

鉱物資源マテリアルフロー

－ 銅・ニッケル・コバルト・リチウムについて －

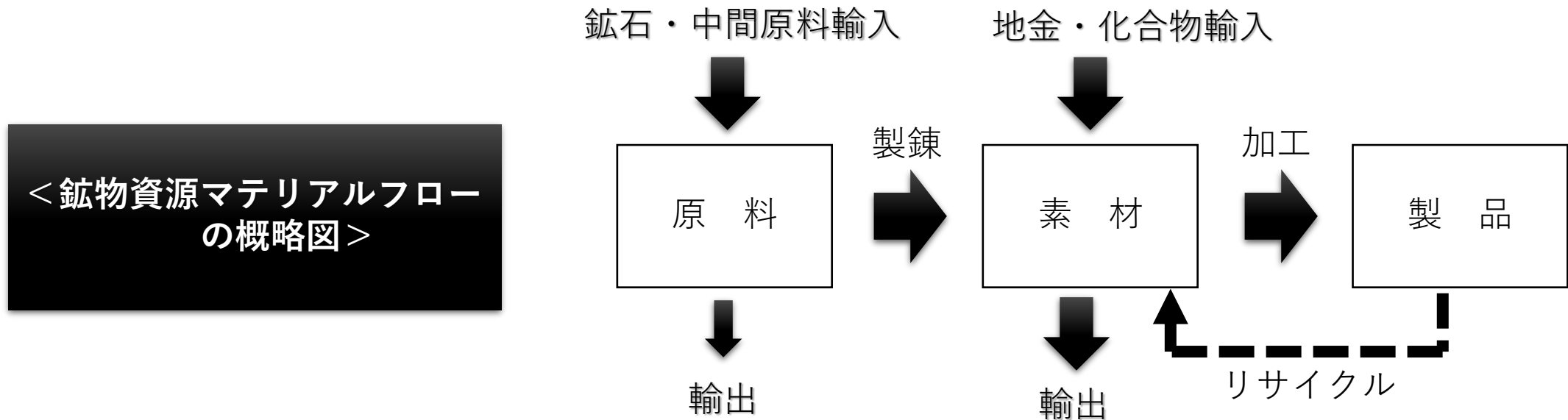
石油天然ガス・金属鉱物資源機構
金属企画部調査課 原田 武

はじめに

- **JOGMECとは**：JOGMECは経済産業省傘下の政策実施機関。資源の安定供給のための様々な民間支援ツールを実施。例えば、リスクの高い探鉱や鉱山開発などの上流プロジェクト支援、レアメタル備蓄などの事業を実施。
- **鉱物資源マテリアルフロー**：JOGMECでは、鉱物資源マテリアルフロー調査として、我が国に鉱物資源がどのような形態で輸入され、どのように国内で加工され利用されているかを鉱種ごと、年度ごとに統計情報を整理して調査分析してきた。金属鉱物の安定供給の観点から、国内の需給動向を的確に把握することの重要性を認識し、上流プロジェクトを検討する上でも、政策に資する情報としても重要と考えている。

鉍物資源マテリアルフローとは

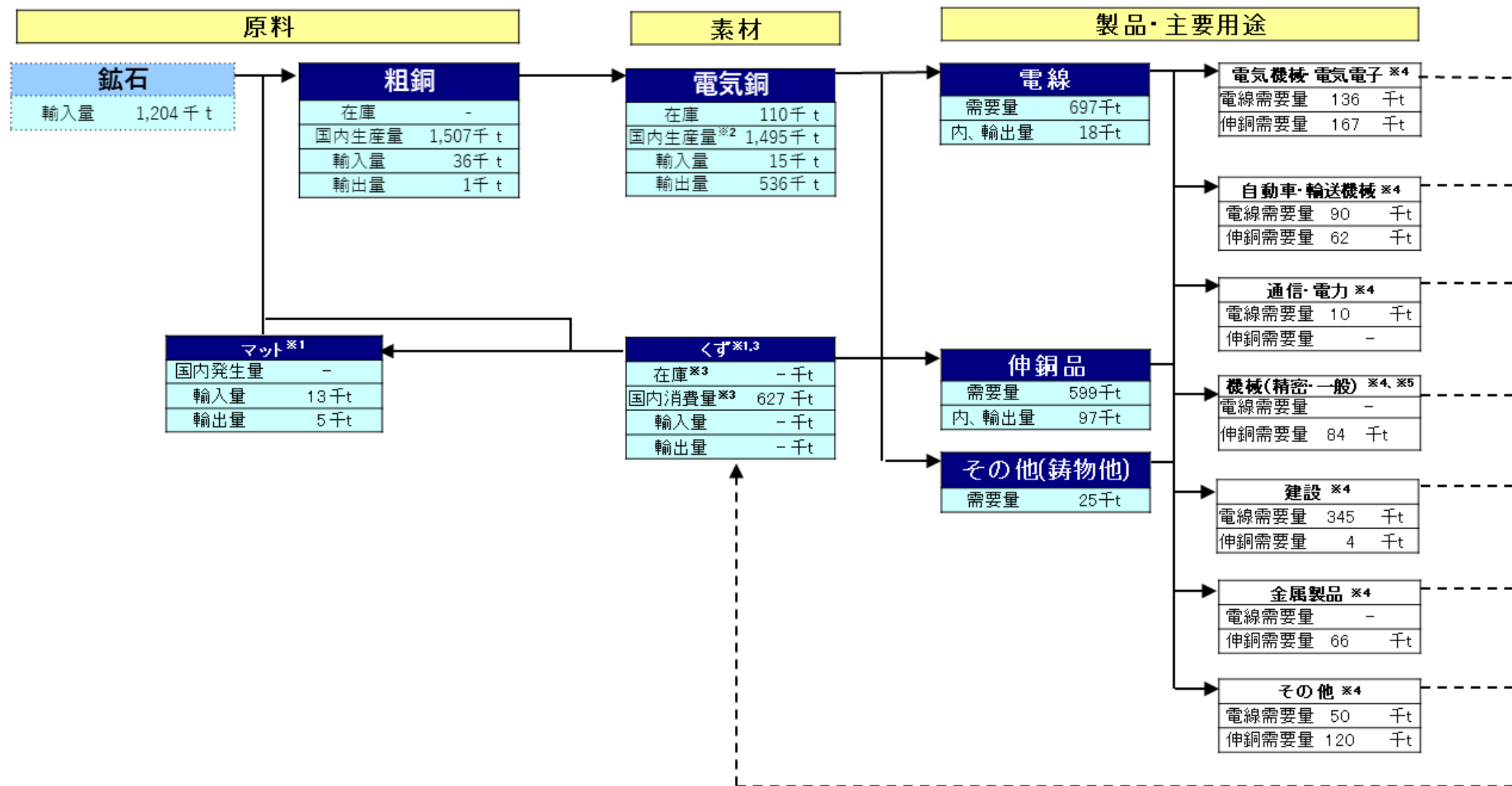
- 金属の流れを鉍種（金属鉍物の種類）ごとに分析するためのツール。
- 国内における、原料から製品までの金属の流れを図化し、網羅的かつ定量的に把握する。
- 国内統計データ等を活用して、金属の純分量（金属含有量）を明示する。
- 原料とは、鉍山にて採掘された鉍石、現地で処理された精鉍や中間原料。
- 素材とは、純度の高い金属地金や化学物質、製品になる一歩手前の金属。



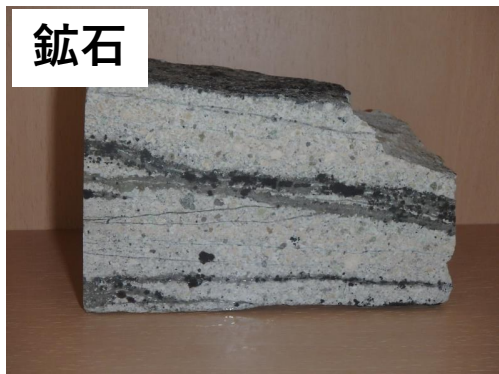
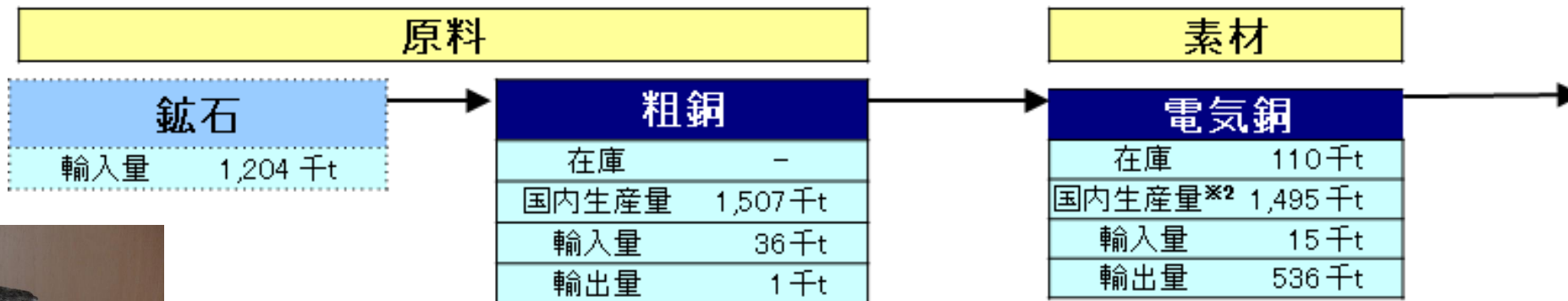
- 銅、ニッケル、コバルト、リチウムについて、輸入される原料や素材の由来について、お話ししたい。

銅

銅のマテリアルフロー（2019年）



銅の原料から素材まで



銅鉱石



・銅含有量：1%前後



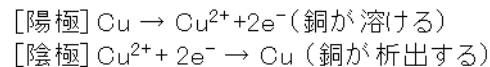
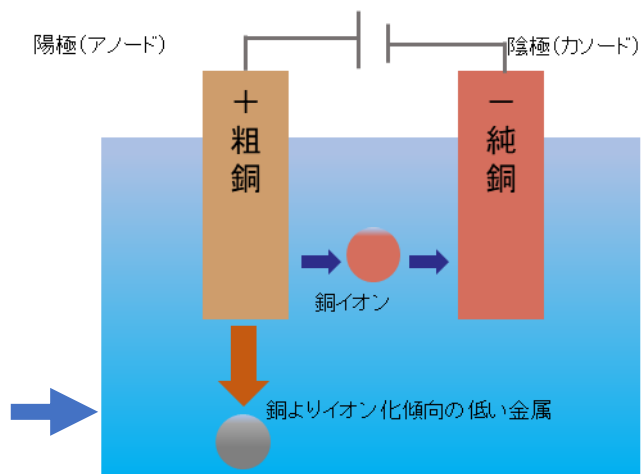
精銅

・銅含有量：30%前後



溶錬

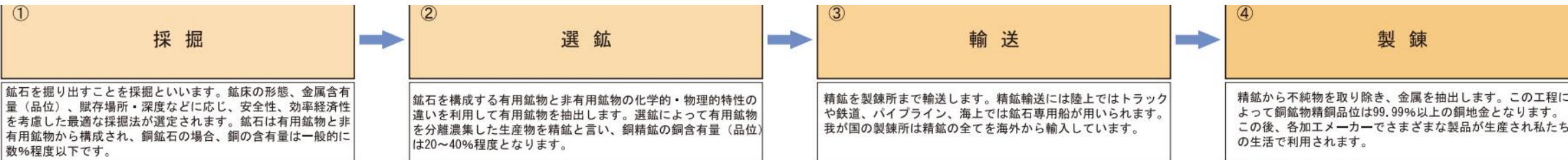
電解精製の原理



電気銅
 (銅地金、カソード)
 ・銅含有量：99.99%



銅鉱山から製錬所までのロジスティクス



① 採掘
 鉱石を掘り出すことを採掘といいます。鉱床の形態、金属含有量（品位）、賦存場所・深度などに応じ、安全性、効率経済性を考慮した最適な採掘法が選定されます。鉱石は有用鉱物と非有用鉱物から構成され、銅鉱石の場合、銅の含有量は一般的に数%程度以下です。



大規模な露天掘り鉱山では、一日10万t以上もの鉱石が採掘されています。

② 選鉱
 鉱石を構成する有用鉱物と非有用鉱物の化学的・物理的特性の違いを利用して有用鉱物を抽出します。選鉱によって有用鉱物を分離濃集した生産物を精鉱と言います。銅精鉱の銅含有量（品位）は20~40%程度となります。



選鉱場では粒径10~50cmあった鉱石が、粒径数10μm程度まで細かくされ、有用鉱物が分離・回収されます。

③ 輸送
 精鉱を製錬所まで輸送します。精鉱輸送には陸上ではトラックや鉄道、パイプライン、海上では鉱石専用船が用いられます。我が国の製錬所は精鉱の全てを海外から輸入しています。



精鉱の陸上輸送にはトラックや鉄道が主に用いられます。その他パイプラインやベルトコンベアが使用されることもあります。

④ 製錬
 精鉱から不純物を取り除き、金属を抽出します。この工程によって銅鉱物精銅品位は99.99%以上の銅地金となります。この後、各加工メーカーでさまざまな製品が生産され私たちの生活で利用されます。



製錬所では精鉱を炉で溶かし、金属を抽出します。



尾鉱を貯蔵するたい積場は、環境保全のための重要な鉱山設備です。近年、尾鉱に含まれる僅かな量の有用鉱物を回収することも検討されています。



選鉱工程で分離された非有用鉱物（尾鉱）はシクナーを経てたい積場へ送られます。

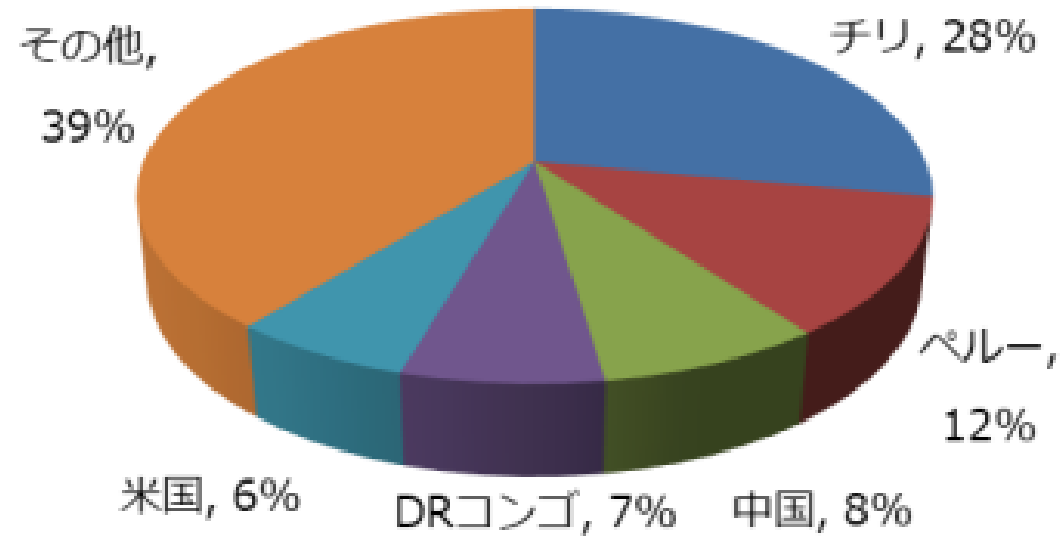


我が国の製錬所では、国全体で約1ヶ月分の生産量に相当する8万~10万tの精鉱を常時貯留しています。

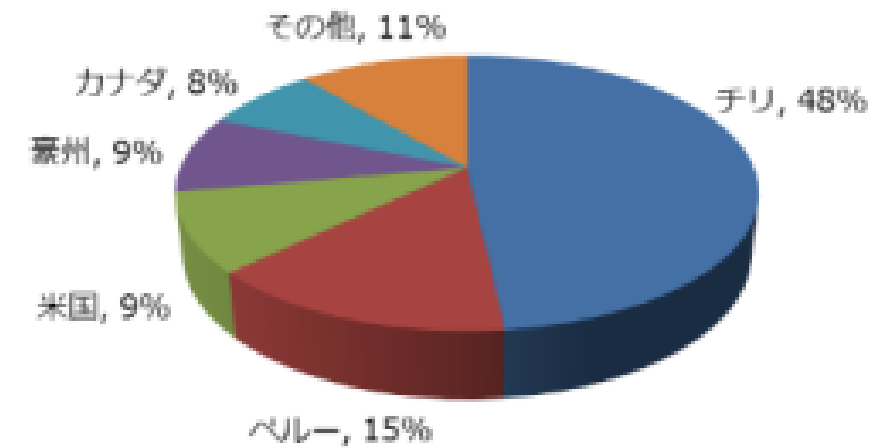


世界の銅鉱石生産国及び日本の輸入相手国

世界の銅鉱石生産量（国別）合計 20,747千 t

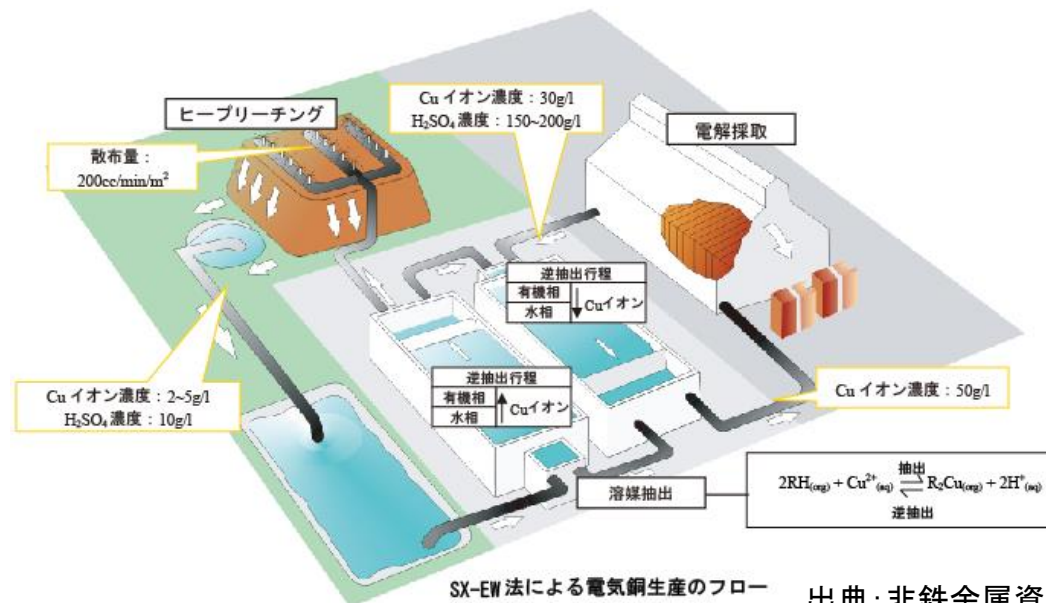
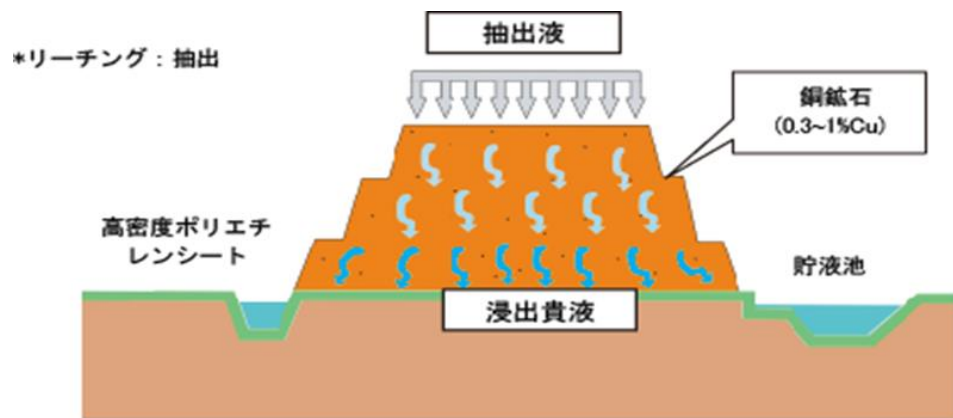


日本の銅鉱石輸入量（相手国別）
(2019年合計 1,204千 t)



※マテリアルフロー2020

銅酸化鉱や二次硫化鉱の湿式製錬（リーチング、SX-EW）



SX-EW 法による電気銅生産のフロー

出典：非鉄金属資源開発技術のしおり (JOGMEC)

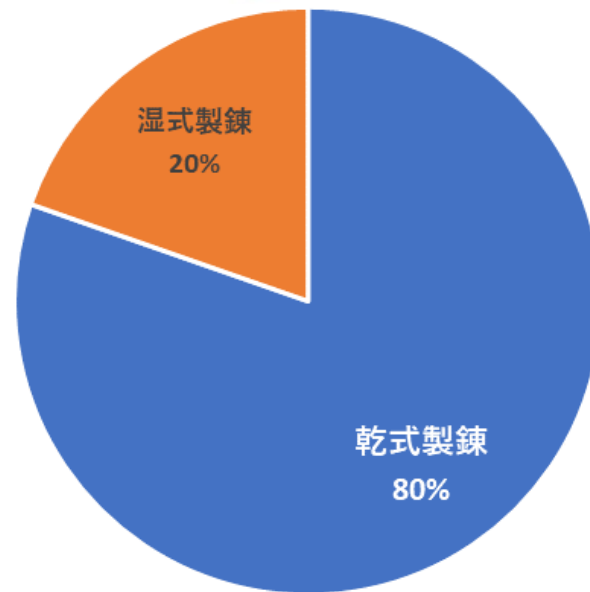
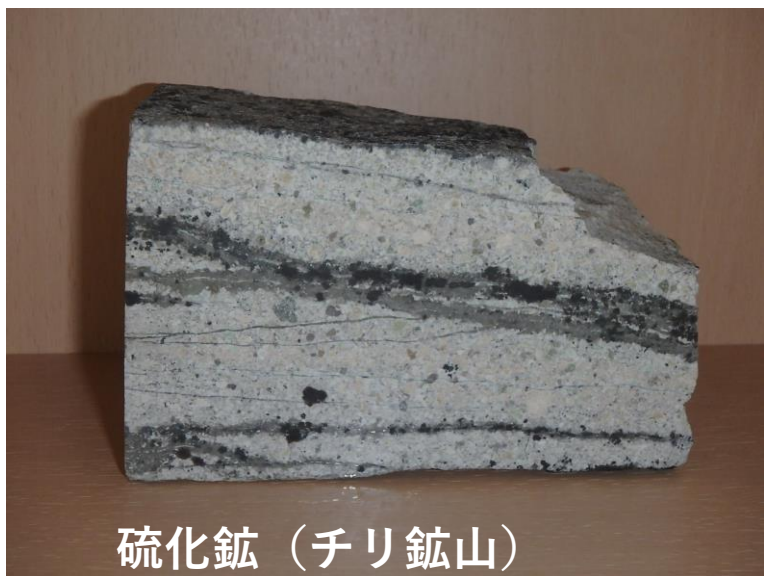


図. 世界の銅生産量（処理工程別）
 COPPER BULLETIN May 2022
 2020年生産実績20,662.4tCuベース

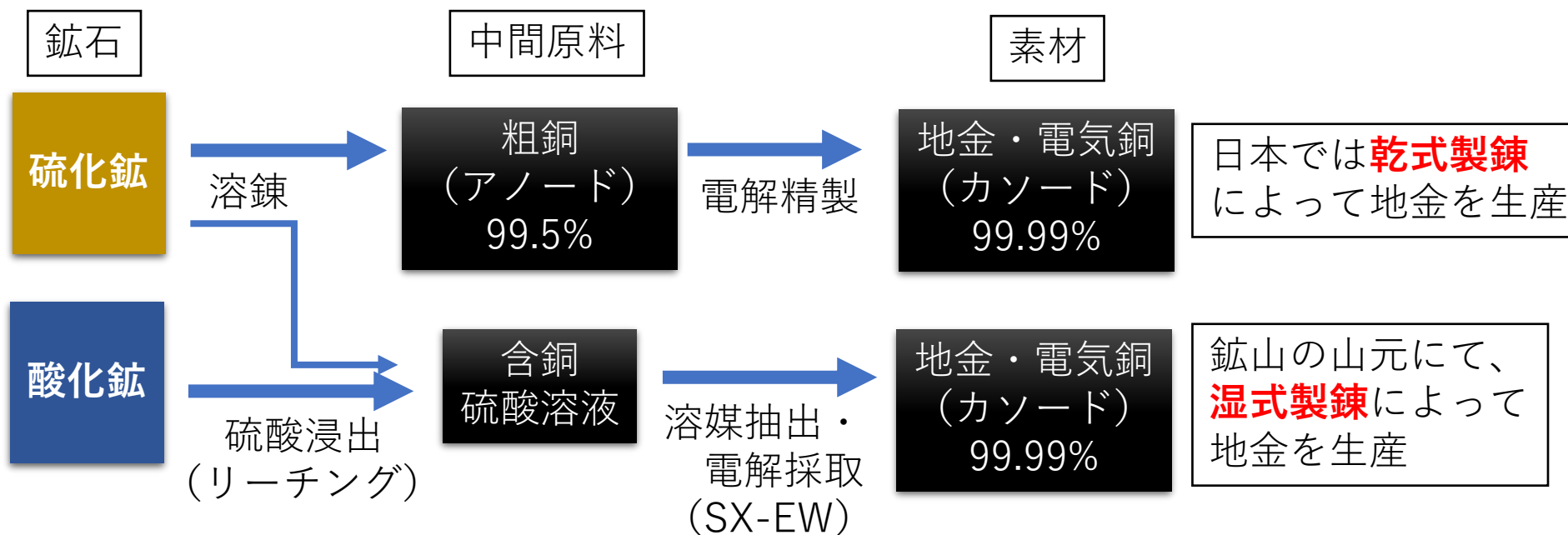
銅原料から素材のフロー



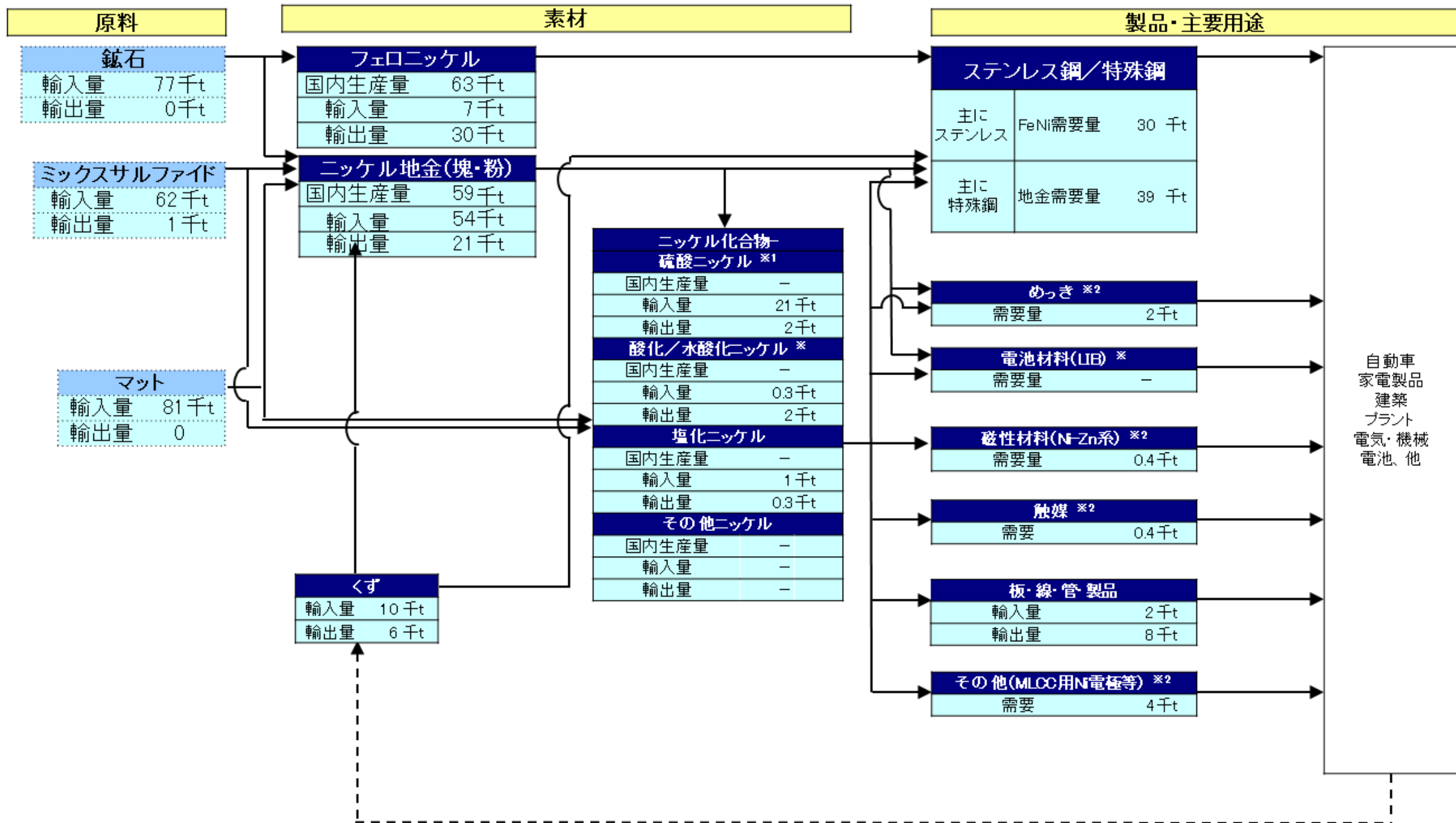
硫化鉱 (チリ鉱山)



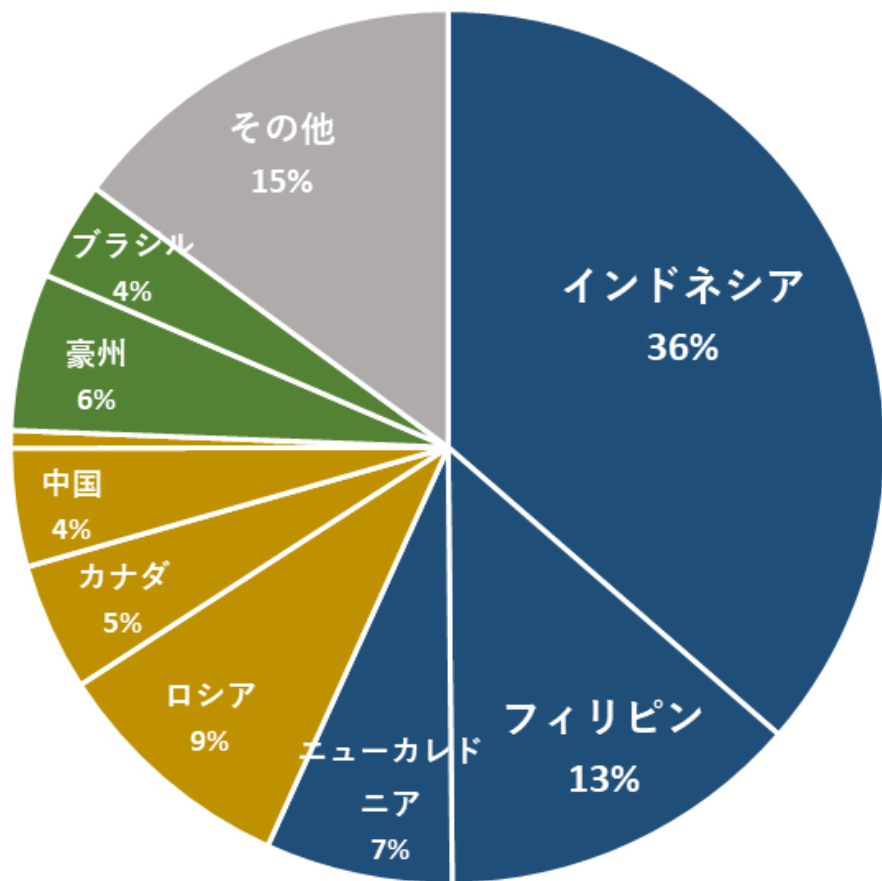
酸化鉱 (チリ鉱山)



ニッケル

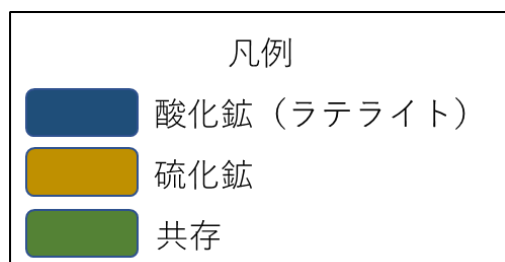


ニッケル原料について



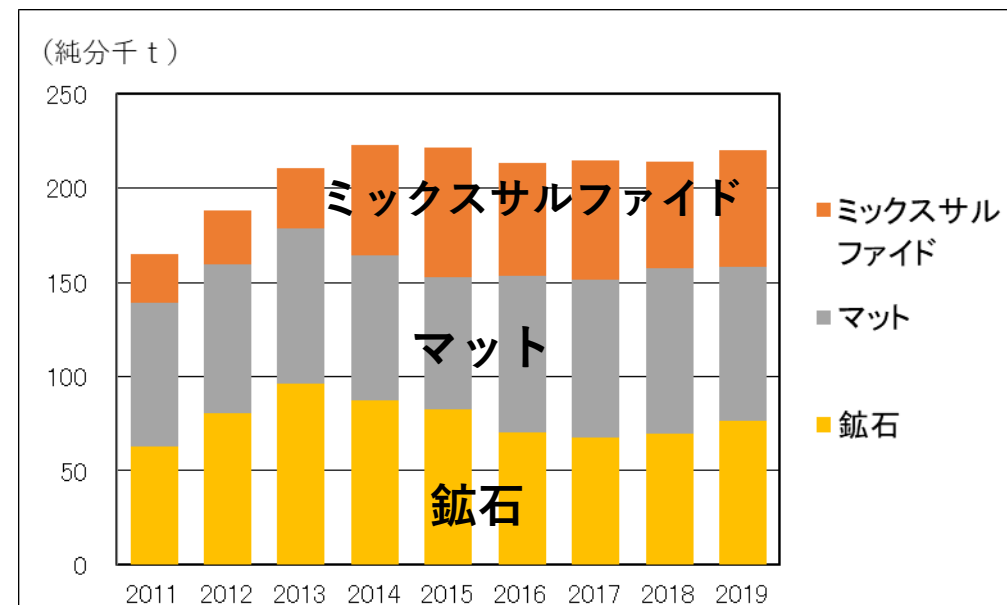
世界のニッケル鉱石生産量 (国別)

※数字はUSGS2022データ



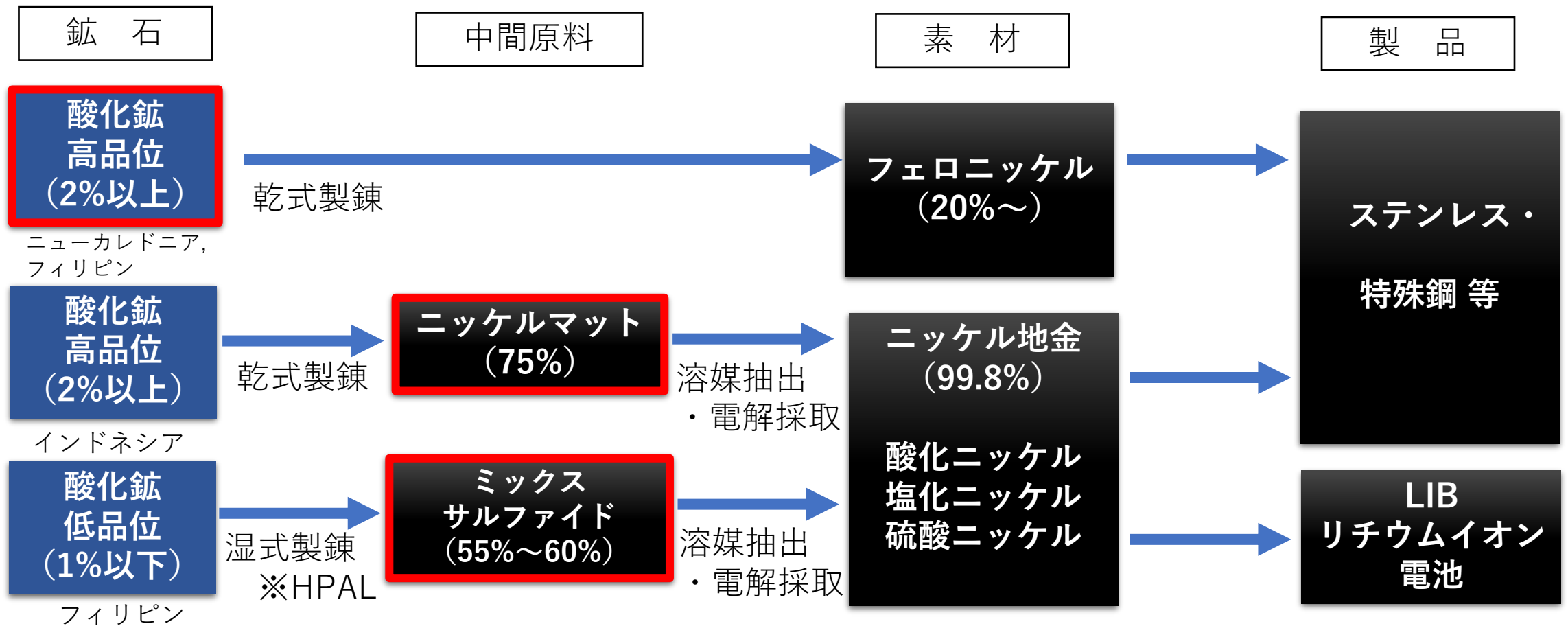
原料	ニッケル含有量	原産地
鉱石 (酸化鉱、ラテライト鉱)	2%以上	フィリピン、 ニューカレドニア
ミックスサルファイド (Ni Co 混合硫化物)	55~60%	フィリピン
ニッケルマット	75%	インドネシア

日本に輸入されるニッケル原料



ニッケル原料の輸入量の推移

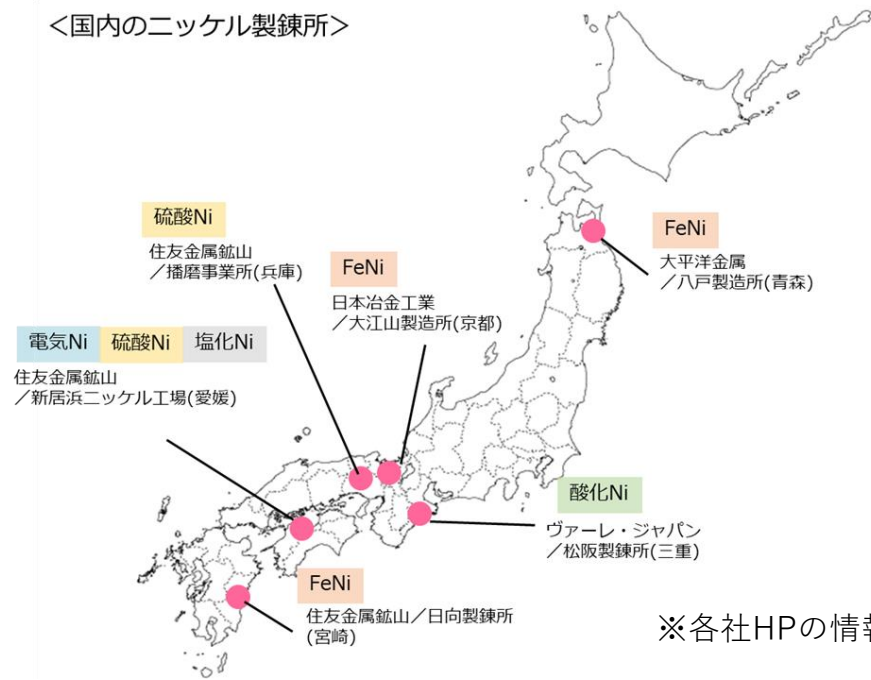
※マテリアルフロー2020



※ HPAL : High Pressure Acid Leach ; 高压硫酸浸出

※ **赤枠** は日本が輸入している原料。
() 内はニッケルの含有率。

<国内のニッケル製錬所>

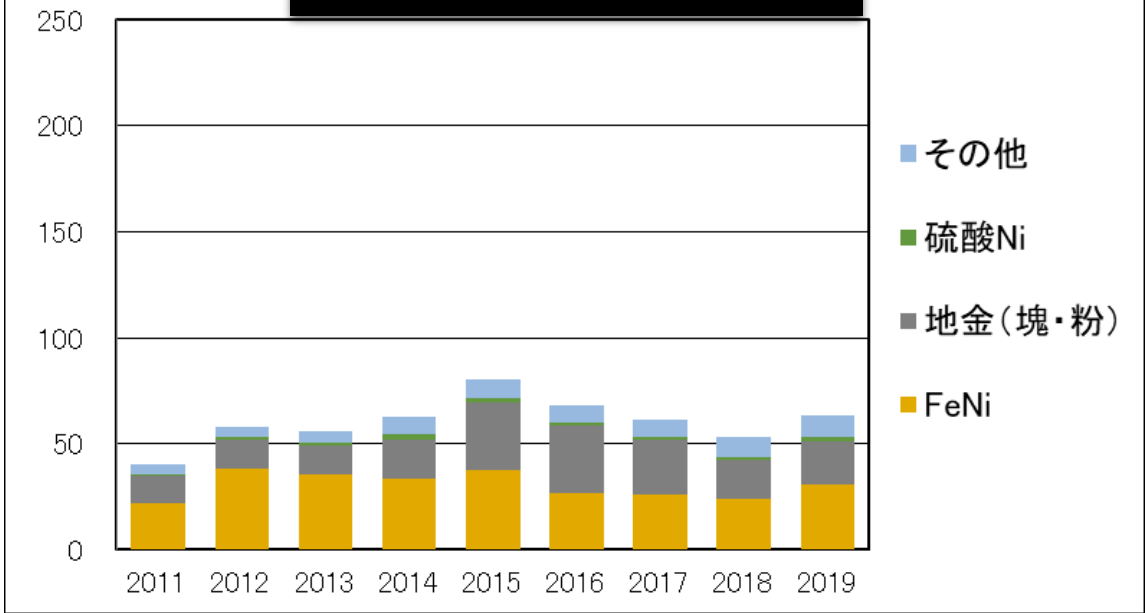


※各社HPの情報を元にJOGMEC作成

(純分千t)

日本のニッケル素材輸出

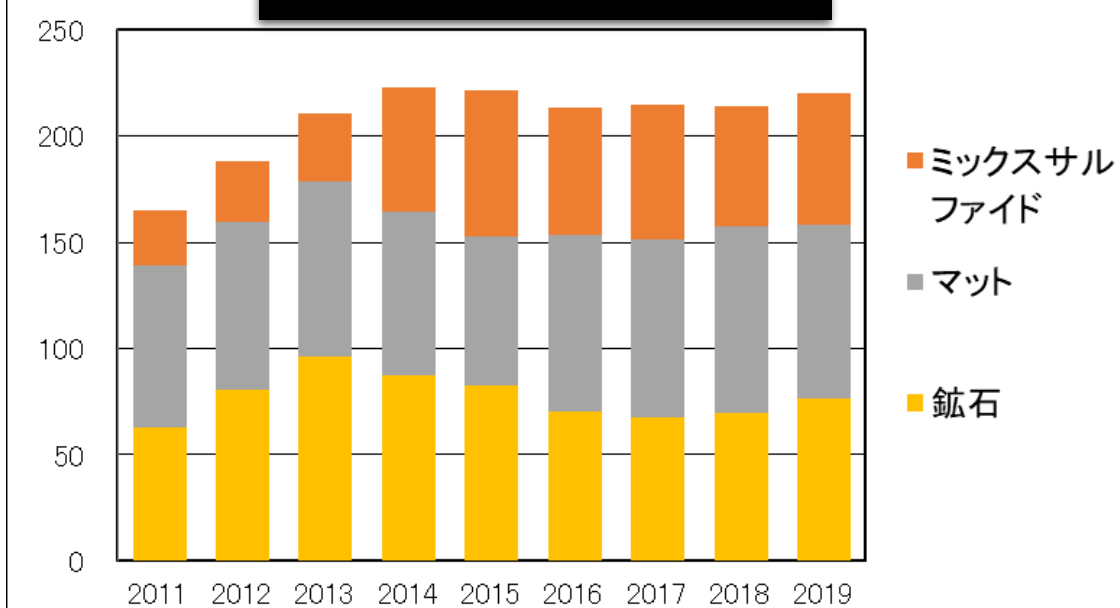
15



※マテリアルフロー2020のデータを活用して作成

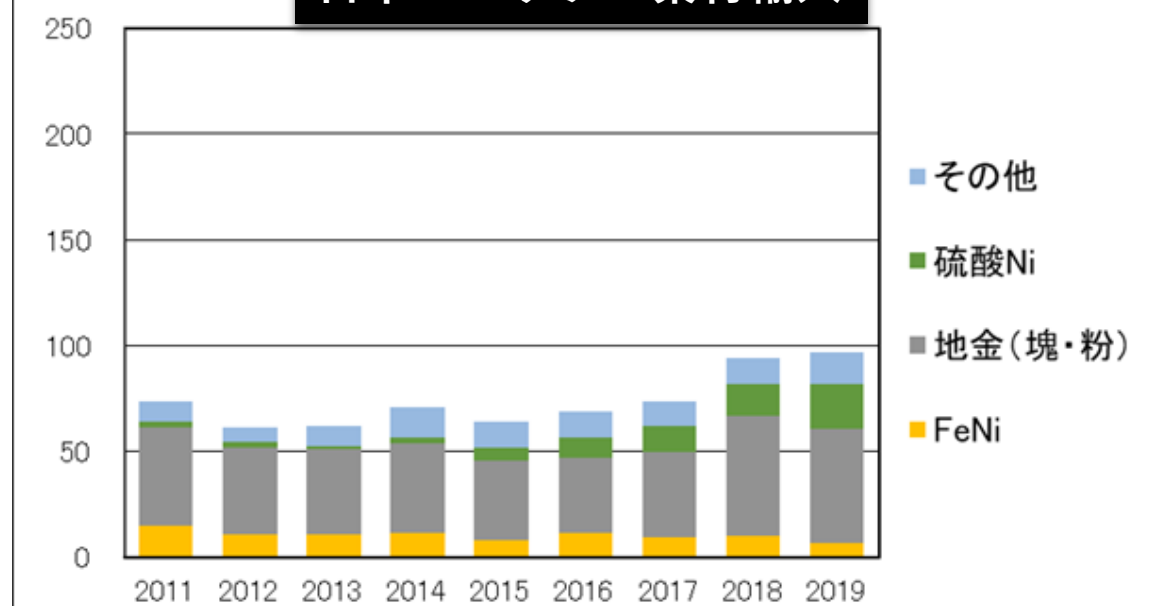
(純分千 t)

日本のニッケル原料輸入

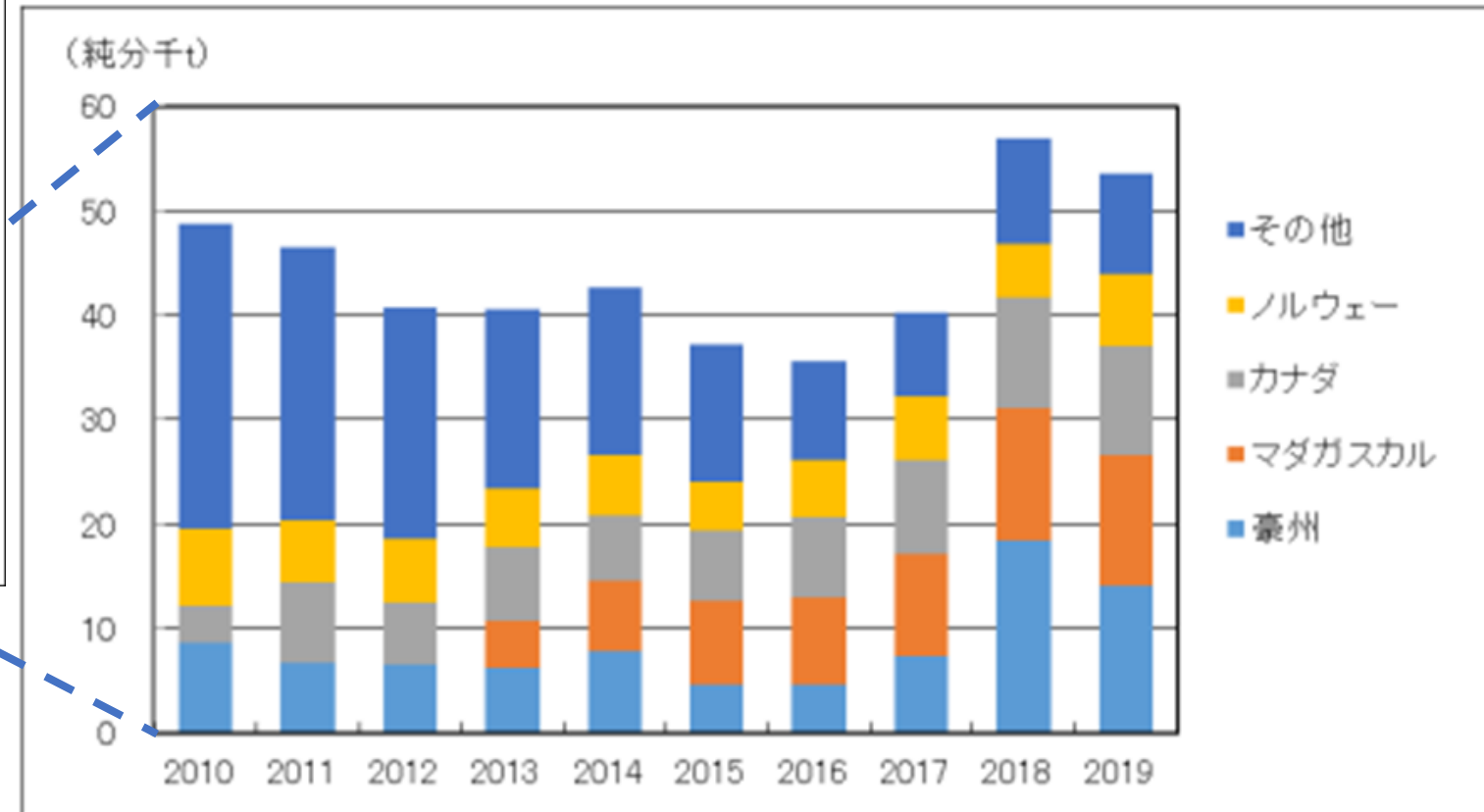
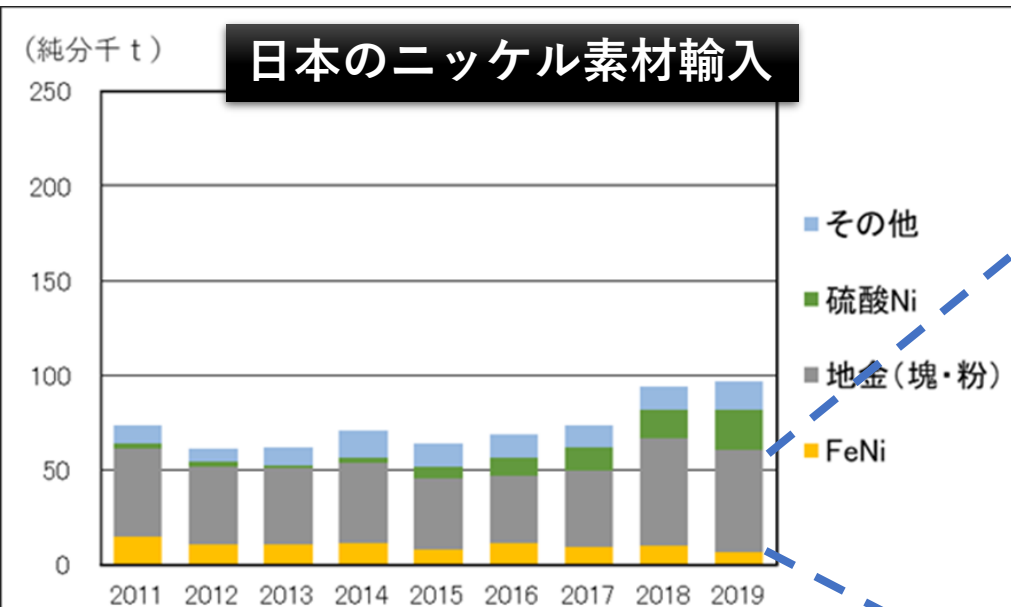


(純分千 t)

日本のニッケル素材輸入

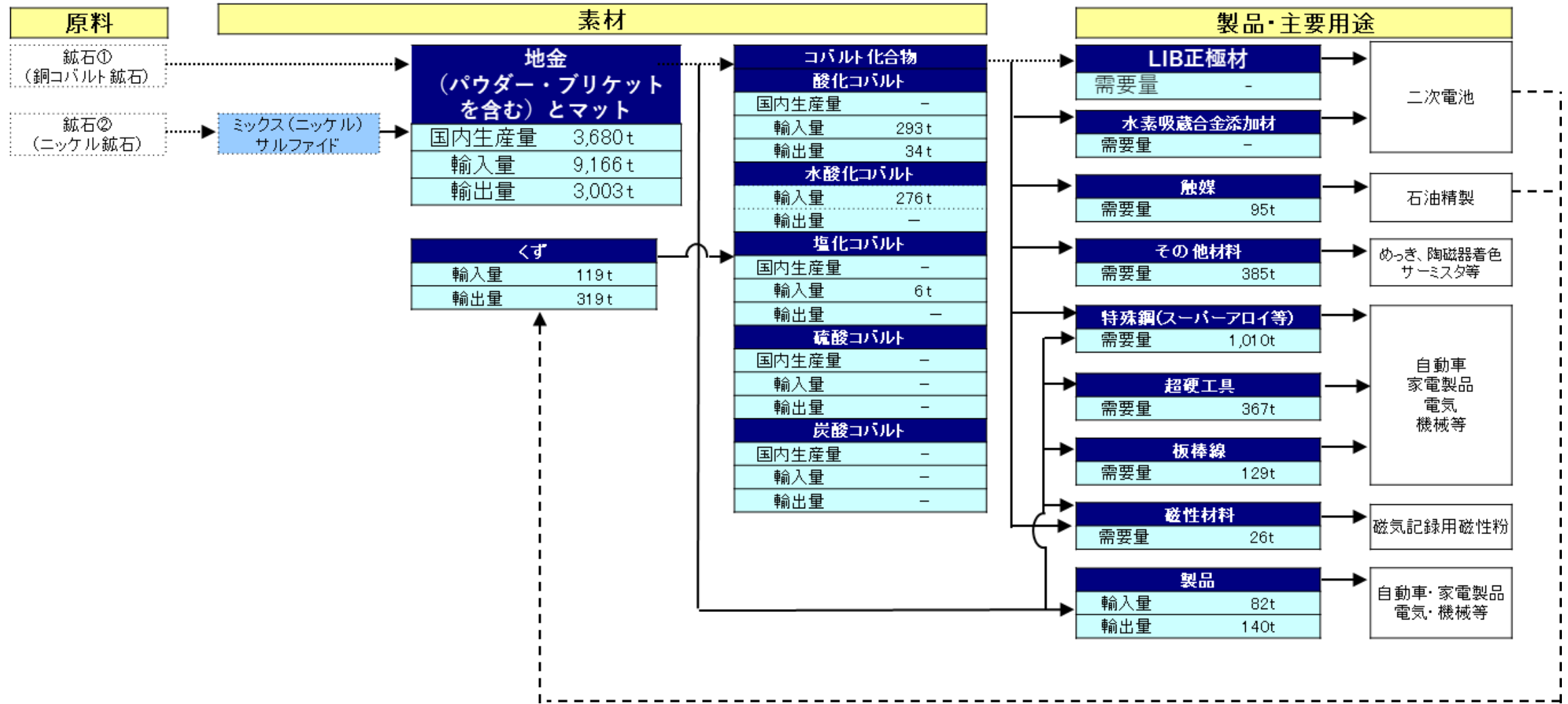


(ニッケル) 日本における地金輸入量 (国別) の推移

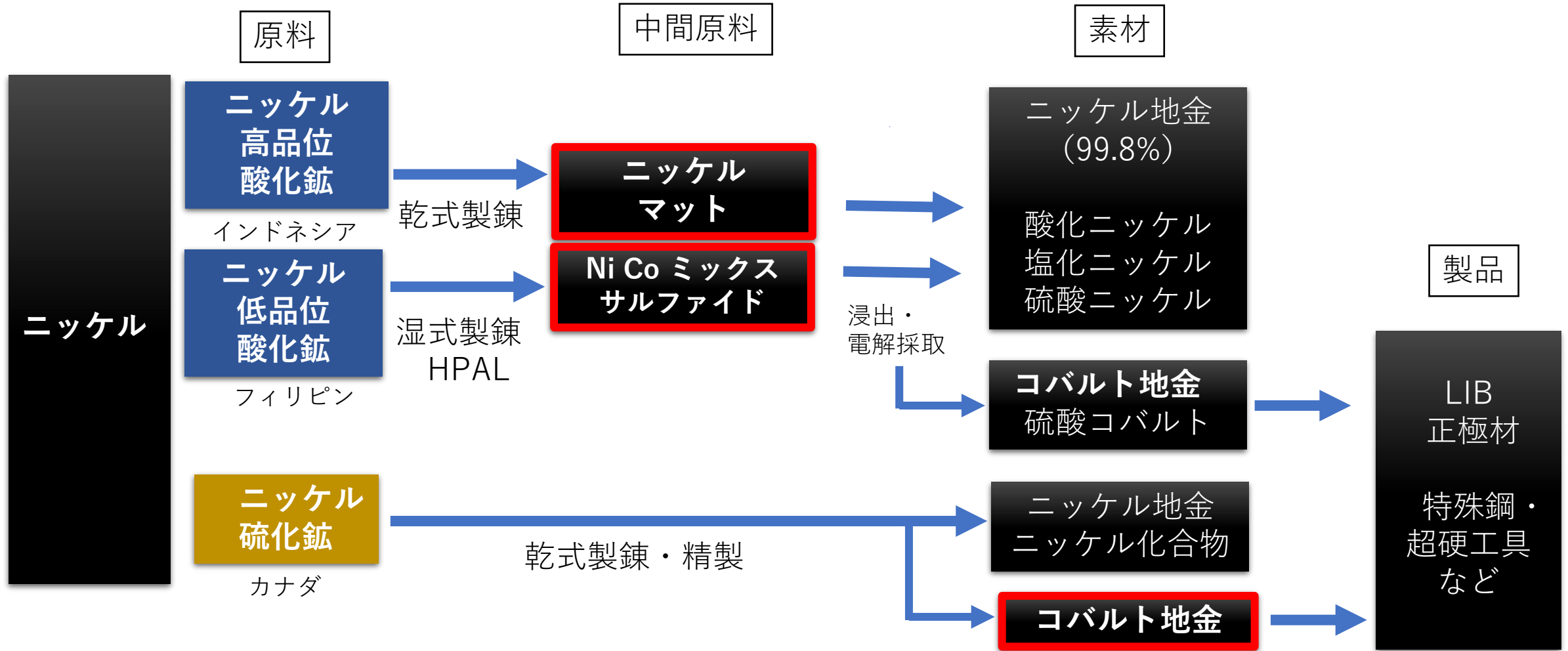


コノバルト

コバルトのマテリアルフロー2019

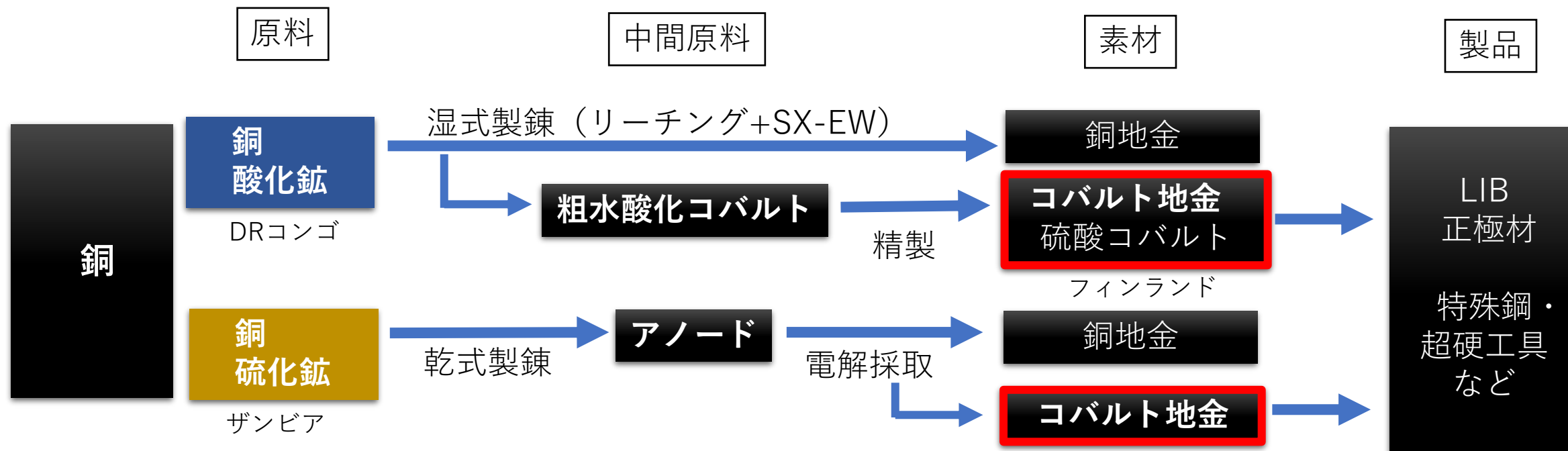


(コバルト) 日本における原料から製品までの概略フロー (1)



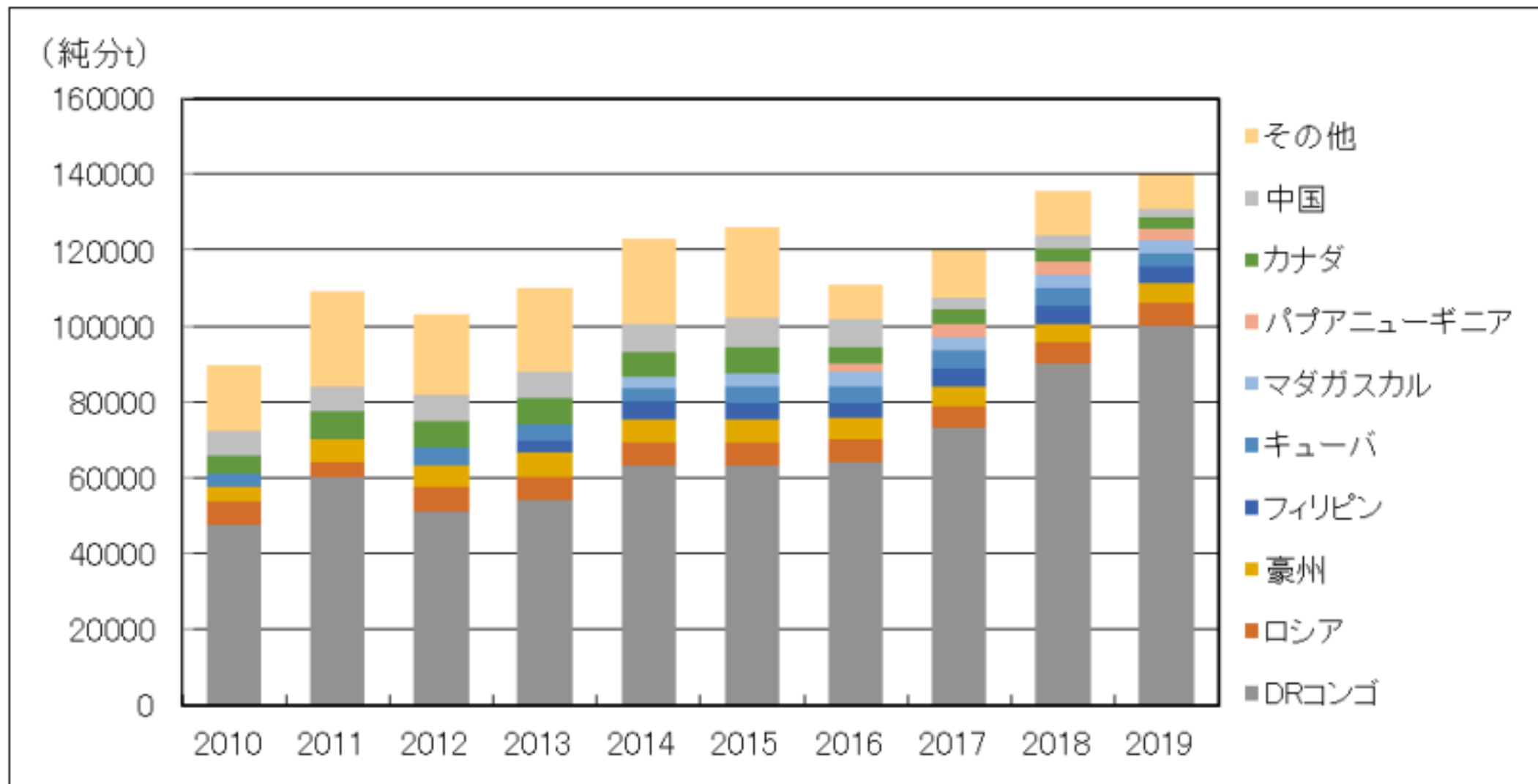
※赤枠は日本が輸入している原料・素材。

(コバルト) 日本における原料から製品までの概略フロー (2)



※赤枠は日本が輸入している原料・素材。

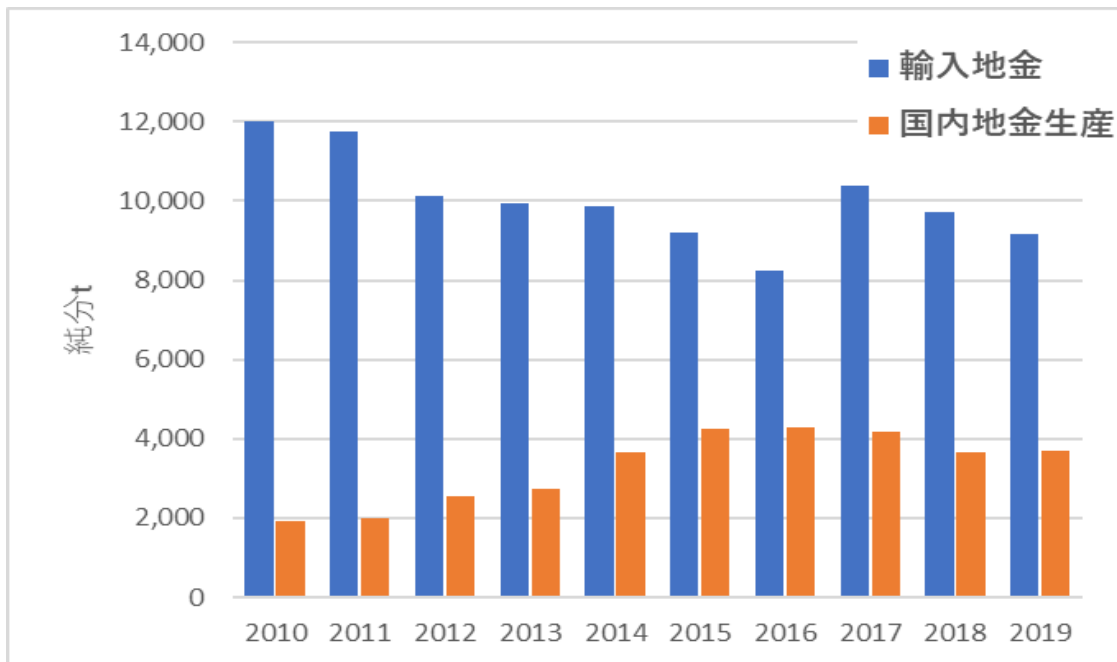
世界のコバルト鉱石生産量



※マテリアルフロー2020

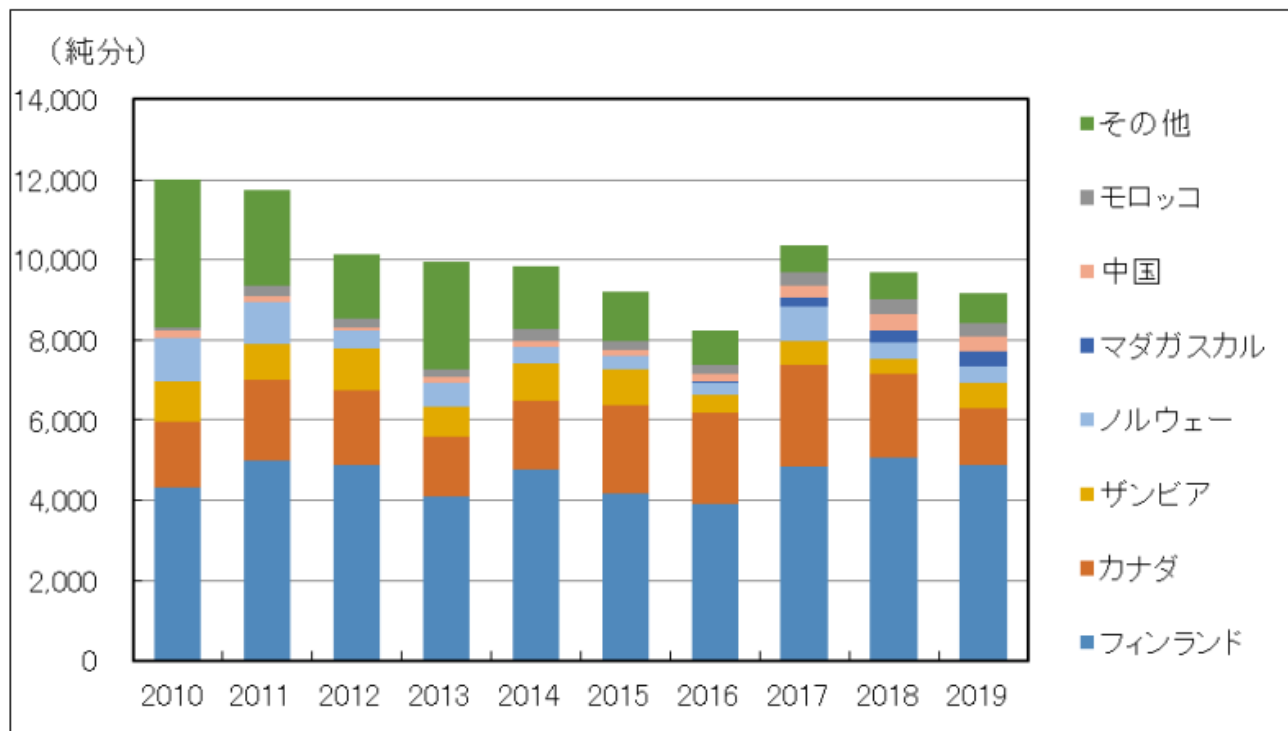
世界のコバルト鉱石生産量の推移

日本のコバルト地金輸入について



日本のコバルト地金輸入と生産量の比較

※マテリアルフロー2020のデータを使い作成

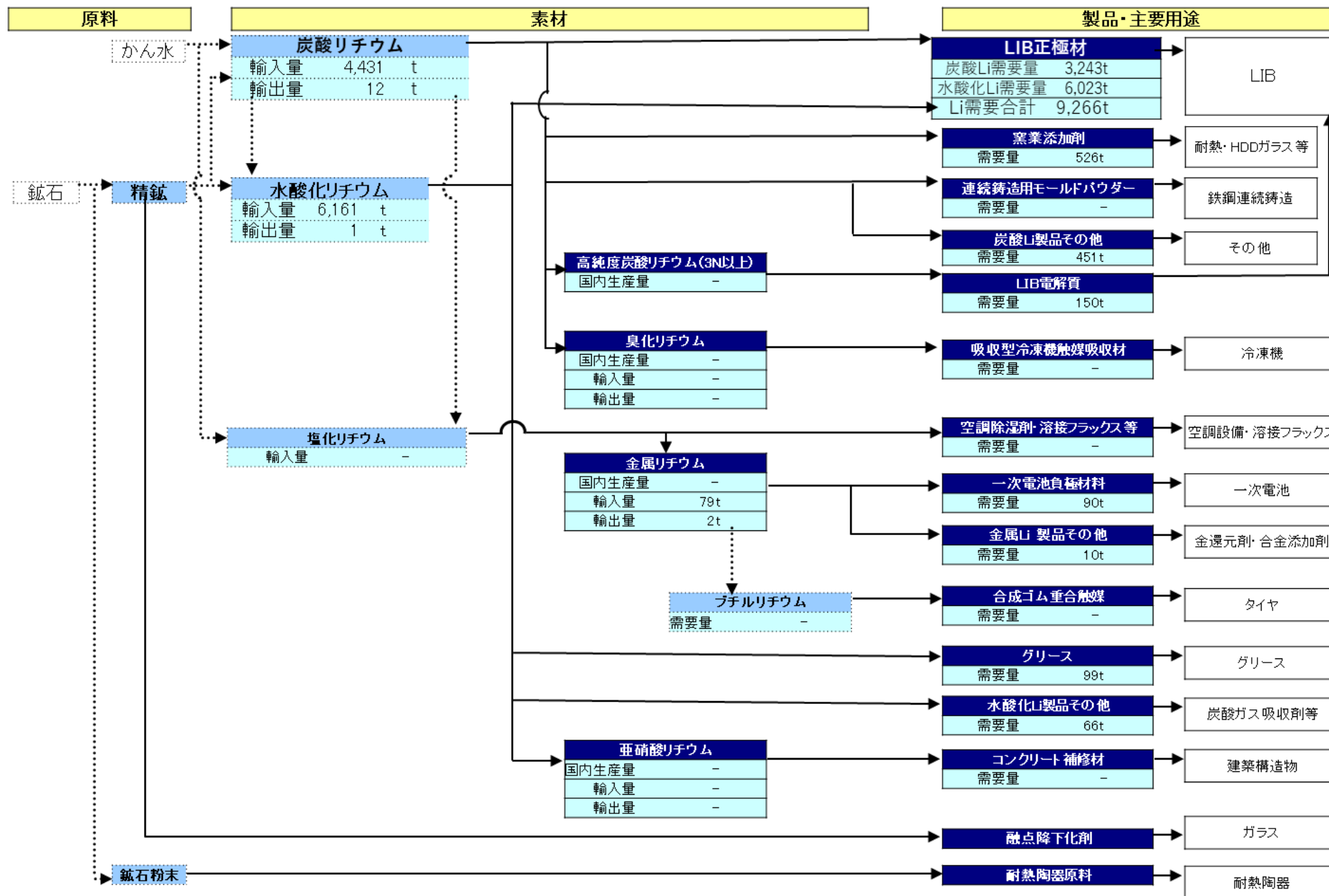


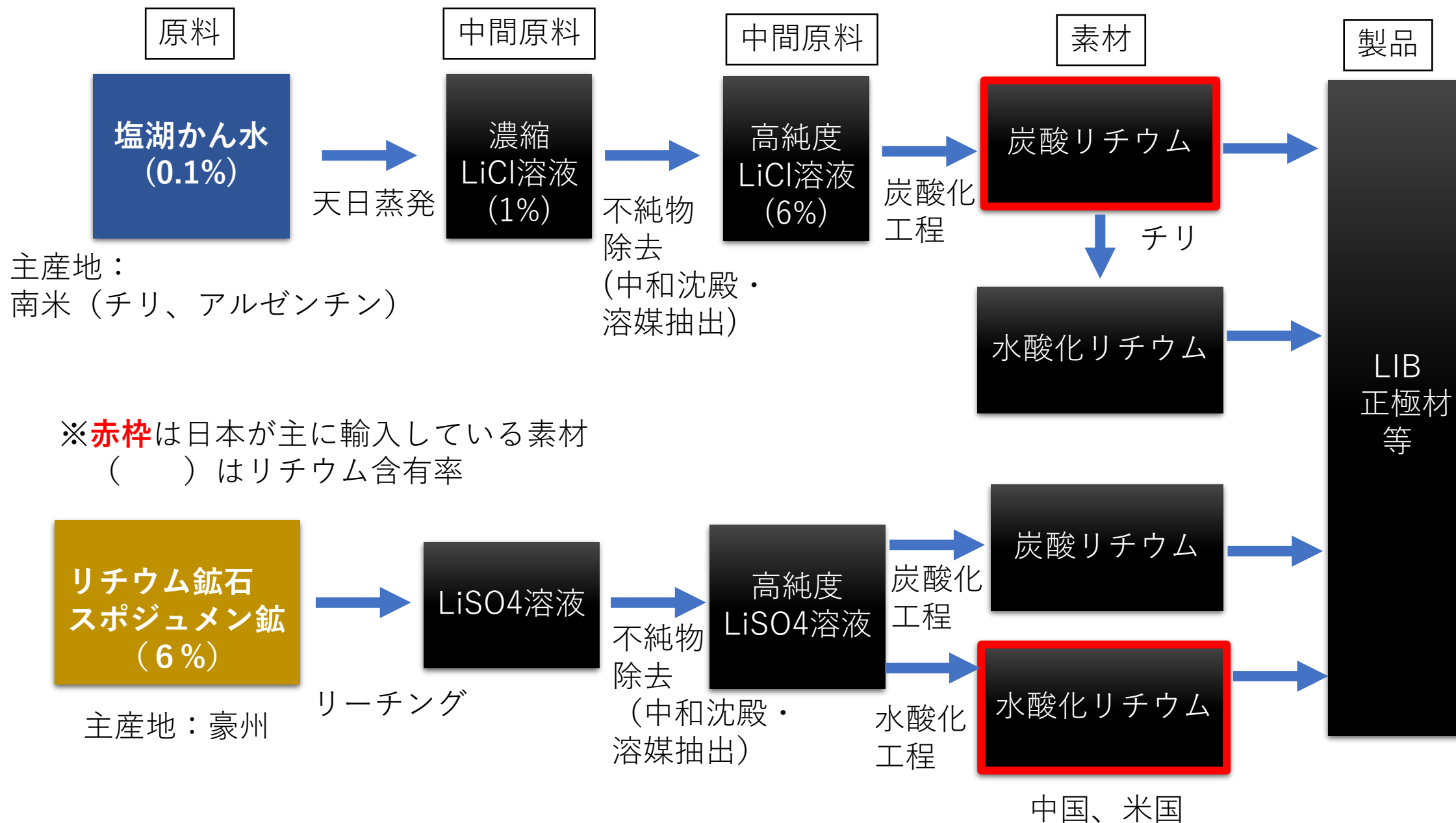
日本のコバルト地金輸入量の推移 (国別)

※マテリアルフロー2020

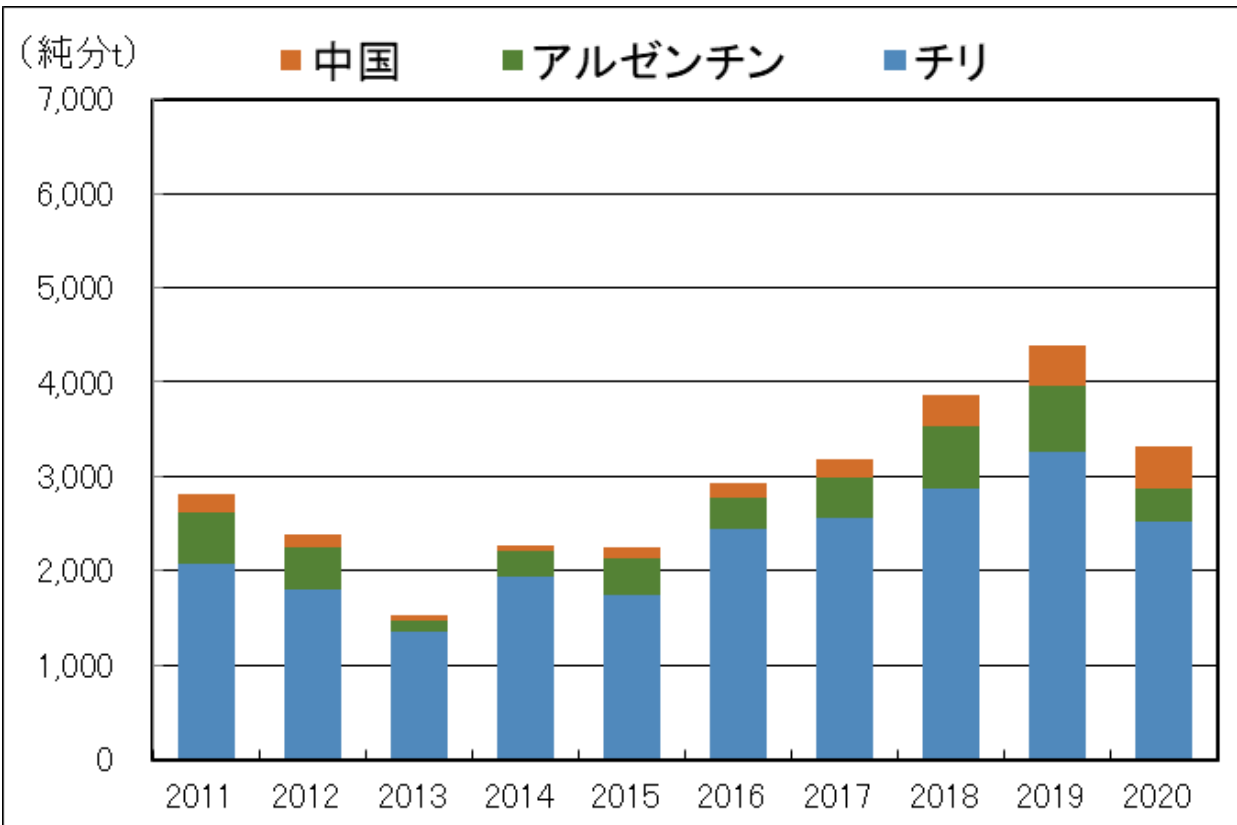
リチウム

リチウムのマテリアルフロー2019



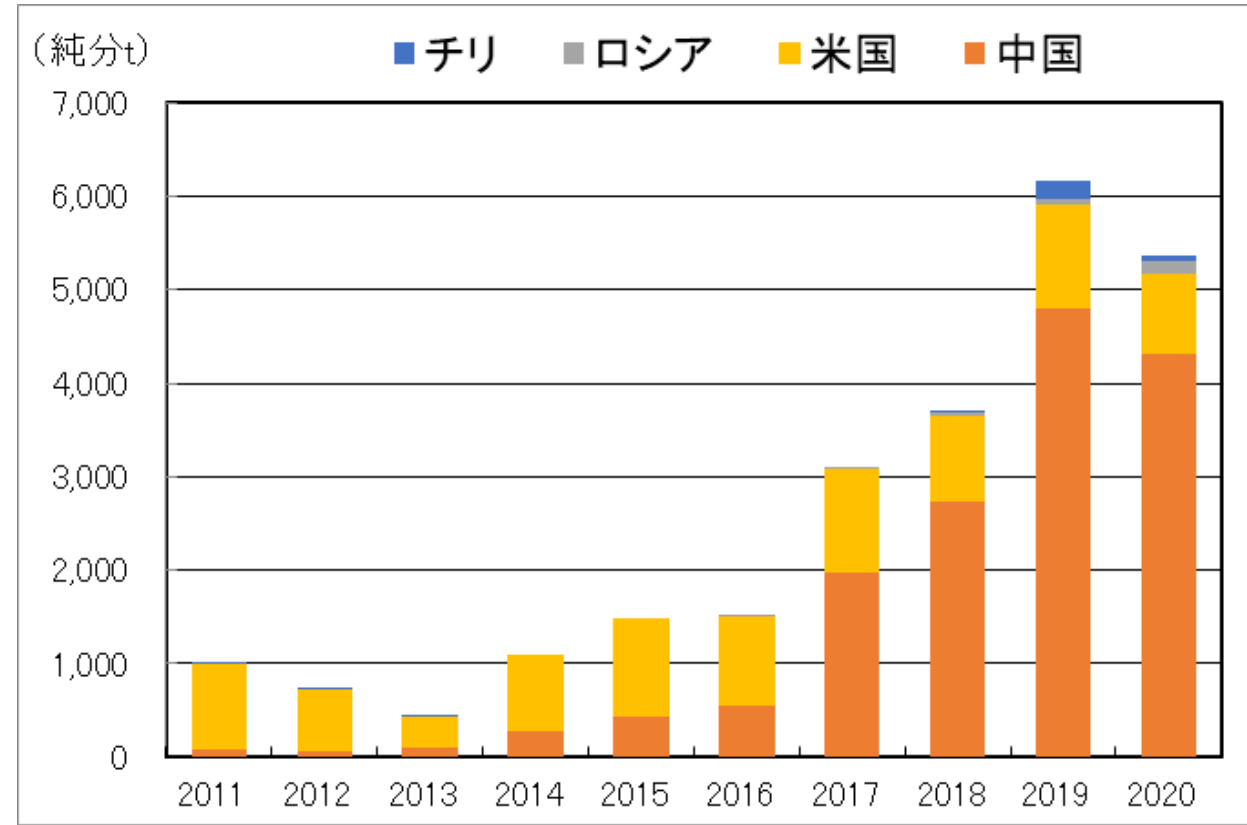


(リチウム) 日本の輸入量推移



炭酸リチウム輸入 (輸入先別)

※マテリアルフロー2020



水酸化リチウム輸入 (輸入先別)

※マテリアルフロー2020

(リチウム) 世界のリチウム生産量

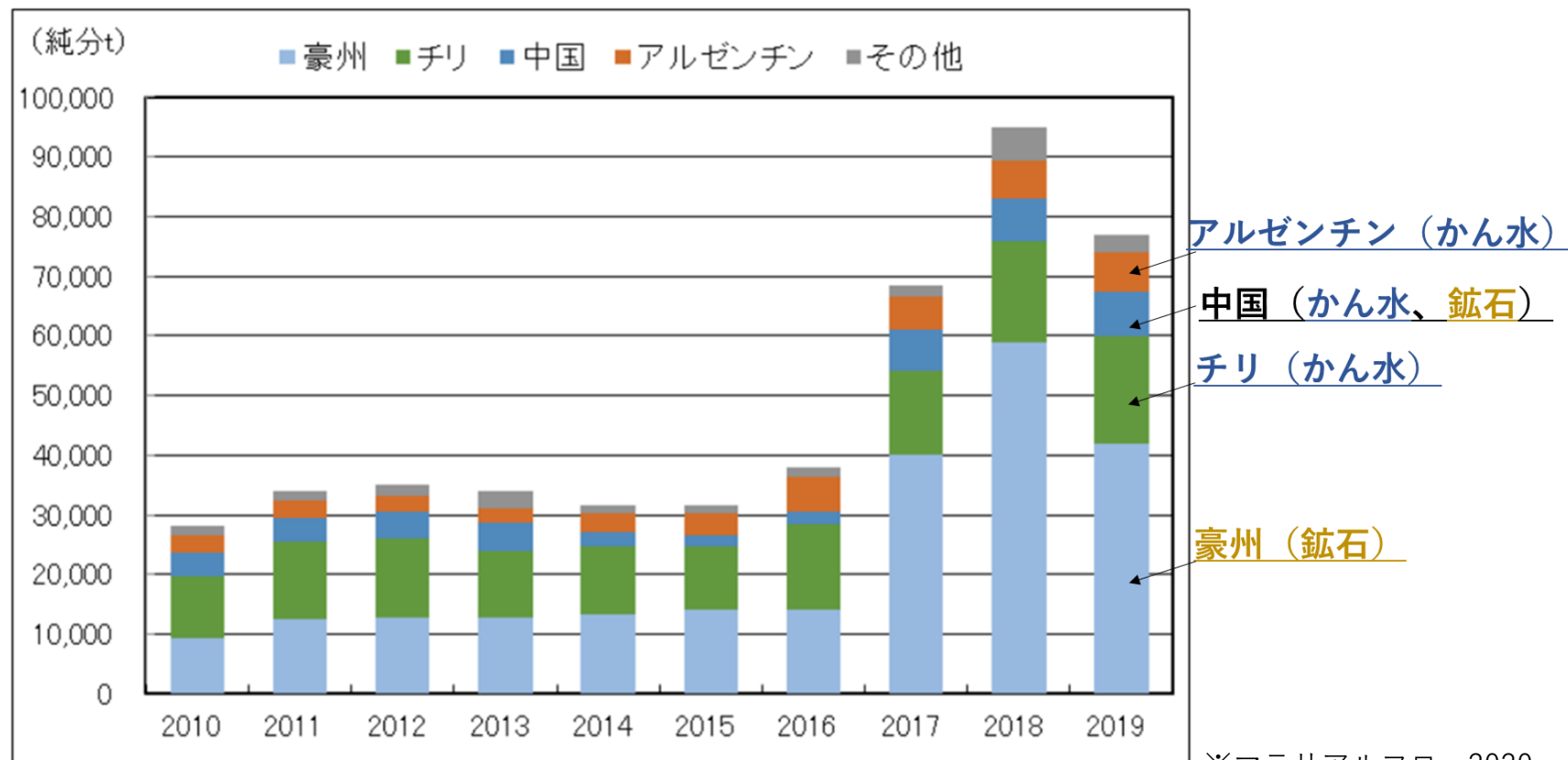


図 2-1 世界のリチウム生産量

リチウム鉱石
スポジュメン鉱
鉱山開発

- ・ Greenbushes 鉱山 (豪州) 1983年開始
- ・ Mt. Cattlin 鉱山 (豪州) 2016年開始
- ・ Altura 鉱山 (豪州) 2018年開始
- ・ Bald Hill (豪州) 2018年開始
- ・ Mt. Marion (豪州) 2016年開始
- ・ Wodgina (豪州) 2017年開始

かん水

- ・ Atacama 塩湖 (チリ) 1996年開始
- ・ Atacama 塩湖 (チリ) 2013年開始
- ・ Hombre Muerto 塩湖 (アルゼンチン) 1997年開始
- ・ Olaroz 塩湖 (アルゼンチン) 2014年開始
- ・ Silver Peak 塩湖 (米国) 1967年開始

まとめ

- 鉱物資源マテリアルフローにおいて、原料の段階で輸入される場合もあれば、製錬等の処理を終えた素材の形で輸入される場合もあり、鉱種それぞれに特徴がある。
- **日本国内に製錬所を持ち、多くの原料（鉱石・中間原料）を輸入している**
素材（銅地金、フェロニッケル、ニッケル地金や化学品、コバルト地金）を生産
 - 銅鉱石（チリ、ペルーから）
 - ニッケル鉱石（ニューカレドニア、フィリピンから）
 - ニッケル中間原料（インドネシア、フィリピンから）
- **素材を多く輸入する鉱種**
 - 炭酸リチウム（チリ、アルゼンチン、中国から）、水酸化リチウム（中国、米国から）
 - ニッケル地金（豪州、カナダ、ノルウェー、マダガスカルから）、硫酸ニッケル
 - コバルト地金（フィンランド、カナダ、ザンビアなどから）

原料を採取している場所と素材に精製する場所が一致する場合もあれば、異なる場合も多くある。

JOGMECによる情報発信

Virtual 金属資源情報センター
<http://mric.jogmec.go.jp>

メールマガジン登録
http://mric.jogmec.go.jp/mail_delivery/

セミナー・講演会
<https://mric.jogmec.go.jp/seminar/>



● 責任ある金属調達のセミナーの第2弾を企画（9月末ごろの予定）。

● 昨年度開催の同セミナーのプレゼン資料はポータルサイトVirtual 金属資源情報センターに掲載されています。