

## 東北地方と自動車産業 次世代自動車と産学官連携

### 第一部 基調講演

#### 第1 報告 本テーマを構想した背景について

東北学院大学経営学部教授・博士（経済学）

折橋 伸哉

#### 第2 報告 地球温暖化を防ぐために電気自動車（EV）が必要なわけとは？

(株)SIM-Drive

代表取締役社長 田嶋 伸博

#### 第3 報告 東北における次世代自動車に向けた取り組み—宮城の例

(株)インテリジェントコスモス研究機構 次世代自動車部 プロジェクトディレクター

東北大学名誉教授・工学博士 中塚 勝人

#### 第4 報告 ひろしま医工連携・先進医療イノベーション拠点における人間医工学応用自動車共同研究プロジェクトについて

広島市立大学大学院国際学研究科

非常勤講師 岩城 富士大

#### 第5 報告 九州における次世代自動車社会実現に向けた取り組みと課題

九州大学大学院工学研究院准教授・博士（学術）

目代 武史

### 第二部 パネルディスカッション—東北における次世代自動車と産学官連携をめぐって

司会：村山 貴俊（東北学院大学経営学部教授）、折橋 伸哉

パネリスト：田嶋 伸博，中塚 勝人，岩城 富士大，目代 武史

日時：平成26年10月25日（土）

会場：土樋キャンパス 8号館5階 押川記念ホール

第一部 基調講演

【第1報告】

## 本テーマを構想した背景について

折 橋 伸 哉

東北学院大学経営学部教授・博士（経済学）

このテーマを構想させていただいた背景につきまして、簡単に説明をさせていただきます。

まず、私どもの研究チームがこれまでどのような取り組みをしてきたのかということを中心に振り返ってみたいと思います。

2000年代半ば以来、継続的に経済学あるいは経営学の観点から、東北地方において自動車産業を振興する上での課題についてさまざまな角度から探究してまいりました。そして、2008年10月に最初の公開シンポジウムを開催させていただいたのに続き、以後毎年、公開シンポジウムを開催してまいりました。2011年には東日本大震災が発生してしまいましたが、その秋には、大震災による影響についても分析をいたしました。2013年に一連の研究成果を1冊の書物、折橋・目代・村山編著『東北地方と自動車産業－トヨタ第三の拠点をめぐって－』（創成社刊）にまとめさせていただきました。

これまでの研究は、自動車産業のパラダイムは当面大きくは変化しないだろうという前提に立って議論を進め、本にもまとめさせていただきました。しかしながら、原油の可採埋蔵量が既にピークアウトし、今後、間違いなく先細りになっていくというのが現状でありますし、かねてよりCO<sub>2</sub>排出量の削減の必要性も世界的に大きく叫ばれているところでもあります。したがって、これまでT型フォード以来100年余りにわたって続いてきた内燃機関を活用した自動車に替わる次世代の自動車の必要性が高まってきているわけでもあります。

その一方で、次世代自動車にすぐ一足飛びに行くというわけでも必ずしもなさそうでありまして、内燃機関の自動車の進化も期待される場所でもあります。特に最近よく目につくのは、急速に軽自動車を中心に普及しておりますけれども、アイドリングストップですね、そういったものも含めた進化ということも期待される場所でもあります。

次世代自動車の秘める可能性について見てみますと、現行の自動車の開発、生産については、先ほどご紹介いたしました本で明らかにいたしましたように、東北地方のプレゼンスをその中で高めていくには高いハードルが存在いたします。しかしながら、その産業のパラダイム自体を大きく変え得る可能性を秘めた次世代自動車の登場ということになりますと、自動車産業において東北地方の飛躍をもたらす可能性を大いに秘めているのではないかと考えております。

本日のシンポジウムは、次世代自動車の開発に向けた最新の動向や取り組みについて識者にご紹介いただくということを第一の目的としております。それから、東北地方が次世代自動車において世界的に貢献できる存在になるための産学官連携のあり方についても議論を進めていきたいと考えております。

【第2報告】

## 地球温暖化を防ぐために電気自動車（EV）が必要なわけとは？

田 嶋 伸 博

株式会社SIM-Drive 代表取締役社長

田嶋でございます。満場と言いたいところですが、割と少ないのでちょっとがっかりしているんですけども、せっかく来たのにこれかと。ただ、少数精鋭という言葉もありますものから、少数な分だけシンポジウムが盛り上がりればかえっていいのかなと、そんなふうな期待も込めて、約40分ということでございますので、お付き合いいただければと思います。

私は、ほかの先生方に比べて多分変わり種でございますので、そういう意味では皆さんと今までにないシンポジウムができるのかなとも思っております。

お声をかけていただいて、自分としては一番期待して来たのは、自動車産業の集積地と言われております仙台を中心とした皆様と何かいいマッチングができればなど、そんな期待を夢見て今日は参りました。

そんなわけで、また後ほどいろいろと意見交換の場もあるようでございますけれども、私としては、ぜひとも皆様といいマッチングを期待しておりますので、どうぞよろしくお願い申し上げます。

40分ということでございますので、2つのテーマで皆さんと意見交換ができる、そのためのプレゼンをさせていただきたいと思っております。

まず前半は、SIM-Driveという会社についてでございます。当社は以前、慶応大学の清水浩先生がベンチャー企業として立ち上げて、そして先行開発事業をやってきたわけですが、この4月から新たなステージということで、私が社長を務めております。

SIM-Driveの会長は、ベネッセホールディングズの最高顧問の福武総一郎でございます。電気自動車普及協議会というのが立ち上がっておりますが、このSIM-Driveと同じく、そちらの会長も実は福武総一郎が兼ねておりまして、私は代表幹事をしております。幹事の中には、後ほどスライドにも出ると思っておりますけれども、東北大学の鈴木高宏先生にも入っていただいております。そんなわけで、東北とも関係の深い協議会であるわけでございますけれども、両組織ともに、電気自動車の普及を目指してスタートしています。

当社は、今申し上げましたように会長が福武総一郎、そして取締役がブロードバンドタワーの代表取締役会長兼社長CEOの藤原洋でございます。我々3人が役員ということで、現在、慶応大学のありました川崎から東京都のほうに事務所を移しておりまして、開発部隊は静岡で仕事を

しております。

我々のSIM-Driveは、オープンソースという手法で技術を世界に広げようと、先行開発車事業を長年やってまいりました。特徴は、インホイールモーターとコンポーネントビルトインフレームとの組み合わせでございます。

これまでにつくった車が全てここに載せてございます。

当時の小泉首相が乗られてNHKなどで随分放映されましたので、多くの方々がこの8輪車のElicaについてはご承知だと思います。インホイールモーターの性能をアピールしようということで、最高速度370キロという記録も達成しました。0→100キロが4.11秒ということで、この当時、世界で最高の電気自動車ということで、慶応大学とSIM-Driveの名前が一気に世界に広がりました。

その後、公共機関をやろうということで、環境省とともに電気自動車のバスをつくりました。電気自動車のバスとインホイールモーターは非常に相性がよくて、ご存じのとおりフロアが全くフラットで、非常に乗降性もいいですし、電動バスとしてはインホイールモーターがうってつけだと、そんな証明ということでつくったSAKURAでございます。実証試験も終わりました、次のステージに移ろうとしているところでございます。

これが我々の特徴でありますインホイールモーター、そしてコンポーネントビルトイン式のフレームでございます。先ほどのバスでいかに有利かというのは、この重心の低さと室内の広さです。これをフルに活用することによって多くの物と人を運ぶことができると。また、重心が低いということで非常に安定性のあるハンドリングを得ることができております。

私たちのビジネスでございますけれども、第一の事業は先行開発車事業です。先行開発車につきましては、会員の方々にこのプロジェクトに入っただいて、会費と同時に、会員も一緒になって車の開発をするという、そういう半分研修も兼ねたようなプロジェクトです。大手の自動車メーカーさんは多くのエンジニア、開発、そして予算があるものですから、当然1社で全て賄っていらっしゃるけれども、部品メーカーさんとか下請さんなんかは車をつくるということとはなかなか難しいということで、そういった方々にお集まりいただいて、みんなの知恵、そしてまた部品メーカーさんだから持っているいろいろな技術を融合することによって、大手のメーカーさんでもできないような車をつくらうということで先行開発車事業を始めました。先ほど見ていただいたような車がそこから生まれたわけでありまして。

そして、第二の事業として、技術の移転を事業としようとしています。つくった車をいろいろな方々にオープンソースでお使いいただいて、事業化をぜひお願いしたいというようなことです。そして、第三の事業がターンキー事業ということで、最後に量産支援をすると、こういったことでスタートしてまいりました。

先行開発事業ですけれども、ワーキンググループをつくりまして、車の主なコンポーネントをこのような形でグループの中で参加企業の方々に選んでいただいて、例えばモーターに興味がある、ボディに興味がある、あるいはシャシーといったように、参加企業さんに自由に選んでいた

だいて、ワーキンググループに参加していただきます。わいわいがやがや、そしてまた3DCADを使って、あるいはデザインの人たちと一緒にスケッチをしたりとか、そんなことで、半分ちょっと大学の研究あるいはサークルのような活動に似たような形で、本当に自由闊達な意見を出していただくことで自分たちのつくりたい車をみんなで考えてつくるというようなことで、1号から4号までの車をつくりました。自動車メーカーさん、あるいは部品メーカーさん、あるいはいろいろな方々、多くの方々に加わっていただいて、そしてその成果につきましてはみんなで共有するというようなことで4台の車をつくったわけです。1台は1年という短期間でつくるということで、本当に朝から晩まで参加企業の方々には毎日SIM-Driveに来ていただいて車をつくり上げていったと、こんなわけでございます。

そして、この先行開発でできた車について、我々はパテントや諸々の権利を持っておりまして、それをいろいろな方々にオープンソースということを使っていただこうとしており、自動車メーカーさん、国内だけではなく海外からも随分いろいろなお話、オファーをいただいております。そういった方々とかもろもろのメーカーさんに今お話をしているところでございます。いずれ量産に結びついてくれれば電気自動車の普及につながるので大変ありがたいと思っているところで

す。

そして、先行開発車を量産するというステージについては、各国のレギュレーションの違いが障害となり、なかなか思うようにまだ進んでいないのですけれども、現在オファーは幾つかあるので、うまくいけば、日本ではないんですが、海外で量産に結びつければいいなと思っております。

4台つくりました車のまず1号車、SIM-LEI（写真1）と申しますけれども、このSIM-LEIのテーマとしましては航続距離を長くしたい。JC08で268キロという実績が出ました。それから気持ちよく走れる、加速力も、0→100でとにかく5秒切ろうということで4.8秒と。そして電気自動車、先ほど申しましたようにインホイールなので、広いキャビンを有効に使えるということで、車としては割とトレッドが少な目なんですけれども、中は広々と使えるということで

写真1 SIM-LEI



くりました。

SIM-LEIのフロント、そして特徴的なリアビューですけれども、空気抵抗を減らして航続距離を伸ばすために風洞実験でつくったデザインがこの形でございます。このときにこういった多くの企業にご参加をいただきSIM-LEIをつくりました。実際にはこれ以外の会社もあるんですけども、公表を控えてほしいということで社名を出していないところがありまして、34社ということでございました。

その後、SIM-WIL（写真2）、これにつきましては航続距離をさらに伸ばして351キロを達成することができました。そして、Bセグですけれども、インホイールモーターの良さを生かしてEセグの室内空間を、ということで、本当に車体はそう大きくはないのですが、高級車クラスの空間を得ることができました。ただ、加速が実は目標未達の5.4秒でございました。本来ならば5秒を狙っていましたが、しかしながら5.4秒というと中級レベルのスポーツカー並みですので、決して遅いわけではないのですが、私たちとしては空間プラス加速力も目指していたものですから。しかし、専門家の方々に乗っていただいて、大変高い乗り心地ということでご評価をいただいております。これがSIM-WILです。

特徴的なデザインをしておりまして、このSIM-WIL、実は現在最も引き合いのある車でございます。やはり4ドア化ということと、乗り心地、そして室内の空間の広さとかいろいろなことからこの車が今一番人気がございます。

参加企業としましては、先ほど申し上げましたように企業名を伏せているところもあるものですから、こういった34社に加わっていただいて2号車、SIM-WILをつくりました。

そして3号車ですけれども、名前がSIM-CEL（写真3）といいます。これは航続距離が324キロ。そしてこの車にはやはりスポーツカー並みの気持ちのよい加速感ということで4.2秒と、目標の5秒をはるかに切ることができて、大変満足しております。

写真2 SIM-WIL



写真3 SIM-CEL



写真4 SIM-HAL



写真5 E-RUNNER





特徴的なデザインとしまして、かなり空力を意識しました。非常に空気抵抗を減らすということで、風洞実験を重ねることによって、特に後部が気流の乱れを減らすということで、最近のジェットエンジンの吹き出し口が同じような形状をしておりますけれども、空気の乱れを極限まで抑えようということで研究した結果、特徴的なリアビューになっております。

この3号車にも、同じく多くの企業の方々に参加いただいております。

そして、その技術を引き継いでさらにブラッシュアップしたのが4号、SIM-HAL（写真4）という車でございます。このSIM-HALからは高効率のSSモーターを新しく開発し、搭載しました。そして航続距離が404.1キロということで、400をオーバーすることができました。

この車の特徴としましては、航続距離が伸びたことと同時に、4輪独立制御を投入することによってレーンチェンジやターンの安定性が飛躍的に向上いたしました。アメリカでも試験をさせていただいて、非常に安定した安全な車だと高いご評価をいただいている車でございます。これがフロント、そしてリアです。SIM-HAL、現在も多くの方々から高いご評価をいただき、試験走行、試乗、いろいろやっております。

私ども、実は新しい電気自動車をつくるのと同時に、今ある内燃機関を電気自動車にすることでより電気自動車の普及を促進したいということで、コンバージョンの事業も行っております。シトロエンさんと一緒したプロジェクトですけれども、シトロエンのDS 3をオンボードダイレクトドライブという方式で電気自動車にいたしまして、現在も公道で実証試験を行っております。モーターショーのプジョー・シトロエングループに展示することで大変多くの方々に見いただき、また試乗もさせていただいており、静かで乗り心地がいいということで今も高いご評価をいただいております。

こちらが、さらにそれを進めて4輪駆動にした車でございます。トヨタの86をベースに4輪駆動車にいたしました。ダイレクトドライブのモーターを4つ搭載と。もちろんこれはインホイールモーターでございます。4輪独立制御と4つのインホイールモーターを使うことによって、後ほど時間があればビデオをお見せしますが、86としては世界最速で最も安全で安定した車だと自画自賛している車でございます。トヨタの方々にも試乗していただいております。

そしてこの技術を私が長年モータースポーツビジネスをやっている会社、タジマモーターコーポレーションの車に技術供与をしようということになりまして、パイクスピーク・インターナショナル・ヒルクライムレースへチャレンジした、オールホイールドライブの電気自動車E-RUNNER（写真5）をSIM-Driveの4輪独立制御技術でコントロールしました。おかげさまで2013年にパイクスピークで電気自動車の世界記録をつくることができました。

そんなようなことで、SIM-Driveはどちらかというと研究開発、そしてその研究開発の成果技術を技術移転することで電気自動車の普及、特に東南アジアなどの後進国で、開発能力のない方々に技術移転することで電気自動車普及すればいいなど、そんなようなことを目指してやっています。

ところが、なかなか思うように電気自動車の普及が進まないものですから、先ほど申し上げま

したように、SIM-Driveの経営を私に、との福武会長からの要請がございまして、次のステージとしてはとにかく研究開発から普及、いわゆる事業のほうのモードに移るということで、タジマモーターコーポレーションと一緒に、より研究開発プラス普及活動を推進するというところで現在動いているところでございます。

地球温暖化を防ぐために電気自動車が必要なのはもう皆さんご存じのとおりですから、今日あえて申し上げる必要もないと思うんですが、私が実は多分世界中でも最も温暖化を感じていた人間の一人かなと思っております。それはこれからお見せしますけれども、もう40年以上モータースポーツ活動をやっておりまして、毎年世界選手権のラリーで、モンテカルロから始まって最後のイギリスまで16カ国転戦しておりました。お陰さまで世界チャンピオンにもなりましたし、我々としては本当に結果に満足しているわけですが、実はノルウェーやスウェーデンで冬のラリーがあります。冬のラリーに行くと、今は（公道上では）禁止になっておりますけれども、まだラリーではスパイクを使います。スパイクタイヤで走るときに何が重要かという、ピンの突出量とピンの支える力とか、諸々によって全くタイムが違ってきます。ですから、我々はラリーをやる前にアイスクルーというのを走らせて、路面の温度、氷温、雪温全て、それから湿度とか全部記録をとってタイヤの準備をしているんです。毎年、実は記録が使えないんですね。去年の記録に合わせてタイヤをつくってきたんだけど、今年は合わないなど。調べてみると、温度が違っているんです。ずっと一貫して実は毎年毎年温暖化が進んでいました。ですから、勝つためのタイヤをつくろうと思うと、非常に温度というのが重要になってきます。毎年そういった状況が続いていたものですから、本当にこの先どうなるんだろうと。極端なことを言いますと、前の年がアイスバーンだったのに、今年は解けてシャーベット状になっているとか、雪があったところが雪が少なくなるとか、そんなことで非常に温暖化に対して危機感を持っておりました。

そんなときに、先ほど申し上げましたベネッセの福武総一郎、そしてその他の方々から、何とか地球温暖化を止めるには電気自動車だと。電気自動車の普及活動を一緒にやってくれないかというオファーがありまして、私のほうで実は世界選手権のラリーで肌身に感じていることだという説明をしたところ、それでは一番わかっている君が先頭を切って電気自動車の普及活動をやってくれということで電気自動車普及協会がスタートしているわけでございます。

私は実は1950年6月28日生まれでございまして、もう64歳になりました。でもまだ現役で頑張っております。これから肉声が出れますので、ちょっと聞いてみてください。

〔音声再生〕

ということで、僕の7歳のときの肉声が残っていたんですよ。それで学習院の初等科で頼まれて講演したときに、いろいろな方がいろいろなことをおっしゃいますけれども、夢を実現するのに何が必要ですかみたいなテーマで、子どもたちといろいろと意見交換する機会があったんですけど、そのときにこの声を聞かせたら「7歳からやっているんですか」というので、それでやっているだけなら結構いろいろな人がいるんですけど、見ていただいたように去年、世界記録をつくりましたし、今年も6月に実は参加しまして、お陰さまで今年は3位になること

ができました。

そんなわけで電気自動車の、これが今写っていた記録をとったときの様子なんですけれども、この車にライバルとして出てきたのが三菱さん、それからトヨタさん、そして埼玉さんですね。いろいろな方々がこのレースに参加されて、それで私のほうは電気自動車の4輪駆動車をゼロから開発してつくりまして、それでこの左手に「がんばろう日本」と書いて走っているんですけれども、東北の皆さんに対してぜひ勇気を送ろうということで、そのキャンペーンも兼ねて走ったわけでございます。

この年はE-RUNNERで参加しましたが、雪が降ったり滑りやすかったりする本当に厳しい状況だったんですけれども、やっぱり4輪駆動と4輪独立制御は非常に効果がありまして、優勝することができました。ガソリン車の記録を超えたいということで始めたんですけれども、私の2011年のワールドレコードを電気自動車で超えることができ本当に夢がかなったと思います。

それで、そういった技術を使いまして、ついでにビデオのほうだけ先にお見せしますと、これは第二東名の通り初めを、川勝・静岡県知事を助手席に乗せまして、私どもの超小型モビリティで走ったときの映像です。超小型モビリティが高速を走ったらどうなるんだということで、高速道路会社とか警察とかいろいろな方々と議論したんですが、第二東名は私たちが通った後から道路になると、それまではまだ開通していないので道路として認められていないからいいよ、ということで了解を得て走っております。決して違法ではございませんので、ぜひご理解いただければと思います。

同じように、超小型モビリティの実証実験、これは遷宮の伊勢神宮に車を提供しまして、三重県の伊勢市と実証試験をやっている車で、2013年という番号をつけまして、提供者のナンバーをつけた車です。私自身これに乗りまして内宮・外宮を行ったり来たりしながら、いろいろな方々に見ていただいたり、そしてまた、評論家の方々にも乗っていただいたりしました。特に反響があったのは、地方自治体の方々がこの車を見て、自分のところでも実証試験したいということで試乗もされましたし、いろいろなオファーをいただきました。車は超小型モビリティですからそう大きくはないんですが、やはり室内が広く使えるインホイールモーターということで、軽自動車以上の室内空間、荷物を積むスペースもあるということで、今も実証試験をしておりますけれども、大変好評をいただいております。

トヨタのMEGA WEBという施設がお台場にあります。電気自動車はゴルフカートのように遅いとか格好悪いとか、イメージとしてパフォーマンスがよくないといった印象があるので、それを払拭しようということで、トヨタさんにもお願いしましてMEGA WEBでこの車を走らせました。通常ここは大体20～30キロで試乗するコースなんですけれども、うちのE-RUNNERでは全力で走っていいということでしたので、直線路なんかは時速200キロ以上で走行しています。電気自動車（EV）はゴルフカートのようにパフォーマンスがないとか、決して早くない、かっこよくない、というようなイメージが強いので、多くの方々に電気自動車に対する認識を改めていただくという、そういうプロモーションで走らせたんですけれども、お陰さまで大変好評で、

また今度、お台場のほうでデモンストレーションをすることになっております。目的はやっぱり電気自動車のイメージを変えようということで行った企画です。電気自動車独特の音がしまして、大変多くの方々に応援をしていただき、見ていただきました。

時間の関係で飛ばしていきますけれども、さっき申し上げましたように1970年代から私、モータースポーツやっております、お陰さまでいろいろなタイトルをとることができました。つい先日8月に東北を元気にしようということで、福島の日本自動車連盟主催のイベントに参加しました。これはそのときのシーンですけれども、お陰さまで優勝することができて、これもうちでつくったトヨタの86で、トヨタの社長も応援してくれていい成績を挙げることができました。

その辺の技術を使って「未来の子どもたちに、美しい地球を残したい」ということで、SIM-Drive、そして電気自動車普及協議会が立ち上がっているわけですし、何とかして地球の温暖化を止めようと。今、メンバーが会長の福武総一郎、私が代表幹事で、何人かおりますけれども、一番最後の鈴木高宏、この方が現在この春から東北大学に来られています。その他にもアドバイザーで、EVクラブの館内さんとか東京大学の村沢さん、諸々の方にも加わっていただいて、今我々一生懸命やっているのは、Ken Okuyamaさんとも一緒に超小型モビリティのデザインコンテストをやっております。毎回、東京モーターショーに合わせてコンテストをやっております、来年のコンテストに向けて、今いろいろな学生さんとモビリティデザインのコンテストに参加していただいています。ぜひ本学にもこのデザインコンテストに応募していただければと思います。

先ほど申し上げましたように、私たち地球温暖化をとめるためにモータースポーツ活動、そしてシンボリックなイベントが必要だということでパイクスピークに電気自動車に参加しておるわけでございます。トヨタの章男社長にも、この車のオープニングのときにエールを送っていただいて、トヨタの車じゃないのにトヨタで新車発表会をしたというので、さすが太っ腹の章男社長だと思いましたけれども、そういうお世話になりながらMEGA WEBで発表会をやりました。そしてこういった車で参加をしまして、このパイクスピークになぜ出ているかという質問をよく受けるんですね。それはとにかく4,300mというアメリカで最も美しい山まで駆け上がるというだけじゃなくて、上りですから、車に対しても人に対しても厳しい環境になると同時に空気が薄くなっていくという中で、人と車に対して一番ハードルが高いレースだと言えます。そこに挑戦することで新しい技術を磨こう、またいろいろな技術を世界にアピールしようということで、私は1988年からパイクスピークに挑戦しております、10回のチャンピオンをとることができました。私の今持っているのが9分46秒というタイムでございましたけれども、今年2014年にこの記録も更新して9分37秒まで来ております。

それで、モータースポーツを通じて私たちがやろうとしているのは、ものづくりの楽しさ、できた車を乗りこなす喜び、そしてまた、いろいろな人がそれを見て喜んでいただく、そんなことを極めると安全運転にもつながるということで、お子さん、特に小さい子どもたちに教育研修を世界中でやろうということで、先ほど申しましたように、学習院で「夢は必ずかなう」という授業もやりましたし、静岡の学校で電気自動車を使った研修もしました。これはハワイで、マノア

小学校でやったとき、ご存じのとおりオバマさんの出たところですので、大変多くの方々に電気自動車を知っていただくことができました。

慶応の80周年記念のときにも電気自動車の活動を説明しましたし、いろいろなことを通じて電気自動車のよさ、関心を持っていただくのと同時に、地球温暖化を止めるためには、みんなでこういう活動をしなければいけないということを特に小さなお子さんから一生懸命私としてはわかっていただけるように研修をしています。

同時に、これはハワイで開かれたアジア・パシフィッククリーンエネルギーサミットの際に車を展示して、私自身もそちらで、真ん中におりますアバークロンビー知事と一緒に地球温暖化をとめるためにはハワイから電気自動車を普及しようと、そういう運動もしました。

そして、昨年のAPECにも参りまして、電気自動車の講演をさせていただくことでアジアパシフィックの方々に環境問題に取り組むというようなことでお願いもしました。

さらには、濟州島のスマートエネルギーのときも行きました。これは濟州島の知事さんでございませう。

もろもろこういった活動を通して、とにかく私たちは電気自動車の普及に我々が一体どうすることで一番効果があるかということで、モータースポーツを使ったり、あるいは先ほどのような研修をしたりいろいろなことをやっております。

これはテリー伊藤さんがフジテレビの周りを走っているシーンで、このデザイン自体もテリー伊藤さんのデザインですけれども、こういったことで、もっともっと電気自動車に身近になっていただこうと。実はこの車、このバンの中に入るんですね。ですから遠くに行くときはこのバンに積んで出かけていただいて、そしてそちらに着いたらこれを下ろしてドライブしていただいて、そしてまたこの車に入れて、ホテルなんかで警備も兼ねて車の中が車庫になると。そしてその間に充電ができるという一石何鳥も考えたような、こんなこともやりました。ばらすとこうなるというようなことで、実は「バラス」という雑誌に出たのがこの写真です。

時間も参りましたので、とにかくぜひこの部品なんかも恐らく東北の方々と一緒につくれば簡単にできるものがいっぱいあるんじゃないかと思うんですね。ですから、冒頭でも申し上げましたように、今日参りましたのは、こういった部品を東北の方々と一緒につくることによって電気自動車の普及活動、特に大手自動車メーカーさんにできないような車をつくれたらありがたいなと思っております。

時間がまいりましたのでこれで終わりますけれども、また後ほどお話しできる機会があると思いますので、ぜひビジネスマッチング、よろしく申し上げます。以上です。

【第3報告】

## 東北における次世代自動車に向けた取り組み；宮城の例

中 塚 勝 人

株式会社インテリジェントコスモス研究機構

次世代自動車部 プロジェクトディレクター

東北大学名誉教授・工学博士

東北大学を10年前に卒業し、今ICRというところに所属しましてこのプロジェクトのディレクターをやっております。今日はその取り組みの例をご紹介いたしまして、今後の展開について皆さんにいろいろご意見をいただければと思って参上いたしました。

まず、地域イノベーション戦略支援プログラムということで、今文部科学省から支援をいただいているわけですが、イノベーションは私、初め何のことかさっぱりわからなくて、しかもイノベーションとして今年は非常に厳しい評価の年ですので、その辺を振り返ってみようということでこのプリントを用意いたしました。

我が国の経済状況の変遷です。ご存じのように1960年から80年、昭和で言うと35年から55年くらいですね。このころは日本が高度成長の軌道に乗った時代でございます。

1990年から2000年代、ここで成長がほぼ飽和してきました。国内での生産年齢人口、すなわち15歳から65歳までの間の働く年代の人口がそろそろ減り始める。それから価値観も、産業ではサービス業がどんどん盛んになるとともにIT関連産業が非常に成長いたしまして、この世の沙汰は金次第とばかり金融資本の時代に入ったわけであります。同時に、製造業の製品の類は世界的に飽和してまいりました。経済もデフレ状態になってくる、それから労働市場も二極化して、非正規雇用が急増しました。

2010年、この直前に起こりましたリーマン・ブラザーズの破綻に端を発して、以降は世界的な不況の時代に入りました。需要は広く世界的に飽和状態。ただ、医療とか介護のように国が面倒を見なければいけない、あるいは自分たち組織体で面倒を見なければいけない分野は手をつけられなくて残されたわけですがその他はもう需要飽和に入りました。主要産業も非常に混乱致しまして、我が国の有力な企業の多くも海外に生産工場を移すということで海外の安い人件費で物を造って日本に製品を売り込んで利益を上げる。当然国のお金はどんどん無くなっていくわけであります。そういう状況が続いてきまして、最近安倍政権がアベノミクスというので従来とやり方を変えたという状況でございます。

イノベーションという言葉が出ましたのは第3期の科学技術基本計画、2006年のことですが、これはアメリカの真似をしたわけです。地域における科学技術の振興が新しいイノベーションシ

システムの構築や活力ある地域づくりに貢献する、国はこれを積極的に支援するという基本方針です。文部科学省は知的クラスターを、それから経済産業省が産業クラスターを興す、それからJST、科学技術振興機構は地域結集型の研究プロジェクトに力を入れるというようなことで、いわゆる研究を成果にするための団体行動に力を入れたわけです。

第4期になりまして、2011年からですが、イノベーションシステム強化を継続するということが、政府はこれらのプロジェクトを6年目として更に5年間進めるということとなりました。大学は研究あるいは技術開発中心に勉強するところ、研究開発するところだったわけですが、このころから社会の役に立てということで、社会での実用化にまで結びつけるところまで考えるべしという方向に動いたわけでありまして。

2011年、文部科学省はこの方針が決まるとすぐ、あるいは内部で決まりかけてきていた段階と思いますが、早目に手を打ちまして、平成23年度からの地域イノベーション戦略支援プログラムを設けました。そしてこれまでやってきた知的クラスター創生事業とか、こういったこれまでの活動を新たな地域イノベーション戦略支援プログラムの継続版とし、さらに新たな課題を加えてこれを強化しようということになりました。

2012年、地域イノベーションの戦略支援プログラムを新規に募集致しました。募集対象地は大都市地域を避けまして、国際競争力を強化する地域として5地域、結果的には北海道、浜松、関西、兵庫、福岡が選ばれました。それから、研究機能及び産業集積高度化地域として5地域、秋田、石川、山梨、和歌山、愛媛が選ばれました。

この前年、2011年3月に東日本大震災が起こりまして非常に大きな被害が発生致しました。何とか復興しなければいけないということで、急遽2012年からの戦略支援プログラムに加えて東日本大震災の復興支援型ということで、国際競争力強化地域に3課題、宮城の2課題と岩手の1課題が選ばれました。さらに研究機能、産業集積高度化地域に福島の1カ所を採択ということになったわけでありまして。

私は、現職の前にはみやぎ産業振興機構で地域企業の支援業務をさせていただき、24年5月にお役御免となり少し暇になったと思ったら「お前、大学を少し知っているからやれ」という話になりまして、「じゃやってみましょうか」ということで「次世代自動車宮城県エリア」のディレクターをお引き受けすることとなりました。

この計画の骨子は、産学官連携で次世代自動車のための地域基盤を強化するというのが目的であります。具体的には、大学にある新製品・新システム、研究成果をできるだけ活用して、将来のための新しい技術のもとをつくらうというものです。既存の自動車産業は近年、世界ですと負けなしで進んでおります。そこに大学がこのこ出ていって口を出すような場所でもございません。むしろこれからの自動車のあり方をよく考えながら、自動車産業のすそ野を少しでも強化する、そして地域企業がそういった仕事を末永くできるような育成をできるかどうかということやってきているわけでありまして。このプロジェクトの構造はここにありますように、望ましい形は、自動車産業に対して大学等の知恵を活用して地域企業を巻き込みながら、中間的な性能試

験とかいろいろなことを進めて産業化に近づけたい、そのための場所を宮城県と一緒に充実にさせながら、地域企業の人たちと一緒に進もうというものです。テーマといたしましては、大学発の知恵だけでなく地域の企業力もまとめて、地域のネットワークをつくらうということ。加えてそれを実現するためにはどうしても人材育成をやらなければいけない。人材には、さまざまな対象、いろいろなクラスがあります。これらをできるだけはやく、強く展開をすること。そして地域の大学と研究機関に共通の研究設備とか機器等を設置し充実にさせて、それを共有化してみんなで活用しながら自動車産業の方に近づいてゆこう、そういう意図でやってきました。

最初の作業は知のネットワークコーディネーターの雇用。ここにございますように、大学には当時、自動車関係の研究をやっている約40の研究室がありました。この40の研究室は、トヨタさんだったりホンダさんだったり日産さんだったり、各社とそれぞれ秘密協定を結んで研究をしてきました。その研究レベルが論文として雑誌に載ったとき、初めて東北大学ではうちのレベルは高いよと自慢していたわけですが、この評価は地域とは全く無関係だったわけです。しかし、今回はそういった成果をできるだけ活用して地域の企業の強化とともに、それを使いながら強化していく活動をしなればいけないということで、まず大学の中のメンバーを取りまとめること。それからもう一つ、これはみやぎ産業振興機構がかなり前から力を入れてやっていたのですが、地域の企業をグループ化すること、そして企業の中でお互いにどんな会社が何をやっているかわかるようにするという作業を進めました。そのために、情報を集める企業側のコーディネーターと大学側のコーディネーターを指名しまして、両者がこの中身をよく把握してシーズからニーズに結びつける、あるいはニーズからシーズに結びつける、その流れのマッチングをしようという組織をつくったわけでありました。結構時間がかかりましたけれども、一応これも年を追って動くようになりました。

さて、大学でどういうことをやっているか、どんな人がどこの研究室にいるのか、自動車関係の研究のどんな課題かということですが、まずAにありますような触媒の材料機能、触媒とか材料機能を研究する研究室グループがあります。教授の名前が書いてありますが、9つの研究室があります。Bのモーター・磁石・リサイクル関係の物のものの動き、主な構成部品に絡むところ、これの研究室が5つ。制御、ロボット関係が6つ。それからワイヤレス給電に関係する研究室が1つございます。さらに電池とか水素、エネルギー、などといったエネルギー関連が8研究室。半導体関係が4研究室。界面・摩擦・腐食関係が6研究室。接合が5つ、鋳造・鍛造・ナノ加工等が5つ、それから医療関連が6つ、それから画像解析をはじめ情報関係が4つあります。その他に地域産業政策を研究する研究室も2つありました。こういったものをグループ化してどんどん仕事をやりますと政府に言ったわけですが、評価委員からはこれではわからないと。これを集めて何をやるのだと1年目は大変なお叱りを受けました。その結果は後ほど紹介いたします。一方地域のほうは、みやぎ産業振興機構が以前から自動車及び航空機産業、電子機器産業の集積を図ってグループごとにいろいろな調査をしております、その中で自動車に関連する企業は県内に約150社あることがわかっておりました。いったところのマッチングですが、とりあえずは



自動車産業にすぐに納入できるような力あるいは製品を持っている企業を自動車産業さんにどうかつつけるかという話であります。これには大学が入る余地はほとんどないのですが、みやぎ産業振興機構では10年ぐらい前からやっておりました。

その成果をまとめたものを紹介いたしますと、まず地元調達企業にはタイプがあります。まず地元の下請型というのがあります。東北に進出した工場の一次部品メーカー等に部品を納めること、自動車部品組立会社に直接納めるという余地はほとんどない、ねじの1本までそういうことはありません。組立会社の下で部品をつくるところに納めるわけであります。

それから、地元のメンテ業者型、これは自動車組立会社を含めましてTier 1, Tier 2, こういうところでいろいろな組立工場があります。そういったところの自動化とかコントロールなどの生産設備管理を請け負う会社が地元メンテ業者型です。

それから地元専門工場型というのがありますが、これは特定の企業が東北に工場進出をせずに地元東北の企業を使って物を作らせ、これらを最終自動車工場ラインに直接納入していく、こういうものもあります。

こういったタイプのいろいろなマッチングをやってきてわけですが、結果を見るとこんなふうになっております。平成16年から24年がひとくくりになっておりまして、そのあと24～25、25～26という分類になっております。最初の項は8年間ですので8で割るとこの間は年平均2件、28のところは平均3.5件、6件というのは年平均で0.8件、69というところは年平均で9件となりまして、ずっと10年前にやっていたところを年平均にするとほとんど変わらないのです。つまり、自動車の最終組立工場が来たからといって地域企業の納入というのが急に上がるということはまずないということがこの2年間の実績から出ております。しかしこれは年々努力していくと徐々に積み上がっていくわけで、5年後に例えば自動車の製造計画が変わるとかタイプを変えるというときには効果が出てくると思うのですがそんなに短期に効果が出るものでもございません。先行開発を進める能力と力が必要です。

さて、先ほどの研究室のいろいろな成果をどう活用しようかということですが、一つは、東北大学には次世代移動体研究会というグループが大分前から活動しておりまして、主に電気自動車システムの研究をやっておりました。さまざまなタイプの電気自動車を実際に自分たちのアイデアでつくってみて、動かして運転してみる、そういうことを繰り返してきたわけであります。別にこれにこだわることはないのですが、先ほどお話しいただいたようにいろいろな企業さんがやっている超小型モビリティなどがありますので、そういったものも含めながら、それらを世の中に活用できないかという見方をするとその可能性が見えてきます。

とりあえずの第1段階の目標としては東北大学の青葉山に地下鉄駅が来年できるという事実があります。仙台駅から多分15分か20分で青葉山キャンパスまで行けるようになります。地下鉄の駅を出たは良いが、山の中で下車してその後どうするのかということになります。現在はそこに市営バスが走っていますが、地下鉄が通ると市営バスは一切なくなるということで、その足を何とか確保しなければいけない。

これまでご存じのように青葉山に行きますと職員・学生の車がいっぱいでお客さんは殆ど車を駐められない。だから講義室等はあるのですが、そこで会合をやろうとしてもみんな来ないのでね。車を駐められないのでどうにもならないと。学生のスポーツ施設もなく可能なスペースが駐車場に変わってしまっているという状況であります。少なくとも望ましい大学の環境ではない。そういうわけで、今あそこには4,000名の教職員がいるわけですが、まずは日本一快適な勉学・研究環境を彼らに提供する準備をしよう。そのために移動用小型自動車を使って余裕あるキャンパスを実現しよう、外来者・市民の親しむ学問的な雰囲気と備えたキャンパスに変えようという目標であります。このグループの特徴は、要素技術研究を豊富に有し多賀城に20台近い電気自動車を持っております。もちろん会社でつくったものを購入したものもありますし、自分たちで作ったものも含めて皆運転してみて長所・欠点を押さえている。それから、この地域にはそうした新しいものを活用するシステムを作ろうという動きに対して非常に意欲的な企業が育っております。ただ課題は、教授をはじめ年配の人たちが先頭に立っていること。これは問題でありまして、将来を豊かにする熱意ある若者をどうやって継続的に育成するかが非常に問題であります。

それから、システムも余り最先端ばかりを追っていて実現するのに何年かかるかと聞いたら5年後だというのでは間に合わない。5年後のこともやるけれども、経済合理性のあるシステムをまず選択し良いものをつくって改良していかなければいけないと考えています。昨年暮れに総理大臣、政府関係者、それから経団連の会長さん、商工会議所の議長さんがお見えになり大変励ましてくださり新聞等にも書き立てられて一同幾らか元気を得ているところであります。

このキャンパス内移動システム計画の中身です。先ほど名前が出た鈴木教授がここを主に今担当しておりますが、どんな導入システム案があるか、これはまだ彼の個人的な考えの段階ですが、一つはキャンパス内の巡回バスでこれに電気自動車を使う。先ほど話がありましたように電気自動車は中が広くて非常に使いやすいので、既存のものでは例えば日野のポンチョが使えるのではないか。あるいはその下にあるようなeCOM-8ですか、こういったものも使えるかもしれない。もちろん大学で試作したものもあります。どれも定員は20名位です。それから超小型のEVのシェアリングをする。トヨタCOMSもこれに近いかもしれない。それから電動アシストつきサイクルも候補になる。その他いろいろなものも候補に入れ、要するに大学キャンパスをきちっと整備していきたい。シェアリングや巡回バス、これらの運転経費を学生の授業料から払うのではなくて、何とかして経費的に独立し、学生さんの負担も多少求めながらやる、大学ももちろんサービスしなければいけない。これは大学の構成員の自覚と気力の問題です。そういったことを進めてまずは地域の新しい姿を実現したい。もう一つ重要なのは、地下鉄と新交通システムをどのように連結させるかです。スマートパークと駐車拠点もちゃんと整備しなければいけない。これらをベースに青葉山周辺の交通マネジメントシステムを作らなければいけない。これらによって、青葉山が大学としてふさわしい場所であるという雰囲気づくりもしなければいけないなど、そういう作業がこれから残っている。このような課題解決をこのプロジェクトの中でやるべきか、大学の経営体に関与すべきか議論しているのですが、大学経営体は結構つれないというのが実態でありま

す。

まずこれを足掛かりにした経験を積んで、将来、今度はもう少し広く、津波被災を受けた地域等の復興に役に立つ形で電気自動車を普及させていきたいというのが今後の課題です。電気自動車の特徴を簡単にまとめますと、非常に小さいこと、運転制御がいいこと、駆動コストがガソリンの3分の1以下であること。ただ、お金のかけ方にもよりますが、長距離移動をしようとするとなかなか難しい点がある。いろいろ進んだ電池は開発されていますが品質に責任を持って売りましょうという会社がまだ出ていない。しかし従来から使っている電池を使っても現状で20キロ程度ならば走れる。条件次第では電池の数を増やしたりして50キロ位までは可能で、ある程度の通勤圏内はカバーできるだろうと見込まれています。それから、一般に給電に時間がかかる。電気化学反応で電荷を片側に寄せていくわけですから時間がかかります。そこで、何とか高速に給電する技術を開発すること。これもある程度のめどができて研究を進めており、どの辺から使えるかという見切りが課題です。

さらに将来の用途としては、旧来の電車・バス・地下鉄などの公共交通機関を補足して、これらへの住民の足を確保する。この補足機能を通じて社会インフラのコストを効率化するということがこれからの社会に必要であります。

さらに、被災地の復興再建を助けるための新交通システムにうまく導入できないか。特に臨海地域の産業活動への通勤手段としてパーソナルモビリティがうまく使えないか。あるいは幼児、さらにこれから進む高齢化に備え高齢者の安心社会システムへの活用。65歳で老人というのはかわいそう、私はもう73歳ですが、まだそんなに元気がないわけではない。家に閉じこもっているわけではないが、そうかといって長距離運転を楽しむというほどお金もないし体力もない。しかし買い物に行ったり散歩に行ったり病院に行ったりは自分でできる。そういったニーズはこれからどんどん増えてくる。特に東北地区は日本で最初に少子高齢化が進む地域で、更に日本は世界で最も早く少子高齢化が進む国であります。ですから今ここでそういう新しい道を開けば、その結果は多分世界に普及していくだろう。その流れが動き始めると、この地域は自動車産業基盤の裾野の拡大を先導し、広がりを持って世界にも貢献し進出していけるのではないかという夢を持っている訳であります。

当面の具体例を少しご説明致します。これが仙台湾であります。こちらのほうが南、こちらが北。海岸線の長さは約80キロから90キロぐらいです。茶色のところが津波をかぶった地域です。これが海岸から4～5キロメートルですかね、大体5キロ位は全部やられています。ここには石巻(人口16万人)がありますし、こちらには閑上(人口6000人)があります。そういったところは居住地を茶色のところより奥に移して、しかも水産加工とか魚市場等は港に置かなければならない、要するに職住を分離するのが重要です。移動距離が5キロメートルとすると往復20キロの走行能力があれば通勤はすぐにできると思われれます。具体的にどうするかなどの地域の決断は市町村など一番小さな単位でやることになっているのが原則といわれており、いろいろな意見が出ています。また津波が来てもいいから動きたくない、津波が来て土地の値段が下がった補償は誰がする

のか、など多くの難しい問題があります。地盤沈下による陸地面積の減少も基本的な課題で、そういう問題にそれぞれの地域が答えを出していくには結構時間がかかると思われます。我々はそういうところに常にコミットしながら、それぞれの地域の決定に沿って最善のパーソナルモビリティの導入をサジェストしていき、さらに復旧・復興だけではなくて高齢化社会に対する対応もやっていきたいと考えているわけであります。

もう一つ大きい課題がございます。電気自動車は、大量の物質の長距離輸送にはやはりどうしても合わない。そういうことで、情報と金は世界中をすぐに回るのでありますが、物流になるとどうしても自動車が必要であります。将来とも自動車にかわる輸送手段というのはないだろうと。そうなってくると、燃料のエネルギー密度の高い石油系を使ったものが大切である。そこをやるとしたら何だ。地球温暖化に問題があると言われても、やっぱりカーボンを使う燃料が必要で、重油、ディーゼル系が非常に重要になります。一方、重油には難点がありまして、低温燃焼のところでは不完全燃焼する、COとかそういったものが出る。エンジン回転数が上がり調子よくなってくるとエネルギーを発揮するのですが、ちょっと上がり過ぎるとNOx等過酸化物を出す。それに対して天然ガスは、熱量は少ないのですが燃焼ガスがきれいなのでそれとのハイブリッドはできないか。日本政府もディーゼルの燃焼研究を高性能コンピュータを使ってやる話をしてはいますが、燃料の組み合わせをやるという発想はどうもないようです。一方、コンバージョンで類似の課題を解決して成果を上げている例がこの地域にあります。実際タクシーに導入されているわけですが、類似のことがやれるだろうということで、理論というよりも実践を通じて世に示そうと計画を進めております。これが示せば新しい研究の流れができるだろうということで、天然ガスを活用する自動車エンジンの開発をもう一つのテーマに挙げています。これはやってみなければわからない、いろいろ構想を出して、今やっとなんかのお金を確保して研究を始めたところですが、これも自動車の将来にとっては非常に重要な分野であると考えております。

そのほか、先ほどたくさんのお研究室があると言いましたが、その中でいろいろな企業との連携の中に新しい技術、これが新しい技術だというのが幾つかあります。短い5年の研究期間の間に成果、商品化まで結びつきそうなテーマをここで10数個拾い上げています。これらの一つ一つはそれなりの小さい分野ではインパクトがあるテーマであります。これらの成果も、先ほどの電気自動車の活用あるいは将来型のカスタムエンジンの開発、こういったところにどんどん投入しながら進めていこうということで、要素技術として考えております。研究段階を終えて商品開発まで入るような段階になれば、それは電気自動車のシステムあるいは天然ガスを活用するエンジン開発システム、これらに入れて強化していくという形で進めていこうということでございます。

さて最後に、現在のコンセプトの自動車の消費者は大体生産年齢人口、つまり15歳から65歳までの人口がどれだけあるか、今の自動車はどのくらいそれを満たしているかで決まってくると思われれます。日本の場合には、推定ですから難しいところがありますが、乗用車に限って言えば軽からいろいろなものを含めて、生産年齢人口が約8,400万ぐらいに対しその85%ぐらいの台数があります。ですから新車がどんどん入っていく余地は狭い。車の寿命が10年とすると、その10分

の1ずつ作っていくとかそういうことで国内の産業は回すことになる。今までの成長神話は通用しない段階に日本は入っています。

一方で、先ほど言ったように高齢者はどんどん増えていく。高齢化率が日本は非常に高く、出生率は低いので近い将来15歳年齢人数はどんどん減っていく。自動車は先ほど言ったように高齢者向けが増えると想定される。元気よく高速で飛ばして通勤する人たちの数は減っていく、そういう状況が生じてくるわけでありまして。生産機能が上がってもマーケットは飽和している。

そういう意味で見ると、世界各国の人口と高齢化率からの予測が重要になりますが、20年先30年先を考えると特に若い人たちがどれだけ増えていくかが重要であります。

そこで出てくる指標で世界に通用して出ているのは特殊合計出生率であります。これは女性1人が平均して何人子どもを産むかという数字です。左側に人口1億人以上の国、トップが中国で11位がメキシコ、10位が日本ですが並べてあります。その特殊合計出生率を見ていくと、これから若い人たちが20年後に増える国というのは2を超えるところです。インド、アメリカ、インドネシア、パキスタン、バングラディシュ、ナイジェリア、これらの国では将来、新しいマーケットが広がっていくと思われまして。一方で数字が1に近い国やそれ以下、そういう国は高齢化が進んでいく地域であります。

自動車産業を国内に閉じた産業として見ないでグローバルに物を進めようとするのは当然のことですが、長期のインフラ投資をするべきはどういったところか、当然こういった要素は考える必要があると思います。例えば右側のタイ、1.81、人口は5,000万人以下。ここに今、日本企業は注目して出ているわけですが、長期的に見るとここは比較的早期に高齢化が進むところなんです。左側で見ると、例えばインドネシアは世界4番目の人口を誇っていて出生率も高い。20年ぐらいたつと若い人たちが増えてくる、そういう国であります。こういったことも指標のひとつと考え、その中で電気自動車の価格や性能の見込みを基に社会基盤のどの部分を受け持つかを考え展開してゆくことが必要になると考えます。

さて、こんなことをやってきたわけですが、最近の宮城県はよくなったのかと見てみます。県は各年度の2月か3月にその年の決算を見て翌年の見通しを公開しています。先の年度ほど赤字が増えていく予測となっていますが、これは現状を変えなければそうなるといふ事と思われまして。一番右側に括弧でくくった数字がありますが、この金額になると財政再建団体に該当するとのことなんです。これを見ますと、平成19年にはあわや財政再建団体になるところでした。609億円の赤字だったわけです。20年には赤字が更に増え21年も赤字。これは19年の見込みの話であります。実際には20年の時の結果は、平成20年についてはゼロまで何とか埋め合わせたが次の年の予測では170億の赤字、更にその次の年、平成22年には278億の赤字。予測からはここでもうレッドカードです。というような形で見えていきますと、年と共にだんだん良くなってきて。22年は津波の影響で計算困難でこういう数値が出せなかったようですが、それ以降は全体に対応力がついてきている。しかしこの改善がすべて自動車産業のせいであるとはどうも思えない。しかしこういった産業強化活動を一生懸命やりながら、県民皆で元気を出していくのがイノベーションであると、

そう考えるのが我々の気持ちであります。

時間になりましたのでこれで終わらせていただきます。ご清聴ありがとうございました。

【第4報告】

## ひろしま医工連携・先進医療イノベーション拠点における 人間医工学応用自動車共同研究プロジェクトについて

岩 城 富士大

広島市立大学大学院国際学研究科非常勤講師

皆さん、こんにちは。イノベーションと次世代自動車といったキーワードで、広島地域からは「人間医工学応用の自動車共同研究プロジェクト」というテーマでお話を差し上げたいと思います。このプロジェクトは、JSTの地域産学共同研究拠点整備事業と文部科学省の地域イノベーション戦略支援プログラムという2つの予算で運営をしております。今4年目に差しかかっておりまして、2015年が最終年度です。

イノベーション拠点についての細かい内容は、後で図1の説明を読んでいただくことにしまして概要を説明します。広島というと陽光が燦々とした明るい地域に見えますが、実は相当に高齢化が進んでおりまして、中国地域でも1番。鳥根、鳥取よりもっと進んでいます。高齢化の進展というのが第一のキーワードでございます。それから、ご存じのように地域はかつては海軍の造船、それから今は自動車、航空機産業を中心としたものづくり産業が集積しています。また地域の大学、広島大学医学部には原爆医療研究所がある関係で医学部の人材が広く集結しているという3つの特徴を生かして地域では先進医療イノベーション拠点設立を計画し、文科省に申請し採択をされました。

地域の産学官金、金融機関を含めてこのセンターを立ち上げようということで、図2の右側にご覧のように、3つの共同研究を推進しています。人間医工学、要は医学と工学を連携した新しい自動車の研究を、2番目は、ものづくりの力を使った医療機器の開発を、3番目は、これはiPS細胞の活用のような先端細胞治療の再生医療プロジェクトを加速させまじょうと、この3つでございます。

特に自動車産業は、東北のフォーラムに何回か来てお話をしておりますけれども、ハイブリッド・電動化が進んでくると地域の機械系、樹脂系のサプライヤーでは対応ができなくなるということで、5,000億円程度の地域のビジネスがなくなるリスクがあるという調査結果を掲げて対策を打ってまいりました。これを加速していくため平成20年度にカーエレクトロニクス推進センターを設立したのですが、それだけではまだ十分でないということから、ここに掲げる人間医工学を使った自動車の共同研究の中で何とか地域のカーエレクトロニクス対応をさらに発展させられないかと考えました。将来、10年経過した暁には、人間医工学を応用した自動車研究センター

を中四国の中心としたいという思い、本音では、地域内の部品調達を確保して部品企業を生き残らせていこうと活動しております。

平成18年に、ハイブリッド化したときあるいは電動化した時に、どの部品が変わるのだろうかと調査しました。地域にどんな影響が出るかとの調査結果、地域が担当して生産している部品が最大で6割ぐらいに影響が出るということがわかりました。

ハイブリッド化されたときになくなるものをピンクで、かなり影響を受ける部品を黄色で表示しています。一方、EVになると当然エンジンがなくなりますしトランスミッションがなくなりますということで、かなり大きな影響を受けます。マクロ的に見ると、中国地域というのは、広島のマツダさん、岡山の三菱さん、ほとんど同じ比率ですが、地域から4割の調達、それから愛知とか関東地区から4割、海外から2割の調達です。当初調査のときはそうですが、現在では海外調達は恐らく3割くらいになっているかと思います。このうち地域外と海外から買っている部品はエレクトロニクス系の部品がメインです。それ以外の重くて風袋が大きい、輸送費が高い部品、すなわち機械系の部品、プレス部品、樹脂部品などを地域から調達をしています。

しかし今後、これらの部品にもセンサーがついたりアクチュエーターがついたりしてエレキ化が進むということで、お手元の資料には5,000億円の影響と書いてあるかもしれませんが、これはエンジン系のなくなるEVの場合で、エンジンの残るハイブリッドの影響は500億円です。この電動化リスクに対して我々が失うものを例えばハイブリッドを事例にすると、500億円を失う反面、ハイブリッド化することによって新しく電動化のエレクトロニクス部品がおよそ2,000億円増加します。この2,000億円の1/4以上を取得できればリスクは打ち消せるので、ここで500億円以上何とか埋めたいと考えました。

増える2,000億円のうち地域で担当できそうなものはどんな部品があるのかを検討した上で、2020年をターゲットに計画をまず立てました。こういったエレクトロニクス化によるリスクを何とかしたいということで、平成20年に広島県がカーエレクトロニクス推進センターを設立し、私がそのセンター長を5年間担当してまいりました。活動がうまくいったもの、いかなかったものいろいろありますが、十分とは言えませんでした。去年の春、図3に示すようにカーテクノロジー革新センターへと改組し、ベンチマーキング、VE教育、人間医工学応用の自動車共同研究プロジェクトなど、これら今までの活動をほぼ継続し、更に活動を強化しています。もう少し改善をして地域としてはやっていますので、今日はこの一番下の点線で囲っている活動を中心にお話をします。

先にベンチマークの話をしておきたいと思います。どういう形になるのであれ、自動車にとっていろいろなベンチマークは非常に重要です。世界的に優れたものを徹底的にベンチマークした上で、さらに優れたものをつくるためにはベンチマーキングは欠かせません。広島で設立された後、日本全国で今11カ所、公的なベンチマークセンターが開設されています。今年度は日産ノート、これはマーチと共通のプラットフォーム車で、マーチの生産がタイに移ったものの、ノートは九州で生産されているが部品がどうなっているのか。基本車種が海外生産に移った関係で、共通化



図1：ひろしま医工連携・先進医療イノベーション拠点の目的



図2：人間医工学を応用した自動車共同研究プロジェクト

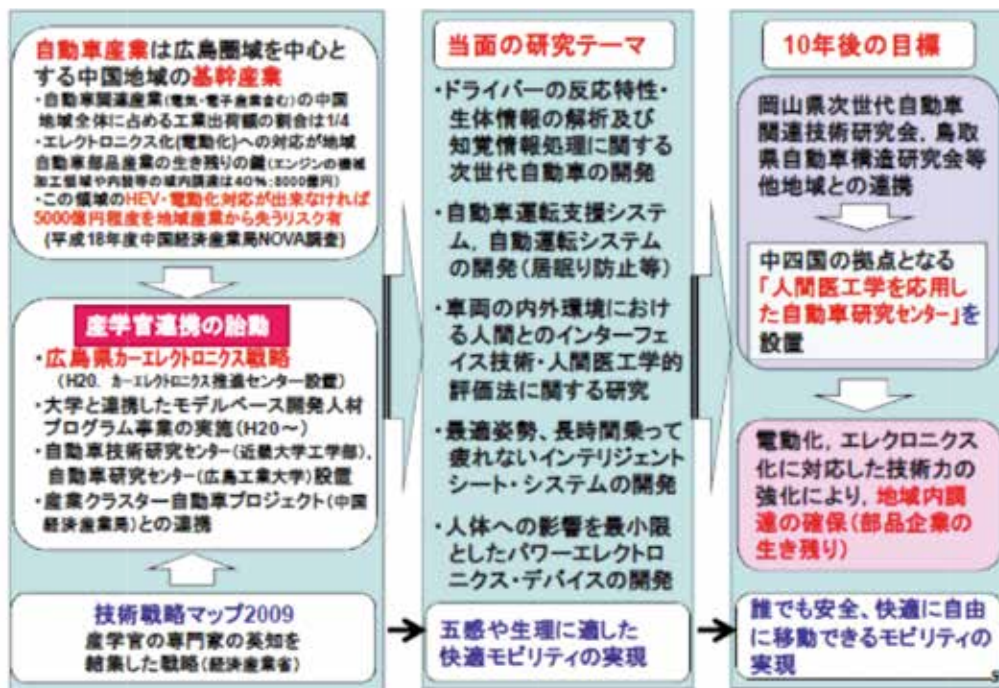
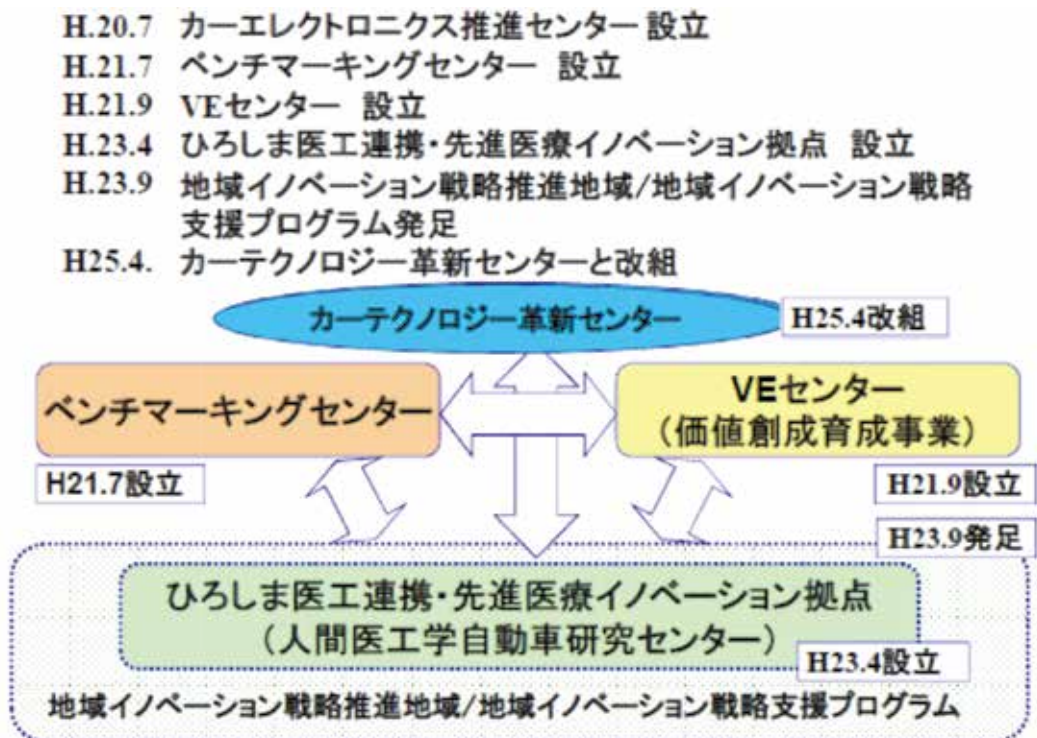


図3：広島県自動車部品産業支援 施設の全体像



で海外から部品が来るようになったのではないかとこの観点でベンチマークを行っています。

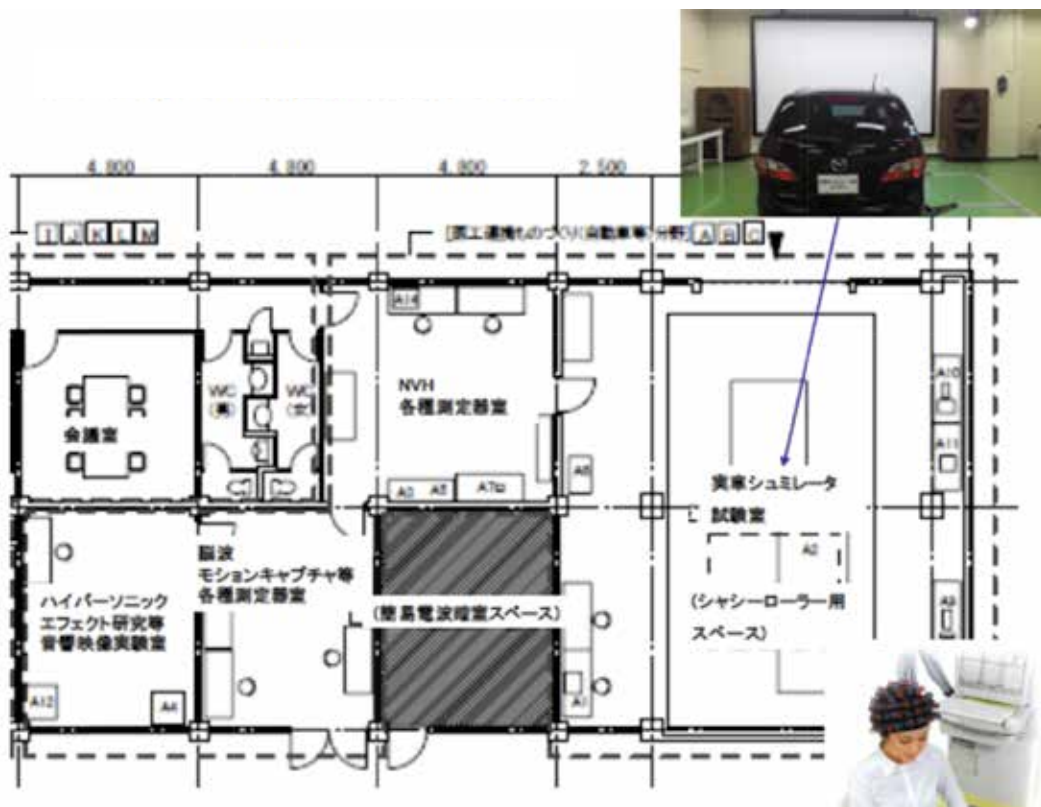
来年3月には、ダイハツさんに地域を挙げての展示商談会に参りますので、ムーブをベンチマークして、有益な提案をしようということで、来年の1月から2月にベンチマークをする予定にしております。もしご希望があれば見学することが可能です。

それから、お手元の資料には、現在の活動の全体像が出ているかと思いますが、2009年から2014年にかけて、おおよそ年に2台、予算が多くとれた年は3台、ベンチマークを続けておまして、これは「日経Automotive」誌と一緒に、日本全国にベンチマーク情報を発信した方がいものについては本として、情報発信をしています。

本論ですが、地域イノベーション戦略支援プログラムは、さっき述べましたように3つの柱があります。特に自動車に関して言うと、昔から人間工学という言い方で、シートの座り心地がいか疲れなとか、メーターの視認性がよいか、操作性がよいかという技術分野がありました。この人間工学というのはお医者様になったつもりで工学部のエンジニアが何とか人間を一生懸命測定して良い車をつくらうとしたものですが、事ここに至ってはやはりお医者さんの力をフルに借りようということで、お忙しいからなかなか時間はとりにくいのですが、研究そのものにお医者さんに直に入ってもらって、医工連携という形で現在開発を進めております。

図4が自動車関係のセンターの設備の概要です。右端に示すように実車シミュレータがあり、

図4：医工連携ものづくり（自動車分野）研究室



次の部屋にNVH系の測定室があり、左端がハイパーソニック研究室です。後でちょっとお話ししますが、これは音を聞かせて脳を活性化し、居眠り運転防止などに使えないかといったことを研究しています。お手元の資料にもあると思いますが、この研究施設、トータルでおおよそ8億円強、文科省からの資金提供を受け、自動車関係で3億円の設備が入っています。これは実車のシミュレータです。かなり大きなシミュレータでございます、これは地元のマツダさんの協力で、マツダのシミュレータとほぼ同じ動作をしてデータの共通性がとれるようになっています。

現在、この医工連携研究では6つの分野で研究活動しています。「快適・五感・安心感」「NVH・音創り」「脳・認知」「HMI」「内装・感性・質感」「電磁波からの人体防護」と、6つの分野からスタートして、現在は黄色で塗ってありますヒューマンマシンインターフェースと内装との関係が非常に近いので、この2つを合体させ現時点では5分野の活動となっています。具体的には、インパネとかオーディオシステム、省エネの空調システム、シートとか内装とか、こういったものに人間医工学を生かしていこうという活動です。

地域イノベーション戦略支援プログラムは、主要メニューが以下に書いてあるように4つございます。今日は時間の関係でそのうちの2つをご説明します。

図5：自動車分野医工連携研究会における6分野の活動



1つは、地域イノベーション戦略の中核を担う、いわゆる地域にいないタイプの研究者を外部から招聘して地域の研究開発を活性化させようというプログラムです。もう1点は、大学を上手に結びつけて知のネットワーク化して、大学にもっと研究開発に活躍してもらおうというものです。

まず、地域イノベーション戦略の中核を担う研究者です。ユニークな構図を描いています。この構図はどういう意味かといいますと、地域はエレクトロニクスで遅れた、遅れた地域が頑張ったとしても単にキャッチアップするだけではなかなかカーメーカーには買ってもらえないということでありまして、キャッチアップ技術のみでなく、それに加えて地域のユニークな技術をつけることによって何とか事業を創出したい。この赤い線がそうです。

当地域のユニークな技術とは何かというと、今後、ハイブリッド、プラグインハイブリッド、電気自動車、燃料電池の車、これは全てモーター、インバータ、バッテリーパックといった、いわゆる電動化3種の神器が装着されます。これらはかなり盛大に電磁波を出しますので、余り言われてはおりませんが、ペースメーカーをつけられた方にとっては結構厳しいレベルの電磁波が出て影響が考えられます。日産さんのリーフの説明書では、充電のポートから80センチは離れてほしいと言われています。いろいろな形で対策はされているのですが、今後電動化でもっと電磁波が増えてくることになると、電磁波からの人体防護をしっかり意図したパワーエレの開発をした商品開発で、地域としては追いついていきたいという思いで開発をしております。

- 地域イノベーション戦略の中核を担う研究者
- 地域イノベーション戦略実現のための人材育成プログラムの開発、実績
- 大学等の知のネットワーク
- 地域の大学等研究機関での研究設備・機器等の共用化支援

図6：地域イノベーション戦略の中核を担う研究者

### ■医工連携 自動車研究会を設立し研究開発

【目的】キャッチアップ+地域ユニーク技術による事業創出

電動車両部品技術(キャッチアップ)



地域ユニーク技術(電磁波からの人体防護を考慮したパワエレ)

- ①電磁波基礎技術
- ②シールド技術
- ③不要輻射電磁波の少ないパワーエレクトロニクス



- ・電動システムの大型化(制動エネルギー回生⇒HEV⇒PHEV⇒電気自動車)
- ・電動システムの高周波化(小型化、低価格化)
- ・車の軽量化(プラスチック化)【電磁波環境悪化】
- ・非接触充電

その開発の1点目は、もう一回基本に戻って実車を使って、電磁波がどういう状態に出ているのかをしっかりと測定しようと。ここにあります世界的な組織のICNIRPガイドラインがあるのですけれども、そのガイドラインを当然遵守はしていますが、心臓ペースメーカーにとって、そのレベルで本当に良いかを含めて確認をしていく。ただ、難しいのは、心臓ペースメーカーは世界中で40種類ぐらいあるので、それを全部実験するなんていうことはまずできないということを含めて、かなり慎重な実験が要ります。

図7：基本調査と実車を用いた電磁波計測

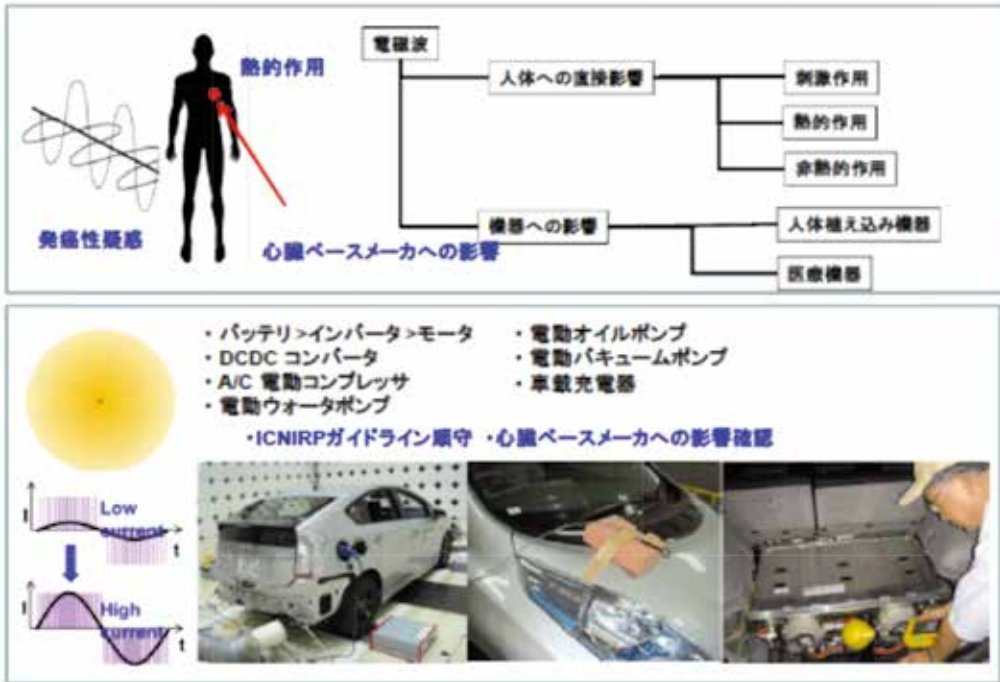
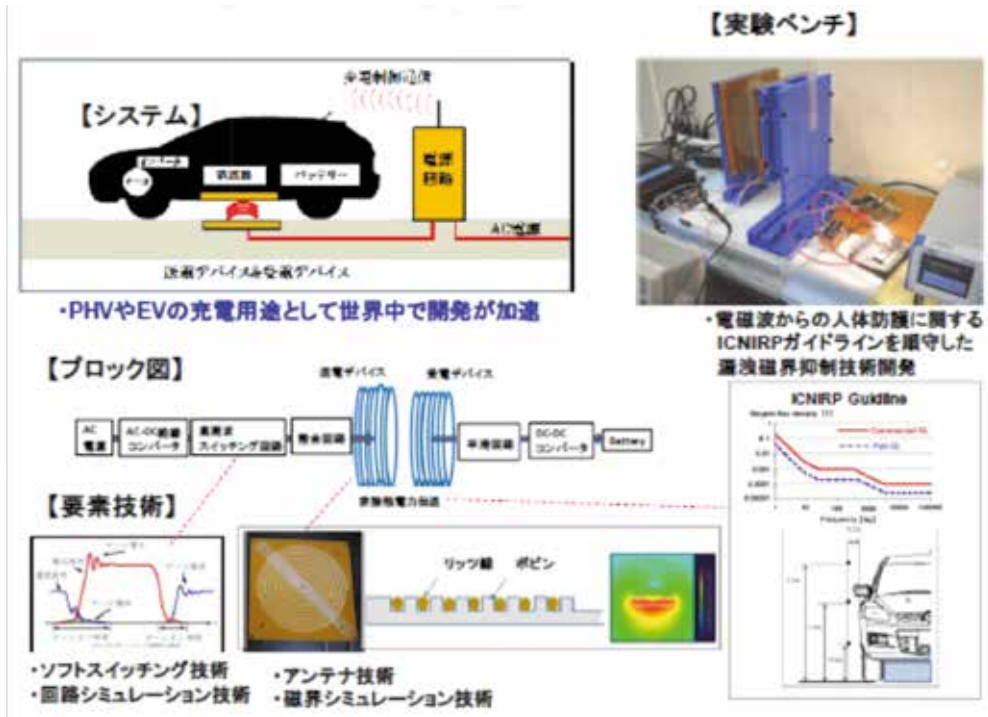


図8：非接触充電システム研究



2番目は、実際に電磁波が出るのを何とか低いレベルにとめないといけない。可能な限り発生しないようにするというと同時に、出たものを何とか確実にとめる。ところが、これを精密に測定するには、ここに写真がありますような大型の電波暗室が必要です。これぐらいのレベルの電波暗室がないと、自動車から出る電磁波の詳しいレベルは測定できません。これはマツダさんの全面協力を得ながら、開発をしています。

それから先ほど東北大のプロジェクトのほうでも話がありましたが、女性の方や高齢者などにとって重たい充電プラグを挿す作業というのは大変なので、非接触充電機器が今あちこちで開発されています。2008年ですか、MITが公開した新しい理論での非接触充電の開発が始まっています。これまた電磁波が大変です。間に猫が入ったらどうなるのか、煙草のアルミホイルが入ったら火事にならないかといった課題への対応と同時に、ここはまた盛大に電磁波が出ますので、電磁波を余り出さない、シールドするなど、うまいやり方をやっていかないといけないというような技術開発をしています。

ここでちょっと脱線ですけれども、電動化というのは実は自動車が抱える課題の解決策全てではないですよ。自動車にはエミッションをクリーンにしなければいけないと、CO<sub>2</sub>を減らさなければいけない、それからそろそろ石油が十分なくなりつつあるので、脱石油をしなければいけないという課題から見ると、いろいろなソリューションがあって、今の時点ではどれが一番いいソリューションになるかまだ分かっていません。マルチソリューションということで、いろいろな観点での開発が必要と思っています。

例えば一つの事例、ヨーロッパではつい最近、規制開始を1年延ばしてしまったんですが、2020年と言われていた、1キロメートル当たりの走行で95グラムまでCO<sub>2</sub>排出量を下げないといけない規制が2021年開始となりました。これは会社の販売車両の全平均値です。

売った自動車の全平均で95グラムまで下げないといけない。この95グラム規制の前に2015年に120グラムというリミットがある。120グラムというのはどのレベルかというと、クリーンディーゼルで有名なマツダさんのCX-5が大体そのレベルです。それからホンダさんのフィットのハイブリッドの第1世代、これが大体100グラム強。だから規制値から見ると2015年の120グラム・キロメートルというのは、少なくともアイドリングストップと減速エネルギー回生は最低限必要で、車重によってはホンダさんのハイブリッドの最初のフィットぐらいが必要。欧州勢は、後でお話しする48ボルトという、新しい電源体系を欧州が言い始めています。こんなシステムが要るだろうと。

それから、2021年の95グラム・キロメートルというレベルはトヨタタイプのフルハイブリッドが最低限要ります。これは、先進国だけの話だという言もありますが、タイが現在開始した、エコカーの第2次規制は100グラム・kmです。タイといえども、ほぼ欧州の2021年の基準に近い車でないとエコカーのインセンティブとして認めないというレベルに世の中はなりつつあります。

今年の5月にヨーロッパで発表されたレポートで、ヨーロッパで売られた車がどれぐらいクリーンなのか、今後は大丈夫なのかということの推定が発表されました。2015年のターゲットラ

インに対して、2013年で既に2015年の規制をこの下のほうの会社はクリアしている。この真ん中ぐらいのグループはまだ線上にいます。2015年はこの程度の達成率ですが、2021年で見ると、もっともっと努力が要るぞという警報のレポートが出ています。

もう1点、欧州のCO<sub>2</sub>規制に比べてちょっと違う規制を、アメリカは2018年に実施します。2018年というと、2017年の夏ごろからの量産車になります。これは、脱石油を加速させたい、それから規制対象メーカーを拡大する。この規制はゼロエミッション方式を要求するもので、これは排出量のレベル規制ではなく方式規制です。ゼロミッションのカテゴリーというのはプラグインハイブリッドと燃料電池とバッテリーのEV。こういう形で2050年まで行っていたらもう内燃機関はこんなに少ない割合となると言っているのです。

しかし、脱石油の観点で見るとシェールガスが出てきたので、どうなるか。これは現時点、誰に聞いてもクリアにはわからないという。

一方、カルフォルニア州は現実的なことも言っています。2025年には全販売量の18.96%をゼロエミッションビークルにせよと言っているんですが、これは当初2010年の見込みで、大部分をEVと予測していました。ところが、今日いろいろな方からのお話が出たように、EVの航続距離の関係から全面的にEVに頼ることも問題があるということもあって、2年後にはプラグインハイブリッドの予測割合を増やしています。欧州も最近プラグインハイブリッドの効用をかなり言い始めており、ここ当面、ゼロエミッションとCO<sub>2</sub>値から考えてプラグインハイブリッドの1方式；レンジエクステンダーEVを主体にしたいと言っているようですし、将来の予測は難しいところ。

それと、もう1点、欧州は新しいシステムを考えています。ハイブリッドはやっぱ高いぞと。プラグインはもっと高いし、今欧州は48ボルト。日本では余り言われていないですけども、48ボルト。これは何がいいかという、48ボルトにしたからといって余り大きく変わるわけじゃない。アイドリングストップをして、減速回生をして、その減速回生で蓄えたエネルギーでモーターを回す。モーターがアシストするのはちょっとの間だけ。要は発進加速の一番ガスが汚い、燃料を食うところだけモーターにしましょう。日本では8月にスズキさんが12ボルトで同様のシステムを出しました。三菱電機と組んでです。たった6秒だけモーターアシストするんだけど、燃費がすごくよくなった、ガスもきれいになる。欧州が考えているのは12ボルトじゃちょっと足りない、48ボルトにして回生を沢山したい。そうすればモーターアシストの時間ももうちょっと伸びるので。賢いのは、モーターと言いつつも新しいモーターはつけない。スターターモーターかオルタネーターというデバイスは、うまく使うとモーターとして作用しますので、オルタネーターかスターターモーターをアシスト用の短時間モーターとして使います。

これを欧州ではマイルドハイブリッドというんですけども、恐らく欧州の2021年、安価な車、軽いクルマの層はこれがかなり主流を占めるのではないかと考えます。現在こういう形で、アウディ、BMW、ダイムラー、フォルクスワーゲン、ポルシェなどが共同プロジェクトを立ちあげて動き始めております。2016年から車を出すと言っております。このあたりが少し新しい話題か



もしれません。

我々別件で欧州調査について2週間前まで行っていたのですけれども、そのときの実際の部品展で見ても、48ボルト用のDCコンバータとか、大電流のPTCヒーターとか、48ボルトのオルタネーターとか、DCコンバータとか、それからモータージェネレーター、要はジェネレーターとモーターを兼用したのもですね、こういうものが出展されていました。

これは欧州委員会が出している資料です。横軸が追加コストで縦軸が燃費の向上率です。ここにマイクロハイブリッド、これが今日本の軽自動車、あるいはマツダのスカイアクティブなど、アイドリングストップと減速回生を持った車、欧州ではこのカテゴリーの車はマイクロハイブリッドと言われています。日本ではマイクロハイブリッドなんて言わないですけど。それからマイルドハイブリッド、よく似ていますが、少し規模が大きいですね。これが減速回生とアイドリングストップに加えてモーターアシストが入っている。これはモーターアシストがフルに入るとプリウスになります。

実はこのデータはちょっとトリックがあって、これが改善度、20数%ですね。エンジンのダウンサイジング、今これヨーロッパ最大の主体になっている。これとハイブリッドはほとんど一緒ですがコストはそこまではかからないですね。ただ、これはエンジンのノーマルのものをダウンサイジングした時の改善度なので、これとハイブリッドとの絶対値の差は実はわからない。これはかなりトリックと呼べるデータですが、今欧州はここをやる、これをやりながらここをやるということで、48ボルトのシステムの相対位置のデータと思っていただけたらいいと思います。

何で電圧なんか変えるだと言ったら、自動車にはたくさんの電流を流したい装置が最近つくようになりました。言葉を変えれば大きな電力が欲しい装置が多くなった。例えばアイドリングストップしたらバキュームがなくなるので、ブレーキのバキュームをつくるために電気的なバキュームモーターが要るとか、それから寒い地域ではフロントのウィンドウの氷を解かしたいので大容量の電気ヒーターが要るとか、たくさん電流を使いたい。たくさん電流を使おうとすると、ワイヤーハーネスがすごく太くなって車に重量の負担があるので、電圧を上げて電流を下げる。仕事はワットですから電圧掛ける電流で決まるので、電圧を12ボルトの4倍にすれば電流は4分の1になりますので、そういう意味で言って大電流を欲しいものがかなり増えると電圧をあげるのは効果があります。

そういう中で、これはちょっと古い資料ですが、2009年にダイムラーがおもしろい絵を出して言っている。エンジンの改善、ハイブリッドの改善、それから今のゼロエミッションビークル。当時から彼らは、どれが主力になるかわからないと。だから当時ダイムラーは全部やると。ダイムラーだからできるんでしょうが、現状でもクリアに将来は見通せません。

あと、私がおります地元のマツダさんは、ビルディングブロック戦略という言い方をしております。ベースエンジンを改善しながら、徐々にエレキ系のデバイスを増やしていくと。だから、この考えは見方が2つあって、2020年でも電気自動車は非常にコンサバな見方なら1%、多いところでも5%ぐらいと言われている。その中で、残りは全部エンジンがつくのでエンジンが非常

に大事、これはまさに正しいんです。と同時に、この図をよく見てください。ここのグリーン…すなわちエレキシステムが非常に増えていくと。これは電気デバイスなんです。だからエンジンも非常に大事と同時に、この電気デバイスのところをどう処理するか。これが恐らく従来型の自動車産業の地域では電気デバイス関連の産業をどう育てていくかというのは非常に大事なことだと思います。

それからもう1点、絶対EVだとか、絶対ハイブリッドだとか、燃料電池だと言わずに、最近、言われ出したのは、やっぱりそれぞれの車に応じて使い勝手がいいところがある。もちろんこれを乗り越えて、テスラのようにEVとしてすごいところを狙っているような車もありますが、おおよそ通勤的な使い方と本格的な中長距離用と、まだ研究開発段階の車の3分類かなと。横軸が走行距離で、縦軸は車両サイズといった、これを違う言い方では、ベンツのように全部やらなければいけないということかもしれない。だから、各社、強みを生かして協業、うまく分け合いながらやるというのが要るでしょうね。

それから、これも2012年のボッシュの公開資料で、少しデータは古いんですけども、ハイブリッドのシステムの中では2015年にはどれぐらいの割合でシステムが生き残っておるだろうかと。EVの中では、例えばシティEVとコンパクトEV、これは普通のEVですね。パフォーマンスEVというのは、先ほど田嶋さんが言われたような物すごくよく走るEVといったようなカテゴリー

図9：大学の知のネットワークによるイノベーションの事例



が、これはボッシュの見方ですよ。ボッシュが見て、2015年にマーケットのシェアがどれぐらいあるか。ハイブリッドはハイブリッド、EVはEVで書いているので、これを足しても全体の数字にはなりません。

もう一つ大学の知のネットワークによるイノベーションの事例をお話します。

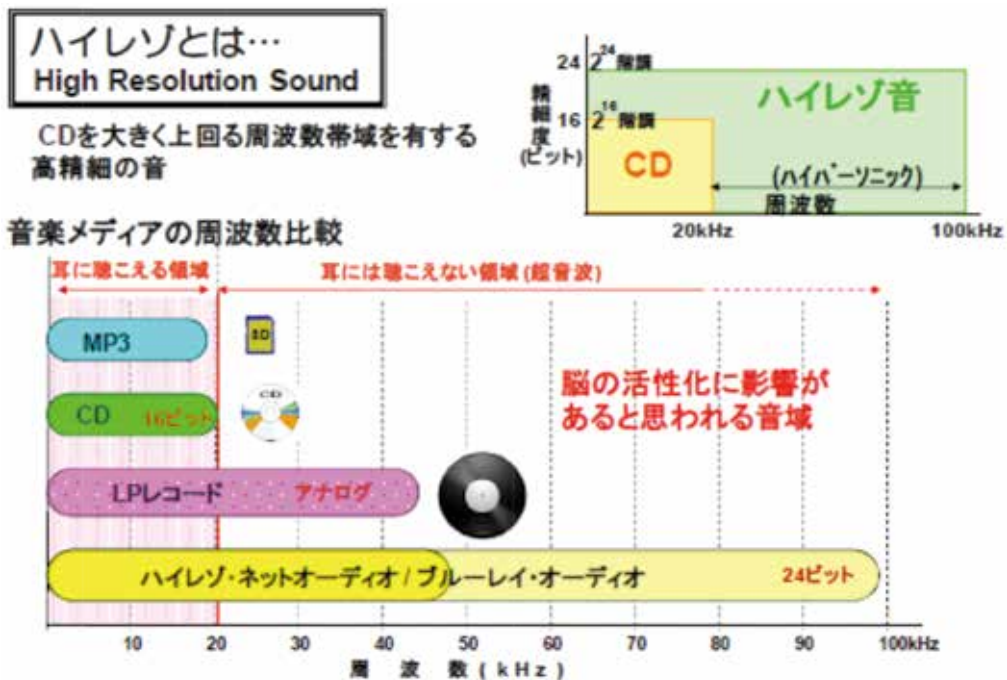
実は私、大学時代から音響工学を専攻していたせいもあって、マツダ時代も、それから財団で中小企業の支援をしていた時代も、現在になっても音の世界はすごく興味のある分野です。

地域のオオアサ電子さん、デジフュージョンさんという企業を支援しながら、知のネットワークということで、音響工学の九州工大と脳科学のお医者さんである県立広島大学の原田先生と、それからいきなり工学と医学を合わせると、新開発の谷じゃないですけども谷ができて、間を埋めるのにどうしても心理学の先生が必要ということで、認知心理学、広島大学の入戸野先生にも入っていただいて、まさに3者：知のネットワークでハイレゾ・サウンドによる新しい音の開発（図9参照）。これは狙いが3つあります。一つは家庭用・自動車用を含めたハイレゾサウンドシステムをつくらうということと、二つ目は音が人間の脳とか行動にどんな影響を与える研究。脳を活性化して、居眠り運転防止に使えるのではないかとという狙い目のもとにこの研究をしています。

釈迦に説法かもしれませんが、ハイレゾ・サウンドの話からしたいと思います。

ハイレゾサウンドは、最近特にソニーさんが熱心に紹介していますので聞かれたことがあると思いますが、CDやMP3の情報量を大幅に拡大したものです（図10参照）。

図10：ハイレゾ・テーマの概要



従来型のCDとの比較で話しますとCDは20キロヘルツという人間の耳に聞こえる限界のところ  
で音が完全に切つてあります。カラヤンをご存じですね。もう亡くなられましたが、カラヤンと  
ソニーの大賀さんがCDというフォーマットをつくる時に、何とかして1枚のディスクの中に、  
演奏時間が74分あるベートーベンの第9交響曲合唱つきを入れたいと。一枚に入れようとすると、  
当時のCDという750メガバイトほどの容量では20キロヘルツという音のところで切らないと入ら  
なかった。それともう1点、音の分解能は16ビットという当時のDAコンバータのレベルでない  
とできないということで、CDはこのフォーマットで作られている。ハイレゾというのは、この  
CDとの比較で、①周波数特性は人間の耳に聞こえないと言われている20キロヘルツから上の帯  
域（ハイパーソニック領域）、②縦軸方向の分解能：精細度も16ビットではなく24ビットになっ  
ています。16ビットは2の16乗と24ビットは2の24乗と大幅に拡大されています。

図10中のグリーン領域の音をハイレゾサウンドといいます。

話が混乱するかと思いますが、LPレコードというのがありますがね。アナログのレコードは実  
はハイレゾだったんです。周波数帯域は45キロヘルツぐらいまで伸びていますし、32ビット相当  
とも言われています。CDに比べたら相当帯域が伸びていて、実はCDが出たときに、レコードに

図11

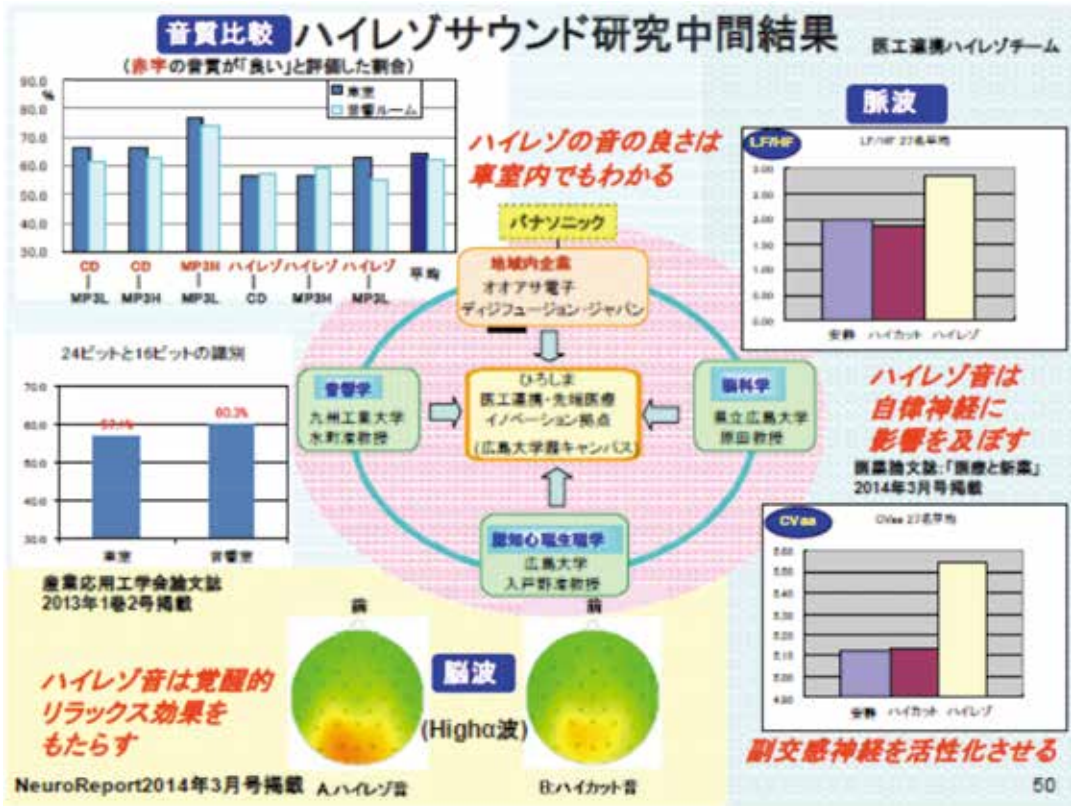




図13



懸命こことを詰めています。被験者も60人ぐらまで増やして確認をしており非常に興味ある結果が出ています。

では、ハイレゾサウンドは何に使えるのかと言ったら、テーマ1：音のいいオーディオ；ホーム用のオーディオ、テーマ2：車用のオーディオ。それからテーマ3：脳機能との関係の研究です。

それからもう1つ、テーマ4：中小企業のものづくり補助金研究で進めている研究でハイレゾ環境音の配信事業化、それと将来テーマとして、快適に覚醒しているということを使うと運転中の予防安全に使えるのではないかととしての研究です。

ハイレゾ研究の中で、もうすぐ商品の市場導入が予定されているハイレゾスピーカーを紹介します（図13）。皆さんがお持ちのスピーカーシステムの上に載せることで、ハイレゾサウンドが聞けるようになる外付けのスピーカーです。

これはもうすぐ、年度内に市場導入の予定です。数カ月で発売します。

ハイレゾサウンドは一部のメンバーが騒いでいるだけではなくて、経済産業省が毎年、技術戦略マップというのを出しています。かなり厚い本です。ネットからもダウンロードできますので、一度、チェックしてみてください。これは経産省が、日本として2020年や2025年に向かってどんな技術開発をしていきたいのか、そのころにはどういう技術を実現させたいという中にハイパーソニックサウンドというのがちゃんとカテゴライズされています。2015年あたりに航空機とか自

図14



図15



自動車の運転席に装着することによって事故防止に使えないかという言い方をしております。実はこのベースになった技術戦略マップが2009年に出しております、2009年に例のリーマン・ショックが起きているので、我々が見たらこの年次が5年ぐらいは遅れているように見えています。だから、5年遅らせて読めば大体時間軸が合うのではないかと。これはいろいろな将来の技術開発を検討するときには随分役に立つと考えます。識者が相当集まって論議して作られていますので、ぜひ一回のぞいてみてください。

もう時間も終わりに近づいています。最後にもう1点、地域では医療・福祉、自動車だけじゃなくてこういった開発もしています（図14）。例えば自動車の企業が高齢者の方の生活を見守るため、ヘッドフォンの中に生体センサーを埋め込んで、ちゃんと起きている、ご飯も食べている、脈が正規に打っている、倒れてはいないかといったような高齢者の見守り用のシステムを、自動車の技術を生かして、地域サプライヤーが大学の先生と共同で研究しているものです。また、ほんの少し爪先を上げるように編んだ靴下でもって転倒予防するとか、いろいろな形で地域の企業が医療機器にも進出しようとして技術開発に励んでします。

最終的に地域のイノベーション戦略の将来像を紹介して終わります（図15）。

自動車に関して言うと、ものづくりと医療を融合する医療系研究資源をうまく使って、10年経過したら中四国地域の医療連携の拠点にする。人材育成についても、中国地域の人材育成の拠点にしていこうと5つの人材育成テーマで実施しています。

最終的には、地域がものづくりの拠点となって国際的に展開できる形で今やっています。

最後に、地域の車の話をさせてください！遂にスカイアクティブ；第3弾が出ました。

そのデミオはカー・オブ・ザ・イヤーをとりました。もう私はマツダから退職し10年、離れているんですが、もといた会社が気になるものであります。

素晴らしい車ができています。Bカーなど運転席が小さい車に乗るとタイヤハウスに邪魔されて足が中に入りますよね。この車はそれがありませんので、一度乗っていただいてぜひ買っていたらと思います。以上でございます。ありがとうございました。[拍手]



【第5報告】

『九州における次世代自動車社会実現に向けた取り組みと課題』

目代 武 史

九州大学大学院工学研究院准教授・博士（学術）

皆さん、こんにちは。九州大学の目代と申します。

私のテーマは「九州における次世代自動車社会実現に向けた取り組みと課題」です。実は私は、2011年まで東北学院大学にお世話になっておりまして、4年ほど勤めた後に九州大学に移りました。現在は、大学院統合新領域学府オートモーティブサイエンス専攻（以下、AMS専攻）という、自動車を専門に教育・研究する大学院に在籍しています。

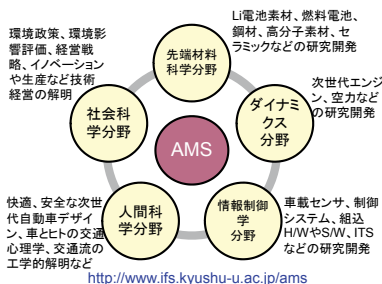
AMS専攻でも次世代自動車にかかわる様々な研究に取り組んでおりますので、少し当専攻について紹介させていただきます。AMSは5つの分野で構成されます。

まず、先端材料分野は、リチウムイオン電池や燃料電池、あるいは高分子材料、セラミック等々の研究・教育をしております。ダイナミクス分野では、エンジンや空力などの分野の教育研究を行っています。情報制御学分野は、車載センサーや制御システム、組込システムなどのハードウェアとソフトウェアの研究をしております。さらにドライブシミュレータを使ってHuman Machine Interfaceの研究にも取り組んでいます。人間科学分野というのは、例えば車に乗って



九州大学大学院統合新領域学府  
オートモーティブサイエンス専攻

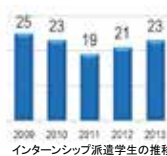
- 設立：2009年4月
- 設立趣旨：自動車と先端技術、自動車と人間や社会、自動車と環境・経営戦略などの先端的で複合的な課題を分野横断的な知の統合により解明し、新しい自動車社会を創造する高度な専門人材を養成。
- 教員数：17名
- 在籍学生数：修士 約40名、博士 10数名



<http://www.ifs.kyushu-u.ac.jp/ams>

- 特色：
  - ✓ 分野横断的（工学、人間科学、社会科学）な教育カリキュラム
  - ✓ 産業界との連携⇒「長期インターンシップ」

| インターンシップ先(例)             | 部門                               |
|--------------------------|----------------------------------|
| トヨタ自動車(株)<br>トヨタ自動車九州(株) | テクニカルセンター、東富士研究所<br>R&Dセンター、生産管理 |
| 日産自動車(株)<br>日産自動車九州(株)   | 総合研究所、先端材料研究所<br>生産課IE班・購入原価グループ |
| ダイハツ九州(株)                | 生産技術部プレス・ボデー生技室、等                |
| (株)ホンダ技術研究所              | 和光研究所、宇都宮4輪研究所                   |
| マツダ(株)                   | 技術研究所                            |
| (株)デンソー                  | 情報安全事業グループ                       |
| ポッシュ(株)                  | シヤシーシステムコントロール事業部、ソフトウェア技術部など    |



インターンシップ派遣学生数の推移



インターンシップ成果報告会

## 北部九州における自動車産業の集積と交通インフラ



(出所)福岡県「北部九州自動車産業アジア先進拠点プロジェクト」資料

いるときの居眠りの検知，使いやすく安全なHuman Machine Interfaceの構築などを心理学などの観点から取り組んでいます。また，交通流の研究もやっており，自動運転で高速道路に合流するときはどういう制御をすべきかといった研究テーマに取り組んでいます。最後に，私が所属しているのが社会科学分野で，いわゆる技術経営や経営戦略論，あるいは経済活動や規制の環境へのインパクトを分析する環境経済などの研究教育を行っています。

さらに，AMS専攻の教育の特長として，長期インターンシップがあります。修士課程の学生は全員，2カ月から長い場合には4カ月くらい，企業に入り込んで実務を学びます。例えば，様々な素材の開発をやったり，制御の開発をやったり，社会科学の場合は生産管理であったりサプライチェーンの改善といった業務に携わっています。

このように，九州大学AMS専攻は様々な分野を横断的に教育・研究をする大学院となっています。恐らく日本の中では自動車を専門に教育・研究をする最初の大学院ではないかと思えます。

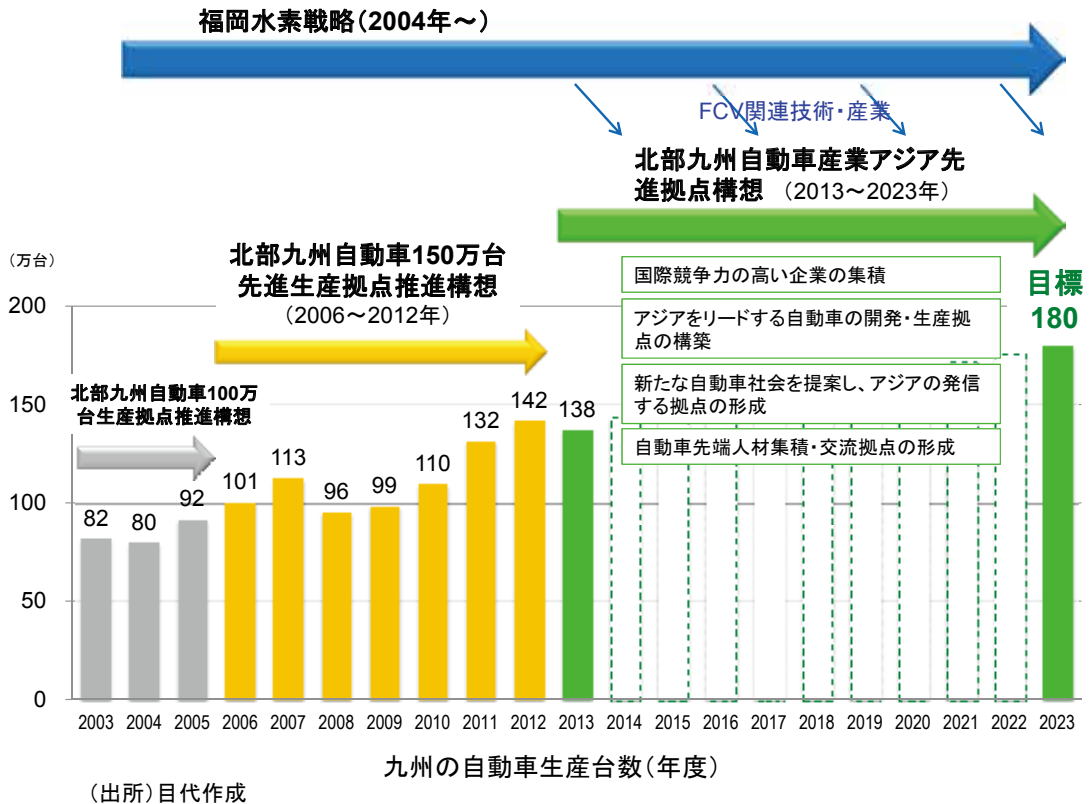
### 九州自動車産業の概観

それでは，本題の九州の話に入ります。

九州の自動車産業も東北と非常によく似た構造をしております。九州の自動車産業は、1970年代に日産の組立工場が建設されたのが始まりです。その後、トヨタ自動車九州、ダイハツ自動車九州、日産車体九州といった日産、トヨタ、ダイハツの組立工場が相次いで建設されました。これまでは、九州の工場には、開発機能はなく、組立機能しかありませんでした。しかし、最近になり少し潮目が変わってきております。2007年にトヨタ九州がR&Dセンターを設立し、ボディ設計をやっております。トップハットのマイナーチェンジなどで、車体や内装の設計を行う機能を持つようになりました。さらに今年の3月、ダイハツ工業は、エンジン設計を行う拠点として福岡県に久留米開発センターを設立しました。このように、だんだんと九州でも開発機能が集積しつつある状況にあります。

九州における完成車の生産台数は、これまでずっと右肩上がりに伸びてきました。これに呼応する形で、北部九州自動車100万台生産拠点構想（～2005年）、その次に150万台構想（2006～2012年）、現在は北部九州自動車産業アジア先進拠点構想（2013年～）といった自動車産業振興策を立ち上げてきました。アジア先進拠点構想では、目標として2023年までに地域での完成車生産台数を180万台まで伸ばすという非常に野心的な目標を掲げております。

ただこれは、非常に厳しい目標です。現在自動車産業では、生産の海外移転や国際分業が進行

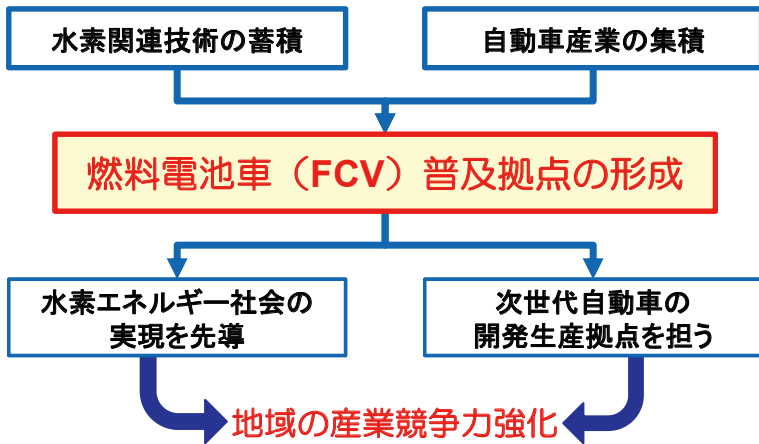


中で、これまで輸出していた分を海外の現地生産に置き替える動きがどんどん進んできております。そのため、現実には現状を維持できればかなり成功といえるかもしれませんが。ここからさらに50万台上乗せして180万台まで持っていくというのは、非常に厳しい、非常にチャレンジングな目標であります。

**福岡水素戦略**

これと並行して、九州では2004年から水素に着目した取り組みをしています。これは、「福岡水素戦略」と呼ばれ、水素社会の実現に向けて各種の研究開発や社会実証を行うものです。この

**福岡水素戦略から次世代自動車戦略への展開**



(出所) 福岡県「ふくおかFCVクラブ」キックオフイベント説明資料(2014年8月18日)より引用。

**なぜ福岡で水素なのか？**

**新日鐵住金八幡製鉄所から発生する年間5億m<sup>3</sup>の副生水素**

(画像出所) 新日鐵住金HP

**九州大学に集積する水素関連研究・開発・教育拠点**

水素エネルギー国際研究センター  
水素技術インキュベーター (2004年4月設立)

九州大学水素ステーション

産総研・水素材料先端科学研究センター  
水素と材料に関する研究 (2006年7月設立)

**日本で唯一市街地を通る10kmの水素パイプライン**

(図出所) 水素供給・利用技術研究組合 (HySUT) <http://hysut.or.jp/index.html>より引用。

**水素エネルギーシステム専攻**

水素を専門とする世界初の大学院(工学府) (2010年4月開設)

**カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所**

低炭素エネルギー分野の世界トップレベル研究所 (2010年12月設立)

**次世代燃料電池産学連携センター**

SOFC分野の世界初の本格的な産学連携拠点 (2012年1月設立)

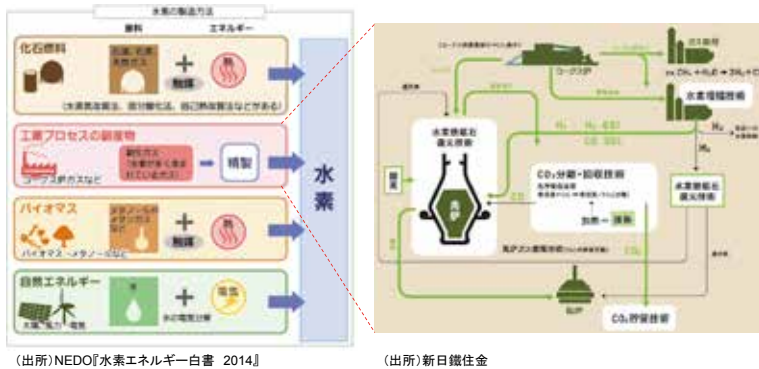
動きが最近、自動車と合流してきております。福岡水素戦略で開発してきた水素製造技術や貯蔵技術、輸送技術、燃料電池の技術を自動車に展開し、将来的には燃料電池車の組立を九州に誘致することを目論んでいるところです。

九州にはこれまでの自動車産業の集積があります。それに水素関連技術を融合させ、燃料電池車（FCV：Fuel Cell Vehicle）の普及拠点の形成を図ることが目指されています。FCVの普及を通じて、水素エネルギー社会の実現を九州（あるいは福岡県）が先導していきつつ、次世代自動車の開発生産拠点を形成していく。それによって地域としての産業競争力を強化していきたいというのが、九州あるいは福岡が考える次世代自動車と水素戦略とのかかわりです。

では、福岡水素戦略の内容について、主に福岡県と九州大学の資料をベースに説明していきたいと思います。

まず、なぜ福岡で水素なのかということです。

理由の一つは、北九州にある製鉄所です。新日鐵住金八幡製鉄所では、鉄の精製過程で副産物



(出所)NEDO「水素エネルギー白書 2014」

(出所)新日鐵住金

### 副生水素の供給ポテンシャル(試算)

国内にある製鉄所、ソーダ工場、製油所等から得られる副生水素は、いわば「国産資源」。需要地の付近に豊富に存在する副生水素は、当面の需要を十分賅うことができるので、最大限に活用することが重要。



現在の副生水素の供給可能量は、2020年において導入が期待される燃料電池自動車500万台への水素需要量(約58万t)を、賅うことが可能。

|            | 水素ガス量<br>(万t/年) | 供給可能量<br>(万t/年) |
|------------|-----------------|-----------------|
| コークスガス精製水素 | 28.9            | 47.3 (1)        |
| 塩電解水素      | 12.1            | 11.0 (2)        |
| 石油業界水素     | 121.0           | 24.1 (3)        |
| 合計         | 212.0           | 82.4            |

注: 1. コークスガス水素のうち60%を供給可能量とした。  
2. 管内ソーダ生産量からの計算値から、内販水素を除いた量。  
3. 設備供給能力からの生産量。  
4. 実際の供給可能量は、既存のインフラ、市場などで異なる。  
5. 我が国の外販水素量(2001年)は約1.2万t(出典: 日本産業ガス協会)

出典: WE-NET(5X91)平成12年度報告書による。

(出所)資源エネルギー庁(2004)「2030年を見通した、燃料電池/水素エネルギー社会の展望」より引用

として発生する水素、いわゆる副生水素が年間5億立方メートル出ています。この大量の水素を活かす方法がないかという点があげられます。

もう一つは、市街地を通る水素パイプラインで、これを用いて社会実証をおこなえる環境があります。さらに、下水処理の過程で水素を取り出して活用する取り組みもあり、福岡では水素を豊富に供給できる環境があります。

また、もともと九州には炭鉱が数多く存在していたこともあり、エネルギー関係の研究蓄積がありました。そうした背景もあり、九州大学は水素関連の研究に力を入れて取り組んでおります。例えば、水素エネルギー国際研究センターや産総研と組んだ水素材料先端科学研究センター、大学院水素エネルギーシステム専攻、カーボンニュートラルエネルギー国際研究所、次世代燃料電池産業連携センターといった水素関係の研究センターおよび大学院を有しています。

このように水素の供給側の要因と九大の水素研究ということから、福岡では水素を前面に出した戦略をとっていくことになったわけです。

ちなみに、水素にはさまざまな製造方法があります。主には、化石燃料から改質をして水素を取り出す方法、製鉄の工業プロセスの副産物として水素を取り出す方法、バイオマスから水素を生産する方法、自然エネルギーで水を電気分解して水素を取り出す方法などがあります。

ここに、資源エネルギー庁が2004年に出した試算があります。全国に散らばる工業施設から出てくる副生水素を合わせると、燃料電池車の水素使用量に換算すると、500万台分が賄えるぐらいの供給量があり、非常にポテンシャルがあることが示されています。

福岡水素戦略は、福岡水素エネルギー戦略会議と呼ばれる産官学の会議体により推進されています。発足は2004年で、福岡県知事、北九州市長、福岡市長、九州経済産業局などがメンバーになっています。メンバーは、平成26年6月現在709団体あり、うち企業が551社、大学が112、行政・



研究支援機関が37と、非常に大きな組織体になっています。

福岡水素戦略の主な柱は5つあります。すなわち、研究開発、水素人材の育成、水素エネルギー新産業の育成・集積、社会実証、そして先端の水素情報拠点の構築です。これらを全部紹介する時間はありませんので、一部を紹介していききたいと思います。

まずは、研究開発に関する九州大学の取り組みです。現在のような総合的な水素研究の体制づくりのきっかけとなったのは、2003年に獲得した21世紀COEプログラム「水素機械システムの統合技術」です。ここから水素エネルギー国際研究センターや先端科学技術センター、稲盛フロンティア研究センター、水素エネルギー関係の研究試験センター、カーボンニュートラルエネルギー研究所などの水素関係の研究所および大学院をこの10年の間に矢継ぎ早に設立してまいりま



(出所) 佐々木一成 (2010)「水素エネルギー社会の実現に向けた現状と展望について」日本電熱学会九州支部講演会



世界の英知を集めた基礎研究 → オールジャパンの産学連携と世界展開

(出所) 佐々木一成、他 (2013)「燃料電池集中研『次世代燃料電池産学連携研究センター』の現状と将来展望」より引用。

した。

多くの施設が、九州大学伊都キャンパス内に集中的に配置されています。キャンパス内には、水素ステーション（福岡県内の2つのステーションのうちの一つ。もう一つは北九州市）、産総研のHYDROGENIUS（水素材料先端科学研究センター）、水素エネルギー国際センターの研究ラボなどが立地しています。

上の図は、最近完成した水素関係の研究所です。左側がカーボンニュートラルエネルギー国際研究所です。所長はSofronis教授で、イリノイ大から招聘した先生です。ここは他の学部とは違う人事体系、給与体系になっておりまして、研究者は年俸制です。公用語が英語になっていますので、事務職員の方も全員英語で仕事をしています。会議や資料も全部英語です。イリノイ大ですとかMIT、インペリアルカレッジ、スイスの大学と連携しながら、水素に関わる基礎研究をやっている研究所です。

その隣にあるのが次世代燃料電池産学連携研究センターです。ここはもう少し実用化に近い研究を産学の連携でやる施設です。現在、15社の企業が入居されています。ここには、入居者が共通で使える設備が備えられています。同じ建物の中に、基礎研究の研究者、応用分野の研究者、企業の技術者が入っています。九大としては、ワンストップの研究開発のサービスの提供を狙いとして取り組んでいます。

産学連携の枠組みは次のようになっています。材料系のメーカー、システム系のメーカー、エネルギー供給業者などの入居企業が、それぞれの研究に取り組むと同時に、電池やシステムの供給、情報のフィードバックを行うなど、横の連携をとる体制が目指されています。もちろん、全ての情報を共有するわけではなく、各社とも最先端の研究を行っていますので、機密情報を守るシステムにもなっています。横の連携をする部分と、相互に機密が守れる仕組みがハード、ソフトの両面で担保できるようにしています。

以上が基礎研究に関わる取り組みですが、もっと実用化に近いところの取り組みとしては水素エネルギー製品研究試験センター（HyTReC）があります。九大伊都キャンパスから距離にして10キロ程度、車で20分ぐらいのところにあります。これは水素関係の試作品に関する製品評価や水素関連製品の開発・試験、セミナー、人材育成などをやっています。ここにでも様々な企業が製品化のための試験を行っています。例えば、キッツという会社（千葉県）は、高圧ボール弁の耐久性評価を実施し、2012年に製品化に成功しています。NOK（東京都）は、Oリングのシールの試験し、材料開発に成功しています。この他にも、ハマイ（東京都）やサムテック（大阪府）といった福岡水素戦略のメンバー企業がHyTReCを活用しています。もちろん地元の九州のメーカーや企業もかなりありますが、県外の企業もかなり参加しているのが特徴です。

また、福岡県の助成事業には2つのタイプがあります。一つは、可能性調査枠事業です。これは、実用化に向けた市場調査や実現可能性のテストのために、年間500万円まで補助を付けるものです。もう一つは、事業化研究枠事業で、年間1,000万円を2～3年補助するものです。平成23年度には、エネファーム用燃料機能製品化の研究に対して助成が行われ、地元のテック精密と





(出所)佐々木一成(2014)「九州大学におけるスマート燃料電池社会実証」より引用。

県外企業が対象となりました。最近の助成事業では、下水汚泥消化ガスを原料とした水素ステーション構築の可能性調査があります。これには、九州大学と西部ガス、三菱化工機が参加しており、県外のシステム会社が加わっているのが特徴です。

次に、水素活用に関わる社会実証の取り組みです。これには、福岡水素タウンおよび北九州水素タウンという2つのモデルケースがあります。例えば、福岡水素タウンでは、糸島市でスマートハウスin福岡水素タウンという取り組みをしています。家庭用燃料電池で発電したりお湯を沸かしたりしていますが、これに太陽光発電を組み込んでいます。その実証研究にJX日鉱日石エネルギーや西部ガス、不動産会社の「へいせい」が参加して取り組んでいます。

北九州市では、水素パイプラインの実証研究をやっています。八幡製鉄所でできる水素をパイプラインに通して、一般家庭や商業施設に供給しています。その過程で水素パイプラインの例えば劣化ですとか安全性などといった研究に取り組んでいます。

その他にも、燃料電池車から1戸建てへのV2H給電実証試験も行われています。V2Hとは、Vehicle to Homeのことで、車から家に電力を供給する研究もやっております。電気自動車1台をフル充電していると6日分ぐらいの電気の供給が可能だといわれています。

## 次世代自動車社会実現に向けた課題

このように、九州では水素社会に向けたさまざまな取り組みを行っております。

しかし、燃料電池車というのは、次世代自動車の中でもかなり先進的なシステムですので、九州の取り組みについてもいろいろと課題を抱えております。ここでは3点指摘したいと思います。

一つ目は、次世代自動車社会インフラに対する二股戦略の是非についてです。二つ目は、国際的視野の弱さ、そして三つ目は、地域のこれまでの自動車産業集積とのつながりの弱さ、言い換えるとミッシングリンクがあるのではないかという点です。

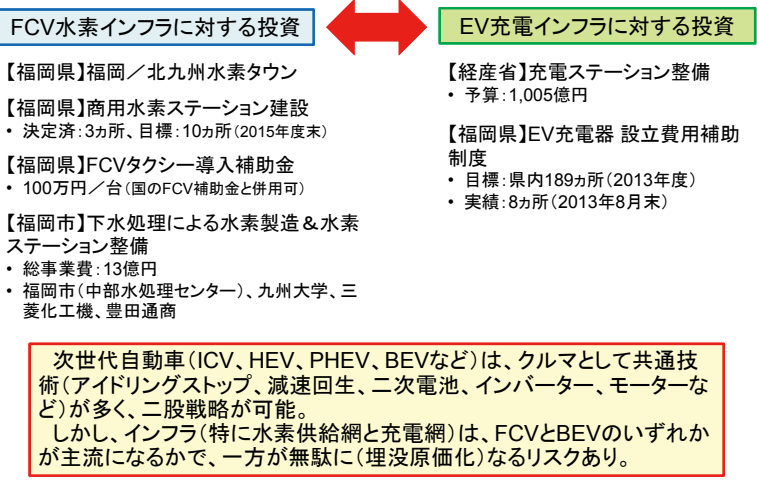
まず一点目は、インフラに対する二股戦略の是非です。これまで説明しましたように、福岡ではFCVや水素インフラに対する研究開発ですとか投資をやってきました。実験用の水素ステーションは、福岡市と北九州市に一つずつ建設されています。さらに、商用のための水素ステーション建設が現在までに3件決まっています。目標は2015年末までに10カ所です。水素ステーション建設に大体4億円から5億円ぐらいかかると言われています。ガソリンスタンドがおよそ1億円と言われているので、その4倍から5倍です。その半分強ぐらいを国が補助することになっています。

それから、福岡県の取り組みとして燃料電池タクシーの導入が計画されています。これもすでに数台導入が決まっていますが、これに1台当たり100万円補助が付きます。これとは別に、国も補助金を用意しており、福岡県の場合は、国と県の補助金を併用しても構わないとしています。

さらに、先ほどご紹介しました下水処理による水素製造や水素ステーション整備は、総事業費13億円で達します。

一方で、電気自動車の充電インフラに対する投資もあるわけです。これは経済産業省が1,005億円かけて、充電ステーションを全国に整備するものです。福岡県でも、EVの充電器の設立費

### 次世代自動車社会インフラに対する二股戦略の是非



(出所)目代作成。

用補助制度がありまして、目標としては福岡県内だけで189カ所を2013年度までに建設するとしています。しかし、実績としては2013年の状況では8カ所にとどまっています。

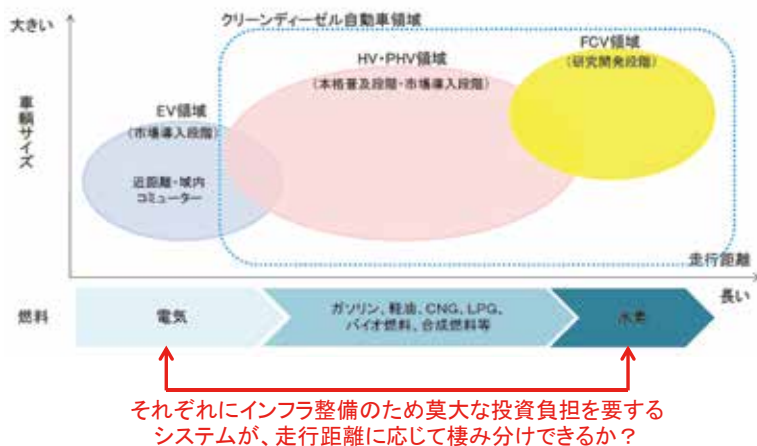
さて、一口に次世代自動車と言いましても、様々な種類があります。ICV (Internal Combustion engine Vehicle) は、通常のエンジンを積んだ自動車です。さらに、エンジンとモーターを組み合わせたハイブリッド車 (HEV: Hybrid Electric Vehicle), 外部からの充電が可能なHEVであるプラグインHEV (PHEV: Plug-in HEV), バッテリーとモーターで走る電気自動車 (BEV: Battery Electric Vehicle), などがあります。

これらには、クルマとしてみるとかなり共通の技術が含まれています。先ほどの岩城さんの講演にもありましたように、アイドリングストップがあり、減速回生があり、二次電池を搭載し、インバータがあり、モーターがあり、エンジンを積んでいたりしています。将来的に、HEV, PHEV, BEV, あるいはFCVなど、どれが主流になるかは分かりませんが、そこに用いられる技術はかなりの程度共通しており、クルマとしての予想が外れても構成技術自体はある程度転用がきく部分があるわけです。

しかし、インフラ、とくにBEVのための充電網とFCVのための水素供給網に関しては、BEVとFCVのどちらが主流になるかで、一方が無駄になるリスクがあると思います。これをどう考えるかがポイントになります。

右の図は、経済産業省が提示している資料で、縦軸に車のサイズ、横軸に走行距離をとったものです。短距離・域内通勤用はBEV、長距離で大型車になると水素を使ったFCV、その中間領域はHEVやPHEVが棲み分けするというものです。こうした棲み分けは、私には疑問です。つまり、短距離の用途のためにBEVと充電ステーション、長距離の移動にはFCVと水素ステーションを想定し、それぞれにインフラ整備のために膨大な投資負担を要するようなシステムが併存できるかということです。特に日本のように国・地方ともに多額の借金を抱えている状況で、

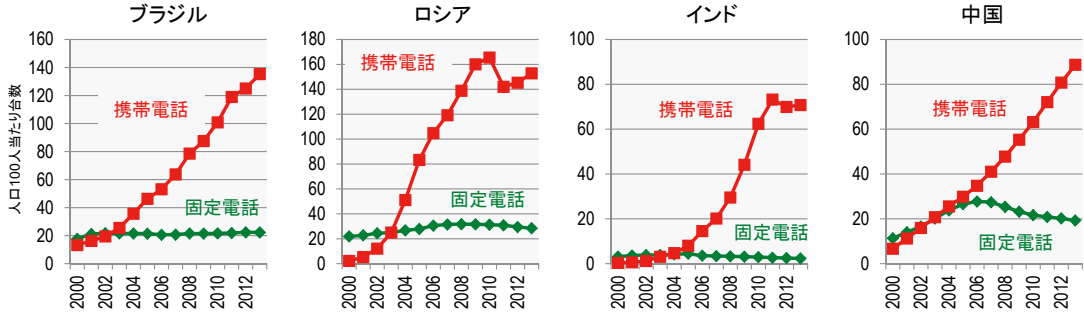
車種ごとの棲み分け概念図(経済産業省)



(出所) 次世代自動車戦略研究会(2010)『次世代自動車戦略2010』 p.10より引用

## 電話普及率(固定電話 vs. 携帯電話)

途上国では、固定電話⇒携帯電話というステップを踏まず、最初から携帯電話が普及。



(出所) International Telecommunication Union (ITU) 公表統計により作成。

### インフラ投資負担と製品普及

- ✓ インフラ整備の初期投資負担および維持管理負担の重いシステムは、世界的にみると普及しない恐れあり。
- ✓ 長期的にみても、BEVでもFCVでもなく、PHEV(あるいはレンジエクステンダーEV)が主流になる可能性がある。

(出所) 目代作成。

将来的に一方は無駄になるかもしれないインフラに莫大な投資をすべきかどうか非常に疑問が残ります。

これはある種の思考実験ですが、参考事例として、固定電話と携帯電話の普及状況を見てみたいと思います。上の図は、BRICs諸国の電話普及状況です。ブラジルでは、固定電話が普及する前に携帯電話が一気に普及しました。同じことがロシアでも起こり、インドでも起こり、中国でも起こりました。先進国では、まず電話がない状態から固定電話が普及し、固定電話から次に携帯電話という順番でした。しかし、途上国では固定電話から携帯電話というステップを踏まずに、最初から一気に携帯電話が普及しました。ですから、インフラ投資負担と製品普及という点で言うと、インフラ整備の初期投資負担及び維持管理負担の重いシステムというのは、世界的に見るとなかなか普及が難しいものがあると思います。

長期的に見ると、ひょっとするとBEVでもFCVでもなく、PHEVあるいは欧州の言い方をするとレンジエクステンダーEVのようなものが結構長い間主流になる可能性もあると思います。そうなったときに、福岡県(あるいは日本全体)で、インフラの現物に投資をしまして、後になって結局、BEVが主流になった、あるいは充電インフラに投資をした後でFCVが主流になった、あるいはどちらも主流にならずにPHEVがかなり長生きした場合に、すでに投資してしまったインフラが非常に大きな埋没原価になってしまうおそれがあるわけです。この問題をどのように考えていくかは、今一度しっかり考える必要があろうかと思っています。

2つ目の課題は、国際的視野の必要性です。福岡県（これは経産省も同様かもしれませんが）の水素戦略には、国際的視野がまだまだ不足していると思います。もちろん、福岡県や経産省の政策資料を細かく読んでいくと、国際的な視野も考慮に入れられてはいますが、もっと表に出していく必要があると思います。特に充電インフラや水素供給ネットワークのように、ネットワーク外部性が働くシステムの場合には、いち早く仲間づくりをすることが非常に重要となってきます。

PHEVなどは、新規に整備すべきインフラへの依存度が低く、何となれば、充電インフラがなくともPHEVは走ることができます。バッテリーの電気がなくなっても、PHEVは通常のガソリンエンジンモードで走ればいいわけです。そのため、HEVやPHEVについては、車両そのものの技術的優位や車自体の魅力でもって世界と勝負することができます。一方で、新規インフラをつくらなければいけないFCVやBEVの場合は、最初からかなりグローバルに仲間づくりを推進して、あるインフラ規格に対して、他の国のプレーヤーもどっぷりつかるとなると相互依存的な関係をつくってしまわないと、後でひっくり返される恐れが出てきます。実際に携帯電話規格でそれが起こりました。

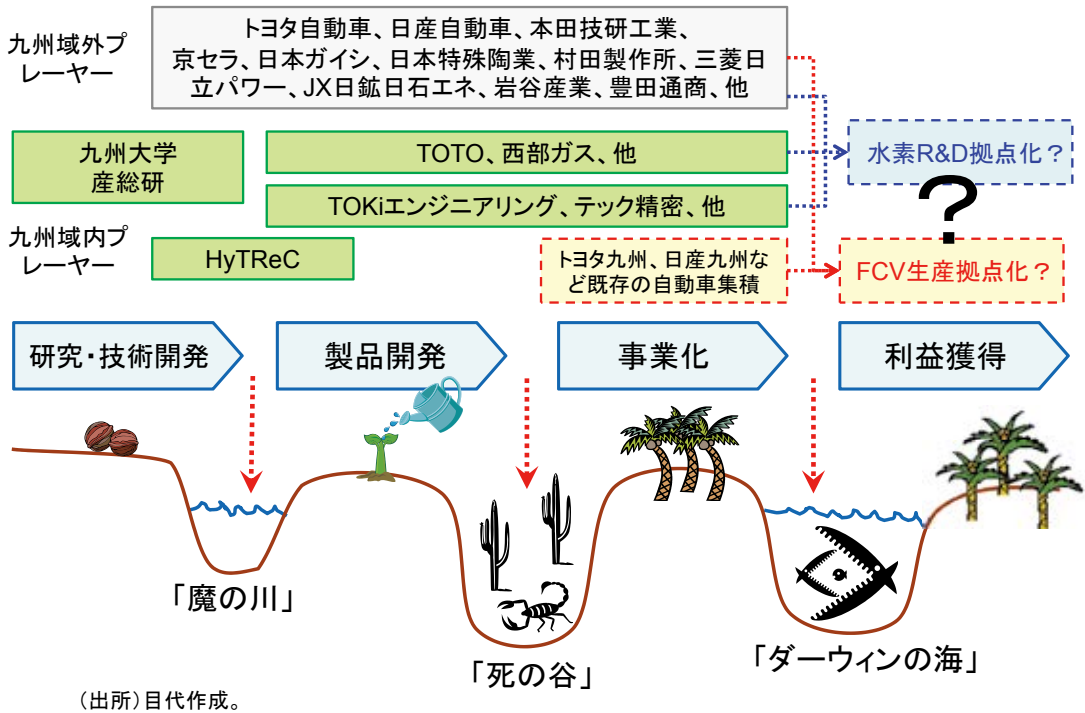
まず福岡で燃料電池車を普及させて、次第に大きく展開していくというのも確かに分かります。しかし、逆に最初から海外も含めて社会実証をおこなったり、初期普及の取り組みをおこなったりすることも同様に重要です。例えば、インドネシアは道路インフラが未整備で大渋滞しております。そこで、ODAなどと組み合わせて、天然ガスの取れるインドネシアで、最初から燃料電池水素ステーションのインフラ整備を進めていき、日本方式の水素供給ネットワークを事実上の標準として広げていくような取り組みが有効かもしれません。それぐらい大規模にやらないと、福岡だけでやっても余り意味がないかもしれません。もちろん、これは県や市のレベルでやれと言われても大変なことです。国との連携は非常に大きくなっていくと思います。

最後に、地域の産業集積とのミッシングリンクの話です。次の図の下半分は、ある新しい技術が事業化するまでの一般的な流れと落とし穴を描いています。まず、研究技術開発の段階で、技術がモノにならないリスクは、「魔の川」と言われています。技術が開発され、次に製品開発を行ったけれども、事業化の段階でうまくビジネスモデルが描けないとか、あるいはインフラが普及しないなど、この段階で技術がモノにならないケースが「死の谷」と言われているものです。さらに、事業化したけれども、事業化したその先には世界中の競合他社、あるいは競合国がおりますので、そこでいわゆる自然淘汰に遭って利益確保ができないという「ダーウィンの海」と呼ばれるものがあります。

それぞれクリアすべき課題があるわけですが、例えば基礎研究に関しては九大ですとか産総研が今一生懸命やっております。それから、基礎研究から製品化の橋渡しについてはHyTReCという先ほどの試験設備機関があります。さらに、基礎研究に近いところから製品開発に関しては、例えば九州内だとTOTOですとか西部ガス、TOKiエンジニアリング、テック精密といった地元の大手企業や中小企業が取り組みを進めています。

ここで、大きな役割を果たしているのが、九州域外のプレーヤーです。例えば、トヨタ自動車、

## 地域の産業集積とのミッシングリンク



日産、本田、京セラ、日本ガイシ、日本特殊陶業、村田製作所、岩谷産業といったプレイヤーが非常に重要な福岡水素戦略の推進役になっております。

ミッシングリンクとは何かというと、一つは、この事業化のところ、福岡としては最終的には燃料電池車を九州で生産することを目指していますが、九州にあるのは、トヨタ自動車九州だとか日産自動車九州、ダイハツ九州という、組立メーカーだということです。九州で仮に燃料電池車が全国に先駆けて普及することになったとしても、では九州で生産しますかという話です。水素ステーションが九州にたくさんできたからといって、九州で燃料電池車を生産するかというと、そうなるとは限りません。ガソリンスタンドは、日本中どこにでもありますけれども、自動車工場は日本中にどこでもあるわけではないのと同じです。九州域内で約140万台とも言われる自動車生産を支える既存の自動車生産集積と、今やっている燃料電池車などに関する先行的な研究開発が、必然的につながるというわけではないのです。ここをどうつなげていくかという点に、まず一つミッシングリンクがあります。

もう一つは、利益獲得に関わる点です。これに関しては、福岡水素戦略でもすぐさま水素で儲けるということは考えておりませんが、将来的にどうなりたいのかは考える必要があります。燃料電池車の生産拠点として食べていくのか、あるいは水素関係の研究開発からのスピルオーバー効果でそこにベンチャーだとか試験所などを集積していったら、その経済効果で食べていくの

か。そういったビジョンは、まだまだ描き切れていないところがあります。

基礎研究の段階から実用化、利益獲得の段階に進むにしたがって、九州域内のプレーヤーは少なくなります。九州に集積する自動車関連産業は、基本的には生産機能に特化しており、水素関係の基礎研究とは乖離があります。つまり、既存の自動車産業集積と水素や燃料電池車研究は、必ずしもつながっていないわけです。いかにして九州に利益を還元するか、つまり産業化して雇用を生んで税収として戻してくるという具体的な絵はまだ描けていないというのが現状です。

## おわりに

水素関係の基礎研究については、地元の九州大学が非常に精力的に取り組みを進めており、かなり成果は出てきています。こうした取り組みは、将来的に非常に重要な知的あるいは人的な資産になることが期待されます。一方で次世代自動車、特に燃料電池車はかなり長期の未来にわたるテーマです。政策立案と実行に関しては、さまざまな不確実性が、技術、市場、政治、国際情勢などの面で発生する可能性があります。こうした不確実性に戦略的に対応する姿勢が必要になってきます。

現在、市場では、ガソリン車やディーゼル車がハイブリッド車と併存しています。しかし、バッテリーEVと燃料電池車が同じように併存可能かという、そうではない可能性があります。必要なインフラが異なるからです。したがって、将来的に併存できないかもしれないインフラ資産に対して莫大な投資をすることには、大きな危険が伴います。車両に関しては、メーカーに余力にある限りですが、二股戦略はある種のリスク対策になります。しかし、インフラに対する二股戦略は、むしろリスク要因になる恐れがあります。九州の次世代自動車戦略は、この点を重く受け止める必要があるかと思います。その上で大局的に判断して行動していくことが重要です。

水素戦略に関しては、私見ですが、インフラの現物資産への投資は、機が熟すまでもう少し待つ方が賢明だと考えています。一方、水素の持つポテンシャルは非常に大きく、知的財産、すなわち研究開発への投資は無駄にはなりませんので、これを推進することは結構だと思います。しかし、繰り返しになりますが、インフラ現物資産への投資を今のタイミングでやるのがよいかは、議論の余地があるかと思います。

また、いよいよ商用の水素ステーションへの本格投資に入る段階になった暁には、九州のみ、あるいは日本のみではなくて、海外のプレーヤーを巻き込んでいくことが肝心だと思います。福岡水素戦略は、九州としての産業振興策ではありますが、ネットワーク外部性が働くというインフラ整備の特質上、最初からBorn global、もしくはBorn regionalでなければ、携帯電話と同じ轍を踏む恐れがあります。そういった意味では、福岡水素戦略の成功は、地域の取り組みにとどまらず、国と連携しながら、かつ国際的な視野を持って進められるかにかかっているのではないかと思います。

ご清聴ありがとうございました。〔拍手〕

第二部 パネルディスカッション

## 東北における次世代自動車と産学官連携をめぐって

司 会：村山 貴俊（東北学院大学経営学部教授）、折橋 伸哉

パネリスト：田嶋 伸博，中塚 勝人，岩城 富士大，目代 武史

○司会（村山貴俊） それでは、第2部のパネルディスカッションを始めさせていただきたいと  
思います。第2部は、村山が司会を務めさせていただきます。

それでは、私も、スライドを使って簡単に問題提起をさせていただきます。

基本前提として、我々は、この東北の地において、特に東北大学を中心として革新的な次世代自動車あるいは次世代移動体システムが実現されることを強く願っています。しかし、実現に向けては、当然乗り越えなくてはいけない幾つもの課題が残されています。さらに言えば、何が課題かということさえも、まだわかっていないところが多々あると思います。

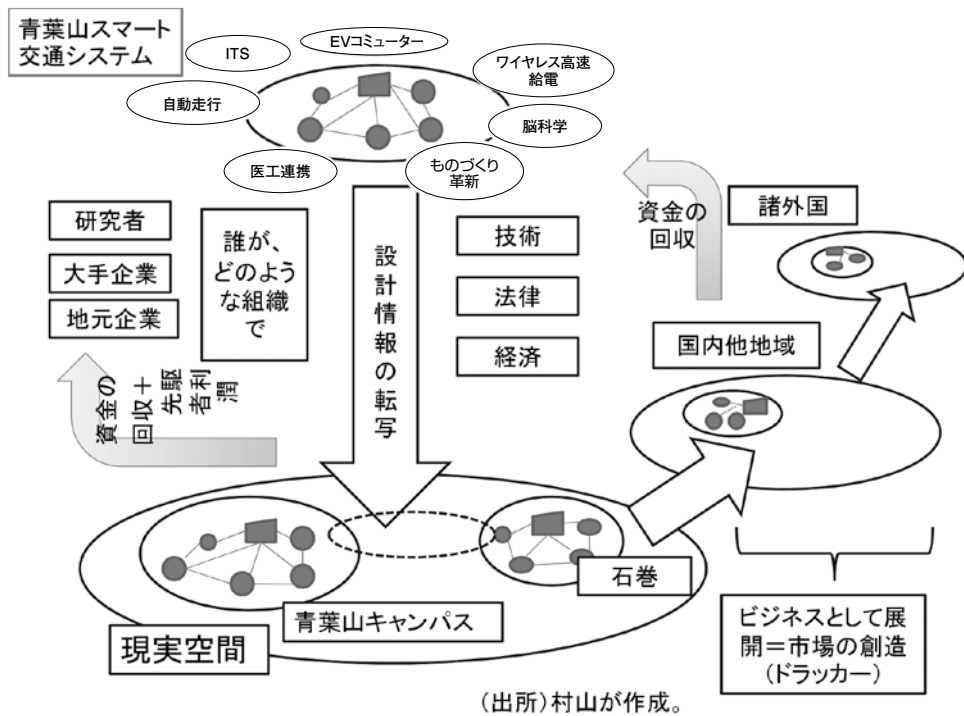
ですから、今回いろいろなバックグラウンドをお持ちの先生方にお集まりいただきましたので、東北大学の青葉山でのプロジェクトを議論の題材の一つとし、そこに潜む課題を複眼的な視点、あるいは建設的な視点から浮き彫りにし、さらにそれら課題を解決するための方向性というものを皆様のお知恵を借りながら考えていきたいと思っております。

第一の論点として、次のような質問を投げ掛けてみたいと思います。東北大学の次世代自動車プロジェクトについて、先ほど中塚先生から詳しくご説明をいただきましたが、このプロジェクトを皆さんはどのように考えるか、どのように見るのか、という点から始めていきたいと思  
います。

ご意見をいただく前に、どのような問題が潜んでいたかを私の方で説明させていただきます。まず今日、中塚先生にお話しをいただいたのは一番上の部分にあたる青葉山スマート交通システムの構想です。中身を見てみるとITS、自動走行、ものづくり革新、脳科学、ワイヤレス高速給電、EVコンピューター、こういったわくわくさせられるキーワードがたくさん含まれている素晴らしい構想だと、私は思います。ただし、これはまだ設計図の段階でありまして、今後、これを具体的な現実空間で実現していくという作業が必要です。具体的な現実空間としての場所も既に定まっております、一つは青葉山キャンパス、もう一つは被災地である石巻などが想定されています。折橋先生の師匠である東京大学の藤本隆宏先生の言葉をお借りすれば、青葉山スマート交通システムという壮大な設計情報を具体的空間へと転写していく必要があるわけ  
です。

転写する段階でもいろいろなことを考えなくてはなりません。まだ技術的に解決されていな





い問題もありますし、自動走行となると法律とのかかわりも出てきます。あと中塚先生も強調されていたように、予算の中で効率的に実現していく、いわゆる経済性も求められます。さらに、構想を具現化していく際には、実際に物をつくったり、システムを開発したりということになりますので、いったい誰が、そういう物をつくったり、システムを開発を行うのか。大手企業がやるのか、地元企業がやるのか。また、その中で大学の研究者はどのような役割を担うのか。そういったことを考えていかないと、設計情報はうまく転写できません。

さらに、そこからもう1段階、これは田嶋さんが今まさに直面されている問題だと思いますが、青葉山や石巻での実験をそこで終わらせてしまったらダメなのではないでしょうか。それをビジネスとして展開するという段階に持っていかなくてはならないと思っています。例えば国内の他地域にそのシステムをうまくヨコテンしていくとか、さらに言えば、グローバル市場を見据えて諸外国にそのシステムをどう移転していくかということまで考えていかないと、次世代自動車システムは実現できたとしても、次世代自動車ビジネスにはならないわけです。ピーター・ドラッカーも言っていますように、ビジネスというのはまさに市場の創造ですから、市場が創造できて初めてビジネスという形になります。

ビジネスとして考えれば、当然、投じた資金を回収するというフェーズにまで持っていかないといけませんし、さらに研究に関わった企業さんの立場からすれば、資金回収だけでなく、先駆者利潤もちゃんと獲得できないといけないうことになります。ただ、これらが実現されるまでにはさまざまな課題があります。

また、次世代自動車について我々が地域の中でヒアリングし、いろいろと話を聞く中で、次世代自動車あるいは産学官連携の取り組みに対してさまざまな意見が聞こえてきます。そのあたりも簡単に紹介しておきます。

これは岩手大学の工学系のある先生がおっしゃられたんですけども、地元企業が研究室に持ってくる相談が総じて面白くないと。研究者をワクワクさせられるような相談を持ってきてほしいとの意見がありました。

2つ目は私の発言です。3つ目が同じシンポジウムで一緒にパネリストとしてご登壇された東北大学の先生のお言葉です。そのシンポジウムでは実は中塚先生が司会をご担当されており、テーマは、ダーウィンの海とか死の谷を乗り越えてどのように研究を事業化していくかということでした。そこで、私は、現実的な視点から、川上の基礎技術のところから考えていくとダーウィンの海とか死の谷にぶつかってしまうけど、自動車産業というのはもう既に存在していて、そこに既に問題があるのなら、その問題を解決するために基礎技術をぶつけていけば、死の谷とかダーウィンの海という問題はなくなるのではないかと発言しました。それに対して、東北大学の先生は、やはりそれではダメなんだとおっしゃいました。やはり次世代である以上は、これまでにない新しい移動体システムをこの東北の地で開発し、それを世界に発信していかなければならないと。今ある問題に答えていくというアプローチでは、世界に誇れるようなものにはならない、次世代と呼べるものにはならないという意見を出されました。それをお聞きし、私もなるほどと思いました。

他方、地場の企業を回ってみると、いろいろつぶやきが聞こえてきます。例えば次世代という取り組みの中で先生方は論文や研究を発表できるからいいかもしれないが、企業は持ち出しばかりではやっていられないという声がありました。都度、応分の対価をいただかないと長期的にコミットしていくことは難しいと。さらに、大学の先生方は本当に忙しいので、お願いしてもその結果がいつ上がってくるかはわからないとの声もありました。ただ、ビジネスには納期があるので、大学とお付き合いするときには注意しないといけないといった声がありました。

あと先週、折橋先生と2人でタイの日系自動車部品メーカーを調査していたときに、次世代自動車のシンポジウムを来週大学でやりますよとお話をしたら、これだけは先生たちに言っておいてくださいと言われました。先ほどの発表の中でも経済成長という話が出てきましたが、経済が成長していた時は、実現できない研究にもお付き合いできたと。それこそインフラを2つやって、1つがダメになっても、それも成長がカバーしてくれると。つまり研究の失敗は、経済成長がカバーしてくれていたと。けれども、今や成長が見込めない中で、市場性がない研究に企業はもうお付き合いできませんとおっしゃっていました。市場性がないものに企業は手を出さない。そこを先生方にお伝えくださいと言われました。

このように次世代自動車、産学連携は、まだまだ乗り越えなければならない壁はたくさんあります。また、それに対してプラスの意見、マイナスの意見、いろいろ入り交じっているような状態です。このあたりを踏まえた上で、今日はいろいろなバックグラウンドをお持ちの先生

方が来ておりますので、東北大学のプロジェクトをどう見たのかということをお聞きしていきます。悪いところは悪いと率直に言っていただき、課題は課題として出していただき、良いところは良いと評価していただきたいと思います。

いつも最初にコメントをお願いするのが岩城さんなんです。なぜかという、岩城さんは大学の事情もよくご存じでありますし、官の立場もよくご存じで、しかもカーメーカーにもともと勤められていて、カーメーカーの内部事情や意向もよくおわかりになっています。3者全ての立場をある程度ご理解できておられる岩城さんの視点から、東北大のプロジェクトを評価していただきたいと思いますが、いかがでしょうか。大きな質問でまことに申しわけありませんが、よろしく願いいたします。

- 岩城富士大 最初のバッターというのは、ボールが来るか、ストライクでもシュートが来るかカーブが来るかわからないので難しいんですが！

私はかつてマツダに勤務しております、過去にマツダがまだ元気だったころ—今は今で元気になっていますが—将来のITSを見定めて、GPSのナビゲーションを開発しました。世界初の自動車へのGPSのナビの導入でしたが、物すごいお金を使ってしまいました。後になって返せと言われたことがあるんですが、私の家には蔵がないので返せませんでした。

今日の東北大学の話を聞かせていただいて、こういう一種のITS系のプロジェクトというのはすごく映えるので、国のお金がつきやすいです。問題としては、このプロジェクトが実験をやって、その実験の結果を得るのが目的なのか、それを通じて基礎技術を磨いて地域の部品産業にメリットが出るようにするのが目的なのか、そのあたりをクリアにしないといけないと思います。メディアも随分取材に来たし、テレビにもよく出たぞと。でも5年たってプロジェクトを締めてみたら、地域の部品産業は相変わらずで、部品のほとんどが名古屋から来ているということにならないようにする必要があります。要するに、現在の地域の課題と今進められている研究テーマを、必ずしも1対1で対応させる必要はないかと思いますが、最初の段階である程度その辺をクリアにしてやっていかないと、後で「あれっ？」ということになるのではないかと思います。特にITS系は見栄えもいいですし、海外とも結構競れるテーマです。ですが、地域に何をもたらそうと考えるのか、その辺りに注意が必要だと思いました。

- 司会（村山貴俊） さらに聞きたいのですが、課題設定は、まさに岩城さんがこれまで深くかかわってきた部分だと思います。いつも広島に行って感心させられるのが、例えばハイレゾの話にしても、最初聞いたときは岩城さんが頭の中だけで考えていることなのかなと思いました。我々ほぼ2年ごとに広島に調査に行っておりますが、今年の3月に行ったときには、実際に中古のアテンザにツイータ（高音用スピーカー）が載せられていて、それで実際に音楽が聞けるような状態になっている。しかも、その車をカーメーカーに持って行って売り込みもしているというわけです。常に市場性を意識し、物になるものをちゃんと課題として設定してやられる。そのあたりの課題設定の方法やコツについてお聞かせいただければと思います。

- 岩城富士大 今日経済産業局の方が来ておられますが、このあたりはやはり国の出先である

経産局にお願いすべきことになりますが、まず国からお金をとってきていただきました。1本1,000万ぐらいの調査費用をつけていただき、地域内とそれから地域外の識者に徹底的にヒアリングしたうえで地域部品産業振興の計画を立てるといいうことを常にしております。ですから、今までで実績が出たものは必ず裏側に何らかの調査費用がついています。国の場合もあるし県や市の場合もあります。例えば具体的な事例で言えば、今モジュール化について同席されている目代さんと一緒に随分調査して来ていますが、モジュール化だけで、調査費用と開発助成金など20億円ぐらいが地域と国からお金が入っています。結果を見ると、最終的にそれで250億ぐらいのモジュールの新しいビジネスが起きています。やっぱり最初に調査というか、単なる調査ではいけません、地域の産業振興としてのフィージビリティスタディのようなものを最初にかなり綿密にしないとなかなか答えは出てこない。やってもなかなか出ないわけですから。

- 司会（村山貴俊） 経産省が今力を入れている部分にうまく乗っかり資金が獲得できるということ、あと常に地場の企業がどう入ってくるのかということも当然考えていかないといけないし、出来上がった製品がちゃんと売れるところも担保するということが大事になってくる。かなり地場のことも知っていないといけないし、カーメーカーのことも知っていないといけない。そういう人が課題設定しないといけない。実現可能性があり、市場性があり、しかもある程度の革新性があるって大学の先生たちの業績にもなっていく、しかも資金がつく、こういうテーマを設定するのは、すごく難しいと思うわけですが、それを実際にやられてきた岩城さんはすごいいし、どうやっているのかということを知りたかった。
- 岩城富士夫 加えて1点。これは今いろいろな地域でやられているんですが、いわゆるユーザーたるカーメーカーのニーズと、シーズを持っているサプライヤーや大学とのマッチング、そこではまずカーメーカー側からニーズを発信してもらいます。それから、それに対してサプライヤーや大学がシーズの発信会で返す。最近、最後にニーズ発信者とシーズ発信の当事者同士の小さなグループで直接ディスカスをさせています。まだビジネスが決まっていない段階で。それでお互いの見合いがある程度うまくいったら具体的に取りかかる。そのようなやり方をしております。
- 司会（村山貴俊） どうもありがとうございました。岩城さんばかりに聞いていると時間がなくなりますので、次に田嶋さんにお聞きします。田嶋さんの話を私はすごく興味深く聞かせていただいて、もちろんレース活動もおもしろかったですけれども、その前のところで一つ気になったのが、量産あるいは市場に大量供給していくためには大学を離れないといけないとおっしゃられました。大学とは距離を置かないといけないと。ベネッセの福武最高顧問も、大学の先生の思考ではなくて、むしろ田嶋さんのような方の思考を取り入れていかないとダメだと感じられたわけですね。そのあたり、なぜ大学の中に入っていると、量産や市場性という部分がうまくいかなくなるのかというあたりを、ご私見で結構ですのでお話しただければと思います。

- 田嶋伸博 この場所で言うのは特に言いづらいんですけども、実は慶応大学のベンチャー企業の社長をしており、株式のマジョリティも私が持っています。実質、私がオーナーであり社長でもあります。その立場から改めてSIM-Driveを見てみて、今のご質問にあったように大学の先生が経営をしていくというのは非常に難しいと感じます。なぜかといいますと、大学は予算で動きますが、我々民間は予算ではなく売上ですから、立てた目標に対していかに売上を上げ、同時に利益率を上げていくかという考え方です。やっていることは同じに見えるかもしれませんが、考え方が全く違います。大学のこの場所で申し上げづらいんですけども、非常に面食うことが日々沢山あります。民間企業ですので、とにかく会社の経営を何とかしなくてはならないということで日々苦勞しておりますが、やはり社員が、売上よりも予算という発想で動いてしまう。その考え方をそっくり入れ替えるぐらいの気持ちで今社員教育も行っているところです。

今日ここに来て感じたことは、素晴らしいお話もありましたが、誰に対するシンポジウムなのかというところがずっと気になっていました。私は、実はマッチングを期待してここに来ました。恐らく東北は、相当優秀な技術のある中小企業さんとか、昔風な言葉で言うと職人さん、そういう方々が集積している場所だと思います。ただ、そういう方々といういろいろお話しをしてみると、残念ながら自動車メーカーあるいは大学の先生たちの素晴らしいご指導あるいはいろいろな研究成果、そういったものを与えていただくことが当たり前になっている。さらに言いますと、図面がないと物をつくれなとか、イロハのイから全部言われなければ、残念ながらアイデアも出てこないし物も生まれてこないという方が非常に多い。素晴らしい設備であったり、経験であったり、スキルがある。ものづくりのイロハのイから細かな指示が出されると、納期、品質も完璧、コストも問題ない、そういう企業や職人さんが結構多いんです。

実は、私は、そういう人たちと一緒にこの東北で何か新しいことができないか、そこを楽しみにして今日は来ました。

- 司会（村山貴俊）非常に重要な示唆がありました。予算で動く組織と売上で動く組織の考え方の違い、あるいは行動の違い。売上を立てるということは市場を創造するということですし、まさにドラッカーがいうように事業ないしビジネスの核心でもあります。今まさに田嶋さんがやられているのは市場を創造する行為であり、自らレーサーとしてシンボリック的存在になりながら、EVの良さや有効性を伝えていく作業をされているわけです。

もう一つは、地域の中小企業の姿勢についてですが、例えばこういう東北大の青葉山のプロジェクトがあったときに、中小企業というのは自分から売り込みに行く、あるいは売り込みに行けと田嶋さんはおっしゃっているんでしょうか。

- 田嶋伸博 例えば職人さんというと、イメージされるとおり寡黙で、そういう意味でなかなかマッチングする場の経験がないと言いますか、チャンスがないと言いますか。繰り返しになりますが、待っているのが当たり前、そういった人が割と多い。ですから、自動車メーカー、あるいはTier 1、そしてTier 2と上から下りてくるのを待っていて、図面どおりに、いつまでにか、そして品質の良いものを持ってこいと言われて、「はいはい」というのは素晴らしい

いのですが、他方、何かを設計しろとか、あるいはそういうものを発想するということが少ない。

だから、そういう方々ともっとワイガヤ的にいろいろなテーマについて話し合う中で、それなら俺つくれるぞとか、それなら私のところの機械で、あるいは私のところの人材でできる、みたいなことを考えていきたい。ちょっとしたきっかけなんです。誰かがぼんと石を投げたら水面に波紋が広がるかのごとく、マッチングができていくとおもしろいなと思っています。予算であったり研究費であったり、いろいろ資金が潤沢なところは大手に向けてやられているので、例えば今この東北で、大手自動車メーカー、大手部品メーカーさんもあるわけですが、もっともっとすそ野の方も見ていって、その辺の企業のことも大学のシンポジウムの中でもっと議論されていって、さらにその場でマッチングが行われるようなことになれば良いなと思っています。

- 司会（村山貴俊）私と折橋が今回のシンポジウム終了後に懇親会を設けた一つの理由は、まさにマッチングにありました。せっかくSIM-Driveの田嶋さんに来ていただけるので、そこに地元企業の方が来られて売り込みしてほしいなど。あるいは中塚先生に売り込みしてほしいなど。あるいはビジネスのネットワークをつくっていただきたいとあっていろいろな方面から声を掛けたのですが、実際に蓋を開けてみたら余り参加していただけなかった。狙いがちょっと外れました。もちろん、わずかな数の会社の方は参加していただけるわけですが、思ったような参加が得られなかったという意味で、地域企業の側もまだまだ問題を抱えているのかなど。東北大学のプロジェクトにも課題が残されているけど、それを受け止める側の地域企業の姿勢についても、もう少し我々としていろいろ考えて提案していかないといけないと感じました。

次に目代さんですが、さすがだなと思ったのは、我々が言いたいことを最後のところで全部言ってくれました。それでどのような質問を振ろうかと考えていたわけですが、九州と東北で課題に共通点があるのではと感じました。オルタナティブ（代替案）を持ちながらやっていると無駄が生じるのではないかと、という部分。東北大学の場合もまだどういった方向で行くかという点は絞り切れていなくて、オルタナティブを少し持たせた形でやられています。また、インフラの話にもすごく興味を持ちましたが、そもそも自動車の方が固まる前にインフラというものは予めつくっていかなくてはいけないものなのかと。車が固まってからインフラができていくのではないかとこの気もします。何を質問していいのかわからないので、大方結論も言ってもらったので難しいわけですが、まず東北大学のプロジェクトの中にオルタナティブが複数あるのではないかとこの点について、どう思うか。あるいは、九州がオルタナティブを幾つか持ちながらやっているという点について、目代先生はその問題をどのように解消していけば良いと考えているのか。それが今後、東北大学が的を絞っていく際のヒントになるという感じもします。つまり水素でいくのか、電気で行くのか、あるいは2つ同時にやればインフラも2つやらないといけないのか。その無駄をどう取り除くのか、あるいはそもそも無駄にならないようにするには、どうしたらいいのか。それらについて、私見で結構ですので教えていただくと、東北大学のプロジェクトあるいは我々にとってもすごく参考になると思います。

○目代武史 どんどんハードルが上がっていきまして、どうお答えしていいかわかりませんが、まずお話を伺っていて抱いた感想は、これは九州大学と競争だなということです。九大が水素あるいは燃料電池でやっていて、東北大のほうで電気自動車をベースにITSということですので、そういう意味では競争です。私の個人的な意見として、電気自動車とハイブリッドとか、ガソリンエンジンベース車と燃料電池車とかが併存するということはないのかなと思っています。

ただし、ある一定のエリア内で公のシステムとして使うということであれば電気自動車はすごく可能性があると思います。例えば今回出ていたバスとか配送車、そういった一定のエリアの中を巡回するようなものだと、要するに航続距離や充電時間の問題、あるいは充電ステーションの場所の問題がクリアしやすいからです。それから街中であればストップ&ゴーが多くて電気自動車のよさが出やすい。そういったあるエリア内のパブリックなシステムとして使うのであればすごくチャンスがあると思います。個人が買うのであれば電気自動車とハイブリッド車とか、電気自動車と燃料電池車といった具合に、距離で買い分けるということはできないと思いますが、ある都市型エリアの中、あるいはキャンパスの中などで、利用密度が十分にあるという場合は非常に可能性があると思います。逆に郊外に行ってしまうと、郊外の中で充電インフラや水素ステーションを高い密度で設置するのはすごくインフラの負担が大きいし、一つ一つの充電ステーションとか水素ステーションから見ると、郊外に行くほど利用密度が減っていくので採算がとりにくいということになります。そういう意味で、利用密度のすごく高い一定の区間の中で使うという点では、電気自動車も燃料電池車もいいかもしれません。それはすごくチャンスがあると感じますが、それ以外のところだと非常にしんどいと思っています。

そういう点で、東北大においてとりあえず今はいろいろな研究をされ実証され、かつ学内における利便性を向上させてということを考えていますが、その取り組みの最終出口をどう描くかということが大切になってくるような感じがします。一気に全国津々浦々で使えるシステムを、となるとハードルが上がるというか、おそらく現実的に厳しいという感じがします。ある一定エリア内で使うシステムの実証をやって、将来的にそこに持っていくということであれば、すごくチャンスがあると思いました。

あとは、その中でやられているいろいろな実験の出口をどう描くかが大切になると思います。

○司会（村山貴俊）水素の構想についても、Born global, つまりいきなりグローバル市場を狙ったり、あるいはグローバルとはいかなくてもリージョン、アジアなどを睨みながらBorn regionalでいくべきだというご提案もあったと思いますが、その辺はまさに出口についての話ではないかと思います。水素のインフラと車を含め、それらをどう利用して、どう売り込んで、どう収益を上げていくのか。水素構想の中でのそのあたりの出口がどうなっているのかということについて、先の目代さんの発表の中ではまだ詳しくは触れられていなかったと思います。もしおわかりであれば、教えてほしいのですが。

○目代武史 これは今、いろいろな人が議論していて、まだちゃんとした答えはありませんが、

一つは燃料電池車だけではペイしない、という議論がずっとあります。これは経産省でも議論されていると思いますし、それから岩谷産業とかそういったところでも議論されていると思います。要は発電所の発電を石炭とかではなく水素でやるようになると水素需要が安定的に増える。そうすると、水素インフラに投資をしても、多重的にいろいろな産業でいろいろな用途で使うからペイできるねということになってくるかもしれない。そういう意味では、燃料電池車だけで考えると恐らく到底ペイできない。しかも現状のガソリン車並みの燃料価格に抑えたと1立方当たり80円ぐらいにしなければいけない。すると、5億円かけてつくったステーションを、それだけで採算ラインに乗せるというのはとても難しい話になります。そういう意味では、いろいろな産業でいろいろな用途に使えるような形をつくっていかなければいけない。まずそこを目指すということが大切です。もちろん、初期費用は下げていかなければいけませんから、(根本的にコストを下げるための素材や水素製造方法などの)研究は続けていかなければいけません。

意思決定に関しては、前倒したほうがいい意思決定と、後ろ倒したほうがいい意思決定があると思います。商業用の水素インフラ現物への投資という意思決定については、後ろ倒しにしたほうがいいというのが私の意見です。

- 司会(村山貴俊) リスクヘッジにもなりますよね。基礎というか、源流のところの発電源として活用するというのは。複数の産業の中で、ある産業が成長し、ある産業は衰退しというのが今後いろいろ出てくるとは思いますが、いろいろなところにかかわっていればどこかは伸びてくるだろうし、どこかはだめになる、けどどこかでは使われるだろうといった具合に。
- 目代武史 でも、よく見ていくと、大体どこが使う可能性があるかというのはある程度わかると思います。したがって、まずそこに向けてプロダクトとか技術の開発をしていくのが先決です。おっしゃったようにインフラを先に用意して、それからプロダクトが普及するというのは歴史的に見て余りないんだという話をされていましたが、多分かなり真実だと思いますので、そういう意味ではインフラはもうちょっと待ったほうがいいと考えています。
- 司会(村山貴俊) さて、ここまでが課題出しのセッションとなります。まず岩城さんからは、方向性をはっきりさせたほうがいいんじゃないかと。実験の成果を得るのか、それとも地域の部品産業に利益をもたらすような方向でいくのかという、最初の立ち位置のところをはっきりさせたほうがいいんじゃないかのご指摘がありました。

あと、田嶋さんからは、大学というのは予算の消化という側面が前面に出てしまって、それではビジネスとの距離が遠いですよ、といったお話がありました。

目代さんからは、出口が見えないよと。出口をしっかりと描いた上で、今何をやるべきかという考え方に立ったほうがいいんじゃないかと。出口を描けていないという部分については、九州もまだ課題があるということですが、東北も同じような課題を抱えていると思います。その3つぐらいが今のセッションで出された課題かと思います。

それについて、今度は、会場にも東北大学の先生が何人かお越しなので、もちろん中塚先生



もそのプロジェクトのトップですから、それに対して、いやそうじゃないよ、そのとおりですといったような議論をしていただきたいなと思っています。まず中塚先生から、今のお三方からの意見に対して反論、あるいはそれについてはこういった解決案をお持ちだということであれば、お示しいただきたいと思います。よろしくをお願いします。

- 中塚勝人 まず、岩城さんからのご指摘で、地域企業をどういうふうにか考えるかという問題ですが、我々は別に地域企業を経営したり指図したりする権限も責任もないわけで、できる限りの知恵を出して、地域の企業の方がみずから責任者を決めてきちっと勝負をする、そういう条件を整えることだと思っています。失敗したときは誰が責任をとるかという、当然経営者が責任をとるわけです。そこをはっきりしておかないと、イノベーションプロジェクトが災いを振りまいているという結果になりますし、それはどうしても避けなければいけない。

そうすると、地域の企業の方がそれだけの決断をするということは、その仕事を通じて客がつくということです。客はどうかというと、それを買うことによって自分たちの仕事がうまくいくとか、生産の能率が上がるとか、そういうメリットがないと買わないわけです。こっちのほうが素敵だからという理由で買うはずはない。もしそれで売っていったら皆さんに迷惑をかけちゃう。だから原点のところ、きちっと見切らなければいけない。

さきほども少し申し上げましたように、被災地を今後どうやって立て直すか、という点で非常にまだ意見が混乱しております。先祖伝来の墓があるし移れない、これは全く別の尺度からの意見なわけですが、それらもすべて大事な意見です。その中で地域の人たちがどのような結論を出すのか、そしてその結論に沿って自動車の活用ということもありますよというサジェスチョンをして、仮にそれを採用してもらえれば、それをやるというスタンスではないかと私は思います。

それから、大学は計画倒れではないかと。これは大学の本質にかかわる問題でありまして、大学は計画倒れをするのが昔から商売なのです。ですから、それを計画だけつくって無責任じゃないかと言われるのであれば、大学の制度やあり方を変えないといけない。でも、よく考えてみると、その最後の保証をしながら研究をすることになれば、本当にそれまで思いつかなかったような発明や着想が出てくるのかという問題もあります。これはまさに文部科学省と経済産業省の境目の話にもなります。ですから、今のイノベーションプロジェクトについて、私どもが評価を受けたとき評価委員長から、これは実は大学の仕事ではないと思うと言われました。だけど、引き受けた以上、やらねばいかんと。やるとすればこういうところが大事だという話で今まで来ています。我々研究者はいろいろやりますが、お金をためて社長さんに乗り換えて…。そういう人はなかなか出てこないと思います。やはり地域の企業の経営者たちがよく理解して決断してやると、それを周辺からサポートはしますが、そこははっきりさせておかないといけない。

それから、オルタナティブの話でございますが、目代さんにお伺いします。水素はどうやってつくるんですか。何からとるんですか。ガスから？

○目代武史 今、九州はいろいろ実験中です。北九州のほうでは製鉄過程でコークスからとります。

○中塚勝人 何からですか？

○目代武史 製鉄過程でコークスをつくるときに発生するものと、あとは九大でやっているのは水の電気分解で、その電気は風車とか太陽光でやっています。

○中塚勝人 わかりました。実はその辺がわからなくて。先日国際会議をやったら、カリフォルニア州から来た先生が水素についていろいろお話になりました。カリフォルニア州では水素を天然ガスからとるつもりなんですけど、天然ガスからとってカーボンはどうするんですかと尋ねたところ、それは燃やすよと。そしてCO<sub>2</sub>100%に近いコンデンスした状態の炭酸ガスであれば、地層に再注入すると。それはもう実験が済んでできている。そういう話でした。

ところが、日本の場合は、ガスを地下注入する実験は多分一度もやったことはないと思います。天然ガスをそんなに大規模にとって地下に吸蔵スペースがあるような場所も見つかっていない。しかし、みんなで水素だ水素だと走って行って、外国から天然ガスや炭化水素を買ってきて水素をとって残ったら燃やして、そして濃厚なCO<sub>2</sub>ができたからといってどこに捨てるのか。原子力と同じで、それはいずれかの時代の課題とするわけにもいかない。原子力もご存じのように最終廃棄物をどうするかという点は、まだ実験も成功していない状況ですから。やっぱりそういうところをしっかりと考えていかないと、オルタナティブ以前の問題があるのではないかと思います。

○司会（村山貴俊） おもしろい論点というか、こういう話をすると、ここが一番難しい点になるわけですが、つまり大学は知恵と技術は出すと、けれどもそれをどう使うかは企業側の判断、あるいは企業が最終的に利益を得るのだから、企業側の責任でそれを使うということにならないと困ると。また、最終の出口のところまで考えて研究していたら、イノベーティブな発想は出てこないんじゃないかというようなご意見だったかと思います。やはりこういう話をすると必ず出てくる問題です。

私は、おそらく東北大の先生の中にもいろいろな考えの先生がおられるのではと思いますので、中塚先生の意見は中塚先生の意見として押さえておいた上で、本日、実は東北大の工学系の先生が何人か会場にお見えになられているので、突然で申し訳ないですが、私はそう思わないとか、そのとおりだ、といったご意見をいただくとさらにおもしろくなるのではないのでしょうか。宮本先生、河村先生、順にご発言いただければと思います。

○宮本明（東北大学教授、未来科学技術共同研究センター） まず、村山先生、折橋先生、このような機会をつくっていただきまして、本当にありがとうございます。中塚先生が地域イノベーションのディレクターでやっておりますが、私は、先ほどございました40幾つのいろいろな分野の研究室に関する東北大学側の責任者という立場にあります。

正直言って東北には余り産業と呼べるものがないわけです。私は、東北大学にもいましたし、名古屋大学にもいて、また京都大学にもいて、また東北に来て、それぞれの地域での中小企業

のあり方、それと大学とのかかわり方を見てきましたが、やはり違いがあります。名古屋では周りに中小企業の人が沢山いて、じいちゃんがやっていて、それが息子になって、孫の時代となって、それを継承していくという企業がどっさりとあります。そういうところではある程度、自動車産業とどう付き合うかというベースができていますが、東北はもともと電子産業というのがありましたが、それが運悪くというか随分と衰えていって、そのかわりトヨタ自動車東日本さんがこちらのほうにやってきた。豊田章一郎名誉会長のご決断もあって、東北にきたと。「さあ」これからどう取り組むかという段階です。今まさに優れた取り組みをおこなっている地域企業のリーダーの方々がおられます。先生の著書にも出ているような人たちです。そうした企業は、じいちゃんは農業をやっている、お父さんも農業をやっている、自分の代に電子産業から始めて今は自動車産業をやっている。そんなところではないかと思っています。

一方、大学のほうはというと、実はトヨタ自動車の豊田英二さんなど、いろいろな人たちが東北大学でエンジンのことなどを学んだのです。工学系とか材料系が強かったものですから、車をつくるためにはいろいろな部品が必要です。まだ自動車産業ができたばかりのころには人もいないし、技術もない。今でこそ人が育ってきて、先ほどありましたが余り大学は必要ないと言うような方もいらっしゃるわけですが、歴史的に見ると東北大学は自動車産業に対して大きな役割を果たしてきました。その流れの続きとして、現在もトヨタ自動車を初めとして、Tier 1などの部品産業と非常に強いネットワークを持ちながら研究を進めています。日本だけでなく、海外の企業とも付き合っていますし、一応そういった構造ができ上がっている。

そのような状況の中、なぜ地域で自動車産業をやらなければいけないかと言うと、やはり我々は、幸か不幸か3年半前に物すごい災害を経験したわけです。多分人間というのは、やられたときに、そのままへなっとなってしまいう生物じゃないんですよ。やられたらやり返してやろうじゃないか、もっと大きく発展しようじゃないかと、そういった気持が今地域に満ち満ちています。そして、これまで東北大学も全国とか世界に向けてやってきましたが、何とか復興の力になれないか、ということでこのプロジェクトを申請したのです。文科省のほうも、いろいろと言いながらも認めてくださった。

ところが、成果はそんなに急に出てくるものではないですね。出なかったと。中塚先生のリーダーシップでとにかく物になるところでということで、今挙げられたようなものが地域との連携も強く目立っているところです。ただし、そこに命をかけるということではないと、私は理解しております。震災復興のところでそれに負けていられない気持ち、地域で相携えてそれを乗り越えるための一つの象徴という位置づけと捉えております。

例えば、世界ロボット会議の長、いわゆるプレジデントについている先生、そういった先生たちがトヨタ東日本さんの搬送車とか、あるいはシステムを考えている。それだけではなく、新たな地域づくりの中でそれをどう生かすかという、そういうチャレンジも含まれると私は考えています。そうなってくると、その分野だけではなく、いろいろな発展が期待できますね。本当に有用なものをつくるのであれば、例えば道路の具合がどうだとか、雪が降ったときはど

うだとか、従来の学問ではできなかったようなこともいろいろ出てくるわけです。さらには単にそれが動けばいいというだけではなく、それを通して次の発展を考えていく。もっと新しい車、あるいは全く違ったものに発展していけるようにする。

私たち東北大学は、その過程の中で地域の経営者の皆さんと心を通わせて何とかそれを発展させていく。中京などと比べて遅れていますけれども、もともと日本は中国に比べて物すごく遅れていたわけです。今でこそ日本のほうが威張っていますけれども。そういう長い歴史の中で考えれば、東北はもっともっと発展していける余地があります。そういう長期的視野でどのように発展していけるかを考えることが一番大事です。正しくこれからの技術の方向を見つめ、そのために正しくいろいろな人たちが連携して、そして無理のないように進めていく。もちろん、先生方がおっしゃるように、経済合理性は重要で、企業としての成功は不可欠ですね。その辺をしっかりと押さえながらも、いろいろなところに対しても我々の考えを主張していくことが大切です。

ただ、そうは言っても5年のプロジェクトなのだから、成果を出さなければいけないというのも、また一つの論理です。それに対して中塚先生は、こんな領域だということで2つ挙げてくださいました。そういうところは、やはりプロジェクトの目玉として、その中に新たな成長の芽を見出していくことが大事だと考えております。

○司会（村山貴俊） それでは、河村先生からもご意見をいただければと思います。

○河村純一（東北大学教授、多元物質科学研究所） 私は、実は今日は休みの日だったのですが、東北大学の多元物質科学研究所という片平の研究所に来ていて、偶然、案内状をちらっと拝見したら今シンポジウムをやっているということで急遽参加させていただきました。ですから、特に何か用意しているわけではありません。今回の中塚先生のプロジェクトには末端で参加させてもらっていますので、本日、大分ここで勉強させていただいたと思います。

途中から参加させていただき目代先生と岩城先生のお話は聞けましたが、非常に羨ましいという印象を持ちました。それは今、宮本先生からもお話がありましたが、やはり東北と広島あるいは九州とでは産業構造とか、その基盤が相当違うということを感じました。特に九大が水素で物すごく頑張っているというのは私もよく知っていて、一緒にやっている先生方もいるわけですが、そこまでやれるのはやはりその周辺に新日鐵さんも含めていろいろな産業基盤があり、それが一緒になってあそこまで持ってきているのだろうと。そういうことをぜひ東北でもやりたいと思うのですが、これはなかなか皆さんもご存じのとおり、東北の産業は今それほど調子が良くないので、非常に難しいと思っています。

今の宮本先生のお話で多分言い尽くされていると思いますが、私も思うのは、この自動車プロジェクトは必ずしもこれが全てではないということです。特に震災を境に、今後、東北という地域を日本の中でどのように経済発展の原動力にするかという大きなストーリーを全国的に考えていかないといけない。これは東北だけの問題ではないということを、九州、広島からも来ていただいているのでぜひ考えてほしいのです。

やはり日本は成熟し切っています。私どもも、実は豊田中研とかトヨタさんとかと共同研究なんかをやっている、名古屋のほうにもよく行きますが、向こうも産業が物すごく成熟している。工場をつくる場所もないくらい、たくさん工場がある。それに対して東北は、まだがらがらです。がらがらで、農業や漁業をベースに今までやってきたところに、トヨタさんが東北に来ていただいたと。さらに、これから産業構造を転換して大きく発展しようとしていた矢先に震災が来た。それが現実ですよ。しかも同時に、半導体産業とか電子産業とかが、どんどん韓国・中国に取られてしまったという状況下で、東北はこれからどう発展していくのか。

けど今、世界で伸びているところは、これまでどっちかという遅れていたところ、インドにしても東南アジアにしても。よく語られる話ですが、アフリカに靴を売りに行ったら「無理です、社長、連中は誰も靴を履いていませんから売れません」というのか、それとも「誰も靴を履いていないから物すごく売れるぞ」と言うのか。実は日本国内で東北はまさにそういう地域だと私は思います。新産業をつくるなら、東北だったらまだ幾らでもやれると思うわけです。それが今回の自動車プロジェクトの中にも表れているわけです。EVというのを柱にして、やると。ただし、私は、EVそのものには余り将来性がないと考えています。私は、プラグインハイブリッド派で、トヨタもそういう戦略だと思いますが、それに賛成しています。ただし、EVにITが組み込まれることで、その周辺に物すごく新しい世界ができてくるということが想像されるわけです。それは自動車ではなく、もはやロボットに近い。ロボットなのか自動車なのかわからない。例えば馬のような形をした自動車という概念もあり得るわけです。そうなる、ちゃんとしたハイウエーなんかつくらなくなると、山の中でも走れるという発想が幾らでも出てくる。それから私は真冬にカナダのある学会に行ったときにびっくりしたのは、カナダでは車を持っていない人でもスノーモービルを持っていると言うんです。やはり北のほうに行くはずと雪に覆われていますから、スノーモービルがないと移動できない。けれども貧しい人は、スノーモービルは持っているけれど、車は持っていない。こういう状況は世界中にたくさんあるわけで、いろいろ発想を転換しながら、東北だからできることを考えていく。そういった発想がどんどん出てくれば、このプロジェクトのいいスタートポイントになるだろう。そんな気持ちで私どもも参加させていただいています。

- 司会(村山貴俊) ありがとうございます。通常のシンポジウムだとこの辺で話題を切り替えて、さあ次ということになるわけですが、このシンポジウムはいつも真剣勝負でやっています。岩城さん、どうでしょうか。今の話を聞いていて、岩城さんの考え方はまだ距離が大分ありそうな気がするんですが。つまり最終的には地域の産業が育ち、研究費分の資金が回収されるというストーリーをいつも描かれ、あるいは研究費以上のビジネスへと展開していくことを最終ゴールに岩城さんは常に据えておられるし、その点をシンポジウムのときにいつもアピールされていると思われるのですが。
- 岩城富士大 それは恐らく地域の産業構造の差だと思います。何十年もそういう構造で、例えば4割の部品を既に内製しておると。そうすると、4割の部品がどうなるかを常に考え、新し

いもの取りに行くか、あるいは無くなるものをいかにプロテクトするかということを考える地域と、今やっと田を起こして粉（もみ）を播こうかという地域とでは、やっぱりアプローチが違ってくると思います。

それともう1点は、さっき河村先生がおっしゃっていましたが、例えばこの地域には大学のすごい力がある反面、部品産業が育っていないから、大学の力は恐らく名古屋や横浜のほうに向かってしまっている。それはいかんと言っても、恐らくそれはどうにもならんわけですので、それを是として見たときに二通りのアプローチがあると思います。日本全体の力を伸ばして世界で戦うというやり方が一つある。もう一つは、ぼちぼち漁業・農業から部品産業に動いてきた人をどう導いて発展させてあげられるか。これら2つを分けて考えていかないと、ぐちゃぐちゃにしていたら、アウトプットも出てこないのではないかな。

後で時間があれば詳しくお見せしますが、ご縁があって、山形大学の先生と中国地域とで共同研究しているものがあります。この地域には、産業廃棄物で、もみ殻と大豆の絞りかすが物すごく出ます。それを上手に焼くと、プラスチックにたくさん混ぜることが出来て摺動材やオイルが要らなくなるとか、あるいは磁気シールドに使えるかもしれないという新しい樹脂材料が出来ます。何で山形大とやっているかとよく言われるんですが、それを山形大とやっています。

昨日、この関係で山形大を訪問した時に、宇部興産という中国地域の企業から来られ山形大でリチウムイオン電池のセパレーターの研究をされている吉武先生とお会いしました。セパレーターの試作工場もすごかったですが、その前にもっとも関心したのは、バッテリーのセパレーターを開発するために第1世代のEV車の大部分を買い揃えてあり、それを分解してバッテリー構造を徹底的にベンチマークされている真摯な姿です。なぜ、東北地域の部品産業の人は、この先生と組んで一緒にベンチマークをやらないのだらうと思いました。一部の外装品のサプライヤー等は訪れているようですが、バッテリーパック以外、部品が揃っているわけで、それを有効活用をさせていただくような活動があればと。

仙台からは山を越えて、ちょっと遠いかもしれないけど、昨夜食事を一緒に送っていただいたら60分ぐらいで来られるわけですよ。恐らくこの地域で個別にやっておられる研究を、県単位と言わずに、例えば東北全体で一回シーズをさらってみて、つなげるところはつないで連携されていかれたらどうでしょうか。ちょっとそのあたり連携について、..、本日ここで話しているのは大学の先生ばかりで、公社とか財団とか局とか、いわゆる行政とか支援機関の方の顔が余り見えないので、そういう方々の意見を聞いてみたらどうでしょうか。

○司会（村山貴俊）ということなので、今日は実は秋田県からたくさんの方にお越しいただいておりますので、どなたかいかがでしょうか。いわゆる大学の技術シーズと地場企業を結びつける、あるいは地場企業のシーズとカーメーカーのニーズを結びつけるのは、公社や行政の役割になるという指摘だったと思いますが、どうでしょうか。

○上林雅樹（あきた企業活性化センタープロジェクトマネージャー）今日はこういう場を設け

ていただきましてありがとうございます。秋田から参りました上林と申します。実は3月までトヨタ自動車東日本におりまして、今、自動車関連の企業支援のために秋田に行っています。

先ほど中塚先生の講演の中で青葉山のコミュニティの話をしていましたけれども、地下鉄が通りあの辺の環境が大きく変わって、駐車場がないのが課題だというお話しをされていましたが、私が興味を持ったのは、青葉山のキャンパスのあり方が大きく変わるのではないかとということです。いわゆるモビリティの世界が変わる。EVが走ったりして、あの辺の環境が非常に変わってきて、何かおもしろいモデルエリアになっていくのではないかと考えています。それがほかの地域へと展開していく可能性もあるのではないかとということで、大変興味深く聞かせてもらいました。

実は、特に私が4月から秋田に行って、秋田県内の企業の抱えている問題、それからトヨタが求めている技術、そこのニーズとシーズがうまく合っていないと感じているところです。確かにトヨタ自動車東日本を含めて情報発信をしていないというのも事実なのかもしれませんが、そうは言っても、東北圏内の企業が何をもって自動車に協力できるかということが定まっていない。既に自動車部品をやっている企業は別にして、これから何とか業務拡大を行おうという場合に、暗中模索で進んでいるというのが現状だと思います。

秋田に限って言うと、地場の企業が現在持っている技術をなるべくうまく自動車部品あるいは製品に展開できないか。それを支援してあげるのが私の仕事だと思ってやっています。しかし、なかなかきっかけがつかめない。東北6県を実際に回ってみて、今そのように思っています。

トヨタにいたときに、どちらかという和三河地区、Tier 1ですけれども、三河地区を見ながら仕事をしてきました。東北6県の企業さんとお付き合いして、改めてそういった課題があるのかと認識しているところです。高度な技術はたくさん持っているんですが、なかなかそれをアピールできない。東北人の奥ゆかしさかもしれません。これは多分気質なのでしょうが、なかなかうまくPRできないというのが東北の企業の方々かなと思っています。また確かに、こういうセミナーとかにも民間企業の方が来てくれれば、多くの気づきが得られると思うのですが。こういうセミナーのPRの仕方も非常にまた難しいと思うんですが、私としては、こういうところに一般の企業の方に来てもらいたいし、ここから得るものがたくさんあると思いますので、そういう場をたくさんつくるのが大切だと思います。これから自動車産業の発展に向けて、こうしたシンポジウムが多分重要なポジションを担うのだらうと思いました。

- 司会（村山貴俊） 田嶋さんもおっしゃられたように、こういうシンポジウムがマッチングの場になっていくといいし、我々は技術系じゃないので技術支援はできないけれども、場づくりということはできますので。
- 田嶋伸博 先ほど話をした中で、ちょっと誤解があるような気もするんですね。うちの会社は、慶応大学が出資しているベンチャー企業です。ベンチャー企業としてやるべきことと、片や慶応大学あるいは皆さんのような大学の研究者がやることは全く違うということを申し上げたかったわけです。ですから大学とか研究機関というのは、失礼な言い方をしますけれども、1

年に1回、研究費という形でしっかり予算をとる。それでもって、世界に通ずる技術、民間にはできないような研究開発をしていただく。これが大学であり研究機関の仕事、そして務めだと思っています。だから私たちも、慶応大学と産学連携をやり、東京大学ともやっています。

それとは違い、ベンチャー企業、すなわち企業としては、そうではなくて、日々の売上を上げなければいけないということを申し上げたかったわけです。私どもベンチャー企業として、まず体質改善として始めたのはそこだったと申し上げたのです。ですから、大学とか研究機関は世界に冠たる自動車技術を研究していただき、そしてどんどんそれを民間へと下ろしていただければいいなと思っています。これが1つ目です。

2つ目として、私がマッチング、マッチングと申し上げていたのは、多分皆さんが考えていることと、少し違いがあるのかなと思っています。大手自動車メーカーとの連携という話なのか、サプライヤー、いわゆるTier 1とかTier 2というやつですが、そのサプライヤーとの連携なのか、はたまたもっと下の中小企業なのかと。いろいろ段階によって、必要とされる仕事の内容は違ってくると思います。大手自動車メーカーの下にくっついている企業や人は、大手自動車メーカーさんのご指導があったり、大手メーカーさんからいろいろなニーズが下りてきたりして、それらを早く、安く、品質よく、納めるという点で、皆さんいい仕事をされています。けれども、これはやっぱり、失礼な言い方ではありますが、受け身の仕事だと。

しかし今度は産業創出となると何かを自分からやらなければいけない。そういう話と違うことが必要になります。だから、もしトヨタさんがこちらに来て、今のお話にあったようにいろいろな地域企業をトヨタのサプライヤーにしていくとしたら、やはりトヨタさんに技術を売り込むなど、それらの企業の方々はいっそう営業努力をすべきでしょう。

片や、トヨタさんには入れない、あるいは自動車メーカーさんが海外に製造拠点を出したことで疲弊している、そういった下請さんがいっぱいあるわけですね。そういった方々を東北でどうやって支え、またそういう人たちの持っているものをどう開花させるか。こういったシンポジウムなどが、そういう人たちのマッチングの場になるといい。それを楽しみに来たのだと申し上げたわけです。

ですから、大手自動車メーカーへのサプライヤーになるところまではいけない、あるいはそういうチャンスのない中小企業の方々でも、多分この東北には物すごく、いい技術、いい経験を持たれている方々がたくさんいるのだらうと思います。そういう方々にきっかけを与えることが、こういったシンポジウムなどでできるといいなと私は期待しているわけです。

○司会（村山貴俊） ありがとうございます。

議論を若干おもしろくするために対立軸みたいなものをつくり過ぎたところがあるかもしれませんが、私も東北大学の次世代自動車プロジェクトでいろいろ拝見させていただいて、先ほど地域の企業は自分たちで判断して参加して欲しいという発言もあったと思いますが、ただ実際に中を見てみると、地域の企業がこのプロジェクトにしっかり組み込まれているんですね。実際、試作EVにも乗らせていただきましたし、ワイヤレスの給電装置も拝見させていただき



ましたが、それらをつくっているのは地元の企業さんです。仮にこのプロジェクトが、例えば目代さんがおっしゃっていたように、インフラやシステムとしていろいろな大学に展開されたりとか、あるいはいろいろな観光地に展開されていったりすれば、そうした地元の企業のビジネスチャンスがぐっと広がっていくこととなります。その辺はちゃんとっておかないといけないかなと思いました。これまでの議論だと東北大のプロジェクトの中に地域の企業が余り組み込まれていないのではと受け止められかねないので、そこは実際に見てみると、地域の企業がいっぱい入り込んでいて、独自の技術を生かして次世代移動体システムの中で重要な位置を占める技術や試作品を提供されているということだけは述べておきます。

先ほど田嶋さんがおっしゃられたように、カーメーカーに売り込みに行くやり方と、またこういった大学のプロジェクトの中でもまれて技術を磨いていくというやり方もあるのだろうと思いました。東北大の青葉山プロジェクトの中でそういった企業が育ってくると、非常におもしろい展開になっていくだろうと思いました。

残り時間が少ないですが、もう一つのテーマに行ってもいいですか。実は我々が論じたいテーマがもう一つあります。ここでシンポジウムを終わらせてしまうのはもったいないので、あと15分で、もう一つのテーマについて議論させていただきたいと思います。特に今日はいろいろな方が来ているので、その人たちからどういう意見が出てくるのかという点に非常に興味があります。

今回は次世代自動車というテーマでシンポジウムを行ったのですが、一口に次世代自動車と



出所)テスラ・モーターズ、  
BMW、VW、トヨタ、ホ  
ンダのHPより転載。

言ってもいろいろあるのではないかと。次世代自動車をさらにビジネスとして捉えれば、大きな市場といかに結びつけるかという視点が欠かせないと思います。先ほど中塚先生のお話の中にもあったように、実は大きな市場、今後大きく成長していく市場というのは、日本とか先進国ではなく、新興国、例えばインドネシアなどが具体的に挙げられていましたが、そういった市場になってきます。成長が鈍化していくのが先進国です。

我々は、これまで先進国の感覚に立って次世代自動車を論じていたと思うんですけれども、ここに一つの危うさがあるのではないかと感じます。先進国が考える次世代自動車というのは、このスライドにありますBMWのi3、テスラモーターズのタイプS、フォルクスワーゲンのXL、トヨタのFCV、ホンダのFCVということになりますが、例えばインドネシアが次世代として力を入れている車はというと、LCGC、ローコスト・グリーンカー、すなわち低価格でエコな車。低価格だけではなく、エコでないといけない、こういう車に力を入れております。

新興国を見据えたビジネスとして次世代自動車を位置づけると、日本など先進国を中心とした次世代の捉え方では、必ずしもうまくいかないんじゃないかなと。Born globalじゃないですけれども、グローバル市場を見据えて次世代を考えていったときに、どういう車を我々は想定すべきなのか。今日は田嶋さんも岩城さんもおられるので、そこを考えてみたいなど。

こういうLCGCを少し発展させた形が、スズキのスイフトじゃないかと私は考えているのですが。先ほど岩城さんがおっしゃられたように大きなバッテリーは積んでいないけれども、回生と充電をして、小さなモーターを動かしてエンジンにかかる負担を減らし、そして燃費を伸

65万円から

日本のフィットの半額 90万円くらい

インドネシアLCGC、低価格でエコな車 低価格だけではなく、エコでないといけない

(出所)オートックワン、Response AUTOCAR DIGITALなどより転載

スズキのスイフト「DJE+ENE CHARGE」回生+充電はするが、モーターなし、直噴・過給機なしで、既存のガソリン車とほとんど同じ機構

(出所)スズキ HPより転載

ばしていくという、こういった車がローコスト・グリーンカーの次に来る、新興国における次世代車ということになるのではないかと。スズキのスイフトが優れているのは、既存のガソリンエンジン車とほぼ同じ機構のままやっているのだから、エコだけれども、コストもそれほど上がらない。さすがスズキさんの発想でエコカーをつくるとうなるのか、と私は感心しているわけです。新興国市場、今後大きな成長が見込める市場を見据えてビジネスとして次世代自動車を捉えていったときに、我々はどんな次世代自動車を頭に描くべきなのか。それは必ずしもFCVとかEVといった世界ではないのではないかと考えているわけです。まず、岩城さんは、いろいろ新興国を見たり欧州を見たりとフィールドワークをやられているので、ご意見をいただきたい。岩城さんが考える新興国とかグローバル市場にうまく繋げられる、ちょっと先の次世代自動車というのはどういうものなのか。ご意見をお聞かせいただければと思います。

- 岩城富士大 全部を見ているわけではないですが、一つ考えておかないといけないのは、現在、新興国で売られているいわゆるアジアカーという車ですね、ローコスト・グリーンカーもその一つだと思いますが、すでにそのクラスのエンジンの電子制御している主要部品は、日本の部品メーカーですら中国で作ったり、現地で作ったりしています。だからそういう部分、要は従来車の部品を今さら東北がやっても間に合わないですね。もちろん、中国より安くつくれば別ですけども。今からやって、何とかしようということであれば、さきほど言いました48ボルトは別として、スズキさんが8月に出した12ボルトのいわゆるマイルドハイブリッド、要するにアイドリングストップ、減速回生、加えてちょっとだけモーターアシストというクラスの車が恐らくインドネシアなどアセアンの車の中心となっていかとタイはもうそうになっていますし、新しいエコカー2ではそのレベルじゃ足らなくなっていますね。

インドネシアで、現地の人がおもしろいことを言っていました。自動車を全部並べた面積よりも道路の面積のほうが少ないと。だからどうするんだというので、今、燃料補助金というのが国から出ているんです。特にグリーンカーに対して。だけど、もうそれをやめるといいます。正確に言えば、ゼロではなくて、補助金の額を少なくすると。そうすると、かなり燃費がよくなると、ガソリンを使う車はもう買えなくなる。ついこの前までは、新興国向けにはキャブレッターかなんかの古い旧型モデルで安くつくればいい、他方、先進国向けには環境自動車との、これまでの構図はかなり変わってきて、いずれの地域共に環境車への対応が必要となっている。

それも、どの市場を、例えば日本から輸出する車につける部品を狙うのか、いやいや部品として輸出するところを狙うのか。さっきどなたかと立ち話していたんですが、今、(広島など)中国地域で出ている話は、(隣国の)中国に来ている欧州の高級車に装備する部品が中国では買えないために、欧州から持ってきているんですね。だから、九州で作られている高級車向けの部品をもう少し変えたら、BMWやベンツにも納品できるのではないかと。

だから、どこで、どんな商品が使われているか、そこで要る技術は何かという点をもう一度最低でもリージョナル・レベルで見ていく必要がある。現在ではASEANといえどもかつての

古い車では売れないわけです。だからといって一足飛びに水素に行くわけじゃないとしたら、そういうスタディをする必要がある。そのうえで、地域の部品産業に与える影響や効果は、愛知と東北と広島と九州とで皆違うのだらうと思います。そのあたりは全国には9つの経産局が配置されているわけですから、リーダーシップをとって産学官で連携し、日本として、そして地域としてどう戦っていくのかという図式をみんなで考えなければいけないと思いますね。

○司会（村山貴俊） マイルドハイブリッドというのは、つまり走行のためのモーターを積まずにということですか。

○岩城富士大 ええ、自動車にはスターターモーター、オルタネーターがあるんですから。

覚えていますか？ フレミングの右手の法則と左手の法則というのがあって、外から電流を流して回してやったら力が出る。今度逆に外から力をかけて回してやったら発電する。だからスターターモーターは少しだけ時間を伸ばす、あるいはオルタネーターを上手にを使ってこれをモーターに代用しているんです。ですから、何も新たにモーターを追加しなくても簡易ハイブリッドになるんです。日本ではこれをハイブリッドとは言わないですが。

○司会（村山貴俊） なるほど。わかりました。

実は、この質問は田嶋さんを想定して私がつくったものなのです。EVを世界に広げるといったけれども、本当に広がるのかと。そこじゃないところに、もしかしたらアジア諸国のニーズはあるのではないかと、この質問をつくらせていただきました。

○田嶋伸博 次世代の車となると、やはり新車ですよ。そうすると東北の（地場企業で）自動車メーカーになるんですか、ということですよ。そうすると多分ノーだと思っんですよ。なぜかという、トヨタさんを筆頭に、今の大手の自動車メーカーさんに太刀打ちできるかという、お金も時間も含め絶対に無理です。そうすると、東北で産業創出となると大手さんに部品を納めるサプライヤーか、もしくは大手メーカーが全然やっていないところに出て行って自動車産業を起こすか、ということになると思います。

一つ忘れてはいけないのが、地球温暖化をとめなければいけない、化石燃料という問題と、次世代の車ということを常に一緒に考えていかなければならないということです。ですから、そういう点で、私が東北の皆さんに本当に期待しているのは、例えば今のお話の中にも少しありましたが、10億台くらい既にあるのではないかとされている内燃機関の車を電動化するという考え方です。そうすると新車メーカーと実は全く競合しませんし、今幾つかアイデアが出ていたようなこと、例えば現在の内燃機関に後付けでプラグインハイブリッドにするだとか。仙台の皆さん、あるいは東北6県の皆さんが集まってやれば、多分いろいろなアイデアがでてくるし、それができると思っんですよ。そうことを東北大学が中心になっておやりになるといいのかなと期待します。とにかく忘れてはいけないのは地球温暖化対策。化石燃料をこれ以上使うわけにはいかないということ。

いま一つは、日本の自動車メーカーあるいは欧米も含む大手のメーカーに絶対に太刀打ちできないですよ。物すごく今の自動車はよくできているし、私たちも実際に車をつくっています

けれども、ショーカーだとかあるいはレーシングカーは得意中の得意ですけども、人に売れる量産はといたら全く無理です。それだけやっぱ日本あるいはヨーロッパの大手メーカーさんの技術力、そして品質は優れています。これまでの経験の蓄積、今日もホンダさんからリコールが出ていましたけれども、本当に苦勞をされてこれだけの車、そしてカーメーカーになっておられるので、今後も日本の大手メーカーさんに世界市場で日本車の優位性を保つべく頑張ってもらえればいいと思います。けれども、片や地場企業、地場産業そして新産業創出となると、今私が申し上げたようなことを、このシンポジウムが中心になって皆さんと一緒にやっていければいいのかなと思いますね。

○司会（村山貴俊） 残りの時間が少なくなってきましたので、目代さん、どうですか。今の田嶋さんの話に乗っかる形でもいいですし、私からの質問に答える形でもいいと思います。

○目代武史 日本だけでなく世界も含めてですが、本当にパーソナルモビリティが必要な市場や地域で利用可能なシステムとは何かということ、考えていかないといけません。例えば、福岡は燃料電池とか水素で頑張っていますが、パーソナルモビリティが本当に必要になってくるのは、日本の田舎だったり、あるいはオーストラリアの砂漠だったり、東南アジアだったりインドだったりするわけです。そういうところで水素ステーションのインフラを築けるかどうか。水素ステーションを築くのであれば、利便性を考えたら一定の密度で供給インフラがないといけません。広いからパーソナルモビリティが必要になる一方で、そういうところに密度の濃いインフラが築けるかと。逆にインフラ側から見ると、これは繰り返しになりますが、一つ一つの水素ステーションや充電ステーションに対して一定の利用の密度がないと成り立ちません。そういう本当にパーソナルモビリティが必要とところで利用可能でないと、なかなか普及できるものではありません。そこは本当にしっかり考えていかなければいけないと思います。

そこで、田嶋さんの話に乗っかると、コンバージョンEVだとかコンバージョンHEVとかは、ひょっとしたらすぐニーズがあるかもしれない。一足飛びに燃料電池車とか一足飛びに電気自動車は無理ですけども、かといって化石燃料の消費は減らさなければいけない。先ほどインドネシアの話がありましたが、燃料の補助金だけで国家予算の2割を食っているわけです。インフラに投下できる予算は2割弱ですから、燃料補助金の機会費用は非常に大きい。そのうえ、中国にしるインドにしる、物すごい大気汚染ですよ。そういう意味で、今これから買う車はエコカーできれいにしるし、今走っている車もどうにかしなければいけない。今走っている車に大手のメーカーが後付けで何かやるというのは、それほどおいしい商売には見えないけれども、固定費の小さい企業体とか組織体であればできるかもしれません。ですから、そういった領域は、ひょっとしたら東北あるいは九州で後付け型のEVとかプラグインとかいった領域に、燃料電池は難しいかもしれませんが、確かにチャンスがあるのかなと感じました。

○司会（村山貴俊） その話を聞いていて思い出しましたが、中塚先生、東北で地場企業が何社か集まってコンバージョンEV用のキットをつくるという取り組みが確かあったと思うんですけども、そのあたりお話しをいただけるようであれば。

- 中塚勝人 小型の電気自動車を軽自動車からのコンバージョンでやると経費はかなり安く、3分の1ぐらいでできそうです。でも、それを今度はニーズが増えて量産しようとしたら、急に高くなってしまう。でも、とにかくコンバージョンでそれだけいいということを地域の人たちに理解してもらおう、それは必要なことで、それが一番先に動いています。
- 司会（村山貴俊） あのキットは、確かオール宮城の地場企業、たしか3社か4社ぐらいでられていますよね。コンバージョンEVについては東北でかなり現実味のある取り組みがあるということ。
- 岩城富士大 実は、日本全国のネットワークでコンバージョンEVをつくる事業体があるんですよ。ただ、広島のある設計会社がそれと組んでやりましたが、残酷な言い方をしますがうまくいきませんでした。買う方が安いくらいコンバートにはすごく費用がかかるんです。新車を買うぐらいかかります。一方、2人乗りのコミューターEVってあるじゃないですか。それこそあれを死に物狂いでやったほうがビジネスになるかもしれない。ただ、それだけではさっきおっしゃっていた市場過程車のほうが一つもよくなりませんので、コンバートは若干高いかもしれないが燃費もよくなるしと言ってそっちも増やししながら、新車ではコミューターEVを狙うと。しかし2人乗りのコミューターEVについては、いろいろテレビにも出ているけれども、実際なかなか出てこないですよ。国交省もあれを認可するとか言っているけれども、それは<sup>とき</sup>関の声を上げたら実現するんじゃないかと。近距離使用の多い軽自動車の半分ぐらいが置き換わるのではないかと私は思うんです。家で充電しておいてブルブルっとなって、スーパーマーケットでまたコンセントに差し替えて補充して帰ってきて、また家のコンセントにつなげばいいのですからあれは特別なインフラは要りません。走行距離が物すごく短い車というのが実際に沢山走っていますので、すごい技術革新までを言わずとも、近距離向けは早くコミューターEVにしてしまったらいいんじゃないかと思います。
- 田嶋伸博 実はその車のレギュレーションなんかを私が一緒にやっていたんですけれども、超小型モビリティという名前なんですね。この超小型モビリティが今のお話にあったように、いいのになぜ普及していかないのかと。これは行政の非常に高いハードルがあります。二つあって、一つは、この車は自治体もしくは自治体がつくった協議会の申請でしか登録できないのです。いま一つは、特区以外はだめなんですね。例えば仙台市内で仙台市役所が申請をしてオーケーになったとしても、お隣のまちには出られない。エリア限定なんです。
- ですから私たちも、電気自動車普及協議会でこの超小型モビリティをどんどんやろうと思って、実際うちの会社ではお伊勢さんの遷宮のところを特区で走らせたり、磐田市とかともやったりはしているのですが、お隣のまちには出れないですよ。そうすると、積載車に乗せて隣まで行ってという変な話になってしまう。もしそこが特区申請していれば乗れますけれども、特区申請していなければ走れない。実は、そういう縛りがあります。ですから、申請は、自治体もしくは自治体が認めたといいますが、自治体と一緒にやっている協議会が行い、そしてその申請が通ったとしてもエリア限定になっている。こんなハードルがあります。この辺につい

ては私たちも今いろいろ働きかけているんですが。しかしながら、こういう縛りが厳しくてなかなか。だからホンダさんや他のメーカーさんが実証試験されているのは、みんなエリア限定です。島であったり、市であったりと。

おっしゃるとおりで、コンバージョンのほうに自動車メーカーさんと競合しないという点で一つの活路がある。もう一つは自動車メーカーさんがまだ余り本気になっていない超小型モビリティは、確かに私もシンポジウムを中心にした東北での新産業創出としては非常に魅力的だと思います。けれども、高いハードルがありますということですね。

○司会（村山貴俊）議論がいろいろと飛んでしまい申しわけございませんでした。けれども最後のところで東北がやるべきこと、既存のカーメーカーとの競合とか、市場との接続という点を踏まえた上で、やるべき方向性というのが少し出てきたのではないかという気がします。

時間の関係でこれ以上議論することができませんので、この辺でシンポジウムを閉めさせていただきます。

閉めた後でも、パネリストの方に個人的に質問していただいても構いません。先生方の時間の許す限り、ご自由にご質問とかお名刺交換をしていただければと思います。

本日は、皆さん、いろいろ貴重なご意見を出していただき、そしてディスカッションにご参加いただきありがとうございました。また、お忙しい中、お集まりいただいた会場の皆さんにも感謝申し上げます。

最後にパネリストの方々に感謝の気持ちを込めて拍手を頂戴できればと思います。〔拍手〕