

Highland Kanto Liaison Organization

# HiKaLo

## 技術情報誌

- 本会の事業報告
- シーズを見つけよう
- シリーズ 教育を考える

**第78号**  
Vol.21, No.3  
**2022.1.20**

令和4年1月20日

特定非営利活動法人

**北関東産官学研究会**

URL:<http://www.hikalo.jp/>

## Contents 目次

● 巻頭言	北関東産官学研究会への期待	1
	桐生市長	荒木恵司
● 随想		
●	30年前のパリとベルリン滞在記	2
		飛田成史
● 本会の事業報告		
●	EVIに関する講演会開催報告と資料再掲	4
	特定非営利活動法人 北関東産官学研究会 会長	根津紀久雄
● シーズを見つけよう		
●	自律走行ロボットの開発とつくばチャレンジへの挑戦	42
	群馬大学情報学部 教授	太田直哉
●	自律移動型呼気飛沫除去装置エア・ワクチンの開発	43
	群馬大学大学院理工学府 電子情報部門 准教授	高橋俊樹
●	“こわれる”の可視化をベースにした産学連携研究	44
	群馬大学大学院理工学府 環境創生部門 助教	河井貴彦
●	摩擦圧接によるポーラスアルミニウムと熱可塑性樹脂の接合	45
	群馬大学大学院理工学府 知能機械創製部門 教授	半谷禎彦
● シリーズ 教育を考える		
●	群馬大学クラウドファンディング プロジェクト	
	群馬大学／小児重症心不全患者を救いたい！超小型人工心臓の開発	46
	群馬大学大学院理工学府 准教授	栗田伸幸
● 編集後記		48
● 役員名簿		48



## 北関東産官学研究会への期待

桐生市長 荒木 恵司

NPO 法人北関東産官学研究会の皆様におかれましては、日頃より、地域経済の活性化をはじめとする市政各般に対し、深いご理解ご協力を賜っておりますことに厚く御礼を申し上げます。

昨年より続く新型コロナウイルス感染拡大は、我が国経済に深刻な影響を与え、桐生市においては、地域経済の活力回復、市民へのワクチン接種の早期完了を最優先課題に掲げてまいりました。

とりわけ経済対策に関しましては、国の臨時交付金を最大限活用しつつ、過去最高のプレミアム率 50%を設定したプレミアム付商品券の発行や、感染拡大防止に協力いただいた事業者に対する協力金支給、制度融資の拡充など、様々な支援策を講じてきたところであります。

こうした中、令和 3 年 3 月 1 日には、市制施行 100 周年を迎えました。この記念すべき節目を祝い、新たな 100 年を見据え明るい未来を描くため、子どもがつくるまち「ミニきりゅう 2021」や、未来へはばたけ山田製作所桐生が岡動物園のレッサーパンダ舎新設など、多彩な記念事業を展開してまいりました。

そして現在は、まちづくりの指針である「桐生市第六次総合計画」、「第 2 期桐生市まち・ひと・しごと創生総合戦略」に基づき、将来都市像「感性育み 未来織りなす 粋なまち桐生」の実現に向けた各種施策を力強く推進しております。

さて、本市のものづくりの歴史は古く、記録によ

ると 714 年に朝廷にあしぎぬを送ったことが記されており、これが「織物のまち」と呼ばれる起源とされています。現在も市内には多くの繊維関連の産業が存在し、原料から製品まで一貫した生産が行える国内有数の繊維産地となっています。近年では経済環境の変化や産業の多様化に伴い、自動車産業が主力となりつつも、新旧織り交ぜた多種多様な「ものづくりのまち」として全国的にも特徴的な産業構造となっていると言えます。

しかしながら現在直面している、コロナ禍、事業承継、人手不足による人材確保など地域産業が抱える問題は喫緊の課題であり、さらに産業のデジタル化 (DX) や事業再構築といったデジタル変革や既存ビジネスの転換が迫られている状況です。

貴研究会においては、2001 年の発足以来、産業界と群馬大学をはじめとした研究機関との橋渡し役として、先端技術を活用した企業の新製品開発や新技術開発など、産学官連携の推進にご尽力いただいているところですが、地域産業を支える支援機関として、引き続き企業の持続的発展のためその手腕を発揮していただくことをご期待申し上げます。

市といたしましてもこれまで以上に貴研究会との連携を密にし、市内企業の支援に努めていく所存です。

結びに貴研究会の益々のご活躍とご発展を心より祈念いたします。





## 30年前のパリとベルリン滞在記

飛田成史

私は2021年3月末に定年を迎え、高専、大学での38年間の教育・研究生活を終えました。博士課程の3年間で東京で過ごした以外は、これまでの人生の大半を群馬県で生活してきましたが、在職中、1年間だけヨーロッパで研究生活をする機会に恵まれました。30年も昔の話になりますが、この機会にこの1年間のヨーロッパ滞在を振り返って、特に印象に残っていることを記してみたいと思います。

1983年に大学院博士課程を修了した私は、まず、自身の母校でもある群馬高専に職を得ました。6年くらい勤めて公務も一段落したところ、博士研究員として海外で1年間研究する機会をいただきました。そこで、自分を雇ってくれる海外の研究者を探すことになり、米国の大学の教授2名とフランスの研究者1名に、1年間一緒に研究させていただきたい旨を記した手紙を送りました。米国の大学は、どちらもポストクのポジションに空きがないとのことでしたが、フランスの政府研究機関 CNRS（フランス国立科学研究センター）の director であったシドニー・リーチ（Sydney Leach）博士から、これからフランスとドイツの間の国際研究プロジェクトが始まるのでそれに参加しないかとの手紙をいただきました。当時は、もちろんメールのような便利なツールはありませんでしたので、片道一週間かかる航空便でのやり取りを何度も繰り返して、ようやく、1990年の9月から、前半の半年はフランスのパリ南大学（現在の名称はパリサクレ大学）、後半の半年はドイツのベルリン自由大学において「放射光を使った多環芳香族炭化水素の多価イオンの研究」というテーマで1年間研究に携わることになりました。

シドニー・リーチ先生は、1924年に英国で生まれ、第二次世界大戦中にロンドン大学キングス・カレッジで物理学を学んだ後、終戦直後の1946年にフランスのパリに移り住み、当時まだ黎明期であった分子分光光学の研究に着手されました。その後、CNRSの director としてパリ南大学に「分子光物理研究所」を創設し、分子分光光学の分野でヨーロッパを代表する研究者として活躍されました。一昨年（2019年）の12月24日に95歳で生涯を閉じるまで終生現役を通し、何と

亡くなった年にも first author で論文を書かれています。先生は、パリ南大学にオフィスをもっておられましたが、大学の professor ではなく CNRS の研究者として、もっぱら研究に専念しておられました。大学にいわば研究のプロフェッショナルが同居している形で、フランス独特の研究方式だと思います。



パリ南大学の放射光装置の前で共同研究者とともに

さて、パリでの生活は、月曜から金曜は研究に専念し、週末はパリの市街や美術館を巡り歩くというたいへん充実した毎日でした。パリに住んでみて、初めてわかったことのひとつに、フランス人の挨拶のきめ細かさがあります。Bonjour！（ボンジュール）という挨拶は、日本でもよく知られていますが、これは朝も午後も使える挨拶で「お早う」あるいは「こんにちは」に相当します。bon は英語の good に当たり、次に来る単語が男性名詞だと bon、女性名詞だと bonne と変化します。この bon がついた挨拶が実にたくさんありました。私はフランスでは CNRS の客員研究員として、パリ南部の Gif-sur-Yvette という町にある CNRS のシャトー（研究者用の宿泊施設）に滞在していました。シャトーと呼ばれるだけあって、緑に囲まれた小さなお城のような建物でした。朝、シャトーの小さな食堂に行くと、係の女性が Bonjour ムッシュューと言ってパンと珈琲を持ってきてくれます。別れるときには、いつも Bonne journée ボンジュールネ（よい一日を）と声を掛けてくれました。朝、研究室に着いて仲間と会うと、必ず Bonjour の挨拶とともに握手を交わします。日本では、握手はふつう初対面もし

くは久しぶりに会ったときに交わしますが、フランスでは、毎朝、会うたびにがっちり握手して、サバ？（元氣？）と声を掛け合っていました。午前中の仕事が終わると、研究室のメンバーがそろって一緒にレストランへ行きます。Bon appétit ボナベティ（召し上がれ）と言って一緒にお昼を食べた後、別れるときはBon après-midi ボンアプレミディ（素敵なた後を）、夕方、研究室を出るときにはBonne Soirée ボン・ソワレ（よい晩を）と言って別れます。これが金曜日だとBon week-end ボン・ウィーケンド（よい週末を）、と声を掛け合って別れる。この日本人にはちょっとうっとうしいくらいきめ細かい挨拶が、フランスに暮らす人たちのつながりを深めているように思いました。このような挨拶を重んじる文化ともいえる習慣が、いつごろから始まったのかわかりませんが、人間関係を良好に保つにはたいへんよい習慣だと気づかされました。

私が渡欧した1990年とその前後の年は、ヨーロッパのみならず世界にとって歴史に残る出来事が次々に起こったときでした。前年の1989年11月9日にベルリンの壁が崩壊し、その1年後の1990年10月3日に東西ドイツが再統一しました。一方、1990年8月2日にイラクによるクウェート侵攻が始まり、翌1991年1月17日に湾岸戦争が勃発しました。同じ年にソビエト連邦の崩壊と、それまでとても考えられなかったような大きな政治体制の変化がこの短い期間に立て続けに起こりました。

私がヨーロッパに滞在する直前までの冷戦時代のドイツは、いわゆる西側陣営のドイツ連邦共和国（西ドイツ）と東側のドイツ民主共和国（東ドイツ）に分かれた分断国家でした。当時のベルリンは、東ドイツ領内に浮かぶ陸の孤島のような都市でした。第二次世界大戦後、ベルリンは東西に分断され、東ベルリンはソ連、西ベルリンは米国、英国、フランスによって分割統治されていました。しかも西ベルリンは、越えることのできない高い壁で囲まれており、戦争の傷跡を深く残していました。私がパリからベルリンに移り住んだ1991年4月は、東西ドイツが統一してまだ間もないころで、ベルリンの壁がまだ一部残っていました。かつてこの壁を越えて東側から西側に亡命しようとして、合わせて133人もの人たちが犠牲になりました。西ベルリンは、森と湖の多いたいへん美しいところでしたが、人口を維持するために、西ドイツで施行されていた徴兵制が適用されないなどの特典が設けられていたとのことでした。

かつてアインシュタインなど著名な研究者が教鞭を執っていたベルリン大学は、戦後、東ベルリンに取り込まれフンボルト大学と改称されました。そのため、西ベルリンには、帝政期以来のベルリン大学の伝統を継承するために「自由」の理念を冠したベルリン自由大学が1948年に創設されました。私が毎日通

た「物理化学研究所」のすぐ近くに「ダーレム美術館」という大きな美術館がありました。ここは、入館料を取らないため、昼食後は毎日のように通って、レンブラントやブリューゲルの絵をじっくり楽しむことができました。週末には、しばしばブランデンブルク門に行き、そこから森鴎外の小説「舞姫」にも出てくるウンター・デン・リンデン沿いを歩いて、歴史的な街並みを散策しました。ベルリン・フィルハーモニー管弦楽団の演奏も、本拠地であるコンサートホール（フィルハーモニー）で何度か聴くことができました。初めてベルリンフィルの演奏を聴いたときのコンサートマスターが日本人の安永 徹さんでした。日本人が世界トップのオーケストラで活躍されているのを目の当たりにして、たいへん励まされたのをよく覚えています。



当時まだ残されていたベルリンの壁の一部

大学の教育で感心させられたこともあり、ドイツの大学を修了するには、日本での学士+修士に相当するディプロマという学位を取得する必要があります。たまたま私が滞在していた化学科にひとりの日本人留学生が居て、ディプロマの試験のために物理化学を教えてほしいと頼まれました。ベルリン自由大学の化学科では、ディプロマを取得するために、物理化学、有機化学、無機化学の各教授による口頭試問（各1時間）を受けて、これに合格しなければならないとのこと、物理化学の場合は、あらかじめ問題が100問与えられ、ここから問われるとのことでした。しっかりした教育を行うためとはいえ、面接を行う先生方の熱意には頭が下がります。

たくさんの人たちと出会い、豊かな芸術文化に触れたこと、また、大きな歴史の転換を目の当たりにしたこと、そのような素晴らしい経験のひとつひとつが私の人生の栄養分となり、ひいてはその後の研究における発想や方向性などに影響を与えるものになったと思っています。

## EV に関する講演会開催報告と資料再掲

北関東産官学研究会 会長 根津 紀久雄

去る11月25日(木)14時から16時までの2時間の予定で、桐生地域地場産業振興センター第二ホールを会場に講演会が開催された。演題は「EVの進化～EVの必要性と今後の方向性～」であり、講演者は株式会社ミツバの技監 尾形永氏であった。

講演概要は、電動自動車(EV)がガソリン・ディーゼルエンジン車(ICE:インターナル・コンバッション・エンジン:内燃機関)に変わって主流になる時が迫ってきている。ソーラーカー・電動レーシングカート・EVエコランのサポートをしてきたミツバの技術者の目線で、EVのこれまでの成り立ちや特徴について解説し、電子デバイスの進化、バッテリーの進化、モーターシステムの進化から、今後のEVについて提案している内容を解説する内容となっている。

このような講演会をぜひ開催したいと考えたのは、地球の温暖化が様々な気候変動を惹き起こし、それが取り返しのできないほどの悪影響を及ぼす可能性があるからである。例えば、極域における海氷の融解や氷床の減少、海面上昇、永久凍土の融解や山岳氷河の流出、水資源への影響、降雨の増大と強度が増した熱帯低気圧、猛威をふるう熱波、食糧生産や木材生産への影響、動植物などの生態系への影響、健康への被害など数多く観察されている。特に生物多様性への影響は人類の存続にもかかわり、非常に重要視されている。

したがって各国は国際的な活動としてIPCC(気候変動に関する政府間パネル)やCOP(締約国会議)を通じてCO<sub>2</sub>の排出削減を宣言している。IPCC第四次報告書(2007年)によれば、最大2.4℃の気温の上昇が予想されている。大気中のCO<sub>2</sub>濃度の上昇を止め気候を安定化させるためには2050年までに1990年レベルから半減以上の削減が必要とされてきた。2005年京都議定書が発効した。その後の国際交渉の焦点は2013年以降の国際的枠組みに移り、IPCCの警告をもとに最終的気温上昇を産業革命の

前から2℃程度にとどめて温暖化の悪影響を最小限に抑えるという認識が高まってきた。

これらの宣言を受けて内燃機関自動車に対して温暖化ガスの排出を抑えることが21世紀前半にかけて非常に重要であるという認識に基づいて、ヨーロッパや中国ではEV化に向かって自動車産業全体が動いている。ノルウェーは2025年までに、ドイツは2030年までに、イギリスやフランスは2040年までに内燃機関自動車の販売禁止を発表している。これらは内燃機関自動車産業にとっては大きな変革であるが、低炭素経済への世紀をかけた転換の機会は大きなビジネスチャンスであるという認識があるのではなかろうか。

日本においては2006年度調査でCO<sub>2</sub>排出量の約20%は運輸部門からで、その内自家用乗用車は6.3%とされている。内燃機関自動車業界の大きな組織転換の課題であろうが、変革が大きければ大きい程に気候の安定を目標とし、そこからバックキャストイングの手法で現在から中長期の削減目標を設定し、その目標達成のための政策を創出することが必要であると筆者は考えていた。

この度、尾形氏のご講演を拝聴して、現在既にある技術や製品をもってEV生産に踏み切るか、現在開発されつつある先端技術や製品をもって生産に踏み切るかが決断どころであろう。しかし、今回、尾形氏のご講演を拝聴して心にわだかまっていた心配が水に洗われたかのようにすっきりした。そこで講演会に使用した資料を見やすく拡大して本誌に掲載させていただいた。講演をお聞きになれなかった会員の皆様ぜひお読みいただき、近未来に50号線などを深夜けたたましい音響を発しながら通り抜けていく大型トラックや2両編成トラックや乗用車が適度な速度で静かに走りながら、しかもCO<sub>2</sub>ガスを排出せずに運航している道路交通の姿を想像してもらいたいのである。どうぞ参考にしてください!!



# EVの進化

## EVの歴史と現在の状況

2021年11月25日

株式会社ミツバ 技監 尾形永

### 目次

0. 自己紹介
  1. ミツバの紹介
  2. BEV適用が加速する
  3. 日本の物流もEV化が進む
  4. 日本のEVの歩み
  5. 環境対応車のパフォーマンス
  6. 電子デバイスの進化
  7. バッテリーの進化
  8. モーターシステムの進化
  9. まとめ
- 参考文献・参照資料

## 0. 自己紹介

### 尾形 永 の経歴概要

1956年生まれ 65歳

1981年 日産自動車㈱入社

シャシー台上実験 音・振動 評価解析 モーダル試験機開発

シャシー走行実験 操安・乗心地 評価解析 乗心地台上加振試験機開発

シャシー台上実験 ブレーキシステム (ABS・電動油圧BB) 開発 HILS開発

シャシー開発 シャシー電制システム (VDC・4WS・4WD) 開発 HILS開発

兼務 電子信頼性開発 ソフト信頼性構築 電制システム検証EIPF開発

パワートレイン開発 e4WD開発 HILS開発

2006年 日立製作所転籍

ソフトウェア開発 VDC・EPS・4WD他ソフトウェア開発

2007年 ミツバ転籍

研究 電子技術 技術開発 電制モータシステム開発 EVプラットフォーム開発



・無類の車好き  
・ノートパソコンおたく  
機能性能アップや改造が好き

日産では、走る・曲る・止まる の機能評価・実験・設計・開発・に従事

1993年以降のABS開発以来、電子制御システム開発とその開発技術向上に従事

ミツバでは、電子制御モータを核とした電制モータシステム開発を推進

2020年10月に全輪(4輪)独立 制・駆動モータシステムEVプラットフォームを自技会発表し、開発推進中

JMAABとしては、2001年に立ち上げメンバーとして関わり、以来MBD推進を実施 現在ボードメンバー

参加WG,WS: HILS プラントモデル MBD推進 教育(ETSS-JMAAB) 教本 要求開発 等々

## 1. ミツバの紹介

### 企業理念

ミツバは、ミツバを愛しささえる人々とともに、  
社会と環境に調和した技術の創造を通して、  
世界の人々に喜びと安心を提供する。



創業製品である発電ランプ(M1型)

ミツバグループはモーター技術で環境に配慮した快適・安全な  
モビリティシステムをグローバルに提供しています。



# 1. ミツバの紹介

## 会社概要



**本社** : 群馬県桐生市広沢町1-2681  
**設立** : 1946年(昭和21年)3月8日  
**資本金** : 50億円  
**従業員数** : 単体 約3,600名 連結 約26,000名  
**グループ** : 49社(ミツバ含む日本17社、米州5社、  
 欧州/アフリカ8社、アジア12社、中国7社)

**【売上高】**  
 単体 : 1265億25百万円 (2021年3月期)  
 連結 : 2692億02百万円 (2021年3月期)

## 沿革

- 1946(昭和21)年 群馬県桐生市に株式会社三ツ葉電機製作所として創立  
自転車用発電ランプ生産販売開始
- 1951(昭和26)年 自動車用警告器(ホーン)生産販売開始  
自動車関連事業始まる
- 1956(昭和31)年 ワイバーモーター生産販売開始
- 1960(昭和35)年 小型二輪車用スターターの生産販売開始
- 1970(昭和45)年 株式会社両毛電子計算センター設立  
(昭和57年 株式会社両毛システムズに改称)
- 1977(昭和52)年 東京店頭市場に株式公開
- 1986(昭和61)年 アメリカ・イリノイ州に  
アメリカン・ミツバ・Corp. を設立
- 1988(昭和63)年 東京証券取引所市場第二部に株式を上場
- 1989(平成元)年 東京証券取引所市場第一部に指定替え
- 1996(平成8)年 株式会社ミツバに社名変更
- 1997(平成9)年 新ミツバ環境宣言、行動指針発表
- 2006(平成18)年 MITSUBA WAY 制定
- 2007(平成19)年 自動車電機工業株式会社と合併



創業時の  
桐生市清水町工場  
(1946年)



MH-1 型  
ホーン発売  
(1951年)



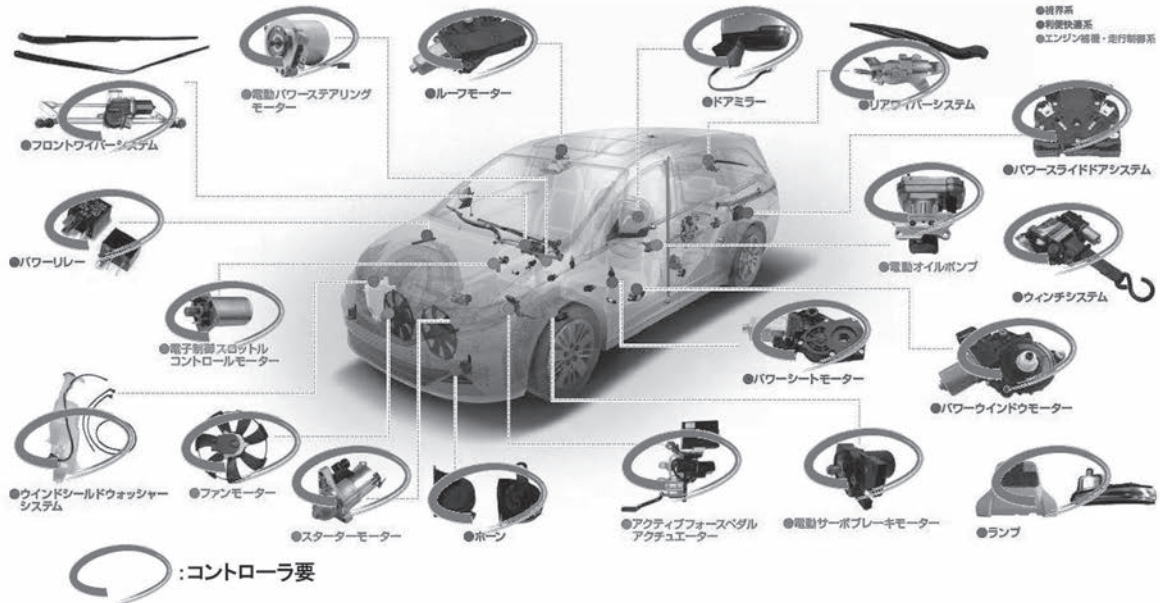
WP 型  
ワイバーモータ発売  
(1956年)



SM-1 型  
小型二輪車用  
スターター発売  
(1960年)

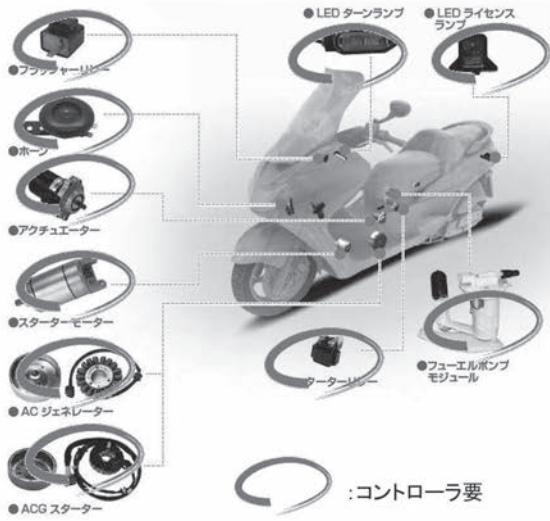
# 1. ミツバの紹介

## 四輪電装代表製品



# 1. ミツバの紹介

## 二輪電装代表製品



**MITSUBA**

6/72

株式会社 ミツバ

## 駆動モーター代表製品 ライフサポート代表製品



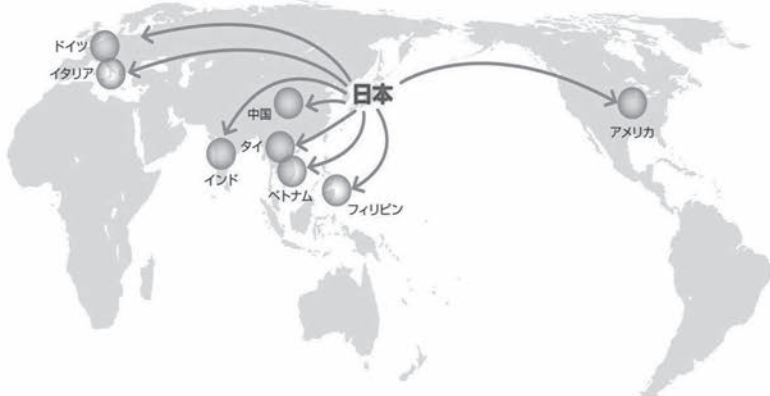
# 1. ミツバの紹介

研究開発

“未来からの発想”という視点から、斬新で価値ある製品を世界のお客様に提供しています。

常に品質とコストにおいて、お客様に信頼される製品の開発を心がけています。

世界にひろがるミツバの研究開発体制



**MITSUBA**

7/72

株式会社 ミツバ



チーム活動によるワイパー開発



ベトナム開発拠点

## 1. ミツバの紹介

信頼性向上

あらゆる角度から評価を積み重ね、常に安心して使っていただける製品を世界のお客様に提供しています。

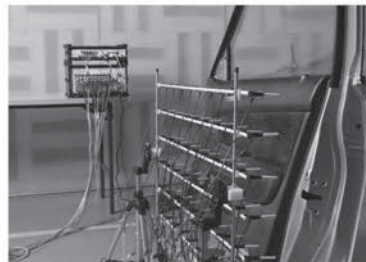
世界のあらゆる地域に行き渡り、多様な環境のもとでお客様に満足して使っていただける製品を提供し続けていきたいと考えています。そのため、耐熱・耐震・耐候等の、あらゆる角度から信頼性向上のための試験を行っています。



風洞試験室(ワイパー高速性能評価)

MITSUBA  
株式会社 ミツバ

8/72



音響ホログラフィー(音の可視化実験)



PIV(流れの可視化実験)

## 1. ミツバの紹介

生産技術

自社開発にこだわり、合理的で最適な生産方法を常に研究し、製品の競争力を最大限に高めています。

「自社の生産ラインは自分たちでつくる」という創業者の強い思いから、デジタル制御の自動加工機や組立機、検査機をはじめ、生産ラインで使用する設備や金型のほとんどを自社で開発しています。



アジアの生産技術拠点



設備製作

MITSUBA  
株式会社 ミツバ

9/72



内製モーター自動組立ライン



CAE解析



## 1. ミツバの紹介

製造技術

安全で楽に安く早く良いものだけをつくり続ける工場から、世界No.1の製品をグローバルでお客様に提供することを目指しています。

お客様のニーズに合った品質・コストの製品を、短時間で供給できるようにするため、プレス加工、機械加工などの素材加工、メッキや熱処理の表面処理、樹脂成型、電子基板組立、モーターやシステム製品の一貫生産体制を保有しています。

世界にひろがるミツバの生産拠点



MITSUBA

株式会社 ミツバ

10/72



TPM活動(自主保全)



小集団活動による品質改善

## 2. BEV適用が加速する

EU、35年にガソリン車販売禁止 50年排出ゼロへ包括案

カーボンゼロ Think! ヨーロッパ 自動車・機械 サービス・食品

2021/7/14 21:20 (2021/7/15 5:13更新)

Think!を見る

保存 共有 印刷 印刷 ツイット その他

MITSUBA

株式会社 ミツバ

11/72



欧州ではEVの普及が進む (独フランクフルト)

駐車スペースに  
充電スタンドが  
設置されている

## 2. BEV適用が加速する

【ブリュッセル=竹内康雄、フランクフルト=深尾幸生】欧州連合（EU）の欧州委員会は14日、温暖化ガスの大幅削減に向けた包括案を公表した。ハイブリッド車を含むガソリン車など内燃機関車の新車販売について2035年に事実上禁止する方針を打ち出した。環境規制の緩い国からの輸入品に事実上の関税をかける国境炭素調整措置（CBAM）を23年にも暫定導入する計画だ。

欧州委案が成立するには、原則として加盟国との調整や欧州議会の審議を経る必要がある。企業や域外国の反発も避けられそうにない。

HEVはガソリン車  
という扱い

エンジン生産を  
中止する方向が  
進んでいる

### EUの主な新気候変動対策

#### ■ 2035年に内燃機関車の販売を実質禁止

【ドイツ=車両】

2021年10月26日The Daily NNAドイツ&EU版

#### BMW、ミュンヘン工場でエンジン生産中止

ドイツの高級車大手BMWは、ミュンヘンの主力工場ですでに2024年までに内燃エンジン（ICE）の生産を段階的に中止する方針だ。製造責任者の話として、ロイター通信が伝えた。それによると、ICEの生産は将来的にオーストリアと英国のプラントに移管する予定。ミュンヘン工場ではICE車の組み立ては引き続き行うが、23年までには、同工場の生産台数のうち、プラグインハイブリッド車（PHV）を含む電動車の割合を半分以上に引き上げる考えだ。

オリバー・ツィプセ最高経営責任者（CEO）は先に、新車の世界販売台数に占める電動車の割合を30年までに少なくとも50%に拡大する目標を設定。それまでにICEを禁止する国が現れれば、電動車だけのラインアップをそろえるとしている。

なおBMWは、ミュンヘン工場の物流関連の二酸化炭素（CO2）排出量を数年内にゼロに引き下げること約束している。【環境ニュース】

## 2. BEV適用が加速する

自動車業界の1週間を振り返る

### 2035年にHEV禁止？ 欧州の電動車推進の行方は

(1/2 ページ)

© 2021年07月17日 08時00分 公開

【原稿由希, MONOist】

Table 40: Announcement of car manufacturers on zero-emission vehicles

Manufacturer	Announcements	Type of vehicles	Year
Volvo Cars	50% 100%	BEV BEV	2025 2030
Volkswagen group	More than 70%	BEV	2030
Volkswagen	100%	BEV, PHEV, HEV	2035
Porsche	100%	HEV	2030
Audi	100%	BEV	2033
General Motors	100%	BEV	2035
Jaguar Land Rover	100%	BEV, PHEV(unclear)	2030
Jaguar	100%	BEV, PHEV	2025
Ford	100%	BEV, PHEV	2026
	100%	Only BEV	2030
Stellantis	70%	BEV, PHEV	2030
BMW	At least 50%	BEV	2030
Mini	100%	BEV	2030
Nissan	100%	BEV, PHEV, HEV	2030
Renault Group (Renault brand)	65%	ZEV, PHEV, HEV	2025
	90%	ZEV, PHEV, HEV	2030
Daimler	Up to 25%	BEV	2025
Honda	100%	BEV, PHEV, HEV	2040
Toyota	1 million BEV globally	BEV	2030

欧州委員会がまとめた自動車メーカーのゼロエミッション車投入計画（クリックして拡大） 出典：欧州委員会

BEVを早期に  
100%目標に  
する会社が  
増加している

## 2. BEV適用が加速する

自動車業界の1週間を振り返る

### 2035年にHEV禁止？ 欧州の電動車推進の行方は

(1/2 ページ)

© 2021年07月17日 08時00分 公開

[齊藤由希, MONOist]

EVが急速に普及した国やその可能性が高い国、地域では、ガソリンなど燃料による税収減が課題となっていますが、EUでの2030年の燃料税収入の損失は、EUのGDPの約0.01%と推定しているようです。「これらの損失は、加盟国レベルでは、例えば間接税によって相殺することができる。各国の行政機関への追加的な影響はない」と書かれています。

#### 欧州の自動車業界の反応は真二つ

こうした案が実行されれば、自動車業界は今まで以上に電動化を急ぐ必要がありますが、ノリノリなのがフォルクスワーゲン（VW）グループです。VWグループ CEOのHerbert\_Diess氏は「準備万端だ」と前向きです。VWグループは欧州委員会の発表の直前に2030年に向けた電動化戦略を発表しています。その中でEVの収益性改善について見通しを示すとともに、エンジン車とEVの収益性は今後2~3年で同等になると言及しました。

収益性は同等としている  
むしろ上がる可能性大

## 3. 日本の物流もEV化が進む

### 物流MaaS勉強会 とりまとめ

<p>物流業界を取り巻く現状と課題</p>	<p>&lt;①環境規制強化への対応&gt;                  ✓ 貨物自動車CO2排出量は運輸部門の4割を占める（全体の6.5%）                  ✓ 政府は改善方向にある一方で、積載率は低下傾向にあることから、輸送効率の向上（トンキロ当たりのエネルギー消費量）は「<b>進化課題</b>」</p>	<p>&lt;②慢性的な需要過多・人手不足&gt;                  ✓ 国内の貨物輸送量は横ばいも、小口・荷主ニーズ多様化に伴い貨物1件当たりの貨物量・積載率は低下傾向。トラックドライバー数は就職意向にあり人手不足は深刻な状況                  ✓ 一人のドライバーがより多くの積荷を運搬できる様に取組と運送業務全体の動きやすさの向上がバランスよく進めていく事が不可欠</p>	<p>&lt;③物流のICT化・デジタル化&gt;                  ✓ 物流分野（ここでは輸送に限定）におけるICT化は、大手荷主の自家物流や大手運送事業者での個別最適化が進展                  ✓ 中小事業者も目的・用途に応じ、運行管理システム導入が進展も、デジタル等の機器代/通信費等の重課投資も見られ、運行管理システム層でのデータ連携は進まず</p>	<p>&lt;④商用分野でのCASE対応&gt;                  ✓ 100年に一度とされる大変革期において、CASE活用は商用車分野で先行すると考えられる一方、商用車メーカーの研究開発投資には限界あり                  ✓ OEM各社は海外勢も含んだ合従連衡により競争の激化に加え、効率投資のための設備投資の拡大が必要</p>
<p>荷主・運送事業者・車両の<b>物流・商流データ連携</b>と部分的な<b>物流機能の自動化</b>の合わせ技で<b>最適物流</b>を実現し<b>社会課題の解決および物流の付加価値向上</b>を目指す</p>				
<p><b>物流MaaSの実現像</b></p> <p>幹線輸送 → 結節点 → 支線配送（域内～末端）</p> <p>生産拠点 → 共同輸送 → 倉庫・中継拠点 → 小売店舗 → 消費者</p> <p>車庫の大型化・自動化により1台（運転手1人）当り輸送量が飛躍的に増大</p> <p>物流情報がインフラ情報とも連携し、シームレスな積み替えが実現</p> <p>電動トラックの導入が進む</p> <p>各運行管理システム間のAPI標準化/データ連携が進み複数システムを同一画面で操作可能に</p> <p>標準化やIoTの進展により倉庫・物流結節点と輸送手段がオープンに共有され、最適ルートでの輸送が可能に</p> <p>限域内センサ・RFIDタグの普及により空室・貨物情報が可視化される</p> <p>ドライバーデータ取用により安全・信頼向上/ドライバーに優しい車庫による労働環境改善</p>				
<p>荷主・運送事業者等のプレイヤーが進める物流効率化に対し、商用車OEMは共に<b>“共通の物流MaaS実現像”</b>を描きながら、デジタル技術を活用し、共同輸送や混載配送・輸送ルート最適化等を共同で実現していく事が必要</p>				
<p><b>阻害要因</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● OEMごとに車両からの情報取得がバラバラで、複数OEM車両の一元的な運行管理ができない</li> <li>● トラックごとの作業状況、積み荷情報や倉庫・拠点稼働状況をリアルタイムに把握できない</li> <li>● 各サービス間のデータ連携がなく、複数サービスの管理を要する</li> <li>● 航路距離を加味したルート設計や安価な電力使用等、電動車庫に適した運用方法が分からない</li> <li>● 充電地点の配送状況や需要変動の把握ができていない</li> </ul>				
<p><b>高用車業界としての取組の方向性</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① <b>トラックデータ連携の仕組みを確立</b>                  他の物流効率化システムとの連携を見据え、日本版FMS標準化及びコネクタを活用し、複数OEMのトラック車両データを収集し、運行管理可能な仕組みを確立。安全や災害対応情報等協調領域のアクセスにおける実装や荷主の輸送システム（運行管理・車両マッチング等）に向けた検討を促進。</li> <li>② <b>見える化・混載による輸送効率化</b>                  トラック位置情報と積荷の積荷情報を収集し、荷台空きスペース情報を可視化。複数荷主・運送事業者による混載の取組を推進することで、ドライバーの動きやすさ向上と平均積載率改善（トンキロ当たりの燃料消費量削減）をともに実現。潜在的な共同輸送ニーズ発掘・マッチングにつなげる。</li> <li>③ <b>電動商用車活用・エネマネ検証</b>                  支線物流における電動商用車活用を見据え、電動車庫の特性（航路距離、充電時間、静粛性等）を踏まえたオペレーションとエネルギーマネジメントの最適化手法を検証（電動車MaaS）。商用車の電動化の経済性の検証及びその向上による電動車庫の普及拡大につなげる。</li> </ol>				

2021年7月26日経産省ホームページ 物流MaaSの推進に向けて！先進的な取組を行う 添付資料



### 3. 日本の物流もEV化が進む

ホーム ▶ ニュースリリース ▶ ニュースリリースアーカイブ ▶ 2021年度7月一覧 ▶ 物流MaaSの推進に向けて！

#### 物流MaaSの推進に向けて！

物流MaaSの推進に向けて先進的な取組を行う事業者を選定しました

2021年7月26日

▶ ものづくり/情報/流通・サービス

経済産業省では、「物流MaaS勉強会とりまとめ」で示した取組の方向性を踏まえ、令和2年度より、物流分野における新しいモビリティサービス（物流MaaS）の推進に向けた実証事業を実施しています。今年度も、令和2年度の成果を生かしつつ、「トラックデータ連携の仕組み確立」、「見える化・混載・自動化等による輸配送効率化」「電動商用車活用・エネルギー管理の導入ユースケース等に係る検証」の3つの取組を推進します。この度、後ろの2つの取組（輸配送効率化・電動商用車活用）については、公募を通じて先進実証を行う事業者を選定しました。経済産業省では、「トラックデータ連携」の取組と併せて、今後も物流分野の課題解決に貢献する取組を推進していきます。

昨年より規模を拡大して  
取り組む方針

#### 1.これまでの「物流MaaS」の取組について

経済産業省では、慢性的な需要過多・人手不足などの物流業界を取り巻く現状と課題を踏まえ、令和元年度において、有識者や商用車メーカー、荷主・運送事業者、ITソリューション事業者等の民間事業者等の参加のもと、物流分野における新しいモビリティサービス（物流MaaS）勉強会を開催し、令和2年4月、商用車業界としての取組として以下の3つの方向性を取りまとめました。

- 1.トラックデータ連携の仕組み確立
- 2.見える化・混載による輸配送効率化
- 3.電動商用車活用・エネルギー管理に係る検証

令和2年度においては、これらの方向性を踏まえ、それぞれ複数の民間事業者と連携して実証事業に取り組み、以下の成果を得られました。

2021年7月26日経産省ホームページ 物流MaaSの推進に向けて！先進的な取組を行う 添付資料

### 3. 日本の物流もEV化が進む

#### 1.トラックデータ連携の仕組み確立

- 協調領域としてスモールスタートできる方向性として、安全性向上や人手不足対応など、物流業界全体での共益的なユースケースを確認。
- ユースケースに照らして令和3年度から連携可能なデータを特定し、危険運転挙動を横断的にプロットするハザードマップ生成に向けた調査を実施。

#### 2.見える化・混載による輸配送効率化

- トラックの荷台内へのセンサー設置等により、リアルタイムでトラック内の積載状況を立体的に把握可能であることを確認。
- 専用端末を通じて、特殊貨物に係る工場の出荷から顧客までの位置情報を把握し、積載効率の向上が図れることを確認。

#### 3.電動商用車活用・エネルギー管理に係る検証

昨年度ミツバのDEVの取組が評価されている

- 軽貨物EVを独自開発し、ガソリン車との性能比較や車両価格・充電器設置費用を踏まえたライフタイム経済性の分析を実施。
- EV普及と充電インフラ整備を一体的に進めるモデルエリアを構築し、共同利用型の急速充電オペレーションモデル等を検証することで当該成立可能性を確認。
- EVバスに適した運行オペレーションへの転換を可能とするエネマネシステムの構築における課題の解決策を整理。

2021年7月26日経産省ホームページ 物流MaaSの推進に向けて！先進的な取組を行う 添付資料

### 3. 日本の物流もEV化が進む

#### 「電動商用車活用・エネルギーマネジメントに係る検証」

- 交換式バッテリーを搭載した軽貨物EVを製作し、テストコースにて配送サービスを模した運用を実証する。また、交換式バッテリーの充電方法、荷物の積載中にバッテリー交換を行う運用の成立性や人数・時間などのコスト等を算出し可視化する。

選定事業者：(株)ミツバ

ミツバのDEVの取組が評価されている

- 小容量バッテリーのEVバスでの運行・導入費用の抑制を目指し、地方部の路線バスを対象に、運行管理とエネルギー管理をエネマネシステムで一体的に実施するコンセプト検証を実施する。

選定事業者：(株)みちのりホールディングス

- 支線配送業務向けに設計したミニカー区分の小型電動車を、宅配業務の現場で実際に運用し、小型電動車の課題、現場ニーズに応じた仕様、望ましい運用システム、関連設備のあり方を明確にし、かつ事業面のメリット（車両コスト削減、業務効率改善等）や社会的な価値（CO2排出量削減、高齢者対策等）を検証する。

選定事業者：長瀬産業（株）

- 複数の交通事業者やクルマのバリューチェーンを担う地元の事業者が連携して、自動運転EVを活用した運送サービスを提供する場合の課題を整理するため、自動運転EV車両の運行や車両整備等を共同実施する運用性を検証する。

選定事業者：MONET Technologies（株）

- 法人ユーザーを対象に、「共同利用型充電サービス」を提供し、先行的なEV普及と充電インフラ整備を一体的に進めるとともに、横展開が可能なモデルを構築する。なお、サービスには時間帯別料金（ダイナミックプライシング含む）に加え、100%再生可能エネルギーによるカーボンフリー充電を取り入れる。

選定事業者：東京電力ホールディングス（株）

なお、本年度、物流MaaSで実施する事業概要の詳細は、「トラックデータ連携の仕組確立」を含めて別紙（資料1）にまとめているので、そちらを御参照ください。

📄 (資料1) 物流MaaS R3年度実証事業概要 (PDF形式: 1,737KB)

経済産業省では、これらの取組を通じて、物流分野の課題解決に引き続き貢献していきます。

2021年7月26日経産省ホームページ 物流MaaSの推進に向けて！先進的な取組を行う 添付資料

### 3. 日本の物流もEV化が進む

#### (参考) テーマ③「電動商用車活用・エネルギーマネジメントに係る検証」概要

##### 交換式バッテリー搭載軽貨物EVの運用検証

(株)ミツバ

交換式バッテリーを搭載した軽貨物EVを製作し、テストコースにて配送サービスを模した運用を実証する。また、交換式バッテリーの充電方法、荷物の積載中にバッテリー交換を行う運用の成立性や人数・時間などのコスト等を算出し可視化する。

解決すべき課題

低価格な軽貨物車両が無い

充電による配送業務時間への影響

高コストな大容量バッテリー

オペレーション成立性

支線配送において使用している軽貨物車両を手作業で交換可能な交換式バッテリーを搭載した軽貨物EVに置換え、配送ステーションで荷物の積載中にバッテリー交換を行う事で充電時間がからず、バッテリーが小容量で配送事業全体でのコスト削減を見込む事が可能となる。

ユースケース

##### 車両・運用・インフラ最適化

東京電力ホールディングス（株）

法人ユーザーを対象に、「共同利用型充電サービス」を提供し、先行的なEV普及と充電インフラ整備を一体的に進めるとともに、横展開が可能なモデルを構築する。サービスには 時間帯別料金（ダイナミックプライシング含む）に加え、100%再生可能エネルギーによるカーボンフリー充電を取り入れる。

解決すべき課題

**自社充電**

車両台数分の充電器設置 + スペースの確保  
(大きな初期投資負担や物理的に設置できないケース)

**公共充電**

充電したいときに他ユーザーに充電器を占有されている可能性がある

特定の法人ユーザーによる急速充電器シェアモデルの構築

ミツバのDEV+交換式バッテリー構想が評価されている

4

2021年7月26日経産省ホームページ 物流MaaSの推進に向けて！先進的な取組を行う 添付資料

### 3. 日本の物流もEV化が進む

#### 2. 令和3年度「物流MaaS」公募による事業者の選定

令和3年度においても、令和2年度の実証事業の成果を生かしつつ、引き続き先進的な取組の実証事業を実施していきます。

その際、「トラックデータ連携の仕組み確立」については、令和3年度「無人自動運転等の先進MaaS実装加速化推進事業（無人自動運転等の先進MaaS実装加速化のための総合的な調査検討・調整プロジェクト）」の中において昨年度からの取組を継続して実施することとしました。

その上で、「見える化・混載・自動化等による輸送効率化」については株式会社野村総合研究所、「電動商用車活用・エネルギーマネジメントの導入ユースケース等に係る検証」については一般社団法人環境パートナーシップ会議・AZAPA株式会社を、それぞれ事務局とし、先進的な実証の取組を実施いただける事業者を、6月7日より募集しました。その結果、9事業者から応募があり、外部有識者などによる厳正な審査を経て、以下7事業者を選定しました。

MBD(モデルベース開発)が前提

#### 「見える化・混載・自動化等による輸送効率化」

- 積載率の向上を目指し、荷姿標準化の効果（CO2削減、省人化）を検証するとともに、将来の自動クロストック（結節点）運用に向けた自動荷役技術の企画及び課題の抽出を行う。

選定事業者：NEXT Logistics Japan（株）

- 安全で効率的な物流を目指すために、油圧センサーユニットを車両に装着し架装設備の見える化を検証するとともに、保険会社等と連携し、整備・運行記録等を用いた分析モデルの構築等を行う。

選定事業者：三菱ロジスネクスト（株）


2021年7月26日経産省ホームページ 物流MaaSの推進に向けて！先進的な取組を行う 添付資料

### 4. 日本のEVの歩み 初期（1947年）

# TAMA

たま 電気自動車

年式	1947年
型式	E4S-47-型
全長	3,035mm
全幅	1,230mm
全高	1,618mm
ホイールベース	2,000mm
トレッド(前後)	1045/1045mm
車両重量	1,100kg
エンジン	直流直巻モーター —cc
最高出力	定格3.3kW(4.5ps)
最大トルク	—
サスペンション(前後)	縦置リーフ/縦置リーフ
ブレーキ(前後)	ロードドラム/ロードドラム
タイヤ	4.00-17-4PR
その他	1充電走行距離 65km 電池(容量)鉛電池(40V/162Ah) 最高速度(経済速度)※ 35km/h(28km/h) 日本機械学会機械遺産・2010年認定 日本自動車技術会:自動車技術240選



DOWNLOAD  
● 高解像度画像 (2400x1800pix)  
● 低解像度画像 (640x480pix)

6.5Kwhの電池で65Km 10Km/Kwh

この2年後のTAMA2は、最高速度65Km/h  
1充電走行距離200Kmとの情報もある？

NISSAN HISTRIC Collection ONLINE より抜粋



#### 4. 日本のEVの歩み 最近 (2020年)



**458km** WLTCモード  
**570km** JC08モード **を実現**

進化した日産 リーフは、航続距離を気にすることなく使用できます。

さらに、62kWh/バッテリー搭載車は、航続距離を大幅に延長。

より遠くまでのロングドライブも気軽に出かけられます。

もちろん日常での使用でも、充電頻度が低減するなど使いやすさも高めています。

一充電走行距離  
**458km**<sup>1)</sup>  
WLTCモード

一充電走行距離  
**570km**<sup>1)</sup>  
JC08モード

全国充電器数

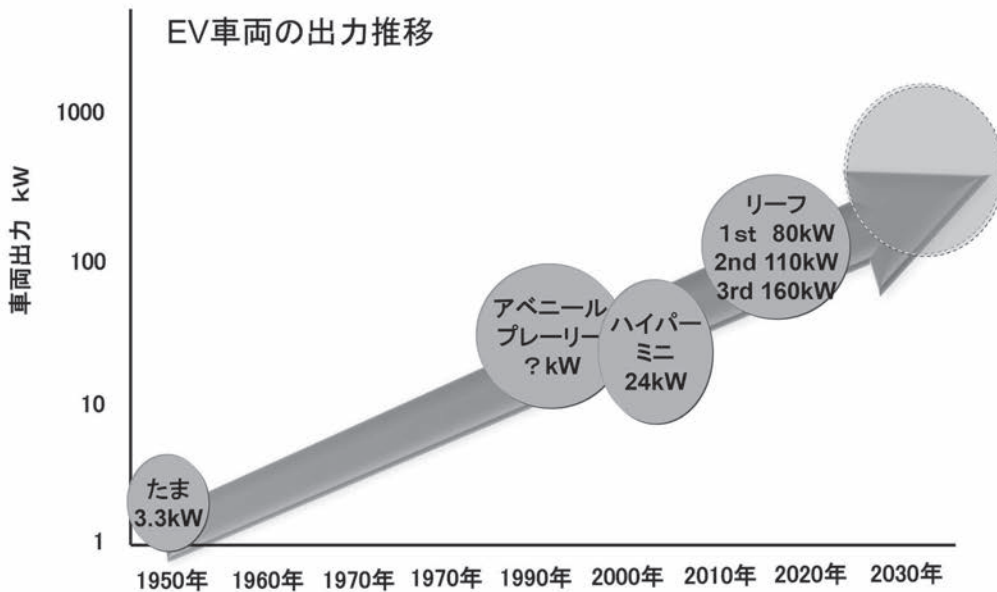
**30,300**基突破 ※2019年9月末現在 センソリン調べ

電気自動車の充電はご自宅の他、お出かけ先でも可能です。

40Kwhの電池で400Km 約10Km/Kwh  
62Kwhの電池で570Km 約9Km/Kwh

2020年9月3日 NISSAN 公式ホームページ より抜粋

#### 4. 日本のEVの歩み



## 4. 日本のEVの歩み

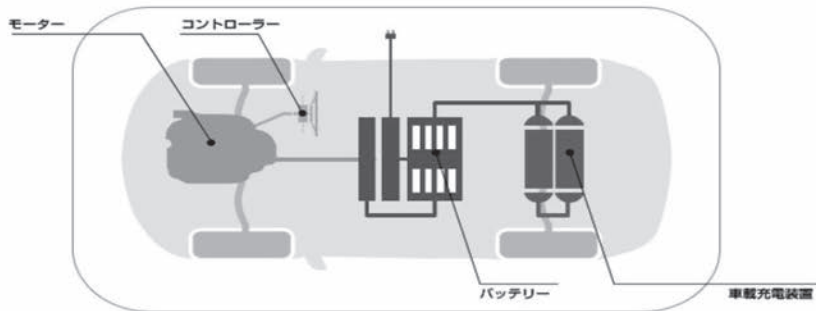
### EVの定義 日本の例

#### EVの意味

EVとは、Electric Vehicleの略で、日本語では電気自動車と言います。  
近年、資源制約や環境問題への関心の高まりを背景に、電気自動車が注目を集めています。

#### EVの仕組み

ガソリン自動車はガソリンをエンジンで燃焼させ、車を駆動させるのに対して、電気自動車は電動モーターで車を駆動させます。



2020年9月3日 経産省ホームページより抜粋

## 4. 日本のEVの歩み

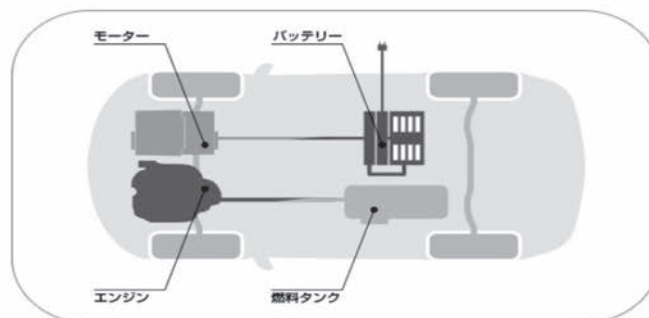
### PHVの定義 日本の例

#### PHVの意味

PHVとは、Plug-in Hybrid Vehicleの略で、日本語では、プラグインハイブリッド自動車と言います。

#### PHVの仕組み

外部電源から充電できるタイプのハイブリッド自動車で、走行時にCO<sub>2</sub>や排気ガスを出さない電気自動車のメリットとガソリンエンジンとモーターの併用で遠距離走行ができるハイブリッド自動車の長所を併せ持つ自動車です。



2020年9月3日 経産省ホームページより抜粋

#### 4. 日本のEVの歩み

環境対応車として EVの位置づけ

【動力・エネルギー】HV・PHEV・PHV・FCV・EVはどうやって動く？

-	HV	PHEV・PHV	EV	FCV
エネルギー供給	ガソリン	ガソリン+電源	電源	水素
動力源	エンジン+モーター	エンジン+モーター	モーター	モーター
ガソリン使用	○	○	×	×
コンセント充電	×	○	○	×
完全電動走行	×	△	○	○

2020年9月3日 モビー自動車はおもしろい より抜粋

#### 4. 日本のEVの歩み

参考

#### トヨタが環境問題に挑む理由（変わらない想い）

『自動車はどうだ。あれは無限動力だ。』



豊田 佐吉

創業からの理念  
自動車を通じて、  
技術で社会・産業振興に貢献

THE FUTURE IS SLOW TOYOTA

2020年02月17日 次世代環境車(EV・FCV・PHV)の今後の動向 ネット資料より抜粋  
トヨタ自動車株式会社 トヨタZEVファクトリー副本部長 兼 チーフエンジニア豊島浩二氏講演



#### 4. 日本のEVの歩み

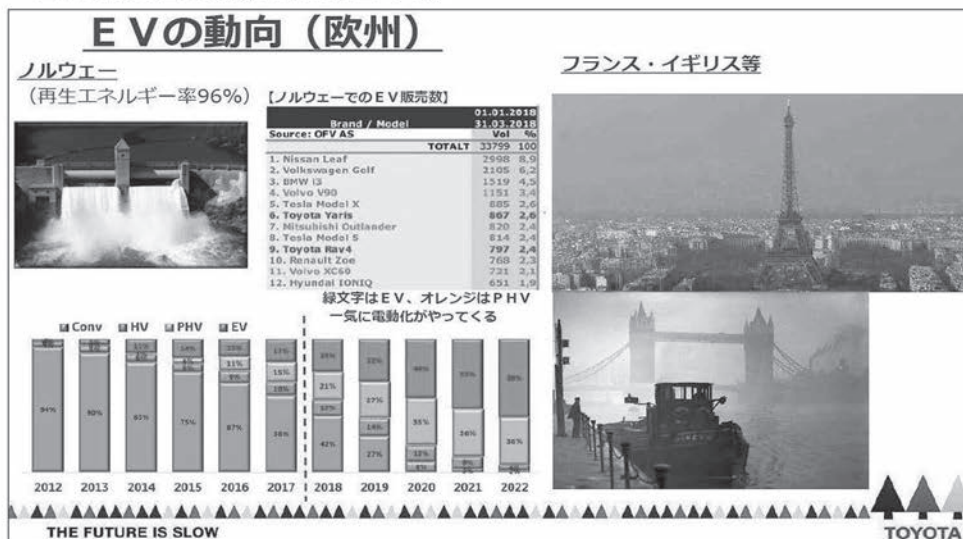
環境対応車として EVの位置づけ



2020年02月17日 次世代環境車(EV・FCV・PHV)の今後の動向 ネット資料より抜粋  
トヨタ自動車株式会社 トヨタZEVファクトリー副本部長 兼 チーフエンジニア豊島浩二氏講演

#### 4. 日本のEVの歩み

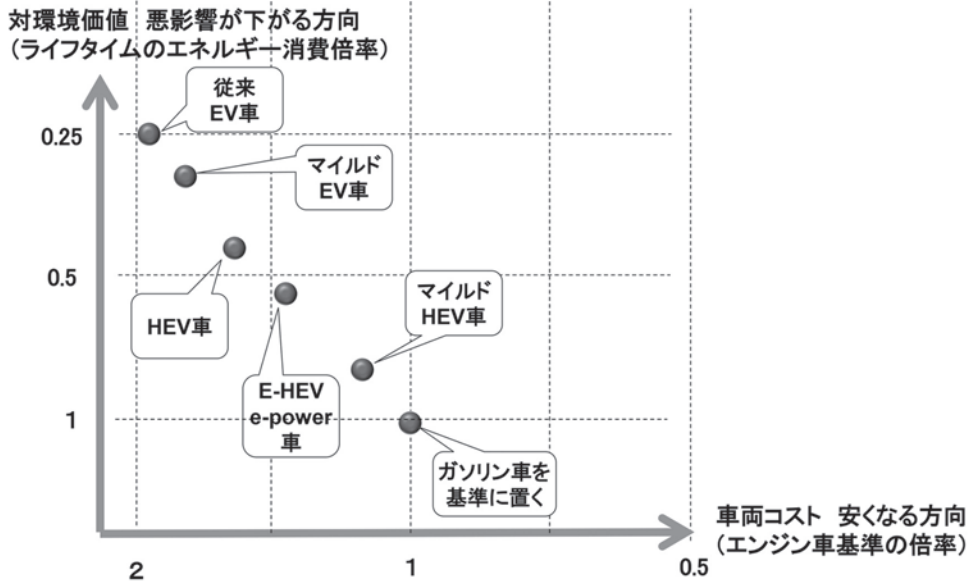
EV先進国の販売推移と予測



2020年02月17日 次世代環境車(EV・FCV・PHV)の今後の動向 ネット資料より抜粋  
トヨタ自動車株式会社 トヨタZEVファクトリー副本部長 兼 チーフエンジニア豊島浩二氏講演

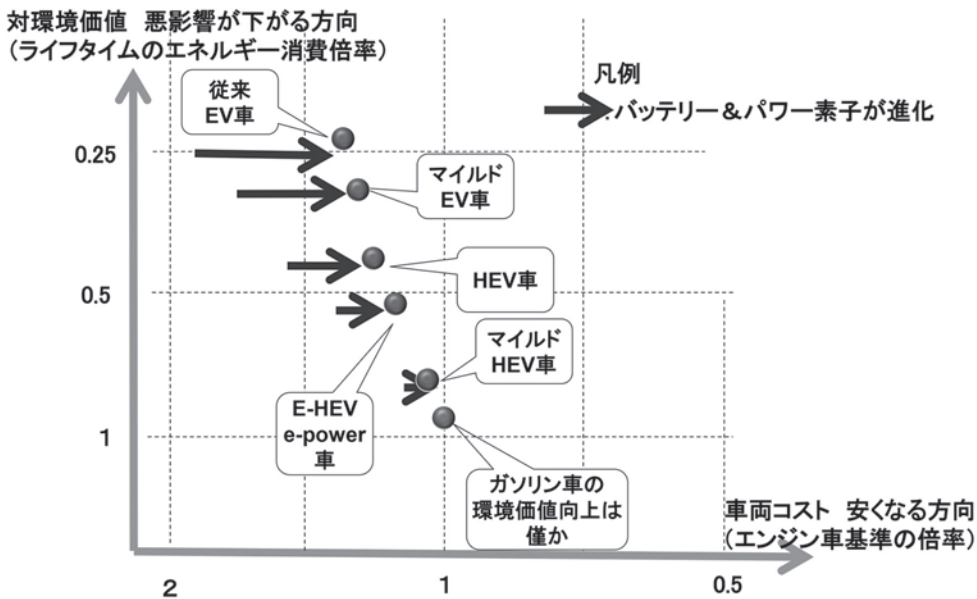
## 5. 環境対応車のパフォーマンス

2020年時点のEV車コストパフォーマンスはガソリン車の2倍



## 5. 環境対応車のパフォーマンス

2025年時点のEV車コストパフォーマンス予測



## 5. 環境対応車のパフォーマンス

### EVとICV・HEVの比較

EVがICV・HEVより優れる点は

- ・エンジン無し
- ・ガソリンタンク無し
- ・エキゾースト無し
- ・変速機が簡素化(バックギア無し)
- ・車両のECUアーキテクチャーが少しシンプルに
- ・車両の総ソフトが少しシンプルに
- ・車両製造組立が少し簡単に
- ・車両製造組立工場が少し小さく
- ・車両製造組立工場が少しクリーンに

EVがICV・HEVより劣る点は

- ・高価なバッテリー搭載が必要
- ・高電圧作業資格者が必要

## 5. 環境対応車のパフォーマンス

EV車両としての構成要素変化

絶対要るもの

- ・モーター
- ・バッテリー
- ・スイッチ&ハーネス

今あって今後も要るもの(上記+)

- ・コントローラー (通信機能含む)
- ・パワードライバー (インバータ機能含む)
- ・発電機能

今後要らなくなるもの

- ・エンジン ガソリン系(タンク、配管、給油口)
- ・変速器(バックギヤ 変速ギア クラッチ)
- ・液圧ブレーキ(キャリパー、パッド、配管、液圧コントロール)



## 5. 環境対応車のパフォーマンス

エンジンが無くなる影響を考える

### 良くなる事

- ・排気ガスが出ない  
車内環境がクリーンに保てる  
屋内車庫でも排ガス装置無し使うことができる
- ・メンテナンスがし易くなる  
排ガス規制対応機能の維持が要らない
- ・車が造りやすくなる  
ガソリンを入れる装置、貯蔵タンク、管理者、作業者が要らない

### 困る事

- ・発電力が無くなるので補器用バッテリーの充電が出来ない  
殆どの補器はオルタネータが作り出す12V・24Vで動いている
- ・発熱力が無くなるのでヒーターが使えない  
空調システムは発熱を冷却水系で回して温めている

## 5. 環境対応車のパフォーマンス

走る曲る止まるから見たEV進化の方向

### モータシステムの方向

- ・1個 ⇒ 2個 ⇒ 4個 ⇒ 複数個使いへ
- ・大きなモータの集中配置から分散配置へ
- ・発電機専用モータは無くなる方向
- ・モータ多極化へ
- ・コントローラドライバ多相化・シンプル化・標準化へ
- ・通信の標準化・基準化へ

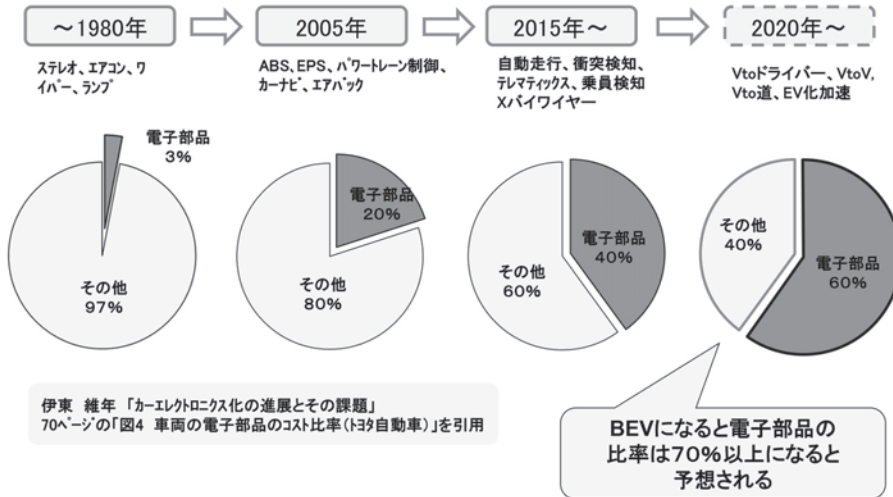
### バッテリーの方向

- ・小型軽量化 高密度化
- ・高放充電化
- ・交換容易化
- ・規格の標準化・基準化へ

## 6. 電子デバイスの進化

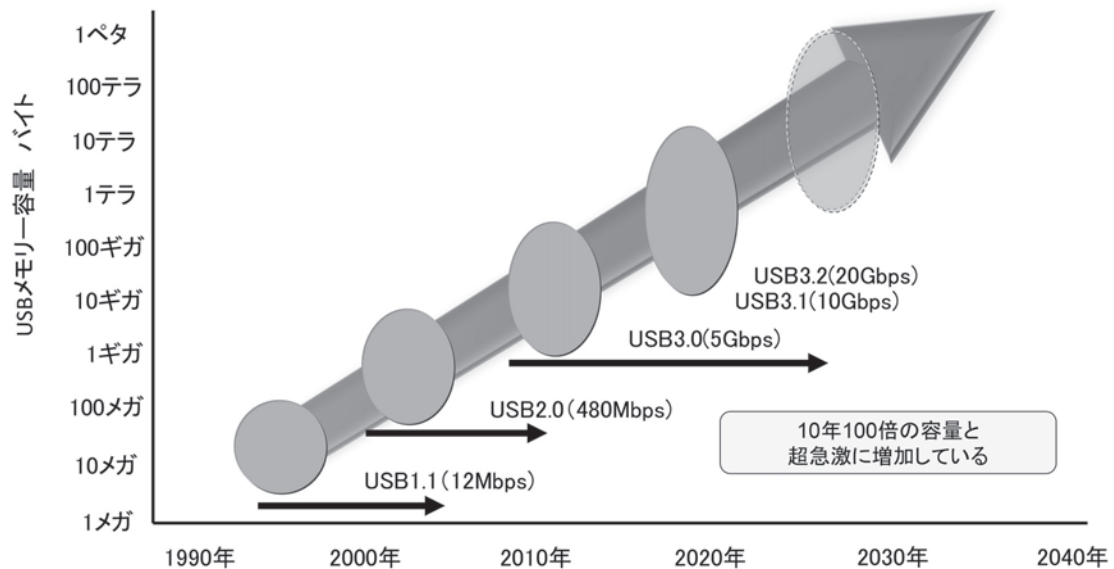
### 車両の電子部品コスト比率

自動車における電子部品の割合は今後更に増大  
電子部品が無いと車が作れない 車の価値を詰め込む箱（ECU）開発力UPが重要



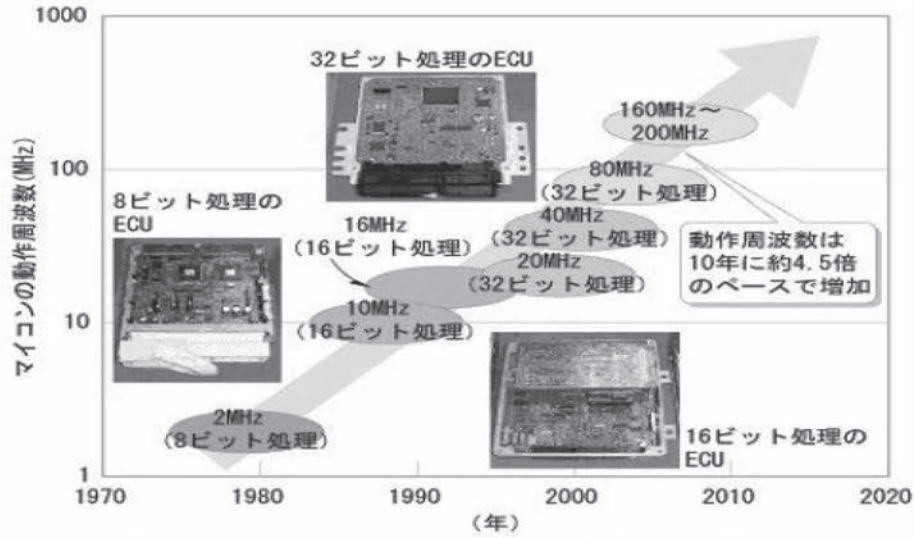
## 6. 電子デバイスの進化

### USBメモリー容量増加傾向



## 6. 電子デバイスの進化

### 車載ECUに使うCPUの進化

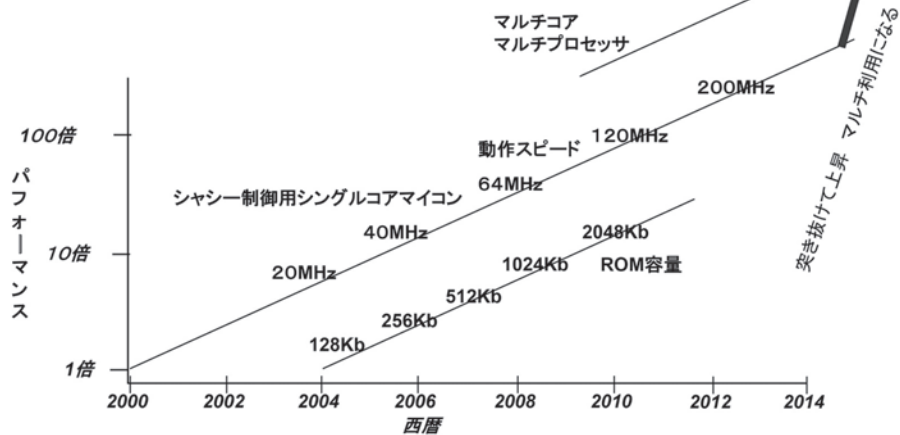


10年で約4.5倍になる動作周波数(資料:ルネサステクノロジ、写真:日立製作所)  
日経BPTech-On! 用語辞典より

## 6. 電子デバイスの進化

### 車載ECUに使うCPUの進化

- 自動車業界で使用するマイコンは高速化する  
多機能で多容量のマイコンを使う技術が必要

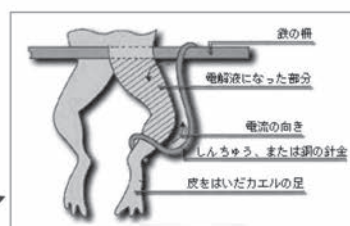




## 7. バッテリーの進化

### 一般 電池工業会 社団法人 BATTERY ASSOCIATION OF JAPAN

イタリアの生物学者ガルバーニがカエルの足を使った実験中に、金属が足にふれると死んだはずのカエルの足が動くことを発見したのがきっかけです。しかし、その時はまだそれが電池だということには気付いていませんでした。



#### 電池豆知識

**ボルタ電池** イタリアの物理学者ボルタは、1800年に銅・すず・食塩水を使った「ボルタ電池」を作ることになりました。電圧の単位「ボルト」は彼の名前からとったものです。ただ「ボルタ電池」には液体(食塩水)が使われていたため、こぼれないように持ち運ぶのが大変でした。



電気を起こすのに必要な3つの材料

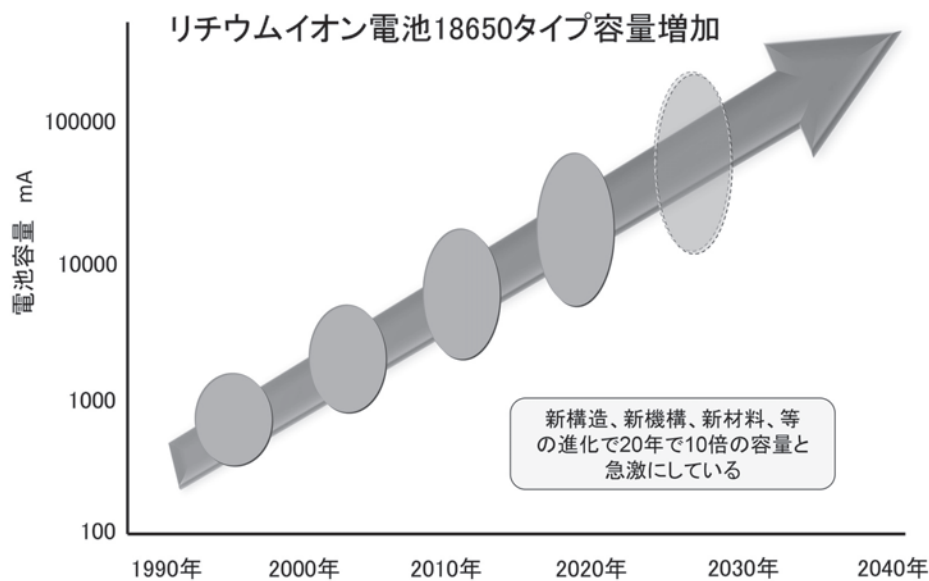
プラス極  
材料

マイナス極  
材料

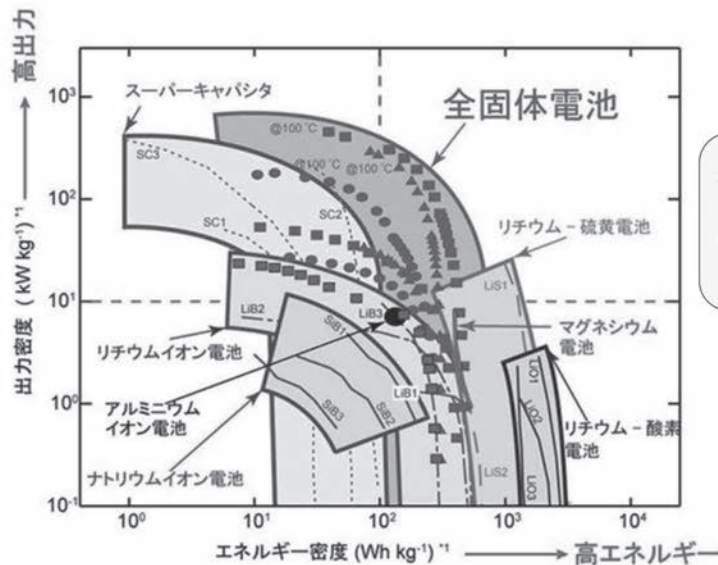
電解液

一般社団法人 電池工業会 ホームページより抜粋

## 7. バッテリーの進化



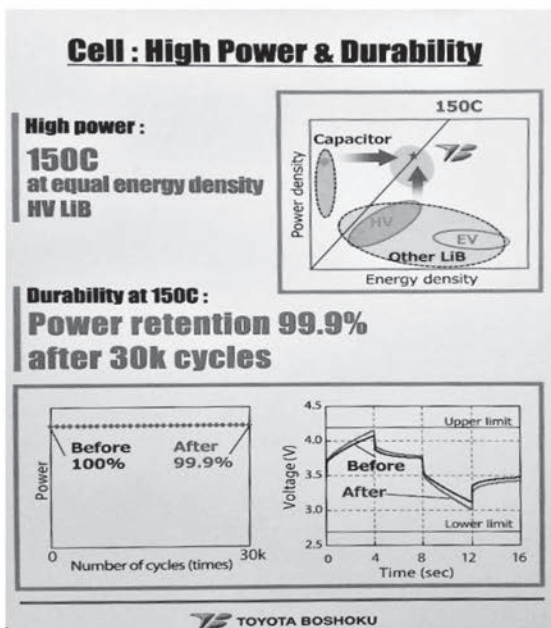
## 7. バッテリーの進化



新構造、新機構、新材料、等の進化で出力とエネルギーとも急激に進化している

\*1: 活物質重量あたり

## 7. バッテリーの進化



キャパシターとリチウムイオンバッテリーの良いとこ取りのバッテリーにより、EVのコストパフォーマンスは飛躍的に向上。

### C(シー)の定義

充電及び放電のスピード。

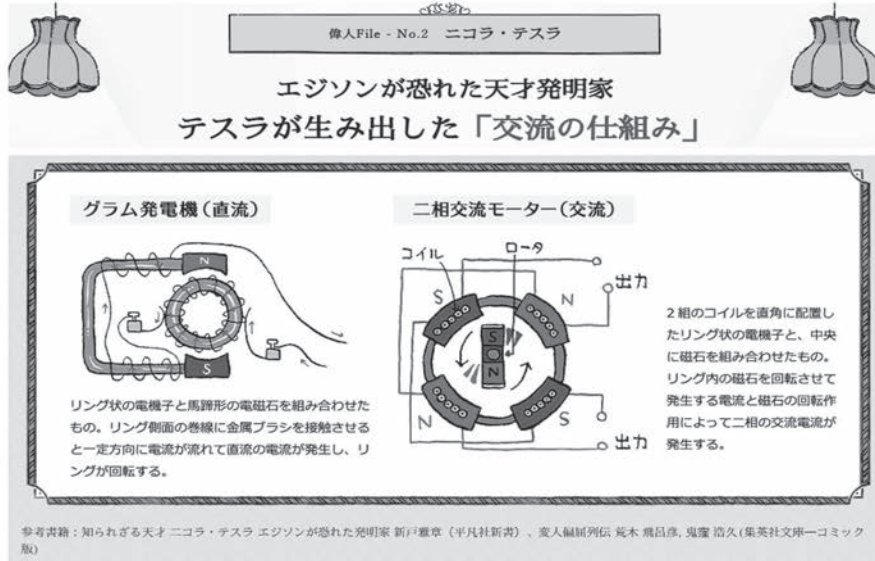
定電流充放電測定にて、電池の理論容量を1時間で完全充電(または放電)する電流の大きさを1Cとする。

Ex. 電池容量が2Ahの時 1Cなら2A  
2Cなら4Aとなり大きさの逆数が充放電時間となる

2018年パリモーターショー  
トヨタ紡織ブースでの展示説明資料より抜粋

## 8. モータシステムの進化

発電機とモータは同時に誕生した？

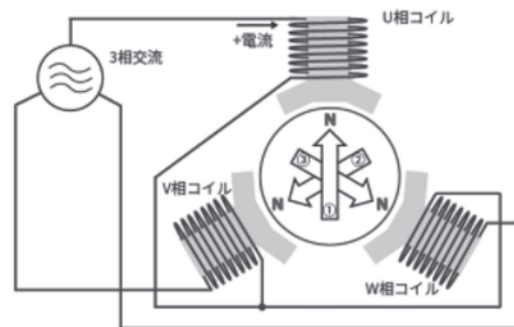


・大阪ガスWebからの偉人ファイルNo.2 ニコラ・テスラ の資料より抜粋

## 8. モータシステムの進化

送電線が少なく出来る三相 三相発電機は三相モータ？

三相交流の電気が三相モーターに送られると、今度は発電機（運動→電気）と逆のパターン（電気→運動）になります。最大電圧のタイミングが均等にずれている3本の電線が同じ機械に接続されると、磁力の高い場所が円の中で次々と順番に移り変わるため、それを磁石が追いかける形で、結果的に回転エネルギーが発生します。



(画像：ローム社)

三相モーターにはコイル（鉄心溝）の数や極数の異なるいくつかの種類がありま

すが、基本の原理は皆同じです。三相交流は、3本の線でそれぞれに送られてくる単相の電気を3つ合わせてひとつの力にするので、大きな動力を動かすのに適しています。

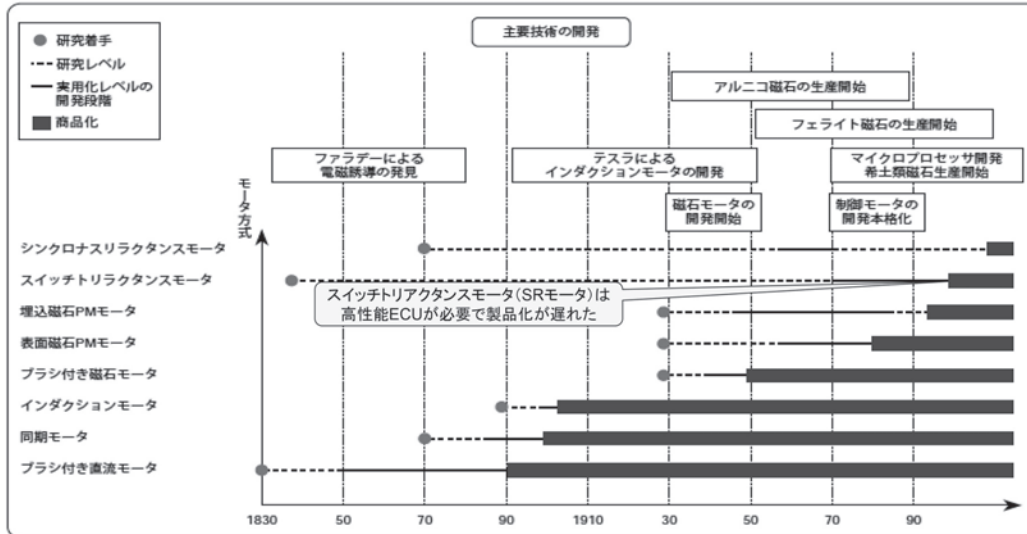
ミカド電装商事ホームページより抜粋



## 8. モータシステムの進化

### モータの種類と製品化の歴史

コントローラの進化で90年代以降に多様化



Matsusita Technical Journal Vol.51 No1. Feb.2005 本田幸雄氏「モータが開く豊かな未来」より抜粋

## 8. モータシステムの進化

自動車はECU・CPUが進化して電装モータから拡大している

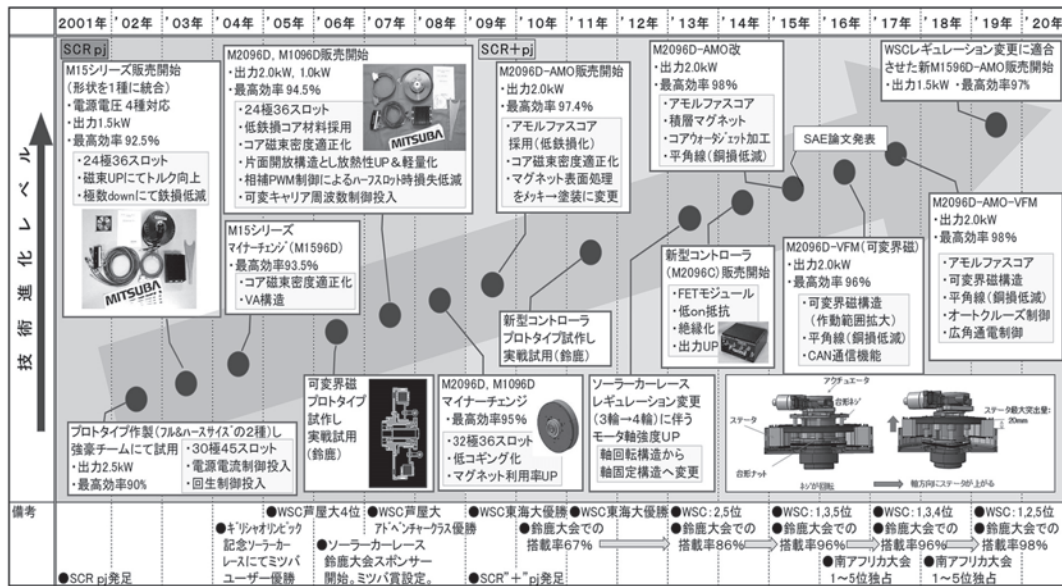
分野	商品	60年代	70年代	80年代	90年代	00年～
情報	音響		DDLコードプレーヤー		ヘッドホンステレオ	MD
	映像		VTR DDシリンダー			DVD
	OA・ファン			OA冷却ファン	PPCDラム駆動	LBPポリゴンキャナー
	記録メディア			FDD	HDD	CD-ROM
	携帯電話					DVD-ROM/RAM
家電	エアコン			ファンモータ	コンプレッサモータ	コンプレッサモータ
	冷蔵庫					
	洗濯機					ブラシレス洗濯機モータ(遠心力)
	掃除機					コードレスクリーナーモータ
産業	FAサーボ			ACサーボモータ		
	一般産業モータ					汎用ブラシレスモータ
自動車	電装モータ					ハイブリット型電気自動車
						ブラシレスモータ

ブラシレスモータ化の推移

Matsusita Technical Journal Vol.51 No1. Feb.2005 本田幸雄氏「モータが開く豊かな未来」より抜粋

## 8. モータシステムの進化

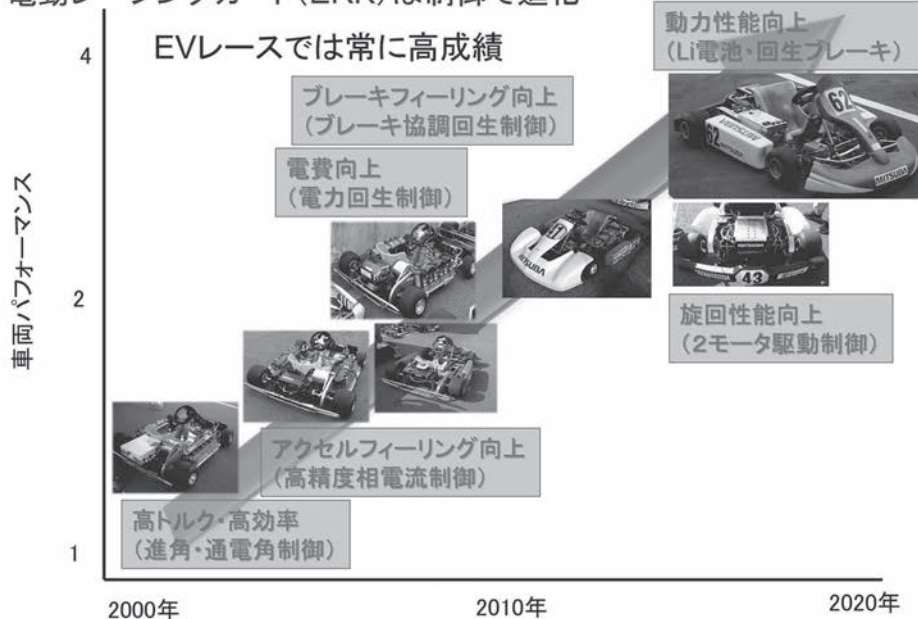
### ソーラーカーレース用ブラシレスモーター駆動システム進化



ミツバSCR+(ソーラーカーレースプラス)プロジェクト開発の歴史 ミツバより提供2020年9月21日

## 8. モータシステムの進化

### 電動レーシングカート(ERK)は制御で進化



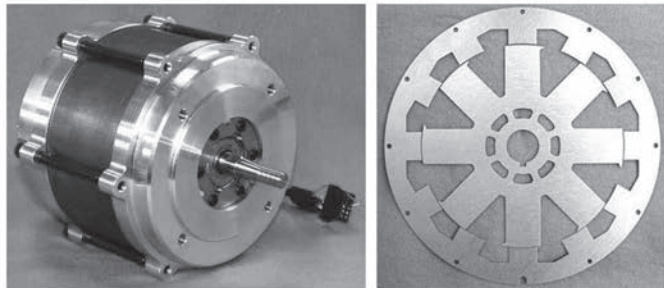
## 8. モータシステムの進化

ERK用SRモータシステムの仕様例

### 【モータ仕様】

極構成:ステータ12極ロータ8極  
電源電圧:72[Vdc]  
最大電流:400[Apeak]  
ロータ位置検出:レゾルバ(2X)  
最大出力:16.2[kW]  
最大トルク:36.1[N・m]  
最高効率:92.1[%]  
電磁気部質量:11.8[kg]  
モータASSY質量:13.8[kg]

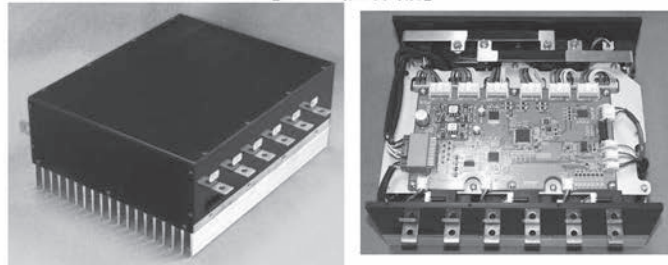
[モータ試作品]



### 【ドライバ仕様】

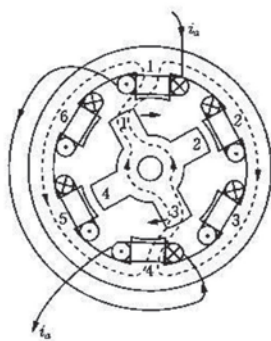
電源電圧:72[Vdc]  
パワー素子:MOS-FET  
パワー素子耐圧:150[V]  
パワー素子電流:605A(Tc=100°C)  
キャリア周波数:20[kHz]  
PDU質量:7.2[kg]

[PDU試作品]



## 8. モータシステムの進化

### 一般的なSRモータの構造と特徴



SRモータ (Switched Reluctance Motor)

#### 【原理】

ステータに配置されたコイルで作った電磁石を順に励磁し、鉄でできたロータ磁極を吸引し回転力を得る。

#### 【構造】

ステータ、ロータとも磁性体の突極構造である。

#### 【SRモータの利点】

- ・マグネットや整流子を使わないシンプルな構造で堅牢である。
- ・高回転化が可能で、小型軽量化が図れる。

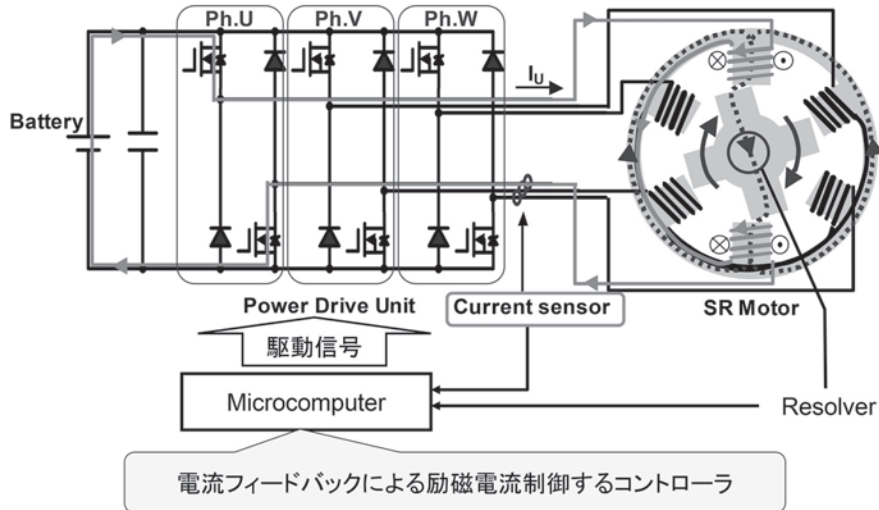
#### 【SRモータの欠点】

- ・トルクリップルが大きく振動・騒音が発生しやすい。
- ・力率が低く、パワー回路が大きくなる。

欠点は高性能なECUに適切な制御を入れて使うことで軽減・解決できる

## 8. モータシステムの進化

SRモータ制御は高速処理のECUが前提  
SRモータの駆動回路構成



## 8. モータシステムの進化

SRモータ制御は高速処理のECUが前提

SRモータは制御技術で実用化へ

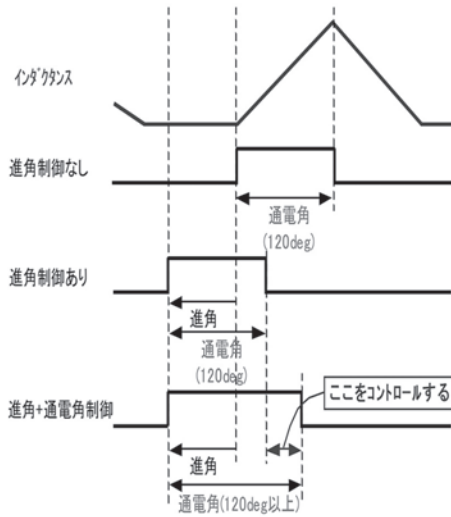
1. 駆動電流制御(進角・通電角制御)  
→SRモータの高出力化で可変ギヤレスへ
2. 回生制動制御  
→メインブレーキの代替えへ
3. 制動・駆動 連続最適制御  
→ECUの簡素化へ  
→走る曲る止まる機能の向上へ



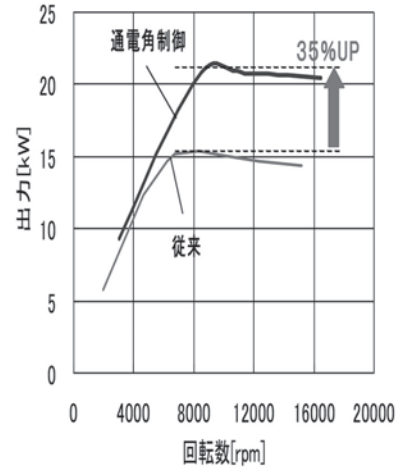
## 8. モータシステムの進化

SRモータ制御は高速処理のECUが前提

回転状態に応じた通電角制御による出力向上



<モータ出力特性>

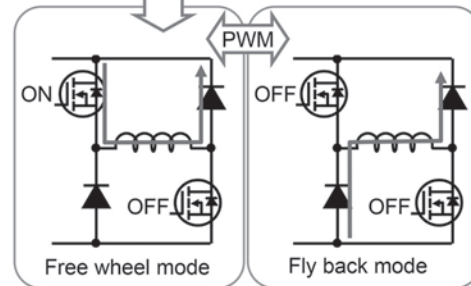
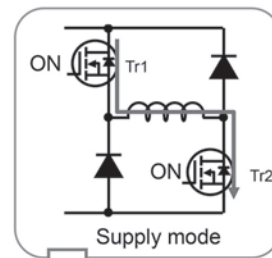
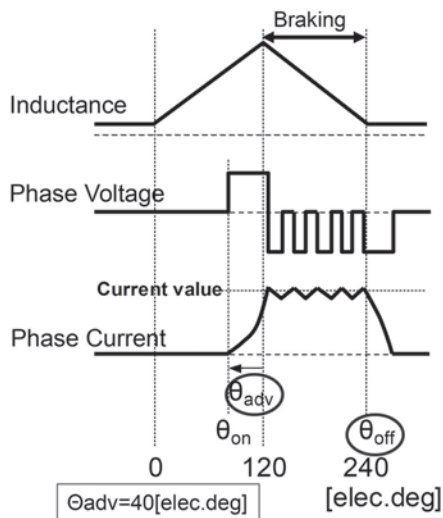


## 8. モータシステムの進化

SRモータ制御は高速処理のECUが前提

回生制動制御方法①

低回転時における回生制動制御

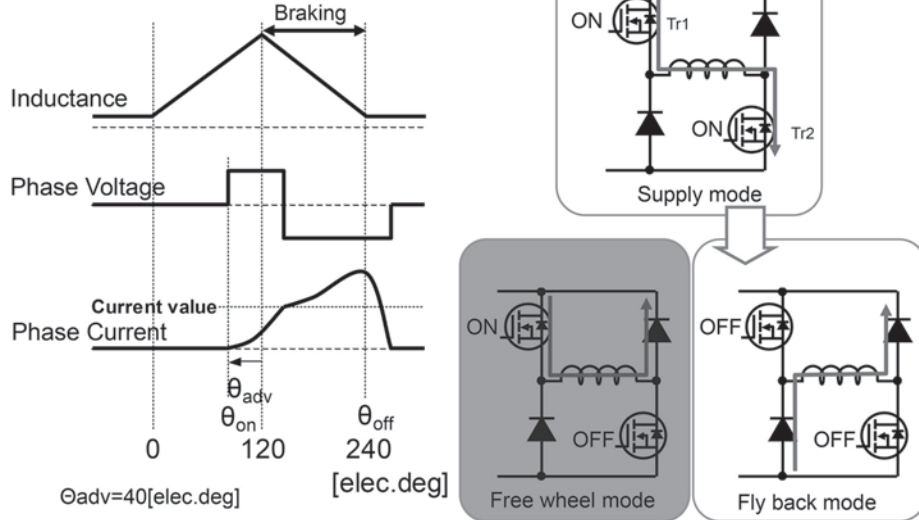


## 8. モータシステムの進化

SRモータ制御は高速処理のECUが前提

### 回生制動制御方法②

高回転時における回生制動制御

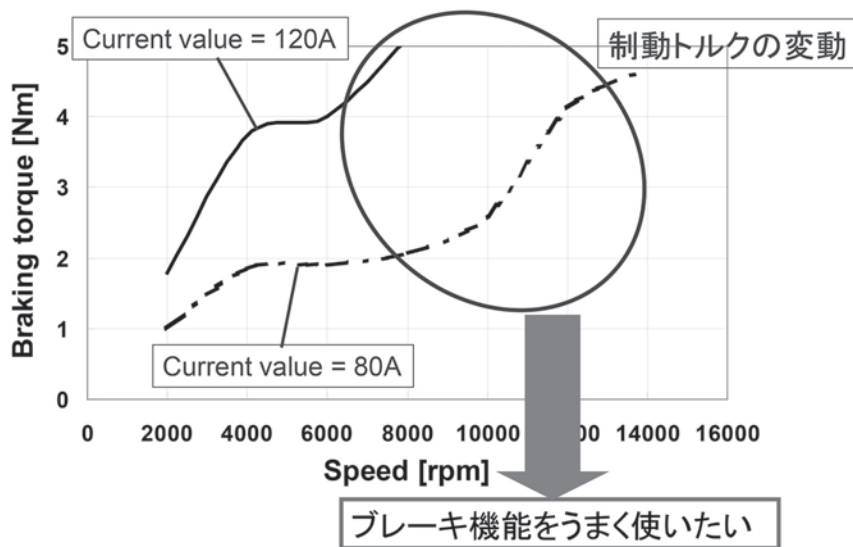


## 8. モータシステムの進化

SRモータ制御は高速処理のECUが前提

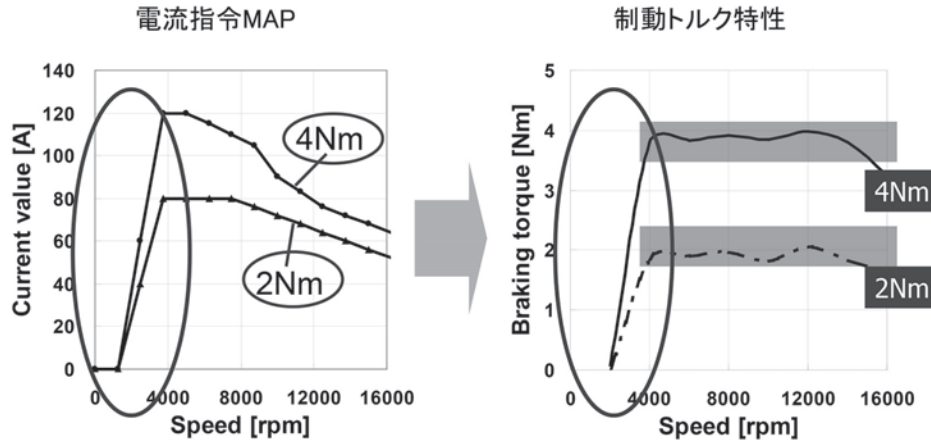
### 回生制動制御のコントロール

一定電流では回転数に応じてブレーキ力に変動する



## 8. モータシステムの進化

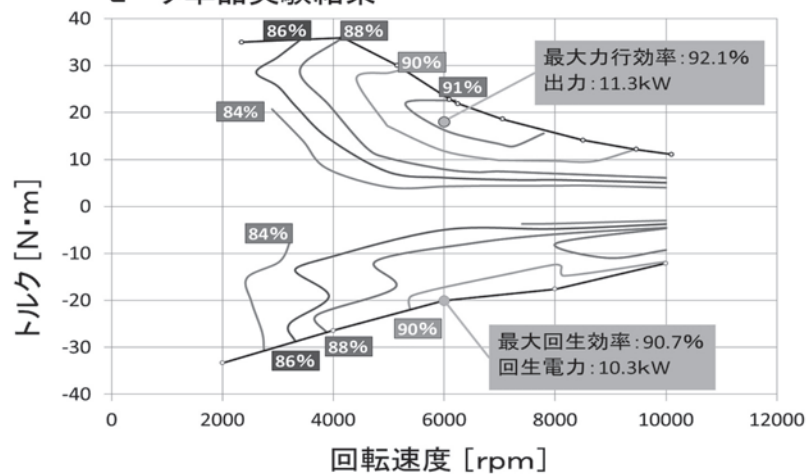
SRモータ制御は高速処理のECUが前提  
 回生制動制御でブレーキ力をチューニング  
 電流指令MAPと制動トルク測定結果



## 8. モータシステムの進化

SRモータ制御は高速処理のECUが前提  
 制御で回転数毎の制動・駆動トルクを作る

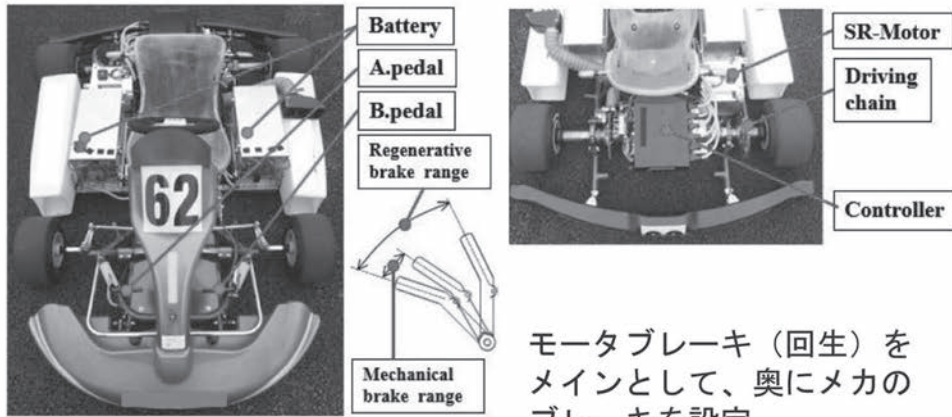
モータ単品実験結果



回生駆動の最大回生効率は90.7%、その回生電力は10.3kW

## 8. モータシステムの進化

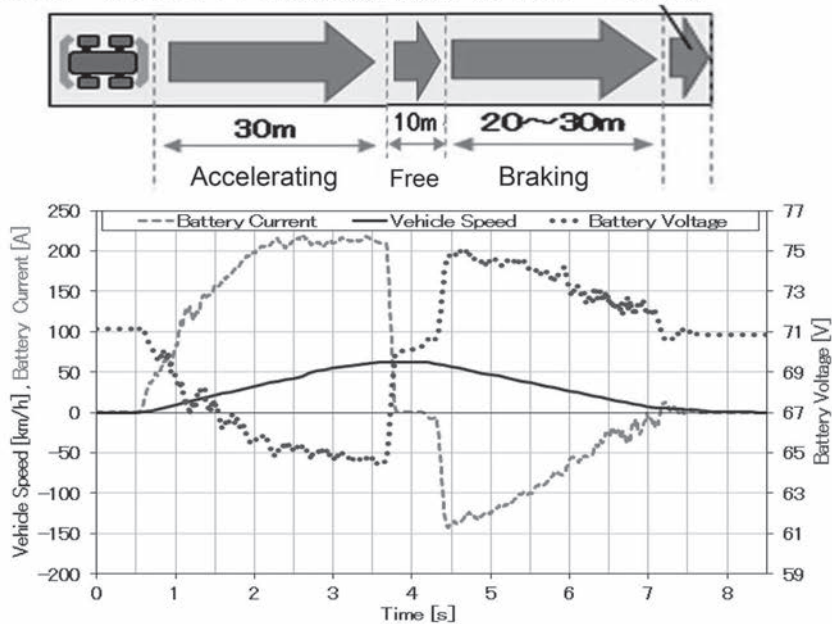
SRモータ制御は高速処理のECUが前提  
SRモータシステムで制駆動試験するERK  
ブレーキペダルをモータブレーキ優先で配置



モータブレーキ（回生）を  
メインとして、奥にメカの  
ブレーキを設定

## 8. モータシステムの進化

SRモータシステムで制駆動試験するERK Mechanical Braking





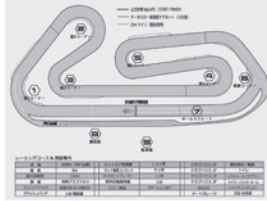
## 8. モータシステムの進化

62/72

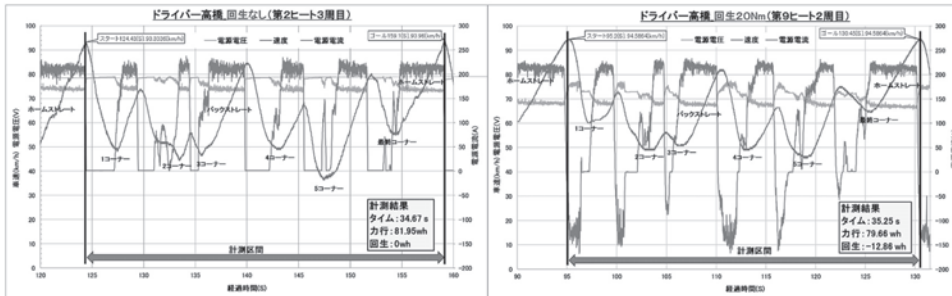
### SRモータシステムの実力

#### ERK(SRモータシステム搭載)サーキット走行試験結果

フェスティカサーキット周回データ



初期の電圧が違うので電力消費量の違いは比較出来ないが、回生ブレーキを使うことで、150Aの発電力が発生しており、電力消費低減は出来ている。  
 現在回生力設定は20Nmであり、今後は更に増す設定として同様の走行試験を行っていく。

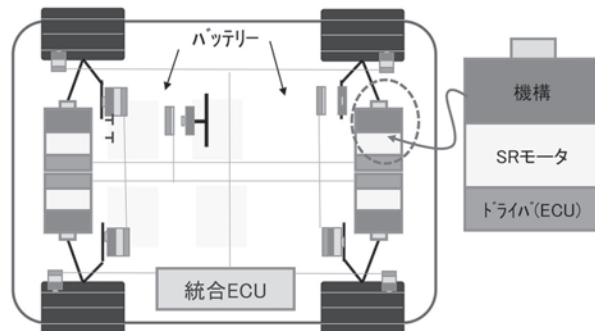


## 8. モータシステムの進化

63/72

DEVプラットフォームの提案例

サスティナブルな社会実現に貢献する  
 「全輪(4輪)独立制駆動  
 EVプラットフォーム」を  
 ドライエレクトリックビークル  
 (DEVと呼ぶ)として提案



総合的なコスパで見ると

DEV > エンジンV > HEV > EV

環境インパクトだけで見ると

DEV >> EV > HEV > エンジンV

作りやすさ・直しやすさで見ると

DEV >> EV ≒ エンジンV > HEV

4輪に独立した各モータシステムにより制駆動する。  
 変速ギヤ・クラッチ機構・液圧ブレーキ機構は使用しない。

モータは制御性の良いSRとする。

SR: スイッチドリアクタンス

車両としての制御は統合ECUが行う。

## 8. モータシステムの進化

MITSUBA

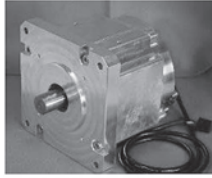
64/72

株式会社 ミツバ

### DEV用SRモータ特性

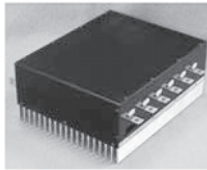
SRモータの制駆動特性(台車特性、安定化電源入力)

- ・インナーロータ型SRモータ
- ・3相独立結線、120度通電、45V



SRモータ

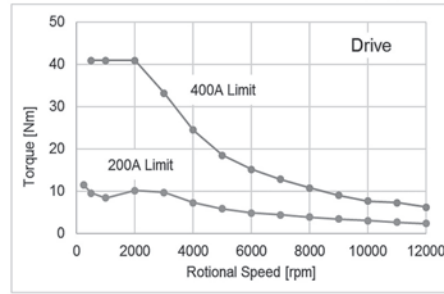
12極 8スロット  
大きさ  
170×170×200  
mm  
重さ  
15kg



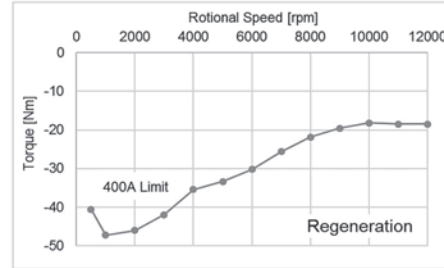
コントローラドライバー

32bitCPU 12FET  
大きさ  
220×270×110m  
m  
重さ  
7kg

MAXトルク駆動/制動 40/47[Nm]  
MAX出力駆動/制動 10/20[kW]



SRモータの駆動側(アクセル)特性



SRモータの回生(ブレーキ)側特性

力行(駆動)トルクよりも回生トルクが大きく出来る(高回転域では約2倍)

## 8. モータシステムの進化

MITSUBA

65/72

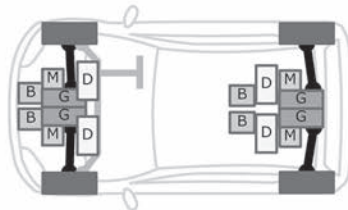
株式会社 ミツバ

### DEVに改造した試作車仕様

エンジン4WD車をベース車両としてSRモータ・ドライバ、ギア、バッテリーを独立に配置した4輪独立制・駆動車両を試作



- ・エンジン、トランスミッション、ラジエータ等取り外し
- 既存ブレーキ、EPS、ABS、ライト、ホーン関係は利用可能
- 既存軽自動車の足回りはそのまま
- 4輪動力伝達は各ドライブシャフトを利用



	ベース車	試作車
サイズ	L3395x1475x1605mm	
サスペンション形式	(前)マクファーソン式/(後)ド・デション式	
タイヤサイズ	(前後)155/65R13	
重量	870kg	986.5kg (57:43)
駆動方式	フルタイム 4WD	フルカスタマイズ 1~4WD
トランスミッション	5MT	1速のみ(1/13.5)
駆動電圧	-	45V/65Ah 2.9kWh x 4



3ペダル方式  
(回生ブレーキ、機械ブレーキ、アクセル)

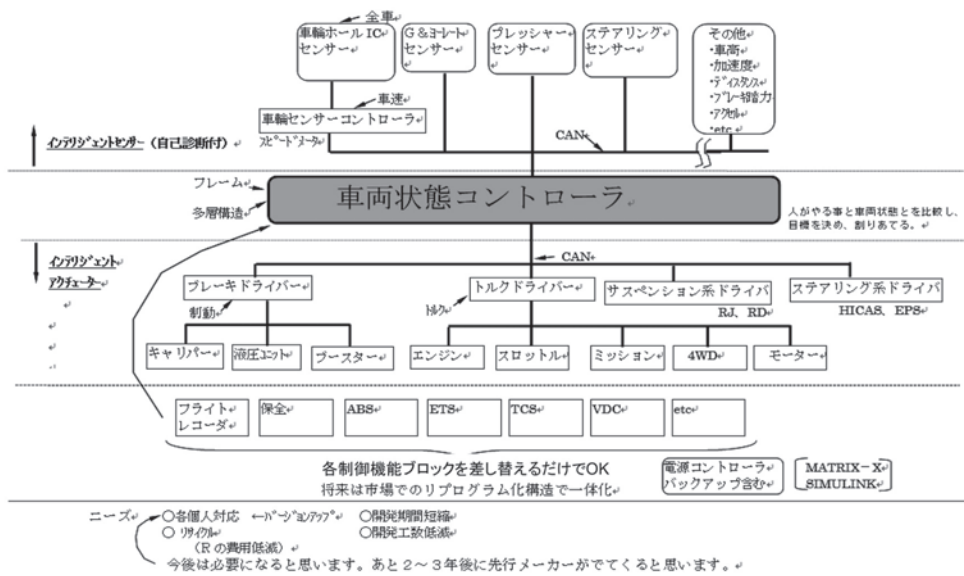


4輪駆動選択スイッチと状態表示

車両の基本機能を検証するための実験車両を試作し走行評価を実施

# 8. モータシステムの進化

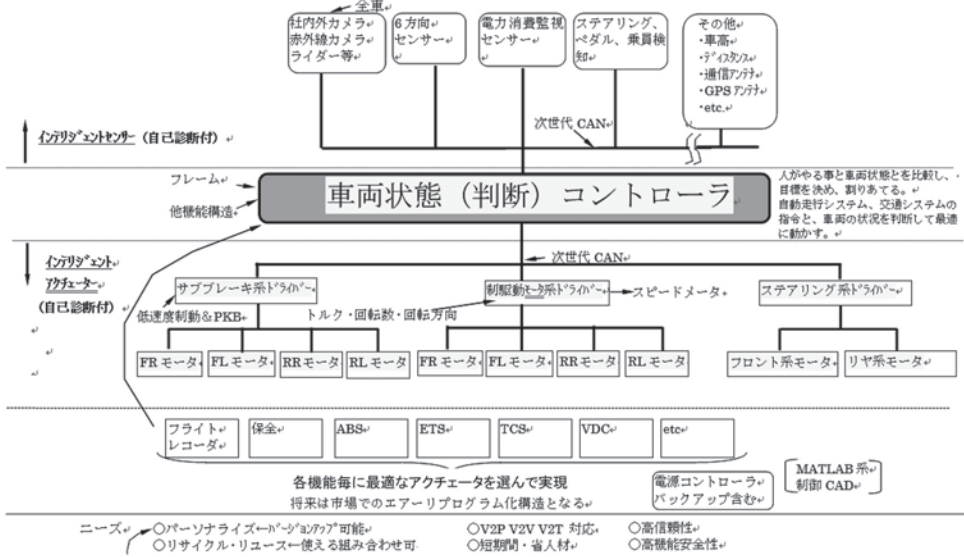
## 従来車のコントローラ構成例



# 8. モータシステムの進化

## DEV車のコントローラ提案例

### DEVは従来車よりシンプルなコントローラ構成となる



## 8. モータシステムの進化

### DEVのパフォーマンス

DEVがEVより優れる点は

- ・メインブレーキ系無し
- ・車輪速センサー無し
- ・変速機無し（・クラッチ無し）
- ・車両のECUアーキテクチャーは超シンプルに
- ・車両の総ソフトが超シンプルに
- ・車両開発が超短期間に
- ・車両製造組立は簡単に ・車両製造組立工場が小さく
- ・車両製造組立工場がクリーンに
- ・1充電あたりの航続距離が約倍に
- ・モーター製造時電力が大幅に低下
- ・高価なインバータ不要 ・インバータ高周波ノイズ無し
- ・充電機器として使用可能に ・自動走行対応が容易に

DEVがEVより劣る点は

- ・モータ制御時の制駆動音

## 8. モータシステムの進化

DEVで走る・曲る・止まるが進化する

エンジンは各輪ごとに分散配置は実質的に不可能だが  
モーターシステムは分割・分散が出来る為分散配置が可能  
それにより車の走る・曲がる・止まる機能は向上する

車両の各輪あたりの分担荷重が理想に近づけやすくなる  
⇒50:50の前後配分で タイヤの性能を100%使える  
⇒ヨー ロール ピッチ慣性を低下し 一体感が得られる  
⇒操安性・操舵性・乗心地・音振全ての素性が良くなる

これまで重量とコストをかけていた対策が不要となる

⇒遮音材 制振材 吸音材 マスダンパー ダイナミックダンパー

これまで重量とコストをかけていた補器が簡素化できる

⇒VSA(ABS) トランスファー 変速器 ブレーキ 車輪センサー



## 8. モータシステムの進化

DEV化で開発生産性は向上する

開発・生産への影響検討

エンジン系・変速ミッション・ドライブ系・液圧ブレーキ系等  
Boschの自動車ハンドブックのページ数で技術開発負荷を推定

Total : 1259ページ

省ける部分 油脂系: 30ページ  
エンジン・ミッション系: 316ページ  
ブレーキ系: 40ページ  
その他: 53ページ  
小計: 439ページ

追加する部分 SRモータ系: 約20ページ

単純計算でも35%が下がる為、1.5倍以上に生産性は向上。  
システムは絡み合っているのでその複雑さ対応を考慮すれば、  
最低でも2倍以上の生産性向上が出来る。

## 9. まとめ

EV化は急激に進化しており、SDGsにとって必要不可欠である。  
社会・産業・経済に影響大であり、世間一般に支持される事が重要である。

ガソリン、ブレーキ液等、油脂業界へのインパクト大

油田産業 ガソリントanker(船・車)産業 ガソリンスタンド 激減  
排気関連施設産業衰退 世界経済の変革が起こる

ブレーキ業界へのインパクト大

摩擦材(パット、シュー)需要激減 ブレーキ業界の縮小

自動車業界へのインパクト大

工場の縮小 製造設備産業の縮小  
新規異業種から参入が容易で競争激化

技術進化により、製品・部品が変化し、かつ機能が向上 戻れない

電球→蛍光灯→LED

真空管→トランジスタ→IC(集積回路)

機械式変速機→自動変速機→ベルト変速機→変速機無し

機械式ブレーキ→液圧式ブレーキ→液圧制御ブレーキ→電制モータブレーキ

## 参考文献・参照資料

経済産業省ホームページ「EV」2021年6月26日ニュース

文部科学省委託事業

『次世代自動車エキスパート養成教育プログラム開発事業』講義資料

実証実験授業講座名 — 次世代自動車 基礎地域版 — 『EV車のモーター技術』

日経BP Tech-On!用語辞典（ルネサステクノロジー 日立製作所 写真提供）

MOTORエレクトロニクス CQ出版 ①～⑩巻 2015年～2018年

次世代環境車(EV・FCV・PHV)の今後の動向2020年2月17日

トヨタZEVファクトリー 副本部長 兼 チーフエンジニア 豊島浩二 講演資料

電気自動車の制御システム 電池・モータ・エコ技術 2009年6月10日初版発行

Model-Based Control Systems Design for Electric Vehicles

編著者 廣田幸嗣 足立修一 著者 小笠原悟志 出口欣高

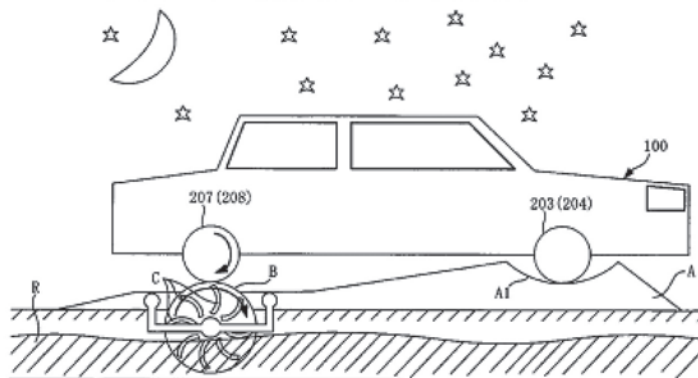
ボッシュ自動車ハンドブック 日本語第3版2014年10月8日第4刷発行

ロバート・ボッシュ GmbH

その他

## 参考

DEVは1輪を外力で回すと発電機能により充電が可能である。  
駐車中、停車中に、水流や人力を利用すれば・・・  
カーボンニュートラルの一解決策になり得る。



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-263678

(P2010-263678A)

(43) 公開日 平成22年11月18日 (2010. 11. 18)

## 自律走行ロボットの開発とつくばチャレンジへの挑戦

群馬大学情報学部 太田 直哉

人間が操縦せずとも自ら周囲の環境を理解し、障害物を回避して目的地に向かうロボットを自律走行ロボットと言います。また自律走行ロボットの実験走行会として、毎年つくばで11月に開催される「つくばチャレンジ」という催しがあります。私の研究室では10年以上にわたり、研究室で開発した自律走行ロボットをこの催しに出場させています。昨年度はコロナ禍で開催されませんでしたので、その前の2019年の実験会への参加の様子を本稿でご報告したいと思います。

自律走行ロボットとは、人間が操縦せずとも、ロボットが周囲の環境を理解して適切に走行するロボットのことで、私の研究室ではこのようなロボットを開発しています。しかし研究室の研究領域は情報工学ですので、ロボットの車体を作ることができません。そこでロボットの車体を作成できる企業との共同研究として、企業に車体の作成を担当してもらい、研究室では周囲の環境を理解して行動するためのセンサーやコンピュータソフトウェアを担当することで開発しています。

共同研究を行っている企業は2社あります。一つは株式会社リバストで、開発したロボットは図1に示すものです。センサーとしてはレーザーで周囲の物体の形状を計測するLiDAR(ライダー)と呼ばれるセンサーとカメラを装備しています。LiDARは地図上で現在ロボットがどの位置にいるのかを知るのに使うほか、障害物を検出して回避するためにも使います。もう一つのセンサーであるカメラですが、つくばチャレンジでは歩行者用信号を認識して横断歩道を渡ることが要求されますが、その信号を認識するために使います。

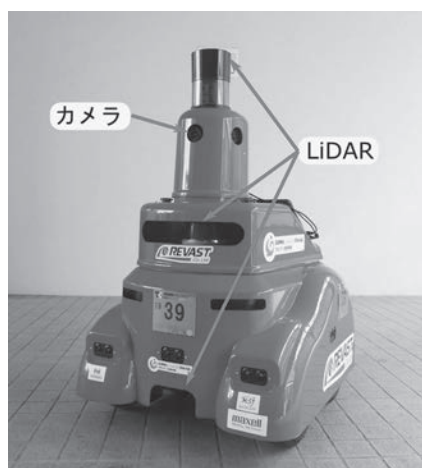


図1 リバストのロボット

共同研究を行っているもう一社は株式会社ミツバです。図2に示すロボットがミツバとの共同研究によって開発したロボットです。このロボットで特徴的なことは、レーザーを用いるセンサーであるLiDARを使用してお

らず、カメラだけで自律的な行動を可能にしている点です。このロボットは自分の位置を知ることも障害物を検出することもカメラからの画像のみを使って行います。技術的には、これはLiDARを使うよりも数段難しくなりますが、画像処理の技術を磨くテストベッドとして最適です。



図2 ミツバのロボット

2019年のつくばチャレンジでは、リバストのロボットはスタートからゴールまで完走しロボットに課せられたタスクを2つ実施して「課題達成」を成し遂げました。これは出場した59台のうちでリバストのロボットだけでした。ミツバのロボットは残念ながら完走できませんでしたが、カメラのみを使ったナビゲーションで約2kmを走行することができました。出場ロボットの中でセンサーがカメラのみなのは本ロボットだけですので、技術的にはこれは大きな成果だと考えています。

### <所属、連絡先> 太田 直哉 (おおたなおや)

群馬大学情報学部・教授  
次世代モビリティ社会実装  
研究センター・センター長

〒376-8515  
群馬県桐生市天神町1-5-1  
TEL/FAX: 0272-30-1842  
E-mail:  
ohta@gunma-u.ac.jp





## 自律移動型呼気飛沫除去装置エア・ワクチンの開発

群馬大学大学院理工学府 電子情報部門 高橋 俊樹

ウィズコロナ社会において室内空気環境の安全安心を確保することは強く求められており、空気中の飛沫除去技術の確立はこの要請に応えるものだと考えています。私たちの研究室ではエア・ワクチンと称した自律移動型呼気飛沫除去装置の開発を行っています。エア・ワクチンは、カメラ映像とマイクで集音した情報から人を検知し距離を計測して障害物をよけながら近くまで移動します。乱流と飛沫挙動の連成シミュレーションによって、飛沫を捕集するために適切な風量や風向を研究し、その情報を装置開発に利用しています。

## はじめに

新型コロナウイルス感染症が流行し始めて、もうすぐ2年になろうとしています。感染の波が5回もおとずれ、我々の生活は大きなダメージを受けました。2021年10月現在、感染者数が減少し落ち着きを取り戻しつつあります。しかし、感染拡大への対策を続けることは必要です。私たちの研究室(EEDL)では、空気感染のリスクを抑制する目的で、空気中の飛沫を捕集する装置を開発しています。装置をエア・ワクチン(Air VACuum Cleaning machINE)と名付けました。従来の空気清浄機も飛沫を捕集することは可能です。一般的な空気清浄機は、斜め上方に排気します。その気流が室内を広く循環して吸気口に戻ってくることで、広い空間の空気を清浄することができます。はたしてコロナウイルスを含む飛沫が室内を広く循環することは安全なのでしょうか。排気に留意しつつ飛沫を除去する必要があります。捕集のためには当然吸気せねばなりません、排気に比べて吸気の流速は大きくできないというのがファンの本質的特性です。空気清浄機は排気を使って室内に大きな循環気流を生成できます。しかし、吸気のみではそれが難しいので、結果的に飛沫源と捕集装置との距離を近づけなければなりません。では、どの程度の距離、どの程度の風量が必要なのでしょうか。それには、空気の流れ(乱流)の中を飛沫がどのように動くかを明らかにせねばなりません。

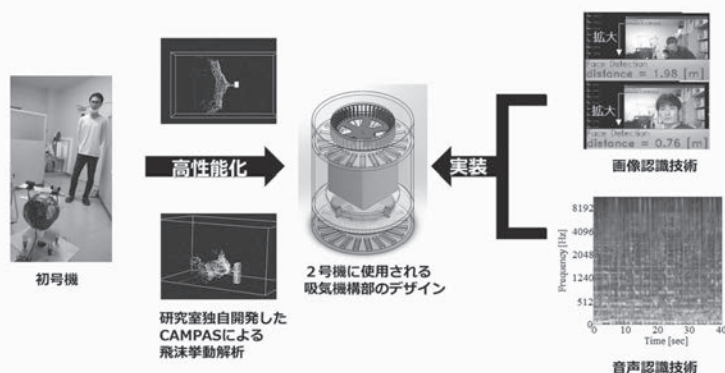
幸いEEDLには、室内に侵入した花粉の挙動をシミュレーションで明らかにしてきたという実績があります。シミュレーションにはCAMPASと呼ばれる研究室で独自開発した流体解析と花粉挙動解析を同時に行える統合コードを利用しています。室内のどの位置に空気清浄機を置けば最も効率良く花粉を除去できるのか、花粉はどのような場所に堆積しやすいか、などを調べることができます。このCAMPASを使って飛沫がどのように捕集されるかを調べ、構造や風量を研究しています。

必要とされる距離や風量がわかれば、「あとは装置に自律的に動いてもらいましょう」というのが我々の発想です。2021年度の1年間は、研究室の多くの学生がこの研究に取り組みました。

## 研究の要点

エア・ワクチンの開発概要を図に示します。初号機の開発から、吸気流量を大きくする必要性が出てきたので、現在改良中です。画像認識は単眼カメラを使って人の検知と距離計測を行い、エア・ワクチンは障害物をよけながら移動することができます。音声認識は、メル周波数ケプストラム係数によって人を検知し、画像認識と連携して最適箇所に移動できるようにします。ここは、まだ始まったところです。

## エア・ワクチン (Air-VACCINE : Air VACuum Cleaning machINE)



図：エア・ワクチン開発の概要

## まとめと考えられる応用面

画像認識と音声認識を用いて自律的に移動し呼気飛沫を除去するエア・ワクチン装置を開発中です。大人数の空間で稼働できる装置を実用化したいと考えています。人の動線を分析して邪魔にならない所で頑張っ飛沫をとり続ける月見草のように慎まやかな装置の開発を目指しています。

## &lt;所属、連絡先&gt; 高橋 俊樹 (たかはしとしき)

群馬大学大学院理工学府  
電子情報部門 准教授  
専門：高温プラズマ物理学

〒376-8515  
群馬県桐生市天神町 1-5-1  
TEL：0277-30-1746  
FAX：0277-30-1707  
E-mail：t-tak@gunma-u.ac.jp  
URL：  
<https://eedl.ei.st.gunma-u.ac.jp/>





# “こわれる”の可視化をベースにした産学連携研究

群馬大学大学院理工学府 環境創生部門 河井 貴彦

X線を用いた精密構造解析手法を用いて、高分子材料の破壊の可視化研究を行っている。これまで高分子鎖の状態（配向性、結晶性など）を明らかにすることで変形および破壊現象を理解しようとする試みがなされてきたが、我々は放射光を用いて変形過程で生じる微細な空孔を散乱解析から定量化する“古くて新しい”試みを行っている。ナノサイズの空孔が形成されると延性が向上するという興味深い現象について、そのメカニズムの解明を目指し、また産学連携を通じた応用研究も行っている。

## はじめに

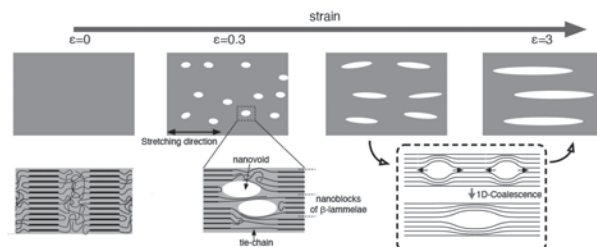
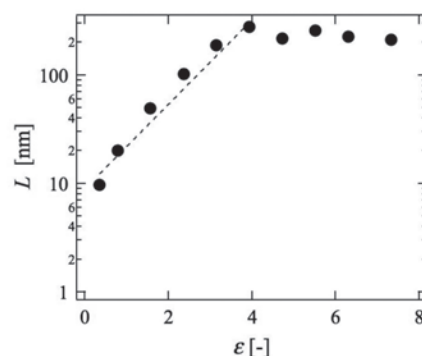
21世紀に残された最大の学問領域が“破壊”であると言われている。

高分子は一般的に延性に富む材料であるが、その変形のプロセスは複雑で、局所的な破壊と再組織化を繰り返しながら最終的に破断する。コロナ渦ではなかなかいけないが、居酒屋でビールを飲みながらおしぼりの袋を引っ張ってみる。半透明であったフィルムが白くなり破れる。この間、フィルムのポリエチレンは伸張され、局所破壊により空孔が形成されることで白化し、破断に至る。このような破壊挙動は従来高分子鎖の状態評価、すなわち結晶性や配向性の変形に伴う変化を基に議論されてきた。我々のグループでは強力な光源として放射光X線を用い、変形で生じる内部空孔による散乱を同時測定かつ精密解析することにより、空孔構造の詳細を可視化する試みを行っている。本報ではこのような材料の破壊に関する基礎研究の最近の成果について紹介する。

## 研究の要点、実験内容、結果など

我々の実験は主にSPring-8(兵庫県)にて行っている。研究室で開発した超小型試験機を持ち込み、様々な温度、速度条件下で高分子試料を延伸し、その過程を二次元ディテクタをもちいて小角散乱(1nm~100nmのスケールに相当)像を連続測定する。得られた散乱像をモデル関数を用いて数値解析し、ナノサイズの空孔(ナノポイド)サイズ、空孔数、空孔体積、空孔配向度などの空孔構造パラメータを算出する。図は高分子フィルムの延伸実験で観察されたナノポイドのサイズ変化を示しており、下部に結果から明らかになった空孔形成および成長のモデル図を示した。試料は高い耐衝撃性(タフネス)を有することで知られたポリプロピレンであるが、延伸に伴って10nm程度の空孔が形成され、延伸に伴って指数関数的に大きくなるのが初めて明らかになった。このメカニズムとして降伏点近傍で形成されたナノポイドが延伸によって伸長されるのではなく、分子鎖方向に滑ることによって他のポイドと融合し肥大化する

新しい説を提案した。ここではナノポイドの可動性が重要であり、応力集中を“かわす”働きをもたらすことでタフネス化が実現すると考えられる。これまで詳細が不明であったナノポイド形成が誘起するタフネス化メカニズムについて、現在さらなる研究を行っている。



## まとめと考えられる応用面

空孔の可視化による破壊の研究例を紹介した。ナノポイドの積極的導入によるタフネス化の実現、また変形過程で形成されるナノポイドを制御することで新規高分子多孔膜の開発などについて、産学連携を通じて今後も研究を進めていきたい。

### <所属、連絡先> 河井 貴彦 (かわいたかひこ)

群馬大学大学院理工学府  
環境創生部門 助教  
太田キャンパス

〒 373-0057  
群馬県太田市本町 29-1  
TEL : 0276-50-2435  
E-mail :  
kawaitakahiko@gunma-u.ac.jp



# 摩擦圧接によるポーラスアルミニウムと熱可塑性樹脂の接合

群馬大学大学院理工学府 知能機械創製部門 半谷 禎彦

ポーラスアルミニウムは、軽量でありながら衝撃吸収性や断熱特性などに優れるため、自動車部材や建材などへの適用が期待されている。しかしながら、ポーラスアルミニウム単体では引張強度や曲げ強度が低いといった問題がある。樹脂との複合化は軽量性を維持しながら高強度化できる一つの方法として期待されている。摩擦圧接は短時間、かつ低温での接合が可能な接合法として注目されている。そこで、本研究では摩擦圧接により、熱可塑性樹脂とポーラスアルミニウムの接合を試みた。

## 1. はじめに

低比重で高衝撃吸収性・高断熱性・高遮音性など、多くの優れた特性を有するポーラスアルミニウムは多孔質金属であり、自動車を含む輸送機器、工場や高速道路の遮音壁など、様々な用途に用いられることが期待されている。ポーラスアルミニウムと樹脂素材を接合し工業製品への適用性を向上させることで、輸送機器等の軽量化や運転コスト削減、環境負荷低減を図ることが可能であると考えられる。本研究では、ポーラスアルミニウムと熱可塑性樹脂板の摩擦圧接による接合を試みた。摩擦圧接は短時間かつ低温での接合が可能であり、被接合材の品質を保ちながら接合できることが期待される。

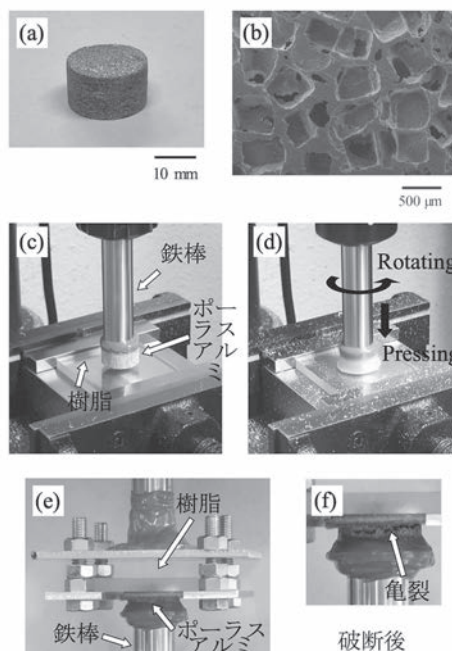
## 2. 実験方法

図(a)に本研究で用いたポーラスアルミニウムの外観、図(b)にその表面の走査型電子顕微鏡画像を示す。このように、ポーラスアルミニウムは表面に多数の気孔が存在していることがわかる。図(c)に摩擦圧接のセットアップを示す。ポーラスアルミニウムをステンレス丸棒の先端に接着しフライス盤ワーク固定部に装着し、熱可塑性樹脂板を治具を用いて万力に固定した。図(d)に示すように、ポーラスアルミニウムを回転させポーラスアルミニウムを樹脂板に押し込んだ。

## 3. 実験結果と展望

摩擦圧接時に、ポーラスアルミニウムと樹脂板の間に摩擦熱が発生し、その摩擦熱により樹脂が軟化しポーラスアルミニウムの気孔部に侵入する。回転を止めると冷却され樹脂がそのまま固化し接合が完了する。摩擦圧接時の時間は、数秒から数十秒であり、回転数・押込速度・押込荷重などの調整で短時間での接合ができる。図(e)は接合体の引張試験の様子である。治具の下の方に接合体を引っ掛け、上下に引っ張ることで破断させる。図(f)は破断後の拡大写真であり、亀裂はポーラスアルミニウム部で生じている。回転数が遅く摩擦熱があまり発生しない条件では、接合強度が低く接合部での破断が観察される。一方、条件をうまく設定すると、樹

脂が軟化し気孔に侵入することで、ポーラスアルミニウム自体の引張強度よりも高い接合強度が得られる。この方法により短時間かつ低温で接合できることが期待できる。



図の説明 (a) 本研究で用いたポーラスアルミニウム (b) ポーラスアルミニウム表面の走査型電子顕微鏡画像 (c) ポーラスアルミニウムと樹脂の摩擦圧接 (d) 回転させたポーラスアルミニウムを樹脂に押し込み、摩擦熱で樹脂を軟化させ気孔に侵入させる。アンカー効果により接合する。(e) 接合体の引張試験の様子 (f) 引張破断後の写真。ポーラス部で亀裂が生じ、ポーラスアルミニウム自体よりも強固な接合を達成。

<所属、連絡先> 半谷 禎彦 (はんがいよしひこ)

群馬大学大学院理工学府  
知能機械創製部門 教授

〒 376-8515  
群馬県桐生市天神町 1-5-1  
TEL : 0277-30-1554  
E-mail :  
hanhan@gunma-u.ac.jp





## 群馬大学クラウドファンディング プロジェクト 群馬大学／小児重症心不全患者を救いたい！ 超小型人工心臓の開発

群馬大学大学院理工学府 准教授 栗田 伸幸

現在、日本の研究開発費は横ばい状態が続いており、日本人の論文の割合が低下していることが指摘されています。大学から教員に支払われる研究費は十～数十万円に過ぎません。少ない研究開発費では研究の継続自体が難しく、論文も書くこともままなりません。教員は科学研究費補助金に応募します。しかしながら、科研費の採択率は20%～30%程度ですので、研究者の75%程度は不採択ということになります。このような状況において、新しい研究資金の獲得方法として注目を集めているのが、学術・研究系クラウドファンディングです。クラウドファンディング(crowdfunding、以降CF)とは群衆(crowd)と資金調達(funding)を組み合わせた造語です。インターネットなどのメディアを通して自らの活動や夢を発信することで、想いに共感した人や活動を応援したいと思ってくれる人から財源の提供や協力など募るしくみです。CFサイトのREADYFORは2017年以降、全国35の大学と包括連携協定を結び、研究者からCFのプロジェクト提案を受け付けています。



図1 プロジェクトページのトップ画像

群馬大学もREADYFORと、36校目として業務提携を締結しました。そして、2021年10月18日に業務提携第一号プロジェクトとして、「群馬大学 | 小児重症心不全患者を救いたい！超小型人工心臓の開発」を公開いたしました(募集期間：2021年10月18日～2021年12月16日)。プロジェクトメンバーは、著者(栗田伸幸)の他、医学部・循環器外科教授・阿部知

伸先生、板橋英之副学長、浅尾高行数理工学データ科学教育研究センター長の4名です。著者は人工心臓の駆動方法のコアとなる磁気浮上モータの研究者です。阿部先生はアメリカでの人工心臓埋込手術の経験が豊富です。板橋先生には本プロジェクトのプロモータ的役割を担っていただきました。浅尾先生は先端医療開発センターのセンター長も兼任し、医療機器開発経験も豊富です。



図2 メンバーで議論する様子

薬物治療も効果をあげないほどの重症心不全患者の救命のためには心臓移植が最も有効です。しかしながら、実際にドナーが見つかり心臓移植ができるまでには平均4年にも及ぶ長い待機時間が必要となります。この間、心臓を休ませるために必要となるのが人工心臓です。健康な方の場合、心臓は1分間に約60回拍動し、約5Lの血液を全身に送り出します。この能力が例えば半分になってしまう状態が心不全です。仮に血流量が半分に減少したとすると、心臓は心拍数を2倍にし、必要な血液を体に送ろうとします。つまり、安静にしているときでも心臓だけはマラソンをしているような状態になってしまいます。この状態が続けば心臓にとっても負担がかかります。そこで、人工心臓によって血流量の半分をポンプで補うことで心臓を休ませ、4年にもおおよぶ長い待機時間を乗り切れるようにします。成人用の人工心臓は一般的な治療になりつつありますが、小児用人工心臓は小型であるため製作が難しく、また成人に比べ患者数が少ないこともあり、収益を出すことが難しいため企業が取り

組みにくい課題となっています。そこで私たちは、重症心臓病を患った小児の救命のため、彼らのQOLをできる限り保つために小児の体内に埋め込むことができるほど小型な人工心臓を開発したいと考えました。科研費等でも研究資金を得ることができますが、その先の製品化を目指すには企業による開発が必要になります。しかし、小児人工心臓は収益を得ることが難しいため企業にとっては障壁が高いです。こうした医療サイドからは必要性を訴えているものの企業サイドから事業化が難しく、なかなか進められない現状は医療業界では多々あります。そのため、まずはクラウドファンディングで支援を集め前に進めたいと考えました。

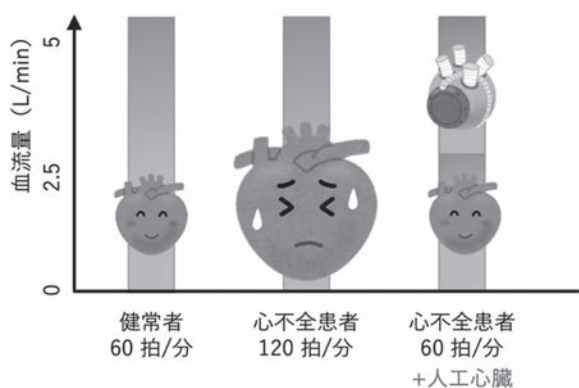


図3 人工心臓の使われ方

当初の目標金額(第一目標)は700万円としました。用途は人工心臓試作機の製作費用や人工心臓駆動のための制御器製作費用です。10月18日に群馬県庁のNetsugenで記者会見を行い、プロジェクトをスタートしました。多くのメディアで取り上げられたこともあり、すぐに非常に多くの方々からご支援をいただき、第一目標はわずか9日間で達成することができました。その後も、2021年11月10日、プロジェクトスタートからわずか24日で第四目標の1600万円を達成し、2021年12月13日には、713名もの方々のご支援により、第五目標の3000万円を達成することができました。ご支援いただいた方の中には実際にお嬢様が人工心臓の補助を受けているという方や、お子様を心不全でなくされた方など、真に人工心臓を必要とされている方がたくさんいらっしゃいました。身の引き締まる思いです。CFは成功裏に終了しましたが、当然ですがここからが本当のスタートです。これからますますがんばりますので、引き続きの応援をよろしくお願い致します。



図4 第五目標と用途の図



## 編集後記

勤務先の大学で次年度の就職担当を拝命した。前回担当した6年前は100社以上の来訪面談があった。ところがコロナ禍により2020年3月頃からは来訪はほぼなくなり、2020年後半頃からオンライン面談が実施され始め、2021年はほぼ全部がオンライン実施となったそうである。本誌が発行の頃には面談をかなりこなしているかと思うが、どうなっているだろうか。オンライン面談でも業務的には全く問題ない。

しかし、画面を見て表情等はわかるはずなのだが、モニタ越しだとちょっと脱線して世間話をするという雰囲気にはなりにくい。会社の方と接すると、なんとなくその会社の雰囲気や社風というのが感じられることがあるが、オンラインではあまり感じなさそうな気がする。面談は事務的なもので終わり、面会者の印象も

残りにくいだろう。多分読者の方も同じように感じられると思う。就職面談業務としてはこれでも遂行できるわけだが、その他の、特に人物を見るのが重要な、例えば企業の採用面接のご苦勞は如何ばかりか、と思う。オンライン面接のみで入社に到った今年度の新入社員はどうだったのだろうか。採用のプロから見て、対面面接の場合と比べて、オンラインの場合の人物評価は従来と変わらずできたのだろうか。やはり、人間というのは社会的動物であるので、「面と向かって」ということが重要である気がする。以前勤めていた会社の同期入社者に人事担当がいるので、機会があれば是非聞いてみたいと思っている。

(電気電子コース就職担当 高橋佳孝)

### 特定非営利活動法人

## 北関東産官学研究会役員名簿

**理事(会長)**：\*根津紀久雄(特定非営利活動法人 北関東産官学研究会 会長)

**理事(副会長)**：\*小宅 勝(群馬県立群馬産業技術センター 所長)、\*小沼健夫(サンデンリテールシステム(株) 総務人事本部 部長)、\*志賀聖一(群馬大学 名誉教授)

**理事**：石川利一((公財)群馬県産業支援機構 理事長)、\*阿久戸庸夫(株)ミツバ相談役)、大久保明浩(群栄化学工業(株) 開発本部長)、牛山 泉(足利大学 理事長)、鮎澤恭一(関東精機(株) 取締役社長)、三ツ橋隆史(小倉クラッチ(株) 技術本部 張力・産官学担当部長)、辻田雅文(日本コークス工業(株) 栃木工場長)、\*黒田正和(群馬大学 名誉教授)、\*黒田真一(群馬大学大学院理工学府 教授)、\*甲本忠史((一財)地域産学官連携ものづくり研究機構 リサーチフェロー)、小島 昭(特定非営利活動法人 小島昭研究所 理事長)、\*渡邊智秀(群馬大学大学院理工学府 教授)、久米原宏之(群馬大学工業会 理事長)、塚越隆史(桐生瓦斯(株) 代表取締役社長)、\*大津 豊(桐生市産業経済部 部長)、\*石原雄二(桐生商工会議所 専務理事)、北田勝義(株)ミツバ 社長執行役員)、登坂正一(太陽誘電(株) 代表取締役社長)、岸本一也(株)山田製作所 代表取締役社長)、松原維一郎(吉澤石灰工業(株) 代表取締役社長)、伊藤正実(群馬大学 教授)、石川赴夫(群馬大学 名誉教授)

**監事**：竹内康雄(竹内税理事務所 所長)、石間経章(群馬大学大学院理工学府 教授)

**顧問**：石間経章(群馬大学大学院理工学府 府長)

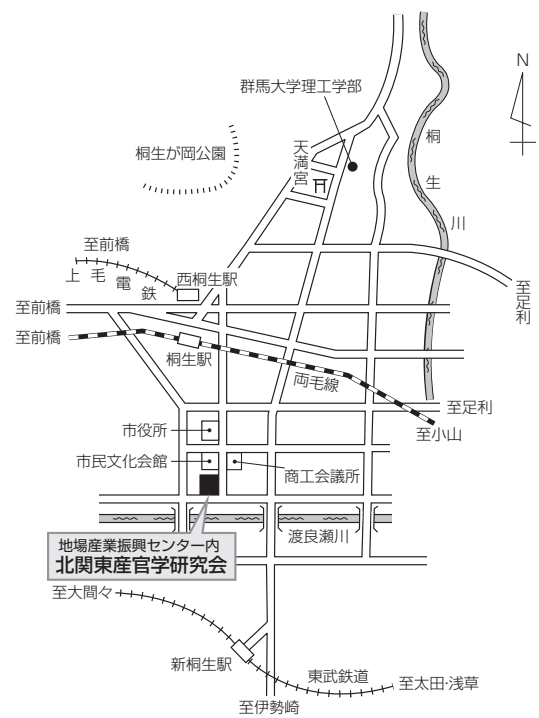
(注)\*は常任理事

**登録顧問**：団長 根津紀久雄

**専門部会**：群馬地区技術交流研究会(会長 松浦 勉)、北関東地区化学技術懇話会(会長 中川紳好)、複合材料懇話会(会長 山延 健)、地中熱利用研究会(会長 根津紀久雄)

**HiKaLoニュース編集委員会**：委員長 渡邊智秀

**HiKaLo技術情報誌編集委員会**：委員長 石間経章、委員(高橋佳孝、高橋 亮、横内寛文、野田玲治、伊藤正実、菅野研一郎、渡邊智秀、栗田伸幸、鈴木孝明、根津紀久雄、萩原三男)、他連絡委員数名



# HiKaLo 技術情報誌

第78号 Vol.21, No.3

2022年1月20日 発行

編集・発行：北関東産官学研究会 編集委員会

《お問い合わせ先》 山藤まり子

〒376-0024 桐生市織姫町2-5

Tel 0277-46-1060

Fax 0277-46-1062

印刷：株式会社 上昌



桐生市役所

※HiKaLoとはNPO法人北関東産官学研究会の英訳  
Highland Kanto Liaison Organizationの頭文字  
から名付けられています。