

自動車排気浄化技術促進の対称分析

CVCC と三元触媒

朱 穎

跡見学園女子大学マネジメント学部専任講師

E-mail: shu@atomi.ac.jp

1. はじめに

支配的な(ドミナントな)技術が出現するタイミングとメカニズムは何によって規定されるのだろうか。この問題については、多くの研究が、技術は「それが優れているから進化する」といった単線的因果関係によって決定されるのではなく、社会的政治的プロセスのなかで進化するものとして捉えなければならない」という観点を支持している。この点に関して、最近では、支配的な地位を構築した技術のみならず、結果的にドミナントとして残らずに消え去ってしまった技術も視野に取り入れて議論する必要があると主張する、「対称分析」のアプローチが注目を集めている。本論文は、こうした「対称分析」のアプローチに依拠しながら、消え去った技術とドミナントになった技術の両者に介在する社会的政治的関係を取り込んだ分析フレームにもとづいて、70年代の日本における排気浄化技術開発の歴史を調査し、三元触媒が実用化されるに至ったプロセスを解明したいと考える。

2. 排気浄化技術促進の全体像

2.1. 事例研究の方法

「その達成は不可能」と言われ続けた厳しい排気ガス規制¹を、当時技術的に欧米に及ば

¹ 1970年に民主党の上院議員マスクー氏(Edmond Maskie)がそれまでの大気清浄法(The Clean Air Act)を改正した「1970年修正案」(Amendment Bill)を議会に提出したことから、その名が付けられた。その内容は主に四つで、きわめて厳しいものであった。1975年以後に生産される自動車の一酸化炭素(CO)、炭化水素(HC)の排出量を1970年型車の許容排出量の10分の1まで削減する。窒素酸化物(NOx)の排出量は1976年型車以後、1971年型車の許容排出量の10分の1以下に低減する。以上の二つの基準を満たす車輛に対して、5万マイルの耐久テストに突破しなければならない。以上の規制基準に達しない自動車は、販売も輸入も禁止する。「内燃機関禁止法」とも言われたこの法律について、1972年10月日本の環境庁は国内において、同法律が予定

なかった日本の自動車メーカーが世界に先駆けてクリアしたのはなぜか。あるいは、「三元触媒方式は技術的な困難を克服できない」との当時の大方の予想に反して、なぜ77年に日本で実用化され、最終的には自動車排気浄化のドミナント技術（支配的技術）として確立したのか。² この問いかけが、本研究の最も核となる問題意識である。

この問いに答えるため、本研究では、排気浄化技術としては支配的な地位を確立しえなかった本田技研のCVCCエンジン³が、三元触媒の実用化を巡る社会的政治的關係の中でどのような役割を果たしたかという点に特に着目し、ケースの記述を行っていきたいと考える。なお、本論文が記述する自動車の排気浄化技術事例は、筆者がトヨタ自工、日産自動車、本田技研三社の当事者に対して行った聞き取り調査から得られた一次データと、技術雑誌や当時の新聞報道、報告書、国会議事録などの既存資料にもとづいている。⁴

2.2. 本田技研の技術選択：CVCCエンジン

四輪車市場の最後発メーカーとしてスタートした本田技研は、軽四輪車市場でいち早くN360というヒット商品を成功させたが、1969年にリコール問題に巻き込まれ、軽四輪車市場から撤退せざるをえない状況に追い込まれた。そのため本田は、軽自動車のユーザーを吸

する基準値を導入することを発表した。一方、マスキー法の本家アメリカでは、73年からビッグスリーが技術的に達成困難と猛烈に反対したことにより、規制の発効が80年代半ばまで延期された。その結果、日本版マスキー法の規制値が世界で最も厳しいものになった。

² 排気浄化の方法は、エンジン燃焼プロセスに関するものか、あるいは燃焼生成物処理に関するものかによって二つのカテゴリに大別される。本田技研のCVCCエンジンが前者の応用例として挙げられるが、触媒方式が後者のカテゴリに分類される。

³ 83年に本田技研はCVCCエンジンを完全に廃止し、排気対策を触媒方式へと移行した。この三元触媒こそ、21世紀を迎えた現在でも、世界の自動車メーカーに採用されているドミナントな排気浄化技術である。誤解なきように述べておくと、本稿は決してCVCCエンジンのコンセプトを低く評価しているわけではない。ガソリン燃焼の原点に立ち戻り、エンジン改造によって排気を減少させようとする優れたコンセプトであった。しかし、「自動車」という商品において、機械制御にもとづくCVCCエンジンは、結局は燃費・馬力の問題を解決できず、市場に評価された期間もごく短いものであった。

⁴ まず、トヨタ関係者について、トヨタ自工元取締役副社長、取締役元広報担当者、及び市場販売責任者に対して、集中的インタビューを行った。2000年12月5日に筆者は豊田市をたずね、元エンジン部長に追加インタビューする機会を得た。日産関係者について、同社の環境・安全技術部主査、主管に対してインタビューを行ったほか、2000年12月14日、30年前の日産自動車化学触媒部門の責任者に追加インタビューする機会を得た。本田技研について、筆者は同社和光基礎研究所のエグゼクティブチーフエンジニアに対して、6時間の集中インタビューを行った。また、全体の流れを把握するため、日本自動車工業会及び日本自動車技術会の関係者達にインタビューすることができた。更に、ストーリー全体の流れについて、トヨタ自工排気浄化技術開発の総責任者だった松本清氏（トヨタ自動車株式会社顧問）、金原淑郎氏（豊田中央研究所代表取締役）、鈴木元雄氏（日本自動車技術会会長）に草稿を読んで頂き、事実確認を行った。30年前の状況や当事者としての認識という貴重な情報を提供して頂いたこれらの皆様に心より御礼を申し上げる。ただし最終的には文責は筆者にあることはいまでもない。

収すべく、69年に排気量1300ccのホンダ1300を擁して大衆車部門に進出した。しかし、このホンダ1300は、競合車種であるカローラやサニーに押されて伸び悩んでいた。本田では、このような状況を打破するために、他社にない独自の特色をもったエンジンの搭載を必要とされていた。こうした中、マスクー法が米国で騒がれるようになり、北米の巨大市場への輸出を狙う本田にとっては、低公害エンジンの開発とそのエンジンを搭載する大衆車を投入することが、状況改善の千載一遇のチャンスだと捉えられるようになっていった。

上記のような戦略ポジション上の苦境を跳ね返すには開発スピードを向上させなければならなかったが、本田における触媒方式の開発は遅々として進まなかった。触媒専門メーカーに委託し、作ってもらった触媒を対策車に搭載し、解析し、耐久テストを行い、作り直し、再度耐久テストを行うといったプロセスを、分断された二つの組織の間で行うのは手間がかかった。トヨタや日産などの大手メーカーのように、自らの化学専門企業を組織化し、何千種類の触媒をテストし、耐久性実験を展開することは、当時の本田技研にとっては経済的に不可能であった。その一方で、トヨタや日産のような多様な車種とエンジングループを抱えるフルライン企業とは異なって、本田の最も大きいエンジンは1300ccでしかなく、企業規模も小さかったため、エンジンラインの改造に制約は少なかった。

また、触媒方式を回避し、エンジン改造方式を選択した本田技研の意思決定の背後には、それまでの技術開発パターンの中から形成された固有要素もあった。F1レースで蓄積された燃焼技術は自前のものであり、小型で高速回転・高出力のエンジンをマスターしているという点では、それだけでエンジンの全てを熟知していたことになる。加えて、本田宗一郎を中心とする機械屋集団が、化学の触媒技術よりエンジン工学を好んでいるという事情もあった。

以上の三つの要因が絡み合い、本田技研はエンジンモデフィケーションの道を切り拓いた。このような事情を背景に実現したCVCCエンジンは、当初の段階では、開発が難航していた触媒技術よりも優れたパフォーマンスを発揮した。しかし、この「最も有望である」と言われた低公害エンジンは、結局のところ触媒技術を駆逐することはなかった。では、一方、なぜフルライン企業はエンジンモデフィケーション方式を最終的に採用せず、縁の薄い化学の世界に一步を踏み込んだのか。

2.3. フルライン企業の技術選択：触媒方式

トヨタや日産と言った日本のフルライン企業が触媒方式を本命と位置づけた判断の背後には、二つの要因があったと思われる。第一に、76年までに、エンジンモデフィケーションによってHC・CO・NOxという三つの成分を従来の排気量の90%まで低減させることに

は限界があり、エンジン工学以外の分野から解決策を模索しなければならないとの判断があったことが挙げられる。エンジン工学の原理上、リーン燃焼を行えば排気浄化が可能となるが、この場合、空燃比が従来の内燃機関が正常に運転できる範囲を大きく外れるために、点火をしても燃焼が起これないという「失火」が生じたり、シリンダー内部での火炎の伝播速度が遅くなって運転性能が低下してしまう可能性がある。

こうしたエンジン工学上の原理と並んで、触媒選択の背後にあったもうひとつ大きな原因として、長い歴史を持つレシプロエンジンの優位性が否定し難いものであったという点が挙げられる。多様な車種と製品ラインを抱え込んだ大手メーカーにとって、従来のレシプロエンジンには変更を加えないで後づけ的に触媒を取り付ける方式を採用することは、最も合理的な選択であった。また、実際、こうした認識は、日本のみならず、世界のすべての大手メーカーにも共有されていた。このように、排気浄化性能上の優位性のみならず、エンジン性能や燃費の犠牲を極力少なくする必要があるという総合的な判断から、71年末、日本のフルラインメーカーは、排気浄化技術の開発において触媒方式を中心に据えることを決定したのである。

トヨタの場合、自社系列の触媒専門メーカー「キャタラー工業」を設立し、4000種類の「触媒探し」に踏み切っていた。マスキー法が可決された直後の71年から、キャタラー工業内に第1研究室および酸化触媒製造パイロットプラントが建設され、設計・製作及び生産技術、品質保証に関する問題点を検討するようになった。一方、社内に触媒の専門家がいなかった日産自動車では、触媒開発のため、日産グループの日産化学工業から触媒の専門家を多数スカウトし、同社の触媒研究者はピークの時期に200人以上の体制となった。にもかかわらず、73年には、三つの汚染成分を同時にコントロールできるような触媒システムの実用化は困難であることが判明した。その結果、73年に行われたEPA（米国環境保護庁）の公聴会において、世界の大手メーカーは、足並みを揃えて、75年規制までに触媒技術を実用化することは不可能であると主張し、規制延期を強く要請したのである。

一方、トヨタと日産の日本のトップ2社では、こうした厳しい状況の下でも、既にこの時点でマスキー法を達成していたCVCCエンジンの採用に本格的に乗り出すことはなかった。この理由について、筆者がインタビューした30年前のフルライン企業の当事者達は、一致して、競合企業への対抗上の問題というよりも、技術選択に対する評価基準上の問題を指摘した。すなわち、フルライン企業は、エンジンモデフィケーションよりも触媒の方が、燃費・馬力・運転性能といった総合的要素で優れていると判断していた。さらに、CVCCエンジンを採用すると馬力損失が生じるが、これを排気量増加によって克服しようとする税額が跳ね上がってしまうので、フルライン企業にとって、そうした方法は価格政策上取りにくい決

定であった。

このように、CVCCエンジンが最終的にフルラインメーカーに支持されることはなかった。しかし一方で、「本命」と見なされていた三元触媒技術も、74年の段階で何の見通しも立っていなかった。純粋なエンジン工学技術の観点に立てば、トップ2社の技術開発にCVCCエンジンからの影響は薄かったが、本田技研の技術戦略は、技術以外の経路を通じてトップ2社の触媒開発に間接的に影響を与えるようになっていった。

2.4. 規制発効の社会的政治的プロセス

無関係のように進められてきた本田技研とトップ2社それぞれの技術選択は、「政府との対決」といった政治的意図を持ち、「反公害」・「反大企業」のスローガンで繰り広げられた7大都市革新自治体の活動によって、やがて見える糸でつながるようになっていった。

7大都市革新自治体が開催した排気ガス問題調査団の公聴会で、トヨタと日産の両社は、リードタイムの不足と「触媒の実行不可能」という二つの理由で規制延期を求めた。それに対して調査団は、窒素酸化物の削減に実用可能性のあるロータリエンジンとCVCCエンジンが既に開発済みであり、トヨタも日産も社内でロータリエンジンやCVCCエンジンの開発に取り組んでいたことから、少なくとも本田や東洋工業によって提示された暫定値を実現することはできる、との批判を繰り広げた。この調査団による技術アセスメント活動はマスメディアにも取り上げられ、環境行政をめぐる報道合戦と、「反公害」の市民運動が大規模に展開されていった。排気ガス規制に関する世論の関心は、本田CVCCエンジンがEPA（米国環境保護庁）テストに合格した73年から急速に増大し、7大都市調査団が積極的に活動した74年から75年までの一年間においてピークに達した。その結果、「規制の完全実施」のコンセンサスは自動車産業外部に広く共有されることとなった。また、世論による環境行政への厳しい批判は、「清潔な政治」を訴え続けてきた三木内閣を強く後押しする結果となった。元田中角栄内閣の環境庁長官でありながら田中角栄を批判し辞職した経験をもつ三木武夫は、三木内閣のスローガンとしてクリーンな政治を掲げていた。このため、76年規制の発効に対して、後ろ向きの対応を取ることはできなかった。

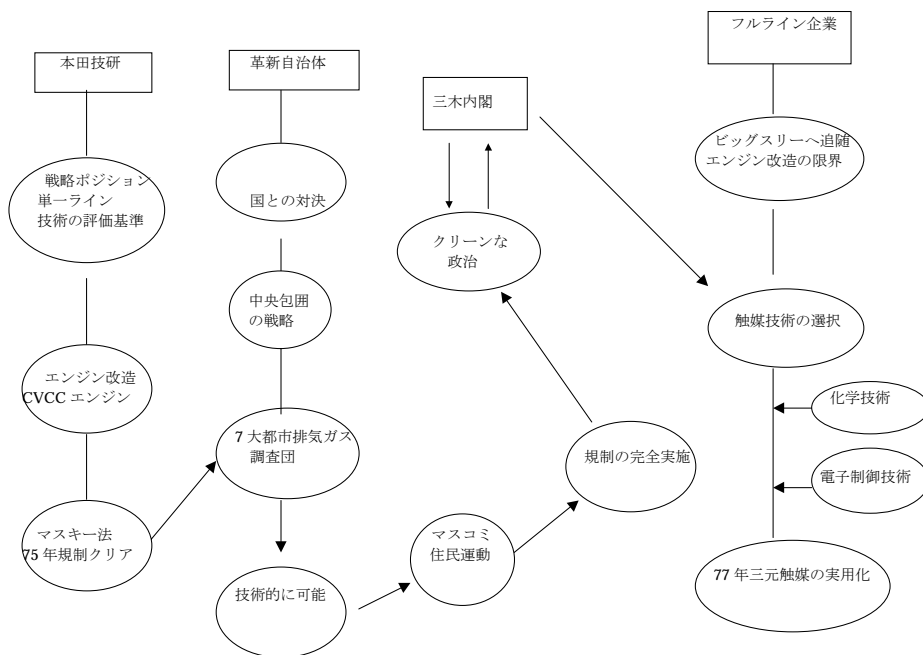
結果的に、最も厳しいと言われる窒素酸化物規制に対して2年間の猶予期間が付いたものの、当初の規制値は厳格に守られることになり、自動車メーカーは規制発効に間に合わせるべく、触媒開発の加速化を容儀なくされた。無論、厳しい規制を実施すれば自ずと技術開発が促進されるという誤解を解くため、トップ2社による触媒開発の内実を記述することも必要であろう。ただし、紙幅の関係で、これに関する詳細な議論は別稿に譲ることとする。

3. 結論とインプリケーション

上のケース分析からは、CVCC エンジンが、社会的政治的プロセスを媒介に、フルライン企業に対して短期間の技術開発を強制した結果、ドミナント技術として今日まで生き残った三元触媒の実用化が加速されたとの結論を得ることができる。すなわち、CVCC エンジンと三元触媒という二つの異なった技術選択、およびその間に介在する技術的知識を持たない政治主体とのやりとりのなかで、技術進歩が急速に実現されていったと考えられるのである。

狭いプロダクトラインしか持たず、北米市場への新規参入を狙う本田技研、システム性の高い商品として自動車を捉え、規制延期を要請したフルライン企業、さらにその間を媒介した革新自治体と三木内閣、それぞれの行動は合理的であった。しかし、それぞれの思惑がひとつずつ積み重なることによって、ニッチ企業の技術戦略は、やや迂遠な経路を経て、フルライン企業の技術開発に影響を及ぼすようになった。当時のフルライン企業にとっては、1300cc モデルしか作っていなかったニッチ企業は業界内の主な競合相手ではなかったが、技術の社会的政治的プロセスを媒介に、最終的に「相手」にせざるをえなくなった。すなわち、CVCC エンジンと三元触媒方式という二つの異なった技術選択が市場において直接的な競合関係にあったというよりも、むしろ、規制の達成をめぐる政治的プロセスの中でそれぞれが正当性を主張し合い、技術の制度的合理性を獲得する競争において刺激し合ったのである。この迂遠な経路は、社会的政治的に形成された結果として理解されるべきであり、それこそが排気浄化技術促進の全体像である。(図1)

図1 排気浄化技術促進の全体像



本稿では、「対称分析」の観点にもとづき、CVCC エンジンと三元触媒という二つの技術選択が行われた背景と、規制発効をめぐる両者間に形成された政治的社会的関係に光を当てた。無論、急速に展開された三元触媒の開発は、当時のエレクトロニクス技術の進歩などにも支えられ、電子制御と化学という、これまでとは異質な技術が自動車技術体系の中に組み込まれていった中で実現されたものである。決して、単に政府規制によって不可能な技術が一気に進歩したと誤解してはならない。ただし、実際の技術進歩のタイミングは、「社会」と「技術」との「共進的」関係の上で成り立っており、技術進歩が予想以上に早く実現した背後には、より多くの行為主体の思惑を織り込んだ因果連鎖が存在したと結論づけることが可能であろう。

赤門マネジメント・レビュー編集委員会

編集長 新宅 純二郎

編集委員 阿部 誠 粕谷 誠 片平 秀貴 高橋 伸夫 藤本 隆宏

編集担当 西田 麻希

赤門マネジメント・レビュー 1巻2号 2002年5月25日発行

編集 東京大学大学院経済学研究科 ABAS/AMR 編集委員会

発行 特定非営利活動法人グローバルビジネスリサーチセンター

理事長 片平 秀貴

東京都千代田区丸の内

<http://www.gbrc.jp>