

北海道バイオマスネットワークフォーラム2021
 北海道大学寄附分野バイオマスコミュニティプランニング第5回セミナー
 2021. 2. 22

主催：北海道バイオマスネットワーク会議：
 北海道大学大学院工学研究院寄附分野バイオマスコミュニティプランニング分野／循環共生システム研究室

【第3部】 16:30～17:10

将来のまちづくりにむけた 環境関連の取組の考え方

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS
 世界を変えるための17の目標

= 連携



北海道大学大学院工学研究院
 循環共生システム研究室
 教授 石井一英

本日の企画の意図

地方 × 地域 △



自分のまち

- トップダウン (中央集権)
- 画一的なシステム (金太郎飴)
- 技術のお墨付きと補助政策
- 縦割り
- 競争

- ウェルビーイング
- 持続可能 (経済、環境など)
- 自立 (〇〇依存の脱却)
- 分散 (ネットワーク)

- ボトムアップ (市民参加)
- 多様なシステム
- 地域ニーズ (技術・コストレベル)
- 異分野・部局連携
- 協働 (世代、性別)

北海道も1つじゃない!

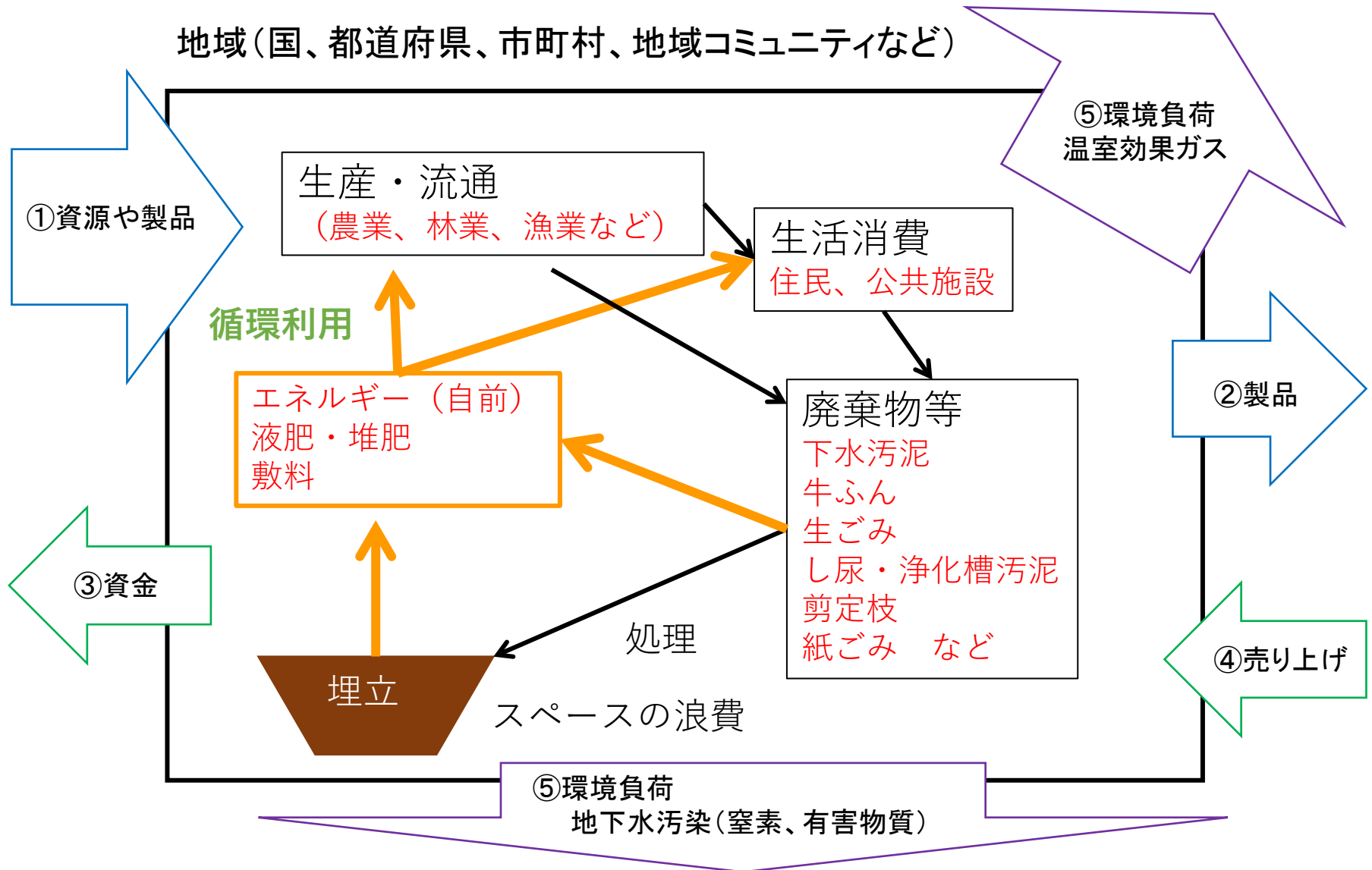


ブレークスルー (イノベーション)



地消地産による経済・社会・環境課題の解決(1)

地域(国、都道府県、市町村、地域コミュニティなど)



地消地産による経済・社会・環境課題の解決(2)

4つのステップ


Step 1 循環利用の向上：資源の節約

Step 2 資源生産性 (④/①) の向上：少ない資源から高付加価値物へ

Step 3 環境効率 (⑤/④) の向上：環境負荷/売上げを小さく


Step 4 外部資金流出 (③) の抑制：地域内資金循環へ

地域への効果



地産地消、雇用創出、
自前のエネルギー確保（災害対策）

地球環境への
貢献

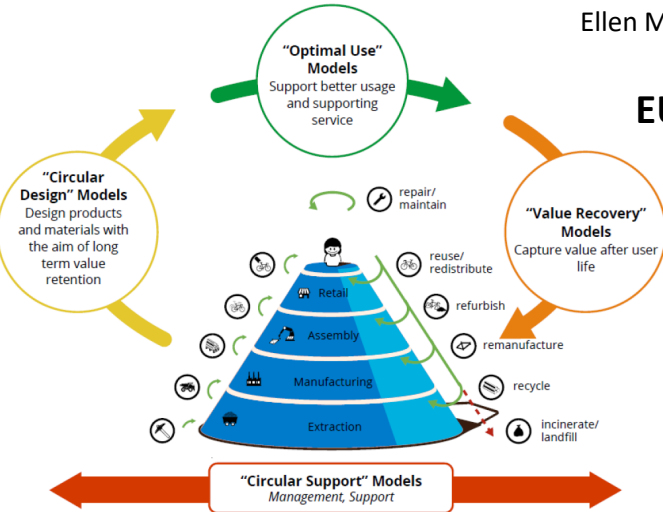


資源保全、環境保全
脱炭素社会、循環型社会、自然共生社会

地消地産による経済・社会・環境課題の解決(3)

Different Circular Economy business models in the Value Hill

Ellen MacArthur Foundation, "Towards the Circular Economy" (2013), p. 24

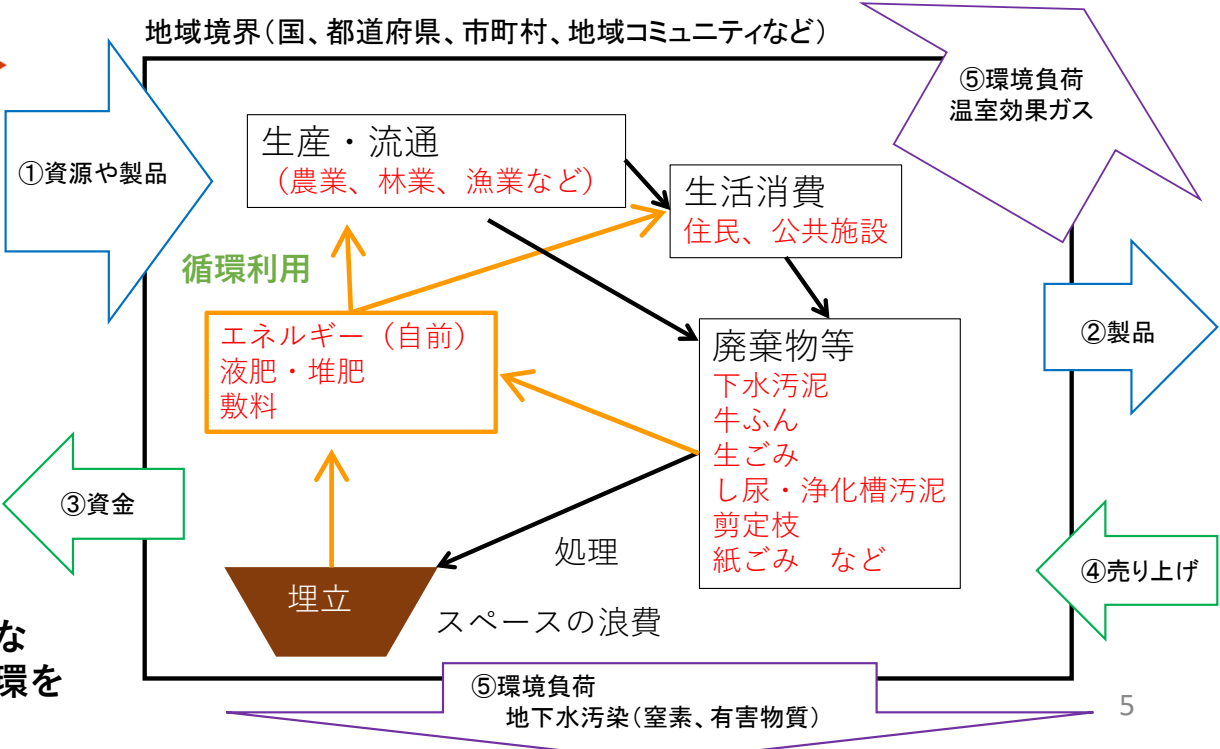


EUのサーキュラーエコノミーモデル

- = 静脈物流と動脈物流の一体化→設計思想の転換
- = モノの提供からサービスの提供へ
- Sharing economy
- = 静脈物流のバリューチェーン→高付加価値化

具体的な地産地消モデルに落とし込み実践する

- ・循環利用を促進し、外部からの資源や製品の購入を削減
→外部資金流出抑制と雇用確保
- ・環境配慮型（グリーン）の製品（農林水産物・加工品）の高付加価値化→地域ブランド化
- ・他の地域とも連携しながら、最適なスケールでモノとエネルギーの循環を構築→マルチスケール化



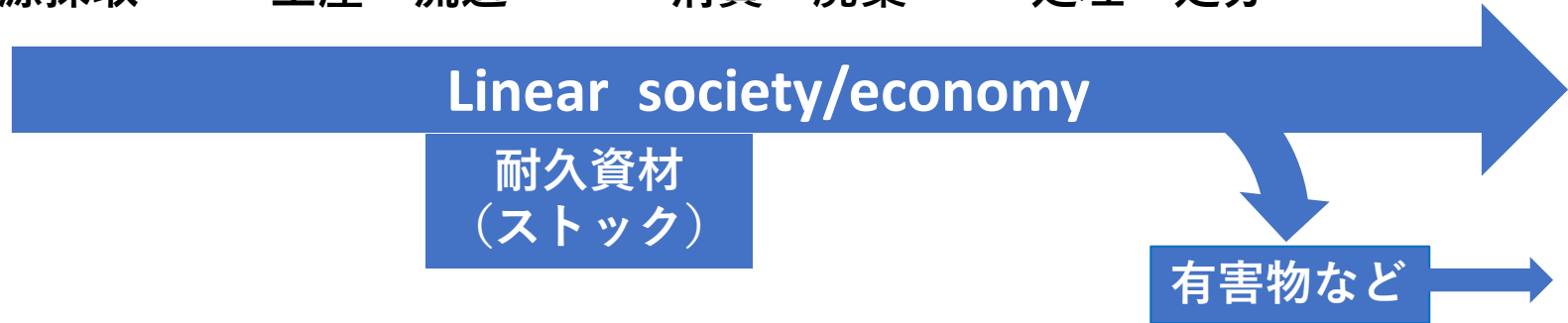
物質フローから見た循環型社会の意味

資源採取

生産・流通

消費・廃棄

処理・処分



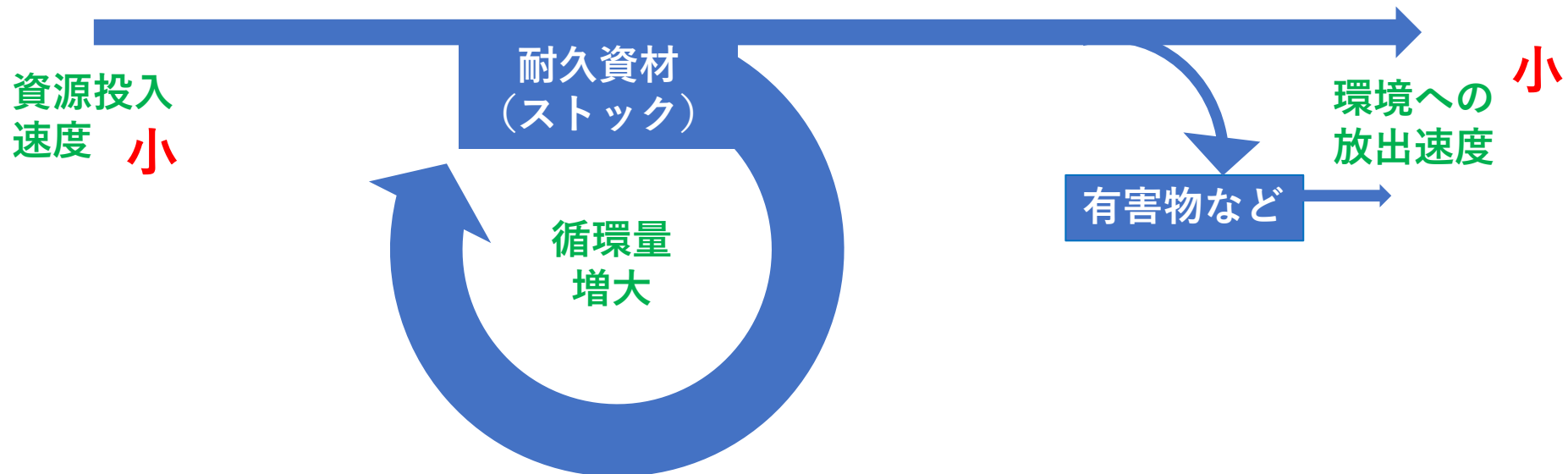
Circular society/economy

資源採取

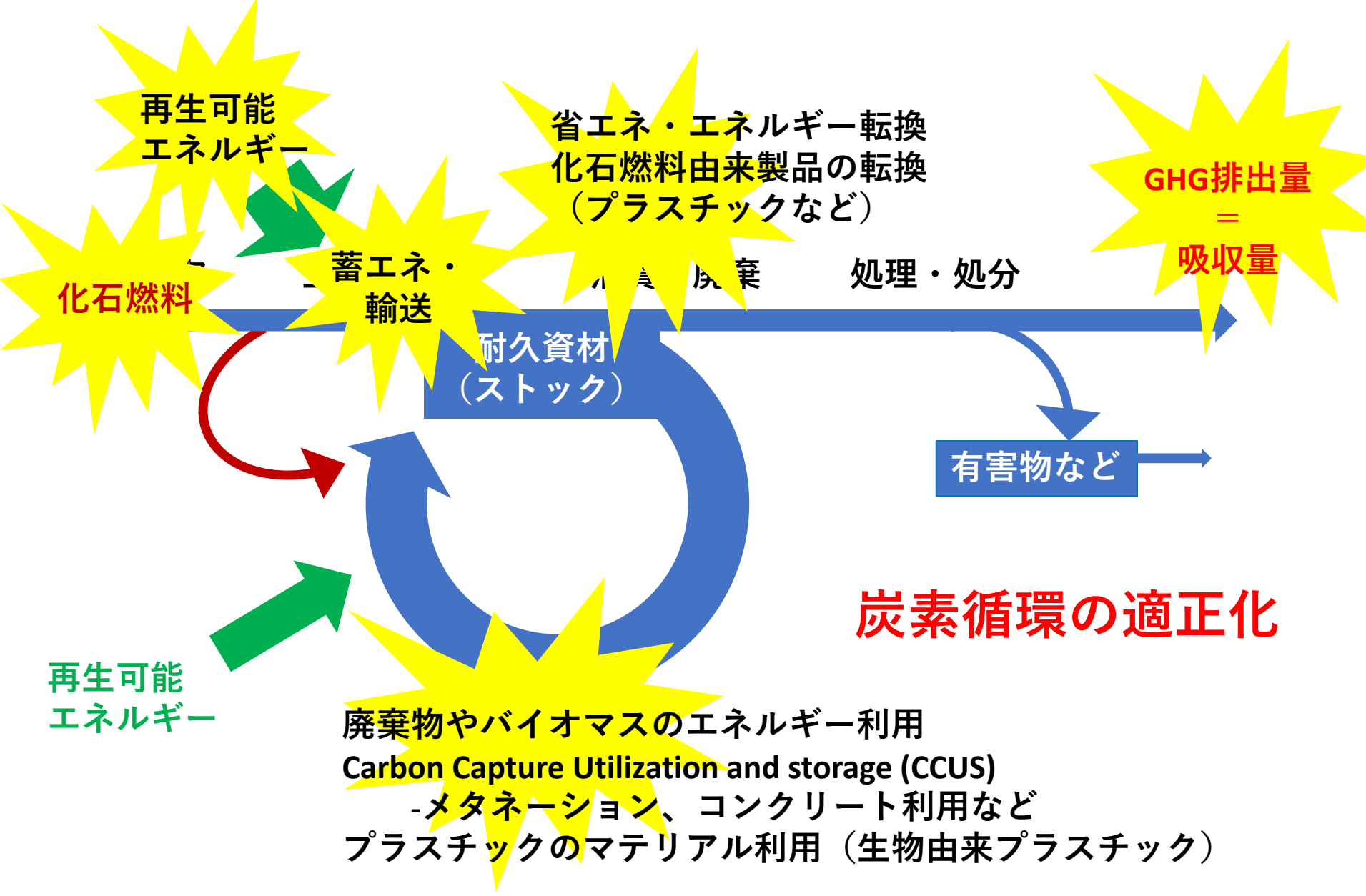
生産・流通

消費・廃棄

処理・処分



脱炭素と循環型社会の関係



脱炭素社会に向けて～電気だけではなく、熱も燃料も

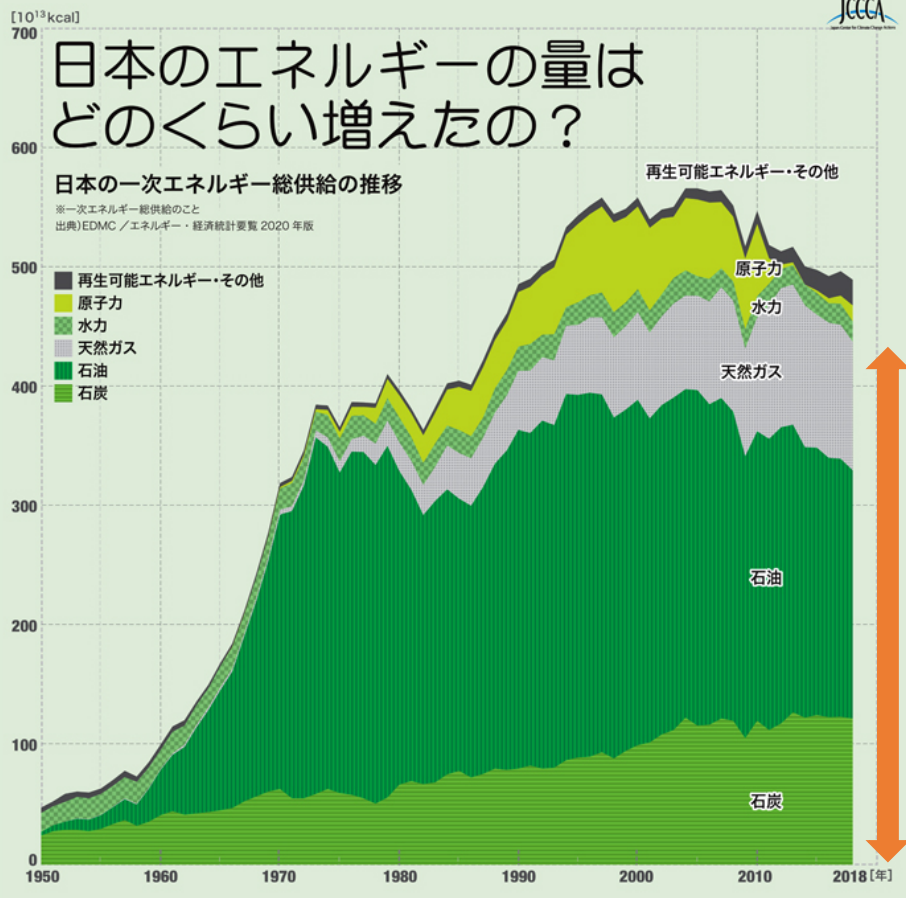
2050年に向けた全エネルギーミックスは未だ不明

エネルギー利用（最終消費断面）

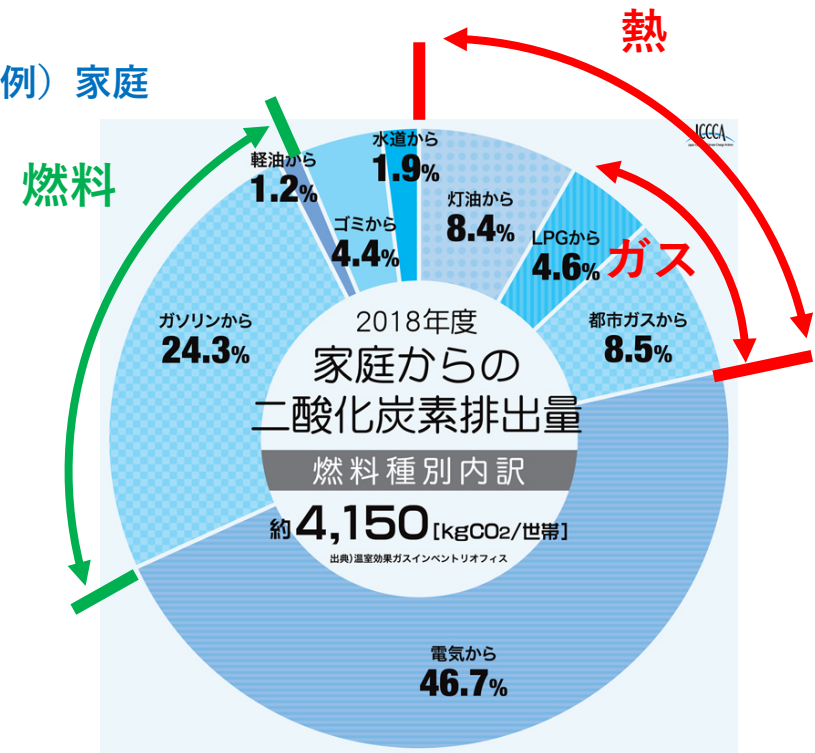
- ・電気
- ・熱（暖房・給湯など）
- ・燃料（車両など）

All電化は可能か？

熱・燃料分野の脱炭素化が求められている
（再エネ由来のガス）



例) 家庭



出典) 温室効果ガスインベントリオフィス

北海道の課題

北海道のGHG排出量は全国比で1.27倍である

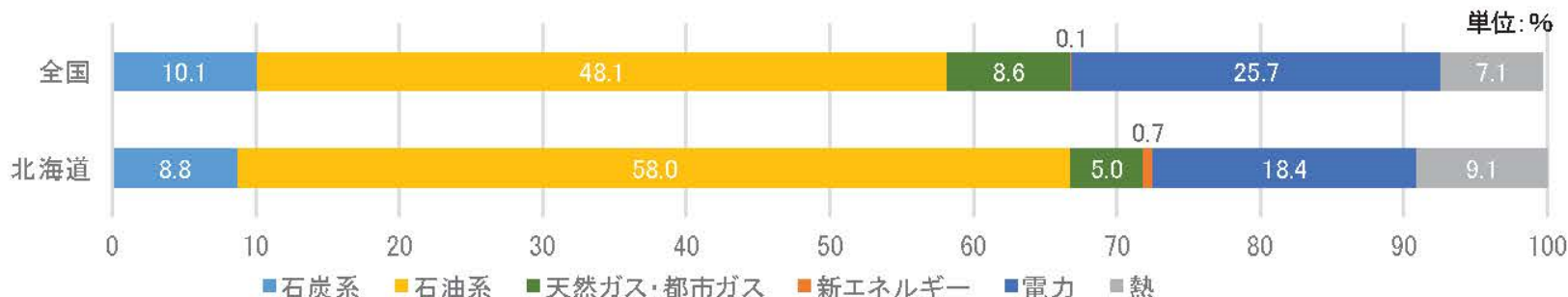
全道と全国の温室効果ガス排出量の比較（2016年度）

区分	北海道	全国
温室効果ガス排出量	7,017 万t-CO ₂	130,800 万t-CO ₂
1人当たり	13.1 t-CO ₂ /人	10.3 t-CO ₂ /人

北海道：北海道地球温暖化対策推進計画に基づく平成30年度の施策の実施状況等について，2020.1
http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ks/tot/H30tennennkyoukahoukokusyo_1.pdf

冬期の灯油・ガスの使用が課題

図表2 最終エネルギー消費のエネルギー源別の割合（平成29年度）



出典 全国：総合エネルギー統計（資源エネルギー庁）、北海道：都道府県別エネルギー消費統計等の統計データから推計（道経済部）

※ 本図表の「新エネルギー」：産業用として自家消費（熱及び電気）されたもの

地域特性を活かした再生エネルギーサプライチェーンの構築

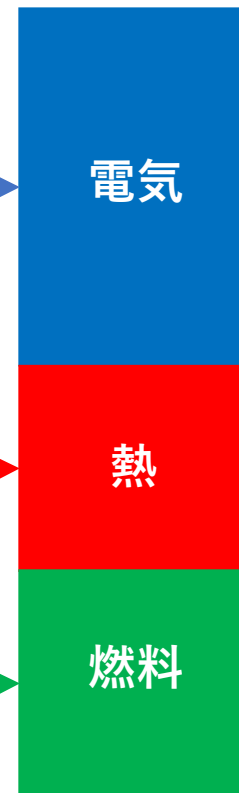
再生可能エネルギー源
(変動、偏在)

- ・ 太陽光
- ・ 風力 (洋上、陸上)
- ・ 地熱
- ・ バイオマス
 - ・ 家畜ふん尿
 - ・ 食品廃棄物
 - ・ 下水汚泥
- ・ 木質
- ・ 草本類

サプライチェーン
(変換・貯蔵・輸送)



エネルギー利用 (需要側)



事業キーワード

- ・ 分散地産地消型
- ・ 地域間融通
- ・ 地域事業 (雇用)
- ・ 市民参加 (出資)

化石由来炭素 (過渡期)

- ・ 石炭
- ・ 天然ガス
- ・ 石油

CCUS

2050年脱炭素社会に向けて

2030年は脱炭素Readyを目指そう！

化石燃料効率利用による
徹底的削減

脱炭素勘定法の確立（見える化）

エネルギー診断と省エネ

更新時の機器の選択

低炭素エネの選択

グリーン電力市場

融通・調整機能 (DR)

脱炭素に向けた
技術開発・実証

実証試験の継続

仲間・コンソーシアム形成

プロジェクト（事業）立案

次善の選択
次に入替可能

脱炭素Ready

化石燃料から
再エネへの
切り替えの加速化

脱炭素機器の選択

脱炭素エネの選択

北海道エネルギー
基地（移出）

熱

輸送燃料

電気

社会実装

普及段階

脱炭素社会の実現

イノベーション

2020

2030

2040

2050



脱炭素Ready = 全員参加可能

脱炭素Ready
2030

脱炭素達成
2050

2020 2040 2050

一步だけ近づく！ = 自分も参加した気になる

自動車の買い換え

自動車（コンパクト、低
燃費、ハイブリッド）

EV/FCV

EV/FCV

自宅の購入（ビルディング建て替え）

断熱構造のみ
ZEH/ZEB基準達成

再エネの導入による
ZEH/ZEB化

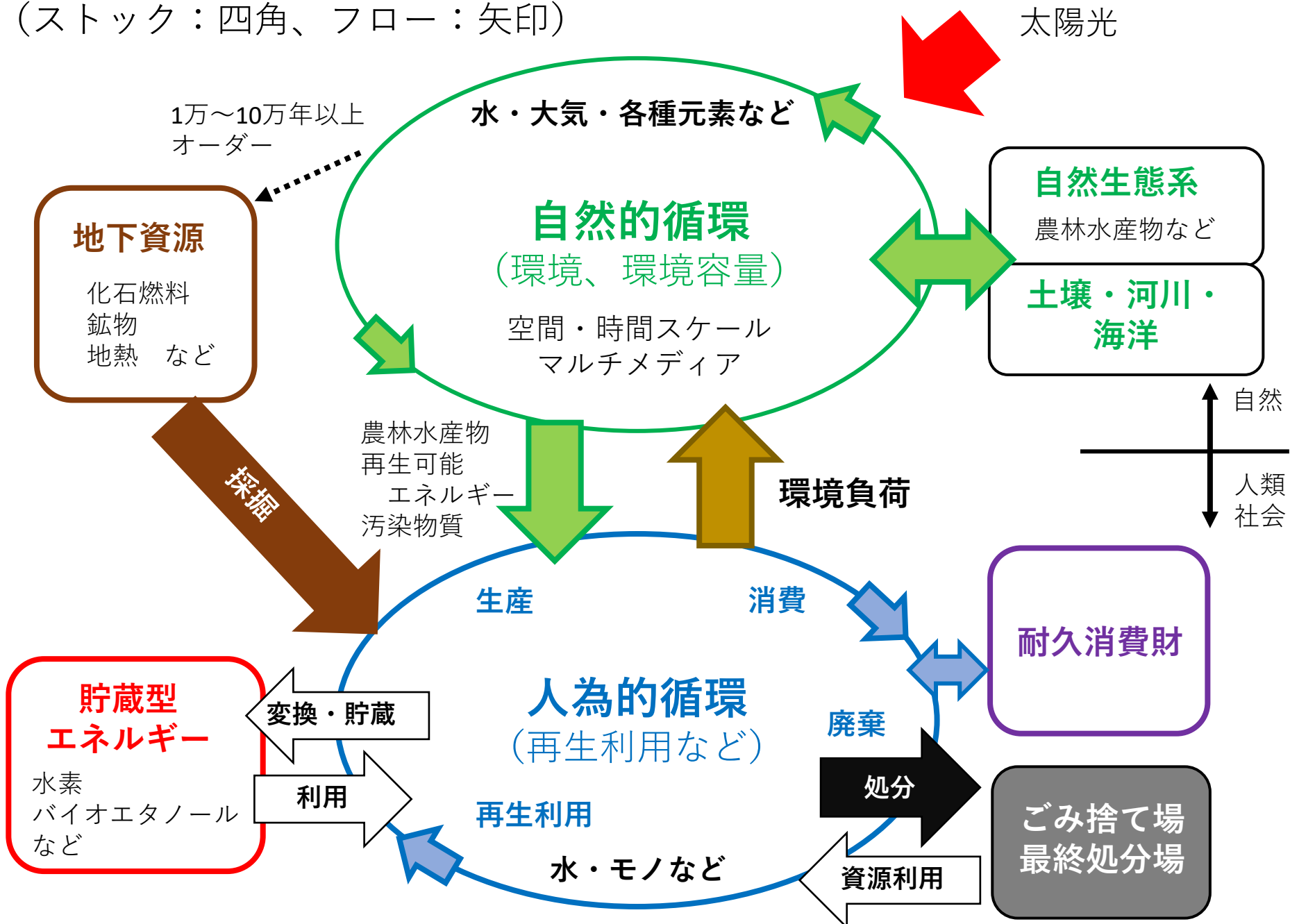
ZEH/ZEB

⋮

皆さんの脱炭素readyを考えてみませんか！

地球上の資源・エネルギーの循環

(ストック：四角、フロー：矢印)



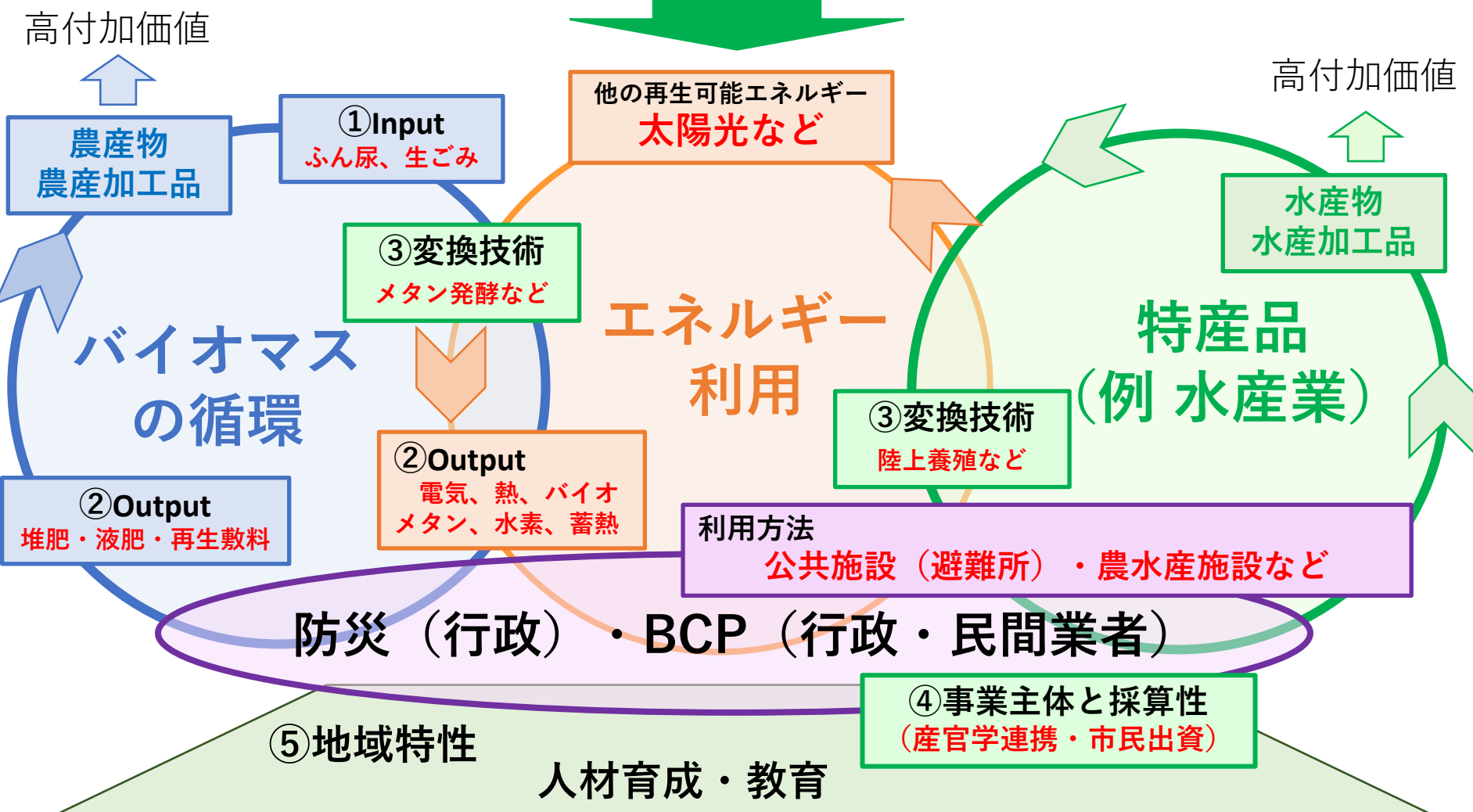
フローとストックを上手に使いこなすことが、自然的循環の中で人類が生き延びるために必要不可欠

- ・現在の環境問題（資源枯渇、温室効果ガス、など）の根本的原因
 - 地下資源という過去のストックを適切な速度で利用することができなかった
 - フロー制御の失敗
- ・その場その場の時間瞬間効率ではなく、ストックを考慮した時間積分型の正味の効率向上が必要
 - 太陽光や風力エネルギー、季節性のあるバイオマス資源、そして資源の供給場所と需要場所の乖離や偏在、これらの空間的、時間的変動も考慮したいわば、正味の効率向上が必要である。
 - 太陽光や風力の余剰電気を蓄電池（実時間スパンの貯蔵）や水素（季節を超えた貯蔵）、すなわち熱も含めた様々なエクセルギーレベルに応じたエネルギーを蓄熱技術など駆使して保管することができれば、空間・時間を超えた正味の利用効率は向上するはずである。

地域“全員参加”によるまちづくり

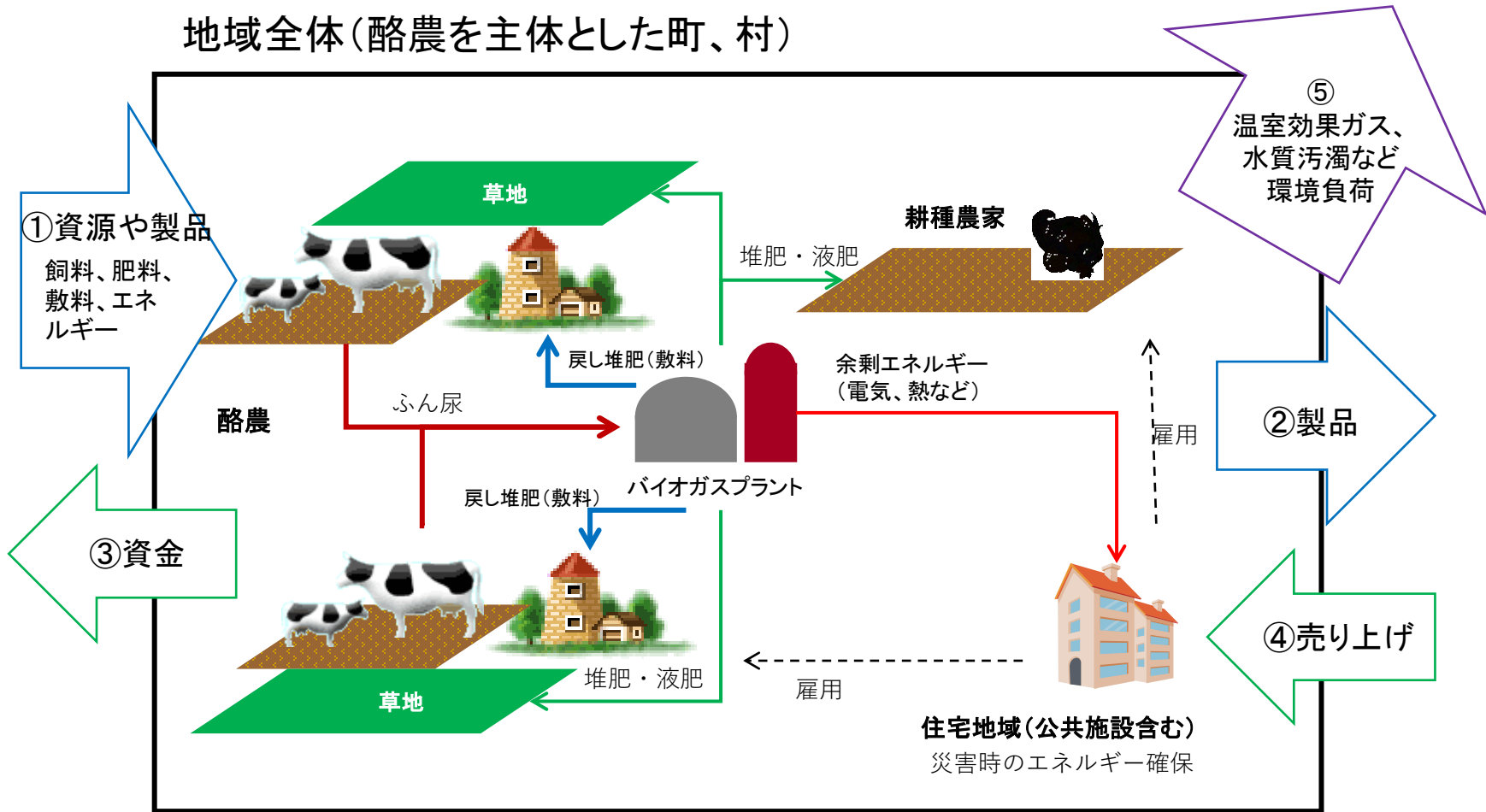
①目標（将来のまちづくり）

農業・漁業の更なる発展、再生可能エネルギー導入、町の魅力を積極的に町内外へ発信、地域のレジリエンスの向上



バイオガスプラントは地域の循環の要(かなめ)

地域全体(酪農を主体とした町、村)



資源生産性(④/①)の向上 : 飼肥料・敷料・エネルギーの外部購入の節約による
経費削減による競争力の向上

環境効率(⑤/④) : 環境負荷削減による地域イメージの向上(観光客など)

資金(③)流出抑制 : 新たな地域雇用の創出、災害時のエネルギー確保

循環事業 or 発電事業？

風力発電（数百～2000kW規模）× 数基
 太陽光発電（数千kW規模）
 木質バイオマス発電（5,000kW規模以上）



地域振興（地域経済の構造改革）

牛ふん、生ごみなどの
 バイオガスプラント（数百kW）



発電事業△
 循環事業○



創出されたエネルギー



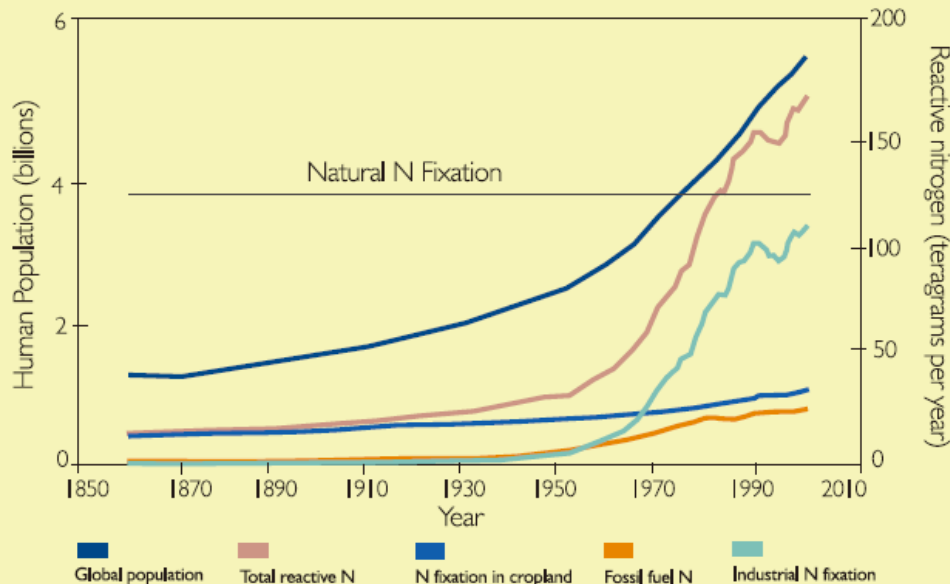
循環の駆動力
 (エネルギー、資金として)

健全な窒素の循環の必要性

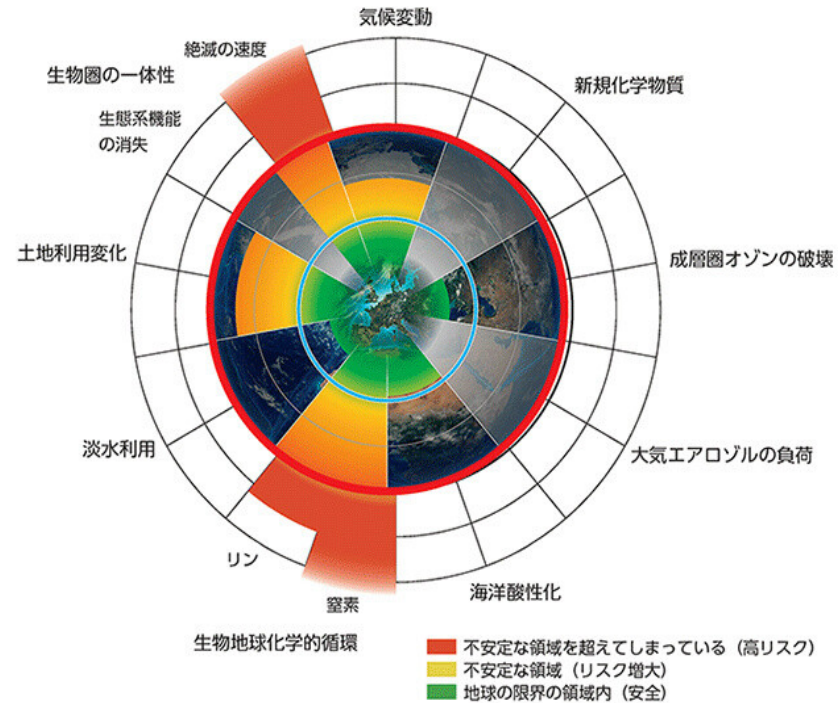
- ✓ ハーバー・ボッシュ法による工業的窒素固定が微生物による窒素固定を上回る。
- ✓ 世界的人口増に伴う食料供給に窒素は不可欠。
- ✓ 窒素の循環バランスが崩れつつある。

○地球の限界（プラネタリー・バウンダリー）による地球の状況

GLOBAL POPULATION & REACTIVE NITROGEN TRENDS

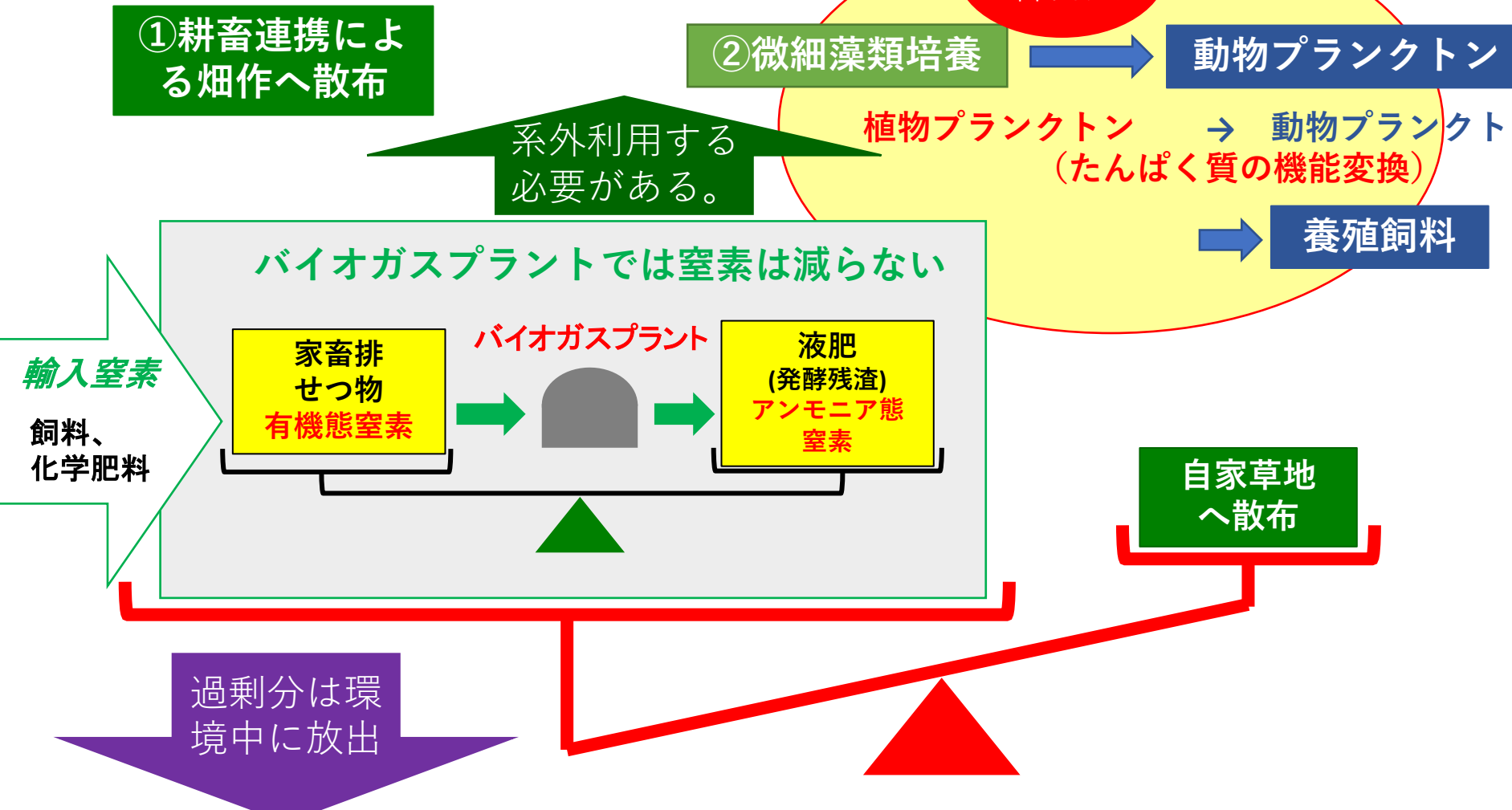


Source: Lambert KF, Driscoll C. 2003. Nitrogen Pollution: From the Sources to the Sea. Hanover, NH: Hubbard Brook Research Foundation; 4.



資料: Will Steffen et al. [Guiding human development on a changing planet]

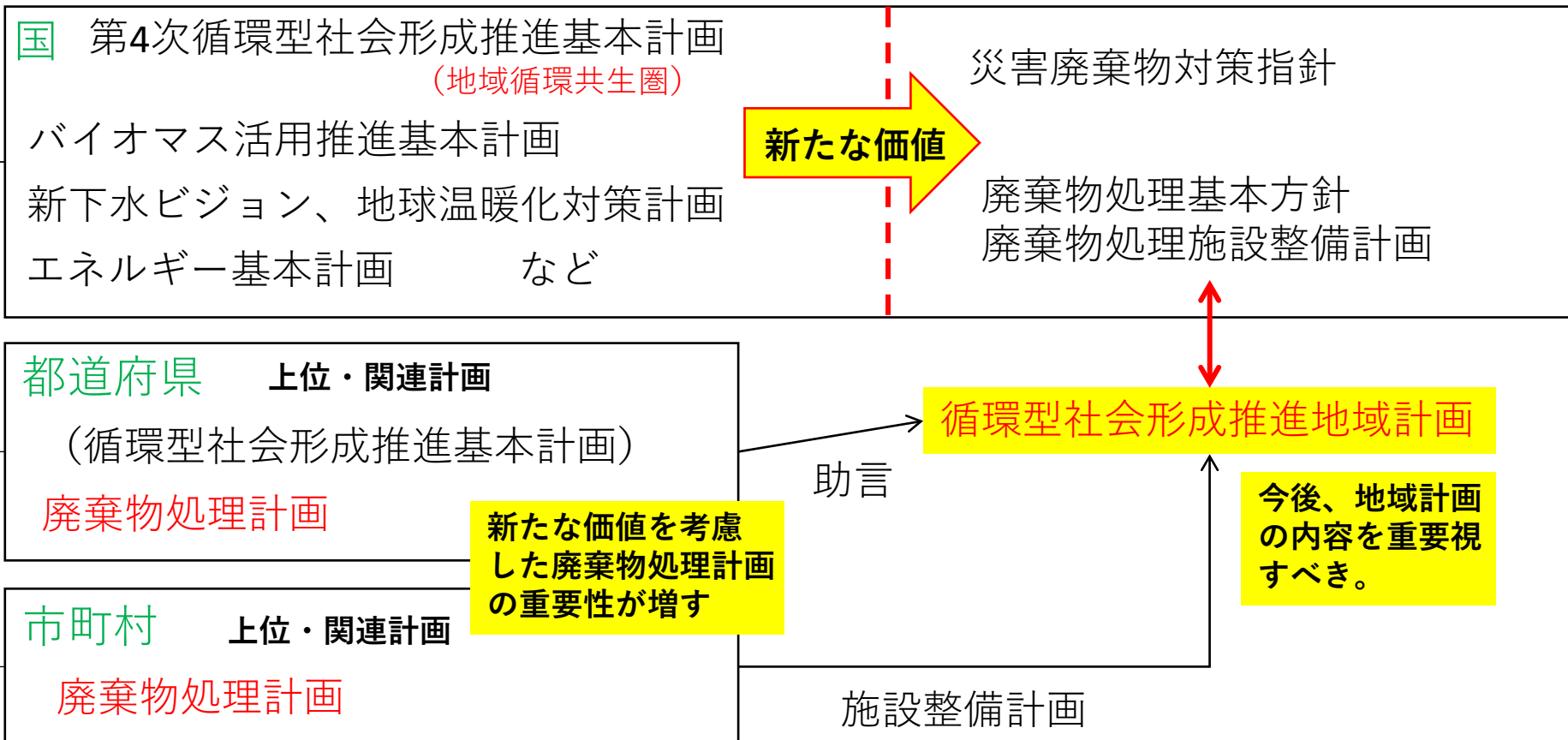
ふん尿のメタン発酵と窒素収支



しかし、窒素の輸入分を考慮すると
全窒素負荷量 >> 環境容量
 よって、系外利用を考える必要がある。

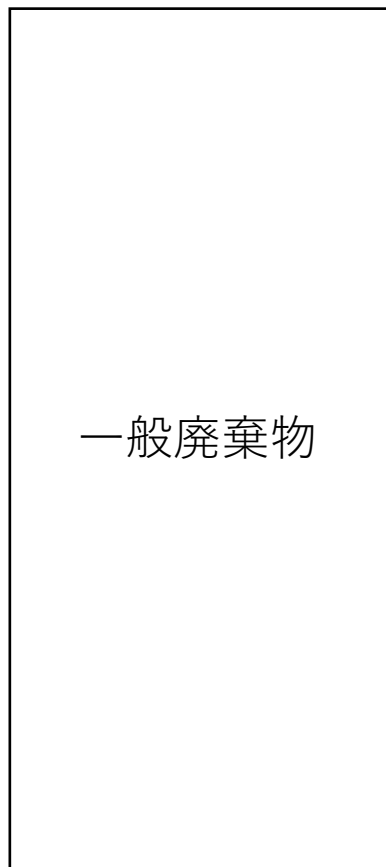
循環型社会形成推進交付金

市町村が、廃棄物の3R（リデュース、リユース、リサイクル）を総合的に推進するため、広域的かつ総合的に廃棄物処理・リサイクル施設整備を計画（循環型社会形成推進地域計画）。計画に位置付けられた施設整備に対し交付金を交付。



要素技術の組合せが大事

分別・収集



人による分別 (= 選別)

中間処理 (資源化含む)

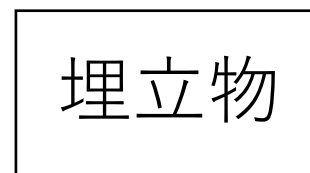
機械的プロセス
 ・ 破砕、選別
 (発酵適物などの選別)
 ・ 成型 (RDF/RPF)

熱処理プロセス
 ・ 乾燥
 ・ 焼却
 ・ 溶融

生物処理プロセス
 ・ 堆肥化 (好気)
 ・ メタン発酵 (嫌気)

最終処分

埋立量と質の
制御



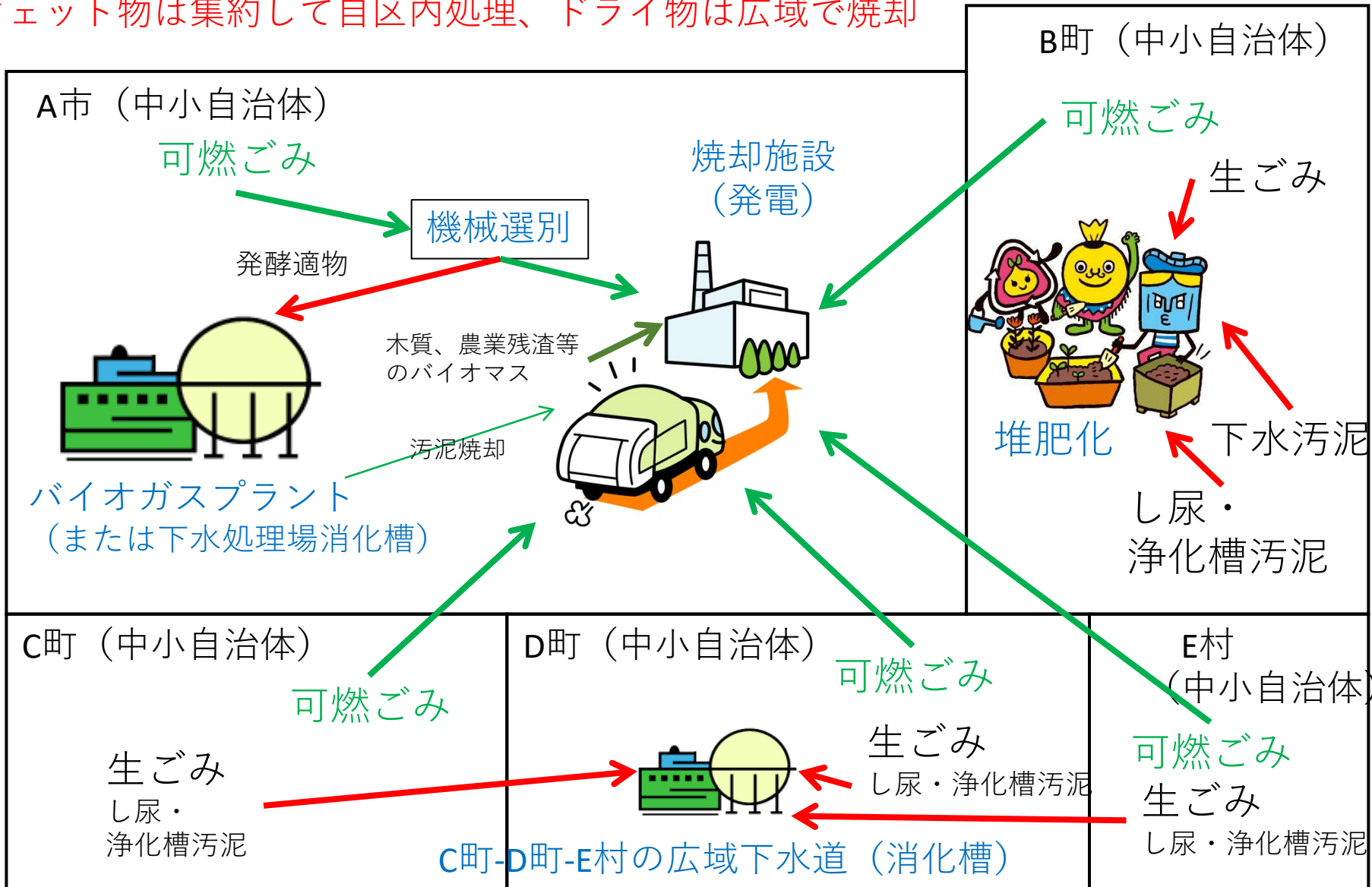
制約条件

- ・ 埋立容量

目的に応じた組合せ

部局間連携型の静脈物流(下水とごみ)

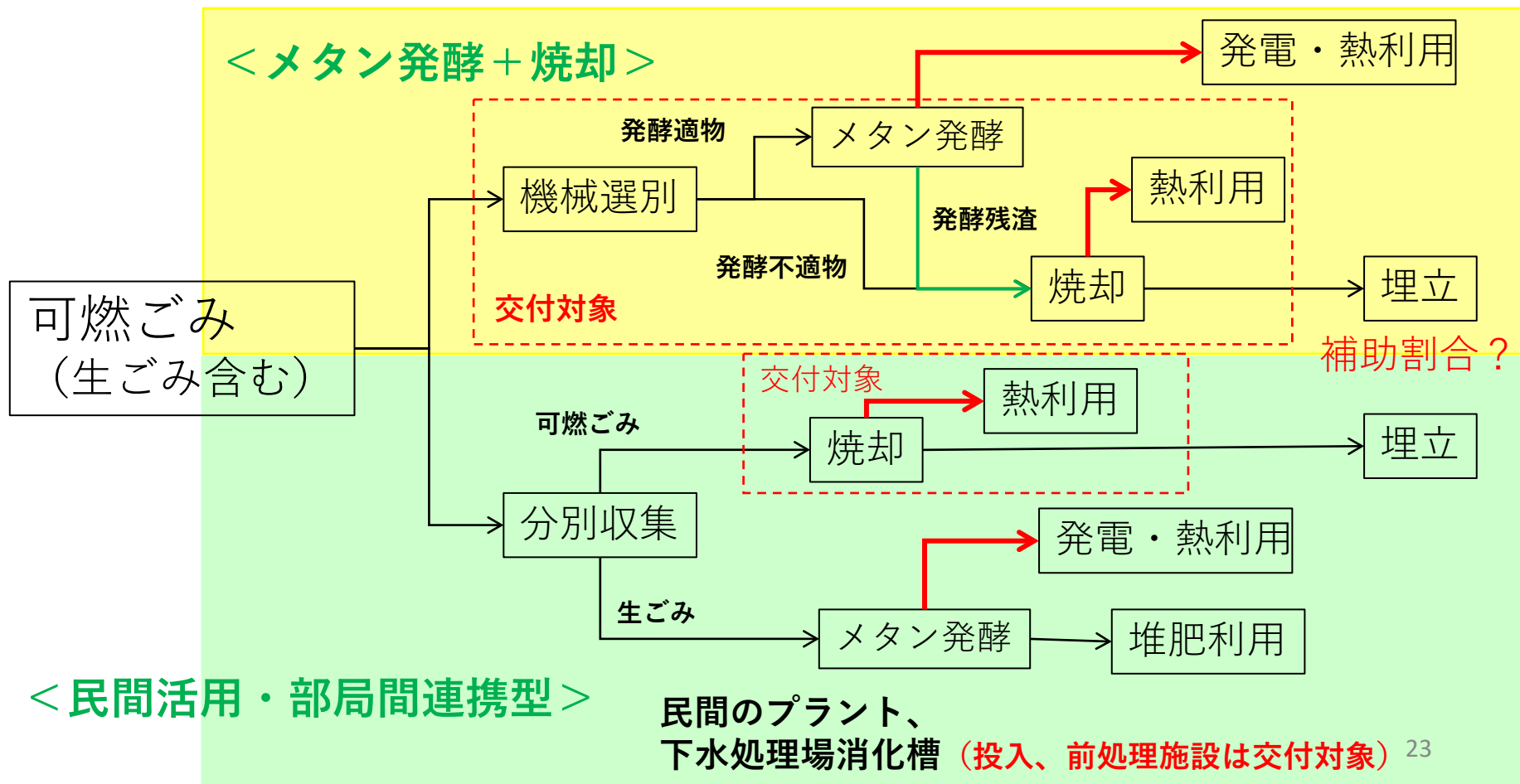
ウェット物は集約して自区内処理、ドライ物は広域で焼却



中長期的廃棄物処理施設整備に向けて

循環型社会形成推進交付金

補助率・・・施設要件だけでなく、システム全体パフォーマンス
とその施設の位置付けを考慮する必要があるのでは？



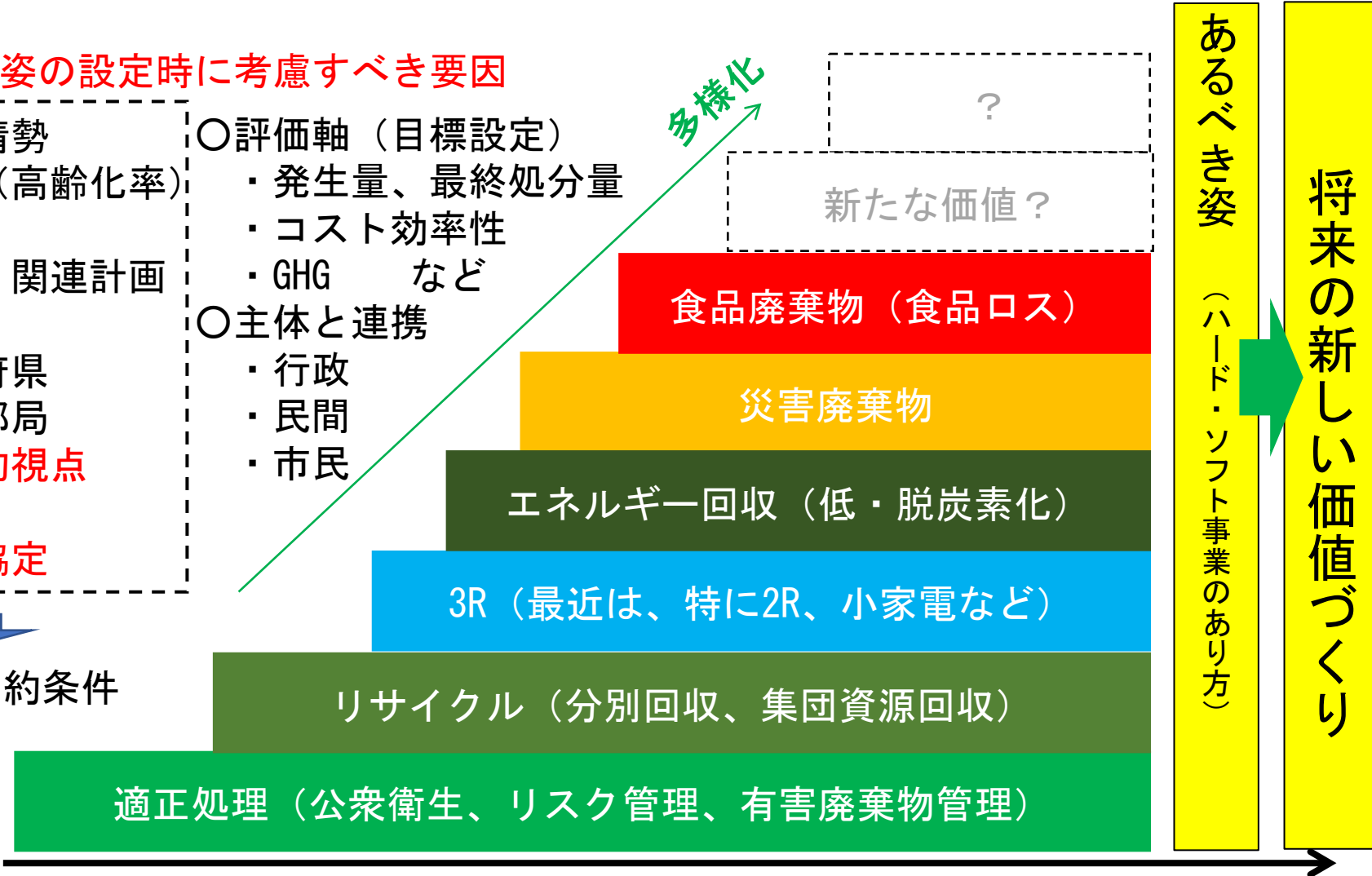
廃棄物処理計画時に考慮すべきこと

あるべき姿の設定時に考慮すべき要因

- 社会情勢
 - ・人口（高齢化率）
 - ・財政
- 上位・関連計画
 - ・国
 - ・都道府県
 - ・関連部局
- 国際的視点
 - SDGs
 - パリ協定
- 評価軸（目標設定）
 - ・発生量、最終処分量
 - ・コスト効率性
 - ・GHG など
- 主体と連携
 - ・行政
 - ・民間
 - ・市民

前提、制約条件

多様化



新たな価値？

食品廃棄物（食品ロス）

災害廃棄物

エネルギー回収（低・脱炭素化）

3R（最近は、特に2R、小家電など）

リサイクル（分別回収、集団資源回収）

適正処理（公衆衛生、リスク管理、有害廃棄物管理）

あるべき姿

（ハード・ソフト事業のあり方）

将来の新しい価値づくり

過去

現在

未来

時間

農工連携の北大組織

ご視聴ありがとうございました。

