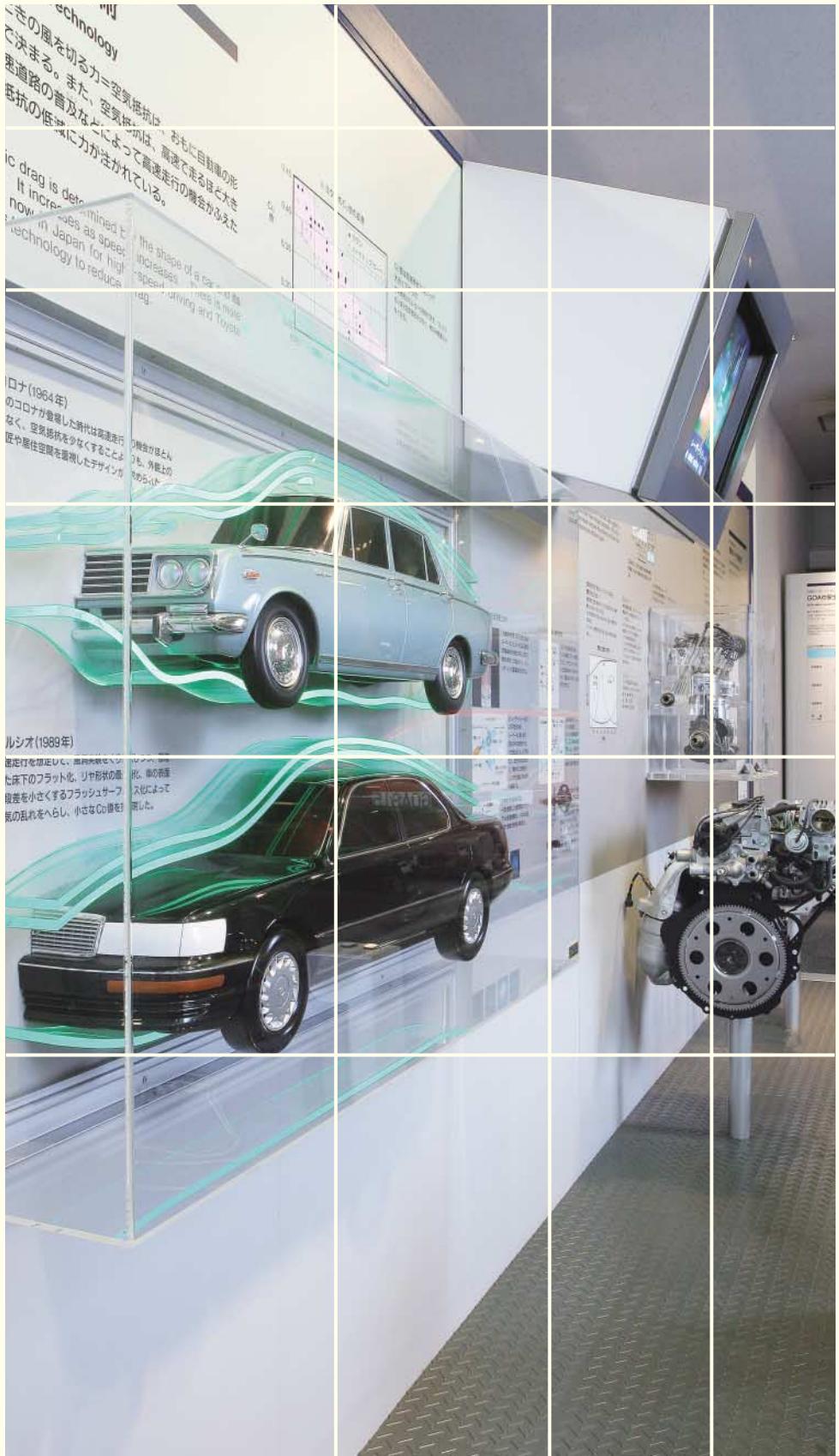


館 幸 KANPOU

産業技術記念館
「研究と創造」と「モノづくり」

平成19年4月発行 vol.43



巻頭言

産業技術記念館 理事
株式会社ジェイテクト 取締役社長
吉田 紘司氏

インタビュー

稻本 正氏

葉っぱに学び、木のモノづくりで環境再生。
すべてのヒントは木刀で遊んだ「森」にあった。

展示物ウォッチング

低燃費技術の変遷

匠の技を訪ねて

赤津焼

「何が技術者を熱くするか」

今、地球の温暖化が進行し、CO₂の排出削減に世界中で取組んでおります。当社の開発計画にも、環境保全のための取り組みテーマがあり、そのひとつに「ころ軸受のトルク損失10分の1化」があります。「ころ軸受」は「玉軸受」よりも高剛性かつ長寿命のため、自動車の駆動系を中心に数多く使われておりますが、その反面、「玉軸受」よりもトルク損失が大きく、その低減は、自動車の燃費向上、すなわち地球の環境保全に貢献するものとして、以前より当社の重要な課題となっていました。

設計面から、素材面から、様々な研究を重ねましたが、「点」で接触する「玉軸受」より、「線」で接触する「ころ軸受」の方が、トルク損失は大きいという「常識」の壁を打ち破ることができず、「ころ軸受のトルク損失10分の1化」は、順調には進みませんでした。技術者の心の中に「本当にできるのか?」という気持ちがあったものと思います。

しかし、年々進行する地球温暖化を目の当たりにし、今、何とかしないと取り戻しがつかないことになるとの危機感が浸透し、技術者たちの心が、「できるのか?」から地球環境のために「絶対にやる!」に変わりはじめました。開発チーム内の論議、実験も活発化し、また、過去の開発を徹底的に分析した結果、今回の開発のブレークスルーとなった「潤滑油の流れ」によってトルク損失が低減できることを発見したわけです。その技術により開発された「超低トルク円すいころ軸受」は、トルク損失を従来の10分の2に低減し、「玉軸受」よりトルク損失が少ない「ころ軸受」を実現しました。環境保全に懸ける技術者たちの「高い志」が、常識を打ち破ったと思っております。

これまで、常識を超える発明や開発が数多くなされてきましたが、そこには技術者の「情熱」が不可欠でした。そして、その「情熱」を維持した源こそ、開発リーダーの「高い志」だと思います。モノづくりを通して世のお役に立つという「志」が、技術の現場で、生産の現場での技術者的情熱を醸成します。

なお、「超低トルク円すいころ軸受」は、今年の優秀省エネルギー機器表彰において経済産業大臣賞を頂戴しましたが、その副賞は、開発した技術者たちの発案で、全額ユニセフに寄付されました。そして、彼らは、現在も「トルク損失10分の1」に挑戦し続けております。



よしだ こうし
吉田 紘司さん
産業技術記念館 理事
株式会社ジェイテクト 取締役社長

先人に学ぶ 創業以来育まれ、伝えられる言葉と心

**批評する力はあるが、実行する力は無い。
こういう技術者では自動車はできぬ。**

豊田 喜一郎

周到な実務家を自認し、環境変化に対し、まずは試行(暫定版)を実施する。いたずらに議論に時間を空費したり、戦略という言葉を振りかざして軽率に賭けに出たりすることはしない。

品質向上を最重点として取り組んだ喜一郎は、特殊鋼など良質な材料の確保に力を注ぎ、1933(昭和8)年に豊田自動織機製作所(現:豊田自動織機)へ自動車部を設立すると、翌年には製鋼工場と試作工場を建設して乗用車の開発を進めました。喜一郎のこの言葉は、後年に拳母工場の建設時を回顧する中で語られたものです。机上の議論に時間を浪費せず、何事も迅速に決断して必要な手を次々に打っていったことが、拳母工場での大量生産を可能にしました。



ノーベル賞には歯が立たず

富山の立山連峰の麓の田舎で生まれました。もう時効だから言うけど、柿盗んで食ったりしてた。

チャンバラも、よくやったね。赤胴鈴之助^{※1}の影響。自分のモノづくりの原点は木刀かもしれない。強くて軽くて折れないの自分で作るわけ。本当に殴り合ってた。ケンカばかりしてたね。そしたら、何年生の時だったかな、利根川さん^{※2}という人が転校してきた。ケンカの鉄則として都会から転校してきた奴をやっつけるというのがあるのね(笑)。それで利根川さんをやっつけようとしたら返り討ちにあっちゃった。強かったよ、あの入。

1番ショートの夢やぶれて小説家志望

若い子によく言うんだけど、職業を選ぶ際に好きなもの選んじゃダメ。好きな分野が向く分野とは限らない。自分が何に向いてるか判断てる人は意外に少ないと思う。僕も判断なかった。中学で野球ばかりやって阪神の吉田選手^{※3}に憧れていたけれど、プロへ行けるほどじゃないと自分で判断てあきらめました。それで中3の夏休み過ぎから必死に勉強して、成績が一番下だったから、どんどん追い越していくのが面白くなってね(笑)。

親戚に佐伯彰一という英文学者の叔父さんが居るんですが、高校^{※4}へ入学した頃、小説家になろうと思って相談に行ったら、「とにかく本を読むこと、一日2千字書き続けなさい」と言われました。守って実践しましたよ。1年後

葉っぱに学び、木のモノづくりで環境再生。 すべてのヒントは木刀で遊んだ「森」にあった。

いなもと ただし
稻本 正さん

プロフィール

1945年富山県生まれ。立教大学理学部物理学科を卒業後、1974年に飛騨高山の農家の納屋を出発点にオークヴィレッジを創設。1976年からは清見村（現・高山市清見町）の現在地に本拠地を移して工芸村「オークヴィレッジ」建設をスタートさせた。オークヴィレッジでは「100年かかる育った木は100年使えるモノに」「お椀から建物まで」「子ども一人、ドングリ一粒」という3つの合言葉をもとに自然木を利用したモノづくりを続けている。2005年にトヨタ自動車の出資により開校した「トヨタ白川郷自然学校」の校長に就任。数多くの著書があり、精力的に講演活動をこなしている。

にノート持ってた。そうしたら最初と最後のほうだけ見て、「正ちゃん、よく書いたねえ。だけどほとんど文章うまくなつてない。悪いけど向かないよ」って（笑）。

小説家の夢やぶれて物理学へ

野球ダメ、小説家ダメ、医者も嫌。ウチの親父、医者だったんですよ。シベリアで捕虜になっちゃって、小学校入る直前に帰ってきた。開業医の苦労を見ていたから、医者にだけはなりたくないかった。それで次にめざしたのが物理屋。今度はインシュタインを超えてやる、と決意したんだけど、理論物理学者は、新しい理論を見つけられるような天才的なのが世の中に3人か4人居ればいいわけです。自分も25歳まで頑張ったけど、ダメだとあきらめました。天才じゃなかつたんだ（笑）。

でも、物理を勉強して2つのことがわかった。一つは、原子力はエネルギーに過ぎないということ。ここから直接モノが生み出されることはないんだと思った。もう一つは太陽熱の利用。実は「選択吸収面（選択透過膜）」というものを研究していたんですよ。夏の暖かさを貯めておいて冬に出す。一方通行ですね。これ物理的には十分に可能なんです。

原子物理学より葉っぱに魅力

原子物理学で研究するのは6千℃とか1万℃の高温の世界ですが、むしろ常温に近いものに興味を持つようになって、研究しているうちに「葉っぱ」は選択吸収面だとわかるわけで

すよ。光合成を行うことによって太陽のエネルギーを貯め込み、二酸化炭素を吸って酸素を出す。熱も何も使わず環境を壊さずにエネルギーを作り出しているわけ。光合成の回路を発見したカルビン^{※5}という学者は本物の葉っぱにはとてもかなわないと言って、化学者から植物学者に転向しちゃった。その通りだと自分も思った。

木のモノづくりが地球を救う

「ローマ報告書」^{※6}にも触発されましたね。当時の心配が今や現実になってしまった。過去40万年の間180～280ppmに止まっていたCO₂濃度が、この200年間で一気に380ppm

まで増加して、2050年には500ppmを突破するといわれています。ゴア^{※7}も同じ資料^{※8}を使って警告していますが、ただ彼は地球はダメになるというばかり。絶望的で嫌になっちゃう（笑）。そんなことはない。木はプラスチックに代わることができます。CO₂を閉じこめたまま、いろいろなモノづくりに利用でき、環境浄化にもつながる再生可能資源なんです。しかも、自然と文明とをつなぐ「木の文化」は日本のオリジナルです。木のモノづくりを通して、すべての生命の営みを尊重する「共生」の可能性がきっと開けてくる。競争原理からお互いに利益を分かち合う「共生進化」へ、世の中の仕組みを変えられると、僕は確信しているんですよ。

※1：昭和20年代後期の漫画に登場する少年剣士。

※2：利根川進氏は1987年ノーベル生理学・医学賞受賞者。1939年名古屋市生まれ。

1952年に稻本氏と同じ富山県・大沢野町立大沢野小を卒業した。

※3：吉田義男氏。俊足・巧打・好守で知られた阪神タイガースの遊撃手

※4：富山県立富山中部高等学校。卒業生にはノーベル化学賞受賞者の田中耕一氏も。

※5：メリキン・カルビン。光合成反応における炭酸固定反応を示すカルビン・ベンソン回路（サイクル）をアダム・ベンソンとともに発見したアメリカの化学者。

※6：ローマクラブが出た第一報告書の『成長の限界』（1972年）は今後100年以内に人類の成長は限界に達すると警告した。

※7：アメリカ元副大統領のアルバート・アーノルド・ゴア・ジュニア。地球環境の危機を訴える映画および著書「不都合な真実」が話題に。

※8：IPCC（気候変動に関する政府間パネル）による評価報告書。



オークヴィレッジで製作された木琴。同じ長さの8種類の木が密度の違いから8通りの音色を奏で、木が生きていて1本ずつ違うということを遊びながら学びます。

低燃費技術の変遷



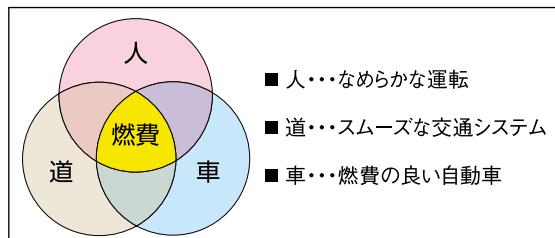
自動車は交通・輸送の重要な手段として発達し、広く社会に普及しています。しかし、1970年代以降は2度にわたる石油危機に直面し、省資源、省エネルギーなど社会的な問題への対処が急務になり、自動車メーカーはその解決のための技術開発と新たな車づくりを進めてきました。ここでは、空気抵抗を低減するデザイン技術や効率のよいエンジン開発、転がり抵抗を抑えるタイヤの改良など低燃費化をめざすさまざまな技術開発とその変遷をご紹介します。

さらなる省資源・省エネルギーをめざして

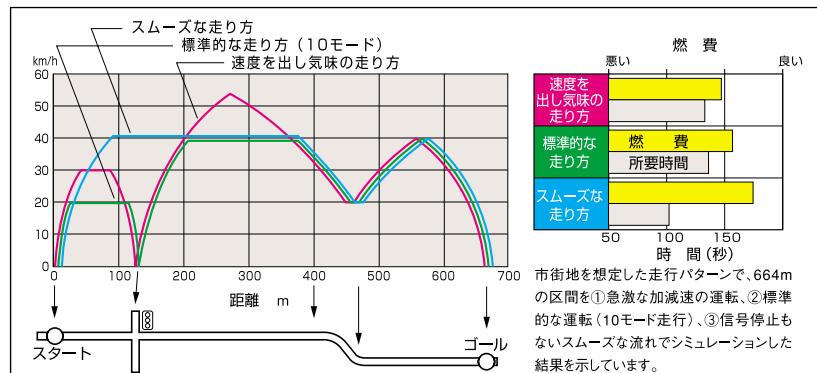
省エネルギーの三要素とは

低燃費技術を考える上では、エネルギーの節約、すなわち省エネルギーの追求が重要なポイントになります。自動車の省エネルギーに欠かせない3要素は、「人」「道」「車」です。自動車の性能がどんなに向上したとしても、渋滞ばかりの道路では燃料はムダに消費されてしまいます。また、道路状況がいかに整備されても、乱暴な運転ではやはり省燃費には結びつきません。自動車の燃費向上は社会のシステムとドライバーの意識に深くつながっています。

■自動車の省エネルギーの3要素



■走り方と低燃費



低燃費技術の基本とは

自動車は、走る時の抵抗でエネルギーを消費します。この走行抵抗には、加速で消費する慣性抵抗、タイヤの変形や摩擦で消費する転がり抵抗、風を切る空気抵抗などがあり、低燃費技術は走行抵

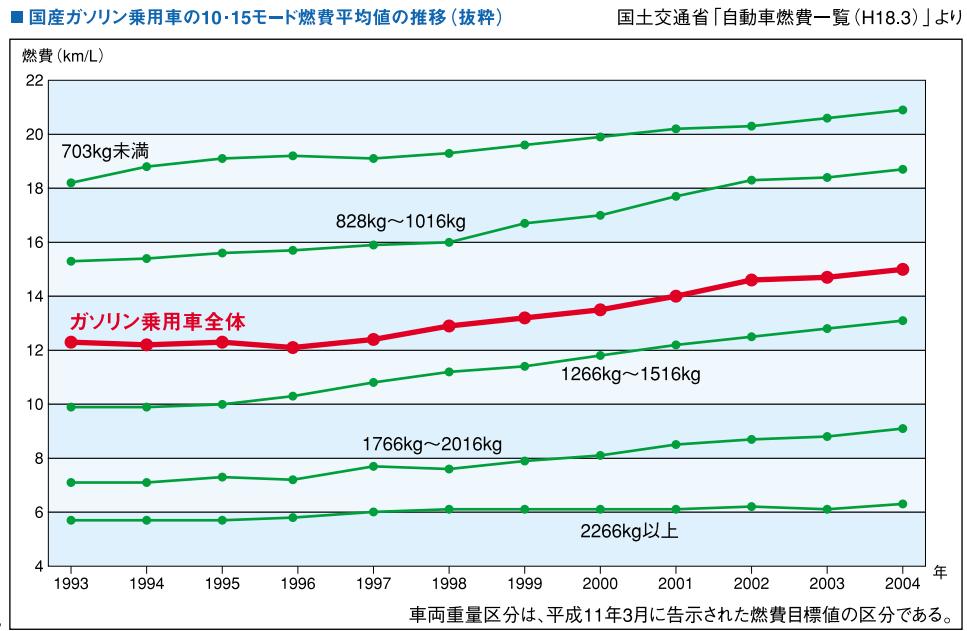
抗を減らすことが基本です。さらに、エンジンの熱損失、摩擦損失、ポンピング損失やトランスマッションのギヤの摩擦損失、トルクコンバータのスリップ損失などの低減も低燃費技術には欠かせません。

車両重量と自動車燃費

慣性抵抗は車の重さに比例して大きくなります。したがって、車は軽くなるほど燃費は良くなります。しかしながら自動車は、安全性や快適性の向上など多くの要求に応えて開発が続けられるため、必然的に部品や機能が増して、重量が増加する傾向にあります。

そこで自動車メーカーでは、よりいつそうの軽量化を実現するために、構造設計や材料技術を積極的に改善・開発してきました。それにより部品一点ごとの軽量化を図り、重量の増加を抑える努力を続けています。

この10年間で国産ガソリン車の燃費は、平均約20%向上している。



高速走行時に効果的な空気抵抗低減技術

空気抵抗は主に自動車全体の形とボディ床下の形状に影響されます。また、高速で走れば走るほど空気抵抗が増すために、高速走行の機会が増えた今日では空気抵抗の低減は低燃費化の大きな課題です。空気抵抗低減技術の変遷は、コロナ(1964年)とセルシオ(1989年)の縮小モデルの対比によって詳しく知ることができます。

コロナ(1964年)

名神高速道路全通(1965年)の前年に発売。高速走行の機会がほとんどない時代であったため、外観上の意匠性や居住空間を重視したデザインが施されている。

セルシオ(1989年)

床下のフラット化や車体表面の段差をできるだけ小さく抑えるフラッシュサーフェス化など、高速走行を想定したデザインが徹底的に追求された。



空気の流れの計測技術

年代	映像	計測
1940	1/5モデルによる風洞実験※1	毛糸屑やスモーク(煙)
1960	1/5モデルによる風洞実験	タフタ(ポリエステル織物等)や毛糸屑、スモーク
1970	実車による風洞実験	タフタ(ポリエステル織物等)や毛糸屑、スモーク
1980	実車および1/5モデルによる風洞実験 レーザーライトシート法 パーティクルパス(粒子追跡)法	カラー・スモーク レーザー光 CG
1990	コンピュータ・シミュレーション	3DCG

※1. 風洞実験は人工的に空気の流れを発生させて、試験する物体に働く力や空気が流れる様子などを観測するもの。現在でもコンピュータ・シミュレーションなどと併用されている。

■1970年代 実車による風洞実験



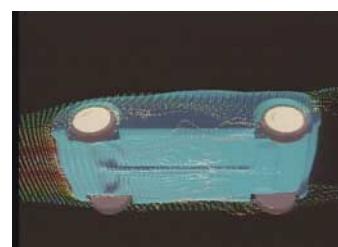
■1980年代 実車による風洞実験



■1980年代 レーザーライトシート法



■1990年代 コンピュータ・シミュレーション

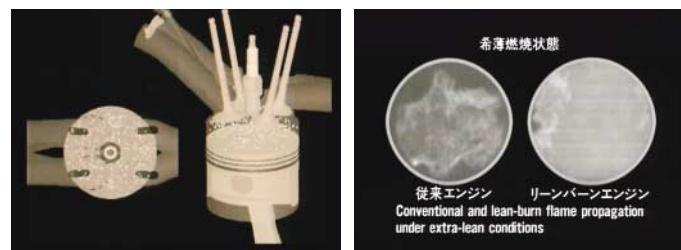


エンジンの効率向上とリーンバーンエンジン

エンジンの効率は、排気ガス対策のために一時低下しましたが、EFI化、4バルブ化などによってこれを克服し、リーンバーンエンジン^{※2}によってさらに効率を高めました。低燃費エンジンは、排気ガスの量も少ないため、クリーンなエンジンでもあります。

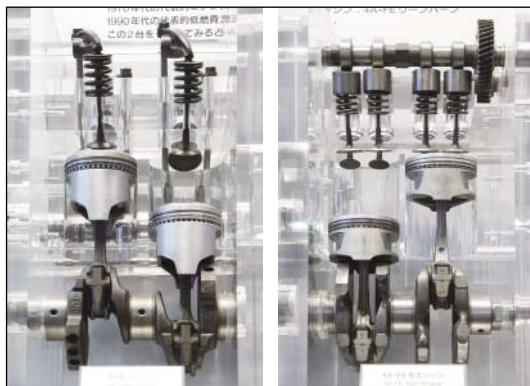
※2. 空気をより多く混合することで燃料を節約する希薄燃焼エンジン。理論空燃比(供給した燃料を完全燃焼するために理論上必要な最小空気量と燃料量との重量比)はレギュラーガソリンの場合14.7であるが、さらに希薄な状態(空燃比24前後)において燃焼させる。

■ 希薄燃焼を実現した技術



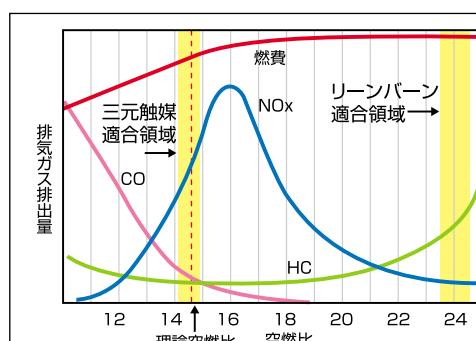
リーンバーンエンジンの開発では、エンジン内部の燃焼の様子や気体の挙動を詳しく見て解析するための「可視化技術」が重要になる。ビデオではコンピュータによるCG画像の解析や、レーザー光を活用して燃料粒子を散乱光で可視化する技術(レーザーシート法)により、シリンダ内で混合気の渦巻(スワール)を作って燃焼を安定させる様子を見ることができる。

■ 2T型と4A-FE型エンジンの比較



1970年代の代表的エンジン「2T」(左)と90年代を代表する低燃費リーンバーンエンジンの「4A-FE」(右)の比較。写真からは、吸排気弁とピストンが小型軽量化された様子がわかる。

■ 燃費と空燃費の関係



空燃比を大きくすると(リーンバーンにすると)燃費は改善するがNOx(窒素酸化物)が増える。さらに空気を多くすればNOxは減るが燃焼が不安定になる。リーンバーンエンジンの実現には、燃料噴射のフィードバック制御技術やセンサ技術など、高度な技術開発が不可欠である。

動力伝達系の効率向上とタイヤの改良による低燃費化

トランスミッション(変速機)は走行状態に合わせて必要な動力をエンジンから車輪へ伝達する装置です。AT(オートマチックトランスミッション)の装備率が9割以上に及ぶ今日では、その燃費の向上がいっそう重要な課題になってきました。

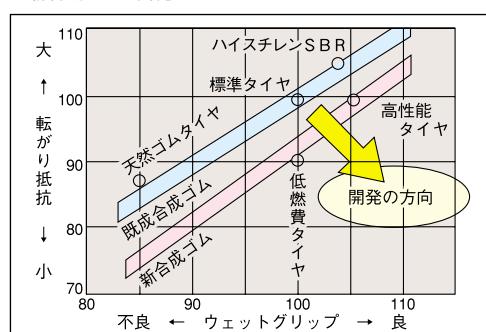
ATの燃費改善の方向

- ①トルクコンバータの効率向上
- ②変速機のギヤ比、変速条件の最適化
- ③変速機構の摩擦損失の低減

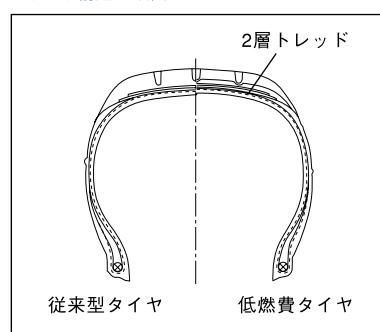
■ オートマチックトランスミッション(A341E型)



■ 新合成ゴムの開発



■ タイヤ構造の改良



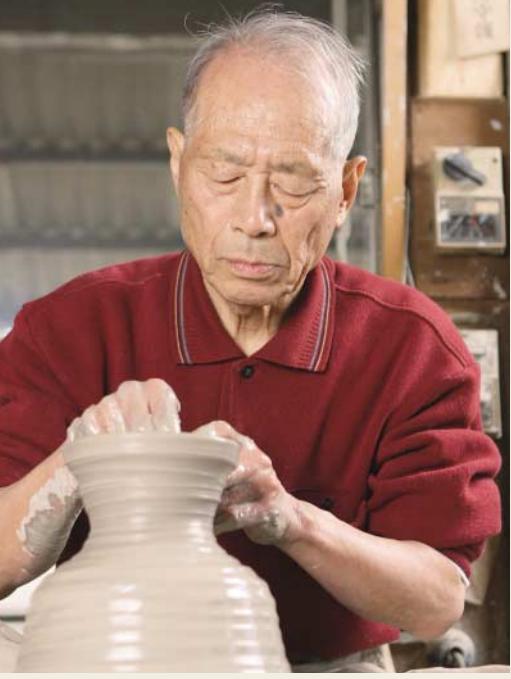
エコドライブのための3ポイント

少しの時間でも
アイドリングストップを

発進はゆっくりと、
加速はスムーズに

タイヤの空気圧を
正しく調整

紙面では紹介できない技術がまだたくさんあります。
ぜひ当館においていただき、ご自分の目で確かめてみてください。



匠の技 を訪ねて

日本伝統工芸士会会長
伝統的工芸品産業振興協会副会長
赤津焼工業協同組合理事長
ろげつがま
伝統工芸士／弄月窯 窯元
うめ むら せい ほう
梅村 晴峰さん

「無から有を生み出すこと」が喜びという梅村さん。企業や行政から記念品の制作を依頼されることも多く、愛知万博では海外からの招待客にご自身の作品が進呈された。

愛知県瀬戸市は、日本を代表する陶磁器の産地。茶碗や湯飲みなどのやきものを通称「瀬戸物」と呼んでいますが、「赤津焼」は同じ瀬戸で育まれながらも、瀬戸物とは一線を画した伝統的な陶芸技術です。その誕生は今から約1300年前の奈良時代にまで遡るといわれ、江戸時代初期までに現在の名称や技術が確立されたと伝えられています。

梅村晴峰さんは、先祖代々赤津焼の窯元である家系に生まれ、旧制中学校を卒業後に一度は公務員になったものの、昭和40年、窯を継ぐために赤津焼の道を歩むことになりました。幼い頃から父の仕事を見て育ち、公務員時代もずっと手伝っていた梅村さんには、赤津焼の技術は身についていました。しかし、赤津焼の技術の要は、陶土と釉薬^{※1}。梅村さんは赤津焼のプロを目指すにあたり、陶土や釉薬の原料となる粘土、鉱物、灰などの調査・研究を行い、独自の理論を構築しました。「土は、採掘場によって性格がまったく異なる。探ってきては焼いて比較して、記録していく。それと、昔の文献も探したけれど、もともと一子相伝といって長男だけが継いできた技術。史料は見当たらず、多くの職人を訪ねて話を聞き、記録を残してきた」と梅村さん。苦労を重ねて作り上げた膨大な資料は、梅村さんご自身の技術の向上に繋がっただけではなく、赤津焼が伝統的工芸品として指定を受ける際にも大いに役立ったそうです。

大正15年生まれの梅村さんは、その年齢を感じさせないほど元気にあふれ、今も精力的に作品づくりを続ける一方、講演や指導

あかやき 赤津焼



織部(おりべ)で仕上げた愛知万博での記念品。深みのある緑は、赤津焼の代表的な色合い。安土桃山時代の茶人・古田織部が好んだことからその名が付いた。

のために全国各地を飛び回っています。後継者の育成にも熱心で、平成19年2月に、30代のお孫さんが伝統工芸士の認定試験に合格したことに目を細めて喜んでいます。そんな梅村さんの赤津焼への想いを伺ってみると「伝統は日々新たなり」とひとこと。「赤津焼は伝統工芸であり、伝承工芸ではない。作品にはその時代を反映させなければならない」というのが、梅村さんの信念だそうです。「たとえば、親父の時代はコーヒーカップなんてひとつも作らなかった。どこの喫茶店も白くて薄い磁器のカップだったが、今は赤津焼のものもたくさんある。親父が見たら目を回すんじゃないかな」という梅村さん。伝統的な技術・技法を継承しながらも、赤津焼は時代と共に日々進化しているのです。

※1.成形した器の表面に塗り、色や艶を出すためのうわぐすり。



[写真左]陶土の原料となる蛙目(がいどめ)粘土。黒い石英粒を含み、水に濡れると蛙目のように浮き出で見えることからそう呼ばれる。

[写真右]釉薬の原料となる長石は花崗岩の風化物であり、千倉(ちくら)とも呼ばれる。指先で強くつまむと簡単に粉々になる。採掘場所によって成分が微妙に異なり、焼き上がりの色は大きく異なる。赤津焼には「灰釉(かいゆう)」「鉄釉(てつゆう)」「古瀬戸(こせと)」「黄瀬戸(きせと)」「志野(しの)」「御深井(おふけ)」「織部(おりべ)」の7種類の釉薬がある。

テクノランド 機械の基本原理が体感できる!

機構のサンプルボックス



ずらりと並ぶサンプルボックスにはどれもハンドルなどが付いていて、実際の動きを確かめることができます。たとえば、リンク機構の応用例は自動車のワイヤー。ぐるぐるハンドルを回せば、回転軸に取り付けられたロッドが動いて、ワイヤーブレードの付いたアームが左右に動き、おなじみのワイヤーの動作になります。写真は歯車のサンプルボックス。さまざまな機械に使われるいろいろな歯車の働きを、装置に触れて楽しく体感できます。

■ 機構の働き

機 構 (目的を実現する方法)	目 的(やらせたいこと)					
	運動の様子を変える		運動の速さと力を変える		運動のタイミングを変える	
	回転から直線運動に	回転から揺れる動きに	減速や加速	倍 力	往 復	間 欠
歯 車	●		●	●		
リンク クラシック	●	●			●	
カ ム	●	●			●	●

楽しいイベントが盛りだくさん!

ご来館お待ちしております。

こんなイベントやりました

1月11日(木)



蒸気機関の起動式

昨年6月より進めていた蒸気機関の整備が完了し、起動式が行われました。当日より一般に公開され、1日3回その動き様子が実演されます。

3月3日(土)



もけいひこうき



7色マイコンホタル

科学のびっくり箱!なぜなにレクチャー

小学生高学年を対象とした理科実験工作教室を開催しました。今回は、「もけいひこうき」と「7色マイコンホタル」。モノづくりの楽しさ、科学の面白さを体験しました。

こんなイベントあります

詳しくは産業技術記念館までお問い合わせください。

4月17日(火)~22日(日)



異次元ビーカー
「む~ん」moon!

アイデアコンテスト作品展

デンソーグループ社員によるアイデアコンテスト「デンソーモンスター(ムーン)」の優秀作品を展示・実演します。

4/22(日)は「発明の日」を記念して
観覧無料!!

4月28日(土)~5月27日(日)



エレキテル

企画展トヨタコレクション「東西混合の医療文化」

江戸中期~明治初期にかけての医療道具を中心に、いろいろな分野の科学技術資料を展示・紹介します。

5月19日(土)、20日(日)



モノづくりカルチャーセミナー

本物のカローラのエンジンを使って、親子で楽しく学べる「エンジン分解・組付教室」です。

毎月開催



サンデーミュージアムコンサート

様々な音楽家の演奏を気楽に楽しんでいただけるコンサートです。

毎月第4曜日、11:30~12:00、13:30~14:00

毎日実演

都合により、変更させていただく場合がございます。



蒸気機関

100年以上前に造られた蒸気機関の力強い動きをご覧ください。

10:20/11:00/13:20/15:40/16:50

トヨタパートナーロボット演奏

本物のトランペットを吹きこなす見事な演奏ぶりをご覧ください。

10:20/11:00/13:20/15:40/16:50

Vol.43 発行日/平成19年4月 発行者/産業技術記念館



トヨタテクノミュージアム
産業技術記念館

〒451-0051

名古屋市西区則武新町4丁目1番35号

TEL052-551-6115 FAX052-551-6199

<http://www.tcmit.org/>



交通

◆名鉄「栄生駅」下車、徒歩3分 ◆地下鉄「亀島駅」下車、徒歩10分

◆市バス/名古屋バスターミナルレモンホーム10番のりば

「名古屋駅行(循環)」「産業技術記念館」下車、徒歩3分

◆なごや観光ルートバス(土・日・祝日運行)/名古屋バスターミナルレモンホーム0番のりば ◆無料駐車場:210台



開館時間・休館日

- ◆開館時間 9:30~17:00 (入館は16:30まで)
- ◆休館日 月曜日(休日の場合は翌日)・年末年始

観覧料

◆大人(大学生含む) 500円

◆中高生300円

◆小学生200円

* 団体割引 30名以上は1割引、100名以上は2割引

* 学校行事での来館(引率の先生は無料)

大学生・中高生は半額、小学生は無料

* 障害者手帳をお持ちの方と同行の方1名も無料

* 65歳以上の方は無料