

諸外国の公営企業におけるデジタル・トランスフォーメーション —交通事業および上下水道事業を事例として—

静岡県立大学経営情報学部講師 松岡 清志

■ 概 要 ■

社会全般における DX の必要性が高まりつつあるのと同様に、公営企業においても DX の必要性は高まっている。DX の意義として交通事業においては IT による供給の最適化、IT による需要の喚起や制御、データ志向の緊密な協業による移動需要と供給の一体的な制御、低熟練者の高付加価値化、新しいサービスの提供が挙げられる。また水道事業においては人材調達の負担軽減、異常予知による負担回避、実質耐用年数の拡大、また情報提供の充実による水道事業者と利用者のコミュニケーションの円滑化が挙げられている。

上記のような意義をもつ DX は、デジタル田園都市国家構想基本方針や総合戦略においても盛り込まれ、各事業を所管する府省の計画等にも記載されている。また公営企業の具体的な取組を推進するために、交通事業では交通 DX・GX による省人化・経営改善支援事業や自動運動実装事業など、水道事業では IoT 活用推進モデル事業や上下水道一体効率化・基盤強化推進事業などによる財政支援の充実が図られている。

一方諸外国に目を転じると、交通事業では MaaS を中心とした利用者サービスの向上に加え、内部業務の効率化や働き方改革に向けた取組が行われている。また水道事業では水質管理、流量予測、管路清掃効率化支援といった取組が行われている。本研究では交通事業ではソウル市の地下鉄における混雑情報配信システム、バスにおける情報提供・運行管理システム、水道事業では台北市の水質モニタリングシステムおよびスマートメーター活用事例についてヒアリングを行った。

これらの事例調査を踏まえて今後の DX 推進に向けた展望を示すと共に、その際の課題として、費用対効果に関する説明、個人情報の取り扱い、首長部局などとの密接な連携、機器の低廉化、技術の成熟度、アジャイル・ガバナンスと公営企業の意思決定との調和といった観点を示した。

1 はじめに

デジタル田園都市国家構想に基づく様々な分野におけるデジタル・トランスフォーメーション（DX）推進の流れを受けて、公営企業が営む事業分野においても DX の波が到来している。第 3 章で詳述するように、総務省においても、公営企業の持続可能な経営確保の重要な取組として DX を捉え、公営企業に積極的な検討を求めると共に具体的な取組を進めるための財政面、情報面での支援策を各種設けている。

DX が日本に留まらず世界的な潮流であるのと同様に、公営企業の事業分野における DX も諸外国において取組が進んでいる。本研究では、あらためて DX の意義を整理し日本におけるこれまでの政策動向を概観したうえで、諸外国における取組事例を紹介し、そのうち 2 事例について推進にあたっての経緯、プロセス、効果および課題を掘り下げて調査を行った。これらの事例を踏まえ、今後の公営企業における DX の展望と課題を整理する。

2 交通事業および水道事業における DX の意義

政策分野にかかわらず、DX がもたらす意義についての議論は幅広く行われ、様々な意義が示されているところである。本章では、公営企業全般、および事業ごとの意義について先行研究を基に整理する。

2-1 公営企業全般における DX の意義

公営企業全般における DX の意義について、異は公営企業が営む事業分野を含む公益事業におけるイノベーションと社会変化への対応のあり方に関して考察を行っている（公益事業学会 2020、73-97 頁）。同研究では、公益事業におけるイノベーションを促すインパクトとして、①自由化、民営化、規制緩和、②分散化、多様化、非集中、③民主化、④デジタル化、⑤脱炭素化、⑥人口減少の 6 つを挙げている。このうちデジタル化に関して、「コンピューターの処理能力向上をベースに AI が発達し、通信容量の向上やセンサー技術の高度化が生み出す IoT が普及すると、そこから得られるビッグデータを分析するデータサイエンスの活用が広まり、あらたなビジネスモデル構築、オペレーション最適化、消費者ベネフィット向上などに貢献することが期待」されるとしている。そのうえで、これらのイノベーションが公益事業にもたらす影響に関して、テクノロジーの進化が公益事業に影響を及ぼさない

とする見方はもはや現実的でなくなっているとした。具体例として、RPA（Robotics Process Automation）と呼ばれるソフトウェアロボットが抜本的な IT システムの見直しを行うことなく省力化や業務効率化を比較的容易に実現できることや、IoT の活用により機器やプラントの早期の異常兆候の検知や生産性の向上が期待される点、データインフラの整備によりデータサイエンスによる創造的な新事業の開発が期待される点、および 5G の活用による IoT やデータアナリティクスなどのビジネス環境が飛躍的に高度化される点を挙げている。一方で、イノベーションを興すうえでの課題として、ユニバーサルサービスの扱い方、公益事業ごとに存在する現行の事業法などの規制、公益事業の各事業主体における組織のイノベーションを挙げている。

2-2 交通事業における DX の意義

交通事業における DX の意義について、伊藤はモビリティ産業が IT と親和性が高い理由として4点を挙げているが、この内容は交通事業における DX の意義と表裏一体の関係にあると考えられることから、本項で紹介する（家田仁・小嶋光信（監修）、三村聡・岡村敏之・伊藤昌毅（編著）2021、132-140 頁）。1 点目は IT による供給の最適化である。地域や移動に関する十分なデータが揃い、様々な制約が定式化されることで需要予測が機械学習による典型的な予想問題になり、車両や乗務員などの最適配置についても最適化問題として捉えることが可能になるとしている。また自動運転技術や、スマートシティの推進によって、都市全体の車両や交通インフラを制御可能な対象と見なしたうえで最適な運行が可能になるとしている。2 点目は IT による需要の喚起や制御である。IT によって、これまで行われてきた路線の新設や延伸などのインフラ施策を出発点とする利用者の認知への働きかけに比べて超短期的な認知への介入が可能となった。そのことによって、どれだけ人を外に連れ出せるか、その人がいつどこに向かうか、どのような交通手段を選ぶかを決める仕組みが洗練されていくと捉えている。3 点目はデータ志向の緊密な協業による移動需要と供給の一体的な制御である。複数の企業や組織の分業・協業の中心にデータの流れが存在し、データ流通コストが極限まで低下することによって、需要の制御と供給の制御が一体化する。その結果、実際には複数の企業によって交通の供給がなされたとしても、利用者から見ると一体化したシステムとして捉えられるよう

になるとしている。最後に4点目として挙げられているのが低熟練者の高付加価値化である。従来経験者の知識や判断を必要としていた業務がPCやスマートフォンの支援によって行えるようになる。また、使いやすさや便利さをシステム化することで、良いサービスを作る役割を人から機械へと委譲できると共に、業務の定型化、標準化によってサービス水準を属人化することなく一定にできるとしている。

次に、地域の未来を考えるモビリティ研究会は、モビリティサービスの多様化・高度化に注目して整理を試みている（石田東生・宿利正史（編著）、地域の未来を変えるモビリティ研究会（著）2022、16-19頁）。ICTの発達によって新たな車両やビジネスが生み出され、運ぶことを多様化させると共に、従来の運ぶというサービスに対して様々な価値をもたらすようになったと捉えている。そのうえで、最近新たに提供され始めたサービスとして、従来からあるサービスでは十分にカバーできなかったきめ細かな移動を実現する輸送サービス、支払いの手間の削減や利用時の安心感の向上、わかりやすさ、混雑の回避、移動の選択肢の拡大など輸送サービス等の質を高めるサービス、様々な輸送手段を組み合わせで容易に活用できるようにする統合型サービス、移動と他分野のサービスを一体的に利用できる連携サービスなどを挙げている。

2-3 水道事業におけるDXの意義

水道事業におけるDXの意義について、井熊らは上水道が直面している課題を示したうえで、IoT活用による効果を整理している（井熊均・井上岳一・木通秀樹 2018、80-87頁）。上水道の課題として、水需要の低下による料金収入の減少、配水設備（管路）をはじめとする水道施設の老朽化、小規模事業体を中心とした職員数の減少が挙げられており、これらの課題に対する解決策として、無人の制御・点検・モニタリングの実現、センサー技術の活用による管路の異常の早期発見とピンポイントの補修などを挙げている。井熊らはこれらを実現するためのIoTシステムを導入することにより、人材調達の負担軽減、異常予知による負担回避、実質耐用年数の拡大が可能になるとしている。また、IoTによって現況把握が進むことで民間委託が可能になり、それでもなお収支が合わない場合に適正なコスト負担を可視化することで、料金の値上げに対する合意形成が容易になると指摘している。

次に、DXの取組のうち、スマートメーターに注目した石井らは、電力やガスと

の比較において、水道事業においてもスマートメーターは事業を取り巻く環境変化による諸課題の解決方策の重要なツールであると位置づけている（石井晴夫・宮崎正信・一柳善郎・山村尊房 2015、122-132 頁）。そしてスマートメーターの導入によって、水道利用者のリアルタイムの使用状況や使用実態の把握への貢献、これによる浄水場、配水場からの合理的な送水、配水コントロールの実現、水質測定用センサーと組み合わせることによる精度の高い水質測定が可能になるとしている。また、水道事業が低成長、安定成長の時代に入ると共にダウンサイジングが現実の課題となる中で、地域ごとの需給状況や需給バランスを明確に示すことも効果であるとしている。さらに、水道事業者と利用者との信頼関係の観点では、現行の水道料金管理システムでは、水道利用者と水道事業者が当期検針から次期検針までの期間においてお互いに水道使用量を全く共有しない情報の非対称性が生じているところ、スマートメーターによって双方向通信が可能になることで需要、供給両サイドにおける情報の共有化ができ、結果として需要、供給両サイドのギャップや情報の非対称性の解消に大きく寄与できるとしている。

3 交通事業および水道事業における DX に関する政策動向

本章では、冒頭に日本の公営企業全体における DX の推進に関する政策動向を概観し、その後交通事業における政策動向、および水道事業における政策動向について解説する。

3-1 公営企業全体における DX

2022 年に従来のまち・ひと・しごと創生に変わる新たな地方創生のビジョンとして、デジタル技術の活用によって地域の個性を活かしながら地方の社会課題の解決、魅力向上を実現することで地方活性化を加速する構想であるデジタル田園都市国家構想が打ち出された。同年 6 月には、デジタル田園都市国家構想の実現に向けた方向性を示すと共に、分野ごとに推進すべき政策を示した「デジタル田園都市国家構想基本方針」が閣議決定された。同基本方針では、公営企業に関連する分野として、交通における DX 推進、上水道や工業用水道におけるデジタル化の推進、施設維持管理・操作の高度化・効率化、医療分野の情報化の推進、および遠隔医療のさらなる活用といった方向性が掲げられた。その後同年 12 月には、基本方針で定めた取

組の方向性に沿って、中長期的な方向、達成すべき KPI、必要な施策とロードマップを示した「デジタル田園都市国家構想総合戦略」を策定し、その後 2023 年 12 月には改訂を行っている。交通分野および水道分野の具体的な内容に関しては、次節で詳述する。

公営企業の DX に関しても、デジタル田園都市国家構想の方向性と軌を一にして進めることとなり、総務省が 2025 年 1 月に発出した事務連絡「令和 7 年度の公営企業等関係主要施策に関する留意事項」では、公営企業の抜本的な改革等の推進の一環として業務効率化、DX・GX 等の取組を挙げている。この中では、広域化や民間活用などの改革の取組に加えて、業務効率化、収益増加、経費削減、住民サービスの向上等に資する DX の導入が「持続可能な経営の確保につながる重要な取組」であるとし、積極的な検討を求めている。また、これらの取組を促進するために、デジタル活用推進計画に位置付けて公営企業が実施する DX の地方単独事業に対して、一般会計が補助を行う場合には、2029 年度まで一般会計において補助額の 90% までデジタル活用推進事業債を充当できるようにすると共に、元利償還金の 50% を基準財政需要額に算入することとしている。また、公営企業債の充当対象経費の要件を満たさない DX の地方単独事業についても、上記と同じ期間において公営企業債を充当することを可能としている。

上述した財政支援以外にも、総務省では地方公共団体金融機構との共同事業として実施している経営・財務マネジメント強化事業において、公営企業の DX および地方公共団体自体の DX の取組を含む広範な分野を対象に、地方公共団体の状況や要請に応じてアドバイザーの継続的な派遣を行っている。具体的には直面する課題の克服等の財政運営や経営の改善に向けたアドバイスを行うためにアドバイザーを派遣する課題対応アドバイス事業、技術的・専門的な支援を行うためにアドバイザーを派遣する課題達成支援事業、都道府県が市区町村および公営企業の啓発のために研修を行うためにアドバイザーを派遣する啓発・研修事業の 3 つで構成され、2024 年度は約 1,900 団体・公営企業への派遣が想定されている。また情報提供策として、2017 年 3 月に作成・公表し、その後毎年度更新を行ってきた「地方公営企業の抜本的な改革等に係る先進・優良事例集」について、公営企業の経営環境の変化に鑑み新たに「公営企業の持続可能な経営の確保に向けた先進・優良事例集」を 2023 年 3 月に作成・公表し、本事例集に DX に関する取組を盛り込んだ。2024 年 10 月

に追加された事例を含めると全事業で 69 事例が掲載されている。各事例の事業ごとの内訳を表 1 に示す。

表 1 公営企業の持続可能な経営の確保に向けた先進・優良事例集掲載の DX 事例の事業別内訳

事業	事例数	事業	事例数
水道事業	32	交通事業	6
簡易水道事業	1	電気事業	2
工業用水道事業	1	ガス事業	2
下水道事業	16	病院事業	9

(出所) 総務省 2023a および総務省 2024a を基に筆者作成。

3-2 交通事業における DX

(1) 第 2 次交通政策基本計画における DX の方向性

国土交通省では、2013 年に制定された交通政策基本法に基づき、交通に関する施策の基本的方針、交通に関する施策の目標、および交通に関して政府が総合的かつ計画的に講ずべき施策を含んだ基本的な計画である、交通政策基本計画を策定している。2021 年に閣議決定された第 2 次交通政策基本計画では、交通政策の基本的方針を「A.誰もが、より快適で容易に移動できる、生活に必要不可欠な交通の維持・確保」、「B.我が国の経済成長を支える、高機能で生産性の高い交通ネットワーク・システムへの強化」、および「C.災害や疫病、事故など異常時にこそ、安全・安心が徹底的に確保された、持続可能でグリーンな交通の実現」の 3 つとし、各方針に関して目標、講ずべき施策、そして施策の推進に当たって必要となる取組を整理している。このうち DX に関する施策としては、「A. 誰もが、より快適で容易に移動できる、生活に必要不可欠な交通の維持・確保」関連の施策として、MaaS (Mobility as a Service) の全国での実装、混雑情報の提供やキャッシュレス決済等の活用、AI オンデマンド交通の導入促進が挙げられている。また「B. 我が国の経済成長を支える、高機能で生産性の高い交通ネットワーク・システムへの強化」関連の施策として、道路交通ビッグデータや AI を活用した渋滞対策の推進、AI 等の新たな技術を活用した交通管制システムの実証実験等の推進、交通関連情報のデータ化・標準化

やデータ連携、利活用の促進、交通系 IC カードや二次元コード等のキャッシュレス決済手段の導入促進が挙げられている。加えて鉄道に関して、一般的な路線での自動運転の導入の検討、無線通信を利用した列車制御システムの導入、カメラ等の活用による鉄道施設の状態監視などの推進が挙げられている。最後に、「C.災害や疫病、事故など異常時にこそ、安全・安心が徹底的に確保された、持続可能でグリーンな交通の実現」関連の施策として、先進技術等の利用によりドライバーの運転支援や負荷軽減に資する安全な自動車の開発・実用化・普及促進が挙げられている。

(2) デジタル田園都市国家構想と地域公共交通のり・デザイン

前述の「デジタル田園都市国家構想基本方針」では、デジタルの力を活用した地方の社会課題解決の一環として、MaaS の活用や自動運転の活用場面のさらなる拡大といった公共交通分野のデジタル化や先進技術の活用を進めると同時に、官民、交通事業者間、他分野との共創による地域交通のり・デザインを図る、公共交通の DX による地域活性化の方針が示された。また、デジタル田園都市国家構想を支えるハード・ソフトのデジタル基盤整備の一環として、ICT の活用による持続可能性と利便性の高い公共交通ネットワークの整備が掲げられた。

これらの方針を実現するための具体的な政策として、地域限定型の無人自動運転移動サービス実現のための一貫した取組の推進、地域の交通拠点の整備、デジタル技術の活用によるバス・タクシー事業者の生産性の向上の推進による持続可能な旅客運送事業の構築、MaaS の社会実装の推進、LRT (Light Rail Transit) や BRT (Bus Rapid Transit) などの自動化・電動化された輸送システムの導入促進を図ることとした。また鉄道においては保守等を含む DX の推進や新技術の活用などを通じて持続可能性と利便性の高い地域公共交通ネットワークへ再構築すると共に、バスなどのその他の輸送手段においても最新技術の実装を進めることとしている。以上のような方向性は、同年 12 月に閣議決定され、その後 2023 年 12 月に改訂された「デジタル田園都市国家構想総合戦略」にも引き継がれている。

国土交通省では、このような方針を受けて交通政策審議会地域公共交通部会において 2022 年 10 月より地域公共交通のり・デザインに関する具体的な方策を検討し、4 回にわたる議論を経て 2023 年 6 月に最終とりまとめ「～地域公共交通の『り・デザイン』の実現に向けた新たな制度的枠組み等に関する基本的な考え方～」を公

表した。最終とりまとめでは、今後の地域公共交通への対応の方向性として交通政策のさらなる深化、地域経営における連携強化、および新技術による高付加価値化の3点を挙げ、このうち新技術による高付加価値化については自動運転をゲームチェンジャー、また AI オンデマンド交通をリ・デザインの有力なメニューとして捉えたうえで、自動運転や MaaS といった新技術の導入に向けた対応の強化と ICT を利用した運行管理制度などの普及促進に向けた支援の必要性を述べている。また、「デジタル田園都市国家構想基本方針」や「デジタル田園都市国家構想総合戦略」で示された地域交通のリ・デザインの実現を図るために、2023 年 9 月に地域の公共交通リ・デザイン実現会議を設置した。同会議では地域交通の維持・確保および利便性・生産性・持続可能性の高い地域交通へのリ・デザイン、その前提となる多様な関係者の連携・協働を創出し進化させるための方策について検討を行い、その結果を 2024 年 5 月に「地域の公共交通リ・デザイン実現会議とりまとめ」として公表した。とりまとめでは、交通の効率化・利便性向上に資する新技術・デジタル技術の導入などの施策のアップデートの必要性が示され、具体的な対象として AI デマンド交通、キャッシュレス、自動運動移動サービスが例示されている。

以上のような地域公共交通のリ・デザインに関する取組を財政面から支援するために、表 2 のように各種事業が整備されているところである。

表2 地域交通のリ・デザイン関連事業（DXに関連する事業のみを抜粋）

事業名		概要
地域公共交通確保 維持改善事業	交通DX・GXに よる省人化・経 営改善支援事業	・ ICカードやQRコード・タッチ決済、顔認証等のキャッシュレス決済の導入に対する補助 ・ 運行管理システム、乗務日報自動作成システムなどの導入に対する補助 ・ GTFS によるバス情報標準化、混雑情報提供システムの導入に対する補助
	自動運転社会実 装推進事業	・ バス、タクシーサービス等への自動運転の活用および持続可能性に関する実証事業に対する補助
地域公共交通特定 事業	道路運送高度化 事業	・ AI デマンド交通の導入、キャッシュレス決済の導入などに対する補助
地域公共交通再構築事業		・ デジタルサイネージの整備、キャッシュレス決済の導入などに対する補助
先進車両導入事業		・ 鉄道、バスにおける自動運転など先進的な車両の導入に対する補助
訪日外国人旅行者 受入環境整備事業	交通サービスイ ンバウンド対応 支援事業	・ 全国共通ICカードの導入、QRコードやクレジットカード対応、企画乗車船券のICカード化、多言語バスロケーションシステムの設置などに対する補助

（出所）国土交通省ウェブサイト「地域公共交通のリ・デザイン関連予算一覧」、
<https://www.mlit.go.jp/redesign/budget/>内の各事業紹介資料、国土交通省（2024a）
「社会資本整備総合交付金（地域公共交通再構築事業）概要パンフレット」を基に
筆者作成。

(3) 公営交通の DX に対する支援策

前項で述べた各種支援策は公営・民営問わず公共交通全般に対する DX 支援策であったが、これらとは別に総務省では公営交通の DX に対する支援策を講じている。同省が 2024 年 1 月に発出した「公営交通事業の経営に当たっての留意事項について」では、環境変化後の旅客需要に見合った業務量の見直しの一環として業務システムのクラウド化、施設・設備の最適化の一環としての AI を活用したメンテナンスの実施などの DX に取り組むことが必要であるとされている。そのうえで財政支援策として、地方財政法において資金不足が生じている交通事業のうち、経営戦略を改定済みまたは改定に着手済みの事業を対象として、資金不足額および経営改善の実施に必要な経費について、経営改善効果額を限度として交通事業債を 2024 年から 2026 年度までの期間で発行可能としている。また、前節で紹介した経営・財務マネジメント強化事業の交通事業への活用も推進している。

3-3 水道事業における DX

(1) デジタル田園都市国家構想における DX の方向性

「デジタル田園都市国家構想基本方針」では、水道分野におけるデジタル化の推進として、事業運営の広域連携を見据えて業務効率化を推進するためにデジタル技術を活用した標準仕様に則ったプラットフォームの周知、導入支援を行うことで同プラットフォームの普及を図っていく方向性が示された。また、防災・減災、国土強靱化の観点から、デジタルデータの活用を推進することによってインフラの効率的なメンテナンスを実現する必要性についても述べられている。また下水道分野では、施設維持管理・操作の高度化・効率化の一環として、下水道施設管理の高度化・効率化や省エネ化に資するものとして構築した、データ利活用の基盤となる共通プラットフォームの運用を 2023 年度中に開始すると共に、ICT や AI を用いた広域管理・運転支援技術の実証、およびガイドラインの策定を進めることとしている。

同方針を具体化した「デジタル田園都市国家構想総合戦略」においてもこの方向性は引き継がれたものの、その後 2023 年の改訂版においては防災・減災、国土強靱化関連の項目のみが残され、その位置づけは戦略を見る限り前節の交通事業に比べ小さなものとなっている。

(2) 厚生労働省、経済産業省および国土交通省による DX 推進

前項のようにデジタル田園都市国家構想における位置づけは小さい一方で、省庁による水道の DX の取組は早くから行われてきた。厚生労働省および経済産業省は共同で 2014 年度から水道事業における CPS (Cyber Physical System) および IoT (Internet of Things) の活用について検討を行い、その具体策として水道に関する設備・機器に係る情報や事務系システムが取り扱うデータを横断的かつ柔軟に利活用できる水道情報活用システムの検討を進めてきた。この結果は 2021 年 4 月に水道情報活用システム導入の手引きとして取りまとめられた。現在、同システムの標準仕様の改定が水道情報活用システム標準仕様研究会によって進められている。また、デジタル田園都市国家構想基本方針に示された方向性に沿って、同システムの導入に向けた財政面での支援策として水道情報活用システム導入支援事業が設けられている。2024 年 4 月時点で、20 府県の 40 事業者において水道情報活用システムが導入されている。

このような水道情報活用システムの活用推進以外の点においても、インフラ維持管理の効率化、高度化の観点から DX に向けた支援策が設けられている。2018 年度より、IoT (ビッグデータや AI を含む) の活用による事業効率化や高付加価値の水道サービスの実現を図るモデル事業に対して、設備導入および水道施設の整備に係る経費の支援を行う水道事業における IoT 活用推進モデル事業が創設され、2022 年度からはこれまでの技術に加えて、ドローンや水中ロボット、管内カメラなど IoT を用いない新技術の導入にも対象が拡大された。さらに、水道整備・管理行政の一部が厚生労働省から国土交通省へと移管された 2024 年度からは、上下水道一体で官民連携や DX などによって事業の効率化、高度化、基盤強化を行う必要があるとの認識のもと、新たな補助事業として上下水道一体効率化・基盤強化推進事業が設けられた。同事業の一部として、新技術を用いて事業効率化や高付加価値の上下水道サービスの実現を図る施設整備を行う際に、当該技術を用いた上下水道の設備および施設整備に要する経費の 2 分の 1 または 3 分の 1 を補助する上下水道 DX 推進事業が設けられ、モデル事業が進められているところである。

4 諸外国の交通事業および水道事業における DX 事例

本章では、交通事業および水道事業における DX について、交通事業についてはロンドン、ヘルシンキおよびウィーンを、また水道事業についてはコペンハーゲン、ベルリンおよびパリを取り上げ、諸外国の都市においてどのような取組が行われているかを紹介する。

4-1 交通事業における事例

(1) ロンドン

ロンドンでは、2000 年に設立されたロンドン交通局（TfL）が公共交通全般に関する責任を負っており、同局傘下のロンドン地下鉄が地下鉄の運行を行うほか、ライトレールや路面電車、バスやタクシーの管轄を行っている。同市では 2021 年にロンドン交通局テクノロジー戦略を策定し、テクノロジーによる業務改革、利用者への情報提供の充実、決済のシームレス化、インフラ整備の 4 点を柱に DX を推進しているところである。

具体的な取組として、在宅勤務を可能とするデジタルワークプレイス関連技術の導入、経路検索やチケット購入、決済などを一元的に行えるアプリの提供、決済のシームレス化、2003 年から利用されている交通系 IC カードの次世代型カードへの更新などに進めている。また、これらの DX を推進するのに不可欠なインフラ、ネットワークの更新や堅牢化の取組を行っている。これ以外にも、本稿執筆時点での報道として、2025 年度に自動運転バスの本格導入が予定されている。

(2) ヘルシンキ（Whim）

ヘルシンキでは、1945 年に設立されたヘルシンキ市交通局（HKL）が、同市の都市圏の公共交通に関する責任を担っているヘルシンキ地域交通局（HSL）の委託を受けて路面電車と地下鉄を運営している。またバスに関しては HSL の委託を受けた民営事業者が運行を担っている（黒崎 2018、192-193 頁）。同市をはじめとするフィンランドは MaaS の取組を世界に先駆けて行った国であり、本項ではヘルシンキにおける MaaS の取組について紹介する。

2017 年 6 月にフィンランドのスタートアップ企業である MaaS Global 社が MaaS アプリである Whim アプリをリリースした。同アプリでは、同一自治体内で

完結する移動の場合は 2.2 ユーロを、自治体間の移動の場合は 4.2 ユーロを支払う従量課金制のパッケージ、月額 89 ユーロでヘルシンキ市内の公共交通機関を回数制限なく利用できると共にレンタカーやタクシーを 39 ユーロまで利用できるベーシックパッケージ、月額 149 ユーロで公共交通機関を回数制限なく利用できると共にレンタカーやタクシーを 124 ユーロまで利用できる Go パッケージの 3 種類が提供された。その後制度の見直しが行われ、公共交通機関の乗り放題に加えて利用できるレンタカーやタクシー、シェアサイクルのプラン内容に応じて月内で利用できる量に上限が設けられているアーバンパッケージと、上限なしで乗り放題のパッケージの 2 種類に集約された (Maxime Audouin, Matthias Finger2018, p.28)。

(3) ウィーン

前項のヘルシンキ同様、ウィーンにおいても MaaS の取組が進んでいるが、ウィーンの特筆すべき点は自治体主導で設立したスタートアップ企業が中心的役割を担っている点である。以下、ウィーンにおける MaaS の具体的な内容について紹介する。

ウィーンでは、2017 年に市の交通局が運営するアプリ「WienMobil」利用が開始された。同アプリでは、交通局が運営する路面電車や地下鉄のみならず、タクシー、シェアサイクル、カーシェアリング、レンタカー、電動キックボードなどのリアルタイム情報にアクセスすることが可能である。加えて、これらの交通手段の利用に必要なチケットの購入、予約、決済もアプリ上で行うことができ、「ワンストップ・モビリティ・ショップ」が展開されている (牧村 2021、168-170 頁)。ウィーンでは「WienMobil」以外にも前項で紹介した Whim など複数の MaaS 関連サービスが展開されているが、これらのサービスを下支えするデータ基盤を担っているのが交通局とシュタットベルケが出資するスタートアップ企業である Upstream である。同社は従業員 6 名という小規模でスタートしたものの、その後実証実験で良好な結果を収め事業を拡大し、現在では交通事業者と MaaS のオペレーターともつなぐプラットフォームとしての役割を担うまでに成長している。

4-2 水道事業における事例

(1) コペンハーゲン

コペンハーゲンでは、飲料水の供給および下水管理などを行うエネルギー・インフラ関連の公営企業である HOFOR と、下水処理を行う BIOFOS が存在する。同市においては下水処理で連携する部分が多いものの、両社のデータ管理システム間の相互運用性が十分に図られているとは言い難い状況であった。また、下水処理場の流量予測の精度の問題から、雨水の流量のリアルタイムの制御が困難であった。このような課題を解決するために、下水道と下水処理場の統合制御のためのウェブ上のプラットフォームの構築、雨水管理のための相互運用可能な意思決定支援システムの導入、雨水のリアルタイム制御アルゴリズムの導入、および下水道の流量予測ツールボックスの整備を行った。

下水道と下水処理場の統合制御のためのウェブ上のプラットフォームは、BIOFOS、HOFOR をはじめとしたコペンハーゲン市の水利関係者に下水処理の容量、水質、処理方法に関するリアルタイム情報を提供すると共に、そのデータはウェブ上で閲覧可能となっている。雨水管理のための相互運用可能な意思決定支援システムは、大規模下水処理場と下水道システムのデータおよび予測について総合的に把握することが可能なものであり、同システムから得られる情報に基づき、大規模下水処理場の流量操作を乾季と雨季で切り替えたり、流量の増加が見込まれる際に貯留池の容量を空けたりするといった対応が可能となった。最後の下水道流量予測ツールボックスは、従来のレーダーデータに基づく流量予測では統合リアルタイム制御の有用性を十分に引き出すことができないことから、機械学習モデルを用いてより正確な流量予測を可能となるものである。

このように、コペンハーゲンでは下水道に関する精度の高い統合制御を可能にするための様々な分析モデルの活用を行うと共に、これらの状況を可視化するためのプラットフォームの構築を通じて水利関係者の意思決定を支援している。

(2) ベルリン

ベルリンでは、飲料水の確保、下水道の氾濫が課題となっており、飲料水と下水道のインフラの性能向上の必要性に迫られていた。このような状況に鑑み、ベルリンではデジタル技術を活用した様々な取組が試みられてきた。具体的には飲料水の

井戸の資産管理用のモバイルアプリ、地下水を可視化するための AR (Augmented Reality) を活用したモバイルアプリ、下水道への違法な接続を追跡するセンサー、下水道の氾濫・洪水監視のためのセンサー、下水道のスマート清掃システムなどを活用している。

井戸の資産管理用のモバイルアプリは、井戸の調査現場において既に蓄積されたデータの利用が可能となると共に、現地調査において収集されたデータをデータベースに即時に伝送することで、メンテナンスの必要性が高い井戸に対応を集中することを可能にしている。地下水可視化の AR モバイルアプリでは、表面上は見ることでできない地下水や地質に関する情報を、拡張現実を用いて可視化することによって公営企業と市民との間の今後の水道政策に関するコミュニケーションの際に利用できるようにした。また下水道に関するものとして、下水道への違法な接続を追跡するセンサーは、下水の水質や水温に関する IoT センサーと GIS のデータを組み合わせることで、下水道への不正な接続がどこで行われているかを把握する仕組みである。下水道の氾濫・洪水監視のためのセンサーは、下水道の氾濫によって汚染物質が発生し流域に影響を及ぼしていた状況に対し、レベルセンサーや静電容量センサーを用いた機器を用いた高額な運用管理の代わりに AI アルゴリズムを活用することで低コストかつ精度の高い測定を行えるようにし、結果としてより適切な下水道の運用管理を可能とするものである。最後に下水道のスマート清掃システムは、高解像度カメラ、下水管清掃ノズル、および無線通信技術を組み合わせることによって、清掃が必要な箇所を特定することで下水道清掃の効率を向上させる取組である。

(3) パリ

パリでは、2024 年のパリ五輪に向けて河川の水質を改善し泳げるようにすることでトライアスロンを無事開催できるようにすることが課題となっていた。そのために、細菌モニタリングシステムと機械学習を用いた水質早期アラートシステムを導入した。

細菌モニタリングシステムは、合流式下水道からの越流水に大量の細菌が含まれるにもかかわらず、従来のサンプル検査では水質の結果が判明するのは早くても 2 日後であった。そこでセンサー技術を活用して遠隔操作で自動的にサンプルを採取

しそのデータをリモート通信で伝送することによって、即時に測定データが入手できるようになると共に、分析するパラメーターが拡大することで多様な項目が測定可能となった。水質早期アラートシステムに関しても上述したサンプル検査に起因する課題が存在していたところ、機械学習を用いてリアルタイムに水質をモニタリング、予測することで、精度の高いアラートを早期に発出することを可能にし、さらには適切な下水道管理を可能にしている。

5 個別事例に関する調査

今回の研究では、交通事業および水道事業における諸外国の DX の事例のうち、ソウル市の地下鉄およびバスにおける DX の事例と台北市の水道における DX の事例について、取組の経緯や効果、課題などについてヒアリング調査を行った。本章ではこれらの調査結果について述べる。

5-1 ソウル市の地下鉄およびバスにおける DX の推進

(1) ソウル市における公共交通の運営体制

ソウル市の公共交通のうち、地下鉄については市が出資する2つの公社であるソウルメトロとソウル特別市都市鉄道公社による運営体制が長らく続いてきた。1981年に設立されたソウルメトロは、最初の地下鉄である1号線から4号線までの第1期の路線を運営していた。一方、事業者間での競争による経営改善を目的として1994年に設立されたソウル特別市都市鉄道公社は、5号線から8号線までの第2期の路線を運営し、このような2社間の競争を促す運営形態は20年以上続けられてきた。しかし、2社が運営することによる人員や業務の重複、各社個別での物品購入によるコストの増大がかえって非効率をもたらしていると問題視され、2014年にソウル市地下鉄統合革新計画が発表された。その後2015年より統合に向けた作業が行われ、2017年に統合に関する条例が成立し、現在では両社を統合したソウル交通公社が一元的に運営を行っている。

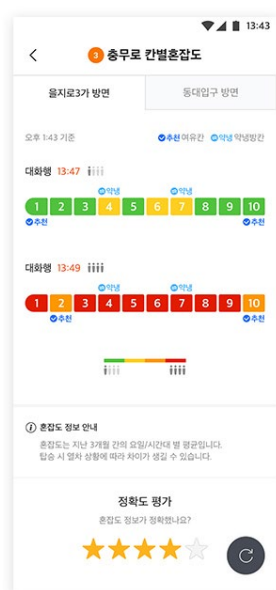
一方バスに関しては2004年以降、市がバス全体の路線の調整や運行計画の作成を行い、その運行計画に基づき民間事業者64社が6,000台以上の規模で運行を行う準公営制と称される枠組みで運営が行われている。当時ソウル市長であった李明博氏は、同市において自家用車が急増し渋滞やそれに起因する事故が多発していた

ことや大気汚染などの環境悪化が発生していた状況に対し、自家用車の利用抑制と環境改善を目的として清溪川に架かっていた高速道路の撤去やロードプライシングの実施などのプロジェクトを推進した。同プロジェクトによって自家用車の利用を抑制する一方で、その分を公共交通の利用に振り向ける必要があることからバス専用レーンの拡充や後述するバスマネジメントシステムの構築を行った。これらの政策の一環として進められたのが従来の民営による運行に代わるものとしての準公営制の導入である。天野らは、ソウル市（およびその他の韓国の大都市）において準公営制が導入された理由として費用面や市にバス運行の経験や手段がないことを挙げており、これらを踏まえて配車管理、運転手の管理などの運営面については従来通り民間事業者が担い、路線計画、車体や路線環境の設置・改善、収入管理などを市が担う仕組みがとられたとしている（天野・中山 2009、537-539 頁）。準公営制の導入以降、市内バスを広域急行路線、幹線路線、循環路線、支線路線の体系に構築し、各路線を担当する事業者を定めたうえで実際の運行が行われている。また、運賃収入に関してはバス事業者で構成するバス運送事業組合に設置された収入金共同管理機構がいったんプールし、それを各路線の運行距離や使用台数、運行回数に応じて事業者に配分し、赤字が発生する場合には差額をソウル市が補助する仕組みとなっている。

（2） 地下鉄の混雑情報提供システムの取組

ソウル市地下鉄の混雑情報提供システムは、地下鉄の位置情報と車両に取り付けられた Wi-Fi へのアクセス情報を組み合わせて車両ごとの混雑情報を把握し、公社のアプリや他社の交通情報案内アプリで表示するシステムである。当初は 1 号線から 8 号線に導入し、のちに 9 号線にも拡大した。現在では過去数日のデータを用いて混雑度の予測情報を提供するサービスを行っているほか、1 号線の一部の駅では電車の接近案内にも混雑度を表示する実証実験を行っている。

図1 ソウルメトロの混雑情報提供画面（イメージ）



（出所）SK テレコムウェブサイト「SKT、国内で初めて地下鉄の車両別混雑情報を提供」、<https://news.sktelecom.com/137488>

本取組は2019年に公社とSKがMoUを締結して研究を開始したものであるが、その契機は新型コロナウイルスの感染拡大であった。当時、車両の混雑情報を計測して活用しようという意図を持っており、最初は新型車両に乗っている乗客の重量をもとに測定を試みていた。しかしながら、この方式では瞬時のデータ送信が難しく、予測への活用にも難があった。また交通系ICカードであるT-Moneyのデータを用いたとしてもどの車両に乗車したかは分からないため、Wi-Fiの活用に至ったものである。混雑情報の提供で利用者のニーズに応えたいという公社の思惑と、自社携帯のユーザに有益な情報を提供したいというSKの思惑が一致したことが協力をスムーズにしたとのことであった。

列車の位置情報、および各列車にどのくらい利用者が乗っているかの情報は公社が有しており、これにSKが保有する車両ごとの分布のデータを組み合わせることで車両ごとの混雑情報が分かるようになっている。なお、通信システムはSKが既に設計、開発したものを利用している。コストに関しては、SK側は以前より測定可能なデータを活用しただけであったため、追加投資は発生しなかったが、精度を上げるための改修費用として5～10億ウォンがかかった。公社についても特段の追加

投資は発生しなかったが、企画段階では1億ドルを予算計上していた。この予算計上に際して、費用対効果に関して公社の内外から質問が寄せられたが、社会的価値を強調することでクリアすると共に、過重に伴う車両の故障リスクを回避する側面もあることを説明して理解を得たとのことである。

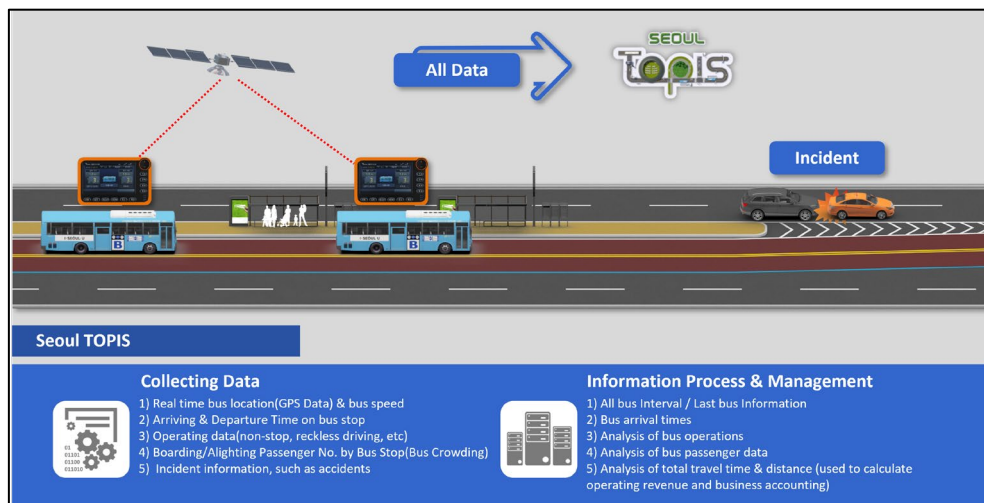
導入効果として、サービス提供前後で利用者は増加、混雑度も増したが分散乗車するようになり、空いている車両に乗りたい利用者のニーズにマッチした点が大きかった。一方課題として、個人情報の取り扱いが挙げられる。現在の取組ではどの通信会社のユーザであるかの情報など、同法で認められている範囲内の情報のみ活用しているが、今後取組をさらに発展していくうえではやはり個人情報の取り扱いはハードルになるとの認識である。また現在は課題としては小さくなってきたものの、取組の開始時にはSKのプロジェクト推進におけるスピード感に公社がついていくことが難しく、この点は現在進めている韓国鉄道公社(KORAIL)とのMoUに基づく取組においても同様に課題となっている。さらに、韓国では2022年10月に発生したソウル梨泰院における雑踏事故をきっかけに、公社の車両や駅などでの混雑度を管理するための指針が発令され、その対応も必要となったものの、車両は対応可能だが駅ではまだ対応できていない状況である。今後、駅のホームなどに設置された防犯カメラの映像と組み合わせた対応が必要と感じているとのことであった。

(3) 交通管制システムを利用したバスの運行管理および情報提供などの取組

BIS(Bus Information System)およびBMS(Bus Management System)は、バスの位置情報などをリアルタイムで収集、処理、分析して情報を提供する仕組みである。収集、処理、分析するデータは、バスのリアルタイム位置情報、運行速度、停留所の発着時刻、停留所ごとの乗降客数、事故情報で構成され、これらの分析結果をもとに停留所への到着予測時刻やバスの混雑情報などをアプリや停留所に設置したデジタルサイネージで見られるようにしている。なお混雑情報については、地下鉄と異なりT-Moneyのデータで判定しており、25人以下であれば「余裕あり」、45人以上乗っていれば「混雑している」、それ以外は「普通」と表示する。これらの運用を行っているのが2005年にBMS、警察、道路公社などの機関が参加してソウル市の交通情報を一元的に管理する機関として設置されたソウル市交通情報センター(TOPIS)である。TOPISでは、市内に設置された防犯カメラ523台の映像をも

とに渋滞の発生や違法駐車車両の有無を把握し、バスの運行情報と組み合わせることによってより定時性の高いバス運行に努めているほか、これらの情報を基にバスに取りつけた端末へ運行指示を出すことで、バス運転手の運行支援にも用いている。

図2 ソウル市バスの運行管理および運行情報提供システム



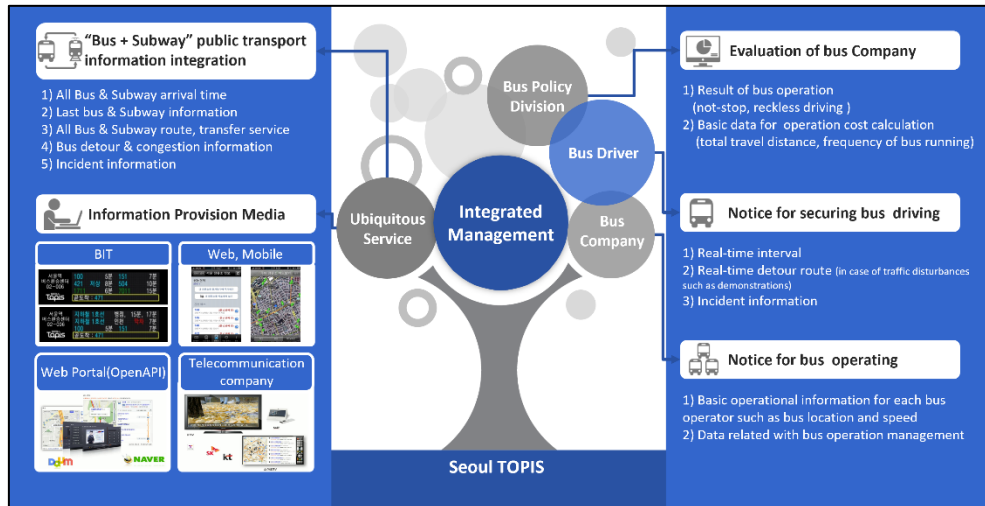
(出所) ソウル市交通情報センター (TOPIS) ウェブサイト「バスシステム (BMS & BIS)」、<https://topis.seoul.go.kr/openEngBms.do>。

BIS および BMS が導入された契機は、1998 年に市が発表した「ソウル交通未来 21—中期交通総合計画」であった。同計画における施策として位置情報システムを用いたバス案内体系の改善が挙げられ、その具体策が BIS であった。その後 2002 年 10 月に李明博市政において公表された「ビジョンソウル」では、市民の交通の速度向上策として BMS の構築が掲げられ、運行情報の取得、リアルタイムの運行管理、運行データの記録および保存を進める方針が示された（金應周・上林研二・三輪泰司 2005、88-89 頁）。その後、BIS と BMS のシステム要件定義はソウル市で行い、その要件をもとに調達を行って IT 企業が構築するというプロセスであった。

このような BIS および BMS から得られたデータはバス事業の管理においても活用されている。ソウル市ではバス事業者 64 社に関してデータを用いて事故件数、定時性、サービス内容を評価し、その結果に応じて事業者に支出する補助金に差をつけている。加えてこれらのデータと、地下鉄や公共自転車 45,000 台、タクシーの移動データを一元的に管理する公共交通支援システム (Taims) を有しており、交

通政策の立案に活用している。

図3 バス運行情報の活用イメージ



(出所) 同上

ソウル市では、今後も BIS および BMS を継続して活用して公共交通をはじめとする交通体系の改善に努めていくと共に、新たな取組として自動運転の導入にも取り組んでいる。このうちバスに関しては三洞地区で6人乗りの自動車を用いて3路線で無料の実証実験を行っているほか、汝矣島の国会議事堂周辺から郊外に向けて終バス後の足として、13人乗りのバスを用いた自動運転深夜バスを無料で運行している。さらに青瓦台周辺を巡回する15人乗りの自動運転バスを有料で運行している。

5-2 台北市の水道における DX の推進

(1) 台湾における水道の供給体制

台湾では、台北市における水道の供給を台北自来水事業処が、それ以外の地域における水道供給を台湾自来水会社が担っている。1972年12月に発出された都市開発政策に関する声明の中で、台湾全土の水道システムの効果的な開発のために、台湾全体を包括する会社の設立が必要であるとの指示がなされた。この指示に基づき、1973年には政府が台湾自来水会社の設立に向けた準備室が発足し、水道の統一的な管理と長期的な開発に向けた計画を策定した。1974年1月には台湾自来水公司

が発足し、その後2年をかけて台北を除く台湾本島の水道事業の運営を統合した。

一方、台北自來水事業処は従来の台北自來水廠を組織改編する形で1977年に設立された公営企業である。同事業処は台北市の380万人の利用者に対して一日あたり250万 m³の水を供給している。本節では、これら2つの事業体のうち後者に焦点を当ててそのDXの取組を紹介する。

(2) 水質モニタリングシステム

水質モニタリングシステムは、水源、浄水場や利用者の蛇口に近い箇所における水質を測定し、そのデータを水道局の事務所に伝送してリアルタイムで把握できるようにするシステムである。1983年から開始し、浄水場におけるモニタリングから初めて、次第にモニタリングを利用者側に拡大しており、現在では95箇所で行っている。濁り度やphについて24時間モニタリングし、その結果はPLC専用線でデータが伝送される。モニタリング結果は水道局のウェブサイトで公開しており、誰でも見る事が可能である。本取組は、台北市の水安全推進プログラムの一環として位置づけられている。

図4 台北自來水事業処の水質モニタリングシステム



(出所) 台北自來水事業処ウェブサイト「全流程水質監測」、
<https://www.water.gov.taipei/cp.aspx?n=8A69FC880FC1BE15>。

図5 台北自来水事業処ウェブサイト上のモニタリング結果表示画面



(出所) 同上「水質監視系統」、<https://mbr.water.gov.taipei/WTSVCL041F>。

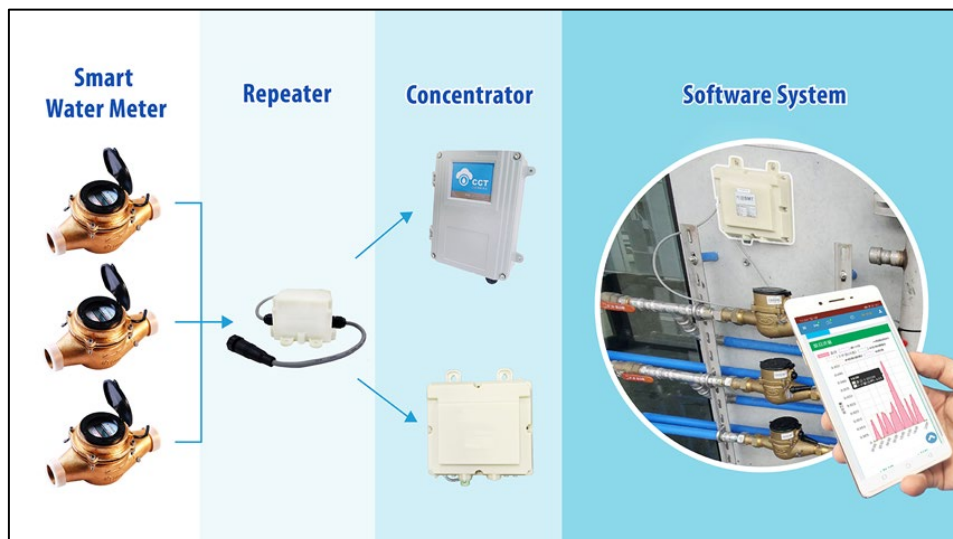
本システムを導入するきっかけは給水する質の安定化の必要性から、モニタリングを行い質の向上に努める必要があるとの認識の高まり、24時間モニタリングの必要性があるとの認識に至ったことである。その後、浄水場のモニタリングだけでは利用者に給水されるまでの質の変化が測れないため対象を拡大した。当初は連合工業研究所、連合鉱業研究所、金属工業研究所を1973年に統合して財団法人として設立した、官民連携の組織である工業技術研究院（ITRI）と連携しながら開発を行ってきた。その後、水道局の職員に技術のノウハウが蓄積されたことから、水道局の内製で開発した。現在は2、3人のスタッフで運用、保守を行っており、運用コストは年間で600万台湾ドルである。

本システムの導入によって、水質の向上、安定化といった効果がもたらされたと同時に、事業処内部に対しても水質モニタリングのネットワークができたことによって、現地に赴くことなく事務所にいながら汚染水を一番早い段階で検知して、必要に応じて清潔な水への処理を迅速に行えるようになった。現時点では特に課題は生じていないとのことである。

(3) スマートメーターの活用

台北市においては、住居やビルなどに設置しているスマートメーターの数値を自動で読み取り、水道局に4Gまたは5G回線を用いてデータ伝送することで現地を訪問せずとも検針が行える仕組みを導入している。

図6 スマートメーターを用いた自動検針システム



(出所) 中華民国對外貿易發展協會 台湾エクセレンスウェブサイト「IoT 集中型自動検針システム」、<https://www.taiwanexcellence.org/jp/product/1120942>。

スマートメーター導入の背景として、検針する人手不足が課題であると同時に、水道メーターが屋内にあるため、プライバシーの観点から代替となる方法を模索していた。その結果としてスマートメーターの活用が有益であることが判明したため、事業処としての取組を開始した。その後 2015 年に公営住宅スマートメーターの導入が市の政策として打ち出され、2020 年には議会で全戸でのスマートメーターの導入が議題にあがった。現在では、新しく建てる建物については条例で設置が義務づけられている。

導入にあたってはメーターの事業者、データ伝送・通信の事業者など技術ごとに様々なメーカーの協力を仰ぎ、正確にデータが得られるよう集合住宅やマンションで実験を行った。その後、コストの観点からメーカーを選定する流れを取った。具体的には、まずテストとして、プールなどの使用する水道料が大きい公営施設に設置した。この最初のフェーズでは、大型のメーターを製造している 1 社に調達をかけた。その後、興味のあるメーカーを募集したところ、国内外から 12 の事業者チーム（メーターを製造している企業と通信関連の企業で編成されたチーム）が参加した。実験段階では製品の購入は行わなかったが、データの送信自体は事業者が無償で行った。

導入対象は公営の集合住宅やマンションである。さらにメーカーとの技術協力により開発を進め対象を拡大し、2024 年からは既存住宅にも設置している。なおコストについては導入する住宅の戸数などにより変動するが、新築住宅を対象として設置を行っていた時点では平均して年間 5,000 万台湾ドルであった。

導入効果について、利用者に対しては水に関する異常が迅速に検知できるようになり、既に累計 7,400 件の改善事例が生まれたという効果が見られた。事業処に対しても、上記に加えて、漏水防止によって節水できるようになったと共に、得られたデータをもとに使用量に関するより精緻な分析、予測が可能になった。

今後の展開に向けた課題として、新築の戸数がどのくらいになるかの予測がつかないため、予算が立てづらいこと、またメーターのコストの低廉化が望まれるところである。さらに技術面では通信環境が悪い地域におけるデータ転送の問題や、排水機能が悪い箇所では浸水してデータ転送ができなくなるケースが存在することが課題として挙げられた。

6 交通事業および水道事業における DX 推進の展望と課題

本章では、諸外国事例も踏まえつつ、今後の交通事業および水道事業においてどのようなケースで DX が推進されるかについての展望、また DX を推進するにあたっての課題について整理する。

6-1 交通事業における展望と課題

交通事業においては、「デジタル田園都市国家構想総合戦略」や「経済財政運営と改革の基本方針」、また「第 2 次交通政策基本計画」にも盛り込まれているように、MaaS アプリの導入やキャッシュレス決済の推進を中心とした利用者向けサービスの向上、データを活用した事業運営方針や計画の見直し、インフラの管理・更新の効率化といった内部的な業務改革において推進が期待される。

その際に課題となることの 1 点目が、ソウル市の混雑情報に関する事例にみられるように、費用対効果をどのように捉え、評価し内部、首長部局、および議会に説明を行うかである。技術の普及、成熟化に伴い無償での実証実験の可能性が低くなることを鑑みれば、予算要求における費用対効果の観点の重要性は今後より高まるものと思われる。2 点目として、個人情報保護の観点が挙げられる。水道事業に比

べて交通事業によって生み出されるデータは多種多様であり、利用者個人を対象とすることからそのデータ規模も膨大になる。個人情報保護法および各自治体の個人情報保護条例に規定されている内容との対比において、利便性向上を図りつつ個人情報に抵触しない範囲でどこまで取組が行えるか、慎重な検討が求められる。3点目が、道路行政をはじめとした首長部局や警察との連携が挙げられる。ソウル市の事例では、道路上の監視カメラの画像を活用することで公共交通の定時性向上に寄与しているが、このような取組を進めるうえで首長部局や警察などとの連携は不可欠である。地域交通法の制定以降、交通政策への首長部局の主体的な関与が進んだこともあり、より密接なコミュニケーション、協働が求められる。

6-2 水道事業における展望と課題

水道事業においては、国土交通省が推進している DX の柱として日本でも既に普及に向けた取組が進んでいるスマートメーターの採用拡大が見込まれる。それ以外に、AI を活用した管路の老朽化や異常の予兆検知、センサー技術を活用した水質モニタリング、またドローンやロボットを活用した点検などの推進が見込まれる。

これらの推進に向けた課題として1点目に、スマートメーターではメーターの価格低廉化が挙げられる。事例で取り上げた台北市の場合、デジタルメーターを製造している事業者が1社のみであったことが導入拡大に向けたハードルであった。世界全体に目を転じると複数のメーカーが調達の対象にはなりうるが、小規模自治体の公営企業にとっては調達に係る作業コストの面から容易とは言い難い。水道事業自体の共同化、広域化は以前より議論されているところであるが、その一部としての共同調達の拡大は検討の俎上となりうる。2点目として、上記に関連して日本においてはメーターの小型化も必要である。台北市においてもデジタル式のメーターは大型で場所によっては設置が難しいことも存在した。同市では縦型のメーターを開発することでこの課題に対応したが、日本のメーターボックスは小型であることはしばしば指摘されるところであり、今後の改良が望まれる。3点目として、水道事業においてはセンサー技術をはじめとした IoT を活用するケースが多いことが想定されるが、通信やネットワークの安定性、機器故障の防止が交通事業よりも強く求められる。技術革新のスピードが年々増しているなかで、先進的な技術とある程度成熟した技術をどのように組み合わせて DX を進めるか、公営企業の中でその

考え方や方針を整理しておくことが求められる。

最後に、交通事業にも共通することであるが、DX においては小さくプロジェクトをはじめ、試行錯誤を繰り返しながら迅速に進めていくアジャイル・ガバナンスの重要性が強調されている。DX 推進において協働先となる IT 企業においては、プロジェクトを推進する際に迅速に意思決定を行い、課題を小さい単位に分割したうえで、その小規模な課題の解決策を試行錯誤することで漸進的ではあるが課題解決の成果を上げようという行動様式をとる。一方、公営企業においては、課題の解決策の立案から決定に至るまで重層的な意思決定プロセスのもとで技術の安全性、信頼性、費用対効果、個人情報などの観点を慎重に検討したうえで取組を推進し成果を上げようという行動様式をとっており、両者の間で解決すべき課題の規模感やスピード感に関してギャップを生じることがソウルメトロの事例から伺える。このような両者の行動様式のギャップをどのように埋めていくかも、プロジェクトの円滑な推進には不可欠であろう。

引用文献

- 天野圭子・中山徹（2009）「韓国の大都市におけるバス交通の準公営事業政策に関する研究」、日本建築学会『日本建築学会技術報告集』15 巻 30 号、535-540 頁。
- 家田仁・小嶋光信（監修）、三村聡・岡村敏之・伊藤昌毅（編著）（2021）『地域モビリティの再構築』薫風社。
- 井熊均・井上岳一・木通秀樹（2018）『公共 IoT 地域を創る IoT 投資』日刊工業新聞社。
- 石井晴夫・宮崎正信・一柳善郎・山村尊房（2015）『水道事業経営の基本』白桃書房。
- 石田東生・宿利正史（編著）、地域の未来を変えるモビリティ研究会（著）（2022）『ウェルビーイングを実現するスマートモビリティ 事例で読みとく地域課題の解決策』学芸出版社。
- 金應周・上林研二・三輪泰司（2005）「ソウル特別市における都市交通整備事業に関する考察－歩行空間の設計手法に関する基礎的研究」、日本都市計画学会『日本都市計画学会 都市計画報告集』4 号、83-90 頁。
- 黒崎文雄（2018）「ヘルシンキ都市圏の交通運営－広域公共交通の運営事例として－」、交通経済研究所『運輸と経済』78 巻 10 号、192-194 頁。
- 経済産業省・厚生労働省（2021）「水道情報活用システム導入の手引き～水道事業等の持続的な運営基盤の強化に向けた CPS/IoT の活用～」。
- 公益事業学会（編）（2020）『公益事業の変容 持続可能性を超えて』関西学院大学出版会。
- 国土交通省（2021）「第 2 次交通政策基本計画」。
- 国土交通省（2023）「～地域公共交通の『リ・デザイン』の実現に向けた新たな制度的枠組み等に関する基本的な考え方～」。
- 総務省（2023a）「公営企業の持続可能な経営の確保に向けた先進・優良事例集」。
- 総務省（2023b）「公営企業の DX について」（全国都道府県・指定都市公営企業管理者会議（令和 5 年 1 月 24 日開催）資料 1－3）。
- 総務省（2024a）「公営企業の持続可能な経営の確保に向けた先進・優良事例集（下水道事業・病院事業追加分）」。
- 総務省（2024b）「公営交通事業の経営に当たっての留意事項について」（全国都

道府県・指定都市公営企業管理者会議（令和 6 年 1 月 23 日開催）資料 2－3）。

総務省（2025a）「交通事業債（経営改革推進事業）について」（全国都道府県・指定都市公営企業管理者会議（令和 7 年 1 月 27 日開催）資料 2－5）。

総務省（2025b）「令和 7 年度の公営企業等関係主要施策に関する留意事項について」（全国都道府県・指定都市公営企業管理者会議（令和 7 年 1 月 27 日開催）資料 1）。

国土交通省（2024）「地域の公共交通リ・デザイン実現会議とりまとめ」。

内閣官房（2022a）「デジタル田園都市国家構想基本方針」。

内閣官房（2022b）「デジタル田園都市国家構想総合戦略」。

内閣官房（2023）「デジタル田園都市国家構想総合戦略（2023 改訂版）」。

牧村和彦（2021）『MaaS が都市を変える 移動×都市 DX の最前線』学芸出版社。

森口将之（2019）『MaaS 入門 まちづくりのためのスマートモビリティ戦略』学芸出版社。

ロンドン交通局（2021）「テクノロジーとデータ：技術戦略 2021」。

Maxime Audouin, Matthias Finger（2018）'The development of Mobility-as-a-Service in the Helsinki metropolitan area: A multi-level governance analysis',” Research in Transportation Business & Management” No.27,pp.24-35。

欧州連合デジタルウォーターシティプロジェクトウェブサイト「コペンハーゲン」、<https://www.digital-water.city/city/copenhagen/>。

同「ベルリン」、<https://www.digital-water.city/city/berlin/>。

同「ミラノ」、<https://www.digital-water.city/city/milan/>。

日本地下鉄協会ウェブサイト「世界の地下鉄 大韓民国ソウル」、<http://www.jametro.or.jp/world/korea.html>。