インタラクティブな未来の科学技術像

「スマート電車通勤」が日本の知的生産性を向上させる

【優秀賞】

東京大学大学院工学系研究科
都市工学専攻修士1年
小林（こばやし）　寛（ひろし）

1．はじめに――満員電車の悲惨な現実

筆者が学部生で建築設計の課題に取り組んでいた時のことである。ある空間における1人当たりの面積はどれくらいを見積もればよいか悩んでいたため、設計資料集を開いて目安となる数値を探すことにしたのだが、そこで思わぬ物を目にすることとなった。それは〝JRの乗車率が200%に近い車内は、かつての奴隷貿易時代の奴隷船内の密度と同じである1）〟という衝撃的な事実である。

東京圏におけるラッシュ時の車内混雑の凄（すさ）まじさは国内外を問わず悪名高いもので、〝お客様混雑〟が原因で電車が遅延するほどである。国土交通省によると、東京圏においてラッシュ時の混雑率が180%を上回る路線が、平成23年度において15路線もあり、その内の9路線は190%を超えていると報告されている2）。これらの路線を通勤・通学で使用している人々は日々〝奴隷船〟に乗船して息苦しい環境に身を置かされているという訳である。満員電車に乗車したことがある諸氏にとっては思い当たる節があるのではないだろうか。

朝からこんな環境で過ごしていては心身ともに非常に疲れが溜（た）まるばかりで、その後の仕事に支障が生じないと考えるほうが無理な話である。このことが科学技術立国を支える知的労働者の知的生産性を低下させていることは想像に難くなく、積もり積もって大きな損失につながっているのではないだろうか。奴隷船では輸送の度（たび）に死者が出ていたらしく、建築計画学の領域が奴隷船と同じだと言い放った満員電車から死者が出ないこと自体が奇跡と呼べることだとも思える。いずれにせよ電車通勤の窮状をこのまま放置することは、間接的とはいえ国益を更に損ねる結果となることに疑う余地はない。

人口が減少する時代を迎えることになったとはいえ、日本における東京の中心性がすぐさま衰えるとは考えにくく、有効な手立てなくして満員電車の解消はないだろう。日本の将来を考える上で、通勤電車の混雑緩和は待ったなしの課題なのである。

2．提案の概要

ビッグデータ解析技術の進展によって高精度の予測とそれに伴う最適化ができるようになった。難であった課題も解決できるようになってきている。世間一般でもよく耳にする「スマートコミュニティ」がその代表例ともいえよう。

そこで本稿では、ICT（Information and Communication Technology：情報通信技術）を活用した時間帯別通勤需要への応答（デマンドレスポンス）を行うことにより、ラッシュ時の混雑を平滑化（ピークカット）することで通勤電車における混雑の緩和を行う「スマート電車通勤」というシステムの提案する。これが実現すれば、満員電車による知的生産性の損失を幾分か低減することができ、相対的には向上に寄与する仕組みとなるのではないか。以下ではその期待されているシステムの構築に必要となる諸条件を、主に通勤需要の「予測」と「制御」という観点から考察を行っていくこととする。

3．データのセンシングと解析方法――通勤需要の「予測」

システムの全体像としては「スマートコミュニティ」で掲げられている内容と大きく変わらず、コントロールする対象がエネルギーから通勤者に変わっただけである。スマートコミュニティ技術はすでに実証段階へと入っており、根幹技術として確立される日はそう遠くないといえるので、今から「スマート電車通勤」の構築方法の検討を始めれば、技術的課題の多くは特に支障なく解決できるのではないかと考えられる。

そんな中で、通勤需要の予測を行うにあたって〝どのようなデータをどのような方法で通勤者から取得するか〟という データのセンシング方法については検討を行う必要があると考えられるので、その点について考察を行っていきたい。

すでに鉄道事業者が保有しているデータとして「起終点データ」が存在しており、これはICカードを介して〝どのような人がどの駅からどの駅にいつ乗降したか〟を示すものである。このデータに加えて、電車の各車両の入口上方にICカードを遠隔（2m程度でよい）で読み取るセンサーを設置し、乗車する通勤者のICカードデータを取得することができれば、路線ごとに〝どの運行時間の電車にどのような人が何人乗車したか〟という、乗車状況をより精密に把握できるデータを収集・蓄積することが可能となる。

さらに乗車率と相関がありそうな天候などの不確定要素のデータと組み合わせて複合的なビッグデータとし、「異種混合学習」という、混在するパターン・規則性を分離抽出して効率的に高精度な予測を行うことができるビッグデータ解析技術3）を用いることで、様々な要素を勘案した高精度な通勤需要の予測を行うことが可能になると考えられる。

4．デマンドレスポンスによる満員電車のピークカット――通勤需要の「制御」

通勤需要の予測を行う方法の目途が立ったところで、今度は通勤需要の制御について考察を行っていきたい。

スマートコミュニティにおけるデマンドレスポンスでは、時間帯別に価格を設定する「プライシング型」と、需要のピーク時を外した時間帯に使用した消費者に対し対価を支払う「インセンティブ型」の2種類が存在しており、「スマート電車通勤」においてもこれらの方式を踏襲する形での導入になることが考えられる。

プライシング型にはあらかじめ価格を設定しておくものの他に、需給（混雑）バランスに応じて料金が変動するリアルタイム制などがあるが、いずれについても、多くの企業では「通勤手当」が支給されるため、通勤者にとってピーク時運賃の増額はマイナスな要因と感じにくい。したがって、プライシング型による制御は馴染（なじ）まないと考えられる。

結果として、インセンティブ型が制御方法として選択されることになるが、通勤者に対する対価としてはどのようなものがふさわしく、また効果的であるかについては過去に議論の蓄積がないため、当然ではあるが実効性の是非は憶測（おくそく）の域を出ない。今後の更なる検討が望まれる次第である。

5．おわりに――本稿が目指すのは「セカンドベスト」的な提案

正直に言うと、この尋常でない慢性的な通勤電車の混雑を解消するには、インフラ整備を伴う〝抜本的な治療〟が必要であり、あくまで余裕のある時間帯に振り分けるだけの〝応急的な処置〟には効果に限界があることは筆者も承知している。しかし、満員電車の混雑解消という抜本的な治療を行うには、路線の沿線における土地・利用を勘案した都市計画・地域計画レベルでの対応が必要となり、実現の見通しが立つかどうかも怪しくなる。実際には財政的にも政治的にも実現は困難であるというのが現状なのである。

一方で、本稿での提案は、新線の開設などの大規模な設備投資を必要とせず、「スマートコミュニティ」で培った技術のシステムが転用によってシステムが構築可能なため、少額の投資で効果を発揮できることが期待され、現行のタイム制と組み合わせれば十分に実現可能な提案であると考えられる。

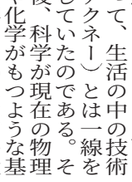
結局のところ、実現できずして現実は変わらない。そうであるならば、実現性の乏しい理想を追求するよりも、実現可能なセカンドベストを選択して現実を変えていくべきだ、という筆者の考えを提案の付言として最後に申し添えておき、筆を置くことにしたい。

【参考文献】
1）『第3版コンパクト建築設計資料集成』、日本建築学会編、2005年3月20日、丸善、p.42
2）国土交通省「平成23年度の三大都市圏における鉄道混雑率について」http://www.mlit.go.jp/report/press/tetsudo04_hh_000036.html
3）日本電気株式会社（NEC）「異種混合学習技術」http://www.nec.co.jp/press/ja/1206/images/2202-01-01.pdf
4）経済産業省「スマートグリッド・スマートコミュニティ」http://www.meti.go.jp/policy/energy_environment/smart_community/
5）経済産業省「デマンドレスポンス（Demand Response）について」、総合資源エネルギー調査会総合部会電力システム改革専門委員会（第2回）配付資料、参考資料1－1、p39－p44

科学技術を考えるのになぜ科学技術史を学ぶのか

【特別賞】

京都大学理学部理学科1年
山本（やまもと）　大輔（だいすけ）



1．序論

今日、日本社会のみならず世界中で科学技術が利用され、必要不可欠なものである、ということは共通の認識であろう。実際に周りを見渡せば、科学技術なしには生きられないことはすぐに分かる。たしかに、科学技術は人類に多大な恩恵をもたらしてきた。しかし、多くの弊害もあった。日本においては、公害問題や原発事故などが挙げられる。その結果、科学技術に対する不信感が生まれ、今日の科学技術軽視の風潮や研究費の縮小などにつながっているのではないかと考えられる。科学技術は、一人の人間が日常生活で行いうる、いかなる工夫をも凌駕（りょうが）する利便性を提供する人類全体の叡智（えいち）の結晶であっても、決して完全でも不可謬でもないということをわすれてはならないのである。

科学技術の発展に重要なことは科学技術とは何かということを一人一人が正しく理解する事である。そして、そのためには科学技術史を学ぶことが最善の方法であると考える。

今回私は、科学技術は何かを再確認し、科学技術振興のために、大学生による科学史教育の実践を提案したい。

2．科学技術とはなにか？

そもそも科学とは何であるか、また、技術とは何であるかという問いに答えるのは容易なことではない。科学哲学家の佐々木力は「科学論入門」のなかで、科学は自然の法則性を探求する学問であり、技術は科学を利用するかどうかに関（かか）わらず、一定の手順でものや仕組みを作る技法のことである、と説明している。最初に自然現象を超人的な神や龍の仕業によるものという神話的な思考をやめ、万物の構成始原を探求し始めたのは、古代ギリシャの哲学者たちである。すなわち、古典的な科学とは哲学（フィロソフィー）であって、生活の中の技術（テクネー）とは一線を画していたのである。その後、科学が現在の物理学や化学がもつような基礎を得るためには、多大な時間を要した。つまり、科学が技術の基礎となりえたのはごく最近のことである。蒸気機関が熱力学の知識なくして作られ、むしろ、熱力学の発展を促したのはその代表例である。産業革命が始まり19世紀にはいり、様々（さまざま）な熱機関を効率よく動かすのは、現実的ではないだろう。

ところが、近年、小中学校において土曜日授業の復活が検討されている。その土曜日授業を何に利用するかは具体的には決まっていないようである。すなわち、科学技術史やそのなかで出てくる倫理的な問題についての授業をこの土曜日授業において行うことができれば、授業時間の確保に関する問題はひとまず解決するだろう。

また、土曜日に実施すれば、人材の確保についての問題も解決するのだ。なぜなら、土曜日であれば、理工系の大学生を先生として活用することができるからだ。

5．大学生側の利点

大学生を先生役にすることのメリットは小中学生に対する科学技術の振興ということだけではない。理工系学生のコミュニケーション能力の増強である。

社会全体の科学技術離れがすすんでいるといわれるが、理工系の専門家や学生が科学技術振興にあまり積極的でないというのもまた事実である。近年の科学技術の歴史をふりかえると、科学技術者は自らが生み出す科学技術の社会的影響を認識することが必要であることがわかる。しかし、震災後の原発事故に対する専門家の説明は専門用語が多く難解であった。また、理工系の学生にとって大学で学ぶ知識を社会に還元する機会はあまりない。こういった現状が科学技術を社会から孤立したものにしている。

大学生は、土曜日授業の実践により、大学内では学ぶことができない科学に詳しく無い人にうまく科学技術を説明するという能力を身につけることができるのだ。この能力は、まさしく今の多くの専門家たちに欠けていて、コミュニケーション能力が不足しているといわれる現在の大学生が早急に身につけるべき能力なのである。

6．まとめ

近代使われる科学技術とは何かを再検討し、科学技術の情緒的な理解のためには今日のような細分化が行われる以前からの科学史を振り返ることが重要であることを述べた。科学技術の包括的な理解はこれからの科学技術の倫理的範囲に取り組むうえで不可欠なものであろう。

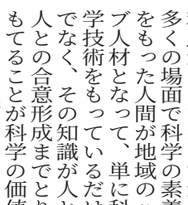
日本は科学技術先進国といわれているが、その理由は、高い科学技術力だけではなく、銃の所持の禁止や核兵器撤廃などに代表される高い倫理性であると私は考える。これからも、科学技術に対する高い倫理性で世界をリードしていくべきだろう。

【参考文献】
「科学論入門」、佐々木力（著）1996年8月21日、岩波新書、p19

科学的合意による都市づくり

【特別賞】

東京農工大学大学院農学府
農業環境工学専攻修士2年
松橋（まつはし）　輝明（てるあき）



§1　本論文の問題意識について

昨年に開催された2012年度理工系学生科学技術論文コンクールにおける安本周平氏の論文「科学技術と社会のつながり」において、科学的素養のある者による普及啓発活動により科学に対する不信感を減らすことが提案されていた。筆者もこの考えに賛同している。一方で、より具体的に〝科学〟の普及活動とは何だろうかと考える余地も感じた。

したがって、本論文ではこの提案をさらに推し進め、科学技術を扱える者がより社会でどうあるべきかを具体的に考察して提案しようという問題意識から作成した。

§2　テーマ設定

科学技術の普及は例えば、学校教育の改善という方法でも可能であるが、本論文では地域コミュニティの合意形成のプロセスに注目する。理由は下記の通りである。

3．11以降、地域レベルでの合意形成と科学技術に対するしっかりした理解が必要となった。そして、正しい前提なくして議論はできない。このような時代のコンテクストを踏まえると地域レベルでの〝科学的素養のある人材〟の果たすべき役割が重要となる。

§3　科学する場としての環境影響評価

私はより〝科学的な素養のある人〟が参画できる余地のあるものとして環境影響評価を取り上げる。

環境影響評価とは、大規模公共事業など環境に大きな影響を及ぼすおそれのある公共事業もしくは民間主体の事業について、その事業を実施する事業者自らが環境への影響を予測評価し、その結果に基づいて事業による環境影響を低減・回避していくプロセスを環境アセスメント（環境アセス）という。

住民は地域で行われる事業に一定の意見をして地域計画に主体的に参画できる制度である。

しかし、そのような理想的な制度ならばここで取り上げるまでもない。実態としては環境影響評価は「アワセルメント」等と蔑（さげす）まれてしまうこともある。これは形式的に意見をだせるが、それにより開発計画が変わることが少ないためである。

これは、端的に言えば事業者側も住民側もこの制度を積極的に利用しないからだと考えられる。逆にいえば、まだ機能を発揮する伸び代があることを意味する。次の章で具体的事例を元に環境アセスの課題と解決策、さらに今回の国全体の科学技術と住民の合意形成について述べたい。

§4．1　風力発電施設を題材にして考える都市計画

近年の環境アセスに関する事例として風力発電を取り上げたい。

風力発電はクリーンエネルギーで環境に優しいという印象が強く、町のシンボルになるということで受け入れられている地域も多い。一方で、図で示すように種々の問題が指摘されており、愛知県田原市では風力発電施設由来の騒音を根拠に操業停止の裁判の申し立てまで起きている。

§4．2　上記のケーススタディの分析と考察

風力発電所は結局どのような位置づけの発電なのか答えをだすことは難しい。これは科学でなく行政の問題であり解は一見すると一意的でないからだ。だが地域の実情というのをもっときちんと反映させられたら近似的に解が求められると思われる。

実際の環境影響評価の評価書を閲覧してみると、風力発電施設で問題の生じている例も含めて下記のような対立が生じている。

【事業者】⇩事業の生産性のみ目が行くことで、外部不経済の支払いに対して定量化ができていない。

【住民】⇩作るor作らないという二元論で考えてしまう、もしくは事業者の利潤を負にしてしまうレベルでの追加措置を要求する。

つまり、お互いに相手のことを考えてないために不幸な事態に陥っている側面がある。

お互いに一定の歩み寄り（譲歩）を科学的に成立させる方法はすでに研究されている。

騒音問題に関しては、千葉工業大学の橘秀樹氏を中心にした研究グループが実証を行い、行政（環境省）が取りまとめた報告書「平成24年度風力発電施設の騒音・低周波音に関する検討調査業務報告書」※3からの記載の要点は以下の通りである。

○風力発電施設のできる場所は元々極めて静かであるため、問題が起こりやすい。

○風力発電施設から一定の距離が離れていれば音の大きさ（dB）は小さくなり苦情は減る。

○一方、「音の大小」だけが問題でなく、その外観が圧迫的であること等も原因。

○世界の研究をレビューすると「騒音問題は受音者に経済的メリットがある場合は苦情件数が著しく減る」という結果がでている。

このような自然科学的研究がされており、例えば、風力発電実施主体者が一定の住民に風力発電からでる利益を還元するなどの取り決めをすることで苦情が減る可能性がある。また、効果的な騒音の防止法、医学的見地からの苦情者への説明など多くの可能性をもっている。

だが、実際の報告書は非常に分厚く難しい。とても一般の人間が納得感をもって読めるものでないのが問題だ。わだかまりを減らせる可能性があっても伝わらなければ実現はしない。

そこで私は環境影響評価のような地域の住民が考える機会を見直して、地域の〝科学する力〟を涵養（かんよう）することが最も効果的と考える。

住民と事業者だけが話すだけでは議論が平行線であった場面に科学をきちんと介在させることが大事であると考える。住民のわからない部分、どうしたらよいかの要求なら事業者が可能なのかをわかりやすく伝える人、もしくは問題の前提となる問題点を解決してしまう人が必要である。これをきちんと導入することで地域住民が一体となって都市計画をできるばかりでなく、科学する習慣をつけるのに最適な習慣だと考えられる。

例えば、上記にあげた性質のステークホルダーは下記のような人々が担えないだろうか。

【科学を伝える人】　地域の大学の教授、中高の先生、サイエンスコミュニケーター等

【自然科学で問題を解決する人】　地域の大学、企業等

地域レベルでの何か合意をとる際に、このようなメンバーがコアとなって議論に参画することでよりよい形を目指せるだろう。

さらに欲をいえば、地域の企業が特定の問題をきっかけにしてよい商品・研究のアイデアにつながると社会全体での効用はさらに増す。

§5　まとめ

公共設備の更新の時期などの関係で日本をもう一度デザインする時代に突入している。その際に科学技術が発展した日本ではおそらくかなり幅広い選択肢がとれる。どのような地域であるかに応じてその選択は変わってくる。

この時に、住民の意思がきちんと反映される必要がある。ここで重要となるのは正しい前提の共有と感情論にならないことだろう。その時に必要なのは、理科系の素養をもったもの、きちんと伝える術だろう。正しい知識を伝えて不安等を解消することからさらに一歩進み、自らの運命を選び取るという〝科学的な生き方〟を日本国民が得れば日本もまだまだ捨てたものではないと思う。

環境問題を今回取り上げたのは、将来的に起こる外部不経済を内部化して処理する、自然科学、経済学、もしくは観光や文化遺産といった分野横断的な課題であるという利点があったからだが、多くの場面で科学の素養をもった人間が地域のハブ人材となって、単に科学技術をもっているだけでなく、その知識が人と人との合意形成までとりもてることが科学の価値をさらに上げると考えられる。

§6　おわりに

昨年度の優秀論文に対してフォローするという形式で論文を書かせて頂いた。これは理工系にとっても、多くの専門分野を背景にした者は意見を示せるためである。

科学の本質は議論し、よりよいモデルなりを求めることにある。その意味で、先行者の発案に対して意見をだし、〝国民が科学できる国NIPPON〟というものを目指して提案させていただいた。

こういう議論のバトンリレーのチャンスをくださったこの企画に大変感謝しております。

【参考文献】
・環境法　第4版（有斐閣ブックス）阿部　泰隆（編集）、淡路　剛久（編集）P163～P188
「環境の保全と環境計画」
・http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=13908
平成23年6月21日：環境省：「風力発電施設に係る環境影響評価の基本的考え方に関する検討会」報告書の取りまとめ及び報告書（案）対する意見募集（パブリックコメント）の結果について：図1の出典
※3　http://www.env.go.jp/air/report/h25-01/index.html
「平成24年度風力発電施設の騒音・低周波音に関する検討調査業務報告書」