

都市間交通の 時間短縮技術とその効果



おくむら まこと
奥村 誠*

キーワード：都市間交通，時間短縮技術，スピードアップ，ストロー効果

はじめに

2018年の第94回箱根駅伝大会は、往路優勝の東洋大学を復路6区で逆転した青山学院大学が10時間59分39秒で総合優勝し4連覇達成。時間は昨年に比べ6分31秒短く、平均時速は0.2km速い19.8kmであった。

都市間の交通も、時間というコストをかけて一定の空間距離の移動する点では駅伝と同様であるが、同時に金銭的費用や肉体的・心理的な疲労をもたらすため、短い時間で、そして小さなコストで移動を可能とする技術が求められてきた。

以下では、筆者の約30年間の都市圏交通に関わる研究経験を通して学んできた、時間短縮のための技術とインフラ施設のあり方を述べるとともに、所要時間の短縮が社会にもたらす影響についてわかってきたことを紹介したい。

1 スピードアップの技術

所要時間短縮の第1の方法は、より高速で移動できる交通手段を導入することである。日本では一般市民が利用できる交通手段として、江戸時代までの徒歩や駕籠（最高時速6km）に代わり、鉄道が登場（1872年50km→1932年100km）し、新幹線は鉄道の最高速度

を倍増させた（1964年210km→1992年270km→2013年320km）。旅客機の最高速度は、登場時から鉄道を大きく上回りジェット化で倍増した（1951年450km→1962年895km）。

どの交通機関でも乗降を停止状態で行い、加速と減速に時間を要するため、最高速度が発揮できる割合は大きくない。図-1は、1995年時点の在来線鉄道のある特急列車の運行区間（325km）における走行速度の構成比を表している。踏切がある在来線では600m以内で停止できるように最高速度は120km/hに制限されているが、120km/hで走行できる距離は4割弱であり、曲線、分岐器の減速区間が3割と2割を占めている。そのためスピードアップのためには、停止距離の制限を

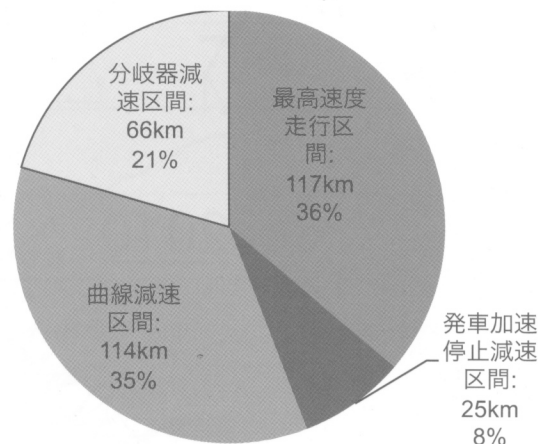


図-1 在来線特急走行速度別構成比の例

*東北大学 大学院工学研究科 土木工学専攻 教授

緩和できるように、立体交差を進め踏切をなくす、曲線をゆるくする、欠線部分がない可動式の分岐器を用いる、通過列車が分岐器の曲線側や客のいるホームの前を通過しないようにする（図-2）などの、路線面、施設面での改善が効果的である。

一方で、新幹線は当初から、これらの条件を満たすように路線選定や施設の設計が行われているため、新幹線の延伸に伴って鉄道での所要時間は大きく短縮している（図-3）。最近の新幹線の最高速度は、走行中やトンネル突入時の騒音レベルによって制約を受けている。車両形状の改良のほか、トンネル坑口の形状や性能の高い防音壁の設置など、施設

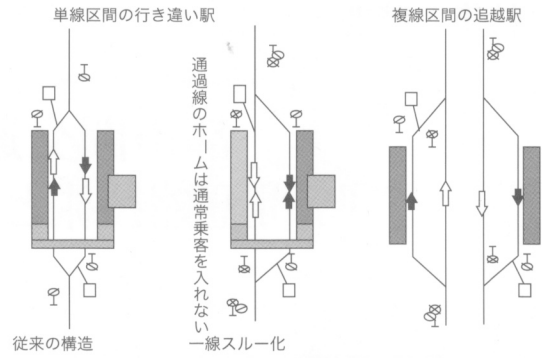


図-2 通過速度を低下させない駅の構造

面の対応も進められている。

なお、曲線通過速度の制限は乗客の乗り心地を考えて設定されているため、曲線通過時に車体が外方に傾く「振り子式車両」を導入

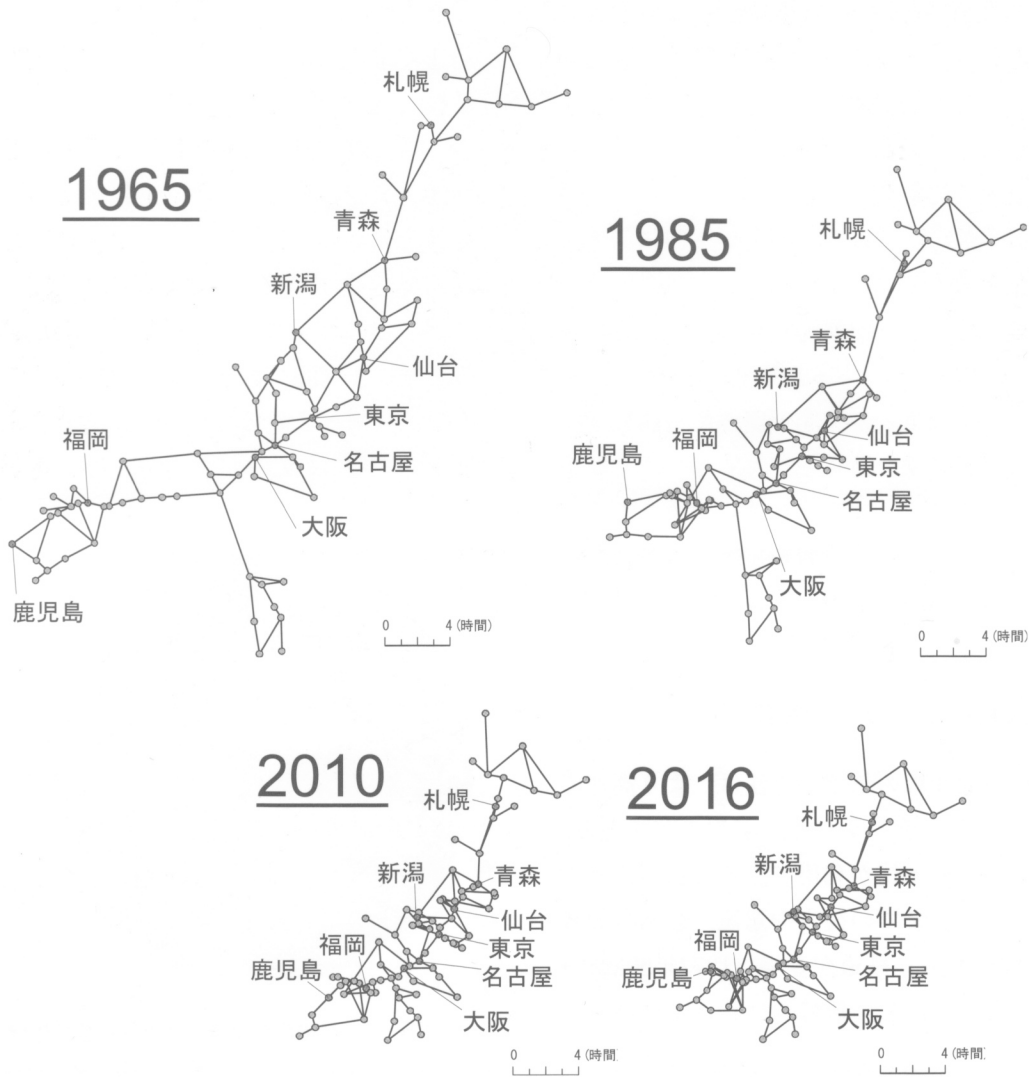


図-3 鉄道所要時間による時間地図の変化（東北大学 井上亮准教授による）

すれば乗客が感じる遠心力を打ち消すことができ、通過速度を高めることができる(図-4)。この場合でも遠心力は車両の通過速度の2乗に比例し、軌道にかかる横方向の力が大きくなるため、高性能車両の導入に合わせて軌道施設の改良を行うことが必要となる。

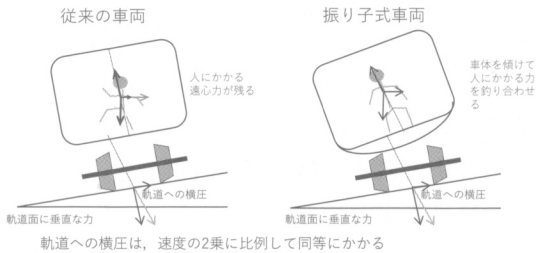


図-4 振り子式車両の仕組み

旅客機の場合、飛行高度を高く設定すれば空気抵抗が減って速度を高めることができる。しかし、高度上昇のために必要燃料が増加し、その分の重量増加がさらに多くの燃料を必要にするため、区間距離が短い国内路線では高速化の余地は少ない。

自家用車や高速バスの最高時速は100~120km程度で新幹線の半分程度であるが、その性能は歩行者や自転車の混在する一般道路では発揮できない。そのため勾配や曲線がゆるく、十分な車線幅で設計された自動車専用の高速道路の整備が、スピードアップの主要

な原動力となっている。一旦建設された高速道路の曲線や勾配などの線形を改良することは困難である。だが、速度の低下を起こしやすい縦断勾配の変化点や合流・折込みの交通が生じる箇所を局部的に改良することは渋滞の防止と平均速度の上昇につながる。高速道路の総延長は図-5のように年々増加しているが、多くの都市では高速道路が外縁部を迂回するように設定されており、至近のインターチェンジから都心や中央駅、バスターミナルまでの一般道路区間での所要時間が長くなる。大深度地下道路建設技術の活用などにより、この区間の自動車専用道路を整備すれば、自動車やバスの所要時間の短縮が期待できる。

2. その他の時間短縮方法

速度を高める以外にも、都市間交通の所要時間を短縮させる方法がある。

鉄道では、途中の停車時間や乗り継ぎの待ち時間を減少させることが有効である。単線区間の複線化により対向列車との待ち合わせが不要になり、停車と加減速による時間を減少させることができる。需要が大きい都市間において電化方式や線路構造を揃えることにより直通列車を設定できれば、乗り換えの必要がなくなり時間短縮につながる。直通が不

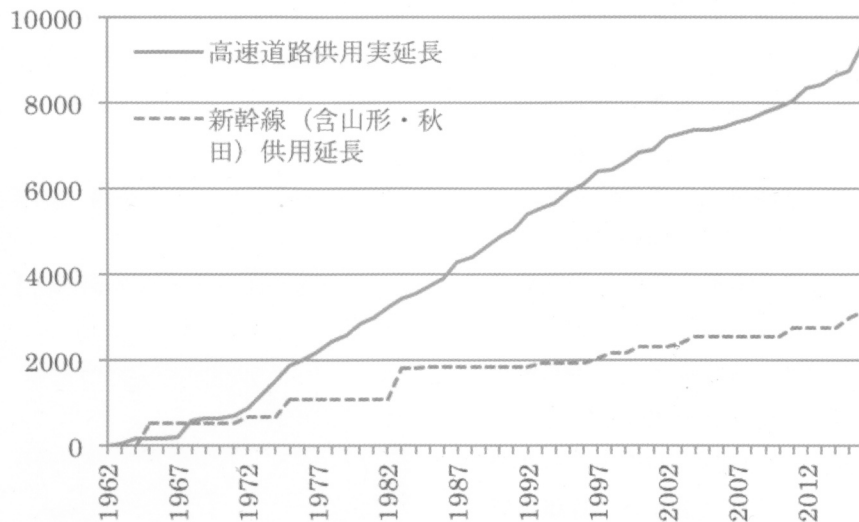


図-5 高速道路と新幹線の総延長の推移

可能な場合でも、同一ホームの両側に列車を停車させることにより乗継ぎ時間が短いダイヤを設定でき、停車時間を短縮できる。スイス国鉄のRAIL2000プロジェクトはその成功例となっている。

航空は事前に利用する便の予約が必要で、鉄道に比べて頻度が少なくその変更も容易とは言えない。そのため、予約便に確実に乗れるように余裕時間をとって、空港に向かう必要がある。空港施設やアクセス交通機関の混雑などで所要時間が不確実であれば余裕時間を十分に取るために早く出発する必要がある。都市間の移動全体での所要時間が長くなる。そのため、空港施設の混雑緩和と軌道系など確実性が高いアクセス交通機関の整備は、実質的な都市間の所要時間の短縮につながる。空港までの高速道路の整備も効果大きい。

自動車やバスの時間短縮には、事故や混雑による渋滞の状況や予測の情報を提供して、多少遠回りの経路を選択できるようにするというソフト対策が有効である。

3. 時間短縮がもたらす効果

所要時間の短縮は、運賃や料金の金銭的コストの上昇を伴うことが多い。単位時間の短縮がいくらの金銭に相当する価値を持つかという比率を「時間価値」と呼び、金銭的コスト+時間価値×所要時間を「一般化費用」と呼ぶ。所要時間の短縮量が大きく、金銭的コストの上昇を上回る場合には一般化費用は減少するため、その交通機関の総合的なコストが小さくなり、競合交通機関に対するシェアが増加する。さらにその都市間の利便性が全体として改善されると、新しい需要が喚起されて旅行者数が増加する。筆者らが1995年から2005年までの国土交通省全国幹線旅客純流動調査の300km以上の都市間旅行データを対象に行ったモデル分析によれば、時間価値の平均値は87円/分であり、一般化費用に対

する需要の弾性値は-0.492であった。すなわち一般化費用が10%低下すれば、交通量は0.9の-0.492乗である1.05倍に増加すると考えられる。ただし、都市の組み合わせにより、これらの時間価値と弾性値の大きさは異なる。距離が遠いほど時間価値は小さい。本社・支社の割合に差がある東京と地方都市の間では、業務目的交通が多いため時間価値が大きく需要は非弾力的である。南北に近い向きに離れた2都市では、帰省などの私用目的交通の割合が大きいため時間価値が小さいけれども需要は非弾力的である。

以上の分析では、時間短縮の影響は短縮量に比例する形で連続的に現れると仮定している。しかし、実際には短縮量が小さいうちは影響が見られず、ある段階になって初めて大きな影響が現れる場合がある。

例えば宅配便の輸送では、荷受都市の拠点施設を22時以降に出発し目的地の拠点施設に6時以前に到着することが求められる。JR貨物は2003年に東海道本線の東京～大阪間にコンテナ電車（写真-1）を導入し、6時間40分の所要時間を6時間12分に短縮した。これにより、佐川急便の宅配便コンテナを扱うことが可能となり、高価な電車車両の開発費用の回収ができた。トラック輸送の場合、8時間という運転手の労働時間の中に何往復の運行を組むことができるかが、労務コストを大きく左右する。そのため片道の所要時間が8時間、4時間、2時間、1時間などの値を下



写真-1 JR貨物のコンテナ貨物電車

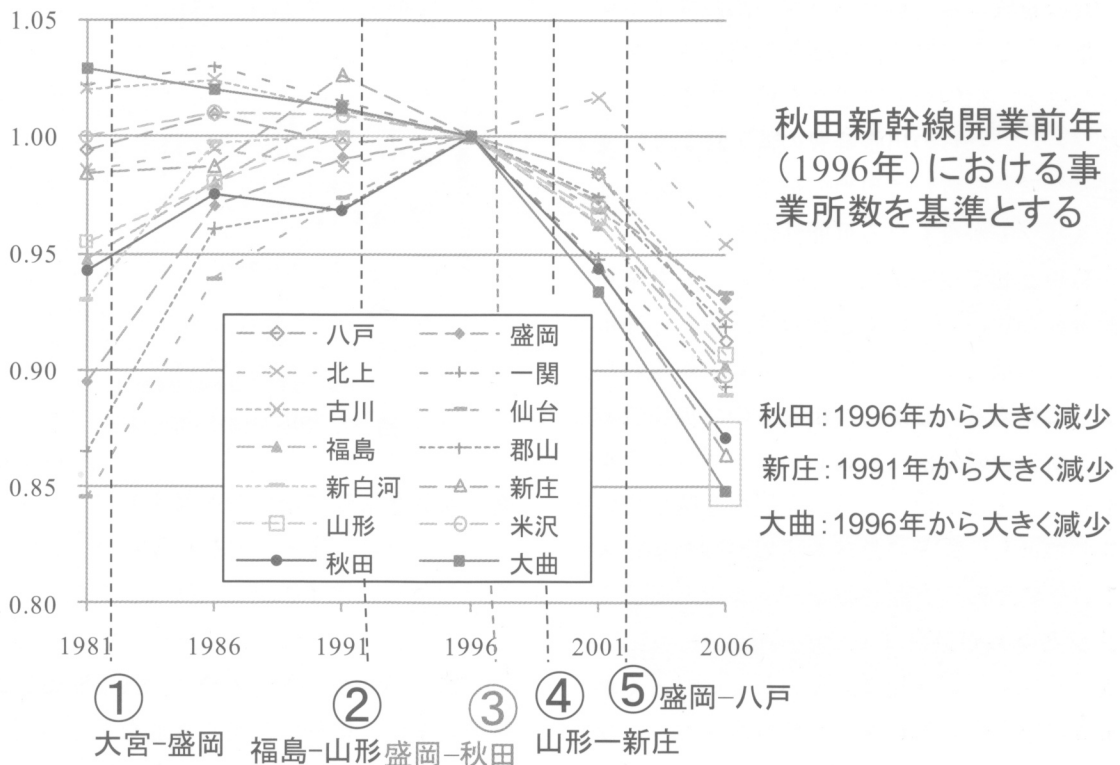


図-6 東北地方新幹線停車都市圏の従業者数の推移

回るような改善は効果を持つが、そうでない中途半端な時間短縮ではほとんど効果が出ないと考えられる。

旅客サービスにおいても、早朝に出発し午前10時頃の会議開始に間に合うか、また17時の業務終了後に出発して当日中に到着できるかというスケジュールが重要である。

航空便の場合、時間短縮はできなくても、地方空港での夜間駐機の体制を整えれば早朝発の羽田便と終業後の羽田発の便の設定が可能となり、業務目的での利便性を飛躍的に改善できる可能性がある。また、1つの区間の便数が増加すれば、旅行者ごとに自分にあったスケジュールの便を選ぶことが可能になり、旅行のために割く全体の時間が短くて済むようになる。

4. 時間短縮がもたらす逆効果

最後に都市間交通の時間短縮が交通量や地域経済に負の影響をもたらす危険性を指摘し

ておこう。

1つめの逆効果は、新幹線の開業により小さい町の雇用が大きい都市に吸収される「ストロー効果」である。図-6は東北地方の新幹線停車駅を持つ都市圏における従業人口の推移である。これより、ほとんどの都市圏では新幹線開業のタイミングで従業人口が大きく減少しており、ストロー効果が見られることがわかる。

この変化の原因は企業の業務組織の整理によって説明できる。いま東京に本社を持ち、全国各地の顧客からの求めに応じて、社員を派遣して何らかの対応業務を行っている企業を考える。東京からの所要時間が長ければ、本社からの出張は宿泊が不可欠となり、社員の拘束時間も長くなる。そのため、すべての業務を出張で賄う代わりに、地方の都市に支社・支店を設置し、そこで従業員を雇って周辺の顧客の対応を任せの方が、コスト面で有利となる。このような状況から都市間の所要

時間の短縮が起きると、日帰り出張で業務がこなせたり、以前3泊必要だった出張が2泊に収まり、宿泊費や食事代が節約できるようになる。これらの出張経費の低下により、支社・支店を設置して現地の従業者に対応させるメリットがなくなる可能性がある。

結果として従来地域内で行われていた業務が本社からの出張に置き換わり、確かに都市間の交通量は増加し、プラスの効果が現れたように見える。しかし、出張者の増加に合わせて新幹線の駅前に真新しいビジネスホテルが立地することは、地域の発展を意味しているのではなく、逆に地域の雇用が失われ、ストロー効果が現れ始めたシグナルである。支社や支店の撤退は地域での業務を減少させ、商談や取引先との接待に使われていた古くからの温泉地の老舗ホテルの飲食客がゴッソリとなくなる。

筆者がこの現象に気づいたのは、山陽新幹線の開業後の山口市の湯田温泉の衰退と新山口駅前のビジネスホテルの建設ラッシュであったが、その後も全国各地で同様に変化が起こっている。

もう1つの逆効果の例は、温泉地の衰退である。国内観光の中で、職場などのグループ単位での団体温泉旅行が占める割合は長らく大きかった。このような旅行は午前中の適当な時刻に職場を出発し、夕方早めに温泉について一風呂浴びてから夕食会、宴会となることが多い。

高速道路の開通によりバスの所要時間が短縮されると、上記のスケジュールに合う温泉地はより遠くに移動する。団体温泉旅行では目的地に早く到着してもすることがないし、出発時刻を午後になると午前中の仕事ができない理由がなくなり温泉旅行のムードが壊れてしまう。実際、北関東や東北の温泉地では、東北自動車道が北進するにしたがって近場の温泉地の宿泊客の比率が減り、やがて日帰り

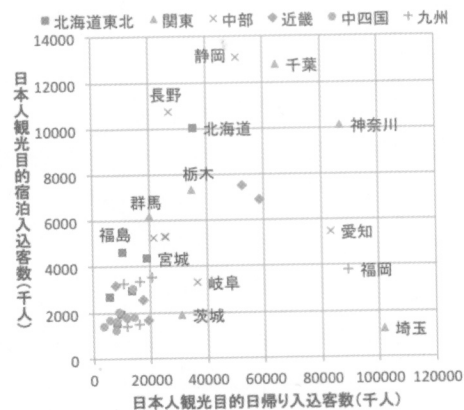


図-7 観光日帰り・宿泊者数

客にも飽きられて全体の客数も減ってしまったという傾向が確認できる(図-7)。

おわりに

以上で紹介してきたように、都市間交通の時間短縮は、機材や車両の性能を上げるだけでは実現できず、運用面の工夫や施設面の増強が不可欠であり、土木技術が果たす役割が大きいことがわかる。さらに所要時間の短縮時間に比例した効果が現れるとは限らず、仮に旅行者数の増加につながったとしても、それが地域経済にプラスの意味を持つとは限らないことを示してきた。

しかし、このように技術の投入という「入力」と社会への効果という「出力」の関係が複雑な非線形的なものであるからこそ、都市間交通の計画には知恵の絞りどころがある。ほんの少しの区間の路線改良であっても、その小さな投資によって、大きな影響を生み出すというレバレッジが秘められているのである。

参考文献

- 1) 山口裕通・奥村誠・Tirtom Huseyin：都市間交通需要のLOS弾力性に関する研究，2013.12，土木学会論文集 D3, Vol.69, No.5, pp.629-63.
- 2) 高田直樹・奥村誠・塚井誠人：支社配置モデルによる整備新幹線ストロー効果の検討，2009.12，第16回鉄道技術連合シンポジウム講演論文集，pp.453-456.