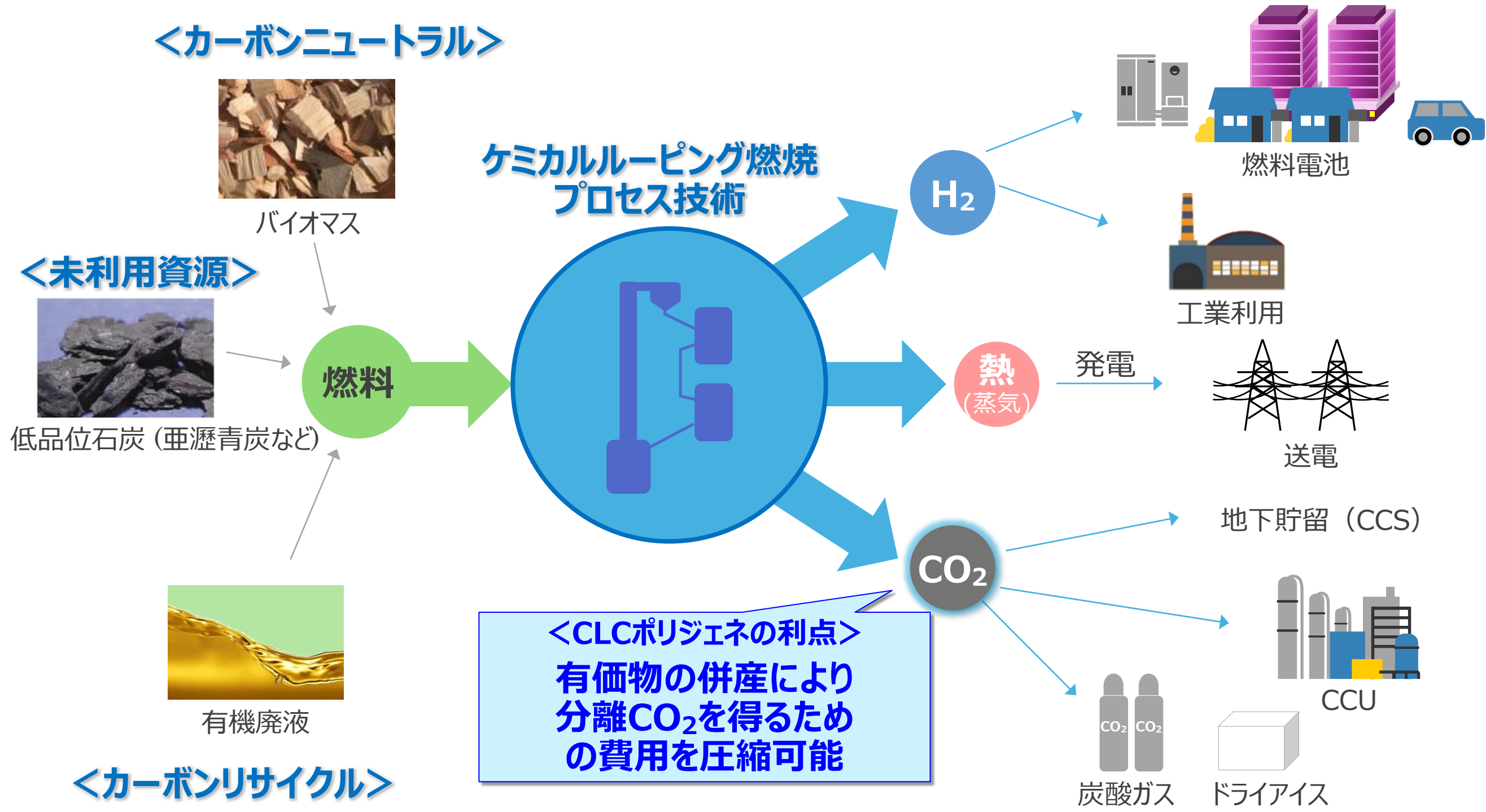


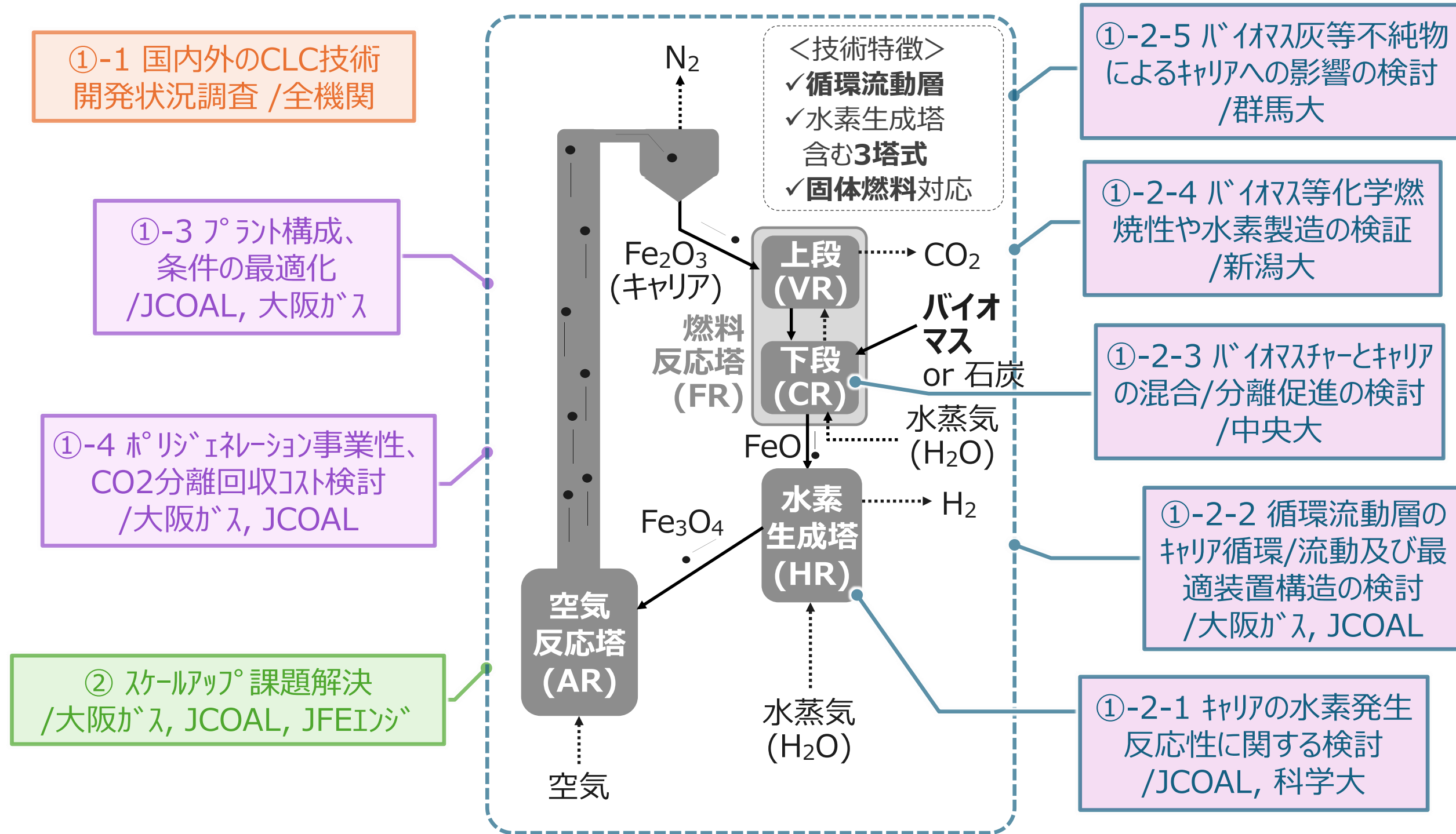
## 1. 事業目的

経済性の高いCCUSの実現に向け、**電力・H<sub>2</sub>・CO<sub>2</sub>を効率良く併産するCLC技術を開発する**



## 2. 事業目標・実施内容

CO<sub>2</sub>分離・回収コスト1,000円台/t-CO<sub>2</sub>を見通せるケミカルルーピング燃焼ポリジェネレーションシステムの設備設計技術に目途をつける



## 3. 主な成果

### ①-1 国内外のCLC技術開発状況調査/全機関

中国のグループ、米国のグループが、MW級の実証～商用化検討を推進中  
我々はスケール面で遅れを取っているものの、中国と比べ**水素を生成**できる点、米国と比べ**固体燃料まで使用可能**な点で優位性・独自性の高い技術と言える

表. 清華大らのグループ、OHIO州立大らのグループのCLC開発との比較

項目\プロジェクト	OG/JFE/JCOAL CLCポリジェネ	清華大・東方ボイラ社(EU共同)	OHIO州立大・B&W社
用途	H <sub>2</sub> /CO <sub>2</sub> /発電ポリジェネ	CO <sub>2</sub> /発電	H <sub>2</sub> /CO <sub>2</sub> /発電ポリジェネ
燃料	バイオマス/亜瀝青炭等/液体燃料	褐炭/石油コークス	シンガス(バイオマス/褐炭ガス化ガス)
酸素キャリア種	イルメナイト、他	イルメナイト、他	人工イルメナイト
現段階開発規模	300kW <sub>th</sub> ホット建設	5MW <sub>th</sub> (運転実績値) 運転中	250kW <sub>th</sub> 試験終了 60MW <sub>th</sub> 計画発表
反応器形式	循環流動層	循環流動層	移動層+ライザ循環
FR(燃料反応塔)形式	二段バブリング流動層(VR+CR)	一段バブリング流動層	移動層
カーボンストリップパー	検討中	FR内に設置	なし
HR(水素発生塔)	バブリング流動層	なし	移動層



図. 清華大の実証装置外観  
場所: 四川省徳陽市、東方ボイラ試験場  
規模: 4MW<sub>th</sub> (現時点、世界最大)  
高さ: 総高さ48m(16階建物相当)

### ①-2-1 キャリアの水素発生反応性に関する検討/JCOAL, 東京科学大

イルメナイトへのアルカリ灰の作用を調査している中、**カリウムが活性化に寄与**することを見出した  
未加工のイルメナイトや鉄鉱石に比べ、**水蒸気酸化反応活性が飛躍的に高い**ことを確認

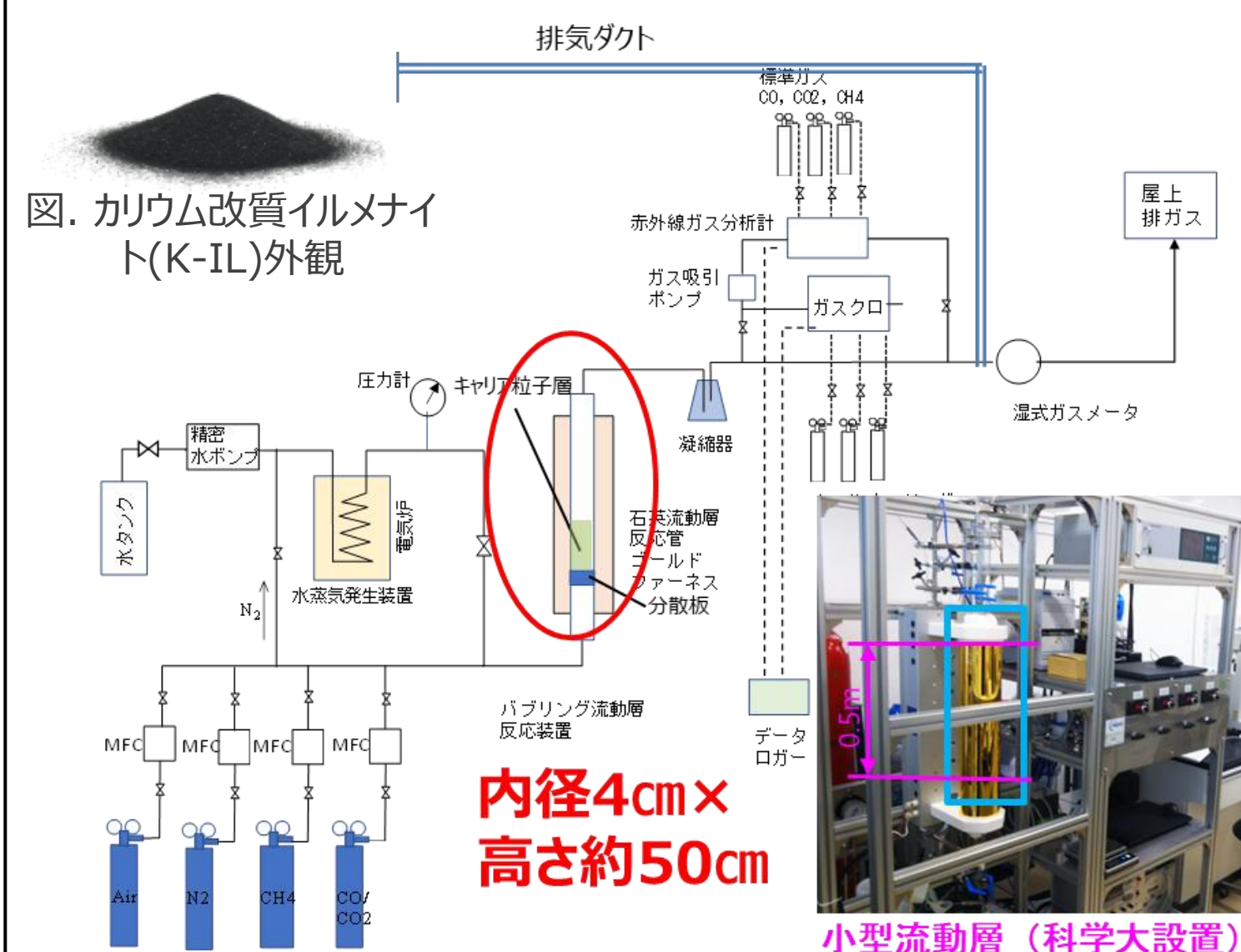
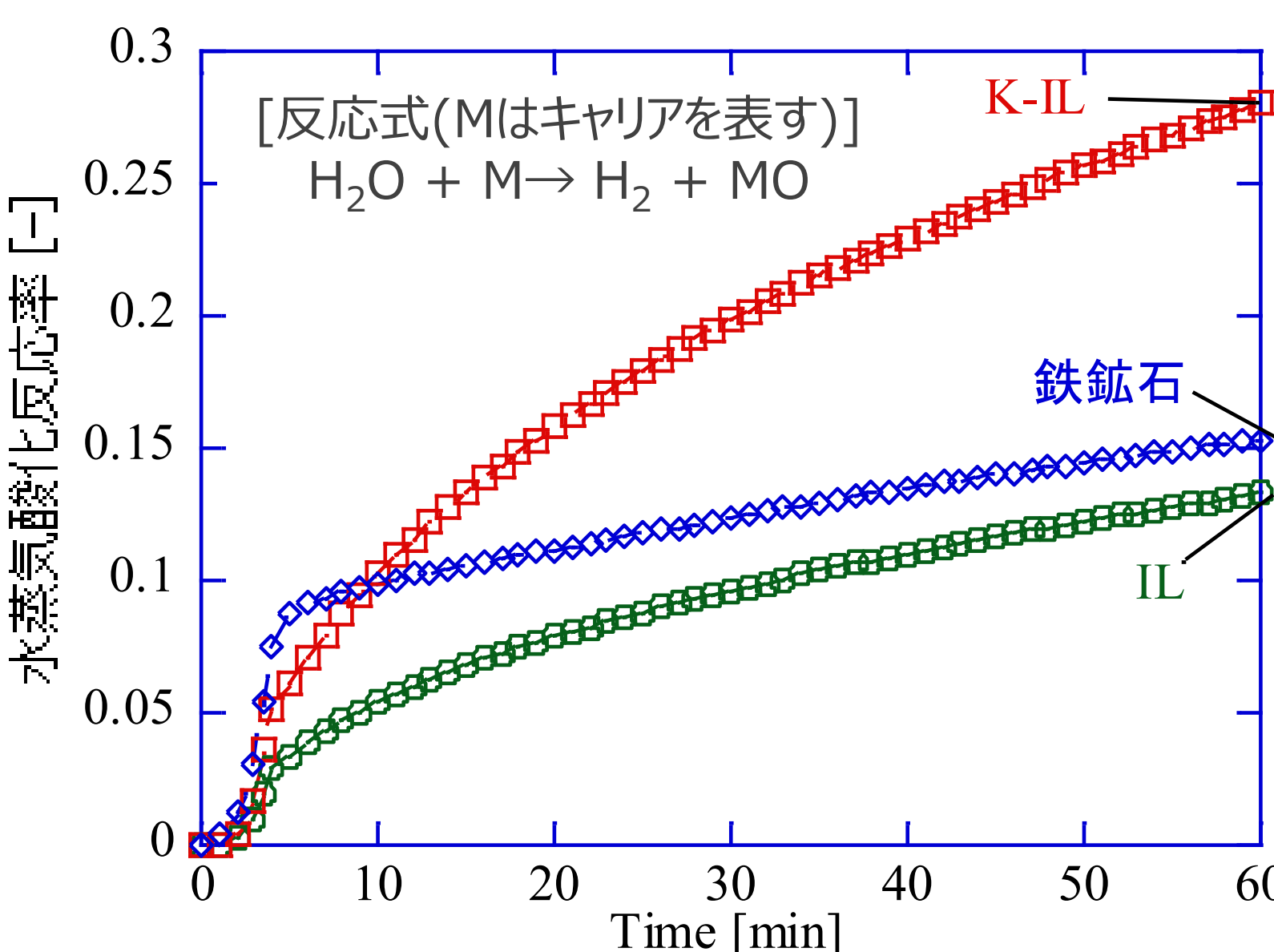


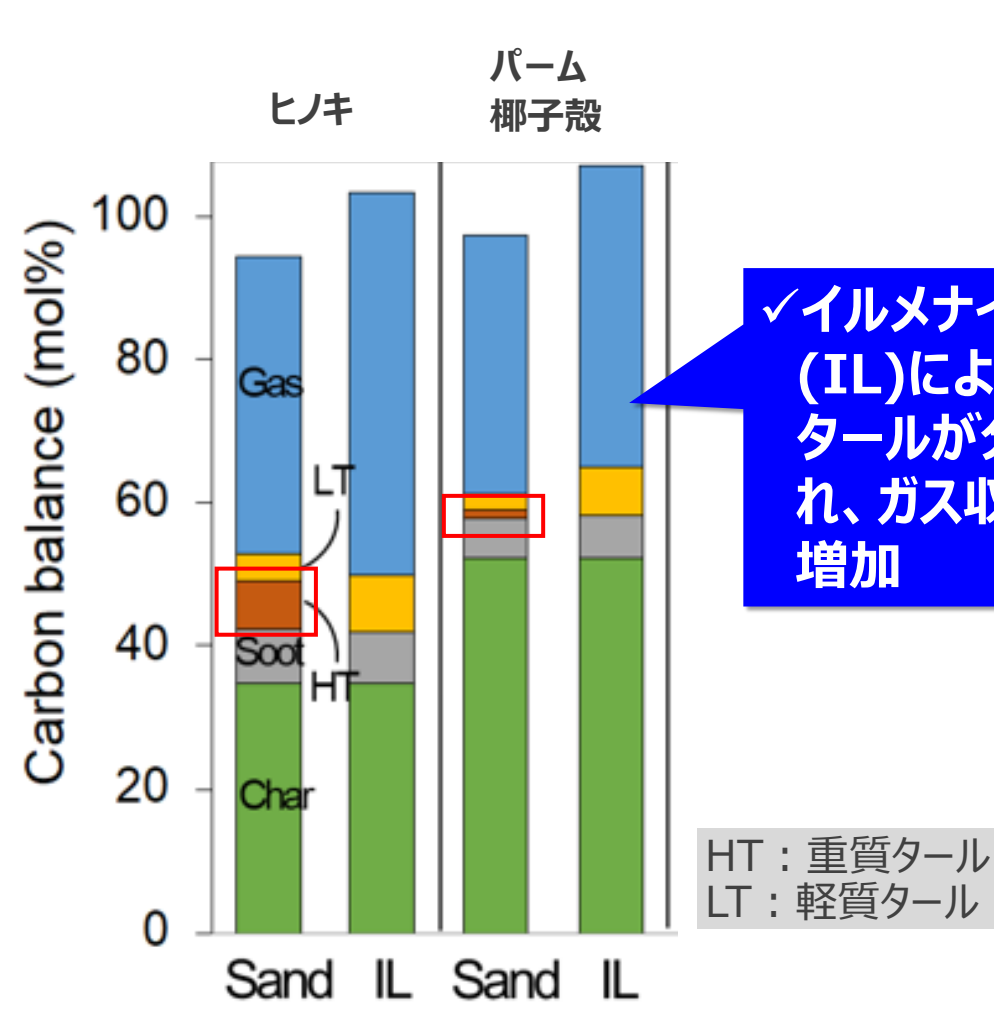
図. 小型流動層装置概念



### ①-2-2 JCOAL, 大阪ガス、①-2-3 中央大、①-2-5 群馬大

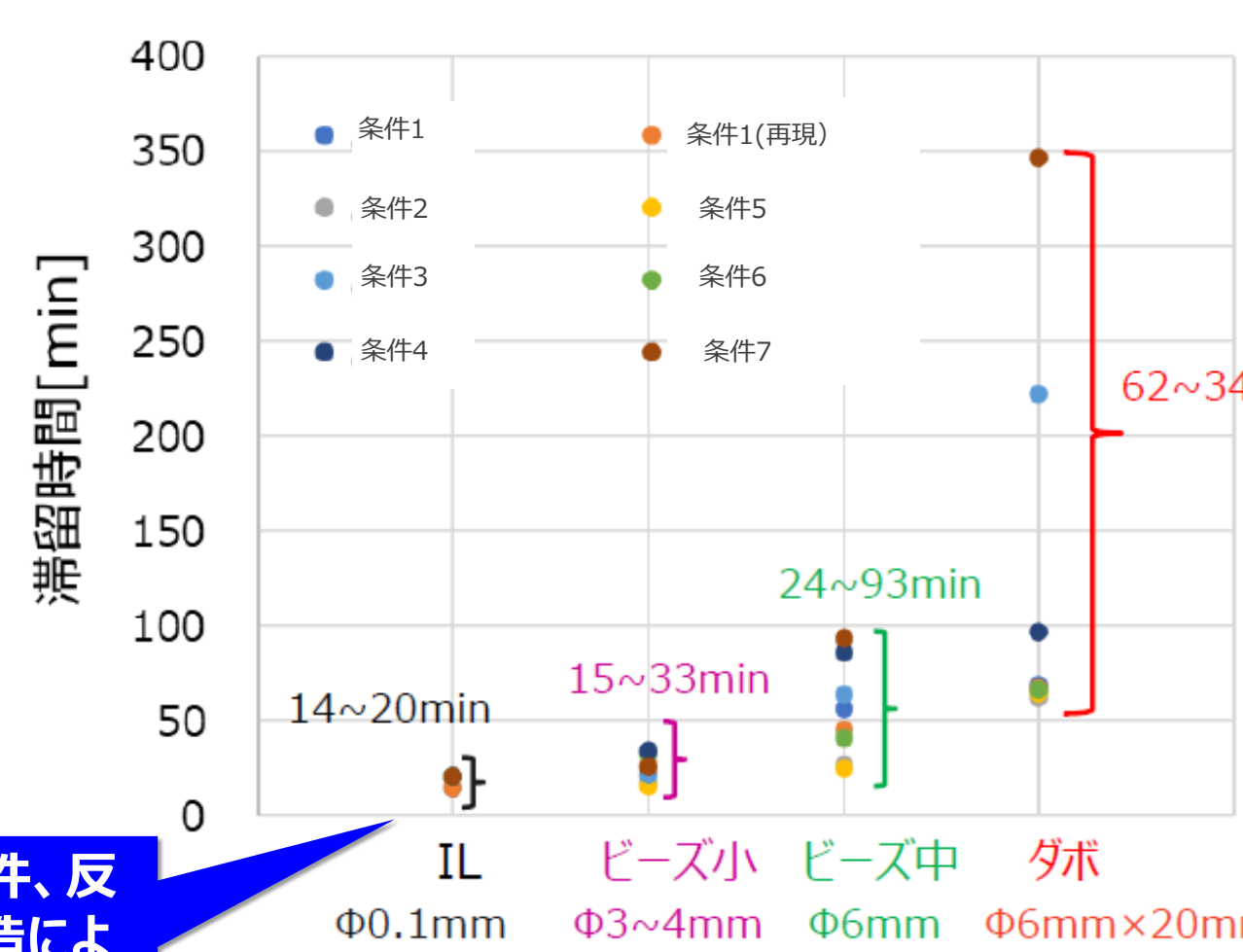
イルメナイト(IL)によるバイオマスタルの分解性能を研究し、**イルメナイトの格子酸素により重質タルが軽質タルとガスに変換**されることを確認  
コールドモデル装置を用いた、模擬チャーの粒径と滞留時間の関係を研究し、**操作条件、反応器構造により滞留時間をコントロール**できることを確認

燃料中灰分等不純物がキャリア循環/流動、及び反応へ及ぼす影響(群馬大)



コールドモデル試験(大阪ガス, JCOAL)

●粒径と滞留時間の関係



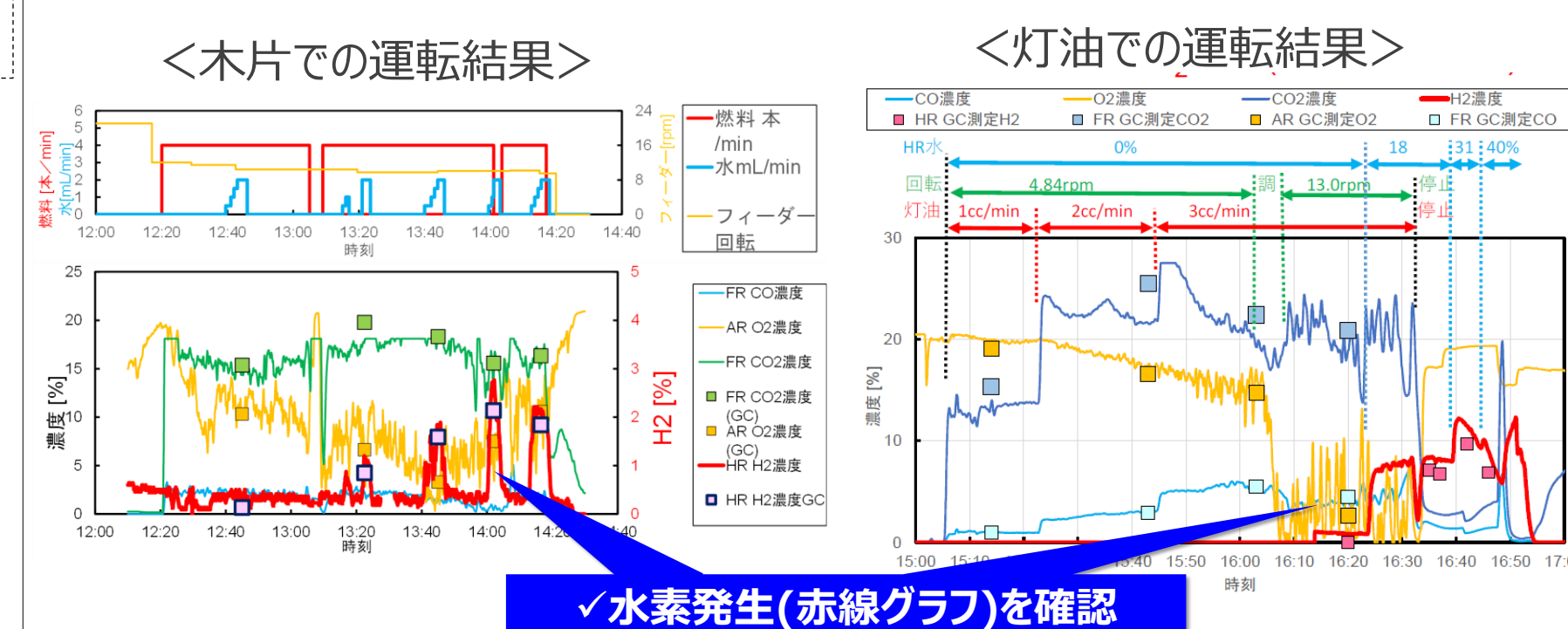
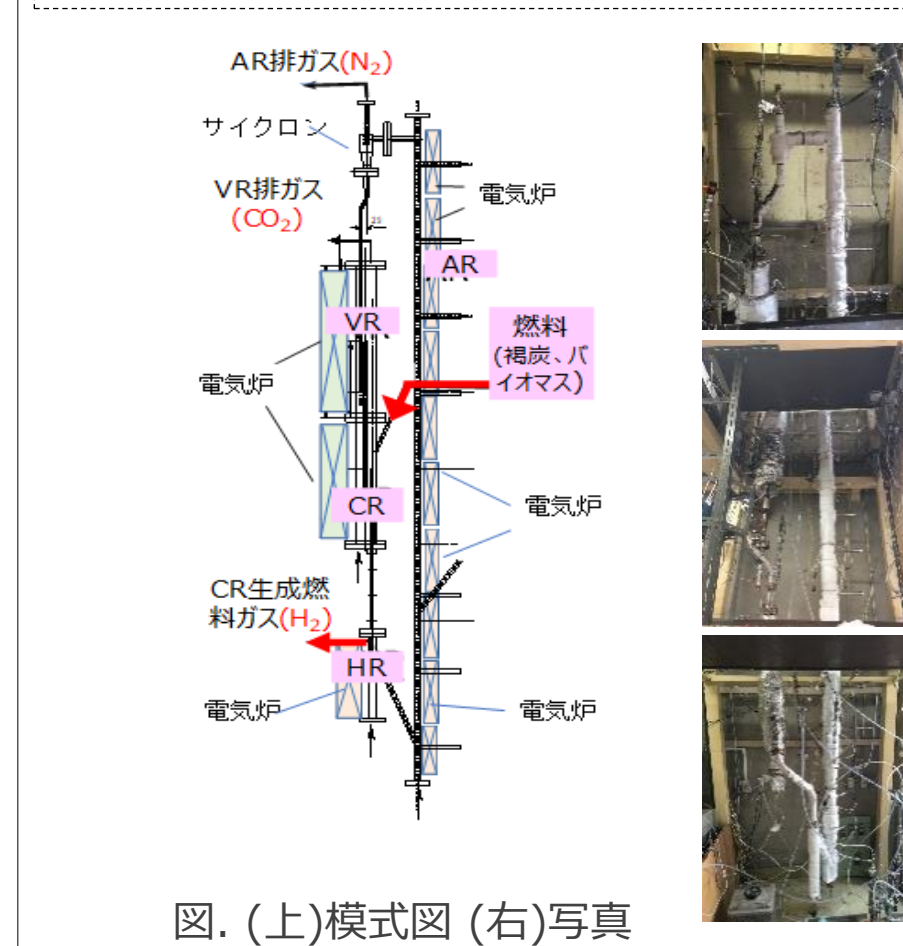
### ①-2-4 バイオマス等化学燃焼性や水素製造の検証/新潟大

3塔式CLC試験ベンチスケール装置にて**液体燃料(灯油)、木片**それぞれの運転で水素発生⇒**水素生成ありCLC反応原理を確認**(ARを出た酸化鉄をFRでFeOへ還元、HRで水蒸気酸化)

◆バイオマス等化学燃焼性や水素製造の検証(新潟大)

＜主な研究課題＞

- ① バイオマスでFeOまで還元可能か
- ② HRでH<sub>2</sub>以外のガスは生成しないか

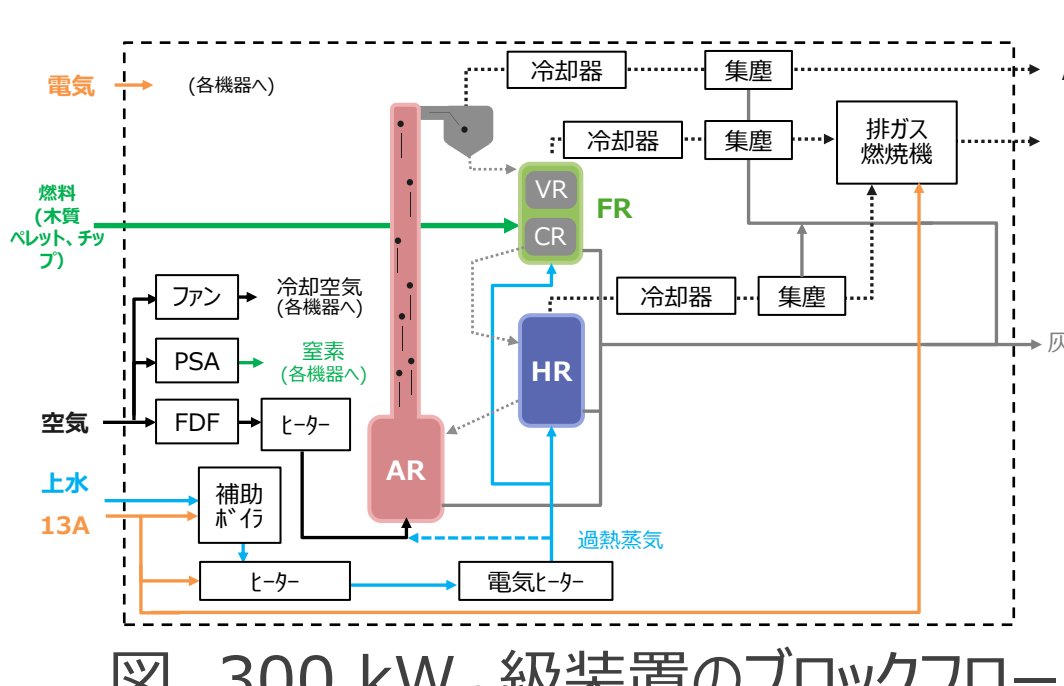


### ② スケールアップ課題解決/大阪ガス, JCOAL, JFEエンジニアリング

要素研究とASPEN Plusによるプロセス計算の結果を踏まえ、**内部反応熱のみで昇温し(熱自立)、最小規模の試験装置(300 kW<sub>th</sub>級装置)を設計**した  
本技術の実用化に向けては、このような装置の建設・評価を通じて、**物質・熱収支、長期信頼性、安全・安定運転制御**に係る知見を収集し、スケールアップを推し進めていくことが必要

表. 300kW<sub>th</sub>級装置設計への研究成果の反映状況

成果内容	300 kW <sub>th</sub> 装置への反映
水素生成試験結果から、反応に必要な滞留時間を把握	左表のとおり、滞留時間設計に反映
コールドモデル模擬燃料試験結果から、CR内の構造、ガス流量分布の重要性を把握	CR内部構造の一部、流動化ガス流量分布を可変とし、柔軟性を確保
K-ILを前提としたプロセス計算 見直しに伴う仕様調整	VR/CR, HRサイズ変更(塔高増加) キャリア循環量見直し



## 4. 課題と今後の取組

要素研究知見を様々得て、木片や灯油を燃料としたキャリアの還元反応及び水素生成も成功  
熱自立可能な300 kW<sub>th</sub>級装置などを用いた、物質・熱収支、長期信頼性、安全・安定運転制御に係る知見収集およびスケールアップ検討が課題

## 5. 実用化・事業化の見通し

本技術によれば、水素・電力を製造販売することによりCO<sub>2</sub>分離・回収コストを圧縮することができ、将来普及すると見られるCCUS向けに低コストでCO<sub>2</sub>を供給することが可能となる  
今回、バイオマスに加え液体燃料でも原理実証に成功し、工場有機廃液などへの適用も現実味  
今後、本成果の実用化に向け、更なる課題解決およびスケールアップ検討が進むことが期待される