

シンガポールにおけるモビリティの革新 ～鉄道政策に焦点を当てて～



2024. 5. 30 (木) 14:00～17:30

トラストシティ カンファレンス・丸の内 及び オンライン配信 (Zoomウェビナー) ※日英同時通訳

1. 開会挨拶



宿利 正史
運輸総合研究所 会長

2. 来賓挨拶



上原 淳
国土交通省 国土交通審議官

3. 基調講演



シンガポールにおけるモビリティの革新
～鉄道政策に焦点を当てて～

Er. Chua Chong Kheng
シンガポール陸上交通庁 (Land Transport Authority) 副長官

4. パネルディスカッション



モデレーター

福田 大輔
東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻教授

Er. Chua Chong Kheng
シンガポール陸上交通庁 (Land Transport Authority) 副長官



城石 文明
東急電鉄株式会社 取締役副会長



山上 範芳
東京地下鉄株式会社 常務執行役員
(国際ビジネス部担当)

5. 閉会挨拶



藤崎 耕一
運輸総合研究所 主席研究員／研究統括

開催趣旨

冒頭、宿利会長は開会挨拶において、「今日、我が国が抱える交通運輸及び観光分野の諸課題を解決し、あるいは乗り越えて前進するためには、国際的な情勢・動向や国際的な知見を正確に把握し、十分に咀嚼し、比較検討した上で、日本にとって最善の政策を策定し、実行することが不可欠です。そこで、当研究所では、交通運輸及び観光に関連する重要な国際情勢や政策の動向等について、海外の有識者や当事者から直接に講演や対談をしていただき、考察を深めるための「JTTRI グローバル・セミナー」を2022年から開始しました。本日は、このシリーズの第4回目です。本年1月には、このシリーズの第3回目として、英国からImperial College Londonのスミス名誉教授をお招きし、「欧州の鉄道政策が向かう未来とは～日本と欧州の鉄道政策を比較して」というテーマで開催しました。今回は、自国の経済社会の発展を支え、また国民のQuality of Lifeの向上を図るため、極めて短期間で、鉄道ネットワークの整備・拡大を進め、また、我が国よりも20年以上も前に鉄道の完全自動運転を始めるなど鉄道分野において目覚ましい政策展開を進めているシンガポールにおいて、一貫してその責任者として政策の遂行に当たってこられた陸上交通庁（Land Transport Authority. 以下「LTA」という。）のChua 副長官にご登壇いただき、基調講演とパネルディスカッション・質疑応答を通じて、日本とシンガポールが互いに最新の状況や政策を共有し、両国の今後の鉄道やモビリティに関する政策の推進の手掛かりを得るべく、本日のセミナーを開催することとした次第です。」と述べました。

セミナーの概要

来賓挨拶

上原 淳 国土交通省 国土交通審議官

シンガポールにおいては、公共交通機関の整備、自動車の総量規制の導入等により、今日における非常に利便性の高いマルチモーダルのシステムが実現されている。

シンガポールの新交通システムの車両やMRTの整備には、日本企業が参画している。日本の技術がシンガポールの更なる発展に貢献できることは、大変喜ばしい。

2024年4月30日から5月1日にかけて、斉藤国土交通大臣がシンガポールに出張し、チー運輸大臣との間で、交通分野の環境対策に関する協力促進等について意見交換した。

環境対策としては、2023年5月に「鉄道分野におけるカーボンニュートラル加速化検討会」の報告書がとりまとめられた。蓄電池車両の導入などによる鉄道事業そのものの脱炭素化、鉄道会社が保有する豊富なアセットを活用した再生可能エネルギー施設の設置、鉄道利用の促進などにより、2030年代において、鉄道分野のCO₂排出量を2013年度比で実質46%削減することを目指している。

自動車に依存しない環境に優しい都市開発は、今から100年以上前から、民営鉄道会社が沿線の郊外住宅地開発と鉄道整備とを一体的に推進する「日本型TODモデル」により、鉄道等の公共交通のシェアが高いまちづくりが実現している。



本日は、シンガポール・日本双方の鉄道を巡る政策の変遷や昨今の動向等を共有、比較し、今後の鉄道の将来像について意見交換を行う大変貴重な機会であり、今後の日本の鉄道政策を考えるにあたり、大きな示唆を得られるものと期待している。

基調講演

シンガポールにおけるモビリティの変革～鉄道政策に焦点を当てて～

Er. Chua Chong Kheng シンガポールLTA 副長官

・最初のコンセプトプラン（1971年）から
論争を経てMRT建設へ

シンガポールは小さな島国である。面積約735km²、人口約590万人で、1965年8月に独立した。

最初のコンセプトプランは、1971年にLee Kuan Yew首相の主導で作成され、シンガポールの長期の開発を導くものとなったが、街の中心部及び周辺における大規模な交通渋滞に直面し、シンガポールの予期される社会経済的必要性に対応するために、大量高速輸送システム（Mass Rapid Transit. 以下「MRT」という。）の導入を公共交通の要とすることを提案した。世界の主要な経済地域が深刻な経済危機に直面する中で、MRTの建設には大きなコストがかかると見込まれたため、公共のバスを導入すれば十分かつより経済的だとの反対論が巻き起こったが、埋立予定のマリーナ・サウスへのアクセスは道路1本しか想定されず、当該地域への大量の人流に対応できないであろうことから、議論はMRT建設賛成論に傾いた。政府は1982年にMRTの建設にゴーサインを出し、Mass Rapid Transit Corporation（MRTC）を設立した。最初の区間の開通は1987年11月7日で北南線の5駅だった。1990年7月6日には、最初の2路線（北南線と東西線）が50億シンガポールドルの予算内で完成した。

・LTAの設立（1995年）と、白書（1996年）が示した政策

LTAは、陸上交通の新たな課題に総合的にアプローチするために1995年9月1日に設立された。国民の移動が活発化して交通需要が増加し、限られた国土で増大するクルマを収容するために道路整備を続けることは現実的ではなかった。同時に、交通の質への公衆の期待は高まった。このため、シンガポールでは、自家用車に代わる実行可能な選択肢として質の高い公共交通が求められた中で、陸上交通に関わる公的主体4つ（自動車登録局、MRTC、公共事業局道路交通課、運輸通信省陸上交通課）が合併して、LTAが設置された。

LTAは、1996年に白書を発行し、「世界レベルの陸上交通システム」を達成するという目標に向けたビジョンを示した。そこには、①健全なfinancingの枠組み、②公共交通システム改善戦略が盛り込まれていた。

①については、健全な資金確保のための三原則として、1）料金は現実的なものとし、正当な費用増を考慮して定期的に見直されなければならない、2）サービスは少なくとも運行費用を回収しなければならない、3）減価償却と資産更新のために適切に資金を確保することが重要であるとした。

1）の観点から、公共交通の運賃を規制する、運輸省の下で独立する公共交通審議会を設置し、委員として社会の幅広い層を包摂し



た。同審議会は、運賃調整計算式を導入し、公共交通システムの運行費用を説明する明確かつ客観的な根拠を提供する。この計算式は外部環境の変化等に対応するため通常5年ごとに見直され、最新の計算式では、消費者物価指数、賃金指数、エネルギー指数、生産性向上貢献度、輸送力調整要素が考慮されている。2) の観点から、新線の実現可能性の認定は、経済的実現可能性と財務的実現可能性の両方をカバーしている。鉄道路線が実現可能と認められるには、交通から生じる経済的価値が総費用を上回らなければならない。サービスは運行費用をカバーしなければならない。これにより、公共交通網を持続可能な形で拡張することが可能となる。3) の観点から、2 世代目の運行用資産が必要になったときは、その費用は運賃収入と国の負担により賄われる。1 世代目の運行用資産に係る取得原価は運賃収入で賄い、インフレで増加した費用は国が負担する。これにより、各世代がサービスの費用を負担しつつ、運賃の引き上げを抑制できる。

②として、土地利用と交通を統合した計画作りと、交通システムの背骨たる鉄道網の拡張が示されている。1991年のコンセプトプランにおいて、地域ごとに中心地区を開発して商業活動等を分散させ、それらを鉄道網で繋げることにした。鉄道網は、長期的には少なくとも160km 整備し公共交通網の背骨とすることとして、地域の中心地区間を結ぶ北南線の延伸並びに北東線及び環状線を新設するとともに、交通量の少ない地区にはLRTを整備することとした。

北東線は、2003年に完成した世界初の運転士のいない完全自動化された地下鉄路線である。少子高齢化による運転士の採用困難と

いう課題への対処、柔軟な運行便数の増減、ヒューマンエラーの最小化という便益が得られた。完全自動化の導入は、世界初の技術だからではなく、列車制御システムの導入が進み運転士の業務が単調化の中で、いざというときにエラーが起きるという問題が度々発生していたことに対処するためだった。

鉄道網が拡大していく中で、1990年代後半に、北東線とPunggol及びSengkangの両LRT線に対して競争入札が採用された結果、2つ目のマルチモーダルの運行事業者であるSBS Transitが参入した。それ以降の新線の運行事業者は、この方法で選定されている。

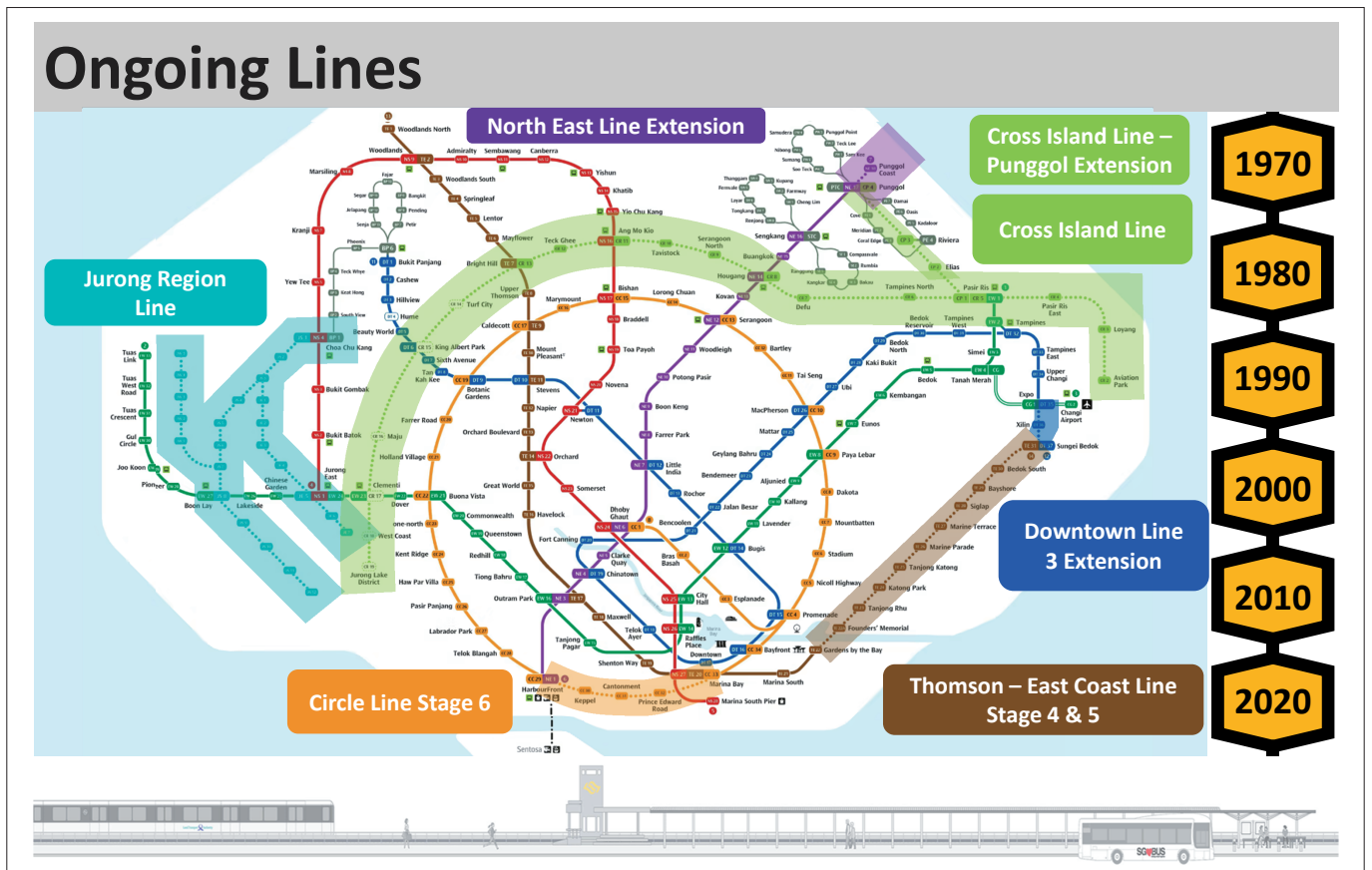
・陸上交通マスタープラン2008

人口や移動需要の増加、公共交通のシェアの落ち込みを踏まえて、国の戦略を見直し、2020年まで見通して、陸上交通マスタープラン2008を作成し、「人中心の陸上交通システム」を打ち出した。主な目標は、公共交通による移動の85%を60分以内に抑えることとピーク時間帯の移動の70%を公共交通にすることである。

これらの目標の達成に向けて、需要の増加に対応するため、環状線及びダウンタウン線の新設と東西線の一部延伸を約束し、その他に新規2路線の建設と既設2路線の延伸も提案した。鉄道網は2008年の138kmを2020年に278kmへ倍増を計画した。

また、運行頻度を上げる観点から、運行基準を見直し、列車の運行間隔は、例えば、朝ピーク時は2、3分ごと、昼間は5、6分ごとと定めるとともに、車両追加への投資や信号システムの改善を行った。

さらに、新たな鉄道financingの枠組みを導入し、ダウンタウン線から適用した。運行用資産は、LTAが保有の上、整備、更新等の



シンガポールの路線整備計画 (Chua 副長官の講演資料)

決定を行うこととした。これにより、運行事業者は、多額の設備投資から解放され、質の高い鉄道サービスの提供に専念でき、LTAは、鉄道網全体を長期的・効果的に見ていける。運行事業者が支払ったライセンス料は、基金として積み立てられ、運行用資産の更新や修理に充てられる。ライセンス期間を以前より短縮し、運行事業者による効率化とサービス向上を促すこととした。

バス網については、以前はバス運行事業者が商業的観点から計画していたが、LTAが鉄道網を考慮しつつバス網を計画する中心的な役割を担うこととなった。これにより、鉄道網を背骨とし、それを補完するバスのハブ・アンド・スポークモデルが強化された。バスは、鉄道駅からのフィーダー輸送、住宅地区内や住宅地区間の短距離輸送、鉄道網がカバーしきれていないかもしれない区間の長距離輸送を担うこととなった。

・陸上輸送マスタープラン2013

人口と経済の成長や鉄道インフラの老朽化に対応するため、2030年まで見通して、陸上交通マスタープラン2013を作成し、「旅行体験の向上」を打ち出した。主な目標は、2008の2つの主な目標（ただし、70%の目標値は75%に引き上げ）に加えて、10のうち8の世帯が鉄道駅から徒歩10分以内に居住することとした。これらの目標達成に向けた戦略として、①鉄道網の拡大、②鉄道の信頼性の強化を図ることとした。

①については、2008で提案された新線の建設と既設線への延伸にコミットするとともに、新たに2路線新設と3路線延伸を提案した。鉄道網は2013年の180kmを2030年に約360kmへ倍増を計画した。

②については、北南線と東西線において2012年から2023年までの間に、新信号システム、コンクリート枕木、新たな第三軌条・電力供給システム・軌道回路システム、次世代車両を導入した。5分以上の遅延となる車両故障が起こるまでにどれだけの距離を運行したかを測定する国際的な信頼性指標（Mean Kilometres Before Failure (MKBf)：平均故障間隔）について、100万km以上という目標を2019年以降達成し続けている。運行事業者が鉄道サービスの信頼性の改善に努めるインセンティブとして、MKBf100万kmを達成した運行事業者は助成金を全額受け取れることとしている。

・陸上交通マスタープラン2040

将来に備えるため、2019年に、陸上交通マスタープラン2040を作成して、「シンガポールを一つにする」というテーマを打ち出し、①通勤客の願望、②持続可能性、③デジタル化・自動化に対応しようとしている。

①について2040年に向けて思い描いているのは、家から最寄りの街まで徒歩と自転車を使って20分、職場のある都市まで45分で行けることであり、その達成のカギは鉄道網の拡大である。現行の路線は、前頁の図の網掛けのない路線であり、MRTが路線6、駅140、総延長200km、乗降客350万人/日で、LRTが路線3、駅40、総延長28km、乗降客20万人/日であるが、現在、図の網掛けの路線の整備を進めており、茶色の網掛けの路線は今年6月に開業予定である。

このほかにも、対岸のマレーシアのジョホールバルとシンガポール（ウッドランズ・ノース駅）を延長4kmの高速輸送システムにより約5分で結ぶ。両都市間の道路の混雑を緩和するとともに、

ウッドランズ・ノースでThomson-East-Coast線に乗り換えて行き来しやすくなる。さらに、将来に向けて、2路線の延伸と南北線での数駅の新設を計画するほか、フィージビリティ調査段階の新線構想も1つある。

②については、気候変動に伴う海面上昇や異常気象による交通インフラの破損や必須サービスの遮断が懸念されることから、国家グリーン計画に沿って、多くのグリーン戦略を作成している。グリーン通勤として、徒歩、自転車、公共交通への切り替えを推進するため、屋根付き歩道を2040年までに150km、自転車道を2030年代に1,300km、鉄道網を2030年代に360kmへと拡大しており、自動車保有台数の増加を抑えていく。グリーンfinancingとして、環境に便益のあるプロジェクトの資金調達に係るグリーンボンドの活用、オープンイノベーションによる新たなグリーン技術の試行に取り組んでいる。グリーンな運営として、太陽光発電の普及を増加させて、再生可能エネルギーを活用するほか、運行事業者の関与の下で鉄道運行に係るエネルギー利用の改善にも取り組んでいる。

③については、できたらいいではなく、必須である。急速に高齢化が進み、2030年までに人口の1/4が65歳以上となって技術者の確保が難しくなるとともに、以前にも増して知識が急速に増加する。過去を振り返ると、最初に運行開始したMRT線は、運転士が一部の機能を担うGOA2だったが、2003年開通の北東線とそれ以降の路線は完全自動化のGOA4である。2016年以降順次、鉄道資産を運行事業者から買い戻し、運行や保守に係るデータを収集してAI等で分析して、効率的な資産管理に取り組んでおり、運行事業者もそのデータを運行や保守の活動に活用している。車両基地の自動化や共通データ基盤の研究を進め、LTAに鉄道デジタル化課（Rail Digitalization Division）をつくった。

複数の部署や専門分野にまたがる取組として、デジ・トレインとデジ・デポに取り組んでいる。前者は、全ての車両の状態を監視するデータが収集されるのを標準化する取組で、後者は、車両基地での煩雑で繰り返しの多い作業を自動化により最適化する取組である。

・まとめ

シンガポールでは、長年にわたり、コンセプトプラン、白書、陸上交通マスタープランにより、陸上交通を整合性のある形で計画・整備することで、グローバルシティになるという大目標に向けて進んできた。LTAが運営環境の変化にタイムリーに対応し、かつ、陸上交通システムが政府のビジョンや全体的な戦略的計画と連動して発展していくことを確保するためには、陸上交通政策やマスタープランを立ち上げ定期的に強化する能力が重要である。道路を拡充し自動車台数を増加させ続けるのは現実的でなく、背骨としての鉄道網を持つ効率的な公共交通体系が重要と考えた。こうしたことにより、狭い国土の土地利用を最適化し、経済成長を支えてきた。堅牢で持続可能な交通システムが、今後のシンガポールの発展とグローバルシティとしての地位向上に重要な役割を果たしていく。

シンガポールのモビリティの変革の歩みが、みなさんの洞察のよい刺激となれば幸いである。

■パネルディスカッション

【パネリスト】

Er. Chua Chong Kheng シンガポールLTA 副長官

福田 大輔 東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻 教授【モデレーター兼】

城石 文明 東急電鉄株式会社 取締役副会長

山上 範芳 東京地下鉄株式会社 常務執行役員（国際ビジネス部担当）

●第1ラウンド：シンガポールの陸上交通政策（特に鉄道政策）に関して、日本側パネリストからの質問に、Chua副長官が回答

【東急電鉄 城石副会長からの質問】

- ・運賃改定に当たっての事業者利益と利用者利益をどうバランスさせるか？ また、運賃改定に伴う値上げについて、利用者の理解は得られているか？

公共交通審議会が採用している運賃調整の計算式とメカニズムは、通勤者にとっての手頃な運賃を確保する必要性と、公共交通運行事業者が負担する運行費用の変化に対応する運賃を維持する必要性とを調整するものである。

この計算式は、公共交通サービスを提供する際の主な費用要素を考慮している。これにより、公共交通審議会は、運行費用の変化を捉えつつ、運賃の手頃さを確保しながら、毎年認められうる運賃変更額の上限を設定する。

運賃調整計算式は、運賃調整の繰延べメカニズムも有しており、運賃調整量の全部又は一部は、運賃の手頃さを維持するために、将来の運賃見直し実施まで延期されうる。この柔軟性により、公共交通審議会は、コロナ蔓延期のような情状酌量すべき状況においても、運賃増額から通勤者を守ることができる。

- ・シンガポールの鉄道の混雑率はいかほどか？ また、混雑対策としてどんなことをしているか？

列車の混雑率は、平米当たりの乗客数で測っており、乗客の快適性の水準に関する基準を超えないように努めている。

LTAは、2013年6月24日から2017年12月28日まで、オフピーク移動を促進するため、ピーク前移動無料化実験を行った。この実験では、通勤者は、平日7：45までに特定の都市駅を出場したら運賃が無料になり、7：45から8：00までの間に出場したら最大50セント割引になった。この実験では、利用者は全体として増えたにもかかわらず、朝のピーク時間帯から7%の通勤者が継続的にシフトした。

通勤客の朝のピーク時間帯前の移動をより促進するために、公共交通審議会は2017年12月29日から鉄道ネットワーク全体で、朝のピーク前運賃の割引を導入した。この取組では、平日7：45前に運賃カードで鉄道駅に入場した通勤者は、最大50セントの運賃割引を受けられる。

- ・デジ・トレインとデジ・デボの目的、効果、具体的な内容は？

デジ・トレインでは、全列車編成において収集される状態監視データの標準化と列車性能に関する洞察を得るためのデータ分析の利用が行われる。これにより運行事業者は、メンテナンスの努力の焦点を特定の車両に絞り、潜在的な問題をタイムリーに解決することが可能になるため、多数に及ぶ車両のメンテナンスをより効率的に行うことができる。



デジ・デボでは、自動化を活用して、車両基地における冗長で繰り返しの多い作業を最適化している。これには、手作業による検査に代わる自動車両検査（AVI）システムと、人力の資材搬送に代わる無人搬送車（AGV）が含まれる。

- ・デジタル化・自動化する領域を選定する際の優先順位付けや判断指標は？

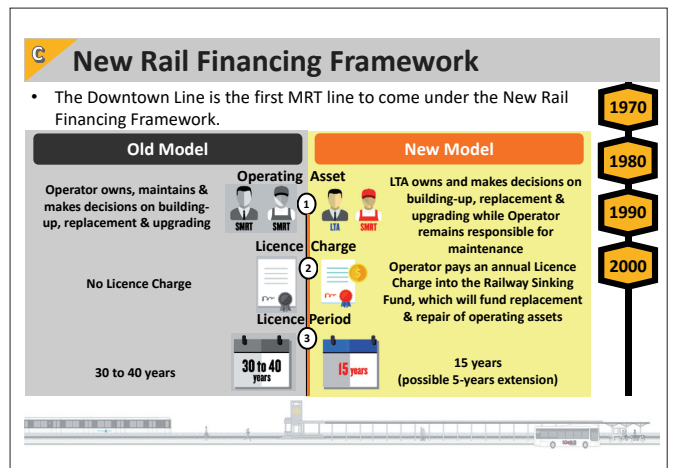
自動化においては、手間やマンパワーのかかる業務に着目し、自動化に向けた取組の優先順位付けを行う際には、関連する技術の成熟度と導入する容易さも考慮に入れる。

デジタル化においては、鉄道運行に不可欠なシステムに焦点を当てている。状態監視データを収集し、データ分析を活用することにより、故障を先取りして把握し、発生する前に修理することが可能になる。そのために、列車、電力供給システム及び軌道回路システムなどの鉄道システムに状態監視機能を含めてきた。

状態監視データから洞察を得るためにデータ分析を活用するには、必要なデータの標準化と利用可能性を確保することが大事である。このため、鉄道システムの保守・運行のデータを保管するための共有データプラットフォームの開発に焦点を当てている。

【東京地下鉄 山上常務からの質問】

- ・上下分離は、元祖の英国では責任の押し付けあい問題となり、上下再一体化・垂直統合も議論されている一方で、シンガポールではうまくいっているが、その秘訣は何か？ LTAはどのような役割を果たしているか？



シンガポールにおける鉄道の上下分離モデル（Chua 副長官の講演資料）

第一に、LTAと運行事業者の間で責任分担は明確に定められており、LTAは、運行用資産を保有し、建設、取替及び更新に関する決定をする一方で、運行事業者がメンテナンスに責任を持っている。この明確な責任分担により、各主体は自身の作業に効果的及び効率的に専念して実行することができる。

第二に、運行事業者は、重い資本支出から解放されている。以前の鉄道のfinancingの枠組みでは、運行事業者が運行用資産を保有し、これらの資産の財務リスクを全て負っていた。運行事業者を重い資本支出から解放することにより、運行事業者は信頼性の高い鉄道サービスの提供に専念できる。

第三に、LTAは、意思疎通のための開かれた窓口を維持すること

により、運行事業者との緊密な連携を確保している。LTAと運行事業者との間の担当者レベルの議論を促進するための作業グループを設定していることに加え、上級の経営陣が参加する定期的な会議もある。

・労働力不足の状況はどうか？ それへの対応策として、外国人労働者の活用を考えているか？

鉄道分野は、人員減少率がコロナ前に戻り、国全体の労働力不足から現在回復しつつある。それゆえ、鉄道業界のための技術人材を惹きつけ、育成することが大事である。LTAは、公共交通運行事業者（PTO）及び全国運輸労働者組合（NTWU）と、鉄道人材開発パッケージ（RMDP）を共同で打ち出した。RMDPは、PTOが鉄道労働力の技能向上を促進し、奨学金及び現職中の助成金を通じて、シンガポールの鉄道技術人材を育成することを目指している。技術者を採用するために地域の教育機関と連携することに加えて、PTOは、技術者及び労働者の海外採用も行っている。

同様に、バス分野も厳しい労働市場の状況に直面している。バス運転手を惹きつけ、維持するための努力の一環として、PTOはより高い契約ボーナスなど、より魅力的な労働パッケージを提供している。加えて、バス運転手の海外採用活動を行っている。

・鉄道事業の職場環境の整備、ワークライフバランスについて、どのような取組をしているか？

作業時間帯に実施されるメンテナンス活動を自動化及びデジタル化により整理して削減するために高等学習研究所（Institute of Higher Learning, IHL）及び産業関係者と協力している。例えば、自動軌道検査（ATI）システムを導入し、列車の運行中に軌道状態を監視するためにカメラとセンサーが列車に搭載されている。これにより、作業時間帯に軌道検査に必要となる時間と労力が削減される。

PTOは、シフト勤務など、手のかかる作業を行う従業員のローテーション制も取り入れており、作業負荷を多数の従業員の間で分散させている。

同様に、LTAは、柔軟な勤務形態（Flexi-Time、Flexi-Place、Flexi-Load）を採用している。Flexi-Timeでは、職員は出勤時間をずらすことができる。Flexi-Placeでは、ハイブリッドの勤務地設定をすることができる。Flexi-Loadでは、フルタイムで勤務できない職員は、上司と相談してパートタイムで勤務することができる。

・鉄道のサービス水準の決定の仕組みは、どのようになっているのか。運行事業者と調整しているか？

LTAは、運行事業者と協議して、様々な鉄道路線の始発・終電時刻とピーク時間帯・オフピーク時間帯の運行間隔の要件を定めている。個々の鉄道路線の始発・終電時刻は、全鉄道路線とフィーダーバス路線との接続性を考慮して決定される。個々の鉄道路線の運行頻度は、ピーク時間帯・オフピーク時間帯で異なる。

列車運行を中断した場合は、運行事業者は可能な限り短時間で平常サービスに戻すよう努力する。LTAは、影響を受ける駅間で代替となる鉄道路線又は無料シャトルバスなどの交通に乗客を誘導するために、両鉄道事業者と緊密に調整も行う。両運行事業者と緊密に連携することにより、LTAは通勤者に生じる不便を最小化することを目指している。

【東京大学 福田教授からの質問】

・「最寄りの街まで20分、職場のある都市まで45分」の実現のための具体的な施策は？ 鉄道施策だけでなく、道路交通規制や土地利用規制も必要になってくるように思われるがいかがか？

限られた土地を最大限に活用し交通需要に効率的に応えるためのLTAの主な戦略

は、「徒歩、自転車、乗車」を促進することである。それは、大量輸送の公共交通機関及び相乗り交通から成り、アクティブモビリティが補完する。

大量公共交通に関しては、我々は鉄道網を拡張しており、その結果、2030年代までに10世帯のうち8世帯が鉄道駅から徒歩10分以内の範囲になるだろう。道路上のバスの速度を更に向上させるために、バスレーンや広い歩道・自転車道又は共用道路と統合された道路である、「公共交通優先回廊」を順次導入している。

アクティブモビリティに関しては、我々は自転車道のネットワークを2030年までに1,300kmに拡張し、2040年までに、MRT駅、居住地及び娯楽施設の間の屋根付き連絡道をさらに150km完成させる計画である。

「車両割当制度」は、1990年から導入されており、車両数を持続可能な水準で制限することを意図している。道路建設のペースが鈍化するのに伴い、我々は、車両増加率（VGR）を時間経過とともに厳しくしてきた。2018年2月以降、VGRは0%である。事業者が運行を改善して車両数を減らすための時間を確保するため、商用車の数が年率0.25%で増加し続けることを認めている。

●第2ラウンド：Chua副長官からの質問に、日本側パネリストが回答

【東京地下鉄 山上常務への質問】

・鉄道システムに関するどのような種類のデータを収集しているか？ また、収集されたデータはどのように使われているか？

東京メトロでは、有効なデータを極力集めている。輸送管理に必要な車両、施設、電力等の各種データを総合指令所に集め、輸送障害への対応やお客への情報提供に使っている。アナログの時代より迅速に処理できるようになった。また、各種データは、AIで分析して、状態把握、故障予知、劣化予測に用いて、メンテナンスを効率化している。

・鉄道システムのエネルギー効率を改善するためにどのような取組を実施または計画しているか？

東京メトロでは、長期環境目標「メトロCO₂ゼロ チャレンジ2050」を掲げ、2030年度に2013年度比で50%減、2050年度に実質ゼロを目指している。その実現のために、エネルギー効率に優れた車両の導入等により省エネに取り組むとともに、丸ノ内線と南北線の全電力を水力発電由来のものとする、地上駅のホーム屋根を活用して太陽光発電を行うなど、再生可能エネルギーの活用に取り組んでいる。

・あなたの組織は、AI活用に取り組んでいるか？

東京メトロでは、上述した状態把握等のほかにも、極力AIを使って新しい業務執行の姿を目指している。例えば、立体的に空間把握できるカメラの映像からAIが車両内の混雑状況を分析し、それをも



とに素早くスマホアプリやホームページ上で混雑予測を提供し、お客様に鉄道を快適に使うてもらえるよう努めている。

・あなたの組織は、鉄道システムに関するデータ収集の過程で、サイバーセキュリティの課題に直面しているか？ また、そのような課題をどう克服しているか？

東京メトロでは、サイバーセキュリティのため、鉄道運行に係るシステムはクローズドネットワークとし、その他のインターネット接続している業務システムは今日考えられるあらゆるセキュリティ対策をしている。

【東急電鉄 城石副会長への質問】

・通勤者の人口構造と生活様式のニーズが多様化する中で、異なる各駅特有のニーズを理解するためのメカニズムは？

東急電鉄には駅が100ぐらいあるが、駅とその周辺の特徴に応じ、自ら仕掛けて積極的に必要な機能を誘致している。例えば、二子玉川駅の周辺は、当社の土地もあり、デパートや遊園地があったところだが、再開発を行い、マンション、ホテル、オフィス、映画館等を誘致してまちづくりを行った。同駅の乗降客数は、6、7割増加した。

・鉄道網が密になるに従って、通勤需要は細くなるかもしれない。鉄道新線の経済的及び財政的実現可能性を評価する際に、それをどう考慮しているか？

東急電鉄では、混雑解消が課題だった東横線と田園都市線で、1,000億円単位の資金を投入して、既存の路線網を活用して複々線化し、列車の行先の多様化をさせて、混雑率を下げたところだが、あわせて、速達性の高い列車の増発、駅のリニューアル、高架化・地下化によって利便性向上も図ったところ、お客様の数も増えた。

運行事業者の100%負担で新線を建設するのは、経済的に難しくなっている。相鉄線との相互乗入れで開通した新横浜線と今後建設予定の羽田空港アクセスを担う新空港線は、上下分離方式で建設され、東急電鉄は施設の使用料を支払って列車の運行を担う立場で参画している。こういうやり方が今後も現実的だと考える。

東京メトロでは、有楽町線と南北線の延伸を進めることとしている。これにより、東京の国際競争力と東京メトロの企業価値は向上すると見込まれる。当社単独で行うのは財政的に厳しいが、国や東京都による公的支援を受けることで採算が取れるので、実行に移すこととした。

・高水準の信頼性を維持しつつ、持続可能性を確保するために、鉄道システムに対して実施されるメンテナンスの戦略は何か？

東急電鉄では、鉄道施設の管理や更新は、定期的に100%人の手でやってきたが、労働力確保が難しいため、デジタル化して状態監視を進めていくこととした。ただ、まだ緒に就いたばかりで、シンガポールほどには進んでいない。一方で、人が現場で現物を見て施設を守ることも無くすべきではなく、デジタル化と匠の技の良いところの融合を目指すべきと考えている。

●第3ラウンド：本日の講演や議論を通じ、シンガポールと東京の都市・陸上交通を比較して気付いた点について、デジタル化やグリーン化を中心に、各パネリストがコメント

【東急電鉄 城石副会長】

日本の鉄道は150年、当社も100年以上の歴史があり、正確さ、

清潔さ、利用者数等で世界トップの水準だと思ってきたが、最近になって、デジタル化、AI化等に対応した変革でシンガポールなどアジアの鉄道が先端を走っており、日本の鉄道は遅れていると感じる。今日の議論を通じて、日本の鉄道事業に従事する者として反省し改善すべき点は多いと改めて感じた。鉄道施設の保全に携わる人の匠の技も引き継いで、より高いレベルの維持管理につなげたい。

日本のキャッシュレス化は、PASMOが普及し、クレカタッチの導入も進めていて、現在98%ぐらいだが、将来はバリアなく駅に自由に出入りできるようにする必要があるだろう。

シンガポールにおける10のうち8の世帯が鉄道駅から徒歩10分以内に居住するという目標や、自転車道や駅周辺の屋根付き歩道の大きな整備の取組は、東京では考えにくいハイレベルのもの。当社では、グリーン化のために2年前から電車は100%再生可能エネルギーを使ったりもしているが、鉄道はもともと環境面の優位性が高いので、徒歩、自転車、バスとの連携やMaaSの活用を通じて、鉄道の利用を一層推進していくべき。

シンガポールと東京の関係指標の比較 Comparison between Singapore and Tokyo in relevant data			
(数字は概数) (Approximate Value)			
	東京23区 Tokyo 23 Wards	シンガポール Singapore	
人口[百万人] Population [mil.]	10 (2024)	5.92 (2023)	
面積[km ²] Area [km ²]	630 (2022)	735.2 (2023)	
人口密度[人/km ²] Pop. Density [/km ²]	16,000 (2024)	8,058 (2023)	
自家用車両保有台数[台/1000人] Car Ownership Rate [/1000]	180 (2024)	110 (2023)	
	全路線 All Line	地下鉄 Subway	MRT&LRT
鉄軌道路線延長[km] Railway Length [km]	690	290	258
駅数 Number of Stations	490	280	200
百万人あたり駅数[駅/百万人] Station/Mil. Pop.	50	30	34
百万人あたり鉄道路線[km/百万人] Railway Length/Mil. Pop.	70	30	44
駅密度[駅/km ²] Station Density [/km ²]	0.8	0.4	0.3
シンガポールLTAの協力と各種統計等により、運輸総合研究所 竹下研究員作成			

シンガポールと東京の関係指標の比較 (パネルディスカッション資料)

【東京地下鉄 山上常務】

Chua氏のお話の中で特に印象に残った点が2つある。

1つは、鉄道を高く評価し、鉄道への誘導のコミットメントが非常に強いこと。労働力不足問題が取りざたされると、東京の民間企業としてはつい弱気になったりもするが、お話を聞いて、それは違う、鉄道は今後もやはり必要だと感じた。

もう1つは、デジタル化等にしっかりコミットしていること。新たな産業革命ともいうべきデジタル化を進めていくことで、利用者に愛され、職場としても魅力的でインクルーシブな公共交通の中核を担うものとして、鉄道は成長していける。LTAと思いは同じだと思うので、鉄道の役割を世界に訴えることをいっしょにやっていければと思う。

【シンガポールLTA Chua副長官】

シンガポールにおける公共交通の重要性に関する山上氏の洞察に関して、先ずお話する。シンガポールでは、公共交通が公共財とみなされていることから、政府は公共交通に投資している。限られた土地面積に鑑み、より多くのクルマを収容するために道路を更に建設することは持続可能ではない。それゆえ、シンガポール

では、政府は、効率的な公共交通体系の必要性を認識し、鉄道新線の整備への資金を提供している。日本におけるTransit Oriented Development (TOD) の採用と同様に、鉄道新線の整備への政府による投資は地価の上昇に繋がり、それは、公共交通体系の改善と更新の資金として使われる。

政府投資を価値あるものとするために、必要な投資を減らし、持続可能性を向上させるために、我々はデジタル化の活用に関心を向けている。日本の鉄道がキャッシュレス化しつつある旨を城石氏が述べた。同様に我々も、券売機の稼働・メンテナンスのコストを削減するため、キャッシュレスなシステムに移行している。

持続可能性に関しては、2050年までにネット・ゼロ・エミッションを達成するという同じ長期的環境目標に向けて取り組んでいる。それにもかかわらず、再生エネルギーの利用においては、東京とシンガポールで採用されている方法に違いがある。東京は、太陽光発電、水力発電及び地熱発電を含む再生エネルギーの多様な方法を採用している。一方で、シンガポールは、地理的な制約により太陽光発電に焦点を当てている。我々に利用可能な再生エネルギーの選択肢は限られていることから、MRT路線でのエネルギー使用量を長年にわたり削減する意識的な努力を我々はしてきた。

まとめると、東京とシンガポールの両方とも、デジタル化と持続可能性において、独自の課題に適応してそれぞれの資源を生かしつつ、相当な努力をしている。

●モデレーターの福田教授によるまとめ

毎年発表される世界の都市のランキングで、陸上交通については、シンガポールが7位、東京が8位ぐらいのことが多いが、今日の話聞いて、この両者には大きな差があると感じた。

シンガポールの優れた点の1つは、LTAのように陸上交通を総合的に計画する部署が存在すること。シンガポールが世界で初めて導入した道路の混雑課金も、LTAが所管する。日本は、鉄道、道路、自転車等が縦割りりで、総合的になりにくい。こうした制度的組織的な違いは大きい。

もう1つは、10年おきに作成するマスタープランの中で具体的な数値目標を定め、その達成度評価を定期的・定量的に行っていること。近年では、信頼性や持続可能性のような領域までデータを取って評価しようとしている点も進んでいる。

本開催概要は主催者の責任でまとめています。



当日の講演資料等は運輸総合研究所のWEBページでご覧いただけます。

<https://www.jttri.or.jp/events/2024/seminar240530.html>



また、Chua 副長官の講演の詳細（英語）は、当研究所の英語版WEBページでご覧いただけます。

<https://www.jttri.or.jp/english/events/2024/seminar240530.html>

