

2024年7月22日 国際P2Mセミナー

循環型経済(CE:サーキュラーエコノミー)とP2M  
ーCEの国際・国内政策動向ー

青山学院大学 \* 玉木 欽也, 薄上二郎, 高松 朋史, 中邨 良樹  
名古屋工業大学 荒川 雅裕  
埼玉大学 朴 英元  
玉川大学 木内 正光  
+国内外研究協力者

# 目次



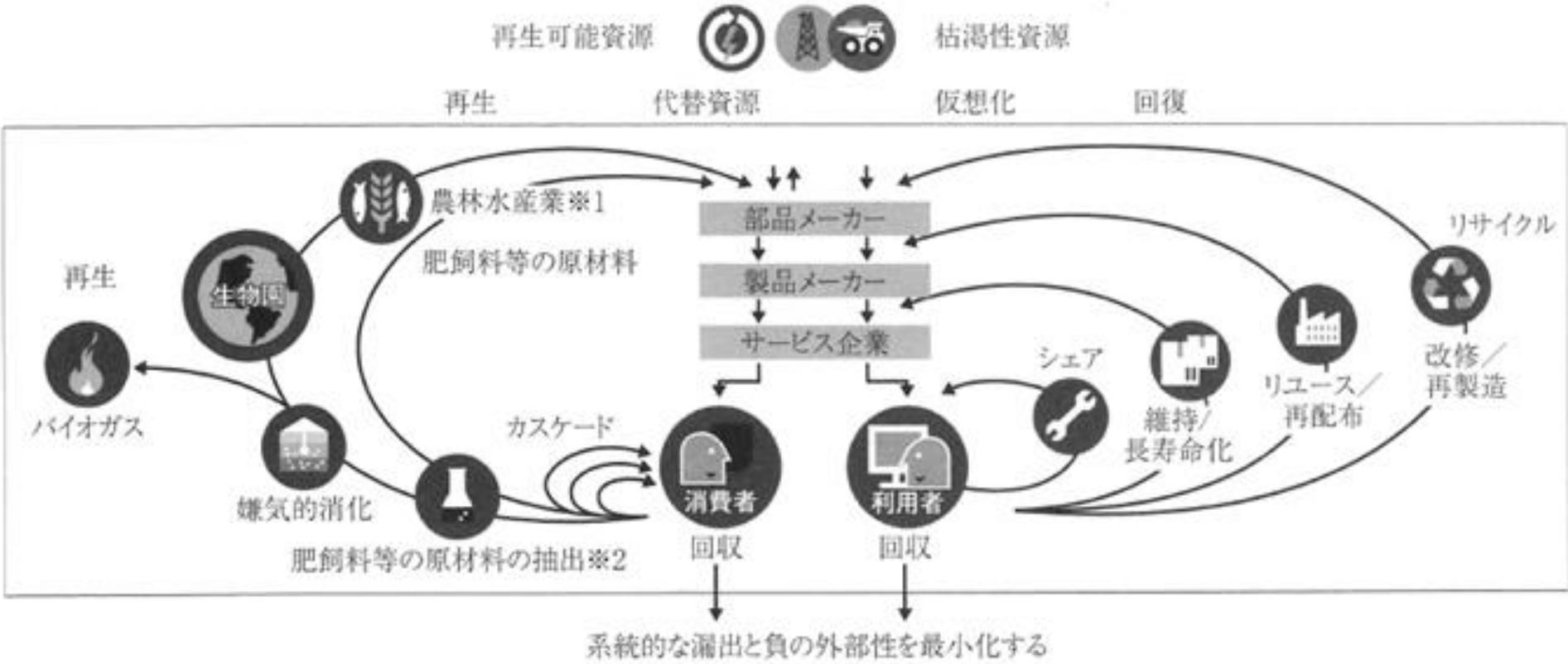
1. CEの概念／定義とSDGsとの関連性
2. EU委員会の主導によるCEの推進動向とCE国際標準規約
3. 日本のCE政策動向
4. 日本のCEに関連する法令
5. CEを推進する日本の団体
6. P2Mの研究組織：CE方法論とシステム技法およびCE政策動向調査  
科学研究費 基盤研究(B) (一般)
7. まとめ

# 1. エレン・マッカーサー財団に端を発するCEの概念

- 「原材料—製造—使用—廃棄」というサプライチェーン
  - ①リニアエコノミー、
  - ②リサイクルエコノミー(3R)へ、
  - ③さらにサーキュラーエコノミー(CE)へと進化
- 「サーキュラーエコノミーの3原則」
  - ①廃棄物と汚染を生まないデザイン（設計）を行う
  - ②製品と原料を使い続ける
  - ③自然システムを再生する
- エレン・マッカーサー財団に端を発する(CE: Circular Economy, 循環型経済)という考え方が欧州委員会に受け継がれ、
- ECを中心にCE政策として、廃棄物の削減および汚染を生み出さない製品サービスのデザインを目指す規則や法令案の枠組みづくり

# 図 サークュラーエコノミー・システム・ダイアグラム (バタフライ・ダイアグラム)

出所: Cradle to Cradle Products Innovation Institute: "CRADLE TO CRADLE CERTIFIED® VERSION 4.0, Product Standard", 2021



# CEの定義およびSDGsの関連性（1）

- 「SDGs目標12 持続可能な生産消費形態を確保する」
- 「ターゲット12.3 フードロス削減」,
- 「[ターゲット12.5 廃棄物削減](#)」
  
- 欧州連合(EU)は、[CEの定義](#)：
  - 「資源の枯渇や価格変動から企業を守り、新たなビジネスチャンスと革新的で効率的な生産方法および消費スタイルを生み出すことで、新たな競争力を高める経済政策である（以下、「[CE政策](#)」と呼ぶ）」.
  - この「CE政策」の骨子として、循環可能性が高い製品分野を特定して、廃棄物の削減および汚染を生み出さない製品サービスのデザインを目指す具体的な規則や法令案の枠組みづくりをしていくことを目指している.

## 2. 欧州／EU委員会の主導によるサーキュラーエコノミー(CE)の推進経緯

年代	推進項目	内容
1990～2000年初頭	「Cradle-to-Cradle」のコンセプト発展	<ul style="list-style-type: none"><li>■ ドイツのブラウンガート氏、米国のマクダナー氏、ドイツの環境保護機関(EPEA)の科学者により、「Cradle-to-Cradle」のコンセプト発展</li><li>■ 「Cradle-to-Cradle」の閉じられたループ内で循環し続ける仕組みの構築を提案</li></ul>
2000年代	資源効率化に向けた方向性の追求	<ul style="list-style-type: none"><li>■ EU委員会は「Thematic Strategy on the Sustainable Use of Natural Resource (2005年)」の発行を通じ、資源利用による環境への影響削減・資源効率化に向けた方向性を模索</li></ul>
2011年	「資源効率的な欧州」に向けたブループリントの提示	<ul style="list-style-type: none"><li>■ 「欧州2020資源効率的な欧州(A Resource Efficient Europe – Flagship Initiative of the Europe 2020 Strategy (COM(2011)21 ]を発行</li><li>■ 「資源効率的な欧州に向けたロードマップ(Roadmap to a Resource Efficient Europe (COM(2011)571 ]を発行</li><li>■ 持続可能な開発に関するEU戦略に基づき、資源効率的に向けた取り組み、低炭素経済へ向けた政策方向性を提示</li></ul>

年代	推進項目	内容
2010年	Ellen MacArthur Foundationの設立	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ リニア型経済から「サーキュラーエコノミーへの移行を加速させる」というビジョンのもとで、元セーリング選手のエレン・マッカーサーが設立</li> <li>■ 2012年に循環型経済に関する第一次報告書を発表</li> </ul>
2015年	EU委員会「CE行動計画：政策・ルール整備」	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ EU委員会は、EUにおける行動計画「Closing the Loop – An EU Action Plan for the Circular Economy (COM 2015/0614) (2015年)」をCEパッケージとして発表(主要項目抜粋)： <ul style="list-style-type: none"> <li>・2035年までに加盟国全体で一般廃棄物のリサイクルを65%、ゴミの埋立て比率を最大10%に抑制する行動計画</li> <li>・廃棄物法令の改正やエコデザイン関連法令を整備する表明</li> <li>・優先分野：プラスチック、食品廃棄物、建設と解体、バイオマスとバイオマスベース製品)</li> <li>・経済効果を提示</li> </ul> </li> </ul>
2020年	EU委員会「行動計画新」	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ EU委員会は、「よりクリーンで競争力のあるヨーロッパのための<b>新しい循環型経済行動計画</b>(A New Circular Economy Action Plan for a Cleaner and More Competitive Europe) ]を発表(主要項目抜粋) <ul style="list-style-type: none"> <li>・気候中立性を目指すEUのロードマップ「<b>欧州グリーンディール</b>」の中核と位置づけ</li> <li>・設計と製造から消費、修理、再利用、リサイクル、経済への資源の持ち帰りまで、製品ライフサイクル全体に対する取組み</li> <li>・経済成長をしながら、EUの消費フットプリントを削減し、今後10年間でEUの循環材料使用率を2倍にする企図</li> <li>・製品のさらなる耐久性、再利用や修理、リサイクルの容易性、可能な限りリサイクルされた材料を使用した製品などの「持続可能な製品」およびその取扱いに関する法令を整備(予定)</li> </ul> </li> </ul>

# CE International Standards /TC 323

ISO 59 004 – Circular Economy – Terminology, Principles and Guidance for implementation

ISO 59 010

Circular Economy – Guidance on  
business models and value  
networks

ISO 59 020

Circular Economy – Measuring  
and assessing circularity

ISO 59 040

Circular Economy – Product  
Circularity Data Sheet

ISO 59 014

Environmental management  
and circular economy –  
Principles, sustainability and  
traceability requirements of  
secondary materials' recovery

ISO TR 59 031 – Circular Economy – Performance-based approaches

ISO TR 59 032 – Circular Economy – Review of business model implementation

**International standards** related to circular economy are still under development by ISO/TC (Technical Committee) 323 Secretariat. The ISO 59000 series of documents (**Figure**) are designed to deepen the understanding of the circular economy and to support its implementation and measurement.

1. **ISO/CD 59004 - Circular Economy – Terminology, Principles and Guidance for Implementation**
2. **ISO/CD 59010 - Circular Economy — Guidance on the Transition of Business Models and Value Networks**
3. **ISO/CD 59020 - Circular Economy — Measuring and Assessing Circularity**
4. **ISO/CD TR 59031 - Circular Economy – Performance-Based Approach – Analysis of Cases Studies**
5. **ISO/CD TR 59032 - Circular Economy – Review of Business Model Implementation**
6. **ISO/WD 59040 - Circular Economy – Product Circularity Data Sheet**

- EUは具体的な数値目標・効果試算を示しながら、**7つの重点分野を特定し、規制（法令整備）と支援（多額の資金支援）の両輪**で環境整備を検討・実施。
- 他方、日本は「環境活動としての3R」から「経済活動としての循環経済」への転換を打ち出すこととどまっており、**具体的かつ野心的な数値目標に基づく政策の具体化**が必要。

・2024年 持続可能な製品のためのエコデザイン (ESPR)

・2027年 デジタル・プロダクト・パスポート(DDP) 予想

**EU**      サークュラーエコミーパッケージ (2015年)

**1) 廃棄物法令の改正案 (2030年目標を設定)**

- 一般廃棄物の65%、包装廃棄物の75%を再利用又はリサイクル 等

**2) 資金支援**

- 研究開発・イノベーション促進プログラムから6.5億ユーロ
- 廃棄物管理のための構造基金から55億ユーロ 等

**3) 経済効果**

- 欧州企業で6,000億ユーロ節約、58万人の雇用創出

**サーキュラーエコミーアクションプラン (2020年)**

**1) 持続可能な製品政策枠組み**

- **エコデザイン指令の対象拡充**  
⇒ 非エネルギー関連製品・サービスまで
- 「**持続可能性原則**」の策定
- **製品情報のデジタル化** / データベース構築
- 早期陳腐化の防止 / **修理を受ける権利**の担保 等

**2) 重点分野**

- ①電子機器・ICT機器、②バッテリー・車両、③包装、④プラスチック、⑤繊維、⑥建設・ビル、⑦食品・水・栄養

**日本**      循環経済ビジョン2020 (2020年)

**1) 目指すべき方向性**

- 環境活動としての3R ⇒ **経済活動としての循環経済** への転換

**2) 動脈産業・静脈産業**

- **循環性の高いビジネスモデル**への転換
- 循環経済の実現に向けた**自主的取組**の促進

**3) 投資家・消費者**

- 短期的な収益に顧れない**企業価値の適正な評価**
- 廃棄物等の排出の極小化など**消費行動・ライフスタイルの転換**

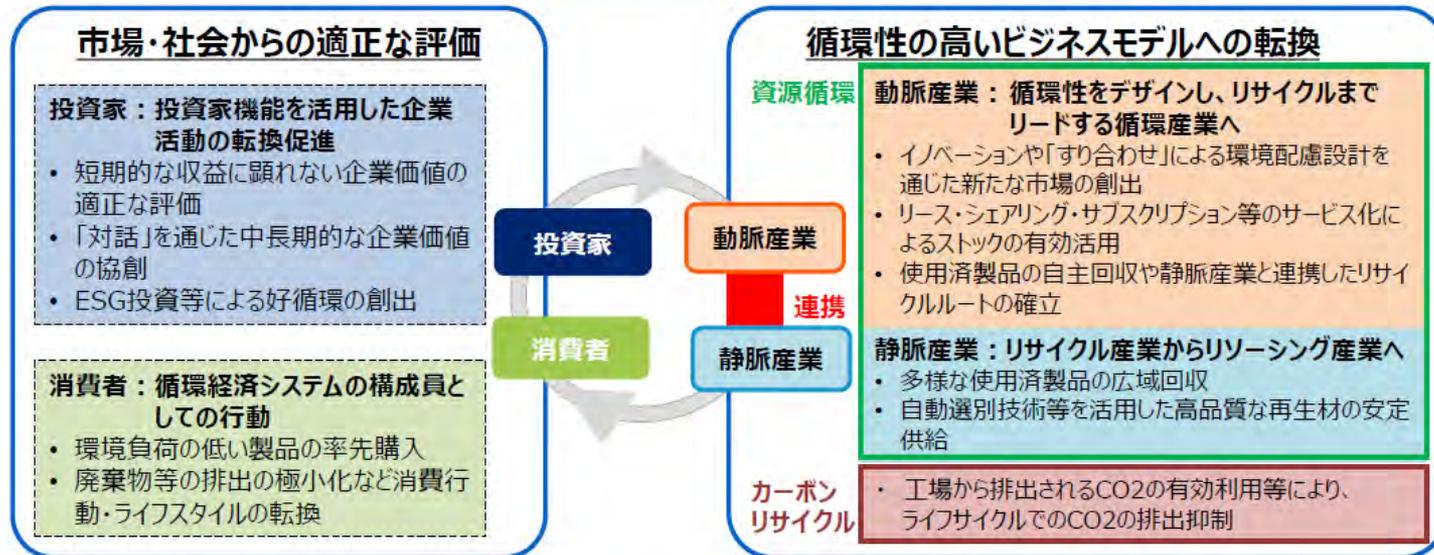
**3) レジリエントな循環システム**

- 国内リサイクル先の質的・量的確保
- 国際資源循環・国際展開 等

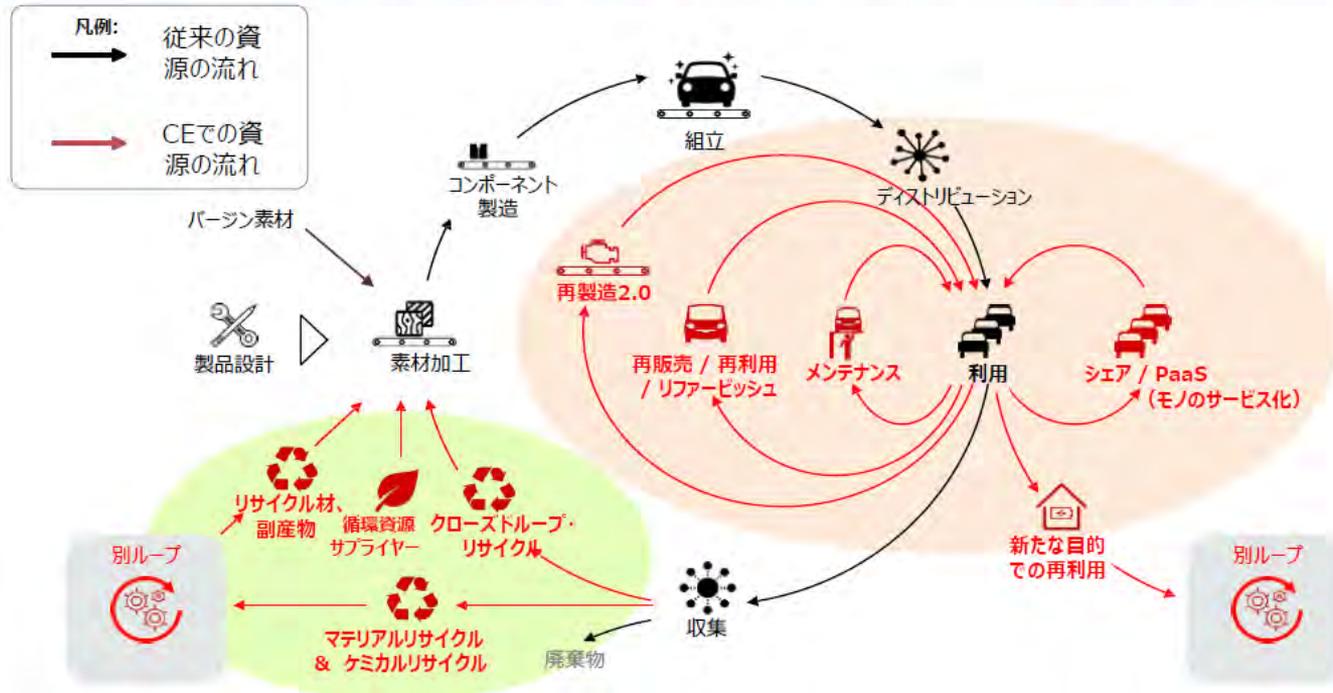
第1弾パッケージ (2022年3月30日発表)	第2弾パッケージ (2022年内発表予定)
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 持続可能な製品エコデザイン規則案</li> <li>✓ 現行エコデザイン指令の下での2022-2024年作業計画</li> <li>✓ 移行における消費者保護強化</li> <li>✓ 持続可能で循環型の繊維戦略</li> <li>✓ 建設資材規則の改定案</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ バイオベース、生分解性、堆肥可能プラスチックに関する政策枠組み</li> <li>✓ 包装・包装廃棄物指令の見直し</li> <li>✓ 都市排水処理指令の見直し</li> <li>✓ 環境主張の立証に関する規則提案</li> </ul>

- **地球環境のサステナビリティを損なう活動が、事業継続上の重大なリスク要因と認識されつつある。**
- そのため、欧州をはじめとして様々な国が**サーキュラーエコノミーへの転換を政策的に推進**。また、**ISO/TC323において、サーキュラーエコノミーの標準化に向けた動きも加速**しており、**循環型の経済活動が適切に評価され、付加価値を生む市場が生まれつつある。**

⇒ 循環性の高いビジネスモデルへの転換は、事業活動のサステナビリティを高め、中長期的な競争力の確保にもつながるもの。あらゆる産業が、廃棄物・環境対策としての3Rの延長ではなく、「経済と環境の好循環」に繋がる新たなビジネスチャンスと捉え、経営戦略・事業戦略として、ビジネスモデルの転換を図ることが重要。



- **線形経済**：大量生産・大量消費・大量廃棄の一方通行※の経済  
※調達、生産、消費、廃棄といった流れが一方の経済システム 'take-make-consume-throw away' pattern
- **循環経済**：あらゆる段階で資源の効率的・循環的な利用を図りつつ、  
ストックを有効活用しながら、サービス化等を通じ、付加価値の最大化を図る経済



- 現在は、リニアエコノミー（線形経済）とサーキュラーエコノミー（循環経済）のターニングポイント（転換点）であり、コストに見合うリターンが得られるのか、不確実性が非常に高い状況。
- そのため、『**制度・ルール**』、『**コスト・投資**』、『**消費者・普及啓発**』、『**ビジネスモデル・技術**』といったサーキュラーエコノミー実現に向けた課題を整理。

	制度・ルール			コスト・投資		消費者・普及啓発	ビジネスモデル・技術			
	法令整備	ルール形成（マスマンズ法など市場ルール）	海外規制	コストアップや費用負担	CEビジネスへの投資	環境ブランディング（消費者、環境価値）	アライアンス・ビジネスモデル	情報連携システム・データ活用（DX）	リサイクル技術開発（品質向上）	環境配慮設計・代替素材
横断/基盤/外部環境（共通）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 動静脈間でのルール調和</li> <li>・ 官によるルールメイク</li> <li>・ CEの定義の明確化</li> <li>・ 資源循環にかかるCO2排出量算定・表示に関するルールの整備</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 将来像の提示</li> <li>・ 投資や助成を受けるための評価の仕組み、情報開示への意識向上</li> <li>・ 人材育成</li> <li>・ 気候変動や生物多様性とCEの関係整理</li> <li>・ コスト負担の考え方の整理、インセンティブ</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 企業や製品の評価やブランド化</li> <li>・ CEや資源循環の意義共有</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ビジネスモデルのインキュベーション、確立</li> <li>・ 関係者間の連携推進</li> <li>・ DX（データ共有や利活用）の推進</li> <li>・ 再生材市場の整備</li> </ul>			
設計・生産・流通・利用（動脈）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 環境配慮設計の促進策</li> <li>・ 関連法制度との関係性の整理</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 再生材や代替材のコスト負担をいかに求めるか</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 製品・サービスの環境価値をどのように訴求するか</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 生産工程や技術開発における取組</li> <li>・ 環境配慮設計</li> <li>・ 再生材の活用</li> </ul>			
回収・リサイクル（静脈）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 分別回収・リサイクルの仕組みの変更、構築</li> <li>・ 再生品の基準・ルールの整備</li> <li>・ 国際ルールとの調和や簡素化（国際資源循環）</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 特に「回収」のコスト負担</li> <li>・ 回収スキーム構築に向けたインセンティブ</li> <li>・ 静脈産業の強化・育成（設備、人材、技術）</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 分別への消費者意識の機運醸成</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 効率的な回収スキーム構築、連携先の確保</li> <li>・ リサイクル技術の開発、再生材の品質向上</li> <li>・ 設計や回収・選別と組み合わせたリサイクルの高度化</li> </ul>			

# 2023年3月31日 経済産業省 『成長志向型の資源自律経済戦略』

- ・ <https://www.meti.go.jp/press/2022/03/20230331010/20230331010.html>
- ・ 経済産業省は、2023年3月31日に、「成長志向型の資源自律経済戦略」を策定
- ①産官学CEパートナーシップを今夏(6から7月頃)に立ち上げ
- ②動静脈連携の加速に向けた制度整備の検討を今夏(6から7月頃)から開始

## 2. 成長志向型の資源自律経済戦略の概要

- ①成長志向型の資源自律経済の確立に向けた問題意識
  - ・ 資源制約・リスク: 資源枯渇、調達リスク増大
  - ・ 環境制約・リスク: 廃棄物処理の困難性、カーボンニュートラル実現への対応の必要性
  - ・ 成長機会: 経済活動への影響
- ②サーキュラーエコノミーへの非連続なトランジション: リニアエコノミー VS CE
  - ・ 新しい成長
  - ・ 関連市場規模: 世界全体では2030年4.5兆ドル、2050年25兆ドル、日本国内では2020年50兆円、2030年80兆円、2050年120兆円

# 『成長志向型の資源自律経済戦略』(2)

## ③成長志向型の資源自律経済の確立に向けた総合パッケージ

### 1) 競争環境整備(規制・ルール)

- ・ 4R(3R+Renewable)政策の深掘り
- ・ リコマース(Re-commerce)市場の整備
- ・ 海外との連携強化

### 2) サーキュラーエコノミー・ツールキット(政策支援:GX先行投資支援策「資源循環分野において、今後10年間で約2兆円以上の投資」)

- ・ サーキュラーエコノミー投資支援
- ・ DX化支援
- ・ 標準化支援
- ・ スタートアップ・ベンチャー支援

# 『成長志向型の資源自律経済戦略』(3)

- 3) サーキュラーエコノミー・パートナーシップの立ち上げ(産官学連携)
  - ・ ビジョン・ロードマップ策定
  - ・ 協調領域の課題解決
  - ・ サーキュラーエコノミーのブランディング

・ 経済産業省アーキテクチャ政策 Ouranos Ecosystem (ウラノス・エコシステム)  Aoyama Gakuin Human Innovation Consulting Inc.

・ [https://www.meti.go.jp/policy/mono\\_info\\_service/digital\\_architecture/ouranos.html](https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/digital_architecture/ouranos.html)

・ 経済産業省では、関係省庁や独立行政法人情報処理推進機構（IPA）のデジタルアーキテクチャ・デザインセンター（DADC）、国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）とともに、運用及び管理を行う者が異なる複数の情報処理システムの連携の仕組みに関して、アーキテクチャの設計、研究開発・実証、社会実装・普及の取組を進めておりま

自前で全てのシステムを作るのではなく、各プラットフォームを組み合わせて利用する。

サイバー空間  
経済活動

金流  
商流

物流  
人流  
物理空間



※ SC: サプライチェーン  
GIS: 地理情報システム

# 4.日本のCEに関連する法令

## 資源基本法

- ①廃棄物の発生抑制
- ②再利用(リユース:循環資源をそのまま繰り返し使うこと)
- ③再生利用(マテリアルリササイクル:循環資源を原材料として利用すること)
- ④熱回収(サーマルサイクル)
- ⑤適正処分

廃棄物処理法／資源有効利用促進法

グリーン購入法

各種のリサイクル法(自動車、電気、食品など)

再商品化・再資源化

発生抑制



# 第六次環境基本計画の基本的考え方・構成【第1部】

環境危機（「地球沸騰化」等）、様々な経済・社会的課題への対処の必要性

目的

「環境保全」を通じた、「現在及び将来の国民一人一人の生活の質、幸福度、ウェルビーイング、経済厚生の上昇」、「人類の福祉への貢献」

「循環共生型社会」（環境収容力を守り環境の質を上げることによって成長・発展できる文明）

ビジョン

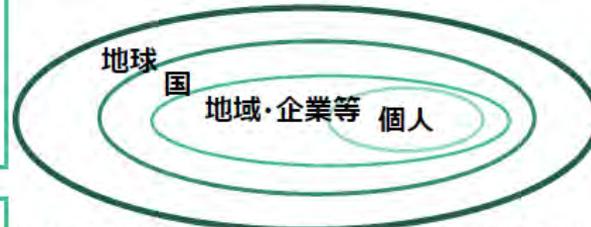
【循環】（≒科学）

- 炭素等の元素レベルを含む自然界の健全な物質循環の確保
- 地下資源依存から「地上資源基調」へ
- 環境負荷の総量を削減し、更に良好な環境を創出

【共生】（≒哲学）

- 我が国の伝統的自然観に基づき、人類が生態系の健全な一員に
- 人と地球の健康の一体化（プラネタリー・ヘルス）
- 一人一人の意識・取組と、地域・企業等の取組、国全体の経済社会の在り方、地球全体の未来が、同心円

【同心円のイメージ】



※地域・企業等には、地方公共団体、地域コミュニティ、企業、NPO・NGO等の団体を含む

方針

将来にわたって「ウェルビーイング/高い生活の質」（市場的価値＋非市場的価値）をもたらす「新たな成長」：「変え方を変える」6つの視点（①ストック、②長期的視点、③本質的ニーズ、④無形資産・心の豊かさ、⑤コミュニティ・包摂性、⑥自立・分散の重視）の提示

- ストックである自然資本（環境）を維持・回復・充実させることが「新たな成長」の基盤
- 無形資産である「環境価値」の活用による経済全体の高付加価値化等

【政府・市場・国民の共進化】



政策展開

- 科学に基づく取組のスピードとスケールの確保（「勝負の2030年」へも対応）
- ネット・ゼロ、循環経済、ネイチャーポジティブ等の施策の統合・シナジー
- 政府、市場、国民（市民社会・地域コミュニティ）の共進化
- 「地域循環共生圏」の構築による「新たな成長」の実践・実装

※こうした基本的な方向性を踏まえ、6分野（経済システム、国土、地域、暮らし、科学技術・イノベーション、国際）にわたる重点戦略、個別環境政策の重点、環境保全施策の体系等を記述。

## 計画の効果的実施

### 6つの重点戦略【第2部】

(経済システム、国土、地域、暮らし、科学技術・イノベーション、国際)



#### ○気候変動対策

3年ごとの地球温暖化対策計画の見直しの検討

#### ○循環型社会の形成

令和6年夏までに、第五次循環型社会形成推進基本計画を策定し、循環経済への移行を加速化

#### ○生物多様性の確保・自然共生

生物多様性国家戦略2023-2030に掲げられた五つの基本戦略にのっとり、各種施策を進展。  
2030年までに、生物多様性の損失を止め、反転させる『ネイチャーポジティブ』を実現

#### ○水・大気・土壌の環境保全、環境リスクの管理

人の命と環境の保護、良好な環境の創出、科学的知見の充実、人材の育成及び技術の開発・継承  
国際協力の推進、化学物質管理、環境保健対策（水俣病対策の推進等）

#### ○基盤となる施策

環境影響評価、環境研究・技術開発、環境教育、ESD、協働取組、環境情報 等

#### ○東日本大震災からの復興・創生及び今後の大規模災害発災時の対応

## 計画の 効果的実施 【第4部】

- 他計画との連携：環境保全に関しては本計画の基本的な方向に沿ったものとする。
- 全体の進捗状況の点検  
2025～2028  
年度

年度



計画の見直し

## ■ 主な措置事項

### 基本方針の策定

・ 再資源化事業等の高度化を促進するため、国として基本的な方向性を示し、一体的に取り組を進めていく必要があることから、環境大臣は、**基本方針**を策定し公表するものとする。

### 再資源化の促進（底上げ）

・ 再資源化事業等の高度化の促進に関する**判断基準の策定・公表**  
・ 特に処分量の多い産業廃棄物処分量者の再資源化の実施状況の報告・公表

⇒ 再資源化の**高度化に向けた全体の底上げ**

### 再資源化事業等の高度化の促進（引き上げ）

・ 再資源化事業等の高度化に係る**国が一括して認定を行う制度を創設**し、生活環境の保全に支障がないよう措置を講じた上で、**廃棄物処理法の廃棄物処分量の許可等の各種許可の**手続の特例****を設ける。

#### ※認定の類型（イメージ）

#### <①事業形態の高度化>

➢ 製造側が必要とする**質・量の再生材を確保**するため、**広域的な分別収集・再資源化の事業**を促進



例：ペットボトルの水平リサイクル

調査出典：PETボトルリサイクル年次報告書2023 (PETボトルリサイクル推進協議会)

#### <②分離・回収技術の高度化>

➢ **分離・回収技術の高度化に係る施設設置**を促進



例：ガラスと金属の完全リサイクル



例：使用済み紙おむつリサイクル

調査出典：太陽光発電設備のリサイクル等の促進に向けたガイドライン- 使用済紙おむつの高率利用等に関するガイドライン

#### <③再資源化工程の高度化>

➢ 温室効果ガス削減効果を高めるための**高効率な設備導入等**を促進



例：AIを活用した高効率資源循環

調査出典：産業廃棄物処理におけるAI・IoT等の導入事例集

# 今回の改定のポイント：循環経済への国家戦略

経済・社会面に着目した施策の展開

## 今回の計画（第五次計画）

- 循環経済への移行を前面に打ち出す
- 気候変動や生物多様性保全といった環境面に加え、経済安全保障・産業競争力強化・地方創生・質の高い暮らしの実現にも貢献

将来世代の未来につなげる**国家戦略として策定**

## 第四次計画(2018)

環境的側面、経済的側面、社会的側面の統合的向上

## 第三次計画(2013)

- ①リサイクルに加え、リデュース・リユースにも着目した施策の強化
- ②東日本大震災への対応

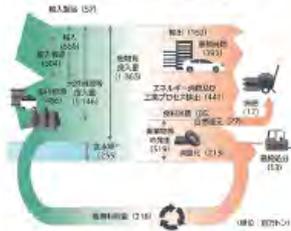
## 第二次計画(2008)

- ①低炭素社会、自然共生社会との統合的な取組
- ②地域循環圏の構築
- ③国際的な循環型社会の構築

## 第一次計画(2003)

循環利用率・資源生産性・最終処分量の数値目標を設定  
物質フロー※の考え方の導入

※参考  
我が国の物質フロー(2020年度)



環境面に着目した施策の展開

## 第五次循環型社会形成推進基本計画の策定（令和6年夏頃閣議決定予定）

「循環経済への移行」を、**カーボンニュートラルの実現や生物多様性の保全**と併せて、**地方創生、産業競争力強化、経済安全保障**への貢献も盛り込む方向で検討。

※産官学のパートナーシップの取組を経済産業省と連携・協力して牽引

### 地域・暮らし

- ◆ **資源消費量を抑え、地域資源を活用する循環共生型のライフスタイルへ転換**
  - モノの個人所有から「ひとつのものをみんなで使う」スタイルへの価値観の転換の推進
  - 「デコ活」※により、マイボトル・マイバッグの活用、地産地消、食品ロス削減、サステナブルファッションなどを推進
  - プラスチックや使用済紙おむつの地域内での資源循環や使用済製品のリユースを促進
  - 地域における廃棄物バイオマスの利活用の実証や省エネ型の合併浄化槽の普及を通じた脱炭素化に資する廃棄物処理システム構築の推進
  - 脱炭素化と資源循環の統合的取組を、脱炭素先行地域の重点選定モデルに位置付け

地方活性化と質の高い暮らしを実現

### 産業競争力・経済安全保障

- ◆ **リサイクルの高度化（循環経済への移行の加速化）**
  - プラ・金属資源等のバリューチェーン脱炭素化のための設備の高度化の支援
  - 金属・太陽光発電設備等の省CO2型リサイクルの実証事業
  - 太陽光発電設備等の大量廃棄に備えた制度的対応の検討
  - 自動車リサイクルにおける再生材利用拡大に向けた産官学連携
- ◆ **循環産業の海外展開**
  - 廃棄物発電施設等の環境インフラ輸出を促進
  - ASEANからのe-waste(電気・電子機器廃棄物)の回収・リサイクルを促進
- ◆ **情報共有を通じた基盤強化**
  - 再生材の組成等の情報を製造事業者・廃棄物リサイクル事業者間で共有

循環経済関連ビジネス市場規模を  
2030年80兆円以上

### 社会変革（GX）

- ◆ **制度的対応**
  - 資源循環の促進のための再資源化事業等の高度化に関する法律案
- ◆ **先進的な資源循環投資の促進 R6年度予算50億円**
  - CO<sub>2</sub>排出削減が困難な産業に裨益する資源循環投資
  - 向こう3年間で政府全体で資源循環に300億円投資

循環経済の取組を  
カーボンニュートラルと生物多様性  
保全の取組と一体的に展開し、  
経済社会の諸課題の解決につな  
げ「Well-being / 高い生活の  
質」を実現

## 5.CEを推進する日本の団体

### 「循環経済パートナーシップ(J4CE)注目事例集」

- 2021年に経団連は、環境省、経済産業省と「循環経済パートナーシップ(J4CE〈ジェイフォース〉、Japan Partnership for Circular Economy)」共同創設、
- 国内の企業を含めた幅広い関係者の循環経済への更なる理解醸成と取組の促進、官民連携を強化することを目的
- J4CEにおいて約150の参加企業・団体と連携
  
- 2021年、2022年に、「循環経済パートナーシップ(J4CE) 注目事例集」を発表
- 22年度の注目事例集では、26件を選定、8つの注目分野：
  - (1)鉄、(2)非鉄、(3)セメント、(4)紙・木質資源、(5)バイオプラスチック、
  - (6)プラスチックの回収と再生、(7)リサイクル技術、(8)リサイクルループの形成

事例  
25

## 食品リサイクルループの構築

店舗で発生した食品廃棄物を堆肥化・飼料化し、地域で活用する「食品リサイクルループ」を全国11か所・約290店舗で構築しています。中でも、堆肥をイオン農場で使用し、生産した農産物を店舗で販売する「イオン完結型食品リサイクルループ」を2015年より開始。兵庫県のループでは、「イオン」「ダイエー」など約120店舗の食品残さを大栄環境で堆肥化、イオンアグリ創造が営む三木里脇農場で活用し、生産した野菜を販売しています。2020年には4,476tの食品廃棄物を回収、186tの堆肥を生産し、三木里脇農場より257tの農産物を出荷しています。

### イオン完結型食品リサイクルループの推進



# CEを推進する日本の団体

## ■経済産業省:成長志向型の資源自律経済デザイン研究会

[https://www.meti.go.jp/shingikai/energy\\_environment/shigen\\_jiritsu/index.html](https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/shigen_jiritsu/index.html)

・2023年3月31日 報告書

## ■一般社団法人 循環経済協会 : <https://www.ce-association.org/>

### 【事業内容】

循環経済に関わる調査研究・情報等提供

循環経済に関わる講演会や研修会の実施

循環経済に関する内外関係機関等との交流および協力

循環経済に関する会員の知見交流活動 等

## ■Circular Partners: <https://www.cps.go.jp/>

- ・ ビジョン・ロードマップ
- ・ サーキュラーエコノミー情報流通プラットフォーム:地域循環モデル循環に必要となる製品・素材の情報や循環実態の可視化を進めるため、2025年を目途に、データの流通を促す
- ・ 地域循環モデル:自治体におけるサーキュラーエコノミーの取組を加速し、サーキュラーエコノミーの社会実装を推進するため、地域の経済圏の特徴に応じた「循環経済産業の立地や広域的な資源の循環ネットワークの構築等」を目指す。

# CEを推進する日本の団体(2)

## ■ Japan Circular Economy Partnership (J-CEP)

<https://www.j-cep.com/>

〈 MISSION 〉

- ・ ものに付随する情報や関わる人の気持ちまでも「資源」と捉え、ICT等を活用して、それらの新たな関係性をデザインすることで、
  - 1.日本国内における資源の最適循環
  - 2.持続可能社会の実現に資するビジネス創出に取り組み、環境と経済が両立する社会の最適解を導きます。

## ■ CLOMA (クリーン・オーシャン・マテリアル・アライアンス) : 海洋プラスチックごみの問題解決に向けて

- ・ <https://cloma.net/>
- ・ 海洋プラスチックごみを削減するためには、ポイ捨て防止の徹底をはじめとする廃棄物の適正管理に加え、プラスチック製品の3Rの取組のより一層の強化や、生分解性に優れたプラスチック、紙等の代替素材の開発と普及の促進など、喫緊の対応が求められています。
- ・ 上記背景を踏まえ、業種を超えた幅広い関係者の連携を強めイノベーションを加速するためのプラットフォーム

## 6. P2Mの研究組織：CE方法論とシステム技法およびCE政策動向調査

- 「CE指向の多世代・循環型バリューチェーンマネジメント」に関わる【国内研究グループ】

① 5つの研究課題に対する「CE方法論」と

② それらに対応した「システム技法」の研究開発と実証研究

- 【国際研究グループ】

③ CE政策・国際標準規格の動向調査研究

④ 産業別の先進企業事例

- 科学研究費 基盤研究(B) (一般)

「SDGs生産消費責任を果たす循環型経済の新理論とシステム技法の開発・実証と普及」

(課題番号 22H01717) (2022-2025年度, 研究代表者 玉木欽也)

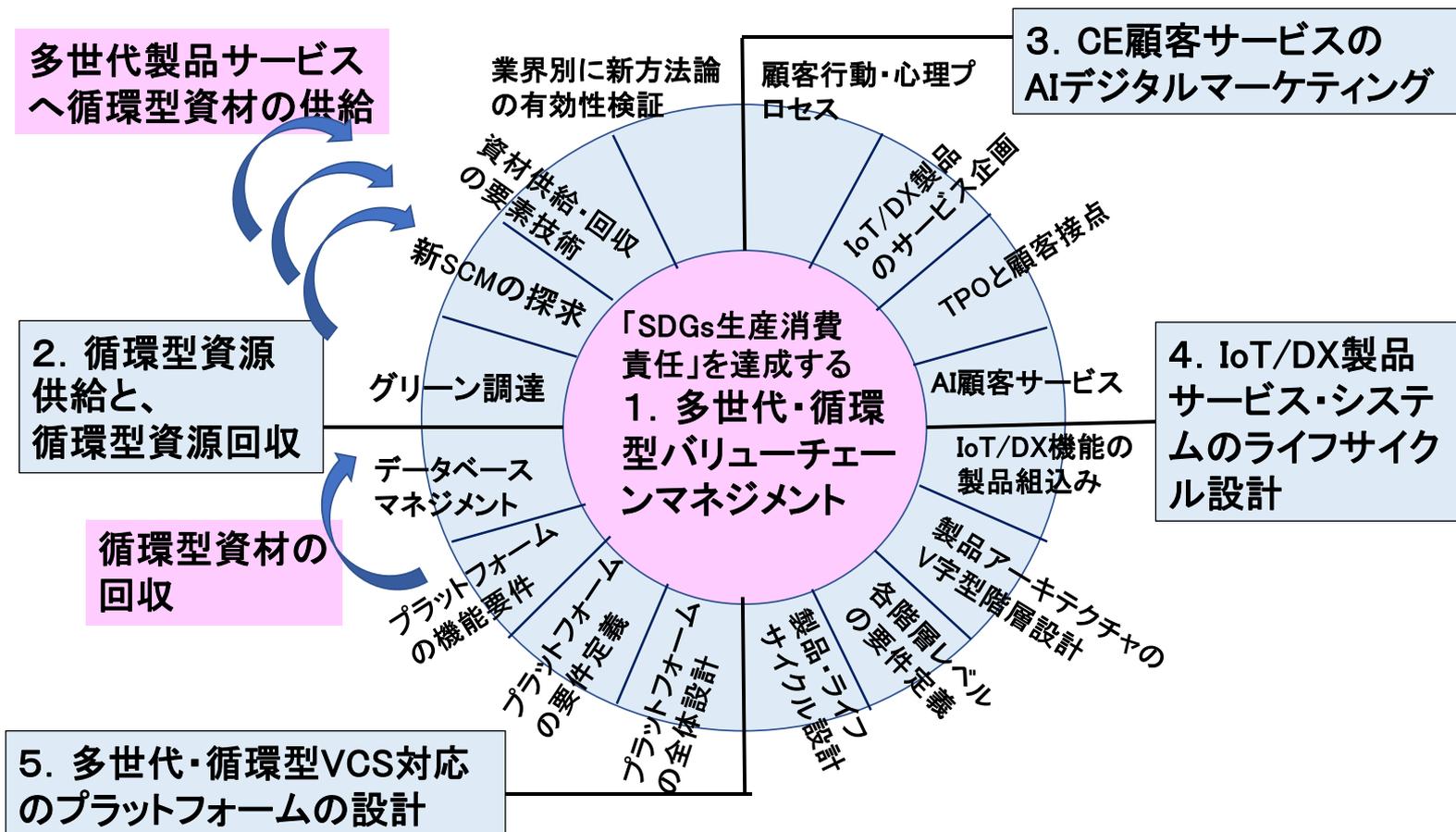
- SDGs目標12／ターゲット12.5 生産消費責任／廃棄物の削減社会課題解決に向けて

## 5. 循環型経済 (CE) の実証研究フレームワーク : 5つの研究課題

- CE政策・国際標準規格・国内外の動向調査研究
- 5つの研究課題を設けて、それぞれの「方法論」と、先端科学技術を駆使した「システム技法」の研究開発と実証研究
  - (1) 多世代・循環型バリューチェーンマネジメント (VCM) とビジネスモデル
  - (2) 循環型資源供給方法と、循環型資源回収
  - (3) CE製品サービス企画とデジタルマーケティング／顧客エンゲージメント
  - (4) スマート製品サービス・システムのライフサイクル設計方法
  - (5) シェアリング・プラットフォームとアプリケーションソフト



# 5つの研究課題のCE方法論とシステム技法



# 5つのCEビジネスモデル(引用:海老原城一『利用を中心としたビジネスモデルへの転換が急務』環境ビジネス、2022.W1)

ビジネスモデル	概要	利益を生むエコノミクスパターン
①循環型のサプライチェーン	<ul style="list-style-type: none"> <li>・リサイクル可能な原材料をリサイクル使用し、価格変動おとび供給リスクを大幅に軽減</li> <li>・循環型サプライ材料の利用によってコスト削減と環境インパクトの軽減を両立</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>循環型サプライ材料の利用が、塗装工程を省略可能とし、総コストを1割減</u></li> </ul>
②回収とリサイクル	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生産から消費の全過程で発生する中間廃棄、副産物、製品廃棄を最大限再利用し、再生・2次転用して活用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>再生品利用と製品補填サービスの付帯により、従来の製品への買い替えや修理よりも、3年間の利益が2倍～5倍</u></li> </ul>
③製品寿命の延長	<ul style="list-style-type: none"> <li>・利用時間課金(修理・回収サービス、および利用ベース課金)のもとで、製品寿命の延長を進めて「個客価値」を事業収益を向上</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>再生部品を利用したりビルド品は、原材料の大幅削減により、製品販売価格が8割でも。メーカーの収益は1.5～2.5倍</u></li> </ul>
④製品のサービス提供	<ul style="list-style-type: none"> <li>・市品売り切りビジネスから、サービスビジネスに転換することで、企業はこれまで以上に再利用、長寿命化、信頼性向上に注力して、顧客価値と事業収益性の向上</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>利用ベース課金のもとで、製品寿命延長と、再生部品利用によるコスト削減により、ユーザーの10年間の総支払が8割でも、メーカーの利益は1.5倍</u></li> </ul>
⑤シェアリング・プラットフォーム	<ul style="list-style-type: none"> <li>・低稼働のモノ、設備、ケーパビリティを広くシェアして活用</li> <li>・デジタル技術、SNSの進展によるP2P事業拡大</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・<u>製品販売数が8割減っても、10年間のサービス収入が4倍、総コストが3割減となつて、メーカーの10年間の利益が2.5倍</u></li> </ul>

# 5つの研究課題：「方法論」と「システム技法」（1）

## 「1. 多世代・循環型VCM」

- 前述の「5つのビジネスモデル別」の特性を踏まえた新VCMの拡張モデルを策定した後で、それぞれのビジネスプロセスモデル／収益モデルの設計

## 「2. 循環型資源供給・回収」

- 持続可能な調達に関するCE国際標準規約や、EUのCE政策、さらに日本の再資源化等高度化法案（環境省）などの調査研究の継続
- 科研 CE国際政策動向調査／先進企業の事例研究として取り組んでいる重点業界／製品に関連した「循環型資源供給・回収」法の提案

## 「3. CE製品サービス企画とデジタルマーケティング／顧客エンゲージメント」

- 上記1と対応した「CE製品サービス企画」技法：機能・機構／顧客TPO／顧客心理
- デジタルマーケティング・
- ➡ 顧客ID付き「個客」購買・サービス利用体験データ分析：後述4／5の研究課題と連携
- 顧客エンゲージメント⇔「個客」データ解析結果に対応したプッシュマーケティング

# 5つの研究課題：「方法論」と「システム技法」（2）

## 「4. スマート製品サービスのライフサイクル設計」

### ■製品ライフサイクル・エンジニアリング技法【V字モデル】

※3階層のモデル記述：R（要求仕様）/F（機能）/L（ロジック）/P（構造）/V（テスト・検証）

①製品サービスレベル：次世代・循環ライフサイクル計画、CE志向製品アーキテクチャ設計、エコデザイン※

②システムレベル[制御システム, ソフトア]

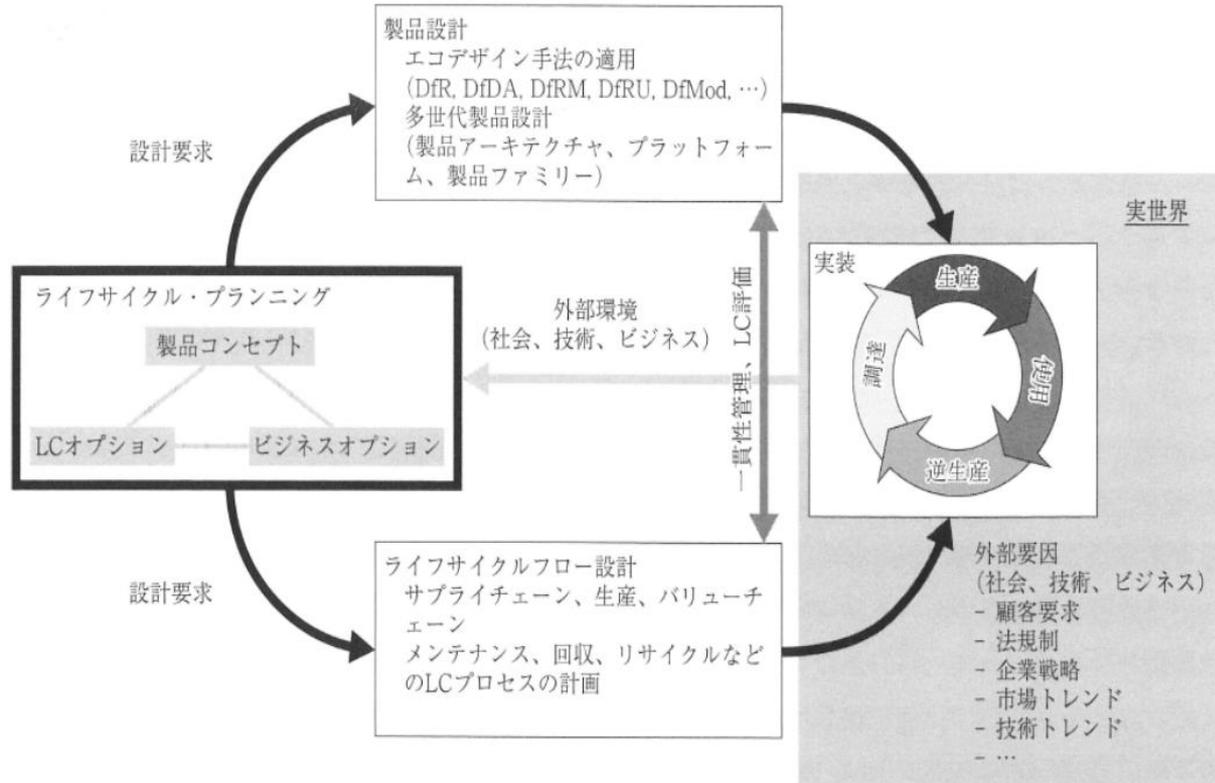
③部品レベル[機構]：製品・技術プラットフォーム、モジュール/インターフェイス、PLM:各種BOM

※EU委員会「Eco Design Working Plan 2016-2019」

- ・耐久性:例、製品の重要部品の最短寿命
- ・補修正:例、予備部品、修理マニュアルの入手可能性、易修理性設計
- ・アップグレード性
- ・分解のためのデザイン:例、特定の部品の容易な除去
- ・情報提供:例、プラスチック部品のマーキング
- ・リユース・リサイクルの容易化:例、相溶的でないプラスチック回避

# CE志向の「製品ライフサイクル設計の流れ」

- 引用: Y. Umeda, S. Takata, and F. Kimura, et al., “Toward Integrated Product and Process Life Cycle Planning – an Environmental Perspective-“, CIPR Annuals – Manufacturing Technology, Vol. 61, N0,2, pp.681-702, 2012.



# 5つの研究課題：「方法論」と「システム技法」（3）

## 「5. シェアリング・プラットフォームとアプリケーションソフト(APS)」

- 前記ビジネスモデル「⑤シェアリング・プラットフォーム」と「④製品のサービス提供」に研究対象を絞り、「アプリケーションソフト」を相互連携した技法開発：

### ※研究課題4 「スマート製品サービス」との連携

#### ①プラットフォーム／APSの

#### ②APSの要求仕様の定義：全体サービスシステムの階層構造

#### ③VSMプロセスに沿った、顧客／パートナーに対して、APSの要求仕様の定義

#### ④プラットフォーム側の機能要件の定義

- VSMプロセスに沿った、顧客／パートナーとプラットフォーム間との情報通信【ユースケース図、タイミングチャート】
- プラットフォーム内の情報処理【アルゴリズム】
- プラットフォーム内のデータベースマネジメントの設計方法

### ※研究課題3 「デジタルマーケティング」との連携

- ④スマート製品のIoT機能と、APS機能を活用して、「個客（one-to-one）」の使用体験データの収集・蓄積・解析や、顧客エンゲージメント⇔「個客」行動に対応したプッシュマーケティング

## ■ CE International Trends Research

### ■ Research Steps for the Project

**Step 1: Research on advanced trends toward “CE policy and international standards” :**

- (1) International standard (ISO) Level**
- (2) Regional Level (e.g., EU, North America, Asian regions)**
- (3) Country level (e.g., the USA, Germany, Italy, Japan, etc.)**
- (4) Industry Associations and Unions Level (e.g., various construction unions)**
- (5) Individual Company Level: Comparison of characteristics of competitive strategies, especially among individual companies in the same industry (e.g., in the construction industry, a company in Italy compared to a company in Germany)**

## Step 2: Industries for Case Study

<b>Industries</b>	<b>Researchers (Japan)</b>	<b>Researchers (Abroad)</b>
<b>Research Supervisor</b>	<b>Tamaki</b>	
<b>1. Automobile</b>	<b>Park and Khakimova</b>	<b>Wu and Trivedi (USA)</b>
<b>2. Electronics and devices</b>	<b>Yasuda, Kainuma</b>	
<b>3. Construction</b>	<b>Kuma</b>	<b>Bock and Hu (Germany) Tondelli and Marzani (Italy) Rios (USA)</b>
<b>4. Food / Agriculture</b>	<b>Usugami</b>	
	<b>Park and Wakayama</b>	
<b>5. Chemical and materials</b>	<b>Sakuta</b>	
<b>6. Software and Platforms</b>	<b>Kameda</b>	<b>Wu and Trivedi (USA)</b>
	<b>Nakamura</b>	

## 6. まとめ

- ECを中心に**CE政策**として、廃棄物の削減および汚染を生み出さない製品サービスのデザインを目指す規則や法令案の枠組みづくりが進展。
- EUではCE政策を新たなビジネスチャンスととらえて**CE経営戦略**に取り込み、各主要事業へも具体的に浸透させ始めている。
- 今後、**CE国際標準化**が進むと、日本も新たなルールへの対応が必要。
- 一方、日本の関係省庁においても、CEに関連した経済産業省のガイドラインの制定の他に、各種の法令制定が進み始めた：環境省「**第五次循環型社会形成推進基本法**」、「**第六次環境基本法**」、「**再資源化等高度化法**」
- 産学連携研究会での調査や、企業のCE先進事例の推奨モデルの発信が始められたが、まだ萌芽段階：各種の業界団体、企業の主体性を支援
- 科研 **CEの方法論とシステム技法**のおよびCE政策動向調査の進捗報告
- P2M：研究活動に実践はしているが**CE志向のP2Mの理論化／技法開発は未着手**  
※循環型資源の多世代バリューチェーン／製品ライフサイクル設計

ご清聴ありがとうございました。

[ytamaki@busi.aoyama.ac.jp](mailto:ytamaki@busi.aoyama.ac.jp)