

持続型社会と開発倫理

第6回 資源について考える

担当：宮脇健太郎

資源循環に関する内容（担当：宮脇健太郎）



- 第6回 資源について考える
- 第7回 ごみ問題と循環型社会
- 第8回 資源循環（再生利用）について知る
- 第9回 廃棄物管理事例（1）収集運搬・処理
- 第10回 廃棄物管理事例（2）最終処分



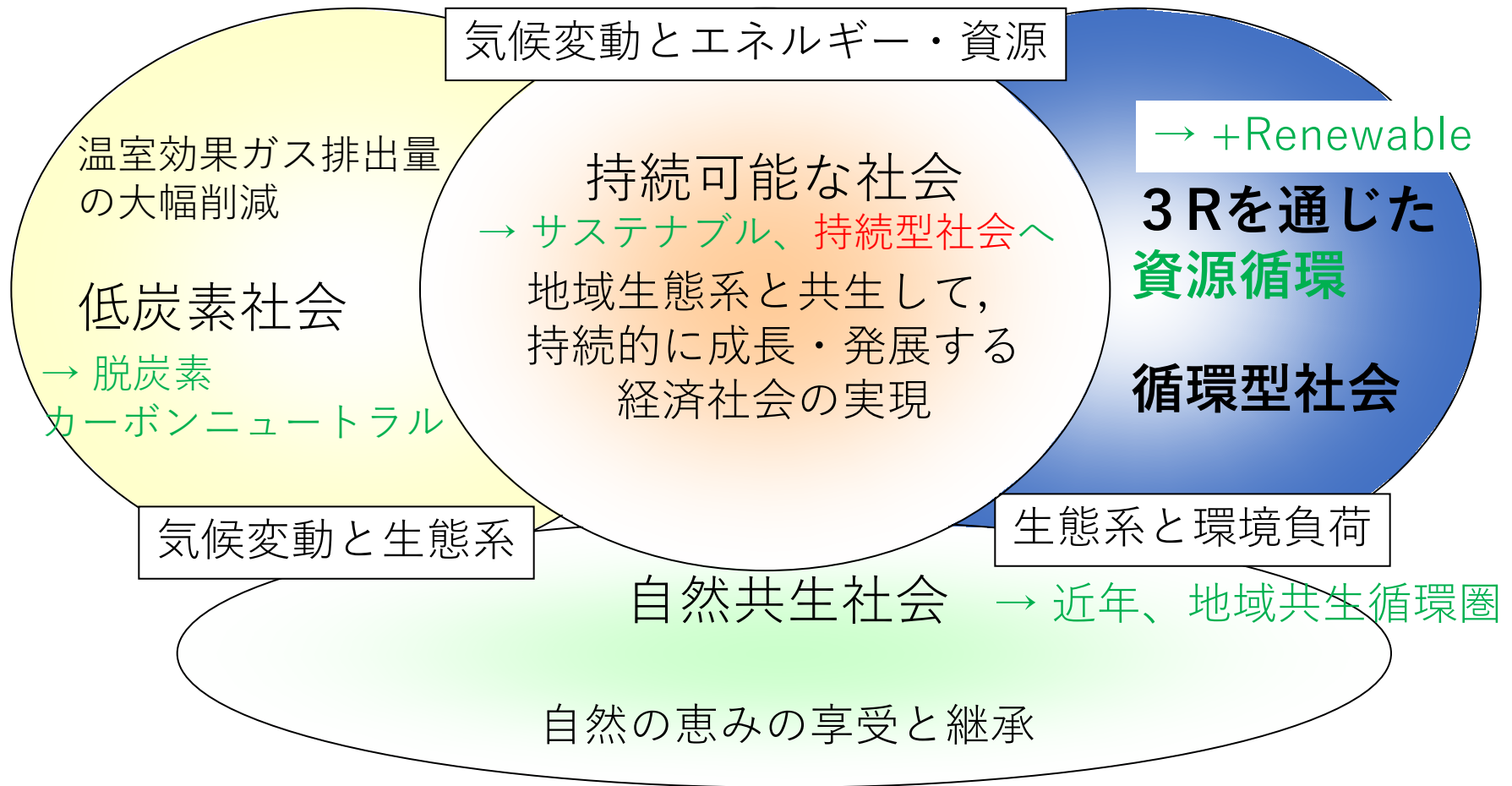
To ensure sustainable consumption
and production patterns



自己紹介：
専門分野：廃棄物工学
（最終処分場、有害物質制御）
研究室Webサイト
<https://kenkyu.hino.meisei-u.ac.jp/miyawaki/>

「資源循環」

21世紀環境立国戦略（2007）より加筆



資源(resource)とは

人間の生活や産業等の諸活動の為に利用可能なもの

物的資源（**天然資源**、観光資源）、人的資源、経済的資源など

天然資源

- 水資源
- **鉱物資源**
 - 化石燃料
 - 金属資源
 - その他（ダイヤモンド、石灰石、石英、リン鉱石など。）
- 森林資源
- 水産資源
- 海底資源
- 遺伝資源

項目：Wikipedia参照

鉱物資源の可採年数

石油確認埋蔵量：約1.7兆バレル

化石燃料

- 石油 53.5年 (2020)
- 石炭 139年 (2020)
- 天然ガス 48.8年 (2020)

シェールオイルにより延長

高圧破碎：シェール（頁岩）に閉じ込められていたものを取り出す技術

金属資源

- ウラン 130年？

シェールガスにより延長

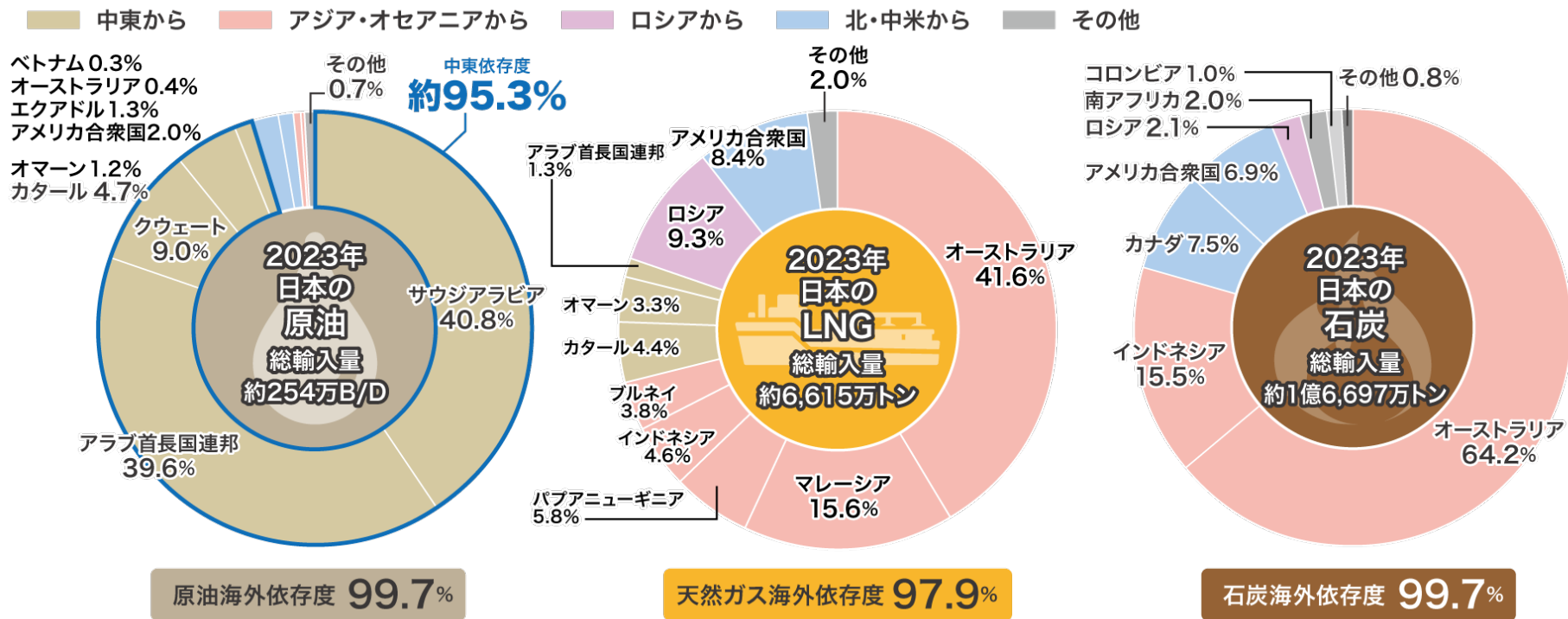
• NEA:Uranium 2022: Resources, Production and Demand

- Fe70, Cu 35, Zn 18, Pb 20, Sn18, Ag 19, Au 20, Ti 128, Mn 56, Cr 15, Ni 50, Co 106, Nb 47, W 48, Mo 44, Tl 95, In 18

• 環境省HP：環境白書H23年度より

- 可採年数 = 確認可採埋蔵量 / 年生産量

化石燃料の輸入



資源エネルギー庁webサイト

<https://www.enecho.meti.go.jp/about/pamphlet/energy2024/02/>

化石燃料の今後

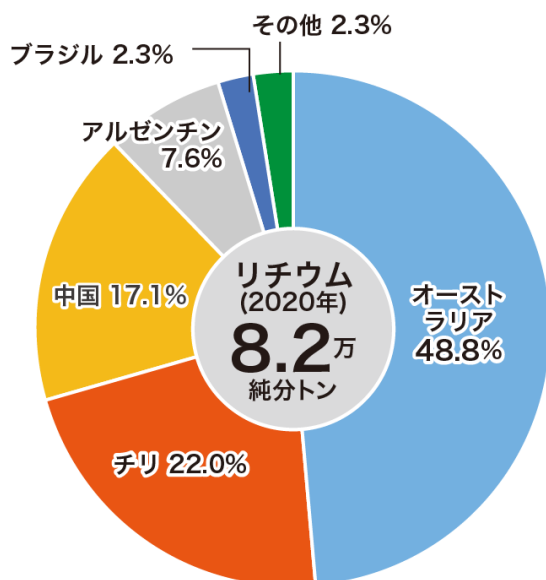
- 2050 脱炭素社会を目指し
- 再生可能エネルギー
- 自動車など交通機関のEV化
- バイオ燃料、合成燃料、水素燃料、メタネーション
- プラスチック製品のバイオプラスチックへの代替



- 世界的需要は、減少
- 特に日本は使用削減を加速する必要

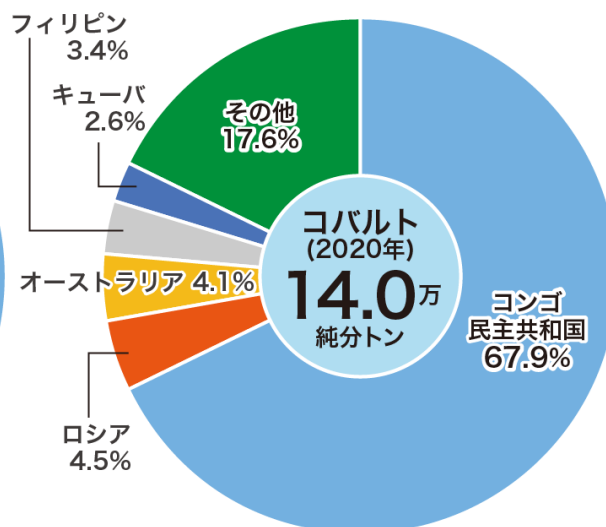
理工系の技術が必須
物理・化学・機械・電気

鉱物資源（金属など）の輸入(2020)



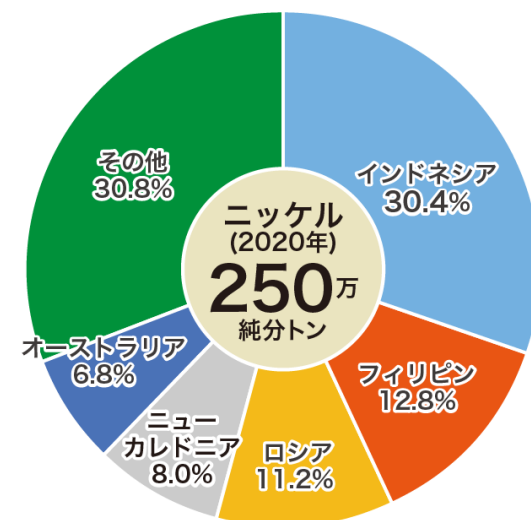
リチウム (Li)

金属中最も軽く、エネルギー密度が高い特性を活かし、EVのバッテリーやノートパソコン等のモバイル用電源であるリチウムイオン電池材料として欠かせない存在。



コバルト (Co)

強磁性体、白色の金属で鉄より酸化されにくく、酸やアルカリにも強い。
携帯電話、ノートパソコン、EV等に使用されるリチウムイオン電池の正極材の用途が最も多い。



ニッケル (Ni)

クロムなどとの合金によるステンレス鋼や耐熱鋼等が最大の用途で、硬貨から電子産業まで幅広い活躍。ニッケル化合物は、ニッケル水素電池、リチウムイオン電池の正極材等として使用される。

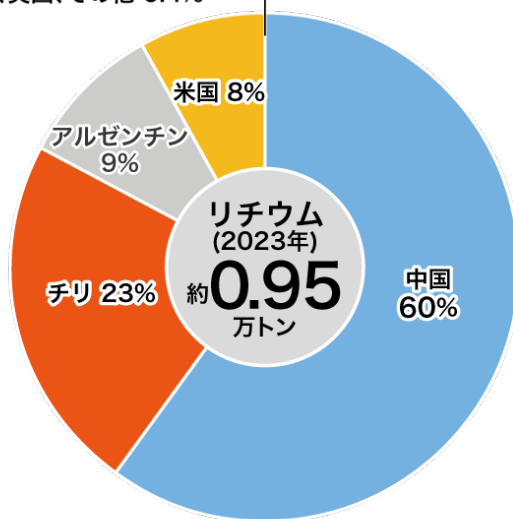
資源エネルギー庁webサイト

<https://www.enecho.meti.go.jp/about/pamphlet/energy2021/001/>

次のページと見比べよう (2023年)

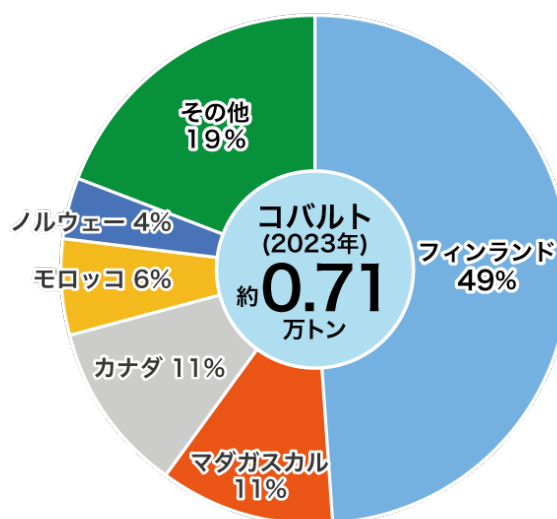
鉱物資源（金属など）の輸入(2023)

ロシア、英国、その他 0.4%



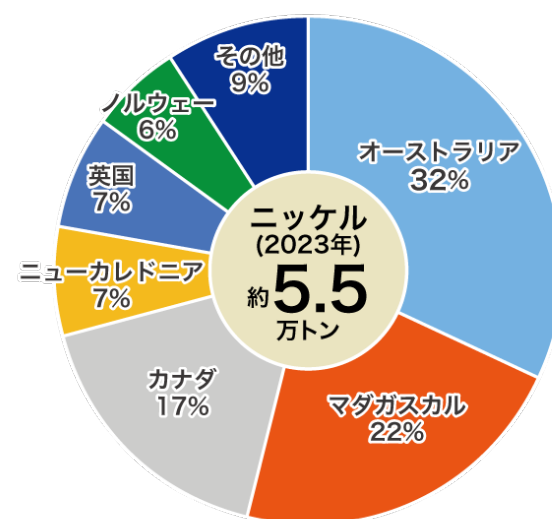
リチウム(Li)

金属中最も軽く、エネルギー密度が高い特性を活かし、EVのバッテリーやノートパソコン等のモバイル用電源であるリチウムイオン電池材料として欠かせない存在。



コバルト(Co)

強磁性体、白色の金属で鉄より酸化されにくく、酸やアルカリにも強い。携帯電話、ノートパソコン、EV等に使用されるリチウムイオン電池の正極材の用途が最も多い。



ニッケル(Ni)

クロムなどとの合金によるステンレス鋼や耐熱鋼等が最大の用途で、硬貨から電子産業まで幅広い活躍。ニッケル化合物は、ニッケル水素電池、リチウムイオン電池の正極材等として使用される。

資源エネルギー庁webサイト

<https://www.enecho.meti.go.jp/about/pamphlet/energy2024/02/>

鉱物資源（金属など）は輸入国が大きく変動する

レアメタル34 鉱種

和製英語

リチウムイオンバッテリー：LIB
などで使用

非鉄金属のうち、希少な金属（リチウムLiなど）のこと

- レアアース（rare-earth elements：REE：希土類元素）
17元素（ネオジウムNd、ジスプロシウムDy他）

EVのモーター（磁石）などで使用
輸入元：中国が主

- レアメタル34鉱種（55元素）について、国家備蓄＋民間備蓄
（次シートの周期表参照）
- 海外「マイナーメタル(minor metal)」という。
- 国内「都市鉱山」（リサイクル関連の分野で使われる）という
キーワードも出ている。

レアメタルなど

族 周期	I A	II A	III B	IV B	V B	VI B	VII B	VIII			I B	II B	III A	IV A	V A	VI A	VII A	O
	アルカリ族	アルカリ土族	希土族	チタン族	バナジウム族	クロム族	マンガン族	鉄族(4周期) 白金族(5・6周期)			銅族	亜鉛族	アルミニウム族	炭素族	窒素族	酸素族	ハロゲン族	不活性ガス族
1	1 H 水素	鉄、ベースメタル 貴金属 レアアース その他レアメタル																2 He ヘリウム
2	3 Li リチウム	4 Be ベリリウム											5 B ホウ素	6 C 炭素	7 N チツ素	8 O 酸素	9 F フッ素	10 Ne ネオン
3	11 Na ナトリウム	12 Mg マグネシウム											13 Al アルミニウム	14 Si ケイ素	15 P リン	16 S イオウ	17 Cl 塩素	18 Ar アルゴン
4	19 K カリウム	20 Ca カルシウム	21 Sc スカンジウム	22 Ti チタン	23 V バナジウム	24 Cr クロム	25 Mn マンガン	26 Fe 鉄	27 Co コバルト	28 Ni ニッケル	29 Cu 銅	30 Zn 亜鉛	31 Ga ガリウム	32 Ge ゲルマニウム	33 As ヒ素	34 Se セレン	35 Br 臭素	36 Kr クリプトン
5	37 Rb ルビジウム	38 Sr ストロンチウム	39 Y イットリウム	40 Zr ジルコニウム	41 Nb ニオブ	42 Mo モリブデン	43 Tc テクネチウム	44 Ru ルテニウム	45 Rh ロジウム	46 Pd パラジウム	47 Ag 銀	48 Cd カドミウム	49 In インジウム	50 Sn スズ	51 Sb アンチモン	52 Te テルル	53 I ヨウ素	54 Xe キセノン
6	55 Cs セシウム	56 Ba バリウム	57~71 ランタノイド	72 Hf ハフニウム	73 Ta タンタル	74 W タングステン	75 Re レニウム	76 Os オスミウム	77 Ir イリジウム	78 Pt 白金	79 Au 金	80 Hg 水銀	81 Tl タリウム	82 Pb 鉛	83 Bi ビスマス	84 Po ポロニウム	85 At アスタチン	86 Rn ラドン
7	87 Fr フランシウム	88 Ra ラジウム	89~103 アクチノイド	104 Rf ラザホージウム	105 Db ドブニウム	106 Sg シーボギウム	107 Bh ホーリーウム	108 Hs ハッシウム	109 Mt マイトリウム	110 Ds ダルトンスタチウム	111 Rg レントゲニウム	112 Cn コペルニシウム	113 Nh ニホニウム	114 Fl フレロビウム	115 Mc モスコビウム	116 Lv リバモリウム	117 Ts テネシン	118 Og オガネソン

ランタノイド	57 La ランタン	58 Ce セリウム	59 Pr プラセオジム	60 Nd ネオジム	61 Pm プロメチウム	62 Sm サマリウム	63 Eu ユウロピウム	64 Gd ガドリニウム	65 Tb テルビウム	66 Dy ジスプロシウム	67 Ho ホルミウム	68 Er エルビウム	69 Tm ツリウム	70 Yb イットルビウム	71 Lu ルテチウム
アクチノイド	89 Ac アクチニウム	90 Th トリウム	91 Pa プロトアクチニウム	92 U ウラン	93 Np ネプツニウム	94 Pu プルトニウム	95 Am アメリシウム	96 Cm キュリウム	97 Bk バークリウム	98 Cf カリホルニウム	99 Es アインスタイニウム	100 Fm フェルミウム	101 Md メンデルビウム	102 No ノーベリウム	103 Lr ローレンシウム

資源エネルギー庁Webサイト

<https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/tokushu/anzenhoshou/koubutsusigen.html>

レアメタル備蓄

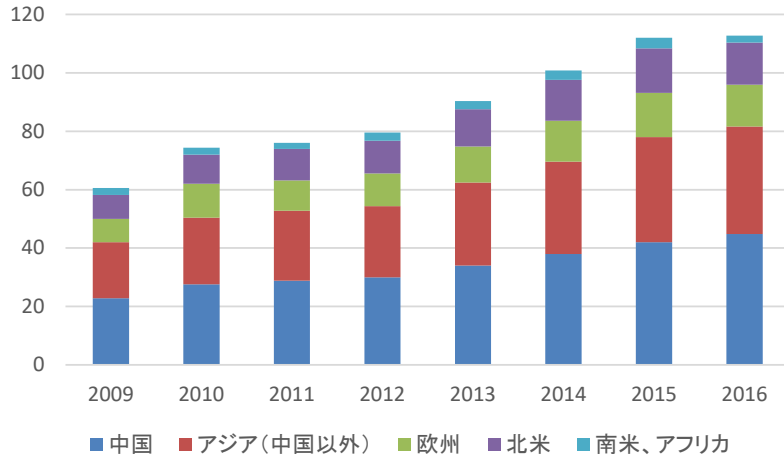
	国家備蓄	民間備蓄
実施主体	J O G M E C	民間企業
備蓄対象鉱種	レアメタル 3 4 鉱種 (5 5 元素) Li, Be, B, Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Ga, Ge, Se, Rb, Sr, Zr, Nb, Mo, In, Sb, Te, Cs, Ba, Hf, Ta, W, Re, Tl, Bi, REE(レアアース), PGM, C, F, Mg, Si	
目的	円滑な産業活動の維持及び国家経済安全保障の確立	企業の使用実態に即応した自主的な備蓄
保管場所	国家備蓄倉庫において管理	民間企業で個別保管管理
目標	国内基準消費量 注 の 4 2 日分 (備蓄目標量の 7 割)	国内基準消費量 注 の 1 8 日分 (備蓄目標量の 3 割)
	合計：国内基準消費量 注 の 6 0 日分	

資源エネルギー庁Webサイト

<https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/tokushu/anzenhosho/koubutsusigen.html>

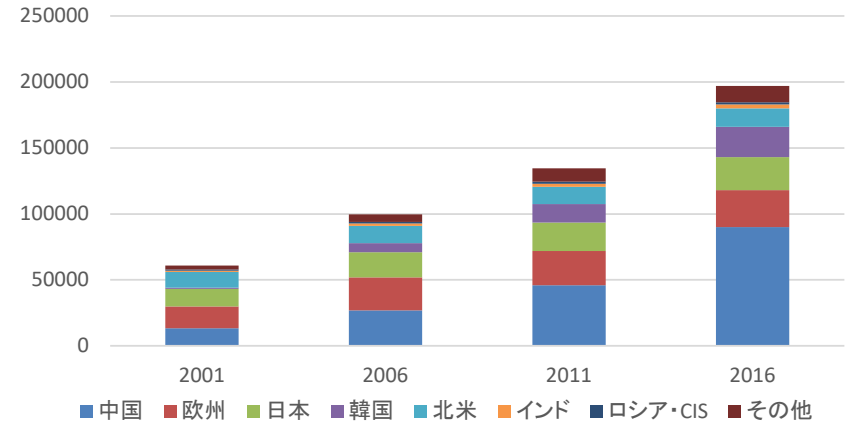
レアメタルの需要動向

コバルト需要量(単位:千t)



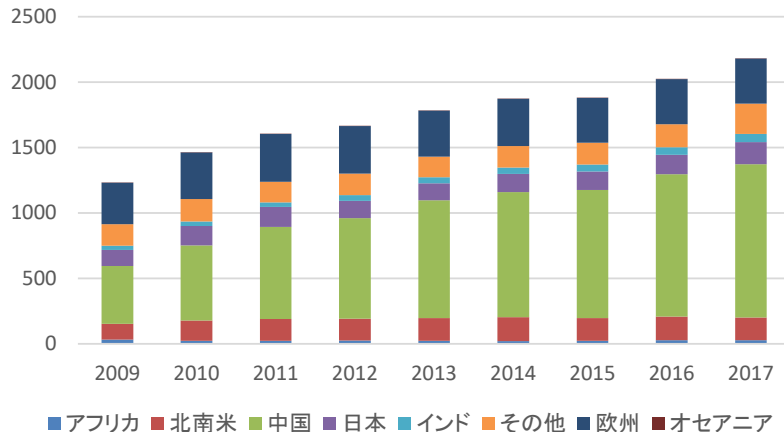
(出典) Roskill

リチウム需要量(単位:t)



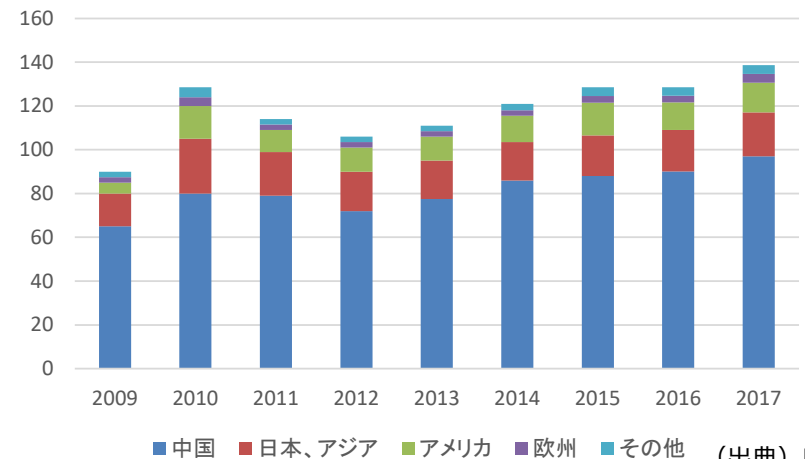
(出典) Roskill

ニッケル需要量(単位:千t)



(出典) JOGMEC 鉱物資源マテリアルフロー2017

レアース需要量(単位:千t)

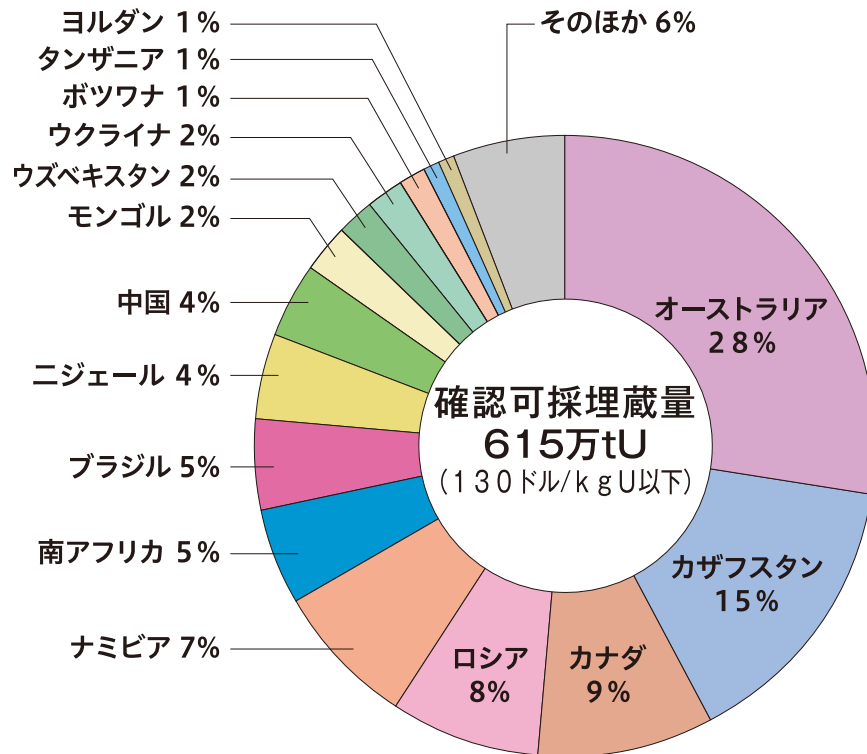


(出典) Roskill

ウラン U . . .

脱炭素社会への過渡期に
重要なエネルギー

• 世界のウラン資源埋蔵量



• 日本のウラン購入契約状況 (2014)

• 長期契約・短期契約、製品購入

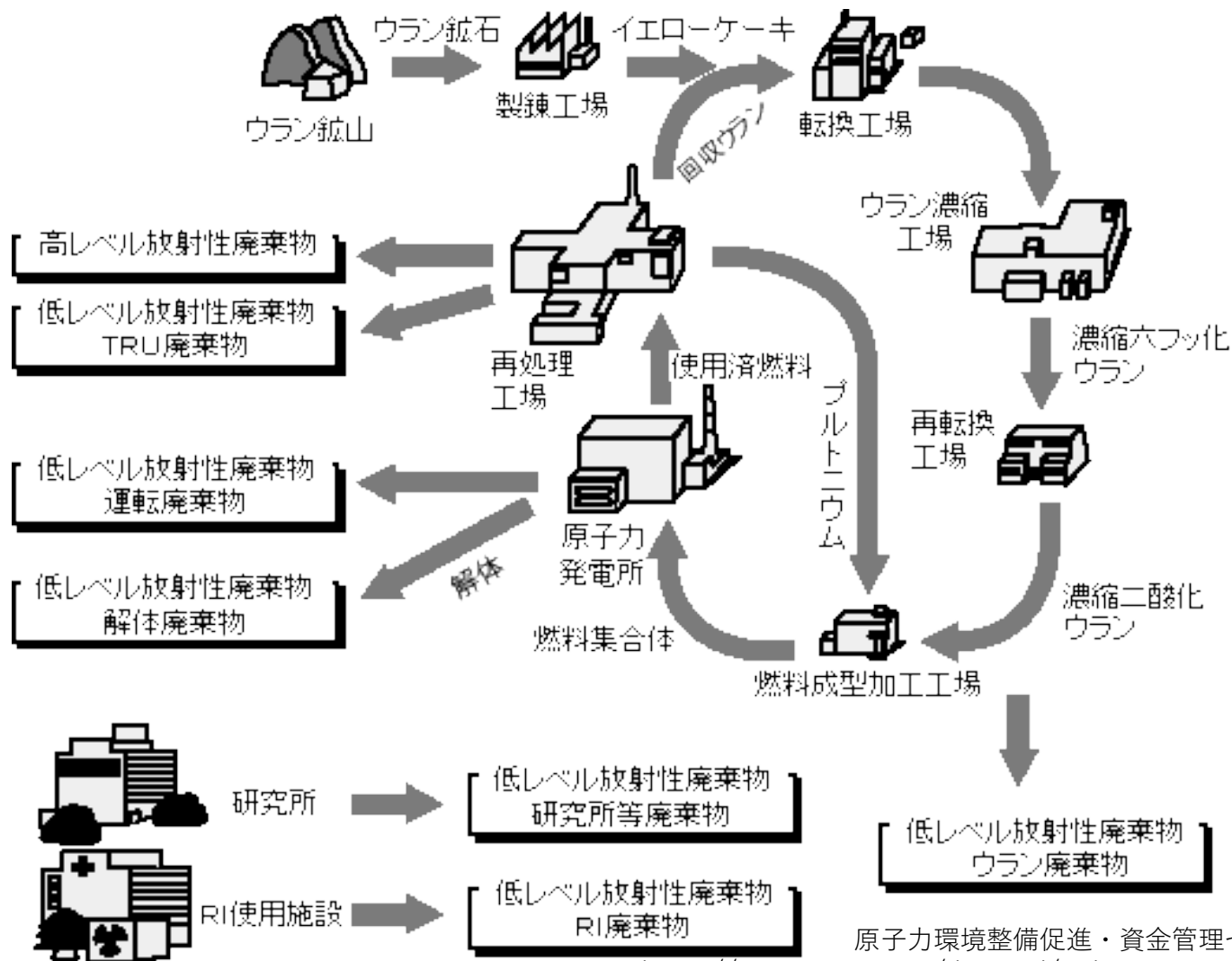
- カナダ、イギリス、南アフリカ、オーストラリア、フランス、アメリカ

• 開発輸入分

- ニジェール、カナダ、カザフスタン

資源は海外依存
→核燃料サイクル

核燃料サイクルと放射性廃棄物



鉍物資源の今後

- 先端技術へのレアメタル需要

(様々、技術開発により使用量は削減されるが、全世界で使用されるので、全体では需要拡大)

- 特定の国で産出

安全保障上の課題も

- 国内ではほとんど採取できない

(海底熱水鉍床など可能性はあるが)

- リサイクル技術と制度の発展

理工系の技術が必須
物理・化学・機械・電気

日本における資源の今

- 国内資源は少ない（輸入依存）
- 資源輸入に伴うCO₂排出など環境問題＋輸出国の環境破壊（化石燃料、鉱石の遠距離輸送など）
- 価格上昇などの経済問題（国民生活に直結）
- 安全保障の課題（国際情勢により供給不安定になる場合がある）



- 資源循環を目指す必要性がますます高まる

課題

- 化石燃料、金属資源について、一つ興味のある物質を選び、現在の状況を調べ、将来の問題について考えてみよう。
- 明星LMS 「レポート」
- レポート（第6講）を選択し、200字程度で記入してみましょう。
- 日曜夜までに提出してください。