

現在、東京首都圏の鉄道ネットワークは、主として通勤・通学のために、一日 800 万人が利用している。ネットワークは空間的にも時間軸上も非常に密に作られている。公共交通機関の利用調査結果を基に計算すると朝の通勤ラッシュは短時間に集中し、午前 8 時前後の 1 時間は 15 分ごとの利用者が最大 250 万人台に上る。一方、日中は余裕があり、夕方以降は午後 6 時台にほぼ 100 万人台となるが、帰宅ラッシュはやや平坦である。

そのような状況において、2020 東京オリンピック・パラリンピック大会では、外国人を含む多くのオリンピック観戦客が東京首都圏の鉄道を利用すると予測される。大会招致時の立候補ファイルの競技スケジュールによると、多い日で 65 万人（競技場定員の 80%として計算）の観戦客が移動する。朝のラッシュ時には、通勤客は郊外から都心に向かい、主要な路線と複数の路線が交わる駅は激しい混雑が毎日起きている。加えて東京大会の競技会場は都心部や臨海部に分散し、観戦客は出発地から競技場に向かい、通常客と同じようにネットワークを利用することになる。

この問題を丁寧に議論するには、大規模で複雑な首都圏鉄道ネットワークを移動する乗客を、路線・時間軸に沿って追いかけて、いつ・どの電車・どの駅に乗客が何人現れるのかを記述できる交通モデルが必要である。これに対して、電車時刻表と路線を組み合わせて、電車一本一本の単位で乗客の移動を表現できる時空間ネットワークを作成し、利用者の出発駅・目的駅・降車（乗車）時刻の調査データ（大都市交通センサス）をのせ、各利用者の移動経路を計算する数理モデルを解いて時間依存の乗客の流れを導いている。この数理モデルは、移動時間と混雑度のトレードオフを表す費用関数を用いた利用者均衡配分に基づいているので、モデルを、新しい利用者が加わった場合や、ネットワークを変更した場合の利用状況を計算する計画分野に適用することができる。時刻表を使って頂点と枝の接続関係で時間依存性を表現しているため、静的なネットワーク問題として定式化できるという優位な点があり、そのひき替えに規模が非常に大きくなる。1 日の問題を解くのに、リンク数 260 万のネットワーク上で凸関数を最小化する多品種流問題（流れの種類 66,000）となる。

このシミュレーションを実現するにあたってところがけたのは、調査データだけを入力とし、簡素な原理に基づいて 1 日の鉄道利用全体を一気に解けるように数理モデルを導いて、最適化問題として定式化したことである。これによって、様々な問題に適用可能となったと考えている。

オリンピック交通の問題にもどろう。課題は大きく二つある。

- (1) 観戦客によって、競技の開始と終了に同期して競技会場につながる路線、最寄り駅が混雑する。
- (2) ラッシュ時に通勤客とオリンピック観戦客とがそのまま重なると、主要な路線・駅で激しい混雑が起こる恐れがある。

最寄り駅の問題とネットワーク全体の問題の仕分けは、鉄道会社の分担にも現れる。観戦客輸送量の分担を会社ごとに分けると、JR が約 60%、東京メトロが 10%となる。東京メトロは都心の移動に便利であるために利用される。それぞれ通常客の輸送量に対する割合は、全体の利用者数の比と同等で、10%以下である。これに対して、競技会場の最寄り駅がある東京臨海高速鉄道「りんかい線」や東京臨海新交通臨海線「ゆりかもめ」などは普段の 2 倍を超す乗客を輸送することになり、通勤ラッシュ時だけというより競技の開始・

終了時に電車や駅で乗降客をさばききれないことが懸念される。

課題(1)に対しては、競技場にアクセスする駅を複数設定して、少し遠い駅からも歩いて来られるようにすること、競技場への到着時刻を分散させること、によって利用者移動の平準化を図ると、解決できることが計算で確認できる。ただし、ゆりかもめ新橋駅のように、複数の競技場へ向かう乗客が利用する中核的な駅では、次の問題と同様の理由で解決は難しい。

課題(2)は、ネットワーク全体に負荷がかかり、現状で混雑している箇所に顕著に現れるので、解決は難しい。数理モデルで推計すると、通勤ラッシュを少し広くとった午前6時から9時の3時間で、乗車率200%の電車による輸送量が普段の1.5倍に増えるとの結果を得る。200%というのは「体が触れ合い、相当な圧迫感があるが、週刊誌なら何とか読める」という混雑状況である。

都心の大きな乗換駅において混雑は日常的である。そのような駅に対して、1分間に流入してくる乗客の時間推移のグラフを描くと、朝ラッシュ時に鋭いピークが現れる。流入した乗客は駅構内を通過して流出し、もし通過時間が長くなると滞留が生ずる。朝ラッシュ時に通常客の流入者数が多い方から50駅、オリンピック観戦客の流入者数の多い方から50駅選び、競技場最寄り駅で混むことが自明な駅と、観戦客が少ない駅を除いて、1分間に流入してくる観戦客の時間推移を調べる。1日あたりの利用者数で比較すると、観戦客は大きな割合にならないが、利用者が多い都心乗換駅で、競技場へ向かう観戦客もよく利用する駅の中から、ピークが高くかつ通常客のピークと重なる駅が現れる。ラッシュに慣れた通勤客が利用している今でも、首都圏の鉄道はぎりぎりの状況にあると考えると、観戦客には、首都圏の複雑な鉄道網や通勤ラッシュに不慣れな訪日外国人も含まれるので、その影響は相当大きい。混雑で歩く速度が遅くなって渋滞が起き、駅構内の滞留を引き起こす可能性がある。

オリンピック開催の意義を考えると、滞留が起きたときの準備をすることにはあまり意味がなく、万が一にもそのような事態が生じないように十分な対策を講じておくことが肝要であると考えている。オリンピック後を考えるとハードウェア面の対策よりは、通勤移動の総量削減と平準化といったソフトな解が重要である。東京大会を契機として、テレワークなどの働き方が当たり前となり、オリンピック後の混雑緩和、暮らしやすい社会につながるプランが進められることを願っている。そして、そのためにこのような定量的なモデルの計算結果が活かされることを期待している。