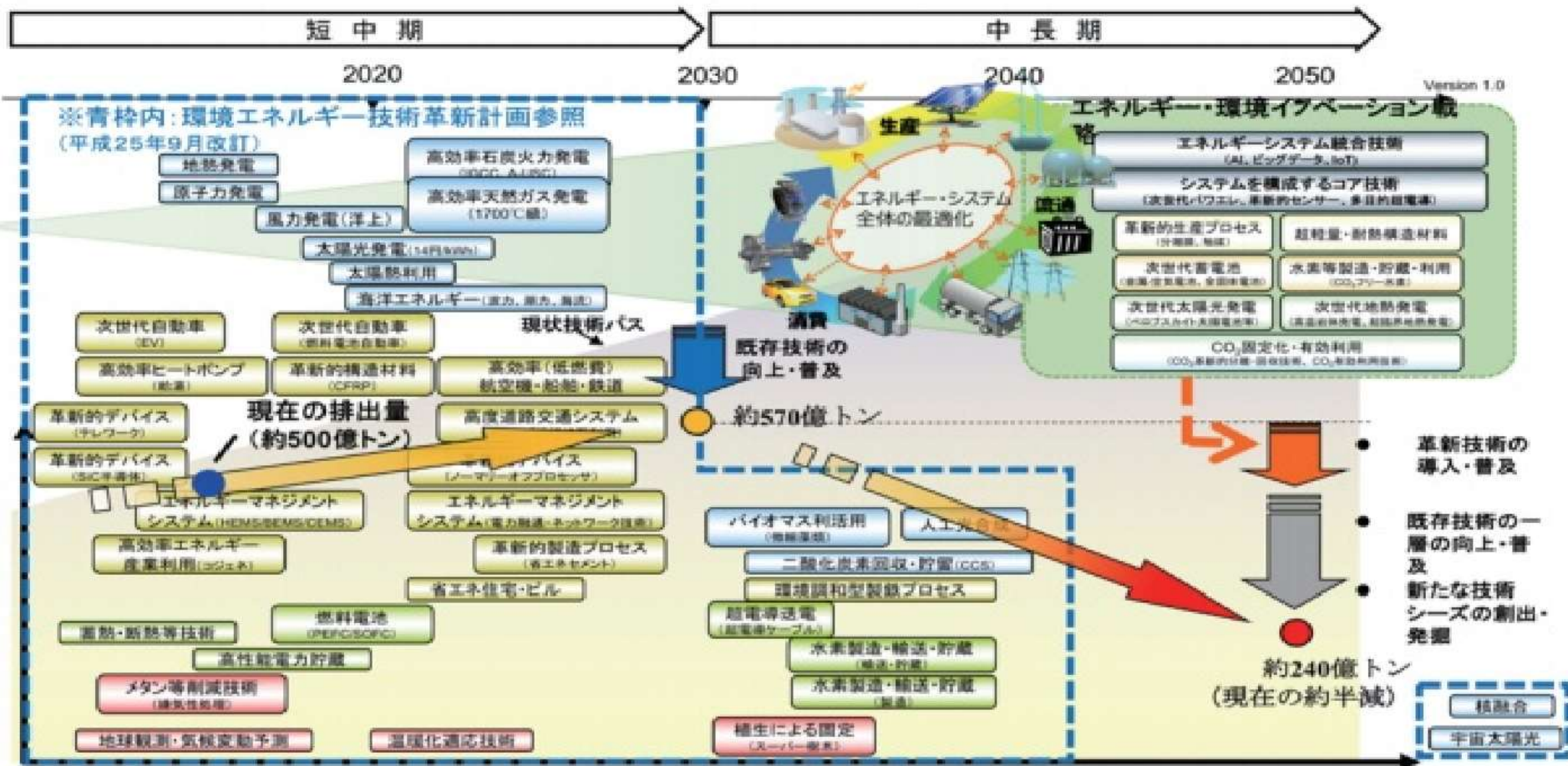


# SDGsに向けた材料学 の転換

SusDI(サステイナビリティ技術設計機構) 代表理事  
物質・材料研究機構 名誉研究員  
原田幸明

- 抜本的な地球温暖化対策、世界的な資源効率の飛躍的向上のための材料技術とそれを支える材料学の転換の方向性について述べる。従来機能の改善ではなく抜本的な機能創生とともに劣化や信頼性への対応が求められる。

# 2050年までの世界の温室効果ガス削減のイメージ



# パリ協定長期成長戦略案のポイント

## 第1章：基本的な考え方

- ▶ **野心的なビジョン**：最終到達点としての「脱炭素社会」を掲げ、それを野心的に今世紀後半のできるだけ早期に実現することを目指すとともに、2050年までに80%の削減に大胆に取り組む ※積み上げではない、将来の「あるべき姿」
- ▶ **政策の基本的考え方**：ビジョンの達成に向けてビジネス主導の非連続なイノベーションを通じた「環境と成長の好循環」の実現、取組を今から迅速に実施、世界への貢献、将来に希望の持てる明るい社会を描き行動を起こす [要素：SDGs達成、共創、Society5.0、地域循環共生圏、課題解決先進国]

## 第2章：各分野のビジョンと対策・施策の方向性

### 第1節：排出削減対策・施策

- 1. エネルギー**：エネルギー転換・脱炭素化を進めるため、あらゆる選択肢を追求
  - ・再エネの主力電源化
  - ・火力はパリ協定の長期目標と整合的にCO2排出削減
  - ・CCS・CCU/カーボンサイクルの推進
  - ・水素社会の実現/蓄電池/原子力/省エネ
- 2. 産業**：脱炭素化ものづくり
  - ・CO2フリー水素の活用（「ゼロカーボン・スチール」への挑戦等）
  - ・CCU/バイオマスによる原料転換（人工光合成等）
  - ・抜本的な省エネ、フロン類の廃絶等
- 3. 運輸**：“Well-to-Wheel Zero Emission” チャレンジへの貢献
  - ・2050年までに日本車1台あたり排出8削減を目指す
  - ・ビッグデータ・IoT等を活用した道路・交通システム
- 4. 地域・暮らし**：2050年までにカーボンニュートラルでレジリエントで快適な地域と暮らしを実現/地域循環共生圏の創造
  - ・可能な地域・企業等から2050年を待たずにカーボンニュートラルを実現
  - ・カーボンニュートラルな暮らし（住宅やオフィス等のストック平均でZEB・ZEH相当を進めるための技術開発や普及促進/ライフスタイルの転換）
  - ・地域づくり（カーボンニュートラルな都市、農山漁村づくり）、分散型エネルギーシステムの構築

### 第2節：吸収源対策

## 第4章：その他

- ・人材育成
- ・公正な移行
- ・適応によるレジリエントな社会づくりとの一体的な推進
- ・カーボンプライシング（専門的・技術的議論が必要）

## 第3章：「環境と成長の好循環」を実現するための横断的施策

### 第1節：イノベーションの推進

- (1) 温室効果ガス的大幅削減につながる横断的な脱炭素技術の実用化・普及のためのイノベーションの推進・社会実装可能なコストの実現**
- (2) 革新的環境イノベーション戦略**
  - ・コスト等の明確な目標の設定、官民リソースの最大限の投入、国内外における技術シーズの発掘や創出、ニーズからの課題設定、ビジネスにつながる支援の強化等
  - ・挑戦的な研究開発、G20の研究機関間の連携を強化し国際共同研究開発の展開(RD20)等
  - ・実用化に向けた目標の設定・課題の見える化
    - CO2フリー水素製造コストの10分の1以下など既存エネルギーと同等のコストの実現
    - CCU/カーボンサイクル製品の既存製品と同等のコストの実現 ほか
- (3) 経済社会システム/ライフスタイルのイノベーション**

### 第2節：グリーン・ファイナンスの推進

- ・イノベーション等を適切に「見える化」し、金融機関等がそれを後押しする資金循環の仕組みを構築
- (1) TCFD<sup>※</sup>等による開示や対話を通じた資金循環の構築** ※気候関連財務情報開示タスクフォース
    - ・産業：TCFDガイダンス・シナリオ分析ガイド拡充/金融機関等：グリーン投資ガイダンス策定
    - ・産業界と金融界の対話の場（TCFDコンソーシアム）
    - ・国際的な知見共有、発信の促進（TCFDサミット（2019年秋））
  - (2) ESG金融の拡大に向けた取組の促進**
    - ・ESG金融への取組促進（グリーンボンド発行支援、ESG地域金融普及等）、ESG対話プラットフォームの整備、ESG金融リテラシー向上、ESG金融ハイレベル・パネル等

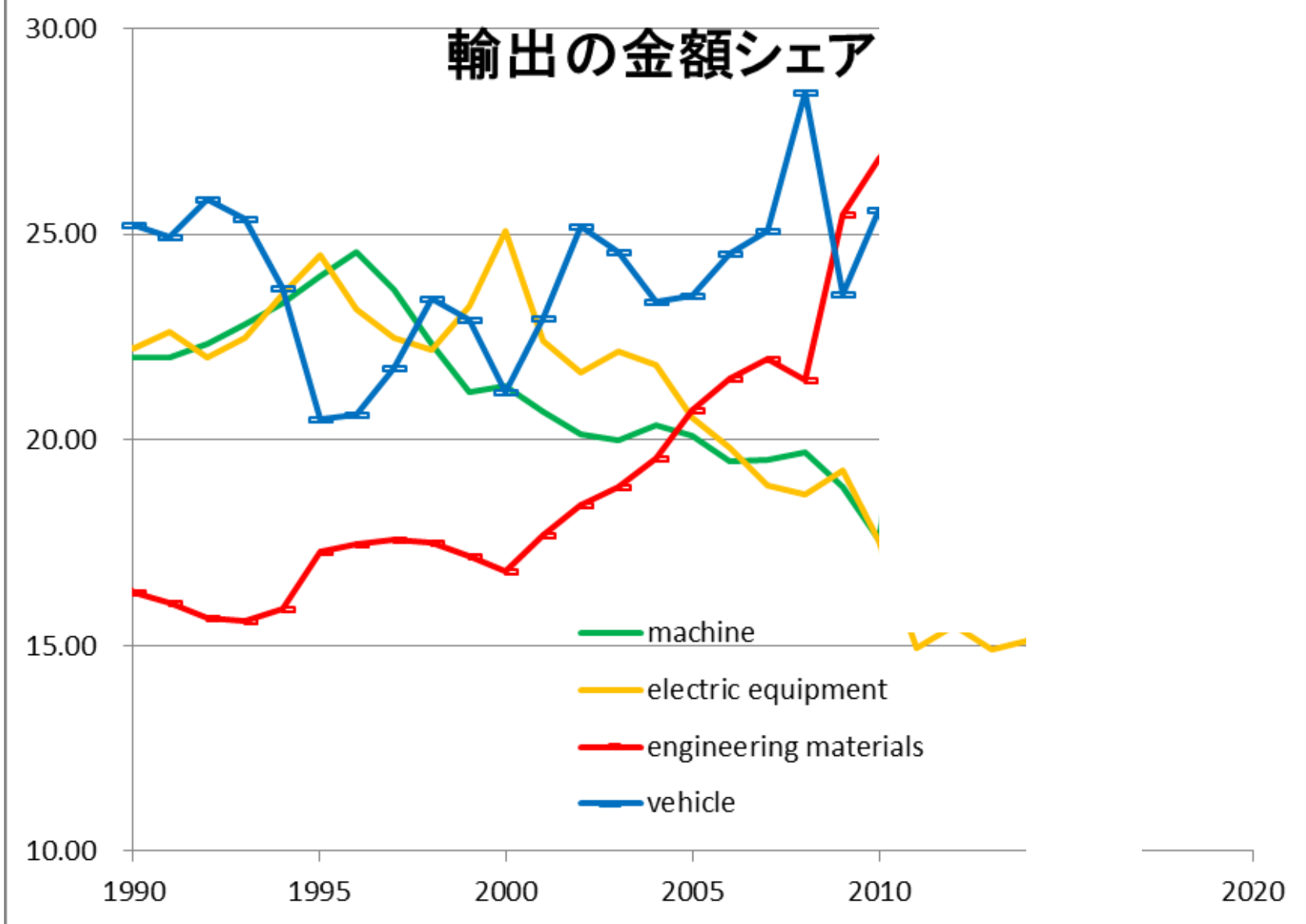
### 第3節：ビジネス主導の国際展開、国際協力

- ・日本の強みである優れた環境技術・製品等の国際展開/相手国と協働した双方に裨益するコ・イノベーション
- (1) 政策・制度構築や国際ルールづくりと連動した脱炭素技術の国際展開**
    - ・相手国における制度構築や国際ルールづくりによるビジネス環境整備を通じた、脱炭素技術の普及と温室効果ガスの排出削減（ASEANでの官民イニシアティブの立上げの提案、市場メカニズムを活用した適切な国際枠組みの構築等）
  - (2) CO2排出削減に貢献するインフラ輸出の強化**
    - ・パリ協定の長期目標と整合的にCO2排出削減に貢献するエネルギーインフラや都市・交通インフラ（洋上風力・地熱発電等の再エネ、水素、CCUS・カーボンサイクル、スマートシティ等）の国際展開
  - (3) 地球規模の脱炭素社会に向けた基盤づくり**
    - ・相手国におけるNDC策定・緩和策にかかる計画策定支援等、サプライチェーン全体の透明性向上

## 第5章：長期戦略のレビューと実践

- ・レビュー：6年程度を目安として、情勢を踏まえた検討を加えるとともに必要に応じて見直し
- ・実践：将来の情勢変化に応じた分析/連携/対話

# 輸出の金額シェア



# 戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第1期の課題分野



# 戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第2期の課題分野



# これまでの情報社会(4.0)



# Society 5.0



(内閣府作成)

# 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

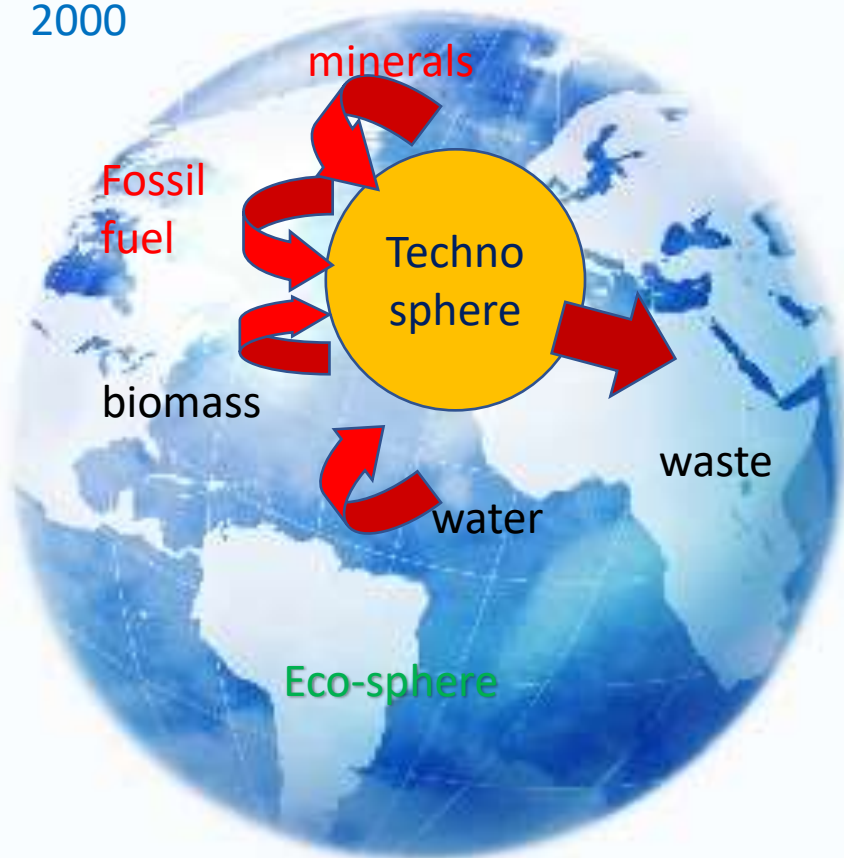
2030年に向けて  
世界が合意した  
「持続可能な開発目標」です



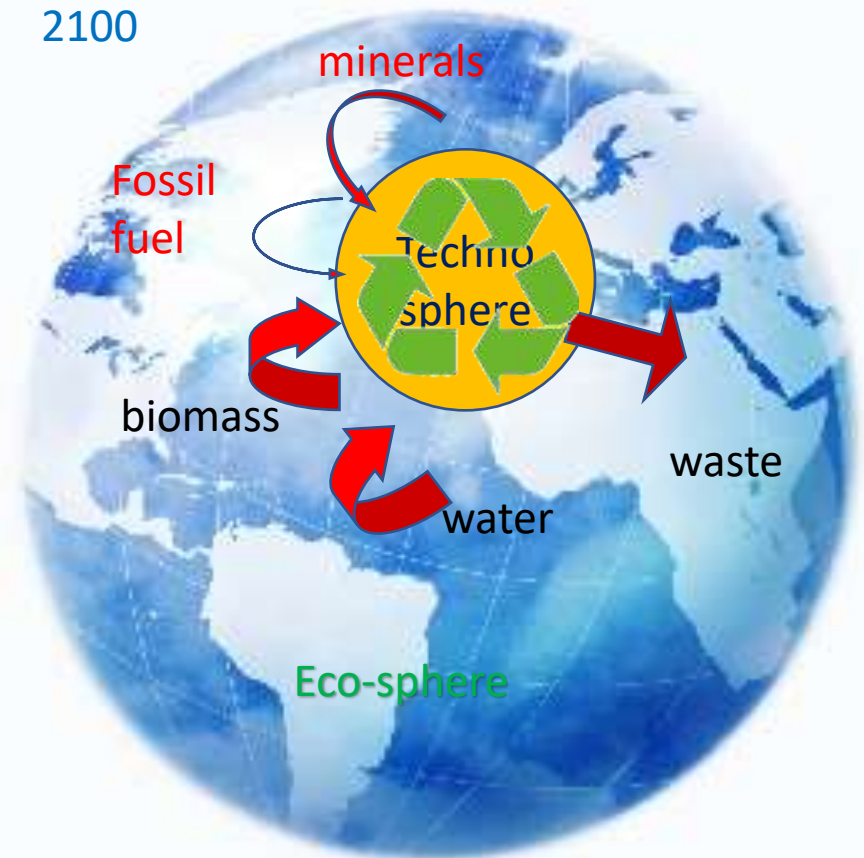
# The world at 2100

- The minerals and fossil fuels from natural resource will be nearly zero.

2000

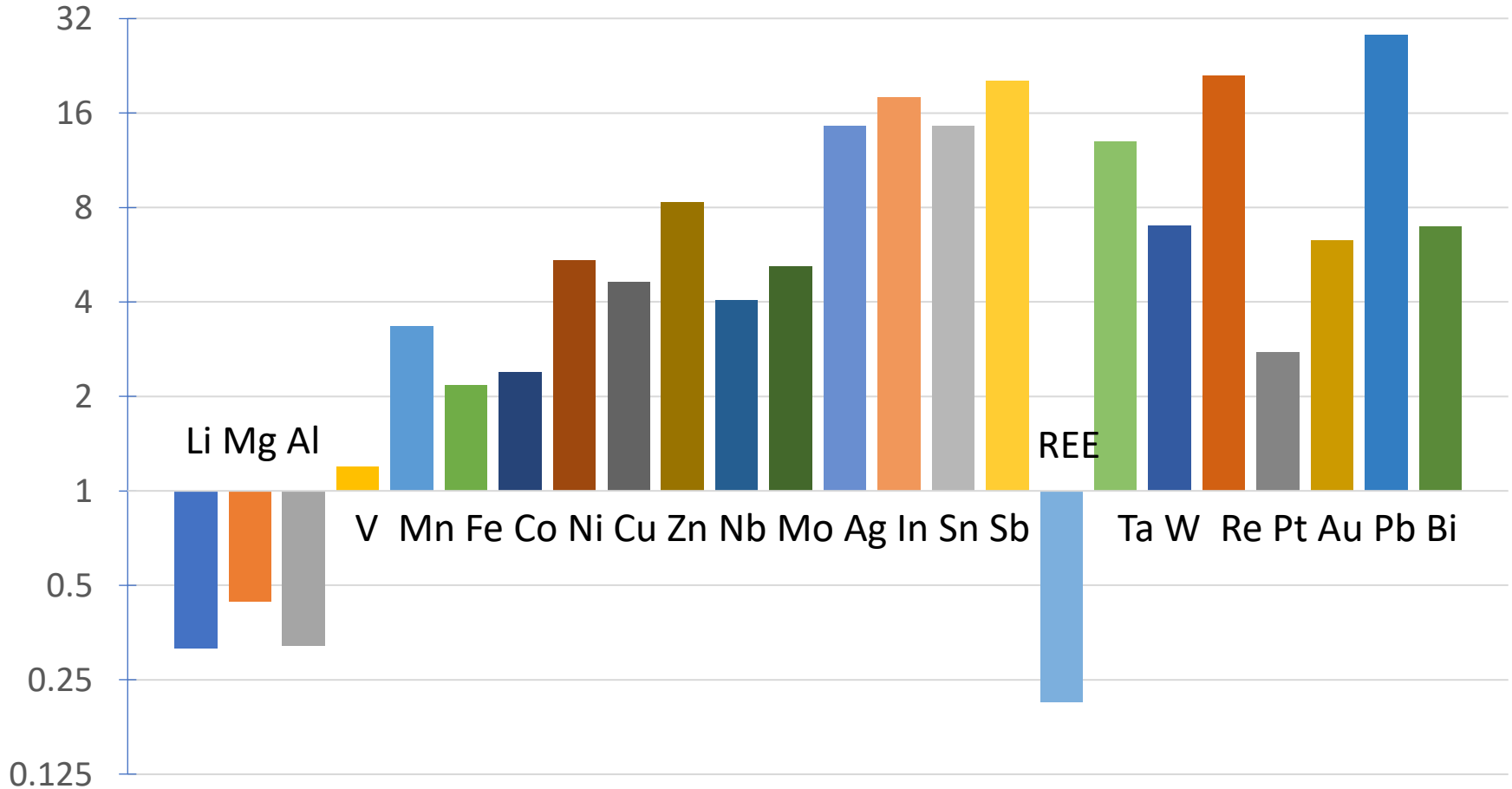


2100

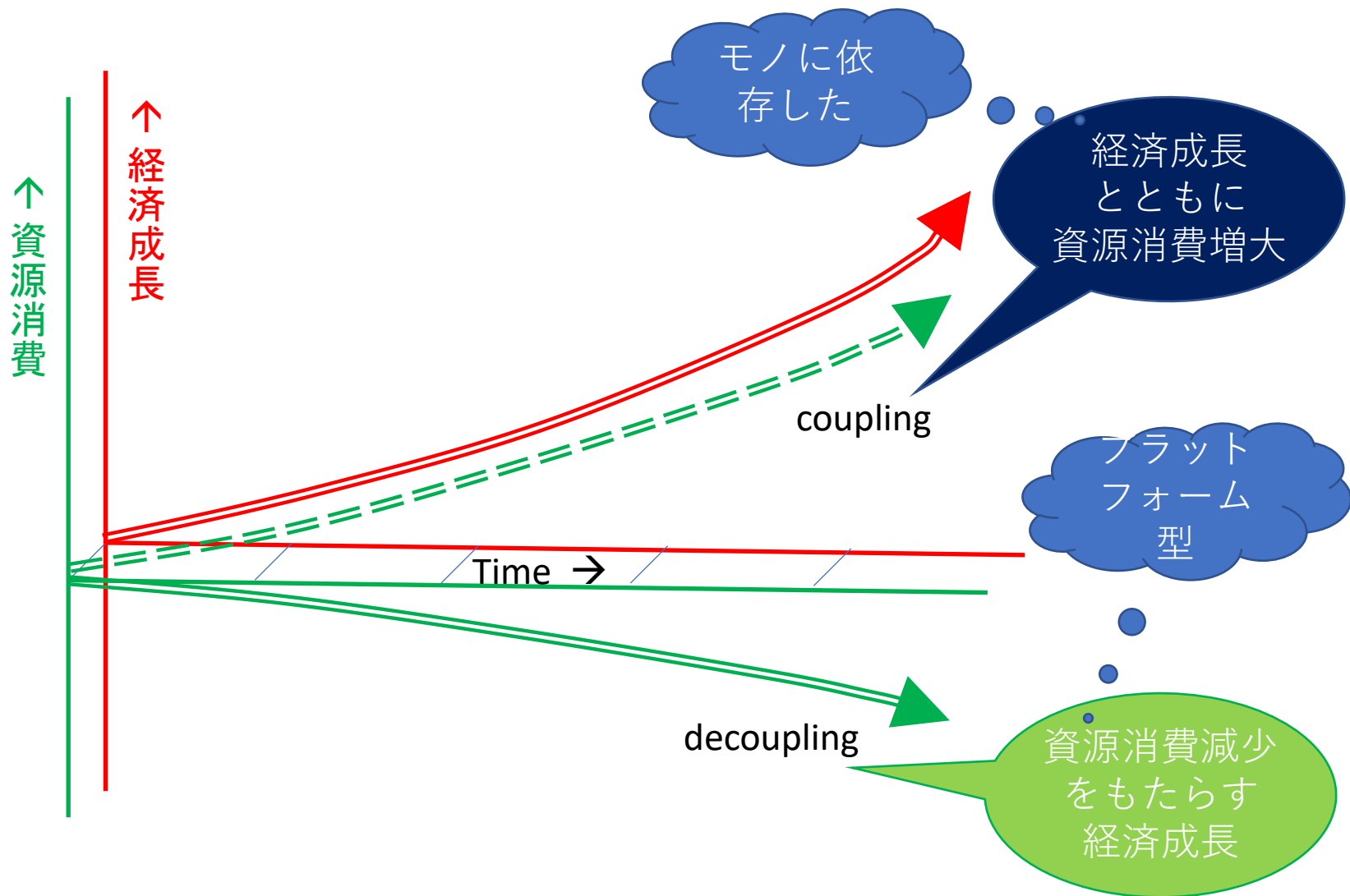


# Much more times of resources will be required by 2100.

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



# Decoupling: 環境と経済の両立



## 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).



クライアント領域(C)

Shift+Alt+F12

# 2018/9/16 ISO採択(提案国フランス)

賛成26、棄権8(オーストラリア、オーストリア、ブルガリア、コンゴ、エストニア、フィンランド、イラン、アイスランド)

反対6(日本、アメリカ、ドイツ、イギリス、韓国、コロンビア)

**Scope statement of the proposed new committee (The scope shall precisely define the limits of the field of activity. Scopes shall not repeat general aims and principles governing the work of the organization but shall indicate the specific area concerned.)**

Standardization in the field of Circular economy to develop requirements, frameworks, guidance and supporting tools related to the implementation of circular economy projects.

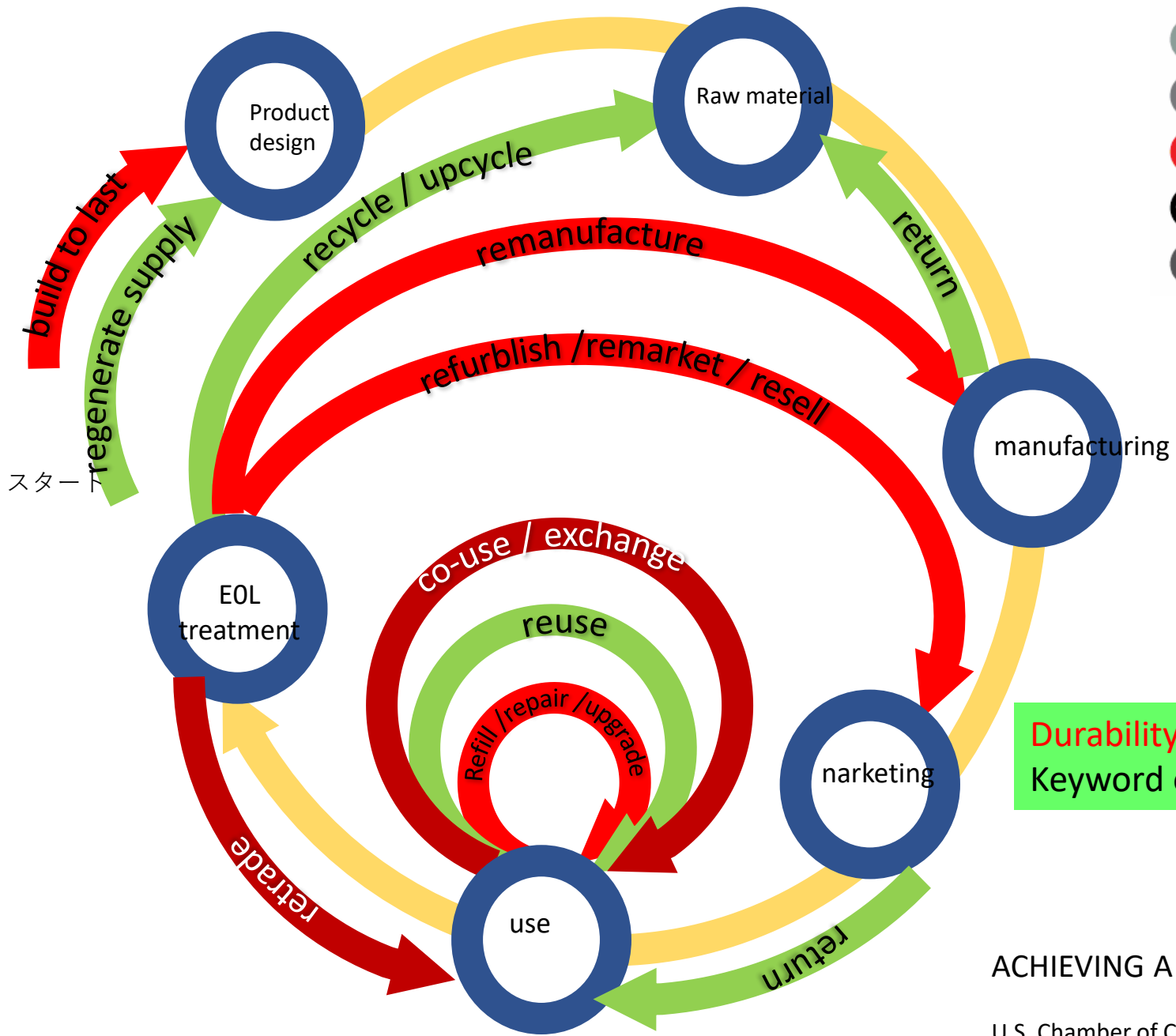
The proposed deliverables will apply to any organization or group of organizations wishing to implement circular economy projects, such as commercial organizations, public services and not-for-profit organizations.

Excluded: specification of particular aspects of circular economy already covered by existing TCs, such as ecodesign, life cycle assessment in ISO/TC 207 Environmental management and sustainable procurement (ISO 20400: 2017 – Sustainable procurement — Guidance).

- 1 Management System Standard for circular economy (Standard)
- 2 Standard on implementation guidance (Standard)
- 3 Standards for supporting tools (Standards or Technical specifications)
- 4 Guidelines on the different issues of circular economy (Standards or Technical specifications)
- 5 Collection of examples of implementation of circular economy projects (Technical report)

**BUSINESS MODELS**

-  CIRCULAR SUPPLY-CHAIN
-  RECOVERY & RECYCLING
-  PRODUCT LIFE-EXTENSION
-  SHARING PLATFORM
-  PRODUCT AS A SERVICE



**Durability** becomes the greatest Keyword of Ecodesign

**ACHIEVING A CIRCULAR ECONOMY**

U.S. Chamber of Commerce Foundation,  
Supported by CCC's Circular Economy Network

	機能	プロセス	品質管理	その他
リマニュファクチュアリング	当初製品と同等	分解し再構築	当初製品と同等の保証	
リファービッシュ (リビルド)	当初製品に準じる	劣化部品を交換し、再組立	独自設定	自動車関係ではリビルドが使われる
リペア	劣化部分の回復	劣化部分の交換、修復	回復度点検	リファービッシュ用部品も含む
ダイレクト・リユース	機能は問わず	分解せず、洗浄程度	点検程度	
リサイクル	機能喪失	成分のみ抽出	原料としての品質	

## Achieving a Circular Economy: How the Private Sector Is Reimagining the Future of Business

### Caterpillar 社のremanufacturing

*with the customer in the long term and help him reduce his lifecycle owning and operating costs.”—  
Bob Paternoga, Cat® Reman General Manager*

Caterpillar has a number of examples of this in its product portfolio. One of the most well-known involves an engine block with a removable sleeve in the cylinder bore. When the component is recovered, this material can be removed and replaced to return the engine to as-new performance. Previous techniques for remanufacturing engine blocks have involved reboring the engine cylinder and using a larger piston, but this can be done only up to three times before the quality of the product is affected. Additive manufacturing is also another option in use—cylinder bores can be resprayed with metal to return them to as-new condition.



is returned (as long as it meets core return criteria). The core deposit is generally the difference between the remanufactured part price and the new part price, thus incenting the customer to return the core and repair before failure. The high rate of core returns—94% in 2014—enables Caterpillar to salvage more parts from returned cores, driving down remanufacturing costs. True to the definition of remanufacturing, Caterpillar’s remanufactured products meet original tolerances and specifications, and are tested to ensure that performance is the same as when new, if not better. All Caterpillar remanufactured products are sold with the same warranty afforded to new Caterpillar parts.

*“Some companies may wash, repair, and paint, but true remanufacturing requires complete disassembly, inspection against engineering criteria, and additive*





# Brighten the way ahead

Contact us

## Refurbished Systems

Our Diamond Select program provides reliable refurbished imaging systems at an attractive price, so you can afford up-to-date technology and provide a wider variety of high-quality services to your patients, while supporting profitability.

[Read more about Diamond Select](#)



### Refurbished Systems - Advanced Molecular Imaging

Updated and quality tested refurbished Molecular Imaging systems



### Refurbished Systems - Computed Tomography Scanners

Updated and quality tested refurbished CT scanners

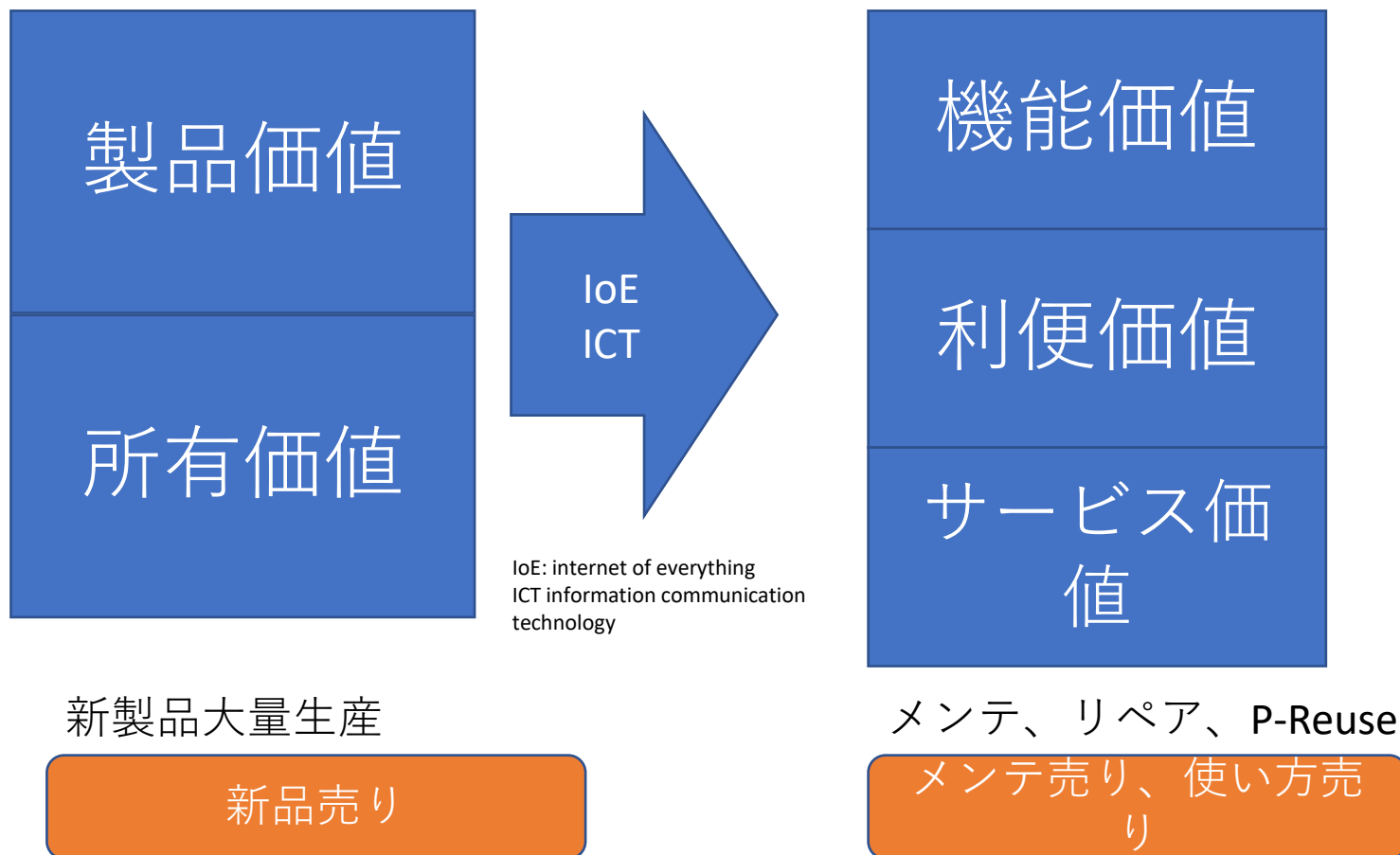


### Refurbished Systems - Interventional X-ray

Updated and quality tested refurbished cardiac, vascular, and radiography/fluoroscopy systems

# 第4次産業革命

モノ売り から サービス(コト)へ



# ICTを活用した自動車メーカーによる多交通統合型 カーシェアリング・サービス BMW DriveNow



- コペンハーゲンで都心から82.8キロの範囲で、400台の完全電気自動車の**BMW i3**が公共交通システムと統合
- ユーザーは非常に簡単に、**Drive Now**のアプリ1つで最も近い**EV**を探して予約でき、町中のどこにでもそれを乗り捨てることで即座に返却
- このアプリだけでEVの所在から充電ステーションの設置箇所を確認でき、充電は無料、乗り捨て可能な場所もすべてアプリの画面で確認
- アプリは、市中400台のシェアカーのキーになり、アプリでの施錠が返却の通知  
(ビデオ情報 URL: <https://www.youtube.com/watch?v=N1LDWHPMrQ0> )

By 喜多川

【許可なくコピー・転載禁止】

# CEと自動車ビジネスの関係性(イメージ)

**丸売り**

(製品製造販売ビジネス)

**カーシェア**

(プラットフォームビジネス)

**カーシェア+  
自動運転**

新車の価値低下

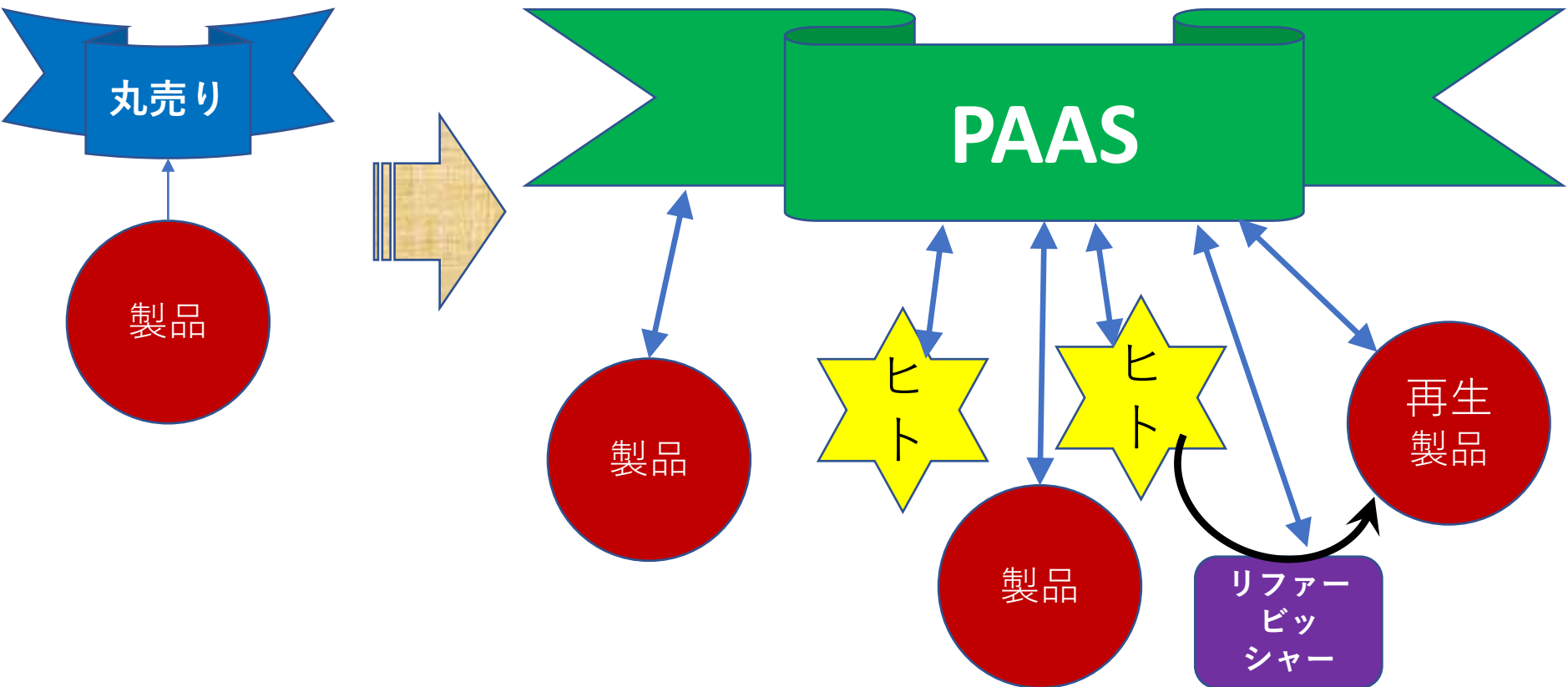


自動車の稼働率(=資源効率)

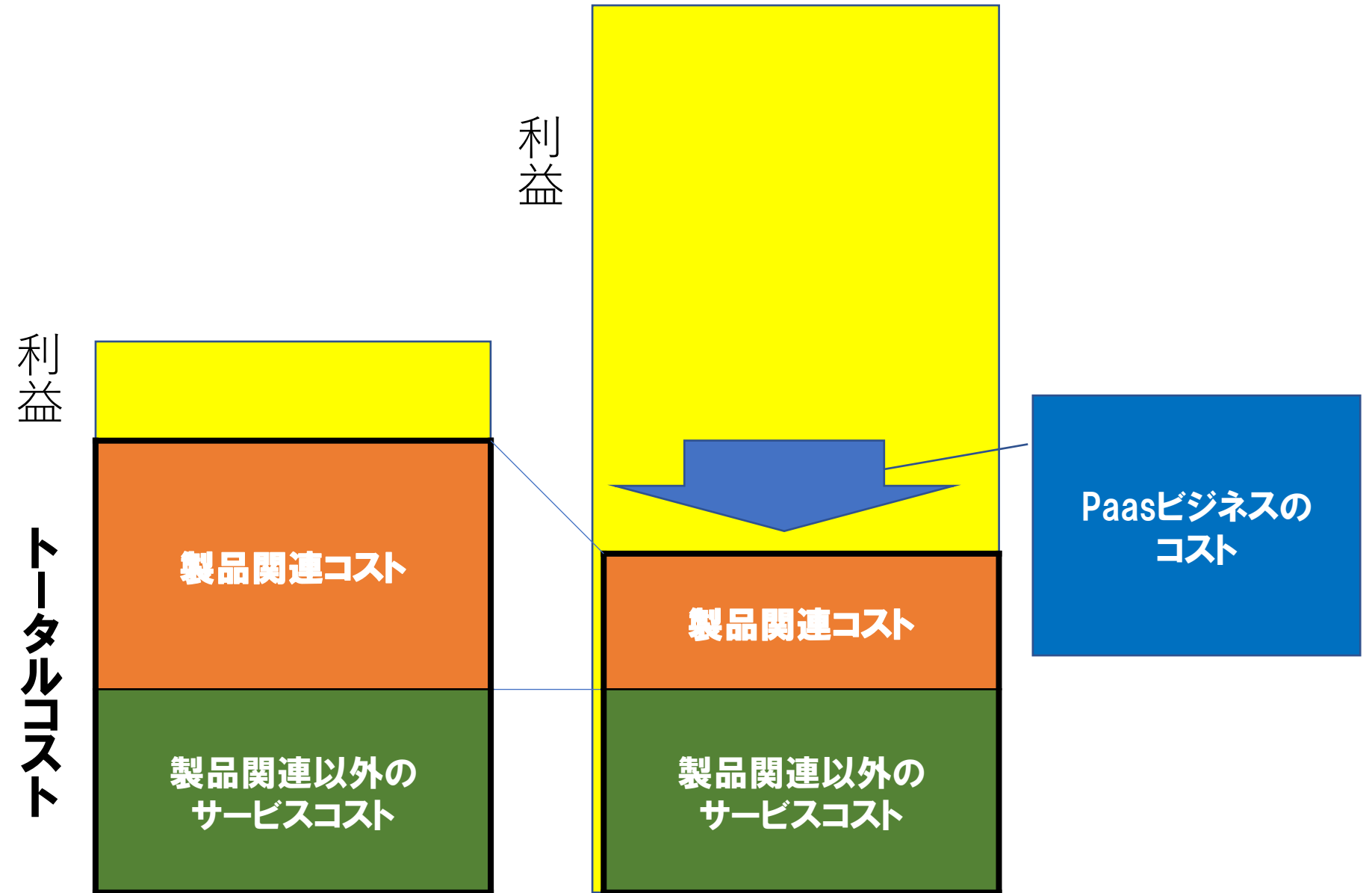
自動車生産台数(=製造からの売上)

# 丸売りから

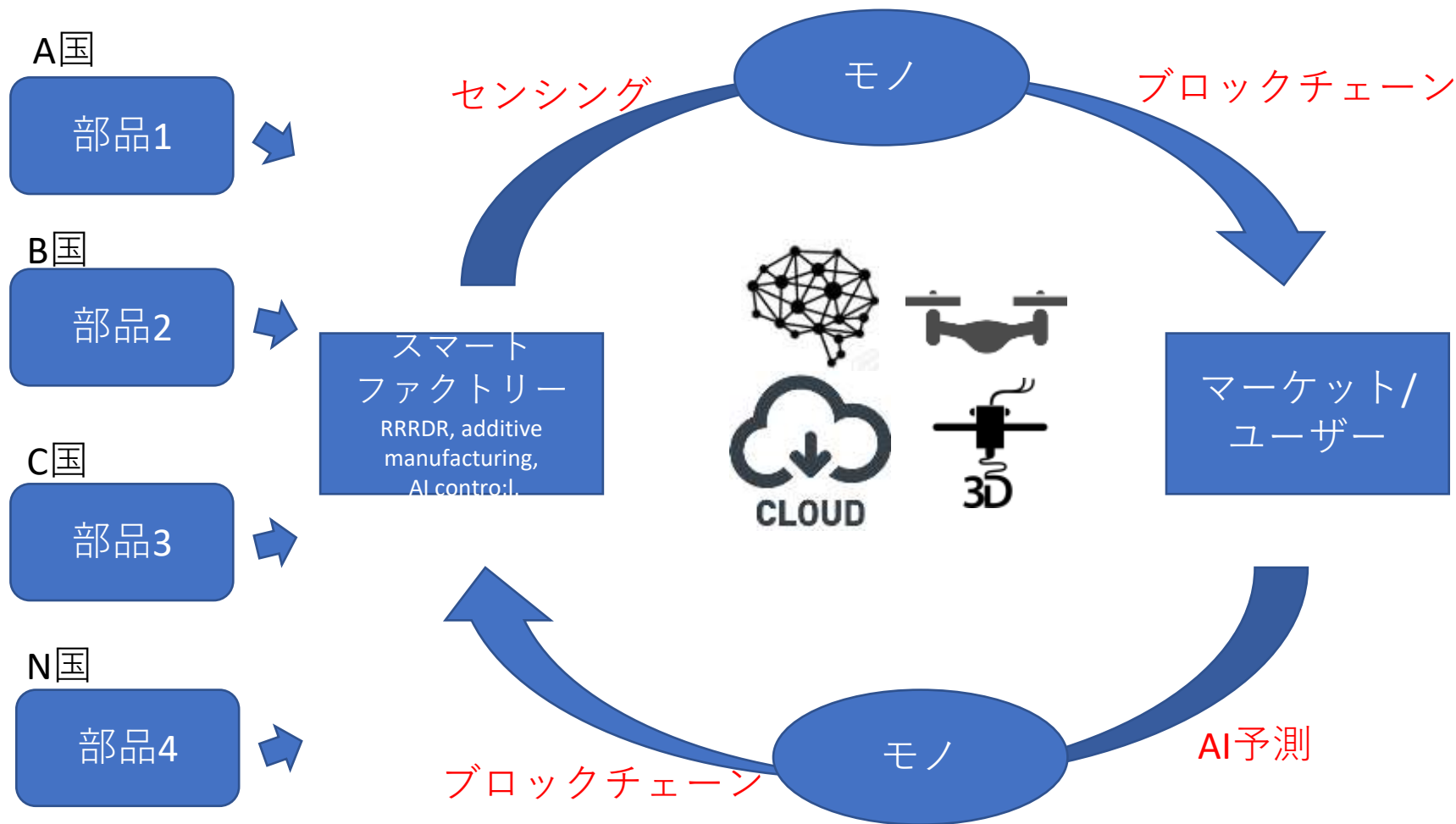
# PAAS(Product as a Service)へ



# Paasビジネスモデル

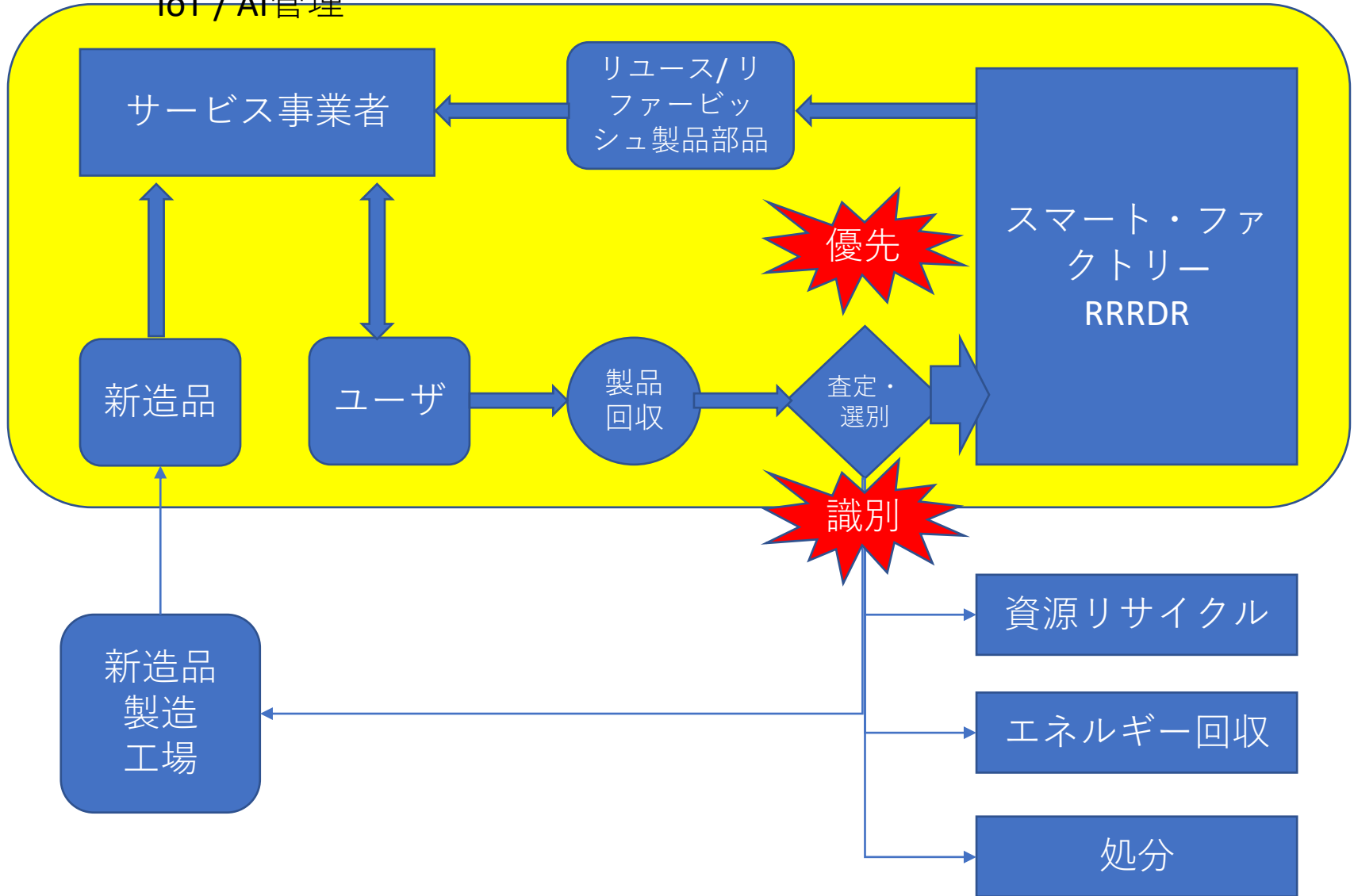


# RDM: Re-distributed Manufacturing



# CE型ビジネス

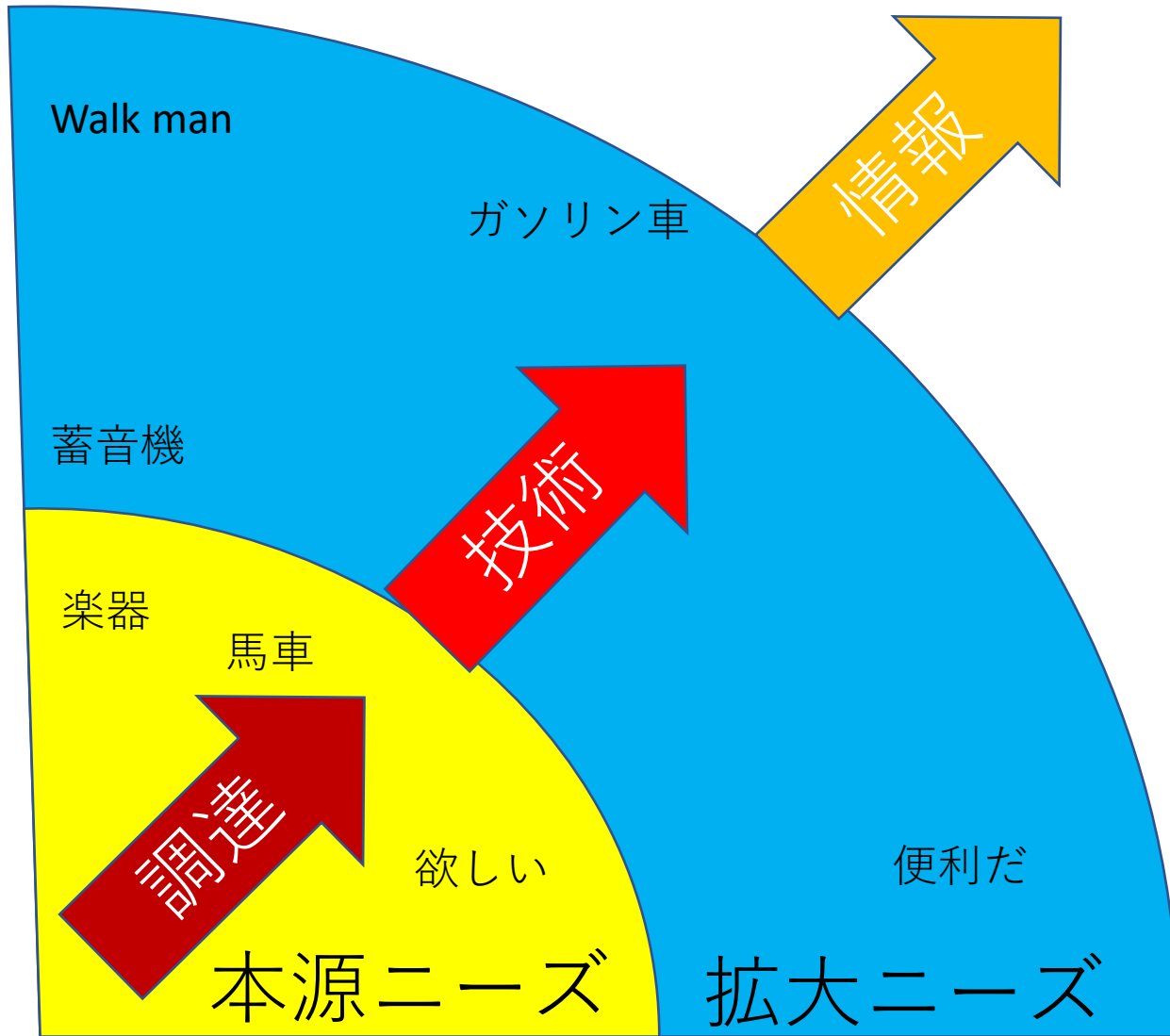
IoT / AI管理





ipod

EV



使える  
ハイパー  
ニーズ

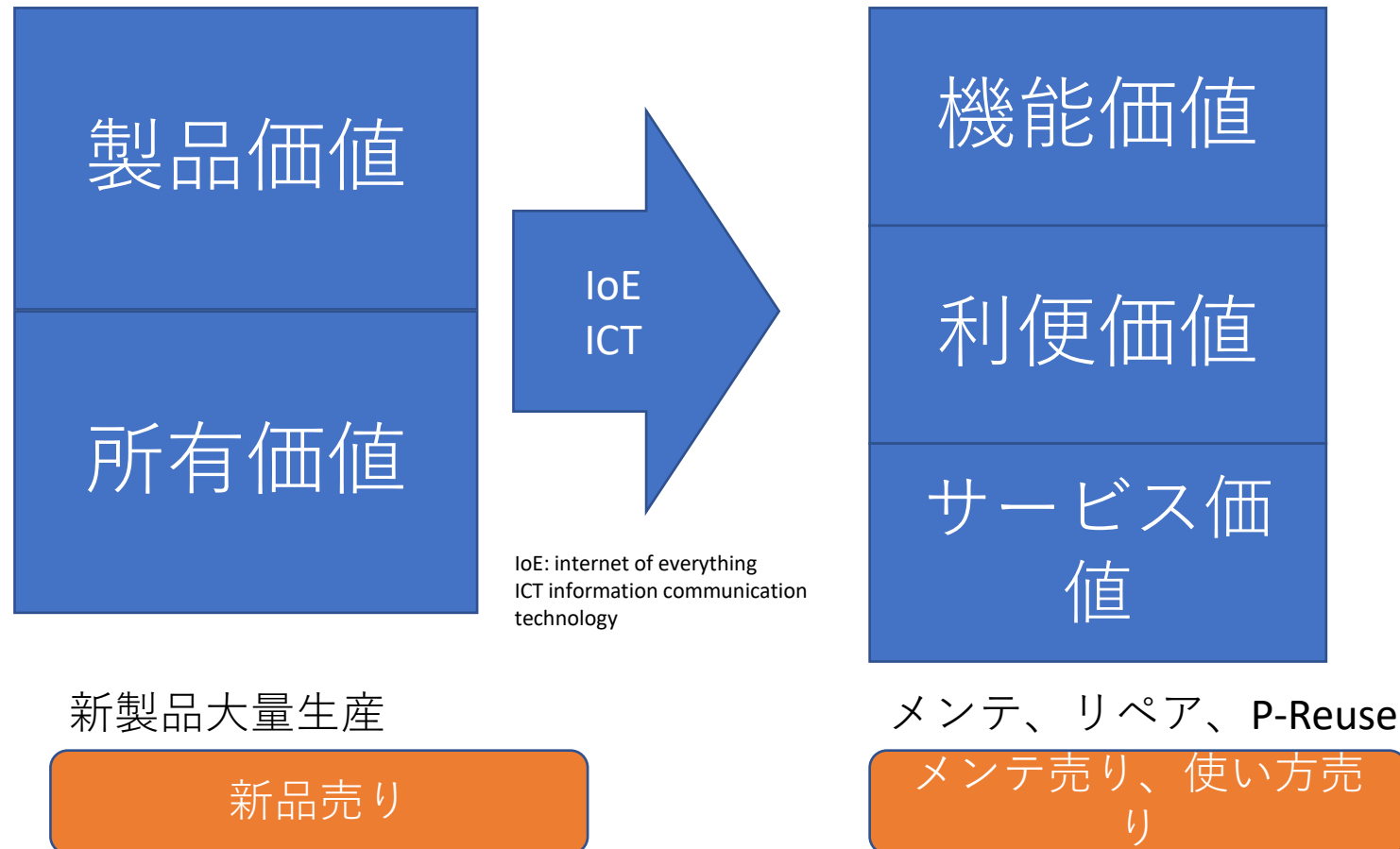
# モノ売り から サービス(コト)へ

サービスを差別化できるモノ

サービスは誰でも真似られる

サービスを徹底できるモノの知識

コトを知らねばよいサービスはできない



Sustainable  
society

Life style  
Social system

Social mind

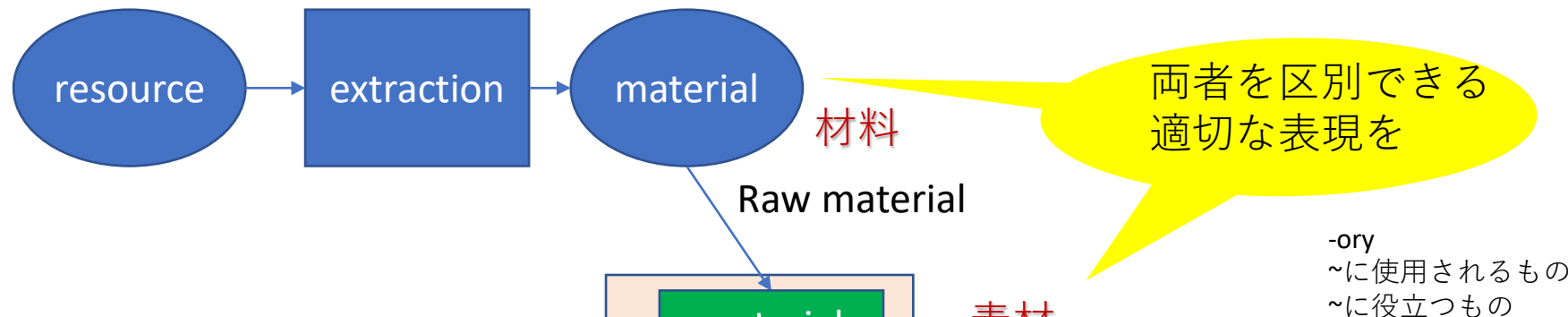
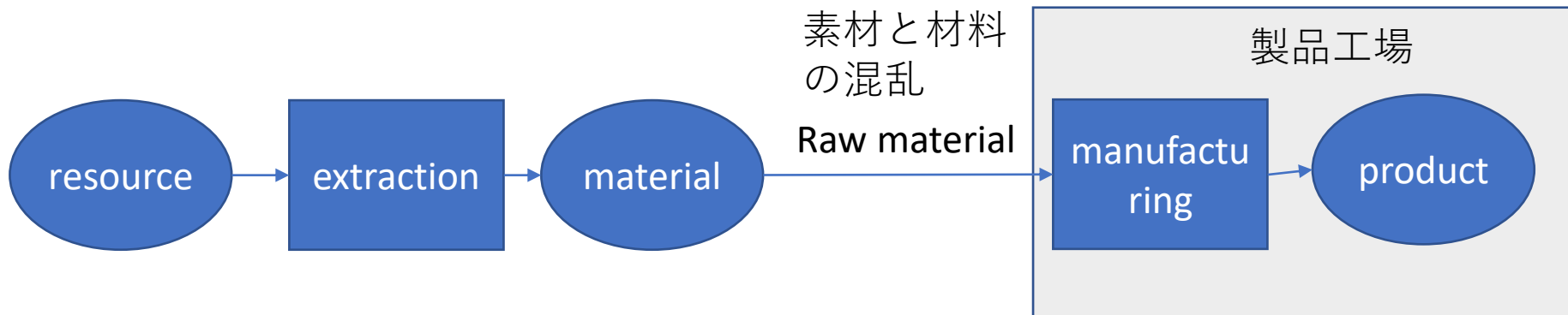
technology  
science

モノとしてのベース

Physical base

知識としてのベース

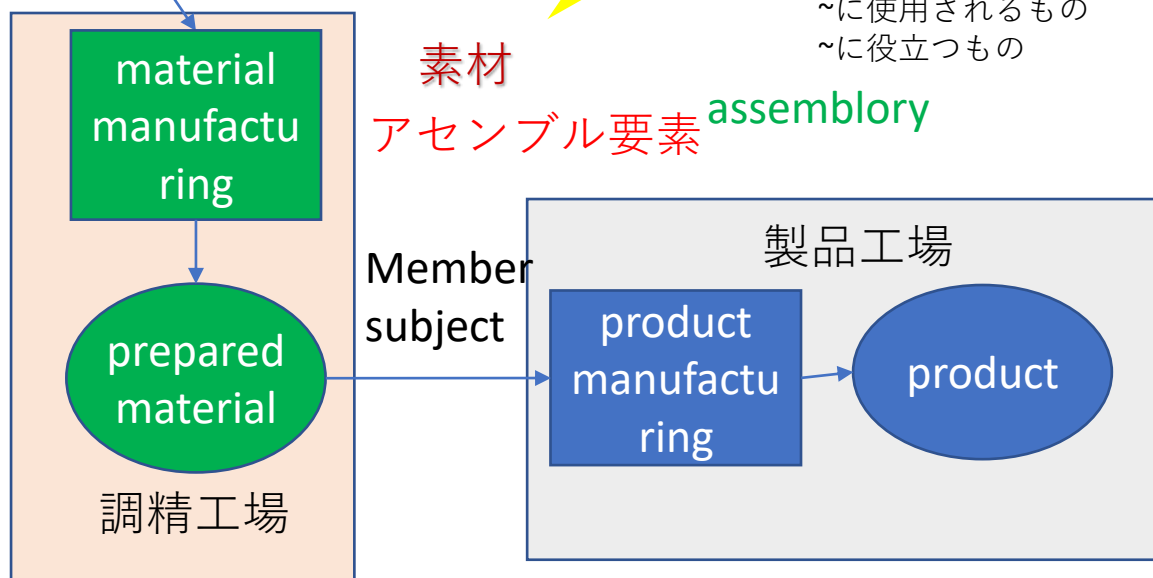
Resources & materials



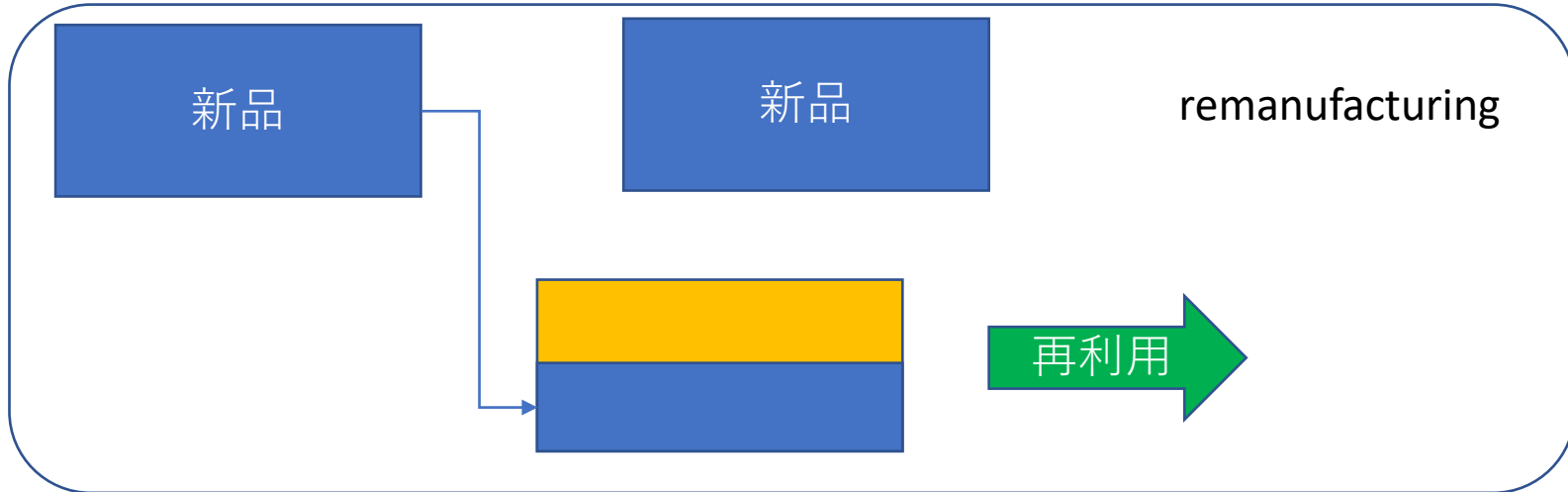
機能出現能  
品位  
形態  
膜厚等  
界面条件

物質の不純物管理  
粒度、結晶条件、

ナノテクノロジー



# Preventive change



劣化を予知し回復可能な段階で修復

AIの運  
転経験  
で判断?

# 世界が脱物質化を進める中の これからの方向性

- コト売り (dematerialization) に対応する  
ここしかできないコトを生み出すモノ  
object志向のモノの作りこみ技術  
Ex. ナノテクで新しいものを生み出す のではなく  
ここしかできないナノ構造を作りこむ
- コト(機能)をライフサイクルで管理・予測する  
ための 物質知識とその情報化  
物質科学基礎の商品化  
Ex. AIを材料科学に持ち込む のではなく  
AIを使ったサービスシステムに材料科学を入れ込む