

スパークプラグ開発史の一端を伝える貴重な書

ガソリンエンジンにとってスパークプラグは重要部品のひとつである。混合気に点火火花を与えると燃焼を起こすが、強い火花を与えると燃焼もより強いものになり、高い熱効率と出力が得られる。この重要部品であるスパークプラグ開発においてNGK（日本特殊陶業）は一九七〇～一九八〇年代に研究を重ね、点火性能を向上させてきた。その供給量においても一九九五年には世界一だったアメリカのチャンピオンを抜いてトップに立っている。

本書は一九七〇年にアメリカの排ガス規制・マスキー法の時代から始まる。クリアするのは困難と言われたマスキー法をホンダシビックのCVCCエンジンが世界で初めてクリアした。そのエンジンにNGKのスパークプラグが使われた。本田宗一郎社長から直々に打診されたという逸話も興味深い。CVCCエンジンはディーゼルエンジンのように副燃焼室を持っており、スパークプラグはそこに装着される。そのためくすぶり汚損が起こりやすいが、NGKはそれへの対応に成功している。

このようにスパークプラグはただ強い火花を出せば良いだけではない。同じエンジンでも使用条件はいろいろで、低負荷低回転の場合もあれば、高負荷高回転の場合もある。それらに対応できる熱価の幅が必要である。また、特に重要視されるのが耐久性である。燃焼室内は高温環境にありス

パークプラグの酸化消耗は避けられない。スパークプラグの電極は基本ニッケル合金で、これにシリコンやマンガンを、チタンなどを添加したものである。消耗品ではあるが、できるだけ長期間の使用が求められる。耐久性の高い白金プラグはトヨタの要求から始まったという。

エンジンへの燃料供給方式が一九八〇年代にキャブレターから燃料噴射方式に変わり、触媒として三元触媒が使われるようになるが、三元触媒を正しく働かせるには理論混合比（ストイキ）での燃焼が必要である。スパークプラグもそれに合わせたものが求められた。

また、火花放電による電波雑音への対応も大きな課題であった。抵抗入りプラグはその低減に寄与するが、それにも方式があり、NGKは先を見越して滑石充填方式からモノリシック形への対応のため、GS接合方式へ転換をなした。チャンピオンはカートリッジ形の抵抗入りプラグからの転換が遅れ、アメリカのビッグスリーへの納入もできなくなる。

自動車技術では定評のあるドイツのメーカー2社、BMWとフォルクスワーゲンへの納入は、NGKスパークプラグの信頼性の高さを示すものとして、より評価を高めることにもなった。

本書は、日本の部品メーカーであるNGKスパークプラグの世界一への道程を記したノンフィクションである。技術解説書ではないが、本文中にはスパークプラグ自体の図版や解説もあり、その構造・機能を知ることができる。

著者の西尾兼光氏は、このスパークプラグの開発を担当したエンジニアで、もともと電気技師である。NGKに入社以来、一貫してスパークプラグの開発に携わってきて、その間に多くの開発、改良を行ない、名実ともに世界一のスパークプラグメーカーの地歩を築いた本人である。よって本書は当事者による貴重な証言でもあり、当時の臨場感がありありと伝わってくることを、読者の方々は感じるであろう。

スパークプラグは重要なエンジン部品であるが、従来その開発史の一端をまとめた書籍はなかっただけに、貴重な書といえる。

一般社団法人 日本陸用内燃機協会『LEMA』編集長
日本自動車研究者ジャーナリスト会議(RJC)会長

飯塚昭三

はじめに

一九九五年、NGKスパークプラグは世界の頂点に立った。本書は、どのような経過をたどって世界一になったのか、自動車メーカーとの関わりを主に記述した実話である。出来事は一九七〇年代から一九八〇年代と遠い昔の話である。秘密事項も消滅しているので実名で記述した。当時活躍され、この物語に登場された多くの方々は旅立たれた。この物語の主人公西尾兼光の上司は誰一人存命していない。

西尾が日本特殊陶業株式会社（日特、NGKなどと略される）に入社したのは一九六三年である。日特は一九三六年、日本碍子からスパークプラグの製造と販売をもって独立した会社である。西尾が入社した頃のスパークプラグ業界はアメリカのチャンピオン社が世界一の生産量を誇っていた。日本には日特以外にトヨタ自動車の系列で日本電装、日立製作所もスパークプラグの生産を行っていた。日本電装はトヨタ自動車向けで、日立製作所は日産自動車に納入していた。この当時から、いわゆる二社購買が普通であったから、どの系列にも属しない日特はトヨタにも日産にも、新車に組み付けられるOEM納入を果たしていた。

一九七〇年、アメリカでマスキー法が発効した。ガソリンエンジンから排出される排気ガス浄化規制である。日特の技術陣は自動車メーカーの開発部隊に寄り添い、排気ガス浄化用スパークプラ

グの開発に没頭した。燃費が良く、排気ガス規制をクリアした日本車は世界中に販売され、一九八〇年、日本車がアメリカ車を抜いて世界一になった。日本車のどのメーカーにもOEM納入をしていた日特は、日本国内ではダントツの日本一になった。

世界一になった日本の自動車はその後も十一年にわたり世界一を継続した。おかげでNGKスパークプラグは世界各国で補修用としても販売、あつという間に世界第二位に駆け上った。排気ガス浄化競争で惨敗したチャンピオン社は年々生産数量を低減、モノリシック形抵抗入りプラグの開発にも遅れて没落、NGKスパークプラグはメーカーに寄り添う、OEM重視の戦略で、長年世界の王者として君臨してきたチャンピオン社を凌駕、ついに世界の頂点に立った。

多くの自動車メーカーに寄り添い、懸命に努力して勝ち取った成果を、時にはドラマチックに物語風に記述したドキュメントである。一方スパークプラグがどんなものか、どんな機能を持っているか、随所に図や写真、数値を表記して、スパークプラグの技術書にもなるよう心掛けた。いずれも二十世紀後半の出来事であるが、必死で頑張った技術者達の記録である。

目次

スパークプラグ開発史の一端を伝える貴重な書	2
一般社団法人 日本陸用内燃機関協会『LEMA』編集長	
日本自動車研究者ジャーナリスト会議(RJC) 会長	
飯塚昭三	
はじめに	6
第一章 本田宗一郎社長からの依頼	11
第二章 H Y戦争勃発	37
第三章 GMショック	52
第四章 トヨタ自動車白金プラグ	87

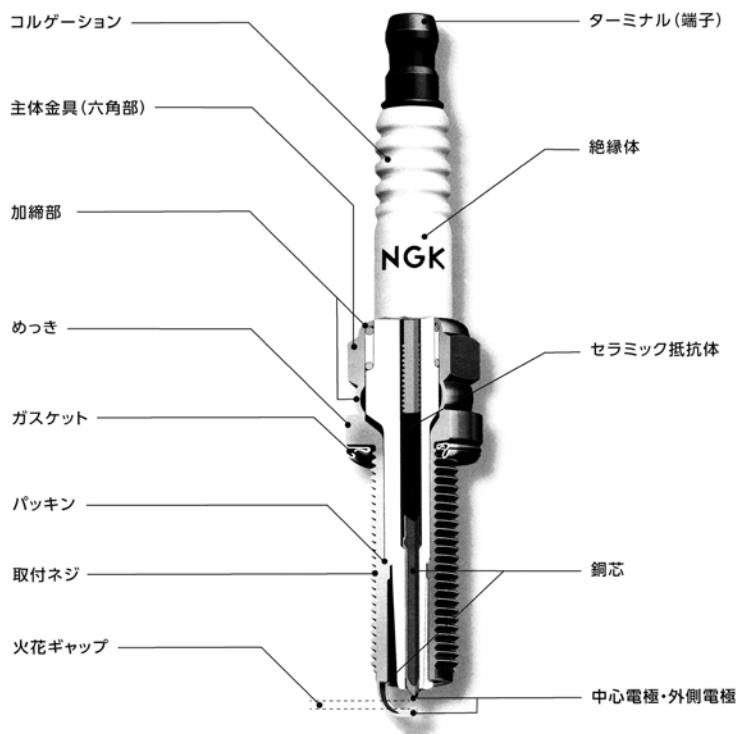
第五章	ドイツの名車BMWに挑む	104
第六章	グリーンプラグ発売	160
第七章	スパークプラグの国際規格	189
終章	頂点に上る	202
あとがき		210

■読者の皆様へ■

本書に登場する製品名、技術用語、あるいは国や地域名などは、時期により名称が異なるなどの理由により、複数の名称が存在する場合があります。読者の方々の読みやすさに配慮する目的で、編集部判断により表記の統一を適宜図っている場合があります。特に、本書における「ドイツ」の表記は、1990年の東西再統一前の「西ドイツ」も含め「ドイツ」としています。尚、登場人物の名称に関して、一部仮名となっている場合があります。ご了承下さい。また、事実関係の記述に差異等お気づきの点がございましたら、該当する資料とともに弊社編集部までご通知いただけると幸いです。

グランプリ出版 編集部 山田国光

スパークプラグの構造と各部の名称



第一章 本田宗一郎社長からの依頼

一九七三年の年明け、本田技研工業の新年祝賀会が、例年通り行なわれた。トヨタ自動車とか日産自動車でも行なわれている新年祝賀会が、部品納入業者や何らかのかたちでお世話になっている企業の社長や取締役、その会社を代表する幹部が出席して挨拶を交わす社交の機会となっている。日本特殊陶業株式会社（以下N G K）は設立当初からエンジン部品のスパークプラグを本田技研工業に納入しており大切な顧客であったから、今年もN G Kからは小川社長と浅野常務取締役営業本部長が出席した。

どこの自動車メーカーも同じような形式で新年祝賀会が行なわれる。社長と幹部の方々が雛壇で二列に並び順番に名刺交換と挨拶を行なう形である。本田技研工業はオートバイでは技術力、生産台数でもダントツの世界一であった。加えて一九七二年七月、シビックが国内で発売された。世界へ向けた本格的な四輪市場への参入となった。飛ぶ鳥を落とす勢いの本田宗一郎社長との挨拶会である。なお、アメリカで評価された排気ガス対策エンジンC V C搭載車の同車は、一九七三年十二月に発売されることになる。

順番が来て小川社長と浅野常務は緊張した面持ちで本田宗一郎社長の前に立ち、名刺交換と新年の挨拶を取り交わした。普段ならこれで終わるところ、本田宗一郎社長が浅野常務に向かって「頼

みたいことがある」と、二人を引き留めた。時代の先端を走る、時の人の言葉に、常務は真顔になつて直立不動の姿勢になつた。

「新発売したシビツクの運転中の絶縁抵抗を測定したい。計測器を頼みます」

「運転中の絶縁抵抗測定ですか」

そう聞き返そうとしたが言葉を飲み、承知しましたと頭を下げた。浅野常務は文系でしかも営業一筋、依頼の内容を理解したとは思えなかったが、そこはベテランの営業マンである。それにしても飛ぶ鳥を落とす勢いの本田宗一郎社長が「運転中の絶縁抵抗を測定したい」と細かな技術依頼をするのだろうか。浅野常務は半信半疑だった。とにかく技術部に連絡して早急に対処してもらふことにした。

技術部第二技術課の渡辺課長はエンジン技術に精通していて、自ら図面をひいて、エンジン製作ができるほどの才覚があつた。現にスパークプラグの熱価を測定するエンジンは渡辺課長が設計、製作。日常業務として生産管理で使用している。そんな技術部一の切れ者に依頼することにした。

NGKの主力商品はスパークプラグである。スパークプラグはエンジンの燃焼室に装着され、ガソリン混合気を点火する火種、マッチの機能を有するエンジン部品である。技術に絡む内容はすべて技術部が窓口であるから、自動車メーカーからの要望や、製造部門からの問い合わせなど、なんでも引き受ける部署である。技術部には現行のスパークプラグを主に担当する第一技術課、先行開



図1-1 1972年10月12日、CVCCエンジン発表会の本田宗一郎社長

発部隊の第二技術課、航空機用や特殊プラグを担当する第三技術課、グロープラグ担当の第四技術課、試作課の五部門から構成されている。

第一技術課は現行納入されているスパークプラグの技術フォローが主務で、メーカー納入が決まったスパークプラグの設計やその評価を、エンジンメーカーから借用したエンジンなどを使用して行なっていた。総大将は岡村鐘雄課長である。営業的なセンスが豊富で、営業部長としても役に立つ技量を持っていた。一九九五年には代表取締役社長に就任するほど、課長時代から経営者として有視望されていた。岡村課長グループに一九六三年入社 of 西山勝正がいた。渦中のCVCCエンジンのホンダ担当である。日々CVCC開発エンジニアと技術折衝を行なっていた。

先行開発部隊の第二技術課は設計、エンジン実験、机上実験の三部門に分かれ、総勢二十一人の



図1-2 1973年12月に発売された、CVCCエンジン搭載のホンダシビック



図1-3 ホンダシビックに搭載されたCVCCエンジン

形状である。絶縁体を引っ込め、濃い混合気に触れにくく、絶縁体と主体金具間の隙間を狭く絞って、濃い混合気の流入がしにくくなっている。さらに絶縁体先端部は燃焼ガスにさらされやすく、付着したカーボンを少しでも燃焼させ、自己清浄できる形状である。

排気ガスがきれいなCVCCエンジン専用スパークプラグとして、エンジンヘッドに品番指定のプレートが張り付けられた。排気ガス対策用スパークプラグの世界第一号となったのである。スパークプラグ最大手、アメリカのチャンピオン社はこの頃まだ排気ガス対策用スパークプラグに無関心のようにみえ、自動車メーカーへの直納入に支障を来すのではと予想された。

一般的にガソリンエンジン用スパークプラグは図1-9のような環境に装着されていて、CVCCエンジンと同じようなカーボン汚損の環境にある。付着したカーボンは酸化雰囲気であればある程度の温度で燃焼して除去できる。しかし温度を高くすると、この高温部分で自己着火が起こり、焼玉エンジン化する。カーボンが浄化でき自己着火しない温度範囲内を熱範囲と呼び、これはスパークプラグの重要な性能である。

図1-15はスパークプラグの重要な性能である熱範囲を示した図である。温度が上がりやすい

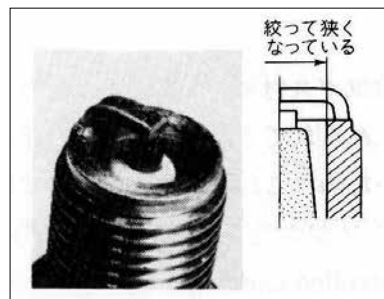


図1-14 CVCC専用プラグの発火部形状

ホットタイプと上がりにくいコールドタイプとでは図のように熱範囲が異なっている。

カーボンが付着した絶縁体の温度を五百二十℃以上の高温度にする、付着したカーボンは燃えて消失し、汚損される前の状態に復帰する。このことを自己清浄作用と呼ぶ。汚損領域にあるプラグを取り外して見ると、真っ黒にカーボンが付着しており、一目瞭然、汚れていてこれはだめだと判断できる。

高温にすればより自己清浄能力は向上するが、何事にも限度があつて、九百五十℃あたりで自己着火現象が起こる。プラグの先端が火の玉となって、火花放電しなくても点火してしまう。スパークプラグの重要な機能の一つが、点火のタイミングである。ここぞというところで火花放電させ、点火させる。点火タイミングを決めているのもスパークプラグの役目であり、その重要な機能が消失してしまう。

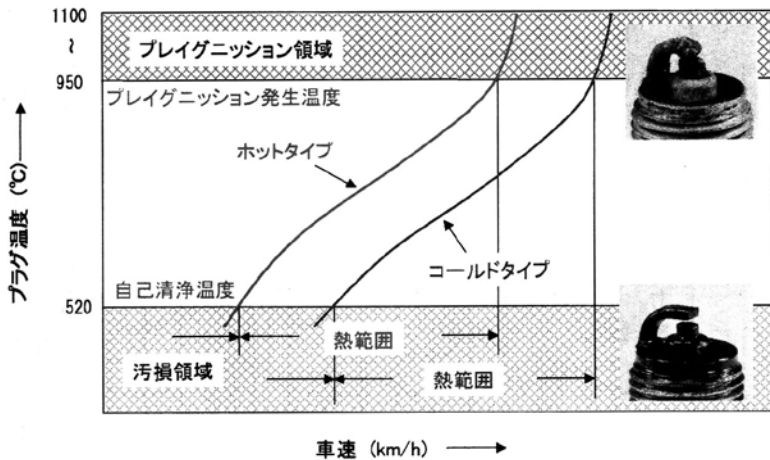


図1-15 スパークプラグの熱範囲

社内では誰もが無関心であった。自動車から発生している妨害電波がテレビ放送など電波を利用している機器に妨害を与えているなんて、しかもその妨害電波の発生源がスパークプラグであると、予想もしていなかった。はるか昔無線通信に火花発信器が使われていたから、電気工学を学んだ者なら誰でも知っている電波発生の理論である。火花放電現象を卒論のテーマに選んでいた西尾はこのことを学生時代から知っていた。委員会から得た情報も貴重な資料になった。たちまち社内で、自動車から発生する電波障害の第一人者になった。

図3-4はスパークプラグの放電電流測定実験装置である。点火コイルで発生した高電圧をスパークプラグに加え、火花放電させ、その放電電流を電流検出器で出力し、シンクロスコープで出力電流を計測する。この電流は主にスパークプラグの静電容量に蓄積された電気エネルギーであるから容量放電電流と呼んでいる。

図3-5は計測された容量放電電流の電流波形である。横軸は n （ナノ秒）で十のマイナス九乗

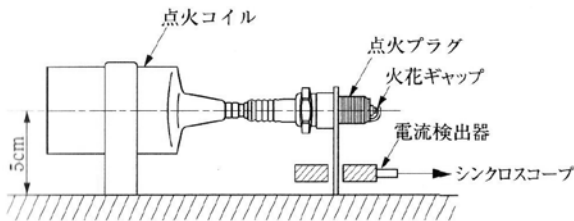


図3-4 放電電流測定実験装置

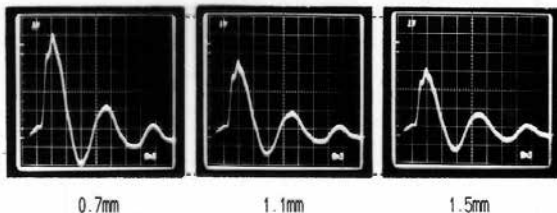


図3-5 容量放電電流 (5nsec/div 25A/div)

ブロック構造が構築でき、容量放電電流を低減できる結果となった。

十二ミリと限られた抵抗体長でスパークプラグの機能や性能を維持し、この十二ミリ間をできるだけ長い通路で電流を流すことができれば、実質抵抗分は高くなる。さてどうやって実現するか。西尾グループの所属となった酒井は連日二十種類以上の異なった組み合わせのサンプルを製作し、火花耐久試験機に取り付け、時には徹夜もいとわずブロック構造構築に没頭した。

図3-18は当時生産中のRプラグ（左）と、新たに開発したブロック構造（右）のカット写真である。二倍に拡大した写真であるが、ほとんど違いがわからない。このカット面を百五十倍に拡大した図3-19に示した。白く石のかけたように見えるのが溶けていないガラス骨材、きれいなブロック構造ではないが、黒い導電性の抵抗の中に散在して、電流の流れないブロックを形成している。

毎月市場から集めたRプラグを調査しているが、ブロッ

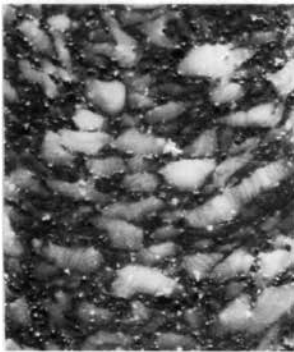


図3-19 新たに開発したブロック構造のカット面を150倍拡大した写真

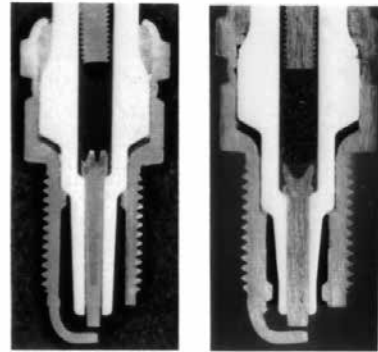


図3-18 当時生産中のRプラグ（左）と新開発ブロック構造（右）の比較カット写真

ケル電極プラグに比べて格段に良好なトヨタ向け白金プラグは完成した。外觀形状は五段コルゲーションの五つの山に着色帯を付けて一般プラグと識別した。

メンテナンスフリープラグの開発に難色を示した営業幹部もトヨタの要求を正面から反対できず、なし崩し的に開発が進み、プラグ技術部の懸命な努力が実って、トヨタから要求された性能を全面的に満足していると評価され、技術承認された。量産納入は一九八二年八月から始まった。メンテナンスフリープラグの量産開始は世界初である。たちまち日産や他の自動車メーカーからメンテナンスフリープラグの引き合いが多発した。スパークプラグは消耗品であり、取り換え部品であるとの認識は消失した。

自動車メーカーからの要求があったのは事実であるが、これまでのスパークプラグとは異なる、性能、耐久性を具備した、世界初のスーパープラグであることを示すため、**図4-13**のような金色にメッキした記念品プラグも展示用に製作した。



図4-13 展示記念品として製作された金色の白金プラグ

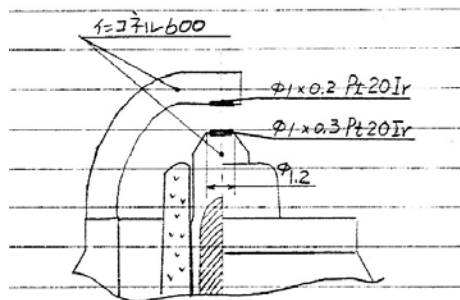


図4-12 トヨタ向け白金プラグの仕様

エンジン試験室担当の芳山主査が発言した。

「中心電極を細く、外側電極も小さくして消炎作用を少なくした点火性能の高いプラグが排気ガス浄化に寄与しますから、我々の目指す方向は日産向けのような白金プラグ形状です。今時こんな頭でっかちの、試作検討するまでもない不格好な形状の提案を、部長はよくも引き受けましたね。試作の鈴木さんも交えて話し合いました。やる価値はないとの結論です。まさに素人の思い付きですよ」

生産設計担当の亀垣主査は吐き捨てるように言った。プロの意気込みが感じられた。

「亀垣君、君の言う通りだ。しかし技術者といえどもセールスエンジニアだよ。優れた技術者は優れた営業マンでもある。お客さんの要望に応えられずに何の技術屋だ。我々の技術部はお客さんが欲しがる技術を具現化する技術部なんだ。確かに白金プラグは自信作だよ。しかしお客さんに興味ないと言われたら、どうあがいても致し方ない。お客さんが欲しいものを開発する。本質を忘れてしまつては困る、自分たちの興味で事に当たっているのではない。お客さんの要望に応える、これが我々の仕事なんだ」

西尾は日ごろの持論を振りかざした。BMWとビジネスを開始するビッグチャンスだと思った。何度プレゼンしてもハイ、サヨウナラだった。ようやく重い扉が開こうとしている。この機会を

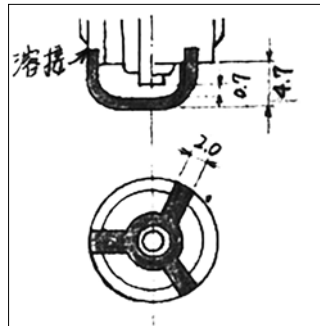


図5-12 当初に描かれたリング形状の外側電極プラグの図

は電極に吸収（冷却）されるため、火花核の成長に寄与しない。したがって点火性能を向上させるには電極面積を小さくして、電極に吸収されるエネルギーを小さくした方がよい。図6-6に電極間の有効な火花エネルギーと損失エネルギーの概要を示す。外側電極と中心電極近傍はせつかくの火花エネルギーが電極に吸収されて、損失エネルギーになる。

図6-6のようにV型形状の溝を付けることによって電極の外周寄りで火花放電するから、電極に吸収される火花エネルギーは小さくなり、火花エネルギーによって生成される火花核は大きく成長する。これに比べ従来型プラグでは火花放電が外周寄りに発生しないから、有効火花エネルギーは小さくなり、生成される火花核も小さくなる。

火花放電によって生成された火花核はその周辺の混合気を燃焼させ、大きくなろうとするが、このとき電極と接触するので、電極によって冷却作用（消炎作用）が発生して、火花核の成長が妨げられる。消炎作用を減少させるには電極面積を小さくすることと、電極の影響を受けないよう電極から遠ざけることが挙げられる。そうすれば消炎作用は減少し、効果がある。

また火花核の中にはプラスイオンが多く存在しているので、火花核全体がプラスに帯電していると考えられる。そのため火花核はマイナス電極（中心電極）に吸引される傾向がある。一般的に中



図6-5 V型形状の溝付きプラグの火花放電の様子

あとがき

全体を通して西尾、つまり著者から見た自慢話のようになって恐縮だが、いずれも実話である。

「内燃機関が発明されて以来、ほとんどその姿を変えずに今日まで受け継がれてきたエンジン部品がある。スパークプラグである。スパークプラグは点火栓と呼ばれ、点火プラグと呼ばれ、今日スパークプラグとなった」

山海堂から出版した『スパークプラグ』の「はじめに」の書き出しである。その本の出版は一九九九年十二月であるから四半世紀以上も前になる。

二〇二四年二月二十六日、著者は野沢温泉スキー場近くの温泉宿にいる。五十年前も前に関わったスパークプラグの話である。二〇二三年のNGKスパークプラグ生産数は八億個であった。この物語の中心となる時代、一九八〇年頃のチャンピオン社と同じ数量である。いつの日かチャンピオン社を抜いて世界一になると、大きな夢に向かって頑張った、いい時代だった。スパークプラグはエ



NGKから販売される各種スパークプラグの一部

ンジンの心臓であると、開発に全力で頑張ったエンジンニアの記録でもある。世界一のスパークプラグメーカーになるにはどう活躍したら達成できるか、その記録でもある。次の世代のエンジンニアにも継承できればと望んだ記録でもある。

幸いなことに日本の自動車は一九八〇年に世界一になり、十一年間も世界一を継続した。スパークプラグビジネスから撤退した日立製作所納入先の日産自動車のOEMも全数NGKになるなど、すべての日本車メーカーへのOEM納入となった。フォローの風にあおられ、ドイツの自動車メーカーOEM獲得へと夢を広げた。

ボッシュ社のスパークプラグを徹底的に調査した。エンジン試験を行ない、その弱点を解析して、これを凌駕する性能を確保する研究に没頭した。ドイツの名門BMWのOEMに採用されたのも、NGK技術陣の弛まぬ挑戦があったからである。いつの日か世界の頂点に立つと旗を振ったエンジンニアたちがいたことが頂点に立てた大きな要因であった。

この物語に記述した多くのデータや写真は著者の後にプラグ技術部長になった吉田光孝氏に寄贈されたもので、深い感謝である。

スパークプラグというエンジン部品に全力投球できた若い頃を、今でも鮮明に覚えている。いい時代だった。



米国特殊陶業ウェストバージニア工場
で上院議員ケーバートン氏（左）と会
談する西尾（専務取締役センサー事業
部長時代、1998年）

〈著者紹介〉

西尾兼光（にしお・かねみつ）

1939 年 8 月愛知県生まれ。
愛知県立愛知工業高校、名城大学理工学部卒業。
東京大学より博士号（工学博士）。
日本特殊陶業株式会社入社。点火プラグの技術開発に従事。
技術部長、常務取締役自動車関連事業部副本部長、専務取締役、
米国センサー株式会社社長、顧問嘱託などを歴任。
退職後、技術コンサルタント、作家活動、中部ペンクラブ会員。

著書に、
『エンジン制御用センサー』（山海堂、1999 年）
『スパークプラグ』（山海堂、1999 年）
『ドイツの名車 BMW に挑んだ NGK プラグの技術者たち』（理工評論出版、2003 年）
『エレクトロニクス—この不思議な電気の世界』（理工評論出版、2005 年）
『自動車の排気ガス浄化に挑む』（新理工評論出版、2012 年）
『リチウムイオン電池に挑む』（新理工評論出版、2013 年）
『エンジン消失』（鳥影社、2018 年）
『七十歳で始めたマイクロ水力発電』（鳥影社、2020 年）
などがある。

NGKスパークプラグの挑戦 世界の頂点に立つ	
著 者	西尾兼光
発行者	山田国光
発行所	株式会社 グランプリ 出版 〒 101-0051 東京都千代田区神田神保町 1-32 電話 03-3295-0005 (代) FAX 03-3291-4418 振替 00160-2-14691
組版	近野裕一
編集	言水ヘリオ／山田国光
印刷・製本	モリモト印刷株式会社