



地域の企業と連携したものづくり

香川大学工学部 知能機械システム工学科
准教授 鈴木桂輔

1. はじめに

自動車関連企業に8年間ほど勤務し、香川大学に4年前に着任して直ぐに、工学部の学生の就職支援を担当することになりました。機械系学科の多くの学生が東海地区や関西のものづくり企業に就職していくのを目の当たりにして大きなショックを受けました。それ以来、香川県を中心とする県内企業との連携を強化するために、地域連携を意識した地元企業との共同研究を推進しています。エネルギーに満ち溢れた若いうちに地元を離れて多くの経験を積むことは大切かと思いますが、県内の特殊な技術を持った優れたものづくり企業を知らずして、県外のアウトソーシング系の企業に就職していく学生もいるのは残念です。「香川県において、ものづくり技術を育てるのは無理ではないか？ものづくりの地場産業の無い香川県が近隣の県との競争に勝てるのか？」という声を頻繁に耳にします。そういった声が、若い学生達にも伝わっているように思います。一方で、香川県は課題先進県という声も耳にします。人口あたりの交通事故数が非常に多く、事故防止支援の対策を必要としている…、高齢化が進む島嶼部では、より小回りの利く小さなモビリティを必要としている…、軽度認知障害の認知症に差しかかっているお年寄りが多く、薬理的な予防治療のほかにも対策を必要としている…。課題は多くあります。しかし、少し視点を変えてみると、これらの課題は、近い将来、近隣他県のみでなく、アジアを中心とする諸外国でも直面する課題でもあります。我々が直面している課題を直視して、ほかよりも早いタイミングで特殊な付加価値の高いものづくり技術をもって対策を講ずれば、それは、拡大しつつあるマーケットを見据えた、ものづくり技術のビジネスモデルの確立に繋がると言えます。では、どのようなアイデアで、この直面する課題に立ち向かえばよいのでしょうか。これらの課題の多くは、人がより安全に、より快適に生活できる術で立ち向かえるもののように感じています。

私の専門分野は、この人が安全に、快適に…に関係しています。少し硬い響きですが、「ヒューマン・マシン・インタフェース」と呼ばれる分野で、機械システムをユーザの立場で使いやすいものとするための設計要件を提案する研究事業を推進しています。私は、このヒューマン…を、「人と機械との橋渡し技術」と訳しています。人間の生活を支援する機械システムを使い手の立場で設計し、より安全かつ快適に生活できることを

主眼においた研究です。今回は、その術に少し役立ちそうな、私が担当しているものづくり事業の一部を紹介させていただきます。

2. 高齢者の移動手段となる EV と交通事故防止支援システムの開発

平成23年10月に、公益財団法人かがわ産業支援財団の協力を得て、次世代自動車関連技術開発研究会を立ち上げました。この研究会には、県内の製造業を中心とする企業、高専、大学など、20団体程度が参加しており、これまで自動車の開発に携わったことのない企業も多く参加しています。この研究会では、産官学が連携して、EV 関連の技術開発を地場産業の一つとして展開していく可能性について模索しています。全国で一番小さな県という地方都市のためか、渋滞の少ない片道10km 以下の距離をクルマで通勤する人が多く、通勤用コミュータの一つとしてEV への関心が高まりつつあります。この研究会で私の研究室から提案した、電気自動車（EV）を例とするシステム開発マップを図1に示します。取り組むべきテーマは、製造技術の育成から香川県の特徴あるサービスネットワークの整備に大別され、多岐にわたります。現在、力を入れて取り組んでいるのは、香川県の交通事故実態を踏まえた高齢者向けの交通事故防止支援システムを小型のEV に搭載するというプロジェクトです（灰色部分）。

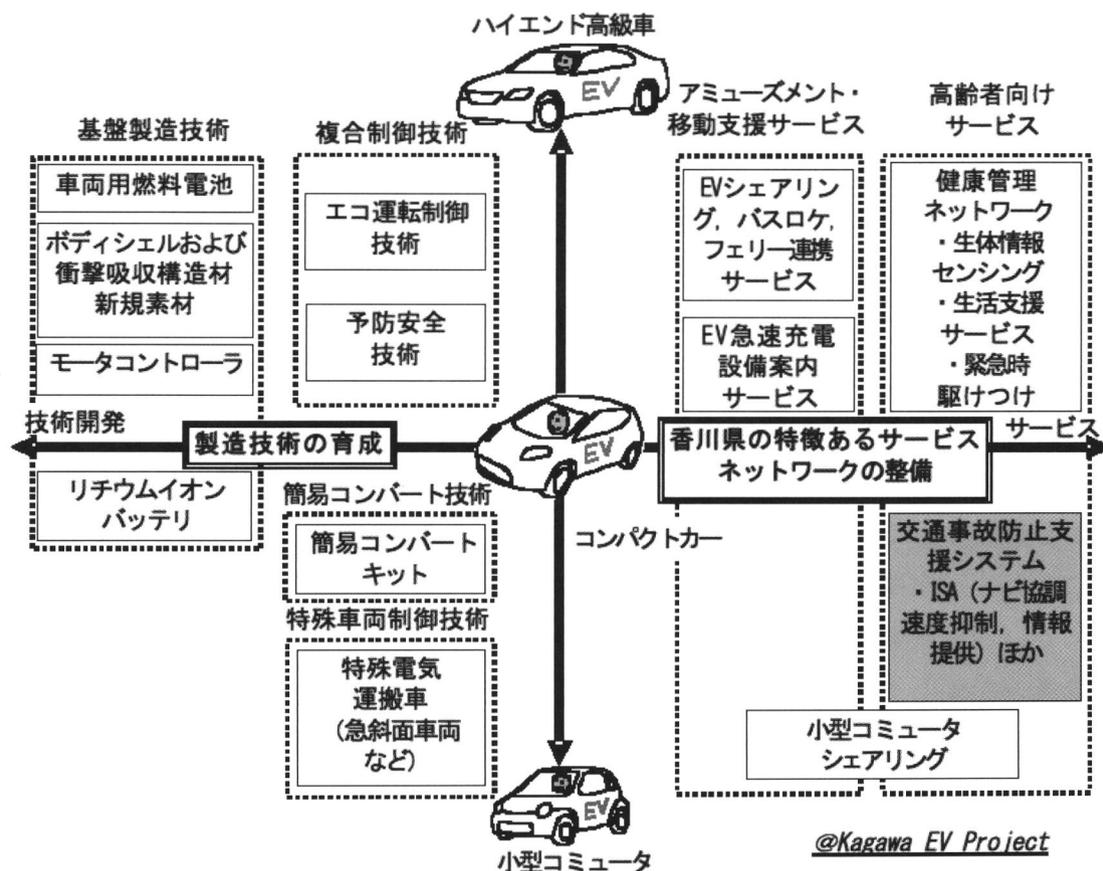


図1 香川大学が開発を模索するEV と関連技術およびサービス

近隣他県に目を向けてみると、例えば、愛媛県では、ガソリンエンジン車両を電気自動車（EV）に改造するという事業を積極的に推進しています。まずは、我々も、EV設計の基本的なノウハウを習得するために、ガソリンの軽自動車をEV軽自動車に改造する作業を行い、その改造の過程を、この研究会で公開してきました。写真（図2）は、この改造EVで四国88霊場を巡る88サイクル駅伝の一部区間を先導した際のものです。学生3名ほどが中心となり、放課後の時間を使って、3カ月ほどでガソリンエンジンからモータへの換装作業を行いました。



図2 ガソリンエンジンからモータに換装したコンバートEV
(88サイクル駅伝にて)

このコンバートEVの製作の後、より香川の地域特性に合った、山間部や島嶼部の高齢者の足になるマイクロEVの設計と製作を開始しました。ガソリン車両からの改造ではなく、車両をゼロから設計するわけですから、学生のための設計・製作作業は困難の連続でした。公益財団法人かがわ産業支援財団の協力を得ながら、三豊市に本拠地を置く特殊農作業車両やEVの独自開発に高いノウハウのある企業に参画してもらい、車両を完成させ、ナンバーを取得することができました。図3は、ボディを外した状態でのマイクロEVを撮影した写真と図面です。バッテリーには、エネルギー密度の高いリチウム・イオンバッテリーを用い、コストダウンのために、ホイールインモータは使わず、ドライブシャフトを介して後輪を駆動する構造としました。また、製作のノウハウを公開することを前提としていましたから、車両の製作を行ったことのない企業でも参入できるように、高い工作精度が必要なサスペンション部分は、品質が管理されたものが安価で流通している軽自動車の中古パーツを使用する構造としました。マイクロEVの開発は、中小企業が参画しやすいことが、その特徴として挙げられます。「ガソリン自動車と比較して部品点数が大幅に少ないうえに、モータやバッテリーは高性能の製品が既に流通しており、これを利用すれば設備投資が少なくすむ…これまでに自動車製造に全く関連していなかった小さな企業でも参入できる…高齢者が多いことや香川県の地域性を考慮して、ユーザーニーズを把握し、ニッチ市場で売り込めば、採算がとれる。」といった意

見が多くあります。実際に製作してみると、これまで車両を設計・製作した経験のない企業にとっては、車両の駆動系、操舵システム、サスペンションの独自製作は、困難であることも分かってきました。これらのパーツについては、香川県内にある、小型の特殊車両を製作する企業から購入したり、品質が管理された軽自動車のパーツを流用するということからスタートすれば、学生の作業でも車両を製作してナンバーを取得するレベルまで完成させることができます。

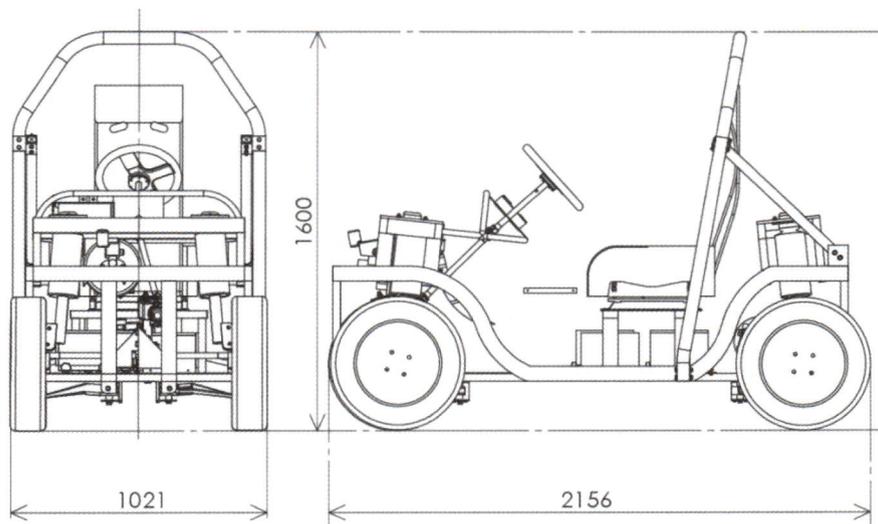


図3 かがわ型マイクロEV

しかし、このマイクロEVは、車両が小型であることから、大きな車両と衝突した場合に、安全性が低いことが課題として挙げられます。香川県は、平成24年の人口あたりの交通事故死者数は全国平均の2.4倍であり、非常に高い数値で推移しています。そういった背景もあり、衝突を未然に回避する、衝突防止支援ブレーキや、香川県内の事故多発交差点に接近した場合に、注意喚起情報を音声および視覚情報としてナビ画面に提示するシステムを開発しました（図4(a)）。この事故防止を目的とする装置の開発では、まず、私の研究室で所有する運転シミュレータ（図4(b)）を用いて、システムをより使

いやすいように、ユーザの視点での設計を行いました。この運転シミュレータの仮想空間には、香川県内の事故多発交差点が、コンピュータグラフィックスで再現されています。実際のシステムを開発する前の段階として、このような運転シミュレータを用いて、高齢者を含む様々なドライバの運転行動にマッチした設計を行うことは、システムの開発期間を約1/3まで短縮することが可能であり、コストダウンにつながります。



(a)交差点の出会い頭事故防止支援装置

(b)設計に用いた運転シミュレータ

図4 かがわ型事故防止支援装置の開発

現在、私の研究室が中心となり、産学官が連携して交通事故の予防の対策について審議する交通予防安全コンソーシアムを運営しています。このコンソーシアムには、約20団体程度が所属しており、地域の交通事故の低減を目的としたシステム開発、インフラの整備、交通安全教育に主眼をおいて、研究開発を進めています。今後は、このコンソーシアムで検討している交通事故防止支援システムの開発方法を一般公開し、香川県の企業の若手技術者と香川大学の学生が連携したシステム開発を始めたいと思っています。瀬戸内の島々に、このような交通事故防止支援システムを搭載した小型のマイクロEVが、地域の人々の足となって走りまわる日は、そう遠くないように思います。

3. 認知症の予防を目的とする音楽脳トレシステムの開発

香川県では、他県と比較して高齢化が著しく進展しています。生き生きと楽しみながら100歳まで元気にすごす！をスローガンに、医療機関や地域の高齢者施設が連携して、さまざまなプロジェクトが立ち上がっています。2年ほど前から、香川県丸亀市にある企業や特別養護老人ホームと連携して、脳機能を活性化させることのできる脳トレを目的とした音楽療法システムの開発に着手しました(図5)。これまでの私の研究室での脳機能の活性化に関連する医工連携のプロジェクトでは、薬理的な治療のほか、運動や歌唱といった、エクササイズも非常に有効であるということが分かってきました。計算ドリルや漢字ドリルといった簡単な問題を毎日解くことや、外国語の勉強を始めるといったことも有効ですが、三日坊主になることが多いようです。脳機能の改善の視点では

長期的に継続することが重要であり、継続するためには、気の合う友達とワイワイ楽しみながらできることが必須条件となります。自分がハツラツとした青年時代に流行った歌を、歌詞を思い出しながら歌うということは、軽度認知障害を予防できる可能性が見えてきました。もちろん、薬理療法も重要でしょうが、薬のみに頼ると、場合によっては、例えば、陽性症状（はげしい怒り）などを伴うことが観察されています。このため、最近では、抑肝散（ヨクカンサン）という心を穏やかにする漢方薬を併用して処方する医療機関や、エクササイズや音楽療法を取り入れる特別養護老人ホームが増えてきています。これらの機関や施設では、唱歌や童謡を好む年齢層よりも、歌謡曲を好む年齢層が増えてきており、そのバリエーションが多いゆえに、個人個人の生活経験や趣味嗜好に適合した選曲のニーズが高まっています。個人の嗜好性をソフトで検証して選曲したうえで、歌いやすいように、ピッチや音の高さを自動調整する機能を組み込んだ音楽療法機器の開発をスタートさせ、臨床の現場での有用性を検証する予定です。

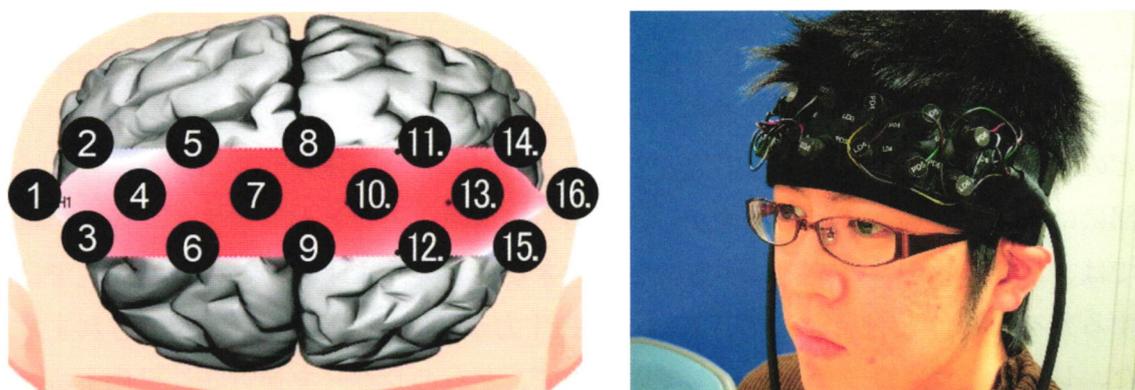


図5 前頭前野の血流の計測

このほか、軽度認知障害を含む認知症の発症をより早いタイミングでみつけることのできる、芳香を使った検出装置の開発を開始し、香川県丸亀市の特別養護老人ホームと連携して、その有用性の検証実験を行っています。認知症を発症すると、芳香をかいた際に、それが何の芳香であるかが回答できなくなる傾向があります。認知症の検診に行くことは非常に勇気がいることです。なかなか診察に行かないうちに、症状が進んでしまった高齢の方を何度も目にしてきました。家族全員が気軽に家庭で検査できるシステムを構築できれば、早期検出につながります。認知症は、できるだけ早いタイミングでみつけ、病状進行の遅延のための対策が必要とされています。症状が進んだ状態では、進行を遅延させる薬理療法の効果が低下するためです。このような、認知症の検出および進行の遅延を目的としたシステム開発においても、ヒューマン・マシン・インタフェースの知識を駆使したユーザの立場からのシステム開発が一役かっているのです。

4. レバー式車いすの開発

ここ数年、地域の病院やリハビリテーションセンターを訪問して、車いすのユーザーについて聞き取り調査を行っています。インフラ側のバリアフリー化が進んでいるように思えますが、実際は、規定のスロープ角度を満たしていなかったり、車いすでは入室が困難な、オイルダンパーのついたドアのある建築物も多くあります。電動の車いすを好んで使用したいという方が多いのでは？と予想していたのですが、結果は少し違い、興味深い声はいくつもありました。「電動車いすには乗りたくない。なぜなら、肢体不自由に見られたくない、残存した肉体機能が衰えるような気がするから…」という意見が多くありました。同時に、従来の手動式車いすでは、「スロープを登る際の筋負担が大きすぎて、積極的に外出する気分になれない。」という声もありました。また、ドイツ製の高級車に乗る知人から、「私がこの車から降りたときに似合うような、他とは違う機能を持った車いすを開発できないか？」という依頼がありました。ちょうど同じ時期に、車いすメーカーからの共同研究の依頼もあり、このメーカーと連携して、ハンドリムと呼ばれる「輪っか」を持って操作する従来の車いすとは異なるレバー式の車いすを共同開発（図6）し、私は、そのユーザの立場での操作性を評価し、最終的なギア比などのスペックの改良に知見を応用して頂きました。テコの原理でレバーを操作し、駆動部にはギアが装備されていますから、軽い力で前進することができます。通常の手動式車いすでは、掌でハンドリムを把持することに大きな力を要しますが、このレバー式では把持する力をほとんど必要とせず、レバーを押す力が100%前進する力に変換されます。また、レバーにはクラッチを装備しているため、左右のレバーを逆方向に操作すると、その場でクルクルと回転することもできます。腕に発生する筋電位から、車いすでスロープを昇っている際の負担を計測したところ、通常の手動式車いすの約半分の力で移動できていることが分かりました。このほかに、操作時の脳波や心電のゆらぎを計測し、心理的負担の分析も行いました。この結果、新たに開発したレバー式の手動式車いすでは、想定されていた筋負担を低減できるメリットのほか、心理的な負担（ストレス）が低下し、楽しみながら移動できることが分かりました。設計者が想定した筋負担の低減のみでなく、ストレスの程度を表している脳波β波のパワーレベルが減少し、心理的な負担も低減していたのです。

このテコの原理を利用したレバー式の手動式車椅子には、子供たちが競って乗りたがりました。学園祭の時期には、この車いすを展示します。最初は、高齢のお年寄りのいる家族が興味を持って見に来ると思っていましたが、実際は、小学生たちがたくさん寄ってきて、車いすに乗って競争を始めることが多くあります。子供たちが興味を持ったのは、車いすという概念を超えて楽しみながら移動できる、「ちょっとカッコのいいゴーカート」であったからのようです。



図6 企業と連携して設計を進めたレバー式車いす

5. おわりに

香川県は、高齢化に伴う課題が多くある先進県と、冒頭では書きました。嬉しくない響きですが、これらの課題を解決するために、大学と地域の企業が協力しあって解決策を具現化できるノウハウは、かならずや、他の地域や諸外国でも必要となるニーズの高いものです。そこに新たなマーケットが広がっていると思います。大量生産のコストを下げたものづくりではなく、付加価値の高いノウハウを散りばめた「新ものづくり立県」となりうる可能性があります。そのためには、大学などのシンクタンクからのシーズと企業側からのニーズをうまくマッチングさせることが重要です。「人口あたりの交通事故死者数が高い県の汚名を返上するには、どのようなシステムが必要なのか？ ガソリンスタンドのない、細い道の多い島嶼部では、どのようなモビリティが必要なのか？ 軽度認知障害の症状を早期に見つけて対策を講じるには、どのようなシステムが必要なのか？」このようなニーズに直面しているからこそ、本気でマッチングを図ろうとする雰囲気が生れると思います。課題に直面しているからこそ、当事者だけしか気づかない、ユーザ視点での細かな配慮が行き届いた設計ができると思います。地元の課題解決に全力で立ち向かうことは、すなわち、世界のマーケットを見据えたものづくり&サービスの提案のカギになります。ヒューマン・マシン・インタフェース…人と機械の橋渡しをキーワードに、大学のシーズと企業側のニーズをうまく融合させ、香川県なりの企業と大学が連携した、ものづくりを基軸とするフットワークの良い産学連携事業を展開していきたいと思っています。

モタモタしているうちに、諸外国の人件費の安い労働力による大量生産方式に押し切られて、日本から製造業の火が消えていく…そんなことを耳にすることが多くなってきました。香川県はうどん県、いやいやそればかりでなく、特殊な付加価値の高いものづくり技術を持った小粒でピリリと光る県ですよ…と胸をはって言うために、大学と地域

の企業との連携を強め、かがわ流のビジネスモデルを展開していく必要があると感じています。香川大学の役目、それは、香川県における教育、研究の拠点となるばかりでなく、香川県におけるものづくり技術の付加価値を高めることにありと強く感じています。ものづくりとは、人づくりとよく言われます。香川大学と県内企業との連携による若手技術者の育成が重要となります。2008年より、文部科学省の事業の一環として、「21世紀源内ものづくり塾」を開塾しています。大学の研究者と企業の若手技術者の技術交流が、具体的な共同研究や成果物として具現化し始めています。香川県内の企業のエンジニアと若い活力のある学生をより連携させ、少数精鋭ながらピリリと光るものづくり技術をセールスポイントとして、香川大学と地域の企業との連携をより強化し、新たなビジネスチャンスを探っていきたいと思います。

研究室ホームページ URL : <https://sites.google.com/site/keisukesuzukilab/home>

本稿に関する研究の一部は、一般財団法人百十四銀行学術文化振興財団の助成を受けている。

一般財団法人百十四銀行学術文化振興財団は、香川県における産業・学術・文化の振興を図ることにより、地域社会の活性化並びに健全な発展に資することを目的として活動しております。

平成26年度も8月29日（金）まで助成金募集を行っておりますので、百十四銀行ホームページをご参照ください。

(<http://www.114bank.co.jp/other/gakujyutu2014.html>)