九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

ドイツの石炭液化成功物語と海軍の技術選択の失敗：航空機用ガソリンを巡って

三輪，宗弘
九州大学附属図書館付設記録資料館産業経済資料部門 ： 教授

https://hdl.handle.net/2324/13290

出版情報：経済史研究. 12, pp.63-80, 2009-02-10. 大阪経済大学日本経済史研究所
バージョン：
権利関係：

ドイツの石炭液化成功物語と海軍の技術選択の失敗

――航空機用ガソリンを巡って――

三輪宗弘

はじめに

ドイツが第二次世界大戦で石炭液化（直接液化、ベルギウス法）という製法で航空機燃料を補給したという通説がまことしやかに、漫然と受け入れられている。一体根拠はあるのだろうか。もし七〇年も前にこの石炭液化法が成功していれば、今日追試験でたやすく石炭液化から液体燃料の大量生産が可能なはずである。今日の技術水準をもってすれば、石炭液化の商業的な生産はできるのではないだろうか、なぜできないのだろうか。本当にドイツは戦時中に石炭液化法でドイツ空軍に航空機用ガソリンを継続的に補給したのだろうか。

日本が満洲撫順と朝鮮阿吾地で企業化した石炭液化は戦時中ほとんど生産実績がなかった。日独の技術差は大きかったが、日本での生産実績がなく、かたやドイツは空軍の燃料（軍需一三万五〇〇〇トン／月、一九四三年）をまかなったというような技術格差が存在したのだろうか。筆者はこの点に疑問を抱き続けてきた。ドイツは航空機用ガソリンをどのように製造していたのだろうか。ルーマニアの原油の精製に依存したのであろうか。ドイツが石炭から石油を取得できたのなら、何のためにロシアのバクー油田の占領に向かう必要があったのか。モスクワに向け、兵力の

分散をせず、直進すればよかったのではないのか。ロシアを兵糧攻めするために穀倉地帯を押さえ、かつ石油補給路を断ちに行ったのだろうか。

中国はじめBRICs諸国の経済成長に伴い原油価格は急伸し、石炭価格も跳ね上がった。サブプライムローンのリスクが認識され、金融不安そして不況に突入し、原油価格は急落した。エネルギーコストの上昇とともに、石炭液化、ガス化が再び脚光を浴びるようになってきたが、この機会に戦時中のドイツの人造石油をもう一度自分が納得できるまで調べようと思った。あわせて日独伊、そして英米の石油補給の実態を国際比較したいという構想が沸いてきた。

筆者が英国国立公文書館（現在のNational Archives 当時はPRO＝Public Record Office）で調査しているとき、偶然にもデンマークの軍事史研究家（航空機）と同じB&Bに投宿し、ドイツの航空機用ガソリンの補給が話題になった。筆者の疑問を話したところ、関連する資料がPROにあるというので、次の日に館内で検索して請求番号とタイトルを教えてもらうことになった。翌日請求番号を教えてもらい、資料を引き出したところ、米国戦略爆撃調査報告書であった。すでに筆者が目を通していた『石油に関する総合的最終報告』[1]であった。「なるほど、米国戦略爆撃調査団の報告書が情報の発信源であったのだ。これを証拠に石炭液化説が根拠を得ているのだ」と合点した。翌朝、デンマークの軍事研究家にHydrogenationとあるが、これでは石炭液化法なのか、水素添加のことなのかわからないという私見を述べた。[2]米国戦略爆撃調査団の書き方では、水素添加法、フィッシャー法（Fischer-Tropsch法、FT法、ガス化法とも呼ぶ）、原油の精製が並列に並んでいるため、水素添加法を石炭液化法（ベルギウス法）であると読み取れる。[3]実際一見そのように読める。ドイツ語のHydrierwerkeを直訳し、使用したのであろう。

筆者はもう一度『石油に関する総合的最終報告』を念入りに読んだが、ドイツのHydrogenationというのは日本で訳語をあてるとしたら「低温乾留で得たコールタールに水素を添加した」という意味で用いられているという思いがますます強まった。この点が本稿を貫く問題意識であり、課題である。有機化学の教科書のおさらいになるが、水素添加（Hydrogenation）の通常の定義は「水素下で接触的に行われる還元反応であるが、単に二重結合や三重結合を飽和化する反応と、分解を伴う水素添加分解（Hydrogenolysis,

Hydrocracking）反応に大別される」[4]であるが、この定義だと石炭液化法も、ＦＴ法も、海軍の九八水添もすべて水素添加に含まれる。もちろん低温タールやオイルシェールのハイドロクラッキングも水素添加の範疇である。日本に関する米国戦略爆撃調査団の調査報告書には、ドイツの調査報告書にあるHydrogenationに該当する石油製品・製法はない。この点の日独の相違については留意しなければならない。

デンマークの研究者にとって、筆者の問題意識は理解できなかったのかもしれない。低温乾留だろうと石炭液化であろうと、石炭を原料に液体燃料を製造したのが大切なのであって、なぜ筆者が興味を持ち追求するのか、何に対して疑問を感じているのか不思議であったかもしれない。

なぜ戦前の日本は、特に海軍はドイツがベルギウス法で石炭液化を行っていると信じ込み、低温乾留のタールの水素添加に着目しなかったのだろうか。ここには日本の技術開発・技術選択の問題が凝縮されていると思わざるを得なかった。なぜ海軍は航空機用ガソリンのオクタン価を満たすのは石炭液化法で製造された液体燃料だけであると思い込んだのか。もしドイツが低温乾留の水添で航空機燃料を製造しているとの技術情報が入っていたならば、低温乾留から航空機燃料を製造する研究にヒト・モノ・カネをつぎ込んだのではないだろうかという仮説をどうしても検証したくなった。ドイツが石炭液化に失敗している（少なくともほとんど生産していない）という情報をなぜ在独技術武官や商社、派遣技術者を通して我国にもたらされなかったのだろうか。産業諜報活動といえば大げさだが、この種の技術情報収集は行うのが当然のことである。まったく生産実績のない石炭液化にドイツが成功していると思い込んで、当時日本の最高の技術スタッフを擁した海軍燃料廠が音頭を取り邁進したなら、その背景や理由を問いたださなければならない。海軍は石炭液化にこだわったし、膨大な資金を費やし、満鉄や朝鮮窒素での工業化にも着手した。[5]しかし生産実績は、事実上、皆無であった。本稿の課題ではないが、米国、ドイツで高オクタン価の航空機燃料増産に大きな役割を果たしたアルキレーション[6]にも関心を払わなかった点も付言しておきたい。ドイツが低温タールのハイドロクラッキングから得られるイソブタンでアルキレーション技術を確立していたのならば、アルキレーション技術の導入も遅れることになった。註(6)を参照されたい。

海軍の技術選択は二重の意味で誤りであったと指摘できる。

以上の問題意識を踏まえて、以下論じたい。

一　米国戦略爆撃調査団『石油に関する総合的最終報告』に何が書かれているのか

米国戦略爆撃調査団『石油に関する総合的最終報告』では実際にどのように表記されているのであろうか。関連する表現を拾っておこう。

「褐炭及び褐炭を低温乾溜して得た褐炭コールタールの両種から取得する工場」[7]（傍点　引用者　以下同じ）

「六工場は石炭―炭素化工場からタールを補給せられ、二工場は天然油からガスーオイル及び媒体を供給されることになっていた。」[8]

「水素処理法工場が破壊されたために、石炭乾溜によつて産出するコールタールが過剰になった」[9]

「ドイツはジーゼル油に関しては先ず、天然石油の精製及び疎開した蒸溜設備に目をつけたが、一九四四年末に至るや低温石炭乾溜から生じる過剰中間油を利用するに決した。以前、この中間油は水素処理法の装置に供給されていたが、この工場が破壊された後は、この油からフェノールを製造する工場が建てられた。」[10]

Zeitz［Zeitz（ツァイツ）］の工場では水素添加法の六・七％（ドイツ石油総産出量の三・二％）を占めたが「原料として、工場は、附近のコークス工場から褐炭タールを鉄道で連（ママ）んで来、製品として、ガソリン、ジーゼル油、ワックス、スピンドル油、機械油及び液状ガスを出していた。」[11]

「水素添加法にあつては、石炭はコークス、液体、ガス体に分解し、一部は水蒸気と作用して水素をつくり、次いで、水素は高圧の下で石炭誘導体と結合して、油を生成するのである。」[12]

右の引用は低温乾留などのタールの水素添加ではないのかという傍証となる。石炭液化（ベルギウス法）であることを示唆する文章もある。公平さのために引用しよう。

水素添加法はフィッシャー法に比して遥かに複雑である。この方法では、石炭は、粉末に砕かれ、泥状にするために重油に混ぜ、高温の interchanger にポンプで送り、こゝには圧力をかけられた水素があつて、その中で約八〇〇°Fに加熱せられ、その温度で水素は石炭の一部と結合し、重い樽内（ママ）で反応を起すに至る。[13]

ここで大切なのは「石炭が粉末にされ重油に混ぜられ、水素と反応する」という内容である。いわゆるペースト（石炭の粉とタールの混合物）が水素添加され、液体燃料になるというベルギウス法の典型的な特徴が述べられている。これこそ日本が失敗したベルギウス法の石炭液化のやり方であった。[14]

しかし先に引用したように「タール」とか「褐炭タール」が使われていたことがわかる。ドイツではこれに対して水素添加を行ったはずである。

以下この点を、占領直後のドイツに送り込まれた英米の技術者が資料を集め、ドイツ人技術者にインタビューを行い、作成した各種のレポートを頼りに、明らかにしていきたい。英米の技術調査団の調査報告書は後日PBレポートとして公開された。[15]

二　ドイツの生産実績の概観

表1は空襲を受ける前の一九四四年前半のドイツ石油生産量である。ドイツ国内で石炭から得られた液体燃料は年産五〇〇万トンがピークで、ドイツ占領地域を含めれば、ドイツ・オーストリアで産出される原油が二〇〇万トン、

表1　1944年初期のドイツの石油生産能力　［トン／年］

	年産額						合計
	水素添加	フィッシャー法	ドイツ、オーストリア原油の精製	褐炭・瀝青炭の蒸留	ベンゼン	ルーマニア、ハンガリーからの輸入	
航空機用燃料	1,900,000	—	—	—	50,000	100,000	2,050,000
自動車用揮発油	350,000	270,000	160,000	35,000	330,000	600,000	1,745,000
ディーゼル油	680,000	135,000	670,000	110,000	—	480,000	2,075,000
重油	240,000	—	120,000	750,000	—	—	1,110,000
潤滑油	40,000	20,000	780,000	—	—	—	840,000
その他	40,000	160,000	40,000	50,000	—	—	290,000

出所：PB レポート88981。

註1：ベンゼンと訳したが、芳香族全般を指している。

2：表7と比べると hydrogenation（水素添加）という項目がある。日独の違いである。

3：年産に換算。

ルーマニアなどの原油が七〇〇万トンである。一九四四年八月の空襲後の生産高はわずか一二万トンに急減し壊滅的なダメージを被った。[16] この表で確認しておかなければいけない点は、石炭乾溜のコールタールで水素添加に使用されたものは、水素添加の原料であるため重複を避けるために挙がっていないことである。表にリストアップされたコールタールは蒸留されて、ディーゼル油や重油として生産されたものである。またルーマニアとハンガリーの石油製品は除外されている。他にもFT法では航空機燃料が得られなかったこと、石油の精製でも航空機燃料が取得できなかったことが窺える。[17] 日本では石油精製から航空機燃料を確保したが、この点で日本とドイツでは大きな相違があったことがわかる。日本の生産については後で触れよう。

一九四三年と一九四四年五月までの数字を一瞥しておきたい。ドイツが消費した航空機燃料は一五万トン／月であり、その内空軍の需要が一三万五〇〇〇トンであった。自動車揮発油に関しては民需が二万五〇〇〇トン、輸出が二万一〇〇〇トン、陸軍が一三万五〇〇〇トンで合計一八万トン毎月消費していた。ディーゼル油は軍需が七万五〇〇〇トンで、民需が四万五〇〇〇トンであった。[18] ハンガリー産の原油は航空機燃料になる留分が三〇％ほどあり、一〇％以下のドイツ・オーストリア産の原油とは性状に違いがあり、ハンガリー原油は貴重であった。[19] 表2に示したが、日本海軍の航空機用揮発油の一九四三年度月平均消費量は、五・三四万キロリットルであり、重油は二九・三万キロリットルであった。[20] 因みにアメリカの航空機燃料の生産量は日量八・五万キロリットルである。アメリカの一〇〇オクタン価プラントは一九四四年七月の時点で一五〇工場あったが、アルキレーションを採用していたのが五六工場であった。戦時中米国ではアルキレーションによる航空機燃料製造技術が大きく飛躍した。[21]

表3と表4をご覧いただきたい。一九四七年に出されたReport on the petroleum and Synthetic Oil Industry of Germany[22] から引用したものである。一九三九年と一九四五年の水素添加工場の原料が掲げられている。主要な原料として、褐炭コールタール、瀝青炭コールタール、褐炭、瀝青炭が並んでいる。私の問題意識からすれば、褐炭や瀝青炭はどのように使用されたのかを明らかにする必要がある。褐炭や瀝青炭を原料にしている工場ではアルキレーションが行われているが、石炭を粉にしてコールタールと

表2　1ヶ月平均重油・揮発油消費量(海軍)

[単位：万キロリットル]

	重油国内消費量	重油南方消費量	重油消費合計	揮発油国内消費量	揮発油南方消費量	揮発油消費合計
1941年度	13.00	0.00	13.00	1.80	0.37	2.17
1942年度	12.60	17.90	30.50	2.37	1.54	3.91
1943年度	11.30	18.00	29.30	2.67	2.67	5.34
1944年度	8.34	14.50	22.84	2.30	2.30	4.60
1945年度	2.44	3.02	5.46	1.70	0.20	1.90
5ヶ年間月平均	11.11	15.27	26.38	2.54	1.99	4.53

出所：拙書『太平洋戦争と石油』184頁。

註1：海軍省軍務局『大東亜戦争中ニ於ケル我物的国力ト海軍戦備推移ニ関スル説明資料』より作成。

2：1941年度は1941年12月6日から1942年3月31日まで。

3：1945年度は1945年4月1日から同年8月15日まで。

表3　ドイツの水素添加工場一覧(1939年)

工　場　名	主な原料	生産能力トン／年	生産高トン／年
Leuna (ロイナ)	Brown coal (褐炭)	440,000	440,000
Bohlen (ベーレン)	Brown coal tar (褐炭タール)	155,000	155,000
Magdeburg (マクデブル)	Brown coal tar	145,000	145,000
Zeitz (ツァイツ)	Brown coal tar	170,000	170,000
Scholven (ショルフェン)	Bituminous coal (瀝青炭)	145,000	145,000
Welheim (ヴェールハイム)	Bituminous coal tar pitch (瀝青炭コールタールピッチ)	100,000	70,000
Gelsenberg (ゲルゼンベルク)	Bituminous coal (瀝青炭)	200,000	30,000

出所：PB レポート88981, P.47.

註1：原料は英文表記にした。

2：タールはゴチックにした。

表4　ドイツの水素添加工場一覧(1945年)

工　場　名	製造方法	主な原料	ハイドロフォーミングの有無	アルキレーションの有無	生産能力(トン/年)
ロイナ	水素添加分解	Brown coal and brown coal tar	○	○	620,000
ベーレン	水素添加分解	Brown coal tar	○	○	250,000
マクデブルク	水素添加分解	Brown coal tar	×	×	220,000
ツァイツ	水素添加分解	Brown coal tar	○	×	250,000
ショルフェン	水素添加分解	Bituminous coal	○	○	220,000
ゲルゼンペルク	水素添加分解	Bituminous coal	×	×	400,000
ヴェールハイム	水素添加分解	Pitch and tar	×	×	130,000
シュテティン—ペーリッツ	水素添加分解	Bituminous coal, pitch, tar and petroleum residues	○	○	700,000
リュツケンドルフ	水素添加分解	Petroleum residues and tar	×	×	50,000
ヴェセリング	水素添加分解	Rhine brown coal	×	△	200,000
ブリュクス	水素添加分解	Brown coal tar	△	△	400,000
ブレッヒハマー	水素添加分解	Bituminous coal	△	△	425,000
ムースビアバウム	ハイドロフォーミング	Petroleum naphtha	×	×	105,000
ルートヴィヒスハーフェン/オパウ	ハイドロフォーミング	Petroleum naphtha	×	×	50,000
ハイデブレック	飽和	Higher alcohols	×	×	60,000
アウシュヴィッツ	飽和	Higher alcohols	×	×	24,000

出所：PB レポート88981, P.48.

註1：原料は英文で表記した。訳語は表3を参照されたい。

2：ムースビアバウムの地名であるが、Moosbierbaum のこと。

3：タールも含め液体燃料はゴチックにした。

4：△は建設中を示す。

5：Higher alcohols とあるのは、イソブチルアルコールからイソオクタンを製造すること。

混ぜてペーストを作ったのではなく、石炭はガス化されC4留分のブタン、イソブタンを分留し、n-ブタンをDHD法（Dehydrierung unter Druck, hydrogenation under pressure）で脱水素させ製造したn-ブチレンとイソブタンとの合成（アルキレーション）によってイソオクタンを製造していたのではないだろうか。石炭のガス化によって水素が製造されたことは言うまでもない。

CIOS（Combined Intelligence Objective Subcomittee）の作成したレポート GELSENBERG HYDROGENATION PLANT（後にPB1108）によれば、ここで得られたイソブタンはSholven（ショルフェン）に送られ、イソオクタン製造に利用された[23]。SholvenとGeisenberg（ゲルゼンベルク）は表2で瀝青炭が原料になっているが、ガス化されたと理解すれば説明がつく。アルキレーションで高オクタン価の航空機用ガソリンを製造した工場では褐炭や瀝青炭のガス化が行われた。

FIAT FINAL REPORT 729[24]（PB33270）によれば、低温乾留タールはほとんどが水素添加工場（hydrogenation plant）に送られたと書かれている。低温タールの水添をhydrogenationという範疇に入れていることがもはや自明である。FIAT FINAL REPORT NO.299: SUPPLEMENT REPORT ON THE RUHROL HYDROGENATION PLANT WELHEIM, RUHR（PB1307）によれば、Whelheim（ヴェールハイム）では原料の七〇％が瀝青炭のコールタールピッチであり、残り三〇％が重質油のタールオイルであったと記されている[25]。これは表2と表3と平仄があっている。

ダメ押しも入れよう。CIOSが一九四五年七月一七日に作成したREPORT OF INVESTIGATION AND INSPECTION OF THE HIGH-PRESSURE HYDROGENATION PLANT ESPECIALY FOR BROWN COALS AT WESSELING, NEAR COLOGNE, GERMANYによれば、Wesseling（ヴェセリング）では二二％が石油、残り七八％が「石炭」と記述され、「石炭」から得た原料として褐炭タール、高温乾留タールが明記されている。「石炭」とあるのが、「石炭」を乾留したコールタールであったことを裏付けている[26]。技術的な話になるが、二段階であればディーゼル油であり、脱水素とアルキレーションを加味すれば三段階ということになり、アルキレーションプラントでオクタン価の高い揮発油が取得できる。

IGの化学技術者であったピール（Matthias Pier）博士に

よれば、アルキレーションプラントはLeuna（ロイナ）、Scholven、Stettin-Poelitz（シュテティン－ペーリッツ）、Weselingに建設され、Blechhammer（ブレッヒハマー）、Bohlen（ベーレン）、Brux（ブリュクス）は計画中であったとことである。[27]

三　海軍の石油化学プラントから出る廃ガスへのこだわり
―低温乾溜のC4留分に着目せず―

周知のように一九三五年にUOP社がイソブテンの重合によるイソオクタンの工業的合成法に成功し、一〇〇オクタン価燃料問題に関心が向かった。[28] 簡潔明瞭に振り返っておこう。

海軍燃料廠の『作業経過』[29]（昭和九年度版）には「アンチノック性大ナル航空燃料ノ要求切実ナルモノアリ　之ガ為愈々油類水素添加ノ工業的装置ノ建設計画ヲ立案シ同時ニ人材ヲ集メ陣容ヲ整ヘテ基礎研究ヲ急速ニ実施シ且半工業的実験ヲ基礎トシテ水素添加工場ノ建設計画ニ着手セリ」と書かれているが、一九三四年（昭和九）、一九三五年に急速にオクタン価問題が取り上げられるようになった。

「旧海軍に於ける軍用燃料研究経過の概要　付陸軍に於ける燃料の研究」によれば「航空燃料ノ研究」について左のように書かれている。[30]

石炭液化ノ研究ガ略一段落ノツイタ昭和一〇年頃ヨリ航空機ノ急激ナル発達ニ伴ツテ航空燃料問題ガ喧シクナッタ。従来ノ航空燃料ノ如キ加州『ケトルマンヒル』ノ直流（ママ）揮発油及分解揮発油ニテハ新シキ飛行機ノ性能ハ充分発揮デキナイ。何トカシテ『オクタン』価ノ高イ揮発油ヲ大量製造シナケレバナラナイ情勢トナッタ。従ツテ研究ハ重油ヨリ航空揮発油及潤滑油ノ製造ニ向ケラレタノモ自然ノ勢デアッタ。

「重合揮発油ノ研究」では以下の通りである。

昭和八年頃米国ニ於テ分解揮発油ノ廃ガス中ノ『ブチレン』ヲ重合シテ工業用『イソオクタン』ヲ製造スル事ガ発明セラレ盛ニ使用セラレテ居ルコトガ報告セラレタ。丁度燃料廠ニ於テモ、新シク分解蒸留装置ガ増設セラレタノデ其ノ廃瓦斯ヨリ、重合揮発油ヲ製造スル事ノ研究ガ始メラレ……中略……此ノ方法ニ於テ化学的ニ特ニ問題トナッタノハ『ノルマルブテン』ノ重

合ニ依ツテ、又「ブチレン」及「プロピレン」ノ重合ニ依ツテ「オクタン」価ノ低イ揮発油ノ生ズル事デアル。

真珠湾攻撃直後に日本商社在米支店の資料は押収され、米国司法省戦時経済局や外国経済局によって徹底的に調べ上げられた。日本の航空機用ガソリン装置の購入を取り扱ったレポート番号200A[31]も海軍が一〇〇オクタン価配合燃料であるイソオクタン製造に関する情報に関心が高く、導入しようとした経緯を明らかにしている。

米国司法省戦時経済局は接収した浅野物産ニューヨーク支店資料から、日本海軍がジャイロ式分解蒸留装置を転用して、横浜に集結する石油化学プラントからの廃ガスに含まれるブタン、イソブタンを原料に、イソオクタンを合成しようとしたことを明らかにしている。浅野物産東京本社はニューヨーク支店に昭和一一（一九三六）年一一月一四日に「徳山海軍燃料廠はジャイロ式プラントを改良して、イソブテンの二量体を水素添加してイソオクタンを製造することを考えている」と送ったが、浅野ニューヨーク支店は翌年二月二五日に「アルコ社は装置のデザインはできるが、徳山ではC4留分が不足するのではないか。横浜の鶴見で考えたらどうか」という趣旨の返答を行った。浅野物産ニューヨークはアルコ社に「川崎や鶴見の廃ガスではどうか、それでもだめなら日本石油、小倉石油、早山石油、愛国石油の製油所からでる廃ガスではどうか、アルコ社の熱重合プロセスではどうか」という内容の書簡を送っている。アルコ社はジャイロ式からイソブチレンを取り出すことは難しいと考えていること、シェルの重合（Shell's sulfuric acid polymerization、接触重合法）がいいのではないかと浅野物産ニューヨークは東京に伝達している。[32]

表5　UOP社からのイソオクタン製造技術の導入

	イソオクタンのみ	生産量バーレル／日
1	日本石油	50
2	三菱石油	100
	イソオクタンなど	
1	三井鉱業	850
2	日本曹達	3,000
3	陸軍	3,000
4	朝鮮石油	100
5	三菱石油	300
6	満鉄	100
	交　渉　中	
1	海軍	3,000
2	満洲石油	3,000
3	東亜燃料	3,000
4	合同酒精	100

出所：『米国司法省戦時経済局対日調査資料』第5巻、11頁、資料番号CHI152。
註：1938年8月の時点でのUOP社からの技術導入状況。

浅野物産のニューヨークと東京のやり取りは、海軍がアルコ社の技術でもって、気相でクラッキングするジャイロ式を改良して、イソブチレンを取りだそうとしたことがよく現れている。アルコは、芳香族の留分を高め、それで高オクタン価燃料を製造したらどうかという提案を行っている。

表6-1　徳山第三海軍燃料廠生産実績(年産)

[単位：キロリットル](年度)

Item	1941	1942	1943	1944	1945
航空機ガソリン2	0	0	0	0	700
航空機ガソリン1	0	0	0	0	100
航揮92	100,000	12,000	100,000	0	0
航揮91			100,000	130,000	6,024
航揮87	50,000	80,000	90,000	120,000	7,760
航揮85	20,000	22,000	24,000	40,000	
航揮70	8,000	5,000	6,000	10,000	41
ガソリン1	5,000	6,000	5,000	4,000	1,200
ガソリン3			7,000	6,000	12
ガソリン2	12,000	14,000	12,000	10,000	12
灯油1	2,000	3,000	2,000	2,000	1,052
灯油2	11,000	12,000	12,000	11,000	25
軽油	4,000	5,000	4,000	3,000	2,484
重油	348,000	38,000	42,000	32,000	5,000
四エチル鉛	0	90	130	180	0

出所：Navtec Japan X-38(N)-10, p.78.
註1：Naval Technical Mission to Japan
　2：航揮92はオクタン価92の航空機用揮発油。
　3：航空機ガソリン1、航空機ガソリン2の内訳不詳。
　4：ガソリン1、ガソリン2、ガソリン3の内訳不詳。

表6-2　四日市第二海軍燃料廠生産実績(年産)

[単位：キロリットル]

年度		蒸留装置	重合水添装置	接触分解装置	揮発油水添装置	アルキル化装置
1941	原油処理量	190,000				
	航空機用ガソリン	28,500				
	自動車用ガソリン	4,325				
	灯油	6,640				
	重油	129,600				
1942	原油処理量	330,000				
	航空機用ガソリン	49,500				
	自動車用ガソリン	16,500				
	灯油	11,230				
	重油	243,900				
1943	原油処理量	107,000	95,000			
	航空機用ガソリン	16,050	7,990			
	クラクトガソリン		9,500			
	自動車用ガソリン	5,350	16,150			
	灯油	3,740	11,400			
	重油	87,300	38,000			
1944	原油処理量	10,000		5,000	3,000	4,000
	航空機用ガソリン	1,500		—	3,000	2,000
	クラクトガソリン	—		3,080		
	自動車用ガソリン	500		—		
	灯油	340		1,120		2,000
	重油	7,500		6,290		

出所：RG331, Box6954, Folder20.
註1：蒸留装置には、96水添装置、98水添装置も含まれていると思う。
　2：アルキル化装置と記したが、資料ではハイドロクラッキングとなっている。
　3：表6-2から概数を把握されたい。区分が不明瞭な点がある。

表7　人造石油生産実績　　［単位：キロリットル］(年度)

	低温乾留	フィッシャー法	石炭液化	オイルシェール	合　計	オイルシェール占有率%	企画院	達成率%
1941	49,180	7,695	—	137,776	194,651	70.8	300,000	64.9
1942	65,141	11,243	770	163,282	240,436	67.9	400,000	60.1
1943	90,473	15,397	—	160,141	266,011	60.2	500,000	53.2
1944	95,420	16,022	692	83,145	195,279	42.6	—	—
1945	21,153	3,986	—	16,526	45,682	36.2	—	—

出所：拙書『太平洋戦争と石油』35頁。
註1：中原、金子『本邦人造石油事業史概要』233頁より作成。
　2：企画院＝企画院の開戦後の人造石油生産見込み。
　3：達成率＝合計÷企画院×100〔%〕
　4：オイルシェール占有率＝オイルシェール÷合計×100〔%〕

昭和一一年京浜地区製油所（日本石油鶴見、三菱石油川崎、小倉石油横浜、愛国石油、早山石油）の廃ガス（オフガス）を利用して、UOPイソオクタン法の製造法で検討が進められたようであるが、実現せず、海軍の管理下で三菱石油、日本石油がそれぞれ小規模ながら単独で処理を行った。[33] 表5にUOP法導入の一覧表を掲げた。結果としてUOP法を海軍は採用したが、浅野物産の資料は海軍がジャイロ式の転用を考えていたことを示すもので、興味深い。本稿の論じたいことと絡めるならば、石炭液化に関心を示しながら、コールタールのハイドロクラッキングとか石炭のガス化でイソブチレンを取得するという考えにたどり着かなかったのかということが問題となる。石油資源がないという脆弱性を克服するために、人造石油に取り組んだ海軍が石炭の乾留から得られるコールタールや石炭のガス化で取得するC4留分を原料に航空機燃料を製造することに気付かなかった。

海軍はUOP社のダブス法（自動車用ガソリン）と九六水添の組み合わせで航空機用ガソリンを製造するという方向に研究を向けている。海軍は脆弱な資源である原油に依存する技術大系の石油化学工業へシフトして、戦時中の航空機用ガソリンを補給した。

表6-1に徳山海軍燃料廠の生産高を示し、表6-2は四日市の第二海軍燃料廠の生産実績を示した。南方の生産実績は割愛した。表7で人造石油の生産実績を掲げた。石炭液化法と低温乾留の生産実績の差が数字にはっきり表れている。

おわりに代えて

日米開戦の原因の一つに米国の対日経済制裁である、日本資産凍結、対日石油禁輸があることは周知の事実であり、一九四一（昭和一六）年九月六日の御前会議、一一月五日の御前会議で争点になったのが、物資の面から「ジリ貧」になるという対米強硬論と臥薪嘗胆で危機を乗越えるべきであるという避戦論であった。日本海軍部内で南方油田の武力確保という早期開戦論に対して、及川古志郎海軍大臣は人造石油の増産によって太平洋が文字通りの太平洋であるべく開戦に粘り強く反対したが、石炭から液体燃料を製造する人造石油の成否の見通しが開戦の決定に大きな影響を及ぼした。筆者はすでに『太平洋戦争と石油―戦略物資の軍事と経済―』で扱ったが、人造石油の増産が可能かどうかという技術的な問題が開戦の決定に大きな影響を与えた。

このように考えるならば、確立されていない技術にすすんだことは取り返しのつかない失敗であった。当時最高のレベルの技術陣を擁した海軍燃料廠が難解で確立されていない石炭液化法の実現という希望的思考に拘泥され、またドイツで成功しているという幻想にとらわれ、ベルギウス法で成功していないことにまったく気づかなかった。海軍は、低温乾留・高温乾留で取得できるコールタールのハイドロクラッキングから航空機燃料やディーゼル油を取得しようとしなかった。ヒト・モノ・カネを投じなかった。技術選択の失敗であろう。海軍には低温タールや高温タールから航空機用ガソリンを製造するという発想がそもそもなかった。ドイツで低温タールのハイドロクラッキング、DHDプロセス、アルキレーションプロセスを経てオクタン価の高い芳香族留分の多い揮発油を製造しているという情報を掴んでいれば、石炭乾留による液体燃料の生産量は大幅な増産が可能であったのではないだろうか。ガソリン一トンつくるのに褐炭一〇トン必要であるとして、五〇〇万トンの石炭から五〇万トンの石油を取得し、国産原油、オイルシェールでそれぞれ三〇万トン取得できたとすれば、米国の石油禁輸に対して、開戦という選択肢でない余地も残されていたはずである。歴史は単純ではない。五〇万トン、いや一〇〇万トンできたから開戦を回避できたかどうかわからない。しかし三〇〇万人の戦死者を出したことを思うと、このIFを私は歴史に投じたい。

日本海軍の技術選択の失敗、それを誘因した技術情報入手能力のなさは徹底的に追及されてしかるべきである。筆者は今回の試論を嚆矢として、今回論じた課題を引き続き資料に基づき検証していきたい。

（依頼原稿）

（1）坂間訓一訳『石油に関する総合的最終報告』（一九五九年七月、航空自衛隊幹部学校、非売品）、空幹校教資五―二―二六―一〇六。国立国会図書館所蔵。ＰＲＯで読んだのは、ＡＩＲの資料でその一部であった。

（2）当然日本海軍の九六水添、九八水添は hydrogenation ということになる。しかし日本について調べた米国戦略爆撃調査団のレポートでは hydrogenation に分類されていない。そもそもその分類がない。

（3）例えばベルギウス法と読んでいるものに次のものがある。Ronald C. Cooke, Roy Conyers Nesbit, *Target: Hitler's Oil Allied Attacks on German Oil Supplies 1939-1945*, William Kimber, London 1985, p.138.

（4）三井啓策「水素添加を中心とした工業と将来」（『化学工業』第三五巻九号、一九七一年）九六五～六六頁。

（5）前掲三井啓策、九七二～七三頁。

（6）『日本海軍燃料史　上』（原書房、一九七二年、非売品）の第五編「研究」の第三章「海軍燃料廠の研究成果」の中で「アルキレーション法の研究」という項目があり、「脱水素重合の組合せに依るイソオクタンの増産法に研究の重心を置いたこと、及び原料イソブタンの適当なる資源が見当たらなかった」を等閑に付した原因であるとしている（四四一頁）。同書の第四編「生産技術」の第一九章「アルキレーション」で山本為親氏は以下のように述べる。「アルキレーションによる高オクタンガソリン配合燃料の製造はパイロットプラントのテストによって技術的には略確立されたが、クラッキングの副生ガス中のブタンの量が少なく工業化されるにいたらなかった。」（三五八頁）。

なぜ低温乾留に目がいかなかったのか、理解に苦しむ。米国が石油化学プラントの廃ガスＣ４留分を利用していたため、海軍は廃ガスからイソオクタンの合成に並々ならぬ関心を示したが、低温乾留から得られるＣ４のブタンに着目しなかった。イソオクタンの当時の製造法が米国の廃ガスを利用するＵＯＰ法であったために、一〇〇オクタンのイソオクタン製造には情報を収集し、工業化を推進した。日本石油や三菱石油のＵＯＰイソオクタン法の導入を積極的に慫慂した。

米国のアルキレーション技術に関しては左の二冊が詳しい。

Kendall Beaton, *Enterprise in oil: A History of Shell in the United States*, Appleton-Century-Crofts, New York, 1957, pp.567-69. Edited by John W.Frey and H.Chandler Ide, *A History of the Petroleum Administration for War, 1941-1945*, University Press of the pacific, Honolulu,

2005, Reprinted from the 1946 edition, pp.191-208.

(7) 同書、三一、三二頁。

(8) 同書、四六頁。

(9) 同書、四七頁。

(10) 同書、四八頁。

(11) 同書、一三三頁。

(12) 同書、一二〇頁。

(13) 同書、一二四頁。

(14) 撫順の南満洲鉄道株式会社石炭液化工場、朝鮮人造石油株式会社阿吾地工場の惨状は生産実績がないことがすべてを物語っている。例えば人造石油事業史編纂刊行会『本邦人造石油事業史概要』（一九六二年、非売品）七二～九五頁、一二三一～一二三三頁。

(15) FIAT (Field Information Agency, Technical) や CIOS (Combined Intelligence Objective Subcommittee)、BIOS (British Intelligence Objective Subcommittee) のレポートがあり、他にも米国戦略爆撃調査団の報告書、日本とヨーロッパに派遣された米海軍調査団の報告書もPBレポートになっている。有機合成化学協会編『ドイツ有機合成技術　PBリポート集録I』（丸善、一九五四年）六～一二頁の「PBリポート調査方法解説」が詳しい。PB番号とFIAT番号、PB番号とCIOS番号の照合は Edited by Gretchen E.Runge, *CORRELATION INDEX Document Series and PB Reports*, Special Libraries Assosiation, New York, 1953. で確認ができる。国立国会図書館関西館の書棚5—bに配架されている。

(16) NOTE ON ENEMY OIL INTELLIGENCE, ECONOMIC ADVISORY BRANCH, MAY 8TH, 1945, NO.45/18 (RG59, Entry: 456-c: Records of the Petroleum Division Records of the Committee 1942-47, Box21) PP.1-2.

工藤章は「水素添加法」と「合成法」を並べている。工藤章『現代ドイツ化学企業史—IGファルベンの成立・展開・解体—』（一九九九年、ミネルヴァ書房）二二八～四四頁。しかし一九九二年に刊行された『イー・ゲー・ファルベンの対日戦略』（一九九二年、東京大学出版会）の第七章「ライセンシング戦略の失敗—人造石油」（二四一～八四頁）ではIG法（石炭直接液化法）がドイツで成功していることを前提に、論を組み立てている。

(17) ハンガリーの原油から航空機用ガソリンは取れた。

(18) OIL AS A FACTOR IN THE GERMAN WAR EFFORT, 1933-1945, 8th march, 1946, p.49, CAB121/418（英国国立公文書館所蔵）。

(19) ibid, p.27,p.44.

(20) 拙書『太平洋戦争と石油』（日本経済評論社、二〇〇四年）一八二～一八五頁。

(21) G. Egloff, R.F. Davies, *REFINERY PROCESS DEVELOPMENTS*, REVIEWS OF PETROLEUM TECHNOLOGY Vol.7 (COVERING 1941-45), 1947.

(22) B.I.O.S. OVERALL REPORT No.1, PB88981.（国会図書

館関西館に目次部分しか所蔵がないため、米国議会図書館でコピーした)。本格的なレポートである。

(23) CIOS, GELSENBERG HYDROGENATION PLANT, August 8th, 1945. (PB1108 国立国会図書館関西館所蔵)。

(24) Field Information Agency, Technical, FIAT FINAL REPORT NO.729: THE GERMAN HIGH TEMPERATURE COAL TAR INDUSTRY BY E.O. RHODES, 5 February 1946, p.1. 国立国会図書館関西館の『PBR32566-33270』の中に PB33270 は収められている。

(25) Field Information Agency, Technical, FIAT FINAL REPORT NO.299: SUPPLEMENT REPORT ON THE RUHROL HYDROGENATION PLANT WELHEIM,RUHR, 8 October 1945,p.2. (PB1056 国立国会図書館関西館所蔵)。

(26) CIOS, REPORT OF INVESTIGATION AND INSPECTION OF THE HIGH-PRESSURE HYDROGENATION PLANT ESPECIALY FOR BROWN COALS AT WESSELING, NEAR COLOGNE, GERMANY, July 17, 1945, p.33. (PB 500, CIOS xxviii40) 国立国会図書館関西館所蔵。

脱水素プロセスDHDやアルキレーションプロセスATで航空機燃料が生産された(一、二頁)。三〇頁ではオイルシェールも原料として挙げられている。一五〇頁にもおよぶ調査報告書であり、hydrogenation という意味が、石炭の乾留から得られたコールタールを原料にして、水素添加でクラッキングを行い、ディーゼル油や航空機燃料(アルキレーション法で)を得ているという様に考えるのが、この報告書から読み取れることである。

(27) NOTE ON ENEMY OIL INTELLIGENCE Zeitz では一段階水素添加であるTTH法が用いられ、褐炭のコールタールが水素添加され、オクタン価五五のディーゼル油を生産した。

ベンゼンのアルキル置換によるアルキル化でディエチルベンゼンが製造されたが、ショッパウ(Schopau)で日量三〇〇バーレル生産された。U.S. Naval Technical Mission in Europe, Technical Report No. 145-45: The Manufacture of Aviation Gasoline in Germany, P.25, P.31, July 1945. (PB1657 国立国会図書館関西館所蔵)。

(28) 『日揮五十年史』(日揮株式会社、一九七九年、非売品)一〇頁。

(29) 筆者所蔵、九州大学デジタルアーカイブですべて公開。

(30) 「旧海軍に於ける軍用燃料研究経過の概要 付陸軍に於ける燃料の研究」、神戸大学渋谷隆太郎文書、請求番号一九—〇〇六、作成者不詳であるが、海軍燃料廠研究部員である。昭和二九年ごろ作成された。

(31) RG131, Entry: 341: Records of the Japanese Research Project, Boxes1-24. (特に Box4 と Box11)。『米国司法省戦時経済局 対日調査資料集』(クロスカルチャー出版、二〇〇八年)の第一巻の解説を参照されたい。

(32) 熱重合法と接触重合法に関しては、雨宮登三『ペトロケミカル』(産業図書、一九五三年)八八~八九頁を参照されたい。アルコ重合法やジャイロ式気相分解に関して

は堤繁『高オクタン価ガソリン合成法』（共立出版、一九四三年）一七四頁、一八五～九〇頁が詳しい。本稿では技術的な解説は加えなかったので、他に『本邦人造石油事業史概要』や『日本海軍燃料史』などを参照していただきたい。

(33) 前掲書『日揮五十年史』、一〇頁。

〔付記〕本稿は平成二〇年六月七日に大阪経済大学日本経済史研究所主催の研究会での報告に基づいている。当日多くの方から質問をいただきましたが、記して感謝いたします。科学研究費特定領域研究「日本の技術革新―経験と知識基盤化」の公募（二〇〇六～二〇〇七年）で採択された「戦前・戦時中の航空機用揮発油の技術開発―海外技術導入と独自技術―」の研究成果の一部である。

（みわ　むねひろ・九州大学附属図書館付設記録資料館産業経済資料部門教授）