

JARI Research Journal

2024年
9月号



JARI Research Journal 2024年9月号

●一般記事

【エッセイ】 「JARI 標準セル」および「JARI セル2」の開発について p. 1～
—FCDIC 産業貢献賞受賞報告— (6 p)

沼田 智昭（環境研究部） JRJ20240901

【エッセイ】 JST S-イノベの活動を振り返って p. 7～
(4 p)

鎌田 実（研究所長） JRJ20240902

「JARI 標準セル」および「JARI セル2」の開発について

—FCDIC 産業貢献賞受賞報告—*

沼田 智昭^{*1}

Tomoaki NUMATA

はじめに

2024年5月23日(水)、一般社団法人燃料電池開発情報センター(FCDIC)主催の第31回燃料電池シンポジウムにおいて、一般財団法人日本自動車研究所(JARI)が「令和5年度産業貢献賞」を受賞しました。この産業貢献賞は、FCDICの活動に協力し、燃料電池の開発および関連産業の振興に功績をあげた団体または個人に授与されるものです。このたび受賞いたしました「研究開発用単セル(「JARI 標準セル」および「JARI セル2」)」は、2001年度からNEDO(国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構)の委託によりJARIが実施した「自動車用固体高分子形燃料電池システム普及基盤整備事業」や関連する事業の成果として得られたものです。このたび、受賞についてエッセイを寄稿することとなり、普段は文章を書く機会が少ない筆者が、試行錯誤しながら作文することとなりました。

2000年代当時のJARIは、燃料電池の分野に関する研究をスタートしたばかりでした。著者は偶然にも2000年にJARIに入所し、燃料電池の研究・試験を担当することになりました。大学では水素エンジンの研究に従事していましたので、水素つながりの業務を担当することができ、とてもうれしく、ワクワクしながら試験に取り組んでいました。ビッグプロジェクトを進めるために、関連企業から多くの出向研究者を受け入れ、出向者の皆さんの各企業のカラーを感じながら、ワイガヤで研究を進めていたことを懐かしく思い出します。

著者は、この研究に関わったメンバーとして、代表で授賞式に出席しました(図1)。ですが、今回、名誉ある賞を頂くことができたのは、橋正好行さん^{*2}、今村大地さん^{*1}、吉村昇さん^{*1}をはじめJARI内外の多くのメンバーの努力と成果であり、関係各位に改めて感謝いたします。



図1 授賞式より(今村大地 主管(左) / 著者(右))

* 2024年7月25日受理

*1 一般財団法人日本自動車研究所 環境研究部

*2 一般社団法人次世代自動車振興センター

研究開発用単セル（JARI標準セルおよびJARIセル2）について

燃料電池自動車に使用する燃料電池（FC）スタックは、おおよそ 300 cm^2 の電極面積を持つセルを数百枚積層して 100 kW 以上の大きな出力を発生させています。これに対して、私たちが試験で使用する単セルは、研究開発用途として使用するため、電極面積が数 cm^2 から数十 cm^2 で出力は数 W です。

当時、単セルは各企業や研究機関でそれぞれ独自のセルを用いることが多く、セルの特性の違いが燃料電池の発電性能に影響する可能性があり、試験結果を定量的に比較することができない可能性がありました。そのため、JARI では燃料電池の材料特性が定量的に、安定して評価できる「JARI 標準セル」を開発し、ライセンス販売することで広くユーザに使ってもらおうこととしました。

JARI 標準セルの構成を図 2 に示します。発電部となる膜／電極接合体（MEA）の両側に、ガス流路となるセパレータ、電流を取り出す集電板、セルを締め付けて MEA に適切な面圧を保持する締付板から構成されます。電極面積は $5 \times 5\text{ cm}$ の 25 cm^2 であり、ガス流路は 1 本サーペンタイン流路です。そのほか、ガスをシールするガスケット、集電板と締付板を絶縁する絶縁シートも重要な部品です。

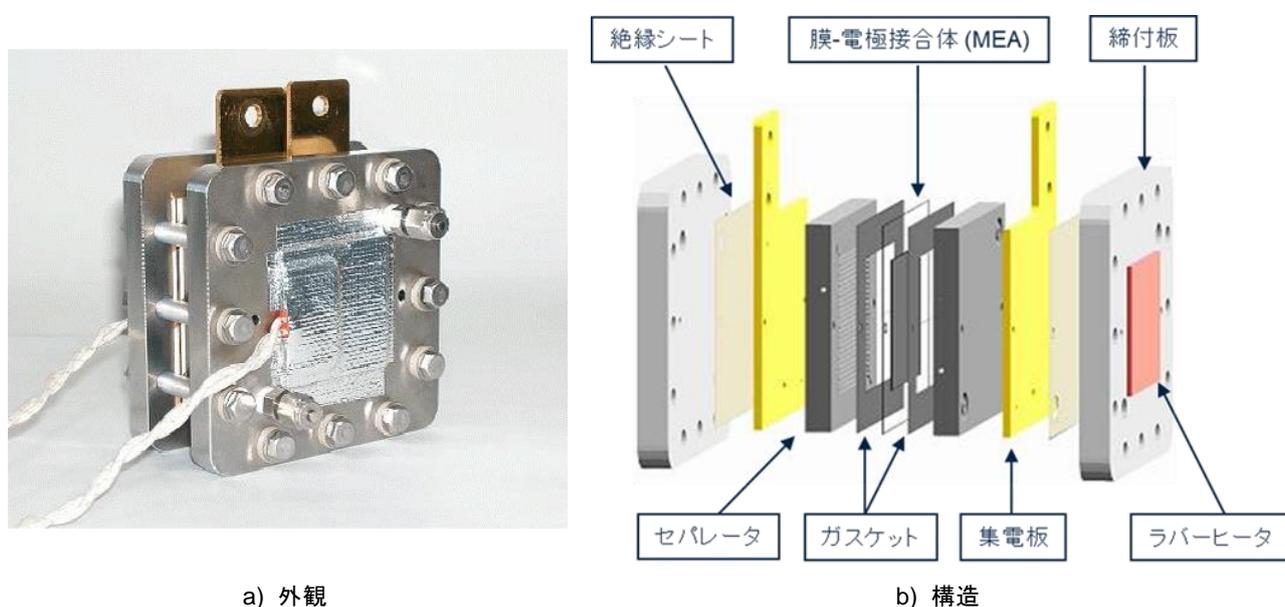


図2 JARI標準セル

JARI 標準セルは 2003 年にライセンス販売を開始して以来、多くのユーザに使用していただいておりますが、技術の進展にともない燃料電池の性能、耐久性が向上していきました。このような状況の中、より高い電流密度での評価や、新規材料を効率的に評価・解析できる少量サンプルに対応するセルの需要が増えてきました。これらの要望に応えるため、JARI 標準セルと共通の締付板（外枠）を使いながら、セパレータ流路を変更した「JARI セル 2」を 2018 年に開発しました（実用新案登録第 3219697 号）。JARI セル 2 は以下の 3 タイプの流路があり、図 3 にその一例を示します。

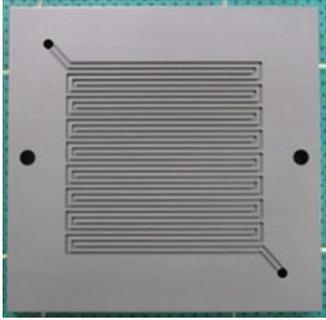
タイプ			
	a) 高電流密度	b) 均一場評価	c) 少量サンプル
電極 サイズ	5 cm × 5 cm	1 cm × 1 cm	
流路	2本サーペンタイン	平行	5本サーペンタイン
特徴	JARI標準セルの進化版として、 2 A/cm ² 程度までの評価が可能 (熱媒冷却)	電極面内の環境条件の均一性を 高めたセル。新規材料評価にも 対応	新規材料など少量サンプルに対 応、均一場タイプよりガス流速 が大きく、常圧でも高い性能

図3 JARIセル2のセパレーター例

<各部品の機能, その他の情報>

(1) 集電板, セパレータの材質や加工について

集電板は電気抵抗の低減, 耐腐食性を目的として銅板に金めっきをします。このめっきは, 板の中央部よりも端のほうが厚くなりやすく, 板の厚さの均一性が低くなると, MEA にかかる面圧を適切な値に保持できなくなる懸念があります。加工業者さんとも相談しながら, 板の厚さの均一性を保つよう, 試行錯誤してきました。

セパレータは高温高湿下での寸法安定性に優れ, 電気抵抗が小さい樹脂含浸黒鉛を選定しています。セパレータには機械加工でガス流路を作製しますが, ガス流路となる溝の幅, 深さは精度よく加工しないと, 流路の断面積がばらついてしまい, ガスを流したときのガス流速やセルの圧力損失(セル上流とセル下流の圧力差)がばらつく可能性があります。ガス流速, セルの圧力損失は発電性能にも影響するので, 精度には注意して加工する必要があります。業者さんからは, セパレータの加工は熟練の担当の方が, 他の加工作業のない日に単独で作業するとお聞きしたこともありました。また, セパレータは油が染み込む可能性があるため, 加工時に切削油が使えません。エンドミルなどの工具も定期的に交換する必要があります。加工の費用もかかってしまうようです。

(2) ガasket, 絶縁シートの材質, 硬度について

近年, 燃料電池は乗用車に加えて大型車やその他用途への展開が検討されており, 作動温度が 120°C 以上に高温化する傾向にあります。作動温度の高温化に対して, JARI 標準セル, JARI セル2においても, 一部の部材を見直す必要があると思われます。MEA をシールするガasket, 集電板と締付板を絶縁する絶縁シートをフッ素系の耐熱温度が高い材料に変更することで, セル温度 120°C (加湿水露点温度 90°C, 100 時間連続発電) まで評価できることを確認しています。

ガasketは, MEA に取り付けるガス拡散層(GDL)の種類によってガasket厚さを変更する可能性があり, 厚さのラインアップが必要です。また, ガasketの一部はセパレータのガス流路にも接触するため, ある程度の機械的強度も必要です。当初はシリコンゴム系の複層ガasketを使用していましたが, 高温化に対応するため複数のガasket材料候補を評価した結果, PTFE シートを採用することとしました。ただし, PTFE シートはゴム系の複層ガasketと比較して弾性が小さいため, わずかに気密性が下がってしまいます。現在では, 試験の条件や目的に応じて, ガasketを選定して使用しています。

絶縁シートも、当初はシリコンゴムシートを使用していました。高温化に伴い、フッ素ゴムに変更しましたが、一般的に入手できるゴムシートとしては、フッ素ゴム（硬度 60）はシリコンゴム（硬度 50）よりも硬度が高くなってしまいます。硬度 50 と硬度 60 では、大きな差はないのではと楽観視していましたが、セルに組み込んで面内の圧力分布を確認すると、図 4 のように硬度が高いフッ素ゴムのほうが中心部分の面圧が低下してしまうことが分かりました。硬度 10 の違いも無視できないと、よい勉強になりました。

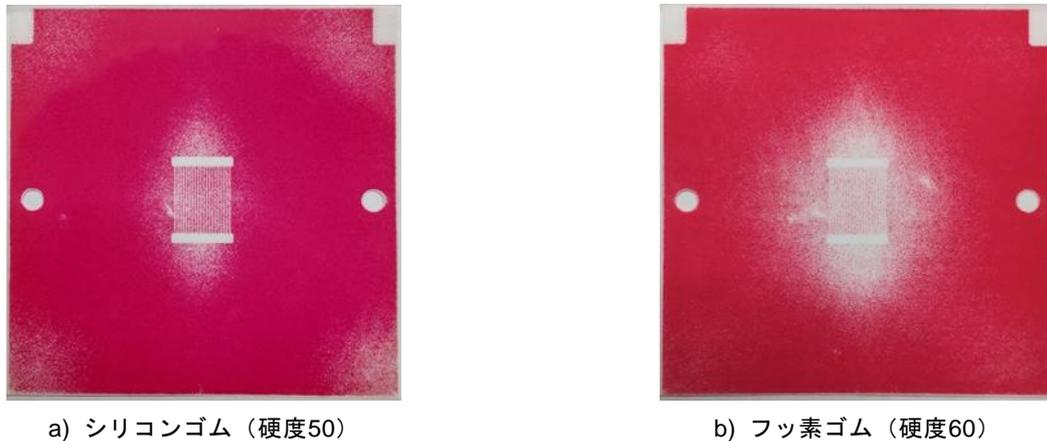


図4 絶縁シートの材質と面圧分布

（圧力が加わると赤く発色する感圧紙（プレスケール）を使用。フッ素ゴム（硬度60）は中心の面圧（赤色）が低下。）

また、初めてフッ素ゴムの絶縁シートをセルに組み込んで試験をしたときは、フッ素ゴムが金属板に固着して試験後にセルを分解するときに集電板と締付板が外れなくなり、いろいろな工具を使って悪戦苦闘しながら取り外したこともあります。現在はフッ素ゴムの片側に PTFE シートを組み合わせて、分解しやすくしています。

(3) セル温度制御方法について

単セルの場合、発電にともなう発熱量が小さいため、設定温度を維持するためにヒータで加熱する必要があります。ヒータを選定するうえでは、面内の温度分布のばらつきを評価する必要があり、燃料極・空気極にそれぞれ熱電対を 10 本以上も取り付けて評価していました（図 5）。

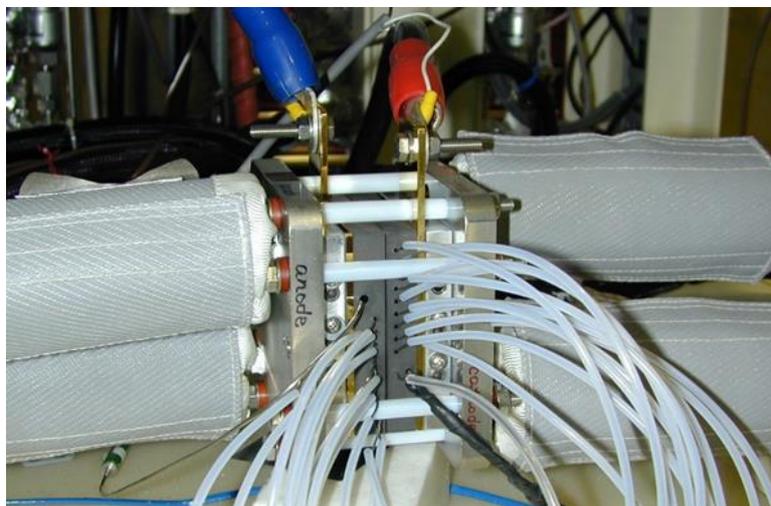


図5 セルの温度分布を測定するために、多くの熱電対を取り付けている様子

JARI 標準セルでは、取り付け、作業性が良く、セル面内の温度分布が小さいラバーヒータを締付板に貼り付けて温度を制御していました。ラバーヒータは、耐熱アルミテープで締付板に密着させていましたが、万が一の場合にヒータの密着性が下がって締付板からヒータが外れてしまうと、ヒータの熱が締付板に伝わらずにヒータが過熱して焦げる可能性が懸念されていました。このため、近年ではセル温度 120℃以上の高温化を見据え、プレートヒータに変更しました(図 6)。プレートヒータはラバーヒータより耐熱温度が高く、表面温度 300℃くらいまで使用可能です(ラバーヒータは耐熱温度 約 200℃)。プレートヒータを取り付ける際は、耐熱温度の高い液体ガスケットを使って締付板に密着させて、外側を耐熱アルミテープで固定することで、しっかりと密着させています。



図6 ラバーヒータ(左)とプレートヒータ(右)

おわりに

JARI 標準セル, JARI セル 2 は現在, 600 台以上の販売実績があり, 多くの研究開発で使用していただいています。燃料電池自動車が発売されてから約 10 年が経過しましたが, 現在も燃料電池の研究・開発が進められています。特に, 大型・商用モビリティへの拡大が期待され, 120℃程度までの高い温度領域での使用が想定されています。JARI 標準セル, JARI セル 2 は高温化に対応しながら, 今後, 新たに課題が発生した場合においても改善を進めて広くユーザーに使っていただけるよう努力したいと思います。

著者は, 大学進学から研究室, そして JARI に入ってから, 環境問題・温暖化の解決に向けて, 少しでも貢献できればと思いながら試験・研究に従事してきました。燃料電池の発展, その他にも新たな環境対策技術の開発など, 子どもたち, 将来の人々にとって少しでもプラスになることを願っております。

謝辞

JARI 標準セルの開発は, 2000 年から 2004 年にかけて実施した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)の委託事業「自動車用固体高分子形燃料電池システム普及基盤整備事業」(P00021)の成果の一部です。

JARI セル 2 は, 2015 年から 2019 年にかけて実施した NEDO の委託事業「固体高分子形燃料電池利用高度化技術開発事業」(P15001)の成果を基に開発されたものです。また JARI セル 2 の開発においては, 技術研究組合 FC-Cubic 様にご助言を頂きました。

以下、本稿に関する文献を紹介します。

参考文献

- 1) 橋正好行 ほか: 材料性能評価用JARI標準セルの開発(1), 自動車研究, Vol. 24, No. 10 (2002), <https://www.jari.or.jp/research-database/detail/?slug=44445>, (参照2024-07-25)
- 2) 橋正好行 ほか: 燃料電池材料性能評価用JARI標準セルの開発 –加熱制御方法とセル温度分布–, 自動車研究, Vol. 25, No. 12 (2003), <https://www.jari.or.jp/research-database/detail/?slug=44500>, (参照2024-07-25)
- 3) Y. Hashimasa, et al. : Study of Performance Reproducibility of JARI Standard Single Cell –Cell Performance Crosscheck between HNEI and JARI–, JARI Research Journal, Vol. 29, No. 1 (2007), <https://www.jari.or.jp/research-database/detail/?slug=33741>, (参照2024-07-25)
- 4) Y. Hashimasa et al. : Study of Fuel Cell Structure and Heating Method Development of JARI's Standard Single Cell, Journal of Power Sources, Vol. 155 (2006), [doi:10.1016/j.jpowsour.2005.02.090](https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2005.02.090)
- 5) 新エネルギー・産業技術総合開発機構: セル評価解析プロトコル, <https://www.nedo.go.jp/content/100537904.pdf>, (参照2024-07-25)
- 6) 新エネルギー・産業技術総合開発機構; NEDO PEFCセル評価解析プロトコル 2023年版, <https://www.nedo.go.jp/content/100963953.pdf>, (参照2024-07-25), (参照2024-07-25)
- 7) 今村大地: 研究開発用単セル (JARI標準セル, JARIセル2) の開発, 燃料電池, Vol. 24, No. 1 (2024)

JST S-イノベの活動を振り返って*

鎌田 実¹

Minoru KAMATA

国立研究開発法人 科学技術振興機構（JST）の S-イノベは次のように定義されています。「S-イノベ（戦略的イノベーション創出推進プログラム）は、科学技術の発展や新産業の創出につながる革新的な新技術の創出を目指した JST の基礎研究事業等の成果を基にテーマを設定し、そのテーマのもとで実用化に向けて、長期一貫してシームレスに研究開発を推進することで、産業創出の礎となりうる技術を確立し、イノベーションの創出を図ります。」

東京大学の元総長の小宮山先生から、S-イノベの仕事を受けるにあたって、「課題解決にうまくつながるようなテーマ設定を高齢社会にからめて検討するように」と指示をもらい、ロボット技術を中心に 10 くらいのテーマ例を書いたメモをお渡ししました。その後のフォローは、私は研究を実施する側になりたいので、伊福部先生に領域代表の PO（プログラム オフィサー）をお願いして快諾を得てバトンタッチしました。

プログラムは 2009 年にスタートし、公募には 54 件が応募されたようですが、ワークショップや FS（Feasibility Study: 事業可能性の検証）などから 8 件に絞られ、幸いにして私が関係するもの 2 つが採択されました。

一つは「高齢者の自立を支援し安全安心社会を実現する自律運転知能システム」で、トヨタ自動車株式会社、株式会社豊田中央研究所、東京農工大学と東京大学で担当し、自動運転技術を活用した高度運転支援システムを研究開発するもの（図 1）。もう一つは「高齢者の記憶と認知機能低下に対する生活支援ロボットシステムの開発」で、日本電気株式会社（NEC）、国立障害者リハビリテーションセンター、株式会社生活科学運営、東京大学で担当し、コミュニケーションロボットを研究開発するもの。いずれも、10 年計画で、企業が製品を市場投入することがゴールとして設定され、後半はマッチングフェンドとしてのプロジェクトです。ここでは前者について詳述することとします。

2009 年当時は、自動車の運転支援として、自動ブレーキが始めで、ACC（Adaptive Cruise Control：車間距離制御装置）や ESC（Electronic Stability Control: 横滑り防止装置）があったくらいで、自動運転への取り組みが本格化したのは 2013 年頃なので、S-イノベ高齢社会の審査・評価の先生方に、われわれのやりたいことをご理解いただくのが大変でした。高齢ドライバーの運転に欠けていることとして、周辺の十分な監視能力と先読みのスキルがあると考えていて、センサ等により周辺認識を高度化し、ベテランドライバーの経験知をシステムに組み込むことで、高齢者にありがちな運転でも十分な安全を達成しようとしていました。そういう形でスタートしましたが、途中で Google などの自動運転車が出始めると、今度は評価の先生方からは、自動運転と何が違うのか、自動運転を目指せばいいのではないかのご指摘が強く言われるようになりました。当時はまだ自動運転の基準などの制度面の議論が十分でなく、また事故等の責任論もまだまだで、さらに自動運転技術そのものも限定範囲で自動で走らせることは可能なものの技術的にはまだ未熟であり、商品化は遠い先であるといった話をさせていただきましたが、十分ご理解いただくのに難儀しました。

* 2024年5月2日受理

*1 一般財団法人日本自動車研究所 研究所長、東京大学 名誉教授 工学博士

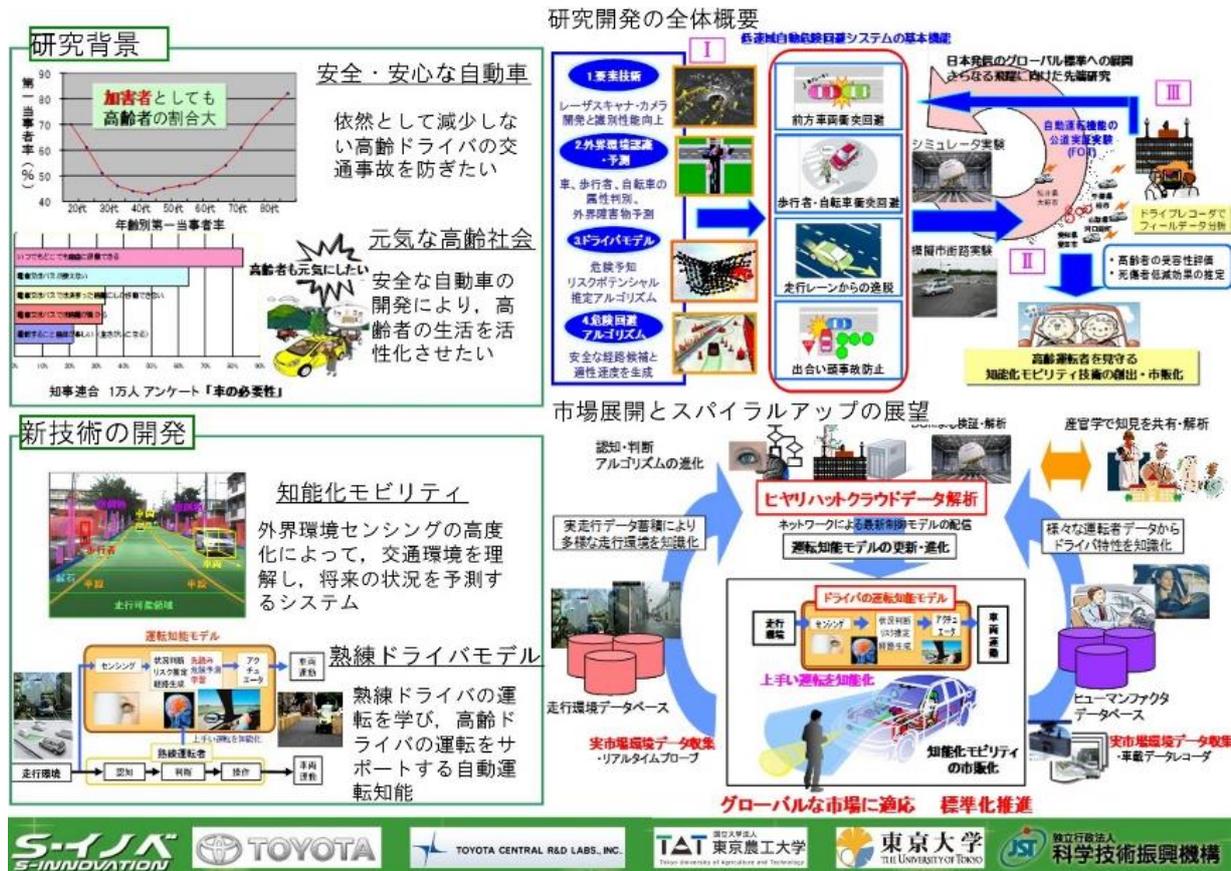


図1 高齢者の自立を支援し安全安心社会を実現する自律運転知能システム

研究プロセスは3つのフェーズに分けました。1番目は基礎研究と要素技術の開発、2番目は開発技術の車両への実装とテストコースでの評価、3番目は公道での被験者による実装評価。東京大学では、センシング技術とマップの検討、さらにDS（ドライビングシミュレータ）を用いた支援コンセプトの受容性の検討を第1フェーズでは実施しました。MMS (Mobile Mapping System: 車両搭載型測量システム) を用いて大規模な点群データから高精度3D地図を作り、SLAM (Simultaneous Localization and Mapping: 地図と位置の同時推定) により自己位置を認識しながら自動で動かすような自動運転システムがあります。しかし、計算機能力や熱負荷問題、さらには通信のコストなどを考えると、もっとシンプルな形での実現が社会導入や普及を考えると得策と考えました。センシングにはカメラとミリ波と安価なLiDAR (Light Detection and Ranging: 赤外線レーザーキャナ) によりフュージョンとするものの、地図はカーナビ地図に車線情報を入れるくらいのシンプルなものとし、縦方向はランドマークによる位置決めと自律航行で自己位置推定をし、横方向はカメラとLiDARで位置推定をし、地図での先の情報と現在の走路での左右位置を見ながら自動で走りうる能力を備える技術を確認し、それをもとに運転支援の実施を考えました。運転支援のやり方については、先読み情報を用いて緩やかな操舵や加減速で走れるようなものを規範とし、それとのずれをドライバーに操舵やペダル反力で気付かせるようなコンセプトを描き、DSを用いて被験者実験を行いました。まずは見通しの悪い交差点通過や駐車車両回避で、高齢ドライバーがどのように運転するかのデータを採り、それをもとに、どのような支援(制御介入)がいいか、そのパラメータをいくつか振っての実験の計画を組み、実施しました。高齢ドライバーは人によるばらつきが大きいですが、うまく制御を入れてあげることで、安全サイドにスムーズな運転になるようにすることができそうという手ごたえを得ることができました。

シンプルな地図については、リーンマップ 15), 17) というコンセプトを掲げ、実際に地図を作成し、柏の葉の幹線や住宅地で、センサフュージョンの情報を盛り込み、自己位置の推定精度の目標を達成することができました。ランドマークについては、電柱などを目印にしたり、路面の速度や横断歩道などの表示を使うことにしました。前方カメラでは車両の加減速によるピッチング（縦揺れ）で精度がでないで、リアに下方に向けたカメラを設置しました。それだとピッチングの影響は少なく、高精度で路面表示を検出することができ、前後位置推定に用いることができました。（路面標示が多少かすれていても、認識できるように学生が工夫をしてくれました）

プロトタイプ車両は3代目プリウスをベースに各種センサを取り付け、パーキングアシスト用のステアリングアクチュエータを用いて、自動で走りうるレベルに仕上げ、トヨタ自動車株式会社東富士研究所の模擬市街路で自動での走行ができました。当時は 360 度 LiDAR は高価だったので、比較的安価な LiDAR, ミリ波レーダー, カメラで構成しました。（後に高価な LiDAR も組み込み）（図 2）

S イノベの実験車両：リーンなセンサ構成



図2 S-イノベの実験車両のセンサ構成

参加各チームの分担と連携で、頻繁に実務者会議をやりつつ、毎月のように全員の集まる会議での議論を重ねながら、プロジェクトは進んでいきました。10年プロジェクトは非常に長く、途中で永井先生が東京農工大学から一般財団法人日本自動車研究所（JARI）に移り、JARIからも参加するようになり、PL（プロジェクトリーダー）の井上さんもトヨタから神奈川工科大学に移り、トヨタ側は後継の方になったりしましたが、企業と大学ががっぷり四つに組んでプロジェクトを実施したことにより、多くの成果を得ることができました。

公道評価用にはトヨタのコンパクトカー アクアを用いることとしました。制御を加えても、ドライバがオーバーライド（強制介入）でき、保安基準に適合した状態で、ナンバーを取得し、公道に出ました。安全に対する配慮は相当に念入りに議論を行い、十分な形を実現し、倫理審査をパスして被験者実験を行うこととしました。安全に対する対応と、事故等への対応などは、万全に準備していましたが、カメラで取得した画像の扱いは、学内の倫理審査の該当外で個人情報の問題と言われ、市や自治会への事前の周知と車両への掲示、さらには HP 上で実験の実施のアナウンスなどの対応をしました。厳密に管理し、外には映像を出さないなど、ドラレコ映像取得の時と同様、いろいろな手を打っていて、それで十分かは判断できない部分もありますが、このような形で進めました。柏警察に説明に行ったとき、たまたま警察庁のキャリア職員が柏に来ていて、その方が大学の研究室の学生の友人という偶然で話が弾んだということもありました。

10年プロジェクトは長く、その間にいろいろな形で成果を対外発表したり、受賞したりしました。特にずっと特任研究員として全体を切り盛りした伊藤君（現、東京大学機械工学専攻講師）は、苦楽とともにし、学生や株式会社トヨタエンタープライズからの派遣職員、さらには他チームの方々との調整や

指導など、すべてにわたって対応してくれて、これだけの成果が出せ、貢献が非常に大です。このテーマを担当した学生たちもよく頑張ってくれて、いい卒業論文・修士論文ができました。それぞれいろいろな経験をすることで、ものすごく成長してくれたとも思います。

審査・評価の先生方は、ずっと自動運転との違いをご理解いただけず、同様のやりとりが続いていましたが、やっと最後の最後になって、われわれのコンセプトをご理解いただけるようになり、トヨタがそれを商品化に向けて進んでいることを非常に喜んでくださりました。（トヨタのプロアクティブドライビングアシストに、先読み情報による運転支援というコンセプトの一部が盛り込まれ、商品化されています。）

終わりに、ずっと見守ってご指導いただいた伊福部先生や評価の先生方に感謝申し上げ、また一緒にプロジェクトを実施してきた仲間にお礼を申し上げて結びといたします。

東京大学チームが中心となって実施した成果の論文のリストを記します。ご参考まで。

文献

- 1) Takuma Ito, et al.: Comparison of Proactive Braking Intervention System Acceptability via Field Operation Tests in Different Regions, *International Journal of Intelligent Transportation Systems Research*, Vol. 20 (2022), [doi:10.20485/jsaeijae.11.3_116](https://doi.org/10.20485/jsaeijae.11.3_116)
- 2) Wataru Furuse, et al.: Lateral Localization via LIDAR-Based Road Boundary Extraction on Community Roads, *International Journal of Automotive Engineering*, Vol. 11, No. 3, p. 116 - 123 (2020), [doi:10.20485/jsaeijae.11.3_116](https://doi.org/10.20485/jsaeijae.11.3_116)
- 3) Takuma Ito, et al.: Evaluation of Acceptability of Adaptive Proactive Braking Intervention System Based on Risk Map for Elderly Drivers, *International Journal of Automotive Engineering*, Vol. 11, No. 2, p. 40 - 48 (2020), [doi:10.20485/jsaeijae.11.2_40](https://doi.org/10.20485/jsaeijae.11.2_40)
- 4) Takuma Ito, et al.: Risk map generation system for intelligent vehicles on community roads via data-driven approach, *Mechanical Engineering Journal*, Vol. 7, No. 1, p. 1 - 18 (2020), [doi:10.1299/mej.19-00119](https://doi.org/10.1299/mej.19-00119)
- 5) Takuma Ito, et al.: Detection of Damaged Stop Lines on Public Roads by Focusing on Piece Distribution of Paired Edges, *International Journal of Intelligent Transportation Systems Research*, Vol. 19, No. 1 (2021), <http://link.springer.com/journal/13177>
- 6) Takuma Ito, et al.: Detection of Damaged Road Paints of Crosswalks by Focusing on Multi-layered Features, *International Journal of Automotive Engineering*, Vol. 10, No. 4, p. 356 - 364 (2019), [doi:10.20485/jsaeijae.10.4_356](https://doi.org/10.20485/jsaeijae.10.4_356)
- 7) Takuma Ito, et al.: Deepening method for LeanMAP content based on a virtual trajectory by lateral transcription, *Mechanical Engineering Journal*, 6-3, 1-12 (2019), [doi:10.1299/mej.18-00558](https://doi.org/10.1299/mej.18-00558)
- 8) 松實良祐 ほか: 高齢ドライバーの生活道路での予見的制動介入に対する受容性に関する調査, *自動車技術会論文集*, Vol. 50, No. 3, p 911 - 917 (2019), [doi:10.11351/jsaeronbun.50.911](https://doi.org/10.11351/jsaeronbun.50.911)
- 9) Takuma Ito, et al.: Effectiveness of Information Sharing to Improve Elderly Drivers' Acceptability for Proactive Intervention Systems, *International Journal of Automotive Engineering*, Vol.10, No. 1, p 55 - 64 (2019), [doi:10.20485/jsaeijae.10.1_55](https://doi.org/10.20485/jsaeijae.10.1_55)
- 10) Takuma Ito, et al.: Reaction Tendencies of Elderly Drivers to Various Target Paths of Proactive Steering Intervention System in Human-Machine Shared Framework, *International Journal of Automotive Engineering*, Vol.10, No. 1, p. 6-13 (2019), [doi:10.20485/jsaeijae.10.1_6](https://doi.org/10.20485/jsaeijae.10.1_6)
- 11) Takuma Ito, et al.: Information Sharing to Improve Understanding of Proactive Steering Intervention for Elderly Drivers, *International Journal of Intelligent Transportation Systems Research*, Vol. 17, No. 1, p. 18-31 (2019), [doi:10.1007/s13177-018-0153-y](https://doi.org/10.1007/s13177-018-0153-y)
- 12) Takuma Ito, et al.: Acceptability of a Proactive Braking Intervention System by Elderly Drivers Using an Actual Vehicle, *International Journal of Automotive Engineering*, Vol. 9, No. 4, p. 186-194 (2018), [doi:10.20485/jsaeijae.9.4_186](https://doi.org/10.20485/jsaeijae.9.4_186)
- 13) Takuma Ito et al.: Information Sharing to Improve Understanding of Proactive Braking Intervention for Elderly Drivers, *International Journal of Intelligent Transportation Systems Research*, Vol. 16, No. 3, p. 173-186 (2018), [doi:10.1007/s13177-017-0147-1](https://doi.org/10.1007/s13177-017-0147-1)
- 14) Satoshi Nakamura et al, Detection Technology of Road Marks Utilizing Combination of Partial Templates, *International Journal of Automotive Engineering*, Vol. 9, No. 3, p. 105-114 (2018), doi.org/10.20485/jsaeijae.9.3_105
- 15) Takuma Ito, et al, Data-based Modification System of LeanMAP Contents for Automated Driving, *International Journal of Automotive Engineering*, Vol. 9, No. 3, p. 115-123 (2018), [doi:10.20485/jsaeijae.9.3_115](https://doi.org/10.20485/jsaeijae.9.3_115)
- 16) Takuma Ito, et al.: Initial Investigation of Elderly Drivers' Acceptability for Proactive Intervention by Intelligent Vehicle, *International Journal of Intelligent Transportation Systems Research*, Vol. 16, No. 1, p. 51-65 (2018), [doi:10.1007/s13177-017-0137-3](https://doi.org/10.1007/s13177-017-0137-3)
- 17) Takuma Ito, et al.: Novel Map Platform based on Primitive Elements of Traffic Environments for Automated Driving Technologies. *International Journal of Automotive Engineering*, Vol. 7, No. 4, p. 143-151 (2017), [doi:10.20485/jsaeijae.7.4_143](https://doi.org/10.20485/jsaeijae.7.4_143)

JARI Research Journal 掲載区分

掲載区分	記載概要
研究速報 Research Report	背景, 目的, 方法, 結果, 考察といった一般的な研究論文の体裁を持った記事。
技術資料 Technical Report	一般的な研究論文の体裁ではないものの, 新たな知見または価値あるデータを報告する記事。
調査資料 Survey Report	他機関より得られた資料, データを元に, 新たな知見を報告する記事。
解説 Review	特定の分野やテーマに関して, 「現状の最新動向」や「研究・開発状況」などをまとめ, 要約・説明する記事。
研究活動紹介 Research Activity	JARI の研究活動を紹介・報告する記事。
トピックス* Topics	JARI の「研究活動」以外の「活動」等についての記事。また上記の分類外の記事。 *トピックス=「話題」「出来事」