

1. いきさつ

令和5年10月22日、山越裕さんと伊藤三平さんに、早稲田のホームカミングデーに出席しないかとお誘いを受け、私はちょっと遠いので、セレモニーは欠席、昼食のみご一緒させていただいた。昼食後、レストランの片隅の喫茶コーナーで、楽しく懇談の際、私の現役時代の仕事「自動車エンジンの排気浄化」に関して話しました。伊藤さんは、その時お話しした特許関係の内容に関心を持って、後日同期の時田清さんに依頼、彼の手をわずらわせ、別紙のような立派な「衣笠幸夫氏の知的財産」を作成/メールしていただき、私は大いに驚き、感激/感謝しました。

いつもの「同報メール」の手間・ご努力と共に、伊藤さんの「人への深い愛情(関心/思いやり)」に、更に感謝/尊敬の念を深くしました。

まとめの労苦を引受け、好意的なコメントを沢山付けてくださった、時田さんにも大いに感謝しています。時田さんは現役時代、知的財産関係の仕事をしておられたのでしょうか？

自らもある程度、特許のフォロはしていましたが、ここまで立派なまとめは私も持っていません。

伊藤さんから、「コメント・解説(同期にわかりやすく)、開発時の苦労話など」を加えよとのお申出、有難く、若い頃の苦労話など、サビかけた頭で思い出し出し何か書ければと始めました。目標を持ってやることができ、大いに元気をいただきました。

きっと千葉高43年卒の仲間の中には、他にも研究開発業務に就かれ、多くの特許を出されたメンバーがいらっしゃると思い、私など「おこがましい」とも考えましたが、せっかくのお申し出なので……

稲葉先生/櫻井先生の物理と、依田先生の化学の教え(周期律表など)が大いに役立ったことに感謝し、在りし日の千葉高の正面玄関とドイツウヒ?の大木、皇居方向を向いた中庭などのキャンパスを思い出しつつ……

2. 特許の話

時田さんのまとめを見て、お気づきと思いますが、特許のタイトルは全く同じ、あるいは似通ったものが多く、中身を見ないと本人でもどれがどの特許内容かもわからないものがほとんどです。埃(誇り)をかぶったバインダーを引っ張り出して、思い出に浸りながら……

私はダボハゼのように何にでも食いつくところがあり、自分の専門分野(排気浄化)から外れていても、出したアイデアがいくつかあります。最終的に特許にはなっていないものもありますが……

例えば、

・シートの快適性(ベンチレーションシート(私は汗かきなので))

シート表面から空気を吸い込むことにより、シート表面の温度/湿度を下げ快適化する。

・ハイブリッド車の、バッテリーの充放電制御のカーナビとの協調により燃費改善(先読みエコドライブ)
ナビの地図データにより自車の目的地までの速度、勾配、信号の間隔、混雑状況などが予測できるので、これらの情報を活用。また、日々の運転履歴から減速、停止する地点などを記憶蓄積しこれら

を基にハイブリッド車のバッテリーの充放電制御を最適化し燃費向上、を図る。

・2 槽式洗濯機の効率良い濯ぎの方法と構造(「これは我社の技術ではない」と知財部に却下されましたが、数年後家電メーカーからこのアイデアを搭載した洗濯機が発売された)

上記の車関連の 2 件の技術は、現在の生産車の一部(今、私の乗っている車にも)に採用されていますが、20 年以上前に出したアイデアなので、特許になっていたとしても、既に特許期間が切れており、実施報奨金は出ません。早く特許を出さないと他社に先に取りられてしまう心配がありますが、早く出しすぎても採用されるまでに年月がかかり、その間に特許期間が切れてしまうと言う矛盾を内包しています。尤もアイデアを考案した時点では報奨金など眼中になく、「一刻も早く！」と考え、できるだけ早く提出していました。いざ公開されてみると他社と 1 日~1 週間違いで「勝った/負けた」という例もあり、数ヶ月違いなどはいくつもありました。排気規制の強化に伴い、「皆考えるアイデアは似通っているな」と思いました。

創業者の豊田喜一郎は特許を一刻でも早く提出するために、業務終了後自ら名古屋行列車に乗って上京し、提出していたというエピソードがあります。

個々の特許技術を詳しく説明しても細かすぎて理解いただくのが困難と考えるので、排気対策の初期から最近までの流れをまず説明し、次にアイデアが特許登録されるまでの一般的な流れ、侵害発見、エピソードなどを紹介することで、私が経験してきた業務に関し理解の一助としていただければと……

誤解を防ぐため重複して記述した部分があり「しつこい」と思われるかもしれませんが、ご容赦の程。

ここまでは「お話」なので(です/ます調)で書いた。以後は技術の話が多いので(である調)で記述。

3. 排気対策の大きな流れ

仕事内容を大まかに理解いただくため、主流の排気対策の代表的なシステムのみ概説する

私が入社した昭和 51 年は排気対策が緒につき始めた頃で、大学でも「排気浄化」関係の研究室に所属していた関係で、多少の知識は持っていた。会社では「比較的新しい排気浄化システムの先行開発部署」に配属され、それまで文献でしか見たことのない「電子燃料噴射システム(EFI: 吸気ポート噴射)」、「排気浄化のための三元触媒(Three Way Catalyst)」や「酸素センサ(O₂ センサ)」などを活用したシステムで、興味津々で取組んだ。担当してきた規制が世界一厳しい米国向けモデルを中心に説明する。

折りしも、米国の「マスキー法: (HC(炭化水素)、CO(一酸化炭素)、NO_x(窒素酸化物)の排出レベルをエンジン出ガスの 1/10 まで低減を要求)」が段階的に適用され始めた時期であった。

上記のシステムは、三元触媒の浄化率が最大となるように空燃比(空気と燃料の重量比)を理論空燃比(空気と燃料が過不足ない状態)近傍に保つために O₂ センサの信号をフィードバックし、燃料噴射量を制御するシステムである。

触媒は温度が低いと活性化せず効力を発揮しないので、冷始動後いかに早く触媒温度を上げるかと言うのが課題。また冷始動時はガソリンの気化特性が低いため、理論空燃比相当のガソリン量を噴射したのではうまく着火しにくいので、噴射量を増加させる必要があり、これまた未燃の HC を増加させることになり、気化特性を改善する工夫も必要である。

現在の車では、排出物の殆どが冷始動から僅かな時間に排出され、暖気後(エンジンや排気管に取り付けられた触媒が暖まった後)の排気はかなり綺麗、と言う状況。他に「排気再循環(EGR:排気の一部を吸気側に戻すことにより、燃料に対する吸気の体積を増やすことで、燃焼温度を下げNO_xの発生を抑制し、また若干の燃費向上も図れる)」のような技術を採用することが多い。

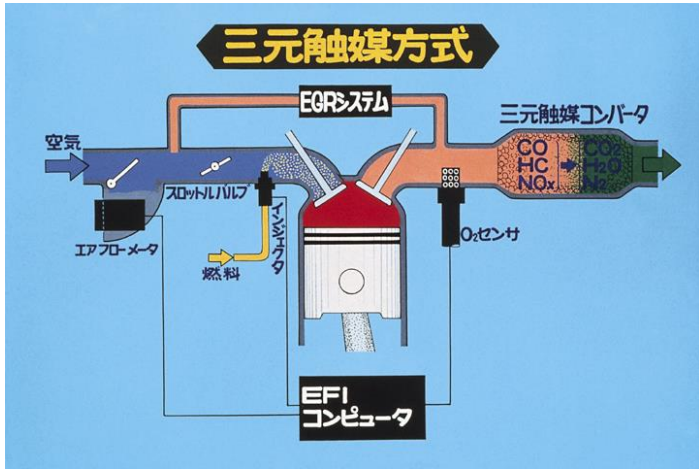


図 1. 三元触媒排気浄化システム

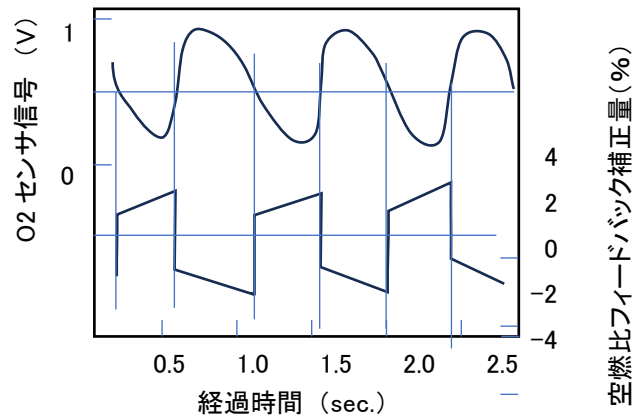


図 2. O2 センサ信号と空燃比フィードバック補正量(イメージ)

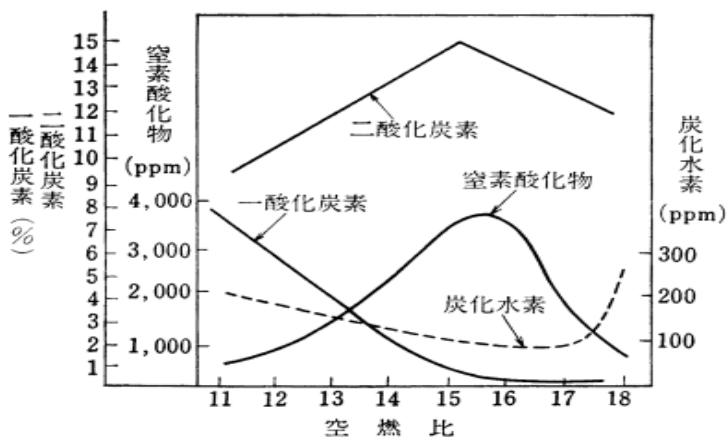
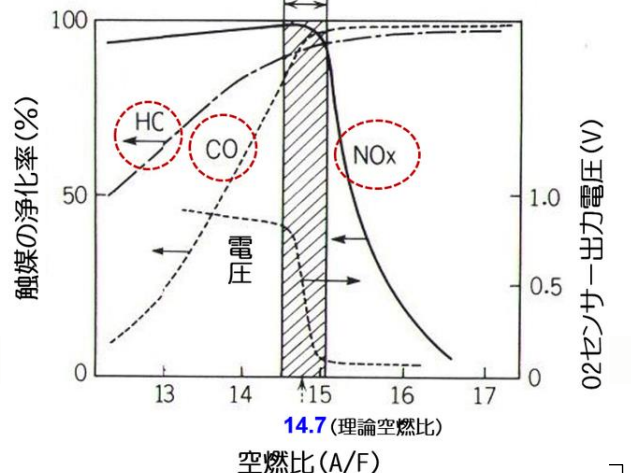


図 1 空燃比と排気ガスの濃度



「自動車用ガソリンエンジン」中島泰夫@山海堂:p103

図 4. 空燃比と触媒浄化率/O2 センサ出力電圧

昭和 49 年中央公害対策審議会大気部会自動車公害専門部会資料に基づく

図 3. 空燃比とエンジン出ガス(触媒通過前)

空燃比センサ出力電流

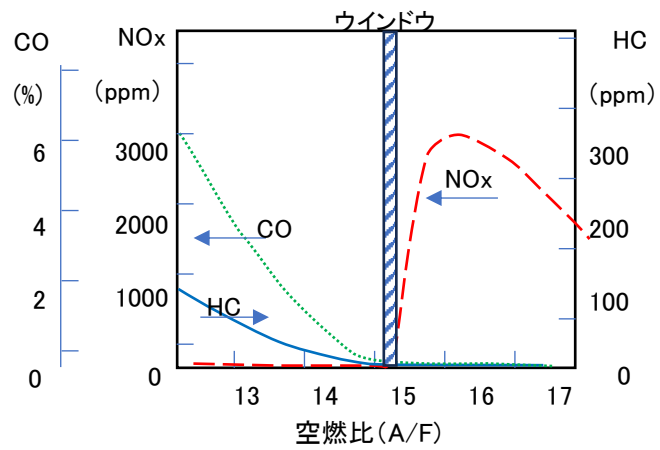


図 5. 空燃比とテールパイプ(触媒出)排気ガス(イメージ)

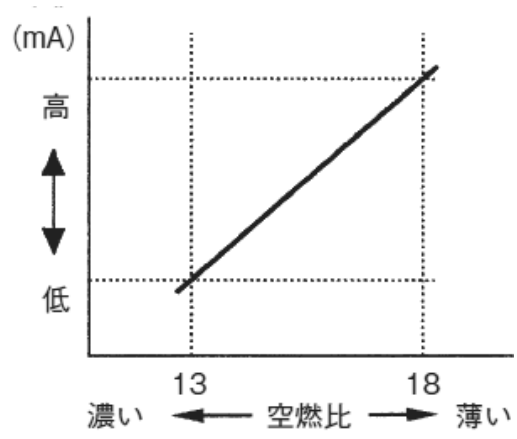


図 6. 空燃比センサ出力特性(イメージ)

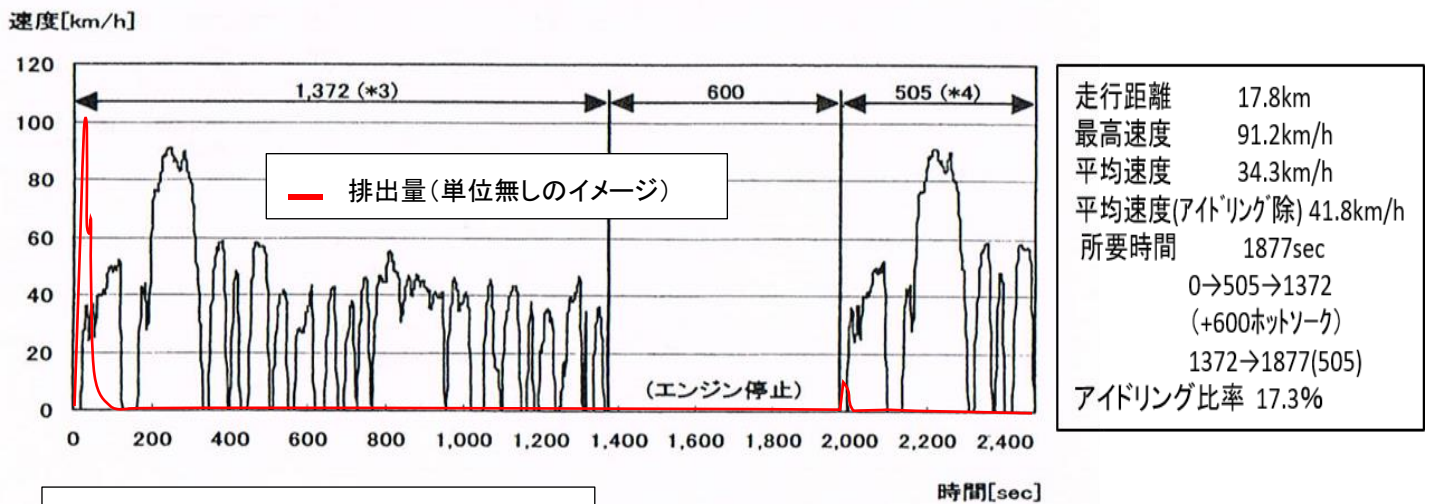


図 7. 米国の LA4 排気試験モードと排出量

図 1. の三元触媒方式の排気浄化システムにおいて、空燃比とエンジン出ガス(触媒を通過する前)の関係は、図 3. の様である。ここで、図 4. に示すような三元触媒の浄化特性があるので、テールパイプ(触媒出ガス)排気は図 5. のようになる。(図 3. と図 4. の掛算) できる限り排気 3 成分が共に低くなる空燃比(図 4. 図 5. に示す「ウインドウ」領域)に空燃比を制御するために、図 4. に示す O₂ センサのリッチ(過濃)領域で 1V(ボルト)、リーン(希薄)領域では 0V(ボルト)を示す特性を活用し、図 2. の上に示すようなセンサの動的信号に基づいて、下に示すような補正量で空燃比をフィードバックすることにより理論空燃比近傍のウインドウに制御することで、3 成分とも低減した排気特性を得る。しかし、以上の現象は触媒が温まった状態の事柄であり、車を何時間か駐車状態で放置した後では、エンジン、触媒とも冷えており、触媒と O₂ センサが温まるまで(活性化するのは 200℃~300℃)の期間は、エンジン出ガスが触媒で浄化されることなく、そのまま排出されてしまう。実は排気対策において最も悩ましいのがこのコールドスタート部分である。触媒を二分割して、エンジンに近い排気管に小容量の「コールドスタート触媒」(Close Coupled Catalyst)を配置する、あるいは触媒全体そのものをエンジンに近い排気管に配置するのは今や定石だが、エンジンに近いので高温の排気にさらされる頻度も高くなり、触媒の熱劣化が課題となる。色々な技術は「背反」条件をいかにバランスさせるかに尽きると言っても過言ではない。また、点火時期を遅らせることで、燃費には悪影響するが、排気温度を高くすることができるので、触媒の暖気促進のためにコールドスタート後の一定期間、冷却水温に応じて、この手法を採用することが多い。

最近の厳しい排気規制に対応した車両では、主な排出は図 7. の赤線に示すようにコールドスタート直後のわずかな時間帯がほとんどで、ホットスタート後のわずかな排出がこれに加わるだけである。車の密度が高く、古い車が多くて路上の大気が汚い場所などにおいては、ホット走行なら、かえって路上の大気を浄化しながら走行することになるが、「この浄化分でコールド排出分 1 回分を解消するには、ホット走行を 60km 以上続ける必要がある」と言う試算結果となっている。

三元触媒の担体(ベース)も初期のペレット型(豆粒形状のバラのセラミック)からモノリス型(格子状に穴の空いた一体型セラミック)に代わり、O₂ センサによるフィードバックシステムの発展型として、空燃比

制御の精緻化を目指し「2O2 センサシステム(触媒の上流と下流に2個のO2 センサを使用)」、「空燃比センサシステム(上流の「0-1V デジタル出力のO2 センサ」と「下流の(線形出力の)空燃比センサ(図6.参照)」を使用)」、「酸素貯蔵(O2 ストレージ)型三元触媒」などの登場により、触媒の浄化率がかなり向上した。

電子燃料噴射システムも「アナログコンピュータ」から「デジタルコンピュータ」に代わり、燃料噴射も「吸気ポート噴射」から「気筒内直接噴射(GDI)」が増えるなどして今日に至っている。

排気規制も米国のCARB(カリフォルニア大気資源局)の主導で段階的にどんどん強化され、エンジン出ガスの1/100-1/200を目指すレベルになった。排気規制レベルに関して正に1976年のマスキー法の1/10レベル→現在の1/200レベルへ、1から1/10に低減するのは比較的容易だが、1/10から1/100、1/200に低減することは困難を極めた。激動の時代を生きてきたと感慨深く思う。

昔の車はボンネットを開けると、真ん中にエンジンが鎮座していて周りはスカスカでした。今の車はエンジンにはカバーが付いていて見えず、周囲の空間がほとんどなく、ぎっしりと色々な装置で埋まっている。それだけ色々な装備が追加されてきている。(エンジン関係装置に限らないが)

(参考:産業記念館館報、排出ガス低減技術の変遷、ガソリンエンジン、

(p.4.-p.5). <https://www.tcm.it.org/wp-content/uploads/kanpou41.pdf>)

4. アイデアから特許へ(本工程では知的財産部(以下:知財部)の協力を仰ぐ事になる)

業務上の発明であるから、特許の権利は「会社」に属し、それらに関わる費用も全て会社が支払う。発明者としては、車内実施、社外実施に応じて「報奨金」が会社から支払われる。

実際はもっと複雑であるが、簡素化しわかりやすく記すことに意を用いた。10年以上前のことが多いので、用語など勘違いしている部分もあるかもしれないが、ご容赦を。

4.1. 思いついたアイデアが公知の技術ではないか? 特に他社の特許に抵触しないか? を調査。

ここで、公知技術判定、広範囲の特許取得、関連した他の特許も出せないかを抜けなく確認する目的で、自分のアイデア、他社の特許や公知技術の関係性をまとめた、特許マップというものを作成することが多い。(知財部と共同作業)

マップの検討からさらに関連特許が出せることになる場合も多いが、マップ作成にはかなりの時間/労力を費やすことになる。(知財部の担当者がさらに広く特許化するアイデアを出してくれることもあり、連名にして出願したこともある)

4.2. 単純に公知技術であれば自社での実施可能。(「そのアイデアは特許性は無し」ということになる)

4.3. 抵触する場合:回避方法を考える。困難な場合採用を諦めるか、他社の特許権購入を検討する。

4.4. 公知の技術ではない場合、「発明考案連絡書(社内書類)」を記載し、知財部に提出する。

知財部はアイデアの重要性、特許性を判断、特許の価値を認めれば特許化に向けて、担当弁理士を選定し、出願用書類作成を依頼。(この間弁理士との電話、面談にて相談する)

完成後特許庁に出願。

4.5. 提出後1.5年で「公開特許広報」として公開される。公開された時点で公知となる。

4.6. 適切なタイミングで、「特許化」を目指し知財部主導で特許庁に「審査請求」を行う。

(審査請求しないまま特許にならずに終わるアイデアも多い)

審査請求すると、特許庁内で審査される。「拒絶理由通知書」により、〇〇の理由で「特許として認められない」との意見がつくことが多い。これに対し発明者側は「意見書」、「手続補正書」で技術的な説明、文言の変更などにより、特許性があることを主張。(このルーティーンは何度か繰返されることも多く、この過程で「特許性無し」で諦めざるを得ない場合もある) 特許庁が「特許」として納得する所まで議論が収まると「特許査定」が発行され、登録料を納付。

ここで晴れて「特許」として登録され、「特許広報」に掲載される。

4.7. 登録されると毎年、「特許の権利を維持する必要があるか?」「権利を放棄するか?」を、ある程度知財部が判断し、発明者にその措置で良いかを質問してくるので、世の中の技術動向、排気規制動向などを考慮しそれに回答する。維持する限り、毎年「年金」を払い続ける必要がある。

4.8. アイデアは死屍累々

アイデアが出て、それがすぐに特許になるわけではないことが、理解いただけたと考える。まず「公知技術か?」、「知財部が特許化する価値があるかの判断」、などで篩にかけられる。ここで約 50%以下になる。なんとか出願までこぎつけても、「出願しても審査請求しないもの」も多い。私の例では、なんとか登録にまで至ったのは、特許:42/100 件、実用新案:2/5 件に過ぎず、打率 4 割程度である。アイデア段階から特許までの総合では 20%位となる。

5. 侵害発見と報奨金

特許は出しっぱなしではなく、お守りも必要で、他社が侵害していないかに目を光らせる必要がある。ハードウェアの場合は、ディーラの新車発表会、モーターショウの会場などで実物を見て、あるいは修理書を調べる事で確認すれば比較的簡単だが、制御方法などの特許では、会社で購入した他社車を使用して、駆動負荷がかけられるローラーの上で路上の運転状態を再現させた上で、「電気信号を調べる」などをする必要があり、これも時間と手間がかかる作業である。通常、業務の片手間でこのような仕事をこなすのは困難で、できない場合が多い。

部内の特許まとめ業務の一環として、他社の我社特許の侵害を発見する業務を担当したこともあり、他社車のセンサ/アクチュエータ信号を加工できる装置を付け、いろいろな信号を与えることにより、制御がどうなっているかを解析し、超多額の侵害発見に至ったという経験がある。この場合、「特許の発明者」には相当額の「社外実施補償金」が支払われるが、「侵害発見者」には雀の涙(w)。この制度は改善すべきと考えている。

「社内/外実施補償金」は 1 年間分をまとめて 12 月 24 日前後に支払われるので、我々は「サンタクロースが来る」と称して、楽しみにしていたものだ。1-30 万円の間(それも低額が殆どだったが)、会社を辞める前年の 2013 年には軽自動車を買えるくらいの額を支給され、こんな高額は初めてだったので感激した。誰が侵害を見つけてくれたかは不明。

6. エピソード 1(他社の技術者と競合)

前述のように私は「ダボはぜ」で、自分の業務である「ガソリンエンジンの三元触媒を用いた理論空燃比による排気浄化」以外に、「ガソリンエンジンの希薄燃焼システムにおける排気浄化」や「ディーゼルエンジンの排気浄化」に関しても幾つか特許を出している。これらも「特許マップ」を作成し検討するのだが、ここで不思議な状況に直面した。日立製作所に黒田修さんという技術者がおられ、彼も「ダボはぜ」なのだろう、上記 3 種類の排気浄化システムの「特許マップ」にまるでオセロの白黒のように「黒田修さん」と「衣笠幸夫」の特許が並ぶのである。僅かな提出日の前後で勝ち負けが分かれたことも多く、この方には「技術屋としての親近感」を抱き、一度お目にかかってみたいと常々思っていたが、残念ながら果たせずに今日に至っている。

ジブリの「耳をすませば」で図書館で「読みたい本」を選んで次々借りてくると、「貸出カードの前にいつもある人の名前がある」というエピソードがあったと記憶するが、まさにそれに似た状況……

7. エピソード 2(当局による法規制と交渉)

以下は特許と直接関係ないが、技術開発に関するエピソードを紹介する。

米国の排気規制当局(EPA と CARB)は排気規制をどんどん強化してきた。強化案に対し公聴会が開かれ、環境団体、自動車業界、石油業界などが色々なデータや技術的困難性、より実際的な代替案などを申立てるため参加する。

また、新しい排気低減技術を開発した場合、従来の排気試験法に単純に則って試験をするだけでは問題が生ずる、あるいは禁止されている「試験法の穴を掻い潜るような手法」ではないかと疑われる恐れがあるので、規制当局に「試験法のアレンジの提案」や「試験法の穴を掻い潜るような手法」でないことを説明・納得してもらう必要がある。米国駐在時('85-' 88)、および、帰国後もこのような交渉に数多く出席してきた。これはなかなか楽しい仕事だった。先輩たちが築いてくれた当局との信頼関係はしっかりしたものがあ、私も引き続き真摯な態度で当局と付合ってきたが、あるときは「『トヨタが保証する』と言うなら過去の実績からして、我々は信頼できると考えるが、ここでトヨタに認めてしまうと、同じことを K 国の H 社が言ってきても許可しなくてはならなくなる。辛いところだが理解してくれ」と逆に訴えられたことがある。

また、新しい排気浄化システムが「試験法の穴を掻い潜るような手法」でないことを説明に行った際、当局担当部長から「我々は新技術に詳しくないが、大気浄化の必要性に応じて、排気規制を厳しくするのが務めである。馬に人参をぶら下げるようなものだ。翻ってメーカーはそれに応じて新技術で規制をクリアするのが務めである。この新技術はまさにこれに答える素晴らしいものと言える、有難う」と褒められたことなども、良い思い出である。この新技術は私が開発したものではないが、「試験法の穴を掻い潜るような手法」で無いことを、試験法の成立の基本に立ち返って証明することを、一般ドライバーの使用状態を把握できるデータ取りを行うなど、かなりの時間と知恵を絞って作戦を練り、頑張って証明したものであった。

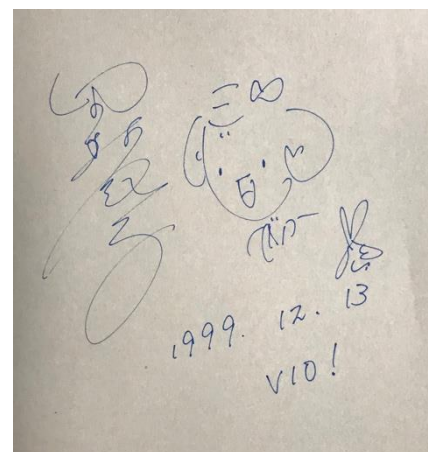
また CARB は路上では排気を出さないことから電気自動車(EV)にかなりこだわりが強かったが、発電所で発電する際の大気汚染がある。また、EV であっても、塗料やシール材、接着剤、タイヤ、室内のプラス

チック、ウインドウォッシャー液などから僅かに炭化水素成分を発生している。ガソリンエンジン車ではこれに加えて、ガソリンタンクからのガソリン蒸気が発生する。これらをひっくるめて「エバポエミッション」と称し、密閉したチャンバーに車を入れ、温度を上げ下げしての計測法も規定されている。ガソリンタンクからの燃料蒸気は活性炭を入れた容器「キャニスタ」で吸着し、エンジンをかけた場合に、吸着されたガソリン成分を新鮮な大気でパージしてエンジンの吸気に混ぜて燃焼させ浄化する。私はEVの「エバポエミッション」を実際に計測し、CARBにその値を提出/主張したので、「ニアゼロエミッション車(ガソリン車であるがEVに近い低排出量の車両)」のエバポエミッションの規制値は私の計測した値がそのまま採用された。おそらくEVのエバポエミッションを計測した技術屋は私一人、あるいは世界初だと勝手に想像している。

退職後の話になるが、2015年にVWが米国で販売したディーゼル車の何車種かで「排気測定モードでは排気が綺麗だが、実走行では汚い」、という不正「試験法の穴を搔潜る手法を、何年かに亘って行っていた」ことはニュースでも大きく取上げられたので、皆さんの記憶にも新しいと思うが、欧州車礼賛の気質の某自動車評論家はワイドショーで「排気測定モードとそれ以外を区別できるなんて、やはりVWの技術は素晴らしい」とお門違いのコメントをしていた。この人は自動車評論家と言っても、車の動力性能やハンドリングなどに詳しいが、排気規制はあまり詳しくない方である。自動車評論家ということで、無知なTV局が専門をわからずに引張ってきたのだろうが、気の毒に思えた。米国の排気規制の試験法を少しかじった技術者であれば、ボンネットが開いている、ハンドル操作がない、駆動輪以外の車輪が回転していない、などの信号から「排気測定モードであることを判別する」ことは「夕飯後！」である。

特許で社長表彰を2回受けたことがある。一度は、たまたま同時に、「やわらちゃん」の田村亮子がスポーツで社長表彰を受けており、互いに「おめでとう」と挨拶し、少し話すことができた。記憶では試合での負傷で左腕を肩から吊っていたと思う。色紙を持っていなかったのに、失礼ながら表彰状の箱にサインをしてもらい、握手もしてくれた。彼女の手は「よくあれで襟や袖を掴んで相手が投げられるな？」と思うほど、私の手の半分というのは大袈裟だが、すごく小さかったのが印象に残っている。良い思い出である。

サインの下の方にV10とあるのは福岡国際、10連覇の意味である



柔ちゃんのサイン

上記私のやってきた仕事は、自分一人でやったことではありません。この文章を書きつつ、自由度を与えてくれアドバイスしてくれた上司、先輩、議論に乗ってくれヒントを与えてくれた同僚、後輩、こちらの考えに沿って、あるいはもっと良い試験方法を提案してくれ、一緒に実験しつつデータを取ってくれた試験課のメンバ、社内/外の関連部署の方々、顔も知らない社外の特許のライバル、規制を次々と厳しくして、我々に常に試練を与え続けたが、新しい良い技術を開発すれば、それをよく理解し誉めてくれた規制当

局のメンバなど色々な方々のことを思い出しながらこの文章を書きました。これら多くの方々に感謝しつつ、筆を置きたいと思います。

8. ご参考 技術開発／特許に関連する社是

・豊田綱領

一、研究と創造に心を致し、常に時流に先んずべし

・トヨタ基本理念

4. 様々な分野での最先端技術の研究と開発に努め、世界中のお客様のご要望にお応えする魅力あふれる商品・サービスを提供する。

最後まで読んでいただき感謝します！

質問、疑問、ご意見などある方は遠慮なく衣笠まで連絡いただきたく・・・よろしくお願いします。