

NEDO脱炭素技術分野成果報告会2025

プログラムNo. 16

カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発/次世代火力発電基盤技術開発／CO₂分離・回収型ポリジェネレーションシステム技術開発／

多様な燃料を利用するCO₂回収型ポリジェネレーションシステム基盤技術開発

発表：2025年7月17日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

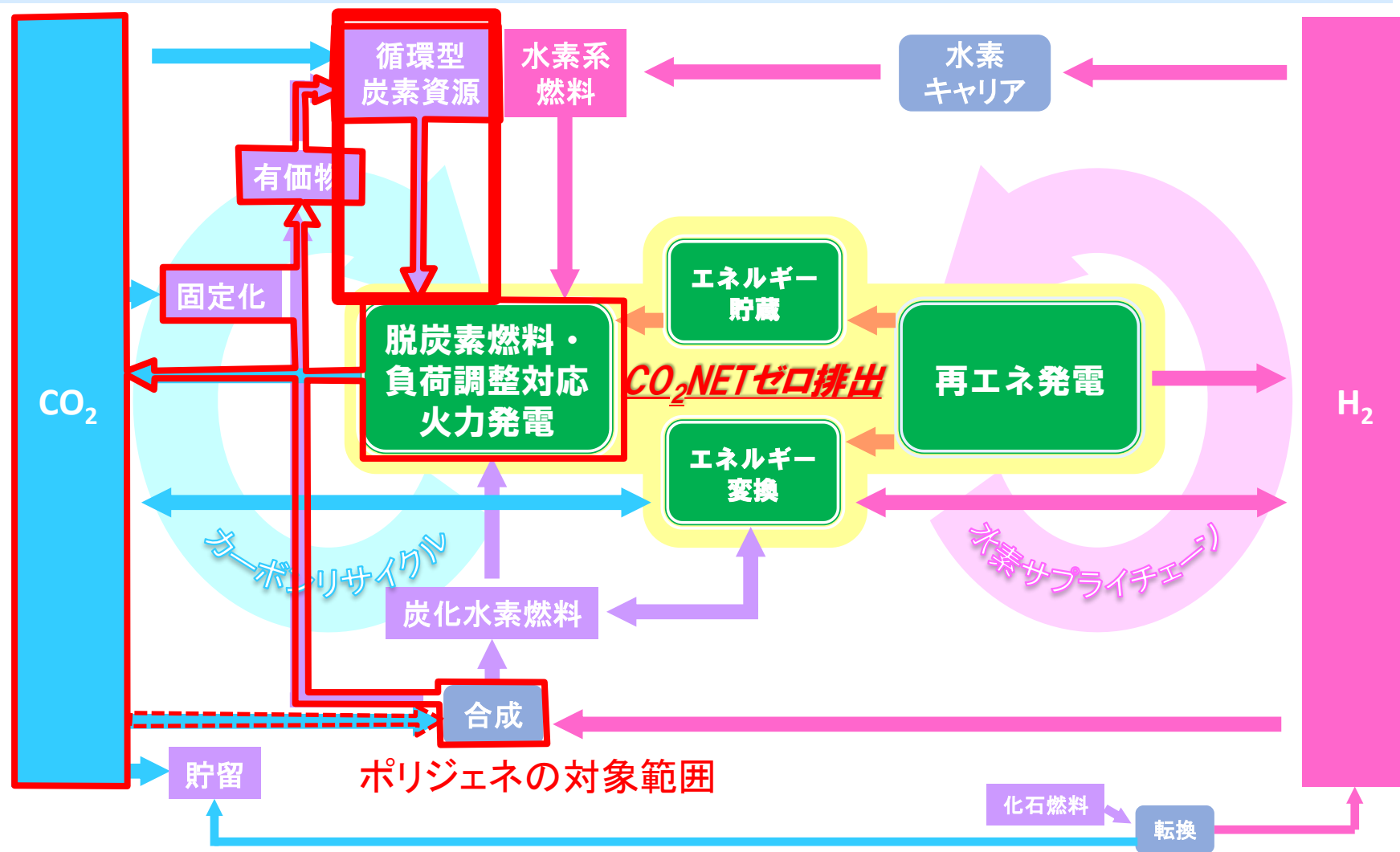
発表者名 梅本 賢

(一財) 電力中央研究所

問い合わせ先 E-mail:umemoto@criepi.denken.or.jp

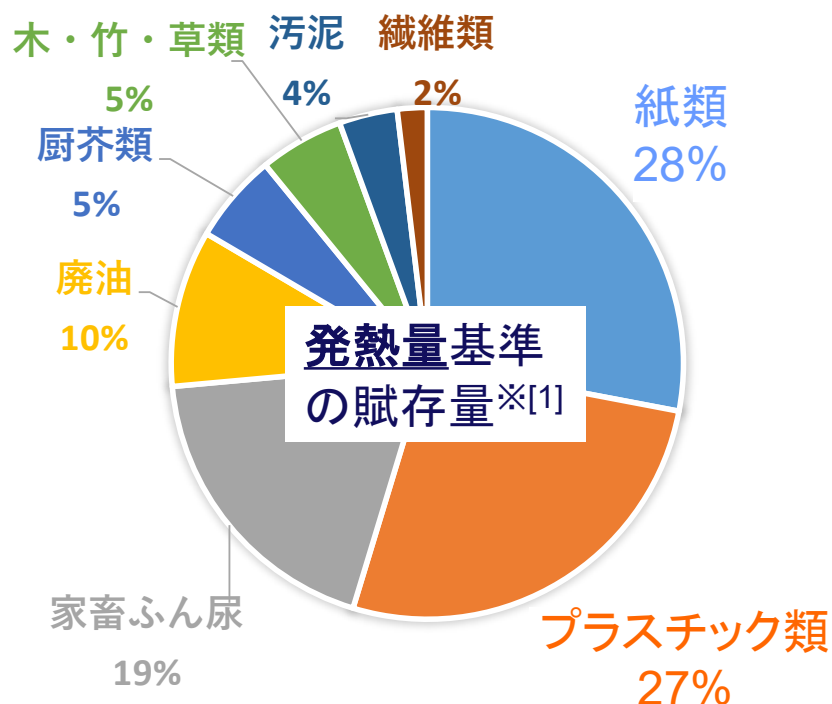
ゼロエミッション火力（電中研構想）

- 炭素と水素をうまくつけて、カーボンニュートラルを目指す
- 循環型炭素資源の利用が重要であり、ポリジェネの開発もその取組の一つ



循環型炭素資源（廃棄物）のポテンシャル

- 廃棄物の中には化石燃料と同等の価値（発熱量）を持つものがある
- 紙類、プラスチック類で、一般炭の国内使用量(180百万t/年)の一割程度に相当
- 一部は既に鉄鋼業とセメント業で確保されている



※重量基準の排出量、単位重量当たりの発熱量等から算出

出典: [1]古紙再生促進センター, 古紙利用ハンドブック(2019), プラスチック循環利用協会, プラスチックリサイクルの基礎知識(2019), 等
[2]セメント協会資料 (https://www.jcassoc.or.jp/cement/4pdf/190125_01.pdf)

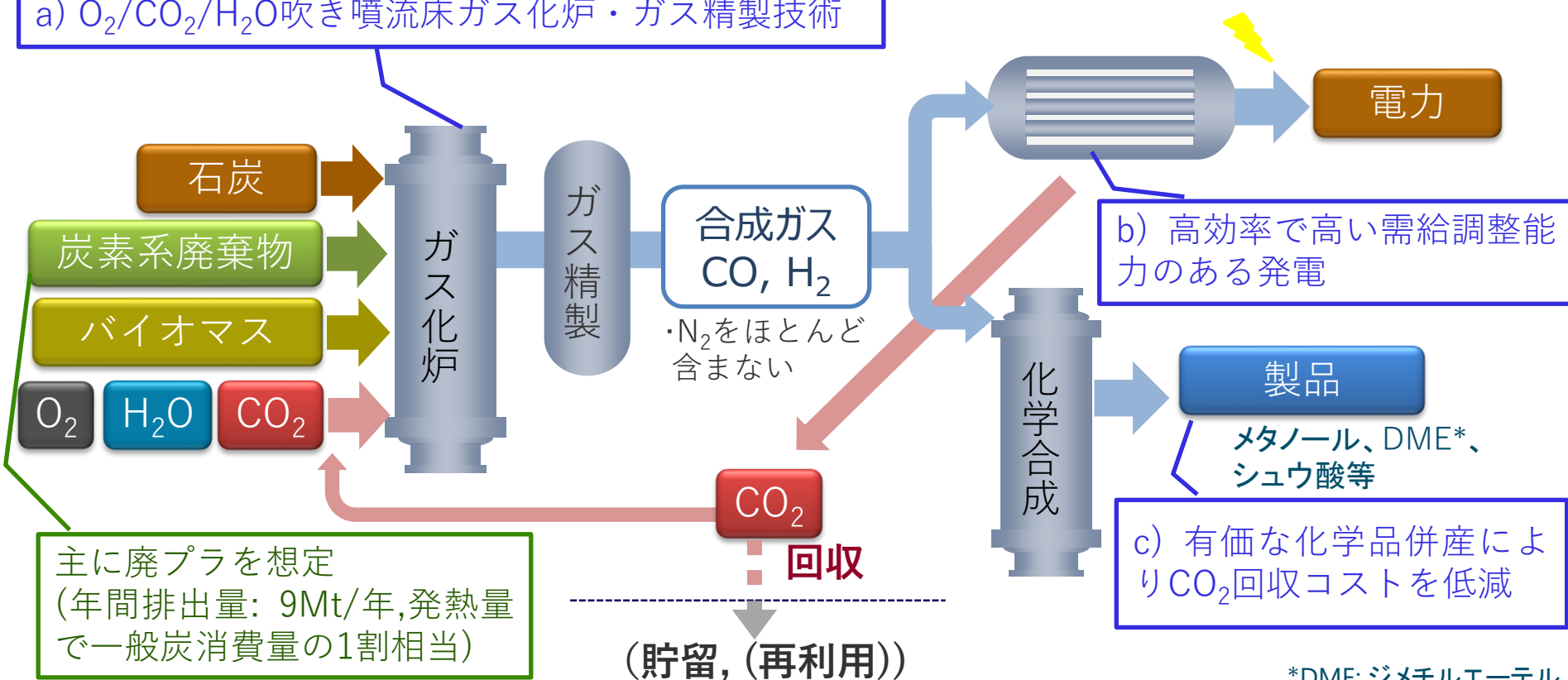
各種産業での取り組み[1][2]等

鉄鋼	■ 日本製鉄: 廃プラ⇒コークス原料 (17万t/年) ■ JFE: 廃プラ⇒高炉燃料 (1.5万t/年)
セメント	■ セメント製造時の熱エネルギー (石炭の代替) ・ 廃プラ: 64万t/年 ・ 廃油: 31万t/年 ・ 廃タイヤ: 6万t/年
発電?	■ 廃棄物取扱事業者のみ実施 - 焼却量: 3200万t/年, 発電電力量9500 GWh - 発電設備を有する施設数は全体の35% - 発電効率 30%未満 (単純平均は13%)

ポリジェネレーションシステム概略図

- 廃棄物、バイオマスを用いることで、実質のCO₂排出を低減
- 発電と共に有価物も併産することで、需給調整能力を向上させ、CO₂回収コストも低減
(目標: CO₂回収コスト 1000円台/t-CO₂)

a) O₂/CO₂/H₂O吹き噴流床ガス化炉・ガス精製技術



*DME: ジメチルエーテル

$O_2/CO_2/H_2O$ 吹きガス化の特長- H_2/CO 比の調整-

- 合成ガスから化学合成する場合、 H_2/CO 比が重要
- 複数のガス化剤を用いる特長を活かして、 H_2/CO 比を調整可能

図. $O_2/CO_2/H_2O$ 吹きガス化炉

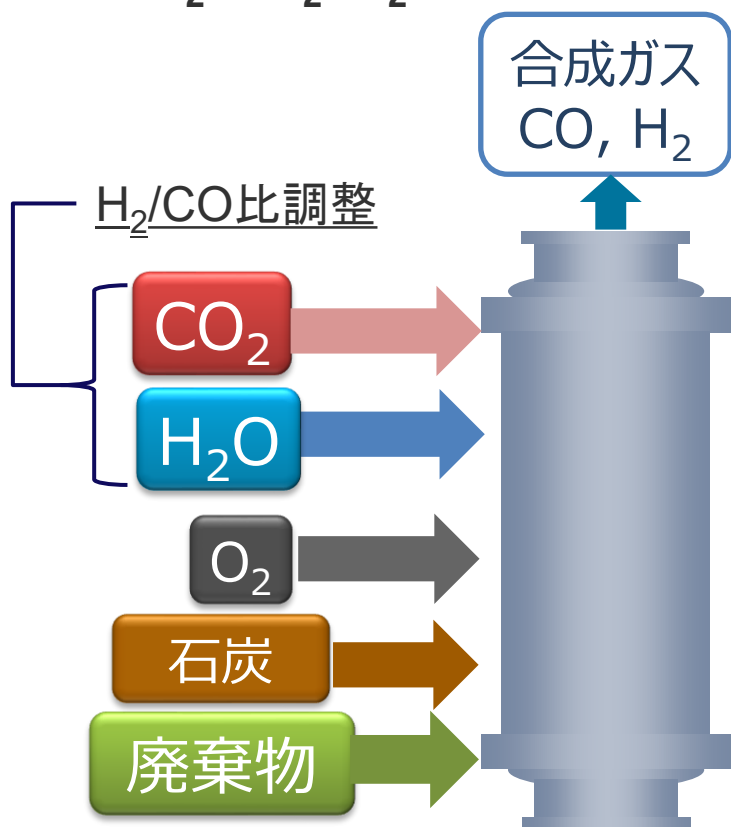


表.化学合成で求められるガス組成例

用途	適した H_2/CO 比
メタン: CH_4	3
メタノール: CH_3OH	2
F T 合成: C_nH_m Fischer Tropsch	1~2
酢酸: CH_3COOH	1
DME: CH_3OCH_3 ジメチルエーテル	0.5~1
シュウ酸: $(COOH)_2$	0以下

プロジェクト概要

多様な燃料を利用するCO₂回収型ポリジェネレーションシステム基盤技術開発(NEDO P16002)

■ 研究開発項目

期間: 2020年度～2024年度

- i) 全体システム評価
- ii) 発電・化学合成技術の調査と選定
- iii) H₂/CO調整型多種燃料ガス化炉とガス精製の基盤技術開発

i) 全体システム評価 ②

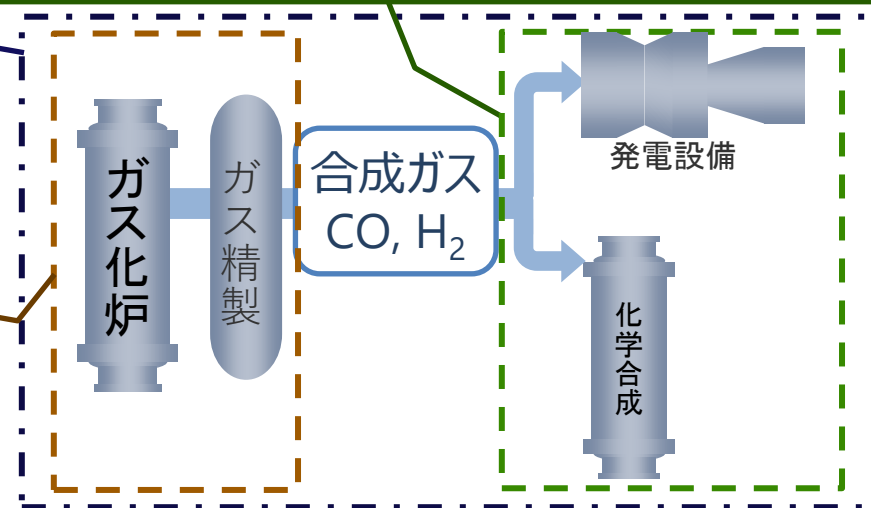
- 全体システム構成の構築および課題抽出
- 全体システムのCO₂回収コストの算出と課題抽出

ii) 発電・化学合成技術の調査と選定

- 発電技術の調査と選定
(燃料電池(SOFC), ガスタービン, ガスエンジン等)
- 化学合成技術の調査と選定
(オレフィン, メタノール, DME, 有機酸 等)

iii) ガス化炉・ガス精製 ①

- O₂/CO₂/H₂Oガス化によるH₂/CO調整性能解明
- 多種燃料ガス化炉の設計支援技術構築
- 多種燃料ガス化に対応するガス精製システムの構築

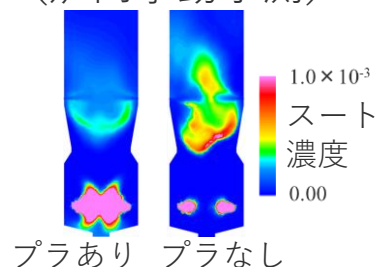


ガス化炉・ガス精製技術開発の実施内容

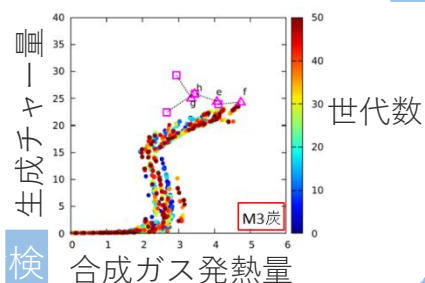
- 反応実験を基に構築した反応モデルでガス化炉数値解析
- 多目的最適化を用いたガス化炉設計ツールの構築
- 3t/dガス化試験による石炭と廃プラスチックのガス化検証
- 塩素等の対策のためのガス精製試験

ガス化炉数値解析

- ・詳細数値解析
(炉内挙動予測)



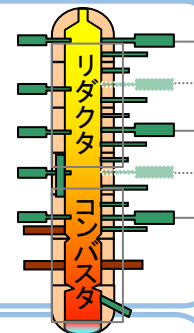
- ・多目的最適化
(設計ツール構築)



検証

3 t/d ガス化試験

主な目的:
石炭と廃プラの混合ガス化実証
(詳細は次頁以降)



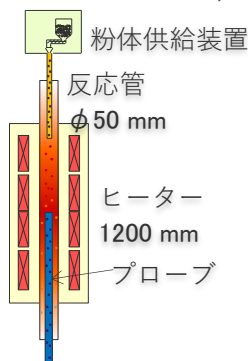
連携試験

ガス精製試験

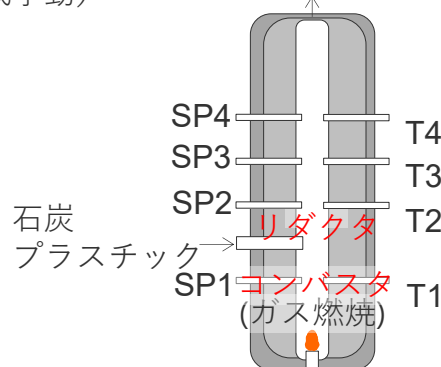
- ・塩素等の微量物質除去方法提案・検証
- ・ガス精製システム構築

ガス化反応現象解明

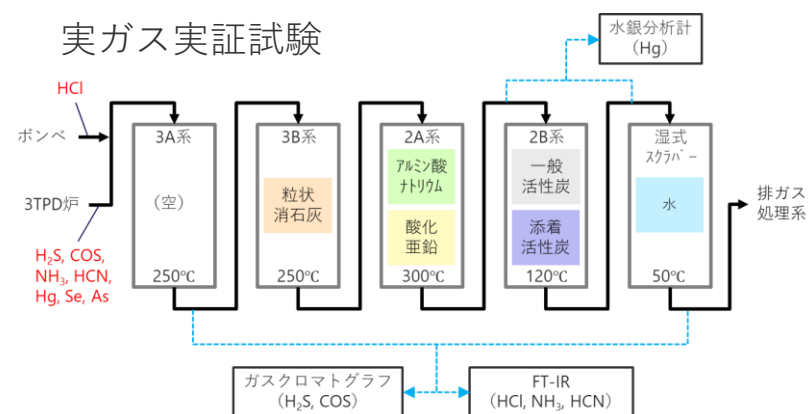
- ・PDTF (~100 g/h)
Pressurized Drop Tube Furnace
(粒子 (チャー・スート) 生成挙動)



- ・リダクタ炉 (5 kg/h)
(タール生成挙動)



実ガス実証試験



3t/dガス化研究炉

石炭と粉碎性が異なる燃料に対応するため、下記の設備を設置

- RPF*（ペレット燃料）を供給する**固体燃料供給設備**
- 混合燃料がチャー性状に及ぼす影響を把握するための**チャー回収設備**

固体燃料供給設備外観



試験で使用したRPF*
(ペレット燃料)

固体燃料供給設備

最大 50 kg/h

微粉炭供給設備

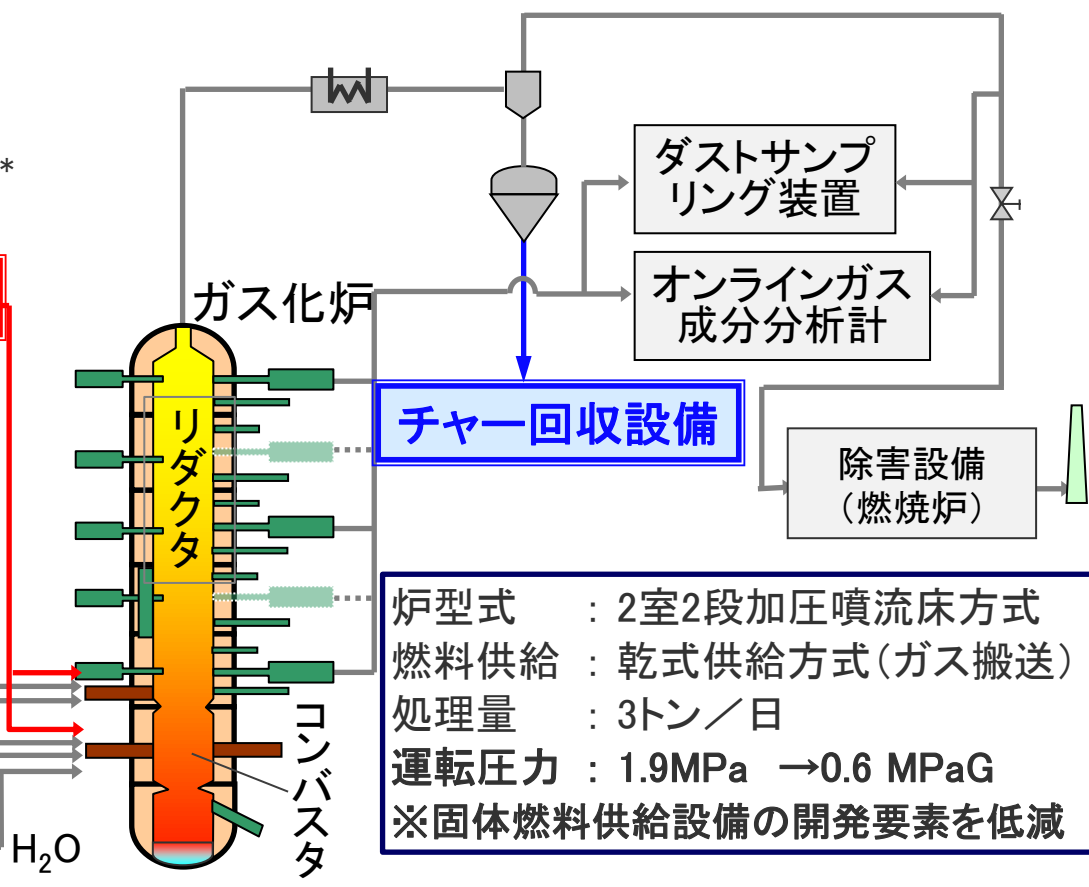
最大 100 kg/h
CO₂ or N₂搬送

CE設備(O₂, CO₂, N₂)
空気圧縮機

蒸気ボイラ

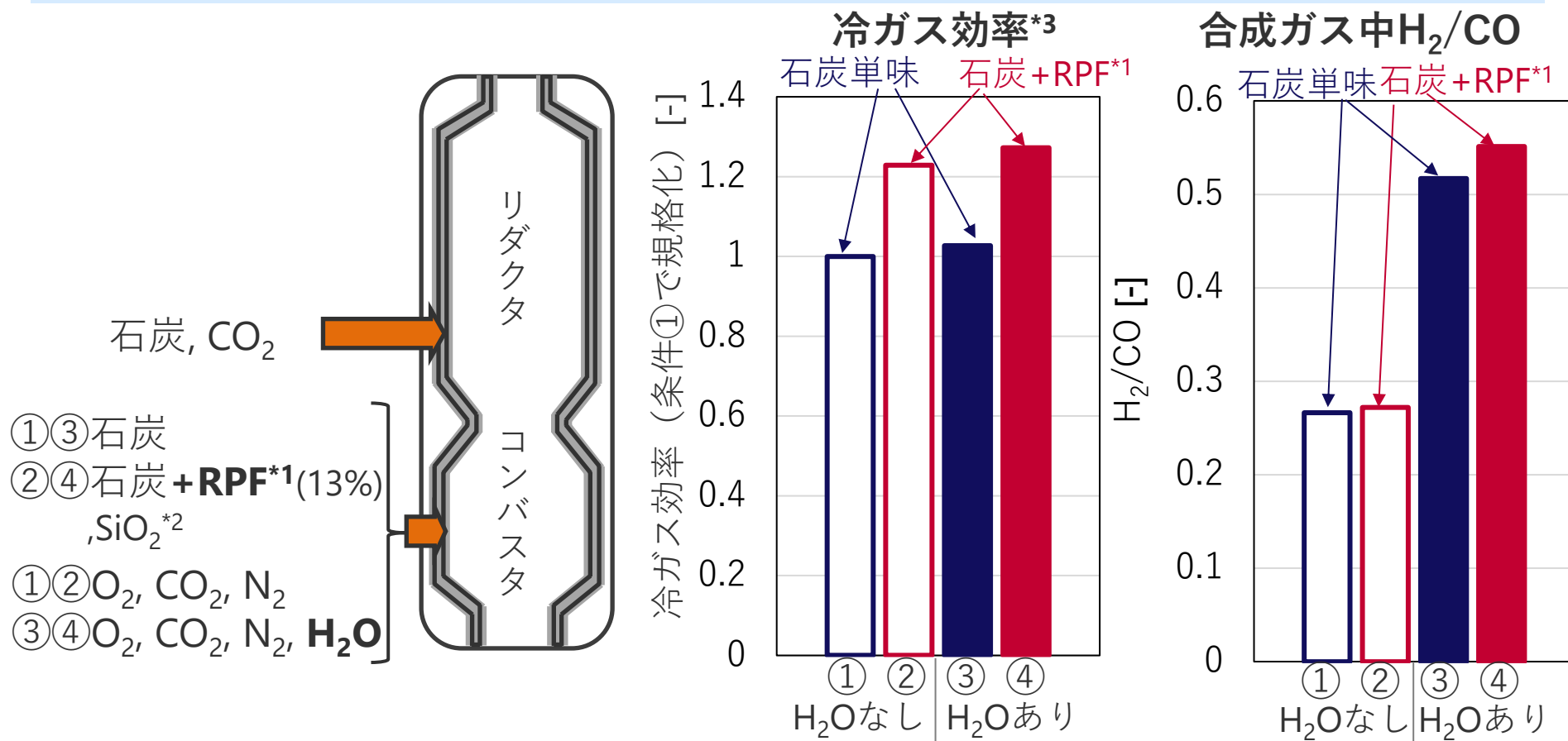
蒸気過熱器

O₂, CO₂, Air, N₂



ガス化試験結果

- 石炭とRPF（ペレット）の混合ガス化に成功
- RPF投入により冷ガス効率が向上する可能性と、投入ガスの調整により合成ガス中 H_2/CO を調整できることを実証

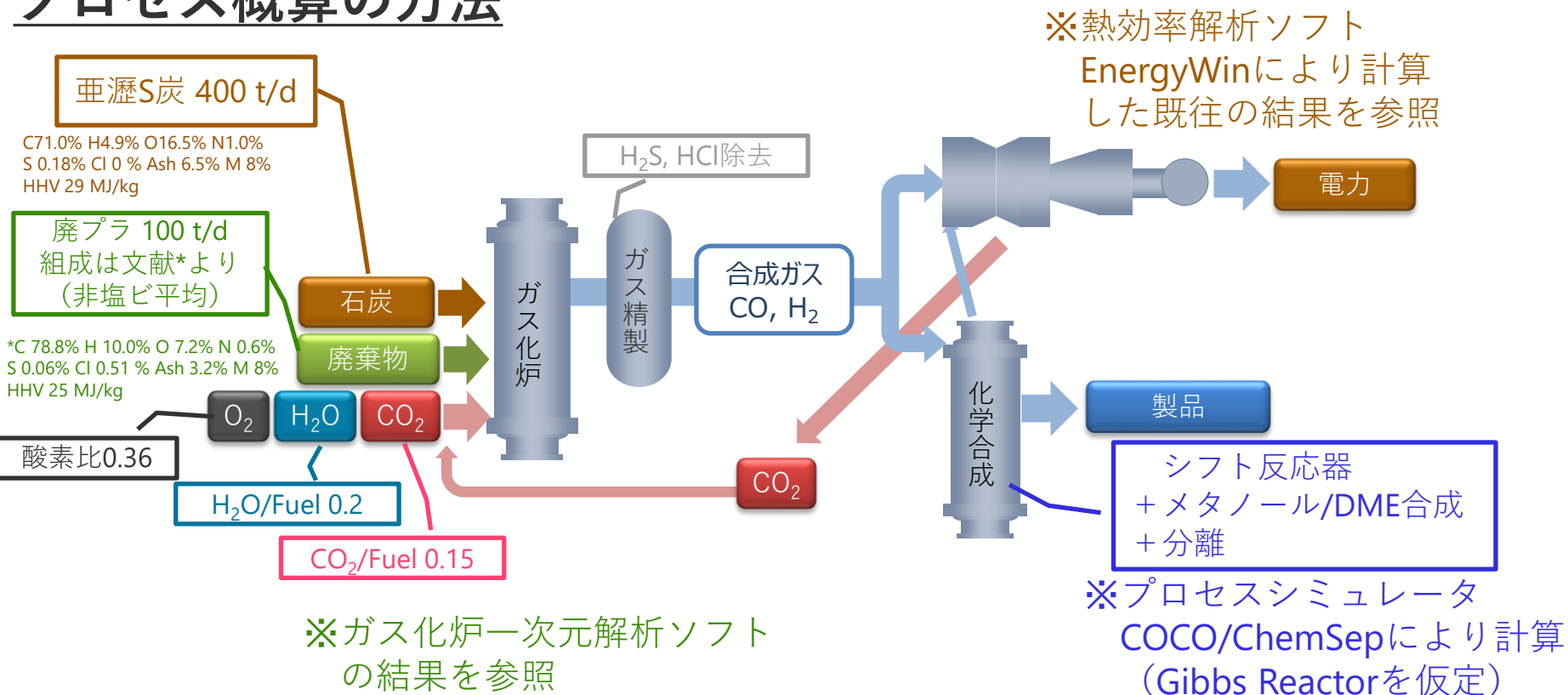


*1 Refuse derived paper and plastics densified fuel, *2 灰融点降下のためにSiO₂をRPFの4.5 wt%混合, *3 冷ガス効率=合成ガス発熱量÷投入燃料発熱量

システム評価における熱物質収支計算方法

- 熱物質収支解析により、送電電力量、製品生産量を試算

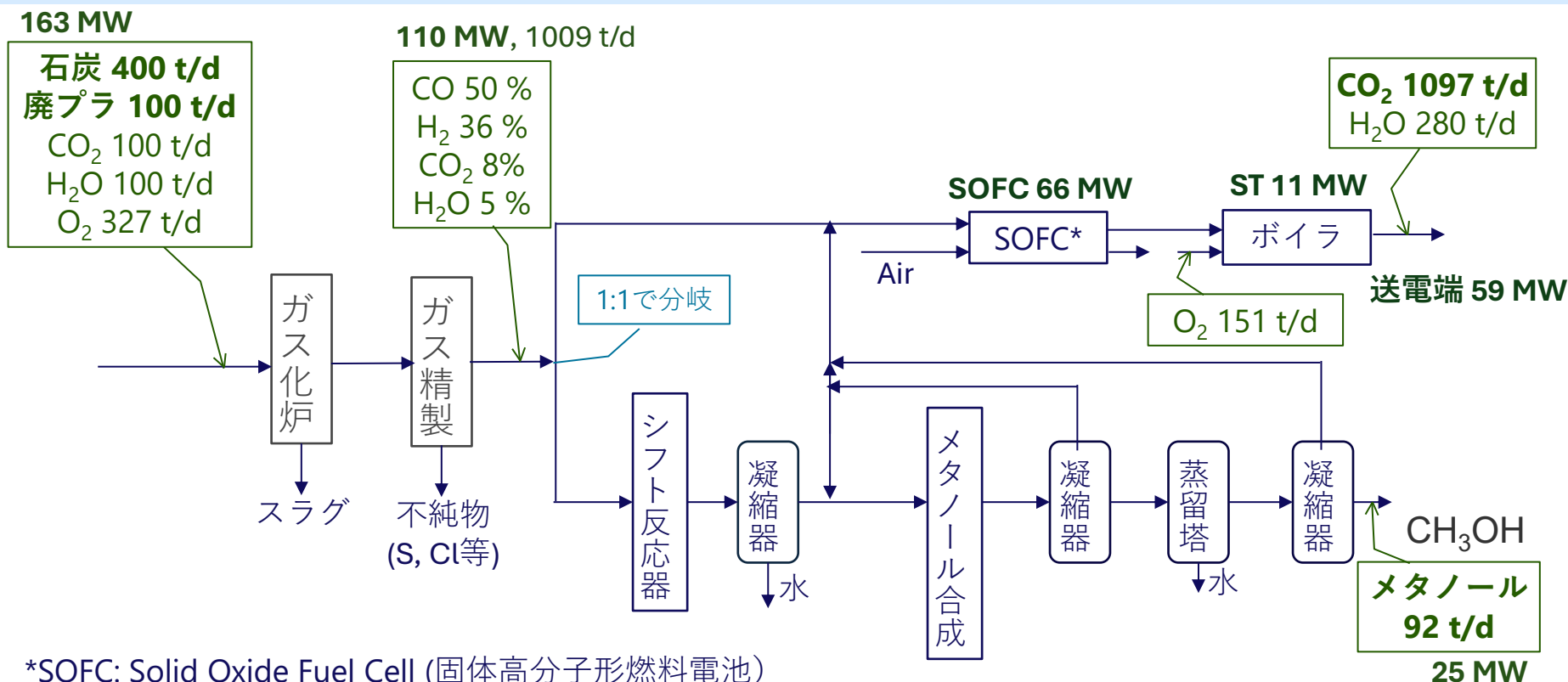
プロセス概算の方法



* 河村隆文ら, 「廃プラスチックの部分参加によるメタノール化リサイクル技術開発」 新日鉄技報, **376**, 14-19 (2002).

熱物質収支解析結果例 (メタノールケース)

- 実用化を見据えた**500t/d**規模で、石炭と廃プラスチック（質量比4:1）を混合ガス化し、固体酸化物形燃料電池（SOFC）と蒸気タービンで発電しながら、メタノールを合成（他にジメチルエーテル（DME）、シュウ酸も検討）
- **廃プラ**の投入量（**100 t/d**）と同程度の化成品（**メタノール, 92 t/d**）が得られ、59 MWの発電（送電端, 36%_{HHV}）ができる。

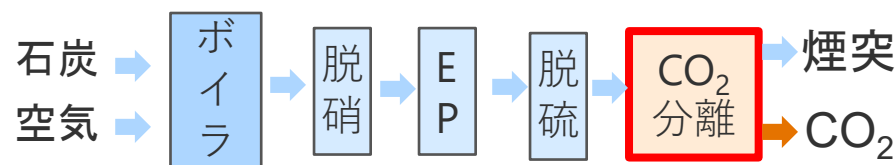


Oxyfuel型の採用について

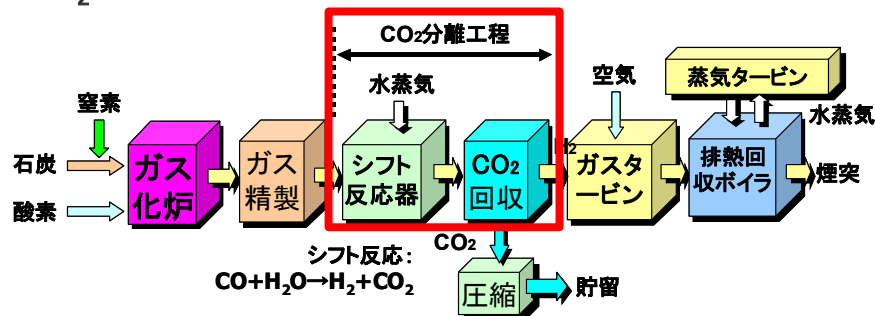
- 従来の火力機・IGCC*でCO₂を回収する場合、**CO₂分離設備**を追設する。
 - Oxyfuel型（酸素燃焼型）を採用した本システムでは、空気から窒素を除いて酸素を用いるため、燃焼後（発電後）の排ガスが主にCO₂と水だけとなり、**CO₂分離が容易**。
- ※ただし、ガス化炉や発電設備には**新規技術**を用いるため、**建設費が不明確**。

従来の火力機・IGCC*

CO₂回収型火力の例（ポストコンバッション）



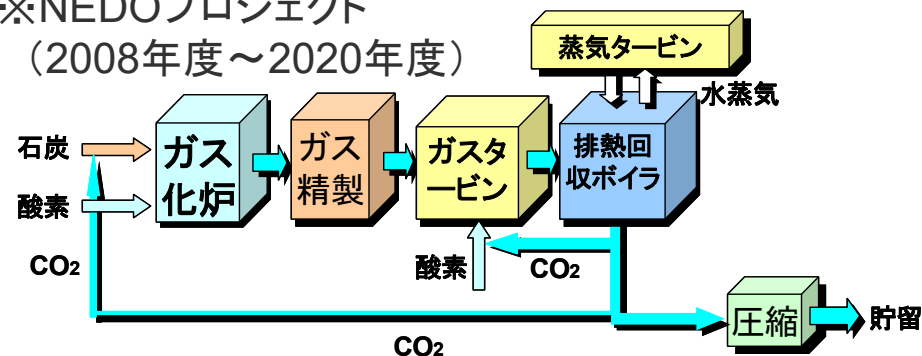
CO₂回収型IGCCの例（プレコンバッション）



Oxyfuel型IGCC*

※NEDOプロジェクト

（2008年度～2020年度）

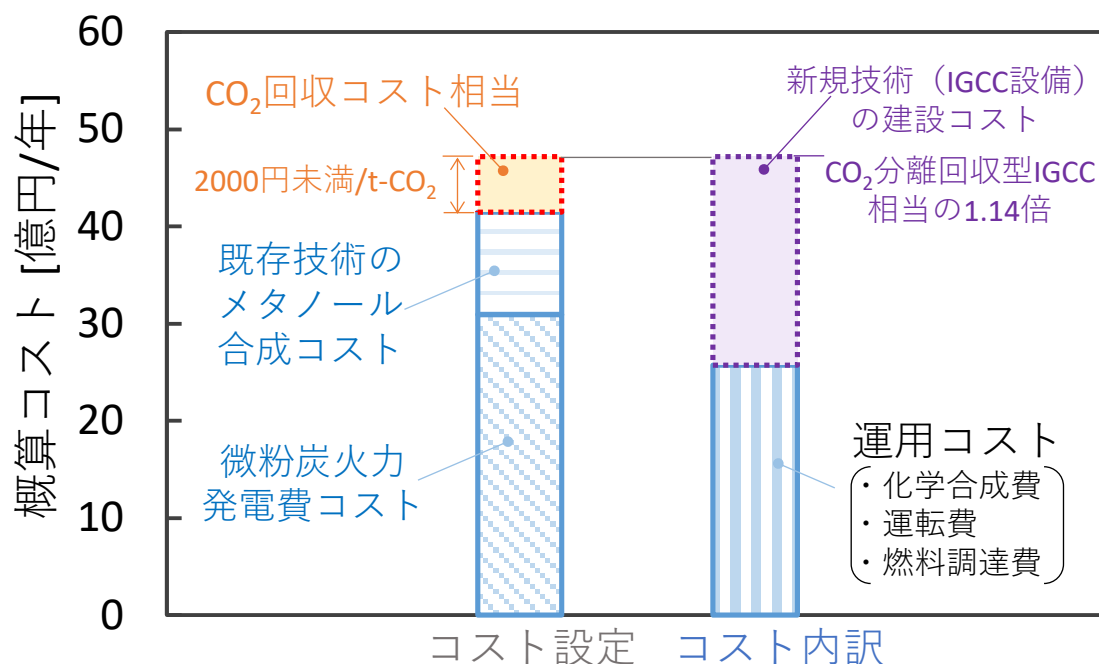


今回のポリジェネレーションシステムでもCO₂分離のための特別な設備が不要であるOxyfuel型を採用している。

* IGCC: 石炭ガス化複合発電（Integrated coal Gasification Combined Cycle）

既存技術とのコスト比較

- 電力量、有価物生産量、コストの評価：従来システムに、CO₂回収コストを加算した場合に相当する**新規システムに掛けられるコストを評価**
- CO₂分離回収設備付きのIGCC 相当の建設コスト以上のコストを、ガス化炉、ガス精製、発電設備に掛けても、CO₂回収コスト**1000円台/t-CO₂**相当が達成可能と見込まれる。

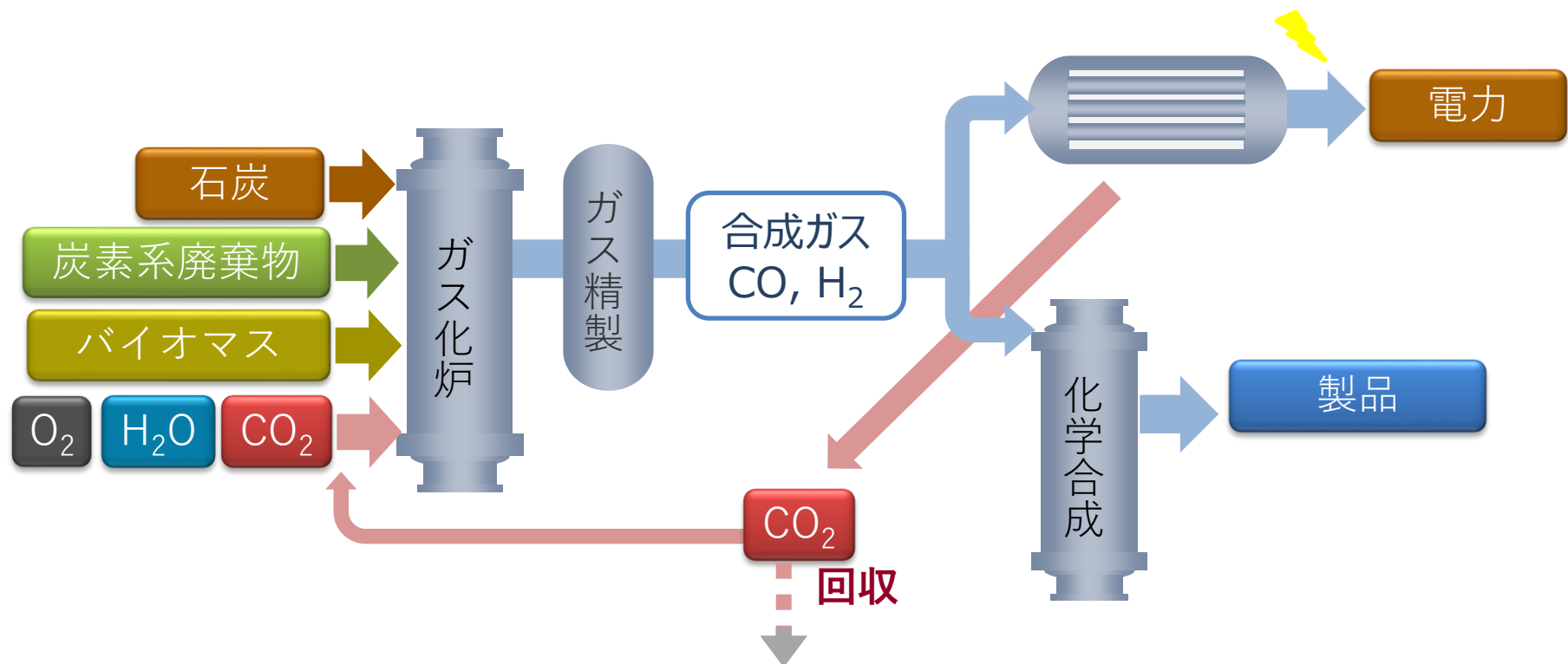


- ・ 試算した発電量（送電端）と化学製品の既存技術による原価に、仮定するCO₂回収コストを加えてコストを設定した。
- ・ 新規技術の建設コスト（資本費+維持費）をパラメーターとして従来型のCO₂回収コスト相当分を算出した。

各コストはコスト等検証ワーキンググループ（2021）の諸元等を参照して算出。

まとめ

- 3t/dガス化試験、反応実験、数値解析で石炭と廃プラスチック混合時のガス化特性を詳細に解明
- 本システムの社会実装を想定したコスト試算の結果、**CO₂回収コスト1000円台/t-CO₂相当**が達成できる見込みであることを確認



今後

■ 課題

- ・ 石炭を使う技術の新規開発は難しい状況。
- ・ CO_2 回収コストの低減と需給調整能力の高い火力発電技術は社会に必要。

■ 今後の取組

石炭以外の炭素資源への展開を図り **炭素循環型社会**構築に貢献

■ 実用化・事業化の見通し

具体的な適用対象・パートナーを選定し、今回と類似の試験により確認後、スケールアップを行い、早期実用化を図っていく。

炭素循環型社会のイメージ

