

アイシン技報

2021

VOL.25

AISIN
TECHNICAL
REVIEW

特集
変革への挑戦
～新生アイシンへの一歩～



目次

巻頭言	アイシンの未来を創る 1 青木 甲次
特集 変革への挑戦 ～新生アイシンへの一歩～	モビリティ社会の未来 ～ポストコロナを見据えて～ 3 中西 孝樹 SDGsを通じた持続可能な社会の実現に向けた アイシングループの取り組みとエンジニアに対する期待 9 寺部 康弘 三矢 朋輝
トピックス	アイシンの新しいビジネスを切り開くイノベーションセンター 15 稲摩 直人 西尾 泰明 榎谷 和夫 堀 智
技術論文	低速時の小回り性と自然な操舵フィーリングを両立した 大舵角後輪操舵システムの開発 19 永井 陽平 土屋 義明 エネファームtype Sの普及に向けた取り組み 25 西村 理 汎用元素のみで構成する熱電発電モジュールの開発 28 小島 宏康 加藤 雅之 竹内 崇浩 奥田 直之 逐次差分方式による鋳肌の状態を比較する傷の気付き処理を用いた アルミ鋳物製品の自動外観検査 33 武藤 功樹 宮永 裕介 青木 公也 輿水 大和 プレス加工油 塗布状態の評価手法の開発 39 山岸 杏太 林 貴文 多目的設計探査によるオートマチックトランスミッションケーシングの 軽量化検討 43 東田 憲太郎 下山 幸治 先読みエコドライブ用 減速地点推定の開発 48 坂本 徹 小川 文治 丹羽 俊明 宮島 孝幸 杉本 浩伸 金 鑫 佐藤 裕司
海外法人便り	中国テクセンおよび中国自動車産業の近況 The resent reports of China technical center and China automotive industry. 53 古賀 義孝
受賞	社外受賞テーマ 一覧(2020年1月～12月) 57
社外発表論文・投稿	社外発表論文・投稿リスト(2020年1月～12月) 58

アイシンの未来を創る

技術開発本部 副本部長

青木甲次

Koji Aoki



我々の生活環境は、新型コロナウイルスによってこの一年で大きく様変わりし、これまでと異なる生活様式への転換を余儀なくされてきました。

そんなコロナ禍での明るいニュースの一つとして、はやぶさ2が小惑星リュウグウから砂の持ち帰りに成功しました。採取された微量な砂からは太陽系の成り立ちの解明に繋がる様々な証拠が詰まっているとされ、初代はやぶさに次いで世界的な快挙であります。この分野では、日本がトップランナーであり、高い技術力が評価されています。成功の裏には、携わった人々の弛まない努力と、強固なチームワークがあったことは容易に想像でき、学ぶべき事も多くあると思います。

さて現状の企業活動に目を向けてみますと、経営環境が急速に変化し、それに対応できなければ生き残ることができない厳しい状況となっています。

生き残るためには、これまでの既成概念を捨て、勇気をもって変化に対して能動的に取り組んでいく必要があります。技術開発ではデジタル技術によって、ラボや製造現場ではAIやロボットの活用が当たり前となり、開発期間の短縮、省人化、生産効率向上が進められています。さらに、テレワークの導入で仕事のやり方も急激に変化しています。

いわゆるこれら不連続な変化は、コロナウイルスが加速させた一面はあるものの、必然的な変化であると考えています。これをチャンスと捉え、立ち止まらず新たな進化を目指して挑戦し続けなければなりません。

産業界においては、政府が表明した2050年カーボンニュートラルの活動やSDGsに関する取り組みなどが企業を評価する指標として取り上げられ、世界規模で価値観が変わってきています。地球温暖化や資源問題、エネルギー問題、ゴミ問題にも対応すべく3R（リサイクル/リユース/リデュース）に配慮した製品開発が必須となっています。

地球はたった一つ。そして世界は繋がっています。私達自身そして子や孫の将来のため、持続可能な社会の実現に向けて、私達一人一人がSDGsの達成に貢献していかなければなりません。私達には部品メーカーとして世界を牽引してきた実績があり、グループ会社を含めた幅広い領域での経験は、SDGsやモビリティ社会の構築にも活かせると信じております。本技報の特集記事に、我々のSDGsへの取り組みを紹介していますので、目を通して頂ければ幸いです。

次に自動車業界においては、大変革期を迎え、国内において2030年にはガソリンエンジンの新車販売が禁止されるなど、CASE対応と地球環境保護を両立させる取り組みが必要不可欠となっています。モビリティ社会が、HV・EV・FCVへシフトする中で、業界では、まさに生き残りを賭けた研究開発が進められています。

このようにクルマを取り巻く環境は、急激に変わってきています。自動車メーカーのみならず、IT・電機・通信・エネルギーなど異業種からの新規参入もあり、その競争は激化していることは皆様もご承知の通りです。

この変化に対して、我々は、これまでの幅広い領域で培った技術力と実績を活かし、地球環境と調和を図りながら製品開発に取り組みつつ、さらには、これまで技術蓄積のない部分へも踏み込んでいく必要が生じると考えられます。

それには我々が未来を創造し、必要な技術を先回りして開発していかなければなりません。我々の技術とイノベーションで世界に応えたい。環境性能だけでなく運転や移動のうれしさを提供する製品で、明るく活気あふれる社会づくりに貢献したい。未来のモビリティ社会は、私達が切り拓くという熱い思いを胸に挑戦を続けなければなりません。

最後に新生アイシンについて触れておきます。今年2021年の4月にアイシン精機とアイシン・エイ・ダブリュが合併し、「株式会社アイシン」として生まれ変わります。

自動車業界におけるEV化や自動運転への流れの中で、両社が持つ技術や製品の融合によって、より魅力あるモビリティ部品メーカーとして新たにスタートします。

新生アイシンでは、“We Touch the Future”をスローガンに、私たち一人一人が、「“移動”の自由と喜び、そして未来地球に美しさを運び続けること」を使命として取り組み、「未来に笑顔を!」を胸に邁進してまいります。

まだまだ生まれたばかりの企業ですが、今後の新生アイシンにご期待下さい。

特別寄稿

モビリティ社会の未来 ～ポストコロナを見据えて～

中西 孝樹
Takaki Nakanishi

1. ポストコロナのモビリティ社会の変容

1.1 移動の量的、質的变化をもたらす蓋然性

本稿は、新型コロナウイルス感染症（以下「コロナ」）を受けたモビリティ社会の変革と自動車/部品産業の構造変化を論考する。

コロナを受け、ライフスタイル、ワークスタイルの激変、非接触型オンライン技術・サービスの普及、産業や社会の効率化などが、僅か1年の間に社会に普及した。こういった変革を支える、サイバーフィジカルシステムの実現に向けた社会IoT基盤の急速な構築が進んでいる。経済復興を目指す社会変革型イノベーション、官主導の巨額な財政出動も具体化してきた。この結果、脱炭素と経済成長を両立すべく、エネルギー政策と産業成長が結束した国家戦略が台頭し、欧州—中国—米国の大国のデジュール主導権の争いという新たなパワー・ポリティクスも生まれている。

1.2 ポストコロナのモビリティ影響の6類型

新しい行動様式がヒト・モノの移動価値を再定義し、移動の量的、質的变化をもたらす可能性は高いと考えるべきだ。保有台数、移動回数、移動距離、車両走行距離で見た移動の量的変化はいうにおよばず、目的、デジタル化、顧客嗜好、要求されるユーザ・エクスペリエンス（UX）という質的变化もモビリティに与える影響は大きいといえる。

モビリティの変革は地域によって大きな差異がある。この地域間の変容を整理するには、アプローチとメソッドの定義が重要となってくる。そこで筆者が着目したのが、①脱都市化と②移動と生活のデジタル化のコロナによる移動と暮らしの2つの構造変化である。脱都市化はポストコロナの公共交通分担率（Google移動データを基に、ポストコロナの公共交通分担率を試算）、デジタル化は在宅勤務比率（Google移動データを基に推計）を用いて世界の各都市の類型化を試みた。



図1は、縦軸に在宅勤務比率、横軸にポストコロナの公共交通分担率をとり、世界の主要都市をプロットしたものだ。在宅勤務比率はデジタル社会へのベクトルを示し、公共交通分担率の低下は脱都市化へのベクトルを示している。右上に行くほど、コロナ影響から大きな生活様式とモビリティの変化が予測される。

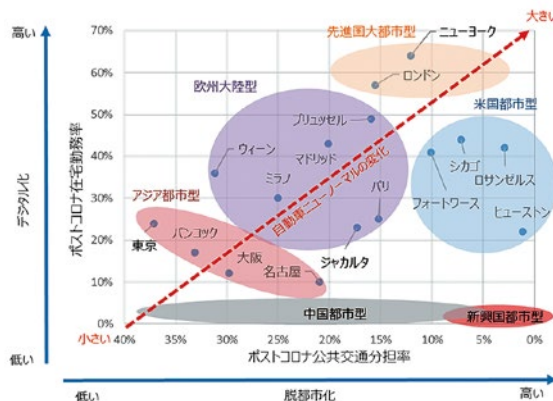


図1 自動車ニューノーマルの6類型値

注：ポストコロナ公共交通分担率：ビフォーコロナの公共交通分担率に、Googleの「乗換駅」の増減率を乗じて算出。数値は7/15-7/22の平日5日間の平均値を使用

出所：各種資料、ナカニシ自動車産業界リサーチ

1.2.1 「先進国大都市型」

先進国都市の多くは4つのグループに類型が可能だ。人口1,000万人以上の大都会であるニューヨーク、ロンドンなどは在宅勤務の普及率が高く、公共交通への依存を脱していく都市群であり、「先進国大都市型」と呼ぶ。郊外、地方都市への世帯とオフィス移動が顕著となるだろう。

1.2.2 「欧州大陸都市型」

「欧州大陸都市型」は、先進国で最も大きなモビリティの変容を迎える公算が高い。在宅勤務の普及定着率が高く、同時にポストコロナでも一定の高い公共交通依存が続くことが想定される。従来から分散型社会を構築してきたが、長期的に都市機能の一層の分散が進み、それ

らをつなぐ移動は自家用車に依存しながらも、都市内では自家用車を制限し、MaaSの普及が進む可能性が高い。

1.2.3 「アジア都市型」

「アジア都市型」は、一定の在宅勤務は定着しても主だった交通政策は取られず、ポストコロナでも高い公共交通依存が維持される。都市部から郊外への暮らしの広がりはあるだろうが、移動様式はビフォーコロナの状態へ復元される公算が高い。

1.2.4 「米国都市型」と「中国都市型」

「米国都市型」はポストコロナで逆に自動車の新車需要の増大が期待される。在宅勤務は定着するが、公共交通の利便性に恵まれておらず、ポストコロナでも「クルマ社会」の基本構造は変化が小さい。米国では、人口の3分の1を占めるミレニアル世代はデジタルネイティブといわれながらも、脱都市や戸建て住宅購入の志向が強い。ミレニアル世代は在宅勤務が恒常化され、自家用車での移動依存度の高い郊外型都市への移動を強める公算だ。同じく「中国都市型」でもポストコロナのモビリティへの影響は限定的だろう。中国国内都市では在宅勤務の概念が存在していない。自家用車で移動の自由と安全を確保する意識が高まり、マイカーブームが再燃している。

1.3 車両走行距離への影響

車両走行距離 (VMT) とは、年間で全ての車両が走行した距離の総和である。車両の年間走行距離は、年間トリップ回数とトリップ当りの平均移動距離の乗数で定義できる。年間トリップ回数は、(保有台数) × (保有1台当たりの年間トリップ回数) に因数分解でき、さらに保有台数は (世帯数) × (世帯当たり保有台数) に因数分解できる。

現時点で、我々は2030年のグローバルVMTはコロナ危機以前の予測から6%の下落を予想するが、年率2%程度の平均成長が持続可能と予想する。新車需要も一定の成長を期待できるはずだ。世帯当たり保有台数の多い都市への人口流入、米国都市型と中国都市型に該当する都市でのVMTの高い成長、人流・物流サービスカー (MaaS車両) の普及拡大とそれに伴うVMTの成長が、先進国大都市型、欧州大陸都市型での保有台数、トリップ回数の減少を吸収すると考えている。

1.4 自動運転技術はMaaSで加速

コロナはMaaSにおける自動運転レベル4の社会実装を早めることになりそうだ。背景には、自動車の流入規制の強化、都市道路の走行速度の制限という、欧州中心に進む都市交通政策の台頭がある。走行規制や低速化

を進める都市交通政策には、都市道路での無人搬送ロボットや自動運転MaaS車両の普及促進と非常に高い親和性があるためだ。走行速度が30km以下に制限された車道であれば自動運転MaaS車両も一般車両との混在がより容易となり、自動運転配送システムが歩道中心から車道へ展開することを加速化するだろう。

同時に、ロボタクシーの都市部への社会実装もハードルが下がる。欧州では6人乗り程度のロボシャトルの社会実装で世界を先導する可能性が見えてきた。米国では大幅なEC (電子商取引) 比率の上昇を支える配送ロボットや多目的自動運転MaaS車の社会実装が急がれるだろう。

1.5 非連続的イノベーションとソフトウェアの時代へ

コロナはコネクティッドの進化に劇的なパラダイムシフトを引き起こすと考える。コネクティッドカーは自動車産業の設計・製造・販売・サービスそれぞれの工程でデジタル化を大きく加速させる公算だ。その結果、コロナは異業種からの自動車産業への破壊的アプローチを本格的に発動させる契機にもなるだろう。

米国電子商取引大手のアマゾン、米国有力自動運転ベンチャーであるズークスを1,200億円で買収し、無人貨物配送の取り組みの抜本的な強化へと重要なステップを踏んだ。テスラの時価総額は80兆円を超え、破綻寸前の企業が今や最も資金力の豊富な自動車メーカーに変貌した。米国EVベンチャーのリビアンは大型起債を完了し量産開始寸前だ。そして、2021年に入り米国最大のIT企業のアップル社が自動車メーカーと連携し、自動運転電気自動車 (EV) を量産開始する可能性も浮上している。IT企業が仕掛ける破壊型の非連続的イノベーションは、自動車の付加価値をハードウェアから急速な勢いでソフトウェアへと移行させ、自動車産業はデジタル化の大波を受けることになるだろう。

2. CASE革命の加速化

2.1 2つの不可逆的トレンドの加速

コロナがもたらすモビリティの2大構造変化とは、一つは脱炭素化 (= 電動化) への流れであり、もう一つはデジタル化である。不可逆的で著しい変化の加速が始まる。

2.1.1 自動車産業の競争軸の変化

脱炭素化の基調は今に始まったことではないが、コロナ後の経済復興を目指す欧州連合の地域戦略が起爆剤となり、米国バイデン政権の樹立でトレンドは不可逆的となった。カーボンニュートラルを実現するには、気候変動政策と産業の構造転換を両立することが成功のカギとなる。これは、エネルギー国家戦略と産業成長戦略

が結合していくことを意味する。

二酸化炭素排出量を規制し、ライフサイクルアセスメント(LCA,クルマのライフサイクルの各段階—原料調達・製造・使用・リサイクル・廃棄—における環境影響を定量的に評価する手法)の評価を導入する動きが欧州と中国で進む公算だ。

これは脱炭素を目指す国家や企業がコスト競争力を得るという枠組みを構築し、脱炭素を実現できる産業構造へ転換を狙う動きだ。自動車産業の競争軸は、「燃費から電費」,「CAFÉからLCAでの脱炭素」へ大きく変容することが予想される。

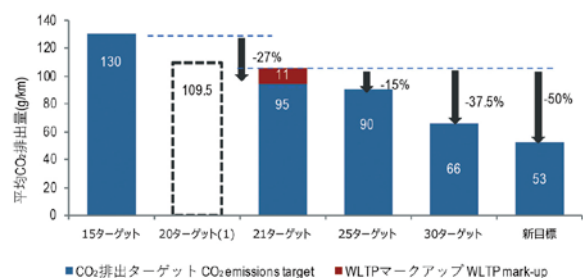


図2 欧州グリーンディールで変化する2030年規制値

注記:2021年まではNEDC*,2021年以降はWLTP,(1)スーパークレジット7.5g,95%準拠(約7g)の恩典をフル活用することを前提
出所:EU,ACEA,ナカニシ自動車産業リサーチ

2.1.2 デジタル化の大波

ユーザのデジタル嗜好の強まり,社会のデジタルインフラの拡充,経済対策としての社会変革型デジタルイノベーションの推進を受け,デジタル化の遅れた自動車産業へもデジタル化(DX)の大波が襲う公算である。ポストコロナでは自動車産業の設計・製造・販売・サービス其々の工程でDXが大きく加速化し,自動車のフルコネクティッド化とソフトウェア化を一気に呼び込むこととなるのである。

第3章で詳細に説明を加えるが,2025年までにフルコネクティッド車両基盤が整備され,ソフトウェアとハードウェアの切り離しを実現する新しい車両アーキテクチャへ移行する公算だ。

この結果,車両の付加価値はハードウェアからソフトウェアに移行することが予想される。自動車産業はモビリティ産業へ構造の転換を図らなければならない。車両や車載部品中心のバリューチェーンを,暮らしや街につながり多様化するバリューチェーンへ再定義が必要となる。多様化するバリューチェーンを支えるコネクティッドとソフトウェアの技術基盤を確立していくことが急務となる。

2.2 主要国の環境戦略と電動シフトの加速化

2.2.1 欧州連合(EU)

欧州は世界に先駆けて環境規制強化を進めてき

た。パリ合意を受けた2019年12月の「欧州グリーンディール」政策の発表を契機に,温室効果ガス(GHG)の根本原因を絶つことと経済発展の両立を目的としたエネルギー戦略と産業成長の結合が顕著となってきた。「欧州グリーンディール」では,2050年にカーボンニュートラルの達成目標を宣言し,2030年のGHG排出量削減目標を1990年比40%減から50~55%減に引き上げ,規制の見直し等の行動計画を取りまとめた。

その直後にEUを襲ったのがコロナ危機であった。厳しい痛手を受けたEUは総額75百億ユーロにおよぶ復興基金(NGEU:Next Generation EU)を創設し,総額1.8兆ユーロにおよぶ,2027年までの次期財政計画に合意した。EUはこの次期財政計画の30%を気候変動分野に投じ,欧州グリーンディールの実現を強力に後押しすることとなった。CAFÉ(企業平均燃費)を従来の37.5%減(2021年比)から50%削減に引き上げる審議をしている。この結果,CAFÉは2020年の95g/km(NEDC基準)から2030年には53g/km(WLTP基準)までの一段の強化が予想される。この水準をハイブリッド車で実現することは困難であり,電気自動車(BEV)の普及に弾みがつくことは不可避である。

2.2.2 米国バイデン新政権

2021年に樹立されたバイデン新政権は地球温暖化対策を推進し,遅くとも2050年までにカーボンニュートラルの実現を表明している。選挙中のクリーン環境関連公約プランでは,4年間で2兆ドル(約210兆円)を環境関連へ投資し,エネルギーに加えて道路・鉄道などの近代化,クリーンカー政府調達,充電スポット50万ヵ所,電池研究開発,ゼロエミッションスクールバス50万台,住宅150万戸の建設,200万戸の耐候化などに取り組む。米国を電気自動車およびその原材料や部品の製造における世界的なリーダーに押し上げることが狙いだ。

トランプ政権はGHG /CAFÉ規制の緩和を進めてきたが,これはバイデン新政権によって覆される可能性が高い。2020年に発効された連邦規制(SAFE規制)では,オバマ政権時代に策定された乗用車のGHG規制値(25年モデルイヤーまでに143g/mile,88.9g/km)を26年モデルイヤーで174.4g/mile(=108g/km)へ緩和した。バイデン新政権は2025年に向けて20%程度の規制強化を求めていくことが濃厚だ。

さらに,ガソリン車の新車販売を2035年までに禁止する方針のカリフォルニア州の大気資源局が進めるZEV(Zero Emission Vehicle)規制との同調や,連邦レベルでのクレジット制度の導入など,2025年を超えた先にZEV規制の強化が予想されている。

2.2.3 中国

先行して新エネルギー車 (NEV) への転換を進めるのが中国である。同時に燃費規制 (CAFC規制) とそれらを同時に管理するダブルクレジット制度を施行することが中国の環境規制の大きな特徴だ。NEV規制ではクレジット要求を2020年の12%から年2ポイントずつ上昇させ、2023年に16%が決定済みになっており、2025年には25%を目指す。CAFC規制は2020年の5.0L/100kmから、2025年に4.6L/100kmへ強化が決定し、2030年に3.2L/100kmへ厳格化が目指される。

CAFCとNEVを統一管理するダブルクレジット制度は、CAFC準拠に向けたNEV生産拡大へのインセンティブ拡大、クレジット売買益を目指したNEV供給力の強化という2つの狙いで2018年より施行されてきた。ただ、クレジット価格は低迷を続け必ずしも運用が上手はいっていなかった。

2020年に入り、高電圧ハイブリッド (HEV) を中心とする「低燃費車」のカテゴリーをダブルクレジット運用に加える決定を下した。NEVクレジット算出の際に低燃費車の台数カウントを1台から0.2台に軽減することで、実質的にHEV生産へのインセンティブを働きかける。

さらに、中国自技会は2035年に向けたパワートレインのロードマップを策定し、同年でNEVとHEVの構成比を50%ずつに引き上げる指針を示した。

中国市場がHEV強化に舵を切ったことは明白であり、HEVの競争力を誇る我が国の自動車産業には朗報である。ただし、楽観することは禁物かもしれない。中国HEVシフトには、LiB電池生産で世界的な優位性を確立し、その電池を多く用いることで日本製HEVに対応できると目論んだ節がある。

ダブルクレジット制度をHEV導入で一息つかせることはできても、NEVの国家目標台数である2025年700万台の道筋を、補助金無しでは描けていないのが実情なのである。中国版HEVで目論んだ競争力を確立できない場合、NEVを更に優遇し再活性化させる政策が再び浮上してくる可能性は高いだろう。

2.2.4 日本

日本政府も2020年10月にカーボンニュートラルを宣言、同年12月25日に「グリーン成長戦略」を公表した。グリーン成長戦略は世界の環境規制の潮流や欧米の国家戦略に対して、国内産業競争力の維持・発展を促すものだ。適切な段階でBEV対応を進め、内燃機関に比重が偏りすぎの国内部品産業構造を、適切に新たな業容へ転換させていく。グリーン成長戦略では2030年代半ばまでに国内新車販売のすべてを電動車にする、大

枠の規制方向が示された。2021年夏までにこれを実現する制度設計やロードマップを策定し、クレジット取引制度、カーボンプライシング、国境調整措置 (国境炭素税) などの検討を進める。

2050年にカーボンニュートラルを実現するには、2040年までには新車全てをカーボンニュートラル車に移行させなければならない。二酸化炭素をリサイクルし合成するカーボンニュートラル燃料 (合成燃料) を燃焼する技術革新が進まなければ、HEVの役割にも終焉が訪れる可能性がある。

2.3 世界のパワートレインミックスの予想

2018年に上梓した拙著「CASE革命」の中では、2030年で20.2%の新車販売が電気を主動力源とする車両 (ZEV) に置き換わると予想していたが、これはもはや成立していない。コロナを經過し脱炭素を急ぐ政策が加速化する結果、ZEVの比率は飛躍的に上昇する可能性が高く、新たな予測構築が必要だ。

補助金制度、電池のコストの行方次第で電動車の普及率のレンジ幅は広い。現段階では、30%から最大35%程度に上昇するシナリオが濃厚だと考える。日本では30%~40%、米国が20%~30%、欧州が37%~43%、中国が35%~40%のレンジに達する可能性を認識している。ただし、BEVとPHEVの境界線がどのように決まっていくかは、流動的な要素がまだまだ大きい。

補助金制度、電池のコストと供給量、ユーザの嗜好変化でその境界線は定まっていくだろう。

3. 伝統的な自動車産業は如何に戦うべきか

3.1 慢心を突いたコロナ危機

重量が重く、品質・安全の絶対的な確保が必要とされる自動車は、ソフトウェアからハードウェアの隅々までクローズド・アーキテクチャで固め、デジタル化から大きく遅れた工業製品であった。この結果、革命的な変化よりも伝統的な自動車の積層の方がはるかに早く蓄積していく。CASE革命はいつか来る未来と認識はされても、スナップショットな変化は起こらず、長期に伝統的な産業構造が維持され、安定した収益基盤を謳歌できると考えていた。コロナはそんな油断した自動車産業を襲ったともいえよう。

3.2 コロナがおよぼす新車販売台数への量的影響

グローバル新車需要は、2017年にピークを付けた後、コロナ危機を受けて2020年は7,574万台 (同16%減) へ下落したと推計される。2021年は8,503万台 (同12%増) を予想しており、一旦V字回復を遂げるものの、課題はこの先の移動要件の変化を受けた回復力にある

と考える。我々は2018年水準に回復するのは早くても2024年と見ており、中期的にコロナ危機前の予測を大幅に下回することは不可避であると見ている。2022年時点でコロナ危機前の予測に対して、ベースラインシナリオで800万台、2021年の感染再拡大を織り込んだ第2波悲観シナリオでは1,200万台の下振れとなる公算だ。

3.2.1 サプライヤーへの構造的影響

自動車メーカーは内燃機関モデルの開発中止などを中心に、一般領域のR&D投資を15%程度効率化させる取り組みが必要となってくると考える。ポストコロナにむけて、①R&D支出の大幅な効率化、②構造固定費の削減、③車載領域以外への売上機会の増大を目指す取り組みがサプライヤーには必須となっていくだろう。

3.3 ハードウェア付加価値の減衰懸念

新車生産数量の量的変化に加え、ハードウェアの付加価値拡大の機会減少という質的变化も、長期的に重大な課題として認識される。

ソフトウェアとハードウェアを一体開発し、それぞれの機能を定めたシステムを分散制御してきた現在のドメイン型のE/Eアーキテクチャに次世代の大きな進化が始まった。コロナ危機は車両の接続性進化に劇的なパラダイムシフトを引き起こすと考えられ、車両のソフトウェア化を著しく早める公算である。

3.3.1 ソフトウェア・ディファインド・アーキテクチャ

「走る・曲がる・止まる」の機能を統合制御する複雑さは既に限界に接近してきた。そこに「つながる」の機能が加わり、インカーの情報(車両制御データ)と車両外のアウトカーの情報(例えば、地図情報)が連携し、自動運転、接続性・サービス、車内エンターテインメントなどの高度なユーザー体験を提供していかなければならない。

同時に、車両制御ユニット(ECU)に組み込むソフトウェアの総ステップ数は、現在の数千万ステップが2020年に1億ステップを超え、2025年までに数億ステップへ拡大し、自動運転技術を実現する2030年頃には10億ステップに達すると予想されている。

複雑で大量のソフトウェアを統合制御し、オーバージ・エアー(OTA)と呼ばれる通信を用いたソフトウェアのアップデートを実現するのが、「ソフトウェア・ディファインド・アーキテクチャ」と呼ばれる中央集中型のE/Eアーキテクチャである。車両OSでソフトウェア、ハードウェアの切り離しを実現し、ソフトウェアのアップデートはユーザーニーズに応じてアジャイルにアップデートされるが、ハードウェアは独立して更新を必要としない、まさにスマートフォンのような構造に変わる。

3.3.2 ソフトウェアをめぐる新たな競争構図

ソフトウェアとハードウェアが紐づけ開発されてきた伝統的な車両は、モデルチェンジ、マイナーチェンジ、フルモデルチェンジといった既定のサイクルを機会に同時にソフトウェア、ハードウェアともに付加価値を増大させてきた。ソフトウェア・ディファインド・アーキテクチャで成り立つ車両は、多大なソフトウェアの付加価値増大の機会を持つが、ハードウェアの更新サイクルは延長され、その付加価値増大の機会が減少し、陳腐化のリスクも高まる。

ソフトウェアの付加価値をめぐり、ティア1間、自動車メーカーとティア1間、ティア1とティア2間の競争激化が予見される。ティア1サプライヤーは、自らが築き上げてきたECUのソフトウェアの付加価値を守りたい。統合制御ソフトウェアの主導権をめぐるティア1間の競争は激化しよう。同時に、ソフトウェアの付加価値をティア1から奪還すべく自動車メーカーの内製化への動きも始まる。半導体メーカーやエンジニアリング会社はティア1を飛ばし、オープンAPIで繋がれた自動車メーカーとの直接取引と開発が活発化するはずだ。力不足なティア1の付加価値の空洞化のリスクは非常に高い。

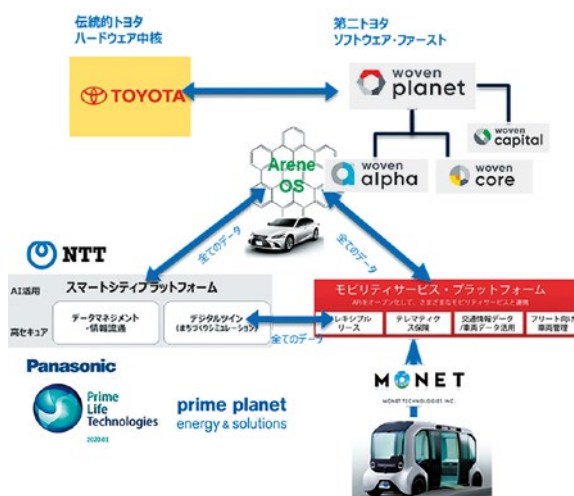


図3 ソフトウェアファーストの第2トヨタと3つのデータプラットフォームの連携

出所:会社資料など公開情報、インタビューからナカニシ自動車産業リサーチ作成

3.4 テスラに見るソフト・ハードの二極化戦略

テスラは新型モデル3で独自の中央集中型E/Eアーキテクチャを完成させ、ハードウェアとソフトウェアの切り離しを高い次元で実現した。統合ECU(HW3.0)には独自設計のSoC,HPCを搭載し、僅か3個のECUで統合制御を提供する。車両データの集積を進め、フルコネクティッドサービスやソフトウェアの価値を、顧客体験の魅惑とテスラの収益源に作り上げた。最たる例が「FSD(フルセルフドライビング)」と名付けた高度運転支援ソフトをオプションやサブスクリプションで販売可能とすることだ。

テスラはハードウェアの価値の陳腐化を早め、ソフトウェアの価値で儲けていく戦略を進めていると考えられる。その証左に、需給関係が良好にも関わらず、テスラは各市場で車両価格の引き下げを急ぐ。人気を博しているモデル3は、2020年1月からの12カ月間で、米国市場で4~5%のMSRP価格引下げを実施した。中国でも8%から16%を引き下げ、西欧でも7%から12%も価格を引き下げたのだ。

一方、FSDのオプション価格は、最初5,000ドルでスタートしたが、その後1,000ドルずつ3回も値上げされ、2020年6月に8,000ドルとなった。最近では2020年11月に1万ドルまで上昇した。普及期のFSDの粗利率は80%を確保するといわれており、将来的に排出枠取引益に加えて、テスラの大きな収益源に育つと考えられる。

4. おわりに

2020年7月1日にテスラの時価総額が世界最大の自動車メーカーのトヨタ自動車を抜き去ったことで大きな関心が集まった。2021年2月7日のテスラの時価総額はトヨタのみならず、世界の主要な自動車メーカー合計をも凌駕する存在となっている。年間の生産台数が僅か50万台程度のテスラが何故これ程までの価値を得られるのか、自動車産業は謙虚に株式市場からの声を広聴すべきだ。

コロナを契機に加速される脱炭素、デジタル化の大波は伝統的な自動車産業の付加価値の在り処を変え、国内自動車産業のかつての成功要因であったものづくりの力を封じ込み、既存資産の一部をレガシー化させる懸念がある。内燃機関に依存する事業構造を、脱炭素、デジタルへ対応できる事業へと構造転換することは避けられない。事業再編、アライアンスを駆使した異次元の資産効率化を急ぐべきだ。

車両のコネクティッド化と暮らしや街へのつながりを実現することは、一転、既存の車両軸のバリューチェーンがより広大なモビリティ（移動、暮らし、住宅、街）のバリューチェーンへ拡大する好機でもある。非車載領域へのバリューチェーンの再定義の検討が必要だ。

自動車産業のすそ野に広がる関連企業は、再定義されるバリューチェーンに向けた拡張された事業領域へ自らのハードウェア、ソフトウェアの能力確立を急がねばならない。ものづくりの強みを最大化してきた組織構造、人材採用・育成・報酬制度の改革も急務だ。組織スピノフや社内ベンチャーなどの活用を進め、ビジネスモデル転換の土台となる体制構築を進めていくことが求められるだろう。

参考文献

- 1) 宮代 陽之「COVID-19がもたらす都市とモビリティの『新常态』」国際経済研究所,2020年
- 2) 日高洋祐,牧村和彦,井上岳一,井上佳三『MaaS モビリティ革命の先にある全産業のゲームチェンジ』日経BP社,2018年
- 3) アクセンチュア 戦略コンサルティング本部 モビリティチーム 川原英司 北村昌英 矢野裕真ほか『Mobility 3.0ディスラプターは誰だ』東洋経済新報社,2019年
- 4) 湯進『2030 中国自動車強国への戦略 世界を席巻するメガEVメーカーの誕生』日本経済新聞出版社,2019年

筆者



中西 孝樹

ナカニシ自動車産業リサーチ
代表アナリスト

【略歴】

オレゴン大学卒。山一証券、メリルリンチ証券等を経由し、JPモルガン証券東京支店株式調査部長、アライアンス・バーンスタインのグロース株式調査部長を歴任。現在は、ナカニシ自動車産業リサーチ代表アナリスト。日経ヴェリタス人気アナリストランキングなどで6年連続第1位の不動の地位を保った自動車アナリスト。「自動車新常态」「CASE革命2030年の自動車産業」（いずれも日経新聞出版社）など著書多数。

SDGsを通じた持続可能な社会の実現に向けた アイシングループの取り組みと エンジニアに対する期待

(SDGs = Sustainable Development Goals)

寺部 康弘
Yasuhiro Terabe
三矢 朋輝
Tomoki Mitsuya



概要

SDGsとは、2015年に国連で採択された「持続可能な開発目標」。このままでは、豊かな環境や社会を次の世代に引き継ぐことができないという強い危機感のもと、2030年を達成期限とする世界共通の目標である。このSDGsの達成には、イノベーションの拡大が不可欠であり、その担い手である企業の貢献、更にはその一員である私たち一人一人の役割がますます重要になっている。

1. はじめに(なぜ今、SDGsなのか?)

2015年9月に国連サミットにおいて、「SDGs(持続可能な開発目標)」が全会一致で採択され、2030年までに国際社会が一丸となって取り組むべき共通のゴールとして、17の目標とそれを具体化した169のターゲットが掲げられた。

世界には今、貧困や飢餓、社会的格差、気候変動など、極めて解決が困難な世界レベルでの社会課題が山積しており、このままでは、次の世代に豊かな地球を引き継ぐことができないという強い危機感がSDGs採択の根本になっている。

また、SDGsの達成には、これまでのように、社会課題の解決を各国政府や行政セクターに任せておくだけでは不十分であり、企業やNGOなどの民間組織や市民社会、そして世界中の人々が主体的に取り組むことが求められている。そうした中で、私たちアイシングループを初めとする企業に対する役割や期待度が日に日に高まっている。

更に、私たち企業側も、社会課題に対する認識を大きく変える必要がある。これまで、社会課題については、いわゆる「CSR(企業の社会的責任)」の視点から社会貢献活動として関わってきたが、例えば、山間部等での植林活動のように、本業とは直接関係のない(いわゆる余力)

活動が主になっていた。しかし、SDGsでは、活動の持続可能性の観点から、企業がそれぞれの本業を通じて社会課題の解決に取り組むことが求められている。

従って、ものづくり企業である当社グループとしては、社会課題の解決に寄与する商品やサービスの開発・提供により、「SDGsの達成」と「事業機会の創出」の両立を目指すことが必要であり、その取り組みの成否の大部分を、技術開発や生産技術が担っていることは、想像に難くない。

【企業に対する評価軸の変化】

近年、投資家、得意先、取引先といったステークホルダーの企業に対する評価メジャーも大きく様変わりしつつある。

これまで、企業評価は、主に単年度の業績(結果)が重視されてきたが、昨今は、それに加えて、しっかりと中長期の視点で、企業が事業を通じて社会課題の解決(SDGs)に取り組もうとしているか(将来戦略)という点が重視されるようになってきている。

そのため今後は、当社グループとして、どのように事業活動を通じて社会課題の解決に貢献していくかといった「中長期戦略」を策定し、ステークホルダーに明確に開示することで、信頼関係(エンゲージメント)を構築してい

くことが重要となる。

そのような信頼関係を築き上げられれば、社会から企業価値の高い会社として認知されるし、そこで働く従業員のモチベーションも向上するが、一方、それをできなければ、得意先の取引対象から外されるリスクや、資金調達や採用活動への負の影響の連鎖も想定される。

2. アイシングループのSDGsの取り組み

〔グループ優先課題の選定〕

そうした状況の下、当社グループは、SDGsの取り組みに賛同を表明するとともに、17の目標の中から、アイシングループ全体で取り組むべき7つの優先課題（マテリアリティ）を選定した。（図1）

その中でも、特に早急に取り組まないといけないテーマが、「目標13」で掲げた気候変動リスクへの対応である。

昨今の40℃を超える夏の猛暑や記録的豪雨や巨大台風の猛威など、数十年に一度のはずの異常気象が日常的に発生している。

その要因とされるのが温室効果ガス（GHG）排出に起因していることは、科学的にも検証が進んでいるが、2015年のパリ協定での合意のとおり、今世紀末までの世界平均気温の上昇を、産業革命前よりも2℃未満（更に1.5℃まで抑える努力をする）に抑えられることができなければ、今後の地球や私たちの生活に深刻な影

響を与えることが世界共通の認識となっている。

そのGHG排出の主な要因の一つが化石燃料を燃焼して走行する自動車であり、その産業に携わる当社グループにとって、「脱炭素」に向けたGHG排出削減は、グループ全体で取り組むべき最重点課題であることを、今一度、一人一人が認識する必要がある。

〔活動促進に向けた2030年目標の設定〕

そうした状況を踏まえ、当社グループでは、本年2月に、SDGsの取り組みを具体的な活動に落とし込むために「KPI・2030年目標」を設定するとともに、グループ全体で目標達成に向けた取り組みを進めることを広くステークホルダーに対して表明した。

エンゲージメントの内容は、図2に示すとおり、「①事業活動を通じた社会課題の解決」については、7つ目標を設定したが、地球温暖化防止への対応を最重点課題と捉えていることから、そのうち4つの項目（電動化商品売上高、クリーンエネルギー商品CO₂削減貢献量、ライフサイクルCO₂排出量削減率、生産CO₂排出量削減率）がGHG排出削減に関わる目標設定となっている。

その地球温暖化防止に対して、2つの側面からアプローチを試みようとしている。

まず1つめは、「GHG排出実質ゼロに向けた商品の拡充」である。先述のとおり、自動車は、移動の利便性という恩恵を人々にもたらせる代わりに、GHG排出による

	優先課題（マテリアリティ）	2030年めざす姿	
① 事業活動を通じた社会課題の解決	<ul style="list-style-type: none"> 地球温暖化防止 交通事故低減 安全な移動・輸送手段の提供 	<ul style="list-style-type: none"> 〈自動車部品事業〉 エネルギー使用量の削減やクリーンエネルギーの活用、更に安全・快適な移動手段の提供を通じ、より地球や人に優しいモビリティ社会づくりに貢献 	<ul style="list-style-type: none"> 2050年GHG排出実質ゼロに向けた商品の拡充 交通事故死傷者ゼロの社会の実現に向けた安全商品の拡充
	<ul style="list-style-type: none"> クリーンエネルギー転換の推進 健康と福祉の促進 	<ul style="list-style-type: none"> 〈住生活・エネルギー関連事業〉 グリーンで高効率なエネルギー関連商品の普及や快適な住生活空間の提供を通じ、より良いくらしと環境に配慮した街づくりに貢献 	<ul style="list-style-type: none"> 脱炭素・循環型社会に向けたエネルギー関連開発の推進 より便利で安心な社会の実現に向けた商品・サービスの提供
	<ul style="list-style-type: none"> 技術革新による持続可能な産業化の促進 CO₂排出削減、環境負荷物質削減、汚染防止、資源循環資源効率の改善 	<ul style="list-style-type: none"> 〈全事業共通〉 未来に目を向けた研究開発による新たな価値の提供を通じ、豊かで持続可能な社会づくりに貢献 地球環境への負荷「ゼロ」を目指した取り組みの推進により、循環型社会への移行に貢献 	<ul style="list-style-type: none"> 持続可能な社会づくりの促進に向けた研究開発・提携の拡大 脱炭素社会に向けた商品製造から使用・廃棄までのCO₂削減
② 活動を支える経営基盤	<ul style="list-style-type: none"> 労働安全衛生、健康 人権保護 多様性の促進 働き方改革、ワークライフバランス コンプライアンス 持続可能な調達 	<ul style="list-style-type: none"> 〈全グループ共通〉 サプライチェーン全体を視野に入れ、多様な人材が生き生きと安心して働ける職場環境の確保を目指した取り組みの推進 	<ul style="list-style-type: none"> 徹底的な再発防止による重大災害・休業災害の撲滅 多様な従業員一人ひとりにとってより働きやすく、働きがいある職場環境の実現 グローバルでのグループ法務・コンプライアンス体制の整備による高い意識の維持と重大法令違反の撲滅 良きビジネスパートナーとしての共存共栄と相互発展
	コーポレートガバナンス・コンプライアンス・リスクマネジメント		〈社会課題への幅広い貢献(地域貢献)〉

図1 アイシングループ SDGs優先課題

地球温暖化の要因という負の遺産を後世に引き継ぐ結果となった。この自動車からの排出されるGHGの削減が自動車産業に課せられた共通の課題となっているが、まさに当社グループが貢献できる領域であり、世の中から、その責任を果たすことを強く期待されている。

そのため、当社の掲げた2030年目標では、「CO₂削減に寄与する電動化商品の売上高比率を50%以上」に設定した。これは、従来のように、現在を起点に積み上げ算で設定した目標ではなく、先述のパリ協定目標を達成するためには、当社グループとしてどれくらいの責務を果たすべきかというバックキャストの考え方で導いた目標である。

折しも世界各国の首脳が、「2050年GHG排出の実質ゼロ」を長期目標に据え、2030年頃を目途に、コンベンショナルなガソリン車の販売禁止を表明し始めているが、技術開発者の方々には、この状況をピンチではなく、ビジネスチャンスと捉え、優位性のある電動化ユニットの品揃えを武器に、社会課題（地球温暖化）の解決に貢献することが、自らの事業成長につながるのと思いで、開発業務に当たっていただくことを願いたい。

2つめのアプローチが「脱炭素社会に向けた商品製造から使用、廃棄までのCO₂削減」である。

これについても、当社グループは、グループ全体で取り組むべき重要な課題であるとの認識のもと、「ライフサイクルCO₂排出量削減率」と「生産CO₂排出量削減率」をKPIとして設定し、2030年の目標値を掲げた。いずれも、パリ協定目標の達成を根拠としたバックキャストによる目標設定のため、これからの10年間で

削減しようとしている値は、生半可な対応では、到底達成が見込めないような野心的な目標であることを肝に銘じておく必要がある。

そのため、従来の軽量化や生産改善など日常の積み重ねを、これまで以上に確実に取り込んだ上に、生産時のCO₂を大幅に削減できる新製品の開発や生技革新による生産工程の抜本的な対策が不可欠となる。

特に当社グループは、鉄やアルミの鋳造工程を保有しており、生産工程において、多くのCO₂を発生させていることを鑑みれば、他の自動車部品サプライヤー以上に、この課題解決に対する責務があると考えべきである。

この領域においても、その成否の多くの部分が、エンジニアの方々の双肩にかかっていることは、ご理解いただけたらと思う。

3. 「攻め」のSDGs

これまでの章では、SDGsを通して社会課題の解決に貢献することが、企業の存続には不可欠であり、当社グループも、優先課題を明確にして積極的に取り組んでいくことを述べてきたが、SDGsと言うと、企業ボランティア的なイメージや、世のトレンドだから仕方なくやるというような「やらされ感」を持ってしまう人も少なくないと思う。

しかし、SDGsをビジネスチャンスと捉え、積極的に経済活動と紐づけて、将来の持続的成長のエンジンとして捉える企業が急速に増えている。

SDGsの考え方では、社会課題の解決と同位で経済成長も重要とされている。これは、取り組みの持続性（サステナビリティ）が求められているからである。

①事業活動を通じた社会課題の解決

優先課題	KPI	2030年 目標値	開発テーマ（代表製品）
9 産業と資源効率の 改善につなげる	CASE及び先端技術向け 開発費比率	70%	
13 気候変動に 具体的な対策を	CO ₂ 削減に寄与する 電動化商品売上高比率	50%以上	2モータHV T/M 1モータHV T/M eAxe E-Four 熱マネジメント 回生協調ブレーキ
7 クリーンエネルギー の普及を促進	クリーンエネルギー関連商品の CO ₂ 削減貢献量	2,300kt/年	エネファーム コレモ GHP
11 住み続けられる まちづくりを	安全な移動に貢献する 商品売上高比率	50%以上	ドライバモニター 車室内モニター 周辺監視 自動駐車 低速衝突回避 制御ブレーキ 車両運動統合制御
3 気候変動に 適応する	健康・福祉に資する新たな 商品・サービスの社会実装件数	20件	対話エージェント 車内見守り/情報活用 バリアフリー乗降 移動支援
12 つくる責任 つかう責任	循環型社会への移行に貢献 ・ライフサイクルCO ₂ 排出量削減率 ・生産CO ₂ 排出量 削減率	▲25%以上 ▲35%以上 (2013年比)	 1 太陽光エネルギーの有効活用 2 工程排水の完全リサイクル化 3 砂の再利用による鑄物廃砂の低減 4 地域在来生物を有鑄工場のビオトープで保護

図2 アイシングループ(SDGs優先課題)KPI・2030年目標

また、取り組み自体についても、目標や要求に対して、最低限のことだけをやる「守り」の姿勢ではなく、自らが主体となり、社会をどのように良くしていくかを考え、行動する「攻め」の姿勢が求められる。

昨今、注目を集めている世界各国の環境政策の強化について、先進的な欧州での動向を調査したので、その概要を述べたいと思う。

【欧州の経済・環境政策】

欧州では、ポストコロナの経済復興の中心に「欧州グリーンディール政策」を据え、2050年までにGHG排出実質ゼロを目指しており、世界初の「気候中立な大陸」を実現しようとしている。また、2030年の削減目標に関しても、パリ協定時点では、1990年比で40%削減と設定していたが、グリーンディールの中で、削減目標値を60%まで引き上げており、欧州地域での環境への取り組みが更に加速することが予想される。

今回の様な積極的な環境政策を打ち出した背景には、経済復興と並行し、パリ協定やSDGsの道筋にそって環境を重視し、よりよい社会を目指す「グリーンリカバリー」という考え方があり。

図3に示すようにリーマンショックが起こった2009年時点では、経済の落ち込みと同時にCO₂排出量も減少したが、その後の経済回復に伴ってCO₂排出量も増加しており、経済面では成功したものの、環境面では失敗だったと言われている。

グリーンリカバリーでは、その反省も踏まえ、2019年をCO₂排出のピークとして、コロナで減少したCO₂排出を経済復興してもこれ以上増やさないことを前提に置いている。

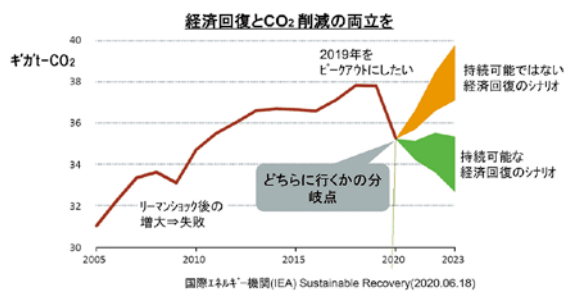


図3 グリーンリカバリーの考え方(出典,IEA)

経済成長と環境対応を両立させる取り組みとして、ドイツの政策とVWの環境ビジョン、攻めのエネルギー戦略を行っているボッシュの事例をそれぞれ紹介する。

【ドイツのポストコロナの経済政策】

ドイツの経済政策には、グリーンリカバリーの考え方が前面に表れている。経済刺激策の一つとして自動車への補助金の増加が公表されたが、今回は、ガソリンお

よびディーゼル車が対象から見送られることとなった。

その代わりに、表1に示すようにBEV,PHEV向けの補助金は、大幅に増額されている。

表1 ドイツ BEV, PHEV向け補助金

期間	補助金		
	- '19/11	'19/11- '20/6	'20/6-
BEV	最大€ 4,000	最大€ 6,000	最大€ 9,000
PHEV	最大€ 3,000	最大€ 4,500	最大€ 6,750

また、同時に全ガソリンスタンドに対して、充電器の設置が義務化されており、補助金とインフラの両面で強化し、ドイツ国内での電動車販売を加速させる狙いがある。

更に、エネルギー領域に関しても、太陽光パネル・風力発電等の再生可能エネルギー(再エネ)と水素関連技術の開発に注力しており、2050年までに再エネの割合を80%程度まで引き上げる目標を公表している。水素関連の技術開発には、90億€を投入し、再エネ由来のグリーン水素を将来的なドイツの重要な輸出産業として位置付けている。積極的な再エネ導入と水素技術開発の裏には、「e-fuel(合成燃料)」の実用化に向けた動きがある。e-fuelとはCO₂と水素を反応させ生成された燃料で、CO₂は大気中のCO₂を回収し、水素は再エネの余剰分を使い水の電気分解を行い生成する。CO₂の排出と吸収をオフセットし、CO₂実質ゼロが実現できる。e-fuelは既存の燃料インフラ(ガソリンスタンドや輸送トラック)とエンジン技術が活用でき、普及に伴うメリットも大きい。ドイツのe-fuel開発プロジェクトには、OEM(VW, Daimler, BMW等)や自動車部品サプライヤ(Bosch, Continental等)も参画しており、技術に対する注目度の高さが伺える。2030年頃には欧州市場で実用化が計画されており、今後の動向を注視する必要がある。

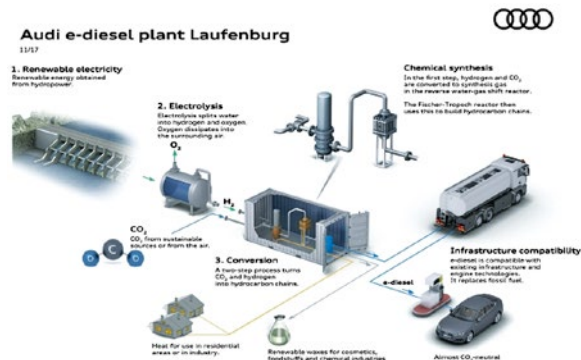


図4 Audi合成燃料の研究概要(出典,アウディジャパン)

【フォルクスワーゲン(VW)の環境ビジョン】

VWは、2019年7月に環境ビジョン「goTOzero」を公表した。公表の場でVWグループ取締役の環境保護担当は、「環境への影響を最小限に抑えるための私たちの取り組みは、製品ライフサイクル全体におよんでいま

す。(中略) サプライヤーも一緒に取り組むことで、初めて私たちは目標を達成することができます。」と話し、サプライチェーン全体で環境活動へ取り組むことを要請している。環境ビジョンの中身は、「気候変動に関する国連パリ協定を遵守」「2050年までに環境バランスシートのCO₂ニュートラルを目指す」を宣言しており、表2に示すように具体的なKPI・目標値が設定されている。

表2 VW環境ビジョン「goTOzero」

KPI	2025年目標値
乗用車・小型商用車の製品ライフサイクル全体における温室効果ガス排出量	2015年比30%削減
車両の生産に関連して環境に影響を及ぼす可能性の外部要素(CO ₂ 、エネルギー、水、廃棄物等)	2010年比45%削減/台
グループ内の製品ラインナップにおけるBEV	BEVの割合を20~25%

また、2019年11月には、2020年に販売を開始するEVの部品サプライヤーには「生産CO₂排出実質ゼロ」を義務付けることを公表した。

将来これらの動きは他OEMへも広がることが予想され、生産CO₂排出実質ゼロが実現できない場合は、仕入先選定の土台にも乗ることができず、市場から余儀なく退場をさせられることも懸念される。

〔ボッシュのカーボンニュートラル戦略〕

図5に示すように2019年5月にボッシュは、「2020年にカーボンニュートラルを達成する」と宣言した。そして、その約1年半後、2021年1月CES2021において、ボッシュは「産業界の世界的な大企業として初めてカーボンニュートラルを実現した」と発表した。

“We aim to achieve carbon neutrality by 2020”

In the current reporting year, the Bosch Group has formulated a new sustainability strategy. Dr. Volkmar Denner, Chairman of the Board of Management, and Torsten Kalweit, Head of EHS and Sustainability at Bosch, address the responsibility of the industry, the company's role in expanding the use of renewable energy, and the path to carbon neutrality.



図5 「Sustainability Report 2018」(出典:ボッシュ)

カーボンニュートラルとは、CO₂排出実質ゼロと同義で、全く排出しない訳ではなく、可能な限り省エネの推進や再エネの活用で排出量を抑えた上で、排出削減ができなかった部分に関しては、植林活動や再エネ証書を購入することで排出相当量を相殺するという考え方である。ボッシュは20億€を投資し、2020年代の初めは、再エネ証書の購入等を主とした削減で「排出実質ゼロ」を担保し、2030年には、省エネや自社への再エネ導入等を推進することで、限りなく「排出リアルゼロ」を実現するという戦略を打ち出した。

このボッシュの脱炭素戦略は、他のメガサプライヤーと比較しても、投資規模やスピード感は尋常ではないため、単に環境規制に対応するだけではなく、それ以外のねらいがあることが考えられる。

〔脱炭素ビジネスに向けた基盤づくり〕

ボッシュの真のねらいは、「他社に先駆けたカーボンニュートラルの達成によるプレゼンス向上と知見・技術の蓄積、そしてこれからの踏まえた脱炭素ビジネスの展開」と推察される。

図6に示すとおり、カーボンニュートラルの達成には莫大な投資が必要となるが、将来の脱炭素ビジネス展開により、投資以上のリターンを期待しているのはいかと思える。

その片鱗が垣間見える3つの事例を述べる。

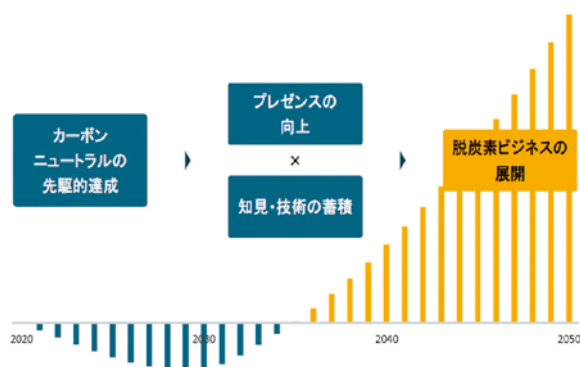


図6 ボッシュ 脱炭素ビジネスの展開(出典:みずほ銀行)

① カーボンニュートラル製品の販売

1つ目は、VWの例でもあるように、今後、OEMからもカーボンニュートラル製品を求められるようになっていくものと思われる。ボッシュは、全社の生産CO₂のニュートラル化を実現したことにより、今後、全ての製品がカーボンニュートラル製品として販売が可能となる。OEMはサプライチェーン全体のCO₂削減をステークホルダーから求められており、ボッシュをサプライヤーに選ぶことにより、OEM自体の評価も向上するというWIN-WINの関係が成立する。

② Bosch Energy Platform

2つ目は、独自のエネルギーマネジメントシステム(Bosch Energy Management Platform)を開発し、自社内に導入することで、既に数億円のランニングコストの削減に成功していると言われている。IoT技術を活用し、工場内の数万カ所の設備データをリアルタイムに収集・分析可能な、クラウドベースのソフトウェアソリューションとなっている。社内導入のみで留まらず、既にシステムとコンサルティングをセットでサービス展開しており、「生産技術分野の事業展開」を図っている。

③ スマートシティへの展開

3つ目は、あくまでも推測ではあるが、ボッシュは、スマートシティの取り組みも強化しているため、製造業でのカーボンニュートラル実現により得た知見を活かし、「Bosch Energy Management Platform」を更に強化した上で、自治体等に対してシステム提供することで自治体レベルでのカーボンニュートラルに貢献できる。将来シェアリングやMaaS等により、自動車事業の売上減少をカバーする為にも、彼らの事業領域を更に拡大していくことを検討しているのではないかと考えられる。

〔技術開発に対する期待〕

今回、VWおよびボッシュの取り組みに関して述べたが、彼らは脱炭素の取り組みを通じて、「社会課題の解決(SDGsの達成)」のみならず、「事業機会の創出」を真剣に考えている。

図7に示すようにCO₂削減のゴールを「地球温暖化防止に寄与する」だけでなく、地球温暖化防止に寄与しながら「事業機会に繋げる」ところに置くことができれば、企業の環境投資に対するモチベーションも自ずと変わることは容易に想像できる。

当社グループにおいても、今後、脱炭素の取り組みをできる限り多くの事業と紐づけ、そこで生まれた「価値」をどう社会に(対価がもらえる形で)提供するかという視点を事業戦略に織り込むことがますます重要となる。

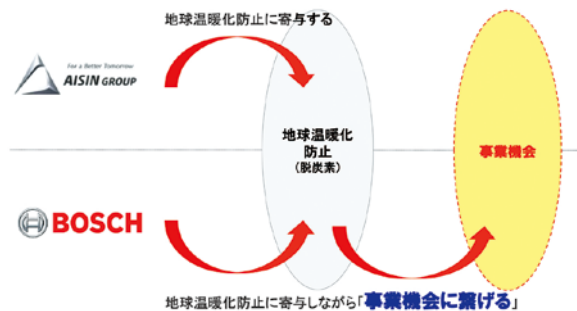


図7 社会課題の解決と事業機会の創出

当社グループが、次の50年、100年と社会に必要とされる企業であり続け、持続可能な成長を図っていくためには、全ての事業活動を社会課題の解決(環境等)と

紐づけ、常に両立を考えた技術開発に取り組むことが不可欠であると考えます。

筆者



寺部 康弘

総合企画部
サステナビリティ推進に従事



三矢 朋輝

総合企画部
サステナビリティ推進に従事

アイシンの新しいビジネスを切り開く イノベーションセンター

1. はじめに

IoT, AI, 5Gなど革新的な技術革新がすさまじい勢いで進むなか、自動車業界においても、“CASE”「Connected(コネクテッド)」「Autonomous(自動運転)」「Shared & Services(シェアリング)」「Electric(電動化)」などへ急速に時流は変化し、「100年に一度の大変革期」を迎えている。我々も従来のサプライヤービジネスを続けては淘汰されるのではないかと危機感を感じ、アイシンの未来の柱となる新しいビジネスを創出すべく、2015年1月、イノベーションセンターが設立された。

現在、ビジネスパートナーとの連携を促進する目的で本社から離れた刈谷駅前のアドバンススクエア刈谷(略称ASKビル、図1-1)で活動を行っている。



図1-1 ASKビル建屋外観

1.1 センターの目指す姿

イノベーションセンターでは、誰もが豊かで活力ある持続可能なくらしを実現するため、2つの分野『移動に関するサービスビジネスの創出』、『エネルギー分野での新たなビジネス創出』を軸とし、CASEやSDGsの社会課題に対応した新たなビジネスの創出を目指している。また、これとは別の視点として『コア技術を軸にしたビジネスの創出』にも取り組んでいる。

イノベーションセンターの使命は、アイシングループの「コア技術」と「ビジネスアイデア」を基に新たな価値を創出し、新規事業を立ち上げることである。事業化判断の場として、1回/2ヶ月の新ビジネスモデル委員会(副社

長以上+関係役員が出席)にてTOPの判断を仰いでいる。

活動において重要なのは、早期に有償実証段階に移行することである。実際にお金を頂くことで、お客様の目も厳しくなり、新たな課題が抽出され、より事業化の姿が明確になる。そのため、メンバー自らが率先して現場に入り、スピーディーに活動している。

2020年12月現在、新規テーマの弾込めを主業務とする企画開発Gおよび、実証を通じて事業化に向けた検討を進める新ビジネス企画G。総勢61名で活動している。以下に具体的な活動例を紹介する。

2.

2.1 世界最小サイズの水粒子「AIR」

AIR(アイル)とは、これまでにない世界最小サイズ(1.4~1.5nm)の無帯電の水粒子であり、アイシンの独自の技術である膜状吸水性素子に空気中の水分を吸着させ、再放出することによって作ることができる。サイズが小さく、無帯電であるという特徴は、美容・衛生・生育・工業といった様々な分野で新たな価値を提供できるコア技術としての期待が高い。

2.1.1 毛髪(理容)領域での事業展開

この技術の応用先として、まず、美容分野の領域から検討を進めている。この分野の専門家と研究、検証を重ね、AIRには毛髪の保湿効果やカラー剤など薬剤浸透促進効果などがあることがわかってきた。そこで、2019年11月から協力頂けたヘアサロンに試作機を導入して市場調査を実施した(図2-1)。髪質改善、薬剤浸透促進効果について、「ダメージヘアが減った」、「カラーの持ちが良くなった」といったお客様の生の声と、「施術時間を変えずに付加価値向上できる」、「すべての施術に使用できる」といった美容師の方々の声とともに、期間中のリピート使用率100%という結果が得られ、価値を確認できた。

この結果を受け、2021年1月からヘアサロン向けに生産・リース販売を開始する。



図2-1 市場調査の様子

2.1.2 今後の進め方

今後、アイシン独自に新たな分野への応用展開の検討を進めるとともに、この活動を加速させる一つの方法として、社外の研究者や企業が気軽に参加できる「水を研究するサイト」を2021年4月に立上げ、今までの研究成果の公表、ビジネスパートナーづくり、オープンイノベーションによるAIRの新たな可能性の探索を行っていく。

2.2 パーソナルモビリティ「ILY-Ai」

近距離移動用のパーソナルモビリティ「ILY-Ai」は、前2輪、後1輪の3輪構造で、立って移動したり、座席に腰をかけて移動したりできるほか、ショッピングカートになったり、子供と一緒に乗車したり(図2-2)、シーンに合わせた様々な使い方を可能にすることで、世代や性別を問わず誰もが気軽に扱え、乗りとなるデザインを備えた今までにないジャンルのモビリティである。



図2-2 子供と一緒に乗れるILY-Ai

2.2.1 商業施設特化型として事業化をスタート

2015年に開発着手後、様々なシーンを想定した実証実験を行い、2020年3月に商業施設における一般利用を目的としたリース事業をスタートした。

利用者からは「楽しんで楽しい」、「子供が喜ぶから」などの声を頂き、リピーター数は着実に増えてきている。

また、同年9月にはNEDOの技術開発テーマとして採択され、「大型商業施設向け店舗から駐車場への商品自動配送サービスの実現」をテーマに自律走行や追従走行技術の開発を加速させている。

2.2.2 今後の展開

ILY-Aiは単なるモビリティに留まらず、位置情報などを活用することにより、店舗内の案内など、様々なサービスを提供できる可能性を秘めている。また現在、前述のように歩行者空間での自律走行技術の確立も目指しており、これらを合わせて『歩行者空間でパーソナルモビリティと人間が共存する世界の実現』につなげていく。

2.3 乗り合い送迎サービス「チョイソコ」

「チョイソコ」の特長は、従来の自治体主体のオンデマンド交通と異なり、①民間企業が事業主体となる。②自治体以外のドラッグストア・フィットネス・スーパーマーケットなどのエリアスポンサーからの協賛を得る(代わりにエリアスポンサーの店舗前などに停留所を付与する)。③昼間の閑散期のタクシーと連携することで既存公共交通との共存を達成したところにある。

2018年7月より愛知県豊明市で実証実験を開始した。アイシン精機が直接、地方自治体と運行を行うスタイルのほか、トヨタ販売店がチョイソコの運営主体となるスタイルでの運行も徐々に広がりつつある。2020年11月現在、愛知県では岡崎市、幸田町、その他エリアでは、鹿児島県志布志市(運営主体:トヨタカローラ鹿児島株式会社)をはじめ全国10ヶ所で運行されている(図2-3)。



図2-3 チョイソコ乗車風景

2.3.1 外出意欲をかきたてる活動

イノベーションセンターでは、チョイソコの業務うち、電話オペレーター、会員情報管理、売上管理、会員誌発行など、チョイソコの利用者との窓口やエリアスポンサーの管理に関わる業務を行っている。

ASKビル内にオペレーションセンターが設置されて

おり、平日8:30~17:00までの間、全国9ヶ所の予約を3~5名のスタッフで受けている。全国どこから電話が入っても、オペレーション画面がその自治体に自動で切り替わる工夫をすることで、電話を受けて瞬時にどの地域・どの利用者であるかを把握し、適切な対応を可能にしている。また、健康を気遣う声掛けなど、高齢の利用者と積極的にコミュニケーションをとり信頼関係を築いている。

チョイソコは単なるシステム提供ではなく、民間企業が主体となり新しい交通を導入し、“ヒトの移動意欲をかきたてる”活動であると考えている。そのため、会員向け会報誌「チョイソコ通信」の発行、チョイソコお出かけイベントなど、高齢者の健康増進につながる外出促進の“コト”づくりをエリアスポンサーと共に推進している。

2.3.2 事業化へ向けた新たなサービス

今後、2021年度末にかけて全国30ヶ所以上を目標に運行エリアを拡大する。さらに、チョイソコの専用システムを応用することで、高齢者の送迎だけでなく、コロナ禍でのお弁当配達や児童送迎など、地域特性やニーズに合わせたサービスを付加した運行の検討を進めている。また、アイシンググループ内で開発している技術とのシナジーについても検討している。チョイソコの車両にカメラやセンサを取り付けて運行することで、大気汚染状況や道路の破損状況を検知できる。このデータから危険箇所をマッピングして提供するなど、新しい価値を付加したサービスを検討している。

2.4 フードデリバリーサービス「飯クルー」

前述の「チョイソコ」は“人”のライドシェアビジネスであるが、イノベーションセンターでは、“人”以外の“モノ”や“サービス”のシェアリングの事業の可能性も探索している。その一つがフードデリバリー「飯クルー」である。

新型コロナウイルスの感染拡大により、テイクアウトやデリバリーのニーズが増加した際、社内の位置情報技術を活用し、フードデリバリーの予約・配送の運営管理ができる「飯クルー」のシステムを企画から1.5ヶ月という短期間で開発し、2020年6月に刈谷市内で実証を開始した。

2.4.1 「飯クルー」の特徴

新型コロナの影響を受けた刈谷駅周辺の飲食店、代行業者（ドライバー）と協業して始めたサービスである。ランチやディナーのメニューを利用者がスマホから予約し、希望時間に配達する。2020年12月現在、協賛店舗は20店舗に拡大した。

「飯クルー」の特徴は、既存のUBER EATSなどが1（飲食店）対1（顧客）のサービスなのに対し、「多店舗一

多顧客」型のサービスで、複数の飲食店のメニューを一度に頼めるところである（図2-4）。これにより割安な配送料金が実現できる他、利用者からは「家族が別々のお店の好きなメニューが楽しめて、うれしい」との声を頂き、好評である。



図2-4 他社とのしくみ比較

2.4.2 今後の取り組み

今回、食事を配送するというフードデリバリーサービスを提供したが、この仕組みの活用により車両回送や買い物代行といった様々な「モノやサービスのライドシェア」を実現できると考えている。今後、新たなサービスビジネスとして幅広い展開を目指していく。

2.5 小型バイオガス発電システム

小型バイオガス発電システムは、設置のしやすさをメリットとしたオンサイト型で、家畜の排せつ物（牛や鶏の糞）を発酵させてメタンガスを生成し、自社商品の「コレモ」（小型ガスエンジンコージェネレーション）で電気と熱を作る。作った電力は照明などに利用し、熱は発酵の促進や発酵後の残渣となる消化液の乾燥に利用する。余剰となったバイオガスは調理用のガスとして利用、さらに残渣物はたい肥として利用できる。このように廃棄物からエネルギーを生成し活用することで、持続可能な循環型社会の実現に貢献できる。

2.5.1 新興国での実証

農場等の調査を経て、2014年にバングラデシュの養鶏農家で実証試験を開始し、メタン発酵からバイオガス貯蔵、バイオガス発電までに至る一連のシステムを構築し、技術の手の内化を進めてきた。2018年からより市場が大きいインドにおける事業性成立を検証するためベンガルールでの実証試験を開始した（図2-5）。2019年にはNEDOの助成事業である「バイオガスエネルギーの地域自立システム化技術開発事業」にも採択された。システムを活用し、国内酪農家におけるふん尿処理削減に愛知県農業総合試験場と共同で取り組んでいる。



図2-5 ベンガルール酪農場へのシステム設置

2.5.2 今後の取り組み

新興国だけでなく国内市場を対象に、食品残渣(食べ残し等)からのバイオガスの生成、電力供給の開発に着手した。関係部署の協力を得て、今年度内に半田工場内にシステムを設置し、実証を開始する計画である。食品ロスを減らし、SDGsの達成へ貢献すべく、小型バイオガス発電の技術の実用化に取り組んでいく。

2.6 新規企画

イノベーションセンターでは、上記で紹介した新規ビジネス以外にも、これからの世の中に実装していける新しいビジネスの弾込め活動を実施している。社内や関連会社の技術をベースにしたアイデアや、自らの足で集めた社外の情報を元に、どうしたら事業になるのかを日々考え、具体的な顧客候補への提案や自分たちでの実証を行い、何度も企画を見直し、より良い新規企画の立ち上げに努めている。

2020年度は『新技術/ビジネス オープンエントリー制度』によって社内から広くアイデアを募り、将来のアイシンの事業に貢献できる事業企画の創出に取り組んでいる。

3. おわりに

イノベーションセンター設立から6年が経過し、モノからコトへ、お客様が求めるサービスが少しずつ形になってきたのではないかと考えている。

しかし、新型コロナウイルスの流行をきっかけに、お客様のニーズやライフスタイルなど、様々な周辺環境も日々刻々と変化している。我々は今まで以上に、その状況に合わせ、変革を恐れず、素早く柔軟な対応をしなければならない。

引き続き、新生アイシンの未来のために、社内外の仲間とともに、この激動の中を突き進んでいく。

筆者



稲摩 直人

イノベーションセンター
企画・開発G
新規事業企画に従事



西尾 泰明

イノベーションセンター
企画・開発G
新規事業企画に従事



櫛谷 和夫

イノベーションセンター
企画・開発G
新規事業企画に従事



堀 智

イノベーションセンター
企画・開発G
新規事業企画に従事

低速時の小回り性と自然な操舵フィーリングを両立した大舵角後輪操舵システムの開発

永井 陽平 土屋 義明
Yohei Nagai Yoshiaki Tsuchiya

概要

低速時小回り性の向上を主目的とした後輪操舵システムは、操舵時の違和感が課題となっている。今回違和感の解析を通して、大舵角後輪操舵システムで高い小回り性能と自然なフィーリングを両立する制御則を開発した。

1. はじめに

1980年代、日本を中心に広まった後輪操舵システム(以下4WS)は、低速時の取り回し性や高速時の車両安定性に効果があった反面、操舵時の違和感や高コストのためそのほとんどが姿を消した。

2000年代後半以降、車両安定性確保を目的に、特に高速時同相操舵によるヨーレートゲイン低下を改善するための前後輪操舵システム¹⁾²⁾やドライバフィーリングを考慮し快適性と安定性の両立を図った前後輪操舵システム³⁾が提案され商品化されている。

また、4WSは自動駐車システムへの応用もあり近年採用する車両が増加している。しかし、低速の逆相操舵時「スネークフィーリング」などと表現されるドライバの違和感は後輪操舵による特徴との認識が強く制御量を制限する車両も多い。

今回、4WSの新たな制御則を開発し従来常識とされてきた逆相時の違和感を解消し、大舵角化による高い小回り性能と自然なフィーリングを両立した。

2. 制御則について

対象とする前後輪操舵の車両は式(1)~(2)のような車両の線形二輪モデルで示す。

$$\begin{cases} mV \left(\frac{d}{dt} \beta + \gamma \right) = -2K_f \alpha_f - 2K_r \alpha_r \\ I_z \frac{d}{dt} \gamma = -2l_f K_f \alpha_f + 2l_r K_r \alpha_r \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} \alpha_f = \beta + \frac{l_f}{V} \gamma - \delta_f \\ \alpha_r = \beta - \frac{l_r}{V} \gamma - \delta_r \end{cases} \quad (2)$$

凡例) β : 車体スリップ角 γ : ヨーレート
 δ_f : 前輪操舵角 δ_r : 後輪操舵角

V : 車速 m : 車両重量
 I_z : 車両ヨー慣性 l : ホイールベース
 l_f : フロントホイールベース
 l_r : リアホイールベース
 K_f : 前輪のコーナリングステイフネス
 K_r : 後輪のコーナリングステイフネス

式(1)(2)をラプラス変換し整理すると式(3)~(5)が得られる。

$$\begin{bmatrix} \beta \\ \gamma \end{bmatrix} = \frac{1}{\Delta_s(s)} \begin{bmatrix} N_1(s) & N_2(s) \\ N_3(s) & N_4(s) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta_f \\ \delta_r \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$\Delta_s(s) = s^2 + \frac{2(l_f(K_f + K_r) + m(l_f^2 K_f + l_r^2 K_r))}{mV I_z} s + \frac{4l_f K_f K_r - 2mV^2(l_f K_f - l_r K_r)}{mV^2 I_z} \quad (4)$$

$$\begin{cases} N_1 = \frac{2K_f(2l_r K_r - mV^2 l_f)}{mV^2 I_z} + \frac{2K_f}{mV} s \\ N_2 = \frac{2K_r(2l_f K_f + mV^2 l_r)}{mV^2 I_z} + \frac{2K_r}{mV} s \\ N_3 = \frac{4l_f K_f K_r}{mV I_z} + \frac{2l_f K_f}{I_z} s \\ N_4 = -\frac{4l_r K_r K_f}{mV I_z} - \frac{2l_r K_r}{I_z} s \end{cases} \quad (5)$$

車両運動制御では、ヨー運動と横運動をそれぞれコントロールすることに加え、旋回時の車体姿勢(定常車体スリップ角)が重要な特性であることがわかっているため、本稿では以下の4点を目標特性とする。

- ① 車体スリップ角の目標定常ゲイン β_0^*
- ② ヨーレートの目標定常ゲイン γ_0^*
- ③ 横ジャークの目標過渡応答 J_H^*
- ④ ヨーレートの目標過渡応答 γ_1^*

前後輪のステア角を式(6)(7)のように表す。

$$\delta_f = \frac{1}{k} \left\{ 1 + \left(C_{10} + \frac{s}{N_3(s)} C_{11} \right) \right\} \delta_{MA} \quad (6)$$

$$\delta_r = \left(C_{20} + \frac{s}{N_4(s)} C_{21} \right) \delta_{MA} \quad (7)$$

凡例) C_{10} : 前輪コントローラ定常項
 C_{20} : 後輪コントローラ定常項
 C_{11} : 前輪コントローラ微分項
 C_{21} : 後輪コントローラ微分項
 k : ステアリングギア比
 δ_{MA} : ステアリング角度

ここでステアリング角度 δ_{MA} に対する目標車体スリップ角 β^* と目標ヨーレート γ^* を式(8)(9)のように記述し、後輪操舵コントローラの制御ゲインを導出する。

$$\beta^* = \frac{J_H^* s^3 + \beta_2^* s^2 + \beta_1^* s + \beta_0^*}{\Delta_s(s) N_3(s) N_4(s)} \delta_{MA} \quad (8)$$

$$\gamma^* = \gamma_0 \frac{(1 + \gamma_1^* s)}{\Delta_s(s)} \delta_{MA} \quad (9)$$

また、今回の制御対象は後輪操舵制御のみであるため、

$$C_{10} = C_{11} = 0 \quad (10)$$

式(3)(6)(7)(8)(9)(10)から制御特性は、

$$\begin{cases} C_{20} = \beta_0^* - \frac{2l_r K_r - mV^2 l_f}{2VK_r} \gamma_0^* \\ C_{21} = \gamma_0 \frac{2l_r K_r}{mV l_f} \gamma_1^* - \frac{1}{k} \frac{2l_f K_f}{I_z} + \frac{2l_r K_r}{I_z} C_{20} \end{cases} \quad (11)$$

と決定される。また、このとき以下の式が得られる。

$$\begin{cases} \beta_0^* = \frac{1}{k} - \frac{2l_f K_f + mV^2 l_r}{2VK_f} \gamma_0^* \\ l_f C_{21} = \frac{mV l_z}{4K_f K_r} J_H \end{cases} \quad (12)$$

式(11)~(14)から、定常ゲインはヨーレート γ_0^* もしくは車体スリップ角 β_0^* のどちらか一方、過渡応答についてもヨーレート γ_1^* もしくは横ジャーク J_H^* のどちらか一方を決めれば残る他方は計算により求まる。

3. 目標車両特性の設定

3.1 システムの狙い

- (i) 低速 違和感のない取り回し性向上、
最小回転半径短縮
- (ii) 中速 操舵応答の向上
- (iii) 高速 安心感の向上

3.2 目標車両特性の決定

前後輪操舵システムの開発を通じて得られた知見³⁾

から各速度域での狙いに対し、目標とする車両特性は定常項: β_0^* , 過渡項: γ_1^* とした。

3.3 低速域における目標車両特性

3.3.1 β_0^* の設定

狙いとする取り回し性向上、最小回転半径短縮は β_0^* を小さくすれば可能であるが、4WSシステムの作動最大角度の影響を受ける。図1は β_0^* とシステム最大角度およびその時の舵角の関係を示す。ドライバがハンドルを切り込んでいった際、システムの最大角度に飽和することによる車両挙動変化を避けるためハンドル切れ角最大値直前で最大角度に飽和させる。今回最大切れ角6degのシステムを用いるため β_0^* は0.37とした。

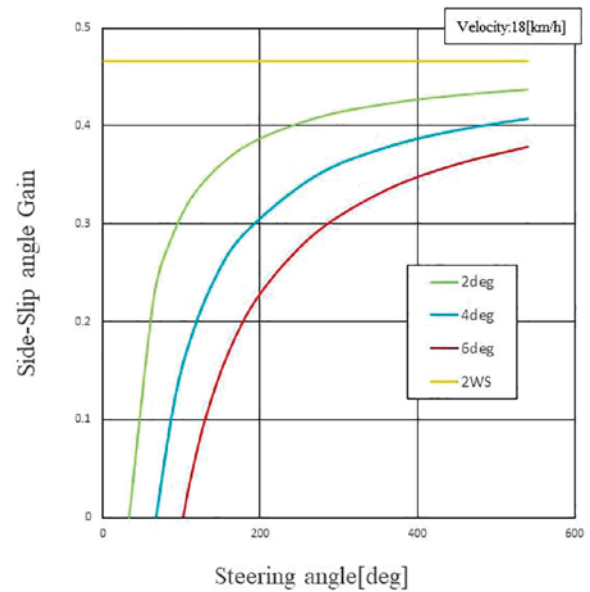


図1 操舵角に対する車体スリップ角ゲイン

3.3.2 γ_1^* の設定

γ_1^* の値を決定するに当たり β_0^* と γ_1^* を変更し前後席それぞれで官能評価を実施した結果を図2に示す。試験は交差点右左折、広場でのUターン、8の字走行、スラロームを組み合わせたコースで行い、速度は全域30km/h以下である。

①2WS ($\beta_0^* = 0.47$) から β_0^* のみ小さくした場合、操舵途中から後輪が外に動くように感じる典型的な違和感(スネークフィーリング)が生じ、値が小さい程その程度も大きい

②①から γ_1^* を大きくした場合、操舵初期から車両の動きの不自然さを感じ前後席共酔いを伴う違和感が強い

③さらに γ_1^* を大きくした場合、2.6以上の領域で前後席共全く違和感なく後輪の操舵自体も感じない領域が存在する

④③から γ_1^* を大きくした場合、約3.9以上にてドライ

は違和感を感じないが後席にて初期に進行方向と逆に動く違和感が生じる。以上から η_1^* を3.0に設定した。

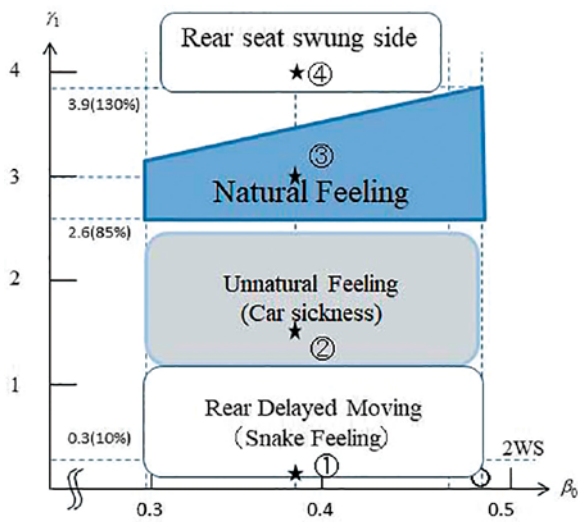


図2 官能評価結果

3.3.3 違和感の解析

$\beta_0^* = 0.37$ 一定とし、 η_1^* を変えたケース①から④について官能評価で差が明確であった、速い操舵での右左折を想定した条件(180deg/sec, 車速15km/h)において、操舵ロボットを用い計測を行った結果を図3から図6に示す。ドライバ特性を調査した結果⁴⁾によれば低速域では視覚でヨーレートを知覚し、体感で知覚する横ジャークの閾値はヨーレートの閾値よりも小さいことが示されている。今回違和感を解析するに当たり、ヨーレートと横Gの相関と横Gの変化に着目した。違和感を感じる①、②のケースでは初期のヨーレートに対する横Gの値が大きく2deg/sec時に0.5m/s²以上である。さらに、その後の横Gの変化のためヨーレート/横G特性が非線形となっている。違和感の無い③、④のケースではヨーレート2deg/sec時に横Gが0.4m/s²以下と小さく、ヨーレート/横G特性は線形である。

以上から、ドライバは視覚でヨーレートを感じながら運転しているものの感度の高い横Gの変化を敏感に感じ、その絶対値と変化度合いで違和感を覚えていると考えられる。また、後席にて違和感を感じるケース④の前席、重心位置、後席それぞれの横Gの時間変化を図7に示す。後席では操舵初期旋回と逆方向に約0.4m/s²生じ、その後順方向に急変する横Gを違和感と感じていることが解る。

尚、違和感を感じないケース③については、計226名の被験者で調査を行った。路面はドライアスファルトから圧雪路、アイスバーンまでと様々な条件で約1年間かけて実施した。結果、最大切れ角6degで約60cm短縮する旋回半径の小ささに驚きの違和感を示す一部の意見

はあるものの、後輪操舵を感じる人は皆無であった。

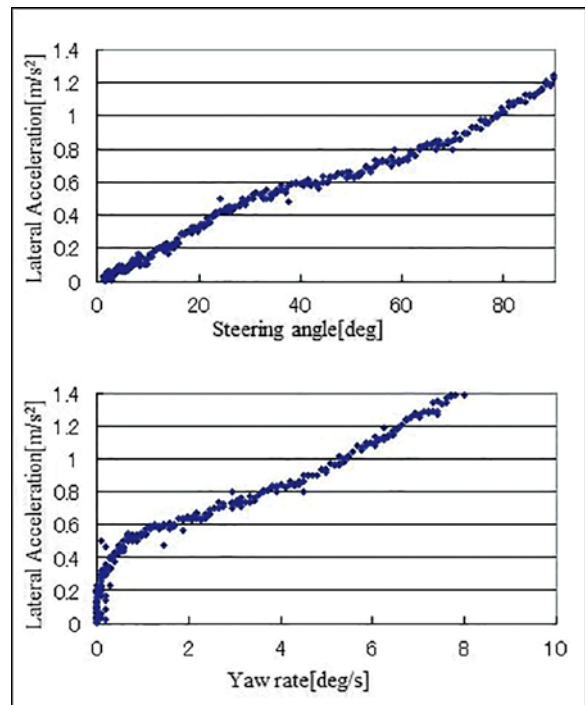


図3 操舵角およびヨーレートに対する横G(ケース①)

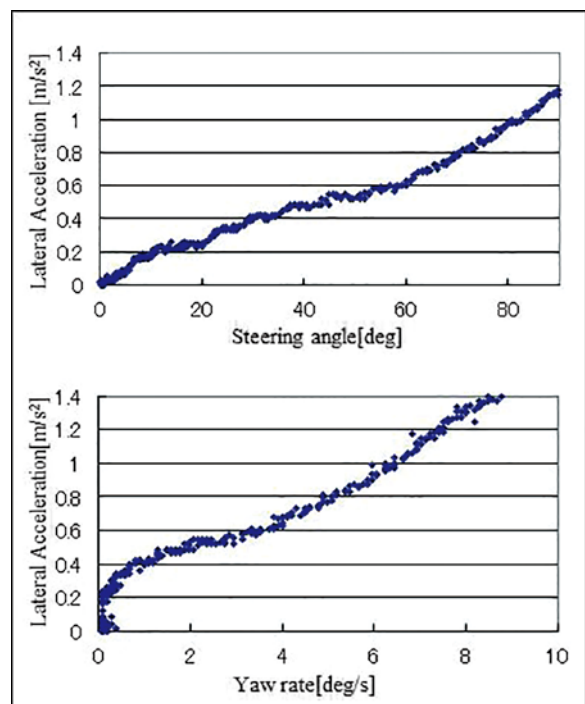


図4 操舵角およびヨーレートに対する横G(ケース②)

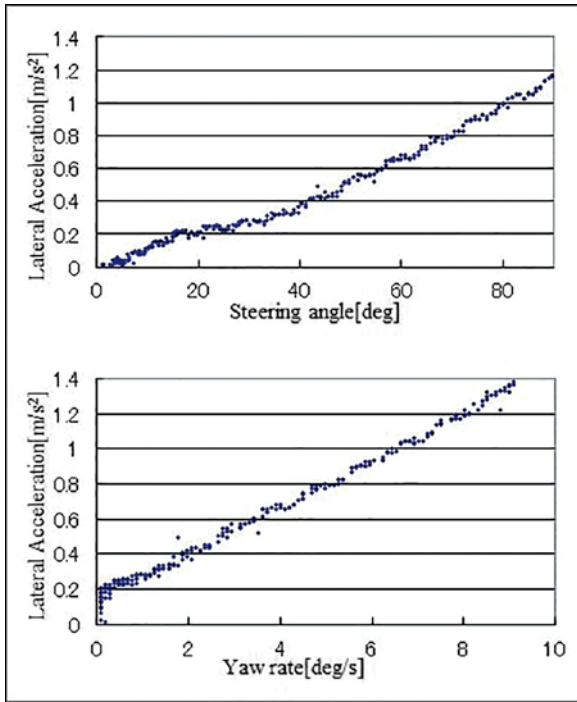


図5 操舵角およびヨーレートに対する横G(ケース③)

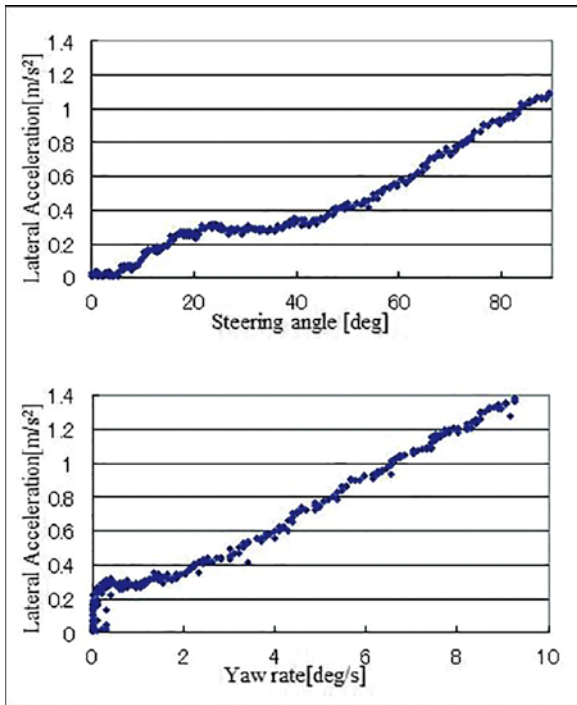


図6 操舵角およびヨーレートに対する横G(ケース④)

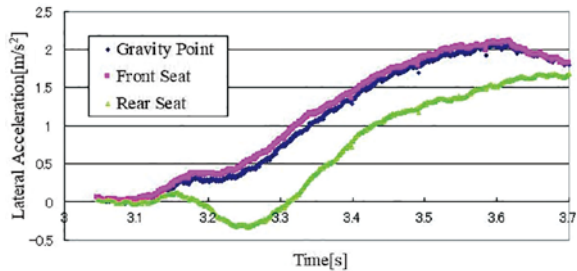


図7 後席における横G

3.4 中高速における目標車両特性

図8は舵角に対するヨーレートと横Gの時間差を示す.中速域は γ_1^* を大きくすることで操舵応答性を向上させ,高速域は β_0^* をゼロに近い値とすることで安心感を向上させている.

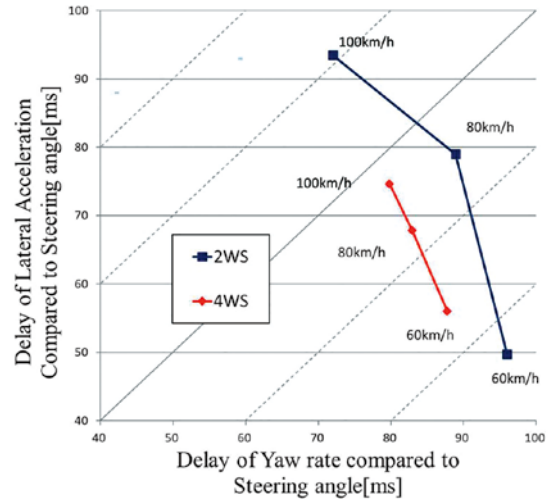


図8 操舵角に対するヨーレートおよび横Gの遅れ

3.5 目標車両特性のまとめ

以上の結果から目標車両特性は図9,10とした.また車両パラメータから計算した4WSコントローラの特性は図11,12となる.

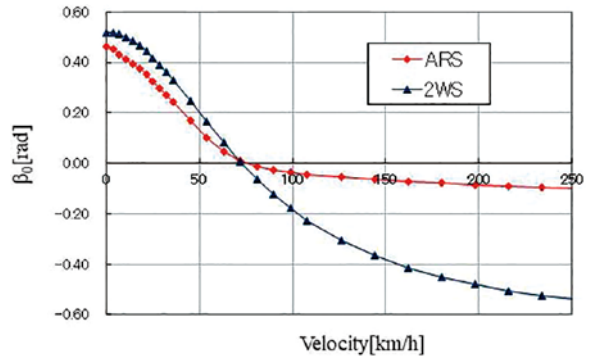


図9 目標車体スリップ角ゲイン β_0^*

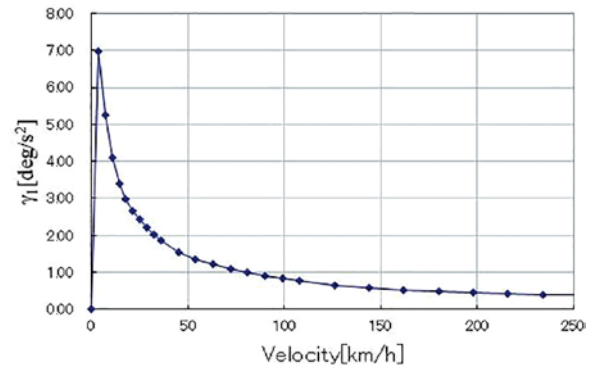


図10. 目標ヨーレート過渡応答 γ_1^*

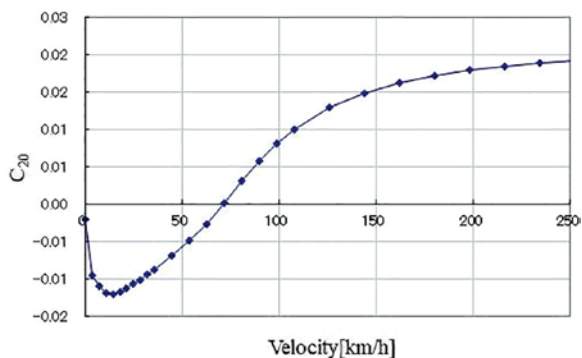


図11 定常コントローラゲイン C_{20}

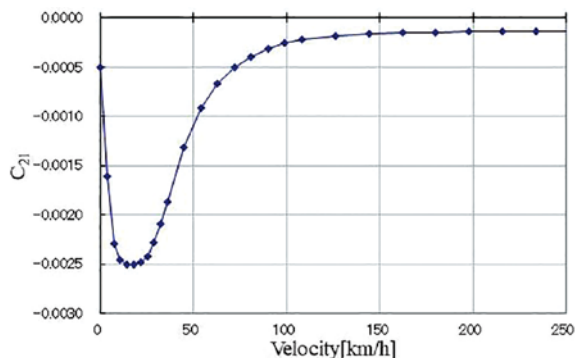


図12 過渡コントローラゲイン C_{21}

4. 製品化における課題と対応

4.1 ハンドル戻りの課題

4WSの大舵角化に伴い低速域では最小回転半径短縮が可能となるが回転中心が車両前方側に移動するため前輪のアッカーマン率が低下する。そのため、特にハンドル大舵角域でのハンドル戻りが悪化する。現在市販車の多くが電気PSを採用しており操舵角に応じた戻り側のアシストトルク追加で対応している車両も多い。図13は大舵角、微低速一定走行中にハンドルが戻り始めるアシストトルクを調査した結果である。車両はFR車で2WSのアッカーマン率は58%である。4WSの大舵角化によって非常に大きなアシストトルクが必要で、6deg以上では電気PSの最大出力に近いアシストが必要である。

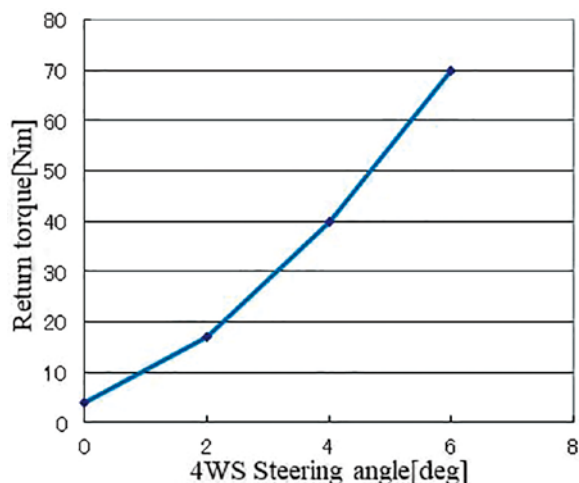


図13 4WS操舵角に対する必要戻しトルク

4.2 速い繰り返し操舵の課題

低速域での違和感解消のため γ_1^* が大きな値となったためコントローラの過渡特性も従来の一般的な値に対し約10倍と非常に大きな値となった。前輪にステアリング機構を有する車両ではキングピン軸回りの共振周波数は前輪<後輪のため速い左右の繰り返し操舵を行った場合、その周波数によって車両の運動モードが変化する。図14~図17は30km/h、舵角 ± 30 deg、0.5~2.5Hz入力時の車両重心位置横G、ヨーレートおよび前席、後席位置の横Gを示す。特に後席は2.5Hz時に横G ± 8 m/s²と0.5Hzに比べ2倍以上に増加する。今回、ある値以上の操舵速度の正負のピークが一定時間以内に成立するとの条件で4WS作動を停止する仕様を織り込み、通常の早い操舵に影響を及ぼすことなく課題を解決した。図18,19に操舵周波数に対する前席、後席シート位置横Gのピーク値対策前後と2WSとの比較を示す。約1.0Hz以上での後席横G増加が抑制できた。

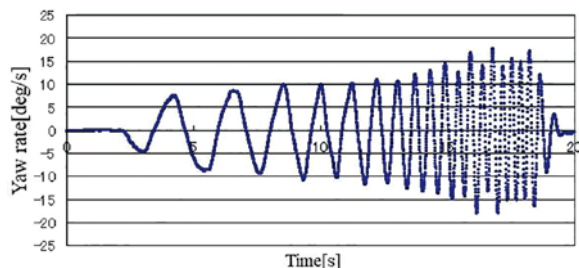


図14 重心位置におけるヨーレート

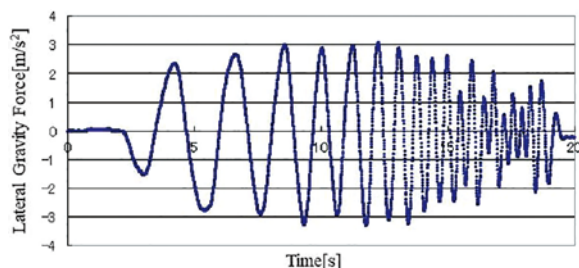


図15 重心位置における横G

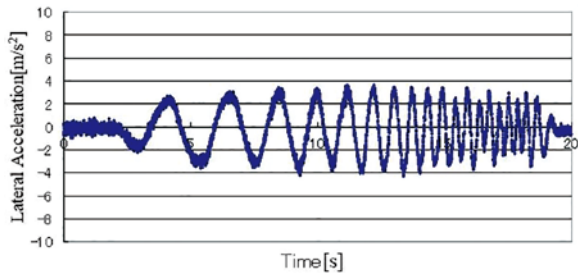


図16 前席における横G

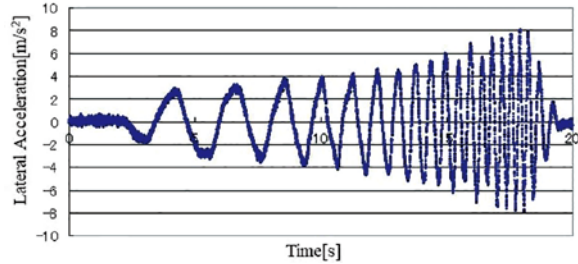


図17 後席における横G

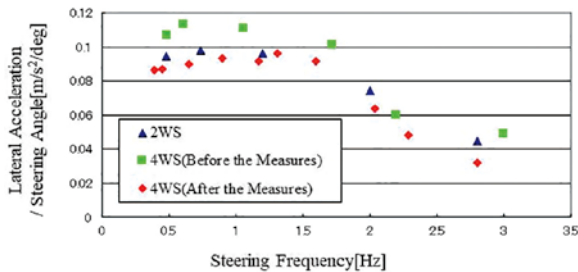


図18 前席における操舵角に対する横Gの比較

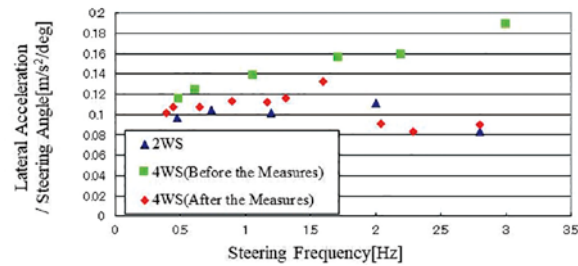


図19 後席における操舵角に対する横Gの比較

参考文献

- 1) T.Katayama et al.:Development of 4 Wheel Active Steer,SAE World Congress 2008-01-0495,(2008)
- 2) M.Schuster et sl.:The New Steering System of BMW - The Integral Active Steering.
- 3) リムピバンテン ティーラワット他:ドライバー快適性と車両安定性を両立した前後輪操舵システムの開発,自動車技術会学術講演会前刷集,No.20125082,(2012)
- 4) 服部義和 他:人間の感受性を考慮した4輪アクティブステア制御,自動車技術会学術講演会前刷集No.20075879,(2007) ANALYSIS”FISITA,2008/9 F2008-03-012

筆者



永井 陽平

走行安全第二制御技術部
4WSシステムの開発に従事



土屋 義明

走行安全第二制御技術部
4WSシステムの開発に従事

5. まとめ

車体スリップ角定常項 β_0^* とヨーレートの過渡項: γ_1^* を目標車両特性とした4WSの制御則を開発し,低速で大舵角にも関わらず従来の後輪操舵の特徴である違和感を解消した.さらに,それに伴う課題も解決し製品化可能な大舵角4WSシステムを開発した.

エネファームtype Sの普及に向けた取り組み

西村 理
Osamu Nishimura

概要

CO₂削減技術へのニーズが高まる中、当社は2012年にエネファームを市場投入し、2020年にはさらに省エネ性能を高めた新モデルの販売を開始した。近年では、停電発生時の電源確保や再生可能エネルギー普及に伴う送電網の不安定性回避の手段としても注目を浴びている。

1. はじめに

2015年、パリで開かれた気候変動に関する国際会議でパリ協定が採択され、途上国を含む全ての参加国と地域に、2020年以降の「温室効果ガス削減・抑制目標」を定めることが合意された。日本においては2018年に「第5次エネルギー基本計画」が発表され、2030年および2050年に向けての温室効果ガス削減のため、再生可能エネルギーの普及促進や省エネルギーの促進などが基本方針として示された。また、2020年には菅首相が所信表明演説の中で、温室効果ガスの排出量を2050年までに実質ゼロにする目標を新たに掲げた。

このように温室効果ガス削減の気運が高まる中、当社では家庭でのCO₂排出量を大きく削減できる家庭用燃料電池コージェネレーションシステム（以下、エネファーム）の新モデルを開発し、2020年4月に販売開始した。

2. エネファームについて

エネファームは、都市ガスやLPガスから水素を生成し、その水素と空気中の酸素とを化学反応させて、電力を作り出す。発電効率は、火力発電所の送電ロスを含めた発電効率（約40%）を上回り、加えて、発電の際に発生する熱も給湯用として有効利用するため、発電と給湯を合わせた総合効率は85%以上となり、家庭におけるエネルギー消費量を大幅に削減することが可能である。

エネファームは2009年より日本市場に投入され、その高い省エネ性能を背景に国の補助金を受けながら順調に販売台数を伸ばしてきた（図1）。

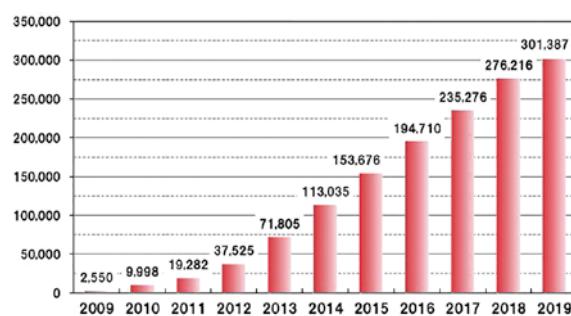


図1 エネファーム普及台数の推移¹⁾

現在市販されているエネファームの方式は、搭載している燃料電池の電解質の種類により2種類に大別され、高分子膜を電解質として70~80℃で運転する「固体高分子形燃料電池（PEFC）」とセラミックを電解質として700℃程度で運転する「固体酸化物形燃料電池（SOFC）」とがあるが、当社が製造・販売するエネファームtype SはSOFC方式で、PEFC方式よりも発電効率が高いことが特長である。当社では2012年4月より販売を開始し、2020年7月には累計出荷台数が10万台を突破した。

しかしながら、日本政府は前述のエネルギー基本計画の中でエネファームの普及目標を「2030年までに530万台」として、現状の出荷台数規模とは大きな隔りがあり、目標達成のためには、ユーザーに経済的なメリットをもたらす高い発電効率を持ち、日本の住宅の多くを占める狭小住宅や集合住宅への市場拡大が見込めるコンパクトな機器の開発が重要となる。

3. 20年モデルの開発

3.1 製品仕様

2020年4月に販売を開始した当社製エネファーム(以下、20年モデル)の外観図を図2に示す。

燃料電池ユニットで発生した熱はユニット内の貯湯タンクに温水として蓄えられ、ユーザがお湯を使用するときに給湯器を経由して供給される。給湯器は主要3メーカーに対応しており、燃料電池ユニットとセットで購入することもできるが、すでにユーザ宅に設置されている給湯器に燃料電池ユニットを追加設置することも可能である。



図2 20年モデル外観

表1は、20年モデルとその前モデルである18年モデルとの仕様比較表である。前モデルと比較し、発電効率は53.5%から55.0%へ向上し、機器サイズは約20%の小型化を達成している。また、設計寿命は従来の10年から12年へ2年間延長した。

表1 主要仕様の比較

	18年モデル	20年モデル
発電出力	50~700W	←
発電効率	53.5%	55.0%
総合効率	87%	←
寸法	780×330×1220 mm	600×330×1274 mm
乾燥質量	106kg	86kg
貯湯量	28 リットル	25 リットル
設計寿命	10年	12年

3.2 発電効率の向上

燃料電池の発電部であるスタックの温度と発電効率・耐久性との関係を図3に示す。スタックの温度上昇に伴い電気抵抗が低下するため、発電効率は向上する。一方で温度が高くなるほど構成部材の材料劣化が進行しやすくなり、耐久性は低下する。耐久性と発電効率を両立するにはスタック温度の分布を適切な範囲内で制御することが必要となるが、この温度分布をより小さい範囲でコントロールすることができれば、耐久性を損なうことなく発電効率を向上させることが可能となる。

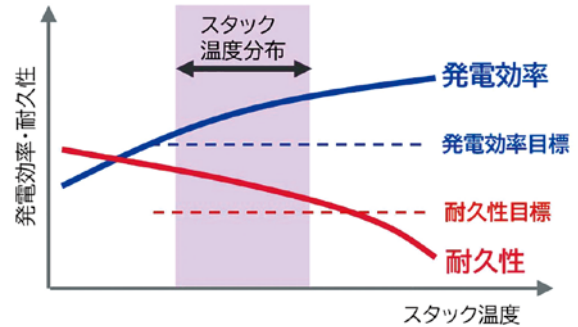


図3 スタック温度と発電効率・耐久性の関係

図4に、20年モデルで採用したスタックの温度分布低減のための構造設計例を示す。スタック高温部近傍のエア流路を絞ることにより、高温部でより多くの熱を奪い、奪った熱を低温部へ供給することで高温部と低温部との温度差を縮めている。

この他にも断熱を強化することによる放熱ロス低減や、燃料流量制御の緻密化によるロス低減などにより発電効率を改善し、世界トップレベルである55.0%(低位発熱量基準)を実現した。これによるCO₂削減効果は、戸建て住宅の4人家族の例で年間1.5tと試算している。

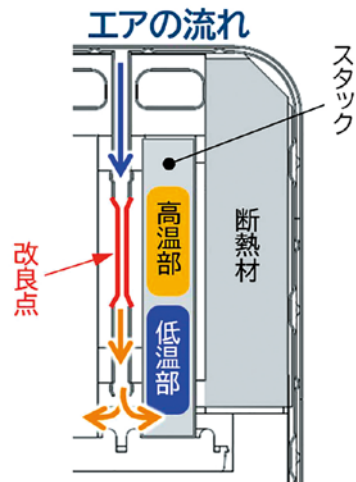


図4 スタック温度分布改善の設計例

3.3 小型・軽量化

VAによる補機の削減、部品の一体化、締結箇所削減などを進め、部品点数を前モデルの749点から647点へ14%削減した。燃料電池による発電DC電力を、系統電力網と同じ交流へ変換する制御部（パワーコンディショナ）は、前モデルでは2枚の基板で構成されていたが、制御回路の高密度実装、トランスの多出力化などにより、これらを1枚の基板に統合し、面積比で36%の低減を果たした。これらに加え、エアブロー、ラジエータなどの補機の小型化や部品レイアウト改善による充填効率の向上などで、機器全体のサイズは前モデルの314リットルから252リットルへと20%削減し、横幅を前モデルの780mmから600mmにスリム化した。機器の設置面積が小さくなり、前モデルでは設置できなかった狭小地への設置を可能にした。

3.4 長寿命化

発電ユニットの主要デバイスであるセルスタックをはじめ、すべての部品について耐久性を検証し、必要箇所に関して改善を行うことで、前モデルまでは10年としていた設計寿命を12年に延長した。

3.5 IoTによる付加価値の拡充

インターネットに接続することで、スマートフォンから専用アプリで機器操作や機器運転状況の確認ができるようにした。また、インターネットを経由して遠隔地からの機器監視が可能となり、機器故障時に事前故障診断を行うことで現地での修理期間短縮、早期復旧に役立っている。

4. エネファームの新たな役割

4.1 レジリエンス性

2018年9月に近畿地方に上陸した台風21号では1,300本の電柱が倒壊し、220万世帯で停電が発生した。また、2018年9月に起きた北海道胆振東部地震では北海道全土で停電が発生し、日本で初めてとなるエリア全域におよぶ大規模停電を経験した。2019年には千葉県を襲った台風15号により2,000本の電柱が倒壊し90万世帯が停電して復旧までに最長2週間を要した。このように近年立て続けに自然災害による深刻な停電が発生しており、停電時にも系統電力から自立して発電を続けることのできるエネファームは、非常時の電源確保の手段として改めて注目を浴びている。

4.2 VPP（バーチャルパワープラント）

東日本大震災後、太陽光発電、風力発電といった再生可能エネルギーの導入が大きく進んだが、これらは天候など自然の状況に応じて発電量が左右されるため、

供給量を制御することができない。電力網における需要と供給のバランスが崩れると、周波数変動や大規模停電などの原因となるが、需給バランスを保つ役割は、これまで電力会社による大規模発電所の稼働によって担われてきた。今後さらなる普及が予想される再生可能エネルギーに対して需給バランスを取るための手段としてエネファームのような分散型電源とIoTによるエネルギー管理技術を用いて、分散型電源の集合体があたかも1つの大規模発電所であるかのように機能させる技術（VPP：バーチャルパワープラント）の導入が計画されており、すでに日本各地でエネファームを使った大規模実証試験が開始されている。

5. おわりに

当社が省エネ機器として2012年に販売を開始したエネファームは、その後、停電時の電源確保手段や再生可能エネルギー普及による送電網の不安定性回避などの新たな役割が加わり、ますますこれからの社会に不可欠な製品となりつつある。今後もこの社会的期待に応えられるような製品開発に努めていきたいと考える。

最後に、これまでのエネファーム開発にあたりご協力を頂きました、大阪ガスマーケティング株式会社、京セラ株式会社の皆様方をはじめ、関係者の方々に深く御礼申し上げます。

参考文献

1) エネファームパートナーズホームページより：https://www.gas.or.jp/user/comfortable-life/enefarm-partners/common/data/20191121_web.pdf

筆者



西村 理

L&E技術部 コジェネグループ
エネファームの開発に従事

技術論文

汎用元素のみで構成する
熱電発電モジュールの開発

小島 宏康
Hiroyasu Kojima
竹内 崇浩
Takahiro Takeuchi

加藤 雅之
Masayuki Kato
奥田 直之
Naoyuki Okuda

概要

超スマート社会を支える電源技術の構築に向けて、汎用元素のみから構成される低コストかつ無害な熱電発電材料とそのモジュール化に成功した。材料の資源制約が小さいことによる低コスト化と廃棄の容易性という観点から、IoT機器を駆動させる独立電源としての応用が期待できる。

1. はじめに

近年、超スマート社会の実現に向けて多種多様なセンサが数多く必要とされている中で、IoT機器の駆動を支える自立電源の確保が求められている(図1)。現状、各種センサ用電源としてはボタン電池が主流となっているが、ボタン電池の交換コストやリサイクル性を考えると、メンテナンスフリーの代替電源の確保が課題として残されている。その中で、太陽電池は既に自立電源としての普及が進んでおり、導入事例も多い。一方、我々の周りには未活用熱源が多数存在し、その大部分は200℃以下の低温排熱である。この温度域の排熱を有効に活用することができれば、未利用エネルギーの高効率利用に貢献できる。また、室温近傍の微小温度差環境で各種センサの駆動を可能とする自立電源システムが構築されれば、冷却分野でのペルチェモジュールに加えて、発電分野における市場開拓に大きく貢献することに繋がる。

現在、市販されている熱電発電モジュール(以下、熱電モジュール)は、ビスマス・テルル系半導体材料が用いられている。しかし、材料自体の問題として、ビスマスもテルルもともに希少元素であるという点がある(テルルは、毒性元素でもある)。さらに、テルルは1兆個ともいわれているIoT機器を支えるだけの資源量を有していない。そのため、量産に資する普及型の熱電発電材料(以下、熱電材料)が望まれていた。現状では、200℃以下の温度域でビスマス・テルル系材料に匹敵する発電性能を有する材料は稀であり、さらにモジュール化まで研究開発が行われている例は限られている。



図1 超スマート社会における活用分野

我々は、社会実装に資する低コストかつ無害の新規熱電材料の開発および量産可能なモジュール化技術の構築を通じて、わずかな温度差環境でもセンサ駆動に必要な電力を確保できる電源技術の確立を目指している。必要とされる材料特性は、内部抵抗を低減するために電気抵抗率が小さく、高い電圧を得るためにゼーベック係数が大きい必要があり、かつ、モジュールのダウンサイズや軽量化のために低い熱伝導率を兼備しなければならない。モジュール化の際には、熱電材料の高い耐酸化性、優れた機械特性や加工性に加えて、高信頼性電極接合技術の確立が要求される。

本稿で取り上げる室温動作が可能な新規環境調和型熱電材料は、(元素の資源量を簡便に表す指標である)クラーク数が1位の酸素を除く上位3位の元素であるシリコン、アルミニウム、鉄のみから構成されている(図2)。我々はこの鉄・アルミニウム・シリコン系新規熱電材料(合金組成: $\text{Fe}_3\text{Al}_2\text{Si}_3$)の頭文字をとりFAST材料と名付けた(Fe-Al-Si Thermoelectric Material)。

FAST材料は、室温近傍で動作が可能なビスマス・テルル系材料から置き換わるポテンシャルを有している。

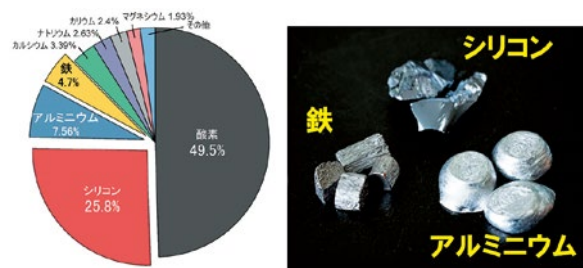


図2 (右)新規熱電材料を構成する3元素
(左)クラーク数上位の元素

以下,2.ではFAST材料の特性(耐酸化性,機械特性,熱電物性)について,3.ではモジュール試作の結果と発電実証実験について,4.では今後の展望について紹介する。

2. FAST材料の特性

センサ用自立電源としてメンテナンスフリーで長期使用に資する熱電モジュールを開発するためには,発電特性はもちろんのこと,優れた熱的安定性・耐酸化性・機械特性を兼備しなければならない。図3は,Real-view TG/DTA装置を用いて測定した結果である¹⁾。示差熱・熱重量同時測定装置に小型CCDカメラを搭載しており,従来の示差熱・熱重量(TG/DTA)のデータに加えて,試料の実像をリアルタイムに記録することができる。酸化の初期段階や析出挙動等を視覚的に捉えることができ,材料の化学的・熱的安定性評価に大きな力を発揮する。FAST材料は(大気中でも,)少なくとも650℃まではTG/DTAのデータには変化がなく,酸化や熱分解の兆候は見られなかった。また,試料表面に変化が見られず,化学的・熱的な安定性が高く,耐酸化性にも優れた材料であることを示している。一方,比較の為に評価した低温域で用いるビスマス・テルル系および中温域での廃熱回収用材料として期待されているマグネシウム・シリコン系においては,表面酸化の影響を避けることができないことから,FAST材料の方が熱的安定性や耐酸化性の点で優れているといえる。

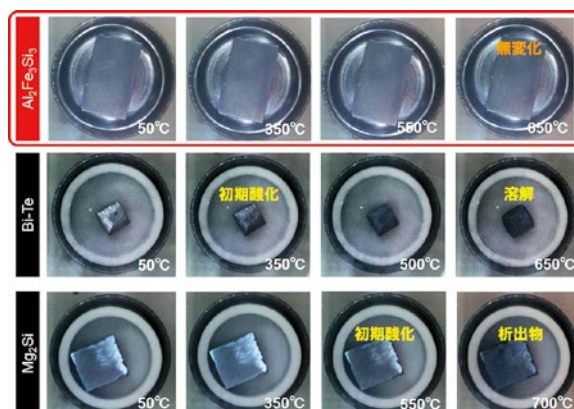


図3 FAST材料の熱的安定性と耐酸化性評価
(上段)鉄・アルミ・シリコン系(FAST)
(中段)ビスマス・テルル系(Bi-Te)
(下段)マグネシウム・シリコン系(Mg₂Si)

次に,モジュール化および社会実装に必要な材料は,優れた機械特性や加工性を兼備している。FAST材料が他の材料と比較して優れる点は,宇宙利用で実績のあるシリコン・ゲルマニウム系材料に匹敵する硬さと破壊靱性を両立した優れた機械特性を有することであり,一方で,多くの熱電材料はこの要件を満たしていない²⁾。図4に,超音波パルスエコー法によるFAST材料の音速測定実験の様子および測定結果,機械特性の予測値を示す。測定に用いた試料は,アーク溶解法にて作製した母合金を25 μm以下に粉碎し,放電プラズマ焼結法にて作製した緻密なバルク試料である。縦波および横波音速はそれぞれ7600m/s,4470m/sであり,第一原理フォノン計算から得られる(完全結晶の)値³⁾と比較して5%程度低い値を示している。この結果は,計算精度の観点からも良い一致を示しているといえる。但し,理論計算値は絶対零度での値に対応するために,比較する温度が根本的に異なる点に注意が必要である。音速測定から得られる体積弾性率,ヤング率,せん断弾性率はそれぞれ161GPa,255GPa,103GPaである。理論計算値と比較して,10%程度の差異が生じているが,概ね良い対応を示しており,優れた機械特性を有していることが理解できる。他の材料系と比較しても,長期使用に耐えうるバランスのとれた機械特性を有している材料系である。



図4 FAST材料の音速測定結果と機械特性³⁾

最後に,FAST材料の熱電物性について紹介する.第一原理計算を用いた材料スクリーニングにより, $\text{Fe}_3\text{Al}_2\text{Si}_3$ 相は狭ギャップを形成することが明らかになっている⁴⁾.報告されている状態図から生成組成域が非常に広いことが明らかになっており⁵⁾,ドーパントなしでP型・N型の制御が可能であることがFAST材料の特徴の一つである.図5(a)にゼーベック係数の温度依存性を示す⁶⁾.ゼーベック係数は単位温度あたりに生じる電圧であり,単位は $\mu\text{V}/\text{K}$ が用いられている.金属材料では通常数 $\mu\text{V}/\text{K}$ ~数十 $\mu\text{V}/\text{K}$ 程度と小さい値を示す.熱電材料として用いるためには使用想定温度域で $100\mu\text{V}/\text{K}$ 程度の大きなSeebeck係数を有している必要がある.FAST材料の使用温度域は 200°C 以下(500K 以下)を想定しており,この温度域でのSeebeck係数はP型・N型ともに $100\mu\text{V}/\text{K}$ に匹敵または越えている.モジュールの発電出力に直結する電気出力因子(パワーファクタ)は,ゼーベック係数(S)の二乗に電気伝導率(σ)を乗じて算出される($S^2\sigma$).図5(b)は電気出力因子の温度依存性を表したものであるが,P型・N型ともに最適温度域は 200°C 以下の温度域であり,これは主にSeebeck係数の温度依存性を反映している.

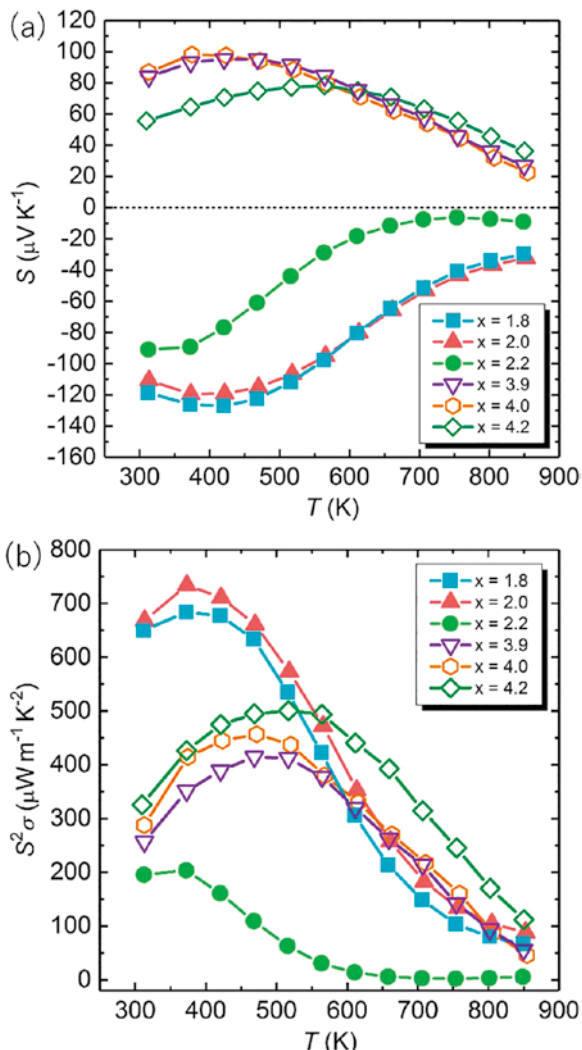


図5 FAST材の熱電物性

現状では,IoT機器を駆動させるレベルの材料の出力特性($\sim 70\mu\text{W}/\text{cm}^2$)が得られているが,第一原理計算から予測される程の高い電気出力因子は得られていない.しかしこれまでに蓄積した実験的知見(特性マッピング測定等)から,FAST材料の合成プロセスの最適化や最適組成の探索により,熱電性能が向上する余地は十分に残されている.熱電材料として重要な熱伝導率に関しては,室温で $5\text{--}6\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 程度⁴⁾であり,環境調和型熱電材料として研究されている鉄・シリコン系($\beta\text{-FeSi}_2$)や鉄・バナジウム・アルミニウム系(Fe_2VAI)と比較して $1/3$ 程度に抑えられている.さらに他元素ドーピングにより,室温で $3.5\text{--}4.5\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 程度までに低減した結果が報告されている⁷⁾.

以上のように,FAST材料は自立電源としてメンテナンスフリーで長期使用に資する優れた熱的安定性・耐酸化性・機械特性を有していることが大きなメリットであり,これらの特徴を併せ持つ材料は稀である.また,鉄・アルミニウム・シリコンといった資源制約を受け難い汎用元素のみから構成されることから,モジュールの低コスト化が可能になり,無害で廃棄も容易である点で既存のビスマス・テルル系材料を圧倒する優位性がある.

3. FAST材料モジュール試作

2.で述べたように,FAST材料は大規模な普及に資する特徴(耐酸化性,機械特性,熱電特性)を併せ持っており, 200°C 以下の未利用熱源を利用した発電が可能であることが明らかになった.

発電試験を実施するためのモジュール組付けを以下の手順で実施した(図6). 200°C 以下の使用を想定し,チップと基板の接合材としてハンダを選定した.基材との反応性が低いハンダを選定することで,試験時の接合部の信頼性を確保した.ハンダ接合のためには,その濡れ性確保および拡散防止層として熱電材料に金属中間膜を施工する必要がある.今回はFAST材料に対し,めっき工法にてNi膜を施工した.このめっき密着性はJIS規格(H 8504)を合格し,チップ加工および発電試験に充分耐えられる仕様と推測される.実際にダイシング工程の際にもめっき剥離は発生せず,チップ加工およびモジュール組付けは順調に行われた.

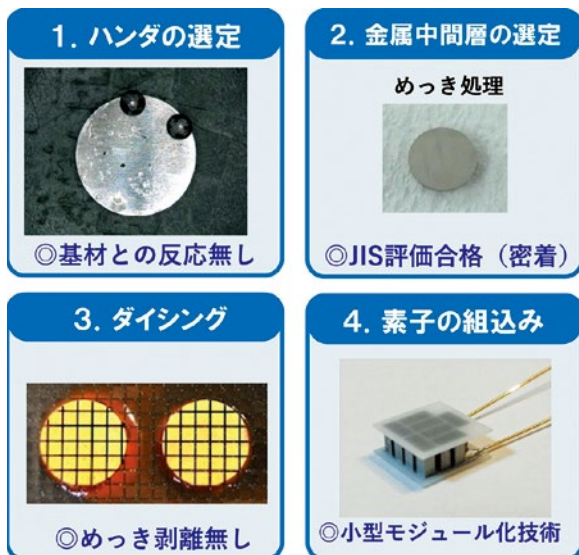


図6 モジュール組付け手順

今回は、予備試行として1cm角のセラミックス基板に7対のP型・N型FAST材料を直列に接続した小型モジュールを試作した。試作モジュールの開放電圧は室温から温度差5℃に対して6mVであり(図7)、材料性能と素子対数、温度差から予測される特性とほぼ同程度である。試作した複数のモジュールに対しても同等の結果が得られたことから、構築した接合技術の信頼性が高いことを示している。

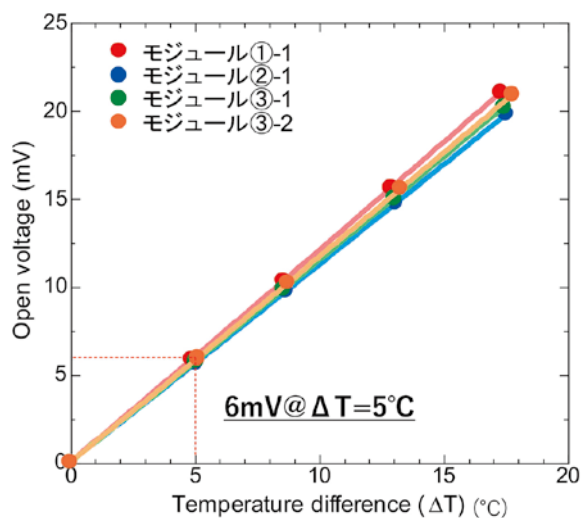


図7 試作モジュールの出力特性

4. 今後の展望

IoT機器駆動用自立電源としての応用を目指し、広範な普及に資する低コストかつ無害なFAST材料の高性能化とモジュール化に関して、産官学の研究開発体制に行っている。材料の低コスト化に加えて、長期使用に資する高い熱的安定性、優れた耐酸化性・機械特性や加工性を兼備しており、室温から200℃までの温度域での適用が可能な汎用熱電材料としての資質を有してい

る。更なる出力特性の向上と量産化可能な合成プロセスの構築、接合界面での接触抵抗の低減やモジュールの耐久性試験等をクリアし、周辺技術との協業を強化することによって、社会実装に向けて大きく前進することが期待される。

謝辞

本研究は(国研)物質・材料研究機構の高際氏、茨城大学池田先生と、日本学術振興会科学研究費補助金[基盤研究(B),課題番号:17H03421]、(国研)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)「エネルギー・環境新技術先導研究プログラム(2018~2020年度)」からの支援を受けて実施した。この場を借りてお礼申し上げる。

参考文献

- 1) Y.Takagiwa and Y.Shinohara, Scripta Mater. 172, 98 (2019)
- 2) S.Bathula, M.Jayasimhadri, and A.Dhar, Mater. Design 87, 414(2015)
- 3) Z.Hou, Y.Takagiwa, Y.Shinohara, Y.Xu, and K.Tsuda, ACS Appl. Mater. Interfaces 11, 11545(2019)
- 4) Y.Takagiwa, Y.Isoda, M.Goto, and Y.Shinohara, J. Therm. Anal. Calorim. 131, 281(2018)
- 5) M.C.J.Marker, B.Skolyszewska-Kuhberger, H.S.Effenberger, C.Schmetterer, and K.W.Richter, Intermetallics 19, 1919(2011)
- 6) Y.Takagiwa Y.Isoda, M.Goto, and Y.Shinohara, J. Phys. Chem. Solids 118, 95(2018)
- 7) Y.Shiota, K.Yamamoto, Y.Ohishi, K.Kurosaki, and H.Muta, J. Electron. Mater. 48, 475(2019)



小島 宏康

L&E技術部ヒートポンプG
ペルチェ設計に従事



加藤 雅之

L&E技術部ヒートポンプG
ペルチェ設計に従事



竹内 崇浩

L&E技術部ヒートポンプG
ペルチェ設計に従事



奥田 直之

L&E技術部ヒートポンプG
ペルチェ設計に従事

技術論文

逐次差分方式による鋳肌の状態を比較する傷の気付き処理を用いたアルミ鋳物製品の自動外観検査

武藤 功樹 宮永 裕介
Koki Muto Yusuke Miyanaga
青木 公也 輿水 大和
Kimiya Aoki Hiroyasu Koshimizu

概要

自動車部品は、品質を保証するために生産工程で厳しい検査が実施されている。外観検査では目視検査が広く行われているが、検査員に集中力持続等の過度な負担を強いている。中でもトランスアクスルケースのようなアルミ鋳造製品は、複雑な曲面形状を持つために見にくい部位が多く、外観検査の自動化ニーズが高い。しかし、金属であるために一般的な照明で撮像するとハレーションを起こしやすく、欠陥の検出が難しい。また、鋳肌と呼ばれる表面性状のバラつきも大きいため、欠陥として誤検出しやすいという課題もある。そこで、複雑な曲面形状上でもハレーションを抑えて撮像できる光学系と表面性状のバラつきが大きくても欠陥のみを安定して検出する検査アルゴリズムを開発し、部位限定ではあるが量産ラインへ導入したため報告する。

1. はじめに

自動車部品には2~3万点の部品が使用されており、安全性・品質を保証するために生産工程では厳しい検査が行われている。なかでも、外観検査では今でも目視検査が広く行われているが、安全性・機能性能に大きな影響を与える場合があるため、目視検査における見逃しが許されない。そのため、検査員に集中力持続等の過度な負担を強いる。なかでも、トランスアクスルケースのようなアルミ鋳造部品は自動車部品の中でも特に大きく複雑な形状を持つ製品であり、目視検査を実施するには、検査部位も多いため、検査の負担は特に大きく自動検査の実現が求められている。

しかしながら、検査対象である本製品は金属であるため、一般的な照明を用いるとハレーションを起こしやすく、欠陥を撮像することが難しい。また、本製品は複雑形状でもあることから製品の斜面が暗くなり、同様に欠陥を撮像することも難しい。さらに、撮像した画像から欠陥を発見する処理においても、表面性状のバラつきが大きく、欠陥と良品の判定が困難である。本論文では、まずはじめに、アルミ鋳物製品のハレーションと斜面の影を抑えて製品を撮像する光学系について説明をする。

その後、表面性状のバラつきがある中から不良を安定して検出する検査アルゴリズムについて説明する。最後に、導入した自動検査機について紹介する。

2. 検査光学系について

まずはじめに、照明を直接、製品に当て撮像した画像を図1に示す。カメラが金属表面の反射光を捉えてしまい図1の右図のように画像の一部がハレーションしたような画像を撮像してしまう。また、製品は複雑形状であるため図1の左図のように一部分が影になってしまっている。ワークの表面にハレーションや影が発生すると、画像上で欠陥の陰影が消えてしまう。それを防ぐためには、複数のカメラを設置し、複数の光学パラメータ(露光、絞りなど)を設定する必要があるが、一方で、カメラの個数が多くなってしまふ。今回対象とした製品では、カメラの個数が125個必要であることがわかった。

そのため、カメラの個数を減らすべく間接照明による光学系を採用した。

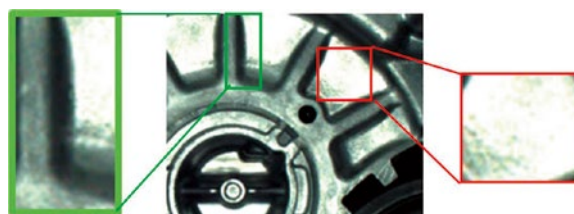


図1 直接光による撮像画像

採用した光学系は図2のように照明を直接当てるのではなく、反射板に向けて、跳ね返ってきた拡散光を製品に当てる、間接照明の基本的な構造である。この光学系にて撮像した画像を図3に示す。図1と比較すると、図3

右図のような金属表面のハレーションが減少している。また、図3左図では製品形状の影も減少していることがわかる。

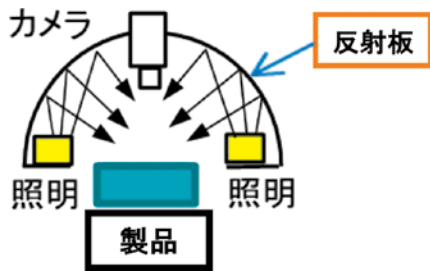


図2 間接照明を用いた光学システム

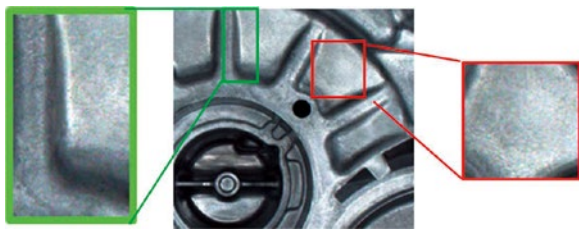


図3 拡散光による撮像画像

この結果、一回の撮像で検査ができる範囲が広がったため、直接光を当てた場合では125個必要であったカメラの個数を、拡散照明(図3)を用いた光学系により38個(▲70%減)に削減することができた(図4)。

表1に、構築した光学系の仕様をまとめて示す。アルミ鋳物製品の複数の検査部位を検査するために、38個のカメラと拡散照明を使用した。各カメラの撮像素子の画素数は1280×1024画素である。また、画像の空間分解能は検査対象の表面の凹凸具合によって変わるが、画像中の狙いの検査範囲については、0.1mm/pix以上になるようにして撮像した。

表1 検査システム仕様

カメラ数	38
撮影画素数	1280 × 1024
空間分解能	0.1 mm/pix 以上
照明方法	拡散間接照明

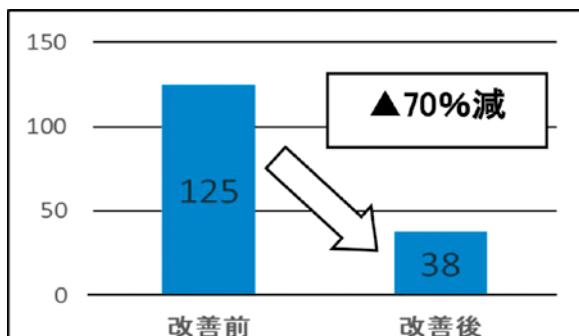


図4 カメラ数の削減

3. 欠陥の検出処理

次に、表面性状のバラつきがある中から不良を安定して検出する検査アルゴリズムについて説明する。

欠陥検出処理のはじめとして、撮像した不良画像(図5(a))に対して、固定の良品マスター(図5(b))による差分処理を実施した。図6に差分処理を行った結果画像を示す。図6右図では欠陥に対してある程度出力(輝度差50)が出ているが、図6左図では製品の表面を過検出している。過検出の原因は、アルミ鋳物製品には鋳肌と呼ばれる、ショットブラストなどに起因する梨地状の凹凸である。鋳肌は製品毎に変わるため、固定マスターとの差分処理を実施すると鋳肌部分がそのまま過検出になる。

参考に、図5(a)不良画像の鋳肌部分の輝度波形を解析した結果を図7(a)に示す。また、図5(b)の良品画像の波形解析した結果を図7(b)に示す。鋳肌部分の輝度波形が良品マスター画像と不良品画像で異なり、図7(a)、図7(b)の右図のように同じ位置であっても、鋳肌部分の輝度が大きく異なるため過検出してしまうことがわかる。

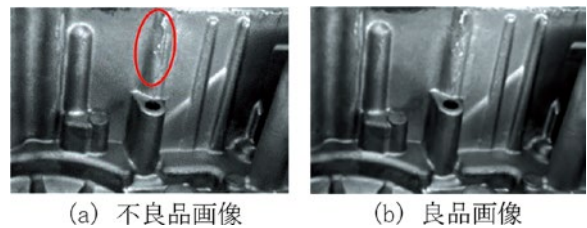


図5 不良品画像と良品画像

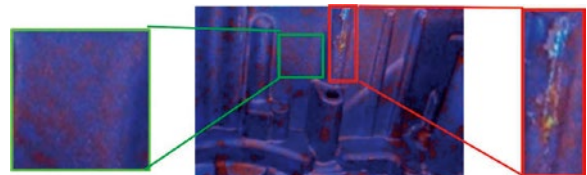


図6 差分処理結果画像

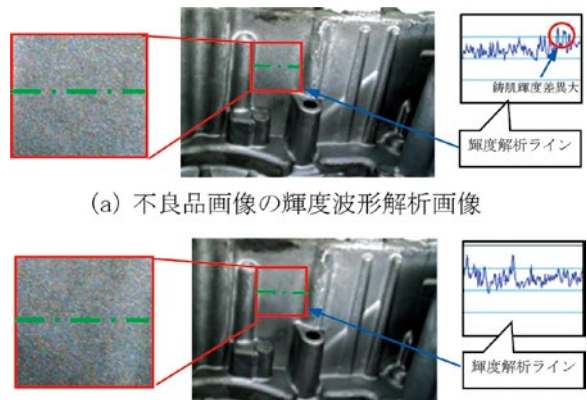


図7 輝度波形解析画像

傷の気付き処理 (KIZKI algorithm)

そこで、鑄肌部分の過検出を抑制するために、これまでに筆者らが提案している傷の気付き処理¹⁾²⁾の適用を試みた。傷の気付き処理は、人の視覚生理機構のうち、周辺視と固視微動に着目して提案された手法である。気付き処理では、まず、はじめに低解像度化処理を実行する。次に、生成された低下解像度画像をブロックで分割して注目領域と周辺の領域と比較(2値化)をする。ブロックの位相を設定されたブロックの縦・横幅分まで順次シフトさせ、同様の処理を繰り返す。そして、ブロックサイズを順次拡大していき、同様の処理を繰り返す。それぞれのブロックの状態で得られた画像を画素毎に加重積算する。積算画像を正規化し、ヒートマップ表示することによって、画像を出力する。図5の原画像に対して、傷の気付き処理を適用した結果を図8に示す。図8左図の鑄肌部分を確認すると、鑄肌の過検出がなくなっていることがわかる。一方で、図8右図の不良部を確認すると不良部は検出できている。しかし、他にも同程度の出力の箇所が多数検出されているため、欠陥部のS/Nが低いことがわかる。

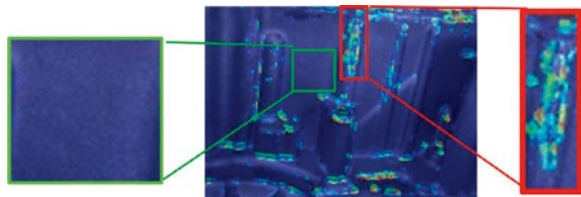


図8 傷の気付き処理結果

3.1 鑄肌比較の傷の気付き処理 (Ihada-KIZKI)

不良部は輝度の変化量が大きいことが解析の結果がわかっている。そのため、不良部の出力(S/N)を上げるために、傷の気付き処理の入力画像としてSobel Filterを用いた勾配強度画像を入力とすることにした。また、従来の傷の気付き処理では、周辺ブロックと比較をする際には、単純な2値化処理を実施していたが、今回の手法では文献³⁾⁴⁾⁵⁾で使用されているヒストグラム間類似度を用いた。そのため、鑄肌表面のざらつきより、不良像が周囲より密度の高い画素で構成されている場合や、周囲とS/Nが大きい場合に検出することができる。この処理を[鑄肌の状態を比較する傷の気付き処理]と呼称する。出力画像を図9に示す。図8と比較して、欠陥部に対して赤色の領域が大きくなっており、S/Nが高くなっていることが確認できる。一方、図9左図では製品の形状を過検出していることがわかる。

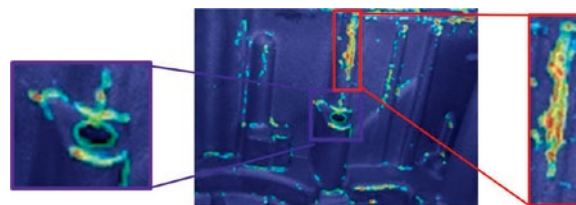


図9 鑄肌比較の傷の気付き処理結果

3.2 製品形状の過検出を抑制する逐次差分処理

製品形状の過検出を抑制するために、処理結果画像との差分処理を実施することにした。一般的には、固定マスタを用意することが多いが、アルミ鑄物製品においては型摩耗によって表面が徐々に変化していく。固定マスタを用意すると変化部分が過検出となることが懸念される。そのため、今回は逐次差分処理を実施した。逐次差分処理とは、直前に生産された良品をマスタ画像として差分処理を行うことである。逐次差分処理の結果を図10に示す。図10左図では製品形状の過検出が減少している。図10右図を確認すると不良部はそのまま出力が残っている。

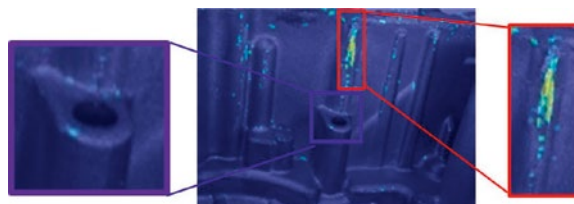


図10 逐次差分処理の結果

3.3 後処理 (プロブ処理)

大きな形状部分は除去できたが、微細な過検出が残っているので、これまでの欠陥検出処理の後処理として、プロブ処理を実施した。面積閾値300pix以下のプロブを棄却した後に、プロブの重心に半径100pixの赤円を原画像の上に自動的に描いた画像を図11に示す。この画像を判定結果表示画像(検査員目視画像)と呼ぶ。後に、ここまでの一連のアルゴリズムフローを図12に示す。



図11 判定結果表示画像(検査員目視画像)

4. 各処理の効果

既存のラインに対して自動検査機を導入する際には、追加した作業の分だけ作業工数を低減し、サイクルタイム内に収める必要がある。本検査システムでは、製品の目視検査時間をモニタに出力された撮像拡大表示画像の目視確認時間に置換することにした。その時間を計算し1製品あたり平均過検出枚数を6枚程度とすれば、サイクルタイム内に作業が収まることがわかった。

図13に、本検査アルゴリズム適用前と後の結果を示す。N=10個の製品に対して、1製品あたりの平均化検出枚数を評価した。3.1気付き処理による鋳肌の過検出の抑制、3.2鋳肌の状態を比較する傷の気付き処理による欠陥のS/Nの向上、3.3逐次差分処理による製品形状の過検出の抑制、3.4後処理による微小な過検出の除去を実施することで、1製品あたりの平均過検出枚数を6枚に削減した。(▲84.2%)

結果、目標を達成することができたため、評価実験を実施することにした。

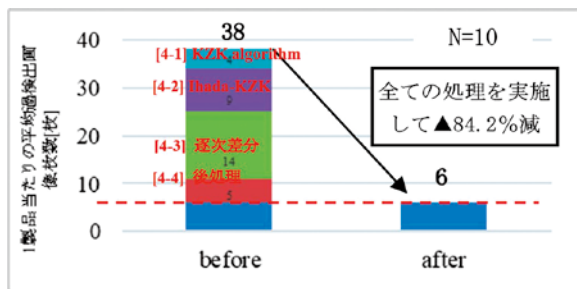


図13 検査アルゴリズム適用前後の過検出低減効果

5. 評価実験

開発した撮像光学系と検査アルゴリズムを組み合わせた自動検査機により、評価実験を行った。実験では、製造現場に、自動検査機を設置し、N=4000個の製品の見逃し率と1製品当たりの平均過検出枚数を評価した。結果を表2に示す。見逃しは発生しておらず、1製品当たりの平均過検出枚数は5.8枚であった。

表2 見逃し率と平均過検出枚数結果

見逃し率	0 %
1製品当たりの平均過検出枚数	5.8枚/38枚

この時、アルミ鋳物製品の部位A,B(図14(a),図15(a))の2部位に対して、自動検査機が欠陥を発見した例を示す。

図14(a)に部位Aの原画像を示す。図14(b)に本検査アルゴリズムを施した結果画像を示す。ターゲットの不良付近の出力が大きくなっていることがわかる。図14(c)に判定結果表示画像を示す。不良部のみが赤丸で囲われており、不良を的確に検出することができている。また、図15(a)に部位Bを撮像した原画像を示す。図15(b)は本検査アルゴリズムを施した結果である。同様にターゲットの不良付近の出力が大きくなっていることがわかる。図15(c)に判定結果表示画像を示す。こちらも、不良部のみが赤丸で囲われており、不良を的確に検出することができている。

以上の実験結果から、本検査アルゴリズムを実施することで、不良を安定して検出できることがわかった。

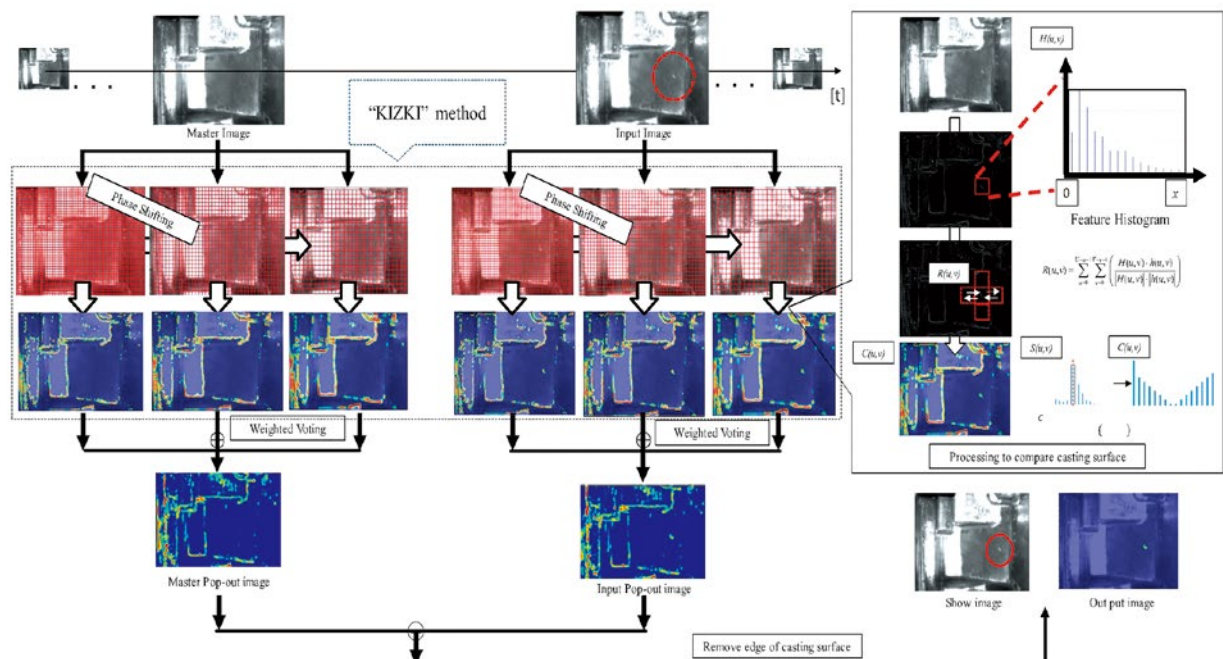
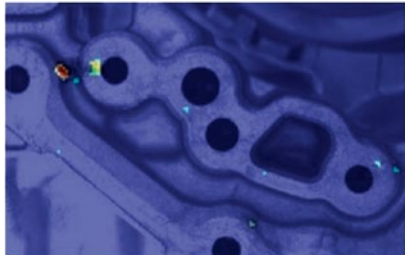


図12 逐次差分処理のアルゴリズムフロー



Target

(a) 部位Aの原画像

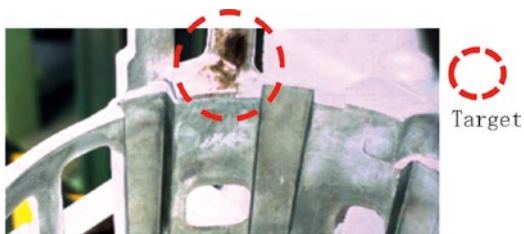


(b) 検査アルゴリズム実施画像



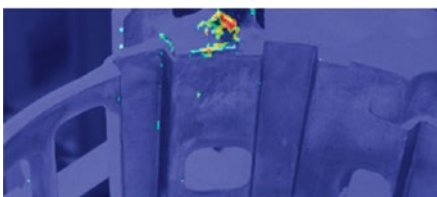
(c) 判定結果表示画像

図14 部位Aの自動検査結果



Target

(a) 部位Bの原画像



(b) 検査アルゴリズム実施画像



(c) 判定結果表示画像

図15 部位Bの自動検査結果

6. 実用化の事例紹介

4章, 5章より, 検査アルゴリズムの効果を確認することができたため, 自動検査機を導入した. 簡略図を図16示す. まず, 製品を搬送ロボット(Rb)により, 搬送用パレットに着座させる. そして, ワーク搬送装置にて撮像ユニット下まで製品を搬送する. 次に, ワークチャック装置にて, 撮像ユニットに製品を持ち上げて, 撮像を行う. 撮像された製品は, 検査員側まで排出される. その後, 図17のメインモニタとサブモニタに, 検査アルゴリズムによって不良であると判断された結果を表示する. 実際の検査員は実物の製品と判定結果表示画像を見比べながら良否判断を実施している.

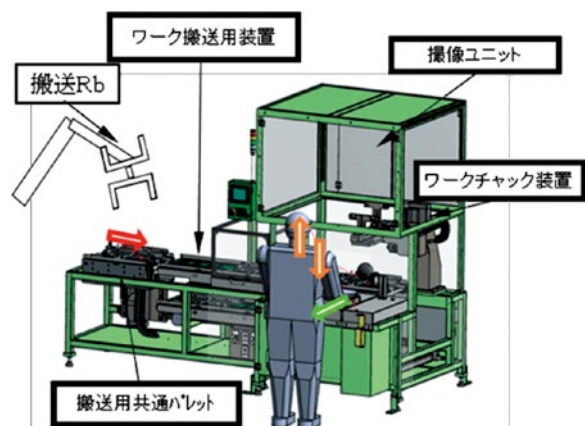


図16 自動検査機の簡略図



図17 自動検査機を導入した現場の様子

7. おわりに

アルミ鋳物製品を撮像する光学系(間接照明)と撮像した画像から不良を安定して検出する検査アルゴリズム(傷の気付き処理)について開発を行い, 自動検査機として実用化した.

今後, この自動検査機で収集した画像を用いてAI(深層学習)による検出精度向上に取り組む予定である.

参考文献

- 1) 青木公也, 舟橋琢磨, 輿水大和, 三和田靖彦: 周辺視と固視微動に学ぶ「傷の気付き」アルゴリズム, 精密工学会誌, 79巻11号 (2013-11), pp. 1045-1049
- 2) 長嶋千恵, 青木公也, 塚田敏彦, 三和田靖彦, 輿水大和: 内視鏡型センシングと気づきアルゴリズムによる自動車部品
- 3) 山本明史 他: 画素ブロックの相対的独自性指標と領域抽出への応用, 電気学会論文誌, D, 産業応用部門誌, vol.131, No.4, pp.539-547, 2011
- 4) Koki Muto, Takuma Matsubara, Hiroyasu Koshimizu, "Proposal of local feature vector focusing on the differences among neighboring ROI's.", International Workshop on Advanced Image Technology 2018, Thai Chennai.
- 5) 武藤功樹, 伊藤尚起, 柴田実頼, 吉村裕一郎, 青木公也, 輿水大和, 石井博行: 検査員の【かざして見る】動作に基づく不良部位の見え方の“特異性”による外観検査, 動的画像処理実利用化ワークショップDIA2017, 松江, (2017-3)

筆 者

**武藤 功樹**

生産革新推進部 計測技術開発G
検査装置の開発 および
画像処理・AIの研究開発に従事

**宮永 裕介**

生産革新推進部 計測技術開発G
検査装置の開発 および
画像処理・AIの研究開発に従事

**青木 公也**

中京大学 工学部機械システム工学科
CVSLab. 教授
画像処理・AIの産業応用の研究に従事

**輿水 大和**

中京大学名誉教授・IASAI名誉研究員
理化学研究所客員研究員
合同会社YYCソリューションCEO
画像処理・AI技術の
研究・コンサルティングに従事

プレス加工油 塗布状態の評価手法の開発

山岸 杏太 林 貴文
Kyota Yamagishi Takafumi Hayashi

概要

塑性加工に不可欠な金型内の潤滑油(加工油)について、副資材低減、洗浄簡素化に向けた塗布量低減のニーズがあるが、これまで加工時の潤滑状態(潤滑界面への加工油の供給量、分布)を評価する方法がなく、塗布量を最適化することは困難であった。今回、加工中の潤滑時に発生する被加工材表面と加工油成分の化学反応に着目し、被加工材表面に残る反応生成物で、加工中の潤滑状態を評価する手法を提案したので報告する。

1. はじめに

塑性加工に不可欠な潤滑油(加工油)において、使用する主たる目的は、工具(パンチ、ダイ)と被加工材との間の摩擦を低減させるためにある。塑性加工では、潤滑油を使用する事が不可欠となっているが、塑性加工に不可欠な金型内の潤滑油について、副資材費低減、塗装前の洗浄簡素化、プレス加工後の画像検査、地球環境負荷低減に向けた塗布量低減のニーズがあるが、これまで加工時の潤滑状態(加工油の供給量、分布)を評価する方法がなく塗布量を最適化することは困難であった^{1),2)}。今回、加工中の潤滑時に発生する被加工材表面と加工油成分の化学反応に着目し、被加工材表面に残る反応生成物で加工中の潤滑状態を評価する手法を提案し、工場での量産ライン投入事前確認トライまで終了したので報告する。

2. 開発の狙い

年々、自動車性能の向上から求められるプレス部品の要求品質精度も高くなっており、部品の低コスト化(構成部品点数削減)等から製品形状も複雑な形状を求められ難形状化されていった結果、製品の加工は難しいものが増え、工具の消耗が早く寿命低下に繋がり、潤滑油の使用量も増え副資材費が増加した。特に厚板で加工面圧が高いファインブランキング(FB)では高額の副資材費が発生している。副資材費が高くなっている要因として、必要最低限の潤滑油の塗布量を設定する手段を持たず、油切れリスクの回避のため油量が多めに設定されていることがひとつの要因である。

これまで、加工時の潤滑状態(潤滑界面への加工油の

供給量、分布)を評価する方法がなく、潤滑油の塗布量を最適化することは困難であった。

今回、潤滑状態の評価手法を確立することによって、過剰に塗布(余剰な油)している潤滑油の問題を解決することができると考えた。

3. 評価手法

塑性加工に使用する潤滑油には加工時に工具と被加工材との間の摩擦の低減や加工限界の向上、工具の焼付き、かじり等を軽減するために極圧添加剤が含まれ、加工時に生じる熱と極圧添加剤の成分が化学反応を起こし潤滑効果が促されることに着目し、被加工材表面に反応した反応生成物の元素(成分)反応量で潤滑状態(潤滑界面への潤滑油の供給量)を評価できないかと考え、それを加工後の反応状態で代替する手法を提案した³⁾。

4. 検証

4.1 炉加熱味見試験

被加工材に加工油を塗布して、加熱炉で加熱し加工時の熱を再現させ、被加工材表面に残った潤滑油(極圧添加剤)成分の反応状態を評価出来るか味見試験を行った。試験条件、評価条件は表1に示し、使用した潤滑油は表2に示す。塗布膜厚は潤滑油毎で3パターン、加熱温度はリン成分が十分反応する領域まで加熱し実施した。

評価には走査電子顕微鏡(EPMA)を用いた。走査電子顕微鏡とは、電子線を電子ビームとして試料表面に走査させ元素分析を行う装置である。試料から検出された

特性X線を回折するための分光結晶は通常5種類あり、種類と測定できる元素に範囲がある。今回評価対象となる元素は軽元素となることからPETHを選択した。また、評価を行う前に被加工材表面に油が付着していると、表面に付着している油が誤検出となる可能性があることから、脱脂が必要であり、浸漬処理では脱脂不足となったため、洗浄条件は超音波洗浄とした。分析方法は分析対象試料の元素分布がわかるよう面分析を用いて、試験後のアウトプットは検出濃度とし、分析対象試料に対し構成されている元素がどの程度の割合で含まれているか濃度評価を行った⁴⁾。

表1 試験条件および評価条件

試験条件	油塗布膜厚(μm)	6、4、2
	炉加熱条件(°C)	170
評価条件	元素評価装置	EPMA(日本電子製JXA-8100)
	分光結晶	PETH
	加速電圧(KV)	15
	検出深さ(μm)	約1
	洗浄条件	超音波洗浄10分 (ヘキサン処理)
	導通処理	炭素コーティング
	面分解能(mm)	0.1
	評価面積mm ²	100

表2 試験に使用した潤滑油

極圧添加材成分	目安反応温度域(°C)
硫黄	150 ~ 400
塩素	100 ~ 250
リン	50 ~ 200

※塩素は評価成分を増やすため使用。量産では使用していない。

4.2 炉加熱評価結果

加熱炉で加熱し加工時に生じる熱を再現した結果、被加工材と極圧添加剤が反応している状態を確認することができた。極圧添加剤の反応温度に対して、十分に反応する成分(リン)を使えば塗布膜厚の差を検出できることがわかる(図1)。被加工材(鉄)の中に不純物としてリン、硫黄が含まれるので、極圧添加剤との識別が必要になるが、油無し(被加工材)の状態と識別できたので評価対象となりうると判断した。

また、反応状態をマップで確認すると試料表面が明るい色ほど対象元素が多く残っていることがわかり、被加工材表面に極圧添加剤成分が残っていることが観察された(図2)。反応にムラがあるのは、油を均一に塗布していない為であり、またリンに比べ塩素、硫黄の反応が薄いのは反応温度域に対し不十分な為だと考えられた。

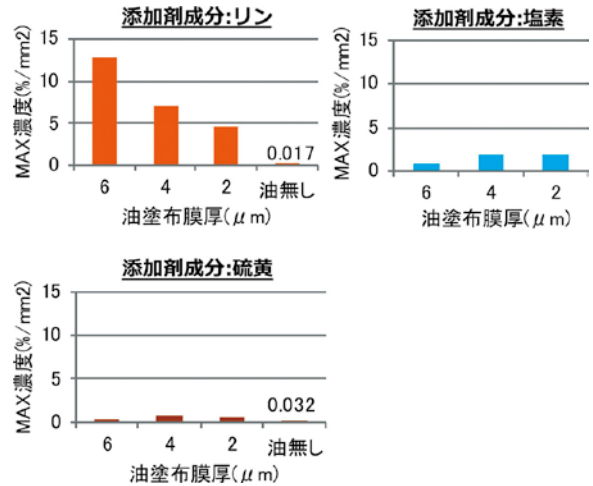


図1 加熱炉試験 極圧添加材成分結果

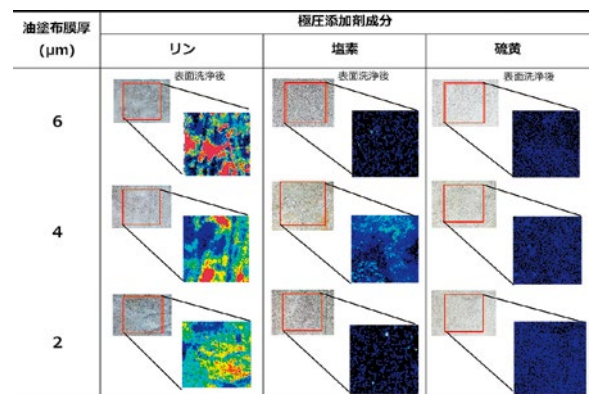


図2 被加工材×極圧添加剤成分反応状態

4.3 実成形 曲げ加工試験型評価

炉加熱試験で被加工材と極圧添加剤の反応状態を確認できたことから、実際に試験型を用いて、被加工材に圧力を与え曲げ加工(単発)を行い加工で生じる発熱によって、被加工材と極圧添加剤が反応するか塗布膜厚別で試験を行った(図3)。試験条件、評価条件は表3に示す。

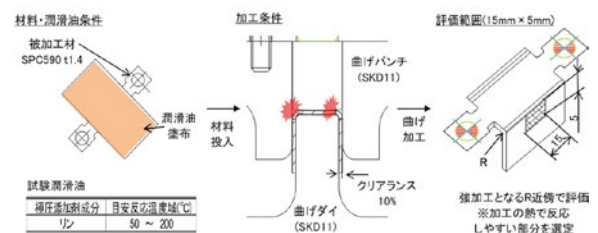


図3 試験方法及び試験条件

表3 試験条件および評価条件

試験条件	油塗布膜厚(μm)	6、4、2
評価条件	元素評価装置	EPMA(日本電子製JXA-8100)
	分光結晶	PETH
	加速電圧(KV)	15
	検出深さ(μm)	約1
	洗浄条件	超音波洗浄10分 (ヘキサン処理)
	導通処理	炭素コーティング
	面分解能(mm) 評価面積mm ²	0.1 75

4.4 実成形 曲げ加工評価結果

加工で生じる発熱においても、塗布膜厚と反応量の関係を確認することができた結果を得られた。(炉加熱試験結果が再現できた)。(図4)(図5)

今回の結果から、次のステップとして潤滑油の使用量が多い(副資材費が高い)FBライン実用化へ向け、厚板打抜きでの評価、油塗布量低減試験検証を行う。

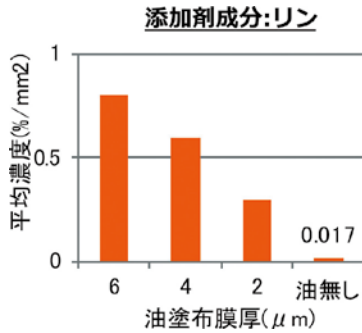


図4 曲げ加工試験 極圧添加剤成分結果

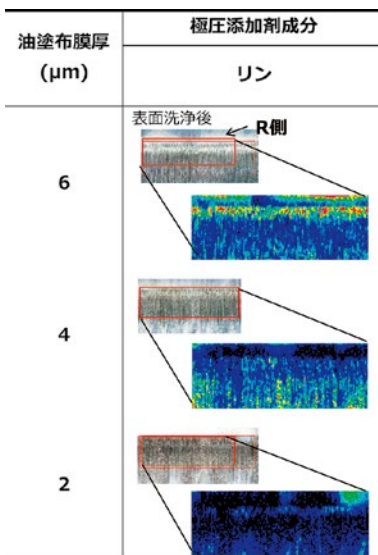


図5 被加工材×極圧添加剤成分反応状態

4.5 FB D/Lポール試験型評価 (単発抜き)

FBライン実用化へ向け、D/Lポール試験型を用いて油塗布量低減試験を行い、号口の塗布量から▲70%低減させた状態で反応試験を行った。打抜き加工での試験では、曲げ加工と同様に打抜き加工でも反応状態を確認できるか、また号口で塗布している潤滑油の極圧添

加剤成分は硫黄系であることから、硫黄成分で反応状態の評価を行った。評価条件は表4に示す。

表4 評価条件

評価条件	元素評価装置	EPMA(日本電子製JXA-8100)
	分光結晶	PETH
	加速電圧(KV)	15
	検出深さ(μm)	約1
	洗浄条件	超音波洗浄10分 (ヘキサン処理)
	導通処理	炭素コーティング
	面分解能(mm) 評価面積mm ²	0.05 8

4.6 FB D/Lポール試験型評価結果

打抜き加工で生じる発熱によって極圧添加剤成分硫黄にて反応状態を確認することができた。油塗布量低減試験結果は号口の油塗布量から約▲70%低減させても、反応状態は大きく変化しないことがわかり、号口同等の反応量を得られることが確認された(図6)。

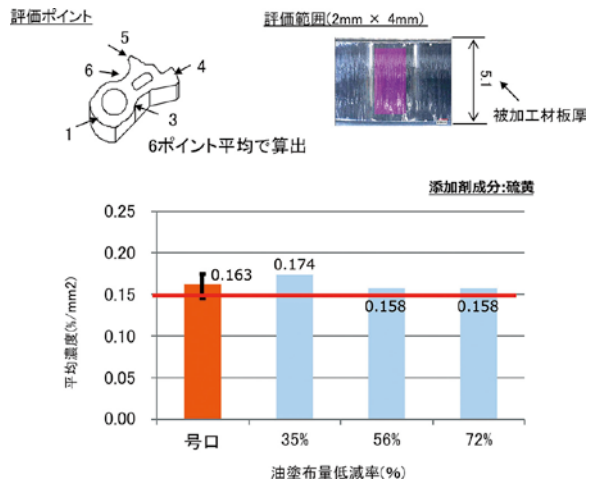


図6 曲げ加工試験 極圧添加剤成分結果

4.7 FB D/Lポール試験型 量産評価

油塗布量低減試験結果より、実際に油塗布量を低減させ、量産を想定した耐久試験(N=13,000ショット)を行った。油塗布低減量は量産条件より▲60%低減させた状態で実施した。本来であれば、▲70%低減した状態で耐久試験を実施したかったが、現行の塗布装置では微小に塗布することができなかつたため、限界である▲60%の条件で行った。今回、潤滑油の塗布量を低減させたことによって、工具の破損、側面焼付きによる製品外観悪化等(キズ、打痕、抜きバリ)が懸念事項としてあるため、耐久試験評価で確認を実施した。

4.8 FB D/Lポール試験型 量産結果

潤滑油の塗布量を▲60%低減させた条件下で耐久評価を行った結果、工具の破損、側面焼付き等の不審点は見られなかつた。製品外観に関してもキズ、打痕はなく、抜きバリを初/終品で変化量を比較した結果、号口同

区分	確認項目	結果(13,000ショット)	判定	トライ結果一覧
工具 (パンチ/ダイ)	トライ後 パンチ状態 ※刃先割れ ※側面焼付き/かじり	・刃先割れなし ・側面焼付き/かじり 不審点なし	○	
	トライ後 ダイ状態 ※ダイ割れ ※部品摩耗等の 粉末滞留/異物落下	・ダイ割れなし ・部品摩耗等の 粉末滞留、異物落下 不審点なし	○	
品質	製品外観-1 ※抜き側面キズ ※打痕	初品・中間 終品 問題なし	○	
	製品外観-2 ※抜きバリ 初品/終品の変化量 号口との比較	号口と同等 又は同等以下	○	
極圧添加剤 反応結果	潤滑界面の 硫黄反応状態 ※号口との 硫黄反応量と 比較 初品・中間品・終品	反応量 号口と同等 問題なし	○	

図7 D/L ポール試験型 耐久評価結果

等で問題ないことを確認した。また、製品の代表点(強加工部と弱加工部)にて極圧添加剤の反応状態を評価したところ反応量は号口と同等であり、潤滑油を減少させても潤滑界面の状態は号口と大きく変化していないことがわかった(図7)。

3.6油塗布量低減試験で決めた油量(油を減少させても、号口同等の反応を得られる供給量)を塗布(供給)すれば問題なく加工できることが確認できた。

5. まとめ

生技Cでの試験検証結果を踏まえ、工場での量産ライン投入事前確認トライまで終了しました。今回開発した評価手法で D/L ポールでは潤滑油の塗布量を▲60%まで低減することに成功し、加工に不必要な余剰油をカットすることができた。

今回の結果を踏まえて、今後は量産実績、データを蓄積して、FBラインの他製品(シェーピング、半抜き、曲げ、バーリング工法)への横展、さらなる油塗布低減へ向け開発を進める。

6. おわりに

最後に本技術開発および工場トライ投入にあたり、多大なるご協力とご指導をいただきました、新豊工場をは

じめとする関係者の皆様へこの場をお借りして深く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 片岡征二:プレス加工における環境問題とドライプレス加工 軽金属第55巻第1号(2005)39-46
- 2) 片岡征二:潤滑油に起因する環境問題の整理と次世代潤滑技術としてのドライプレス加工プレス技術(2018)
- 3) 片岡征二:プレス加工のトライボロジー-日刊工業新聞社(2005)
- 4) 浜田忠平:最近の高度分析評価技術EPMAカラーマッピング法による紙基材の分析 日本印刷学会誌30巻6号(1993)352-365

筆者



山岸 杏太

素形材生技部
塑性熱処理技術開発G
塑性加工の技術開発に従事



林 貴文

素形材生技部
塑性熱処理技術開発G
塑性加工の技術開発に従事

多目的設計探査によるオートマチックトランスミッションケーシングの軽量化検討

東田 憲太郎
Kentaro Toda

下山 幸治
Koji Shimoyama

概要

オートマチックトランスミッションの耐久性、静粛性、軽量化の間にはトレードオフ関係が存在する。本稿では、最適化とデータマイニングによりトレードオフ関係を可視化する多目的設計探査の技術をオートマチックトランスミッションケーシングの軽量化検討に適用した事例を紹介する。

1. はじめに

近年、電動化対応の市場ニーズに応えるため、オートマチックトランスミッション開発においても、コスト削減および開発期間の短縮が今までより強く求められている。しかし、製品設計ではしばしば相反する検討項目、たとえばコスト、耐久性、剛性、騒音-振動-ハーシュネス(NVH)、搭載性、質量、製造制約のバランスをとる必要がある。これらのトレードオフ関係にある検討項目をすべて最良とする設計は難しく、必要性能を満足させるため試行錯誤を繰り返す続けると開発期間は長くなり、開発コストも増大する。この限られた開発期間の中で、最良の設計を提案するという問題に対して、バーチャルな評価および設計支援を提供する高度なシミュレーション技術開発およびその実用化が課題となっている。

開発期間の短縮化には、与えられた条件のもと、最良の設計候補を計算する最適化技術の開発が重要となる。特にトレードオフ関係のある設計問題に対しては、多目的最適化とデータマイニングを組み合わせ、設計空間の特徴を抽出し設計検討を支援する、多目的設計探査(Multi-Objective Design Exploration:MODE)の手法が提案されている¹⁾²⁾。

本稿では、オートマチックトランスミッションのケーシング軽量化検討に対し、MODEを活用し、耐久性、製造制約を考慮しつつノイズと質量を最小化する形状を導出した事例を紹介する。

2. 多目的設計探査

2.1 多目的最適化とパレート最適解

トレードオフ関係にある検討項目の最大化、最小化を同時に考慮する設計問題は、多目的最適化問題として定

式化される。多目的最適化問題では他の設計候補に劣っていないパレート最適解を求める。図1に最適化結果のイメージを示す。パレート最適解には検討下の形状自由度における、設計のポテンシャルおよびトレードオフ関係の情報が含まれている。

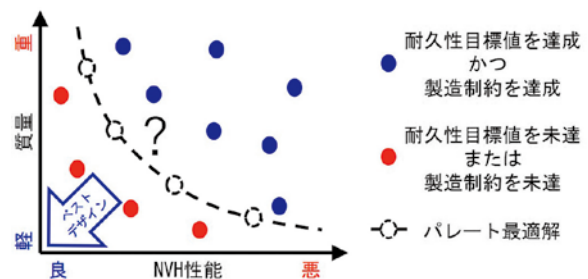


図1 The image of Pareto-optimal solution set.

2.2 多目的設計探査

目的関数の数が多くなると散布図等の単純な可視化では、一部の最適解しか調べることができず、設計空間から得られる知識が限定されてしまう。MODEでは多目的最適化結果や、その過程で得られた情報も含めてデータマイニングを適用することで、設計空間全体の複雑な情報が人間にわかりやすい形で見える化できる。その情報を設計者と共に分析すれば、新たな設計知識の発見に繋がるので、MODEは設計検討の支援に有効な手法である。

そのアルゴリズムは①設計空間定義、②実験計画法、③応答曲面法、④多目的最適化・統計解析、⑤データマイニングからなる。図2はその手順を示す。

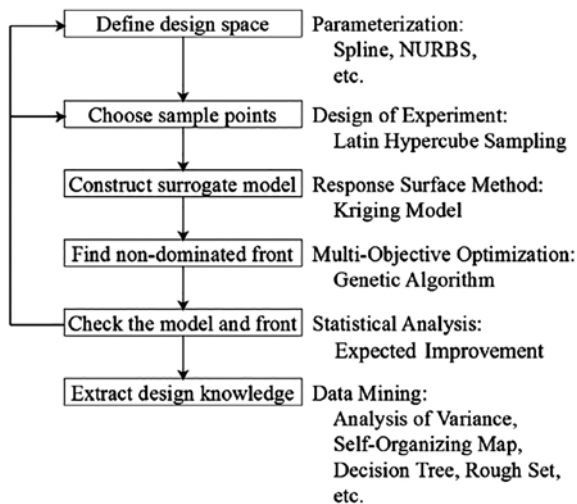


図2 Flowchart of MODE.

①設計空間定義では、設計問題を最適化問題に置き換えるため、問題を定義する目的関数、制約条件、設計変数を定式化する。

設計空間全体の情報を収集するため、②実験計画法により、設計変数を因子としてその水準を振りサンプル点を生成する。実験計画の手法は、限られたサンプル点数で設計空間を網羅するためにLatin Hypercube Sampling(LHS)を活用する³⁾。各サンプル点に対しCAE解析を実施し、対応する目的関数値、制約条件値の情報を収集する。

多目的最適化のプロセスで関数値を瞬時に推定するため、③応答曲面法を活用し、設計空間の情報、目的関数と制約条件を代数式で近似する。応答曲面は関数推定値と近似誤差をモデル化できるKrigingモデルが採用される⁴⁾⁵⁾。

④多目的最適化・統計解析では、応答曲面上で遺伝的アルゴリズム(Genetic Algorithm:GA)を実行する⁶⁾⁷⁾。GAは多目的最適化のパレート最適解を1度の最適化計算で効率よく求められることが知られている。その計算手法は、集団に対し交配・突然変異を適用し世代交代させ多数の設計候補を生成するため、個体毎にCAE解析を実施すると計算コストが高くなる。MODEでは評価に時間がかかる目的関数、制約条件はCAE解析ではなく応答曲面で近似し関数を推定するため、最適化計算は短時間で実行できる。MODEの特徴として目的関数、制約条件を直接最適化するのではなくExpected Improvement値(EI値)に基づいたベイズ最適化を進める点にある。EI値とは目的関数の改善量をKrigingモデルの関数推定値、近似誤差を平均、標準偏差としたGauss型確率分布のもとで期待値として算出したものである。EI値が大きい最適解は目的関数を改善することが期待されるが、EI値はKrigingモデルの情報から算出されるため近似誤差を含んでおり、最適解は必ずCAE解

析で確認する必要がある。確認された最適解は実験計画のサンプルに追加され、より精度の改善されたKrigingモデルを生成し、大域的最適解を見つけるために最適化を繰り返す。

実験計画のサンプルおよび多目的最適化で求めたパレート最適解に対し⑥データマイニングを実施し設計空間の特徴を可視化する。データマイニング手法としては、多数のサンプリングデータを少数のクラスタに分類する非階層型クラスターリングのK-means法⁸⁾や、多次元情報を保持したまま2次元上に射影する教師なしニューラルネットワークの自己組織化マップ(Self-Organizing Map:SOM)⁹⁾などがあり、抽出したい設計空間の情報に応じた適切な手法を活用する。

3. 適用事例

本章では、2章で紹介した多目的設計探索の手法を、オートマチックトランスミッションケーシングの軽量化検討に適用した事例を紹介する。まず、軽量化検討の背景を説明し多目的最適化問題として定式化する。次に多目的最適化問題を多目的設計探索に適用する手順を説明する。最後に数値解析結果を示し、その考察を述べる。

3.1 設計問題定義と多目的最適化問題

今回検討するのはフロントエンジン・フロントドライブ(FF)タイプのオートマチックトランスミッションとなる。その外観を図3に示す。このタイプはエンジンと横並びに配置され、多くの乗用車に搭載されているオートマチックトランスミッションである。

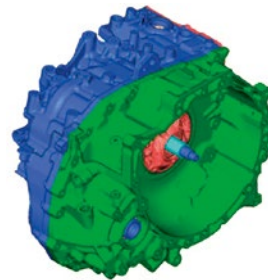


図3 FF Automatic transmission ASSY model.

軽量化検討の対象は内蔵物を格納するケーシングである。ケーシングはアルミを鋳造して作られる一番重い部品であるため、軽量化すれば、原価低減および燃費向上に貢献できるが、同時に耐久性、剛性、NVH、搭載性、製造性の基準を満足する必要がある。上記の項目はトレードオフ関係を有しており複雑な問題である一方、限られた時間の中で最良の設計を目指さなければいけない。

我々は本設計問題に対し、応力、一部製造制約を満足させつつ質量、ノイズを最小化する多目的最適化問題を

考えた。設計変数 \mathbf{x} はケーシング肉厚変更量として与え、形状を変更させる。ノイズは車両が加速、減速している状態をCAE解析し、周波数応答上の注目周波数帯のピーク音圧 $p_i(\mathbf{x})$ で評価した。応力は前進、後進時に最も負荷がかかる状態をCAE解析し、注目部位のvon Mises応力 $s_j(\mathbf{x})$ で評価した。製造制約はアンダーカットと最小肉厚を考慮した。アンダーカットとは、鋳造品が離型できない形状をさす。最小肉厚を考慮するのは、肉厚が薄くなりすぎると、鋳造時にアルミ溶湯が充填しにくくなり、製造不良につながるためである。

ピーク音圧和 $f_1(\mathbf{x})$ 、 $f_2(\mathbf{x})$ を次式

$$\text{加速時: } f_1(\mathbf{x}) = \sum_{i=1}^4 p_i(\mathbf{x}), \quad (1)$$

$$\text{減速時: } f_2(\mathbf{x}) = \sum_{i=5}^8 p_i(\mathbf{x}), \quad (2)$$

で表し、多目的最適化問題を次式で与えた。

$$\begin{aligned} & \min_{\mathbf{x}} f_1(\mathbf{x}), \\ & \min_{\mathbf{x}} f_2(\mathbf{x}), \\ & \min_{\mathbf{x}} m(\mathbf{x}), \\ \text{s. t. } & p_i(\mathbf{x}) \leq 1, i \in \{1, 2, \dots, 8\}, \\ & s_j(\mathbf{x}) \leq 1, j \in \{1, 2, \dots, 18\}, \\ & u(\mathbf{x}) \leq 0, \\ & t(\mathbf{x}) \geq \alpha, \end{aligned} \quad (3)$$

$m(\mathbf{x})$ は質量、 $p_i(\mathbf{x})$ は号口形状の値で、 $s_j(\mathbf{x})$ はvon Mises応力目標値で正規化した。 $u(\mathbf{x})$ はアンダーカット判定式であり、この値が0より大きくなるとケーシングにアンダーカットが発生していることを表す。 $t(\mathbf{x})$ は最小肉厚であり、ケーシング全体の肉厚のうち最小の値が格納される。なお、 $p_i(\mathbf{x})$ が制約条件にも含まれるのは、最適化の過程で音圧が号口形状より悪化するのを防止するためである。

設計変数 \mathbf{x} は、ケーシング表面で肉厚変更が可能な部位を669か所の面に分割し、それぞれに割り当てた。設計変数 \mathbf{x} の分布を図4に示す。

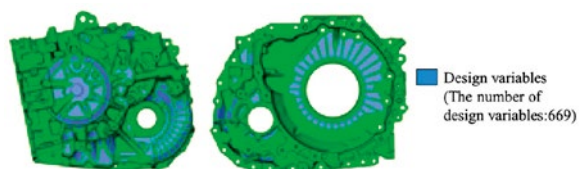


図4 The design variables.

設計変数値の変化を形状に反映するために、モーフィング技術を活用した。モーフィングの様子を図5に示す。

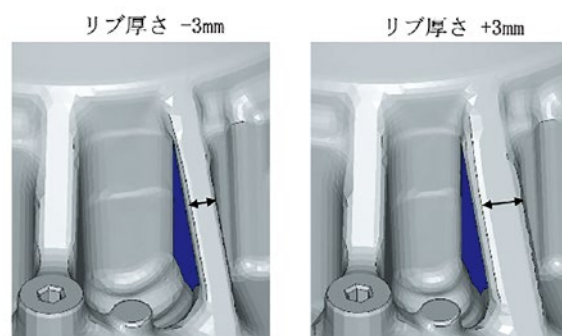


図5 The shape change by morphing technique.

モーフィングはある形状から別の形状に滑らかに形状を変化させることができ、最適化で使用した場合には、図面に反映させやすいメリットがある。モーフィングソフトはDEP社のMeshWorksを使用した。

以上、軽量化の設計検討は、3目的28制約669設計変数の多目的最適化問題として定式化された。

3.2 多目的設計探査の適用

前節で紹介した設計検討の問題に多目的設計探査を適用した。①設計空間定義は前節の通りである。

②実験計画では、LHSにより設計空間全体を網羅するように設計変数の水準を振り、異なる100個の形状を生成した。設計変数値を基にモーフィングで形状を変更し、それぞれの形状でCAE解析を実施した。解析ソフトはVR&D社のGENESISを使用し、音圧 $p_i(\mathbf{x})$ 、応力 $s_j(\mathbf{x})$ を計算し、100点の初期サンプルを作成した。

③応答曲面法では、100点の初期サンプルに号口形状の音圧 $p_i(\mathbf{x})$ 、応力 $s_j(\mathbf{x})$ を加え、計101点のサンプルでKrigingモデルによる応答曲面を構築した。質量 $m(\mathbf{x})$ 、アンダーカット判定式 $u(\mathbf{x})$ 、最小肉厚 $t(\mathbf{x})$ を応答曲面化しないのは、設計変数値と幾何形状の情報により瞬時に評価可能だからである。

④多目的最適化・統計解析では、多目的最適化問題をEI値最適化問題に置き換え最適化を実施した。関数 $f(\mathbf{x})$ 最小化問題の改善量 $I(\mathbf{x})$ と期待値 $E[I(\mathbf{x})]$ は以下の様に表される。

$$I(\mathbf{x}) = \begin{cases} f_{\min} - F & \text{if } F < f_{\min} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}, \quad (4)$$

$$E[I(\mathbf{x})] = \int_{-\infty}^{f_{\min}} (f_{\min} - F) \phi(F) dF, \quad (5)$$

ここで f_{\min} は改善量 $I(\mathbf{x})$ を算出する際の基準値で、サンプルデータの最小値を置いた。 F はGauss型確率変数であり、 $\phi(F)$ は F の確率密度関数である。

最適化条件にKrigingモデルで構築された制約条件 $g(\mathbf{x}) \leq g_{\max}$ が含まれる場合、制約を満足する期待値 $E_c[I(\mathbf{x})]$ は次式で表される。

$$E_c[I(\mathbf{x})] = E[I(\mathbf{x})] \text{Prob}[g(\mathbf{x}) \leq g_{\max}], \quad (6)$$

$$\text{Prob}[g(\mathbf{x}) \leq g_{\max}] = \int_{-\infty}^{g_{\max}} \gamma(G) dG, \quad (7)$$

ここで G はGauss型確率変数であり、 $\gamma(G)$ は G の確率

密度関数である。

目的関数 $f_1(\mathbf{x})$ の改善量を $I_1(\mathbf{x})$,目的関数 $f_2(\mathbf{x})$ の改善量を $I_2(\mathbf{x})$ としたとき,制約条件を含んだ期待値 E_c はそれぞれ以下の式で表され,

$$E_c[I_1(\mathbf{x})] = E[I_1(\mathbf{x})] \cdot \prod_{i=1}^8 \text{Prob}[p_i(\mathbf{x}) \leq 1] \cdot \prod_{j=1}^{18} \text{Prob}[s_j(\mathbf{x}) \leq 1], \quad (8)$$

$$E_c[I_2(\mathbf{x})] = E[I_2(\mathbf{x})] \cdot \prod_{i=1}^8 \text{Prob}[p_i(\mathbf{x}) \leq 1] \cdot \prod_{j=1}^{18} \text{Prob}[s_j(\mathbf{x}) \leq 1], \quad (9)$$

次式の3目的2制約669設計変数のEI値最適化問題を与えた。

$$\begin{aligned} & \max_{\mathbf{x}} E_c[I_1(\mathbf{x})], \\ & \max_{\mathbf{x}} E_c[I_2(\mathbf{x})], \\ & \min_{\mathbf{x}} m(\mathbf{x}), \\ & \text{s. t. } u(\mathbf{x}) \leq 0, \\ & \quad t(\mathbf{x}) \geq \alpha. \end{aligned} \quad (10)$$

上述のEI値最適化問題に対し,GAを適用した。個体数は200,世代数は100である。最適化ソルバはNSGA-II¹⁰⁾を使用した。Krigingモデルの情報を基に求めたパレート最適解は近似誤差を含むため,形状をモーフィングで作成しCAE解析を実施し,値を確認する必要がある。CAE解析で確認した値をサンプル点に追加し,より精度の向上したKrigingモデルを再構築する。ただし,全てのパレート最適解を追加するのはCAE解析に時間がかかるため現実的ではない。そこで,パレート最適解に対し,K-means法を適用しそのクラスターの重心点のみKrigingモデルに追加することとした。

最適化とKrigingモデル再構築を5回繰り返した後に,CAE解析を実施したサンプル点(初期サンプル,号口形状とパレート最適解のK-meansクラスター重心点)のみで,⑥データマイニングを実施した。繰り返し回数を5回としたのは,指定された解析リードタイムを超過するためである。データマイニングの手法は,多次元情報から特徴を抽出できるSOMを使用した。

3.3 数値解析結果と考察

上述の多目的設計探索の数値解析結果を示す。最適化は製造制約を付けたケース,付けなかったケースの2パターンを実施した。

まず,製造制約の効果を図6に示す。下図は号口形状と最適化形状の断面を重ねて図示しており,左の列が製

造制約を付けた場合,右は付けなかった場合である。上の行はアンダーカット有無を下は最小肉厚有無を示す。この結果から製造制約を付加することで,アンダーカット,最小肉厚違反が,最適化形状で防止できていることが確認できる。

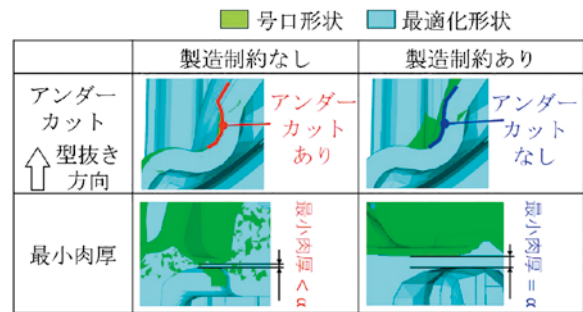


図6 Effect of manufacturing constraint.

次に,多目的設計探索の過程で,CAE解析を実施した全サンプル点の中から最も質量が低減した最適化形状,最もノイズが低減した最適化形状を図7に図示する。製造制約を付けた場合,質量,ノイズはそれぞれ,質量-79g,減速音圧-0.1dBとなった。製造制約を付けなかった場合,質量-546g,減速音圧-1.6dBとなり,製造制約を付加した場合,低減量が小さくなっていることが確認できた。これは最小肉厚制約により,形状が軽量化できないためと思われる。

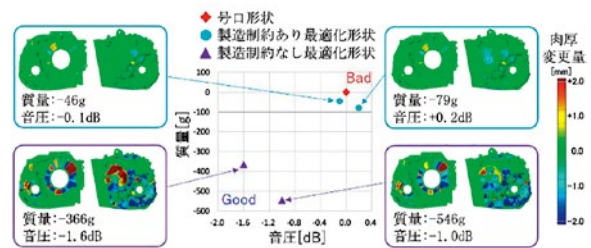


図7 Shapes of the optimal solutions on K-means cluster centroids.

CAE解析を実施したサンプル点(初期サンプル,号口形状とパレート最適解のK-meansクラスター重心点)の目的関数を2次元にプロットした散布図を図8に示す。製造制約を付けなかった場合は号口形状から離れた位置に最適解が分布しており,我々の大規模な問題に対しても多目的設計探索で最適解を探索できていることを示している。対して製造制約を付けた結果は号口形状の近くに分布しており,これは既存設計がトレードオフ関係を考慮した最良の設計がなされていることを示す。この結果からさらに軽量化するには,一部の製造制約,例えば最小肉厚を緩和することが必要である知見が得られた。

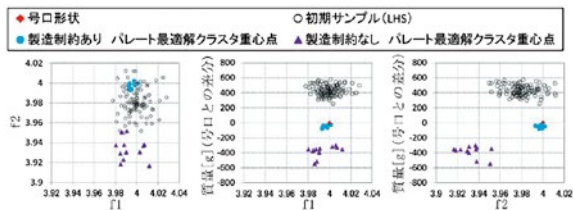


図8 Scatter plots of all evaluated solutions.

最後に製造制約を付けた最適化に対するSOMの結果を図9, 図10に示す. 図9は目的関数の値を図示している. 上の列のカラーは目的関数の値の大小を表し, 下の列は号口より改善した場合は青, 悪化した場合は赤になるよう色調を調整した. 最適解と号口形状のデータは左下のクラスタに含まれており, 加速ノイズ総和 $f_1(\mathbf{x})$, 減速ノイズ総和 $f_2(\mathbf{x})$, 質量 $m(\mathbf{x})$ が青くなっている領域が存在することから, 号口より改善した最適解が存在することを示している.

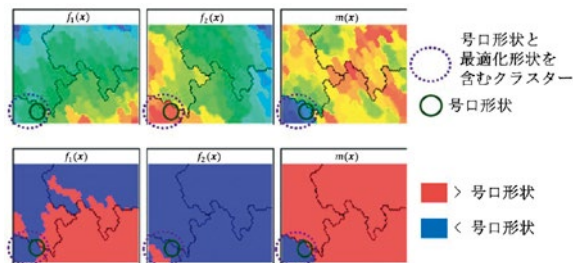


図9 SOMs of objective function values.

図10は制約条件の値を図示している. 左列が制約条件の値を, 右は目標を満足している場合は青, 未達の場合は赤になるよう色調を調整した. 左下の最適解のクラスタで一部の制約が違反している. これは最適化とKrigingモデルの再構築の繰り返し5回では足りず, 応答曲面の精度が改善の余地があることを示している.

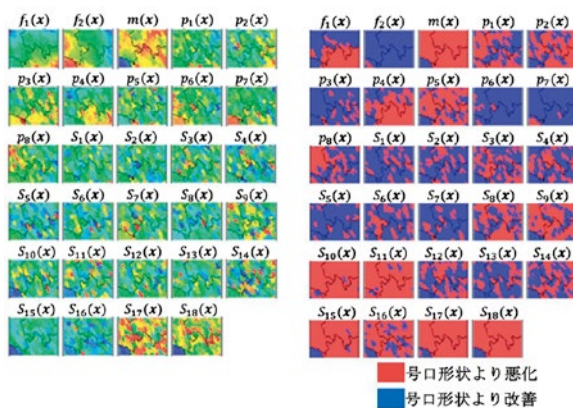


図10. SOMs of constraint function values.

4. まとめ

オートマチックトランスミッションのケーシング軽量化検討に多目的設計探索手法を適用した事例を紹介した. 製造制約を付加した場合, 質量の低減は79gとな

り, 既存設計が優れていることを確認できた. また, 製造制約を外したことにより, 質量は546g低減し, 最小肉厚の緩和が軽量化に対して有効である知見を得られた.

5. 謝辞

最後に, 本開発にあたり多大なるご協力賜りました国立大学法人東北大学様, および関係者の方々に深く感謝いたします.

参考文献

- 1) Obayashi, S., Jeong, S. and Chiba, K.: Multi-Objective Design Exploration for Aerodynamic Configurations, AIAA Paper 2005-4666 (invited paper), 2005.
- 2) 下山幸治, 杉村和之, 鄭信圭, 大林茂: 多目的設計探索による設計空間の可視化と知識発見, 知能と情報: 日本知能情報フジ学会誌, 21巻, 3号, pp293-303, 2009.
- 3) McKay, M. D., Beckman, R. J. and Conover, W. J.: A Comparison of Three Methods for Selecting Values of Input Variables in the Analysis of Output from a Computer Code, Technometrics, Vol.21, No.2, pp239-245, 1979.
- 4) Sacks, J., Welch, W. J., Mitchell, T. J. and Wynn, H. P.: Design and Analysis of Computer Experiments, Statistical Science, Vol.4, No.4, pp409-435, 1989.
- 5) Jones, D. R., Schonlau, M. and Welch, W. J.: Efficient Global Optimization of Expensive Black-Box Functions, Journal of Global Optimization, Vol.13, No.4, pp455-492, 1998.
- 6) Goldberg, D. E.: Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., Boston, 1999.
- 7) Deb, K.: Multi-Objective Optimization using Evolutionary Algorithms, John Wiley & Sons, Ltd., Chichester, 2001.
- 8) Jain, A. K., Murty, M. N. and Flynn, P. J.: Data clustering: a review, ACM Computing Surveys, Vol.31, No.3, pp264-323, 1999.
- 9) Kohonen, T.: Self-Organizing Maps, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1995.
- 10) Deb, K., Pratap, A., Agarwal, S. and Meyerivan, T.: A Fast and Elitist Multiobjective Genetic Algorithm: NSGA-II, IEEE Transactions on Evolutionary Computation, Vol.6, No.2, pp182-197, 2002.

筆者



東田 憲太郎

アイシン・エイ・ダブリュ株式会社
解析技術部 CAE開発グループ
最適化技術開発に従事



下山 幸治 准教授

国立大学法人東北大学
流体科学研究所
多目的最適化・代替モデリングに従事

技術論文

先読みエコドライブ用
減速地点推定の開発

坂本 徹
Toru Sakamoto
杉本 浩伸
Hironobu Sugimoto

小川 文治
Fumiharu Ogawa
金 鑫
Xin Jin

丹羽 俊明
Toshiaki Niwa
佐藤 裕司
Yuji Sato

宮島 孝幸
Takayuki Miyajima

概要

本論文は、カーナビゲーションの地図情報を利用した先読みエコドライブ用 減速地点推定機能について述べる。先読みエコドライブはドライバーがよく減速する地点を予測し、その地点に対し回生拡大制御を行うことでHV、PHV車両の実用燃費を向上させる機能である。

我々は本機能を実現するために、ドライバーの運転操作をカーナビゲーションの位置情報とひも付けて蓄積を行い、その情報を用いることでよく減速する地点を予測する減速地点推定機能を開発した。その機能と効果検証結果について述べる。

1. はじめに

近年、地球温暖化の抑制や燃費規制の強化に対し、燃費向上技術の開発が進んでおり、各メーカーで様々なセンサの車載応用について検討が行われ、多様な機能が商品化されている。

我々も従来はドライバーの道案内を行うために開発されたカーナビゲーションを、車両に周辺の道路情報を伝えるためのセンサとして活用すべく、ナビ協調制御としてその開発を推進してきた。1998年に製品化された最初のナビ協調制御であるNAVI・AI-SHIFTは、前方の道路形状情報を基に、ユーザのアクセルオフに応じてシフトダウン、シフトホールドを行うものであった。当初4速AT向けに開発されたこの技術は5速、6速AT、CVTへとその対象を広げ、採用範囲を拡大してきた。

2000年代に入り、自動車のパワートレインの開発ではHV、PHV車両の開発が加速し、燃費向上技術の1つである回生機構を搭載した車両が増えている。

回生機構は、アクセルオフやブレーキ操作による減速時に電力の回収を行うことで、実燃費を向上させる。一般的に、この電力回収は回収できる電力量に上限があり、上限を超えた分のエネルギーは熱として損失するため、大きく減速が必要な場合は早めにアクセルオフし回生拡大制御を行うことでより効率的な回収を行える。しかし、アクセルをオフした際に、常に回生拡大制御を実施すると大きな減速が必要ない場合、再加速で不要なエネルギーを消費してしまう。これらの走行シーンの予測ができないため、より効率的な制御を行えなかった。

我々はこれまでカーナビゲーションの情報を用いてカーブや一時停止地点等の減速地点を先読みし、ドライ

バビリティ向上や注意案内の実現に貢献してきた。

今回、回生効率の向上のため、これまでのナビ協調制御の開発で培った技術を応用し、一時停止地点および交差点などのよく減速する地点を蓄積し、先読みできる機能を持った減速地点推定機能の開発を行った。

2. 機能概要

2.1 システム構成

本機能のシステム構成を説明する(図1)。

減速地点推定機能および現在位置判定機能を搭載したカーナビゲーション、回生拡大制御する車両ECU、減速地点を表示するためのディスプレイによって構成される。各システムは車載ネットワーク上に配置され適宜通信を行うことで機能を実現する。

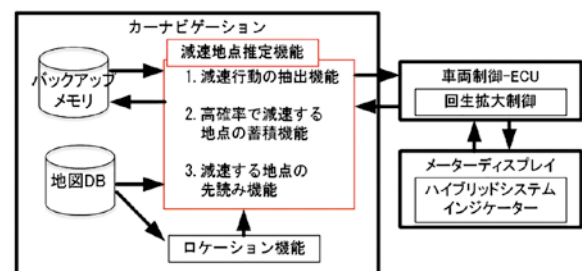


図1 先読みエコドライブシステム構成

2.2 機能の特徴

減速地点推定機能を主に構成する3機能についてその特徴を述べる。

2.2.1 減速行動の抽出機能

本システムにおいて、回生拡大制御を実施すべき減速行動を適切に抽出することが重要である。

減速行動を誤って抽出してしまうと、意図しない地点で制御が動作してしまう可能性がある。減速行動の抽出にあたっては、多種多様なドライバの運転操作から、意図しない地点を減速行動として抽出しないよう判定を行う必要がある。

しかしながら、ドライバが減速行動を行う際、車両周辺の状況により様々な減速パターンが発生する。交差点での減速パターンを例に挙げると、

- ① 自車前方に先行車両がおらず、一度に減速を行った場合
- ② 自車前方に先行車両があり、先行車両の走行に合わせて、ブレーキのON-OFF操作を何度も繰り返すような場合
- ③ 渋滞発生時に低車速走行状態から減速を行った場合

など、様々な減速シーンがあり、それぞれに対して減速行動として抽出するか判定を行う必要がある。

減速行動は周辺状況によりその開始位置や、減速の仕方は走行毎に異なる場合が多い。そのため、本機能では減速行動の終了位置を抽出する(図2)。これは減速行動の終了位置は減速の目標とする地点に対し実施されるため、開始位置とは異なり、走行毎のばらつきを抑制できるためである。

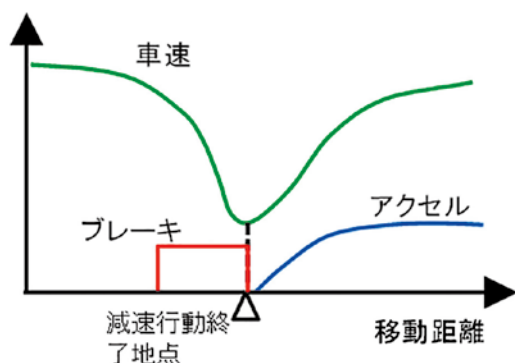


図2 減速行動の抽出

2.2.2 高確率で減速する地点の蓄積機能

走行した経路毎に減速行動の有無を蓄積する。蓄積した過去の走行実績より高確率で減速する地点の特定を行う。(2.2.1減速行動の抽出機能)にて述べたように周辺環境によるばらつきを抑制するために、減速行動の抽出は減速行動の終了地点を検出するように構成される。しかしながら、実際には減速行動の目標地点を通過する場合であっても、その走行経路により、減速行動を実施する場合としない場合が発生する。そのため走行した経路を含め蓄積を行うことで、減速行動を実施するかの予測が可能となる(図3)。

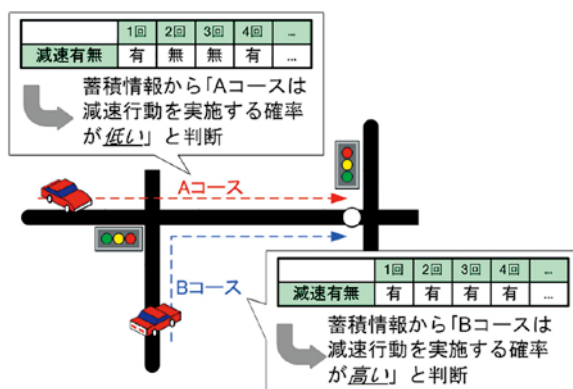


図3 高確率で減速する地点の特定

2.2.3 減速する地点の先読み機能

ナビの現在位置が、蓄積されている経路に進入し、その蓄積情報が高確率で減速する地点の場合、先読み情報を作成する。本機能では、蓄積された経路情報のほかにカーナビゲーションのもつ案内経路情報も活用し、先読み情報の作成を行う。

経路案内を実施していない場合は、蓄積された経路情報に基づき、先読み情報が作成される。経路案内を実施している場合は、案内経路上に減速行動終了位置が存在し、蓄積経路が一致しない場合は目標地点を通過しないと判断し、先読み情報は作成されない(図4)。

先読み情報を作成した後、蓄積した経路から逸れた場合は先読み情報の送信を中止することで、不要な強い回生制御を防ぐことが可能になる。



図4 案内経路に基づいた先読み情報の作成方法

先読み情報の作成にあたり、距離と車速は停車車両や交通流など外乱によりばらつきがあるため、蓄積された複数回の蓄積情報の中央値を使用している。

回生拡大制御を実施するためには、ドライバのアクセルオフを促す必要があり、そのHMI(ヒューマンインターフェース)としてハイブリッドシステムインジケータが活用される。ハイブリッドシステムインジケータではアクセルペダルの操作状況、エネルギーの回収状

況が表示され、発進・安定走行などの各走行状況に適したアクセル操作範囲の目安がエコアクセルガイドゲージに表示される。先読み情報を用いて、早めのアクセルOFFを促すためにエコアクセルガイドゲージをゼロにして表示する(図5)。

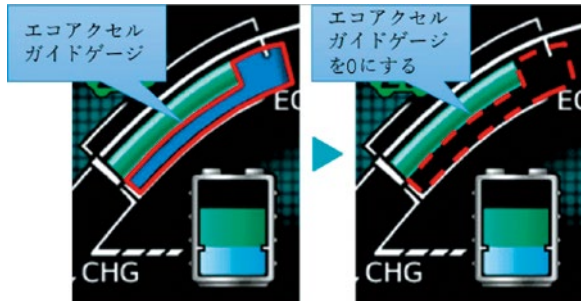


図5 ハイブリッドシステムインジケータ表示 (トヨタ自動車HPより引用)

さらに、ナビゲーションの地図画面上にアイコンを強調表示することで、どの地点を対象に制御が動作するかを通知する(図6)。



図6 アイコン表示

ドライバーがアクセルOFF操作をした後に、「回生拡大制御」を実施する。回生ブレーキを通常よりも早く、強くすることによって、効率的に電力を回収することができる(図7)。

3. 効果検証

今回開発を行った減速地点推定機能を搭載した車両は日本・北米での展開が計画されていたため、効果検証は日・米にて実施した。これまで述べてきたように、減速行動の抽出については周辺環境、特に道路の交通流により影響を受けるため、交通流が異なる、複数の試験コースを設定し、試験を行うこととした。

試験にあたり、減速地点推定機能の目標値を、一般的に減速すると考えられる地点(右左折交差点、一時停止など)に対しての動作率として80%以上になることと設定した。

コース毎に減速地点を設定したため、試験コースの作成にあたっては、評価の対象地点が蓄積率を算出するのに十分な数であることを条件として設定し、各コースで10ヶ所以上となるようにコースの設計を行った。

各コース20周を走行し、試験にあたっては、交通流の変動が少ない深夜時間帯の試験は行わないようにし、ドライバーはできるだけ減速行動を意識せず、周辺環境にあわせて走行を行うこととした。

以下に、慢性的に交通量が多い東京コース2の蓄積確認結果について記す。一般的に減速すると考えられる地点15ヶ所に対し13ヶ所を蓄積できた。この結果は目標値の80%に対し、87%の箇所が蓄積されていることを示しており、目標性能を本機能が達成していることを確認できた。以下地図画面は、走行終了後のナビ画面の表示であり、葉っぱのアイコンを表示している地点が蓄積完了地点となる(図8)。

■先読み減速支援作動イメージ

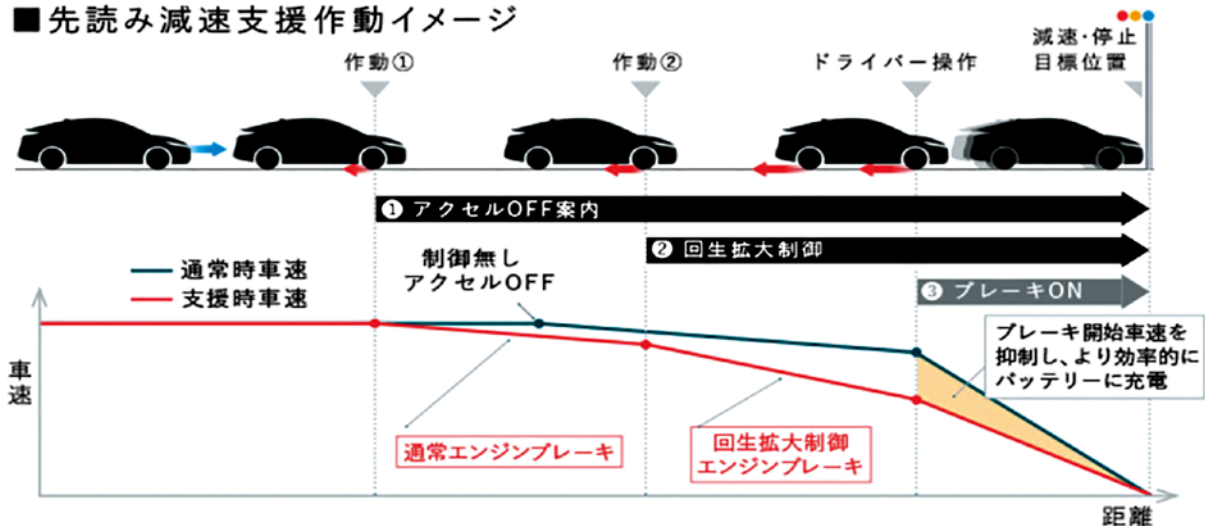


図7 回生拡大制御イメージ(トヨタ自動車HPより引用)



図8 慢性的に交通量が多い東京コース2の蓄積確認結果

検証の結果、日本・北米全8コースに対して実施し、評価したすべての評価コースにおいて、目標とする80%を達成することが確認できた(図9)。

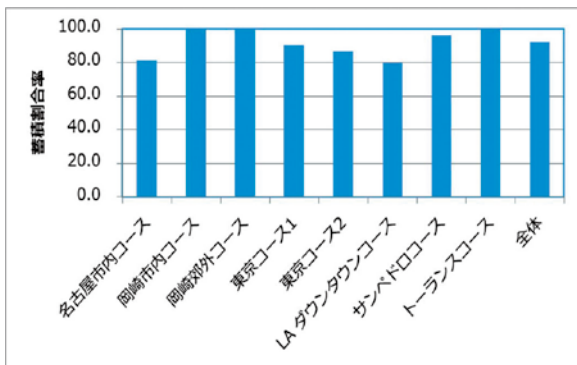


図9 各コースにおける蓄積割合

全8コースの右左折交差点や一時停止場所143ヶ所に対し132ヶ所(92%)を蓄積できることを確認することができた(図10)。

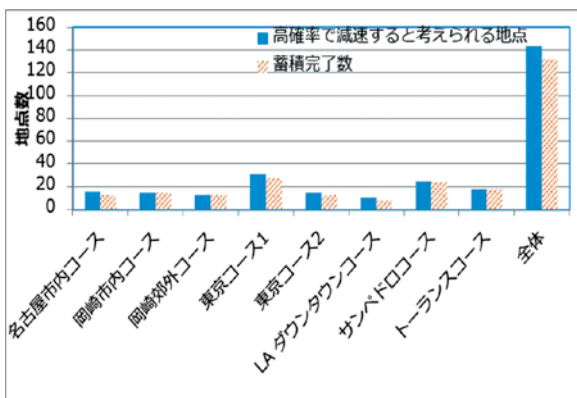


図10 蓄積希望地点数に対する蓄積地点数

試験の結果より、一般的に減速すると考えられる地点で蓄積できていない11地点について、蓄積できなかった要因を分析した。結果、主な要因として以下3つが抽出された。

要因① 登坂を走行していた為、減速時にブレーキ操作を必要としないケースが発生

要因② ナビゲーションに整備されていない道路を走行したため

要因③ 車速が低い状態で減速行動を実施(交差点間隔が狭いため)

要因①および、要因③は、回生拡大制御を実施してしまうことで、再加速が必要となるシーンであり、今回蓄積されなかったことは設計意図通りである。

また、要因②については、地図DBが更新されることで改善される要因である。

上記により、今回開発した減速地点推定機能が十分な性能を有していることが確認された。

4. 結論

回生効率の向上のため、車速やアクセル、ブレーキ情報の変化を監視することで、高確率で減速する地点を蓄積、走行経路に基づいた先読み情報を作成し、車両に通知する減速地点推定機能を開発した。交通流の異なる日本・北米全8コースにて走行試験を行い、一般的に減速すると考えられる地点を蓄積できることを確認できた。また、この推定機能と回生拡大制御を連携させることで先読みエコドライブ機能の実用燃費の向上を確認できた。

今回開発した機能はHV/PHV/FC/EVの車両制御システムにも応用可能な技術と考えており、引き続き自動車の実用燃費性能の向上に向けた取り組みを行っていく。

5. 謝辞

最後に、本開発にあたり多大なるご協力を賜りましたトヨタ自動車株式会社様および関係者の方々に深く感謝致します。

**坂本 徹**

アイシン・エイ・ダブリュ株式会社
アプリケーション開発部
コネクティッドアプリグループ
(コネクティッドソリューション部
ビークルインフォメーショングループ)
ナビゲーション側制御ロジック設計に従事

**小川 文治**

アイシン・エイ・ダブリュ株式会社
コネクティッドソリューション部
(ビークルインフォメーショングループ)
ナビゲーション側制御ロジック設計に従事

**丹羽 俊明**

アイシン・エイ・ダブリュ株式会社
コネクティッドソリューション部
コネクティッドサービスグループ
(ビークルインフォメーショングループ)
ナビゲーション側制御ロジック設計に従事

**宮島 孝幸**

アイシン・エイ・ダブリュ株式会社
コネクティッドソリューション部
コネクティッドサービスグループ
(ビークルインフォメーショングループ)
ナビゲーション側制御ロジック設計に従事

**杉本 浩伸**

トヨタ自動車株式会社
商品魅力・ビジネス強化推進室
LBS基盤開発グループ
(情報電子システム開発部
第11電子開発室 第3グループ)
ナビゲーションサービス企画開発に従事

**金 鑫**

トヨタ自動車株式会社
MaaS事業部 特命2グループ
(情報電子システム開発部
第11電子開発室 第3グループ)
ナビゲーションサービス企画開発に従事

**佐藤 裕司**

アイシン・エイ・ダブリュ株式会社
アプリケーション開発部
コネクティッドアプリグループ
(トヨタ自動車株式会社
情報電子システム開発部
第11電子開発室 第3グループ)
ナビゲーションサービス企画開発に従事

海外法人便り

中国テクセンおよび中国自動車産業の近況

The recent reports of China technical center and China automotive industry.

古賀 義孝
Yoshitaka Koga

概要

愛信(南通)汽車技術中心有限公司(AISIN (NANTONG) TECHNICAL CENTER OF CHINA CO.,LTD)(ATC-C)は、2011年7月に設立され、同年10月から業務を開始、今年2021年で10年目を迎える。現在に至る活動の内容と昨今の中国自動車産業の近況を紹介する。

1. はじめに

愛信南通(ATC-C:図1)の設立は2011年7月であり、2021年で10年目を迎える。2015年に現社屋を南通市に開設し(図2)、現在は8部署(車体・車体制御・動力・材技・実験・品証・技企管・業管)、現地社員125名の業務体制である。



図1 ATC-C正面外観



図2 ATC-C会社所在地

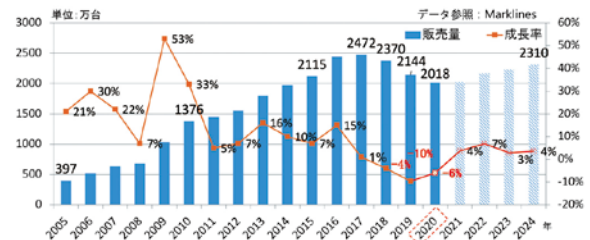
この間の中国域内の乗用車販売台数は、順調に増え続け2017年には2472万台のピークに達し、その後減少するものの、2020年上期のコロナ影響からの急回復以降は、中国域内経済の安定や車の買換えニーズ増により再び緩やかなプラス成長が見込まれる(表1)。アイシ

ン精機の中国域内売上も前記販売台数と同様な傾向であり、2017年には2011年の2倍弱の売上ピークとなっている。

中国自動車産業の拡大は、中国政府の産業振興強化政策によるが、PM2.5に代表される環境汚染が大きな国家問題となり、自動車業界への排ガス規制や環境車対応に高い要求を設定している。一方、保護政策による中国メーカーの台頭もあり、中国市場で各自動車メーカーが凌ぎを削る状況にある。

その中でテクセンは単に日本製品の展開のみでなく、他社と差別化できる価値の提供が求められる。

表1 中国の乗用車販売量推移



2. 中国テクセンの活動について

〈車体技術部〉

車体技術部は中国顧客向けに車体系製品のアプリ開発が主な役割である。

車体系製品の市場動向は、近年SUV/MPVが拡大傾向であり、車両の高級感を狙いPSD(Power Slide Door)化やSRF(Sun Roof)装着を前提とする車両企画が増えている。併せて高い品質も求めており、年々引合いが増える状況である。

また、中国では車両開発期間が非常に短い(1~2年開発)、車両開発の初期段階からデザインインで顧客に

入り込み、日本側とも連携したスピード感ある対応が必要となる。

2020年度に入り、EVメーカーや新規自動車メーカーからの引き合いも増え、新たなドアシステム製品へのニーズも高まり、競合と差別化できる価値の提供を日本連携で取り組んでいる。

〈車体制御技術部〉

車体制御技術部は中国顧客向け車体系製品のECU開発が役割である。設立時はリエゾン業務が中心であったが、2016年度よりシステム制御開発の現地化の取り組みを開始し、現在では、社内で制御・定数仕様書の発行ができるまでに現地社員の技術レベルも向上し、システムレビューも現地主導で実施している。

一方で、ソフトウェア適合費の改善に向けて2018年度より中国域内での現地化開発に取り組んでいる。

2019年度にSRF製品の域内開発を行い、さらに難易度が高いPSD製品も、2020年より域内の通信PF資産を活用したソフト現地化開発を開始している。

〈動力技術部〉

動力技術部は機関製品・駆動製品・走安製品のリエゾン業務が役割である。設立時はメカ部品(WP(Water Pump)・OP(Oil Pump)・VVT(Variable Valve Timing))、アルミ製品が主であったが、現在は市場ニーズの変化により、新エネ車に対応する電動化製品(EWP※・EOP※・EVVT※・HVD(Hybrid Damper))に移っている。

※E=Electric

電動化製品の現調化が加速し現地生産もメカ部品から電動化製品に生産シフトしており、製品知識の生産側への伝承も重要な業務である。

中国市場は新エネ車の急拡大に伴い他地域(日本・欧米)とニーズが異なり、ローカルサプライヤが多くコスト重視のラインナップ、今後は日本側とも連携し、中国域に特化したラインナップ追加で顧客ニーズに対応していく。

〈材料技術部〉

材料技術部は設立時より材料の現調化による低コスト化、材料品質確保による未然防止、不具合品の調査・解析等による早期解決、製品差別化・競争力向上への市場BMCが役割である。

2017年から調達と連携し、域内主要材料の現調化がほぼ完了し、現在は品質確保しつつ、さらなる現地廉価材採用を推進中である。2020年からは、CASE領域の電動化や高剛性・軽量化材料の調査、さらに展示会や講演会等にも積極的に参加して材料情報収集や動向調

査も進めている。

分析設備面でも、高精度分析装置の導入で、自前での品質確認と信頼性確保が可能である。2020年からは製品環境チームをつくり、化学物質の登録や中国法規対応も進めている。

〈実験部〉

実験部は現社屋設立より本格的に始動し、域内の適合評価が役割である。日本同等の試験ができるように、振動試験機・6軸試験機・大型恒温槽・無響室・電波暗室等の大型設備を導入、社内での評価完結を目指し体制を整備している。

2020年からは中国顧客も自社認定制度を設けて個別認定取得を要請する。対応として2018年より主要各社の認定取得を進め、2022年度にはCNAS※取得を目指し、当社の試験品質の証明および向上を図る。

※CNAS(China National Accreditation Service for Conformity Assessment:中国合格評定国家認可委員会)

〈品質保証部〉

設立時は一部の製品保証や簡単な材料調査業務に留まり、多くを日本に依存していた。お客様の期待に応えるべく、解析設備の導入や人員補強、調査解析スキル向上を推進して、今ではEDER※活動の大半の調査が社内タイムリーに完結できる体制となった。

特に、材料調査・特殊工程監査・異音の現車確認(振動計測等)を強みに、生産拠点やグループ会社のスタッフ育成を行い、また、設計との連携強化も進めている。

※EDER(Early Detection and Early Resolution)

〈技術企画管理部〉

技術企画管理部は出図を伴う現地アプリ設計が本格化しNEVやCAFEの環境・法規制情報がよりタイムリーに必要となる2017年末より活動を開始している。

技術企画は、開発シナリオや法規対応等の技術開発の方向性に大きな影響を与える現地情報をいち早く捉え、日本設計部署への情報展開を行う。

技術管理は、車体系アプリ設計の出図管理業務や知財業務を行い現地設計者のサポートを行う。

〈業務管理部〉

業務管理部は人事・総務・財務・安全で構成され、会社のベース業務を担う。全員が安全・安心を持って業務に取り組めるように日々、業務の進捗管理を行う。また、規定の改善等を進め業務の質向上を図る。

3. 中国テクセンの目指す姿

この激戦の中国市場で生き残っていくには提供する価値を高め、顧客と戦略パートナーの関係を築いていくことが大切である。

競合とのコストを含めたQCDの競争が激化する中、差別化できる商品価値・システム価値をユーザーや顧客に伝え、共有することが必要となる。

それを担う商品企画に貢献し、開発される商品を顧客に提供し続けるテクセンを目指す。

〈テクセン統合〉中国テクセンも統合を進める。

パワトレ系のAW蘇州(杭州)と車体系中心のAI南通との相乗効果を狙って、顧客対応や市場調査、評価対応等の効率化、および重複ある業務を集約しリレーな開発体制を目指す。

〈人材育成と現地化〉今時点は各業務の管理や運営を駐在員が中心となり進めているが、真の競争力を身に付けるには、現地社員主導での業務運営が必要である。現地社員全体の技術の底上げとマネジメントクラスの育成強化を図っていく。

4. 中国自動車産業の近況

2020年はコロナ発生拡大を受け、政府の市民活動の全面封鎖で経済活動は一時期大きく後退した。

余談であるが、コロナ感染が武漢で発症拡大後の中国政府の対応は徹底したものである。この南通においても市内各所が封鎖され、薬・食料販売店を除きほぼ全店が店を閉め、公安が街頭に立って人の往来を監視・規制する状況が春節明けの1月末から2週間程続き営業再開には政府の許可が必要であった。

市内が徐々に緩和されても海外からの入国者への隔離政策は続き、南通は当初2週間のホテル完全隔離のみが、5月には2週間の自主隔離(会社のみ出勤可)を追加。また南通の学校関係も家族含めた移動は江蘇省のみの制限であった。このような徹底した規制により、12月現在では国内症例はほぼゼロ、輸入症例が残るのみとなっている(表2)。一人でも国内症例が出ればリスク管理され、徹底的な追跡・地区封鎖・大規模PCR検査となり、市民生活・企業活動も大きく制限される。強制力を持つ施策は日本と大きく異なる点である。ともあれ日本はじめ各国の一刻も早いコロナ収束を切に願ってやまない。

規制解除後は急速な回復をみせ、回復以降の乗用車販売台数は昨年を上回る結果である(表3)。特に商用車は、政府による買い替えへの補助金激励政策やコロナ後の国内消費市場の継続拡大方針に基づく多くのインフラ施設等建設プロジェクトが開始され商用車ニーズ拡大に繋がっている(表4)。

業種により回復に差が生じ明暗を分ける状況だが、自動車産業は商用車・コンベ車が市場回復を牽引し、9月以降はNEV車の回復傾向も現れてきた。この急激な反動も長続きはせず落ち込む予想もあるが、このまま昨年比を上回る結果が続き、市場をリードする技術開発が継続的に市場投入されれば、2025年に向けて中国市場は更に成長し、中国市場が世界を牽引していくことがより確かなものになってくる。それを推し進める政府の環境政策を下記に示す(表5, 6, 7)。

表2 中国の新規感染者の推移

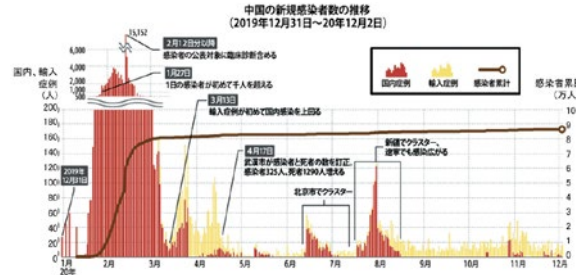


表3 2020年中国乗用車の販売台数推移

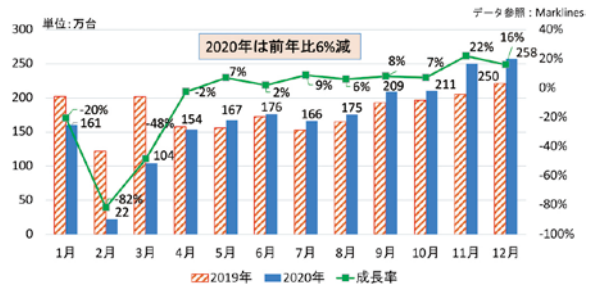


表4 2020年中国商用車の販売台数推移

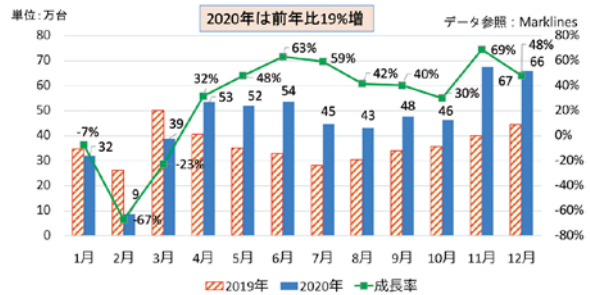


表5 中国政府の排ガス規制



表6 国Ⅰ～国Ⅵ規制値一覧

排ガス段階	規制値		
	CO (g/km)	HC+Nox (g/km)	PM (g/km)
	CI	CI	CI
国Ⅰ	2.72	1.36	0.2
国Ⅱ	1.0	0.9	0.1
国Ⅲ	0.64	0.56	0.05
国Ⅳ	0.5	0.3	0.025
国Ⅴ	0.5	0.23	0.0045
国Ⅵa	0.7	0.16	0.0045
国Ⅵb	0.5	0.085	0.003

表7 中国政府の環境対応施行内容

環境対応に 対しての 国家戦略	2025年	2030年	2035年
	<ul style="list-style-type: none"> □ コンベ車新車平均燃費：5.6L/100km (WLTC) □ 省エネシェア：コンベの50%以上 □ 新エネシェア：20% 	<ul style="list-style-type: none"> □ コンベ車新車平均燃費：4.8L/100km (WLTC) □ 省エネシェア：コンベの75%以上 □ 新エネシェア：40% 	<ul style="list-style-type: none"> □ コンベ車新車平均燃費：4L/100km (WLTC) □ 省エネシェア：コンベの100% □ 新エネシェア：50%以上

達成するために

政策分類	コンベ/省エネ	新エネ
	<ul style="list-style-type: none"> (企業参入面) ・自動車企業の外資株比率制限解除政策 	<ul style="list-style-type: none"> (企業参入面) ・新エネ車生産企業及び製品参入政策
	<ul style="list-style-type: none"> (企業製造面) ・乗用車CAFC及びNEVポイント並行管理方法 	<ul style="list-style-type: none"> (企業製造面) ・補助金政策
	<ul style="list-style-type: none"> (消費者使用面) ・購入税優遇政策 	<ul style="list-style-type: none"> (消費者使用面) ・購入税免除政策 ・購入制限対象外

5. おわりに

南通テクセンが開設され10年目にテクセン統合を迎える。世界をリードしていく中国市場において存在感を示せるテクセンとなるように、これまで支えて頂いた多くの方々に感謝の意を持って10年目の節目を迎え、新たなスタートを歩んでいく。

参考文献

- 1) データ参照：Marklines
- 2) 表2:The Daily NNA 中国総合版【CHINA Edition】第06000 号

筆者



古賀 義孝

愛信(南通)汽車技術中心有限公司

受賞

社外受賞テーマ一覧(2020年1月～12月)

*受賞者の所属名は受賞時点のものです。

部署名	受賞日	受賞名	受賞テーマ	受賞者	協業部署
第一車体技術部	2020.1.10	ホンダ 優良感謝賞 「開発部門」	ジェスチャーコントロール センサ	アイシン精機	第二電子 技術部
L&E 技術部	2020.1.27	2020年度 省エネ大賞	超高効率ガスエンジン ヒートポンプGHP エグゼアⅢ	アイシン精機 L&E商品本部	東京ガス、 大阪ガス、 東邦ガス、 パナソニック、 ヤンマー
第一車体 技術部	2020.2.6	車体協和会 優秀事例展示会 「優良賞」	低コストPBD タッチセンサー	アイシン精機	
軽合金 生技部	2020.5.25	公益社団法人 日本鑄造工学会 令和2年度 「技術賞」	アルミニウムダイカスト用 マイクロカプセル 粉体離型剤技術の開発	軽合金生技部 前原 一仁、馬淵 潤、 小林 竜之	
第一車体 技術部	2020.6.2	ダイハツ工業 「商品力向上賞」	Bピラーレス助手席 イージークローザシステム	アイシン精機	
第二車体 技術部	2020.8.27	中部地方発明協会 「発明奨励賞」	グリルシャッタ装置	浅野喜正	
ボデー先行 開発部	2020.8.27	中部地方発明協会 「発明奨励賞」	グリルシャッタ装置	日高大 内田修平	
知的財産部	2020.8.27	グローバルイノベータ・ トップ100 クラリベイト社 (特許調査会社)が選ぶ 世界の革新企業トップ 100(6年連続)	自社特許出願の件数/ 影響力/グローバル性/ 登録率の総合評価結果	アイシン精機	発明部署
L&E 技術部	2020.10.8	ICEF2020 TOP10 Innovations	エネファームTypeS 20年モデル	アイシン精機 L&E商品本部	大阪ガス、 京セラ、 ノーリツ、 リンナイ、 パーパス
L&E 技術部	2020.12.1	2020年度 省エネ大賞	エネファームTypeS 20年モデル	アイシン精機 L&E商品本部	大阪ガス、 京セラ、 ノーリツ、 リンナイ、 パーパス
L&E 技術部	2020.12.8	第9回 コージェネ大賞 2020	エネファームTypeS 20年モデル	アイシン精機 L&E商品本部	大阪ガス、 京セラ

社外発表論文・投稿リスト(2020年1月～12月)

- * 本発表実績は当社から社外への新規発表を掲載しております。
なお、海外での発表はNo.に※印が表記してあります。その他は国内での発表です。
- * 発表者の所属名は発表時点のものです。

1. 社外発表論文リスト

No.	発表月	発表先	発表題目	所属 (協業先)	発表者
※1	1月	人口知能学会誌	The 14th International Conference on Knowledge, Information and Creativity Support Systems (KICSS2019)	技術企画・統括部	Truong Vinh Truong Duy 名取 直毅
※2	1月	Cryogenics and Superconductivity Society of Japan (CSSJ) 10thACASC-2ndAsianIC-MC-CSSJ	鉄系超電導体CaKFe ₄ As ₄ 単結晶試料のユニークなピンニング機構	イムラ材料開発研究所	川島 健司
※3	1月	Cryogenics and Superconductivity Society of Japan (CSSJ) 10thACASC-2ndAsianIC-MC-CSSJ	1144型および122型構造 鉄系化合物の超電導	イムラ材料開発研究所	川島 健司
※4	1月	Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) The 33rd International Conference on Micro Electro Mechanical Systems (IEEE MEMS 2020)	表面プラズモン共鳴光検出器を利用した近赤外分光によるガス検知	アイシン・コスモス研究所	齋藤 史朗
5	1月	スマートプロセス学会 エレクトロニクス生産科学部会・溶接学会	Cuナノ粒子とZn粉末を用いたパワー半導体素子実装向けCu-Zn合金接合	生技開発部	衆 康弘
6	1月	NEDO, ENEX2020 NEDO HP + ENEX2020	「排熱を利用した吸収冷凍機の商用車搭載プロトタイプが完成、車両評価を開始」 「自動車排熱を回収しそのエネルギーで冷房することで燃費を向上する小型吸収冷凍機の開発」	第一機関技術部	坪内 修
7	1月	早稲田大学 基幹理工学研究科 修士課程発表会	深層学習を用いた工業部品の品質検査	技術企画・統括部	Truong Vinh Truong Duy 名取 直毅
8	2月	日刊工業出版株式会社 クリーンエネルギー '20年2月号	世界初、汎用元素のみで構成する熱発電モジュールの開発	エネルギー技術部	小島 宏康
9	2月	日本科学技術連盟 QCサークル本部長東海支部 選抜大会	業務効率化による労働時間低減 ～ママになっても働き続けられる職場を目指して～	電子生技部	栗須 里恵 西村 智理
10	2月	日本科学技術連盟 QCサークル全国大会	案内業務の工数低減	人事部	伊藤 恵
11	2月	日本科学技術連盟 QCサークル全国大会	断熱ボード廃却不良の低減 =全員参加で問題の見える化=	安城工場	浦川 壮太
12	2月	日本科学技術連盟 QCサークル全国大会	可視化の力をみくびるな ～知恵の結集で水滴に挑む～	西尾機関工場	西山 寿樹
※13	2月	Consiglio Nazionale delle Ricerche-Superconducting and other Innovative materials and devices institute (CNR-SPIN) Iron-based Superconductors: advances towards applications (IBS2app)	1144型構造鉄系超電導体の超電導特性と応用のポテンシャル	イムラ材料開発研究所	神谷 良久 川島 健司

No.	発表月	発表先	発表題目	所属(協業先)	発表者
※14	2月	Consiglio Nazionale delle Ricerche-SuPerconducting and other INnovative materials and devices institute (CNR-SPIN) Iron-based Superconductors:advances towards applications (IBS2app)	新超電導体CaKFe ₄ As ₄ :構造と超電導特性のアニールとSn添加効果	イムラ材料開発研究所	神谷 良久 川島 健司
15	2月	情報処理学会 論文誌【組込みシステム工学】特集	フィーチャ指向アプローチによる自動車ボディ系製品のプロダクトライン開発への移行事例	ソフトウェア技術部	西浦 洋一
16	2月	株式会社トヨタシステムズ バーチャルリアリティ検討における意見交換会	「XVL VR」を活用したバーチャル検討の取組	生産革新推進部	趙 凱 斎藤 敏彦 岸本 直生
17	2月	第70回オールアイシン 研究発表会	車室内用途のTOF方式の距離画像センサの開発	電子先行開発部	堀 淳史
18	2月	第70回オールアイシン 研究発表会	外観検査への人口知能(ディープラーニング)適応技術開発	生産革新推進部	野澤 仁
19	2月	SCITEPRESS DIGITAL LIBRARY VISAPP2020	運転支援のためのオプティカルフローを利用した時系列情報に基づく車載カメラ映像の復元	走行安全第一制御技術部	足立 淳
20	3月	株式会社シーエムシー出版「酵素トランデュースと酵素技術展開」	酵素を担持した薄膜の酵素電極と電気変換素子への応用	アイシン・コスモス研究所	重森 康司
21	3月	アイシン技報 VOL.24	重点開発領域におけるおもてなしサービス開発の取り組み	ボデー先行開発部	梶野 浩司 福井 宜夫 木暮 孝典
22	3月	アイシン技報 VOL.24	未来をけん引する台場開発センター	技術企画・統括部 デザイン部 電子先行開発部 データサイエンス技術部	鈴木 義一 新出 佳弘 林 義成 加藤 浩明
23	3月	アイシン技報 VOL.24	眼球運動を指標とした注意・覚醒度状態の検知技術	先進技術開発部	和久井 秀樹
24	3月	アイシン技報 VOL.24	人それぞれに固有な眩しき感覚を知る	アイシン・コスモス研究所	廣瀬 秀頭
25	3月	アイシン技報 VOL.24	コンパクト車両向け1800MPa級ホットスタンプバンパR/Fの開発	第二車体技術部	北 恭一
26	3月	アイシン技報 VOL.24	減衰力制御サスペンション(AVS)の開発	走行安全第二制御技術部	青山 洋 佐藤 功祐 山本 彰人 小松 悟志 田中 亘 本間 幹彦
27	3月	アイシン技報 VOL.24	車両用小型吸入冷凍機の開発	第一機関技術部	江端 佑介 坪内 修
28	3月	アイシン技報 VOL.24	燃費改善に貢献する減衰性能切替HVダンパの開発	駆動技術部	宮町 義弘 中垣内 聡 鈴木 雅紀
29	3月	アイシン技報 VOL.24	新しい鉄系超電導体 AeAF ₄ As ₄ , (Ln,Na)Fe ₂ As ₂ の創出	イムラ材料開発研究所	川島 健司
30	3月	アイシン技報 VOL.24	イムラ ヨーロッパの近況	イムラヨーロッパ	戸嶋 裕基
31	3月	アイシン技報 VOL.24	人それぞれに固有な“眩しさ”感覚を知る	イノベーションセンター	廣瀬 秀頭
※32	3月	JEC Group JEC World 2020	世界初、熱可塑性樹脂によるガラス繊維補強リーフスプリング	素形材生技部	石川 勝啓
33	3月	経済産業省・日本エネルギー経済研究所 India-Japan Workshop on Hydrogen and Fuel Cell 2020	家庭用コージェネレーションの開発状況	L&E先行開発部	鶴飼 健司
34	3月	燃料電池実用化推進協議会(FCCJ) 令和元年度第2回定置用WG	新製品紹介 エネファーム typeS 20年モデル	L&E技術部	西村 理

No.	発表月	発表先	発表題目	所属(協業先)	発表者
35	3月	人口知能学会 2020年度人口知能学会 全国大会	車載画像物体検知に向けた 敵対的画像復元の検討	技術企画・統括部	(技術企画統括部) 戸部田 雅一 高椋 佐和 名取 直毅 (アイシン・エイ・ダブリュ) 本多 芳寛 平岩 直浩 水野 貴史
36	3月	情報処理学会 情報処理学会第82回 全国大会	人口知能を用いた自動外観検査 アルゴリズムの溶接部への適用	データサイエンス技術部	山田 理恵
37	3月	株式会社電通国際 情報サービス 第4回ISIDエグゼクティブ フォーラム	全社業務改革プロジェクト ～データ正活動推進～	デジタルエンジニアリング部	金森 亮
38	3月	精密工学会 動的画像処理実利用化 ワークショップ2020	Convolutional Auto Encoder を 用いた工業製品の異常検知	技術企画・統括部	高椋 佐和
39	3月	精密工学会画像応用技術 専門委員会 動的画像処理実利用化 ワークショップ2020	物体認識におけるグリッド境界での 認識性能改善	データサイエンス技術部	(データサイエンス技術部) 日並 秀太郎 森崎 博幸 (走行安全第一制御技術部) 足立 淳
40	3月	電気化学会 電気化学会第87回大会	家庭用燃料電池向けチューブセル 研究開発	L & E 先行開発部	杉浦 裕胤 三浦 和宏 堀内 幸一郎 渡邊 秀貴
41	3月	空気調和衛生工学会 空気調和衛生工学会北海道 支部第54回学術講演会	寒冷地における家庭用熱電併給シス テムによる次世代暖房制御システムに 関する研究	L & E 先行開発部	神谷 洋 長尾 泰気
42	3月	プラスチック成形加工学会 プラスチック成形加工学会誌 '20年4月号	可視化シリンダによるGFストランドの 解織挙動解析	生技開発部	石川 勝啓
43	4月	日本能率協会 テクノフロンティア2020	機電一体型・電動ウォーターポンプの 熱シミュレーションのモデル構築	デジタルエンジニアリング部	青山 泰崇
44	4月	兵庫県立大学 産学連携・ 研究推進機構 利用課題実験報告書	樹脂溶着界面における 結晶性変化の解明	生技開発部	舟本 三恵
45	4月	日本工業出版株式会社 月刊「クリーンエネルギー」	アイシン精機のGHP「XAIR III」の 紹介	L & E 技術部	浅尾 憲
46	5月	QCサークル東海支部 愛知地区 第50回QCサークル本部長賞 愛知地区選抜大会	RAKUSURU(楽する)改善で 意欲向上! 制約・制限があっても、 美味しい究極の豚汁!	安城工場	木村 一喜 的場 美由樹
47	5月	自動車技術会 2020年春季大会	逐次差分方式による鋳肌の状態を 比較する傷の気付き処理を用いた アルミ鋳物製品の自動外観検査	生産革新推進部	武藤 功樹
48	5月	自動車技術会 2020年春季大会	高機能気流制御弁の開発	第二機関技術部	(第二機関技術部) 加藤 琢也 小関 剛生 石原 啓光 山口 智広 (第一機関技術部) 長谷川 幹修
49	5月	自動車技術会 2020年春季大会	3気筒ハイブリッド車用 高機能ダンパの開発	駆動技術部	関根 務
50	5月	自動車技術会 2020年春季大会	CFDによる最適設計の現状と 今後の展望	デジタルエンジニアリング部	山本 和男
51	5月	燃料電池開発情報センター 燃料電池シンポジウム	家庭用燃料電池エネファームtypeS (SOFC)の開発最新状況について	L & E 技術部	遠藤 聡
52	5月	日本鑄造工学会 第175回全国講演大会	ダイカストラインへの離型剤供給不良 撲滅による設備停止時間低減	西尾ダイカスト工場	湯前 勝也
53	5月	日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス 講演会2020	薄型化を可能にする2軸湾曲揺動 メカニズムに関する研究	先進技術開発部	鈴木 信太郎 信時 正嗣

No.	発表月	発表先	発表題目	所属(協業先)	発表者
54	5月	日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス 部門 ロボティクス・メカトロニクス 講演会2020	立ち上がり動作における座面高さ と手すり位置による影響	デザイン部	新出 佳弘 大塚 侑
55	5月	プラスチック成形加工学会 プラスチック成形加工学会誌 '20年10月号	可視化シリンダによるGFストランドの 解繊挙動解析Ⅱ— スクリューデザインの 影響—	素形材生技部	石川 勝啓
※56	5月	IOP Publishing Superconductor Science and Technology (SuST)誌 Focus issue (特集号)	高い臨界電流密度を持つ CaKFe ₄ As ₄ のスパークプラズマ焼結	イムラ材料開発研究所	神谷 良久 川島 健司
※57	5月	IOP Publishing Superconductor Science and Technology (SuST)誌	多結晶CaKFe ₄ As ₄ 焼結体の Sn添加効果	イムラ材料開発研究所	神谷 良久 川島 健司
※58	5月	Inorganic Chemistry誌 (出版先: American Chemi- cal Society)	新しいアンチペロフスカイト型リン 化合物:(Ca _{1-x} Sr _x)Pd ₃ Pの 化学圧力による構造相転移と超電導	イムラ材料開発研究所	川島 健司
59	5月	空気調和衛生工学会 令和2年度空気調和 衛生工学会大会	SOFC型家庭用燃料電池コージェネ レーションシステムの排熱を利用したデ シカントシステムの最適化条件の検討	L&E先行開発部	三ツ橋 翔
60	6月	エムエスシーソフトウェア ヘキサゴンライブ2020	自動車用ウォータポンプの キャピテーション予測技術構築	デジタルエンジニアリング部	吉田 和人
61	6月	名古屋大学大学院 多元数理科学研究科 社会数理概論 I	実践ソフトウェアエンジニアリング	ソフトウェア基礎技術部	間瀬 順一
※62	7月	Communications Materials 誌(出版先: Springer Nature)	Caの有無に着目した多層系銅酸化物 超電導体の構造的特徴の分類研究	イムラ材料開発研究所	川島 健司
※63	7月	Institute of Electrical and Electronics Engineers(IEEE) 19th IEEE International Conference on Machine Learning and Applications(ICMLA2020)	Institute of Electrical and Electron- ics Engineers(IEEE) 19th IEEE International Conference on Machine Learning and Applications(ICMLA2020)	技術企画・統括部	Truong Vinh Truong Duy 名取 直毅
※64	7月	The International Society of Electrophysiology and Kinesiology ISEK2020	高齢者における床の 側方外乱刺激時の筋電図学的解析	先進技術開発部	山口 秀明
※65	7月	International Association of Pattern Recognition (IAPR) 25th International Confer- ence on Pattern Recogni- tion (ICPR2020)	Anomaly Detection as Object Detection with Extra Classes	技術企画・統括部	Truong Vinh Truong Duy 高椋 佐和 名取 直毅
※66	7月	Human Computer Interac- tion学会 HCI International 2020、 "Springer"誌	アクティブな高齢化社会に向けた AIモビリティソリューション	デザイン部	柴田 真理子
67	8月	PRMU MIRU2020	時系列情報を用いたAttention U-Netによる 車載カメラレンズに付着した汚れ検出	走行安全第一制御技術部	足立 淳
68	8月	エアロゾル学会 エアロゾル科学・技術研究 討論会	ナノサイズ微細水の計測について	イノベーションセンター	井上 伸介 平野 明良
※69	8月	Inorganic Chemistry誌(出 版先: American Chemical Society)	実験と計算による超伝導体 :Sc ₂₀ C _{8-x} B _x C ₂₀ の 最適ホウ素量の決定	イムラ材料開発研究所	川島 健司
※70	9月	CEDEC CEDEC2020	駐車スペース検知のための 『Unreal Engine』活用 ～次世代自動駐車システム実現に向けて～	先進開発部	小久保 嘉人
71	9月	日本冷凍空調学会 20年度日本冷凍空調 学会年次大会	車両への適用を目指した 吸収液の吸収性能評価	先進開発部	江端 佑介 坪内 修
72	9月	AVEC'20推進委員会 (自動車技術会) AVEC20(先進自動車制御 国際シンポジウム)	アクティブサスペンションシステム制御と そのコンポーネント技術の紹介	走行安全第二制御技術部	加藤 彰
73	9月	日本化学会 コロイドおよび界面化学部会	放射光X線によるナノサイズ水粒子の 皮膚各層への浸透挙動の解析	イノベーションセンター	田端 友紀 井上 慎介 平野 明良

No.	発表月	発表先	発表題目	所属(協業先)	発表者
74	9月	日本機械学会 2020年度年次大会	家庭用SOFC コジェネレーションシステムの開発	L&E技術部	砂原 茂幸
75	9月	日本機械学会 2020年度年次大会	高減速・高効率遊星ギヤ	先進開発部	藤川 実香
76	9月	日本鑄造工学会 第176回全国講演大会	非熱処理型高強度アルミ合金 (Al-Mg-Si系)の機械的性質に 及ぼす影響	軽合金技術部	泉 芳範 井川 弘尊 小林 竜之
77	9月	日本体力医学会 第75回日本体力医学会大会	立位乗車における車両発車時の姿勢 制御と動的バランス能力の関係	先進開発部	山口 秀明
78	9月	Experimental Brain Research	高齢者のバランス能力に対する 自己効力感と経験からなる事前準備の 影響に関する脳神経学的評価	先進開発部	山口 秀明
79	9月	株式会社電通 国際情報サービス ISID金型・加工 ユーザコンファレンス2020	NX・NX CMMを活用した製品 (金型)測定業務の効率化	車体カンパニー統括部	青山 信二
80	9月	高輝度光科学研究センター 利用推進部 Spring-8/SACL 利用研究成果集	樹脂溶着界面における 結晶性変化の解明	素形材生技部	舟本 三恵
81	10月	中部品質管理協会 「QCサークル事例発表会」	AS8431ライン部品供給作業負荷・ 工数低減 ～「めざせONE TEAM、 小さな改善から大きな結束力を～」	半田電子工場	築瀬 弘也 河合 一磨
※82	10月	ITS世界会議	Parking Space Estimation Using Localized Part Affinity Fields	先進技術開発部	小久保 嘉人 丸山 大亮
83	10月	トヨタ自動車株式会社 トヨタグループ AI/BD事例共有会	Convolutional Auto Encoder GANを 用いたミッションケースのワレ検出	技術企画・統括部	(技術企画・統括部) 高橋 佐和 (データサイエンス技術部) 栗原 伸明
84	10月	日本転倒予防学会 第7回学術集会	動的バランス能力による転倒リスク 判定基準の作成	先進開発部	山口 秀明
※85	10月	IEEE Intelligent Transpor- tation Systems Society (ITSS) IEEE Intelligent Vehicles Symposium 2020	Self-Calibration of Non-Overlapping in-Vehicle Cameras based on Visual SLAM under Backing-up Parking with Turning Wheel	走行安全第一制御技術部	早川 和孝 足立 淳
86	10月	自動車技術会 2020年秋季大会	低速時の小回り性と自然な 操舵フィーリングを両立した 大舵角後輪操舵システムの開発	走行安全第二制御技術部	永井 陽平 土屋 義明 日高 靖二 辻 傑 中村 友之
87	10月	QCサークル東海支部 愛知地区 職場改善飛躍成果大会	チームを活かす多様性! 整流フォルダ浸食対策で廃却STOP! ～深層ダイバーシティとは?～	西尾ダイカスト工場	早川 洗介 長尾 健太郎 阿部 隼弥
88	10月	デジタルプロセス株式会社 第35回VPS事例セミナー	VPS MFGを活用した業務効率向上と VPS GP4を活用した現場の運搬改善	電子生技部	(電子生技部) 加藤 宏弥 井関 知恵子 (半田電子工場) 金田 仁彦
89	10月	トヨタGデータ分析会事務局 トヨタAI/BD事例共有会	機械学習による疲労強度の 予測技術確立	材料技術部	清水 幹幸
90	10月	北九州産業学術推進機構 (FAIS) ひびきのサロン	次世代信号処理技術	電子先行開発部	藤田 剛
91	10月	省エネルギーセンター 月刊省エネルギー誌11月号 「省エネ大賞地区発表大会 ダイジェスト」	超高効率ガスエンジンヒートポンプ 「GHP XAIR(エグゼア)Ⅲ」	L&E技術部	森下 慎也
92	10月	日本機械学会 マイクロ・ナノ工学部門 第11回 マイクロ・ナノ工学シンポジウム	検出波長を動的に変更可能な プラズモニック光検出器の 分光用途への応用可能性 Applicability Plasmonic Photode- tectors with Dynamic Reconfigu- ration of Detectable Wavelength for Spectroscopy	アイシン・コスモス研究所	齋藤 史朗
93	10月	自動車技術会 EVTeC 2021	初期位置推定によるセンサレス ブラシレスモータの起動性向上	第一電子技術部	小野坂 直城 山本 武

No.	発表月	発表先	発表題目	所属(協業先)	発表者
94	10月	電気学会東京支部新潟支所 令和2年(第30回)電気学会 東京支部新潟支所 研究発表会	小型NMR用内挿超電導円筒の 非接触評価における劣化箇所判別の ためのデータ処理法の検討	イムラ材料開発研究所	伊藤 佳孝 柳 陽介
95	10月	人間工学会東海支部 人間工学会東海支部大会	生体情報解析による ニューマチックシートの 生体負担度低減効果の評価	第二車体技術部	小木曾 隆
96	11月	国立情報学研究所 「Engineerable AI(eAI)」 プロジェクト, AI/IoTシステム 安全性シンポジウム実行委員 会, 機械学習研究会 (MLSE)機械学習システム セーフティ&セキュリティWG, 株式会社エヌ・ティ・ティ・デー タ, 有人宇宙システム株式会 社第2回 AI/IoTシステム安全 性シンポジウム	機械学習システム現場の課題	技術企画・統括部	名取 直毅
97	11月	日本ダイカスト協会 2020日本ダイカスト会議	非熱処理型Al-Mg-Si合金の 諸特性におよぼすSr添加の影響	軽合金技術部	泉 芳範 井川 弘尊 小林 竜之
98	11月	日本機械学会 第28回機械材料・材料加工 技術講演会	A6061/SPC270の重ね合わせFSWに おける接合プロープ押し込み量の影響	生技先行開発部	小池 洋史
99	11月	株式会社JSOL JMAGユーザー会2020	JMAGとGT-SUITEの連携による EV駆動用モータの1D熱解析	先進開発部	柴森 賢子
100	11月	高分子学会 第29回ポリマー 材料フォーラム	PEDOT/PSS膜の微細構造と ナノサイズ水滴放出メカニズム	イノベーションセンター	田端 友紀
101	11月	高分子学会 第29回ポリマー材料 フォーラム	PRDOT/PSS膜の微細構造と ナノサイズ水滴放出メカニズム	イノベーションセンター	田端 友紀 井上 慎介 平野 明良
102	11月	日本科学技術連盟 クオリティフォーラム2020	品質保全の変革と予兆管理への 取組み	TQM・ISO推進部	西雪 信太郎
103	11月	日本科学技術連盟 クオリティフォーラム2020	一人ひとりが働きがいを持てる 職場づくり	デザイン部	松井 明子
104	11月	組込みシステム開発技術 研究会(CEST) 第242回技術交流会	CASEに対応するソフトウェア技術者に 求められる人材像とその獲得について	ソフトウェア基盤技術部	間瀬 順一
105	12月	福岡県新産業振興課 水素戦略会議 人材育成セ ミナー	家庭用燃料電池コージェネレーション システムの開発	L&E技術部	砂原 茂幸
106	12月	トヨタ自動車株式会社 第55回オールトヨタTQM大会	クラッチマスターシリンダー 耐異音設計の最適化	駆動技術部	梶田 俊輔
107	12月	トヨタ自動車株式会社 第55回オールトヨタTQM大会	実践演習教育を通じたSQC 活用レベル向上 ～統計的アンケート分析で 「活用できない真因」を追求～	TQM・ISO推進部	平松 伸章
108	12月	トヨタ自動車株式会社 第55回オールトヨタTQM大会	機械学習による疲労強度の 予測技術確立	材料技術部	清水 幹幸
※109	12月	IEEE Computer Society IEEE Transactions on Multimedia	Role of Target Samples and Seman- tics in Semi-Supervised Domain Adaptation	技術企画・統括部	高椋 佐和

2. 社外発表投稿リスト

No.	発表月	発表先	発表題目	所属 (協業先)	発表者
1	1月	第一線監督者の集い	とにかく『観る』にこだわった職場改善活動	工機工場	田村 慎哉
2	1月	リニアドライブ研究会	自動車搭載用エネルギーハーベスタの実機検証による数学モデルの妥当性評価	パワートレイン先行開発部	大川 明美 東條 威士 高口 大樹
3	2月	QCサークル総合・交流大会	『私達でも出来た全員参加の改善活動!』 ～みんなで生産ロスをなくすぞ～	衣浦工場	古谷 悠
4	2月	エレクトロニクスショー2020	機能安全とマルチコア	ソフトウェア技術部	稲垣 浩之
5	2月	日本鑄造工学会 ダイカスト研究部会	粉体離型剤技術の実用化開発	軽合金技術部	前原 一仁
6	3月	アイシン技報VOL.24	車両用小型吸収冷凍機の開発	第一機関技術部	江端 佑介
7	7月	PIEA(ドイツ)	世界初、熱可塑性樹脂による ガラス繊維補強リーフスプリング	素形材生技部	石川 勝啓
8	5月	クリーンエネルギー	塗布構造吸収器を採用した 車両用小型吸収冷凍機の開発	先進開発部	坪内 修
9	8月	dSPACE TECHDAY (in ADVICS)	ソフトウェア品質と開発コストの両立を 考慮したMBD利用事例	デジタル解析技術部	中村 卓磨
10	9月	空気調和・衛生工学会(福 井・WEB)	寒冷地における家庭用熱電供給 システムによる次世代暖房制御 システムに関する研究 —スマートコントローラーを導入した 世帯における提案システム導入効果の 評価—	L&E先行開発部	神谷 洋 長尾 泰気
11	10月	日本非破壊検査協会 秋季講演大会	逐次差分方式による鑄肌の状態を 比較する傷の気付き処理を用いた アルミ鑄物製品の自動外観検査	生産革新推進部	武藤 功樹
12	10月	中部バス協会技術委員会	車内事故予防に向けた取り組みの 現状と今後について	先進開発部	山口 秀明
13	10月	中央技術委員会全国大会	車内事故予防に向けた取り組みの 現状と今後について	先進開発部	山口 秀明
14	10月	2020年度第1回低温 排熱利用機器調査研究会	車両用小型吸収冷凍機	先進開発部	坪内 修
15	11月	「次世代自動車の 熱マネジメント」 技術情報協会	車両用小型吸収冷凍機の開発	先進開発部	坪内 修
16	12月	日本鑄造工学会 第176回全国講演大会 (誌上演大会)	アルミニウム合金ダイカストにおける 未充填と湯境のシミュレーション	アイシン・エイ・ダブリュ 軽合金生技部	(アイシン・エイ・ダブリュ) 茜谷 宗明 (軽合金生技部) 前原 一仁
17	12月	日本鑄造工学会 第176回全国講演大会 (誌上演大会)	マイクロカプセル離型剤の開発	軽合金生技部	前原 一仁
18	12月	EXEN2021	自動車排熱を回収し、その エネルギーで冷房することで燃費を 向上する小型吸収冷凍機の開発	先進開発部	坪内 修
19	12月	QCサークル全国大会 (宜野湾)	チームを活かす多様性! 整流フィルタの 浸食対策で廃却STOP! ～深層ダイバーシティとは?～	西尾ダイカスト工場	早川 洸介
20	12月	QCサークル全国大会 (宜野湾)	AS8431ライン 部品供給負荷・工数低減 ～「めざせONE TEAM」小さな 改善から大きな結束力を～	半田電子工場	築瀬 弘也 河合 一磨

編集後記

コロナ禍での大きな変革に立ち向かう我々にとって、まずは一人一人が自覚を持ち大きく変わることであり、時代を先取りする自由で柔軟な発想や、果敢に挑戦する姿勢が重要になってきています。

今回の技報では、そのことを強く意識し、編集委員一同取り組んで参りました。

特別寄稿では、(株)ナカニシ自動車産業リサーチ代表の中西孝樹様に、コロナ禍でのモビリティ社会の未来に関して、我々技術者へのメッセージやアドバイスも寄せて頂きました。

また、特集のSDGsやトピックスのイノベーションセンター紹介など、未来を見据えたテーマも取り上げ、皆さまに興味をもってもらえるよう工夫を凝らしております。今後の皆さまの仕事や生活を見直すきっかけになれば幸いです。

なお、本号は2021年4月のアイシン・エイ・ダブリュ(株)との合併に先立ち、技術論文2件の掲載も加えました。今後は一つの会社、(株)アイシンとして、より充実した内容にして参りますのでご期待ください。

最後に、発行にあたり、執筆者・関係部署・編集会社など大勢の関係者の方々にご協力を頂きましたことを、心より感謝致します。

(編集委員一同)

●アイシン技報編集委員会

編集委員 安藤 信二	技術企画・統括部	事務局 岩田 裕司	技術管理部
伊佐野宜之	知的財産部	林 弥生	技術管理部
野口 康仁	デザイン部	谷澤 伸治	技術管理部
奥野 智子	材料技術部		
浅井 貴友	デジタル解析技術部		
中村 裕之	信頼性統括部		
橋詰 健	先進開発部		
安藤 雅彦	AW:技術管理部		

●表紙・特集デザイン

アイシン精機株式会社デザイン部

※コロナ禍で世界が大きく変化している中、
夢と志を持って、チームワークで変革の
挑戦へ踏み出す一歩を表現しました。

アイシン技報

AISIN TECHNICAL REVIEW VOL.25 2021

発行 2021年3月(禁無断掲載)
発行所 アイシン精機株式会社 技術管理部
〒448-8650
愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地
TEL (0566)24-9324
発行人 江口 勝彦
印刷 プリ・テック株式会社



For a Better Tomorrow

AISIN GROUP

