

# 国際資源循環の 本質的課題

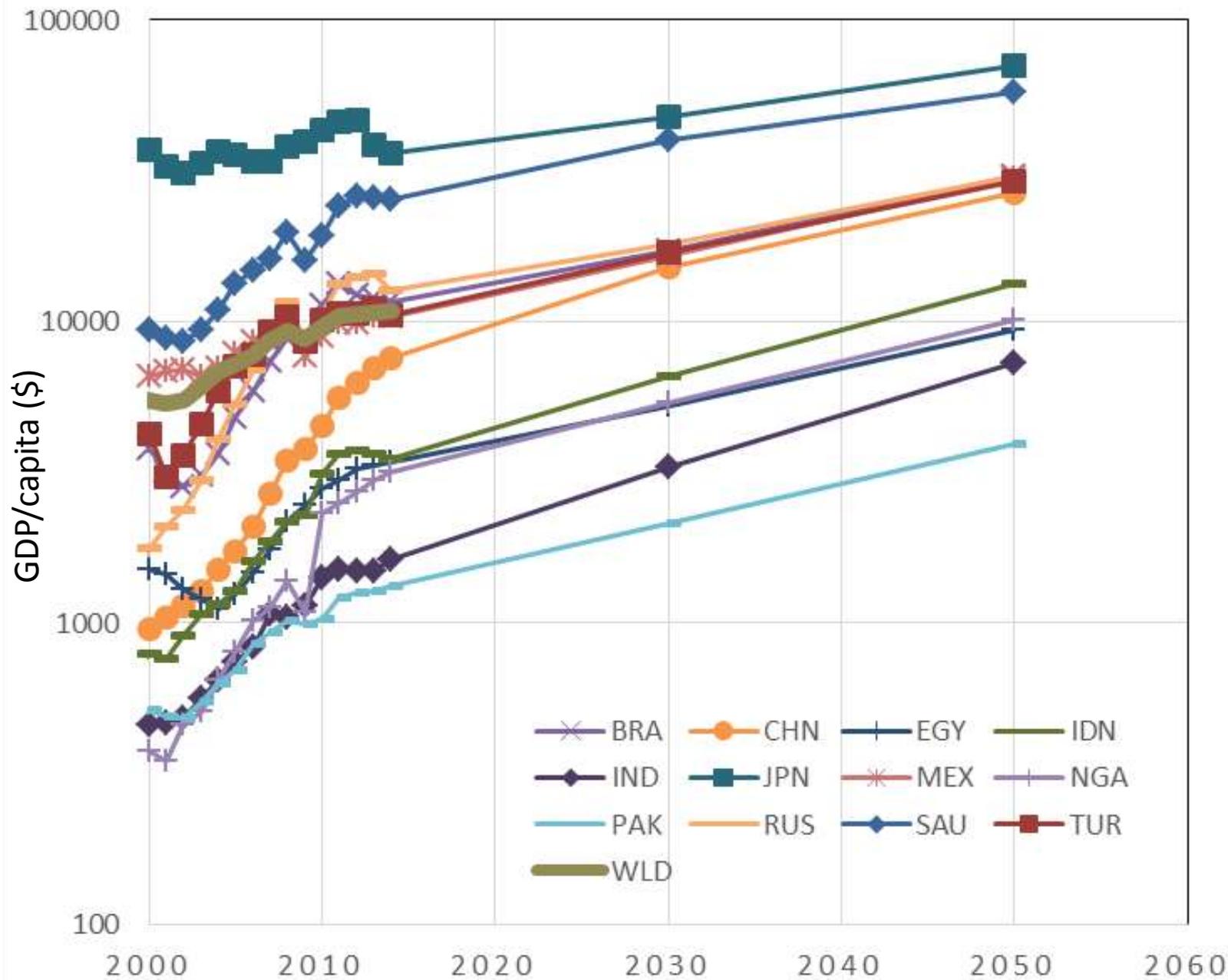
原田幸明

# 1. 資源循環社会は避けられない

世界の一人当たりのGDPが10,000ドルを超えた

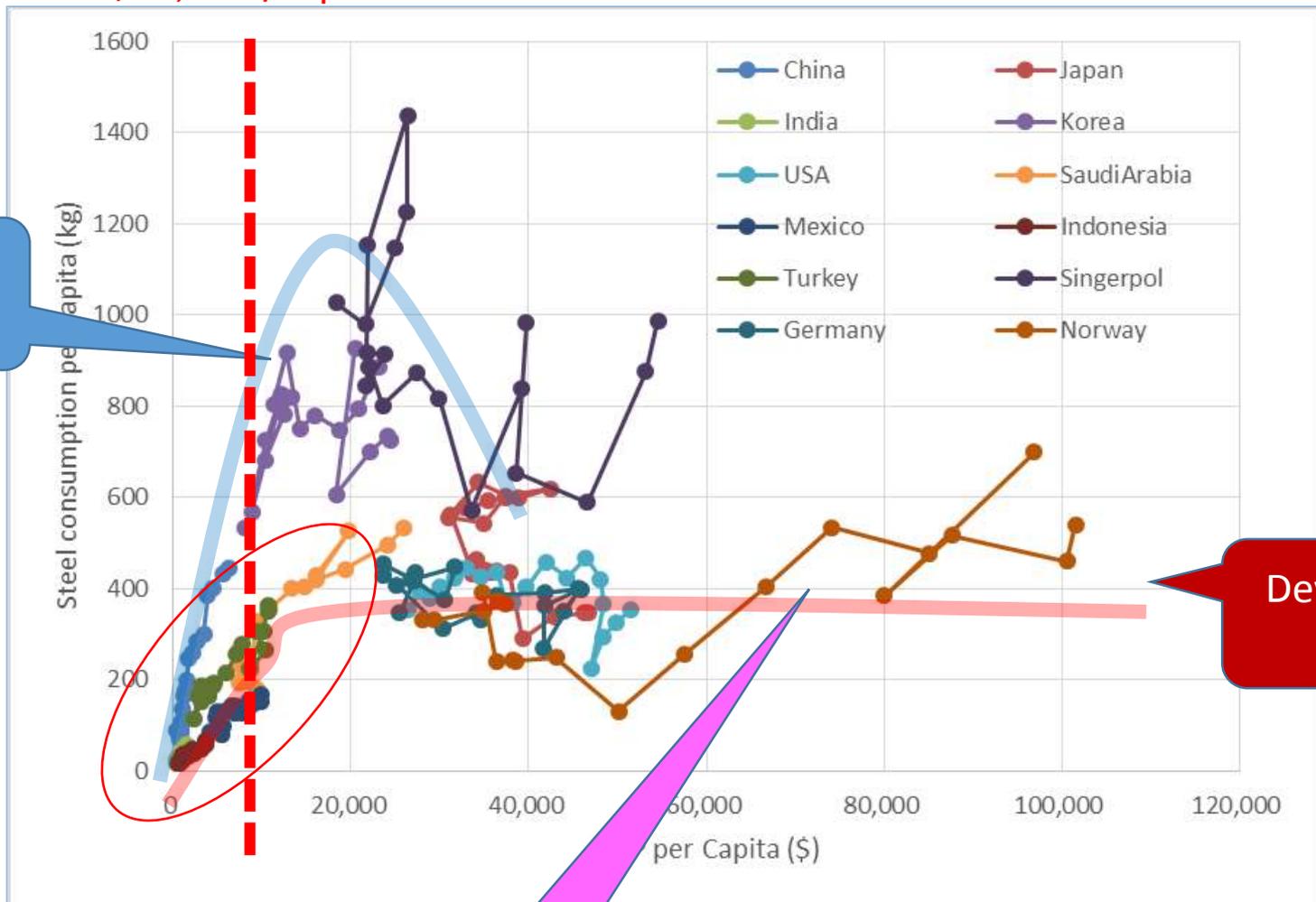
今世紀中に100億人の経済へ

天然資源だけでは賄いきれない資源需要



# Fe consumption / capita v.s. GDP/ capita from 1994 to 2014

\$10,000 /capita



Exporting countries

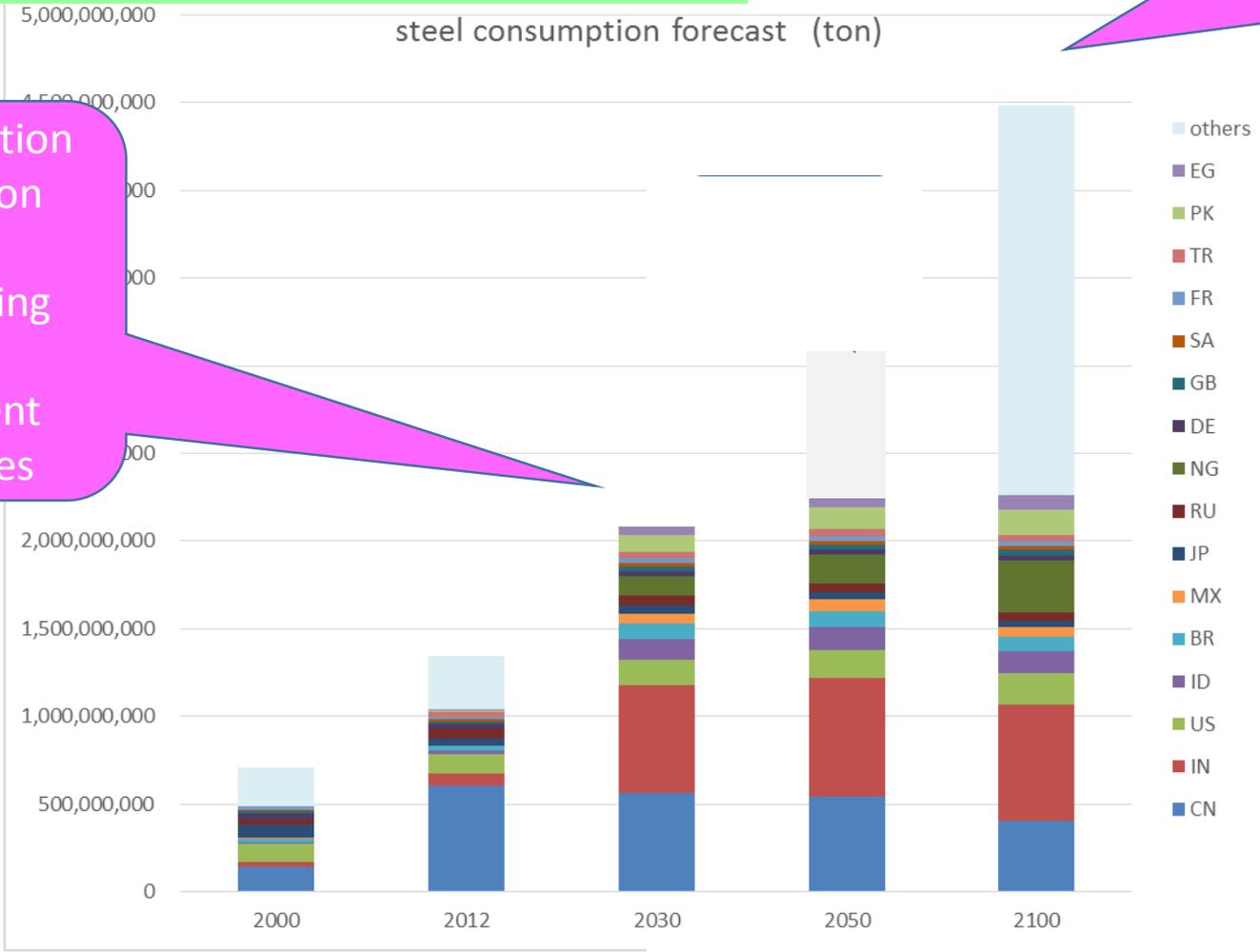
Developed level

Consuming countries

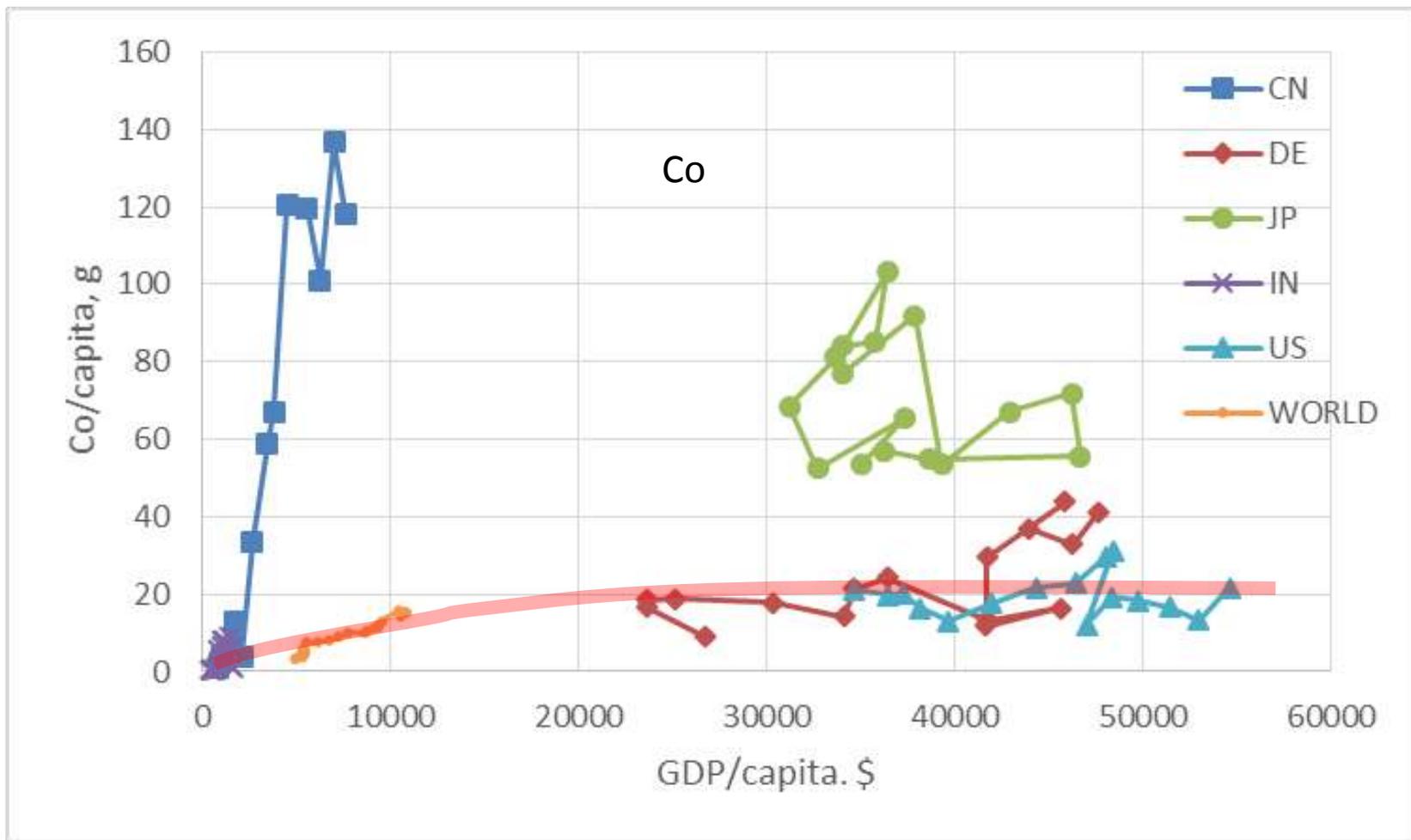
Rough forecast gets to be simpler,  
 (population) x (developed consumption level)

Every country reaches developed level of consumption per capita

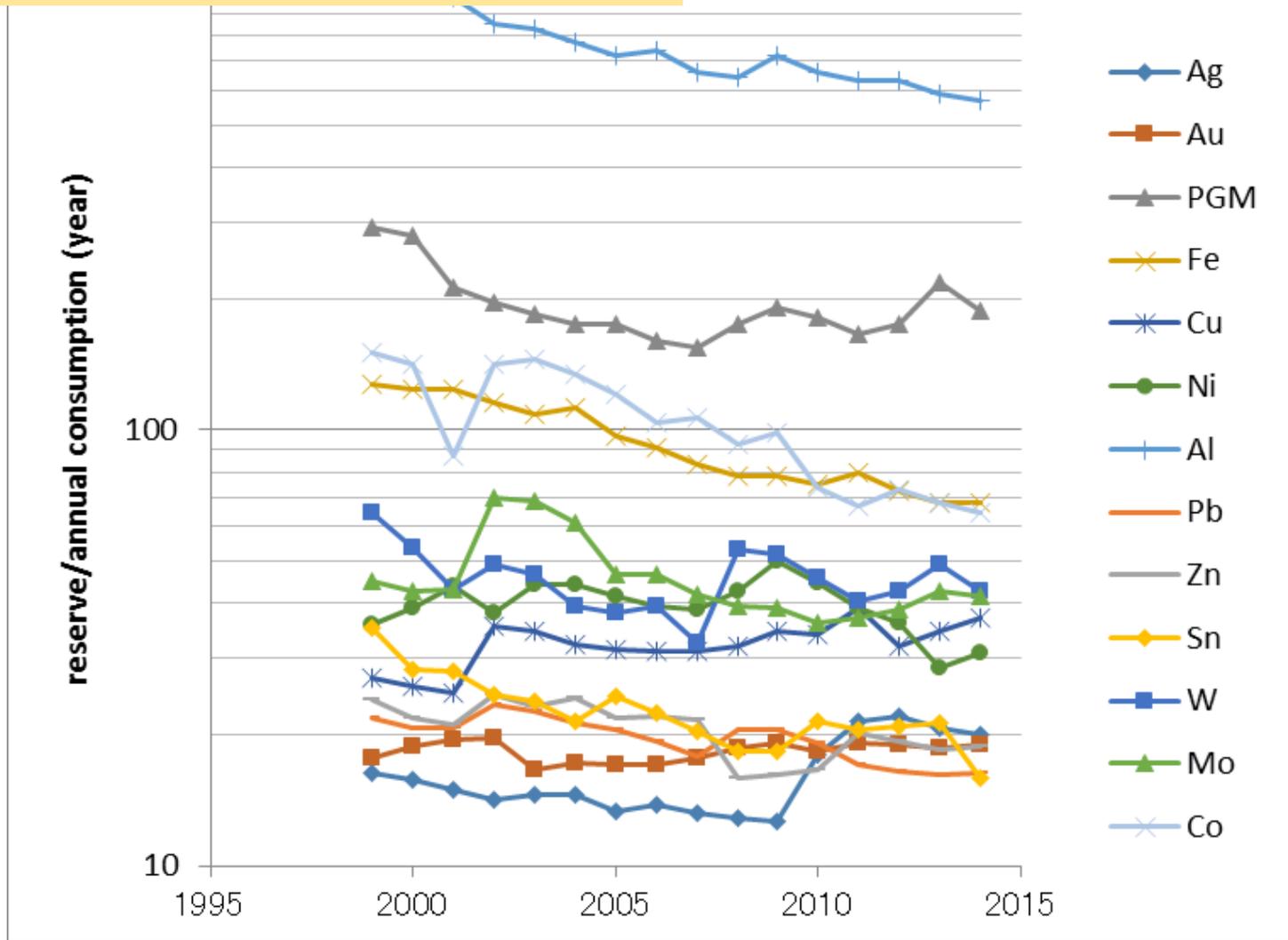
Consumption prediction with concerning only prepotent countries



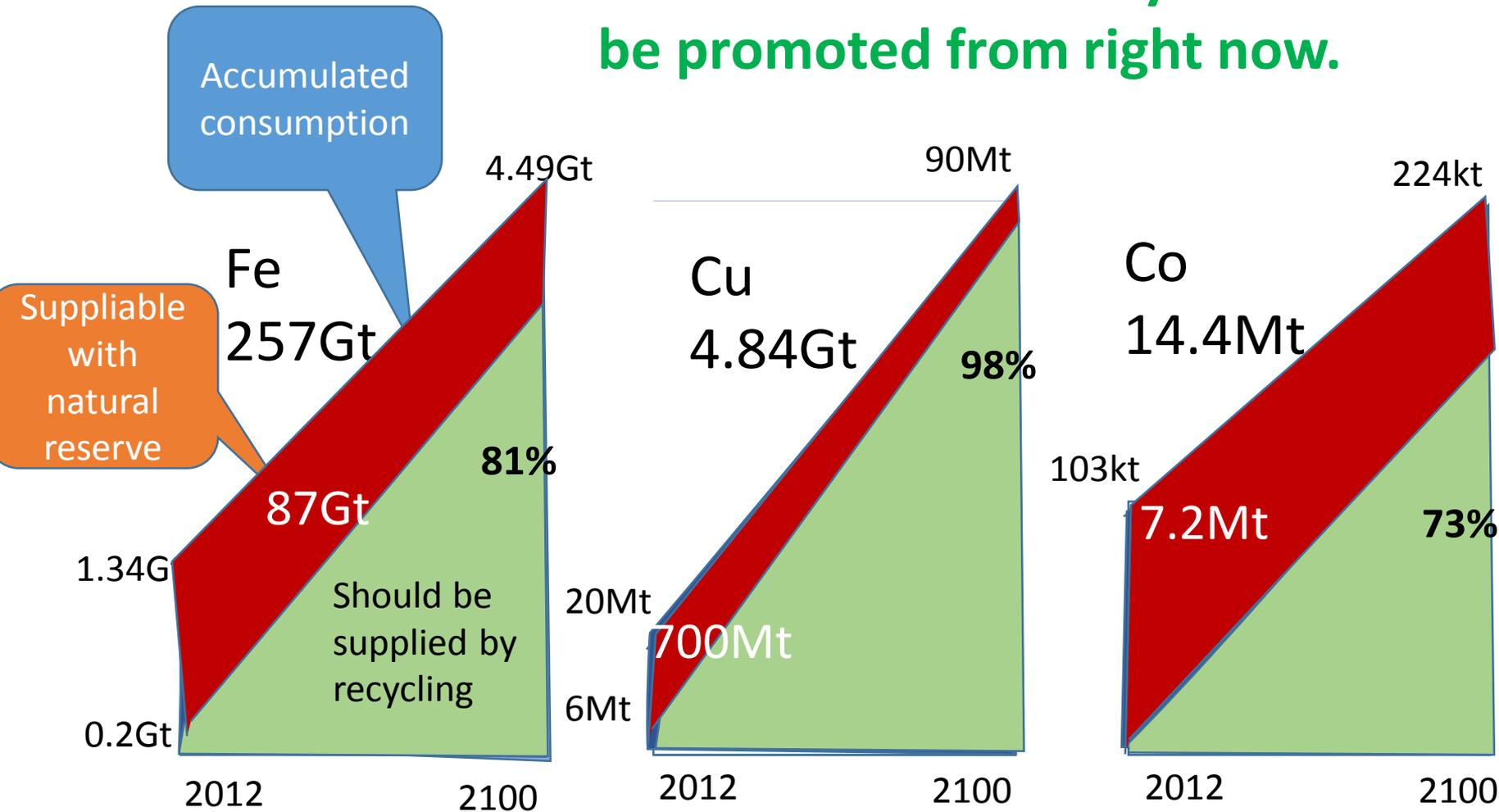
metal	Fe
Consumption/year at 10Gperson world	4.5Gton/year
Reserve	87Gton



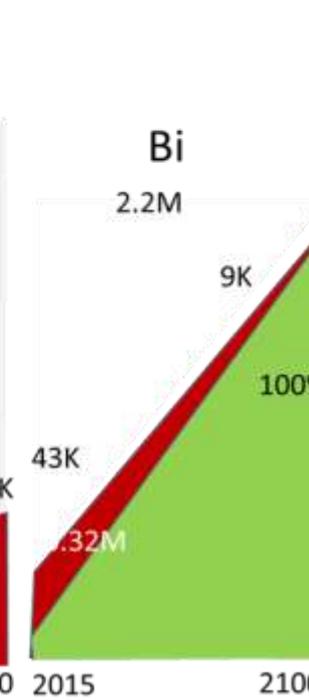
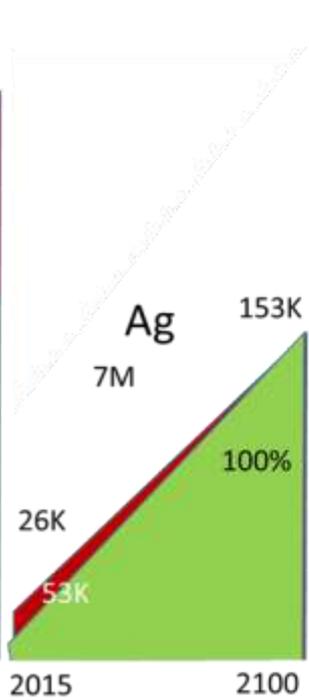
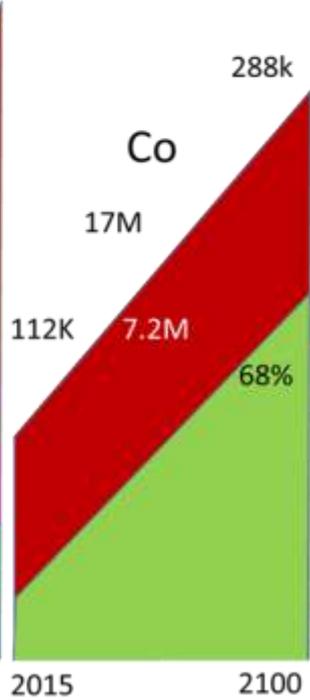
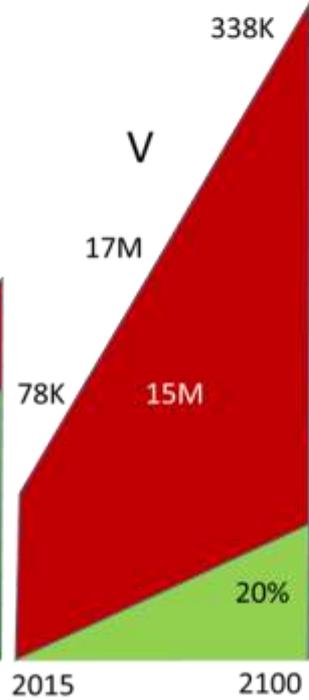
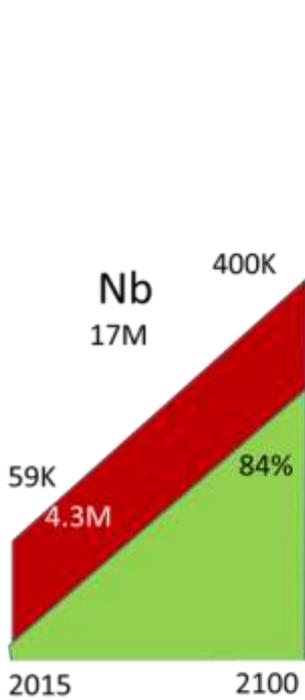
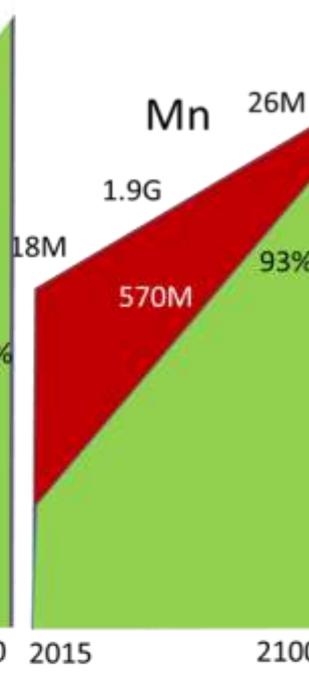
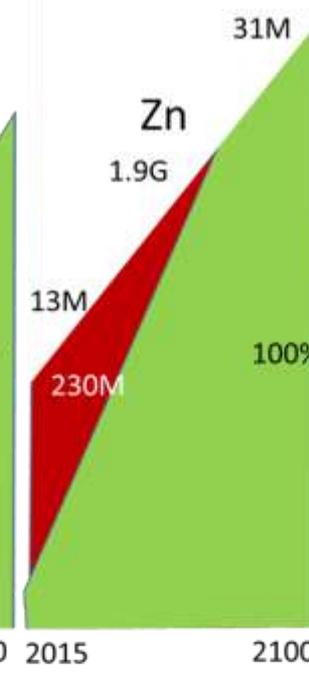
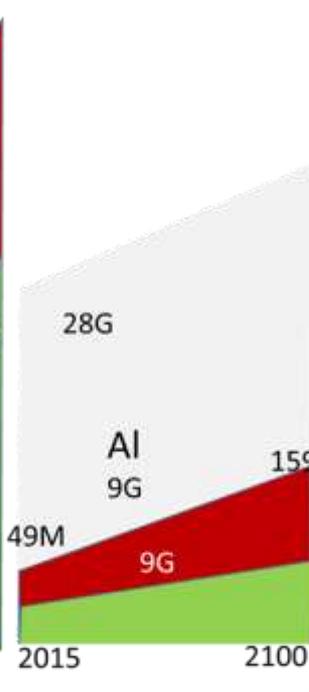
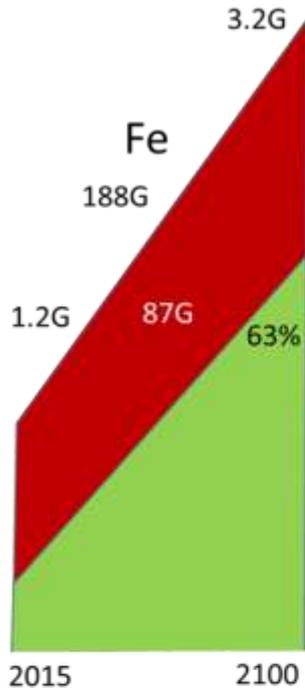
Reserve ratio to annual consumption is decreasing

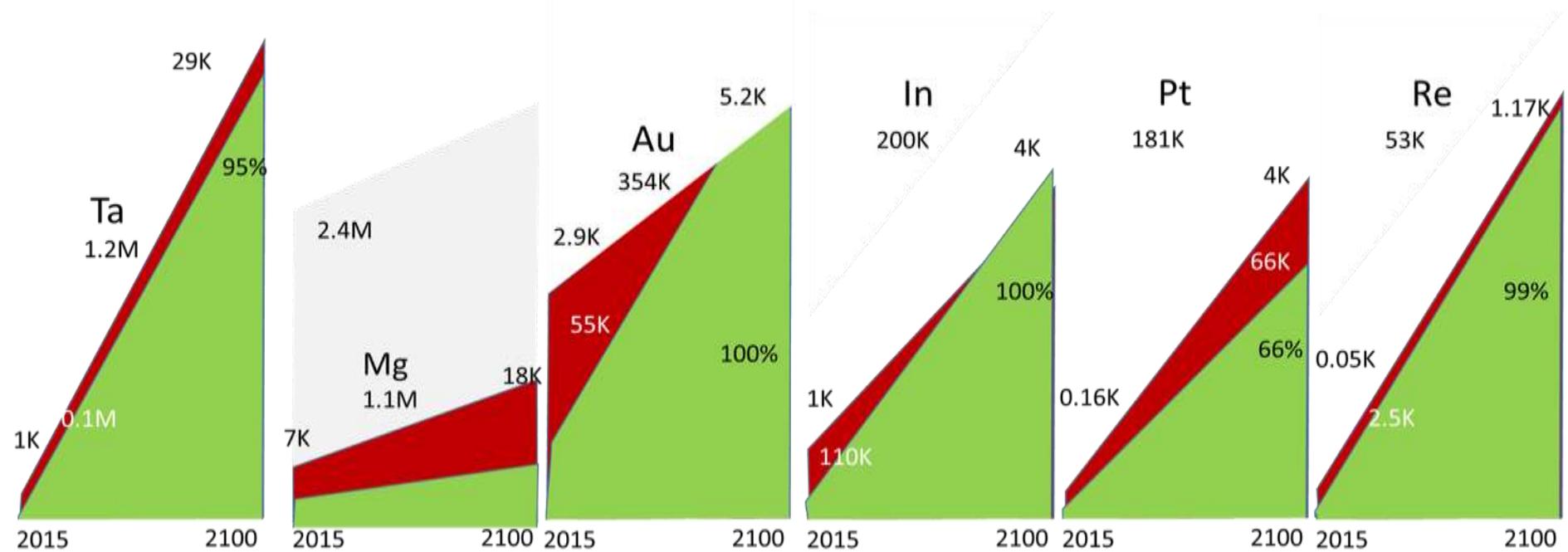
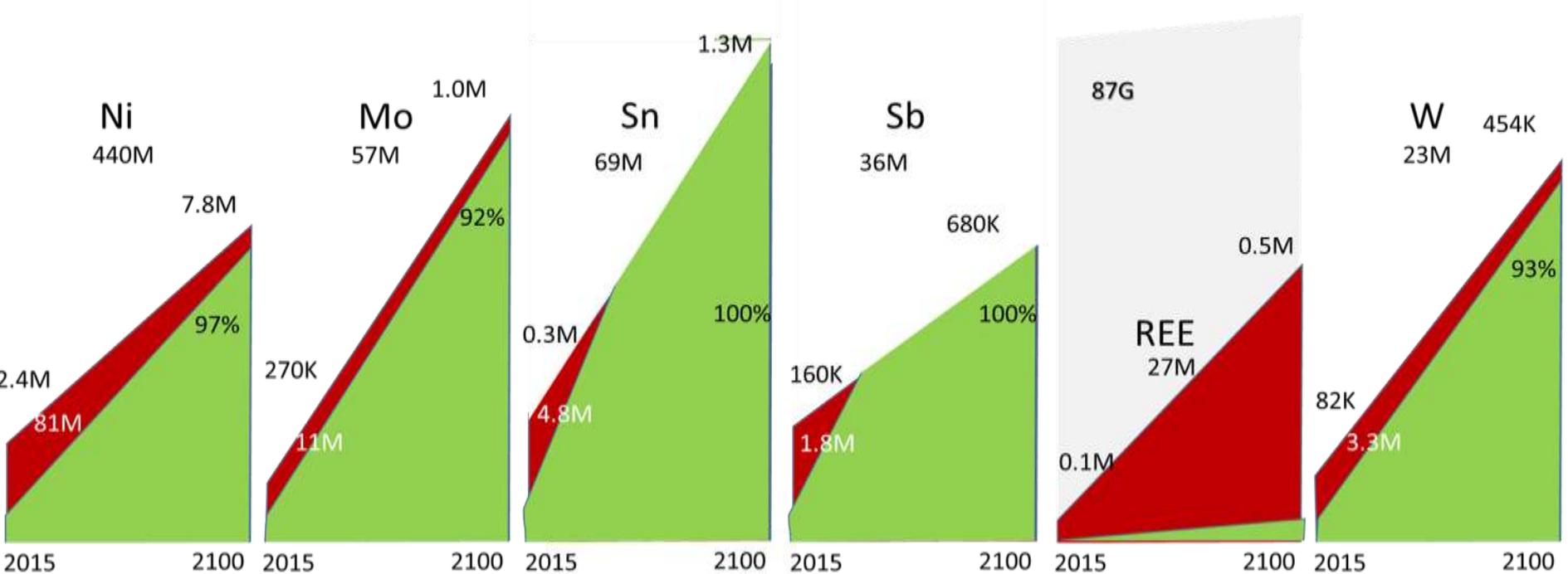


# The circulation society must be promoted from right now.



Estimated accumulated consumptions till 2100 with simple assumption of linear growth





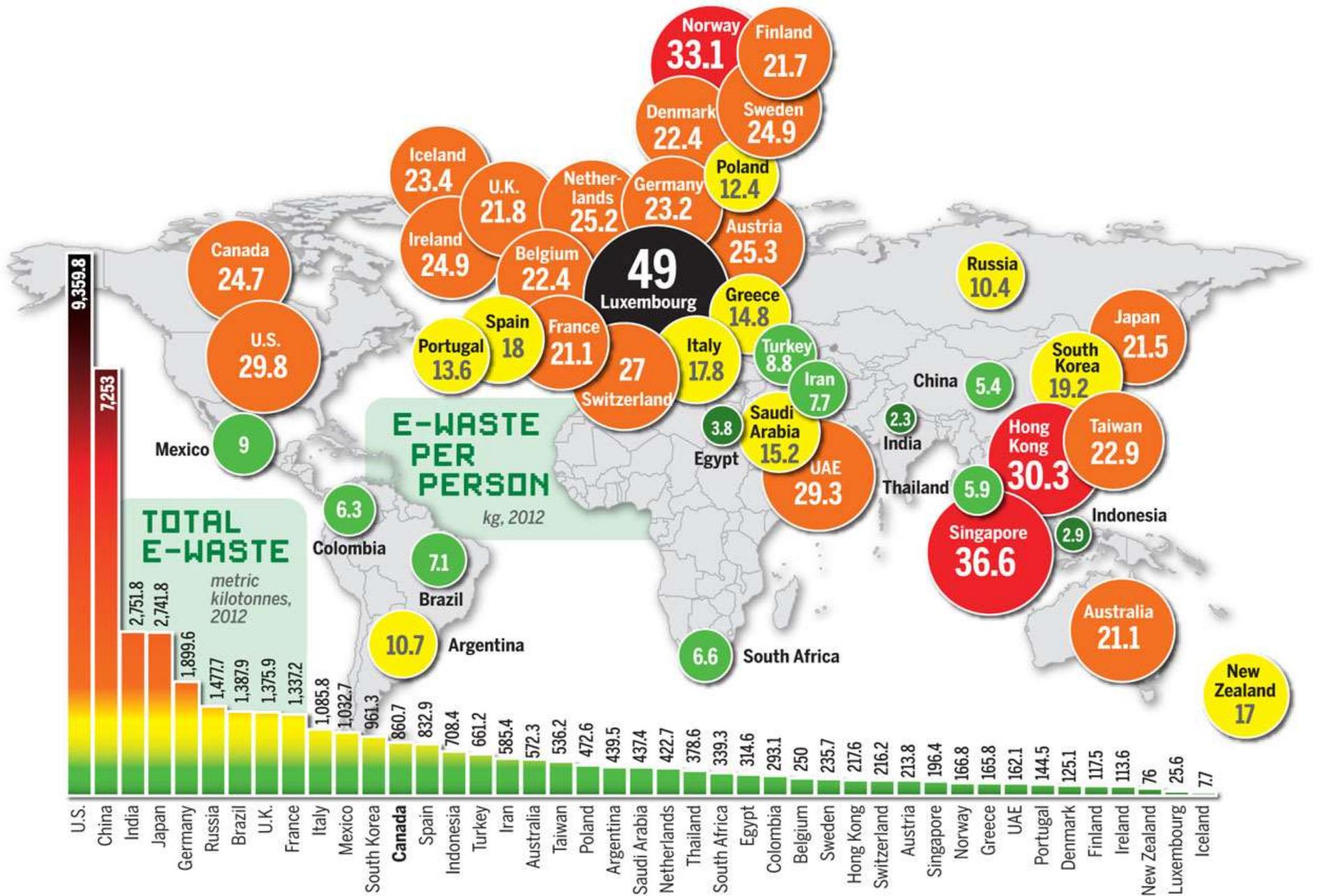
## 2. 増え続ける廃棄物とE-waste

- ▶ 世界に蔓延するE-waste
- ▶ イレギュラー・リユース、鴉食リサイクル
- ▶ 産業廃棄物の拡大も要注意

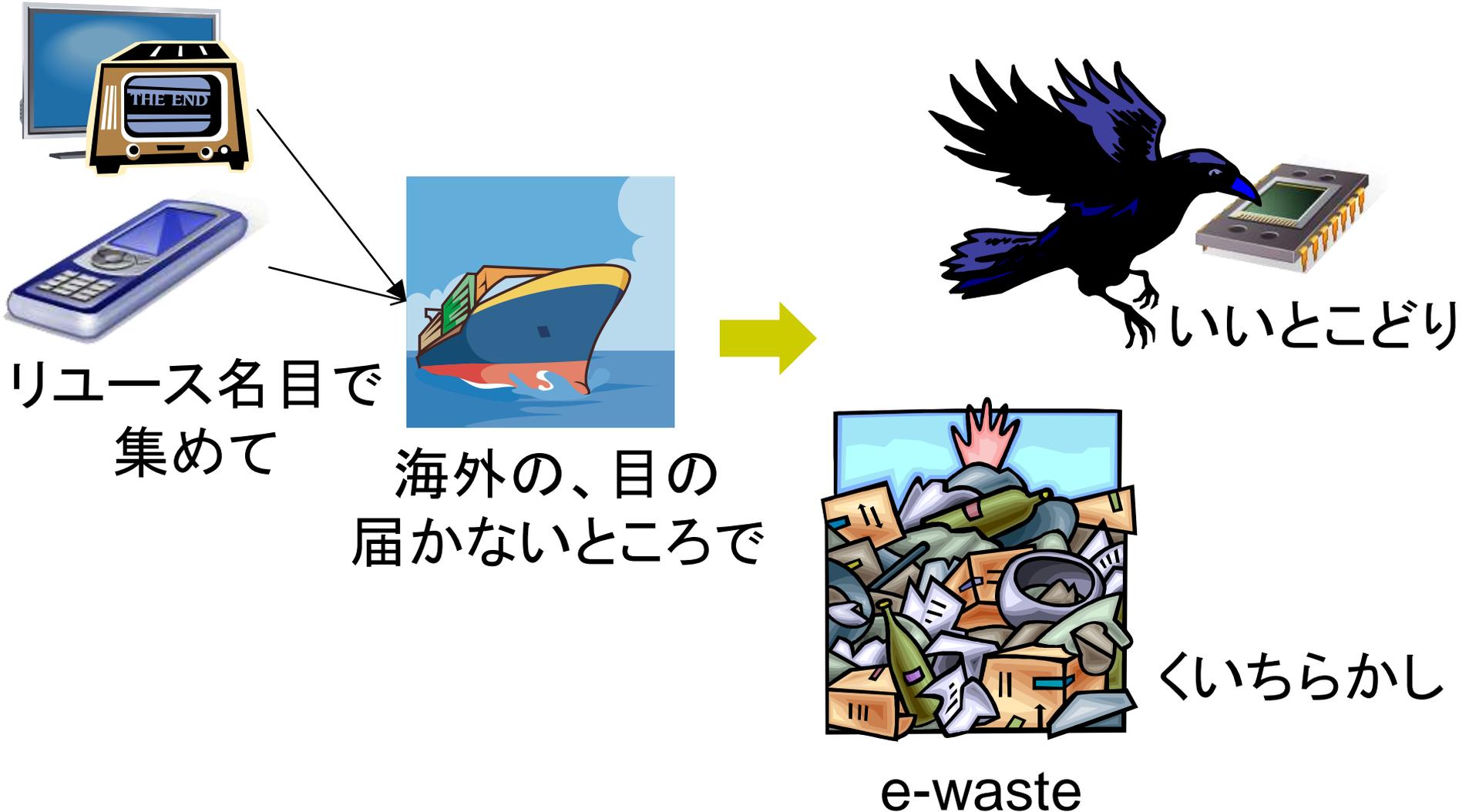
## Export of e-waste



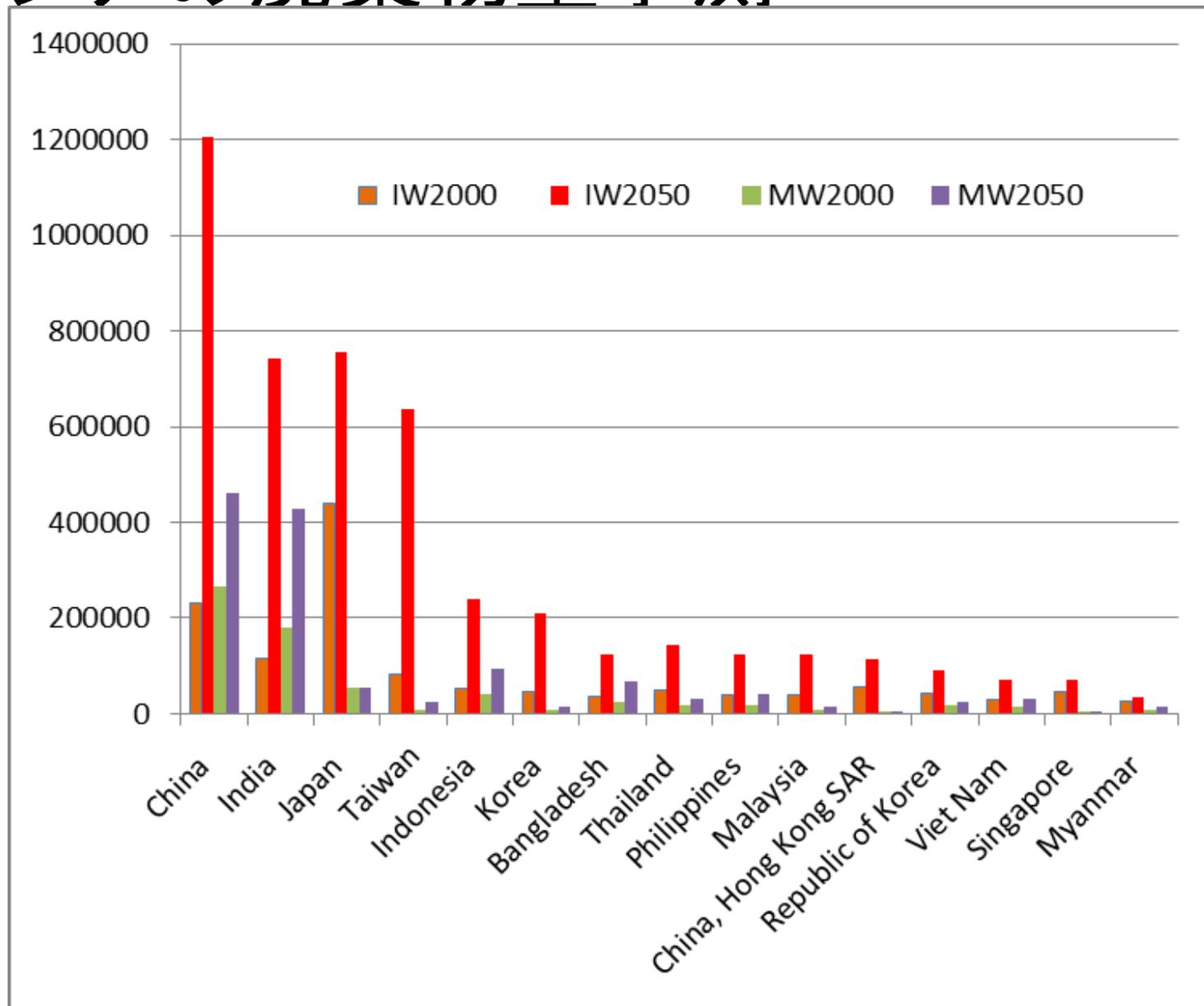
Source: Greenpeace, Basel Action Network



使用済み製品から使えるところだけ貪り食って、  
残りはe-wasteとして食い散らかす  
鴉食リサイクル(yashi -recycle)



# アジアの廃棄物量予測



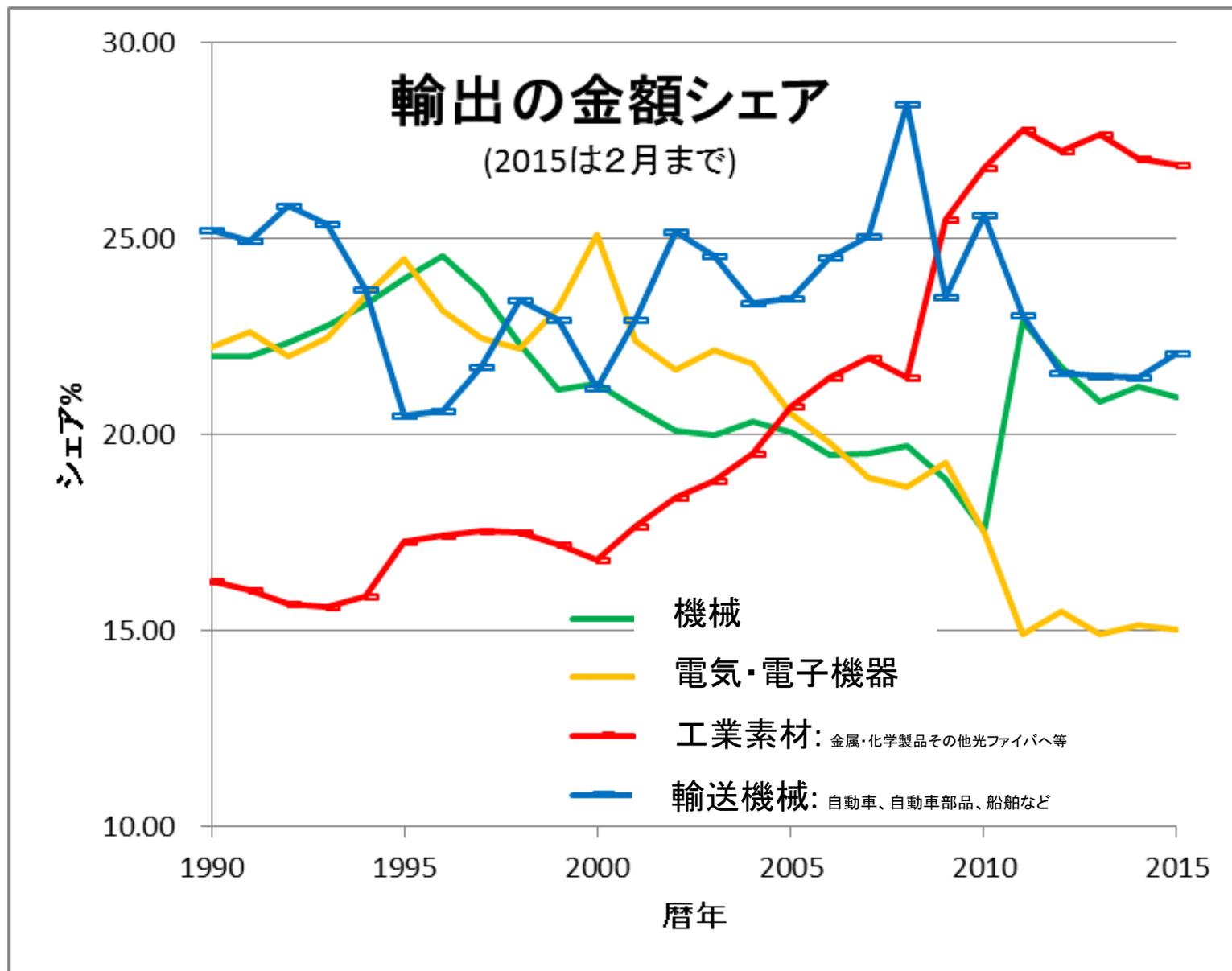
世界の廃棄物発生量の推定と将来予測に関する研究より

### 3 変わってきたマテリアルフ

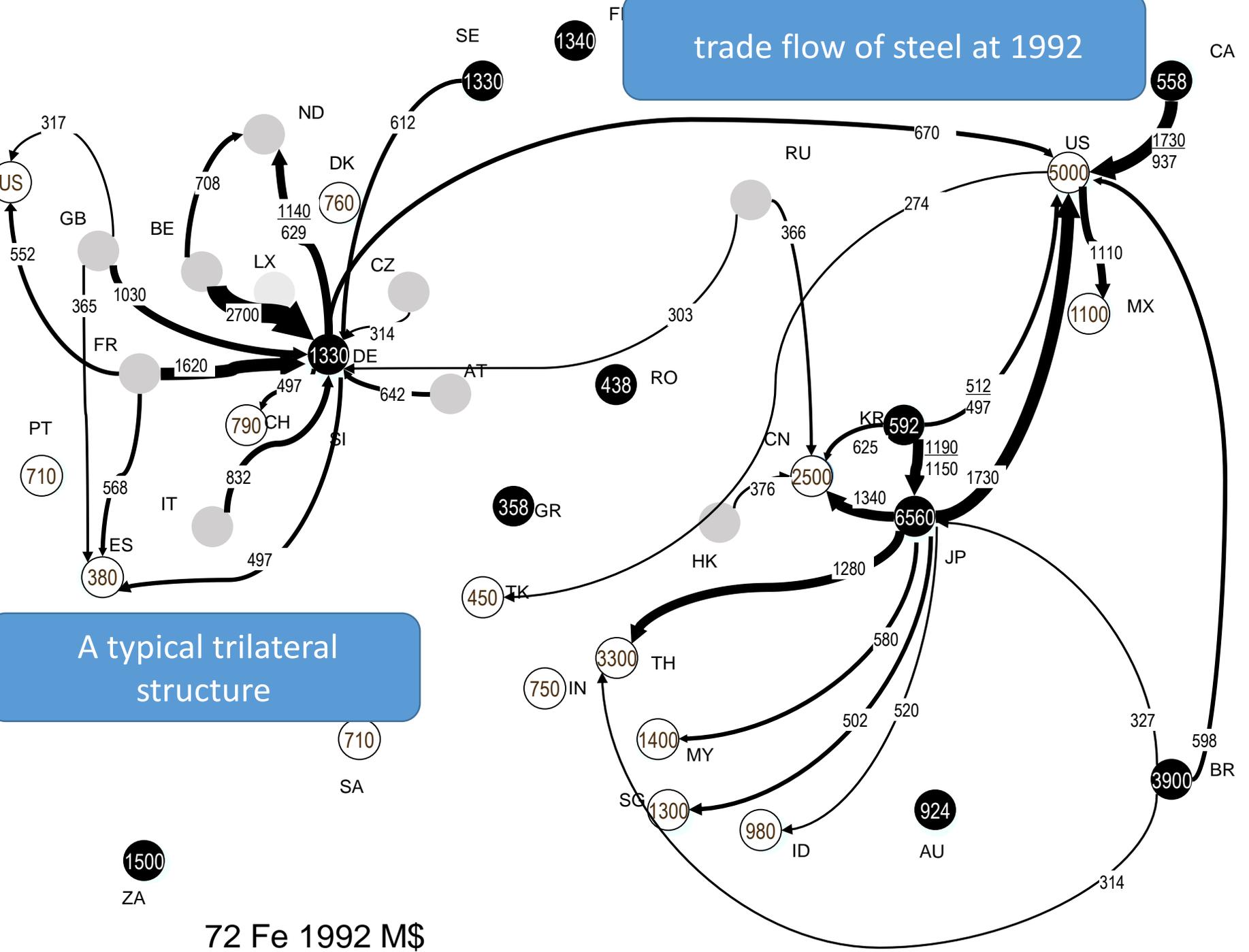
□ー

- ▶ 海外で加工される素材
- ▶ 日米欧三極構造の終焉
- ▶ スクラップも海外流出

# 工業素材は輸出シェアのNo.1



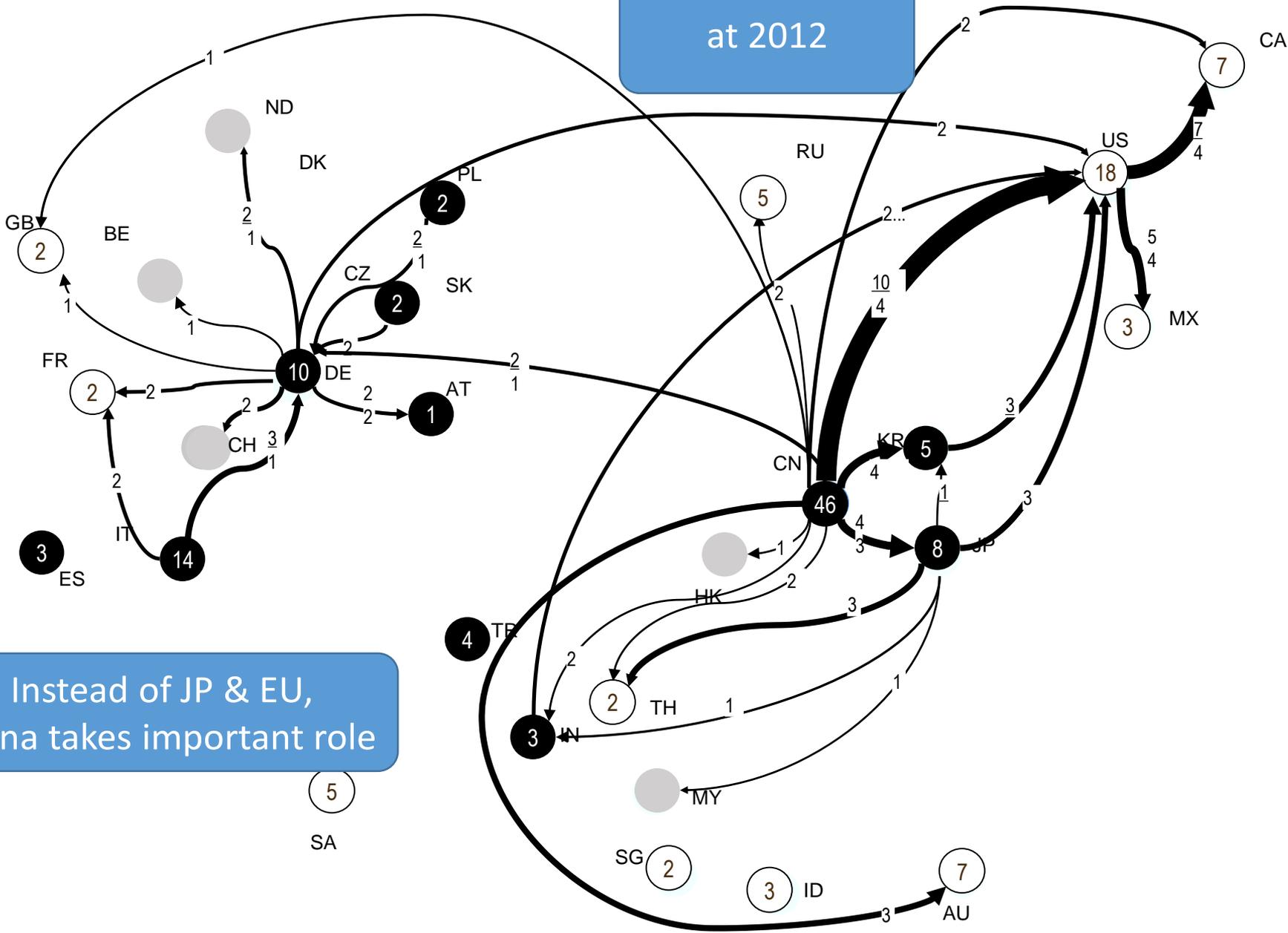
# trade flow of steel at 1992



A typical trilateral structure

72 Fe 1992 M\$

at 2012

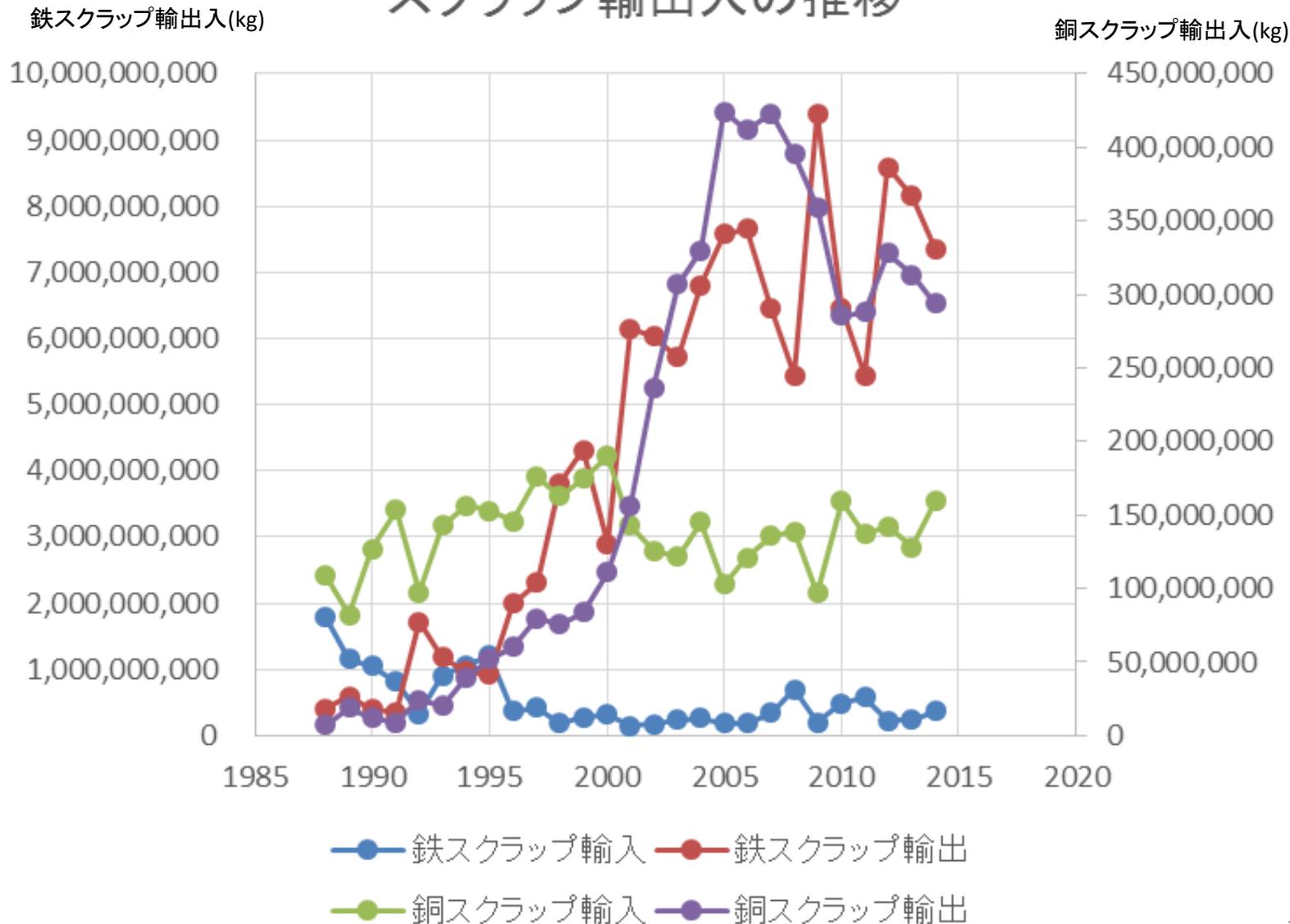


Instead of JP & EU,  
China takes important role

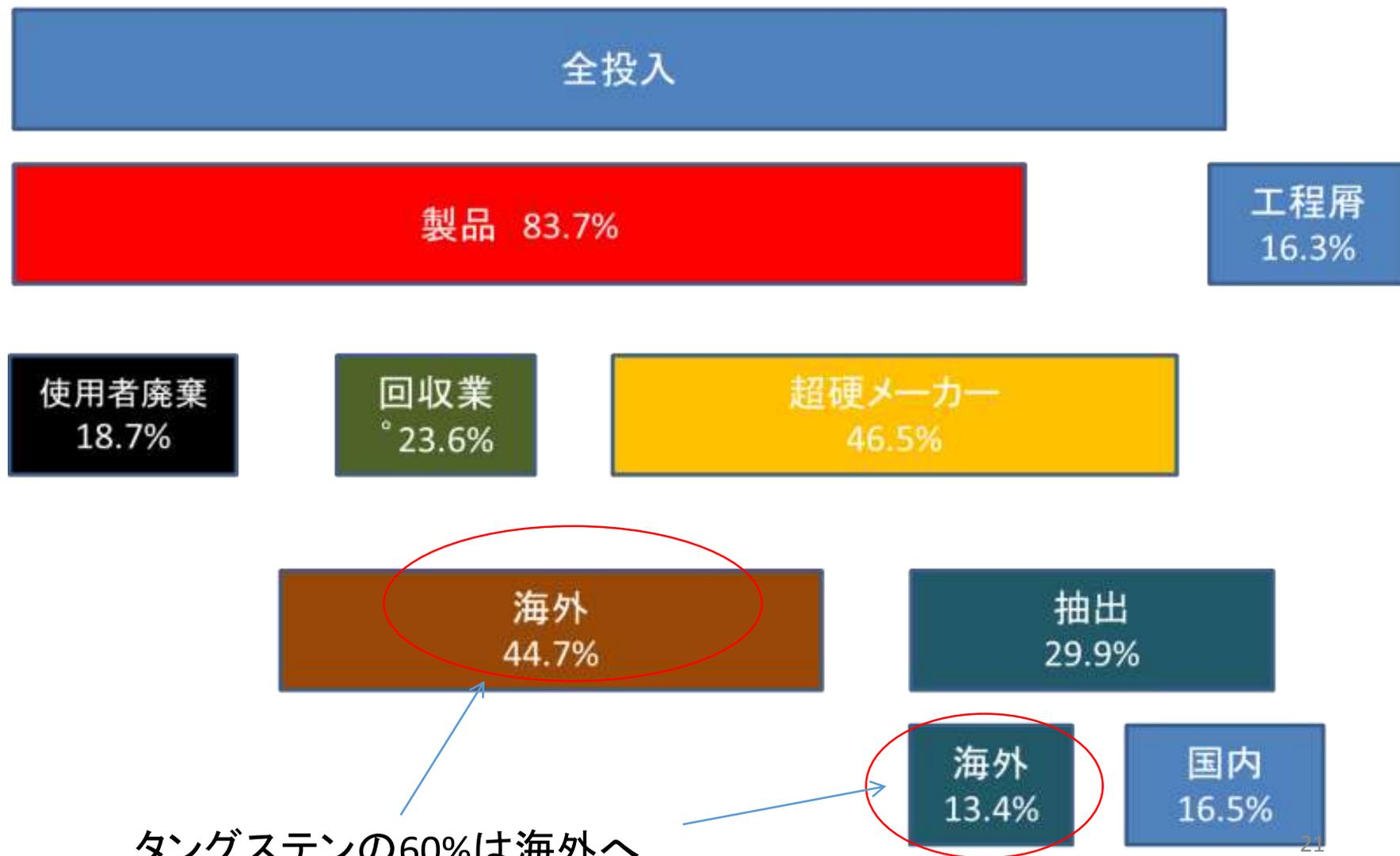
72 Fe 2012 B\$

# 21世紀になってスクラップの輸出が急増

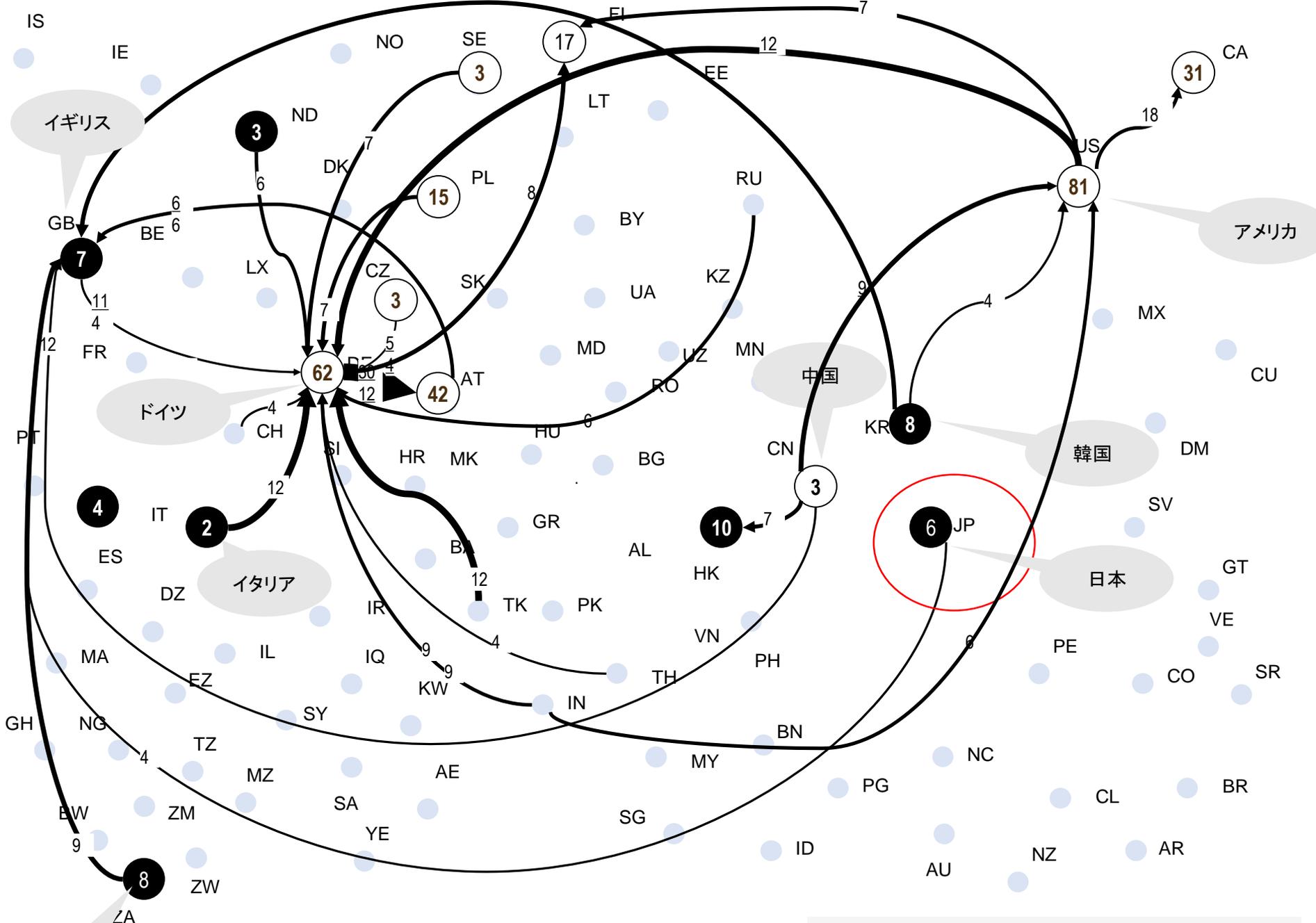
## スクラップ輸出入の推移



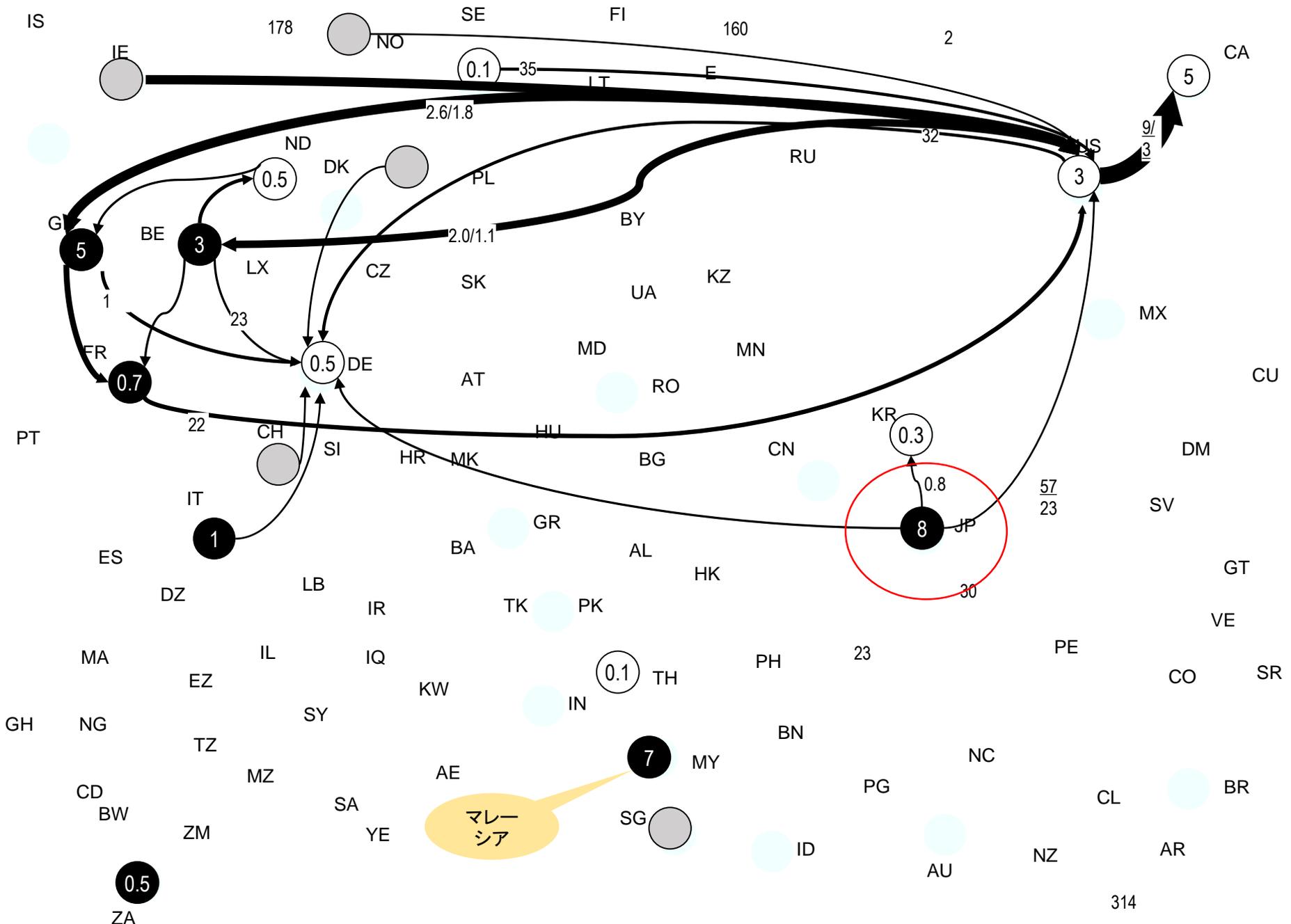
# 超硬wリサイクル



タングステンの60%は海外へ





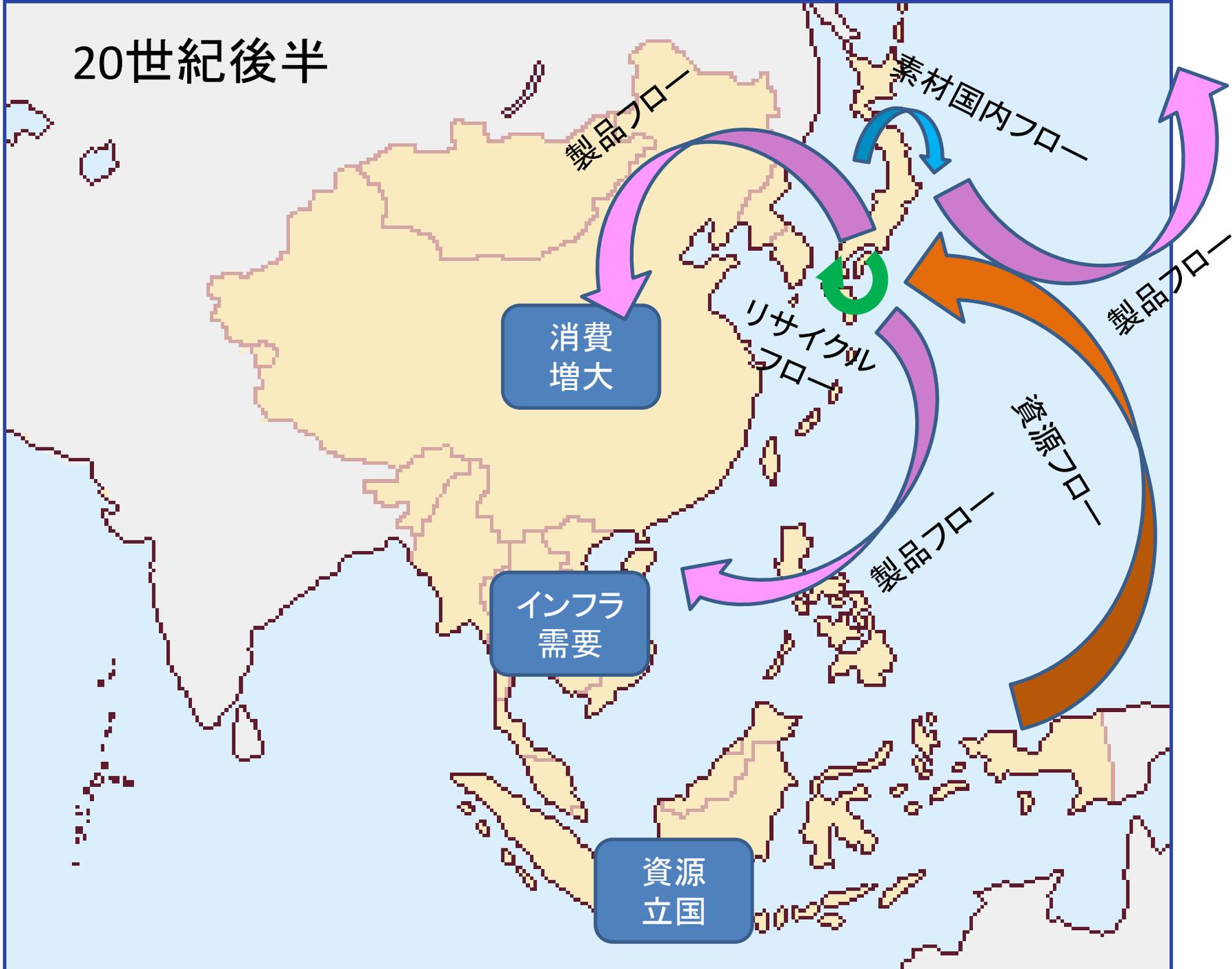


820550 Co scrap 2013 M\$

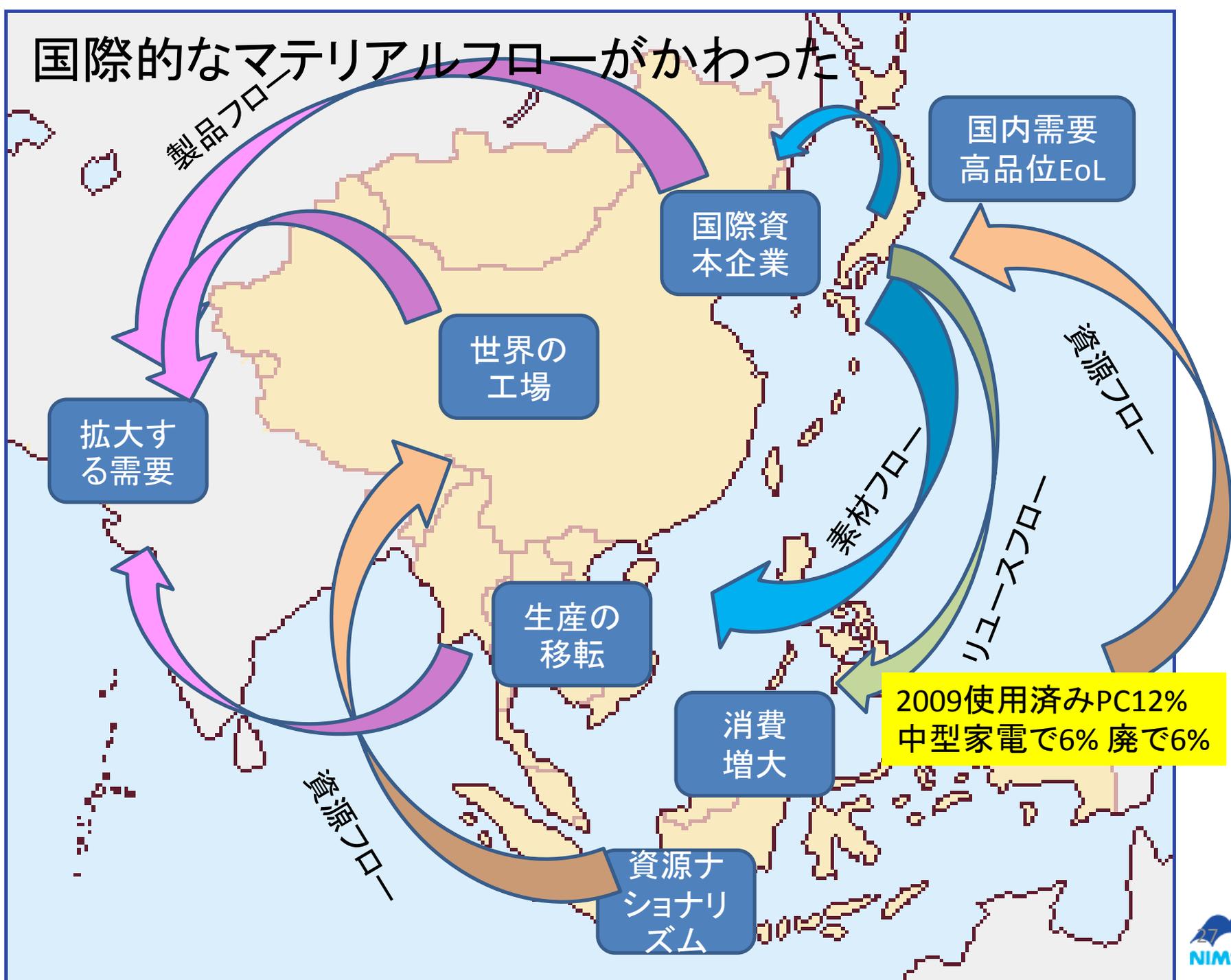
コバルトスクラップも欧米へ



# 20世紀後半



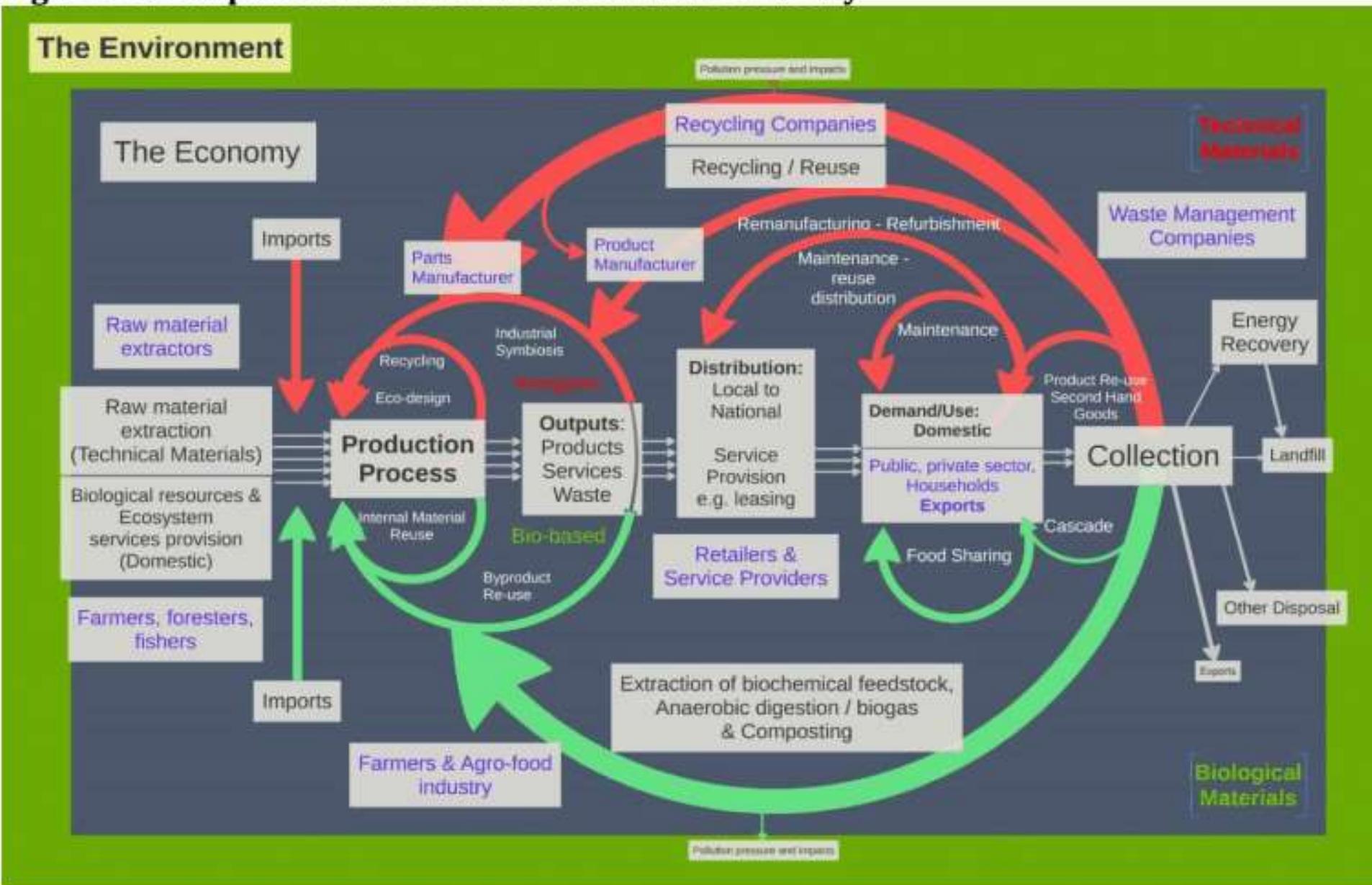
# 国際的なマテリアルフローがかわった



## 4.欧州のCircular Economyの動き

- ▶ 循環システムでの経済活性化を目指す
- ▶ アフリカでのイクイバレント・パートナーづくりを意識
- ▶ 認証・調達での国際的枠組み

**Figure E2: Simplified illustration of a circular economy**



**Source:** Own representation, P ten Brink, P Razzini, S. Withana and E. van Dijk (IEEP), 2014



欧州のCircular Economyの本質は

# 持続可能性を持つ 「循環型」システムに 付加価値をつける

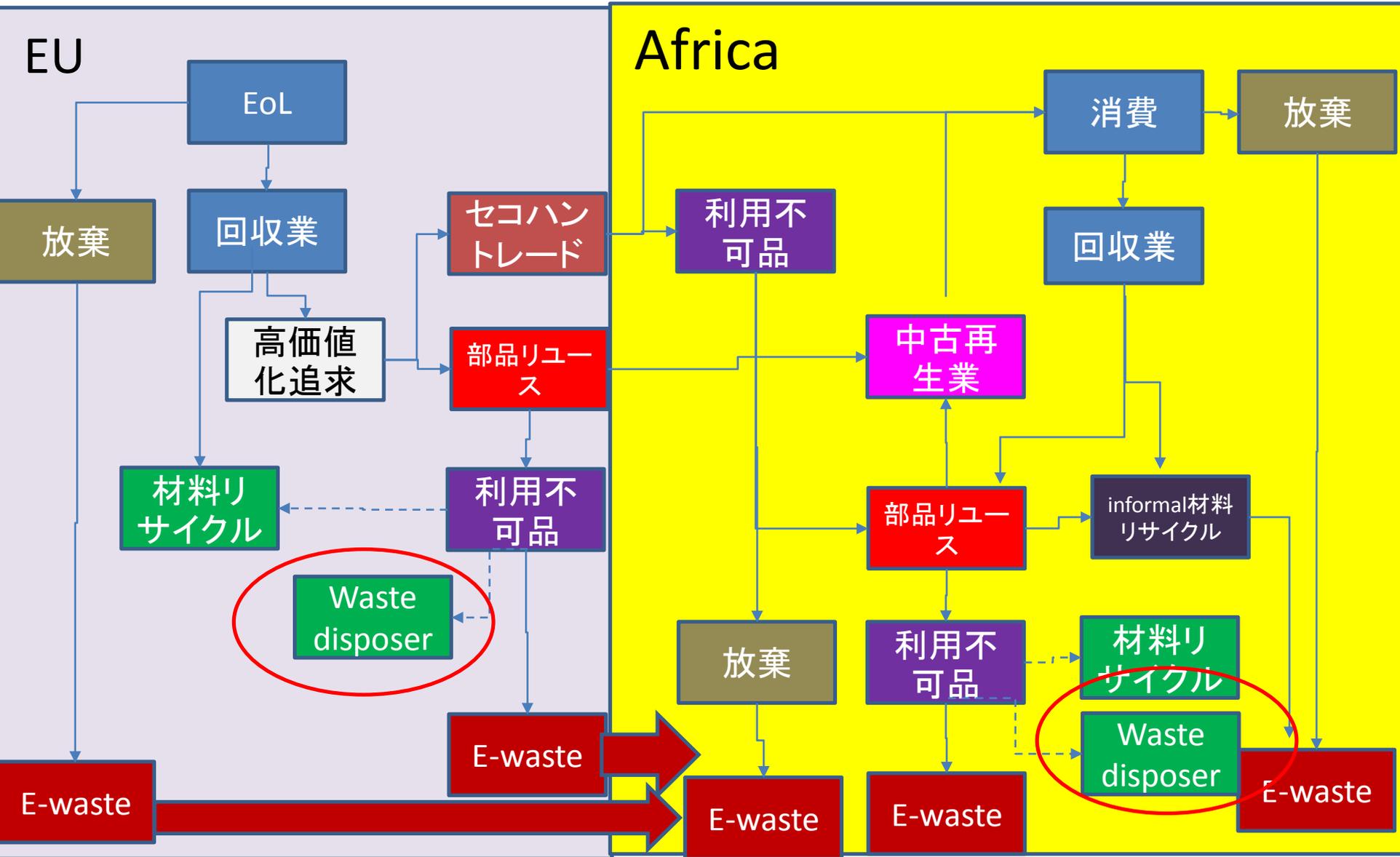
問題解決型ではない！

現行経済の枠内の発想では戦えない！

# Sustainable secondary resourcesの国際標準化

- アフリカのinformal recyclerの規制と欧州の参入のよりどころづくり
- Sustainableなrecyclerとは何かを明確化
- ISO-WA(workshop agreement)で「持続可能リサイクル認証」の根拠化をねらう
- リサイクル・メジャーへの合法的pathづくり
- Sustainableな二次原料やそれを用いた製品への拡張の可能性も

# E-waste の発生構造



## 5. アジアのリサイクルの問題点

- ▶ リサイクル・リユースは動いている
- ▶ 出口の見えないリサイクル

# リサイクル、日中欧比較

有害物は製造者責任で処理

街を汚すのはまかりならん

これが欲しかったんだ

これって使えるじゃない

もったいない

誰かのお役にたてれば



# リユース・リサイクルは動いている

- 高度カスタマイズド・オール・リユースの世界
- Badsの処理ではなく、goodsの取り合い
- 法が未整備でも物流は流れる  
法ができたからと言って新しい流れは起きない

# リサイクル業の繁栄は健全な循環経済の必要条件ではない

- 部分経済:

エスニックグループの経済的自立には十分なサイズでの展開

→カバー率は低い、目先の経済性

- 依存経済:

他のメカニズムに依存しそれを補完するかたちでの存在

← 海外スクラップ、大型解体クズ

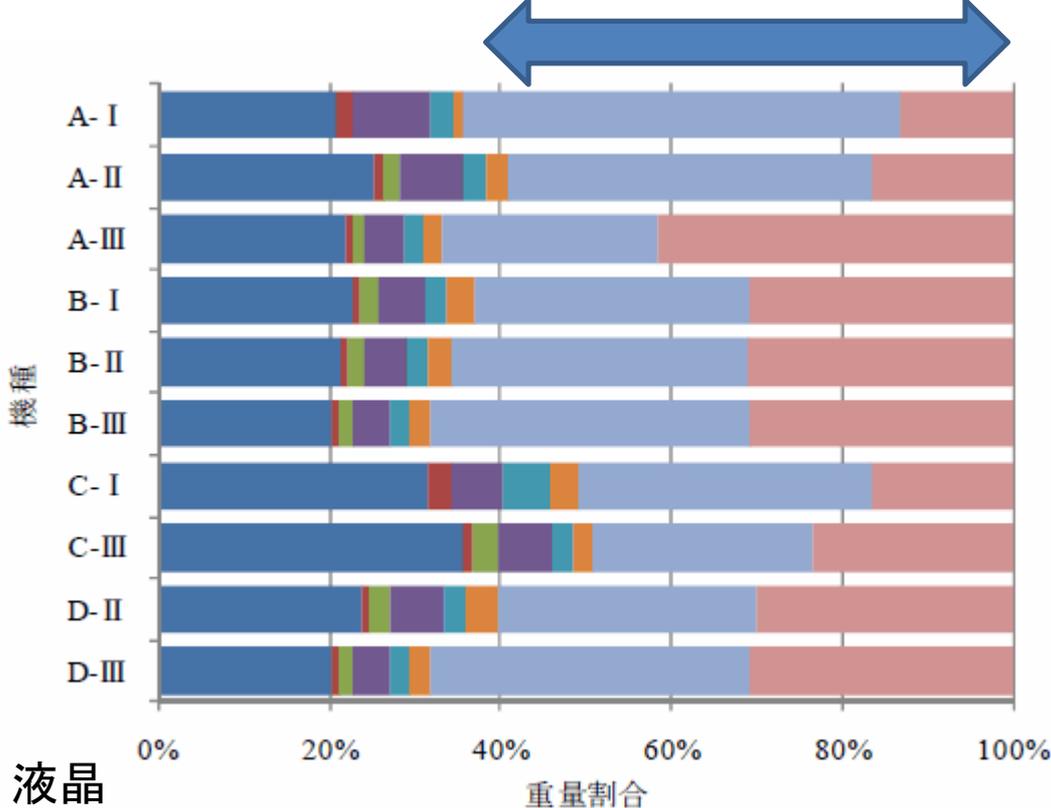
→EoLの廃棄物側面の軽視

# アジアのWEEEリサイクルの弱点

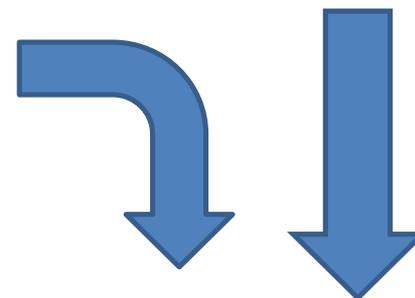
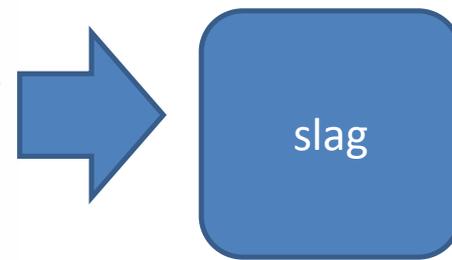
- 出口がない

フォーマルセクターでは金属再生まで結びついていない

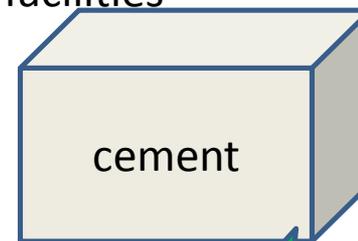
- 廃棄物減量化の観点がない  
鴉食リサイクルの連続



Smelting facilities



Cement industry facilities



元素	2000-2002年
Ag	A-I
Al	1~5
As	
Au	
B	1~5
Ba	0.5~3
Ca	0.5~3
Cr	
Cu	0.01~0.1
Fe	
In	0.01~0.1
Mg	0.1~1
Mn	
Mo	
Ni	
Sb	
Si	10~30
Sr	
Ti	0.005~0.05
W	
Zn	

基板

基板	A-I
元素	2000-2002年
Ag	0.262
Au	0.113
Co	0.031
Cu	25.7
Dy	0.014
In	0.008
Nd	0.112
Pd	0.012
Sm	<0.01
Ta	0.180
W	0.132

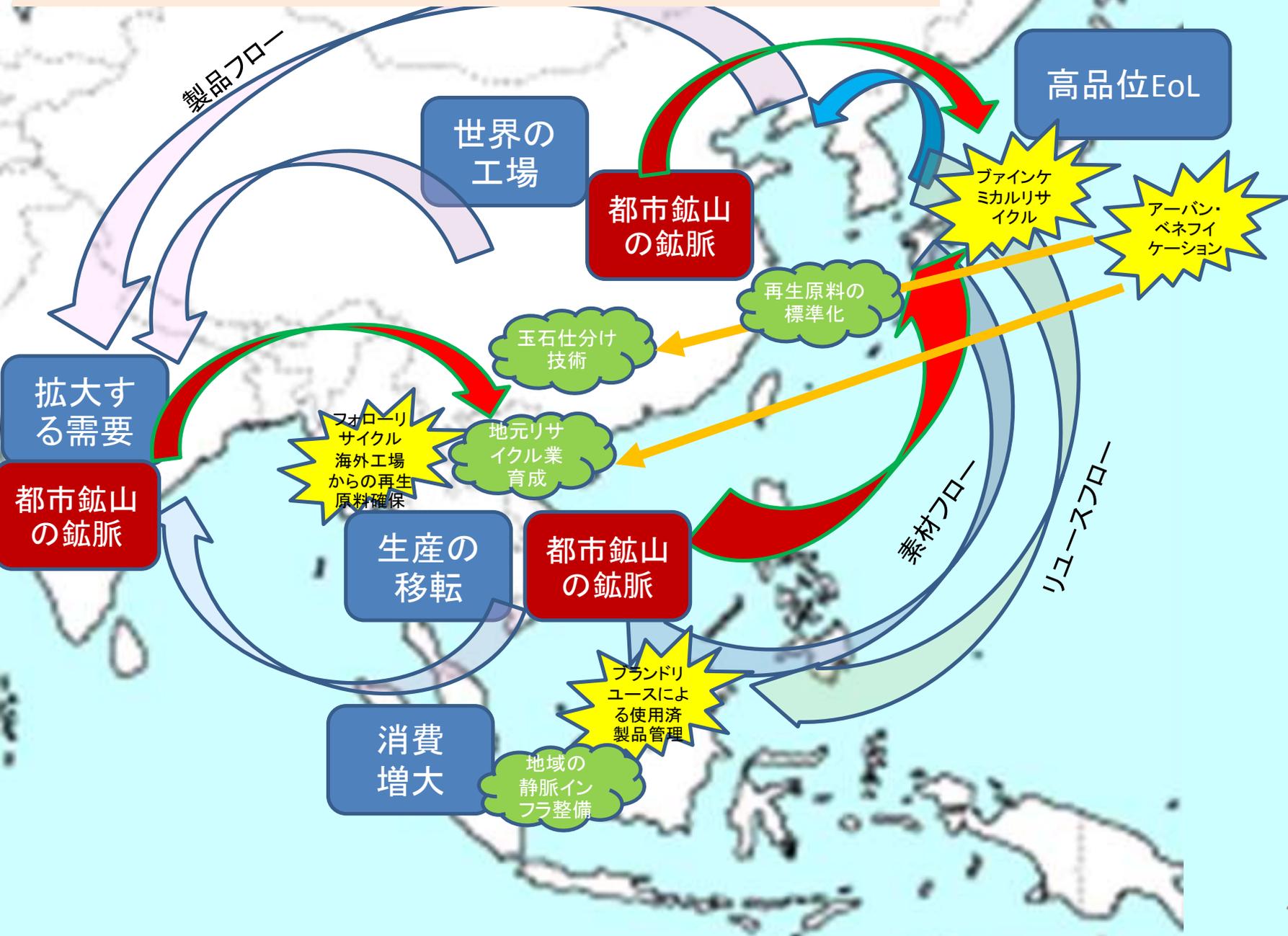
Ag 0.05%  
 Au 0.02%  
 Co 0.06%  
 Cu 5%  
 Dy 0.003%  
 In 0.0015%  
 Nd 0.02%  
 Ta 0.04%  
 W 0.025%



## 6.健全で責任ある国際資源循環へ

- ▶ 二次資源の国際的有効利用
- ▶ E-waste・廃棄物の大幅な減量
- ▶ 循環による関連国の経済活性

# Global Urban-Mines 都市鉱山開発をアジアへ



# 環境効率の良いE-wasteリサイクルの ために

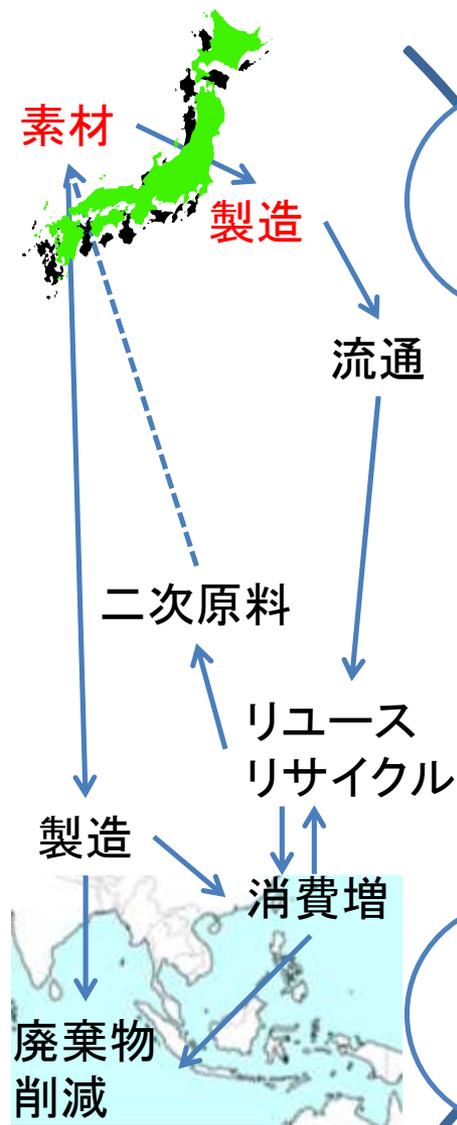
- 「鴉食リサイクル」の連鎖から  
「全部リサイクル」への転換=全部仕分の技術
- 国際循環を意識したE-wasteの都市精鉱化  
(urban beneficiation)で出口を作る
- 発生廃棄物とその予備物に目を向けたトレーサ  
ビリティの管理での減量化リサイクルの推進

廃棄物の再生利用による減量化には日本より広い受け皿がある

# 環境効率の高い国際資源循環の4施策

international responsible resource circulation

製造業、流通業、素材業、リサイクル業の連携で  
他国間広域の資源効率、環境効率の高い物質循環を



ブランド・リユース

アジアに広がるリユース市場にブランドを持ち込む。  
製造メーカーブランド、製造メーカーに認可された整備品ブランド

フォロー・リサイクル

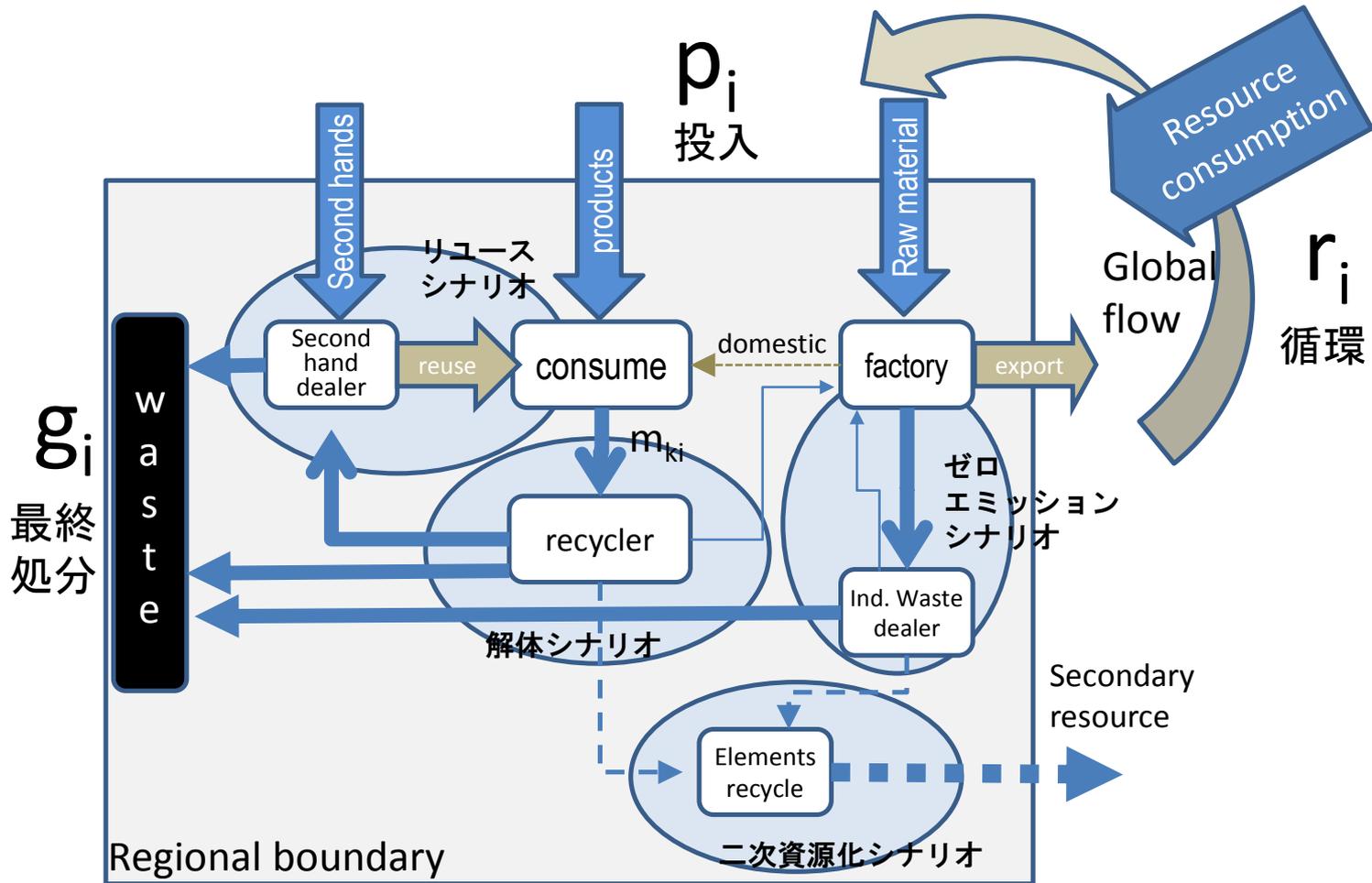
「素材=日本」→「製造=アジア」の素材フローをフォローするリサイクル業の  
アジア展開  
および、ブランド・リユースの性能落ち品のフォロー

アーバン・ベネフィシエーション (都市選鉱技術)

地元のヒトも生かしつつ、高度分別技術との協奏で高エントロピー廃棄物  
からの分別・仕分け技術の定着

ファインケミカル・リサイクル

世界の再生工場、とりわけてレアメタル、貴金属などの高度工業素材へのリサイク  
ル



国際資源循環 4施策のポイント	技術・システム開発のポイント	ビジネス・マネージメント	現地産業との協奏	国の施策	先行事例
ブランド・リユース	短期診断信頼性確認技術、部材機能の長寿命化	製造者の製品ライフサイクル管理の一環 製造者の信頼できるリユース業の展開	遵法リユース業の育成 リユース業-リサイクル業の連携によるe-waste化の防止 高信頼性確保技術の普及	リユース事業の促進、国際リユース事業者の認定制度 製造者責任を引き継ぐディーラー責任制度	ホンダ中古バイク、Apple整備済み製品
フォロー・リサイクル	集まるところに技術を届けるモバイルリサイクル技術 産業廃棄物からの高度抽出技術	地元展開企業(製造業、リユース業)との静脈整備連携 高付加価値物のファインケミカルリサイクルとの連星	廃棄物最終処理インフラ整備との結合 汎用リサイクル品の現地利用促進	製造業-リサイクル業パッケージ化の推進 製造業産業廃棄物中のレアメタル管理(国内外)報告	インジウム使用済みターゲットリサイクル
アーバン・ベネフィシエーション (都市選鉱)	ヒトと技術の競争からヒトと技術の協奏へ 事前仕分けの少ない高エントロピー廃棄物対応	資源仕分け業の国際展開  アジアに合ったリサイクルメジャーへ	「現地のものは現地で現地の人が処理をする」	静脈インフラ整備事業の展開 リサイクルソフトウェアの転移	NEDO 日印e-wasteリサイクル事業
ファインケミカル・リサイクル	忌避物質抑制などハイテク製品原料としての品質管理技術	サプライチェーン管理としての企業間結合	高付加価値物原料分別による有害廃棄物等処理の促進	再生原料の標準化(電子基板等) 二次資源流通情報の整備	アルミドロスのJIS化、 「原料としてリサイクル可能な固形廃棄物の輸入申請事項に関する公告」(中国)