

背景と目的

UNEPにて、持続可能な資源管理に関する国際パネル(International Resource Panel)が2007年に設立された。

目的は、天然資源がライフサイクル全体で環境に及ぼす影響について、中立的で信頼でき、政策との関連性に富んだ科学的評価を提供するため。

課題として、以下の3点が挙げられている。

- 資源枯渇については、**権威ある地球規模の評価手法**が必要
- 資源の利用可能性や質および資源の不足の経済的影響に関するデータや分析を向上させる
- 地域的な評価を行うことで、信頼性を向上させる

資源消費量データベースの開発

- 対象の金属が、どの産業部門でどれだけ使用されているかを調査
- 輸入国の資源消費を考慮できないかを検討

地域性を考慮した資源消費量による影響評価手法の開発

- 鉱山で資源を採掘することでその国に与える経済影響を調査

LCI(インベントリ)	年次	著名名	出典
経済統計に基づく非鉄金属製造プロセスからのCO ₂ ,SO ₂ ,NO _x の推算	2001	井島清	日本金属学会誌第65巻第7号(2001)571-580
金属元素の製錬・精製段階における環境負荷算定に関する調査	2003	独立行政法人 物質・材料研究機構 エコマテリアル研究センター	調査報告書
金属材料のライフサイクルインベントリ分析	2001	成田暢彦	までり第40巻第8号
既存データを対象としたバックグラウンドデータの品質評価手法	2009	小林謙介	日本LCA学会 第5巻第4号
Application of life cycle assessment in the mining industry	2011	Kwame Awuah Offei	Int J Life Cycle Asssss →輸入国を考慮した文献がない

LCIA	出版年	開発国	開発者(所属機関)	指標	地質学	金属数
EPS2000	1999	スウェーデン	Steen (チャイルマース工科大学)	持続可能な採掘コスト	世界で同一	78
Eco-indicator99	1999	オランダ	Goedkoop et al. (Pre Consultants)	超過エネルギー	世界で同一	12~
ReCiPe 2008	2009	オランダ	Goedkoop, Heijungs et al.	超過コスト	世界で同一	18~20
IMPACT 2002	2003	スイス	Jolliet et al. (スイス連邦工科大学)	超過エネルギー	世界で同一	12~
IMPACT WORLD+	2013	スイス	Bruille et al. (スイス連邦工科大学)	Material competition scarcity index	世界で同一	100~
LIME2	2010	日本	伊坪・稲葉 (産業技術総合研究所)	ユーザーコスト	世界で同一	19 →地域性を考慮できていない

原単位算定方法

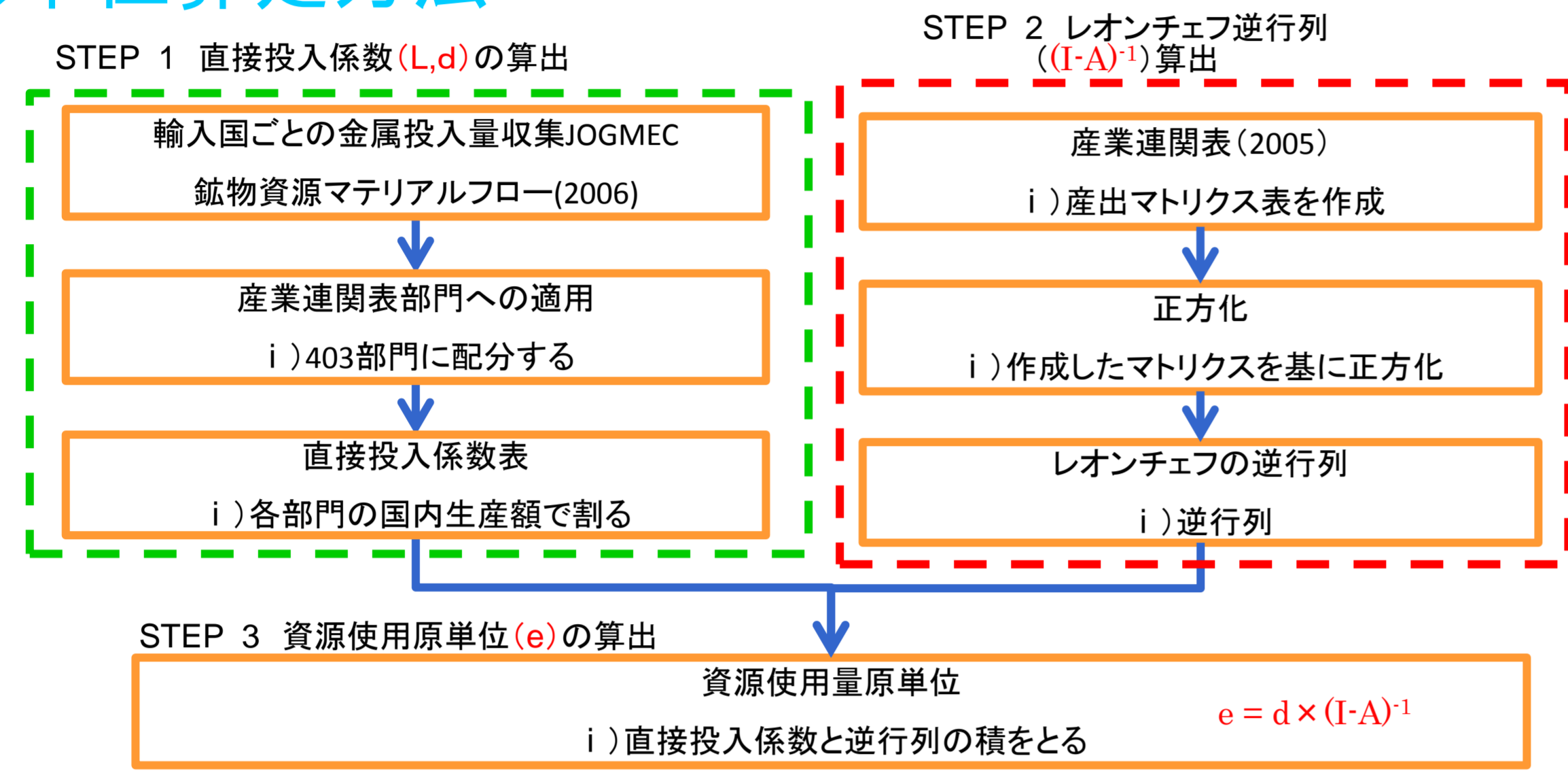


図1 データベース算定方法

産業連関分析を使用

金・銀・銅・アルミニウム・鉄・ニッケル以上、6種類に関する輸入を考慮したデータベースの作成
→簡単に製品評価等を行うことができる
→サプライチェーンを含めた評価を行うことができる

原単位結果

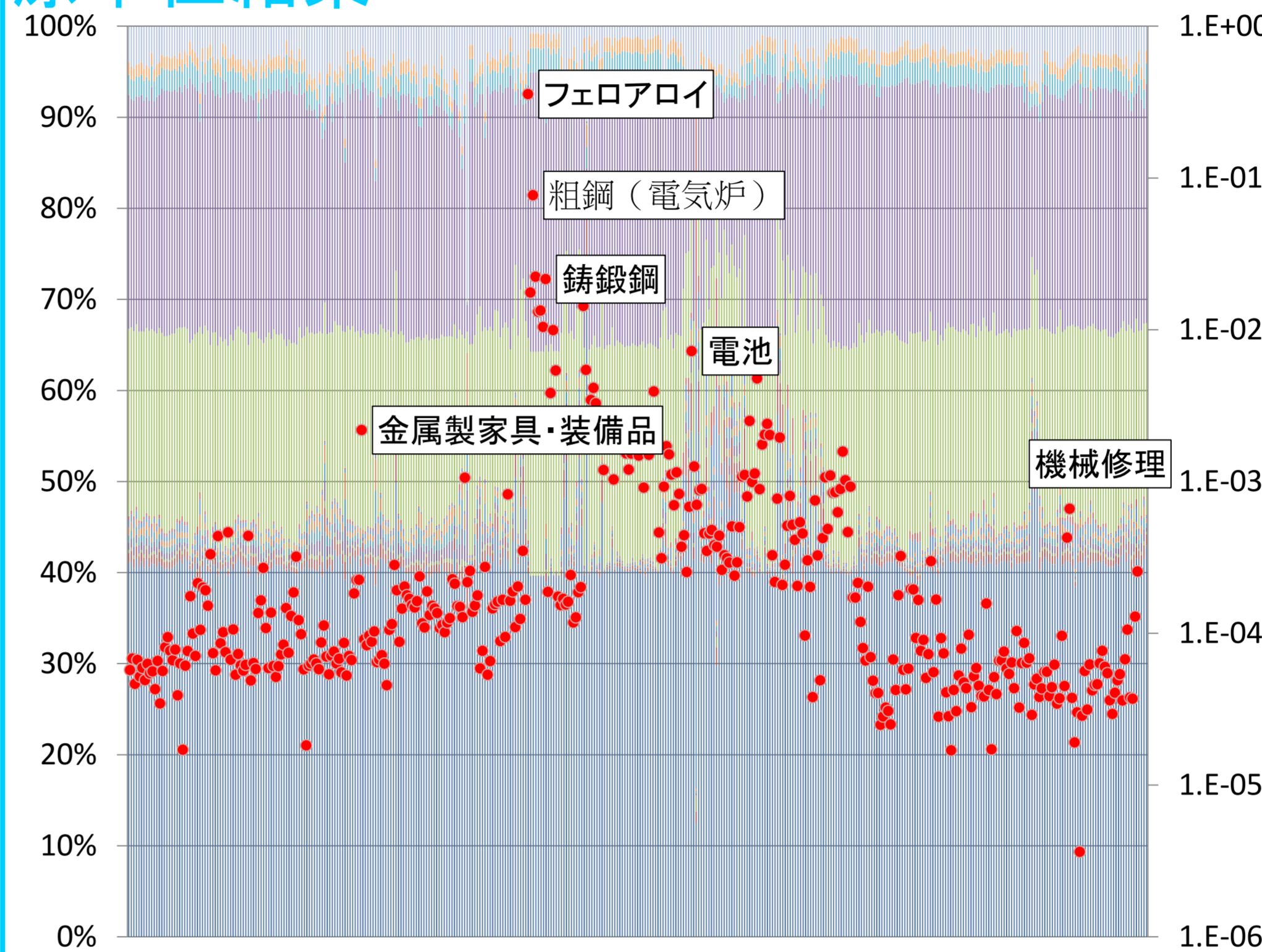


図2 ニッケルの資源使用原単位算定結果

- 資源消費量の生産額100万円あたりの原単位を403の産業部門について算出
- 横軸を403部門とし、部門ごとの国の割合を縦軸に100%で表示
- 第2軸として部門ごとの合計を絶対値
- 2次産業が全体的に大きく、中でも鋼業が大きい
- 直接的な資源消費量が多いフェロアロイが大きく、この結果がその他の部門にも反映されたと考察する

被害評価算定方法

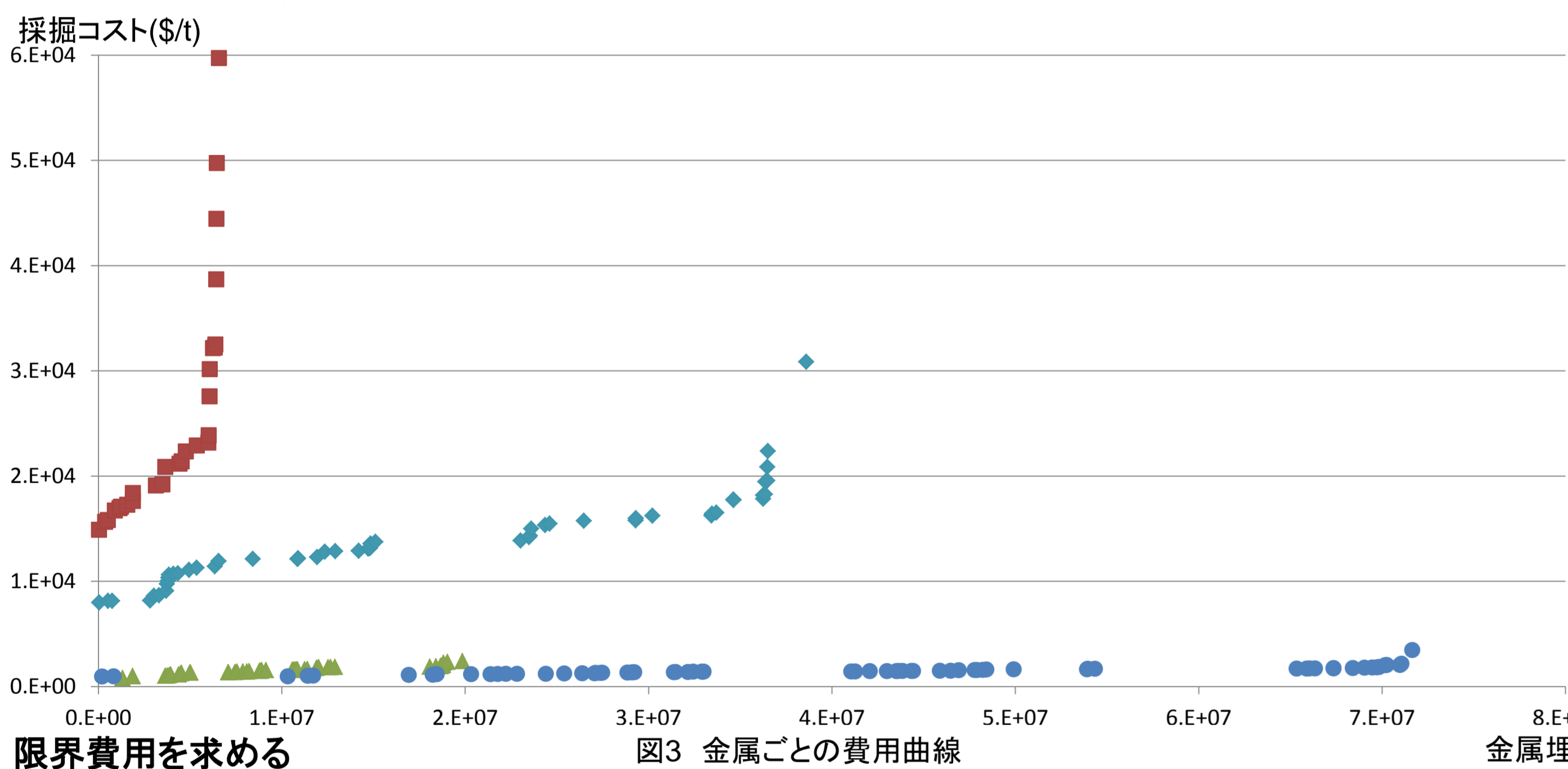


図3 金属ごとの費用曲線

限界費用を求める

地域性を考慮した限界費用コストを算出
縦軸に採掘コスト、横軸に金属埋蔵量ととり、費用曲線を描き、その傾きを被害係数とする
・intierraRMGが提供するデータを使用
・銅・鉄・鉛・亜鉛・モリブデン・ニッケル・金・銀・PGMを対象
・人件費・エネルギー・輸送などを含んだ採掘コスト

2012年より5年前の2008年で費用曲線を描き、5年間でどれだけ影響を与えたのかを検討する
金属埋蔵量・採掘コスト→2008年の値
傾き→2008年~2012年の5年間で生産された金属量

被害評価結果

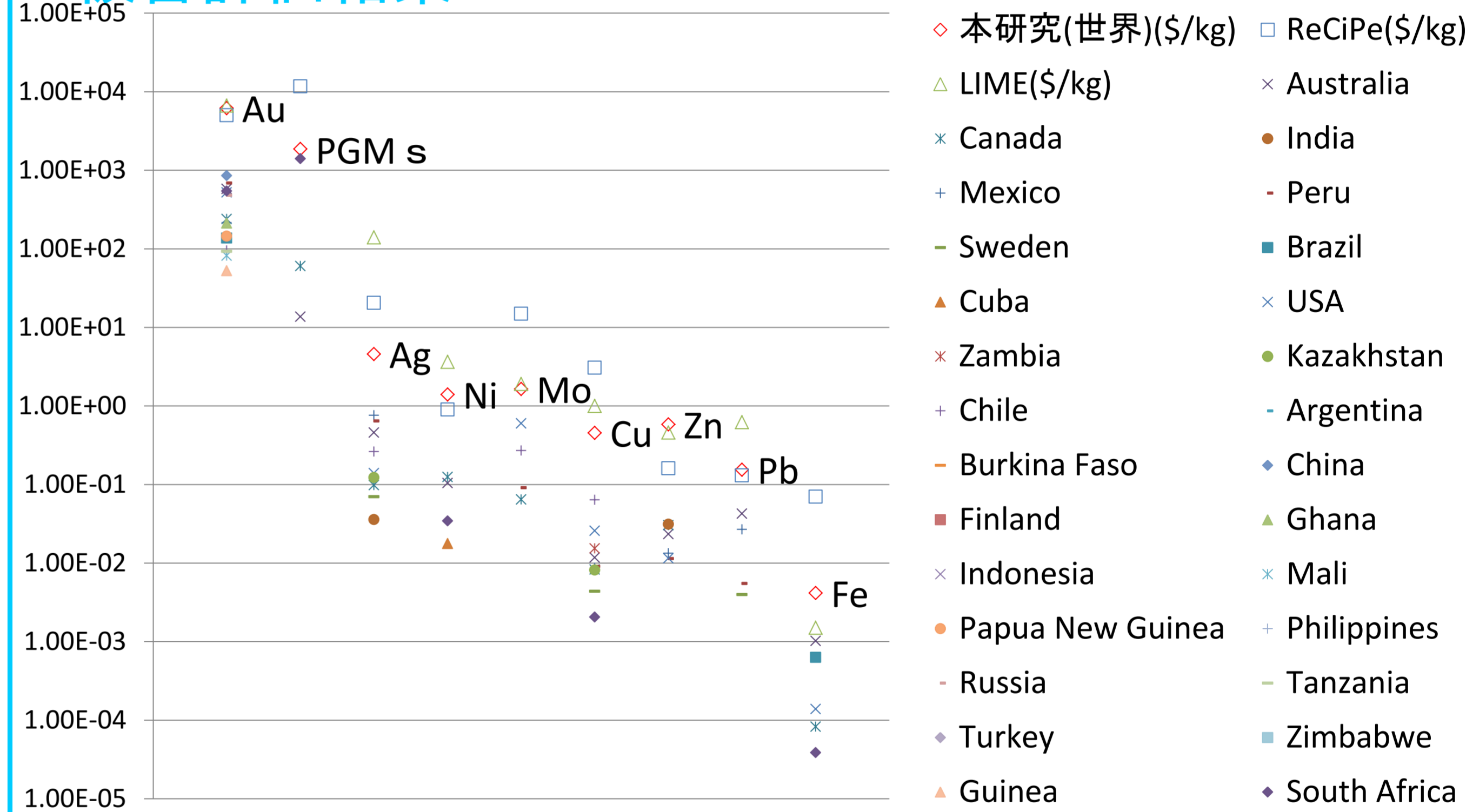


図4 被害評価算定結果

同一金属であっても、国がことなることで経済への影響は大きく異なることが分かった。このよう、国ごとに影響は大きくことなるため、資源消費においても地域性の差異を考慮することが重要であることが示された。
・LIMEとは比較的近い値に・ReCiPeとは、1ケタ異なる結果に
・国によっては、順位が逆転する金属が存在する

ケーススタディ

ケーススタディ①

本研究で開発した輸入ごとの資源使用原単位に、環境影響評価係数を乗じた

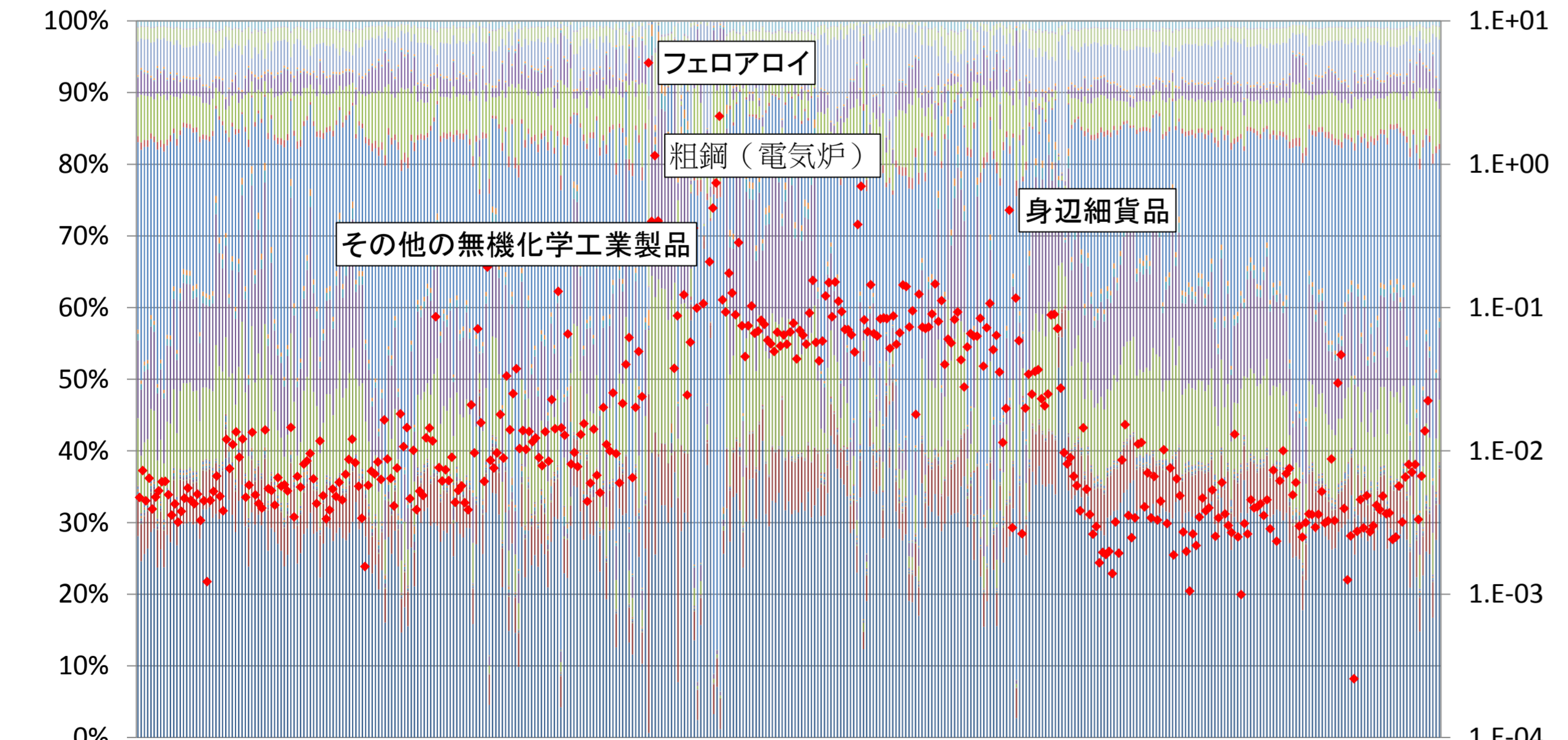
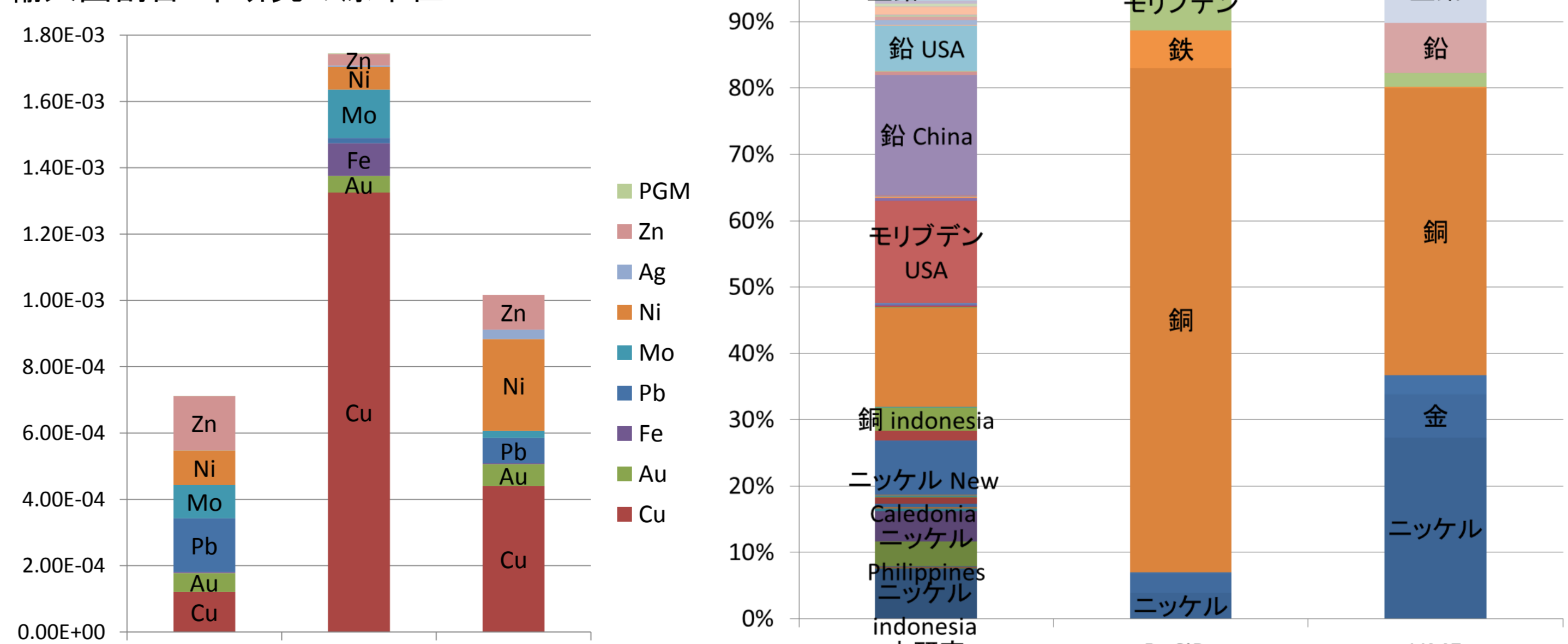


図5 日本国内の生産活動が与える影響(\$)

- 日本の産業活動が与える影響としてインドネシアへの影響が大きいことが分かった。オーストラリアから輸入している量は最も多く、次いでブラジル、インドへの影響が大きい。
- フェロアロイが大きくなったのは、ニッケルの影響が大きい。
- 身近細貨品は金の影響が大きい。

ケーススタディ②

太陽光発電1kWhあたりの生産に使用される金属で影響評価(金・銀・銅・ニッケル・鉄・モリブデン・鉛・亜鉛)投入量:ecoinvent ver.3
輸入国割合:本研究の原単位



総量としてはLIMEと比べて約半分、ReCiPeでは約3倍の違いが出た。また、他の研究と比べて銅の割合が非常に小さくなった本研究の特徴である、国ごとに影響評価を行うことができた。アメリカにモリブデンが、中国に鉛が太陽光発電1kWhを製造するために影響を与えている。

結論

「資源消費量データベースの開発」

- ・マテリアルフロー等の統計データを使用して調査
- ・金・銀・銅・アルミニウム・鉄・ニッケルに関して403部門表で原単位データベースを作成
- ・輸入国を考慮した日本国内でのサプライチェーンを含む評価を行うことが可能になった

「資源消費による影響評価手法の開発」

- ・エンドポイントに注目し、地域性を考慮したサブラスコストを算出
- ・金・銀・ニッケルなど9種類の資源消費による影響評価係数の作成を行った
- ・採掘鉱山を考慮した国ごとの被害評価の算定を行うことが出来るようになった

限界

「資源消費量データベースの開発」

- ・統計データがあまり整備されておらず、産業部門による差をだすことができない金属がいくつか存在している
- ・加工品を輸入している場合、産出国を特定することができず、評価できる国に限りがある
- ・輸入国が必ずしも採掘国とは限らない

「資源消費による影響評価手法の開発」

- ・データが整備されていない
- ・3つ以上の鉱山を所有する国のみ係数の作成することが出来る。そのため、1つ、2つのみ鉱山を持つ国は多く、これらが十分に評価できるように検討する必要がある