

海軍燃料廠の石炭液化研究：戦前日本の技術開発

三輪, 宗弘
東京工業大学

<https://hdl.handle.net/2324/3344>

出版情報：化学史研究. 1987 (4), pp.164-175, 1987-12. 化学史学会
バージョン：
権利関係：

〔論 文〕

海軍燃料廠の石炭液化研究

— 戦前日本の技術開発 —

三 輪 宗 弘*

1. はじめに

満鉄総裁山本条太郎は、昭和3年(1928)4月2日、海軍大臣岡田啓介と会見し「石炭液化研究」を依頼した。海軍大臣発「官房機密第840号の2」(昭和3年7月2日付け)に記された訓令「石炭液化実験」を受けた海軍燃料廠は、新たに「特別班」を設置し、「石炭液化の化学的研究」(基礎研究)・「半工業的実験装置建設の物理的機械的研究」(応用研究)に取り組むことになった¹⁾。当初満鉄は海軍の研究成果を踏まえた企業化の意向を持っていたが、後に満鉄中央試験所と海軍燃料廠研究部との間で、採用する技術方法をめぐって見解の相違が露呈し、満鉄は工業化を一時躊躇し、前途が危ぶまれた。

さて、本稿では、海軍燃料廠研究部の発刊した『研究実験季報』『作業経過』『研究実験項目』『研究調査事項の概要』『研究部長実験部長打合会議現状報告』に準拠し、海軍の取り組んだ石炭液化研究を実証的に跡づけること、および満鉄が企業化へすぐに踏み出せなかった技術的要因の追求を課題としたい。特に満鉄中央試験所との間で争点となった「触媒」および「攪拌法」に焦点を絞りながら、海軍燃料廠の「半工業的連続実験装置」(パイロット・プラント)での「石炭液化実験」がどの程度成功していたのか、またどのような技術的困難に直面していたのかを明らかにしようと試みた。主な対象時期は、昭和3年から昭和11年までである。なお、商工省燃料研究所・理化学研究所との間に、役割分担は行われていない。唯一

海軍燃料廠だけがパイロット・プラント規模の研究を行った。

石炭液化は当時の花形先端技術であり、国防上の理由から日本独自の方法で開発して行こうとした研究課題でもあった。この点に着眼するならば、戦前の技術開発の水準を知る手がかりになるであろう。今後の我が国のエネルギー政策を考えるに際しても、研究開発のあり方への教訓を提示してくれるであろう。また、水素添加技術という視点で眺めれば、戦時中の航空機用揮発油製造ひいては戦後の石油化学工業の発展とも関連づけて論じ、考察を加えることができるであろう。他方、政治的軍事的観点を加えるならば、米国の対日石油禁輸に直面した日本の対応策として、開戦ではない、人造石油に依存する「臥薪嘗胆」政策が何故取り得なかったのかという設問に、技術史的視点からの解答を用意できるであろう²⁾。

本論文を書くに際して、筆者がもう一点念頭に置いたことは、戦前の日本の技術・研究開発の問題点を剔出するという点であった。かねてから筆者は、工業化研究・技術開発経過を一次資料にあたり調べた研究が活発に発表される必要があると考えてきた。技術開発データ・現場の作業記録は、企業にとり死活存亡にかかわる極秘事項であるし、軍にとっても、門外不出のシークレットである以上、この分野の研究はどうしても資料的制約を受けざるを得ない。だが、しかし、企業活動—物の生産—経済成長—日本の近代化産業化を論じる際に、本邦の多くの技術者研究者が直面し克服していった問題に関心・考慮を払わず論じることは、画龍点睛を欠くことになる。その意味において、拙論が技術史化学史はもちろんのこと他分野にも、新たな課題・視点をささやかでも投

1987年9月18日受理

* 東京工業大学

連絡先 〒145 大田区田園調布1-26-7 嶋田方

じることができればと希望している。

2. 満鉄の海軍への石炭液化研究依託

田中義一首相は、同内閣成立後の昭和2年(1927)7月19日、政友会幹事長であった山本条太郎を満鉄総裁に任命した。周知のように、政友会は、「積極財政」「産業立国論」を唱え、満蒙・中国の資源開発に関心を払っていた。大正14年(1925)4月14日に政友会総裁就任演説を行った田中義一陸軍大将は、「資源」「産業立国」「極東外交」を一つの線で結んだ。「新時代の黎明に処する善隣の外交が直ちに経済産業等の立国の基礎となり、原料の補充を為すことが出来る。」と田中新総裁は語った、中国との友好関係を保つことによって、日本の資源の脆弱性を補い、政友会綱領「産業立国」への道を切り開こうという将来展望を持っていたことが理解できる。

さて、山本条太郎は、昭和3年4月6日の閣議において「満蒙新経済政策」を披露した。この中で「燃料油政策」(製油政策)が掲げられ、具体的には「石炭液化」「オイル・シェール」「石炭低温乾留」が取り上げられた⁹⁾。石炭液化に関して、山本条太郎が撫順炭礦部長久保孚に送付した書簡(昭和9年2月6日)で「液化の事は小生在任中海軍に三十万円寄贈、更に不足に就き仙石老人を説き同額の追加を為し、今以て海軍に於て研究中に有之候間⁹⁾」と書いている。

つぎに、山本総裁の研究依託について紙幅をさきたい。山本条太郎満鉄総裁は、初代商工省燃料研究所所長をつとめた吉村萬治に石炭液化研究機関を照会し、海軍燃料廠研究部が推薦された⁶⁾。これを受けて、山本総裁は海軍に働きかけた。昭和3年4月2日、山本総裁は海軍大臣岡田啓介に面会し、「石炭液化研究」の依託を行い、相前後して徳山に海軍燃料廠長山下巍八郎少将を訪問した。海軍省と海軍燃料廠との間で検討された後、海軍は「石炭液化研究」を受託することになった⁶⁾。ところで、満鉄は「左記条件ニヨリ両者協力研究ノ歩ヲ進メ度キ意向」であった。

1. 独逸I・G会社ニ於テ既ニ完成セル装置ノ購

- 入可能ナラバ海軍ハ満鉄ト共ニ購入ノ方針ニ進
ミ本式ヲ以テ石炭液化工業ノ実現ヲ期ス
2. 右ト併行シテ海軍燃料廠ニ於テ従来為シ来レル
実地研究ヲ此ノ際一層拡張続行ス其ノ目的ト
スル處ハI・G会社装置購入ノ実現ノ際ノ操作
ニ対シ予メ充分ノ習熟ヲ為シ置クト共ニ購入不
可能ノ際ニ対スル独立研究ノ第一歩ヲラシム
 3. 満鉄ハ本件取極後三箇年ニ亙リ30万円ヲ限度
トシテ研究上必要ナル費用ヲ負担ス
 4. 実地研究ノ指導及実施ハ之ヲ燃料廠長ニ一任
ス但シ協同研究ノ本旨ニ基キ双方ノ意思ハ何處
迄モ尊重ス
 5. 研究完成ノ暁ニ於テ之ヲ企業トスルヤ否ヤハ
満鉄社長ノ裁量ニ一任ス⁷⁾(傍点一引用者)

海軍と満鉄との間で正式に締結された契約書は残っていないが、上記した満鉄側提示の条件で、注視すべき点がある。まず満鉄は「I・G会社装置」を「購入」して、「本式」(I・G法)でもって、企業化を図る意向であった点である。しかし、後に、海軍一特に海軍省軍需局第二課一は陸軍はじめ満鉄・小倉石油・日本揮発油のI・ノパテント導入に反対の立場を貫き、独自の技術で生産を行う方針を守った。⁸⁾ 第二点は、「企業トスルヤ否ヤ」の裁量は、満鉄側にあると明記されていることである。後段で触れるが、企業化をめぐる、海軍一満鉄間で意見が分かれた時があった。第三に、満鉄は「30万円ヲ限度トシテ」研究費用を負担する予定だったことである。昭和5年5月に海軍燃料廠研究部が配付した『昭和4年度 作業経過』には「三箇年30万円の予定なりしが実験装置に予想外の経費を要すること明かとなりしを以て更に30万円の追加を要求する事とせり⁹⁾」と記されている。実際、海軍省は研究継続費用として33万円の追加支出を書面にて請求した。さらに、海軍次官山梨勝之進・前海軍燃料廠長山下巍八郎・前満鉄総裁山本条太郎は、仙石頁満鉄総裁に働きかけた。当時は世界的不景気の時代であり、憲政党は「緊縮節約」の方針であったため、満鉄の返答は遅疑したが、昭和6年春に重役会議で33万円の追加支出が決定された¹⁰⁾。

さて、ここで、山本条太郎の人造石油に対する見通し・抱負を、昭和4年8月に行った講演「製鉄、油及肥料に就いて」から簡略に窺ってみたい。山本は、石炭液化工業はまだ「学術上の問題」で「算盤には乗」らないが、「経済化される」のは「時の問題」であるとの展望を語り、本邦において「実際に事業化」するのは「両3年位の時の問題」と述べている。換言すれば、山本は、3年間海軍燃料廠で研究すれば満鉄で企業化できると考えていたということである¹¹⁾。

3. 海軍燃料廠の石炭液化研究

溯るが、大正15年(1926)4月に、海軍燃料廠研究部が発行した『研究実験項目』には、次の研究項目が記載されている。

「低温乾留竝其の生成品に関する研究」、「石炭、練炭及「ピッチ」に関する研究」、「油頁岩竝頁岩油に関する研究」、「揮発油竝其の代用品に関する研究」、「潤滑油に関する研究」、「重質油に関する研究」、「燃焼に関する研究」、「雑研究」、「依託研究」。

石炭液化研究は「石炭 練炭及「ピッチ」に関する研究」の中の項目「石炭及「ピッチ」水素添加」で取り上げられている。この項目の「実験開始」は「14-11」(大正14年11月)と明記され、小川享技師・高橋功夫技手が担当した¹²⁾。

満鉄から石炭液化研究受託後の昭和4年(1929)4月に配付された『研究実験項目』を一瞥すると、主要研究項目として「石炭液化実験」が定められ、「石炭液化に関する研究」・「石炭液化に関する実験」が記されている。「方針」は次のとおり記述されている¹³⁾。

「石炭液化の半工業的実験装置の設計並運転に関する「データ」を出すを第一とし之が経済的操作に資する実験値を求むるを第二とし理論的考察より之が改善策に及ぼす研究を第三となし研究実験を進むるものとす」

爾来、海軍燃料廠の石炭液化研究は、小川享技師・高橋功夫技手を中心とする「石炭液化化学反応の基礎研究」および横田俊雄機関大尉をリーダーとする「石炭液化に関する半工業的実験」の二つ

の研究グループにより、「工業化」を最終目標として推進されていった¹⁴⁾。

さて、本稿では、前述したように、満鉄中央試験所との間で争点となった「触媒」・「攪拌法」の研究・実験に的をしばりながら、話をすすめていくことにする。まずはじめに、満鉄の石炭液化研究の指導者であった阿部良之助の回想を『満州開発四十年史』から引用することにより、あらかじめ、問題の所在を明示しておきたい。

「徳山〔海軍燃料廠〕では、『塩化亜鉛によって石炭を浮遊選鉱し、石炭粉に付着する塩化亜鉛を触媒として連続運転に成功した』との通報で、昭和7年秋阿部氏は燃料廠の実験に立会ったが、しかしこの運転は全部炭化した爆発直前の非常に危険なる運転に終わった。…(中略)…反応装置から高圧の液化油が冷却器に流れ出る箇所の管が破裂するという大事故が二回も発生した〔満鉄中央試験所に於て〕。事故の詳細な検討の結果、触媒塩化第一銅が、液化反応中に分解して塩酸を遊離することから生ずる腐蝕が原因であることをつきとめえた。すなわち金属塩化物は工業的の石炭液化触媒にはならないことを意味しており、まさに研究の重大なる頓挫である。だがこれはまた、次の飛躍への踏台でもあった。腐蝕の全然無い新しい触媒の発見こそが石炭研究室今後の大きな課題となった。触媒を色々な金属について、また色々な化合物について実験を進めること200回、その結果全然腐蝕のない新しいしかも強力な触媒、第一硫化鉄を発見した¹⁵⁾。」(傍点一引用者)

また、「攪拌法」については以下のように記述されている。

「昭和11年2月11日徳山において燃料科会議が開催され、日鮮の学者によって『海軍法即時断行す可し』と決議された。また5月には海、陸、商工各省代表によって燃料会議が開かれた。席上前年ドイツの液化工場を視察した阿部氏は、『従来の機械攪拌法を排し少なくとも10年先じている瓦斯攪拌によるIG法を即時買収す可きである』と、主張したが、

海軍法即時断行論者の激怒にふれたのみであった。

この年8月4日、満鉄は1,500万円を投じて、石炭液化工場を撫順に建設することになり千石真雄氏が所長に就任した。しかし、液化工場の建設は停頓して進まず、かくて翌12年6月5日、徳山燃料廠に燃料会議が開催されることになったが、この会議の結果、撫順液化工場の建設を中央試験所の手でやりなおすこととなり、建設所長に深山達蔵氏が、阿部氏と宮本春生氏が副所長となった。一方大連の研究室では、個別完成的に行なってきた化学的並びに化学機械的研究を、総合的にまとめることに集中し、特に高压機械研究室では瓦斯攪拌法の新しい技術の完成に全力を注いでいた¹⁶⁾。」(傍点一引用者)

以上の満鉄側の戦後の、回想をふまえたうえで、最初に、海軍燃料廠研究部の触媒研究の変遷に一瞥を試みたい。

3. a 触媒研究

小川・高橋は昭和4年12月に刊行された『石炭液化報告』「第10号」の「酸化鉄の有無が石炭液化に及ぼす影響（其一）」の中で、研究内容を述べている。

「高压水素ニヨル石炭液化ニ酸化鉄ノ及ボス影響ヲ檢セルニ可成顯著ニシテ酸化鉄ヲ加ヘタル時ハ加ヘザル場合ニ比シテ特ニ油ノ収量多クシテ固体残渣ノ量少キ事ヲ確メタリ¹⁷⁾。」

昭和5年2月の『石炭液化報告』「第11号」「第13号」「第14号」において、小川・高橋は「撫順大山炭ニ『タール』及少量ノ酸化鉄」を加え、(1) 反応温度 (2) 反応時間 (3) 反応圧力等の「石炭液化に及ぼす影響」を調査したことを報告している¹⁸⁾。因みに、使用された酸化鉄はすでにドイツでベルギウス (Friedrich Bergius) が実験に用いた触媒であった¹⁹⁾。

触媒研究が本格的に開始されたのは、後述する「半工業的実験装置」の据え付け・連結工事がほぼ終る昭和6年 (1931) 以後であった²⁰⁾。海軍燃料廠研究部発刊の『研究実験季報』(昭和7年)

には、昭和6年度に行われた「研究実験の経過若くは成果の概要」が総括されているが、その中で「数多の金属及其の酸化物に就きて行ひたる内 Ni Fe Co Mo Cd Sn は何れも各々特徴ある触媒の効果を發揮するを見たり²¹⁾」と記されている。翌7年度の研究実験をまとめた『研究実験季報』(昭和7年度)には、下記のように詳述されている。

「各種金属の酸化物 塩化物及硫化物約50種につき石炭液化に対する触媒作用を検し…(中略)…就中触媒作用顯著なる塩化亜鉛につき特に其の作用を探究し之を触媒とせる時の液化の最適条件は反応温度400~425° 圧力200気圧以上 時間1時間なること及酸化鉄を触媒とせる場合に比較して実験条件を變じ得る限界を著しく拡大し得るのみならず生成油の収量及性状良好なるを確めたり²²⁾」(傍点一引用者)

この一文から、海軍が塩化亜鉛に高い評価を与えていることがはっきり読み取れる。ところで、海軍は昭和7年 (1932) 8月29日に特許を出願し、翌年7月5日に特許101850号として特許権を得た²³⁾ (特許権者—海軍大臣)。この特許は次の二点で塩化亜鉛触媒がすぐれていることを明記している。

1. 「著しく低き温度」で石炭液化反応が開始されること。
2. 収率がよく、良質の液体燃料が得られること。

昭和9年11月、後述する半工業的実験装置を使った第8回石炭液化実験に塩化亜鉛は「応用」され「優良なる成績」をあげたのであった。それ以来、海軍燃料廠研究部は塩化亜鉛の「経済的製造方法」および「触媒回収方法」の研究に着手するに至った²⁴⁾。ここにおいて、触媒活性に最も富む塩化亜鉛が、工業化の際に採用すべき触媒と決定されていたことが理解できる。一言付け加えておくと、同研究部の江口孝技師が中心となり研究したメタノール工業化研究においても、触媒活性がすぐれている酸化銅 (助触媒として酸化トリウム・酸化クロム) を採用するのがよいとされた²⁵⁾。

筆者が管見する限りでは、昭和10年11年兩年の二年間において海軍燃料廠研究部と満鉄中央試験所との間で採用する触媒をめぐる討議記録等の一次史料は見出せなかったが、本件に関しては、昭和12年に作成された満鉄側の記録の中に海軍・満鉄の技術者が参集したときの議事録がある。

昭和12年6月8日に海軍燃料廠研究部会議室で開催された「満鉄石炭液化事業ニ関スル協議会」の席で、有本寛機関少佐は「燃料廠に於ける石炭液化に関する最近の研究実験項目の説明」に立ち、「触媒の研究」について「純度95%のものと80%のものを比較せるに大差なし、亜鉛鍍廃液も其の俾使用可能なり触媒として他に優秀なるもの見当らず^[引用者]」と説明し、塩化亜鉛触媒採用の方針を継続する意向であることを表明している。他方、満鉄阿部良之助は「満鉄に於ける石炭液化に関する最近の研究実験事項の説明」を行った。この阿部中央試験所燃料課長の説明からはっきりすることは、「液化反応に対する水の影響」「石炭水素比」の研究実験において、塩化亜鉛・塩化鉄・塩化銅・塩化錫が触媒に使用されているということである。しかしながら、阿部は次のような看過できない指摘も行った。

「塩化亜鉛、塩化銅は器材を傷める^[ママ-?]の内張でも浸触される其の理由は判然しないが塩酸が遊離して實を及ぼすものとし有機性触媒に就きて研究せり有機性触媒としては錫、コバルトのナフテン酸塩が油にも溶け触媒能力も優秀なり脂肪酸塩、クレゾール塩に就ても実験の予定なり^[ママ]」

ここで留意すべき点は、満鉄が海軍の主張する塩化亜鉛触媒について公の席で「器材を傷める」という事実を指摘し、腐蝕作用の少ない触媒開発の必要性を示唆していることである。前述の有本少佐の発言とは径庭がある。当時の燃料界における海軍の持つ権威を想起すれば、相当思い切った指摘であったと筆者は思う。

再び、海軍燃料廠の触媒研究をみることにする。昭和15年10月付け発刊の『研究実験季報』(従来の「秘」扱いから「軍極秘」扱いに昇格)の「研究実験の経過若くは成果の概要」で鉄触媒に関する

記述がみられる。

「鉄系混合触媒二種を得たり 在来の亜鉛系のものに比し反応温度低く而も良収率にして腐蝕性等の欠点なし 工業実験準備中²⁸⁾」

また、さらに、第一海軍燃料廠実験部が配付した『研究実験季報』(昭和16年10月)には次の記録がある。

「鉄触媒の優良品探求に関しては前報通りにして既に特許二件獲得す 移転の関係上実用実験に迄進行せざるも触媒準備中なれば装置完備と共に実用価値決定の予定²⁹⁾」

この研究報告から窺われることは、海軍は、従来主張していた塩化亜鉛触媒を止め、「腐蝕性」の欠点のない鉄触媒を採用する方針にこの時点ですでに変更していたことである。付記しておきたいことは、「特許二件獲得す」とあるのは、書かれている内容からみて、日本窒素の宗像英二氏の特許〔第152424号、第152898号³⁰⁾〕であったと筆者は考える。なぜ塩化亜鉛を取り止めたのかについて、海軍側の資料では触れられていない。突然鉄触媒が登場するのであるが、満鉄・日本窒素の主張を取り入れたものと筆者は判断する。

3. b 攪拌法をめぐる

つぎに、海軍が「工業化ノ能否ニ関スル実験数值ヲ求ムル」目的で製作した「半工業的連続実験装置」による石炭液化実験と、それにとりまじり攪拌法の問題—機械攪拌 VS 水素攪拌—に移りたい。

海軍燃料廠研究部は「半工業的連続実験装置」設計準備のために必要な「データ」を得る目的で「物理学的基礎実験」を行った。

- (1) 原料石炭装入ニ関スル実験
- (2) 原料混和物螺旋送入装置ニ関スル実験
- (3) 原料混和物ノ圧縮状態ニ於ケル耐圧度ニ関スル実験
- (4) 石炭及「タール」各種混合物ノ低圧瓦斯ニ依ル連続流動実験
- (5) 原料混合物噴射攪拌法実験
- (6) 反応管加熱法ニ関スル実験³¹⁾ (傍点—引用者)

上記(4)(5)の実験において、いわゆる水素攪拌法につながる試行がなされたことがわかる。また、『研究調査事項の概要』(昭和4年)には、「反応

管攪拌法」についての記述がみられる。

「模型に依り機械的装置と圧縮水素噴射に依る装置とに就て実験せり機械的装置に最も効果よきは勿論なるも圧縮水素噴射に依る方は前者に比し多量の瓦斯を要することを明かにし³²⁾」

この記述から了解できることは、海軍は、「多量の瓦斯を要する」という理由から「圧縮水素噴射」（水素攪拌）の採用を見送り、「機械的装置」（機械攪拌）を取り入れることに決定したということである。「実験装置」の設計は、昭和4年10月に終り、海軍燃料廠は、呉海軍工廠に主要部分の「工作」を委託した。「据付け工事」「連結工事」が昭和5年には進捗し、翌6年1月には装置が一応完成した³³⁾。以来、海軍は石炭液化実験をすすめながら、4回装置改造を行っている。装置改造について、昭和8年に出された『研究実験季報』（昭和7年）には以下のように記録されている。

「昭和6年7月初度計画通りの装置を得たるも各種試験の結果相当の欠陥あるを発見し第一次改造を案画全年10月完成し予備実験として頁岩重油水素添加実験を行ひ全年12月成功す 其の実験によりて石炭処理に対して欠陥あるを発見し第二次改造を案画し昭和7年8月完成し全年9月10月に亘りて石炭液化実験を行ひ次表〔省略〕に示すが如き良好なる成果を得たるも長時間運転に対しては尚不備の点ありしを以て第3次改造を案画せり 夫が完成は本年5月末の予定なり^{18年)}

最近高压高温管の破裂事故あり 此の種用途に適する材料の研究極めて重要なを以て呉工廠製鋼部の協力を得て調査研究を進めつつあり³⁴⁾

また、「昭和八年」度『研究実験季報』では、以下のとおり記述されている。

「本年度初頭より第3次改造に着手 8月末完成し9月より11月末迄に4回の実験を行ひたり 然るに之等実験に依り更に装置に改造を施すべき点ありしを以て12月より本年2月末迄の間に於て第4次改造をなし3月に於て2回の実験を行ひたるが装置の状態極めて

表1 昭和9年度 石炭液化実験

| | |
|----------------|--------------------------------|
| 3月20日 | 石炭液化実験50時間運転 (3月中に2回石炭液化実験) |
| 6月11日 | 実験開始 |
| 6月18日 | 運転開始 |
| 6月29日(28)~7月4日 | 第5回実験 |
| 9月5日 | ~9月11日 第6回実験 |
| 10月1日 | ~10月4日 第7回実験 |
| 10月10日 | ~10月17日 第8回実験 |

注：圧力200気圧温度410~440℃（尚、第8回実験は圧力200気圧、温度415℃、触媒塩化亜鉛）

[出所]

『作業経過』（昭和8年）79頁。（昭和9年）38-39頁。
『研究実験報告』（昭和9年4月）、（昭和8年）、（昭和9年）。

良好にして信頼性あるものとなし得近く水素貯蔵設備の完成を俟ちて最終実験たる長時間連続実験をなし企業計画を案画せんとす³⁵⁾」

ここで留意すべき点は、様々な技術的問題の解決に追われ、「長時間連続実験」が行われるまでには至っていないことである。第二に、高温高压下で水素を反応させる反応筒材質の探求に取り組みざるをえなくなっていることである。つまり技術的に言えば、鋼材の中に少し存在する炭素(C)と水素(H₂)とが反応し、メタンガス(CH₄) [C + 2H₂ → CH₄]が生じ、ふくれや亀裂を生じる現象—水素脆化—に悩まされたということである。なお、海軍の責任担当者であった横田俊雄海軍機関大佐は雑誌『資源』（6巻6号、昭和11年）に「石炭液化装置の製作に当り最も重要なのは高压高温部で、特に之に使用する材料の選択が大切である」と述べ、「屢々苦き経験」をなめたことを回顧している³⁶⁾。当時の化学工業技術水準というものを考えれば、アンモニア合成より高温高压条件が要求される石炭液化は、その条件の克服のために、特殊鋼など他分野の研究開発が不可欠であったことは当然である。

さて、ところで、海軍燃料廠研究部は「官房機密840号の2訓令4項」に記載された「石炭液化実験報告」義務（昭和10年1月に提出）に備えて、昭和九年度には頻繁に実験をおこなっている。表1を見られたい。「第8回（最終）石炭液化実験」

表2 満鉄—海軍「石炭液化」に関する主要打ち合せ年表

| | |
|-------------|---|
| 昭和 3年 7月16日 | 水谷光太郎満鉄囑託事務打合のため来廠 |
| 5. 3. 22 | 仙石貢満鉄総裁, 同秘書, 水谷光太郎中将見学の為来廠 |
| 8. 1. 24 | 満鉄より技術者養成を受託す |
| 8. 5. 4 | 満鉄計画部長根橋楨二来部 [海軍燃料廠研究部 以下同じ] |
| 9. 7. 4 | 石炭液化に関する委員会開催 (栗原鑑司満鉄中央試験所所長出席) |
| 10. 5. 6 | 第一回石炭液化委員会開催 (於大連満鉄社員倶楽部) |
| 10. 6. 14 | 海軍省における燃料協議会の報告 (於海燃廠研究部長室) |
| 10. 8. 6 | 石炭液化小委員会開催 (於満鉄本社計画部) |
| 10. 10. 22 | 第二回石炭液化委員会開催 (於大連満鉄社員倶楽部) |
| 10. 12. 22 | 松岡洋右満鉄総裁来部 |
| 11. 2. 7 | 海軍燃料廠石炭液化装置に対する国内権威者意見聴取会開催 (いわゆる徳山会議—2日間) |
| 11. 4. 28 | 大村卓一満鉄副総裁来部 |
| 11. 6. 12 | 細谷信三郎海軍省軍需局第二課長来部 |
| 11. 6. 14 | 上田宗重海軍省軍需局長来部 |
| 11. 7. 22 | 細谷信三郎海軍省軍需局第二課長来部 |
| 12. 1. 30 | 細谷信三郎海軍省軍需局第二課長来部 |
| 12. 4. 9 | 氏家長明海軍省軍需局長来部 |
| 12. 6. 7 | 満鉄理事久保孚以下9名来部 満鉄石炭液化事業に関する協議会開催 (第一日目) |
| 12. 6. 8 | 満鉄総裁松岡洋右以下10名来部 満鉄石炭液化事業に関する協議会開催 (第二日目) |
| 12. 8. 6 | 満鉄中央試験所所長代理丸沢常哉来部 |
| 12. 11. 4 | 水谷光太郎満鉄顧問来部 |
| 12. 11. 26 | 水谷光太郎満鉄顧問来部 |
| 12. 12. 21 | 丸沢常哉満鉄中央試験所所長・阿部良之助同燃料課長来部 |
| 13. 3. 12 | 満鉄撫順石炭液化工場 深山達蔵来部 |
| 13. 5. 14 | 商工省燃料局長官 竹内可吉来部 |

[出所] 海軍燃料廠研究部『作業経過』(各年度)

は「整理最長4昼夜に及び水素の供給さへ継続せば尚長時間の運転継続可能の見込あるを確認し得たり」という運転結果であった³⁷⁾。海軍は「本成果ヲ基礎トシテ」満鉄に「工業的液化装置ヲ建設スルコト³⁸⁾」を働きかけるとともに、「建設に関する委員会を組織し着々と準備³⁹⁾」をすすめた。

昭和9年7月5日^{14 117)}、満鉄中央試験所長栗原鑑司は、海軍燃料廠で開催された「石炭液化懇談会」に臨み、満鉄と海軍の研究の「長所ヲ組み合セテ大規模実行ニ移セバ可ナリノ成績ヲ挙げ得ル⁴⁰⁾」という趣旨の意見を述べたが、これは満鉄が海軍の研究に満足していなかったことと表裏をなした発言である。翌10年(1935)5月6日、海軍・満

鉄・関東軍により構成された「石炭液化委員会」が大連満鉄社員倶楽部で開催され⁴¹⁾、これを受けて満鉄本社計画部は同年8月6日に「石炭液化小委員会」を開き、10月22日には「第二回石炭液化委員会」が行われた⁴²⁾。他方、海軍は昭和3年以来実施してきた石炭液化実験に準拠した企業化を図るべく、当時の燃料界の「国内権威者」を海軍燃料廠に招聘し、昭和11年2月7日8日両日「石炭液化装置ニ対スル国内権威者意見聴取会⁴³⁾」(いわゆる徳山会議)を開催した。この会議において、喜多源逸京都帝国大学教授は「もう少し実験をしてから企業化してはどうか⁴⁴⁾」という骨子の見解を述べたが、「大多数は海軍燃料廠の実験

成果に基き起業然る可しとの意見に一致し」、ここに満鉄計画部の企業計画に沿った工業化への第一歩を踏み出した。なお、阿部良之助氏は徳山会議に出席していない⁴⁵⁾。

しかし、本章冒頭で引用した満鉄中央試験所阿部良之助の回想から察せられるように、工場建設には根強い抵抗があり、紆余曲折を経なければならなかった。海軍側の史料を捜すと、昭和11年に刊刻された『作業経過』（昭和10年）には「満鉄ガ本工業ノ創始ヲ躊躇セル間ニ朝鮮窒素会社ハ北鮮ニ於テ企業計画ヲ樹立シ之ガ技術指導ヲ行フコトトナリ⁴⁶⁾」と記されている。また、海軍機関大佐横田俊雄は昭和14年頃に執筆した「上田海軍中將を憶ふ」の中で往事を振り返っている。

「翌10年の暮、過去8年間の苦心と数百万円を投じて得た石炭液化の成果が葬り去られんとする危機に遭遇し…（中略）…石炭液化問題に於ては色々な迂余曲折はありましたが、日本一の仕事師の野口遵氏の企業決心となり、又松岡満鉄総裁も企業決心をせざるを得ざるに到り…（中略）…私に対しては欧米の斯界権威者と本問題に就て語るの機会を与へられ、本工業に対して独善的考へに陥らざるよう戒められた。…（中略）…当時は諸種の事情から相当の抵抗のあったのを押されたと聞いた時、閣下の如き高き地位〔海軍省軍需局長〕にあり考へらるること多きに拘らず、一介の士官に対してよく其の進路を開いて下さったことに對し感激の外はないのであります⁴⁷⁾。」

満鉄－海軍間の交渉が難行する間に、日本窒素は、創立30周年記念事業として、アンモニア製造で蓄積した豊富な高圧技術を駆使・活用の道を拓くことを図り、昭和11年5月頃からソ満国境に近い朝鮮阿吾地で石炭液化工場建設に着手した⁴⁸⁾。では、一体、何故、海軍に研究を依頼した満鉄の企業化が遅れ、日本窒素の後塵を拝するに至ったのだろうか。海軍燃料廠研究部と満鉄中央試験所との間で、採用する技術をめぐって意見の激しい衝突、それに伴う感情の綻れがあったことと考えられる。先に引用し問題の所在を示した『満州開発四十年史』の中の「従来の機械攪拌法を排し少

なくとも10年先じている瓦斯攪拌によるIG法を即時買収す可きである」という記述がここで改めて思い出されてくる。

再び、すでに述べてきた問題意識のもとに、昭和10年11年以降の海軍の研究（攪拌法）を瞥見し、問題の核心に迫りたい。

一次史料で確認できる限りでは、海軍燃料廠研究部は昭和11年9月から小型連続実験装置を使い「水素攪拌」の実験に取り組みは始めていることが言える。「昭和11年」の研究をまとめた『研究実験季報』には次のように報告されている。

「従来の機械攪拌を水素攪拌に改むる為にも混炭油使用の必用なることを認めたり」

「小規模実験装置に依り水素攪拌実験を行ひ円滑なる石炭液化可能なるを確め得たるも之に要する送入水素量反応容積等工業化資料探究中⁴⁹⁾」（傍点一引用者）

昭和11年に入ってから、海軍は「水素攪拌」の研究に移っていることがわかる。この変更を裏書きしているのが、前述した海軍と満鉄が参集した「満鉄石炭液化事業ニ関スル協議会」（昭和12年6月8日）において、「水素攪拌」に関する報告説明が両機関により行われているということである⁵⁰⁾。

この海軍の方針変更の背景には、たんに満鉄中央試験所がIGファルンベン [I. G. Farbenindustrie] の採用している「水素攪拌法」を主張したほかに、工業化の成否にかかわってくる技術的な課題があったはずである。「昭和12年」の『研究実験季報』には「中型液化実験装置に依る実験」と題して、以下の説明が加えられている。

「長期運転可能なる水素攪拌法を研究し大型実験装置の建設及運転に對し竝に朝鮮及満鉄^{日本窒素}液化工場の運転に對する必要資材を得んとす。

(i) 可及的水素量少く長時間連続運転可能なる水素攪拌法の研究を行ひ之に關連し反応筒及予熱筒の構造竝に加熱方法の研究を行はんとす⁵¹⁾。」

「昭和14年」の『研究実験季報』には「水素攪拌法」の利点が述べられている。

「水素攪拌法ハ機械攪拌法ニ比シ反応ノ安定度極メテ大ナリ 即チ発熱量極メテ大ナル液化反応ニ於テ骸炭化等ヲ伴フコトナキ反応温度ノ調整ハ本工業操業上ノ重点ナルモ前記使用水素ニテ極メテ容易ニ之ヲ行ヒ得タリ⁵²⁾」(傍点一引用者)

「加熱方法」「骸炭化」(コークス化)「反応温度ノ調節」という言葉が、攪拌法変更の理由のすべてを表していると言える。端的に言えば、「機械攪拌法」では温度を一定に保つことが難しく、コークスが生じるということである。具体的には、低温ではコークス化現象は起こらないが、収率・生産性が著しく劣り、一方高温だとコークス化してしまうという技術的問題に直面しなければならなかった。付け加えておくと、依然として、「水素攪拌法」においても、コークス化を防ぐことは大きな課題であった。ところで、昭和9年に実施された「第8回石炭液化実験」において、「整定四昼夜」以上の実験継続できなかったことは、「当事者〔横田俊雄〕としては誠に心痛致した」のであった。「不幸にして水素瓦斯製造設備能力の不足と予備機無しとの理由」が原因であるとされているが⁵³⁾、当時海軍燃料廠が用いたのは「機械攪拌法」であったことを斟酌すると、「骸炭化」による反応筒の閉塞に原因があったのではないかと筆者は考える。もう一点指摘しておくべきことは、高温高压下で水素を反応させる反応筒鋼材(Ni-Cr 鋼)の開発に直面しなければならなかった点である。後に、日本窒素・満鉄が工業化する際にも、海軍のパイロット・プラントが直面した問題にぶつかっている⁵⁴⁾。参考までに記しておくと、ドイツにおいても、日本よりは早い時期に直面した解決すべき技術的課題であった⁵⁵⁾。鋼材の開発に関しては、海軍・満鉄の掌管外であるため、論争点になる事柄でなかったが、両機関ともに鋼材開発の重要性は当然知っていた。

昭和10年代の満鉄・日本窒素の石炭液化工業化(工場建設・試運転など)については、別稿に譲りたい。

4. おわりに

以上縷述してきたように、海軍燃料廠研究部の「石炭液化研究」は触媒・攪拌法で従来の主張を撤回した。触媒は、「塩化亜鉛」から「硫化鉄」に変わり、攪拌法では「機械攪拌法」から「水素攪拌法」の採用に変更した。昭和3年に満鉄から受託した海軍の研究成果に基づく工業化・企業化は、技術的な問題点があった。特殊鋼・工作技術・化学工学をはじめとする我が国の総合的技術力も見逃してはならないが、しかし、最初の躓きが後々まで尾を引いたことが一因となり、人造石油工業化は遅延したということも事実である。戦時中の石炭液化による重油・揮発油製造がほぼ皆無であったことが、海軍・満鉄の企業化失敗を物語っている。

本論では紙数をさかなかつたが、海軍は石炭液化の中の水素添加技術を航空機用揮発油製造に生かした。海軍の石炭液化研究は、波及して、戦時中の航空機用燃料の生産増強に貢献した。さらに言えば、この技術的蓄積・生産体験が戦後の石油化学工業の発展となんらかのつながりがあったと筆者は思料する。今後の研究課題としたい。

【付記】

本稿は、昭和60年2月に東京工業大学社会工学科に提出した修士論文特に第四章に加筆訂正したものであることを付記しておきたい。

註

- 1) 海軍燃料廠研究部(以下海軍と略称する)『作業経過』(昭和3年)、1頁。尚、海軍の資料は筆者が所蔵している他に、一部防衛研究所図書館にある。「秘」扱いでない資料は、全国各大学に点在している。山口大学工学部(宇部市)には、旧第三海軍燃料廠図書館の蔵書が移管されている。
- 2) この点に関しては拙論(「対英米蘭開戦と人造石油製造計画の挫折」、『日本歴史』、1987年2月号、465号。)を参照していただきたい。
- 3) 高倉徹一、田中義一伝記刊行会編『田中義一伝記(下)』(原書房、1981)、392-393頁。坂野潤治「政党政治と中国政策-1919~1926年-」、『近代日本と東アジア』(山川出版社、1980)、

- 109頁。
- 4) 山本条太郎翁伝記編纂会編『山本条太郎 [3] 伝記』(原書房, 1982), 595頁, 677-688頁. 原安三郎『山本条太郎』(時事通信社, 昭和40年), 222頁.
 - 5) 同上『山本条太郎 [3] 伝記』, 686頁.
 - 6) 吉村萬治「燃料国策上の不朽の史実」, 『山本条太郎翁追憶録』(三秀舎, 昭和11年), 229頁. 浜本富義「河瀬さんを追想して」, 『河瀬 真追想録』(非売品, 昭和30年), 37頁.
 - 7) 前掲『山本条太郎 [3] 伝記』, 681頁. なお, 次の先行研究を参照した. 脇英夫「『石炭液化法研究』をめぐって(下) - 海軍燃料廠研究部について(第二回)」, 徳山大学総合経済研究所『紀要』, 3月号(1982) No. 4, 138-142頁
 - 8) 柳原博光, 榎本隆一郎, 渡辺伊三郎がI・Gパテント導入に反対した. 柳原博光『石油随想』(原書房, 昭和27年) 81-82頁: 『石油の波を想う』(原書房, 昭和39年), 141頁. 榎本隆一郎『回想八十年』(原書房, 昭和51年) 150-152頁. 渡辺伊三郎『思い出の記』(非売品, 昭和51年) 408頁. 渡辺伊三郎談 昭和59年7月24日, 榎本隆一郎談, 昭和59年9月22日. 尚, 次の論文を参照されたい. 工藤章「IG フェルペンの対日戦略 - 人造石油のケース」, 『経営史学』22巻7号, 1987, 1-29頁.
 - 9) 海軍『作業経過』(昭和4年), 昭和5年5月, 1-2頁.
 - 10) 水谷光太郎『秘 満州に於ける液体燃料事業の回顧と展望』, 昭和13年2月, 48-50頁.
 - 11) 山本条太郎翁伝記編纂会編『山本条太郎 [1] 論策一』(原書房, 1982) 355-392頁, 特に368-369頁.
 - 12) 海軍『研究実験項目』, 大正15年4月1-6頁.
 - 13) 海軍『研究実験項目』, 昭和4年4月, 1頁, 5頁, 7頁.
 - 14) 横田俊雄「石炭液化の技術開発と民間指導」『日本海軍燃料史(上)』(原書房, 昭和47年), 294頁. 海軍『研究実験項目』例えば昭和5年4月, 昭和10年4月.
 - 15) 満史会編『満州開発四十年史(下)』, 1964, 618-619頁.
 - 16) 同上, 619-620頁. ドイツで阿部良之助氏に会った伊木貞雄九州工大名誉教授(当時明治専門学
 - 校教授)によれば, IG社ロイナ工場では「空気[水素]攪拌」を採用していた, とのことである. また, 硫化鉄は最初ヒアグ(Hiag)社が使った, とのことである. 伊木貞雄談 昭和59年11月20日. 他方, 日本窒素の宗像英二氏は, 塩化亜鉛が電流短絡の原因であると睨み, 昭和15年11月に「水酸化鉄硫黄触媒」を実用したと回想している. 宗像英二『分離 - 化学工業に於ける新構想とその実績』(九善出版, 昭和26年) 122頁, 130頁.
 - 17) 海軍『昭和五年度研究部長実験部長打合せ会議現状報告』, 特に「三, 成果」, 昭和5年6月. 前掲『日本海軍燃料史(上)』, 520-522頁.
 - 18) 同上. 海軍『作業経過』(昭和4年) 16-17頁.
 - 19) Anthony N. Stranges, 'Friedrich Bergius and the Rise of the German Synthetic Fuel Industry', *ISIS*, 75 (1984) P. 656, P. 665.
 - 20) 海軍『研究実験季報』昭和5年7月, 昭和5年10月, 昭和6年1月, 昭和6年4月, 昭和6年7月.
 - 21) 海軍『研究実験季報』(昭和6年), 1-2頁.
 - 22) 海軍『研究実験季報』(昭和7年), 1頁.
 - 23) 特許第101850号 発明者 小川享, 高橋功夫.
 - 24) 海軍『研究実験季報』(昭和9年), 1頁; (昭和11年), 1頁参照.
 - 25) 『江口孝回想録』(非売品, 昭和61年), 297頁.
 - 26) 南満州鉄道株式会社調査部『昭和十二年十二月満州・五箇年計画立案書類「液体燃料関係資料」』(龍溪書舎, 1980), 209-211, 特に211頁.
 - 27) 同上, 211-212頁.
 - 28) 海軍燃料廠研究部実験部『研究実験季報』, 昭和15年10月, 12頁.
 - 29) 第一海軍燃料廠研究部実験部『研究実験季報』昭和16年10月, 17頁.
 - 30) 特許第152424号, 昭和17年9月8日, 出願 昭和15年5月28日. 特許第152898号, 昭和17年10月3日, 出願 昭和15年10月9日. とところで, 満鉄でも鉄触媒は研究されていたが, 次の講演を参照されたい. 森川清「満州の石炭液化技術」『石油学会誌』, 18巻5号, 1975, 31-35頁.
 - 31) 海軍『昭和五年度研究部長実験部長打合せ会議現状報告』, 「三 成果(其三)」. なお, 本文に列記した以外の実験が行われている.
 - 32) 海軍『研究調査事項の概要』(昭和4年) 30-31

- 頁.
- 33) 海軍『研究調査事項の概要』昭和5年4月, 9頁. 昭和5年7月, 1頁. 昭和6年1月, 1頁. 昭和6年, 1-4頁.
- 34) 海軍『研究実験季報』(昭和7年), 3頁.
- 35) 海軍『研究実験季報』(昭和8年), 3-4頁.
- 36) 横田俊雄「石炭液化工業に就て」, 『資源』, 6巻6号, 昭和11年, 12-14頁.
- 37) 海軍『研究実験季報』(昭和9年), 3-4頁.
- 38) 海軍『作業経過』(昭和9年), 昭和10年9月, 1頁.
- 39) 海軍『研究実験季報』(昭和9年), 4頁.
- 40) 栗原鑑司「満鉄中央試験所諸君ニ対スル別辞」, 『満州技術協会誌』, 11巻, 昭和9年, 460-461頁. 当時満鉄中央試験所所員であった佐藤正典は次のように書いている。「ここでは両方の幹部間に、技術上の見解になにほどこかのくい違いがあったと見え、この合同会議では、研究実績を机上にして、連日かなり詳細にわたる、批判討議が行われた模様である。」佐藤正典『一科学者の回想』(非売品, 昭和46年), 136頁.
- 41) 海軍『作業経過』(昭和10年), 昭和11年9月, 82頁. 当時海軍省軍需局第二課長であった柳原博光は以下のように回想している。「会議では、種々の意見希望事項等もあったが、満鉄も海軍の方法を技術的にこれを認め、企業化することに決定を見たのである。この会議はわが国燃料界の石炭液化問題の画期的一大会議であったと思う。私はそれから、海軍省に帰り、満鉄副総裁八田嘉明氏に来て貰い、石炭液化の工業化の可能性を力説し、満鉄にても企業するように話したところ、大連本社に帰り理事会を開いて協議するとのことで、八田氏は本社に帰り協議して、満鉄でも企業することを電報にて返事して来た。」前掲『石油の波を想う』141頁.
- 42) 同上『作業経過』, 85-86頁.
- 43) 同上, 88頁.
- 44) 渡辺伊三郎談(当時海軍省軍需局員) 昭和59年7月24日, 昭和59年9月6日. 三井啓策談(当時海軍燃料廠研究部囑託) 昭和59年7月5日.
- 45) 「海軍燃料廠に於ける石炭液化技術会議」, 海軍水交社誌『有終』, 270号, 昭和11月5月, 60頁.
- 46) 前掲『作業経過』(昭和10年), 2頁.
- 47) 海軍機関学校『上田宗重中將追慕録』, (非売品, 昭和15年), 201-202頁.
- 48) 野口研究所『工藤宏規』(『野口時報』7号別冊, 昭和33年7月), 89-91頁.
- 49) 海軍『研究実験季報』(昭和11年), 2-3頁.
- 50) 26) を見よ.
- 51) 海軍『研究実験季報』(昭和12年), 2頁.
- 52) 海軍『研究実験季報』(昭和14年), 2頁.
- 53) 前掲『上田宗重中將追慕録』, 200-201頁.
- 54) 宗像英二「石炭直接液化の工業化技術」, 『燃料協会誌』, 55巻, 1976, 820-829頁. 前掲森川清「満州の石炭液化技術」, 377-382頁. 前掲『日本海軍燃料史(上)』, 304-307頁.
- 55) 前掲 'Friedrich Bergius and the Rise of the German Synthetic Fuel Industry', P. 647, P. 661.
- 55) 岡雅一・金子幸男編『本邦人造石油事業史概要』(非売品, 昭和37年), 233頁.
- 56) 三井啓策「戦前の水素化分解技術」, 『石油学会誌』, 18巻4号, 1975, 273-277頁参照.

The Naval Fuel Depot and Coal Liquefaction

— What was the Technical Problem in Pre-war Japan —

Munehiro MIWA

Based mostly on primary materials which have not been published, this paper attempts at making clear to what extent the Naval Fuel Depot succeeded in converting coal into petroleum on the scale of semi-industrial plant. The

author traces researches carried out by the Naval Fuel Depot, especially concentrating on the catalyst and the stirrer which the Navy reluctantly agreed to change and improve.

The Imperial Navy started the research of

coal hydrogenation in 1928 onward for the purpose of providing the technical data and information of industrialization for the South Manchurian Railway Company (Mantetsu).

(1) The Naval Fuel Depot investigated the influence of different catalysts on the reaction and finally came to a conclusion that zinc chloride " ZnCl_2 " should be adopted as a catalyst. However, the Mantetsu didn't agree on the introduction of ZnCl_2 because it would erode the high-pressure reactor and asserted that

ferric oxide " Fe_2O_3 " should be used as a catalyst.

(2) The Naval Fuel Depot selected the mechanical stirrer which the Navy thought could reduce the consumption of hydrogen gas. Afterward the Navy faced a major technical problem, i. e. how to prevent coal from coke-forming by regulating the reaction temperature. The Mantetsu insisted on the introduction of the hydrogen gas stirrer to keep the right temperature.
