

SICORP 日本－中国 (MOST)

「エネルギー利用の高効率化」領域

事後評価結果

1. 共同研究課題名

「マイルド熱分解とエクセルギー再生に基づく低品位炭有効利用プロセスの開発」

2. 日本－相手国 研究代表者名 (研究機関名・職名は研究期間終了時点):

日本側研究代表者 堤 敦司 (東京大学 生産技術研究所・特任教授)

中国側研究代表者 Wei Huang (太原理工大学 煤化工研究所・教授)

3. 研究実施概要

褐炭や亜瀝青炭などの低品位炭は世界の石炭資源の 50%、中国の石炭資源の 60%を占め、石炭資源量が急速に減少している現在、それらは将来の石炭エネルギー資源の主流になると思われる。しかし、低品位炭を有効利用するための熱分解・ガス化・改質に関する研究はこれまで多くない。そこで本プロジェクトは、低品位炭から、水素やオイルなどの燃料、高付加価値化学品および炭素材料を製造する革新的なクリーンコールテクノロジーを開発することを目指した。日本側は主に高効率なエネルギー変換・分離プロセスの設計、水素・燃料油をより多く得るためのエクセルギー再生型熱分解・ガス化の基礎研究および高性能触媒の開発を担当し、中国側は主に新規ガス・燃料油生産実証実験、タール高効率分離による高付加価値化学品の製造およびタールの改質による高品質燃料の製造などを担当した。

具体例には、高品質燃料油、高付加価値化学品および炭素材料を製造するプロセスの検討として、低温(450-600°C)または中温(700-850°C)のマイルドな条件下で石炭を熱分解し、得られた液状成分(タール)に対して接触分解反応分離および水素化転化を試みた。この反応で必要となる水素は、マイルド熱分解によって得られたメタン・リッチガスを水蒸気改質により得るプロセス利用した。マイルド熱分解によって生成した炭化物(チャー)は、低温でエクセルギー再生水蒸気改質ガス化あるいは部分酸化ガス化することにより合成ガス(CO、H₂)に転換した。プロセス全体および各単位操作に対しては、エクセルギー再生理論および自己熱再生技術を適用することにより、エクセルギー損失を最小化および二酸化炭素の排出の低減を図ったプロセスの最適設計を行った。これらの検討を通じ、低品位炭からの高品位液体燃料、高付加価値化学品、炭素材料、水素および電力のコプロダクションシステムを提案した。

4. 事後評価結果

4-1 研究の達成状況及び得られた研究成果

(論文・口頭発表等の外部発表、特許の取得状況等を含む)

本プロジェクトでは、日中双方の研究者が、低品位炭のマイルド熱分解およびエクセルギー再生ガス化、石炭液化油リファイナリーの基礎的研究を通じ、中国の低品位炭の特性とマイルド熱分解・ガス化の関係、中国の低品位炭(褐炭、亜瀝青炭)や高水分・難粉碎性の燃料に対応した熱分解・ガス化・タールの分離・反応技術、エクセルギー再生理論および自己熱再生技術に基づく熱分解とガス化を組み合わせたプロセスの設計・パイロット実証実験の実施を通じたプロセス技術の基盤構築に関しておおむね成果が得られていると評価できる。それらの研究成果は、石炭利用において、排出 CO_2 削減で効果の高いエクセルギー再生、石炭利用プロセスの開発としての意義は高い。

研究成果として発表された国際・国内論文は、日本側と中国側の共著で 36 報、日本側単著で 29 報、中国側単著で 103 報あり、極めて数多くの高い学術成果をあげていることが判る。学会発表において共同発表 17 件、日本側 118 件、中国側 70 件の発表により研究成果を効果的に報告していると判断できる。それらの成果は、日中それぞれの学会において 18 件の受賞数があることから伺える。また特許出願では、日本側と中国側の共願が 1 件、日本側から 2 件、中国側から 24 件の出願を行っており、研究成果を事業化に結びつけるための取組がなされていると評価できる。日本側と中国側双方の出張日はのべ 40 日に至り、日中間の協力も比較的良好であった。

以上の日中共同研究の達成状況と得られた研究成果は、当初の目的を的確に達成する研究として意義があり、当初の目標に照らして十分な研究成果が得られていると評価される。

一方、エクセルギー再生プロセスの課題は以下の 3 点が挙げられる。①発電高効率の高温部の熱の回収・利用のための熱の交換、輸送。②高温部で使用する燃料の生産のための反応に対して、排熱利用がエネルギー的、規模的、コスト的にマッチするのか。③排熱利用の反応は主にガス燃料製造プロセスに繋がるが、高効率でかつ工業的に実現できるのか。余剰熱については、付加価値である石炭利用生産プロセスへの利用も考えられる。本プロジェクトでは、①～③についてどのような成果があるのか、定量的に示すことが望まれる。利用プロセスの低温化や効率化関連は興味深い。本研究では、エクセルギー再生の視点からのエネルギー的、規模的、コスト的なマッチングも主要な視点であるべきと考える。石炭利用の技術は長い歴史があるため、その利用について低温化や高効率化に“触媒”や“水熱”の厳しい条件の利用が考えられる。実用化のため、活性・選択、収率はじめ反応規模の設計やコスト反応器、耐久性、寿命、再生、コストについても言及することが望まれる。

4-2 研究成果の科学技術や社会へのインパクト、わが国の科学技術力強化への貢献

将来の日中両国のエネルギー確保の観点から重要となる中国の低品位炭(褐炭、亜瀝青炭)および高水分・難粉碎性の燃料に対応するため、熱分解・ガス化・タールの分離・反応によって高付加価値化学品・高品質燃料を高効率で製造するプロセスに貢献できている。但し、実用の視点も常に明確化しておくべきである。より社会へのインパクトをもたらすためには、改善点としては次の2点が挙げられる。

- (1) エクセルギー再生を可能にする **integration process** が本研究でどこまで達成されたか、定量的評価が必要である。
- (2) 低石炭化度炭利用のプロセスについて、提案、改良が提案、検証されているが、エクセルギー再生にどの程度貢献できるか、および個々のプロセスにおける生産性、付加価値、熱効率、経済性の向上について定量的明示が求められる。