

4A1. 日本の石炭液化技術開発

技術概要

1. 石炭液化技術開発の背景

石炭は、産業革命以来人類の重要なエネルギー資源として活用されてきた。1800年代後半、石炭の使用量が、薪や木炭を上回り石炭が世界の主要なエネルギー源となった。我が国でもやや遅れて、1900年代に入り、石炭が主要なエネルギー源となった。しかし、1960年代に入り、より使用し易いエネルギーとして石油が石炭に取って代わることとなり、石炭の存在感は薄れていった。石炭が再び見直されるのは、1973年及び1978年の石油危機以降である。石油危機を契機としてエネルギー源の多様化が叫ばれ、石油代替エネルギー開発、特に石炭の利用技術開発が脚光を浴びることとなった。石炭液化もこの時期、巨大な資源量を背景に石油代替エネルギーの最右翼として位置づけられ、世界各国で開発が進められてきた。ドイツ及び米国においては、1日石炭処理量が数百トン規模のパイロットプラントによる研究が行われた。

我が国においても、サンシャイン計画の下、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）を中心として我が国独自の石炭液化技術の開発を行ってきた。ドイツ及び米国に10年余りの遅れをとっていたが、着実に開発を進め、平成10年150t/d規模の瀝青炭液化パイロットプラントによる運転を多大な成果をもって終了し、ドイツ及び米国からの遅れを取り戻すとともに、世界最新鋭の石炭液化技術を確立した。また、中国及びインドネシア等の産炭国が、石炭液化の実用化に関して高い関心を示しており、今後の展開が期待される。

2. 我が国における石炭液化技術開発の歴史

2.1 石炭液化技術開発の黎明期

大正末期から昭和初期にかけて、南満州鉄道株式会社では、Bergius法に基づく石炭液化の基礎研究を開始し、昭和10年頃にはベンチプラントからPDU（Process Development Unit）クラスの運転が実施された。この研究に基づき中国撫順炭鉱に液化油年産2万トンのプラントが建設され、昭和18年まで運転が行われた。また、昭和13年から18年にかけて、朝鮮人造石油株式会社が、阿吾地工場において石炭処理量100t/d規模の直接石炭液化プラントの連続運転に成功している。このいずれのプラントも軍の要請により石炭液化油の生産を中止し、重質油水添あるいはメタノール製造のためのプラントとして利用された。

昭和初期、直接石炭液化法すなわちBergius法とは別に、間接石炭液化法であるFischer法（合成法）による石炭液化研究及び合成石油製造も行われた。昭和10年ドイツにおいてFischer法が発表されると同時に、日本に導入され、昭和12年三池において工場建設が開始され、昭和15年合成油年産3万トンの石油合成工場が完成した。

戦時下の特殊事情を背景に、人造石油の生産は終戦を迎えるまで続けられた。

NEDOLプロセス開発の歴史

年度		記事等
1979 (昭和54)	液化三法 ① ② ③	サンシャイン計画スタート(昭和49年7月) 液化三法研究スタート
1980 (昭和55)		①溶剤抽出法 ②直接水添法 ③ソルボリシス法
1981 (昭和56)		NEDO設立(昭和55年10月1日) 石炭技術開発室 液化三法継承
1982 (昭和57)		
1983 (昭和58)		●第1回中間報告(合同審議会報告以下に同じ) (昭和58年8月):液化三法の統合を答申 NEDO PP概念計画に着手(三法及び統合案)
1984 (昭和59)	250t/d 概念設計	三法統合 NEDOLプロセスの構築 基本構想、 概念設計の作成
1985 (昭和60)	250t/d 設計	・NCOL設立(昭和59年10月1日)
1986 (昭和61)		●PDU(住金波崎 1t/d)による ●PSU(新日鐵君津 1t/d)による研究(設計) スタート(昭和60年度)
1987 (昭和62)		●PSU運転研究スタート(昭和62年度)
1988 (昭和63)		150t/d PPスタート (PP規模縮小:250t/d→150t/d)
1989 (平成1)	150t/d 設計	
1990 (平成2)		
1991 (平成3)		●総事業費縮減検討(平成3年4月 運営会議で合意)
1992 (平成4)	建設	・鹿島事業所開設(平成3年10月1日) ・パイロットプラント起工式(平成3年11月25日) ●NEDO石炭技術開発室→CCTCへ改組(平成4年10月) ●総事業費見直し検討→総事業費明定(平成4年11月) 688億円を設定
1993 (平成5)		ニューサンシャイン計画スタート(平成5年度)
1994 (平成6)		
1995 (平成7)		●第48回石炭転換分科会答申(平成7年3月) 期間延長:研究終了(平成11年3月31日) ・研究センター発足(平成7年6月24日) ・パイロットプラント竣工式(平成8年7月10日) ・石炭装入試運転(平成8年11月26日～29日、 平成9年2月25日～27日) ・コールイン RUN-1(平成9年3月26日～)
1996 (平成8)		
1997 (平成9)	運転	
1998 (平成10)		・コールイン RUN-7(～平成10年9月9日)
1999 (平成11)	洗浄等	合計コールイン時間 6,062hrs(除試運転)延べ262日間 最長コールイン連続運転時間 1,921hrs
2000 (平成12)	解体研究 撤去	・運転終了式 平成10年9月29日 ・PP運転完了報告会(平成10年12月1日)於 学士会館
2001 (平成13)		・PP運転研究終了(平成12年3月31日)

2.2 戦後の石炭液化研究

戦後すぐ、我が国に進駐した米国軍司令部は、軍事研究であるとして、石炭液化の研究を禁止した。昭和30年に入り石炭液化研究は、国立研究所、大学等において再開された。しかし、石炭液化油の製造ではなく、石炭の高圧水素化分解によるケミカルズの製造に関しての研究であり、昭和50年頃まで続けられた。

第1次石油危機の後、昭和49年サンシャイン計画が発足し、石油代替エネルギー開発の一環として、日本独自の石炭液化技術開発に取り組むこととなった。サンシャイン計画において、瀝青炭液化技術開発としてソルボリシス法、溶剤抽出法、直接水添法の三法の技術開発が行われてきた。また昭和55年度来、褐炭液化法についても研究開発が行われたきた。

2.3 瀝青炭液化三法の統合

石炭液化技術開発は、石油危機を契機として、液体燃料の大量かつ安定供給、エネルギーの多様化、石油代替エネルギー開発における我が国の国際的責務等の意義が大であるとして、昭和49年度に発足したサンシャイン計画に組み入れられ、開発が進められた。

昭和58年、NEDO（新エネルギー総合開発機構、現在の（独）新エネルギー・産業技術総合開発機構）はこれまでの瀝青炭液化3法についての研究開発成果を以下のように取りまとめた。

- ①直接水添液化法の成果：一定の反応条件においても触媒性能が良くなればなるほど液収率は高くなる。
 - ②溶剤抽出液化法の成果：水素供与性溶剤を用いると温和な条件で液化が行われる。
 - ③ソルボリシス液化法の成果：軽質油を重点的に得るためには、循環溶剤を重質化する有効であること。
- そして、これら3法の特徴を生かしてNEDOLプロセスとして統合した。

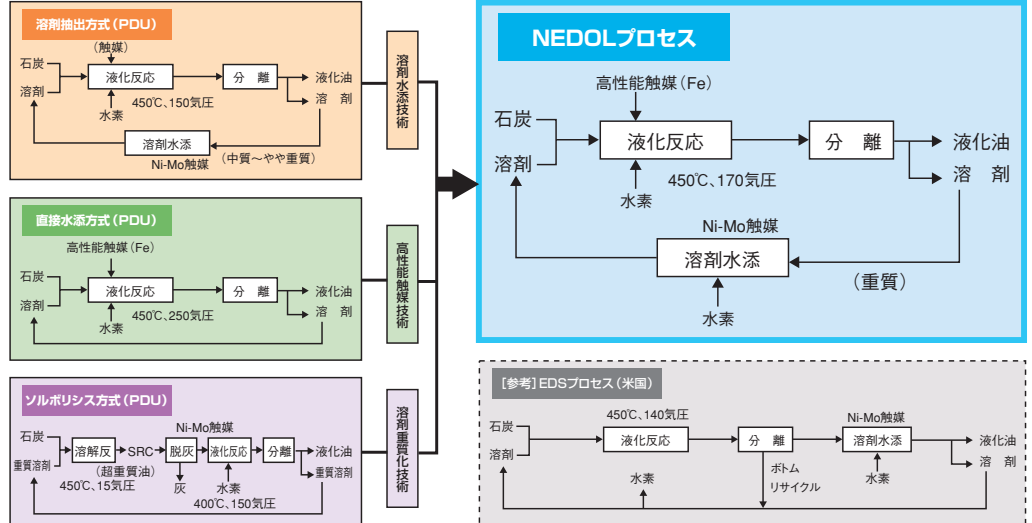


図-1 NEDOL法の基本理念

2.4 瀝青炭液化技術開発 (NEDOL法)

瀝青炭液化技術開発については「3A-2」に記載する。

2.5 褐炭液化技術開発 (BCL法)

褐炭液化技術開発については「3A-3」に記載する。

3. 今後の石炭液化

中国は、将来的に石油需給の逼迫することが予想されており、このため、石炭液化技術の開発、導入に積極的な姿勢を示している。NEDOでは、国際協力の一環として、昭和57年中国に0.1t/d液化装置を設置し、中国炭の液化試験、液化触媒の探査、人材育成等を行ってきた。平成9年からは中国からの要請に応じて、黒竜江省・依蘭炭を用いての石炭液化プラント立地可能性調査の実施に関し、協力している。また、中国の要請により、陝西省・内モンゴル自治区の神華炭は、埋蔵量が約2,000億トンとも推定され、安価なエネルギー源として大いに期待されている。

インドネシアも、近い将来石油輸入国になることが確実視されている。平成4年インドネシア褐炭を対象とした石炭液化研究に関する協力要請がインドネシア政府より提案された。これを受けて、平成6年NEDOはインドネシア科学技術応用評価庁 (BPPT) と石炭液化研究協力に関する覚え書きを締結し、

インドネシア褐炭を対象とした商業プラントの実現を目指した新たな褐炭液化技術開発を開始した。

昭和49年のサンシャイン計画の発足以来続けられてきた石炭液化技術開発も、パイロットプラントの終了と共に、研究段階から実用化段階に入った。特に中国やインドネシア等の産炭国への国際協力を通じて、実用化が進むものと考えられる。中国においては、下図に示すとおり、日本だけではなく米国及びドイツも立地可能性調査を実施し、実用化に向けた検討が進められている。

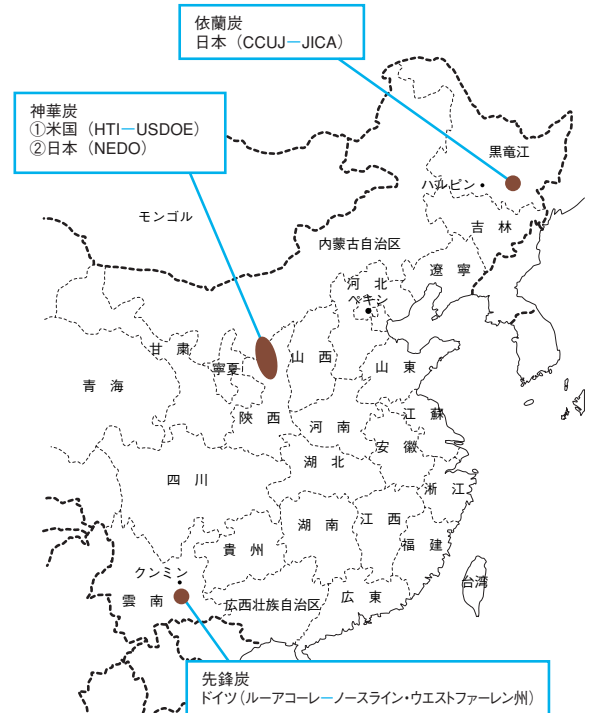


図-2 中国における石炭液化実用化検討

●参考文献

- 1) 和坂真雄、日本エネルギー学会誌、78 (798)、1999
- 2) 石炭液化技術の開発—商業化への架け橋—、日本コールオイル株式会社
- 3) 石炭液化パイロットプラント、新エネルギー・産業技術総合開発機構 吉田晴彦