2050年カーボンニュートラル実現に向けた鉱物資源政策

令和3年3月30日 資源エネルギー庁 資源・燃料部 鉱物資源課

(1)重要鉱種戦略

- (2) サプライチェーン上の政策課題と対応
 - 1) 上流
 - 2 中流
 - (3) 下流
 - 4 横断的対応
- (3) 施策の方向性(案)

- 「新国際資源戦略(2020年3月策定)」において、鉱種ごとの戦略的な資源確保策の必要性を指摘。
- 対応策を検討する上で、資源の偏在性や供給安定性等の観点から、鉱種ごとに定量的なリスクを把握するため、上流から最終製品に至るまでの各工程において、評価対象とするべき指標を導出。

サプライチェーンと評価指標

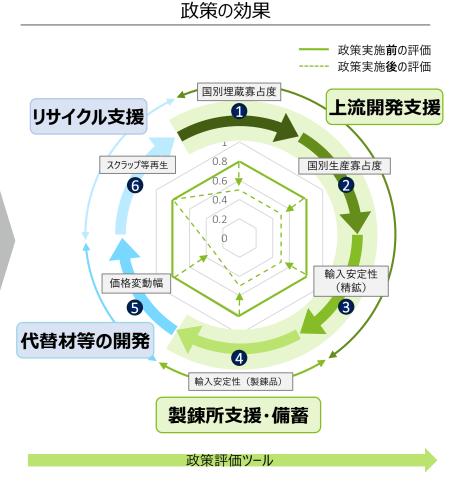
		上流		中間		
マテリアルフロー	埋蔵	〉 生産(採掘)	精鉱	製錬品	部素材	最終製品
各工程で 想定される リスク	・資源埋蔵国の偏在 ・鉱山の偏在 ・鉱区内の資源枯渇 ・鉱石品位の低下	・生産国の偏在 ・生産鉱山の偏在	・精鉱の輸入国依存 ・輸入相手国のカント リーリスク	・製錬品生産の依存 ・製錬品の輸入国依存 ・輸入相手国のカントリーリ スク	・部素材の価格高騰	・廃製品・リサイクル原料が回収されず、廃棄される
評価指標群	・埋蔵寡占度(国別) ・埋蔵寡占度(鉱山別) ・品位低下率 ・可採年数変化率	·生産寡占度(国別) ·生産寡占度(鉱山別)	・精鉱輸入寡占度 ・輸入相手国安定性	・製錬品輸入寡占度 ・輸入相手国安定性	・価格変動幅	・需要に対するスクラップ等の再生率
指標	1 国別 埋蔵寡占度	② 国別 生産寡占度	3 輸入安定性 (精鉱)	4 輸入安定性 (製錬品)	⑤ 価格変動幅	6 スクラップ等再生

再掲

• 導出された評価指標(①埋蔵寡占度、②生産寡占度、③輸入安定性(精鉱)、④輸入安定性(製錬品)、⑤価格変動幅、⑥スクラップ等再生)に基づき、サプライチェーン上の各工程におけるリスクを定量的に評価し、最適な対応策を検討。

重要鉱種戦略におけるリスク指標とモデルイメージ

	指標名	概要	課題と対応	対応する対策
1	国別 埋蔵寡占度	埋蔵量をベースとした 寡占度	埋蔵量が特定国に寡占 → 多角化が必要	
2	国別 生産寡占度	生産量をベースとした	生産が特定国に寡占 → 多角化が必要	上流開発支援
3	輸入安定性 (精鉱)	精鉱輸入の寡占度 × 各国の制度安定性指標	精鉱輸入が高リスク国に寡占 → 多角化が必要	
4	輸入安定性 (製錬品)	製錬品輸入の寡占度 × 各国の制度安定性指標	製錬品輸入が高リスク国に寡占 → 多角化、備蓄が必要	製錬所支援·備蓄
5	価格変動幅	過去の価格相場 における変動率	原材料コスト変動リスクが高い → 使用量削減が必要	代替材等の開発
6	スクラップ等 再生	内需量に対する 二次原料調達率	最終製品が二次原料として 利用されていない → リサイクル関連支援が必要	リサイクル支援

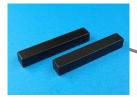


重要鉱種戦略

• カーボンニュートラルにおける電動化促進等に重要となる、レアアース、リチウム、ニッケル、コバルト、銅、タングステンを事例として分析する。

カーボンニュートラル実現に必要な機器の例





発電機・駆動モーター用 高性能磁石 (レアアース)



電気自動車



大容量蓄電池



超硬切削工具 (タングステン)



リチウムイオンバッテリー (リチウム、ニッケル、コバルト、銅)



風力発電



銅線・ワイヤーハーネス (銅)

サプライチェーン分析・鉱種別リスク評価:レアアース

- 鉱石生産・製錬工程が特定国に偏在するため、供給リスクが高い。一方、資源埋蔵の偏在性は低い。
- 価格変動幅が大きく、資源利用時のリスクが高い。技術は存在するが、コストの問題等からリサイクルが進まない。

サプライチェーン分析・鉱種別リスク評価



対応策検討:レアアース

リサイクル推進支援

• 今後の需要増加見込みへの対応として、供給リスクの分散を念頭に置いた上流開発の促進、特定国に依存しない製錬所支援の強化、省資源・代替技術開発支援、リサイクル促進支援等が必要。

	求められる対応策	実行した対応策	実行した対応策の評価	今後の対応
上流	上流開発支援	・上流権益確保として、豪州ライナス社に出融資を実施し、日本向け販売権を獲得・南米・北米・アフリカにおいて外国企業とJV探査を実施	・JOGMECファイナンスを通じて 事業リスクを軽減することにより、 権利獲得を実現 ・国際協力を含む供給源の多 角化への更なる支援が必要	・供給リスクの分散に繋がる 案件への支援措置の拡充 や国際協力が重要
中流	<u>製錬所支援</u> <u>備蓄</u>	・中重希土分離事業を対象に 支援を検討中・備蓄対象鉱種として指定	支援案件が操業に至った場合、 中重希土の安定供給に寄与一定の効果を発揮	・製錬所支援の強化が必要
下流	省資源化·代替材料 技術開発	・省資源・代替材の技術開発支援(省ジスプロシウム磁石、省 ネオジム磁石等の開発)	省資源・代替材の技術開発は 一定の効果を発揮	・省 <u>資源・代替材開発は引き</u> 続き支援が重要

・リサイクル技術の開発支援

•実用化は未定

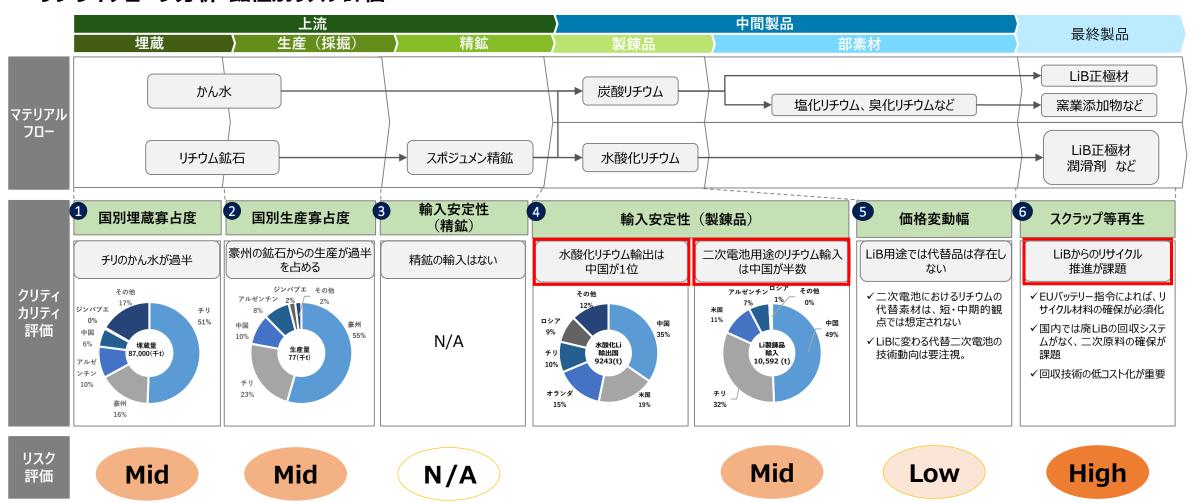
・リサイクルを促進・円滑化す

るための政策支援が必要

サプライチェーン分析・鉱種別リスク評価:リチウム

- 主要生産国は、政情が安定している豪州やチリ。製錬工程が一部の国に集中しているため供給リスクが高い。
- 回収システムやコストの問題からリサイクルが進んでいない。また、長期備蓄は困難。

サプライチェーン分析・鉱種別リスク評価



対応策検討:リチウム

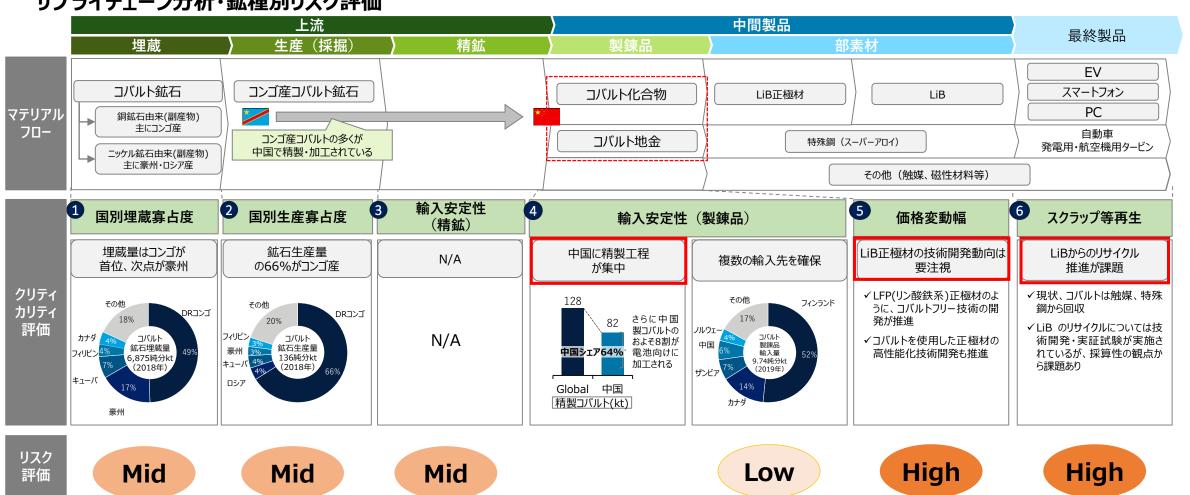
• 今後の対応として、中長期的な需要増加を念頭に置いた上流開発支援の継続、製錬所支援の充実化、リサイクルの包括的な支援が必要。

	求められる対応策	実行した対応策	実行した対応策の評価	今後の対応
上流	<u>上流開発支援</u>	アルゼンチン・オラロスプロジェクトの探査・開発・拡張を JOGMECが債務保証等により 支援	・日本へのリチウムの安定供給に寄与・今後の需要増加に対して、さらなる支援が必要	・供給リスクの分散に繋がる 案件への支援措置の拡充 が必要
中流	<u>製錬所支援</u>	・政府資金による水酸化リチウム 製錬所の国内立地を支援・塩湖のかん水からリチウム製品 を製造する新手法を日本企業 と検討	国内に製錬所立地を促し、供給リスクを低減することに成功有効性を確認し、パイロットプラント試験へ移行	• 更なる国内製錬所立地を 促進
下流	<u>リサイクル推進支援</u>	・LiBからのリサイクル技術開発 支援を実施	有効性を確認し、引き続き試験を検討LiBリサイクルは実施されておらず更なる支援が必要	・LiBリサイクルシステムの構 築に向けた対応

サプライチェーン分析・鉱種別リスク評価:コバルト

- 鉱石生産・製錬工程が高リスク国に偏在。主要輸入先の製錬所についても大手の買収等が発生しており、供給リスクが高い。
- 価格変動幅も大きく、資源利用時のリスクが高い。コストの問題からリサイクルが進んでいない。

サプライチェーン分析・鉱種別リスク評価



対応策検討:コバルト

リサイクル推進支援

• 今後の対応として、需要増加を念頭に置いた上流開発の促進、製錬所支援の充実化、リサイクルの支援が必 要。

	求められる対応策	実行した対応策	実行した対応策の評価	今後の対応
上流	上流開発支援	・アフリカ・オセアニアにおいて外国 企業とJV探査を実施・海域のコバルトリッチクラストの 調査・開発を推進	・JV探査では現状鉱床発見には至らず、引き続き探鉱を継続・コバルトリッチクラストは評価を継続・今後の需要増加に対して、さらなる支援が必要	供給リスクの分散に繋がる 案件への支援措置の拡充 が必要より大きなリスク軽減策が 必要
中流	<u>製錬所支援</u> <u>備蓄</u>	ニッケル・コバルト製錬所支援を 検討中備蓄対象鉱種として指定	・支援した案件が操業に至った場合、安定供給に寄与	・製錬所立地支援等の強化 が必要
下流	省資源化·代替材料技術 開発	省資源・代替材として、コバルトフリー材料技術開発を推進	・省資源・代替材の技術開発は一定の効果を発揮 ・LiBリサイクルは実施されておら	・リサイクルを促進・円滑化するための政策支援が必要

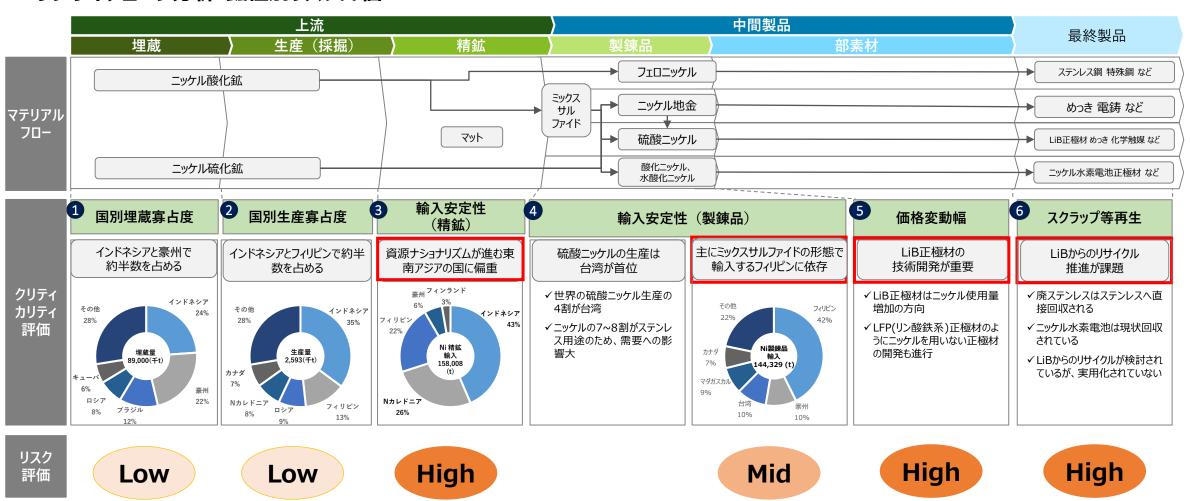
• LiBリサイクルは実施されておら

ず更なる支援が必要

サプライチェーン分析・鉱種別リスク評価:ニッケル

- 鉱石輸入先が偏在し、供給リスクが高い。
- 価格変動幅も大きく、資源利用時のリスクが高い。コストの問題からリサイクルが進んでいない。

サプライチェーン分析・鉱種別リスク評価



対応策検討:ニッケル

• 今後の対応として、需要増加を念頭に置いた上流開発の促進、電池用途向けのニッケル製錬所支援の強化、 リサイクル促進支援が必要。

	求められる対応策	実行した対応策	実行した対応策の評価	今後の対応
上流	<u>上流開発支援</u>	・探鉱出資支援を実施・低品位ニッケル鉱の選鉱試験実施	・支援案件が開発に至った場合、 安定供給に寄与・有効性を確認し、引き続き試 験を検討	・供給リスクの分散に繋がる 案件への支援措置の拡充 が必要・より大きなリスク軽減策が 必要
中流	<u>製錬所支援</u> <u>備蓄</u>	・ニッケル・コバルト製錬所支援を 検討中・備蓄対象鉱種として指定	・支援した案件が操業に至った場合、安定供給に寄与	• 電池用途向けのニッケル製 錬プロジェクトへの支援を検 討
下流	<u>省資源化・代替材料技術</u> 開発 リサイクル推進支援	(代替材開発は業界で研究中)	• LiBリサイクルは実施されておらず更なる支援が必要	・ <u>リサイクルを促進・円滑化するための政策支援が必要</u>

サプライチェーン分析・鉱種別リスク評価:銅

- 銅精鉱はチリ、ペルーの2か国から過半を輸入しており、優良鉱山の減少等から潜在的な供給リスクあり。
- 国内製錬所のリサイクル機能強化のためには、二次原料の安定調達が課題。

サプライチェーン分析・鉱種別リスク評価



対応策検討:銅

• 今後の対応として、供給源多角化に資する上流開発案件への支援、リサイクルの高効率化のため製錬所支援 や課題の解決が重要。

	求められる対応策	実行した対応策	実行した対応策の評価	今後の対応
上流	<u>上流開発支援</u>	・南米・アフリカ等で探査を実施・チリ・カナダ等の案件に対し、債務保証等の支援を実施・海底熱水鉱床の調査・開発を推進	・引き継ぎした案件が開発に至った場合、安定供給に寄与・金融支援案件で生産を開始/拡張工事を実施した結果、日本への銅の安定供給に寄与・海底熱水鉱床の評価を継続	・二次原料の最適な活用の 観点からも、引き続き良質 な銅鉱石の安定調達が重 要であり、供給源の多角化 が需要
中流	<u>製錬所支援</u>	・銅原料中に含まれる不純物を 低減するための技術開発を実 施	技術が導入されれば、製錬所の負荷低減に繋がるリサイクル拠点としての製錬所支援が必要	国内製錬所の競争力強化が重要リサイクル高効率化のための製錬所支援
下流	<u>リサイクル推進支援</u>	・リサイクル技術の高度化支援 (廃基板からの不純物の分離 技術を開発)	技術導入が進めば、リサイクル 原料の利用拡大に寄与非鉄金属回収技術の高度化 が重要	・ <u>リサイクル原料のグローバ</u> ルなサプライチェーンの構築 ・リサイクル原料確保のための

マテリアルフローの分析

サプライチェーン分析・鉱種別リスク評価:タングステン

- ・埋蔵・鉱石生産・製錬工程が特定国に偏在し、供給リスクが高い。
- ・代替可能性が少なく、省資源化が課題。二次原料の流出により、リサイクルが進んでいない。

サプライチェーン分析・鉱種別リスク評価



対応策検討:タングステン

• 今後の対応として、上流開発の促進、製錬所支援の充実化、リサイクルの支援が必要。

	求められる対応策	実行した対応策	実行した対応策の評価	今後の対応
上流	<u>上流開発支援</u>	・オセアニアで探査を実施	・日本企業への引継ぎに繋がらず、撤退	・ <u>更なる上流権益確保の推</u> 進
中流	<u>製錬所支援</u> <u>備蓄</u>	・備蓄対象鉱種として指定	一定の効果を発揮製錬所支援は不足	・製錬所支援の充実化が必 要
下流	省資源化技術開発 リサイクル推進支援	・省資源化の技術開発支援 (切削工具の省資源化)・廃超硬工具のリサイクルコスト を低減する技術を開発	・省資源の技術開発は一定の効果を発揮・民間企業のリサイクルプラントに導入され、再資源化が促進・原料流出の課題が存在	・リサイクルを促進・円滑化するための政策支援が必要

今後の必要な対応

• 各工程ごとの今後必要な対応の方向性(案)は以下のとおり。

	求められる対応策	対応の方向性(案)		
上流	<u>上流開発支援</u>	 今後重要となる鉱物の確保や、脱炭素化に資する活動等をファイナンスの対象とするなど、JOGMECによるリスクマネー支援の強化 信頼できるサプライチェーン構築・緊急時連携のための国際連携の更なる強化 		
中流	<u>製錬所支援</u>	 特定国に依存しないサプライチェーン確保のため、国内製錬所等の中流工程の強化 非鉄金属産業の脱炭素化技術開発・導入支援 		
	<u>備蓄</u>	・機動的な危機対応が可能となるような 不断の制度・運用の改善		
	省資源化·代替材料技術開発	• <u>使用量低減技術・代替材料開発</u> に向けた取組の更なる支援		
下流	<u>リサイクル推進支援</u>	・ <u>非鉄金属回収技術の高度化促進</u> ・国内非鉄製錬所による グローバルなリサイクル原料のサプライチェーンの構築		

• リサイクル原料確保のためのマテリアルフローの解析

- (1) 重要鉱種戦略
- (2) サプライチェーン上の政策課題と対応
 - 1 上流
 - 2 中流
 - 3 下流
 - 4 横断的対応
- (3) 施策の方向性(案)

カーボンニュートラル実現に向けたJOGMECのファイナンス支援の強化

- エネルギー転換の進展に伴う電動車や再エネ発電等の普及により、特定の鉱種の需要増加が見込まれることを を踏まえ、脱炭素社会に必要な鉱種や活動について、支援強化を検討する。
- カーボンニュートラル実現に向けて支援が必要な鉱種であって、供給リスクが高く、かつ需要が急増するものは、 JOGMECによるリスクマネー支援を上積みする。

メニュー	現行条件	
探鉱融資	融資割合 ベースメタル: 70%上限 レアメタル・ウラン: 80%上限	
探鉱出資	出資割合:最大50% (R1補正予算:100%未満*) *供給途絶が懸念される鉱種	
海外開発債務保証	保証割合:90%上限 保証料:0.4~1.55% (保証人有の場合0.1%)	
海外金属採掘等資金出資	出資割合:最大50% (H22、R1補正予算:100%未満*) *供給途絶が懸念される鉱種	

◆支援強化の方向性

- ・ 運用等の見直しにより、JOGMECの出資割合等を変更。
- 日本企業が関与する海外鉱山等事業における低炭素化 のための取り組みも積極的に支援。
- ◆カーボンニュートラル実現に向けてJOGMECの支援が必要とされる鉱種(例)







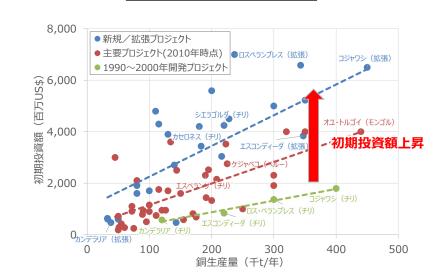
【バッテリー】 リチウム、コバルト セリウム 等

【駆動モーター】 **ネオジム**、 **ジスプロシウム 等**

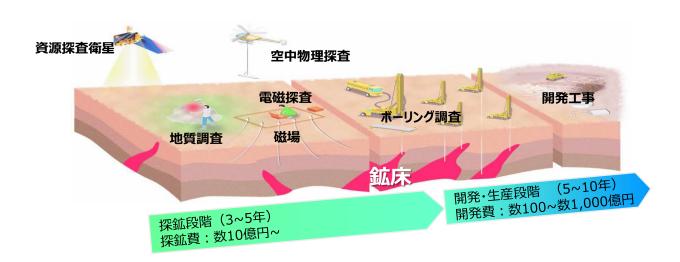
JOGMECによる探鉱・開発の必要性

- 鉱山開発は、プロジェクトの奥地化・深部化、鉱石品位の低下に加え、資源価格の変動に伴う上流事業環境の悪化等により、初期投資コストが増大。また、生産に至るまでに巨額の資金と10~20年程度の期間を要するリスクの非常に高い事業となっている。さらに、レアメタルは、商業的開発に十分な量の鉱床の発見に至る確率が極めて低く、財務基盤の弱い我が国企業では事業の実施が困難。
- JOGMECによる探査技術・専門的知見の蓄積を基に、国の委託等を受けて探鉱・開発事業を実施し、<u>我が国企業による開発への参入を先導していく</u>。また、資源の安定供給の確保については、サプライチェーンの分業化の進展もあり、上流企業だけは解決出来ない状況にある。このため、上流、中間産業(素材産業)、最終製品産業の連携が必要であり、これらの取組を促進することは重要。この実現のためには資源開発情報が重要であり、JOGMEC等を通じた正確な情報発信を行っていくことが必要。

鉱山開発コストの増加



資源開発の流れ

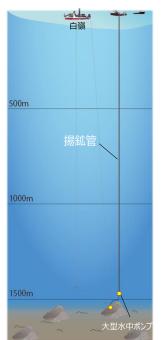


(出典)公表データに基づき、JOGMEC作成

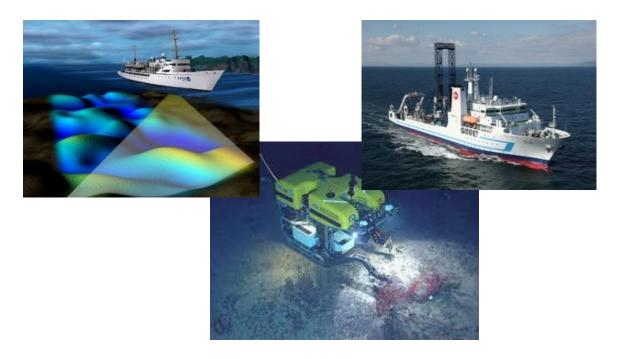
国産海洋鉱物資源開発に向けた取組の更なる推進

- 我が国の領海・排他的経済水域の海底には、海底熱水鉱床、コバルトリッチクラスト、マンガン団塊、レアアース 泥等の海洋鉱物資源の存在が確認されており、将来の国産鉱物資源として活用されることを期待。
- 深海に賦存することから、その商業化に向けては、①資源量の把握、②生産技術の確立、③開発コストの低 減など、様々な課題が存在。
- こうした課題を解決すべく、「海洋基本計画」及び「海洋エネルギー・鉱物資源開発計画」に基づき、資源量の 把握、生産技術の開発・実証等に取り組んでいるところ。海底熱水鉱床及びコバルトリッチクラストについて、<u>令</u> **和4年度にこれまでの成果を踏まえ、今後の方針を検討**。

試験概念図 (実比率)







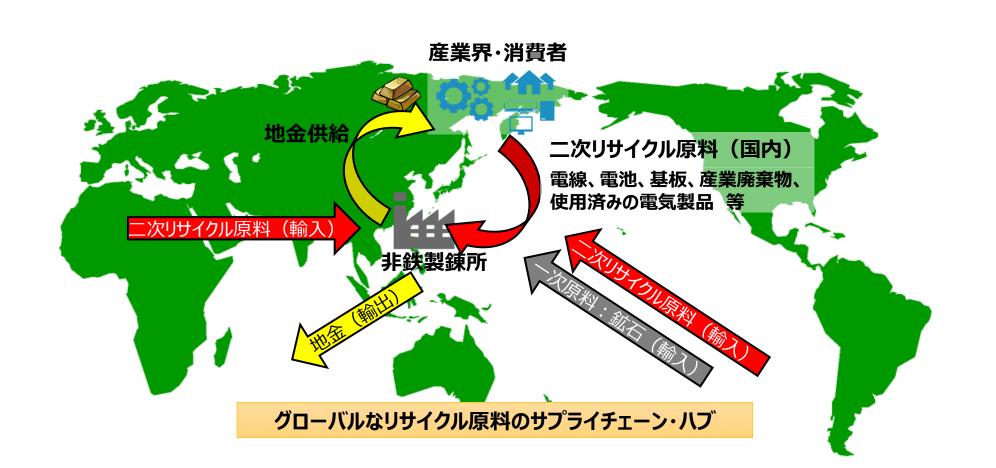
海底熱水鉱床・パイロット試験の概念図(2017年)

資源量調査の流れ(音波探査、海底観察、ボーリング)

- (1) 重要鉱種戦略
- (2) サプライチェーン上の政策課題と対応
 - 1 上流
 - ② 中流
 - (3) 下流
 - 4 横断的対応
- (3) 施策の方向性(案)

鉱物資源サプライチェーン上の国内非鉄製錬所の重要性

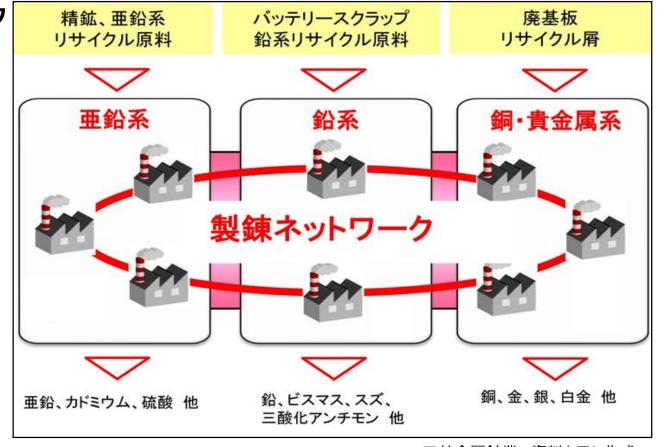
- 我が国非鉄製錬所は、高品質な金属地金供給、ベースメタル製錬からのレアメタル回収、リサイクルによる資源循環等を担う鉱物資源サプライチェーンの要。しかし、鉱石品位の低下や中国の需要拡大に伴う競争激化等から、非鉄製錬所を取り巻く環境は厳しい。
- 二次原料(リサイクル)は、資源国からの一次原料に比べて調達リスクが低いことや、高度なリサイクル技術を持つ国は限られることから、我が国製錬企業は、**リサイクル原料の中核的な処理施設**として大きな役割を担うことも可能。より多くの二次原料を処理することで、経済的な優位性も期待できる。



国内非鉄製錬所のリサイクル機能と製錬所間のネットワーク

- 国内銅製錬所は、銅鉱石の酸化反応による余剰熱を有効利用した使用済製品からのリサイクルと、鉱石の製錬を組み合わせることで、エネルギー消費量及びCO2発生量を削減。
- また、多くの国内製錬企業は、リサイクル原料を効率的に処理するため、グループ製錬所間の金属回収ネットワークを構築。 これにより、多種にわたる金属を回収。
- ・ 他方、再資源化コストが高く、未回収・廃棄される金属も存在。今後は各製錬所ごとの得意分野を活かして、企業間の連携を促進するなど、複合的ネットワークを活用したリサイクルを更に推進することが重要。

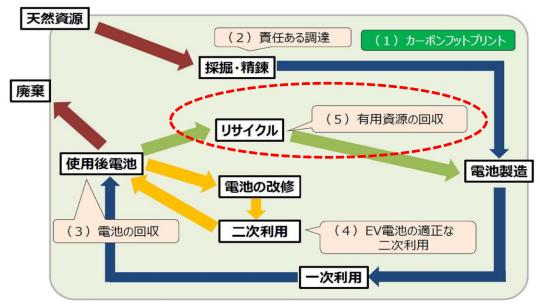
製錬所間ネットワーク



レアメタル・リサイクルの重要性と現状

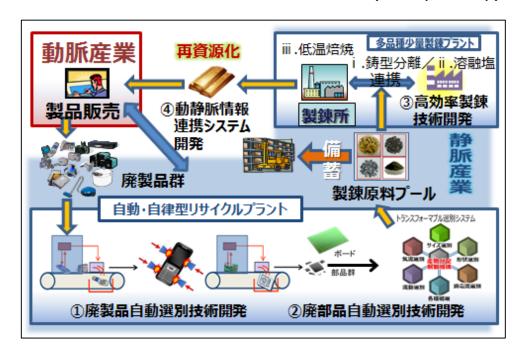
- 資源の安定供給を確保する観点から、製造等の工程くずや使用済製品からのレアメタル・リサイクルは有効な手段。特に、コバルトやレアアース等は、資源調達リスクが高いことから、製品の形で社会にストックされている金属物資を回収して、新たな原材料として再利用していくことが望ましい。
- しかし、これらレアメタルのリサイクルは、再資源化コストが高いことなどから経済性の確保が困難。このため、リサイクル技術開発や経済効率性を支える社会システムの構築が必要。具体的には、金属リサイクル・プロセスでは、収集運搬、中間処理(破砕・分離・選別等)、製錬等のプロセスにおける回収率の向上、コスト削減、生産性向上等が必要。
- 政府としてもこれまで**廃小型家電の自動選別システム技術や高効率製錬技術の開発支援**に取り組んでいるところ、引き続き必要な政策支援を検討していく。

車載用LiBエコシステムの全体像



出典:産業構造審議会産業技術環境分科 会廃棄物・リサイクル小委員会自動車リ サイクルワーキンググループ、中央環境 審議会循環型社会部会自動車リサイクル 専門委員会合同会議 (第51回)

資源循環システム高度化促進事業(H29fy~R4fy)



廃リチウムイオン電池リサイクル(先行するベルギー・ユミコア社の事例)

- ベルギーの非鉄大手ユミコア社は、欧州広域から集めた大量の廃リチウムイオン電池(LiB)をリサイクル処理することで規模の経済を確立。乾式と湿式の独自技術を組み合わせ、自社工場で年間7千トンの廃LiBをリサイクル処理し、コバルト、ニッケルを化合物(正極材材料)として回収。
- ベルギーのほか、米国、中国でも廃LiBリサイクル工場を立ち上げ、年間30万台分の電池処理を計画。ポーランドにおいても正極材製造工場を建設し、LiBの循環生産消費モデル構築を計画。

ユミコア社概要

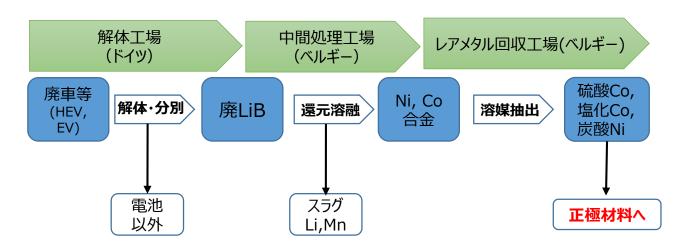
設立: 1805年

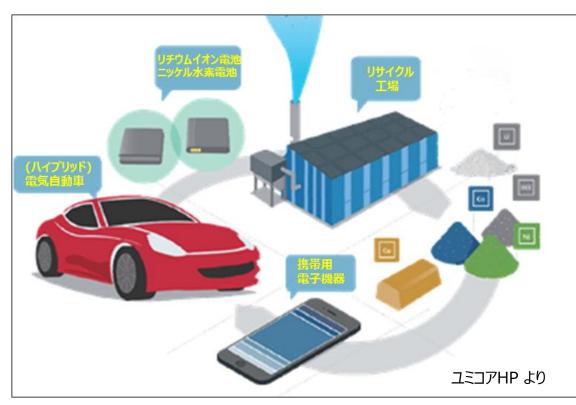
本社 : ベルギー・ブリュッセル

• 従業員数:約11,000名

• 売上高(2019年): 3,361百万€(約4,400億円)

• 事業内容: 貴金属リサイクル、自動車触媒、自動車電池材料



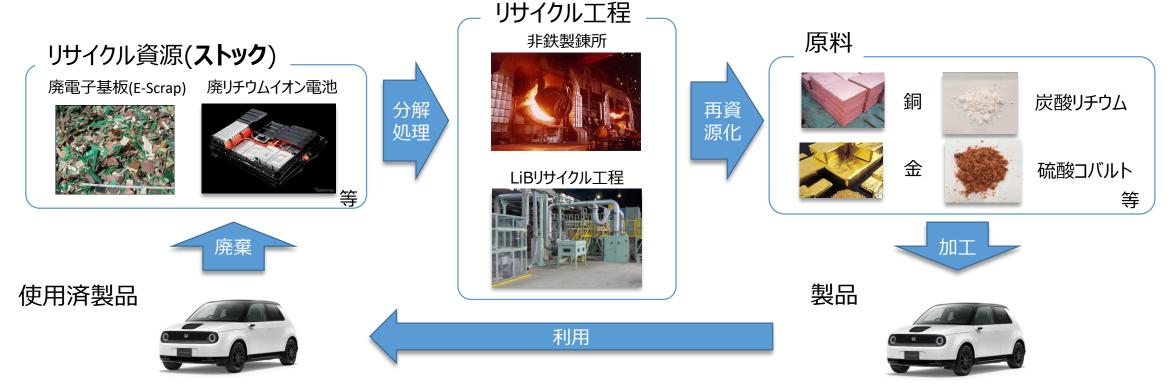


ユミコア社の電池リサイクルモデル

マテリアルフロー調査(リサイクルを含めたマテリアルフローの把握)

- 銅やレアメタル等の鉱物資源を安定的に確保するためには、**再資源化による資源循環が重要**。
- 我が国の非鉄金属分野における循環型社会への転換を推進するため、原料及び製造工程に加え、<u>スクラップ</u> **や使用済製品の資源循環量(フロー)や国内外の資源貯蔵量(ストック)を把握する調査**を検討中。その 結果から循環型社会への転換における課題分析を行う。

【リサイクルを含むマテリアルフロー】



国内製錬所の現状と課題

- 一部のレアメタルのサプライチェーンは、上流から中流まで一部の国に工程が集中している状況。「新国際資源戦略」においても指摘し、昨年JOGMECによる中流への支援を拡充(但し海外事業のみ)。
- レアアースのサプライチェーンでは、我が国国内にも製錬企業はあるが、原料・中間製品工程のほとんどを海外に依存。国内製錬所は高い製錬技術を有するものの、人件費や電力費用等の製造コストが経営を圧迫し、一部企業を除き、その殆どが海外に移転。
- 経済安全保障上の観点から、チョークポイントである分離・精製や電解・還元工程について、国内におけるサプライチェーンを構築することが必要。

<優位性>

- ▶ 製造コスト安
- ▶ 品質が高く安定的

<国内製造の課題>

- ▶ 製造コスト高(人件費、電力費等)
- 環境・保安規制による制約(消防法等)
- 製錬技術の維持・承継

メタル原料・中間製品 一部はリサイクル

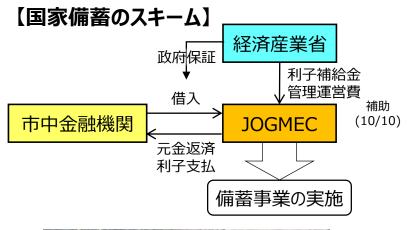
<解決策の例>

- ▶ 製造コスト低減に資する技術支援
 - ·重希土相互分離技術開発
- ファイナンス支援
 - ・再エネ電力設備導入補助
 - ・製錬工場建設補助(中国外の海外含む)
- ▶ リサイクル原料の使用拡大
 - ・廃製品からの回収コスト低減技術開発
- 人材育成の推進
 - 産学連携

- (1) 重要鉱種戦略
- (2) サプライチェーン上の政策課題と対応
 - 1 上流
 - 2 中流
 - ③ 下流
 - 4 横断的対応
- (3) 施策の方向性(案)

レアメタル備蓄制度の更なる運用改善・機能強化

- 新たな脱炭素技術の開発・普及に伴い、今後、<u>鉱種ごとの需要が大きく変化する可能性大</u>。供給動向等も踏まえ、備蓄 鉱種を柔軟に入れ替えるなど、 <u>機動的な対応が可能となるような制度に改善</u>していくことが必要。
- 今後の技術動向が不透明な中、情報提供や供給源の多角化を需要家に求めつつ、「最後の砦」として、真に必要な鉱種 を確実かつ十分提供できる体制の確立も重要。
- また、飛躍的に需要が増加し、安定供給上の懸念が生じる鉱種については、速やかに積み増しや放出が行えるよう、十分な 備蓄スペースを確保するなどの機能強化が必要。





国家備蓄倉庫

【国家備蓄の運用】

実施主体	石油天然ガス・金属鉱物資源機構(JOGMEC)
対象範囲	レアメタル (リチウム, ベリリウム, ホウ素, チタン, バナジウム, クロム, マンガン, コバルト, ニッケル, ガリウム, ゲルマニウム, セレン, ルビジウム, ストロンチウム, ジルコニウム, ニオブ, モリブデン, インジウム, アンチモン, テルル, セシウム, バリウム, ハフニウム, タンタル, タングステン, レニウム, タリウム, ビスマス, 希土類(レアア−ス),白金族,グラファイト, フッ素, マグネシウム, シリコン)
鉱種選定の考え方	・政情懸念等のある特定国への依存度が高い、主要消費国で今後の需要拡大 が見込まれる など
備蓄目標日数	・国内基準消費量※の60日分が基本 ・地政学的リスクや産業上の重要性が高い鉱種をより長く設定するなど、メリハリ を付けて設定 ※ 国内消費量の過去5年平均
情報管理	・国家経済安全保障の確保等の観点から、具体的な備蓄目標日数、実際の 備蓄量、備蓄の場所等は非公開

部素材の代替・使用量低減に資する技術開発

- 家電や電動車、風力発電機などに不可欠なレアメタルは、世界的な電化の進展に伴い、これらの製品の需要 増加が予想されるが、鉱石生産・製錬工程が特定国に遍在するため、供給リスクが高く、価格ボラティリティも大 きい。
- そのため、特定国依存への対応として、供給途絶リスクの高いレアメタルの使用を極力減らす、または使用しない技術開発が重要であり、国としても必要な支援を実施。

(参考) サプライチェーン対策のための部素材代替・使用量低減に資する技術開発

(予算規模:12億円 事業期間:2020~2021年度)

事業内容の一例:

1. 重希土類(ジスプロシウム、テルビウム等)を使用しない 小型超高速回転モーター磁石の開発を行う。

実施者:愛知製鋼(株)



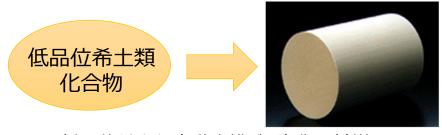




重希土類を使用しないモーター

2. 含有量や不純物が多く利用が難しい低品位レアアースの高品位化やそのまま利用する技術開発を行う。

実施者:産総研、JAEA、ニッキ(株)

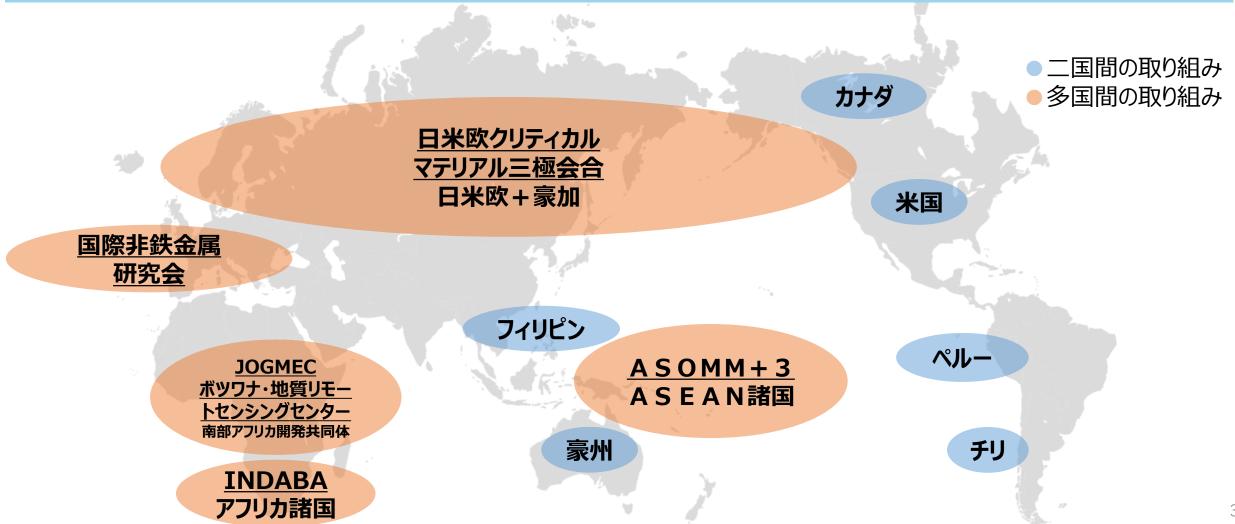


低品位希土類自動車排ガス浄化用触媒

- (1) 重要鉱種戦略
- (2) サプライチェーン上の政策課題と対応
 - 1 上流
 - 2 中流
 - (3) 下流
 - 4 横断的対応
- (3) 施策の方向性(案)

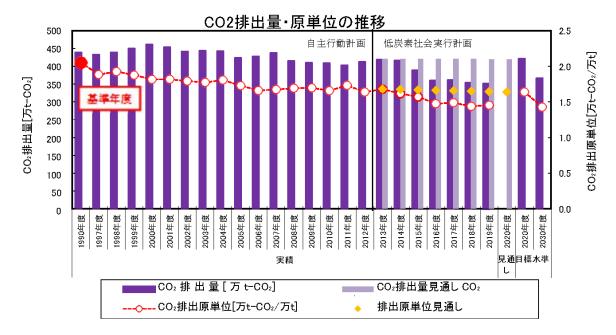
包括的な資源外交

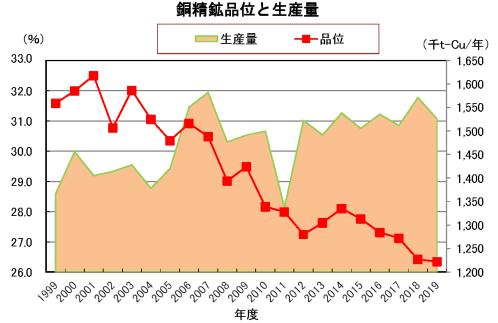
• 鉱物資源の安定的かつ効率的な調達に向けて、これまでの供給国の二国間中心の協力みならず、需要国と供給国が参加する多国間の枠組みも活用。公正な取引の推進や、グリーン産業振興の観点等も含め、包括的な資源外交や鉱種横断的な国際連携を実施していくことが重要。



非鉄金属鉱業・製錬産業の脱炭素に向けた取組

- 非鉄金属鉱業・製錬事業者は、日本鉱業協会を中心に、経団連「低炭素社会実行計画」に基づき、CO2排出量削減に向けて取組中。政府としても、2050年カーボンニュートラル実現に向けて、更なる取組を支援していく。
 - > 2030年度目標: CO2排出原単位を1990年度(1.927t-CO2/t)比26%削減 → 1.427t-CO2/t
 - ➤ 2019年度実績: CO2排出原単位 1.453t-CO2/t 1990年度比24.6%達成済み
- 主なBAT・ベストプラクティス対策
 - ▶ 高効率機器(ポンプ、ボイラ、コンプレッサー)の更新、電動機のインバーター化、廃熱回収・利用の拡充
 - ▶ 製造工程の運転条件の最適化、代替燃料(木質ペレット、リサイクルカーボン等)の利用等
- 事業環境変化と目標達成に向けた課題
 - 鉱石・精鉱の品位の低下、原料中の不純物の増加(製錬コスト増加)
 - ➤ 省エネ対策余地の減少、製錬工程上の革新的技術開発の実用化困難
 - ▶ 電力事情(FIT賦課金の増大)による電力コストの高止まり等





※出典:日本鉱業協会

※出典:日本鉱業協会

(参考)海外資源メジャーの脱炭素化に向けた取組

- 金属資源メジャー(6社)は、温室効果ガス排出削減に向けた目標を公表。ほぼ全てのメジャーは2050年までのカーボンニュートラル目標を発表。
- Glencoreは、昨年12月に、2050年までにScope 3を含むサプライチェーン全体のカーボンニュートラル目標を発表。

主な金属資源メジャーの温室効果ガス排出削減目標

• Scope1: 事業者自らによる温室効果ガスの直接排出 (燃料の燃焼、工業プロセス)

• Scope2: 他社から供給された電気、熱・蒸気の使用に伴う間接排出

• Scope3: Scope1、Scope2以外の間接排出(事業者の活動に関連する他社の排出)

	Glencore	ВНР	Rio Tinto	Anglo American	Vale	Freeport McMoRan
	Scope3を 含む	←		Scope 1, 2のみ		
2030年 目標	排出総量40%削減 (2019年比)	排出原単位30%削減 排出総量30%削減 (いずれも2020年比) ※排出原単位は Scope3を含む	排出原単位30%削減 排出総量15%削減 (いずれも2018年比)	排出総量30%削減 (2016年比)	排出総量33%削減 (2017年)	米州銅事業の 排出原単位15%削減 (2018年比)
2050年 目標	CNを実現	CNを実現	CNを実現	CNを実現 ※2040年まで	CNを実現	_

資源系人材を巡る現状と対応

- カーボンニュートラル実現のため、金属鉱物資源の安定供給の確保の重要性が増す中、資源開発に携わる人材の継続的 な確保・育成は極めて重要な問題。
- 資源系企業を目指す学生が減少し、人材の確保が難しくなる中、<u>若手研究者を含め、資源系人材の裾野拡充</u>や、ISO等の国際場裡や国際機関で活躍できる<u>語学力と技術的専門性を兼ね備えた人材育成が課題</u>。
- これまで企業による寄付講座の設置、研究支援、学会による人材育成確保に関する取り組みを実施し、政府も、社会人向けの「鉱物資源確保研修(経済産業省)」や大学・高校生向けの「講師派遣特別授業開催(JOGMEC)」等を実施。引き続き、必要な対策を講じていく。

資源業界の状況

学生を取り巻く状況

対応

- 国内鉱山の休廃止と海外フィール ドの増加
- 資源価格低迷期の企業採用抑制
- 資源国におけるナショナリズムの高まり
- 資源の品位低下や開発条件の悪 化による開発コストの上昇
- 環境汚染・労働衛生・地域社会・ 人権問題(含、風評)

- 業界への認識が希薄
- 資源系を目指す学生が減少 (「資源」より「環境」)
- ◆ 大学の資源系学科縮小・再編 (研究者・教員も減少)
- 海外赴任に消極的な傾向

- 小中高生を対象にした業界への関心向上
 - ✓ 日本鉱業協会「メタルファクトリー」
 - ✓ JOGMEC「金属資源講話」
 - ✓ 九大出前講座 等
- 産学連携による合同寄付講座や博士人材 育成講座の創設
 - ✓ 非鉄企業による寄付講座
 - ✓ 国際資源開発研修センター「資源開発研修」
 - ✓ 資源素材学会「鉱業奨学金」
 - ✓ 経済産業省「鉱物資源確保研修」等
- 大学・学科の横断的連携による総合的な 資源講座や共同研究事業の創設
 - ✓ 資源·素材学会「資源·素材塾」
 - ✓ 北大·九大大学院共同教育課程 等
- 企業トップによる積極的な情報発信(魅力・将来性・待遇)

- (1) 重要鉱種戦略
- (2) サプライチェーン上の政策課題と対応
 - 1 上流
 - 2 中流
 - 3 下流
 - 4 横断的対応
- (3)施策の方向性(案)

1. はじめに

- 2019年7月の総合資源エネルギー調査会 資源・燃料分科会 報告書において、新たな国際資源戦略を策定すべきとの提言がなされ、2020年2月末、資源・燃料分科会において新・国際資源戦略の策定に向けた提言案をとりまとめ。同提言を受け、経済産業省として、同年3月に新国際資源戦略を策定・発表。戦略の着実な実行に向け、一部の事項については、JOGMEC法を改正するなどの措置を実施。
- 2020年10月、菅内閣総理大臣は所信表明演説において、我が国が2050年にカーボンニュートラル(温室効果ガスの排出と吸収でネットゼロを意味する概念)を目指すことを宣言。2050年のカーボンニュートラルの実現に向けては、電力部門の脱炭素化のほか、産業や運輸部門など需要サイドにおいて徹底した省エネを進めるとともに、使用するエネルギーの脱炭素化を進めることが重要。脱炭素化には、電化に伴う蓄電池やモーターが重要であるが、その製造には、銅やレアメタル等の鉱物資源が不可欠。
- 産業・社会のグリーンシフト・デジタル化が進展する中、先端産業において必要不可欠なレアメタルの安定供給がますます重要になっている。一方、レアメタルは鉱種ごとに、用途・市場規模・価格・主要生産国等も多様。そこで、鉱物資源の安定的な供給確保のため、埋蔵・生産の偏在性やカントリーリスク、価格安定性等の観点から供給リスクを定量的に把握して類型化するとともに、<u>鉱種ごとに重点を置くべき政策ツール等を重要鉱種戦略として整理</u>。また、特定国に対するサプライチェーン上の過度な依存を避けるため、上流・中流・下流の各工程における課題、横断的課題を整理し、それぞれについて必要な対応を行っていく。

2. 重要鉱種戦略

鉱種ごとの資源確保策の策定のため、サプライチェーン上のリスク項目を定量的に評価。そのリスクに応じて求められる対応とこれまでの対応とを比較し、今後の施策の方向性を整理。

- 鉱物資源の供給確保は、鉱種ごとに状況が異なり、一律の対策では不十分かつ効果が限定的。そこで、鉱種ごとのサプライチェーンに応じた供給リスクの判定を行い、それぞれのリスク特性に合った戦略的な資源確保策を検討。同時に、現在の支援施策における課題や見直すべき点についても検討。
- このため、上流から最終製品に至るサプライチェーンの各工程における評価指標を導出。評価指標として、サプライチェーンの上流については、①埋蔵寡占度、②生産寡占度、③輸入安定性(精鉱)、中流については、④輸入安定性(製錬品)、下流については、⑤価格変動幅、⑥スクラップ等再生を選定。これらの指標に基づき、鉱種ごとに定量的なリスク評価を行い、重点を置くべき最適な対策を検討。
- 評価にあたり、電動化促進等の鍵である、レアアース、リチウム、ニッケル、コバルト、銅、タングステンを事例として分析。
 例えば、
 - <u>レアアース</u>は、高性能磁石用途を始め、最先端技術分野で幅広く使用されている。サプライチェーン上のリスクとしては、②国別生産寡占度、⑤価格変動幅、⑥スクラップ等再生の数値が高い。現状、鉱石生産・製錬工程が特定国に偏在。また、市場規模が小さく、価格変動幅も大きいため、資源利用時のリスクが高く、コストの問題等からリサイクルが進んでいない。このため、供給リスクの分散につながる上流開発支援、製錬所支援、備蓄、省資源・代替材料技術開発、リサイクル支援等の総合的な対策が必要。
 - <u>ニッケル</u>は、ステンレス・特殊鋼用途のほか、電池材料としても需要が増加。リスクとしては、③輸入安定性(精鉱)、④輸入安定性(製錬品)、⑤価格変動幅、⑥スクラップ等再生が高い。現状、鉱石生産・製錬工程が高リスク国に偏在しており、価格変動幅も大きく、コストの問題等からリサイクルが進んでいない。対策としては、特に、供給リスクの分散につながる案件への支援措置拡充、リサイクル支援等が必要。
 - <u>銅</u>は、精鉱の輸入先が特定国に偏っており、優良鉱山の減少等から、③輸入安定性(精鉱)の潜在的なリスクが高い。国内銅製錬所は、海外鉱石の製錬とリサイクル原料の再資源化を両立する鉱物資源サプライチェーンの要であることから、現在の支援施策に加えて、供給リスクの分散につながる上流開発支援の拡充、非鉄金属回収技術の高度化促進等が必要。
- ・ 以上より、今後の施策の方向性として、供給源の多角化につながる上流権益確保の推進に向けたJOGMEC支援の検討、国内製 錬所支援強化、リサイクル推進支援等の施策強化が必要。

3. サプライチェーン上の政策課題と対応

(1) 上流工程

上流権益の確保・供給源多角化に向けて、リスクマネー支援強化や、包括的資源外交、信頼できるサプライチェーン構築のための更なる国際連携の強化に取り組む。また、国産海洋鉱物資源開発についても一層の推進が必要。

- 上流権益の確保や供給源の多角化のため、これまでJOGMECによる資源探査や、リスクマネー供給によるプロジェクト支援、資源開発 税制を通じた新規探鉱支援を展開。
- ・他方、鉱物資源の品位低下や、開発条件の悪化、資源ナショナリズムの高まりなどにより、開発リスク・コストは引き続き増大傾向。また、レアメタルは市場規模が小さく、需要国の経済情勢等の影響も受けやすいことから、資源価格の変動幅が大きいといった投資の阻害要因がある。また、一部のレアメタルでは、上流の生産工程から中流の製錬工程まで、特定国による寡占化が進みつつあるといった課題もある。今後の対応としては、カーボンニュートラルを実現する上で重要となる鉱物の確保や、脱炭素化に資する活動等へのリスクマネー条件を優遇するなど、JOGMECによる支援を更に強化する。また、資源の安定供給の確保については、サプライチェーンの分業化の進展もあり、上流企業だけは解決出来ない状況にある。このため、上流、中間産業(素材産業)、最終製品産業の連携が必要であり、これらの取組を促進することは重要。この実現のためには資源開発情報が重要であり、JOGMEC等を通じた正確な情報発信を行っていくことが必要。
- 上流権益の獲得・維持のため、これまで首脳・閣僚レベルで資源外交を展開し、二国間協力の強化を図るとともに、日米欧間の情報 交換を通じた連携やプロジェクトを推進。他方、資源国によるロイヤリティの引き上げや、資源の高付加価値化につながる投資要求等の 資源ナショナリズムの動きが高まってきている。さらに、供給国による政治的手段としての輸出制限の発動といったリスクも生じている。この ため、各国の重要鉱物に係る関係機関との信頼できるサプライチェーン構築や、緊急時における国際連携の強化を推進していく。
- 我が国領海・EEZ内に確認されている海底熱水鉱床、コバルトリッチクラスト、マンガン団塊、レアアース泥等については、現在、既知鉱床の資源量評価や、新規鉱床の発見が進んでいる一方、民間事業者の参入判断に必要な資源量の把握が不十分であることや、海底の多様な鉱床性状に応じた生産技術の開発などが課題。 **資源量の把握、生産技術の確立等の国産海洋鉱物資源開発に向け た取組を一層推進していく**。

- 3. サプライチェーン上の政策課題と対応
- (2) 中流工程

メタルリサイクルを強力に推進し、我が国非鉄製錬所がグローバルなリサイクル・サプライチェーンの中核となるよう支援する。また、 供給リスクのあるレアメタルについては、サプライチェーン強靭化のため、国内製錬工程への支援強化に取り組む。

- 我が国非鉄製錬所は、高品質な金属地金供給、ベースメタル製錬からのレアメタル回収、リサイクルによる資源循環等を担う鉱物資源サプライチェーンの要。しかし、鉱石品位の低下や中国の需要拡大に伴う競争激化等から、非鉄製錬所を取り巻く環境は厳しい。
- ・ リサイクルについては、多くの国内製錬企業が、リサイクル原料を効率的に処理するため、グループ製錬所間の金属回収ネットワークを 構築。これにより、多種にわたる金属を回収。これまで国としても優先鉱種の選定や、使用済電気製品等からレアメタルを分離・抽出 する技術の開発等、マテリアルリサイクルの高度化を推進。他方、再資源化コストが高く、未回収・廃棄される金属も存在。今後は、各 製錬所ごとの得意分野を活かして、企業間の連携を促進するなど、複合的ネットワークにより、リサイクル資源が最大限に活用され るよう支援していくことが重要。また、我が国非鉄製錬所がグローバルなリサイクル・サプライチェーンにおいて中核的な位置づけとな るよう、国際機関等の活用を含め検討していく。
- さらに、**スクラップや使用済製品の資源循環量(フロー)や国内外の資源貯蔵量(ストック)についても、マテリアルフローを調査** し、循環型経済への転換における課題分析を行う。
- レアメタルやレアアース等の一部鉱種は、中流生産工程の特定国への過度な集中により、供給リスクの懸念が絶えない。このため、<u>特</u> 定国に依存しないサプライチェーン強靭化のため、JOGMECによるファイナンス供与を含め、国内製錬所が持つ機能への支援強化 を行う。

- 3. サプライチェーン上の政策課題と対応
- (3) 下流工程

レアメタルの供給途絶に備え、備蓄を一層強化するとともに、危機発生時における機動的な対応力を向上させる。また、鉱物資源の使用量低減・代替技術開発を更に推進することが必要。

- レアメタルの短期的な供給障害に備えるため、供給途絶リスクの高い備蓄鉱種については、備蓄の増強を実施。他方、短期的な供給障害に加えて、中長期的な供給途絶事態への対応も重要。鉱種ごとの供給動向等も踏まえ、**備蓄鉱種を柔軟に入れ替えるなど、** 機動的な危機対応が可能となるような不断の制度改善を行っていく。
- 銅やニッケル等、ベースメタルに関する国際枠組を通じて、政府間協議や統計データ整備、需給予測等を実施。他方、我が国サプライチェーンのISO等国際基準への適合や、世界的な鉱物資源の需給逼迫への対応は引き続き課題。そこで、**鉱種横断的な国際基準への対応の検討や、需要国側の国際連携の検討を行うことが必要**。
- レアアース等の希少金属を代替、又は使用量を低減する材料・製品の実用化支援を実施。特定国による寡占化や特定国への偏在への対応といった供給側の対策とは別に、需要側の対策は引き続き課題。レアメタルの使用量低減技術や、その機能を代替する新 材料開発に向けた取組の更なる支援を行っていく。

- 3. サプライチェーン上の政策課題と対応
- (4) 横断的取り組み

今後、グローバルな脱炭素化の流れが進展する中、公正な取引の推進やグリーン産業振興の観点も含め、包括的な資源外交を更に強化していくことが重要。さらに、我が国非鉄金属鉱業・製錬業の脱炭素化に向けた取組についても必要な支援を行う。また、資源分野における人材育成を図っていく。

- 引き続き2030年までにベースメタルの自給率80%以上を目指す。さらに、<u>リサイクルによる資源循環を促進することにより、2050年までに国内需要量相当のベースメタル確保を目指す。</u>なお、レアメタルについては、ベースメタル生産の副産物やリサイクルによって回収されることが多いことや、権益比率とは関係なくオフテイク権が設定されることも多いことから、一律の自給率目標は設けず、鉱種ごとにサプライチェーンの強靱化に取り組んでいく。
- 脱炭素社会では、銅等のベースメタルのみならず、レアアース、コバルトといったレアメタルが益々重要になる。市場規模の小さいレアメタルを安定的に確保するため、これまでの二国間の資源外交のみならず、多国間の枠組みを通じた協力も実施していくことが必要。供給側、需要側との鉱種横断的な国際連携も強めていく。
- 非鉄金属鉱業・製錬事業者は、日本鉱業協会を中心に、経団連「低炭素社会実行計画」に基づき、CO2排出量削減に向けて取組中。政府としても、2050年カーボンニュートラル実現に向けて、更なる取組を支援していく。
- 国内鉱山の休廃止や、環境汚染・労働衛生・人権問題意識の高まりなどから、若年層にとって鉱物資源業界への関心は必ずしも高くない。このような中で、学生の業界への認識が希薄化し、資源系を目指す学生が減少し、大学の資源系学科縮小・再編も進んでいる状況。将来の資源分野の人材を確保するため、小中高生を対象にした業界への関心向上、産学連携による合同寄付講座の創設、大学・学科の横断的連携による総合的な資源講座の創設等の取組を通じ、人材育成を図ることが重要。**政府としても引き続き必要な対策を講じていく**。