

インタビュー：鈴木孝幸氏（日野自動車(株)常務執行役員）

時：1999年10月20日(水) 於：日野本社

プロフィール

- 1921年 生まれ
- 1946年 東京工業大学機械工学科卒業、萱場産業勤務
- 1948年 東京工業大学助手
- 1951年 武蔵工業大学兼任講師、内燃機関研創設
- 1956年 武蔵工業大学助教授
- 1960年 同大学教授
- 1961年 工学博士の学位取得（京都大学）
- 1989年 武蔵工業大学々長
- 1989年 日本私立大学協会理事
- 1998年 同大学名誉教授



主な業績と受賞

ピストンリングの動的潤滑理論の確立。

実働状態におけるピストン・ピストンリングの温度、潤滑油消費量、シリンダー変形などの実験方法の開発。

水素自動車の基礎研究と試作。

- 1977年 自動車技術会創立30周年功労賞
- 1980年 アーチ・コルウエル賞…ピストン、フリクション測定手法開発
- 1982年 アーチ・コルウエル賞…ピストン、フリクション測定手法の実用化
- 1983年 ASME・JSMEより熱工学賞受賞
- 1985年 ASMEよりホンダ・メダル受賞
- 1986年 日本機械学会（論文賞）
- 1987年 SAE Fellow会員
- 1987年 日本機械学会名誉会員
- 1988年 FISITA優秀論文賞
- 1990年 自動車技術会賞（学術貢献）
- 1990年 自動車技術会名誉会員
- 1992年 日本機械学会賞（論文賞）
- 1995年 ASME名誉会員
- 1995年 ASMEカルビン・ライス賞
- 1997年 自動車技術会創立50周年功労賞
- 1997年 日本機械学会創立100周年記念事業功労者賞
- 1999年 勲三等旭日中授賞受賞

▶ 古浜庄一氏インタビューの概要 ◀

1. エンジンとのかかわり

漁船にエンジンが付き始めた時代、子供の頃からエンジンに魅力を感じていた。卒論のテーマはディーゼルエンジンの燃焼で、その後噴射の文献を調べていて音波と圧力の関係を知り機械工学への興味が深まる。26才の時武蔵工業大学に来て新しい研究室を創設。

2. ピストンリングのガス漏れと潤滑論

当時ピストンリングはどこでガスを止めているかはっきりしていなかった。大学卒業まもなくに先生がガス漏れはほとんどリングの後ろを回って漏れていることを機械学会で発表、もうちょっと先をやるように進められて始めた。博士論文は動的潤滑論を含めて「ガス漏れ及び潤滑」。

3. 温度測定

サーモカップルによる内燃機関各部の温度測定方法をいろいろと試みる。

4. 摩擦力

測るためのアイデアを考えて成功、コルウエル賞を受賞した。

5. Radioisotope法（摩耗）

ピストンリングライナの摩耗測定にラジオアイソトープによる方法も行った。摩耗の途中の経過が非常に重要なことを実感した。

6. 水素エンジン

LOCを連続的に精度よく測りたいのと、自動車技術会の「燃焼と排気の委員会」の関連から水素は最も単純な元素だから今まで分からなかったことが分かるのではないかということが根底の動機。始めて4年目に石油ショックの次世代の燃料としての話題として車で走らせて欲しいというNHKの要請で1号車を走らせて以降、様々な動機から作った各水素自動車の経緯と技術的チャレンジ。

7. 若者へ

自分の専門以外のことも広く勉強して良い刺激を受ける必要がある。
先生自らがやってみせる、発想を説明することが不可欠で、そのためには若い先生方は10年か15年ぐらいは研究に打ち込んでほしいと思う。

内燃機関計測技術と水素エンジン

古 浜 庄 一 氏

1. エンジンとのかかわり

鈴木 今回の企画は日本の自動車工業を育ててこられた大先輩の方々に当時の技術とかその当時の諸事情を伺ってそれを後世に残すのが狙いと伺っています。最初に先生とエンジンとのかかわりから伺いたいと思います。武蔵工業大学の内燃研究室は世界の一流だと思っていますが、これは先生が武蔵工業大学に講師として赴任されてから創設されたのですか。

古浜 そうなんです。ちょうど武蔵工業大学がまだ専門学校で、専門学校から大学に昇格して卒業論文をやらなければいけないがやる先生がいないので、それを指導してくれという話があったわけです。

私はそれまで燃焼室、シリンダーの中の熱がどういふふうに逃げていくのかを測るように言われて、最初に温度測定をやり始めたのが昭和25年ぐらいだと思うのです。

武蔵工大に来たのが26年ですから、私としてはそれだけ研究の範囲が広まったという感じでいました。初めは土間で昔の陸軍の兵舎を持ってきたので板張りでその板と板とのすき間が1センチぐらい開いていて、尾山台の駅を降りたらエンジンの音が聞こえると言われたぐらいです。

武蔵工大ではじめにピストンを固定してシリンダーを往復してピストンの摩擦を測ることをやりました。

鈴木 そうですか。昭和26年だと先生は大学を卒業して5年目ですよ。

古浜 そうです。

鈴木 戦後の大変な時代だったと思います。

古浜 その頃私はちょうど胃を手術した前後だったものですから、それで退院してきたら、何々大学で「来い」と言っていると言われ、武蔵工大が専任になって欲しいということなのでご厄介になったわけです。

鈴木 設備なんか全く何もなかった。

古浜 何もない。

鈴木 それは大変だったでしょう。

古浜 飛行機の空冷エンジンを1気筒だけ分離した灯油エンジンが1台あったのです。あとはでっかい焼き玉エンジンで学生実験をやりました。

鈴木 動力計は自分で作ったのですか。

古浜 水動力計を自分で作りました。学生助手という卒業論文の学生が1人いましたが正式の助手が

取れたのは、私が行ってから1年か2年たってからです。

鈴木 26歳の若さで東京工大から武蔵工業大学に来て新しい研究室を作るということで、理想に燃えて相当華やかな話が聞けるのかなと私は思ったのですが、とんでもない話ですね。

古浜 それはその当時は給料くれない、1月たっても2月たっても何とも言わない、寺沢先生という古い先生がいて、その先生が「古浜さん黙っていないで会計にねじ込んでいくのだよ」。(笑い)月末に会計に行くとなかなか物分りのいい事務長が、笑いながらそれではと、いくらだったか覚えていませんが出してくれました。相当経済的には苦しかったようです。学生が定員の半分にも満たなかった。

鈴木 集まらなかったのですか。

古浜 集まらなかった。金を出したのは日本水産の方らしいのです。その後東急に身売りした。

鈴木 東急に入ったのは先生が行ったあとですか。

古浜 あとです。32、3年頃です。その時、八木秀次さんが学長になったのです。

鈴木 そうすると、現在の内燃研なんていうのは夢みたいなものなんですか。

古浜 そうそう。今思い出しますと、私どもの実験室に廊下をへだてて教室がずっと並んでいてそこで講義をしているとエンジンの音でうるさくてやれない、止めるようにとの話が教授会で出て、八木先生も何も内燃機関を勉強するのにエンジンを回さなくてもよいという意見だったらしいのですが、どの先生か、工業大学ともあろうものがエンジンを回せないとは情けないと言ったらしいのです。

鈴木 話が少し前後しますが、先生はもともとエンジンとのかかわりというのはどういうようなところから始まったのですか。

古浜 私の家は魚を取る漁師だったのですが、私の子供のころに小さい船に発動機を付けるようになったがエンジンの故障が多く、あの人に頼めばすぐ直る、そんなことでエンジンに子供のころから魅力を感じていました。

機械工学科といったらエンジンだ、何となしに親しみを感じました。

鈴木 東京工大の卒論の時にもエンジンを選ばれたのですね。

古浜 そうです。エンジンを選びました。私のテーマはディーゼルエンジンの燃焼で、いろいろその当時の文献を調べた、ドイツとかイギリスの文献が多かったです。結論としましては、ディーゼルエンジンで過給をやることだ、いったん就職してまた大学に帰った時に何をやるかといったら、すぐに噴射をやりたいと思ったのです。

鈴木 ディーゼルエンジンにとって噴射が生命でありまた最大の問題だったということですが、それでも、噴射を選んだ理由は何ですか。

古浜 文献を調べていると、音波で圧力が行ったり来たりする、そして圧力が到達すると噴射が始まるという論文に興味をもちました。測ってみたら確かにそうなんです。なるほど工学は面白いなという感じがしました。

鈴木 今日初めて先生が噴射率の研究をやっていたことを知り、びっくりしました。

話が変わりますが、松岡先生はその時代からああいうのをずっとやっていたのですか。

古浜 終戦の時は機械科ですけど、その前は航空工学科です。何かのエンジンを回して実験室で大げがをされたのです。私と一緒に実験とか研究をやったことはないのです。

鈴木 ないのですか。

古浜 部屋も全然別だったですし。

鈴木 分かりました。エンジンのかかわりとそれから内燃研創設のころの話を伺ったのですが、続いて先生の研究についていろんな苦労話など裏話をこれから聞かせていただきたいと思うのです。

2. ピストンリングのガス漏れと潤滑論

鈴木 先生は大きく分けると、ピストンリングライナーに関するトライボロジーの研究と水素エンジンの研究、に集約できると思うのですが、この順序で時間の許す範囲先生にまたお話を伺いたいと思うのです。

まずガス漏れ論のほうから入っていますね。

古浜 そうですね。

鈴木 続いてこれは博士論文だと思うのですが、動的潤滑論の辺の話から入っていきいたいと思うのですが。

古浜 私の研究のうちで7、8割まではピストンリングなんです。ピストンリングを余程好きでやったかという決してそうではなかった、急にピストンリングのことをやれと先生から言われました。

それには私の3年ぐらい後輩が私が大学に帰ってきたらピストンリングのサイドクリアランスを広げると燃費が悪くなるという実験結果で、普通は100

分の4mm位を0.1mmぐらいにすると燃費が15パーセントくらい悪くなる。

その当時はピストンリングはどこでガスを止めているのかがはっきりしていなかった。一つは外周滑り面のすき間から、もう一つはサイドクリアランスを通して後ろを回って漏れている、この二つのどちらだろうかということを経験含めて議論されていた。

ガスの漏れの実験結果はほとんど後ろを回って漏れていることを先生が機械学会の講演会で発表したのです。そしたら相当反響があったのです。私はそんなに1割以上もガスが漏れて燃費が悪くなるというのは、余程のことだと思った。

「君、もうちょっとさきを少しやってみたらどうかね」と言われたので、私はどうもこの実験は少しいかがわしい、というのは学生のいろいろの話を聞いていましたから。燃費で最後の漏れを議論するのはまずいのであって、漏れたガス量を直接測りたいと思った。

今ですと、特に自動車エンジンのようにちゃんとクランクケースがタイトになっていれば測るのわけないですけども、農発で全然クランクケースの中をタイトにすることができないのです。それでいろいろな工夫をして測れるようにはしたわけです。しかしサイドクリアランスを広げても全然漏れが変わらないのです。

これは何か実験の間違いだということで、いろいろなことをやってみたのですが、その間に横浜国大の小栗先生なんか私の1年先輩だったかと思うのですが来て、「君ねそんなにゴム管を通して測ったら駄目だよ。ゴム管というのは二酸化炭素なんか筒抜けだよ、きっと」と言われた。それではというのでいろいろ対策をしてやっても変わらないのです。

その時に感じましたのは、排気中の二酸化炭素あるいは燃焼生成物とクランクケースに漏れたガスの成分が全然違うのです。漏れた成分はほとんど空気なんです。なぜ燃えたガスが漏れたら全然燃焼生成物がなくなるのだろうかという疑問がありました。それが正しいことは後でわかった。

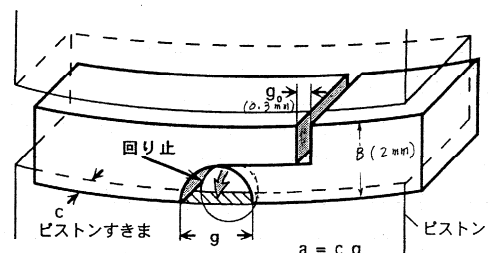


図1 下面回止で g が g に拡大、もれ面積 a が増大

解決をもたらしたのはちょうどその隣にダイハツの10馬力ぐらいの四サイクル縦型のエンジンがありましてそのエンジンのピストンリングは回り止めがしてあるのです。その通りに図1のように回り止めをしたわけです。そしたら漏れが4倍か5倍に増えたわけです。

2カ月か3カ月なぜだろうかと考えどうも合口がやさしいということがわかりはじめた。合口の通路が回り止めをした分だけ広くなり合口を上下逆にしたら全然前と同じになった。

また、合い口の形にはよらないで“g”のみによることがわかったからです。どうも大部分の漏れは合口を通過しているということが分かったわけです。ピストンリングもやりがいがあるなと思ったのはその結果が出たあとです。

鈴木 エンジンの設計を始めたころのピストンリングの勉強をしたいと思ひまして、あまりピストンリングに関する本というのはないです。戦時中の本だと海老原先生のピストンリングという本があって、それを見たら振動の式がありましてこれの共振だというように書いてありましたが全然合わないのです。おかしいなということで先生の合口論でラビリンスの考え方でやると大体整合性もありますし、これはうれしいなということで使わせてもらった記憶があるのです。

古浜 そうですか。リングの漏れ通路の問題がある程度解決してからあとは、かなりやりがいがあるなという感じがしました。ところが卒業生が来て「もう今時ガス漏れは大して問題ではない、大事なのは潤滑だぞ」と言われたので、これは少し潤滑を勉強しなければいけないと思いました。

鈴木 この動的潤滑論が博士論文になったのですね。

古浜 博士論文の名前はガス漏れ及び潤滑だったのです。長尾先生に大変ご指導いただいたのです。

鈴木 この論文で私も本当にいろいろ勉強させていただいたのです。基本的に新しと思われるのがいくつありまして、一つはスクイズアクションとウエッジングアクションと二つの項で整理したということ、それから油膜の形成をバレルベースで考えることを発明したというか発見したというか、これは先生どういふようないきさつだったのですか。

古浜 全然分からないものを初めて分かるようにするというのは難題で仲々糸口がつかめない、けど少しずつ分かってくると次第に興味をわいて来ます。いわゆる潤滑論の本を読んだりして、それではピストンリングはどうだろうかと考えたのです、普通は軸受けが対象ですから。

ピストンリングの潤滑の特徴は大きく分けて二つ、あなたが今おっしゃったようにリング上下の面取り部で油膜を生成するという考えがありましたけれども、ちゃんと解いたものがなかったのです。

それが一つの問題と、それと上死点で止まったときに油膜ができるはずで、それでないといふ何十万キロも走ってもリングがそれほど摩耗しないということはある得ないと思っておりまして、それに対してスクイズアクションを考えたのです。

すべり面がすり合わせ運転でバレルになることは偶然にわかったわけです。私がピストンリングの外周からのガス漏れを測るために周方向に2、3ミクロンずつ削って漏れ面積を増しました。

そのとき滑り面が平らであれば四角に削れるわけですよ、ところが図2のように使用済のすべり面は丸みをおびてかまぼこ形で油圧発生を与える形にでき上がっていることがわかったのです。

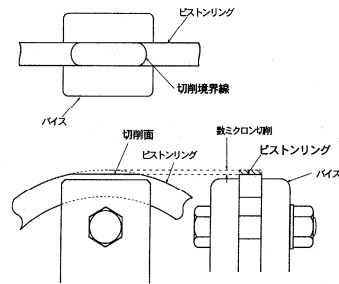


図2 使用ピストンリングの外周の一部を浅く切削したときの切削面形

それが一つの大きな進歩だと思うのです。そういう発見は絶えず何かを求めていたからであり、また当時は自分でそういうことを一人で全部やってきましたから、注意度が集中していたからじゃないかなと思います。

鈴木 そのつもりで見なければ見えないですね。

古浜 そこで表面を拡大したら図3のように確かにバレル形表面になっているのです。

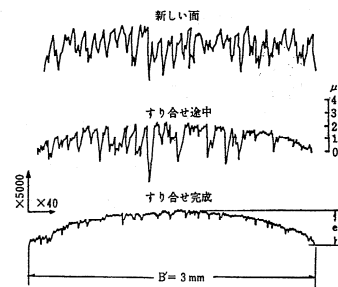


図3 ピストンリングすべり面のすり合せ経過

鈴木 その形を計算に入れたわけですね。

古浜 微分方程式の解は、この表面とライナーのすきま分の1あるいは2乗分の1とそれらを積分していくわけです。私は数学は苦手ですがきれいな式

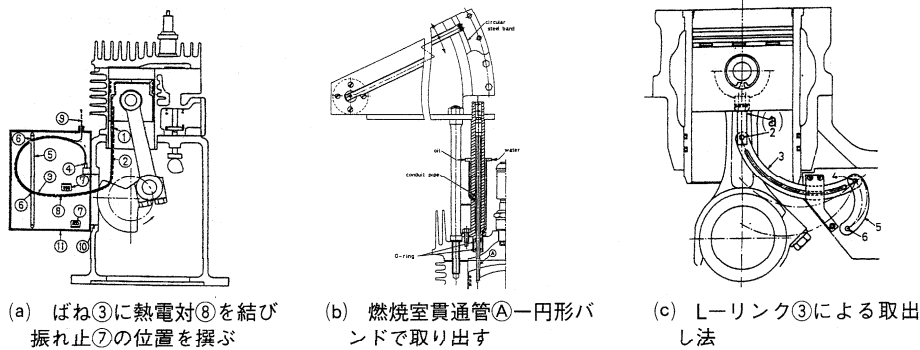


図4 ピストンの温度測定の手工夫

になりました。

鈴木 一度われわれのほうで昭和40年代に入りまして、ピストンを軽くしようということでピストンリングのB幅を3ミリを2.5ミリにしますと、オイル消費は良くなったが摩耗がめちゃくちゃ増えたということで、その時初めて機械学会の連載の論文集を読ませていただいて、これかなと思って先生にいろいろ質問させていただいた。そしたら油膜は全然違うという話で驚いたこともありました。B寸の影響で摩耗だとかオイル消費が大きいという概念が、われわれは単純に面圧だけとっていました。

古浜 なるほど。

鈴木 先輩はみんなそう思っていました。

古浜 そうか、Bは油膜の厚さと比例し、圧力はルートぐらいで影響度は少ないです。

鈴木 油膜の厚さを先生の計算式で計算していろいろな面積だとか、ストロークに対して測りますと、オイル消費が倍ぐらいになりそうだなとか、油膜の厚さが薄くなるからこれは相当減るのじゃないかなと相当理解ができます。そういう先生の論文読んでない人に全然理解してもらえなかったということがありました。

3. 温度測定

鈴木 続いて温度測定のことをうかがいたいのですが。

古浜 温度測定の初期からやはり難しかったです。東京工大の原先生という方は確かにサーモカップルの取り扱いなら自分でロウ付けなんかみんな細い線でやって、「おい君、この通りにやれ」というふうに言われました。

ピストンからサーモカップルを取り出すところが難しかったです。400回転の低速でもそれがどうしても途中で切れる。私ともう1人の助手が2人で毎日やっていたのですけれども、せいぜい5分ぐらいしかもたなかった。その当時自動車のガソリンエンジンは最高6千回転ぐらい回っていましたから大変

だと思っていました。

古浜 武蔵工大に来て図4-(a)を始めた。これはポンポン時計のバネにサーモカップルを絹糸で2センチおきぐらいに結んだ、千回転ぐらいまでいくのですがそれ以上は振動で振れるわけです。それで振れる所を止めて見る。

鈴木 ストロボ。

古浜 ストロボで見ながらストッパーの位置をきめた。当時空冷の農発で最高回転が3,600ぐらいですが、この方法でそこまで測れたのです。当時とすれば、画期的でした。

次に図4-(b)の方式に移るわけです。これは日野さんで使っていただけたけれど。

鈴木 これは海外なんかでもいろいろこういうデータを示すときにこういう方法だと言いますと、とても信じられないような…。

古浜 僕もよく言われました。しかし理屈通りに作れば絶対切れることはありません。ただピストンが少し揺れますから、それを許さなければならない、そのほかは絶対大丈夫ですよと言ったのですが、最終的にこれをやめるようになったのは取出棒の燃焼室の中の部分が500度ぐらいになると絶縁体が駄目になるからです。それまではかなりこれを使いました。

鈴木 これはもう先生しかないですね。(笑い)

古浜 この場合は無理に曲げられている所がないのです。

古浜 そこで図4-(c)のLリンク法に変えたわけです。

鈴木 これは下手な設計をやると駄目ですね。

古浜 そうなんだ。これは僕が設計するときには感じなかったのですがリンクの軸とクランク軸が完全に平行になっていなければならない。普通のエンジンは同時に仕上げてないのでそれを合わすように組み立てることが一番面倒なことでした。

鈴木 今はこれが標準になりましたね。

鈴木 このピストン温測の中で硬度法というのを

まだ使っている人もいますが、それから接触法というのがありますね。われわれもいろいろなデータがばらついて、何か新しいのがないかというふうに思ってこういうところに先生のご指導でやったのですけど。直接法というのに先生がこだわったのは何ですか。

古浜 温度の要求というのはかなり厳しいです。例えばピストンの一番温度が高いのは4サイクルですと上面中央でプラスマイナス2、3度が許容範囲です。それよりも例えば5度とか8度狂ったら、比較検討の役に立たないような。ですから絶対値が非常に高く要求されるということから、今でも恐らくサーモカップル以外にないのじゃないでしょうか。

鈴木 先生の研究の中で正確なデータを取ろうということで、まず実験法も論文で見ると、軒並み新しい世界初めての計測法を開発するということがありますけれども。

古浜 一つはそういうのは好きだったのかもしれない。

私は今でも、例えば熱電対以外のいい測定法はないのだろうかとか、またすき間を測るのでも昔からの原理なんです。全く違う原理を導入することが求められているが。

鈴木 テーパのサーモカップルを埋め込む方法もあまりないですよ。

古浜 これは実はドイツの文献にあるらしいのです。それを僕の先生が見つけてきて、あれだけは僕の発想じゃないのです。

鈴木 初めて聞きました。

古浜 それは図5のように15度のリーマーを作って、それで0.8mmの孔をざぐり、一番上を1mmぐらいに仕上げ、その中に熱接点の玉を軽くハンマーでたたいて入れるのが一番いい。

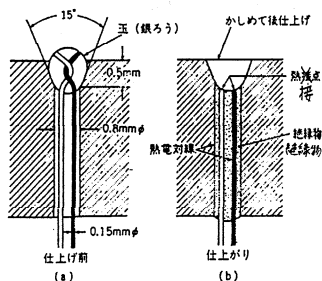


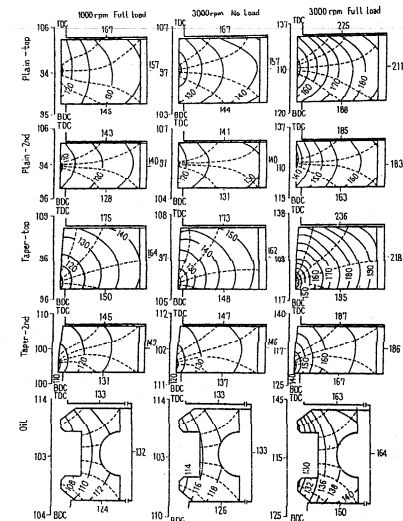
図5 熱接点(測温点)

鈴木 そうですか。

鈴木 話はわかりますがリングの温度、これは普通の人は考えないですね。

古浜 前にあなたの所にいた鈴木君が修士の時に、ほとんどピストンのありとあらゆる所の温度を測りました。特にピストンリングの同じ断面近くで

12カ所測って熱流れを計算した(図6)。一時ずいぶんピストンの温度を測りました。この装置はピストンの温度を測るだけではなくて、ピストンリングの動きとカリリング間圧力とか、いろいろピストン関係の測定に使えました。



Isothermal lines (full line) and heat flow lines (dotted line) in piston rings

図6 数字は℃, 高速ディーゼルエンジン

鈴木 ピストンリングの温度分布というのはまだ先生しか測ってないのではないですか。

古浜 そうですね。面倒臭いことですがよく学生諸君が辛抱しました。今でも実験室にいる時に夜の夜中までやられたので、会社に入ったら楽だったとかよく言われます。

鈴木 ピストンリングライナーにまつわるものは、全部明らかにしようと先生の遠大な計画というか。

古浜 今はコンピューターで測定は不要と考える人もいますが、その境界条件としても実測は必要です、又測ってみて意外な値になっていることがある、それは一般に考え方が誤りで実測が正しく、それに対応する新しい理論が生まれる、それが研究だと思っている。

また、オートバイのエンジンを上から出す方法で多田助教授が測りましたけれども、測ってみて最高出力であれば上面中央が300度ぐらいもありそれ以上にもなりますとリングの周りが真っ黒くなるし、スティックが起こり最大出力限界です。

一方自動車エンジンは全出力で1時間回すことはありませんから、だからちゃんと路上運転して実際の使用時の温度を測定する必要性を感じた、そこで高速道路を走りながら測ってみました。

鈴木 世界に例はないですね。

古浜 測ってみて、自動車というのは楽に使われているのだなという感じです。ノックが少し出てカ

チカチいってるといっても、30秒ぐらいですとせいぜい200度から230度で、本当に坂道をノックを起こしながら10分か15分走りますと三百何十度になるのです。それが実験室でノックが起こるときのピストンの温度は300度とか320度とびったりなんです。

鈴木 実際の道路ですと回転数が落ちると負荷が上がって、いわゆるフルパワーのところというのはあまり使わないですね。

4. 摩擦力

鈴木 それから世界的に評価されているものとして摩擦力があると思うんです。

古浜 それはSAEでコルエル賞(論文賞に当たる)を連続していただいたんですけれども、Uyehara先生なんかすごく高く評価していただきました。しかし、測るためのアイデアは随分考えました。特に滝口君たちはよくがんばりましたね。

鈴木 普通の人は考えないですよ。(笑い)

古浜 一時は、不可能だと思っていました。要するに、上からの圧力と下からの圧力がバランスする所にOリングを入れれば良いと、あれで解決したわけです。

鈴木 先生は二つやっていますよね。

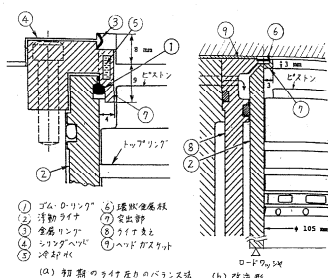


図7 ピストン摩擦力測定法

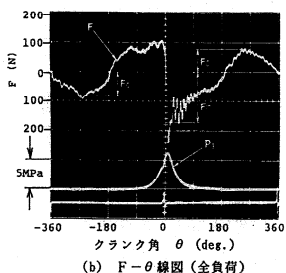
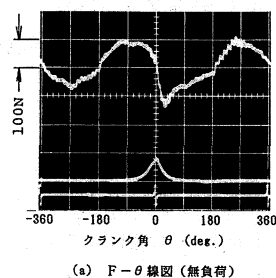


図8 ディーゼルのピストン摩擦力測定例

古浜 一番始めはこれですよ。ここへOリングを入れた、ただ図7の⑦がシリンダ内面よりあんまり出っ張り過ぎているのでその後少しずつ改良した、これで測れたのはこの図8ですね。これを測った時は、さすがに拍手喝采だった(笑い)。

鈴木 これは本当に驚きました、こういうきれいなカーブで…。

古浜 人の名前は少し申し上げにくいけれども、ミシガン大学のある先生が同じようにピストン摩擦力をSAEで僕と一緒に発表したんです、私のあとに発表した。あとでその研究室に行ってみると1社何千万円ずつ出しているんですよ、その中の会社の人だと思いますが「その研究はやめたほうがいいよ」と厳しい質問をしました。それはインジケータ線図とコンロッドにストレイゲージを張った、値の引き算をやっているので合うわけがないですよ(笑い)。

鈴木 これは世界的にいろんな論文を見ても、ピストンリングの論文で一流のレファレンスを見ると、もう古浜、古浜、古浜でたくさん出てきますけれども。

古浜 ただこの測定で、今でもまだ必ずしもきちんと明瞭じゃないところがある、この形は計算値と理論値とが非常に似ているんです。ところが、絶対値は計算値の2倍以上、それが流体潤滑論と合わないことは分かるけれども、どうして形が似るのかというのが。

鈴木 これは、ピストンもみんな含まれているんですか。

古浜 そうです、含まれているんです。あとでピストンの摩擦だけを測りました。それはピストンの案内を別にする方法です。

5. Radioisotope法(磨耗)

鈴木 ピストンリングライナに関して、先生はメカ的な方法で測ると共に、何と申しますかRIだとか水素によるオイル消費だとか、そういうような全く発想を変えた測定法もやっていたらっしゃるんですが、RIによるリングの磨耗とか回転だとか、これは先生はこういう時期にどのような動機で始められたんですか。

古浜 始めは、普通の目方を測る方法でやったんですよ。それは精度が低いというのでなしに、ラジオアイソトープでやったあとの私の感じでは途中の経過というものが非常に重要なんです。スタートの時大きな磨耗で、ある時間後にほとんどなくなる。また加速したりロードを増やしたり、磨耗が上がるのが測定でわかる、それが連続測定の特徴です。

LOCも水素を燃料として選んで、そして出てくる二酸化炭素を測れば連続的に取れるわけですから、同じエンジンでも5分とか10分ごとにオイル消費量を測ったとしても、しょっちゅう上がったり下がったりしているということは分かりませんから。

そういう意味ではRI法による摩耗の測定、今は使えませんけれども、又は水素エンジンでLOCを測定する方法は貴重です。絶対値が可成り大きくるので途中でやめましたけれども、LOCをもう少しやればよかったと思っています。

もうだいぶ前の話ですけれども、何とかという協会がオイル交換時期を調べ、市内走行が大体1万キロとか1万何千キロぐらいでオイルを交換する。ところが長距離の、例えば九州までトラックで走る場合は10万キロぐらいなんです。止まったり始動するのが多いから、オイルの劣化がげいしい、そこで例えば100時間走行後の分析ではよく分からないわけです。

特に私が聞いたのは、船はそれぞれ1週間ぐらいほとんど同じ速度で走る、シリンダーにRIを出すものを埋め込んで測った例があるんです。それを見ますと、スタートして何時間かぐらいに全体の磨耗量に匹敵するぐらいの磨耗をしてしまうんです。

鈴木 なじみが出ちゃうと、もう磨耗が少なくなるんですね。

古浜 そうなんです。特にピストンリングはそうだと思いますけれども、なじみというのは一定の運転をしていると、それに合うように磨耗するのか姿勢がそうなるのか磨耗もほとんどしないし、またリングとシリンダーの傾き角をもし測ることができればと思います。この間も滝口君と話しまして、油膜の厚さを測っていると上昇行程ですごく油膜が薄いんですね。爆発して圧力が一番高い所が、一番油膜が厚くなる(笑)。

鈴木 そうですか。

古浜 そういうデータが出ている。「先生、こりゃどういうんですかね」と言われたので、「そりゃ君ね、とてもいい例だよ。そいつを解決すれば、また面白い論文ができるよ」と言ったんです。リングの傾きと関係ありそうだねと言いました。

私どもはちょうど武蔵工大の原子力研究所なるものができて、誰かそこを使う人があったら援助すると原子力研究所のほうからの申し出で、私どもが一番先にやったんです。いろいろその方面の先生方が助けてくれました。一時、学生が「RIを使っているで大丈夫ですかね」と言うのが出まして、「子供ができなくなるという話ですけれども」って…(笑)。「いやそんなことないよ、昼間君なんか見てみな」、

昼間君はずっとやってきましたのですが、冗談だか本気だか「俺は、本当は男の子が2人でも3人でも欲しかったのに、生まれたのはみんな女なんだよな。やっぱりRIは…」(笑)。

その時に井上先生が、お医者さんで実質的な所長さんで「いや、実験に使った潤滑油(RIの摩耗粉を含む)で天ぶらを揚げて食べても別にどうということないよ」と言ってくれた。しかしその後、規制が非常に厳しくなりましたね。

鈴木 今はやっていないんですね。

古浜 リングの周方向の回転を測定したときは危険には注意しました。それはコバルトのRIをリングのギャップに埋め込んだんです。リングの端に1mmの穴を開けて、そして0.5mmのコバルト線を切って埋め込んだんです。それは一応遠隔でやるということに、設計はそうなっているのですがなかなかやりにくいので、すごく器用なやつがさっさとやりました。RIの強さ掛ける時間の値が問題であるので、時間さえ短かったら大丈夫だよと言って、だけどそれはきれいに測定できました。(笑)

古浜 回転速度が1,000回転とか1,500回転ぐらいですと、ほとんど回らないです。それが3,000回転ぐらいになると、大体1分間に10回ぐらい回ります。回る方向も反時計方向で同じなんです。台風の方角と同じだという学生が出てきて、地球の引力と関係あるかなとか…。(笑) 結局はなぜ回るか分からなかった。

6. 水素エンジン

鈴木 次に水素のほうに移りたいと思います。1号車から10号車まで延々と30年にわたって(笑)。

鈴木 先生はどうして30年も続く研究を始めたんですでしょうか。

古浜 これはよく聞かれる話なんです。一つはLOCを測りたい。当時は連続的に測れないし、感度も精度も悪いし、水素でやればいい。

もう一つは、大きく言えば公害とか将来の燃料と関係するんですけれども、自動車技術会の燃焼と排気の委員会というのがあったんです。初め平尾先生が始められて、委員長をずっとやっていて、途中でどういうわけか「これはもう、古浜くん、君やってくれないかなあ」と言われ、10年ぐらいやりました。当時大西エンジンなんか話題になった。

われわれはトッブランドのハイドロカーボンを測ったぐらいです。それは最近アメリカの本なんか載っているのですが。ガソリンとかディーゼルの燃料は複雑な化学成分を持っていて分かりにくいことが多い。水素だったら最も単純な元素ですから、

今まで分からなかったようなことが分かるのではないかという、そういう考えが一番根底にありました。

その当時、Kamoさんだったと思うんだけど、アメリカから有名人が来て自動車技術会で演説をやった時に「アメリカにはもう水素を燃料にした実験をやっている人がいるよ」と言ったので、「いや、日本でもやっているやつはいるよ」言った人がいたんです。あいつは気違いじゃないかという目で見られていたが。

鈴木 レースだとか博覧会だとかいろいろな場で、学生さんは研究室で普通ですと2年から4年でいなくなってしまうよ、こういうふうに行けるというのは、大変な苦勞があったと思うのですけれども。

古浜 そうです、ずっと長く続けたということは、やってみると問題がいくつもある。どちらかといえば学術的な研究というよりも人間性を鍛えられたといえますか、そういう鍛練は受けました。何回も、命も危ないんじゃないかと思うようなことがありました。

鈴木 一つのロマンがあるんでしょうかね。

古浜 まあ、そうですね。ロマンといえば、普通の人はできそうにもないというやつを手掛けますから、うまくいかなくても普通なんだけれども、そのたびに新聞とかテレビを通じて公衆の面前でやりますから。不満足な体勢でやるわけで、よく何とかかんとか走れたという感じがしました。

鈴木 これは技術的には、1号車・2号車・3号車とみんな一つずつぐらい、チャレンジしているわけですよ。

古浜 そうそう、そうなんですよ。

鈴木 先生、論文の発表はあんまりないですよ。

古浜 実はかなり、内外での論文があるのです。

鈴木 ぜひ、この辺を聞かせていただきたいなと思います。私も伊東さんにも、いろいろ関係者に聞いて、新しいチャレンジした技術だとか…。

古浜 図9が1号車ですけれどもね。

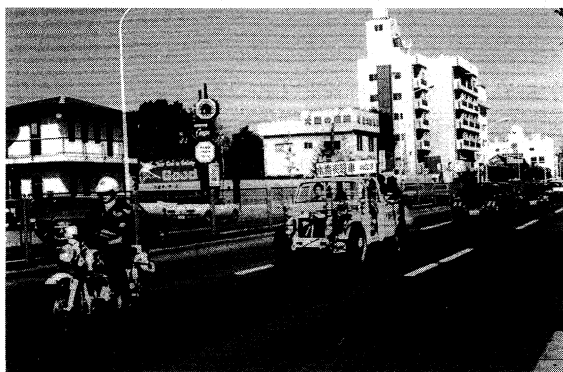


図9 武蔵1号高圧水素ボンベ10本を積んで環8を走行 (1974)

鈴木 環八ですね。

古浜 環八を走って、これは始めからNHKの要請で作ったんです。それまでに大体4年間、実験室でやっているんです。もしも学生にけがをさせたらというのが強くこびり着いていましたからね、4年間何とか事故もなしにやらせてきた時にNHKのほうから、石油ショックの時に次の時代は水素かもしれないというのでNHKは水素は人に見せることができない。車で水素で走ってみると一番いいと私の所にきて説明しまして、先生の所で何とか走らせませんかねと言うから、とにかく車では全然やったことがないので分からないけれども、走るだけなら走れるだろうと言ったんです。

そして、この車は向こうがポンコツ屋で買ったんです。小型のトラック、これを外観も変わったものにして走るようにと。それで、半年ぐらいかかって作り上げた。、ボンベを10本積んで、大体500キロか600キロになるのですよ。運転したのは後で米国のSWRI (サウスウエスト研究所) に行った…。

鈴木 有賀さんですか。

古浜 有賀君は、始めから水素自動車の主みたいなもんですな。

これで大学から環八に行って、それから東名の入口からUターンして帰ってきて田園調布の駅まで走った。せいぜい30キロか40キロぐらいのスピードを出していた。この時はあまり速度を出さなければバックファイアーなしで走れるという状態でありました。

記念すべきなのは、公道を走ったということです。今でも公道を走ることはすごく難しいですね。なかなか運輸省がどうぞを言ってくれないので、この時はNHKがすべてのことをやってくれて、きちんと白バイが先導して走らせてくれたから。

鈴木 これはボンベですか。

古浜 ボンベは1本分が大体ガソリンで約2リッター分なんです。だから10本で20リッター積んでいる感じですね。

古浜 何せ大学の後ろの坂が登れるかどうか分からない。夜中に学生がその坂を登ってみて何とか上れるということがわかった。

鈴木 2号車からいよいよアメリカに行ったんですね。

古浜 そうです。1号車の情報がアメリカに伝わったらいいんです。日本でも水素自動車をやっているやつがいるよということですね。その次の年の秋のシードラリー (Student Economy Engineered Design) に、水素自動車というのではなしに燃料は何でもいいから最もエネルギーの少ない、出発からゴ

ールまでのエネルギーを競うわけです。それと最後に排気ガスを測定する両方で順位を決めるものです。

エンジンを作るのに、まず一番問題になったのはタンクです。液体水素なんていうのは、東京ではな

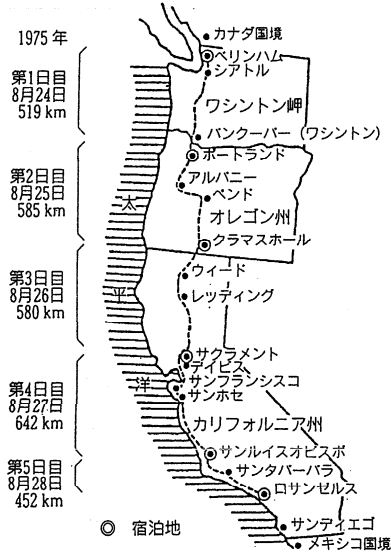


図10 1975年SEEDラリー走行ルート

く、あるとすれば大阪と東北大学。しかし東京に運べない、通過各県の許可がいる。何かほかにかないか、1号車のような高圧タンクでは2000kgも必要な計算になる。結局液体水素しかない。

もう一つの条件は、図10のようにこ一番長い所は642キロ、1日の走行距離があるんです。途中で、水素に限ってチャージはできない、1チャージで700キロも走らなければだめ。メタルハライドがいいとしても、そんな大量なメタルハライドがなかった、目方が高圧ポンベと同じぐらいになるのです。

それで液体水素を何とかというので、普通の水素を液体ヘリウムで冷やして作ったらどうかという話で、それもやったのです。その当方で200リッター100万円の液体Heで熱交換器で冷やして、水素が何でも10リッターぐらいしかできなかった(笑)。そんなことをやっていて、これはとても駄目だと思っていたんです。

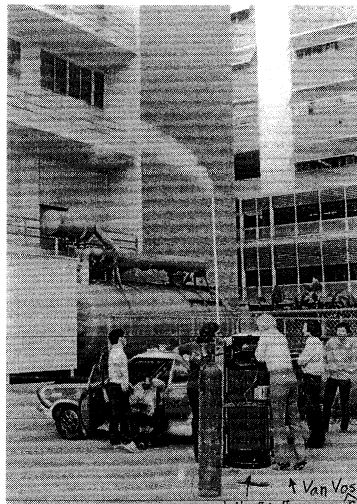
今のJARIで一応運転の練習をしようと、そこに学生が泊まれる宿屋を借りて、僕は授業もあるし毎日、遅くなればこむので5時ごろ出てJARIに行

ってたんです。ちょうど7月の終わりで夜やっていると蚊がいっぱい来て、蚊に食われても何でもみんな横になって寝てしまうんだよね。それはすさまじいようだったなあ。

それでそんなことをやっていたら平尾先生が「君、そんな苦労してやっているなら、アメリカ行って練習したらどうか、アメリカだったら液体水素なんか問題ない」。いろいろ聞いてみたらガソリンの何倍というぐらいなコストですよ。

それではというので、一ヶ月ぐらい前に僕はすぐには行けないから、昼間君、榎本君の2人と学生が10人行ったのです。毎日ように電話が掛かってきて、要するに走れないし動かないんです(笑)。タンクから燃料が来ない。そんなはずないだろうけどなどと言ったんだけど、それでは俺が今度行く時にポンプを持っていくから。

要するに、タンクの中で蒸発させたものをエンジンへ入れると言うアイデアなんです蒸発量が少ないから、少し走るともう止まってしまうということなんです。だったら、温かいガスになったやつを入れてやるということでそのポンプを下村君に作ってもらって僕が行く時に持っていったんだ。そんなことでUCLAで随分世話になったんです。



④ UCLAエンジン研前

⑤ ゴールデンゲイトブリッジを走る

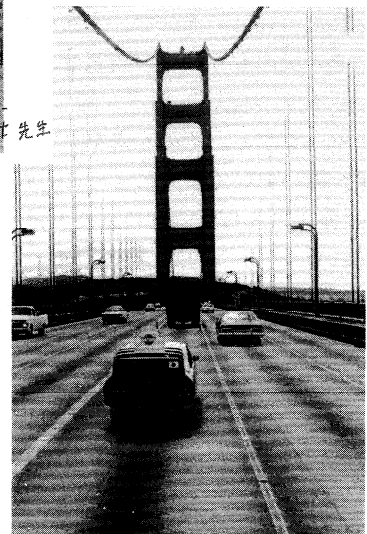


図11 アメリカにて

鈴木 そこで1カ月もやったんですか。

古浜 このVanVorst先生図11は今でも水素エネルギー学会の相当大物ですけれども、この先生がいろいろ指導してくれたんです。向こうはこういう簡単な液体水素タンクを使っていた。

鈴木 向こうも液体水素の車で…。

古浜 これは郵便車で球形の液体水素のタンクを積んでいるものです、その車はロスを出てすぐにひっくり返った、図12はそれを報じた新聞で、出場不能となり、その後我々に周りがすごく冷たくなったね、ありとあらゆる難題を吹っかけるわけなんだよね。このバルブは基準に合っていないとか。



図12 「UCLA車の101号線の事故は、水素燃料の安全性を証明した」と報ずる地元紙

初めは4つの大学が水素で出るという話だった。燃料代は各大学に割り当てると、10万円ぐらいだろうといわれた。ところが僕らだけになったら200万円かかると言うんだ。もうここへ来て、お金がないからやらないということはできないから、またもしものことがあれば億という金を取られるから日本の有名会社が保険に入れと言ってきたんだ。もう明日か明後日に出発しなきゃいけない。そこで研究所長の神戸さんが日本の日産に電話を掛けてくれたらちょうど中川専務が出て、僕のお願いで、そこまで行っているなら仕方がないね、とこう言ってくれた。(笑い)それで、まあそれは解決しました。

その次のもう一つの問題は、宿泊大学に液体水素を2本ずつ置いておき、帰ってくるときにそこでチャージする。その水素を見守るために学生を1人ずつ置いていくようにとのことだったんです。学生が「俺、こんな見張りに来たわけじゃない」と言う。(笑い)

これは困ったなと思っていたら出発大学の教授のシール先生が「じゃあ、俺が全部電話を掛けてやる」といってくれ、「どこもみんな責任を持って預かってやると言っているよ」とそう言われた。

私が渡米した途端に、5分か10分走っては30分ぐらい休んで、とてもじゃないラリーもへたくれもない。切ってポンプを継ぎたいと言っただけでも、どうしても駄目、榎本君なんかうるさく言うん

だ。ベリンハムに行ったら、シール先生が自分の溶接機から何から全部持ってきて、私がやってあげますと(笑い)。図13“A”のポンプを入れる作業は完成した。

鈴木 それで成功したんですか。

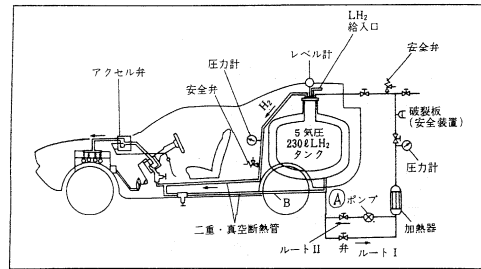


図13 武蔵2号の液体水素タンクからの燃料供給方式

古浜 そうなんです、これ入れてから。その代わり5気圧以上に上がるとまずいので、運転席の裏に1人乗っかって圧力調節をした。望月君といって今三菱自動車にいるけれども、彼がこの中に5日間ずっと座り込んで(笑い)。

ベリンハムへ行っても、いろいろ故障が起ったりした。一番始めに、複雑な枠内を回るジムカーナ試験をやる。それも点数に入るよとかで、有賀君が運転したんだ。お尻をはげしく振るような所があるんだ、有賀はその辺のことよく知らないから平気でやっているんだ。僕らはタンクの内側は浮いているようなものでどこが切れるか分からない、はらはらしていたが無事にやった。

それで前の日に雨が降っていたが、だいぶ調子が良くなり安心していたら、どこか電気系統がおかしい、動かないと言われたんだよね。ちょうど先輩の久保田君も一緒に行っていていじっていたら直った。そこで出場車が10台ぐらい並んでいるんだ、出発は8時半だったが都合で10時に延びたよと言う。

ところがうちの車は全然動かない、初めはどういうことだろうと、がたがたやっていたら9時ごろになってぱっと動いたんだ。あとから考えると、どうも燃料をいっぱい入れ過ぎたらしいんだ。そんなに入れ過ぎて今までは運転したことなかったんだ。

動き出した時に、10時だからもう止めとかなないと、燃料の使用量で競争なんだから武蔵工大の車はもったいないよと注意してくれる外国の学生もいたが僕は絶対に止めるなど、止めたら掛からなくなるから(笑い)。

1日目、ポートランドの少し手前に来たら、あの辺り一番調子が良かったもんですから。

第1日の晩に宿舎に入って燃料チャージして、どうもバックファイアーがおかしい、調整をしたと有賀が言うわけだ。宿舎では封印をすることになって

いたので、もういじっちゃいけない。ところが、ベリンハムの車が故障してしまったらしい。それは、シール先生がいろいろなもの集めて作った車、エンジンは富士重工のスバルのエンジンを積んでいたんだ。どうも焼き付いてエンジン取り替えているらしいよという話だった、それだったら俺たちも何かやらなきゃ…。(笑い)

そこで絞り弁がどうだとか、点火がどうだとか何かかかやっていたらもう夜が明けてくる、毎日そうなんだよね。図14は宿泊大学でLH2をチャージしているところ。

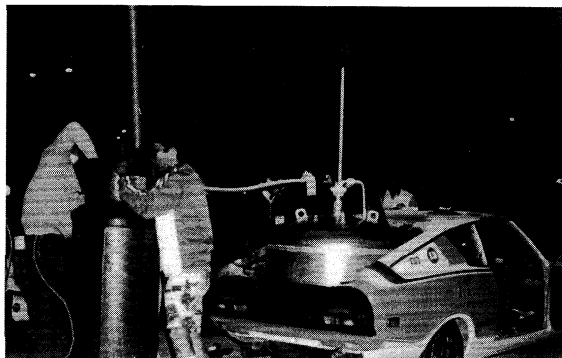


図14 Charging LH₂ into the tank of Musashi-2

何とかたどり着いたあとで、トヨタの方も手厚くしてくれた。終わって日本に帰るだけだという時に、1回テストコースで最高スピードを測ったらどうですかと言われて、半日借り切ってくれたんです。そこで走ったらバックファイアーがバリバリ、最高スピードなんか測れない。それでも150キロ近く出ましたよ。

鈴木 すごいですね。

古浜 これだったら、200キロぐらい本当は出るところかなあと言って終わったんだけど、日本に来てバラしてみたら、とにかく吸気系統の何か粉々になってピストンの頭だとカトップランドに突き刺さっているんだ。よくこれで走れたもんだなと思った。

鈴木 次の3号車は。



図15 武蔵3号, スズキ・テストコースで走行

古浜 3号車は2サイクルでした、また3号、4号、5号も鈴木自動車いろいろ面倒見てくれました。図15が3号車なんです。米国のラリーまでバックファイアーに悩まされ続け、絶対にバックファイアーのない噴射方式に改造したわけです。

鈴木 そうですか。

古浜 噴射といっても、その当時低圧噴射と僕は言っていたんですけど、圧縮途中に20気圧ぐらいで噴いて、スパークする。この噴射ができるようになるまで、技術的な苦勞としては、液体水素ポンプの開発でした。歯車ポンプでただちにかじってしまった。金属は駄目といろいろ探し歩いて、図16でシリンダーもピストンも作った。それが割合早くうまくいったんです。それを取り付けてその時に感じたのは、水素というものは非常に薄い混合気でも火がつきます。ですから、2サイクルには非常に具合いいんです。要するに排気ポートが閉まってあとで噴射すればいいわけですから。だから、本当は僕はもう少し水素を2サイクルでやりたかったんですけど、その当時2サイクルはやめになりましたからね。それでやめてしまった。

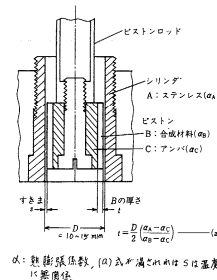


図16 LH₂高圧ポンプ

3号車は、岡山に何とか博覧会というのがあったんです。そこに、水素をもしも走らすことができないければ、置くだけでもいいから持ってきてもらいたいという話がありました。それじゃこれを走らせたいということで、張り切って作った。スズキ自動車のテストコースで2日か3日走らせたわけですよ。そのとき最高スピード150キロぐらい出たんですよ。

鈴木 はあ、すごいですね。

古浜 この時は噴射ですから、バックファイアーはもちろんなくなっていました。一番良かったのではないかな。そういう時に、亡くなられた岡野さんという重役さんがおられて、「さすがに、あんたの所の学生さんは大したもんだ」「何ですか」と言ったら、「エンジンをばらしても、工具を並べておいて、組み立てる時もうちの職工よりも速いよ」。それくらい分解組み立てを繰り返し、鍛え上げた。

それでトラックに積んで岡山まで持っていった、それまでは良かったんだけど、行ったら「水素の自

動車なんかとんでもない。そんなものは困る、早く帰ってくれ」と言われた。(笑い)

それが有名な方で、岡山何とか博の理事が何かになってる方。糸川さんかな。

古浜 糸川先生があんなものは危ないと言ったというわけだ。それで交渉して、ある一部分だけ縄張して、大体100メートルぐらいかな。そこだけを走らせた。ただ、随分お客が来るわけだよ。だから僕らは1日か2日で帰ろうと言ったんだけど、とにかく置いてくれてわけだった。

鈴木 2サイクルというのは水素に適してるんですかね。

古浜 僕は適していると思いますよ。

鈴木 馬力もけっこう出るでしょう。

古浜 図17が2サイクルの性能です。

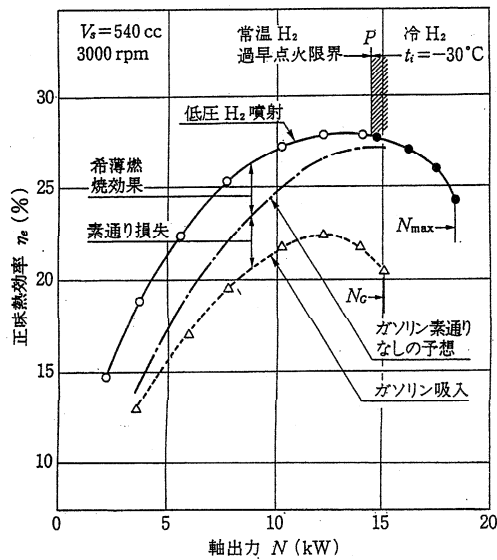


図17 ニサイクル・前期水素噴射エンジンの性能向上

鈴木 4号車も2サイクルなんですか。

古浜 そうです、5号車まで。

鈴木 ああ、そうですか。

古浜 車体だけ古川さんという卒業生の修理屋さんかトヨタに取り換えたらいいんだ。4号車は、新宿の背の高い建物で世界水素エネルギー学会が東京



図18 武蔵5号のLH₂タンクとポンプ駆動機構

で開催されたとき廊下に並べたんだ。

古浜 図18が5号車なんです。5号車は割合に外国の雑誌とかに載っているんですよ。

古浜 世界水素エネルギー学会がバサデナで開催のときのものです。LH₂タンクが非常に小形化した。

古浜 これはレースがあるとかではなくて、学会がありまして、その学会の周りを走りました。液体水素タンクのどこが悪かったのか真空が少し抜けてしまったんです。これはとても駄目だと思ったが、せっかく来たんだから走ろうじゃないか。真っ白い煙が出て、その時に先程のバンボルス先生が心配して、「何とかならんかね、君」と言われた(笑い)。それで長いビニールのパイプを持ってきて、とにかくこれをなるべく高い所に伸ばしてやりなさい。(笑い) あの方もいい人だから何とか我慢してくれた。

燃料の液体水素についてはユニオンカーバイトが熱心だったんですよ、だからハワイに行った時も、ユニオンカーバイトは何千リッターか船で、作業員もつけて持ってきて、全然お金なんか取らない。

鈴木 6号車は、これは新しい4サイクルですか。

古浜 そうです。それは4サイクルですが噴射で白金線の熱面(グロー)点火で0.5ミリの白金線を買ってきて巻いて作ったがすぐ切れてしまう。白金の融点は1700度だけでも900°Cで切れた。6号車はカナダのトロントの学会で走ったもので、この点火グローをみんな学生がポケットに入れていた。あい

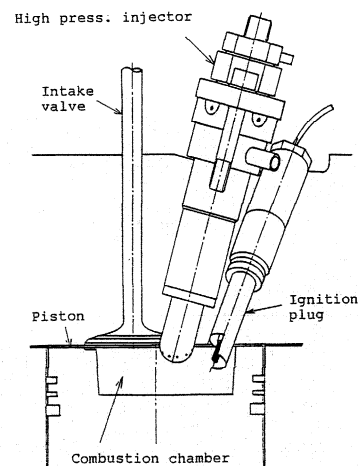
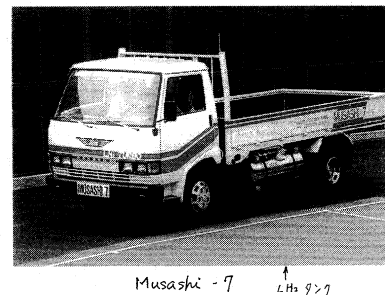


図19 Combustion chamber of MUSASHI-6 and -7

つらは何してるんだろうなど、向こうの人は思うんだよね。それが知らない間にぱっぱと取り換えて(笑い)。すごく手早くやるんだけど。

古浜 そのあと7号車からはディーゼルのスタート用グローを使ったんですよ。このほうが良かったんだよ。良かったが数十時間だった。要するにちゃんと火がつくには850度から900度以上なければ駄目なんです、しかし900度になると必ず駄目になる。それで最後はスパークプラグに。

鈴木 6号車はどのような走りをしたんですか。

古浜 これもトロントの学会で街の中で走りました。街を走る許可書をくれるんですよ。福岡君が主力で、そのころ点火の方法が一番問題でした。

図19が7号車で日野のトラックを改造したものです。カナダのバンクーバーの交通博覧会で約100kmのレースを行ったわけです。日野のテストコースをお借りして三十何回か走らなければいけない。だけど一番最初は2、3周でもう駄目になっちゃった。この時はポンプが動かなくなった、ガス圧縮というやつ。それでいろいろ調べてみると、ポンプを取り付けるとピストンがシリンダーを押し付けていて摩擦するので熱がでて液体水素がポンプで気化するものと考えられた、押し付けているのが分かったのも、途中で大学に持って帰ってポンプを組み立てると全然動かない、重くて。芯がちょっとでも狂ったら駄目だということで、途中を自由継ぎ手にしたいなと言っただけけれども、明日かあさってに船に積むので間に合わない。そういうことでそのまま持っていったんだ。当然向こうに行っても同じなんだ。少しずつ回して、一番いい所を探す、その時は滝口君だったんだよ。夜が明けるまでやるから大丈夫だと言う(笑い)。確かに朝になったらうまくいった(笑い)。

そういうことで、レースで街を何周かぐるぐる回って僕らの見ているところにやってくる、次に来

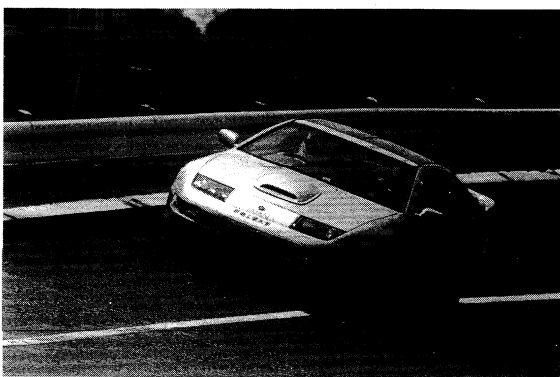


図20 武蔵8号ニッサンフェアレディ改造、ニッサン追浜テストコース走行(1990)

るか来ないかと冷や汗かきながら見ている(笑い)。ようやく無事に最後の10周か15周を走り切ってくれた。

鈴木 8号車はハワイですか。

古浜 この8号車は図20のように格好よくできたんだ。火花点火に改造して日産のテストコースでやるのにすごく調子が良くて、取材にも随分ほうほうから来たわけだ。

ところがそれが終わったら、今度は送り出すまで大変だった、問題は液体水素がハワイにはないということなんだ。「これじゃ行ってもどうしようもないじゃないか」。ベツログルという水素エネルギー学会の会長さんがじかに電話掛けてきて、「何とかするから大丈夫だよ」と、何とかするからと(笑い)。

結局は普通の船には液体水素は積めない。それで海軍のボートを頼んだ。だからそれにユニオンカーバイトの2千リッターのタンクを積んで、我々の顔なじみのオペレーターも一緒にやってき、ユニオンカーバイトが相当力入れていることが分かった。

僕がハワイの飛行場に着いたら学生が迎えに来て、そして、「おい、どうだよ」と言ったら、「いやあ、先生動かないんですよ」とこう言うから、ホテルに入る前にハワイ大学の倉庫の所で盛んに調整をしてる所に行った。暑かったな、みんな麦わら帽子みたいのを被った。ポンプが働かないと言うんだよ。みんなポケットに逆止弁を持っていてそれを取り換えてみる、1回取り換えるのに2時間かかる。君たちはどんな基準で弁を取り換えてるんだと聞いたたら、いや、三つか四つやっていたら、いいのにぶつかる(笑い)。

先生が来たら直るとみんなよく言うけれど、ハワイ大学へ行って拡大鏡を借りて来て弁座を見たら旋盤で削った跡が残っている。これじゃ駄目だと言っただよ。見ていると、良いものもある。これ入れてみなさいよと言ってうまく働くようになった。

それで走らせるかと言ったら駄目だと言う。いろいろ政府の何とか機関とかに行ったりして、五島育英会の理事長が山田さんと言って、水素エネルギーの実験室なんかその人が作れと言っただが非常に熱心だった。東急の関係のハワイに電話してくれた。どうしなさい、こうしなさいと。最後、昼間君が知事の事務所に行ったらしい。

それで結局ハワイ大学の中だけならいいということになったんです。

鈴木 そうですか。

古浜 そういうことで、ハワイも何とか切り抜けたんです。

鈴木 9号車図21は箱根のターンバイク…。



図21 9号車

古浜 そう、日野の冷凍トラックで走った、これは今まではいろいろな所を走ったけれども、要するに実用試験ではなかったわけだ。だから実用のためには坂道を相当長く登るとか、僕は名古屋か大阪まで一走りで行きたい、それが念願だったんだよ。だけどどうしてもその許可を取ることができなかった、たとえば1万キロのテストの記録が必要だとか。

ターンパイクは東急の関係だから事務所の所長さんは随分世話してくれた。いろいろ警察と相談して10時から12時まで片方の車線だけ2時間、そういう条件だった。

走る前の日に箱根へ行って泊まり込んだ。夜の10時か11時ごろに学生がやってきて、「先生全然動かない」「しょうがねえやつらだな」。それから夜が明けるまで（笑い）。

鈴木 それでは水素自動車エンジンの開発を技術的に集約すると。

古浜 文献で調べたことと、実験室のベンチで運転してみた場合と、さらに車に載せて走行する場合、特に公開で走行するのでは非常に違う、私の場合、バックファイヤと液体水素タンクからの供給、

点火法に悩まされた。結局液体水素ポンプで高压水素をつくって、現在のコモンレール法のような噴射、火花点火方式とした。

そのために熱膨張の異なる材料の無潤滑ポンプの開発は図16（前出）のように成功したが、ポンプ挿入口からの熱流入防止などの課題は残った。

つぎにNOx対策には研究室の相当な時間と精力を注いだ、この点では予混合が噴射より非常に有利です、 $\lambda > 2$ ではほとんどNOxは0です。噴射はリーン域でも燃焼部は高温となるのでNOxが多い。高温ガソリン噴射も同じです。図22

結論としては、予混合でバックファイヤを防止し、リーン燃焼、ただしNOx触媒の開発が一つの課題です。

鈴木 燃料電池などが話題になっているが、先生は将来のエンジンについてどう予想しますか。

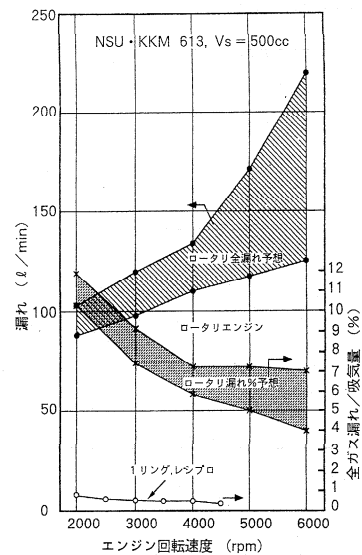


図23 全ガス漏れ量測定

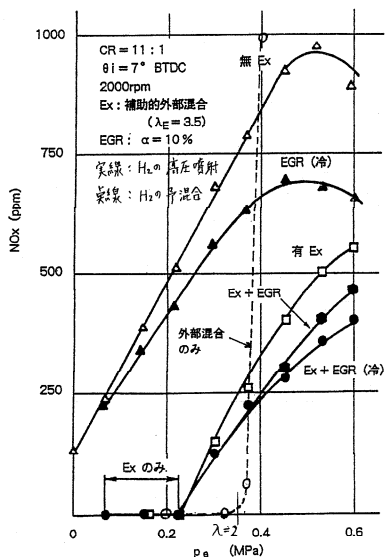


図22 外部混合併用およびEGRのNOx低減効果

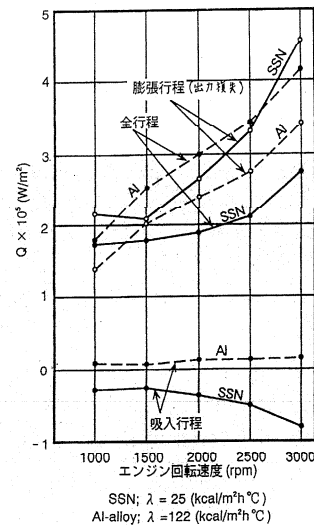


図24 ディーゼルエンジン運転中のアルミ合金及びSSNセラミックピストンの熱伝達量の比較

古浜 一寸その前に、私はロータリーエンジンとかセラミックエンジンに賛成しませんでした。ロータリーエンジンの本質的な問題の一つはガス漏れが多いこと、ピストンエンジンの10倍ぐらい。図23

セラミックスは熱伝導は低いが、燃焼熱の伝導を遮っているのは実はガスから壁への熱伝導係数であり、それはセラミックでは小さくならない、又無冷却ではシリンダ面は500~700℃でオイルがもたない。図24で作用行程の損失はむしろセラミックの方が大きい。

このような主張は単に理論にもとづくものではなく、自分で実験的に確かめたため、自信をもって訴えた、それが当たったので一部の人は嫌われた。

しかし燃料電池は、私は自分に運転経験もないのでこれらの場合と違うが世の中のさわざはこれ以上だ。

MITのHeywood先生の講演では燃費がはじめガソリンの1/3も少ないと言われたが自動車ではそれほど良くない、その上値段がすごく高いので、今後1/4世紀はピストンエンジンだ。ただし、そのままじゃいけない、燃費にしても公害にしても相当改良する余地が残されている。僕も全く同じ意見です。

ピストンエンジンも構造が複雑すぎる、もう少し単純にするように努力をすればと思います。

古浜 世界的に特に日本の場合、研究体制を整え直さなければ私は思うんですよ。私の感じはメーカーさんが非常に苦労していろいろなものを発明したり、開発しておられる。例えば直噴ガソリンエンジンとか、あるいはハイブリッドとか。

いろいろな論文とか解説に出ているのを見ると、例えば日産とかトヨタとか全く同じなんだよね。絵まで同じじゃないかと(笑い)。そういうのは恐らく両方で協力してやっているとは考えられない。共通な課題は大学の研究陣を含めて競争をするというようなシステム。

文部省や何々の研究費というのは、競争しなくてもいいようにできてるんです。

そうではなくて一人一人が競争して。その中に大学陣も、それからメーカーの人はメーカーの人の立場の研究をやる。そういうものを一般化するような研究は大学がやるというようにして、それも有名大学だったらだれでもというのでは、僕は駄目だと思います。熱心にやっているのを掘り出す。今まで日本は「世界一だ」というのが少しあり過ぎたようです。

私は大勢としてはディーゼルのほうに向いてると思います。例えばメタノールなんかは本来はガソリ

ンエンジンに適しているのにもかかわらず、ディーゼルで使おうとしているわけです。

鈴木 もう今、黒い煙は見えない。

古浜 それをもう少し声をでかくして、ディーゼルを売れないかね。(笑い)メタノール燃料電池が最終目標とよく言われていますがいつか水素エネルギー学会で、本田の人が、メタノール燃料電池が将来だと言っていました。本心はその話を聞いていて、そうも思っていない感じがしました。

7. 若者へ

鈴木 だいぶ時間を使ったんですけども、あと、先生の技術屋魂というか先生の技術屋のスピリッツというか、セラミックエンジンだとかロータリーエンジンに対して、技術屋の目で相当厳しく評価されたということもある。この辺の背景というか。

古浜 ロータリーエンジンの時僕の機械学会の論文はキャンセルされたんです。僕は何もロータリーエンジンが駄目とは一切論文の中には書いていない。ただ、こういうふうな結果が出た。実際にNSUから来た一番最新式のエンジンで運転しての結果で。その時に機械学会がなぜキャンセルしたかという、新しいものの欠点を書いては駄目なんだ。要するにほめなかったわけですよ。

それは、大学にいと大学の自治とか言っているメーカーに遠慮するところがあると思うんですよ。ですからそれを遠慮しないで、十分議論すべきです、よくない研究結果に感情を害するのは科学的でない。

最終的には私は情熱だと思うんですね。研究だけじゃなくて何でも。やはり情熱がないと今まで人が分からなかったこと、できなかったことを少しでも伸ばしていこうという研究者の勤めを果たせない。情熱をどうして自分からわき立たせていくか、研究成果があがれば自然とやる気がでる。

私の場合は当初、ピストンリングをすすんでやったわけではなかった。やって、良い結果が得られ、更に難しい問題が次から次へと発生して次第に夢中になり、私のあとを滝口君がやってくれていますけれど、彼にそういうことをしょっちゅう言っている。

一見矛盾したことが起これば研究者として非常にありがたいことで、その解決に全力をあげれば新しい成果が待っている、途中で妥協しないことだと。一つ成功すれば、あるいは二つ成功すればだんだんその方向に意欲が燃えてくると思います。

鈴木 新しい計測法だとか新しいものにチャレンジ、そういうことで技術屋としてのセンス、われわれはセンスと言うんですけど、感性、これを磨く

というのがポイントでしょうかね。

古浜 自分の専門以外のことも勉強すべきでしょう。例えば電気とか化学。化学なんかは今一番必要だと思うんです。それからバイオ。更に言えば美術とかあるいは政治とかも。

そういうところから良い刺激を受けるということで、今新しい測定方法といっても、昔からの原理の応用です。たとえば電気容量以外に隙間を測るものがないかなと思うんですけれど。

大学の単位の取り方も。米国のスタンフォード大学では全然機械工学に関係ないものを10単位取れ、それでないとドクターコースは駄目。

鈴木 最後に、最近の若い人を見ていて先生はどういうふうにお考えになりますか。

古浜 特に大学であるとすれば、先生の後ろを見てみんな来るわけですよ。先生自らがやってみせる、発想を説明することが不可欠だ。それにしても日本の大学、特に有名大学の先生は研究以外の仕事が多すぎる。大学の中の仕事、外部の政府の仕事であるとか学会の仕事であるとか、研究になかなか集

中できにくい、惜しいことです。

現場で実験を一緒にやって、俺が今のはこういうことで、その通りにやってみると、3日に1回とか1週間に1回とか報告に来いというのでないと、それについてこない学生はだめです。

鈴木 そうですね。

古浜 アメリカの先生は大変だよということをよく聞きますけれど。日本の先生は楽なもんだよ誰からも批判を受けないという話がありました、一方教育も研究も両方やるのは大変だよという人もあるけれど、これは表裏一体だと思うんです。

少なくとも10年とか15年ぐらいは、若い先生方は研究に打ち込むべきで、研究は真理を求めることで、教育はその基礎の解説ですから。学生なりお弟子さんも、次第に自分の独自の方向を一人一人が見いだしていくというようなシステムになれば一番いいんじゃないかと思います。

鈴木 本当にありがとうございました。いい勉強になりました。