

アイシン技報

2020

VOL.24

AISIN
TECHNICAL
REVIEW



特集
大変革、
どうするアイシン!
～CASEの時代に向けて～

目 次

巻頭言	一人一人が大きく変わる時 1 江口 勝彦
特集 大変革'どうするアイシン！ ～CASEの時代に向けて～	EVと自動運転が迫る自動車業界の大変革 3 鶴原 吉郎 FF1モータハイブリッドトランスミッションの開発 10 関 祐一 杉坂 繁 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 14 梶野 浩司 福井 宣夫 木暮 孝典
トピックス	未来をけん引する台場開発センター 17 鈴木 義一 新出 佳弘 林 義成 加藤 浩明
技術論文	眼球運動を指標とした注意・覚醒度状態の検知技術 25 和久井 秀樹 人それぞれに固有な“眩しさ”感覚を知る 30 廣瀬 秀顕 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 32 吉戸 佑樹 北 恭一 減衰力制御サスペンション(AVS)の開発 36 青山 洋 佐藤 功祐 山本 彰人 小松 悟志 田中 亘 本間 幹彦 車両用小型吸収冷凍機の開発 41 江端 佑介 坪内 修 燃費改善に貢献する減衰性能切替HVダンパの開発 46 宮町 善弘 中垣内 聡 鈴木 雅紀 新しい鉄系超電導体 $\text{AeAFe}_4\text{As}_4, (\text{Ln}, \text{Na})\text{Fe}_2\text{As}_2$ の創出 49 川島 健司 伊豫 彰 永崎 洋
海外法人便り	イムラ ヨーロッパの近況 The recent reports of IMRA EUROPE S.A.S. 53 戸嶋 裕基
受賞	社外受賞テーマ 一覧(2019年1月～12月) 56
社外発表論文・投稿	社外発表論文・投稿リスト(2019年1月～12月) 57

一人一人が大きく変わる時

執行役員 技術開発本部長

江口 勝彦

Katsuhiko Eguchi



「100年に一度の大変革期」と云われ続け、皆さんはどう変わりましたか？ また、どう変わろうとしていますか？ まだまだ我が身に迫る危機として捉えている人はわずかではないでしょうか。皆さんの危機感の薄さが一番の危機なのです。このままの状態では、近い将来アイシンはなくなります。それほどの深刻な事態に直面しています。今すぐ行動を大きく変革しなければなりません。

自動車業界では、国内市場の長引く低迷に加え、これまで重点投資してきた中国市場も急激に冷え込み我々の経営にも大きな影響を及ぼしました。

また、これまで中国メーカはトヨタ・GM・VWなど外資系企業と積極的に合弁し、技術力を高めて日米欧との差を確実に縮めてきましたが、最近ではEV化が進み、中国国産メーカが続々と誕生し、中国がEVの主導権を握り始めております。

地球温暖化対策を後押しするEV化の流れは今後益々加速する一方で電動化商品の新規参入はさらに難しくなり、我々がシェアNo.1を誇り、稼ぎ頭であったATでさえ、十分な利益が確保できる状態ではなくなってきているのです。

世の中はCASE（コネクティッド／自動運転／シェア・サービス／電動化）に象徴される大変革が進んでいますが、これは従来の産業構造を崩壊させかねない巨大な波であり、我々はこの波に乗り遅れ、飲み込まれそうな状況に置かれているのです。

CASEによって自動車は単に製造・販売する“モノ”から、移動手段としてのサービスを提供する“コト”へと変わりつつあり、GAFA（グーグル／アップル／フェイスブック／アマゾン）や異業種の企業が續々と参入してきています。

アップル社が発売したiPhoneは、スマートフォンへと進化させ、音楽・デジカメ・ナビなど新機能を次々と付加させています。既存製品の市場を駆逐し消滅させる動きであり、まさに脅威です。極論ではありますが、“クルマがスマートフォンの1機能となりモビリティ機能付きスマートフォン”が販売される時代が来るかもしれないのです。また、クルマはシェアすることで購入する必要もなくなってきている中、どう生き残っていくのかを真剣に考える時期に来ています。

生き残るために我々は何をすべきか？

写真フィルムのコダックと富士フイルムの運命を分けたのは何だったのか？ コダックは従来の銀塩フィルムにこだわり、デジカメを世界に先駆けて開発したものの、製品化への技術開発を怠ってしまった。一方、富士フイルムは銀塩フィルムがデジカメ出現によって衰退してきた時、大胆に舵を切り直しました。それまでの技術を化粧品や医療分野に投入し、異業種への参入を成功させたのです。

また、京都の老舗旅館・和菓子・工芸などでも「伝統を守るために死んでしまっただけは何もならない」と、時代の移り変わりとともに変えるべきところは大胆に変えています。綿善旅館はタブレット端末でお客様サービスの迅速化を、亀屋良長は伝統和菓子をモダンでわくわく感のある京風菓子に、開化堂は茶筒をパナソニックとコラボで音を奏でる茶筒に、それぞれ大きく変わることで廃業の危機を乗り越えてきています。

ダーウィンの進化論「生き残るのは最も強い種ではなく、環境変化に最も適応できた種である」は、生物に限らず企業にも当てはまります。外的・内的な変化に対応しながら変貌を遂げていく企業こそが存続できるのです。

我々一人一人がそれぞれの立場で「スクラップ＆ビルド」を考え、これまでのやり方や慣例にとらわれず「もっとベター・ベストにならないか？」「勝つために何をすべきか？」と、まずはチャレンジすることで仕事を大きく変えていきましょう。

アイシンならではのコア技術と全くゼロからの新技術を融合し、時代に合った新しい価値・製品を生み出していきたい。そのためにはITやデジタル化技術もとことん活用することは勿論ですが、日頃からのコミュニケーションや情報交換も重要であると考えています。昨年の流行語大賞になった“One Team”の精神は、目標の共有と達成感、そして個々の信頼です。まさに、これからは“One Team”の精神が大切になってくるのです。

我々一人一人が夢を描き、その夢に向かって目標を共有し、舵を切っていけば、その先にはダントツに差別化できる商品が生まれ、新しい時代を突き進むことができると思うのです。スピードが大切です。PDCAにこだわらずDPCAであっても良いと思うのです。壁を打ち破って変わらしましょう、生き残るために！

本技報は「令和」初の発行になります。新たな時代の黎明期を迎え、夢と希望をもって新しいことにどんどん挑戦していきたい。新たな価値を絶え間なく創造していくことで、この先50年・100年と成長し続ける強固で柔軟な企業にしていきたい。そして、スマートモビリティ社会の実現・発展に向けて、我々がリーダーシップをとって牽引していきたいと考えています。

全ては我々一人一人とその家族・大切な人のために！

EVと自動運転が迫る自動車業界の大変革

鶴原 吉郎

Yoshiro Tsuruhara

1. 100年に一度の変革期

2017年11月、トヨタ自動車は大規模な組織改正を発表した。その会見で豊田章男社長は「自動車業界は100年に一度の大変革の時代に入った。次の100年も自動車メーカーがモビリティ社会の主役を張れる保証はどこにもない。『勝つか負けるか』ではなく、まさに『生きるか死ぬか』という瀬戸際の戦いが始まっている」という厳しい言葉で危機感をあらわにした。豊田社長だけではない。世界の自動車メーカー各社は、今が自動車産業の大きな変わり目であることを意識し、その変化に対応しようと躍起になっている。

その変化は、ドイツ・ダイムラー社が唱え始めた「CASE」というキーワードに集約されている。いうまでもなくCASEは「Connected（コネクテッド）」「Autonomous（自動化）」「Share & service（シェア＆サービス）」「Electric（電動化）」の頭文字をまとめたもので、いまや世界の自動車メーカーが変化の代名詞としてこの言葉を使うようになった。

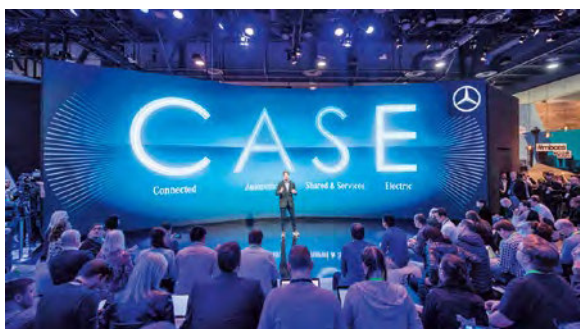


図1 ドイツ・ダイムラー社が唱え始めた「CASE」は、いまや世界の自動車メーカーの合言葉になっている。
(写真:ダイムラー社)

これまでも自動車業界が大きな変革を迫られた局面は数多くあった。例えば1970年代初頭に米国で導入された「マスキー法」を皮切りに世界各国が相次いで実施した排ガス規制に、世界の完成車メーカーは対応を迫られた。同様に、1970年代の終わりから米国で導入され



たNCAP（新車アセスメントプログラム）をきっかけに注目度が高まった車体の衝突安全性に対して、世界の完成車メーカーは対応に苦慮することになった。

しかし、これまでの変化は環境、あるいは安全など一つのテーマへの対応を迫るものだった。これに対し、今回の変化はCASEという4つのキーワードに同時に対応を迫るものだ。これだけ多くの変化に一度に対応を迫られるのは世界の自動車業界にとって初めての経験だ。

しかも、今回の変化は単に環境あるいは安全ニーズに対応することにとどまらない。これまで100年以上にわたって自動車という商品が提供してきた「価値」そのものが変化を問われているのであり、これに伴って過去100年以上続いてきた「クルマを造って売る」という自動車産業のビジネスモデルそのものが変化を迫られている。だからこそ、豊田社長は「次の100年も自動車メーカーがモビリティ社会の主役を張れる保証はどこにもない」と語ったのであり、「『生きるか死ぬか』という瀬戸際の戦いが始まっている」という強い表現を使ったのだ。では、自動車産業が迫られている「価値の変革」とは何なのか。自動車産業のビジネスモデルはどう変わらなければならないのか。それを考えるうえで参考になるのが、すでに他の産業で起こっている大きな変化である。

2. 様々な分野で進行する大変化

2018年10月15日付の日本経済新聞電子版は、米小売り大手シアーズが10月15日に連邦破産法11条（日本の民事再生法に相当）の適用を申請したと報じた。かつてシアーズはウォルマートと並んで米国を代表する小売りチェーンだったが、ネット通販の広がりや激安店の増加で、経営不振に陥り、2017年度まで7年連続で最終赤字を計上していた。

そのほぼ1年前の2017年9月には玩具の大手量販チェーンのトイザらスが破産申請している。事業継続を模索したものの買い手が見つからず、最終的に米国事

業の清算に追い込まれた。

この二つの例は代表的なものだが、米国では現在小売業が「冬の時代」を迎えている。背景にあるのは米アマゾン・ドット・コムなどネット販売の台頭で商業施設の客数が減少し、売り上げが低迷していることである。

リアルな店舗がアマゾンに追い詰められる構図は、店舗という「モノ」が、ネット通販という「サービス」に置き換えられつつあることを示す。そしてこうした「モノ」から「サービス」へという動きは、小売業以外の様々な分野で既に起きている。

例えば動画や音楽の世界では、「YouTube」のような動画投稿サイトの登場や、スウェーデンSpotifyの音楽配信サービス、米Netflixの動画配信サービスの普及に伴い、従来の店舗型レンタルDVD/CD店は苦境に立たされている。代表的なレンタルDVD/CD店チェーンである「TSUTAYA」の店舗数は2012年末の1471店舗から、2019年10月現在は1178店舗に減少している。

SpotifyやNetflixのような音楽・動画配信サービスでは、店舗に向かう必要もなく、またインターネットにつながる端末であれば、スマートフォンでもタブレットでも、ノートパソコンでも再生でき、場所や時間を問わず楽しむことができる。

リサイクルショップも「BOOKOFF」に代表されるようになりリアル店舗に代わって、若い世代が専ら利用するのはスマートフォンを使ったフリマ（フリーマーケット）アプリの「メルカリ」である。BOOKOFFは2016年3月期に上場以来初の営業赤字に転落、その後も3期連続の最終赤字に陥っている。

これまでソニーの「PS4」や任天堂の「Switch」など、日本メーカーの専用機が強かったゲームの分野にも「サービス化」の波が押し寄せている。2019年3月、米グーグルは米国サンフランシスコで開催されたGame Developers Conference 2019 (GDC 2019) の基調講演で、ゲームストリーミングプラットフォーム「Stadia」を発表した。これは、ユーザがゲーム専用機を所有していなくても、手持ちのスマートフォンやタブレット端末、パソコン、それにインターネットに接続された薄型テレビなどで、専用機並みの高精細なゲームを楽しめるサービスだ。

そしてサービス化の波は、人類が4000年以上にわたって使ってきた「現金」をも呑み込もうとしている。2019年4月、キャッシュレス推進協議会が公表した「キャッシュレス・ロードマップ2019」によれば、各国のキャッシュレス決済比率は韓国で96.4%、英国では68.6%、米国では46.0%、中国でも65.8%に達しているのに対し、日本では19.9%にとどまる（いずれも2016年のデータ）。中国では偽札の流通が多いのに対し、日

本では通貨に対する信頼が厚いといった差がこうした結果に結びついていると考えられる。

金融機関の窓口業務のための人件費や、ATMの設置・運営（現金の補充など）のコストなど、現在の現金決済インフラを維持するために、日本では年間1兆円を超えるコストが発生していると言われている。こうした現金という「モノ」が、キャッシュレス決済という「サービス」に置き換えられれば、現金の流通を維持するコストや手間の一切が省けることになる。キャッシュレス後進国の汚名をそそぐべく日本政府も、消費増税後の消費落ち込み対策の一環として、消費者が中小店舗で商品やサービスを購入する際にキャッシュレス決済を利用した場合、購入額の最大5%のポイントが付与される「キャッシュレス・消費者還元事業」を2019年10月から導入した。

3. 実用的価値と情緒的価値

ここまで様々な分野で「モノ」から「サービス」への移行が進んでいるのを見てきたが、その背景にあるのは、消費者が製品やサービスに求める水準が非常に高度になっていることだ。現代の消費者が求める価値を整理すると図2のようになる。

実用的価値	情緒的価値
いつでも	いまだけ
どこでも	ここだけ
誰でも	自分だけ
すぐに	待たされる
簡単に	難しい
もっと安く	もっと高く
もっと安全に	危険を伴う
より多くの選択肢	お飾り、限定
数値に表せる価値（性能、品質など） 商品、WEBサービスなど	数値に表せない価値（感性、感動など） 高級レストラン、ライブなど

図2 人間の欲望には「利便的価値」と「情緒的価値」があり
両者は正反対の方向を向いている（出所：筆者作成）

現代の消費者が求める価値は大きく二分される。「実用的価値」と「情緒的価値」の二つだ。このうち実用的価値は「どれだけ役に立つか」という価値であり、「すぐに」「いつでも」「どこでも」「誰でも」「簡単に」「安く」様々な選択肢の中から「より高性能・より多機能」「より安全に」などのニーズを満たすことが求められる。

この実用的価値の観点からアマゾンのサービスを考えてみると、スマートフォンやパソコン、タブレット端末があれば、「いつでも」「どこでも」「すぐに」「簡単に」「誰でも」、実店舗をしのぐ「様々な選択肢の中から」買い物をすることができる。

同様に、SpotifyやNetflixの音楽・動画配信サービスはスマートフォンやタブレットがあれば「いつでも」「どこでも」「すぐに」「簡単に」「誰でも」利用できるし、メルカリのサービスは「いつでも」「どこでも」「すぐに」「簡単に」「誰でも」個人間で売買ができる。グーグルのStadiaは、ゲーム専用機がなくても「いつでも」「どこでも」「すぐに」「簡単に」「誰でも」高精細のゲームを楽しめる。キャッ

シュレス決済サービスは、現金がなくても買い物や食事を楽しむことができ、小銭がなくても簡単に割り勘ができ、財布が小銭で膨らんでしまうこともない。

つまり、「モノ」を「サービス」に置き換えることによって、モノでは実現できなかった高度な実用的価値を実現できる。これが様々な分野で「サービス化」が進む理由だ。

4. 自動車は“落第”の商品

こうした実用的価値と対極にあるのが情緒的価値である。情緒的価値は「いかに心が満たされるか」という価値である。情緒的価値という観点から見ると、「どこでも」「すぐに」手に入る商品は価値が低い。むしろ「今だけ」「ここだけ」で手に入る商品のほうが、手に入れたときの満足度は大きい。そのためには「待たされる」ともいえない。例えば登山で「誰でも」「簡単に」登れるような山の頂上に立ったとしても達成感は低いだろう。

このように、実用的価値と情緒的価値は正反対のベクトルを向いており、こうした価値の二極化が最近では特に大きくなっていて、中途半端な存在は淘汰が進んでいる。例えば欧米の音楽ビジネスの世界では「YouTube」のような動画投稿サイトにプロモーションビデオなどの動画を投稿して無料で楽しめるようにするアーティストが多い。楽曲を有料で販売する場合でも、「いつでも」「どこでも」購入できるダウンロード配信での販売が主流になっている。一方で、アーティストの収益の柱は「ライブ・エンタテインメント」のような「その日」「その場所」「そこに集まった人」だけのエクスペリエンスへと重心を移している。つまり、音楽ソフトの主流が動画配信など「実用的価値」の高い手法へと移行する一方で、収益の柱はライブパフォーマンスを中心とした「情緒的価値」に移行し、結果として中途半端な存在であるCDやDVDは市場から駆逐されつつある。音楽ビジネスの世界では、大きなビジネスモデル転換がまさに進んでいるところだ。

こうした観点から改めて自動車産業を眺めると、消費者の「実用的価値」に対する要求の高まりや、社会の変化に対応したビジネスモデル転換に全く対応できていないことがわかる。たしかに、かつてに比べてクルマの燃費は向上し、静かになり、乗り心地は良くなり、エアバッグなどの装備によって格段に安全になった。つまり「より高機能、より高付加価値」の部分は確かに進歩しているが、それ以外の部分では、いまのクルマは高度化する消費者のニーズに全く応えられていないことがわかる。

まず「いつでも」「どこでも」という点から見れば、出先で使うことはできず、自宅にいたとしても、家族がクルマを使っていたら、自分は使うことができない。つまり「いつでも」「どこでも」という条件は満たしていない。また「誰でも」「簡単に」という観点から見ると、免許証を持たない人

は運転できないし、免許証を取得するには時間と費用がかかる。さらに免許証を取得してもしばらくは運転の習熟に時間が必要だ。認知能力や判断能力、さらには高齢になって操作能力や認知能力が低下してくると運転が難しくなるし、目の不自由な人など、身体に障がいを持つ人も運転は難しい。

「安く」という条件も落第である。デフレ社会と言われる日本にあって、自動車の価格は終始一貫して上昇し続けている。例えばトヨタ自動車の代表的な小型車「カローラ」で考えてみると、1988年の売れ筋グレード「1.5SE」（4速自動変速機、前輪駆動仕様）の価格が約119万円（消費税込み）だったのに対し、2019年9月に全面改良した最新モデルの最量販グレード（セダン）「S」（無段変速機、前輪駆動仕様）は約214万円（消費税込み）と、31年間に約8割も値上がりしている。同じ期間に消費者物価指数（2015年基準）が16.6ポイントしか上昇していないのに比べると、消費者の実感として、クルマが突出して高くなっている印象を与えるのは否めない。

5. クルマでも始まった変化

これまで、自宅に置いているクルマを出先で使えないからといって不便だと思ったり、免許を持っていない人が運転できないから不自由だと思ったりした経験はあまりないだろう。それは、我々の意識の中に「クルマとはこういうもの」という先入観があまりにも強く刷り込まれているからだ。しかし、こうした「クルマとはこういうものだ」という我々の先入観は、今後10～20年の間に大きく覆されることになるだろう。それは、自動運転、電動パワートレイン、高速通信ネットワーク、そして人工知能（AI）といった技術の急速な進化が、自動車の、そして自動車産業の姿を大きく変えていくことになるからだ。というよりも、こうした技術が今まさに我々の社会や産業、生活のあり方を大きく変えている最中なのであり、クルマの変貌はその一部にすぎない。

そしてクルマの世界でも変化はすでに始まっている。例えば米ウーバー・テクノロジーズや中国滴滴出行（ディーディー・チューシン）が提供するライドシェアサービスは、「いつでも」「どこでも」「誰でも」「すぐに」「より安く」移動できる手段を提供しているという点で、これまでの自動車という商品の不自由さを乗り越えようとする試みだといえる。そしてこれらのサービスが消費者から支持されていることは、ウーバーのサービスが2019年10月末時点で、世界85カ国、903都市でサービスを展開するまでになったことでもわかる。

同社は2019年5月にニューヨーク株式市場に上場し、約700億ドルの時価総額を記録した。その後に株価

が下落、2019年10月30日時点で約551億ドルにまで縮小している。それでもこの時価総額は「デトロイト3」と呼ばれる米国の完成車メーカ3社〔GM、フォード、FCA（フィアット・クライスラー・オートモービルズ）〕を上回る規模だ。上場前には時価総額が800億ドルに達するのではないと言われていたのに比べれば下がったものの、工場設備などの資産を何ももたないウーバーが、伝統的な自動車メーカの時価総額を上回っているのは、資本市場の期待の表れといえる。

クルマの販売の仕方にも変化が表れている。それが「サブスクリプション」という新しいクルマの販売方法の登場だ。サブスクリプションではクルマの所有権を販売するのではなく、クルマを使用する権利を月額いくらかという定額料金で販売する。これだと従来からあるリース販売と同じようだが、現在サブスクリプションという呼び方で区別している場合、契約期間中にクルマの乗り換えを可能にしている場合が多い。例えばBMWが導入しているサブスクリプションサービス「Access by BMW」は、月ごとに車種を乗り換える事が可能だ。これまでクルマを購入する場合、購入する前は様々な車種から選択する自由があったが、購入後は、ミニバンを買った場合にはスポーツ走行に限界があったし、スポーツカーを買った場合には多人数乗車は不可能だった。つまり購入後の選択肢はなかった。これも従来なら当たり前すぎて、不便だと思っただけで消費者はいなかったが、サブスクリプションサービスは購入後の選択肢という新しい便利さを提供することを可能にした。

こうした動きにトヨタ自動車も対応している。同社は2019年から「KINTO」と呼ぶサブスクリプションサービスを導入し、特にレクサスブランド向けには「KINTO SELECT（その後 KINTO FLEXに改称）」と呼ぶ3年間で6車種に乗り換えられるサービスを用意した。これはトヨタ自身が、これまでの「売り切り」の販売方法の不自由さを自覚したからにはほかならない。

6. 究極の姿は「MaaS」

ライドシェアサービスやサブスクリプションサービスの先にある究極のモビリティの姿はどのようなものだろうか。それが世界の自動車メーカやIT企業がイメージする「無人タクシー」「ロボタクシー」、あるいは「無人運転シャトル」と呼ばれる移動サービスだ。このサービスでは、必要なときにスマートフォンなどで呼び出すとクルマがやってきて、利用者がステアリングやペダルを操作することなく目的地まで自動的に運んでくれ、目的地に着いたら、また別の利用者のところへ自動的に走り去っていく。つまりサービスの形態としては現在のライドシェアサービスに近い。

ただ現在のライドシェアサービスと異なるのは、運転席にドライバがいらないことである。ライドシェアサービスに完全自動運転技術を組み合わせればドライバが不要になり、より低コストでサービスを提供できるようになる。現在のタクシーではコストの約3/4を運転手の人件費が占めており、運転手のコストが不要で割安な無人タクシーサービスが実現すれば、現在のライドシェアサービスを超越するスピードで普及することになるだろう。

最近ではこうした移動サービスに対して「MaaS（モビリティ・アズ・ア・サービス）」という呼び方も出てきた。つまり、サービスとしてのクルマ、ということで、この呼び方はもともとITの世界で使われている「SaaS（ソフトウェア・アズ・ア・サービス）」という言葉から来ている。

日本の完成車メーカはこれまでこうした動きに遅れていたが、それを一気に取り戻したのが、トヨタ自動車が2018年1月に発表したサービス専用車両「e-Palette Concept」である。2018年1月に開催された世界最大級のエレクトロニクス関連見本市「CES2018」で発表した（冒頭の写真参照）。このコンセプト車で最も注目されるのが、「トヨタが遂にモビリティサービスに本気になった」ということだろう。

これまでトヨタの豊田章男社長は「愛を付けて呼ばれる工業製品はクルマだけ」だとして、「愛車」という呼び方に代表されるような「所有することに喜びを感じられるクルマ」にこだわってきた。実際、トヨタがその前年のCES2017に出展したコンセプト車「Concept-愛」では、クルマを人間の頼れる「相棒」と位置づけ、愛着を持てるようにするためにITやAIの技術を活用していた。ところが今回のCESではそうした姿勢が一変し、トヨタの目指す方向が「モビリティ・カンパニー」であることを繰り返し強調した。

MaaSは先ほどから説明してきた実用的価値という点で、これまでの自家用車よりもはるかに優れている。スマートフォンで「いつでも」「どこでも」クルマを呼び出すことができるし、免許を持っていない人でも、身体に障がいのある人でも「誰でも」「簡単に」移動の自由を享受できる。1人で移動するときには小型の車両を、大勢で移動するときには大型の車両を、という具合に「多くの選択肢の中から」ニーズにかなうクルマを選択することができる。そしてクルマを所有する必要がなく、移動したぶんだけ料金を払えばいいので、多くのユーザにとってはクルマを所有するよりもコストは安くなるだろう。つまり実用的価値という点で「無人タクシー」は自家用車よりもはるかに優れている。こうした無人車両を使った移動サービスをトヨタ自動車は「Autono-MaaS」と呼んでおり、「e-Palette」の東京2020仕様をAutono-MaaS専用EVとして東京オリンピック・パラリンピックに十数台提

供し、選手村内を巡回するバスとして選手や大会関係者の移動をサポートする。

7. 新たな自動車産業の姿

このe-Paletteの登場は、他の完成車メーカーや部品メーカーに大きな刺激を与えた。多くの部品メーカーや完成車メーカーが“e-Paletteもどき”を続々と提案するようになったのだ。例えばトヨタがe-Paletteを発表した翌年1月のCES 2019ではドイツ・ボッシュやドイツZF、ドイツ・コンチネンタルなど多くの部品メーカーが「移動サービス用車両」を持ち込んだ。

移動サービス用車両を展示した部品メーカーの多くは、こうした車両向けの要素技術をアピールする目的で出展した。しかし、中にはZFのように車両製造にまで乗り出すことを表明するメーカーもある。一般消費者向けのクルマに参入しようとすれば、販売店網の構築・維持という高いハードルが立ち上がるが、移動サービス向けの車両はBtoB向けのビジネスであり、はるかに参入障壁は低い。自社の技術がこのビジネスで生かせると考える部品メーカーは、これから出てくるだろう。

逆に、完成車メーカーが“メガサプライヤー”の領域に参入する場面も出てきそう。例えばドイツ・フォルクスワーゲン(VW)は、EV専用開発したプラットフォーム「MEB」を米フォード・モーターに供給することを表明している。フォードはMEBを使ったEVを2023年までに発売する計画だ。EVは当初の生産台数がエンジン車よりも少ないうえ、モーターやバッテリーといった構成部品のコストが高いことから、エンジン車に比べて利益率が低くなることが見込まれる。

VWはプラットフォームをフォードに供給することで量産規模を拡大でき、コスト削減が可能になる。一方でフォードも、独自のEVプラットフォームを開発・生産するための莫大な投資をしなくて済む。この提携においては、VWはフォードに対してプラットフォームを供給する“メガサプライヤー”だといえるだろう。

日本でもトヨタ自動車はすでにハイブリッドシステムの主要コンポーネントをスバルに供給しているが、2019年3月にはスズキにもグローバルでハイブリッドシステムを供給すると発表した。つまりトヨタもハイブリッドシステムの“メガサプライヤー”としてのビジネスを手掛け始めているともいえる。これらの例は、完成車メーカーと部品メーカーを隔てる垣根が取り払われつつある動きだといえるだろう。

しかし、これらの動きは自動車産業が直面する巨大な変化の序章に過ぎない。これまで説明してきたように、自動車産業は今後、サービス化の波に本格的に洗われることになる。「クルマを造って、売る」というシンプルな構

造だった自動車産業は、現在のIT産業にも類似した多くの層(レイヤ)で構成された産業に変貌するだろう(図3)。

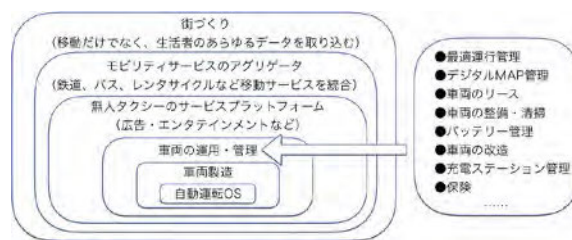


図3 将来の自動車産業の構造

こうした将来の自動車産業において、車両の製造はごく一部に過ぎない。無人タクシーを動かすための自動運転OSを開発できる完成車メーカーやIT企業は限られ、共通OSを多くのメーカーが使うことになるだろう。それはあたかも、米グーグルのスマートフォン用OS「アンドロイド」を多くのスマートフォンメーカーが搭載するのに似ている。また、その上層には無人タクシーを運用管理するビジネス、さらにその上層には車両に広告やエンタテインメントなどのコンテンツを供給するビジネスが存在する。

ユーザの「移動」というニーズを考えれば、その手段はクルマだけにとどまらない。したがって、クルマに鉄道やバスなどの公共交通、さらにはレンタサイクルなど多種多様な移動手段を組み合わせることでユーザにワンストップで提供する「アグリゲーター」も登場する。そして、究極的にはモビリティは「街づくり」の一部に位置付けられることになるだろう。これは決して絵空事ではない。

例えば中国では新たな「新区」として北京の郊外で「雄安新区」の開発が進んでいる。雄安新区は深セン経済特区、上海浦东新区に続く国家レベルの特区で、北京の首都機能移転の受け皿となって北京の過密化を緩和するとともに、自然と調和した新しい都市のモデルとすることを狙っている。同新区は自然との共生を目指しており、鉄道や従来の自動車はすべて地下を走ることを想定している。地上を走る自動車はすべて自動運転のEVとする“自動運転シティ”とすることが予定されているのだ。都市の構想や、そこで目指すライフスタイルから、モビリティのあるべき姿を“逆算”している。

同様に、グーグルの関連会社であるSidewalk Labsが進めるカナダ・トロント港湾地区の再開発計画では、都市内に設置した膨大な数のセンサや、都市の住民がやりとりする多くのデータを解析し、常に都市を最適化することを想定している。例えば、公園内のベンチの利用状況を常にモニタリングし、設置場所を最適化する、という具合だ。同様に、この再開発地域では、自動運転EVや自動車が移動の中心となることが想定されており、それら

の運用もまた「ビッグデータ」の活用により最適化されることになる。クルマはデータにより運用される端末であり、また大量のデータをはき出すセンサにもなるわけだ。

8. 日本企業の進むべき道

このように多くのレイヤから構成される形に変貌していく自動車産業において、果たして日本企業は勝ち残っていけるのか？ 勝ち残るとすれば、どのような「勝ち方」を目指すべきなのだろうか。これも、自動車産業に先行してすでに多くのレイヤから構成されるようになっているIT産業が参考になる。

筆者はよく、将来の自動車産業の勝者は誰ですか？という質問を受けるが、そういうときには「現在のIT産業の勝者は誰だと思いますか？」と聞き返すようにしている。IT産業においては、「GAFA」という言葉に代表されるように、グーグル、アップル、フェイスブック、アマゾンといった巨大企業が覇を競っており、まだその帰趨は明らかではない。しかしそれぞれの企業を見てみると、グーグルの強みはネット広告であり、アップルの強みはiPhoneを中心とするハードウェアにあり、アマゾンは電子商取引とサーバ事業、フェイスブックはSNS（ソーシャル・ネットワーキング・サービス）、GAFAには入っていないマイクロソフトなら「Office」や「Windows」に代表されるソフトウェアや「Azure」に代表されるサーバ事業、IBMであれば企業向けソリューションなど、それぞれの企業で利益の源泉は異なる。

そしてアマゾンやグーグルが「Kindle」や「Pixel」といったハードウェアに参入したり、フェイスブックが広告事業を強化したり、といった具合に、他社が強みを持つ分野に「領海侵犯」しながら競い合っているというのがIT業界の実情だ。将来の自動車産業も、それぞれのレイヤで強みを発揮する企業同士が自らの利益を最大化しながら競い合うようになるというのが確からしい未来だろう。そうした中で参考になるのが、アップルやサムスン電子といったハードウェアに強みのある企業の戦い方である。

アップルは、自社のパソコンやスマートフォン向けのソフトウェアの多くを現在でも内製しているが、それらの多くをハードウェアのユーザーに対して無償で提供している。つまりソフトを儲けるための手段ではなく、同社の利益の源泉であるハードウェアの価値を保ち、高めるための手段と位置付けている。

サービスの世界になると、ハードはただの「無価値なハコ」となり、利益はすべてサービスのプラットフォームに吸い上げられてしまうのではないかと危惧する完成車メーカーや部品メーカーは多い。しかし、アップルの例を見れば、ハードを利益の源泉にするようなビジネスモデ

ルの構築は可能であることがわかる。そのためには、魅力的なハードウェアを製品化することが最低条件になるが、同時にソフトウェアでの工夫も不可欠だ。

ソフトウェアをハードウェアに合わせて最適化することで、ソフトウェアのプロバイダーとハードウェアのメーカーが異なる場合に比べて格段に使い勝手を向上させるというように、ソフトとハードの組み合わせによってユーザーエクスペリエンスを最大化するような仕掛けが必要だ。また、たとえソフトウェアで強みを出せなくても、サムスン電子のように、半導体や有機ELディスプレイのようなキーデバイスを自社で生産することで、ハードウェア技術で差別化する手法もあるだろう。

9. “サービス”を大げさに考えるな

日本のメーカーは、ハードウェアに強みがあることを自覚しながらも、サービス化、というと及び腰になってしまう企業が多い。これまでに経験がないことに加え、サービス化という大げさなサービスプラットフォームの構築や膨大なユーザーを背景としたビッグデータがないと手がけられないと考えてしまうからかもしれない。しかし、そうした態度はもったいない。サービスにはハードに匹敵、あるいはそれ以上のビジネスチャンスがあるし、決して大げさにとらえる必要もないからだ。

簡単な計算をしてみよう。2018年3月期の日本の完成車メーカーの営業利益の合計は4兆5000億円だった。一方で、同じ期の日本の完成車メーカーの世界販売台数の合計は2820万台である。単純計算すると、クルマ1台当たりの儲けは16万円程度ということになる。一方で、クルマの廃車までの平均走行距離は、国内で10万km程度だから、完成車メーカーは、車両の1km走行当たり、わずか1.6円しか儲けていないことになる。もし1km走行当たり16円儲けられれば利益は10倍になるはずだ。この数字がそれほど荒唐無稽でないことは、現在の都内のタクシー料金が1km走行あたり約320円であることから考えてもわかる。

ちなみに日本の自動車の保有台数は約8000万台であり、日本の自動車の年間平均走行距離は7000km程度だから、単純計算すると、日本のクルマの走行距離の合計は5600億km。もし1km走行当たり16円利益を上げられれば、その合計は8兆9600億円と、2018年3月期の日本の完成車メーカーの営業利益の合計の約2倍にもなる。この市場をみすみす見逃す手はない。

日本交通の調べによれば、タクシーの1回の乗車時間は平均で18分だという。東京23区内の平均時速は20km程度なので、18分の走行距離は6km程度ということになる。もし車内に小型冷蔵庫を配備し、乗車中に1個100円のアイスクリームを販売できれば、1km走行あ

たりの売上は $100 \div 6 \div 16.7$ 円となる。2個売れば約33円の売上である。あるいは車内に備えた大型ディスプレイで、5分10円のゲームを楽しんでくれば、18分の走行中に30円程度の売上になる。これらの例は「売上」であって「利益」ではないが、いずれにせよ、1km当たり16円程度の売上、あるいは利益をどう上げられるか？と考えれば、サービスのアイデアを考えるハードルは下がるのではないだろうか。

またアイスクリーム販売や大画面ゲームといったサービスは、車内に冷蔵庫やディスプレイを必要とする点で、ハードとソフトを組み合わせたサービスといえる。スマートフォンで完結してしまうようなサービスではなく、車内に備えたハードとソフトを組み合わせることでユーザを満足させるビジネスを考えることが、ハードに強みを持つ日本企業の進むべき道だといえるだろう。

参考文献

- 1) 鶴原吉郎(岩波書店):「EVと自動運転 クルマをどう変えるか」, 2018年

筆 者



鶴原吉郎

オートインサイト株式会社 代表
技術ジャーナリスト/編集者

【略歴】

日経マグロウヒル社(現在の日経BP社)に入社後、新素材技術誌、機械技術誌を経て、2004年に、日本で初めての自動車エンジニア向け専門誌「日経Automotive Technology」の創刊に携わる。2004年6月の同誌創刊と同時に編集長に就任。2013年12月まで9年9カ月にわたって編集長を務める。

2014年3月に日経BP社を退社し、2014年5月に自動車技術・産業に関するコンテンツの編集・制作を専門とするオートインサイト株式会社を設立、代表に就任。日経BP総研 未来ラボ客員研究員。

主な著書に「自動運転 ライフスタイルから電気自動車まで、すべてを変える破壊的イノベーション」(日経BP社、共著)、「自動運転で伸びる業界 消える業界」(マイナビ出版)、「EVと自動運転——クルマをどう変えるか」(岩波新書)。日経ビジネス電子版に「クルマのうんテク」を連載中。

FF1モータハイブリッド トランスミッションの開発

関 祐一 杉坂 繁
Yuichi Seki Shigeru Sugisaka



概要

CO₂規制や各自動車メーカーのニーズに対応するため、最新のA/T技術とモータ技術の活用により、高効率かつ高い動力性能を持ちながらコンパクトで搭載性に優れたFF1モータHVトランスミッションを開発した。

1. はじめに

CO₂規制や本格化していく電動化社会に対応するため、トランスミッションのハイブリッド化ニーズが高まっている。アイシン・エイ・ダブリュはA/Tの開発を行っており、その技術を有効活用できるハイブリッドシステムとして1モータHVトランスミッションを開発した。

A/Tラインナップとして2002年にFシリーズGen I トランスミッションを開発、その後Gen II, Gen IIIと進化させ2017年に設計を一新した次世代トランスミッション“Gシリーズ”を開発した。

最新のA/T技術を投入したGシリーズをベースにハイブリッド化し、燃費性能と動力性能を向上させながらコンパクトで搭載性に優れた1モータHVトランスミッションを開発し、新たにGシリーズのラインナップに加えた。

えハイブリッド化したパラレルハイブリッドシステムである。またインバータを一体化し、構造およびモータ制御を最適化することでコンパクトかつ高効率化を両立させ、既存8A/T車両から最小限の変更でハイブリッド化を可能とした。

1モータHVトランスミッションとして以下のコンセプトで開発した。

卓越した燃費性能

- ・高効率モータ、インバータ+8速A/Tの組み合わせでシステム効率最適運転による高い燃費性能

優れた動力性能

- ・モータアシストと高応答クラッチによる発進動力性能の向上

コンパクト設計

- ・PHEVまで対応可能な高出力コンパクトモータ
- ・E-O/Pドライバ一体インバータ
- ・SSCをモータ内側配置による軸長コンパクト化

3. コンセプトを実現する技術

それぞれの設計コンセプトのもと、具体的技術内容と効果を紹介する。

3.1 燃費性能

新開発したモータ、インバータは構造およびモータ制御を最適化することで、電気効率最大94%を実現した。

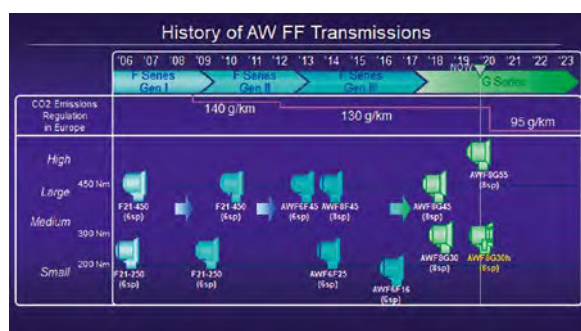


図1 FF A/Tラインナップ

2. 開発コンセプト

今回開発した1モータHVトランスミッションは、A/Tのトルクコンバータ部をモータとエンジン切り離しクラッチ“SSC : Separate and Start Clutch”に置き換

エンジンによるHV走行とモータでのEV走行の動作点をエンジン効率とモータおよびインバータの電気効率を考慮し、8速A/Tを最適変速させることで燃費性能を向上させ、ベースA/TのGシリーズ(アイドルストップ有り)8G30に対し燃費性能を24%向上させた。PHEV車両においては高効率化によりEV走行距離を延ばすことができ、CO₂低減やバッテリー容量を抑えることを可能とした。

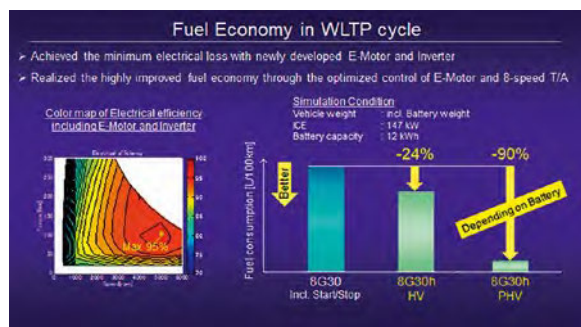


図2 燃費性能

3.2 発進加速性能

今回開発した1モータHVトランスミッションは、トルクコンバータを廃止したため、発進時のトルク増幅を得られない。しかし、低回転からモータでのトルクアシストに加え、高応答クラッチによりエンジン動力を素早く伝達することでコンペA/Tを上回る発進加速性能を実現した。

さらに車両発進時、モータを使用した振動ダンピング制御の実施によりタイヤ軸で発生する車両振動の抑制に貢献した。

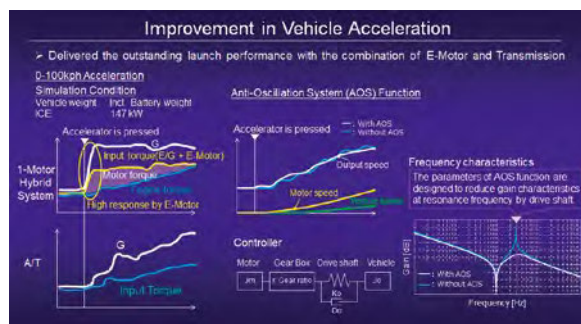


図3 発進加速性能

3.3 コンパクト技術

トランスミッションの体格として軸長は、PHEVまでカバーする大径モータの内側にエンジン切り離しクラッチを内包することでベースA/T比+35mmに抑え、高さはインバータの構成部品をA/Tのアウトラインに沿うように配置することで最小限の+119mmに抑えた。

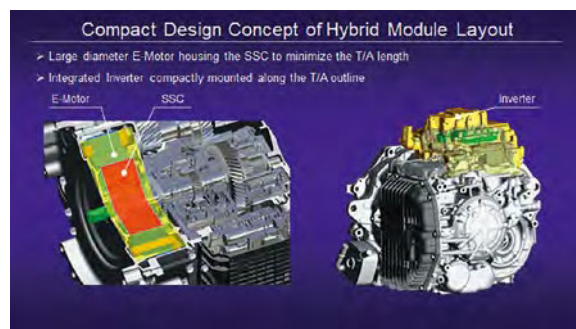


図4 ハイブリッドモジュールレイアウト

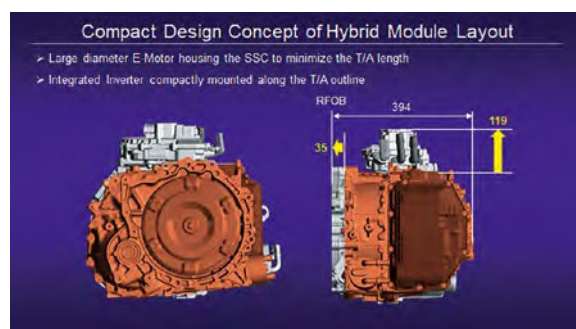


図5 トランスミッション体格

3.3.1 モータ

新たに自社開発したモータは“同芯カセットコイル方式”を採用し、ステータコイルの銅線に平角線を採用することで丸線に対し銅線の線積率を5%向上させ、従来の丸線を用いた集中巻き方式に対しトルクおよび出力を11%向上させ軸長短縮に貢献した。

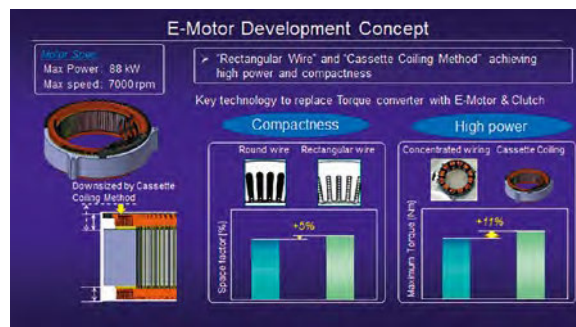


図6 モータ開発コンセプト

3.3.2 インバータ

インバータは最新の低損失IGBT、コンデンサなどを採用し、コンパクト化および高効率化を実現した。

制御基板はモータ制御部と高電圧E-O/Pドライバを共存させるため、高圧と低圧の制御電源構成の最適化を行いコンパクトな一枚基板化を実現した。

冷却回路、IGBT、コンデンサ等の部品配置をA/Tのアウトラインに沿うように配置することでベースA/Tに対し高さUPを最小限に抑えた。

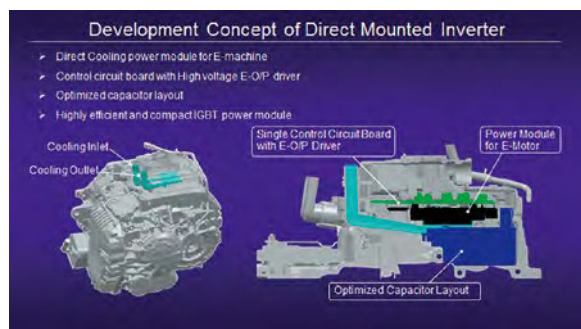


図7 インバータ開発コンセプト

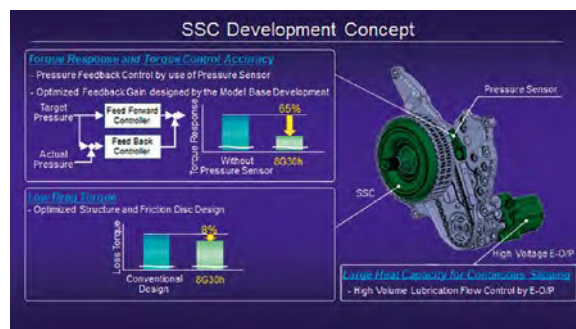


図9 SSC開発コンセプト

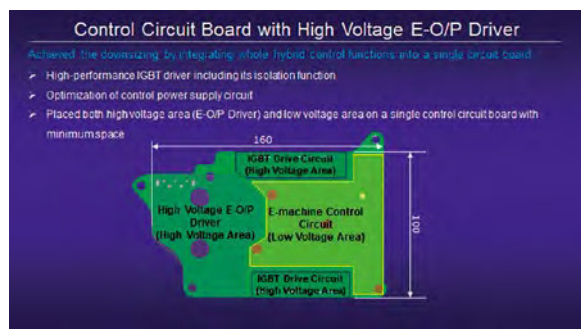


図8 制御基板

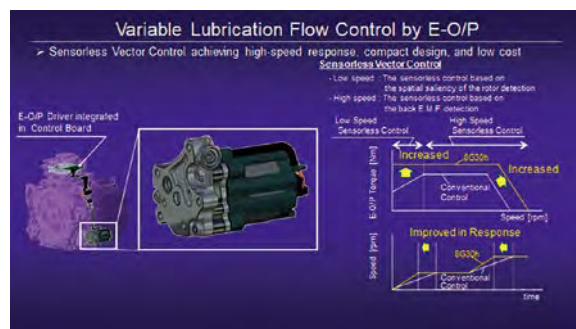


図10 E-O/Pによる最適流量制御

3.3.3 SSC

SSCは、新開発のA/T内に搭載できるコンパクトな油圧センサを使用したフィードバック制御を実施しており、クラッチ特性を制御モデル化してフィードバック量の最適設計を行うことでレスポンスを65%向上させるとともに、高精度でエンジン動力伝達を実現した。

EV走行時（クラッチ開放時）のドラグトルク低減を目的に構造の最適化および低ドラグトルクとコントロール性、耐久性を両立した摩擦材を新規開発し、従来品の組み合わせに対しドラグトルク8%低減を実現した。

SSCはHVバッテリーのSOCが低い時にエンジン動力を伝達して車両発進する役割を持っており、車両停止や低車速時にはクラッチをスリップさせながら車両を発進させるため、スリップ中の発熱に対し冷却を行う必要がある。特に長時間や高負荷のクラッチスリップを行う渋滞中や坂路発進においては高発熱状態となりクラッチの冷却が重要となる。

ATFによる大流量SSC冷却は、A/T効率を考慮し必要流量に応じて流量コントロールを行うE-O/Pからの冷却供給方式とした。

高出力でコンパクトなE-O/Pを実現するため、電源を高電圧化し、センサレス制御の採用により位置検出用の回転センサを廃止した。センサレス制御は低回転で特極比検出タイプ、高回転で逆起検出タイプと回転数に応じて切り替えることで高レスポンス化を実現した。

4. まとめ

新開発の1モータHVトランスミッションは、自社開発したモータとインバータの構造および制御の最適化により高い電気効率を実現し、8速A/Tとの組み合わせによってシステム効率最適運転による高い燃費性能を実現した。

モータアシストと高応答クラッチの組み合わせによってコンベA/Tを凌駕する発進性能を実現した。

“同芯カセットコイル方式”の採用により、高いトルク、出力を実現し従来A/Tに対し軸長+34mmで、PHEVまで対応可能なモータを開発した。

インバータは最新技術を導入し、機能、部品配置を最適化することでコンパクト化を実現した。

エンジン切り離しクラッチ“SSC”は油圧センサにより、高レスポンスかつ、高精度でトルク伝達を可能とした。また構造の最適化および、新規開発の摩擦材により低ドラグとコントロール性、耐久性を両立させ、小型・高出力E-O/Pにより高発熱時に十分な冷却流量を確保した。

従来のA/Tに対し、トルクコンバータとモータ、クラッチを入れ替えたシンプルな構造変更かつ、インバータを一体化。コンパクト設計により既存8A/T車両からの変更を最小限にハイブリッド化を実現することができた。

おわりに

本格化する電動化社会に向け、A/Tの技術を有効活用した1モータHVトランスミッションの製品化に当たり多くの新技術に挑戦した。

製品の核となるモータ、インバータ、SSCの開発では数多くの問題に直面、問題解決に当たっては全社レベルで関連部署および関連取引先と協力しタイムリーに情報共有しながら対策を行った。

FF1モータHVトランスミッションの製品化に当たり、開発に携わった関係者の方々に深く感謝致します。

筆 者



関 祐一

アイシン・エイ・ダブリュ(株)
第3技術部
FF1モータHV T/Aの開発に従事



杉坂 繁

アイシン・エイ・ダブリュ(株)
第3技術部
FF1モータHV T/Aの開発に従事



図3 グラフィックレコーディング実施例

アイデア創出の過程を残していく議事録の代わりに、図3に示す「グラフィックレコーディング」により可視化して、議論や対話などを絵や図などを記録していくファシリテーションの手法など取り入れ活動を進めている。「グラフィックレコーディング」とは、議論や対話などを絵や図などのグラフィックに可視化して記録していくことで会議の内容を一つの絵として見せることで関係性や構造が直感的にわかり、全体を俯瞰できるため、参加者の認識が合わせやすくなるというメリットがある。また、可視化し振り返ることで隠れた問題点を浮き彫りにする、現場の雰囲気など言葉で表現されていない部分まで描いて気づきを与えるなど、「絵のついた議事録」にとどまらない、議論をより良いものとする工夫などを積極的に取り入れている。

3. 開発の取り組み実施例

本章では、当ワーキンググループにて企画活動により取り組んだ、おもてなし向上に向けた商品開発の事例について述べる。

3.1 見守り安心ドアシステム

見守り安心ドアシステムは、ユーザがスイングドアを開閉して車両に乗り降りする際に感じる身体的・心理的な負担を軽減し、安全・安心で快適な乗降性を実現することを目指すシステムである。

従来ドアロックやドアチェックなどのメカ部品によって実現されてきたドア開閉や開度保持機能に対して電子制御を取り入れることによって、ドアの開閉や保持力を自在にコントロールすることが可能となり、さらに統合制御ECUによって障害物センサや外部システムの情報を活用することが可能なシステムとして構成した。見守り安心ドアシステムのシステム構成図を図4に示す。

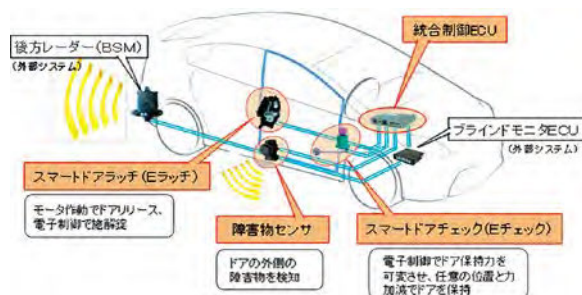


図4 見守り安心ドアシステムの構成

また、本システムの実現により得られる新しい価値と目指す姿を図5に示す。

新しい価値	目指す姿
①スムーズな開閉	- 応答性よく心地よい解除フィーリング - 操のように軽く滑らかな操作フィーリング
②見た目のよさ	- 車両デザインを邪魔しない横まじやかな - ハンドル(意匠自由度の向上)
③ぶつからないドア	- 強風や坂道でドアが勝手に開いたときにぶつからない - 後方からバイクが来たときに開かない - 横に壁があったら手前で止まる

図5 見守り安心ドアシステムの新しい価値と目指す姿

このようにこれまでのスイングドアにはないおもてなし感を感じることができる乗降性の実現を狙いとして開発に取り組んでいる。

3.2 ナビ連携シートシステム

ナビ連携シートシステムは、車両走行に伴い発生する加速度変化や、運転状況の変化により乗員が感じる身体的・心理的な負担を軽減することで安全で快適な移動を実現することを目的としたシステムである。

ニューマチックシートシステムと、ナビシステムおよびコネクティッドモジュールを連携可能なシステムとして構成した。ナビ連携シートシステムのシステム構成図を図6に示す。

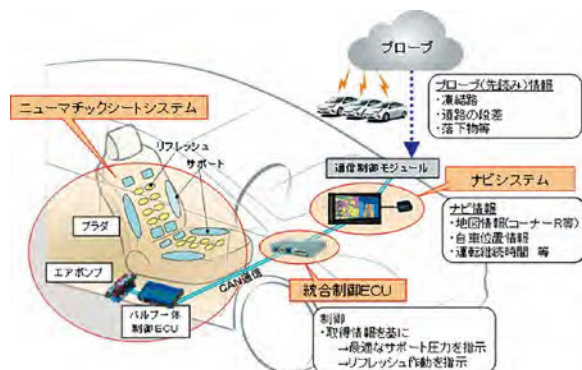


図6 ナビ連携シートシステム構成図

本システムの導入により、走行経路上にあるカーブのコーナーR情報や交差点の形状情報と進入速度により予測された横Gの大きさに合わせて最適なサポート制御を行うことが可能となる。さらに運転状況に応じてリフ

レッシュ機能を作動させることで最適なタイミングで疲労軽減機能を提供することができる。本システムにおいて実現される機能とうれしさを図7に示す。



図7 ナビ連携システム機能とうれしさ

4. おわりに

開発の取り組み実施例にて説明した、見守り安心ドアシステムでは障害物にぶつからない、ナビ連携シートシステムでは運転疲労の低減などのうれしさを作りこんできた。今後は、さらに融通の利く、また深い状況理解に基づく、うれしさが求められてくると考えられる。一例として、見守り安心ドアでは障害物に応じた動かし方、乗車する人の行動に応じたドアの開閉、ナビ連携シートシステムではユーザごとの身体的状況の把握によるシート操作などである。近年の自動車業界の動向はCASEに向けてオーナーカーからシェアカー主体となっていく予測の中でも、工業製品が愛車であるように、かけがえのないパートナーとしてユーザの理解をより深めた機能をもつコンセプトカーが発表されている。

他業界においても、特技が上達するペット型ロボットやヒトのような感情表現が豊かなパーソナルロボットなどが製品化されている。次世代のおもてなし製品開発に向けて、利便性はこれまで以上に織り込みつつも、ユーザの表情・動作・声色から複合的に感情などを推定する。また、web上のニュースといった一般情報と、SNS発信や位置情報、車内での会話履歴など個人に関する情報を比較し、頻出するトピックからユーザの嗜好を推定する、感情認識や嗜好推定といった技術を取り込み、100年に一度の大変革期、製品開発に向け快適性・利便性向上だけでなく、お客様の感性を刺激し、驚きと感動を与える商品の企画開発を目指していきたいと考える。

参考文献

1) Technova Report:自動車のおもてなし, No.163,2017

筆者



梶野 浩司

ボデー先行開発部
おもてなしサービス企画に従事



福井 宣夫

ボデー先行開発部
おもてなしサービス企画に従事



木暮 孝典

ボデー先行開発部
おもてなしサービス企画に従事

未来をけん引する台場開発センター

1. はじめに

当開発センターは2017年5月、先端技術開発および情報収集と渉外活動の拠点として、国内4番目の開発拠点として開設した。

台場開発センター（図1-1）はその名の通り、東京の台場（湾岸地区）に所在しており、東京都心部にあるオフィスの雰囲気とはかなり異なる環境に位置している。「台場のガンダム立像」は多くの人が見聞きしたことがあると思うが、そのガンダム立像に隣接するオフィスビルに入居している。

先端技術開発領域では人工知能の基盤技術開発や次世代の電子デバイス開発およびデザイン、情報収集領域では自動車に関わる規制や標準化動向の情報収集、国の機関（経済産業省、国土交通省等）との情報交換を主な機能として活動している。2019年11月末現在、総勢72名の開発者が所属し、それぞれの分野でアクティブに開発活動を行っている。

本トピックスでは、台場開発センターに所在する4つの部署（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）の紹介とともに各部署が取り組む開発や活動の概要を紹介する。



図1-1 台場開発センター建屋外観

2. 技術企画・統括部

技術企画・統括部は全8名（2019年11月末現在）であり、部内の組織名称としては「技術渉外プロジェクト」と名付け、情報収集、技術渉外活動の他、台場開発センターの拠点運営・管理（技術管理や総務機能）を行っている。

2.1 情報収集

内外の自動車に関わる規制や基準、あるいは標準化に関わる情報を収集し、新たに導入される規制・基準、更新される規制・基準にアンテナを張り、収集した情報を関係する技術部にタイムリーに展開することを使命としている。最近の注目領域としてはDMS（ドライバー・モニタリング・システム）や燃費規制について欧・米・中・印度やアジア地域に所在するテクニカルセンターと連携、グローバル目線で規制や装着の強化・義務化の動き、現地OEMの動きにアンテナを張って情報収集を行っている（図2-1）。

各国のテクニカルセンターとの情報交換や方針検討は既に社内ではあたりまえに活用されているテレビ会議システムを活用して時差も克服しつつ、働き方改革も意識して効率的に行っている。



図2-1 各国テクニカルセンターなどとの連携

収集した情報は、関係する商品本部傘下の技術部に直接的に提供する他、社内に構築したデータベース（2019年5月より試行運用中）に情報を掲載して多くの人に情報を活用してもらえるようにインフラ整備も進めてきた。掲載される情報は規制・基準のみならず、現在注目されているCASEやMaaS（Mobility as a Service）に関わる情報にも及んでいるので、多くの人に活用してほしい。このデータベースにはアイシン精機のイントラ内に開設されているACSELの「AI-TOP-DB」からアクセスが可能である。

台場開発センターは東京ビッグサイトにも程近いロケーションであり、モーターショーをはじめとして各種展示会が開催されるので、関係する展示会には地の利を

活かして情報収集や現物に触れる機会を通じた情報収集発信も強化していきたいと考えている。

2.2 技術渉外活動

情報収集とともに活動の大きな柱として「技術渉外活動」を展開している。この活動は、例えばアイシン精機やグループ会社のビジネス領域を管轄する経済産業省（特に自動車課）や国土交通省等の国の機関との情報連携もその活動の一部である。ここ数年は、先にも触れたCASEやMaaSに関わる領域での国の動きが活発であり、新たに設置された検討会や研究会の動きに注目して情報収集を行っている。また、CASEやMaaSに関わる新たな業界団体も設立されているので、既存の業界団体も含めてそれらの団体に入り込み、活動に参加することで情報収集を行っている。既存の業界・学術団体としては、日本自動車部品工業会、自動車技術会等があるが、これらの団体活動にも加わり、アイシン精機のみならずグループ目線でプレゼンスを高める活動も意識して行っている。業界・学術団体では、その傘下に技術分野別に多くの分科会や検討会、研究会が構成されており、技術部から多くの人に参加してもらい、それぞれの視点で業界に貢献する活動に取り組んでいる。各団体の活動に参加されている人は先に紹介したAI-TOP-DBデータベース内に「人材マップ」として掲載されているので、様々な技術領域における専門家探索に活用してほしい。

台場の技術渉外力のパワーアップのため、最近では在京のカーメーカ、サプライヤを対象として各社の技術渉外部門の人との情報交換を推進している。これまで情報交流が少なかったトヨタグループ外の各メーカにおける情報収集や技術渉外活動の実態について意見交換する機会を設定し、新たな発見や視点を見出し、仕事のレベルアップを図っている。

2.3 台場拠点の運営・管理

本社地区では多くの部署がそれぞれの機能を効率的に推進しているが、台場開発センターは70名を超える規模への成長に伴い、開発活動を支える業務も必要になる。そこで技術企画・統括部では、拠点の安全衛生、防火防災、施設管理等も担当し、本社地区の部署の人に運営ノウハウをもらいながら進めている。引き続き本社地区のご支援をお願いしたい。さらに、従来から東京の拠点として品川（三田）に所在する東京事務所は、技術渉外の領域、仕事外では様々なインフォーマル活動を通じて一体感を持って活動している。

2.4 その他の活動

技術渉外プロジェクトのスタッフのポテンシャルを高めるため、本年度に新たな活動として概ね四半期毎に

異業種との交流機会を設ける活動を開始した。普段接している自動車産業外から会社を選定して交流会を企画した。6月にANAの機体整備工場、9月はヤマト運輸（羽田クロノゲート）にそれぞれ伺い、先方の業界研究と情報交換を行った。

今後も台場スタッフのポテンシャルの向上を狙いつつ、様々な新しい試みを取り入れた活動を展開したい。

3. デザイン部

3.1 デザイン部 東京デザインチームの取り組み

デザイン部ではDESIGN FOR CUSTOMERSをスローガンにユーザの嬉しさを中心に置いた新価値創出活動を行っており、世界のお客様に喜んでいただける魅力的で新鮮なデザインを創出する活動を行っている。

デザイン部は共同館に本社オフィスを構えているが、そのほか東京、デトロイト、ニースにも拠点がある。本社には企業ロゴや展示等のデザインを行うコーポレートデザインチーム、自動車部品やシャワートイレ、エネルギー機器等をデザインするプロダクトデザインチーム、3Dデータ作成や意匠モデルの作成を行うモデリングチームがある。海外の拠点では得意先のデザインスタジオと連携した自動車部品のデザイン開発を行っており、また台場にある東京デザインチームには2名が在籍し、自動車部品に関連する情報の収集と先行デザイン開発を行っている。

東京でのデザイン活動は1980年にスタートし、当時はベッドを始めとする生活産業のデザイントレンドの情報収集、本社への発信がメインの拠点であったが、近年は車両向けアイテムに担当製品を変更し、先端トレンド情報の他に新価値創出に繋がるアイデアのネタを情報収集して発信。また社内、社外と連携してCASEやMaaSに関するアイテムの企画提案を行う拠点として活動している。

3.2 社内への情報発信

東京デザインチームでは調査で得た情報を随時本社へ展開しており、収集した情報の一部はT.D.O.（図3-1）にも取り入れ、社内には展開を行っている。T.D.O.とはTrend & Design On lineの略称で、デザイナーの視点で昨今のトレンドや先端情報の収集を行い社内でも活用してもらうことを目的としており、1999年当時の東京のデザインメンバで企画、創刊させた。以来、年3回定期的に発行している。

また記事の一部はAISINDESIGNのホームページ上にも掲載している。<http://www.aisin.design.com/>



図3-1 T.D.O.記事の例

3.3 社内、社外との連携活動の拠点

東京には大学や研究機関、ベンチャー企業が多く存在し、研究者やクリエイター等専門的な人材が多いという利点がある。東京デザインチームでは情報収集活動から得た人脈を活用して、大学とユーザの使い勝手に関する共同研究やクリエイターと協業してコンセプトを立案(図3-2)する等の先行業務を行っている。

近年は台場内の技術部や本社技術部と連携したMaaS、CASEアイテムのアイデア出しも行っており、18年度は電子先行開発部、ボデー先行開発部と連携して生体センシング技術を活用した新しいビジネスモデルの企画やMaaSで使う車両向けのドアまわりや内装アイテムの企画を行った。

今後も様々な情報を収集して発信、ユーザ視点に立った提案を行い、会社に貢献する活動を行っていく。



図3-2 コンセプトスケッチ例

4. 電子先行開発部

4.1 電子先行開発部の紹介

自動車業界は100年に一度の変革期を迎え、CASEに見られるように、これまで自動車に要求されてきた機能・性能・サービスは大きく変わろうとしている。安全で利便性の高い次世代モビリティ&サービスを構築するための情報・電子領域の開発が急務になっている。

MaaS等の次世代移動サービス向けには、各メーカー、各国でシェアリングサービスの提供、完全自動運転に向けた実車評価が加速しており、移動手段は電車、車、バイク、キックボード等の様々な形態でコネクティッド、電

動化が進んでいる。このような急激な市場変化に対応するため、2014年10月に東京に開発拠点が新設され、体制強化に向け2017年5月に台場へ拠点を移設した。

電子先行開発部は新しい価値を生み出すサービスを実現するための電子技術を継続的に提供して、ボデー領域、走行安全領域、パワトレ領域の新システムを情報電子の要素技術で魅力化、新たな情報電子領域のシステム企画、開発を行っている。拠点は、共同館、Vラボ、桜通り、九州、台場と五カ所に分かれており、共同館、Vラボでは共通基盤技術のスマート化要素、電子PF、おもてなしサービス活動、次世代モビリティ技術企画(CES展示、ITS会議等)、新センサ技術、次世代アクチュエータ技術を開発している。桜通りでは位置情報活用サービス企画を行い、九州では認識デバイスのハード、アルゴリズム開発、台場では地の利を活かして産官学、ベンチャー企業等と連携し新技術の情報収集、新センサ技術、モジュール開発を行っている。

4.2 電子先行開発部(台場)の仕事紹介

台場では先進技術を用いて製品に新たな付加価値を与え、他社に勝てる情報電子領域の強化を目指している。オフィスに併設されている評価室(図4-1)では評価に合わせてレイアウトを変更し、新しい技術をスピーディに評価・解析ができる環境で開発を進めている。下記に3チームの仕事内容を示す。



図4-1 職場風景

4.3 開発第1チーム

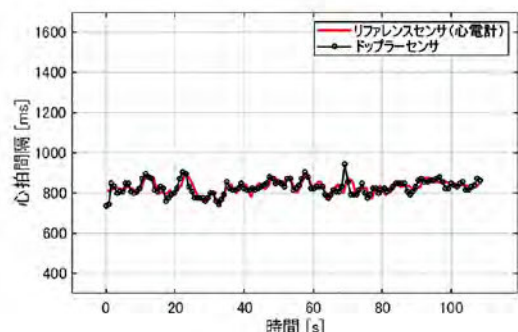
2019年1月より本格的に先進技術およびCASE関連の動向調査とその社内展開を実施。調査対象はベンチャー企業から展示会、セミナー、大学の発表会等多岐にわたり、メンバが事務所にいることは少ない。また、社内展開についてはデータベースの作成をはじめ「台場Tech」(図4-2)を不定期ながら発行して情報共有を進めている。また在京関連会社テクノバやエクスリサーチとも定期的な情報交換を進めている。



図4-2 台場Tech Vol.5(抜粋)

4.4 開発第2チーム

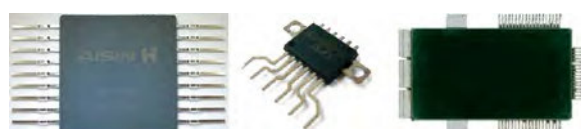
ドライバの状態異常を検知する新センサを開発している。一例は非接触式の心拍間隔検知センサで24GHz帯ドップラーレーダを用いて心拍による体表の微小な動きから心拍間隔(図4-3)を計測する。迅速かつ振動環境下でも精度維持するためのアルゴリズムを大学と共同で開発している。応用として、心拍やその他生体情報を用いたクルマ酔い検知等体調変化について大学と共同研究を進めている。また、リチウム電池、全固体電池等の破損時のガス漏れ検知、シェアカー等でニーズがあると思われる車室内のにおい検知センサの企画、開発を進めている。



リファレンスセンサと比較しても誤差5%以下
図4-3 アルゴリズム変換後の心拍間隔値

4.5 開発第3チーム

メカ部品と電子部品の機電一体構造を実現する小型、低コスト化に向けた要素技術開発を行っている。耐環境性能を向上させる耐熱、耐油の封止技術、小型化を実現するセンサICと受動部品、カスタムICとFET混載等の半導体実装技術を用いたモジュール開発(図4-4)を行っている。また、電子デバイス、材料、工法等の技術開発を進めている。



耐熱・耐油 センサIC・受動部品混載 カスタムIC/FET混載

図4-4 各種モジュール開発品

4.6 今後の活動

台場に開発拠点を設けることで、他業種のキャリア採用がしやすく、現在、台場メンバは半数以上がキャリアで構成されたダイバーシティがあり、様々な視点、発想でチーム間をまたいで活発に議論を行い、『ワンチーム』となつて開発を進めている。

キャリア採用では、社内に知り合いが少ないので、グループメンバや台場開発センターの他部署メンバと交流するため、ラーメン部、スイーツ部、すもも狩り、スノボ合宿等様々なイベントを企画し、日頃からコミュニケーションを取り、いつでもどこでも話しやすいオープンな職場環境の構築を目指している。



図4-5東京台場メンバ

5. データサイエンス技術部

5.1 データサイエンス技術部の紹介

昨今、自動車業界では「CASE×人工知能」のキーワードが毎日のように取り沙汰されており、特にGAFAが大量の地図データ等を武器に、この領域に進出してきており、私たち自動車サプライヤーは、正直大きく立ち遅れた感があることは否めない。

この状況の中、2017年5月、ビッグデータ解析、人工知能開発を行う拠点を東京に立ち上げ、人員が整った2019年1月にデータサイエンス技術部として組織化した。現在の開発拠点は、立ち上げ時の東京に加え、九州、刈谷(本社)の3拠点に及ぶ(図5-1)。

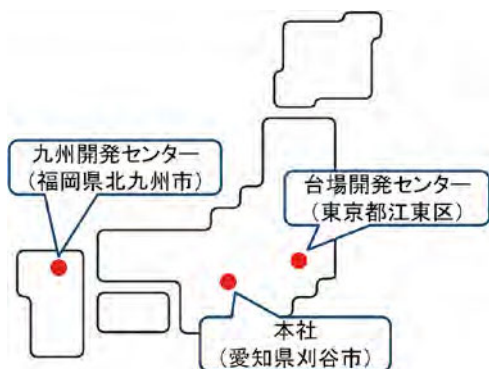


図5-1 データサイエンス技術部の開発拠点

5.2 人工知能の活用先

人工知能の活用先として、「工場検査業務の自動化」「設計業務のプロセス改革」「CASE領域製品の性能向上」の3つを進めている。

人工知能を使って利益を出すパターンは2通りあり、一般的に人工知能は図5-2のパターンAに記した「現状から数%改善する業務」と相性が良く、判定精度は必ずしも100%でなくても現状よりは改善できる形態である。一方、パターンBに記した100%の判定性能が出ないと適用しにくい形態も活用先としては多く、こちらの開発には大量のデータと大幅な開発期間が必要になる。現在、パターンA、Bの両テーマに向き合い、活用実績を積み重ねている。以降で取り組み事例を紹介する。

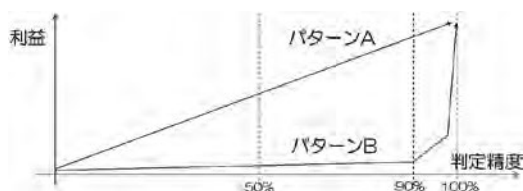


図5-2 人工知能活用のパターン

5.2.1 工場検査業務の自動化(パターンB)

工場では現在、数百人の検査員が製品の最終品質検査を目視で行っている。この作業を人工知能による画像認識技術で自動化し、作業効率の向上を狙っている。ここで鍵を握るのがディープラーニング技術(以降、DL)で、DLは「人の目を越えた」といわれる認識性能を持つ。技術のポイントは、製造業ではDLが出した判定結果(OK/NG)について「なんとなくこう判定した」では済まされないため、判定根拠が説明できる外観検査アルゴリズムの開発を行っている(図5-3)。「判定根拠が説明できる」の定義もいくつかあるが、例えばキズがある箇所をカラーマップで表現する事で、DLが何を見て判定したのかがわかるようになる。

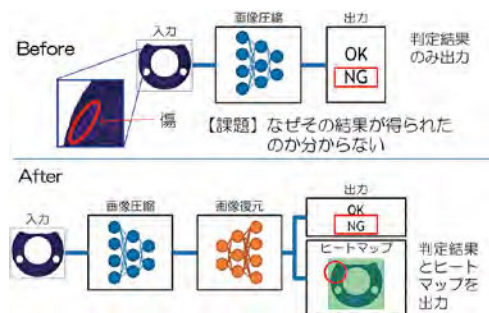


図5-3 判定根拠が説明できる外観検査アルゴリズム

5.2.2 設計業務のプロセス改善(パターンA)

設計部署では製品評価時の車両走行データを分析し、制御定数の良否を見定め品質の作りこみを行っている。一方、車両走行データは、数100～数1000時間分あり、全てのデータを分析する事は、ほぼ不可能となっている。また、分析作業においてもベテランが実施する場合と新人が実施する場合では結果が異なり、業務品質が安定せず、やり直しが発生している実態がある。そこでこの分析作業を人工知能で自動化し、作業効率の向上を狙っている(図5-4)。現在は1製品を対象に仕組みを作っており、技術を作りこんだ後、全システム製品への展開を見込んでいる。



図5-4 走行データ波形の良否を自動判定する仕組み

5.2.3 CASE領域製品の性能向上(パターンB)

自動駐車システムを対象にバックガイドモニタのカメラ画像から、駐車空間における物体(主に障害物)を認識する技術を開発している。技術のポイントはCASE製品企画で課題となるデータ量の少なさに対応するため、転移学習という技術を使い、少ない画像データ量の中でいかに認識精度を向上するか技術開発を行っている(図5-5)。

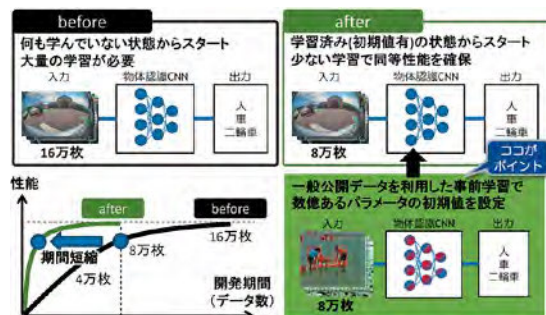


図5-5 転移学習を活用した開発期間短縮の取り組み

5.3 アイシングループ連携

人工知能の取り組みはグループ各社で個別に行われている中、同じ領域の技術をマネシ合える仕組みを作り運用している(図5-6)。

	工場自動化	物体認識	設計活用	開発環境
アイシン精機	↑C	↑K	↑あ	↑ひ
アイシンAW	↑a	↑R	↑い	↑ふ
アドヴィックス	↑f	↑U	↑う	↑へ
アイシン化工	↑w		↑け	
アイシン高丘	↑x		↑く	
...				

図5-6 アイシングループ間での技術シェア活動体制

技術共有活動の中でも既に活動が進んでいるのが、人工知能の教育である。管理者向けから一般技術者向けまで一連の教育を統一し効率的に進めている。

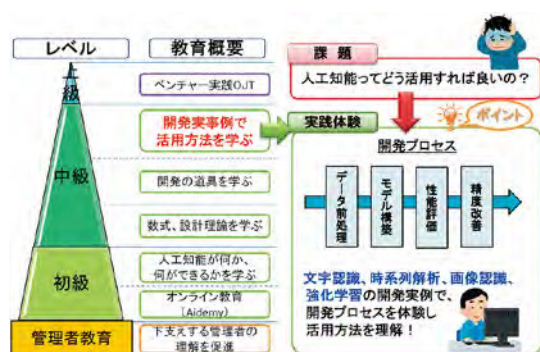


図5-7 人工知能の教育プログラム

本教育は図5-7の体系で2018年から開始しており、育成目標は初級「全事技職の100%」、中級「全事技職の10%」として精力的に取り組んでいる。

5.4 オフィス改革の取り組み

前述の通り、当部の活動は他拠点にまたがる事、人工知能という先進領域への取り組み、他業種からのキャリア入社者が多数等の理由から、前例の働き方に捉われない全く新しい職場空間を作り上げる事にチャレンジしている。

1つの施策としてABW(Activity Based Working)の考えを基に、フリーアドレスを採用している。固定席を持たず、働く人が今やるべき仕事を効率的に行うために【いつ・どこで】を自身で決める働き方である。開発現場での導入は世間でも実例が少なく、効果も定かではないが、関東地区の先進的な他社の職場環境を参考にしながら推進している。

具体的にはオフィスコンセプトを「Innovative Office」とし、働くスタイルに合わせた8つの空間を定義。各空間の割合はメンバ全員へのヒアリング結果から【高集中エリア】の拡大、【電話エリア】と【二人作業エリア】の新設等図5-8-1、5-8-2、5-9のようにした。



図5-8-1 働くスタイルに合わせた8つの空間

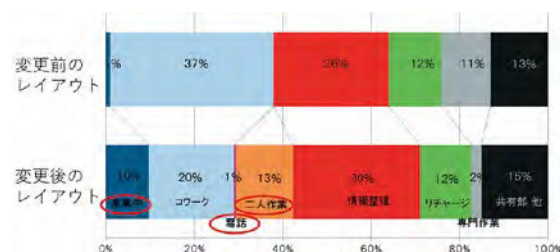


図5-8-2 8つの空間の配置割合

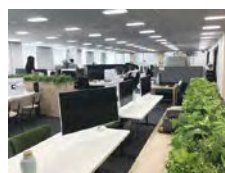
2019年夏から新レイアウトでの運用を開始しており、今のところ皆が座席を移動しながら、開発内容、気分、体調等で環境を変えて仕事をしている。これからの数ヶ月でまだまだ改善をしていくことになると考えている。



(a) 高集中エリア



(b) 二人作業エリア



(c) 執務エリア



(d) リチャージエリア



(e) カフェエリア

図5-9 台場開発センター12Fの職場風景

オフィス改革はまだまだ始まったばかりであり、本社地区では試行しにくい新たな施策にもどんどん取り組み、良いやり方を他拠点へも展開していきたいと考えている。

6. おわりに

台場開発センターは開設後いまだ2年半程度の新しい開発拠点である。開発のテーマ領域も人工知能や次世代センサで、若手技術者を中心に活発な開発活動が肌で感じることができる。また、センター内では次世代に向けた開発環境の実験場として随所に独自のアイデアや新しい仕組みを取り入れ、開発効率を高める活動を部署の垣根を越えて活動している。台場開発センター発の開発成果にご期待いただければと思う。

筆 者



鈴村 義一

技術企画・統括部
技術渉外、規制・標準化領域の
情報収集に従事



新出 佳弘

デザイン部
デザイン情報の収集発信、
および製品のデザイン企画提案



林 義成

電子先行技術開発部
新規要素技術調査・企画
スマートモジュール化要素技術開発



加藤 浩明

データサイエンス技術部
人工知能の開発と活用推進、
技術者育成に従事

技術論文

眼球運動を指標とした注意・覚醒度状態の検知技術

和久井 秀樹
Hideki Wakui

概要

眼球運動には注意・覚醒度の状態が良く現れる。近年における映像・画像処理技術の進歩により、眼球運動を非接触かつ非拘束で測定することも現実的となってきた。こうした知見や技術を活用することで、自動車走行中のドライバの注意・覚醒度の状態をリアルタイムに把握することが可能になるものと考えられる。

1. はじめに

交通事故は様々な要因により引き起こされる。その代表的な要因のひとつが、ドライバの注意・覚醒度の低下である。今後、自動運転車が市場に投入されることになれば、こうしたドライバ状態に起因する事故は減少するものと考えられる。しかしながら、自動運転車であってもドライバに運転権限が委譲される場面は必ずある。その際には、事前にドライバ状態を把握しておき、安全かつ迅速に権限移譲を行うための準備を整える必要がある。このような背景から、ドライバの注意・覚醒度の状態をリアルタイムに検知する技術の開発を進めている。

注意・覚醒度の指標として注目したのは眼球運動である。最近では、映像・画像処理技術の進歩が著しく、眼球運動と注意・覚醒度との関係性を詳細に評価することが可能となってきた(図1:ドライビングシミュレータ実験)。本稿では、そうして明らかとなった各種眼球運動(サッカド運動、前庭動眼反射、輻輳性眼球運動)と注意・覚醒度との関係性について概要を紹介する。

2. 覚醒度の基準としての瞳孔サイズ

眼球運動と覚醒度の関係を評価するためには、覚醒度の基準となる指標が必要である。その基準として瞳孔

サイズを用いた。瞳孔は自律神経系の支配を受けており、主に交感神経支配の瞳孔散大筋(散瞳筋)と副交感神経支配の瞳孔括約筋(縮瞳筋)によってそのサイズが調節される。瞳孔サイズの変化は、環境光の変化に対応して生じることが一般に良く知られており(対光反応)、また注視対象までの距離変化に対する応答としても生じることが確かめられている(近見反応)¹⁾。それに加え、覚醒・睡眠の調節に密接に関わるとされる脳内青斑核²⁾のニューロン活動と相関の高い変化を示すことがサルを用いた実験で明らかとなっている³⁾。図2は、ドライビングシミュレータ(DS)において走行映像を見ながら単純

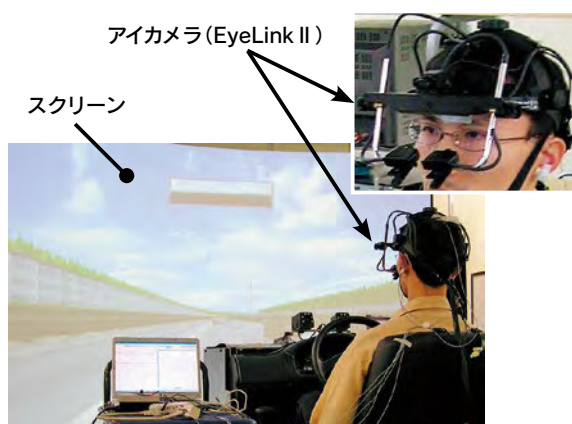


図1 ドライビングシミュレータ実験

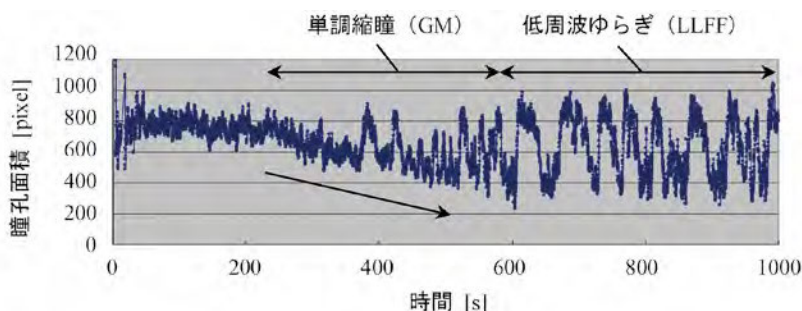


図2 単純反応実験における瞳孔面積の時間変化

反応実験を行ったときの瞳孔面積の時間変化の事例である。瞳孔面積は、アイカメラで測定した画素数として示されている。眠気を自覚しているときには、瞳孔サイズは低周波ゆらぎ (large low frequency fluctuation: LLFF) を呈する⁴⁾⁵⁾。LLFFとは、覚醒低下による縮瞳とそれに対する葛藤によって生じる散瞳が数十秒周期で繰り返される現象と考えられている⁴⁾。また、覚醒状態から眠気の自覚に至る間の覚醒低下時においては、LLFFに先行して単調な縮瞳を生じることが確かめられている (gradual miosis : GM)⁴⁾。これらの報告から、DS実験など、環境光と視対象までの距離が統制された条件下では、瞳孔サイズは覚醒度の基準になりうるものと考えられる。

3. 注意・覚醒度状態と各種眼球運動の関係性

3.1 サッカー運動

サッカー運動とは、視野の周辺に出現または存在する対象物を網膜中心窩で捕らえるための眼球運動である。これは随意的または不随意的にも誘発され、一般には左右眼が協調し、同時かつ同方向へ急速に移動する特徴を示す。図3は、サッカー運動およびその一階微分によって得られるサッカー運動の速度波形の一例である。覚醒時においては、サッカー運動の最高速度 (図3 peak velocity : PV) が振幅とともに増加する。例えば振幅が5degのサッカーであれば約250deg/s、振幅が20degのサッカーであれば約650deg/sになる⁶⁾。ただし、この振幅とPVの関係性には大きな個人差がある。また、あるサッカーと次のサッカーの間の時

間 (図3 inter-saccadic interval : ISI) には、中心窩で捕らえた対象物を視認するための眼球停留が存在する。その時間として、少なくとも150~300msが必要であるといわれている⁷⁾。

眠気を自覚したときには、水平サッカー運動のPVとISIに瞳孔の低周波ゆらぎ (LLFF) と同期した変化が観察される⁸⁾。LLFFの発生時においては、図4に示すDS実験の結果のように、瞳孔面積の減少 (すなわち覚醒度の低下) に伴い、PVは低下、ISIは短縮する傾向を示す。瞳孔面積の減少が進行すると、振幅の小さな (<2deg) 水平サッカー運動が短い時間間隔で生じる現象が観察されるようになり、PVは40deg/s未満まで低下、ISIは

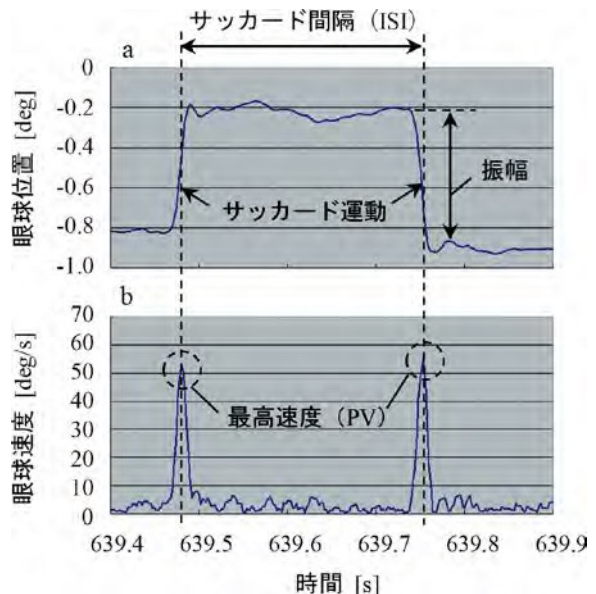


図3 サッカー運動(a)およびその一階微分によって得られる速度波形の絶対値(b) (和久井ほか 2013⁸⁾より許可を得て転載)

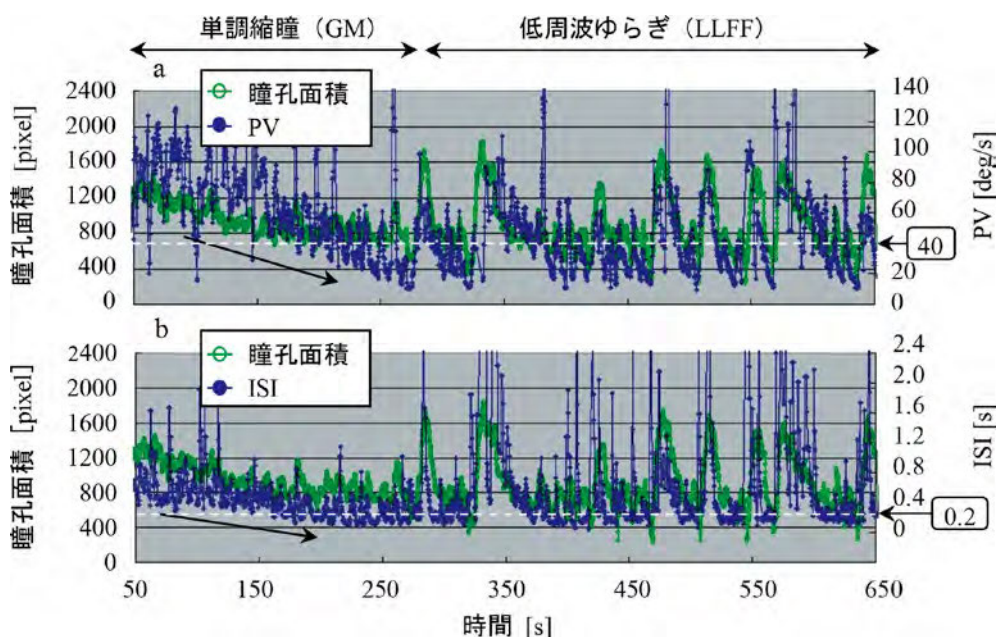


図4 単純反応実験における瞳孔面積とPVの関係(a)および瞳孔面積とISIの関係(b) (和久井ほか 2013⁸⁾より許可を得て改変、転載)

0.2s未満まで短縮する⁸⁾。こうした現象は、瞳孔面積が最小値付近まで減少してからしばらく観察され、やがてサッカド運動は消失する。その消失タイミングと前後して、眼球が主に水平方向に緩徐に移動を続ける緩徐運動が発生する(slow eye movement : SEM)。何らかの要因で覚醒度が増して瞳孔面積が増加すれば緩徐運動は消失し、再びサッカド運動による視線移動が行われる⁸⁾。

水平サッカド運動の変化は、眠気が自覚されない程度の覚醒低下時にも観察される。図4に示すように、水平サッカド運動のPVは、覚醒低下を反映する瞳孔の単調縮瞳(GM)と同調して低下、ISIは短縮することが確かめられている⁸⁾。(和久井ほか 2014⁹⁾より改変、転載)

3.2 前庭動眼反射

頭部に揺れを生じる場面においては、前庭動眼反射(Vestibulo-Ocular Reflex : VOR)が誘発される。前庭動眼反射は、前庭器官により検出される加速度刺激によって不随意に生じる眼球運動であり、視野のブレを防ぐために、頭部運動とほぼ同じ速さで逆方向に眼球が回転することを特徴とする。覚醒時のヒトでは、眼球回転速度/頭部回転速度で定義されるVORゲインは水平・垂

直性VORともに0.8程度になることが示されている¹⁰⁾。また、垂直性VORについては、DS条件下で評価された例があり、覚醒時のVORゲインがほぼ1となることが見出されている¹¹⁾。このことから、VORは注視点や視野のブレを防ぐのに十分な性能を持つものと考えられる。

眠気を自覚すると、VORのゲインとバラツキ(眼球速度を頭部速度の一次式で近似した際の残差標準偏差)に変化が生じる。図5には、鉛直方向に $\pm 5 \sim 30 \text{ deg/s}$ の周期的頭部運動が生じる環境下でDS走行を行ったときのVORのゲイン(G_{VOR})とバラツキ(SD_{res})の時間変化の事例を示す。ここで、 $\pm 5 \sim 30 \text{ deg/s}$ の周期的頭部運動とは、走行する自動車内での振動環境を模擬したものとなっている。この実験では、眠気自覚後に、被験者の75%において、実験開始時からのVORゲインの減少率が25%以上となり、94%の被験者では、実験開始時からの残差標準偏差の増加率が25%以上となった。これらの変化は、統計的にも有意であった¹¹⁾。

一方、図5に示すように、各被験者のそれぞれ8分以前、6分以前の眠気自覚前においても、既にVORゲインは低下、バラツキは増加傾向を示し始めている。この実験では、眠気を自覚した全ての被験者において、これらの変化が眠気を自覚するよりも前に出現することが示さ

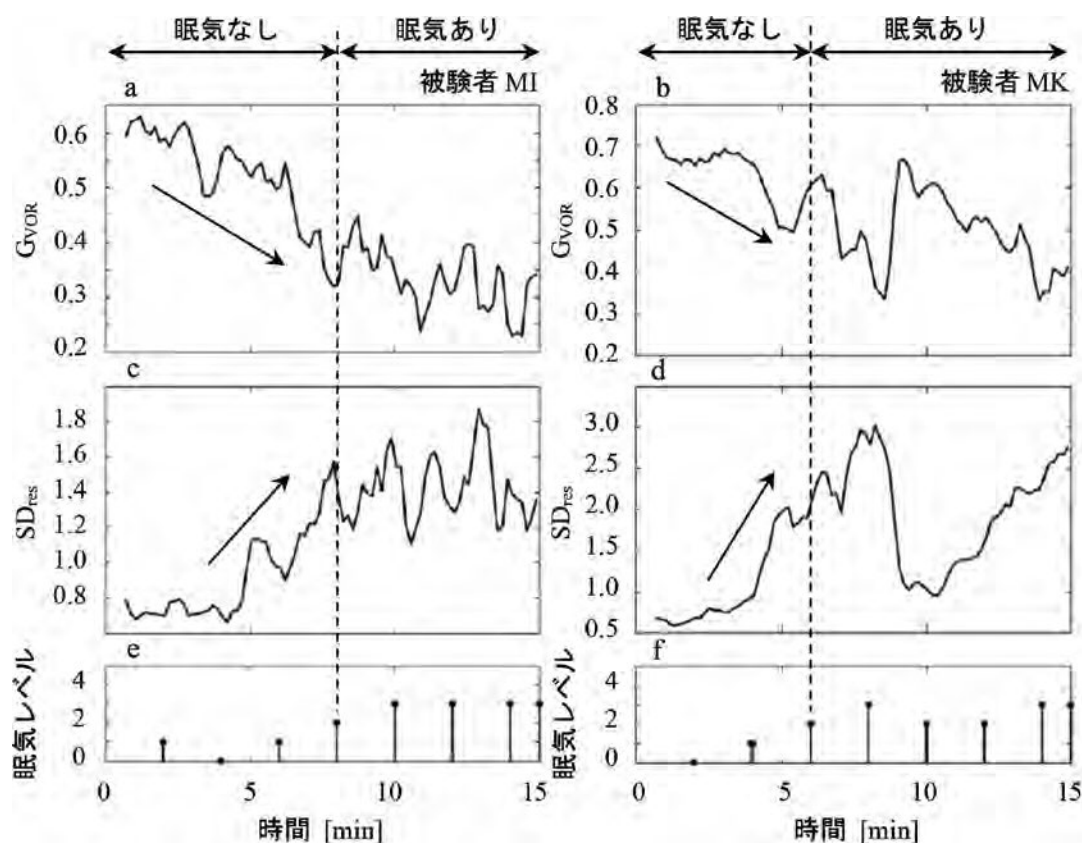


図5 単調なドライビングシミュレーション中のVORのゲインとバラツキの時間変化
(主観的眠気レベルの時間変化(e),(f)において、Level 2以上が眠気自覚有を示す)
(西山ほか 2010¹¹⁾より許可を得て転載)

れている¹¹⁾。こうした結果から、VORは眠気を自覚する前の覚醒度の低下を反映するものと考えられる。(和久井ほか 2014⁹⁾より改変、転載)

3.3 輻輳性眼球運動

輻輳性眼球運動とは、注視点距離の変化に応じ、左右の視軸間の角度を変化させる眼球運動である。その機能は、注視点を左右両眼の網膜中心窩で捉えて融像させることにある。一般に、注視点が近づけば左右の視軸間の角度を増加するための輻輳運動が生じ、注視点が離れば左右の視軸を平行に近づけるための開散運動が生じる。また、輻輳性眼球運動と瞳孔サイズの間には近見反応の関係があり、覚醒時においては輻輳運動に付随して瞳孔は縮瞳する¹⁾。

眠気の自覚時には、こうした輻輳角と注視点距離あるいは瞳孔サイズとの関係性に変化を生じることが明らかとなっている¹²⁾。図6は、ドライビングシミュレータ(DS)において、走行映像を見ながら単純反応実験を行ったときの瞳孔面積と輻輳角の時間変化を重ねて示したものである。輻輳角は0degを正位(両眼の視線が平行になる状態)とし、輻輳方向をプラス、開散方向をマイナスとしている。眠気が自覚され、瞳孔の低周波ゆらぎ(LLFF)が生じたときには、視対象(DSのスクリーン)ま

での距離が一定である条件下でも、輻輳角が瞳孔面積変化にはほぼ同期してゆらぎを生じる。このとき、LLFF中の瞳孔面積減少に対し、輻輳角は近見反応とは逆に開散する(図6 (b) 開散運動)。さらに、左右の視線はこのとき平行以上にまで開く(輻輳角が負となる)特徴を示す。また、瞳孔面積が極小値付近まで減少したときには、輻輳角は短い周期で変動することも見出されている(図6 (b) 輻輳変動)。このような短い周期での輻輳角の変動(fluctuation of vergence angle : FVA)は、視線移動のためのサッカード運動が消失し、眼球緩徐運動(SEM)が発生すると同時にまたはやや遅れて生じることが確かめられている¹²⁾。なお、SEMとFVAが同時発生している時には、目が開いていても周囲が見えていないか、または二重像や調節の異常を自覚していることが報告されている¹²⁾。このことから、SEMとFVAの同時発生時には、覚醒度が顕著に低下しているものと考えられる。

輻輳性眼球運動には、眠気が自覚されない程度の覚醒度低下も反映される¹²⁾。DS実験では、瞳孔の単調縮瞳(GM)が生じたときに、これと同調して輻輳角が適正值から開散方向に徐々にズレていくことが示されている。また、視覚的注意の意識付けと輻輳角の関係を評価した実験では、注視時に両眼の視線が固視点の方向を向

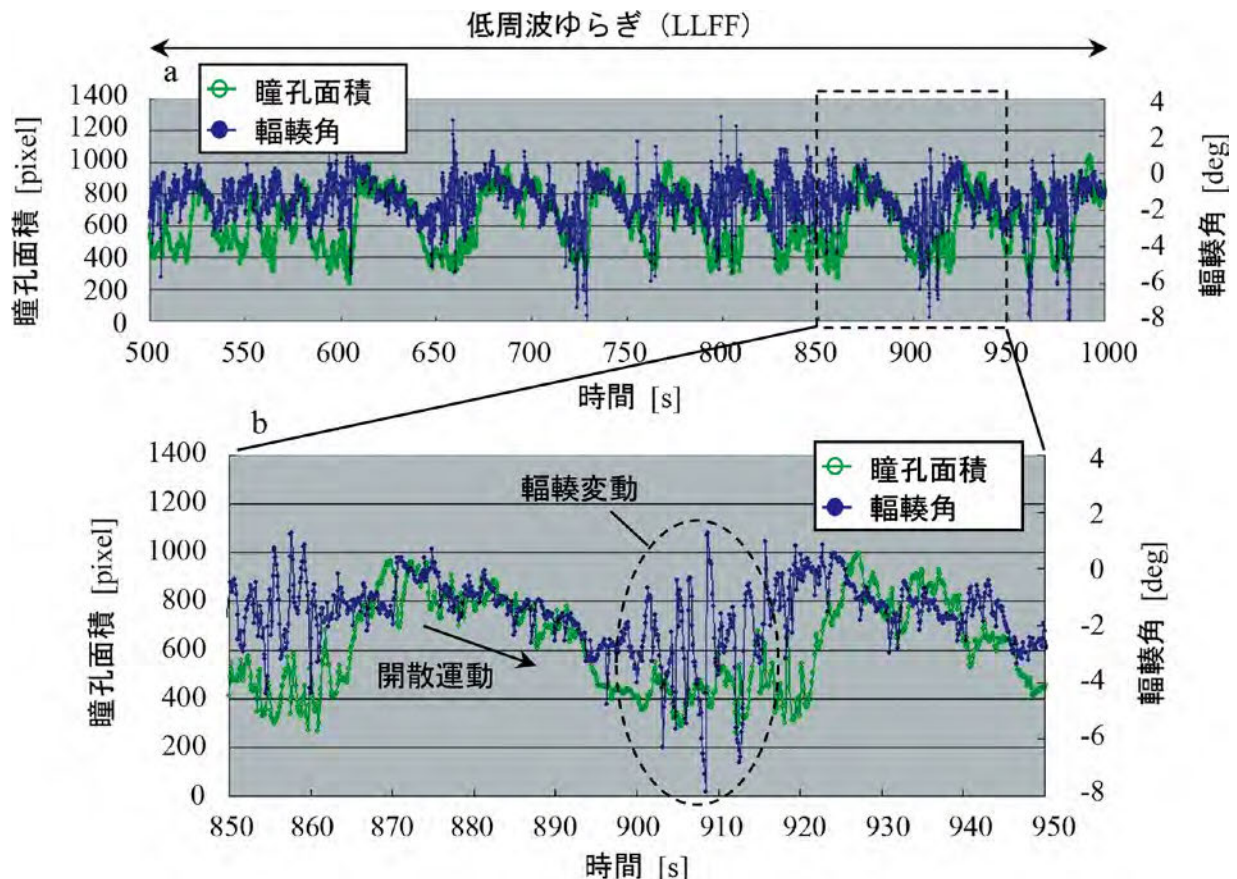


図6 単純反応実験における瞳孔面積と輻輳角の関係
(和久井ほか 2011¹²⁾より許可を得て転載)

くのに対し、リラックス時には片眼の視線が固視点を外れ、左右の視線が平行以上に開くことが確かめられている¹²⁾。しかしながら、左右の視線が全く異なる方向を向いた状態であっても、覚醒状態と同様、見え方の異常は自覚されない¹²⁾。片眼からの視覚像に注意を向けることによって、二重視を知覚しないものと推測される。(和久井ほか 2014⁹⁾より改変、転載)

4. おわりに

本稿では、ヒトの注意・覚醒度状態と各種眼球運動(サッカード運動、前庭動眼反射、輻輳性眼球運動)との関係性について概要を紹介した。ここで取り上げた知見は、いずれもヒトの注意・覚醒度状態が眼球運動に良く反映されることを示している。今回は主にDS実験で得られた知見を紹介したが、視野制限のほとんどないアイカメラを用いた実車実験により、実車環境での再現性評価も行っている¹³⁾¹⁴⁾。これらの評価では、DSとは異なり、奥行き情報を有する環境下でも、先に述べた輻輳性眼球運動に関する知見が再現されている¹³⁾¹⁴⁾。最近では、映像・画像処理技術の進歩が著しく、自動車内における非侵襲・非接触での眼球運動計測が現実的となってきた。今後は、このような技術の進歩を背景に、実験室で見出された目に関わる多くの知見が実用場面でも活用され、交通事故の低減や、安全かつ迅速な運転権限の移譲に貢献できるようになるものと期待される。

参考文献

- 1) 鵜飼一彦: 瞳孔・視覚情報処理ハンドブック, pp. 25-32, 朝倉書店(2007)
- 2) 北浜邦夫: 脳と睡眠, pp.45-48, 朝倉書店(2009)
- 3) Aston-Jones G, Cohen J : An integrative theory of locus coeruleus – norepinephrine function : adaptive gain and optimal performance・Annu. Rev. Neurosci, 28, pp.403-450 (2005)
- 4) 西山潤平, 谷田公二, 楠見昌司, 平田豊: 瞳孔ゆらぎを指標とした覚醒度状態評価・生体医工学, 46(2), pp.212-217 (2008)
- 5) Lowenstein O, Feinberg R, Loewenfeld IE : Pupillary movements during acute and chronic fatigue・Invest Ophthalmol Vis Sci, 2(2), pp.138-157 (1963)
- 6) Bahill AT, Brockebrough A, Troost BT : Variability and development of a normative data base for saccadic eye movements・Investigative Ophthalmology and Visual Sciences, 28(1), pp.116-125 (1981)
- 7) 山上精次: サッカードと追跡眼球運動の初期発達について・基礎心理学研究, 7(2), pp.71-83 (1988)
- 8) 和久井秀樹, 平田豊: サッカード運動を指標とした覚醒低下検知・生体医工学, 51(6), pp.328-341 (2013)
- 9) 和久井秀樹, 平田豊: 眼球・瞳孔運動に現れる覚醒状態とその神経機構・日本神経回路学会誌, 21(1), pp.20-31 (2014)
- 10) Paige GD : Senescence of human visual-vestibular interactions. Smooth pursuit, optokinetic, and vestibular control of eye movements with aging・Exp Brain Res, 98(2), pp.355-372 (1994)
- 11) 西山潤平, 木下伸一, 平田豊: 前庭動眼反射による眠気予兆検出・生体医工学, 48(1), pp.1-10 (2010)
- 12) 和久井秀樹, 平田豊: 輻輳角を指標とした漫然状態検知・生

体医工学, 49(5), pp.693-702 (2011)

13) 和久井秀樹, 平田豊: 輻輳角を指標とした漫然状態検知技術の実用性評価・自動車技術会学術講演会前刷集, 95(12), pp.13-16 (2012)

14) 和久井秀樹, 平田豊: 輻輳角を指標とした漫然状態検知技術の実用性評価(第2報)・自動車技術会学術講演会前刷集, 89(13), pp.15-18 (2013)

筆者



和久井 秀樹

先進技術開発部 開発G
生体の計測と評価に従事

技術論文

人それぞれに固有な“眩しさ”感覚を知る

廣瀬 秀顕
Hideaki Hirose

概要

日常生活を円滑に送るために適切な光環境は、人毎に異なる。ある人には十分でも、他者にとってはヒューマンエラーを引き起こしやすいリスク状態になっていることもあり得る。今回、我々は、この“眩しさ”感覚をテーマに、各人の視覚的主観を評価できる技術の開発に取り組んだ。

1. はじめに

太陽や照明から発せられる光の量が弱すぎても、あるいは強すぎても、他者の顔や標識の文字、家財などが容易に視認できなくなることは、誰もが経験したことがあるはずである。自分周囲の環境を正しく把握するには、光量が“適切”であることが肝要といえる。しかしながら、光量と視認性の間には、各人の主観も因子として絡む、複雑な関係があることがわかってきた。本稿では、我々が、医療関連会社と連携しながら、人それぞれに固有な“眩しさ”感覚について明らかにしてきた事実を説明する。

2. “眩しさ”感覚の評価

目に入ってきた光をどう感じるかは、各人の主観に依存するところであり、直接的に、それを計測することは不可能である。そこで、我々は、一定の光量変化を含む視覚刺激セットを注視しているときに起こる視覚的主観、すなわち“眩しさ”を、神経情報を指標として、客観的かつ定量的に評価する方法を考案した。視覚的主観の基盤となっている神経系の働きであれば、変位や電圧といった物理情報として、替わりに計測可能とできると判断した。今回では、自律神経系の働きを示すものとして瞳孔径を、大脳(中枢神経系)の働きを示すものとして一次視覚野を計測対象として設定した。それぞれは神経生理学的背景を異にするものであるが、いずれも視覚情報処理に決定的な影響を与える器官であった。

我々は、“眩しさ”感覚の評価のために、図1に示す視覚刺激セットを、キー刺激として作成した。視覚刺激は全体的には円形状で、その内部は、輝度が異なる2種の小円群で充填されていた。この視覚刺激は、2秒毎に、小円間の輝度コントラストが段階的に上昇していく仕掛けとなっていた(10→20→35→50→65→80%)。加えて、フ

リッカ周波数4Hzで、小円の輝度が、互いに入れ替わるようになっていた。

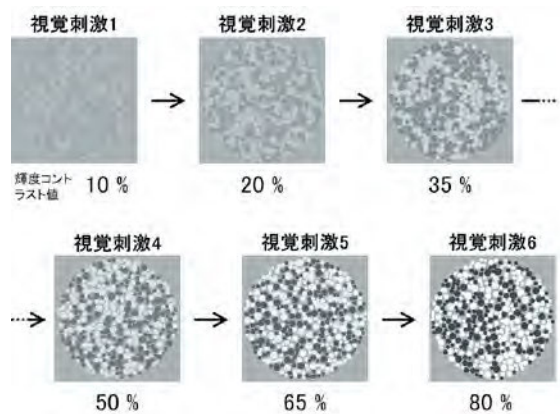


図1 視覚刺激セット

本評価の実証実験には、23歳から74歳までの男女、計66名に協力してもらった。彼らには、準暗室内において、安楽椅子に座りながら、視覚刺激セットへの繰り返し注視の遂行を依頼した。このとき、彼らの瞳孔径と一次視覚野の働きを同時計測した。前者の計測には、暗瞳孔法を用いた。後者は電気生理学的方法を使い、脳波信号として計測した。

3. 人それぞれの“眩しさ”感覚

視覚刺激の輝度コントラストと各年代の被験者から得た瞳孔径の関係を、図2にまとめた。この結果から、若者の瞳孔は、光量変化に敏に反応し、強い光の入射を的確に遮蔽するように縮瞳できる能力を有することが示された。一方で、高齢者の瞳孔は、光量変化に鈍であり、強い光が入射してきた時、これを上手く遮る能力を持たず、そのまま網膜まで通過を許してしまう状態にあることが示唆された。

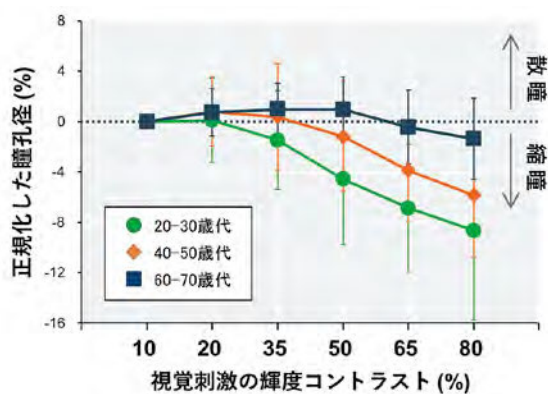


図2 瞳孔径の変化

視覚刺激の輝度コントラストと各年代の被験者から得た脳活動パターンとの関係を、図3にまとめた。視覚刺激3に対してピークを現した脳活動パターンを“A”と分類してあった。同様に、視覚刺激4/5/6に対してピークを示したパターンを“B”/“C”/“D”と分けた。脳活動パターンについて特徴的なことは、年齢が若いほどパターンBの脳活動を示す被験者が多く現れ、高齢であるほどパターンDを示す者が増えることであった。若者の過半数(約61%)において得られたパターンBを、光量変化に対する“平均的な感度”を表現すると、相対的に、高齢者は光量変化に鈍感な者が多い(約56%)と言及できた。加えて、被験者の年代に関わらず、パターンA(“光量変化に対して敏感”)を有する者が一定数(約14%)存在したことは興味深い事実であった。実際に、彼らの多くは、光過敏による不快グレア・読み困難・眼疲労などの日常経験を有する者であった。

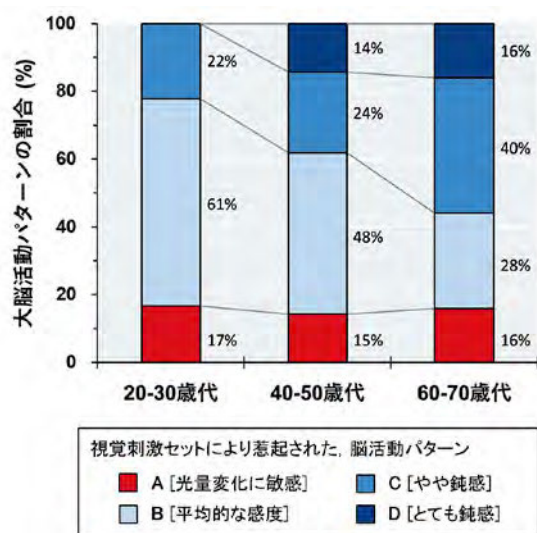


図3 脳活動パターンの変化

以上の結果から、各人の“眩しさ”感覚について、次の事実を理解できた：①高齢者では、脳と自律神経系の働きが共に減弱しているため、微弱な光量変化の視認が困難、②光過敏を有する者では、脳活動の亢進

を主原因として、同じ光量変化に対しても、健常者よりも強く眩しさを感じやすい傾向がある。

4. おわりに

自動車も例に漏れず、これまでにおいては、ユーザ側がシステムを良く理解し、使いこなすことが求められてきた。今後では、システム側がユーザを理解し、適切なサービスを提供していくことがトレンドになっていくとされる。もしシステム側が、目の風景に対するドライバの視覚的主観を上手く評価できるようになれば、車内環境や車両制御に新機軸サービスを導入することが可能になっていくと期待している。この実現の可能性を追求していく。

筆者



廣瀬 秀顕

アイシン・コスモス研究所
脳波測定応用色覚視覚研究に従事

技術論文

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

吉戸 佑樹

Yuki Yoshito

北 恭一

Kiyoichi Kita

概要

TS1800MPa級車体部材のホットスタンプ成形技術の開発により、高強度・高靱性な車体部材を実現し、従来品に比べ大幅な軽量化を達成し、コンパクト車両向けのバンパR/F受注を実現した事例である。

TS1800MPa級は量産中の車体部材としては世界最高強度である(当社調べ)。

1. はじめに

近年、自動車の衝突安全性能向上や燃費向上・CO₂排出量低減のための車体軽量化を目的として、超高張力鋼板の採用が拡大している。また使用される材料の引張り強度(TS:Tensile Strength)も年々高まっている。しかし、高張力鋼板はプレス時の成形性や形状凍結性等に課題があり、これらの課題を解決するひとつの手段としてホットスタンプが採用されている。

ホットスタンプとは、専用の鋼板を所定の温度に加熱後、金型内で成形と同時に焼入れを実施し高強度なプレス部品を得る工法である。図1にホットスタンプの工程概略、図2にホットスタンプ工法における鋼板の温度履歴を示す。ブランキングを行ったホットスタンプ用の鋼板を加熱炉に送入しオーステナイト温度域(約900℃)まで加熱後、速やかにプレス機に搬送し、金型で成形すると同時に急速に冷却することでマルテンサイト変態が起こりTS1500MPa級以上の高強度な製品を得ることができる。この時、鋼板をMf点(約200℃)以下の温度まで冷却する必要があるため、プレスは下死点で数秒間保持される。また量産用金型では鋼板から伝達される熱による温度上昇を防止するため、金型内に冷却水を流すための回路が設けられている。

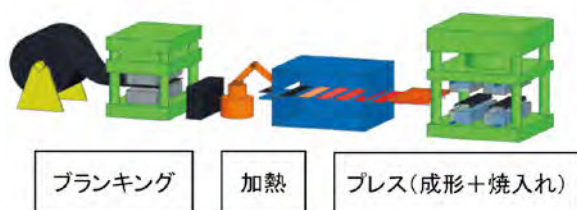


図1 ホットスタンプの工程概略

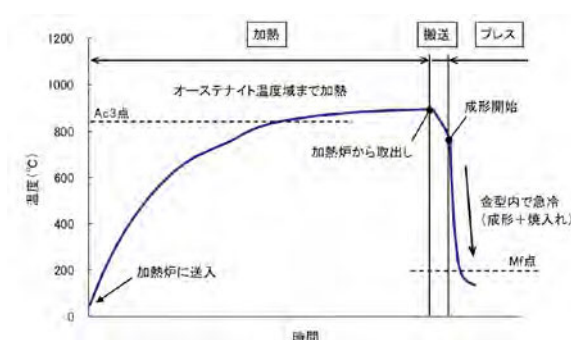


図2 ホットスタンプ工法における鋼板の温度履歴

高張力鋼板を用いた冷間プレスに対し、ホットスタンプは以下の利点がある。

- ・TS1500MPa級以上の高強度なプレス成形が可能。
- ・高温で成形を行うため、低いプレス荷重で済む。
- ・形状凍結性が良く、スプリングバックが少ない。

ホットスタンプは衝突時の車体変形の抑制・乗員保護の目的でバンパR/Fやドアビームなどに採用されてきたが、昨今の高強度化・軽量化ニーズの高まりに対応すべく、現行のTS1500MPa級に対し更に強度アップを行ったTS1800MPa級車体部材のホットスタンプ成形技術の開発を行った。

2. TS1800MPa級ホットスタンプ材の基礎特性

一般的にホットスタンプに使用される材料のC量(炭素量)は約0.21%で、ホットスタンプ後の製品の強度レベルはTS1500MPaに達する。さらなる強度アップのため、材料中のC量を増加させると強度レベルは向上するものの靱性が低下し、十分な製品性能(吸収エネルギー量や最大荷重など)が得られない。実際にC量が

0.3～0.4%の材料を用いて試作品を製作し3点曲げ試験を行った結果、曲げ試験中に割れが発生し目標とした吸収エネルギー量は得られなかった(図3)。



図3 開発初期の試作品での3点曲げ試験後外観

割れを抑制し部品性能を満足するため、組織の微細化により靱性を改善したTS1800MPa級ホットスタンプ材を開発した。

2.1 引張強度特性

現行のTS1500MPa級ホットスタンプ材(現行材)と開発材の引張強度特性を表1に示す。ホットスタンプ後の開発材はTS1800MPa級の強度が得られ、伸び(EL)は7.6%で現行材と大きな差は見られなかった。

表1 ホットスタンプ後引張強度特性(代表例)

	Yp(MPa)	Ts(MPa)	EL(%)
開発材	1267	1882	7.6
現行材	1162	1545	8.0

2.2 靱性

シャルピー衝撃試験を行い開発材の靱性の調査を行った。ホットスタンプではJISに規定されているバルク状の試験片を製作することは困難なため、衝撃試験にはホットスタンプを行った鋼板を重ね合わせた積層シャルピー試験片を用いた。図4に試験結果を示す。現行材に比べ開発材の衝撃値は相対的に低いが、 -40°C において延性破面を示した。

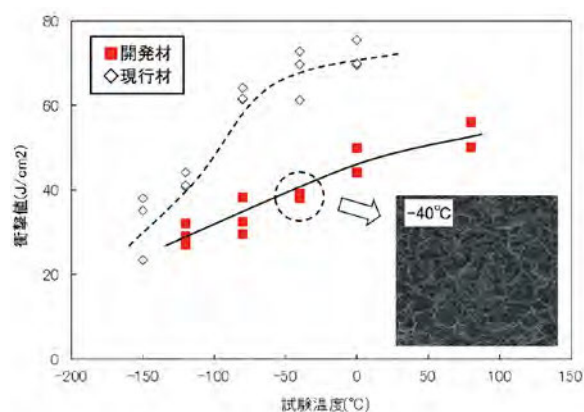


図4 シャルピー衝撃試験結果

2.3 結晶組織

現行材と開発材のホットスタンプ後の結晶組織を図5に示す。これより現行材に比べ、開発材の組織が微細であることがわかる。

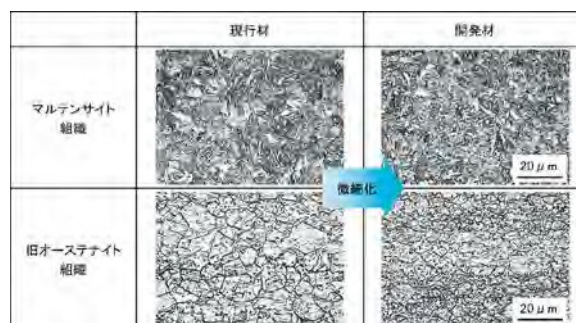


図5 ホットスタンプ後の結晶組織

3. TS1800MPa級車体部材の製品開発

TS1800MPaを用いてバンパーR/Fの製品開発を行った。バンパーR/Fは衝突時に車体が受けるダメージを低減させるための製品である。

車体の最前端に設置されるバンパーR/Fは、その製品重量が走行時の振動やハンドリング性能に大きく影響することから軽量化が重要な部品であるが、衝突安全性を確保するために高い強度も必要とされており、TS1800MPa級ホットプレス材のような高強度な鋼板の開発が期待されていた。

開発では衝突時にバンパーR/Fがどのように変形するのか検証を重ね、より効率的にエネルギーを吸収できる形状を検討した。バンパーR/Fの断面形状と衝突時の挙動を図6に示す。

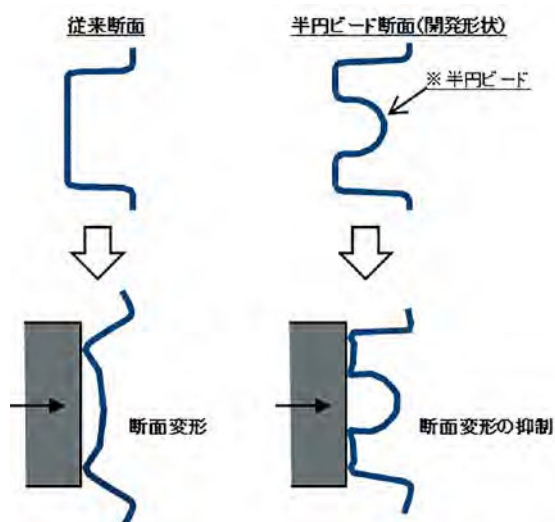


図6 バンパーR/Fの断面形状と変形挙動

従来断面は衝突時に断面が崩れ変形しやすいが、今回開発を行った半円ビード断面は衝突時に曲げモーメントが働いても断面の崩れ変形を防ぐことができる。TS1800MPa級ホットプレス材と組み合わせることで、

従来のバンパR/Fに対し板厚低減ならびに軽量化が可能となった。

4. TS1800MPa級のホットスタンプ成形技術の開発

TS1800MPa級バンパR/Fの量産化に向け、ホットスタンプ成形技術の開発を行った。現行のTS1500MPa級と異なる点および開発において配慮した点を中心に以下に紹介する。

4.1 成形性

開発材のホットスタンプ成形性の調査を行うため、高温引張り試験を行った。ホットスタンプの工程を模擬し、一旦900℃に加熱した試験片を800℃または700℃に冷却してから、引張り試験を行った。図7に高温強度(S-Sカーブ)を示す。

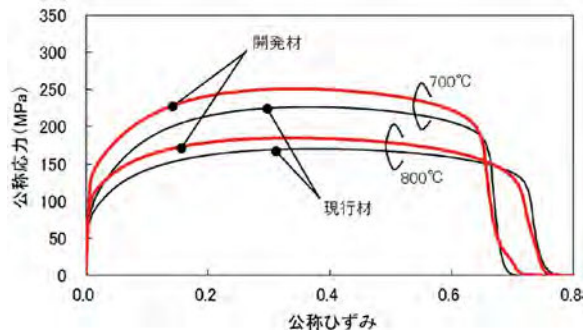


図7 高温強度(S-Sカーブ)

各温度において現行材より開発材の高温強度が高いことが明らかになった。このことより成形性の悪化が懸念されたため、実際にバンパR/Fを成形して調査を行った。中央断面の板厚分布(板厚変化率)を図8に示す。図に示すように各部に大きな減肉は見られず、開発品の成形において特に問題は見られなかった。

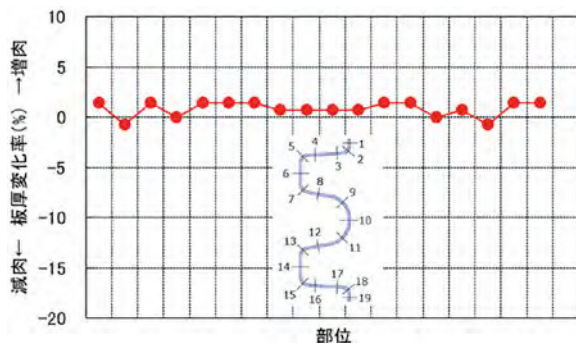


図8 バンパR/F中央断面の板厚変化率

4.2 成形同時ピアス

開発品(バンパR/F)には後工程で溶接を行う都合で、穴径公差の厳しい穴が設定されている。展開プランクを用いた場合、成形時に穴が変形する可能性があるため、ホットスタンプ成形と同時にピアス加工を行う機構を金型に織込んだ。成形同時ピアスを採用することで

展開プランクを用いた場合に比べ、高精度な穴を開けることが可能となった。

一般的に材料の強度が1200MPa級を超えると、遅れ破壊に注意する必要があるとされているが、開発品ではホットスタンプ成形と同時に、高温時にピアス加工を行っているため穴のエッジ部に発生する残留応力は低く、遅れ破壊の発生は無いと考えられた。確認のため、塩酸浸漬法による遅れ破壊評価を行った。結果を図9に示す。塩酸浸漬前後の穴周辺の拡大写真では、遅れ破壊の発生は見られなかった。

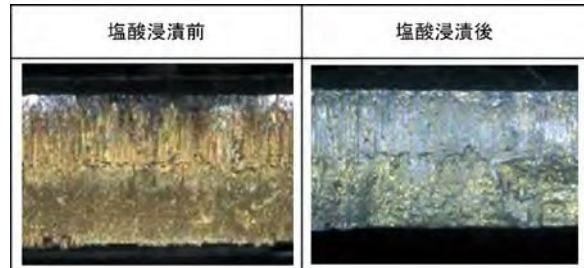


図9 同時ピアス部の拡大写真

5. 実用化の状況

材料・製品形状・成形技術の開発を行い、車体の軽量化と衝突安全性能向上を両立させる高強度・高靱性なTS1800MPa級バンパR/Fを実現し、コンパクト車両の受注につなげることができた。

6. 将来の発展性

車体の軽量化・衝突安全性能向上のニーズは今後益々高まるものと考えられ、今回開発を行ったTS1800MPa級ホットスタンプ成形技術を使用することで、車体部材の大幅な軽量化や強度向上が可能となる。バンパR/F以外の部品を対象とした検討も進んでおり、今後の採用拡大が期待される。

7. おわりに

TS1800MPaバンパR/Fの開発において大きな成果を上げることができ、本開発に協力いただいた関係者の皆様に深く感謝の意を申し上げます。

参考文献

- 1) 鈴木貴之, 増尾俊二, 林康彦, 波部光利, 匹田和夫, 中山伸之:
“1800MPa級車体部材のホットプレス成形技術の開発”, 素形
材, Vol.55(2014) No.12, 10-14, 2014

筆 者



吉戸 佑樹

アイシン高丘(株) 製品エンジニアリング部
バンパ製品の開発に従事



北 恭一

アイシン精機(株) 第二車体技術部
バンパ製品の開発に従事

技術論文

減衰力制御サスペンション(AVS)の開発

青山 洋
Hiroshi Aoyama
小松 悟志
Satoshi Komatsu

佐藤 功祐
Kosuke Sato
田中 亘
Wataru Tanaka

山本 彰人
Akihito Yamamoto
本間 幹彦
Motohiko Homma

概要

自動車の快適な乗り心地と操縦安定性を両立するシステムとして減衰力制御サスペンションが普及してきている。本稿では、各輪ストローク速度の推定精度向上とアブソーバの減衰力調整幅拡大により、車両運動性能向上に貢献した技術について紹介する。

1. はじめに

近年、自動運転技術開発の加速により車室内快適性のニーズが高まり乗心地向上に寄与する減衰力制御サスペンションが必要不可欠な技術となっている。

世界初の減衰力制御サスペンションは、1983年にTEMS(Toyota Electric Modulated Suspension)をトヨタ自動車が開発した。アクチュエータ(以降ACT)であるステップモータでロッドと一体化されたロータリバルブ部のオリフィスサイズを可変させ、減衰力を可変させている。

その後、TEMSの次世代システムとして、ACTにリニアソレノイドを用いたAVS(Adaptive Variable Suspension System)の開発を進めてきた。リニアソレノイドを用いたことで減衰力の多段化や切替応答性向上を実現し、2014年に初採用された。

本稿では、AVSの性能向上に貢献した各輪ストローク速度の推定精度向上のための新ロジック¹⁾と減衰力調整幅を拡大するためのアブソーバ内部のバルブ構造改良について紹介する。

2. 製品説明

2.1 システム構成

減衰力制御サスペンションのシステム構成を図1に示す。3つのばね上下加速度センサを搭載しており、これらの信号を基にECU(Electronic Control Unit)でストローク速度の推定や目標減衰力の演算を行い、各アブソーバの減衰力を可変させている。

アブソーバ減衰力調整部のACTへの制御電流*i*に応じ増減する減衰力特性 f_c はストローク速度*v*を用いて次式で表せられる。

$$f_c = f_d(v, i) \quad (1)$$

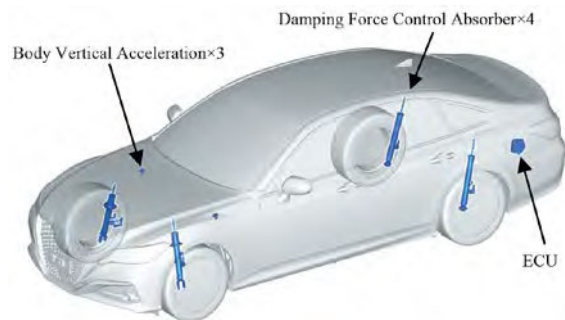


図1. Damping force control suspension system

$f_d(v, i)$ はデータマップとしてECUに記憶され、リニアソレノイドに通電する制御電流、及びストローク速度から、アブソーバが発生する減衰力を演算する。

2.2 制御

2.2.1 スカيفック制御

本システムでは乗り心地制御で一般的に用いられるスカيفック制御を適用する。ここでは単純化のために図2に示す単輪一自由度モデルを用いて説明を行う。

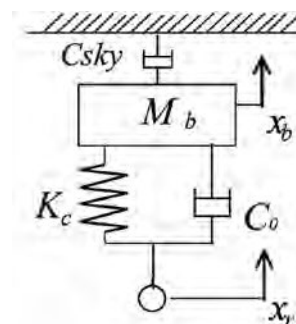


図2 Single suspension model (1 degree of freedom)

M_b : Body Mass

K_c : Suspension Stiffness

C_o : Damping Coefficient

C_{sky} : Skyhook Damping Coefficient

x_b : Body Displacement

x_r : Road Profile

このモデルの運動方程式は式(2)となる

$$M_b \ddot{x}_b = -K_c(x_b - x_r) - C_o(\dot{x}_b - \dot{x}_r) - C_{sky}\dot{x}_b \quad (2)$$

これは通常の単輪モデルに対し、スカイフック制御力 F_{sky} を付加した形になっている

$$F_{sky} = C_{sky}\dot{x}_b \quad (3)$$

式(3)より、減衰比 $\zeta = \zeta_o + \zeta_{sky}$ と伝達比 γ は式(4)となる。

$$\zeta = \frac{C_o}{2\sqrt{M_b K_c}} + \frac{C_{sky}}{2\sqrt{M_b K_c}}, \quad \gamma = \frac{\sqrt{4\zeta_o^2 + 1}}{2(\zeta_o + \zeta_{sky})} \quad (4)$$

ここで仮にスカイフック制御力 F_{sky} を付加しなかった場合について考える。 $\zeta_{sky} = 0$ となるため、伝達比は $\gamma = \sqrt{1 + 1/4\zeta_o^2}$ となる。つまり通常の単輪モデルでは、いかなるパラメータ調整を行ったとしても、共振点においては必ず伝達比が1以上になってしまう事がわかる。しかしスカイフック制御力 F_{sky} を付加する事で伝達比 γ は式(4)となるため、 ζ_{sky} を調整する事により伝達比を1以下にする事ができるのである。

これはわかりやすく言い換えると、スカイフック制御力 F_{sky} を何らかの方法で付加することができれば、路面から入ってきた振動を必ず小さくしてから乗員に伝える事ができる。つまり「車が揺れにくくなる」という事を示している。

本システムではこのスカイフック制御をロール、ピッチ、ヒープそれぞれの車両運動モードに拡張し適用させた。

2.2.2 減衰力制御システムへの適用

減衰力制御システムとは、減衰係数 C_o を可変させる事ができるシステムである。アクティブサスペンションのように直接力を発生させる事ができれば、スカイフック制御力 F_{sky} を実現させる事ができるが、減衰力制御システムは、減衰係数を変化させるシステムであるため、 F_{sky} の力を直接発生させる事ができない。従って可変減衰係数 C_s はストローク速度に依存した式(5)によって求める事になる。

$$C_s = \frac{F_{sky}}{(\dot{x}_b - \dot{x}_r)} \quad (5)$$

しかし式(5)では、ストローク速度0付近で減衰係数が ∞ となり、急激な減衰係数の変化を発生させ、乗員への「違和感」を与えてしまうことが知られている²⁾。それを防

ぐため、本システムでは $(\dot{x}_b - \dot{x}_r) \approx \text{sgn}(\dot{x}_b - \dot{x}_r)$ で近似し、 C_s を求める事とした。

2.2.3 ストローク速度推定

2.2.3.1 定式化

次に可変減衰係数 C_s を決定するために必要な、ストローク速度の推定方法について説明する。従来のオブザーバによる推定手法³⁾では 1 [Hz] 付近までの推定しか行える事ができなかった。そのため荒れた路面を走行し、ばね下が共振してしまった場合、乗り心地性能が低下してしまっていた。

そこで本システムでは様々な路面における乗り心地を向上させるために、ばね下共振付近である 10 [Hz] までオブザーバの推定精度を向上させる事とした。また本システムにおける推定精度の定義はストローク速度真値に対する推定ストローク速度の位相差が ± 45 [deg] 以内である事とした。

ばね下共振付近まで推定精度を上げるためには、モデル誤差を小さくし、演算周期を高速化させる必要がある。しかし実用化を考えた場合、モデルの高次元化と演算周期の高速化は演算負荷が高くなり、実現が困難となる。そこで本システムでは、線形モデルを極力低次元化する事により、演算周期を高速化させ、ばね下共振点での推定精度の向上を図る。そのため本稿では図2に示す最もシンプルな1自由度モデルを用いて検討を行う。

アブソーバを 10 [Hz]、0.1 [m/s] の速度でストロークさせた時の減衰力を図3に示す。

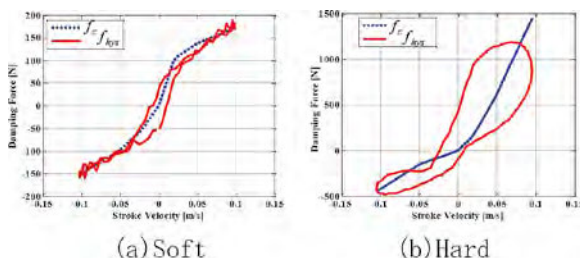


図3 Hysteresis of damping force

f_c は式(1)より求めた減衰力であり、 f_{hys} はアブソーバが実際に発生させている減衰力の計測値である。図3より、 f_{hys} はソフト、ハードともに、 f_c に対してヒステリシスを有している事がわかる。減衰力のヒステリシス f_{hys} は油圧の遅れを含む減衰力 f_{delay} と摩擦力 f_{fric} に分けられ、次式で表せられる。

$$f_{hys} = f_{delay} + f_{fric} \quad (6)$$

摩擦はオイルシール、軸受けブッシュ、ピストンの摺動部によって発生するため、制御電流の違いによる影響は小さいと考えられる。従ってヒステリシスの違いは油圧の遅れの違いであると推測される。そこでソフト、ハード時の遅れをそれぞれ T_0 、 T_1 とする。また可変減衰係数 C_s は制御電流 i と比例であると近似し、その可変幅で無

次元化したパラメータ q を導入する事で、遅れを次式で近似する。

$$\hat{f}_{\text{delay}} = \frac{1}{1 + T(q)s} f_c \quad (7)$$

ただし、

$$T(q) = (1 - q)T_0 + qT_1 \quad (8)$$

また摩擦力を次式で定義する。

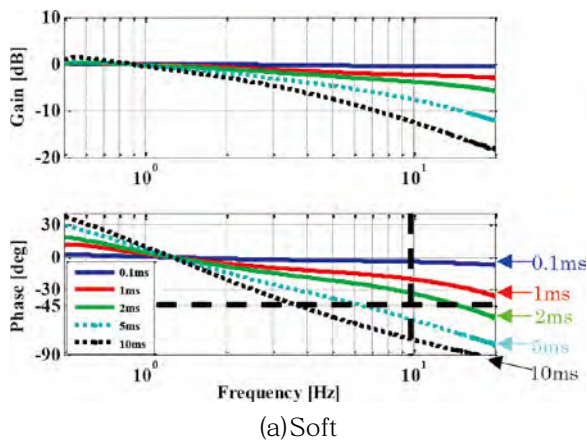
$$\hat{f}_{\text{fric}}(v, h) = \begin{cases} -h & \text{if } (v = 0) \wedge |h| \leq F_s \\ -\text{sgn}(h)F_s & \text{if } (v = 0) \wedge |h| > F_s \\ \phi(v) & \text{otherwise} \end{cases} \quad (9)$$

ここで h は物体にかかる外力全ての合力であり、本稿では式(2)の右辺を指す。 $F_s > 0$ は最大静止摩擦力である。 $\phi(v)$ は全ての $v \neq 0$ において、 $\phi(v)v < 0$ を満たす任意の関数である。本稿では単純化のために動摩擦力 F_c と最大静止摩擦力を等価とし、 $\phi(v)$ を次式とした。

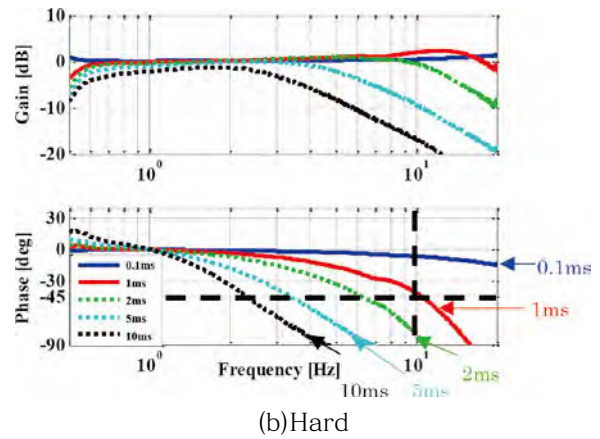
$$\phi(v) = -\text{sgn}(v)F_c, F_s = F_c \quad (10)$$

2.2.3.2 離散化

オブザーバを実車に適用させる場合、ECUに組み込むために離散化が必要となる。そこでECUの能力と目標の推定精度から、適切な離散化時間を求める必要がある。図4に、本稿で提案する、Gain and Hysteresis Scheduling (以下、GHS)オブザーバの離散化時間に対する推定精度の影響を示す。図4(a)より、ソフト時の離散化は2[ms]以下の離散化が必要である事がわかる。しかし図4(b)より、ハード時はソフト時よりも離散化の影響を受けやすく、離散化時間は1[ms]以下にする必要がある事がわかった。従来のGain Scheduling(以下、GS)オブザーバではばね上共振付近の推定を行っていたため、10[ms]の離散化であったが、本稿で提案するGHSオブザーバでは目標値とECUの性能から離散化時間を1[ms]とした。



(a) Soft



(b) Hard

図4. Correlation between the discrete time and estimation accuracy

2.2.3.3 実車評価

ここでは評価路Pを80 [km/h]で走行し、制御時のストローク速度推定精度を検証する。評価路Pは、5 [Hz]以下がISO8608⁴⁾のC～Dゾーン(普通～悪路)、5 [Hz]以上がB～Cゾーン(良～普通路)に該当する路面である。図5にストローク速度の推定精度を示す。図5より、0.5～15 [Hz]の間でストローク速度真値に対する推定値の位相遅れが ± 45 [deg]以内である事が確認でき、実路面走行時においても目標の推定精度を達成できている事が確認できた。これにより、凹凸のない綺麗な路面だけでなく、様々な路面に対してスカイフック制御を適用できるようになった。

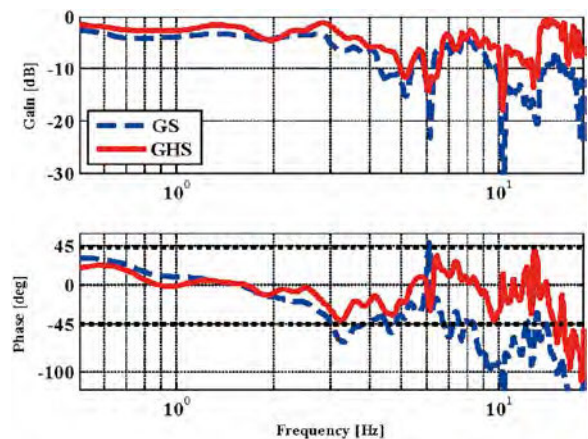


図5. Stroke velocity estimation accuracy (actual vehicle)

2.3 アブソーバ

2.3.1 AVSアブソーバ

スカイフック減衰力 F_{sky} は、アブソーバにて発生する力であり、(5)式で示すようにストローク速度と減衰係数 C_s により算出する。

減衰力はアブソーバ諸元にて決まっており、減衰力調整幅を拡大するほど車両運動性能のコントロール幅が増え乗心地向上を実現できる。一方で背反としては、減

減衰力変動によるロッド振動を起因とした異音が発生しやすい傾向となる。

アブソーバの基本構造を図6に示す。三重管構造であり、ピストン部、ベースケース部がチェック弁となっている。この構造によりアブソーバの作動に伴い発生する作動油の流れは、伸・縮ともに制御バルブに導かれ、減衰力 einen の制御バルブで可変することが可能となっている。

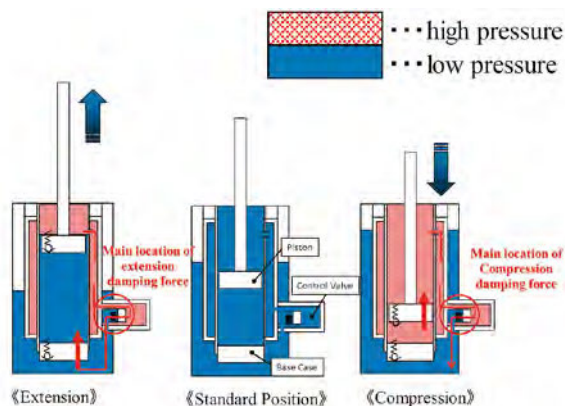


図6 Absorber structure

三重管構造アブソーバの課題は、減衰力調整幅拡大と異音低減の両立である。ここで減衰力特性は図7に示すような特性であり、オリフイス特性とバルブ特性のつながりに不連続点を持つ。この不連続点における減衰力変動によるロッド振動を起因とした異音を防ぐため、実際のアブソーバでは微小オリフイスを並行に配置してある。オリフイス面積を拡大することでつながりをスムーズにする事はできるが、オリフイスからの漏れ流量増加により、制御バルブ部への流量が減少し、結果として減衰力調整幅が減少してしまう。

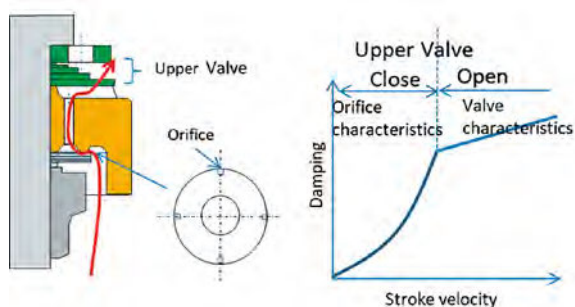


図7 Structure and characteristics

以下に簡易モデルを用いて、三重管構造アブソーバの伸行程における減衰力調整幅について説明する。

V_p :Stroke Velocity

Q_1' :Piston Fixed Orifice Oil Flow Rate

Q_2 :Base Case Oil Flow Rate

Q_2' :Base Case Fixed Orifice Oil Flow Rate

Q_3 :Flow Rate To Control Valve

P_1 :Piston Upper Chamber Hydraulic Pressure

P_2 :Piston Lower Chamber Hydraulic Pressure

P_0 :Reservoir Chamber Hydraulic Pressure

A_r :Rod Area

A_c :Cylinder Area

$\Delta P_3(Q_3, i)$:Control Valve Differential Pressure

$\Delta P_2(Q_2 + Q_2')$:Base Case Differential Pressure

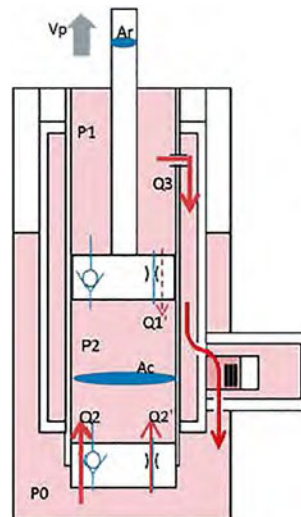


図8 Absorber calculation model

アブソーバの発生減衰力 f_c は式(11)となる。

$$f_c = (A_c - A_r)P_1 - A_cP_2 + A_rP_0 \quad (11)$$

$$P_1 = P_0 + \Delta P_3(Q_3, i) \quad (12)$$

$$P_2 = P_0 - \Delta P_2(Q_2 + Q_2') \quad (13)$$

また伸行程における制御バルブ部への流量は、式(14)にて表せる。

$$Q_3 = (A_c - A_r)V_p - Q_1' \quad (14)$$

P_1 は Q_3 と i により可変させて、発生減衰力 f_c を可変させている。しかし、式(14)で示すようにピストン部固定オリフイス拡大により Q_1' が増え、 Q_3 が減少することで C_s 調整幅が減少する。

2.3.2 伸圧独立オリフイス

本章では、減衰力調整幅拡大と異音低減を両立させるため、KYB株式会社様協力のもと開発したバルブ構造(伸圧独立オリフイス)について説明する。

伸圧独立オリフイス構造を図9に示す。

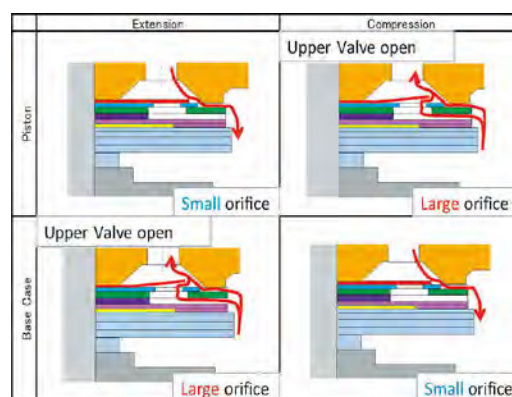


図9 Development product structure

伸圧独立オリフィスは、ピストン部およびベースケース部の下面側に位置し、上面バルブ開弁時にはオリフィスを拡大させ、上面側バルブ閉弁時はオリフィスを縮小できるようなチェック弁を構成した構造である。これにより制御バルブ部への流量を確保しながら、不連続点での減衰力変動をスムーズにつなげることを可能とした。本構造により減衰力調整幅拡大と異音低減の両立を実現した。(図10)

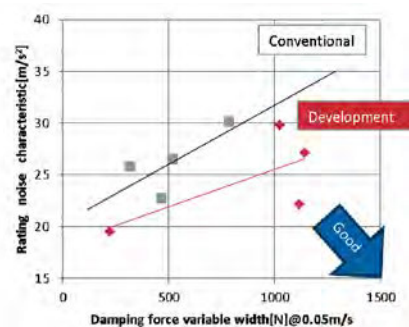


図10 Correlation between damping force variable width and rating noise

2.4 車両性能

図11に評価路Pでの車両性能を記す。車両性能の指標として POA(Partial Overall)を用いており、図中の横軸は低周波振動パワー、縦軸は中周波振動パワーを表す。ストローク速度推定精度向上と減衰力調整幅を拡大することにより、低周波および中周波のPOAが競合車よりも向上していることがわかる。

※低周波振動パワーは制振性、中周波振動パワーは乗心地の値を表す。

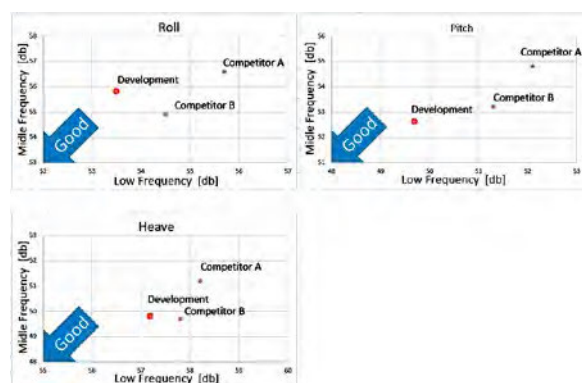


図11 Vehicle performance on evaluation road P

3. まとめ

AVSにおける各輪ストローク速度推定精度向上とアブソーバの減衰力調整幅拡大により、乗心地向上へ大きく貢献し、2018年のトヨタ自動車プロジェクト表彰「技術の部」を受賞した。自動運転技術発展における車室内セカンドタスクのニーズが高まると予想し、乗心地改良技術のひとつとしてAVS性能向上を引続き推進していく。

4. 謝辞

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

参考文献

- 1) 山本彰人, 他: セミアクティブサスペンションにおける実用的な状態推定の検討 アイシン技報VOL.22, pp35-40 2018
- 2) 三平満司, 大作寛, 上村一整, "非線形H ∞ 制御理論の限界と可能性—セミアクティブサスペンションへの応用", システム/制御/情報, 1999
- 3) 中井英雄, 他: 実用性を考慮したセミアクティブサスペンションの状態量推定, 日本機械学会(C編) 63巻 615号, pp202-208 1997
- 4) ISO8608: Mechanical vibration – Road surface profiles – Reporting of measured data (1995)

筆者



青山 洋

走行安全第二制御技術部
シャシーシステムグループ
制御アブソーバ設計に従事



佐藤 功祐

走行安全第二制御技術部
シャシーシステムグループ
制御サスペンションロジック開発に従事



山本 彰人

走行安全第二制御技術部
シャシーシステムグループ
制御サスペンションロジック開発に従事



小松 悟志

走行安全第二制御技術部
シャシーシステムグループ
制御アブソーバ設計に従事



田中 亘

走行安全第二制御技術部
シャシーシステムグループ
制御サスペンションロジック開発に従事



本間 幹彦

走行安全第二制御技術部
シャシーシステムグループ
制御サスペンション企画・開発に従事

車両用小型吸収冷凍機の開発

江端 佑介
Yusuke Ebata坪内 修
Osamu Tsubouchi

概要

現状のエンジン車においては燃料のエネルギーの約60%が未利用熱として捨てられており、排ガス熱を回収して空調に利用することで年間約12%の燃費向上が期待される。筆者らは、排熱で冷房することができる吸収冷凍機の小型・軽量化・車両環境(傾斜,揺れ,高温度)といった車載対応開発を行い、車載吸収冷凍機システムを確立・実用化し、将来的に燃費を大幅に向上することを目指している。本稿では、車載時に主な課題となる吸収器の開発事例を中心に、吸収冷凍機の車載に向けた開発状況を紹介する。

1. はじめに

現在、自動車の冷房はエンジンでコンプレッサを駆動する圧縮式冷凍機を用いている。そのため、冷房時には走行以外に空調のためにエンジンでコンプレッサを作動させる燃料が必要となる。この結果、冷房時の燃費は非冷房時に対し5~50%程度悪化するとの報告もある¹⁾。

一方、自動車においては燃料のエネルギーの約60%が排熱として捨てられ、未利用の熱エネルギーとなっている。従って、自動車の排熱を回収して冷房用のエネルギーとして利用する事が出来れば燃費向上が期待できるため、筆者らの研究グループでは、熱駆動型の冷凍機である吸収冷凍機に着目し、排ガス95℃以上で冷媒温度5℃以下の冷熱を得る車両向けの小型吸収冷凍機の開発を行っている。

2. 吸収冷凍機について

吸収冷凍機の原理図を図1に示す。図のように、吸収冷凍機は主に、吸収器、再生器、凝縮器、蒸発器で構成される。内部の作動媒体は吸収液と冷媒である。蒸発器で冷媒を蒸発させ、その気化熱を冷熱として取り出す。吸収器では、吸収液により蒸発器で気化した冷媒蒸気を吸収する。吸収によって吸収液は希釈されるとともに発熱するため、吸収液を吸収器内の熱交換器で冷却し、温度上昇による吸収能力低下を防いでいる。再生器では希釈吸収液の濃縮を行う。熱源により吸収液を加熱することで、吸収した冷媒を蒸気として分離することにより濃縮する。濃縮吸収液は、再生器と吸収器の内部圧力差で吸収器に供給される。凝縮器では、再生器からの冷媒

蒸気を大気温度まで冷却し凝縮する。凝縮冷媒は凝縮器と蒸発器の内部圧力差で蒸発器に供給される。

以上の原理から、再生器に100℃程度の熱供給を行うことで、蒸発器で5℃程度の冷熱が得られ、冷房に利用することが出来る。上記の一般的な装置構成では、吸収器と再生器はそれぞれ蒸発器と凝縮器に蒸気流路で結ばれている。吸収液と冷媒が蒸気流路を介し混合した場合、原理が成立しなくなる事もある。

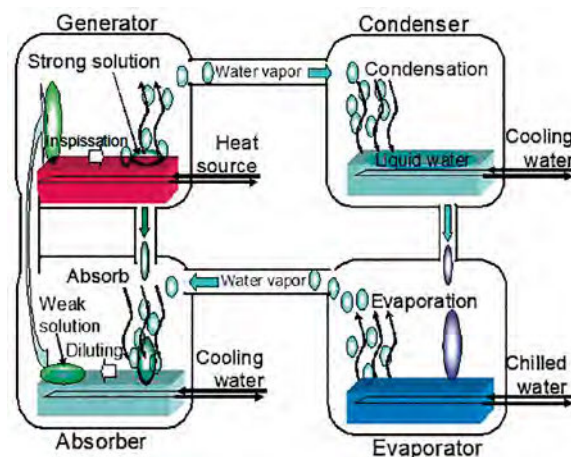


図1 吸収冷凍機の原理図

このような吸収冷凍機は、現在オフィスビル等に大型機が設置され、主にガス焚きによる熱で駆動されている。オフィスビル等に設置される空調用吸収冷凍機の開発は、これまで数十kW以上の大型システムが中心であり、出力密度は、体積基準で30~40kW/m³、質量基準で0.05~0.06kW/kgとなっている。大型機の設置事例を図2に示す²⁾。



図2 定置型吸収冷凍機の設置例

3. 車両への搭載技術開発課題と対応

吸収冷凍機を車両に搭載した場合、再生器に車両排熱を供給し、蒸発器で生じる冷熱を利用して冷風を得ることが可能となるため燃費向上が見込まれる。図3に吸収冷凍機の子載模式図を示す。

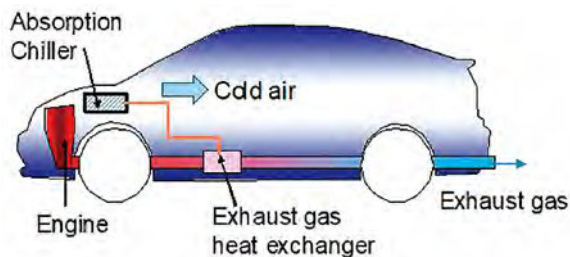


図3 吸収冷凍機の子載模式図

子載用空調の場合、必要とされる出力は数kW程度であり、定置用に比べ小型である。しかし、子載の排熱を利用し、さらに子載可能な条件を考えると、体積および重量あたりの出力はそれぞれ50kW/m³、0.1kW/kg以上は必要となり、いずれも定置型吸収冷凍機よりも20～150%ほど出力アップしなければならず、大幅な小型・軽量化が必須条件となる。

また、子載に搭載し利用可能にするためには、子載の傾斜、振動などの子載環境への対応など、定置型では考慮する必要のない様々な制約条件が課され、それぞれの課題に対する対応が求められる。

3.1 塗布構造吸収器

主な課題の一つとして、吸収器が挙げられる。定置用に多く採用されている吸収器は重力を利用して作動媒を熱交換器に滴下する流下液膜式であるが、子載の走行中などに傾斜する場合、性能を保持することが困難である。そこで、課題を解決するために吸収器内部に回転塗布体を設け、熱交換器表面に吸収液を塗布する新たな構造を提案し、基礎特性および有用性を確認した。

図4に従来構造吸収器(a)と開発構造吸収器(b)の比較図を示す。

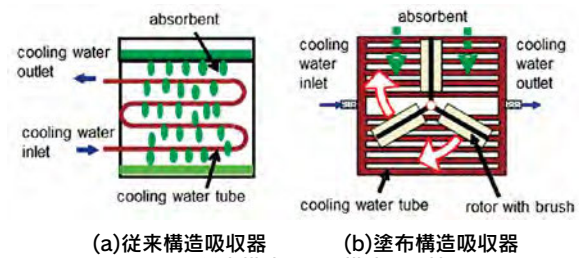


図4 従来構造と開発構造の比較

3.1.1 回転塗布による伝熱性への影響計算

塗布体を回転させる事による熱伝達への効果を推定するため、Azooryら³⁾による熱交換器の表面を掻面羽根で掻取ること伝熱面に流体の薄膜を形成する掻面式熱交換器の単層流の熱伝達係数 h_i を式(1)、(2)から計算した。

$$h_i = \frac{2}{\sqrt{\pi}} (Cp \cdot \rho \cdot \kappa \cdot n \cdot N)^{1/2} \cdot \frac{1}{f} \quad (1)$$

$$f = \frac{1}{500} \left(\frac{Cp \cdot \mu}{\kappa} \right) + 3.5 \quad (2)$$

n : 羽根枚数, N : 羽根回転数[rev/hr], Cp : 流体比熱[kJ/kg], ρ : 流体密度[kg/m³], κ : 流体熱伝導率[kJ/m·K], μ : 流体粘性係数[Pa·s]

計算結果を図5に示す。熱伝達率は回転増大に伴って増大する事を推定し、塗布体の回転により伝熱性の向上＝小型化への効果も期待できる事を確認した。

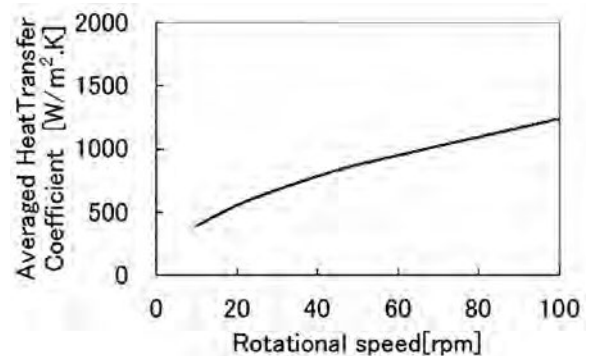


図5 塗布体回転数の熱伝達率への影響計算結果

3.1.2 塗布構造吸収器の実機評価

実験装置全体を図6に示す。吸収液は再生器、液液熱交換器で濃度と温度を調整し吸収器に供給、吸収器への冷却水入口温度および流量はチラーにて一定になるよう制御した。蒸発器の条件を一定に保つため、冷媒温度はチラーにて一定に制御した。吸収器入口出口の吸収液、冷却水温度はT熱電対、吸収液密度、流量はコリオリ流量計にて計測した。

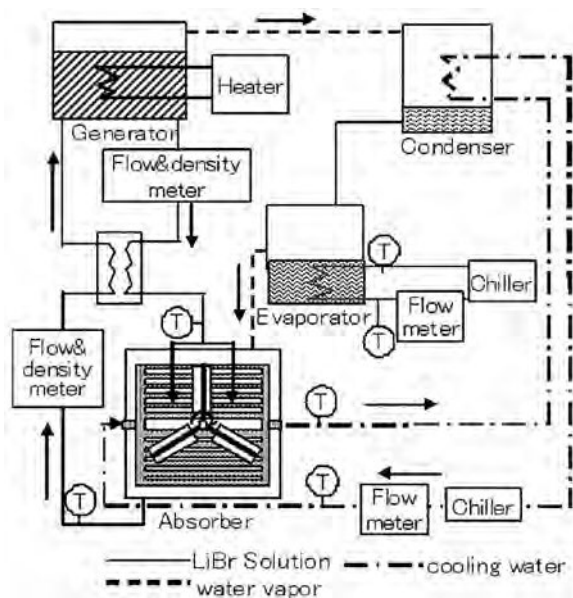


図6 実験装置構成

図7に実験で得られた回転塗布体の回転数が吸収熱および吸収器出入口での吸収液濃度差への影響を示す。ここで吸収熱は最大吸収熱量に対する比率を用いた。回転数の増大とともに吸収熱量率も濃度差も向上する事がわかる。また、実験結果を基に計算した熱通過率、平均物質伝達率についても、塗布体回転数に対して向上していることを確認しており、回転数増加により熱および物質伝達が向上する事がわかった。

一方、100rpm以上の高回転域では、計算上は性能向上が見込まれるものの、実機では吸収液が飛散により冷媒へ混入し性能が低下するため、高回転化への対応が課題となることも明らかになった。

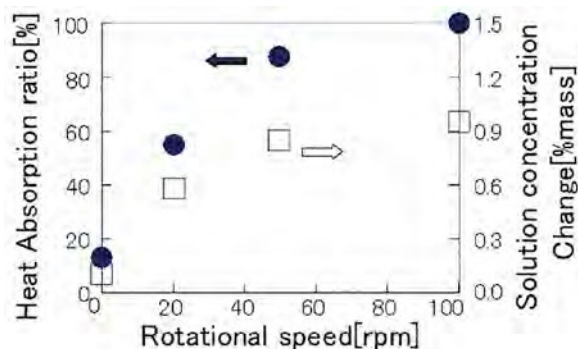
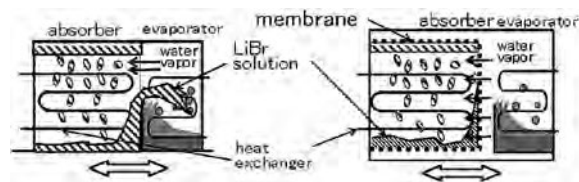


図7 実機評価結果

3.2 メンブレンラッピングアブソーバ

塗布構造吸収器の回転体の高回転時や車載時の振動や加減速などによって、作動媒体がスロッシングした場合、吸収器と蒸発器を繋いでいる冷媒蒸気の流路を通して媒体が混合し(図8(a)), 性能を維持することが困難になる。そこで、吸収液の流出を防ぎ、冷媒蒸気のみを透過する蒸気透過膜で吸収器を覆う(図8(b))新たな構造(メンブレンラッピングアブソーバ)の開発を行っている。



(a)従来構造吸収蒸発器 (b)メンブレンラッピングアブソーバ
図8 従来構造と開発構造の比較

3.2.1 蒸気透過膜の要求性能

目標冷熱を満たす冷媒蒸気量を透過する膜の検討をするために、膜に必要な諸元を計算した。膜を透過する蒸気量はDarcy則⁴⁾より、式(3)のように表される。吸収器内に設置する膜は真空状態で使用するためKnudsen拡散モデル⁵⁾を用いると、透過係数は式(4)のように表される。

$$J_v = Bm(P_e - P_{p,m,s}) \quad (3)$$

$$Bm = 1.064 \frac{r_{p,0.5} \phi}{\delta \tau} \left(\frac{M}{RT_{mean}} \right)^{0.5} \quad (4)$$

図9に計算結果を示す。圧力差は塗布型吸収器の評価結果⁶⁾を用い、上式から透過係数Bmを変化させて透過蒸気量Jvを計算した。結果、我々の目標とする車両用の冷熱相当の蒸気透過量500[g/m²・min]を満たすためには透過係数Bmが2×10⁻⁵ [kg/m²・s・Pa] 以上となる諸元の膜を選択する必要があることがわかった。

また、液の流出を防ぐために、再生器と吸収器それぞれの吸収液の飽和圧力差である10kPa程度の液圧が膜にかかっても液が染み出さないことを要求仕様とした。

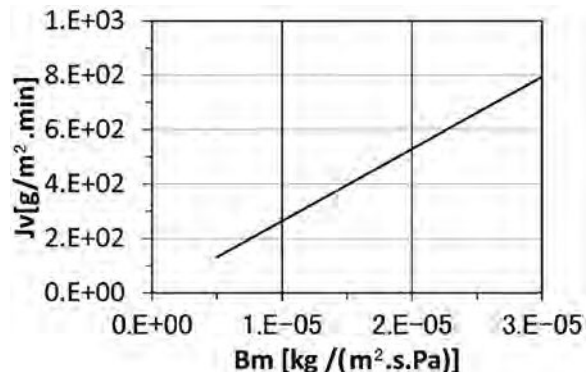


図9 透過係数と蒸気透過量の関係

3.2.2 メンブレンラッピングアブソーバの実機評価

膜は防水性、蒸気透過性についての基礎評価で絞り込んだ平均細孔径5~10 μm、厚さ100~250 μm、染み出し圧10kPa以上の樹脂膜から透過係数Bmが2.0×10⁻⁵、1.5×10⁻⁵、1.0×10⁻⁵相当の膜A、B、Cを選択し、実機に設置した。蒸気透過膜は袋状とし、吸収器を覆うように被せて取付け、フランジ部でシールした。吸収液は膜の内側下部に一定量溜め、塗布体でプレートに塗

布する。膜内部で生じる吸収液のスロッシングや、塗布体による液滴の飛散は、膜によって外部への流出を防ぎ、水蒸気のみが膜内部に流入する構造とした(図10)

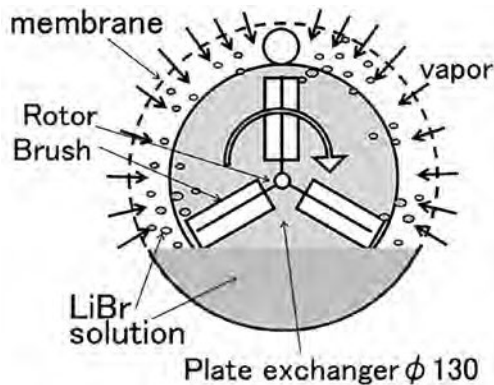


図10 メンブレンラッピングアブソーバ構造

図11に実験で得られた透過蒸気量 J_v と塗布体回転数の関係を示す。前述した計算結果のように透過係数が大きい膜ほど透過量は増大する傾向を示した。回転数に対しては膜Cのみ高回転域で透過量が減少した。塗布型吸収器は、塗布体の回転数増大により吸収器の熱・物質伝達能力は増大するが、塗布体の攪拌や遠心力による液の飛散量が増大し膜表面への付着量も増大する。一般的な膜の場合、膜に接液した状態では蒸気の透過性能が低下する傾向があるため、膜Cでは吸収液が付着後、流動し難い状態になっていると推察する。

図12は膜なしの場合の最大吸収熱量と冷媒温度(回転数100rpm)に対して、各膜の吸収熱量の比と、冷媒温度の差を示す。また、図13は膜内部の吸収液飽和圧力と膜外部の冷媒蒸気雰囲気圧力の差を示す。それぞれ塗布体回転数に対して整理した。透過係数が大きい膜ほど吸収熱量比は大きく、冷媒温度も低くなり吸収性能は向上した。図13のように膜差圧は透過係数が大きいほど小さくなっていることから、膜内の吸収液飽和圧力が膜外に伝わりやすくなり、冷媒温度が下がったと考える。膜Cは前述のように吸収液飛散による付着の影響で高回転域では吸収性能は低下し、差圧は増加したと思われる。一方、最も透過係数の高い膜Aの場合は、塗布体回転数150rpm以上の場合、吸収熱量比、冷媒温度差ともに膜なしの場合を上回る結果となった。膜Aは液滴飛散の大きな影響を受けず、塗布型吸収器の高回転での吸収性能向上の効果が表れたと思われる。

以上のことから、膜の透過係数に加え、膜表面の液滴の流動性が性能に影響を及ぼすことがわかった。

膜からの液の染み出しは、評価中および終了後、目視により膜表面を確認した結果、膜A、B、Cいずれも流出がないことを確認した。

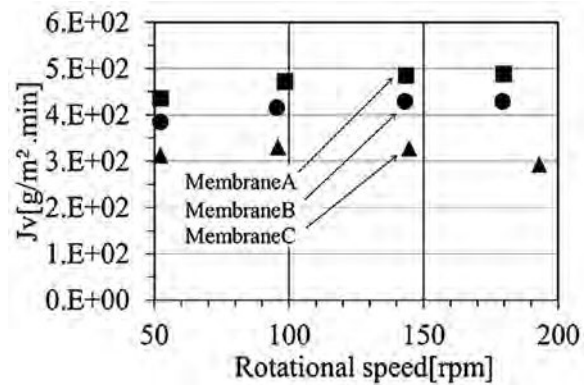


図11 実験結果(蒸気透過率)

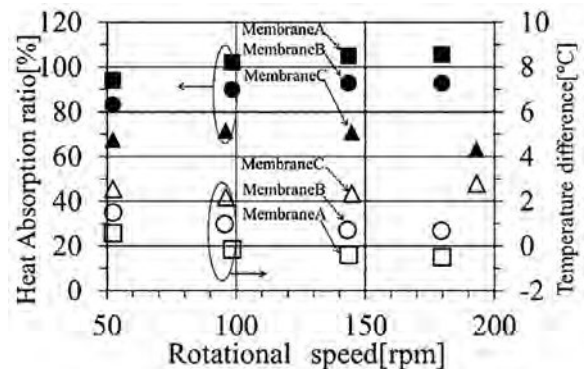


図12 実験結果(吸収能力と冷媒温度)

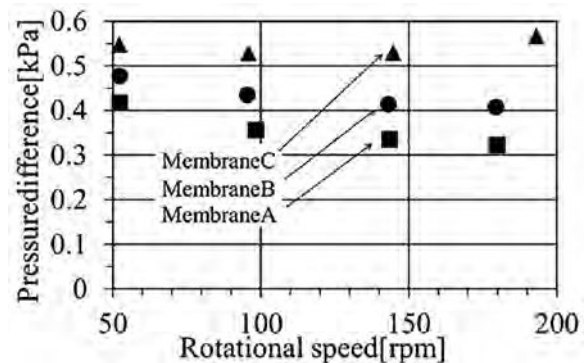


図13 実験結果(膜内飽和圧力と膜外圧力差)

以上の結果から、蒸気透過性能と液の染み出し圧は背反し、使用条件によって最適な膜を選択する必要があることがわかった。吸収器に用いる場合、防水性、透過係数に加え、膜表面の液付着の影響を考慮する必要がある。適した膜を用いることで媒体の混合が抑えられ、特に塗布型吸収器の場合は、液の飛散を心配することなく回転数を増大することが可能になり、性能向上につながることがわかった。今後、さらに高回転域での性能向上と、膜表面の付着回避について検討を行う。

3.3 小型・軽量化対応技術開発

従来定置型の吸収冷凍機には、銅、鉄あるいはステンレス材が用いられている。また、容器の壁の肉厚も大きいため軽量化が困難となっている。そこで、大幅な軽量化のために、重量をステンレスの65%程度に低減でき

るアルミ材を使用した吸収冷凍機を開発している。アルミ材使用により腐食の影響が懸念されるため、表面処理方法および作動媒体に添加する腐食抑制剤の検討など、腐食対策技術の開発も行っている。

3.4 車載環境(温度)への対応技術開発

車両搭載温度環境下では、一般的に吸収冷凍機で吸収液に用いられる臭化リチウム(LiBr)水溶液では吸収性能の低下が予想されるため、産業技術総合研究所と共同で新たな作動媒体の開発を行っている。現在、候補となる媒体の温度、濃度に対する物性値を計測し、物性値から候補の絞り込みを行っている。

4. 開発現状と今後の展望

塗布構造吸収器やメンブレンラッピングアブソーバをはじめ、これまでに開発を行った装置を車両に搭載するために、装置をレイアウトしたシステムを開発し、開発した新作動媒体を使用し排ガス熱を回収して冷熱を発生するプロトタイプを完成させている⁷⁾。

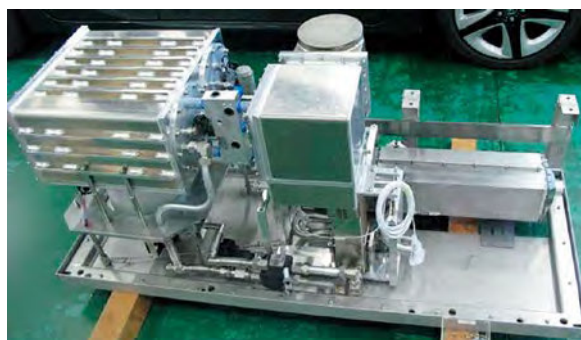


図14 車両搭載システム



図15 車両搭載外観

今後、開発した車載吸収冷凍機を評価し、車両排ガス、走行風、環境などによる影響や、吸収冷凍機の車両への影響を調べ、吸収冷凍機を車両システムに組み込むための課題を抽出し、実用化に向けた開発を行っている。

5. おわりに

本研究を進めるにあたり、多大なご協力を賜りました東京大学、産業技術総合研究所の先生方をはじめ、関係者の方々に深く感謝いたします。この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託業務の結果得られたものです。

参考文献

- 1) 羽二生ら, 自動車技術会論文集, Vol.44, No.2, 715(2013)
- 2) パナソニック産機システムズ(株)ホームページ, <http://panasonic.co.jp/ap/pces/case/tokyodome.html> の図から転載
- 3) S. Azoory and T.R. Bott, Can. J. Chem. Eng., 48, 373 (1970).
- 4) Luis Pena, M. Paz Godino, Juan I. Mengual, "A method to evaluate the net membrane distillation coefficient." Journal of Membrane Science 143, pp.219-233(1998)
- 5) Hongwei Fan, Yuelian Peng, "Application of PVDF membranes in desalination and comparison of the VMD and DCMD processes." Chemical Engineering Science 79, pp.94-102(2012)
- 6) 富田ら, 日本冷凍空調学会年次大会講演論文集, C133-1(2015)
- 7) NEDOニュースリリース
https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101274.html

筆者



江端 佑介

第一機関技術部 先行開発グループ
車両用小型吸収冷凍機開発に従事



坪内 修

第一機関技術部 先行開発グループ
車両用小型吸収冷凍機開発に従事

技術論文

燃費改善に貢献する減衰性能切替HVダンパの開発

宮町 善弘
Yoshihiro Miyamachi

中垣内 聡
Satoshi Nakagaito

鈴木 雅紀
Masanori Suzuki

概要

ハイブリッド車において、近年、燃費規制強化やエンジン少気筒化等の技術動向からハイブリッド車用(以降HV)ダンパへの減衰性能要求は高まりをみせている。本稿では、ヒステリシスの最適化による減衰性能向上を可能とした、減衰性能切替HVダンパを開発したため、その狙いと特徴を紹介する。

1. はじめに

近年、世界的に地球環境への意識が高まっており、CO₂削減や燃費向上に対するニーズ・規制強化に対応したHVシステムの普及率は目覚ましい成長を遂げている。

HVダンパは、エンジンとトランスミッションの間に搭載され(図1)、エンジンの回転変動を減衰し、振動・騒音の低減を目的としたダンパ部と、共振時に過大トルクを遮断し、トランスミッション保護を目的としたリミッタ部で構成される(図2)。ダンパ部は主にトーション部とヒステリシス部でエンジンの振動を吸収・減衰し、エンジントルクを伝達する。

前述のとおり、燃費規制などの環境動向やエンジン少気筒化、トランスミッションのコンパクト化等の技術動向からトルク変動は増加傾向であり、HVダンパへの要求性能はより高度なものとなっている。こうした要求を受け、今回減衰性能向上のため、ヒステリシスの最適設定を可能とするHVダンパの開発に取り組んだ。

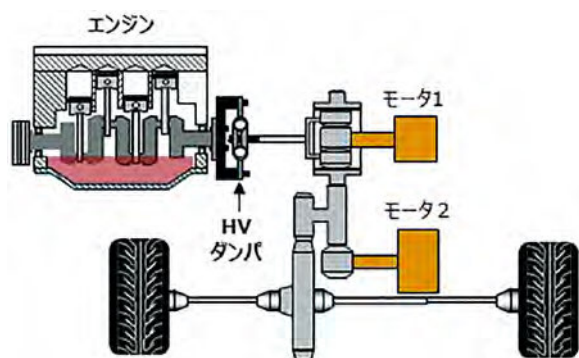


図1 HVダンパ搭載位置

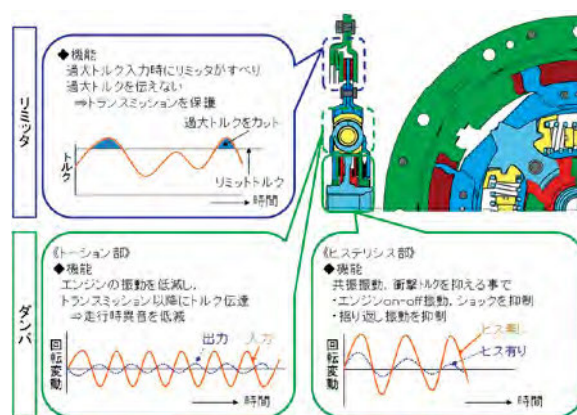


図2 HVダンパ機能

2. HVダンパの狙い

HVシステムを構築するトランスミッションは燃費向上と競争力強化のため、コンパクト化とコスト低減が進んでいる。コンパクト化に伴いトランスミッション内部部品の慣性は減少し騒音レベルの悪化が懸念される(図3)。騒音レベル悪化により、トルク変動の大きいエンジンの高効率領域が使えなくなるため、最適の燃費効率での走行が困難となり、燃費の悪化につながる。

燃費の悪化を防ぐためには、HVダンパの減衰性能向上が必須となる。この減衰性能に対する要求の高まりに対応する手段として、ヒステリシスの最適設定を可能とし、減衰性能を向上させることで燃費性能に貢献することを目指した。

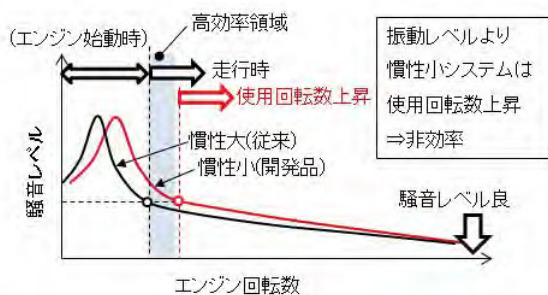


図3 騒音レベルと慣性の関係

3. 減衰性能切替HVダンパ

3.1 減衰性能切替HVダンパの特性と効果

HVダンパにおける減衰要求の主となるシチュエーションとして、①エンジン始動時、②走行時が挙げられる。

①については、共振振動や衝撃トルクをヒステリシスの摺動抵抗により抑制する。この時、ヒステリシスは大きく設定することでより高い減衰を得られる。

②については、トーション部によりエンジンのトルク変動を減衰し、トランスミッションにトルクを伝える。この時、ヒステリシスを小さく設定することでトーション部の作動を阻害することなく減衰効果が得られる。

このようにHVダンパのヒステリシスは各状況において相反する特性を求められている。

従来のHVダンパでは構造上、①と②のヒステリシスを車両の状況に応じて完全に切り替えることができない特性であり(図4)、①②のバランスをとる中でヒステリシスを設定するため、最適の減衰性能を得られない。

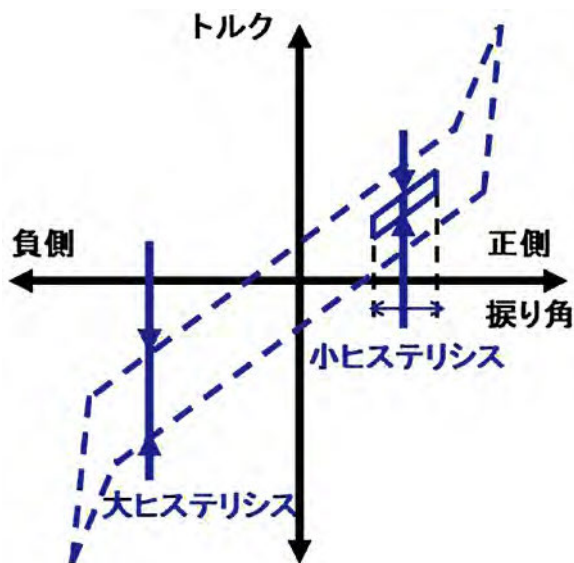


図4 従来HVダンパ振り特性

今回開発の減衰性能切替HVダンパでは、車両の使用状況に応じてヒステリシスを完全に切替えることを可

能とした。①における使用領域である、負側ヒステリシスを大きく設定し、②における使用領域である正側ヒステリシスは小さく設定(図5)。この切替特性の実現により、車両の使用状況に応じた最適ヒステリシスのセッティングが可能となり、減衰性が向上し(図6)、燃費向上に貢献した。

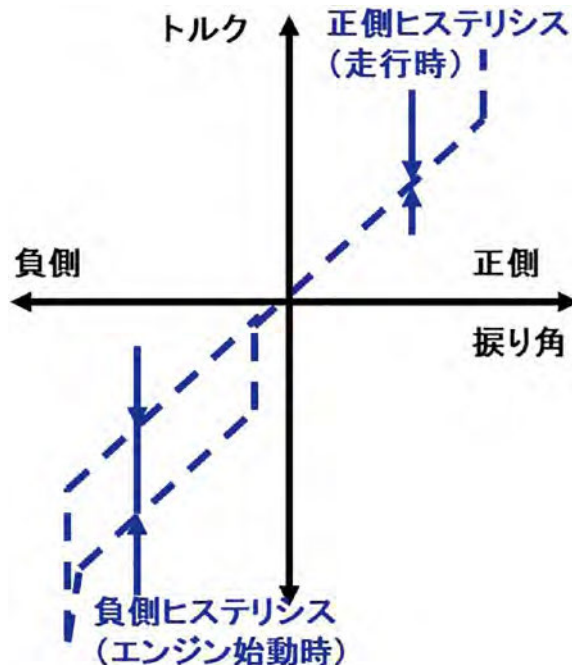


図5 減衰性能切替HVダンパ振り特性

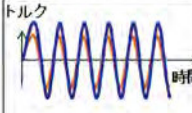
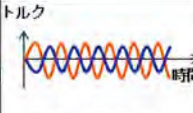
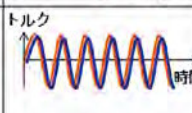
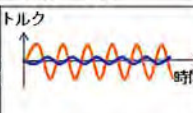
		入力振動 出力振動	
		①E/G始動時	②走行時
従来ダンパ	ヒステリシス	①と②のバランスの中でセッティング	
	減衰性		
	減衰性能	○	○
減衰性能切替ダンパ	ヒステリシス	①、②をそれぞれ最適なセッティングが可能	
	減衰性		
	減衰性能	◎	◎

図6 HVダンパの減衰性能比較

3.2 減衰性能切替ダンパの構造

HVダンパのヒステリシスは、ディスクプレートに回転軸方向を固定された摩擦材が皿バネの荷重でコントロールプレートに押しつけられており、この皿バネ荷重の摩擦力によって生じている。従来品のHVダンパではト

ルク入力によりダンパが振れると、コントロールプレートはストッパピンを介してハブと共に作動し、摩擦材との摺動によりヒステリシスを発生させる(図7)。そのため正側負側共に同一のヒステリシス設定となる。

減衰性能切替ダンパでは、ハブに切り欠きが設定されており、正側振り時にはハブとストッパピンが接触しないため、コントロールプレートは摩擦材と摺動しない。負側振り時にはストッパピンがハブに押され、コントロールプレートと摩擦材が摺動し、ヒステリシスを発生させる。また、負側からの戻り時には、シートがコントロールプレートを押し、摩擦材と摺動させることでヒステリシス発生させると共に初期位置へ戻す(図8)。

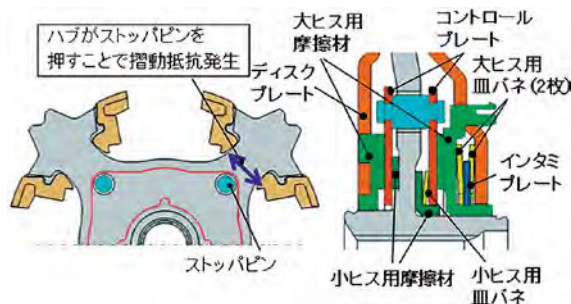


図7 従来HVダンパ構造

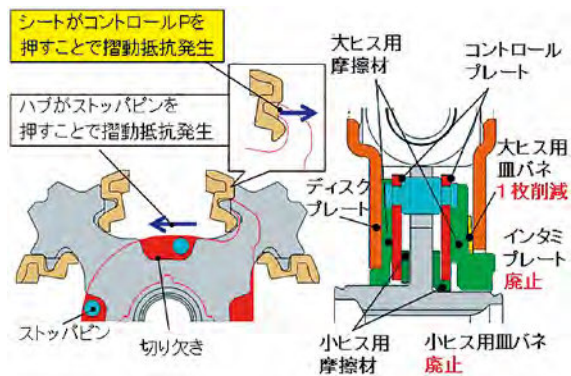


図8 減衰性能切替HVダンパ構造

この構造により、部品の配置・形状の変更のみでヒステリシスの切替を実現。同時に構成部品の削減が可能となり、コスト低減を可能とした。

4. おわりに

ハイブリッド車普及に伴う、HVダンパへの性能向上要求に応じた開発事例を紹介した。

今後も更なる減衰性能向上を図った新デバイス開発によりトランスミッションの小型化・燃費向上に貢献できる製品開発を進めていく。

最後に、本開発にあたり多大なご協力を賜りましたトヨタ自動車(株)様はじめ、関係者の方々に深く感謝致します。

筆者



宮町 善弘

駆動技術部 伝導第2グループ
HVダンパ開発に従事



中垣内 聡

駆動技術部 伝導第2グループ
HVダンパ開発に従事



鈴木 雅紀

駆動技術部 伝導第2グループ
HVダンパ開発に従事

技術論文

新しい鉄系超電導体 $\text{AeAFe}_4\text{As}_4, (\text{Ln}, \text{Na})\text{Fe}_2\text{As}_2$ の創出

川島 健司
Kenji Kawashima

伊豫 彰
Akira Iyo

永崎 洋
Hiroshi Eisaki

概要

電気抵抗がゼロとなる性質を持ち、エネルギー利用に革命をもたらす可能性がある超電導体では、基礎と応用の両面から新情報をもたらす新しい超電導体の出現が期待されている。本稿では鉄系超電導体において行った新超電導体の開発事例について報告する。

1. はじめに

株式会社イムラ材料開発研究所(以下、イムラ材研)では、超電導関連の研究開発を進めている。超電導の特徴の一つが“超電導状態では電気抵抗が完全にゼロになる”ことであり、超電導を示す物質を超電導体と呼んでいる。超電導体を用いた材料は“大電流をゼロロスで使える”“強力磁石になる”などエネルギーの高効率利用につながる可能性を持っている。ただし“超電導になる温度(T_c)が低い”“ T_c は比較的高いが銅線のように曲がらない”など超電導体や材料自体に課題があり、応用実装の範囲は限定的である。このような現状を打破すべく、世界中で新超電導体・材料の研究開発が進められている。

イムラ材研も新超電導体・材料開発に取り組んでおり、その結果、大きな超電導体群の一つであり、現在応用に用いられている超電導体の代替超電導体になる可能性を持つ鉄系超電導体において、新しい超電導体を創出すること成功したので本稿で紹介する。

2. 新しい構造パターンを持つ鉄系超電導体の創出

2.1 超電導体創出の現状

最初に超電導体創出の現状について少し紹介する。超電導現象は発見から100年以上経つが、その全容は未解明である。すなわち“超電導(T_c)にとって最適な要素は何か”についての完全な理論構築には至っていない。現在の超電導体創出は、主に既知の超電導体の機構解明を行い、超電導状態にとって良いと考えられる要素(構造、元素など)を抽出し、得られた情報を開発に

フィードバックすることで進めている。新たな情報には新超電導体の出現が必要不可欠であり、新超電導体創出の意義は非常に大きい。

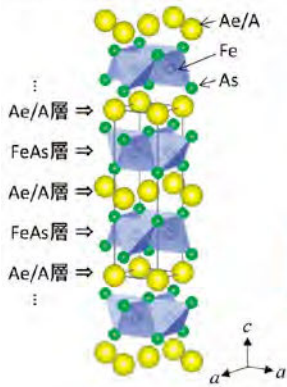
2.2 鉄系超電導体

鉄系超電導体は2008年に発見された比較的歴史の新しい超電導体であり¹⁾、数十種の超電導体が存在する。特徴は、結晶構造内に鉄(Fe)と砒素(As)からなる層上構造(FeAs層)を内在し、このFeAs層が超電導の舞台とされている。FeAs層間に様々な構造ユニット(ブロック層)を配置することが可能である。ブロック層のバリエーションの豊富さが鉄系超電導体を一大超電導体群に成長させている。 T_c は現在MRIや超電導リニアに応用実装されている金属系超電導体($T_c < -250^\circ\text{C} \sim -23\text{K}$)の約2~3倍あり、代替の超電導材料候補などとして期待されている超電導体である。

2.3 1144型構造鉄系超電導体の創出

FeAs層を有す鉄系超電導体の代表的な結晶構造の一つが122型構造(122型)である²⁾。122型の超電導体はFeAs層間に主に2価イオン($\text{Ae} = \text{アルカリ土類金属元素: Ca, Sr, Ba}$ またはユーロピウム(Eu))が挿入されている。超電導は、2価のAeイオンに対し1価のAイオン($\text{A} = \text{アルカリ金属元素: Na, K, Rb, Cs}$)を部分置換することで発現する。122型の鉄系超電導体のAeとAイオンの傾向は、AeとAイオンのサイズ(イオン半径)が近いものが構成元素に選ばれていることがわかる(図1)。サイズが近い組み合わせでなければ122型の構造を安定化できないためであろう。しかし122型のときしか超電導にならないという先入観は新物質創出にとって盲点となりえる。我々は、あえて122型が合成されていない“AeとAのイオン半径差が大きい領域で新超電導体を創

122型構造



小

イオン半径

大

Ae \ A	Na (1.18 Å)	K (1.51 Å)	Rb (1.61 Å)	Cs (1.74 Å)
Ca (1.12 Å)	○ $T_c = 36.5 \text{ K}$	⊙ 33.1 K	⊙ 35 K	⊙ 31.6 K
Eu (1.25 Å)	○ 36.5 K	○ 35 K	⊙ 36 K	⊙ 35 K
Sr (1.26 Å)	○ 35.5 K	○ 36 K	⊙ 35.1 K	⊙ 36.8 K
Ba (1.42 Å)	○ 34 K	○ 38 K	○ 36.9 K	○ 26.5 K

○: 122型,

⊙: 1144型

1144型構造

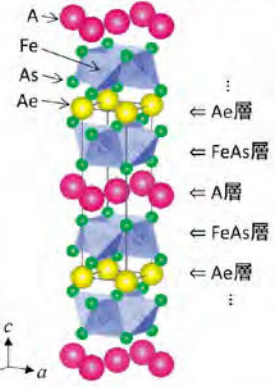


図1 122型と1144型の結晶構造と2価イオンAe(= Ca, Sr, Eu, Ba)および1価イオンA(= Na, K, Rb, Cs)の相関図。結晶構造中の実線は単位胞を示す³⁾。表中の赤枠はイムラ材研が創出した超電導体

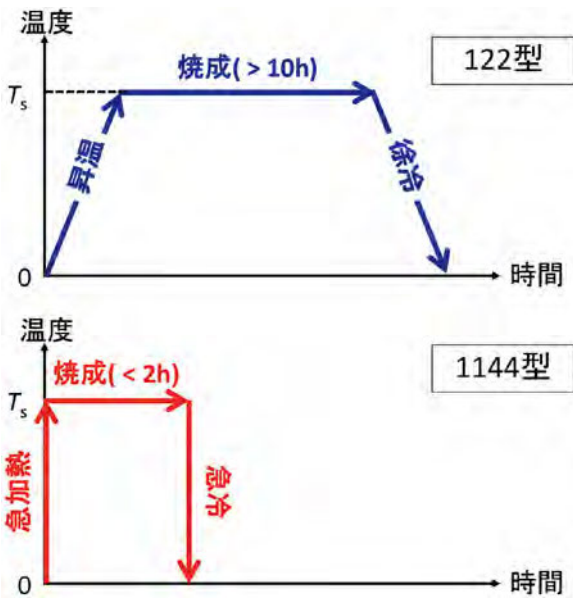


図2 122型と1144型の鉄系超電導体の合成プロセス

出”することを課題に取り組んだ。その結果創出に成功したのが、1144型構造(1144型)の新構造鉄系超電導体である。詳細は後述するが、1144型は122型の派生形の構造である。最初に創出した $\text{CaKFe}_4\text{As}_4$ を契機に、我々は1144型の超電導体計7種の創出に成功した。

2.4 1144型構造鉄系超電導体創出のポイント

1144型構造の鉄系超電導体創出のポイントとなったのが、合成プロセスの特定である。我々が創出に取り組んだAeとAの組み合わせは、専門の研究者であれば検証を実施する物質である。報告がないのは122型と合成プロセスが異なるためではと推測された。最終的に決定した1144型の最適な合成プロセスが図2である。1144型の合成は、所定の合成温度(T_s)に保った状態の電気炉に試料を入れ(急加熱)、短時間焼成を行う(合成の際はステンレス製の試料セルを用いており構成元素の飛散の影響はない)。焼成後、高温の電気炉から試料を室温環境に取り出し急冷する。122型の合成は、一

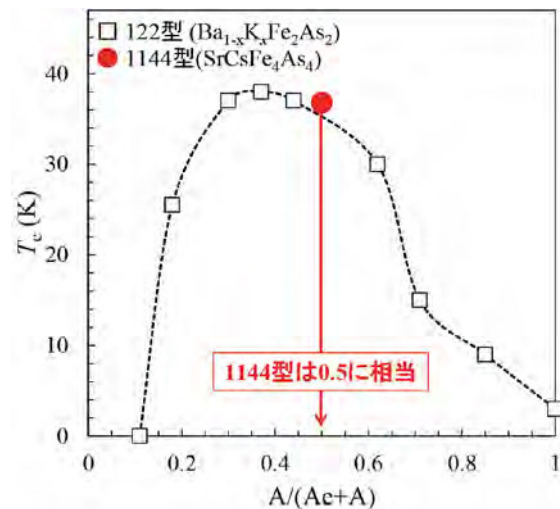


図3 122型 $\text{Ba}_{1-x}\text{K}_x\text{Fe}_2\text{As}_2$ と1144型 $\text{SrCsFe}_4\text{As}_4$ の T_c の $A/(Ae+A)$ 依存性の比較

般的に、合成温度までゆっくりと昇温後、10時間以上焼成し、焼成後はゆっくり冷却(徐冷)を行う。122型の合成プロセスを用いると1144型の純良試料を得るのが困難であった。これは昇温と徐冷のプロセスでは、122型構造の物質が安定化してしまうためと考えられる。

2.5 1144型構造鉄系超電導体の特徴

1144型と122型の違いは、122型が…-Ae/A層-FeAs層-Ae/A層-FeAs層-Ae/A層…と積層するのに対し、1144型は…-Ae層-FeAs層-A層-FeAs層-Ae層…となる点である。すなわち、122型がイオン半径の近いAeとAイオンが同一層内に混ざり合うのに対し、1144型では混ざりあわず別々の層を形成する。構造の違いは超電導特性にも反映される。1144型の超電導体の T_c は122型と同程度($T_c \sim 35 \text{ K}$ ($\sim 238^\circ\text{C}$))あり、122型の超電導体の特性がAe/A濃度に強く依存するのに対し、1144型は定値となり変化しない(図3)。すなわち、1144型の鉄系超電導体は、超電導特性のバラツキのない点で、122型より優れた超電導体であるといえよう。

3. 類縁鉄系超電導体の創出

3.1 122型と1144型の出現傾向

1144型の鉄系超電導体の発見により、122型と1144型の出現傾向についての情報を得ることができた。両構造は、①構成元素のAeとAのイオン半径の差： Δr と②122型の AeFe_2As_2 と AFe_2As_2 の格子サイズ(単位胞の a 軸長、 $\text{Ba}_{1-x}\text{K}_x\text{Fe}_2\text{As}_2$ の場合 BaFe_2As_2 と KFe_2As_2 の a 軸長)の差： $|\Delta a|$ でおおよそ理解される(図4)。1144型はイオン半径差が大きく($\Delta r < -0.35\text{\AA}$)、格子サイズ差が小さい($|\Delta a| < 0.07\text{\AA}$)ときにあらわれる。それ以外のときは122型となる。この情報より我々が次に着目したのが、122型の $(\text{La}_{0.4}\text{Na}_{0.6})\text{Fe}_2\text{As}_2$ である⁴⁾。

$(\text{La}_{0.4}\text{Na}_{0.6})\text{Fe}_2\text{As}_2$ は、 $\text{Ae} = (\text{La}_{0.4}\text{Na}_{0.6})$ (以後、 $\text{Ae} = (\text{La}, \text{Na})$ と表記)とすると、本来2価イオンが占有する場所を3価のランタン(La)と1価のナトリウム(Na)イオンで置き換えたとみることができる。 $(\text{La}, \text{Na})\text{Fe}_2\text{As}_2$ は合成報告のみがあり、超電導発現に関して未確定であった。報告にある格子サイズとLaおよびNaのイオン半径から、 $\text{A} = \text{Na}$ との組み合わせでは122型、 $\text{A} = \text{K}$, Rb , Cs では1144型が安定化することが考えられた。また $\text{Ae} = (\text{La}, \text{Na})$ のLaは、同じ希土類金属元素(Ln)であるセシウム(Ce)やプラセオジウム(Pr)などで置換可能と推測された。

3.2 $\text{Ae}=(\text{Ln}, \text{Na})$ の122型, 1144型鉄系超電導体の創出

検証の結果、 $\text{Ae} = (\text{Ln}, \text{Na})$ を構成元素とする新しい鉄系超電導体を計6種創出することに成功した。

$\text{A} = \text{Na}$ の122型の超電導体 $(\text{Ln}_{0.5-x}\text{Na}_{0.5+x})\text{Fe}_2\text{As}_2$ ($\text{Ln} = \text{La}$, Ce , Pr)3種は、122型構造と超電導があらわれるLn/A比率： x が存在する。122型構造が維持でき

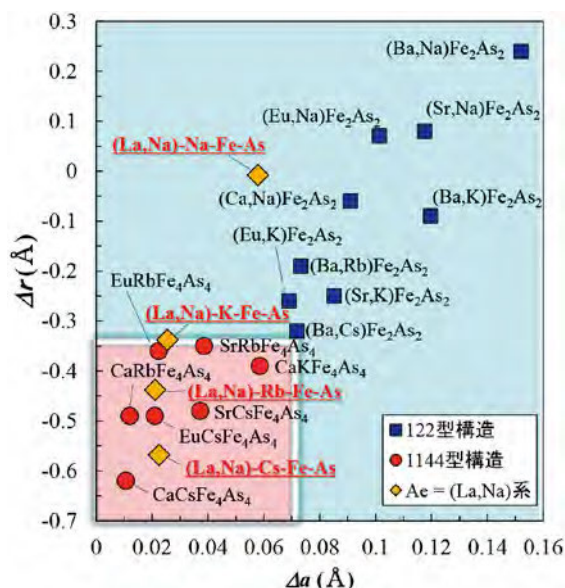


図4 122型と1144型鉄系超電導体の Δr と Δa の相関図

る x の範囲は最大で $0 \leq x \leq 0.35$ ($\text{Ln} = \text{La}$ の場合)程度である(図5(a))。イオン半径は $\text{La} > \text{Ce} > \text{Pr}$ の順で小さく、小さいほど122型が維持できる x の領域が狭くなり、Prよりイオン半径が小さい希土類元素では122型構造の化合物を創出できない。超電導は $0.15 \leq x \leq 0.35$ であらわれる(図5(b))。また最高 T_c は $x \sim 0.3$ 付近で確認される。

$\text{A} = \text{K}$ では、122型の $(\text{La}, \text{Na}, \text{K})\text{Fe}_2\text{As}_2$ が得られた。図4より、 $(\text{La}, \text{Na}, \text{K})\text{Fe}_2\text{As}_2$ は $\Delta r = -0.34\text{\AA}$, $|\Delta a| = 0.03\text{\AA}$ となり、1144型に必要な②の条件は満たすが①の条件に満たせないためと考えられる。①と②の条件を満たす $\text{A} = \text{Rb}$, Cs を用いた $(\text{La}, \text{Na})\text{AFe}_4\text{As}_4$ は、1144型構造の超電導体となった。組成分析結果より、 $\text{La}:\text{Na}:\text{A}$ ($\text{A} = \text{K}$, Rb , Cs)の比率は、122型の $(\text{La}, \text{Na}, \text{K})\text{Fe}_2\text{As}_2$ が $\text{La}:\text{Na}:\text{K} = 0.2:0.3:0.5$ 、1144型の $(\text{La}, \text{Na})\text{AFe}_4\text{As}_4$ ($\text{A} = \text{Rb}$, Cs)は $\text{La}:\text{Na}:\text{A} = 0.4:0.6:1.0$ と判明しており、組成比はずれない。 T_c も固有値となり24 K程度である(図5(b))。

3.3 $\text{Ae}=(\text{La}, \text{Na})$ の鉄系超電導体の創出のポイント

$\text{Ae} = (\text{La}, \text{Na})$ を構成元素に含む超電導体は合成条件が他の鉄系超電導体よりもさらにシビアであった。例えば、122型構造の $(\text{La}_{0.5-x}\text{Na}_{0.5+x})\text{Fe}_2\text{As}_2$ の場合、合成温度： $T_s = 930^\circ\text{C} - 200^\circ\text{C} \times x$ ($0 \leq x \leq 0.35$)となり、純良試料を得るためには合成したい組成ごとに温度条件を調整する必要がある。先の1144型の発見も含め、我々が発見した鉄系超電導体が今まで未発見であったのは、このようなピンポイントな合成条件の特定が困難だったためであろう。

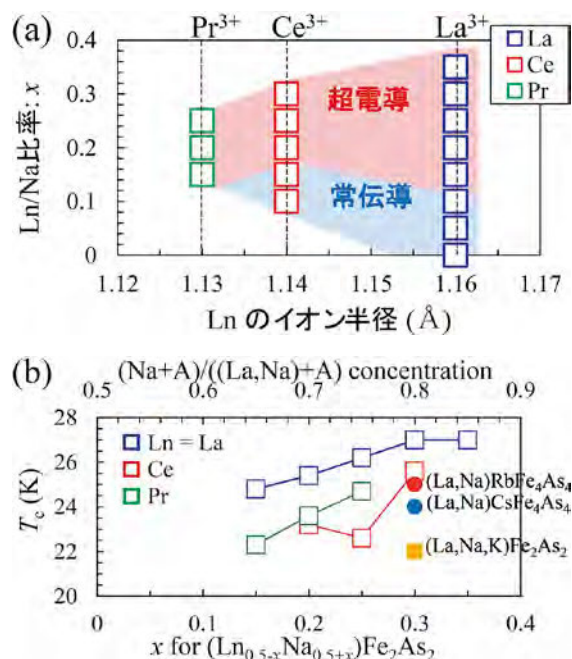


図5 (a) $(\text{Ln}_{0.5-x}\text{Na}_{0.5+x})\text{Fe}_2\text{As}_2$ ($\text{Ln} = \text{La}$, Ce , Pr)の固溶域と超電導のLnのイオン半径依存性。 (b) $\text{Ae} = (\text{La}, \text{Na})$ の122型と1144型超電導体の T_c のLn/Na濃度： x および $(\text{Na}+\text{A})/((\text{La}, \text{Na})+\text{A})$ 濃度依存性

4. 鉄系超電導体への貢献と今後の展望

今回、計13種の新しい鉄系超電導体を創出することに成功し、122型と1144型の超電導体を20種以上にまで拡張できた。超電導発現機構を理解するうえで、情報提供してくれる物質が多いに越したことはない。我々が創出した超電導体を用いた詳細な研究は進められており、鉄系超電導体の理解や1144型のような構造ハイブリッド化による新超電導体の創出に貢献している⁵⁾⁶⁾。本論文やその後得られた情報をフィードバックし、イムラ材研ではさらに高性能な超電導体の創出を目指す。

また先述のように、鉄系超電導体は現在応用に用いられている超電導材料の代替として期待されている。その中でも122型の鉄系超電導体は、 T_c も比較的高くまた応用材料として使う際に重要となる臨界電流密度： J_c （単位面積当たりの電流量）が優れていることから、材料化研究が最も進められている。ただし、超電導特性がAe/A濃度に影響されるため、組成斑による超電導特性のバラつきなどの課題があった⁷⁾。我々が創出した1144型などの鉄系超電導体は、 T_c が122型と同程度ありかつ組成斑の影響がないことから、特性のバラつきという課題を克服できる可能性がある。すなわち、超電導材料として有望な超電導体といえるだろう。イムラ材研が創出した超電導体の“材料としての可能性”について検討を進めていく。

5. おわりに

超電導体の創出には先入観にとらわれてはいけませんが、知識・経験などによる理詰めも必要である。最短で超電導体を創出するには、理詰めとそうでない部分をバランスよく実施することが必要と考えている。きれいなストーリーに拘りすぎず、ある程度臨機応変さを持ってまずやってみることが重要と思う。

超電導の研究成果を発表するとよく“夢がある”といわれるが、夢の技術を実際に使える技術にすることがイムラ材研の使命である。超電導体応用は電気エネルギーが関連するすべての分野において、より効率利用化を可能にするコア技術となりえる。高効率でエコなエネルギー利用社会の実現に貢献するためにも、今後も研究開発に邁進していく所存である。我々の成果にご期待いただきたい。

最後に、イムラ材研が活動できるのはアイシンググループの皆様のおかげであり、ここに心より感謝の意を表します。また本研究にあたり、多大なご協力を受け賜りました共同研究者の皆様にも深く感謝いたします。

参考文献

- 1) Kamihara Y., Watanabe T., Hirano M., and Hosono H. “Iron-Based Layered Superconductor $\text{La}[\text{O}_{1-x}\text{F}_x]\text{FeAs}$ ($x = 0.05 - 0.12$) with $T_c = 26 \text{ K}$ ” Journal of American Chemical Society, volume 130, PP. 3296–3297, 2008.
- 2) M. Rotter, M. Tegel, and D. Johrendt, “Superconductivity at 38 K in the Iron Arsenide $(\text{Ba}_{1-x}\text{K}_x)\text{Fe}_2\text{As}_2$ ” Physical Review Letter, volume 101, article 107006, 2008.
- 3) 結晶構造はVESTA (Momma, K. and Izumi, F. “VESTA: A Three-Dimensional Visualization System for Electronic and Structural Analysis” J. Appl. Crystallogr. volume 41, PP. 653–658, 2008.)を用いて作図。
- 4) J.-Q. Yan, S. Nandi, B. Saparov, P. Čermák, Y. Xiao, Y. Su, W. T. Jin, A. Schneidewind, Th. Brückel, R. W. McCallum, T. A. Lograsso, B. C. Sales, and D. G. Mandrus “Magnetic and structural transitions in $\text{La}_{0.4}\text{Na}_{0.6}\text{Fe}_2\text{As}_2$ single crystals” Physical Review B: Condensed Matter Material Physics, volume 91, article 024501, 2015.
- 5) K. Iida, Y. Nagai, S. Ishida, M. Ishikado, N. Murai, A. D. Christianson, H. Yoshida, Y. Inamura, H. Nakamura, A. Nakao, K. Munakata, D. Kagerbauer, M. Eisterer, K. Kawashima, Y. Yoshida, H. Eisaki, and A. Iyo “Coexisting spin resonance and long-range magnetic order of Eu in $\text{EuRbFe}_4\text{As}_4$ ” Physical Review B volume 100, article 014506, 2019.
- 6) Si-Qi Wu, Zhi-Cheng Wang, Chao-Yang He, Zhang-Tu Tang, Yi Liu, and Guang-Han Cao “Superconductivity at 33–37 K in $\text{ALn}_2\text{Fe}_4\text{As}_4\text{O}_2$ ($A = \text{K}$ and Cs ; $\text{Ln} = \text{lanthanides}$)” Physical Review Materials, volume 1, article 044804, 2017.
- 7) S. Ishida, D. song, H. Ogino, A. Iyo, H. Eisaki, M. Nakajima, J. Shimoyama, and M. Eisterer “Doping-dependent critical current properties in K, Co, and P-doped BaFe_2As_2 single crystals” Physical Review B volume 95, article 014517, 2017.

筆者



川島 健司

(株)イムラ材料開発研究所
新超電導体・材料の研究開発に従事



伊豫 彰

(国研)産業技術総合研究所 電子光技術研究部門 超伝導エレクトロニクスグループ
新超電導体・材料の研究開発に従事



永崎 洋

(国研)産業技術総合研究所 電子光技術研究部門 超伝導エレクトロニクスグループ
新超電導体の開発と特性評価に従事

イムラ ヨーロッパの近況

The recent reports of IMRA EUROPE S.A.S.

戸嶋 裕基
Yuki Tojima

概要

欧州におけるアイシングループの研究開発拠点であるIMRA EUROPE S.A.S.の最近の活動状況を、フランス並びに欧州の文化的側面も交えながら紹介するとともに、今後の研究所の方向性についても述べる。

1. はじめに

IMRA EUROPE S.A.S.は、ニース空港から車で20分程に位置するフランスの研究学園都市であるソフィア・アンチポリスの一角に本社研究所を構える。

設立は1986年で30年以上の歴史があるが、故豊田稔名誉相談役が、当時エコールデミヌの学長であったラフィット氏（後に仏上院議員）から、フランスが世界に誇る学問と技術に関する研究学園都市として開発を進めていたソフィア・アンチポリスへの熱心な誘いあり、当時の（日本）通産大臣とフランス工業省との交渉の末、フランス政府からの認可を得たのが始まりと聞いている。伝統的文化と独創的発想による技術を有するフランスにおいて、アイシン精機が培ってきた自動車技術を、欧州企業・研究機関との共同開発等によってさらに発展させることを狙いに、後に豊田稔名誉相談役が構築された「IMRAプラン」の中で、特に科学・技術の科学＝サイエンスを重視し設立された。上記目的を踏まえた設立時の理念『科学と技術の調和的発展による社会への貢献』は現在も受け継がれている。

ちなみにIMRAの名前は、フランス語のInstitute Minoru de Recherche Avancée がその由来となる。

2. 現在の活動状況について

現在、当社はこのフランスの本社研究所（写真1）とイギリスのブライトン近郊のサセックス大学内にある英国研究所の2拠点で研究活動を展開する。どちらの研究所も数理科学をコア技術の柱に、地の利を活かした欧州研究機関並びに大学との連携を強化しつつ、先進材料や電磁気応用の研究を進めている。



写真1 IMRA EUROPE 本社

2019年度の活動の中で将来に繋がる取り組みとして、フランスの国立科学研究センターであるCNRS（Centre national de la recherche scientifique）との基本契約（Framework collaboration agreement）を締結を挙げることが出来る。調印式は10月17日パリのCNRS本部で執り行われた（写真2）。

CNRSは先進材料やAIさらには宇宙や原子力など多岐に渡る研究を手掛ける巨大な研究機関である。

そのCNRSが当社のような中小研究機関と基本契約を締結するのは初めての試みであり、当社がフランスの地で長年にわたりEUプロジェクト等の先端研究に携わってきた点が評価された結果である。この契約によりフランスを中心に1,100以上あるCNRS並びにその傘下の研究拠点へのアクセスや共同研究開始が容易となる。



写真2 CNRSとの調印式

また大学との連携も積極的に取り組んでいる。先進材料領域においては、フランスのエコールデミンスパリテック(大学)やスウェーデンのリンショーピン大学と、また磁気応用領域においては、イギリスのシェフィールド大学やマンチェスター大学との共同研究を進めている。

また大学からの学生の受け入れも積極的に行っており、Ph.D.の資格を持った学生が2~3年当社にて共同で研究を行い、大学に戻った後は当社との良いパイプ役にもなっている。

フランスとイギリスの両国に研究拠点があることは、欧州の研究機関との連携を強化する上で大きなメリットとなるが、一方で両国の政治・社会的変化の影響も少なからず存在する。

イギリスのEUからの離脱(ブリグジット)に関して、現時点では特に影響は出ていないが、EUプロジェクトへの参加資格の制限など今後の変化点を注意深く情報収集し対応を図る必要がある。

3. フランス並び欧州の文化について

日本ではよく“欧州”と一括りで語られることも多いと思うが、私にはフランスをはじめ欧州の国々はそれぞれ国の生い立ちも育まれてきた文化も全くの別物で、故に一括りではとても言えない感がある。

現在のフランスはかつてガリア地域と呼ばれ、紀元前1世紀頃から紀元5世紀頃のローマ時代の隆盛・衰退の歴史に文化の源があると考えられる。

ユリウス・カエサルのガリア平定とその後続く初代ローマ皇帝アウグストゥスの治世であった紀元1世紀頃の遺跡が今も南仏のあちらこちらで見ることが可能で、当時の文明開化を窺い知ることが出来る。ちなみに当社の敷地の中にもローマ時代の遺跡の一部が保存されている。

ローマ時代末期の北方蛮族による来襲や、その後の中世の領邦君主による地方自治の強化、そして近代になってのフランス革命へと歴史は続く。その背景も少なからず影響していると思われるが、近隣のどの国よりもフランスの国民は自己主張が強く、また国民の権利も守られている国との印象を受ける。

フランスが現代の国土の形(六角形からエグザゴンと称される)になったのは、18世紀のルイ15世の時代にロレーヌ地方を組み入れてからとまだ日は浅い。フランス王国のはじまりはカロリング朝からカペー朝へ転換される987年とする見解が一般的だが、その時代の南仏だけを見ても、中フランク王国、イタリア王国、ブルゴーニュ公国と支配者は次々と変わり、生き残るためには存在意義を示す自己主張や議論は不可欠であったとされ、フランス人の議論好きの所以にもなっている。

現代でもその流れを感じることが多く、個人の意見や権利に対する主張は強く、また法律でもその点はしっかりと保障されている。従い労働裁判やストライキなども容易に起こりうる事象であり、日本でのマネジメントスタイルがそのまま通用するとは限らない。

ちなみに会社の通信環境を使い私的メールを送付することは日本では当然控えるべき事項だが、フランスで管理者側がその種のことを通達すると、会社資産を使い私的メールをすることはフランス国従業員に付与された当然の権利で、これを制限することは経営者側の明確な法律違反であるとの指摘が労働組合からなされる。所変われば、である。こういった自己主張や権利保障は一長一短あると思うが、ともすると流されやすい日本人気質や日本に居ると当たり前と思っていた事を冷静に見直す機会にもなっている。

話は少し横道に逸れるが、当社の位置するニースおよびブライトン、フランス・イギリス屈指の風光明媚な地域でもある。ニースに赴任してまだ一年にもならないが、生活面での面白みや気づきについても述べたいと思う。ニースというと皆さんは何を思い浮かべるだろうか。多分私もそうであったように、地中海のきれいな海岸を先ず挙げられると思われる。その通りなのだが、一方車で1時間も走れば様々な登山道の入り口に辿り着く。そこから数時間のトレッキングは感動的な景色の連続でもある(写真3)。

トレッキングをしているフランス人はとても多いが、途中すれ違う人々は皆挨拶を交わし、とてもフレンドリーである。そして何より話好きでもある。

休日にレストランに行くと、ランチでも2時間くらい話や議論をしてゆつくりした時間を過ごす。自然を愛し、コミュニケーションを大事にする文化は、見習うべき点も多い。

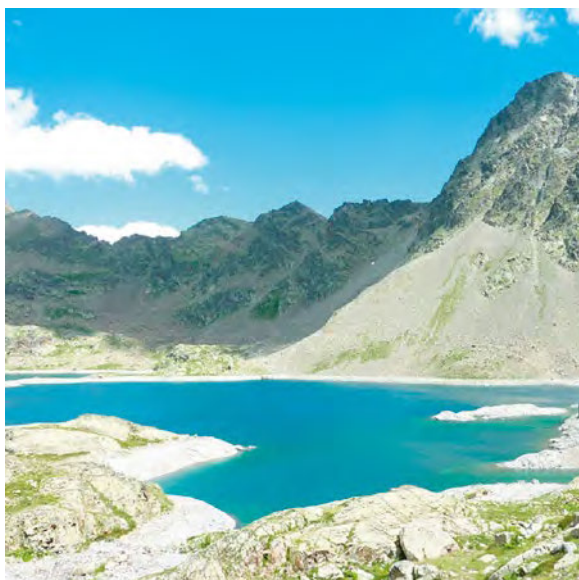


写真3 ニース近郊でのトレッキング風景

4. 今後の研究所の方向性について

昨今の厳しい自動車産業の変革期において、当社が将来に渡りアイシングループにとって存在価値のある研究所であり続けるためには、限りあるリソースを重点領域にフォーカスした運営が不可欠となる。しかしながらただでさえ視野が狭い傾向が強い研究者の視野をさらに狭くする危惧も内在する。あまり先の読めない混沌とした環境下において本当に必要となる新たな価値創造は、必ずしも狭い領域の深掘りだけでは達成出来ず、専門外の様々な知を融合することで専門領域における新たなブレークスルーが生まれると信ずる。

故に、先に述べたCNRSとの基本契約の締結も決して新たな領域を目指すためでは無く、これまで培ってきた当社のコア技術を融合させリソースを一本化させるとともに、視野を広げた知も融合させ、一段高いレベルでのブレークスルーを期待したものであることを付け加えておく。

最近アイシングループの研究法人の社長の方々や役員の方々と話す機会も増えた。多くの方は若い時に研究所での実務など長年研究所での経験を重ねられ、研究所がいかにあるべきかの考えを持っておられる。

一方小職は、2019年春に社長として当社に赴任するまでは、アイシン精機において入社以来、量産開発と先行開発の製品開発一筋で過ごしてきた。2018年末までパワートレイン先行開発部の部長として指揮してきたが、関わった3つの製品が2020年の東京オリンピックの会場並びにその周辺でお客様や選手を運ぶモビリティに採用されている。限定的ではあるが世には出せることになる。

テクノロジーは世で使われてはじめて価値が変わる、

私の信念である。この感覚を長年の研究スタイルを続けてきた研究員の方々に理解してもらうには時間がかかりそうであるが、出口戦略を見据えた研究所経営スタイルに変えていく所存である。

5. おわりに

研究所設立にご尽力された方々、また意志を受け継ぎ運営をされてこられた歴代の社長をはじめ研究所の方々に心より敬意を払い、設立の趣旨を尊重しながら、時代の変化に合わせた臨機応変な運営を図ってまいりたいと思っています。研究所生活初心者ですが、過去の製品開発で培った経験も活かしながら、従来とは異なった経営スタイルへもチャレンジしたいと考えておりますので、今後ともご指導ご鞭撻の程お願い申し上げます。私がこのイムラヨーロッパで関わった研究の一端が、引退後に実用化されて世に出たとの知らせが届くことを信じて。

(ご参考; 弊社ホームページアドレス)

<https://www.imra.eu/imra.eu/>

参考文献

- 1) 豊田稔 (アイシン精機編纂): 21世紀への科学・技術の調和的發展をめざして, 1992 年発行
- 2) 福井憲彦(株式会社PHPエディターズ・グループ): 教養としての「フランス史」の読み方, 2019年発行

筆者



戸嶋 裕基

IMRA EUROPE S.A.S.
社長

社外受賞テーマ一覧(2019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
エネルギー技術部	2019.1.30	省エネ大賞 「審査委員会特別賞」	ハイブリッド 個別空調システム 「スマートマルチ」	エネルギー技術部	東京ガス(株) 大阪ガス(株) 東邦ガス(株) ダイキン工業(株) パナソニック(株) ヤンマーエネルギーシステム(株)
ユニット生技部	2019.2.21	トヨタ自動車 プロジェクト表彰 「技術開発賞」	フリクション低減 ピストンスカート クロスハッチ技術開発	ユニット生技部	第二機関技術部 イノベーション センター
走行安全第一 制御技術部	2019.3.13	日本機械学会 「交通・物流部門 部門大会賞」	プレビューサスペンション制御の ための前方路面変位推定 ー車載ステレオカメラによる前方 路面変位のリアルタイム推定ー	走行安全第一制御技術部 荻野淳人、橋本介誠	
走行安全第一 制御技術部	2019.5.16	愛知発明表彰 「発明奨励賞」	駐車支援装置	走行安全第一制御技術部 稲垣博紀	
走行安全第二 制御技術部	2019.5.23	自動車技術会 「技術開発賞」	旋回時のドライバ快適性を 考慮した車両運動統合 制御システムの開発	走行安全第二制御技術部 土屋義明	トヨタ自動車(株)
テクノバ	2019.6.30	日本熱処理技術協会 「技術賞」	自動車部品の高機能化に 向けた材料・熱処理技術	テクノバ 蜂須賀 譲二	
エネルギー 技術部	2019.7.17	日本ガス協会 「技術大賞」	IoT技術を活用したエネファーム 遠隔監視システムの開発	エネルギー技術部	
エネルギー 技術部	2019.7.17	日本ガス協会 「技術賞」	自立運転機能付き エネファームの開発	エネルギー技術部	
エネルギー 技術部	2019.7.17	日本ガス協会 「技術賞」	遠隔監視により最適運転 制御を行うHyb個別空調 システム「スマートマルチ」	エネルギー技術部	
デザイン部	2019.10.31	公益財団法人日本デザ イン振興会 「グッドデザイン賞」	パーソナルモビリティ [ILY-Ai]	デザイン部 松井明子、西 悠也、 Beomseok Kim	イノベーション センター
デザイン部	2019.10.31	公益財団法人 日本デザイン振興会 「グッドデザイン賞」	温水洗浄便座一体型便器 [シャワートイレ一体型壁掛 大便器:YBC-P113PM- TU,CW-PD11Q-NEC-TU]	デザイン部 増田拓海	ライフ&アメニティ 技術部
デザイン部	2019.10.31	公益財団法人 日本デザイン振興会 「グッドデザイン賞」	被災地支援設備 [エネルギービークル]	デザイン部 松井明子、松浦 克彦	L&E先行開発部
イノベーション センター	2019.10.31	公益財団法人 日本デザイン振興会 グッドデザイン賞 「グッドフォーカス特別賞」	乗合送迎サービス 「チョイソコ」	イノベーションセンター	
走行安全第一 制御技術部	2019.11.22	中部発明表彰 「発明協会会長賞」	駐車支援装置	走行安全第一制御技術部 稲垣博紀	

社外発表論文・投稿

社外発表論文・投稿リスト(2019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	Elsevier Journal of Alloys and Compounds	Brass bonding using copper nanoparticles and zinc powder for packaging of power electronic devices	第二生技開発部	桑 康弘
2	2月	QCサークル本部・日本科学技術連盟 QCサークル全国大会(小集団改善活動)	人に優しいラインづくりによる WY1001チューブ組違い撲滅!	新川工場	片山 智貴 イサカ ヒガ ウェンティ カン アケミ
3	2月	QCサークル本部事務局 第610回QCサークル全国大会	後世への贈り物 書く気にさせる 技術報告書作成マニュアル	走行安全技術部	星崎 逸斗 中斎 和幸 中野 勝文 多田 慶樹 光澤 邦秋 原口 尚斗
4	3月	リード・エグジビション・ジャパン FC-EXPO2019	アイシン精機のエネファーム普及に 向けた取り組み	エネルギー技術部	桑葉 孝一
5	3月	アイシン技報 VOL.23	自動パレー駐車開発の進展	走行安全第一制御技術部	水谷 友一
6	3月	アイシン技報 VOL.23	ドライバ注視領域推定システムの 基礎的検討	TRI-AD	小暮 俊介
7	3月	アイシン技報 VOL.23	超短パルスレーザを用いた ピストンスカート部の 低フリクション化技術	IMRAアメリカ 第二機関技術部 AACT ユニット生技部 アート金属工業	(IMRAアメリカ) 堀田 芳敬 堀 喬 (第二機関技術部) 國安 篤史 (AACT) 岡崎 亮 (ユニット生技部) 下川 渡 岡本 明広 (アート金属工業) 千野 大輔 新美 拓哉
8	3月	アイシン技報 VOL.23	コンパクトSUV向け アルミバンパリアンホースメントの開発	アイシン軽金属 車体生技部	(アイシン軽金属) 宮崎 太平 (車体生技部) 高橋 克
9	3月	アイシン技報 VOL.23	サンルーフ空力騒音の予測技術開発	デジタルエンジニアリング部 第二車体技術部 信頼性技術部	(デジタルエンジニア リング部) 大江 健司 松井 智和 高橋 佑輔 (第二車体技術部) 酒井 信治 (信頼性技術部) 森田 守
10	3月	アイシン技報 VOL.23	ドライバモニタカメラ技術と応用	走行安全第一制御技術部	大須賀 晋 内藤 剛
11	3月	アイシン技報 VOL.23	システムズエンジニアリングに基づく機能 安全リファレンスアーキテクチャの開発	ソフトウェア技術部	稲垣 浩之
12	3月	アイシン技報 VOL.23	連続可変容量オイルポンプの開発	第一機関技術部 走行安全技術部 第二機関技術部 デジタルエンジニアリング部	(第一機関技術部) 西田 裕基 寺島 宏仁 (走行安全技術部) 小野 壽 (第二機関技術部) 豊田 文彦 (デジタルエンジニア リング部) 沼波 晃志

No.	発表月	発表先	発表題目	所 属 (協業先)	発表者
13	3月	アイシン技報 VOL.23	被災地生活支援 寒冷地対応エネルギービークル	L & E先行開発部	杉浦 篤 伊藤 茂樹 保田 敬司 神谷 洋
14	3月	京都大学生存圏研究所 Nano cellulose symposium2019 第395回生存圏シンポジウム	セルロースナノファイバーの 自動車エンジン部品への応用について	材料技術部	田中 一貴
15	3月	第69回オールアイシン 研究発表会	ECUにおけるすずめつき ウィスカ抑制材料技術	材料技術部	青山 真大
16	3月	第69回オールアイシン 研究発表会	CAEを活用した新工程設計による 局所フローはんだ付け不良低減	生技管理部	小澤 秀之
17	3月	第69回オールアイシン 研究発表会	位置情報と車載センサによる 路面状態推定技術の開発	電子先行開発部	野間 碩
18	3月	第69回オールアイシン 研究発表会	歩行者脚部保護CAE技術開発及び 車体製品適用	デジタルエンジニアリング部	杉浦 卓也
19	3月	公益社団法人日本化学会 日本化学会第99春季年会(2019)	隔膜のプロトン伝導性とリーク性の バイオ燃料電池出力影響	アイシン・コスモス研究所	中沖 優一郎 伊勢崎 由佳
20	3月	公益社団法人 日本化学会 日本化学会第99春季年会(2019)	塩化チオニルを用いた 含硫黄縮環化合物の合成	アイシン・コスモス研究所	鈴木 晃
21	3月	公益社団法人空気調和衛生工学会 空気調和衛生工学会北海道支部 第53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
22	3月	情報処理学会CVIM研究会 MIRU2019	敵対的生成ネットワークを用いた 傷検出	データサイエンス技術部	豊丸 弘爾 高椋 佐和 高橋 克彰
23	3月	American Physical Society Physical Review Material誌	過剰エレクトロンドープ型鉄系電導体： LaFe ₂ A ₂ の超電導	イムラ材料開発研究所	川島 健司
※24	4月	Journal of power sources (Elsevier Science) Journal of power sources	MgO鋳型多孔質炭素で修飾した 柔軟なカーボクロスをベースにした 高性能酵素バイオ燃料電池	アイシン・コスモス研究所	重森 康司
※25	4月	SAE World Congress Experience 2019	Model-based development of continu- ously variable discharge oil pump design 連続可変容量オイルポンプ設計におけるモ デルベース開発	CAE技術部	岩崎 省吾
26	4月	QCサークル東海支部愛知地区 QCサークルいきいき事例研究大会	～お客様へ安心を! 想いを込めた奮戦記～ 大型製品搬送機チョコ停0への挑戦!	西尾ダイカスト工場	馬田 堅大 山本 智佳子
27	4月	公立大学法人 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	高分子における成形条件 プロセスによる結晶性変化の解明	第二生技開発部	舟本 三恵
※28	4月	Canadian Network for Research and Innovation in Machining Technology 8th International Conference on Virtual Machining Process Technology	Prediction of Cutting Forces in Gear Skiving of Internal Gear	第二生技開発部	永田 英理 栗田 信明 立川 友和 中原 好友
29	4月	一般財団法人日本科学技術連盟 第6120回QCサークル全国大会	予算実行解析業務の効率化 (単純作業自動化への取組み)	試作工場	嶋吉 美帆 竹内 理紗
※30	5月	公益社団法人 精密工学会 Precision Engineering誌	Prediction of Cutting Forces in Gear Skiving of Internal Gear	第二生技開発部	永田 英理 栗田 信明 立川 友和 中原 好友
31	5月	一般財団法人日本科学技術 連盟 QCC本部長賞愛知地区選抜 大会	お客様の真の笑顔を取り戻せ!! ～復活・成長したPMサークル3年間の歩み～	工機工場	宮崎 鉦大 柴田 雅樹
32	5月	一般財団法人日本科学技術連盟 QCサークル本部長賞愛知地区選抜大会	確かな腕と寄り添いで、 絆を深めた航海記録	半田電子工場	吉田 浩人 佐々木 京香
33	5月	日本鋳造工学会 第173回全国講演大会	大物薄肉品のアルミダイカスト技術開発	軽合金技術部 アイシン・エイ・ダブリュ アイシン軽金属	(軽金属技術部) 小林 竜之 前原 一仁 (アイシン・エイ・ダブリュ) 茜谷 宗明 平岩 政美 佐野 裕紀 (アイシン軽金属) 泉 聡 蔭浦 隆博

No.	発表月	発表先	発表題目	所 属 (協業先)	発表者
34	5月	一般財団法人日本科学技術連盟 QCサークル全国大会(札幌)	PTOギヤ 歯車測定やり直し作業撲滅への挑戦	小川工場	藤井 雄亮
35	5月	一般財団法人日本科学技術連盟 QCサークル全国大会(札幌)	「加工を止めるな」 切粉による突発故障の撲滅	工機工場	上田 総一郎
36	5月	自動車技術会 2019年春季大会	ハイツ材における延性亀裂進展の 予測技術に関する研究(第2報)	デジタルエンジニアリング部	末吉 真
37	5月	自動車技術会 2019年春季大会	構造用接着剤における CAE破断予測手法に関する研究(第1報)	デジタルエンジニアリング部	玉置 健二
※38	5月	EMRS EMRS 2019 Spring meeting	印刷による高性能な熱電材料の ためのTiS ₂ /アミン	IMRAヨーロッパ (技術企画・統括部)	Stéphane Jacob Bruno Delatouche Daniel Péré Radoslaw Chmielewski
※39	6月	EMC Sapporo2019 EMC Sapporo2019&APEMC2019	A proposed setup to meet the new CISPR 25 Annex J Long-wire method	信頼性技術部	前田 幸司
※40	6月	EMC Sapporo2019 EMC Sapporo2019 work shop	Issues of EMC site E-field evaluation method by the long-wire antenna below 30 MHz in CISPR 25-4th.	信頼性技術部	前田 幸司
41	6月	プラスチック成形加工学会 第30回年次大会	可視化シリンダによるGFストランドの 繊維挙動解析	第二生技開発部	石川 勝啓
42	6月	プラスチック成形加工学会 第30回年次大会	繊維強化熱可塑性樹脂複合材料の 直接成形技術の研究	第二生技開発部	(車体生技部) 樋口 亮平 (第二生技開発部) 谷垣 健志
43	6月	QCサークル東海支部 第6125回QCサークル大会 フレッシュ&チャレンジ大会	密閉式はんだ不良の低減 ～若手メンバー育成による サークルレベルの底上げ～	半田工場	城山 伊吹 福崎 真奈美
44	6月	dSPACE Japan dSPACE USER CONFERENCE	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	デジタルエンジニアリング部	中村 卓磨
45	6月	(一社)中部品質管理協会 中部品質管理大会事例発表	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
46	6月	日本塑性加工学会九州支部 第101回技術講演会	自動車のEV、HV化に伴い変化する 塑性加工技術	第二生技開発部	横井 道治
※47	7月	Materials Research Society of Thailand The 2nd Materials Research Society of Thailand International Conference(MRS-Thailand2019)	CaKFe ₄ As ₄ 単結晶の特異な欠陥構造 と臨界電流特性	イムラ材料開発研究所	川島 健司
48	7月	第202回ソフトウェア 工学研究発表会	フィーチャ指向 ドメインエンジニアリングプロセス	ソフトウェア技術部	浅野 雅樹 西浦 洋一
49	7月	自動車技術会中部支部 中部支部研究発表会	ニューマチックシートシステムの開発	第二車体技術部	関 誠雄
50	7月	J-PARC MLF産業利用報告会	GHP空調システム冷媒回路内の オイル挙動可視化	エネルギー技術部	今井 和紀 渡邊 義実 上田 健
51	7月	一般財団法人日本科学技術連盟 信頼性・保全性シンポジウム	RIM成形ウレタン材配合量 分析方法の確立	品質保証部	神谷 隆之
52	7月	IGES(地球環境戦略研究機関) 第11回持続可能なアジア太平洋に 関する国際フォーラム	小型分散型バイオガス発電システムに よる循環社会の実現に向けて	イノベーションセンター	河合 泰典
※53	8月	Asian Conference on Pattern Recognition(ACPR) The 5th Asian Conference on Pattern Recognition (ACPR2019)	Localized Part Affinity Fieldsを 利用した駐車区画検知	先進技術開発部	小久保 嘉人
54	8月	トヨタ自動車 トヨタグループAI/BD事例共有会	画像検査工程への機械学習手法の適用 -自働外観検査の過検出率低減-	生産革新推進部	池田 聡
※55	8月	American Physical Society Physical Review Materials誌	空間反転対称性のない構造を 持つリン化合物:Mg ₂ Rh ₃ Pの超電導	イムラ材料開発研究所	川島 健司
※56	9月	EMC EUROPA 2019	Influence of Antenna Cabling on Measurement Results below 30 MHz in CISPR 25 Ed.4 AnnexJ	信頼性技術部	前田 幸司
※57	9月	European Society for Applied Superconductivity 14th European Conference on Applied Superconductivity(EUCAS2019)	CaKFe ₄ As ₄ 単結晶の臨界電流特性	イムラ材料開発研究所	川島 健司

No.	発表月	発表先	発表題目	所 属 (協業先)	発表者
※58	9月	European Society for Applied Superconductivity 14th European Conference on Applied Superconductivity (EUCAS2019)	鉄系超伝導体 (La,Na,K)Fe ₂ As ₂ and (La,Na)AFe ₄ As ₄ (A=Rb,Cs)の超伝導特性	イムラ材料開発研究所	川島 健司
59	9月	組込みシステム技術に関する サマワークショップ実行委員会 SWEST21	組込みに使うプログラミング言語について 語ろう(パネルディスカッション)	ソフトウェア技術部	間瀬 順一
60	9月	東海支部連合大会 誌名「電気・電子・情報関係学会」	乗車動作の時系列座標データを用いた データ間類似度による乗車動作分類手法	先進技術開発部	山口 秀明
※61	9月	The Physical Society of Japan Journal of the Physical Society of Japan (JPSJ)誌	過剰電子キャリアドープ型鉄化合物LaFe ₂ As ₂ の異 常なマルチギャップ超伝導状態と反強磁性 スピンゆらぎ	イムラ材料開発研究所	川島 健司
62	9月	一般社団法人日本物理学会 日本物理学会2019年年次大会	角度分解光電子分光による BaIr ₂ Ge ₇ の電子状態の観測	イムラ材料開発研究所	柳 洋介 川島 健司
63	9月	SPLC2019	Feature Oriented Refinement from Re- quirements to System Decomposition : Quantitative and Accountable Approach	ソフトウェア技術部	浅野 雅樹 西浦 洋一
64	9月	日本冷凍空調学会 19年度日本冷凍空調学会年次大会	吸収液滴飛散防止のためのメンブレン ラッピングアブソーバに関する研究	第一機関技術部	江端 佑介 坪内 修
65	9月	豊田中央研究所 第54回全豊田研究発表会	深層学習に基づくアウトサイドドア ハンドルの表面検査	技術企画・統括部	高椋 佐和
66	9月	豊田中央研究所 第54回全豊田研究発表会	ECUのSnめっきにおける ウィスカ対策方法の確立	材料技術部	青山 真大 柴田 靖文
67	9月	豊田中央研究所 第54回全豊田研究発表会	制振性に優れたダイナミックダンパ付 トルクコンバータ	駆動技術部	登根 誠
68	9月	公益社団法人応用物理学会 2019年第80回応用物理学会 秋季学術講演会	試作したハルバハ配列磁石による 磁気アルキメデス浮上の検討	アイシン・コスモス研究所	牛島 栄造
69	9月	公益社団法人応用物理学会 2019年第80回応用物理学会 秋季学術講演会	鉄系超伝導体CaKFe ₄ As ₄ の 合成条件最適化とSn添加による 構造と超伝導への効果	イムラ材料開発研究所	川島 健司 神谷 良久
70	9月	一般社団法人日本体力医学会 第74回日本体力医学会大会	汗中乳酸は血中乳酸の 代替指数になり得るか	アイシン・コスモス研究所	重森 康司
※71	9月	The Physical Society of Japan International Conference on Strongly Correlated Electron System 2019 (S2019)	Sr ₂ IrO ₄ の生孔または 電子キャリアドープ型試料の 磁気秩序の μ SR測定を用いた研究	イムラ材料開発研究所	川島 健司
※72	9月	American Chemical Society Inorganic Chemistry誌	三次系ホウ炭化物Sc ₂₀ BC ₂₇ の 構造と超伝導特性	イムラ材料開発研究所	川島 健司
※73	10月	International Organizing Committee of ICMS International Conference on Magneto-Science 2019 (ICMS2019)	微粒子磁気配列の性能向上	アイシン・コスモス研究所	牛島 栄造
74	10月	自動車技術会 2019年秋季大会	自動運転時代を想定した車両の 加速度低減技術開発	先進技術開発部	信時 正嗣
75	10月	自動車技術会 2019年秋季大会	自動運転バスにおける車両発車時の 乗客転倒防止技術の開発	先進技術開発部	山口 秀明
76	10月	公立大学法人 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
77	10月	一般社団法人日本自動車工業会 第46回東京モーターショー 2019	環境にやさしいインタークマニホールド	材料技術部	田中 一貴
78	10月	国立研究開発法人新エネルギー・ 産業技術総合開発機構 (NEDO) 2019年度NEDO新エネルギー成果 報告会	バイオマスエネルギーの地域自立システム 化実証事業 / 地域自立システム化技術 開発事業 (助成事業) / オンサイト小型 バイオガス発電システムの要素技術開発	イノベーションセンター	河合 泰典
79	10月	QCサークル東海支部愛知地区 第6169回職場改善飛躍成果 発表大会	次世代開発テーマ創出への取り組み ～新規テーマ企画化件数の向上～	生技開発部	鈴木 伸和
80	10月	電子情報通信学会 PRMU	Localized Part Affinity Fieldsを用いた 駐車区画検知	先進技術開発部	小久保 嘉人
※81	10月	ITS World Congress 2019	DNNを用いたシーンにおける 危険度判定	IMRAヨーロッパ (技術企画・統括部)	Remy Bendahan Dzmitry Tsishkou Fredeic Abad
82	10月	日本高圧力学会 第60回高圧討論会	ダイヤモンドアンビルセルを用いた 高温高圧合成による 炭化イットリウムY ₂ C ₃ の高TC化	イムラ材料開発研究所	川島 健司

No.	発表月	発表先	発表題目	所 属 (協業先)	発表者
83	10月	電気学会東京支部新潟支所 令和元年度電気学会東京支部 新潟支所研究発表会	超電導バルク磁石を用いた 小型NMR用の挿入超伝導円筒の 非接触評価法	イムラ材料開発研究所	伊藤 佳孝 柳 陽介
84	10月	公益財団法人 日本プラントメンテナンス協会 からくり改善くふう展2019	ストッパー掛け忘れ防止台車	小川工場	鳥居 貴年
85	10月	公益財団法人 日本プラントメンテナンス協会 からくり改善くふう展2019	ゴム巻き一丁あがり	設備工機部	加唐 健太
86	10月	公益財団法人 日本プラントメンテナンス協会 からくり改善くふう展2019	リフター式コレットコンテナ 収納ボックスで作業性向上	工機工場	淵田 剛
87	10月	日本プラントメンテナンス協会 からくり改善くふう展2019	バレット行ったらっしゃい	西尾ダイカスト工場	有賀 貴浩 鈴木 和樹
88	10月	日本プラントメンテナンス協会 からくり改善くふう展2019	つかまえターン	西尾ダイカスト工場	伴 恭平 熊原 大将
89	10月	日本プラントメンテナンス協会 からくり改善くふう展2019	箱ギアチェン娘	半田電子工場	鈴木 恭平
90	10月	日本プラントメンテナンス協会 からくり改善くふう展2019	成形機 型搬送装置	半田工場	中野 隆文
91	10月	日本AEM学会 MAGDA2019	自動車搭載用エネルギーハーベスタの 数字モデルの提案	パワートレイン先行開発部	大川 明美 東條 威士 高口 大樹
92	11月	株式会社JSOL JSOL CAEフォーラム	成形と強度解析の連成による高張力 鋼板の成形予測精度向上取り組み	工機工場	田岡 章
93	11月	プラスチック成形加工学会 第27回秋季大会	可視化シリンダによるGFストランドの 解繊挙動解析(スクリュデザインの影響)	生技開発部	石川 勝啓
94	11月	アイシンAW 第6回人工知能ポスターセッション	①所定の領域を正確に見つける画像認識 ②画像から架空の光景を生成する人口知能	先進技術開発部	小久保 嘉人
95	11月	株式会社リンクス LINXDays2019	ディープラーニング (HALCON) を用いた 溶接部外観検査への適用事例紹介	生産革新推進部	野澤 仁
96	11月	ガイオ・テクノロジー株式会社 G-TEC2019	MC-Verifierを用いたBackToBack テスト自動化環境構築事例紹介	デジタルエンジニアリング部	安田 浩一
97	11月	情報処理学会 第79回「高度交通システムと スマートコミュニティ(ITS)」研究会	視野を共有しない車載カメラ間の vSLAMを用いた外部パラメータ校正	走行安全第一制御技術部	早川 和孝 足立 淳
98	11月	大阪府 大阪商工会議所 水素関連産業新技術ニーズ説明会	エネファームの新技術ニーズ	エネルギー技術部	砂原 茂幸
99	11月	オールトヨタTQM大会 改善事例発表会	一人ひとりが働きがいを持って デジタル設計改革を牽引する職場づくり	デジタルエンジニアリング部	山田 剛
100	11月	トヨタ自動車(株) 第54回オールトヨタTQM大会	新薄型便座デザイン プロセス革新	デザイン部	藤村 治男
101	11月	四国経済産業局 水素・エネルギー活用セミナー	エネファームの新技術ニーズ	エネルギー技術部	鈴木 吾朗
102	11月	CIM総合研究所/ISID 金型設計製造の工程管理 ステップアップセミナー	アイシン精機工機工場における 金型製作のデジタル化	工機工場	竹下 陽介
103	11月	トヨタ自動車 第54回オールトヨタTQM大会	静音化に向けた モータ設計手法の確立	ボデー先行開発部	松本 和也
104	11月	トヨタ自動車株式会社 第54回オールトヨタTQM大会	目指せ! 残業時間ゼロ!! ～ITツール活用による業務効率化～	電子生技部	白井 一孝
※105	12月	Qtronic GmbH Qtronic User Conference 2019	自動車車体ECU向け 仮想化環境での自動試験	ソフトウェア技術部	的場 一将
※106	12月	National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST) 32nd International Symposium on Superconductivity (ISS2019)	新超電導体: 部分置換型ZrPSeの電子状態	イムラ材料開発研究所	川島 健司
107	12月	特定非営利活動団体 日本分子生物学会 第42回日本分子生物学会	バイオ燃料電池を実用化へ導く 蛋白質工学	アイシン・コスモス研究所	榎原 真二
108	12月	株式会社JSOL JMAGユーザー会2019	PAMインバータ回路のFETスイッチング制御と PWMインバータ回路のモータ特性最適化	走行安全技術部	河治 学

No.	発表月	発表先	発表題目	所 属 (協業先)	発表者
※109	12月	国立研究開発法人産業技術総合研究所 International Symposium on Superconductivity (ISS2019)	高分解能NMR用の非常に小さく冷媒フリーの超電導マグネットの開発	イムラ材料開発研究所	野村 師子 柳 陽介 伊藤 佳孝
110	12月	一般財団法人日本科学技術連盟 QCサークル全国大会 宜野湾	力をためてストライク! 狙い定めて可動向上! 製品搬送慢性チョコ停撲滅への挑戦	西尾ダイカスト工場	伴 恭平 熊原 大将
111	12月	一般財団法人日本科学技術連盟 QCサークル全国大会 宜野湾	もったいないから始まった 〜グリス残り低減に向けた インダクタープレート考案〜	新豊工場	小坂井 悠次 近藤 悠里
112	12月	産業技術総合研究所 テクノブリッジフェア	CO2フリー社会の実現にむけた 研究開発	アイシン・コスモス研究所	田内 比登志
113	12月	一般財団法人日本科学技術連盟 QCサークル全国大会 宜野湾	電子承認のチェックを改善せよ! 目が疲れる原因を探せ!	技術管理部	由利 朋子 浅野 真由美
114	12月	一般財団法人日本科学技術連盟 第6190回QCサークル全国大会	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
115	12月	日本トライボロジー学会 トライボロジスト	電動ウォーターポンプ用 すべり軸受けの開発	第二機関技術部	服部 修二

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	AP-HOPV18	p型CuIと新規ダブルボルフィンと有機色素から構成される多色色素を用いた固体色素増感太陽電池の変換効率10%への改善	イノベーションセンター アイシン・コスモス研究所	水元 克芳
2	1月	ENEX2019 第43回地球環境とエネルギーの調和展	車両用小型吸収冷凍機	第一機関技術部	坪内 修
3	1月	コンバーテック1月号	13%の軽量化を目指した インタークマニホールド	材料技術部	田中 一貴
4	1月	IPEROP19(The Asia-Pacific International Conference on Perovskite, Organic Photovoltaics and Optoelectronics)	DEVELOPMENT OF LARGE SIZE PEROVSKITE SOLAR CELLS FABRICATION TECHNIQUE BY SPRAY COATING	アイシン・コスモス研究所	清水 隆行
5	2月	第6100回QCサークル全国大会	後世への贈り物 書く気にさせる 技術報告書作成マニュアル	走行安全技術部	星崎 逸斗
6	3月	アイシン技報 VOL.23	連続可変容量オイルポンプの開発	第一機関技術部	西田 裕基
7	3月	アイシン技報 VOL.23	システムズエンジニアリングに基づく機能安全リファレンスアーキテクチャの開発	ソフトウェア技術部	稲垣 浩之
8	3月	アイシン技報 VOL.23	サンルーフ空力騒音の予測技術開発	CAE技術部	大江 健司
9	3月	アイシン技報 VOL.23	コンパクトSUV向けアルミバンパーRの開発	第二車体技術部	宮崎 太平
10	3月	月刊誌「素形材」	マイクロカプセル離型剤の開発	軽合金技術部	前原 一仁
11	3月	NEDO未利用熱エネルギーの革新的活用技術シンポジウム	車両用小型吸収冷凍機	第一機関技術部	坪内 修
12	3月	日本鋳造工学会 会誌「鋳造工学」	ダイカスト金型における 三次元冷却回路の実用化	軽合金技術部	深見 尚男
13	4月	SAE World Congress 2019	Model-based development design for a continuously variable discharge oil pump design	デジタルエンジニアリング部	岩崎 省吾
14	5月	日本プラントメンテナンス協会 主催講演会	セーフティー扇子シュート (ぶつからないシュート)	小川工場	一瀬 純 上西 壮太
15	5月	MATLAB EXPO 2019 JAPAN	制御システムにおける モデルベース開発の取り組みについて	走行安全第一制御技術部	萩野 淳人
16	5月	HOPV19(The 11th International Conference on Hybrid and Organic Photovoltaics)	Effects of Modified Phthalocyanine as Hole-Transporting Materials in Perovskite Solar Cells	アイシン・コスモス研究所	清水 隆行
17	6月	鋳造工学会 非鉄鋳物研究部会	マイクロカプセル離型剤の開発	軽合金技術部	前原 一仁
18	7月	精密工学会 成形プラスチック歯車研究専門委員会	自動車用小型歯車の現状と将来展望	生技開発部	永田 英理

No.	発表月	発表先	発表題目	所 属 (協業先)	発表者
19	7月	第49回QCサークル本部長賞 東海支部選抜大会	確かな腕と寄り添いで 絆を深めた航海記録 ～1人は仲間のために、仲間は1人のために～	半田電子工場	吉田 浩人 佐々木 京香
20	9月	自動車熱マネジメント・空調技術	車両用小型吸収冷凍機	第一機関技術部	坪内 修
21	9月	空気調和・衛生工科大学 (札幌)	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 ースマートコントローラを導入した実証住宅 における提案システム導入効果の評価ー	L & E先行開発部	神谷 洋 長尾 泰気
22	10月	からくり改善くふう展作品集2018	セーフティー扇子シュート (ぶつからないシュート)	小川工場	上西 壮太
23	10月	からくり改善くふう展2019	手間なしカット	安城工場	伊藤 仁
24	10月	からくり改善くふう展2019	ひょっこりペン	安城工場	本田 勲
25	10月	車載テクノロジー	車両用小型吸収冷凍機	第一機関技術部	坪内 修
26	11月	日本機械学会	サンルーフ空力騒音の予測技術開発	デジタルエンジニアリング部	大江 健司
27	11月	dSPACE TECHDAY in 豊田自動織機	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	デジタルエンジニアリング部	中村 卓磨
28	11月	ITSワールド	乗込動作からの身体能力推定技術	先進技術開発部	山口 秀明
29	11月	第17回情報学ワークショップ	昇段動作データを用いた高齢者の バランススコア回帰分析	先進技術開発部	山口 秀明
30	11月	第28回計測自動制御学会中 国支部学術講演会併設展示 会	アイシン精機における自動車部品への 制御理論適用事例紹介	デジタルエンジニアリング部	吉田 昌弘 黒木 雅太
31	11月	第4回フロンティア 太陽電池セミナー	スプレー法による大画面ペロブスカイト 太陽電池モジュール製造技術の開発	イノベーションセンター	佐野 利行
32	12月	QCサークル全国大会 宜野湾	密閉式はんだ不良の低減 ～若手メンバー育成による サークルレベルの底上げ～	半田工場	城山 伊吹 福崎 麻奈美
33	12月	排熱発電コンソーシアム 第41回会合	Fe-AI-Si系 熱発電モジュール	エネルギー技術部	小島 宏康
34	12月	第6196回QCサークル愛知地区 ステップアップ大会	予算解析業務の効率化	試作工場	嶋吉 美帆 竹内 理紗

編集後記

CASEに代表される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、時代を先取りする発想の転換や、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て委員一同編集を進めて参りました。

特別寄稿では、オートインサイトの社長鶴原様に、「EVと自動運転が迫る自動車業界の大変革」を通して、若手技術者へのメッセージも寄せていただきました。

また、製品開発だけでなく、未来を見据えた研究の事例も取り上げ、皆さまに興味をもってもらえる工夫もして参りましたが、皆さまの仕事の進め方や取り組み方の見直しのきっかけになれば幸いです。

なお、本号は来年のアイシン・エイダブリュ(株)との合併も視野に、特集記事への執筆もお願いしましたが、今後一層連携を深めた内容にしていきたいと考えております。

最後に、発行にあたり、執筆者・関係部署・編集会社から大勢の方々のご協力をいただきましたことを、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 内田 悠歩 技術企画・統括部
(1月～先進技術開発部)
橋本 誠 知的財産部
柴田真理子 デザイン部
田口 陽介 材料技術部
中村 達也 デジタルエンジニアリング部
渡邊 康頼 信頼性技術部
峠 宗志 先進技術開発部
倉地 克弥 イノベーションセンター
遠山 智之 パワートレイン先行開発部
山本 知弘 走行安全技術部
村上 雄太 第二車体技術部
(1月～ボデー先行開発部)

有賀 孝司 第一電子技術部
砂山 雄太 ライフ&アメニティ技術部
(1月～L&E先行開発部)
事務局 岩田 裕司 技術管理部
林 弥生 技術管理部
谷澤 伸治 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

※100年に一度の大変革期に挑み、未来を切り拓く、
CASE時代への幕を開けるのは私たちが、
という意気込みを表現しました。

アイシン技報

AISIN TECHNICAL REVIEW VOL.24 2020

発行 2020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

