2022年1月1日　第71巻第1号（通巻718号）　年6回奇数月1日発行　ISSN 0495-7644

特殊鋼

2022 1
Vol.71 No.1

The Special Steel

特集

自動車の未来に貢献する特殊鋼

一般社団法人　特殊鋼倶楽部

特殊鋼

1

目次

2022

【編 集 委 員】
委 員 長 井上幸一郎（大同特殊鋼）
副委員長 白神　哲夫（中川特殊鋼）
委　　員 宇田川毅志（愛知製鋼）
〃　吉原　　直（神戸製鋼所）
〃　西森　　博（山陽特殊製鋼）
〃　小川　道治（大同特殊鋼）
〃　青山　敦司（日本製鉄）
〃　正能　久晴（日本金属）
〃　谷井　一也（日本高周波鋼業）
〃　吉田　統樹（日本冶金工業）
〃　酒寄　一志（日立金属）
〃　大石　裕之（三菱製鋼）
〃　阿部　　泰（青山特殊鋼）
〃　高橋　秀幸（伊藤忠丸紅特殊鋼）
〃　番場　義信（UEX）
〃　池田　祐司（三興鋼材）
〃　関谷　　篤（竹内ハガネ商行）
〃　平井　義人（平井）

「2022年新年挨拶」
…… 一般社団法人特殊鋼倶楽部　会長　藤岡　高広　1

《 年　頭　所　感 》
「年頭に寄せて」…… 藤木　俊光　2
「2022年を迎えて」…… 大前　浩三　4
「年　頭　所　感」…… 櫨　巳芳　5
「年　頭　所　感」…… 赤阪　太郎　6
「年　頭　所　感」…… 木本　和彦　7
「年　頭　所　感」…… 錦織　正規　8
「年　頭　所　感」…… 山下　敏明　9
「年　頭　所　感」…… 園田　裕人　10
「年頭のご挨拶」…… 谷口　　徹　11

【特集／自動車の未来に貢献する特殊鋼】

Ⅰ．将来車開発の考え方
カーボンニュートラル実現に向け、自動車産業を
ペースメーカーとした日本のモノづくり
…… トヨタ自動車㈱　間　　政博　12

Ⅱ．「日産e-power」技術 …… 日産自動車㈱　原田　英人　18
日産自動車㈱　林　　憲司
日産自動車㈱　阿久津忠文
日産自動車㈱　木村　亮介

Ⅲ．自動車の未来に貢献する技術・商品・取組
1．「ボディ・骨格」の軽量化技術動向
次世代自動車コンセプト“NSafe®-AutoConcept”
の開発…… 日本製鉄㈱　丹羽　俊之　24
2．「パワートレイン」の軽量化・CO2排出削減技術動向
…… ㈱神戸製鋼所　松ヶ迫亮廣　29
3．自動車電動化に伴うアルミダイカスト部品の
変化と金型への要求…… 日立金属㈱　金内　良夫　33
4．電動自動車用磁性材料の技術動向
…… 日立金属㈱　古澤　大介　37
5．素材開発が切り拓く省資源・小型軽量次世代
電動アクスル…… 愛知製鋼㈱　度會　亜起　41

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シリーズ
…… ㈱神戸製鋼所　笠井　信吾　45

アルミニウム合金製鍛造サスペンション部材
…… ㈱神戸製鋼所　細井　寛哲　46

高感度磁気ノイズ抑制シート（STARPAS®）
…… 大同特殊鋼㈱　浅野　正克　47

次世代自動車のタッチパネルに適したメタルメッシュ
黒化膜用ターゲット材STARMESH®-β1
…… 大同特殊鋼㈱　熱田純一郎　48

車載電池用クラッド材料
…… ㈱日立金属ネオマテリアル　織田　喜光　49

“特集”編集後記 …… 日立金属㈱　酒寄　一志　63

■業界のうごき …… 50

▲特殊鋼統計資料 …… 53

★倶楽部だより（2021年10月1日～11月30日） …… 57

☆特殊鋼倶楽部の動き …… 60

☆一般社団法人特殊鋼倶楽部　会員会社一覧 …… 62

特集／「自動車の未来に貢献する特殊鋼」編集小委員会構成メンバー（2021年7月26日現在）

役　名	氏　名	会　社　名	役　職　名
小委員長	酒寄　一志	日立金属㈱	金属材料事業本部 技術部長
委　員	吉原　直	㈱神戸製鋼所	鉄鋼アルミ事業部門 線材条鋼ユニット線材条鋼商品技術部グループ長
〃	西森　博	山陽特殊製鋼㈱	東京支社部長 市場開拓・CS
〃	小川　道治	大同特殊鋼㈱	技術開発研究所 ソリューション支援室兼企画室 副主席部員
〃	青山　敦司	日本製鉄㈱	棒線事業部 棒線技術部 棒線技術室 室長
〃	吉田　統樹	日本冶金工業㈱	ソリューション営業部 課長
〃	大石　裕之	三菱製鋼㈱	技術開発センター 製品評価グループ マネージャー
〃	高橋　秀幸	伊藤忠丸紅特殊鋼㈱	特殊鋼本部 前橋支店 支店長
〃	番場　義信	㈱ＵＥＸ	仕入部長兼仕入部仕入チームリーダー
〃	関谷　篤	㈱竹内ハガネ商行	技術部長
〃	白神　哲夫	中川特殊鋼㈱	フェロー

「2022年新年挨拶」

新年あいさつ

一般社団法人特殊鋼倶楽部　会　長　藤岡高広（ふじおかたかひろ）

新年あけましておめでとうございます。2022年の年頭に当たり、新年のご挨拶を申し上げます。

一昨年からの新型コロナウイルス感染症の拡大により世界経済は大きな影響を受けましたが、日本では昨年９月末に緊急事態宣言が解除されたこと等もあり、経済活動も回復基調にあります。しかしながら、世界的な半導体不足や原材料費の高騰、サプライチェーンの混乱等による影響で、生産活動に制約が見られ、基調としては力強さに欠ける状況であります。

日本の粗鋼生産量につきましても、2020年は新型コロナの影響もあって8,319万トンとなりましたが、21年は9,663万トン（前年比＋16.2％増）程度まで回復の見込みとなっております。また、日本鉄鋼連盟によれば、今年も昨年と同水準で推移する見通しとのことであります。

特殊鋼につきましても、2020年の特殊鋼の熱間圧延鋼材生産高は、1,450万トンでありましたが、21年は1,840万トン（前年比＋26.9％増）程度まで回復の見込みとなっております。

さて、昨年５月に私が特殊鋼倶楽部会長に就任しました時に、会長としての基本的な思いは「我が国特殊鋼の競争力の向上」を目指した活動を行って参りたいという点であり、特に、最近の社会経済情勢を踏まえ、会長として２つの事に特に力を入れて行くことを表明いたしました。すなわち「カーボンニュートラルへの取組」と「DX 推進のための一環としてミルシートの電子化拡大を念頭に課題を整理する」の２点であります。

「カーボンニュートラルへの取り組み」につきましては、昨年７月に特殊鋼メーカー３社および商社１社のメンバーにより「カーボンニュートラルWG」を立ち上げ、会員会社へのアンケートの実施、また経済産業省の大竹金属技術室長による「『グリーン成長戦略』と鉄鋼分野における脱炭素化に向けた取り組み」と題する講演の実施、等の活動を行って来ました。これらの活動も踏まえ、昨年末に特殊鋼倶楽部のホームページにカーボンニュートラルの専用のサイト（部屋）を作成し、情報発信を開始したところでありますが、今年も引き続き内容を充実し、更なる情報発信をして行く予定であります。

また「DX 推進のための一環としてミルシートの電子化拡大を念頭に課題を整理する」につきましては、昨年８月に特殊鋼メーカー３社、流通・商社６社のメンバーにより「ミルシート電子化拡大WG」を立ち上げ、２回のアンケートを実施し、現状と課題の把握に努めてきたところであります。今後とも特殊鋼ミルシートの電子化拡大と EDI（電子データ交換）について技術面・コスト面から課題を抽出・検討し、情報発信をして行く予定としております。

特殊鋼倶楽部の継続的なPR活動としましては、昨年も高機能金属展に出展しました。６月の関西展には秋山精鋼（株）、クマガイ特殊鋼（株）と、12月の東京展には南海鋼材（株）、ヤマト特殊鋼（株）とそれぞれ共同出展し、多くの来場者に特殊鋼についての理解を深めてもらうことが出来ました。

さらに特殊鋼倶楽部では、９月「カーボンニュートラルへ向けたSDGsとビジネス案」、10月「中国における自動車市場の構造的見通しとNEV新興ブランドの事業戦略」、11月「インドにおける電動車普及政策の進捗と部品・部素材メーカーへの影響」、12月「新勢力ブランドのクルマづくりとマーケティング」というテーマで講演会を実施し、会員企業への情報提供を行って来ました。

本年も引き続き、広報や統計など、基盤的な事業を着実に実施しながら、製販一体の団体であるという特徴を最大限に活かしながら、メーカー会員・流通会員が連携・協力して、「我が国特殊鋼の競争力の強化」のために取り組んでいくことが必要と考えております。

最後になりましたが、特殊鋼倶楽部会員各社のますますのご発展を祈念いたしまして、私の新年の挨拶とさせていただきます。

年頭所感

「年頭に寄せて」

経済産業省
製造産業局 局長　藤木俊光（ふじき としみつ）

（はじめに）

明けましておめでとうございます。令和４年の年頭に当たり、一言御挨拶申し上げます。

まず、新型コロナウイルス感染症で健康面や生活面などで影響を受けておられる方々に、心からお見舞い申し上げます。また、産業界の皆様には、テレワークの推進や時差出勤、職域接種によるワクチン接種の加速など、様々な形で御協力をいただき、改めて感謝申し上げます。

昨年は、先進国を中心にワクチン接種が進み、経済活動の回復の兆しが見えた一方で、東南アジアでロックダウンによるサプライチェーンの混乱が生じるなど、コロナの影響が残る１年でした。

今後は、ポストコロナを見据えた対応を進めていく必要があります。特に、国際的な脱炭素の流れや経済安全保障をめぐる国際情勢の変化、更なるデジタル化の加速など、製造業を巡る環境変化は速度を増しており、官民一体となった取組が必要です。

（2050カーボンニュートラルの実現）

国際的な脱炭素の流れが加速しています。こうした中一昨年、我が国も「2050カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指す」ことを宣言し、昨年には、2030年度の新たな温室効果ガス削減目標として、2013年度からの46％削減、さらに50％の高みに向けて挑戦を続けるという新たな方針を示しました。

これを実現するためには、エネルギー関連分野に留まらず、自動車、航空機、鉄鋼、化学などの様々な産業分野においてチャレンジをしていかなければなりません。そのため、昨年には、「グリーン成長戦略」を具体化し、産業・運輸部門を含む14の重要分野について実行計画を策定しました。

例えば、自動車分野においては、「2035年までに乗用車の新車販売で電動車100％を実現する」という野心的な目標を設定しました。今後、この目標の実現に向け、充電・水素インフラの整備や購入支援を通じた電動車の普及促進、蓄電池の大規模製造拠点の立地や研究開発の推進、さらにはサプライヤー等の業態転換支援など、総合的に取り組んでまいります。また、電動化だけでなく、水素、e-fuelを含む合成燃料などあらゆる技術の選択肢を追求し、幅広くイノベーションを促してまいります。

さらに、我が国のCO_2排出量の約1/4を占める鉄鋼、化学などの基礎素材産業分野における脱炭素化推進に向けた研究開発・調査事業等の支援など、個別産業分野の脱炭素に向けた取組についても、グリーンイノベーション基金をはじめとしたあらゆる予算措置を活用しながら、強力に推進してまいります。

（人権尊重に向けた取組）

近年、国際社会において人権問題への関心が高まる中、企業による人権尊重に向けた取組がより一層求められております。昨年10月に開催されたG7貿易大臣会合においては、グローバル・サプライチェーンにおいて強制労働が行われないよう取り組んでいくとの共同声明がとりまとめられました。日本企業は、その原料の調達をはじめとするサプライチェーン全体について、自らの事業における人権に関するリスクを特定し、対策を講じる必要に迫られております。

経済産業省としては、関係省庁や産業界とも連携しながら、企業の人権尊重に向けた取組を引き続き推進してまいります。

（経済安全保障）

昨今、AI・量子といった安全保障上のインパク

トを有する新興技術や、それを支える先端半導体等の基盤技術を巡る覇権争いが激化しています。さらに、米中をはじめとする主要国・地域が戦略的物資の確保や重要技術の獲得に向けて、巨額の産業政策を打ち出すなど、経済と安全保障が密接不可分な領域における対応が重要になっています。

経済産業省としては、半導体・重要鉱物などのサプライチェーン強靭化や重要技術基盤の強化、輸出・投資管理による機微技術管理、エネルギーなどの基幹インフラにおける脅威の低減等の取組を進め、我が国の経済安全保障に貢献していきます。

（デジタル社会の実現）

新型コロナウイルス感染症拡大の影響もあり、社会全体のデジタル化への取組が進んでおります。こうした中、我が国製造業においても、非接触や非対面といった「新たな日常」への対応、そして新たな付加価値の創出に向けて、より一層デジタル技術を活用していくことが求められています。例えば、既に自動車産業は「CASE」と呼ばれる潮流の中にあり、自動運転やシェアサービスなどデジタル技術を生かした価値創造が進んでいます。

セキュリティの確保が求められる重要インフラでのドローン活用に向けては、高い安全性や信頼性を確保した安全安心なドローンの開発を推進しており、昨年12月には機体販売も開始されました。こうした取組により、インフラ点検や災害対応など様々な分野でドローンの利活用が進むことを期待しています。

（賃上げ・下請等取引適正化）

成長と分配の好循環を生み出す、新しい資本主義を実現していくためには、民間部門による分配の強化が重要です。政府としては、民間企業の賃上げを強力に支援するため、税額控除率を大企業で最大30％、中小企業で最大40％に拡充するなど、思い切った税制措置を講ずることを決定しました。産業界の皆様におかれましても、是非御協力を頂きたいと思います。

また、取引先も含む多様なステークホルダーへの分配を実現するためには、サプライチェーン全体での取引適正化や、取引条件の改善も重要な課題です。昨年は、９月を価格交渉促進月間と設定し、セミナーや講習会、広報活動などを通じて、発注側企業に対する取引環境の改善に向けた取組の普及・啓発を進めました。

さらに、2020年に導入した、企業が取引先との新たな連携や望ましい取引慣行を遵守することを宣言する「パートナーシップ構築宣言」の仕組みにおいては、目標としていた2,000社を大きく超える企業の皆様に宣言いただきました。この場を借りて、産業界の皆様の御尽力・御協力に心より感謝申し上げます。

今後とも、適正価格での取引の実現やサプライチェーン全体での共存共栄関係の構築を目指し、「パートナーシップ構築宣言」の取組の更なる拡大、実効性の向上に向けて、皆様と連携させていただきながら取り組んでまいりたいと思います。

（おわりに）

新型コロナウイルスの感染拡大についてはまだまだ注視が必要な状況ではありますが、経済産業省としては、これまでに述べたような様々な施策を総動員し、産業界の皆様とも連携しながら、我が国製造業の成長のために全力を尽くしていく所存です。

最後に、産業界の皆様の益々の御発展と、本年が素晴らしい年となることを祈念して、年頭の御挨拶とさせていただきます。

「2022年を迎えて」

一般社団法人特殊鋼倶楽部
副　　会　　長　大前浩三（おおまえこうぞう）

新年、明けましておめでとうございます。2022年の年頭にあたり、謹んで新年のご挨拶を申し上げます。

一昨年、私は本誌７月号の“一人一題”を書かせていただきましたが、その中でコロナに対しては、“有史以来、人類は常に新しい感染症との戦いを繰り返してきているが、近代の医療技術の飛躍的進歩により、新型コロナウィルスに対しても必ずや感染拡大を抑え込み、我々は通常の経済活動を行いながら感染症と付き合っていけるようになると確信している”と記述いたしました。

それから１年半が経過した訳ですが、残念ながら、現実は私の希望的見解どおりにはまだなっていないようです。海外では、多くの国や地域で感染が再拡大しており、行動制限等の対策を余儀なくされてきています。また感染力のより強い新たな変異株が拡大の動きを見せています。国内では、（原稿執筆時点におきましては）幸いにも新規感染者を大きく抑え込むことができ、人々の移動制限も緩和されつつあります。しかし、近隣諸国と比較して何故日本だけこれほど感染拡大を抑えられているのかについては明確な説明はありませんし、日本国内におきましても新たな変異株の感染拡大の動きが広まり始めました。残念ながら、私たちはこの冬も引き続き感染防止対策を徹底する必要があり、元の日常に戻るのにはまだ時間がかかりそうです。私個人としては、乾燥した冬の季節を迎えることもあり、一定量の感染拡大はやむをえないとは思いますが、三度目のワクチン接種も始まりますし、近いうちに出てくるであろう飲み薬の承認により、この冬を重症者の拡大を抑え込む形で乗り越えることができれば、春にはいよいよコロナ前に近い生活スタイルを取り戻すことができるのではないかと考えています。今度こそ、私の見通しが現実のものになることを心から期待しています。

さて、特殊鋼マーケットにおきましては、自動車や建産機といった需要分野の生産回復を背景に、昨年前半は想定を上回る回復局面となりました。一方、夏以降は、世界的な半導体不足やコロナ影響による諸資材の調達難等により、自動車生産計画が下方修正を余儀なくされ、これらの影響から関連分野におきましては調整局面が続いています。幸いなことに、サプライチェーンの問題は徐々にではありますが改善の兆しが見えてきているようですので、本年は再び需要回復局面に戻っていくものと期待しています。

しかし一方で、ポストコロナの副作用として、世界的な資源価格の上昇やエネルギー、諸資材、輸送費等のコスト上昇が起こっており、この傾向は当面の間継続すると見込まれています。また、脱炭素社会に向けた議論も私たちの想定を上回るスピードで動き始めており、各企業の生き残りを左右するような大きな課題になっています。

首尾よくコロナが収まったとしても、2022年も決して平穏な１年となりそうもありません。特殊鋼倶楽部といたしましては、これらの諸課題に対し、メーカーと流通の皆さんが一致団結して、一つずつ克服していきたいと思います。会員皆様の今年１年のご多幸を祈念いたしまして、新年の挨拶とさせていただきます。

〔山陽特殊製鋼㈱　取締役常務執行役員 東京支社長〕

「年　頭　所　感」

一般社団法人特殊鋼倶楽部
副　　会　　長　**櫨（はじ）　巳芳（みよし）**

新年明けましておめでとうございます。

2022年の年頭にあたり、昨年を振り返りながら一言ご挨拶を申し上げます。

我が国における新型コロナウィルス（COVID-19）感染症は、ワクチン接種の効果により感染者数が激減してほっとしたのも束の間、昨年12月新たに「オミクロン株」が発生して予断を許さない状況となっております。収束がまたもや遠のき我々の社会生活、経済活動に支障を来すかと心配が募ります。

このような情勢下、特殊鋼業界では昨年の夏場から半導体不足による自動車生産への影響が出始め、中でも東南アジアの新型コロナ感染による部品調達難の影響で、自動車減産が顕在化したものとなりました。また部品メーカーは、自動車大手の挽回生産を想定して先造りや在庫積み増しに動きましたが、特殊鋼需要は自動車減産ほど低下しなかったものの、やはり10～12月期は明らかな減少影響を受けました。一方、建設機械、産業機械、工作機械向けは、特殊鋼需要全般としては堅調な水準を保ったと云えます。

この事象は、全日本特殊鋼流通協会の「特殊鋼流通統計調査」にも現れており、３月販売が2019年９月以来18カ月ぶりに前年同月比プラスに転じております。また、2020年５～７月が新型コロナウィルスの影響で極端に落ち込んでいた反動で５月販売は80％増、６月販売は71％増を記録があります。さらに、数量回復と値上げ転嫁の進捗で採算は改善し、７～９月期の景況アンケートでは２年半ぶりに赤字回答が10％を下回ったものとなりました。

さて、2022年の特殊鋼需要の見通しですが、自動車、建設機械などは需要堅調が続くと考えますが、自動車は半導体不足、新型コロナウィルスの影響による部品調達難がいつ収束するかに左右されるため、１～３月期以降は高い生産水準が見込まれ１～３月期は上振れ・下振れのどちらの可能性もある不安定な局面となると考えます。即ち、需要が上振れした場合は、特殊鋼の需給タイト感は強まるものと考えております。

さらに、中国の政治経済情勢や鋼材市況の動向次第にも依りますが、中国市場への依存度の高い需要業界の動向は懸念がありますが、特殊鋼需要は楽観視する訳ではありませんが、総じて堅調に推移するものと見通しております。

また、鋼材値上げの動きは、春先以降は一服状態となる見通しのもと、特殊鋼流通業としては、運賃など物流費、エネルギー費、資材費などが高騰し、この価格転嫁は進んでいないため収益基盤は相変わらず脆弱化していると言わざるを得ません。2021年は一定の値上げ効果で収益低下をカバーできましたが、2022年はその効果は名実ともに剥落すると思われます。特に、配送に関してはコスト上昇だけでなく、運送業界を含めて平ボディ車やドライバーの確保に相当苦慮しており、今後更に深刻な問題になると見通しております。

国の視点で俯瞰してみると、社会全体、産業全般でカーボンニュートラルの動きが加速しており、自動車関連では電動化によって減っていく部品、新たに創出される部品がありますが、減っていく部品、即ち、特殊鋼需要の減少は特殊鋼流通業にとって最大の難題となります。ライフサイクルアセスメントの観点では、需要業界のカーボンニュートラル進展に貢献する製品の開発、販売はビジネスチャンスになると叫ばれる一方で、需要家に対する配送に関しては、CO2削減の観点でどのような問題意識が広がるものか注意を要し、看過できないものとなっております。

2022年も恐らく新型コロナウィルスの影響は払拭されず、厳しい需要環境、市場環境が続くものと思われますが、ここは寅年の譬えを特殊鋼業界に見立てまして『虎は千里往って千里還る』とした気概をもとに、業界一丸となってこの難局を邁進していきたいと考えます。

藤岡会長を中心に特殊鋼倶楽部において、流通業界の代表として業界全体の発展のために、微力ではありますが全力を尽くす所存でございます。

本年も引き続き、皆様方のご指導ご鞭撻を賜りますようお願いいたしますとともに、特殊鋼倶楽部ならびに特殊鋼業界全体のさらなる発展をお祈り申し上げ新年のご挨拶といたします。

〔辰巳屋興業㈱　代表取締役社長〕

「年　頭　所　感」

㈱メタルワン
常務執行役員　赤阪太郎（あかさか たろう）

新年あけましておめでとうございます。皆様におかれましてはつつがなく新しい年をお迎えのこととお慶び申し上げます。令和４年の年頭にあたり、昨年を振り返りながら一言ご挨拶を申し上げます。

始めに、昨年度も猛威を振るった新型コロナウイルスにより、皆様の会社におかれましても罹患された方もおられたものと推察しますが、この場をお借りしてお見舞いを申し上げます。ワクチン接種も進み皆さまの感染対策も功を奏して、この原稿を書いている時点では日本国内の新規感染者数、重傷者数ともピーク時に比べると大きく減少し鎮静化しています。一方で、度重なるコロナ変異ウイルスの襲来により世界では再び感染が拡大する等、予断を許さぬ状況も続いております。

斯かる状況の中、昨年の世界経済及び特殊鋼の主要な需要分野である自動車需要は回復を続けてきましたが、年後半には需要の急拡大・コロナ禍での供給体制のひっ迫による半導体や部材不足により、多くの企業で生産活動の停滞を余儀なくされる事態となりました。又、カーボンニュートラルの動きの中、産油国が増産への投資を抑制していることにより、足下回復する需要を賄えず原油価格が上昇しており、LNG価格等エネルギー全般へ波及すると共に、世界的なインフレ圧力も強まっております。

さて2022年の展望ですが、昨年10月に発表されたIMF世界経済見通しによると、実質GDPは2021年が5.9％、2022年が4.9％と前年比で減速する見通しとなっておりますが、一昨年来いち早く経済が回復し世界経済をけん引した中国の減速予測が大きく影響しております。日本では2021年が2.4％、2022年が3.2％と若干の伸長が見込まれていますが、経済動向はコロナ影響や供給不足、インフレ等により不透明な状況が続くと予測されます。需要面では、カーボンニュートラルに関連しEV化やグリーンエネルギーへの投資等、特殊鋼の需要構造の変化が今後益々進む見込みであります。又、二酸化炭素削減への取組も、鉄鋼メーカーの課題として傍観する事は許されず、製販一体となった取組が必要になって参ります。

以上、我々を取り巻く環境はこれまで以上に多くの変動要素を抱えると共に、日々目まぐるしく変化しております。本年はより一層皆様と力を合わせ、これら変化をチャンスと捉えると共に、今年の干支である「寅」にちなんで、「虎穴に入らずんば虎子を得ず」の精神にて、コロナへは引き続き気を引き締めて対応しつつも、一つ一つチャレンジしていく年にしたいと切に願っております。

最後になりましたが、特殊鋼業界の益々の発展と、一日も早い新型コロナウイルスの収束、並びに皆さまのご健勝を祈念致しまして、新年のご挨拶とさせて頂きます。

「年　頭　所　感」

㈱神戸製鋼所
執行役員　木本和彦（きもと かずひこ）

新春を迎え、謹んでお慶び申し上げます。

年頭にあたり謹んでご挨拶を申し上げます。

少しずつではありますが、私たちの日常が戻ってきました。

経済活動は、まだ完全ではないものの、各所で回復の兆しを見せ、未曽有のパンデミックは、克服への出口が見えています。暗闇の中でもがいていた一昨年、先の見えないスタートとなった昨年からすると、大きな前進であり、明るいスタートです。

この２年、私たちの社会は、新型ウィルスへの対応に総力を挙げて取り組んできました。その間、いくつかの新たな課題も世界中で共有されました。人権問題、経済格差問題もあれば、情報社会への進化など、パンデミックで加速したものもあります。中でも、その歩みを急がねばならないと強く認識されたのは、脱炭素社会への移行でした。世界中が、脱炭素社会に向かって動き出しました。

私たち鉄鋼業は、脱炭素社会への貢献という観点で、大きな関心を集めています。それ以前、私たちは、「構造変化への対応」、すなわち、「製品のコモディティ化」、「地域産業化の進展」への対応に追われていました。過剰能力への対応もそのひとつです。構造変化は、私たち日本の鉄鋼業にとって、これまで培ってきた優位性を他者に譲ってゆくプロセスでした。私たちが将来の成長シナリオを描く上で、大きな障害であり、どのように克服するかが大きな課題でした。

そのような折、脱炭素社会への貢献という新たな要求が加わりました。脱炭素は、世界中のすべての鉄鋼業に求められ、これまで、品質、能力、サプライチェーンで競ってきた私たちに、新しい競争分野を生じさせました。私たちの課題克服能力が試される機会です。

私たちの特殊鋼は、強固なサプライチェーンを通じ、グローバルに、世界中のお客様の信頼を得、起用され、浸透し、その存在感を拡大し続けてきました。特殊鋼は、最高の品質を追求する我が国の歴史と文化が生んだ、世界に誇る製品であり、最高水準の品質と強固なサプライチェーンにより、様々な国で、人々の生活を支えています。

脱炭素社会に向け、技術を軸に、お客様、流通が一体となって課題克服すると言う点において、私たちに勝る者はいません。強いサプライチェーンをさらに強くする機会でもあり、それがお客様の期待と要求でもあります。

新しい一年が、「日常」への回帰であると同時に、日本の鉄鋼業の「競争優位」への回帰の礎となることを祈念して、新年のご挨拶とさせていただきます。

「年　頭　所　感」

JFEスチール㈱
常務執行役員　**錦織正規**（にしおり まさのり）

2022年の輝かしい新春を迎え、謹んでお慶び申し上げます。

年頭にあたり、昨年を振り返りながら一言ご挨拶を申し上げます。

2021年を振り返る上で新型コロナウイルスを避けて通る事はできません。日本では１月に２回目の緊急事態宣言が発令され、以降一時的に解除された期間はあるものの、９月末まで日常生活のみならず社会経済活動にも大きな影響を及ぼす事態となりました。10月以降は徐々に制約が緩和されましたが、新たな変異株発生もあり、この先の見通しもまだまだ不透明と言えます。一方で明るい話題としては東京オリンピック・パラリンピックが挙げられます。一年延期されしかも無観客という異例の大会でしたが、テレビで観戦した各競技での日本選手の活躍には大いに勇気付けられました。またゴルフ界では松山選手と笹生選手がメジャー制覇、野球界では大谷選手が二刀流でMVPを獲得、科学界では真鍋氏のノーベル物理学賞受賞など日本人の歴史的快挙も多く記憶に残る１年ではなかったかと思います。

IMFは10月に世界経済の成長率として2021年度は5.9％、2022年度は4.9％と発表しました。下振れするリスクもあるものの回復基調が続くとの見通しです。

鉄鋼（特殊鋼）を取り巻く環境に目を転じますと、コロナ影響による生産減及び在庫調整で落ち込んだ状況からは大きく回復傾向にあります。自動車関連分野は一時的に減産も有りましたが、挽回を含めこれから先は半導体不足の影響は懸念されるものの旺盛な需要が見込まれています。また建機関連分野も堅調な北米住宅着工等に支えられ活動水準は高く需要は堅調と言えます。

弊社の特殊鋼棒線事業につきましては、仙台製造所が３度の地震に見舞われ生産を一時休止せざるを得ない状況が発生しました。これを教訓として各設備の強靭化を進めています。また、DX（デジタルトランスフォーメーション）を活用した設備診断や操業改善のスピードアップを図り、安定操業の実現に向けて取組んでいます。仙台製造所は電気炉を主体とした生産体制であり、カーボンニュートラルにむけての取組において社内からの期待も大きく、種々の克服すべき課題はありますが、「グリーン粗鋼」への先導的な役割を果たしていきたいと考えています。一方で足元の環境は、スクラップ、合金、エネルギー、物流関係等あらゆるコストが上昇しています。コストダウンの取組と共に、こうしたコストをタイムリーかつ適正に鋼材価格へ反映する事が急務であります。価格水準の更なる底上げに向けてお客様に丁寧に説明しご理解を賜りたいと考えております。

2022年は十干が「壬（みずのえ）」十二支が「寅（とら）」の「壬寅（みずのえとら）」となります。「壬」は陽気を下にはらむ、「寅」は春の草木が生ずるとされています。冬が厳しいほど春の芽吹きは生命力に溢れ華々しく生まれる年になる事を意味しているそうで、今年がそうした年になる事を願うばかりです。

最後になりましたが、特殊鋼業界に携わる皆様方にとりまして本年が更なる発展を成し遂げる輝かしい年になる事を祈念して新年のご挨拶とさせて頂きます。

「年　頭　所　感」

大同特殊鋼㈱　取締役常務執行役員　山下敏明（やました　としあき）

新年あけましておめでとうございます。皆さまにおかれましてはつつがなく新年をお迎えのこととお慶び申し上げます。

昨年は、前年から続く新型コロナウイルス感染症の世界的流行に対して、複数の製薬会社で開発されたワクチンの承認が行われ、日本でも自治体主体の地域接種や各企業での職域接種などの計画的なワクチン接種も実施されたことで、10月以降は新規感染者数も鎮静化し、非常事態宣言も解除され、一定ルール下での行動制約の緩和も進みました。残念ながら、東京オリンピック・パラリンピックは無観客での開催となりましたが、日本は過去最高の金メダル数を獲得し、各種目でのトップアスリートの活躍は世の中を元気づけ、困難な状況にいる人々にも大きな励みを与えました。

さて、特殊鋼業界に目を向けると、需要環境は自動車向けや産業機械向けなど国内外の景気回復に伴い、新型コロナウイルス感染症の影響により大幅に減少した前年から大きく回復しました。特に主要需要家である自動車関連の受注は、上半期を中心に、グローバルでの堅調な自動車需要を背景に回復しましたが、夏以降、車載用の半導体など部品不足といったサプライチェーンを通じた影響により完成車の生産調整が実施され、回復のペースが鈍化するなど、特殊鋼需要は大きく波打ちました。また、特殊鋼の製品価格については、年初来、主原料である鉄鋼石や原料炭、鉄スクラップ、合金鉄等の原材料価格の世界的市況の高騰、そして原油などのエネルギー価格の上昇や海外輸送コストの高騰が続いたこともあり、大幅な価格改定が行われた歴史的な１年となりました。

また昨年は、１月にアメリカのバイデン大統領が就任、日本でも11月に第100代の内閣総理大臣として岸田文雄首相が誕生するなどの大きな政治の動きがありましたが、その中で、各国でも地球環境問題が注目され、日本を含む数多くの国で「2050年カーボンニュートラル化」の議論が活発に行われ、英国グラスゴーで開催されたCOP26では「1.5℃目標」に向かって世界が努力することも合意されました。また、日本でも、自動車業界における各社の国内外での電動化推進の発表、鉄鋼業界における水素直接還元製鉄や電炉の活用増の計画公表が行われるなど、将来の脱炭素化（カーボンニュートラル）に向けた産業界の具体的な取り組みが社会に発信されました。

さて、このような大きな環境変化の流れがある中で迎えた令和四年ですが、特殊鋼の主要需要家である自動車関連向けの受注は、各自動車メーカーが挽回生産を実施していく動きもあり、大幅な需要の回復が見込まれます。一方で、新型コロナウイルス感染症の新種であるオミクロン株の流行や自動車向け部品調達難の長期化、産業機械・工作機械向け等への半導体部品不足の波及リスクなどの不透明感は残ります。

今後、特殊鋼業界を取り巻く事業環境は、自動車業界と同じく「100年に一度の大変革期」にあり、益々厳しさを増すことは間違いありません。このような困難な状況においてこそ、我々メーカーと流通の皆さまが一致協力して、前向きに課題に取り組んでいくことを祈念いたしまして、新年の挨拶とさせて頂きます。

「年　頭　所　感」

日本製鉄㈱　執行役員棒線事業部長　園田裕人（そのだ ひろと）

新年明けましておめでとうございます。2022年の年頭にあたって一言ご挨拶を申し上げます。

まず昨年までを振り返りますと、2020年は年初より発生したコロナ禍によって大幅な需要減が発現しましたが、下期以降はリーマンショックからの回復時に比べて早いペースでの回復基調となりました。しかしながら、2021年はコロナ影響に加え世界的な半導体等の資材不足によって夏以降自動車関連産業の減産が顕在化し始め、下期に入っても混乱は収束せずに度重なる減産が後追いで発生するといった状況が続いております。一方で自動車各社は大幅な挽回生産を計画しており、この先、上方・下方いずれの変化にも安定的に対応していくべく臨機応変な取組が求められております。

なお、足下のサプライチェーンの混乱が収束すれば、自動車の需要は引続き堅調に推移していくものと考えられ、鉄鋼需要についてもタイトな状況が続くものと想定されます。この状況の中で我々特殊鋼業界が安定供給を継続していくべく生産基盤の整備を進める為にもサプライチェーンの価値を適切に価格に反映していただけるよう今後とも各分野のお客様への理解活動を続けていかなくてはなりません。

一方、中長期的な特殊鋼需要を見通す上では、主要需要分野である自動車業界における電動化影響をどう読むかが鍵となります。今後、全世界の自動車需要が拡大する中、特殊鋼が使用される部品の電動化による増減や構成変化が鋼材所要に与える影響を見極めることが重要となります。また、電動化が進展すると、例えばEVユニット向けトランスミッション、軸受、バッテリー締結部品、高強度懸架ばねなどといった部品で新たなニーズが創出されると考えられ、これらの増加していく需要を特殊鋼業界としてしっかりと捕捉していく必要があると考えます。

カーボンニュートラル社会の実現に向けた脱炭素への取組は全世界的に動きが加速しています。各産業における製造時のCO2排出削減に向けた省工程やライフサイクル一貫でのCO2削減ニーズも確実に高まっていくと見込まれます。これらの変化にタイムリーに対応し脱炭素社会を実現していく為には特殊鋼業界においても最終商品に至るまで各業界の枠組を超えた取組が必要不可欠です。素材メーカーから最終需要家まで含めた日本の特殊鋼におけるサプライチェーン体制は国際的な競争力を有しており今後もその強みである鋼材と工法を併せたソリューション提案を通じて、カーボンニュートラル社会における新たな価値の創出を推進し、更なる特殊鋼業界の競争力強化に取組んでいきましょう。

当社としても、『SteeLinC』ブランドを掲げ、これまで基本品質、高機能商品開発力、安定供給での提案を軸にお客様と連携し競争力強化を図ってまいりました。今後も高い材料品質をベースとした歩留向上によるCO2削減や豊富な工程省略鋼メニューによるお客様の工程におけるCO2排出量削減、高強度鋼材開発を通じた部品の小型化・軽量化効果でのCO2削減などの取組を進めていく所存です。

最後になりますが、社会全体の構造・ニーズ変化が進む中で、持続的成長社会の実現や環境対策などに向けて、これからも日本の高い機能を持つ特殊鋼に対する世の中からの期待は大きいものと考えております。特殊鋼業界に関わる皆さまにとりましては、2022年が素晴らしい一年になりますよう祈念致しまして、新年のご挨拶とさせていただきます。

「年頭のご挨拶」

日立金属㈱　執行役
金属材料事業本部長　谷口（たにぐち）　徹（とおる）

皆様、新年明けましておめでとうございます。

本年も会員の企業の皆様がご家族共々ご健勝に過ごされることを祈念しております。

昨年を振り返りますと、やはり一昨年に引き続きコロナウィルスの影響が大きかった一年と言えるでしょう。夏には第５波が日本全国で猛威を振るいましたが、秋口から急速に鎮静化し年末の国内では落ち着きを見せております。その効果で都内でも外を歩く人波がかなり多くなっており、通勤時にもラッシュが見受けられるようになってきております。ただ、海外では新種であるオミクロン株が猛威を振るっており、日本国内でも感染者が見つかっている事から、引き続きコロナ対策を意識した生活を心がけ、第６波への備えも怠らないようにして頂きたいと思います。

一方で、昨年は半導体不足が広く製造業の生産に影響することとなり、市場やお客様からは高い需要があるものの、半導体が確保できないことで製品の製造ができないケースが数多くあったと認識しております。特に自動車産業ではこの影響が顕著であり、我々が製造・販売している特殊鋼製品の中でも自動車生産に直接用いられる製品については生産要求の変化が大きく、生産調整に苦慮した会社も多くあるのではないでしょうか。変化の大きな時代において、このような状況に柔軟に対応できる企業こそが、最終的には市場における競争を勝ち抜いていくものと考えています。

さて、昨年は社会的に環境意識が高まりを見せたというのも大きな変化だったのではないかと感じております。各国政府が環境対策を政策の重点課題として意識し、将来に向けた環境規制の強化を検討しております。昨年、日本政府も温室効果ガスの削減目標として、2030年に2013年度対比で46％削減し更に50％の高みに向けて挑戦を続けていくと公表致しました。これに歩調を合わせるように、自動車産業では脱内燃機関という動きが加速し始め、鉄鋼産業においても各社がCO_2削減に向けた長期的な取組みを示し始めております。今後このような環境対応は企業の存続・成長に対して大きな影響を及ぼすと考えられ、企業間の協調した取組みだけでなく政府主導の支援も期待されます。

また、本年度も、新型コロナウィルスや半導体不足の影響だけでなく、世界的な物流の混乱、日本国内の電力費高騰、世界経済における米中の対立等、まだまだ事業環境・市場環境の大きな変化が起きる事が予想されます。このような社会環境の変化は、特殊鋼に期待される機能にも変化をもたらすものと考えられます。本年度も昨年度に引き続き、変化を変革のチャンスと捉えて市場の要求にしっかりと耳を傾け、将来に向けた新製品の開発にもしっかりと対応していきたいと思います。

本年は寅年の中でも60年周期で訪れる「壬寅（みずのえとら）」という事で、特別な年とされています。「壬（みずのえ）」とはゆったりとカーブを描きながら流れる大河を示しており、「寅」は決断の年とされています。これらが合わさった2022年は、時代の変化を感じながら決断する年と言えるのではないでしょうか。社会環境の変化が激しい中でも、本年は将来に向けた色々な決断を実施して行きたいと思っております。

最後に、会員企業の皆様におかれましても、2022年が実りある一年となる事を祈念して、新年のご挨拶とさせていただきます。

特 集

自動車の未来に貢献する特殊鋼

Ⅰ．将来車開発の考え方

カーボンニュートラル実現に向け、自動車産業をペースメーカーとした日本のモノづくり

トヨタ自動車㈱ 素形材技術部 技術企画室 室長 間 政博（はざま まさひろ）

まえがき

2020年12月17日、自動車工業会は政府の2050年カーボンニュートラル方針に「全力でチャレンジすることを決定した」と発表した。しかしながら画期的な技術ブレークスルーなしに達成は見通せず、サプライチェーン全体で取り組まなければ、日本の国際競争力を失うおそれがある。このような難しい課題解決をしていくためには、カーボンニュートラルの本質を正しく理解したうえで、業界全体で対応することが必要である。その本質は単に自動車をEV（後述はBEV）化するだけでは達成できず、モノづくり、エネルギー、インフラ全体で考えていくことである。日本のモノづくりはこれまで優れた環境技術、省エネ技術を進化させてきた。何よりも個々の優れた技術を組み合わせる「複合技術」こそが日本独自の強みでもある。今回の寄稿にあたり、日本の基幹産業である自動車産業として、「特殊鋼」業界をはじめ、あらゆる業界とともに、「日本のモノづくりを守る」ため、カーボンニュートラル実現への取り組みを加速させていくためにどのような対応をしていくべきか考えたい。

◇ LCAの観点で考える必要性～EV化だけが「解」ではない

「モノを作る」、作った「モノを運ぶ」、そして運んだ「モノを使う」、リサイクルしながら最後は「廃棄する」。その流れの中で発生するCO_2を2050年までにゼロにしようという考え方が、ライフ・サイクル・アセスメント：LCA（**図1**）をベースにしたカーボンニュートラルである。自動車産業が排出するCO_2で一番分かりやすいのはクルマが走っているときに出すCO_2であるが、クルマをつくる過程でも発生する。例えば、工場で設備を動かすために必要となる電気もその発電を化石燃料に頼ればCO_2は排出される。クルマを廃棄するときも同様である。商品としての材料はもちろん、型・設備として材料が作られる過程でもCO_2を発生させており、自動車業界だけでは到底解決できない構造的な課題である。

HEV（ハイブリッドEV）、PHEV（プラグインハイブリッドEV）、BEV（バッテリーEV）、FCEV（燃料電池EV）など動力源に電気を使うこれらのクルマのことを「電動車」と呼ぶ。しかし、それがニュースで扱われるときには、「電動車＝

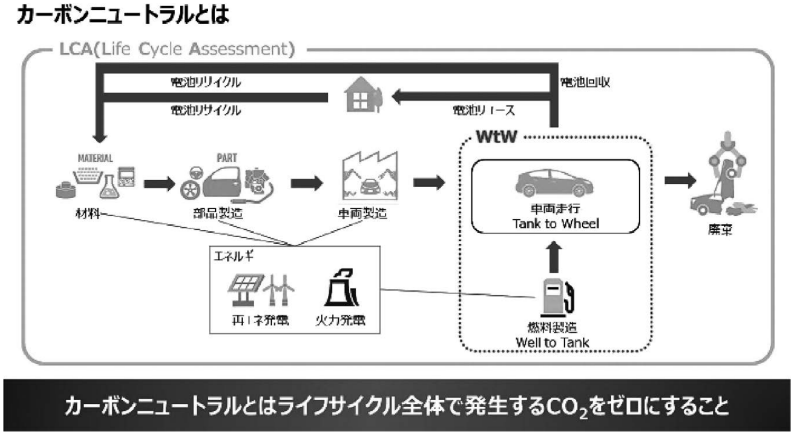


図　1　Life Cycle Assessment

BEV」と単純化された構図で伝えられることが少なくない。また、電動車にはさまざまな選択肢があるにも関わらず、最後はすべてがBEVになると理解されている実態もある。全部BEVに置き換えた場合、夏の電力使用がピークのときには、電力不足に陥る。充電インフラの投資コストは約14〜37兆円かかる。生産で生じる課題としては、電池の供給能力が今の約30倍以上必要になる。能増コストとして約２兆円。それからBEV生産の完成検査時には充放電をしなければならず、現在BEV一台の蓄電量は家一軒の一週間分の電力に相当する。これらのことを正しく理解したい。HEV、PHEV、BEV、FCEVというミックスの中で、日本の良さを維持・発展させながら進んでいくことが日本の自動車産業が生きる道ではないかと思う。

エネルギー業界では水素からつくる「e－fuel」やバイオ燃料など、「カーボンニュートラル燃料」という技術革新に取り組まれている。日本の自動車産業がもつ、高効率エンジンとモーターの複合技術に、この新しい燃料を組み合わせることができれば、大幅なCO_2低減というまったく新しい世界が見えてくる。一定量の「e－fuel」をガソリンに混ぜると、ガソリン車のCO_2排出量は、HEV並みに少なくなる。HEVに使えば、PHEV並みに。PHEVに使えば、より一層BEVに近づく。日本の自動車産業が磨き上げてきたエンジンの技術と組み合わせれば、新たな可能性が生まれる。

日本では、すでに利用されている保有車は7,800万台ある。これらは新車に比べ、電動化率も低い。保有車にも手を打たなければ、国としてのカーボンニュートラルの達成は難しい。すでに街を走っている保有車のCO_2排出も忘れてはならない。だからこそ、燃料の技術革新についても考える必要がある。日本が培ってきたエンジンの燃費向上と、カーボンニュートラル燃料という技術の組み合わせ、こうしたことも、日本の強みを生かした選択肢として考えられるのではないかという提案である。

カーボンニュートラルな燃料技術、エンジンの燃焼技術、モーターや電池などの電動化技術、それらを組み合わせる複合技術、こうした強みをもつ日本だからこそ、選べる道があるのではないかと考えている。

カーボンニュートラルは、「モノをつくる」「モノを運ぶ」「モノを使う」「廃棄する」という、すべてのプロセスでのCO_2削減を実現しなければならない。再生可能エネルギーがこれから普及していく地域では、HEVを活用した電動化などもCO_2削減に効果的だと思われる。一方で再生可能エネルギーが豊富な地域ではBEVやFCEVなどZEV（ゼロエミッション車）の普及がより効果的だと考える。エネルギー事情が違えば、CO_2排出量を削減する選択肢も異なるので、カーボンニュートラルの達成に向けて選択肢が広がるように、さまざまな方策にトライを続けていく。このような視点に立ち電動車両をフルラインナップ（**図２**）で準備している。また自動車メーカー各社でも電動車の開発、生産を行っているが、その種類は幅広く、

図　2　トヨタにおける電動車フルラインナップ

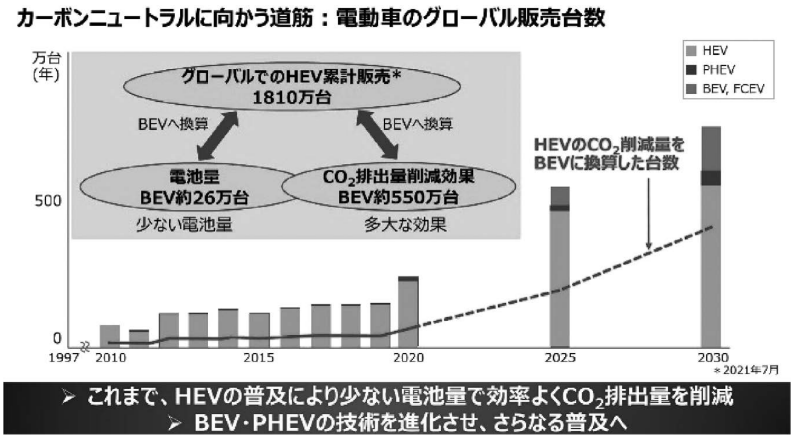


図　3　トヨタにおける電動車グローバル販売台数

各社、得意領域が異なる。これは日本として電動車のフルラインナップを持ち合わせているということであり、日本の強みでもある。小さな市場の12のメーカーが生き抜くには、競い合いながらも、この日本の強みを活かすための「協力」と「協調」が欠かせない。

◇　目標達成に向けた電動車フルラインナップ化とグリーンファクトリー化

カーボンニュートラルの目標達成に向けて選択肢が広がるように、市場の変化も鑑み、今までの経験で得た強みも生かして、HEVに加え、BEVやPHEVの導入を加速させる（**図３**）。「モノを使う」、電動車の選択肢を増やすことによって、各地域のお客様に選んでいただき、普及を加速させることでCO_2排出量の削減に努めていく。また自動車生産メーカーとして「モノを作る」、すなわち電動車を生産する工場においても、モノづくりを根本から革新し、地域の持続可能社会へ貢献するチャンスととらえ工場カーボンニュートラルすなわちグリーンファクトリー化にも取り組んでいく。

1）電動車フルラインナップ化

電動車フルラインナップにおいて、クルマの基本構造は主にボディ、パワートレイン・足回りユニットであるが、その技術は多様性を更に増していく。特にパワートレイン系は従来のエンジン、トランスミッションなどに加え、電動車のコア技術となっていくモーター、電池、パワーコントロールユニットの３つが拡大していく。また、これらユニットによる重量増加や走行中の電気消費

量低減のために自動車全体の軽量化ニーズは更に増していくことになる。これらに後押しされてクルマ全体でマルチマテリアル化は益々進み、それらをつなぐための接合技術の進化が不可欠となってくる。

ボディにおいてはハイテン材の適用、エネルギー吸収部材、変形制御部材、形状維持部材に分類し、それぞれに異なる強度の鋼種を使い分け、近年においては一般的な鋼板の約４～５倍の引張強度を保有する超高張力鋼板「ホットスタンプ材」により、板厚を薄くしても通常の鋼板をしのぐ強度が確保できる部材を活用し、軽量化を進化させてきた。また使い分ける技術として、世の中ではアルミニウムやCFRPの採用により更なる軽量化を進化させてきている。今後も脈々と続けてきた強度部材そのものの材料進化と軽量化設計を組み合わせる技術、使い分ける異種材料の組み合わせとそれらを接合する技術を進化させていく必要がある。

パワートレイン系ユニットにおいて、これからモーター、電池、パワーコントロールユニットの３つが拡大していく。これらを支える磁性材料として電磁鋼板と磁石などがある。ポイントは小型化、高出力化に向けて高電圧・大電流が用いられ、使用時の発熱が大きくなるため、材料の耐熱性向上、およびユニットの熱損失抑制を目指した開発となる。また同時に供給量の拡大、コスト低減も重要な観点となる。一方、フルラインナップ化していく上で、これまで培ってきたエンジン、トランスミッションの軽量化への進化も不可欠である。例えばエンジン部品のコンロッドでは材料の炭素量、バナジウム量の最適化を図り、強度と加工・被削性を両立させ、コンロッドのコラム断面を減少させることにより、軽量化を達成してきている。また動力伝達、減速、両輪差動用のトランスミッションやディファレンシャルの中に数多く組み込まれる歯車の例として、ディファレンシャル用歯車では硬さ、冷間鍛造性、浸炭時の粗粒化防止に配慮し、成分・プロセス条件を最適化し、低サイクル疲労強度を高めた材料の開発により４ピニオンを２ピニオン化でき、ユニット構造を簡素化、サイズダウンすることにより、軽量化を達成してきている。またパワートレイン系、足回りにおいてもマルチマテル化は進んでいる。今後も脈々と続けてきた部品そのものの材料進化と軽量化設計を組み合わせる技術、マルチマテリアル化された部品の組み合わせとそれらを接合する技術を進化させていく必要がある。

２）グリーンファクトリー化

トヨタは2015年に「トヨタ環境チャレンジ2050」を発表し、電動車を生産する工場のカーボンニュートラル達成目標を2050年においていたが、今年６月に2035年へ前出しすることを発表し、新たな目標を掲げ、さまざまなチャレンジを加速していく（**図４**）。

１つ目は日常改善である。徹底的なムダを排除し省エネに取り組む。生産していないときのエネルギー停止活動、エネルギー供給源から使う設備までの経路で発生するムダの排除、省エネ活動を

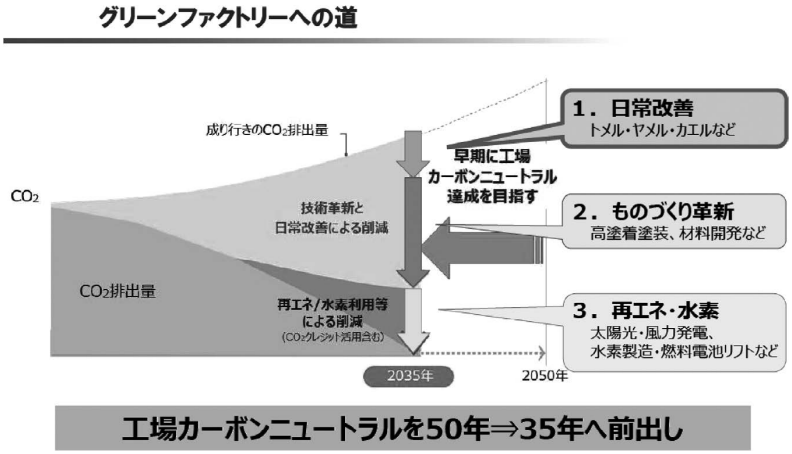


図　４　グリーンファクトリーへの道

グローバルに効果を広げる、省エネ活動を支える人材を育成し続ける。２つ目はモノづくり革新である。使う材料、スペース、加工数ミニマム化を継続する。材料ミニマム化では材料メーカーから頂いた材料を100％使い切るため、バリ、不良、切粉を減らす。加工数ミニマム化ではネットシェイプ化を更に進化させ続け加工数を減らす。スペースミニマム化では型寿命を長く安定化させ、型生産時間を短く安定化させ、型在庫を減らすことで置き場スペースを減らしていく。３つ目は再エネ、水素活用である。工場敷地内に太陽光、風力発電を設置、他社と協業で地域に設置、再生エネルギー価値が高い電力を購入し、自らも再生エネルギーを増やす取組みを通して、再生エネルギー活用100％を目指していく。

◇　特殊鋼業界への期待

「日本のモノづくりを守る」ため、カーボンニュートラル実現への取り組みを加速させていくためには、カーボンニュートラルの本質を正しく理解したうえで、業界全体で対応することが必要である。特殊鋼業界におかれても、脈々と培ってきた各社の強み、技術を活かすこと、特殊鋼業界内での更なる連携を強固にされることを期待したい。

１）脈々と培ってきた各社の技術を活かす

１つ目はこれまで培ってきた材料技術（製造・加工・プロセス）を活かし、材料そのものの更なる機能向上（耐熱、耐圧、耐衝撃、耐疲労強度等）を追求し、極めていくことで部品そのものの軽量化、低コスト化と、金型や設備向け材料の機能向上、低コスト化、生産時間短縮を進化させていくことがある。２つ目は培ってきた技術を組み合わせる、広げることで、電磁鋼板、磁石などの磁性材料を安価に量拡大させていくための開発や従来材料では表面改質技術等との組み合わせによる高強度化開発、異種材料との接合技術開発など、関係する業界と連携し強化していくことである。さらに自動車の設計・構想段階から完成車・自動車部品メーカーと連携した共同開発を進めるなど一層の協力関係深化などへのチャレンジを期待したい。

２）特殊鋼業界内の連携を更に効率よく強固に！

自動車業界において、小さな市場の12のメーカーが生き抜くには、競い合いながらも「協力」と「協調」が欠かせないと述べた。特殊鋼業界においても同様のことが言えるのではないか。特殊鋼業界の技術、種類も非常に幅が広く、各社、得意領域が異なる。これは日本として特殊鋼のフルラインナップ、周辺技術を持ち合わせているということであり、日本の強みである。小さな市場の多くの特殊鋼メーカーが生き抜くには、競い合いながらも、この日本の強みを生かすための「協力」と「協調」が欠かせない。特殊鋼業界内の連携を更に効率よく強固な「協力」「協調」、「変革」を期待したい。

むすび

繰り返しになるがカーボンニュートラルの達成に向けては、「モノを作る」、作った「モノを運ぶ」、そして運んだ「モノを使う」、リサイクルしながら最後は「廃棄する」、LCAの観点でその本質を正しく理解したうえで、業界全体で対応することが必要である。各地のエネルギー事情や道路事情、既配車、既成品にも目を向け、あらゆる選択肢を広げておくために、自動車産業では電動化フルラインナップを準備し、またグリーンファクトリー化を進めていく。これらを自動車産業全体で協力、協調し進化させ続けていく。自動車は、エネルギーや素材など多くの産業と深く関わる「総合産業」（**図５**）であり、産業界の「ペースメーカー」としてお役に立っていきたい。そして日本のモノづくりを守り、雇用を守り、未来を築いていくために、特殊鋼業界をはじめ、あらゆる業界、国民一人ひとりとともに変革を起こし、協力、協調していくことでカーボンニュートラルを実現していきたい。

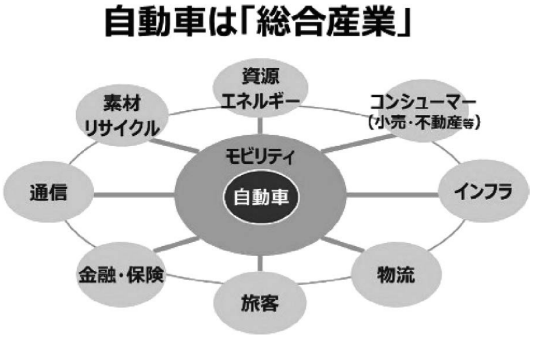
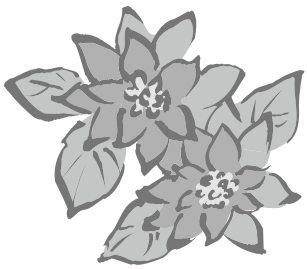


図　５　自動車は「総合産業」

参 考 文 献

1）トヨタイムズ：日本のカーボンニュートラルを考える．2021.1.8
2）トヨタイムズ：カーボンニュートラルでも「自動車をど真ん中に」．2021.3.11
3）トヨタイムズ：カーボンニュートラルへの“大切な順番”とは．2021.4.23
4）トヨタイムズ：変革が始まった自工会、その内側を徹底取材．2021.9.2
5）トヨタイムズ：車両と一体だからできること　トヨタ電池戦略の強み．2021.9.8
6）トヨタイムズ：【カーボンニュートラル】基幹産業としての切実な想い．2021.9.10
7）特殊鋼：マルチマテリアル化の背景と動向、日鉄住金総研㈱高橋健治．2018.9
8）特殊鋼：自動車の軽量化に対する鉄鋼材料への期待、トヨタ自動車㈱嬉野欣成．2018.9
9）特殊鋼：自動車への応用、トヨタ自動車㈱歳田寿充．2019.11



Ⅱ.「日産e-power」技術

日産自動車㈱ パワートレイン生産技術開発本部 成型技術部 原田英人
日産自動車㈱ パワートレイン生産技術開発本部 成型技術部 林憲司
日産自動車㈱ パワートレイン生産技術開発本部 成型技術部 阿久津忠文
日産自動車㈱ パワートレイン生産技術開発本部 成型技術部 木村亮介

まえがき

近年カーボン・ニュートラルの動きが加速しており、世界中でEV化が急速に進んでいる。日産は2010年に業界初の量産型EV「リーフ」を発売してから10年になる。日産では、ゼロ・エミッション社会の実現に向けて、電動化に注力するとともに、サプライヤを含むバリューチェーン全体でのCO2排出の削減を通して、脱炭素化を推進している[1)]。

ニッサン・グリーンプログラム2022では、環境方針を定め、４つの取り組むべき重要課題に取り組んでいる。

1　気候変動～カーボン・ニュートラル～、クルマの電動化・知能化、革新的な未来のモノづくりを通じて社会のCO2削減を進めます。
2　大気品質～ゼロ・インパクト～、クルマの排出ガス低減と、車室内の快適な空気環境をつくりだし、人の健康をまもり、生態系への影響を抑えます。
3　資源依存～新規採掘資源依存ゼロ～、資源を効率的かつ持続的に使う仕組みと、効果的クルマを活用できるサービスを創造します（サーキュラー・エコノミー）。
4　水資源～ゼロ・ストレス～、水使用量の削減と水質の管理を通じて、生態系に配慮したモノづくりをすすめます[2)]。

2020年５月に発表された「NISSAN NEXT」日産ネクストでは、2023年度までに８車種を超える電気自動車を投入する計画となる。e-POWERをグローバル市場のB、Cセグメントに拡大し、電動化率の向上では、2023年度までに日本60％／中国23％／欧州50％に設定された。2023年度までに年間100万台以上の電動化技術搭載車の販売を目指すことが発表された[3)]。

本稿では、最新の「e-power」先端技術を中心に、今後の自動車開発の方向性を述べたい。

◇　カーボン・ニュートラル

カーボン・ニュートラルの取り組みの一つとして電動化が積極的に推進されており、電動車に搭載されているモータの多くに使用されるネオジム磁石にレアアースであるネオジム、ジスプロシウムなどが使用されている。日産では2010年以降ヘビーレアアースの使用量削減に取り組んでおり、レアアースの再生利用にも取り組み、出荷基準を満たさず、クルマに搭載しなかったモータから磁石を取り出して分解し、磁石サプライヤに還元してきた。2017年からは早稲田大学との共同研究を開始し、2019年度に「乾式精錬法」によりモータを解体することなく、高純度なレアアース化合物を効率よく回収する技術を確立した[4)]。車載用モータ磁石からのレアアースサイクルプロセスを**図１**に示す。ノート、リーフではヘビーレアアース85％削減をしている。

◇　電動化について

日産では、2020年2021年でe-power搭載車種の販売を拡大しており、第１世代のセレナ、キックス、第２世代のノート、オーラの４車種の販売をしている。100％モータ駆動のHEVとなっており、エンジンを駆動に使用しない点が他社のハイブリッド車と大きく異なる[5)]。**図２**に各駆動方式の略図を示す。EVでは、リチウムイオンバッテリEVを世界で初めて実用化してから20年が経過している。

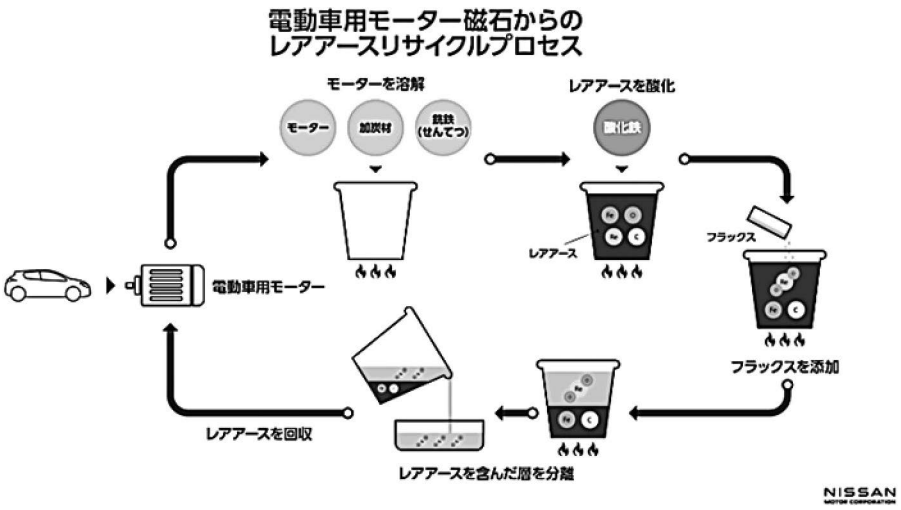


図　1　車載用モータ磁石からのレアアースリサイクルプロセス[4)]

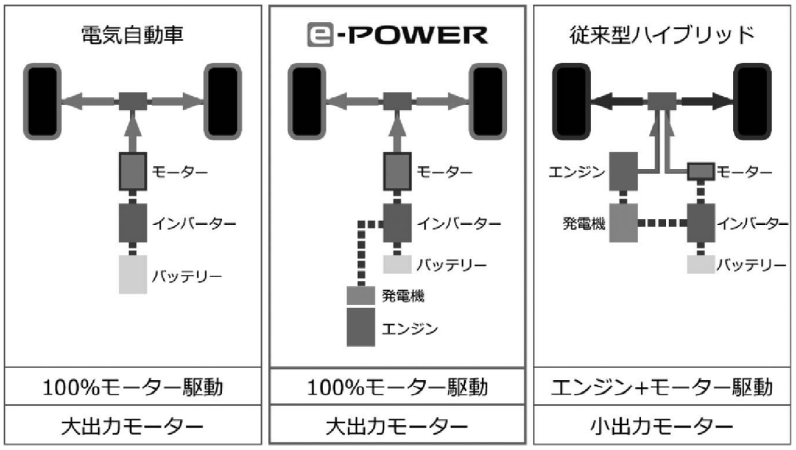


図　2　各駆動方式の仕組み

2030年で電動車（FCV・EV・PHV・HV）は32%、2040年では電動車が51%まで増えると予測されている[6)]。これからの20年、2040年までにEVは3倍、HVは2.5倍のシェアの見通しとなり、EVのさらなる市場拡大が期待されている。環境規制対策として電動化が有効となるが、軽量化もCO_2排出削減効果に寄与する。EVでは航続距離や加速性能の商品性に関する軽量化の必要性のほか、近年では、燃料規制、CO_2規制、補助金、運転免許の許容総重量などのように法規対応の面からも軽量化が必要となっている。

2019年～2020年は多様なEVが発売された、コンパクトでは、VWのID.3、HONDAのeが発売され、スポーツカーではPorscheのTaycan、中国の新興自動車メーカ愛馳汽車からは中型SUVのU5が発売された。

EVの市場状況としては、2010年の日産リーフ発売開始以降、徐々にバッテリ容量が拡大され、コンパクトだけでなく2016年以降は大容量バッテリを搭載したプレミアムセグメントモデルが増加しており車種も拡大している。

60kWh～70kWhで容量を抑えたボリュームセグメントと大容量バッテリを搭載したプレミアムセグメントに分類することができ、日本や欧米では各社代表的なEVの車種があるが、中国メーカからは幅広い車種が発売されている。

EVとガソリン車ではEVのほうが200kg重く、車両サイズが大きくなると400kgほどの重量増加となる。バッテリやモータが重量増加の要因となっている。EV車の車両重量の内訳として、車体、バッテリ、パワートレインの３部品が車体重量の半分を占めるため、それぞれの軽量化が重要となる。車体部品では、外板のアルミ化、ボディ・フレームのオールアルミ化、CFRP・Al・Steelを組み合わせたマルチマテリアル化までボディサイズによって軽量化方法が異なる。小さい車両サイズは材料置換だが、大きな車両サイズとなるプレミアムセグメントはマルチマテリアル化が進んでいる。

バッテリでは、容量拡大によりバッテリ関連の重量も増加している。バッテリではセルの重量が大部分を占めるが、大容量バッテリになると関連部品でもバッテリケース、ハーネス、固定部が100kg以上となる。各社様々な材質を用いてバッテリケースを製造しており、材質選定やセルの搭載方法も過渡期にあると考えられる。日産リーフでは、エネルギ密度と体積効率の向上により、バッテリ容量が20kWhから62kWhに進化しており軽量化にも寄与している。パワートレインに関して、リーフではモータ・インバータ・充電器をフロントに一体化させ合理化を進めている。2017年にはパワーデバイスの直接冷却によりインバータを25%軽量化している。今後はプレミアムセグメントに適用されていたマルチマテリアル化技術のコスト低減によって比較的コンパクトで価格の抑えられたボリュームセグメントへのマルチマテリアル化が期待される。バッテリやパワートレインについても軽量化と大容量化・高出力化への取り組みが必要であると考えられる。

バッテリ技術について、リチウムイオンバッテリのエネルギ密度改善を図りながら、全固体電池によるブレイクスルーが期待されている。

マルチマテリアル適用拡大にあたって、材料費・加工費の大幅な低減が必要となる。CFRPは材料製造プロセスの革新によりコストダウンが見込める材料の一つである。テーププレースメント、熱可塑性CFRPの適用、リサイクル材の使用、ハイブリッド化による部品コスト削減が期待されている。パワートレインの軽量化についてはSiCの適用によるインバータ小型軽量化が期待されている。

◇　e-powerについて

e-POWERは、低回転で最大トルクを発生し、変速機構をもたないという100%モータ駆動ならではの特徴を活かし、リーフで培った日産独自のモータ制御技術（駆動系のねじれ共振に対応したモータ制振制御）を用いることでアクセルの踏込みに対して遅れなく、力強くリニアかつスムーズな加速を実現している[7)]。従来のハイブリットに比べ大型モータの使用し、バッテリの高出力・大容量化によりBEV化するが、システムコスト・質量増となり、レイアウト設計も困難となる。そのため、低コスト化・軽量化・一体化等、車両と一体となった課題解決が必要となる[8)]。

日産は2019 Tokyo Motor Show「アリアコンセプト」でAWDの進化の方向性「e-4ORCE」を公開している。モータの回生を制御し、従来ブレーキ機能の一部をモータが分担可能となる。100%モータ駆動によるAWDは卓越した性能を獲得できる[9)]。

EVとコア技術を共用するe-POWERも、100%モータ駆動を行うことで、走り出しから最大のトルクを活用、EVのような静かでスムーズな走行ができることが最大の特徴となっている。EV同様バッテリ技術の進化に加えて、エンジンを発電専用かつ定点運転に特化するシステムの簡素化に取り組んでおり、これにより2025年までに内燃機関同等の収益率を目指している[10)]。**図３**に今後の電動化技術拡大計画を示す。

e-powerは、充電インフラの整っていない地域も含む世界中のお客様にモータ駆動の価値を提供できる。

2021年にフルモデルチェンジを迎えた新型ノートは、進化した第２世代e-POWERシステムを搭載し、システムを構成するモータ、インバータ、バッテリ、エンジンすべてを改良し、出力とトルクの向上だけでなく、燃費の向上も図っている。エンジンの動作頻度の低減、動作タイミングの最適化や、ロードノイズに応じてエンジン動作させる新しい制御によって、より静粛性を高めている[11)]。

e-powerは電気自動車のリーフのパワートレインと技術としてはともに発展できる部分が多く、

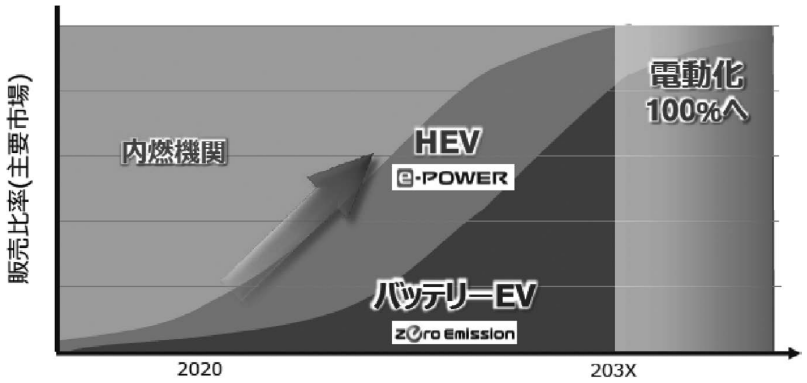


図　3　今後の電動化技術拡大計画[10)]

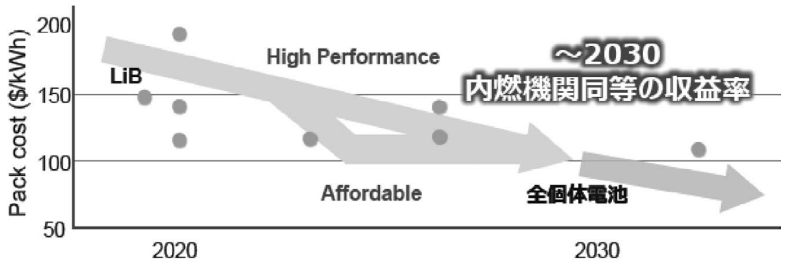


図　4　バッテリコストの低減

部品や制御技術を共用できるという合理性と、モジュール的な構成の自由度により、広くセグメントや地域をカバーできるポテンシャルを持つ[12)]。

◇　バッテリ・インバータ

EV普及のためには今後電動パワートレインのコスト低減が必須であるが、特にバッテリの技術革新が大きな題である。具体的にはサプライヤと共同でのバッテリ材料開発をさらに進め、高価なコバルトを減らしたコバルトフリーバッテリの研究開発が必要となる。バッテリパックについても、モジュールを介さず、直接セルをパックに配置するCell to Packといった構造や製造プロセスの合理化もサプライヤと共に取り組んでいる[13)]。**図4**にバッテリコストの低減の図を示す。

省レアアース磁石を採用した駆動モータ、薄肉ハウジング採用の小径発電モータ、新構造パワーモジュール採用でコンパクトなパッケージを実現した2 in 1インバータが開発された[14)]。e-POWERでは冷却設計が極めて重要となる。リーフ向けインバータは水路を備えたアルミニウム製ヒートシンクに絶縁シートを介して固定する間接水冷構造であるが、e-POWERではパワーモジュールのヒートシンクを直接冷却水に浸漬する直接水冷構造が採用されている[14)]。

バッテリケースは、防塵・防水と強度・剛性の機能を分け、樹脂製ケースと金属フレームの２部品の構成にすることでレイアウトの自由度を上げ、コンパクトカーの前席シート下という複雑かつ限られたスペースへのレイアウトを実現している[15)]。

ノート、セレナ、キックスと搭載車種に応じてモータの出力とトルクを最適化しているが、それを同型式のエンジンとモータで実現するために、組み合わせるバッテリのセル数とインバータ電流の変更を行っている[16)]。

◇　e-POWERの振動・騒音現象

e-POWERの振動・騒音現象は、e-power特有のものと日産リーフやHEVと共通の現象に分類できる[17)]。

エンジン騒音の車室内までの伝播経路については、エンジンマウント等を介して振動伝搬する経

路と、エンジンルーム内で発音した音が空気伝搬する経路の２つに大別できる[18]。

必要最小限の追加部品でパワートレイン全体剛性を大きく向上させて振動レベル改善が図られている。旧型ノートe-POWERに対し、新型ノートe-POWERでは新型低剛性ねじりダンパの採用により歯打ち音を低減することで、静粛性を向上している。

モータ駆動用減速機とエンジン発電用増速機の２系統ギヤトレインをワンパッケージのギヤボックスとして開発された[19]。既存のコンパクトなエンジンルームに収めるために幅を狭くし、静粛性に貢献する音振性能、および低コスト構造で耐久性と高効率を達成する潤滑性能を実現している。パワートレイン全体での音振シミュレーションを実施することにより、ギヤボックス単体だけでなく、エンジンとギヤボックスの締結剛性を上げるための最適化され、モータノイズを含めた音振性能が高いレベルで達成された。

今後、より高出力の車両にe-POWERを採用拡大することを想定すると、音振性能はエンジンやモータのトルク増大による加振力の増加、パワートレインの大型化にともなう振動伝達系の変化が課題となる。

◇　エンジン

エンジンは、３気筒1.2Lガソリンエンジン HR12をベースにe-POWER用に開発された。その中でも、熱効率向上のポテンシャルが最も高いHR12DDRが選定された。クールドEGR（Exhaust Gas Recirculation）や電動ウォータポンプ、電動エアコンコンプレッサなどが採用された。ミラーボアコーティングを踏襲して燃焼室の放熱性を高め、HR系エンジンでは初採用となるクールドEGRでの冷却性と合わせることで、圧縮比12.0、高負荷・高EGRの条件でもノッキングを防ぐことができ、点火時期の進角により熱効率が向上している。

発電モータでエンジンの起動と、発電された電力をDC/DCコンバータで電圧変換して利用できるため、スタータモータ、オルタネータが廃止された。今回e-POWER用HR12DEエンジンは、HR12DDRに対し、最良燃費点で約６％の燃費向上効果を得ている。

e-POWERのエンジンへの要求として、下記３点が挙げられる[20]。

（１）動力性能要求を満たすための電力供給元としての出力性能

（２）燃料を消費する唯一のコンポーネントとしての燃費性能と排気性能

（３）一体型パワートレインとしてのコンパクト性

e-POWERは暖房用の熱源として発電用エンジンの廃熱を利用している。新型ノートでは、エンジンの熱効率向上およびEVと共通の電動コンポーネントの伝達効率向上技術を採用し、e-POWERシステムのシステム効率を向上している[21] 今後は、発電に特化したe-POWER専用エン**図２**に各駆動方式の略図ジンの更なる熱効率向上、小型・軽量化、低損失化、効率的な暖房用のエネルギ創出、そしてコンポーネントの進化に合わせた制御改良を行っていくとともに、ナビゲーションシステムやIT・ITSと連携した次世代型のエネルギーマネージメントによるシステム効率の最大化が必要となる。

国外のe-powerでは可変圧縮比エンジンとの組み合わせもある。新型可変圧縮比エンジンVCターボでは、マルチリンクシステムの小型化要求から1.6GPa塑性域締結用高強度ボルトの開発が必要であった。課題の一つである遅れ破壊に対して、化学成分および熱処理条件を最適化することで、高強度かつ優れた耐遅れ破壊特性を有するボルトが開発された[22]。

◇　金型のニーズについて

エンジンブロックはアルミニウム合金で作られており、ダイカスト法で量産化されている。ダイカストは金型の中に溶けた金属を高速射出・高圧で成形する方法であるため、金型は、熱衝撃に強く耐久性が要求される。金型材料は熱間工具鋼SKD61が用いられる。金型材料メーカは各社改良材を開発している。最近では、大同特殊鋼がダイカスト金型に適した高熱伝導率3Dプリンタ用金属粉末を開発・発売している。金属造形時に発生する割れリスクを大幅低減し、コバルトフリーの特徴を持つ。熱伝導率はSKD61の1.5倍となっており、金型温度低下によるサイクルタイム短縮、熱応力低減によるヒートクラックの発生抑制により

金型寿命向上が可能とされている[23)]。

材料メーカとの共同開発により、優れた熱伝導性と軽量化を実現し得る耐熱へたり性を備えるピストンリングが開発された[24)]。付加価値を高める材料開発が求められており、材料メーカも協力して進めていく必要があると考えられる。

むすび

電動化によりCO2排出量削減に寄与しているが、パリ協定の2℃目標達成には、家庭・産業・交通といったエネルギ需要全体とともに発電を含むエネルギ供給の脱化石燃料化といった社会全体での取り組みが必要と言われており[25)]、カーボン・ニュートラルの実現のため、日産ではe-powerを始め、ライフサイクル全体で取り組んでいる。

参考文献

1）日産自動車ウェブサイト　https://www.nissan-global.com/JP/TECHNOLOGY/OVERVIEW/zero_emission.html
2）日産自動車ウェブサイト　https://www.nissan-global.com/JP/ENVIRONMENT/GREENPROGRAM/FRAMEWORK/
3）日産自動車ウェブサイト　https://www.nissan-global.com/JP/DOCUMENT/PDF/FINANCIAL/PRESEN/2019/2019results_presentation_939_j.pdf
4）日産自動車ウェブサイト　https://global.nissannews.com/ja-JP/releases/210903-01-jhttps://car.watch.impress.co.jp/docs/news/1348547.html
5）日産自動車ウェブサイト　https://www.nissan-global.com/JP/TECHNOLOGY/OVERVIEW/e_power.html
6）経済産業省：自動車新時代戦略会議（第1回）、資料、（2018-4）4. 18
7）仲田直樹：特集2：成長するe-POWER 2. システムの特徴と今後の発展、日産技報、No. 87（2021-3）43
8）同7
9）平工良三、坂上永悟、片倉丈嗣：特集2：成長するe-POWER、6. 価値を高める電動AWD技術（All wheel drive）、日産技報、No. 87（2021-3）63
10）中畔邦雄：日産自動車の先進技術開発に対する取り組み、日産技報、No. 87（2021-3） 1
11）渋谷彰弘、中島敏行：特集2：成長するe-POWER 1. 電気駆動の魅力の拡散、日産技報、No. 87（2021-3）37
12）（同11）
13）（同10）
14）大木俊治、佐藤義則、中島孝、阿部誠、玉井克典：特集：新世代シリーズハイブリッドパワートレインe-POWER e-POWER 用電動パワートレインの開発、NISSAN TECHNICAL REVIEW、No. 80（2017-3）15
15）山村裕一郎、竹内和史、三枝宏樹：特集：新世代シリーズハイブリッドパワートレインe-POWER　e-POWER用リチウムイオンバッテリの開発、NISSAN TECHNICAL REVIEW No. 80（2017-3）21
16）（同11）
17）餌取秀一、榎本俊夫、桑田敏久、市川勝則、森行広：特集：新世代シリーズハイブリッドパワートレインe-POWER　7. e-POWERを支える振動・騒音低減技術、NISSAN TECHNICAL REVIEW、No. 80（2017-3）39
18）河上哲也、金子弘隆、家中夕輔、新井和彦、千葉竜吾、澤田孝信、仲田徹、後藤昌也：特集2：成長するe-POWER　5. EV-nessを支える新型ノートの振動騒音技術、日産技報、No. 87（2021-3） 57
19）辻俊孝、出貴志、奥廣将也、近藤広将：特集：新世代シリーズハイブリッドパワートレインe-POWER　6. e-POWER用新型ギヤボックスの開発、NISSAN TECHNICAL REVIEW No. 80（2017-3）33
20）伊藤達也、内山茂樹、井口一紀、浮田敏行：特集：新世代シリーズハイブリッドパワートレインe-POWER　5. e-POWER用新型3気筒HR12DE エンジンの開発、NISSAN TECHNICAL REVIEW No. 80（2017-3）26
21）栗城洋、折田崇一、野口隆三：特集2：成長するe-POWER 4. 走りと両立する燃費技術、日産技報、No. 87（2021-3）53
22）浜田孝浩、小林大介、小柳貢士、田辺孝司：特集：軽量化・省燃費を支える材料技術　5. 可変圧縮比エンジンVCターボに貢献する高強度ボルト開発、No. 85（2019－10）30
23）高熱伝導率3Dプリンタ金属粉末、ダイカスト新聞、（2021-4）P5
24）特願5828575号、ピストンリング
25）EVによるCO2排出量削減効果を解明、ダイカスト新聞、（2020-3）、P9

Ⅲ．自動車の未来に貢献する技術・商品・取組

1．「ボディ・骨格」の軽量化技術動向

次世代自動車コンセプト“NSafe®-AutoConcept”の開発

日本製鉄㈱　技術開発本部　鉄鋼研究所　材料ソリューション研究部　ソリューション研究第四室長　丹羽俊之（にわ　としゆき）

◇　緒　言

自動車産業界は、CASE（①Connected：コネクテッド化、②Autonomous：自動運転化、③Shared/Service：シェア／サービス化、④Electric：電動化）やMaaS（Mobility-as-a-Service：移動のサービス化）の言葉に代表されるように大変革期を迎えており、人々の生活の中で身近な移動手段であった自動車の形態が大きく変わろうとしている。電動化は、CO_2排出量削減を図るために効果的な手段であるため、多くの車両に種々の方式で適用される。国際エネルギー機関IEA（International Energy Agency）のエネルギー技術展望2012レポートでは、電気エネルギーの充電を必要とするBEV（Battery Electric Vehicle）やPHEV（Plug-in-Hybrid Electric Vehicle）の普及台数を2020年に800万台、2030年に3,700万台、2050年に１億1,500万台と予想している[1)]。

自動車構造は、現行の内燃機関を有する車両から内燃機関とモーター・バッテリー、またはモーターとバッテリーのみが搭載された車両に変化する。その結果、車両重量は重量物のバッテリー搭載によって大幅に増加する。電動機付き自動車においても航続距離を向上させるためには、車両重量低減への取り組みが必要不可欠である。また、日米欧中の主要市場で今後制定される燃費基準をクリアするには、上述のようなパワートレインの変更のみでは限界がある。これら市場の燃費規制を2015年から2025年にかけてクリアするためには62g/km（44％減）ものCO_2排出量削減が求められる。その全ての削減量を内燃機関の進化や電動化だけで補うことは難しく、31～45g/km程度のCO_2排出量削減が限界と予想されている。残る17～31g/km のCO_2排出量削減は、パワートレイン以外の軽量化等による取り組みを強化しなければならない。1g/km のCO_2排出量削減には約15kgの軽量化が必要なことから、約200～300kgの軽量化が必要であることが試算される[2)]。

車両軽量化を目的とした取り組みでは、ボディやシャシに適用されている鋼製素材をアルミニウムやCFRP（Carbon Fiber Reinforced Plastic）等の低比重素材に置換して軽量化を図る手法が検討されているが、コスト、リサイクル性、修理性や強度要求部品への適用性からその適用範囲は限定されており、例えばオールアルミニウム車、CFRP車は一部の高級車に限定されている。また、自動運転技術は開発途上で、衝突事故を完全に防ぐまでには相当な時間を要する。一方で、衝突安全性への要求は、衝突試験速度の増加やバッテリーの保護等の新たな条件での衝突安全性が要求されるようになってきており、年々厳しく多様化してきている[3)、4)]。

日本製鉄株式会社は、上述の状況を踏まえて次世代自動車に対応する設計コンセプトを検討している。モーターや電池の高効率化、車体構造やエンジン駆動部品の小型化や軽量化にむけた技術課題を解決する要素技術を体系化したコンセプトである。本報では、ボディ、シャシを対象とした軽量化設計の全体像について述べる。

◇　次世代自動車コンセプトの検討条件

1．次世代自動車コンセプトNSafe®-AutoConcept

次世代自動車コンセプトNSafe®-AutoConceptは、日本製鉄および日本製鉄グループ会社が製造している製品の特性を最大限に引き出して次世代自動車の設計条件にミートさせるコンセプトであり、７つの部品群に分類して技術検討を行った。具体的には、車体を構成するパネル部品群、骨格部品群、シャシ部品群、パワートレインを構成するモーター部品群、電池部品群、エンジン部品群、トランスミッション部品群に対応する。

2．車体軽量化検討

軽量化検討を実行するにあたり、ベンチマークの題材とする車両は、①汎用的であること、②最軽量であること、③鋼製部品で構成された車体であること、の３つの観点から、技術検討を開始した時期の車種の中でVolkswagen社Golf Ⅷ（2013モデル）を選択した。

この車両を対象に、オールアルミニウム車と同等以上の軽量化ポテンシャルを実現するための技術検討を行った。まず車体を構成する部品のカテゴリー分類を行った。**表１**に、代表的な部品に求められる性能と板厚設計因子を示す[5)~7)]。自動車部品には、部品毎に求められる性能が異なる。主にドア等のパネル部品には張り剛性が、Bピラー等の骨格部品やサスペンションアームなどのシャシ部品には衝突強度や耐久強度が求められる。その結果、必要性能毎に材料特性や板厚設計条件が異なる。

材料の高強度化によって板厚を低減できる性能は、耐デント性、耐久強度、衝突強度であるが、張り剛性、ねじり剛性および曲げ剛性で支配される部品では材料の高強度化のみでは板厚の低減（薄肉化）は図れない。そこで、各部品をカテゴリー毎に分類して必要機能に応じた軽量化の手法を検討した。**表２**にその分類を示す。

A外板パネル類は、外板パネルを構成する部品群が含まれ、張り剛性を確保しながら軽量化する方策を考える必要がある。B内板パネル類は、外板パネルと一体化されていないパネル類を示し、リアフロアなどの難成形部品が含まれ、従来強度部品として活用されていない。C衝突エネルギー吸収骨格類は、衝突時に衝突エネルギーを吸収する部品群が含まれ、優れた衝突エネルギー吸収性能が要求される。Dキャビン骨格類は、衝突時に極力小さい変形量に制御して客室を保護する部品群が含まれる。その他、Xはバンパーであり、Yシャシ類には、ロアアーム、サブフレーム等の部品群が含まれ、耐久性が要求される部品群である。Zは、ブラケット等の小物部品を対象とした部品群である。

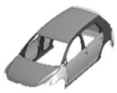
また、同表には、分類された部品群に適用されているGolf Ⅷ以外の現行車も含めた一般的な鋼板

表　1　部品要求性能と板厚決定要因[5)~7)]

分類		部品例	板厚決定要因				
			パネル剛性	デント特性	曲げ・ねじり剛性	疲労強度	衝突強度
外板パネル		Door Outer Food Outer	◎	◎		△	○
内板パネル		Floor Panel Dash Panel	◎	△	○	○	○
骨格	A	B Pillar Cross Member			◎	○	◎
	B	Fr./Rr./Side member			○	◎	◎
	C	Door beam			○	○	◎
シャシ	A	Suspension Arm			◎	◎	
	B	Wheel				◎	
主要機械特性			$k\times E\times t^{2\sim3}$	$k\times YS'\times t^{2\sim2.5}$	$k\times E\times t$	0.5TS	EA: $k\times TS^{0.5}\times t^{1.8}$

◎：特に重要、○：重要、△：○以下
k：形状因子、E：ヤング率、YS：降伏強度、TS：引張強度、YS'=YS+WH+BH、WH：加工硬化、BH：焼付硬化

表　2　軽量化検討のための部品カテゴリー分類

	カテゴリー	必要特性 一般的な材料強度	重量（kg）
A	外板パネル 	外観 意匠 張り剛性 Ex. 340MPa	116.7
B	内板パネル	成形性 騒音・振動特性 Ex. 270～340MPa	37.8
C	衝突エネルギー 吸収骨格	衝突エネルギー吸収 変形モード制御 Ex. 440～590MPa DP	41.7
D	キャビン骨格	客室保護 荷重伝達効率 Ex. 980～1,180MPa DP Hot Stamp 1.5GPa	97.6
X	バンパー	衝突エネルギー吸収 変形モード制御 Ex. 980～1,180MPa Hot Stamp 1.5GPa	13.8
Y	シャシ	疲労強度 耐食性 Ex. 440～780MPa	38.6
Z	その他	補強部品 ブラケットなど	34.2

強度を合わせて示した。鋼板の強度は、Dキャビン骨格、Xバンパーが最も高く、次いでYシャシ、C衝突エネルギー吸収骨格、A外板パネル、B内板パネルの順となっている。すなわち、必要な部品性能において、材料強度に支配される部品類には高強度材が積極的に適用されていることがわかる。しかし、材料強度に支配されない剛性律則部品類であるA、Bパネル類では高強度化は進んでないこともわかる。またC衝突エネルギー吸収骨格は、Dキャビン骨格よりも低強度でデザインされていることがわかる。

3．車体軽量化技術的視点とその要素技術開発

鉄鋼材料の特徴である比強度と延性を活かして軽量化を図るためには、**表2**に示すように最も重量が重いA外板パネル類、低強度材が適用されているB内板パネル類に関する新たな設計条件が必要となる。また、Dキャビン骨格類に比べ低強度なC衝突エネルギー吸収骨格類やYシャシ類においては、さらなる高強度化を図って効果的な軽量化を図る余地がある。さらに、その設計条件を具現化するための材料開発、成形加工ならびに接合組立技術に関する研究開発が必要不可欠である。本取り組みでは、これらの要素技術開発も並行して実行している。

◇　NSafe®-AutoConcept検討結果

1．A外板パネル類の軽量化の技術的視点

張り剛性は、板面の面外変形量を小さく抑える、換言すれば“べこべこしない”特性で厚肉ほど有利であり、従来から外板パネルの薄肉化には限界があった。そのため本部材を軽量化するためには、薄肉材においても面外変形を抑制する新たな構造開発が必要不可欠となる。そこで、発泡樹脂シートや新たに考案した外板パネルを骨組みでサポートする新構造を開発した。

2．B内板パネル類の軽量化の技術的視点

内板パネルのような難成形部品においては、加工技術を進化させて高強度化を図り、C衝突エネルギー吸収骨格部品等の強度負担を低減させることを考えた。内板パネルに強度部品としての仕事を分担させ、衝突エネルギー吸収や客室保護を図る骨格部品の強度負担を軽減することが可能となる。

3．C衝突エネルギー吸収骨格類の軽量化の技術的視点

本部品類は、衝突変形中に母材破断や溶接部破断がなく、安定した衝突変形挙動を実現する部材設計条件を実現できれば、さらなる薄肉化と高強度化が可能な部品である。軸圧潰変形の場合、薄肉化により断面を構成する面（辺）の面外変形量が大きく、また高強度化によって弾性変形量が大きくなる。その結果、オイラー座屈を生じて安定した性能が得られなくなる。従って、衝突時に破断しにくい材料と薄肉・高強度材の衝突変形制御技術の開発が軽量化の鍵をにぎる。

4．Dキャビン骨格類の軽量化の技術的視点

本部品類は、さらなる高強度化による薄肉化を追及することと、部材間の継手の荷重伝達効率を向上させて局所剛性を向上させることが重要と考える。そこで、材料特性を最大限に引き出す断面設計や構造を開発するとともに、超高強度化を実現する加工技術と接合技術開発に注力した。Xのバンパーにも本部品と同様の要素技術を適用する予定である。

5．Yシャシ部品類の軽量化の技術的視点

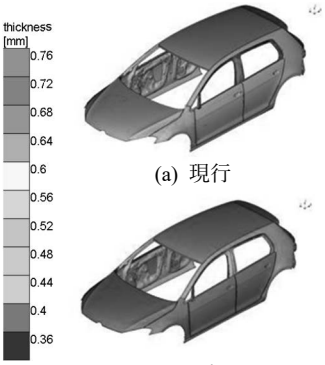
本部品群は、耐久性を確保しながら軽量化を図るために、さらなる高強度化と耐食性、耐久性を確保する新しい構造開発を行った。部品へ荷重が付与された際の応力分布がより一様に制御可能な部品開発を狙う。

◇ NSafe®-AutoConceptの軽量化ポテンシャルと性能

1．コンセプトモデルの材料、板厚デザイン

以上の設計コンセプトに基づいた設計条件をGolf Ⅷの対象部品に適用した。**図1**に、現行条件とコンセプトモデルの適用材料の強度と板厚の分布を示す。コンセプトモデルは、C衝突エネルギー吸収骨格類に材料強度として1,180MPa級、Dキャビン骨格部品には2.0GPa級の材料を用い、1.0mm程度の板厚とした。

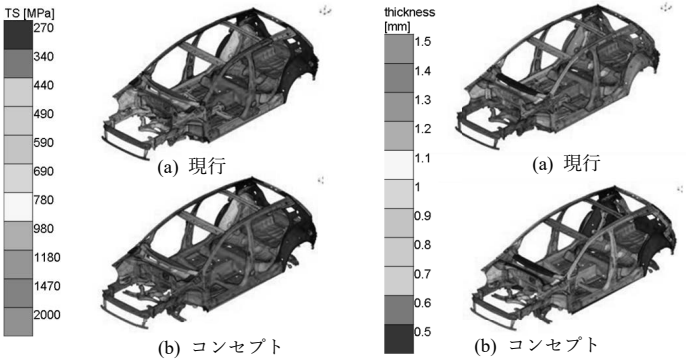
また、B内板パネル類のリアフロアは現行と同一の板厚であるが、1,180MPaの材料を適用した。**図2**に、A外板パネル類の板厚を示す。



(a) 現行

(b) コンセプト

図　2　外板類の板厚分布



(a) 現行　(a) 現行

(b) コンセプト　(b) コンセプト

図　1　現行とコンセプト条件における強度、板厚の比較

２．軽量化ポテンシャルとその性能

図３、図４に、前章までに述べた設計条件を適用したコンセプトモデルの軽量化率を部品類毎に整理した結果と、オールアルミニウム車（現行車・コンセプトモデルと同車格）と比較した結果をそれぞれ示す。B内板パネル類は、軽量化率が小さいものの本部品を高強度化することでC衝突エネルギー吸収骨格類の軽量化に貢献している。軽量化コンセプトモデルは、オールアルミニウム車と同等の軽量化ポテンシャルを有していることがわかる。紙面の都合で詳述しないが、コンセプトモデルにおける側面衝突およびねじり剛性性能をCAEにより確認した。衝突性能は現行モデルと同等であった。また、部品が薄肉化されることによりねじり剛性は低下するが、リアホイールハウス周りの補剛により現行モデルと同等にすることができた。

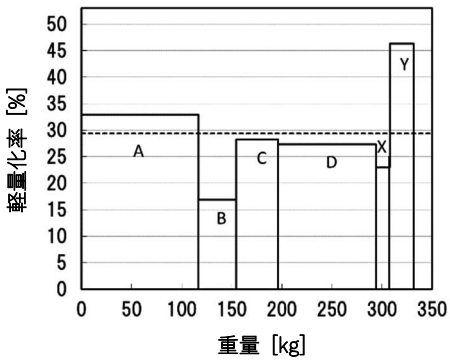


図　３　各カテゴリー別の軽量化率

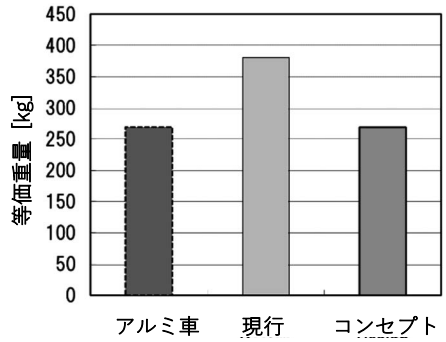


図　４　コンセプトデザインの軽量化ポテンシャル

◇　結　言

次世代のCO_2排出量の削減目標に対応する次世代自動車コンセプト“NSafe®-AutoConcept”の開発に取り組んでいる。

車体構造領域では、部品必要機能を理解して部品類毎に軽量化コンセプトをまとめ、薄肉化により低下する性能を新構造開発にて補うことで、鉄鋼材料のみで現行設計条件に対し30％の軽量化を達成した。また、この軽量化ポテンシャルは、オールアルミニウム車に匹敵することを明らかにした。

本報では、基本機能となる軽量化に対し、新たな構造、設計思想を適用することによって軽量化の限界を引き上げることが可能であることを実証した。今後も継続して軽量化検討を行うとともに、モーター、電池、駆動部品全てを対象としたNSafe®-AutoConceptの完成にむけた研究開発を継続する。

参 考 文 献

1）IEA: Energy Technology Perspective 2012
2）Goldman Sachs Global Investment Research: Lighter、faster、cheaper、Cars 2025、Vol. 5、April 7、2016
3）国土交通省、独立行政法人　自動車事故対策機構：自動車アセスメント　衝突安全性能評価、2016年３月　（www.nasva.go.jp/mamoru/download/JNCAP_2016_panf.pdf）
4）神本一朗・元木正紀・上野正樹：電気自動車の衝突安全性能開発、マツダ技報、No. 30、2012、pp. 135-139
5）岸田宏司：自動車軽量化に寄与する高強度鋼板、新日鉄技報、No. 371、1999、pp. 13-17
6）高橋学：自動車用高強度鋼板の開発、新日鉄技報、No. 378、2003、pp. 2-6
7）中澤嘉明・芳賀純・勝信一郎：さらなる車両軽量化を可能とする新しい高張力鋼板とその活用、自動車技術会材料フォーラムテキスト、2003
8）中澤嘉明・吉田亨・丹羽俊之・河内毅・中田匡浩・上西朗弘・樋渡俊二：次世代自動車コンセプト “NSafe®-AutoConcept” の開発、日本製鉄技報、No. 412、2019、pp. 2-7

2.「パワートレイン」の軽量化・CO2排出削減技術動向

㈱神戸製鋼所　まつがさこ　あき　ひろ
線材条鋼商品技術部　主任部員　**松ヶ迫　亮　廣**

まえがき

環境への意識は世界的に高まっており、特に近年は地球温暖化対策のために、温暖化ガスであるCO2排出削減が強く求められるようになっている。日本国内においては、排出量のうち約２割を自動車が占めていると言われている。これらを背景に、世界各国で燃費規制が導入され、規制値は年々厳しさを増している。自動車メーカーは燃費規制に対応するために自動車の効率改善に取り組んでおり、従来のエンジンの効率向上だけでなく、ハイブリット車やEVなど、電動化拡大の動きも進んでいる。

燃費が良いことは使用燃料量を減らせる、すなわちランニングコストを抑えられることを意味するため、商品価値の向上にも寄与している。電動車においては、１回の充電でどれだけの距離を走行できるかを表す航続距離が商品価値の一指標となっており、燃費に相当する電費が良いと航続距離の向上に寄与する。車体の軽量化という特性は、燃費向上、および航続距離向上のいずれの場合においても改善側に寄与することから、基本的に常に求められる。その他、動力伝達時のロス低減も効率改善に重要な観点である。

また、近年はライフサイクルアセスメントの観点から、走行時だけでなく、製造から廃棄・リサイクルまでの全ライフサイクルで排出するCO2で評価しようという動きもある[1)]。この場合、部品製造時に排出されるCO2を削減することも求められるため、投入エネルギーの少ない製造方法への変化や、それに伴う鋼材へのニーズ変化も予想される。

今回は特にパワートレインに関する内容を述べる。パワートレインは単一の装置ではなく、動力源から駆動輪までの装置類の総称である。具体的には動力を発生させるモーターやエンジン、動力を伝達する変速機や電動車用減速機となる。**表１**に示すように、自動車の形式によって装置構成は異なる。これら装置のうち、動力伝達に伴う負荷を受ける部品に関しては特殊鋼が多数使用されている。

表　1　パワートレイン構成の概略

装置名	自動車形式		
	EV・FCV	HV・PHV	ICV
モーター	○	○	
変速機		○※	○
電動車用減速機	○		
エンジン		○	○

※形式によっては減速機と同等のものもあり

本稿では、パワートレインの装置ごとに特殊鋼を用いた部品を取り上げ、これらに関連する軽量化・CO2排出削減技術動向と今後の課題について紹介する。

◇　モーター

モーターは、動力を発生させる機械である電動機の一種であり、自動車には永久磁石同期電動機が主に用いられる。今後生産量が拡大していくことが想定される装置であり、使用している素材は電磁鋼板に代表される機能材が主である。モーターの軽量化には高効率化が有効であり、電磁鋼板には高透磁率が求められる[2)]。

モーターにおいては、動力伝達に伴う負荷を受ける部品はエンジンに比べ大幅に少ない。中央のシャフトは負荷を受けるが、後述する変速機内で取り上げるシャフトと同様であるため、ここでの記述は割愛する。

◇　変速機

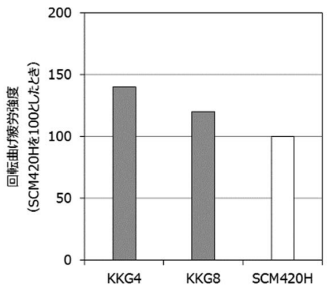
変速機は動力源の動力をトルクや回転数、回転方向を変えて伝達する装置である。一般にエンジンは回転方向が一定であり、トルクもある回転数域でほぼ一定であることから、多様な自動車の走行条件に対応するために変速機が用いられる。複数の歯車や軸等を組み合わせ、減速比を変更できるようになっており、トランスミッションとも呼ばれる。日本では現在クラッチおよび変速操作を自動で行うオートマチックトランスミッション（AT）が主流である。変速機の構成部品で特殊鋼が使用されるのは、歯車、シャフト等であり、一般的には合金鋼に表面硬化処理を行って使用されることが多い。

歯車は変速機内に多数存在する。厳密には個別の歯車ごとに要求特性があるが、ユニットサイズ縮小を目的とした小型化要望は普遍的に存在する。小型化要望はすなわち高強度化要望であり、軽量化にも寄与していると言える。鋼材に要求される特性は面疲労強度、曲げ疲労強度、耐衝撃強度、などがある。また、一般に強度確保のために行われる熱処理は浸炭焼入れであるものの、その他の表面硬化処理である高周波焼入れなども用いられる場合もある。

これら部品にも用いられる歯車用鋼の一例として、当社の歯車用鋼を**図 1** に例示する[3)]。小型軽量化が可能な高強度鋼のほか、レアメタル使用量を削減した合金省略鋼などがある。その他鉄鋼各社において種々特徴を持った歯車用開発鋼が開発されている[4)~8)]。

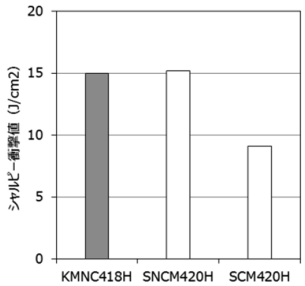
シャフトは基本的に回転動力の伝達が目的であるため、静的ねじり強度、ねじり疲労強度が求められる。タイヤに近い部位のシャフトでは、タイヤからの衝撃力が伝わることがあり、衝撃強度も求められることがある。軸形状にねじりの負荷であることから表面強化の恩恵を受けやすく、高周波焼入れによって表面強化処理されているものが多い。歯車と一体の部品になっている場合は歯車の特性確保を優先し、浸炭焼入れされるものが多い。

さらに、ディファレンシャルギアに代表されるような小型の部品の場合は、冷間鍛造にて製造される場合もある。冷間鍛造する場合は鍛造前に球状化焼鈍等の熱処理を行うことが多い。

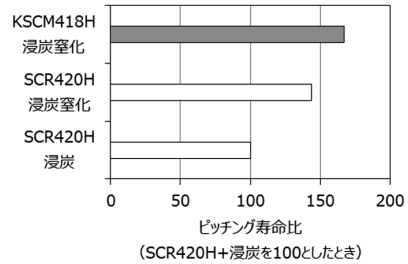


鋼種名称	鋼種規格名
高靭性歯車用鋼	KKG4
	KKG8
高強度省合金型歯車用鋼	KMNC418H
耐高面圧歯車用鋼	KSCM418H

a)高靭性歯車用鋼の疲労強度



b)高強度省合金型歯車用鋼の衝撃強度



c)耐高面圧歯車用鋼の耐ピッチング性

図　1　神戸製鋼所の歯車用鋼の代表特性

CO2排出削減の観点でこれらの部品の動向をみると、従来のガス浸炭焼入れから、CO2排出量が少ない真空浸炭焼入れや高周波焼入れに変更する動きや、冷間鍛造部品であれば事前熱処理省略を検討しようという動きがある。これらに対応する鋼材も開発が行われており、当社では、変形抵抗を低減し焼鈍省略も可能な歯車用鋼のKSGシリーズ[9]や、冷間鍛造用鋼のKTCHシリーズ[10]等のメニューを保有している。これらは今後適用が拡大していくことが予想される。

◇　電動車用減速機

電動車用減速機は電気自動車に用いられる装置であり、上記の変速機から変速機構を除いたものとなっている。変速機構を組み込んでいるものもあるが、現状一部高級車に限られる。これはモーターが回転方向の変更、及び低速域でもトルクの発生が可能であることから、基本的に変速機構を必要としないことによる。そのため、歯車の数は変速機と比較して少なく、特殊鋼の使用量は減少する傾向にある。鋼材に要求される特性は基本的には変速機と同様であるが、電気自動車は騒音源であるエンジンがないことから静粛性をより求められる傾向にあり、これまで以上に熱処理ひずみや加工性へ要求が高まる可能性がある。さらに、モーターの効率を高めようとすると回転数を高める方向になることから、部品である歯車には、現在以上に高回転に耐えることが新たに求められると想定される。

電動車用減速機は変速機に比べて自動車に搭載されるようになってからの日が浅く、技術成熟はまだこれからと想定される。新たな技術課題が出てくる可能性もあり、今後も継続して注視していくことが必要と考える。

◇　エンジン

動力を発生させる機械の一種に内燃機関があり、自動車用には内燃機関の一種であるレシプロエンジンが主に用いられる。以下レシプロエンジンのことをエンジンと記す。内燃機関は現時点の自動車の動力源として主流のものであり、これまで各自動車メーカーが燃費や出力を競いつつ研究、開発されてきた装置である。自動車電動化拡大に伴い、エンジンへの開発資源投資は一時期よりも減少しているようであるが、エンジンを搭載しない車両はいまだ少数である。

エンジンは、シリンダ内で燃料を燃焼させて燃焼ガスの膨張する力をピストンに伝え、このピストンの直線運動をクランクシャフトにより回転運動に変換する仕組みとなっている。エンジン内で特殊鋼が用いられている主な部品としては、ピストンとクランクシャフトをつなぐコネクティングロッド（以下、コンロッド）、及びクランクシャフトが挙げられる。これらはいずれも運動部品と呼ばれるものであり、装置稼働中は動力伝達に伴う負荷に加え、運動に伴う慣性力を受けている。コンロッドとクランクシャフトの締結箇所では、慣性力が働くと摩擦力も発生する。摩擦はエネルギーのロスとなるため、低減することが望ましい。慣性力が高いほど摩擦力も高くなるが、慣性力は質量と速度によるので、質量を下げること、すなわち軽量化することがロス低減に有効であることがわかる。そのため軽量化による燃費向上への寄与率は静止部品に比べて高く、軽量化要望が非常に強い部品である。

コンロッドは通常、非調質鋼や炭素鋼を熱間鍛造することで製造することが一般的である。鋼材に要求される具体的な強度特性は引張圧縮疲労強度、座屈強度である。上記のようにコンロッドは軽量化要望が強いため、高強度非調質鋼が要望される傾向にある。

クランクシャフトもコンロッドと同様に非調質鋼や炭素鋼を熱間鍛造することで製造することが一般的であるが、鋳造にて製造する場合もある。さらに、強度を高めるために局所的に高周波焼入れ等の熱処理を行うことも多い。鋼材に要求される具体的な強度特性は曲げ疲労強度、ねじり疲労強度などである。クランクシャフトも軽量化要望があるが、加工箇所が多いため強度と相反する被削性への要望も強く、両立が必要であるため高強度化の難易度は高い。

これらの部品にも用いられる非調質鋼の一例として、当社の熱鍛非調質鋼を**図２**に例示する[11]。合金元素としてバナジウムを添加し、その炭化物、窒化物及び複合化合物による析出強化を利用している鋼材となっており、一般的に要求強度等に合

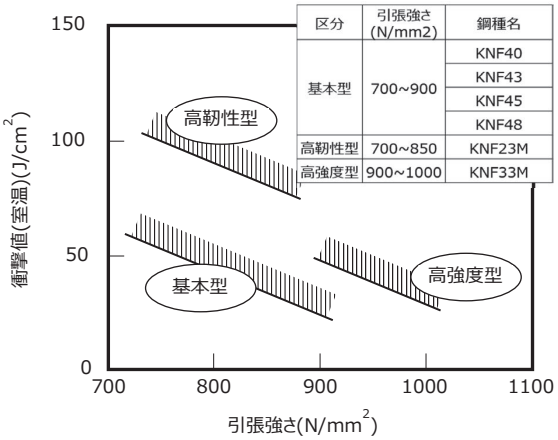


図　2　神戸製鋼所の熱鍛非調質鋼メニューの概略

わせて適用鋼種を選定、モディファイする。

一方で、エンジンからのCO2排出削減を目的に使用燃料を水素等に変更する動きもあるため、これに伴い耐水素脆性が新たな技術課題となる可能性も考えられる。

◇　その他ファスナー部品

これまでに紹介してきた装置において、各部品を締結するために用いられているボルト等のファスナー部品にも特殊鋼が用いられている。ボルトを高強度化した場合、単体の細軸化、締結のために使用する本数の減少、それらに伴う部品のサイズ縮小など、様々な形で軽量化に寄与する。そのため、常に高強度化要望はあるが、ボルトは高強度化すると遅れ破壊という破損が発生する可能性が高まる。そのため、鉄鋼各社が耐遅れ破壊特性を高めた鋼材を開発している。この一例として、当社の高強度ボルト用鋼を**図3**に例示する[12)、13)]。遅れ破壊は鋼中に侵入した水素によって生じるため、水素の侵入、拡散を抑えることが基本的な考え方となっている。

また、一般的にボルトの製造過程には調質工程が含まれるが、これを省略した非調質ボルト用鋼も開発されており、部品製造過程におけるCO2排出削減に寄与できるものとなっている。開発鋼の一例として、当社のKNCHシリーズがある[10)]。これらも今後の適用拡大が期待される。

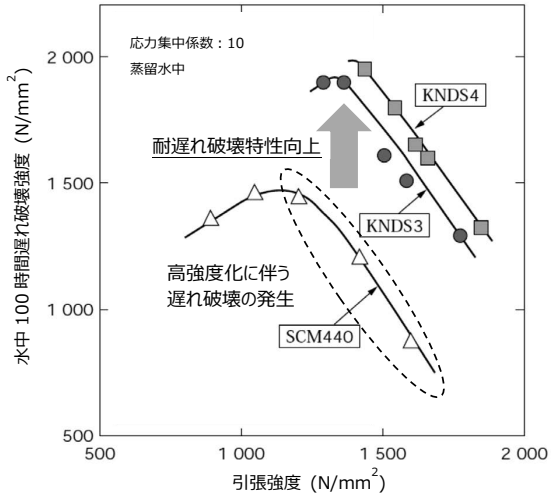


図　3　JIS規格鋼SCM440と開発鋼の耐遅れ破壊特性[13)]

むすび

本稿では、パワートレインの特殊鋼を用いた部品に関連する軽量化・CO2排出削減技術動向と今後の課題について概説した。カーボンニュートラルへの関心の高まりを受け、自動車走行時のみならず、製造過程でもCO2排出削減が要求されるようになっており、目まぐるしく周辺環境は変化している。このような状況で未来を予測することは非常に困難であるが、改善技術の開発、実用化に取り組むことで、持続可能な社会の実現に貢献できれば幸いである。

参考文献

1）石崎啓太ら：日本機械学会論文集、Vol. 84、No. 866（2018）
2）藤村浩志ら：日本製鉄技報、Vol. 412（2019）、167
3）新堂陽介：特殊鋼、Vol. 68、No. 2（2019）、57
4）杉浦孝佳：特殊鋼、Vol. 68、No. 2（2019）、55
5）橋本和弥：特殊鋼、Vol. 68、No. 2（2019）、59
6）岩本隆：特殊鋼、Vol. 68、No. 2（2019）、61
7）堀本雅之：特殊鋼、Vol. 68、No. 2（2019）、63
8）宮﨑貴大：特殊鋼、Vol. 68、No. 2（2019）、65
9）貝塚正樹：R&D神戸製鋼技報、Vol. 66、No. 2（2017）、36
10）千葉政道ら：R&D神戸製鋼技報、Vol. 66、No. 2（2017）、26
11）松ヶ迫亮廣：特殊鋼、Vol. 70、No. 6（2021）、32
12）高知琢哉：特殊鋼、Vol. 70、No. 2（2021）、37
13）並村裕一ら：R&D神戸製鋼技報、Vol. 50、No. 1（2000）、41

3．自動車電動化に伴うアルミダイカスト部品の変化と金型への要求

日立金属㈱　冶金研究所　金内良夫（かねうち　よしお）
素形材研究部　主管研究員

◇　背　景

地球温暖化は温室効果ガス（Green House Gas：以下、GHG）の増加が主原因といわれ、排出量はCO_2がその76％を占める[1)]。2019年における日本のCO_2直接排出量は、発電等のエネルギー転換部門、産業部門、運輸部門の順に多い（**図１**）[2)]。

COP21では「産業革命以前に比べ気温上昇２℃以内を目標、1.5℃に抑制する努力。21世紀後半に人為起源のGHG排出正味ゼロ」という長期目標が採択され、各部門で新たな施策と技術開発を推進中である。

運輸部門では電動化、内燃機関（以下、ICE）の高効率化、代替燃料、軽量化によるエネルギー削減、IT化された社会インフラとの連動など、多面的なGHG排出対策を研究・推進している。

◇　アルミダイカスト部品の遷移

日本におけるアルミダイカスト製品は、自動車関連部材向けが大半である。一般的なダイカスト鋳造技術は、金型（キャビティ）材はJIS-SKD61＋焼き入れ＋表面処理、代表的アルミダイカスト用合金であるJIS-ADC12（Al-Si-Cu系）、離型剤は水溶性希釈タイプのスプレー塗布、を基本とし進化してきた。部品設計も、これらの技術で実現できる形状や肉厚、材料強度、機械加工性、化学特性などを前提とした事例が多数である。

一方、欧州では1990年頃からアルミボディ車が上市された。**図２**にアルミ製ボディフレームの例を示す。これはダイカスト材、圧延・押出材など

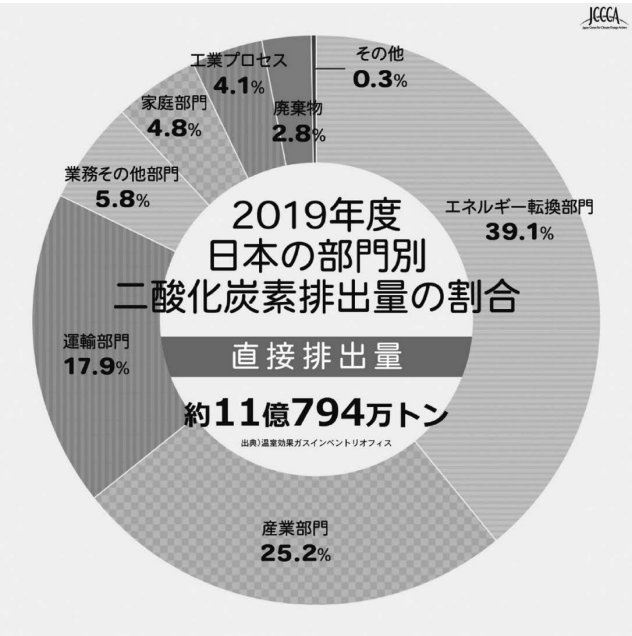


図　1　日本の部門別CO_2直接排出量割合（2019年度）[1)]

図　2　アルミ製ボディフレームの例

でフレーム構造を構成していた。のちに衝突安全規制などにより改良が進み、ピラーなどへのハイテン部材の採用や、CFRP（炭素繊維複合樹脂）部材の採用例も見られ、本格的なマルチマテリアル車体が現れた。

車体を構成するダイカスト部材には一定の延性（伸び）要求があり、材料は延性を阻害する主要因である材料中のFe量を、ADC12の規格値（1.3%以下）よりも大きく下げる必要がある。具体的には、高強度と高延性の両立のためAl-Si-Mg系やその熱処理材が用いられる。さらに、製品の大型化と共に課題となる熱処理での変形を避けるため、非熱処理で高強度高じん性を得られるAl-Mg-Si系や、安定した延性が得られるAl-Si-Mn系、高い耐食性や陽極酸化性を有するAl-Mg-Fe系などの材料開発とその適用が進んだ[3)]。しかし金型との焼き付きや溶損の増加、不良品の増加や作業トラブル増加リスク等が懸念され、型材、表面処理、離型剤、アルミ合金への添加元素の検討など、様々な対策が実施された。

加えて、ダイカスト法の高品質化プロセスとして既に開発されていた、キャビティ内を十分に減圧できる高真空ダイカスト法において、型締め力1,000tを超える鋳造機での安定量産技術が確立された。これらにより、いままで大型のダイカスト部材に殆ど適用されなかったT6熱処理、MIG溶接、機械的接合が可能となり、2000年以降は適用部品の例が増加している[4)~7)]。

◇　電動化による変革

エンジンも搭載するハイブリッド車（HEV）とプラグインハイブリッド車（PHEV）、バッテリーとモーターのみで走るEV（BEV）、燃料電池によるEV（FCEV）はxEVと総称される。xEVには電動機、制御器、バッテリーが搭載される。電動機には銅線、ケイ素鋼板などの高比重材料が多いため重く、車載制御器も高効率化・小型化が必要なため銅部材が多い。バッテリー搭載量も増加し、一般的に車重はICE車よりも増加する。

内燃機関（エンジン、以下ICE）での熱マネジメントは、熱源であるエンジン中心の冷却制御であるのに対し、xEVでは制御器の発熱する素子やモーターの構成部材、適切な温度管理が必要なバッテリーなどへの、分配弁などによる多系統で緻密な熱マネジメントが必要になる。このため冷却水ポンプや分配弁も、電動化とともに多系統制御などの多機能化が進む。これらの筐体は当面アルミダイカスト製と考えるが、将来の要求機能変化により一部は樹脂等への変更も考えられる。

1．電動機と制御機器の重量低減

インバータやコンバータなどの制御機器の筐体は軽量、一定の強度、高い形状自由度、高熱伝導、発生する電磁ノイズのシールド性に加え適正な価格、良好なリサイクル性なども必要なため、アルミダイカストの採用は合理的である。

その金型には微細な複雑形状が要求され、型彫りプロセス（切削や放電加工など）の高精度化と、それに対応可能な金型材料が必要である。つまり小さいR部における金型の耐亀裂性、加工性の良い金型材、放電加工や機械加工における精密加工技術は、今後更に重要となる。また、局部的な焼付き防止などのため、内部冷却経路の自由度が高い金属3D積層造形法の適用等、新技術への取り組みも欠かせない。将来な、機電一体型（電動機、制御器、減速ギアがユニット化）の増加傾向もあり、ダイカスト部品は複雑化と共に大型化が進むと想定され、大型かつ高精度な金型の必要性が増すと思われる。

1.1　電動機

ダイカスト製電動機ハウジング類の実用化例では、ADC12若しくはそれに似た組成の材料を用いたものがある。形状は一般に薄肉円筒である。

冷媒経路のため長い鋳抜き孔を有する例もあり、金型は耐焼付き性、耐クラック性が重要となる。鋳抜き形状は比較的単純なため金型冷却も比較的

配置しやすく、また、ADC12では溶損は問題になることは少ないと考える。

長尺鋳抜きピンは、貫通亀裂による内部冷却からの水漏に起因した製品不具合が問題になるため、対ヒートクラック性、内冷孔部の耐食性が重視される。製品に生じる焼付きによるかじりキズと、それに伴う圧漏れ不具合を避けるための、表面処理や表面硬さ上昇などの金型における改善技術も必要である。

1.2　制御機器

制御機器のケースは、薄肉品で、角や隅への小さいR形状や、微細な放熱用フィンなどの形状付与が必要である。さらに内部の電子機器類や素子の冷却のため水冷経路を付与する場合もある。アルミ材料への要求は成型性、熱伝導性、水路における耐食性等であり、例えば強度優先ならばADC12、熱伝導性であればADC1等が挙げられる。**図3**に当社生産品の例を示す。

薄肉、複雑形状製品なので、金型には高い寸法精度が必要である。また、内部の高電圧回路短絡を避けるため、内面には凸形状の駄肉となるヒートチェック傷の対策も重要となる。さらに気密性確保のためパッキン溝部や、角や隅のR部が小さい部分には耐ヒートクラック性が、抜け勾配が小さい箇所では耐焼付き性が必要となる。

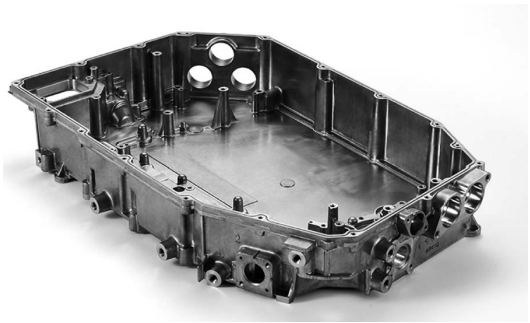


図　3　電動車用制御機器ケースの例（インバーターケース、ADC12）

一方で制御器のケースは薄肉のため金型への熱負荷が小さく、型温は比較的低い。ゲート近傍や細い鋳抜きピン等の局部を除き、焼付きが製造上の問題になることは少ない。

2．バッテリーの重量低減

バッテリー容量は航続距離を決める大きな要素の一つとなる。過渡期には既存ガソリン車をBEVへ転用する、コンバージョンEVが存在した。この場合はEV化により不要となったガソリンタンクをバッテリー搭載空間とするため、ガソリンタンク搭載位置に合わせたアルミ鋳物製バッテリーケースを用いる例があった。**図4**に例を示す[8)]。

近年のBEVでは、バッテリー搭載性と車種間共用を考慮し、車体床全面に設置空間を設ける例が増加している。この場合、ケースは車体構造の一部となり、剛性や衝突時の乗員保護機能も必要である。アルミ材による軽量化例が多く、バッテリー性能維持のため、ケース内部には水冷回路などの温調機構が設置されるので、一部の継手のみダイカストや鋳物で製作し、それ以外の部分は機能別に押出材や板材などで構成される例が増加している。またHEVのようにバッテリー搭載量が少ないものでは、プレス成型やダイカストによるケースの例もある。

3．車体構造の変革

自動車の部品構成は変革期にあり、車体構造も

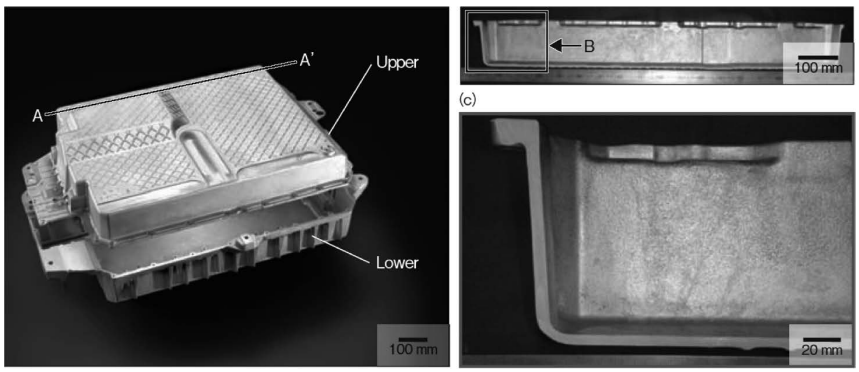


図　4　コンバージョンEVにおけるバッテリーケースの例[8)]

変化しつつある。VWのように専用のプラットフォーム（MEB）[9]を設計し、車格を越えて共有可能としたものや、TESLA社のように、今までの構造を大きく変革した構造も出現した。

TASLA社のModel Yでは、フロント、中央（バッテリー）、リアの３つのモジュールで構成され、特にフロントとリアの内部構造は大型ダイカストで一体化されたフレームを採用している。用いられるダイカストマシンはGIGA PRESSと呼ばれ、型締め力5,000t超でタイバー間隔は2m以上、鋳込み重量も100kgを超えると言われている。17部品を接合した鉄板金品を１部品にすることができ、プレス金型や溶接治具の削減と省組立スペース化で、コストを低減したとの情報もある[10]。金型は従前のスケールアップに近い構成である。

車両を構成する部材はアルミ材に偏らず、鉄板金、鋼材、ダイカスト含むアルミ鋳物、アルミ鍛造、アルミパネル等を使い分け、コストにも配慮したと推測する。少人数向けや地域限定のマイクロモビリティでの実現だけでなく、このような車格の車両への適用は、今後の自動車生産に対し、重要な意味を持つと考えられよう。

将来的な部品大型化や高効率生産のため、金型には構造の簡易化や部材コスト低減と共に、メンテの簡易化など、過酷な鋳造条件に対する長寿命化が求められると考える。

◇　内燃機関（ICE）

GHG低減はエネルギー転換部門やインフラとの協調が必要であり、短期間にすべての自動車がBEV化する、というシナリオは困難と考えられている。一方でICEは2030年頃までは存続するも2050年までにはBEV等へシフトし、その間は統廃合、改良、原価低減が主体という見方もある[11]。

「可能な限りの対策を前提に、インフラ整備に合わせたICEの存続」というシナリオは現実的な解の一つであり、ICEはガソリンにおける高効率化と共に、カーボンニュートラルを目指した代替燃料であるe-Fuelや、水素などの新燃料への対応も選択肢となる。e-Fuelは水素と炭酸ガスを出発原料とし、再生可能エネルギーによる電力で合成するため、水素同様、余剰電力で製造し貯蔵できる。さらにガソリンインフラへの「ドロップイン」が可能であり、インフラ投資が大きく抑制できるメリットがある。水素化はFCEV同様、燃料として水素の搭載が必要である。要求される水素の質に差はあるが、インフラとのマッチング考慮は必要である。

今後の自動車パワートレインは、車種毎の用途や、地域における電源構成等による多様化も考えられる。さらに、HEVやPHEV等に搭載される専用ICEに対する高効率化技術も重要であり、更なる燃焼効率改善、フリクション低減、運転領域の最適化制御など、改善余地がある。シリンダブロック、シリンダヘッドなどにはダイカスト品、鋳造品が合理的と思われるが、新技術開発に伴う部材への要求変化も十分考えられ、金型を含めた素形材技術は市場要求変化を注視する必要がある。

◇　今後の展望

自動車に対する環境対応は、今後更に重要性を増すであろう。パワートレインのシフトや効率向上と共に、車体軽量化が必要なのはICE車、xEVに共通であり、軽量化ニーズは高まる。２章や3.3項で示した先進的な車体構造の普及は、それを後押しする。ダイカスト金型は機械加工の容易さ、耐ヒートクラック性に加え、大型車体部材へ対応するための耐溶損性、耐焼付き性も考慮すべきであり、離型剤などの周辺技術とも協調し最適化することが望ましい。

参 考 文 献

1）全国地球温暖化防止活動推進センター　https://www.jccca.org/download/13267
2）全国地球温暖化防止活動推進センター　https://www.jccca.org/download/13335?p_page=2#search
3）Rheinfelden社　Webサイト　https://rheinfelden-alloys.eu/en/alloys/castaduct/
4）日立金属技報Vol. 19（2003）P23
5）日立金属技報Vol. 20（2004）P21
6）日立金属技報Vol. 22（2006）P23
7）日立金属技報Vol. 24（2008）P74
8）日立金属技報Vol. 29（2013）P46
9）日経Automotive 2020年11月 P13
10）https://www.sae.org/news/2020/06/tesla-model-y-big-castings
11）総合技研株式会社「2020年版　電動化車両・関連部品市場の現状と将来予測」P118～119

4．電動自動車用磁性材料の技術動向

日立金属㈱　機能部材事業本部　ふる　さわ　だい　すけ
機能部材研究所　磁性材料研究部　**古　澤　大　介**

ま え が き

世界各国のカーボンニュートラルに向けた取り組みなどを背景に、自動車の電動化は益々加速していくと予測されている。自動車の電動化において磁性材料が担う役割は広範囲であり、駆動系やパワーステアリングなどの各種モータ、オルタネータ、リアクトルや各種センサなど至る所に磁性材料が利用されている。これら磁性材料の高性能化はエネルギーの高効率利用や各部品の小型化などに大きく貢献する。これらのニーズに対して、日立金属では**図１**に示すようにさまざまな高機能材料を展開している。

一口に磁性材料といっても種類や用途が幅広いため、本稿では中でも自動車の電動化において重要な駆動モータにフォーカスして述べていく。モータに使われる磁性材料は硬磁性材料（永久磁石）と軟磁性材料（磁心）の大きく２種類に分けることができる。両者の違いや求められる特性を**図２**に示す磁気ヒステリシス曲線を用いて説明する。

硬磁性材料は大きなヒステリシスを有し、一旦着磁すると外部磁界を取り除いても磁力を有した状態を保つことができる。硬磁性材料には高効率化・小型化に重要な残留磁束密度や、耐熱性に重要な保磁力が高いことが求められる。加えて特にネオジム磁石においては高保磁力化に重要なDyやTbといった重希土類元素の資源リスクが顕在化していることもあり、これらの元素の使用量削減のニーズも大きい。

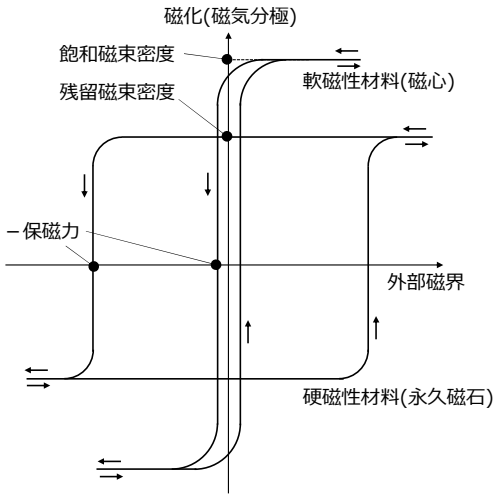


図　２　磁気ヒステリシス曲線

図　１　日立金属が展開している磁性材料の一例（写真:日立金属㈱）

一方、軟磁性材料はヒステリシスの幅が狭い特性を有し、外部磁界の向きに応じて磁化方向を容易に変えることができる。軟磁性材料には飽和磁束密度が高いことに加えて、なるべくヒステリシス損（エネルギーロスの一種であり、ヒステリシス損＋渦電流損＝鉄損（コアロス））を低減させるため、低保磁力、高透磁率（磁界を印加したときに磁束が通りやすい）の材料が求められる。また、モータの高速回転域では渦電流損が支配的になるため、特に軟磁性材料では高電気抵抗化が望まれている。本稿では、これらのニーズに応える磁性材料の技術動向として、ネオジム磁石、電磁鋼板、アモルファス・ナノ結晶材料に関する技術を紹介していく。

◇　ネオジム磁石

ネオジム磁石（Nd-Fe-B系磁石）は商用で現状最も強い磁力を有する永久磁石である。電気自動車の駆動モータのように高耐熱性が要求される用途の場合には、DyやTbを添加することによって保磁力を向上させることが多いが、まえがきでも述べたようにこれらの元素は高い資源リスクを有する。また、DyやTbを添加すると保磁力は向上するが残留磁束密度が低下する。そのような背景から、DyやTbの使用量を低減しつつ保磁力を高める技術が開発されてきた。ここでは代表的な３つの技術について紹介する。

１つ目は微細化技術と呼ばれるものである。焼結体中の主相粒の粒径を細かくしていくと、3μm程度までなら保磁力が単調に向上することが知られている[1)]。ただし、ネオジム磁石中のNdなどの希土類元素は活性なため、単に微細化しただけでは製造工程の中で酸素を多く取り込んでしまい、希土類酸化物相が多量生成して特性が低下する。この問題に対して、微粉砕後の工程においてなるべく酸素を遮断する方法が有効である。具体的には、従来から高性能化の手法として採用されてきた、焼結までの工程を不活性ガス雰囲気中で進行する手法や、油を用いた湿式プロセスにするなどの方法で、工程途中の酸素混入を低減する手法が有効である[2)、3)]。

２つ目は拡散技術と呼ばれるものである。これは**図３**上図のように焼結体の外側からDyやTbなどの元素を拡散させる技術である。主相粒の中でも粒界相に接した最外殻が磁化反転の起点となるため、なるべく主相最外殻の異方性磁界（保磁力と相関する物性値）を上げることが重要である。また、モータなどで磁石を実際に使用する際には、通常磁石の表面付近が最も減磁しやすい。これらをまとめて解決する方法として拡散技術が開発された。DyやTbは拡散処理中、主相粒間の液相中を通じて磁石内部に拡散しつつ、主相最外殻に濃化するため、主相粒の最外殻のみ異方性磁界を高めることができる。また、磁石表面から拡散させるため、表面近傍ほどDyやTbを高濃度にすることができ、磁石表面の保磁力を高めることができる。このように、主相粒の外殻-内核の組成傾斜、および磁石表面-内部の組成傾斜を組み合わせることでDyやTbの使用量を大幅に低減しつつ、高保磁力と高残留磁束密度が両立した磁石を作ることができるようになった[4)]。

３つ目は粒界相を制御する技術であり、主相粒間に厚く非磁性の二粒子粒界相を形成させることにより保磁力を向上させる技術である。**図３**下図のように従来は主相粒内で発生した磁化の反転が粒界を越えて周囲の主相粒に容易に伝播してしまうため、DyやTbを使用せずに保磁力を高めるのが困難であった。これに対し、特定の組成域で熱処理条件を工夫することで、主相粒間に厚く非磁性の二粒子粒界相が挟まった組織を作りこむことができるようになった。これにより、磁化反転が

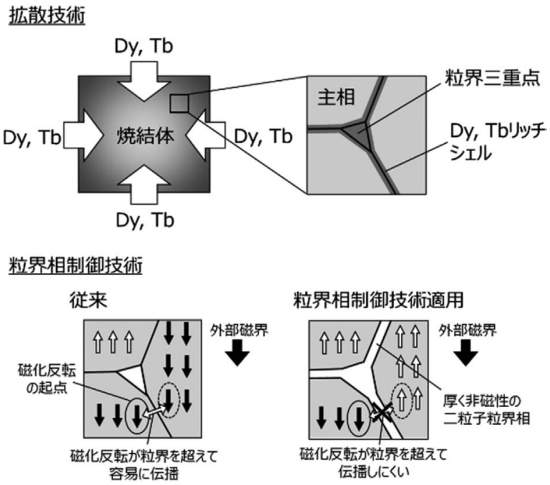


図　３　拡散技術（上）と粒界相制御技術（下）の模式図

周囲の主相粒に伝播しにくくなり、従来Dyを2 mass%添加していた材質と同等の保磁力をDyフリーで実現可能になった。日立金属では本技術を適用した材質をNEOMAX®Fシリーズとしてラインアップ化している[5)]。

◇　電磁鋼板

電磁鋼板は駆動モータのコア用途などでは現在最も主流の材料である。電磁鋼板には結晶粒が一方向に揃った方向性電磁鋼板とランダムな無方向性電磁鋼板の大きく２種類があり、このうちモータ用途では主に無方向性電磁鋼板が使用される。電磁鋼板は電気抵抗増大と軟磁気特性向上を目的としてSiを添加することが多く、高グレード材ではSiが3 mass%程度添加されているが、Siは非磁性元素のため飽和磁束密度とトレードオフの関係にある。この問題に対して、SiやAl、Mnなどの成分の調整、結晶方位制御や結晶粒径制御などの技術を組み合わせることによって、各社同等の鉄損で高飽和磁束密度の材料を開発している[6)、7)]。

さらにSiが多い側の6.5%ケイ素鋼は磁歪がほぼゼロとなり、透磁率や鉄損が非常に優れていることが以前より知られていた[8)]。しかし、Si量の増加に伴い延性が著しく低下するため、圧延工程での薄鋼板の製造が困難であった。これを解決する手法として低Si薄板の表面にCVD法（化学気相蒸着法）によりSiを添加した後、熱処理で拡散させることで均一な高Si薄板を製造する方法が開発された[9)]。本製法により、鉄損を従来の半分以下にまで低減することが可能になった[10)]。

先に述べたようにケイ素鋼板では飽和磁束密度と鉄損がSi量によってトレードオフの関係になっている。そこで、これらのいいところをうまく組み合わせた材料として傾斜Si鋼板が開発された。この材料は板厚方向にSi濃度が傾斜した材料であり、表面側が高Si、内部が低Siの組成となっている。Si濃度分布のコントロールには、鋼中の相の違いによるSiの拡散速度の差をうまく利用している。α相に比べてγ相中のSiの拡散係数は二桁以上小さく、また、γ相は低Si側の高温域でのみ生成する。そこで低Siの基材を用いて浸珪処理することで、表面は高Si組成になるためα相に変態するが内部のγ相へはSiが拡散しにくくなるため、表面に薄く高濃度のSiを分布させることができる[11)]。これにより、鉄損は6.5%ケイ素鋼板より若干高いが飽和磁束密度を0.15 T程度向上させた材料が開発されている。

◇　アモルファス・ナノ結晶材料

アモルファス材料やナノ結晶材料はモータを更に高効率化する上で有望な材料である。これらの材料は通常の電磁鋼板と比較して低保磁力、高透磁率であることを特徴としており、ヒステリシス損を大幅に低減することを可能としている。これらの材料はいずれもFeベースでSiやBなどを添加した材料であり、鋳造ロールを用いて合金溶融状態から約100万℃／秒で急冷固化させることで厚さ20 μm程度のアモルファス（非晶質）の薄帯材料を作製している。ナノ結晶材料に関しては、CuとNbを添加したFe基アモルファス薄帯に熱処理を施すことでナノ結晶組織が生成され、実効的な結晶磁気異方性が減少し、優れた軟磁気特性が発現することが最初に見出された[12)]。その後、飽和磁化を1.8 T超まで向上させた材料が開発されている[13)]。

モータ高効率化の一例として、鉄心の一部にアモルファス金属Metglas®を採用した構造を紹介す

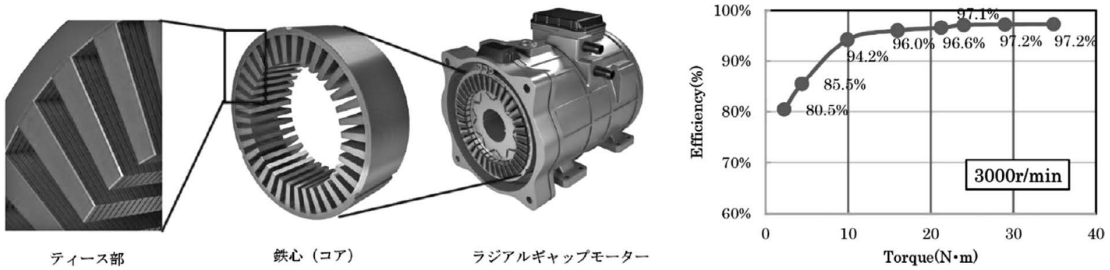


図　4　アモルファス金属Metglas®をティース部に適用したラジアルギャップモータ構造のイメージ図と試作モータの効率[14)]

る。**図4**のようにラジアルギャップモータのティース部にアモルファス金属Metglas®を適用することで、ティース部の鉄損が電磁鋼板比で約1/4まで低減でき、IE5（効率ガイドラインの最高水準）に適合するモータ効率97.2％を得ることに成功している[14)]。なお、アモルファス材料やナノ結晶材料は軟磁気特性に優れているが、圧延鋼板に比べ金型による複雑形状の打ち抜きの難易度が高いことがモータコアなどの量産化の障害となっている。今後の加工技術の進歩によって駆動モータなどさらに多様な範囲において高効率化に寄与することが期待される。

むすび

本稿では自動車の電動化に関係する磁性材料の技術動向を紹介してきた。いずれの材料もモータなどの電動化部品の高効率化や小型化に大きく貢献しており、今後の市場拡大やカーボンニュートラルに対する要求などの背景から、さらなる材料の高性能化が求められている。また、ネオジム磁石のように材料によっては希少性や偏在性の高い元素を使用しているため、代替元素の活用やリサイクルなどの技術も持続可能な社会を目指すうえで重要である。エネルギーの有効利用や資源問題解決といった社会の大きな課題に対して、磁性材料の進歩が果たす役割は非常に大きく、さらなる開発の進展が望まれる。

参考文献

1）R. Ramesh and K. Srikrishna、J. Appl. Phys.、Vol. 64、6406（1988）
2）宇根、佐川、日本金属学会誌、Vol. 76、12-16（2012）
3）内田、高橋、谷口、三家本、まてりあ、Vol. 38、148-150（1999）
4）國吉、尾田、中島、他、日立評論　Vol. 95、No. 5、43-48（2013）
5）日立金属技報、Vol. 35、39（2019）
6）尾田、大久保、高田、JFE技報、No. 36、6-11（2015）
7）藤村、平山、和嶋、山崎、日本製鉄技報、Vol. 412、167-172（2019）
8）R. M. Bozorth、Ferromagnetism、D. Van Nostrand Co. Inc.、N. J.、p. 77（1951）
9）浪川、二宮、山路、JFE技報、No. 8、11-16（2005）
10）JFE技報、No. 47、82-84（2021）
11）平谷、尾田、浪川、他、まてりあ、Vol. 53、110-112（2014）
12）Y. Yoshizawa et al.、J. Appl. Phys.、Vol. 64、6044（1988）
13）太田、吉沢、日立金属技報、Vol. 24、22-27（2008）
14）日立金属ニュースリリース、アモルファス金属を用いたモーターの高効率化技術を開発　（2018年10月24日）https://www.hitachi-metals.co.jp/press/news/2018/n1024.html

5．素材開発が切り拓く省資源・小型軽量次世代電動アクスル

愛知製鋼㈱
未来創生開発部　度會亜起（わたらいあき）

まえがき

脱炭素社会に向けて、急速に次世代自動車への電動化シフトが進展している。次世代自動車の駆動ユニットである電動アクスルは主に、駆動モータと減速機から構成され、最近では、インバータも一体化されている場合が多い（**図1**）。駆動モータには主にネオジム系焼結磁石が使用されている。現在、駆動モータ１台には凡そ1kgのネオジム系焼結磁石が使用されており、電動化に伴い[1)]、ネオジム系焼結磁石の需要は2050年に2.5倍に急増することが予測されている。希土類元素は、軽希土類元素と重希土類元素に大別され、主な駆動モータに使用されているネオジム系焼結磁石には、約

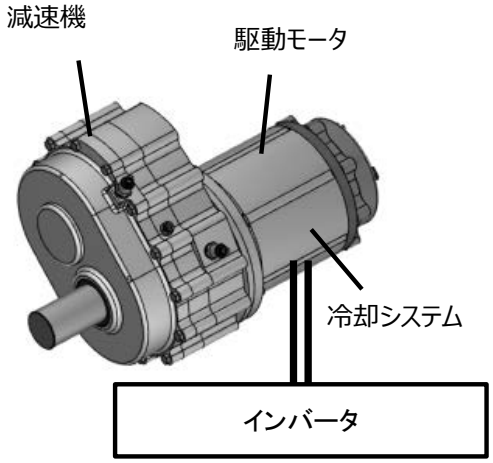


図　1　電動アクスルの構成

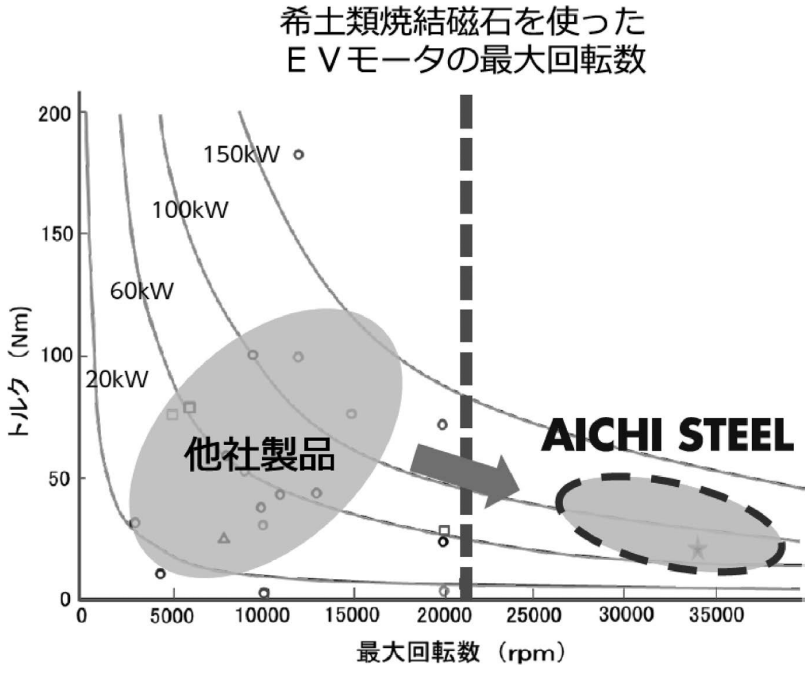


図　2　マグファイン活用超高速化によるモータの小型軽量化

３割の軽希土類元素であるネオジムと、数パーセントの重希土類元素（ジスプロシウムなど）が含まれている。ネオジムについては、オーストラリアの鉱山開発が進展してはいるが、ネオジムおよびジスプロシウムは、現状９割以上を中国に依存している。従って、電動化によるネオジム系焼結磁石の需要の急増による供給不足の問題が懸念される。

この課題に対して、我々は、ジスプロシウム・フリーのネオジム系異方性ボンド磁石を用いた電動アクスルのモータを超高速化して小型軽量化し、同時に、減速機はモータの超高速化に対応し減速比を高める必要がある中、当社の鍛鋼一貫プロセスによる高強度ギヤ鋼を有効活用することで、小型で且つ減速比の高い減速機を組合せることで解決することが出来ると、次世代電動アクスルのコンセプトを考案した。モータを小型化すれば磁石使用量に加えて、ロータコア、ステータコアに使用されている電磁鋼板、巻線コイルに用いられる銅などの資源を削減することが出来る。本稿では、現在技術開発中の省資源・小型軽量次世代電動アクスルについて紹介する（**図２**）。

◇　ジスプロシウム・フリーネオジム系異方性ボンド磁石の特徴

ジスプロシウム・フリーネオジム系異方性ボンド磁石（以下、マグファイン®[2]と呼ぶ）は磁石粉末を樹脂で結着して固めた複合磁石である。マグファインの磁力はネオジム系焼結磁石とフェライト焼結磁石の中間に位置する。マグファインは、磁石磁粉と樹脂の複合材料である事から、磁粉の充填率がネオジム系焼結磁石に比べ低く、磁力に相当する残留磁束密度B_rは低い。また、用いる樹脂にも依るが耐熱性もネオジム系焼結磁石よりも低い。しかしながら、①ジスプロシウム・フリーである為、資源リスクが低く、磁石粉末を樹脂で包んで電気的に絶縁している構成になっている為、②電気抵抗率が高くモータの高速回転時に問題となる渦電流損失とそれによる磁石の自己発熱を抑制できる。従って、ネオジム系焼結磁石のように渦電流対策として、磁石を細かく分割する必要がなくなる。また、マグファインの耐熱性の低さもカバーすることが可能となる。更に、樹脂成形工程に近い形でマグファインは磁石としての形が形成される為、③優れた形状自由度（磁石ロータ断面での配置自由度）を有し、理想的な磁石配置を実現可能となり、リラクタンストルクを十分に発揮することができる。ボンド磁石ならではの④ロータへの一体成形ができる為、磁石の組付け、接着固定を省略でき、シンプルで経済合理的な製造工程を実現できる。さらに、マグファインの樹脂を分解・除去することができ、⑤磁粉のリサイクル性にも優れ、資源を無駄なく再利用できるなど、多くの利点を有する磁石である。

◇　次世代電動アクスルに求められるもの

１．技術動向

近年、次世代自動車のCO_2排出量の低減、電動アクスルの小型軽量化による出力密度の向上と高効率化が進展している。ハイブリッド自動車用モータの開発においては、モータの最大回転数を17,000rpmに高速化させることでモータの小型化と出力密度の向上が図られている[3]。また、欧州では、重希土類資源の供給不安を課題と捉え、電動アクスル用モータに射出成形ネオジム系ボンド磁石を使用し、モータの最大回転数を22,500rpmに高速化することで小型軽量化と最大効率97.2%達成の報告がある[4]。さらにモータの最大回転数を30,000rpmに高速化することで電動ドライブユニットを小型軽量化し、モータ用磁石および重希土類の使用量を低減する取組みもある[5]。

２．省資源を軸とした次世代電動アクスル独自コンセプト

我々は、次世代自動車における次世代電動アクスルの電費向上と資源問題に対応し、小型軽量化要求に対応する為に、モータは超高速化により小型軽量化し、減速機においては、高減速化と小型化を両立するという独自コンセプトで開発に取り組んでいる。モータの超高速化においては、現在主流であるモータの最大回転数を大胆に差別化して、34,000rpmという超高速化によるモータの小型軽量化に取り組んだ。超高速化による磁石の渦電流損、磁石の自己発熱問題については、マグファインの高い電気抵抗、つまり、ネオジム系焼結磁石比で約100倍高いことで、ネオジム系焼結磁石のように分割は不要となり、問題を解消するこ

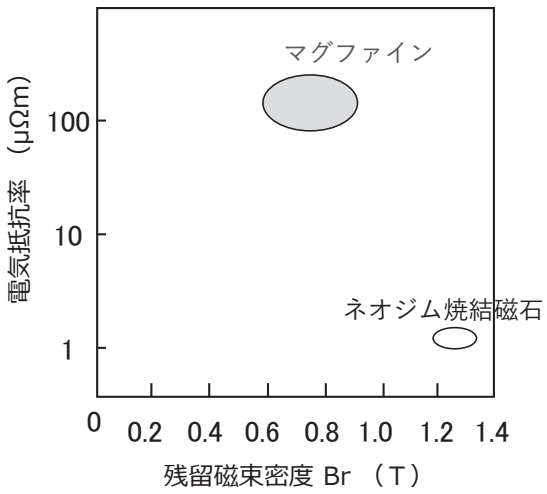


図　3　磁石の残留磁束密度と電気抵抗率

図　4　マグファイン一体成形磁石ロータ

とができる（**図3**）。さらに、ロータコアを金型に見立て、マグファインをロータコアに一体成形することで革新的な磁石ロータの製造プロセスを実現することが出来る（**図4**）。

減速機の高減速化と小型化の両立については、ギヤ素材を汎用鋼であるSCM420から歯元曲げ疲労強度と歯面強度（耐ピッチング性）を40%向上した高強度ギヤ用鋼AG20を活かして開発を進めている（**図5**）。

3．技術実証

独自コンセプトの実証については、技術課題を２ステップに分けて実施した。ステップ１の技術課題は、34,000rpmという超高速での課題を解消することであり、ステップ２の技術課題は、超高速×高減速での課題を解消することである。

まず、ステップ１の超高速課題の解消については、量産品のマグファインを使用してモータを設計し、**図6**-(a) に示す試作品を製作した。減速機

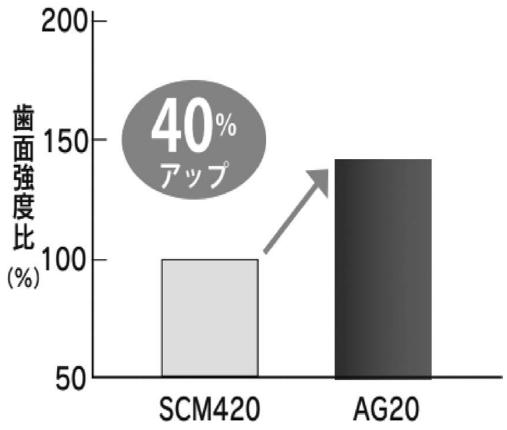


図　5　高強度キヤ用鋼AG20

(a) 34,000rpm超高速モータ　　(b) 減速機（減速比3.3）

図　6　超高速化実証で試作した超高速モータと減速機

については、高強度ギヤ鋼AG20を使用して、高速化実証を目的に、減速比3.3で設計を行った。設計・試作した減速機を**図6**-(b) に示す。設計・試作した超高速モータは、普及している電動車のモータ比43%小型化を実現することが出来た。測定評価は、まず、モータ単体で、無負荷によるモータの回転数-引きずりトルク特性、次に、無負荷での回転数-逆起電力特性を測定した。市販電源電圧と汎用インバータによりPWM制御を行い、電流（id、iq）指令値による回転数-トルク特性と、代表運転ポイント（回転数、トルク）でのモータ効率測定を実施した。最大回転数34,000rpmでモータ出力50kWであることを確認できた。さらに、モータ・減速機連結評価を同様に測定し、超高速回転34,000rpmで出力50kWであることを確認することができた。現在、ステップ２の超高速×高減速課題の実証を推進中である。モータ部を更に小型軽量化し、減速部は、実用的な車軸トルクを引き出す為に、高減速比22として実用性評価は、2022年３月を目途に実証完了の予定である。

むすび

次世代自動車の普及が加速する中、部品点数の少ない電動アクスルの性能は、構成材料の特性に大きく影響されると考えられる。従って、磁石やギヤ用鋼などの素材開発と同時に、小型軽量化の要求に応え、且つ、資源問題を解消する技術が今後の鍵となると考えられる。ご紹介した独自コンセプトは、素材とプロセスの革新を通じて、更なる素材の高性能化を実現し、その素材の特徴を活かして画期的な商品、電動アクスルで社会に貢献できればと考える。部品点数が激減する大競争時代において、素材開発の価値が益々、重要となり、商品価値に直結するものと考える。

謝　辞

本研究の一部は、NEDO（部素材の代替・使用量削減に資する技術開発・実証事業、プロジェクト番号 20001891-0）、NEDO（次世代自動車向け高効率モーター用磁性材料技術開発プロジェクト（MagHEM、プログラム番号JPNP14015））の支援および、国立大学法人東北大学 杉本研究室との共同研究の下、文部科学省元素戦略磁性材料研究拠点（ESICMM、助成番号JPMXP0112101004）の支援も受けて行われました.

参考文献

1）トヨタ自動車株式会社：新車CO2ゼロチャレンジ、トヨタ自動車株式会社ホームページ、https://global.toyota/pages/global_toyota/sustainability/esg/challenge2050/ms1-18_fij_jp.pdf、（参照 2021.10.14）
2）愛知製鋼株式会社：ネオジム系ボンド磁石　マグファイン®、愛知製鋼株式会社ホームページ、https://www.aichi-steel.co.jp/products/electromagnetic/bonded_magnet/index.html、（参照 2021.10.14）
3）水谷良治ほか：自動車用電動力応用システムの技術動向Ⅰ、IV-57-62、4-S10-6、(2019)
4）Jonas Hemsen et al: Innovative and Highly Integrated Modular Electric Drivetrain、World Electric Vehicle Journal 2019、p.1-16（2019）
5）相木宏介ほか：高回転モータを用いた電動ドライブユニットの開発、自動車技術会 2019年春季学術講演会、157、20195157（2019）

Ⅳ．会員メーカー及び関連会社の材料・技術の紹介

㈱神戸製鋼所

純鉄系軟磁性材料　ELCH2シリーズ

まえがき

近年、車載電子機器の増加に伴って、電子制御部品に組み込まれるソレノイドなどの電磁制御部品の需要は増加傾向にあり、部品の小型軽量化や省電力化が強く要望されています。これらのニーズに対応する鋼材として、自動車用途を中心に採用いただいている当社の純鉄系軟磁性材料ELCH2シリーズを紹介します。

◇　特　長

軟磁性材料は、電磁力を強める鉄心材として使用されており、鉄心の吸着力と応答性に影響を与えます。吸着力は軟磁性材料の磁束密度に左右され、材料の磁気モーメントの大きさで決まります。また、応答性は軟磁性材料の保磁力の影響を受け、保磁力が小さいほど良好となります。

表１に、開発鋼ELCH2シリーズ（ELCH2およびELCH2S）と低炭素鋼（S10C）、JIS規格電磁軟鉄の最良特性区分SUY-0の磁気特性例を示します。

表　1　各種鋼材の磁気特性の比較例（圧延材の磁気焼鈍後）

区分	鋼種名	磁束密度（T）			保磁力（A/m）
		磁界の強さ（A/m）			
		100	500	1,000	
磁気特性優先型	ELCH2	0.92	1.60	1.65	45.2
被削性改善型	ELCH2S	0.90	1.54	1.64	55.7
低炭素鋼	S10C	0.08	1.16	1.49	159.2
JIS電磁軟鉄 SUY-0		≧0.90	≧1.35	≧1.45	≦60

ELCH2シリーズは磁気モーメントを向上させるため、C量を0.02mass％以下に極低炭素化しており、低磁界領域から高磁界領域まで優れた磁束密度を実現しています。あわせて、その他の不純物元素も可能な限り低減することで、低い保磁力も兼備しています。

また、極低炭素鋼の持つ優れた冷間鍛造性を活かし、切削加工から冷間鍛造への工程変更に伴う材料歩留まりの向上や冷間鍛造前の軟化熱処理省略を通し、部品の生産性向上と製造コスト低減に貢献できる鋼材です。さらに、結晶粒の粗大化で磁気特性を改善する熱処理（磁気焼鈍）を省略しても、低炭素鋼の磁気焼鈍品に相当する特性を満足できるため、低炭素鋼を適用した部品の熱処理省略鋼として、カーボンニュートラルの観点でも貢献が期待できます。

◇　適用例

ELCH2シリーズは、これまでに油圧制御用ソレノイドをはじめ、電磁リレーや電磁クラッチなどの鉄心材として多くの採用実績があり、小型軽量化、省電力化、部品の生産性向上（部品製造コストの低減）に大きく貢献しています。

むすび

HEVやEV等の電動車の普及、自動運転の進展に伴い、今後も電磁制御部品の需要増加、高性能化が進むと思われます。小型軽量化や省電力化といった部品性能の向上、冷間鍛造化による材料歩留まり向上や軟化熱処理・磁気焼鈍の省略を可能とする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。

〔㈱神戸製鋼所　鉄鋼アルミ事業部門　線材条鋼ユニット
磁性材マーケティング開発室　主任研究員　笠井（かさい）　信吾（しんご）〕

㈱神戸製鋼所

アルミニウム合金製鍛造サスペンション部材

まえがき

当社は、特殊鋼や鋼板などの各種鋼材に限らず、アルミニウム合金や、銅合金、チタン合金などの多様な金属素材や部材を製造するマルチマテリアルサプライヤである。自動車車体とタイヤとを繋ぐサスペンション部材は、一般的な鋼板製からアルミニウム合金製鍛造材に置換することで大幅な軽量化が可能なため、中・高価格帯の車種中心に採用が進んでいる。当社は、1988年に国内でアルミニウム合金製鍛造サスペンション部材の生産を開始し、生産技術や設計技術を高めながら、サスペンション部材メーカとして成長してきた[1)、2)]。本稿では、当社のアルミニウム合金製鍛造サスペンション部材の特徴を紹介する。

◇ 当社のアルミニウム合金製鍛造サスペンション部材の特徴

当社が設計製造するアルミニウム合金製鍛造サスペンション部材の製造プロセスの概略を**図1**に示す。当社は、生産性、供給体制、軽量化技術の3つに特徴がある。

生産性に関しては、丸棒の鋳造から、熱間鍛造、トリム、熱処理、検査、出荷までの一連の工程を効率的に配した一貫生産体制を構築している[1)~3)]。これによって、鍛造バリの完全リサイクルによる低コスト化や、工程間の搬送リードタイム短縮、品質の一元管理を実現している。

供給体制に関しては、2005年に米国へ、2012年に中国へ進出し、現在は世界3か国で年間約1,500万本の生産規模を持つ。これによって、日系自動車メーカの現地生産対応に加え、欧米の自動車メーカからも受注し、各国で高いシェアを獲得している。

軽量化技術に関しては、特に合金技術と設計技術に特徴がある。サスペンション部材は、使用環境が過酷であることから耐食性の高い6000系合金（Al-Mg-Si系）が採用される。当社は、高度な合金設計技術を駆使し、国内で主流の6061合金に比べ30%以上高い0.2%耐力を持つ独自のKD610合金とその生産技術を開発し、サスペンション部材の大幅な軽量化を実現している[1)~4)]。また、サスペンション部材の設計では、限られたレイアウトの中で、製造上の形状制約も考慮しながら、剛性や強度、耐久性能など多くの設計要件を満足する最も軽量な形状を設計することが要求される。当社は、これに対応するため、高度な3次元CAD技術や有限要素解析技術、3次元の構造設計技術を獲得し、サスペンション部材の大幅な軽量化を可能にしている。また、2010年には世界に先駆けて、設計空間の中での最適な材料配置を計算するトポロジー最適化技術を導入し、従来の人間だけの設計では困難なレベルの軽量化も実現している[5)]。

むすび

本稿では、当社のアルミニウム合金製鍛造サスペンション部材を紹介した。自動車はEV化が進展すると予測されているが、サスペンション部材に対する強い軽量化ニーズは変わらないと考えられる。今後も軽量化技術や生産技術を磨いてお客様のニーズに応え続けることを通じて、社会課題の解決に貢献していきたい。

参考文献

1）中村元ら：R&D神戸製鋼技報、Vol. 66 No. 2（2017）、99
2）高木康夫ら：R&D神戸製鋼技報、Vol. 69 No. 1（2019）、6
3）福田篤実ら：R&D神戸製鋼技報、Vol. 57 No. 2（2007）、61
4）稲垣佳也ら：R&D神戸製鋼技報、Vol. 55 No. 3（2005）、83
5）細井寛哲ら：R&D神戸製鋼技報、Vol. 60 No. 2（2010）、84

〔㈱神戸製鋼所　技術開発本部　ソリューション技術センター
マルチマテリアル構造研究室　主任研究員　**細井（ほそい）　寛哲（ひろあき）**〕

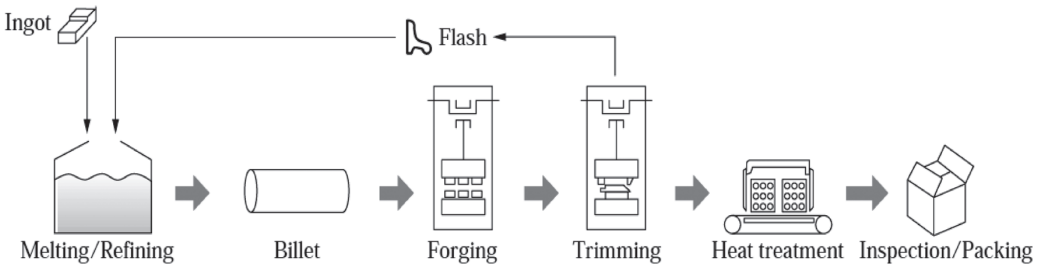


図　1　当社で設計・製造するアルミニウム合金製鍛造サスペンション部材の製造プロセスの概略[3)、4)]

大同特殊鋼㈱

高感度磁気ノイズ抑制シート（STARPAS®）

まえがき

モビリティ社会では、今まさに自動車は「脱炭素」に向けた大きな変革期にさしかかっている。その内燃機関が電動化等に置き換わる中で、これまで以上に重要な課題の一つにEMC（Electro Magnetic Compatibility）がある。自動車の電動化や自動運転に伴い、モータのインバータから発生するノイズが車両の走行状態に影響を与え、各種カメラなどのセンサからのデータ転送に悪影響を及ぼすことが懸念されている。また、それに用いる半導体の実装技術では、自動車より先行するモバイル機器で高密度化が進んでおり、EMC対策を行うためのシールドなどを配置することが困難な状況となっている。自動車用途では軽量化の要求も強く、また、モバイル機器と同様の実装技術の進化を辿ることが想像される。このため、狭い領域でも適用可能なシールド材料が求められている。通常、MHz帯以上のノイズに対しては導電性の高い金属を、GHz帯では金属の粉末を含むシートを対策部品に用いることが多い。一方、MHz帯以下のノイズ（磁気ノイズ）に対しては、有効な材料は少なかった。今回、kHzからMHz帯以下の磁気ノイズに対し、加工性にすぐれノイズ抑制効果を有したパーマロイ箔STARPASを商品化した。

◇　製品の特長と用途

STARPASは当社の最高透磁率材MEN®PC-2S[1)]を厚み10μm～30μmに箔化した製品で、幅100mm以下のフープ材、およびシートで供給している。材料の厚みを薄くし熱処理を最適化することで、交流における渦電流を抑制し、透磁率の低下を防いだ。その結果、100kHzの比透磁率は4,800以上（厚み100μmのMENPC-2Sの2.7倍以上）、1MHzでは1,400以上（同3.9倍以上）となっている。

また、STARPASのもう一つの特長は、その加工性にある。ハサミで容易に切断することが出来き、磁気シールドの対象となる機器の形状にあせた打ち抜き性や、ケーブルへの巻き付けが可能な柔軟性を有している。更に、絶縁層を介して積層することで、より高いシールド効果を期待できる。また、耐久性、耐熱性にすぐれ、振動、衝撃にも強い。想定される用途としては、半導体パッケージやセンサなどの磁気シールドが挙げられる。先述の通り、電気機器の高密度実装が進む中、基板レベルから半導体レベルへのシールドの必要性が高まっており、こうした要求に合致している。

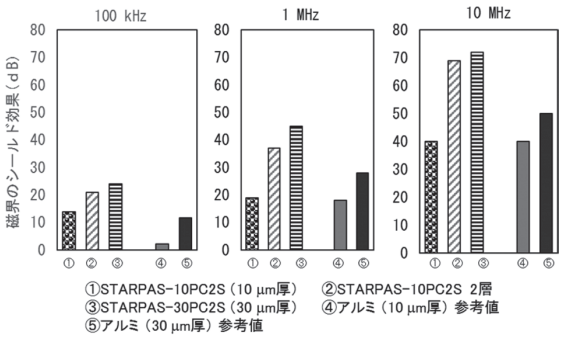


図　1　磁気シールド性の比較（KEC法による）

図 1 にKEC法で評価した磁気シールド性の結果を示す。比較材としてはアルミ（10μm厚、30μm厚。ただし、30μm厚は50μm厚からの推定値）のデータを使用した。

STARPASは磁性材料であるため1MHz以下の周波数において非磁性であるアルミにはない高いシールド効果を示している。一方、10MHzの周波数においても透磁率の効果が持続し導電率の高いアルミ以上の効果があることが分かる。今後、別材料のシールド材のラインアップ化を進め、多様化するEMCの課題に応えていく。

MEN、STARPASは大同特殊鋼株式会社の登録商標です。

参考文献

1）細川　真、戸塚基太、齋藤章彦：電気製鋼、89（2018）、109

大同特殊鋼㈱　機能製品事業部　電子部材製品部
業務・開発室　軟磁性部材チームリーダー　浅野（あさの）　正克（まさかつ）

大同特殊鋼㈱

次世代自動車のタッチパネルに適したメタルメッシュ黒化膜用ターゲット材 STARMESH®-β1

まえがき

スマートフォン等のタッチパネルの入力を検出するための電極には、一般的にITO（Indium Tin Oxide酸化インジウム錫）が使用されている。ITOは透明かつ導電性のある材料だが、導電性は銅などの金属に劣り、大画面のタッチパネルのセンサ電極では検出精度が保てなくなる問題がある。

そこでITO電極に代わり、目に見えないほど細い、数マイクロメートル幅の網目状の銅を使った、メタルメッシュ電極の普及が進んでいる。メタルメッシュ電極に主に用いられる銅は、外光を反射し、ぎらぎら光るため、銅の上に黒化膜を重ねて反射を抑制しなくてはならない。

しかし、従来の銅酸化物の黒化膜には、長期間過酷な環境にさらされると、変色して視認性を悪化させる課題がある。そのため、大画面の次世代自動車のタッチパネルには、より変色しにくい信頼性の高い黒化膜が求められている。

そこで大同特殊鋼㈱（以下、当社という）は、優れた低反射率と信頼性を併せ持つ、メタルメッシュ黒化膜用ターゲット材「STARMESH®-β1（スターメッシュ・ベータワン）」を開発した。本製品はスパッタリング法によって電極の上下に、数十ナノメートルの厚みの黒化膜を形成するためのターゲット材である。以下に特長を紹介する。

◇ 特 長

STARMESH®-β1の特長は以下の通りである。

1．低反射で信頼性に優れた黒化膜が成膜できる

本製品をスパッタリング法によって銅の導電膜上側、または下側に黒化膜を成膜した場合、可視光の反射率を10～20％に抑制することができる。

更にこの黒化膜は車載向け電子部品を想定した環境試験（条件：温度85℃、湿度85％、1,000時間）で、色の変化が殆どない（**図1**）。同じ条件で色の変化が大きい従来材の黒化膜の銅酸化物（CuO）と比べ、厳しい環境での使用や、適用製品の長寿命化が期待できる。

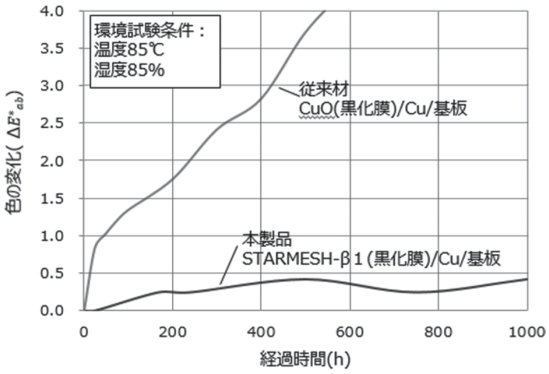


図 1 STARMESH-β1の変色耐性

2．希少金属を使わずリサイクルが容易である

本製品はインジウムなどの希少金属を使用しないため、ITOと比べて低コストで生産可能である。

また、ITOを再利用するためには、使用後に残るターゲット材から金属インジウム成分を抽出し、再度、酸化物粉末化を行わなければならないが、本製品は金属ターゲット材であり、当社の特殊溶解技術で成分を分離せず再生できるため、容易にリサイクルが可能である。

むすび

低抵抗な銅メタルメッシュは、新たな透明導電膜としてタッチパネル以外の製品にも適用が検討されている。

5G通信用の透明アンテナや、金属網目による渦電流損失を活用した透明ノイズシールド、光学センサの曇り止め用透明ヒータなど、いずれも次世代自動車のセンサの高性能化に必要となる部材である。

本製品によって信頼性が向上した銅メタルメッシュが活躍の場を広げていく事が期待される。

＊STARMESHは当社登録商標。

大同特殊鋼㈱　機能製品事業部
電子部材製品部　業務・開発室　**熱田純一郎**（あつた じゅんいちろう）

㈱日立金属ネオマテリアル

車載電池用クラッド材料

まえがき

リチウムイオン二次電池は、携帯電話・スマートフォン、デジタルカメラ、ゲーム機など小型の電子機器やパソコンなどに広く使用されている。従来、負極タブは、良好な溶接性から純Niが選択されてきたが、近年の電気自動車や電動工具への用途拡大により、大電流が流れる場合、通電時の発熱が問題となっている。一方、純銅は、低電気抵抗であるため通電による発熱を抑制できるが、溶接が難しいという欠点を持つ。当社では溶接性と低電気抵抗を併せ持つNi/Cu系クラッド材を開発し、量産化した。今回、このNi/Cuクラッド材の特長や特性について紹介する。

図　1　リチウムイオン電池の構造

◇　特　長

円筒型リチウムイオン二次電池の構造を**図 1** に示す。負極タブは、負極集電箔と缶底を電気的に接続するために用いられ、集電箔に超音波、缶底に抵抗もしくはレーザーで溶接される。そのため、負極タブには、通電時の発熱抑制から低電気抵抗と、集電箔および缶との溶接性が求められる。当社のクラッド材は、溶接性に優れるNiと低電気抵抗のCuを接合しており、優れた溶接性と低電気抵抗の両方を併せ持ち、電流が集中する負極タブの発熱が抑制できる。

◇　製品ラインナップ

電池メーカー各社で溶接方法やバリ管理が異なるため、各社の設計に合わせて**表 1** の製品をラインナップしている。金属材を幅切断する際、表裏の両面にバリが発生してしまう。集電箔側にバリが向かないように管理する必要がある場合には、表裏対称形のNi/Cu/Ni、バリ管理不要な場合は、電気抵抗の低いNi/Cuのクラッド材を提案している。

むすび

新たな電池製造拠点の設立が計画されており、大電流用途でのリチウムイオン電池の使用拡大が見込まれる。各電池メーカーで電池構造や溶接方法が異なるため、今後も各社に合わせたクラッド材を提案していき、電池の安全性向上に貢献したい。

㈱日立金属ネオマテリアル　技術開発部
技術開発グループ　グループ長　**織田（おだ）　喜光（よしみつ）**

表　1　当社の負極タブ製品ラインナップ

構成	板厚比率	電気抵抗率（$\times 10^{-8}\Omega \cdot m$）	溶接性（◎：優れる、○：良い、×：劣る）			バリ管理の対応可否
			超音波	抵抗	レーザー	
Ni/Cu	25：75	2.1	◎	○	Ni側◎	否
Ni/Cu/Ni	25：50：25	2.8	◎	○	◎	可
Ni/Cu/Ni	33：34：33	3.6	◎	◎	◎	可
Ni単体	−	8	◎	◎	◎	可
Cu単体（比較）	−	1.7	◎	×	×	−

表に記載の数値は代表値であり、保証値ではございません。

業界のうごき

岡谷鋼機、売上高１兆円に再挑戦 ５カ年新中計、純利益200億円

岡谷鋼機は、５カ年新中期計画「GIC（グローバル・イノベーション・チャレンジ）2025」をスタートさせた。『ものつくりに貢献するグローバル最適調達パートナー』の企業理念に基づき、G（グローバル）、I（イノベーション）、C（チャレンジ）を基本方針に事業を展開。2025年度の連結業績目標として、前中計で掲げた売上高１兆円以上、当期純利益200億円以上に再び挑む。

セグメント事業戦略は鉄鋼が鉄鋼・特殊鋼部門でサプライチェーンマネジメントの充実・強化を図り、貿易部門は現地完結型ビジネスを推進。情報・電機は非鉄金属部門が高機能材、機能部品、金属リサイクルに力を注ぎ、エレクトロニクス部門はデジタル技術活用で新たなビジネスモデル（DX）を構築する。産業資材はメカトロ部門で次世代自動車、自動化・省人化に注力。生活産業は配管建設部門で新エネルギー領域の拡充に努める。（10月１日）

佐藤商事、インドで合弁 商用車建機向け鋼材加工・製缶で

佐藤商事は、インドの産業ホース製造大手ポリホース・インディアと、印南部に鋼材加工および製缶事業を主要業務とする合弁会社を設立し、事業を開始した。佐藤商事は合弁会社の鋼材や製缶の加工機能を活用し、商用車や建設機械、産業機械や特装車用向けなどで印やアジアを中心に営業活動を展開する。合弁会社については2023年度に売上高30億円を目指す。

合弁会社の社名は、「ポリホース・サトーショージ・メタルワークス」、資本金は4,200万ルピー。出資比率はポリホース・インディア73.8％、佐藤商事26.2％。従業員は200人。合弁会社は当面、現有設備を使い、ダンプ荷台や建機バケット、ごみ収集車のボディーなどを手掛ける。ポリホース・インディアは商用車や建産機、航空機産業、防衛事業などが主な販売先。印国内の商用車や建産機業界は市場規模や将来的な需要の拡大を見据え、成長が見込まれている。（10月11日）

神鋼商事、米線材加工能力を増強 熱処理炉増設、伸線能力1.5倍に

神鋼商事は2023年度までの新中計で、米国の線材加工能力を増強する方針だ。線材二次加工拠点のグランブラン・プロセッシング（GBP）のショートタイムサイクル焼鈍炉（STC炉）を増設し、熱処理能力を１割増強する。軸受鋼伸線加工のエイケン・ワイヤ・プロセッシング（AWP）では伸線ラインを増設し、能力を約1.5倍に拡大。日系およびローカル自動車部品向けに供給する製品の質、量を拡充する。

GBPは自動車向け主体に酸洗、熱処理、伸線加工を手掛け、出荷能力は月8,000トン。熱処理は、連続焼鈍炉２基とバッチ式のSTC炉２基を持ち、今回月800トンの能力のSTC炉１基を新設。投資額は伸線機の更新工事を含め500万ドル強。月9,000トンの生産出荷体制構築を目指す。

AWPは自動車向け主体に軸受鋼の伸線加工を手掛け、出荷能力は月600トン。今回50万ドルかけて伸線ラインを増設する。（10月８日）

愛知製鋼、東北大と組織的連携 次世代電動アクスルを開発推進

愛知製鋼は東北大学と産学連携活動の質を高め、組織と組織の強固で幅広な連携を目的とした組織的連携協定を締結した。カーボンニュートラル実現に向けた研究開発加速のため、「愛知製鋼×東北大学次世代電動アクスル用素材・プロセス共創研究所」を設立。今後３年間の計画で活動し、次世代電動アクスル時代を見据えた研究開発活動を推進する。

共創研究所開設で愛知製鋼は２人の研究者を常駐させ、東北大での基礎研究の結果を実証、課題などを抽出しさらに研究を重ねることで、Nd系異方性ボンド磁石「マグファイン」と「高強度ギヤ用鋼」を融合した次世代電動アクスルの小型・軽量化開発を加速推進する。東北大は学内に企業が主体的に活動できる連携・交流拠点の設置によって、全部局とのコミュニケーションや共同研究を可能とし、インターンシップなどの人材育成活動にもつなげていく。（10月４日）

神鋼、大型トラックの自動運搬 加古川製鉄所、UDと共同で実証

神戸製鋼所はトラックメーカーのUDトラックスと共同で、加古川製鉄所構内で、UDが開発したレベル４クラスの自動運転技術搭載の大型トラックを使った自動運搬技術の実証実験を行うことで合意した。今後進むとみられるドライバーなど労働力不足をDX（デジタルトランスフォーメーション）で補おうとするもので、実証実験を通じ、スマート物流サービスと製造・物流現場の効率化、作業者の負担軽減を目指す。

2022年下半期をめどに、加古川製鉄所内にある高炉副生物の水砕スラグ運搬コースの一部のルートを実験ルートとし、UDの大型トラック「クオン」をベースとしたレベル４限定領域の自動運転対応車両１台を使って、走行実験を行う。

検証・成果を見極めながら、両社は鉄鋼業での実装・実用化などを検討するとともに、共創で自動運転技術を使ったソリューションの創出などにも繋げる。（11月15日）

業界のうごき

合同製鉄、中期ビジョンを策定 経常益110億円、ROS5%へ

合同製鉄は、2025年度を最終とする「合同製鉄グループ中期ビジョン2025」を策定した。グループ総合力を強化し最終年度（連結）で売上高2,200億円、経常利益110億円、ROS5%を目指すとともに、連結配当性向は年間30%程度を目安とする。

内田裕之社長は「21年度中にスクラップ高騰影響対策にめどを付け、22年度以降はその他施策の成果を刈り取る」とし、「合同製鉄の営業力を生かし、朝日工業のねじ節鉄筋と構造用鋼を拡販し、販売数量は現行比で倍増させていきたい」との方針を示す。５年間で300億円の設備投資は、「これまで減価償却の範囲内で投資を行ってきたが、減価償却を１－２割上回る数十億円分を姫路製造所の圧延ライン刷新にあてる。骨格を変えるような投資とし、商品競争力強化に取り組む」。カーボンニュートラルへの対策は、30年度のCO_2排出量を13年度比46%削減する目標を掲げた。（11月16日）

山陽特、ユーザー熱処理簡略化 高強度肌焼鋼に新たな合金設計

山陽特殊製鋼は、ニッケル・モリブデンフリー高強度肌焼鋼ECOMAX（エコマックス）シリーズの新ラインアップとして「ECOMAX5」を開発した。シリーズ特長の高強度で部品の小型・軽量化設計に応えることに加え、新たな合金設計でユーザーの部品製造工程での焼なまし、焼ならし、浸炭処理など熱処理工程の省略や簡略化に寄与。CO_2排出削減に寄与する鋼材として需要獲得を進める。

「ECOMAX5」は低温領域の短時間保持により徐冷を経ずに、従来方法では半日から１日を要していた処理時間が約２分の１以下で炭化物を球状化し、軟化させる。焼なましによる球状炭化物が均一に分散して存在するため、冷間鍛造での高精度成型が行いやすく、ニアネット成型の相性が良くなる。さらに浸炭処理時の結晶粒粗大化が抑制される特性が高く、通常行われる焼ならしの省略と、浸炭温度の上昇で処理時間が大幅短縮できるという。（10月26日）

JFE、グループ３社を統合へ ４月、情勢変化を受け競争力強化

JFEスチールは2022年４月１日付をめどに鉱産品、合金鉄、製鉄関連、機能材料事業を担うグループ会社のJFEミネラル、水島合金鉄、JFEマテリアルの３社を統合する。国内鉄鋼市場の縮小、機能材料での成長機会拡大などの情勢変化を受けて、規模拡大、経営資源の柔軟性などを狙う。鉱産品、合金鉄などではJFEスチールの競争力強化により貢献する一方、機能材料においては成長機会の捕捉、技術革新を支える材料の供給拡大などを通じて社会課題に貢献する。

３社はそれぞれ特性、地域性を生かして事業展開してきたが、事業環境変化に迅速に適応するなどのために統合を決めた。21年３月期の３社の単純合算で売上高は1,100億円を上回る。規模拡大とともに技術、販売、人材などの経営資源に厚みを増し、柔軟性、機動性、効率性を高め、強靭な経営基盤を確立、長期の持続成長を目指す。（11月２日）

大同特、サーチャージ適用を拡大 合金鉄、クロムなど対象品種追加

大同特殊鋼は特殊鋼鋼材の販売価格について、現行の鉄スクラップ価格に加えて、合金鉄価格やエネルギーコストを対象とし、サーチャージの適用範囲を拡大する。国内向け販売（ひも付き、店売り）および輸出で四半期単位での適用を視野に入れる。

現在、鉄スクラップ価格、一部の合金鉄価格（ニッケル、モリブデン、バナジウム）、電極価格を対象にサーチャージ制を導入し、鉄スクラップサーチャージを適用している需要家は特殊鋼鋼材販売数量全体の約65%を占める。適正利益水準を確保して、需要家への安定供給を図るため、急激なコスト上昇分をタイムリーに反映できるサーチャージ制の範囲拡大を目指す。

全販売先で鉄スクラップサーチャージ制の導入を図り、適用する合金鉄にフェロシリコンやマンガン、クロムを追加。エネルギーコストもサーチャージ適用範囲に加えることを検討する。（11月10日）

高砂鉄工の二相ステンレス鋼縞板 四八板サイズ製造開始

高砂鉄工の二相ステンレス鋼縞鋼板「二相ステンレス鋼すべらんなー」は、製造可能範囲が拡大した。1,219×2,438ミリの四八板サイズが製造できるようになり、対応サイズが二種類となった。2021年10月より製造を開始、NSステンレスで四八板サイズの在庫を始めた。販売数量は数年後までに年間60トンを目指す。

二相ステンレス鋼すべらんなーは、同社のエンボス加工技術を応用した滑り止め床用鋼板。鋼材には日鉄ステンレスの二相ステンレス鋼「NSSC2120（SUS821L1）」を用いる。これまでは1,000ミリ×2,000ミリのメーター板サイズのみだったが、以前より大きいサイズの要望が高まっていた。品質上の問題が解決されたことから、1,219ミリ×2,438ミリの四八板サイズの生産が可能となった。大型サイズにより、溶接による加工工数の削減やコストの改善、工期の短縮に貢献する。四八板の在庫は「すべらんなー３」のみを予定。（11月26日）

業界のうごき

日鉄ステンレスの独自二相鋼 下水除塵設備向け納入

日鉄ステンレスは、独自の二相ステンレス鋼「NSSC2351（SUS329J1）」を東京都下水道局芝浦ポンプ所の除塵設備向けに10トン納入した。下水処理設備でのNSSC2351の採用は初。下水中のごみや土砂などをかき上げて排出する主要部材「レーキ」とフレーム部分に使用された。

従来のポンプ所除塵設備は、SS400などに塗装を施したものが採用されていたが、厳しい腐食環境や容易に補修できないことから、SUS316Lクラスの耐食性をもつ素材が求められていた。同社はSUS316Lを上回る高い強度と耐食性のNSSC2351を提案し受注。厳しい腐食環境における故障リスク低減や高強度特性を生かした薄肉化・軽量化によるイニシャルコスト低減を実現した。

下水道分野では近年、耐食性を要求される部位で、NSSC2120（SUS821L1）の適用が拡大。設備の軽量化、長寿命化、維持管理費削減に貢献している。（11月10日）

日本金属、マグネ合金圧延材開発 ZA系、成形性・強度など優位

日本金属は、産業技術総合研究所（産総研）、不二ライトメタルと共同で、優れた室温成形性と強度、高い熱伝導率を有する「ZA（亜鉛・アルミ）系新マグネシウム合金圧延材」を新たに開発した。自動車電動化や高速通信に貢献する材料として、自動車部品や5Gなどの通信機器向けでの採用を目指す。すでに量産サイズのコイルで試作を完了しており、量産体制の確立を進める。

開発した製品は、マグネシウム・亜鉛系合金に特定元素を微量に添加し、結晶の配向制御と実用的な強度を付与した合金。アルミ合金並みの成形性とマグネシウムダイカストの約３倍、アルミダイカストの約1.5倍優れた熱伝導率、汎用マグネシウム合金圧延材を上回る制振性を持つ。大量の熱が発生し、熱対策が必要な5G関連機器や、車載電子機器で採用が見込まれる。日本金属では今後、軽量自動車フードの試作、評価を進める。（10月21日）

日本製鉄、棒線事業のブランド 脱炭素に向け「鋼材×工法」強化

日本製鉄棒線事業部は脱炭素社会実現への動きが加速する中、変化する市場構造や需要家のニーズをタイムリーに捕捉する。

棒線事業ブランド「SteeLinC（スティーリンク）」を2014年10月に立ち上げ、需要家と密に連携しながら商品開発、競争力強化を進めてきた。

各産業で製造時のCO_2削減に向けた省工程、ライフサイクル一貫のCO_2削減ニーズが確実に高まると想定。「高い材料品質をベースとした歩留まり向上によるCO_2削減」「豊富な工程省略鋼メニューによるお客さまの熱処理などの工程におけるCO_2排出量削減」「高強度鋼材の開発を通じた部品の小型化・軽量化によるLCA視点でのCO_2削減」などで活動を強化する。

トランスミッションやボルト、ばね鋼や軸受鋼、またエネルギー、インフラ両分野は長寿命化を軸としたハイエンド商品に開発リソースを重点的に配分する。（11月16日）

日本冶金、厚板プレス設備更新 ３割効率化、長尺対応

日本冶金工業は、川崎製造所厚板工場のプレス設備を更新した。設備老朽化や安定的な生産基盤の維持、強化などを目的に更新し、稼働を開始した。投資費用は５億3,000万円。

厚板工場のプレス設備は、主に板厚40ミリ以上の鋼板に荷重を加えて矯正するもので、油圧プレスにてプレートを矯正し、平坦度を整えている。旧設備は1982年に設置。

更新した設備は、プレス本体がラム移動式油圧プレス（矯正能力1,000トン）で、搬送テーブルを８メートルから10メートルに延長。矯正する製品幅は、旧設備と同じ最大3,000ミリまで対応する。更新に合わせて新たに平坦度計を導入した。

一連の設備更新により、既存のプレス能力に比べ約30％作業能力が向上し、８メートル以上の長尺製品に対応でき、作業効率が改善する。平坦度計の導入により、測定作業の簡略化や、平坦度計測定値の活用による品質（平坦度）の安定化に貢献する。（10月28日）

三菱製鋼、脱炭素の取り組み推進 経団連のチャレンジ・ゼロに参加

三菱製鋼は日本経済団体連合会が主導する「チャレンジ・ゼロ」に参加した。温室効果ガス排出量削減と脱炭素社会実現に向けた取り組みを推進する。

環境負荷低減を考慮した生産に加え、最終製品や需要家の生産工程におけるCO_2排出量削減に貢献する製品・素材の開発を推進。「チャレンジ・ゼロ」公式ウェブサイトで紹介されている同社取り組み事例として、「熱電材料による未利用熱の有効活用」は毒性を有する元素や高価な希少元素を使うことなく、製造性も考慮した独自の自社製粉末をベースとした熱電材料を使用して熱エネルギーを電気エネルギーに変換するもので、工場排熱などの有効活用を目指す。「鋼材切断用ガスの水素代替活用によるCO_2削減」は、三菱製鋼室蘭特殊鋼で製造する鋼片の切断で燃焼ガスとして利用中のLPGを水素に転換することでCO_2排出量ゼロを目標にする。（11月11日）

文責：（株）産業新聞社

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	計	
’19 暦 年	220,798	4,696,002	3,849,414	8,545,416	397,465	939,803	2,667,128	570,971	5,335,063	506,642	10,417,072	19,183,286
’20 暦 年	155,917	3,419,635	2,861,119	6,280,754	294,388	646,096	2,172,096	421,126	4,140,987	388,543	8,063,236	14,499,923
’19 年 度	208,719	4,424,471	3,684,293	8,108,764	371,016	858,786	2,648,575	548,062	5,236,485	483,150	10,146,074	18,463,557
’20 年 度	161,061	3,578,698	2,956,593	6,535,291	309,316	702,538	2,114,557	428,594	4,153,666	397,469	8,106,140	14,802,492
’20. 10-12月	39,324	1,056,354	833,297	1,889,651	89,865	208,530	568,149	131,180	1,171,253	116,441	2,285,418	4,214,393
’21. 1-3月	52,198	1,172,883	945,404	2,118,287	97,499	232,582	616,132	140,585	1,261,801	128,589	2,477,188	4,647,673
4-6月	56,296	1,201,876	965,482	2,167,358	96,546	260,367	611,090	145,767	1,229,889	120,022	2,463,681	4,687,335
7-9月	53,928	1,214,051	924,956	2,139,007	97,316	245,647	689,982	154,403	1,223,104	128,188	2,538,640	4,731,575
’20年 9月	11,579	274,724	240,369	515,093	26,882	52,274	152,853	31,922	339,551	27,892	631,374	1,158,046
10月	12,981	334,660	277,006	611,666	28,171	61,704	195,552	42,467	386,279	44,238	758,411	1,383,058
11月	12,979	356,087	274,536	630,623	32,032	72,584	179,340	44,175	375,623	35,515	739,269	1,382,871
12月	13,364	365,607	281,755	647,362	29,662	74,242	193,257	44,538	409,351	36,688	787,738	1,448,464
’21年 1月	15,682	372,859	296,328	669,187	30,002	66,332	204,565	41,230	416,562	40,591	799,282	1,484,151
2月	16,845	374,034	309,346	683,380	32,617	80,647	199,435	46,797	381,683	41,284	782,463	1,482,688
3月	19,671	425,990	339,730	765,720	34,880	85,603	212,132	52,558	463,556	46,714	895,443	1,680,834
4月	18,294	408,808	340,632	749,440	29,946	80,297	212,529	48,060	381,395	37,097	789,324	1,557,058
5月	19,668	392,952	316,676	709,628	29,719	90,410	180,326	49,210	434,132	45,174	828,971	1,558,267
6月	18,334	400,116	308,174	708,290	36,881	89,660	218,235	48,497	414,362	37,751	845,386	1,572,010
7月	18,960	417,239	325,237	742,476	34,012	76,642	220,538	54,553	422,541	34,939	843,225	1,604,661
8月	16,959	398,938	295,879	694,817	28,703	81,025	229,439	45,315	417,534	44,886	846,902	1,558,678
9月	18,009	397,874	303,840	701,714	34,601	87,980	240,005	54,535	383,029	48,363	848,513	1,568,236
10月	20,208	369,718	308,766	678,484	27,164	87,684	203,862	44,520	402,259	42,705	808,194	1,506,886
前 月 比	112.2	92.9	101.6	96.7	78.5	99.7	84.9	81.6	105.0	88.3	95.2	96.1
前年同月比	155.7	110.5	111.5	110.9	96.4	142.1	104.2	104.8	104.1	96.5	106.6	109.0

出所：経済産業省『鉄鋼生産内訳月報』から作成。

形 状 別

（単位：ｔ）

年 月	形 鋼	棒 鋼	管 材	線 材	鋼 板	鋼 帯	合 計
’19 暦 年	327,633	5,859,800	1,229,819	3,910,932	1,310,485	6,550,016	19,188,685
’20 暦 年	236,085	4,263,744	846,580	2,974,323	1,048,015	5,137,647	14,506,394
’19 年 度	293,237	5,497,480	1,202,234	3,709,327	1,333,238	6,433,580	18,469,096
’20 年 度	237,286	4,512,899	780,205	3,099,528	935,791	5,243,680	14,809,389
’20. 10-12月	58,373	1,328,262	181,667	944,369	205,498	1,497,941	4,216,110
’21. 1-3月	63,404	1,475,409	223,330	994,566	233,533	1,659,330	4,649,572
4-6月	69,455	1,540,053	217,539	980,346	268,361	1,613,248	4,689,002
7-9月	66,937	1,556,494	199,286	990,216	280,504	1,639,676	4,733,113
’20年 9月	21,231	371,461	46,142	238,888	70,674	410,065	1,158,461
10月	16,633	418,930	67,675	315,453	68,393	496,500	1,383,584
11月	15,719	453,040	48,237	318,676	64,243	483,691	1,383,606
12月	26,021	456,292	65,755	310,240	72,862	517,750	1,448,920
’21年 1月	21,061	441,608	71,368	322,516	68,734	559,604	1,484,891
2月	19,947	483,262	76,603	319,688	69,074	514,532	1,483,106
3月	22,396	550,539	75,359	352,362	95,725	585,194	1,681,575
4月	26,225	496,073	92,222	331,137	87,015	524,889	1,557,561
5月	22,294	511,388	62,109	325,551	92,043	545,306	1,558,691
6月	20,936	532,592	63,208	323,658	89,303	543,053	1,572,750
7月	26,389	529,891	66,699	332,383	77,079	572,669	1,605,110
8月	14,364	490,628	77,787	324,291	102,620	549,717	1,559,407
9月	26,184	535,975	54,800	333,542	100,805	517,290	1,568,596
10月	27,778	505,105	91,285	281,251	104,337	497,663	1,507,419
前 月 比	106.1	94.2	166.6	84.3	103.5	96.2	96.1
前年同月比	167.0	120.6	134.9	89.2	152.6	100.2	109.0

出所：『経済産業省生産動態統計』から作成。

特殊鋼鋼材の鋼種別販売（商社＋問屋）の推移　（同業者＋消費者向け）

（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	計	
’19暦年	273,872	2,970,829	1,631,511	4,602,340	62,907	376,372	1,488,018	141,142	89,625	82,507	2,240,571	7,116,783
’20暦年	209,727	2,198,378	1,185,987	3,384,365	56,123	314,764	1,229,083	109,383	64,711	85,442	1,859,506	5,453,598
’19年度	259,702	2,759,143	1,499,742	4,258,885	52,877	356,356	1,413,730	132,161	90,062	96,935	2,142,121	6,660,708
’20年度	211,779	2,240,670	1,213,083	3,453,753	55,083	328,523	1,232,187	108,689	56,572	82,995	1,864,049	5,529,581
’21年　2月	19,867	214,669	116,185	330,854	3,973	31,812	108,305	9,873	5,559	7,156	166,678	517,399
3月	22,738	250,014	133,247	383,261	4,446	37,844	122,607	11,656	5,635	8,245	190,433	596,432
4月	21,847	227,909	135,300	363,209	4,454	34,106	118,314	11,795	4,469	8,088	181,226	566,282
5月	18,839	214,561	113,363	327,924	3,871	30,746	107,041	9,568	4,632	5,845	161,703	508,466
6月	23,261	241,012	132,470	373,482	4,388	36,439	127,265	12,066	5,106	9,209	194,473	591,216
7月	21,522	247,803	124,178	371,981	4,448	36,507	135,351	11,116	5,523	9,450	202,395	595,898
8月	18,116	212,990	112,670	325,660	3,169	29,515	118,938	9,570	4,331	8,185	173,708	517,484
9月	20,985	227,116	120,779	347,895	3,781	32,954	128,476	9,386	6,033	9,117	189,747	558,627
10月	19,072	218,261	113,035	331,296	3,874	32,989	126,427	8,717	5,490	8,061	185,558	535,926
前月比	90.9	96.1	93.6	95.2	102.5	100.1	98.4	92.9	91.0	88.4	97.8	95.9
前年同月比	86.4	101.1	96.7	99.5	102.3	109.6	111.8	79.3	108.2	88.4	107.8	101.7

出所：一般社団法人特殊鋼倶楽部『特殊鋼鋼材需給月報調査』から作成。

（注）2018年3月より経済産業省『鉄鋼需給動態統計調査』から特殊鋼倶楽部業界自主統計化へ変更した。

特殊鋼熱間圧延鋼材の鋼種別メーカー在庫の推移

（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	計	
’19暦年	10,060	251,976	163,330	415,306	24,572	30,691	129,191	26,275	186,987	18,501	416,217	841,583
’20暦年	7,121	227,632	138,579	366,211	23,123	34,242	122,999	27,331	143,334	23,014	374,043	747,375
’19年度	10,477	244,436	157,976	402,412	22,405	31,778	132,154	28,139	140,036	25,484	379,996	792,885
’20年度	6,109	225,231	149,743	374,974	25,103	34,654	118,733	24,034	145,894	22,503	370,921	752,004
’21年　2月	6,555	239,586	156,812	396,398	25,822	36,594	129,251	30,959	130,458	22,293	375,377	778,330
3月	6,109	225,231	149,743	374,974	25,103	34,654	118,733	24,034	145,894	22,503	370,921	752,004
4月	6,536	245,760	156,815	402,575	21,217	34,341	121,437	28,162	150,477	20,214	375,848	784,959
5月	7,396	249,939	148,666	398,605	20,701	39,751	122,999	35,089	178,941	28,109	425,590	831,591
6月	6,023	243,170	146,891	390,061	22,064	36,397	121,106	27,447	155,693	23,875	386,582	782,666
7月	7,148	247,866	147,957	395,823	24,513	33,689	116,749	27,736	153,976	21,057	377,720	780,691
8月	7,641	253,595	164,384	417,979	25,740	40,086	139,926	29,602	193,634	26,938	455,926	881,546
9月	6,073	243,728	147,664	391,392	25,537	39,600	160,821	27,789	171,710	27,676	453,133	850,598
10月	7,814	237,083	150,207	387,290	22,841	39,610	132,122	26,371	175,837	22,638	419,419	814,523
前月比	128.7	97.3	101.7	99.0	89.4	100.0	82.2	94.9	102.4	81.8	92.6	95.8
前年同月比	105.9	111.0	104.8	108.5	99.1	162.3	101.6	99.8	141.2	100.6	119.5	113.9

出所：経済産業省『鉄鋼生産内訳月報』から作成。

特殊鋼鋼材の流通在庫の推移　（商社＋問屋）

（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	計	
’19暦年	78,181	249,537	186,489	436,026	12,273	59,071	178,758	14,078	10,161	9,526	283,867	798,074
’20暦年	65,383	253,328	167,185	420,513	11,503	54,038	203,455	12,278	13,904	6,544	301,722	787,618
’19年度	78,320	240,274	184,120	424,394	12,436	52,625	178,599	14,953	9,126	9,668	277,407	780,121
’20年度	64,494	277,040	177,841	454,881	11,736	53,793	217,355	14,206	16,535	5,470	319,095	838,470
’21年　2月	64,164	259,558	171,415	430,973	11,629	54,528	205,009	12,627	15,196	5,722	304,711	799,848
3月	64,494	277,040	177,841	454,881	11,736	53,793	217,355	14,206	16,535	5,470	319,095	838,470
4月	63,604	277,061	171,374	448,435	12,001	51,579	218,795	12,503	17,211	5,220	317,309	829,348
5月	64,976	297,891	186,281	484,172	12,187	57,754	232,390	12,803	18,531	5,664	339,329	888,477
6月	64,955	305,205	188,693	493,898	12,206	59,161	233,477	11,492	19,138	6,172	341,646	900,499
7月	66,794	314,980	188,484	503,464	12,050	58,150	237,478	11,217	19,413	6,339	344,647	914,905
8月	69,325	334,251	196,255	530,506	11,890	62,703	242,242	10,994	19,740	7,018	354,587	954,418
9月	72,710	349,674	197,482	547,156	11,773	62,794	247,590	13,659	19,613	7,066	362,495	982,361
10月	75,162	368,533	202,570	571,103	11,712	65,074	260,217	14,519	19,328	7,935	378,785	1,025,050
前月比	103.4	105.4	102.6	104.4	99.5	103.6	105.1	106.3	98.5	112.3	104.5	104.3
前年同月比	111.8	153.3	128.1	143.3	100.7	128.0	136.8	119.4	151.4	111.0	133.0	136.6

出所：一般社団法人特殊鋼倶楽部『特殊鋼鋼材需給月報調査』から作成。

（注）2018年3月より経済産業省『鉄鋼需給動態統計調査』から特殊鋼倶楽部業界自主統計化へ変更した。

特殊鋼鋼材の輸出入推移

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	快削鋼	ピアノ線材	計	高炭素鋼	合金鋼	計	
’19 暦 年	37,039	373,118	549,771	922,888	187,541	912,981	96,189	78,476	1,100,522	3,982	4,847,994	4,851,976	7,087,091
’20 暦 年	29,024	265,564	383,431	648,995	130,574	777,330	83,044	59,199	1,050,147	3,072	4,101,391	4,104,463	5,832,629
’19 年 度	35,063	353,608	527,588	881,195	174,665	925,925	95,132	74,822	1,270,544	3,858	5,014,950	5,018,808	7,205,611
’20 年 度	30,661	286,158	400,957	687,115	139,795	757,172	88,335	64,008	1,049,310	2,961	4,065,480	4,068,440	5,835,525
’21年　1月	3,183	25,587	38,346	63,933	11,713	57,928	4,467	7,942	82,049	181	364,359	364,540	513,705
2月	2,564	38,176	48,129	86,305	16,091	67,838	10,163	8,273	102,365	161	441,152	441,313	632,547
3月	3,125	40,425	51,136	91,561	16,263	81,725	14,173	6,782	118,943	292	478,149	478,441	692,070
4月	3,349	34,237	53,406	87,642	18,100	74,679	9,205	3,662	105,647	240	471,003	471,243	667,881
5月	3,363	32,257	44,283	76,540	15,818	61,222	5,746	6,285	89,070	137	439,396	439,533	608,507
6月	5,848	47,347	48,046	95,394	18,711	74,503	14,425	5,122	112,761	212	460,517	460,729	674,732
7月	3,546	35,819	47,719	83,538	19,063	67,642	9,126	6,325	102,156	274	493,546	493,820	683,060
8月	2,588	36,713	42,721	79,434	15,501	65,556	10,709	7,953	99,720	258	482,599	482,857	664,600
9月	3,047	40,018	52,272	92,290	19,512	79,370	11,178	5,856	115,917	360	459,791	460,151	671,405
10月	3,449	35,615	47,791	83,406	18,586	69,343	12,617	5,938	106,484	194	466,887	467,081	660,420
前 月 比	113.2	89.0	91.4	90.4	95.3	87.4	112.9	101.4	91.9	53.8	101.5	101.5	98.4
前年同月比	138.1	143.4	127.3	133.7	139.9	119.6	181.4	188.1	130.8	51.0	137.1	137.0	135.6

出所：財務省関税局『貿易統計』から作成。

輸　入

（単位：ｔ）

年　月	工具鋼	ばね鋼	ンレス鋼					快削鋼	その他の鋼			特殊鋼鋼材合計
			形鋼	棒鋼	線材	鋼板類	鋼管	計		高炭素鋼	合金鋼	計	
’19 暦 年	3,901	7,382	557	15,075	8,603	193,072	15,995	233,301	306	8,622	536,308	544,930	789,819
’20 暦 年	4,425	8,681	481	11,582	7,806	182,037	15,644	217,550	226	5,508	378,421	383,929	614,813
’19 年 度	4,566	8,270	575	14,214	7,762	198,515	15,501	236,568	283	8,259	476,144	484,403	734,090
’20 年 度	3,570	8,042	435	11,445	8,396	188,470	15,730	224,477	250	6,395	358,609	365,004	601,343
’21年　1月	183	377	18	871	896	20,742	1,362	23,889	－	669	20,208	20,877	45,326
2月	238	605	32	1,003	512	18,060	1,223	20,829	57	618	28,153	28,771	50,501
3月	266	582	28	838	702	21,712	1,541	24,821	35	991	36,441	37,433	63,137
4月	207	950	18	998	1,104	17,196	1,600	20,916	15	575	43,745	44,320	66,408
5月	336	321	45	878	1,011	21,077	1,378	24,389	62	1,019	22,771	23,790	48,898
6月	332	732	15	1,256	1,026	18,514	1,450	22,260	－	758	20,181	20,939	44,263
7月	256	519	27	1,156	1,091	18,514	1,626	22,413	51	503	12,597	13,100	36,339
8月	245	354	26	778	717	18,001	1,724	21,246	18	1,065	20,811	21,876	43,739
9月	447	396	16	1,579	1,008	20,378	1,746	24,727	41	432	17,529	17,961	43,572
p 10月	164	641	25	979	937	21,309	1,370	24,620	13	128	20,057	20,185	45,623
前 月 比	36.6	161.7	155.0	62.0	92.9	104.6	78.5	99.6	31.4	29.6	114.4	112.4	104.7
前年同月比	86.8	98.5	61.2	135.9	209.1	164.9	118.8	161.1	105.0	23.2	77.3	76.2	107.0

出所：財務省関税局『貿易統計』から作成。　　（注）p:速報値

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・軽自動車販売		建設機械生産		産業車輌生産		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			
’19 暦 年	9,684,294	1,232,917	4,818,132	324,973	5,195,216	880,539	－	192,203	110,794	10,972	104,323	48,441	12,299
’20 暦 年	8,067,943	1,037,731	3,740,832	259,879	4,598,615	779,300	－	180,833	108,419	8,267	95,570	46,022	9,018
’19 年 度	9,489,302	1,196,578	4,714,027	318,555	5,038,727	852,328	－	190,374	111,917	9,935	104,036	47,879	10,995
’20 年 度	7,969,529	1,064,697	3,670,703	275,189	4,656,632	790,406	－	184,423	105,357	8,732	94,870	50,322	9,885
’21年　1月	687,029	93,541	305,014	25,071	384,442	59,480	－	15,743	8,175	669	8,417	2,623	886
2月	704,800	102,156	337,567	32,373	432,298	69,701	－	17,766	8,956	730	7,698	9,873	1,056
3月	869,937	120,010	395,656	36,579	613,003	101,087	－	19,777	10,878	802	7,981	6,611	1,279
4月	721,363	107,614	355,659	33,988	349,894	61,049	－	19,490	9,105	804	8,029	3,413	1,240
5月	502,828	77,156	267,079	27,841	319,318	57,439	－	16,105	9,293	775	8,657	2,822	1,239
6月	737,420	106,980	360,669	32,794	365,631	68,520	－	20,474	11,479	959	8,524	4,123	1,321
7月	730,509	111,124	374,884	38,033	377,448	67,514	－	18,960	10,951	1,077	8,597	3,661	1,350
8月	480,905	71,320	252,116	27,352	319,697	55,517	－	15,161	7,901	911	8,393	4,041	1,259
9月	431,341	80,011	199,996	25,970	318,371	60,879	－	18,945	10,481	1,115	8,389	4,628	1,446
10月	－	－	246,175	29,275	279,341	48,366	－	20,078	10,708	1,115	8,708	3,777	1,492
前 月 比	－	－	123.1	112.7	87.7	79.4	－	106.0	102.2	100.0	103.8	81.6	103.2
前年同月比	－	－	59.5	111.9	68.7	72.8	－	108.4	120.3	116.1	105.2	123.2	181.5

出所：四輪自動車生産、四輪完成車輸出は(一社)日本自動車工業会『自動車統計月報』、
新車登録は(一社)日本自動車販売協会連合会『新車・月別販売台数(登録車)』、
軽自動車販売は(一社)全国軽自動車協会連合会『軽四輪車新車販売確報』、
建設機械生産、産業車輌生産は『経済産業省生産動態統計』、
機械受注額は内閣府『機械受注統計調査』、産業機械受注額は(一社)日本産業機械工業会『産業機械受注状況』、
工作機械受注額は(一社)日本工作機械工業会『受注実績調査』
（注）r:訂正値

特殊鋼需給統計総括表　　２０２１年１０月分

鋼種別	項目＼月別	実数 (t)	前月比 (%)	前年同月比(%)	2015年基準指数(%)
工具鋼	熱間圧延鋼材生産	20,208	112.2	155.7	98.0
	鋼材輸入実績	164	36.6	86.8	53.1
	販売業者 受入計	21,524	88.3	118.6	79.7
	販売業者 販売計	19,072	90.9	86.4	72.6
	販売業者 うち消費者向	15,358	89.3	90.6	81.2
	販売業者 在庫計	75,162	103.4	111.8	127.3
	鋼材輸出船積実績	3,449	113.2	138.1	72.4
	生産者工場在庫	7,814	128.7	105.9	94.2
	総在庫	82,976	105.3	111.2	123.2
構造用鋼	熱間圧延鋼材生産	678,484	96.7	110.9	99.2
	販売業者 受入計	355,243	97.4	107.9	54.3
	販売業者 販売計	331,296	95.2	99.5	50.7
	販売業者 うち消費者向	263,171	95.7	99.4	59.9
	販売業者 在庫計	571,103	104.4	143.3	162.3
	鋼材輸出船積実績	83,406	90.4	133.7	101.5
	生産者工場在庫	387,290	99.0	108.5	110.7
	総在庫	958,393	102.1	126.9	136.6
ばね鋼	熱間圧延鋼材生産	27,164	78.5	96.4	75.5
	鋼材輸入実績	641	161.7	98.5	157.2
	販売業者 受入計	3,813	104.1	103.8	18.0
	販売業者 販売計	3,874	102.5	102.3	18.5
	販売業者 うち消費者向	2,648	104.0	101.5	56.9
	販売業者 在庫計	11,712	99.5	100.7	96.0
	鋼材輸出船積実績	18,586	95.3	139.9	118.2
	生産者工場在庫	22,841	89.4	99.1	88.4
	総在庫	34,553	92.6	99.6	90.9
ステンレス鋼	熱間圧延鋼材生産	203,862	84.9	104.2	88.8
	鋼材輸入実績	24,620	99.6	161.1	170.2
	販売業者 受入計	139,054	103.9	122.3	55.5
	販売業者 販売計	126,427	98.4	111.8	50.3
	販売業者 うち消費者向	61,252	97.0	103.7	109.5
	販売業者 在庫計	260,217	105.1	136.8	190.4
	鋼材輸出船積実績	69,343	87.4	119.6	79.1
	生産者工場在庫	132,122	82.2	101.6	114.7
	総在庫	392,339	96.1	122.5	155.7
快削鋼	熱間圧延鋼材生産	44,520	81.6	104.8	86.8
	販売業者 受入計	9,577	79.5	101.6	67.7
	販売業者 販売計	8,717	92.9	79.3	60.6
	販売業者 うち消費者向	8,348	93.3	79.4	60.0
	販売業者 在庫計	14,519	106.3	119.4	107.3
	鋼材輸出船積実績	12,617	112.9	181.4	131.9
	生産者工場在庫	26,371	94.9	99.8	95.0
	総在庫	40,890	98.7	106.0	99.0
高抗張力鋼	熱間圧延鋼材生産	402,259	105.0	104.1	97.4
	販売業者 受入計	5,205	88.1	89.3	50.6
	販売業者 販売計	5,490	91.0	108.2	54.0
	販売業者 うち消費者向	4,496	90.1	111.0	67.1
	販売業者 在庫計	19,328	98.5	151.4	176.3
	生産者工場在庫	175,837	102.4	141.2	92.7
	総在庫	195,165	102.0	142.1	97.3
その他	熱間圧延鋼材生産	130,389	95.6	123.1	94.2
	販売業者 受入計	44,199	104.7	115.1	109.1
	販売業者 販売計	41,050	97.6	104.6	101.3
	販売業者 うち消費者向	38,956	97.4	103.7	106.0
	販売業者 在庫計	73,009	104.5	125.9	137.4
	生産者工場在庫	62,248	92.5	132.7	90.0
	総在庫	135,257	98.6	128.9	110.6
特殊鋼鋼材合計	熱間圧延鋼材生産合計	1,506,886	96.1	109.0	95.8
	鋼材輸入実績計	45,623	104.7	107.0	56.2
	販売業者 受入計	578,615	98.6	111.7	56.9
	販売業者 販売計	535,926	95.9	101.7	52.7
	販売業者 うち消費者向	394,229	95.7	99.7	68.4
	販売業者 在庫計	1,025,050	104.3	136.6	160.8
	鋼材輸出船積実績計	660,420	98.4	135.6	102.7
	生産者工場在庫	814,523	95.8	113.9	103.7
	総在庫	1,839,573	100.4	125.5	129.3

出所: 鋼材輸入実績及び鋼材輸出船積実績は財務省関税局『貿易統計』、
それ以外は経済産業省『経済産業省生産動態統計』、『鉄鋼生産内訳月報』、但し総在庫は特殊鋼倶楽部で計算。

（注）総在庫とは販売業者在庫に生産者工場在庫を加算したもの。生産者工場在庫は熱間圧延鋼材のみで、冷間圧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。

倶楽部だより

（2021年10月１日～11月30日）

理事会

第３回（10月28日・対面会議＋Web会議）
①2021年度上期事業の進捗について
②2021年度会計中間決算について
③2021年度下期事業の予定について
④入退会について
⑤2022年新年賀詞交換会について（中止決定）
⑥日本鉄鋼協会第242回西山記念技術講座及び第72回白石記念講座協賛について
⑦特殊鋼倶楽部規定類（組織変更に伴う）改定について
⑧各委員会委員長及び委員変更について
⑨会長・専務理事の職務執行報告について
⑩カーボンニュートラルWG中間報告
⑪ミルシート電子拡大WG中間報告

運営委員会

第２回（10月25日・対面会議＋Web会議）
①2021年度上期事業の進捗について
②2021年度会計中間決算について
③2021年度下期事業の予定について
④入退会について
⑤2022年新年賀詞交換会について（中止決定）
⑥日本鉄鋼協会第242回西山記念技術講座及び第72回白石記念講座協賛について
⑦特殊鋼倶楽部規定類（組織変更に伴う）改定について
⑧各委員会委員長及び委員変更について
⑨会長・専務理事の職務執行報告について

第２回総務分科会（10月22日・Web会議）
①2021年度上期事業の進捗について
②2021年度下期事業の予定について
③入退会について
④2022年新年賀詞交換会について（中止決定）
⑤日本鉄鋼協会第242回西山記念技術講座及び第72回白石記念講座協賛について
⑥特殊鋼倶楽部規定類（組織変更に伴う）改定について
⑦各委員会委員長及び委員変更について
⑧会長・専務理事の職務執行報告について

第２回財務分科会（10月22日・Web会議）
①2021年度会計中間決算について

海外委員会

本委員会（10月18日・対面会議＋Web会議）
①2021年度上期事業の進捗状況について
②2020年度会計実績・2021年度中間決算報告
③入退会について
④個別通商問題対応について
⑤中国ステンレス鋼AD調査に関するWTO紛争解決手続きの進捗状況

専門部会（10月13日・対面会議＋Web会議）
①海外委員会調査事業の進捗状況報告
②2021年度上期事業の進捗状況について
③2020年度会計実績・2021年度中間決算報告
④入退会について
⑤個別通商問題対応について
⑥中国ステンレス鋼AD調査に関するWTO紛争解決手続きの進捗状況

市場開拓調査委員会

講演会（10月６日）
演　題：中国における自動車市場の構造的見通しとNEV新興ブランドの事業戦略
講　師：㈱現代文化研究所 市場戦略情報第２領域 主任研究員　八杉　理 氏
方　式：オンライン配信
申込者：250名

講演会（11月２日）
演　題：「グリーン成長戦略」と鉄鋼分野における脱炭素化に向けた取組
講　師：経済産業省 製造産業局 金属課 金属技術室長　大竹　真貴 氏
方　式：オンライン配信
申込者：170名

講演会（11月12日）
演　題：インドにおける電動車普及政策の進捗と部品・部素材メーカーへの影響～政府の本気度・政策の実効性、現地関連企業の対応策の実態等

講　師：㈱現代文化研究所 市場戦略情報第１領域リーダー 主席主任研究員 山元　哲史 氏
方　式：対面＋オンライン配信
申込者：100名

編集委員会

本委員会（10月12日・Web会議）
①2022年３月号特集「非破壊検査（仮題）」の編集方針、内容の確認
②2022年１月号以降の表紙デザイン色の検討

小委員会（11月29日・Web会議）
①委員交代の報告
②2022年５月号特集「窒化（仮題）」の編集内容の検討

人材確保育成委員会

2021年度特殊鋼教養講座２回目（10月15日）
テーマ：鉄鋼業の歴史と先端技術による未来への挑戦
講　師：（一社）特殊鋼倶楽部 専務理事 脇本　眞也
方　式：オンライン参加
受講者：204名（３地区）

2021年度特殊鋼教養講座３回目（11月15日）
テーマ：鉄鋼業の歴史と先端技術による未来への挑戦
講　師：（一社）特殊鋼倶楽部 専務理事 脇本　眞也
方　式：オンライン参加
受講者：92名（２地区）

流通委員会

説明会（10月15日）
演　題：2021年度第３・四半期の特殊鋼需要見通し
講　師：経済産業省 製造産業局 金属課 係長 谷内　愛 氏
方　式：オンライン同時配信（東京・名古屋・大阪３地区）
参加者：120名

カーボンニュートラルWG

第４回会合（10月26日・Web会議）

ミルシートWG

第２回会合（10月５日・Web会議）

［大阪支部］

講演会（10月６日）再掲
演　題：中国における自動車市場の構造的見通しとNEV新興ブランドの事業戦略
講　師：㈱現代文化研究所 市場戦略情報第２領域 主任研究員　八杉　理 氏
方　式：オンライン配信
申込者：32名（大阪地区参加）

説明会（10月15日・全特協との共催）再掲
演　題：2021年度第３・四半期の特殊鋼需要見通し
講　師：経済産業省 製造産業局 金属課 係長 谷内　愛 氏
方　式：オンライン配信
参加者：33名（大阪地区参加）

2021年度特殊鋼教養講座２回目（10月15日）
テーマ：鉄鋼業の歴史と先端技術による未来への挑戦
講　師：（一社）特殊鋼倶楽部 専務理事 脇本　眞也
方　式：オンライン参加
受講者：56名（大阪地区参加）

［名古屋支部］

部会
工具鋼部会（10月21日・Web会議）
構造用鋼部会（10月26日・Web会議）
ステンレス鋼部会（10月27日・Web会議）

説明会・講演会
説明会（10月15日）再掲
演　題：2021年度第３・四半期の特殊鋼需要見通し
講　師：経済産業省 製造産業局 金属課 係長 谷内　愛 氏
方　式：オンライン配信
参加者：36名（名古屋地区参加）

一般講演会（11月18日・三団体共催）
演　題：潜在能力を伸ばす魔法の言葉
講　師：岩﨑　由純 氏
方　式：オンライン配信

参加者：76名

講座、研修会、セミナー等

2021年度特殊鋼教養講座２回目（10月15日）
テーマ：鉄鋼業の歴史と先端技術による未来への挑戦
講　師：(一社)特殊鋼倶楽部 専務理事 脇本　眞也
方　式：オンライン参加
受講者：14名（名古屋地区参加）

2021年度特殊鋼教養講座３回目（11月15日）
テーマ：鉄鋼業の歴史と先端技術による未来への挑戦
講　師：(一社)特殊鋼倶楽部 専務理事 脇本　眞也
方　式：オンライン参加
受講者：27名（名古屋地区参加）

中堅社員研修（10月19日・三団体共催）
テーマ：コミュニケーション力向上
講　師：㈱名南経営コンサルティング 三軒　佳 氏
方　式：Web研修方式
参加者：29名

管理職研修（11月26日・三団体共催）
テーマ：管理とマネジメント
講　師：㈱名南経営コンサルティング 山田　亮太 氏
方　式：Web研修方式
参加者：29名

新入社員フォローアップ研修（10月21日）
テーマ：仕事の進め方
講　師：㈱名南経営コンサルティング 三軒　佳 氏
方　式：Web研修方式
参加者：17名

その他

中部特殊鋼親善ゴルフ大会（11月５日）
場　所：三好カントリー倶楽部
参加者：31名

特殊鋼倶楽部の動き

『中国における自動車市場の構造的見通しとNEV新興ブランドの事業戦略』講演会の開催（オンライン配信）

市場開拓調査委員会では、特殊鋼の需要開拓事業の一環として、需要産業の動向・展望について講演会を実施しております。

トヨタグループの調査会社でございます㈱現代文化研究所殿より講師をお招きして、「中国における自動車市場の構造的見通しとNEV新興ブランドの事業戦略」を題材に今後のNEV新興ブランドへの部品・部素材メーカーの参入可能性や今後の対策の検討についてまとめた内容をご紹介頂くべく、標記講演会を下記の通り開催致しますので、ご案内申し上げます。会員の皆様の中国市場への展開の議論のたたき台としてとして参考になりました。

Teams配信にて多数の会員の皆様にお申込み（お申込み総数：約250名）ご参加頂きました。

当日、講演会に参加された方々にはWEBアンケートを実施し、お聞かせいただいた貴重なご意見は今後の説明会に是非とも反映させたいと思います。多数のご参加をいただき、誠にありがとうございました。

尚、講演会資料は会員専用HPにて掲載しております。

1．日　時：2021年10月６日（水）　13：30～15：30（目途）
2．場　所：オンライン配信（ご参加の方にURLを配信します。）
3．演　題：「中国における自動車市場の構造的見通しとNEV新興ブランドの事業戦略」
4．講　師：株式会社　現代文化研究所　市場戦略情報第２領域　主任研究員　八杉　理　氏

『「グリーン成長戦略」と鉄鋼分野における脱炭素化に向けた取組』講演会の開催（対面講演会＋オンライン配信）

特殊鋼倶楽部のカーボンニュートラルに関する推進グループ（カーボンニュートラルWG）では、会員の皆様のカーボンニュートラルにおける取り組みについて情報交換・共有化を取りまとめるべく、活動を行っております。

その一環として、経済産業省製造産業局金属課より講師をお招きして、『「グリーン成長戦略」と鉄鋼分野における脱炭素化に向けた取組』についてご講演を頂きました。

温暖化への対応を経済成長の制約やコストと捉える従来の発想を転換し、積極的に対策を行うことが産業構造や社会経済の変革をもたらし、次なる大きな成長につながっていくという、「経済と産業の好循環」を作っていく産業政策が「グリーン成長戦略」です。

本講演にて、「グリーン成長戦略」の鉄鋼業に関連する部分を中心のご講演及び、鉄鋼分野における脱炭素化に向けた取組をご紹介頂きました。カーボンニュートラルによって大きな影響を受ける特殊鋼業界として大いに参考となりました。

対面講演会及びオンライン配信にて多数の会員の皆様にお申込み（お申込み総数：約170名）、ご参加頂き、誠にありがとうございました。

1．日　時：2021年11月２日（火）　14：00～15：00（目途）
2．場　所：ハイブリッド講演会（鉄鋼会館会議室＋オンライン配信）
3．演　題：『「グリーン成長戦略」と鉄鋼分野における脱炭素化に向けた取組』
4．講　師：経済産業省製造産業局金属課金属技術室長　大竹　真貴　氏

『インドにおける電動車普及政策の進捗と部品・部素材メーカーへの影響～政府の本気度・政策の実効性、現地関連企業の対応策の実態等』講演会の開催（ハイブリッド講演会）

市場開拓調査委員会では、特殊鋼の需要開拓事業の一環として、需要産業の動向・展望について講演会を実施しております。

トヨタグループの調査会社でございます㈱現代文化研究所殿より講師をお招きして、『インドにおける電動車普及政策の進捗と部品・部素材メーカーへの影響～政府の本気度・政策の実効性、現地関連企業の対応策の実態等』を題材にAfter/Withコロナにおける、関連政策の現状と今後の見通しを把握し、①電動車購入補助金、②電動車部品国産化規制、③電池産業振興策、④部素材（特に特殊鋼）産業に関わる政策・規制及び、部品・部素材企業に対する影響等について、現地情報を基にとりまとめた内容を開催いたしました。会員の皆様の今後の対策の検討等、議論のたたき台としてとして参考になりました。

ハイブリッド講演会にて多数の会員の皆様にお申込み（お申込み総数：約100名）ご参加頂きました。

当日、講演会に参加された方々にはアンケートを実施し、お聞かせいただいた貴重なご意見は今後の説明会に是非とも反映させたいと思います。多数のご参加をいただき、誠にありがとうございました。

尚、講演会資料は会員専用HPにて掲載しております。

1．日　時：2021年11月12日（金）　13：30～15：30（目途）
2．場　所：ハイブリッド講演会（対面講演会：鉄鋼会館　704会議室にて開催）
3．演　題：「インドにおける電動車普及政策の進捗と部品・部素材メーカーへの影響
　　～政府の本気度・政策の実効性、現地関連企業の対応策の実態等」
4．講　師：株式会社　現代文化研究所　市場戦略情報第１領域リーダー　上席主任研究員
　　山元　哲史　氏

一般社団法人特殊鋼倶楽部　会員会社一覧

（社名は50音順）

［会　員　数］

（正　会　員）

製造業者	25社
販売業者	101社
合　計	126社

【製造業者会員】

愛知製鋼㈱
秋山精鋼㈱
㈱川口金属加工
高周波熱錬㈱
㈱神戸製鋼所
合同製鐵㈱
山陽特殊製鋼㈱
ＪＦＥスチール㈱
ＪＸ金属㈱
下村特殊精工㈱
大同特殊鋼㈱
高砂鐵工㈱
東北特殊鋼㈱
日鉄ステンレス㈱
日本金属㈱
日本高周波鋼業㈱
日本精線㈱
日本製鉄㈱
日本冶金工業㈱
日立金属㈱
㈱広島メタル＆マシナリー
㈱不二越
三菱製鋼㈱
ヤマシンスチール㈱
理研製鋼㈱

【販売業者会員】

愛鋼㈱
青山特殊鋼㈱
浅井産業㈱
東金属㈱
新井ハガネ㈱
粟井鋼商事㈱
伊藤忠丸紅鉄鋼㈱
伊藤忠丸紅特殊鋼㈱
㈱ＩＳＳリアライズ
㈱ＵＥＸ
碓井鋼材㈱
ウメトク㈱
扇鋼材㈱
岡谷鋼機㈱
カネヒラ鉄鋼㈱
兼松㈱
兼松トレーディング㈱
㈱カムス
㈱カワイスチール
川本鋼材㈱
北島鋼材㈱
クマガイ特殊鋼㈱
小山鋼材㈱
佐久間特殊鋼㈱
櫻井鋼鐵㈱
佐藤商事㈱
サハシ特殊鋼㈱
㈱三悦
三協鋼鐵㈱
三京物産㈱
三興鋼材㈱
三和特殊鋼㈱
ＪＦＥ商事㈱
芝本産業㈱
清水金属㈱
清水鋼鐵㈱
神鋼商事㈱
住友商事㈱
住友商事グローバルメタルズ㈱
大同興業㈱
大同DMソリューション㈱
大洋商事㈱
大和特殊鋼㈱
㈱竹内ハガネ商行
孟鋼鉄㈱
辰巳屋興業㈱
千曲鋼材㈱
㈱テクノタジマ
㈱鐵鋼社
デルタスティール㈱
東京貿易マテリアル㈱
㈱東信鋼鉄
㈱トーキン
特殊鋼機㈱
豊田通商㈱
中川特殊鋼㈱
中島特殊鋼㈱
中野ハガネ㈱
永田鋼材㈱
名古屋特殊鋼㈱
ナス物産㈱
南海鋼材㈱
日金スチール㈱
日鉄物産㈱
日鉄物産特殊鋼㈱
日本金型材㈱
ノボル鋼鉄㈱
野村鋼機㈱
白鷺特殊鋼㈱
橋本鋼㈱
㈱長谷川ハガネ店
㈱ハヤカワカンパニー
林田特殊鋼材㈱
阪神特殊鋼㈱
阪和興業㈱
日立金属工具鋼㈱
㈱日立ハイテク
㈱平井
㈱フクオカ
藤田商事㈱
古池鋼業㈱
㈱プルータス
平和鋼材㈱
㈱堀田ハガネ
㈱マクシスコーポレーション
松井鋼材㈱
三沢興産㈱
三井物産㈱
三井物産スチール㈱
㈱メタルワン
㈱メタルワンチューブラー
㈱メタルワン特殊鋼
森寅鋼業㈱
㈱山一ハガネ
山進産業㈱
ヤマト特殊鋼㈱
山野鋼材㈱
陽鋼物産㈱
菱光特殊鋼㈱
リンタツ㈱
渡辺ハガネ㈱

“特集”編集後記

2020年10月に政府より、カーボンニュートラルを2050年までに達成するという政策目標「2050年カーボンニュートラル宣言」が打ち出されました。

昨年、英国にてCOP26が開催されました。地球温暖化に対する危機意識は年々高まり、世界レベルでカーボンニュートラルへの取組が加速しています。

これからの企業の経営において、「カーボンニュートラルロードマップ」「TCFD情報開示」等、脱炭素社会に向けた取組は、最優先課題となることと思います。

自動車業界は、“ものづくり”において国内産業をリードするだけではなく、いち早くCO2排出量低減への取組みを進めて来ました。本誌では、2012年７月号で「自動車のHV・EV化と特殊鋼」と題し、従来のガソリン車から電動化への動き、それによる特殊鋼への要求がどのように変化していくかを特集しています。約10年が経過し、2012年当時に想定したHV・EV化普及の流れに対し、現状の自動車業界の考え方・将来の方向性がどのように変化しているかについて、今月号では「自動車の未来と特殊鋼」と題し特集を企画しました。

第１章では、2050カーボンニュートラルに向けた、CO2排出量削減の考え方、電動車ラインナップの方向性、求められる部材のニーズ、特殊鋼業界への期待について、解説して頂きました。

第２章では、最新の「e-POWER」先端技術を中心に、自動車開発の方向性について、解説して頂きました。

第３章では、自動車業界の電動化や軽量化のニーズに対する、各部材の新技術・技術動向の紹介をお願いしました。

2050カーボンニュートラルは、製造過程で多くのCO2を排出している特殊鋼業界にとって大きな経営課題となります。

今回の特集で、2050カーボンニュートラルに向けて、自動車業界がどのような考え方・方向性で達成を目指すのか、そして特殊鋼材料・部品に対する軽量化、高機能化のニーズが更に高まることが解りました。

このカーボンニュートラルという難題を、脱炭素社会に貢献する製品を生み出していく可能性のある大きなビジネスチャンスととらえ、最良の出口を見出していく、本特集がその一助になれば幸甚です。

最後になりましたが、本特集号にご寄稿頂きましたご執筆者の皆様、ご協力を頂きました編集委員および事務局の皆様に、この場をお借りして厚く御礼申し上げます。

日立金属㈱
金属材料事業本部　酒寄（さかより）　一志（ひとし）

次　号　予　告　3月号

特　集／非破壊検査技術と特殊鋼

Ⅰ．総論

Ⅱ．非破壊検査方法

Ⅲ．各製品の非破壊検査の現状

Ⅳ．会員メーカーの新しい評価試験技術

５月号特集予定…特殊鋼と窒化

特　殊　鋼

第 71 巻　第 1 号
Ⓒ２０２２　年 1 月
2021年12月25日　印　刷
2022年１月１日　発　行

定　価　1,252円　送　料　200円
１年　国内7,434円（送料共）

発　行　所
一般社団法人　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

編集発行人　脇　本　眞　也
印 刷 人　増　田　達　朗
印 刷 所　レターブレス株式会社

本誌に掲載されたすべての内容は、一般社団法人 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。