

資源循環とSDGs

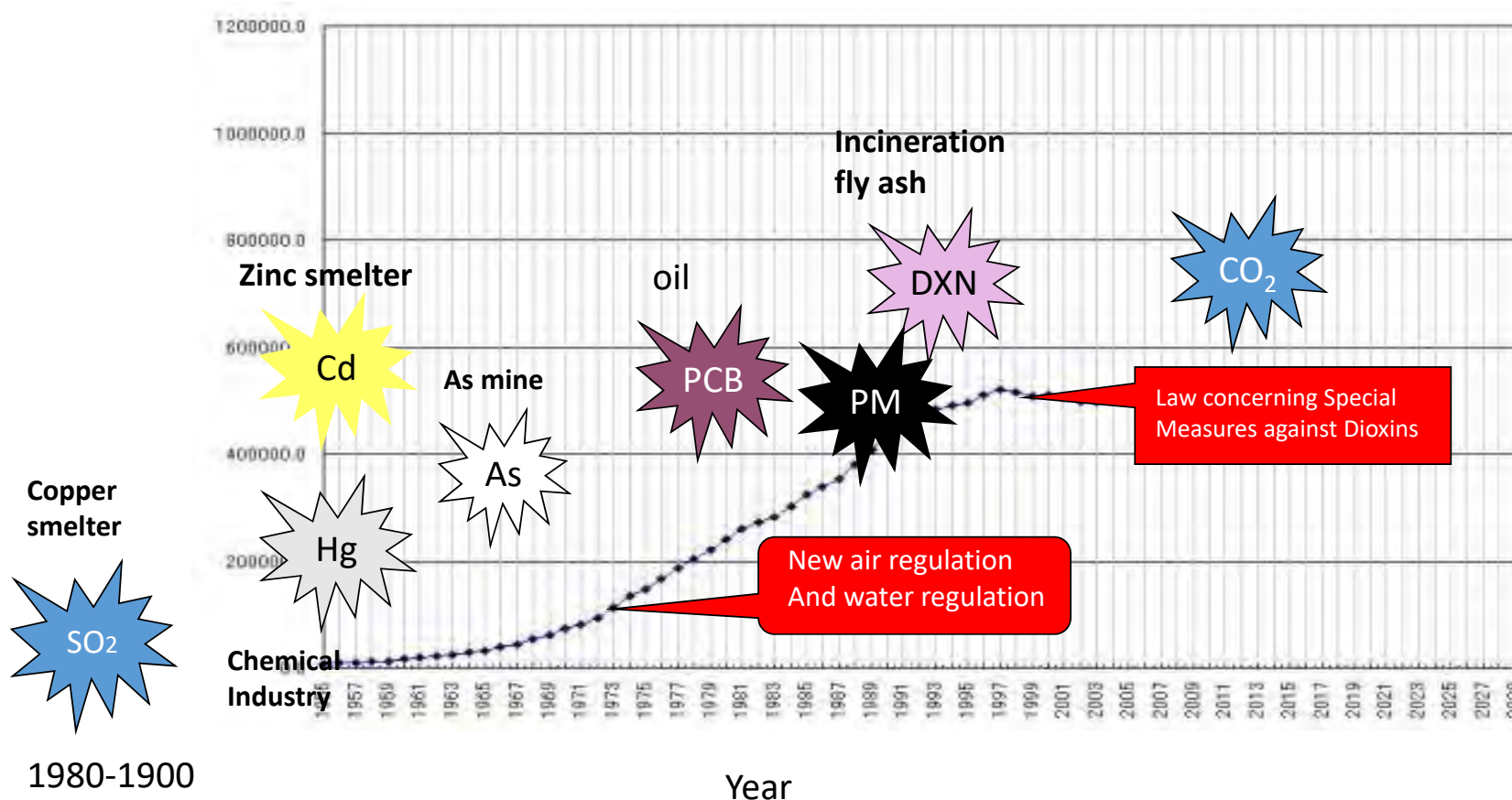
日本学術会議シンポジウム なぜSDGs？
—資源・材料循環におけるSDGsとカーボンニュートラル—
令和3年11月26日

東北大学 名誉教授(学術会議連携会員)
中村 崇

内容

- はじめに
- サーキュラーエコノミー
- IT時代の循環ビジネスの変化
- まとめ

我が国の経済成長と環境問題の発生と対応

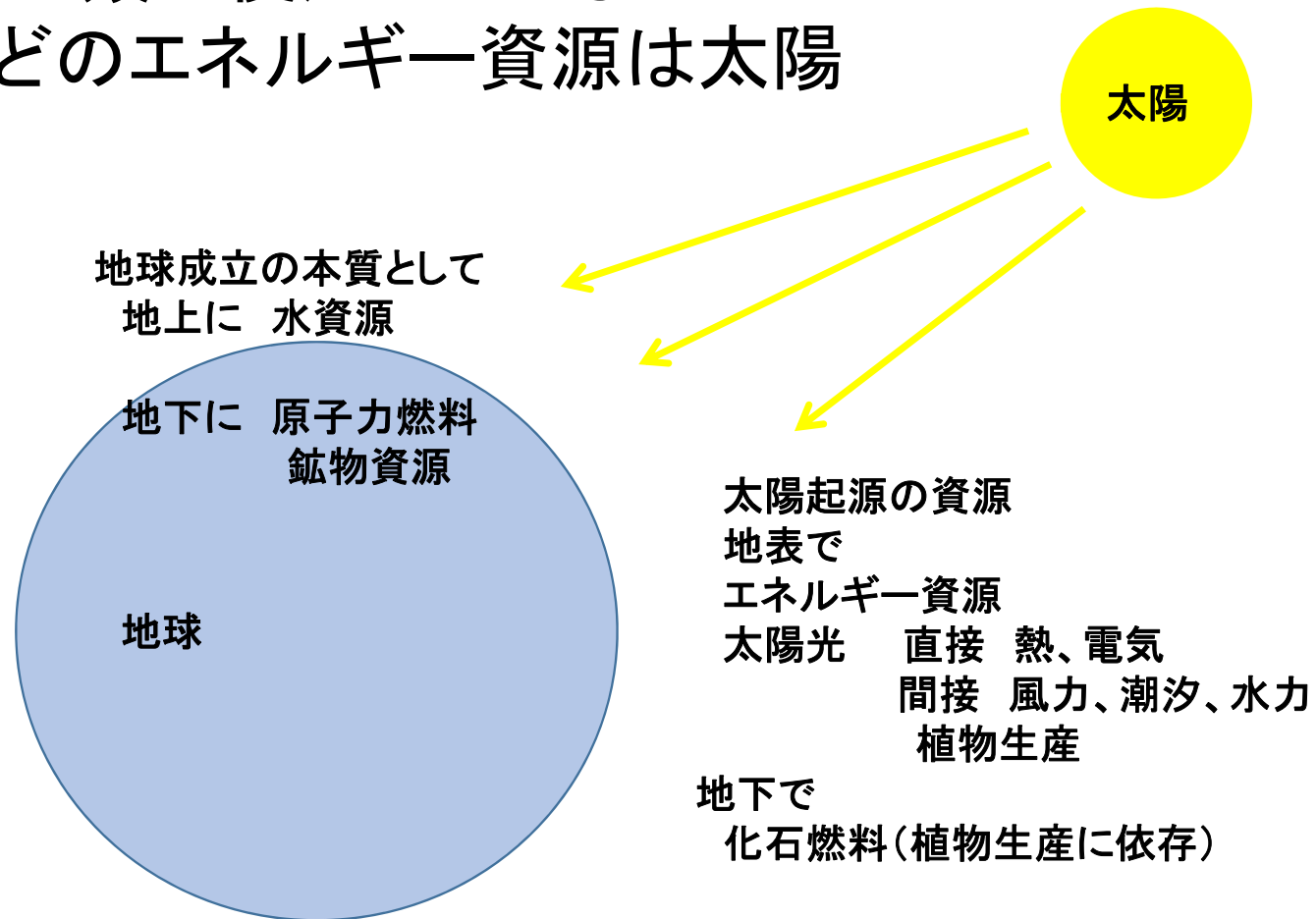


経済的に
満たされないと
環境改善へ
注意が向かない

今は気候変動など
より本質的な所に
目が向くように
なった

CO₂は化石
エネルギー使用時
の廃棄物である

人類が使用している ほとんどのエネルギー資源は太陽



銅鉱石の採掘風景 現在 銅鉱石中の 銅濃度は1%以下
1トンの銅に約100トンの鉱石が必要



この現場を見たら資源効率を高めることに反対する人はいない？
この後銅鉱石の破碎に大きな破碎機(ミル)が使用され
そのエネルギー消費量は膨大

循環型社会とは

気候変動への対応(温暖化防止)や
有害物質の拡散防止等
地球環境を保全しながら
持続可能な経済発展と遂げる社会

循環というキーワードを使うなら
自然循環と人工循環の調和

資源循環は環境にいいの？

本日のシンポジウムのお題



特に気候変動

SDGs

今、現在の評価のイメージ

INTERNATIONAL POLICY NEEDS A SCIENCE BASE

The international resource panel was created in 2007 as a **science-policy interface** in responding to economic growth, escalating use of natural resources and deteriorating environment and climate change.

Climate Change IPCC

Biodiversity Loss IPBES

Hazardous Substances Assessments under the Basel Convention

Ozone Depletion Montreal Protocol's Scientific Assessments

Resource Efficiency International Resource Panel IRP

UNEP

22

RE

持続可能な消費と生産のパターンを確保する



資源循環が直接
貢献すべき、
SDGsの項目

経済成長と持続可能な開発を達成するためには、私たちが商品や資源を生産、消費する方法を変えることで、エコロジカル・フットプリント(人間活動が環境に与える負荷を、資源の再生産および廃棄物の浄化に必要な面積として示した数値)を早急に削減することが必要です。全世界で最も多くの水が用いられているのは農業で、灌漑だけで人間が使用する淡水全体の70%近くを占めています。

私たちが共有する天然資源の効率的な管理と、有害廃棄物や汚染物の処理方法の改善は、この目標達成に向けた重要な課題です。産業や企業、消費者に廃棄物の発生防止と再利用を促すことも、同じく重要であるほか、開発途上国が2030年までに、より持続可能な消費パターンへと移行できるよう支援する必要があります。



資源循環が間接
的に貢献できる
SDGsの項目

気候変動とその影響に立ち向かうため、緊急対策を取ることができる？

CEは資源循環を真に環境負荷低減に資するためのマネージメントを推進

資源循環と低炭素化、エネルギー削減は両立するか？

○ 天然資源と都市鉱山

鉱石の採掘には膨大なエネルギー消費と環境負荷発生。

都市鉱山はその膨大な廃棄物とエネルギーを削減

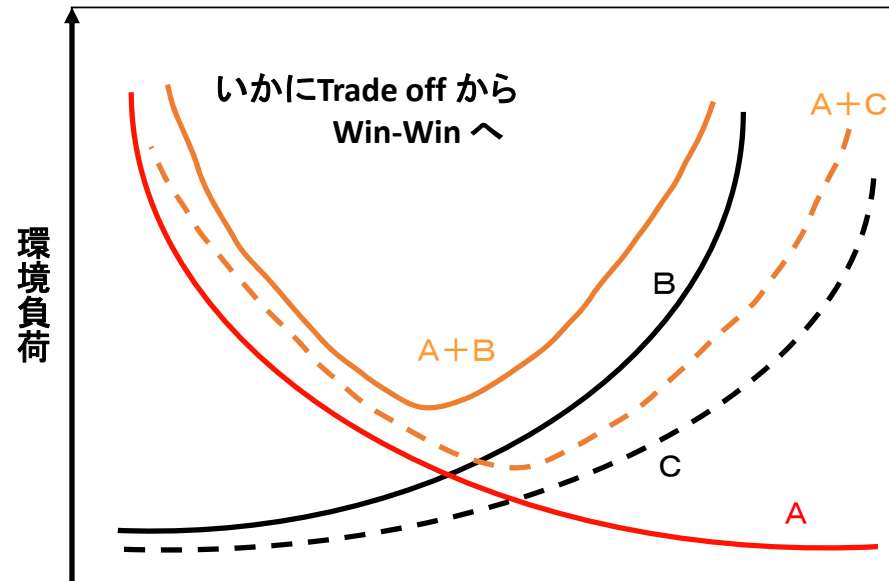
○ 再資源化による環境負荷の最適化

混合プラスチックをナフサまで油化するには膨大なエネルギーが必要で、環境負荷がかかる。

A 廃棄物発生による環境負荷

B 従来型エネルギー使用による環境負荷

C 再生可能エネルギー使用による環境負荷



資源循環に再生可能エネルギーが利用できれば、少なくとも低炭素化は実現

有効活用にはITが切り札

再生可能エネルギー

混合プラスチック
廃電子機器
(都市鉱山)

適正処理

燃料化

低位分別・リサイクル

高度分別・リサイクル

全量バージン品質

廃棄物安定化・資源循環のためのエネルギー

小

大

ナフサ(石油)
金、銀、銅PGM



どの企業も
ESG投資を意識し、
SDGsを大目標に置く

**Our ambition:
to make products
without taking
from the Earth.**

We've embarked on a bold mission to make products without taking from the Earth. Getting there requires focus and innovation in three key areas:

Climate change: We take responsibility for the emissions associated with our own operations, as well as the entire lifecycle of all our products and accessories.

Resources: We believe in conserving Earth's resources when operating our facilities and making our products.

Smarter chemistry: We believe that our products should be safe for anyone who assembles, uses, or recycles them.

Resources

Transition to sourcing only renewable or recycled materials for our products and packaging

100%

recycled aluminum enclosures in MacBook Air and Mac mini¹

100%

responsibly sourced wood fiber in all retail packaging²

14

priority materials for transitioning to 100% recycled or renewable content



Aluminum

To use 100 percent recycled aluminum, we had to invent a whole new kind. Standard recycled aluminum accumulates impurities each time it's recycled. So we engineered an alloy that can accommodate scrap sources of aluminum and delivers the same strength, durability, and flawless finish. We use sophisticated computational models to identify an alloy chemistry that can withstand a countless number of recycling loops. Our own products and processes are a valuable source of aluminum scrap for our custom alloy, including iPhone enclosures recovered by Daisy. In fall 2018, we introduced MacBook Air and Mac mini models with 100 percent recycled aluminum enclosures. And use of recycled materials helped cut the carbon footprint of each product nearly in half. In 2019, these efforts will allow us to avoid mining more than 900,000 metric tons of aluminum-bearing bauxite.



Cobalt¹⁷

We use cobalt primarily in batteries. A limited supply of recycled cobalt is available on the market for use in batteries like ours, not because recyclers lack the ability to recover cobalt, but because many recyclers don't have enough scrap sources, like batteries. So we set out to find new sources of scrap for our recyclers, starting with our own supply chain. We began sending iPhone batteries recovered from Daisy, Apple's iPhone disassembly robot, to our upstream recycler in Apple's battery supply chain. And after a successful pilot program, select battery and final assembly suppliers now send Apple's battery scrap to our recycler upstream. Recycled cobalt from both scrap sources is being recycled into the batteries of new Apple products—a true circular supply chain.



Copper

As a highly conductive metal, copper is used to make our printed circuit boards, cables, and connectors. We're engaging with our suppliers to investigate new methods to manufacture our printed circuit boards in a way that uses less copper. For the copper we do use, we are moving to recycled sources. We are currently certifying the recycled copper content in the printed circuit boards of select iPhone models and estimate that the recycled copper used for these products represents over 60,000 metric tons of mined ore. To increase our contribution to recycled material streams, Daisy now liberates seven different components from which copper can be recovered, including the main logic board and the camera. And we're directing these components to recyclers and smelters that can recover copper at high rates.

このようなHPは企業としてのメッセージであり、かつ大きな企業イメージの向上効果を持つ
SDGsの達成の言葉の上で
企業価値の向上を目指している

資源循環のアピール、SDGsに向けた
行動計画は経営戦略となる

内容

- はじめに
- サーキュラーエコノミー
- IT時代の循環ビジネスの変化
- まとめ



Brussels, 2.7.2014
COM(2014) 398 final

**COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN
PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL
COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS**

**Towards a circular economy:
A zero waste programme for Europe**

EU 循環経済のHPでの宣言

今回の発表はEUで循環経済政策を積極的に推し進めるとの宣言

この方向性で研究開発、投資を行い、雇用創生を進める。

EUには **a sustainable and environmentally-friendly business** を成長させることができる多くの要素がある。

省資源で効率よい製品の製造、2次原料使用の促進などから循環経済は雇用創生の大きく寄与する。

多くの国民の皆さんに理解していただき、国、企業間の連携をより一層進め、本政策を実行する。

循環経済政策の内容の概要

- **Funding of over €650 million (約800億円)** under Horizon 2020 and **€5.5 billion (約6500億円)** under the structural funds;
- **Actions to reduce food waste** 廃棄食料の削減並びに有効利用などに関する指標、ならびに技術開発 **by 2030**
- **できるだけ一つの市場で使えるようにする** **quality standards for secondary raw materials** の確立
- **エネルギー効率、修復性、耐久性、リサイクル性を維持するための** **Ecodesign working plan for 2015-2017** の確立
- **A revised Regulation on fertilisers**, 従来の肥料と有機肥料のバランスを考慮;
- **A strategy on plastics in the circular economy**, **リサイクル性、生分解性、有害物質の添加物の排除**、また海洋投棄の削減
- **水の再利用の促進 適材適水** (すべてをきれいに再生しなくても使える場所に対応して再生、雨水の直接利用なども含む)

Resource Efficiency and Circular Economy

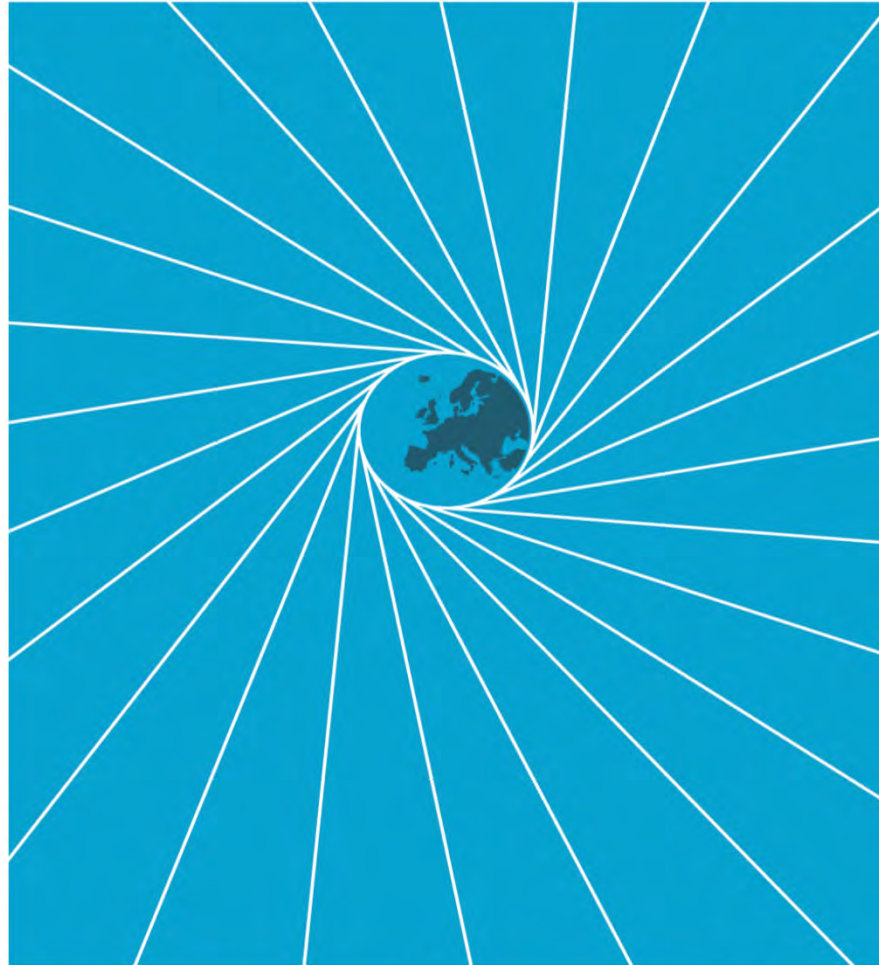
- Decoupling economic growth from resource use and environmental degradation and creating the 'space' for poor people to meet their basic needs will require producers to change design, production, processes and marketing activities. Consumers will also need to provide for environmental and social concerns – in addition to price, convenience and quality – in their consumption decisions.

UNEP leads it
Key word “Decoupling”
Too Conceptual?

- The circular economy represents a tremendous opportunity for Europe. With its system-wide perspective, the circular economy has the potential to help us make better decisions about resource use, design out waste, provide added value for business, and proceed along a secure route to society-wide prosperity and environmental sustainability for future generations. Most importantly, under the right rules, the circular economy can shift the economic mix to **increase the number of jobs at the same time.**

Business Driven?

GROWTH WITHIN:
A CIRCULAR ECONOMY
VISION FOR A
COMPETITIVE EUROPE



ELLEN MACARTHUR
FOUNDATION

SUN

McKinsey Center for
Business and Environment

Ellen MacArthor
Founder, Ellen MacArthor Foundation

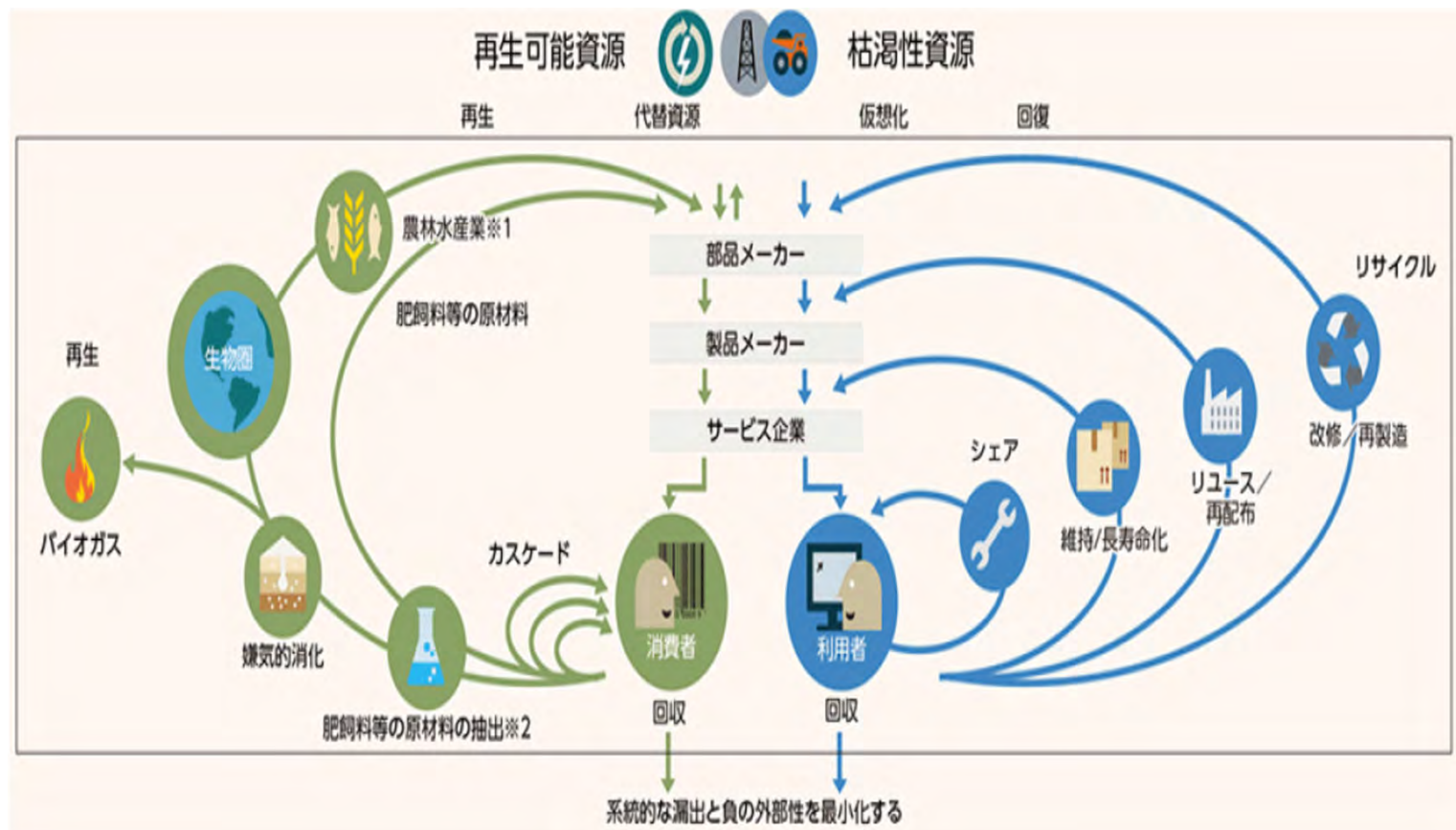
Dr.Klaus Zumwinket
Chairman, Deutsche Post Foundation

Dr.Martin R. Stuchtey
Director of the Mckinsey Center for
Business and Environment

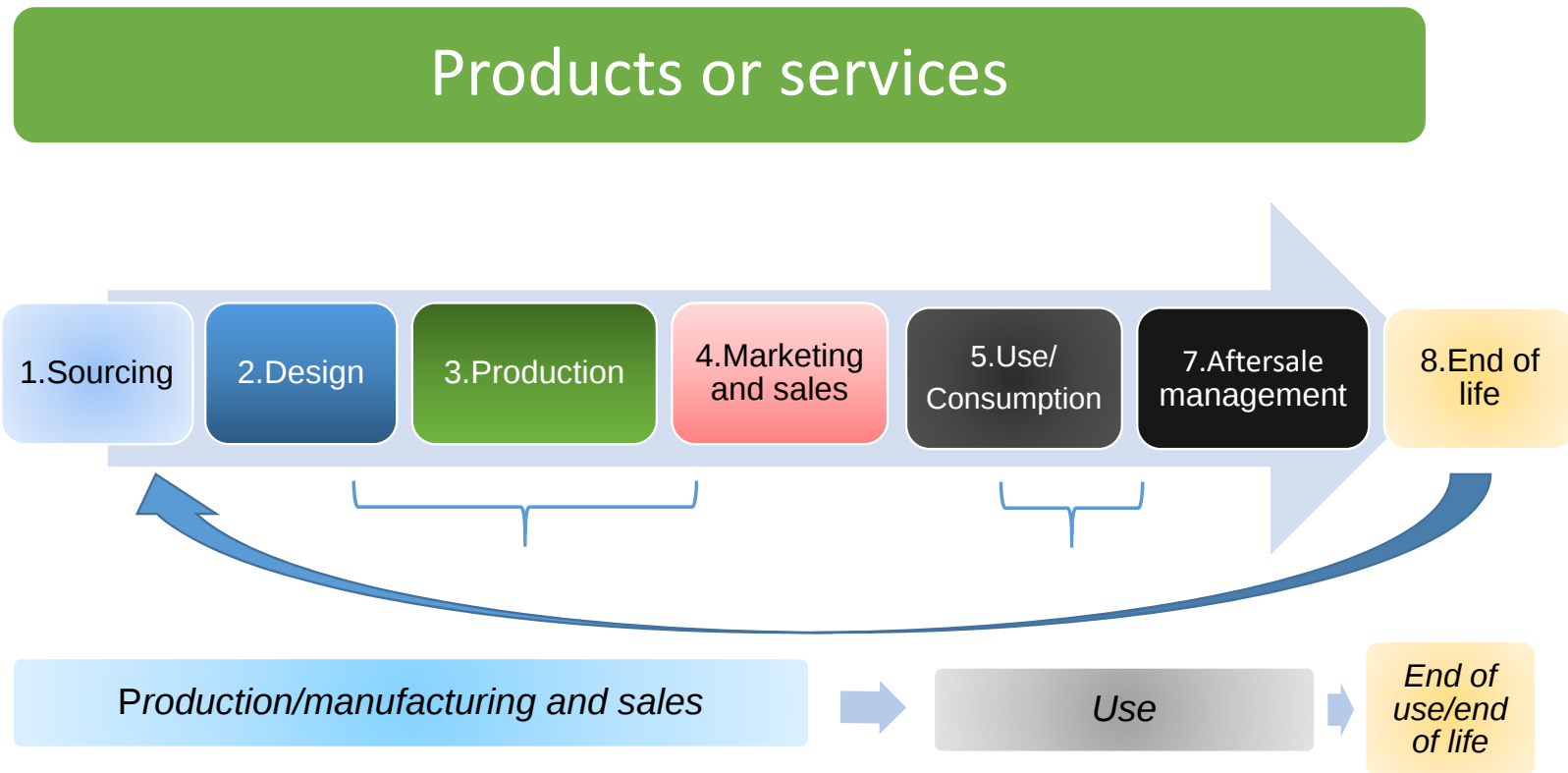
2015年 発表

同年に accenture が
Waste to Wealth を発表

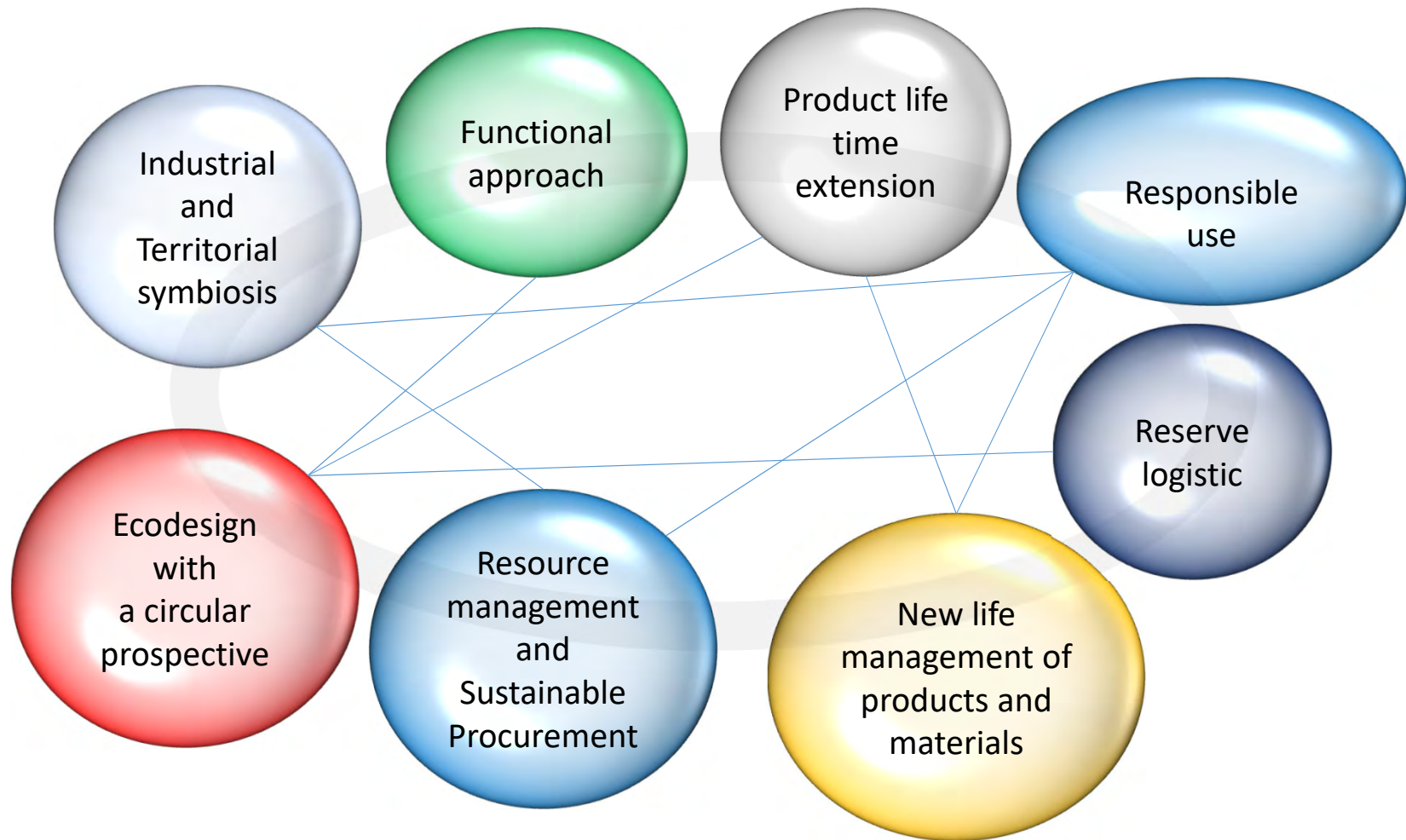
EUが示したサーキュラーエコノミーの概念図 (環境省修正)



Liner Economy System for productions



A Value Network of Actions of organizations (group organizations) for Circular Economy



リニア経済と循環経済の違い

- リニアでは基本使用してから不要物となってリサイクル
- 循環経済では 最後の不要物になるときからいかに途中で循環させるか、その循環中にいかに新たな価値を生み出すかを考慮して、あらかじめ製品を設計（エコデザイン）ならびにシステムを構築する
- 使用の際にシェアリング、サブスクリプション等の手法、ならびに最新のIoT、ブロックチェーン等の技術を入れて資源生産性最大の社会ならびにSDGsに貢献する

サーキュラーエコノミーの標準化

- フランスのAFNORから提案
- 経産省の質問に回答という形で日本の産業界は当然反対
- はっきりいって誰が何を対応していいか、進むと何が問題かなどの調査が行われていないので、回答できない
- 2019年 9月に賛成多数で可決
- 予想されたことであるが、提案国のフランスが議長となった
- 議長 Catherine Chevauche
(Suez, Goloval Key Account Manager Industry Markets)

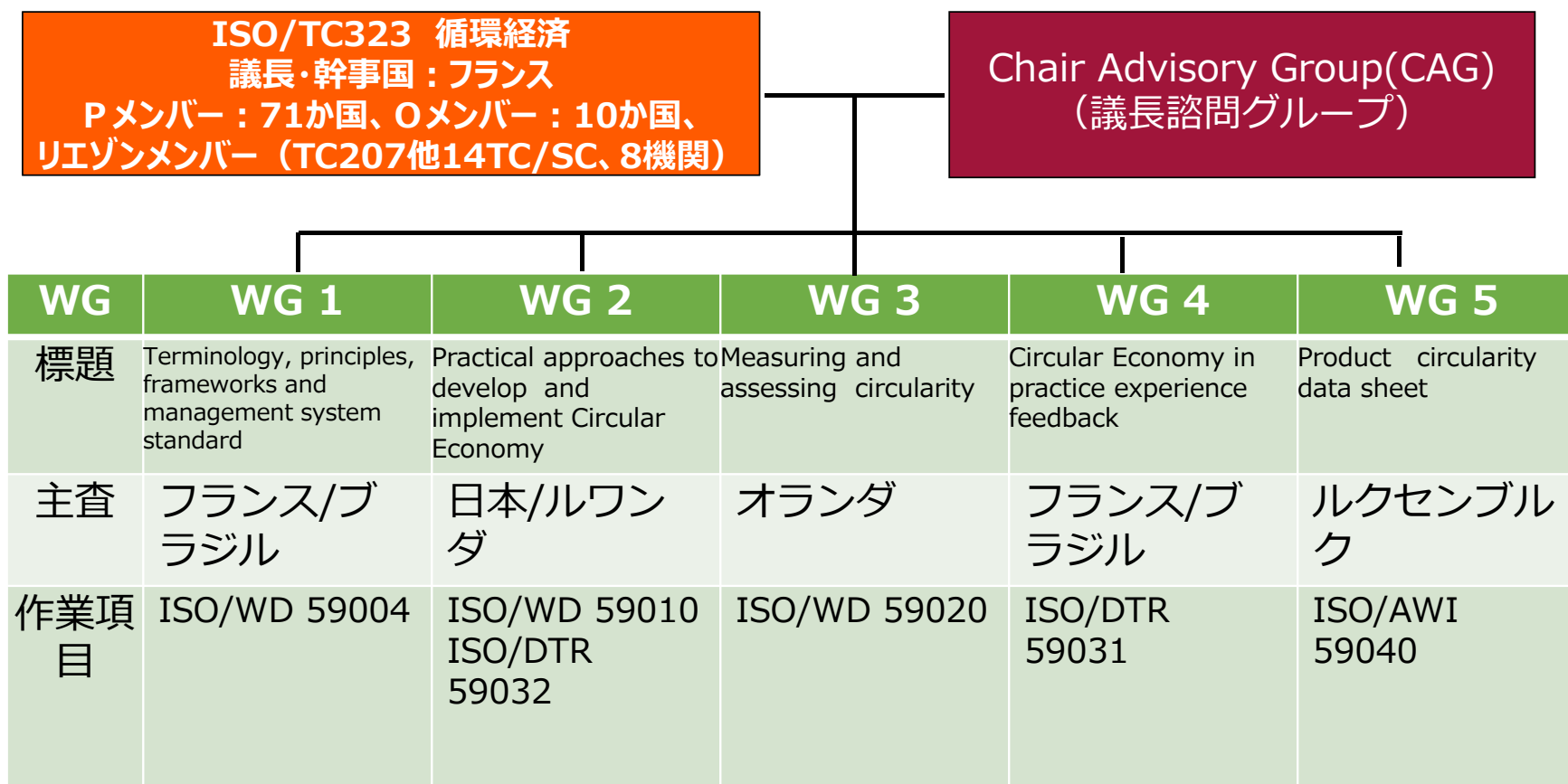
仏、英、独はISO内部では常に主導権を取りあう動きをする

これまでの展開と対応

- 基本CEのISO化が始めるので、経産省内にTC323準備委員会が発足 2019年1月31日
- 今回は、フランスのスエズがしかけた？
- 循環経済もどちらかというと静脈関係部分の標準化？
- 英国、ドイツは動脈も含めたすべての産業を巻き込んだCEのイメージ
- 我が国も組織作り 現在 経産省 資源循環経済課が環境省と協力して国内委員会発足 2019年5月10日に第1回
- 重要なポイントとしてChair Advisory Group (CAG) の設置とメンバー選出
- CAGメンバーは本来WGのコンビナーとその他投票で選出され決定
1年間AHGとして活動、その後投票で正式なWGに格上げ、AHGのアニメーターがコンビナーになった

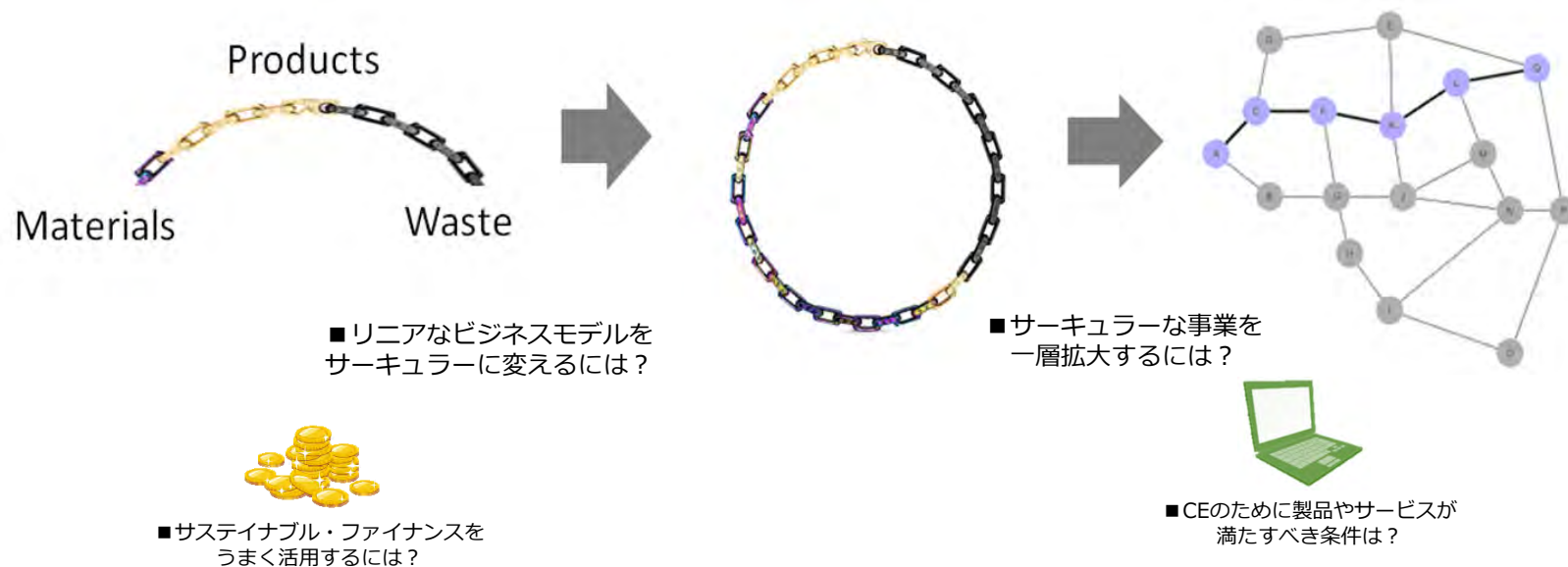
ISO/TC 323の構成

- ・ 議長・幹事国はフランス、傘下にCAGと5つのWG
- ・ 2020年5月に新業務項目提案3件が採択されて以来、計6件が開発中



WG 2 “Practical approaches to develop and implement circular economy”

- 日本主導
- CE事業を推進する企業実務者向けの実践的アプローチを提供
- 1社のみではなくネットワークとして取り組むのがカギ



WG 3 “Measuring and assessing circularity”

- CEの計測・評価
- 異なるレベルの評価の考え方があることを踏まえて議論
- 測る項目（インプット/アウトプット）の議論が進行中、いち早い意見発信が必要（熱回収、エネルギー回収等）

レベル	説明
地域 (Regional)	地理的領域（都市、国、国際機関等）
組織間 (Inter-organizational)	組織のグループ（業界間、企業間ネットワーク等）
Organization	個々の組織（企業、消費者等）
Product	単一の製品

(出所) The WBCSD ‘Circular Metrics, Landscape Analysis’ of May 2018を参考に作成

WG 4 “Circular Economy in practice: experience feedback”

- 特定の論点を分析、ケーススタディ・ベストプラクティスを提供
- 第1号文書では“Performance-based approaches”の事例を分析（機能経済、サービス経済、PaaS（Product as a service）等がキーワード）
- 日本からも事例群を紹介、1件採用の見込

事例：(株)クラダシ「KURADASHI」

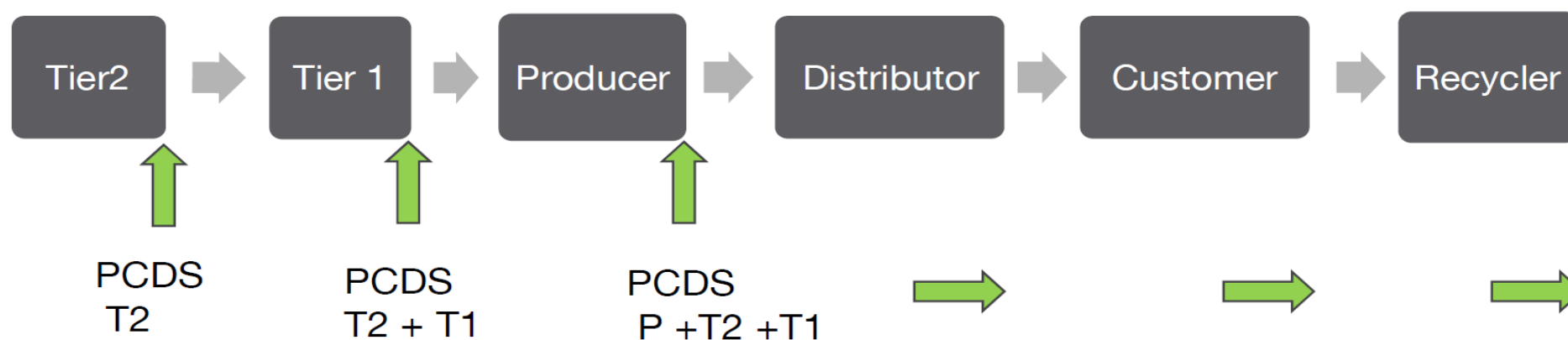
- 2015年2月からサイトを運営
- 会員数約23万人、協賛企業数約850社
- 2021年3月には500トン/月の食品ロスを削減
- 売上高の1~5%が環境保全や医療・福祉サービスの充実など、社会課題の解決に取り組む
- 団体への支援金となり、累計支援金は14団体で6,000万円に到達



（出所）「KURADASHI」運営：株式会社クラダシ(代表取締役社長：関藤 竜也)

WG 5 : PDCS (Product Circularity Data Sheet)

- 製品のサーキュラーエコノミーの側面に関する情報を報告・交換するための方法論と形式を提供する標準の開発を目指す
- ルクセンブルク国内で先行している取組

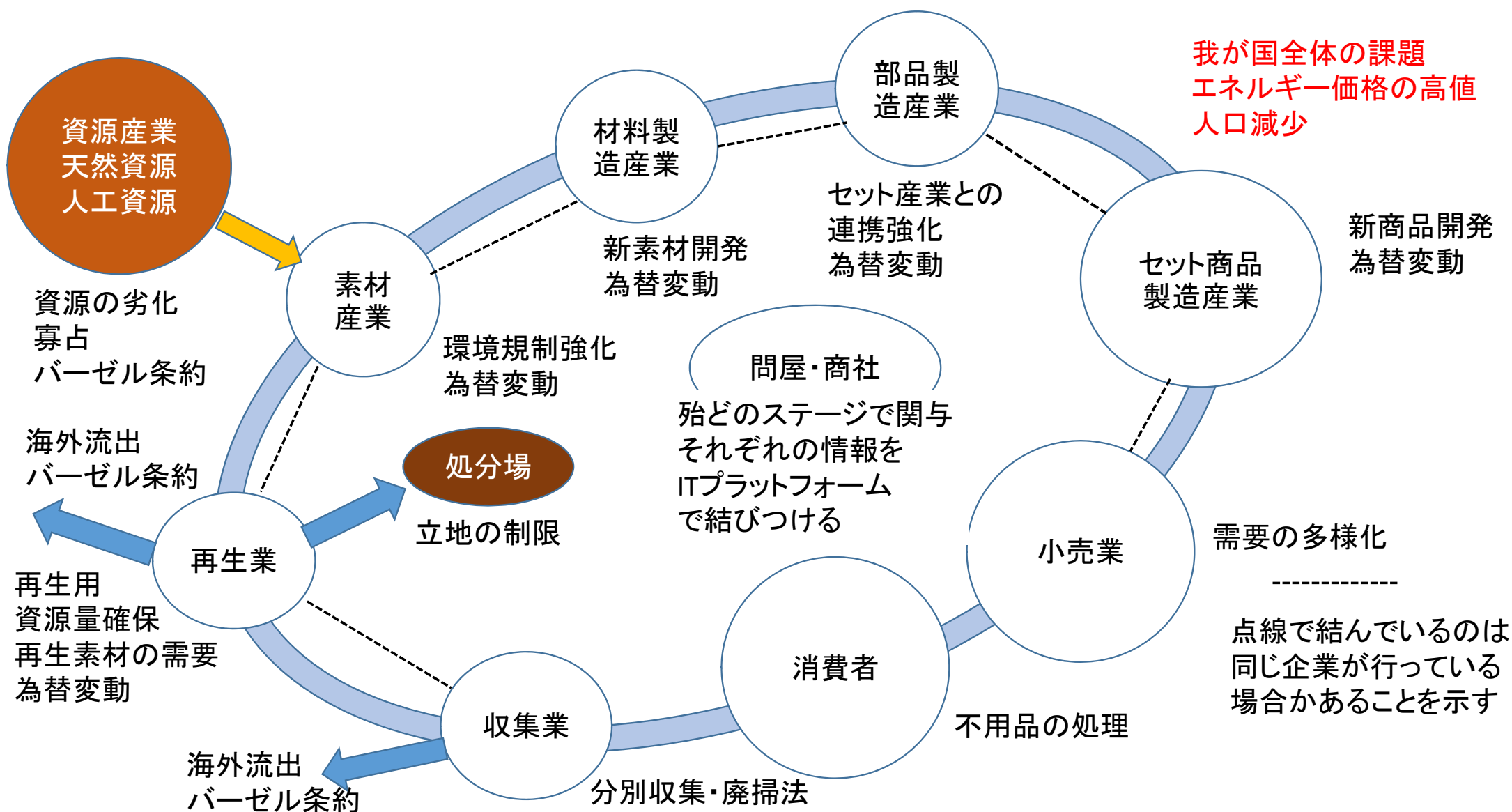


(出所)ルクセンブルク経済省 “Circularity Dataset Standardization”
(ホームページ : <https://pcds.lu/>)

内容

- はじめに
- サーキュラーエコノミー
- IT時代の循環ビジネスの変化
- まとめ

動静脈一体型産業構造の構築に関する課題整理



Internet of Things (IoT)の影響

- すべて？のものがインターネットにつながり情報が共有される？
- 便利になる？
- 新たな産業としての雇用を生じる？
- Big Dataと連携し、動脈産業側では大きな変化？
- ただ、どのように展開されるかはまだ明確ではない
- IoTの最初の適用は都市インフラ
- 特にサービス業の在り方が変わる
- **実は、このコンセプトは静脈産業に大きなインパクトがある**

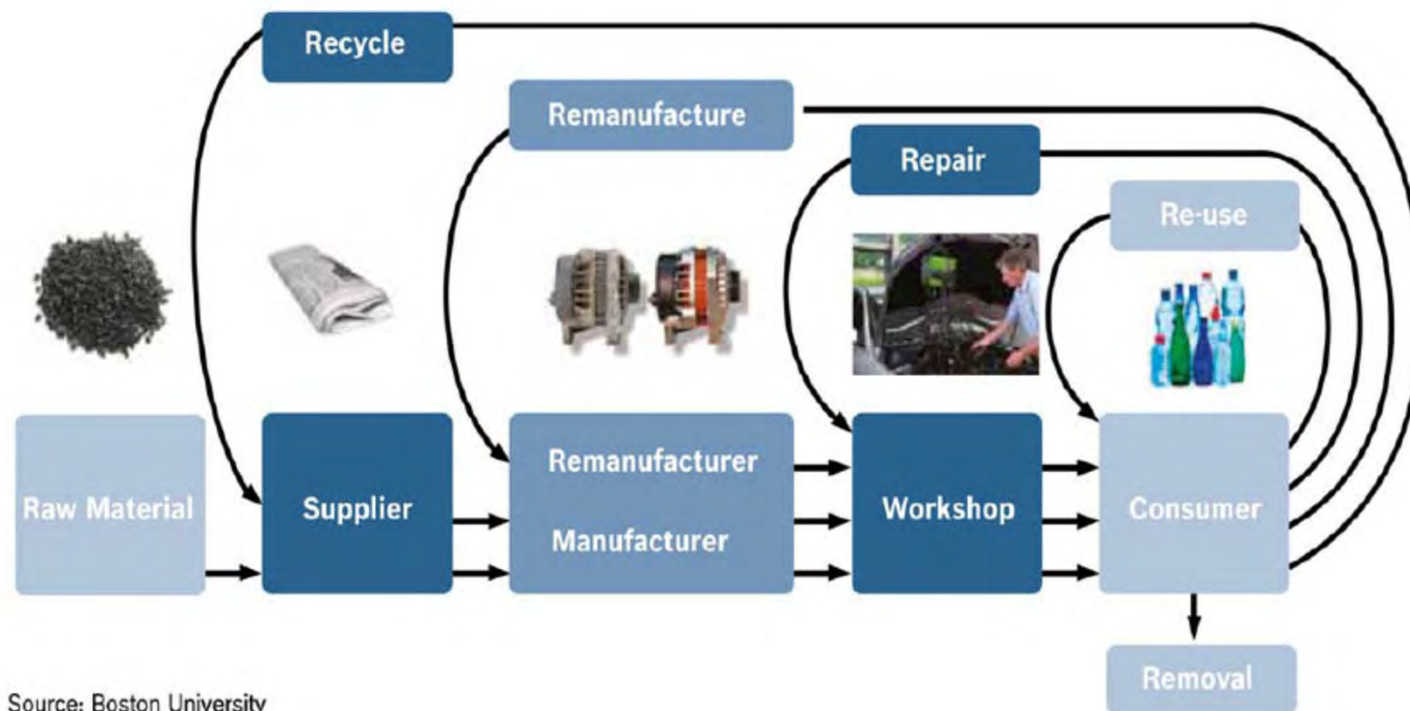
Closing the loop, a business enabling circular economy

Circular Economy Solutions GmbH

Peter Bartel Marketing / Engineering Director



Delimitation Remanufacturing vs. Recycling, Repair, Re-use



Source: Boston University

CoremanNet

► 4 Service Products

Reverse Logistics



Consulting



Core identification / evaluation



Accounting



Better solutions

Improve Product Efficiency

Electrolux will improve the energy and water performance of our appliances, raising the bar for product efficiency across the world.

Make better use of resources

Electrolux will make better use of resources by using more recycled materials, helping to build the market for recycling.

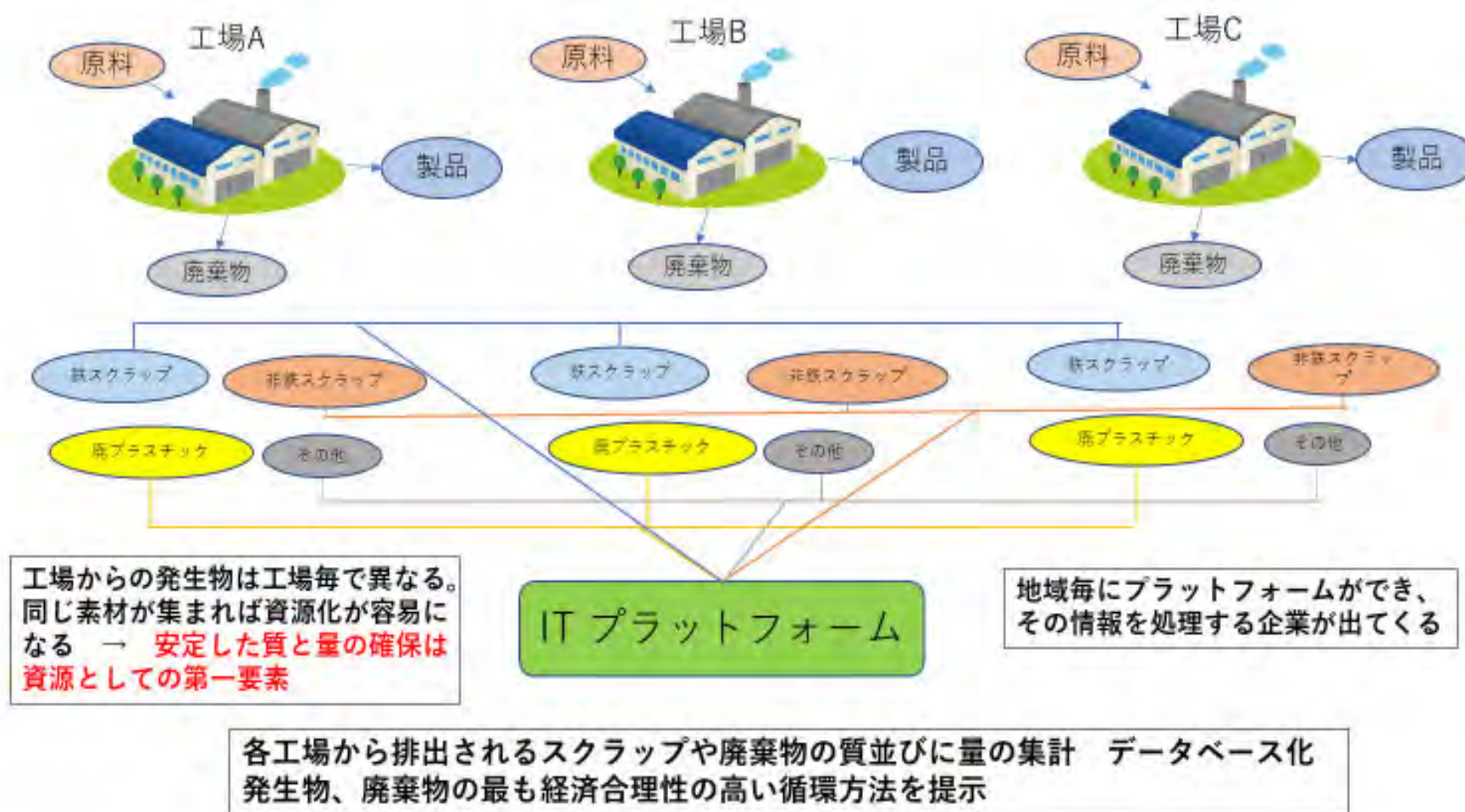
Eliminate Harmful Substances

Electrolux will protect people and the environment by managing chemicals carefully and continuing to replace those that cause concern.

IOTの促進による静脈物流の変化

- 多くの“もの、Things”に個人情報情報が埋め込まれる
- 情報端末以外の使用後の廃製品にも多くの個人情報情報が含まれる
- 個人情報情報の保護、廃棄の際の安心を求めるために廃棄のありかたが変わる 情報の完全管理下での廃棄が必要
- 廃家電の場合、家電リサイクル工場に入るまでの管理が重要、かつリサイクル工場か輸送段階かどちらかで個人情報情報の消去が必要になる
- 従来のような廃製品が出なくなり、パーツの状態では排出される割合が高くなる
- 同様のことが自動車でも行われるようになる

例 工場からの発生物の質と量の管理を行うプラットフォーム



内容

- はじめに
- サーキュラーエコノミー
- IT時代の循環ビジネスの変化
- まとめ

資源制約に対してのまとめ

- ・現在のところは、特に中国の資源爆食がほぼなくなったことにより、資源供給は安定している。コロナ収束を見越して資源高？が顕著になりつつある
資源の需給は常に変化しており、対応策が必要である。
- ・金属リサイクルの主流はやはりベースメタル
- ・希少元素リサイクルはマーケットが大きいので、社会システムの在り方が問題であり、技術は、社会システムと連携しながら進む。
- ・サーキュラーエコノミーを実現するために全体のサプライチェーンを考慮しながら、素材、材料メーカー、部品メーカー、最終セットメーカーの連携が重要である。
- ・なお、資源循環は単に資源効率の向上のみならず、環境負荷物質の削減にも大きな効果がある。プラスチックの循環使用が検討されているのはそちらの意味合いが強い

SDGsへの期待

- ・資源循環は、資源効率の向上、環境負荷物質の拡散防止として大きな貢献を行う

- ・近年の最大の課題である脱炭素社会構築にも効果的であるが、直接的な効果は限定的になる

- ・EUで検討されているRE、CEの推進には注目しておく必要であり、国としても対応を考えておくべき課題である

多くのプロジェクトが資源-材料開発-リサイクル込みをカバーする傾向がある。

例としてLiBに関して、資源開発から製造、リサイクルまでサプライチェーン全体をカバーしている