


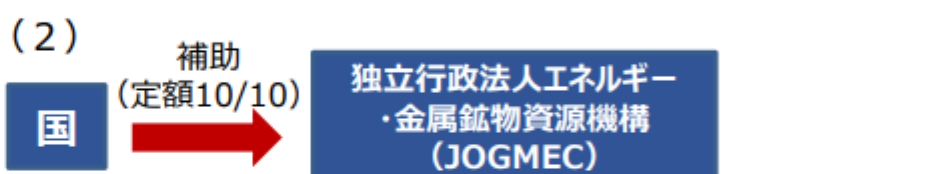
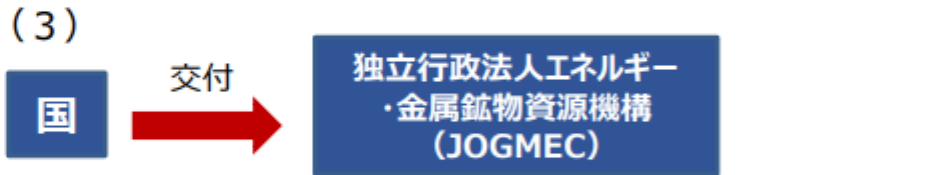
# 鉍物サプライチェーン多角化・安定化事業 効果検証シナリオ（第2版）

2026年3月31日

製造産業局 鉍物課

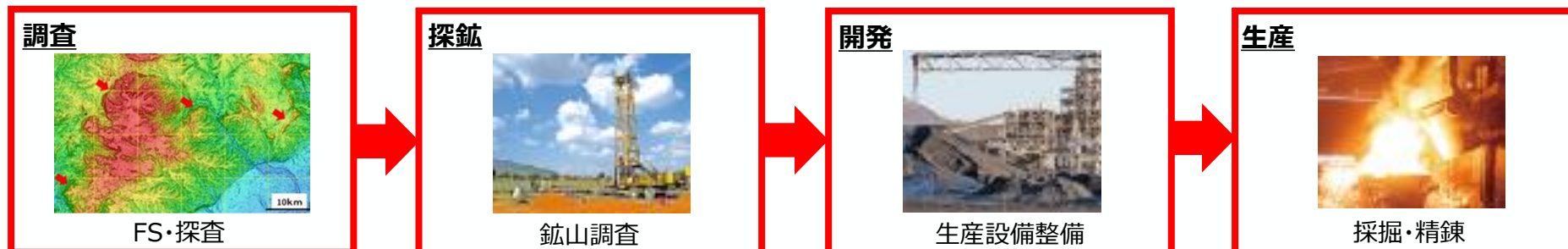
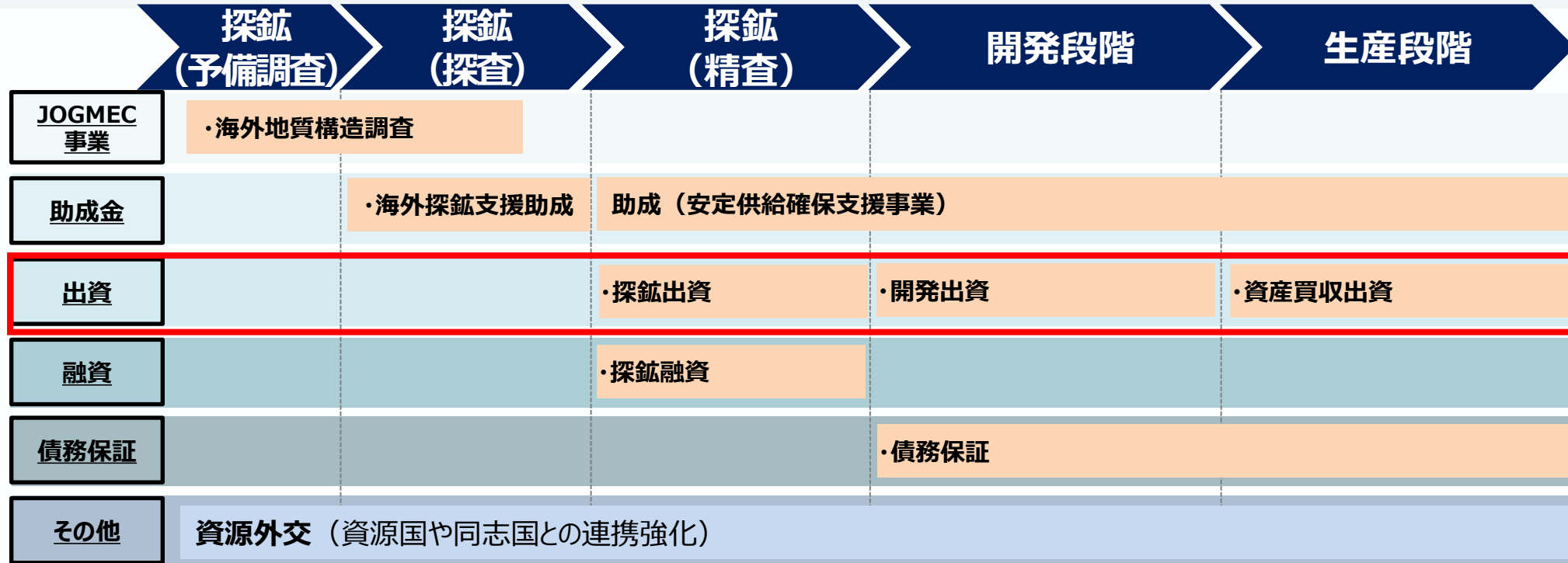
# 鉱物サプライチェーン多角化・安定化事業

政府保証付借入含め**1,597億円** ※令和6年度補正予算額 922億円

事業の内容	事業スキーム（対象者、対象行為、補助率等）
<p><b>事業目的</b></p> <p>車の電動化の進展や、再生可能エネルギーの導入拡大、AI・データセンター等による電力需要増加など、GX・DXの進展に伴い、需要増加が見込まれ各国で権益確保競争が激化する銅や、我が国の産業活動に不可欠であるものの、供給国に偏りがあるレアメタルについて、早期の新規供給源の確保を含めサプライチェーンの多角化と供給安定化を実現する。</p> <p><b>事業概要</b></p> <p>銅やレアメタルに関して、以下の取組を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"><li>(1) 民間企業による銅案件への出資を支援するため、独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構（JOGMEC）に出資を行う。</li><li>(2) 民間企業と行う銅案件への出資に必要な政府保証付借入（675億円）による利子支払のためのJOGMECの経費を補助する。</li><li>(3) 日本国内への供給安定化の取組や新規出資等に必要な案件評価等のためのJOGMECの経費を交付する。</li></ul>	<p><b>事業スキーム（対象者、対象行為、補助率等）</b></p> <p>(1)  国 → 出資 → 独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構（JOGMEC） → 出資 → 民間企業等</p> <p>(2)  国 → 補助（定額10/10） → 独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構（JOGMEC）</p> <p>(3)  国 → 交付 → 独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構（JOGMEC）</p> <p><b>成果目標</b></p> <p>日本企業との銅案件への共同出資を実現し、安定的な供給源の多角化を図るとともに、新たな銅の権益として2030年までに2.5万トン/年を確保する。</p>

# 供給源の多角化・上流権益の獲得に向けた政策体系全体像

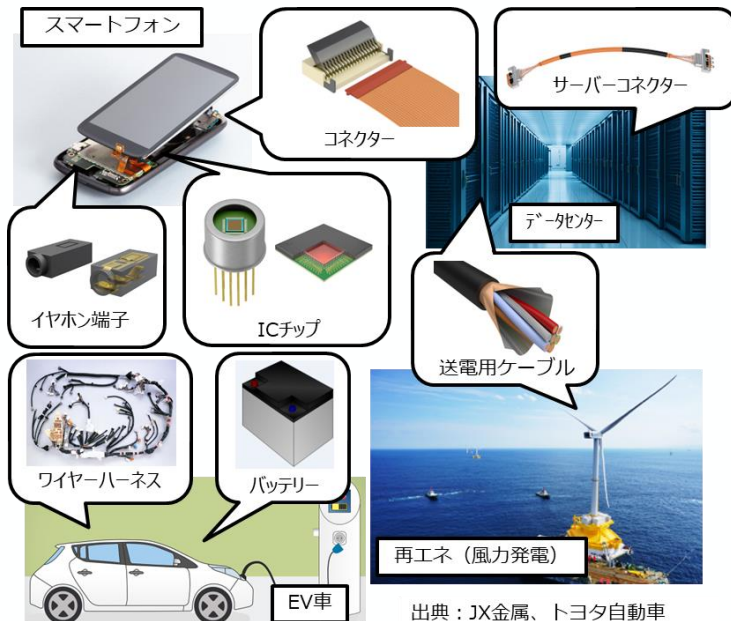
- プロジェクトのステージに応じた、**助成金支援、出資・融資・債務保証等の金融的な支援**に加えて、JOGMECが自ら企業と行う**探鉱段階での海外調査**や、**政府とJOGMECが一体となって行う資源外交**など、**JOGMEC等の有する支援機能を有機的に連携させ、供給源を多角化するプロジェクトを組成し、鉱物の安定供給確保を図る。**



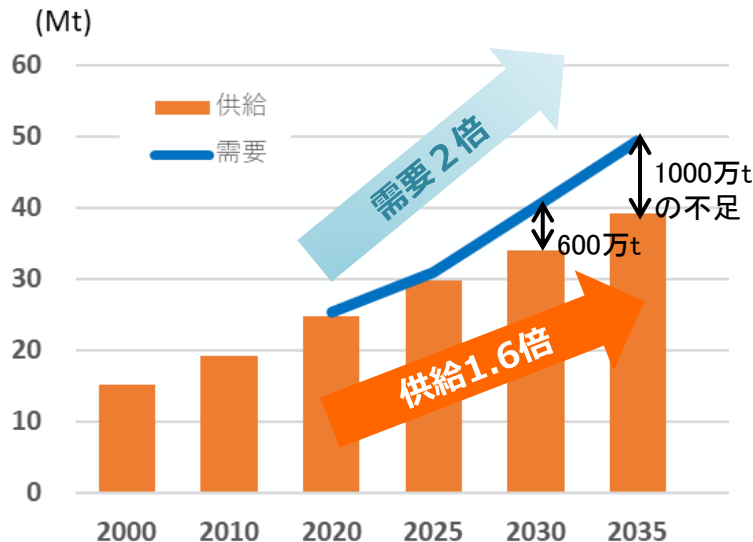
# 銅を巡る状況

- 銅は高い導電性、熱伝導性を持ち、安価で加工性が良いことから、電線、自動車のワイヤーハーネス、半導体の IC リードフレーム、通信機器のコネクタ等の多様な用途に用いられている。特に電動車の進展や、AI・データセンター等のGX・DXの進展により、世界的な需要は増える見込み。
- 既存鉱山の増産に加え、新規鉱山開発（10-20年を要する）やリサイクルの進展を考慮しても、供給が需要に追いつかず、銅の確保が困難になる可能性もあり、データセンターの設置、電動車の普及、電化・再エネ導入のための送電線設置に支障が生じ、GX・DXの確実な実施に影響を及ぼす恐れ。

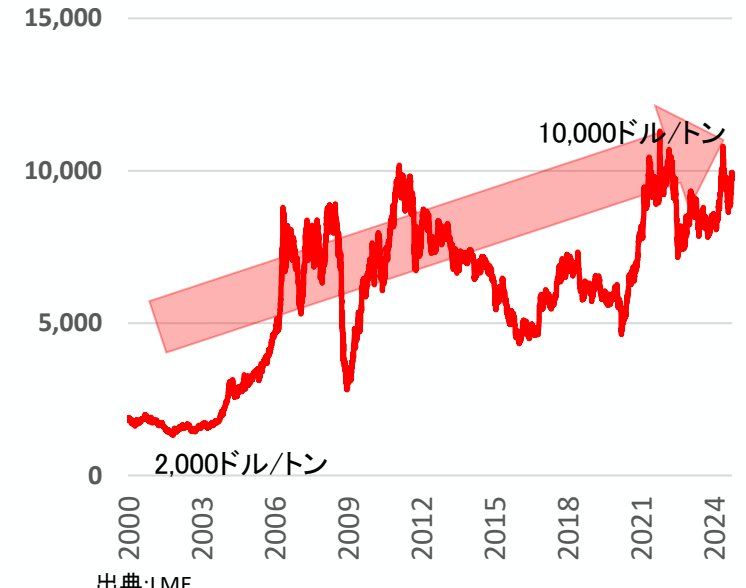
## 銅の主要な用途



## 今後の需給見込み




## 銅価格の推移



# 電動車（xEV）に必要な主な鉱物資源


- 電動車製造に不可欠な部品であるワイヤーハーネス、バッテリー、駆動モーターには、銅、リチウム、ニッケル、コバルト、レアアース（ネオジウム等）が使用される。
- 試算として、**EV100万台を製造するためには、リチウム、コバルトの現在の国内需要量と同程度の量が必要。**

【ワイヤーハーネス】




銅

【バッテリー】




銅・Li・Ni・Co

【駆動モーター】



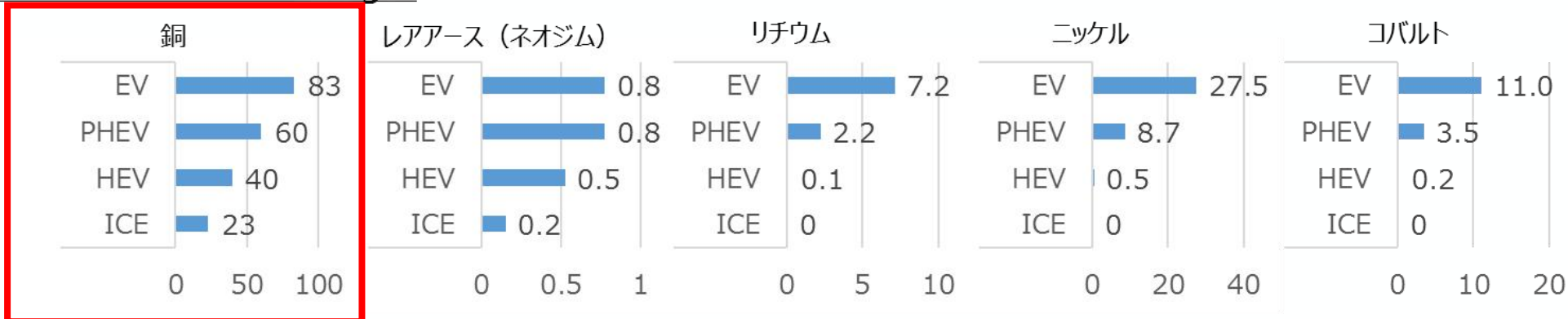
銅・REE (Nd等)

共通要素



	日本語	英語	略称
	電動車	Electrified Vehicle	xEV (エクソイービー)
+ 充電	電気自動車	Battery Electric Vehicle	BEV
エンジン + 充電	プラグイン・ハイブリッド自動車	Plug in Hybrid Electric Vehicle	PHEV
エンジン	ハイブリッド自動車	Hybrid Electric Vehicle	HEV
燃料電池 + 水素タンク	燃料電池自動車	Fuel Cell Electric Vehicle	FCEV

## 自動車一台当たりの資源使用量 (kg)



EV100万台\*の製造に必要な資源量 \*2030年次世代自動車普及目標20~30% (EV及びPHEV) 水準

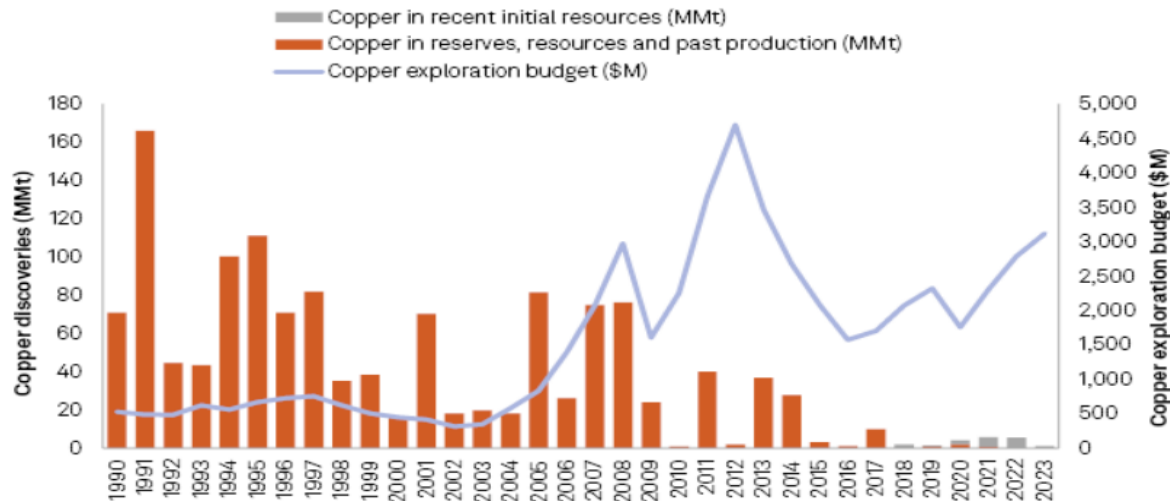
	銅	レアアース (ネオジウム・ジウム)	リチウム	ニッケル	コバルト
必要資源量 (EV100万台分)	8.3万 t	775 t	7,150 t	2.8万 t	1.1万 t
国内総需要量 (2020)	89万 t	4,200 t	9,233 t	6.7万 t	0.8万 t

# 銅鉱山の開発を巡る状況

- 銅鉱山の開発は、近年は新規での大規模銅山の発見は著しく減少し、既存の鉱山における新たな鉱脈の発見以外ではほとんど埋蔵量が増えていない状況。
- また、開発費用も2000年代以前と比べ高騰。初期開発費用は、2000年以前と比べると2～3倍の水準。
- 銅鉱石は、長期契約での調達が主流となっており、チリのエスコンディダ鉱山で起きたストライキ等も踏まえると、安定的な銅鉱石の調達を行うためにも、多角的に鉱山権益を抑えることが重要。

## 銅鉱山の新規発見と探鉱費用の推移

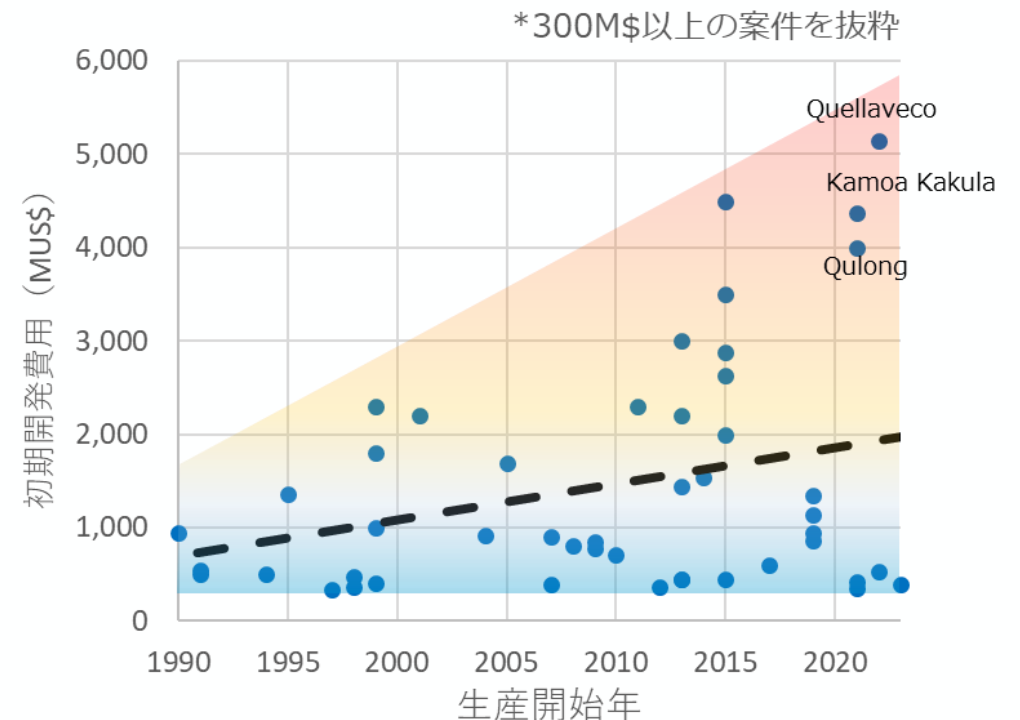
Major copper discoveries, 1990–2023



As of June 11, 2024.  
 MMt = million metric tons; \$/t = dollars per metric ton.  
 Source: S&P Global Market Intelligence.  
 © 2024 S&P Global.

※ 棒グラフは、その年に発見された鉱山について、その鉱山における確認された銅の推定埋蔵量、折れ線グラフは探鉱の予算総額を示す

## 銅鉱山の生産開始年と初期開発費用

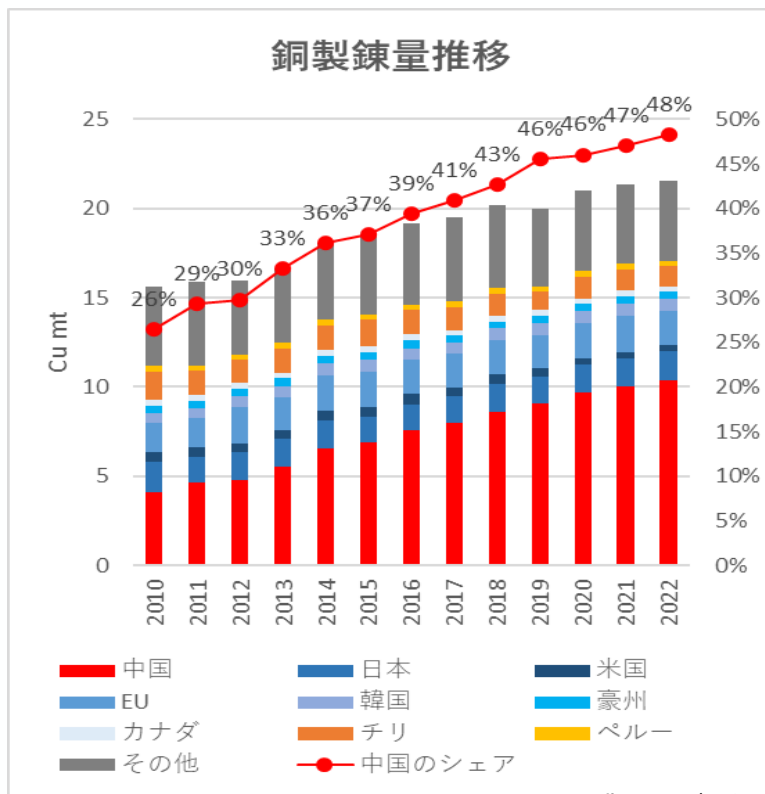


出典：S&P Global

# 銅を巡る各国の対応

- 中国は、増加する国内需要に対応するため、製錬所の設備投資を行い、10年で2倍以上の製錬量を確保。世界中の銅精鉱の輸出の約65%を中国向けが占める状況。
- 中東の政府系ファンドも、銅権益の確保に動き出しており、大型案件に投資済み。
- 欧米は、銅鉱山を保有し、需要量に対して一定量の銅鉱石を域内で生産しているものの、この状況も踏まえ、対応を強化。欧州では重要原材料・戦略原材料に銅を指定し、将来に向けた対応を開始。欧州重要原材料法では、2030年までに、10%を域内で採掘、40%をプロセッシング（原料加工）する等の目標を設定。また、米国では重要原材料に銅を追加し、IRA法の税額控除施策の対象としている。

## 銅の製錬の中国依存状況



## 中国・中東の権益確保状況

投資企業名	対象案件	鉱種	金額
中国・CMOC	DRコンゴ Tenke Fungurume 拡張	銅・コバルト	20億ドル
中国・MMG	ボツワナ Khoemacau 銅山買収	銅	19億ドル
中国・Zijin	セルビア Cukaru Peki 銅山拡張	銅・金	35億ドル
サウジ・Manara 他	Vale Base Metalsの株式取得	銅・ニッケル	34億ドル
UAE・IRH	ザンビア Mopani 銅山	銅・コバルト	11億ドル

※JOGMEC作成、金額はメディア情報含む

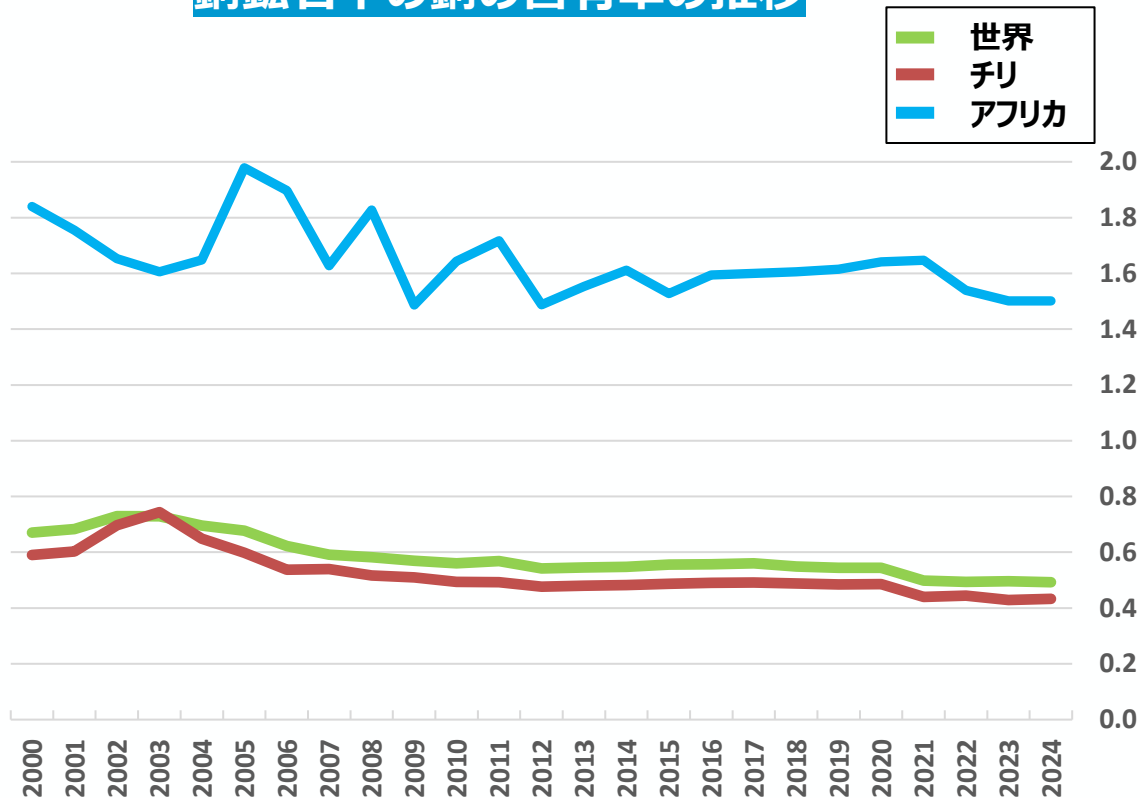
## 欧米の取組状況

- EUでは、日本の重要鉱物に相当する概念として「重要原材料」を指定。
- その内数として、グリーン・デジタルトランジションなどに関連する「戦略原材料」を指定し、重要原材料法に関連する施策の対象としており、銅は、上記いずれにも指定。
- 2030年までに、10%を域内で採掘、40%をプロセッシング（原料加工）、25%をリサイクルする目標が設定されている。
- また、米エネルギー省（DOE）は、エネルギー転換に係る原材料を「重要原材料」として指定。IRA法の税額控除施策の対象としている。

# 銅鉱山開発におけるフロンティア地域

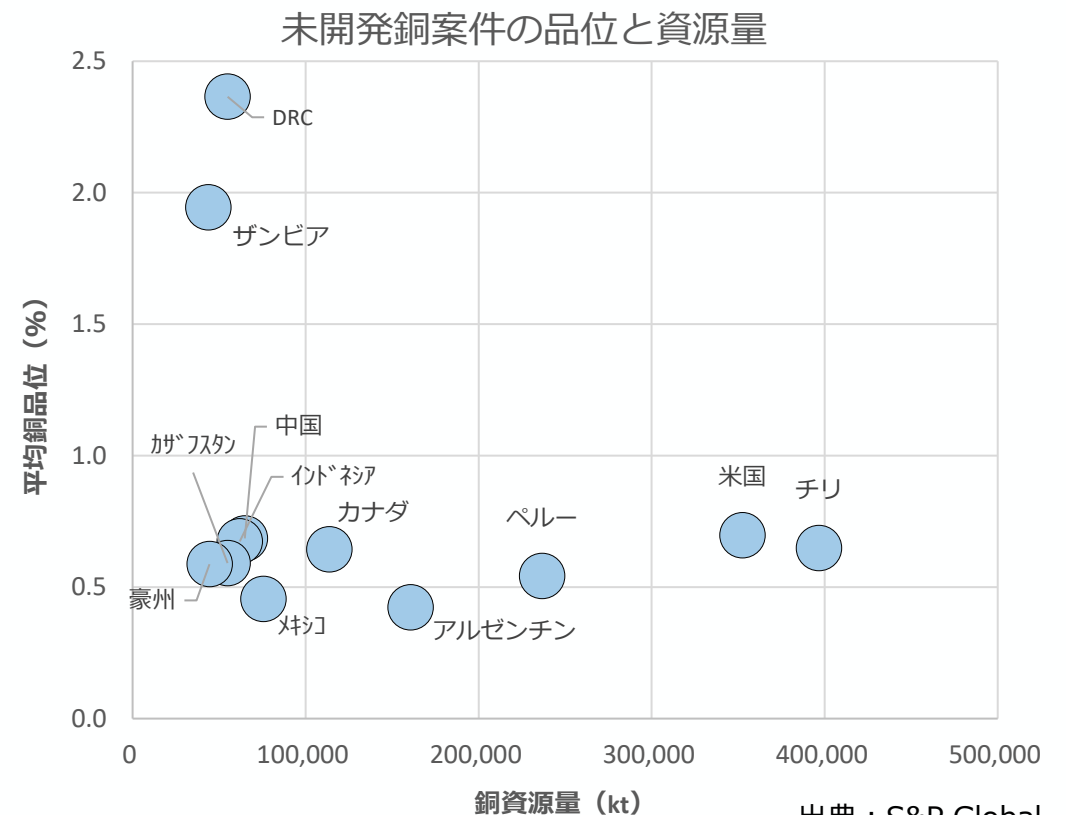
- 最大の銅生産国であるチリの鉱石は、高品位部の終掘により銅品位は下落傾向。品位低下により、処理費用も年々増加。
- 品位と資源量からは、銅ベルトを有する、アフリカ（コンゴ・ザンビア）や、チリと国境を有するアルゼンチンやペルーが、フロンティアとして有望。他方で、リスクも高く、これら地域の権益獲得には、国による支援が必要。

銅鉱石中の銅の含有率の推移



出典：S&P Global

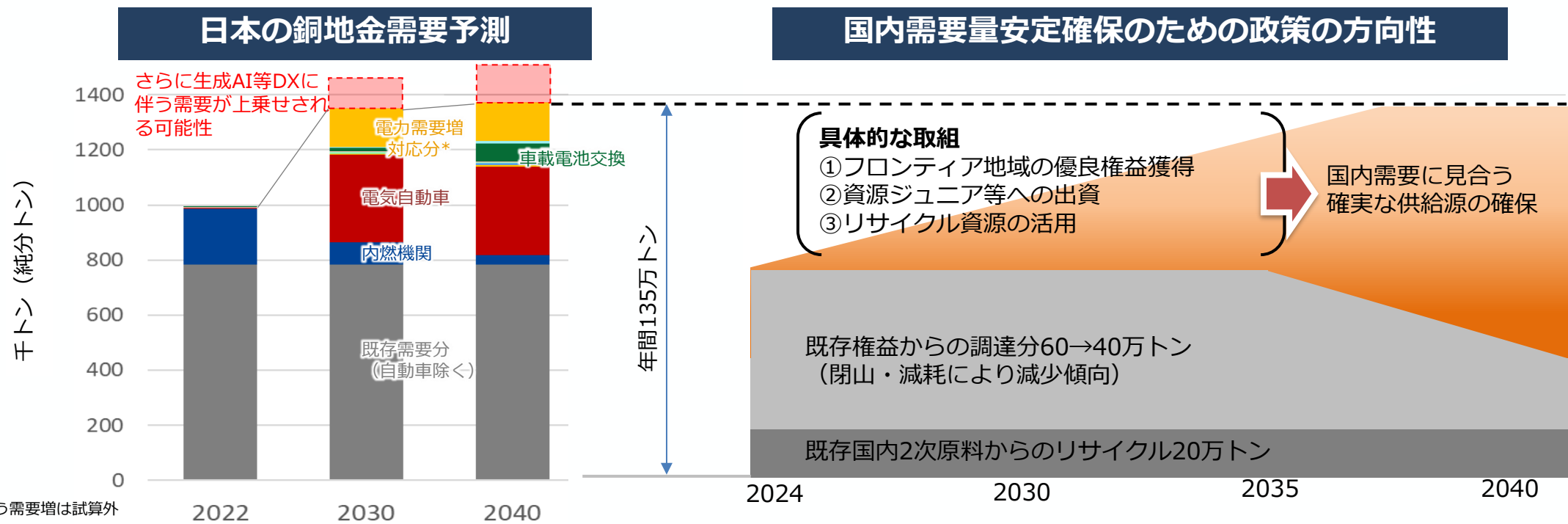
国別未開発銅鉱床の資源量と平均品位



出典：S&P Global

# 今後の政策の方向性

- 現行の第6次エネルギー基本計画において、2030年のベースメタルの自給率を80%以上を目指しているものの、**DX、GX本格化に向けて鍵となる銅は、その目標達成が危うい状況。**
- 目標達成に向けて、**フロンティア地域の中長期的にポテンシャル拡大が見込める案件への日本企業の参加を促進する。**
- 具体的には、日本企業による**ポテンシャルがあるがリスクの高い（カントリーリスク、探鉱リスク等）上流権益の獲得の後押し**、将来の種まきとしての**「資源ジュニア」等への出資の促進に向けた官民の役割分担や具体的な参画の在り方**、長期安定供給が見込める海外からの調達や我が国の強みである製錬ネットワークの維持も含めた**リサイクル資源の活用**に資する方策を検討する。また、事業コーディネートや各国政策把握などの**JOGMECの機能強化**や、**総合的な資源外交政策**についても併せて検討する。



\*生成AI等DXに伴う需要増は試算外

出典：JOGMEC-IEEJ 令和4年度カーボンニュートラル実現に向けた鉱物資源需給調査のデータ及び総合資源エネルギー調査会第43回基本政策分科会で示されたRITEによる発電電力推計を踏まえた参考値を活用してJOGMECが推計

# 鉱物サプライチェーン多角化・安定化事業におけるロジックモデル

※本ロジックモデルについては、  
今後も検討・見直し予定

直接コントロールできる部分

(インプット) (アクティビティ) (アウトプット)

**予算**

【R6補正】  
922億円の  
内数

**民間企業案件の審査と出資**

**出資数**

【測定指標】  
JOGMECが出資した民間企業の権益数 (件)

経済・社会等の変化 (誰が/何が、どう変化することを目指しているか)

(短期アウトカム)  
2030年頃

(長期アウトカム)  
2035年頃

(インパクト)  
2050年頃

**権益量の増加※**

【測定指標】  
当該事業により確保できる銅の権益量 (t/年)

【R12見込み】2.5万t/年の確保 (日本国内の年間銅地金供給量の約2%に相当)

**自主権益比率の維持 (需給ギャップ対策)※**

【測定指標】  
・銅の自主権益比率 (日本国内の銅地金供給量に対する日本企業が持つ銅の権益量と国内生産 (リサイクル) 量)  
・需給ギャップ (日本国内の銅地金供給量 - 日本国内の銅地金需要量)

**経済安全保障強化に向けた銅関連製品のSC強靱化※**

【測定指標】  
・日本国内の自動車(EV含む)の生産量への影響  
・日本国内の自動車(EV含む)の生産価格への影響

・日本国内の電力需要に伴って必要となる電線の生産量への影響  
・日本国内の電力需要に伴って必要となる電線の生産価格への影響

**供給国の多角化※**

【測定指標】  
我が国民間企業が権益を確保している銅鉱山を有する国数

**供給源の多角化※**

【測定指標】  
我が国民間企業が権益を確保している銅鉱山の数

インパクト指標の具体的な分析方法について

**分析①：銅の供給難が各産業の生産量に与える影響の算出**

権益が確保できず、銅の供給が途絶した際に想定される国内の各産業の生産量への直接的影響を産業連関分析及びCGEモデルにより算出する。

**分析②：銅の供給難による銅製品の価格上昇が各産業に与える影響の算出**

権益が確保できず、日本が直面する需給ギャップが悪化した場合の銅価格の上昇を外生的に推定し、銅価格の上昇が国内の各産業に与える影響を産業連関分析及びCGEモデルにより算出する。

※アウトカム及びインパクトにおける測定指標の考え方等については、EBPMセンター、外部専門家等の助言に基づき、今後検討を進める。

# 各アウトカム指標の出典・エビデンス収集方法

アウトカム指標		目標年度	測定指標	目標値	測定手法
短期	権益量の増加	2025年度	当該事業により確保できる銅の権益量	2.5万トン／年	JOGMECからのヒアリング
	供給国の多角化	2026年度	我が国民間企業が権益を確保している銅鉱山を有する国数	1カ国	JOGMECからのヒアリング
長期	自主権益比率の維持（需給ギャップ対策）	2030年度	<ul style="list-style-type: none"> <li>銅の自主権益比率（日本国内の銅地金供給量に対する日本企業が持つ銅の権益量と国内生産（リサイクル）量）</li> <li>需給ギャップ（日本国内の銅地金供給量－日本国内の銅地金需要量）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>95%</li> <li>需給ギャップ0</li> </ul>	JOGMECからのヒアリング
	供給源の多角化	2027年度	我が国民間企業が権益を確保している銅鉱山の数	1カ所	JOGMECからのヒアリング

# 銅の供給難が与える影響分析について

- 令和6年度補正予算の鉱物サプライチェーン多角化・安定化事業について、EBPMプロジェクトとして、銅の供給難が与える影響について、**1. 供給が途絶した場合の日本国内の生産額に与える影響、2. 価格が上昇した場合の関連製品に与える影響**、の2つの分析を実施。
- 1. 日本国内の生産額に与える影響については、**約2兆円と試算**（①産業関連分析：約-1.7兆円、②CGEモデル：約-2.1兆円）。
- 2. 銅地金価格の上昇による価格への影響については、銅の含有割合に応じて異なるが、②CGEモデルにおいては、**電気機器で10%、自動車及び部品で5%程度上昇すると試算**。

## 分析結果概要

出典先：令和7年度経済産業政策関係調査事業（銅の経済安全保障強化に伴う分析調査事業）による調査結果

測定対象	シナリオ	①産業連関分析	②CGEモデル
1. 日本国内での生産額減少	2050年にチリからの銅鉱石の供給が途絶した場合の、国内生産額への影響を評価 (銅鉱石輸入額37%減少)	-1.7兆円	-2.1兆円
2. 関連製品価格上昇	※①産業連関分析では、需給の変化による価格変動が算出できないため、2020-2021年のコロナによる電化製品特需と同程度のショック（銅地金価格51%上昇）が発生した場合の、製品価格への影響を評価	銅素形材：7% 通信・映像・音響機器：1% 産業用電気機器：0.8% EV：0.4% 等	非鉄金属鑄造：9% 電気機器：10% IT・IT等：6% 自動車・部品：5% 等

分析モデル概要

### ①産業連関分析

産業連関表※を基に、プロジェクトによる産業等への経済波及効果を評価。国内の経済波及効果に関する分析の大半で使われる手法。なお、ある時点の産業構造で固定されていること、供給制約が無い等には留意が必要。  
※総務省「2020年産業連関表」を使用

### ②CGEモデル

各経済主体の相互作用を通じた産業構造の変化や、労働市場等の供給制約を踏まえた現実経済に近いモデルを活用した分析であり、長期的な分析が可能。現時点での日本経済に基づいた試算となる点等には留意が必要

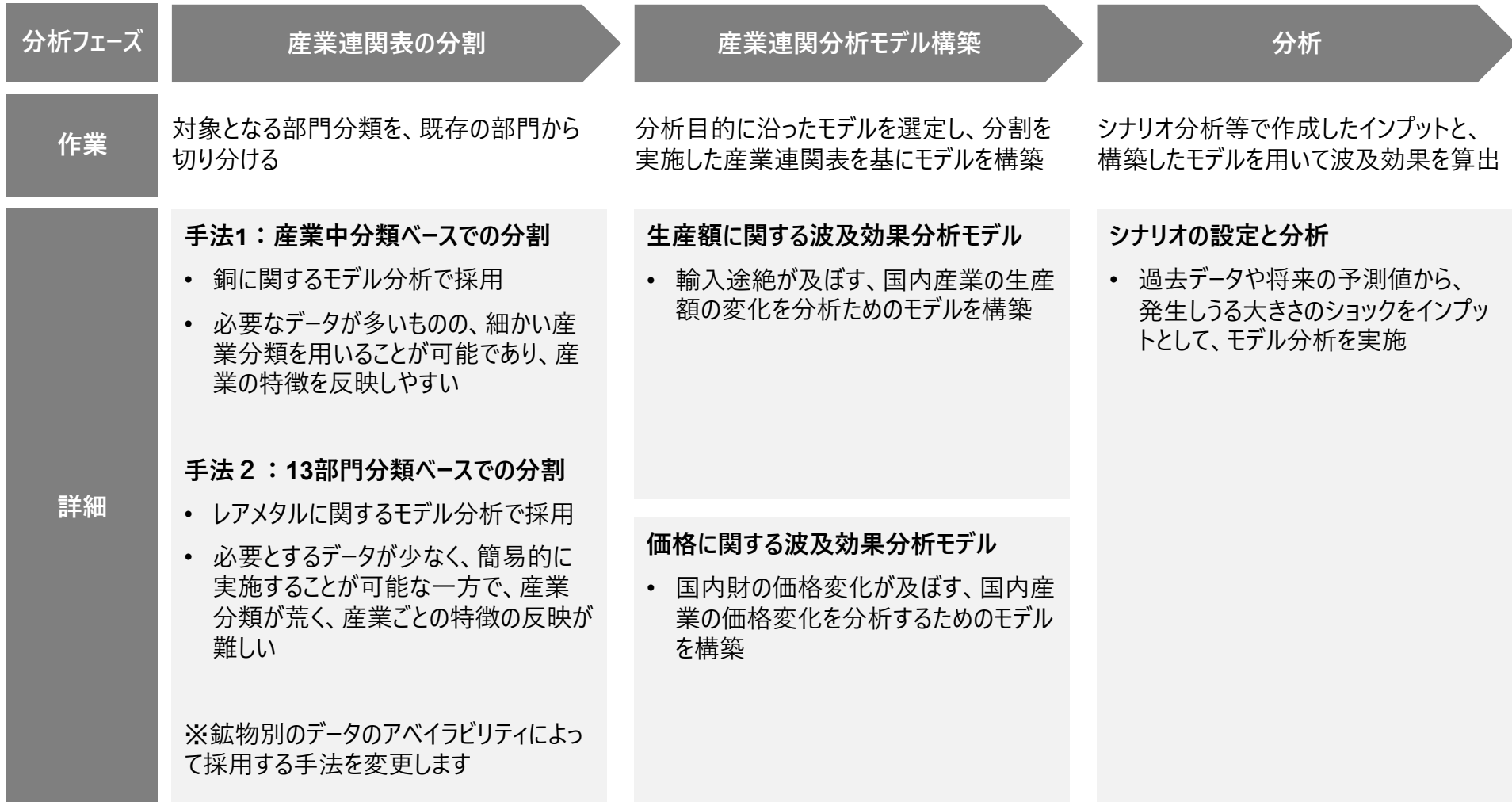
## 参考

**令和7年度経済産業政策関係調査事業  
(銅の経済安全保障強化に伴う分析調査事業)  
による調査結果 (一部抜粋)**

## 3.2.1 産業連関表による分析

# 本事業で実施した産業連関分析は、以下の流れに沿って実施いたしました

## 産業連関表分析の概要



# 生産額に関するインパクト指標については、佐野・長町(2022)で紹介されている産業連関表を用いた輸入途絶の分析を参考としました

## 文献調査：インパクト指標（1/2）

文献	佐野・長町. 供給ショックの生産・雇用への波及に関する分析フレームワークの提案. RIETI Policy Discussion Paper Series, 2022（以後、佐野・長町（2022））																														
分析の目的	輸入依存度や他産業への裾野の広さなどの産業毎の特性を踏まえつつ、 <b>供給ショックの影響を定量的に示す</b>																														
分析対象	特定部門における特定国からの <b>輸入途絶</b> による、国内産業の <b>生産額に関する影響</b> 、など																														
分析手法	<p><b>【概要】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>産業連関表を用いて、供給ショックの影響を定量化する「<b>前方連関分析</b>」を実施</li> </ul> <p><b>【詳細】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>経済波及効果分析で用いられる「<b>後方連関分析</b>」は、需要の変化が経済全体に及ぼす影響を分析</li> <li>本文献では、供給の変化が経済全体に及ぼす影響を分析することを目的に、「<b>前方連関分析</b>」を実施</li> <li>前方連関分析の代表的なモデルをベースとしつつ、中間財ごとの代替可能性を操作できるように改良</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start; margin-top: 20px;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; width: 150px; text-align: center;">             経済波及効果とは異なる 手法で分析         </div> <table style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td colspan="3" style="background-color: #d9ead3; padding: 5px;"><b>前方連関分析で考慮する箇所</b></td> <td colspan="3" style="background-color: #f4cccc; padding: 5px;"><b>後方連関分析で考慮する箇所</b></td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="padding: 5px;">産業連関表</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #d9ead3; padding: 5px;">中間投入</td> <td style="background-color: #d9ead3; padding: 5px;">最終需要</td> <td style="background-color: #d9ead3; padding: 5px;">生産額</td> <td style="background-color: #f4cccc; padding: 5px;">中間投入</td> <td style="background-color: #f4cccc; padding: 5px;">最終需要</td> <td style="background-color: #f4cccc; padding: 5px;">生産額</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #d9ead3; padding: 5px;">付加価値</td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="background-color: #f4cccc; padding: 5px;">付加価値</td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> <tr> <td style="background-color: #d9ead3; padding: 5px;">生産額</td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="background-color: #f4cccc; padding: 5px;">生産額</td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> </table> <div style="margin-left: 200px; margin-top: 10px;"> <span style="background-color: #d9ead3; width: 20px; height: 10px; display: inline-block; margin-right: 5px;"></span> : 考慮する箇所  <span style="background-color: #f4cccc; width: 20px; height: 10px; display: inline-block; margin-right: 5px;"></span> : 考慮しない箇所         </div> </div>	<b>前方連関分析で考慮する箇所</b>			<b>後方連関分析で考慮する箇所</b>			産業連関表						中間投入	最終需要	生産額	中間投入	最終需要	生産額	付加価値			付加価値			生産額			生産額		
<b>前方連関分析で考慮する箇所</b>			<b>後方連関分析で考慮する箇所</b>																												
産業連関表																															
中間投入	最終需要	生産額	中間投入	最終需要	生産額																										
付加価値			付加価値																												
生産額			生産額																												

# また、価格上昇の影響評価については、2002年にRIETIが実施している産業連関分析等による銅地金価格上昇の波及効果に関する分析から価格波及効果分析を参照しました

## 文献調査：インパクト指標（2/2）

文献	独立行政法人経済産業研究所， 社団法人資源・素材学会， 主要鉱物資源の供給障害が日本経済に及ぼす影響に関する調査研究， 2002， （以後、RIETI(2002)）
分析の目的	非鉄金属資源における供給障害の影響を事前に定量評価し、それを我が国の政策に反映させることで、非鉄金属資源の安定供給確保を図る
分析対象	銅鉱石・銅地金部門の価格の変化による国内産業の価格に関する影響、など
分析手法	<p>【概要】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>銅関連部門を分割した産業連関表を用いて、銅鉱石・銅地金価格が上昇した際の、価格波及効果を分析</li></ul> <p>【詳細】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>1995年産業連関表をベースに、銅関連産業に関する部門を分割した資源分析用産業連関表を作成</li><li>価格の波及効果を見るために、「均衡価格モデル」を採用<ul style="list-style-type: none"><li>価格の変化に応じた付加価値率の変化がないことを仮定した上で、価格の波及効果を分析</li></ul></li><li>銅鉱石・銅地金について、想定シナリオの価格上昇率を用い、シナリオごとに国内への波及効果を分析<ul style="list-style-type: none"><li>鉱石の鉱石取引の特徴を鑑み、国内品価格と輸入品価格は同率で価格変化すると仮定</li></ul></li></ul>
補足	後に言及する、2020年産業連関表における銅関連部門の分割についても、本文献を参考とした

# RIETI有識者ヒアリングでは、本事業への産業連関分析の適用が可能であることが確認出来ました

## RIETI有識者へのヒアリング結果

RIETI有識者に、産業連関表の分割やモデル構築についてヒアリングを実施

### ベースとする産業連関表

総務省「**2020年産業連関表**」を使用する方針が適切であることを確認

### 分割手法

RIETI(2002)の分割を本事業に適用することが可能であることを確認  
EV分割に関して、以下手法で分割可能であることを確認

EV分割	産出側	： 経済産業省「生産動態統計」で乗用車に占めるEVのシェア比率を算出し、按分
	投入側	： 次世代エネルギーシステム分析用産業連関表のEV投入係数を総務省表の部門体系に合わせて再集計し、投入構造として採用

### 分析手法

価格への波及効果 : RIETI(2002)の分析手法を本事業に適用することが可能であることを確認  
生産額への波及効果 : 佐野・長町(2022)を参考に均衡価格モデルを用いた価格波及効果分析を行う

# 銅に関する分析モデルは、文献・ヒアリング調査に基づき、銅関連部門及びEV部門について産業連関表を分割したうえで構築いたしました

## 産業連関分析モデルの構築（銅について）

### 産業連関表の分割

RIETI(2002)及び、有識者へのヒアリングをもとに、2020年産業連関表に対し**銅関連部門及びEV部門の分割**を実施

分割前（産業中分類）	分割後
その他の鉱業	銅鉱
	その他鉱業（銅鉱を除く。）
非鉄金属製錬・精製	銅地金
	非鉄金属製錬・精製（銅地金を除く。）
非鉄金属加工製品	銅電線
	伸銅品
	銅素形材
	非鉄金属加工製品（銅電線、伸銅品、銅素形材を除く。）
輸送機械	EV
	HV
	乗用車（EV、HV除く）
	輸送機械（EV、EH、その他乗用車を除く。）

### 分析モデルの構築

RIETI(2002)及び、有識者へのヒアリングをもとに、**価格及び生産額の波及効果**を分析するモデルを構築

#### モデル概要

価格について	<p>外生化する産業を<i>i</i>として計算 （本事業では銅、銅地金のうち1 or 2産業を外生化）</p> $\Delta p = [I - \bar{A}]^{-1} \cdot \sum_i s'_i \Delta p_i$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\Delta p</math> : 第<i>i</i>産業以外の価格の変化率</li> <li>• <math>\bar{A}</math> : 対象部門<i>i</i>を除いた投入係数行列</li> <li>• <math>s'_i</math> : 投入係数行列の対象部門第<i>i</i>行ベクトルを転置したもの</li> <li>• <math>\Delta p_i</math> : 対象の価格変動率ベクトル</li> </ul> <p>参考資料：RIETI（2002）</p>
	<p style="text-align: center;"><math>X' = V'[I - RB]^{-1}</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>X'</math> : ショック後国内生産額ベクトル</li> <li>• <math>V'</math> : ショック後付加価値額ベクトル</li> <li>• <math>B</math> : 配分係数行列</li> <li>• <math>R</math> : 生産残存率行列</li> </ul> <p>参考資料：佐野・長町（2022）</p>

## 3.2.2 CGEモデルによる分析

# CGEモデルによる政策評価事例としては、経済産業省における先端半導体の製造基盤整備の検証が挙げられ、本事業でも産業連関分析と併用することが望ましいと考えられます

## 文献調査：CGEモデルの活用事例－先端半導体の製造基盤整備の検証

### ■同事業での分析モデル案

#### 直接評価モデル

- 税収増加、雇用の増加といった効果をヒアリング等により直接測定

#### 産業連関分析

- 比較的簡便に試算が可能
- 産業内・産業間の影響を表す係数が固定化されており、長期の分析においては係数の変化に留意が必要

#### CGEモデル

- 大規模プロジェクトにて国際的に採用が増加
- 様々な経済主体の相互作用を分析でき、より現実に近い分析が可能
- また産業構造の変化等シナリオ分析も可能

### ■EBPMセンターからのアドバイス（抜粋）

（略）

- これらの手法については各々の特徴、制約はあるものの、概ね妥当なものと思われる。ただし、政策の実施に伴い想定される効果については、事業自体の進行と評価試算の実施に伴い継続的に改善していくこと、および前提となるデータ等も含め幅を持って評価していくことが望ましい。

（略）

- CGEモデルを使用した経済波及効果分析は、産業連関分析に比べると、細かい部門別への影響や地域への影響を限定して取り出す手法としては必ずしも適さない。しかしながら、建設フェーズを含めた各年に発生する経済への影響を評価しつつ、産業連関分析では評価できない他産業部門への影響といった産業構造の変化や、労働制約による影響も併せて日本経済全体への波及効果を試算することが可能である。また、各年の生産額（付加価値額）の増大に伴い、経年での資本投資額も増え、それに伴いさらに生産額が増えていく過程も併せて試算できるものと期待できるため、このような分析手法を用いることは有用である。

（略）

出所：RIETI(2022)「先端半導体の製造基盤整備事業に関する検証シナリオ（第一次案）についてのRIETI EBPMセンターからのアドバイス」

# CGEモデルは、世界的に普及している標準的なモデルであるGTAPをベースとしました

## CGEモデルの構築

採用データ	GTAP Circular Economy Data Base（以後、GTAP-CE） ※GTAP Data Base 11に基づき、銅地金や銅鉱石などを分割したデータベース
ベースとしたモデル	GTAP Power ※公開されているGTAPモデルのうち、GTAP-CEに対応したモデル
調整項目	<p>供給途絶（国内・海外問わず供給が大幅減少）の影響を評価するために、銅鉱石・銅地金における国内製品と海外製品の代替が出来ないモデルに変更（アーミントン弾力性の値を小さい値へと変更）</p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ 銅鉱石について：<ul style="list-style-type: none"><li>銅鉱石の国内生産額が0であることを反映</li><li>銅鉱石の輸入が滞った場合、国内で銅鉱石を追加的に生産することを防ぐ</li></ul></li><li>■ 銅地金について：<ul style="list-style-type: none"><li>銅地金の国内生産が滞った場合、輸入によって銅地金を補填することを防ぐ</li></ul></li></ul> <p>地域の分割を日本とその他世界（Rest of the World）の2か国モデルに変更</p>

### 3.3 モデル分析の前提条件とシナリオの設定

### 3.3.1 銅

# 銅鉱石供給途絶ケースおよび銅地金価格上昇ケースではそれぞれ、以下のシナリオを基に試算を行っています

## 分析シナリオの概要

### 銅鉱石供給途絶ケース

#### インプット：輸入量減少%

- 将来のグローバルの銅鉱石の供給予測と過去の日本の貿易統計の値を基に推定

計算例	2021		2050
S&P Global 予測 グローバル銅鉱石シェアに占める チリの割合	26.3%	3.8%減	25.3%
貿易統計2021年 日本の銅鉱石輸入シェアに占 めるチリの割合	38.3%	3.8%減	2050年 推計： 36.9%

日本の銅鉱石輸入シェアがグローバルの銅鉱石シェアに連動すると仮定する場合、2050年に日本がチリから輸入する銅鉱石は全体の輸入の約37%（輸入量ベース）を占める。なお、シミュレーション上では、輸入量の変化を金額ベースに変換し、インプット条件を「日本の輸入額減少率」とし、-37%とおいた。

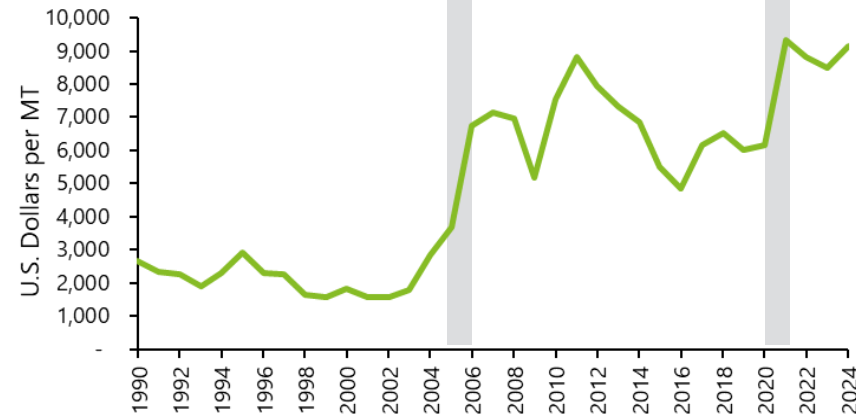
モデル	シナリオ	インプット
産業連関モデル・CGEモデル	2050年にチリからの銅鉱石の供給が途絶	銅鉱石輸入額37%減

### 銅地金価格上昇ケース

#### インプット：価格変動幅

- 過去に実際に起こった価格変動パターンを基に設定（産業連関モデルのみ）

銅地金価格の推移  
中国需要の急増（05-06年 83%増）  
コロナによる電化製品特需（20-21年 51%増）



モデル	シナリオ	インプット
産業連関モデル	20-21年のコロナによる電化製品特需と同程度のショックが発生	銅地金価格51%上昇

出所：S&P Global. The Future of Copper: Will the Looming Supply Gap Short-circuit the Energy Transition? July 2022、貿易統計、Federal Reserve Bank of St. Louis. Producer Price Index by Commodity: Copper Base Scrap. FRED, Federal Reserve Bank of St. Louis.

## 3.4.1 銅

# 本事業とRIETI(2002)の分析結果には差異が観察されますが、その差は銅地金価格の上昇から説明することが可能です

## 産業連関表分析モデルの妥当性の確認 - 過去分析との比較

分析の概要：銅地金・銅鉱石の価格が変化した場合の、国内部門における**価格の変化率（波及効果）**を分析  
 インプット：銅地金の価格が**50%上昇**し、銅鉱石の価格は変化していない状況を想定  
 ※RIETI(2002)との比較のため、同じ数値をインプットとして分析を実施

### 価格波及効果に関する今回の分析結果とRIETI(2002)の比較

部門	本事業	RIETI(2002)
銅線	19.75%	12.53%
伸銅品	18.20%	9.01%
銅素形材	6.70%	1.64%
EV	0.41%	-
乗用車（EV,HVを除く。）	0.39%	-
HV	0.38%	-
自動車	-	0.13%

▶ RIETI(2002)と比較して、銅地金価格の影響がより大きく波及している

波及効果が大きく出ている背景として、銅地金価格の上昇が挙げられる  
 実際、銅地金の国際価格は1995年から2020年にかけて約**2倍**になった（同期間で、日本の総合CPIは約4%増）  
 その結果、中間投入財の中で相対的に銅地金の投入金額が増加し、各部門における銅地金の投入係数が増加した結果、銅地金価格の変化がより大きく波及するようになったと考えられる

### 銅線・伸銅品部門における銅地金の投入係数の比較

部門	本事業		RIETI(2002)
銅線	0.38	>	0.24
伸銅品	0.36	>	0.18

▶ RIETI(2002)との差は、銅地金価格の上昇から説明することが可能である

# 産業連関分析モデルを用いてシナリオ分析を実施したところ、チリからの銅鉱石輸入が全て途絶するシナリオでは生産額の波及効果が-1.68兆円と算出されました

## 産業連関表を用いたシナリオ分析：銅

### 生産額に関する波及効果

インプット：2050年にチリからの銅鉱石輸入が全て途絶することを想定（銅鉱石の輸入額は37%減）

### 生産額に関する波及効果（一部抜粋）

部門	生産額の変化額	生産額の変化率
銅地金	-2,742億円	-25.46%
その他非鉄金属精製・精錬	-2,047億円	-8.11%
非鉄金属加工製品（銅電線、伸銅品、銅素形材を除く。）	-1,324億円	-4.45%
銅線	-1,002億円	-10.79%
伸銅品	-710億円	-11.51%
産業用電気機器	-639億円	-0.78%
通信・映像・音響機器	-217億円	-0.71%
EV	-12億円	-0.55%
<b>生産額の波及効果合計</b>	<b>-1兆6,845億円</b>	<b>-0.16%</b>

### 価格に関する波及効果

インプット：2020-21年のコロナ禍での電化製品特需と同程度のショックが起きることを想定（銅地金価格は51%増）

### 価格に関する波及効果（一部抜粋）

部門	価格の変化率
銅地金	+51.00%
銅線	+20.14%
伸銅品	+18.56%
銅素形材	+6.84%
通信・映像・音響機器	+0.98%
産業用電気機器	+0.82%
その他の電子部品	+0.59%
民生用電気機器	+0.53%
EV	+0.41%

# CGEモデルを用いて銅鉱石輸入が途絶した状況をシミュレーションしたところ、国内産業における生産額の波及効果は-2.08兆円、実質GDPの減少額は-4,910億円と算出されました

## CGEモデルを用いたシナリオ分析：銅（1/2）

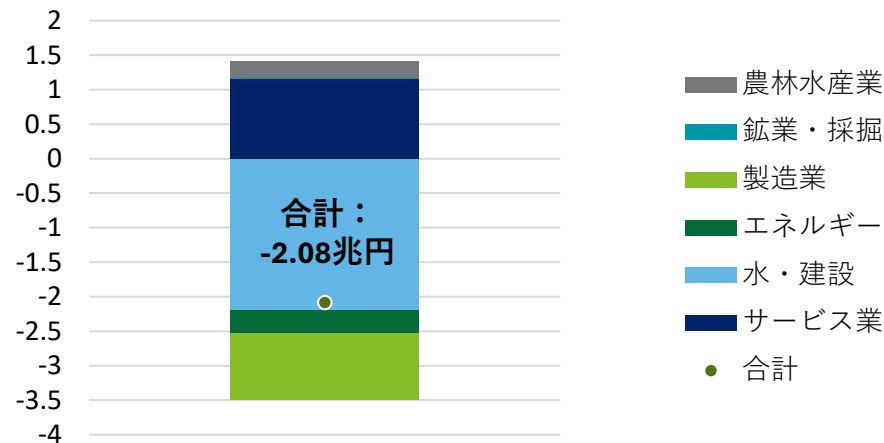
※CGEモデルでは価格と生産額が相互に影響し合うため、ショックを与える変数は片方であることが望ましい。またモデル内で考慮できる変数のうち銅鉱の価格が生産額/輸出入額以外の要素で上昇することは考えづらく、生産額に関するショックを採用した

### 生産額に関する波及効果

インプット：世界の銅鉱石生産額が3.3%減少\*1し、日本の銅鉱石輸入額が37%減少\*2した状況を想定

### 国内産業における生産額の波及効果（変化額）

(兆円)



### 実質GDPへの影響

地域	変化額	変化率
日本	-4,910億円	-0.09%
その他世界	-15,148億円	-0.02%

銅鉱石の輸入途絶により、製造業、建設業中心に国内生産額が減少

一方で、CGEモデルにおける代替効果によりサービス業の国内生産額は上昇したものの、累計で生産額の波及効果は-2.08兆円と算出

※本事業で採用しているデータベースは2017年を基準としており、データを更新することで継続した観察が可能

\*1： GTAPデータベースにおいて世界の銅鉱石生産額の3.3%と日本の銅鉱石輸入額の37%は同額であり、輸入途絶分の生産額が減少したと仮定

\*2： チリの銅鉱石が供給途絶するケースを想定し、日本の銅鉱石輸入額が37%減になると仮定した（p.50）

# 同シナリオを用いてシミュレーションを実施したところ、製造業や鉱業・採掘部門を中心に価格の上昇が観察されました

## CGEモデルを用いたシナリオ分析：銅（2/2）

※CGEモデルでは価格と生産額が相互に影響し合うため、ショックを与える変数は片方であることが望ましい。またモデル内で考慮できる変数のうち銅鉱の価格が生産額/輸出入額以外の要素で上昇することは考えづらく、生産額に関するショックを採用した

### 価格に関する波及効果

インプット：世界の銅鉱石生産額が3.3%減少\*1し、日本の銅鉱石輸入額が37%減少\*2した状況を想定

### 製造業における価格波及効果の内訳

部門	変化率	産業連関モデルの結果との差異が生じる理由に関する考察
銅地金、銅関連製品	+278.37%	産業連関モデルでは銅地金価格+51%上昇を直接反映させた一方、CGEモデルでは世界の銅鉱石生産額3.3%減少、日本の銅鉱石輸入額37%減少を前提とした。その結果、CGEモデル上では銅鉱石の輸入途絶により、製造業を中心に価格が上昇し、世界的な銅鉱石生産が減少したことにより、国内の価格上昇圧力だけでなく、グローバルな価格上昇圧力がかかり、銅地金、銅関連製品価格+278%の大きな波及効果が算出された。
銅地金（リサイクル）	+78.05%	
電気機器	+10.40%	
非鉄金属 casting	+8.49%	左記の結果は、銅地金価格+278%上昇をインプットとして計算した場合の結果とも解釈でき、この違いが両モデル間の結果の差異を生じさせている。
コンピュータ・電子・光学機器	+5.93%	
自動車及び同部品	+5.04%	

銅鉱石の輸入途絶により、銅地金、銅関連製品の価格が大きく上昇、銅地金以外の製造業についても、銅地金の価格上昇に伴い、産業連関表と比較して大きく価格が波及している

\*1：GTAPデータベースにおいて世界の銅鉱石生産額の3.3%と日本の銅鉱石輸入額の37%は同額であり、輸入途絶分の生産額が減少したと仮定

\*2：チリの銅鉱石が供給途絶するケースを想定し、日本の銅鉱石輸入額が37%減になると仮定した（p.50）

# 同シナリオを用いてシミュレーションを実施したところ、製造業や鉱業・採掘の産業を中心に価格の上昇が観察されました

## CGEモデルを用いたシナリオ分析：銅（2/2）

※CGEモデルでは価格と生産額が相互に影響し合うため、ショックを与える変数は片方であることが望ましい。またモデル内で考慮できる変数のうち銅鉱の価格が生産額/輸出入額以外の要素で上昇することは考えづらく、生産額に関するショックを採用した

### 価格に関する波及効果

インプット：世界の銅鉱石生産額が3.3%減少\*1し、日本の銅鉱石輸入額が37%減少\*2した状況を想定

#### 国内産業における価格波及効果

産業	変化率		
	最小値	平均値	最大値
製造業	-3.45%	18.28%	278.37%
鉱業・採掘	-2.16%	17.07%	60.96%
エネルギー	-3.30%	0.04%	9.33%
サービス業	-3.90%	-3.01%	0.41%
水・建設	-2.55%	-1.11%	0.33%
農林水産業	-2.50%	-2.00%	-0.35%

※産業によって部門内の影響幅が異なる

#### 製造業における価格波及効果の詳細 (部門別、抜粋)

部門	変化率	産業連関モデルの結果との差異が生じる理由に関する考察
銅地金、銅関連製品	+278.37%	産業連関モデルでは銅地金価格+51%上昇を直接反映させた一方、CGEモデルでは世界の銅鉱石生産額3.3%減少、日本の銅鉱石輸入額37%減少を前提とした。その結果、CGEモデル上では銅鉱石の輸入途絶により、製造業を中心に価格が上昇し、世界的な銅鉱石生産が減少したことにより、国内の価格上昇圧力だけでなく、グローバルな価格上昇圧力がかかり、銅地金、銅関連製品価格+278%の大きな波及効果が算出された。
銅地金（リサイクル）	+78.05%	
電気機器	+10.40%	
非鉄金属鑄造	+8.49%	
コンピュータ・電子・光学機器	+5.93%	
自動車及び同部品	+5.04%	

左記の結果は、銅地金価格+278%上昇をインプットとして計算した場合の結果とも解釈でき、この違いが両モデル間の結果の差異を生じさせている。

銅鉱石の輸入途絶により、銅地金、銅関連製品の価格が大きく上昇、銅地金以外の製造業についても、銅地金の価格上昇に伴い、産業連関表と比較して大きく価格が波及している

\*1：GTAPデータベースにおいて世界の銅鉱石生産額の3.3%と日本の銅鉱石輸入額の37%は同額であり、輸入途絶分の生産額が減少したと仮定

\*2：チリの銅鉱石が供給途絶するケースを想定し、日本の銅鉱石輸入額が37%減になると仮定した（p.50）

# 輸入途絶が与える国内部門の生産額に関する波及効果については、輸入に大きく依存している銅鉱石の方が、より大きい影響を及ぼすことがわかりました

## 銅鉱石と銅地金の生産額波及効果に関する比較

分析の概要：銅鉱石の輸入額が変化した場合の、国内部門への生産額に関する波及効果を分析

インプット：銅鉱石の輸入額が30%減少する状況を想定

※このとき銅鉱石にの国内生産額 + 輸入額の変化率は約**30%減**

国内における銅鉱石の消費分については、ほぼ全てを輸入に依存しており、**輸入途絶の影響が大きい**

### 輸入途絶による生産額に関する波及効果（銅鉱石のみ変化）

部門	変化額	変化率
銅地金	-2,223億円	-20.64%
銅線	-813億円	-8.75%
伸銅品	-576億円	-9.33%
産業用電気機器	-518億円	-0.64%
EV	-10億円	-0.45%

分析の概要：銅地金の輸入額が変化した場合の、国内部門への生産額に関する波及効果を分析

インプット：銅地金の輸入額が30%減少する状況を想定

※このとき銅地金の国内生産額 + 輸入額の変化率は約**0.35%減**

銅地金は国内でも多く生産していることから、輸入が途絶したとしても、その影響は**小さい**

### 輸入途絶による生産額に関する波及効果（銅地金のみ変化）

部門	変化額	変化率
銅地金	-0.3億円	-0.00%
銅線	-13億円	-0.14%
伸銅品	-8億円	-0.13%
産業用電気機器	-5億円	-0.01%
EV	-0.07億円	-0.00%



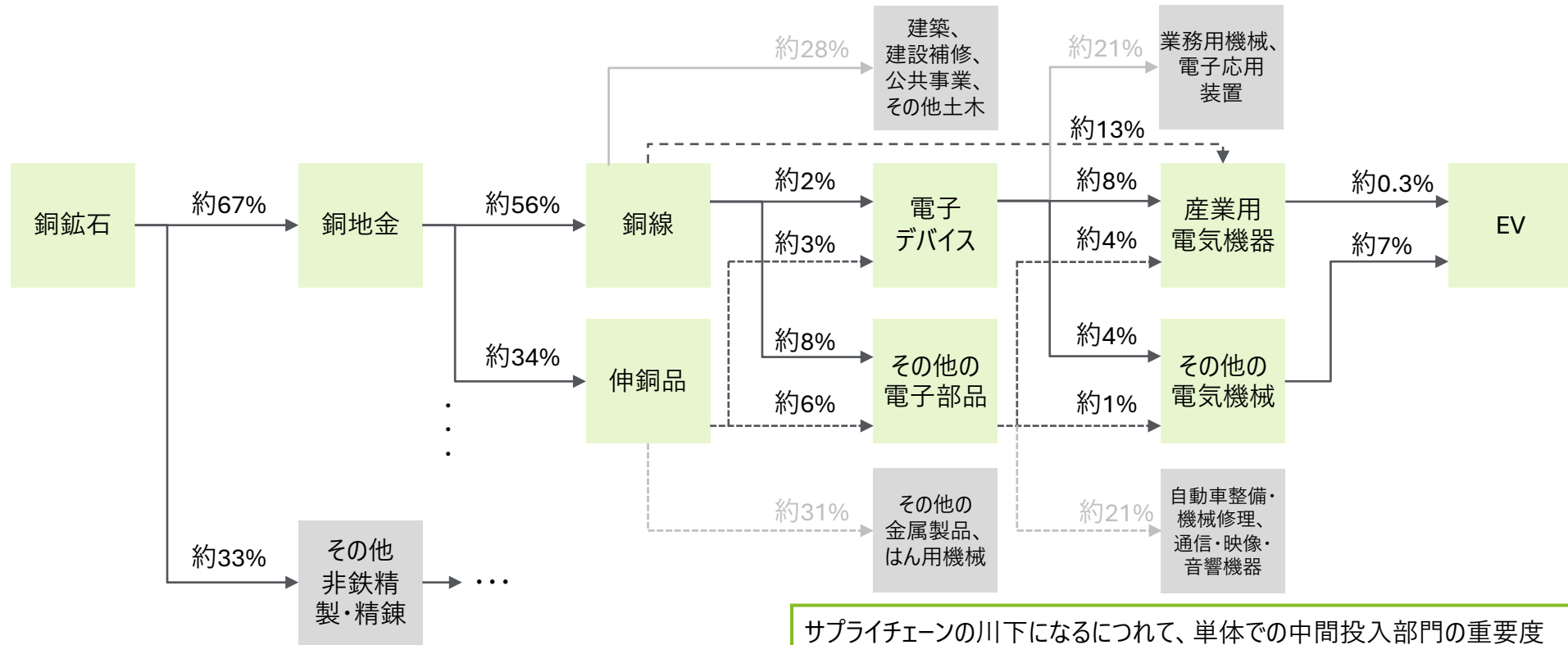
輸入途絶が与える国内生産額に関する影響は、銅地金よりも銅鉱石の方がより大きい波及効果を与える

# 銅鉱石や銅地金のショックがEVに大きく波及しない背景として、サプライチェーンの川下に移るにつれて、ショックの影響が分散することが挙げられます

## (参考) 銅鉱石からEVまでのサプライチェーンの流れ

図の概要：ある部門から他部門に産出される生産額の内訳を整理

抜粋の基準：EVの中間投入部門のうち、製造業と関連するものの中で**主要な中間投入**となる部門を抜粋



サプライチェーンの川下になるにつれて、単体での中間投入部門の重要度は下がり、川上に位置する銅鉱石や銅地金の影響は分散される

※上記の数字は産業連関表の各値に対し、行方向の内生部門計で除することで求めた