

排 事 始

戸田 忠秀 (機械33)



私は昭和33年(1958年)機械工学科を卒業して、トヨタ自動車工業に入社し、その後自動車部品メーカーに移り、卒業後47年間ほぼ半世紀の間、自動車産業で過ごした。この度、投稿の機会が与えられさて何を書くかと色々と考えた。現在の技術の評論をするには勉強不足であり、経営に関する事は経験不足であり、いきつくところ古い話で恐縮であるが、社会人となり自分なりに頑張っていたと思われる頃で、日本の自動車が世界へ飛躍する少し前の状況についてふれてみる。飛躍のジャンプ台が排気ガス浄化に関する技術開発であったと思われ、通称④プロジェクトと称し会社の存亡をかけて全社一丸となつての大プロジェクトになる少し前の火付け役の頃で、全てが新しい事への挑戦であり、右往左往していたほぼ40年前の事を思い出しながら④事始と題し書いてみる。

昭和30年代初めの頃は、職業選択の自由が学生には無かった様な気がする。私の卒業研究は内燃機関の前川教授であったが、就職を考える頃のある時、熱力学の抜山教授より呼びがあり、トヨタ自動車に行ってもらふからと、何故に私なのかのご説明は無く、これを持って挙母(ころも、現在の豊田市)へ行きなさいと推薦状を渡された。船のエンジンをやっていたのに自動車かと思ひながら、

物凄い田舎で荒涼とした原野にポツリとたつトヨタ自動車を訪ね、重役の質問に幾つか答え、少し寄り道をして帰仙すると、その前に合格の連絡が届いていて、それ以来半世紀の長きにわたり自動車業界のお世話になっている。

入社当時のトヨタ自動車は従業員6000名で月産6000台生産していた。月産10,000台となれば企業として安定するから頑張れと号令がかかりそれなりに働いたが、工長と言う年配の現場の長は、我々の入社当時は月産500台生産出来れば安定すると言われ頑張ってきたが、6000台になつても経営陣の言う事は同じ頑張れだとの事であった。自由経済下の企業は常に緊張感を持ち常に成長しなければならない宿命にあり、現在も何らこの雰囲気は変わることが無い。

入社時の月給は13000円で乗用車はクラウンで100万円したので、給料は上がるであろうが飲まず食わずに貯金をして買ふには数年かかるかと考え、自家用車は夢のまた夢で、自動車は仕事の対象としか考える事が出来なかつた。世界一の自動車会社GMの年間収益は当時のトヨタの三桁ほど大きく、今の収益の100年分かとふと思ひ、自動車産業の規模の格差の物凄さを感じた記憶がある。

我々同級生が広く分散して就職したものの日本の基幹産業でも、当時の世界のトッ

プ企業との格差は大同小異で、自動車と同じ様な状況であったのではなかろうか。現在は米国に次ぐ経済大国となり、どの産業も世界展開をしているが、よくも現在の地位まで来たものよとしみじみと思われる。

トヨタ自動車では希望通りエンジンの開発部署へ配属となりエンジン実験を担当する事となった。

当時の自動車用のエンジンは、吸気の一部に絞りを置き、発生する負圧で燃料を吸出し計量、霧化する気化器と、回転数に対応した進角機構を持つ配電器と2種の機械式の制御機構のみで出力制御されていた。

私は気化器の開発を担当し、当時米国のカーター社が世界一の気化器メーカーであつて、3カ月勉強の機会が与えられた。英語は聞く事も話す事も満足でなかつたが、目から入る情報のみで十分すぎる情報が集められ、非常に多くの貴重な経験をした。

帰国したその年昭和39年(1964年)、上司より排気ガス浄化が米国で議論されているので調査せよとの指示が出された。排気ガス成分には吸気、燃料系が最も影響すると思われ、その分野を担当していた私と他2名で調査を開始した。これが時代ともに社会問題に発展し、自動車メーカーの存亡を左右する排気ガス浄化に関する技術開発、即ち④プロジェクトの小さな第一歩であつた。

排気ガス浄化に関する技術開発は、通常の商品開発とは著しく性格が異なり、自動車メーカーは技術開発に消極的で、技術論文の類は見当たらず、地理的条件

から大気汚染に悩まされていたカリフォルニア州及び連邦政府が、技術開発の進展を法規制で牽引するかたちで展開されている事を知り、如何に規制するかを議論している官報の解説から開始した。法規制関連の英文は対象が技術関係であっても、技術論文しか読まぬ我々には非常に難解な文章で、数行の理解のために幾晩も費やす日々であつた。杉田玄白がフルヘンドなるオランダ語を鼻と理解する過程の苦労話「蘭学事始」が思い出され、少々大袈裟かもしれないが、この辺りの状況はまさに我々にとり④事始であつた。

実験を開始するには、まず計測器を準備する必要があるが、これまでの排気ガスの分析は、排気ガス成分の分析ではなく、エンジンの最重要特性の一つの吸入空気量(吸入効率)と、燃焼制御の為に空燃比を知る目的で行われていた。脈動を伴う空気量の測定で実用化されていた唯一の方法は、かの有名な前川教授の開発された丸型ノズルであつたが取り扱いには至極難しく、排気ガスから逆に吸気側の情報を得るのが狙いで、吸収液によるオルザート法かガスクロ法で一試料の分析に何分もかかるレベルのものであつた。官報にはNDIRなる用語があり、これも苦労の後、非分散型赤外分析計で、排気ガス中の一酸化炭素(CO)、二酸化炭素(CO₂)、未燃ハイドロカーボン(H-C)を連続的に瞬時に計測出来る事を知り、分析計の調達とこれは比較計器であるため既知の濃度の高圧ガスボンベの調達と、それらの取り扱いの習熟に明け暮れる毎日となつた。エンジン本体では100分

の1mmがほぼ最小単位であったが、排気ガスの成分分析ではppm (part per million) 即ち100万分の1が単位となり、1万倍に感度を上げて仕事をしなければならぬ環境となった。

排気ガス規制は、エンジンの定速度定負荷運転時に行うのではなく、加減速の連続である路上走行時の状況再現下で測定し、ある規制値以下にする事を要求している。我々の仕事ではないが法規制上重要なのが都市内走行の代表的な走行パターンの設定であり、日米の考え方の相違の片鱗を見る事が出来る。米国ではロスアンジェルス市内のある一台の車が、自宅を出て一旦停車し再び走り出し高速道路を利用してオフィスに行く時間対車速の記録そのものをLA-4モードと命名して規制値設定のパターンとした。この車の走行がロス市内走行の代表か否かを議論するより実際に走行したパターンという事実を大切にしたのであろう。一方時期的にはかなり遅れての日本の排気ガス規制では、都市内を走行したパターンを多数集めて統計処理をして、幾何学的な直線の時間対車速パターンをつくり、実際には絶対にありえない走行であるが総計的裏付けを優先して規制の走行パターンとした。現実重視の米国と非現実でも何かの裏づけを重視する日本との国民性の違いであろう。

この様な状況下で実験体制を整えている間に法規制の方もどんどんと進展した。自動車密度の高さと特殊な地形のために発生する光化学スモッグに悩まされていたカリフォルニア州が、米国車に1966年型式車から排気ガス規制を適用し、一

方連邦政府も1968年型式車から適用となった。カリフォルニア州も輸入車は1968年型式車からと適用延期処置がとられたので、1968年型式車より排気ガス規制を満足する事が、全米への輸出販売の前提条件となった。

規制の概要が固まったあとから情報入手し、行動開始するハンデを負いながらであったが、昭和39年(1964年)に排気ガス規制調査チームが編成されてから約3年間で体制と実験設備を整えて、1968年型式車へ要求される排出基準を満足する対策技術を開発した。さらに排気ガス浄化装置には耐久性への厳しい評価が要求され、認証を受ける車種ごとに1台、5万マイル(8万km)走行させ4000マイルごとに排気ガス分析試験を実施し、結果報告しなければならなかった。1968年型式車の認証取得は、全走行距離56万マイル地球14周走行に相当する大規模な試験であった。

昭和42年(1967年)の秋に米国輸出の1968年型式車が無事に生産開始出来るように、その年の3月にミシガン州の政府試験場に排気ガス浄化装置を組み入れた試験車を持ち込み認証試験に臨んだ。全ての試験を政府の技術者が行い、厳しい評価の後“合格”の知らせと同時に、我々が米国内外の自動車メーカーのなかで一番早く試験を終了した“認証第1号”であるとの報告も受けた。

昭和42年(1967年)8月の米国自動車技術者協会(SAE)の研究発表の場にて、対策技術を詳述した論文をも発表する事が出来、昭和39年(1964年)からの試行錯誤の連続の \odot 事始はまずまずの成

功を収めた。

排気ガス規制は世論の公害への関心の高まりとともに日ごとに厳しくなり、米国にて昭和45年(1970年)12月に“1970年大気浄化法”通称マスキー法が成立し、内容は以下の厳しい規制であった。

- 1) 1975年型式車からH-C, COを1970年規制値の10分の1とする。
- 2) 1976年型式車からNO_xを1971年型式車平均排出量の10分の1とする。

米国流の高い目標をまず設定して、最大限の努力を関係者に要求する月に人を送るアポロ計画と同じ方法論がとられた。日本でも日本版マスキー法といわれた昭和53年規制が制定され、排気ガス規制は世間の注目の的となった。

自動車会社の存亡をかけての最重要開発業務となった本格的な排気ガス浄化プロジェクトに関する技術開発の経緯は、発表論文も多数ありそれに譲る事とするが、高い目標であるマスキーレベルを満足させるための2大要素技術が、触媒の開発と電子制御装置の開発であったと思われ、この2点について簡単に触れてみたい。

CO、H-Cが規制の対象であった時期は、両者とも未燃成分であり、まずエンジン本体の燃焼機構と混合気供給機構の改善で大幅な改善がはかられたが、規制の強化とともに、エンジンのみで処理する事は困難となり、まして1976年規制のNO_x規制はエンジンの効率を上げるための燃焼温度上昇自身が排出増大の原因となり、自動車用エンジンが長年追及して来た高出力低燃費にブレーキをかける事となった。酸化すれば無害化出来る成

分のCO、H-Cと、還元分解しなければ無害化出来ない成分NO_xの処理と、自動車用エンジンの商品力である高出力低燃費の維持とを全て満足する解が求められた。

触媒反応に期待をかけざるをえず、触媒の専門家の門をたたき教えを乞う事となったが、そもそも化学プラント等で使用される触媒は、反応成分の濃度、温度、触媒容量に対する相対速度(スペースベロシティ)等が、一定という条件下で使用するのが常識であった。一方自動車の排気ガスは加減速のために、温度、濃度、相対速度いずれもが大幅変動しており、触媒が使用出来る条件は何一つ整っておらず不可とのご神託であった。しかし自動車用エンジンとして譲れない高出力低燃費を維持しての排気ガス浄化には、触媒は不可欠と判断して素人集団が開発に取り組みだした。世の中は広いもので、ある米国の石油会社の化学者が国際会議の場で、理論空燃比の排気ガスが加減速の全運転条件下で常に維持出来れば、酸化と還元とを同時に行う触媒が存在するとの報告をして非常に大きな注目を集めた。その当時の混合気供給装置は、先述の気化器であり、定常運転でも気筒間にバラツキのある状況にあり、全ての運転条件下で理論空燃比の維持はとても期待できず、ここで自動車用エンジンに電子制御装置を取り入れない事には前進なしの判断が出され、電子燃料噴射装置への一大切り替えとなった。さらに排気ガス中の酸素濃度を検知して制御に加えるためのO₂センサーが開発されて、排気ガスの常時理論空燃比状態が実現され、触

媒自身の開発とともに排気ガス浄化技術は飛躍的に進歩した。

確かな実験を積み重ねて常識にとらわれず、進むべき技術の方向性を確認しながら改善につぐ改善をした触媒開発集団と、触媒が機能する条件を何としても作り出すために、それまで機械制御の牙城であったエンジンに電子制御装置を組み入れた技術者集団の努力により、高く厚い壁が打ち破られた。勿論エンジン技術者集団も燃焼解析を進め新しい触媒装置と電子制御装置との適合をはかり、耐久性と信頼性を確保したエンジンシステムへ完成度を高める最大限の努力をした。

排気ガス浄化の大命題が無ければ、とかく信頼性に不安をかかえがちな電子装置の組み入れは大幅に遅れた事であろう。機械制御では考えられない精緻な電子制御と触媒の機能向上で、多少冗談めくが、最近は大気よりエンジンを通した排気ガスの方がきれいと言われるレベルに達し、しかも出力、燃費、静粛性等エンジン本来の諸特性全てが大幅に改善されている。

排気ガス規制が有害成分の濃度規制から排出重量規制となり、石油供給クライ

シスも重なり、一人の人間の移動に2トンの大型車が主流の米国自動車社会は、安全性も快適性も十分な欧州、日本製の半分の重量の1トンの小型車に移行した。人類の安全と快適な環境維持の為に高い目標を掲げ、技術開発を牽引したマスキー法は狙い通り排気ガス浄化技術の大きな進歩をもたらしたが、皮肉な側面として自国自動車産業の不得意とする小型車に主流を置き換えさせ、欧州、日本の自動車産業の米国での大飛躍の一つの要因ともなった。

3人の調査から開始された④事始から本格的な④プロジェクトに10年余携わり、技術開発が遅々とし進展せず世間の厳しい批判を受けた苦しい経験、一方いわゆる技術開発のブレイクスルーに至り、一挙に諸課題が解決する歓喜と感動をも経験させて頂いた。

社会の進展に真に必要な命題を求め、高い目標を掲げ現状不可能な事を可能ならしめる技術開発を推し進め、明るい未来を切り開く事を若き後輩に期待する。

■とだ・ただひで

(元) 豊田合成㈱

