

# 特殊鋼

2012  
Vol.61 No.4

7

*The Special Steel*

特集／自動車のHV・EV化と特殊鋼





# 特殊鋼

## 7 目次 2012

### 【編集委員】

委員長	並木 邦夫 (大同特殊鋼)
副委員長	久松 定興 (中川特殊鋼)
委員	福井 康二 (愛知製鋼)
〃	小椋 大輔 (神戸製鋼所)
〃	西森 博 (山陽特殊製鋼)
〃	出町 仁 (新日本製鐵)
〃	鎌田 芳彦 (住友金属工業)
〃	本田 正寿 (大同特殊鋼)
〃	上田 博之 (日新製鋼)
〃	縄田 隆男 (日本金属)
〃	加藤 方隆 (日本金属工業)
〃	宮川 利宏 (日本高周波鋼業)
〃	佐藤 昌男 (日本冶金工業)
〃	加田 善裕 (日立金属)
〃	柴野 芳郎 (三菱製鋼)
〃	中村 哲二 (青山特殊鋼)
〃	池田 正秋 (伊藤忠丸紅特殊鋼)
〃	岡崎誠一郎 (UEX)
〃	池田 祐司 (三興鋼材)
〃	金原 茂 (竹内ハガネ商行)
〃	甘利 圭右 (平井)

## 【特集／自動車のHV・EV化と特殊鋼】

I. EV・PHVタウン構想の取組みについて	経済産業省 丸山 智久	2
II. HV化・EV化の技術動向		
1. 最新のハイブリッド自動車	トヨタ自動車(株) 近田 滋	7
2. 電気自動車		
(1) 電気自動車で替わる材料とその加工技術	日産自動車(株) 藤川真一郎	11
(2) 次世代自動車用部材に対応する	金型材へのニーズ……日立金属(株) 金内 良夫	15
III. 軽量化・低フリクション化・低騒音化等に資する技術・商品		
1. 動力伝達系		
CVT	ジャトコ(株) 吉田 誠	19
2. 車体系		
(1) ばね	日本発条(株) 岡田 秀樹	23
(2) ハブユニットとドライブシャフト	(株)ジェイテクト 井上 昌弘	26
(3) インホイールモータシステム	NTN(株) 鈴木 稔	29
IV. 会員メーカー及び関連会社の材料・技術の紹介		
純鉄系軟磁性材料 ELCH2、ELCH2S	(株)神戸製鋼所	33
耐ピッチング性に優れた歯車用鋼 KSCM418H	(株)神戸製鋼所	34
軸受のさらなる長寿命化・小型化のニーズに対応する		
新グレード軸受鋼「PremiumJ2」	山陽特殊製鋼(株)	35
高耐久比鋼	新日本製鐵(株)	36
自動車の進化を支える住友金属の特殊鋼	住友金属工業(株)	37



あらゆる素材を次世代に向けて



ISO 9001 (全事業所)

ISO 14001 (特殊鋼部門)

JCSS  
0088

は計量法に基づくトレーサ  
ビリティ制度のロゴです。

流量—小流量国家認定事業者



特殊鋼・高合金・半導体装置

株式会社平井

<http://www.kk-hirai.co.jp/>

本社：〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町2丁目17番9号

TEL.03-3667-7311(大代表) FAX.03-3667-7341~4

営業所：所沢・北関東・名古屋・静岡 加工センター：所沢・北関東

システム事業部(半導体) システム事業部技術研究所



ダイドー電子の製品紹介……………(株)ダイドー電子 39  
 軽量化に資するこれからの素材  
 ・マグネシウム圧延材…………… 日本金属(株) 41

“特集”編集後記…………… 新日本製鐵(株) 出町 仁 43

●一人一題：「特殊鋼への想い（鐵は金属の王なる哉）」  
 ……………大同特殊鋼(株) 紅林 豊 1

■業界の動き…………… 44  
 ▲特殊鋼統計資料…………… 47  
 ★倶楽部だより（平成24年4月21日～6月20日）…………… 51  
 ☆社団法人特殊鋼倶楽部 会員会社一覧…………… 53

特集／「自動車のHV・EV化と特殊鋼」編集小委員会構成メンバー

役名	氏名	会社名	役職名
小委員長	出町 仁	新日本製鐵(株)	棒線営業部 棒線商品技術グループリーダー
委員	福井 康二	愛知製鋼(株)	技術企画部 企画調査室 室長
〃	小椋 大輔	(株)神戸製鋼所	鉄鋼事業部門 線材条鋼商品技術部 課長
〃	西森 博	山陽特殊製鋼(株)	軸受営業部 軸受CS室長
〃	鎌田 芳彦	住友金属工業(株)	棒鋼・線材カンパニー 専任部長
〃	本田 正寿	大同特殊鋼(株)	特殊鋼製品本部 自動車材料ソリューション部 主任部員
〃	内藤 靖	日新製鋼(株)	商品開発部 特殊鋼開発チーム
〃	宮川 利宏	日本高周波鋼業(株)	営業本部 条鋼営業部 担当次長
〃	佐藤 昌男	日本冶金工業(株)	ソリューション営業部 部長
〃	加田 善裕	日立金属(株)	高級金属カンパニー 特殊鋼事業部 技術部長
〃	柴野 芳郎	三菱製鋼(株)	技術管理部
〃	金原 茂	(株)竹内ハガネ商行	技術部長
〃	甘利 圭右	(株)平井	常務取締役



ばね用・精密機器用  
**特殊鋼二次製品**

いかに より お役に立つか

株式会社 **プルートゥス**

本社 〒101-0032 東京都千代田区岩本町3-11-11  
 ☎ 03-3861-0101 FAX 03-3863-6153  
 東京営業所 ☎ 03-3766-6301 FAX 03-3762-8130  
 北関東支店 ☎ 0282-86-6613 FAX 0282-86-6513  
 前橋支店 ☎ 027-266-8361 FAX 027-266-8363  
 仙台支店 ☎ 0224-55-1184 FAX 0224-57-1587  
 新潟プルートゥス ☎ 025-260-7701 FAX 025-260-7812  
 諏訪プルートゥス ☎ 0266-53-0775 FAX 0266-58-0104



## 「特殊鋼への想い (鐵は金属の王なる哉)」

大 同 特 殊 鋼 (株) くれ ばやし  
自動車材料ソリューション部 部長 紅 林

ゆたか  
豊



特殊鋼の仕事に携わって30年近くになるが、特殊鋼との最初の出会いは小学生の頃で、父が手造りしていたノミヤタガネであったように思う。

鍛冶屋を本業としていた訳ではないが、手先が器用であった父は鞆や炉を手造りし、鉄道のレールを細工して金敷を拵え、ノミヤタガネを自作していた。ある日、父は倉庫から自動車用の巻ばねを持ち出すと、炉で加熱し、槌で叩き、真直ぐな棒鋼を造り始めた。炉から取り出された巻ばねは黄色みがかかった赤色で、槌で叩かれる度に少しずつ真直ぐな棒に変形していった。冷めてくると黒みがかかった赤色に変色し、槌で叩いても変形しなくなり、頃合いを見ては炉の中に戻される。そんな作業が何度か繰り返されると、巻ばねは真直ぐな棒鋼に生まれ変わっていた。加工が終わると、また炉の中で加熱されたが、今度は赤みがかかった程度の温度で炉から取り出され、水の中に放り込まれた。当時の私には、父の作業が熱間鍛造であり、焼入れ焼戻し処理であったことが分かる訳も無いが、それが特殊鋼との最初の出会いであった。父は金属材料の専門家でも無かったし、誰かの作業を見よう見真似で覚えた作業ではあったろうが、物を造り出す父を尊敬したものである。

時を経て、特殊鋼に従事することになったが、特殊鋼の開発や製造に従事すればするほど、特殊鋼の奥深さに魅了されていった。本田光太郎先生の名言でもある「鐵は金属の王なる哉」。正に、的を得て妙である。特殊鋼は実に正直であり、嘘をつかない。どこかに嘘があれば、逃すことなく嘘を見破ってしまう。強敵ではあるが、正直で有りさえすれば極めて心強い味方である。我々は、長い年月を経て、真摯に鐵と向き合うことで、鐵を味方にする事ができたのではないだろうか。

一方、鉄の面白い処は、王様であると同時に異端児だと言うことである。自然界の物質は温度が下がれば収縮するが、鐵を急冷すると膨張する(マルテンサイト変態)ことがある。他の金属には無い「変態」と言う奇異な特性を有していることが、鐵の異端児たる所以である。実務を通じ、鐵が王様で有り異端児であることを実感することで、特殊鋼に魅了されていたように思う。

大学の講義や講演会などでお話しさせて頂く機会が有るが、一人でも多くの方に特殊鋼の面白さを伝えたいと常々考えている。特殊鋼業界も転換期を迎えようとしている。少しでも多くの特殊鋼ファンを得て、これからの難局に立ち向かいたいものである。







## 特集 2010への展望

# 自動車のHV・EV化と特殊鋼

## I. EV・PHVタウン構想の取組みについて

経済産業省 製造産業局 自動車課 **丸山智久**

### まえがき

地球温暖化対策やエネルギーセキュリティの確保、また我が国の自動車産業競争力強化のためには、環境性能やエネルギー効率に優れ、世界的な競争が激化している電気自動車 (EV)、プラグインハイブリッド車 (PHV) の普及が重要となります。自動車メーカーも量産車として販売を開始するなど、普及に力を入れているところです。

経済産業省では、EV・PHV普及に先駆的に取組む18の都府県を「EV・PHVタウン」として選定し、その集中的な取組結果から普及モデルの確立を図り、それを日本全国へ展開することを目指しています。

EV・PHVタウンのこれまでの取組みから得られた気付き等の情報について、「EV・PHVタウン構想ベストプラクティス集Ⅱ」として取りまとめ、本年1月に公表いたしました。他の自治体やEV・PHVに関心のある方々にも参考としていただき、EV・PHVの普及が加速していくことを期待しています。

本稿では、「EV・PHVタウン構想ベストプラクティス集Ⅱ」を中心に、各EV・PHVタウンや経済産業省による普及推進に向けた取組み等の紹介を行います。

### ◇ EV・PHV普及に関する 経済産業省の取組みと目標

各EV・PHVタウンの取組みを紹介する前に、経済産業省としての取組みや目標を紹介いたしま

	2020年	2030年
従来車	50～80%	30～50%
次世代自動車	20～50%	50～70%
ハイブリッド自動車	20～30%	30～40%
電気自動車 プラグインハイブリッド自動車	15～20%	20～30%
燃料電池自動車	～1%	～3%
グリーンディーゼル自動車	～5%	5～10%

図 1 次世代自動車戦略2010より

す。

経済産業省が2010年4月に発表した「次世代自動車戦略2010」では、2020年までに乗用車新車販売台数の最大20%をEV・PHVとすることを政府目標としています(図1)。また、EV・PHVが国内普及目標に沿って普及した場合に備え、日本全国の充電設備について2020年までに普通充電設備200万基、急速充電設備5千基の設置を目指しています。

### 1. 経済産業省の取組み

上記政府目標の達成に向け、経済産業省では様々な取組みを行っていますが、ここでは3点に絞って紹介します。

#### (1) 購入補助

EV・PHVや充電設備の購入にあたり、国からの補助金を用意しています(図2)。

EV・PHV購入者(民間団体等及び個人)には、通常車両との価格差の1/2以内の補助金が交付されます(2012年度)。



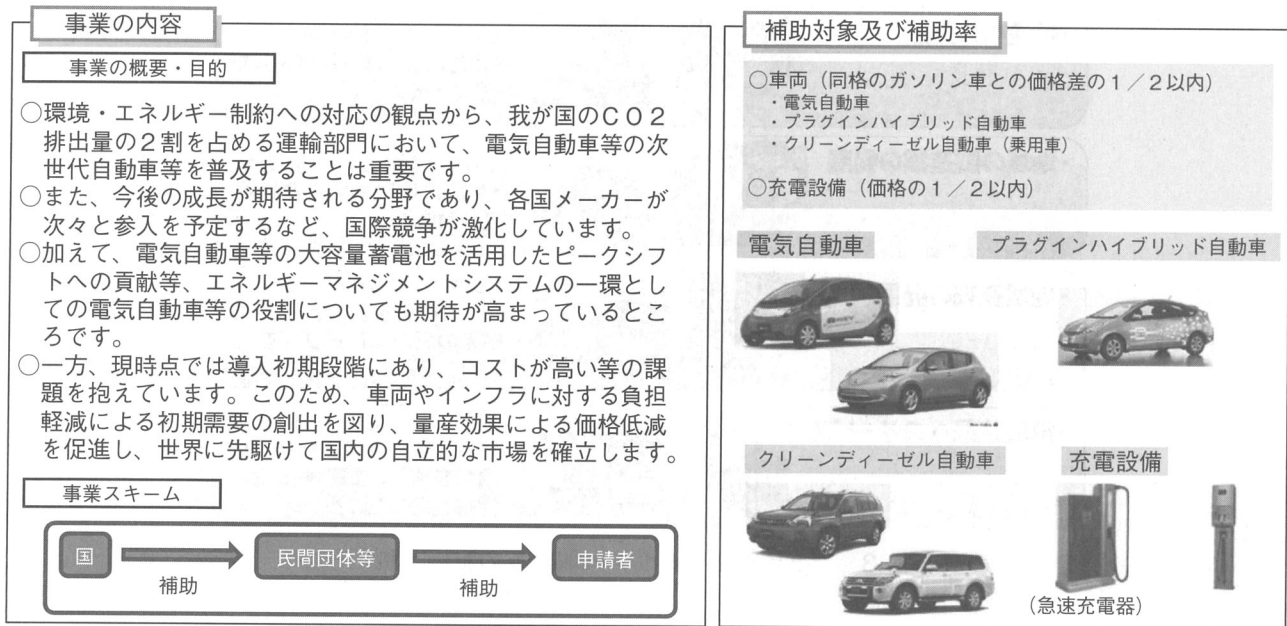


図 2 クリーンエネルギー自動車等導入促進対策費補助金

(2) 充電設備設置にあたってのガイドブック  
EV・PHVの普及に向けて欠かすことが出来ないのが充電設備ですが、充電設備の設置にあたってはいくつか注意すべき事項があります。そこで、2010年10月には各種情報を取りまとめ、充電設備を新たに設置しようとする者の参考となる「電気自動車・プラグインハイブリッド自動車のための充電設備設置にあたってのガイドブック」を策定いたしました。なお、電気自動車専用急速充電器の同一敷地内複数契約を可能とする特別措置が認可されるなど、一部規制等の見直しがありましたので、ガイドブックの見直し作業を進めています(2012年6月現在)。

(3) EV・PHV情報プラットフォーム  
EV・PHVタウンにおける取組みをはじめ、次世代自動車に関する情報をウェブ上での情報共有の場として、「EV・PHVタウン情報プラットフォーム」を経済産業省のホームページ上で公表しています。

ここでは、次世代自動車戦略2010、EV・PHVタウンベストプラクティス集Ⅱ、充電設備設置にあたってのガイドブックなど、本稿で記載している発表物を全て掲載していますので、是非ご活用ください。

(<http://www.meti.go.jp/policy/automobile/evphv/index.html>)

### ◇ EV・PHVタウンの概要

前述のとおり、EV・PHVタウンとして現在18都府県（愛知県、青森県、神奈川県、京都府、東京都、長崎県、新潟県、福井県、大阪府、岡山県、沖縄県、岐阜県、熊本県、埼玉県、佐賀県、静岡県、栃木県、鳥取県）を選定しています。各EV・PHVタウンでは、それぞれの地域の特徴を活かし、趣向を凝らしてEV・PHVの普及活動を行っているところです。その結果、日本におけるEV・PHVや充電設備の半数以上がEV・PHVタウンに集中しています。

各タウンが熱心に取組む背景には、主に環境への貢献、地域の製造業の発展、地域観光の発展、地域住民へのサービスなどが挙げられます(図3)。各EV・PHVタウンでは、それぞれの地域特性を十分に考慮した上で、様々な狙いを持って取組みを進めています。

EV・PHVタウンでの普及推進取組みにおいて全般的に重要と考えているのが、以下の3点です。

1. 普及啓発の促進
2. 初期需要の創出
3. 充電インフラ整備

以下、各々について説明します。



図 3 各EV・PHVタウンの取組みの狙い(例)

### 1. 普及啓発の促進

#### (1) 普及啓発活動の重要性

EV・PHVは、従来のガソリン車とは異なる特性があります。当然のことながら、ガソリン車よりも優れているところもあれば、劣っているところもあります。EV・PHVの特性は、今でこそ知られてきつつありますが、それでもなお印象論が先行し、正しく理解されていないことが少なくありません。そこで、まずはEV・PHVの特性をよく知ってもらうことが、普及にあたって極めて重要になります(図4)。

#### (2) 普及啓発策

各EV・PHVタウンでは、様々な普及啓発策が行われていますが、主な取組みを紹介します。

##### ◆試乗会・展示会

EV・PHVをより身近なものとして認識しても

らうため、イベント等で車両展示や試乗会を開催しています。参加者がEV・PHVの良さを実感できるため、試乗会は効果的との声もあります。

##### ◆ホームページやロゴマークを活用した普及啓発

各EV・PHVタウンでは、関係情報を掲載したポータルサイトの開設や独自のロゴマークを活用した普及活動が行われています(図5)。

### 2. 初期需要の創出

#### (1) 公用車の率先導入

初期需要を創出し都府県内の普及を促進するため、ほぼ全てのEV・PHVタウンにおいて公用車としてEV・PHVを導入しています(2010年度末285台→2011年度末477台、推計含む申告ベース)。公用車としての導入だけでは需要の創出効果として

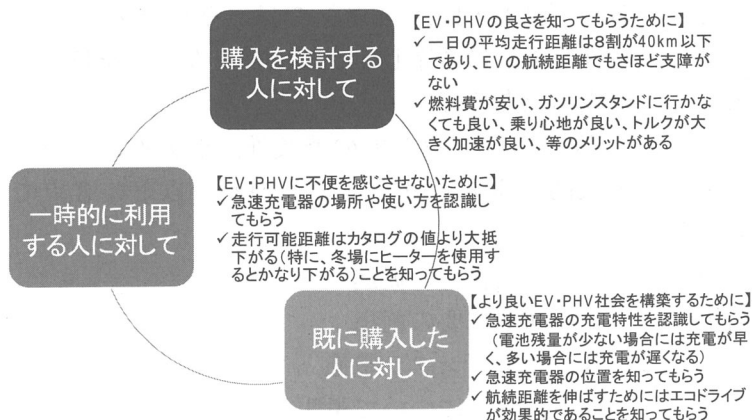


図 4 普及啓発の内容の一例



図 5 愛知県のロゴマーク



は限定的ですが、まずは推進する立場の方がEV・PHVの特徴や良さを実感できる点や、走行データの取得・分析が容易であるなど、副次的なメリットもあります。

(2) 購入補助・税制優遇

国による補助金とは別に、多くの自治体が独自の補助を行っています。金銭的メリットに訴えかけることは利用者にとって非常に分かりやすいとの声もあります。

3. 充電インフラ整備

(1) 概略

EV・PHVへの充電は、利用者の自宅もしくは事務所（プライベートな場所）において夜間電力を活用することが基本であり、まずは利用者自らが充電設備を設置していくことが重要です。

一方で、従来のガソリン車と比べて1回の充電における走行距離が短いEVでは、自宅もしくは事務所外（パブリックな場所）における充電インフラの整備も重要です。

充電設備には、100Vおよび200Vのコンセント、200Vのポール型普通充電設備、急速充電設備等の種類があります。各EV・PHVタウン等では、設置場所や充電時間、設置費用等に応じて整備し

ています（図6）。

(2) 充電インフラ整備の手法

パブリックな充電設備の整備について、普及初期段階では国や自治体の関与が不可欠です。EV・PHVタウンにおいても、それぞれの目的やまちづくりに合わせた整備をしていますが、以下の共通手法が見られます。

◆率先整備

自治体自身によるものだけでなく、地域の有力企業等と協力しつつ、様々な場所においてパブリック充電設備を率先して整備しています。

◆充電設備位置の周知

充電設備の位置を気付きやすくするため、統一ロゴマークなどを掲示して視認性を高めています。特に広い駐車場や夜間では、充電設備までのわかりやすい案内も重要となります。

◆位置情報の公表

多くの自治体が充電設備の位置情報をウェブや紙媒体にて公表しており（図7）、運行計画を立てる場合やEV利用者の不安緩和に役立っています。

◆補助金

国による補助金とは別に、多くの自治体が独自の補助を行っています。国による補助金では含ま





充電設備の種類		普通充電			急速充電
		コンセント		ポール型普通充電器	
		100V	200V	200V	
					
想定される充電場所(例)	プライベート	戸建住宅・マンション、ビル、屋外駐車場等		マンション、ビル、屋外駐車場	- (ごく限定的)
	パブリック	カーディーラー、コンビニ、病院、商業施設、時間貸し駐車場等			道の駅、ガソリンスタンド、高速道路SA、カーディーラー、商業施設等
充電時間(一例)	航続距離160km	約14時間	約7時間		約30分
	航続時間80km	約8時間	約4時間		約15分
充電設備本体価格例(工事費は含まない)		数千円		数十万円	百万円以上

図 6 充電設備の種類と特徴



図 7 京都府の例

れない設置工事費への補助や、特定地域のみ補助など戦略的に対策を行っている例も存在します。

### (3) 課金に対する考え方

現在、公開している充電設備の多くは無料開放されています。普及初期段階では無料開放によりEV・PHVの普及促進を図るという考え方もありますが、無料であるがゆえに自宅等で充電せずに近隣の充電器を頻繁に利用するなど、望ましいとはいえない事態も顕在化しつつあります。充電設備については高額な設置費・運営費の負担がかかることから、個人的見解としては、健全な市場育成のためにも課金（有料利用）は積極的に進めるべきだと考えています。

実際に、いくつかの課金ビジネスが立ち上がりつつあり、ビジネスベースで充電設備の整備が加速されることも期待されます。ただし、初期段階にて顧客囲い込み策が過度になると、会員以外のEV・PHV利用者が「電欠のおそれがある場合に充電できない」あるいは「高額な料金を請求される」といった、結果として利用者の利便性を損なう可能性も否定できません。そのような事態とならないためにも、課金ビジネスの立ち上げにあたっては、EV・PHV利用者目線を強く意識したビ

ジネス展開が期待されます。

## 4. その他特徴的な取組み

### (1) 中山間地域での取組み

過疎化が進む地域では、ガソリンスタンドが減少しており、給油のために長距離走行が必要な場合があります。その点、自宅で充電可能なEV・PHVについては、ガソリンスタンドに行かなくて良いという大きなメリットがあり、その点では地方でのセカンドカーとしての可能性が存在します。一方で、セカンドカーとしてはEV・PHVはまだまだ車体価格が高い状況です。そこで、岐阜県ではEV・PHVを住民のモニターに貸し出して、その導入効果を実証的に調査しております。

### (2) 近隣自治体の連携

各EV・PHVタウンでの取組みも同一県内だけにとどまらず、近隣自治体と連携した取組みが増えています。例えば、岡山県と鳥取県は共同でEV観光ルートを設定し、効率的な急速充電器の設置をしており、また新潟県と埼玉県も、群馬県を含めた国道17号線ルートでの急速充電器の設置を行っています。

## むすび

本稿で紹介したとおり、これまでの取組みから得られた気付き等の情報については、「EV・PHVタウン構想ベストプラクティス集Ⅱ」に取りまとめています。一方で、EV・PHVが一定普及しつつある現状のなか、充電インフラについては集中的・効率的に整備していくことが重要です。今後は、EV・PHVタウンでの取組みのなかで、地域特性等に応じた整備手法について検討を進めていく予定です。

経済産業省としても、EV・PHVタウンの取組みをはじめとした各種施策を通じて、将来的な課題の解決や情報提供など、EV・PHVの普及に向けた取組みを引き続き行っていきます。



## II. HV化・EV化の技術動向

### 1. 最新のハイブリッド自動車

トヨタ自動車(株) こんだ しげる  
シニアスタッフエンジニア **近田 滋**

#### まえがき

19世紀後半、米国において大規模な油田開発が行われ、20世紀に入ってT型フォードにより自動車の大量生産が確立されたことで自動車は広く一般に普及することとなった。

自動車は比較的安価で便利な石油の大量供給により、その後の発展を続けてきた。

しかしながら、その石油あるいは化石燃料の将来にやや不安が出てきた。需要の伸びに対し、新たな油田の発見が追従できず、遠くない将来オイルピークが訪れるといわれている。

さらに環境の世紀といわれる21世紀において、負の遺産とも呼ばれる地球環境問題、都市環境問題、エネルギー問題等の早期解決が期待されている。

ガソリン車が登場して120余年が経過し、2002年には8億台を超える自動車が世界中に普及するに至っている。2020年頃、自動車の普及は12億台になるとの予想もある。

このような状況において、自動車を取り巻く環境、すなわちオイルピークやCO<sub>2</sub>による地球温暖化に対し、持続可能なモビリティ社会(sustainable mobility)を目指し、様々な努力を続けている。

#### ◇ 究極のエコカーを目指して

トヨタ自動車においてはハイブリッド車を中心に、環境にやさしく、かつ自動車の利便性や運転の楽しさを目指したクルマの開発を進めている。ただし、必ずしもエコカー＝ハイブリッド車ではない。従来のガソリンエンジンやディーゼルエンジンの更なる性能向上、車両走行性能向上による走行時の様々な抵抗や損失の低減、動力伝達機構の開発など、様々な要素・基盤技術を組み合わせることにより、究極のエコカーの実現を目指して

いる。

自動車から排出されるCO<sub>2</sub>の総量を求めるため、平均的自動車走行といわれる2000ccの車で走行距離9.4万Kmと仮定する。計算上では、CO<sub>2</sub>は約26 t 排出され、その86%が走行時に発生している。それ以外は、車両製造時、車両に使われる素材製造時、車両製造のための物流時などに発生するが、86%を占める自動車走行時におけるCO<sub>2</sub>排出量を極限まで減らさなくてはならない。

#### ◇ 自動車の軽量化

軽量化は自動車開発においては、永遠のテーマと言っても過言ではない。軽量化は燃費の向上に直接つながる。すなわちCO<sub>2</sub>排出量の低減に大きく貢献する。10・15モードの10万km走行時の発生CO<sub>2</sub>量を試算すると、例えば重量1,200kgの車を1,000kgにする。すなわち200kgの軽量化を行うとCO<sub>2</sub>排出量を約1 t 減らすことができると試算している。

やや古いデータになるが、1968年から2000年までの車両の構成材料毎の重量比を見ると、鋼板・鋼材・鋳鉄など「鉄」は75%から69%に減少しているのに対し、非鉄金属は6%から11%に増加している。樹脂は3.6%から9%への増加である。但し、これは鉄を非鉄や樹脂に代替しているというだけではなく、例えば高強度鋼の開発による薄板化や部品小型化なども含まれる。

#### ◇ 様々な1次エネルギー

自動車用燃料のもととなる1次エネルギーには様々な形態がある。

従来の内燃機関用の液体燃料としては石油・天然ガス・石炭・バイオマス、電気自動車やハイブリッド車用電気エネルギーとして化石燃料による発電・水力・太陽光などの自然エネルギー、原子

力発電などがある。しかし石油に替わるエネルギーの普及のためには、自動車用エネルギー製造時のCO<sub>2</sub>排出量低減技術開発、インフラの整備などの課題が残されている。

### ◇ ハイブリッド車

これまで述べてきた背景を元に、100種を超えるハイブリッドシステムの中から、トヨタハイブリッドシステムと名付けられたガソリンベースのハイブリッド車が選択された。トヨタハイブリッドシステムの特徴は、

- ・駆動用と発電用の2つのモータ
- ・高出力密度電池
- ・シンプルなプラネタリギヤセットによる動力分割機構

である。以下、システムの動作を述べる。

発進時、および低中速走行などの軽負荷時など、エンジン効率の悪い領域では、エンジンを停止し、バッテリーからの電力によるモータのみで走行する。

通常走行時は、エンジンパワーを動力分割機構により2経路に分割する。一つは車輪を直接駆動する経路、残る一つは発電機を駆動させて発電する経路で、この電力によりモータを駆動する。この2つの経路は状況に応じて最適効率となるような割合に配分され、軽負荷で余った電力はバッテリーに充電される。

全開加速時はバッテリーからも電力が供給され、エンジン駆動力とモータ駆動力により、レスポンスの良いなめらかな動力性能と加速性能を向上させている。アクセルを緩める減速時やブレーキ制動時は、車輪がモータを駆動させる。これにより、モータは発電機として機能して制動エネルギーを電力に変換し、バッテリーに充電を行う。

### ◇ システムの進化

1997年の初代プリウスを発表した後、市場からの多様な要求に応えるべく、様々な開発・改良が進められている。例えば、システム電圧は、初代プリウスの288Vに対し、現在のプリウスでは昇圧回路の導入により650Vまで高電圧化している。同じ電流値で駆動させるモータにおいては、電圧をあげる事で出力を増加させることができる。あ

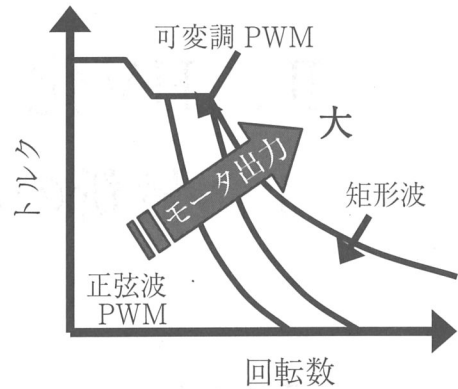


図 1 モータ回転数-トルクと、制御方法

るいは、モータ出力が同じ場合は、電流値を下げる事ができるため、電気損失を低下させ高効率を得ることができる。モータの制御では、PWM (Pulse Width Modulation) 制御が用いられている。プリウスでは、図1に示すように、トルクと回転数に応じて正弦波PWM、可変調PWM、矩形波の3種類のパターンを使い分けている。

例えば、制御性を必要とされる低速域では正弦波PWM制御が適している。高い出力になるに従い、可変調PWM制御、矩形波制御が選択され、モータ高出力化をより効率的に実行している。

モータ動力伝達についても、プラネタリギアとチェーンの構造から、動力分割機構と減速機の機能を、2つのプラネタリギアに持たせ、コンパクトな搭載を実現している。これら2つのプラネタリギアが、高速モータの小型化を可能にしている。

### ◇ コンパクトハイブリッド車の開発

様々なハイブリッドシステムがある中、トヨタハイブリッドシステムでは、エンジンとモータを走行条件別に、何れか、或いは両方、と使い分け、常に効率の最適化を求めるエネルギーマネジメントシステムとなっている。必要に応じてエンジンを止め、EVのように電気走行ができるため、静粛性や燃費、動力性能で高いパフォーマンスを示す。トヨタがHVを中心に開発を進めているのは、電気自動車、プラグインハイブリッド車、燃料電池車など、将来の環境対応車の要素技術を包含するコア技術だからである。

プリウスにはハイブリッド車両開発において、



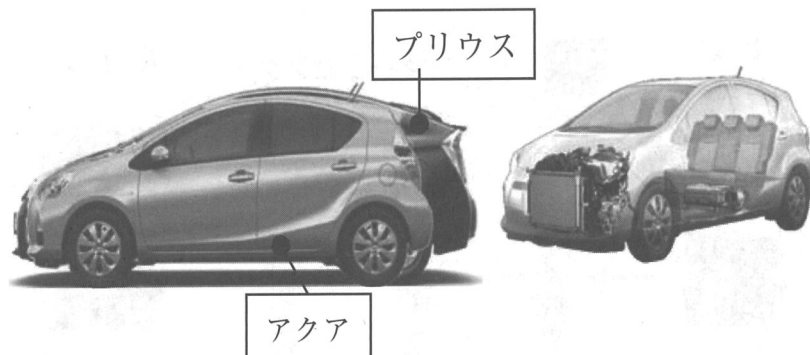


図 2 コンパクトハイブリッド車アクア

最新の技術が織り込まれている。しかし、カスタマーのニーズに応えるため、コンパクトクラスのハイブリッド車開発が必要である。そのため、2011年アクアの販売を開始した。アクアでは、プリウス技術の踏襲・改良に加え、各ユニットの更なる小型化と最適設計を行った。モータの小型化を例に紹介する。モータの固定子にはマグネットワイヤ（モータ巻き線）が巻かれるが、構造上、電磁鋼板を積層した固定子の上下端面からはみ出る部分、すなわちコイルエンドと呼ばれる個所ができてしまう。これを小さくすればモータの小型化につながる。また、固定子のスロットと呼ばれる部分に挿入されるマグネットワイヤの断面積（占積率）を大きくすることは、同様にモータの小型化に大きく寄与する。

アクアでは、従来のような断面の丸い銅線を、平角線に変え、また、巻線方式を金型成型に変えることで、占積率向上、コイルエンドの縮小を実現した。

このように各ユニットに従来の構造に拘らず、新しいアイデアを織り込むことで、コンパクトハイブリッド車アクアを開発した（図2）。

#### ◇ プラグインハイブリッド

電気自動車には多くの利点がある。化石燃料のみならず様々な1次エネルギーから電気エネルギーを得ることができるため、大切な資源の有効活用につながる。電気自動車の走行時における排出ガスはゼロである。これまでのエンジンや動力伝達機構を必要としないため、シンプルな構造も期待できる。

一方、運転者の心理から、航続距離が課題とな

っている。例えば1日30km走行する運転者でも、航続距離が200kmであるような電池の搭載を望む。現在のバッテリーを用い、200kmの航続距離を保証しながら、1日30km走行を考えると、クルマに要求される軽量化や手に入れやすい価格を両立させるのは極めて困難である。そこで考えられたのがプラグインハイブリッド車である。ハイブリッド車で培ってきた技術を基盤に、電気自動車の機能を追加することによって、電池の大きさやコストを必要最小限に抑え、電気自動車（EV）の電池が切れたら走行不能になるという不安を解決した。EV走行時には様々な1次エネルギーから生み出された電気エネルギーを使うため、ガソリン等の化石燃料の消費を抑えることも期待される。

プラグインハイブリッド車は、家庭用電源からの充電を可能にし、この電気エネルギーを使い切るまでEV走行が可能である。その後は先に述べた従来のハイブリッド車の仕組みによって走行の継続が可能である。例えば、日常の通勤や買い物では電気自動車として走行し、休日のレジャーや遠出などの長距離使用はエンジンとの併用によるハイブリッド車として走行する。電池の残存量や充電インフラの整備状況を気にせずに使用することができる。プラグインハイブリッド車開発において「EV走行可能距離をいくりにするか」というのは重要なポイントである。長いほどよいと思われるかもしれないが、そのためには搭載する電池量が増えるため、車両重量の増加、車両価格アップなどを招く。トヨタではプラグインハイブリッド数百台を日本のみならず、

米国、欧州などの官公庁、自治体、電力会社、

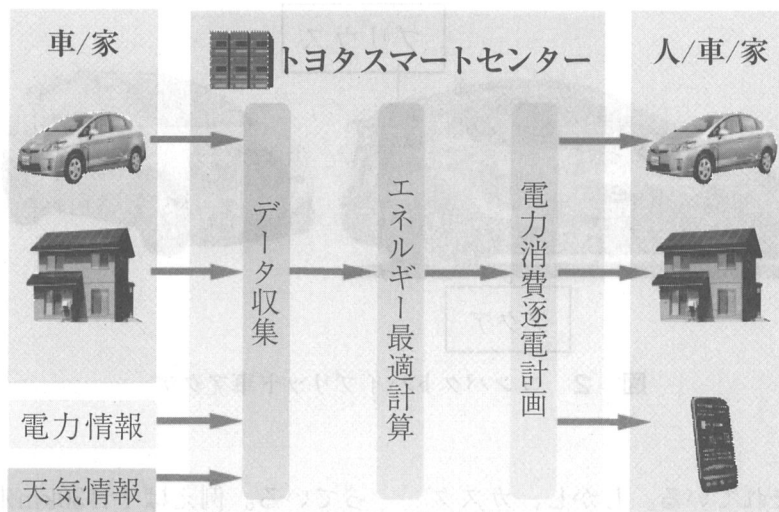


図 3 トヨタスマートセンター

法人等に提供し、実証実験を行ってきた。国、個人で様々な形態があるが、1日の走行距離が20km程度のユーザーがほぼ半数を占める。この20kmを目安としたプラグインハイブリッド車が実験に用いられた。ユーザーによる充電頻度の違い、冬場のヒーターの使用、渋滞の頻度など、様々な要因によって、燃費に差が出る。また、満充電を行わないで走行を開始すると、EV走行距離が短縮されるため、燃費効果が減少することも明確になった。これらから、プラグインハイブリッドの普及のため、充電の利便性向上が重要である事がわかる。自宅外での充電を可能にするインフラも重要であり、実証実験において、スーパー、コンビニ等に充電スタンドを設けることで、日当たりの充電回数が明らかに増える事も確認されている。

プラグインハイブリッド車開発においては、上記の他にも、様々な努力が重ねられた。2012年モ

デルのリチウムイオンバッテリーは、2010年モデルと比較して、重量は半減している。電池の高エネルギー化や電池の構成材料の更なる軽量化の積み重ねによる結果である。

#### ◇ 今後

ハイブリッド車、電気自動車とも、限られた資源の有効活用、CO<sub>2</sub>排出量低減などの環境対応が主たる目的である。これまで、自動車走行に必要なエネルギーとしての電気、あるいは排出ガスについて述べてきたが、電気を作る際にCO<sub>2</sub>が発生する。今後も持続可能なモビリティ社会の為に、CO<sub>2</sub>発生量の少ない電力製造技術との共存も併せて進めていかなければならない。

さらに、将来の電気自動車やプラグインハイブリッド車の拡大に応える為、図3に示すトヨタスマートセンターを開発し、青森県六ヶ所村にて、実証実験も続けられている。



## 2. 電気自動車

### (1) 電気自動車で替わる材料とその加工技術

日産自動車(株) ふじ かわ しんいちろう  
PT生産技術本部 **藤川 真一郎**

#### まえがき

当社では、2010年の12月に電気自動車『リーフ』を日米で発売を開始し、2012年4月時点で、累計27,000台の販売を記録している。この『リーフ』はここ数年の環境問題の深刻化に伴い、会社として『ゼロエミッションでリーダーになる』を経営戦略の柱の一つとして掲げて開発を進めてきた商品である。

さて、電気自動車の歴史は意外と古く、米国のFORDミュージアムには1900年当時の電気自動車が展示されているが、このクルマはガソリン車がT型フォードで大量生産の幕開けを迎える以前に作られたものである。しかしながらガソリン車のその後の発展に比べ電気自動車はまったくといってよいほどに発展しなかった。では『リーフ』はなぜ発売できたのか、その技術革新のポイントを簡単に述べると、

- ① バッテリーそのものの技術革新
- ② 駆動モータとインバータの制御技術革新
- ③ 車体の軽量化技術
- ④ 電気自動車を中心にしたITインフラの革新

である。

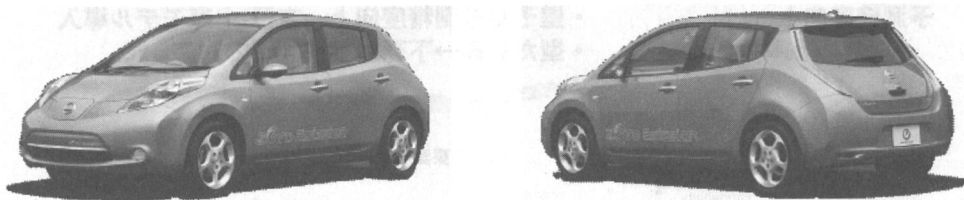
上記の技術革新により、リーフは5人乗りオリジナルデザインを採用し、最高出力80Kw、最大トルク280Nmの交流同期モータを、容量24kWh・出力90kW以上のリチウムイオンバッテリーで駆動するシステムで、最高時速140km/h、一充電航続距離160kmを実現した。(リーフの外観と主要諸元を図1に示す)

本稿では、電気自動車に求められる新しい生産技術と今後の材料、加工技術への期待を述べている。

#### ◇ 車体軽量化のための 素材の成形技術の向上<sup>1)</sup>

電気自動車にはバッテリーが搭載されており、航続距離を伸ばす課題から、従来車よりさらに厳しい軽量化が望まれている。そのため、車体軽量化のために高張力鋼板やアルミニウム板の採用が優先的に行われた。ここでは車体軽量化のための素材の成形技術の改善例について紹介する。

- 1. 高張力鋼板の内製化によるノウハウの構築  
当社では、超高張力鋼板などの新しい材料に関



#### 【スペック】

定員	5名	最高速度	140km/h以上
駆動方式	モーター前置き、前輪駆動	電池	ラミネート型リチウムイオン (AESC製)
電動機 (最高出力・トルク)	交流同期モーター 80kW・280Nm	電池容量・出力	24kWh・90kW以上
走行距離	160 km以上 (US LA4モード)	主要装備	専用ITシステム

図 1 日産リーフの外観と主要諸元

しては必ず内製化しノウハウを構築するようにしている。図2は、その開発内容を示したものであるが、まずワレシワの予測精度向上、特に高張力鋼板の場合は軟鋼板とは異なり、初期に発生したしわが最後まで残り、型のかじりや偏磨耗につながるため高張力鋼板オリジナルの予測技術が求められる。次にスプリングバックの予測であるが、近年、材料モデルを高精度化することで、壁ソリ、ねじれの予測精度が上がり、軟鋼板とほぼ同じ修正回数で目標品質を達成できるようになってきた。今後は、プレス機械、型たわみを考慮することでさらなる精度向上が課題であると考えている。

## 2. アルミニウムの造形再現性技術の向上

アルミニウム材料は、ボンネットやドアなどのカバーパーツに主に採用されることが多い。この場合課題となるのはスプリングバックにより、デザイナーが意図した曲率や凹凸が再現できないことである。当社は、軽量化のために早い段階でアルミニウム材を採用してきて、造形面のスプリングバック予測及びデザイン面の見込み技術の構築に取り組んできた。現在では、デザイナーの意図を確認した上で、金型に作りこみ、デザインを再現するノウハウをほぼ確立できている。

### ◇ リチウムイオンバッテリーの生産技術<sup>1)</sup>

バッテリー生産工程を(図3)に模式的に示した。工程を大別すると、①電極製造工程、②セルとモジュールの製造工程、③バッテリーパック製造工程

で構成される。これらの製造工程で、最も重要なのが、セル製造工程で、この工程は電極切断、積層・接合、ラミネート包材に入れて電解液を注入、封止後の初充電、エイジング検査工程などからなる。重要な課題は、金属粉などの異物ならびに水分・ガス分の除去である。そのため異物発生源対策、発生してしまった異物の徹底除去、さらにエイジング工程での全数試験により不具合品の下流工程流出防止管理を徹底している。

電極切断には、剪断刃を用いた型加工を行っており、型の耐久性が費用増減に直結するほか、切断精度が異物発生に大きく影響する。したがって、金属材料、表面処理、金型構造、切断工法など総合的な対応が必要となる。

電気自動車のバッテリーに必要なエネルギー容量のためには車両一台あたりに約200個のセルが必要であり、個々のセルには35枚から40枚の電極が必要になるので、切断枚数では車両一台あたり8,000枚に近い規模になる。切刃の寿命と安全性を考慮すると金型総数はかなりの数になる。図4に加工内容を示す。積層工程における直線カットは使用する金型もシンプルで異物量を少なくすることも比較的容易である。L字カットは曲線部を含む複雑な形状であり、高精度かつ短サイクルでの金型保全が必要である。集電箔切断は金属箔を積層した状態での切断のため、さらに強度的な要求が加わる。これらの加工にどのような切断技術を採用し、最適なツールを開発できるかが要素技術分野とあわせ今後の課題である。

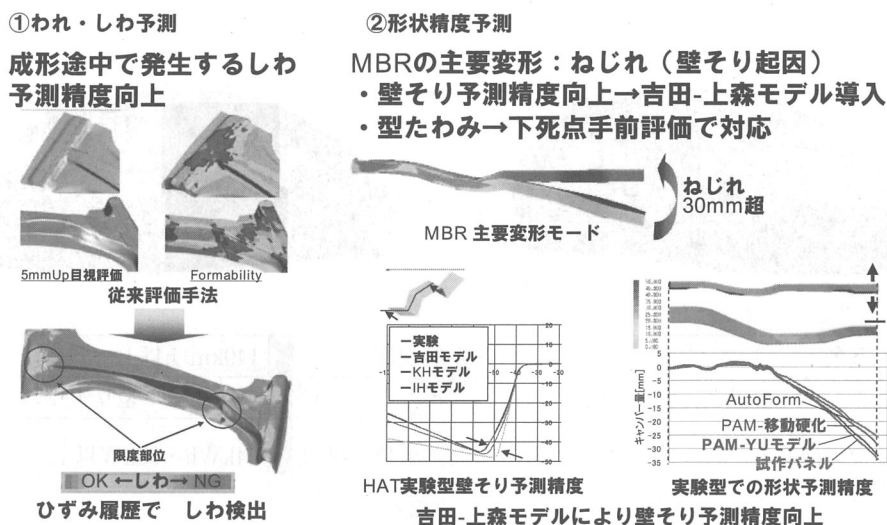


図 2 高張力鋼板での精度予測

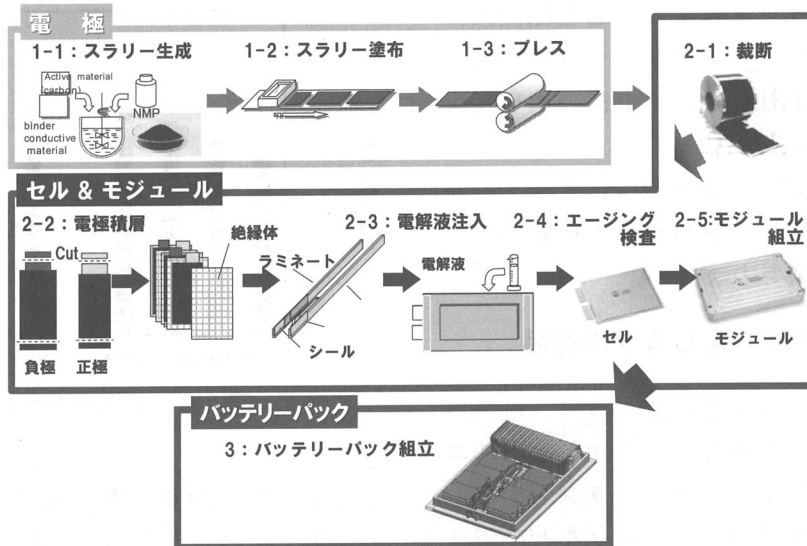


図 3 バッテリーの生産プロセス

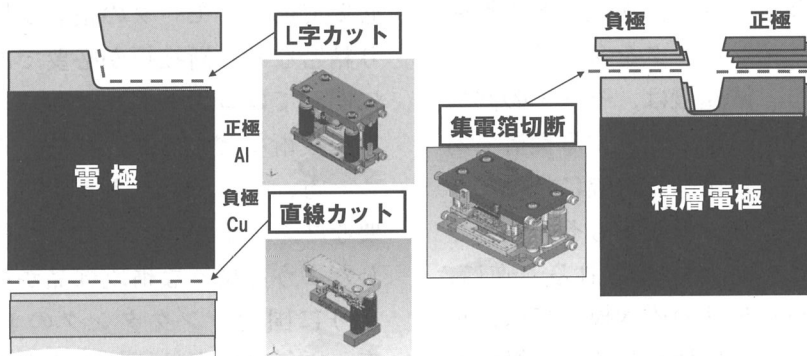


図 4 加工形状と金型

#### ◇ モータの開発と生産技術<sup>2)</sup>

電気自動車にとって車両の軽量化、高性能のバッテリーと同様に、高性能なモータの開発と量産化が重要である。本車両へ採用されたモータは様々な地域で使用されることを想定してオリジナル設計を行った埋め込み磁石型同期モータで、小型でありながら高出力、高効率を実現し、EVならではの高応答レスポンスを生み出している。

ロータ、ステータは、電磁鋼板が積層され形成される(図5)。本モータでは0.35mm材よりも低鉄損で、かつカシメ締結可能な0.3mmの電磁鋼板を選択している。生産には打ち抜きとカシメ積層を一台の順送プレスで行い、高速な生産を可能にしている。

ロータに挿入される磁石はネオジム焼結磁石を使用しているが、磁石での渦電流損失による発熱

を低減するため本モータでは分割後再接着した分割磁石としている。磁石の高温での性能向上のため、Dyなどの重希土元素が用いられているが、この価格の高騰により材料歩留まりの向上や、レアアース低減技術の開発が大きな課題となっている。

同期モータのステータ巻線には分布巻きと集中巻きがあるが、本モータにおいては磁気回路面で有利な分布巻きとしている。線径0.75mmエナメ

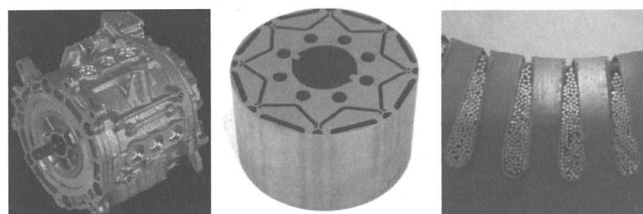


図 5 モータの外観とロータ・ステータ



ル線を使用し、インサータによる自動巻線挿入にて量産している。ステータのスロット内に挿入する巻線量の占積率は他社に比べても高い値を実現して熱性能向上に貢献している。

これら電磁鋼板、磁石、巻き線は、モータの性能を大きく左右するため、材料や加工技術のさらなる開発が大いに期待されている。

#### ◇ EV化によって変わる構成部品

従来のレシプロエンジン車と比べると、電気自動車は外観上の差はあまりない。しかしそのユニットは大きく異なる。エンジンとトランスミッションは、モータ、減速機、インバータなどに置き換わり、ガソリタンクは、バッテリーに置き換わる。

モータでは、電磁鋼板、磁石、銅線などの機能部品が新しく加わり、インバータを含め多くの電装品が設定されている。減速機は、モータの回転数をタイヤの実働の回転数まで減速する機構であるが、従来あった変速機に比べ、大幅に単純化されている。エンジンとモータにしてもその大きさや部品点数に関して大幅に簡素化される。逆に、ガソリタンクからバッテリーの置き換えでは、重量的にも、部品点数的にも増加される。3節で紹介した構成部品が新たに設定されている。

エンジンやトランスミッションがなくなることにより、シリンダブロック、ヘッド、カムシャフト、トランスミッションケースなどの鋳造品、クランクシャフト、コンロッド、トランスミッションのギヤ類などの鍛造品、プーリー、シンクロハブなどの焼結品、排気浄化装置の触媒部品などの素形材が姿を消すことになる。

インホイールモータ式のEV化を仮定すると上記の部品に加え、トランスミッション以降のデファレンシャルユニット、アクスル部品、等速ジョイント部品も不要となるので、大きくその構成が変わることになる。

#### むすび

以上、記述したように、電気自動車の進化のために新しい材料や加工技術に期待されるところが

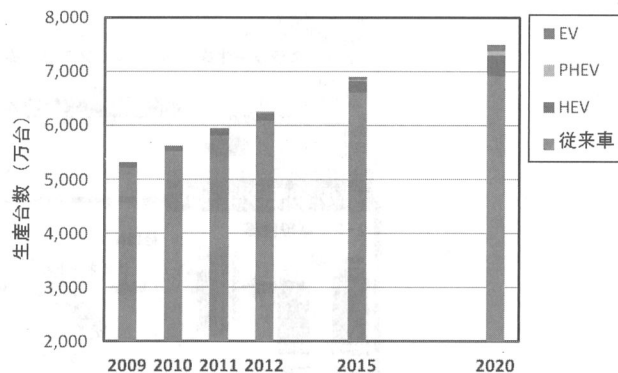


図 6 自動車全体の市場予測

大きい。航続距離の増大のためには一層の軽量化が必要で、板成形には、高強度軽量部材を安く成形する技術が求められる。バッテリーについては、箔の切断技術など、より精密な加工技術の進化が必要である。モータの積層鋼板については、やはり精密なせん断技術が必要であるし、磁石の成形に関してはコストダウンのために求められる塑性加工技術なども提案されている<sup>3)</sup>。

一方、エンジン、トランスミッションなどの主要なユニットがなくなることにより、5節で紹介したような様々な構成部品がなくなるが、図6のように国内シンクタンクの予測<sup>4)</sup>によると、将来、電気自動車は増加するものの、さらにエンジン車、HEVの増加も予測されている。したがって、ここで紹介した従来車の構成部品の生産量は今後も増え続けていくと思われるので、EV化による部品の改廃に一喜一憂する必要はない。

したがって従来部品の材料技術、加工技術は逆にこれを好機と捉え、従来の技術研鑽を継続しながら、その技術の適用範囲を広げ、EV、HEVなどの先進車両の構成部品の高機能化、軽量化、コストダウンへ貢献することが今後ますます重要になると思われる。

#### 参考文献

- 1) 木村昌平：塑性と加工、613 (2012-2)、91-92
- 2) 玉井克典、石川茂明、大久保孝仁、阿部誠、佐藤義則：自動車技術会春季学術講演会前刷集20115418
- 3) 入山恭彦：塑性と加工、613 (2012-2)、103-107
- 4) 2011年版電気自動車関連市場の最新動向と将来予測 (株総合プランニング)

## (2) 次世代自動車用部材に対応する 金型材へのニーズ

日立金属(株) かねうち たか お  
(株)アルキャスト 業務部 金内良夫

自動車が登場して100年以上経過したといわれています。馬車に起源を発した便利な乗り物ですが、その動力源は当初は蒸気機関、電気モーターなど多彩であったといわれていますが、どれも一長一短があり、主流となりえませんでした。その後ガソリンなどの石油燃料を利用した内燃機関が発明されました。ガソリンは燃料単位体積当たりの熱量が大きく、液体のため搭載場所も選べることから、これを搭載した自動車は高出力であり、また航続距離も増大したため、比較的后発であったにもかかわらず、高い利便性により爆発的・急速に普及したため、当時存在したそれ以外の動力源による自動車を一気に駆逐して主流となり現在に至っています。

ガソリンや軽油などの化石燃料による内燃機関を搭載する自動車が、現在に至るまで主流であることに変わりませんが、一方近年では、石油資源の枯渇リスクやそれに伴う価格上昇が現実的な問題として取り上げられています。また、エンジンから排出されたCO<sub>2</sub>による地球温暖化影響も指摘されており、そのために輸送機器の中でも大多数

を占め、我々の生活の中に隅々まで入り込んでいる自動車もその影響を受けつつあります。その回答としては、当面「いかに燃費を改善するか」ということ、また究極的には、「いかに化石燃料依存をゼロにするか」ということにならうかと思えます。

最近実用化されている自動車としては、ハイブリッド車(HEV)、電気自動車(EV)が上記のそれぞれにあたります(中間的存在として両方の長を有するプラグインハイブリッド車(PHEV)という派生種も存在します)。それぞれ次世代自動車と呼ばれています。これら以外にもアイドリングストップや希薄燃焼など、従来の内燃機関エンジンにおいても燃費向上デバイスを採用している車種も増加してきています。まさに低燃費が価値となる市場状況にあります。

HEVは、内燃機関を核として運動エネルギーを電力に回生する機構や発電機構および蓄電装置を有し、電気モーターによりエンジンを補助し効率改善を図っているもの(図1)、EVは、電池に蓄えられた電力により電気モーターで駆動するも

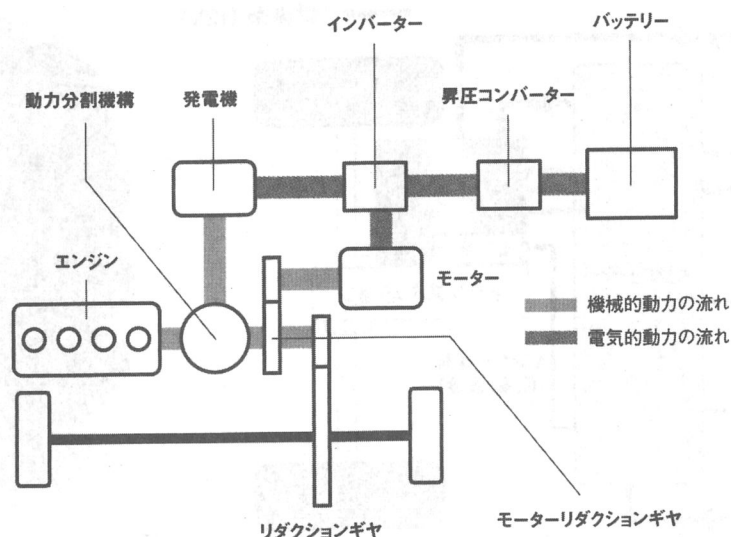


図 1 HEVの駆動システムの概略<sup>1)</sup>

の(図2)、といえるでしょう。

HEVについては既存動力+電気動力というもの、既存動力部分については一般の内燃機関自動車と少し異なっています。一つは、これは当然のことではありますが、2つのシステムを車載するため小型軽量化が求められること、もう一つは、多少機関出力を犠牲にしても高効率(低燃費)であること、さらにこの二つの要求を低いコストで実現せねばならないことです。一般的には、搭載される車格に対して、少し小さめのエンジンが用いられることが多いようです。また、通常のガソリンエンジンの熱サイクル(オットーサイクル)ではなく、出力は多少落ちるものの、熱効率の良いアトキンソンサイクルを用いたエンジンを採用している例もあります。これは既存エンジン部品の大部分を流用できるといわれており、比較的 low コストで対応できる技術です。

HEVにおける電気動力のシステムと、EVにおけるそれとは、原理的には非常に近いものです。大きく異なる点は、HEVには車両の駆動軸に対してエンジン出力とモーター出力の配分を行う機構があること(ギヤで配分される場合と、直結されている場合がある(図3))、EVは車両駆動軸には基本的にモーター出力のみが結合されていることです。

HEVの場合はエンジンが存在するのでラン

スミッション(変速機)が必要です。出力配分機構はトランスミッション内に存在しています。EVについては、モーターの出力特性に応じリダクションギア(減速機)が用いられる場合もあります。近年、モーターは高出力化しながら小型化、高回転化しており減速機は必須になりつつあります。

ここまでの部分では、ダイカストに求められる特性、さらにそこから求められる金型用鋼材への要求事項は、低コスト化、耐ヒートチェック性、高切削性、広いサプライチェーンなどのように、既存部材とは大きく変わりません。金型材料に対する要求が若干変化するのは、モーターの駆動を「制御する」機器類の部品を成形する金型へ適用される場合です。ここには今までの内燃機関にはない部品、デバイスが用いられています。

先ほどモーターのところで「小型、高回転化」と述べましたが、同時に高電圧化も進められています。現在のHEV、EVは、モーターの駆動に対して高いもので500V以上の電圧が用いられています。内燃機関の自動車の電装電圧がおよそ12Vであることを考えると、非常に高い電圧です。当然、このような高電圧電流を制御するのですから、ワイヤーハーネス(電線)なども特殊なものを用いられます。同時に前述の理由で小型化された制御機器内部にも、同等の高電圧が存在するこ

### ■インバーターシステム

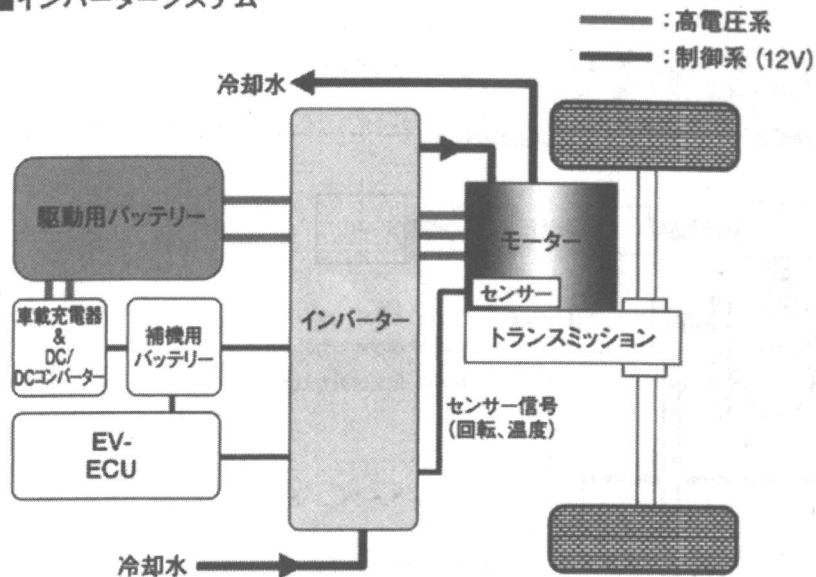


図 2 EVの駆動システムの概略<sup>2)</sup>

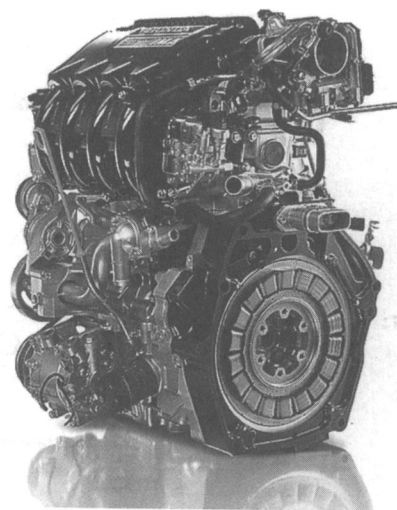


図 3 エンジンに直結したモーターによるアシストの例<sup>3)</sup>



とになります。このため、筐体にはより複雑な形状が求められることになると同時に、内部のゴミや異物（コンタミ）を今まで以上に厳しく規制する必要があります。このため特にヒートチェック傷や錆バリについては、それらがコンタミの発生源になりうるため、今まで以上に発生を抑えたいという要求があります。

また、制御機器の中にはインバータ（直流から交流への変換器：図4）やコンバータ（電圧変換器）と呼ばれる機器があり、前述したように非常に大きな電流電圧を扱うためそれに用いられる大電流高速スイッチング素子であるIGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor：絶縁ゲートバイポーラトランジスタ)は、かなりの高温にさらされることになります。

これをそのままにしておくと素子は破壊されますが、それを阻止するために水冷あるいは空冷を行います。特に水冷の場合、機器類の中への水の侵入は前述の理由により御法度ですから製品としては高い耐モレ性が必要になります。金型への焼き付きや製品のかじり傷は耐モレ性を著しく悪化させるので、金型としてはこれを低減しうることが必要です。

さて、形状の複雑化というお話がまだ残っています。これこそ、従来の内燃機関では特に要求されなかったレベルのものが要求されている部分です。一般的に、スイッチング素子には冷却器が取り付けられています。これはヒートシンクと呼ばれています。発熱量が少なければ、ヒートパイプなどを用いた間接冷却でもよいのですが、発熱量が大きいとそれでは放熱が間に合わず、どうして

も直接素子を冷却せざるを得ません（最大で家庭用電気ストーブ数台分の熱量です）。ヒートシンクの機能は良好な熱伝導、広い放熱面積、流せる冷媒の量に大きく依存するので、細かく細いフィンを有する部材がどうしても必要になります。

このような部材は、一般的に材質は銅もしくはアルミニウム合金、工法としてはプレス、押し出し、鋳造（ダイカスト）が用いられています。それぞれ一長一短があり、たとえば材料の熱伝導特性は銅が圧倒的に優れているが、コストと重量に問題（アルミはその逆）、押し出しはかなり複雑な断面も成形できるようにはなったが、押し出し方向に同一断面形状のみ。プレスは比較的やわらかい材料でないと複雑形状は困難。鋳造は形状自由度は大きいですが湯流れ限界以上の成形は無理、といったところ です。

しかし今後の市場増加に伴い、やはりコストや形状自由度は強く求められています。たとえば、ヒートシンクは銅の引抜き品、筐体はアルミダイカスト、これらの部品をシール材を介して組み付けるといった、部品点数も多く、組み付け工数も増えるようなことをするよりは、ヒートシンクも筐体も一体で成形したい、というニーズもあります。

さらに、いままで使っていた銅製ヒートシンクと同じ性能で、コストと重量の観点からアルミダイカスト化したい、ということもあるでしょう。しかし熱の伝わりやすさはアルミよりも銅のほうがすぐれているため、同じ形状では発生した熱を十分に放熱できなくなります。これでは放熱性能が悪い、ということになってしまいます。したがって、アルミ合金を用いたヒートシンクで銅合金のそれと同じ発生熱量を放熱するとした場合、熱計算では銅製品よりもさらに表面積の大きい、すなわち細く細かい形状が必要なことは、定性的に理解しやすい事だと思えます。この場合、金型に対しても厳しい要求が出てきます。

たとえば、コールドチャンバダイカスト法の場合、一般的なJIS-ADC12合金でのL/T（流動長を肉厚で割った値。大きければ流動性が良いことを示す）は300程度であると仮定すると、肉厚1mmの製品を成形する場合には約300mmの流動長さを目安にする、ということを示しています。これ

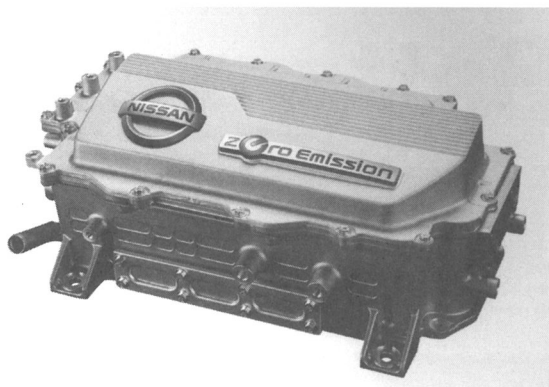


図 4 HEV用インバーター外観<sup>4)</sup>

は金属の溶融成形のなかでは、かなり良い流動性です。一般にキャビティの大部分は固定型、可動型で構成されているので、このような金型であれば「1mm肉厚で300mmの流動か。キャビティ加工はまったく問題ないな」とお感じでしょう。型分割面にそったキャビティ形状であれば確かにその通りですが、キャビティが型分割面にそっていない場合、たとえば無垢のままのキャビティ面に、型分割面とは垂直方向に、幅1mm×深さ300mmのリブを彫りこむ必要がある場合を考えてみましょう。このような形状では、キャビティ表面の切削痕の仕上げまで行うことは、かなり困難であると思われます。

このような極端な例は現時点で私の知る範囲ではあり得ません。しかし、放熱機能を有するヒートシンクなどのフィン形状は、多くの場合は型分割面とは垂直方向であると考えられます。そのような場合には、上記の理由から今までのキャビティ形状よりもさらに複雑で細かい形状が実現できる型彫り技術、彫りやすい金型材などの技術開発が必要になってきます。

当然このような場合でも、従来の金型材に対するニーズと同様、ヒートチェックや焼き付きなどは極力防止できねばなりませんし、金型材料としては耐溶損性なども重要になると考えられます。放電加工であればかなり複雑な形状も彫れますが、一方でキャビティ面である加工部表面に生成される、放電変質層は除去されなければなりません。残留したままだとヒートチェック、表面の凸凹によるアンダーカットなどが発生してしまいます。このような変質層を手仕上げで除去する場合は、

ヤスリや工具が入れられない形状では仕上げられません。したがって切削加工を主体とした、キャビティ表面に放電変質層が生成されない型彫りを考えざるを得ません。しかし細い形状であれば当然細かいツールが必要となるわけで、このようなツールは剛性も低いため高速切削が困難で、また摩耗も早いいため高い頻度での交換が必要となります。これでは部品が要求されているコストに見合った金型の実現は困難です。

また、技術革新の非常に速い分野であることも特徴です。同じ機能や性能を発揮する製品であった場合でも、コンパクト化を進めるためにモデルチェンジが早く行われることも考えられます。その場合、金型の更新数はそう多くはないと思われます。製品の合格率は非常に重要となりますから、製品の垂直立ち上げは重要です。つまり、金型の改善や改良は従来のスピードでは遅すぎる、という事態も想定できるでしょう。これが追いつかなかつた場合、あつという間に顧客ニーズから取り残されることも有り得るでしょう。

こういったジレンマを解決できれば、次世代自動車特有部材を成形するための金型として、市場から受けた部品のニーズを十分反映できる金型になると考えられます。

#### 参考文献

- 1) モーターファン別冊トヨタプリウスのテクノロジー 2009年10月 P16
- 2) モーターファン別冊 Vol.37 2009年11月 P37
- 3) モーターファン別冊 Vol.37 2009年11月 P67
- 4) モーターファン別冊 Vol.55 2011年5月 P45

# Ⅲ. 軽量化・低フリクション化・ 低騒音化等に資する技術・商品

## 1. 動力伝達系

### — CVT —

ジヤトコ(株) 吉田 誠  
開発部門 部品システム開発部

#### まえがき

近年の地球温暖化防止のための温室ガス排出量のグローバルな法規制強化や、燃料価格の高騰に際して、自動車用変速機の燃費性能向上へのニーズは高まるばかりである。そのような背景に対してCVT (Continuous Variable Transmission) は従来の有段式の自動変速機 (以下ステップAT) に対

して無段変速によるフレキシブルな変速性能を有することから、燃費と動力性能を両立させる有効な手段として、特に2ペダル式変速機のシェアが高い国内、および北米において普及が進んでいる。その一方で、欧州では依然として手動変速機 (以下MT) が主流であり、2ペダル式変速機としては、VWなどの欧州メーカーを中心に、MTから派生したDCT (Dual Clutch Transmission) の採

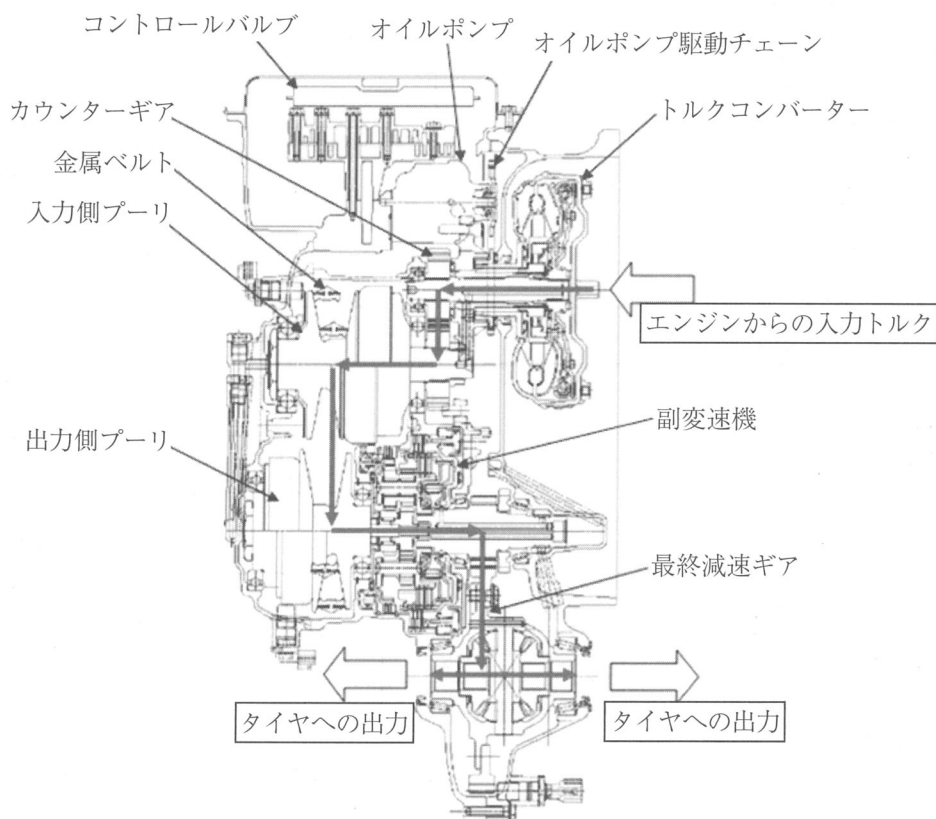


図 1 ジヤトコ製新小型CVT (JF015E) の主断面図



用が拡大している。

本稿では現在の自動車用CVTの主流となっているベルトCVTの燃費性能の向上を軸に、小型軽量化など他の要求特性を含めてその動向について述べることにする。

### ◇ ベルトCVTの構造

図1に当社が2009年に発売した軽自動車から小型自動車までをカバーするFF車用の新小型ベルトCVT (JF015E) の主断面図を示す。エンジンからの出力トルクは、ステップATと同様に、トルク増幅作用を受け持つトルクコンバーターに入力する。このトルクコンバーターには、燃費向上のためにロックアップクラッチと呼ばれる、一定の車速やアクセル開度でエンジンと直結するクラッチを有しており、トルクコンバーター内部のスリップロスを低減している。ベルトCVTではステップATに対して、このロックアップ機能をより低速から使用できることで、燃費向上に有利となっている。トルクコンバーを介したエンジントルクは変速機構の心臓部である、金属ベルトが巻き付いた二対のプーリセットに伝達される。二対あるプーリセットのうち、入力側（プライマリー）プーリに伝わったトルクは出力側（セカンダリー）プーリとの間で、それぞれの金属ベルトの巻き付き径の比（変速比）を油圧制御で無段階に変化させることにより変速を行う。ここで、変速に必要な油圧はエンジンで駆動されるオイルポンプで生み出され、コントロールバルブと呼ばれる油圧回路で調圧されて各プーリに供給されている。ベルトCVTでは金属ベルトとプーリ間の摩擦力でトルクを伝達す

るため、両者の間でスリップを生じさせないために、オイルポンプからの作動油圧はステップAT（2～3MPa）よりも高圧（4～6MPa）を必要とする。二対のプーリセットで変速されたトルクは、遊星ギアセットで構成される副変速機で更に2段変速、或いは前後進切り替えを受け、最終減速ギアとディファレンシャル、更にはドライブシャフトを通じてタイヤに伝達される。

前述した当社の新小型CVTは、ベルトCVTでは世界初となる副変速機を導入することにより、従来の同クラスのCVTに対して、フリクション

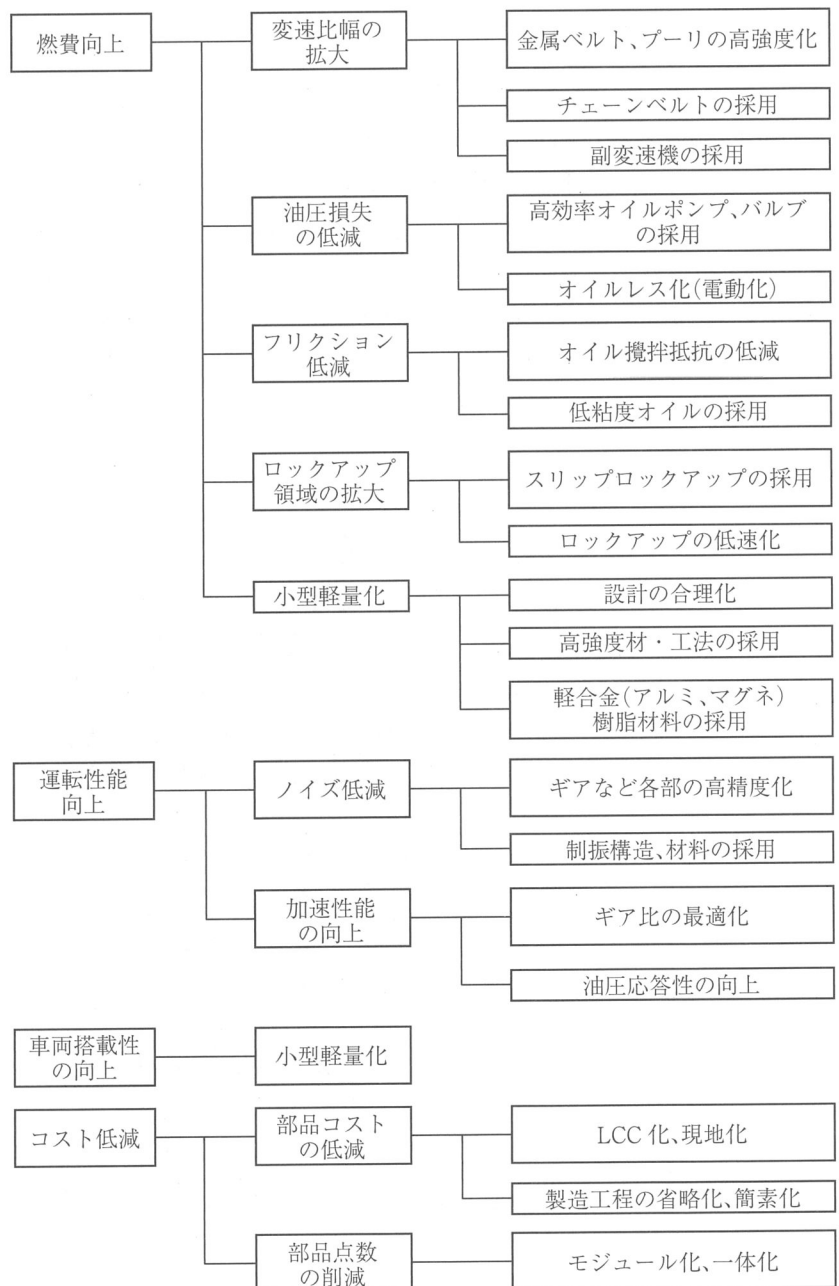


図 2 ベルトCVTに対する要求性能と達成手段

30%低減すると共に、ユニット全長を10%短縮、ユニット重量で13%軽減するなど、低燃費と小型軽量化の両立を達成した製品として高い評価を受けている。

## ◇ ベルトCVTの技術動向

### 1. 燃費向上への取り組み

ベルトCVTの燃費向上、小型軽量化などの要求性能とそれらを達成するための方策について図2に示す。なかでも燃費性能を左右する重要な要素は変速比幅の拡大（ワイドレシオ化）である。すなわち、CVTの強みであるエンジンの燃料消費効率の良好な回転域を維持しながら、ドライバーの意図や路面の状況に応じた適切な動力を伝達するには、広い変速比幅を有することが必要となる。その一方で、従来のベルトCVTの弱点として、金属ベルトの巻き付き最小径がベルトやプーリの耐久性により制約されることに加えて、巻き付き径の小径化はベルトの内部フリクション増大につながることから、変速比幅の拡大はプーリの大径化を招くこととなり、ユニットの大型化や重量増加につながる傾向にあった。そこで、前述した当社の新小型CVTのように、金属ベルトとプーリによる無段変速機構に加えて、遊星ギア式のHIGH、LOWの2段変速機構を有する副変速機を組み合わせることにより、それらの問題点を解決

し、図3に示すように、従来のベルトCVTに対して変速比幅を大幅に拡大するといった、新構造が採用されている<sup>1)</sup>。

さらに燃費向上に対して重要な特性として、変速機各部のフリクションロスの低減が必要である。前述のように、ベルトCVTではプーリがベルトを挟みこむ力（クランプ力）として高い作動油圧を必要とするため、オイルポンプを高圧化しなければならない。オイルポンプの高圧化はポンプ自体のフリクション増大に加えて、油圧回路内の各部のオイルリークも増加することから、ユニット全体のフリクションに大きな影響を及ぼす。そこで、運転状況に応じた必要最小限の油圧を供給できるポンプ構造や、オイルリークの低減の必要性からシール部などの加工精度の向上を実施している。また、クランプ力を低減するためにベルトとプーリ間の摩擦係数の向上を狙って、プーリ接触面の表面微細形状（表面テクスチャ）を最適化する試みもなされている<sup>2)</sup>。その他のフリクションロス低減策として、プーリやクラッチなどの回転部品が潤滑油の油面と干渉することにより生じるオイル攪拌抵抗を減らすため、部品レイアウトの見直しにより、油面との干渉を極力防止した構造も採用されている。さらに、多くの現行ベルトCVTが採用している旧VDT社（現在はBOSCH社）タイプの金属ベルトでは、ベルト構成部品各部の最適化によるフリクション低減策や、構造的に内部フリクションロスの少ないLUK社製に代表されるチェーンベルトの採用も拡大されつつある。

また、近年、小型車を中心に普及が進んでいるエンジンのアイドルストップ機能に対応するため、エンジンが停止している停車状態からの素早い発進を可能とすることを目的に、必要な作動油圧を即時に得るための電動オイルポンプなどを装備する場合もある。

### 2. 燃費性能と他性能の両立について

ベルトCVTの燃費性能向上策の開発が進む一方で、変速機に対する他の要求性能と両立させるための技術開発も必要となる。例えば、前述した変速比幅の拡大とプーリ外径のコンパクト化を両立させるためには金属ベルトの高強度化が有効となる。そこで、その構成部品である積層リングに

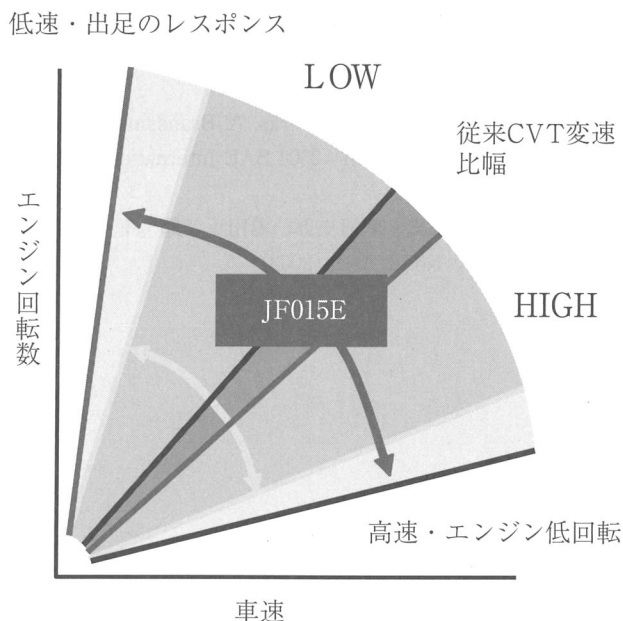


図 3 副変速機構による変速比幅の拡大

使用されるマルエージング鋼に着目し、合金成分であるチタンに起因した非金属介在物 (TiN) 低減のために、コバルトなどの他の合金成分量を最適化することにより、Tiフリー化を実現した新開発マルエージング鋼を採用する<sup>3)</sup>など、金属ベルトの強度向上が達成されている。また、プーリにおいても金属ベルトとの接触部において疲労摩耗の一種であるピーリング摩耗を防止するために、平均粒径で約50 $\mu$ mの鋼球を高速で投射するマイクロショットピーニング処理を実施し、表面硬さを向上する技術を採用している<sup>4)</sup>。また、遊星ギア式副変速機をはじめとする動力伝達部品についても、小型軽量化のためにショットピーニングなどの強度向上策が随所に用いられている。これらの動力伝達部品に対しては、従来より曲げ疲労強度やピッチング強度向上を狙ってさまざまな鋼材や熱処理の開発がなされてきたが、今後も更なる小型軽量化のための有効な手法として開発が継続されると考える。

一方、騒音の低減に対しては、その発生源の一つであるギア類の精度向上のため、浸炭焼入れ時の熱処理歪を予測し歯切り形状に反映することにより、熱処理工程の最適化による熱処理歪のばらつき低減効果と併せて、従来から実施してきたハードフィニッシュ (歯研) 工程における研削代の低減が可能となり、従来の粗研削と仕上げ研削からなる2工程の研削加工を、1工程に短縮するなどの効率化が図られている。

## むすび

現在、我が国の自動車産業は、昨今の急激な円高に加えて、日本や欧州を始めとした先進国での需要の頭打ち傾向、およびBRICSをはじめとする新興国での急激な需要増加により、新たに台頭し

てきた新興自動車メーカーとの間で厳しい価格競争にさらされている。

また、近年では先進国のみではなく、新興国においても温室ガス排出の法規制が強化されつつあるため、未だ進化の途上にあるCVTの燃費向上のポテンシャルを活かしてDCTなど他の変速システムを凌駕し、グローバルなマーケットでの一層のCVT普及を目指すには、既存の構造に捉われず、高い性能と安価なコストを両立させる画期的なシステムに向けた研究が進むと思われる。

また、成長市場である新興国向けには、MTやステップATに対するコスト面での競争力確保が必要である。そのためには生産コストの低減は勿論のこと、輸入関税や輸送費の削減を追求するため、精密機械であるCVTにおいても現地生産の加速は避けられない。また、国内生産においても安価なLCC地域からの部品調達が進むと予測されることから、特殊鋼の海外調達も拡大していくであろうと考えられる。そのような流れの中で、技術力に優れた国内の特殊鋼メーカーとタッグを組んで、いかに高付加価値の製品をWIN-WINの関係で生み出していくかについて、模索している毎日である。

## 参考文献

- 1) 大原俊樹、立石純一郎、大西清治、蒔田健一、嶋田哲、寺田悟史、福井雅巳、遠藤雅亜、橘祐介、白水友朗：JATCO Technical Review、No.9、37 (2010)
- 2) 例えば、伊藤靖男、瀬川俊明、吉田誠、加藤芳章、中原綱光：日本機械学会 MPT2007シンポジウム (動力伝達) 講演論文集 (2007)
- 3) B. Penning, M-D. Tran, M. Derks, A. Brandsma, M. Schaik, B. Boulogne, J. Davidson : 2004 SAE International, 04CVT-2 (2004)
- 4) 吉田誠、池田篤史、武河史郎、黒田正二郎：トライボロジスト、Vol47、No.12、901 (2002)



## 2. 車体系

### (1) ばね

日本発条(株) おかだひでき  
ばね生産本部 開発部 岡田秀樹

自動車開発における軽量化は、ガソリン自動車からハイブリッドあるいは電気自動車に変わったとしても燃費向上を図るためには必須の技術開発であり、これまでも、またこれからも追求していかなければならない永遠の課題である。自動車の重量は、安全装備の装着の義務化、衝突安全基準を満たすための車体の強化、また快適装備の装着率の増加などの要因により図1のように増加の一途をたどっている。これらの重量増加分を相殺しつつ、さらなる軽量化を図るためにも軽量化の要求は今後さらに増すものと予想される。自動車の乗り心地を左右するサスペンション用のばねについても同様であり、取り分けてばねは製品の重量が重いだけに軽量化の効果も大きく、カーメカの期待もまた高い。

ばねの軽量化の手法としては、大きく分けて次

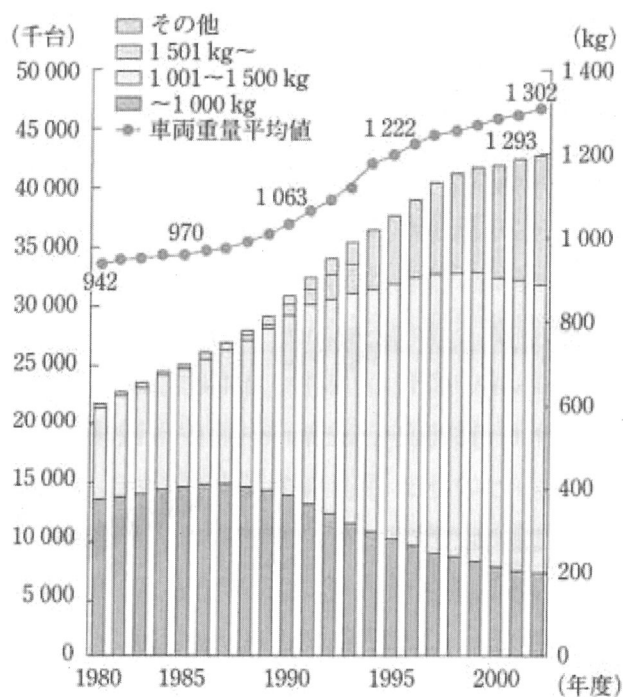


図 1 乗用車の重量の推移

の3つが考えられる。

- ①高応力設計（高強度化、高寿命化）して線径、板厚を減少すること
- ②どこの部位も一定な応力になるように無駄な材料を省いた設計
- ③材料自体に低比重な軽合金材料や樹脂材料を使用すること

①のばねの高応力化についてはこれまで、材料の開発、加工法の開発、防食技術の開発で対応してきた。材料の開発では、高強度と相反する耐食性を共存させた高強度高耐食性のばね鋼の開発が盛んに行われて来た。そして材料の高強度化に伴い、その強度に適した熱処理やショットピーニングやセッチングなどの製造技術も材料開発と歩調を合わせるように開発されてきた。防食技術としては、塗装に代表されるように耐チップング性に優れたダブルコートが適用されている。ベースコートには70%ほどの亜鉛を含有した犠牲防食に富んだ粉体塗料を、そしてトップコートには韌性に富んだ厚膜粉体塗料を使用している。

最近是最適設計の考え方から、②のばね全体が平等応力になるように設計されたばねも多く見られる。最初にこの考え方が採用されたのは重ね板ばねであり、曲げ応力が最大となるリーフ中央付近では板厚を厚くし、逆に曲げ応力が小さい両端末では板厚を薄くして全長の応力が一定になるようにテーパ圧延をしたテーパリーフばねである。板ばねは、それ自体の質量が大きいので同じ比率の軽量化でも軽い製品と比べると絶対値が大きいことからそのインパクトは高い。

次に、②の手法をスタビライザや巻ばねにも取り入れようとする動きが見られる。ひとつは中空化であり、もうひとつは径の不連続化である。前者は、中心部の無駄な肉を除く発想であり、後者は中実をベースに径を変化させて余分な材料を除

く発想である。最適なのは前者と後者を組み合わせたものであることは言うまでもないが、まだその段階には達していないものと思われる。

中実材から中空材への置き換えによる軽量化は、比較的簡単にできることからスタビライザでは早くから採用されてきた。棒の中心部分には実際には機能していないので無駄を排除するという点では合理的である。図2に外径が27mmの中実をベースに同じ最大せん断応力になるように、パイプ肉厚を変えたときのパイプ外径とパイプ重量の関係を示す。この結果から外径をほとんど大きくすることなく、中実に比べて重量を20%低減させることが可能である。しかし棒鋼と同じ品質の中空パイプを作らなければならず、またそのためのコストアップは軽量化で達成できた材料費の差額

分以内に収めなければならない。

スタビライザでその一例を述べる。スタビライザは、コーナリング時の車体のローリングを少なくするために装着されている。基本的には棒鋼から成る中実スタビライザが主流である。しかし、軽量化を必要とする場合には、パイプから成る中空スタビライザが採用されている。これまでは、造管、ビード切削、焼鈍して、その後、プラグ引き抜き、焼鈍を繰り返して肉厚とパイプ外径との比が0.10~0.18のパイプを使用してきた。しかし最近では、肉厚と外径の比が0.26前後と大きいパイプの製造が可能になり、設計応力、製品外径を変えずに中実に比べて最大で20%は軽量化することが可能となり、大幅に軽量化できる貴重なサスペンション部品の一つとして、多くのカーメーカ

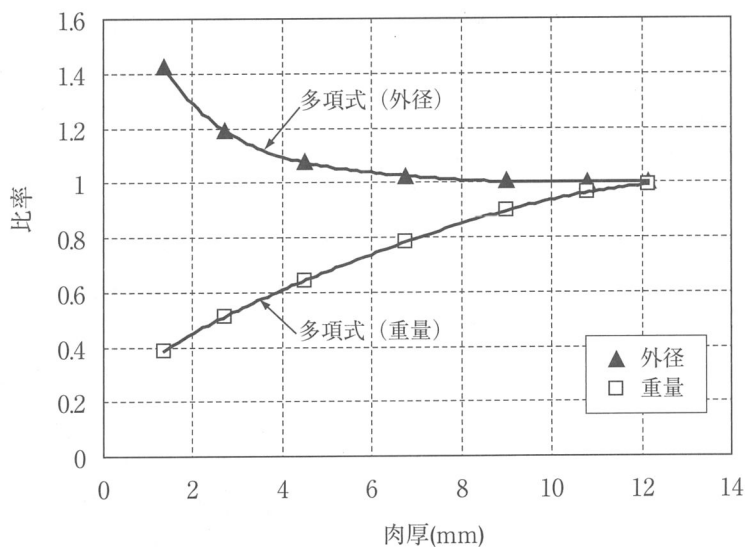


図 2 外径27mmの中実に対してパイプ肉厚を変えたときのパイプ外径と重量の関係 (最大せん断応力が同じになる前提)

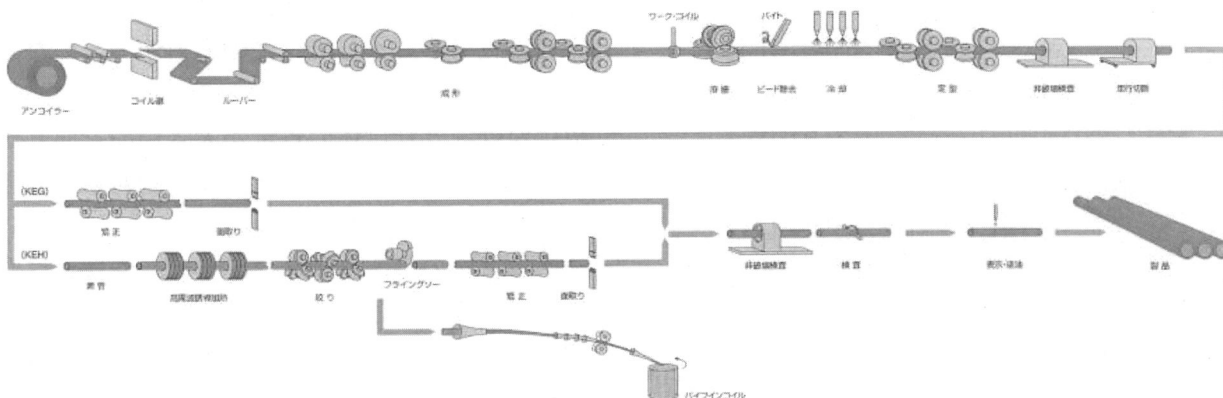


図 3 熱間縮径電縫鋼管 (SR管) 製造工程

に採用されている。その作り方は、**図3**に示すとおり帯板を成形し、高周波溶接して母管とした後、引き続き中間加熱装置によって加熱し、熱間域（約1000℃）にて絞り圧延機（Stretch Reducer）にて縮管加工して所定の寸法製品とする。従来の鋼管と比較して、溶接部も含めて均一な組織が得られること、極細径厚肉のサイズが製造できることなどが特徴である。

一方スタビライザでも、もともと中空のスタビライザをさらに薄肉化して軽量化するケースがある。この場合には技術的には難しいにも関わらず重量低下は少ない。肉厚を薄くするとパイプ内面の応力が高くなり、内面から疲労で壊れやすくなる。そこで、内面の疲労強度を上げなければならない。まず早期折損の対策として、内面キズや内面腐食ピットなどの欠陥を抑えることが重要である。次に、内面全体の疲労強度を上げる必要がある、そのためには表面粗さを良くすること、内面にも外面と同じようにショットピーニングを実施して、圧縮の残留応力を導入することが有効である。しかし、スペースの制約からパイプの内面にショットピーニングによって高い圧縮残留応力を効果的に導入することは非常に難しく各社、様々な工夫を凝らしながら実施している。

③の低比重の素材を使ったばねには、チタン合金があり、サスペンション用ばねとして最初に適

用されたのが2001年のVolkswagen Lupo FSIである。またガラス繊維強化プラスチック製板ばねが国内初のワンボックスカー日産バネットに採用されたのが1985年である。金属板ばねに比べて軽くてよくたわむことから70%の軽量化が達成できた。しかし、どちらもまだコストが高く、一部の高級車やスポーツカーに限った話である。今後の軽量化ニーズの高まりとともに拡大されていくと考えられるが、採用に向けてはコストダウンとリサイクル性の問題解決が必要である。

最後に、近年のばねの海外生産の動向について述べる。最初は、ばねの現地生産で始まり、次に造管、引き抜きなどの二次加工の現地生産、そして最近では、ばねや車のコスト競争力を高める狙いから材料の現地調達である。特殊鋼では規格鋼のSAE9254でさえも日本品質レベルの製品が作れる製鋼メーカーは未だ少ないのが実状である。

今後いかに安くて品質の良いものを調達できるかどうかが重要な鍵である。地域によっては品質の劣る材料しか調達できないケースもあり、その場合には軽量化は多少犠牲にしてでもその材料のレベルに見合った応力レベルまで下げて使わざるを得ない。製造面では使える材料と使えない材料の選別技術の開発や最終的には多少品質の劣る材料をいかに高応力で使いこなして行けるかが成功の鍵になると考える。

## (2) ハブユニットとドライブシャフト

(株) ジェイテクト いの うえ まさ ひろ  
軸受・駆動技術企画部 **井上昌弘**

### まえがき

地球温暖化の環境対応あるいは化石燃料の枯渇への対応として、各自動車メーカーでは車両の燃費向上のためにEV・HVへの移行や軽量化を行っている。自動車の車体系コンポーネントであるハブユニットに対しては、軽量化に対する要求が最も強い。

そこで、当社でのハブユニット・ドライブシャフト軽量化の取り組みとそれに伴う特殊鋼の必要性について以下に述べる。

### ◇ ハブユニット

化石燃料の大量消費に起因する地球温暖化問題は、世界規模での深刻な問題であり、自動車関連の環境規制も厳しさの一途を辿っている。当社の主要製品である軸受は、自動車のトランスミッション、シャシ、エンジンも各部に用いられており、その数は自動車1台あたり100個以上も使われている。この為、軸受の高効率化、軽量化だけでなく、軸受製造過程でのエネルギー量削減、材料歩留まり改善まで含めた地球温暖化対策が急務となってきた。本編では、シャシー部品の一つである『ハブユニット』を例に歴史の振り返りと。最近の技術動向について述べる。

#### 1. 軽量化の取り組み

ハブユニットはサスペンション下に配置され、自動車本体とタイヤを繋ぐと共に、自動車の『走

る、曲がる、とまる』を担うアクスルの重要保安部品であり、自動車の操縦安全性能を向上させる為、過去よりサスペンションバネ下のアクスル質量低減はニーズが高く、ホイール用軸受に周辺部品の機能を取り込む事でアクスル全体の軽量化が行われてきた。この技術が表1に示すハブユニットにおける第1世代から第3世代ハブユニットへの進化である。

アクスル全体での軽量化が進む反面、ハブユニット自身は周辺機能を取込む事で、質量増となる。

特にホイールを取付けられる第3世代ハブユニットのフランジは質量に大きな影響を与える。この為、ハブユニット自身の軽量化を目的にフランジ形状の改善を図っている。表2に示すように、鍛造技術/CAE技術の進化に伴いフランジ形状は異形化してきている。軽量化に最も優れた形状は『十字フランジ』であり、初期の丸フランジに比べ重量低減比は▲35%にも達する。

次に、十字フランジ化による材料歩留まりを考察する為、工法について述べる。

従来のフランジの成型は熱間鍛造である。十字フランジの場合、熱間鍛造の最終工程でトリミング加工により“異形”を成型する為のスクラップを産し、スクラップ+十字フランジの総重量は浮島フランジの重量に相当する。冷間鍛造による軸成型は、製品としての軽量化メリット、歩留まり向上の両立を目的として開発された新たな工法で

表 1 ハブユニットの進化

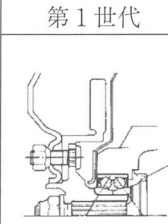
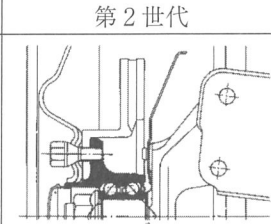
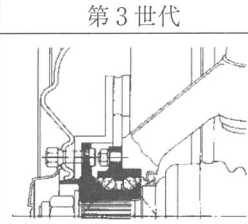
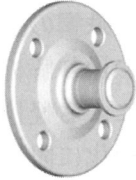
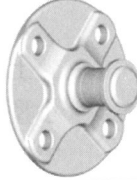


第1世代	第2世代	第3世代
		



表 2 フランジ形状の違いと重量比

	丸フランジ	浮島フランジ	花びらフランジ	十字フランジ
フランジ形状				
重量比	(100%)	▲18%	▲25%	▲35%

ある。冷間鍛造の側方押出工法を活用し、スクラップを排出すること無く軸成型をする事が可能となった。

十字フランジ軸用冷間鍛造工法の確立により、まさしく環境に配慮する技術開発ができた。しかし、地球温暖化対策として将来に向けて更なる軽量化検討に取り組む事が我々の使命であり、急成長を遂げている新興国への早急な技術展開が急務と認識している。鋼材メーカーへの期待としては、冷間鍛造に耐えうる可鍛性に優れた高品質の材料を、グローバルで標準化頂く事である。

### ◇ ドライブシャフト

ドライブシャフトは、トランスミッションのディファレンシャルからタイヤへ駆動力を伝達する部品であり、役割は、「タイヤの操舵・上下変位に対応し、あらゆる角度で回転を等速に伝達」す

ることである。ドライブシャフトの構成は図1に示すように、2つの等速ジョイント (CVJ) とそれらを結ぶ中間軸からなっている。デフ側CVJには主にスライド式のCVJが用いられ、軸方向の伸縮を可能にし、かつ滑らかな駆動力伝達を行うことが求められている。また、ホイール側CVJには主に固定式CVJが用いられ、高交差角時でも滑らかな駆動力伝達を行うことが求められている。中間軸については、車両の操縦安定性・静粛性確保のためドライブシャフト全体の捩じり剛性・曲げ剛性の最適化、軽量化等への対応が求められている。今回はデフ側CVJ、ホイール側CVJ、中間軸の軽量化技術について述べる。

#### 1. 軽量化の取り組み

ドライブシャフトの軽量化は従来から駄肉削減など継続的に推進してきたが、更なる軽量化を目指すためには各構成部品の設計の最適化が必須と

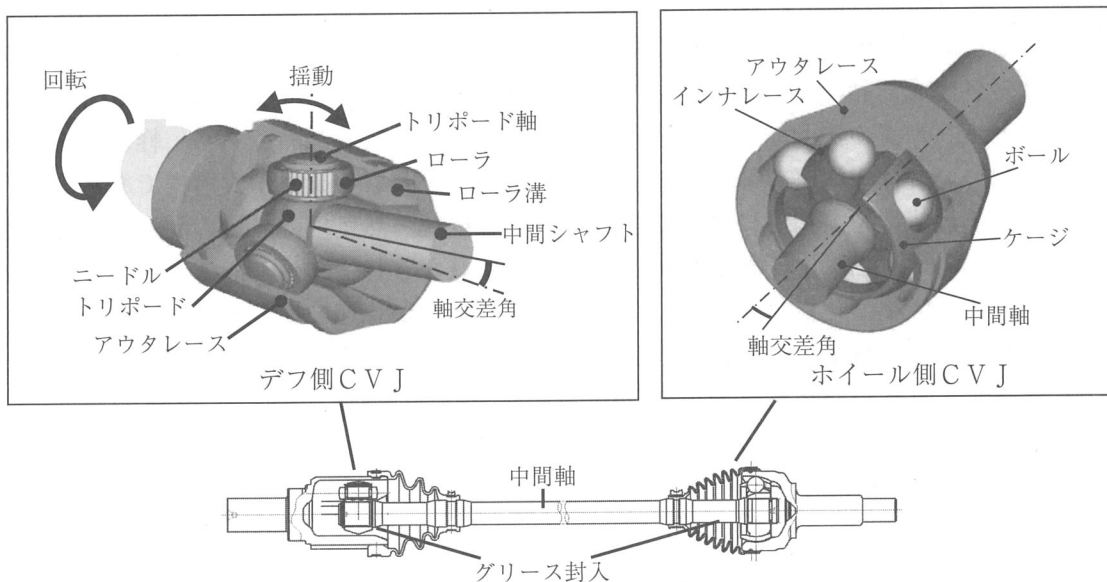


図 1 ドライブシャフトの構成

なる。設計の最適化にあたり回転時、作動時の構成部品の荷重解析、応力解析の精度向上が課題となる。そこで、当社は解析・計算精度を向上させ各構成部品の最適値を見出すことで軽量化を進めている。

デフ側CVJは、エンジンからの駆動力はデフからアウトレースに入力され、ローラ溝からローラとニードルを介してトリポード軸に伝わり、スプライン嵌合部を経て中間軸に伝達される。軽量化の手段としてはトリポード強度向上のためのスプライン嵌合部応力の最適化と、ローラ・ニードル・トリポードの転動面寿命向上のための接触応力の最適化による小型化である。スプラインの応力最適化は、モジュール・歯型形状・熱処理での変形等を考慮した嵌合状態の応力シミュレーション解析を実施することで嵌合部応力の最適化を図っている。またローラ・ニードル・トリポードの転動面の寿命向上は、ニードルとトリポードの接触部応力を解析し、特に接触端部に発生するエッジ応力を低減することで最適化を図っている。

タイヤ側CVJは、タイヤの操舵・上下変位に対応し高交差角にて駆動力を滑らかに伝達する機能を持つ。駆動力は中間軸からスプライン嵌合部を経てインナレースに入力され、ボール溝に配置されたボールを介し、アウトレースに伝達され、アウトレースの軸部からタイヤに伝達される。アウトレース・インナレースのボール溝の形状により、駆動力が入力された時にボールは中間軸方向に押し出される力を受けるため、これをケージにより保持している。軽量化の手段としては作動時の回転中における各構成部品の荷重変動把握の高精度化とボールとボール溝の接触応力の最適化である。荷重変動については機構解析等のシミュレーション技術で、実機状態を高精度に再現できる手法を確立することで強度推定の精度を向上させ、形状設計の最適化・小型化が可能となっている。またボール転動部の接触応力についても製品寸法諸元の最適化によりボール接触部のエッジ部応力低減が可能となり、小型化を実現している。

以上の軽量化取り組みにより従来製品比、外径で約4%の小型化、重量で約8%の軽量化を達成した。

## 2. 特殊鋼の必要性

上述の通り解析技術の活用により、構成部品の小型化による軽量化を推進してきたが、現行材料では小型化に限界があり、今後更なる小型化を実現するには特殊鋼の開発が必要である。現在CVJには、クロムやマンガンを添加した炭素鋼を、中間軸にはボロンを添加した材料を使用することで強度・靱性を向上させている、また転動面の寿命向上では軸受鋼を使用しているが、更なる小型化を推進するためには金属材料の限界強度を向上させることで高強度・高寿命化を進める必要がある。そのため構成部品の使われ方にあわせた性能が確保できるように炭素鋼に添加する元素配合をさらに検討していく必要がある。また、ドライブシャフトの駆動力伝達部はすべて高周波焼き入れ焼き戻し、または浸炭焼き入れ焼き戻し等の熱処理を実施し強度および硬度を確保している。熱処理により生成する酸化層等の異常層の低減や熱処理品質の安定化により、強度ばらつきを更に低減することも小型化の方策の1つである。炭素鋼に添加する元素の選定時には本件も重要な要素と考える。あわせて、ドライブシャフトは鍛造成型後に加工・熱処理を実施するため鍛造成型性、加工性についての配慮も必要となる。

## むすび

以上の通り、ハブユニット、ドライブシャフトは車の最も重要な性能である『止まる・走る・曲がる』を支える部品である。軽量化を進める中でも強度・寿命の確保が大前提であるため、母材の高強度化・熱処理の品質の向上による強度ばらつき低減など特殊鋼への期待は大きい。また、グローバル化が急速に進む中、品質の安定した特殊鋼が全世界どこでも安定して供給されることを期待するものである。

# (3) インホイールモータシステム

NTN(株) EVシステム事業部 鈴木 稔  
駆動システム技術部

## まえがき

近年、地球温暖化問題やエネルギー問題に対し、自動車業界、大学研究機関などで電気自動車(EV)の技術開発が進められており、モータや二次電池の飛躍的な技術進歩から、その性能が大きく向上している。

EVの駆動機構は、従来の内燃機関をモータに置き換え、ドライブトレインを介してタイヤに駆動力を伝えるワンモータ方式と、モータをホイール内に配置するインホイールモータ(以下、IWM)方式がある。

IWM方式は、モータ、減速機が直接ホイール内に取り付けられるため<sup>1~8)</sup>、ワンモータ方式と異なりディファレンシャルギア、ドライブシャフトなどが不要となり、車両設計の自由度が大きく向上する。また、電力消費量も低減され、1充電当りの航続距離が延長される。さらに、駆動力を

タイヤに直接伝達することから、応答性の高い駆動力制御が可能となり、車両走行性能が大幅に向上する。

NTNは、次世代EVに適したIWM方式に着目し、減速機とモータで構成される独自のIWMと制御システムを組み入れた『NTN-IWMシステム』<sup>8)</sup>を開発した。

本稿ではIWMシステムの概要、サイクロイド減速機を用いた独自のIWMについて紹介する。

## ◇ 開発品仕様および構造

### 1. 仕様

対象車両をAセグメントクラスの小型自動車とし、適用するホイールサイズを15インチ、最高速度150km/hを達成するためIWMの最大出力30kW、最大トルク500Nmとした。

### 2. ユニット構造

IWMの断面図を図1に示す。IWMは、ハブ、

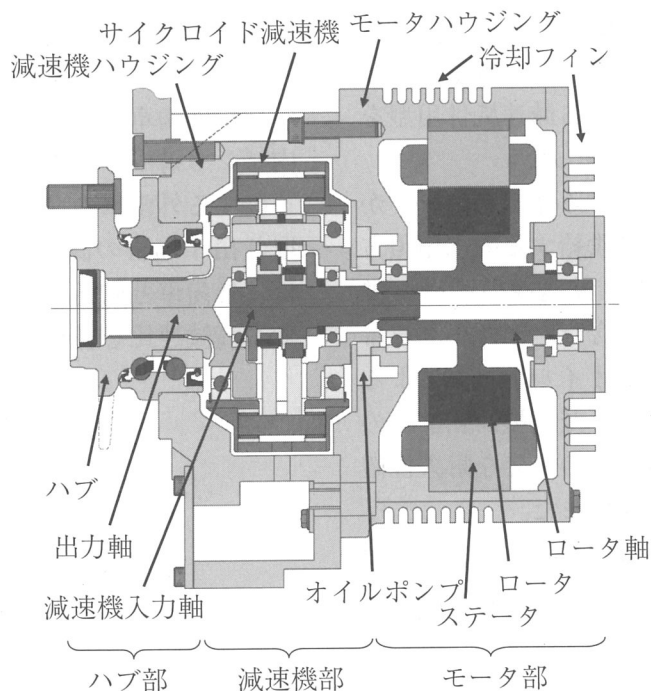


図 1 IWM断面図

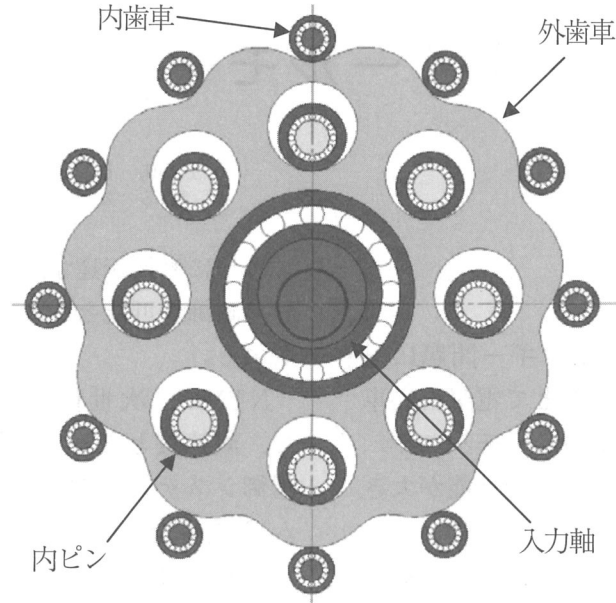


図 2 減速機の構成

減速機、モータを直列に配置する構成としている。IWM方式は、ホイール内に駆動部を取り付けるため、他の駆動方式と比較してばね下質量が増加し、車両安定性、乗り心地の点で不利となる。そのため、IWMの開発において、小型軽量化は最も重要な課題である。

IWMの質量において、モータ部が最も大きな割合を占めている。モータ体格は最大トルクに依存するため、IWMの軽量化にはモータトルクを下げるのが有効である。NTNは、減速機を介してモータの必要トルクを下げる減速機併用型を採用し、IWMの小型軽量化を図った。

潤滑方式は、出力軸で駆動するオイルポンプから潤滑油をモータと減速機に供給する内部循環方式とした。本方式は、軸受、減速機の潤滑と併せ、モータステータ（コイル含む）とロータを冷却している。潤滑油は、内蔵オイルポンプによる圧送の管路抵抗低減、ロータ、減速機回転部材の攪拌損失低減と、軸受、減速機の十分な耐久性確保のため、自動変速機油を採用した。

さらに、ステータと油の冷却効率を上げるため、ハウジング外周と側面に冷却フィンを設けた空冷方式を実現した。これにより、ウォータジャケットや冷却水配管が不要となり、さらにばね下質量を低減した。

IWMの設計は、NTNの主力商品であるハブベアリングなどの開発で得た多くのノウハウを活かし、過酷条件下での水没試験や加振試験等の各種耐久試験を繰り返し、実走行に十分な信頼性を確保した。

### 3. 減速機部

減速機は、省スペースでかつ高減速比が得られるK-H-V型遊星歯車減速機構であるサイクロイド減速機構<sup>9)</sup>を採用した。図2に示すように、サイクロイド減速機は、エピトロコイド曲線歯形を持つ外歯車、内歯車、外歯車の内径部に配した内ピンで構成される。内歯車を固定し、偏心揺動運動する外歯車の自転を出力回転として内ピンで取り出す場合の減速比を式(1)に示す。減速比は、外歯車と内歯車の歯数差で決まるため、単列でも高減速比が得られる。

$$\frac{N_{out}}{N_{in}} = -\frac{Z_i - Z_o}{Z_o} \quad (1)$$

$N_{out}$  : 出力軸回転数  
 $N_{in}$  : 入力軸回転数  
 $Z_o$  : 外歯車歯数  
 $Z_i$  : 内歯車歯数

また、サイクロイド減速機は、歯車の同時噛み合い歯数が多く取れるため、単位容積あたりの伝



達トルクが大きくなり、小型化が可能である。本減速機は、適用する車両の最高速度、最大トルク、減速機を駆動するモータ設計など、全体の構成から最適化を図り、減速比を1/11とした。

サイクロイド減速機構の伝達効率は、同程度の減速比を持つ2K-H型遊星歯車減速機と比較して低い。その要因は、内歯車、外歯車、内ピンと外歯車接触部の動力損失が大きいためである。EVは、搭載バッテリーの容量にもよるが、一般的に航続距離が短いため高いシステム効率が要求される。この課題に対して、接触部分に転がり軸受を採用し、動力損失の低減を図った<sup>1), 3)</sup>。

高減速比の減速機は、モータへの要求トルクが低減できる反面、モータの最高回転速度が上がる。車両最高速度150km/hを減速比1/11の減速機を介して達成するためには、減速機入力回転速度を15,000min<sup>-1</sup>まで上げる必要がある。サイクロイド減速機構は、2枚1組の外歯車を逆位相で動作させ、外歯車の偏心揺動運動に起因する回転軸に直交方向成分の振動を相殺しているが、2つの外歯車による回転軸に直交する軸回りの不釣り合い慣性偶力が残存するため、特に高速回転領域での振動が大きな問題となる。そこで慣性偶力を相殺するためのカウンタウエイトを組み込み、振動を低減した<sup>1)</sup>。

## ◇ 減速機部の台上試験（効率測定）

### 1. 供試体および試験条件

本試験は、IWMのモータ部を取り外した状態を供試体とした。潤滑方式は、IWMと同様に油潤滑とし、外部に設けた潤滑装置により潤滑油を循環させ減速機各部に供給する構成とした。なお、循環経路に設けたヒータにより供給油温を70℃に設定した。試験条件は入力軸において最高回転速度15,000min<sup>-1</sup>、最大トルク45Nmの範囲とした。IWMの力行運転に相当する減速機入力軸から減速機出力軸に向かって動力が伝達される運転条件を順方向入力条件とし、逆にIWMの回生運転に相当する、減速機出力軸から減速機入力軸に向かって動力が伝達される運転条件を逆方向入力条件と定義する。

### 2. 試験結果

図3に(a)順方向入力と(b)逆方向入力条件における、ハブ部の動力損失を除いた減速機部単体の減速機伝達効率の測定結果を示す。

縦軸トルクの符号は、順方向入力条件の場合を正とし、逆方向入力条件の場合は負としている。最大効率は順入力条件で98%、逆入力条件で97.5%であった。順方向入力と逆方向入力の間で伝達効率に大きな差はなく、力行運転と回生運転で同

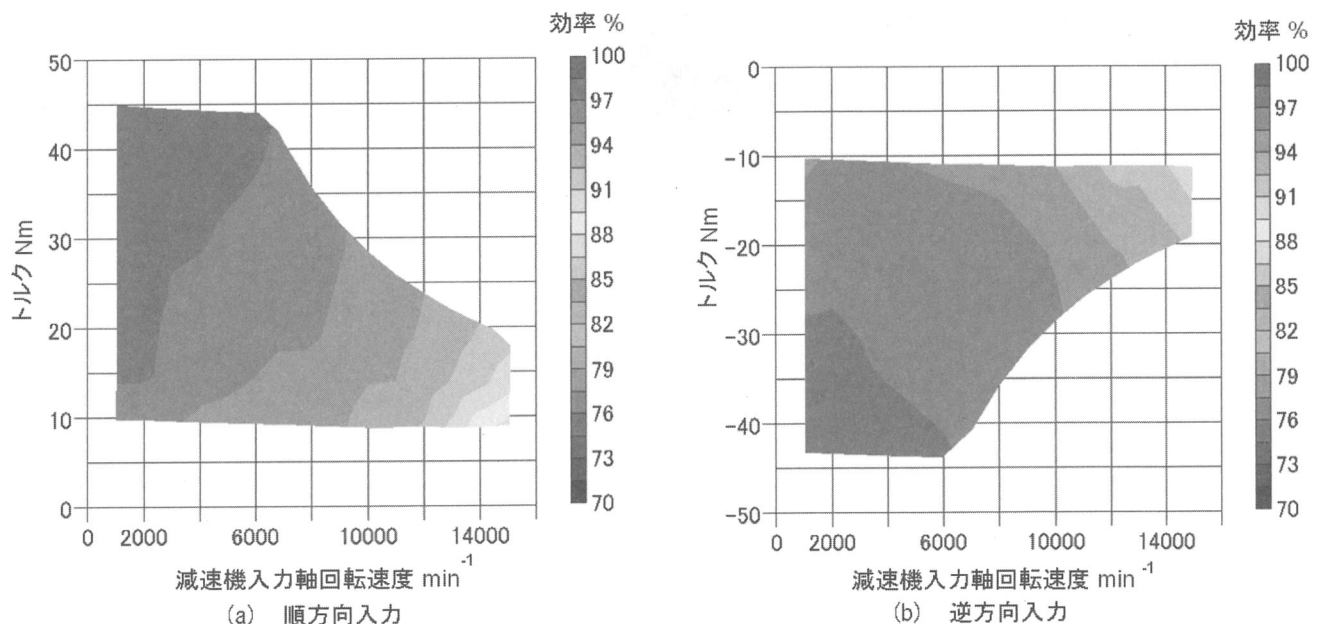


図 3 減速機伝達効率

等の効率であることを確認した。

### むすび

Aセグメントクラスの小型自動車への搭載を想定し、サイクロイド減速機とモータで構成されるIWMにセンサ情報に連動した制御システムを組み入れたIWMシステムを開発した。

減速機の効率については、減速機内部の接触部に転がり軸受を採用したことで、順方向入力で98%、逆方向入力で97.5%の最高効率を達成した。

現在、車両懸架部に装着される条件を想定した機能評価や耐久試験、試作EVによる実車試験を進めており<sup>8)</sup>、さらなる信頼性向上を図り早期商品化を目指す所存である。

### 参考文献

- 1) 鈴木ほか：NTN Technical Review, No.73, 2005, 56-59.
- 2) 田原ほか：インホイールモータユニットの開発, 自動車技術会学術講演会前刷集, No.131-06, 2006.
- 3) 鈴木ほか：NTN Technical Review, No.75, 2007, 46-52.
- 4) 岡本ほか：20インチホイール組込形高効率インホイールモータシステムの開発, 東洋電機技報, 第117号, 2008, 12-17.
- 5) 金子ほか：小型高出力インホイールモータユニットの開発, 自動車技術会学術講演会前刷集, No.7-09, 2009.
- 6) 村田：インホイールモータ駆動ユニットの開発, 自動車技術会学術講演会前刷集, No.28-10, 2010.
- 7) 赤穂：インホイールモータ車の車両運動制御開発, 自動車技術会学術講演会前刷集, No.120-10, 2010.
- 8) 伊藤ほか：NTN Technical Review, No.79, 2011, 22-28.
- 9) 両角宗晴：遊星歯車と差動歯車の理論と設計計算法, 日刊工業新聞社, 1989, 1-6.



# IV. 会員メーカー及び関連会社の 材料・技術の紹介

(株)神戸製鋼所

純鉄系軟磁性材料  
ELCH2、ELCH2S

## まえがき

近年の自動車では、安全性や快適性の向上、燃費低減の観点から、電子制御AT、電動パワーステアリング、アンチロックブレーキングシステムなど、電子、電磁制御部品が多用されています。これらの中で電磁力を用いる部品では、制御信号に対する応答性とエネルギー効率を向上させる目的で、磁界を発生させるコイル部に鉄心材が組み込まれており、従来はC量が0.1%程度の低炭素鋼が多く使用されてきました。しかし、ここ数年の電磁制御技術の進展は目覚ましく、各電磁部品では一層の高性能化と消費電力低減が要求されており、これらの要望に対応可能な鋼材として、当社の純鉄系軟磁性材料ELCH2 (Extra Low Carbon Cold Heading Wire) シリーズを紹介します。

## ◇ 特徴

軟磁性材料の磁気特性は、材料の磁気モーメントの大きさに加えて、結晶粒の大きさや析出物などの金属組織的な因子によっても左右されます。特に、多結晶体の磁気特性においては、結晶粒界や析出物が磁壁移動をピン止めする箇所となることから、磁気特性を低下させる原因になります。

このため、ELCH2シリーズでは以下の観点から磁気特性の向上を図っています。

- ・高純度のフェライト単相組織として素材の磁気モーメントを増加 ⇒C低減

表 1 開発鋼の成分

区分	鋼種名	C	Si	Mn	P	S
磁気特性 優先型	ELCH2	0.005	0.004	0.25	0.009	0.008
被削性 改善型	ELCH2S	0.005	0.004	0.26	0.010	0.025
JIS SUY		0.03 以下	0.2 以下	0.5 以下	0.03 以下	0.03 以下

- ・結晶粒界面積を低減し、磁壁移動抵抗を低減 ⇒Al、N低減

また、部品の生産性や製造コストも考慮して部品加工性を併せ持つ点も考慮しています。

- ・冷間鍛造性の向上 ⇒Si低減、Mn適正化
- ・被削性の向上 ⇒S増量

この結果、ELCH2シリーズは、優れた磁気特性並びに冷間鍛造性や被削性との両立を実現しています。

## ◇ 適用例

ELCH2シリーズは、電磁制御部品の高性能化・高機能化とともに、部品製造コストの低減にも有用な軟磁性材料です。これまでに油圧制御用ソレノイドの鉄心材をはじめ、電磁クラッチなどの大型鉄心材としても採用され、消費電力低減と部品の生産性向上に大きく貢献しています。

## むすび

HEVやEV等の新動力源車の普及に伴い、今後も新たな電磁制御部品が開発され、その適用範囲も拡大していくと思われます。省電力化や製造コスト削減を可能とするELCH2シリーズを提供することで環境負荷低減に貢献していきます。

(株)神戸製鋼所 おぐら だいすけ  
線材条鋼商品技術部 小椋 大輔

## 耐ピッチング性に優れた 歯車用鋼 KSCM418H

### まえがき

自動車の低燃費化を図る上で各ユニットの軽量化は着実に進歩しており、変速機についても高強度材採用による高トルク化や小型化の進展により変速機用歯車にかかる負荷は一層厳しくなっています。ショットピーニング技術や鋼材の不純物低減により歯元疲労強度は飛躍的に向上しており、高強度歯車の損傷形態は歯面の磨耗、剥離、融着へと移行しつつあり、とりわけ破面の剥離（ピッチング）損傷が重要な課題になっています。このような背景の中、ピッチング寿命に優れた歯車を開発するため、浸炭窒化処理に着目し、表面硬化処理の効果を最大限発揮できる鋼材として開発したKSCM418Hを紹介します。

### ◇ 特徴

ピッチング損傷はき裂発生とその進展からなり、主に表面硬さ、表面粗さ、潤滑状態などがき裂の発生に影響すると考えられます。特に自動車用変速機歯車が使用される過酷な環境下では、ミッション油による潤滑がなされても歯面温度は300℃程度まで上昇して鋼材の軟化が生じて耐ピッチング性を劣化させると言われています。

また、歯車の表面硬化処理は、高温下でプロパンやブタンガスを用いて表層に炭素を拡散させる

表 1 開発鋼の成分

鋼種	化学成分 (mas%)					備考
	C	Si	Mn	Cr	Mo	
SCM418H	0.18	0.50	0.45	1.40	0.40	開発鋼
SCM420H	0.20	0.20	0.75	1.00	0.15	JIS鋼
成分の考え方		軟化抵抗性向上		析出硬化	不完全焼入(硬さ低下)抑制	

浸炭と呼ばれる工法が広く用いられています。一方、浸炭窒化処理は、更にアンモニアなどの窒素含有ガスを併用することで表層へ窒素も拡散できるため、浸炭処理にはない窒素化合物が生成され、歯車表面の焼戻軟化抵抗性を増すという特徴があります。

KSCM418Hに高濃度浸炭や浸炭窒化技術を適用することにより、ピッチング寿命の低下原因となる不完全焼入れ組織の生成を抑制しつつ、硬質な炭化物や窒化物を微細に分散させることが可能となり、ピッチング寿命を大幅に向上できます。

### ◇ 特性

Si、Cr増量により焼戻軟化抵抗性を高めるとともに、Mo増量で不完全焼入組織の発生を抑えるように鋼材成分を設計しています。一般的な歯車用鋼であるJIS肌焼鋼SCM420Hと比べ、ピッチング寿命は10倍以上に向上できます。

耐ピッチング性が必要な摺動部品（歯車やシャフト等）に適用できます。

### むすび

HEVやEV等の新動力源車の普及によって歯車の要求特性にも変化が生じ、高強度化ニーズも多様化するものと思われます。今回紹介したKSCM418Hのように耐ピッチング性改善に特化した鋼材だけではなく、様々なニーズに対応した歯車用鋼のラインアップを進めています。

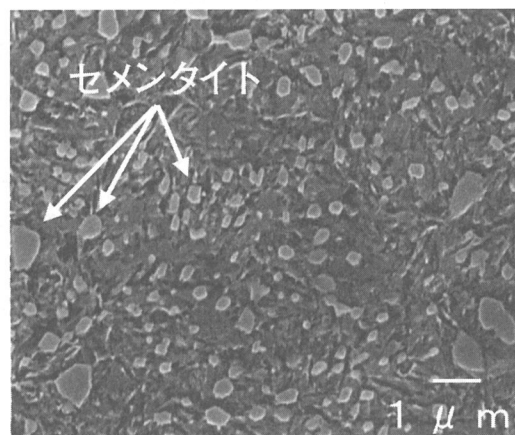


写真 1 高濃度浸炭品のマイクロ組織



軸受のさらなる長寿命化・  
小型化のニーズに対応する  
新グレード軸受鋼「PremiumJ2」

まえがき

近年、二酸化炭素による地球温暖化問題を背景に、自動車の燃費向上等を目指した部品小型化のニーズが、益々高まってきています。中でも軸受の小型化は周辺部品にも派生するために、自動車重量の軽量化に大きく役立つと考えています。軸受は、十分な潤滑環境下で使用された場合にその寿命性能を最大限発揮します。しかし、そのような場合でも、鋼中の非金属介在物が、高応力の転がり疲れを受ける領域に存在すると、それを起点としてき裂が生成・伝ばし、はく離と呼ばれる破壊をもたらします。当社は、これまで軸受鋼のリーディングカンパニーとして培ってきた破壊に至るまでの知見、及び高纯净度鋼製造技術を基に、軸受のさらなる長寿命化・小型化のニーズに対応する新グレードの軸受鋼「PremiumJ2」を開発し、その量産技術を確立しました。本稿では、「PremiumJ2」の概要について紹介いたします。

◇ 「PremiumJ2」の特徴

当社では、長年小型軽量化に寄与する軸受鋼について研究開発を推進してきた結果、軸受への相対的な負荷アップに対応するには、寿命ばらつきの下限値を向上させることが有効であり、それを実現するには、単位体積当たりの特定の大きさ以上の有害な非金属介在物を低減させる必要があることを見出しました。そのため、以下の2つの技術を開発しました。

- ①短期はく離の原因となる有害な非金属介在物を極限まで低減させる製鋼技術
- ②有害な非金属介在物の存在頻度を、従来から用いられているASTM E45 A法やJIS G0555

などに規定された評価方法に比べ、大体積で評価する検査技術

そして、この2つの技術を組み合わせることにより、短期はく離の原因となる有害な非金属介在物が少なく、かつ、そのことを大体積で検査することにより、高信頼性長寿命鋼「PremiumJ2」が誕生しました。

鋼の纯净度に対する信頼性が大幅に改善されたことで、最終製品である軸受の短期はく離が抑えられ、長寿命化・小型化が期待できます。なお参考までに、当社の実験結果では、軸受の転がり疲れ寿命試験において、一般的な軸受鋼（SUJ2鋼）に比べ、「PremiumJ2」は、軸受の寿命下限値が約3倍程度改善したという結果が得られています。（図1参照）

むすび

「PremiumJ2」は、新しい製鋼技術と検査技術を開発・組み合わせることで、信頼性をより高めた高信頼性長寿命鋼です。自動車などの重要部品に使われる軸受をターゲットとしており、昨今ますます高まりつつある、軸受のさらなる長寿命化・小型化に対するニーズに応えます。

当社は、『高信頼性鋼の山陽』のブランド力の更なる向上による企業価値の増大を経営方針に掲げており、今後も技術先進性の拡大に努め、的確な商品開発・市場投入を行ってまいります。

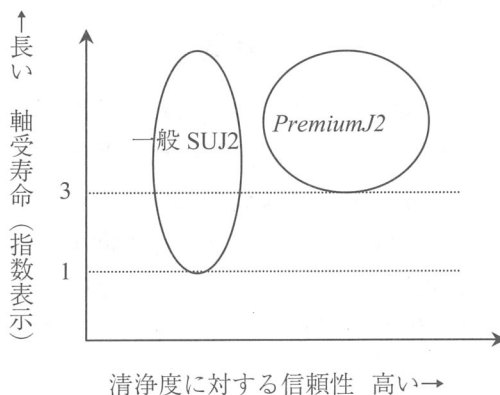


図 1 転がり疲れ寿命のばらつき改善イメージ

〔山陽特殊製鋼(株) 研究・開発センター 射場 俊彰〕

## 高耐久比鋼

### まえがき

自動車部品の軽量化や高機能化を図るため、鉄鋼材料の高強度化は従来にも増して求められています。これら高強度化のニーズの多くは疲労強度の向上であり、これまで単に引張強さを向上させて相対的に疲労強度を向上させる方法で対応してきました。しかしながら、切削加工を必要とする部品（例えば、エンジンや足廻りの熱間鍛造部品、歯車等）では、切削加工のコストが部品の製造コストの約40～70%を占めるため、引張強さの上昇による被削性の低下は製造コストの大幅な増加につながります。したがって、これら部品では切削コストの増加が高疲労強度化を阻害している要因の一つとなっていました。

この課題を解決する手段として、例えば、被削性に大きく影響を与える引張強さを向上させずに、疲労強度のみ向上させることができれば、高疲労強度化と被削性の両立が可能となります。新日本製鐵では、疲労強度と引張強さの比である耐久比（＝疲労強度／引張強さ）の高い鋼材を開発しましたのでご紹介いたします。

### ◇ 特徴

一般に鉄鋼材料の疲労強度は引張強さの約半分、すなわち耐久比0.50前後の値と考えられています。この耐久比の値は鋼の強化機構により変化することが知られており、耐久比の向上には、特に析出強化が有効です。そこで、新日本製鐵では、析出強化を利用し、ナノサイズのバナジウム

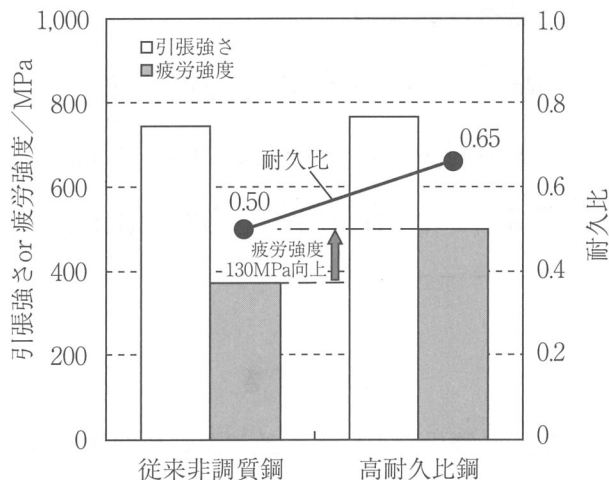


図 1 引張強さ、疲労強度および耐久比

炭化物を多量に分散させることにより、高疲労強度化と被削性の両立を可能とする高耐久比鋼を開発することに成功しました。

図1に従来非調質鋼と高耐久比鋼の引張強さ、疲労強度および耐久比を示します。開発鋼のように、耐久比を0.50から0.65に向上させることによって、引張強さを向上させることなく、すなわち被削性を低下させることなく疲労強度のみ130MPa向上させることができます。この開発鋼の疲労強度は、従来鋼（耐久比0.50の鋼材）で引張強さ1,000MPa級の疲労強度に相当します。

開発した鋼は、熱間鍛造放冷ままで最終強度となり、部品の高強度化が直接被削性の低下につながる非調質鋼の代替材として有効です。

### むすび

高耐久比鋼は高疲労強度でありながら被削性を確保することができ、自動車部品の軽量化に寄与することから、今後、様々な部品への適用が拡大されていくものと考えられます。

〔新日本製鐵(株) 寺本 真也〕  
技術開発本部 室蘭技術研究部

## 自動車の進化を支える 住友金属の特殊鋼

### まえがき

地球環境保全の観点から排ガス規制や環境負荷物質規制が厳しくなっており、自動車部品の開発においても、低コストで低燃費化が図れるような軽量化や、鉛フリー化（環境負荷物質削減）の要望がますます高まりつつあります。

このような自動車部品の動向にあわせて開発した当社の商品例を以下に紹介します。

### ◇ クランクシャフト用鋼

エンジンの主要な構成部品であるクランクシャフトには、エンジンの高出力化や軽量化のために更なる高強度化が求められるとともに、製造工程におけるCO<sub>2</sub>排出量の削減や低コスト化につながる工程の合理化が求められています。

高強度軟窒化クランクシャフト用鋼にはチタンやモリブデンを添加しており、熱間鍛造で生じる結晶粒の粗大化や軟窒化後の表面硬度上昇の改善に不可欠だった焼準工程を省略でき、高い疲労強度と良好な曲げ矯正性の両立を達成しました<sup>1) 2)</sup>。

### ◇ クラッキングコンロッド用鋼

コンロッドとは、自動車エンジン内部でクランクシャフトとピストンを連結する部品であり、ロッドとキャップという2つの部品から構成されます。クラッキングとは、コンロッド全体を製造した後で、ロッドとキャップに破断分割する製造方法のことです。ロッドとキャップを別々に製造する従来方法と比べて、熱間鍛造・機械加工等でコストダウンが図れます。

当社は、チタンとバナジウムを添加した高強度クラッキングコンロッド用鋼を開発することで、部品軽量化に寄与するとともに、製造工程での大幅なコストダウンを実現しました<sup>3) 4)</sup>。

このクラッキングコンロッド用鋼と上述のクランクシャフト用鋼では、被削性を向上させること

により、鉛（削りやすくなるが環境負荷物質でもある）の削減に成功しました。

### ◇ 足回り・ステアリング用鋼

ハブやステアリングラックバーといった部品は、非調質工程（焼入れ焼戻しを施工しない）での製造が主流になりつつあります。

当社は、お客様のニーズや部品要求特性に対し、様々な強度と被削性を組合せた非調質鋼を提供することで、製造コスト削減や環境保全に貢献しています。

### ◇ 高強度ボルト用鋼

ボルトを高強度化することにより、使用するボルトを減らしたり、ユニットの高出力化に対応することができますが、高強度化すれば遅れ破壊という現象が問題になります。

一般的に遅れ破壊の破面は粒界割れであることから、当社は、粒界偏析元素の低減や結晶粒の微細化により粒界割れが生じにくい耐遅れ破壊ボルト用鋼を開発しました<sup>5) 6)</sup>。さらにモリブデン増量およびバナジウム添加により、セメントタイトによる粒界脆化も抑制する高強度ボルト用のラインナップもそろえました。

### ◇ 歯車用鋼

動力伝達部品である歯車には、耐摩耗性や疲労強度が必要なため、浸炭や軟窒化等の表面硬化熱処理が施されます。

当社の浸炭歯車用開発鋼には、例えば、浸炭異常層を低減した高強度歯車用鋼<sup>7)</sup>や、ボロン添加によって浸炭層の粒界強化を実現した高強度肌焼ボロン鋼<sup>8)</sup>があります。また、高強度軟窒化用鋼<sup>9)</sup>は、歯車の高強度化と低歪化の両立が可能です。いずれも部品の高強度・高性能化を通じてトランスミッションの進化を支えています。

### むすび

当社は、各々の部品に対して、従来の冶金材料的なアプローチに加えて、お客様での実際の造り込みや部品評価をふまえた、鍛造・熱処理シミュレーションや強度解析も駆使しながら、お客様の視点に立った開発を行っています。

今後も、自動車部品の高性能・低コスト化やCO<sub>2</sub>排出量や環境負荷物質の削減が可能な鉄鋼材料の開発を通じて、自動車部品の発展に貢献していきます。

#### 参考文献

- 1) 西谷成史：特殊鋼、1 (2010)、p.22
- 2) 佐野直幸ら：まてりあ、48 (2009)、p.81

- 3) 長谷川達也：特殊鋼、4 (2007)、p.56
- 4) 長谷川達也ら：まてりあ、46 (2007)、p.28
- 5) 長谷川達也：特殊鋼、1 (2007)、p.56
- 6) 松本齊ら：住友金属、48 (1996)、p.207
- 7) 黒川八寿男ら：住友金属、48 (1996)、p.204
- 8) 木下斎ら：自動車技術会学術講演会前刷集、No.22-08 (2008)、p.1
- 9) 黒川八寿男ら：住友金属、48 (1996)、p.201

〔住友金属工業(株) はせがわたつや  
棒鋼・線材カンパニー 長谷川達也〕





## ダイドー電子の製品紹介

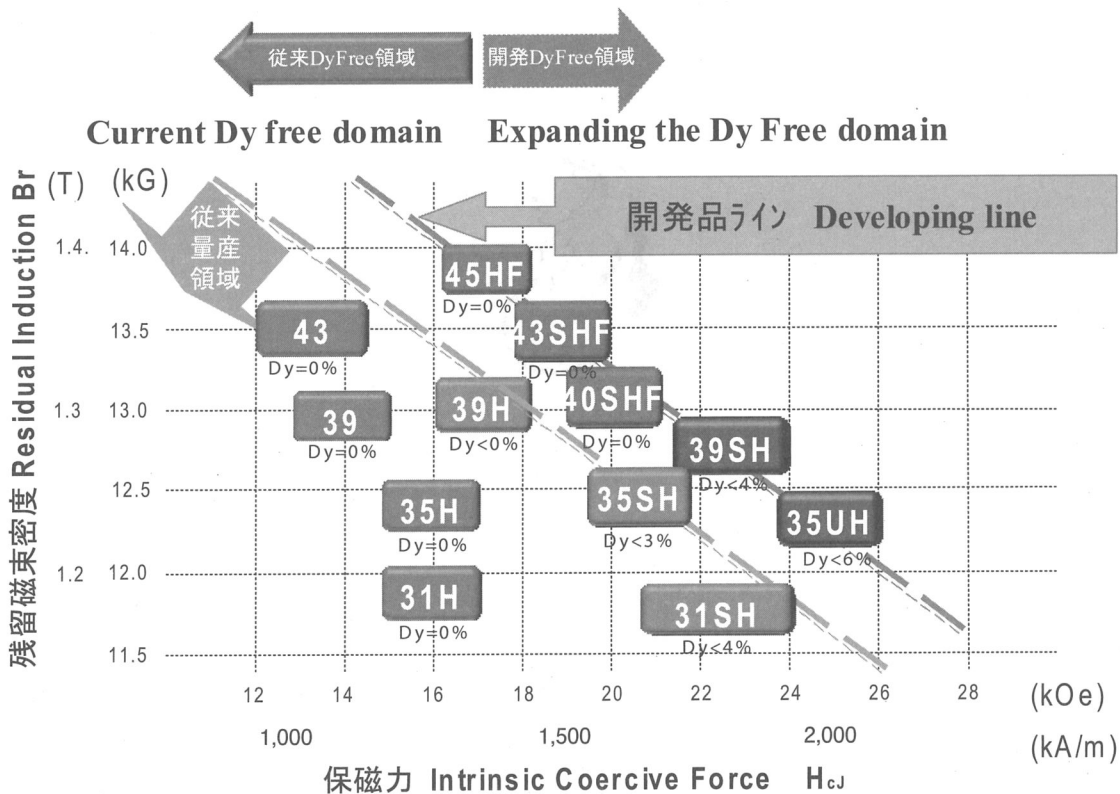
Nd・Fe・B系永久磁石は、自動車、家電、産業機械のモータ等の各種電気部品に使用され、広い分野に渡って最新技術を支えています。近年、省エネルギー、自動化のニーズから自動車分野では、電動化やHV化によるモータ効率の向上、小型軽量化、高精度化により、その希土類系磁石の需要は、ますます高まっています。しかし昨今の資源問題により希土類価格が高騰しており、原料の安定調達とコストの観点から、特に希少かつ高価なDy等の重希土類元素の使用量を低減する技術開発が磁石業界の最大の課題となっています。(株)ダイドー電子(2000年3月までは大同特殊鋼(株)磁材事業部、以下、当社)は、希土類ボンド磁石《NEOQUENCH-P》《NITROQUENCH-P》とネオジムラジアル異方性リング磁石《NEOQUENCH-DR》を中心に生産販売しており、特に省Dy型の《NEOQUENCH-DR》は注目を浴びています。

### ◇ 《NEOQUENCH-P》ネオジムボンド磁石

超急冷法によりつくられたNd・Fe・B系粉末を樹脂で結合した等方性ボンド磁石です。GM社が1982年に発表したMQ磁石を基とし、1987年日本で最初に当社は上市しました。ユーザーと共に用途を広げ各種のグレード品を開発し、HDD等の小型スピンドルモータや携帯電話の超小型振動モータを中心に供給しています。更に自動車用モータやセンサ用では150℃、180℃対応の耐熱グレードを開発し、信頼性や精度が求められる用途にはシャフトやヨーク等の他部品と磁石に一体成形品や、最近では軟磁性ボンドと磁石の2材成形品といった商品も市場に提供しています。

### ◇ 《NITROQUENCH-P》サマリウム・鉄・窒素ボンド磁石

超急冷法によってつくられたSm・Fe系粉末を窒素処理し、樹脂で結合させた等方性ボンド磁石で、大同特殊鋼とダイドー電子が共同開発によりNEOQUENCH-Pよりも高磁気特性・高耐食性・長期耐熱性などの特長を有し、今後の用途開発に期待しています。



## ◇ 《NEOQUENCH-DR》ネオジムラジアル異方性リング磁石

上述の超急冷粉末をホットプレスしてバルク化した後、熱間押し加工により成形したネオジム磁石です。リング形状でラジアル方向に異方化された磁石では世界最高級の磁力を持ち、長尺においても磁力を損ないません。又、磁力のバラツキも少なく、スキューや台形波などの着磁が可能のため、モータ特性におけるトルクリップルやコギングの低減が図れることより制御性が求められるACサーボモータに多く採用されており、自動車分野においては耐熱性の良さからも電動パワーステアリングモータへも採用されています。最近では外径φ6.5~10mmで高磁気特性を保ち外径の5倍の長さでも製造可能としています。

この磁石は200~500nm程度の微細なナノ結晶

からなっており、一般的な焼結磁石と比較して結晶粒径が1オーダー程度微細です。この組織の差が、最大の特長であり、これは①原料合金の製法が異なること、②工程内の最高温度が異なることの主に2点の製法上の違いに起因しています。一般に磁石材料の結晶粒が細くなるほど高い保磁力を得ることができ、耐熱性が向上することが知られています。故に結晶粒径が非常に微細なNEOQUENCH-DR磁石は、高耐熱性を得るのに有利であり、その分、耐熱性の確保のために添加される高価なDy等の重希土類元素の使用量を一般のNd系磁石に比べ、半減されています。当社は、更に磁石組成の最適化と新たな熱間加工方法の開発によるナノレベルでの組織制御を行い、Dyのフリー領域を拡大する材質を開発中です。

〔株)ダイドー電子 はいづか ひろし  
営業部営業企画室 灰塚 弘〕



## 軽量化に資するこれからの 素材・マグネシウム圧延材

弊社はステンレス・特殊鋼の圧延メーカーであり、特殊鋼の分野では磨帯鋼を生産し、その自動車分野への販売比率は70%に達している。鉄鋼の圧延をなりわいとはしているが、将来の新しい金属への市場からの要望に応えるために、10年ほど前からマグネシウム合金圧延材の製造・販売に着手している。マグネシウム合金は、一般的には鋳造材が用いられ、すでに自動車においてもダイカスト法やチクソモールド法で製造されたマグネシウム合金が多く用いられている。しかし、圧延薄板に関しては、製造するメーカーが極めて限られていること、そのプレス成形は基本的には200~300℃の温間で行わなければならないことなどから、なかなか普及していないのが現状である。現在のところ、マグネシウム合金圧延材は、圧倒的な軽量化が必要とされているモバイル用の電子機器、その他福祉機器の一部に採用されているのみである。しかし、その適用分野は徐々にではあるが拡大している。

マグネシウム合金圧延材が鋳造材に比べて有利な点は、板厚が薄くできること、プレス加工ができるため生産性が高いこと、合金種が多様であり、用途に応じた合金を選定できることなどが挙げられる。このような利点を活かして、マグネシウム合金圧延材は、ノート・パソコンの筐体、携帯電話のシャシーなどに適用されている。特に最近のノート・パソコンでは高い意匠性が求められ、従来の鋳造材では実現が困難であったマグネシウム本来の金属光沢を活かした塗装が施され、その意匠性の高さが認められている。

圧延材として用いられるマグネシウム合金の大半はAZ31と呼ばれる、アルミニウム3%、亜鉛1%を含む合金である。鋳造材用としては、AZ91（アルミニウム9%、亜鉛1%）が一般的であるが、この合金は圧延およびその後の成形が難しいために圧延用としては用いられず、圧延用と

してはもっぱらアルミニウム含有量の低いAZ31が用いられる。AZ31は、成形性、強度、価格のバランスに優れた合金であり、薄いとこでは板厚30 $\mu$ mまでの圧延が可能である。

マグネシウム合金の課題の一つとして、耐食性の低さが挙げられる。耐食性は、化成処理および塗装によって確保され、アルミニウム含有量が多いほど化成処理後の耐食性は向上する。そこで弊社では、従来圧延が難しいとされていたアルミニウム6%を含有する、AZ61およびAM60という高アルミニウム系合金の圧延技術の開発に取り組み、その製品化に成功している。この材料は、AZ31に比べて、耐食性が高く、また耐力も高いので、高耐力・高耐食性が求められる部品への適用が開始されている。

マグネシウム合金薄板のもう一つの課題として、プレス成形を250℃前後の温間で行わなければならないことが挙げられる。マグネシウム合金プレス成形品の製品化に当たっては、金型に加熱設備を付加しなければならず、これが普及の妨げにもなっている。この課題に関しても、弊社では新たな解決策を開発している。

一つは、結晶集合組織を制御する方法である。マグネシウムの結晶構造は稠密六方晶であり、板厚方向に六角柱が林立した結晶集合組織を呈している。室温では、すべり面が六角柱の底面に限定されるために板厚方向の変形ができずプレス成形が困難であるが、この六角柱を傾斜させてやれば室温での加工が可能になる。弊社では独自の方法でこの柱を傾斜させることに成功し、室温での加工が可能なマグネシウム合金薄板を開発した（TMP：Texture-controlled Magnesium Plateと称す）。このマグネシウム合金は、単に室温での成形ができるだけでなく、高速変形時においても脆性破壊を起こさないという特長も持つ。写真1に示すように、通常マグネシウム合金では高速で変形させると脆性的に破壊するが、この合金は高速変形時にも延性的に変形し、脆性破壊を起こすことはなく、自動車部品としても十分な性能を備えていると考えられる。将来、自動車の軽量化に資する材料であると考えている。

また、室温での成形を可能にするもう一つの方法として、合金成分を変えて実現する方法もあ

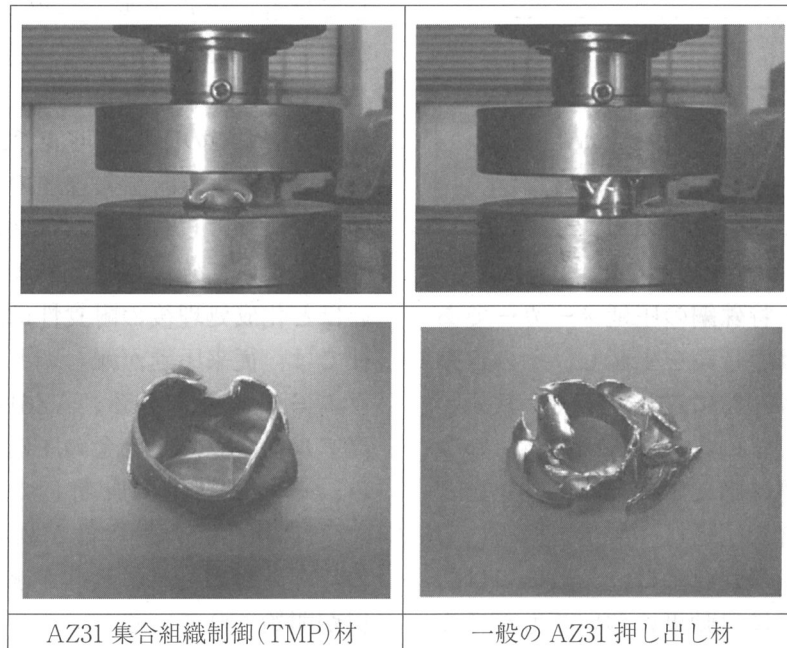


写真 1 高速変形時の破壊形態の比較

る。代表的な例としては、リチウムを添加する方法である。リチウム 9%、亜鉛 1% を添加した LZ91 という合金は、体心立方の金属組織相を有するようになり、室温での成形が可能となる。弊社では、LZ91 合金の製造にも対応している。これら 2 つの方法で室温での成形を可能とする材料の提供を開始し、今後の拡大を期待しているところである。

マグネシウム合金を自動車、鉄道車両、航空機などに適用するには、難燃性が要求される場合がある。粉末、箔以外のマグネシウム合金は火炎が当たっても簡単に発火するものではないものの、大きな火災に際して、一度発火すると水では消火できなくなる。このため、Ca やレア・アースを

添加した難燃性マグネシウム合金が開発されている。これらの合金は、高温に曝されても一般の金属のように熔融するのみで、自らが発火することはない。この難燃性マグネシウム合金は、状況に応じて適用されることになろう。

弊社は、長年に亘って培ってきた圧延技術を用いてマグネシウム合金の圧延に取り組み、マグネシウム合金圧延材を継続的に世の中に提供している唯一の企業である。マグネシウム合金圧延材の普及にはまだまだ時間がかかると考えられるが、近い将来には自動車への適用が始まり、ますます発展していくものと考えられる。

〔日本金属(株) やまぎき かずまさ  
新事業推進部門 山崎 一正〕

## “特集” 編集後記

昨今、地球温暖化に対する危機意識の高まりをはじめとして世界的に環境意識が高まってきており、自動車業界では、従来のガソリン自動車から、HV・EV化への変化が始まっています。

そのような状況下、7月号では、特集鋼倶楽部としては初めて、「HV・EV化と特殊鋼」を取り上げてみました。

私ども特殊鋼関係者にとって、HV・EV化で特殊鋼に対する要求がどのように変化していくのかは、非常に関心のあるテーマです。しかしながら、自動車メーカーや部品メーカーとの接触の中では、鋼材への要求特性については断片的な情報を得るに留まっているのが現状です。そこで、全体的・体系的に、HV・EV化と特殊鋼との関連を一度整理し勉強してみたいと思い、本号の編集に取り組みました。

第1章では、エネルギー事情・環境対策としてHV・EV化の開発・普及などの大きな流れの解説をお願いしました。

第2章では、HV・EV化で新たに求められる特殊鋼へのニーズとその動向について解説をお願い

しました。

第3章ではHV・EV化に対応し、軽量化・低フリクション化・低騒音化等の新技術・新商品の紹介をお願いしました。

HV・EV自動車の種々の部品・部材で、既に特殊鋼材料技術が活躍していることがわかりましたし、今後の種々の環境対応自動車の開発・普及に際して、特殊鋼材料・部品へのニーズはさらに高まることもわかりました。

今回のテーマは、初めてのテーマであり、また、新たな市場変化でもあり、編集委員会の議論も難航しましたが、寄稿いただいた方々のご協力により内容豊かな特集になりました。執筆いただいた企業・団体および執筆者各位には心よりお礼申し上げます。

読者の皆さまにおかれましては、本号が、HV・EV化動向、およびHV・EV化における特殊鋼の現状と将来について、理解を深める一助となれば幸いです。

〔新日本製鐵(株) 棒線営業部 出町 ひとし 仁〕



# 業界のうごき

## UEX、ネット販売開始 東京・店売りから本格販売

UEXは、ステンレス各種やチタン丸棒のネット販売システム「UEX.net」を6月から東京地区の店売りに在庫販売で本格展開すると発表した。

顧客は、品種や材質、寸法、個数、切断方法などを指定して見積もりや発注を行い、価格・納期確認や履歴活用もできる。発注額に応じたポイント値引きもある。12年度は東京地区の同業を中心に約300社への普及を目指す。13年度は店売りで全国展開を計画し、将来はユーザーにも広げる。

97年～09年に親密取引先流通（水晶会メンバー13社）限定のネット販売を行ったが、本格展開は初めて。4月に24社と運用を開始。今季は東京地区の店売り（約400社）の大半で普及を目指す。

顧客は見積もり、発注を簡便にできて待ち時間も無くなる。UEXは営業担当者の不在による見積もり回答の遅れを解消し、事務処理の迅速化や伝達ミスの減少も図る。

（6月4日、鉄鋼新聞）

## カネヒラ鉄鋼、 国内外で拠点強化

カネヒラ鉄鋼は、需要構造の変化に対応するため国内外で拠点を強化する。国内では5月に静岡営業所を開設し、地場ユーザーの即納要請に対応。海外では、中国・広東省佛山市の連絡事務所を8月をめどに現地法人化する。現地日系ユーザーの多様なニーズに対応し、3年後には年間5億円の売上高を目指していく。

これまで同社は、静岡周辺の自動車関連のユーザーに対して南港鋼材センター（大阪市住之江区）で切断するなど対応してきた。よりきめ細かな対応をするためには、ユーザ

ーに近いところに拠点を開設した方が良いと判断。土地・建物を賃借し、静岡営業所を開設することにした。

静岡営業所の概要は、敷地が2千m<sup>2</sup>弱で、倉庫が1,300m<sup>2</sup>。設備は丸鋸切断機4基とし、自動車向けの量産品を切断する体制を整える。そのうち2基は南港から移設し、2基は新設する。在庫能力は最大500トン。

（4月24日、鉄鋼新聞）

## 佐藤商事、農機用クランクシャフト ユアサ工機とタイ合弁

佐藤商事は、ユアサ工機（本社・岡山県岡山市）と合弁で、タイに農機・建機・産業機械用クランクシャフトの機械加工メーカーを設立する。5月に設立し、13年5月に営業生産を開始、14年4月から本格的に量産開始する予定。主にクボタエンジン（タイランド）向けにクランクシャフトを供給する。

クボタがトラクター用エンジンのタイ生産を本格化させるのに対応し、ユアサ工機の技術力と佐藤商事の素材調達力、販売力を組み合わせ、現地供給体制を構築する。第1期の設備投資額は約14億円。

新会社は「YUASA SATO（タイランド）」資本金1億4千万バーツ（約3億6千万円）で、ユアサ工機が60%、佐藤商事が40%出資する。社長には湯浅博文ユアサ工機取締役が兼務で就任する。ラヨン県アマタシティ工業団地内の敷地約1万6千m<sup>2</sup>に、12年末完成予定で約3,500m<sup>2</sup>の建屋を建設する。（4月27日、鉄鋼新聞）

## 大同興業、インドネシアに現法 10月設立、車関連需要に照準

大同興業は、10月末予定でインドネシアに現地法人を設立する。二輪車を含む自動車関連需要の対応強化などが狙い。12年度スタートの3カ年中期経営計画で海外取引（輸出入、

3国間貿易）比率を30%（11年度は約20%）に拡大する方針で、海外拠点網も拡充する。同社の海外拠点は11カ所（5現法、4支店、2駐在員事務所）となる。

現地法人の名称は「PT. DAIDO KOGYO INDONESIA」で、資本金40万ドル（約3,400万円）は、全額出資する。本社をジャカルタ市に置き、社長は早川浩史シンガポール支店長が兼務する。常勤4人体制（うちローカルスタッフ3人）でスタートする。

海外取引の拡大、海外拠点の強化などを狙いに、7月1日付けで海外事業部も新設する。（5月28日、鉄鋼新聞）

## 大和特殊鋼、 プラズマ切断機を更新

大和特殊鋼は切断品の品質向上を図るため、春日工場（兵庫県丹波市春日町）のプラズマ切断機を1基更新した。また別のプラズマ切断機では、電源をリプレースし、最大切断厚を150ミリ（従来は80ミリ）まで可能にした。

設置したのは小池酸素工業製のTECHNO GRAPH/5000Z HIFocus440iで、最大切断サイズは厚み100mm、幅3,700mm、長さ1万5千mm（ドライ切断の場合は8千mm）。従来機よりもコーナー形状が改善し、切断面の垂直度が向上。特に15mm厚までの切断面はレーザー切断とよく似た銀白色となり精密切断ができる。

また70mm厚までは完全水没切断が可能。これにより粉塵や騒音を低減し作業環境が大幅に改善する。

また別のプラズマ切断機では、電源をSUPER400S（小池酸素工業製）から同600Sに更新しパワーアップを図った。（6月4日、鉄鋼新聞）

## 藤田商事、浦安鉄鋼センター 震災より復旧完了

藤田商事は、東日本大震災で被災した浦安鉄鋼センターのリニューアル

# 業界のうごき

ル工事を完了し、新体制で業務を開始した。浦安鉄鋼センターの工場建屋の半分(約1,800m<sup>2</sup>)を取り壊して新建屋2棟を建設。一部の帯鋸盤を最新鋭機に更新し、大型クレーンも設置した。

天丸の在庫・切断・搬送など、重量物への対応力を一段と高めるとともに、照明の省エネ化も進めた。東日本に複数の営業・物流拠点を構えるが、全社の中核拠点である浦安で将来を視野に基盤を再整備した。

新しい建屋では新工法による天窓の効果で昼間照明を削減し、“電力の見える化”も進めた。

天井クレーンは鋼板剪断機械の10トン1基、7.5トン2基を新設して全9台体制とした。

切断設備ではKASTOのシステム帯鋸盤「tec F4」と超硬帯鋸刃兼用帯鋸盤「tec AC7」を新設し、切断能力を落とさずに7台体制を6台体制に集約した。(6月1日、鉄鋼新聞)

## 野村鋼機、茨城の立体自動倉庫稼働

野村鋼機は、茨城支店・関東スチールセンター(茨城県稲敷市)で新たにステンレス条鋼用の立体自動倉庫を稼働開始した。東日本大震災で旧立体自動倉庫が大きな被害を受けたため、全面更新した。新倉庫の保管能力は1,500トン。旧倉庫の2,500トンより小さいが、関東SCは平置きスペースがあるため、業務に支障はない。

同社は、構造用鋼、熱間金型用鋼の大手問屋でステンレスでは丸棒を中心にアングル、平鋼などを在庫販売する。震災被害では浦安特殊鋼センターの建屋補修(1千万円)も行った。

12年3月期単独決算は売上高134億1,400万円で前期比6.5%増、経常利益3億8,500万円で同37.0%増。純利益2億3,000万円で同37.2%増。

品種別売上高は構造用鋼10.4%増、

ステンレス5.7%減、工具鋼など17.8%増。工具鋼では熱間金型用鋼、ダイホルダー関連、機械加工などで売り上げを伸ばした。(6月11日、鉄鋼新聞)

## 山一ハガネ、技術開発センター着工

山一ハガネは、本社内に技術開発センターの設置を決めていたが、今月初めに建設工事に着手した。10月末の引き渡し、11月からの本格稼働を見込んでいる。

技術開発センターは建築面積が2,152m<sup>2</sup>、延べ床面積は2,425m<sup>2</sup>規模。同社は今年2月3日付で校正・試験所の国際標準規格「ISO-17025」に適合している試験所として国際認証を受けている。3次元測定機による寸法試験でダイカスト、樹脂、プレス金型、精密部品、製品モデルなどを試験対象としており、このカテゴリーにおける民間企業での認定は世界初となった。

同社は、この認証取得に併せて世界最大級の3次元測定機や、5軸マシニングセンタなどを導入する技術開発センターを建設することにしたもの。極めて精巧な測定器や加工設備を置くことから、室内温度は20度C±0.5度に設定している。

(6月14日、産業新聞)

## 日立金属アドメット、営業本部を一元化

日立金属アドメットは、6月から3営業本部(高機能材料、情報磁材、ターゲット材料)を“営業本部”に一元化し、社内連携を強めるとともに、日立金属グループと連動して国内需要家対応を進化させ、海外市場対応力も高める体制を整える。

高機能材料に各種加工を組み合わせるなど小回りの利くコーディネーター機能も生かして、自動車の電動化、分散電源関連の市場形成、航空

機・エネルギー分野の成長、エレクトロニクス製品の海外展開など、13~15年度の次期中期計画でも主テーマとなる需要分野の動きに迅速・緊密に呼応する体制を整える。

日立金属グループとの双方向の人事交流は自社営業部隊の2~3割に拡大しており、今後も積極的な交流を続ける。

自動車分野では軟磁性材料応用製品と情報・電子部品のシナジーも追及する。航空機分野では日本エアロフォーシとも連携。海外展開でも日立金属と役割分担し、現行25%前後の海外売上高比率を高めていく。

(6月5日、鉄鋼新聞)

## 愛知、鍛造品分野でコスト競争力強化

愛知製鋼は、自動車業界で拡大するCVT(無段変速機)需要に対応するため、良品廉価による関連部品生産、鍛造品分野での投資などを実施する。同部品を先行して生産していた優位性を生かし、ニーズ対応力を強化する。

自動車業界ではHVやEVなどが市場を席巻している中で自動車のコンパクト化が世界的に進んでいる。排気量3千CC超の普通車をはじめ、3千CC以下の車種についてもダウンサイズ化が進んでいる。

これまでコンパクトタイプが主流だったCVT装備は、徐々に中型車にも装備されつつある。こうした中、同社では小型クランク市場を狙った商品戦略を展開するほか、コスト競争力強化のため自動鍛造プレスの活用を拡大する。

またCVT部品対応では、3千トンプレス(高速自動鍛造プレス)やコンパクト炉を導入する。このほか、ユーザーの海外生産に合わせた鍛造品での海外展開も積極的に展開する。

(5月30日、鉄鋼新聞)

# 業界のうごき

## 神鋼、導電ロス半減 燃料電池用チタン箔開発

神戸製鋼所は、燃料電池のセパレータ向けに、低コストで導電性に優れるチタン箔を開発したと発表した。同用途で従来から注目されているステンレスに比べ、コストを同程度に抑えつつ燃料電池の導電ロスを半減できる。神鋼は、コストや性能面で量産を実現できる初の金属系セパレータとしており、早期の実用化を目指す。

神鋼の開発品は、耐食性に優れるチタン箔の表面に安価な炭素系材料をコーティングすることで高い性能を実現。主流のカーボン製と比べた場合は、導電性やコストは同等だが、耐食性の高さから厚みを約6分の一に減らせるため電池重量を軽くできる。こうした利点から燃料電池車への採用などが期待される。

ステンレス製セパレータと比べた場合、神鋼の開発品は素材価格が割高だが、表面処理の容易さなどからコストを同程度に抑制できる。金を表面に施したチタン製も開発されているが、コストが課題だった。

(5月24日、鉄鋼新聞)

## 山陽、新軸受鋼開発 軸受を長寿命・小型化

山陽特殊製鋼は、異物が少なく軸受の長寿命化・小型化を可能にする軸受鋼「PremiumJ2」を開発、量産化する技術を確認したと、発表した。精錬技術を新たに開発し、軸受けの亀裂の原因となる非金属介在物の大きさと数を低減。軸受の寿命下限値を一般的な軸受鋼(SUJ2)に比べ約3倍にし、軸受を約3割小型化(両方とも山特調べ)できる。

また、超音波により体積で成分を評価する検査技術も開発。より信頼性の高い軸受鋼を供給する体制を整

えた。

今後は、自動車の駆動部品など重要保安部品をターゲットに販売していく。同社では「これからユーザーと商談に入るため、はっきりとした販売目標は現時点では見えないが、エコの観点から小型軽量化のニーズをとらえられる商品だ」としている。

(5月11日、鉄鋼新聞)

## 新日鐵の冷延ハイテン、 車外板で世界最高強度

新日本製鐵は、本田技研工業の新型軽自動車の外板に引張強度590MPa(メガパスカル)級の冷延ハイテンが採用されたと発表した。これまで外板の最高強度は440MPa級にとどまっていた。同車種には補強部材用なども含め計3種類の冷延ハイテンが採用された。燃費向上に向けた車体軽量化の加速を背景に、より強度の高いハイテンの適用領域が一段と広がってきた。

採用車種はホンダの新型軽乗用車「NBOX(エヌボックス)」だ。590MPa級の冷延ハイテンはサイドパネルに採用された。新日鐵はトリップ型と呼ばれる鋼組織の冷延ハイテンで優れた強度と成形性を両立し、外板の世界最高強度を実現した。成形性は440MPa級と同等になる。

同部位の高強度化により、車体骨格全体の使用材料を減らしても設計強度を維持できる効果があるため車体骨格の重量は1%(約2キログラム)軽量化した。

(6月18日、鉄鋼新聞)

## 東北特殊鋼、 タイ新工場が稼働

東北特殊鋼がタイ(チョンブリ県ピントン工業団地内)で建設を進めていた特殊鋼精密加工品工場がこのほど完成し、今月1日から稼働を開始した。自動車部品メーカーにパーツを供給していく。月産能力は、1

品種15万個で4品種60万個の供給を見込んでいる。

同社は、昨年、全額出資による現地法人TOHOKU Manufacturing(Thailand) Co., Ltd(資本金・1億4千万バーツ=約3億6千万円、社長・吉田宏氏)を設立し、工場(敷地1万9,441m<sup>2</sup>、建屋5,178m<sup>2</sup>)建設を進めてきた。

主な設備(第1期)は400トンプレス2基、160トンプレス1基、丸鋸切断機2台、ショットブラストマシン1台、一液系皮膜装置1台、雰囲気焼鈍炉1台、NC旋盤9台、他。

(5月11日、鉄鋼新聞)

## 日本金属が新規事業、 自動車部品用異形鋼

日本金属は、新規事業として自動車・精密部品用異形鋼の本格生産を開始した。当面は既存設備での生産を続けるが、今後の受注拡大に対応するため福島工場(福島県白河市)に4億円を投じて専用ラインを新設する。来年3月に完成する予定で、来年度は売上高8億円を目指す。

異形鋼は加工品事業の看板商品の一つ。福島工場で生産しているが、異形ロール圧延により製造しているため切削加工、引抜き、鍛造、プレスなど従来の加工方法と比べ生産性が高く、ユーザーのコスト低減に寄与できるのが最大のセールスポイントで、寸法精度も切削加工と同等だ。

今回、本格生産を開始することになったのは、自動車の無段変速機部品の材料として使用される高精度異形鋼(素材は特殊鋼)。

(6月13日、鉄鋼新聞)

おことわり：この欄の記事は、最近月における業界のおよその動向を読者に知らせる目的をもって、本誌編集部において鉄鋼新聞ほか主要な業界紙の記事を抜粋して収録したものです。

# 特殊鋼統計資料

## 特殊鋼熱間圧延鋼材の鋼種別生産の推移

鋼種別

(単位：t)

年月	工具鋼	構造用鋼			特殊用途鋼							合計
		機械構造用炭素鋼	構造用合金鋼	計	ばね鋼	軸受鋼	ステンレス鋼	快削鋼	高抗張力鋼	その他		
'10 暦年	264,305	4,709,973	3,765,411	8,475,384	433,942	990,566	3,084,123	808,875	5,613,907	833,938	11,765,351	20,505,040
'11 暦年	249,273	4,616,659	4,039,110	8,655,769	427,775	1,117,301	2,931,487	744,318	5,380,181	833,755	11,434,817	20,339,859
'10 年度	268,456	4,789,705	3,919,752	8,709,457	433,475	1,036,426	3,112,544	808,958	5,697,455	857,115	11,945,973	20,923,886
'11 年度	242,207	4,668,645	4,110,473	8,779,118	434,274	1,127,858	2,863,668	727,115	5,354,346	772,025	11,279,286	20,300,611
'11. 4-6月	64,735	1,020,892	931,971	1,952,863	85,422	283,099	745,033	146,367	1,165,149	220,871	2,645,941	4,663,539
7-9月	63,550	1,136,405	996,818	2,133,223	116,440	265,916	759,343	195,018	1,327,638	215,241	2,879,596	5,076,369
10-12月	57,752	1,274,796	1,104,273	2,379,069	120,533	294,871	655,788	197,842	1,475,742	176,958	2,921,734	5,358,555
'12. 1-3月	56,170	1,236,552	1,077,411	2,313,963	111,879	283,972	703,504	187,888	1,385,817	158,955	2,832,015	5,202,148
'11年 3月	21,333	383,365	327,111	710,476	34,348	97,100	243,023	64,229	458,665	63,940	961,305	1,693,114
4月	22,741	337,058	312,323	649,381	28,366	87,597	239,079	40,384	362,056	74,579	832,061	1,504,183
5月	19,179	325,136	303,691	628,827	27,328	98,484	244,836	44,204	358,433	78,098	851,383	1,499,389
6月	22,815	358,698	315,957	674,655	29,728	97,018	261,118	61,779	444,660	68,194	962,497	1,659,967
7月	22,281	355,331	348,247	703,578	35,487	92,094	255,413	65,285	393,823	75,509	917,611	1,643,470
8月	20,271	382,506	321,949	704,455	39,289	78,809	252,148	64,145	468,032	65,085	967,508	1,692,234
9月	20,998	398,568	326,622	725,190	41,664	95,013	251,782	65,588	465,783	74,647	994,477	1,740,665
10月	20,889	435,694	374,192	809,886	40,259	94,470	248,790	69,019	508,407	64,445	1,025,390	1,856,165
11月	18,150	426,079	370,333	796,412	37,419	100,839	210,556	65,182	529,268	61,975	1,005,239	1,819,801
12月	18,713	413,023	359,748	772,771	42,855	99,562	196,442	63,641	438,067	50,538	891,105	1,682,589
'12年 1月	18,675	408,626	355,517	764,143	36,747	95,048	217,805	58,771	469,382	48,402	926,155	1,708,973
2月	19,187	405,399	354,966	760,365	37,736	93,186	240,907	63,622	443,887	47,840	927,178	1,706,730
3月	18,308	422,527	366,928	789,455	37,396	95,738	244,792	65,495	472,548	62,713	978,682	1,786,445
4月	17,140	380,029	365,570	745,599	35,838	89,329	238,532	56,124	495,959	41,969	957,751	1,720,490
前月比	93.6	89.9	99.6	94.4	95.8	93.3	97.4	85.7	105.0	66.9	97.9	96.3
前年同月比	75.4	112.7	117.0	114.8	126.3	102.0	99.8	139.0	137.0	56.3	115.1	114.4

経済産業省調査統計部調べ

形状別

(単位：t)

年月	形鋼	棒鋼	管材	線材	鋼板	鋼帯	合計
'10 暦年	393,638	6,029,672	1,355,012	4,382,009	2,074,482	6,270,227	20,505,040
'11 暦年	500,334	6,256,373	1,498,992	4,163,728	2,087,517	5,832,915	20,339,859
'10 年度	436,149	6,260,098	1,405,850	4,383,582	2,105,357	6,332,850	20,923,886
'11 年度	482,765	6,309,819	1,538,799	4,146,216	2,063,714	5,759,298	20,300,611
'11. 4-6月	112,882	1,430,918	378,062	908,179	464,461	1,369,037	4,663,539
7-9月	132,742	1,529,404	368,045	1,073,534	480,912	1,491,732	5,076,369
10-12月	125,400	1,694,250	398,307	1,116,172	637,544	1,386,882	5,358,555
'12. 1-3月	111,741	1,655,247	394,385	1,048,331	480,797	1,511,647	5,202,148
'11年 3月	44,650	540,717	110,659	329,739	164,195	503,154	1,693,114
4月	30,598	452,051	134,453	291,701	142,834	452,546	1,504,183
5月	38,424	455,733	125,802	308,820	141,321	429,289	1,499,389
6月	43,860	523,134	117,807	307,658	180,306	487,202	1,659,967
7月	60,678	511,399	131,676	338,217	127,379	474,121	1,643,470
8月	34,788	482,060	125,245	355,383	178,768	515,990	1,692,234
9月	37,276	535,945	111,124	379,934	174,765	501,621	1,740,665
10月	41,782	562,994	147,857	389,358	216,410	497,764	1,856,165
11月	31,881	573,197	127,228	369,966	237,030	480,499	1,819,801
12月	51,737	558,059	123,222	356,848	184,104	408,619	1,682,589
'12年 1月	41,754	532,998	136,362	342,774	170,803	484,282	1,708,973
2月	42,726	555,757	122,460	334,840	135,870	515,077	1,706,730
3月	27,261	566,492	135,563	370,717	174,124	512,288	1,786,445
4月	37,145	512,707	147,874	319,737	185,193	517,834	1,720,490
前月比	136.3	90.5	109.1	86.2	106.4	101.1	96.3
前年同月比	121.4	113.4	110.0	109.6	129.7	114.4	114.4

経済産業省調査統計部調べ



特殊鋼熱間圧延鋼材の鋼種別販売(商社+問屋)の推移

(単位：t)

年 月	工具鋼	構 造 用 鋼			特 殊 用 途 鋼							計	合 計
		機械構造用炭素鋼	構 造 用 合金鋼	計	ばね鋼	軸受鋼	ステンレス鋼	快削鋼	高抗張力鋼	その他			
'10 暦年	447,725	3,903,203	4,298,708	8,201,911	273,624	490,599	2,787,997	212,853	52,711	90,797	3,908,581	12,558,217	
'11 暦年	441,844	3,966,807	4,653,986	8,620,793	273,757	547,952	3,626,549	200,660	82,191	79,046	4,810,155	13,872,792	
'10 年度	462,905	4,084,266	4,338,870	8,423,136	276,543	532,229	3,438,657	207,684	61,239	109,308	4,625,660	13,511,701	
'11 年度	436,022	3,961,080	4,615,541	8,576,621	278,975	557,870	3,259,900	196,709	87,121	54,934	4,435,509	13,448,152	
'11年 8月	36,907	328,183	412,240	740,423	24,077	58,593	276,139	18,202	6,852	5,673	389,536	1,166,866	
9月	52,655	348,151	565,503	913,654	33,727	45,227	367,023	20,886	6,462	4,400	477,725	1,444,034	
10月	36,529	355,978	352,512	708,490	25,770	40,215	249,993	16,793	7,182	11,672	351,625	1,096,644	
11月	38,231	372,504	359,938	732,442	24,292	48,830	252,091	17,030	7,991	1,715	351,949	1,122,622	
12月	35,445	345,305	349,292	694,597	24,479	43,065	247,766	15,720	5,916	1,999	338,945	1,068,987	
'12年 1月	36,205	324,263	349,619	673,882	23,739	42,316	242,879	15,545	6,655	2,121	333,255	1,043,342	
2月	39,675	354,984	356,489	711,473	24,164	49,093	249,918	15,305	7,404	3,087	348,971	1,100,119	
3月	37,986	374,682	360,080	734,762	23,573	57,519	262,059	16,410	7,354	2,009	368,924	1,141,672	
4月	33,871	350,174	351,151	701,325	22,941	52,898	244,488	13,745	6,630	2,460	343,162	1,078,358	
前月比	89.2	93.5	97.5	95.4	97.3	92.0	93.3	83.8	90.2	122.4	93.0	94.5	
前年同月比	117.3	131.5	91.1	107.6	145.0	106.1	107.5	124.2	51.4	215.0	107.8	107.9	

経済産業省調査統計部調べ

特殊鋼熱間圧延鋼材の鋼種別在庫の推移

(単位：t)

メーカー在庫

年 月	工具鋼	構 造 用 鋼			特 殊 用 途 鋼							計	合 計
		機械構造用炭素鋼	構 造 用 合金鋼	計	ばね鋼	軸受鋼	ステンレス鋼	快削鋼	高抗張力鋼	その他			
'10 暦年	8,211	196,285	116,884	313,169	26,837	32,899	118,937	32,660	171,362	33,367	416,062	737,442	
'11 暦年	8,488	190,227	116,969	307,196	24,614	38,099	122,684	30,553	197,768	32,381	446,099	761,783	
'10 年度	8,496	172,140	103,840	275,980	23,338	30,420	111,558	29,060	154,845	47,895	397,116	681,592	
'11 年度	8,295	179,079	120,934	300,013	25,426	40,127	114,550	25,787	167,698	42,520	416,108	724,416	
'11年 8月	9,257	178,275	123,853	302,128	20,730	32,792	127,633	28,452	179,893	41,328	430,828	742,213	
9月	8,411	180,445	112,533	292,978	20,818	36,238	124,066	31,404	160,814	38,480	411,820	713,209	
10月	8,614	189,750	116,580	306,330	21,217	34,333	127,351	29,436	179,309	32,155	423,801	738,745	
11月	7,989	181,260	122,728	303,988	23,129	36,414	127,725	27,721	179,446	39,692	434,127	746,104	
12月	8,488	190,227	116,969	307,196	24,614	38,099	122,684	30,553	197,768	32,381	446,099	761,783	
'12年 1月	8,500	202,252	123,578	325,830	25,651	42,694	125,286	29,633	177,103	33,036	433,403	767,733	
2月	7,720	195,704	130,628	326,332	25,267	41,560	135,402	34,362	194,961	32,618	464,170	798,222	
3月	8,295	179,079	120,934	300,013	25,426	40,127	114,550	25,787	167,698	42,520	416,108	724,416	
4月	8,399	193,868	133,808	327,676	25,088	44,481	111,039	28,316	192,259	30,005	431,188	767,263	
前月比	101.3	108.3	110.6	109.2	98.7	110.9	96.9	109.8	114.6	70.6	103.6	105.9	
前年同月比	89.5	98.1	109.9	102.6	105.4	139.4	91.8	95.2	118.6	61.0	103.2	102.8	

経済産業省調査統計部調べ

流通在庫

年 月	工具鋼	構 造 用 鋼			特 殊 用 途 鋼							計	合 計
		機械構造用炭素鋼	構 造 用 合金鋼	計	ばね鋼	軸受鋼	ステンレス鋼	快削鋼	高抗張力鋼	その他			
'10 暦年	58,676	233,045	154,142	387,187	20,594	53,478	143,960	17,731	7,227	2,142	245,132	690,995	
'11 暦年	59,145	253,243	174,301	427,544	21,518	57,780	173,543	17,188	8,031	2,218	280,278	766,967	
'10 年度	58,255	257,087	161,527	418,614	21,846	54,551	152,234	22,431	7,125	2,218	260,405	737,274	
'11 年度	63,141	273,132	187,035	460,167	26,229	73,087	162,898	18,396	7,303	2,296	290,209	813,517	
'11年 8月	61,287	242,415	158,912	401,327	20,226	50,752	160,999	18,214	7,672	2,201	260,064	722,678	
9月	59,878	236,720	138,624	375,344	22,442	51,730	164,335	18,609	7,912	2,089	267,117	702,339	
10月	58,070	226,366	156,531	382,897	21,018	51,589	162,016	17,204	8,127	2,143	262,097	703,064	
11月	58,446	238,577	163,501	402,078	20,368	53,320	163,552	17,104	8,012	2,235	264,591	725,115	
12月	59,145	253,243	174,301	427,544	21,518	57,780	173,543	17,188	8,031	2,218	280,278	766,967	
'12年 1月	60,293	261,381	177,245	438,626	21,317	63,750	174,941	19,064	7,789	2,138	288,999	787,918	
2月	60,441	269,527	179,429	448,956	23,065	67,376	159,304	16,249	7,568	2,047	275,609	785,006	
3月	63,141	273,132	187,035	460,167	26,229	73,087	162,898	18,396	7,303	2,296	290,209	813,517	
4月	62,062	264,746	183,739	448,485	24,994	73,044	155,450	18,325	6,983	2,322	281,118	791,665	
前月比	98.3	96.9	98.2	97.5	95.3	99.9	95.4	99.6	95.6	101.1	96.9	97.3	
前年同月比	92.7	103.8	116.4	108.6	111.4	136.9	99.7	82.2	96.8	104.7	106.7	106.5	

経済産業省調査統計部調べ



### 特殊鋼熱間圧延鋼材の輸出入推移

輸出

(単位：t)

年 月	工具鋼	構造用鋼			特殊用途鋼				その他の鋼			特殊鋼 鋼材合計
		機械構造 用炭素鋼	構造用 合金鋼	計	ばね鋼	ステンレス鋼	ピアノ 線 材	計	高炭素鋼	その他 合金鋼	計	
'10 暦年	29,076	526,073	515,148	1,041,222	178,652	1,245,293	178,065	1,602,010	16,986	5,092,548	5,109,534	7,781,841
'11 暦年	34,103	424,408	540,217	964,625	183,369	1,245,945	211,120	1,640,433	15,635	5,054,857	5,070,493	7,709,654
'10 年度	32,088	518,301	537,548	1,055,849	186,550	1,312,140	188,479	1,687,169	17,707	5,342,919	5,360,626	8,135,732
'11 年度	31,409	412,032	515,762	927,794	180,097	1,212,348	179,423	1,571,868	14,676	4,893,245	4,907,922	7,438,993
'11年 8月	2,861	35,007	49,105	84,112	16,080	96,895	12,419	125,394	1,659	391,315	392,974	605,341
9月	2,754	34,242	45,924	80,165	17,590	107,297	15,053	139,940	1,144	393,048	394,192	617,051
10月	2,845	38,001	48,353	86,354	15,390	100,295	9,869	125,554	1,519	380,930	382,449	597,203
11月	2,649	33,600	39,305	72,905	14,135	85,743	10,807	110,685	1,119	376,736	377,854	564,093
12月	2,639	31,473	47,225	78,698	12,629	89,336	6,398	108,362	1,279	401,672	402,951	592,650
'12年 1月	2,407	32,548	32,298	64,847	15,786	77,120	8,497	101,403	993	379,422	380,415	549,072
2月	1,793	33,566	36,878	70,444	16,699	106,080	5,120	127,899	1,302	432,351	433,653	633,790
3月	1,889	43,836	44,828	88,664	15,392	127,550	10,608	153,550	886	477,238	478,124	722,227
4月	2,395	34,327	46,049	80,376	15,380	89,412	7,636	112,427	1,415	417,424	418,840	614,038
前月比	126.8	78.3	102.7	90.7	99.9	70.1	72.0	73.2	159.8	87.5	87.6	85.0
前年同月比	81.5	95.8	108.6	102.7	102.7	83.5	24.8	73.6	93.6	99.8	99.8	93.9

財務省通関統計

輸入

年 月	工具鋼	ばね鋼	ステンレス鋼						計	快削鋼	その他の鋼			合 計
			形鋼	棒鋼	線材	鋼板類	鋼管	高炭素鋼			合金鋼	計		
'10 暦年	4,549	1,084	975	10,871	9,624	137,703	8,327	167,499	3	8,967	110,481	119,449	292,583	
'11 暦年	5,781	881	665	11,941	9,319	156,308	11,030	189,263	85	29,045	174,950	203,995	400,005	
'10 年度	5,439	1,157	866	11,315	9,305	142,188	8,720	172,393	2	13,278	118,915	132,193	311,184	
'11 年度	6,495	736	817	13,714	9,745	159,034	11,299	194,609	120	27,334	209,170	236,504	438,465	
'11年 8月	475	112	26	788	977	14,415	990	17,195	47	222	19,070	19,292	37,122	
9月	244	37	64	822	709	14,011	847	16,453	-	821	12,027	12,847	29,582	
10月	654	75	50	1,054	689	12,912	1,115	15,821	-	1,861	19,882	21,743	38,292	
11月	714	17	36	1,274	1,012	11,627	930	14,880	-	3,043	12,238	15,281	30,892	
12月	694	39	88	1,016	697	14,258	850	16,909	5	507	30,926	31,433	49,079	
'12年 1月	655	56	124	1,770	715	11,780	882	15,272	24	631	13,201	13,832	29,840	
2月	1,045	54	81	1,216	910	10,288	749	13,243	5	1,158	21,803	22,960	37,308	
3月	597	17	110	1,303	923	14,752	882	17,971	5	1,942	24,631	26,573	45,164	
4月	551	35	137	1,169	885	11,488	972	14,652	24	3,858	19,274	23,132	38,393	
前月比	92.3	202.1	124.2	89.7	95.9	77.9	110.3	81.5	441.1	198.6	78.3	87.0	85.0	
前年同月比	156.7	38.6	148.4	108.2	124.6	76.9	104.6	82.5	137.7	84.4	111.0	105.5	95.6	

財務省通関統計

### 関連産業指標推移

(単位：台)

(単位：億円)

年 月	四輪自動車生産		四輪完成車輸出		新車登録		建設機械生産		産業車輦生産		機 械 受注額	産業機械 受注額	工作機械 受注額
	うち トラック		うち トラック		うち トラック		ブル ドーザ	パワー ショベル	フォーク リフト	ショベル トラック			
'10 暦年	9,628,920	1,209,224	4,841,460	450,312	4,956,136	731,094	4,354	101,788	104,767	9,726	82,555	47,731	9,786
'11 暦年	8,398,705	1,136,071	4,464,413	423,767	4,210,219	674,780	6,887	135,303	114,789	12,043	88,961	52,656	13,262
'10 年度	8,993,897	1,146,862	4,806,058	437,594	4,601,135	709,410	4,938	111,973	106,058	10,066	84,480	47,463	11,136
'11 年度	9,267,037	1,244,813	4,621,976	448,276	4,753,273	732,158	7,435	145,100	118,129	12,476	89,742	59,270	13,111
'11年 8月	704,096	89,963	363,800	32,461	329,842	55,346	544	11,022	9,300	894	7,601	4,830	989
9月	883,602	115,855	477,911	45,773	462,191	69,296	669	13,341	11,004	1,247	7,427	6,033	1,105
10月	904,254	120,043	472,022	44,160	381,111	59,599	664	13,110	10,446	1,258	7,386	2,901	1,011
11月	838,135	122,435	442,672	47,130	395,567	71,035	724	14,314	10,540	1,363	7,613	3,598	1,120
12月	848,259	113,509	457,464	45,022	349,205	58,522	635	13,103	9,649	1,299	7,425	5,458	1,160
'12年 1月	837,197	107,532	380,295	32,294	415,924	56,498	542	12,120	8,514	972	7,475	6,845	974
2月	952,268	123,303	454,449	40,548	519,626	69,236	609	13,474	9,719	947	7,681	4,471	1,030
3月	984,567	116,049	432,047	45,611	751,888	108,498	757	14,064	10,302	927	7,463	10,954	1,153
4月	799,474	97,895	402,389	40,717	359,631	52,368	668	12,319	9,361	900	7,886	2,365	1,073
前月比	81.2	84.4	93.1	89.3	47.8	48.3	88.2	87.6	90.9	97.1	105.7	21.6	93.1
前年同月比	273.8	242.6	319.2	373.0	193.7	165.1	127.2	161.6	135.1	115.4	109.1	79.3	100.4

出所：日本自動車工業会、経済産業省、総務省、産業機械工業会、工作機械工業会

特殊鋼流通統計総括表

2012年4月分

鋼種別	月別 項目	実数 (t)	前月比 (%)	前年同 月比(%)	1995年基準 指数(%)	1987~2012年随時				
						年月	ピーク時	年月	ボトム時	
工 具 鋼	生産高	17,140	93.6	75.4	77.1	91.3	29,286	09.4	5,565	
	輸出船積実績	2,395	126.8	81.5	66.9	87.3	10,368	09.6	693	
	販売業者	受入高計	32,792	80.6	87.2	159.4	11.9	51,246	09.2	10,035
		販売高計	33,871	89.2	117.3	166.2	11.9	52,655	09.2	13,875
		消費者向	18,391	89.5	92.8	195.9	12.2	22,745	09.2	6,438
		在庫高計	62,062	98.3	92.7	172.2	11.4	66,956	87.10	31,813
生産者工場在庫高	8,399	101.3	89.5	74.9	91.10	17,876	09.12	4,601		
総在庫高	70,461	98.6	92.3	149.1	11.4	76,339	88.1	41,105		
構 造 用 鋼	生産高	745,599	94.4	114.8	137.3	08.10	827,404	09.2	269,906	
	輸出船積実績	80,376	90.7	102.7	474.8	10.6	92,070	92.1	10,222	
	販売業者	受入高計	689,643	92.4	106.7	208.8	08.10	1,157,330	98.8	257,445
		販売高計	701,325	95.4	107.6	213.9	08.10	1,134,981	99.8	253,971
		消費者向	424,691	96.6	118.6	198.7	08.10	670,656	98.8	166,732
		在庫高計	448,485	97.5	108.6	186.6	12.3	460,167	87.10	169,822
生産者工場在庫高	327,676	109.2	102.6	109.5	12.4	327,676	09.4	176,539		
総在庫高	776,161	102.1	106.0	143.8	12.4	776,161	87.12	427,189		
ば ね 鋼	生産高	35,838	95.8	126.3	84.2	89.3	60,673	09.2	10,159	
	輸出船積実績	15,380	99.9	102.7	121.5	06.5	27,829	09.4	3,629	
	販売業者	受入高計	21,706	81.2	132.3	145.5	11.9	35,943	09.4	6,202
		販売高計	22,941	97.3	145.0	154.0	11.9	33,727	09.4	6,339
		消費者向	7,693	105.2	158.4	62.0	90.10	23,876	09.4	2,550
		在庫高計	24,994	95.3	111.4	786.4	12.3	26,229	03.9	1,534
生産者工場在庫高	25,088	98.7	105.4	78.1	95.12	41,374	09.4	15,541		
総在庫高	50,082	97.0	108.3	141.8	12.3	51,655	02.9	23,836		
ス テ ン レ ス 鋼	生産高	238,532	97.4	99.8	88.3	07.3	330,543	09.2	116,542	
	輸出船積実績	89,412	70.1	83.5	87.9	05.3	152,476	90.1	27,286	
	販売業者	受入高計	237,040	89.2	102.5	157.8	06.5	587,740	09.2	88,978
		販売高計	244,488	93.3	107.5	163.7	06.5	587,941	09.2	88,740
		消費者向	54,787	82.8	106.4	96.1	06.1	292,191	87.1	34,263
		在庫高計	155,450	95.4	99.7	140.6	12.1	174,941	87.3	51,419
生産者工場在庫高	111,039	96.9	91.8	75.4	02.4	188,988	09.6	94,564		
総在庫高	266,489	96.1	96.2	103.4	01.10	352,013	88.4	191,203		
快 削 鋼	生産高	56,124	85.7	139.0	63.4	88.3	116,819	09.2	22,054	
	販売業者	受入高計	13,674	73.7	125.1	81.3	06.9	25,874	04.9	7,949
		販売高計	13,745	83.8	124.2	83.0	08.4	26,351	09.2	10,358
		消費者向	13,339	83.3	126.0	93.8	08.4	23,235	04.9	9,649
		在庫高計	18,325	99.6	82.2	80.1	07.8	27,861	87.1	9,364
	生産者工場在庫高	28,316	109.8	95.2	126.0	87.1	43,166	01.12	17,975	
総在庫高	46,641	105.6	89.6	102.8	06.5	69,020	02.3	31,448		
高 抗 張 力 鋼	生産高	495,959	105.0	137.0	211.8	11.11	529,268	87.2	151,890	
	販売業者	受入高計	6,310	89.0	48.6	50.9	90.2	18,841	09.8	1,572
		販売高計	6,630	90.2	51.4	53.7	90.10	18,863	09.8	2,035
		消費者向	4,380	83.1	117.1	81.4	90.10	9,573	09.8	1,711
		在庫高計	6,983	95.6	96.8	52.7	99.12	20,289	02.12	5,895
	生産者工場在庫高	192,259	114.6	118.6	114.7	87.6	204,893	99.11	99,475	
総在庫高	199,242	113.9	117.7	110.2	01.5	217,711	06.3	110,555		
そ の 他	生産高	131,298	82.9	81.0	56.1	-	-	-	-	
	販売業者	受入高計	55,341	84.5	111.1	446.8	-	-	-	-
		販売高計	55,358	93.0	108.5	448.4	-	-	-	-
		消費者向	33,751	97.5	99.8	627.0	-	-	-	-
		在庫高計	75,366	100.0	135.6	568.8	-	-	-	-
	生産者工場在庫高	74,486	90.1	91.8	44.5	-	-	-	-	
総在庫高	149,852	94.8	109.6	82.9	-	-	-	-		
特 殊 鋼 材 合 計	熱延鋼材生産高合計	1,720,490	96.3	114.4	127.7	07.3	1,942,468	09.2	697,318	
	鋼材輸出船積実績計	614,038	85.0	93.9	183.0	11.3	811,735	87.1	153,788	
	販売業者	受入高計	1,056,506	90.3	105.1	184.5	06.5	1,516,366	87.1	435,213
		販売高計	1,078,358	94.5	107.9	189.6	08.6	1,512,463	87.5	442,211
		消費者向	557,032	94.5	115.4	165.4	08.6	926,258	98.8	267,392
		在庫高計	791,665	97.3	106.5	179.0	12.3	813,517	87.10	290,674
生産者工場在庫高	767,263	105.9	102.8	100.6	98.1	839,861	97.3	425,932		
総在庫高	1,558,928	101.4	104.6	129.4	12.2	1,583,228	97.1	873,633		

出所: 経済産業省 大臣官房調査統計部

- 注 1. 総在庫高とは販売業者在庫高に生産者工場在庫高を加算したもの。生産者工場在庫高は熱延鋼材のみで、冷延鋼材及び鋼管を含まない。また、工場以外の置場にあるものは、生産者所有品であってもこれを含まない。
2. 1987~2012年のピーク時とボトム時とは、最近の景気循環期間中の景気変動の大きさの指標を示す。
3. 「その他」のピーク時、ボトム時は掲載せず

# 倶楽部だより

(平成24年4月21日～6月20日)

## 総会 (5月30日)

- ①平成23年度事業報告書の承認
- ②平成23年度決算報告書の承認
- ③平成24年度事業計画書の承認
- ④平成24年度収支予算書の承認
- ⑤平成24年度入会金及び会費・賦課金徴収方法の承認
- ⑥新任理事選出

## 理事会 (5月30日)

- ①総会付議事項
- ②各種委員会委員長及び委員の変更
- ③平成24年6月～9月の会議開催日程
- ④報告事項

## 運営委員会

- ・本委員会 (5月18日)
  - ①平成23年度事業報告 (案)・決算報告 (案)
  - ②平成24年度事業計画 (案)・収支予算 (案)
  - ③平成24年度入会金及び会費・賦課金徴収方法 (案)
  - ④新任理事選出 (案)
- ・総務分科会・財務分科会 (5月8日)
  - ①平成23年度事業報告 (案)・決算報告 (案)
  - ②平成24年度事業計画 (案)・収支予算 (案)
  - ③平成24年度入会金及び会費・賦課金徴収方法 (案)

## 海外委員会

- ・専門部会 (5月25日)
  - 1) 「アセアンの特殊鋼需給動向」調査の最終報告
  - 2) 平成24年度海外市場調査事業の実施について
    - ①当初予算で計上した「調査テーマ」の選定
    - ②第14回海外委員会で決定した24年度海外委員会事業の拡大・充実方針に基づき「調査テーマまたはその他事業」の選定

## 市場開拓調査委員会

- ・本委員会 (6月14日)  
23年度活動報告及び24年度活動計画の検討

## ・説明会 (6月19日)

「新エネルギー産業の動向と特殊鋼需要」  
調査報告書の解説

講師：神鋼リサーチ(株)調査二部副部長  
斎藤 裕二氏

参加者：35名

## 流通委員会

- ・工具鋼分科会 (5月24日)

## 編集委員会

- ・小委員会 (5月22日)  
9月号特集「鉄道と特殊鋼」(仮題)の編集内容の検討

## ・本委員会 (5月28日)

9月号特集「鉄道と特殊鋼」(仮題)の編集方針、内容の確認

## 定例講演会

「模倣品等知的財産権侵害問題の現状等について」(4月24日)

講師：経済産業省製造産業局模倣品対策・  
通商室長 松下 達也氏

参加者：30名

「平成24年度の自動車工業の見通し」(6月18日)

講師：一般社団法人 日本自動車工業会  
総務統括部企画・調査担当 調査役  
持田 弘喜氏

参加者：60名

## 【大阪支部】

定時総会 (6月7日)

- ①平成23年度事業報告書・決算報告書の承認
- ②平成24年度事業計画書 (案)・収支予算書 (案)の承認
- ③会員の異動

運営委員会 (5月11日)

平成23年度事業報告・決算報告、平成24年度  
事業計画・収支予算 (案)、役員人事

工場見学会（6月5日、全特協との共催）

見学先：本田技研工業株式会社 鈴鹿製作所

参加者：80名

**【名古屋支部】**

定時総会（6月12日）

- ①平成23年度事業報告書・決算報告書の承認
- ②平成24年度事業計画書（案）・収支予算書（案）の承認
- ③報告事項

部会

・構造用鋼部会（4月25日）

・ステンレス鋼部会（5月8日）

講演会（6月12日）

演 題：「笑いは百薬の長、快適な生活は笑いと健康から」

講 師：落語家 林家 花丸氏

参加者：57名



# 社団法人特殊鋼倶楽部 会員会社一覽

(社名は50音順)

6月末現在

<p>【会 員 数】</p> <p>(正 会 員)</p> <p>製造業者 27社</p> <p>販売業者 107社</p> <p>合 計 134社</p> <p>(賛 助 会 員) 0社</p>	【販売業者会員】		
【製造業者会員】	愛 鋼 (株) 青 山 特 殊 鋼 (株) 浅 井 産 業 (株) 東 金 属 (株) 新 井 ハ ガ ネ (株) 粟 井 鋼 商 事 (株) 石 原 鋼 鉄 (株) 伊 藤 忠 丸 紅 鉄 鋼 (株) 伊 藤 忠 丸 紅 特 殊 鋼 (株) 井 上 特 殊 鋼 (株) 植 田 興 業 (株) (株) U E X 碓 井 鋼 材 (株) ウ メ ト ク (株) 扇 鋼 材 (株) 岡 谷 鋼 機 (株) カ ネ ヒ ラ 鉄 鋼 (株) 兼 松 (株) 兼 松 ト レ ー デ ィ ン グ (株) (株) カ ム ス (株) カ ワ イ ス チ ー ル 川 本 鋼 材 (株) 北 島 鋼 材 (株) ク マ ガ イ 特 殊 鋼 (株) ケ ー ・ ア ン ド ・ ア イ 特 殊 管 販 売 (株) 小 山 鋼 材 (株) 佐 久 間 特 殊 鋼 (株) 櫻 井 鋼 鉄 (株) 佐 藤 商 事 (株) サ ハ シ 特 殊 鋼 (株) (株) 三 悦 三 協 鋼 鉄 (株) 三 京 物 産 (株) 三 興 鋼 材 (株) 三 和 特 殊 鋼 (株) J F E 商 事 (株) 芝 本 産 業 (株) 清 水 金 属 (株) 清 水 鋼 鉄 (株)	神 鋼 商 事 (株) 住 金 物 産 (株) 住 金 物 産 特 殊 鋼 (株) 住 商 特 殊 鋼 (株) 住 友 商 事 (株) 大 同 興 業 (株) 大 同 マ テ ッ ク ス (株) 大 洋 商 事 (株) 大 和 興 業 (株) 大 和 特 殊 鋼 (株) (株) 竹 内 ハ ガ ネ 商 行 孟 鋼 鉄 (株) 田 島 ス チ ー ル (株) 辰 巳 屋 興 業 (株) 中 部 ス テ ン レ ス (株) 千 曲 鋼 材 (株) (株) テ ク ノ タ ジ マ (株) 鐵 鋼 社 デ ル タ ス テ ィ ー ル (株) 東 京 貿 易 金 属 (株) (株) 東 信 鋼 鉄 特 殊 鋼 機 (株) 豊 田 通 商 (株) 中 川 特 殊 鋼 (株) 中 野 ハ ガ ネ (株) 永 田 鋼 材 (株) 名 古 屋 特 殊 鋼 (株) ナ ス 物 産 (株) 南 海 鋼 材 (株) 日 輪 鋼 業 (株) 日 金 ス チ ー ル (株) 日 鐵 商 事 (株) 日 本 金 型 材 (株) ノ ボ ル 鋼 鉄 (株) 野 村 鋼 機 (株) 白 鷺 特 殊 鋼 (株) 橋 本 鋼 (株) (株) 長 谷 川 ハ ガ ネ 店 (株) ハ ヤ カ ワ カ ン パ ニ ー	林 田 特 殊 鋼 材 (株) 阪 神 特 殊 鋼 (株) 阪 和 興 業 (株) 日 立 金 属 ア ド メ ッ ト (株) 日 立 金 属 工 具 鋼 (株) (株) 日 立 ハ イ テ ク ノ ロ ジ ー ズ (株) 平 井 (株) フ ク オ カ 藤 田 商 事 (株) 古 池 鋼 業 (株) (株) プ ル ー タ ス (株) 堀 田 ハ ガ ネ (株) マ ク シ ス コ ー ポ レ ー シ ョ ン 松 井 鋼 材 (株) 三 沢 興 産 (株) 三 井 物 産 (株) 三 井 物 産 ス チ ー ル (株) (株) メ タ ル ワ ン (株) メ タ ル ワ ン チ ュ ー ブ ラ ー (株) メ タ ル ワ ン 特 殊 鋼 森 寅 鋼 業 (株) (株) 山 一 ハ ガ ネ 山 進 産 業 (株) ヤ マ ト 特 殊 鋼 (株) 山 野 鋼 材 (株) 陽 鋼 物 産 (株) 菱 光 特 殊 鋼 (株) リ ン タ ツ (株) 渡 辺 ハ ガ ネ (株)
愛 知 製 鋼 (株) 秋 山 精 鋼 (株) (株) 川 口 金 属 工 業 (株) 神 戸 製 鋼 所 合 同 製 鐵 (株) 山 陽 特 殊 製 鋼 (株) J F E 条 鋼 (株) J F E ス チ ー ル (株) J X 日 鉦 日 石 金 属 (株) 下 村 特 殊 精 工 (株) 新 日 本 製 鐵 (株) ス テ ン レ ス パ イ プ 工 業 (株) 住 友 金 属 工 業 (株) 大 同 特 殊 鋼 (株) 高 砂 鐵 工 (株) 東 北 特 殊 鋼 (株) 日 新 製 鋼 (株) 日 本 金 属 (株) 日 本 金 属 工 業 (株) 日 本 高 周 波 鋼 業 (株) 日 本 精 線 (株) 日 本 冶 金 工 業 (株) 日 立 金 属 (株) (株) 不 二 越 三 菱 製 鋼 (株) ヤ マ シ ン ス チ ー ル (株) 理 研 製 鋼 (株)			



## 特 集 / 鉄道と特殊鋼

- I. 総論 (鉄道車両の技術変遷)
- II. 主要部品に求められる機能と製造方法
- III. 鉄道業界の動向

11月号特集予定…ボルト材料

## 特 殊 鋼

第 61 卷 第 4 号  
© 2 0 1 2 年 7 月  
平成24年 6 月 25 日 印 刷  
平成24年 7 月 1 日 発 行

定 価 1,200円 送 料 100円  
1 年 国内7,200円 (送料共)  
外国7,860円 ( " 、船便)

発 行 所  
社団法人 特殊鋼倶楽部  
Special Steel Association of Japan

〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町 3 丁目 2 番 10 号 鉄鋼会館  
電 話 03(3669)2081・2082  
ホームページURL <http://www.tokushuko.or.jp>  
振替口座 00110-1-22086

編集発行人 秋 山 芳 夫  
印刷人 佐 藤 正 則  
印刷所 日本印刷株式会社

本誌に掲載されたすべての内容は、社団法人 特殊鋼倶楽部の許可なく転載・複写することはできません。