

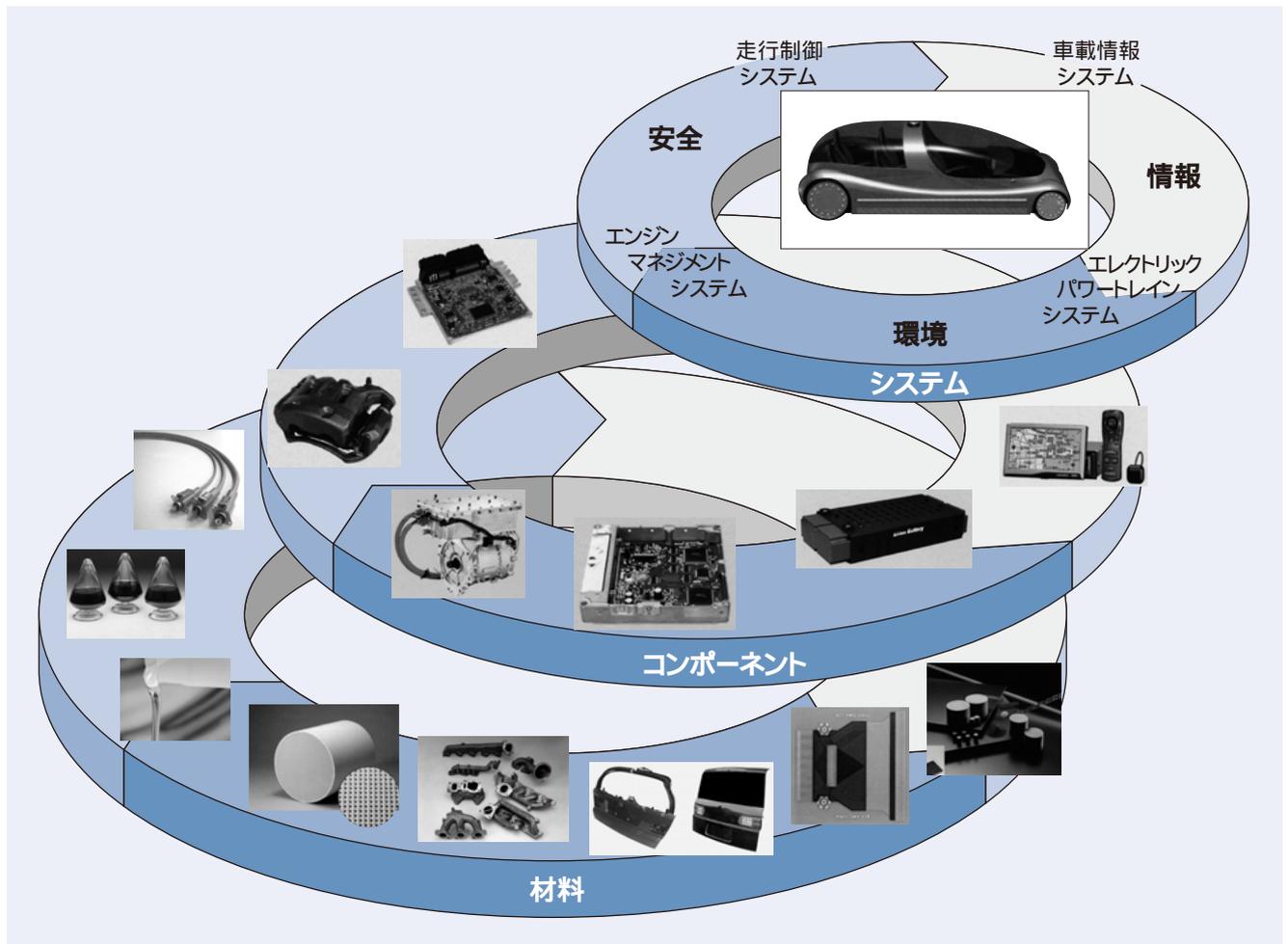
# 環境と安全に対応した自動車システムを支える材料・部品技術

## Materials and Components Technologies Supporting Automotive System for Environment and Safety

馬場 昇 Noboru Baba  
石井利昭 Toshiaki Ishii

箕輪利通 Toshimichi Minowa  
堀部 治 Osamu Horibe

清水道晃 Michiaki Shimizu  
関口謙一郎 Ken'ichirō Sekiguchi



### 日立グループの自動車機器用製品・材料群

材料からコンポーネント、システムまで幅広い技術の融合により、次世代の自動車システムを支える。

日立グループは、「人・クルマ・社会」への新たな価値の創造、夢の実現を目指し、「環境・安全・情報」の分野でシステム事業を展開している。クリーン環境へ向けた取り組みでは、主流であるエレクトリックパワートレインシステムの開発のほか、材料技術を駆使して車両部品の軽量化を進めている。バックドアモジュールは樹脂化することにより、10%以上の軽量化を可能とした。ハイブリッド自動車用のハーネスには、導体材料としてアルミニウムの採用を、ディーゼルエンジン車では、排出ガス浄化用触媒技術をキー技術として採用している。

電動制御による予防安全システムでは、さまざまな状況を検出するセンサ部品、制御信号を機械的な動きに変えるモータ、動力を伝える機構部品がキーコンポーネントである。

自動車はさまざまな技術の集合体である。日立グループは、総合電機メーカーとして培ってきた幅広い技術力と、専門性の高い材料メーカーとの「協創」を生かし、高度で信頼性の高いシステム、コンポーネント、および材料を提供している。

# 1 はじめに

次世代の自動車技術では、環境負荷の低減と予防安全技術への期待が高まっている。特に、クリーン環境へ向けたエレクトリックパワートレインシステムと、電動制御技術を積極的に用いた予防安全システムが注目されている。次世代自動車に要求されるシステム技術を横ぐしに、これを支える技術分野を縦ぐしとして考えることができる(図1参照)。これらのシステムでは、自動車の部品の軽量化や、部品・システムの高機能化で、材料基盤技術と部品技術が重要な役割を担っている。

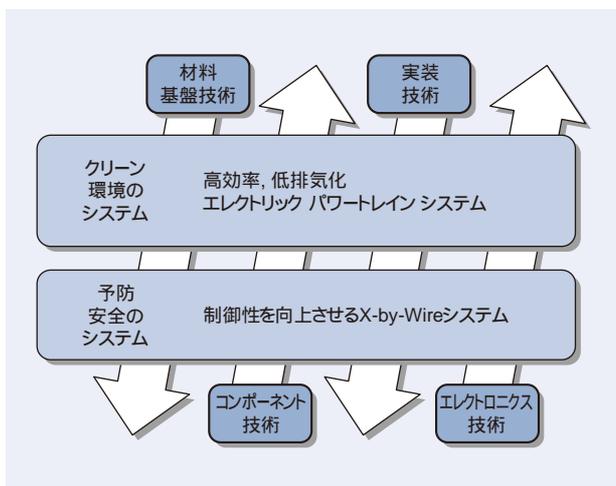
日立グループは、次世代自動車の開発を加速するために、素材から部品、システムに至るまで、グループの総合力を生かし、それぞれの階層を垂直的に連携して製品開発を進めることにより、早期の製品化、高信頼性化を目指している。

ここでは、次世代自動車システムを支える日立グループの代表的な自動車用材料技術、および部品技術について述べる。

## 2 クリーン環境へ向けた材料技術開発

### 2.1 クリーン環境技術システムの概要

自動車は都市における大気汚染の要因であり、地球温室効果ガスであるCO<sub>2</sub>(二酸化炭素)の主な排出源でもあることから、今後とも、いっそうの排出ガス浄化と燃費改善が求められている。大幅な排出ガス浄化を達成しているガソリン車は燃費低減が課題とされ、一方、燃費に優れているディーゼル車にはNO<sub>x</sub>(窒素酸化物)とPM(粒子状物質)の大幅な低減が要求されている。このような要求を背景に、わが国や米国、欧



注：略語説明 HEV(ハイブリッド自動車)、X-by-Wire(電動制御技術)

図1 次世代自動車システムとそれを支える技術分野

次世代自動車システムでは、クリーン環境と予防安全に向けた取り組みが重要である。

州では自動車に対する排出ガスと燃費の規制が強化されてきており、自動車メーカーや自動車関連メーカーは、エンジン自体の燃焼改善や、駆動系のトルク伝達効率の向上、パワートレイン系のフリクションの低減、むだなエネルギーの削減、軽量化など、排出ガス浄化と燃費低減という相反的な課題を解決するための技術開発に取り組んでいる<sup>1)</sup>。

地球のクリーン環境を実現する自動車システムに対応する基盤技術の例として、燃費低減を目指した軽量化材料技術、および排出ガス浄化を目指した触媒材料技術について以下に述べる。

### 2.2 樹脂バックドアモジュール

樹脂バックドアモジュールは、従来の鋼板製に比較し、軽量かつ造形自由度があることから、組付け部品を一体化することによって品質を向上することができるという特徴を持っている。日立化成工業株式会社は、わが国で初めて、2001年にこの量産化に成功した。

樹脂バックドアには、高強度・高剛性のほかに、疲労・振動耐久性、高面衝突安全性、冷熱サイクル後の寸法安定性、耐クリープ性、高い外観品質などが要求される。従来の鋼板バックドアは、インナーパネルとアウターパネルとをへム加工、および溶接によって接合する構造で要求性能を満足させていた。樹脂バックドアでは、強度と剛性は基本的にインナーパネルで持たせる設計構造とし、SMC(Sheet Molding Compound)に比べ、さらに比剛性、比強度が高いガラス繊維強化ポリプロピレンを採用した。当初は、プレス成形工法を用いていたものを、材料費と製造工数の低減や、外観品質の向上を目的として、射出成形に工法を転換した。

アウターパネルには、耐熱性や外観品質に優れたPA/PPE(ポリアミドとポリフェニレンエーテルの非晶結晶性変性樹脂)製の射出成形材や、安価で軽量のポリプロピレンを採用した。パネル接合では、高低温時のインナーパネルとアウターパネルの線膨張差を吸収するために、ゴム弾性のあるウレタン接着剤を厚肉に使用した。

開発にあたっては、構造解析、流動解析、成形時反り解析など各種CAE(Computer-Aided Engineering)解析技術を活用して効率化を図った。

樹脂バックドアモジュールの例を図2に示す。車種によって異なるものの、鋼板製に比較し、10~18%軽量化することができた。今後は、アルミニウム材に対抗した軽量化や、商品性の向上を促進していく考えである。

### 2.3 ハーネスの軽量化技術

環境問題が大きくクローズアップされている中で、HEV(ハイブリッド電気自動車)やFCEV(燃料電池電気自動車)など、電気モータを動力源とする電気自動車の開発が盛んに進められている。

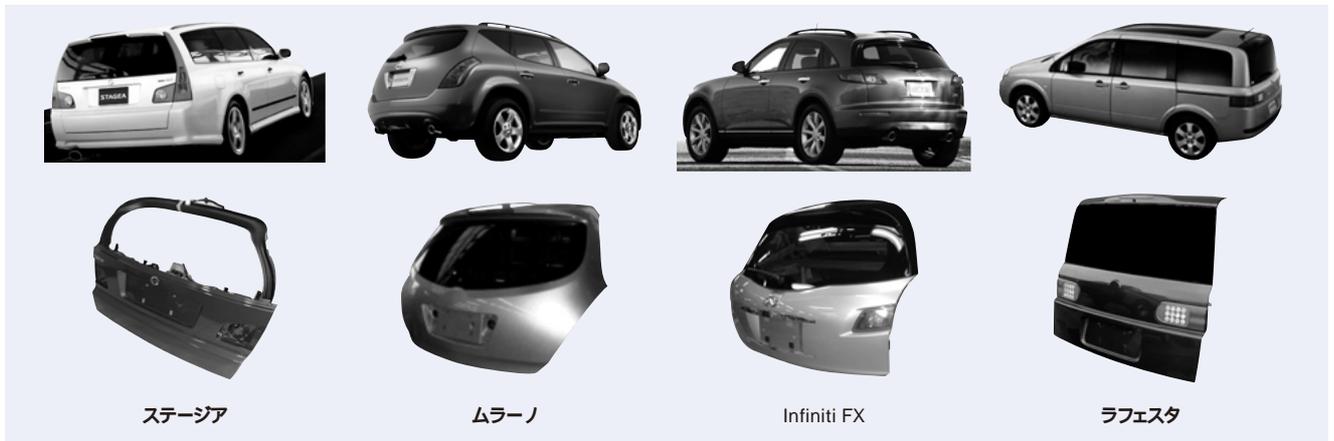


図2 樹脂バックドアモジュール(日産自動車株式会社の事例)

造型の自由度があり、軽量化や商品性、付加価値を向上させることができる。

これらの車両は、従来の車両とは異なり、インバータとモータがエンジンルーム内に搭載される場合が多いことから、これに伴う技術的な課題が指摘されている。

HEV用ハーネスに関する主な課題は、以下のとおりである。

- (1) エンジンルーム内のケーブルのレイアウトの自由度がほとんどなく、100 を超える高温となる部分に配線されることがある。
- (2) 通常の自動車用電線より大きな電流を通電するため、導体サイズが大きくなり、軽量化の阻害要因となってしまう。
- (3) エネルギーの効率性やモータ制御の問題から、高電圧、高周波の技術が要求されており、ノイズ対策が必要となる。

日立電線株式会社はこのような課題に着目し、これらの解決策として、取り扱い性を考慮した安全性の高い電源ハーネスの開発を行い、多くの種類のコネクタやケーブルを提供できる体制を整えてきた。

コネクタでは、ノイズ対策として使用されているシールド付ケーブルの性能を損なわないように、コネクタ内部のシールドの電気的接続に配慮した構造を採用している(図3、図4参照)。

ケーブルでは、独自の材料技術を駆使して開発した可とう性フッ素樹脂「フロンレックス<sup>1)</sup>」を絶縁体に採用し、導体材料にはアルミニウムを用いることで、耐熱性や軽量化の要求にも対応している。すなわち、アルミニウムは銅に比べて比重が約 $\frac{1}{3}$ と軽くなるものの、導電率は約60%であるため、同じ導体サイズでは温度上昇が大きくなってしまふ。これを解決するために、耐熱性の高いフロンレックスを用いることにより、銅導体のケーブルと同等の電流容量を確保することを可能とした。

#### 2.4 ディーゼル排出ガス浄化用セラミックフィルタ

ディーゼル車の特徴の一つは、ガソリン車に比べて低燃費なことであり、省エネルギーとCO<sub>2</sub>排出低減に対応する有効な

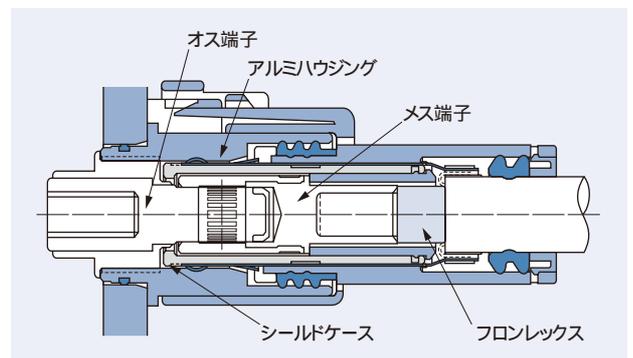


図3 コネクタの構造

シールド部の電気的接続に配慮した構造としている。

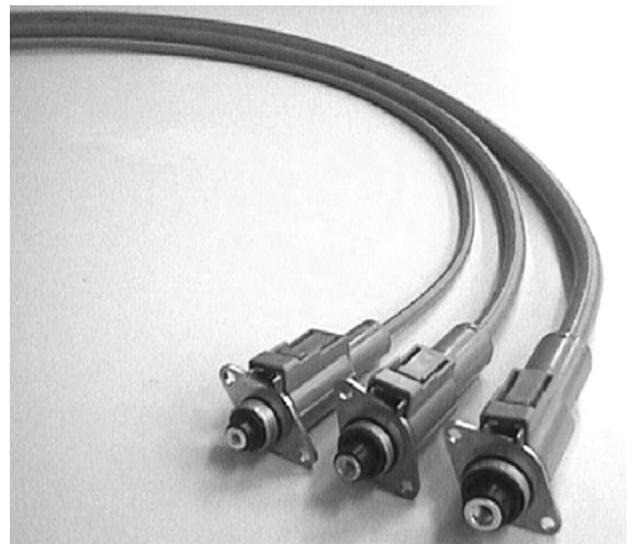


図4 コネクタの外観

日立電線株式会社が独自開発した「フロンレックス」を絶縁体に、導体にはアルミニウムをそれぞれ採用し、軽量ハーネスを実現した。

手段である。大型商用車ではディーゼル車が主流であることは当然ながら、近年、乗用車にもディーゼル車が世界的に普及してきている。しかし、ディーゼル車のPMやNO<sub>x</sub>の排出低減は大きな目標となっており、世界的に排出ガス規制が急速

1) フロンレックスは、日立電線株式会社の登録商標である。

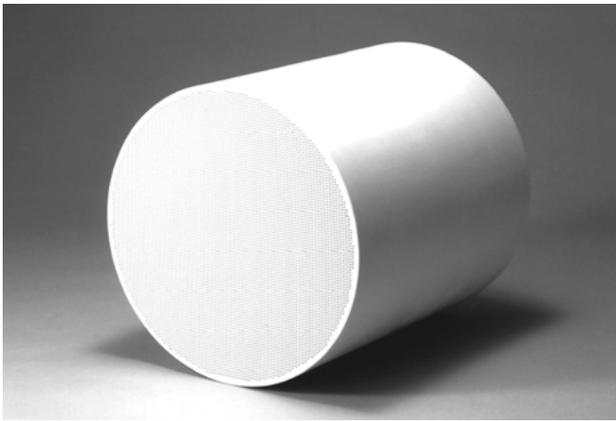


図5 セラミックフィルタ(商品名:セラキャットフィルタ)の外観  
すすに対する高い捕集率と、圧力損失の低減を両立させた大型一体成形構造としている。

に強化されている。

日立金属株式会社は、このような状況の下で、ディーゼルエンジンの排出ガスに含まれるPMを浄化する、高気孔率大型一体成形構造のセラミックフィルタ「セラキャット<sup>2)</sup>フィルタ」を開発し、実用化した(図5参照)。セラキャットフィルタは、ウォールフロータイプのハニカムフィルタであり、特に大型商用車への適用を念頭に開発したものである。

ディーゼル排出ガス浄化用フィルタとしては、すすに対する高い捕集率(すすはディーゼル排出ガス中のPMの主成分)と、燃費性能を悪化させない低い圧力損失を両立させるものが望まれている。このフィルタの開発は、大型一体成形構造(直径266.7 mm、長さ304.8 mm)を前提に、コーディエライト( $5\text{SiO}_2 \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{MgO}$ )を主成分とするフィルタのマクロ構造(セル構造)、ミクロ構造(細孔構造)およびナノ構造の最適化を図り、すすに対する高い捕集率と低い圧力損失を両立させる大型一体成形構造のディーゼル排出ガス浄化用フィルタを実現した。これにより、大型商用車からの大幅なPM排出低減だけでなく、排気圧力損失に起因する燃費性能低下を最小限に抑えることにも成功し、わが国の「新短期排出ガス規制」に対応して、PM排出量を85%低減(=最高ランク)した超低PM排出ディーゼル適合大型商用車の開発に大きく貢献している。

### 3 高性能部品で実現する 予防安全システム

#### 3.1 予防安全システムの概要

わが国の交通事故死者数は、1993年以降は減少傾向となり、2003年には46年ぶりに8,000人の大台を下回った(1992年死者数は1万2,000人弱)。しかし、交通事故件数は一貫して増加傾向にあるため負傷者数は増加し、2003年には118万人

(1978年は60万人)に達している。このような状況の中で、交通事故死者数や負傷者数を効果的に減らしていくためには、車両自体の予防安全対策が不可欠となる<sup>2)</sup>。この対策として、自動車メーカーと自動車関連メーカーは、前方の車両や歩行者を検知し、衝突そのものを低減、または衝突速度を低減する「前方障害物衝突防止支援システム」や、車両挙動の検知結果に基づいて4輪ブレーキを独立に制御し、滑りやすい路面での走行安定性を確保する「横滑り防止システム」などを開発し、実用化してきている<sup>3)</sup>。

予防安全システムを支える要素技術の例として、危険を察知するセンシング技術、車両安定性を向上させるハイブリッド自動車用や電動パワーステアリング用モータ材料、およびパッド材料について以下に述べる。

#### 3.2 センサ技術

##### (1) 挟み込み防止センサ<sup>4)</sup>

パワーウィンドウや電動スライドドアなど利便なシステムが標準、あるいはオプションで装着される一方、挟まれる事故を防止するためのいろいろな対策も施されている。全方向が検知でき、ドア形状に合わせた自由な曲げ性を兼ね備えたケーブル状の感圧スイッチ「FSセンサ」もその一つである。

FSセンサの概要と外観を図6、図7にそれぞれ示す。FSセンサでは、導電ゴムを導体に被覆した電極線が、らせん状に取り付けられており、通常、電極線どうしは空間で絶縁されているが、外部からの荷重で変形すると電極線どうしが接触して導通し、オンオフ動作のケーブル状感圧スイッチとして機能するものである。

##### (2) ABS車輪速センサ

ブレーキング時のタイヤロックを防止し、車両を安定して停止させる予防安全装置として、ABS(Anti-Lock Brake System)が広く普及している。このシステムは車輪速センサ、ECU(電子制御ユニット)および油圧ユニットから構成している。

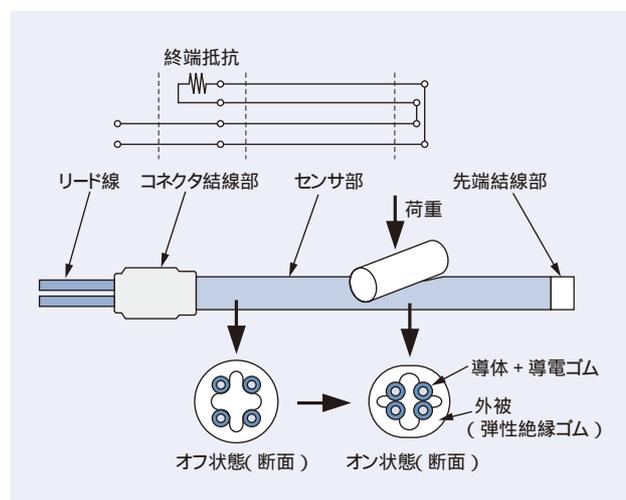


図6 「FSセンサ」の概要とスイッチング機構

外部からの荷重で導体が接触することにより、スイッチングする。

2) セラキャットは、日立金属株式会社の登録商標である。

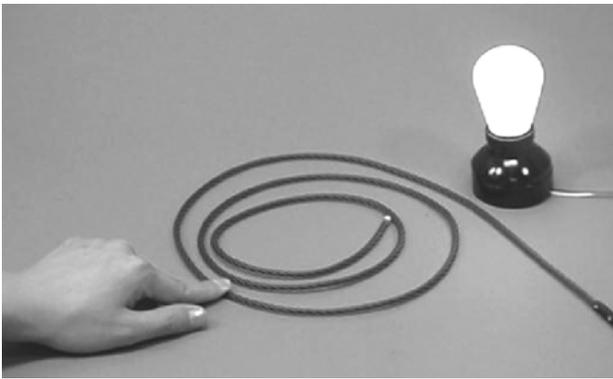
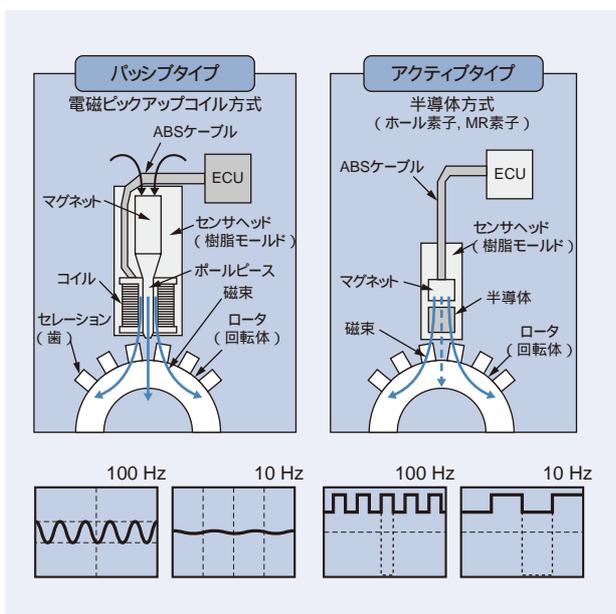


図7「FSセンサ」の外観  
オンオフ動作のケーブル状感圧スイッチとして機能する。

車輪速センサは各車輪に取り付けられており、足回りの過酷な使用環境下での高い信頼性が要求されている。センサ部と車体を結ぶケーブルには、実車の転舵やバウンド、リバウンドの揺動への追従性、冬場の耐寒性が求められ、過酷な加振耐久、屈曲耐久に満足するABSケーブルが開発されている。

センサ部の種類と構造、出力特性の例を図8に示す。センサ部は、マグネット、ポールピース、およびコイルを主要構成要素とする「パッシブタイプ」と、ホール素子やMR(Magnetoresistive: 磁気抵抗)素子の半導体を用いた「アクティブタイプ」の2種類が開発されている。同図の出力特性に見られるように極低速まで検出ことができ、制御範囲の広いことや小型軽量化が図れることなどにより、アクティブタイプが主流になると予測する。今後は、ホール素子などを3個用いることにより、正転・逆転検知が可能となるので、ABSだけでなく、登坂路のずり下がり防止制御などへの活用も期待されている。



注：略語説明 ABS( Anti-Lock Brake System ), MR( Magnetoresistive ), ECU( Electronic Control Unit ; 電子制御ユニット )

図8 車輪速センサ部の種類、構造、出力特性の例  
アクティブタイプは極低速間で検出ができ、小型・軽量化が図れる。

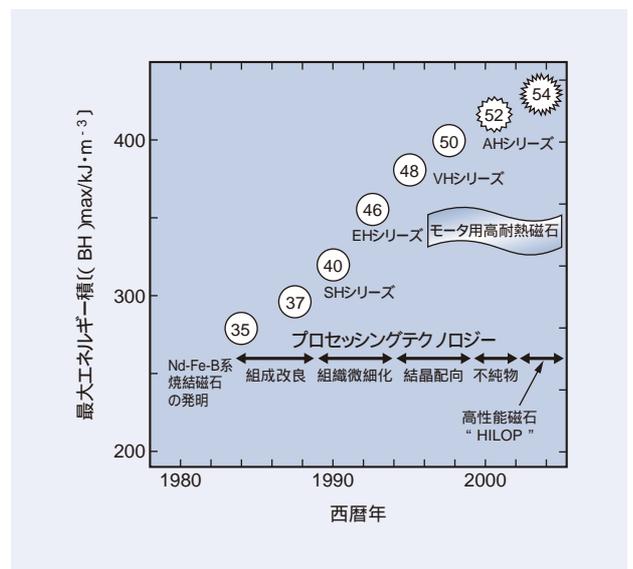
### 3.3 自動車用高性能磁石

Nd-Fe-B系焼結磁石<sup>3)</sup> NEOMAX<sup>3)</sup>は、現在量産されている永久磁石の中でトップクラスの磁石特性を持つ。その用途は、コンピュータのハードディスク用アクチュエータ VCM: Voice Coil Motor)や光学ピックアップなどのIT関連製品、MR( 磁気共鳴診断画像 )装置、スピーカなどの音響機器をはじめ、各種モータ用に広がっている。特に、省エネルギー化が推進される中で、モータの高効率化には必要不可欠な材料であり、いっそうの高性能・高耐熱特性が要求されている。自動車用への応用は1990年ころから具体化し、電気自動車やハイブリッド車、燃料電池車の駆動モータや発電機用に、年間400 tを超えるNd-Fe-B系焼結磁石がすでに使用されている。また、X-by-Wire( 電動制御技術 )化のプログラムとして、EPS( 電動パワーステアリング )用には、コラム式、ピニオン式、ラック式、HEPS( 電動油圧式 )への応用が進み、燃費の向上に加えて、駐車アシストや衝突回避システムなど、電子頭脳との組み合わせによる新しいドライビングの世界が実現されている。さらに、ABSなどの各種センサ用や渦電流ブレーキ( リターダ ), EGR( Exhaust Gas Recirculation )用バルブ・アクチュエータ、電動カーエアコン用などへの需要も増え、過酷な環境下でも機能する高い信頼性を発揮している( 図9参照 )。

### 3.4 ディスク ブレーキ パッド

自動車用ブレーキの摩擦材には、アクティブセーフティへの要求の高まりや、車両運動性能電動制御システムとのマッチ

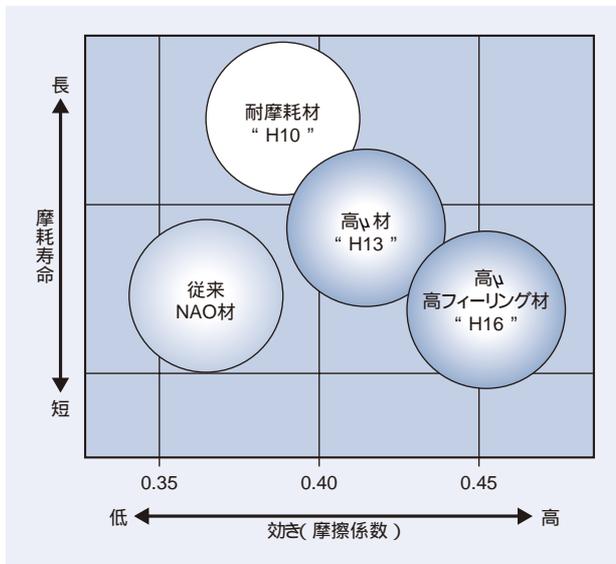
3) NEOMAXは、株式会社NEOMAXの登録商標である。



注：略語説明 B( 磁束密度 ), H( 磁場 )

図9 “ NEOMAX ” 磁石の量産展開

株式会社NEOMAXは、市場ニーズを先取りする焼結磁石を開発し、自動車テクノロジーを支えている。



注：略語説明 NAO( Non-Asbestos Organic )

図10 ブレーキパッドの製品ラインアップ

自動車の安全電制システムとのマッチングを図るさまざまなパッド材を提供している。

ングのために、制動性能の高性能化と安定性の向上がますます強く求められている。一方、制動時の静粛性、長寿命化、さらに環境に配慮した材料のグリーン化も必須要件になっている。日立化成工業株式会社はこれらのニーズに対応するため、静粛性に優れたNAO( Non-Asbestos Organic )系の組成を基本に、高い効きや耐摩耗性を付与するための技術開発を進めており、組成の適性化、および新規添加剤や高性能樹脂の導入などにより、各種の特徴を持つディスクブレーキ

パッドを製品化した( 図10参照 )。

高性能な摩擦材開発には新しい評価・解析手法の導入も不可欠であり、例えば、摩擦相手面となるディスクロータ表面への移着膜の観察や、評価手法の独自開発などを行ってきた。それらの材質特性を生かした製品ラインアップにより、自動車の安全性と、これから拡大する電制システムとのマッチング、快適性の向上を図っていく考えである( 図10参照 )。

## 4 おわりに

ここでは、クリーン環境と予防保全の高度化を実現する日立グループの自動車用材料・部品について述べた。

日立グループは、今後も、グループ内に保有する素形材料、製造プロセス、評価などの材料総合技術を生かし、システムを支える先端的な「モノづくり」の基盤技術を駆使して、自動車産業の発展に貢献していく考えである。

### 参考文献

- 1)大聖：排出ガス対策技術の最新動向，自動車技術，Vol.58，No.9（2003）
- 2)河合：衝突，安全に関する革新的な技術，自動車技術，Vol.59，No.1(2004)
- 3)田中，外：ブレーキにおける革新的な技術，自動車技術，Vol.59，No.1(2004)
- 4)青山，外：挟み込み防止に適した柔軟・全方向検知型ケーブル状感圧スイッチ“JAMCAT”，日立電線，No.2(2001)

### 執筆者紹介



#### 馬場 昇

1970年日立製作所入社，日立研究所 材料研究所 エネルギー材料研究部 所属  
現在，しゅう動材料，表面改質技術の開発に従事  
日本金属学会会員，粉体粉末冶金協会会員  
技術士(金属)  
E-mail : baban @ gm. hrl. hitachi. co. jp



#### 堀部 治

2003年日立化成工業株式会社入社，機能性材料事業本部 開発企画部 所属  
現在，自動車関連製品の企画に従事  
自動車技術学会会員  
E-mail : o-horibe @ hitachi-chem. co. jp



#### 石井利昭

1989年日立製作所入社，日立研究所 材料研究所 電子材料研究部 所属  
現在，自動車用機器の実装材料開発に従事  
高分子学会会員，実装学会会員，ACS会員  
E-mail : ishiit @ hrl. hitachi. co. jp



#### 清水道晃

1987年日立電線株式会社入社，自動車部品製造統括部 電装部品部 所属  
現在，電気自動車用電源ハーネス，自動車用センサ類の開発に従事  
E-mail : shimizu. michiaki @ hitachi-cable. co. jp



#### 箕輪利通

1986年日立製作所入社，日立研究所 情報制御研究センター 情報制御第三研究部 所属  
現在，自動車パワートレインの制御システム技術の開発に従事  
日本機械学会会員，SAE会員，自動車技術会会員  
工学博士  
E-mail : tminowa @ gm. hrl. hitachi. co. jp



#### 関口謙一郎

1994年日立金属株式会社入社，素材研究所 所属  
現在，自動車用部品の開発に従事  
日本機械学会会員，自動車技術会会員  
工学博士  
E-mail : Kenichiro\_Sekiguchi @ hitachi-metals. co. jp