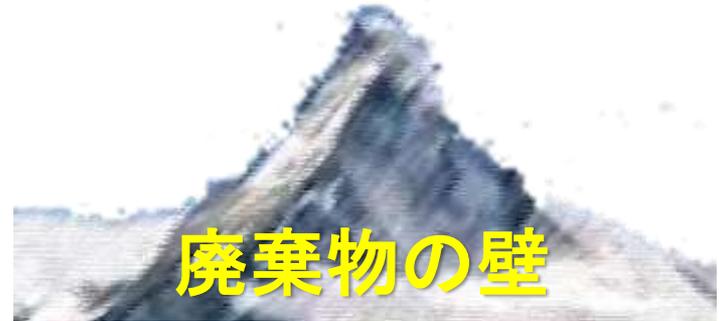


# これからの循環と モノづくり

- リサイクルの課題
- 国際資源循環の課題
- モノからコトへの対応



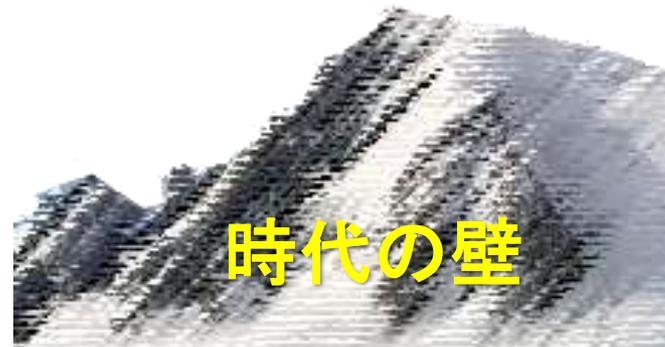
製品の一つ一つには少量  
製品は消費者の手元に分散



必要なものよりも廃棄物が多い



携帯1台で100円強  
にしかない



リサイクルを考えた設計は  
ほとんどされていない

# 1kgのレアメタルを集めるのに どれだけの製品が必要か

ノートPC  
3700台

デジカメ  
20万台

ノートPC  
430台

デジカメ  
3600台

電池  
1200個



コバルト

タンタル

リチウム

携帯電話機  
5900台

デジカメ  
9万台

ノートPC  
7100台

携帯

ノートPC  
10万台



タンゲステン

パラジウム

ガリウム

LED  
260万個

携帯電話機  
630台

ノートPC  
5900台

ノートPC  
1100台

携帯電話  
71万台

LED  
12万個



ネオジウム

インジウム

ユーロピウム

# 地殻中に薄く分布

# 街中に少しずつ広く分布



火山活動



流出残留



持ち寄り



収集



ボックス回収



堆積



バクテリア



天然鉱山



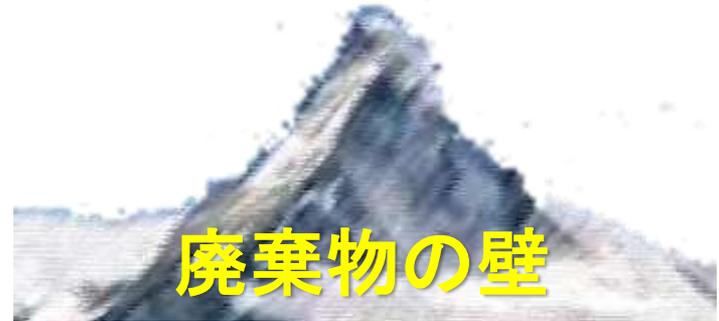
都市鉱山



自然がやってくれた  
分を自分たちでやる  
んだね



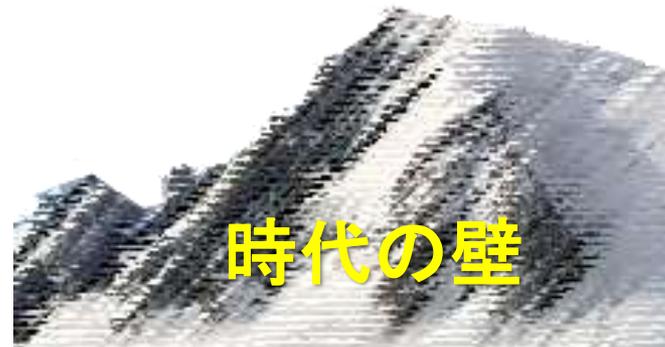
製品の一つ一つには少量  
製品は消費者の手元に分散



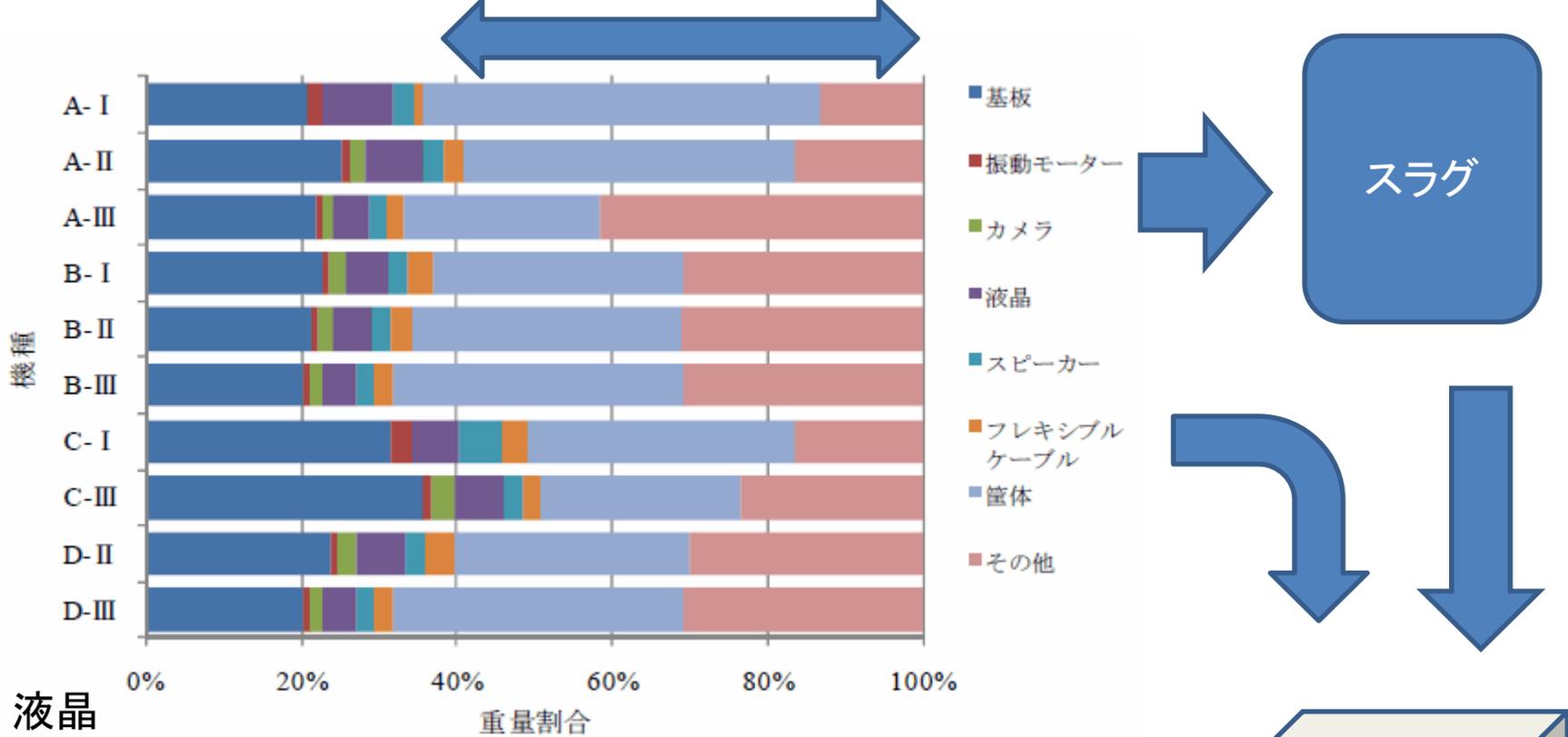
必要なものよりも廃棄物が多い



携帯1台で100円強  
にしかない



リサイクルを考えた設計は  
ほとんどされていない



### 液晶

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	

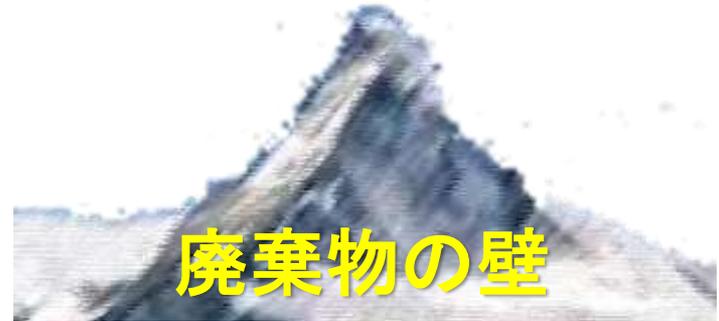
### 基板

基板	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%



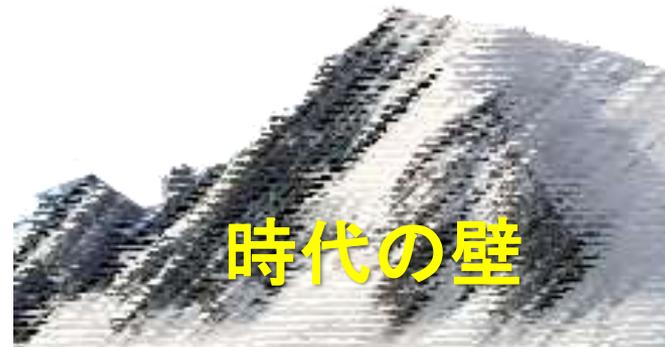
製品の一つ一つには少量  
製品は消費者の手元に分散



必要なものよりも廃棄物が多い

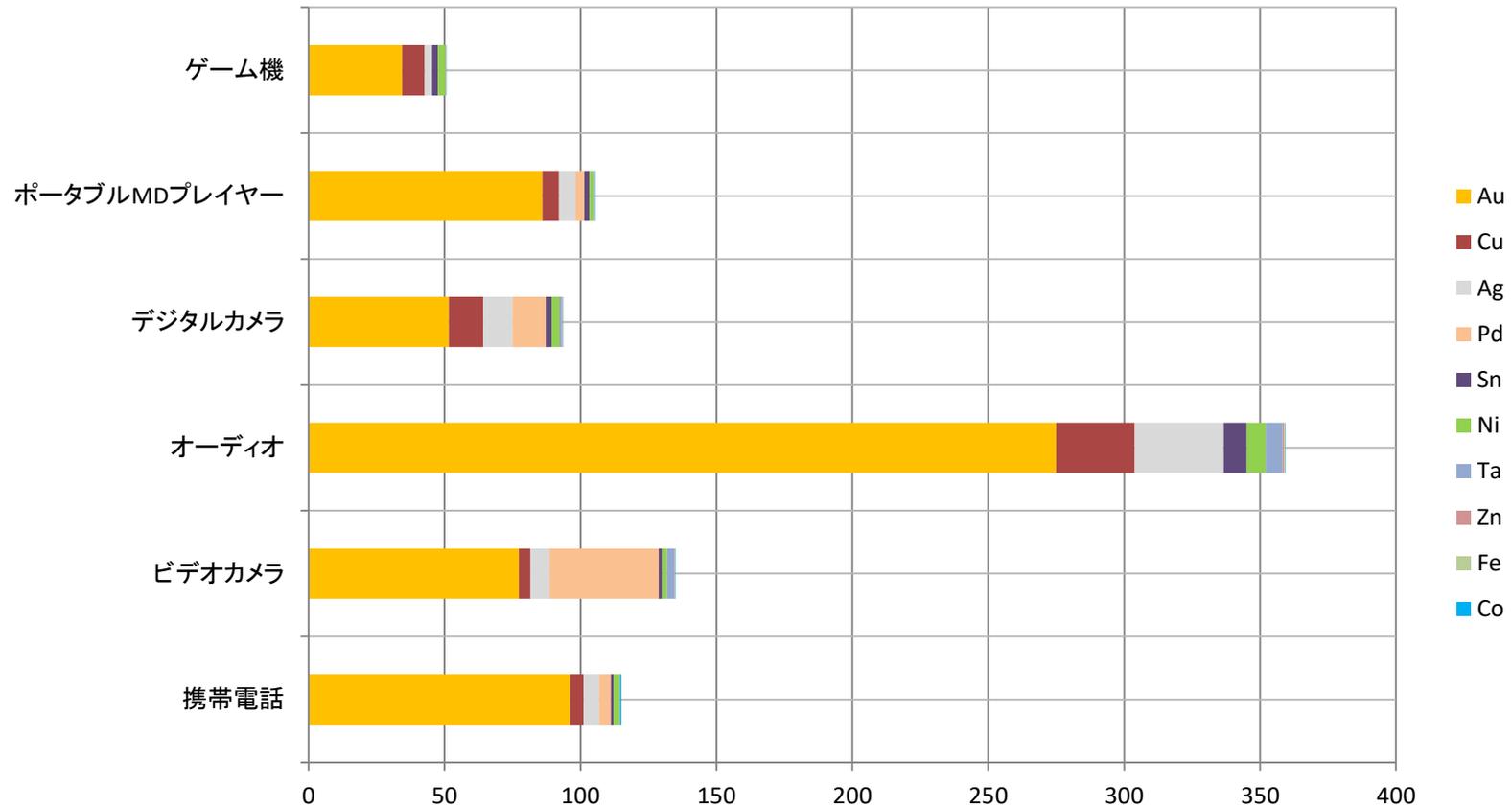


携帯1台で100円強  
にしかない



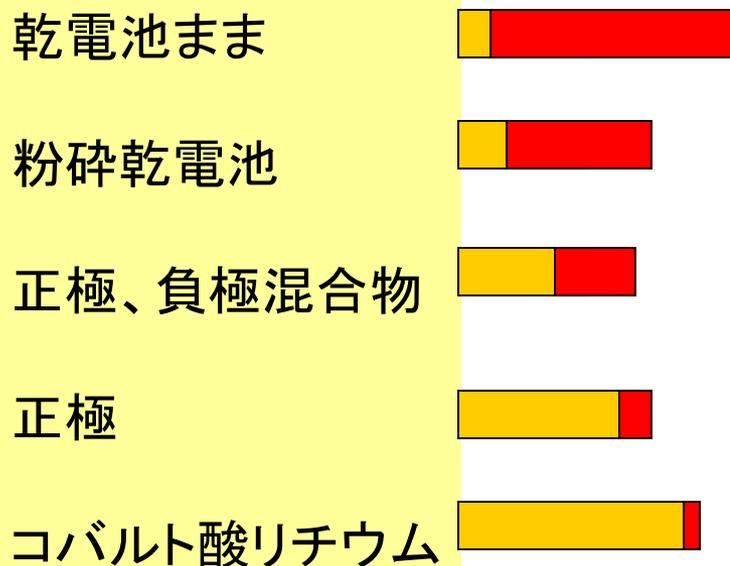
リサイクルを考えた設計は  
ほとんどされていない

# 電子機器中の資源価値は 思ったより小さい



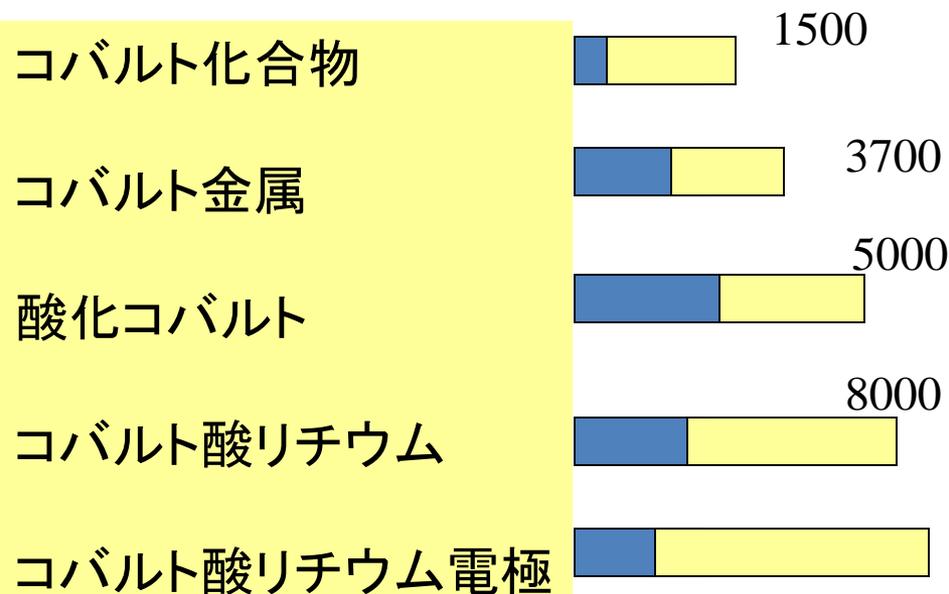
# 高い価値を引き出すリサイクルになっているか

## 解体のレベル



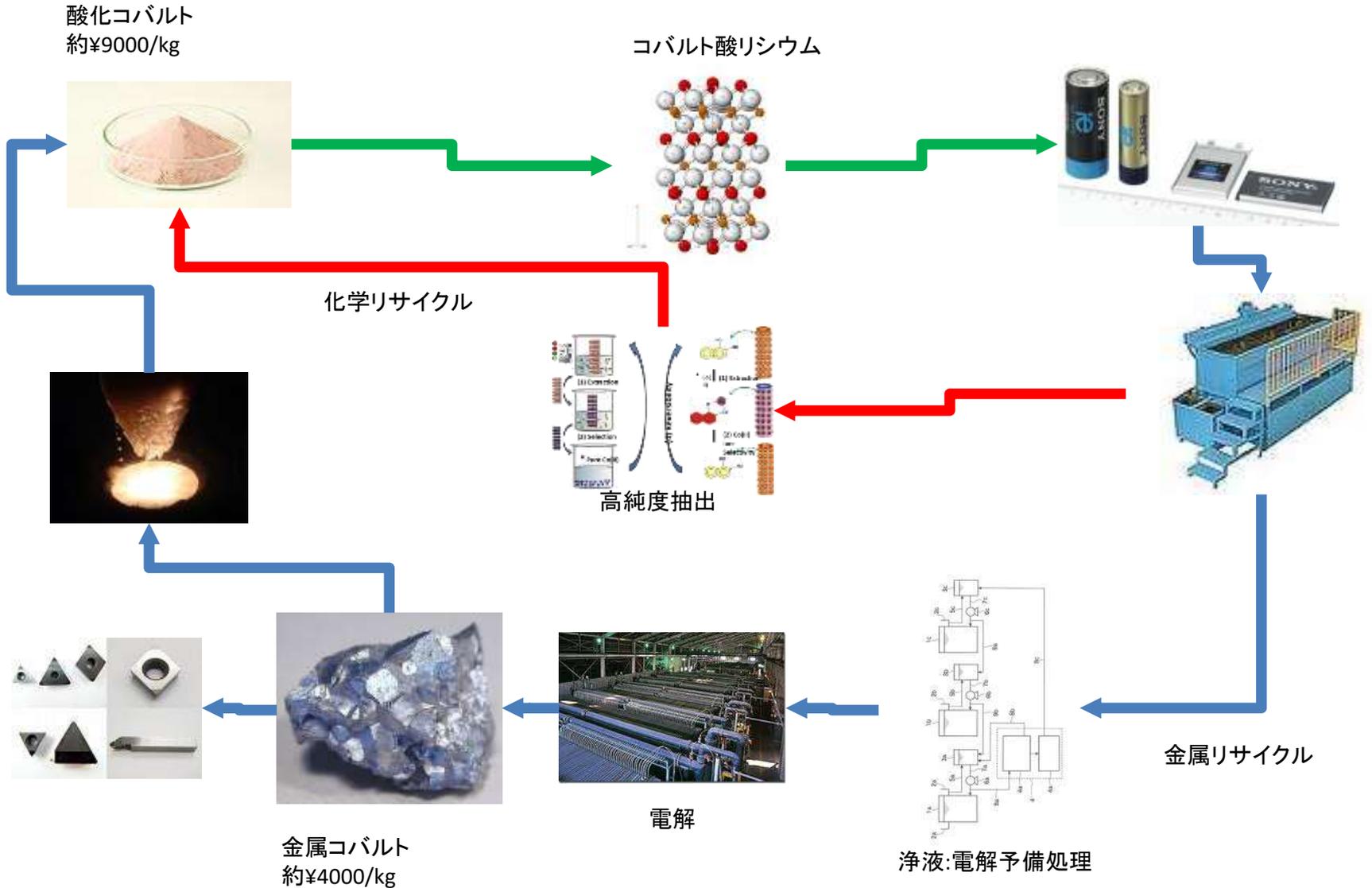
前処理      処理に要する投入

## 再生の形態



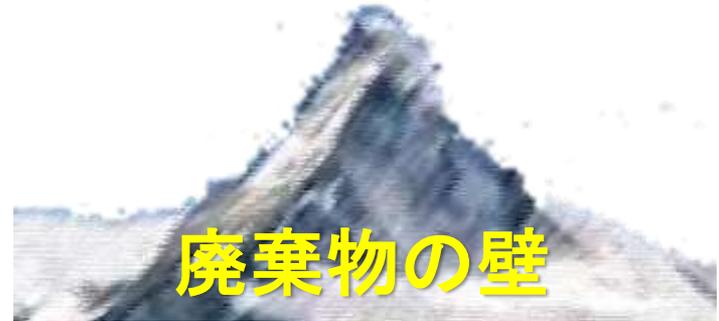
残りの処理  
gain

# レアメタルの化学リサイクル





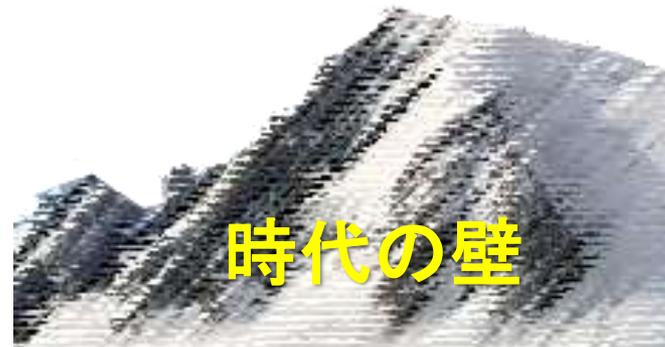
製品の一つ一つには少量  
製品は消費者の手元に分散



必要なものよりも廃棄物が多い



携帯1台で100円強  
にしかない



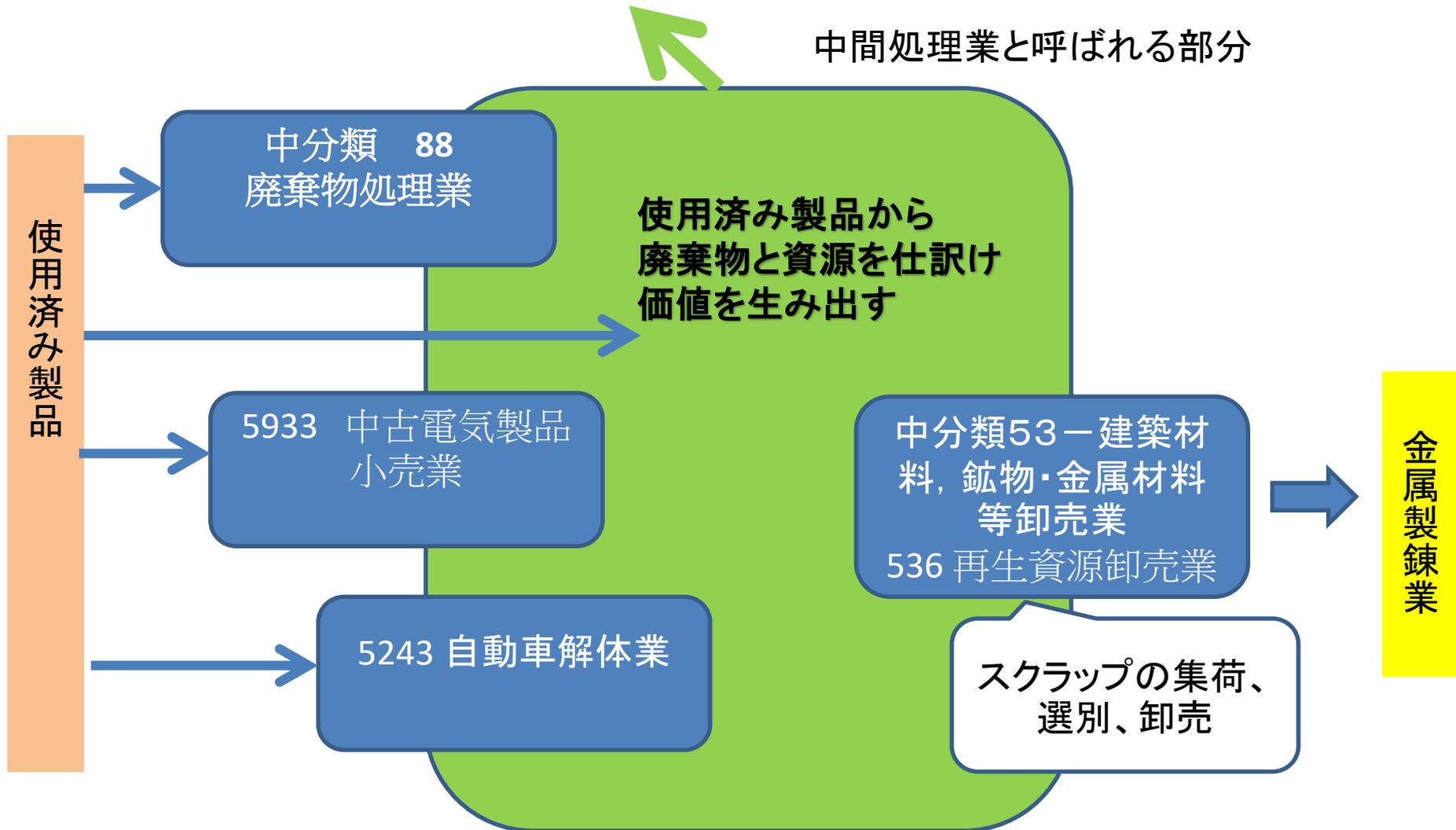
リサイクルを考えた設計は  
ほとんどされていない



し わ け

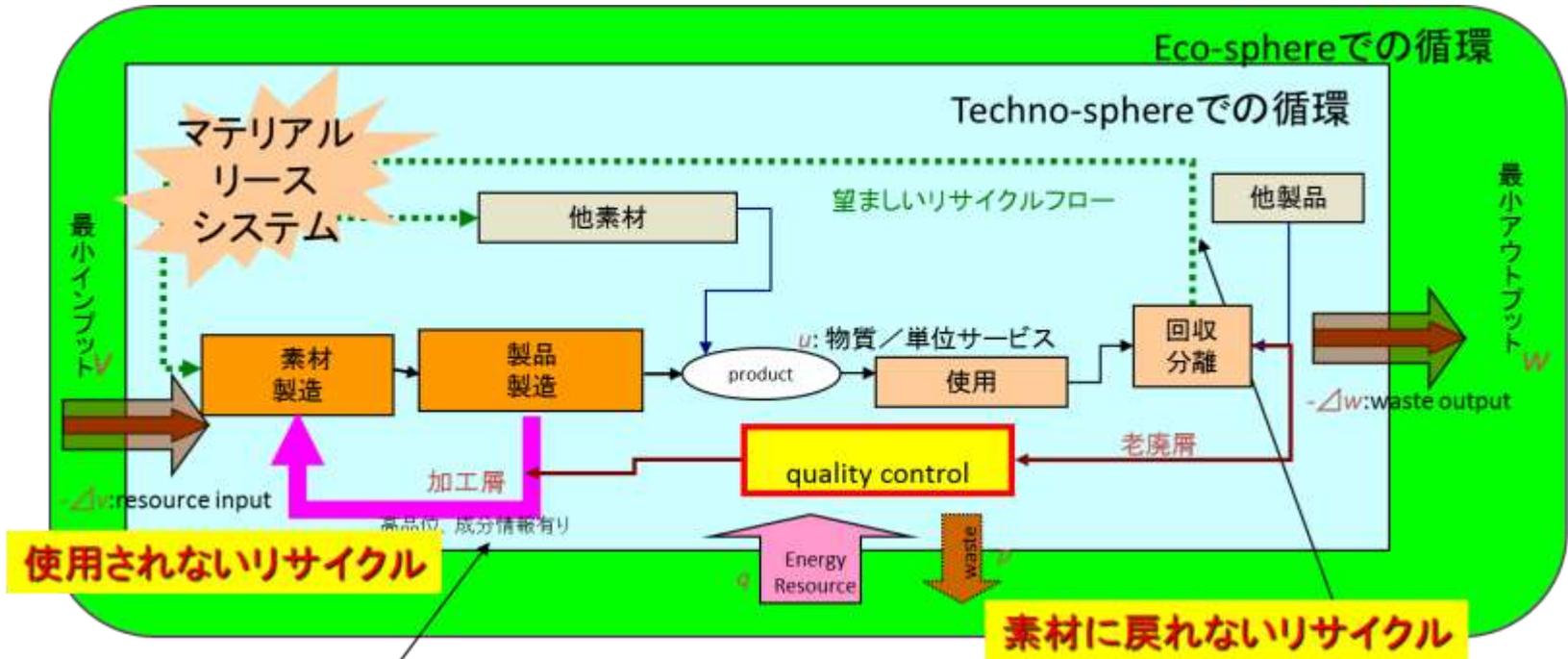
# 資源仕訳業

中間処理業と呼ばれる部分



日本標準産業分類より

# 20世紀型リサイクルと新しいフロー



**使用されないリサイクル**

**素材に戻れないリサイクル**

20世紀型リサイクル  
 大量生産の大量スクラップに  
 依存  
 ↓  
 均質で多量のスクラップ  
 ↓  
 老廃物:リサイクルプロセスに  
 合わせるための  
 品質調整プロセスが必要  
 (barrier of 75%recycling)

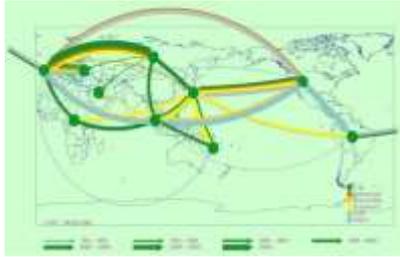
$u$ 一定の時  
 $q - \Delta v > 0, p - \Delta w > 0,$   
 なら、  
 リサイクルは  
 資源生産性を  
 損なう

21世紀型リサイクル基盤  
 物質循環指向の製品設計  
 循環指向のプロセス設計  
 サービス指向の材料設計

Change  
 the material flow

# 今は One way Recycle? 循環に係る経済主体は存在するが...

- ①世界中から資源を集め ②ハイテク製造業で ③ハイテク製品に



④自治体が一生懸命回収

⑧本当はこの流れのはずが



⑦金属に戻して



⑥どうにか取り出して



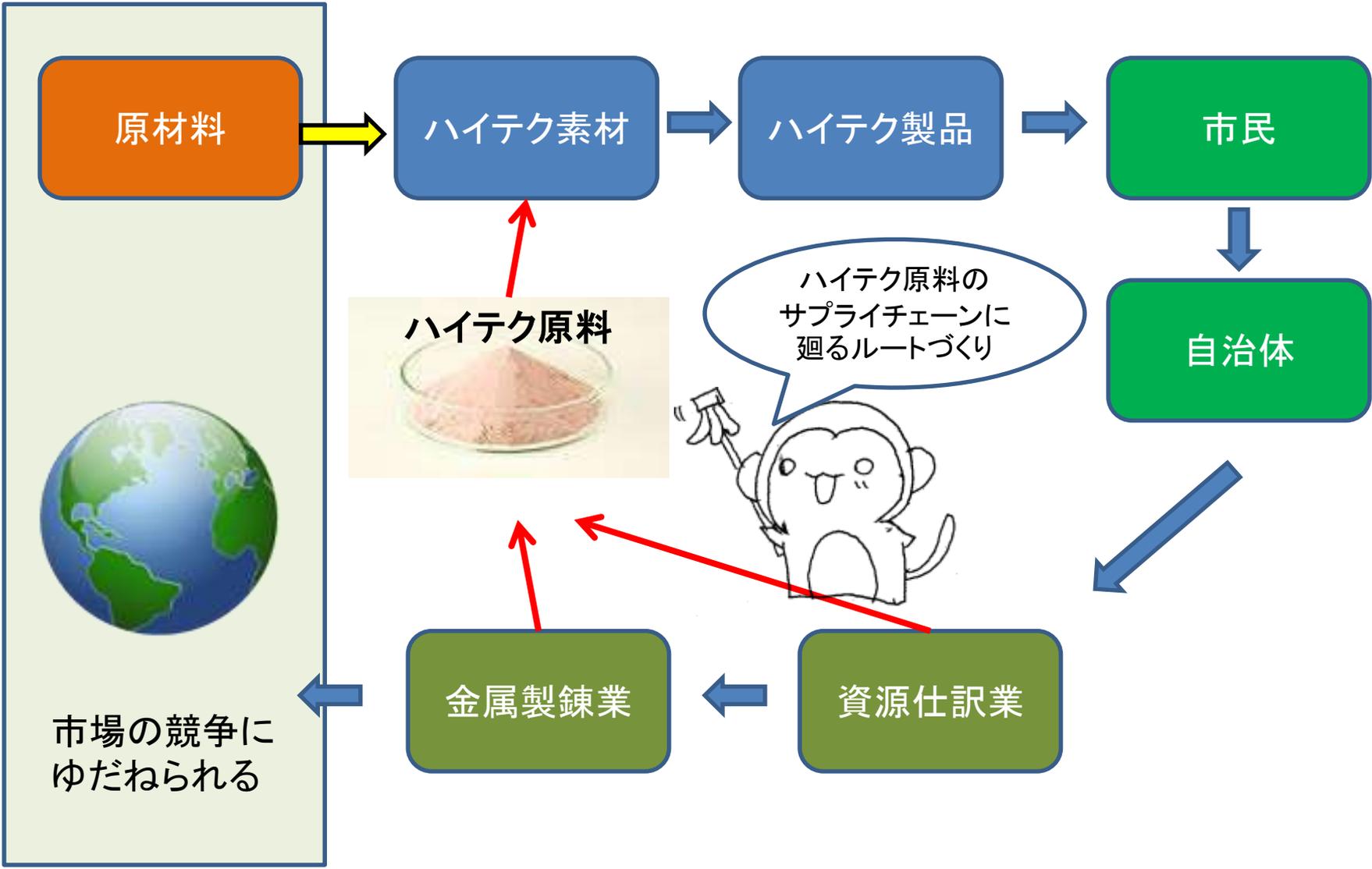
⑤必死に解体



⑨多くは汎用品で市場に放り出される

「欲しい人」がリサイクルに参入して初めて  
リサイクルが成立する

# サプライチェーンとしてのリサイクル



# ファインケミカル リサイクル



安定  
ストック

高機能性  
(高付加価値性)



工場層

産業層

家庭層

必要なものを  
リサイクルで確保する

これから

電子機器

小型家電

自動車

家電

容器リサイクル

ハイテクに  
使える原料



ケミカル

経済性

利益  
フロー



換金  
リサイクル

使えそうなものを  
リサイクルでお金に変える

どこにでも  
売れる素材、  
安い原料



冶金

環境性

負担  
分担

廃棄物利用  
リサイクル



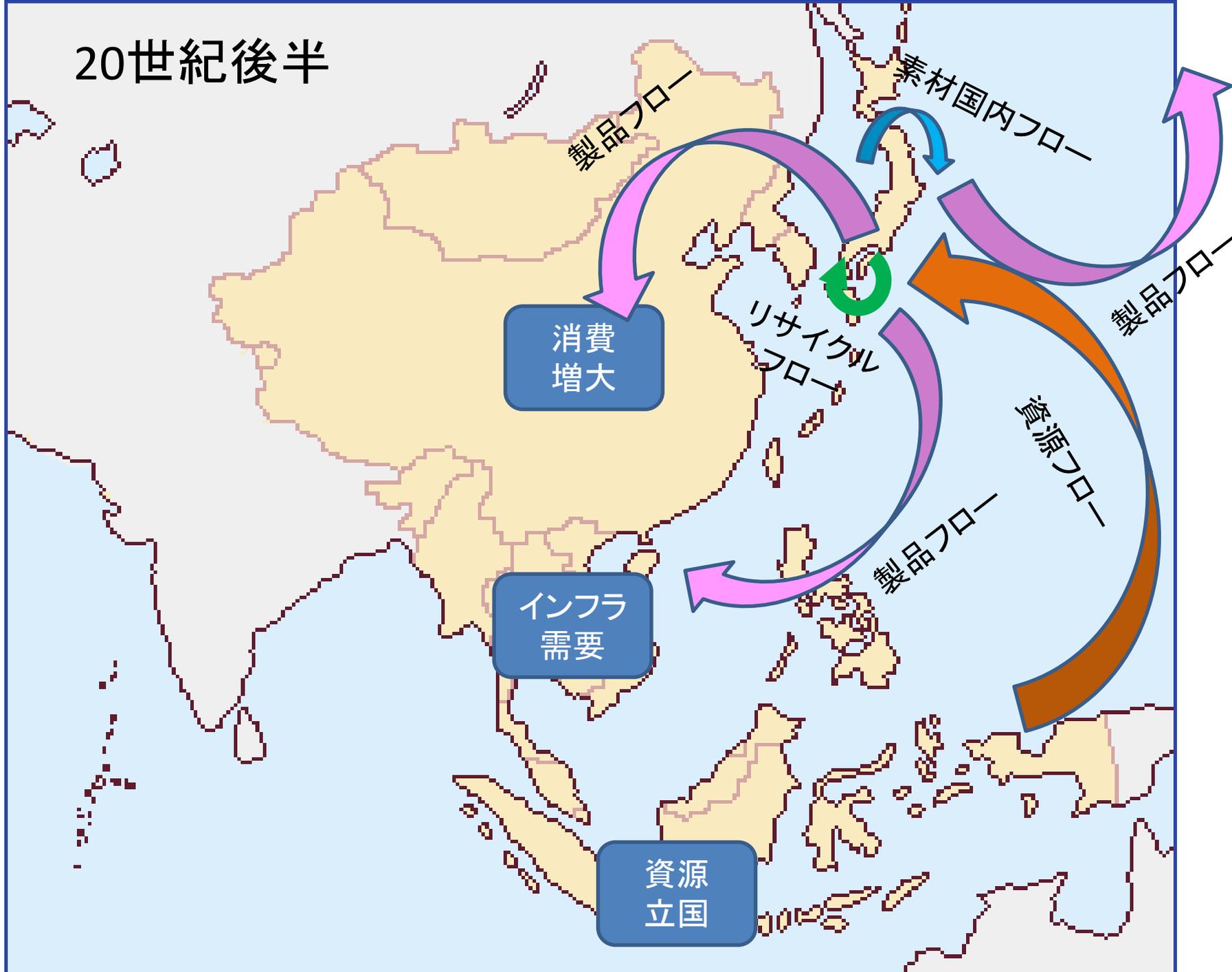
無害性と  
安定な用途

困ったものを  
リサイクルで無害にする



窯業

# 20世紀後半



現在

製品フロー

国際資本企業

世界の工場

リユース需要

拡大する需要

素材フロー

資源フロー?

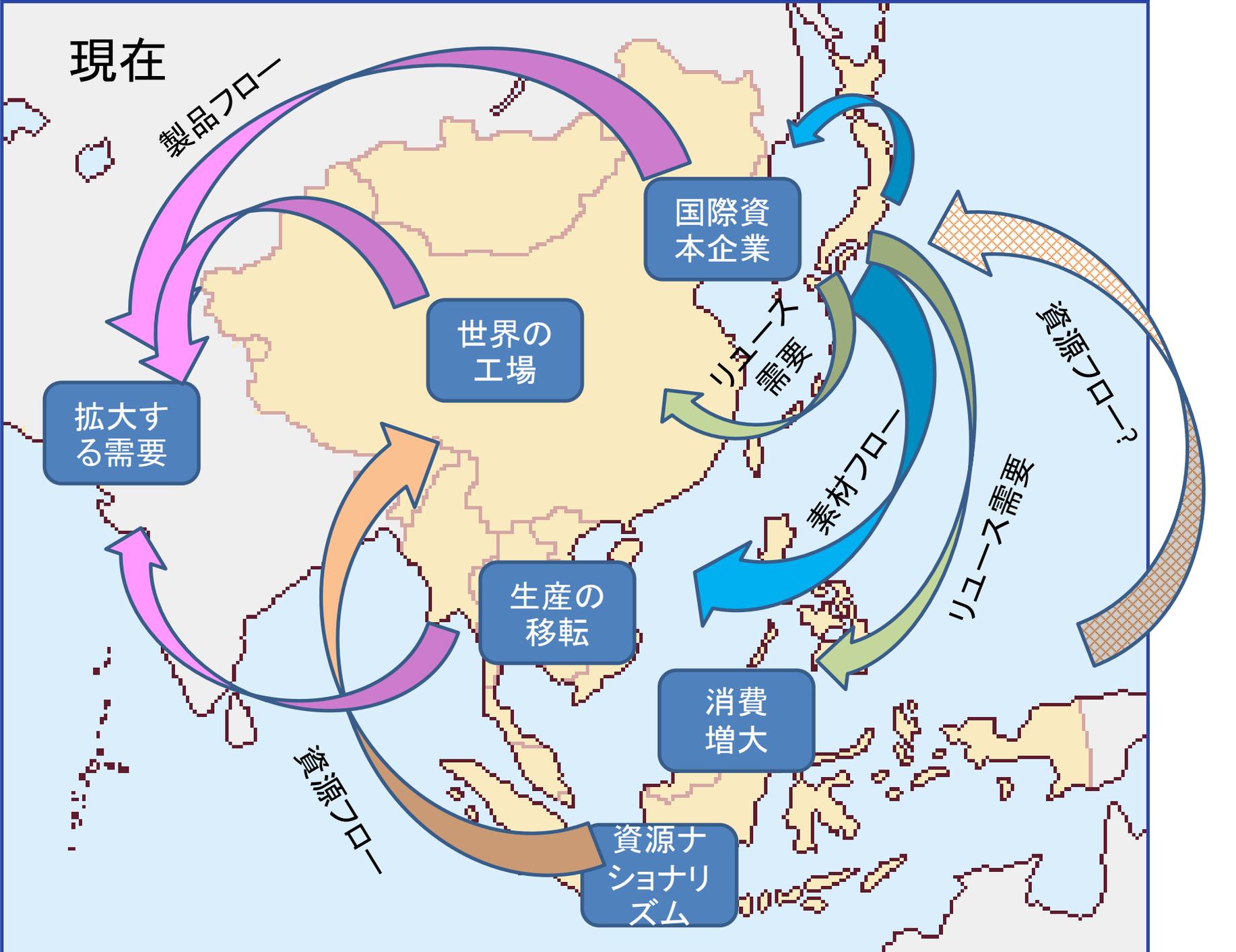
リユース需要

生産の移転

消費増大

資源フロー

資源ナショナリズム





製品フロー

国内需要  
高品位EoL

国際資本  
本企業

世界の  
工場

拡大す  
る需要

多国間  
物質循環  
管理

廃棄フロー

高度リサイクル  
フロー

素材フロー

リユースフロー

生産の  
移転

消費  
増大

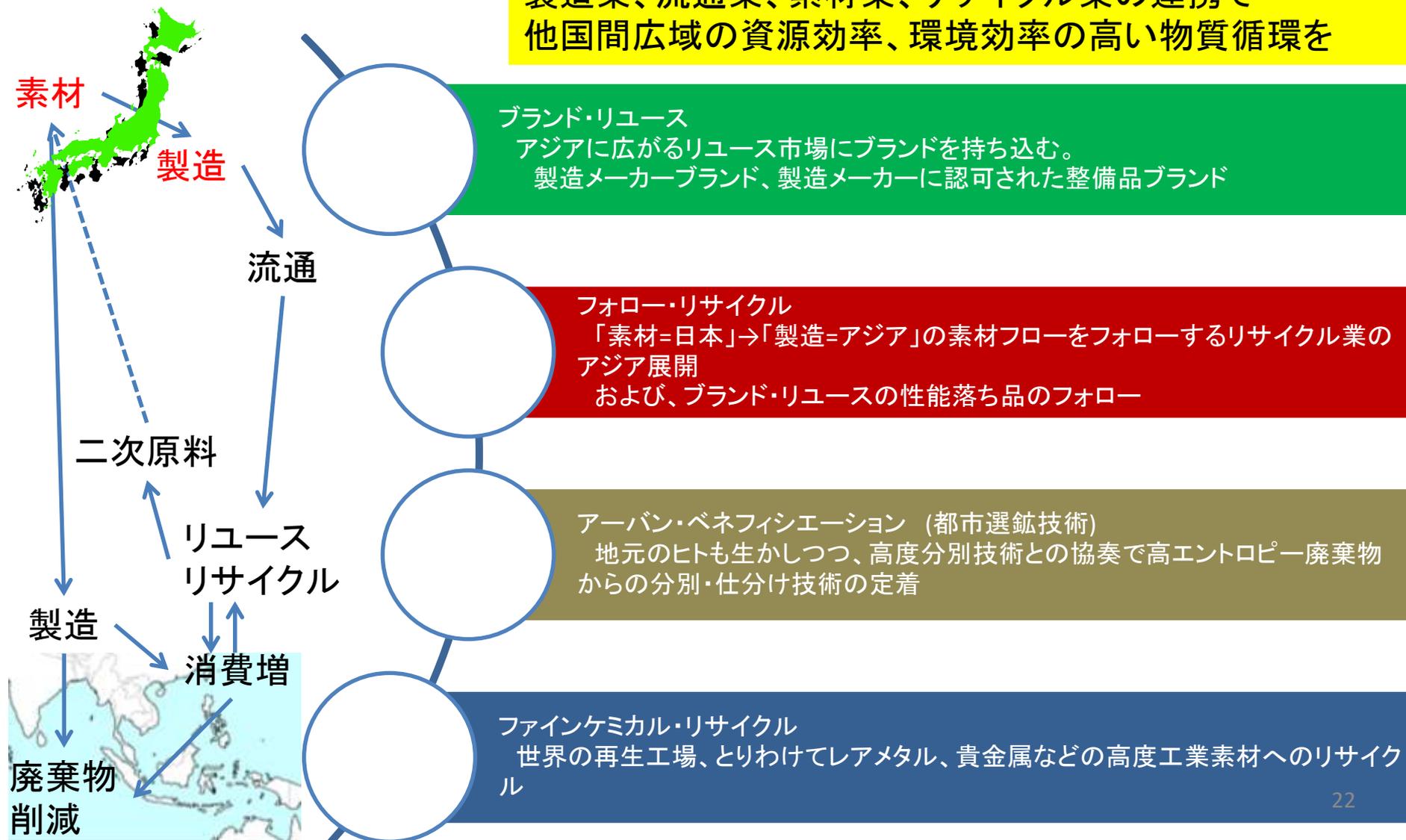
資源フロー

資源ナ  
ショナリ  
ズム

# 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





しょせんは、「エンド・オブ・パイプ」か？

High Noon

## Circular Economy Strategy



### Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy

The European Commission adopted an ambitious **Circular Economy Package**, which includes revised legislative proposals on waste to stimulate Europe's transition towards a circular economy which will boost global competitiveness, foster sustainable economic growth and generate new jobs.

The Circular Economy Package consists of an [EU Action Plan for the Circular Economy](#) that establishes a concrete and ambitious programme of action, with measures covering the whole cycle: from production and consumption to waste management and the market for secondary raw materials. The [annex to the action plan](#) sets out the timeline when the actions will be completed.

The proposed actions will contribute to "**closing the loop**" of product lifecycles through greater recycling and re-use, and bring benefits for both the environment and the economy.

The **revised legislative proposals on waste** set clear targets for reduction of waste and establish an ambitious and credible long-term path for waste management and recycling. Key elements of the revised waste proposal include:

- A common EU target for recycling 65% of municipal waste by 2030;
- A common EU target for recycling 75% of packaging waste by 2030;
- A binding landfill target to reduce landfill to maximum of 10% of all waste by 2030;
- A ban on landfilling of separately collected waste;
- Promotion of economic instruments to discourage landfilling ;
- Simplified and improved definitions and harmonised calculation methods for recycling rates throughout the EU;
- Concrete measures to promote re-use and stimulate industrial symbiosis - turning one industry's by-product into another industry's raw material;
- Economic incentives for producers to put greener products on the market and support recovery and recycling schemes (eg for packaging, batteries, electric and electronic equipments, vehicles).



コミュニケーション価値

行動価値(情報価値)

利用価値

機能価値

機構価値

素材価値

資源価値

共同空間経済

IoE

ICT



Co-use

repair

Service share

???

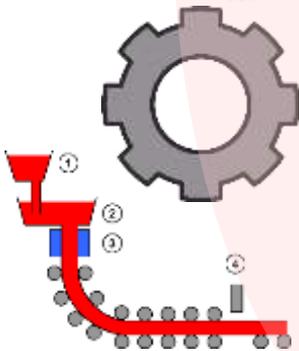
Product Reuse



Parts Re-manufacturing

Elements Reuse/refurbish

Substance-recycle



個人消費/売切経済

残存価値  
(retained value)  
を徹底的に引き出す

# Ecodesign working plan for 2015-2017

## Task2 Identification of resource relevant product groups

### **Durability of components/products**

- 技術的life-timeを伸ばす耐久性のある製品設計
- Upgradability
- Design for reparability (易解体性部品、交換可能性)
- 非破壊的な解体やキ一部分の交換を可能にする明確で公開された解体・修理の情報

# Decoupling to improve resource efficiency

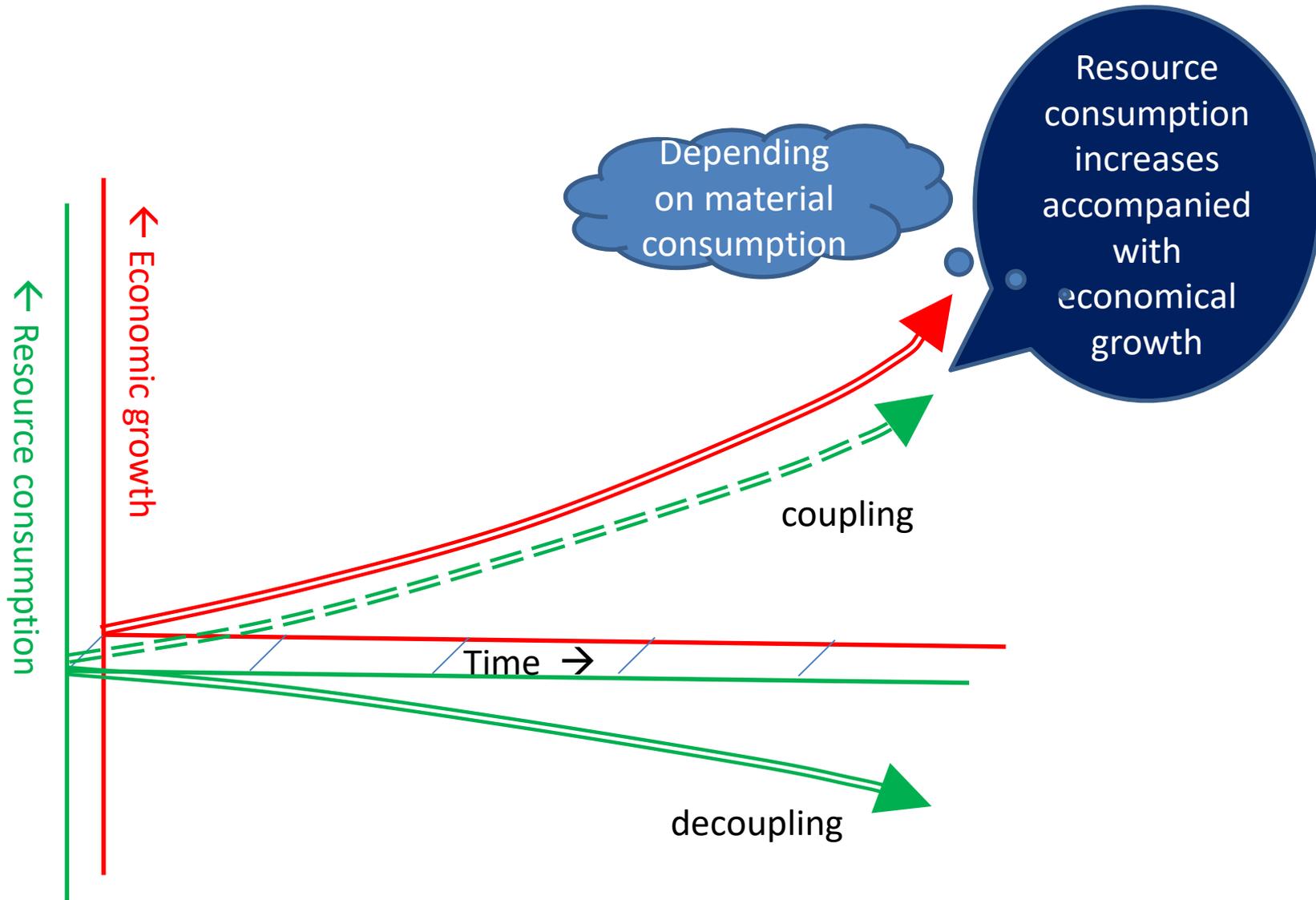
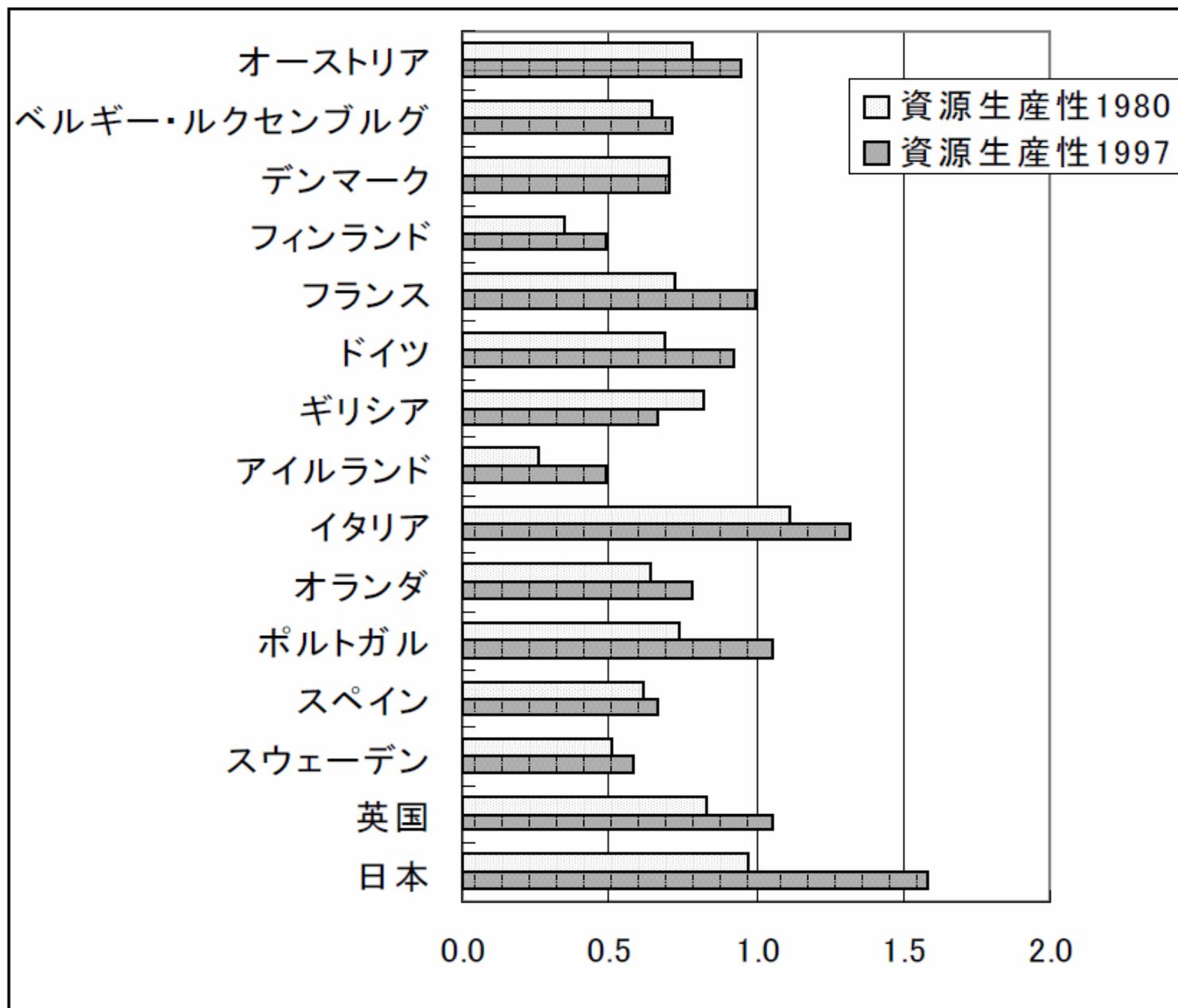


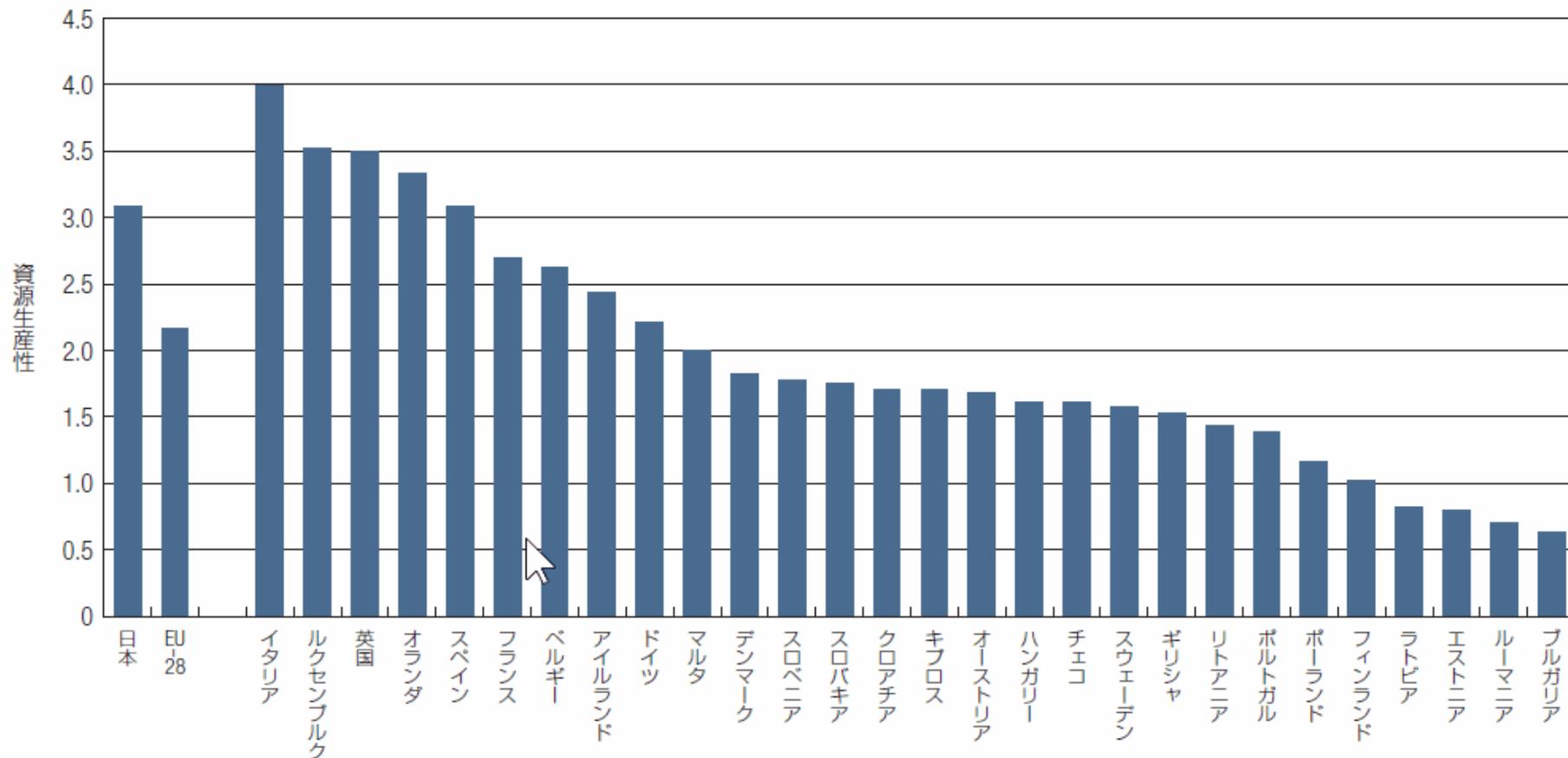
図5 資源生産性国際比較(1000米ドル/トン)

ただし米ドルは1995年購買力平価基準



## A-4 EU各国の資源生産性 (2015年)

(PPS-EUR/kg)



注) 日本 : 3.1 (PPS-EUR/kg)

EU-28 : 2.2 (PPS-EUR/kg)

(出典 : EU : Eurostat "Statistics Explained – Resource productivity statistics" (Last updated on May 15, 2017.) を基に作成。

日本 : Eurostat "Statistics Explained – National accounts and GDP" (Last updated on April 26, 2017.) に掲載の日本の "GDP in PPS" を使用して日本の資源生産性を算出。)

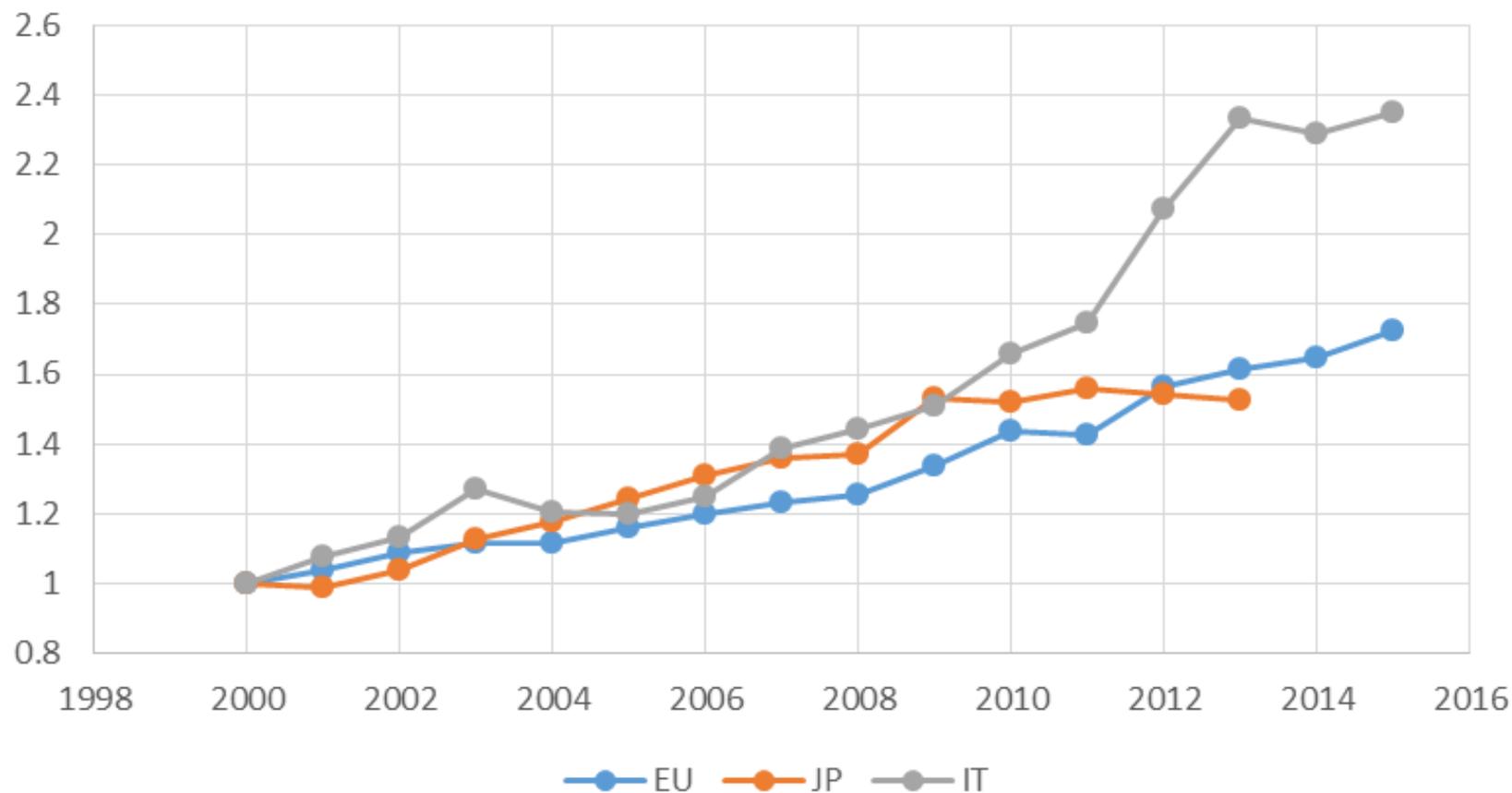
### 注 釈

◇資源生産性 (Resource productivity) :

国内総生産 (GDP: Gross domestic product) \* ÷ 国内物質消費 (DMC)

\* : 各国の比較のグラフにおいてはEU購買力平価 (PPS) への調整値

## 日本、EU、イタリアの資源生産性の変化 (2000年基準)



# Europe2020 (launched from 2011)

A strategy for smart, sustainable and inclusive growth

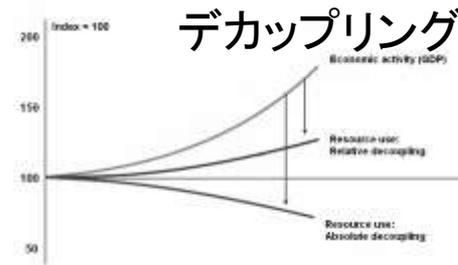


1990s  
dematerialization

バブル経済

従来経済

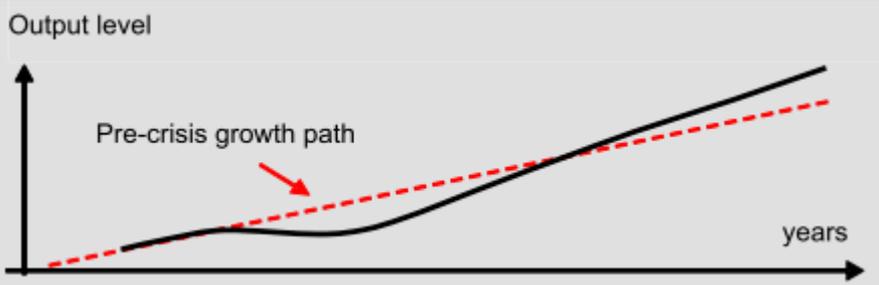
Transition of  
Economy



雇用創出

**7 Flagship Initiatives**

- Innovation Union
- Youth on the Move
- A Digital Agenda for Europe
- Resource Efficient Europe**
- An Industrial policy for the globalization era
- An Agenda for skill and job
- European Platform against Poverty



- 75 % of the population aged 20-64 should be employed.
- 3% of the EU's GDP should be invested in R&D.
- The "20/20/20" climate/energy targets should be
- The share of early school leavers should be under 10% and at least 40% of the younger generation should have a tertiary degree.
- 20 million less people should be at risk of poverty.

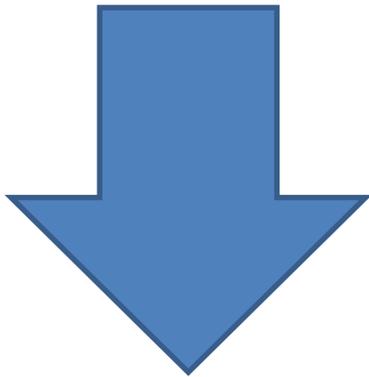
# 循環型社会(3R)とCircular Economy(CE)の違い

	3R	CE
目的	最終処分の減量 (アウトプット)	資源効率の改善 (インプット)
利得	社会の経済外負担の軽減	多資源消費大規模製造とは異なる新規の投資対象の形成
主な手段	再資源化	使用済み製品の高度多様再利用
使用済製品	再資源化の対象	使うべき対象
主な主体	リサイクラー、製造業の環境担当	使用サービス提供者、中小の製品化業



良質のものを集めて  
優れたものをつくる

「世界の工場」  
新興市場を意識



どこでもできる  
そこそこのものを  
安く、早く提供する

成熟市場の土俵を変える

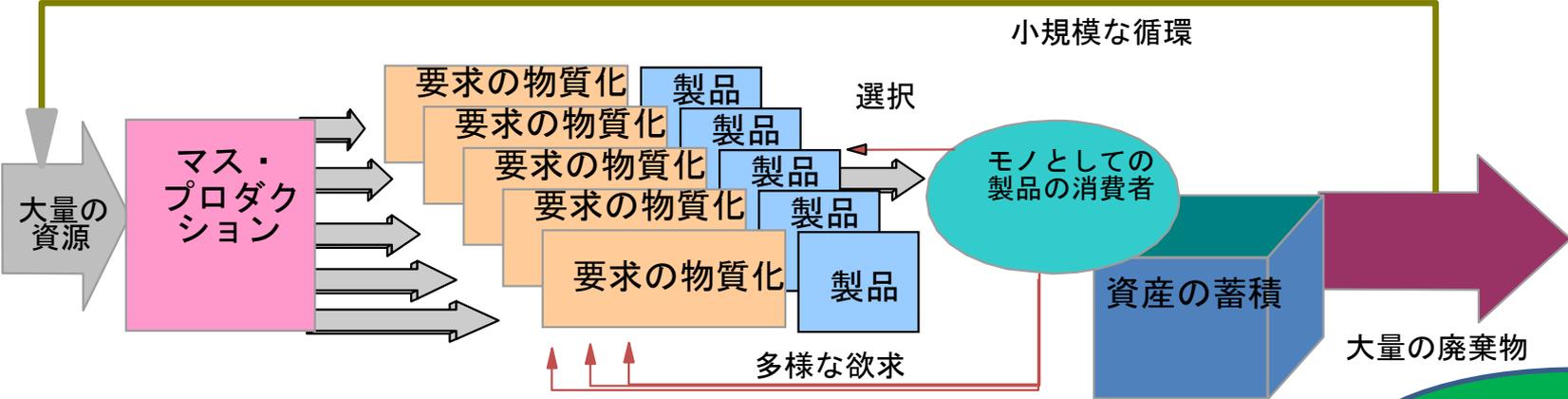
「優れたもの」とは「機能」だけでなく  
「持続可能性」

そこに付加価値を与える

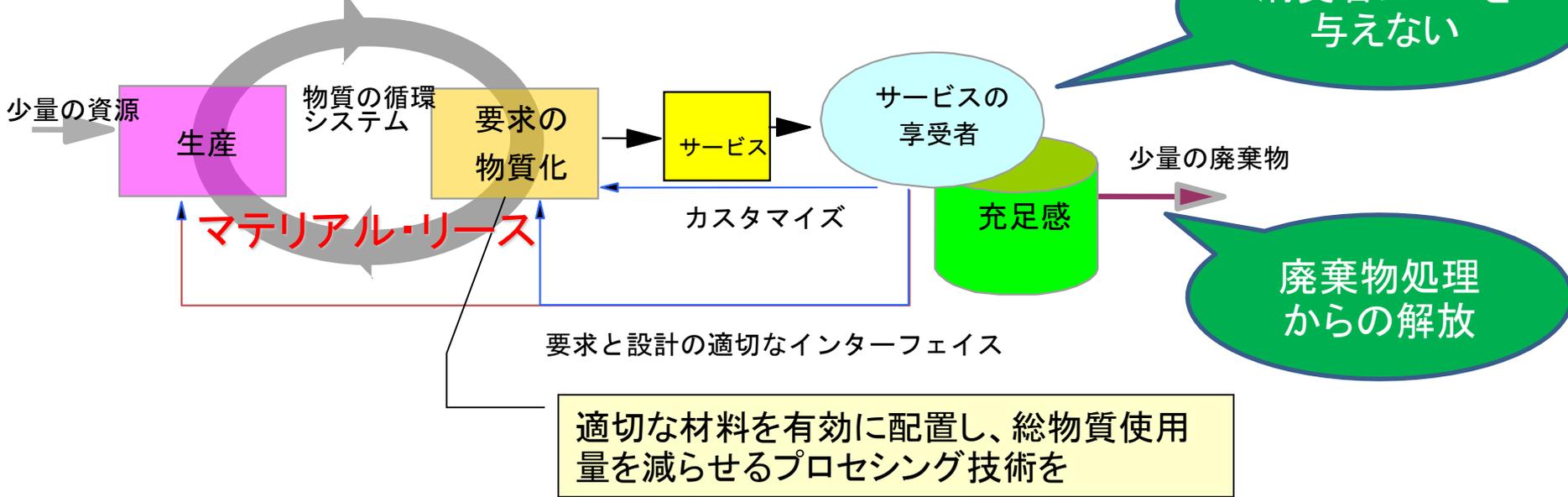


# 大量生産、大量消費、大量廃棄(循環)からの脱却

大量生産・大量消費・大量廃棄のマテリアルフロー

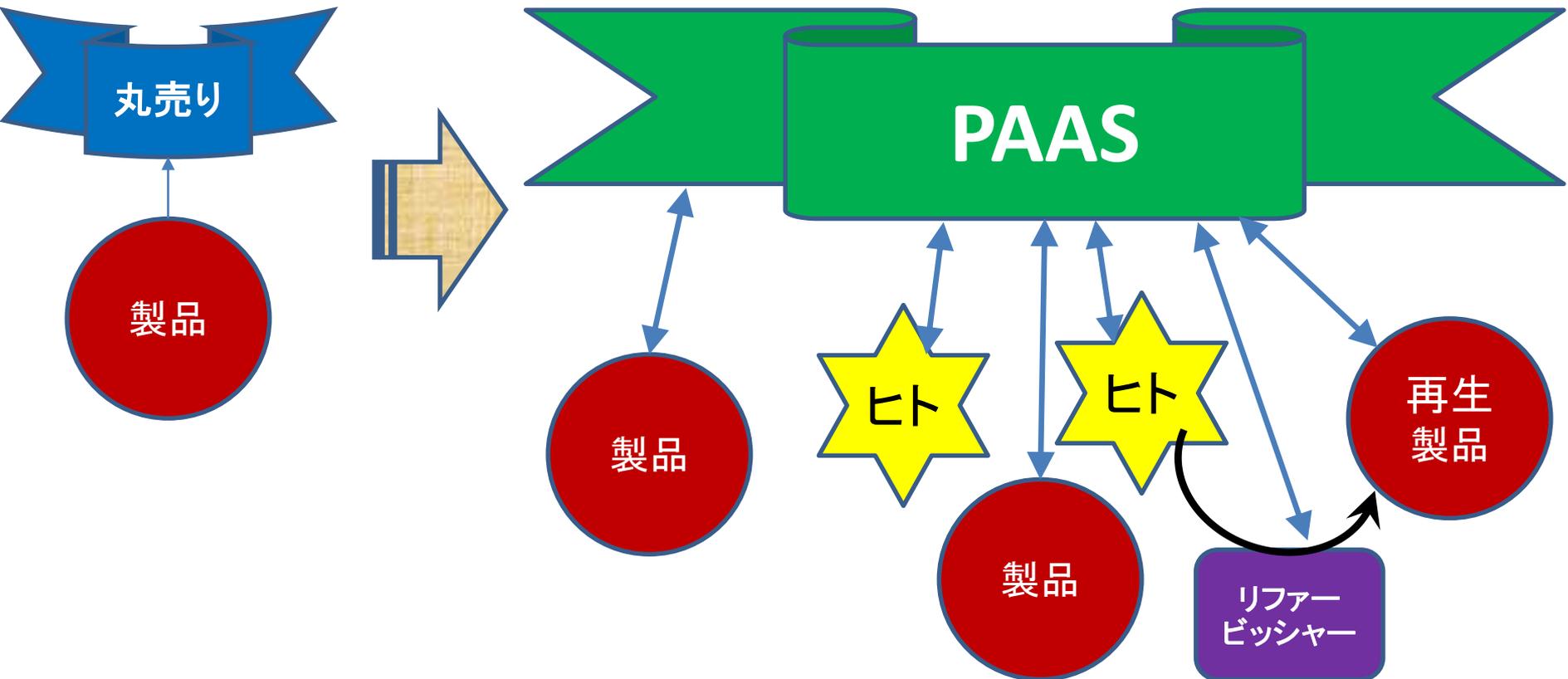


## 適材適所のマテリアルフロー



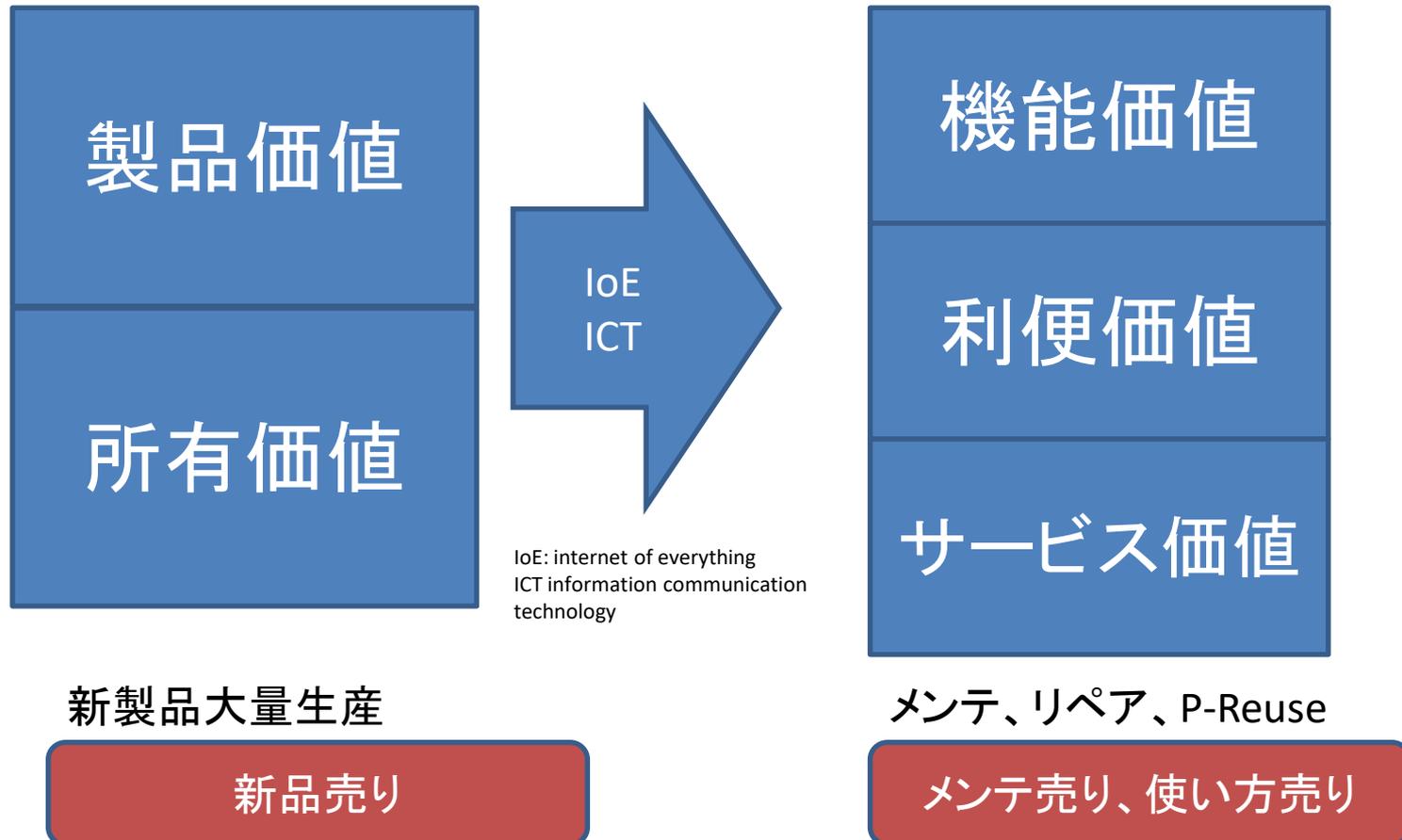
「リサイクルの究極の答えは消費者にモノを与えないコト」 2000by Halada

# 丸売りから PAAS(Product as a Service)へ

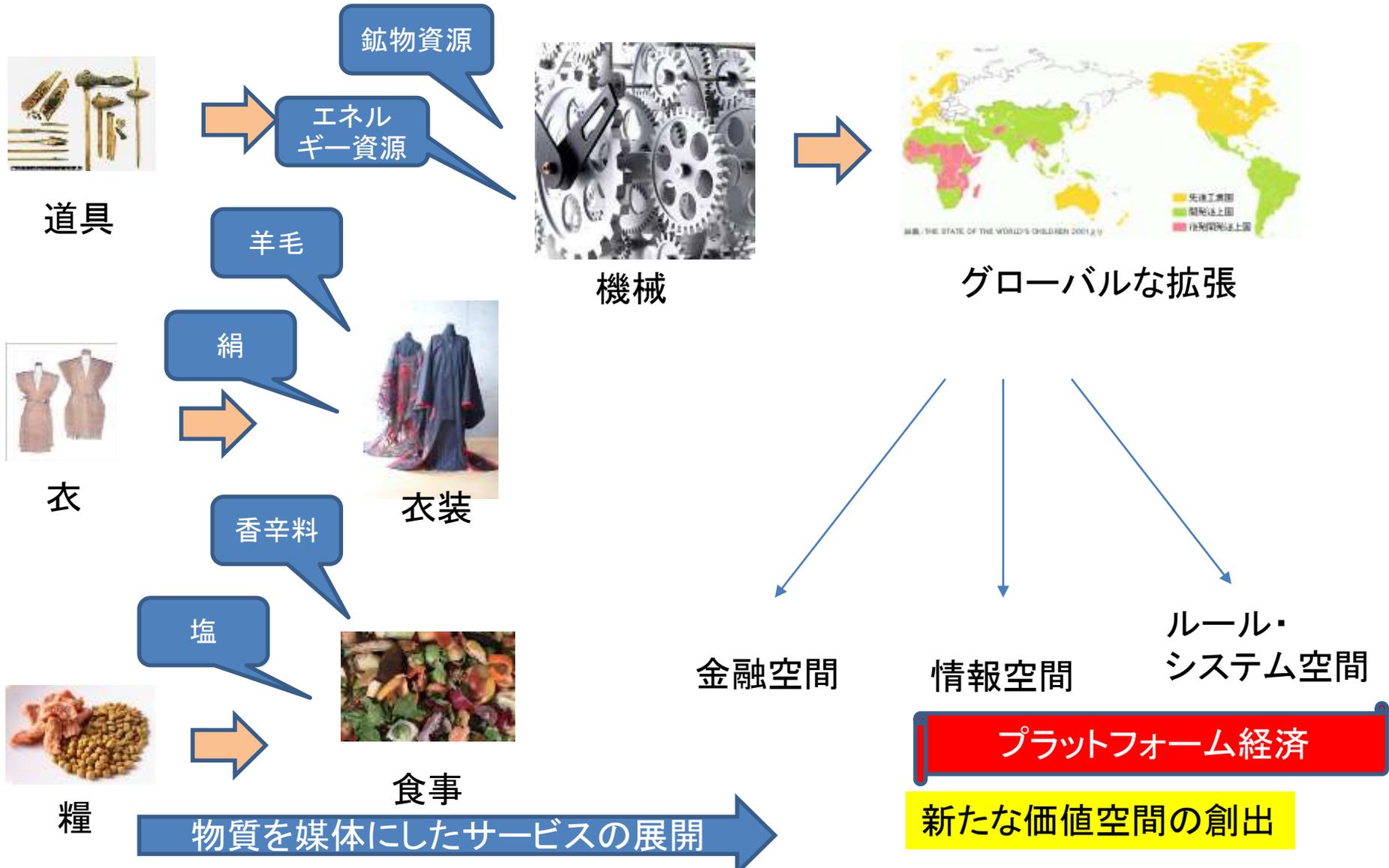


# 第4次産業革命

## モノ売り から サービス(コト)へ



# 付加価値≡サービス, 満足の代償



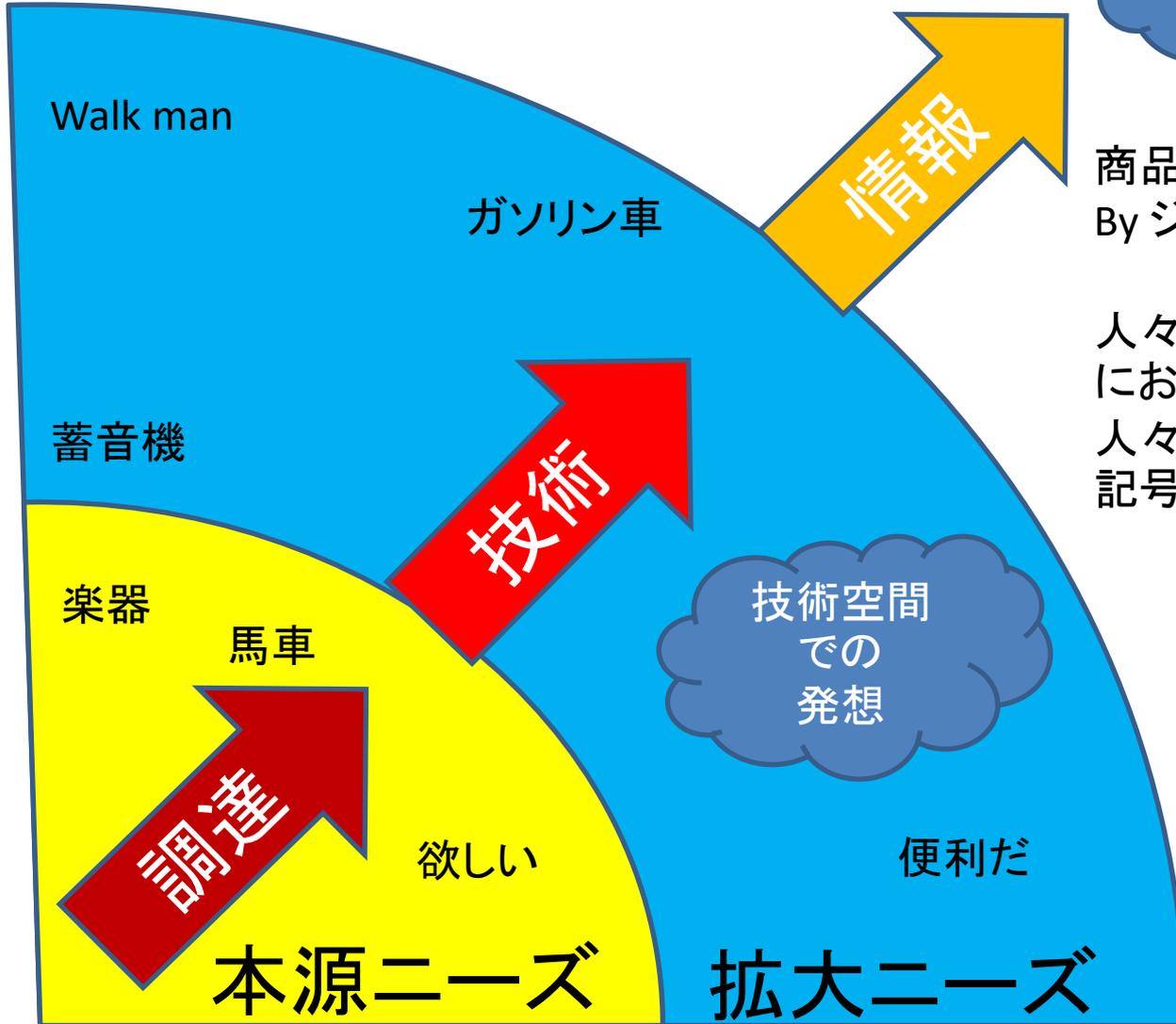
ipod

EV



商品の記号化  
By ジャン\_ボードリアル

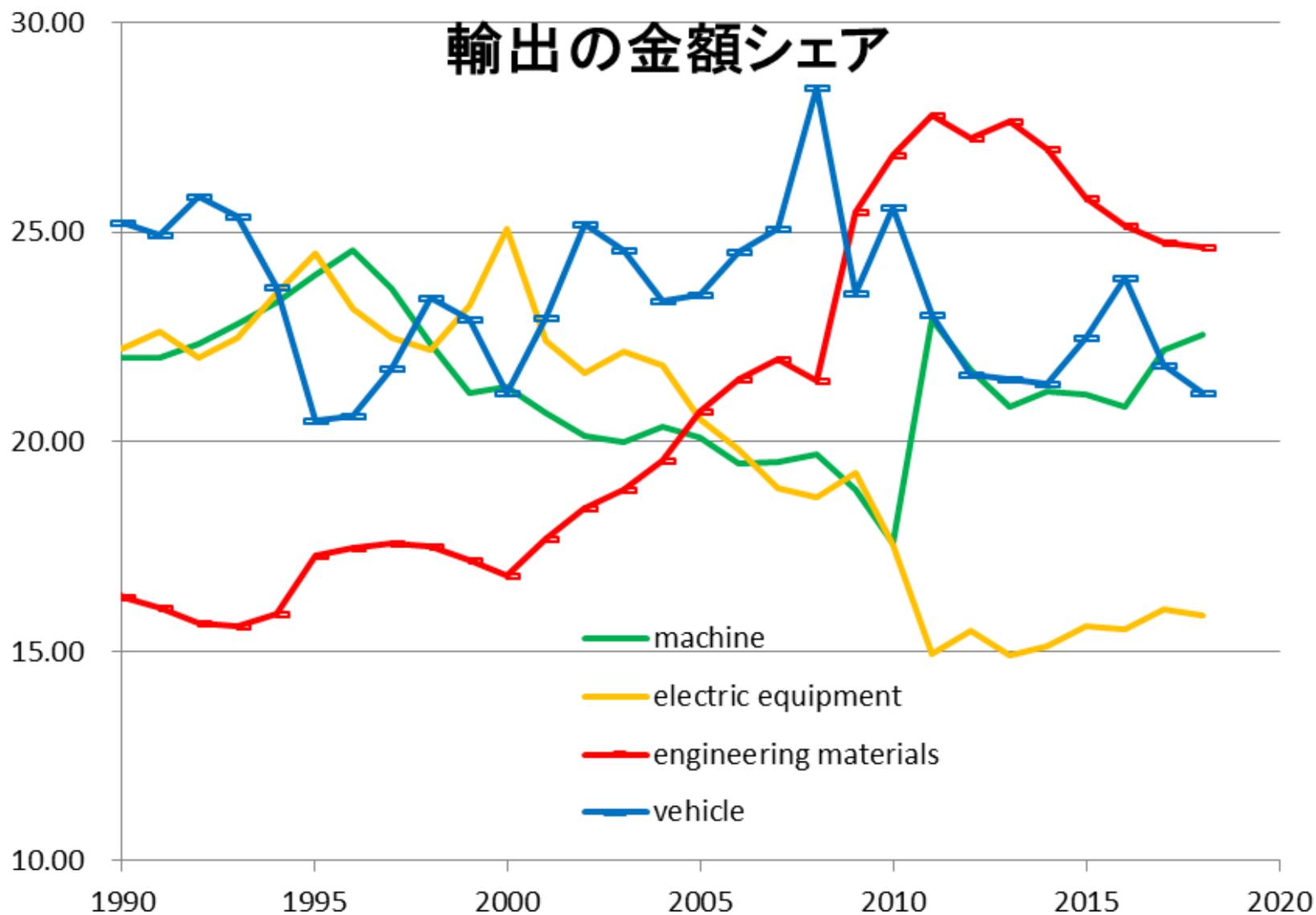
人々はモノ自体をその使用価値  
において使用しない  
人々は自己を他者と区別する  
記号としてモノを消費する



使える

便利だ  
ハイパー  
ニーズ

# 輸出の金額シェア

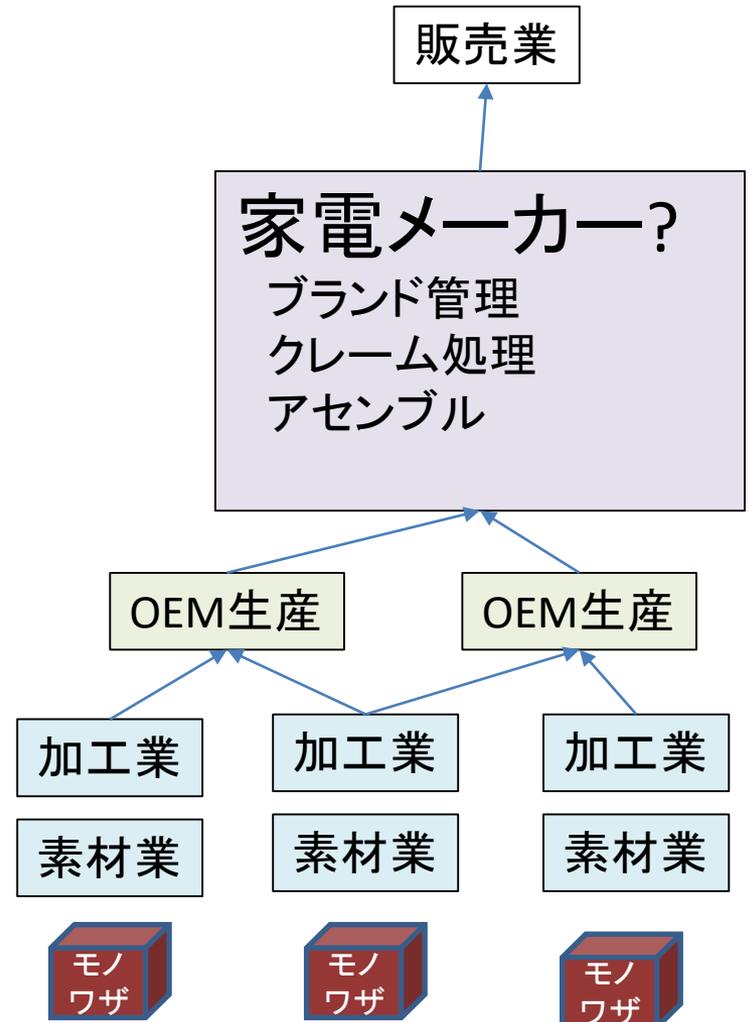
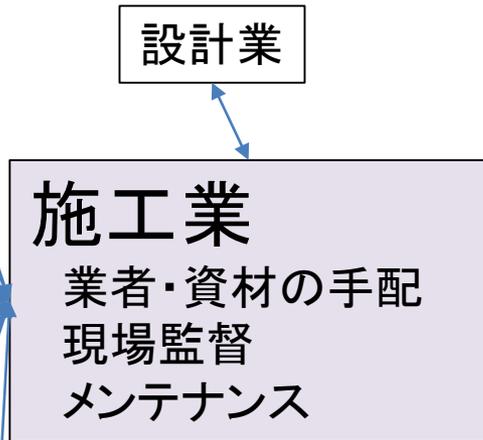
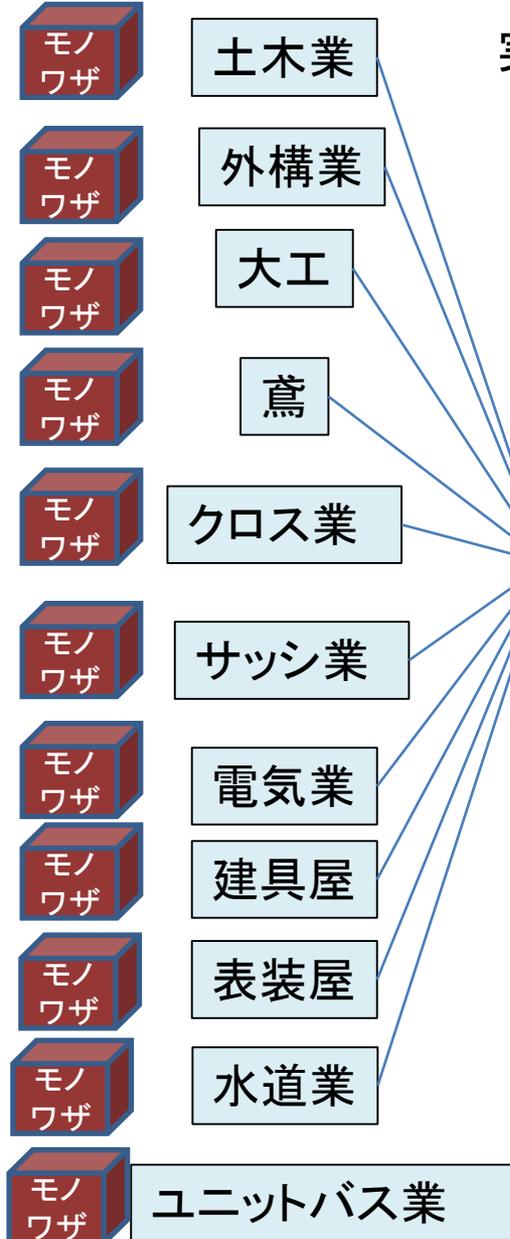


# モノ売りからの転換は進んでいる

実はモノを通じてサプライチェーンの管理責任が買われている

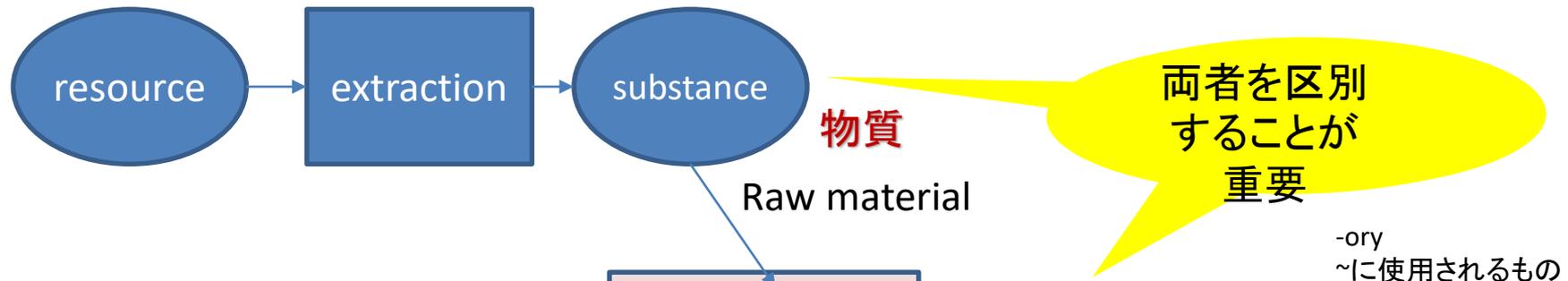
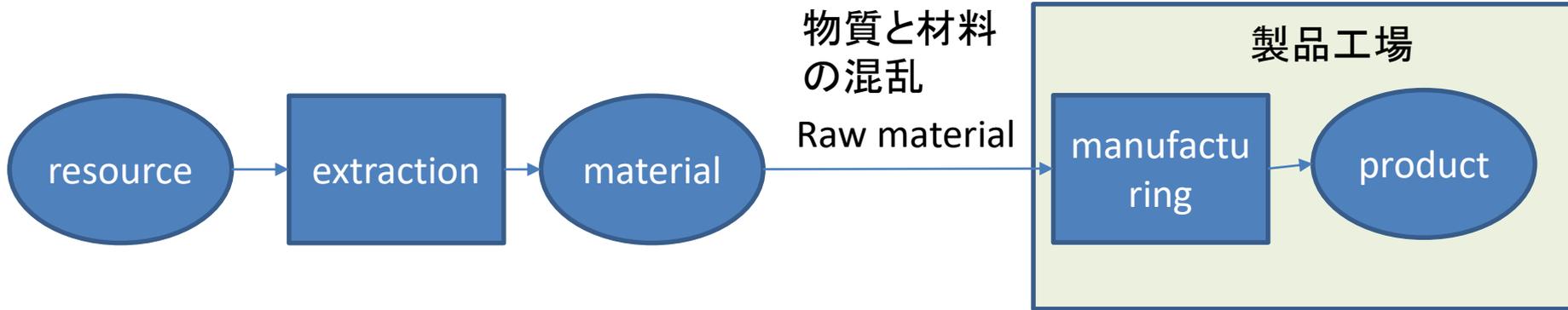
家を作るには

家電を使うには

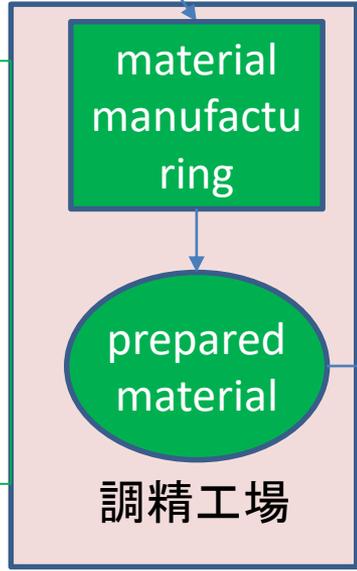
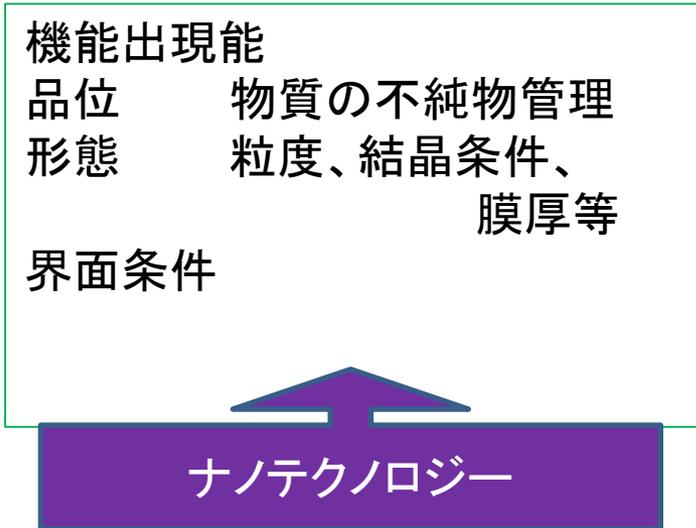


モノを売っているのではなく

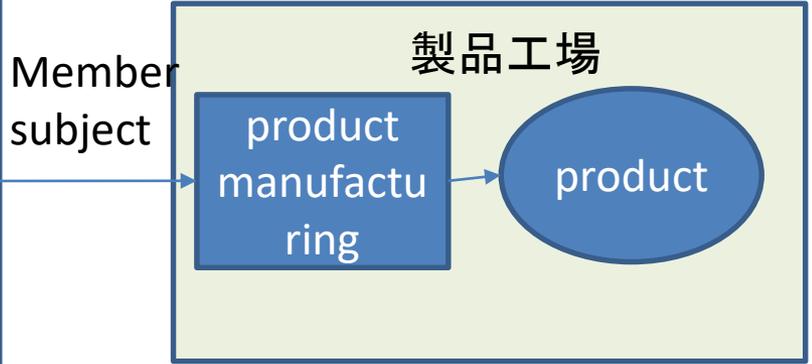
モノを通じて技術を打っている



-ory  
~に使用されるもの  
~に役立つもの



素材・材料  
アセンブル要素 assembly



## サーキュラー・エコノミーへのトランジション

- モノづくり業は、「モノを売り切る」のではなく「提供物に対する責任の強さ」を儲けにする。  
「いいもの」は買う時にだけ決まるのではない  
「高い責任とそれを支える技術力がある」
- ブランド製品業は、利用者インターフェイスの充実で新領域を開き、そのための技術のインテグレート能力を売りにする。  
多様な生活ソリューションの展開
- リサイクル業は「資源回収」から「残存価値」の復元と再提供に拡大する。

「モノづくり」と「リサイクル」は協業し「モノと技術の管理業」に  
ブランド、サービス、プラットフォームは インターフェイスとインテグレートに

# サーキュラー・エコノミーとは

- 今までのビジネスを「モノを売る」視点ではなく「使い方を売る」視点で再検討する、気づきの発想
- 全てのビジネスがサーキュラー・エコノミーの入り口に達している。
- この再検討が進むと、無駄な競争的物質投入が減り、既存物質の潜在価値有効利用が広がり、結果的に資源効率の高い社会が実現する。

# リサイクル業のトランジション

- リサイクル業は、

モノを拾ったり取り出したりとているのではなく、  
資源効率をよくする循環サービスを提供しているのだ!



# リサイクル業の提供するサービス

- 消費者の安心できる製品のEoL管理  
C to R
- 不要物からの有価物の分離、取り出し  
B to R to B
- 使用済み有害物、有害情報の処理  
B to R , C to R
- 環境配慮素材(**エシカルマテリアル**)の提供  
R to S

# エシカルマテリアル

東京タワーは朝鮮戦争  
の戦車のスクラップ

- 戦後  
  不用資材の活用  
    → スクラップ・リサイクル素材

- 21世紀  
  環境、資源効率配慮の選択  
    → エシカル素材

エシカルメタル

エシカルプラスチック

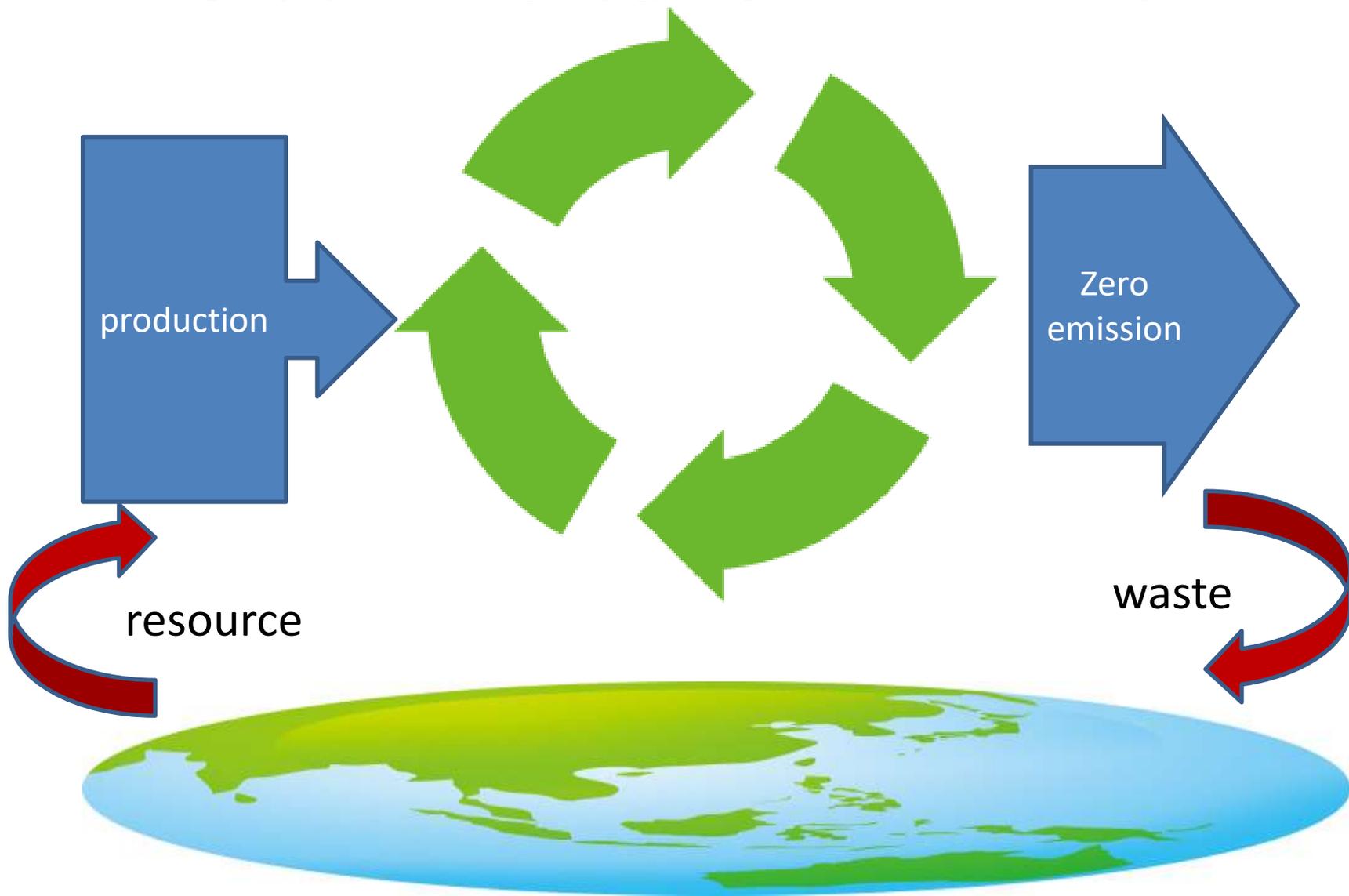
「倫理的」が本来  
の意味、転じて、  
環境配慮、社会  
配慮



商品の記号化  
By ジャン\_ボードリアル

人々はモノ自体をその使用価値  
において使用しない  
人々は自己を他者と区別する  
記号としてモノを消費する

# Circular Economyを徹底するなら 地球環境との循環技術にもっと注目を



# マルチバリュー循環社会を支える材料技術

- 長寿命化 製品寿命の数倍の材料寿命
- 高信頼性 リユース、リマンを保証
- 修復性・修理可能性
- 易分解性
- カスタム化可能性
- 洗浄性、リフレッシュ性
- 水平リサイクル性
- その場加工性
- 省資源性

しっかりしたものをつくる

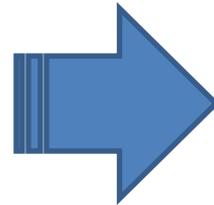
build to last

# 資源効率を向上させるライフサイクルマネージメント

## 素材技術、設計技術は

### 「産婆」「乳母」の役割から

### 「教師」「医者」の役割へ



これまで

必至に作って必死に育てるが  
あとは社会任せ



これから

社会で責任をもった生き方を示す教師と  
元気さを保つ医師

# 良質のものを集めて 優れたものをつくる

「世界の工場」  
新興市場を意識

「アナログ」から「デジタル」  
「摺合せ」から「モジュラー型」  
「在庫ゼロ」から「待たせない」  
カンバン方式の限界

ゆらぐ日本型  
生産、しかし

「世界の工場」と競う  
必要があるのか

## どこででもできる そこそこのものを 安く、早く提供する

# 身近なものを使って 良いものをつくる

顔の見える技術  
サプライチェーン管理  
サービサイジング  
「売るモノ」から「使うモノ」へ

「拡大」と「対抗」の後にくる「充足」と「安寧」への願望に応えるモノづくりの準備を

# 日本が世界に示すWaの技術

- 「Mottainai」:  
サステイナブルな資源利用と循環、  
身近なものから優れたものを創る
- 「Omotenashi」:  
需要者の要求に合わせてられる、  
「生産者論理の押し付け」の無い技術とサービス
- 「Kawaii」:  
小エネルギー、小資源のマニファクチャリング

モノが生み出す付加価値が小さくなる時代

お金の動きが儲けを生み出す

規制が付加価値を生みだす

調和のルール + 技術 が付加価値を生みだす

もったいない

誰かのお  
役にたて  
れば

新しい時代の  
萌芽かも



# SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

世界を変えるための17の目標

1 貧困をなくそう



2 気候をゼロに



3 すべての人に健康と福祉を



4 質の高い教育をみんなに



5 ジェンダー平等を実現しよう



6 安全な水とトイレを世界中に



7 エネルギーをみんなにそしてクリーンに



8 働きがいも経済成長も



9 産業と技術革新の基盤をつくろう



10 人や国の不平等をなくそう



11 住み続けられるまちづくりを



12 つくる責任つかう責任



13 気候変動に具体的な対策を



14 海の豊かさを守ろう



15 陸の豊かさも守ろう



16 平和と公正をすべての人に



17 パートナーシップで目標を達成しよう



SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

2030年に向けて  
世界が合意した  
「持続可能な開発目標」です