



自然エネルギー財団
RENEWABLE ENERGY INSTITUTE

都市の脱炭素化
第2章 「再生可能エネルギーの活用」

都市におけるバイオエネルギー利用の方向性

公益財団法人 自然エネルギー財団
上級研究員 相川高信
博士（農学）

アウトライン

■はじめに：都市のバイオエネルギーの理解枠組み

- 都市にもあるバイオマス資源
- 都市のメタボリズムというフレームワーク

■都市でバイオエネルギー利用を進めるためのインフラ

- エネルギー転換設備
- 電気・ガス・熱の配送ネットワーク

■サーキュラー・バイオエコノミー

- 重工業（素材産業）の排出削減の課題
- サーキュラー・バイオエコノミー

■グリーンインフラのエネルギー問題解決への寄与

- 気候変動の緩和
- 都市緑地でのバイオマス生産

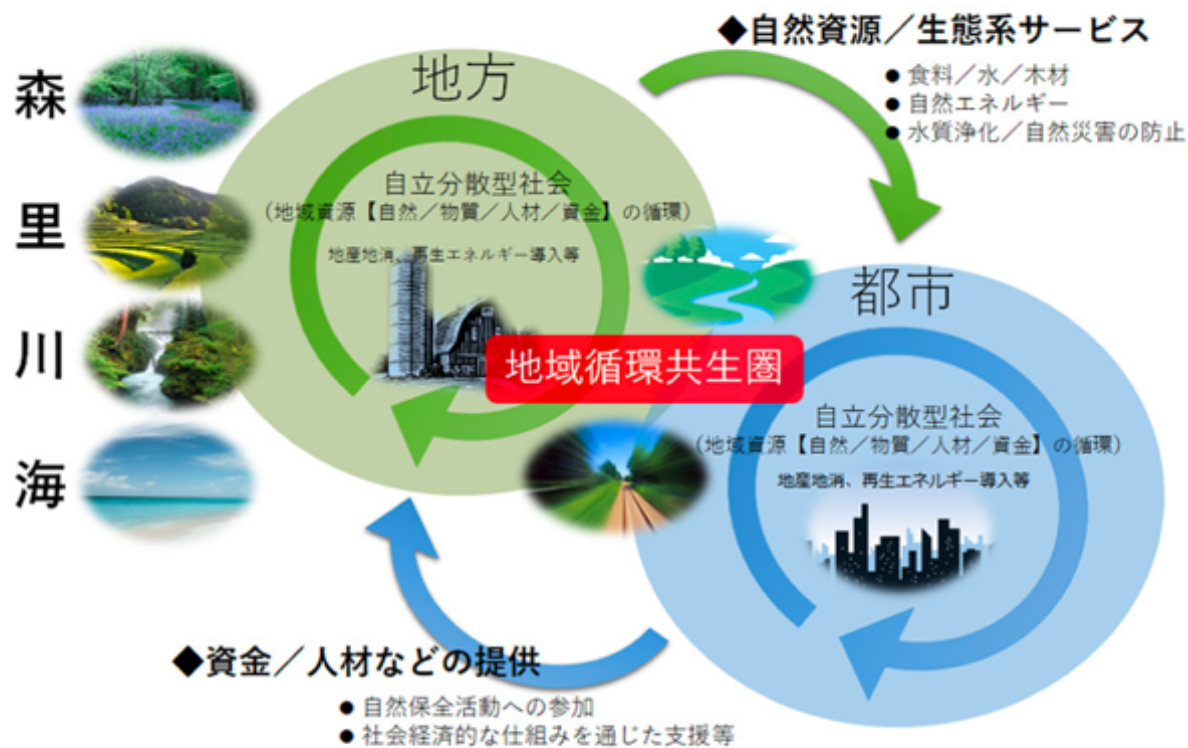
■終わりに：ホリスティックなアプローチ

はじめに

都市のバイオエネルギーの理解枠組み

都市にもあるバイオマス資源

<地域循環共生圏の概念図>

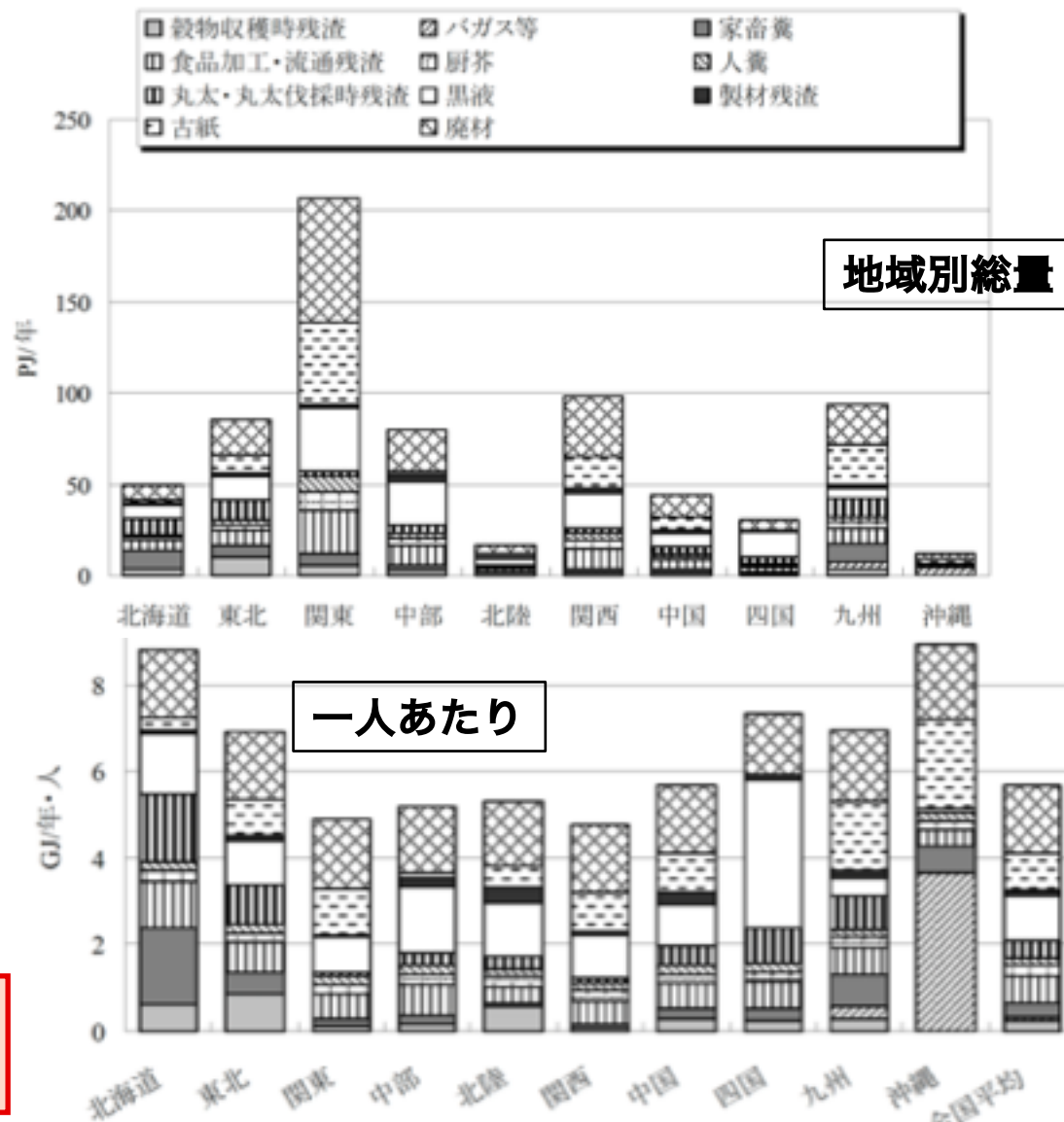


地域循環共生圏とは ～地域が自立し、支え合う関係づくり～

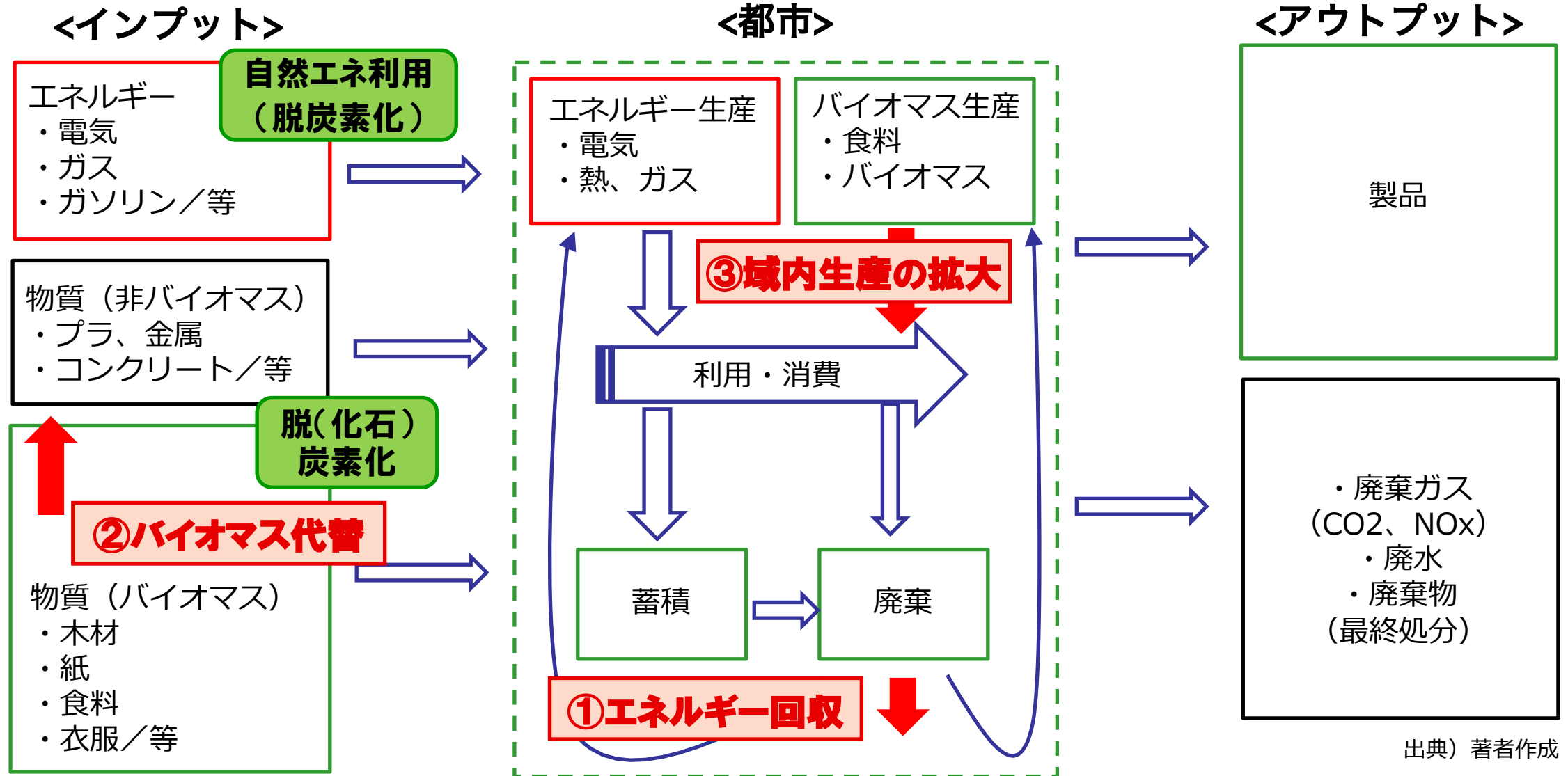
出典) 環境省

人が集まるエリアにバイオマスも集まり、
主に廃棄物として発生している

<バイオエネルギー実際の供給可能量>



都市のメタボリズムというフレームワーク



バイオマスのメタボリズム(代謝)の活性化を！

都市でバイオエネルギー利用を進めるためのインフラ

エネルギー転換設備

■集まってきたバイオマスをエネルギー転換する

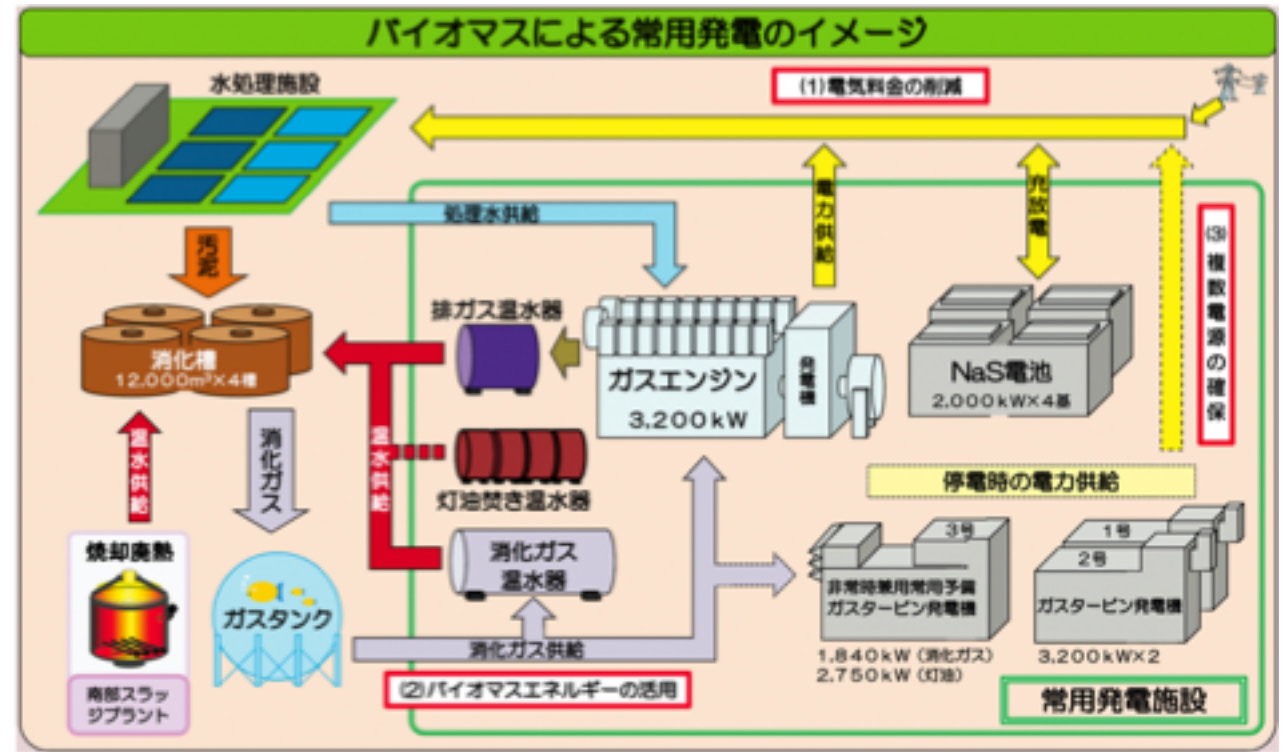
- ごみ発電：効率は必ずしも高くないので、本来的には熱利用も重要
- 下水処理場：オンサイト発電も可能だが、バイオメタンとして天然ガスの代替にも

<ごみ焼却場（ごみ発電）>



出典) 川崎市ホームページ

<下水処理場（バイオガス発電）>

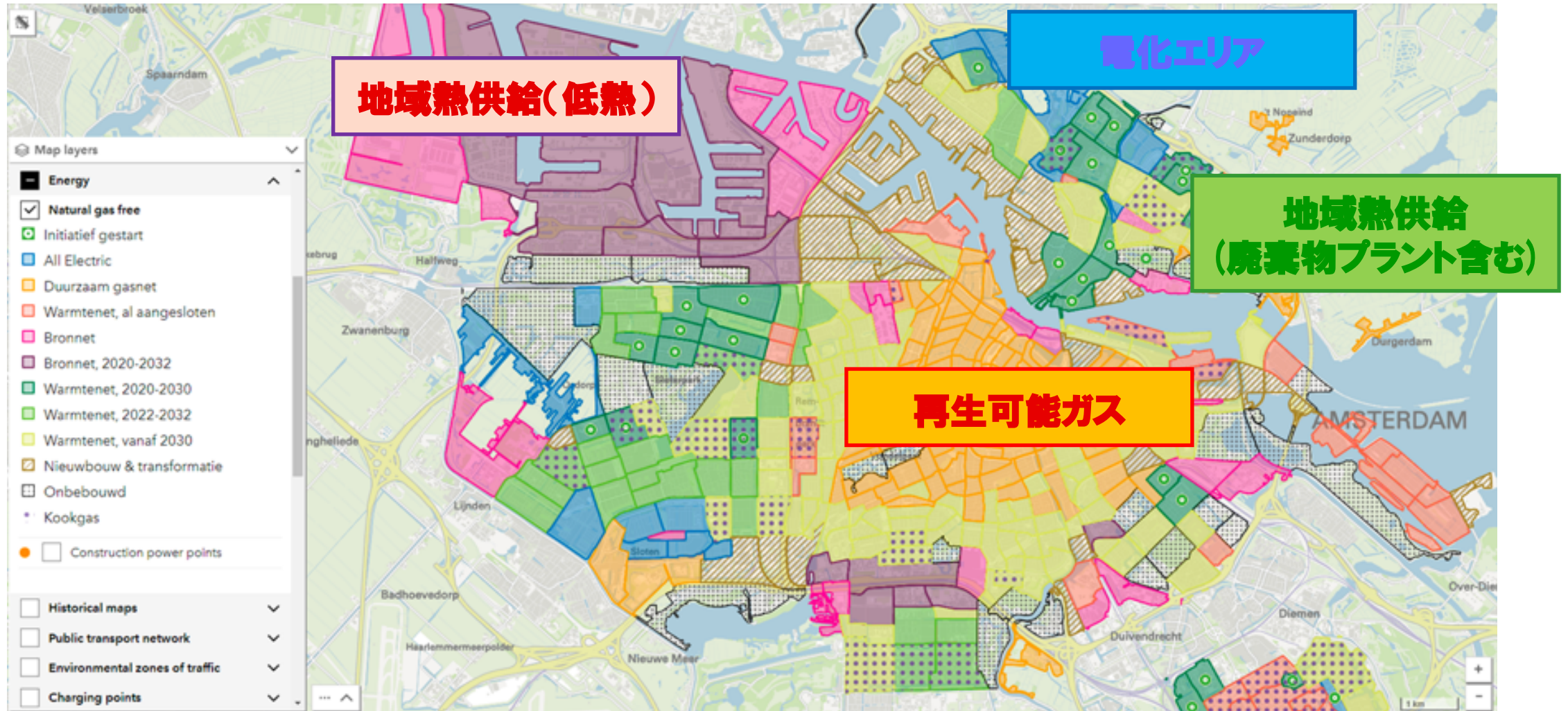


出典) 東京都下水道局

電気・熱・ガスの配送ネットワークがあって、初めて活用可能に

電気・ガス・熱の配送ネットワーク

＜アムステルダム市における熱供給の将来像＞

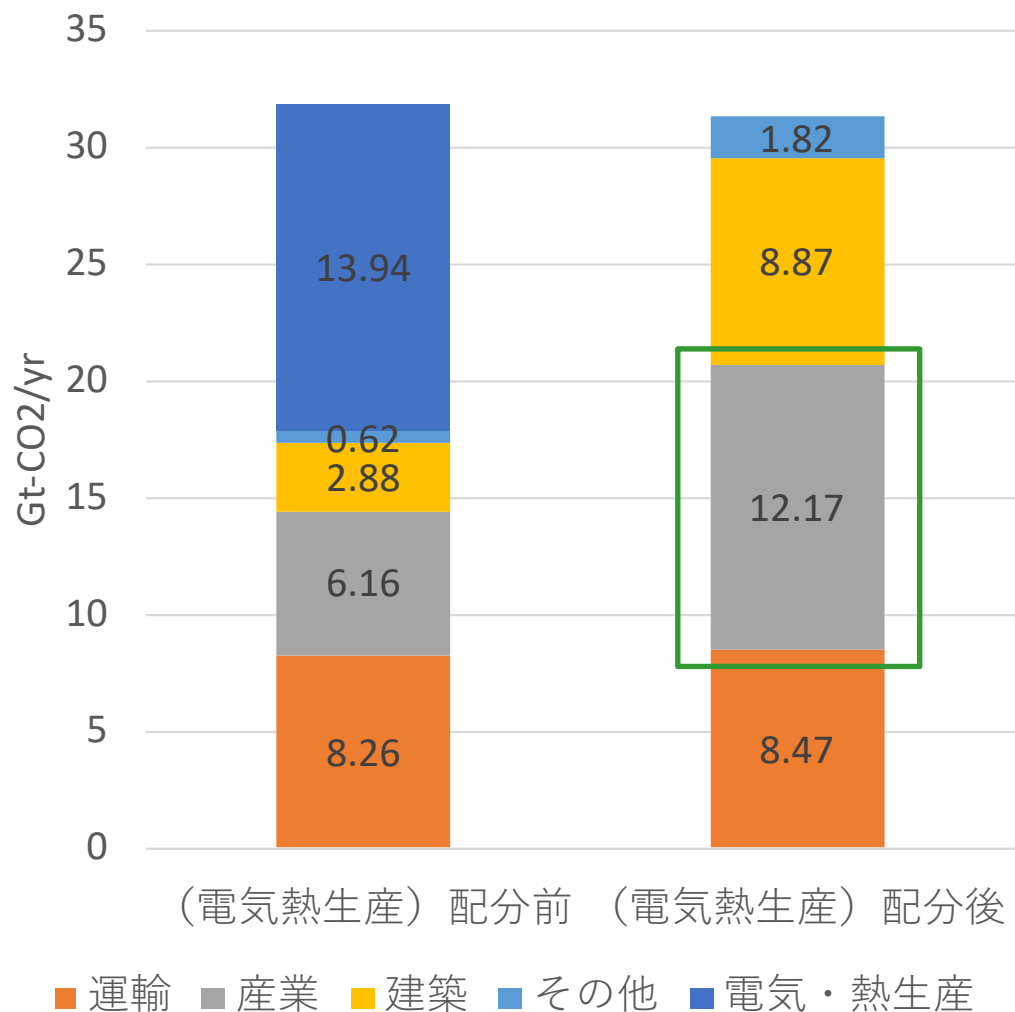


出典) Gemeente Amsterdam (2020)「Transition Vision for Heat」を一部改変

サーキュラー・バイオエコノミー

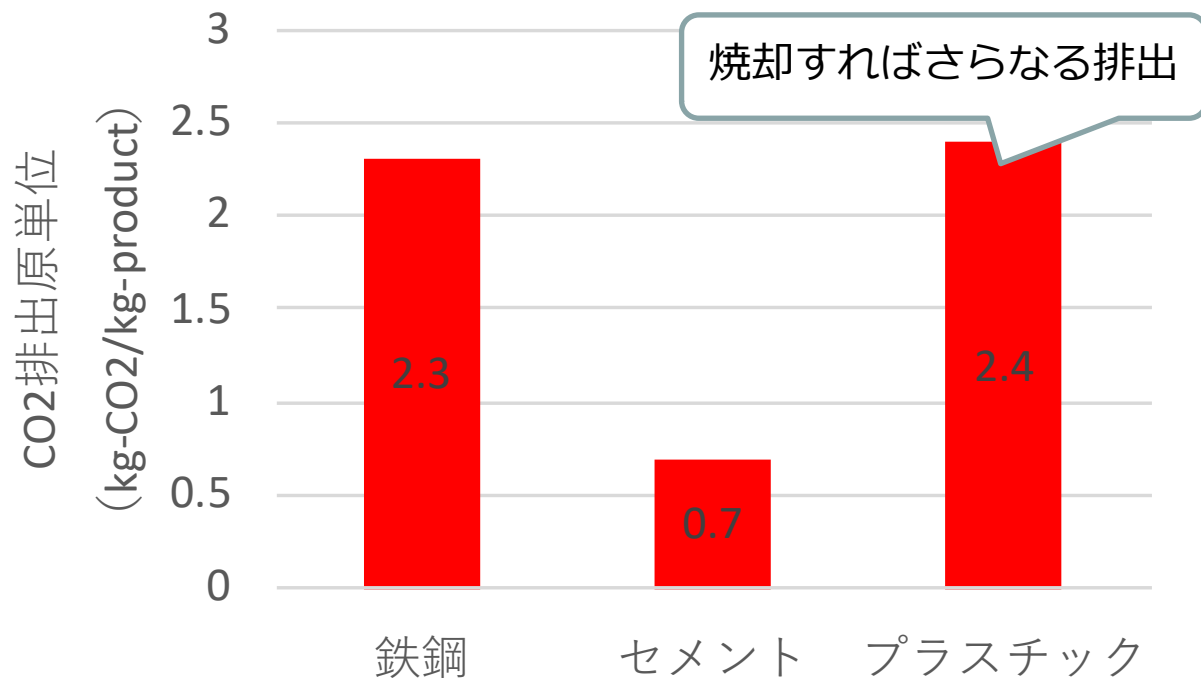
重工業（素材産業）の排出削減の課題

<世界のCO₂排出（2018年）>



出典) IEA(2018) 「Global CO₂ emissions by sector」を一部改変

<主要素材のCO₂排出原単位> (kg-CO₂/kg-product)>



出典) Material Economics (2019) 「Industrial Transformation 2050 – Pathways to Net-Zero Emissions from EU Heavy Industry」より作成

**素材生産プロセスそのものからの排出
・高温熱の利用などから、排出削減が困難**

サーキュラー・バイオエコノミー

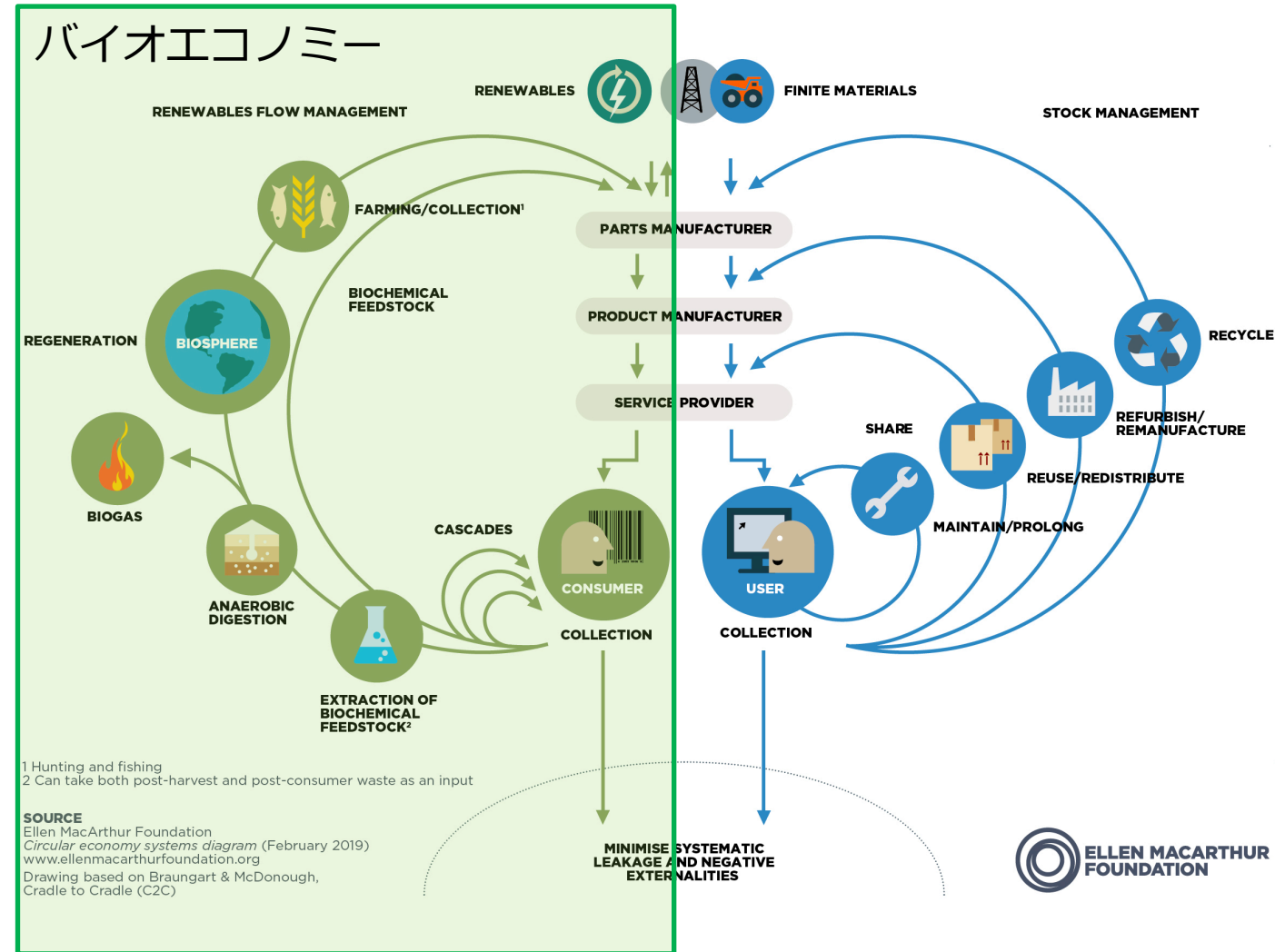
■大量生産・消費・廃棄の「リニア経済」からの脱却

- 回収とリサイクル
- 製品寿命の延長
- シェアリング
- PaaS
- 再生可能な原材料の使用（バイオエコノミー）

■脱プラにとどまらない大きな経済の転換を目指す

**都市に流入し、循環する
バイオマス量が増加する**

<サーキュラー・エコノミーの概念>



出典) Ellen MacArthur Foundation 「Circular Economy Diagram」を一部改変

グリーン・インフラのエネルギー問題解決 の寄与

グリーン・インフラの気候変動緩和機能

<都市における水害防止の取組事例>



出典) 国土交通省 (2019年7月) 「グリーンインフラの事例」

**降雨イベントの激甚化、ヒートアイランド対策として
グリーンインフラ(都市緑地)の価値が高まる**

<金沢市のグリーンインフラによる気候緩和効果>

図6:建物用途と夜間気温の重ね合わせ図 Figure 6. Combined map of building types and nighttime air temperature



出典) 円井基史「金沢市街の緑と熱環境および今後の街づくりについて」(生物文化多様性シリーズ5「金沢の庭園がつなぐ人と自然」)

都市緑地でのバイオマス生産

- 都市緑地の拡大はバイオマス生産の拡大に
 - 炭素吸収・貯蔵機能、無機養分の受け入れ
 - アメニティ機能含む公益的機能との両立が前提
 - 公園剪定枝など管理により発生するバイオマスはエネルギー利用できる可能性

＜ウィーンの森からのバイオマス供給＞



出典) オーストリア政府観光局ホームページ、Kraxner et al. (2016)

日比谷アメニスが大井臨海公園で 取り組む剪定枝活用の事例



撮影) 演者

終わりに

ホリスティックなアプローチ

コモンとしての緑地の管理

- 人口減少によって生まれる「余地」を緑地に
 - 「コモン」として管理することでコミュニティの活性化に

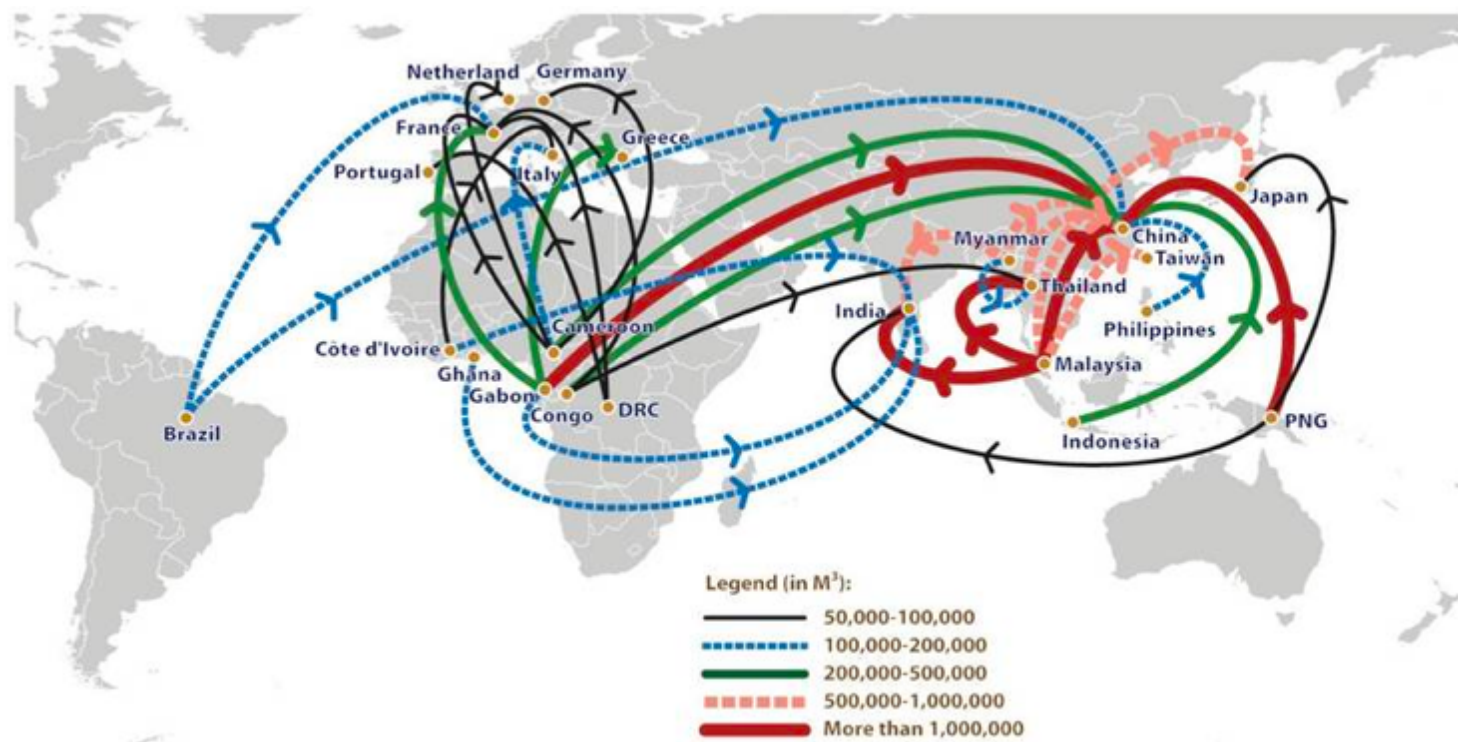


出典) 柏市ホームページ



バイオマスの持続性可能性の確保

<熱帯材の貿易フロー（2008年）>



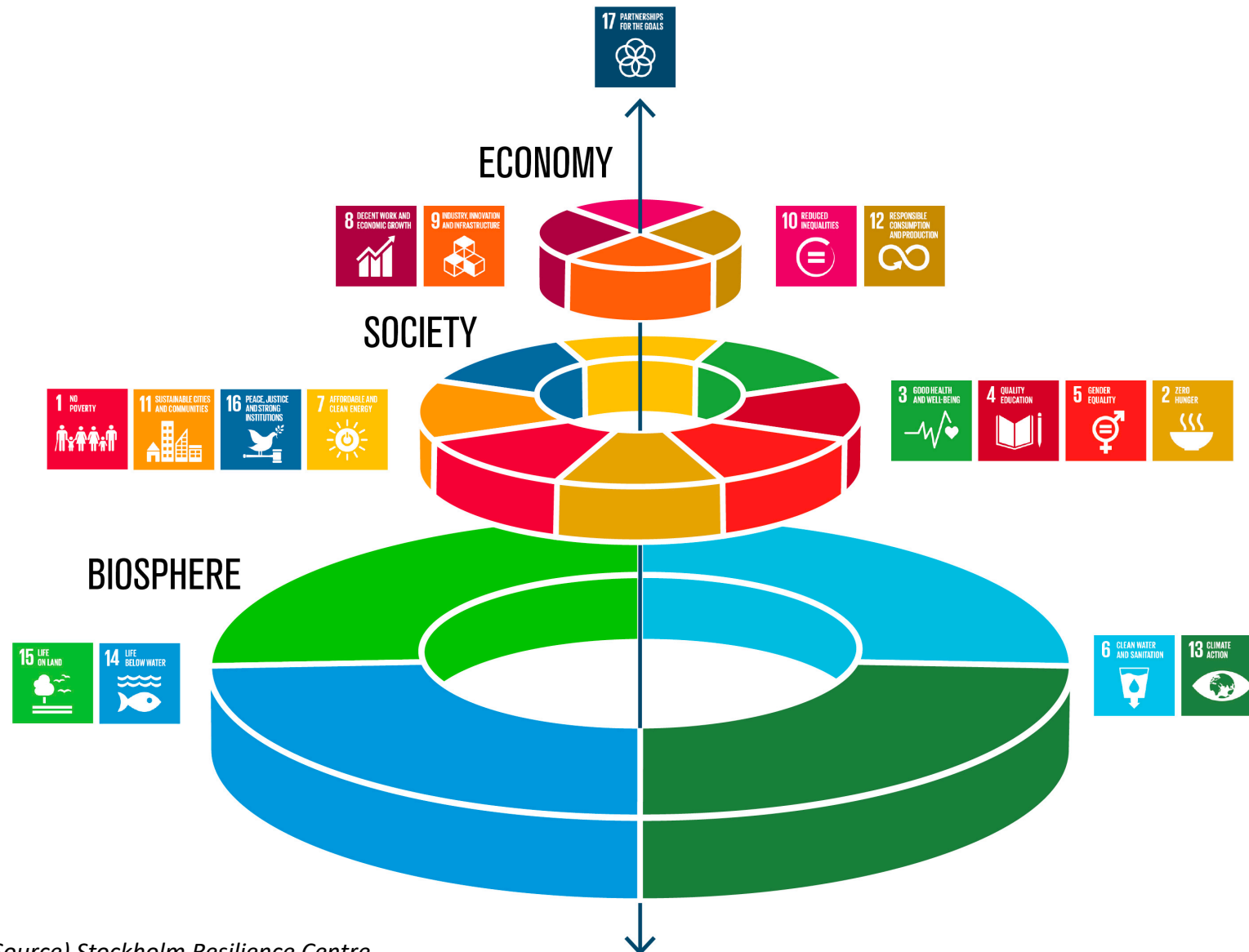
Source) Forests, Trees and Agroforestry

<バイオマスについての第三者認証>



外部から運び込まれるバイオマスの持続可能性にも想像力を！

全ての基礎としてのバイオスフェア



Source) Stockholm Resilience Centre