

# フューチャー・アースにむけた エコマテリアルの今後の課題

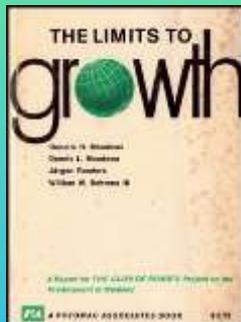
The challenge of ecomaterial  
toward future earth

Kohmei HALADA

# Sustainability をめぐるあゆみ

2012 Rio+20  
The Future We Want

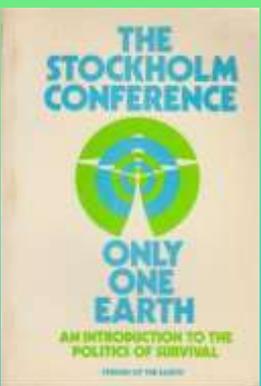
1968  
ローマクラブ  
1972  
成長の限界  
The Limits to growth



1950s-1960s  
無限の未来  
New Frontier



1972  
ストックホルム  
人間環境宣言  
Only One Earth



現在の傾向が続けば、100年以内に地球上の成長は限界に達する

環境の保全と向上に関するはじめての国際原則

1987  
ブルントラント  
委員会  
Our Common Future



Sustainable Development  
「将来の世代の欲求を満たしつつ、現在の世代の欲求も満足させるような開発」

1992  
Rio地球サミット Planet under Pressure



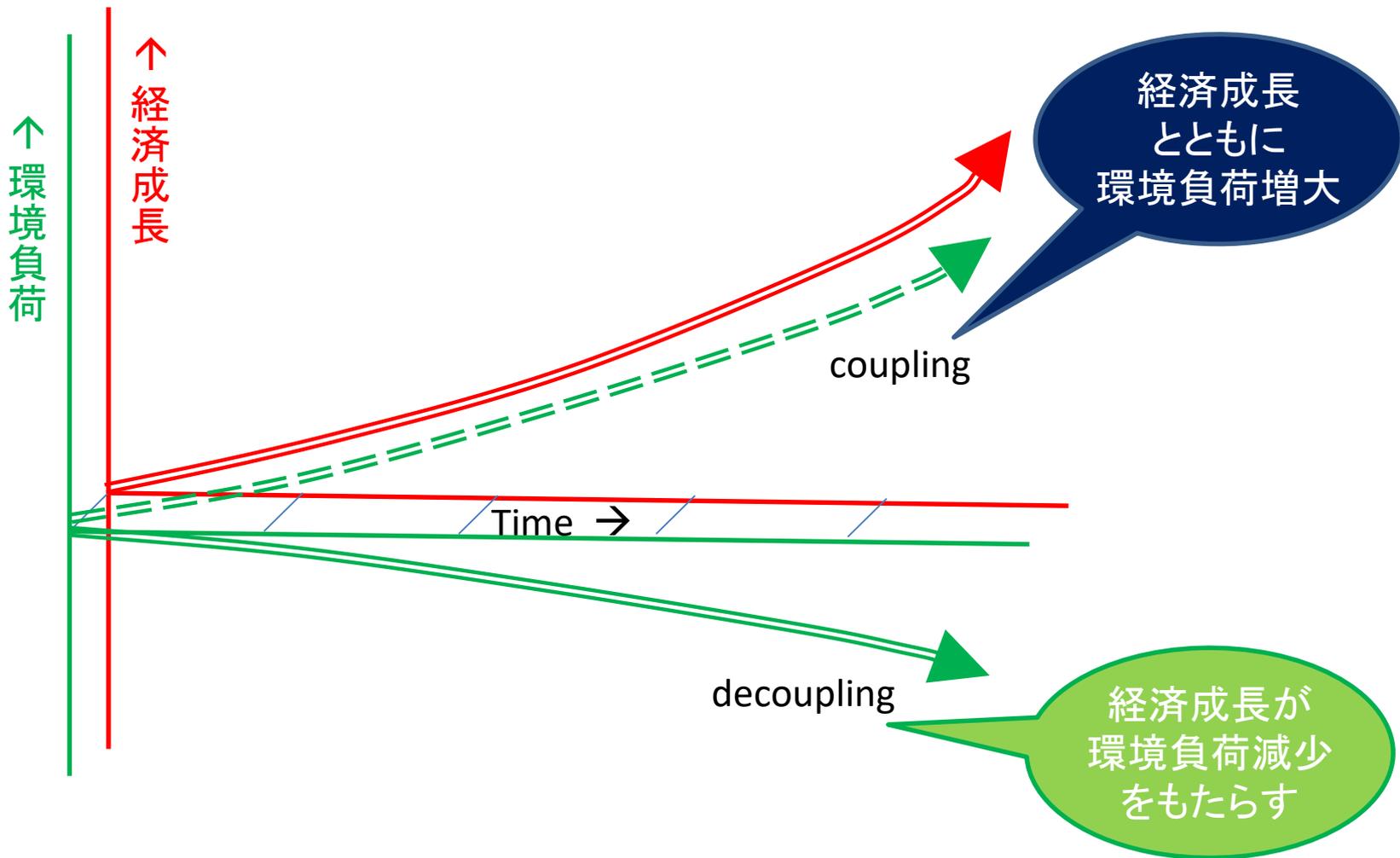
環境分野での国際的な取組みに関する行動計画  
環境と開発の両立

環境経済社会の統合的SD

FUTURE EARTH  
Dynamic planet  
Global Development  
Transformation towards Sustainability

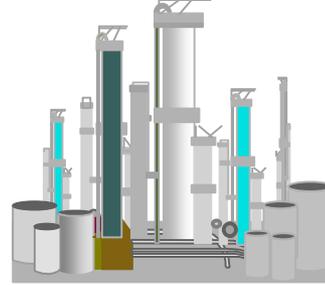


# Decoupling: 環境と経済の両立



1950s

# 公害問題



1970s

# 限りある地球



1990s

# 限りある環境

## 環境ストレス因子のユビキタス化

- 個々の発生源での負荷抑制の努力は前進
- ひとつひとつの小さな環境への負荷の積み重なり
- 人間活動総ての分野をおおっている
- 罪の認識なく行われている場合も多い

経済活動・生活行動の中で、容易に認識できる計量ツールが必要

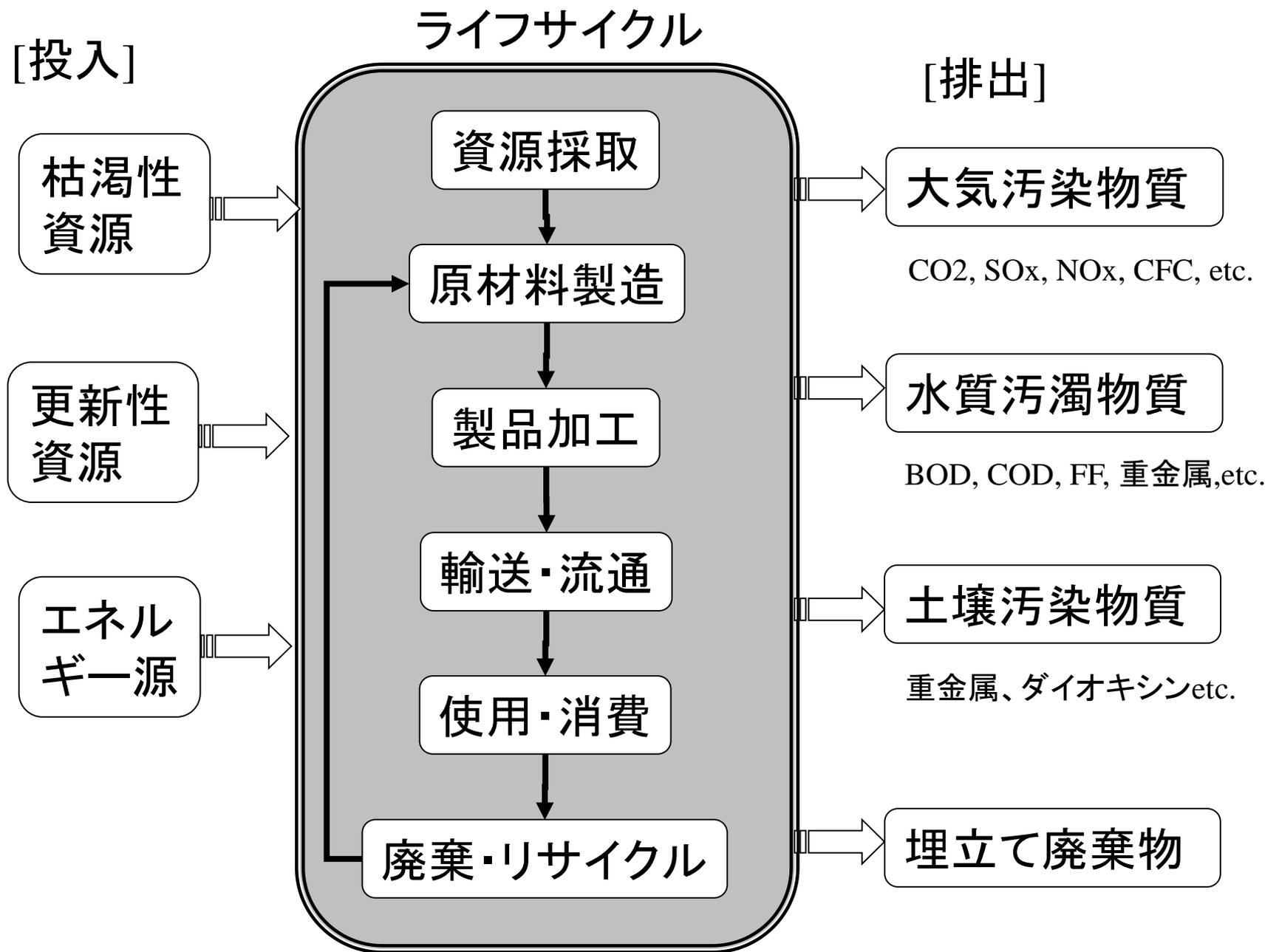
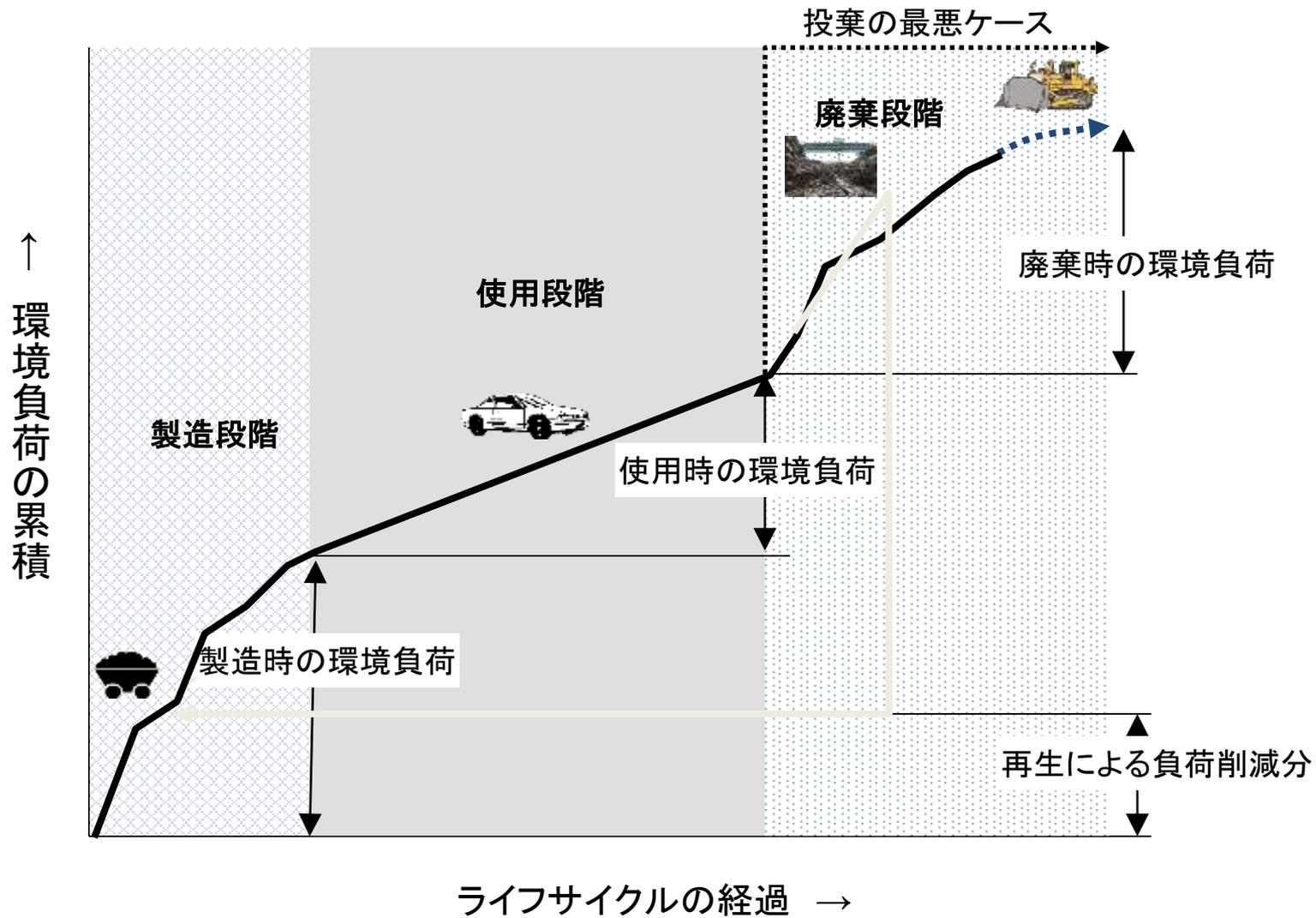
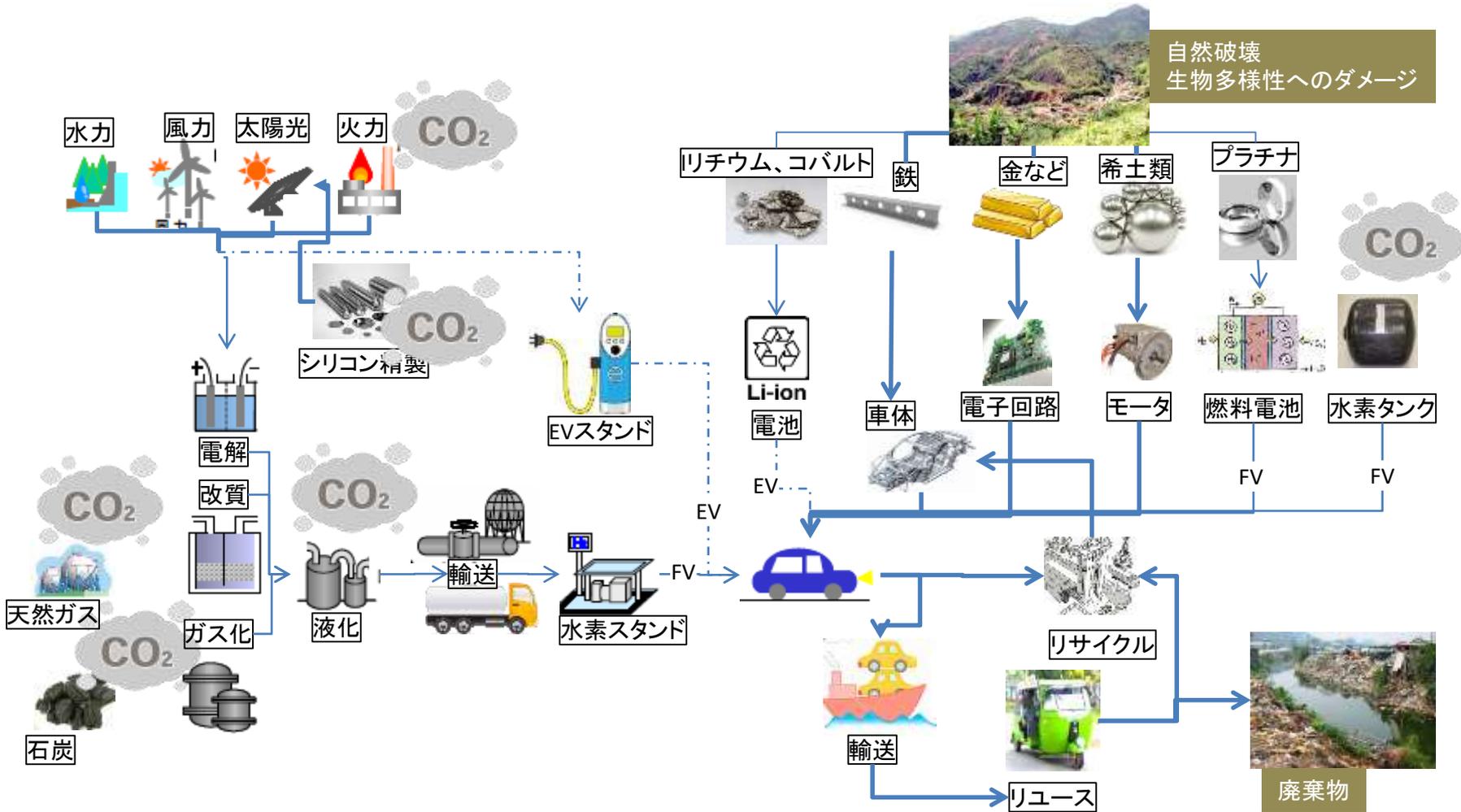
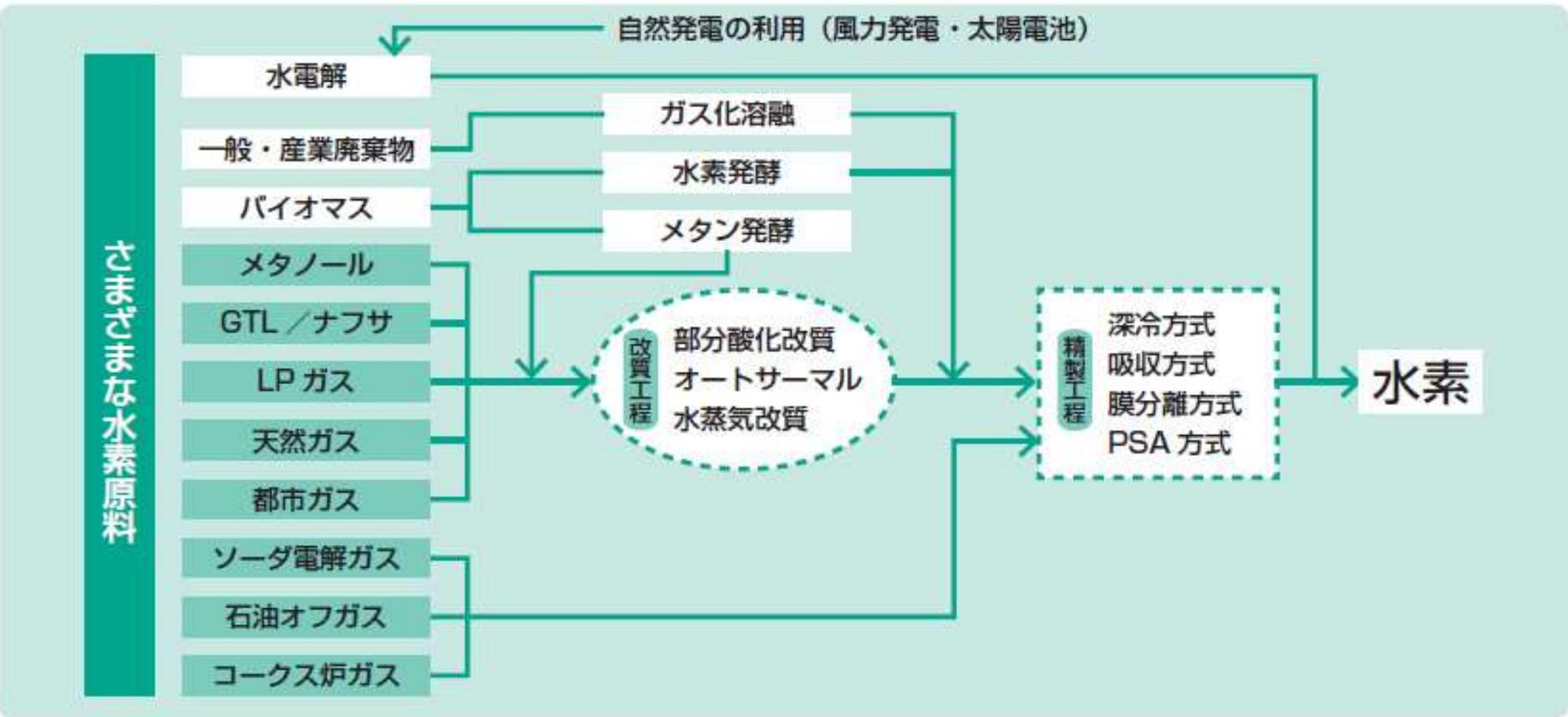


図1 LCA(環境ライフサイクル・アセスメント)の考え方





# 〈水素の製造方法〉



# 水素の製造

各製造方法のCO2排出量比較

		CO2排出量(kg-CO2/Nm3-H2)	備考
副生水素	苛性ソーダ	0.89～1.16 (重油代替～石炭代替)	
	鉄鋼	1.00～1.28 (重油代替～石炭代替)	・COGからの水素分離のためにPSAを想定 ・系統電力のCO2排出係数は2010年の0.35kgCO2/kWhを想定
	石油化学	N.A.	
目的生産 (既存設備)	石油精製	0.95, 1.08, 1.13 (都市ガス, LPG, ナフサ)	・改質効率は70%を想定 ・改質後は水素精製にPSAを想定 ・系統電力のCO2排出係数は2010年の0.35kgCO2/kWhを想定
	アンモニア		
目的生産 (新規設備)	化石燃料等改質		
	水電解	0.00～1.78 (再生可能エネルギー～系統電力)	・電解効率は70%を想定 ・系統電力のCO2排出係数は2010年の0.35kgCO2/kWhを想定
将来技術	光触媒	製造段階では排出無し	
	ISプロセス	熱源のCO2排出量による	

注: ライフサイクルCO2は考慮していない。

H2: 0.09kg/m3

# 水素の輸送・貯蔵

- ◆ 水素を高圧に圧縮し、ポンプ等で輸送・貯蔵。



- ◆ 水素を $-253^{\circ}\text{C}$ まで冷却することで液化させ、輸送・貯蔵を行う。



- ◆ 水素をトルエンに化合させてメチルシクロヘキサンの形にして輸送・貯蔵。需要地で脱水素して水素を活用。



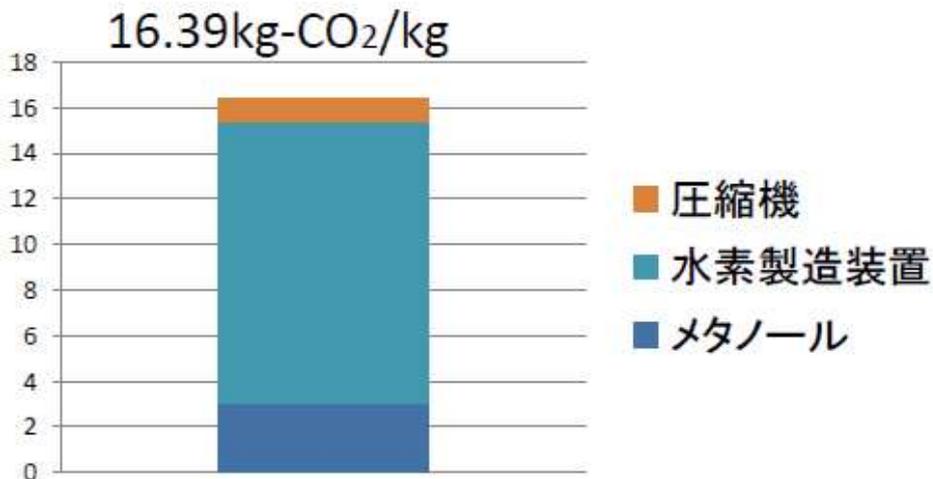
## 水素ステーション供給時の各水素キャリアの比較

		高圧ガス	液化水素	メチルシクロヘキサン
エネルギー効率 (※1)	2015	52%	(※3)	(※4)
	2030	54.7%	55.7%	52.1%
CO <sub>2</sub> 排出量 (※2)	2015	1.87	(※3)	(※4)
	2030	1.70	1.16	1.72

(単位: kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>-H<sub>2</sub>)

# 水素製造からステーションまで

・水素製造プロセス

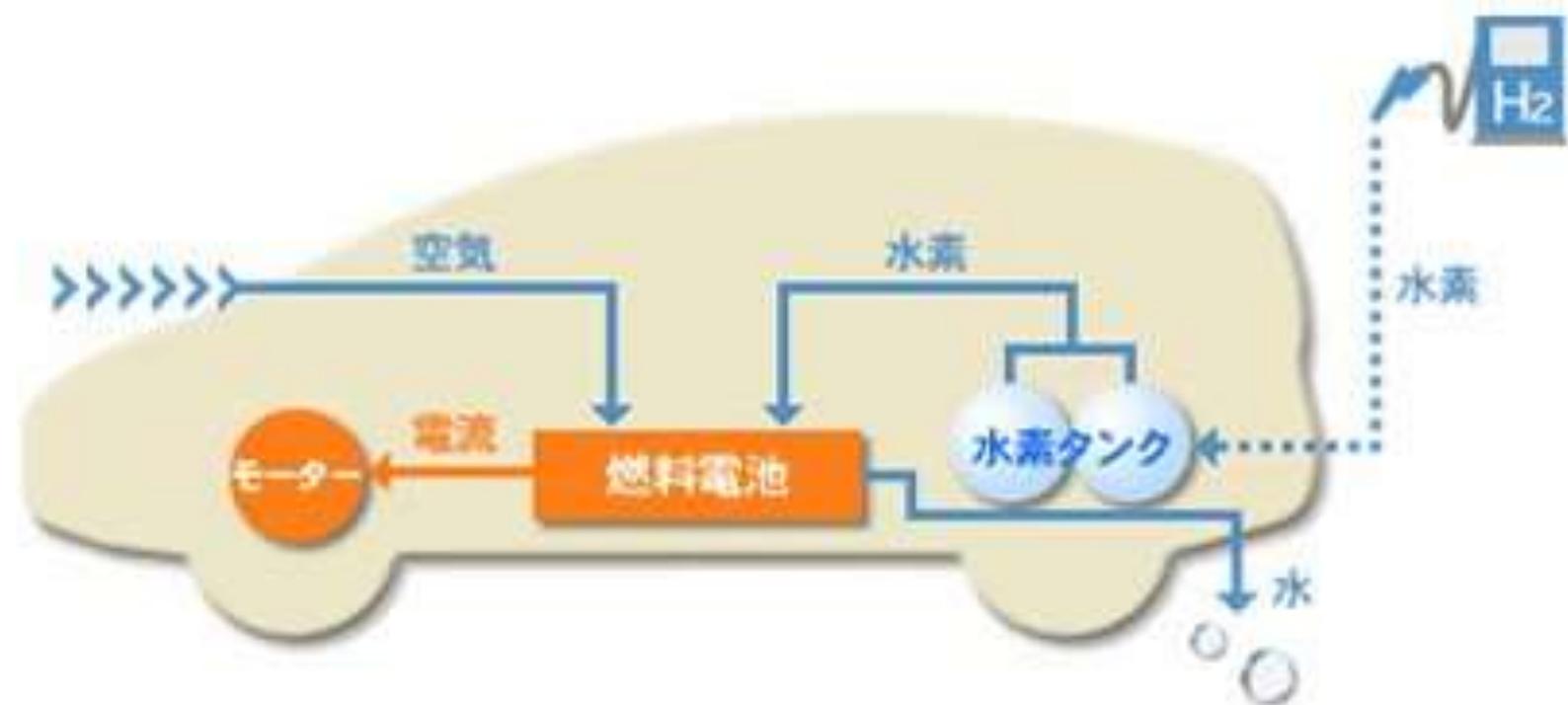


東京都市大学 伊坪徳宏研究室

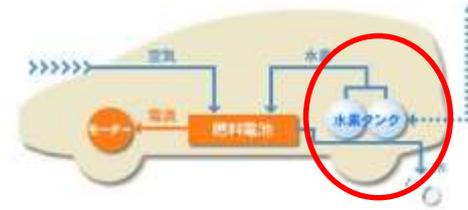
# ライフサイクルの機能単位を決める

	項目	単位	数値
燃料電池自動車	燃費	km/H <sub>2</sub> -kg	100
	タンク容量	H <sub>2</sub> -kg/台	5
水素輸送車両 (圧縮)	水素ポンペ	atm	400
		L/本	520
		本/台	12
	(容量)	H <sub>2</sub> -kg/台	224

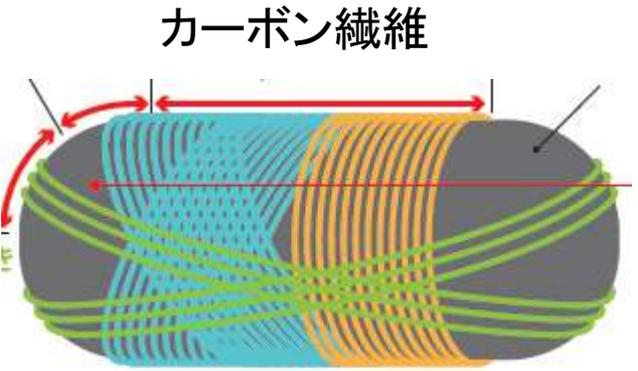
年間10,000km  
十年40km/hで  
2500h<FC寿命4万時間  
車体寿命をとって10年



# 水素タンク (カーボン繊維)



低角度  
Low angle



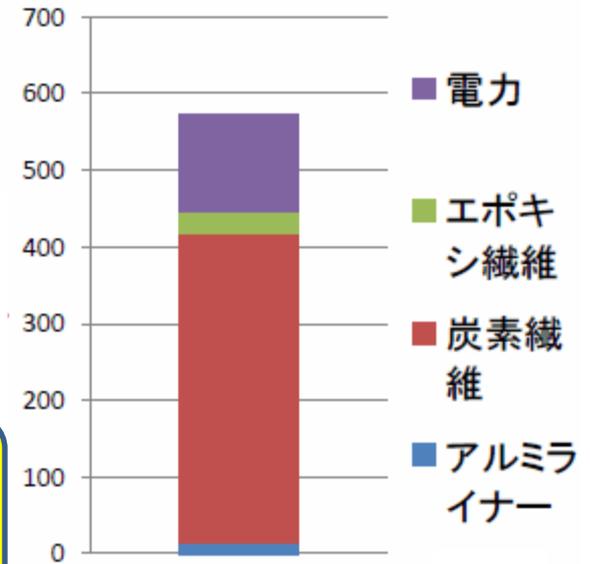
- プラスチックライナー (水素を封じ込める)  
Plastic liner (seals in hydrogen)
- 炭素繊維強化プラスチック層 (耐圧強度を確保)  
Carbon fiber-reinforced plastic layer (ensures pressure resistance)
- ガラス繊維強化プラスチック層 (表面保護)  
Glass fiber-reinforced plastic layer (protects surface)



高圧水素タンク High-pressure hydrogen tank

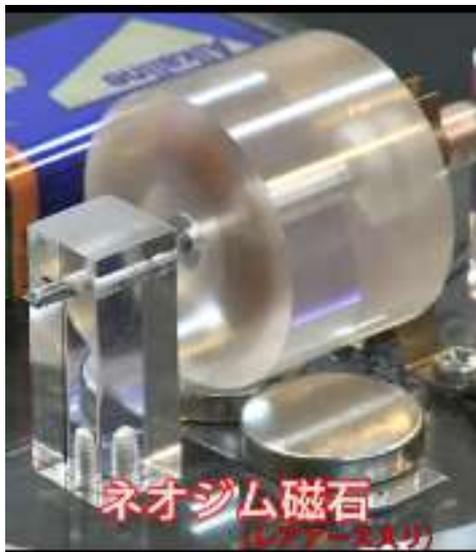
公称使用圧力 Nominal working pressure	70 MPa (約700気圧) 70 MPa (approx. 700 bar)
タンク貯蔵性能 Tank storage density	5.7 wt% (世界トップレベル*2) 5.7 wt% (world top level*2)
タンク内容積 Tank internal volume	122.4 L (前方60.0 L、後方62.4 L) 122.4 L (front tank: 60.0 L, rear tank: 62.4 L)
水素貯蔵量 Hydrogen storage mass	約5.0 kg Approx. 5.0 kg

単位 kg-CO<sub>2</sub>/本

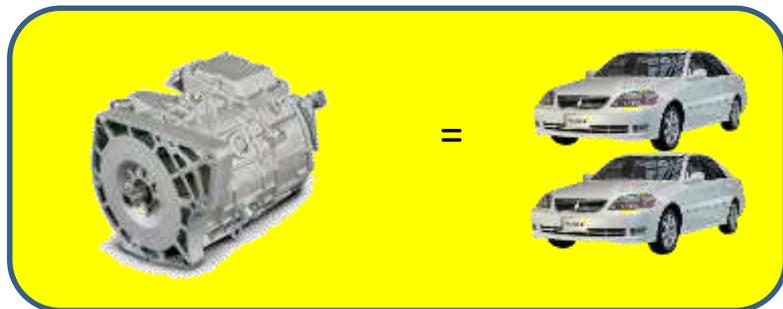
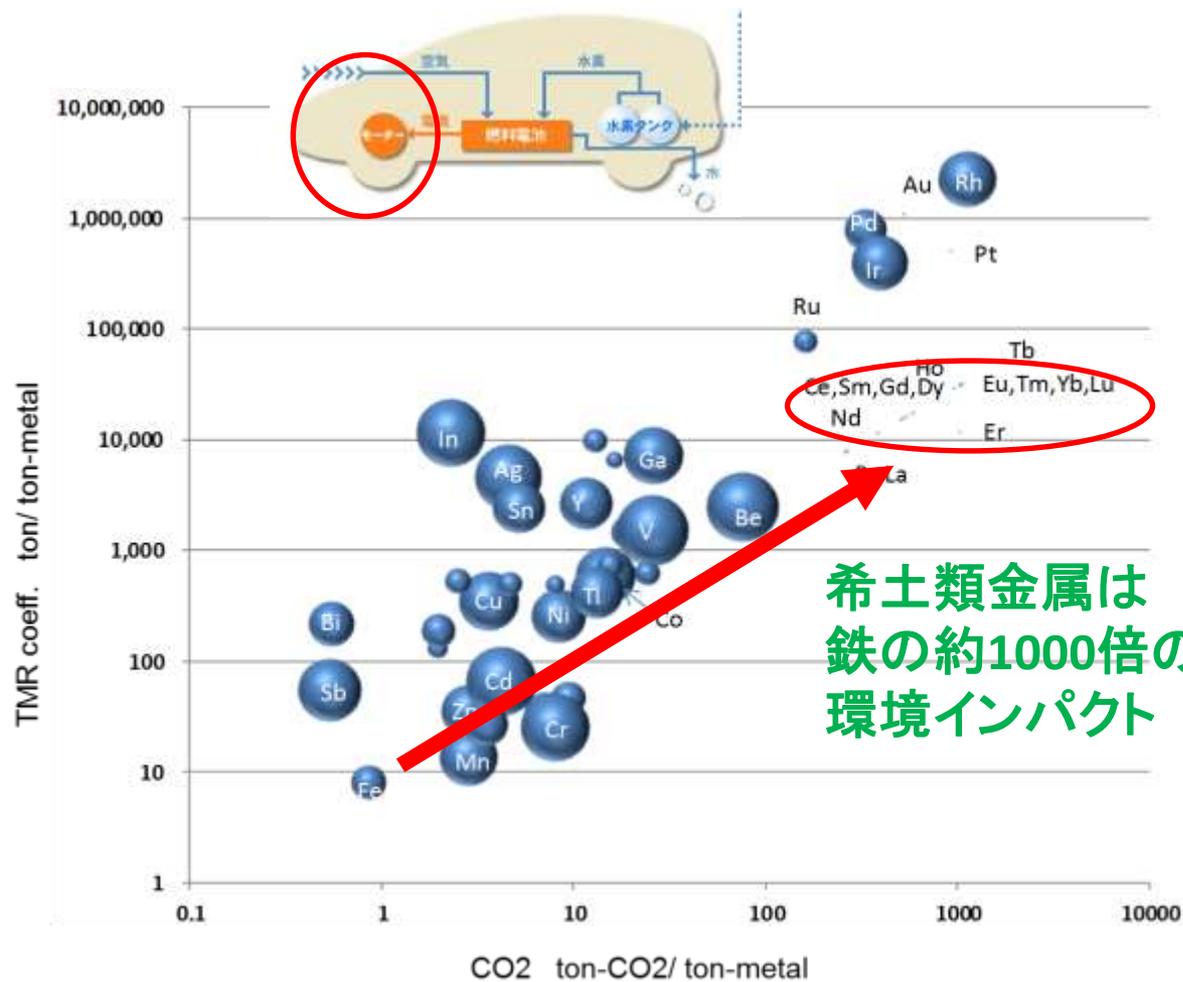


東京都市大伊坪研究室より

# モーター (レアアース)



1.2kg Nd磁石/台



少量でもばかにならない希少元素使用

# 燃料電池 (白金)

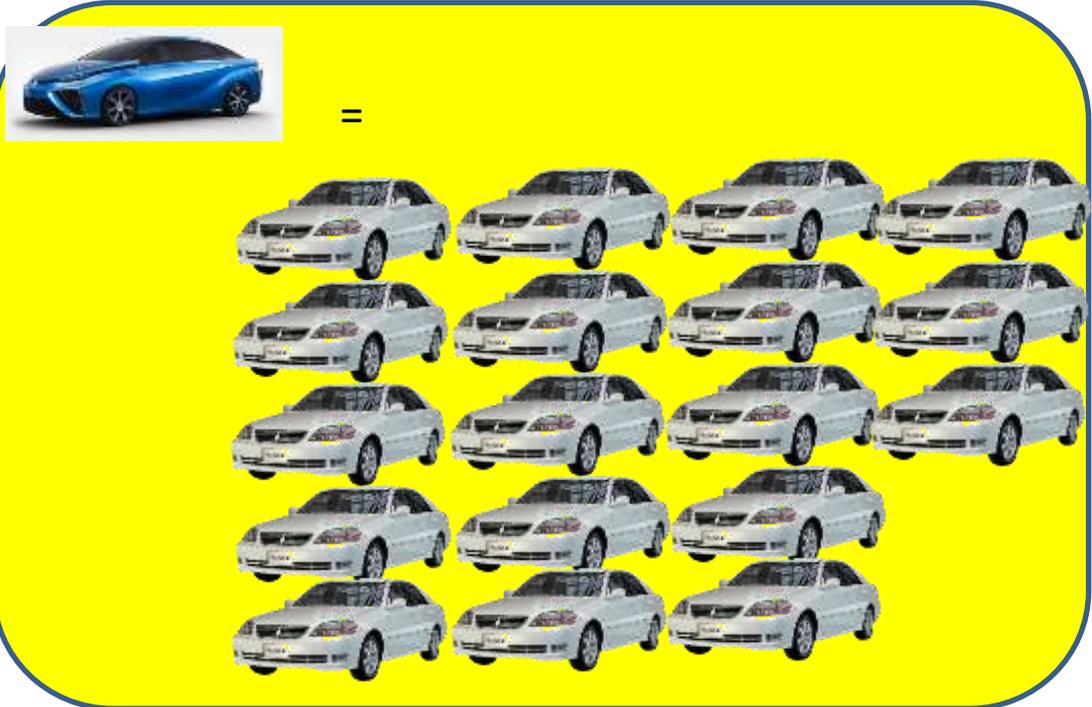
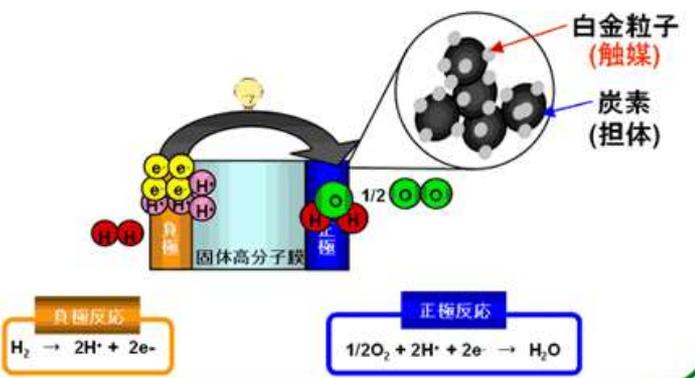


	白金使用量 g/台
小型車80kW	32
中型車150kW	60
大型車250kW	150
平均 120kW	50



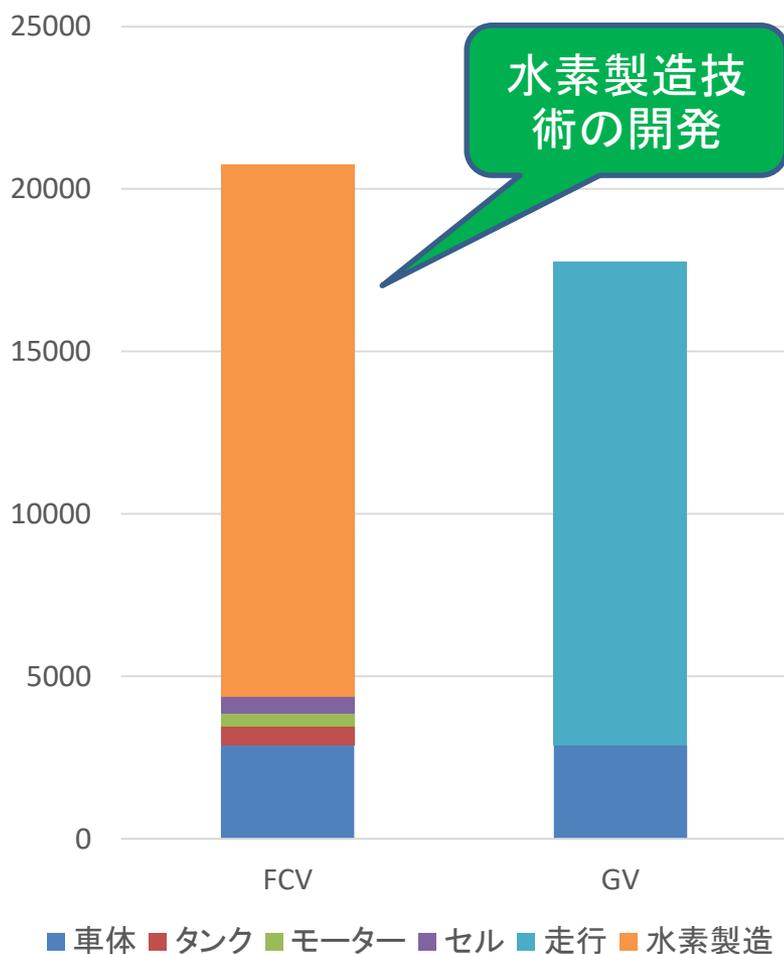
3g platinum = 3.6ton resource = iron for 1 automobile

## 固体高分子形燃料電池

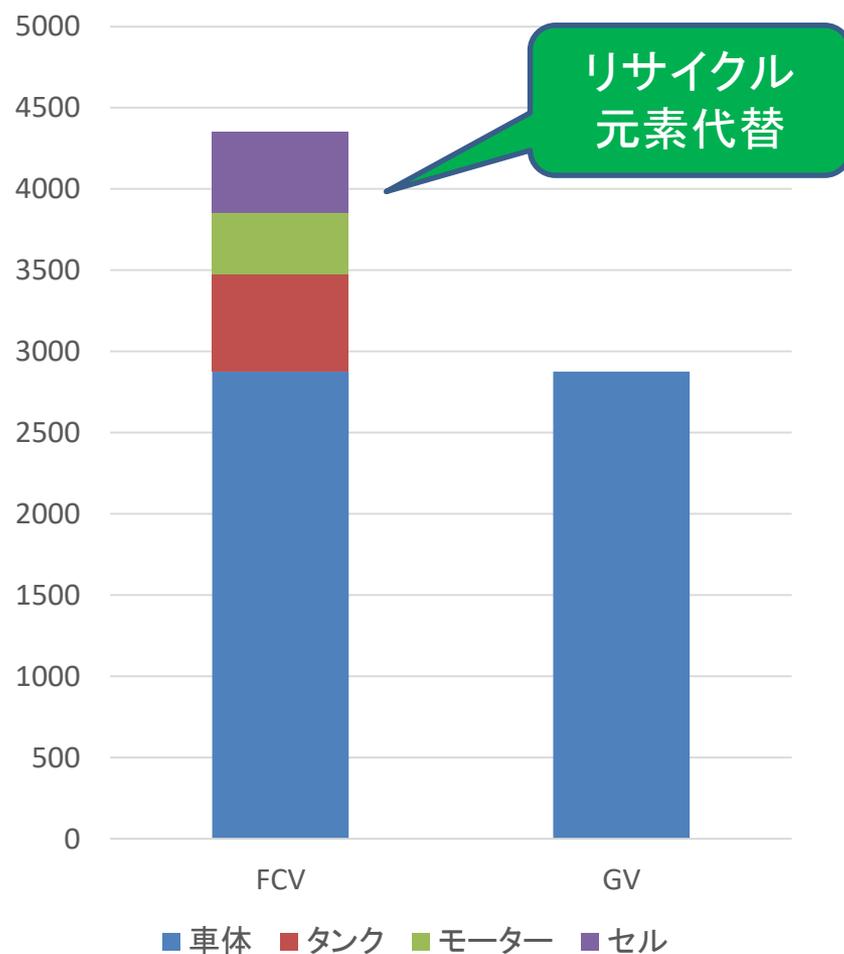


# LCAからこれからの方向が見える

## ライフサイクル



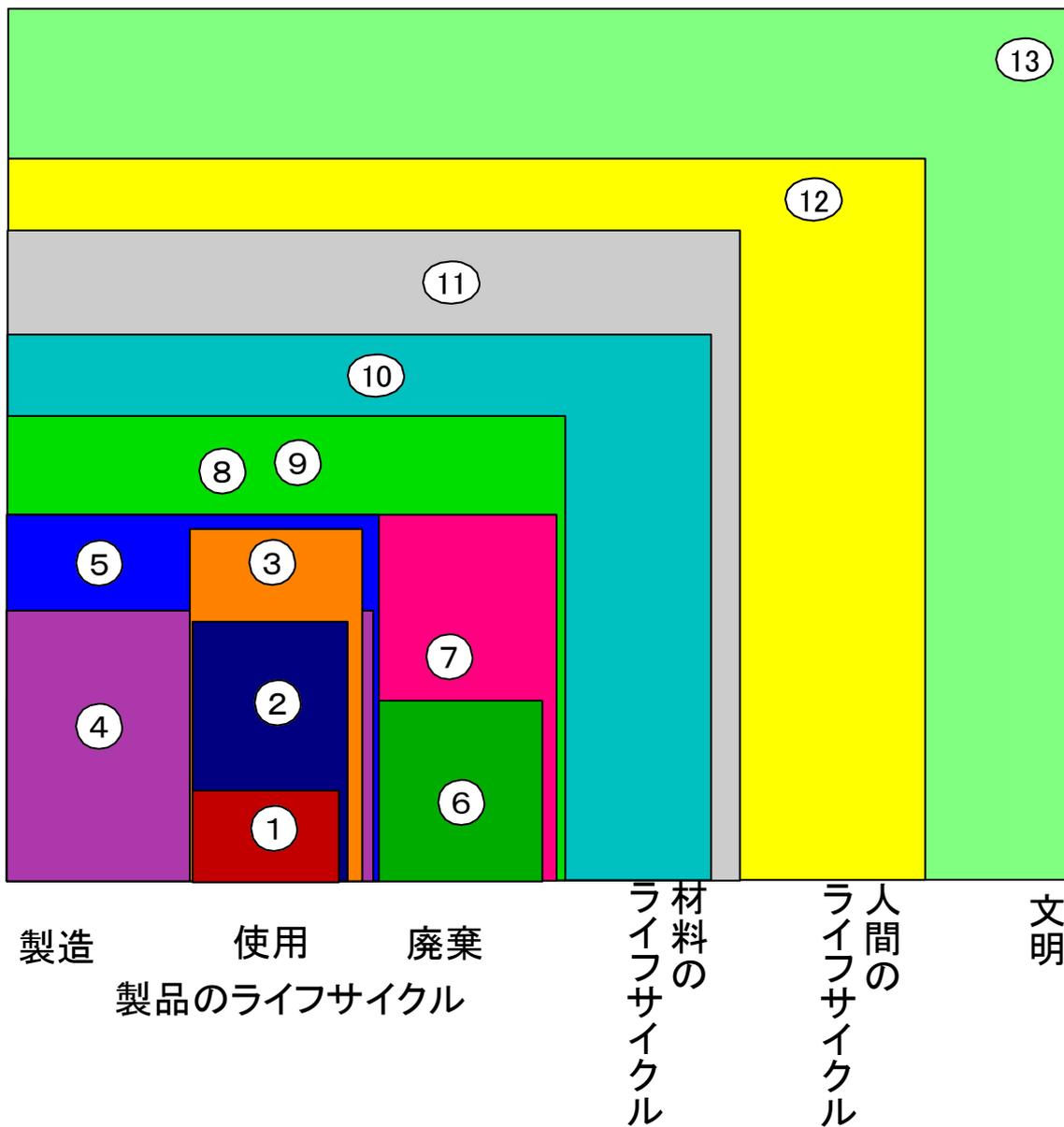
## 自動車車体





対象とする領域の広がり

グローバルシステム  
社会システム  
複数の業種  
特定の業種  
複数の製品  
製品のライフサイクル  
誘発  
単一の製品の製造  
使用



- 1.安全製品
- 2.有害物排除
- 3.誘発分低減
- 4.原料の転換
- 5.プロセスの改善
- 6.ライフサイクルの視点から材料選択
- 7.循環促進機能付与
- 8.ライフサイクル re-design
- 9.ライフサイクルエコデザイン
- 10.循環性指向デザイン
- 11.インバースマニュファクチャリング
- 12.インダストリアルエコロジー
- 13.持続可能社会

製造 使用 廃棄  
製品のライフサイクル  
材料のライフサイクル  
人間のライフサイクル  
文明

対象の時間方向の広がり

# 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



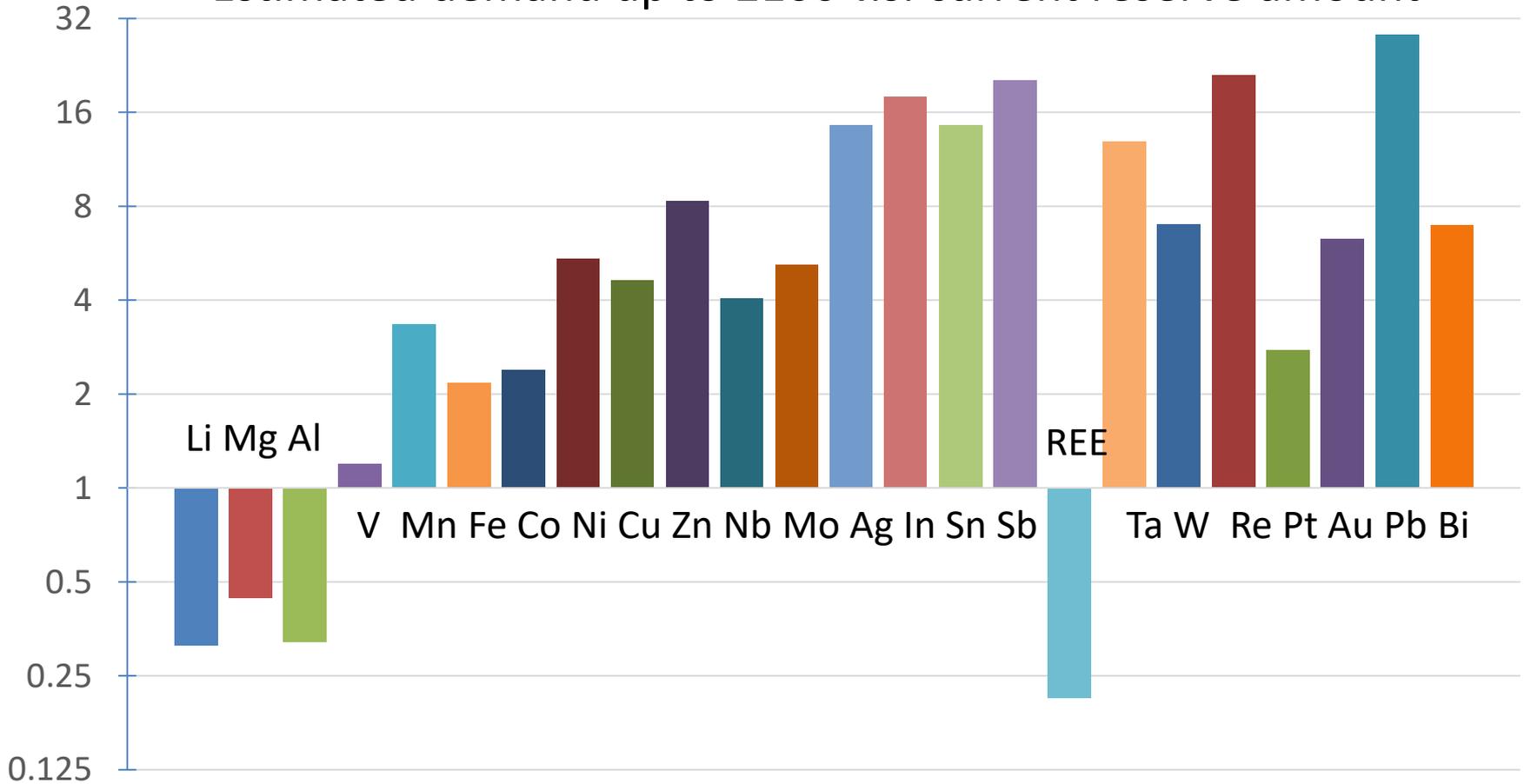
「アナログ」から「デジタル」  
「摺合せ」から「モジュラー型」  
「在庫ゼロ」から「待たせない」  
カンバン方式の限界

ゆらぐ  
日本型生産

どこでもできる  
そこそこのものを  
安く、早く提供する

# Much more times of resources will be required by 2100.

Estimated demand up to 2100 v.s. current reserve amount

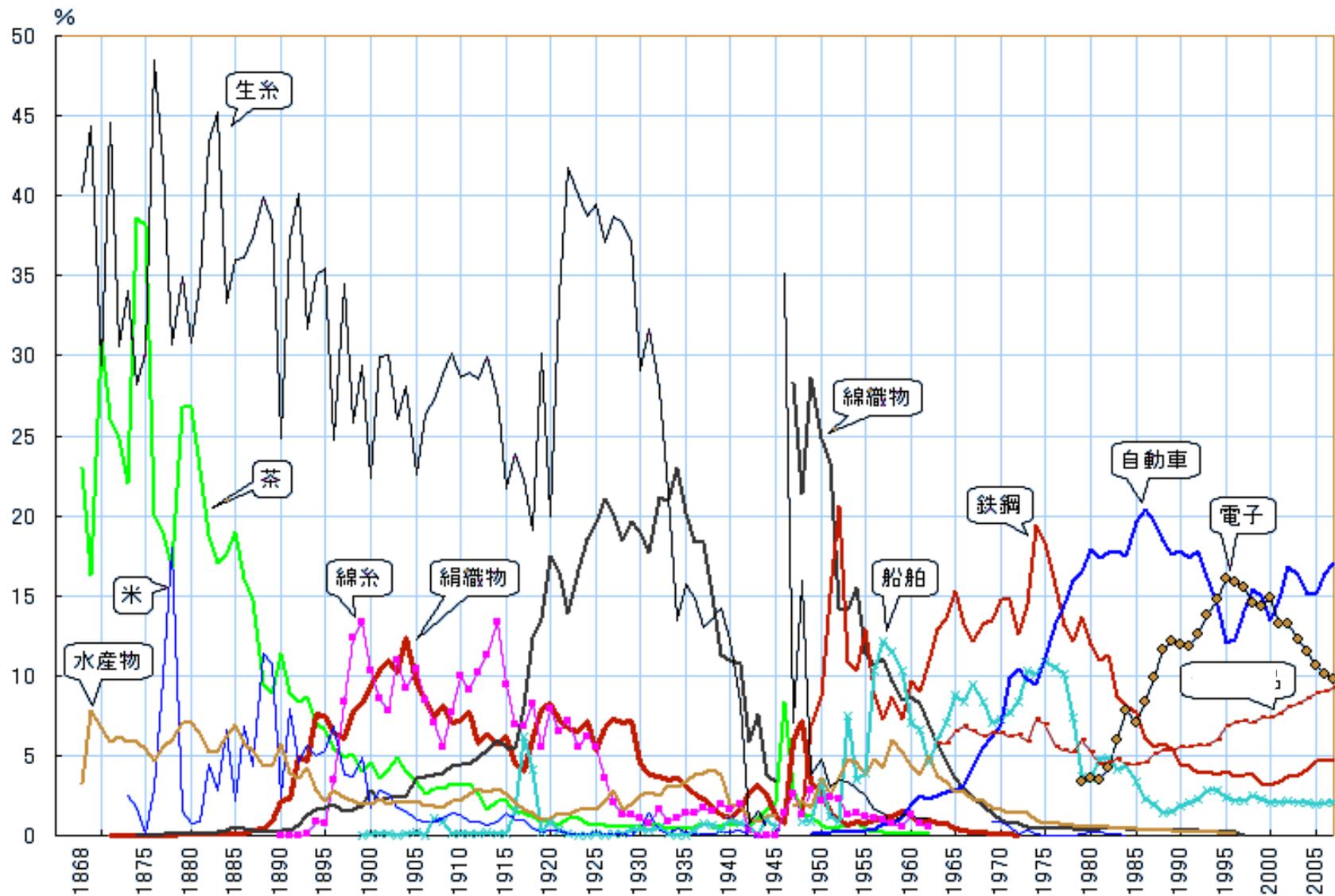


# 2100年の世界

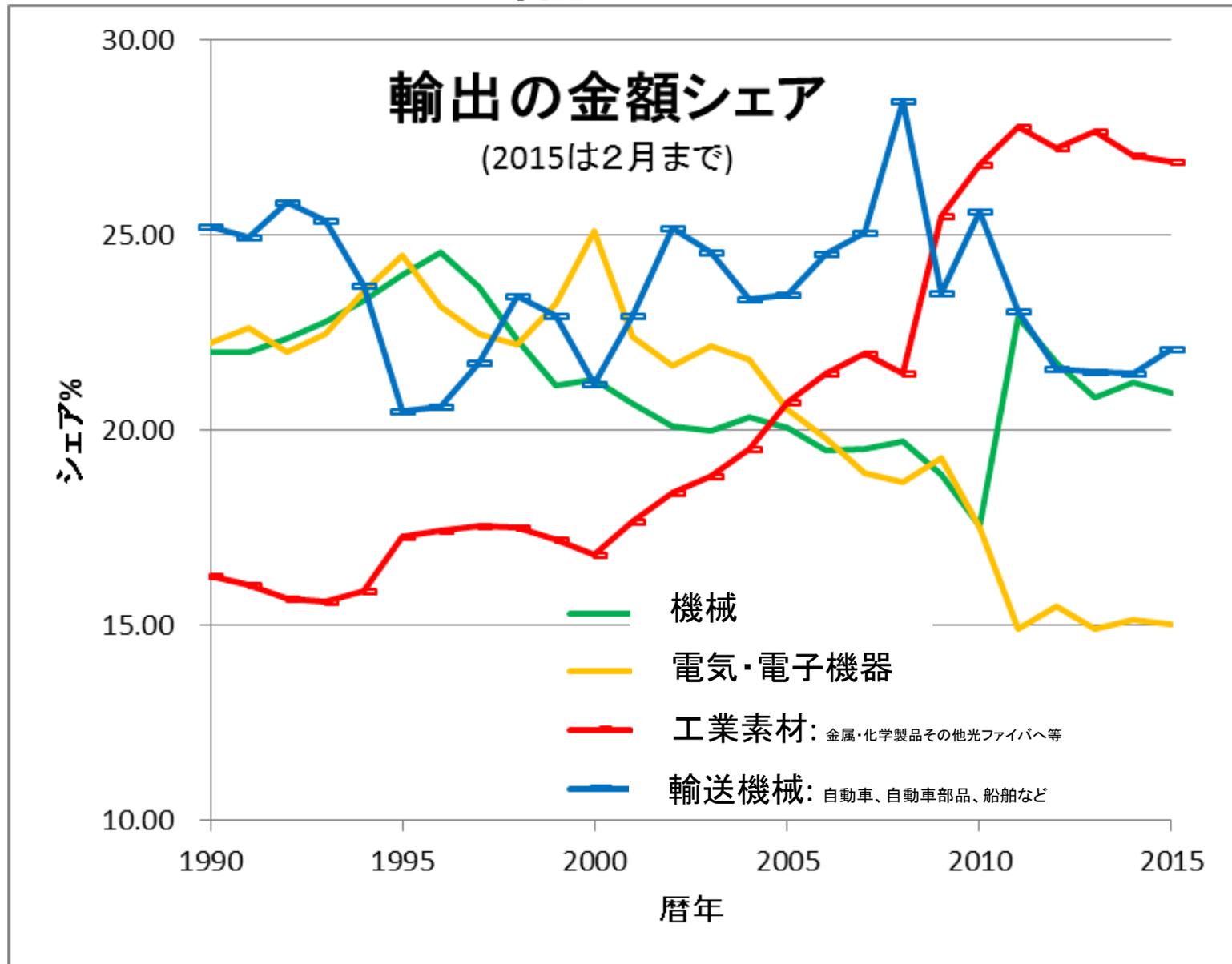
- 化石燃料と鉱物資源はほとんど天然由来はゼロ



# 主要輸出製品のシェア率の推移



# 工業素材は輸出シェアのNo.1



元素戦略

供給側

使用側

資源を探す

四つの実践

未開発の地域から

未利用資源から

既採掘の残碎から

reduce

reuse

recycle

使わなくてすむものは使わない

徹底して使う

何度でも使う

よりありふれたものを使う

抜本的代替

四つの実践が  
需要です



# 身边(边)资源材料 shen bian zi yuan

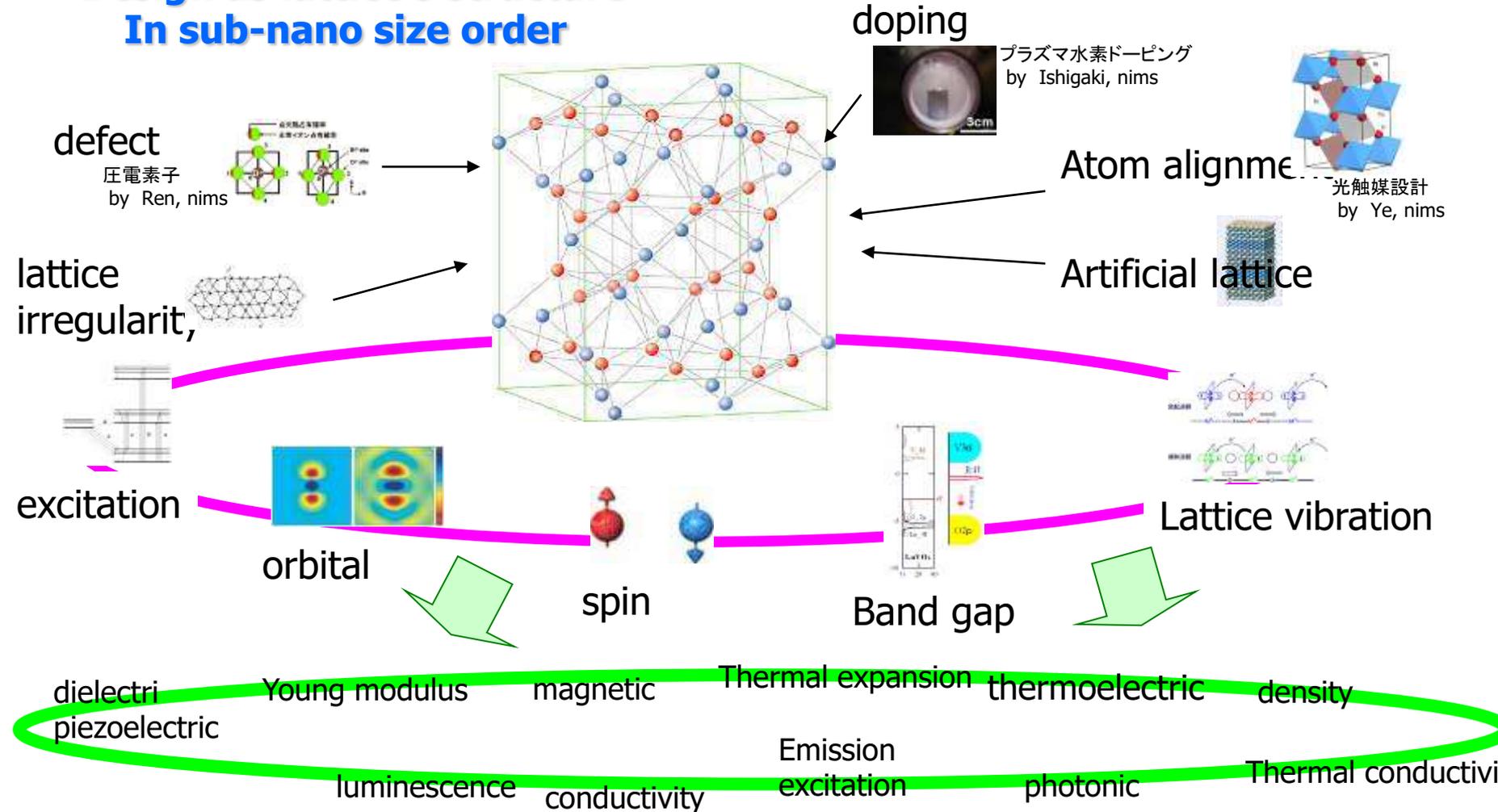
## (universal resource materials)

- The conversion from  
“produce excellent materials by mobilizing high-quality resources over the world”  
to  
“produce suitable materials from neighboring resources.”
- Material from EAE(earth abundant element)
- Material of by-product
- Material of biomass
- Material from recycling

# Electron structure Engineering (= atoms re-arrangement)

*Considering function units not as the kind of elements  
but its arrangement and consequently generated electron status.*

**Design as lattice's structure  
In sub-nano size order**



**to enrich of the Possibility of Element Selection from common resources, Fe,Si,Al,Ca**

## Material of biomass

Wood ceramics is produced by controlled charcoal burning.

Disadvantages of wooden material, such as cracking and aberration of shape, are improved.

Multi-function porous material is obtained.

Applications are radio wave insulator, thermal insulator, moisture moderator, odor eliminator etc.



Wood ceramics made of sucked apple ( up, left) and of shed apple (right)

# How is the future?

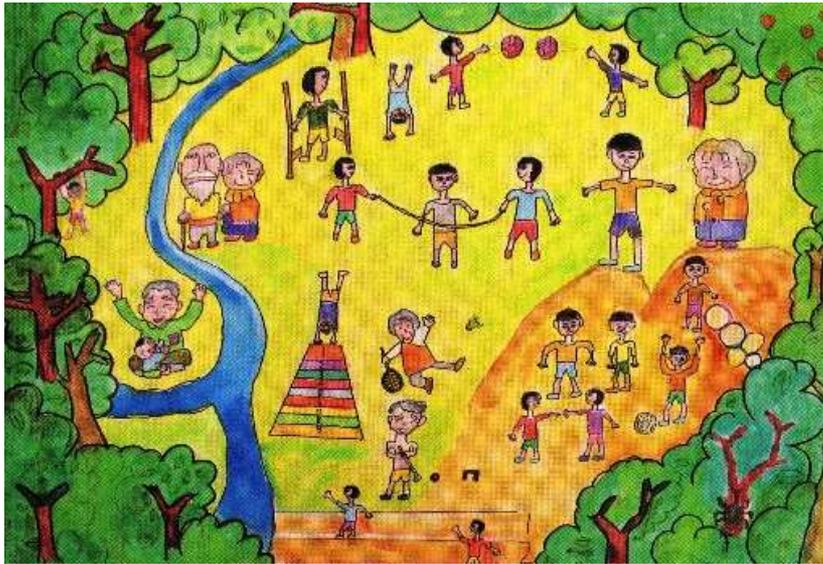
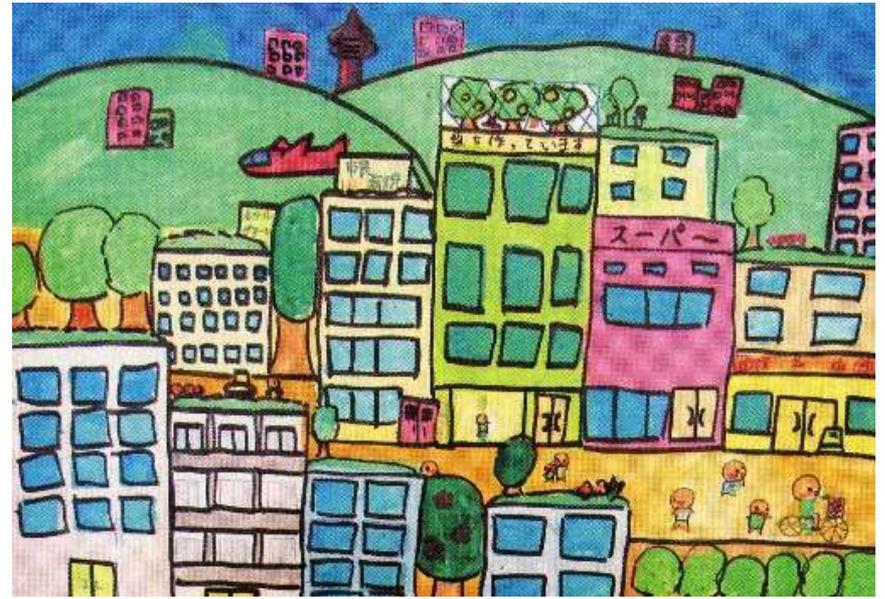
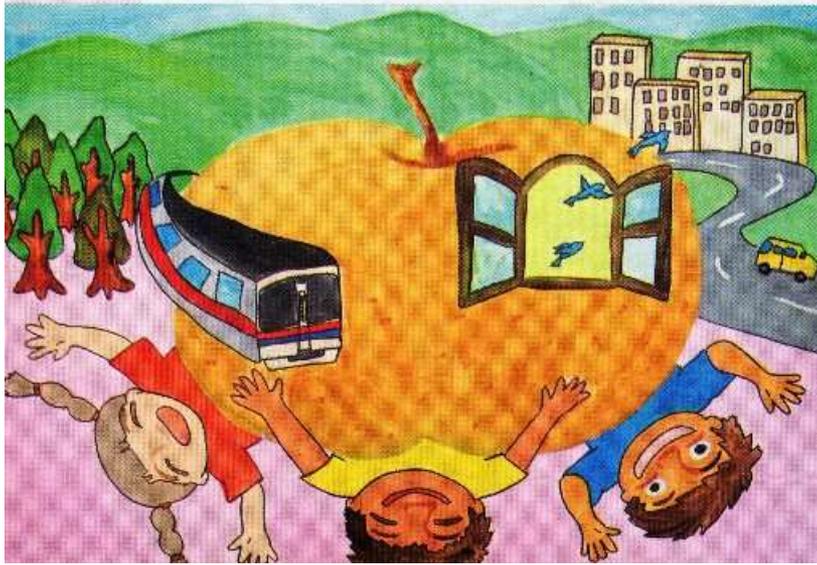


铁臂阿童木

最優秀賞

# 未来へ(緑いっぱい稲城)

城山小学校 和田 絵宙さん



# Learn from 3.11

**Rivalry** has limitation, Response is important.

Assume unexpected circumstances.

Higher risk comes from mono-phase technology.

Face-to-face technology is required in social confidential.



知足

Zhī zú

We have been pursuing growing-up of amount of energy.  
But now, we have understand the importance of finding adequate amount



Driving forces	scenario A	scenario B
Lifestyle	Much consumption	Less consumption
Population	Slightly decrease	Slightly decrease
GDP growth	Rather high	Rather low
Productivity factor improvement	High improvement	Keep current situation
Industry structure	High value-added industry	Service industry
Land use	Urban centralized	Decentralized
IT society	Enhance convenience	Tele-communication
Energy supply	Fossil fuel driven + Nuclear energy	Less energy demand, less nuclear energy
GHG emission	Large	Middle



多拉A梦的生活方式



龙猫的生活方式

# Structural material for sustainable society

strong, tender and dependable material for the social system of sustainability

Strong as  
elder brother



哥哥的強  
gē gē de qiáng

Expand the human's activity frontier toward new environment, such as space, marine and underearth.  
*strong, tough, anticorrosion, heat resistant, light-weight, multi-function*

Tender as  
mother



母的和  
Mǔ de hé

Multi-Function structural materials which provide well-being in the nature-harmonized living space of the future.

視sight : diversified design  
聽aural: selective insulation  
觸touch: organic-touch inorganics  
膚skin: moisture control etc.

Dependable as  
father 父的壯  
Fù de zhuàng



Dependable materials which have reliability of endurance for sever stress and its rapid fluctuation. Intelligent materials which predict , diagnose and respond to deterioration.

After 311, we , Japanese learn the importance of **WA**

和(hé) : accommodation and harmony

輪(lún) : gathering together

環(huán) : Link and circulation

話(huà) : communication

拡大から充足へ

(从扩大向补充)

Cóng kuò dà xiàng bǔ chōng

from Expansion to Contentment

競争から<sup>안녕</sup>安寧へ

(从竞争向安宁)

Jìng zhēng ān níng

from Competition to Stability

Materials which contribute to contentmentful and stable social system  
and are made from universal resources  
are the materials for sustainability.

# 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

# 2020 Tokyo Olympic



# Dream Island just after Tokyo Olympic 1964.

Deposit site of waste from mass consumption



We fought against  
fly.



We construct Olympic stadiums  
in this area.



Olympic becomes a symbol  
from

Economic growth 成長  
to

Mature society 成熟

Materials' management  
should change to be  
from Economic growth  
to mature society of sustainability

持続可能な成熟社会



## 東京五輪メダル材料にリサイクル金属活用へ

ツイートする

シェアする

2016年11月9日 19:52

2020年東京オリンピック・パラリンピック大会組織委員会は、選手に授与するメダルの材料に携帯電話など小型家電に使われている金属をリサイクルして活用する方針を明らかにした。

### 記事全文

2020年東京オリンピック・パラリンピック大会組織委員会は、選手に授与するメダルの材料に携帯電話など小型家電に使われている金属をリサイクルして活用する方針を明らかにした。

東京大会で用意するメダルは金・銀・銅合わせて計5000個で、約2トンの金属が必要だとされているが、組織委員会は、その材料に携帯電話などの小型家電の金属をリサイクルして活用していくという。

リサイクル金属をメダルに使って国民の環境意識と大会への参画意識を高めるこの試みは、オリンピック・パラリンピック史上初めての試みだという。回収方法やそのコスト、メダルにリサイクル金属を何割ほど使うかなどは、今後、検討するとしている。

<https://goo.gl/yNn2Lp> を開いて、**賛同する** をクリック

そのあつまりが、史上初の「都市鉱山金メダル」の実現に!

わたしたちは、持続可能性の視点から、来る東京オリンピック・パラリンピックのメダルに日本のすぐれたリサイクルで得られた素材を使うことを働きかけ、インターネット署名でその賛同を呼びかけています。



The screenshot shows a Change.org petition page. At the top, it says "change.org" and "キャンペーン開始!". The main title is "オリンピックの金銀銅メダルを みんなで回収したり サイクル原料でつくみましょう" (Let's collect and recycle Olympic gold, silver, and bronze medals, and make them from recycled materials). Below the title is a photo of a blue medal case with a yellow circular sticker. To the right of the photo is a "今すぐ賛同" (Sign Now) button and a progress bar. Below the progress bar is a list of signatories, including "Masaki Yamane" who has signed. There are input fields for name, email, and location (currently set to "日本"). At the bottom, there is a red "賛同!" (Sign!) button.

**リサイクルしたものに付加価値をつける**

ぜひ <https://goo.gl/yNn2Lp> を開いてください。また、他の人にも呼びかけてください。