次世代モビリティとサスティナブルな交通システム

Next generation mobility for sustainable transportation

須田 義大（東京大学）
SUDA Yoshihiro (The Univ. of Tokyo)
E-mail: suda@iis.u-tokyo.ac.jp

1. はじめに

産業革命により動力が発明されてから、200 年余り、その恩恵を受けて鉄道や自動車が誕生し、移動手段として多くの選択肢を持つようになった。この 200 年の間、新しく誕生した乗り物を使いこなし、世代交代をするうちに、どのように使えばよいのか、使い方のどこに問題があるのか、など体得し、知恵を着けてきたと言えよう。21 世紀の現在、賢くなった人類と、進化してきた交通手段、情報通信手段との関係を考えると、このまま 20 世紀に発明された仕組みを使い続けるということにはならない筈である。交通手段を適所適材に使い分けることはもちろん、情報通信技術の発展と融合した、あらたなモビリティ技術を構築していくことが重要である。人間・ビークル・インフラを情報通信で融合する取り組みは、一段進化した形で再構築されていくことになる。

地球のスペースが有限であること、地球で利用できるエネルギーについても、無制限に利用できないこと、破滅的な自然災害には未だに人類は無力であること、このような社会環境も人類は的確に認識されるようになってきた。我が国においては、高齢社会を迎えたこともあり、人口の年齢構成比を考慮したモビリティ社会を創造していく必要もある。以上の背景から、本稿では、持続可能なモビリティを実現するための次世代モビリティ社会の可能性について紹介したい。

2. サスティブルな交通システム

サスティナブルな交通システムとしての3つの項目は、安全・安心、環境低負荷、快適・健康となる。交通システムにとって、安全であることは最優先課題である。それをさらに進めて、安心して利用できる、また、社会も、交通システムの存在自体も安心していられるということが重要であろう。環境低負荷とは、省エネルギーで CO_2 排出を極力減らすことである。

以上の課題があるのは、残念ながら、現在の交通システムが、十分な性能を持っていないということである。現在のシステムが持つ負の側面を解決するだけでは、魅力あるモビリティは実現できない。そういう意味で、快適・健康という課題も掲げている。モビリティの主役は、当然、人間である。物流であれば、輸送される荷物である。そして、ビークルとインフラがセットで必要になる。すなわち、これら3つの要素が連携し、融合したシステムであることが重要である。鉄道システムでは、このコンセプトは古くから試みられてきた。道路交通の世界においても、人間・ビークル・インフラを情報通信技術で融合する試み、すなわち、ITS(Intelligent Transpiration System; 高度道路交通システム; Fig.1)として、研究開発や実用化が進められてきているが、そろそろ、モビリティ全体を見渡した新たな目標や理想を高く掲げていく時代になってきたように思う。

3. ITS のコンセプトの拡張

交通需要が巨大な大都市内の交通や、大都市間の移動においては、都市鉄道や高速鉄道などの公共交通システムが重要な役割を担うのは当然である。特に、超高速で輸送が可能な超電導 MAGLEV を用いた磁気浮上式高速鉄道(Fig. 2)への期待も大きい。

一方、ITS 技術の導入により、道路交通においても、従来の負の遺産である交通渋滞や交通事故対策も進んできている。高速道路における渋滞緩和、安全性の向上は確実に図られてきている。一般道路においても、信号制御や自動車における自立的な安全支援装置の導入、渋滞情報の提供などが実現し、大きな成果を挙げてきている。しかし、すべての交通を自動車のみで実現させるには、地球環境問題や高齢社会の到来など、社会環境の観点から合理的ではない。また、近年、都市における生活空間においては、自転車や一人乗りの新たなモビリティ(PMV：Personal Mobility Vehicle; Fig.3)を積極的に導入するなどの方策が求められている。我が国でも多くの試みが提案されているし、欧米諸国においては、具体的な方策が実現し、効果を挙げてきていると思われる。

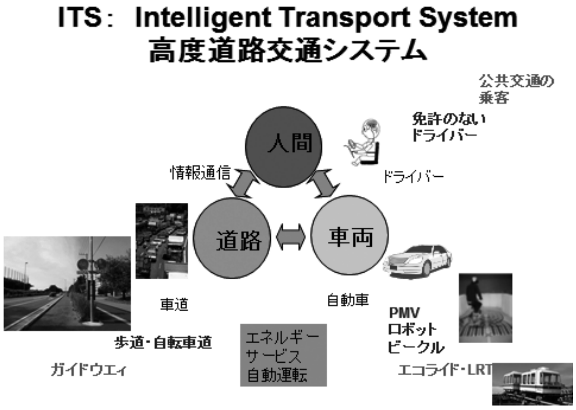

Fig.1 Concept of ITS and next generation mobility

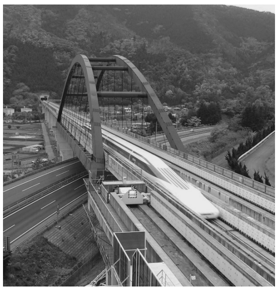

Fig.2 MAGLEV Vehicle

Fig.3 PMV

そこで、インフラと車両が協調してきた軌道系の交通システムと同様に進化してきた道路や自動車における ITS のコンセプトを拡張し、インフラにおいては車道だけではなく歩行空間も、そして、道路空間に併設される公共交通システムも対象として、総合的な交通体系の中で ITS を活用していくことが求められていると思う。すなわち、インフラにおいて関連するすべての交通空間に対象を広げるとともに、乗客や物流を考慮し、自動車、そして PMV や公共交通車両へも展開することが次世代のモビリティとして是非とも必要になってくる。

4. モビリティ社会

対象としているモビリティは、そもそも目的ではなく手段である。人間の移動や物の輸送は、それ自体が目的ではない。社会として人間生活を営む上で、人間の移動と物資の輸送が必要であるから交通システムや物流システムが構築されてきた。交通システムの高度化は、都市計画や街づくり、生活空間のデザインなどと融合して考えていくことが重要である。す

なわち、新たなモビリティ社会をどのように創造していくのか、このようなニーズからの議論、ユーザーからの視点が大変重要である。モビリティ社会において、現状、どのような問題点があるのかを明らかにし、理想の実現に向けてどのようなモビリティ社会を実現するかを議論し、実践していくことが急務であろう。新たなモビリティ社会の創造のための重要な技術という観点が、今後の発展のためには有益である。

5. 交通モードの選択

サスティナブルなシステムを実現のための方策と評価について考えてみる。交通システムの評価には、利用者の視点と、社会の視点と大きく分けて二つある。そして、これらの視点は、互いに相反する状況にもなってしまう。利用者にとっては、自分の好きな時間に好きな場所に、プライベートな空間で楽をして移動できることが最大のメリットである。だから、ドア・ツー・ドアの移動が可能で、自分が所有し、自分専用のビークルが利用できる自家用車が好んで使われる。ところが、社会の視点からみると、すべての交通需要について自家用車を用いることは、都市空間においては、残念ながら現実的でない。

限られた交通スペースを有効活用するためには、専有面積の小さいビークルの方が有利だし、1両のビークルを多くの利用者でシェアする公共交通システムの方が、安全性、環境低負荷性の観点からは有利である。ビークルを複数の人間でシェアして運行管理を行う公共交通の存在意義は、基本的には、社会からの要請である。パーソナルな乗り物だけでは都市空間のモビリティを構成するよりか、社会的なコスト、社会受容性の観点から、公共交通システムと融合していくことが、合理的であるというのが現実である。

自動車と公共交通をどのように使い分けをすればよいか、すなわち、適所適材な使い方をするにはどうしたらよいか。これについては、交通密度、消費エネルギーなど、物理的に計測が可能で、客観的に定量的評価が可能な指標があると便利である。簡単な評価として、ビークルの単位面積当たりの輸送人員と、表定速度で走行しているときの単位時間・単位幅当たりの輸送量を各交通モードで比較してみる。静的な空間効率であり、後者は実際の輸送効率を表すと考えられる。

ビークル単位面積あたりの輸送人員では、乗用車、軽自動車、超小型モビリティ・ビークルなどの 4 輪車では、おおむね 1 人以下であり、乗用車では 5 人乗っても0．5人程度にしかならない。一方、バスや LRT、通勤電車などの公共交通では、4 輪車の倍以上の 2 人以上は楽に輸送できる。ひとり乗りのPMVでは、人間の立ちスペースと同等の小型のものを考えれば、公共交通と同じくらい効率がよい。

実際の単位幅あたりの輸送力をざっと評価してみると、鉄道は評定速度も高く、1mあたり 6000 人/h も可能で最も輸送効率がよく、バスや LRT では評定速度が落ちるために、それよりは下がるが、2000 人/h は確保できると考えられる。しかし、乗用車では、定員乗車でも1000人/hもいかないと考えられため、実際はもっと下回ると思われる。ここでは、道路と鉄道については往復2車線（複線）の用地を想定している。それに対して、PMV、超小型モビリティは復員 1m および2m 程度の 2 車線（往復）と仮定すると、速度をある程度維持できれば、公共交通なみの 2000 人/h 程度も期待できる。

このように考えてくると、既存の自動車と通勤鉄道だけでは輸送効率で落差が大きすぎて、シームレスなモビリティは実現できそうもない。面積当たりの輸送人員、交通密度の観点から、LRT やバスなどの公共交通システムや、パーソナルなモビリティとしては、軽自動車よりもより小型なもの、原動機付き自転車との間のカテゴリーとして、いわゆる超小型モビリティ、自転車と原付との間のカテゴリーとして、自転車よりも使いやすい PMV などを実用化して総合的な交通システムを構築していくことが重要であることが分かる。

軌道系の公共交通システムにとっても、鉄道や地下鉄といった巨大なインフラ設備を必要とする方式よりも、より軽量コンパクトな方式が求められている。欧米では路面を走行する LRT が進展し、我が国においても富山市などで実績を挙げてきている。LRT をより高度化し、急曲線通過性能を自動車なみにすることによって、バスとの共用を図るなどの技術開発や、歩道上空や、中央分離帯の上空空間などをうまく活用する「エコライド」(Fig.4)のような省エネ軽量の自動運転軌道系システムの必要性が理解できる。次世代モビリティとして、超小型モビリティや PMV、公共交通などを活用することによって、環境問題や省エネルギーにどのような貢献があるか、簡単な試算をしてみると、PMV を普及させ、自動車と公共交通の有機的な利用によって、CO_2 削減効果は約 30％にもなると見積もられる。

Fig.4 “Eco-Ride” New concept of guided public commuting system with roller coaster technology

6. テクノロジーと制度設計

モビリティのデザインを考えるときに、理論的な観点から最適なシステムを構築していくのは当然であるが、交通の問題では、もう一つ重要な観点がある。それは、法規や保険といった社会制度である。理想的な交通システムを構築しても、法規を満たさないと実用化しない。この視点も考慮した検討が大変重要となる。社会制度は、当然、社会の進化に応じて改革・改善が行われる。新たな発明が実用化されれば、その規則が誕生する。問題は、そのルールをどのように社会受容性と満たすように変えていくのか、方策と変革のスピードである。

変革が社会に認知されるまでには、それなりに時間が掛かるが、成り行きに任せるのではなく、ビジョンを作りそれが有益な社会の進化であることを実証していく必要がある。利用者、交通の提供者、事業者や産業、そして地方自治体と国の行政が協調してビジョンをつくり、実践していくことになる。一方で、社会制度が変わるには時間が掛かるため、現状の社会制度に適合するための技術開発という観点も有効であろう。

7. おわりに

次世代モビリティを考えるうえで重要な視点について筆者の私見を紹介した。この 20 年間、我が国は成長から取り残され、さらに、2011 年 3 月 11 日の東日本大震災により、震災復興に取り組まなければならない課題もある。次世代モビリティとして時間的に余裕がある話ではないと思われる。具体的なタイムスケジュールやロードマップをつくり、実行に移していく取り組みが是非とも必要であると考えている。

参考文献

1. 須田、次世代モビリティ-新たなモビリティ社会のツール-、自動車技術、Vol.67, No.3, 2013, p. 4.
2. 須田、新しいモビリティ社会の創造、情報処理、Vol.54, No.4, 2013, p.329.
3. 須田、サスティナブルな交通システム、運輸と経済，Vol.73, No.4, 2013, p.90.

Scientific and Technological R&D Progress in Turkey over the Last Decade with specifics focused on "Center of Excellence for Superconductivity Research (CESUR), Vision, Mission and Roadmap"

Ali Gencer(Ankara University); Ekrem Yanmaz (Karadeniz Technical University); M. Eyyüphan Yakıncı(Inonu University); Ibrahim Belenli(Abant Izzet Baysal University); Ali Bozbey(TOBB-ETU) and Lütfi Özyüzer(Izmir Institute Of Technology)
E-mail: cesur@ankara.edu.tr

Superconductivity without doubt is certainly one of the great discoveries in the 20th century by Kamerling Onnes in 1911, since then over a century has passed and there have been numerous implications of the discovery associated with interests of the scientific community in relation to the applications of these interesting phenomena. In this time period, there have been many published research papers, breakthroughs and milestones of superconductivity in terms of both applications and fundamentals point of view.

Turkey as a country with no long tradition of low temperature physics before 90s, scientific studies were only limited to a few university laboratories with no significant contribution to the worldwide efforts in the field. In this work, we will focus on the research papers trial from 1990 until 2013 along with Turkey's state initiatives to develop the science and technology in the country.

Needless to say, the aim of this plenary talk is not to give a full account of R&D progress of the country, rather it is to give a brief understanding of scientific publication trial in terms of statistics and funding raise with more emphasis on superconductivity over the last decade and expectations and extrapolation over the next decade.

Citation papers (SCI) on superconductivity with country address of Turkey are traced back to 1991, since then Turkey's ranking position in terms of published papers has been in the band of 35-40 according the web of science statistics. However, the number of publications has risen considerably over the last decade, and in 2011, she ranks 19 among the other countries. In addition, citations to the Turkish research papers have also increased effectively. In the last few years, share of Turkey on superconductivity papers has raised to be about 1.5% in the whole publications of average of 6500 annually from a value of .3% in the beginning 2000s. Active research groups are now well connected with their research focus areas will be introduced.

In general, over the last few years, Turkey publishes SCI research papers of about 28000, which is one third of Japan. Only the engineering publications have been found to be over world's average, while all the other disciplines including physics (being among the best 5 field) remain to be below the world average. In line with the global trend, applications have had more priority in the research funding provisions, and physics being the backbone of the all engineering field, this helps being considered to be a sustainable RTD progress with the required manpower with sufficient qualifications in need of industrial development, while the interest for fundamental science degrades unexpectedly among the young generation.

With the initiatives of a group of scientists back in 2007 headed by myself, following a submission of joint project proposal, Turkish Ministry of Development granted an infrastructural research funding in 2010 to Ankara University together with other 7 different participating universities under the coordination of Ankara University to establish a national center of excellence in Superconductivity Research. Common efforts have also been integrated with International Superconductivity and Magnetism Conference-ICSM first initiated in 2008 in Antalya. Since then number of scientists working on superconductivity has also increased, at present 60 academics and around 150 graduate students are affiliated with the center. ICSM conference has grown to be truly international with participation of over 1100 from about 60 countries. The center (CESUR) has been officially approved in 14th June, 2012 and has eventually become an official host for ICSM conferences. The center composes of four technical and four administrative divisions. The technical ones are Fundamental Superconductivity Research, Small-scale Applications, Large-scale Applications and Materials Development Units. Educational out-reach and Public Relations, Innovation, Financial Affairs and Workshop/Device Construction Units are administrative ones. The central laboratory building houses 8 different divisions to be specialized with state of the art facilities needed in relevant research directions.

A few workshops have been held to determine the vision, mission and roadmap of superconductivity in Turkey. An official report has been prepared with financial support of The Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK). The first phase of the national project will come to an end this year, and preparations for the II. Phase of the project are now under progress in line with planned reforms of the research centers. The second phase of the project will have more emphasis on energy technology applications together with materials development for device applications.

In view of the center's vision, mission and roadmap for the next 10 years, Turkey has a targeted vision of 2023, by the centenary of the Republic to increase exports to the level of 1/3 of Germany totaling above 500 billion dollars of exports, with GDP of above 2 trillion dollars and together with R&D investment of around 50-60 billion dollars annually. In this targetable approach, an active research center in superconductivity can be a driving force in related research areas such as materials science, chemistry, electronics, electrical engineering, information technology, energy sector, renewable energy, transportation sector. Sustainability of the center will be realized through contribution of member institutions and by dynamic character of research activities both at national and international level (funding via projects).

A detailed roadmap of superconductivity together with a national program subject to approval, activities of participating research groups will be presented with international scientific collaboration opportunities.