

EVは、本当に環境にやさしいのか？

東京大学 生産技術研究所
持続型エネルギー・材料統合研究センター
教授
岡部 徹



第111回 レアメタル研究会
2024年7月26日(金)
'EVは、本当に環境にやさしいのか？' (30分),
東京大学生産技術研究所A棟コンベンションホール,
[東京] (2024.7.26).

EVは、本当に環境にやさしいのか？

社会状況・環境の変化

⇒ 社会の急激なEVシフト

岡部の周辺の最近の話題

⇒ 一般の方のバッテリーメタル等への
関心が高まった

考えるべきこと

⇒ 非鉄金属の採掘・製錬に関わる環境負荷

EVは、本当に環境にやさしいのか？

まずは、以下の質問をAI(Microsoft Copilot)に訊いてみました。

Q. EV(電気自動車)は、本当に環境にやさしいのでしょうか？

Q. EV(電気自動車)が環境に良くない点、あるいは環境破壊を起こすことについて詳しく教えてください。

Q. EV(電気自動車)は、本当に環境にやさしいのでしょうか？

Copilot

電気自動車(EV)は、環境にやさしいとされていますが、その評価は複雑です。以下にいくつかの観点から説明します。

排気ガスの削減: EVはガソリン車と比べて排気ガスを出さないため、二酸化炭素(CO₂)の排出量を削減できます¹。これは環境にとって有益です。

ライフサイクルCO₂排出量: ただし、EVの製造時には材料やバッテリーの製造に伴うCO₂排出があります。ボルボの電気自動車C40の例では、製造時のCO₂排出量が内燃機関車(ICE)の倍近くになることがあります。しかし、走行時のCO₂排出は少ないため、長距離を走ることでICEを逆転できます¹。

鉱物資源と人権問題: EVの製造には多量の鉱物資源が必要であり、これには環境問題や人権問題が絡んでいます。例えば、コバルトの主要産地であるコンゴでは児童労働の問題があり、レアアースの生産地である中国の内モンゴル自治区では文化的ジェノサイドが起きています¹。

総じて、EVは環境にやさしいと言えますが、その評価は単純ではありません。今後は鉱物資源の供給体制やCO₂削減対策を進めることが重要です。²³

Q. EV(電気自動車)が環境に良くない点、あるいは環境破壊を起こすことについて詳しく教えてください。

Copilot

電気自動車(EV)は、環境にやさしいとされていますが、その評価は複雑です。以下にいくつかの観点から説明します。

排気ガスの削減: EVはガソリン車と比べて排気ガスを出さないため、二酸化炭素(CO₂)の排出量を削減できます¹。ただし、製造時のCO₂排出量が多いことに注意が必要です。

製造時のCO₂排出量: 自動車の製造には電力が必要であり、火力発電所での電力生成に伴うCO₂排出があります。EVの製造時のCO₂排出量は、一般的にガソリン車よりも多いことが報告されています²。例えば、フォルクスワーゲンの電気自動車「ID.3」は、同タイプのディーゼル車と比べて製造時に約2倍のCO₂を排出することがあります。

電池資源と廃棄: EVのバッテリーにはリチウムやコバルト、ニッケルなどのレアメタルが必要です。これらの資源の採掘や廃棄には環境問題が絡んでいます。また、バッテリーのリサイクル率も低いいため、廃棄時の環境汚染が深刻化しています。

総じて、EVは環境にやさしいと言えますが、その評価は単純ではありません。今後は鉱物資源の供給体制やCO₂削減対策を進めることが重要です。¹²³

「EV談義、きれい事やめよう」レアメタル研究第一人者

Polar Shift 覆る常識 岡部徹氏インタビュー

2024/2/1 5:00 | 日本経済新聞 電子版

電気自動車（EV）に使う希少金属（レアメタル）の需要が拡大している。二酸化炭素（CO2）を排出しないEVの普及は脱炭素社会で歓迎されるが、レアメタルの採掘や精錬には有害物質の排出が伴う。レアメタルに詳しい東京大の岡部徹教授（東京大生産技術研究所所長）は「EVがもたらす環境破壊への議論が少ない」と指摘する。



岡部徹所長はEV開発に伴う環境リスクは「議論すべきだ」と指摘する

長年、岡部が主張していることは、一貫して同じであるが、世の中が変化した結果、2024年2月1日の日経電子版の記事が大きな反響を呼んだ！

「EV談義、きれい事やめよう」レアメタル研究第一人者 Polar Shift 覆る常識 岡部徹氏インタビュー 2024年2月1日

電気自動車(EV)に使う希少金属(レアメタル)の需要が拡大している。二酸化炭素(CO2)を排出しないEVの普及は脱炭素社会で歓迎されるが、**レアメタルの採掘や精錬には有害物質の排出が伴う**。レアメタルに詳しい東京大の岡部徹教授(東京大生産技術研究所所長)は「**EVがもたらす環境破壊への議論が少ない**」と指摘する。

「走行中にCO2を出さないEVが普及するのは好ましいことで、技術の進歩はめざましい。ただ、EVの電池やモーターには多量のレアメタルが使われている。**天然鉱物を地底から掘り出し、有用な金属だけを取り出す過程では、大量の有害物質が排出されている**。日本が輸入するのは有害物質を取り除いた『きれいなもの』だけだが、その上流に環境リスクが存在することを認識すべきだ」

「多くの自動車メーカーがエネルギーの消費量やCO2排出量に関心を持つようになったが、**資源の採掘や精錬の工程で発生する害悪についての議論は少ない**。車を1台造るのに、その何百倍ものごみが出ている。環境に優しいはずのEVが環境問題を起こしているという現実をわかっているにもかかわらず、企業は発言しにくいのだろう」

EVは、本当に環境にやさしいのか？

岡部は、長年、一貫して同じことを主張しつづけてきた。

**現在の採掘・製錬の現状、製造技術・環境技術を考えると、
鉱物資源を多量に使う工業製品は、環境を破壊する。**

‘レアメタルに関する大きな誤解:工場のゴミゼロ化は本当に環境に優しいのか’,
岡部 徹: OHM(株式会社オーム社), vol.104, no.11 (2017) pp.40-42.



以前、日本の大手自動車会社の幹部が私の講演を聴いた後にやって来て「先生の講演を聞いて目から鱗が落ちました。金属資源の採掘や製錬に伴って、これほどまでに激しく自然環境が破壊されているとは知りませんでした」と驚いて、「私達の会社は10年掛けて工場のゴミゼロ化を達成しました。金属を多量に使用する自動車を作る以上、環境保護の取り組みは今後も続けていきます」と言っていたことがある。

日本で暮らしている多くの人が、「ゴミゼロ化運動」=「環境に優しい取り組み」と勘違いしている。しかし、行き過ぎたゴミゼロ化運動は、見えないところで環境負荷やエネルギー消費が大きくなり、状況によっては環境に優しくない場合もあることはあまり知られていない。

ここでは、自動車などの工業製品の製造に不可欠な非鉄金属の生産に関する事例を中心に、日本における行き過ぎたゴミゼロ化運動は、ともすると「ナンセンスなアクション」になりかねないことを紹介する。

ゴミの出ない家は、環境に優しい住まいか？

まずは、分かりやすい例え話をしてみよう。
ゴミゼロ化運動が環境に優しい取り組みだと信じてい

ギーの消費は減ることがなく、むしろ増大している場合もあるのである。自宅でのゴミゼロ化の取り組みは、一見、環境に優しいアクションであるかに思える。しかし、つきつめて考えてみると、多くの場合、逆に環境負荷を増し、エネルギー消費が大きくなることが分かる。

このような例を考えてみれば、自宅から出るゴミや排水を徹底的に減らす取り組みは、状況によってはナンセンスであることが、専門的な知識がなくても容易に理解できよう。

環境に優しい製品製造の実態

では、本題である自動車などの工業製品を製造する組立工場から出るゴミや排水を徹底的に減らす試みは、本当に環境に優しい取り組みなのだろうか。

各社が環境に優しいと謳っているハイブリッド車は、高出力モータなどの大きな電流を流す機器を多く搭載しているため、1台当たり約50kgの銅(Cu)を使用する。

また、排ガスを浄化する触媒のために白金族金属(PGM)が数g程度必要となる。さらに、高性能モータの製造には、数kgの希土類(レアアース、REM)の合金磁石が必要である。電気自動車やハイブリッド車の場合

参考資料として、レアメタル研究会のHPにUPLしておきました。

私見卓見

OPINION

東京大学生産技術研究所教授
(レアメタル製錬・リサイクル) 岡部 徹

日本近海の下底で大量のレアアースが発見されたことが話題になっている。科学の研究として発見自体はすばらしいことだと思ふ。ただ金属資源の開発や活用については一般的に誤解もある。枯渇の恐れがあると思われがちだが、資源量の不安はほとんどない。むしろ供給を制約する要因は、採掘や製錬の際に大変な環境問題を引き起こすところにある。

レアアースは中国に供給が偏っているが、実は世界中に優良な鉱山が多数存在する。陸上で発見されているだけで1億3000万ト以上と、世界需要の1000年分以上もある。にもかかわらず供給が中国に偏るのはなぜか。中国には資源を取り出す際に生じる大量のゴミを安く捨てる場

金属資源開発、環境コスト忘れるな

所があるのだ。

電気自動車(EV)やブリッドカーの高性能モーターに必要なジスプロシウムは、自動車1台分作るのに4トの鉱石がいる。数のジスプロシウムを取りたあと、残りのゴミを捨てる場所が欠かせない。その廃棄できればいいが、鉱石が無料であっても、ゴミを捨てる費用だけ算がとれない。

銅は自動車1台に必要な銅を取り出すのに10トの鉱石がいる。残った大量の銅にはヒ素や水銀などの有害物質が含まれる。有用な物質を得るだけでなく、有害物質を取り除き環境に出さすることも大切だ。

オーストラリアから輸るレアアースの鉱石はマシアで中間処理したあと、本に運ばれる。鉱石に含まれる放射性物質などを除く

参考資料として、レアメタル研究会のHPにUPしておきました。

メディアでの話題

この20年間のメディアによる

報道状況の変化

⇒最近の話題

【核心】EVは環境に優しい？製造プロセスの害悪 ... – YouTube

#アベプラ【平日よる9時～生放送】28分

2024年2月5日(月)、21:30～放送

(大雪の中、テレ朝@六本木での収録でした。)



【核心】EVは環境に優しい？製造プロセスの害悪どう評価？CO2だけに気を取られすぎ？レアメタル研究の権威に聞く | アベプラ
<https://www.youtube.com/watch?v=HtVEPmbPdIY>

日経に掲載された、岡部 徹の環境問題に関する記事が、発端となり、AbemaTVに岡部が出演し、その報道内容が各所で話題となった。

⇒ すでに、60万ダウンロード

<https://www.youtube.com/watch?v=HtVEPmbPdIY>

【核心】EVは環境に優しい？製造プロセスの害悪どう評価？CO2だけに気を取られすぎ？レアメタル研究の権威に聞く | アベプラ

「EVは環境に優しい」はウソ？製造段階の廃棄物に有毒性が？正しい環境評価とは
ABEMA Prime #アベプラ【公式】

#アベプラ【平日よる9時～生放送】28分

2024年2月5日(月)、21:30～放送（大雪の中、テレ朝@六本木での収録でした。）

キャスト

MC：大空 幸星

岡部 徹（東京大学 生産技術研究所 教授）

河崎 環（コラムニスト）

紗倉 まな（AV女優）

パクン（お笑いタレント）

田中 萌（テレビ朝日アナウンサー）

司会進行：仁科 健吾（テレビ朝日アナウンサー）

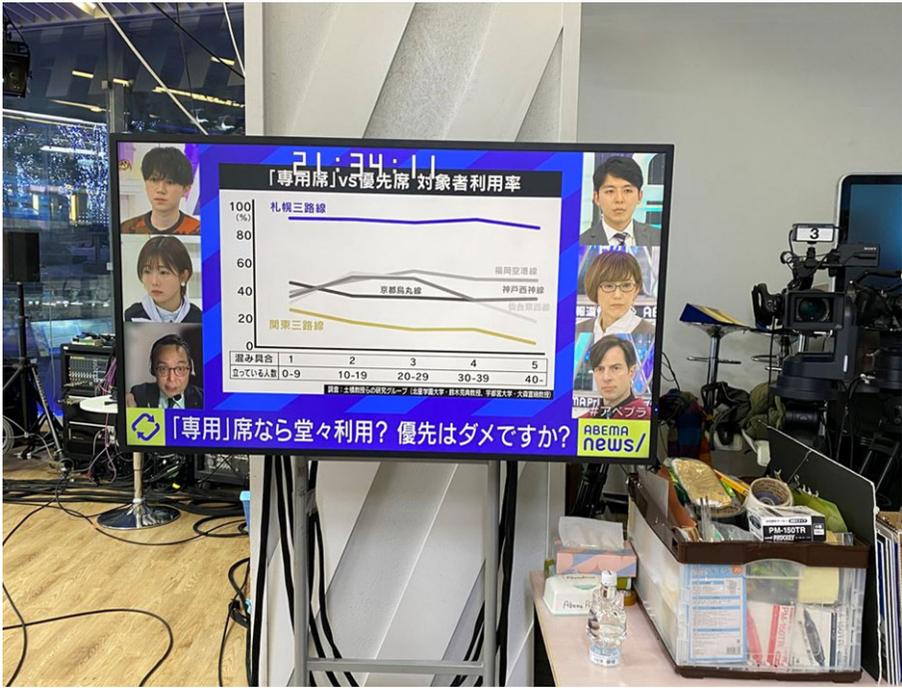
ナレーター：田所 あずさ





大雪の中、テレ朝@六本木での収録に生研から向かった







【核心】EVは環境に優しい？製造プロセスの害悪どう評価？CO2だけに気を取られすぎ？レアメタル研究の権威に聞く | アベプラ

各国のEVシフト

 日本	2035年までに新車販売電動車100%
 EU	2035年までにガソリン車新車販売禁止
 英国	2035年までにガソリン車新車販売禁止
 カナダ	2035年までに 全ての新車をゼロエミッション車に
 米国 (カリフォルニア州)	2035年までに 全ての新車をゼロエミッション車に
 中国	2035年までにガソリン車はHVのみに



ガソリン車と環境影響に差？進むEVシフト

ABEMA
news!

【核心】EVは環境に優しい？製造プロセスの害悪どう評価？CO2だけに気を取られすぎ？レアメタル研究の権威に聞く | アベプラ
<https://www.youtube.com/watch?v=HtVEPmbPdIY>

【核心】EVは環境に優しい？製造プロセスの害悪どう評価？CO2だけに気を取られすぎ？レアメタル研究の権威に聞く | アベプラ

ガソリン車・EVのメリデメ(岡部さん)

	メリット	デメリット
EV	走行中にCO2排出なし	製造時の環境負荷 大
ガソリン車	製造時の環境負荷 小	走行中にCO2排出



ガソリン車と環境影響に差？進むEVシフト

ABEMA news

【核心】EVは環境に優しい？製造プロセスの害悪どう評価？CO2だけに気を取られすぎ？レアメタル研究の権威に聞く | アベプラ
<https://www.youtube.com/watch?v=HtVEPmbPdIY>

ハイテク自動車製造での環境負荷 (岡部さん)

ハイテク自動車1台
(重量 約1t)



銅 約50kg



➡ 10tの廃棄物



➡ ヒ素、カドミウム



水銀など有害物質

10tの銅鉱石

EV化で銅の使用量増

ガソリン車	約23kg
ハイブリッド車	約40kg
バッテリー車	約83kg

(資源エネルギー庁資料より)

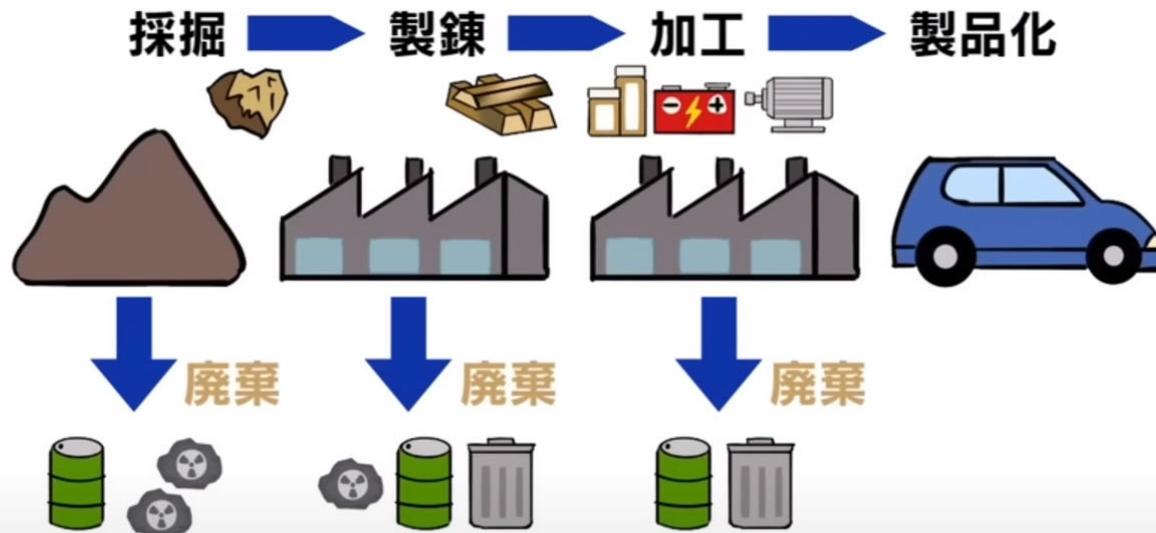


ガソリン車と環境影響に差？ 進むEVシフト

ABEMA news!

【核心】EVは環境に優しい？製造プロセスの害悪どう評価？CO2だけに気を取られすぎ？レアメタル研究の権威に聞く | アベプラ

レアメタル利用で生じる環境破壊



有害物質・放射性物質を含む廃棄物も



ガソリン車と環境影響に差？進むEVシフト

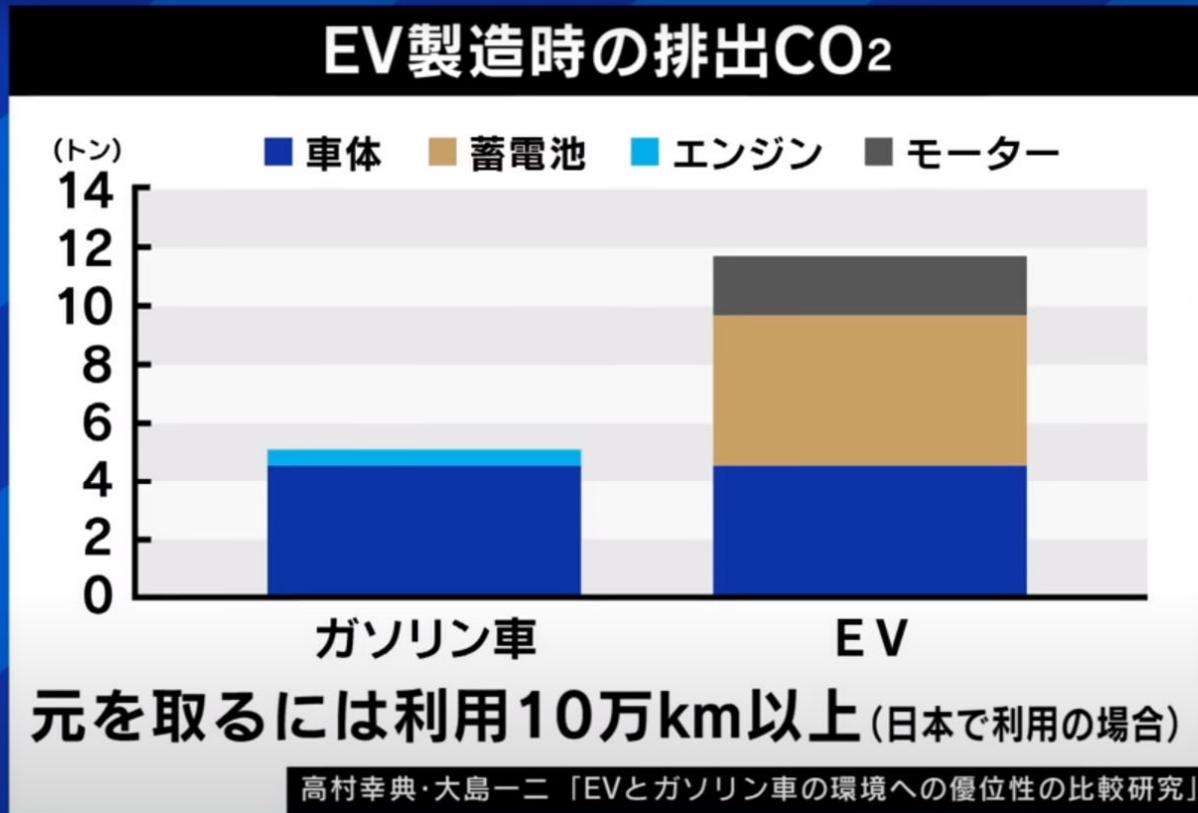
ABEMA news

4:23 / 16:06

【核心】EVは環境に優しい？製造プロセスの害悪どう評価？CO2だけに気を取られすぎ？レアメタル研究の権威に聞く | アベプラ

<https://www.youtube.com/watch?v=HtVEPmbPdIY>

【核心】EVは環境に優しい？製造プロセスの害悪どう評価？CO2だけに気を取られすぎ？レアメタル研究の権威に聞く | アベプラ



ガソリン車と環境影響に差？ 進むEVシフト



【核心】EVは環境に優しい？製造プロセスの害悪どう評価？CO2だけに気を取られすぎ？レアメタル研究の権威に聞く | アベプラ
<https://www.youtube.com/watch?v=HtVEPmbPdIY>



【核心】EVは環境に優しい？製造プロセスの害悪どう評価？CO2だけに気を取られすぎ？レアメタル研究の権威に聞く | アベプラ
<https://www.youtube.com/watch?v=HtVEPmbPdIY>



【核心】EVは環境に優しい？製造プロセスの害悪どう評価？CO2だけに気を取られすぎ？レアメタル研究の権威に聞く | アベプラ
<https://www.youtube.com/watch?v=HtVEPmbPdIY>

【核心】EVは環境に優しい？製造プロセスの害悪どう評価？CO2だけに気を取られすぎ？レアメタル研究の権威に聞く | アベプラ

EVは“走るレアメタル”

モーター	ネオジム、ジスプロシウム
電池	リチウム、コバルト、ニッケル
液晶	インジウム、セシウム
電子部品	ガリウム、タンタル など



製造で影響？EVに使用「レアメタル」の現実

ABEMA news

【核心】EVは環境に優しい？製造プロセスの害悪どう評価？CO2だけに気を取られすぎ？レアメタル研究の権威に聞く | アベプラ

<https://www.youtube.com/watch?v=HtVEPmbPdIY>

【核心】EVは環境に優しい？製造プロセスの害悪どう評価？CO2だけに気を取られすぎ？レアメタル研究の権威に聞く | アベプラ

レアメタル

レアメタル

産出量が少なかったり
抽出が難しい希少金属
➡ チタン、コバルト、ニッケルなど



レアメタルが含まれる鉱物
「コバルトリッチクラスト」

レアアース

レアメタルの一部である17元素
最先端技術を用いた製品に不可欠
➡ スカンジウム、イットリウムなど



製造で影響？EVに使用「レアメタル」の現実

ABEMA
news

【核心】EVは環境に優しい？製造プロセスの害悪どう評価？CO2だけに気を取られすぎ？レアメタル研究の権威に聞く | アベプラ

<https://www.youtube.com/watch?v=HtVEPmbPdIY>

LCA (ライフサイクルアセスメント)

使用時のみならず、原料調達や製造・廃棄等製品やサービスの全サイクルを通して環境に対する負荷を評価すること

- ▶ 日本では多量に温室効果ガスを排出する企業に排出量の算定・報告義務あり
- ▶ 鉱物資源の生産過程で出る有害物質等への規制は国により違いも



「CO₂一辺倒」には課題が？環境負荷どう評価

ABEMA news

11:34 / 16:06



【核心】EVは環境に優しい？製造プロセスの害悪どう評価？CO2だけに気を取られすぎ？レアメタル研究の権威に聞く | アベプラ
<https://www.youtube.com/watch?v=HtVEPmbPdIY>



【核心】EVは環境に優しい？製造プロセスの害悪どう評価？CO2だけに気を取られすぎ？レアメタル研究の権威に聞く | アベプラ
<https://www.youtube.com/watch?v=HtVEPmbPdIY>



【核心】EVは環境に優しい？製造プロセスの害悪どう評価？CO2だけに気を取られすぎ？レアメタル研究の権威に聞く | アベプラ
<https://www.youtube.com/watch?v=HtVEPmbPdIY>



【核心】EVは環境に優しい？製造プロセスの害悪どう評価？CO2だけに気を取られすぎ？レアメタル研究の権威に聞く | アベプラ
<https://www.youtube.com/watch?v=HtVEPmbPdIY>

EVは、本当に環境にやさしいのか？

岡部の現時点での見解：

現在の採掘・製錬・製造技術・環境技術を考えると、EV車は環境に優しくない。

しかし、環境調和型の採掘・製錬技術、さらには、高度な環境調和型のリサイクル技術が開発されれば、EV車は、環境にやさしい製品となる。

また、仮に、バイオ由来原料あるいはCO₂からガソリンが安く製造できるようになれば、ハイブリッド車やガソリン車の方が、鉱物資源の消費という観点からは、環境にやさしいかもしれない。

未来社会では、EV車が主たる移動体となるのであろうが、**急激なEVシフトは、ともすると地球環境を破壊する可能性がある**ことも認識すべきである。

メディアでの話題

この20年間のメディアによる

報道状況の変化

⇒昔の話題

走るレアメタル



東京大学 生産技術研究所
岡部 徹

走るレアメタル



電気自動車

トヨタ自動車の電気自動車「eQ(イーキュー)」

出典 三菱自動車工業株式会社ホームページより転載

<http://www.itmedia.co.jp/smartjapan/articles/1209/25/news027.html>

鉄鋼部材(特殊鋼・ハイテンなど)

→合金添加元素(Cr, Mn, Mo, V, Nb, Ti …)

モータ類

→磁石材料(Nd, Dy, Sm, Co, Tb …)

現在、100個以上のモータが1台の車に使われている

ハイブリッド車や電気自動車には、多量のNdやDyが必要



<http://shop.fsystem.co.jp/toyota/>

自動車の製造時にも多くのレアメタルが使われる

→工具用特殊合金(W, Co, Ta, …)

→工作ロボット用のモータ(Nd, Dy, Sm, …)

未来の車にはさらに多くのレアメタルが使われる

→超長寿命・軽量材料(Ti, Sc…)

排気ガス浄化触媒

→白金族金属(Pt, Pd, Rh, …)

電池

→ニッケル水素電池(Ni, Co, …)

→リチウムイオン電池(Li, Co, …)

→燃料電池の触媒や電極(Pt, …)

照明

→LEDライト(Ga, In, …)

→ハロゲンランプ(Sc, …)

液晶ディスプレイ

→透明電極(In, …)

電子基板・センサ等

→トランジスタ(Si, Ge, Ga, In, …)

→コンデンサ(Ta, Ag, Pd, …)

→抵抗(Ru, Pd, …)

→電極(Au, Ag, Pt, Pd, …)

→はんだ(In, Ga, Bi, …)

図4 自動車に使われるレアメタル(走るレアメタル)の一例.

レアメタルの用途別の分類

① 電子材料レアメタル

- 半導体(Si, Ge, GaAs)
- 各種電子材料(In, Ta, Li, Ba, Sr, ...)

② 合金用レアメタル

- 工具用特殊合金(W, Co, Ta, ...)
- 鉄鋼添加用(V, Cr, Mo, Nb, ...)

③ 航空・宇宙材料用レアメタル(空飛ぶレアメタル)

- 航空機材料(Ti, Ni基超合金, Al-Sc合金, ...)

④ 自動車用レアメタル(走るレアメタル)

- 合金添加元素(Mo, V, Nb, Ti ...)
- 磁石材料(Nd, Dy, Sm, Co)、電池材料(Li, Co, Pt, Ni, ...)
- 触媒(Pt, Pd, Rh, ...)

⑤ エネルギー関連レアメタル(新エネ・レアメタル)

- 太陽光発電用材料(Si, Ru, Ga, In ...)
- 発電・変換・送電・蓄電・制御用の材料

⑥ 原子力レアメタル

- 原子炉用材料(Zr, Hf, 特殊合金...)
- 放射性廃棄物(PGMs ...)

⑦ 医療・生体用レアメタル

- 生体材料(Ti, Nb, Ta, ...)
- 医薬品・健康食品



今後、
一層発展する
レアメタル

「領土問題」

「資源問題」 「環境問題」

「外交問題」

「政治問題」



レアメタルの問題

「貿易問題」

「特許問題」

「技術問題」

「産業問題」

「経済問題」

レアメタルの用途別の分類

① 電子材料レアメタル

- 半導体 (Si, Ge, GaAs)
- 各種電子材料 (In, Ta, Li, Ba, Sr, ...)

② 合金用レアメタル

- 工具用特殊合金 (W, Co, Ta, ...)
- 鉄鋼添加用 (V, Cr, Mo, Nb, ...)

③ 航空・宇宙材料用レアメタル(空飛ぶレアメタル)

- 航空機材料 (Ti, Ni基超合金, Al-Sc合金, ...)

④ 自動車用レアメタル(走るレアメタル)

- 合金添加元素 (Mo, V, Nb, Ti ...)
- 磁石材料 (Nd, Dy, Sm, Co)、電池材料 (Li, Co, Pt, Ni, ...)
- 触媒 (Pt, Pd, Rh, ...)

⑤ エネルギー関連レアメタル(新エネ・レアメタル)

- 太陽光発電用材料 (Si, Ru, Ga, In ...)
- 発電・変換・送電・蓄電・制御用の材料

⑥ 原子力レアメタル

- 原子炉用材料 (Zr, Hf, 特殊合金...)
- 放射性廃棄物 (PGMs ...)

⑦ 医療・生体用レアメタル

- 生体材料 (Ti, Nb, Ta, ...)
- 医薬品・健康食品



今後、
一層発展する
レアメタル

大雑把にいうと、自動車1台には、

金 (Au) 0.2 ~ 0.5 g (電子基盤)

銀 (Ag) 2 ~ 5 g (電子基盤)

銅 (Cu) 20 ~ 30 kg

(HV: ~ 50 kg, EV: ~ 60 kg)

白金 (Pt) 0.5 ~ 2.5 g

パラジウム (Pd) 1.4 ~ 5 g

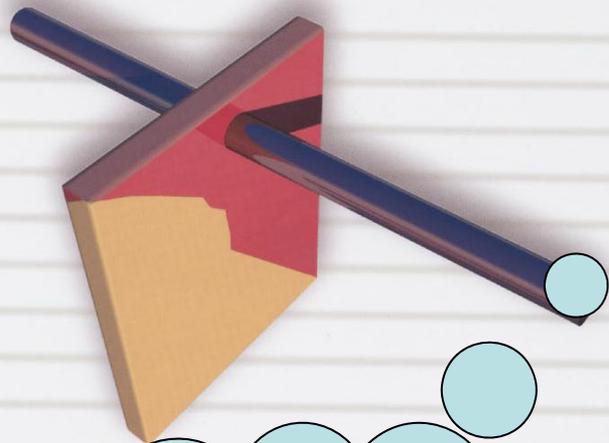
ロジウム (Rh) 0.2 ~ 0.6g

が必要。



自動車技術ハンドブック

10 設計 (EV・ハイブリッド) 編



自動車用の
レアメタルと
リサイクルに
についても
書いてあります。

新刊のお知らせ

自動車技術ハンドブック 第10分冊 設計 (EV・ハイブリッド)編

堀 洋一教授(東京大学)を
編集委員長に迎え、
電動車両の開発に携わっている
スペシャリストの方々による執筆です。
本書を読めば、
最新の電動車両の技術動向や
技術課題の全体像がみえます。

定価5,775円(税込)(会員割引あり)

ちなみに、携帯電話1台には、

金 (Au)	0.02 ~ 0.1 g
	(品位 300 ~ 2000 ppm)
銀 (Ag)	0.1 ~ 0.6 g
	(品位 1000 ~ 8000 ppm)
銅 (Cu)	10 ~ 30 g
	(品位 100,000 ~ 400,000 ppm)
白金 (Pt)	0.0002 ~ 0.002 g
パラジウム (Pd)	0.008 ~ 0.07 g



貴金属のリサイクル業者にとっては、
スクラップ(主に基盤や触媒)に含まれる、

金(Au) (品位 100~2000 ppm)

銀(Ag) (品位 1000~8000 ppm)

銅(Cu) (品位 100,000~400,000 ppm)

白金(Pt)

パラジウム(Pd)

の分析と評価が最も重要



レアメタル便覧

監修・編集代表 足立 吟也

丸善株式会社

監修・編集代表：
足立 吟也 大阪大学名誉教授

発行：丸善株式会社

B5判 1800ページ

3分冊（セット販売）

本体価格129,000円

ISBN 978-4-621-08276-8

● レアメタルに関する資源，経済，環境，製造，応用，技術の詳細，データを網羅，集約した世界初のデータ集。

6章 レアメタルの製造

1族：アルカリ金属(Li, Na, K, Rb, Cs, Fr)/2族(Be, Mg, Ca, Sr, Ba)/3族(Sc, Y, ランタノイド)/4族(Ti, Zr, Hf)/5族(V, Nb, Ta)/6族(Cr, Mo, W)/7族(Mn, Tc, Re)/白金族元素(Pt, Pd, Rh, Ru, Ir, Os)/13族(Ga, In, Tl)/14族(Si, Ge)/15族(As, Sb, Bi)/超高純度レアメタル/コモンメタルおよび周辺元素/溶媒抽出剤一覧/イオン交換樹脂一覧

大雑把にいうと、自動車1台には、

金 (Au) 0.2 ~ 0.5 g (電子基盤)

銀 (Ag) 2 ~ 5 g (電子基盤)

銅 (Cu) 20 ~ 30 kg

(HV: ~ 50 kg, EV: ~ 60 kg)

白金 (Pt) 0.5 ~ 2.5 g

パラジウム (Pd) 1.4 ~ 5 g

ロジウム (Rh) 0.2 ~ 0.6g

が必要。

「EV談義、きれい事やめよう」レアメタル研究第一人者

Polar Shift 覆る常識 岡部徹氏インタビュー

2024/2/1 5:00 | 日本経済新聞 電子版

電気自動車（EV）に使う希少金属（レアメタル）の需要が拡大している。二酸化炭素（CO2）を排出しないEVの普及は脱炭素社会で歓迎されるが、レアメタルの採掘や精錬には有害物質の排出が伴う。レアメタルに詳しい東京大の岡部徹教授（東京大生産技術研究所所長）は「EVがもたらす環境破壊への議論が少ない」と指摘する。



長年、岡部が主張していることは、一貫して同じであるが、世の中が変化した結果、2024年2月1日の日経電子版の記事が大きな反響を呼んだ！

岡部徹所長はEV開発に伴う環境リスクは「議論すべきだ」と指摘する

レアメタルの今は昔

昔は、レアメタルに関しては、環境問題よりも、資源供給問題が一般社会の主な関心であった。

非鉄金属の採掘・製錬に関わる環境負荷について語っても、ほとんど誰も関心を示さなかった。

岡部個人は、レアアースの採掘・製錬を中心に、環境破壊の問題を訴え続けてきた。

日本経済新聞

9月8日
金曜日

発行所 日本経済新聞社
東京本社 〒100-8066 東京都千代田区大手町1-9-5
大阪本社 〒540-8588 大阪府中央区大手前1-1-1
名古屋支社 〒460-8368 名古屋市中区栄4-16-33
西部支社 〒781-2616 福岡市博多区博多駅前2-16-1
札幌支社 〒060-8215 札幌市中央区北1条西6-2

レアメタル 安定供給へ備蓄増強

総合対策
経産省検討
リサイクルも確立

経産省は来年度から、ハイテク電気製品や鉄鋼の原料に不可欠な希少金属(レアメタル)の安定供給に向けた総合対策に着手する。中国など世界的な需要拡大で国際価格が急騰。輸入が減り将来供給不足に陥る可能性が高まってきたため、国家備蓄の拡充を検討。廃棄された電子機器から効率よく回収する技術の開発などリサイクル制度を整える。似た機能を持つ代替材料をつくり、輸入依存度も引き下げる。(レアメタルは「面」きょうのことば「参照」)

主なレアメタル
(カッコ内は日本の消費シェア)

名称と主な用途	価格上昇率(倍)
モリブデン(15.8%) 鉄鋼添加剤	4.7
タンクステン(12.8%) 超硬工具、鉄鋼添加剤	4.0
インジウム(6.0%) 液晶ディスプレイのパネル製造	3.8
ニオブ(4.4%) ステンレス鋼	2.9
チタン(29.4%) 航空機エンジン、熱交換器	1.9
コバルト(2.8%) 鉄鋼添加剤、二次電池	1.9
プラチナ(20.8%) 自動車排ガス触媒	1.9

中国需要増に備え

安定供給策の対象は「ミン」と呼ばれる三下ロム、タンクステン、インジウム、コバルト、プラチナなど「産業のヒタ

なり、日本のGDP)が不足すると経済への影響

日本はインジウムで世界の約六割を占める。タンクステン、コバルトは約三割を占める。中国はインジウム、タンクステン、コバルトの主要消費国。大半を中国、ロシアから輸入する。

2006.9.8
日経の1面に「レアメタル」という言葉が載るようになった

NHKの番組「視点・論点」に出演
(2007年5月23日(水)放送内容):

レアメタルの実情と日本の課題



NHK総合テレビ クローズアップ現代 「“レアメタル”ショック ～激化する資源争奪戦～」

2007年 7月2日(月) 午後7:30～



NHKの番組「視点・論点」に出演
(2007年12月18日(火)放送):

全世界が狙う

南アフリカのレアメタル



公衆の面前では、
本音と言えず。。。。
当たり障りのない
まともなことしか言えない。



NHKの番組「視点・論点」に出演
(2010年12月24日(火)放送):



レアアースの現状と問題

レアアースの問題は、
資源の問題以上に
環境問題がポイントであることを述べた。

視点・論点

「領土問題」

「資源問題」 「環境問題」

「外交問題」

「政治問題」

「貿易問題」

「産業問題」

「経済問題」



レアメタルの問題

「特許問題」

「技術問題」

レアメタルの用途別の分類

① 電子材料レアメタル

- 半導体(Si, Ge, GaAs)
- 各種電子材料(In, Ta, Li, Ba, Sr, ...)

② 合金用レアメタル

- 工具用特殊合金(W, Co, Ta, ...)
- 鉄鋼添加用(V, Cr, Mo, Nb, ...)

③ 航空・宇宙材料用レアメタル(空飛ぶレアメタル)

- 航空機材料(Ti, Ni基超合金, Al-Sc合金, ...)

④ 自動車用レアメタル(走るレアメタル)

- 合金添加元素(Mo, V, Nb, Ti ...)
- 磁石材料(Nd, Dy, Sm, Co)、電池材料(Li, Co, Pt, Ni, ...)
- 触媒(Pt, Pd, Rh, ...)

⑤ エネルギー関連レアメタル(新エネ・レアメタル)

- 太陽光発電用材料(Si, Ru, Ga, In ...)
- 発電・変換・送電・蓄電・制御用の材料

⑥ 原子力レアメタル

- 原子炉用材料(Zr, Hf, 特殊合金...)
- 放射性廃棄物(PGMs ...)

⑦ 医療・生体用レアメタル

- 生体材料(Ti, Nb, Ta, ...)
- 医薬品・健康食品



今後、
一層発展する
レアメタル



BSフジ「プライムニュース」
『レアメタル争奪戦 日本の資源戦略を徹底検証！』
2010年10月6日 20:00～21:55





NHK総合テレビ Bizspowid
「どう乗り越える? レアアース危機」

2010年9月10日(金) 午後10:55~生放送

BSフジ プライムニュース
「レアメタル争奪戦
日本の資源戦略を徹底検証!」

2010年10月6日(水) 午後8:00~2時間生放送



レアメタルの製錬・リサイクルは 日本が世界をリードしている 重要な産業・技術分野

⇒NHK Worldにて世界に発信



2015. 6. 24 収録

「領土問題」

「資源問題」 「環境問題」

「外交問題」

「政治問題」

「貿易問題」

「産業問題」

「経済問題」



レアメタルの問題

「特許問題」

「技術問題」

メディアでの話題

銅、ニッケル、コバルト、リチウム、

希土類

2年前の銅の価格は、約60万円／トン

今の銅の価格は、約120万円／トン（倍になった）

仮に銅の価格が、240万円／トン（今の倍）になると、5円硬貨や、10円硬貨に使われている銅の価値は、硬貨の価値を超える。

→違法ではあるが、硬貨を集めて、
鑄つぶして銅を回収した方が儲かる

以上が、記事の内容

銅の価格が200万円／トンを超えるとは思えないが、仮に、世界戦争が勃発すると、そのような事態も起こり得る。

この記事の裏話:

50年後は、銅がレアメタルに

となると記事であるが、
実は、同時に、岡部は、イノベーションがおこれば、

50年後は、チタンがレアメタルからベースメタルになる

と打ち込んでいたが、チタンの話は没になった。

2021年(令和3年)12月18日(土曜日)

リチウムが最高値

中国・豪州で生産停滞

EV需要急伸

電気自動車(EV)の蓄電池に使うバッテリーメタルの価格が高騰している。リチウム価格が過去最高値を更新したほか、コバルトも3年ぶりの高値圏にある。脱炭素に伴いEV向け需要が急増する一方、供給が追いついていない。供給が増えるのは来秋以降との観測もあり、当面は高値が続く見通し。

コバルトも高値圏

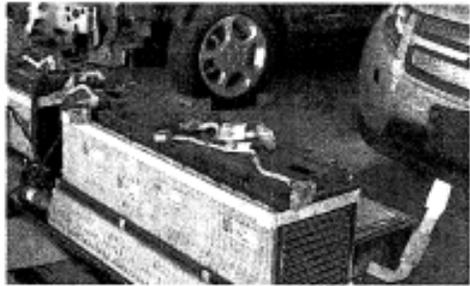
リチウムはEVのリチウムイオン電池の主要材料だ。英調査会社アーク・メディアによると、指標の「炭酸リチウム」

バッテリーメタル相場は高騰



(出所)英調査会社アーク・メディア

の中国国内価格は足元で1ト22万円(約390万円)。10月に19万円を上回り5年ぶりに過去最高値を更新した後も上昇し



リチウムイオン電池向けの供給が追いついていない

るEVと、液体燃料と蓄電池の両方を搭載するプラグインハイブリッド車の世界販売は21年1~10月に前年同期比で2・2倍に伸びた。自動車全体に占めるEV比率も10月は9%と前年平均の4%から拡大した。

電池の正極材に使う炭酸リチウムは、塩湖のかん水や鉍石を加工して作る。中国政府が実施した石炭の使用削減策や環境規制によって石炭火力発電が制限され、工場の稼働が低下し、炭酸リチウムの生産量が減った。10月ごろに需給逼迫が深刻になった。11月以降、電力制限を緩めたものの、相場は堅調な需要によって上昇基調にある。

上流ではチリなどのかん水から作られるリチウ

レアメタルの**最近の状況**と 問題点、ボトルネック



EVや風車の部品・材料調達に影

米中対立が各国の脱炭素の動きのアキレスけんになるとの懸念が広がっている。需要急増が見込まれる電気自動車(EV)や風車は主要部品の高性能磁石、モーターから材料のレアアース(希土類)に至るまで中国がサプライチェーン(供給網)の要を担うからだ。米欧は安定調達への対策を強化する。日本も戦略の再構築が急務だ。

「何とか相乗りできないか」。経済産業省は日本の化学メーカーなどに、米国防総省も絡んだレアアース精製事業への参加を働きかけている。日本も対応急ぐ。オーストラリア産のレアアース磁石を米テキサス州の工場で処理し、磁石の性能を高めるジスプロシウムなどを取り出す計画。豪ライナスが米社と組み、中国依存を脱したい米政府が後押しす

米中対立、脱炭素の足かせ

EVのサプライチェーンに中国は欠かせない

レアアース採掘	分離・精製などの処理	合金化・磁石製造	モーター製造	電動車生産
米国	中国	日本	日本	日本
豪州	中国	ドイツ	米国	米国
中国	中国	中国	欧州	欧州等
			韓国	中国
			中国	

各国は「脱中国」を目指す、中国が「川下」でも中国が躍進
中国がほぼ独占 (注)JOGMECの資料などから作成

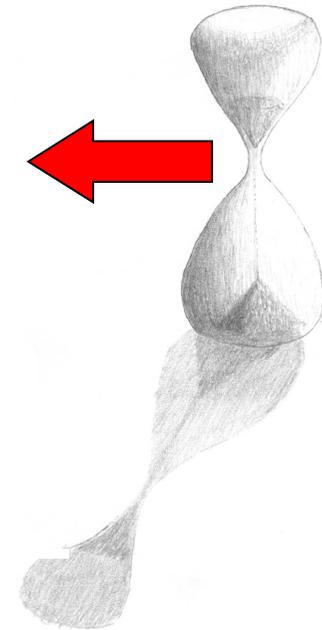
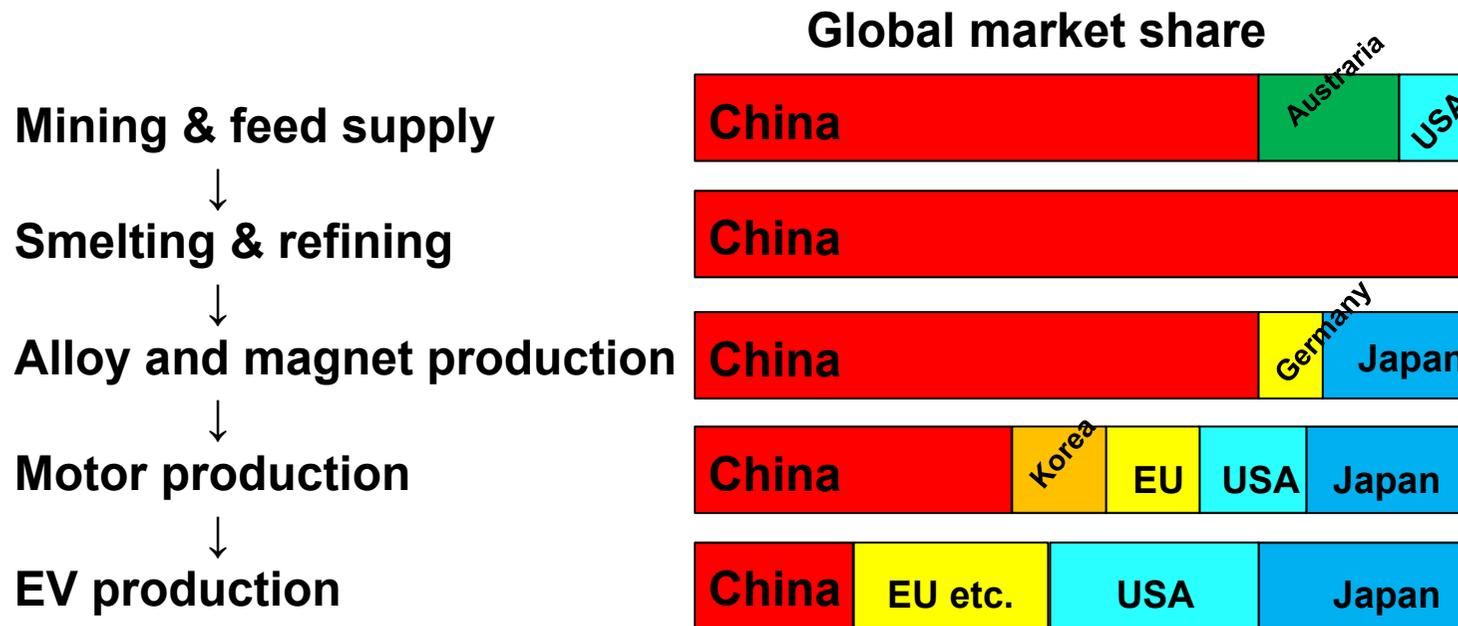
る。ここに日本企業も加ての新車を電動車にする。ここは安定調達に役立つ。欧州や中国のほかバと経産省は期待する。イアン政権下の米国もEV中国には世界のレアアV化を進める見通しだ。EVの生産の6割強、精カナダの調査会社アタ製の7〜8割が集中。EV向けに限れば精は世界のEVの年間販売製工程をほぼ独占する。台数は30年に3450万脱炭素による需給逼迫と台と20年の7倍になり、米中対立のダブルパンチ。ネオジムやジスプロシウムで供給が断たれるリスク。需要は代替品が普及に各国は対応を急ぐ。しても5倍になると予想。営業偉首相は温暖化ガ。風力発電などへのス排出量を2050年ま需要増もあり供給が慢性でに実質ゼロにする。的に不足し、市場価格も明した。30年代半ばに全上昇が続くとみる

中国依存の供給網見直し

危機感を強める欧州連合(EU)は昨年11月、採掘や企業と政府による「欧州原材料ライアンス」を始動させた。30の重要資源について域内外の友好国・企業と協力し調達やリサイクルを促す。米トランプ政権も9月にレアアースの自主調達を促す大統領令を発令、カリフォルニア州マウンテンパオス鉱山での採掘や精製への支援も決めた。

「川下」にも「急所」
日本も10年に尖閣諸島を巡る対立で中国がレアアースの輸出を止めて以来、中国が9割を占めた調達先の分散やリサイクルを加速してきた。だが調達先のなお6割近くは中国だ。精製もほぼ中国に頼る。米テキサスの精製事業が注目を浴びるのもこのためだが、企業には中国産と比べた採算が問題になる。サプライチェーン全体を許可

Bottlenecks in supply chain in EV (with respect to REMs)



Serious **bottlenecks** in REMs supply chain is monopoly on smelting and refining plants by China.

EVは、本当に環境にやさしいのか？

EVは、本当に環境にやさしいのか？

岡部は、長年、一貫して同じことを主張しつづけてきた。

**現在の採掘・製錬の現状、製造技術・環境技術を考えると、
鉱物資源を多量に使う工業製品は、環境を破壊する。**

EVが普及することによって、
レアメタルをはじめとする
鉱物資源の供給問題や
採掘・製錬にともなう環境破壊が、
一般の人にも注目されるようになった。

EVは、本当に環境にやさしいのか？

岡部の現時点での見解：

現在の採掘・製錬・製造技術・環境技術を考えると、EV車は環境に優しくない。

しかし、環境調和型の採掘・製錬技術、さらには、高度な環境調和型のリサイクル技術が開発されれば、EV車は、環境にやさしい製品となる。

また、仮に、バイオ由来原料あるいはCO₂からガソリンが安く製造できるようになれば、ハイブリッド車やガソリン車の方が、鉱物資源の消費という観点からは、環境にやさしいかもしれない。

未来社会では、EV車が主たる移動体となるのであろうが、**急激なEVシフトは、ともすると地球環境を破壊する可能性がある**ことも認識すべきである。

‘レアメタルに関する大きな誤解:工場のゴミゼロ化は本当に環境に優しいのか’, 岡部 徹: OHM(株式会社オーム社), vol.104, no.11 (2017) pp.40-42.



以前、日本の大手自動車会社の幹部が私の講演を聴いた後にやって来て「先生の講演を聞いて目から鱗が落ちました。金属資源の採掘や製錬に伴って、これほどまでに激しく自然環境が破壊されているとは知りませんでした」と驚いて、「私達の会社は10年掛けて工場のゴミゼロ化を達成しました。金属を多量に使用する自動車を作る以上、環境保護の取り組みは今後も続けていきます」と言っていたことがある。

日本で暮らしている多くの人が、「ゴミゼロ化運動」=「環境に優しい取り組み」と勘違いしている。しかし、行き過ぎたゴミゼロ化運動は、見えないところで環境負荷やエネルギー消費が大きくなり、状況によっては環境に優しくない場合もあることはあまり知られていない。

ここでは、自動車などの工業製品の製造に不可欠な非鉄金属の生産に関する事例を中心に、日本における行き過ぎたゴミゼロ化運動は、ともすると「ナンセンスなアクション」になりかねないことを紹介する。

ゴミの出ない家は、環境に優しい住まいか？

まずは、分かりやすい例え話をしてみよう。
ゴミゼロ化運動が環境に優しい取り組みだと信じてい

ギーの消費は減ることがなく、むしろ増大している場合もあるのである。自宅でのゴミゼロ化の取り組みは、一見、環境に優しいアクションであるかに思える。しかし、つきつめて考えてみると、多くの場合、逆に環境負荷を増し、エネルギー消費が大きくなることが分かる。

このような例を考えてみれば、自宅から出るゴミや排水を徹底的に減らす取り組みは、状況によってはナンセンスであることが、専門的な知識がなくても容易に理解できよう。

環境に優しい製品製造の実態

では、本題である自動車などの工業製品を製造する組立工場から出るゴミや排水を徹底的に減らす試みは、本当に環境に優しい取り組みなのだろうか。

各社が環境に優しいと謳っているハイブリッド車は、高出力モータなどの大きな電流を流す機器を多く搭載しているため、1台当たり約50kgの銅(Cu)を使用する。

また、排ガスを浄化する触媒のために白金族金属(PGM)が数g程度必要となる。さらに、高性能モータの製造には、数kgの希土類(レアアース、REM)の合金磁石が必要である。電気自動車やハイブリッド車の場合

参考資料として、レアメタル研究会のHPにUPLしておきました。

私見卓見

OPINION

東京大学生産技術研究所教授
(レアメタル製錬・リサイクル) 岡部 徹

日本近海の下底で大量のレアアースが発見されたことが話題になっている。科学の研究として発見自体はすばらしいことだと思ふ。ただ金属資源の開発や活用については一般的に誤解もある。枯渇の恐れがあると思われがちだが、資源量の不安はほとんどない。むしろ供給を制約する要因は、採掘や製錬の際に大変な環境問題を引き起こすところにある。

レアアースは中国に供給が偏っているが、実は世界中に優良な鉱山が多数存在する。陸上で発見されているだけで1億3000万ト以上と、世界需要の1000年分以上もある。にもかかわらず供給が中国に偏るのはなぜか。中国には資源を取り出す際に生じる大量のゴミを安く捨てる場

金属資源開発、環境コスト忘れるな

所があるのだ。

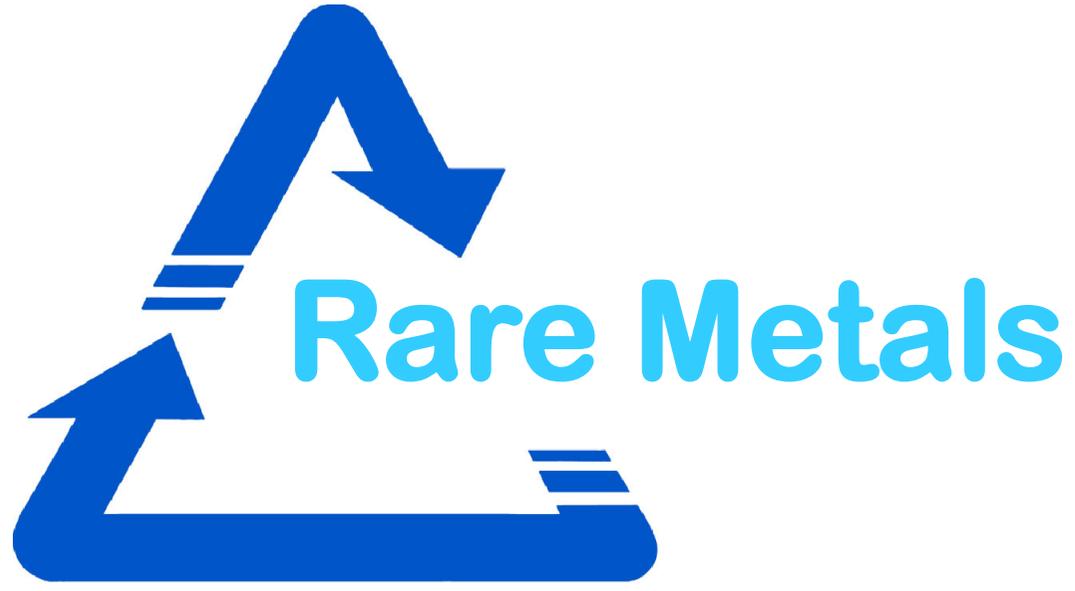
電気自動車(EV)やブリッドカーの高性能モーターに必要なジスプロシウムは、自動車1台分作るのに4トの鉱石がいる。数のジスプロシウムを取りたあと、残りのゴミを捨てる場所が欠かせない。その廃棄できればいいが、鉱石が無料であっても、ゴミを捨てる費用だけ算がとれない。

銅は自動車1台に必要な銅を取り出すのに10トの鉱石がいる。残った大量の銅にはヒ素や水銀などの有害物質が含まれる。有用な物質を得るだけでなく、有害物質を取り除き環境に出さすることも大切だ。

オーストラリアから輸るレアアースの鉱石はマシアで中間処理したあと、本に運ばれる。鉱石に含る放射性物質などを除く

参考資料として、レアメタル研究会のHPにUPしておきました。

**Development of new recovery
process of rare metals from scraps**



**Environmentally sound technology
for producing and recycling
less-common metals**

高度資源循環型社会を目指す研究の背景とキーワード

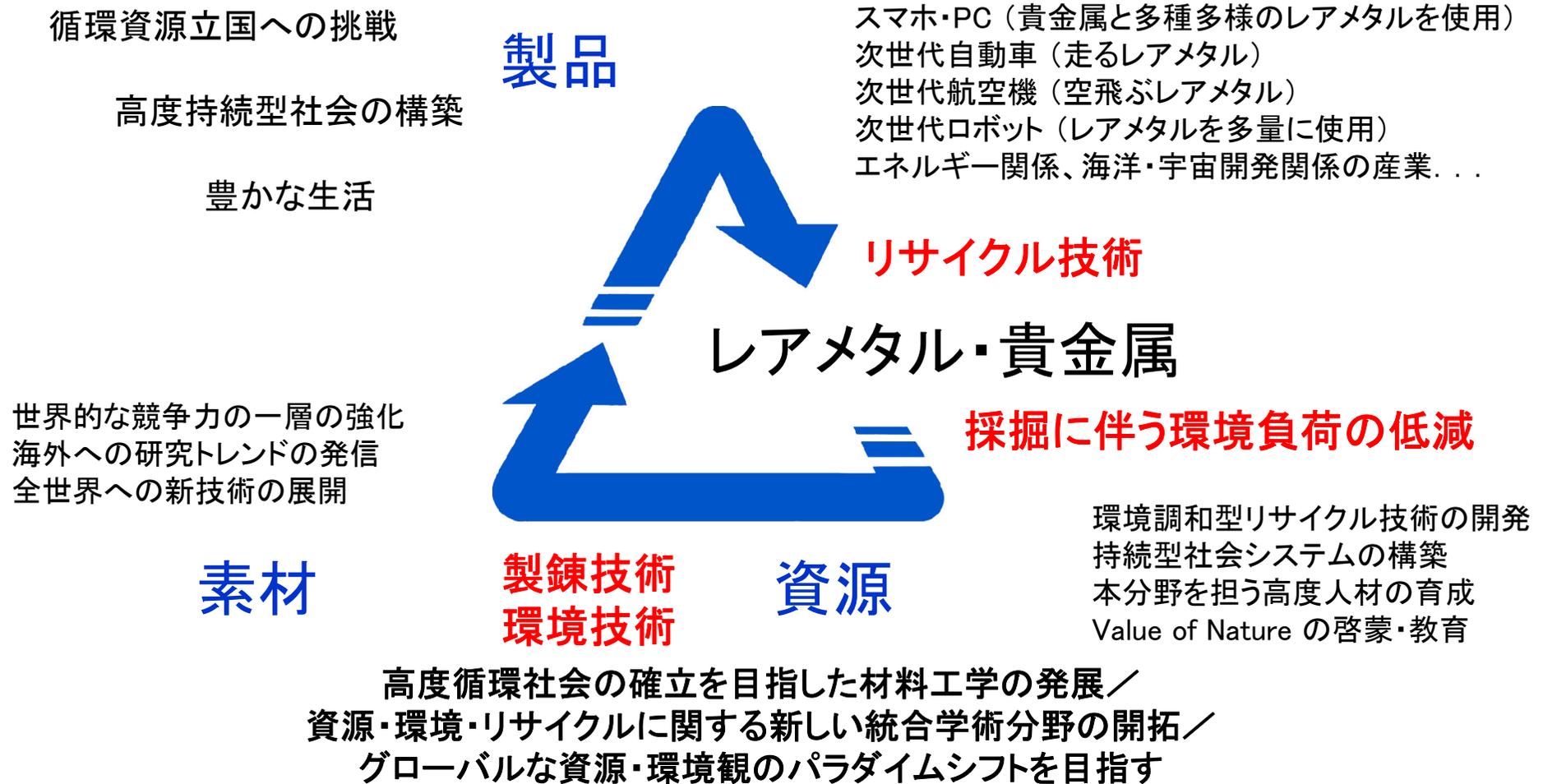
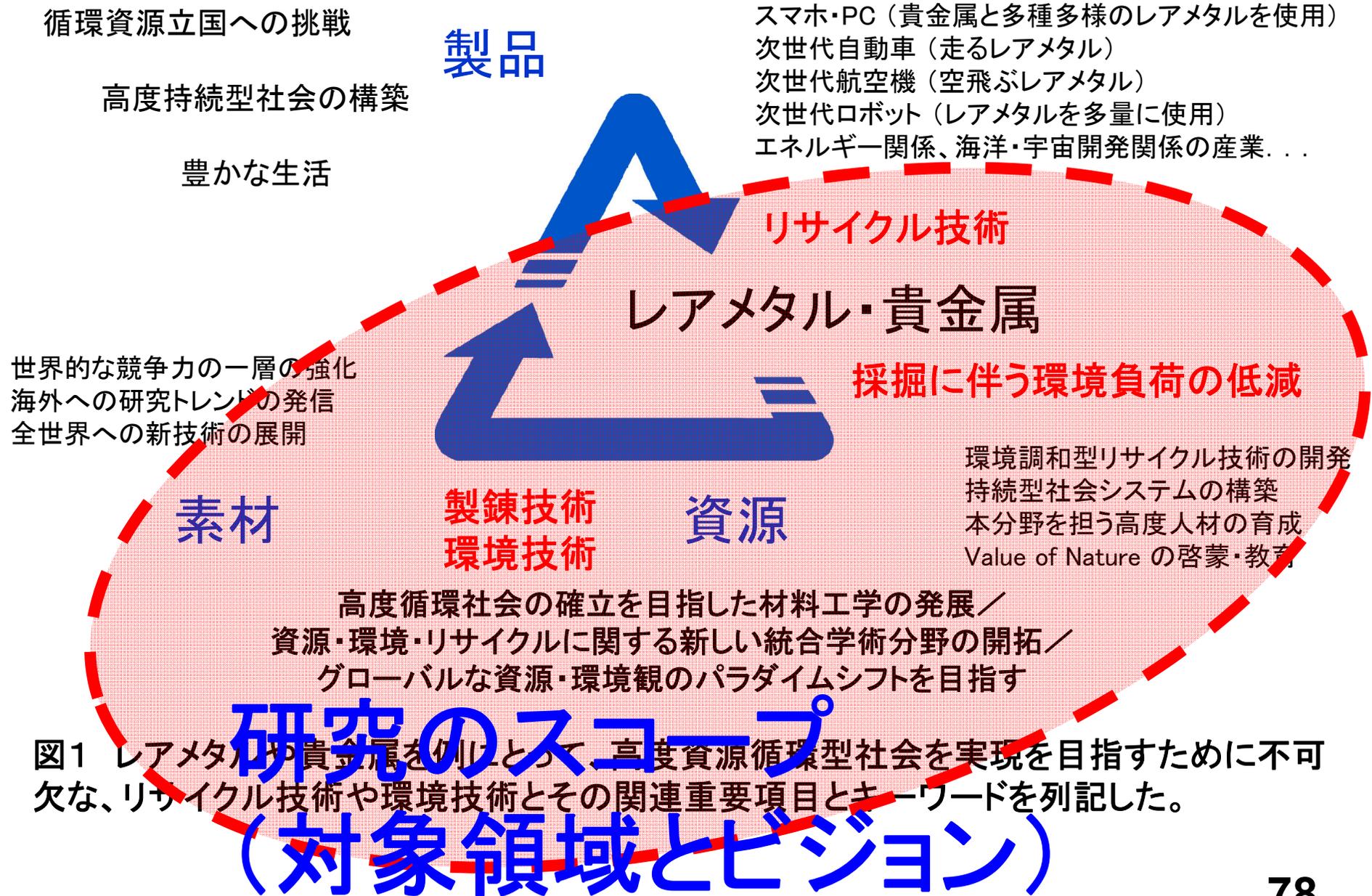


図1 レアメタルや貴金属を例にとって、高度資源循環型社会を実現を目指すために不可欠な、リサイクル技術や環境技術とその関連重要項目とキーワードを列記した。

高度資源循環型社会を目指す研究の背景とキーワード



高度循環社会の確立を
目指した材料工学

循環資源立国への挑戦

Rare Metals

レアメタルの環境調和型
リサイクル技術の開発

EVは、本当に環境にやさしいのか？

社会状況・環境の変化

⇒ 社会の急激なEVシフト

岡部の周辺の最近の話題

⇒ 一般の方のバッテリーメタル等への
関心が高まった

考えるべきこと

⇒ 非鉄金属の採掘・製錬に関する環境負荷

EVは、本当に環境にやさしいのか？

東京大学 生産技術研究所
持続型エネルギー・材料統合研究センター
教授
岡部 徹



第111回 レアメタル研究会
2024年7月26日(金)
'EVは、本当に環境にやさしいのか？' (30分),
東京大学生産技術研究所A棟コンベンションホール,
[東京] (2024.7.26).