

2023年度廃棄物資源循環学会春の研究討論会  
リサイクルシステム・技術研究部会セミナー  
プラスチック固形化燃料(RPF)の現状と将来展望

動静脈連携によるリサイクル困難な廃棄物の  
高効率熱利用とカーボンリサイクル



藤井 実

国立環境研究所社会システム領域・システムイノベーション研究室・室長

名古屋大学大学院環境学研究科・客員教授

東京大学大学院新領域創成科学研究科・客員教授



# 背景



CO<sub>2</sub>を大量に排出する化石燃料が今や廃棄物になろうとしており、リサイクル可能な廃棄物こそが資源である。

しかし、依然として多くの廃棄物が廃棄物のまま放置されており、温室効果ガスの排出に繋がっている。

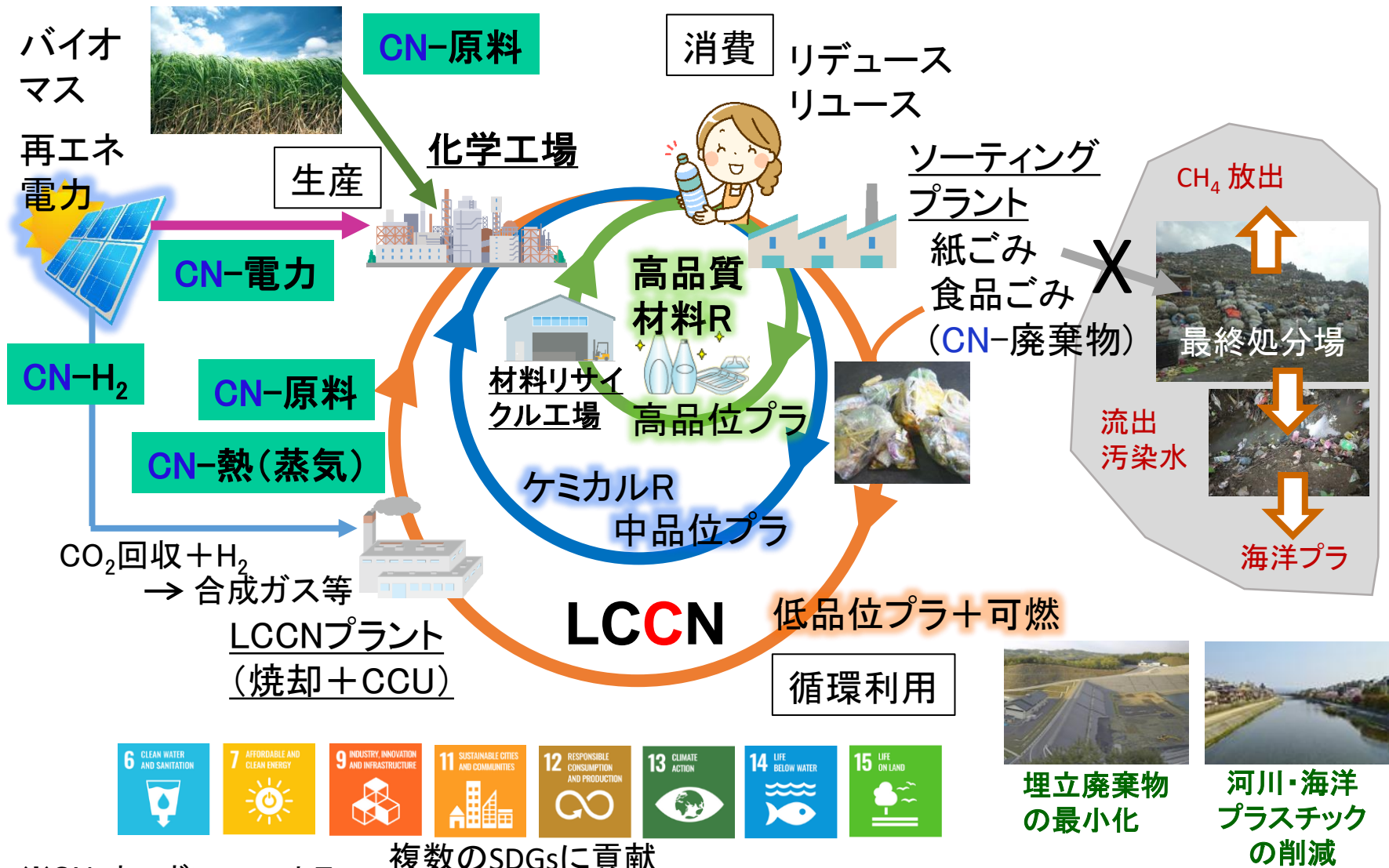


価値のなかった低品位の廃棄物が価値を生み、温室効果ガスを排出しないシステムの構築が求められる。

Life Cycle Carbon Neutral: LCCN



# カーボンニュートラルなプラスチック循環経済



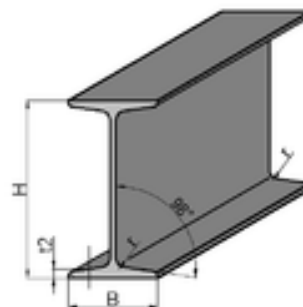
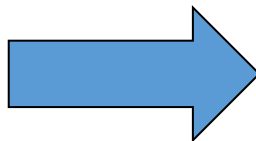
※CN: カーボンニュートラル

複数のSDGsに貢献

# 有機系素材には多様なリサイクル方法



金属

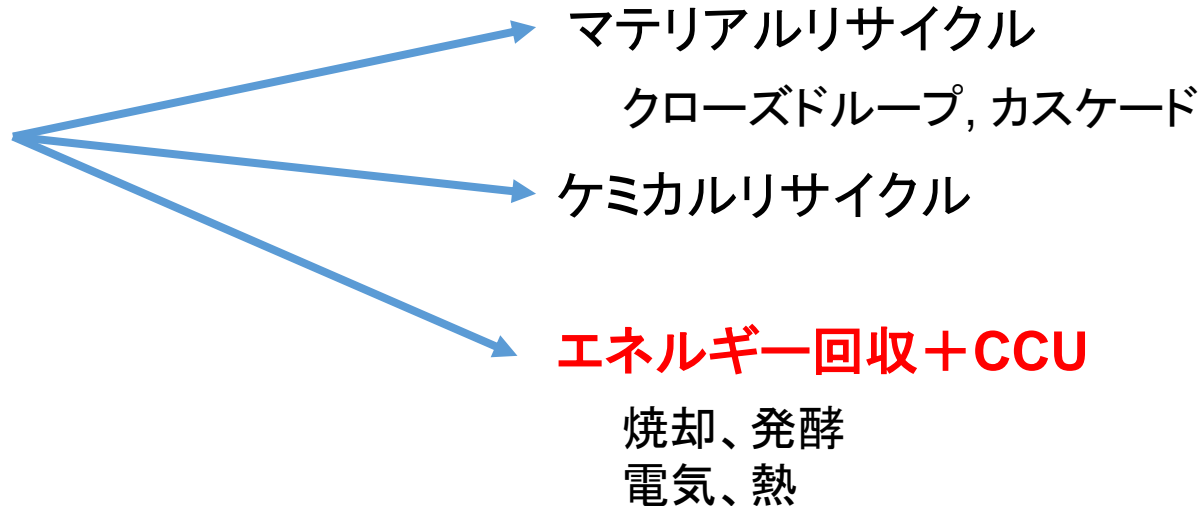


金属材料

金属の多くは、マテリアルリサイクルが当然有利

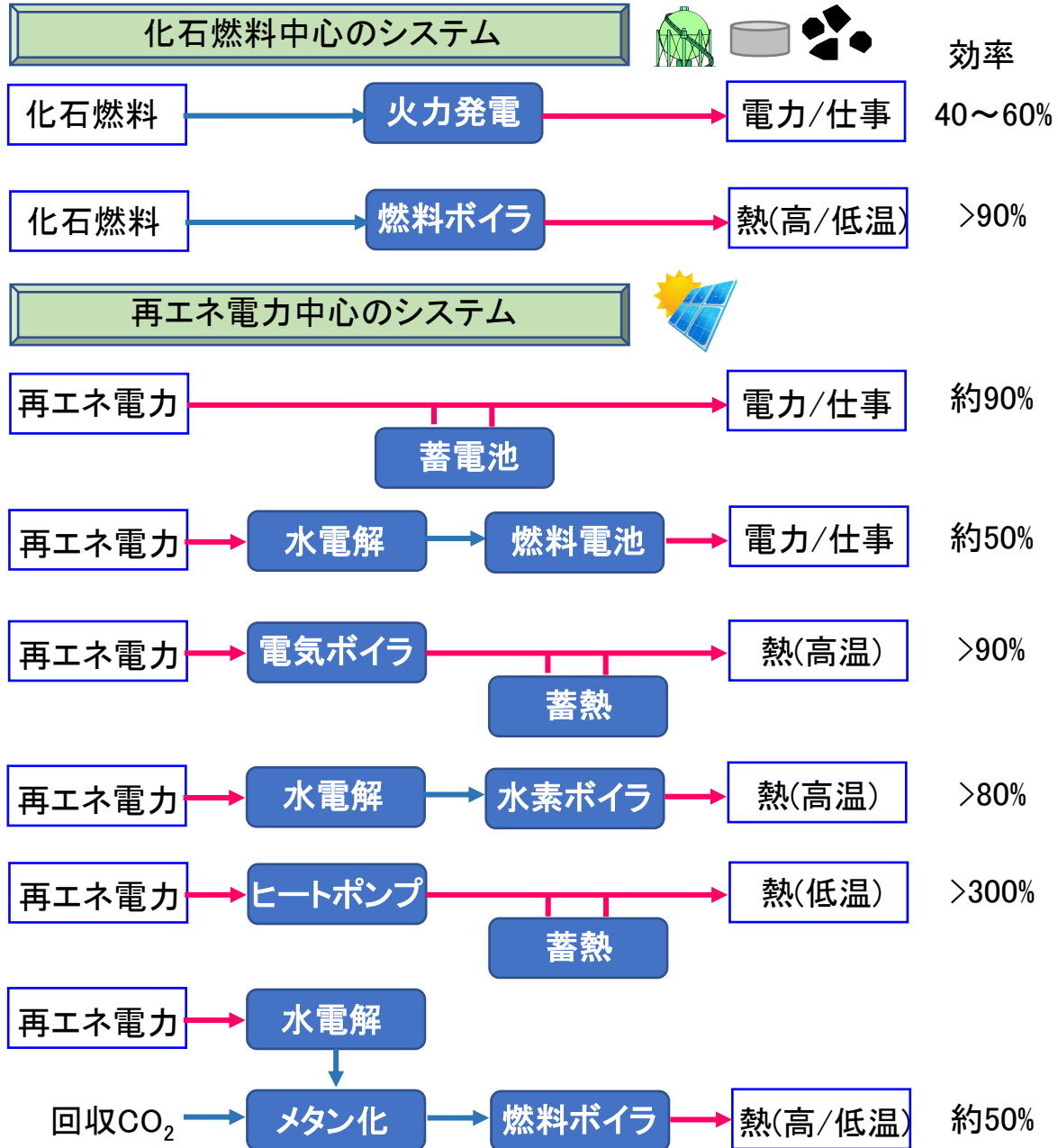


可燃廃棄物



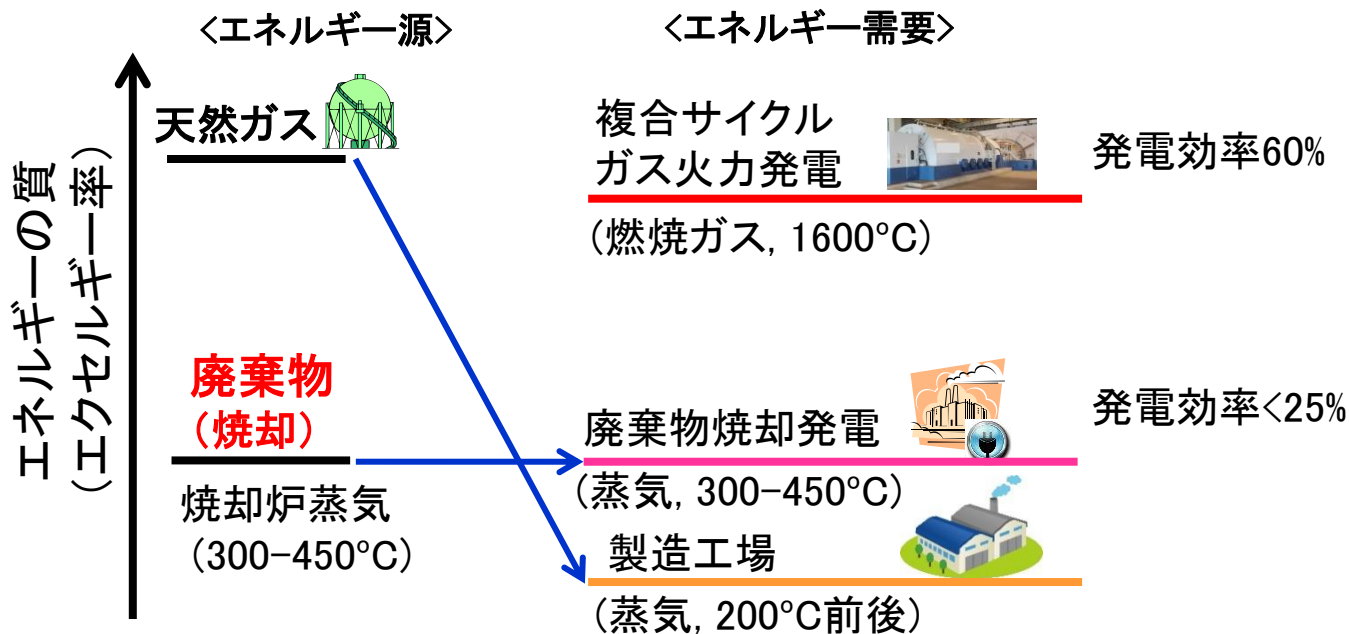
エネルギー効率と経済性が重要

# 現在と将来のエネルギーシステム

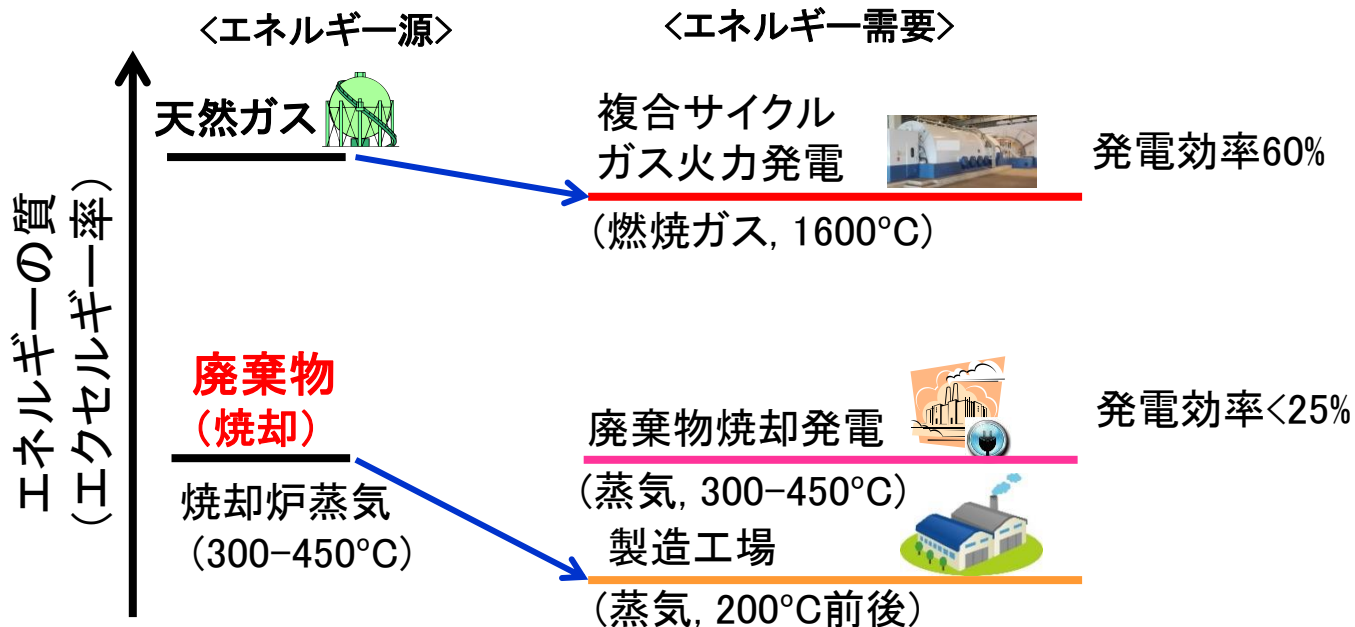


# 廃棄物からのエネルギー回収：社会全体でエクセルギー効率を向上

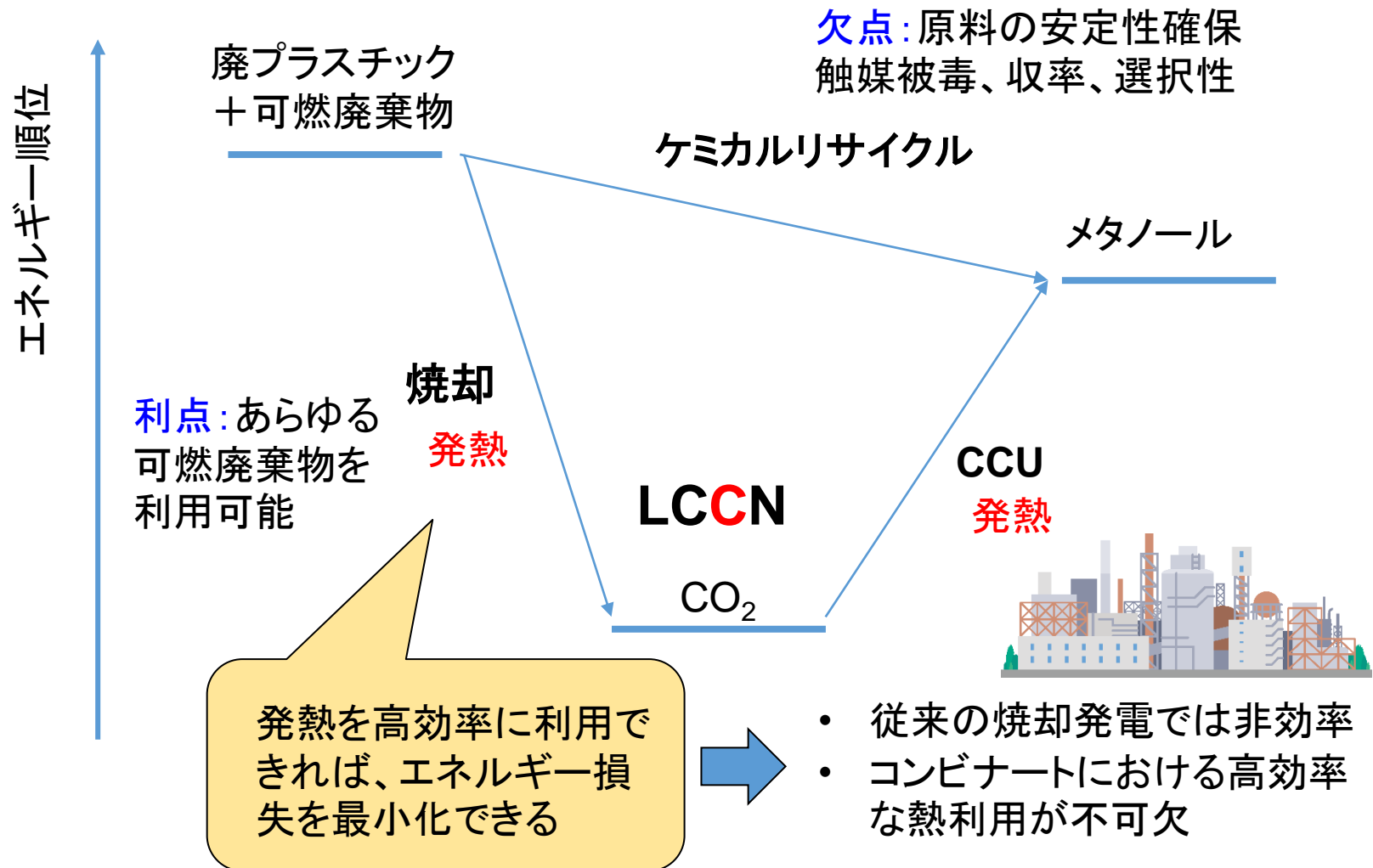
現状



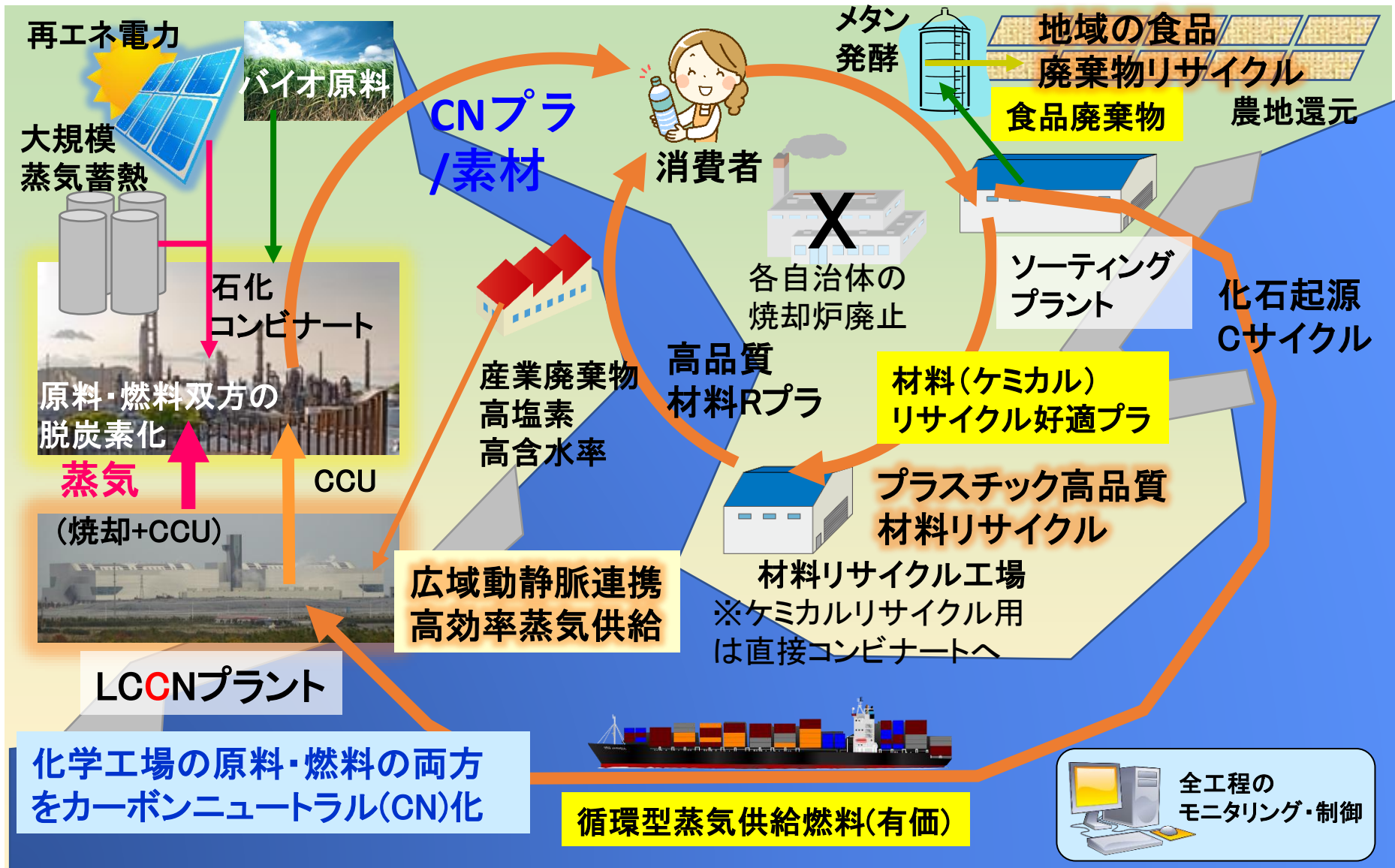
改善



# ヘスの法則：化学反応の生成熱は反応経路にかかわらず一定



# 地域でLCCNを実現するための仕組み



- 全国の約半数の自治体が、約6カ所の石化コンビナートに廃棄物燃料を集約・利用する想定(仮説)
- 廃棄物エネルギーの大規模・高効率利用により社会的コストの低減を目指す



# 廃棄物輸送の効率性

	Energy density (GJ/t)	Loading capacity (GJ/20t Trailer)	Kerosene cans equivalent (cans/20t Trailer)
<b>Waste for LCCN</b>	10~20	200~400	290~580
Diesel oil	43.7	870	1260
Liquefied ammonia	18.6	370	540
EV battery unit	1.0	20	30
Hot water (80°C→20°C)	0.25	5	7

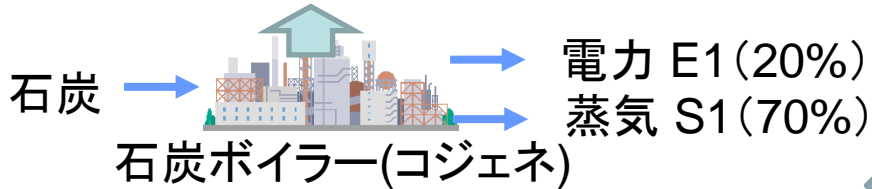
Revised from Fujii, 2022



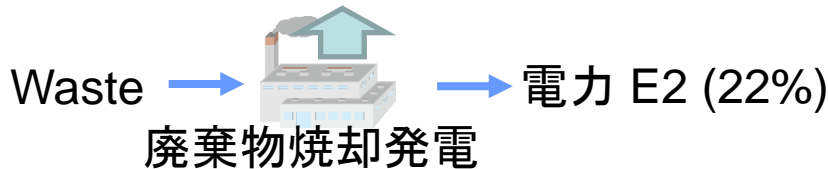
# LCCN ReadyのCO<sub>2</sub>排出削減ポテンシャル

現状

CO<sub>2</sub> emission(#1)

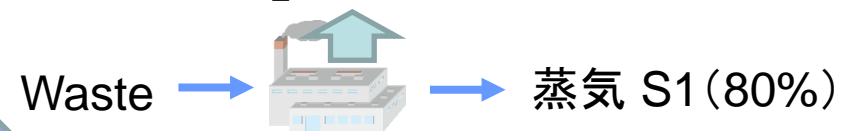


CO<sub>2</sub> emission (#2)



蒸気供給

CO<sub>2</sub> emission (#2)



LCCN Readyプラント

CO<sub>2</sub> emission (#3)



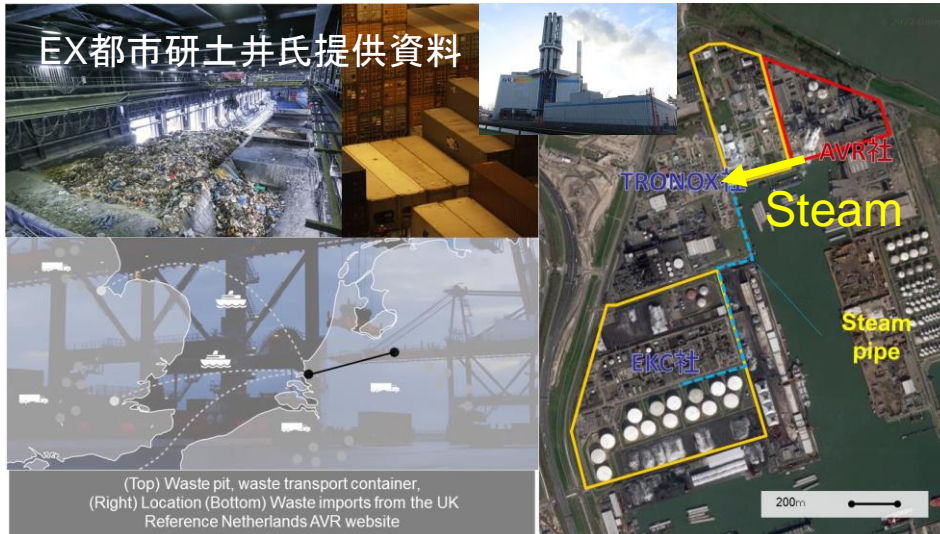
比較

$$\text{CO}_2 \text{ 排出削減効果} = \text{CO}_2 \text{ emission \#1} - \text{CO}_2 \text{ emission \#3}$$

廃棄物処理量が**1000 t/日** (**330,000 t/年**)の場合、CO<sub>2</sub> 排出削減効果は **205,000 t-CO<sub>2</sub>/日**

国内では一般廃棄物だけで30,000,000t/年強を燃やしているので、LCCN Readyプラントで2000万t-CO<sub>2</sub>/年程度の削減ポテンシャル

# LCCN Ready プラントは世界で徐々に拡大中



## Rotterdam, NETHERLANDS



## 焼却向け廃棄物の大型トラック輸送



## Ulsan, SOUTH KOREA



## 焼却向け廃棄物の海上輸送

# まとめ

- カーボンニュートラル(CN)な時代においては、素材利用においてもエネルギー効率の最大化と経済性が重要
- プラスチック等を製造するコンビナートのCN化は、製造のための原料・エネルギーのすべてをCNにすること。
- コンビナートには大きな熱需要が存在。廃棄物の焼却熱を効率的に利用することが可能。
- 焼却施設から回収したCO<sub>2</sub>は、コンビナートであれば化学原料として有効利用できる。合成時の発熱も有効利用できる。
- 廃棄物の広域輸送に費用は掛かるが、焼却施設の大規模化と効率的な熱供給によって得られる経済的メリットは、輸送費用を大きく上回る可能性がある。
- 産官学で連携して、LCCNの仕組みの実現に向けた活動を加速したい。

【謝辞】本研究の一部は(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費(JPMEERF20223C02)により実施されました。ここに謝意を表します。