

〈講 演〉

社会基盤を考える～次世代インフラの未来～

東京大学 社会基盤学科 羽藤 英二 氏
交通・都市・国土学研究室

REPORT

1 はじめに

「社会基盤を考える～次世代インフラの未来～」というタイトルで、少し先の道路及び新産業を巡る将来のインフラについてお話させていただきます。

今、長崎で仕事をしておりまして、長崎駅に整備新幹線がまいりますので、この駅を作るという仕事をしております。産業革命遺産ということで、昨日（7月5日）、世界遺産の認定を受けましたが、このような多様な世界遺産があるところを結びつける駅を造るということで、その街らしいデザイン・賑わいと憩いの拠点・駅と街と地形をつなぐということを基本コンセプトにして、駅の空間計画・設計をしております。もちろん、駅はひとつの形を持っているものではありませんが、この中を、外国人や子育て世代、高齢者など、色々な方々が歩き、この空間を起点に世界遺産や違う地域に出かける、地域と地域を結びつける移動拠点を考えるということを行っています。

2 人はなぜ移動するのか

私は、東京大学に勤務しておりますが、秋口になると、銀杏が綺麗なので、色々な人が集まってきて、スケッチしたり写真を撮ったりしています。人はなぜ移動するのか。生活が便利になり、豊かになってお金が儲かることが重要だというのは間違いありません。その文脈に則って、道路を作る際、B/Cを使い、道路建設の論理構築をしてきたわけです。一方そうした論理を使って、なぜ、東京大学の銀杏をわざわざ休日にスケッチしに人が集まるのか。あるいは、遍路道をどうして人は歩くのかというのは、説明し難いものがあります。同じように、世界中の人が、世界遺産を見ようと時間をかけてはるばる地球の裏から、先ほど申し上げました新長崎駅、そこから島々に向かって、殉教



の道を通っていく。人はなぜ歩くのか、なぜ移動するのかということ、我々が考える際に、根源から考えるべきでしょう。私も1週間ぐらいかけて、足摺岬から遍路道を200kmくらいずっと歩いてみました。道路新産業開発機構は風景街道という取り組みをしていますが、日本には、美しい風景が地域ごとにございます。四国の田舎の方に行くと、色々な花が遍路道沿いにあり、そこにミツバチの巣箱をお百姓さんが仕掛けておいてハチミツがとれたりします。桜の時期には、花びらが舞う、畔がある、社がある、江戸時代からのお札が俵の中に入っている、色々目に入ります。海の向こうにバイパスが見え、手前に廃道の写真ですが、海岸沿いの道は打ち棄てられたようになっています。この辺りを、昔の方はトコトコ歩いていたのかなと思いますながら行くと、良い風景と思います。もちろん、お遍路さんというのは、補陀落渡海、山岳信仰というような自然を信仰する、道以外、街以外の空間要素がなければ成り立たなかった信仰であります。このようなことが地域の文化あるいは風土となって、我々の暮らしの底流に流れているということ、それは違うと言う方はあまりいないと思います。柳田国男さんによれば、英語のジャーニーは、「その日暮らし」という意味で、トラベルは、フランス語の「労苦」と同じ意味だそうです。昔は、遍路というのは非常に辛い

ものでありました。それが近代になって、列車や車が登場し、今まで労苦を伴ってでも旅に出なければいけない、そうでもしなければ果たせない目的があるといったところから、非常に楽で快適なものに代わってきています。しかし、旅の根源的なものはこういう部分があるというのが大事であると思います。

観光時の旅行者行動の関連モデルで考えてみましょう。旅には緊張解消、娯楽追及、関係強化、知識増進、自己拡大のような欲求があります。まず、最初に旅ではリラックスしたいと思います。日本人の旅のマインドは、「あご（食事）・まくら（宿泊先）・あし（交通）」で、まくらが第一で特に風呂であります、これはリラックスです。その次に娯楽追及で遊び、その次が関係強化、それから、世界遺産を見に行くような知識増進、それから最後に自己発見、自己拡大のようなものがあります。こういった機能が、フランスの1%景観施策であれば、高速道路を整備した際に、その整備費の1%をその周辺の地域開発にあてるという景観施策がありますが、日本にも風景街道という施策がある。必ずしも大々的に予算が投資されているわけではありません。しかし、旅が持っているという根源的な要求の強さ、あるいは、そこでどのような社会作用が起こるのか、あるいは、それが地域経済に与える影響などを考えると、すでに道の駅といったコンテンツがあることから考えても、このようなことを結びつけてストック効果を高めていくことが重要ではないかと思えます。

私がやっております風景街道の一つの施策ですが、牧野富太郎の道を歩くという四国で行っている活動です。牧野富太郎という植物学者は、明治の最初の頃の方で、両親を早くに亡くしましたが、笑顔の非常に素晴らしい方で、南方熊楠と並び称されるほどの植物学者でした。彼は若かりし頃に、幡多郡という足摺岬のあたりを、新しい種類の植物を求めて歩き続けました。当時、不平等条約を日本は結んでいましたので、日本には植物の命名権がなかったという時代に、日本固有の植物の種を探して、不平等条約が解消されたあかつきには、自分で名前を付けるとか、あるいは、付けられる前に、自分で名前を付けてそれを海外の研究者と組んで、日本の逸材なものとして世界に知らしめようとしていました。胃腸に良い作用があるせんぶり（漢方になる薬）や、食用となるつりがねにんじん、ツワブキ。ヤッコソウは、絶滅危惧種なので食べたことがなく味はわかりませんが（笑）、このような植物が色々あります。これらの地域の資源として、たとえば、地域のご神木で樹齢が200年ぐらいの、非常に古い桜の木があり、当時、戦地から帰ってきた人々が、田畑を耕すために切り倒そうとし

た時、ご神木なので、切ると祟りが怖いと山師が怖がっているところに、国営の工事が止まって、この桜が残りました。それから、忘れられたかのように、鬱蒼とした木々が周りを覆っていたわけですが、地域の方々と、何か資源はないかということで、牧野富太郎の話をしていると、地域の方が、そういえばあの山の中にご神木があったのではないかと探し、見つかった木の周りを刈り込みますと、この桜が見つかりました。写真にあるように、ひとりの女性が、桜の木に手をあてていますが、東京を朝の10時ぐらいに出て、夕方の5時ぐらいにしか着かないような場所ですが、わざわざ行って手を当てて何か願いをかけている。旅せずにはいられない、お金だけではない、利潤だけではない、そういう人間の気持ちというのが、やはり、人はなぜ移動するのかという部分の根本にあるのではないかと考えています。

ただ、そんなことをしなくても、ネットでいいじゃないかという話もありますが、よくよく、私どもの国の形を考えたときに、自給自足の定住社会、日本昔話などを読んでみると、暗黙のうちに我々は古来から、農村社会の中で生きてきたと思いがちですが、そんなことはございません。流動と交換を前提とした縄文文化を下敷きに、河海交通の展開を前提とした為替、信用・流通経済による自治都市群というのが、例えば、堺や福岡が戦国時代の終わりごろには出現していたという事実がございます。領主は自らの本領の自給自足の世界ではなくて、視野というのは日本全土、琉球、東アジアまで及んで、諸国の状況、交通実態を把握し、地と流動の理に依る所領の配置、経営をやっていました。要するに、都市型の流動社会が、日本の元々の古来の地域の関連付け方、そこで生き方、暮らし方、経済の仕組みがあったと思っています。こうした文脈が、都市あるいは国家がどのようにして成り立ってきたかというとき、移動というものを、都市にどのように外挿するのか、国土の中で移動をどのような形で扱うかということが、都市および国家の衰勢を決めてきたということがございます。第一次の交通革命は紀元1100-1400年に、十字軍の遠征によって起こりました。このとき、小都市の勃興が起こり、封建社会が崩壊していくことになります。第二次の移動革命は大航海時代です。アントワープ、リスボンといった大都市・港湾都市が生まれていきます。第三次は、産業革命、これによって、非常に大きなメトロポリスが生まれていくわけです。ところが我々がいるこの21世紀という時代は、第四次の革命いわゆる情報革命、ICTの革命の時期であります。コミュニケーションネットワークが飛躍的に増大したことで、都市が瞬時に世界経済に影響を与えるノード

集積型とクラスター型の都市、知識社会が、我々が生きている時代です。この時代において、道路がどのような役割を果たしていけるのかということが、我々が考えるべき課題であると感じております。

3 世界の未来・国土の未来

世界を少しみてみます。人口のフレームを5億人ぐらいで切り取ると、アジアのフレームの中には30億人住んでいます。これが、2050年に向けて、10億人増えると予測されています。10億人増えるとどういことが起こるかという、アジアの中で、移動が爆発的に増えます。これを日本の中にどう取り込むか、今、爆買いが一時的なものと思われがちですが、これが恒常化していくのではありませんか。当然、国際ゲートウェイポイントあるいは、国際トランジットポイントとしての、空港、駅、サービスエリアの役割が大きく変わってくると思います。さらに、国土の未来ということであれば、先般、東海道新幹線で火災がございましたが、わずか40分で4千万人がつながる極点社会が出現することになります。いまだかつてない、この高流動型の都市社会、東京がまさに遷都ではなくて拡都、東京都が拡大してくような、そういう国土構造がもたらされる。そのような中で、過去、東京というのが1925年、35年、40年、45年は戦争による減少で別として、エリアカードグラフで示しますと、どんどん膨張してくるということです。そして、この100年というのは、均衡ある国土発展ということで、本州、九州、四国、北海道を陸路で結ぶことが、日本人の夢であると100年程前の新聞に書かれていますが、これらが実現した結果として、行ったのは、均衡ある国土ではなく、どちらかといえば、東京への一極集中であったということです。

昨年、うちの研究室で調べたものですが、1550年と2050年で、日本を256の都市に分割して、人口を表現すると、東京、京阪神、名古屋以外のほとんどの場所が人口減少となってしまいます。消滅都市とまでは言いませんが、相当数の都市・地域が人口減少局面に陥るということが、おわかりいただけると思います。また一方、東京に焦点をあてますと、池袋、上野、新宿、東京、渋谷、品川という6駅の駅勢圏を描いたものですが、2008年から2053年に向けて、駅勢圏が明らかに縮退しています。要するに、ホームワークホームの自宅から会社、会社から自宅、ということが高齢社会によって格段に減ります。もちろん、ICTもございますが、その結果として駅勢圏が大きく変

わります。非中心化と呼んでいますが、それぞれの東京の中の地域が島化していくという現象が起こると予想されています。

こうした将来像に対して、様々な方が東京の将来像を提言しています。東京大学にかつておられた大野先生は、ファイバーシティという形で、鉄道沿線に都市を集約化していくコンパクトシティのようなものを提言しています。芝浦工業大学の八東先生は、丹下先生の教え子ですが、東京計画1960の延長線に、臨海部に成長・先端的なものを造ることを想定しています。人口が減少するのか、人口が減少する予想があるとしても、そこから出発してもっと発展していくような未来を描くのか、それは所詮、今の時代を生きている、我々が描くことなので、見たい図を描くわけですが、さまざまな描き方があります。

ただ、ここで考えるべきなのは、海外がどのような都市像を描いているかということです。5～6年前に都市設計のコンペで勝ちましたので、今、鄭州の新都市開発に取り組んでいます。鄭州は、「中原に鹿を逐う」という句がありますが、権力の中核といわれる中国の真ん中に位置するわけですが、そこに旧市街がありまして、ここに新都市を造るということです。日本人がみると、荒唐無稽と思うかもしれませんが、こうした都市を中国ではわずか5年ぐらいの間に出現させるということで、ものすごいスピードで都市開発を行っています。都市開発を行っている際も、あらかじめITSのような技術を埋め込んだ高度な交通システムが建築とセットでビルトインされているという将来都市像を、書記長が受け入れる形で建設を進めています。少しここから海外の話をご紹介しますが、サルコジ氏は前回のフランス大統領選で負けましたが、彼も、2009年にル・グラン・パリという、いくつかの都市ビジョンを出しています。これはセヌ川首都圏と呼ばれるもので、パリ、ルーアン、ル・アーブルをTGVで結んで、かつ、彼らは遅い交通と言っていますが、セヌ川沿いに流域圏をひとつの都市とみたとて、自転車や舟運、これらを新たな都市



のモビリティとして位置づけようとしています。それらをまとめて、重要都市というのは常に港湾を持っているということですので、TGVで結んで、ルーアン、ル・アーブルもパリの一部だと持ち込もうというのがこの提案です。あるいは、京都議定書後の多孔質の首都圏と呼んでいますが、LRTや中速の鉄道を郊外部に持ち込むことで、移民対策としても、積極的にこれらの交通システムを提案しようとしています。

それから、パリ都市圏は、1千万人の人口がありますが、50万人規模の20の都市の集合体に再分割・再統治しようと進めています。先般、大阪都構想がございましたが、魅力的な都市が、リヨンやフランクフルト、ロッテルダムなど、50万人規模で非常に魅力的な都市が日本にもございますように、東京を東京、パリをパリと言ってしまうのではなく、もっと個性的な都市の集合体として、それらを結びつける交通ネットワークをしっかりとしたいというのが、もうひとつのプランです。

4 東京の未来

では、東京はこれからどうなっていくのかという時に、我々が考えないといけないのは、東京の陣営、地形です。東京は非常に地形が豊かなところ。地形が豊かな所に美地形があり、その中に社があり、神社があり、それぞれにお祭りがあります。6～7月にかけて「茅の輪くぐり」というお祭りがあり地域の人から非常に支持されています。このような個性があるところに、東京の100の境界というように、非常に魅力的な境界を結びつけるような小さなモビリティ、それは超小型電気自動車のようなものでも良いかもしれないし、自転車のシェアリングかもしれないですが、ただ、それらが単独で切り離されているのではなく、自動車や鉄道と結びつける結節点や情報のハブというものが、ITSという文脈では重要かもしれません。あるいは、臨海部にオリンピック・パラリンピックに向けて開発が行われていますが、インフラが圧倒的に足りません。ここに鉄道を整備するとしても時間がかかることから、当面、道路を使ったどのような移動サービスが考えられるのか。道の駅などもうまく使いながら、オリンピック・パラリンピックまでに、どこまで積極的に考えられるのか。それをショーケースとして、海外に向けて将来都市の在り方として、シンガポールよりも早いピッチで進めてビジョンを見せていく、あるいは社会実験として提示していく必要があると思います。

山手線に対して、海手線ということで、ずっと仮想ルー

トを回っている図ですが、このルートをどのように作るのか、それと、新たな道の駅です。道の駅は東京23区内にはないと思いますが、今までは地方部の地域振興として道の駅を捉えられていたのに対して、東京都の中にも結節ポイントになるような駅をオリンピック・パラリンピックを契機として、道の駅2.0とは申しませんが、それらを作り、かつ自動車交通で結びつけていく、それを観光情報やデータハブで結びつけていくというのも面白いのではないかと考えています。東京駅からBRT(バスラビットトランジット)のようなものも出ると思いますので、ここでどういう情報を与えるのか、あるいは、道路空間の都市的利用ということだと、容積率の緩和で、空中権を譲渡するという手だての、都市開発スキームとインフラの更新管理をどのようにビジネススキームに落とし込んでいくのか。少し前ですと、ボストン・ビッグ・ディグプロジェクト(高速道路の地下化を中心とした大型プロジェクト)ですが、高速道路を下に埋めて、エメラルドネックレスの一部となる都市公園を造りましたが、これが東京でできるのか。新富町や銀座のあたりですと、松竹などがあり劇場通りですので、ひょっとしたら非常に都市的な価値の高い空間が生み出せるのではないかと思います。それは、道路のハードの部分だけでなく、都市的な価値をその工事によってどのように出していくのかということと連携しているように思います。

今日の私の話のあとに、HIDOの調査研究発表として、諸外国の道路の利活用調査や道路課金の国際標準、自動運転、ISO/TC204、GPS付対話型車載器サービス、ITSスポット、2020年のオリンピック・パラリンピックの道路再生事業などの話があるようですが、これらは、個別のハードの技術開発もありますが、実際のフィールドでどのような価値を発揮しうるのか、そしてそれが、東京だけでなく、地方だけでなく、アジアや世界においてもどのようなサービスが普及しているからこそ、こうした技術開発に興味があるというように位置づけていく必要があります。そういった意味では一見すると関係のないような小さな地域のビジョンや暮らしぶりでも、そのひとつひとつが、車や道路を使った移動する理由になりうると考えて、我々自身が積極的に考えていく必要があると思います。

5 交通調査と計画

ETC2.0等を含めて、交通にどのようなデータが使われるのかを考えますと、今年、道路交通センサスが行われる年ですが、これの最初の調査は、1928年で、道路改良会

がやっています。この所管が次に内務省に移管されますが、路側の観測調査で、交通量を測って大正（軍事）国道、民生道路整備を行っていきました。この頃は、当然、車が多いから道路を拡幅しましょうというロジックでした。それに対して、1958年、オリンピックを間近に控えた頃に、OD（起点 origin と終点 destination）調査という起終点調査が行われました。これは何かというと環状のネットワーク整備です。目の前の道路が混んでいるから拡幅しましょうというのではなく、どこからきたかもわからないし、どこへ行くのかもわからない車を数えるのではなく、どこからきて、どこへ行くのか、だからここに環状線を作れば迂回してくれて、都市内の交通は緩和しますよという論理を作るために、このOD調査は行われました。画期的な調査だったと思います。これが、1945年からの戦災復興からの枠組みの中、そうした意識もまだある中でこのような調査が立ち上がっていきます。そこから、大都市交通センサス、パーソントリップ調査という他の調査に、こうした調査技術の広がりがさらに拡大して展開されていき、鉄道局の大都市交通センサス、それから都市部のパーソントリップ調査というものに花開いて行くということがございます。それから、ETC2.0を使った物流ビジネスの可能性がこれからあると思いますが、こうした先駆けとなる、物資流動調査も1972年に行われています。3万事業所で郵送回収調査、これはモノの動きの調査ですが、現代は人の動きよりもむしろ、モノの動きこそがビジネスの根幹であり、サプライチェーンのマネジメント、アマゾンフレッシュやグーグルエクスプレスといった、需要側のニーズを踏まえたプッシュ型の物流サービスが、移動そのものを置き換えているという形の新たなサービス、あるいはUBERアイスクリーム（アメリカの配車サービス）、という市民が連携してユーザーが希望する場所にどこでもアイスクリームをみんなでつないで届けるというようなサービスが産まれています。少なくとも、道路計画、道路を巡るデータは、1928年のセンサスに始まりますが、そこから、私どもの分野でいきますと、四段階推定法と呼ばれる方法が今も使われて、道路交通計画やさまざまな都市の交通計画が立てられています。ただ、学術の分野ではこうした単純なトリップをベースにした分析から、アクティビティベースモデルといいますが、人の活動と移動を組み合わせて考えることで、よりリッチな分析をしていくという動きが、1980年代から進んでいます。さらに2000年代からはGPSのデータが使えるようになってきているので、こうしたドットレベルのデータをゾーンレベルのデータ、1kmとか、500m単位のデータではなく、ドットごとの人の移動点のデータ

を使って、どのような計画が立てられるかということが議論されています。こうした背景には、当然、コンピューターの性能の向上がございます。1960年から2012年までの間で、演算の処理速度を示すフロップスをとってみますと、私が使っているスーパーコンピューターは、東京大学のFX10ですが、TOP500のスーパーコンピューターの中で、第一位の計算機性能のコンピューターでは、50年で約10億倍の処理速度になっています。このような処理速度をいかに活かして、先ほどから申し上げているように、様々な都市のシナリオを評価し、あるいはサービスをジェネレートしていく、リアルタイムに更新・制御をしていく、災害に備える、地域のための戦略を考えるということに使えるかという部分に、今、どれぐらい使えているかというところ、これまた疑問ですので、これらをいかに活かしていくかも考える必要があるかと思えます。

6 交通分野の理論研究

交通分野の理論研究というと、ネットワークモデル、行動モデル、ゲーム理論が三種の神器と呼ばれています。ネットワークモデルは佐佐木の追従モデルというのがございまして、これはアメリカのオペレーションズリサーチの50周年の記念号で、日本人の中で唯一掲載された論文が、京都大学の佐佐木先生の追従理論のモデルです。当時、1950年代や60年代は、GM（ゼネラルモーターズ）の研究所（トランスポートーションラボ）にノーベル物理学賞を取った方々がたくさんいました。彼らは何を研究していたかというところ、交通の研究をしていました。交通の研究というのは、当時、物理学からみても非常に面白く、観測もあるし実用にも転用できるということで、研究が盛んだったわけですが、そうした時に、ネットワークをいかにして記述するかというモデルが出てきています。また、ダニエルマクファードン氏ですが、彼も2000年にノーベル経済学賞をもらっていますが、サンフランシスコのBARTと呼ばれる地下鉄の需要予測に使うロジットモデルを生み出しました。オークション理論で有名なビックリー氏が考えたのはロードプライシングの理論です。今、ETC2.0を使って、非常に複雑な料金体系を実現しようというオペレーションシステムとして、ETC2.0が機能できるかなと思っていますが、これらの基礎理論も、ビックリー氏のオークション理論、ロードプライシングの理論を下敷きに出来るということです。それらの基礎になっている一番有名な理論が、Wardropの原則で、第一原則と第二原則があります。第二原則は道路ネットワーク上の総旅行時間が最小となると



いうもので、これはネットワーク上の渋滞がなくなると読み替えてもいいと思いますが、そのような交通状況を実現するために、ロードプライシングをするということになります。

一方で、何もしなければどうなるかという、道路交通流量制御の方法について、ルート1とルート2には何台ずつの車が流れるでしょうという問題が、よく公務員試験や技術士の試験で出ますので、皆さんは解けると思いますが、 $V_1 = 30 - 0.003Q_1$ で、 V が速度、 Q が交通量で、リンクのコストパフォーマンス関数、道路の形状や幅員が違うので、ここに車が流れるとどうなるのかということですが、これがネットワーク理論の肝で、安定均衡が経路1の速度と経路2の速度で、経路2が早ければ経路1は渋滞しているということになるので、交通量が推移して、結局、均衡し、旅行時間が等しくなる、交通速度が等しくなるように、閉ざされた経路であれば一定の割合となるというのが答えで、6,000台と4,000台というのが配分結果となり、いわゆる資源配分問題、パレート効率ということです。

次に道路交通量制御の方法についての問題で、オリンピックの際にルート2の交通量を2,000台以下に抑制したいときに、先ほどの均衡配分の要領で、ルート1と2が同じように16kmで、時間価値が1時間あたり1台1,000円だとすると、16kmで22,000台に落とせばいいので、10km/hぐらいの速度の差分をプライシングによって補てんすれば良いということになり、1,667円をルート2に課金すれば良いというのが答えになります。もちろんこれは、時間価値の課程であるとか、閉ざされたネットワークの形で、非常に単純な課程に基づけばこうなるということで、必ずしも現実の世界ではありません。しかし、理論からきちんと組み立てていくことで、ある程度の見通しを示すことができます。実際のネットワークで計算してみると、この図は松山の道路ネットワークですが、環状線、国道

11号、旧11号、国道33号、国道56号の中で、どこに課金すると、一番渋滞がなくなるか計算できるという例です。この中で、どこに課金したら一番渋滞が悪化するかと言うと、まず、国道11号は、課金すると総旅行時間は減少します。何故かという代替路があるからです。一番悪化するの環状線です。環状線は、需要の分散に一役買っているの、ここに課金すると総旅行時間は逆に悪化してしまいます。くれぐれもこの道路は幅員が広いからといって課金してしまうと、渋滞が発生してしまいますので、きちんと数理的に分析して課金するところを考えないと、オリンピック・パラリンピックの時に渋滞が発生するようなことが起こるかもしれません。先ほどの国道11号と旧国道11号がありますが、道路の容量が小さくて、交通量が多いリンクだという時に、ここを課金すると総旅行時間は減少しますが、思い切って廃道にしてしまうとどうなるかという、さらに時間が短縮します。これは、プライスのパラドックス（直観的には効果がありそうだが実際には逆効果であることが逆説的に感じる）として知られていますが、我々は、道路を作れば作るほど、混雑が改善すると認識していると思いますが、場所によっては道路があるので、渋滞が悪化しているところがあります。昨今、道路空間の再配分という形で、道路空間を歩行者空間に替える、あるいは、オープンカフェ、トランジットモールなどにしていくという動きが盛んだと思いますが、そうしたことの理論的な裏付けになるものと思います。こうしたことも、多様な交通データを使うことで、定量的な分析が可能になるのではないかと思います。

7 マルチスケール×マルチデータの道路評価

マルチスケール、マルチデータの道路評価と書いていますが、通常、我々が評価したい施策は都市圏レベルのものもあれば、オリンピックのサイトのように狭い範囲での交通施策を評価したい場合があります。ただ、こうした施策は、マクロからミクロに、ミクロからマクロに互いに連携し合っていますので、複雑なスケールの行動データを用いて、立体的な交通政策を様々なモデルを組み合わせながら評価していく必要があると思います。パーソントリップ調査や道路交通センサス、プローブパーソン調査、画像解析データ、もちろん、ETC2.0のようなデータをミクロ交通シミュレーションからマクロメゾシミュレーション、あるいは、歩行者の挙動シミュレーションまで結び付けて、一体的な需要予測を行っていく必要があります。マルチスケールシミュレーションというのは、量子化学で一昨年、

ノーベル化学賞をもらったものですが、細かく見たいところは、量子統計的に、荒っぽく見たいところは、ニュートン力学的に見て、境界条件を受け渡しながら大規模な計算を行っていくというものです。ですから、ミクロに見たいところは細かく、荒っぽく見たいところはラフに見るのが、マルチスケールシミュレーションの特徴ですが、並列計算で、スーパーコンピュータを使って、従前の128倍ぐらいの速度でまわすと、東京圏で1CPUずつ割り当てて計算すると、結構速く計算できますよということで、2020年のオリンピック・パラリンピックの時に、人と車がどう動くかということもシミュレーションできます。

8 次世代インフラ～道路交通データ新時代へ～

次世代インフラ道路交通データ新時代へということで、2009年に道路特定財源の廃止がございました。これが一般財源化し、社会資本整備交付金へと転換していきませんが、2013年に交通政策基本法ができ、データに基づいた地域公共交通計画の立案が義務付けられるということになります。2014年に高速道路の料金体系の転換というか、見直しがなされます。また、笹子トンネルのような痛ましい事故がおきたこともあり、維持管理時代に向けた迅速な道路マネジメントが求められているのが、今の時代感ではないかと思います。料金の動学化、サービスイノベーションの導入ですが、当然、都市部の高速道路の料金に関しては、時間帯、レーンで様々な形に変えながら東京のパフォーマンスをどうやって引き出していくかということが求められますし、サービスイノベーションということでいえば、多量の交通データそのものが、人の経済活動、生活、暮らしそのものですので、こうしたデータを結びつけることで新たなサービス、シェアリング、ツーリズムに資するようなサービスを作っていく、あるいは、災害時のオペレーションに寄与できるような新しい管理システムを作っていくということが、求められる時代感かなと思います。

そうした中で、今年度、道路交通センサスが新しくなるわけですが、ETC2.0が加わるということで、新たな交通調査の三原則ということで、常時調査、経路調査、多様な調査という3つのキーワードを上げさせていただきます。常時というのは、動学から蓄積型へ進化するということです。今までは、秋のある晴れた平日の1日をとって、カチャカチャと交通調査をやっていましたが、これが、動学的に、オールザディ・オールザイヤーでずっと取れる事になるわけです。災害が起こった時も、災害復旧している時も、観光時もイベント時も色々な時のデータが手に入ると

ということです。さらに、それが蓄積されているということです。1年ぐらいではそれほどの大きな変化はないかもしれませんが、1年、2年、3年、10年、20年と経てくると驚くべきデータになってくると思います。こうしたデータをいかにして活用するのか。我々がすでに持っているレガシーデータといかに結び付けて、都市戦略、地域戦略、国土戦略を立てるのが求められています。同時にゾーンからドットへと、ODと言ったところから、経路をひとつの単位にした道路交通施策を考えられる時代に突入ということです。

それは、経路ごとに課金を考えていくということもありますし、災害時にどの経路が通れないのか、あるいは、通れないことでどれぐらいの人が命の危険にさらされているのか、それらが定量的に常時把握できるようになるということです。さらに、多様な調査としては、スマートフォンを使って、多くのデータが道路交通センサス以外のデータもあるので、それらを組み合わせて分析していくことが重要ではないかと思っています。

9 今の課題は何か？

今、我々エンジニア、実務家、研究者にとって何が大事かということ、当然、ITSということを標ぼうした際に、たこつば化しやすいのです。趣味のようなことばかりやっしまい、実務家と対話できないようなことは困るので、そこはちゃんとしないといけないのですが、私が一番気にしているのは、プログラマーです。単価が安いとプログラマーがいなくなりますし、単価が高いとプログラムを作らなくなるということが起きます。エンジニアの対価をどこまでみるのかは難しい時代ですが、やはり、ITSというのがこれからも、国土の戦略を考えていく際に重要であれば、プログラマーを我々のコミュニティでどのように育てていけるのか、ここに対する対価をどのように支払っていくのかを、実直に考える必要があると感じています。それから、インフラサービスとしての自覚が大切だと思います。フリーユーザーの間をどう埋めるかですが、今、色々なサービスがスマホを使えば無料で手に入る時代です。今までは、カーナビを始め色々なサービスが有料でしたが、それが全部置き換えられ、オセロゲームのようにひっくり返っている状況なわけです。ただし、安価なフリーのサービスだけで、道路交通システムを成立させうるのかということ、決してそんなことはないわけです。たとえば、衛星ビジネスの分野では、スカイボックスなどもそうですが、1機打ち上げるのに、単価が30億円から5億円に引き下が



るというような技術が出来るようになっていきます。そうした中では、部品開発、サプライチェーン、エンジニア育成までをワンパッケージにすることで、5億円というプライスダウンが実現できるようになってきています。先ほどのプログラマーの単価をあげるとは逆の発想ですが、ITSの技術をどのような方向にもっていくのかという時に、こういったインフラビジネスで、衛星がこのようなやり方ができるのは、ひとつの参考になりうるのではないかという気もします。これは、ひとえに、アジアダイナミクスの中で様々なアジアの国が勃興してくる中で、ネパールで4月に地震がおこり、5月の1日にネパールに行きましたが、災害なのでランドスライドなどで、助けにいけるかわからないという状況がずっと続いている中で、ネパールが自国の衛星を持つことで、交通情報提供ができるという高い物でやるか安い物でやるかという時に、安い技術もあり得るのではないかというわけです。ITSというサービスもアジア、米国を考えた時に、どのようなテイストの国際標準化も踏まえながら、サービスを作っていくのかという事が重要なことであると思います。

それから、トータルデザインへ貢献ということで、混雑というのは、重要な事業評価の視点ですが、そこから次世代インフラの中でマネジメントを考えた時には、混雑以外のことも考えることが大切です。維持管理の問題もそうですし、トータルデザインとは、地域の経済あるいは暮らしにどれぐらい貢献できるのか、混雑以外の所をどのように定量的な評価に載せていくのか、あるいは、そのためには、政策のプランニングを演繹型から帰納型、仮説実践型へということですが、これにより事業評価をすればこうなりますからやりましょうということではなく、仮説をたてて、思い切ってやってみて、やってみたところから変化がおこり、それを少し修正していくということにしないと、大胆な施策、地域にインパクトを与えるような道路交通施策というのは打ち出しにくいと感じています。1850年代、

1950年代、2050年代に向けて、都市の速度は格段に速くなってきています。2050年を表号しますと、遅いから速い、速いから滑らか、混淆といったように、様々なモビリティが混淆してくる中で、それらをどのように滑らかに結び付けうるのが重要だと思えます。例えば、高速道路は確かに、概成してきていると表現されていますが、はたして本当にそうなのか。都市のスケールをもっとミクロに寄せていったときに、高速道路のインターチェンジから新幹線の駅というのは本当につながっているのか。ラストワンマイルがつながることで、一体どんなサービス、ビジネスが可能になるのかということも考えるべき項目であると思えます。

国土と都市の将来像は、まとまりがあってつながると言いましたが、ある程度、地域と地域が島化してくるのはやむを得ないと思えます。島化した時に、その地域と地域がつながっている。この2つが閉鎖してはいるが、互いがつながっているという状態をどのように作るのかということが、国土や都市の将来像を考える上では、大切ではないかと思えます。

ある首長さんから相談された時に、駐車場をマッピングした地図を見せられまして、人口が20万人ぐらいの新幹線駅の前に、駐車場が覆い尽くされた街が広がっていました。私はこれまで、都市や地域という言葉を使っていますが、都市や地域ではなく、駐車場の集合体が都市だということです。そういう世界に我々が住んでいる、認識を変えた方がいいと思えます。駐車場が街中にあふれていますし、ビルはシャッターがおりているという状況です。実践型、実験型という表現をしましたが、駐車場を芝生の広場にすることを、地域の方々と連携してやってみました。駐車場のアスファルトをはがすと井戸が出てきたので、水場を作ったところ、子どもたちが遊び始めます。もともと、このあたりは伏流水があり、井戸から水が出るという場所です。戦前戦後から、生活の日常的な風景の中で水が使われていたということで、駐車場を広場にしたら、人が集まる場所になりました。そして、人が集まり始めると、ビルもリノベーションして、そこで人が活動できるようになってきているという事例であります。

10 最後に

最後になりますが、道路交通が考える範囲というのが、格段に広がっており、マルチスケール、マルチモードにつなげて考えることで、地域にどう貢献できるかを考えない限り、良い世界を描けそうにないということです。この

会場には色々な立場の方がいると思いますが、その時に我々は、意味、形式、開放性、閉鎖性という組織図で考えると、地域社会というのは、非常に小さな世界ですが、すべての人が知り合いで、闊とかクリークという言葉がネットワーク理論で言われますが、そのようなネットワーク構造を持っています。行政というのは、形式が強く、強度があり、組織がしっかりしていて、縦割りですが、縦割りだからできることがあるということでございます。それに対して、企業というのは、少し、これらの組織の間の取り引きがあるということで、融通無碍に動くことができ、開放的ですが、組織はしっかりしています。それに対して、近年、個人社会というのが出てきています。地域における個人個人、あるいは、専門家も会社を離れ、行政を離れ、個人個人で活動する人が増えておりまして、このような方々が、連携したり地域に参加したり行政と組むことで、色々な仕事をする事が出来るようになってきています。

連携、参加、参入、合意という動きをいかにして、ITSの分野で起こしていけるのか。オープンデータという取り組みは色々な国で注目されていますが、上手くいっている例やそうでない例もあります。少なくともITSの道路交通の中では、まだそれほど進んでいない状況にあります。ただ、オリンピック・パラリンピックがあるような状況で、エアB&Bというのをご存知でしょうか。これは、世界中の色々な一戸建てを少し改良して、そこにネットで予約をして泊まれるというような、ネットワークのビジネスですが、そうした、新たなツーリズムのソフトウェアがどんどん出てきています。そのようなものに、いかにして道路交通ネットワーク上の資源を載せこむのか。瀬戸大橋はすぐれた観光資源ですし、日本の高速道路は非常に良い眺めの場所があります。しかし、こうしたものと、レンタカー、国際的なツーリズムが、必ずしも連動しているとはいえないのです。そういった所に、大掛かりに取り組むのではなく、いかに個人のプログラマーや具体的に地域でサービスを展開している方々に、少しだけ外国語のメニューを用意してもらうとか、少しだけ外国の方が泊まれるような場所を用意してもらうとか、あるいは、そのためのデータを使ってプログラムを開発するといった動きが色々な地域で融通無碍に起こっていくかどうか。こうしたことが、今のITSに求められているのではないかと思います。

頭脳ファシズムと細胞民主主義という言い方をしますが、今、ここ東京に集まって色々な戦略や最新の技術の動向を聞こうと集まっているわけですが、やはり、日本というのは、昔から色々な地域があって、その中で交流しながら成

り立ってきたところですので、そうした地域に近いところに、自らのデータを使って、自らが地域戦略を考えていくというデータセンターのような地域交通戦略研究センターがもう少しあってもいいのではないかと思います。データイニシアチブ、データを使ってきちんと考えられる人達が、地域にいるというのが大切ではないかと思います。

国際的な戦略ですが、JICA型の協力型のスキームとMIT（マサチューセッツ工科大学）の持つ国際的なビジネス展開に大きな差があると感じています。先ほどネパールの話をしましたが、今、シンガポールで非常に多くの社会実験、共同研究の種がシンガポール政府を中心にまかれていますし、その中にMITなどの様々な大学が入り込んでやっています。そうしたネットワークが、日本の中でオープンイノベーションということですが、どのようにやっていけるのか、ただその際、協力といったような、あいまいな善意に期待した仕組み、これはもちろん互いの信頼関係を維持する意味では重要ですが、むしろビジネスをどうやって展開していくのかそのための、API（アプリケーションプログラムインターフェイス）や様々なデータの共通のプラットフォームをどのように作っていくのかということが、我々に求められていることなのかなと思っています。

以上で、私からの話を終わりにさせていただきます。ありがとうございました。

■ 講師プロフィール

羽藤 英二

Hato Eiji

東京大学大学院

工学系研究科社会基盤学専攻 教授

経歴：愛媛県生まれ。

愛媛大学助教授、MIT 客員研究員、UC サンタバーバラ客員教授を経て、2007年に東京大学工学部都市工学科准教授、2012年に教授就任（現職）。

土木学会論文賞、世界交通学会賞など数々の賞を受賞。

各地の観光まちづくりや地域防災に関する研究を手がけている。

「未来都市東京 2050」として都市戦略を提示するなど、世界的に注目を集める都市工学研究者のひとり。