NEDO事業ワークショップ
2022年3月7日（月）13時00分～17時30分

北海道大学

地域共生型の
バイオマス利用に向けて

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

本日の内容

1. コンセプト
2. カーボンニュートラルに向けて
3. 廃棄物・バイオマスの利活用
4. 北大の取り組み

循環共生システムのコンセプト

50～100年後の人々の生活は？

○多様な問題が山積

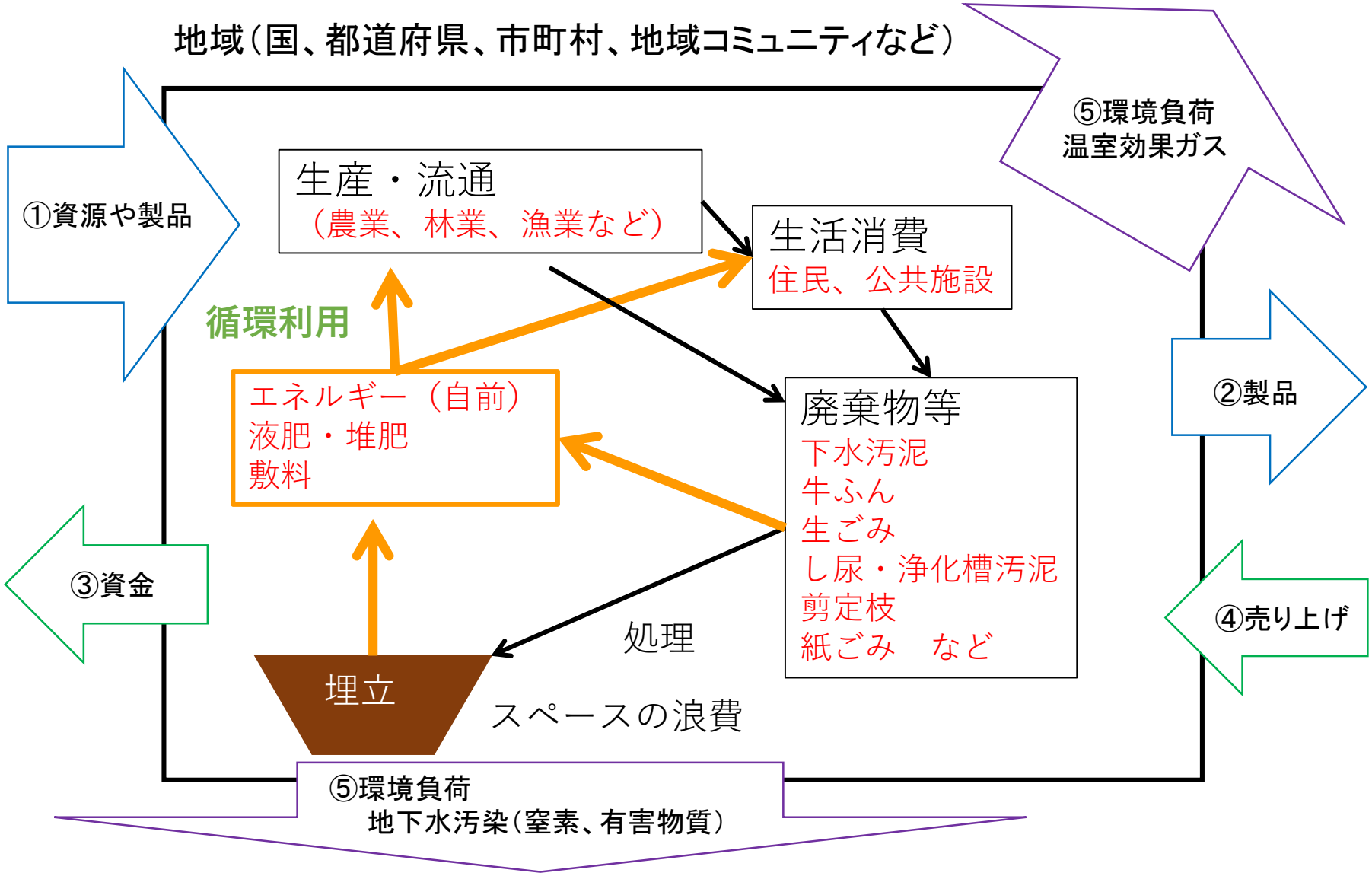
人口増大（減少）、食料、
資源、水、エネルギー、
環境汚染、貧困、
地域格差、福祉、教育

○物言わぬ弱者と**共生**しなくてはならない

- 環境
- 発展途上国の人々
- 次世代の人々

「50年先を見据えた物（廃棄物とバイオマス）とエネルギーの循環システムのあり方」を考える！

地消地産による経済・社会・環境課題の解決（1）



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

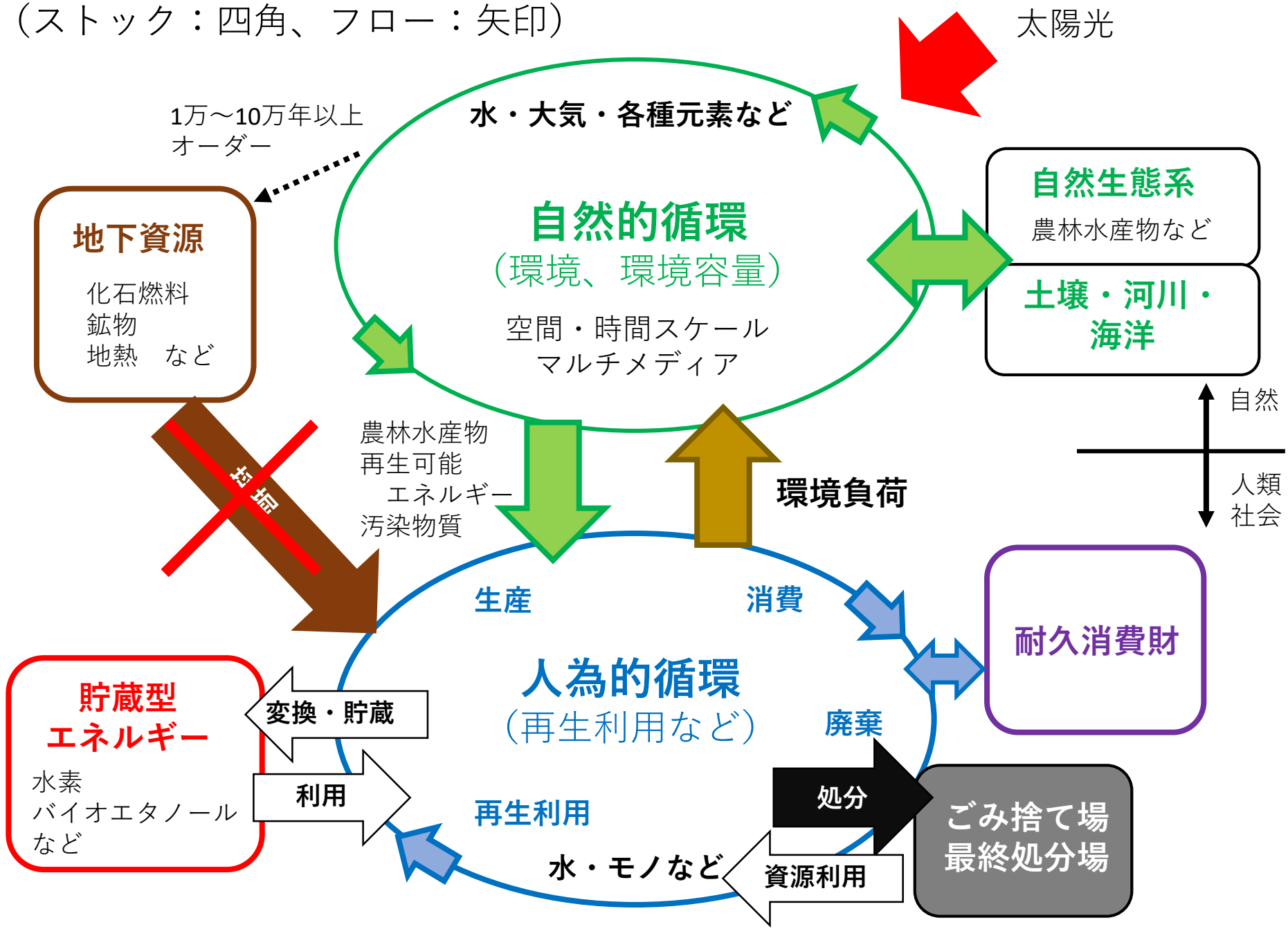
地産地消、雇用創出、
自前のエネルギー確保（災害対策）

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。

変わらなくてはいけない！

地方×　地域△ → *自分のまち*

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

- 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
- 成長

技術社会

- 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）
- 脱成長
- コモンズ、共同運営

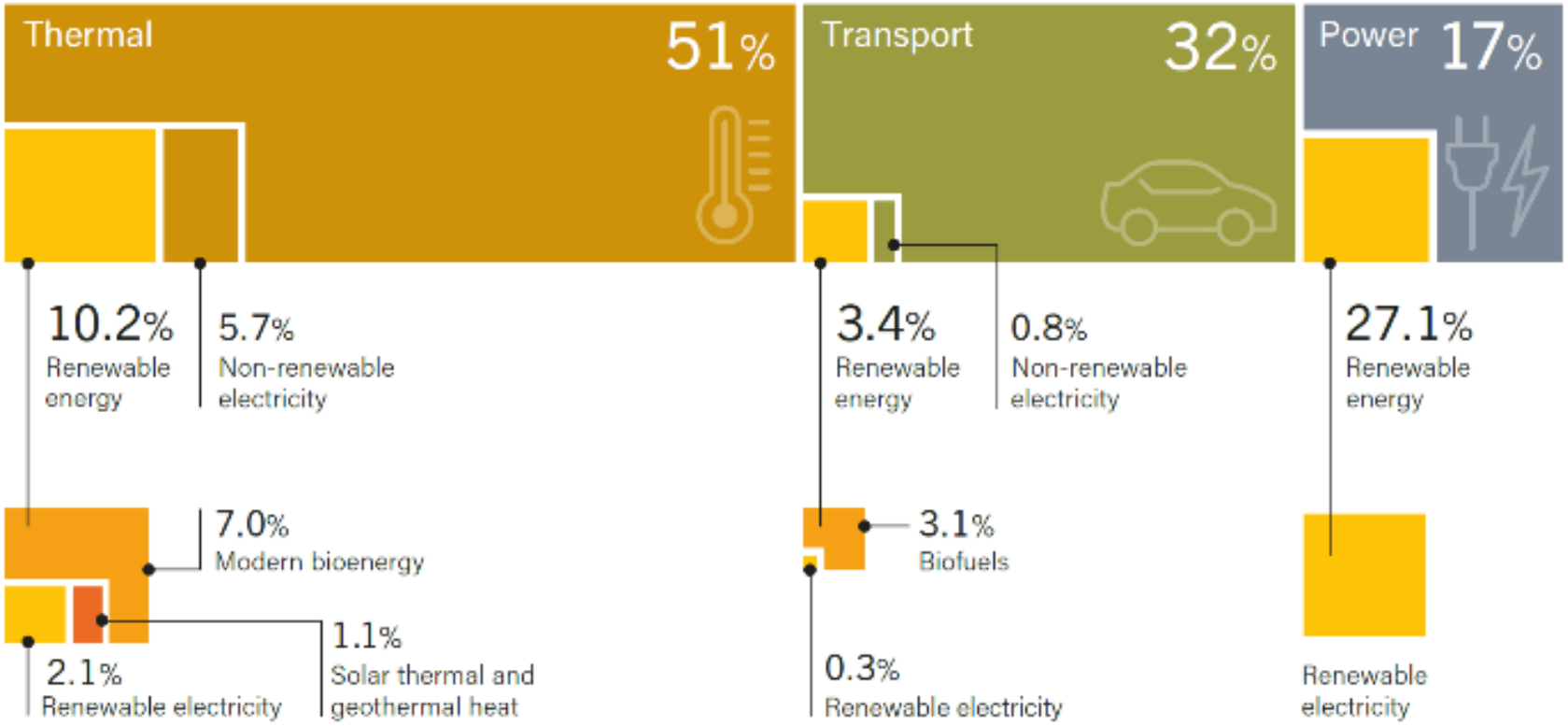
北海道も1つじゃない！

ブレークスルー
（イノベーション）

本日の内容

1. コンセプト
2. カーボンニュートラルに向けて
3. 廃棄物・バイオマスの利活用
4. 北大の取り組み

最終エネルギー消費量に対する再生可能エネルギーシェア(2018)



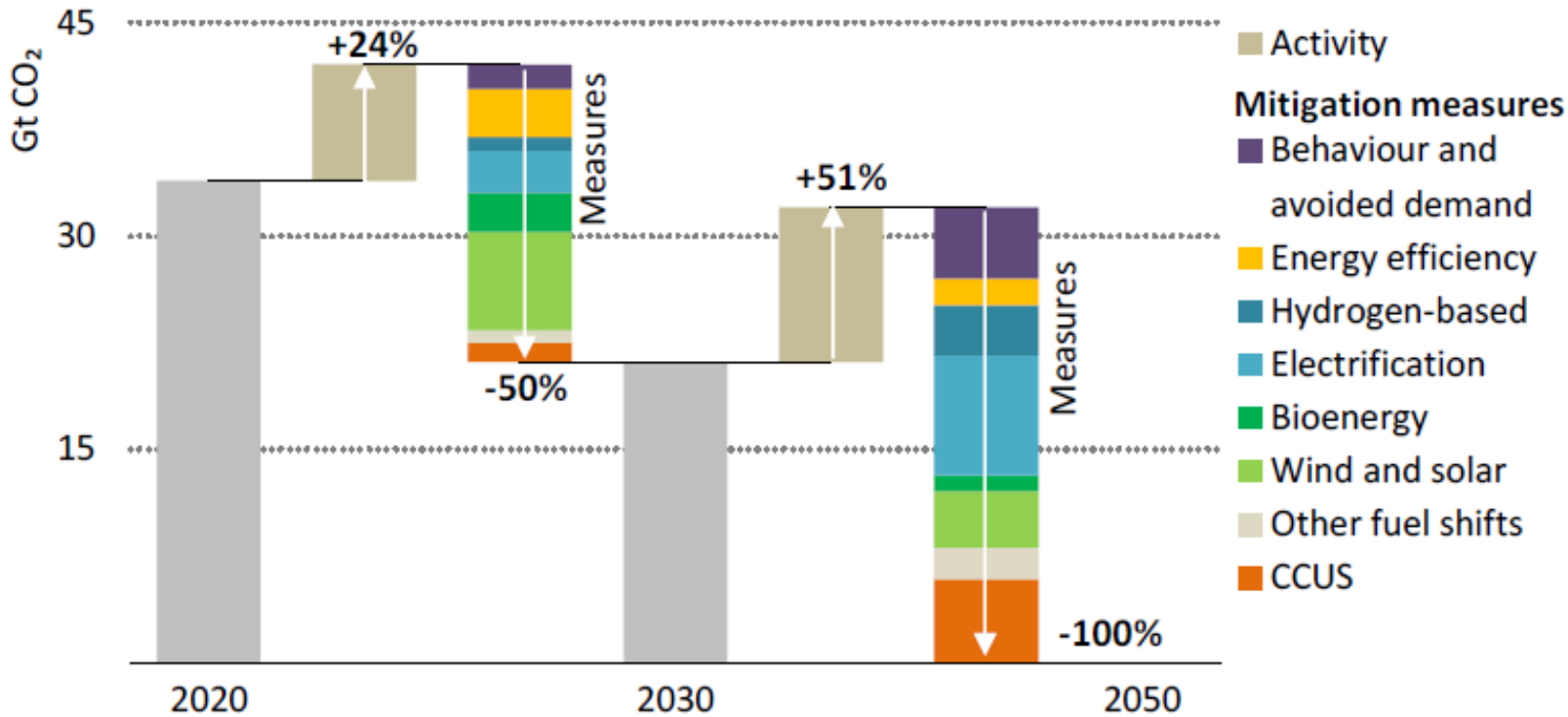
Note: Data should not be compared with previous years because of revisions due to improved or adjusted methodology.

Source: Based on IEA data. See endnote 61 for this chapter.

REN21：Renewables 2021, Global Status Report, 2021,
https://www.ren21.net/reports/global-status-report/

Net Zeroシナリオにおける削減対策

Figure 2.12 ▷ Emissions reductions by mitigation measure in the NZE, 2020-2050

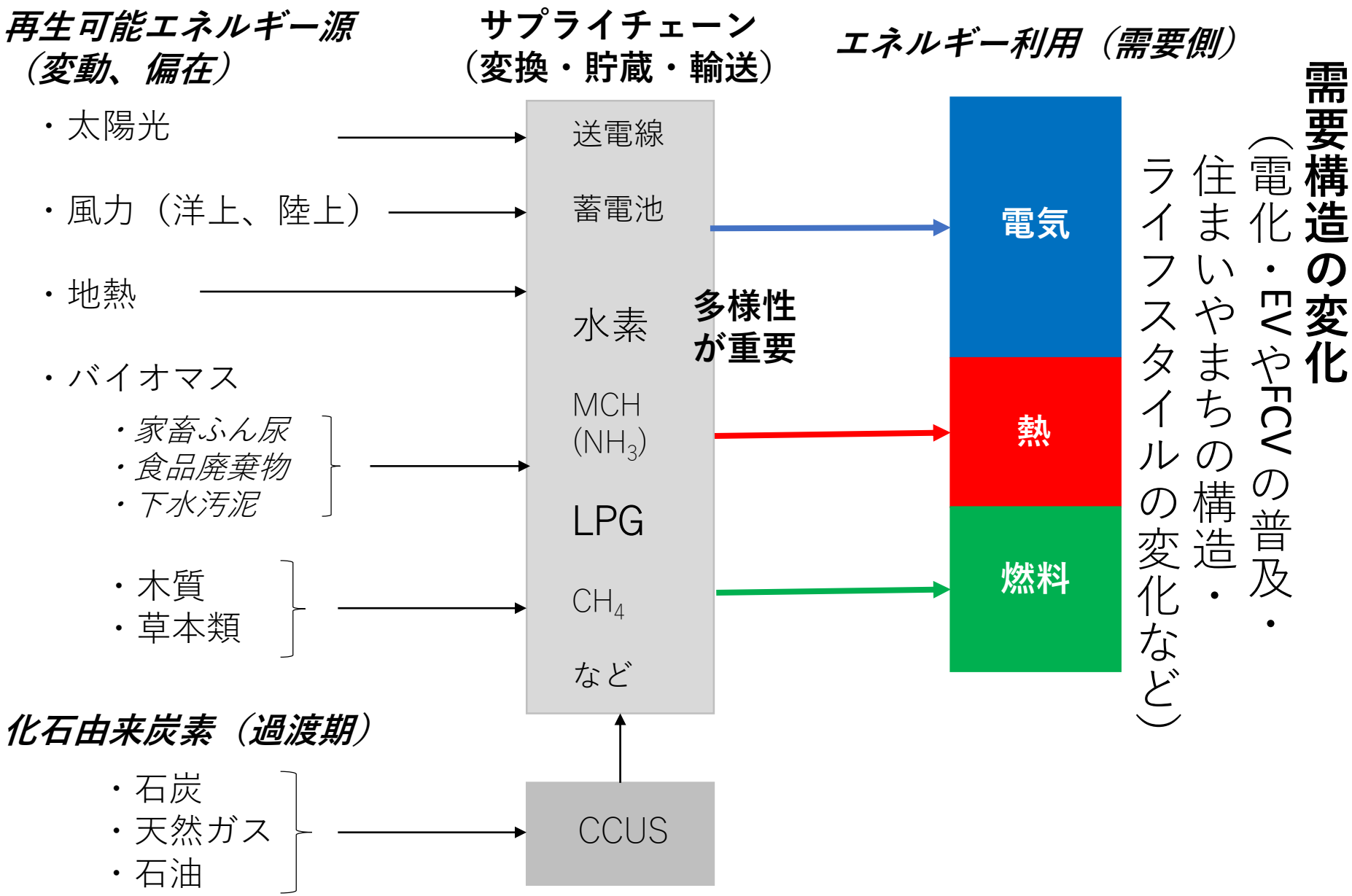


IEA. All rights reserved.

Solar, wind and energy efficiency deliver around half of emissions reductions to 2030 in the NZE, while electrification, CCUS and hydrogen ramp up thereafter

Notes: Activity = energy service demand changes from economic and population growth. Behaviour = energy service demand changes from user decisions, e.g. changing heating temperatures. Avoided demand = energy service demand changes from technology developments, e.g. digitalisation. Other fuel shifts = switching from coal and oil to natural gas, nuclear, hydropower, geothermal, concentrating solar power or marine.

地域特性を活かした再生エネサプライチェーンの構築



本日の内容

1. コンセプト
2. カーボンニュートラルに向けて
3. 廃棄物・バイオマスの利活用
4. 北大の取り組み

バイオマス利活用のシステム化

⓪バイオマス利活用の目的

・焼却量削減　・施設更新　・コスト削減　・エネルギー回収
・最終処分量削減　・施設集約化　・悪臭など生活環境の改善　・温室効果ガス排出量削減

Input

①バイオマス

・一般（可燃ごみ、生ごみ）
・産廃（家畜排せつ物、下水汚泥など）
・未利用物（稲わらなど）

対象物の選定と収集方法の決定

③変換技術

・メタン発酵　・焼却
・堆肥化　・MBT

前・後処理を含むプロセス設計

Output

②受入先

・エネルギー
熱利用、発電・熱利用、水素、燃料利用
・残渣
液肥、堆肥、戻し堆肥、灰

需要（マーケット）の探索・掘り起し

④事業主体と採算性

・自治体　・民間　・三セク　・PFI　・（長期包括）委託　など

事業の動機付け（目的に関連）の事業採算の範囲

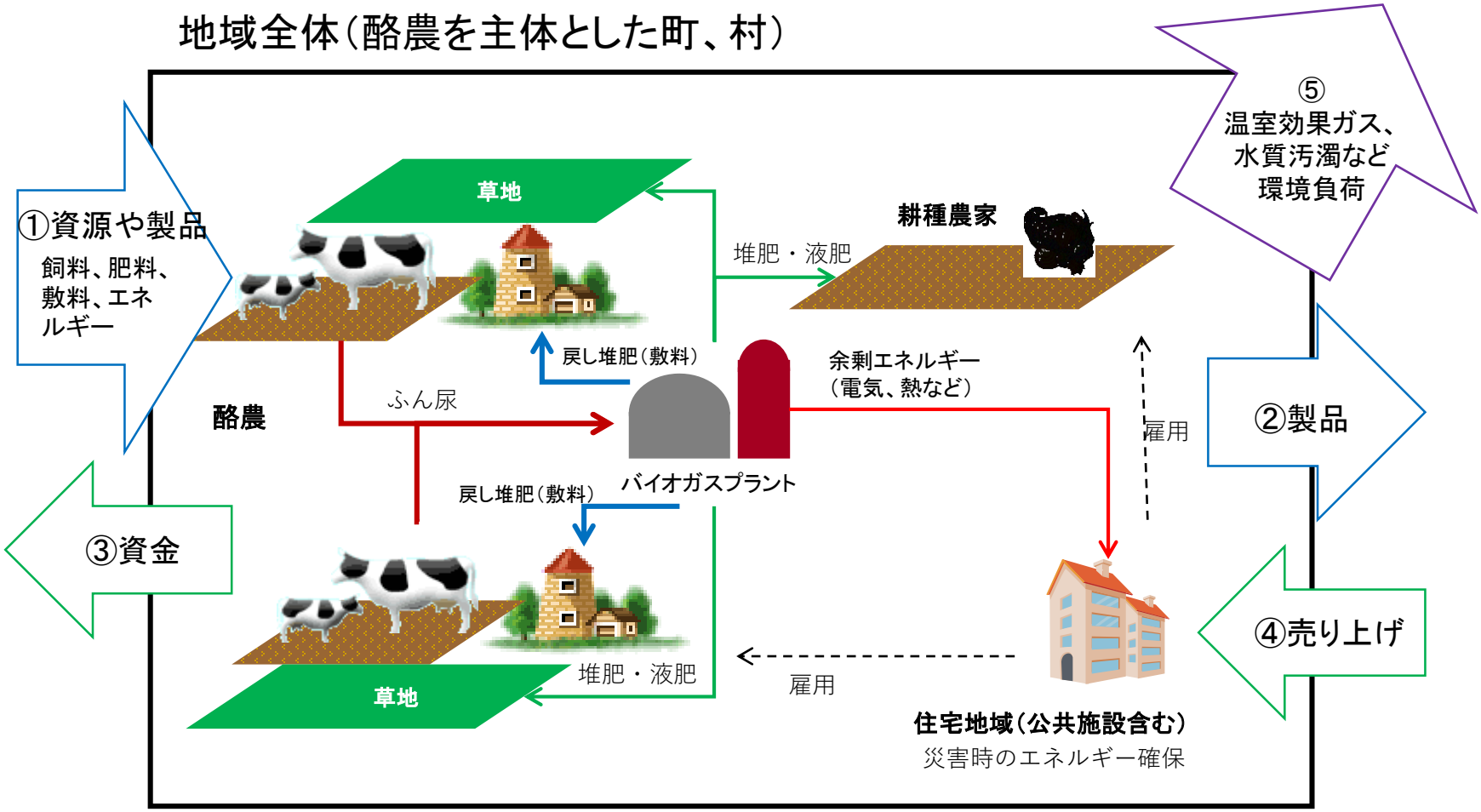
＜技術的側面＞
・イノベーション
・ICT、IoT、AI

＜社会的側面＞
・市民意識（教育）
・市場原理

⑤地域特性

・人口規模　・産業構造（農村、都市）

バイオガスプラントは地域の循環の要（かなめ）

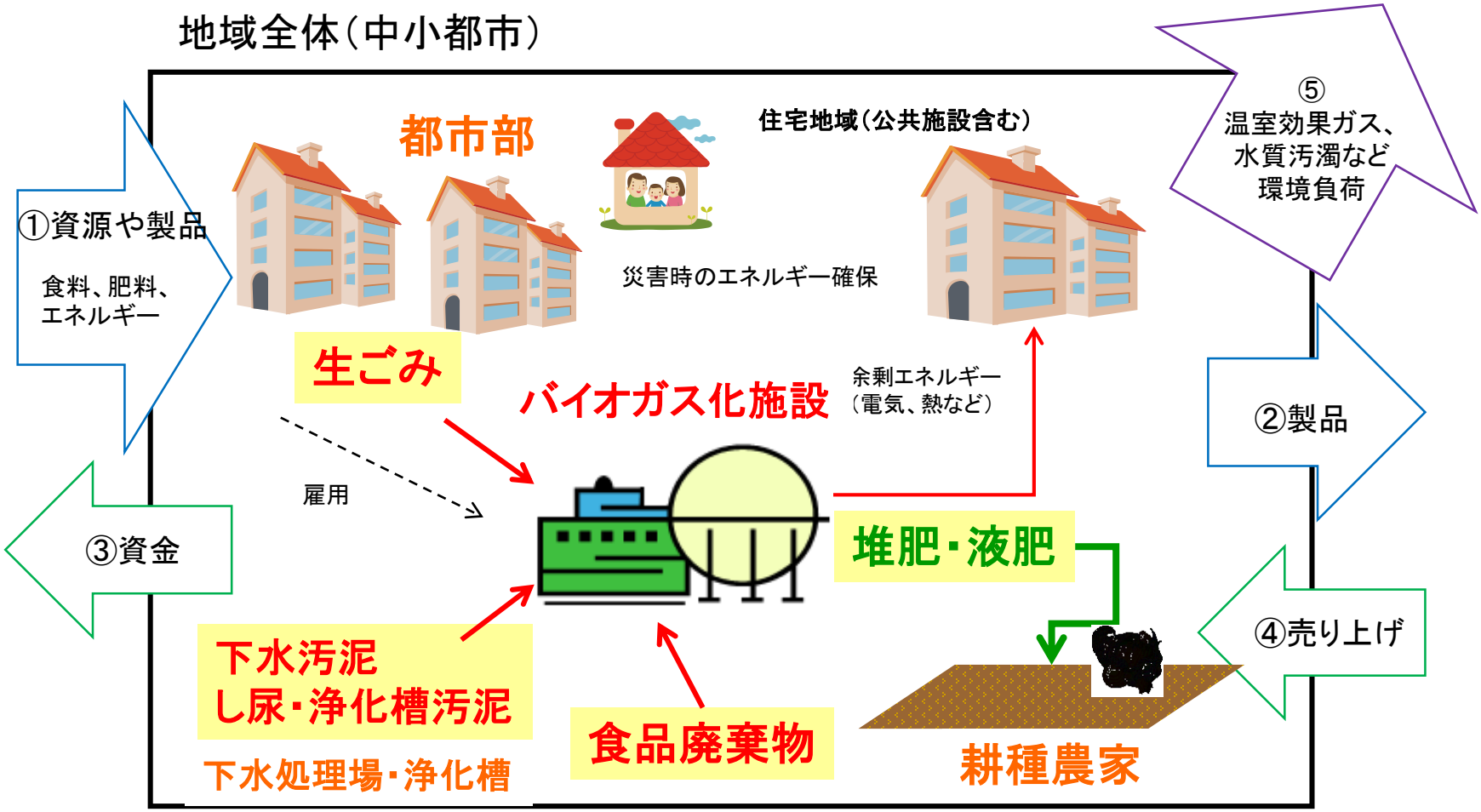


資源生産性（④/①）の向上：飼肥料・敷料・エネルギーの外部購入の節約による経費削減による競争力の向上

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

バイオガスプラントは地域の循環の要（かなめ）



資源生産性（④/①）の向上　　：食料・肥料・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）：生ごみ以外の廃棄物のハンドリング向上（資源化、処理効率向上）

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）

→ 発電事業◎

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○

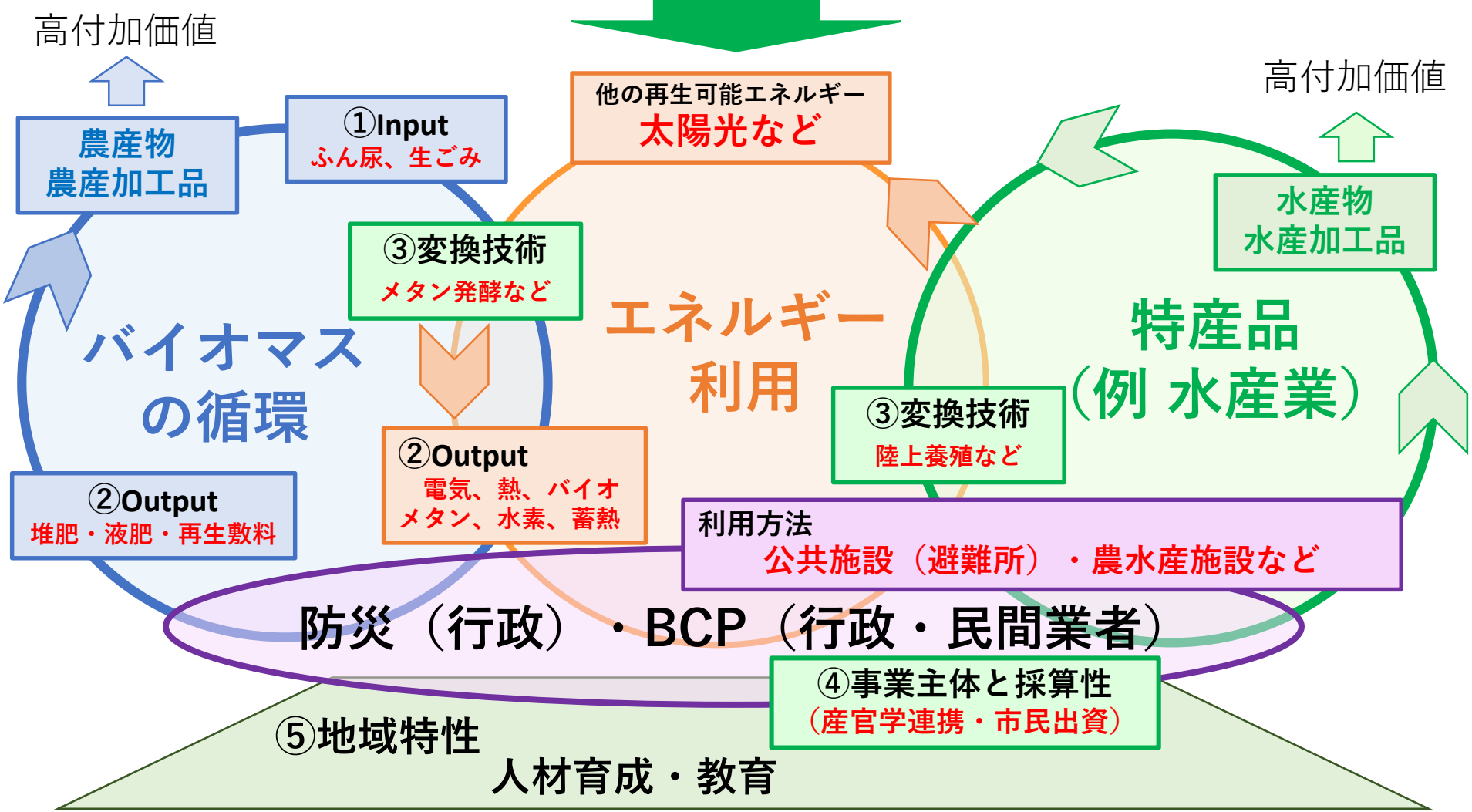
創出されたエネルギー

↓

循環の駆動力
（エネルギー、
資金として）

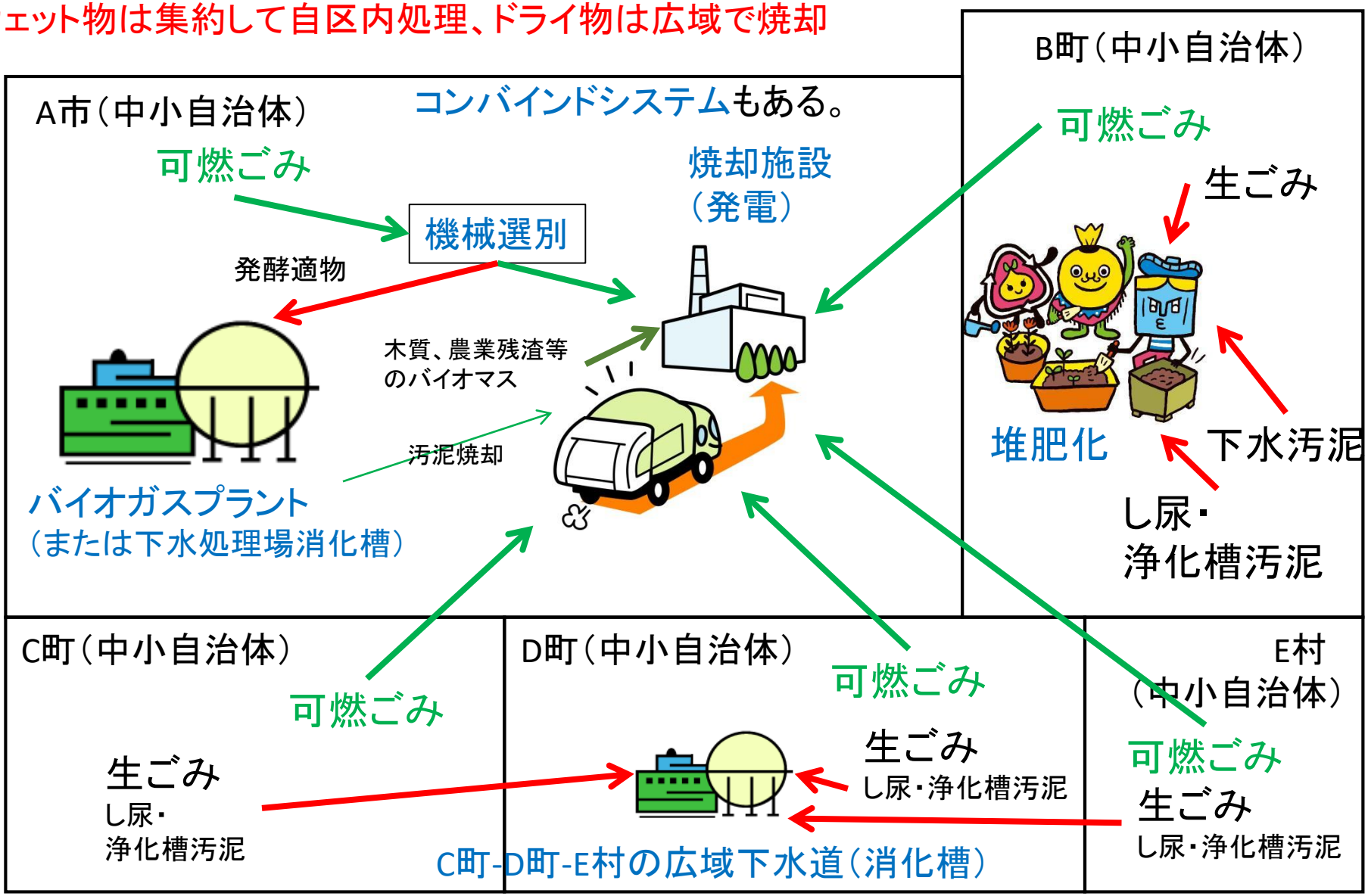
地域“全員参加”によるまちづくり

⓪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



広域化と自区内処理を考える～施設の集約化

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



今後の廃棄物･バイオマス･再エネ関連事業のありかた　～地域社会変容の必要性

・産学官の連携は必須（特に産官）
　（構想→計画→導入→運営→評価・改善）

・地域電力、シュタットベルケの検討
　（地域課題の解決、地元重視、
　　複数事業の組み合わせ→イノベーション）

・市民参加（”楽しい“の延長線上、
　　行動変容）

本日の内容

1. コンセプト
2. カーボンニュートラルに向けて
3. 廃棄物・バイオマスの利活用
4. 北大の取り組み

共創の場形成支援プログラム（COI-NEXT）【共創分野】

拠点名称：地域エネルギーによるカーボンニュートラルな食料生産コミュニティの形成拠点

代表機関	北海道大学	**プロジェクトリーダー**	石井　一英 北海道大学　大学院工学研究院　教授 ／ロバスト農林水産工学国際連携研究教育拠点　代表
参画機関	（大学等）鹿児島大学、物質・材料研究機構、北海道立総合研究機構 （企業等）北海道、釧路市、函館市、薩摩川内市、古河電気工業株式会社、株式会社クボタ、株式会社IHI、株式会社NTTドコモ北海道支社、エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ株式会社、大成建設株式会社札幌支店、いであ株式会社、北海道電力株式会社、株式会社ドーコン、株式会社土谷特殊農機具製作所、大地みらい信用金庫、共和コンクリート工業株式会社、太陽鉱工株式会社、株式会社岡野エレクトロニクス、北海道経済連合会、公益財団法人北海道科学技術総合振興センター、一般財団法人函館国際水産・海洋都市推進機構、釧路商工会議所、美唄自然エネルギー研究会、事業協同組合薩摩川内市企業連携協議会、一般社団法人専修大学デジタルコミュニティ通貨コンソーシアムラボラトリー		

○プロジェクトの概要

人口増や気候変動、コロナによる世界的な社会問題が顕在化するなか、SDGsやパリ協定等の目標達成のため、地域資源をエネルギーとして最大限活用し、環境負荷を軽減した食料生産システムを確立するとともに、これらの取組をICT等の活用により見える化し新たな地域の価値創出につなげることにより、地産地消で自立的な分散型社会の構築が求められている。

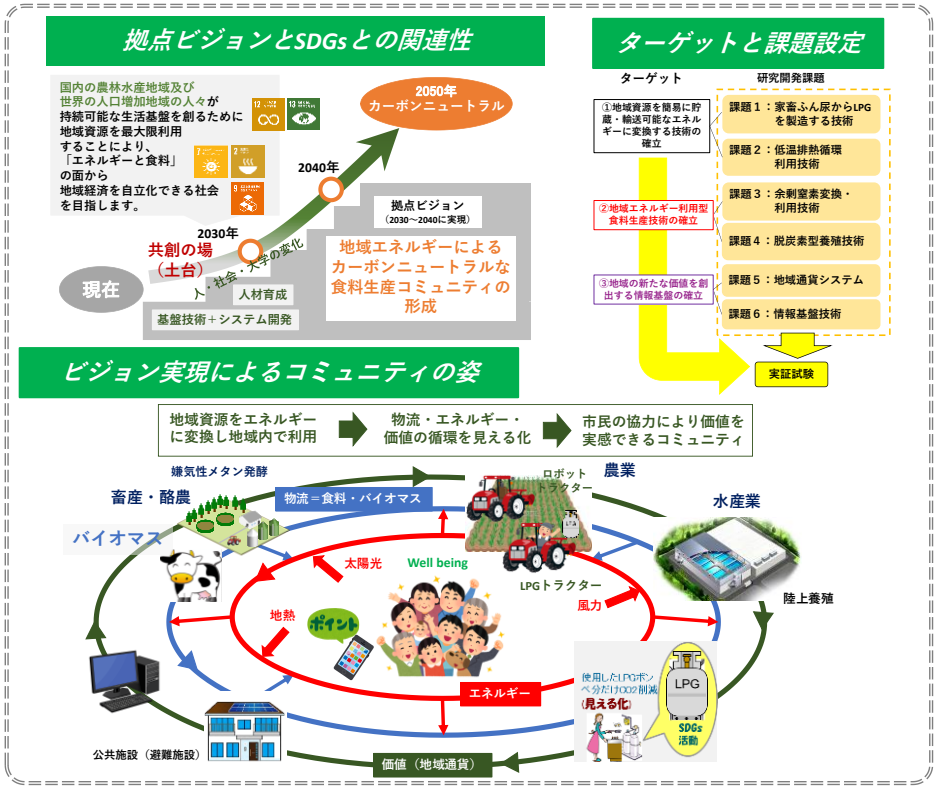
このため、本提案では、**「地域エネルギーによるカーボンニュートラルな食料生産コミュニティの形成」**をビジョンに掲げ、日本の再生可能エネルギーと食料供給基地である北海道を主な舞台に世界を見据え、大学や企業、自治体等の技術・人材を結集し課題解決（課題再構築を含む）と持続運営のための大学の自立化を推進する。

○ビジョンを達成するためのターゲット

ターゲット①：地域資源を簡易に貯蔵・輸送可能なエネルギーに変換する技術の確立

ターゲット②：地域エネルギー利用型食料生産技術の確立

ターゲット③：地域の新たな価値を創出する情報基盤の確立



共創の場形成支援プログラム（COI-NEXT）【共創分野】

拠点名称：地域エネルギーによるカーボンニュートラルな食料生産コミュニティの形成拠点

ビジョン実現のための課題設定

1. 家畜ふん尿からLPGを製造する技術

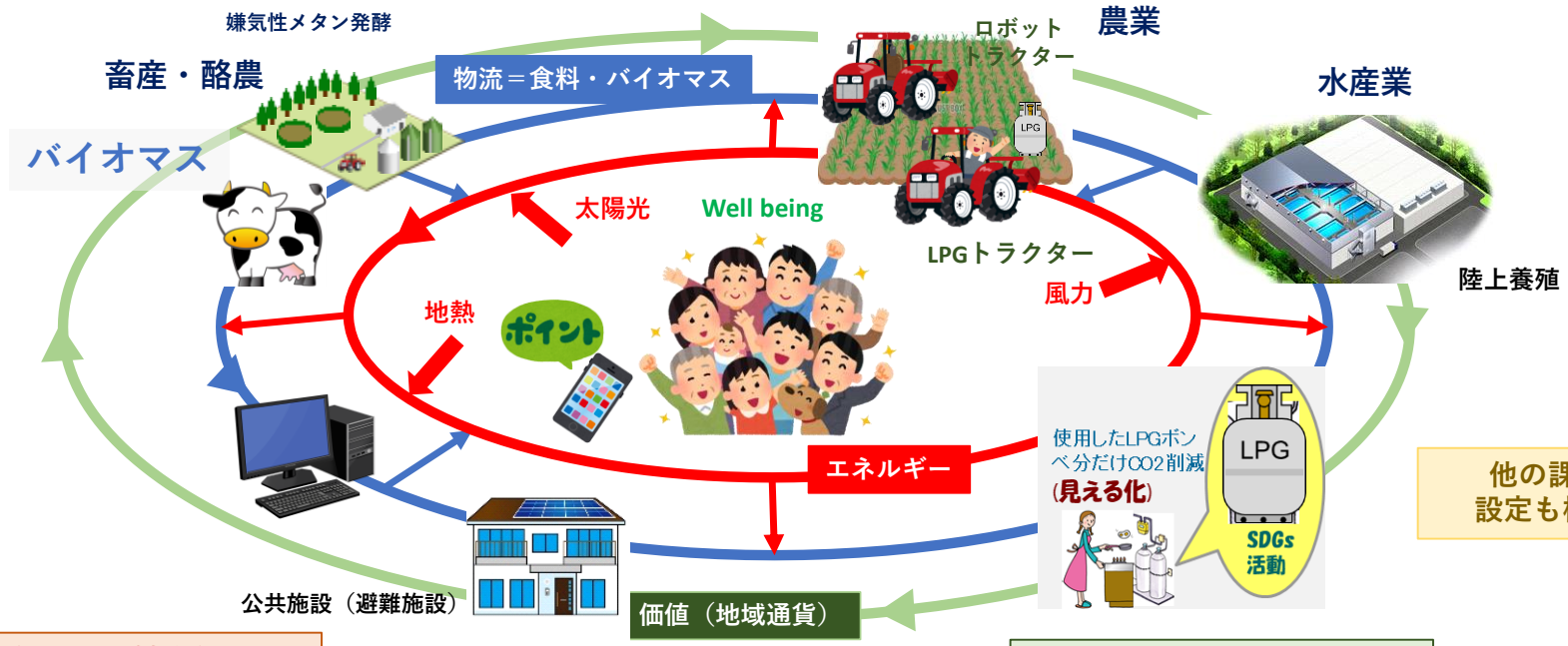
ふん尿から貯蔵・輸送可能な液体燃料→既存の流通網へ

3.余剰窒素変換・利用技術

ふん尿中窒素分→微細藻類→食物連鎖底辺からの窒素循環

4. 脱炭素型養殖技術

水産サプライチェーンのDXと脱炭素化→予測（生産計画）できる水産へ



他の課題の設定も検討中

2. 低温排熱循環利用技術

ガラス化現象を利用する画期的な"第三世代"潜熱蓄熱技術（～200℃）

5. 地域通貨システム

地域自立分散化を後押しする縁（円）をつなぐ（経済の分散）

6. 情報基盤技術

物流・エネルギー・価値の循環の見える化

ご静聴ありがとうございました。

k-ishii@eng.hokudai.ac.jp