

希土類

なぜ磁石にはネオジムなのか

釹

令和5年6月8日

小林慎一郎 (1017)

Shin Kobayashi



1947
昭和22年



誕生



1954
昭和29年



小学校
(給食部)



1960
昭和35年



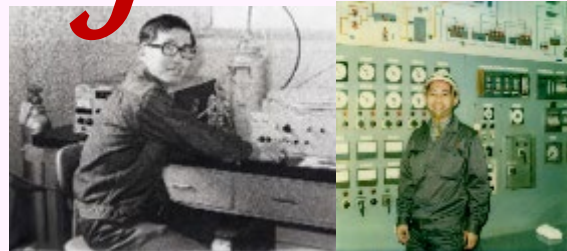
中学校
高等学校
(美術部)



1966
昭和41年



大学
(分光分析化学)
(茶道部)



1970
昭和45年



研究所
↕
製造会社
(電子材料)
(表千家師範)



1983
昭和58年



結婚



2013
平成25年



理科実験
秋田観光大使
デジタル推進委員
色彩検定
江戸東京検定



レアメタル 希少金属

タンタル (Ta)
テルル (Te)
ヒ素 (As)
タングステン (W)
インジウム (In)
ガリウム (Ga)
リチウム (Li)

コロンビウム=タンタル+ニオブ
ジジウム=プラセオジウム+ネオジウム

レアアース 希土類金属

ネオジウム (Nd)
プラセオジウム (Pr)
サマリウム (Sm)
ランタン (La)
セリウム (Ce)
ユウロピウム (Eu)
ガドリニウム (Gd)



17

貴金属

白金 (Pt)
金 (Au)
銀 (Ag)



希土類はどこに使われる

ガラス研磨剤・触媒

• セリウム

火打石

レンズ添加剤

• ランタン

テレビブラウン管

• イットリウム、ユーロピウム

強力永久磁石

• サマリウム、ネオジム、ディスプロシウム

三波長蛍光体

• ランタン、セリウム、テルビウム

光磁気ディスク

• テルビウム、ネオジム、ディスプロシウム

水素吸蔵合金

• ランタン

酸化物超電導体

• ランタン、イットリウム

希土類は地球上にどのくらいある

元素名	元素記号	地殻中の重量存在比 (ppm)
酸素	O	474000
シリコン	Si	277100
鉄	Fe	41000
ネオジウム	Nd	38
イットリウム	Y	30
ランタン	La	32
サマリウム	Sm	6
コバルト	Co	20
ニッケル	Ni	80
銅	Cu	50
金	Au	0.001

あらゆる鉱石に

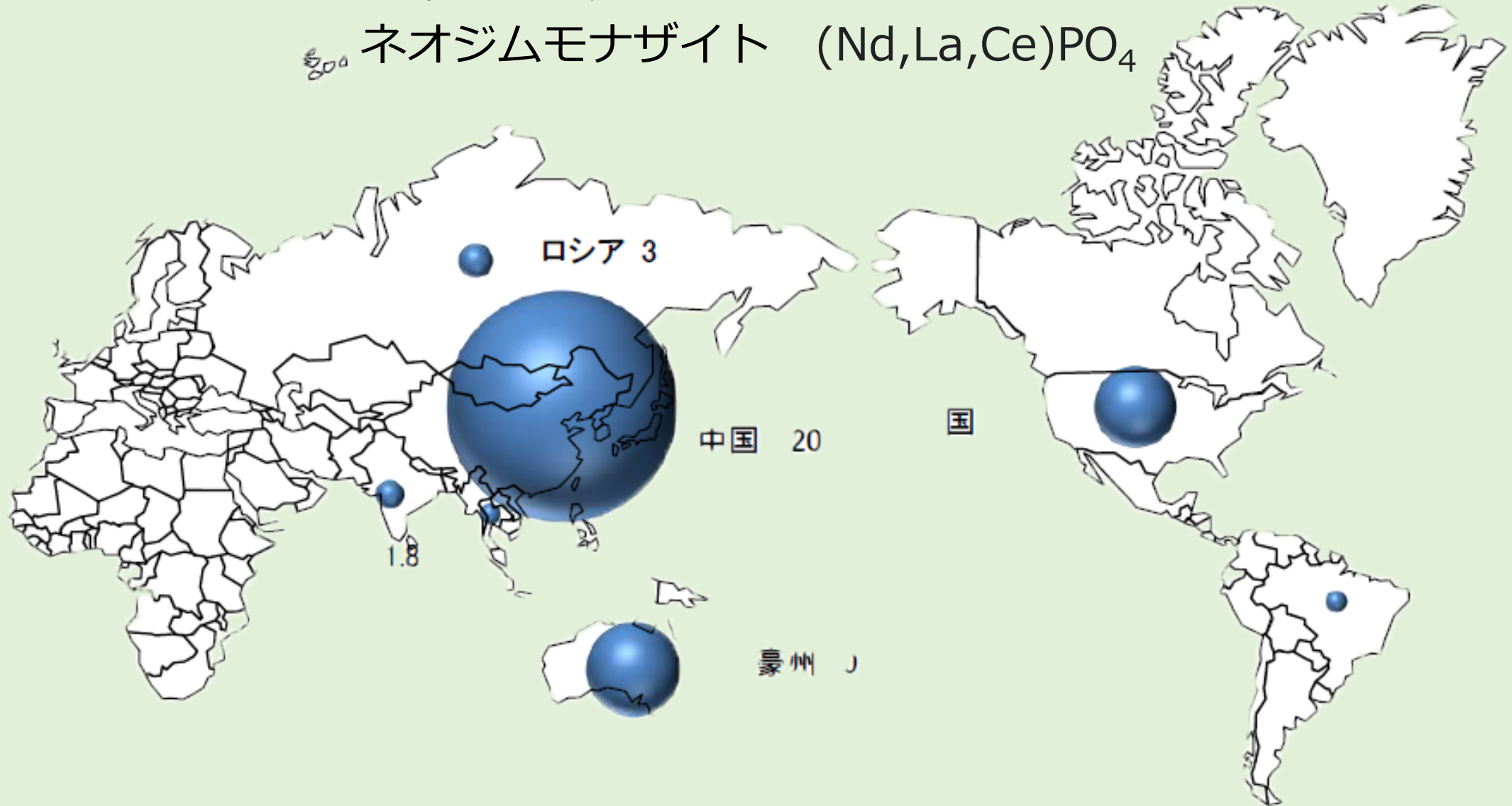
少しずつ

混ぜって

含まれる

希土類はどこにある

ネオジウムモナザイト (Nd,La,Ce)PO₄



レアアース 中国大手増産



中国国有企業が建設するレアアースの精練・加工工場（雲南省保山市）

【北京＝多田俊輔】中国国有資源大手がレアアース（希土類）を増産する。中国北方稀土集団は世界最大級の生産拠点をつくり、中国稀土集団はミャンマーと一体化した加工拠点を建設する。中国政府が普及を推進する電気自動車（EV）向けの需要増などに対応し、ハイテク分野のサプライチェーン（供給網）整備を加速する。

北方稀土は3月、内蒙古自治区にある精練・加工拠点の生産能力を拡張し、世界最大規模に引き上げると発表した。総投資額約78億元（約1500億円）で、工期は1年半としている。

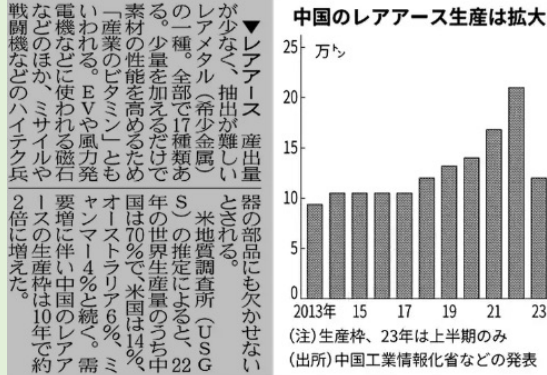
北方稀土は国有製鉄大手が筆頭株主の中国レアアース最大手。世界最大級のレアアース埋蔵量を抱える鉱山を所有し、セリウムなど軽希土類を中心に生産する。

今回の生産能力の拡大について、北方稀土は「EVや風力発電などで需要が拡大している」と説明。2025年までの計画で「レアアースのサプライチェーンを大きく強くし、世界最大のレアアースを使った磁性材料の加工基地をつくり上げるよう努力する」としている。

高性能磁石などの性能（BYD）とともに、重希土類の採掘権などを持つ

ミャンマーと供給網 米中対立進行に備え

生産枠2割増 EV需要対応



レアアースはハイテク産業に欠かせない

●は重希土類

EVのモーター、風力発電のタービン	ネオジウム ●ジスプロシウム
高性能磁石	
液晶パネルなど	セリウム
研磨剤	
光ファイバー	●エルビウム ●ツリウム
LED	ユウロビウム ●イットリウム
蛍光体	

中国はレアアースの生産を拡大し、世界最大の生産国となつてきた。中国は自国での鉱山開発に動き、中国に次ぐ世界2位の生産大国となったが、精錬工程の拠点がまだ足りないため、大半を中国に輸出して加工し、再輸入せざるを得ない。

中国はレアアースを使った高性能磁石などの製造技術の輸出を禁止する方向で検討に入っている。半導体などのハイテク分野で米中対立が先鋭化するなか、ハイテクや再生可能エネルギーの拡大に不可欠なレアアースで主導権を握ることでハイテク分野の「製造強国」をめざす。

企業への出資を2月に決めた。供給先のEV大手との連携を強化する。

北方稀土の能力増強の背景には、中国政府が23年上半期のレアアースの生産枠を前年同期比で2割増の12万トンに引き上げたことがある。同社に割り当てられた生産枠も8万1000トン近く、3割増えたことから、生産能力拡大に踏み切った。

指導部はEVを中心とする新エネルギー車の普及を進めている。22年の中国の販売台数は688万台となり、25年には1700万台に達するとの見方も出ている。生産枠の拡大はレアアースを原料とする高性能磁石の価格安定を狙う。

レアアース増産は米中対立の先鋭化に備えた対応との見方もある。中国のレアアースの輸入量は需要増に伴って5年間で3倍余り増えた。輸入先を国別でみると、米国が最大であることから、米

中国はレアアースが含まれる鉱石の採掘から、精練・加工、レアアースを使った高性能磁石などの製造までを国内で一貫してできる強みがある。

日本や米国はハイテク製品に欠かせないレアアースで中国が主導権を握っている。米国は自国での鉱山開発に動き、中国に次ぐ世界2位の生産大国となったが、精錬工程の拠点がまだ足りないため、大半を中国に輸出して加工し、再輸入せざるを得ない。

中国はレアアースが含まれる鉱石の採掘から、精練・加工、レアアースを使った高性能磁石などの製造までを国内で一貫してできる強みがある。

【北京＝多田俊輔】中国国有資源大手がレアアース（希土類）を増産する。中国北方稀土集団は世界最大級の生産拠点をつくり、中国稀土集団はミャンマーと一体化した加工拠点を建設する。中国政府が普及を推進する電気自動車（EV）向けの需要増などに対応し、ハイテク分野のサプライチェーン（供給網）整備を加速する。

北方稀土は3月、内蒙古自治区にある精練・加工拠点の生産能力を拡張し、世界最大規模に引き上げると発表した。総投資額約78億元（約1500億円）で、工期は1年半としている。

北方稀土は国有製鉄大手が筆頭株主の中国レアアース最大手。世界最大級のレアアース埋蔵量を抱える鉱山を所有し、セリウムなど軽希土類を中心に生産する。

今回の生産能力の拡大について、北方稀土は「EVや風力発電などで需要が拡大している」と説明。2025年までの計画で「レアアースのサプライチェーンを大きく強くし、世界最大のレアアースを使った磁性材料の加工基地をつくり上げるよう努力する」としている。

高性能磁石などの性能（BYD）とともに、重希土類の採掘権などを持つ

「中東に石油あり、中国にはレアアースあり」中国の改革開放を推し進めた鄧小平氏がかつて主張したように、中国はレアアースを戦略物資として外交カードに利用してきた。2010年の尖閣諸島を巡る日中対立では対日輸出を一時的に止め

「中東に石油あり、中国にはレアアースあり」中国の改革開放を推し進めた鄧小平氏がかつて主張したように、中国はレアアースを戦略物資として外交カードに利用してきた。2010年の尖閣諸島を巡る日中対立では対日輸出を一時的に止め

リチウム採掘・レアアース製錬、最大5割補助

経産省、脱中国依存めざす

2023年4月23日 2:00 [有料会員限定]



保存

経済安全保障



経済産業省は日本企業による重要鉱物の鉱山開発や製錬事業を最大で半額補助する。電気自動車（EV）の電池、モーターの製造に欠かせないリチウムやレアアース（希土類）などの原材料を確保する。日本は重要鉱物の多くを中国など特定国に依存しており、供給網の多様化を急ぐ。

エネルギー・金属鉱物資源機構（JOGMEC）の基金を通じて支援する。既に予算措置した関係経費1058億円から資金を投じる。

希土類とは

	1																18	
1	H	2															He	
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	La		Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	Ac	Ce	Pr		Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn		Fl		Lv	

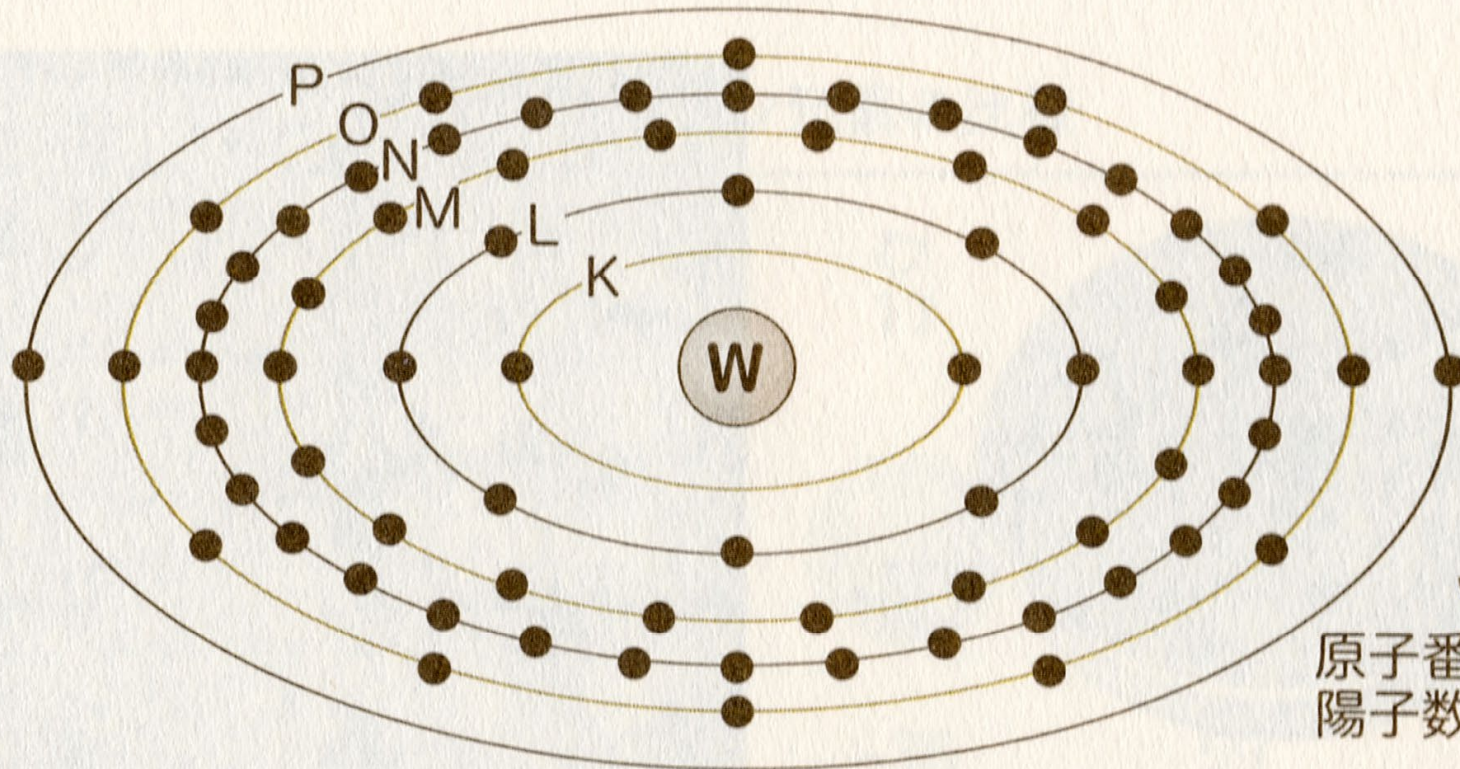
Th	Pa	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
U													
Np													
Pu													
Am													
Cm													
Bk													
Dy													
Cf													
Es													
Fm													
Md													
No													
Lr													

出し入れする
引きだし

ランタノイド
(原子番号57~71)

アクチノイド
(原子番号89~103)

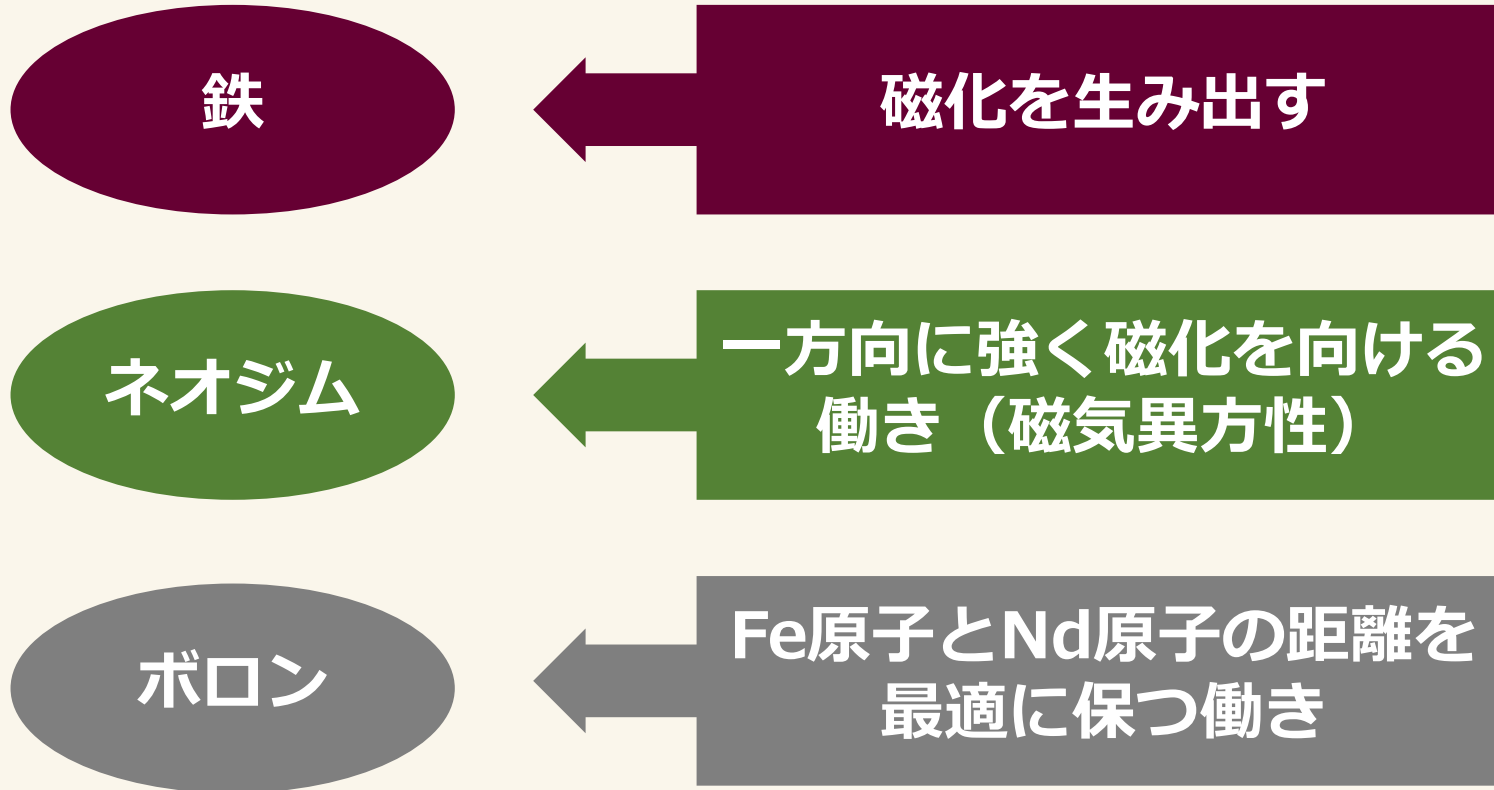
希土類はなぜ面白い？



K殻：2 L殻：8 M殻：18 N殻：32 O殻：12 P殻：2

- 高温耐性
- 耐食性
- 電磁気特性
- 導電性
- 絶縁性
- 磁気特性
- 光学特性

なぜネオジムか？



付録
YAGレーザー

イットリウム-アルミニウム
ガーネット

ネオジムを添加すると

常温で作動し

機械的強度が増す

ネオジムになったのは？

最初はジジムだった

ネオジムとプラセオジムを
別けられなかった

コロンビウム = タンタル + ニオブ
ジジム = プラセオジム + ネオジム

新しい双子 *neost+didymos*

ジスプロシウムを
加えた

耐熱性を高めるため
磁気異方性も強くなる

強磁性が亡くなる温度
サマリウム-コバルト 917°C
NdFe(Dy)B 310°C

NdFeB磁石の物性を高める、安く作る？

ネオジウム-鉄-ボロン

(Nd₂-Fe₁₄-B)合金

ネオジウム (Nd) : 29-32%

鉄 (Fe) : 63-68%

ボロン (B) : 1-2%

結晶構造を変えられないか

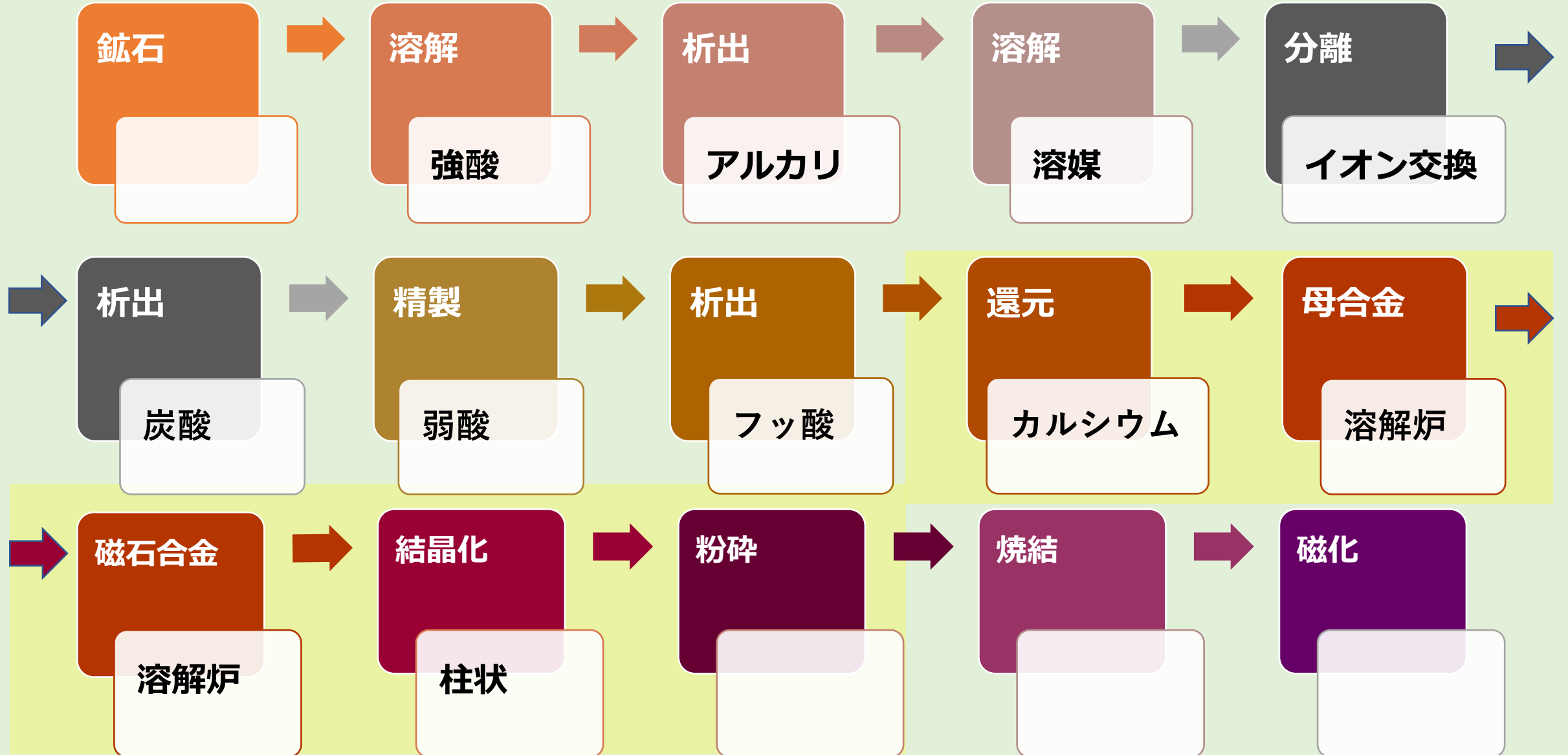
Ndの量を減らせないか

La-Ceのような元素はどうか

Dyの量を変えたら

Nd-Pr ジジウムで安価に

希土類はどのように取り出す



ネオジム精製（製錬）

- 鉱石を選鉱する Nd_2O_3
- 硝酸、塩酸などで溶解 NdCl_3
- 有機溶媒抽出
- イオン交換で元素ごとに分離
- 炭酸に溶解 $\text{Nd}_2(\text{CO}_3)_3$
- フッ酸で沈殿 NdF_3
- カルシウムで高温還元 Nd





To Be Continued