リスクの所在も変化させる。

エネルギーシステム

化石エネルギー

- 化石エネルギーが中心。
- 化石エネルギーを大量に輸入。

クリーンエネルギー

- 再エネなど国産エネルギーによる電力が中心。
- 化石エネルギー輸入は縮小。

核となる技術

燃焼技術
(ボイラー、タービン、エンジンなど)

- 日本は高い技術力。
- 重要鉱物の消費量は少ない。

クリーン技術
(再エネ、蓄電池、原子力など)

- 必ずしも日本に優位性がないものも。
- 製造に要するクリティカルミネラルを輸入に依存。

地政学リスクの所在

化石エネルギーの輸入

電力の安定供給
クリーン技術・クリティカルミネラルの輸入

移行期のリスクも存在

クリティカルミネラルの供給危機は起こり得る

- 石油危機では、当時エネルギー供給の太宗であった石油の物理的な供給の緊張と価格の高騰が発生し、日本を含む世界は大きな影響を受けた。
- ロシアのウクライナ侵攻においてロシアは天然ガスを対欧州の武器として利用し、戦略物資の重要性とリスクを世界は再認識。
- 今後重要性が増すクリティカルミネラルにおいても、生産国・供給国の偏在性から、供給支障と価格高騰が起こり得る。
- 実際に日本は、2010年にレアアース供給の危機を経験。
 - 当時、日本はレアアース供給の9割超を中国に依存。
 - 2010年9月に尖閣諸島で、領海に侵入した中国漁船が警告を発した海上保安庁の巡視船に体当たり、船長を逮捕。
 - これに反発した中国は、同月に事実上、日本向けのレアアース輸出を停止。
 - レアアース類の平均価格は、2010年8月の3,878円/kgがピークの2011年10月には18,608円に上昇。
 - 供給量は2010年12月には回復したが、クリティカルミネラルの供給リスクを強く認識させる契機となった。

2010年当時に講じられた政策の例

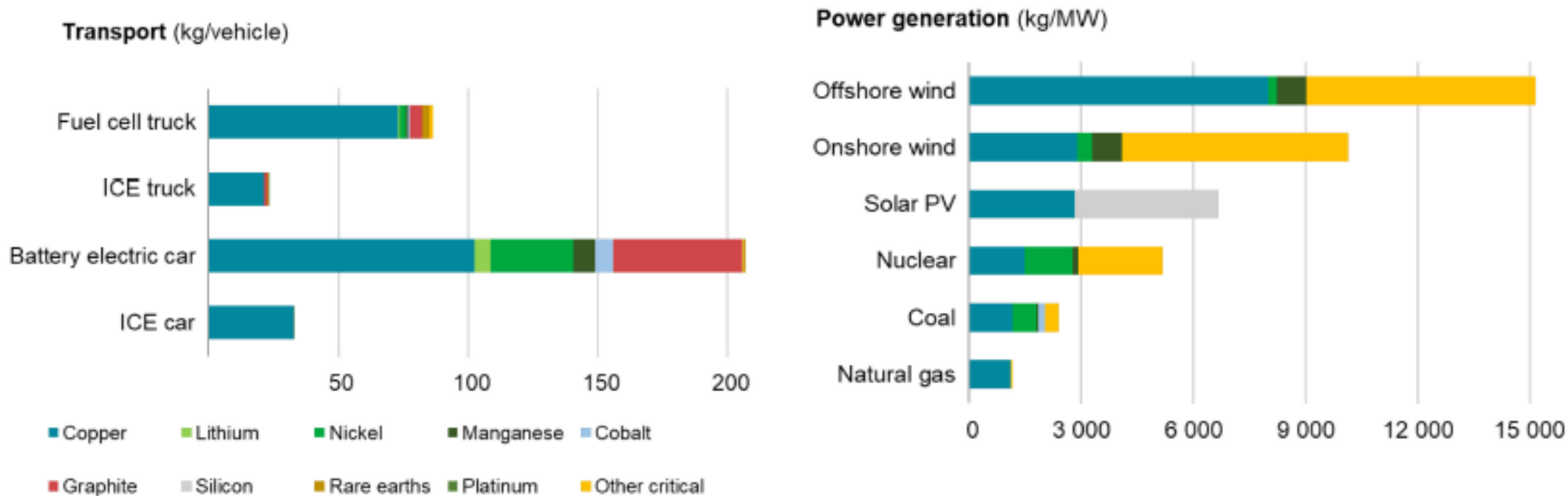
資源確保	資源国において共同で鉱山開発事業を推進。
	資源開発のリスクマネー供給による民間企業の支援。
	法改正によるJOGMECの機能強化。
	ODAなどとも連携した資源国との関係強化。
省資源	リサイクル率向上に向けた議論、設備導入や技術開発を支援
	使用量の削減、代替技術開発を支援。
	アジアでの資源循環システム構築を支援。

出所：経済産業省，エネルギー白書2012

クリーンエネルギー技術におけるクリティカルミネラルの必要性

- クリーンエネルギー技術は、従来技術と比較してクリティカルミネラルの消費量が多い。
- 今後クリーン技術の普及拡大に伴って、クリティカルミネラルの需要も急増する見通し。

自動車および発電技術のクリティカルミネラル消費原単位



出所：IEA, Energy Technology Perspective 2023

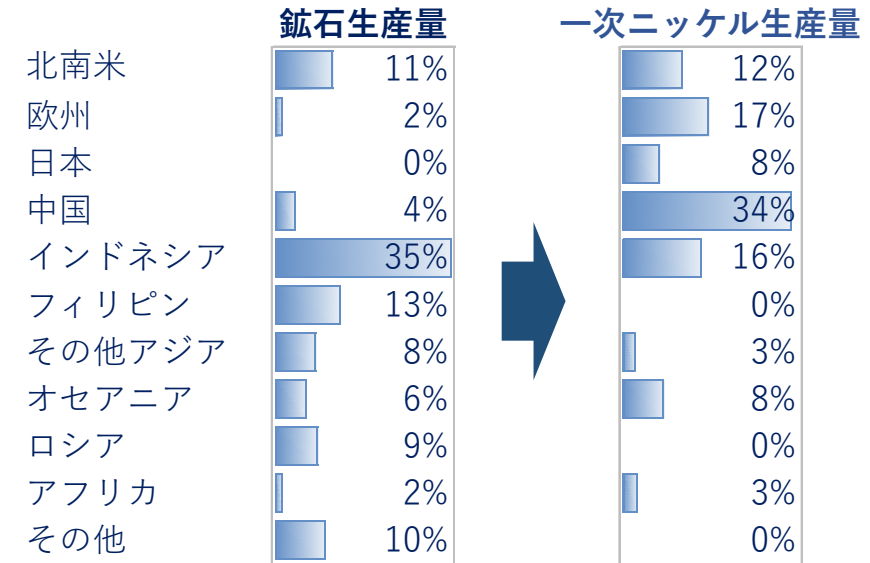
クリティカルミネラルの偏在性

- 多くのクリティカルミネラルの埋蔵は特定の国に偏在。
- ただし、鉱石生産とその下流の工程の国別分布は異なることが多い。
- そのため、資源の埋蔵に加えて下流工程の偏在性にも注意する必要がある。

埋蔵量の国別シェア

	Cu (銅)	Co (コバルト)	Ni (ニッケル)	Li (リチウム)	V (バナジウム)	PGM (白金族)	REO (レアアース)
米国	5%	1%	0%	3%	0%	1%	2%
カナダ	1%	3%	2%	0%	0%	0%	1%
メキシコ	6%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
ブラジル	0%	0%	17%	0%	1%	0%	18%
ペルー	9%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
チリ	23%	0%	0%	42%	0%	0%	0%
アルゼンチン	0%	0%	0%	10%	0%	0%	0%
キューバ	0%	7%	0%	0%	0%	0%	0%
豪州	11%	18%	22%	26%	25%	0%	3%
インドネシア	3%	8%	22%	0%	0%	0%	0%
フィリピン	0%	3%	5%	0%	0%	0%	0%
ベトナム	0%	0%	0%	0%	0%	0%	18%
中国	3%	1%	3%	7%	40%	0%	37%
カザフスタン	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
ロシア	1%	3%	8%	0%	21%	6%	18%
ジンバブエ	0%	0%	0%	1%	0%	2%	0%
コンゴ	4%	46%	0%	0%	0%	0%	0%
南アフリカ	0%	0%	0%	0%	15%	90%	1%
その他	33%	9%	21%	11%	0%	0%	4%

ニッケルの鉱石生産量と一次ニッケル生産量の国別シェア (2019年)



出所：IEEJアウトルック2023

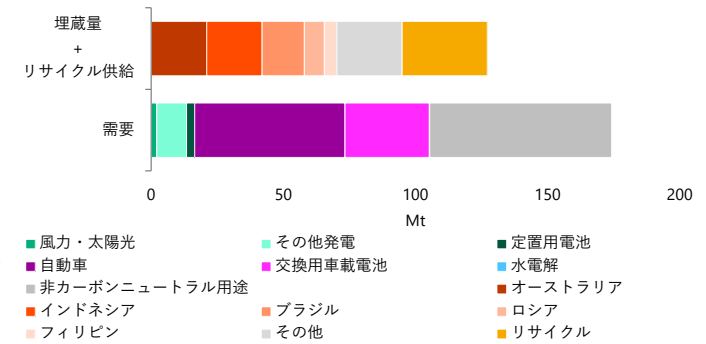
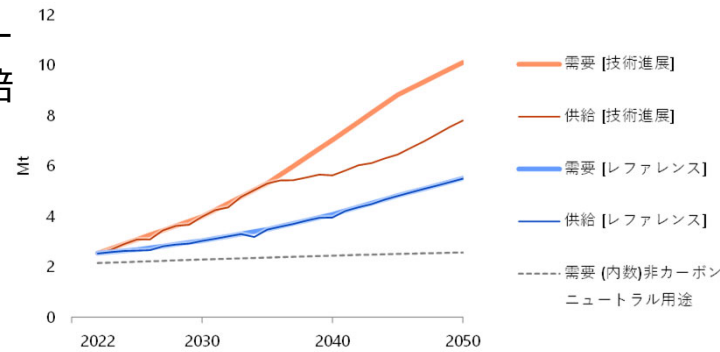
クリティカルミネラルの供給不足リスク

需給見通し

累積需要と埋蔵量(+リサイクル供給)の比較

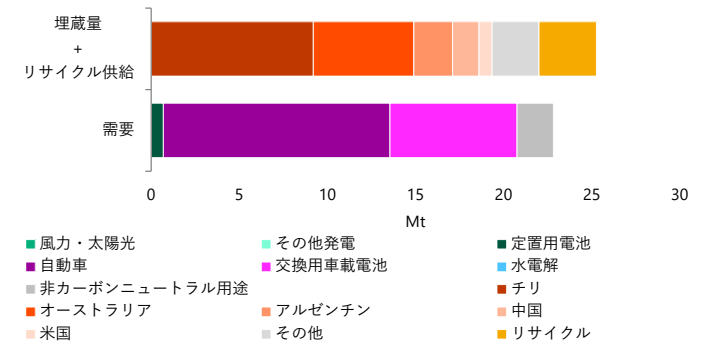
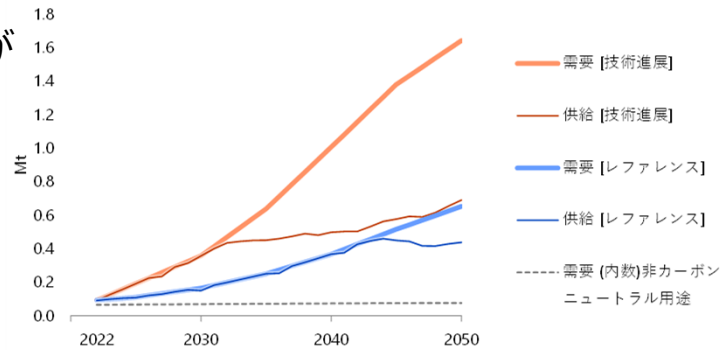
ニッケル (Ni) (リチウムイオン電池に使用)

- 自動車の電動化が大きく進む技術進展シナリオ (ATS) では2050年までに現在の3倍以上に需要が増大。
- ATSでは、2035年頃に需要量が供給量 (鉱山生産+リサイクル) を上回る。
- 2050年までのATSの累積需要量は埋蔵量 (+リサイクル供給) を上回る。



リチウム (Li)

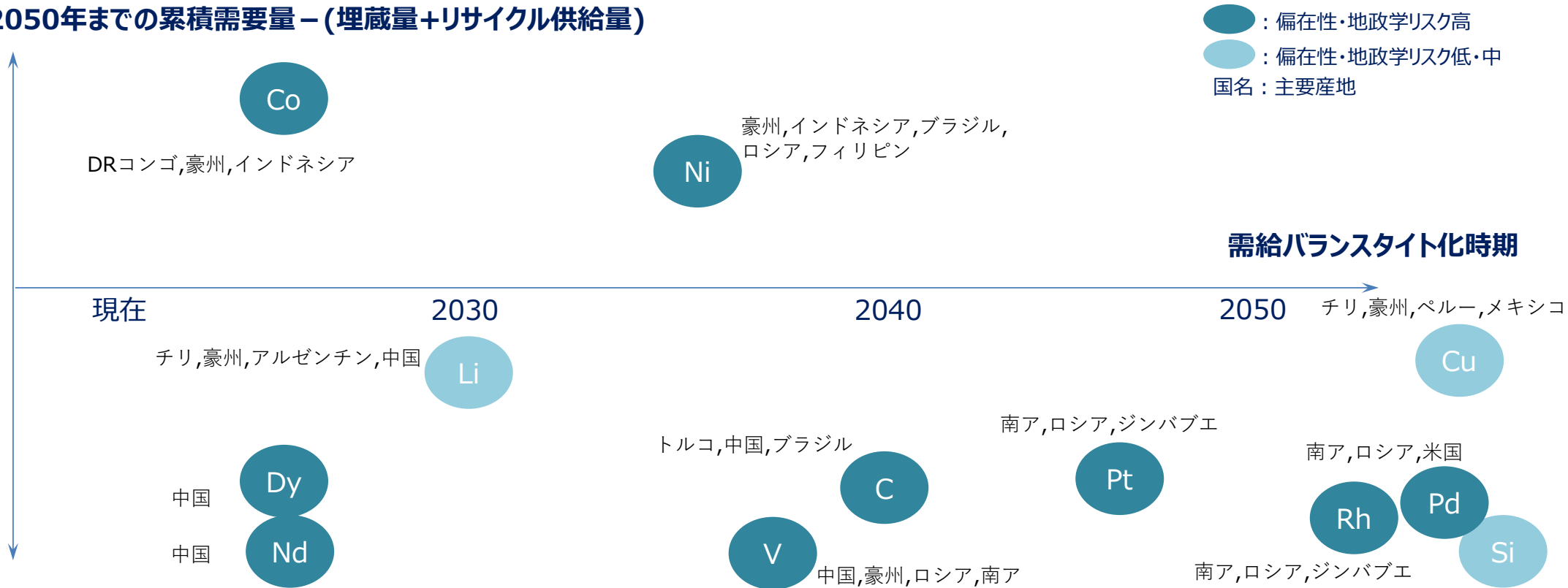
- 主に電動自動車の増加に伴い大きく需要が伸びる。ATSでは、2050年までに現在の10倍以上に増大。
- ATSでは、2030年頃に需要量が供給量 (鉱山生産+リサイクル) を上回る。
- 2050年までのATSの累積需要量は埋蔵量 (+リサイクル供給) をやや下回る程度。



需給バランス（技術進展シナリオ）

- 埋蔵量+リサイクル<累積需要(~2050年)：ニッケル、コバルト
- 早期の供給不足の懸念：リチウム、コバルト、ネオジウム、ジスプロシウム
- 偏在性・地政学リスク：ニッケル、コバルト、グラファイト、PGM、ネオジウム、ジスプロシウム、バナジウム

2050年までの累積需要量－(埋蔵量+リサイクル供給量)



注：Cu(銅)、Li(リチウム)、Si(シリコン)、Ni(ニッケル)、Co(コバルト)、C(グラファイト)、Pt(プラチナ)、Pd(パラジウム)、Rh(ロジウム)、Nd(ネオジウム)、Dy(ジスプロシウム)、V(バナジウム)
出所：IEEJアウトルック2023

世界の動き

- 米国、カナダ、欧州、豪州などでクリティカルミネラルの確保に関わる動きが加速。
- どの国も単独では自給体制を構築し得ない状況にあることから、国際協力も進展。
- 2023年のG7においても次の点を確認。
 - 気候・エネルギー・環境大臣会合では、「重要鉱物セキュリティのための5ポイントプラン」で合意
 1. 長期的な需要予測
 2. 責任ある資源・サプライチェーンの構築
 3. 更なるリサイクルと能力の共有
 4. 技術革新による省資源
 5. 供給障害への備え
 - G7広島サミットでは、経済安全保障の文脈で主に次の点を確認。
 - 重要鉱物のリスクを管理する必要性
 - 重要鉱物の公正で透明性のある取引を支持
 - 重要鉱物を独占する政策に反対
 - 重要鉱物のリサイクルを推進
 - 緊急事態への備えと強靱性を強化

クリティカルミネラルを巡る政策の例

	米国	欧州 (EU)
戦略	America's Strategy to Secure the Supply Chain for a Robust Clean Energy Transition (2022)	European Action Plan on Critical Raw Materials (2020)
省資源 リサイクル	国内供給網強化支援 (\$675M, 2022) 研究開発支援 (\$30M, 2021)	Circular Economy Action Plan (2020) 蓄電池研究開発支援 (€3.2b, 2019)
供給拡大 備蓄	国内供給網強化支援 (\$675m, 2022) インフレ抑制法(2022)による減税 研究開発支援 (\$30m, 2021) Infrastructure and Jobs act (2021)による支援	European Raw Materials Alliance (2021)
国際協力 ・展開	Critical Mineral Mapping Initiative (米、加、豪)	EU External energy engagement in a changing world (2022) Minerals Security Partnership (2022、欧、米、加、豪、日、韓)

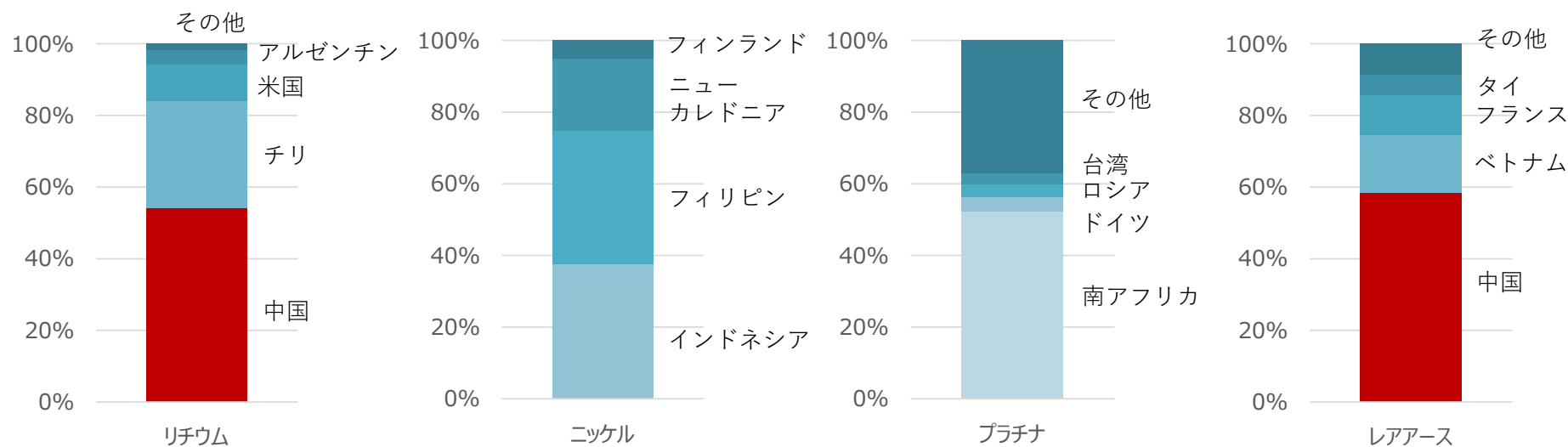
出所：IEA, Critical Mineral Policy Tracker, 2023年6月時点

日本のクリティカルミネラル供給

- 日本のクリティカルミネラル調達には、全体として供給寡占の構造がみられる。
- ただし、G7を含む友好国を輸入相手とするミネラルもあり、これら諸国との協力可能性もある。

生産

日本の主なクリティカルミネラルの供給構造（2020年）



リチウム：炭酸リチウム、水酸化リチウム、金属リチウムのリチウム純分の合計。

ニッケル：鉱石、マット、ミックスサルファイドの合計。

プラチナ：「その他」には国内精製副生物と国内回収の計25%相当を含む。

出所：JOGMEC, 鉱物資源マテリアルフロー 2021

日本の取り組み

新国際資源戦略（2020）

- 産業競争力の柱となるレアメタルのセキュリティ強化、が柱の一つ。
 - 鉱種ごとの資源確保策の構築
 - 供給源多角化の促進
 - 備蓄制度の見直し
 - 資源確保に向けた国際協力
 - 産業基盤の強化

経済安全保障推進法（2022）

- 重要物資の安定的な供給の確保、が柱の一つ。
- 政令で11の特定重要物資を指定。
 - 抗菌性物質製剤、肥料、**永久磁石**、工作機械・産業用ロボット、航空機の部品、半導体、**蓄電池**、クラウドプログラム、天然ガス、**重要鉱物**及び船舶の部品。

重要鉱物の安定供給確保を図るための取組方針（2023）

- 2030年の国内での蓄電池（150GWh）および永久磁石の生産目標に必要な鉱物の確保を目指す。
- 海外での資源確保や技術開発に対する支援。
 - 探鉱・FS支援
 - 鉱山開発支援
 - 製錬等事業支援
 - 技術開発支援（製錬の高効率化、低コスト化）

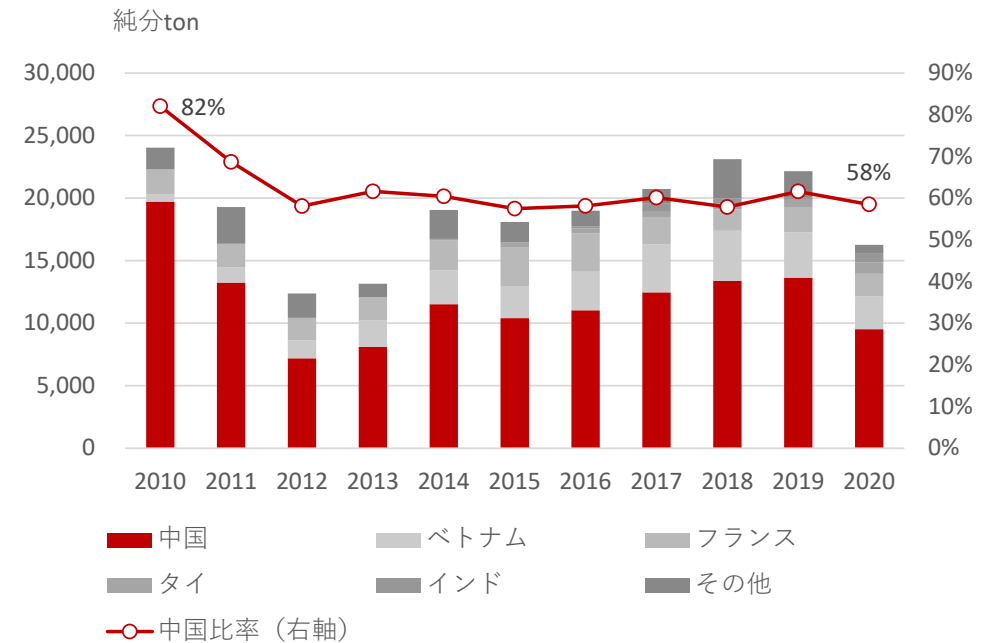
日米重要鉱物サプライチェーン強化協定（2023）

- 両国間の自由貿易を堅持。
- 世界のサプライチェーン問題やサプライチェーンの混乱における協力。
- 持続可能（透明性、環境保全、労働条件、等）なサプライチェーン構築に向けて協力。

目指すべき方向

- 省資源技術、代替資源技術の開発による必要量の削減（民間＋政府の支援）
- リサイクルの強化による輸入量の削減（民間＋政府の支援）
- 海外での資源確保強化（民間＋政府の支援）
 - 自主開発
 - 輸入相手国の分散化
- 備蓄の強化（政府）
- エネルギーミックスの策定では、クリティカルミネラルのリスクを踏まえた「技術のミックス」も重要な論点

日本のレアアース輸入相手国と中国比率

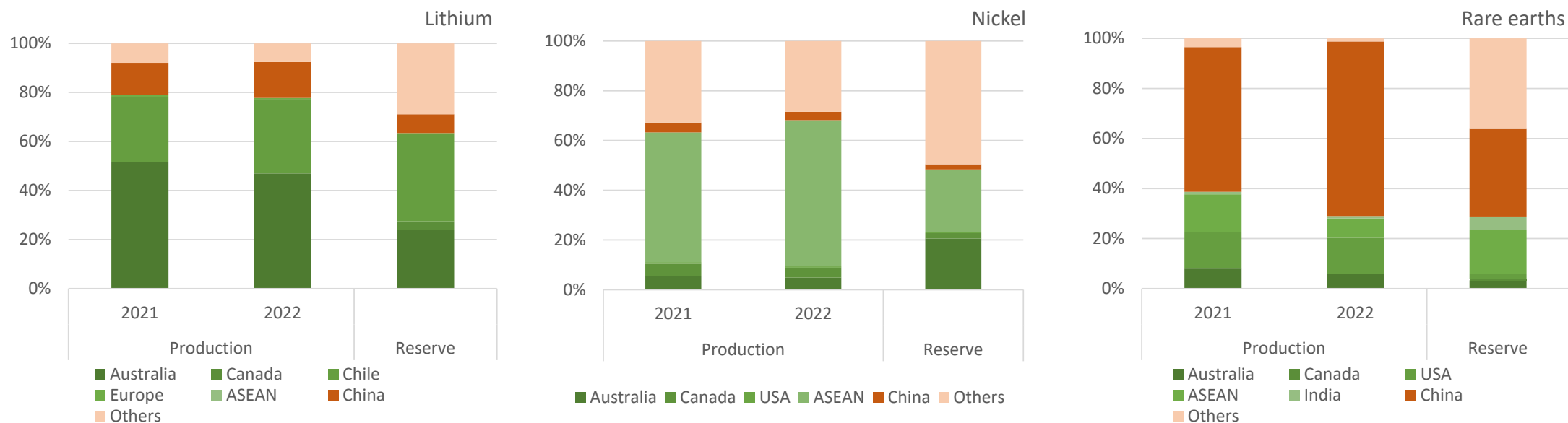


出所：JOGMEC, 鉱物資源マテリアルフロー 2020および2021

国際社会とともに

- 埋蔵の地理的偏在が大きく、一国でできることには限界がある。
- 国際社会との協働によって、偏在性のリスクを緩和することが可能。
 - 信頼できるパートナー国との関係強化。
 - 資源国やパートナー国と協力した下流工程の構築。
 - 公正な貿易体制の堅持に向けた働きかけ、ルール作り。

主なクリティカルミネラルの世界の採掘量*と埋蔵量のシェア（※下流工程ではない）



出所：USGS, Mineral Commodity Summaries 2023