

サマリー

(研究ノート)ガソリンの政治経済学 (第 1 編) - 歴史 : 航空ガソリンとオクタン価 100 の戦い (1935 年) -

計量分析ユニット 研究主幹 平井晴己

20 世紀には様々な技術革新が行われ人類の生活様式は一変することになるが、20 世紀後半は、まさに「自動車とガソリン」の時代であったと言っても過言ではない。自動車技術の進歩は、石油精製業に大きな影響を与え、逆に、石油精製業の革新は、自動車技術の進化に大きな影響を与えた。現在の石油精製業は、ガソリンの生産技術を核とする体系であり、その技術の大半は、第 2 次世界大戦の直前及び戦中に、航空ガソリンの製造技術の革新の中で生まれてきた。戦争(あるいは大災害)は人類にとって悲劇的なものであるが、人間の意識を変化させ、また人的、物的資源の集中をもたらし、新しい創造へのインセンティブを与える側面があることも事実である。

昨今は、「とにかく、再生可能エネルギーを、EV 車だ、エコカーだ」という大合唱の中で、ガソリン車は、「時代遅れで過去の遺物、消えていくのかも知れない」と言わんばかりの扱いを受けている。しかし、もう一度、原点に戻って、新しいブレーク・スルーの可能性とその意義について関心を向けることを、声を大にして言いたい。事実、マツダ自動車の山内孝社長は、2010 年 10 月 20 日、マツダの低燃費技術の説明会で、「ガソリン車やディーゼル車の燃費改善を優先させることが、世界の CO₂ 削減に向けた正しい道だ」と言い切った(日経ビジネス 2010 年 11 月 1 日号)。マツダの新型エンジン「SKYACTIV-G」は、圧縮比を 14 まで高め燃焼効率を大幅に改善したという。このエンジンを搭載した新型デミオは、1ℓで 30km を走り、ハイブリッド車に匹敵する驚異的な燃費を実現したと見られている。マツダに限らず、他の自動車メーカーでも、燃費向上のために様々な取り組みが始まっている。

本稿の目的は、もう一度、石油精製業の原点に戻り、その歴史的な流れを踏まえ、今後の変化を分析することにある。接触分解プロセスは、1937 年(より正確には 1942 年の流動接触分解プロセス)に登場したが、この背後には、未曾有の大戦争(オクタン価 100 の航空ガソリン)と、スタンダード石油とドイツの巨大化学企業、IG フェルベンの提携による技術の移転(石炭液化に関する水添技術)が重要な役割を果たした。このプロセスは、重油を分解して、接触分解ガソリン(基材)など付加価値の高い製品を高収率で得ることができる。また、その品質は、原料の性状(原油の性状)如何にかかわらず、ほぼ同一のものになることから、ガソリンの大量生産を可能にした。戦後の自動車の時代を準備したと言える。いずれにしても、このプロセスの登場が、蒸留を中心としたシンプルな事業から、石油「化学」工業への飛躍を石油精製業にもたらし、70 年を超えた現在も、中核的な技術として存在しており、日々、技術の進歩が続いている。今後も、石油精製業の発展の鍵を握る技術であることは疑いないであろう。

お問合せ: report@tky.ieej.or.jp

(研究ノート)

ガソリンの政治経済学 (第1編)

- 歴史篇：航空ガソリンとオクタン価 100 の戦い (1935 年) -

計量分析ユニット 研究主幹 平井 晴己

20 世紀には様々な技術革新が行われ人類の生活様式は一変することになるが、20 世紀後半は、まさに「自動車とガソリン」の時代であったと言っても過言ではない。自動車技術の進歩は、石油精製業に大きな影響を与え、逆に、石油精製業の革新は、自動車技術の進化に大きな影響を与えた。現在の石油精製業は、ガソリンの生産技術を核とする体系であり、その技術の大半は、第 2 次世界大戦の直前及び戦中に、航空ガソリンの製造技術の革新の中で生まれてきた。戦争(あるいは大災害)は人類にとって悲劇的なものであるが、人間の意識を変化させ、また人的、物的資源の集中をもたらし、新しい創造へのインセンティブを与える側面があることも事実である。

昨今は、「とにかく、再生可能エネルギーを、EV車だ、エコカーだ」という大合唱の中で、ガソリン車は、「時代遅れで過去の遺物、消えていくのかも知れない」と言わんばかりの扱いを受けている。しかし、もう一度、原点に戻って、新しいブレーク・スルーの可能性とその意義について関心を向けることを、声を大にして言いたい。事実、マツダ自動車の山内孝社長は、2010 年 10 月 20 日、マツダの低燃費技術の説明会で、「ガソリン車やディーゼル車の燃費改善を優先させることが、世界の CO₂ 削減に向けた正しい道だ」と言い切った(日経ビジネス 2010 年 11 月 1 日号)。マツダの新型エンジン「SKYACTIV-G」は、圧縮比¹を 14 まで高め燃焼効率を大幅に改善したという。このエンジンを搭載した新型デミオは、1ℓで 30km を走り、ハイブリッド車に匹敵する驚異的な燃費を実現したと見られている。マツダに限らず、他の自動車メーカーでも、燃費向上のために様々な取り組みが始まっている。

本稿の目的は、もう一度、石油精製業の原点に戻り、その歴史的な流れを踏まえ、今後の変化を分析することにある。接触分解プロセスは、1937 年(より正確には 1942 年の流動接触分解プロセス)に登場したが、この背後には、未曾有の大戦争(オクタン価 100 の航空ガソリン)と、スタンダード石油とドイツの巨大化学企業、IGファルベンの提携による技術の移転(石炭液化に関する水添技術)が重要な役割を果たした。このプロセスは、重油を分解して、接触分解ガソリン(基材)など付加価値の高い製品を高収率で得ることができる。また、その品質は、原料の性状(原油の性状)如何にかかわらず、ほぼ同一のものになることから、ガソリンの大量生産を可能にした。戦後の自動車の時代を準備したと言え

¹ これまでのガソリンエンジンの圧縮比は 10 程度である。ノッキングセンサーにより、ノッキングの兆候を感知すると、自動的に点火時期を遅らせてノッキングを回避するようになっている(但し、トルクダウンが起き、燃費は低下する)。

る。いずれにしても、このプロセスの登場が、蒸留を中心としたシンプルな事業から、石油「化学」工業への飛躍を石油精製業にもたらし、70 年を超えた現在も、中核的な技術として存在しており、日々、技術の進歩が続いている。今後も、石油精製業の発展の鍵を握る技術であることは疑いないであろう。

対象は膨大で議論は錯綜しており、今回は最初のトライアルとして、序論的、準備作業的な「研究ノート」の域にとどまると考えるが、主として4つの部分に分かれ、第 1 項目は本稿の第 1 編にあたり、以下、第 2 項目は第 2 編で、第 3 項、第 4 項は第 3 編で論じることとしたい。

(1)第1編: 歴史－航空ガソリンとオクタン価 100 の戦い

接触分解装置の登場の経緯について、オクタン価 100 を求める戦いの中で明らかにする。同時に、1930 年代の日本の石油精製業(陸海軍を含む)がどう取り組んだのかを歴史的に論じることとする。

(2)第 2 編: 石油精製プロセス－ガソリン基材の生産プロセスと石油化学への展開

現在におけるガソリン生産に関する化学反応プロセスを整理し、既に始まっている、新しい流れ(石化原料とガソリン基材の取り合い及び石化へのシフト)を踏まえ、将来を展望する。

(3)第 3 編(1): 石油精製と線形計画問題－一定式化(LP モデル)とその最適化

ガソリン生産に関するモデルを線形計画問題として定式化し(ソルバー²を利用したモデルビルディング)、最適化と双対性を基礎とした限界価格の分析手法を駆使し、経済学的意味を明確にする。

(4)第 3 編(2): 石油精製と線形計画問題－LP モデルにおけるシミュレーションと限界分析

LP における限界分析(供給分析)の手法を活用して、オクタン価に関する、接触分解ガソリンや含酸素系(バイオ燃料)などの基材評価を行う(ケース・スタディ)。

1. はじめに

1-1 戦争と資本主義

ヴェルナー・ゾンバルト³は、第 1 次世界大戦が起こる前年の 1913 年に出版された彼の著書「戦争と資本主義」の序文⁴で、次のように述べている。「「戦争と資本主義」の問題を、史的唯物論⁵にとらわれた見解から解放せねばなるまい。そして、われわれは、問題をもう一度逆転させ、どのくらい戦争は資本主義によって生じたかを確かめるのではなく、どの程度、そしてなぜ、資本主義が戦争の影響を被っているのかを調べることによってこそ、この解放作戦を、もつとも適切に展開できるのである。」

²計算ソフト「Excel」に内蔵される、数理計画ツール(ソルバー)を利用する(制約式上限 150～200)。

³ヴェルナー・ゾンバルトは 1863 年 1 月、ドイツのライプティッヒ郊外の地主の息子の子に生まれた。ゾンバルトは父とともに 12 歳のときベルリンに移り青年期を過ごした。ベルリン大学に入学後、マルクスの「資本論」に触れ、その経済発展の理論に共鳴したものの、以後、次第にマルクス主義から離れ、独自の「資本主義発展の源泉」に関する研究を深めた。彼の代表的著作「ブルジョワ」は有名である。1917 年、恩師ワグナーの後任として、ベルリン大学教授に就任し、第 2 次世界大戦中の 1941 年 5 月にベルリンでその生涯を閉じた。

⁴『戦争と資本主義』金森誠也訳(講談社学術文庫、2010 年)p9～p30

⁵同時代のマルクス主義者では、オーストリア社会民主党の理論家、R.ヒルファーディングが 1910 年に「金融資本論」を、ドイツ社会民主党の R.ルクセンブルグが 1913 年に「資本蓄積論」を、そして、1917 年には N.レーニンが「帝国主義論」を出版、差し迫る帝国主義戦争(第 1 次世界大戦)を、資本主義の全般的危機(生産力と生産関係の矛盾)と捉え、その必然性を論じている。ゾンバルトは、こうした見方を「史的唯物論」=「下部構造(=経済)が上部構造(=政治・外交・軍事)を規定する」として一括している。本著で彼が言わんとしたことは、これと反対に、「上部構造が下部構造に与える作用」が重要であることを、歴史的に検証するところにあった。

ゾンバルトは、戦争と資本主義の相互関係について、資本主義→戦争という因果の議論はひとまずおいて、逆の関係、すなわち戦争によってもたらされる資本主義の大きな変化・影響を分析するべきだと主張している。当たり前のことだが、まず頭に浮かぶのは、戦争による人的・物的破壊による損害であろう。しかしである、ゾンバルトはさらに議論を進めてこう述べる。

「戦争がなければ、そもそも資本主義は存在しなかった。戦争は資本主義の組織をたんに破壊し、資本主義の発展を拒んだばかりでない。それと同時に戦争は資本主義の発展を促した。いやそればかりかー戦争はその発展をはじめて可能にした。それというのも、すべての資本主義が結び付いているもっとも重要な条件が、戦争によってはじめて充足されたからである。」

彼によれば、近代の軍隊に内在する拡大傾向は、もっとも重要な経済的作用を生み出してゆく。戦争に備える軍隊が大きくなればなるほど、食糧・軍服・武器などの大量需要が生み出され、大作戦はこうした需要の関連産業、すなわち農業・衣料・医薬・火薬・製鉄といった産業の成長を促していくというのである。

ゾンバルトは18世紀末までしか分析対象としなかったが、20世紀の2つの世界大戦は、文字通り、資本主義の基盤を大きく破壊したが、一方で、新しい技術による生産システムの発達を促した。第2次世界大戦後において、政治・軍事・外交・経済などあらゆる面で、米国が圧倒的優位を勝ち得たのは、大戦中に獲得した巨大な生産能力とその科学技術力にあるのは疑いのないところであろう。

第1次世界大戦で新しく登場した戦車、飛行機は、この時点では補助的な役割しか果たさなかったが、将来の戦争形態を一変するものと予想され、その燃料たる石油の、軍事的な有用性と戦略的な価値の高さは、世界中に遍く認識せしめることとなった。事実、航空機の発展とその性能向上は、制空権を握ることなしに、陸上や海上でのいかなる戦闘においても勝利を得ることは不可能なものにしてしまった。高性能の戦闘機を如何に大量に製造し、その燃料として、如何に高オクタン航空ガソリンを安定的に生産・供給するかが、制空権を握るための鍵であり、これが第2次世界大戦における、国運を賭けた戦い(ハイテクの戦い⁶)の1つとなった。

1-2 戦争と石油精製業

現在の石油精製業は、その中心は、航空ガソリンから自動車ガソリンへと変化した。戦前・戦中に確立した航空ガソリンの生産技術を基礎として発展してきた。経済的価値の低い重油留分を分解して、

⁶ 本稿では取り扱わないが、石油代替としての石炭液化の技術開発もあった。ドイツではIGファルベンがベルギウス法に基づく石炭液化の工業化に成功した。戦時中にはドイツ国内に12の液化工場が稼働し、ドイツ空軍のガソリンの約90%を供給することができた。日本海軍も徳山の燃料廠に石炭液化の研究開発本部を設置し、1929年から研究開発に着手し、日本独自のプロセス開発を開始する。1934年に、1週間の連続運転に成功し、1936年2月には国内の研究者・技術者(満鉄、東大・京大、企業)を徳山に招き、公開実験を行い、海軍式液化プラントの各地で建設が推奨された。しかし、日中戦争勃発により、財政難・資材ひっ迫と技術的困難さ(高温高圧・対腐食性の化学装置の製作能力の不足)により、建設中のプラントはいずれも商業運転に至らず終わった(満鉄の撫順工場を除く)。

オクタン価の高い(RON89～93)ベースガソリンが生産できる、接触分解プロセスの登場(1937年にフードリ式、1942年に流動床式)によって、はじめて、効率的かつ経済性の高い生産システムの実現を可能した。接触分解プロセスは、1930年代から1940年代にかけて、大不況と戦争の脅威が高まる中、国家を挙げた軍拡競争(生産力アップを含めて)を背景として、とりわけ、戦闘機の性能向上と、それを実現するための、航空ガソリンの高オクタン化の開発努力の中で生まれてきた。さらに、接触分解装置にとどまらず、アルキレーション、異性化、接触改質など、現在における、ガソリン基材の生産プロセス技術の基本形がほぼ出揃ったのも、この時期である。

こうした精製プロセス技術は、戦後、自動車ガソリンの生産に転用され、全世界に普及拡大して行くことになる。従って、戦争(あるいは戦争の準備)へ向けた国家総動員的な各資源の集中化の努力が無ければ、おそらく、こうした時期は、いずれ到来したことは確実であろうが、相当程度、時期が後ろにずれ、またその形も随分違ったものになった可能性も高い。

石油精製は典型的な連産品の体系(複数の原料投入と複数の製品産出)であり、その投入・産出に関する生産計画は複雑を極める。この生産計画を、線形計画問題(LP)として定式化し、シンプレックス法などによって最適解を求めることは、今では極めて一般的なことであるが、こうした手法も、米国において、戦時中の軍事問題の数学的解決を検討するために動員された科学者達によって開発がなされた。戦時中、空軍のプロジェクトチーム(軍事問題の数学的解決)に参加した科学者たちは、1947年に、線形計画問題の解法として、「シンプレックス法(単体法)」を考案した。民間への応用としては、極めて早い段階で石油産業に転用された。1952年には、IBMの大型電子計算機を利用して、ガソリン基材のブレンド問題の最適解が上手く解けることを実証した。以後、石油精製へのLPの導入は瞬間に拡大し、1960年代には世界中に普及した。石油精製業への線形計画法(コンピューター利用)の応用は、生産計画の効率化・合理化をもたらし、石油産業の革新と発展に大きく寄与した。このように、線形計画法や電子計算機の開発は、第2次世界大戦がもたらした大きな科学的成果であるが、戦後の石油精製業の発展は、おそらく、これをなくしては、あり得なかったと言えるであろう。

2. 航空ガソリンの生産を巡って(1935年) - オクタン価100の戦い

2-1 何故、1935年なのか - 1935年の日本の政治・経済状況について

昭和の時代(戦前)は、恐慌、テロ・ファシズム、そして戦争(軍国主義)という暗いイメージが強いかも知れないが、これは、あまりにも、遠山茂樹の「昭和史」(岩波新書)⁷に代表される「戦後史観」の影響が大きすぎると考えられる。別表2-1、別表2-2の政治史の年表を見ると、1935年(昭和10年)は、2月に貴族院で美濃部達吉の「天皇機関説」が問題になる時代である。同時に、石橋湛山が主幹を務

⁷ 1955年に、遠山茂樹、今井清一、藤原彰を著者とする「昭和史」(岩波新書)が出版された。これに対して、文芸評論家の亀井勝一郎は、この著書らの根底にある「唯物史観」について、「この歴史には人間が登場しない、動揺する国民が描かれていない」という批判を行った。これに対して、歴史家の井上清らが反論して、昭和史を巡る歴史認識、いわゆる「昭和史論争」に発展した。最終的には、著者らは、初版(1955年)を絶版にして、1959年に改定版を発刊することとなった。この背景には、1932年7月、コミンテルンが発表した「日本における情勢と日本共産党の任務に関するテーゼ」(通称、「32年テーゼ」)の視点、すなわち、「日本帝国主義の後進性と侵略戦争(15年戦争)」という見方で、昭和を割り切れるのかという批判を意味していた。いずれにしろ、亀井の批判は、当時の論壇・アカデミズムにおける支配的論調に対して、勇氣ある一石を投じたものであったと言える。

める東洋経済新報社の発行する、東洋経済(昭和10年10月5日号)を見ると、1934年7月に成立した石油業法の備蓄義務について、「経済の常道を無視した石油政策」という論説をかかげていた。備蓄義務に関する条項を巡り、外資(ライジングサン、スタンバック)に対する、政府の、あまりにも露骨な排除政策を批判する論陣を張っている。天皇制に対する批判は、国体の変革に繋がるということもあり(治安維持法の対象となり)、この面での自由な批判は確かに存在しなかったが、当時の商工省や陸海軍に対する、自由主義的な経済体制に基づいた、批判ができる環境があったことも事実である。

1929年の大恐慌は昭和恐慌に発展して、1931年はどん底となるが、まさにこの時期に満州事変が勃発する。犬養内閣の蔵相に就任した高橋是清は、巧みな「ケインズ」政策の実施により、日本経済を回復させ、大恐慌以前の経済水準まで復帰したのが1935年という年であった。経済が大恐慌(昭和恐慌)から回復し、経済のみならず、政治的・社会的にも(相対的にではあるが)、落ち着いた雰囲気があったことは事実である。当時の日本(内地)は、満州国の成立にともない、国家社会主義的(統制経済的)な勢力(軍部・革新派官僚・政治家・マスコミ)が大きくなりつつあったけれども、軍事的な統制経済へとまっしぐらに進むほど脆弱なものではなかった。いずれにしろ、相反する方向性を持った様々なベクトルが存在する複雑な状況が展開していた。1935年から、日中戦争が始まる1937年7月にかけては、戦前の政治・経済体制における一大結節点と言える。

当時の石油産業はどうであったか。1934年7月の石油業法⁸の制定を契機として、スタンバック⁹(ジャージ・ソコニーバキューム)、ライジングサン(アジアティック=RDシェル)の外資系2社との激しい対立の渦中にあった。ガソリンのSQと6カ月の備蓄義務に関する争いは、1937年頃まで続いたが、一方で、海軍を中心とした石炭液化の開発が進展し、人造石油(石炭液化、オイルシェールの乾留、石炭の低温乾留)、特に石炭液化に対する一大ブームを巻き起こしたのも1935年であった。産軍学官による、英仏独などの欧州各国への視察ラッシュもこの頃の現象であった。

1936年の2.26事件、12月の西安事件を経過して、1937年7月には、日中戦争が勃発するのであるが、この戦争は、経済的には好況時に起こっており、経済のどん底で起こった満州事変とは、まさに正反対であった。自由主義経済体制を支える財界主流派にとって、日本国家の経済崩壊を防ぐという一点で、やむを得ない選択として、国家総動員法による統制経済への転換に渋々同意したのが現実であったと考えられる(軍部のテロによる威嚇もあった)。この戦争こそが、戦前日本の自由主義的な

⁸当時の石油業法は、他の産業に先駆けて制定され、産業統制を目的とした法律であった。フランスの石油業を模範として制定されたが、ポイントは2つあった。ガソリンSQ問題と備蓄問題である。SQは、半期ごとに、前年同期比をベースとして、ガソリンの販売枠を各社に賦与するもので、その比率は行政当局の裁量であった。備蓄義務は、経済性を無視した、6カ月にも及ぶ備蓄義務(当時の商業在庫は1カ月)であった。これらは、外資系の強制的な排除と、将来の戦争を見越したものであったが、石油製品需要の約半分(軍需を除く)を外資2社が供給している状況では、現実からかなり遊離した政策であった(2.7参照)。本石油業法の大半を起案した、酒井喜四商工省事務官(当時)は、「思うに個人主義的自由思想の下に起こった、所謂自由競争を根本義とする経済政策は結局個人の利益追求が国民経済の膨張発展を促すものであって、この見方は現在において現実と余りにかけ離れていることを痛感する・・・(略)・・・国民経済においても個々の経済活動は必ずや国民経済なる有機体の一構成分子として全体の統制下に活動することが合理的であり・・・(略)・・・」(1934年7月：燃料協会第122回例会講演)と述べている。当時の中堅若手官僚の全体主義への親和性と雰囲気を物語る下りである。

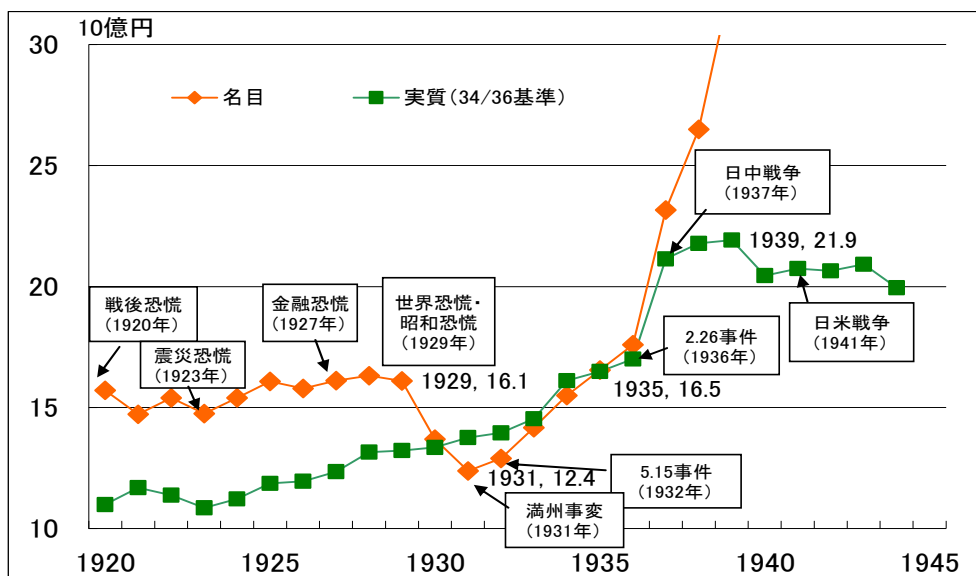
⁹1931年7月、スタンダード石油(ニューヨーク、現在のモービル)とバキューム石油が合併してソコニー・バキュームとなった。1933年に、ソコニー・バキュームとスタンダード石油(ニュージャージー、現在のエクソン)が南アフリカから極東に至る生産・精製・販売を共同で行う合弁会社(スタンバック)を設立した。スタンダード石油(ニュージャージー)は、一般には、スタンダード石油(ジャージー)と呼ばれていたもので、本稿でもジャージーと呼ぶことにする。

経済体制を、戦時・統制経済体制へと劇的に転換を果たす役目を担った。戦時・統制経済が日中戦争を惹起したわけではないのである。

2-1-1 大恐慌からの脱出

図 2-1 に 1920 年から 1945 年にかけての、経済成長(国民総支出:名目、実質)の推移を示した。第 1 次世界大戦中の好景気が終了すると、その反動として、1920 年には戦後恐慌が発生した。1923 年には関東大震災が発生して震災恐慌、引き続き、1927 年には金融恐慌が発生というように、1920 年代の日本経済は何度も恐慌を経験した。1929 年 10 月のニューヨーク市場の株価大暴落は、世界恐慌に転化し、全世界へ波及することとなったが、日本も 1930 年に入り、その影響は深刻化して昭和恐慌となった。国民総支出(名目)は 1929 年の 161 億円から 1931 年の 124 億円と急落した。

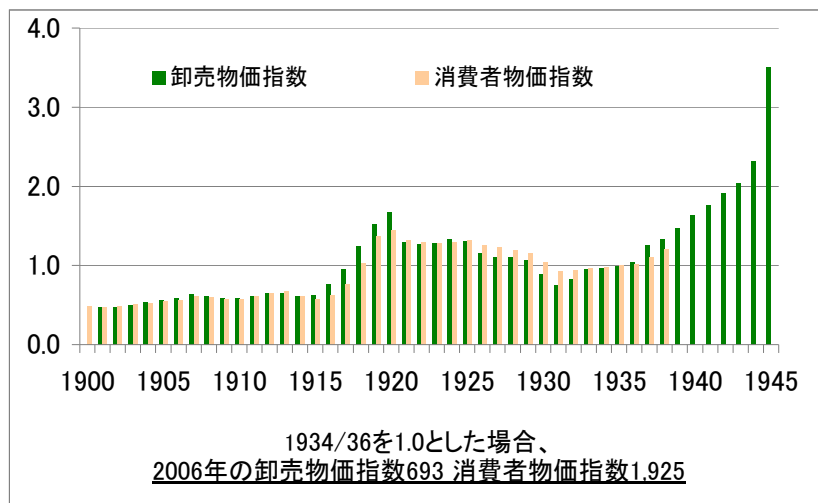
図 2-1 日本の経済成長の推移 (国民総支出) (1920 年～1945 年)



(出所) 現代資料 43 『国家総動員法(1)経済』(みすず書房(大川一司「長期経済統計1:国民所得」)

1931 年は、まさに日本経済はどん底の危機的状況となった。別表 2-2 の年表に示すとおり、1931 年 9 月には満州事変、翌年 1932 年 5 月には 5.15 事件(犬養首相暗殺)が発生し、テロとクーデター未遂が頻発した。図 2-1 を見ると、確かに名目の国民総支出は急落しているが、実質ベースで見ると、一貫して右肩上がりを示していることが分かる。実質化とは、基準年の価値ベースに換算することであるから、物量ベースで生産水準の変化を見ることと同じになる。従って、日本経済が 1920 年から 1930 年に直面した恐慌は、生産水準の低下(過剰能力)ではなく、物価水準の全般的な低下(デフレ)、すなわち価格恐慌であることが分かる(図 2-2 参照)。1931 年 12 月に犬養政権が成立すると、政友会の重鎮、高橋是清が蔵相に就任した。高橋蔵相の経済政策は、今でいうところの、ケインズ主義に基づく財政金融政策に近いものであった。概要を示すと以下の通りである。

図 2-2 卸売物価指数および消費者物価指数の推移¹⁰（1900年～1945年）

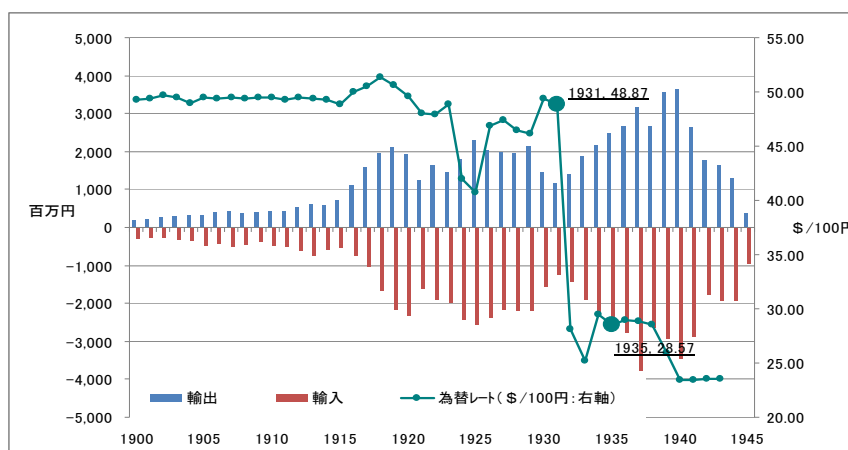


(出所)卸売物価：日本銀行「国内企業物価指数(戦前基準指数)」、消費者物価：東洋経済新報社「物価総覧臨時増刊(昭和36年版)」、同「経済統計年鑑」(暦年版)から作成

(1)金輸出停止(金本位制からの離脱)による円安政策

図 2-3 に示すように、1931年には、100円あたり48.9\$ (2.0円/\$)であった為替レートは40%近く下落して、自然体で均衡する水準へと誘導した。1935年の為替レートは、100円あたり28.6\$ (3.5円/\$)となった。この結果、輸出が大幅に拡大し、繊維産業を中心とした輸出産業の業績は回復した。しかし、好調であった輸出も、集中豪雨的な輸出となったことから、「ダンピング輸出」と批判されるようになり、英仏蘭など主要各国の経済圏(植民地市場)から徐々に締め出されていくことになる。

図 2-3 為替レート及び貿易収支の推移（1900年～1945年）



(出所)日本銀行「本邦経済統計」より作成。

¹⁰ 現在(2006年)の物価水準と1935年の物価水準を比較すると、卸売物価で約700倍、消費者物価で1900倍となる。

(2)低金利政策

株価が上昇し、株式市場での資金調達(増資・新規発行)が容易になり、一種の株式ブームが生じた。日産、日本窒素、昭和肥料(現在の昭和電工)といった新興財閥が、株式市場で資金を調達して急成長した。また低金利は、政府の公債発行を容易にすることにも繋がった。

(3)積極財政(軍事支出も拡大)

政友会は民政党と異なり、伝統的に公共工事など積極財政の傾向が強かったが、地方での雇用対策(農村救済事業)としての公共投資をはじめとし、積極財政を展開した。また、一定の範囲においては、軍事支出(軍需生産)もケインズの言うところの公共投資であり、景気回復に貢献した。

こうした、いわば事実上の「ケインズ」政策の実施により、図 2-1 に示すように、1931 年を底に経済は急速に回復していくこととなる。1935 年には、概ね昭和恐慌直前の 1929 年の水準に回復し、日本は世界大恐慌からいち早く脱することに成功した。一方、この時期の政治・外交面を見ると、別表 2-2 に示す通り、1931 年の満州事変、1932 年の満州国樹立、1933 年には国際連盟を脱退と孤立に向かう。しかし、国際連盟といった、多国間の交渉から日中、日米関係など 2 国間の交渉に転換したことが幸いする面もあった。満州国の事実上の黙認(棚上げ)によって、外交関係は落ち着きを見せ、つかの間の安定した平和な時期となった。かくして、1935 年は、国民生活が安定し、都市部での消費水準は上昇して文化的な発展が促されるなど、戦前期の日本における最高水準の地点に達した。

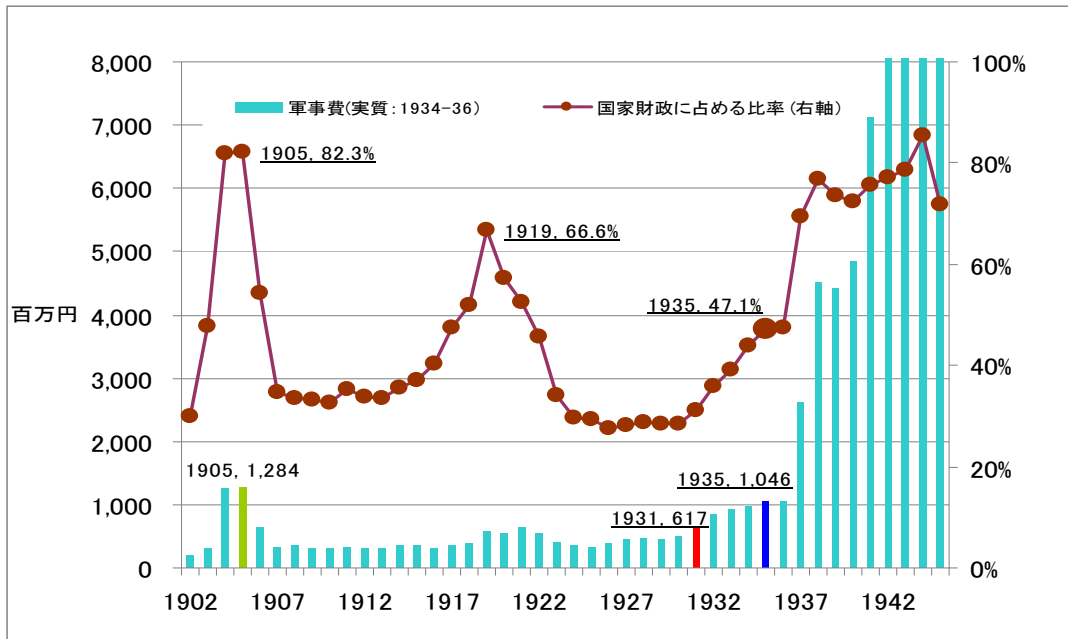
一方、満州国が成立すると、国内の資源調査が大掛かり行われたが、当初想定したほど「資源に恵まれない」¹¹ことが分かってきた。そのため、豊富な資源が存在する北支への経済的進出に関心が持たれるようになった。蒋介石の国民党政権(南京)の支配から、北支を切り離そうとする工作が、関東軍や満鉄などを中心に活発になってくる。当然、中国全土で反日・日貨排斥の運動が広まった。1936 年 12 月の西安事件¹²を経て、日中間の対立は、軍事的な緊張へと発展していくことになる。

政府支出による財源は公債の発行であるが、大量に発行すると民間部門での資金を吸収してしまうので(いわゆる「クラウディング・アウト」)、日本銀行引き受けの国債を発行するという手法を行った。発行された公債は、まず日本銀行がこれを引き受け、政府に資金を渡す。政府は資金を支出すると、最終的には、各銀行の手元に貯金という形で戻ってくる。この手元資金が十分高まった時点で、日本銀行は公債の売オペを実行して、この資金を回収するという仕組みである。これは、現在、世情を賑わしている、「日銀引き受け」(現在は、日銀法で禁止)であるが、少なくとも 1932 年から 1934 年頃までは、インフレを起こさず、潤沢な資金を市中に循環させることに成功した。

¹¹ 当時の地質学的常識と探査技術では、各地域での油兆の報告はあったが、大慶油田発見には至らなかった。

¹² 奉天軍閥の張作霖の息子である張学良が、西安において、蒋介石総統を監禁して、国共内戦即時中止と抗日統一戦線の結成を迫った。最終的には、中国共産党の周恩来の仲介により、蒋介石は国共合作・抗日統一戦線を約束して解放される。

図 2-4 戦前における軍事費¹³及び一般会計に占める比率の推移（1902年～1945年）



		正味の軍事費		一般会計の 軍事費	一般会計 (全体)	一般会計+特 会臨時軍事費 -振替分(B)	軍事費の財 政比率 (A)/(B)
		(名目)(A)	(実質)				
1905	日露戦争	731	1,284	144	421	888	82.3%
1918	シベリア出兵	455	386	455	1,017	927	49.1%
1931	満州事変	461	617	461	1,531	1,477	31.2%
1935	-	1,039	1,046	1,039	2,206	2,206	47.1%
1936	2.26事件	1,085	1,048	1,085	2,282	2,282	47.6%
1937	日中戦争	3,294	2,618	1,260	2,709	4,742	69.5%
1941	太平洋戦争	12,516	7,120	3,028	8,134	16,544	75.7%

(出所) 大蔵省財政金融研究所推計、正味の軍事費の実質化は、図 2-2 の卸売物価指数でデフレートした。

インフレの危険性を十分認識していた高橋蔵相は、公債の新規発行を抑制し財政支出の抑制へと舵を切り始めた。図 2-4 は、戦前期における軍事費と財政に占める比率の推移を示しているが、1931 年は名目で 4.6 億円(実質で 6.2 億円、比率は 31.2%)であった軍事費は、1934 年には名目で 9.5

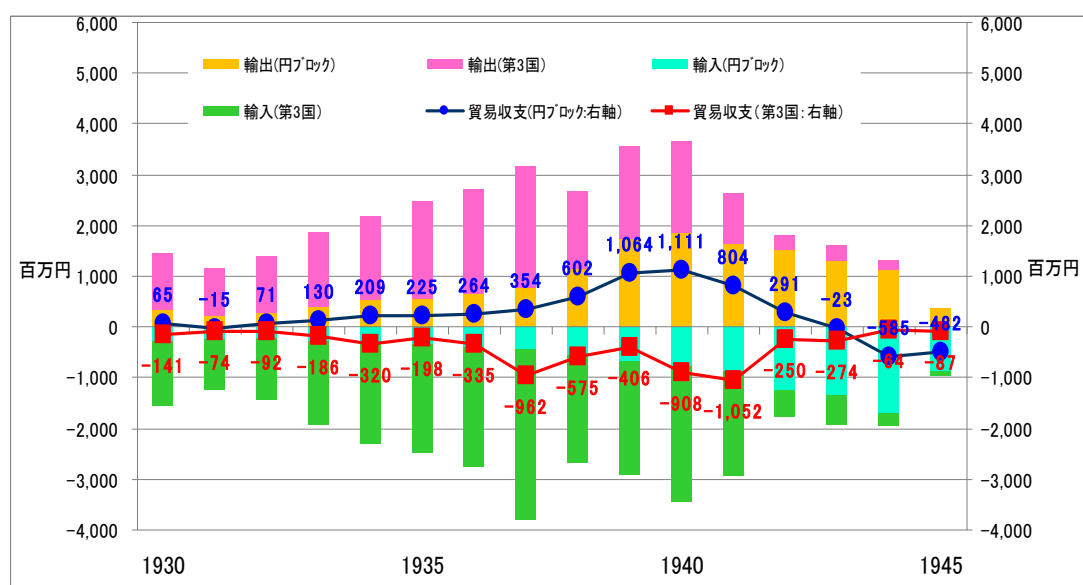
¹³正味の軍事費とは、一般会計の軍事費に特別会計の臨時軍事費を加えたものとした。従って、財政比率の分母となるのは、一般会計(全体)だけでなく、特別会計の臨時軍事費を加え、さらに、一般会計から特会への振替分を控除したものである。これで、正味の軍事費を除いたものが「財政比率」となる。特別会計の臨時軍事費とは、年を跨ぐもので、具体的には実際の戦争・事変が発生した場合に編成された。日清戦争、日露戦争、第 1 次世界大戦、シベリア出兵、日中戦争、太平洋戦争の 6 回について、特別会計臨時軍事費勘定が編成された。軍事費の財政比率は、日露戦争(82.3%)後、急激に低下して 30%前後まで低下するが、1911 年頃から再び比率は上昇し、第 1 次世界大戦勃発後は急上昇した。海軍の 8・8 艦隊(戦艦 8 隻・巡洋艦 8 隻)に向けた軍拡や陸軍のシベリア出兵などが原因であるが、当時の脆弱な日本経済では支えきれず、また戦後の恐慌による経済的困難のため、海軍の軍縮(ワシントン会議)、陸軍の軍縮(山梨軍縮、宇垣軍縮)が実行され、1927 年には財政比率は 27%まで低下した。1930 年のロンドン会議の海軍軍縮後は、再び陸軍軍縮が俎上に上っていたが、1931 年の満州事変勃発で霧散解消した。1931 年以降軍事費は絶対額においても比率においても上昇していくが、財政支出による雇用拡大(軍需工場の拡大など)の面が大きいことと、また、陸軍の省部(陸軍省・参謀本部)が皇道派ということもあり、軍備の近代化には消極的であったこともあり、実質的には、大規模な軍拡と言えない面がある。

億円、財政比率は40%を超え、さらに、1935年には名目で10.4億円、財政比率は47.6%と50%目前まで増加していた。そこで、1936年の軍事費は一切の増額を行わず、1935年の横ばいとし、一般会計も22億円で据え置く緊縮予算とした。こうした努力は、1936年の2.26事件発生により、高橋蔵相が惨殺され、全てが水泡に帰すこととなった。後任の馬場蔵相(広田内閣)は、軍部の要求(陸軍:6ヶ年計画30億円、海軍:第3次補充計画7.7億円)に抵抗できず、一般会計予算は約30.4億円、前年比40%増の大幅な軍拡予算¹⁴を編成した。

2-1-2 日本の貿易構造

当時の日本の貿易構造は、日本と中国間(北支・満州)の貿易(円ブロック)と英米(植民地を含む)との貿易の2重構造になっており、日本が必要な原材料・資本財を海外から輸入するための原資は、交換性のあるドル・ポンドを貿易により稼ぐ必要があった。円ブロック圏の貿易と第3国圏の貿易の収支を区分したのが図2-5である。

図2-5 日本の貿易収支の推移 (円ブロック・第3国：1930年～1945年)



(出所) 現代資料 43 『国家総動員法(1)経済』(みすず書房)(J.B.コーヘン「戦時戦後の日本経済」)

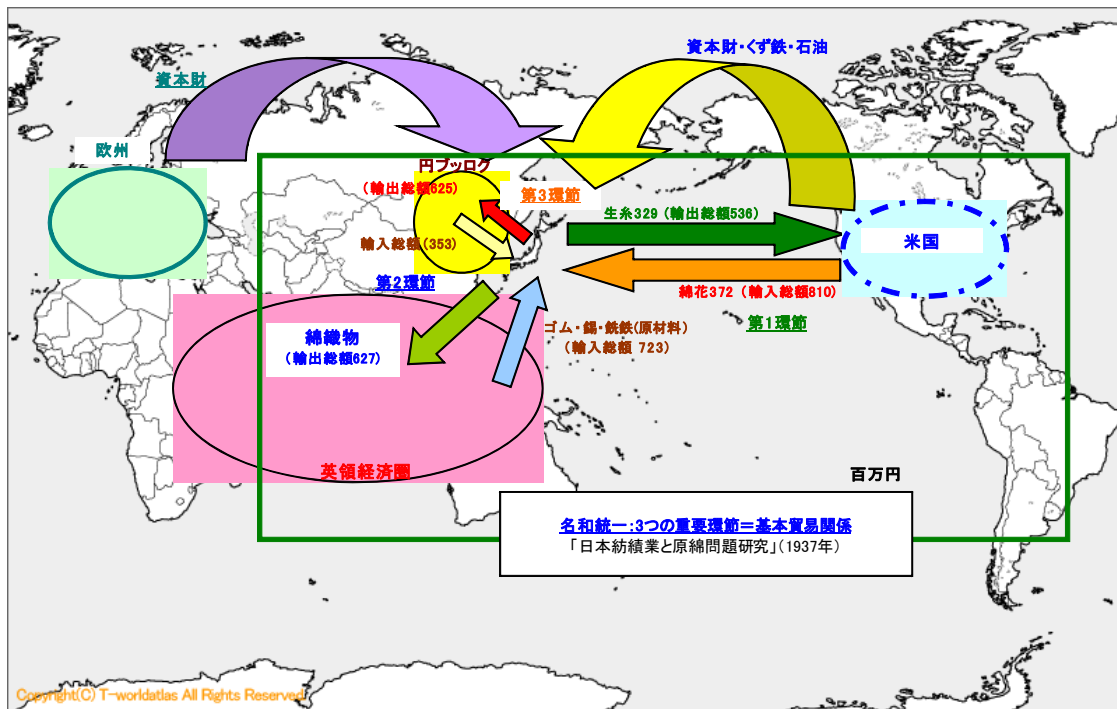
円ブロック圏の貿易収支を見ると、1932年以降黒字基調となり拡大していくのが分かる。第3国貿易収支は一貫して赤字である。1930年も後半になってくると、この赤字を決済する海外からの借入れ(外債)は不可能となり、なけなしの金準備(外貨準備)を取り崩して決済する状況に追い込まれて

¹⁴1937年6月に成立した林内閣の結城蔵相は、1937年予算は、馬場案を圧縮して27.1億円として成立させた。1937年における、正味の軍事費の財政に対する比率は69.5%に達した。満州事変終了後は、特別会計(臨時軍事費)は組まれなかったが、1937年に日中戦争がはじまると、特別会計が設定された。

行く。では当時の日本の貿易構造はどのようなものであったか、マルクス経済学の立場から、貿易理論を研究した、大阪商大(現、大阪市立大学)の名和統一が見事に日本の貿易構造を明らかにしている。彼が1937年に出版した著書「日本紡績業と原綿問題」(大同書院)によると次の通りである。

図2-6に示すように、日本の貿易には3つの環節があるとする。まず、米国に生糸を輸出する(生糸は婦人のストッキング)。反対に、米国からは、綿花を輸入する。これが第1環節である。次に、綿花を日本国内で加工して綿織物をつくり、その他毛織物や雑貨などとあわせて、インド、ビルマ、マレーシア、オーストラリアなどイギリスの植民地へ輸出する。輸出によって得られた外貨により、日本の重化学工業に必要な、くず鉄、石油、ゴム、錫などの原料を輸入する。これが第2環節である。最後に、中国・満州といった円で貿易を行う第3環節がある。1931年の満州事変以降、急激に輸出額が増えるが、対中貿易は、反日感情が高まり、日貨排斥が拡大し輸出は停滞する。

図2-6 1930年代の日本の貿易構造 - 貿易における3つの環節



(出所)名和統一「日本における紡績業と原綿問題研究」(1937年)の補論第2章「日本における原綿問題と外国貿易」(p463～p473)をもとに筆者作成

図2-7に、1900年～1945年までの、輸出及び輸入の相手国の構成比を示したものである。1937年以前を見ると、米国・英領アジア地域との貿易が、輸出・輸入ともに大きな比重を占めており、名和の述べた貿易構造が明確に浮かび上がってくる。1937年以降は、英米との貿易が縮小してくるので、相対的に中国の比重が大きくなるが、交換性のある外貨を稼ぐパイプが次第に縮小していくことになる。名和が指摘した通り、日本が中国大陸への進出を深めれば深めるほど、日本の軍備拡張、すなわち

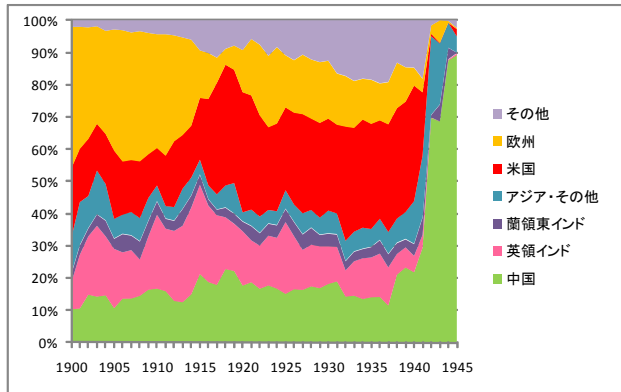
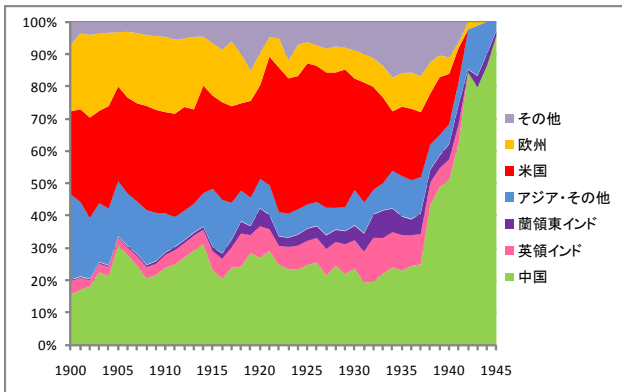
生産力拡充のための重工業が必要とする原材料を、英国の経済圏(アジアの植民地)に依存し、また交換性のある外貨を獲得するために、米国との貿易がますます重要になる。しかし、そのパイプは次第に絞られていくという、矛盾の中に落ち込んでいくのである。

英米が中国大陸での日本の軍事行動にインセンティブを与えて、大陸での自らの権益に脅威を与えるような、貿易上のメリットを与えるはずもなく、日本が経済封鎖に徐々に追い込まれていったのは当然の帰結であった。英米の許容範囲で行動し(外交的に上手く立ち回り)、英米とは悶着を起さず、ひたすら、日本の産業構造の強化に専念し、対等になるまでは、忍従に忍従を重ねるのが、日本の取りえる唯一の選択であったと思われる。しかし、こうした、現実的な路線を歩む政治家・財界・元老たちは、2.26事件のテロ、そして日中戦争の勃発により、1936年～1937年を境として、概ね退場していくことになる。

図 2-7 日本の貿易(輸出・輸入)相手国の構成比の推移

(輸出)

(輸入)



	(百万円)							
	中国	蘭領東印度	英領印度	アジア他	米国	欧州	その他	合計
1925	570	86	173	172	1,006	152	147	2,306
1930	348	66	129	161	506	127	133	1,470
1935	575	143	276	311	536	261	399	2,499
1940	1,867	173	233	220	569	184	408	3,656

	(百万円)							
	中国	蘭領東印度	英領印度	アジア他	米国	欧州	その他	合計
1925	391	103	573	146	665	416	278	2,573
1930	283	60	180	109	443	277	193	1,546
1935	350	78	306	136	810	338	455	2,472
1940	756	125	177	456	1,241	192	507	3,453

(出所)大蔵省 100年史(別巻)より作成

2-1-3 日ソ軍事力の不均衡と重要産業 5カ年計画(生産力拡充計画)

1935年8月、満州事変の立役者、石原莞爾大佐¹⁵が参謀本部作戦課長に就任した。表 2-1 に示されるように、日ソ間の軍事バランスは満州事変(1931年9月)の頃と一変していた。1934年末時点で、ソ連軍の兵力は、関東軍(在満州)の戦力に対して、師団数で 2.2 倍、航空機で 3.8 倍、戦車¹⁶で 5.4

¹⁵ 石原莞爾を省部の中核である参謀本部第二課(作戦)に呼び寄せたには、統制派の実力者、陸軍省永田鉄山軍務局長(少将)であった。国力の増強を背景とした戦争指導を考え、それを中心にした軍備の建設を期待したからであった。奇しくも、石原課長就任当日、局長室で協議中であった永田局長は、皇道派の相沢中佐に惨殺されるという事件が起こった(黒野耐「日本を滅ぼした国防方針」の 158～159 ページ)。

¹⁶ 日本の戦車は、敵方歩兵の重機関銃を沈黙させ味方歩兵の進出を助ける、歩兵直掩のために製造された軽戦車

倍と、極東ソ連軍は圧倒的な優位を示すようになっていた。この原因は以下の 3 つが考えられた。

- (1)張作霖、張学良親子の奉天軍閥が満州を支配していた時期は、満州は日本とソ連の緩衝地帯であり、ソ連にとり、安全保障上の脅威は低かった。しかし、満州国が出現して、日本と膨大な国境線を接することになったため、必然的に、ソ連側の軍備増強を促した。
- (2)1928 年から始まった第 1 次 5 カ年計画、1933 年からの第 2 次 5 カ年計画が進展し、重工業・軍需産業などの成長は著しく、1920 年代の革命期の混乱を乗り越え急速に国力を回復しつつあった。
- (3)日本経済は、1929 年の大恐慌・昭和恐慌以来長らく低迷して、軍備拡張が出来なかった。

表 2-1 在満・朝鮮の日本軍及び極東ソ連軍の兵力の推移¹⁷

		実勢							軍備充実計画(1942年)	
		1931年9月	1932年9月	1933年11月	1934年6月	1935年末	1936年末	1939年末	平時	戦時
師団	日本軍	3	6	5	5	5	5	10	13	36
	ソ連軍	6	8	8	11	14	16	24	50	63
	戦力比	2.0	1.3	1.6	2.2	2.8	3.2	2.4	3.8	1.8
航空機	日本軍		100	130	130	220	230		1,500	4,500
	ソ連軍		200	350	500	950	1,200	2,000	4,500	13,500
	戦力比		2.0	2.7	3.8	4.3	5.2		3.0	3.0
戦車	日本軍		50	100	120	150	150			
	ソ連軍		250	300	650	850	1,200			
	戦力比		5.0	3.0	5.4	5.7	8.0			
(注記:ソ連5カ年計画)		第1次5カ年計画		第2次5カ年計画(33年~37年)						

(出所)戸部良一「日本の近代 9:逆説の軍隊」(1998 年)、黒野耐「日本を滅ぼした国防方針」(2002 年)から作成

一般的に、陣地を守備する敵方を攻撃する場合は、約 3 倍の兵力が必要とされるが、対ソ先制ど

である。従って、戦車と戦車の戦闘を前提としたソ連の重戦車に対しては、重火器の威力、鋼板の厚さなど、相手にならなかったのが、実際の戦力差はもっと開いていると言える。

¹⁷軍備充実計画は 1936 年 11 月に承認されたが、5 カ年後の 1942 年には、142 個中隊 6,200 の航空機整備が目標となっている(いずれも 1 個中隊=45 機で計算した)。日中戦争の結果、師団(3 連隊編成)の機械化・火力の強化は進まなかったが、航空機の整備はほぼ計画通り実現した。1939 年の末には 94 個中隊、2,850 機(防衛庁戦史室「戦史叢書 52:陸軍航空の軍備と運用(1)」(1971 年))まで整備されているので、中国大陆に約 2,000 機、在満・朝鮮には 500 機程度は配備されていると思われる。歩兵の火力強化(機関銃の携帯)や戦車・装甲車や砲兵の火力強化は殆ど進まなかったのは、日本の貧弱な工業力に起因した。例えば、欧米では歩兵は小機関銃の携帯が主流となっていたが、このためには、膨大な弾薬の製造が必要となり(1 分間に発射する弾薬の数が多くなる)、日本の工業力(軍需生産)ではこの供給が難しかった。満州事変頃までは、地方軍閥が相手であり、銃剣突撃(白兵戦)を主とする戦法で対応できたことも、軍備の革新を遅らせた理由であった。白兵戦と精神主義は、貧弱な工業力の結果であり、決してその反対ではない。ノモハン戦においては、ソ連の機械化部隊に粉碎され、日中戦争では、中支正面の国民党政府軍の精鋭(ドイツ軍の援助により整備され、ドイツの軍事顧問団に指揮される)に苦戦するのは当然のことであった。一方、航空戦力の強化については、石原の登場前から、取り組みが始まっており、ノモハン戦における航空戦では、地上戦と異なり、優勢に推移した。筆者の憶測ではあるが、飛行機のパイロットは将校・士官であり、航空機 1 機の金額は高くとも、相対的に少数精鋭で経済的効率は高かったのが理由と思われる。

ろか、ソ連軍の先制攻撃により撃破されるほどの兵力差であった。「藪を突いて蛇が出る」ではないが、満州国建設は、対ソ戦略を主とする陸軍にとっては、自らの首を絞めるような結果となった。かかる状況下で、石原大佐は、この事態に驚愕するとともに、直ちにバイカル以東のソ連の軍事力に対抗するため、ソ連の8割の戦力である8個師団(1934年6月時点)¹⁸を満州・朝鮮に配置するとともに、航空兵力や機械部隊を早急に充実する必要があることを杉山参謀次長に進言した。従って、当面は、陸軍の軍事予算配分を増額させる必要があったが、このためには、日本の国防国策を、「対ソ戦略(北進)を主とし軍備の増強に努め、極東におけるソ連の軍事的脅威を排除して、長期戦を戦うための満州を中心とした必勝不敗の体制を築くこと、かかる体制を固めた後、海軍の軍備拡張(南進)を行う」という路線とし、これを海軍に承諾させる必要があった。また、大正12年の国防方針は、短期決戦思想に基づいた陸海軍の所要戦力を記しているにすぎず、国防国策が存在しないことにも問題があった。

以上のことから、国策の基準を決め(対ソ戦略優先)、国防方針で所要兵力を決定、これに一体となった、外交方針すり合わせをするという手順を初めてとった。これは日本では画期的な事ではあった。

(1)国策大綱(国防の基準)-5相会議(首相、外相、蔵相、陸相、海相)決定

(2)国防方針の策定

(3)帝国外交方針の策定(軍と外交当局間での国策と外交方針との思想統一)

しかし、海軍は、この石原ら陸軍の考えに同調することなく、国策大綱は、北進か南北併進か、長期戦か短期決戦か良くわからない玉虫色の文書で終わってしまった。結局、石原は海軍との調整は諦め、陸軍独自に国防国策大綱を策定し、軍備拡張に臨むことになる。

国防方針において決まった所要兵力¹⁹は、1942年までに、航空兵力は142個中隊(約6,200機)で、陸軍要望の満額が認められた。地上兵力は、戦時編成で50個師団、平時で27個師団(在満・朝鮮で13個師団)の要求に対し41個師団(戦時編成)が認められた。

いずれにしても、石原は、こうした大規模かつ急速な軍備増強を実現するには、その基盤となる日本の産業構造を変える必要がある²⁰と考えた。そこで、満州時代の同志でもあった、満鉄経済調査会の宮崎正義²¹を呼び寄せて、参謀本部直属の研究機関、日満財政経済研究会の長に据え、大規模な重化学工業の拡充計画の策定を依頼した。宮崎は1936年5月に「第1次日滿産業5ヶ年計画」を策定した。この計画案は陸軍内部での合意を得た後、近衛文麿に提示して了承が得られた。こうして、1937年5月「重要産業5ヶ年計画要綱」として陸軍省に移管され、1937年6月15日、近衛内閣の

¹⁸日本の総師団数は17であった。

¹⁹表2-1示すように、仮に軍備拡充計画の通り軍備拡張が実現しても対ソ連8割の軍備は実現しないことが分かる。実際には、1937年7月に日中戦争がはじまり、この計画は達成されず、逆にソ連軍の増強が進み格差はより開いた。

²⁰事の是非はともかく、日本の陸海軍人の中で、こうした発想ができたのは、石原莞爾ただ一人であった。永田鉄山をはじめ統制派の幕僚らは、国家総動員体制による総力戦という発想はあったが、その基盤となる経済体制の変革の必要性を考えたのは彼がはじめてであった。毀誉褒貶の激しい人物ではあるが、軍事史・軍事思想に通暁し、優れた洞察力をもった人物で、彼の有名な著書「最終戦争論」は中公文庫の1冊(古典)として、現在でも広く読まれている。旧日本陸海軍人の中で、後にも先にも彼ただ一人で、希有の人物であったと言える。

²¹宮崎は1917年5月にペテルスブルグ大学政治経済学部を卒業、その年の7月に満鉄運輸部に就職し、1923年5月に総務部調査課ロシア係主任を命じられる。以後、ロシア研究のスペシャリストとして頭角をあらわし、満鉄調査部のロシア研究の第一人者として、調査部の研究をリードすることになった(小林英夫「満鉄調査部」より)。

政府計画として閣議決定されることになった。表 2-2 に重要産業計画における主要な生産能力の拡充とその費用について概要を示した。1937 年からの 5 年間で生産力拡充に必要な資金は、内地 61 億円、満州 24 億円の合計 85 億円（現在価値で 8.5 兆円）であり、当時の一般会計の水準が 1936 年で 22 億円（現在価値 2.2 兆円）であることを考慮すると巨額な数字であった。これを実行するには、従来の自由主義経済から統制経済的な体制へ転換するという「革命的」な手法が要請されることを意味していた。同時に、この計画の実行期間中は、日中、日ソ、日米英のいずれとも、外交手段を駆使して戦争を回避し、生産力拡充に集中することが必要とされた。

1937 年 6 月に近衛内閣が成立すると、蔵相に就任した賀屋興宣と吉野信次商工相は、この 5 年計画の責任者となったが、既に大きな困難に直面していた。緊縮から一挙に拡張予算となった 1937 年予算は、大規模な財政支出が見込まれることから、インフレは必至と予想されて輸入が激増した。折からの輸出の低迷と相まって、貿易赤字は急激に拡大していたからである。1937 年 7 月に日中戦争が勃発すると、陸軍は臨時軍事費として空前の 25 億円を要求し、事態は深刻さを増していた。

表 2-2 重要産業 5 年計画における主要な生産能力の拡充と投資資金計画

		目標生産能力			現有能力			生産能力比	投資金額(百万円)		合計	
		内地	満州	合計	内地	満州	合計		内地	満州		
飛行機	機	7,000	3,000	10,000	700	0	700	14.3	302	73	375	
一般自動車	台	90,000	10,000	100,000	37,000	0	37,000	2.7	146	7	153	
工作機械	千台	450	50	500	13	0	13	38.5	107	30	137	
鉄鋼	鋼材	千トン	9,000	4,000	13,000	4,400	450	4,850	2.7	504	497	1,001
	鉄鉄	千トン	7,500	4,000	11,500	2,760	350	3,110	3.7	0	98	98
	鉄鉱石	千トン	10,500	12,000	22,500	5,730	4,700	10,430	2.2	38	58	96
石油*	揮発油・重油	千kl	3,250	2,400	5,650	210	154	364	15.5	698	728	1,426
石炭	千トン	72,000	38,000	110,000	42,000	1,356	43,356	2.5	476	293	769	
アルミニウム	千トン	70	30	100	21	0	21	4.8	79	62	141	
マグネシウム	千トン	6	3	9	1	0	1	18.0	7	7	14	
船舶	千トン	860	70	930	500	0	500	1.9	108	21	129	
電力	千kw	11,170	1,400	12,570	6,750	460	7,210	1.7	2,200	267	2,467	
その他	-	-	-	-	-	-	-	-	1,427	303	1,730	
合計	-	-	-	-	-	-	-	-	6,092	2,444	8,536	

(*国内からの調達による増分のみ)

人造石油	液化	千トン	1,650	1,490	3,140				598	621	1,219
	オイルシェール	千トン		860	860				0	107	107
アルコール	千トン	250	40	290				75	11	86	
ベンゾール	千トン	140	60	200				-	-	-	
新規国内油田	千トン	1,510	0	1,510				100	0	100	
合計	-	3,550	2,450	6,000				773	739	1,512	
(アルコール・ベンゾール除く)	-	3,160	2,350	5,510				698	728	1,426	

(出所)角田順編「石原莞爾国防資料」(原書房):重要産業 5 年計画要綱別表(1937 年 5 月 29 日、陸軍省)及び「重要産業 5 年計画要綱実施に関する政策大綱(案)別表その1、その3 (1937 年 6 月 10 日、陸軍省試案)から作成

1937 年の第 3 国に対する貿易収支は、図 2-5 が示すように、前年の 3.4 億円の赤字から 3 倍弱の 9.6 億円と急激に拡大していた。横浜正銀行(外為銀行)は、この貿易赤字を決済することができず、日銀が所有する、金を現送して決済する緊急手段がとられた。通常ならば、財政・金融を引き締めて内需を抑えて輸入を削減し、貿易バランスを回復するというのがセオリーであるが、これでは、陸軍の

生産力拡充を実行することが出来ない(経済の引き締め政策が実行できない)。しかし、貿易赤字の継続は、いずれ決済不能に至ることから、国際収支²²の改善を図ることは絶対に必要であるというジレンマに陥った。この矛盾を解決する策として、貿易を統制して、国民の消費や平和産業向けの輸入を減らして、国策である生産力拡充計画の輸入物資を優先して回すための統制(=物資需給の調整)が必要となった。すなわち、「生産の拡充」、「国際収支の均衡」、「物資需給の調整」という「吉野・賀屋の3原則」と呼ばれるものが提唱された。物資需給の調整は、1937年の6月末、賀屋蔵相が、昭和13年度予算編成に際し、各省庁に対して、物資重要30品目についての調書、いわゆる「物の予算」の計画提出を求めたことから始まる。この物の予算は、1938年からは正式に「物動計画」²³として策定されるようになる。日中戦争が本格化し激しい消耗戦となるにつれ、本来は「生産力拡充計画」²⁴を実行するために準備されつつあった、様々な統制経済的な手段が、日中戦争の大消耗戦に耐えるための、緊急の対応策として転用されてしまい、生産力拡充(国力の拡大)²⁵自体には貢献することは、あまりなかったという皮肉な結果となった。かくして、1938年4月に成立した、国家総動員法とともに、この物動計画は、統制経済の核となり、日中戦争の進展とともに、泥縄的な戦時・統制経済への移行が始まる。

2-2 日本を取り巻く石油事情(1935年)

2-2-1 ガソリン価格の水準はどうであったかー世界と日本

1930年代のガソリン価格は世界的に見て、どういう水準にあったのか。まず自動車用ガソリンの価格水準を、世界の代表的な都市において調査して比較したものがあつた。これが図2-8であるが、為替レートの換算(平価と時価²⁶)は2通りで、円ベースで比較を行っている。前節で述べたように、実勢レートである時価ベースで見るのが妥当であろう。現在の物価水準と、当時(1935年)の物価水準は、約1,000倍(図2-2参照)と見なせば、1klあたりを1lあたりに読み替えればよい。そうすると、東京は1lあたり95円(実際は95円/kl)、ロサンゼルスは168円であるから、随分と安い印象を受ける。欧州はさらに高い。関税以外に税はなく、外資を中心とした安価な製品が、日本市場に流れ込んでおり、1930年代前半は、石油市場は極めて自由主義的な放任体制であつたことが分かる。

スタンバックとライジングサンは、蘭領東インド(現インドネシア)に油田を所有し、現地にある最新鋭

²² 国際収支: 経常収支(貿易収支他) + 資本収支(投資収支他) + 外貨準備増減 = 0、収支改善 = 第1項 + 第2項 ≥ 0

²³ 一般の予算が金額の予算であるのに対して、物量バランスであることから、「物の予算」と呼ばれた。1937年(昭和13年)の物動計画は策定中に、当初予定の輸出額の見込みが大幅に下方修正されることが分かったため、輸出見込み額の修正を行い「昭和13年度改定物動計画」として策定されることになった。これが最初の物動計画である。

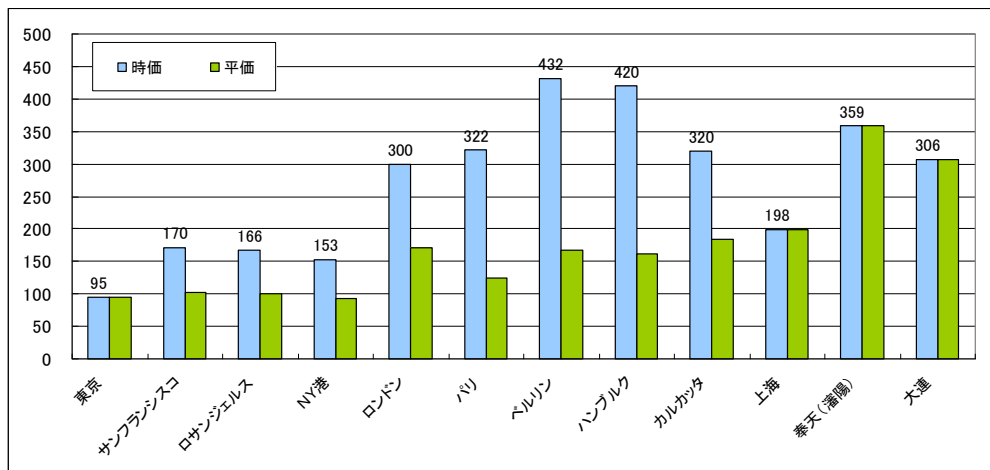
²⁴ 生産力拡充計画自体は、昭和13年度、14年度と策定されていくが、現実的には機能しなかった。

²⁵ 図2-1から分かるように、1937年～1939年までは、国民総支出(実質)は若干増加しつつも、ほぼ横ばいとなり、その後は低下していくことになる。生産力拡充計画→統制経済の各手段⇒日中消耗戦への補填というスキームで、何とか3年間は日本経済を維持したということになる。もしそういう体制でなかったら、早々にホールドアップだった可能性が高い。事実、参謀本部は漢口陥落後も戦局は停滞し改善の兆しが見られないため、「1939年末時点で戦局に著しい変化が見られない限り、上海、天津、北京の一部地域を除き、中国本土から全面撤退の腹を固めていた。

²⁶ 平価とは金本位制に復帰した時点(1929年)での公定の交換レート(固定レート)で、100円 = 46.5ドルである。時価とは金本位制離脱後の実勢取引レート(変動レート)である。1934年～1936年の実勢は100円 = 29ドルとなり大幅な円安となる。上海(日本租界)、奉天、大連は円ブロック圏である。中国大陸の価格が高いのは、日本からの物資供給が不足(需要超過)しており、全体的に、物価水準が高いのが原因である。

の製油所でガソリン²⁷などの石油製品を生産し、日本、中国をはじめアジア地域への輸出を行っていた。日本には、明治20年代より構築された強固な販売代理店網を通じて販売されており、国内シェア²⁸も2社でほぼ50%を占めていた。新潟などに点在する弱小の採油業者や前時代的な蒸留釜業者が混在する中で、日本石油、小倉石油や三菱石油といった近代的な製油所を持つ国内の元売業者は、外資系2社との価格競争に晒されて低収益に喘いでいた。

図 2-8 各都市における自動車用ガソリンの価格の比較²⁹ (1934年：円/kl)



(出所) 商工省鉱山局調査(1934年1月現在)から作成

図 2-9 の左図は東京における小売価格の推移を示した。1931年に底を打った日本経済は順調に回復していく(名目の国民総支出の拡大)。当然、ガソリン価格も、ほぼ比例して上昇するはずであるが、実際には、ほぼ横ばいか、1933年から1934年にかけては下落している。これは、外資の販売攻勢、それに呼応した中小業者の乱売、ソ連ガソリンの登場など、いわゆる「ガソリン戦争」が何度も勃発して

²⁷日本国内に製油所を設置し、そこに原油を海外から輸入して精製して販売をするという「消費地精製主義」はとらず、原油の生産地にある製油所で精製した石油製品を輸出する、「生産地精製主義」を採用していた。1934年の石油業法が制定されるに際して、三井物産はスタンバックの代理店としてガソリンを販売購入している経緯もあり備蓄義務が課せられることとなった。製品で備蓄するよりも原油で所有するほうが有利と判断し、新製油所の建設が検討された。既に、三菱商事が、1931年に、米国のアソシエーテッド石油と折半で三菱石油を設立していたことから、二番目の外資提携として、スタンダード石油と三井物産の折半による「新会社」の可能性が報じられた(1934年7月6日付大阪朝日新聞)。当時のスタンバックにとり、石油業法を巡る行政当局との対立が先鋭化している時期でもあり、日本政府による資産接収のリスクもある、こうした案件を果たして検討し得たのかどうかは不明である。結局、構想の段階で立ち消えとなった。

²⁸輸入業者のうち三井物産はスタンバックの内数に含まれる。輸入業者のその他は、ソ連ガソリンを購入する松方石油

1934年下期の会社別の揮発油の割付(SQ)

輸入業者			精製業者				合計
スタンバック	ライジングサン	その他	日本石油	小倉石油	三菱石油	その他	
18.4%	27.6%	4.6%	23.9%	12.6%	9.2%	3.7%	100.0%
46.0%			54.0%				
外資			民族系				-

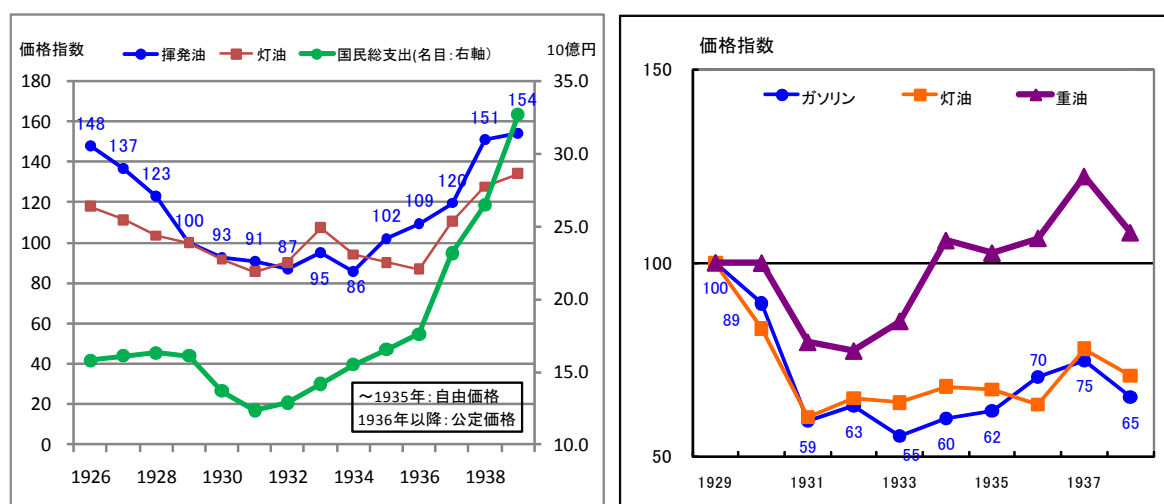
(出所: 宇井丑之助「石油経済論」(1942年))

²⁹当時の日本のガソリン自動車は大半が、「円タク」(1円で都心部は往來が出来た)と呼ばれる業務用のタクシーであり、一部の大金持ちを別とすれば、個人で自動車を所有するのは珍しいことであった。1935年の乗用車の保有台数は全国で約8万3,000台であった。

いたからである。こうした市場の混乱は、1934年の石油業法制定後、政府の指導により、本格的な価格カルテルの結成、さらに強力な価格統制の時代に移行することにより終息する。

図 2-9 の右図は、米国における卸売価格（試算・推定）の推移を示したものである。大恐慌は一旦1931年に底を打ち回復の兆しを見せるが、1933年に再び恐慌となる。結局、1939年に第2次世界大戦が始まるまでは、本格的な景気回復はなかった。図 2-9 の右図に見るとおり、自由市場に近い米国の石油市場では、価格は、1929年を100とすると、1933年には45%下落し、その後、価格回復の兆しを見せるものの、回復力は弱く、価格低迷の時期が続く。

図 2-9 東京及び米国におけるガソリン・灯油等の販売価格（指数）の推移



(出所)東京の小売価格:井口東輔「昭和産業史・第1巻」、米国の卸売価格:伊藤孝「スタンダード石油(NJ)の史的研
究」(2004年)p157の表II-4³⁰より、米国の平均卸売価格を試算

2-2-2 世界の需給バランスはどうなっていたか

図 2-10 に、1935年時点の、世界における主要産油国と、原油・製品の貿易のフローを示した。大別すると、3つの貿易圏が存在する。

(1)北米・中南米

当時の米国は世界最大の原油生産国であり、約 270 万 b/d の原油を生産、世界の生産量約 450 万 b/d のうち 60%を占めていた。米国自体が巨大な石油消費国(約 240 万 b/d)で、その大半が国内の製油所(製油所数 687、精製能力 428 万 b/d)で処理されて消費されたが、原油または石油製品の一部は、欧州(カナダを含む)または日本へと輸出³¹されていた。中南米には、産油国のベネズエラ、メキシコがあり、現地で精製された石油製品は欧州に輸出されていた。日本へは、1935年時点で、主としてカリフォルニア州から、原油約 28,000b/d、製品約 25,000b/d、合計 53,000b/d の原油・製品が輸

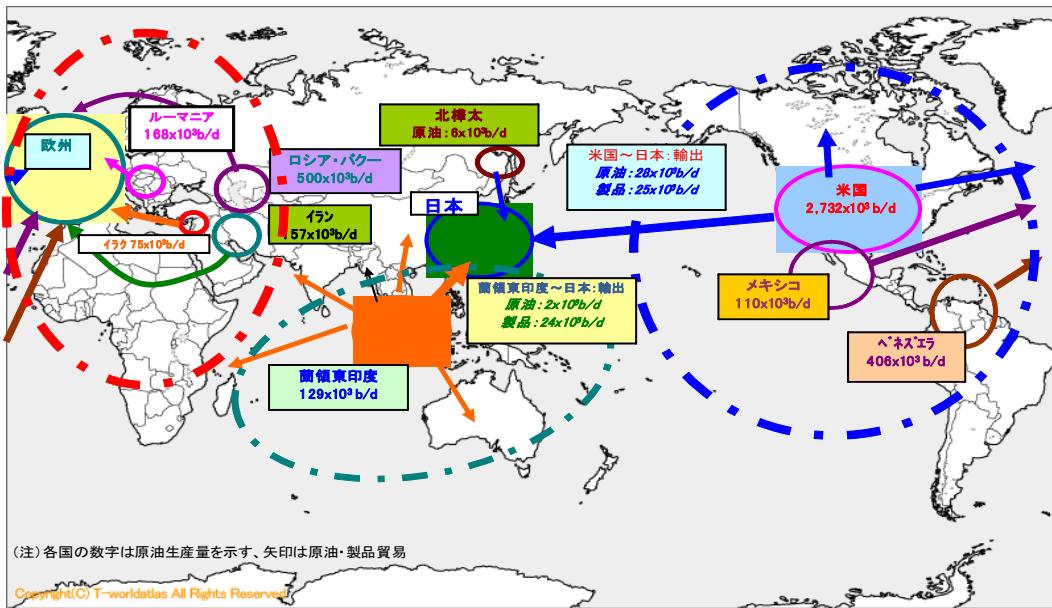
³⁰1次ソース:米国議会、Temporary National Economic Council、ヒヤリング資料

³¹ 1935年は石油価格が低迷し、原油生産量・石油製品消費量は低迷していた(図 2-10を参照)。従って、大雑把に言えば、270 万 b/d と 240 万 b/d の差額約 30 万 b/d が原油・製品として輸出されている(輸入 0 として)勘定となる。

出されていた。

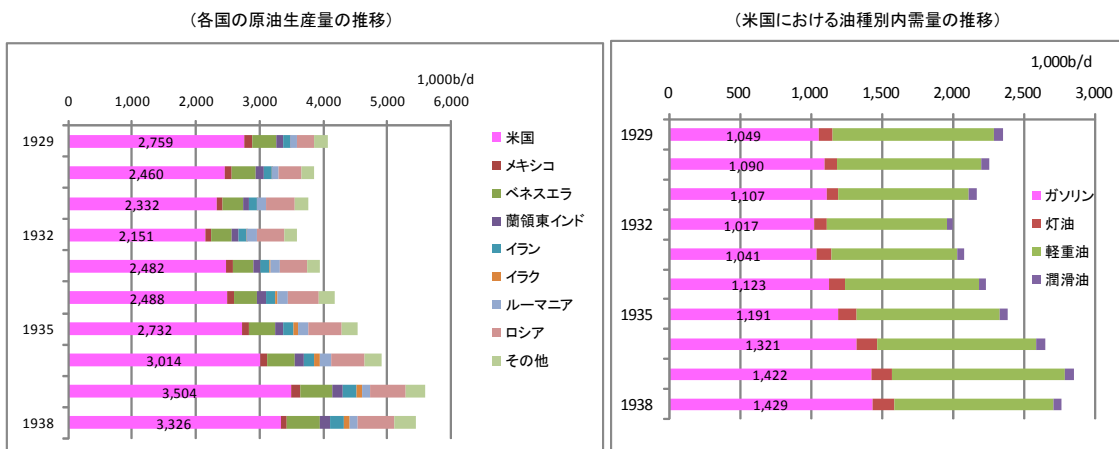
図 2-11 に世界の原油生産量(左図)と米国における油種別の需要量の推移(右図)を示した。世界の原油生産量は1929年の大恐慌後、需要の減退で1932年には358.9万 b/dまで低下するが、その後、原油生産量は次第に増加して1937年には500万 b/dを突破する。米国の比率は徐々に低下するものの構成比は60%を占め、世界最大の原油生産国であった。一方、世界最大の消費国である米国の石油製品需要を見ると、ほぼ原油生産量に比例して推移しており、1932年には200万 b/dを僅かに切るところまで低下するが、以後、反転して、1937年には280万 b/dを突破する水準まで上昇した。

図 2-10 世界における主要産油国の生産動向と世界貿易のフロー(1935年)



(出所)宇井丑之助「南方石油経済」を参考に作成。上記数字は各国の原油生産量(1935年)を示す。

図 2-11 米国の原油生産量及び内需量の推移(1926年～1938年)



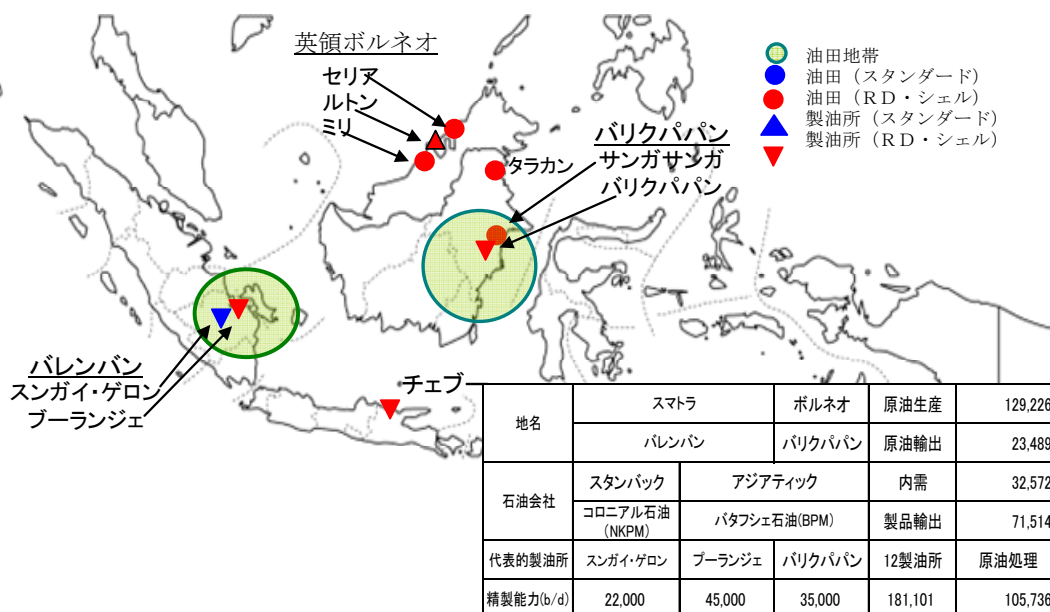
(出所) World Oil 等より作成

ガソリンについても同様の推移をたどり、1937年には142万b/dまで上昇する。以上の経緯を踏まえて、図2-9の価格水準の推移を考えると、生産水準の回復は進んでいるものの、デフレ状況が深刻で企業の収益性は大きく圧迫されていたというのが、1930年代、とくに後半の状況であると総括できよう。後述するが、米国のカリフォルニア州に油田を所有する石油会社が、スタンバックやライジングサンの思惑とは別に行動する(日本への輸出拡大³²)のは、こうした経済的な背景が理由であると考えられる。従って、石油業法に係わる国内でのスタンバックやライジングサンとのトラブルにより、米国への依存がさらに高まるという、結果が生じた。

(2)アジア地域

ロイヤル・ダッチ・シェル(アジアティック石油:アジア地域と統括する販売子会社)とスタンダード石油(スタンバック:極東における、ジャージーとソコニー・バキュームオイルの合弁会社)の2社は、図2-12に示すように、蘭領東インド(インドネシア)の油田の大半を所有しており、原油は、現地の自社製油所で精製して、その製品をアジア地域全域に輸出し、各地に展開する現地法人(あるいは支社)を通じて販売するという方式を採用していた。

図2-12 蘭領東インド・英領ボルネオにおける油田³³及び製油所(1935年)



(出所)宇井丑助「南方石油経済」(1942年)から作成、表の数字の単位は(b/d)。

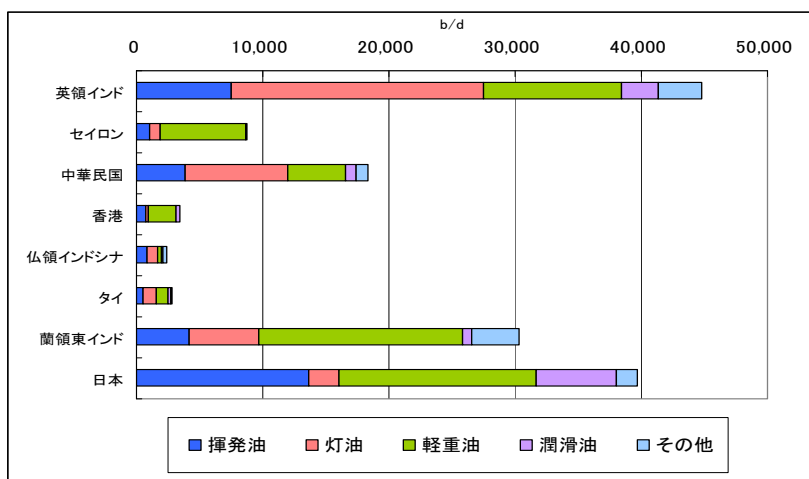
アジア地域における石油製品需要(1939年)は、図2-13に示すように、インド、日本、東インド(インドネシア)の3地域で約80%弱、日本単独では約25%を占めることから、スタンダード(スタンバック)やR

³²カリフォルニアに油田と製油所を所有する、米国シェルは輸出していない。

³³第2次世界大戦後、インドネシアの最大の油田になるミナス油田は、カルテックスによりスマトラ北部で発見されていたが、本格的な開発は戦後に行われた。

D・シェルにとっては重要な市場であった。日本との貿易は主として製品によるものであるが、ボルネオ産(現在、カリマンタン島)のタラカン原油、英領ボルネオからはセリア原油なが輸入されていた。タラカン原油は、艦船用重油として、ライジングサンが海軍に納入していた。

図 2-13 アジア地域における石油製品需要構成 (1939 年)



(出所) 日本以外は宇井丑之助「南方経済」(1942 年)、日本は戦略爆撃調査団(1946 年)資料から作成

(3) 欧州・中東

中東産油国はイラン、イラク、バーレン、ロシア(旧ソ連)はバクー、欧州はルーマニアが主要な産油国であり、主として欧州域内の石油製品市場へ供給されていた。ロシアの西シベリア油田、サウジアラビアの大油田は、まだ発見されていない。当時のソ連は、貴重な外貨の獲得手段として、バクー油田からの製品輸出を大量に行い、欧州市場の価格混乱をもたらした(日本における松方ガソリンも同様)。しかし、第 2 次 5 カ年計画(1933 年～)が急速に進展し内需が急激に拡大する 1935 年頃からは、輸出は大幅に縮小することとなった。当時、極東における唯一の油田は北樺太油田³⁴(日本に利権供与)であったが、1930 年代後半になると、日ソ関係の緊張からソ連側のサボタージュと圧力が増加し、次第に原油生産の維持が困難になっていく。

2-3 米国カリフォルニア州の石油事情 (1935 年)

世界の最先端に行く米国の事情はどうであったか。日本との原油、製品輸入で関係の深いカリフォルニア州の状況について、三菱石油内藤技師の報告(燃料協会第 174 号、昭和 12 年 3 月)を中心に

³⁴ 1920 年 3 月、ソ連極東のニコラエスフク(尼港)で、日本軍守備隊と在留邦人が革命派パルチザンにより虐殺される事件が起こった。シベリア出兵中の日本軍は、その報復として北樺太を占領した。日ソ間の協議により、尼港事件の賠償として、北樺太原油の利権が日本に譲渡され、日本による開発が行われることとなった(北樺太石油(1926 年)の前身、北辰会が 1923 年に試掘に成功)。これにより、1925 年、日ソ基本条約が締結され革命ソビエトとの国交が樹立された。北樺太石油は、日本政府の戦局打開の観点から、1944 年 3 月(操業停止は 1943 年 11 月)に利権の返還を行い、同年 4 月、北樺太石油は帝国石油と合併してその生涯を閉じた。

まとめてみると以下の通りである。

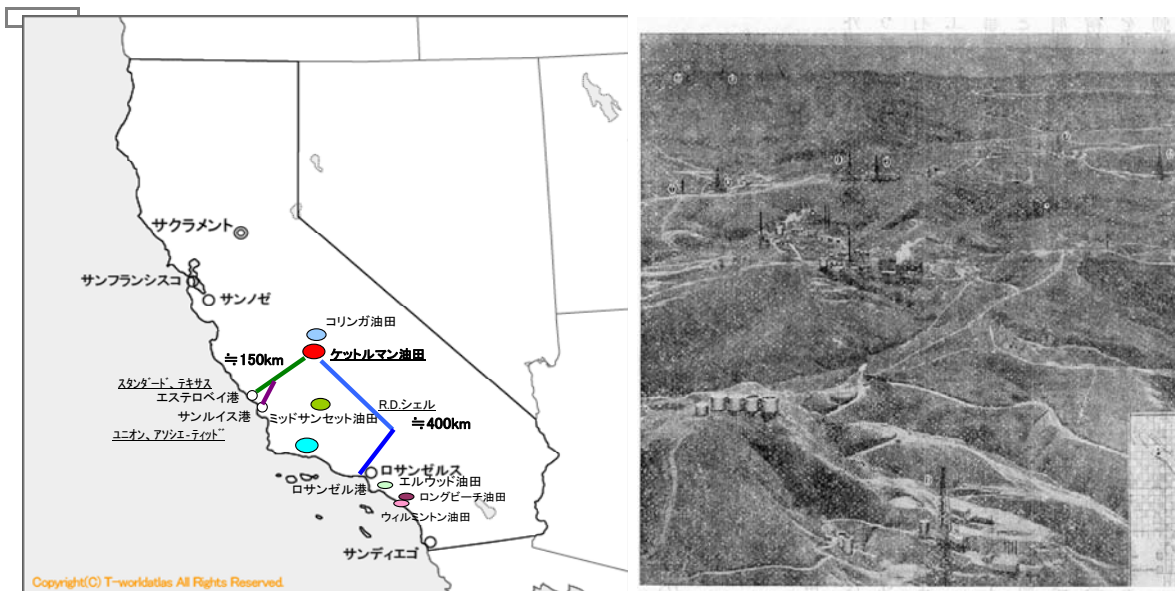
(1)原油生産

カリフォルニア州は、約56万b/d（全米で274万b/d）の石油を産出、操業会社数十社にのぼるが、このうち7大企業（スタンダード石油（カリフォルニア）19.1%、シェル石油10.7%、ユニオン石油9.0%、タイドウォーター・アソシエティド石油5.4%、ゼネラル石油5.1%、テキサス石油3.8%、リッチフィールド石油2.1%）が55%を占めた。

図 2-14 米国加州の油田・製油所・パイプライン・積み出し港の配置（1935年）

（カリフォルニア州の油田・製油所・パイプライン・積出港）

（ケトルマン油田）



（出所）左図は、三菱石油技師の内藤精一「米国加州製油工場の概況」（昭和12年2月13日第146回講演）、及び International Petroleum Encyclopedia 2009 の地図を参考に作成、右図は、日本石油の平木義良技師「ケトルマン原油の輸入について」（燃料協会1935年4月号）から転載

(2)製油所の処理能力

稼働中の製油所数は62、精製能力は81.9万b/d（14の製油所、精製能力4.4万b/dが休止）、分解能力は32.8万b/dである。当時は、原油価格・製品価格が低迷している時代であり、運転中の製油所においてさえ、稼働率³⁵は約60%しかなかった（但し、分解装置³⁶32.9万b/dだけはフル稼働）。表 2-3 に示すように、スタンダード石油（カリフォルニア）のリッチモンド製油所、エルセグンド製油所の

³⁵カリフォルニアでは原油・製品が供給過剰であったことから、日本への輸出は非常にインセンティブがあった。1934年に石油業法が制定され、備蓄義務、販売シェア問題で、外資系2社と日本政府の間で熾烈な論争が続いていたが、スタンダード石油（カリフォルニア）、ユニオン石油、テキサス石油などはこれと関係なく日本との取引を深めていた。

³⁶分解装置から発生する分解ガスを原料として合成されるイソオクタン（オクタン価100）の製造装置は、1935年時点ではまだ商業プラントとして稼働していなかった。

原油処理能力は10万b/d、シェル石油のウイルミントン製油所は4万b/dなど、現在と比較しても遜色ない規模の大型製油所が林立していた。

当時の日本の精製業の規模は、1934年3月時点で、製油所数67、原油処理能力はわずか4万b/dにすぎず、米国の1製油所にも満たない能力であった。米国並みの近代的製油所と言えるのは、表2-4に示すように、海軍の徳山燃料廠(製油所)、民間では日本石油の鶴見、下松、小倉石油の東京、横浜、三菱石油の川崎といった製油所に限られており、その他は旧式の原油釜(単蒸留)に毛の生えた程度に過ぎなかった。技術的・能力的に見て、最も進んでいたのが、海軍の徳山燃料廠であったが、蒸留装置(分解蒸留は除く)は、7,550b/d(1939年)の能力に過ぎなかった。

表 2-3 カリフォルニア州の主要製油所と精製能力

カリフォルニア州 (b/d)	原油生産量	製油所数	精製能力	原油処理	稼働率	原油輸出	対日比率
	564,024	62	819,460	491,676	60.0%	72,348	34.3%
7大石油会社	スタンダード (カリフォルニア)	アソシエーティッド	テキサス	RD・シェル	ユニオン	ゼネラル	リッチフィールド
代表的製油所	リッチモンド/エルセグント	エボン	セナード	ウイルミントン	ウイルミントン	トランス	ハイネス
精製能力(b/d)	200,000	48,000	30,000	40,000	58,000	35,000	55,000

表 2-4 日本の代表的製油所と精製能力

石油会社	小倉石油		日本石油		三菱石油	民間計	海軍
	東京	横浜	鶴見	下松	川崎		徳山燃料廠
製油所							
精製能力(b/d)	4,270	4,862	6,453	3,591	3,057	40,176	7,550

(3)自動車用ガソリン販売量とオクタン価グレード

カリフォルニア州の自動車登録台数³⁷は約230万台、1台あたりの年間消費量2.45kl、総量で年間560万klであったが、現在の日本のガソリン消費量の約10%に匹敵するという莫大な量であった。オクタン価のグレードは3つに分かれ、第1グレードが80オクタン(モーター法³⁸)、第2グレードが70オ

37 自動車の保有台数(1935年)

	米国	フランス	英国	ドイツ	イタリア	日本
1000台	26,221	2,065	2,064	1,232	397	133
1台当たり	5	20	23	54	108	484

(出所) 燃料協会誌「燃料世界展望24」より作成

³⁸CFR(圧縮可変式エンジン)により測定する方法で、RON(リサーチ法)やMON(モーター法)があるが前者は混合気温度40℃で600回転/分、後者は149℃、900回転/分で測定する。後者は3,000回転以上の高速回転域でのアンチノック性を測定するのに適している。標準資料として、ノルマルヘプタンを0、イソオクタンを100として、その混合比を持って、オクタン価を定める。ガソリンエンジンは混合気を圧縮して点火プラグによる火花点火を行う。点火プラグを中心に火炎が広がる様に燃焼し、発生した燃焼ガスは膨張する。点火プラグから遠い場所にある未燃焼の混合気(エンドガス)はピストンやシリンダー壁面に押しつけられ、断熱圧縮により高温・高圧になる。高温・高圧が限界を超えるとエンドガスは一気に自己着火し、その際に衝撃波が発生する。これを、ノッキングという。この衝撃波は金属性の音やエンジン部品破損の原因となる。同様の症状を示すブレイグニッション(早期着火)とデトネーションはノッキングには含まない。

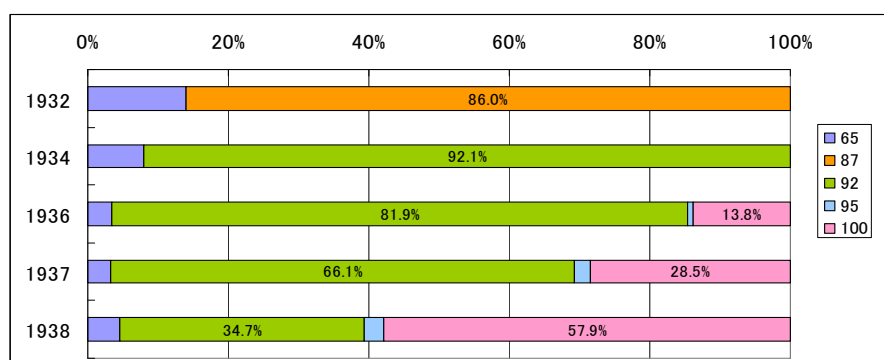
クタン、第3グレードが60オクタン程度となっており、販売量のシェアでいうと、第1が20%、第2が60%、第3が20%となっている。ガソリンは、直留ナフサ、天然ガソリン(NGLのガソリン留分)、熱分解ガソリンの3つの基材を中心に四エチル鉛を添加してブレンドされる。全米では分解ガソリンの比率が50%を超えていたが、カリフォルニア州の原油の大半は、ナフテン基原油であり、ナフサ留分³⁹のオクタン価が高いことから、逆に、直留ナフサの約50%の比率を占めていた。

2-4 1930年代における航空機の進歩と高オクタン価ガソリン

2-4-1 1930年代における航空機の進歩と航空ガソリン

第1次世界大戦に航空機(主として偵察)が登場して以来、戦争における航空機の重要性が認識され、陸上・海上における戦闘方式は一変することになる。1930年代、英仏独伊では陸海軍から独立して空軍⁴⁰が誕生し、地上軍または軍艦等の支援など補助的役割から制空権の獲得という独自の「戦略空軍」としての地位を確立していく。同時に、航空機の技術が飛躍的に発展する時代でもあり、より馬力が大きく、加速性・旋回性に優れた、航続距離の長い戦闘機が登場⁴¹するようになった。

図 2-11 米国の軍用機の使用燃料におけるオクタン価グレードの構成比の推移



(出所)石油時報(1939年4月)、1938年は推定

こうした性能の優劣が、航空戦での勝敗を決定的なものにするという認識が高まり、発動機(ガソリンエンジン)の性能向上、とりわけガソリンの品質、オクタン価を如何に高いものにするかが焦点となった。

³⁹ 当事の原油性状を分類すると、カリフォルニア州の多くの原油はナフテン基系、インドネシアの原油はパラフィン系(但し、タラカン原油は混合基系に分類されるが、成分的にはナフテニックな原油である)、中東原油は混合系となる。特に、接触分解装置が登場するまでは、航空ガソリン用には、直留ナフサのオクタン価が高い留分を持つ原油(すなわち、ナフテン基系原油といわれる)を確保することが必要とされた。また潤滑油のベースオイルになる減圧軽油もナフテン基系原油からの留分が優れていた。

⁴⁰ 日本や米国では、特に海軍が、航空母艦機の運用を巡り、空軍の独立化については強い抵抗があった。米国では大戦末期には、事実上の空軍独立化が実現した。しかし、日本では空軍の独立は実現せず、太平洋戦争中も、最後まで、一部の例外を除き、陸海軍航空部隊の統合的な運用は実施されなかった。

⁴¹ 陸軍は海軍と比較して燃料問題に関し、殆ど関心を抱いてこなかったが、1930年代(満州事変1931年)以降、大陸での行動が拡大するにつれ、自動車や航空機燃料の重要性を認識するに至った。海軍の関心が石炭液化など燃料全般の包括的な対策を進めたのに対し、陸軍は航空ガソリンに特化する形で対応がなされた。

当時の米国軍用機のオクタン価グレード⁴²の推移を図 2-11 に示した。1932年にオクタン価 87 のガソリンであったものが、1934年から1936年にはオクタン価 92、1937年から1938年にかけて、オクタン価 100 のガソリンのシェアが拡大して、1938年には、オクタン価 100 が標準となった。

一方、日本はどうキャッチアップをしたのか。米国のオクタン価が 87 であったときは、日本では 80～85 が限界であった。米国でオクタン価の主流が 92 であった 1936 年に、ようやく、オクタン価 87 の量的な製造に目途がつき、96 式のプラント(海軍燃料廠)が、日中戦争勃発の直前に稼働を開始した。米国が 100 へ移行した 1938 年になって、日本はオクタン価 92 に到達したが、オクタン価 100 は、日本にとって高いハードル⁴³であった。以上を踏まえ、1930 年代、航空ガソリンのオクタン価問題について、軍がどのような認識をしていたかを当時の資料から検討してみると以下のとおりである。

(1)1932 年の陸軍の認識

満州事変(1931年)が終結した翌年 1932 年に、第 16 旅団長・林茂清陸軍少将は、当時、日本で唯一の権威あるエネルギー(石油・石炭など)に関する学会(団体)であった燃料協会⁴⁴の学会誌第 117 号(1932 年 6 月)に「陸軍と燃料」の論文を寄稿している。論文の中で、「科学の進歩に伴い陸軍の戦法は往時に比して一新された結果、軍の機械化は近代戦闘の特質を形成するに至った。したがって、軍の機械化は各種燃料の供給に依存するところ大であるから、将来において、戦争と燃料の益々の緊密な関係を図るため、軍事当局と燃料関係当局とは互いに連携して国防の目的達成に努力すべきである」(筆者注:現代語改め)と、軍の機械化、特に航空機及航空機燃料の重要性を述べている。また航空機の進歩に触れ、1925 年頃の航空機が 200～300 馬力程度のエンジンであったものが、次第に大型化され 500～600 馬力、さらには 1000 馬力を凌駕するエンジンが出てきていることを指摘した。1932 年当時の航空機エンジンが凡そ 500 馬力相当で、燃費は 1 馬力あたり 1 時間の燃料消費(=PSh)は 250g 程度であることを例としてあげている。ただし、この時点では、海軍を含め、航空ガソリンのオクタン価の問題はまだ認識されていないことがわかる。

(2)1938 年の陸軍の認識

約 6 年後の 1938 年春、陸軍航空技術研究所・遠藤永次郎航空兵中佐(工学博士)は、燃料協会主催の春季特別講演会において「航空燃料のオクタン価と発動機の性能」の講演を行っている。この講演の議事録が、燃料協会誌第 187 号(1938 年 4 月)に掲載された。この中で、まず、航空機の性能向上には、重量あたりの出力(馬力)が大きいこと(軽量化・加速性)、馬力あたりの燃費がよいこと(航続距離)が求められることをあげ、このためには、1)エンジンの圧縮比を増加させるか、2)吸入圧をあげ

⁴² オクタン価はモーター法(ASTM, 1933)をいう。後年、リサーチ法(ASTMD908, 1948)、モーター法(ASTM(D357), 1948)、航空法(ASTM(D614), 1948)とオクタン価の測定法が標準化された。リサーチ法とモーター法のオクタン価差は必ずしも一定しないが、イメージ的に言うと、当時のモーター法 87 はリサーチ法で 92～95、モーター法の 92 はリサーチ法の 95～100 程度で、現在のハイオクガソリンと同等、モーター法の 100 は競艇用のガソリン(リサーチ法 110～120?)程度と考えてよいであろう。

⁴³ 1938 年末に、海軍燃料廠ではオクタン価 100 を目指すという意味決定を行った(「中原延平伝」)。

⁴⁴ 日本で最も長い歴史を持つエネルギー関係学会(1921年に設立、1991年に日本エネルギー学会に改称)。

て燃料と空気の供給量を多くする(=過給)が必要であり、この過程でノッキングが生じるが、これを回避するには燃料のオクタン価を上げなければならないことを説明している。

米国では、1920年代後半頃の自動車のオクタン価は50くらいであったのが、現在では87相当になっており、軍用では100が使用されはじめている。オクタン価87と100の相違について、燃費で10～15%程度改善され、概ね180g/Psh以下になると報告している。またオクタン価100の航空ガソリンを製造するには、基材としてイソオクタンが必要となるが、原料となる(分解装置より副産される)分解ガスには、重合に必要なイソブチレン、ブチレンなどのオレフィンの含有率が低いことから、大量に生産可能なのは、分解装置を大量に持つ米国のみ可能であると述べている。このように、空軍の戦闘性能を決するのは、まさに如何に高オクタン価ガソリンを供給できるかにかかっていると強調しており、6年間の間に、状況認識が大きく変化したことが理解される。

2-4-2 日本における航空機(軍用機)の発展

(1)純国産機の生産体制の確立⁴⁵

陸軍の制式戦闘機を製造したのは、中島飛行機、川崎航空機、海軍は三菱重工、中島飛行機及び川西航空の3社、陸海合計で4社であった。わが国航空機工業が自立の幕をあげたのは昭和7年(1932年)から実施された海軍の3カ年連続、重点機種、国産設計試作であった。これは海軍航空本部長松山茂中将と同技術部長山本五十六少将の「海軍機は今後わが国の設計者によって、すべて純国産でまかなう」という方針によるもので、陸軍も同趣旨の計画を実施した。この計画により、海軍の96式⁴⁶艦上戦闘機(後継機は「零式艦上戦闘機」、すなわち“ゼロ戦”)、陸軍の97式、1式(隼)戦闘機など、名機といっよよい優秀機が続々と製造されるようになった。エンジン⁴⁷の方もこれと同じく世界水準の国産空冷エンジンが相次いで開発され、これらの機体に装備されるようになった。

(2)陸軍機と海軍機の設計思想

表2-5に1930年代後半の陸軍の代表的戦闘機を示すが、1938年頃まで活躍した、95式戦闘機(複葉)にかわり、日中戦争が勃発(1937年7月)の翌年の1938年4月に、97式戦闘機(単葉)が登場する。97式は、1939年に起こったノモハン事件では、ソ連の戦闘機を相手に奮闘し、その優秀性を示した。次代戦闘機の1式の開発が遅れたことから、第2次世界大戦初期まで現役として活躍した。

海軍の零式戦闘機の航続距離は3,000km以上であるが、陸軍戦闘機の航続距離は1,000km未満と短い。これは用兵上の差である。陸軍機は大陸での戦闘を想定しており、敵空軍の迎撃、あるいは地上部隊の支援を中心とした航空戦を想定しているため、戦場と航空基地の距離はそう遠くないからである。97式の場合、行動半径は約500kmで、20分程度の戦闘(巡航速度で飛ぶ場合の10倍程度燃料を消費する)を前提として、航続距離⁴⁸は約1,000km程度と考えるとよい。但し、太平洋戦争中、

⁴⁵ 「ガソリンの時代」(熊崎照著、オイルリポート社、2001年)、p282～p283 参照

⁴⁶ 皇紀2,600年(=昭和15年)を基準とする。昭和11年制式の場合、皇紀2596年にあたるので、96式と命名した。従って、零式とは昭和15年制式(皇紀2,600年)を意味する。

⁴⁷ 零戦と隼に搭載されていたエンジンは同一であった。

⁴⁸ 航続距離は、燃料満タンの飛行で計算されるが、実燃費は往路、復路で大きく異なる。

東南アジアで活躍した1式(隼)の場合は、輸送船・艦船(上陸用部隊)の護衛などの必要性から、補助タンクを装着して、97式の2倍の約2,200kmの航続距離があった。

表 2-5 陸軍の代表的戦闘機の性能向上 (1930年代)⁴⁹

型式	キ10	キ27	キ43-I
名称	95式(川崎)	97式(中島)	1式(中島)
	(複葉機)	-	(隼)
使用時期	1938末まで	1938.4~1941頃	1941.4~
総重量	1,650kg	1,650kg	2,580kg
馬力	850Psh	780Psh/3,000m/2,600rpm	970Psh/3,400m/2,500rpm
航続距離	行動半径300km	行動半径500km	1,100km/2,200km(+補助タンク)
最高速度	396km/h/3,000m	460km/h/3,500m	495km/h/4,000m
巡航速度	-	434km/h	320km/h/2,500m
上昇限度	-	12,250m	11,750m
ガソリンのオクタン価	87	87/92	92

(出所) 航空情報別冊「太平洋戦争・日本陸軍機編集」(1968年10月)、防衛庁防衛研修所戦史室編「陸軍航空の軍備と運用(1)」(1971年12月)、オクタン価はモーター法。

(3) 高オクタン価ガソリンが必要とされた実例

図 2-16 には、当時の各国の代表的戦闘機を示した。日本海軍の零戦を除いて、ドイツの戦闘機であるメッサーシュミット、英国の戦闘機であるスピットファイヤー、日本陸軍の97式戦闘機はいずれも迎撃用戦闘機である。メッサーシュミットの航続距離は約700kmと97式よりもさらに短い。1940年に行われた有名な空戦である「バトル・オブ・ブリテン」では、爆撃機の護衛のためにロンドン上空にとどまるのは15分しかなく、戦闘機の十分な護衛のなかったドイツの爆撃機の損害は大きく、勝敗を決する一因となった。米国より供給されたオクタン価100のガソリンを使用するスピットファイヤー⁵⁰と石炭液化油から製造されるオクタン価87のガソリンを使用する戦闘機メッサーシュミット⁵¹の戦いでもあった。双方の戦闘性能は甲乙つけがたく、発動機(エンジン)に大差がないとしたら、ガソリンの品質(オクタン価)の差が、空中戦に大きな影響を与えたと考えられる。日中戦争時、漢口や重慶爆撃は九州の航空基地から行われたが、戦闘機の護衛のない爆撃機の被害は大きかった。そこで、航続距離の長い海軍機を動員したものの、それでも足りず、急遽、米国からオクタン価100のガソリンを輸入⁵²して対応し

⁴⁹ 1938年前後は航空機の技術革新の時期にあたり、これまでは、鉄の骨格に布製の外皮であったものが、翼や機体の外板そのものが強度を持つモノコック構造に変化し、複葉から単葉へ、またプロペラも木製から金属へと変化した。また発動機(エンジン)も1,000馬力を超えるものが出現するようになった。

⁵⁰ ロールスロイスのエンジンPV1200「マリン」を搭載、87オクタンと100オクタンガソリンの性能試験比較によると、最高速度はオクタン価87で、380km(高度4,785m)に対し、100では418km(高度5,273m)に増加、馬力は87の830馬力から、100では1,050馬力まで上昇したが、燃料消費は逆に減少した(前出、「ガソリンの時代」P351)。

⁵¹ 工藤章「現代ドイツ化学企業史」(ミネルバ書房、1999年)表5-16「IGファルベン」のロイナ工場における人造石油の生産高の製品別内訳を見ると、実験設備ではあるが、1939年9月以降、ブタノールからイソオクタンを合成している(1940年7,079トン)ことが分かる。従って、石炭液化油の2次水添ガソリンにイソオクタンを混合して四エチル鉛を添加している場合は、オクタン価は92~95程度になっているかも知れない。

⁵² 1939年時点で近代的な製油所を持つのは、海軍燃料廠(徳山)と日本石油、三菱石油(米国アソシエティッド石油と三菱商事の折半出資)、小倉石油など数社であり、海軍燃料廠は日本で最高水準の技術を誇り、業界の指導的立場にあった。この時点では、オクタン価92の量産が限界でオクタン価100のガソリンを量産することはできなかった。

た。米国世論は「米国のガソリンで中国人の虐殺を行なわれた」と硬化し、日本への禁輸を求める声が高まった。

図 2-16 1930 年代後半の代表的戦闘機（日本、ドイツ、英国）-Wikipedia より

Bf 109 (Messerschmitt Bf 109)



用途 ドイツ空軍戦闘機
 設計者 ウイリー・メッサーシュミット
 製造社 メッサーシュミット(バイエルン航空機)
 初飛行 1935年5月28日
 生産数 33,000機
 運用開始 1937年(バトル・オブ・ブリテンの戦いに参加)
 燃料 石炭液化ガソリン(MON92)

スーパーマリン スピットファイア (Supermarine Spitfire)



用途 イギリス空軍戦闘機
 設計者 R.J.ミッチェル
 製造社 スーパーマリン社
 初飛行 1936年3月5日
 生産数 23,000機
 運用開始 1938年(バトル・オブ・ブリテンの戦いに参加)
 燃料 アルキレート・FGCガソリンでブレンド(MON100)

九七式戦闘機(キ27:試作機名称)



用途 日本陸軍戦闘機
 設計者 小山悌
 製造社 中島飛行機
 初飛行 1936年10月
 生産数 3,386機
 運用開始 1938年(日中戦争、ノモンハン戦に投入)
 燃料 民間製油所の最高グレード(MON87)

零式艦上戦闘機



用途 日本海軍 艦上戦闘機(航空母艦搭載)
 設計者 堀越二郎
 製造社 三菱重工
 初飛行 1939年4月
 生産数 10,430機
 運用開始 1940年(日中戦争戦に投入)
 燃料 98式水素化分解装置を使用(MON92)

2-5 1930 年代における航空ガソリンの生産プロセス

航空ガソリンをどれだけ(量)、どの程度のもの(質)を、どのように生産することができたのか。いわゆる質と量の問題を検討していくことにするが、まず質の問題、次に量の問題へと進むことにする。

2-5-1 ガソリンをどのようにつくるのかー質の問題

(1) ガソリンのブレンド方法

ガソリンは、①ベースガソリン、②高オクタン価基材、③蒸気圧調整基材、④四エチル鉛⁵³、⑤酸化

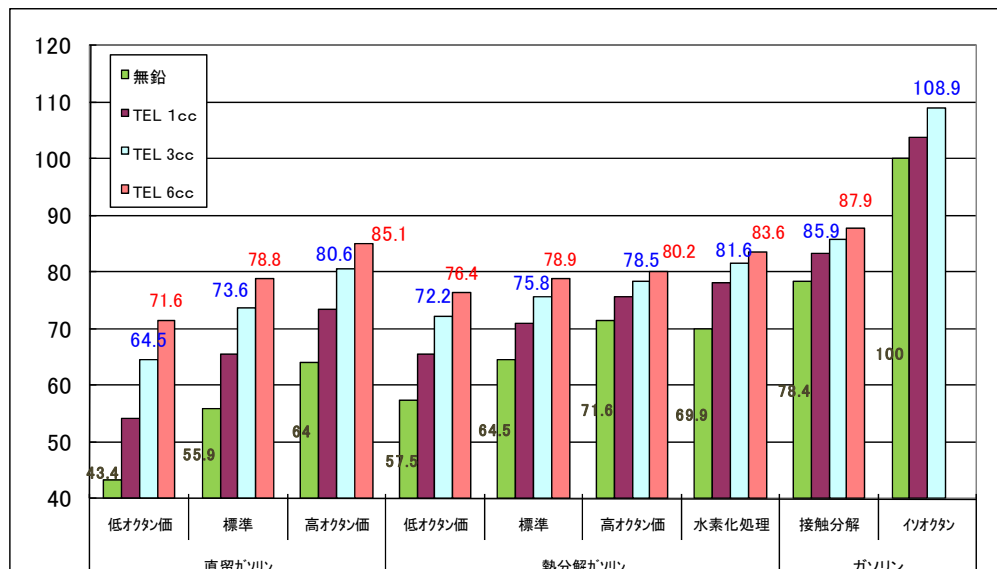
⁵³ GM の傘下にあるデイトン研究所で 1921 年 12 月に、四エチル鉛をガソリンに添加するとエンジンがノッキングを起

防止剤等を調合して作られる。まずベースガソリンであるが、性状としては、概ねモーター法オクタン価が65以上、蒸気圧が0.5kg/m²未満で、蒸留性状90%点は135℃以下が求められた。ガソリン中の混合比率は50%～60%程度となる。これにオクタン価が高い基材(90～100)を30～40%ブレンドし、低温始動性を円滑にするために、蒸気圧の高いイソブタンやブタンを5～10%混合する。最後に、四エチル鉛を1ガロンあたり1cc～3cc程度添加して目標オクタン価に調整する。さらに、酸化防止剤を加えると、最終製品が誕生する。

(2)ベースガソリン:直留ナフサ(ガソリン)⁵⁴と熱分解ガソリン

図 2-17 は、各留分(ベースガソリン)のモーター法オクタン価に関する四エチル鉛の添加効果を示している。各々の留分について、無添加の場合のオクタン価、1ガロンあたり1cc 添加した場合、3cc 添加した場合、6cc 添加した場合のオクタン価を図示している。

図 2-17 各留分に関する四エチル鉛の添加効果 (モーター法オクタン価)



(出所) "Petroleum Refining Engineering," W.L.Nelson, 4th Edition, 1958 の Table3-11 をもとに作成⁵⁵

(注)TEL1cc とは、1ガロンあたりの四エチル鉛(TEL)の添加量

Nelson⁵⁶によれば、四エチル鉛の添加効果(オクタン価上昇の幅)は、ガソリン基材の特性により異

こさなくなることをチャールズ・ケタリングとトマス・ミジリーが発見した。GM はデュボンとガソリン添加剤としての四エチル鉛の産業化を検討し、1923年4月、ゼネラル・モーターズ・ケミカル・カンパニー を設立したが、準備段階で、工場多数の死者が発生したことから、デュボンは撤退、その後、1924年、スタンダード石油(ジャージー)と組み、エチル・ガソリン コーポレーション (Ethyl Gasoline Corporation) を設立した。ノッキングしないガソリン「エチル・ガソリン」という名で世界中のガソリン販売業者を通じて販売されてきたが、1970年以降は、環境・健康被害が問題となり、ガソリンへの四エチル鉛の添加が禁止された。現在では、無鉛ガソリンへと転換され、一部の例外を除き使用されていない。

⁵⁴ 直留ナフサと直留ガソリンは同じ意味で使用している。

⁵⁵原油の性状や反応条件により留分(基材)のオクタン価は変化する。また添加効果も異なるので、図 2-17の数値は、リファレンスとして考える必要がある。

⁵⁶ "Petroleum Refining Engineering," W.L.Nelson, 4th Edition, 1958

なるが、多数の実験結果から経験則として、以下の規則性を見出した。

- ①低オクタン価留分ほどオクタン価の上昇幅が大きい。
- ②硫黄分(特にメルカプタン、モノ・ジ・サルファイド)が少ないほどオクタン価の上昇は大きい。
- ③オレフィン含有率(不飽和度)がすくないほどオクタン価の上昇幅は大きい。

ケトルマン原油は軽質(API比重39)でナフテン基系の原油であるが、中でもナフサ留分のオクタン価が非常に高いのが特徴であり、またその留分得率が多かった。当時、日本が輸入していた米国の約90%はケトルマン原油であった。この原油の直留ナフサのオクタン価は70~75と、他の原油と比較して高い値を示す。図2-17の例では、直留ナフサ(ガソリン)のうち無添加でオクタン価最も高いのが64であるが、この留分の場合、1ガロンあたり3ccの四エチル鉛を添加するとオクタン価は80~85程度まで上昇することが分かる。オクタン価が87~92の航空ガソリンをつくるには、この直留ナフサ留分を再蒸留(精密蒸留)して、オクタン価の高い(70~80)部分取り出す必要があるが、得率は、最初の留分得率の10%~30%程度まで減少する。パラフィン系や混合基系の場合、直留ナフサのオクタン価は、無添加で40~50程度の場合が多いので、オクタン価の高い部分(70~80)は殆ど存在しない。従って、航空ガソリン用の直留ナフサを得るには、オクタン価が高い原油を探しだすことが必要となる。

この量的な不足を補うため、直留の軽油・重油留分を熱分解して生産された分解ガソリンがある。図2-17で示されるように、分解ガソリンのオクタン価は、直留と比較して5から10程度高く、四エチル鉛の添加効果が直留ナフサと同じようなものであれば、問題は解決するのであるが、現実にはそうならない。というのは、熱分解ガソリンは、硫黄分が高く、オレフィン含有率が高いことから、四エチル鉛の添加効果が低い。図2-17に示すように、最大限に添加しても80オクタン程度が限界で87に達しない。オレフィンによる重合物(ガム)の形成や酸化安定性が悪いなど、その他の品質上の問題があり、過酷な条件で使用される航空ガソリンには適さないことが分かった。

表 2-6 航空ガソリンの基材別オクタン価比較(1935~1938年)

場所	—	スタンダード(NJ) ハートン・ルーヂュ	徳山燃料廠	徳山燃料廠	独・ロイナ
原油	ナフテン基系	ナフテン基系	オハ原油 (ナフテン基系)	オハ原油 (ナフテン基系)	石炭
原料油	直留ナフサ	軽油	軽油	分解ガソリン	石炭液化油
プロセス	—	IHP法	海軍98式	海軍96式	IGファルベン
オクタン価	直留ガソリン	水素化分解 ガソリン	水素化分解 ガソリン	水添ガソリン	2次水添油
無添加	74.2	76.5	75	72	75
1cc/gal	83.0	85.3			
2cc/gal	86.5	88.5			
3cc/gal	88.8	90.4			
4cc/gal	93.5	95.5	92*	87*	max 90

(出所)直留ガソリン、IHP法水素化ガソリン:Oil & Gas Journal,1938年3月31日号、海軍96式、98式:海軍燃料史(*添加量は不明):詳細は脚注51参照、石炭液化油:十川透「見直される戦時中の石炭液化技術」(陸軍燃料廠史)

これを改善するには、熱分解ガソリンを水添(水素化)処理の必要がある。四エチル鉛の添加効果は改善され 87 のオクタン価ガソリンが製造可能となり、また重合物の形成や酸化安定性の問題も解決される。軽油留分を水素化分解(水添分解)して、ガソリン留分を製造する方法⁵⁷がある。直留ナフサの性状に近く、四エチル鉛の添加効果は高い。オクタン価が 87~92 程度のガソリンの製造が可能となる。問題は、水素化分解が、高温高压であり、装置には耐腐食性の材料が必要となる。当事の日本の工学的能力を前提にすれば厳しい条件であった。表 2-6 に、当時の代表的な航空用ガソリン基材のオクタン価を示したが、ナフテン基系原油をベースにして製造される場合で、ほぼ最高値と言えよう。

(3)高オクタン価基材:イソオクタンの製造方法

オクタン価を 92 からオクタン価 100 に上げるには、どうしても高オクタン価基材であるイソオクタン(オクタン価 100)が必要である。航空ガソリンは、直留ナフサ、水素化分解ガソリンをベースガソリン(60%)にイソオクタン(高オクタン価基材)を 40%程度混合して、四エチル鉛を添加すれば製造可能となる。イソオクタンの製造プロセスは二段階に分かれる。

第一段階:分解装置から副生される分解ガス(オレフィン)中のイソブチレンやブチレン(C₄)を重合して C₈のオレフィンを合成する。

第二段階:水素を添加しイソパラフィンであるイソオクタンをつくる。

表 2-7 米国におけるイソオクタン製造プラント一覧(1939年)

社名	所在地	能力(b/d)
フィリップ	テキサス	400
ガルフ	ポートオーサ	600
ハンブル石油	ベイタウン	1,500
スタンダード	ニュージャージー	
スタンダード	ルイジアナ	
スタンダード	インディアナ	1,200
スタンダード	カリフォルニア	1,200
RD・シエル	ドミンゲッツ	1,200
RD・シエル	ウッドリバー	
RD・シエル	フェストン	
合計		6,100

(出所) 小林良之助「クラッキングの動向」(昭和 14 年 5 月 20 日、第 165 回例会講演)

当初、重合の方法(第一段階)としては、熱重合法が採用されていたが、触媒を利用した接触重合法が効率的であることが分かった。1934 年に硫酸を触媒とした接触重合法(シエル法)⁵⁸が開発され、1935 年には、UOP が磷酸触媒法を工業化し本格的な導入⁵⁹がはじまった。イソオクタンを合成するに

⁵⁷スタンダード石油(ジャージー)が、IG フェルベンが開発した石炭液化に関する水素添加技術を応用して開発した。IHP 法とは、1930 年代初頭以降、国際水素添加特許会社が特許を有する水添プロセスである。

⁵⁸ 最初に、低温硫酸法が開発され、次に高温硫酸法が開発された(後者は広く普及した)。

⁵⁹ 日本では、1938 年に三菱石油(100b/d)と日本石油(50b/d)が、1939 年に海軍、朝鮮石油が UOP 法を導入した。

は、イソブチレン等の原料を大量に必要とする。1937 年の米国の熱分解装置⁶⁰の能力は、220 か所、233 万 b/d であるので、熱分解装置からの分解ガスが約 10%、そのうちの 10%がイソブチレン・ブチレンと仮定すると、分解装置能力の約 1%となる。従って、233 万 b/d の 1%は 2.33 万 b/d となり、これがイソオクタン生産量の上限となる。40%ブレンドとすれば、約 58,300b/d、年間約 338 万 kl の航空ガソリンの製造が可能⁶¹となる。1939 年の初頭の段階では、イソオクタン装置は表 2-7 に示すように、6,100b/d であるので、潜在能力の約 26%でしかなかったが、第 2 次世界大戦が始まると、またたく間にイソオクタン装置は各製油所(分解装置がある)に拡大した。

日本の場合は、分解能力が小さいため、分解ガスをイソオクタンの原料とするのは難しく、他のソースを探す必要性があった。工業的製法としては、朝鮮窒素における、アセチレンから出発して、アセトアルデヒドを経由して n-ブタノールを合成、これを脱水・異性化する合成経路が選択された。もう一つは、バイオマスを利用したアセトン・ブタノール醗酵があった。前者については、1939 年に朝鮮窒素・興南工場に、年間 3 万 kl(517b/d)のイソオクタン製造能力を持つプラントの建設を開始し、1942 年 5 月に、最初のイソオクタンの製造に成功した。

2-5-2 航空ガソリンをどれくらい生産できるのかー量の問題

オクタン価のグレード別に、ガソリンの最大生産可能量は、対原油得率で、どれくらい可能かを以下の条件において試算した。海軍の 96 式は 1936 年に開発(1937 年商業化)、98 式⁶²は 1938 年に開発(1939 年商業化)されているが、この装置は利用可能とし、接触分解プロセスは除外した。

イ. 日本の製油所:海軍燃料廠

ロ. ベース原油:当時の日本の輸入原油の 90%を占めたケトルマン原油⁶³

ハ. 蒸留性状は、図 2-18 の蒸留曲線に従って各留分の得率を計算

ニ. 熱分解装置(クロス式分解蒸留)、分解得率は水田政吉「石油(ダイヤモンド産業全書 12)より

ホ. 水添装置は海軍の 96 式水添装置:得率は海軍燃料史より(1936 年に完成)

ヘ. 水素化分解装置は海軍の 98 式水素添加装置:得率は海軍燃料史より(1938 年に完成)

計算手順は、まず直留のみで計算する(1)。次に、直留の各留分のうち、残渣油(重油)を全量、熱分解にかける場合を計算する(2)。さらに、分解ガソリンを全量 96 式で水素添加して、オクタン価 87 のガ

⁶⁰ Oil & Gas Journal,1938 年 3 月 31 日号

⁶¹ 1935 年の日本における、軍民あわせての航空ガソリン需要 1,121b/d の約 52 倍に相当する。

⁶²1933 年(昭和 8 年)、海軍燃料廠では、1932 年に分解蒸留装置 2 基(合計 1,000b/d)を導入し、分解ガソリンから航空ガソリンを製造しようとしたが、四エチル鉛の添加効果が低く、オクタン価 87 の航空ガソリンは製造できないことが分かった。海軍が進めてきた石炭液化の開発により蓄積してきた、水添分解のプロセスを転用、1936 年(昭和 11 年)に、分解ガソリンを水素添加する 96 式水素添加装置の開発に成功して、1937 年に 87 オクタンの航空ガソリン製造が可能となった。1938 年、灯軽油留分を水素化分解してオクタン価 92 のガソリンの製造が可能となった。この装置を「98 式水素添加装置」と命名し、商業プラントは 1939 年に稼働を開始した。

⁶³日本石油の平木義良技師「ケトルマン原油の輸入について」(燃料協会誌第 151 号、1935 年 4 月)によれば、当時(1935 年)、日本が米国から輸入する原油の 90%は、カリフォルニア州のケトルマン原油に集中していた。

ソリンにグレード・アップする。そして、直留留分(灯油、軽油)を全量 98 式で水添分解して、オクタン価 92 のガソリンにグレード・アップする場合を試算する(3)。

表 2-8 代表的輸入原油の蒸留性状

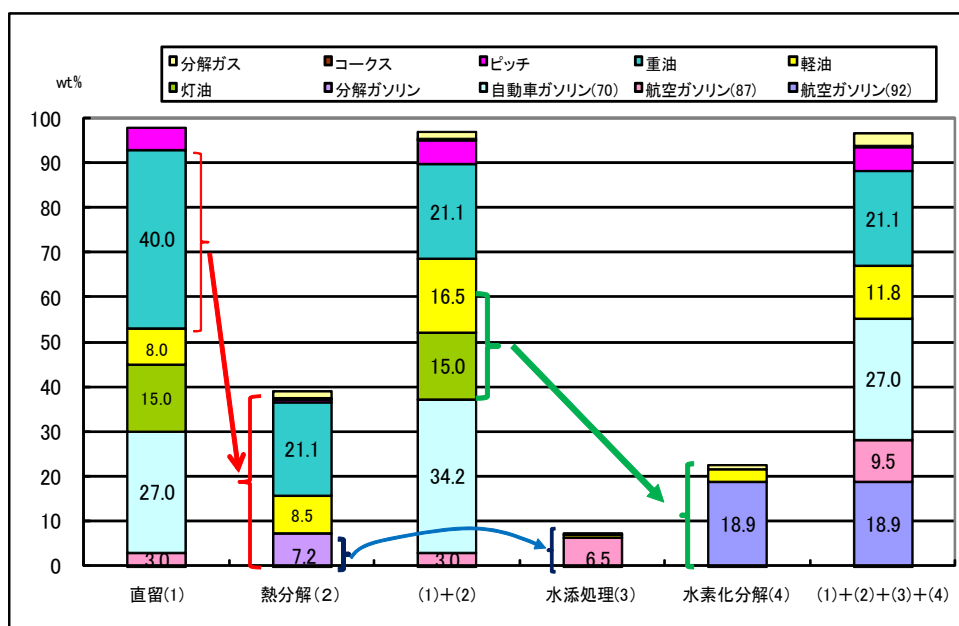
原油名／留出量(%)	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%
ケトルマン	54	80	102	123	135	150	173	190	216	237	263	280	300
エルウッド	63	107	125	138	151	163	177	191	206	222	238	255	276
ミッドウエー・サンセット	63	103	129	155	176	200	225	250	273	297	315	332	342
コーリング	106	282	299	313	327	332	344	349	353	353	352	350	345
イラク	48	88	114	134	154	173	193	213	236	264	285	330	325
ルーマニア	43	95	118	137	158	179	202	223	249	275	296	320	343
オハ	92	217	242	261	278	295	307	331	335	350	362	368	372
ミリー	163	227	248	260	270	275	275	280	290	300	315	330	340
タラカン	173	244	260	265	270	273	280	310	315	325	330	350	370

(出所) 水田政吉「石油(ダイヤモンド産業全書 12)」(1938 年)

(1) 直留(常圧蒸留ベース)

- ①表 2-8 の蒸留性状から、カット温度 173℃として、オクタン価 70 のガソリンが約 30%とする。
- ②このうち再蒸留(精密蒸留)を行い、四エチル鉛を添加して 87 オクタン価の航空用ガソリンは、凡そ 3%(対原油)、その他の 27%は 70~80 程度のオクタン価のガソリンが得られるとする。
- ③その他留分は、灯油留分が 15%、軽油留分が 8%、重油留分が 40%(カット温度 300℃)である。

図 2-18 ケトルマン原油におけるガソリンの最大収率



(出所)筆者試算結果

(2)分解蒸留を加えた場合

①クロス式分解蒸留(熱分解)により、40%の重油留分を分解すると、分解ガソリンは、対重油留分で18%、対原油で7.2%の得率となる。

②分解ガソリンは、前述したように、オクタン価が87にならないので、一般の自動車用に混合される。従って、再計すると、対原油ベースで、航空用ガソリン(87オクタン)は3%、自動車用ガソリン(70~80オクタン)34.2%。合計で37.2%となる。1935年段階ではこれが限界であった。

(3)水添処理、水素化分解を加えた場合

①分解ガソリン7.2%(対原油)を処理すると、6.5%(対原油)が水添されたガソリンとなり、オクタン価は87となる。

②98式で直留の灯油・軽油23%(対原油)を水素化分解することにより、18.9%(対原油)のオクタン価92のガソリンが追加生産される。以上を整理すると、1938年末の段階では、航空ガソリン(オクタン価92+87)が28.4%、自動車ガソリンが27%、合計で55.4%のガソリンを生産が可能⁶⁴となる。

以上を要約すると、次の通りとなる。

(直留+分解ガソリン:日本~1935年)

① オクタン価87の航空ガソリンは、ナフテン基系原油の直留ナフサをベースに四エチル鉛を添加して製造する。対原油得率はケトルマン原油で3%、オハ原油で1%

② オクタン価70~80は、自動車ガソリンとして使用。対原油得率は34%(分解ガソリン7%+直留ナフサ27%)

(96式水添装置による分解ガソリンの水添処理:日本1936年~1937年)、

③ 96式水添装置で、分解ガソリン(ナフサ)を処理した場合は、オクタン価87のガソリンは対原油得率9.5%(直留ナフサ3%、水添処理された分解ナフサ6.5%)。

(98式水添装置で、灯軽油留分を水素化分解:日本1938年~)

④ 98式軽油の水素化分解(IHP法も同様)した場合、オクタン価92のガソリンは対原油19%

1938年の段階で、ようやく、海軍はオクタン価92の航空ガソリンについて、質、量ともに供給体制を整えることが可能となった。海軍は、民間製油所に対しても、96式及び98式の導入を推奨した結果、後日、新設された東亜燃料工業和歌山製油所や陸軍の燃料廠(岩国)にも導入されることとなった。しかし、1938年には、米国陸軍は密かに航空用ガソリンのオクタン価を100で統一した。オクタン価100へ前進するには、イソオクタン合成が必要であった。海軍は1938年にはイソオクタン合成法としてUOP法を導入した(日石、三菱石油は前年の1937年に導入)。しかし、2-5-1で述べたように、問題は原料であった。ところが、米国では、重油留分を分解する装置として、「接触分解」という、従来とは全く異なる、新しい製造プロセスが、1937年に商業化された。これは、従来の「量と質」の問題を一気

⁶⁴艦船用の重油生産が必要なので、このガソリン得率は最大得率であり、実際の得率はこの半分以下になる。

に解決し、ガソリンの大量生産を可能とするプロセスとして、従来の石油精製業は一変することになる。

2-6 接触分解プロセスの登場

2-6-1 フードリー式接触分解装置の登場⁶⁵

1937年3月、サン石油のマーカスフック製油所に1万2,000b/d(バーレル/日)の能力を持つ、フードリー式接触分解装置(固定床)の商業プラントが稼動を開始した。オクタン価は75~80、四エチルを添加すれば容易に90~95のガソリンが製造可能で可能であった。イソオクタンを30%~40%程度添加すると容易にオクタン価100のガソリンが製造可能となる。蒸気圧も低く、蒸留性状にも優れ、触媒には脱硫機能がある結果硫黄の含有率は低い。この接触分解ガソリン⁶⁶はベースガソリンとして最適の基材であると言えた。

水素化分解などは、高温・高圧下の反応であるのに対し、接触分解プロセスでは、ほぼ常圧下での反応である。熱分解ガソリンの得率(収率)が約20%前後に対して、フードリー式はガソリン得率(収率)が42%~47%と2倍以上の差があること、また発生する分解ガスの量も多く、ブチレン・イソブチレン得率(収率)が高い。従って、イソオクタン合成の原料供給としても優れている。このように、同じ重油を分解する装置である熱分解装置と比較すると、接触分解プロセスは重油(残渣)から付加価値の高い製品を大量に生み出すことが可能で、経済性の高いプロセスであることが分かる。

さらに、接触分解ガソリンのオクタン価やガソリン得率(収率)は、原油・原料の性状差にそれほど大きく影響されないことも極めて重要であった。それまでは、ナテン基系原油という原油性状(品質)に依存しており、量は質に制約されていた。戦後発見されて大量利用される中東原油は混合基系であり、直留ナフサ留分のオクタン価は低いため、航空ガソリンには利用することが出来なかった。ところが、接触分解プロセスの登場で、こうした原油でも殆ど同じ品質のガソリン基材を生産することができるようになり、量が質によって制約されるリスクがかなり低くなった。航空ガソリンばかりでなく自動車ガソリンについても大量生産に道を開き、戦後のモータリゼーションを生み出す土台を用意したのである。石油精製は、原油の品質に依存した、蒸留・分離という比較的簡単な「物理操作」の事業から、触媒を利用した化学反応(炭化水素の分子構造を組み換える)、すなわち石油「化学」工業へと飛躍することになる。

このように、数多くの点で、非常に価値の高いプロセスである、フードリー式接触分解装置は1941年末には全米で約29基、37.5万b/dまで急速に拡大し、1942年に入ると全フードリー装置は航空用ガソリンの生産に動員されるようになった。しかし、わずか5年後の1942年には、このフードリー式(固定床式)を凌ぐ流動床式接触分解プロセスが登場する。

⁶⁵ 熊崎照「ガソリンの時代」(p334~p340)

⁶⁶ 熱分解反応はラジカル反応である。一方、接触分解反応はイオン反応である。触媒上で炭化水素分子は脱水素され、中心の炭素上に(+)電荷を帯びた反応性の高いイオンが生成される。このカチオンを媒介として、高分子は連続的に分解され、同時に、逐次不均化反応が起こる(分枝の多い3級イオンに変化)。最終的には、カチオンは、未反応分子から脱水素(水素引抜き)するか、比較的小さな分子の場合には、オレフィン(2重結合)に転化して安定化する。この結果、分枝の多い鎖状化合物(イソパラフィン系)の液体化合物(ナフサ留分)が生成される一方で、C₃、C₄留分のオレフィンを大量に含む分解ガスが形成される。熱分解反応では、触媒も水素も不要なので低コストで処理が行えるが、分解ガソリンは不飽和結合(2重結合)が多く品質が悪く収率も低い。また分解ガスもオレフィン系の含有量が少ない。

表 2-9 フードリー式接触分解プロセスにおけるガソリン性状

原油	イースト・テキサス	コースタル	ミッド・コンチネン	ウエスト・テキサス	マウント・プレザン ⁷
原料油	ガスオイル				
プロセス	フードリー式接触分解法				
API比重	64.6	58.9	63.5	62.4	66.1
硫黄分(%)	0.03	0.02	0.06	0.14	0.03
蒸気圧(kPa)	77.5	77.5	77.5	77.5	77.5
オクタン価					
無添加	78.8	78.6	76.8	77.6	77.0
3cc/gal	87~90				

(出所)小林良之助「クラッキングの動向」(燃料協会第 165 回例会講演、1939 年 5 月)、四エチル鉛添加後のオクタン価:中原延平伝(日記 1939 年 11 月 6 日、ソコニー(モービル)のパウロスボロ製油所訪問のサンプル結果を参考)

2-6-2 流動床式接触分解装置の登場⁶⁷

スタンダード石油(ジャージー)はフードリーからのライセンス取得に失敗し、別途、開発を進める必要が生じた。新しい流れは、M. W. ケログ社が移動床式を具体化しようとする積極的な動きから始まった。ケログ社は自社の知識と経験不足から、アングロ・イラニアン(BP)と IG ファルベン社の協力を得ようとしたが、IG の水添技術に関する特許は、ジャージーが所有していることが分かったため、ケログはジャージーの参加を求め、4 社(ケログ、IGファルベン、ジャージー、インディアナ・スタンダード)によるグループを結成した。すぐに、アングロ・イラニアン、RD・シェル、テキサコ、UOP がこれに参加した(CRAグループ⁶⁸)。

フードリーの特許に接触しないように、最初から移動触媒を用いた連続分解プロセスの開発に集中することを決定した。グループの大半は、移動床に対しペレット状の触媒を考えたが、ジャージーは流動床式による粉状の触媒利用の研究に進んだ。流動床の概念は、微粉化された触媒を、下方からガスを吹き込んで、浮き上らせ流動させる仕組みである。その流動状態にある固体・気体混合物は、流体のように伝熱性が良く、また流体のように輸送できることが分かった。触媒と油の流れを扱うのに極めて優れた機構であることに気がついたからである。

ジャージーは 1936 年にその特許を獲得した。1940 年、バートン・ルージュで 100b/d 規模のパイロットプラントで試験が行われ、結果は良好であったことから、1940 年 2 月、ジャージーは CRA グループと、流動床式接触分解(FCC)プロセス⁶⁹の開発と特許を持つ新しい企業体を設立した。ケログと UOP との特許協定とジャージーによる装置の建設が発表された。プラントは、一挙に、12,000b/d の規模で、商業プラントを 3 基建設する計画となり、前例のないものとなった。この理由はフードリープロ

⁶⁷熊崎照「ガソリンの時代」(p334~p341)

⁶⁸ CRA(Catalytic Research Association)

⁶⁹ 接触分解プロセスのうち、固定床式は、原料油(重油留分)の通油が一定程度進むと、次第に、触媒へのカーボンや重金属の付着堆積が進み、劣化が進行するため触媒交換が必要となる。流動床式は触媒を油と一緒に反応させる反応塔と油・ガスから分離した触媒に堆積するカーボンを再生塔で燃焼させて再生し、再び反応塔に戻し原料油と混合させることにより、触媒の活性化と分解反応を同時かつ連続的に行うという画期的なものであった。再生塔で発生する熱は蒸気等で回収され、ユーティリティを十分に賄うことができた。

セスとの競争圧力が強いことも原因であったが、航空ガソリンの生産能力増強の軍事上の要請があったことが大きいと思われる。1942年に、ジャージー社のバートン・ルージュ製油所で最初の1号機が稼動してから、わずか2年の後の1944年には、表2-10に示すように34基、約37万b/dが稼動していたのである。米国は、連合国が必要とする100オクタン航空ガソリンの実に90%を供給したのであるが、これは、接触分解装置なくしては不可能なことであった。

表2-10 流動床式接触分解装置の導入推移

CRA(Catalytic Research Association)						
企業	場所	建設完成	ライセンサー	設計	能力	
Exxon	Barton Rouge	ルイジアナ	1942年5月	Exxon	Model 1	13,000
Exxon	Bayway	ニュージャージー	1942年11月	Exxon	Model 1	13,000
Exxon	Baytown	テキサス	1942年11月	Exxon	Model 1	13,000
Exxon	Barton Rouge	ルイジアナ	1943年6月	Exxon	Model 2	15,000
Exxon	Barton Rouge	ルイジアナ	1943年9月	Exxon	Model 2	15,000
Shell	Wilmington	カリフォルニア	1943年11月	Exxon	Model 2	15,000
Exxon	Aruba	NWI	1943年12月	Exxon	Model 2	15,000
Exxon	Baltimore	メリーランド	1943年12月	Exxon	Model 2	15,000
Shell	Wood River	イリノイ	1944年2月	Exxon	Model 2	15,000
Exxon	Baytown	テキサス	1944年2月	Exxon	Model 2	15,000
Shell	Wood River	イリノイ	1944年3月	Exxon	Model 2	15,000
Amoco	Eldorado	アーカンソー	1944年	Kellogg	Side by Side	4,500
Amoco	Texas	テキサス	1944年	Kellogg	Side by Side	15,000
Texaco	Losangels	カリフォルニア	1944年	Kellogg	Side by Side	16,000
Texaco	Port Arthur	テキサス	1944年	Kellogg	Side by Side	31,000
Amoco	Salt Lake	ユタ	1944年	Kellogg	Side by Side	8,500
合計						225,500
Non-CRA						
12企業			1944年			147,800
総計						373,300

(出所)John Enos, "Technical Progress & Profits", Oxford Institute of Energy Studies, 2002より作成

2-6-3 アルキレーション装置の登場⁷⁰

UOPのV.W.イバチェフらは、1932年HClの存在下、AlCl₃触媒により、エチレンとヘキサンのアルキレーション合成を行った。“アルキレーション”を重合反応の一種と考え研究を進めた結果、分子量の小さいパラフィン、酸触媒下における接触的方法によりオレフィンと結合して分子量の大きいイソパラフィンを生成することが判明した。1938年に硫酸法に基づく最初のアルキレーション装置が商業化された。1939年には3,500b/dのアルキレーション装置が稼動し、その他8基以上が建設中となった。少し遅れて、UOPのイバチェフは、触媒としてフッ化水素を利用する方法(HF法)を開発した。1942年に、フィリップ石油は、HF法によるアルキレーション装置(1,950b/d)を建設して稼動を開始した。

戦争末期には25基の装置が稼動した。アルキレーション装置は、接触重合法が選択的重合と水素化という二段階法であるのに対して、一段階であること、また接触分解装置から副生される大量の分解ガスを効率的に利用できるなど経済性に優れていた。さらに、生成されるアルキレートのもーター法オクタン価⁷¹が高く、航空ガソリンとして優れた性能を有していた。以後、高オクタン価ガソリンの製造プロ

⁷⁰熊崎照「ガソリンの時代」(p347～p348)

⁷¹ UOPのHF法アルキレーションにおけるリサーチ法オクタン価及びもーター法オクタンは、プロピレン・ブチレン原

セスは、接触重合法からアルキレーション⁷²へとシフトしていくことになる。

2-7 日本の対応

2-7-1 1935年の需給構造と英米への依存性について

表 2-11 に日本の石油製品需給バランスを作成した。データが完備していないことと、データ自体に信憑性の欠ける点が多いので、一定の仮定を置いて計算したが、計算方法は以下の通りである。

イ. 海軍の需給バランス

①海軍の製油所能力(7,550b/d)をフル稼働して、精製ロス 0%(製品生産量=原油処理量)、製品得率を先決めする。

②需要、在庫増減は戦略爆撃調査団の数字を是とする。海軍が徳山燃料廠で生産しないで、外部から調達する量(購入量)は、需要+在庫増-生産で求まる。購入先は、国内製油所の生産品または国内石油会社・商社を経由して海外から輸入することになる。

ロ. 陸軍の需給バランス

①需要、在庫増減は戦略爆撃調査団の数字を是とする。

②陸軍の場合は、製油所を持たないので、需要+在庫増+生産(=0)=外部からの調達量(購入量)となる。購入先は、国内製油所または国内石油会社・商社を経由して輸入することになる。

表 2-11 日本の石油製品需給バランス (陸海軍含む：1935年)⁷³

	海軍				陸軍			民間部門 (国内資本+外資)								
	需要	生産	民間購入 (1)	在庫増	需要	民間購入 (2)	在庫増	需要			生産	在庫増	輸入			
								軍需(1+2)	民需	合計			(スチンバック)	(ライジングサン)	(日本商社他)	合計
航揮	518	529	61	71	551	543	-8	604	52	656	656	0	0	0	0	0
自揮	518	453	81	16	2,414	2,587	173	2,668	17,611	20,279	10,093	99	2,218	6,016	2,051	10,285
灯油	0	0	0	0	0	0	0	0	2,355	2,355	651	0	827	778	99	1,704
軽油	1,033	755	278	0	258	258	0	536	2,307	2,843	2,981	142			4	4
重油	8,099	5,663	2,437	5,564	0	0	0	2,437	41,029	43,466	11,828	5,296	2,142	12,137	22,655	36,934
潤滑油他	197	151	46	0	170	170	0	216	4,779	4,995	4,289	27	-	-	733	733
合計	10,365	7,550	2,815	5,651	3,393	3,558	165	6,460	68,081	74,593	30,497	5,564	5,187	18,931	25,542	49,660

(出所) 需要(灯油を除く)、在庫:戦略爆撃調査団;陸海軍石油委員会資料、需要(灯油):現代日本産業発達史第2巻「石油」、輸入:橘川武郎「青山経営論集第24巻第2号」(1989年)より作成。

ハ. 民間部門の需給バランス

①米国商務省が把握している、日本向け船積み数量⁷⁴を是とし、まず製品の輸入量を確定する。

料を利用する場合で、93.3:91.7、ブチレン原料で95.5:93.5とリサーチ法と比較してモーター法が極めて高いのが特徴である(Handbook of Petroleum Refining Process 2nd Edition の1.4UOPのHF法より)。

⁷²アルキレーションの進展は、n-ブタンからイソブタンを製造する異性化プロセスの開発を促した。

⁷³海軍の生産得率はガソリン13%、重油75%と設定した。民需のうち軽油と重油は誤記入と思われるので訂正した。

②民間需要、在庫増減は戦略爆撃調査団の数字を是とする。但し、陸海軍が外部から購入する需要は、民間部門から見て需要なので、これを民間需要と合算して、総需要とする。

③以上より、民間部門の生産量(精製量)は、総需要(民需+軍需)+在庫増-輸入量で求まる。

表 2-12 日本の原油需給バランス（陸海軍含み：1935年）

供給 (b/d)				需要 (b/d)			
輸入	海軍・民間	米国原油	28,022	原油処理	民間	76%	30,497
		北樺太	3,008		海軍	100%	7,550
		他	4,118		合計		38,047
	合計		35,148	原油備蓄	民間・陸海軍		3,167
国産	民間	6,066					
供給計			41,214	需要計			41,214

(出所) 戦略爆撃調査団：陸海軍石油委員会資料、現代日本産業発達史第2巻「石油」、橘川武郎「青山経営論集第24巻第2号」等各種資料より作成

次に、表 2-11 から製品生産量が決まるので原油処理量を求める。原油の輸入総量・国産分は戦略爆撃調査団の数値を是とすれば、原油輸入量+国内生産-原油処理用が在庫増(備蓄)となる。これをまとめたのが表 2-12 である。米国からは、ケトルマン原油を中心に 28,022b/d を輸入、準国産の北樺太原油 3,008b/d と国産原油 6,066b/d を生産する。これ以外に、蘭領ボルネオのタラカン原油や中東原油(バーレン)などの原油も購入している。合計で 41,214b/d となる。一方、海軍・民間の製油所で 38,047b/d を処理し、残りの 3,167b/d(約 18 万kl)を備蓄するという勘定となる。

表 2-11、表 2-12 で示された需給構造を図式化したのが図 2-19 である。全体を概観すると、原油と石油製品の双方において、英米の石油メジャーからの供給に依存していること、供給ソースは、米国カリフォルニア州と蘭領東印度(インドネシア)の 2 大生産地(原油・製品)であることが分かる。2-1-2 の日本の貿易構造と同様に、第 1 環節の米国、第 2 環節の英蘭からの輸入に依存しているので、

「日本が中国大陸への進出を深めれば深めるほど、日本の軍備拡張、すなわち、生産力拡充のための重工業と、軍が直接必要とする原油、石油製品を英米圏に求めねばならない」となる。

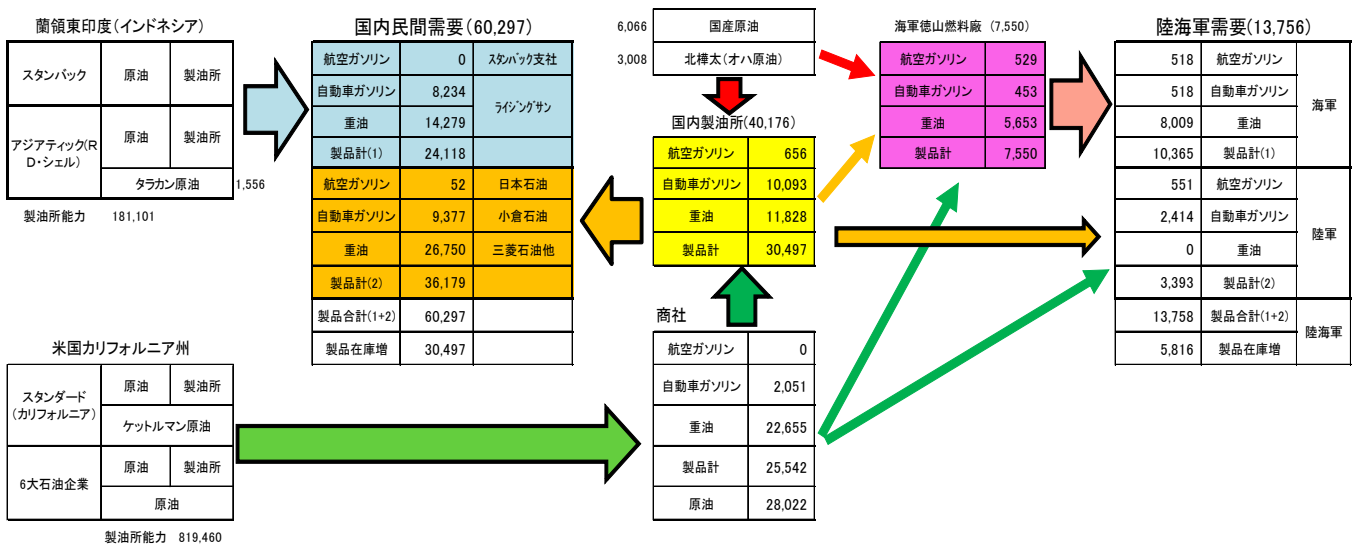
この需給構造を、国内の民間市場、陸海軍の需要などに分解して見ると次の通りとなる。

- ① 国内の民間需要(石油製品市場)の約 40%は、外資 2 社(スタンバック、ライジングサン)からの供給を受けている。外資 2 社は明治 20 年代から日本市場に足場を築き、国内に確固たる販売網を所有している。供給ソースは、自社が所有する油田地帯に立地する製油所において、精製された製品を日本まで輸送して、国内に持ち込む。従って、外資 2 社のサプライ・チェーンは生産・輸送・販売に至るまで自己完結している。

74 橘川武郎「1934年の日本の石油業法とスタンダード・バキューム・オイルカンパニー(2)」(青山経営論集)の第8表

- ② 陸海軍については、海軍は必要とする重油、ガソリンの大半を徳山燃料廠で生産しているが、自動車ガソリン、重油のかなりの部分は、国内の民間製油所からの供給か、商社を介して海外からの輸入に依存している。陸軍は全ての必要な石油製品を民間製油所か、または商社を介して海外からの輸入に依存している。海軍は 87 オクタン航空ガソリンを対原油 3%程度しか生産できない。緊急の場合は、オクタン価 92(あるいは 95、100)のガソリンを輸入している。
- ③ 民間製油所と海軍の徳山燃料廠は、処理原油の 70%以上を海外、特に米国の原油に依存している。民間製油所は民間部門への製品供給と軍への製品供給をしているが、その合計の供給力は、民間・軍の総需要の約 41%程度しか供給できていない。サプライ・チェーンとして独立している外資 2 社の販売量を控除した場合、需要は 49,935b/d となるが、それでも、その約 61%しか供給できない。不足している分は、海軍自ら生産する分を除き、輸入で補填しており、製品の輸入先の殆どは、米国カリフォルニア州である。
- ④ 海外依存度を下げるためには、民間の石油精製能力を高めること、そして設備の高度化を行うことが必要となる。陸海軍が必要とする軍需については、民間の石油会社が供給するのか、あるいは陸海軍所有の製油所の増強で対応するかの 2 通りが考えられる。しかし、製品輸入を削減し外貨を節約するという面では効果があるが、米国への依存度という点では変化がない。

図 2-19 1935 年における日本の石油需給バランス (b/d: 試算)



(出所)表 2-10、表 2-11 より筆者作成

- ⑤ 外資 2 社(スタンバック、ライジングサン)の販売(SQ)を削減して、国内の民間企業に再配分することは、中長期的には、民間の石油会社の収益力強化をもたらすであろうが、必ずしも供給能力の飛躍的向上を担保するものでもない。まして、短期的には、実現は不可能である。従って、供給能力不足が拡大するだけで(供給必要量が増加するので)、米国からの製品輸入量が増加して依存度がさらに高まるだけにすぎない。

2-7-2 石油精製設備の高度化

(1)航空ガソリン専門の石油精製会社の設立

日中戦争が始まると航空ガソリンの需要は急速に高まり、陸軍(特に陸軍省)を中心として精製合同論が持ち上がった。石油業界内部の利害⁷⁵が絡んだことや、陸軍内部からも反対の声⁷⁶が出るなどして、まともな立ち消えとなった。その代わりに、民間の共同出資で、航空ガソリン専門の石油精製会社をつくらうという動きとなった。ところが、この話を進めているうちに、東洋商工⁷⁷の株主であった、日本槽達の中野友礼社長と陸軍航空本部の間で、航空ガソリン専門の製油所新設計画が、別途、進んでいることが判明して、議論は紛糾した。結局、日本石油の橋本桂三郎社長と小倉石油の小倉房蔵社長を中心として、業界全体で出資し、新たに外国の最新技術を導入して、航空ガソリン・潤滑油の製造を行う、国策新会社(東亜燃料工業)の設立案へ1本化することで合意がなされた。しかし、海軍はこれを支持したものの、社長人事⁷⁸を巡り再び紛糾し行き詰った。最終的には、日本槽達が進める新会社興亜石油(東洋商工の後進)とは別に、東亜燃料工業を新設する2社体制で決着となった。初代会長には橋本社長が、社長には小倉社長が兼任で就任した。新石油会社には、小倉石油の技術担当役員であった中原延平常務⁷⁹が派遣され、実質上の経営を任された。

東亜燃料工業は、1939年(昭和14年)に設立され、直ちに和歌山製油所の建設開始、1941年(昭和16年)5月に操業開始の運びとなった。東洋商工は興亜石油に改称され、岩国で新製油所の建設が開始された。一方、陸軍は1940年に陸軍燃料廠の発足を決め、興亜石油の土地の一部譲渡を受け、陸軍製油所の建設を進めた。海軍も、徳山の規模を上回る燃料廠(四日市)の新設を実施した。

このように、国力的に見て(資金・人材・技術力のいずれにも制約がある中で)、莫大な資金を要する製油所建設を4つも行うのは問題があった。海軍の四日市燃料廠の設備投資額は2.5億円⁸⁰と言われているので、陸軍燃料廠、民間2製油所を、各々同額と仮定すれば、合計で7.5億円(現在価値で7,500億円)にも上る金額となり、表2-2に示した人造石油関連予算13億円の半分にも及ぶ額であった。結局、軍民間での資材の争奪戦など、集中すべき力を分散化させる結果となった。製油所の建設

⁷⁵ 「中原延平伝」によると、石油業界大合同論は、三菱石油が最後まで反対したため、御破算となった。その理由として、アソシエイティド石油(米国)との折半出資であったことは勿論、三菱グループの自由な企業経営という伝統から考えて、統制経済的なやり方に同意できなかったのが理由ではないかと推測している。

⁷⁶ 海軍内部でも意見が割れたが、飛行機の製造では、三菱、中島、川崎など複数の会社で分担していて問題ないので、石油業界が必ずしも大合同する必要はないのではという意見が大勢であった。また陸軍航空本部もこれに同調するなど、陸軍内部の抗争も加わり状況は複雑に展開した。

⁷⁷ 1933年(昭和8年)に設立、京浜湾内に潤滑油製造基地を建設して事業を展開していた。新興コンツェルンの日本槽達の中野社長は、東洋商工の株式を取得し、本格的な製油所建設によるガソリン・燃料事業への展開を企図し、陸軍に食い込み、その了解・支援のもと、山口県岩国に広大な製油所建設用の土地を取得していた。

⁷⁸ 新会社は日石の橋本社長、副社長に日本槽達の中野社長案が出されたが、陸軍航空本部は中野社長を譲らず、陸軍省(整備局、資源局)、商工省燃料局(陸海軍の現役軍人が出向し、指導権を握る)の陸軍関係者は、逆に、中野社長の社長就任を拒否した。このため、陸軍内部の抗争と絡んで紛糾に紛糾を重ねた。陸軍内部の抗争の背景には、海軍が燃料廠を所有するのに対し、陸軍がこれまで民間企業に依存してきたため、時局の進展にともない、航空本部などが、燃料確保に関して不安を抱いたことが原因と思われる。日本の悪しき官僚主義が根底にあった。つまり、海軍に対抗して、陸軍も直轄する製油所を所有したいという横並び意識である。結局、この問題は、陸軍の思惑と異なる決着をしたことから、別途、陸軍独自の製油所、「陸軍燃料廠(岩国)」の設立を図るインセンティブとなった。

⁷⁹ 東亜燃料工業「中原延平伝」(1981年2月)p203~204

⁸⁰ 榎本隆一郎「回想80年」原書房(1976年)p229:戦艦大和1億3,700万円、四日市燃料廠2.5億円

は遅延し、常圧蒸留装置は、何とか1941年12月の日米開戦には間に合ったものの、航空ガソリンの生産に必要な2次設備は大幅に遅れ、あるいは建設途上のまま終わることとなった。このため、航空ガソリンの生産については、本来の目標に対し十分な貢献ができないまま、空襲により灰燼に帰する結果となってしまった。

表 2-13 日本の原油需給バランス（陸海軍含み：1935年）

	岩国陸軍燃料廠			四日市海軍燃料廠			東亜燃料工業和歌山製油所		
	基数	能力(b/d)	運転開始年	基数	能力(b/d)	運転開始年	基数	能力(b/d)	運転開始年
常圧蒸留装置	1	6,289	1942年1月	2	12,579	1941年6月	2	6,300	1941年7月
常圧蒸留・分解蒸留装置				2	12,579	1942年7月	2		
減圧蒸留装置	1	3,145	1942年1月	1	2,013	1943年3月	1	2,300	1944年11月
精密蒸留装置	1	3,145	建設途上	1	2,516	1944年3月	1	2,000	1941年4月
熱分解装置	2	1,572	1942年8月					3,150	1943年2月
96式水添装置				1	239	1943年1月	1	900	1944年6月
98式水添装置				1	1,887	未着工	1	630	未着工
水添分解装置	1	1,258	未完成(一部完成)						
接触分解装置	2	4,025	1943年12月	1	3,145	1942年2月	1	3,000	建設途上
ブタノール異性化装置	2	189	1943年10月						
イソオクタン製造装置	1	101	1943年10月	1	377	1943年11月	1		
アルキレーション装置				1	63	建設途上	1		
パラフィン重合装置				1	1,258	1944年5月	1		

(出所)東燃15年史、海軍燃料史、日石100年史、陸軍燃料廠史等より作成、岩国の接触分解のうち、1つは陸軍式簡易接触分解装置、水添分解装置は海軍98式の技術指導により建設

(2)接触分解装置のライセンス取得とモラル・エンバーゴ

米国で急速に進展しはじめていた、接触分解法の有効性は、既に1937年段階で日本でも注目されており、その研究とライセンス導入を図ろうとした。1939年7月、陸海軍及び民間企業による官民あげての大調査団が米国に派遣され、UOP方式(固定床式)⁸¹のライセンス取得を目指した。一方、東亜燃料工業の中原社長も訪米して、フードリー式接触分解装置のライセンス取得⁸²を目指して交渉が行われた。しかし、交渉は長引き回答が引き延ばされる中で、米国政府の許可が出ないことが判明、1939年の年末にはいずれも断念する結果となった。この段階では正式に公表されなかったが、米国は1940年7月に、ソ連がフィンランドを侵攻したことを理由に、モラル・エンバーゴ(米国の製品・技術が他国への侵略・非人道的行為に利用されないための輸出禁止措置)を発動した。これは明らかに、日本、ドイツを対象としたものであった。輸出禁止の措置をとる品目には、接触分解プロセスのライセンスの他に、四エチル鉛、高オクタンガソリン(オクタン価が87以上のもの)など、多種多品目が禁輸対

⁸¹ 海外からのライセンス取得を行う国策会社として、日本揮発油(現在の日揮)が設立された。UOP式接触分解装置は、図面のみはUOPから取得することができた。その資料に基づいて、海軍燃料廠(四日市)で装置の設計・建設が行われ、19年3月に完成したが、原油・原料不足で若干の生産にとどまり本格稼働とはならなかった。

⁸² 中原社長は、UOP法がパイロットプラントベースであったのに対して、フードリー法は多数の商業プラントが稼働しており実績があったことから、陸海軍の許可を得てフードリー式のライセンス取得に努力した(「中原延平伝」)。

象とされ、日本の石油精製業界及び陸海軍関係者には大きな衝撃を与えたのであった。

結局、イソオクタン合成に関する UOP 法(1935 年燐酸法)のライセンス導入を除き、接触分解法(1937 年フードリー法)、アルキレーション法(1938 年硫酸法)、異性化法(1941 年 UOP 法)、接触分解法(1942 年流動床式、ジャージーを中心とした CRA)といった技術は、米国から導入することは出来なかった。ドイツのIGファルベンから直接、水添技術のライセンスを導入する機会があったが、海軍の猛反対により取りやめとなり、世界的水準にある技術を学ぶ機会も自ら無くしてしまった。

2-8 スタンダード石油とIGファルベン

2-8-1 触媒プロセス技術の進歩

1935 年を境にして、接触重合法(1934 年硫酸法、1935 年燐酸法)、接触分解法(1937 年フードリー法)、アルキレーション法(1938 年硫酸法)、異性化法(1941 年 UOP 法)、接触分解法(1942 年流動床式、ジャージーを中心とした CRA)と、ごく短い期間に、革新的な触媒プロセスの技術が次から次へと開発され実用化しはじめた。こうした触媒プロセスは、戦後の石油化学の発展を大きく促す原因にもなったし、戦後の自動車ガソリンの製造技術のコア技術となった。この急速な進展の背景には、前述したように、戦争への科学者・技術者の総動員体制がはじまっていたことがある。研究開発のための制度・組織の革新が進み、シュンペンターのいうところの「技術革新」を誘発したからである。もう1つは、ドイツを起源とする水素添加技術がスタンダード石油を媒介として、米国の石油業界に流れ込み、その技術が石油精製技術の深化・発展に大きく貢献した事実も指摘するべきであろう。

2-8-2 ドイツの化学技術

化学プロセスと触媒技術の関係は不可分一体であるが、化学反応における触媒技術の進歩はドイツから始まる。1905 年、ハーバーらにより、高温高压下で、水素と窒素によるアンモニ合成法を発見した。BASF は 1909 年～1912 年まで、膨大な触媒性能の調査と実験を繰り返し、ついに 1913 年にオパウにアンモニア合成工場を建設した。この頃には、アンモニアは白金触媒を利用して硝酸を合成できることは知られていたもので、硝酸から火薬、農業用肥料の製造も可能となった。そして、アンモニア合成法の研究を通じて、いくつかの水素添加法を生み出すことになり、1924 年にはメタノール合成の工業化に成功しアンモニア工業に次ぐ大きな工業に成長した。1923 年、フイッシャーはトロプッシュとともに、鉄系触媒を利用して、合成ガス(CO+H₂)からメタノールなどアルコールと少量の炭化水素の合成に成功した。このFT法の工業化の研究は、ルール・ヘミー社によってなされ、1935 年頃から大規模な工業化を開始した。第 1 次世界大戦中に、ベルギウスは、高温高压下で、石炭に水素添加を行い、合成石油を得ることに成功した。BASF 社はベルギウスから特許を買い受け、アンモニア・メタノールなど高温高压下での触媒技術の蓄積を利用して研究開発を進め、1926 年にロイナに年間 10 万トンの能力を持つ石炭液化工場を建設、1927 年に操業を開始した。

2-8-3 スタンダードとIGファルベンの提携

スタンダード石油(ジャージー)は 1920 年代、分解と水素添加反応を起こす研究を行っていたところ、

1927年にドイツのロイナ工場を訪問、水添技術の可能性に着目した。1927年秋、IGファルベン⁸³とスタンダード石油の間で情報交換する契約を結んだ。石炭ではなく石油の水添技術への利用に可能性があると判断し、石油の残渣油を水素添加する膨大な実験を繰り返した。やがて、この技術の重要性と可能性を確信するに至り、IGファルベンとの世界的な提携を図ることとし、石炭液化にとどまらず、幅広い「水添技術」として、国際的な特許グループ⁸⁴を形成した。1930年代に入り、原油価格は下落し、水添技術へのインセンティブは低下したが、研究は継続された。スタンダード石油(ジャージー)は、ナフサの接触改質を目指す研究と、もう1つは、残渣油等の水添・分解技術を目指す研究の、2つの方向性を持って研究を進めた。ここで蓄積した技術が、後の流動床式接触分解法の開発に結びつくこととなった。

逆に、IGファルベンにとって、スタンダード石油との提携はどのような意味があったのか。ボッシュら旧BASFを中心として、高度な科学技術力をもつ超巨大企業にとっても、石炭液化プロジェクトを商業ベースに乗せることは容易ではなかった。ドイツ国内におけるロイナベンジン(石炭液化ガソリン)は、ガソリン価格が低迷することもあって、高い生産コストを回収できずに大幅な赤字に苦しんでいた。政府による最低保証価格(コストベース)で一息ついたものの、原油価格の低迷が長く続いた時代にあっては、根本的な解決にならなかった。IGファルベンは、生産・流通・販売といった石油ビジネスについては、全くノウハウがないことを痛感しており、スタンダード石油からの申し入れは渡りに舟だった。ドイツ・スタンダードによるロイナ・ベンジンの販売委託をはじめ、石油産業との世界的なレベルでの提携は大きな意味を持っていた。またスタンダード石油の株式取得とライセンスのロイヤリティー収入も重要であった。

結局のところ、石炭液化産業は国家の全面的支援なしには自立できなかったことも事実であった。ナチスの戦争計画を実現するには、石油・燃料の自給は大命題であり、1935年に建軍されたゲーリング率いるドイツ空軍にとっても、航空ガソリンの製造は死活的課題であった。国家の支援は、IGファルベンを解体し、ナチス体制に吸収していく契機となった。

米国のスタンダード石油にとって、IGファルベンとの提携・協力が接触分解プロセス(FCC)技術の完成に導いた。IGファルベンにとっても、スタンダード石油との協力が、石炭液化技術の完成に大きな貢献をした。連合国と枢軸国の両陣営に分かれていたものの、米国の石油産業とドイツの化学産業は、ともにコインの表と裏の関係であったと言うのが歴史的現実であろう。

2-9 結論:歴史的意味

接触分解プロセスの登場の経緯とそれがもたらす効果を整理すると、以下の3つに集約される。

⁸³1925年に、BASF、バイエル、ヘキストラの大企業が合併し、世界の化学工業に君臨した巨大企業である。第2次世界大戦が終了した1945年に解体された。

⁸⁴1929年11月、スタンダード石油、IGファルベン、100%子会社のスタンダード石油(NJ)、SIG(スタンダードとIGファルベンの合弁会社、株式比率は20%:80%)の4社協定を締結した。SIG社は、ドイツ以外の世界において、特許権を実施する権利を得た。その見返りにIGは3,000万ドルのスタンダード石油の株式とドイツ以外の国での特許権行使に関する20%のロイヤリティー取得の権利を得た。スタンダード石油は米国以外でのライセンスを目的とする子会社(国際水素添加特許会社:IHP)をリヒテンシュタインに、エンジニアリングを担当するIHECをハーグに設立したが、IHPの株式50%をシェルに譲渡した。1934年、英国の化学会社ICIは、大英帝国における排他的特許権の実施を認め、ICIがロイヤリティーの10%取得の権利を獲得することについて、スタンダード石油と合意に至り、この特許グループに加わることとなった(工藤章「IGファルベンの対日戦略」(東大出版会1992年)。

(1)開発のインセンティブ

- ①未曾有の大戦争(オクタン価 100 の航空ガソリン)が接触分解プロセスの開発を促す触媒となった。
- ②スタンダード石油は、IGファルベンから水添技術(石炭液化)を獲得することによって、触媒プロセスの技術開発を大きく前進させることに成功した。

(2)技術革新と経済性

- ①接触分解プロセスは、重油を分解して、ガソリン基材などが高収率で得られること、またイソオクタン合成、アルキレーションなどの原料ガスの豊富な提供源となるなど、経済性の高い装置となった。
- ②接触分解ガソリンはオクタン価が高く、蒸留性状が良好で、蒸気圧も低いなどガソリンのベース基材としては最適であった。
- ③原油の性状に左右されずに(ナフテン系系であるかどうかにかかわらず)、ほぼ同品質のものを、同じ程度の収率で製造することができるようになった。原油の品質に制約されないことは、ガソリンの大量生産のために、多種多様な原油の調達を可能とした。

(3)石油精製業の高度化

石油精製が、物理的操作(蒸留・分離など)を中心とするシンプルな事業から、触媒を利用した化学反応、すなわち、高度かつ大規模な石油「化学」工業へと飛躍するメルクマールとなった。

こうした巨大な流れを正確に理解し、競争と協力の関係に参加していくには、1935年の日本は、あまりにも、工業的にも経済的にも未熟であり、辺境にありすぎた。しかし、「工業的に大規模なオクタン価 100 の航空ガソリンを製造する」という目標に絞れば、日本も一歩手前までには来ていたことも事実である。焦点は、接触分解プロセスの掌握であった。結局のところ、東亜燃料工業が接触分解プロセスのライセンスを取得出来なかったのが決定的であったと考えられる。もし、この導入が可能であったら、UOP法のイソオクタン合成とセットで、100オクタンの航空ガソリンの量産は可能であったからである。日本による、中国大陸での行動と米国の国益侵害が、これを不可能にしたわけであり、遺憾ではあるが、自業自得の観がある。いずれにしろ、日本における、オクタン価 100 の戦いは、1939年末を持って、事実上終わったと言ってよかろう。

石油産業における、戦後の復興と高度成長、そして石油危機とその克服など興味ある話題が尽きないのであるが、これは別の機会として、次原(第2編)においては、1935年の世界から一挙に現在の2011年に飛ぶことにする。ガソリンの製造プロセスとその進化を踏まえ、LPモデル(ソルバーを用いた)による分析を通して、ガソリン基材の経済評価といった、実地的な議論に焦点を移すこととする。

問い合わせ：report@tky.ieej.or.jp

(目次)

(本号 : 第 1 編)

1. はじめに

1-1 戦争と資本主義

1-2 戦争と石油精製業

2 航空ガソリンの生産を巡って—オクタン価 100 の戦い

2-1 何故 1935 年なのか—1935 年の日本の政治・経済状況

2-1-1 大恐慌からの脱出

2-1-2 日本の貿易構造

2-1-3 日ソ軍事力の不均衡と重要産業 5 カ年計画

2-2 日本を取り巻く石油事情 (1935 年)

2-2-1 ガソリン価格の水準はどうであったのか—世界と日本

2-2-2 世界の需給バランスはどうなっていたのか

2-3 米国カリフォルニア州の石油事情 (1935 年)

2-4 1930 年代における航空機の進歩と高オクタン価ガソリン

2-4-1 1930 年代における航空機の進歩と航空ガソリン

2-4-2 日本における航空機 (軍用機) の発展

(1) 純国産機の生産体制の確立

(2) 陸軍機と海軍機の設計思想

(3) 高オクタン価ガソリンが必要とされた事例

2-5 1930 年代における航空ガソリンの生産プロセス

2-5-1 ガソリンをどのように作るのか—質の問題

(1) 四エチル鉛の添加効果

(2) 直留ナフサ (ガソリン) と熱分解ガソリン

(3) 航空ガソリンと高オクタン価基材イソクタン¹の製造

2-5-2 航空ガソリンをどれくらい生産できるのか—量の問題

2-6 接触分解プロセスの登場

2-6-1 フードリー式接触分解装置の登場

2-6-2 流動床式接触分解装置の登場

2-6-3 アルキレーション装置の登場

2-7 日本の対応

2-7-1 1935 年の需給構造と米英への依存性について

2-7-2 石油精製設備の高度化

(1) 航空ガソリン専門の石油精製会社の設立

(2) 接触分解プロセスのライセンス取得とモラル・エンバーゴ

2-8 スタンダード石油と I G ファルベン

2-8-1 触媒プロセス技術の進歩

2-8-2 ドイツの化学産業

2-8-3 スタンダードとIGファルベンの提携

2-9 結論 : 歴史的意味

(次号) 第 2 編

3 ガソリンをどうつくるか (石油精製プロセス) -2011 年の今

3-1 自動車ガソリンと要求品質

3-2 石油精製プロセスとガソリン基材の製造装置

3-3 高まる石化需要と接触分解装置(FCC)の変化

3-4 ガソリンの品質設計とブランディング

3-5 結論

(次々号) 第 3 編

4 ガソリン生産の最適化と石油精製プロセス -線形計画法

4-1 線形計画法 (LP) と石油精製プロセス

4-2 LP モデルの構築

4-3 シンプレックス法 (単体法)

5 ガソリンブレンドモデル(LP)におけるケース・スタディ

5-1 前提条件

5-2 検討方法

5-3 検討結果

5-4 結論

6 まとめと今後の課題

別表 2-1 政治史年表 : 1911 年~1931 年

元号	西暦	内閣	就任	辞任	在職日数	月	事件
M44	1911	桂太郎(第2次)	1908.7.14	1911.8.30	1,143		
		西園寺(第2次)	1911.8.30	1912.12.21	480	10	辛亥各笑み
T1 M45	1912	桂太郎(第3次)	1912.12.21	1913.2.20	62	10	中華民国承認
T2	1913	山本権兵衛(第1次)	1913.2.20	1914.4.16	421	1	シーメンス事件(海軍)
T3	1914					7	第1次世界大戦・対独宣戦布告(8月)
						1	対21カ条の要求
T4	1915	大隈重信(第2次)	1914.4.16	1916.10.9	908	1	対支那外交方針刷新
T5	1916					7	西原借款(援段政策)
						11	石井・ランシング協定
T6	1917	寺内正毅	1916.10.9	1918.9.29	721		ロシア11月革命
						3	ロシア単独講和(対独)
						8	シベリア出兵
T7	1918					8	米騒動
						11	独革命:休戦協定・大戦終了
T8	1919	原敬	1918.9.29	1921.11.4	1,133	1	パリ講和会議
						5	5.4運動(中国)
						6	ベルサイユ条約
T9	1920					1	国際連盟発足(日本は理事国)
						3	尼港事件(シベリア)・北樺太占領
T10	1921					11	ワシントン軍縮会議・原首相暗殺
		高橋是清	1921.11.13	1922.6.2	212	12	日英同盟廃棄(4カ国条約)
T11	1922	加藤友三郎	1922.6.12	1923.8.24	440	2	ワシントン条約・9カ国条約(中国問題)
						6	シベリア撤兵完了
						7	日本共産党結成(第1次:非合法)
						10	ムツリニ政権樹立
						12	ソビエト連邦成立
T12	1923	山本権兵衛(第2次)	1923.9.2	1924.1.7	128	5	北一輝「日本改造法案大綱」
						9	関東大震災
T13	1924	清浦奎吾	1924.1.7	1924.6.11	157	12	虎ノ門事件(皇太子暗殺未遂)
						5	日ソ交渉(北京)開始
						11	(護憲三派連合勝利)普選大綱まとまる
T14	1925	加藤高明	1924.6.11	1926.1.28	597	1	日ソ基本条約締結
						4	治安維持法成立
						5	普選選挙法公布・宇垣軍縮(陸軍)
S1 T15	1926	若槻禮次郎(第1次)	1926.1.30	1927.4.20	446	6	反日デモ(万歳事件:韓国)
						7	蒋介石(国民党)北伐開始
S2	1927	田中義一	1927.4.20	1929.7.2	805	3	片岡蔵相発言(渡辺銀行)・金融恐慌
						4	台湾銀行救済法(枢密院否決)
						4	3週間のモラトリアム(高橋蔵相)
						5	第1次山東出兵
						6	東方会議(対中国問題)
S3	1928					4	第2次山東出兵・金融恐慌沈静化
						6	張作霖爆殺事件(関東軍)
S4	1929					6	中国国民党政府を承認
		濱口雄幸	1929.7.2	1931.4.14	652	10	NY株式市場大暴落(世界恐慌)
						11	金解禁
S5	1930					1	ロンドン軍縮会議・農業不況深刻化
						4	ロンドン軍縮条約締結・統帥権干犯問題
						11	濱口首相銃撃さる(重傷)
S5	1931					4	濱口首相辞職

(出所)各種資料より作成、各総理大臣の任期は官邸 HP より。

別表 2-2 政治史年表 : 1931 年~1941 年

元号	西暦	内閣	就任	辞任	在職日数	月	事件
S6	1931	若槻禮次郎(第1次)	1931.4.14	1931.12.13	244	3	3月事件(クーデータ未遂)
						4	重要産業統制法公布
						9	満州事変・英の金本位制停止
						10	10月事件(クーデータ未遂)
S7	1932	犬養毅	1931.12.13	1932.5.16	156	12	金輸出禁止(高橋蔵相)
						1	上海事変(第1次)
						2	井上前蔵相暗殺(血盟団)・リットン調査団
						3	団三井合名理事暗殺(血盟団)・満州国成立
						5	5.15事件(犬養首相暗殺)
							王子製紙(大合同)
S8	1933	斎藤實	1932.5.26	1934.7.8	774	7	ナチス党第1党(独)
						8	臨時議会(大型予算)・為替下落・輸出増加
						9	日満議定書・満州国承認
						1	ヒットラー独首相
S9	1934					2	関東軍熱河省に侵入・国際連盟勧告
						3	日本国際連盟脱退
							米国ルーズベルト大統領就任
S10	1935	岡田啓介	1934.7.8	1936.3.9	611	7	神兵隊事件
						1	日本製鉄(八幡他大合同)
						4	天羽声明(日本版モンロー主義)・帯人事件
						12	フントン条約破棄通告(対米)
						1	国際連盟、日本の南洋委任統治継続確認
						2	美濃部達吉「天皇機関説」問題・国体明徴化
S11	1936	廣田弘毅	1936.3.9	1937.2.2	331	5	内閣調査局設置(革新官僚)
						6	梅津・何応欣協定(国民党・軍の華北撤退)
						11	英国特使リース・ロス(対中共同借款)案拒否
							華北に冀東防共自治委員会設立(日本軍)
S12	1937	近衛文麿(第1次)	1937.2.2	1937.6.4	123	1	高橋蔵相軍事費増額拒否
						1	ロンドン軍縮会議脱退
						2	民政党大勝(議会)、2.26事件(高橋蔵相ら暗殺)
						3	馬場蔵相大予算編成(大軍拡)
						5	齊藤代議士「肅軍演説」
						11	西安事件・日独防共協定
S13	1938	近衛文麿(第2次)	1937.6.4	1939.1.5	581	1	金現送・為替統制(輸入超過のため)
						6	重要産業5カ年計画(陸軍作成)・吉野・加屋3原則
						7	盧溝橋事件(日中戦争はじまる)
						8	上海事変(第2次)(日中戦争本格化)
						9	第2次国共合作
							25億円臨時軍事費予算、統制3法成立
						10	企画院設立・駐華独大使トラウマンの仲介
							日独伊防共協定
						12	日本軍南京占領
						1	第1次近衛声明(國民政府相手にせず)
						4	國家總動員法公布・電力管理法・日本発送電設立
						9	ミュヘン会談
10	日本軍漢口占領						
S14	1939	平沼騏一郎	1939.1.5	1939.8.30	238	11	第2次近衛声明
						12	興亜院設立・汪兆銘ハノイへ脱出
						4	政友会分裂(革新派・正統派)
						5	ノモハン事件(第1次)
						6	日本軍、英仏の天津租界封鎖
						7	米國、日米通商条約破棄を通告(6カ月前)
S15	1940	米内光正	1940.1.16	1940.7.22	189	8	ノモハン事件(第2次)、独ソ不可侵条約
						9	第2次世界大戦はじまる
						10	価格統制令公布
S16	1941	近衛文麿(第3次)	1941.7.18	1941.10.18	93	11	日米國交調整会談開始
						3	汪兆銘 南京政府樹立
						6	近衛の新党運動はじまる(枢密院議長辞任)
						9	日本軍北部仏印進駐・日独伊3国同盟締結
S16	1941	近衛文麿(第3次)	1941.7.18	1941.10.18	93	10	日蘭經濟交渉開始(小林一三特使)
						10	大政翼賛会発会(近衛相殺)
						6	独ソ戦開始
S16	1941	近衛文麿(第3次)	1941.7.18	1941.10.18	93	7	南部仏印進駐、米國対日石油輸出禁止・資産凍結

(出所)各種資料より作成、各総理大臣の任期は官邸 HP より。

別表 2-3 世界石油産業史年表：1907年～1926年

元号	西暦	内閣	就任	辞任	月	国際的事件
M41	1908	桂太郎(第2次)	1908.7.14	1911.8.30	(1907)	ロイヤルダッチ・シェル誕生
M42	1909				5	イランのマスジードスレイマンで試掘成功
M43	1910				4	アングロ・パーシャン(後のBP)設立
M44	1911				1	フォード社T型モデルの大量生産開始
T1 M45	1912	西園寺(第2次)	1911.8.30	1912.12.21	5	スタンダード石油分割(アンチ・トラスト法)
T2	1913	桂太郎(第3次)	1912.12.21	1913.2.20	10	トルコ石油(イラク)、オランダ・コロニアル石油(蘭領インドネシア)設立 ハイフスチール式連続蒸留装置建設(MJ. トランプル)、分解蒸留(WM. パー-ton)発明
T3	1914	山本権兵衛(第1次)	1913.2.20	1914.4.16	3	英国海軍、石油へ転換
T4	1915	大隈重信(第2次)	1914.4.16	1916.10.9	12	F. ベルギーウス、石炭の直接液化の工業化成功(1914年特許)
T5	1916				3	トルコ政府、トルコ石油に対し利権付与
T6	1917	寺内正毅	1916.10.9	1918.9.29	5	アングロ・パーシャン(後のBP)への英国政府増資52.55%
T7	1918				8	米国、世界の石油生産の65%を占める(世界:119万B/D)
T8	1919				10	ベネズエラのマカライボ付近 ラス・クルセス大油発見
T9	1920	原敬	1918.9.29	1921.11.4	12	イラン、大油田自噴(4万B/D)
T10	1921				2	ベネズエラのマカライボ付近、ラ・ロサ油田発見:テキサス、大噴油井続出
T11	1922				3	メキシコ政府、資源の国有化を宣言、(6月)ロシアの全石油産業国有化
T12	1923				3	ベネズエラ、鉱業法制定、(9月)英軍、トルコ軍にかわりバクーを占領
T13	1924				3	米国石油協会(API)設立
T14	1925	加藤高明	1924.6.11	1926.1.28	4	サン・レモ協定
S1 T15	1926				6	ベネズエラ、初の「炭化水素法」制定、(7月)英軍、ロシア(バツミ)から撤退
		高橋是清	1921.11.13	1922.6.2	5	米国シンクレア社、北樺太利権獲得、(6月)シェル、加州ロングビーチで大油田発見
		加藤友三郎	1922.6.12	1923.8.24	12	C.F.ケッチリング(GM)、四エチル鉛のアンチ・ノック性を発見 南スマトラ、蘭領インド石油会社(NIAM)設立(オランダ政府50%、BPM50%)を巡り英米蘭で外交問題化
		山本権兵衛(第2次)	1923.9.2	1924.1.7	9	C.F.ケッチリング(GM)、四エチル鉛のアンチ・ノック性を発見、メキシコ世界第2位の石油生産 英米仏蘭ベルギーによるロシア石油を世界市場からボイコット(シェルの違反により23年3月崩壊)
		清浦奎吾	1924.1.7	1924.6.11	5	日本の北辰会、北樺太オハ油田の試掘成功
		加藤高明	1924.6.11	1926.1.28	3	フランス石油会社(CFP)設立
					4	国策会社「イタリア石油総合機関」(AGIP)を設立
					12	ソ連の国家機関「石油シンジケート」、イタリア艦隊への石油供給表明
		加藤高明	1924.6.11	1926.1.28	1	フランス、石油方制定、液体燃料局創設:石油輸入条件付自由制実施
					3	日ソ基本条約締結(外交関係樹立)、北樺太油田利権獲得、北樺太石油会社設立 ソ連国家機関「石油シンジケート」、仏海軍との間に石油協定(年末までに約7万トン) 英国国防委員会の下部に「石油燃料部会」を設置

(出所)各種資料より作成

別表 2-4 世界石油産業史年表：1926年～1941年

元号	西暦	内閣	就任	辞任	月	国際的事件		
S1	1926	若槻禮次郎(第1次)	1926.1.30	1927.4.20	1	カリフォルニア・スタンダード石油会社(STANCAL、またはSOCAL)設立		
					3	タイドウォーター・アソシエーテッド石油会社(持株会社)設立		
					6	北樺太石油会社設立		
					8	持株会社「テキサコ・コーポレーション」設立、(11月)ネジドの王イブン・サウド、メッカ攻略、サウジ全土掌握		
S2	1927				11	ドイツのフィッシャーとトロプシュが石炭から石油を合成する方法を完成(間接液化法)、1935年工業化		
					4	I.G.ファルベン社ロイナ工場で最初の合成石油(ガソリン)を製造		
S3	1928	田中義一	1927.4.20	1929.7.2	10	フランス、モノボタミア石油利権問題に関し、レッドライン提示・各国承認(赤線協定)		
					11	バーレン、イランから独立・英軍駐留 ジャージー・スタンダード社、ドイツI.G.ファルベンと技術提携		
					3	フランス、石油業法制定		
					9	ジャージー・スタンダード、ロイヤルダッチ・シェル、BP3社で「アクナリー協定」(国際カルテルの成立)		
S4	1929	濱口雄幸	1929.7.2	1931.4.14	11	パンフィック・ウエスタン石油会社設立(1958年、ゲッティ・オイルに改称)		
					12	カリフォルニア・スタンダード、バーレンで利権獲得、イランでガッチサラン油田を発見 ソ連、第1次5カ年計画スタート(最終年度には現状の約5倍の600万トンの石油輸出を計画)		
					6	トルコ石油、イラク石油会社(ICP)に改称		
					10	NYでの株式市場暴落 スタンダード石油開発会社、独I. G.ファルベン社の石油精製に関する特許を取得		
S5	1930				ソ連、ウラル・ボルガ地帯で最初の油層発見(第2のバクー)、(12月)ルーマニアで生産調整協定			
					1	ジャージー・スタンダード、ロイヤルダッチ・シェル、BP3社で「欧州市場に関する覚書」合意(国際カルテル協定)		
					5	オーストラリアで金融恐慌、全世界に波及		
S6	1931	若槻禮次郎(第1次)	1931.4.14	1931.12.13	8	バーレン石油(SOCALの子会社)		
					2	ボルネオ石油(三井物産、日石、蘭政府合弁)、蘭領インドに設立		
					7	ニューヨークスタンダード(現モービル)とバキューム石油が合併して、ソコニー・バキューム・コーポレーション設立		
					10	バーレンで石油発見 ソ連の原油生産量、世界第2位となる		
S7	1932	犬養毅	1931.12.13	1932.5.16	ジャージー、シェル、英国ICI、独IGファルベン4社で「インターナショナル・ハイドロジェネレーション・パテント社」			
					2	米で輸入関税(原油・重油21セント/bbl、ガソリン1.05\$/bbl)：独立系業者の勝利		
					5	サウジの利権について、SOCALが勝利(英系イラク石油の間で競争)		
					9	イラクのキルクークとバレスチナのハイファ間のパイプライン(12インチ)建設開始、翌年完成(全長613km) 独IGファルベン、フタジエンを調合した新合成ゴムの製造に成功		
S8	1933	斎藤實	1932.5.26	1934.7.8	7	第1回世界石油会議、ロンドンで開催		
					9	ジャージー・スタンダード石油とソコニー・バキューム石油会社で、南アフリカ、極東方面エリアでの生産・精製・反日を共同で行う子会社、スタンダード・バキューム石油(スタンバック)を設立		
					11	カリフォルニア・アラビアン・スタンダード石油(後のARAMCO)設立		
					12	アングロ・ベルジャンとガルフ間でクエート石油の共同開発協定締結、ソ連石油生産量489万トン(最高)、以降		
S9	1934				2	アングロ・ベルジャンとガルフ間でクエート石油会社(KOC)を設立		
					12	米、ルーズベルト大統領、全国資源庁設立		
S10	1935	岡田啓介	1934.7.8	1936.3.9	6	ベルジャ、国号を「イラン」に改称		
S11	1936	廣田弘毅	1936.3.9	1937.2.2	6	世界最初の接触分解装置(フードリー法)、米国で完成、工業化		
					7	SOCALとテキサス石油会社、折半で「カリフォルニア・テキサス石油会社」(カルテックス)を設立(東半球)		
					8	サウジのダンマンで石油発見		
S12	1937	林統十郎	1937.2.2	1937.6.4	11	タイドウォーター・アソシエーテッド石油会社設立		
					8	クウェートで、KPCがブルガン油田を発見		
S13	1938	近衛文麿(第1次)	1937.6.4	1939.1.5	12	イラン、アガジャリ油田を発見(1939年生産開始)		
					3	メキシコ政府、石油事業を国有化		
					6	メキシコ、国営石油会社(PEMEX)設立		
S14	1939	平沼騏一郎	1939.1.5	1939.8.30	1	英、戦時下の石油確保・統制を目的として、石油庁を設置		
					3	独・ルーマニア間で石油通商規定を締結		
					7	米、日本に通商航海条約の破棄を通告(1940年1月25日)		
					9	第2次世界大戦はじまる		
S15	1940	阿部信行	1939.8.30	1940.1.16	12	米、日本及びソ連を対象にモラル・エンバゴ実施(航空揮発油製造装置・特許・技術的情報に関する)		
					米内光正	1940.1.16	1940.7.22	
					8	米、特定石油製品の許可制(航空ガソリン、同原料、航空機用潤滑油、四エチル鉛)		
S16	1941	近衛文麿(第2次)	1940.7.22	1941.7.18	9	日本、蘭領インド政府との石油交渉開始(1941年7月28日決裂)		
					5	米、戦時石油調整局を設置		
					8	米、対日石油輸出禁止を公布		
		近衛文麿(第3次)	1941.7.18	1941.10.18	12	日本、真珠湾攻撃		

(出所)各種資料より作成

別表 2-5 国内石油産業関係史 (1907 年~1926 年)

元号	西暦	政治・経済	石油関連(内外)	海軍	陸軍	商工省	満鉄・研究所・大学・商社他	石油業界
M40	1907		国産ガソリン車第1号	明治40年国防方針(仮想的:ロシア(陸軍)、米国(海軍)、南北併進)				南北石油程ヶ谷製油所がカリフォルニア原油輸入
M41	1908		フォード社、乗用車大量生産開始					
M42	1909							関稅率法改正(原油關稅獨立)、ライジングさん、西戸崎(福岡)にボルネオ原油処理のための製油所完成(1915年閉鎖)
M43	1910	韓国併合	英海軍、全艦船の燃料を石油転換、WMハートン、熱分解法を發明					スタンダード、ライジングサン、日石、宝田石油による4社協定(国内灯油シェア一固定、9月破綻)
M44	1911		スタンダード石油トラスト、独禁法により分割					4社の販売協定復活(9月)
T1 M45	1912			ライジング・サンより重油600トン購入				久原鉱業設立、出光満州進出、丸善鉱油合名会社設立
T2	1913		独、ベルギウス博士、石炭液化法(直接液化)開発					小倉石油、国産掘削機にて井戸掘り成功
T3	1914	第1次世界大戦はじまる		地中式タンク建設開始				4社協定破綻(1月)から復活(4月)、ライジングサン、国内最大シェアとなる、久原鉱業、世界各地の油田調査開始
T4	1915			重油専焼艦「浦風」を英国から購入				日石、初の連続蒸留装置採用(秋田製油所)
T5	1916			輸入原油(燃料)の方針確立				橋本圭三郎(元大蔵省次官)宝田社長就任
T6	1917		テキサスで大油田発見相次ぐ、中島飛行機設立	8・4艦隊、8・6艦隊案成立				
T7	1918	シベリア出兵・第1次大戦終わる 久原鉱業、スタエフ商会の日露合併事業締結 軍需工業動員法発布		大正7年国防方針(仮想敵:米ソ中)				米コロニアル社(スタンダード)、ボルネオ鉱区の売り込み
T8	1919	講和条約	北樺太石油開発のため北辰会(久原鉱業、三菱商事、日石、宝田、大倉)	海軍機関科将校の海外大学留学			秋田鉱専に石油学科設置、東京帝大工学部に石油探鉱学講座開設	
T9	1920	国際連盟設立		8・8艦隊案成立、海軍省に軍需局設置、給油艦建設、委託学生制度採用		農商務省(後、商工省)傘下に燃料研究所(現、産業総合研究所)設立、石炭乾留の研究開始		
T10	1921	フシントン軍縮会議・日英同盟破棄	メキシコ、米国に次ぎ世界第2位の石油生産	海軍軍縮(主力艦10:6:6)、海軍燃料廠設立	山梨軍縮			旭石油設立、西戸崎製油所賃借りして輸入原油処理、日本石油と宝田石油合併(10月)、北辰会、オハで掘削成功
T11	1922		日本の電灯普及率70%	8・8艦隊案消滅				燃料協会設立(現、エネルギー学会:6月)
T12	1923	関東大震災		8・8艦隊案消滅、米カリフォルニア原油から航空ガソリン製造試みる				日本漁網(株)とバキューム・オイル社と潤滑油販売契約(7月)
T13	1924			大正12年国防方針(現状維持)、陸海軍航空協定・航空揮発油/潤滑油規格制定				三井物産、米国ゼネラル社と石油の一手販売契約、石油消費税廃止
T14	1925	日ソ基本条約(1月)、国交樹立	独のフュッシャー及びトロプッシュ博士、合成ガソリン製造(間接液化、FT法)に成功	石炭液化研究に着手、民間からの委託精製、貯油量180万kl				三菱商事、米国アンソニーテッドと原油・重油の一手販売契約
T15	1926			オハ原油(北樺太)を輸入			満鉄、撫順でのオイルシェール(オイルシェール)開発に乗り出す	三井物産、日石5特約店と日本重油(株)を設立(東重石油)、日石、鶴見製油所建設(6月)
S1 T15	1926			海軍省内に燃料政策調査委員会設置、軍需局にて「石油政策綱領」作成	宇垣軍縮	農商務省を農林省、商工省に分離		北樺太石油開発のため北辰会(久原、三菱、日石、宝田、大倉)設立
S1 T15	1926			燃料備蓄目標300万kl		燃料調査委員会(委員長:商工省次官)	満鉄、撫順でのオイルシェール乾留工場完成(重油は海軍へ)	北樺太石油株式会社設立(6月)、小倉石油東京製油所でジェンキンス式分解蒸留装置完成(8月)

(出所)各種資料より作成

別表 2-6 年国内石油産業関係史年表 (1927 年~1941 年)

元号	西暦	政治・経済	石油関連(内外)	海軍	陸軍	商工省	満鉄・研究所・大学・商社他	石油業界
M40	1907		国産ガソリン車第1号	明治40年国防方針(仮想的:ロシア(陸軍)、米国(海軍)、南北併進)				南北石油程ヶ谷製油所がカリフォルニア原油輸入
M41	1908		フォード社、乗用車大量生産開始					
M42	1909							関稅率法改正(原油關稅獨立)、ライジングさん、西戸崎(福岡)にボルネオ原油処理のための製油所完成(1915年閉鎖)
M43	1910	韓国併合	英海軍、全艦船の燃料を石油転換、WM ^h ・ト ⁿ 、熱分解法を發明					スタンダード、ライジングサン、日石、宝田石油による4社協定(国内灯油シェア一固定、9月破綻)
M44	1911		スタンダード石油トラスト、独禁法により分割					4社の販売協定復活(9月)
T1 M45	1912			ライジング・サンより重油600トン購入				久原鉱業設立、出光満州進出、丸善鉱油合名会社設立
T2	1913		独、ベルギウス博士、石炭液化法(直接液化)開発					小倉石油、国産掘削機にて井戸掘り成功
T3	1914	第1次世界大戦はじまる		地中式タンク建設開始				4社協定破綻(1月)から復活(4月)、ライジングサン、国内最大シェアとなる、久原鉱業、世界各地の油田調査開始
T4	1915			重油専焼艦「浦風」を英国から購入				日石、初の連続蒸留装置採用(秋田製油所)
T5	1916			輸入原油(燃料)の方針確立				橋本圭三郎(元大蔵省次官)宝田社長就任
T6	1917		テキサスで大油田発見相次ぐ、中島飛行機設立	8・4艦隊、8・6艦隊案成立				
T7	1918	シベリア出兵・第1次大戦終わる 軍需工業動員法発布	久原鉱業、スタエフ商会の日露合併事業締結	大正7年国防方針(仮想敵:米ソ中)				米コロニアル社(スタンダード)、ボルネオ鉱区の売り込み
T8	1919	講和条約	北樺太石油開発のため北辰会(久原鉱業、三菱商事、日石、宝田、大倉)	海軍機関科将校の海外大留学			秋田鉱専(石油学科設置、東京帝大工学部に石油採鉱学講座開設)	
T9	1920	国際連盟設立		8・8艦隊案成立、海軍省に軍需局設置、給油艦建設、委託学生制度採用		農商務省(後、商工省)傘下に燃料研究所(現、産業総合研究所)設立、石炭乾留の研究開始		
T10	1921	フシントン軍縮会議・日英同盟破棄	メキシコ、米國に次ぎ世界第2位の石油生産	海軍軍縮(主力艦10:6:6)、海軍燃料廠設立	山梨軍縮			旭石油設立、西戸崎製油所賃借りして輸入原油処理、日本石油と宝田石油合併(10月)、北辰会、オハで掘削成功
T11	1922		日本の電灯普及率70%	8・8艦隊案消滅				燃料協会設立(現、エネルギー学会:6月)
T12	1923	関東大震災		8・8艦隊案消滅、米カリフォルニア原油から航空ガソリン製造試みる				日本漁網(株)とバキューム・オイル社と潤滑油販売契約(7月)
				大正12年国防方針(現状維持)、陸海軍航空協定・航空揮発油/潤滑油規格制定				三井物産、米國ゼネラル社と石油の一手販売契約、石油消費税廃止
				石炭液化研究に着手、民間からの委託精製、貯油量180万kl				三菱商事、米國アンソニーテッドと原油・重油の一手販売契約
T13	1924			オハ原油(北樺太)を輸入			満鉄、撫順炭鉱の油母頁岩(オイルシェール)開発に乗り出す	三井物産、日石5特約店と日本重油(株)を設立(東重石油)、日石、鶴見製油所建設(6月)
T14	1925	日ソ基本条約(1月)、国交樹立	独のフュッシャー及びトロブツシュ博士、合成ガソリン製造(間接液化、FT法)に成功	海軍省内に燃料政策調査委員会設置、軍需局にて「石油政策綱領」作成	宇垣軍縮	農商務省を農林省、商工省に分離		北樺太石油開発のため北辰会(久原、三菱、日石、宝田、大倉)設立
S1 T15	1926			燃料備蓄目標300万kl		燃料調査委員会(委員長:商工省次官)	満鉄、撫順でのオイルシェール乾留工場完成(重油は海軍へ)	北樺太石油株式会社設立(6月)、小倉石油東京製油所でジェンキンス式分解蒸留装置完成(8月)

(出所)各種資料より作成

(引用文献・参考文献一覧その1)

分野		著者	訳者	書名	発行年	出版社
歴史	1	ヴェルナー・ゾンバルト	金森誠也	戦争と資本主義 (1913年)	2010年	講談社学術文庫
歴史	2	遠山茂樹、今井清一、藤原彰		昭和史	1959年	岩波新書
経済史	3	中村英隆		昭和経済史	1986年	岩波書店
経済史	4	名和統一		日本紡績業と原綿問題研究(大阪商大研究叢書第7冊)	1937年	大同書院
統制経済	5	中村英隆編		現代資料43 国家総動員法(1)経済	1970年	みすず書房
統制経済	6	安藤良雄		太平洋戦争の経済史的研究(日本資本主義の展開過程)	1987年	東京大学出版会
政治・経済史	7	有澤廣巳		戦争と経済	1937年	日本評論社
政治・経済史	8	塚本健		ナチス経済(成立の歴史と論理)	1964年	東京大学出版会
政治・経済史	9	ジョン・ワイツ	糸瀬茂	「ヒットラーを支えた銀行家」(シャハト中銀総裁)	1997年	青山出版社
政治・経済史	10	松浦正孝		日中戦争期における経済と政治(近衛文麿と池田成彬)	1995年	東京大学出版会
政治・経済史	11	牧野邦昭		戦時下の経済学者	2010年	中央公論社
政治・経済史	12	エドワード・ミラー	金子宣子	日本経済を殲滅せよ(The US Financial Siege of Japan before Peral Harber)	2010年	新潮社
政治・経済史	13	小林英夫		満鉄調査部	2005年	平凡社
政治・経済史	14	杉田望		満鉄中央試験所	1990年	講談社学術文庫
政治・経済史	15	加藤聖文		満鉄全史-「国策会社」の全貌	2006年	講談社選書メチエ
政治・経済史	16	J・B・コーヘン	大内兵衛	戦時・戦後の日本経済(上・下)	1948年	岩波書店
政治・経済史	17	米国戦略爆撃調査団(USSBS)	正木千彦	日本戦争経済の崩壊(1946年)	1950年	日本評論社
政治・外交史	18	ハーバート・フェイス	大窪愿二	現代史体系7 第2次世界大戦Ⅱ「真珠湾への道」	1956年	みすず書房
政治・外交史	19	大杉和雄		日中戦争への道	2007年	講談社学術文庫
政治・外交史	20	保坂正康		陸軍省軍務局と日米開戦	1989年	中公文庫
政治・軍事史	21	秦郁彦		日中戦争史	1961年	河出書房新社
政治・軍事史	22	戸部良一		日本の近代9「逆説の軍隊」	1998年	中央公論社
政治・軍事史	23	戸部良一		日本陸軍と中国(「支那通」に見る夢と砂鉄)	1999年	講談社選書メチエ
政治・軍事史	24	田中克彦		ノモンハン戦争-モンゴルと満州国	2009年	岩波新書
軍事史	25	上法快男		陸軍省軍務局史(下巻:昭和編)	2002年	芙蓉書房出版
軍事史	26	井本熊男		支那事変作戦日誌	1998年	芙蓉書房出版
軍事史	27	G・クレープス	相澤淳	日中戦争の諸相「在華ドイツ軍事顧問団と日中戦争」	1997年	錦正社
軍事史・統制経済	28	荒川憲一		日中戦争の諸相「物資動員計画から見た日中戦争」	1997年	錦正社
軍事史	29	源田孝		軍事史学第45巻第4号「ノモンハン航空戦再考」	2010年	軍事史学会
軍事史	30	松村劭		戦争学	1998年	文春新書
軍事史	31	松村劭		新・戦争学	2000年	文春新書
軍事史	32	阿川、猪瀬、中西、秦、福田		二十世紀 日本の戦争	2000年	文春新書
軍事史	33	黒野耐		日本を滅ぼした国防方針	2002年	文春新書
軍事史・統制経済	34	角田順編		明治100年史叢書「石原莞爾資料(国防論策編)」	1967年	原書房
軍事史・統制経済	35	佐治芳彦		石原莞爾(天才戦略家の肖像)	2001年	経済界

(引用文献・参考文献一覧その2)

分野		著者	訳者	書名	発行年	出版社
軍事史・統制経済	35	佐治芳彦		石原莞爾(天才戦略家の肖像)	2001年	経済界
軍事史	36	森本忠夫		マクロ経営学から見た太平洋戦争	1996年	PHP選書
軍事・社会学	36	猪瀬直樹		空気と戦争	2007年	文春新書
軍事・社会学	37	山本七平		空気の研究	1983年	文春文庫
軍備	38	防衛庁防衛研修所戦史室		戦史叢書52「陸軍航空の軍備と運用(1)昭和13年初期まで」	1971年	朝雲新聞社
陸軍航空機	39	伊藤孝		太平洋戦争 日本陸軍機	1969年	(株)酣燈社
石油産業史	40			ニュージャージー・スタンダード石油会社の史的研究	2004年	北海道大学図書館刊行会
石油産業史	41	熊崎照		ガソリンの時代(その20世紀の軌跡)	2001年	オイルリポート社
石油産業史	42	井口東輔編著		現代日本産業発達史第2巻「石油」	1963年	(財)交詢出版局
石油産業史	43	A. サンブソン	大原進、青木英一	セブン・シスターズ	1976年	日本経済新聞社
石油産業史	44	ダニエル・ヤーギン	日高義樹、持田直武	石油の世紀(The Prize)	1991年	日本放送協会
石油産業史	45	工藤章		現代ドイツ化学企業史 (IGファルペンの成立・展開・解体)	1999年	ミネルヴァ書房
石油産業史	46	工藤章		IGファルペンの対日戦略(戦間期日独企業関係史)	1992年	東京大学出版会
石油産業史	47	Irvin H.Anderson,Jr.		The Standard-Vacuum Oil Company and United States East Asian Policy (1933-1941)	1975年	Princeton University Press
石油産業史	48	米国戦略爆撃調査団(USSBS)	奥田英雄訳編	アメリカ合衆国戦略爆撃調査団石油・化学報告「日本における戦争と石油」	1986年	石油評論社
石油政策	48	橘川武郎		1934年の日本の石油業法とスタンダード・バキューム・オイルカンパニー(1)~(9)	1987~1989年	青山経営論集
石油政策	49	東洋経済新報社記者(個人名は不明)		石油業界「経済の常道を無視した石油政策」(P13~P14)	1935年	東洋経済新報(昭和10年10月5日号)
石油政策	50	佐藤清一		重要物資統制読本-石油統制	1939年	商工行政社
石油政策	51	産業政策史研究所		産業政策史研究資料「燃料局石油行政に関する座談会」	1978年	(財)通商産業調査会
石油政策	52	榎本隆一郎		回想80年(石油を追って歩んだ人生記録)	1976年	原書房
線型計画法・数学	53	ソウル. I. ガス	小山昭雄	線型計画法-方法と応用(原書第4版)	1979年	好学社
線型計画法・経済学	54	今野浩		線形計画法	2003年	日科技連
線型計画法・数学	55	ドーフマン、サミュエルソン、ソロー	安井琢磨他	線型計画と経済分析 I、II	1959年	岩波書店
石油全般	56	水田政吉		ダイヤモンド全書「石油」	1938年	ダイヤモンド社
石油経済	57	宇井丑之助・北澤新次郎		石油経済論	1941年	千倉書房
石油経済	58	宇井丑之助・北澤新次郎		南方石油経済	1942年	千倉書房
石油・石炭化学	59	神谷佳男		石油石炭の化学(改訂)	1974年	コロナ社
石油精製・化学	60	小野嘉夫・八嶋建明編		ゼオライトの科学と工学	2007年	講談社サイエンティフィック
石油精製	61	石油学会編		石油精製プロセス	1999年	講談社サイエンティフィック
石油精製	62	W. L. Nelson		Petroleum Refinery Engineering, 4th edition	1964年	McGraw-Hill
石油精製	63	Robert A. Meyers		Handbook of Petroleum Refining Processes,2nd edition	1996年	McGraw-Hill
石油精製	64	Robert A. Meyers		Handbook of Petroleum Refining Processes,3rd edition	2004年	McGraw-Hill
石油精製	65	Chang Samuel Hsu, et al.		Practical Advances in Petroleum Processing (Vo.1,Vol.2)	2006年	Springer
石油精製	66	John Enos		Technical Progress & Profits	2002年	Oxford Institute of Energy Studies
石油化学	67	Harold. A. Wittcoff, et al.		Industrial Organic Chemicals, 2nd edition	2004年	Wiley-Interscience
石油化学	68	K. Weissermel	向山光昭 監訳	工業有機化学-主要原料と中間体(第5版)	2004年	東京化学同人
石油化学	69	経済産業省製造産業局化学課		世界の石油化学製品の今度の需給動向(~2014年)	2010年	経済産業省
石油精製	70	各参加者(PEC編)		第4回日中韓石油技術会議プレゼン資料	2011年	(財)石油産業活性化センター
石油精製	71	Raza Jaward (UOP)		Refining & Petrochemicals Integration プレゼン資料	2007年	UOP
石油精製	72	Stan Frey (UOP)		Unlocking High Value Xylenes from LCO	2008年	世界化学会議プレゼン資料(UOP)

(引用文献・参考文献一覧その3)

分野		著者	訳者	書名	発行年	出版社
石油精製・バイオ燃料	73	平井他		日本におけるエタノール導入について	2007年	(財)日本エネルギー経済研究所
石油精製・バイオ燃料	74	経済産業省		資料「ETBEの供給安定性、経済性について」	2006年	燃料政策小委員会(ETEB利用検討WG)
石油精製・バイオ燃料	75	Cris Wilks (BP)		Butanol - The advanced biofuel プレゼン資料	2009年	BP/Dupont
石油精製・バイオ燃料	76	BP/Dupont		開発状況報告会「Butamax Advanced Biofuels」	2010年	BP/Dupont
石油精製・需給	77	JCAP推進部(PEC)		ガソリンのオクタン価アップが製油所ならびに自動車からのCO2排出量に及ぼす影響	2005年	(財)石油産業活性化センター
石油精製・需給	78	平井他 (IEEJ)		アジアを中心とした世界石油製品需給分析	2008年	(財)日本エネルギー経済研究所
石油精製・需給	79	平井 (IEEJ)		急速な需要減退に直面する日本の石油精製業(エネルギー経済2009年12月)	2009年	(財)日本エネルギー経済研究所
石油精製・市場	80	セキツウ編		石油価格統計集(2010年版)	2010年	セキツウ(石油通信)
石油政策・統計	81	セキツウ編		石油資料(平成22年)	2010年	セキツウ(石油通信)
石油化学・市場	82	重化学工業通信社 HP		主要石油化学製品の動向(国内・輸出)	2010年	重化学工業通信社
石油化学・市場	83	日本芳香族協会 HP		芳香族製品のスポット価格動向	2010年	日本芳香族協会
石油統計	84	BP		BP統計(2010年)	2010年	BP
経済統計(長期)	85	日本銀行		国内企業物価指数(戦前基準指数)	-	日本銀行
経済統計(長期)	86	東洋経済		消費者物価指数(物価総覧臨時増刊(昭和36年版))	-	東洋経済新報社
石油・石炭学会誌	87	燃料協会		燃料協会誌各号(1933年~1941年)	各年	日本エネルギー学会
石油会社社内報	88	日本石油社長室		石油時報各号(1935年~1939年)	各号	日本石油
石油・石炭学会誌	89	燃料協会		液体燃料問題に関する座談会議事録	1933年	燃料協会
石油・石炭学会誌	90	貴族議員事務局		第65回帝国議会(貴族院本会議議事録) 抜粋	1934年	燃料協会
石油会社 社史	91	社史編集委員会		日本石油100年史	1988年	日本石油
石油会社 社史	92	社史編集委員会		東燃15年史	1956年	東亜燃料工業
商社 社史	93	谷林正敏顧問		三菱商事社史(上・下)	1986年	三菱商事株式会社
商社 企業研究	94	春日豊		帝国日本と財閥商社(恐慌・戦争下の三井物産)	2010年	名古屋大学出版会
石油会社 自伝	95	中原延平		中原延平伝	1981年	東亜燃料工業
陸軍燃料廠史	96	石井正紀		陸軍燃料廠	2003年	光人社FN文庫
海軍燃料廠史	97	燃料懇話会		日本海軍燃料史(上・下)	1972年	原書房
陸軍燃料廠史	98	陸燃史編集委員会		陸軍燃料廠史(技術編・満州編)	1974年	陸燃史編集委員会