基調講演

新たなモビリティサービスが地域を活性化する

須田　義大　　東京大学　生産技術研究所教授

〔東京大学 生産技術研究所について〕

本日はモビリティサービスと、自動運転が出てきて、世の中はどう変わっていくのかについてお話ししたいと思います。

まず自己紹介をいたしますと、私は、専門が機械工学で、そのなかでも、自動車、鉄道の開発を手がけ、最近では ITS（Intelligent Transport Systems）や自動運転にも取り組んでおります。次に、私の所属する東京大学の生産技術研究所についてご紹介します。生産技術研究所は、工学の全ての分野をカバーする研究所で、我が国最大規模の大学附置研究所です。通常、大学というと、各学科、学部が独立して運営しているところが多いのですが、うちの研究所はどちらかというと垣根が低く、非常に大枠で、基礎系、機械・生体系、情報・エレクトロニクス系、物質・環境系、人間・社会系、という形に分かれています。また、生産技術研究所と長崎県庁は包括提携を結んでいたこともあり、いろいろなことを連携してやっています。

研究所の中で、特に戦略的に重要なプロジェクト研究のために組織されたのが研究センターで、私が所属しているのは、次世代モビリティ研究センターです。インフラ、車両、人間がいかに連携していくかを研究するだけではなく、分野融合や地域連携、産官学民連携の経験をもとに、次世代モビリティの社会実装を目指しています。

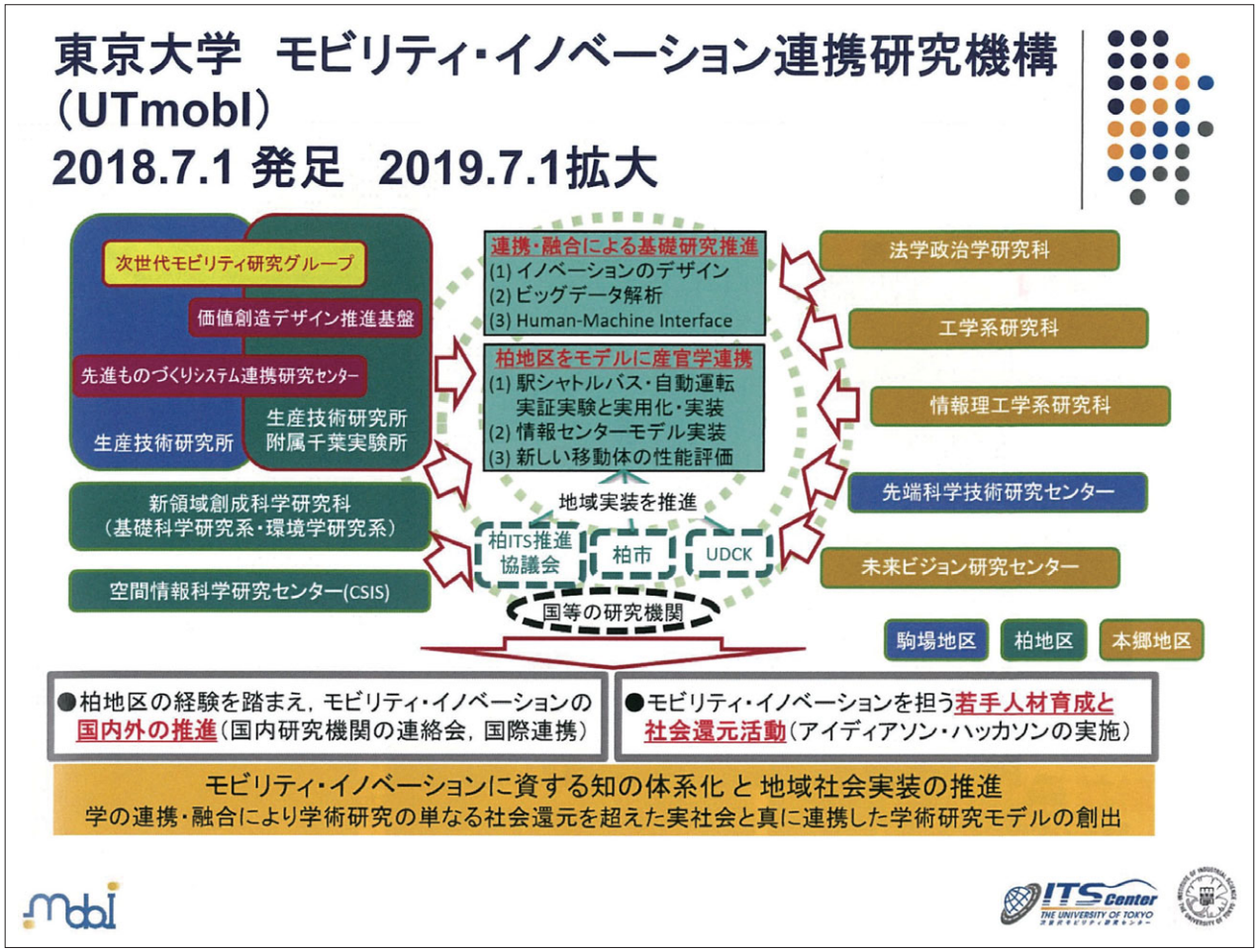
自動運転についても、想定外に世の中の動きが速いのに対して大学が変わらないのはまずいということで、2018年７月１日に東京大学の中にモビリティ・イノベーション連携研究機構という全学組織を発足させ、2019年７月１日には、法学政治学研究科、未来ビジョン研究センターという文系の部局も加わり、まさに技術だけではなく、社会課題を踏まえて一緒に活動をしているところです。

〔ITSの取り組み～サスティナブルな交通システムから自動運転の実現へ〕

ITSについては、我々は10年以上この分野を研究しています。当時の目標は、モビリティ、交通機能の改善に向けて交通システムをサスティナブルなものにすることでした。もともと交通に消費されるエネルギーは、およそ国全体のエネルギーの中で20％ぐらい、先進国はだいたい似たようなものです。この20％のエネルギーは、本当は物理学の法則からいくと、水平移動ならエネルギーは不要ということです。そのため、これをゼロに近づけることが基本的な目標です。当然、そのエネルギー消費をゼロにするだけではなく、それによって排出されるCO_2、昔は排ガスなどの問題がありましたが、そういう負の遺産をゼロにしていくことが１つの目標ということです。

もう一つが安全・安心で、年間の交通事故死者数およそ4,000人弱をゼロに近づけることが、我々の目標です。

ただ、モビリティそのものは目的では無いのです。もちろん、電車に乗る、車を運転することが楽しいという人たちがいますが、日常生活を快適に過ごすため、産業を活性化するためにあるのがモビリティです。モビリティをいかに世の中の役に立たせるか、手段とし



てモビリティを捉えていくことが重要です。

道路交通をみると、道路を造るのは国交省や地方自治体、車両を造るのは自動車メーカーで、それを監督するのは国交省の自動車局、自動車産業を育成することは経済産業省、通信は総務省など、非常に多くの省庁がかかわっています。これらを連携しましょうというのがITSなのです。

例えば新幹線のような鉄道は、全部一つに完結しているのです。役所は国交省の鉄道局の中の一つとして稼働しており、連携が取れています。一つの鉄道会社が、車両、乗務員、インフラ、信号システムなど全てを持ち、非常に連携が取れて、事故は少なく、正確で安全である代わりインフラをしっかりしないといけない。このモデルを自動車に適用していこうというのが、ITSの取り組みです。ITSは古い歴史を持っていて、ほぼ当初の目標はクリアされてきたのです。いよいよITSは次にやることがなくなるのではないかと、心配を始めたときに出てきたのが、IoTです。IoTによってビッグデータにつながり、ビッグデータによってAIが実践できることで、自動運転が急速に現実的なものになってきたのです。大昔から自動運転は研究されていましたが、本当に社会実装するという形で現実的になってきたのがここ数年の話です。

〔長崎との関わり～FGT開発やEV/ITSプロジェクト〕

長崎に関していえば、長崎新幹線に私も間接的にご協力させていただきました。長い歴史で、1999年から私はフリーゲージトレインプロジェクトの開発チームに関わっていまし

た。途中から私は開発から評価のほうに移ってしまいましたが、最終的には、2017年３月に熊本で最後の走行試験を実施しました。長崎新幹線への適用も検討されてきたのです。

また、長崎県のEV/ITSプロジェクトにも参加しています。これは五島列島でEVを活用して、ITSとエネルギーをつなげるというプロジェクトです。このようにいろいろプロジェクトに参加しています。長崎のEV/ITSプロジェクトはもともと観光が目的です。これが功を奏したのか知りませんが、世界遺産登録も実現し、新しい取り組みとしてモビリティの発展が一つの契機になるのではないかと、私は想像しています。

我々としては、長崎の五島の経験は非常に役に立ちました。2011年の東日本大震災で東北地方が壊滅的状態になったとき、長崎で培ったこのEVとITSの取り組みが非常に役に立ち、石巻市での復興プロジェクトに活かされました。長崎でやったプロジェクトの成果が、間接的かもしれませんが、多くの復興に役に立ったのです。

〔MaaSの先駆け～柏の葉スマートシティコンソーシアム〕

最近は、千葉県の柏にある生産技術研究所千葉実験所で様々なことをやっています。柏の葉スマートシティで新しいモビリティや、新技術・データを活用して、都市・地域の課題解決などに取り組んでいます。まだ公表していないのですが、自動運転バスは、近々、営業を始めようというところです。

スマートシティプロジェクトは、国交省の都市局のプロジェクトとして現在認定されていますが、今から６年前の2013年から関わっています。最近話題のMaaSの先駆けになることを2013年に始めました。これは柏市と私の研究室が実験主体ということで、いろんな公共交通、JR東日本とバスと鉄道の異業種、これが連携をしてスマホのアプリを作り、公共交通に係る情報をひとつのアプリで提供しました。

実際の仕組みは、各事業者の様々なデータをリアルタイムに１カ所のサーバーに集め、データを加工し、スマホアプリで提供しました。

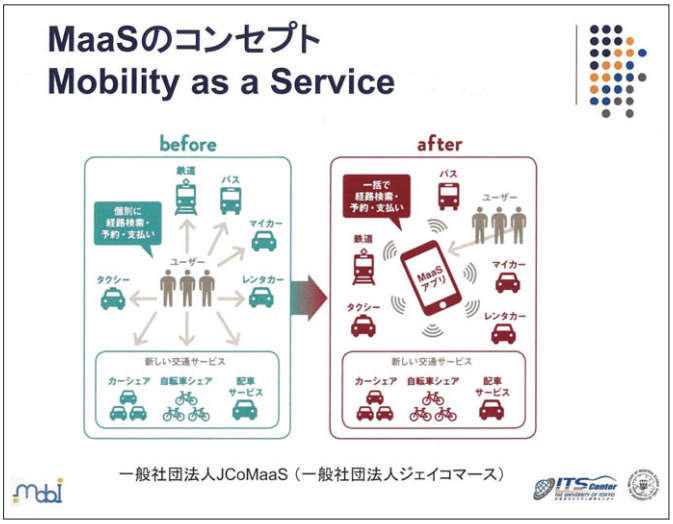
電車のロケーションデータもあり、電車がどこを走っているかをデータで示すのは、日本初の取り組みです。今後、このような取り組みが、観光を対象にしたり、多くの交通モードを巻き込んだ動きが増えていくことでしょう。

当時、これはMaaSと呼んでいませんでしたが、まさにMobility as a Serviceの先駆けでした。

〔MaaSのコンセプトとその背景〕

いろいろな交通網がありますが、それぞれ特化したアプリがあり、連携が必ずしも取れていないのが実態です。

私がMaaSに関心を持ってやり始めたきっかけは、ライトレール、つまり路面電車です。長崎にも路面電車がありますが、初めて訪れた都市で路面電車や、色々な公共交通を使いこなすのは簡単ではありません。必ずしも路面電車だけではなくて、カーシェアとか、自転車だとか、配車サービス、いろんなものが今提案されていますが、これらを活用してどのようなエコシステムをつくっていくかが非常に重要になってきます。そのかぎとなるのが、MaaSなのです。MaaSは利用者にとってメリットが大きいのですが、事業者も成り立つ仕組みを構築することが重要です。



MaaSについてはレベルがあるといわれていて、MaaSのレベルとして、レベル１は情報の統合です。レベル２は、予約や運賃の支払い、決済方法の統一で、例えば、交通系のICカード、Suicaで、様々な決済ができます。次のレベル３になってくると、サービス統合し、例えばサブスクリプションという定額運賃制を導入ということが考えられます。これを最初に実践したのが一躍有名になったフィンランドのwhimです。最終段階のレベル４は、都市計画・国土計画や政策にMaaSを組み込んでいくのですが、モビリティ社会をどう築いていくかが大切で、ぜひ長崎、九州でやっていければと思います。

MaaSは、フィンランドでは、キャッチフレーズの「マイカーから公共交通」と定額制運賃パッケージ、が柱です。これをそのまま日本で展開するのは非常に難しいのです。公共交通と日本では言いますが、実際は公共事業ではなく、ここがフィンランドと大きく違うところです。

また、スマホのアプリの観点から挙げられるのがUber、いわゆる乗り合い、シェアサービスです。利用者のニーズと空いているドライバーと空いている車を瞬時にマッチングするということです。もともとシェアサービスは1970年代から提案されていましたが、デー

タを連携する仕組みができなかったのが、スマホができて可能になりました。

〔自動車産業の変革　CASEとMaaS〕

MaaSに大きな関心を寄せているのが自動車産業です。現在、自動車産業がモビリティに対してどういう貢献をしているかというと、車を売ることによって貢献しています。いかに安い車、品質のいい車を造って、それを提供するか。そういうことでモビリティに貢献するというビジネスモデルです。

ところが、こういうシェアサービスが出てきたこと、さらにここにあるConnected（通信インフラ）、Autonormas（自動運転）です。それから、Share & Service（シェアサービス）、Electric（電動化）です。こういう四つの動き（CASE）が自動車産業に襲い掛かってということで、今後、自動車産業をどうするかと散々議論しているところです。

確かに自動車産業は、CASEに対応しようとすると、今までの主力な技術からの変革が求められるのです。実はConnectedで、Share & Serviceというのは電車の世界です。一方、自動車技術会で一番幅を利かせていたのはエンジンです。エンジンは、機械工学の中で非常に難しい分野であり、それを支配するのが一番重要視されたのですが、大きく世の中が変わってきているのです。

自動車産業だけでなく、いろんな産業が実はこのMaaSに非常に関心を持っています。それは、GAFA（Google、Apple、Facebook、Amazon）の存在です。ITプラットフォーマーという人たちが、今後MaaSのプラットフォームに入り込んだら大変なことになると、いろいろ議論になっています。

さて、交通寄りの話に戻すと、このコミュニティにおいて三つの方向性があります。

一つは、日本全国で交通のシェアが圧倒的に大きい自動車交通をいかにうまく進めていくかということ。

次にEVで、もう少し小型のモビリティを活用していくこと。

最後に、公共交通をいかに安く作っていくか。

こういう三つの柱、これをやっていくというのが今後非常に重要だと思います。

自動車産業は変わろうとしているのですが、そのときにキーワードになるのが、自動運転です。

〔専用道路・専用軌道における無人自動運転〕

実は、自動運転は古くから存在します。というのも、専用道路、専用軌道ではずいぶん昔から無人運転をやっているからです。世界で最初に無人運転の公共交通の営業をしたのは日本です。1980年、神戸のポートアイランドで行われたものが、世界で最初の無人運転です。専用軌道、隔離された交通路で、1980年代から実用化しているのです。

さらに進化したのは、愛知万博のときです。IMTSというバスを使って専用道路上を自動運転するというものが自動車の自動運転の実用化に向けた最初の取り組みのひとつです。

他の事例としては鉱山などのオフロードで

のダンプカーの無人走行があります。専用道路でなくても、オフロード、道路ではないところであれば可能です。隔離されたところであれば、必ずしも許可は要らないのです。また鉄道の場合は、ある程度訓練されたドライバーが運転するので、鉄道軌道での自動運転は早い段階から進みました。

これに対して、道路交通は複雑です。しかも、普通乗用車、バス、トラックは同じ自動車といっても、車の性能や、運動特性、使い方も全く違います。こういうものをひとくくりに自動車と言っていますが、実際には、目的に応じてうまく作りこんでいく必要があります。

それと、技術についても、実際はまだまだ完成してはいません。センサーも、部品センサーも、なかなか人間の目にかなうセンサーというのはないのです。また運転を実証化するためには、安全性・信頼性の確保が求められます。

たとえ完成したとしても、現時点での自動運転車両の試作車は相当な高額になります。

では、技術が開発されたらすぐできるかというとそうではなくて、制度設計と、社会受容性の二つが必要です。技術開発はベンチャーですが、大学の仕事としてやっているのも社会情勢です。つまりエコシステムをいかにつくっていくかということが、自動運転の実走化に結び付くのです。

〔道路交通における自動運転〕

私は自動運転の動きに火をつけた張本人の一人ですが、技術的には可能でも、道路交通法や道路車両法が自動運転に適用できないので、実用化を阻んでいると言ってきましたが、今年、状況がついに逆転したのです。

そのきっかけになった一つの画像をお見せします。これはまさにMaaSにもかかわるのですが、モビリティ関連企業ではないところが率先してやった一つの例です。これは2018年２月に羽田空港の整備場地区というところで、運転台にドライバーがいない状態の無人運転のバスが公道を走りました。

実は2017年に警察庁はこの遠隔監視・操作型の無人移動サービスを走らせるガイドラインを作り、私もガイドラインを作るメンバーとして関わりました。全国の都道府県の警察向けに同じガイドラインで運用してくださいというものです。このガイドラインを運用されたものです。

この羽田地区の無人バス走行は、全日空とSBドライブの共同プロジェクト、そして、このバスを開発したのは私が創設した先進モビリティというベンチャー、つまり、既存の自

動車メーカーは関わっていません。このようなことは、ブランドイメージが確立している自動車メーカーは怖くてできません。

〔大型トラックの自動運転・隊列走行〕

もう一つご紹介したいのは、高速道路におけるトラックの自動運転です。人間の移動ということも大きいですが、人間の社会生活を支える物流も非常に重要です。トラックドライバーが非常に不足している中、物流をいかに確保するかが大きな課題となっています。

私は、2008年から13年まで、経産省のプロジェクトのリーダーとして関わっていたこともあり、これを実証化するために会社を作りました。車間距離４メートル、４台のトラックを高速道路で走らせるというものです。

当時、2013年の段階では、無人の車なんて走ったらとんでもないということでしたし、道路交通法や道路車両法を改正するという話は影も形もありませんでした。これは、テストコースや未開業の高速道路、未開業の新東名、山口県の宇部興産の専用道路で行いました。

大学とか研究所と民間が一致団結してプロジェクトができましたが、社会実走のためのエコシステムは実現せずに、実験だけで終わってしまいました。そのときの反省から、社会的なニーズの追求と、マーケットの開拓を重視しています。昨今、トラックドライバーが非常に不足しており、物流自動車として、トラックドライバー不足と省エネに役に立つのであれば実用化したいという機運が盛り上がってきました。

こうして、2013年に一度は終わってしまったプロジェクトが、2015年に復活し、経産省と国交省のジョイントのプロジェクトとして実走化に向けた研究が続いています。

2019年１月に新東名で走らせました。以前のプロジェクトはトラック４台でしたが、今回はトラック３台を使って後続車を無人にすることを目指して走りました。いきなり無人で走らせるのはハードルが高いということで、このときはドライバーは乗車して何もしないで、走行しました。

最大の課題は周りを走る車のドライバーの受容性です。隊列走行トラックが来た時に、周りのドライバーはどのように行動するのか。合流時や車線変更時に、隊列間に割り込みが発生するかが課題となっています。技術開発においては、トラックを走らせるための技術だけではなくて、周辺の車のドライバーを含めて受容性があるシステムにする必要があります。

〔自動運転の目的〕

自動運転の定義が明確になってきたのは比較的最近のことで、それまではいろんなレベルがあるのをひとくくりに自動運転と言ってきたので、なかなか議論がかみ合わなかったのです。

日本の自動車メーカーがまだ自動運転はやりませんと言っていた2014年、私のところに新聞社が取材に来て、自動運転を今後どうするのかと問われました。日本では、高度安全運転支援、ドライバーが運転するのが自動車ですと言い続けているのに対し、諸外国では自動運転は当たり前だという風潮だったのです。そこで、自動運転のレベルを定義して、「最終的には無人走行を目指すべきであり、高齢ドライバー対策というのが重要である。そのためには社会受容性と産官学連携が重要です」と、申し上げました。あれから５年が経過しましたが、当時言ったとおりになっています。

自動運転が目的ではなく、自動運転で何をしたいかということであり、最大の目的は安全なのです。交通事故はほとんどがヒューマンエラーであり、ヒューマンエラーをなくせば交通事故は防げるのです。これは必ずしも証明されていませんが、航空あるいは鉄道の自動制御、自動運転システム、こういうものが当然事故を減らし、安全性に貢献してきました。人間を排除しなくても、ドライバーの負荷を軽減すれば安全性が向上します。

次に省エネルギーです。自動運転になると一定速度で走るから燃費が向上し、さらに隊列走行で車間距離を詰めることで空気抵抗が減り、省エネにつながります。

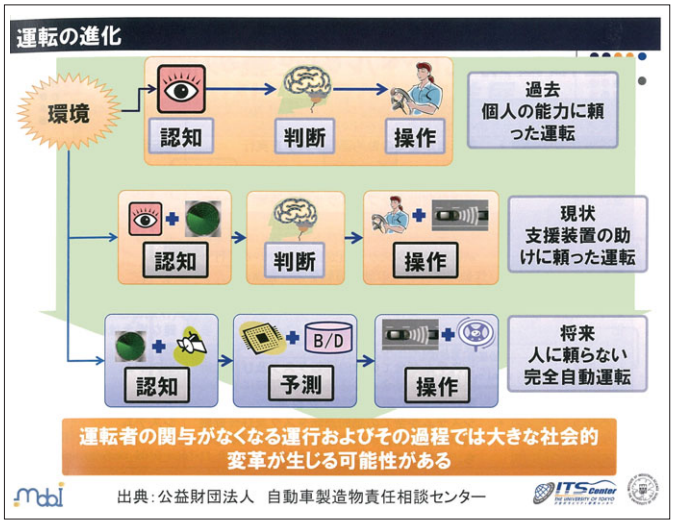
また、渋滞緩和も挙げられます。当然人間が運転すると無駄がありますので、自動運転に切り替わることで交通容量が増えるのです。

さらに、最近言われている高齢ドライバーの問題やあおり運転対策にも効くのではないかと言われています。

〔自動運転：進展のシナリオ〕

この図は自動運転は何をやっているのかを整理したものです。一番上が、いわゆる人間の運転です。人間の運転は、認知、判断、操作をやっています。目で見る、音を聞く、体感し（認知）、今の車の状態や周りを知った上でどう操作すべきか判断し、そして、具体的に操作するのです。この三つの動作を自動化するのが自動運転です。

この中で一番やさしいのは何かというと、操作です。操作の自動化はとうの昔からやっています。一方で環境認識と予測については、人間はいろんなことで判断できますが、機械



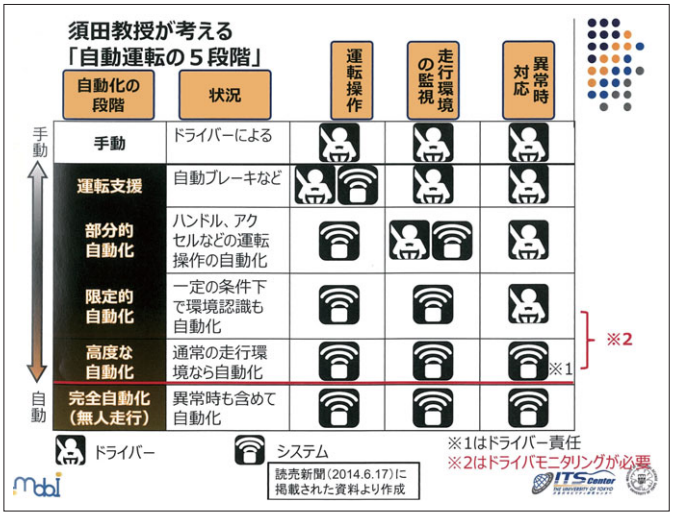
に判断させるのが非常に難しいのです。

自動運転技術では、やさしいところから実用化するので、まず運転操作を自動化、次に走行環境の監視を自動化、最後、異常事態の対応と、三つの段階を経て自動化が進化する考えです。

このレベル分けは、私が提案したものですが、現在世界的に流通している自動運転のレベルとは若干違います。レベル３以上が実際に自動化運転です。レベル２までは人間が運転しています。現時点で合法化になったものはレベル２です。

このときに、このレベル３というのがくせ者です。通常はシステムが全ての運転をします。例えば高速道路の本線のみで自動運転化しますが、何かの都合で自動運転が継続できないときには、人間が代わりに運転するという、作る側に都合のよい考えです。

これは私が作る側の人間だから言うのですが、実際これに乗りたいかというと、あまり乗りたくないのです。なぜかというと、ずっと自動で任せているのですが、車の運転が難しくなったら、はい、代わってねということです。ぼーっとして助手席に乗っている人が、急にあなた運転代わってと言われてできますかという話です。この人間と機械のインターフェース、これをうまく設計しないといけません。



実際の自動運転のシナリオは、技術者が考えたように進化する訳ではなく、社会が要求するシナリオで進化するでしょう。そこで、そのような視点からシナリオを作ってみました。縦軸が自動運転のレベル、横軸が自動運転をどこでできますという限定領域ということです。左に行くと設定が厳しい、右に行くと制限がない、こういうことです。そうすると、今実現しているのはこのレベル２までなのですが、レベル２で、しかも、レベル１、レベル２でできていたのですが、このレベル２でどこでもできるようにしましょうというのが大きいです。

次、レベル３を出そうとしていますが、社会的にこれはみんなに受け入れられるかといったら、少し疑問です。人間と機械とのやりとりを設定しないとできないので、人間が関わらずに、限定した領域のみ無人で走ります、というほうが近道ではないかということです。こういう２通りのパスを持って自動運転というのは進化していくのだというのが、ようやく今、受け入れられるところです。

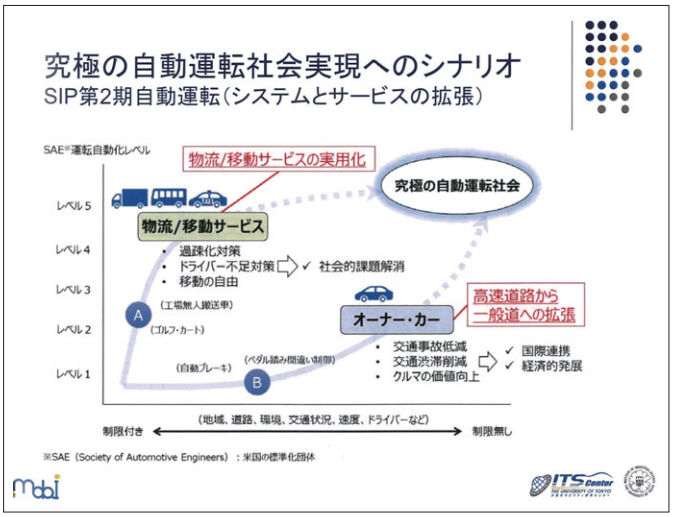
〔究極の自動運転社会実現へのシナリオ〕

自動運転によるモビリティ社会が出てきて、成功することが期待されているのですが、こ

こで重要なことが、先ほどの進化です。二通りの進化のパスが考えられます。縦軸に自動か手動、横軸に所有かシェアかをとると、現在の自動車は手動と所有ですが、所有のまま進化していくストーリーと手動だけどシェアというモデルを先につくって、自動化する。例えばUberのようなものが自動化する。そうすると、最終的に行き着くところは同じだとすると、どっちが先に行き着くのかという話です。

さらにもう一つはMaaSの考えです。ちょっと前であれば、バス事業者は自動運転にほとんど関心がなかったのですが、急速にバス事業者が非常に関心を持っています。そうすると、バス事業者のような公共交通事業者が自動化するのが最も近道ということになります。そのため、自動車産業とシェアによるモビリティサービスを考えている新規事業者の３者が三つ巴で争うのか、三つが協調していくのか、という話になります。

特に重要なのは地域です。地域の社会、その地域に関わるさまざまな課題です。長崎、



あるいは九州というエリアで、どういう課題があって、それを解決するのにどういう技術を結び付けていくかというようなマッチングをやることが課題です。最終的には、モビリティサービスのシステムというものをつくっていくということになります。

今日お話ししたところは、研究や、利用者、サービス業界や、製造など、研究寄りの話だったのですが、実際は、行政、不動産、保険、サービスなどいろいろなところが全部関わってエコシステムをつくっていくのです。

特に、行政に関しては、冒頭にお話ししたように、道路交通法と道路車両法の改正法案が成立して自動運転の実装化という流れがやってきました。

技術の話としては、自律でやっていくという話と、インフラ協調をより進めるべきと思います。

自動ブレーキを例にとると、非常に安心するセンサーが付いても、実は人間の目にはかなわないので、かなわないところはインフラに頼らざるを得ないのです。インフラに頼るというのは通信であり、具体的には、車車間通信と路車間通信です。長崎にも路面電車がありますけど、広島では、その車車間通信と路車間通信というプロジェクトを、2013年以来やっています。これは広島電鉄とマツダの間で車車間通信ということでやっていまして、路面電車の広島電鉄とマツダと一緒にやっているところです。

あと二つ重要なのは、サイバーセキュリティと輸送力です。どうやって輸送力を増すかと

いう観点をしっかり議論しないと、MaaSはできません。自動車であれ、公共交通であれ、パーソナルモビリティ、それぞれMaaSとして、うまく組み合わせないといけない。

そのほかに私が注目しているのは、パーソナルモビリティです。これは、自動車や公共交通ではカバーできない輸送量を担うことが期待され、MaaSとしても需要ですし、将来的には自動走行に進化していく可能性もあります。また、長崎ならではという観点で坂を利用する乗り物というと、ジェットコースターです。ジェットコースターの技術を使って乗り物を作っていきたいと思っているということです。

このモビリティ社会において、最終的には移動の快適性を向上したい。これは速達性、低コスト、正確性、信頼性、頻度、選択の自由、プライベート空間の確保、分かりやすさ、を検討してやっていくのですが、個人の動機ばかり聞いていてもできません。社会の最適化をしたいということで、エコシステムをつくる、街づくりをします。安全、環境、省エネ、効率化、それと最近のキーワードで働き方改革、ライフスタイル、こういうものをモビリティというのは考えないといけません。このモビリティデザインというものをこういう視点から検討していくことが必要ではないかということを述べさせていただいて、私の講演は終わらせていただきたいと思います。