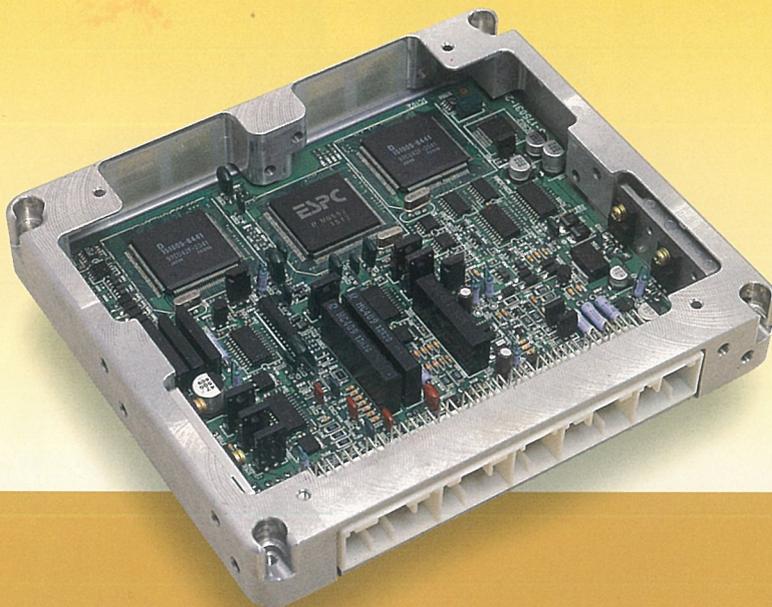


「モノづくり」と 「研究と創造」



CONTENTS

巻頭言 「自動車の電気・電子展」の開催にあたって……………	2
記念館トピックス……………	2
研究と創造の広場 特別展特集「自動車の電気・電子展」 —明日をひらくカーエレクトロニクス—……………	4～6
要素技術とその変遷……………	7～9
クラウン3世代に見る電装品の変遷……………	9～10
代表的な電装品・電子部品の変遷……………	10～14
明日の自動車……………	14～15
データ&インフォメーション……………	16

表紙写真：エンジン制御コンピュータ

産業技術記念館理事
(株)デンソー 社長
岡部 弘



「自動車の電気・電子展」の開催にあたって

産業技術記念館では、この度特別展として「自動車の電気・電子展」―明日をひらくカーエレクトロニクス―を開催することになりました。この特別展は、創業者の豊田喜一郎が自動車の国産化に際し、自社内での電装品の開発にも着手した歴史を踏まえて企画されたのでありまして、創業時から現在へと進歩してきた電装品の変遷に併せて、未来の自動車を支える電子技術まで幅広く展示し、技術を進歩させてきました「研究と創造の精神」の大切さや素晴らしさを若い方々に理解していただくために開催いたしました。

展示は、電気の性質、発電機とモータの原理と機能、半導体やコンピュータの働きなどを体験しながら理解していただく「要素技術とその変遷」、電装品の進歩と自動車部品の電子制御化を現物と比較してご覧いただける「クラウン3世代に見る電装品の変遷」、主要な電装品や電子部品の働きを実験を通してご理解いただく「代表的な電装品・電子部品」、電気自動車、ハイブリッドカー、ITS：高度道路交通システムやレーザ・レーダによる車間距離制御システムを紹介する「明日の自動車」などから構成されております。

申すまでもなく、電子技術は自動車に欠かせないものとなっております。電装品はもとより、創業時の自動車では全く電気と縁のなかった燃料供給、駆動、制動などの系統も電子制御化され、さらに安全性や快適性、利便性の向上のために様々な電子制御システムや電子機器が搭載されるようになりました。そして現在では、車と車、車と道路との関係も制御するシステム、例えばITS：高度道路交通システムなどが登場してきております。

しかし、半面では携帯電話使用中の交通事故が問題視されていますように、便利な機器やシステムであってもその価値は人がどのように使うかに関わっております。電子式の走行制御システムと言えども、制御の限界を超える無謀な運転には適応できないのであり、そのような意味では本当に人の役に立つ便利な機器やシステムとは何かを考え、より役に立つ付加価値の高い「モノづくり」を目指す必要があります。

私どもは、トヨタグループの電子技術の専門メーカーといたしまして、今回の特別展のテーマにもあります“明日をひらくカーエレクトロニクス”の役割を改めて認識し、「研究と創造の精神」を発揮してより付加価値の高い「モノづくり」に努めてまいりたいと存じます。

記念館トピック

第4回夏休みワークショップ

産業技術記念館で恒例の「夏休みワークショップ」が今年も7月25日、26日、8月1日、2日に開催され、延べ1,836名にのぼる子供達やご家族が思い思いの作品づくりに夢中になる姿が見られました。



うまく飛ぶかな？



ワークショップのメニュー

- ・模型飛行機づくり
- ・ミニシリンダーブロックのペン立てづくり
- ・デニムのエプロンづくり
- ・有松・鳴海絞りのハンカチづくり
- ・キャラクター人形のキーホルダーづくり



ネーム入りのオリジナルエプロン。
うまくできるかな？

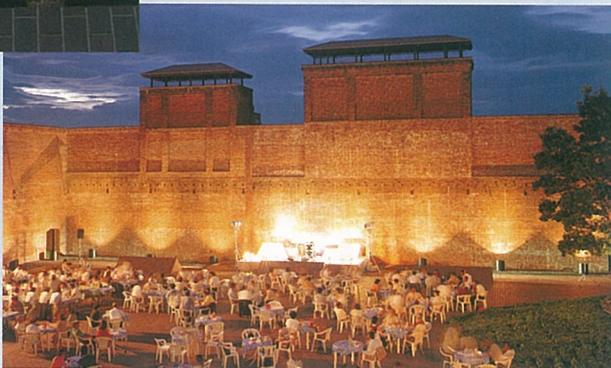


夏の花火みたいにカラフルなハンカチになりました。



幻想的な夜を… 屋外レストラン

夏の記念館を彩るもうひとつのイベント、「屋外レストラン」。今年にはシンセサイザー奏者の岩田光司さんをお招きし、幻想的な音楽とライトアップの中、お客様もしばし日常を忘れ大いに盛り上がりました。



新展示物紹介

この8月、繊維機械館に新しい展示物が追加されました。

■「繊維篠調整装置」

この装置は、日本で紡績機械が製造され始めて間もない1931年に、豊田喜一郎によって発明されました。自動的に繊維篠（スライバ）の太さを制御し、均一にする当時としては先進的なアイデアで、その後の紡績工程の品質管理（スライバ太さ管理）に寄与しました。



特別展特集「自動車の電気・電子展」 —明日をひらくカーエレクトロニクス—

平成10年10月1日(木)～11月8日(日)、産業技術記念館特設会場

はじめに

トヨタ自動車の創業者豊田喜一郎は、昭和8年(1933)に(株)豊田自動織機製作所内に自動車部を設置し、自動車の試作に取りかかった。しかし当時の日本には、総合産業と言われる自動車工業を確立できるほどの技術的基盤が整っておらず、喜一郎は材料となる特殊鋼や生産設備である工作機械など、基礎技術の開発から始めなくてはならなかった。

電装品についても当時は国産品に満足できる水準のものがなかったため、昭和10年(1935)に最初の自動車として発売した「G1型トラック」には輸入品を用いていた。そして翌年には「AA型乗用車」も発売して、自動車の製造を軌道に乗せながら並行して自社内でも電装品の開発を進め、徐々に自社開発品に切り替えていった。このようにして形成された電装品部門が戦後分離独立して「日本電装(株)」となり、さらに電気・電子部品の総合メーカーである「(株)デンソー」となり現在に至っている。

現在では自動車の基本性能向上はもとより、安全、環境、情報化などに対応していくため、従来からの電装品ばかりではなく、他の多くの自動車部品も電子化されることになり、自動車に電子部品は欠かせないものになっている。それに伴って、それぞれの部品メーカーも電子技術を導入しているが、そのような技術も創業時の電装品開発に端を発しているといえる。

今回の「自動車の電気・電子展—明日をひらくカーエレクトロニクス—」では、電装品の歴史から創業者をはじめとする先人たちの自動車国産化への道をたどるとともに、それらを進歩させてきた「研究と創造の精神」をご理解いただき、併せて電気の様々な性質を体験しながら、ますます重要となって進化しつつある自動車の電気・電子部品の仕組みについて知っていただくことを目的に開催したものである。



豊田喜一郎 (1894～1952)

電装品に対する喜一郎の考え方

豊田喜一郎は、真の自動車国産化のためには自動車部品工業の確立は不可欠であると考えていた。しかし、自動車国産化に着手した頃には品質面で信頼できる国産の自動車部品は数えるほどしかなく、やむをえず自社内で開発したものや輸入品が多く用いられていた。自動車の製造技術が未熟な当時の段階では品質に定評のある輸入部品を使用しておれば、もし不具合が生じてもその原因を自らの技術に帰し、改良すべき点を的確に把握して対策が打てると思ったからである。

電装品についても、これらが自動車の安全性や信頼性に関わる重要部品であるため、当初は輸入品を用いながら一方で社内開発も開始することとした。そして喜一郎は、自動車の製造技術にある程度自信が持てるようになる頃には国産電装品を採用する余裕も生まれ、製品自体も良くなっていくと考えていた。また、自社開発を進めてはいたものの、最終的には専門メーカーの方が安くて良いものが作れると考え、その成長に期待していた。

ところが昭和11年(1936)、自動車製造事業法の許可会社に指定されると、国産部品の採用が義務づけられたため、国内電機メーカーに発注するとともに自社開発の促進を指示した。同年10月頃には発電機の試作1号が完成したがその後の開発は思うようには進まなかった。一時は自社開発を断念しようとしたことすらあったが、当時の技術者の懸命な努力によりようやく製品化され、電機メーカー製と自社製の双方を用いるようになった。

昭和12年(1937)には、電機メーカー製に不具合が発生したため自社製に重きを置くようになり、喜一郎が社長に就任した昭和16年(1941)初頭には圧倒的に自社製が多くなっていった。

戦後の企業再建整備計画により、電装品工場は昭和24年(1949)に分離独立し、「日本電装(株)」が設立された。その際の社名については、当時豊田製鋼が愛知製鋼に、豊田工機が刈谷工機に社名変更したという状況下において豊田電装とするわけにはいかなかった。とはいえ、一地域の名称を採用しなかったのは、喜一郎の考えである「専門的に作れるようになれば、片手間に作って居る時よりも、安くて良いものができるのは当然であります」を実現するために、日本の自動車工業全体を視野に入れていたからであり、実際その考えが着々と実現されて、現在では日本の枠を越えて広く世界中に供給されるようになった。



喜一郎の手記資料
①「トヨタ自動車躍進譜」
②「国産自動車は完全なものが出るか」



日本電装独立(昭和24年)前後の製品

- ①デンソー洗濯機
- ②電気アイロン
- ③ラジオ(国民型4球受信機)
- ④電気コンロ
- ⑤モータ(単相誘導電動機)

豊田喜一郎年譜

年号	主な事柄
昭和27年(1952)	静岡県浜名郡吉津村(静岡県浜西市)に誕生
大正22年(1913)	明倫中学校(名古屋)卒業
6年(1917)	第一高等学校(仙台市)卒業
9年(1920)	東京帝國大学工学部機械工学科卒業
10年(1921)	豊田紡織(株)入社、欧米視察
13年(1924)	欧米より帰国、紡織機の研究開発に従事
14年(1925)	G型自動織機完成
15年(1926)	杆操式自動織機特許(65156号)登録
15年(1926)	豊田自動織機製作所設立
15年(1926)	常務取締役、技術部長に就任
5年(1930)	英国プラット社との自動織機の特許交渉のため渡英、欧米自動車工業視察
6年(1931)	欧米より帰国、小型ガリオンエンジン試作
6年(1931)	父佐吉逝去
8年(1933)	ハイドラフロンク精紡機完成
8年(1933)	豊田自動織機製作所に自動車部新設
9年(1934)	乗用車試作開始、製鋼所着工
10年(1935)	自動車試作工場完成
10年(1935)	G1型試作乗用車完成
10年(1935)	輸入電装品の調査、試作図面作成開始
11年(1936)	AA型乗用車発売、G1型トラック発売
11年(1936)	国産他社と自社の電装品採用の方針決定、電装品試作工場完成
12年(1937)	発電機試作第1号完成
12年(1937)	トヨタ自動車工業(株)設立、副社長に就任
13年(1938)	スパーハイドラフロンク精紡機完成
13年(1938)	本社電装品採用開始
13年(1938)	華母工場(現本社工場)完成
14年(1939)	G2型トラック生産開始
14年(1939)	刈谷工場内に電装工場移転
14年(1939)	AAE型乗用車試作完成
15年(1940)	電気自動車の試作開始
15年(1940)	豊田製鋼(株)現愛知製鋼設立、副社長に就任
15年(1940)	トヨタ自動車工業(株)設立、副社長に就任
16年(1941)	豊田工機(株)設立、副社長に就任
18年(1943)	電装工場を旧豊田紡織街工場に移転
19年(1944)	AA型四輪駆動車の試作完成
20年(1945)	トヨタ車体(株)設立、社長に就任
23年(1948)	電装工場を旧豊田紡織北工場に移転
24年(1949)	電装工場が分離、独立
25年(1950)	日本電装株式会社設立
27年(1952)	自動車技術会会長に就任 人員整理の責任を取ってトヨタ自動車工業(株)社長を辞任 東京で個人的に研究を継続 小型乗用車の研究に専念 トヨタ自動車工業(株)社長復帰直前に逝去

(株)デンソー略史

年号	主な事柄
昭和24年(1949)	日本電装株式会社設立 資本金(250万円)
28年(1953)	ロバート・ボッシュ社(ドイツ)と電装品に関する技術契約を締結
36年(1961)	デミング賞を受賞
40年(1965)	池田・広島工場 操業開始
42年(1967)	安城製作所、操業開始
43年(1968)	IC研究室を開設
45年(1970)	西尾製作所、操業開始 株式会社日本自動車部品総合研究所を設立
46年(1971)	日本電装初の海外現地法人をロシアサンゼルスに設立
49年(1974)	高槻製作所、操業開始
57年(1982)	大安製作所、操業開始
59年(1984)	額田テストコース開設 デンソー大崎株式会社を設立
61年(1986)	技術研修センターを開設
62年(1987)	豊崎・幸田製作所、操業開始 工業技術短期大学校を開設
平成2年(1990)	阿久比製作所、操業開始
3年(1991)	基礎研究所を開設
5年(1993)	北九州製作所、操業開始
6年(1994)	デンソー基本理念・新社歌を制定
8年(1996)	社名を株式会社デンソーに変更 池田工場が環境管理の国際規格「ISO14001」の認証を取得
9年(1997)	自動車関連の全事業部で「QS9000/ISO9001」の認証を取得

要素技術とその変遷

1. 電気の性質

人類は静電気によって電気を知ったのであり、すでに紀元前6世紀には琥珀をこすって静電気を発生させ、羽毛を引きつける実験が行われている。琥珀は松などの樹脂が化石化したもので、ギリシャ語でエレクトロンと言い、これが電気の語源である。その後18世紀後半には、静電気を容易に発生させ蓄えることもできるようになり、電気の性質が次第に明らかになっていったが、静電気は電流を継続的に流すことは難しいため、電気の利用は依然限られたものであった。

1800年のヴォルタ電池の発明は継続的に流すことのできる定常電流をもたらし、人類にとっての電気は新時代を迎えた。電流の磁気作用の発見、これを用いた通信方法の発明、発電機やモータにつながる電磁誘導の発見と、数々の発明、発見が相次ぎ、1870年頃には我々が現在利用しているような電気を発生させることのできる発電機が完成している。

20世紀にはいると真空管が発明され、電子の時代に入った。この真空管の利用で、ラジオ、テレビ、電子計算機など数多くの電子機器がつくられた。その後、トランジスタ、ICの発明、マイコンの製作などにより、エレクトロニクスは急速に進展し現在に至っている。

(1) 静電気

静電気は摩擦によって簡単に発生するため、我々は日常生活で身近に体験している。セーターを脱ぐ際や自動車から降りる際に「パチッ」と感じるのは、摩擦によって発生した静電気の放電現象である。静電気の電圧は数万ボルトと非常に高いが、電流が微小なため人体への影響はほとんどない。静電気は、二つの物の摩擦によって一方の物体にあった電子が他へ移動し、正の電気や負の電気を帯びることによって発生する。髪の毛が逆立ったような状態になる会場の実験では、静電気と同様の電圧を加えた集電球に触れることで髪の毛が同じ電気を帯びて互いに反発することによるものである。



写真1：静電気の実験

(2) ローレンツ力

磁石からは人間の目に見えない磁力線が出ていて、この磁力線がある場所を磁界と呼ぶ。磁石でつくられた磁界の中に置いた導体に電流を流すと一定方向への力が発生するが、この力をローレンツ力と呼び、この時の磁界の向き、電流の向き、力の向きを人の手で説明したものがフレミングの左手の法則である（図1、図2）。

展示の実験装置では、敷き詰められた磁石によって作られた磁界の中で2本のレールに電流を流すことによって導体（アルミの棒）に電流が流れ、ローレンツ力が発生してアルミの棒が動く様子を見ることができる。

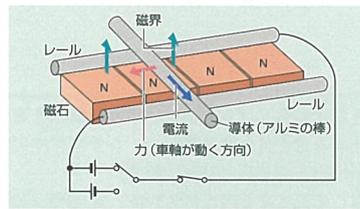


図1：ローレンツ力による導体の作動原理

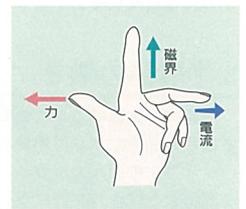


図2：フレミングの左手の法則

(3) 誘導電流

ローレンツ力とは反対に、磁界の中で導体を動かすと導体に電流が発生する。これを誘導電流といい、1831年にファラデーにより発見された。導体と磁界の相対的な位置変化の早さに比例して、発生する電流は大きくなる。展示した実験装置では、導体（コイル状に巻いた銅線）を固定して、磁界を発生させる磁石を動かすことにより、導体に誘導電流を発生させている（図3）。

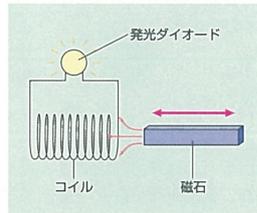


図3：誘導電流の実験

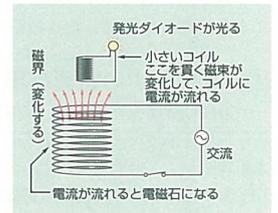


図4：電磁誘導の実験

(4) 電磁誘導

導体に電流を流すとその周りに磁界が発生することは、1820年にエルステッドによって発見された。これが電流の磁気作用である。展示の実験装置（図4）のように、導体を円筒型コイルにして交流電流を流すと、別のコイルに先に述べた誘導電流が起き、発光ダイオードが光る。展示では、大きなコイルに交流を流すことによって、コイルには上向きの磁界と下向きの磁界が交流の周波数に合わせて交互にできるので、小さなコイルを置くとコイルを動かすときと同じように誘導電流が流れ発光ダイオードが光る。

(5) クルックス管

クルックス管（写真2-1）は電子管の一種で、ガラス管の中は真空になっている。管の端の陰極で発生した陰極線（電子）は、外部からの影響がなければ十字板に向かって直進し、遮られた部分は管の反対側に十字の影として現れる。外部からの影響がなければ正確な十字形の影ができる（写真2-2）が、十字板の手前に磁石を近づけると影が歪む（写真2-3）。このことから、陰極線は磁界によって曲げられる性質を持つことが視覚的に理解できる。

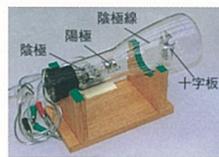


写真2-1：クルックス管



写真2-2：磁石を近づけない場合

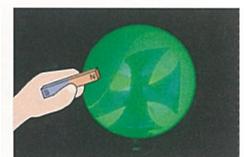


写真2-3：磁石を近づけた場合

2. 発電機とモータの原理・機能

発電機はフレミングの右手の法則（図5）で示される「磁界内の導体を動かすときに発生する誘導電流」を取り出すものである。発電機の原理となる誘導電流が1831年にファラデーにより発見されてから実際に発電機が完成するまでには長い期間を要し、1870年頃によくジューメンス、グラムにより実現している。

モータは、フレミングの左手の法則で示される「磁界内の導体に電流を流したときに受けるローレンツ力」を取り出すものである。1821年にファラデーが原理的なモータを作っているが、実用化されたのはジューメンスが発電機を考案してからのものである。

発電機とモータには、直流と交流の2つのタイプがある。歴史的には直流発電機、直流モータが先に完成されているが、現在使われている発電機の大半は交流発電機になっている。モータに関しては、現在も自動車をはじめ玩具などで直流モータも数多く用いられている。

(1) 直流発電機と交流発電機の原理

発電機の原理は図5のフレミングの右手の法則で表される。図6のように磁界内で導体が回転するとき、導体には電流が発生し、導体がN極側にあるときS極側にあるときでは電流の向きは逆になる。直流発電機と交流発電機の違いは発生した電気をコイルから取り出すときの方法によるもので、直流発電機では常に一方の電流だけを取り出すようになっているのに対し、交流発電機では電流の方向が変化したまま取り出している。オシログラフという装置で双方の波形を観察するとこの違いがわかる。



図5：フレミングの右手の法則

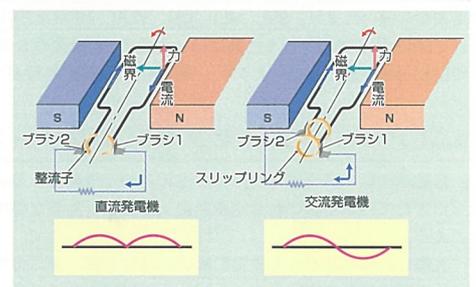


図6：直流発電機と交流発電機の原理と波形の違い

(2)モータの原理

直流モータの基本構造は直流発電機と同じであるが、発電機は外部から力を与えて電流を取り出すのに対して、モータは逆に、電流を流すことによって力（回転力）を得るものである。図7のように導体に電流を流すと、フレミングの左手の法則に従って力が発生しコイルが回転する。

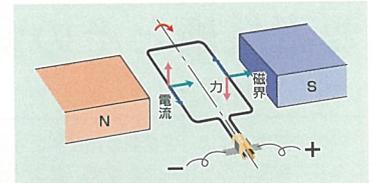


図7：モータの原理図

(3)モータと発電機の関係

直流モータの基本構造は直流発電機と同じであり、従ってモータを使って発電することも可能である。展示の実験装置は2つの同じ直流モータをつなげてあり、片方に電流を流してモータとして回すと、片方は発電機となってランプが点灯する。



写真3：自動車に使用される各種モータ

(4)自動車に使われているモータ

自動車には非常に多くのモータが用いられており、展示はこの中から代表的なものを紹介している（写真3）。自動車で用いられるモータは電源が直流であるため、通常の直流モータが主体だがその種類は多岐にわたり、信頼性を高めるために整流子を省いたブラシレスモータ、回転数を正確に指定できるステッピングモータなどがある。中でも面白いのが電動カーテンなどに用いられるリニアモータである。これは回転力を得るのではなく、直線に動く力を取り出しており、モータの原理に使われるローレンツ力が常に同じ方向に働くように工夫してある（図8）。図中におけるコイルの左側がS極のところに来ると、コイルに流れる電流の向きは反対になるようになっている。

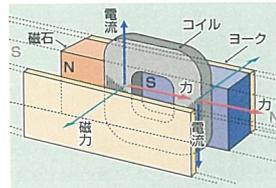


図8：リニアモータの作動原理

3.半導体の働き

物質は、金属のように電気を通す導体、ゴムや繊維のように電気を通さない絶縁体、そして中間の性質をもつ半導体の3つに分けることができる。半導体とは温度などの条件によって電気の流れる量に変化する物質で、シリコンやゲルマニウムがその代表である。

シリコンやゲルマニウムに不純物を混ぜると特定の性質を示すようになり、ガリウムなどを混ぜたものがP型半導体、ヒ素などを混ぜたものがN型半導体である。このP型とN型の組み合わせにより、ダイオード、トランジスタのような電気的に有用な半導体素子ができる。なお、トランジスタを高密度に集積したものがICやLSIである。

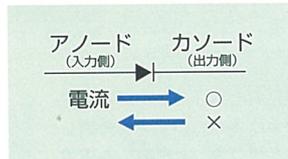


図9：ダイオードの働き

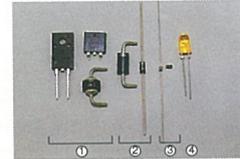


写真4：ダイオードのいろいろ
①大電流用ダイオード
②中電流用ダイオード
③小電流用ダイオード
④発光ダイオード

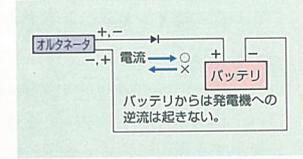


図10：自動車でのダイオード利用例

(1)ダイオードの整流作用

一方には電流を通すが、反対方向には流さない性質（整流作用）を持った半導体がダイオードである（図9）。この働きを利用して、自動車ではオルタネータ（交流発電機）でつくられた電流を直流に変換（整流）し、直流電源であるバッテリーへの充電を行っている（図10）。

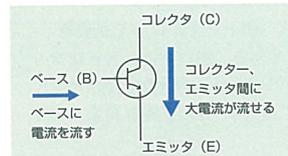


図11：トランジスタの働き

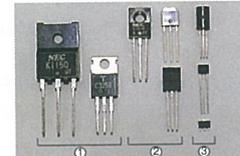


写真5：トランジスタのいろいろ
①大電流用トランジスタ
②中電流用トランジスタ
③小電流用トランジスタ

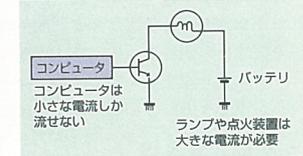


図12：自動車でのトランジスタ利用例

(2)トランジスタの増幅作用とスイッチ作用

トランジスタ（図11）はベース、コレクタ、エミッタと呼ぶ3つの端子を持つ半導体素子で、ベースに小電流が流れると、コレクタ、エミッタ間に大電流が流れるという性質（増幅作用）を持っている。またベースの電流を遮断すると、コレクタ、エミッタ間の電流も遮断される性質（スイッチ作用）もある。

(3)ICとは

トランジスタを集積し、シリコンチップ上に回路をつくったものが集積回路（IC）である。集積度の違いにより、SSI、MSI、LSI、VLSI、ULSIなどの名称があり、例えばトランジスタだけでLSIと同じ処理を行うためには、およそ10,000個のトランジスタが必要になる。さらにこのLSIが500個集まって、ようやく1個のULSIと同じ処理ができる。

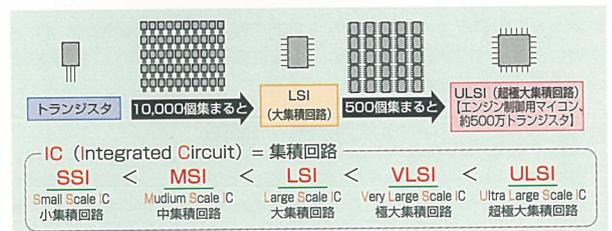


図13：集積度の比較

4.コンピュータとセンサ、アクチュエータの働き

自動車には、排出ガスの浄化、走行中の安全確保、便利さや快適性の確保のためにさまざまな電子制御システムが採用されているが、これら電子制御システムの主要な構成部品となるのが、センサ、コンピュータ、アクチュエータである。

人間の身体になぞらえると、センサは目や耳、鼻にあたる部分であり、温度や圧力、速度といったシステム各部の状態を電気信号に変換してコンピュータに伝える役目を持っている。コンピュータは頭脳にあたり、センサから送られてくる電気信号をもとにシステム各部やその周辺の状態を解析し、システムの目的を達成するためにアクチュエータがどう動けばよいかを判断し、適切な指示を出す。アクチュエータはコンピュータから送られてきた指令をもとに燃料を噴射したり、圧力や回転力の発生や調節を行い、人間の手や足にあたる働きをする。

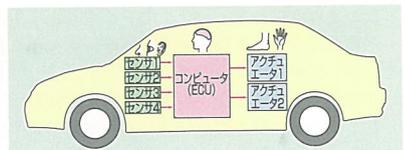


図14：センサ、コンピュータ、アクチュエータの役割

(1)自動車に使われているセンサ

自動車の電子制御システムには様々なセンサが使用されている。エンジンの電子制御がほとんどの車両に施されていく一方、アンチロックブレーキ、エアバッグ、レーザークルーズコントロールなどに代表される安全システム類も増加している。図15ではこれら各種自動車用センサを目的別に分類してある。

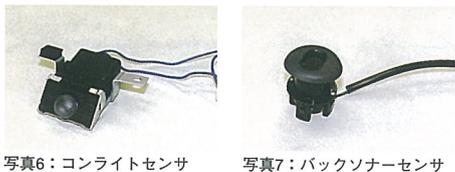


写真6: コンライトセンサ

写真7: バックソナーセンサ

(2)アクチュエータ

自動車の電子制御システムでは、センサと並んで数多くのアクチュエータが使用されている(図15)。電磁石によって直線運動力を得るソレノイドや、回転力を得るモータなどが代表的なアクチュエータの一例である。また、リニアモータや圧電素子を応用したアクチュエータも徐々に増えている。

センサ類			アクチュエータ類		
安全性向上	環境保全	快適性向上	安全性向上	環境保全	快適性向上
<ul style="list-style-type: none"> ■コンライトセンサ ■ステアリング舵角センサ ■エアバッグセンサ ■ナイトコントロールセンサ ■ヨーレートセンサ ■加速センサ ■クリアランスソナー ■バックソナー ■イメーセンサ ■雨量センサ ■油圧センサ ■レーザレーダセンサ ■ミリ波レーダセンサ 	<ul style="list-style-type: none"> ■燃焼圧センサ ■クランク角センサ ■カム角センサ ■ノックセンサ ■水温センサ ■酸素センサ ■リーンセンサ ■エアフローソナー ■吸気温度センサ ■吸気圧センサ ■スロットルセンサ ■油温センサ ■着火時期センサ ■エンジン回転センサ 	<ul style="list-style-type: none"> ■日射センサ ■スモークセンサ ■地磁気センサ ■外気温度センサ ■湿度センサ ■GPS位置センサ 	<ul style="list-style-type: none"> ■ワイバモータ ■ミラー調整モータ ■シフトロックソレノイド ■パワーステアリング油圧調整バルブ ■ARS後輪操舵アクチュエータ(ARS:Active Rear Steer) ■ABSアクチュエータ(ABS:Antilock Brake System) ■VSCアクチュエータ(VSC:Vehicle Stability Control) ■エアサスペンションコンプレッサモータ ■ショックアブソーバ減衰力調整アクチュエータ 	<ul style="list-style-type: none"> ■アイドルスピードコントロールモータ ■ヒューエルポンプモータ ■イグナイタ ■インジェクタ ■電子制御スロットルモータ ■トランスミッション油圧制御ソレノイド 	<ul style="list-style-type: none"> ■パワーシートモータ ■ヘッドレストモータ ■パワーウィンドモータ ■ドアロックアクチュエータ ■エアコンディショナーブローモータ ■クルーズコントロールアクチュエータ

図15: 自動車に使用される各種センサ、アクチュエータ

クラウン3世代に見る電装品の変遷

今回の特別展では、各年代ごとの自動車用電装品の変遷を実感できるよう、1955年、1979年、1998年(現行型)の各年に発売された3世代のクラウンに採用されている電装品の実物を立体展示している。ここでは電装品の数の変化はもとより、個々の形状や大きさ、時代が進むに連れて自動車に要求されてきた機能・性能などを比較しながら見ることができる。

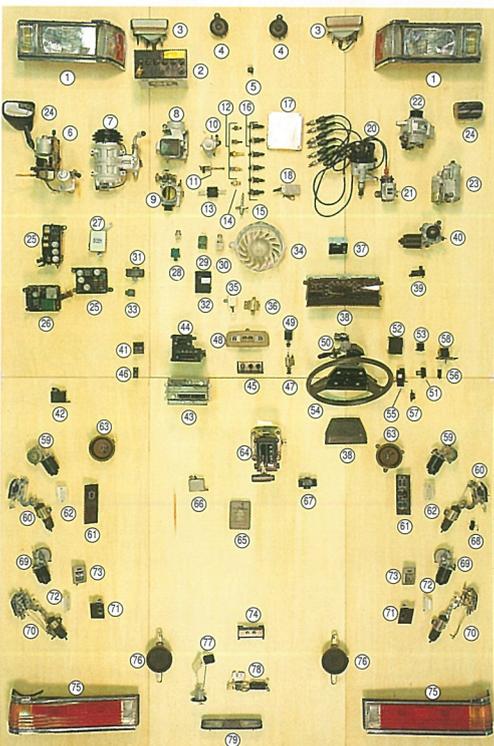
■初代クラウン (1955年発売)

現代の自動車と比べると、電装品の点数は極めて少なく、また性能の割に大型である。また、スイッチが入ると電磁石で跳ね上がり、曲がる方向を示すターニングシグナルなど、現在では用いられなくなった形式の電装品も見ることができる。

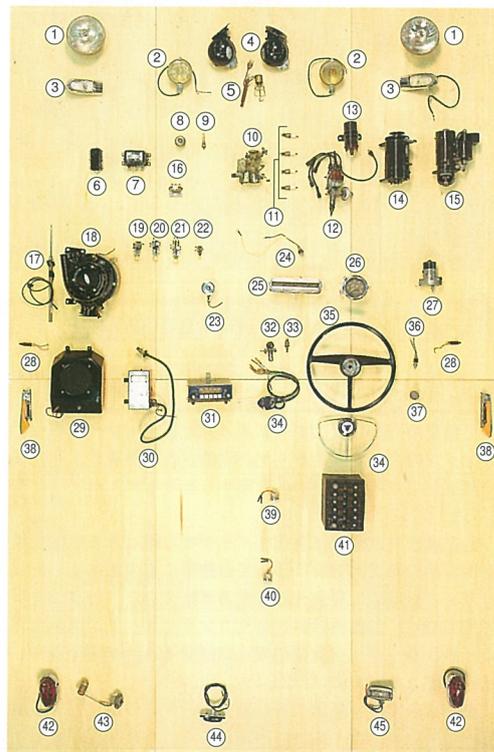
1	ヘッドランプ	16	ホーンリレー	31	ラジオチューナ
2	フォグランプ	17	ラジオアンテナ	32	ディマースイッチ
3	パーキングランプ	18	ヒータブロウ	33	バックアップランプスイッチ
4	ホーン	19	ルームランプスイッチ	34	ホーンスイッチ
5	グローボックスランプ	20	ワイバスイッチ	35	ステアリングホイール
6	ホルテジレギュレータ	21	ヘッドランプスイッチ	36	ストップランプスイッチ
7	ヒューズボックス	22	ヒータスイッチ	37	イグニッションスイッチ
8	オイルプレッシャーゲージ	23	クロック	38	ターニングシグナル
9	サーモゲージ	24	ドアインジケータランプ	39	ルームランプ
10	(キャブレタ)	25	コンビネーションメータ	40	ルームランプ
11	点火プラグ	26	スピードメータ	41	バッテリー
12	ディストリビュータ	27	ワイバモータ	42	テールランプ
13	イグニッションコイル	28	ルームランプドアスイッチ	43	フューエルセンタージェージ
14	ゼネレータ	29	スピーカ	44	ライセンスランプ
15	スタータモータ	30	ラジオ電源	45	バックアップランプ

() 内は後に電子制御化

■53年排出ガス規制対応のクラウン (1979年発売)



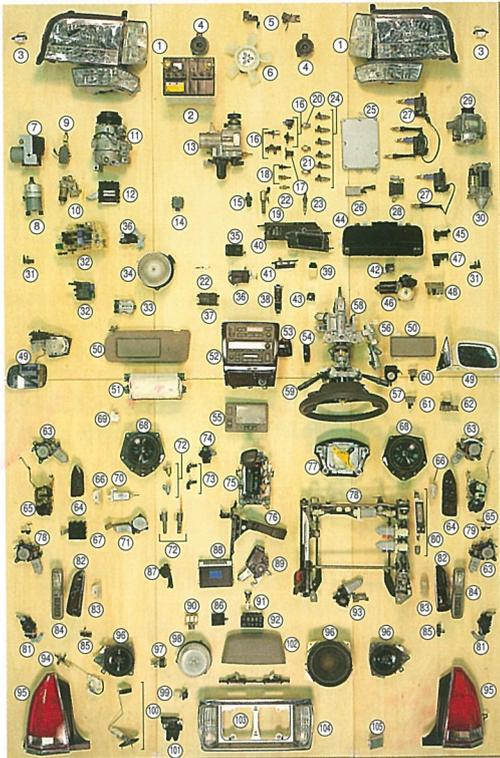
昭和53年の排出ガス規制では、CO、HC、NOxを従来の約1/10にするという厳しい基準が設けられたが、O2センサによるフィードバック制御の電子制御燃料噴射装置(EFI)や排気ガス再循環装置(EGR)を採用し、これをクリアしていた。このため各種センサ等の部品が一気に増えている。



1	コンビネーションヘッドランプ	21	イグニッションコイル・イグナイタ	41	エアコンコントロールパネル	60	ドアコントロールソレノイド
2	バッテリー	22	オルタネータ	42	パワーウィンドリレー	61	パワーウィンドスイッチ
3	ターニングシグナルランプ	23	スタータ	43	ラジオ・オーディオ	62	カーシランブ
4	ホーン	24	ファンダミラー	44	ヒータコントロールスイッチ	63	スピーカ
5	エンジンルームランプ	25	ヒューズボックス	45	シガーライター・ラジオコントロールスイッチ	64	シフトレバー
6	エアサスコンプレッサ	26	リレーボックス	46	コントロールスイッチ	65	ルームランプ
7	エアコンコンプレッサ	27	パワーステアリングコンピューター	47	ODスイッチ	66	パワーウィンドリレー
8	エアフローメータ	28	フラッシュリレー	48	シガーライター	67	ドアコントロールリレー
9	スロットルボデー	29	ランプコントロールリレー	49	マップランプ	68	カーチスイッチ
10	EGRバルブ	30	トランスミッションリレー	50	メータレストアット	69	ウインドレギュレータモータ
11	コールドスタートインジェクタ	31	パワーウィンド	51	コンビネーションスイッチ	70	ドアコントロールソレノイド
12	温度センサ	32	エアコンコンピュータ	52	スピードミットプザ	71	パワーウィンドスイッチ
13	エンジンコントロールリレー	33	ライトコントロールリレー	53	ワイバコントロールコンピュータ	72	カーチシランブ
14	ノックセンサ	34	エアコンブロー	54	フォグランプスイッチ	73	マップランプ
15	Oxセンサ	35	エアコンレジスタ	55	ステアリングホイール	74	デュアルエアコンスイッチ
16	インジェクタ	36	エアコンソレノイド	56	デフォッグスイッチ	75	リヤコンビネーションランプ
17	EFHコンピュータ	37	クロック	57	トランクオープンスイッチ	76	スピーカ
18	レジスタ	38	コンビネーションメータ	58	ハザードウォーニングスイッチ	77	フューエルセンタージェージ
19	点火プラグ	39	ウォッシュモータ	59	ミラーコントロールスイッチ	78	トランクオープン
20	ディストリビュータ	40	ワイバモータ			79	ライセンスランプ

■現在のクラウン（1995年発売）

エンジン制御はより高度化し、ディストリビュータのないDLIシステム（後述）が採用されている。またエアバッグやVSC（後述）などの安全性や走行安定性向上、エアコン等の快適性向上にも数多くの電子制御部品が使用され、走る、曲がる、停まる、さらに室内でくつろぐといった、自動車のほぼ全ての機能にとって電子部品が欠かせないものになっていることが分かる。



1 コンビネーションヘッドランプ	28 イグナイタ	54 ハザードウォーニングスイッチ	81 ドアコントロールモータ
2 バッテリ	29 オルタネータ	55 マップランプ	82 パワーウィンドスイッチ
3 フェンダーマーカランプ	30 スタータ	56 イグニッションスイッチ	83 カーテシランプ
4 ホーン	31 回転センサ	57 コンビネーションスイッチ	84 リヤマップランプ
5 エアバッグセンサ	32 リレーボックス	58 ステアリング回転センサ	85 回転センサ
6 ラジエータファン	33 ブローモータコントロール	59 ステアリングホイール	86 スモークセンサ
7 VSCアクチュエータ	34 エアコンブロワ	60 フェーエルリッドスイッチ	87 ハイトセンサ
8 VSCポンプ	35 エアミックスダンパーサーボ	61 トランクオープンスイッチ	88 オーディオ ランプ
9 ハイトコントロールセンサ	36 モードダンパーサーボ	62 ミラーコントロールスイッチ	89 サンルーフ モータ
10 プレッシュコントロールバルブ	37 内外気切替サーボ	63 ウインドレギュレータモータ	90 エアコンリレー
11 エアコン コンプレッサ	38 エアコンスイッチングスイッチ	64 パワーウィンドスイッチ	91 エアコンソレノイド
12 VSCコンピュータ	39 バターセンレクトスイッチ	65 ドアコントロールモータ	92 オーディオ・エアコンスイッチ
13 エアフローメータ/スロットルポター	40 ヘッドアップディスプレイ	66 カーテシランプ	93 リクライニング モータ
14 パワーステアリングコンピュータ	41 クロック	67 キーレスレシーバ	94 フェーエルリッドオープン
15 パワーステアリング圧力センサ	42 VSCプザ	68 スピーカ	95 リヤコンビネーションランプ
16 エンジン負圧切替バルブ	43 TRCスイッチ	69 シートベルトウォーニング	96 スピーカ
17 負圧センサ	44 コンビネーションメータ	70 スライドモータ	97 エアコンソレノイドバルブ
18 温度センサ	45 ウォッシュモータ	71 リクライニングモータ	98 エアコンファン
19 VVTソレノイド	46 ワイモータ	72 A/T専用ソレノイドバルブ	99 エアコンレジスタ
20 エンジン油圧センサ	47 コンライト受光センサ	73 回転センサ	100 フェーエルセンタージェージ
21 ノックセンサ	48 メータレオスタット・ヘッドアップディスプレイスイッチ	74 ニュートラルスタートスイッチ	101 トランクリッド オープナ
22 温度センサ	49 ドアミラー	75 シフトレバー	102 センターストップランプ
23 Oaセンサ	50 パニティランプ	76 バックルスイッチ	103 ライセンスランプ
24 インジェクタ	51 パンティランプ	77 ドライブ席エアバッグ	104 バックアップランプ
25 EFCコンピュータ	52 ラジオ・オーディオ	78 パワーシート	105 ラグゼブランプ
26 レジスタ	53 オートドライブモードスイッチ	79 カーテシスイッチ	106 サイドエアバッグ

代表的な電装品・電子部品の変遷

1.ゼネレータ

自動車の発電装置はオルタネータとレギュレータから構成され、ベルトを介してエンジンの力でオルタネータが駆動されて発電し、その電力の電圧をレギュレータで調節してをバッテリーへ充電するとともに、エアコン等の電気装置にも供給している。

自動車用発電機には当初はダイナモと呼ばれる直流発電機が用いられていたが、家電製品の発達と普及に伴って自動車にも次第にオーディオやエアコンなどの装備が増え、発電機に要求される電力は増大した。こうした中で、1960年代に入ると小さくて安く、信頼性のあるシリコンダイオードが実用化され、これを整流器に用いたオルタネータ（交流発電機）が開発され、小型軽量でしかもより大きな電力の供給が可能となった。

発電機の電圧を制御するレギュレータについても、機械式から電子式（IC）へと発展し、また小型・高性能化が進められた結果、現在ではオルタネータの中に組み込まれる一体型となっている。

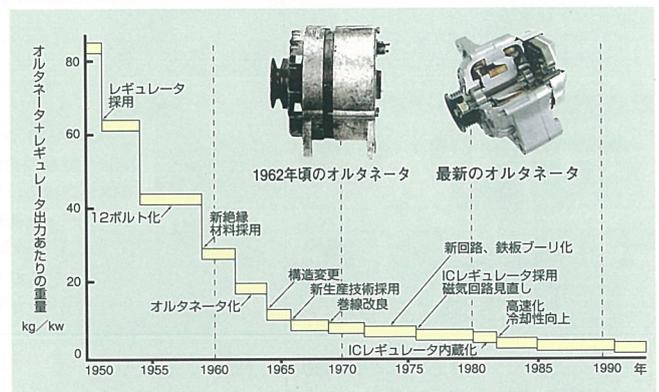


図16：発電機軽量化の歩み

オルタネータ

図17のようにコイルの近くで磁石を動かすと、コイルには起電力が発生する。これは前述のファラデーの誘導電流である。このときの電流の向きは磁石を近づけるとときと遠ざけるとときは逆になる。また、発生する起電力の大きさ（電圧）は、磁力の強さ、磁石の動く速さ、コイルの巻き数などに比例して大きくなる。

実際のオルタネータでは図17の磁石はロータ、コイルはステータコイルと呼ばれる部分に当たる。ロータは実際にはステータコイルに近づいたり遠ざかったりしているのではなく、ステータコイルの中で回転しており、回転によってN極、S極が交互にステータコイルに近づいたり遠ざかったりすることでステータコイルに交流が発生する。これをダイオードにより整流し、直流に変換している。

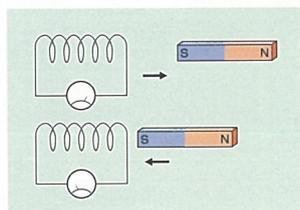


図17：発電の原理

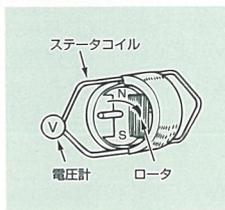


図18：オルタネータの原理

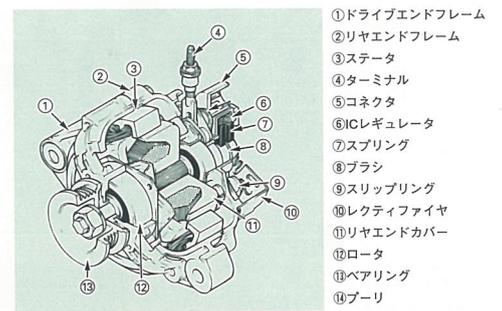


図19：オルタネータの構造

- ①ドライブエンドフレーム
- ②リヤエンドフレーム
- ③ステータ
- ④ターミナル
- ⑤コネクタ
- ⑥ICレギュレータ
- ⑦スプリング
- ⑧ブラシ
- ⑨スリップリング
- ⑩レクティファイヤ
- ⑪リヤエンドカバー
- ⑫ロータ
- ⑬ベアリング
- ⑭プーリ

2.スタータ

自動車のエンジンは自力で始動できないため、外からの力で回してやる必要がある。初期の自動車では図20のように前方からクランクハンドルを差し込み手で回していたが、腕力を必要としたため、当時の自動車は男性の乗り物とされていた。しかし1911年にアメリカのC.ケッティングがモータを使ってエンジンを回すスタータを発明したことで、自動車は女性や高齢者でも運転できるようになった。

日本で生産され始めた頃の自動車には、足でレバーを踏み込んでギアを噛み合わせる「足踏み式スタータ」が採用されていた。現在では運転席でイグニッションスイッチを回すだけでエンジンを始動できる「電磁押し込み式スタータ」が採用され、自動車を快適な乗り物にするのに役立っている。

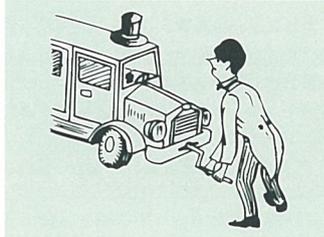


図20：クランクハンドルによる始動

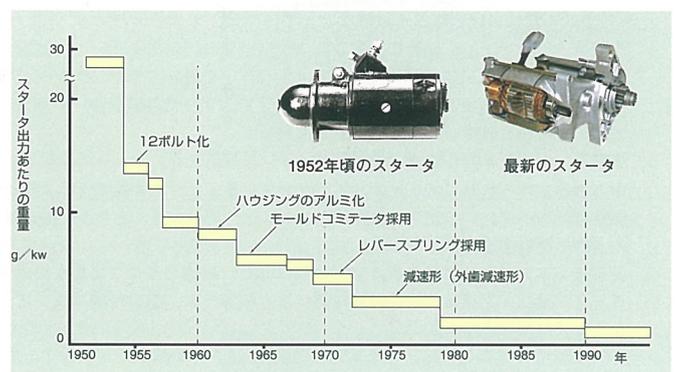


図21：スタータの技術進歩と軽量化

スタータの構造

自動車のイグニッションスイッチをSTART位置まで回すと、マグネットスイッチのコイルに電流が流れ、ブランジャが電磁石となって前進し、ピニオンをエンジンのリングギアに向けて押し出し噛み合わせる。マグネットスイッチの接点が閉じるとモータが回転し、減速ギアで約1/4に減速されてピニオンに伝達され、リングギアを駆動する。

エンジンが始動すると、リングギアによってピニオンが高速で回されるが、オーバーランニングクラッチによりモータが高回転になるのを防いでいる。

イグニッションスイッチがONの位置に戻ると、マグネットスイッチのブランジャが戻り、ピニオンはリングギアから離れて停止する。

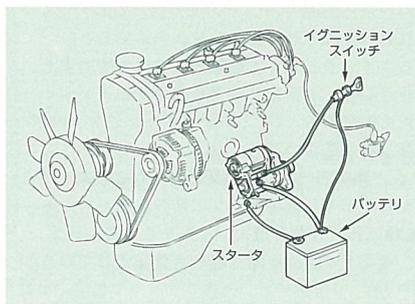


図22：現在のスタータ（電磁押し込み式減速形）

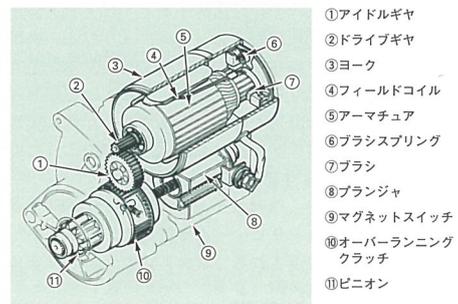


図23：スタータの構造図

- ①アイドルギヤ
- ②ドライブギヤ
- ③ヨーク
- ④フィールドコイル
- ⑤アーマチュア
- ⑥ブラシスプリング
- ⑦ブラシ
- ⑧ブランジャ
- ⑨マグネットスイッチ
- ⑩オーバーランニングクラッチ
- ⑪ピニオン

3.燃料供給システム

ガソリンエンジンの燃料供給装置としては、長い間キャブレタがその役割を果たしてきた。キャブレタに代わる燃料噴射による電子化の流れは、1957年にベンディックス社（アメリカ）のElectrojectorから始まる。そして1950年代後半から60年代前半の排出ガス浄化問題の表面化に伴い、浄化装置制御の効果的な手段としてクローズアップされ、ボッシュ社（ドイツ）のD-JetronicとL-Jetronicの出現とともに全社が採用して飛躍的な発展を遂げた。

日本でも1973年の排出ガス規制の強化に伴い、電子燃料噴射装置の採用が進んだ。そして、さらに強化される規制に対応するため、1977年には三元触媒を用いた排ガス浄化システム用にO₂センサで検知した酸素量をフィードバックして燃料噴射量を制御する装置（システム）が登場した。1980年以降は、燃料噴射制御他に点火時期制御やアイドル回転数制御などを1個のコンピュータで同時に行う集中制御が行われるようになった。

なお、ディーゼルエンジンの燃料供給装置には機械式の燃料噴射ポンプが使われてきたが、最近ではこれにも電子制御機構が付加されるようになってきている。

	1950	1960	1970	1980	1990年
ガソリン噴射装置	'53 ベンディックス 開発着手	'57 Electrojector	'62 ボッシュ 開発着手	'67 D-Jetronic	'72 '77 Oetensa L-Jetronic
筒内噴射エンジン		'54 ベンツ 300SL			
吸気管噴射エンジン				スピードデンシティ マフプロ	
電子技術	'48 真空管			'67 フォルクスワーゲン D-Jetronic	'76 GM MISA R マイクロコンピュータ

図24：ガソリン噴射技術の移り変わり

(1)キャブレタ

自動車の草創期から長い間、ガソリンエンジンの燃料供給装置はキャブレタ（気化器）が用いられてきた。キャブレタの原理は、むかしアイロンがけの時に使用した「霧吹き」と同じであり（図25）。

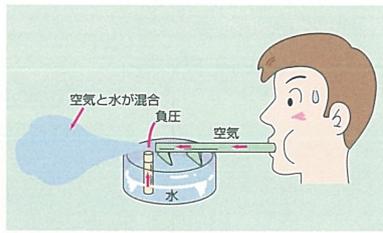


図25：キャブレタの原理

ガソリンと空気を混ぜ合わせ、燃えやすい混合気にしてエンジンに供給する役割を持つ。通常運転時の空気とガソリンの重さの比（空燃費）は、約15：1である。

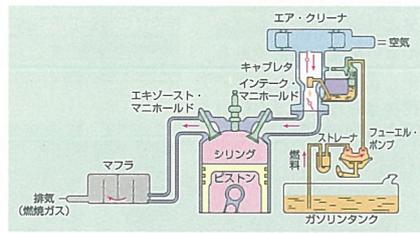


図26：キャブレタの機構

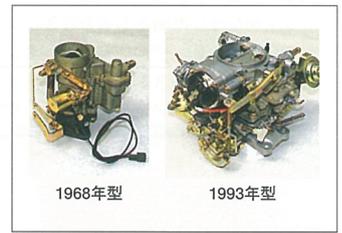


写真8：ランドクルーザー用キャブレタ

(2)電子式燃料噴射装置（EFI）

電子式燃料噴射装置とは、エンジンが吸入する空気量を検出した上で、設定した空燃比（空気とガソリンの重量比）になるようにガソリン量を決定してエンジンに供給する装置であり、現在ではキャブレタに代わってほとんどの車に採用されている。

エンジンの吸入空気量を計測する方法には空気流量を直接的にセンサで検出する方法と、吸気管圧力とエンジン回転数から算出して間接的に計測する方法とがある。現在主流となっている間欠噴射式の場合、必要な情報は1燃焼サイクルあたりの吸入空気量であり、それは計測した単位時間あたりの流入空気量を燃焼サイクル数で割ることによって求めることができる。通常は計測流量をエンジン回転速度で割った値が用いられ、この値に基づいてガソリン噴射量を計算し、この噴射量が得られるように燃料噴射弁が開く時間を制御している。



写真9：53年排出ガス規制対応クラウンのEFI構成部品

EFIシステムの構成部品

燃料噴射装置は多数の部品から構成されているが、大きく次の3つに分類できる。

- 1) 空気系：シリンダ内の燃焼に必要な空気を供給する。エアクリナーで濾過された空気の流量はエアフロメータで流量が計測され、スロットルボディを通してサージタンクで各気筒の吸気マニホールドに分配され、各吸気ポート近くからインジェクタ（燃料噴射弁）から空気量に応じて噴射されるガソリンと混合されてシリンダ内に吸入される。
- 2) 燃料系：シリンダ内の燃焼に必要なガソリンを供給する。フューエルポンプによりフューエルタンクから汲み上げられたガソリンは、プレッシャレギュレータで吸気管圧より250~300kPa程度高い圧力に調整される。そしてインジェクタは、コンピュータの信号によりガソリン量を調整して吸気マニホールド内に噴射する。
- 3) 制御系：エンジンに吸気される空気の量に応じ、最適なガソリン量を決定する。エンジンに供給するガソリン量はインジェクタの噴射時間により制御され、噴射時間はコンピュータが演算・決定する。

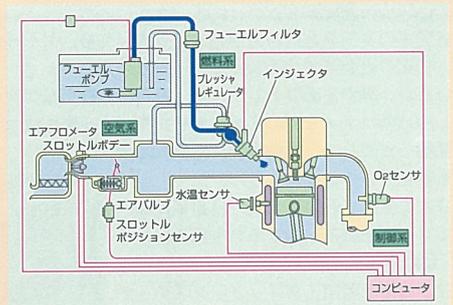


図27：EFIシステムの構成

4.点火システム

点火装置とは、エンジンのシリンダ内でガソリンと空気の混合気が燃焼するように点火するための装置である。図28の①接点式ディストリビュータシステムから④IIA点火システムまでは、1個の点火コイルで発生させた高電圧を、ディストリビュータが各気筒へそれぞれ分配するシステムである。

①は、点火コイルの電流を断続して高電圧を発生させるスイッチとして、機械式の接点を使用する。②セミトラ点火③フルトラ点火は、信頼性の高いスイッチとして、トランジスタを内蔵するイグナイタを用いて確実な点火を行い、排出ガスの浄化を実現したものである。（セミトラはトランジスタの制御に接点電流を使うが、フルトラには接点のような機械部分は一切ない）

IIAは、ディストリビュータに点火コイルとイグナイタを一体集積化して、高電圧結合部の信頼性を向上させたもので、点火コイルも筒型オイル絶縁タイプからエポキシ絶縁タイプに変更された。

⑤⑥は、ディストリビュータを使わないDLIシステムと呼ばれ、複数の点火コイルから直接点火プラグに高電圧が配電される。なお、これらのシステムは、セミトラ点火を除き現在も量産されている。

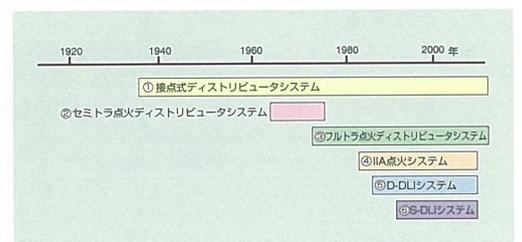


図28：点火システムの移り変わり

点火システムの機能

点火システムには様々なタイプがあるが、基本的に高電圧を点火プラグの電極間にかけて放電（スパーク）させることで発生する放電火花を点火源としており、従って点火装置には次の3つの機能が必要となる。

高電圧を発生させる機能

高電圧を発生させる部品が点火コイルであり、実際に放電して混合気に着火させる部品が点火プラグである（写真10）。展示では高電圧を発生させる基本モデルを展示している。



写真10：点火プラグの例（現在のもの）

高電圧を各気筒に分配する機能

自動車のエンジンには複数のシリンダーがあるため、点火コイルで発生させた高電圧はシリンダーの数だけ分配される。これには従来からディストリビュータ（図29）が用いられてきたが、最近ではディストリビュータのないDLI(Distributor Less Ignition)が登場している。展示ではこれらの違いが比較できるようになっている。

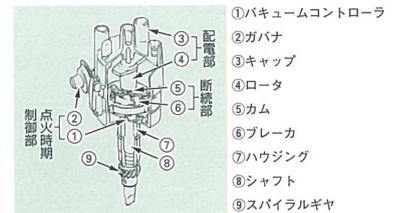


図29：ディストリビュータ

エンジンに最適なタイミング（点火時期）で点火する機能

以前はディストリビュータの点火時期制御部（図29の①②）で機械的に行っていたが、DLIの時代になるとエンジンコントロールコンピュータで行われるようになっている。

5.ヘッドランプ

ヘッドランプは自動車の安全な走行のためには不可欠なものであり、十分な明るさとともに対向車にまぶしくない配光が必要である。光源には長らく白熱ランプが使われてきたが、より明るいハロゲンランプが1960年にヨーロッパで誕生し、70年代後半には日本でも採用されるようになった。さらに最近では、ハロゲンランプの半分の電力で3倍の明るさがあるディスチャージランプが一部に採用されている。



図30：ヘッドランプの移り変わり

(1)代表的なヘッドランプ

白熱ランプ（図31）は、レンズと反射鏡が一体構造のガラスで作られており、その中にフィラメントが封入された大きなランプである。タングステンフィラメントに電圧をかけ、その電気抵抗によって光を放つ。主な特徴として、タングステン電球よりも容積が大きいため寿命が長く、灯光色は黄色味をもつことが挙げられる。

ハロゲンランプ（図32）は光源にハロゲン電球を使用し、後部からの電球交換が可能なランプである。ハロゲン電球は、電球内にハロゲンガスを封入し、ハロゲンサイクルを利用した高効率、長寿命の電球で、白熱ランプに比べ約3倍の明るさが得られる。また灯光色は白色で、寿命末期まで明るさが低下しない。

ディスチャージランプ（図33）は次世代の光「ディスチャージバブル」を搭載したヘッドランプで、発光管内に不活性ガスおよび水銀などのガスを封入し、管の両極に高電圧をかけて放電アークを飛ばし、発光させる。ハロゲンランプに比べ、1/2の消費電力で3倍の明るさが得られ、また灯光色は太陽光に近く寿命もハロゲンランプの2~3倍である。

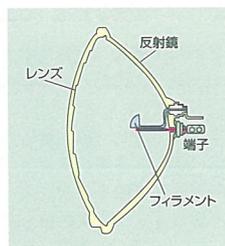


図31：白熱ランプ

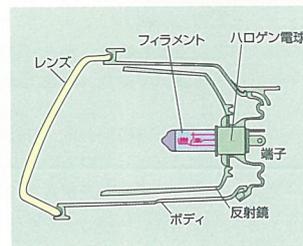


図32：ハロゲンランプ

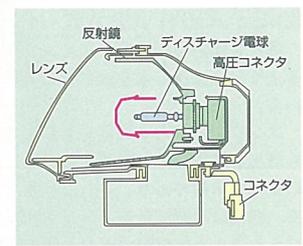


図33：ディスチャージランプ

(2)ダイナミックオートレベリングシステム

自動車が行進中に加速や減速をしたり、あるいは乗員や荷物の重さが変わって姿勢が変化しても、図34のようにヘッドランプの照射する角度を一定に保つためのシステムである。

このためには、まず車速センサと車高センサの情報をコンピュータで処理し、アクチュエータで反射鏡を動作させる。また、作動の軽い支持機構とステッピングモータにより、反射鏡の反応を早くするとともに耐久性を増すようにしている。

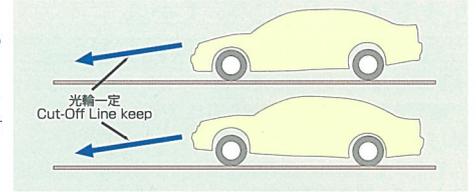


図34：ダイナミックオートレベリングシステム

6.車両走行制御システム

安定した走行や緊急時の安全な操縦性を確保するために、現在の車には様々な走行制御システムが採用されている。いずれも、外部からの情報や車両の状態をセンサが感知し、コンピュータが状況に応じた判断を行い、各アクチュエータに指示を出すという電子制御システムの一連の働きが、極めて短時間に処理されることで実現されている。

アンチロック・ブレーキ・システム

(1) ABS (Antilock Brake System)

急制動時や滑りやすい路面でのブレーキング時に4輪のブレーキ油圧を制御し、タイヤのロックを防ぎ、車両安定性と操縦性を確保するシステムであり、現在では数多くの車に採用されている。

トラクション・コントロール

(2) TRC (Traction Control)

滑りやすい路面における発進・加速の際に、エンジン出力やブレーキ油圧を制御して、路面状況に応じた適切な駆動力を確保し、安定した発進・加速を実現する。

ビークル・スタビリティ・コントロール

(3) VSC (Vehicle Stability Control)

旋回時や、障害物などを回避するために急激なハンドル操作をした時に、前・後輪がグリップの限界を超えて横滑りしそうな状態を車両の各部に設置したセンサが感知し、自動的に4輪それぞれへ適切なブレーキ制御とエンジン出力制御を行い、車両安定性を確保し不安定な動きを抑える。

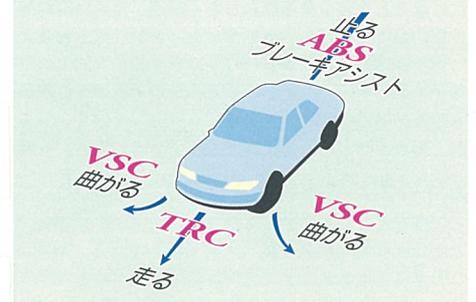


図35：各装置の作動概念図

(4) ブレーキアシスト

緊急時にブレーキを踏むと、その踏み込み速度と踏み込み量から緊急ブレーキであることを検知し、強い制動力を発生するシステムである。個人差によりブレーキペダルを踏み込む力が弱い際でも、緊急時の適切なブレーキ力を確保することを目的としている。

7.カーオーディオ

国産車に最初に搭載されたカーオーディオは、1955年のクラウンに搭載された真空管方式ラジオである。当初は移動しながら情報を聞くための手段であったが、その後FM放送の開始、さらにカセットやCDなど各種オーディオメディアの進化とともにカーオーディオは音響、電子技術ともに発達し、現在では自動車の室内は音を楽しむ場所のひとつになっている。

	1960	1970	1980	1990	2000年
メインユニット	<ul style="list-style-type: none"> 真空管方式オートラジオ (55年) (プッシュボタン同調式) トランジスタ方式オートラジオ (59年) メカサーチ方式オートラジオ (60年) 真空管方式スピーカー内蔵オートラジオ (67年) 	<ul style="list-style-type: none"> AM/FMオートラジオ (65年) カセット一体AM/FMマルチ電子チューナー付ラジオ (73年) 	<ul style="list-style-type: none"> 電子同調式AM/FMオートラジオ (79年) 	<ul style="list-style-type: none"> CD・カセット一体AM/FMマルチ電子チューナー付ラジオ (87年) 	<ul style="list-style-type: none"> マルチAVステーション (95年) ワイドマルチAVステーション (96年) ワイドマルチAVステーションII (97年) MDチェンジャーラジオ一体機 (96年) CDMDチェンジャーラジオ一体機 (97年) 騒音感応VOL機能付CDラジカセ一体機 (97年) 音場制御機能付CDラジカセ一体機 (89年)
サブユニット		<ul style="list-style-type: none"> 8トラックデッキ (67年) コンパクトカセットデッキ (68年) 	<ul style="list-style-type: none"> CDデッキ (85年) 録音機能付コンパクトカセットデッキ (79年) 	<ul style="list-style-type: none"> CDチェンジャーデッキ (89年) 	<ul style="list-style-type: none"> 1DIN CDチェンジャーデッキ (97年) 1DIN MDチェンジャーデッキ (96年)

図36：オーディオの移り変わり



真空管方式ラジオ

1955年に登場。当時、本格的な乗用車として登場したクラウンに純正品として設定された真空管によるラジオである。運転しながらの操作しやすさを考えて、当初から選局にはプッシュボタン同調式が採用されていた。



8トラックデッキ

1967年、国内で始めて自動車に搭載されたものである。自動車への搭載を可能にするための小型化が図られている。



音場制御機能付CDラジカセ一体機

1989年に「セリカスーパーライブサウンドシステム」として設定されたオーディオシステム。DSP (デジタル・オーディオ・プロセス) チップを使用し、コンサートホール、ライブハウスなどの様々な音場空間を好みで選べるようになっている。



ワイドマルチAVステーションII ('97)

1997年に登場。5.8インチのワイドサイズディスプレイはワイド放送にも対応。ナビコンピュータを内蔵しておりナビゲーション画面、オーディオの調整画面などの表示ができるようになっており、カセットとCDの挿入部はディスプレイ部を開けると現れる。

8. ナビゲーションシステム

人類は昔から位置や方位を知るために、様々な工夫をしてきた。紀元前5世紀頃、ギリシャのマグネシヤ地方で発見された不思議な石は「マグニス（磁鉄鉱）」と呼ばれていたが、後にこのマグニスにたたいた鉄をこすりつけ、木の台に乗せて水に浮かべると北を指すという性質が発見された。これが羅針盤、即ちナビゲーションの始まりである。古代中国では歯車式の指南車や磁石の司南杓が作られ、ヨーロッパではコロンブスが羅針盤により1492年にアメリカへ達したことはよく知られている。

陸上を走行する自動車には、船や飛行機ほど位置や方位を知る装置は必要とされなかったが、1980年代になると地図を見る煩わしさを解消し容易に目的地へ案内してくれるカーナビゲーションが採用されるようになった。

当初は方位と目的地までの到達率を表示するものであったが、地図のデジタル表示化により電子地図の利用が可能となると、地図上に現在位置が表示されるようになり、最近では従来の自律航法のほか、人工衛星を利用したGPS（Global Positioning System）方式が取り入れられ、精度が増すとともに様々なソフトも充実し、一層便利になっている。

近年のナビゲーションシステムの進化

GPS方式とともにナビゲーションシステムの要となるのが、膨大な地図データ情報の精度とそれを収める情報媒体（メディア）である。展示では1992年製トヨタセルシオと1998年製の同車に搭載されたナビゲーションシステムを並べ、わずか6年の間に飛躍的に進化した情報精度が分かるようにしてある（写真11）。例えば、92年製のシステムでは全国の地図情報を網羅するには8枚のCD-ROMを必要としたが、98年製システムではDVD-ROMの登場により、はるかに詳細なデータを1枚に収めることを可能にしている。また、電話番号を入力することによる検索精度でも、目的地周辺地図の検索からピンポイント（地図上で的一点を特定）検索へと進化している。

	1980	1990	1995	1998	2000年
システムの進化	自車位置の把握	ロケーションシステム *マップマッチング無 *マップマッチング有 *GPSによる測位 *ルート表示	ナビゲーションシステム	通信情報サービス 道路交通情報システム（VICS） DVD	
自車位置の測定	自律航法	GPS航法	GPSと自律航法の切替え GPSと自律航法の融合	D-GPSと自律航法の融合	
目的地の設定		地図画面上での設定	主要施設（全国3万件）の電話番号による設定	タウンページ（全国1100件）の電話番号によるピンポイント設定 音声認識	住所番番でのピンポイント設定

図37：ナビゲーションシステムの歴史



写真11：旧・新ナビの比較（セルシオ）

明日の自動車

人類が自動車という便利な道具を今後も利用し続けるためには、エネルギー問題、排出ガスなどの大気汚染の問題などの解決が必要であり、一方で、より安全で快適な移動手段とするために、社会的な交通システムまで含めた進化も必要となる。ここでは、エネルギーや排出ガスなどの地球環境問題への取り組みと、交通システム等の社会環境や自動車を安全・確実な移動手段にしていくための自動化技術を紹介している。

1. 電気自動車、ハイブリッド車

電気自動車とは動力源に電気モータを使う車であり、ハイブリッド車は電気モータと他の動力源を組み合わせた車のことである。電気自動車の歴史は古く、19世紀には性能面でも普及面でも、内燃機関を上回っていた。R・ダビッドソン（英）が世界最初の実用電気自動車を製作したのは、ダイムラーやベンツのガソリンエンジン車より10年以上も早い1873年のことであった。また日本では、明治32（1894）年にアメリカから初めて電気自動車が輸入され、大正時代には東京郵便局などで使用されたが、本格的に製造されるようになったのは、ガソリン不足が発端とされる。

トヨタグループでは、戦前、戦中に豊田喜一郎がガソリン不足を見込んで電池と電気自動車の研究に着手し、1940（昭和15）年にはEC型電気自動車を電装工場で完成させ、6台の製造を行った。走行距離60km程度という決して満足できない性能であったが、民間のガソリン使用が禁じられた戦中には会長（豊田利三郎）、社長（豊田喜一郎）用乗用車として使用された。戦後は、現在の関東自動車工業（株）が「関東電気自動車製造（昭和21年）」として電気バスの製造・修理を目的に設立された。また（株）デンソーは、昭和25（1950）年に関東自動車からトヨタ自動車のSD型セダン用を改造したボデーの供給を受け、50台の電気自動車を生産販売したが、戦後の復興とガソリンの統制の緩和に伴い、電気自動車は次第に衰退し昭和29（1954）年には街から姿を消した。

次に電気自動車が注目されるのは、公害が社会問題化する昭和40年代であった。大阪万博では電気自動車が使用され成功を取めたが、バッテリー能力や価格問題といった難題が多いため、官・民・学の協同によりその推進ははかられるようになった。近年では、環境問題に対する意識の高まりとともに、技術の急速な進歩とあまって、電気自動車への期待はハイブリッド車とともにますます大きくなってきている。

電気自動車「RAV4 EV」

平成8（1996）年に発売された電気自動車で、大容量の「ニッケル水素バッテリー」、効率の高い「永久磁石同期モータ」、制動時の運動エネルギーを電気にしてバッテリーに回収する「回生ブレーキ」を採用し、実用車として初めて1充電当たり走行距離200km以上を達成した。電力でモータを回すため非常に静かで振動が少ないだけでなく、バッテリーを床下に配置することで、十分な室内空間と荷室、優れた走行安定性も確保されている。平成10（1998）年、長野オリンピックでは公用車として使用された（自動車館に展示中）。



写真12：RAV4 EV

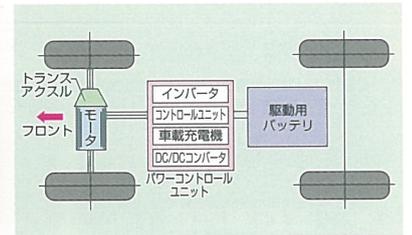


図38：RAV4 EV駆動の概念図

ハイブリッド車「プリウス」

プリウスは、従来車の約2倍の燃費とCO₂排出量1/2を誇る、世界に先駆けて開発された「トヨタハイブリッドシステム（THS）」という動力源を搭載した市販車である。THSには、専用設計された1.5ℓ4気筒のINZエンジンに加え、動力分割機構（図39）、発電機、モータ及び減速機等から構成される。エンジン動力は、遊星歯車（プランナリギア）を使用した動力分割機構により、車輪の駆動と発電機動力に分割される。この機構は、エンジン回転数と発電機およびモータの回転数を無段階に変化させながら加速・減速できる電子制御式の無段階変速機としても機能する。発電した電力は、モータの駆動と高電圧のバッテリーへの充電に最適に分配される。また必要に応じてバッテリーの電力でモータを駆動し、エンジンの駆動力を補助する。

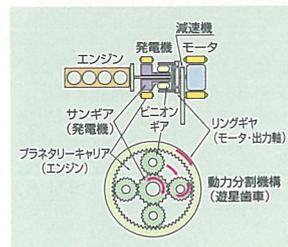


図39：THSの動力分割機構

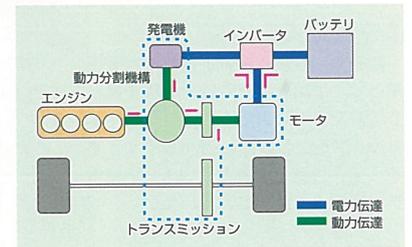


図40：THSの概念図

2. 高度道路交通システム (ITS)

高度道路交通システム (ITS: Intelligent Transport Systems) とは、安全で快適な次世代の道路交通網実現のための情報体系や社会インフラ整備、自動車の技術的進歩を包括する概念であり、これに含まれる技術分野は多岐に渡る。現在開発中の技術を大別すると、迅速な移動や道路の効率的な利用のために必要な「情報網の整備」と、運転者の負担軽減するための「運転操作の自動化」の2つの分野に分けられる。

現在我が国が推進するITSの開発分野として、図41に示した9分野が掲げられている。

ETC：自動料金収受システム (Electronic Toll Collection Systems)

自動車有料道路の料金所を通過する際に、ゲートと車載の機器間で瞬時に通信を行い、料金支払いのための一旦停止を不要にするシステムである。決済はプリペイドカードや銀行口座からの引き落としとして自動的に処理される。料金所を通過する際の所要時間を大幅に短縮することで料金所付近の交通渋滞を解消し、同時にノンストップ走行による排出ガスの低減効果も期待されている。

VICS：道路交通情報通信システム (Vehicle Information and Communication Systems)

道路上に設置したビーコン (受発信機) やFM多重放送などを用い、渋滞や事故情報、交通規制、駐車場情報などを走行中の車両のカーナビにリアルタイムで提供するものである。交通渋滞の解消や安全で快適な運転を実現するため、1996年4月に首都圏からサービスが開始された。順次サービス地域を拡大しており、カーナビの普及に伴って一般的なサービスとして認知されつつある。

AHS：自動運転高速道路システム (Advanced Cruise-Assist Highway Systems)

道路と自動車の協調により、将来的には自動走行を実現するシステムである。トヨタでは、1968年から開発に着手し、1992年に初めて単独走行が可能なシステムの開発に成功している。また日本、米国の公的プロジェクトに参画し、1996年8月に上信越道、1997年8月には米国サンディエゴでそれぞれ実際の道路での実験に成功している。

MONET (モネ)

トヨタ自動車が1998年にサービスを開始した、カーナビと携帯電話回線を用いた、車内からの情報送受信システムである。専用の情報サービスとして、道路交通情報の他に、各種ニュース、天気情報、タウン情報、レストランガイドなどの情報メニューが選べ、さらに電子メールの送受信も可能にしている。

ITSシステムの概念図

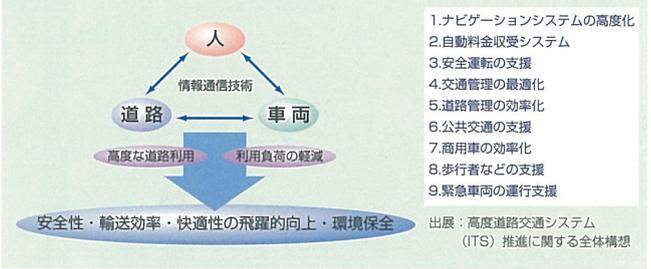


図41: ITSシステムの概念図と国が推進する開発分野

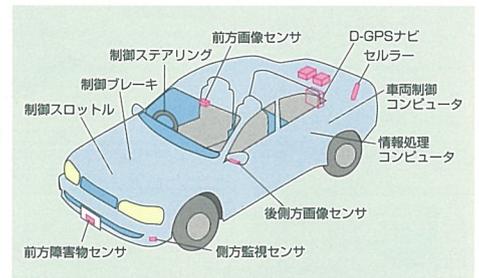


図42: 米国でのトヨタAHS実験車両



写真13: MONETメニューの一例

3. レーダーによる車間距離制御システム

高速道路などを一定の速度で走り続ける際、アクセルペダルを踏み続けなくても一定の速度を維持する機能はクルーズコントロールと呼ばれ、1970年代から実用化されていた。1995年に登場したレーダークルーズコントロールは、前方の車との車間距離をレーダーを使って測定し、適切な車間距離を維持した上で、設定された速度内での走行を保つことを可能にしている。

このシステムは人間に代わって前方車両の距離認知、加減速の判断、一定速度のためのアクセルコントロールを行うもので、連続運転の負担を軽減し、追突事故等の予防効果も期待できる。

レーダークルーズコントロールのしくみ

図45のように、自車両が時速100km/hで走行しているときに時速80km/hで走行する車両に追いついた場合、通常であれば、減速のためアクセルペダルを離してエンジンブレーキをかけるか、ブレーキペダルを踏むという操作が発生するが、このレーダークルーズコントロールシステムでは、アクセルペダルから足を離している状態で減速を行い、車間距離を自動的に保つことができる。さらに運転者がハンドル操作をするなどして前方が開けた際には、前方車両がないことをシステムが判断し、指定された速度までの加速を行う。

レーダークルーズコントロールでは、前方車両との距離の測定にレーザー光を用いている。

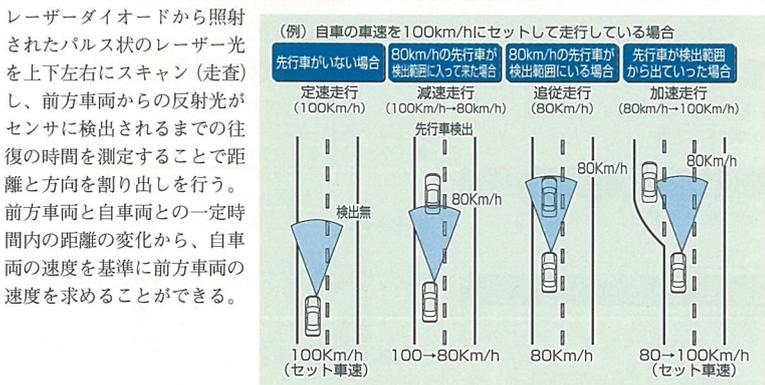


図45: レーダークルーズコントロールの作動概念図

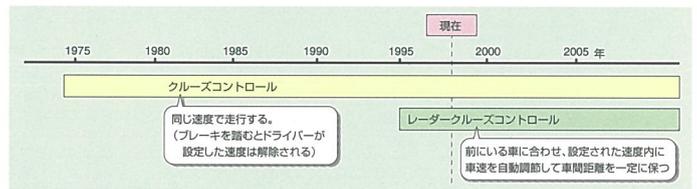


図43: クルーズコントロールの移り変わり

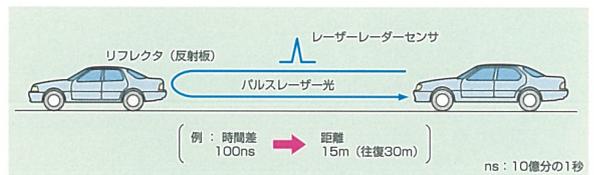


図44: レーダークルーズコントロールの原理

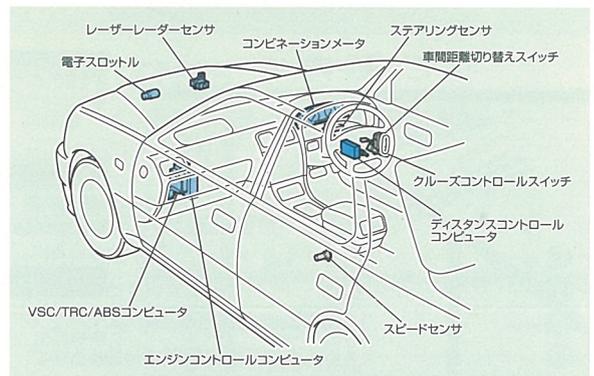
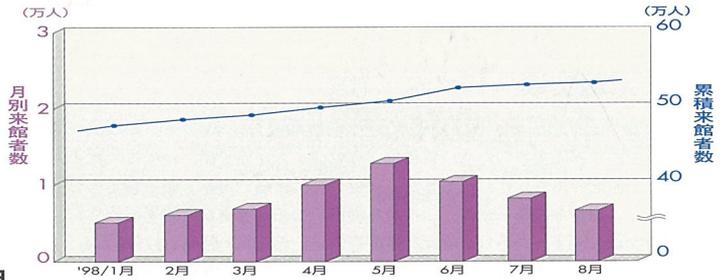


図46: レーダークルーズコントロールのシステム構成

●来館者数

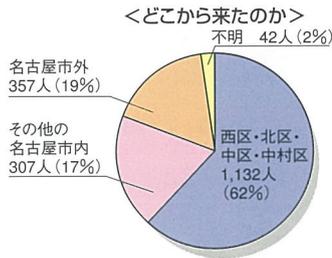
◆来館者の状況

平成6年6月～
平成10年8月
来館者数
535,409人

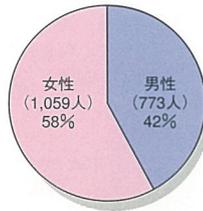


●第4回 夏休みワークショップ実施結果

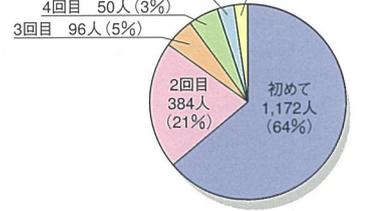
◆参加者の内訳



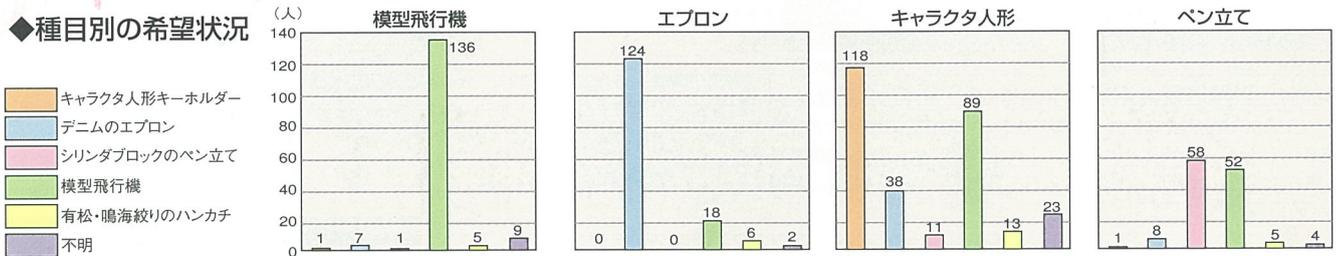
＜男女比率＞



＜参加回数＞



◆種目別の希望状況



Information

●特別展

「自動車の電気・電子展」

—明日をひらくカーエレクトロニクス—

開催期間/10月1日(木)～11月8日(日)

会場/産業技術記念館特設会場

自動車創業時の電装品の開発から、時代のニーズに応えた現在の電子部品までの変遷、電気(電子)の性質や基本的な技術などを展示紹介。実験モデルや体験コーナーを設け、その技術や機構をわかりやすく紹介します。

〈レストラン X'mas 特別ディナー〉

館内のレストラン「ブリックエイジ」では、X'mas特別ディナーと生演奏で素敵なディナータイムを演出します。

期間中ご希望の方には、皆様の写真入り「メモリアルフォトカレンダー」をプレゼント。

開催期間/'98年12月20日(日)～25日(金)

ご予約お問い合わせ先:

レストラン「ブリックエイジ」

TEL (052) 551-6243/6244

図書室の小窓

「技術の歴史(2)」

前回紹介したC.シンガー「技術の歴史」は大著ではありますが、残念なことに西欧技術が中心で、東洋の技術についてはほとんど触れられていません。

これを補完してくれるのが、今回紹介するJ.ニーダム「中国の科学と文明」と、その簡約版とも言えるR.K.G.テンブル「図説中国の科学と文明」で、書名の通り中国の科学と技術について、驚くほど詳細かつ体系的にまとめています。何かと西欧に目を奪われがちな私たちも、大いに反省させられます。

テンブルは言っています。「歴史の謎のなかでも最も重要なものの一つは、わたしたちが暮らす『現代世界』が、中国と西洋の要素の巧みに総合された世界だということである。おそらく、『現代世界』を支えている基礎的な発明・発見の半分以上が中国に由来するだろう。しかし、このことを知る者はあまりいない。(略)なぜ、わたしたちはこの重大で明白な事実を知らないのか? その一番大きな理由は、中国人自身がそれを忘れていたために違いない。このような事実が明らかになったのは、大書『中国の科学と文明』を著した高名な学者ジョセフ・ニーダム博士の人生にある出来事が起きた結果なのである。」と。

その出来事とは、ケンブリッジ大学の若き研究者だったJ. ニーダムが、中国人科学者数人と親しくなって中国の科学技術史に興味を持ち始め、1942年には重慶のイギリス大使館に赴任すると中国各地を旅行して膨大な資料を収集し、この本をまとめることになったことを表しています。

「科学は宗教、哲学、歴史、あるいは美的経験と相俟って生かされなければならない。それが独り歩きすると、大きな害悪を招きかねないのである。」 J.ニーダム

【紹介図書】

「中国の科学と歴史」(1)～(8) J.ニーダム著 東畑精一他監修 思索社 1991
「図説中国の科学と文明」 R.K.G.テンブル著 牛山輝代監訳 河出書房新社 1992



ご案内



開館時間

◆午前9:30～午後5:00 (入館は午後4:30まで)
※レストランは22時まで営業

休館日

◆月曜日 (祝日の場合は翌日)
◆年末年始

観覧料

◆大人(大学生含む) 500円
◆中学生 300円
◆小学生 200円
※30名様以上の団体は1割引 ※100名様以上2割引
※学校行事での来館では学生は半額

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】名古屋駅前 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)」
「則武新町3丁目」下車徒歩3分
無料駐車場 乗用車 300台 大型バス 10台

館報 Vol. 14 発行日/平成10年9月25日 発行者/産業技術記念館

トヨタグループ
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
TEL 052-551-6115 FAX 052-551-6199