

# サステナブル社会への 移行における資源循環の役割

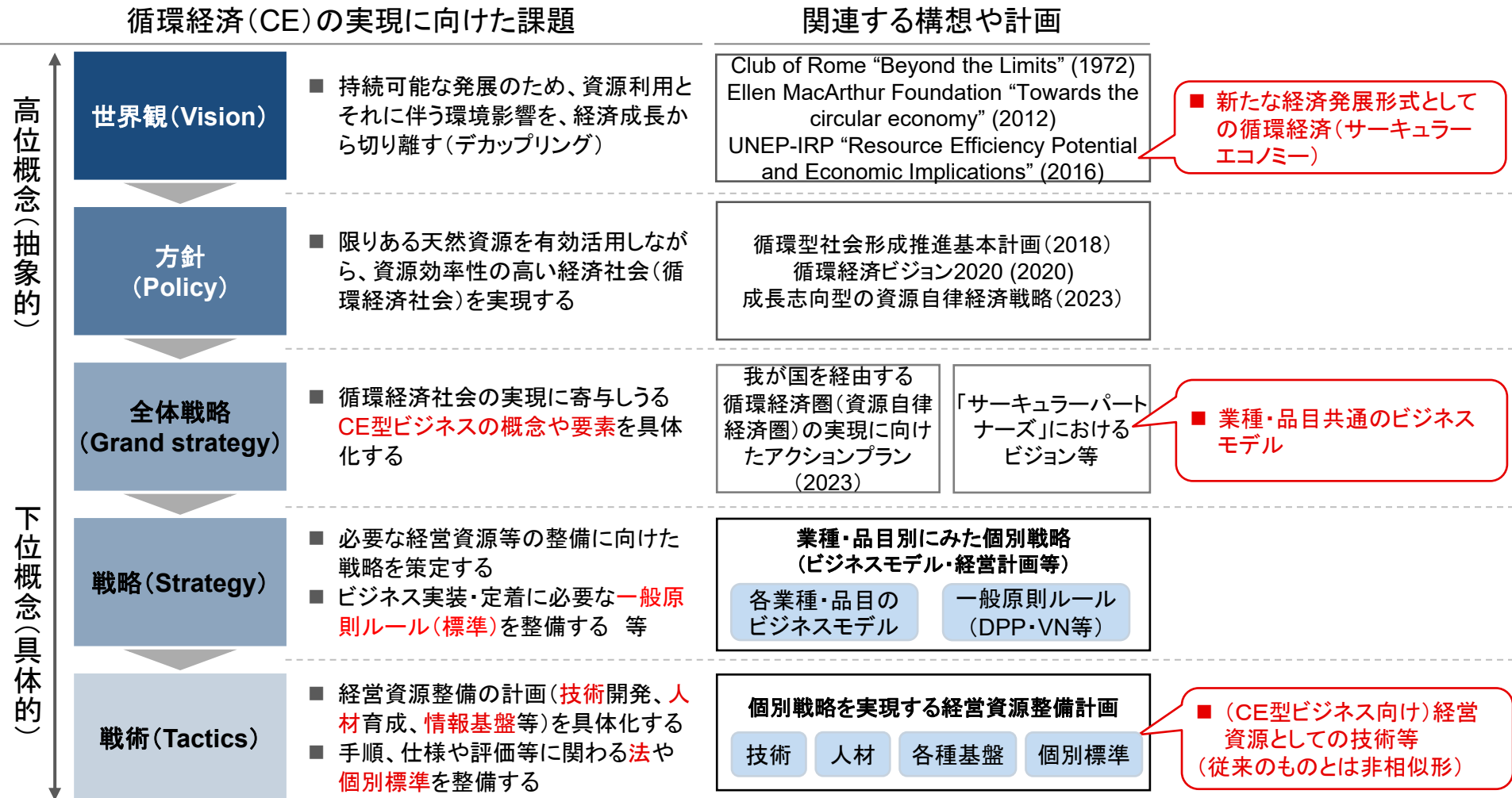
(総合討論)

令和6(2024)年11月22日

清水 孝太郎

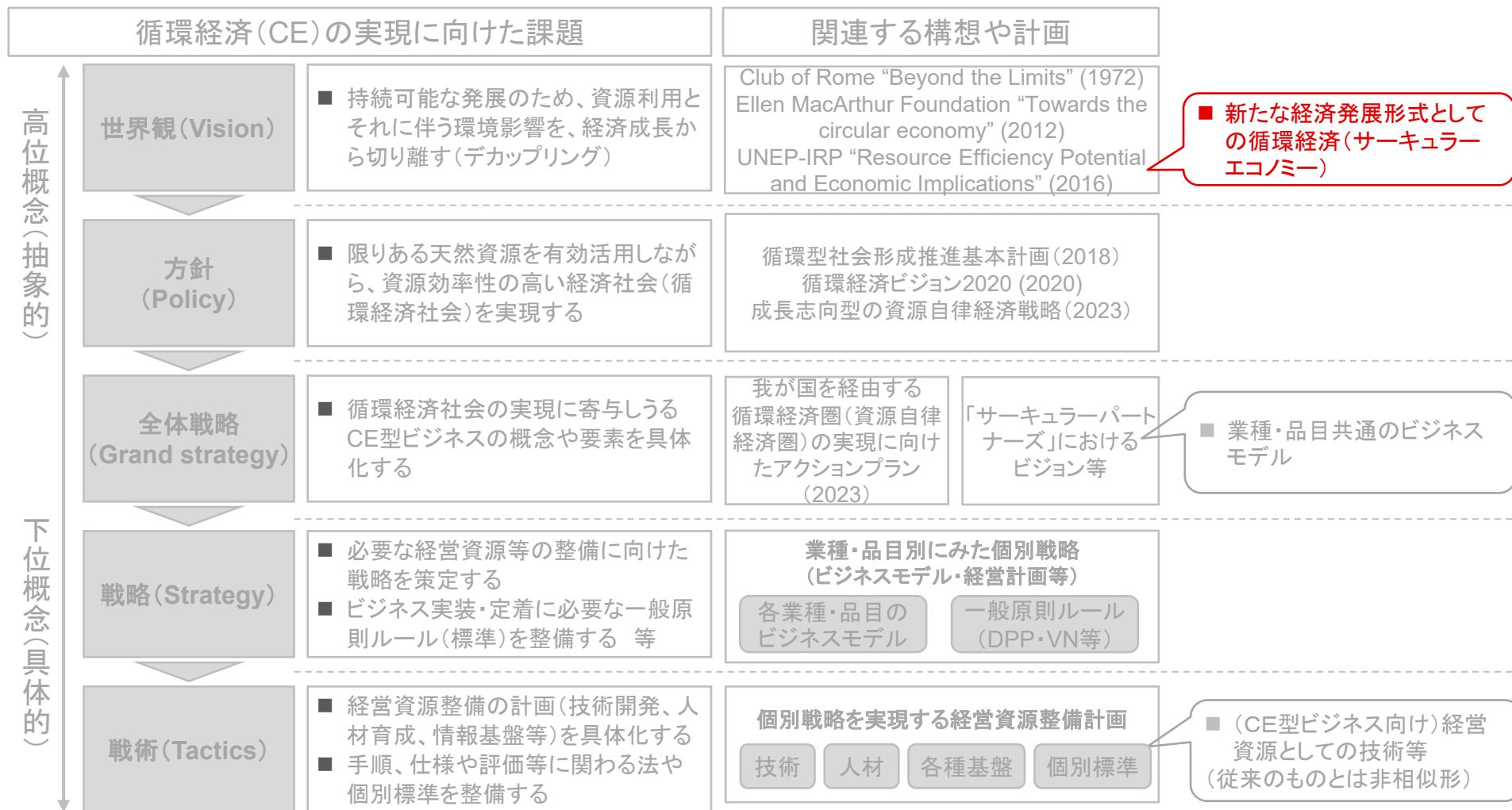
# 新たな経済発展様式としての循環経済と資源循環を実現する技術開発

- 抽象度の高い循環経済という概念から、必要とされる個別要素(技術等)を具体的にイメージするのは容易ではない。



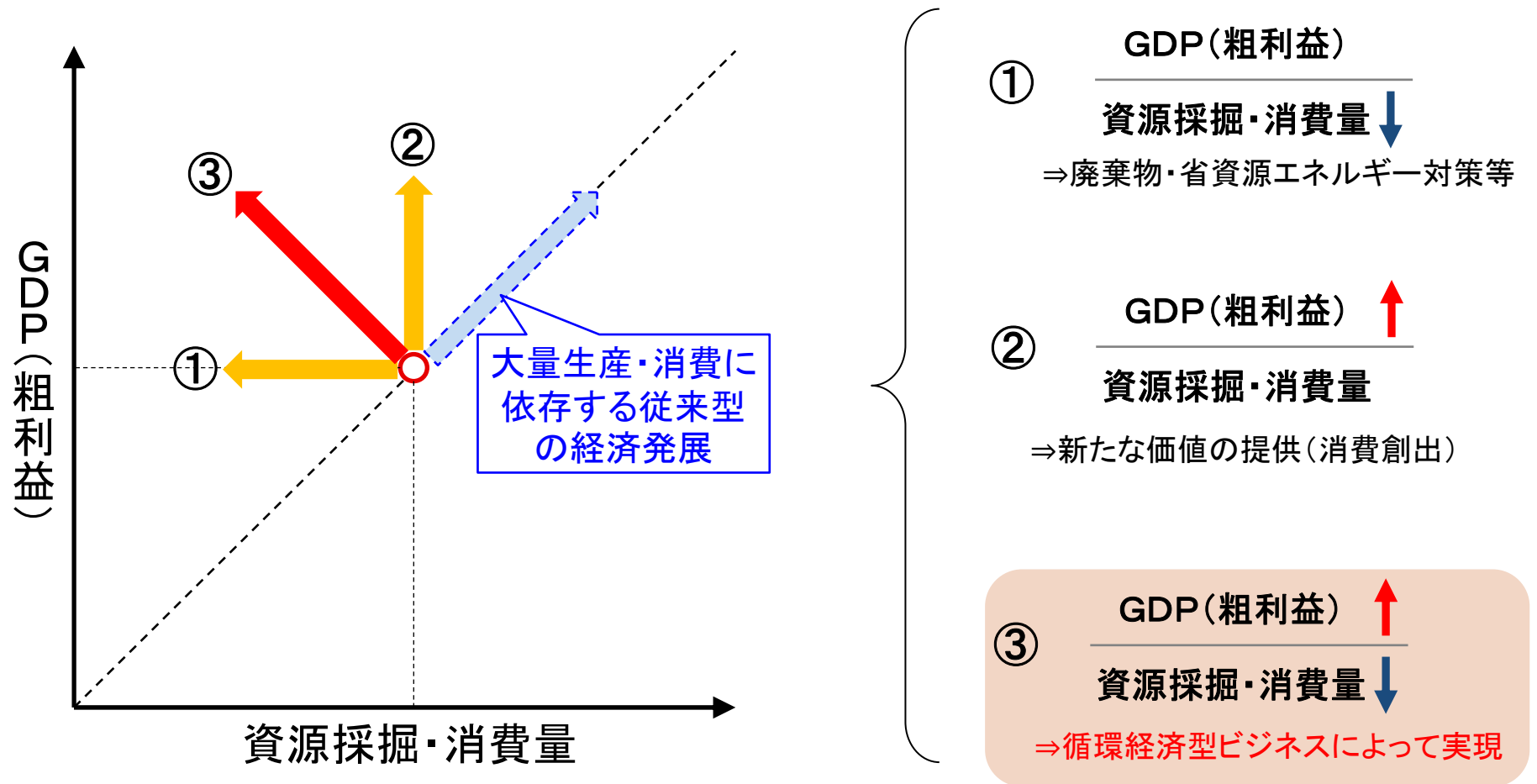
# 新たな経済発展様式としての循環経済と資源循環を実現する技術開発

- 抽象度の高い循環経済という概念から、必要とされる個別要素(技術等)を具体的にイメージするのは容易ではない。



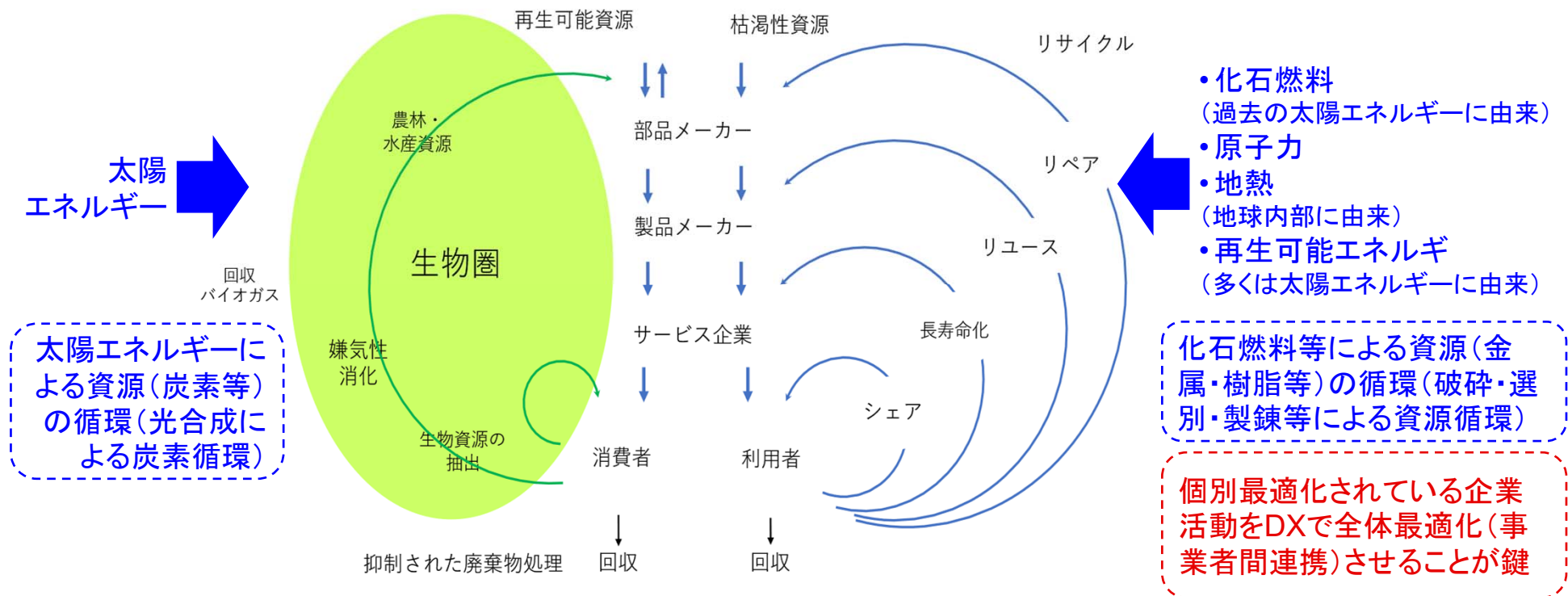
# 循環経済の実現に貢献する循環経済型ビジネスモデル

資源採掘・消費量の削減(①)と、資源消費に依存しない消費拡大(②)の両方を同時に進める(③)ことが求められる(3Rだけ進めても経済は縮小するかもしれない)



# 希少な資源を効率よく利用するためにはライフサイクル管理が必要

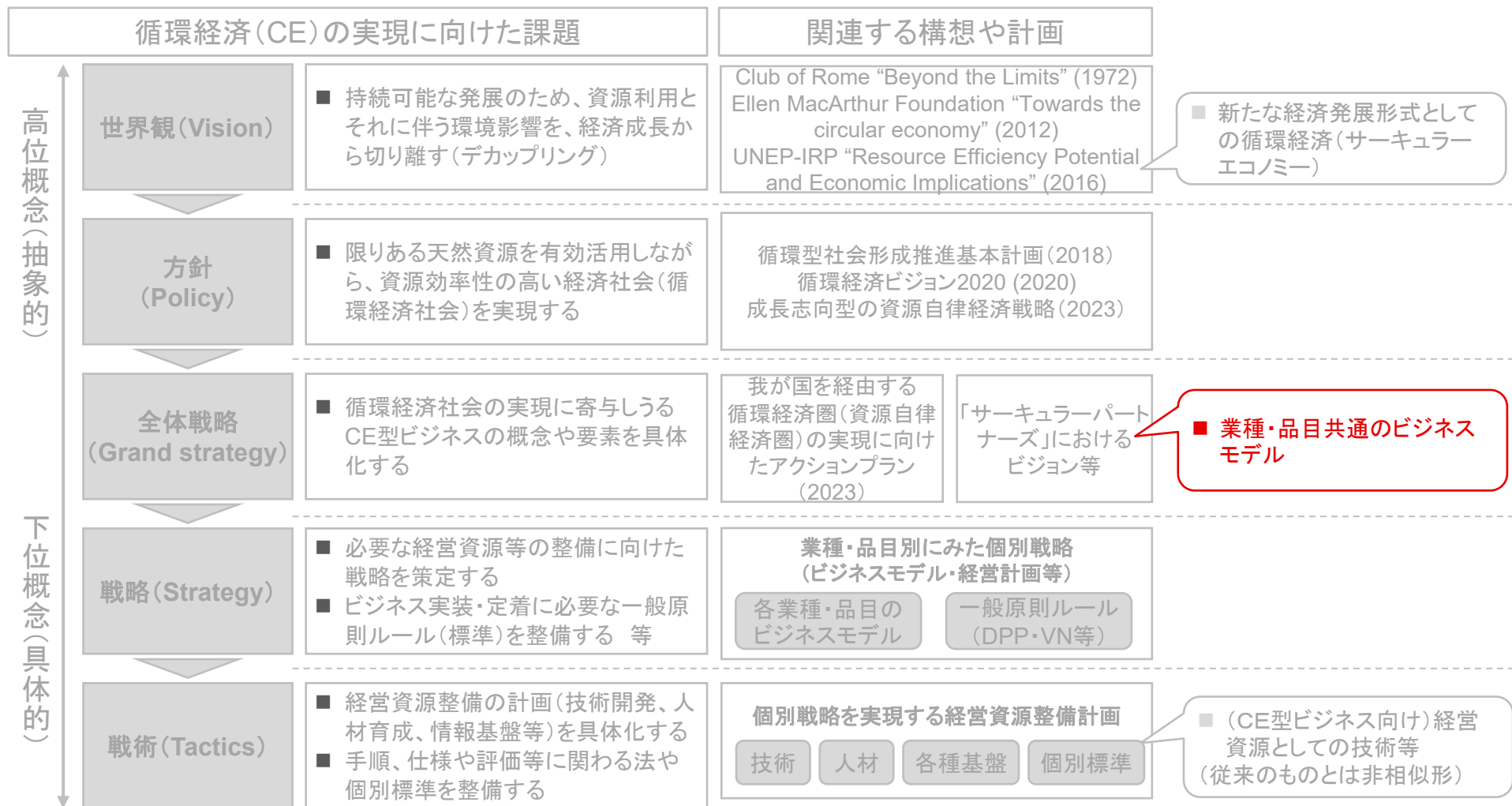
資源の効率的利用をすすめるためには、ライフサイクルの範囲で効率化をはかる必要がある。1社単位ではなく、複数社単位での連携と最適化(利益配分、環境負荷の低減、資源利用等)が求められる。



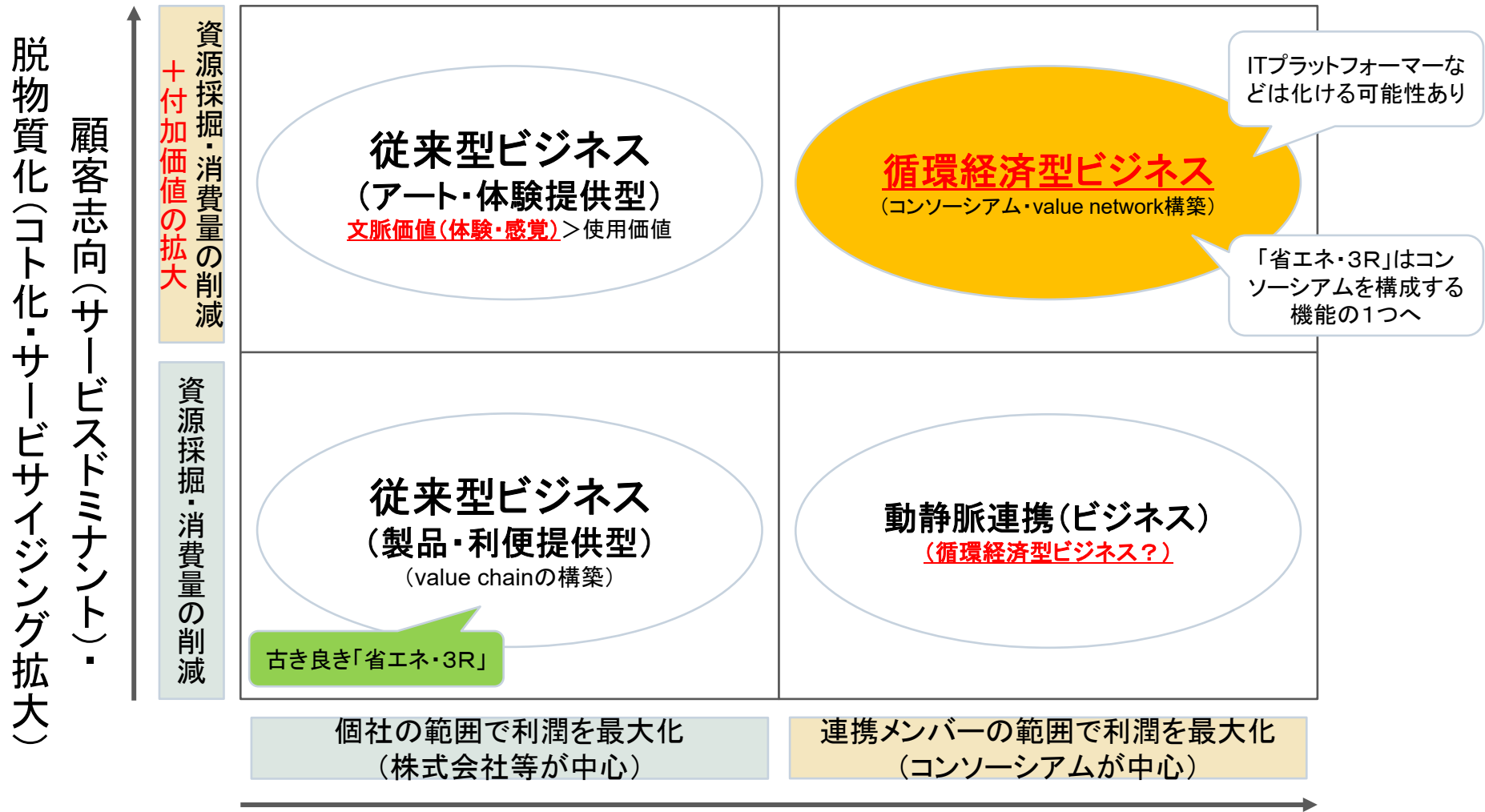
(出所) Ellen MacArthur 財団資料を参考に中村崇作成

# 新たな経済発展様式としての循環経済と資源循環を実現する技術開発

- 抽象度の高い循環経済という概念から、必要とされる個別要素(技術等)を具体的にイメージするのは容易ではない。



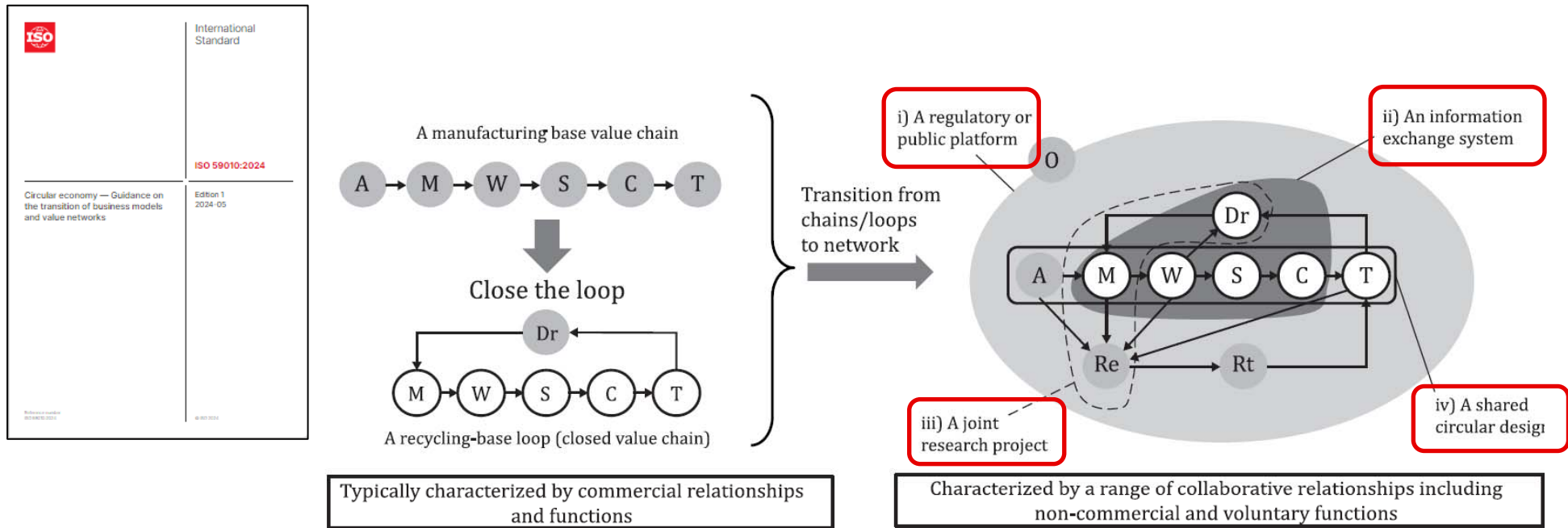
# ライフサイクル管理のためには事業連携範囲の拡大(事業者間連携)が必須



## 事業連携範囲(ビジネスエコシステム)の拡大

(出所) 筆者作成 (注) 3R: Reduce(廃棄物の発生抑制)、Reuse(繰り返し使う(再使用))、Recycle(リサイクル)の頭文字をとったもの

# 循環経済型ビジネスで鍵となるValue Network(企業連携)



**a) Value chain**

**b) Value network**

**Key**

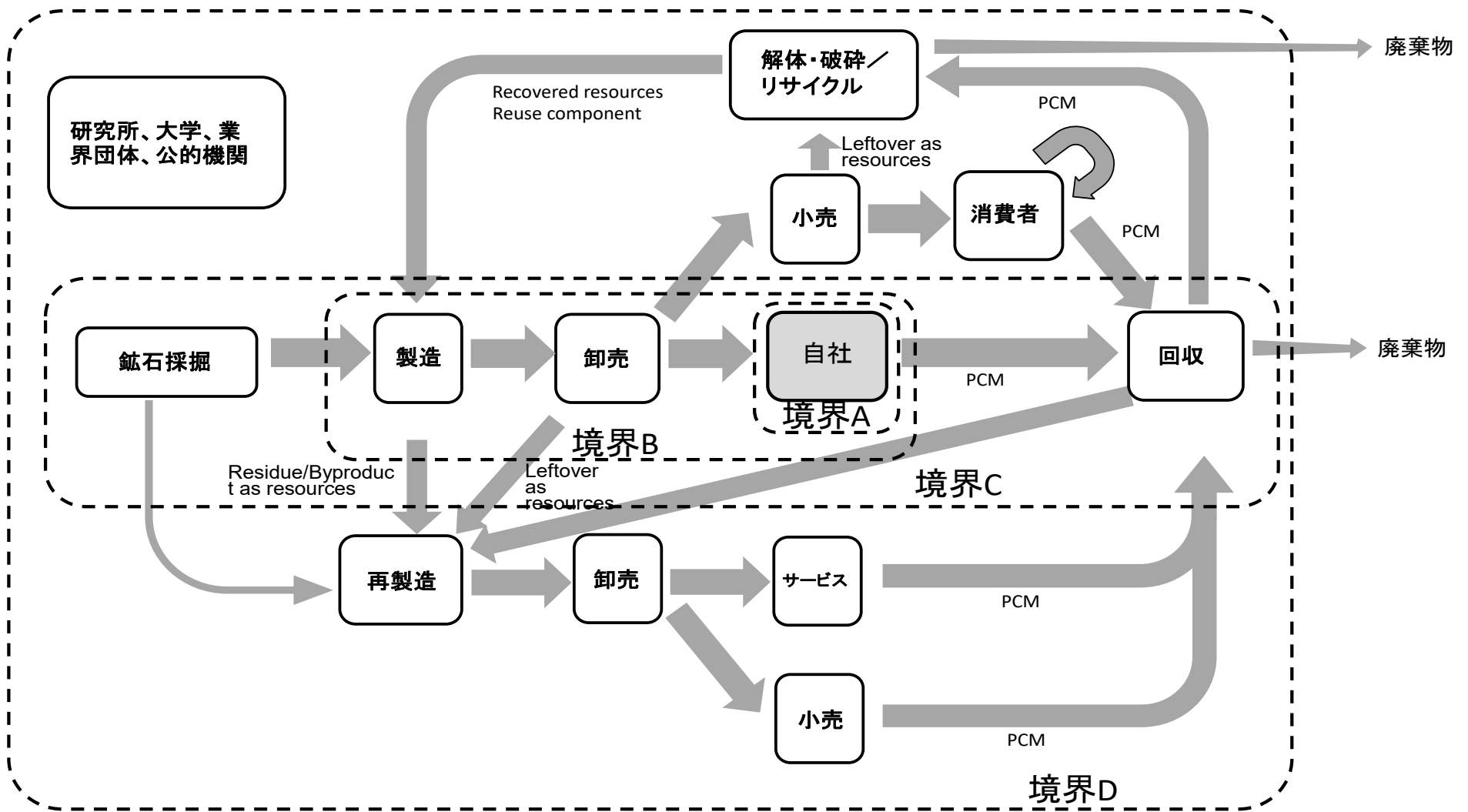
- A raw materials acquisition
- M manufacturing
- W wholesaling
- S service
- C consumer
- flows of resources

- T collection and take back
- Re reusing, refurbishing and remanufacturing
- Rt retailing
- Dr disassembling and recycling
- O other (e.g. governance, research, policy and voluntary sector)
- i)~iv) examples of collaborative relationships

(出所) ISO 59010 – Circular economy — Guidance on the transition of business models and value networks (<https://www.iso.org/standard/80649.html>)



# 新たな価値を創出するための企業連携

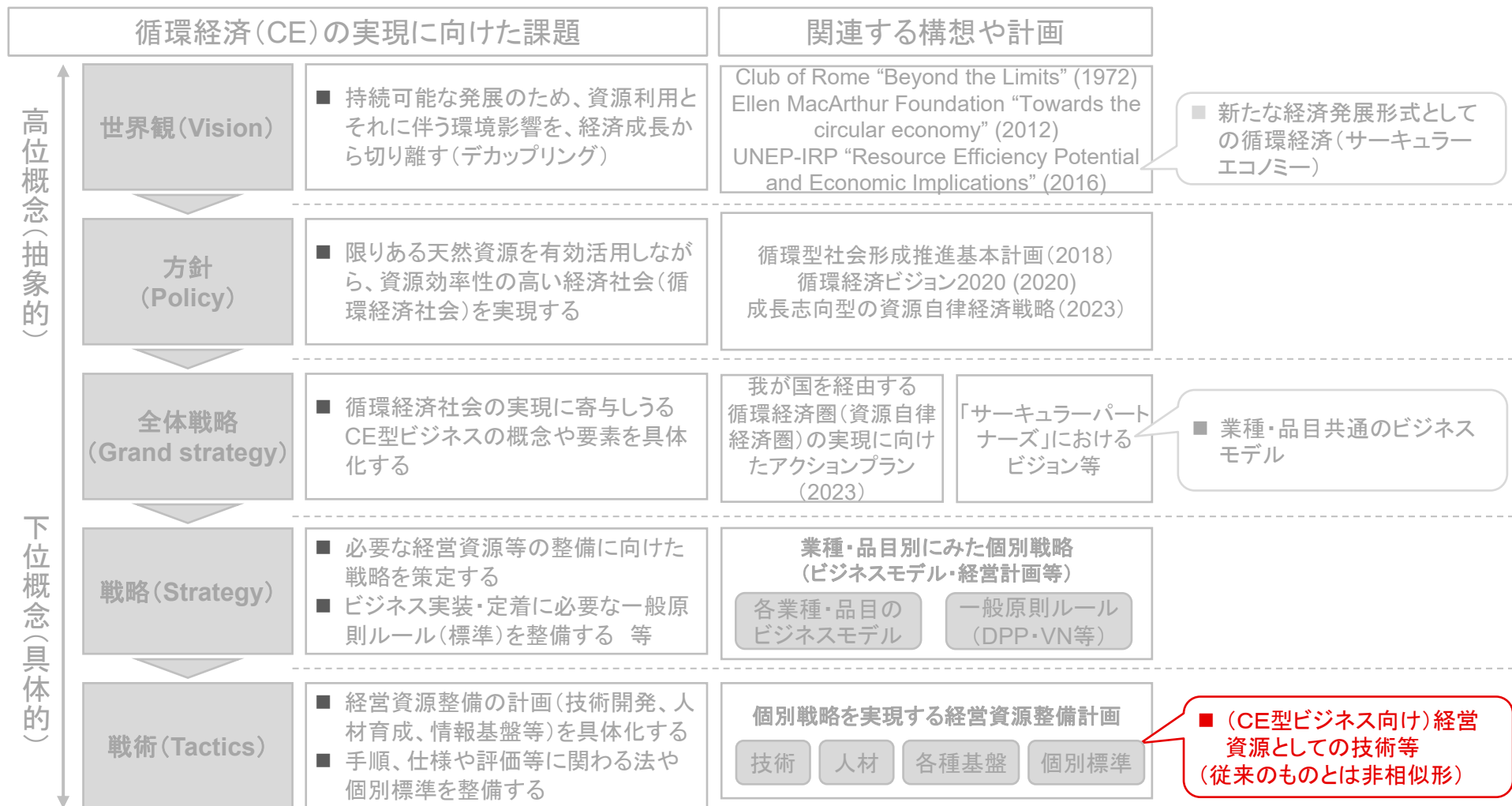


PCM: ポストコンシューマー材料(使用済み製品由来の材料)を指す

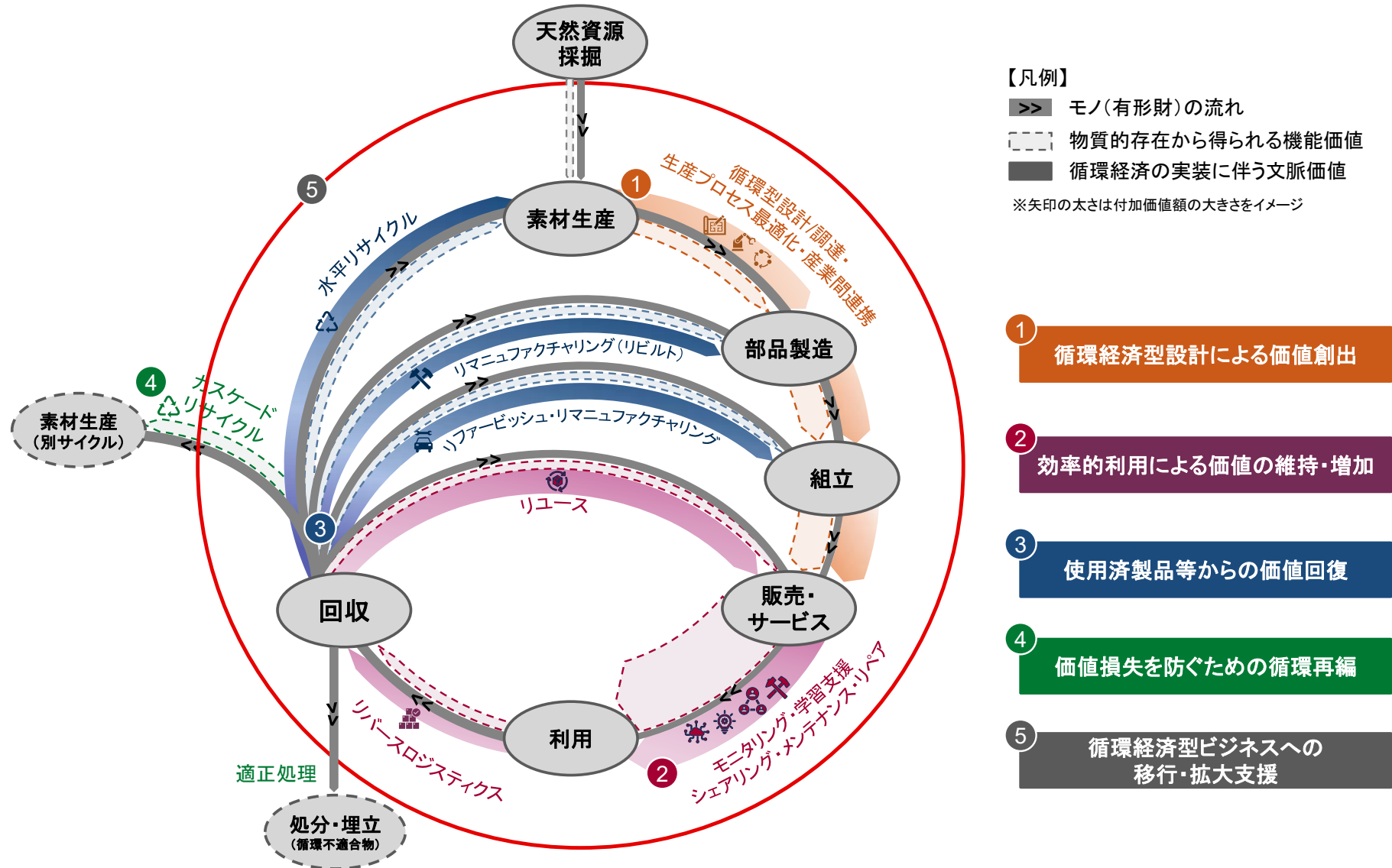
(出所) ISO 59010「Circular Economy – Guidance on the transition of business models and value networks」Annex A Figure A.1

# 新たな経済発展様式としての循環経済と資源循環を実現する技術開発

- 抽象度の高い循環経済という概念から、必要とされる個別要素(技術等)を具体的にイメージするのは容易ではない。



# 循環経済型ビジネスモデル



## 競争力ある循環経済型ビジネスに向けて想定される共通課題

ビジネスモデル戦略要素	想定される課題(例)
<p>①循環経済型設計による価値創出</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ GHG排出抑制・循環性向上の貢献度合いの可視化や情報開示の基準作成</li> <li>■ 上記対応に向けた入出荷管理システムの構築</li> <li>■ サプライヤーへの情報提供要請／サプライヤーやユーザー、また静脈産業関係者との情報共有協定等の締結</li> <li>■ 市場受容性の向上</li> </ul>
<p>②効率的利用による価値の維持・増加</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ サブスクリプションによる脱炭素・高循環性製品・サービスの提供</li> </ul>
<p>③使用済製品等からの価値回復</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 発生源別ロット管理システムの導入</li> <li>■ 高度破碎・選別技術の開発・導入</li> <li>■ スクラップ品質規格の導入(水平リサイクルを前提としたもの)</li> </ul>
<p>④価値損失を防ぐための循環再編</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 金属混入雑プラの適正処理に関する是非の議論</li> <li>■ バイオプラスチック等持続可能性が高いと判断されている新素材の開発・事業化</li> </ul>
<p>⑤循環経済型ビジネスへの移行・拡大支援</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 利用から調達までのトレーサビリティシステムの構築</li> <li>■ 製造から回収までのモニタリングシステムの構築</li> </ul>

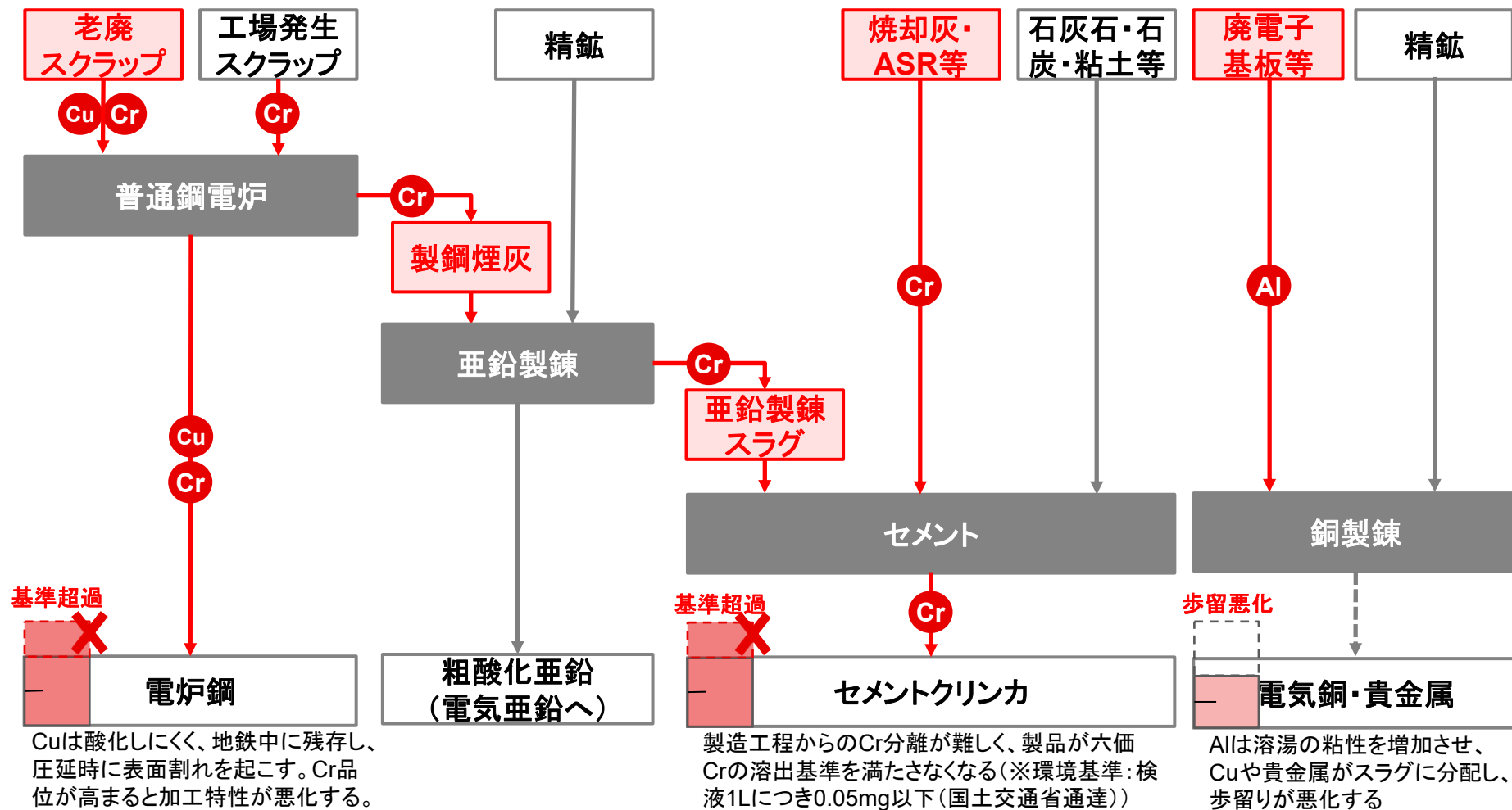
# 水平リサイクルに向けた選好・忌避物質管理の高度化（資源コンビナート構想）

		継続的な資源循環で管理すべき選好・忌避物質（中間処理の高度化）			
		1.0 (鉄)	2.0 (鉄+非鉄金属)	3.0 (鉄+非鉄金属+セメント)	4.0 (鉄+非鉄金属+セメント+ほか)
選好物質濃縮志向	銅製錬 (乾式)	—	■ Cu, Au, Ag, Pt, Pd, Ni, Se, Te, Co	■ Cu, Au, Ag, Pt, Pd, Ni, Se, Te, Co ■ Ni, Ta, W, Ti, REE ■ ハロゲン(F, Cl, Br, etc.), Al, Cr, Hg, As, Bi, Sb, Sn	■ Cu, Au, Ag, Pt, Pd, Ni, Se, Te, Co ■ Ni, Ta, W, Ti, REE ■ ハロゲン(F, Cl, Br, etc.), Al, Cr, Hg, As, Bi, Sb, Sn
	鉛製錬 (乾式)	—	■ Pb, Sb, Bi, In, Sn, Au, Ag, Pt, Pd, Ni, Se, Te, Co	■ Pb, Sb, Bi, In, Sn, Au, Ag, Pt, Pd, Ni, Se, Te, Co ■ Ta, W, Ti, REE ■ ハロゲン(F, Cl, Br, etc.), As, Al, Hg	■ Pb, Sb, Bi, In, Sn, Au, Ag, Pt, Pd, Ni, Se, Te, Co ■ Ta, W, Ti, REE ■ ハロゲン(F, Cl, Br, etc.), As, Al, Hg
	亜鉛精錬 (乾式)	—	■ Zn, Cd, In, Ga	■ Zn, Cd, In, Ga ■ Ta, W, Ti, REE ■ ハロゲン(F, Cl, Br, etc.), As, Al, Hg	■ Zn, Cd, In, Ga ■ Ta, W, Ti, REE ■ ハロゲン(F, Cl, Br, etc.), As, Al, Hg
	銅など製錬 (湿式)	—	■ Au, Ag, Pt, Pd, Rh, Mn, Co, Ni, Li, Nd, Dy, Ru, W, Y, Ta, Nb, Ge	■ Au, Ag, Pt, Pd, Rh, Mn, Co, Ni, Li, Nd, Dy, Ru, W, Y, Ta, Nb, Ge ■ ハロゲン(F, etc.), Hg	■ Au, Ag, Pt, Pd, Rh, Mn, Co, Ni, Li, Nd, Dy, Ru, W, Y, Ta, Nb, Ge ■ ハロゲン(F, etc.), Hg
	ガラス (ホウケイ酸・ソーダなど)	—	—	—	■ Si(SiO <sub>2</sub> ), B(B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), Al(Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), Na(Na <sub>2</sub> O), K(K <sub>2</sub> O), Ca(CaO), Pb(PbO) ■ Ni, Al, Ag
	プラ(ケミカル)	—	—	—	■ C, H ■ 金属、ハロゲン(F, Cl, Br, etc.), タルク分
希釈志向 忌避物質	鉄鋼電炉 (普通鋼)	■ Fe	■ Fe, C ■ Cu, Sn	■ Fe, C, Zn ■ Ni, Cr, Mo, As, Sb, Bi ■ Cu, Sn, Pb	■ Fe, C, Zn ■ Ni, Cr, Mo, As, Sb, Bi ■ Cu, Sn, Pb
	セメント (ポルトランド・混合)	—	—	■ Si(SiO <sub>2</sub> ), Al(Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), Fe(Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), Ca(CaO) ■ ハロゲン(F, Cl), Au, Ag, Pt ■ Pb, Cu, Zn, Cd, Cr, Hg, ハロゲン(F, Cl)	■ Si(SiO <sub>2</sub> ), Al(Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), Fe(Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), Ca(CaO) ■ ハロゲン(F, Cl), Au, Ag, Pt ■ Pb, Cu, Zn, Cd, Cr, Hg, ハロゲン(F, Cl)

(注) 青字：選好物質、黒字：中立、赤字：忌避物質

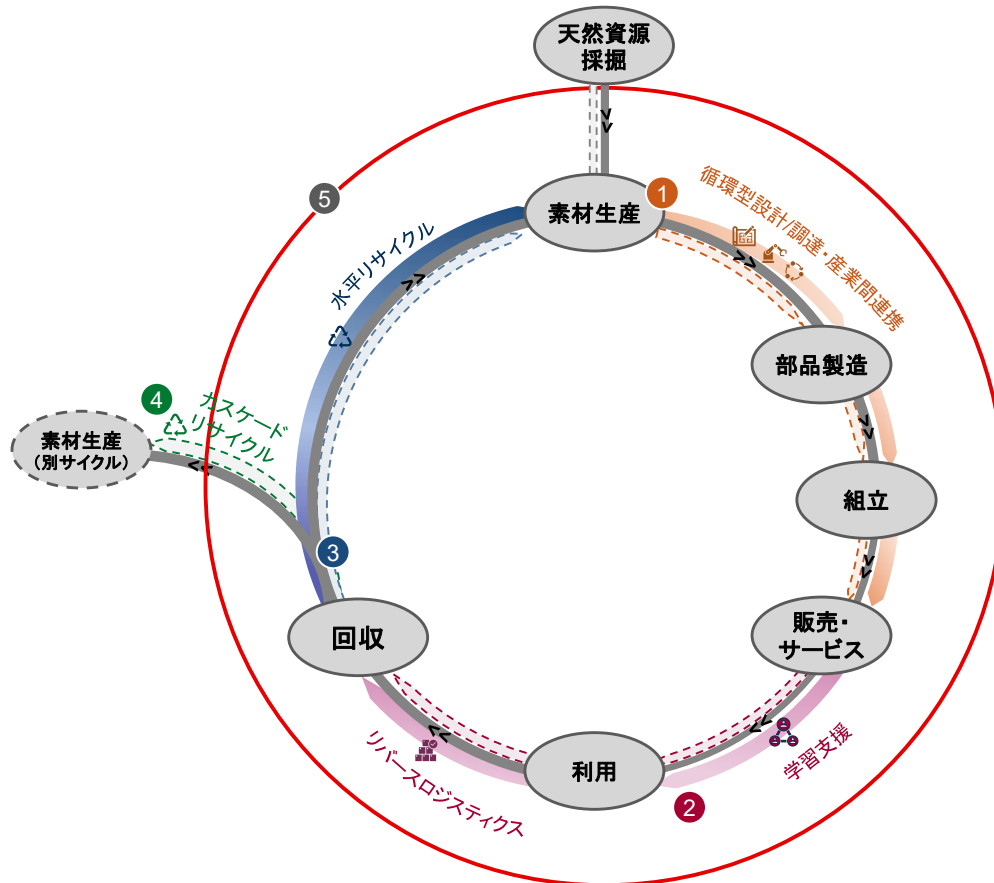
# 局所最適化を続ける限り、現行の資源循環はいずれ破綻する

中間処理業者に投入されるスクラップの品質が低下している。再生資源中の忌避物質含有量が増加し、素材産業における再生資源の受入が困難になりつつある。



# 資源コンビナート構想(日本)

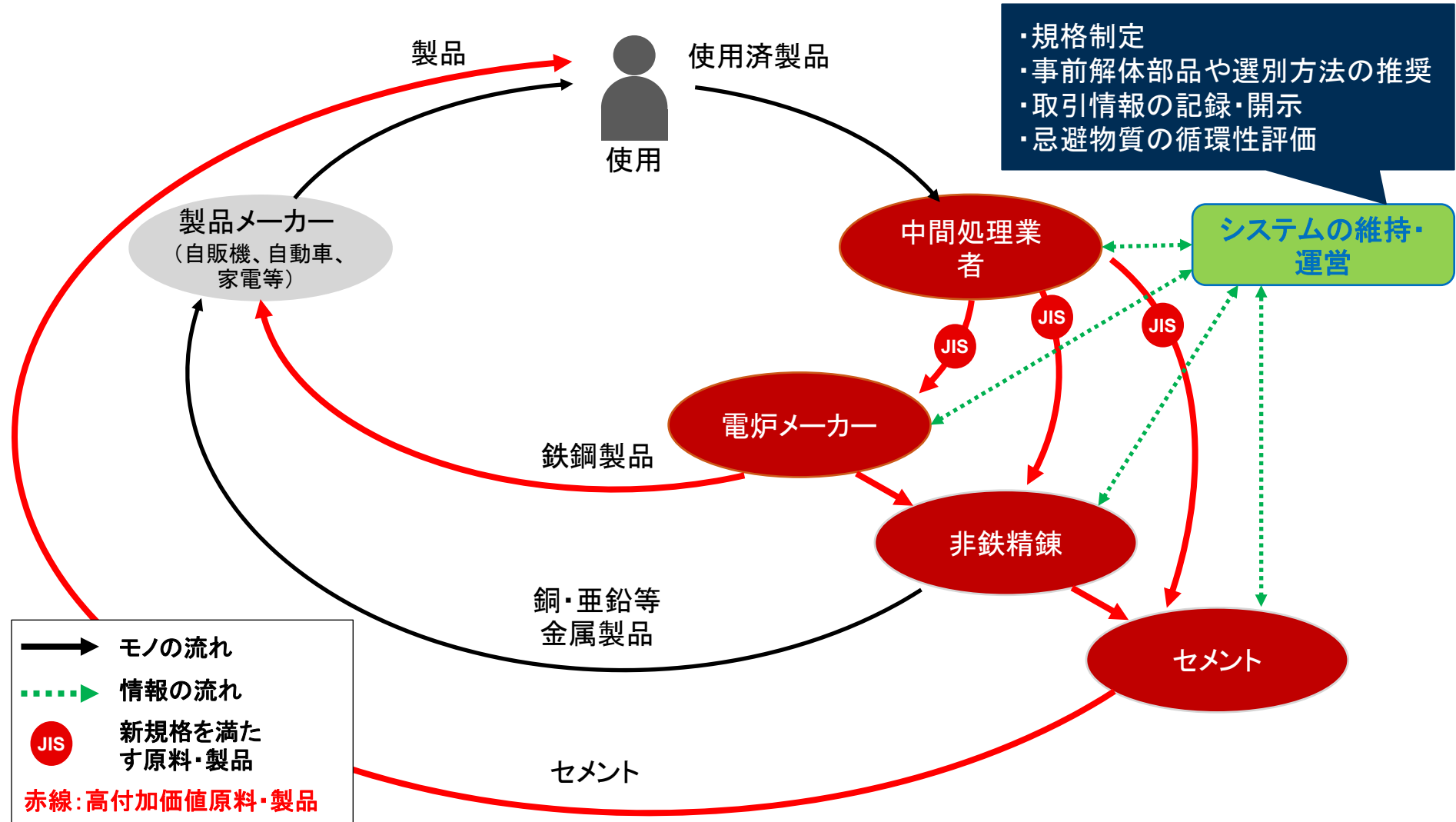
参画者	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 太平洋セメント、イーペックスジャパン、ムスビメ、ツルオカ、東京製鐵、ハリタ金属、三井金属鉱業、リバーホールディングス、三菱UFJリサーチ&amp;コンサルティング等</li> <li>■ 早稲田大学、東京大学</li> </ul>
ポイント	複数の素材産業にわたって横断的かつ同時に選好・忌避物質を管理する(素材産業同士がものを融通する)コンソーシアムを構築することで、これまで有効活用が難しかった資源(未資源化資源)を高付加価値な再生原材料として利用することを実現



戦略要素	1	■ 忌避物質・トランプエレメントが適切に管理(除去)された再生原料を用いた製品の提供
	2	—
	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Cr等(Crを含むスラグ等)の未資源化資源の再資源化</li> <li>■ 各素材産業にとって最適な品質の再生原料の供給</li> </ul>
	4	■ 上記の未資源化資源の有効活用による天然資源投入量の削減、最終処分量削減
	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 情報(再生原料の品質)</li> <li>■ 研究開発</li> <li>■ (参加者間で適用される)規格</li> <li>■ トレーサビリティ・認証システム</li> </ul>
参画者	製造業(セメント、金属)、廃棄物処理、調査・研究機関	

# 「Closed loop」に資する情報システムと高度な破碎・選別技術が必要

再生原料規格、情報プラットフォーム、先進的な高度選別システムが鍵となる。





# 持続可能性に関する国際ルール形成(環境マネジメント・循環経済)

