

都市交通の領域的整備に向けて モダルシフト促進への技術開発とその評価

大野 寛之

高齢化と人口減少が進む中、公共交通の役割が見直されつつある。運転手不足解消に向けた自動運転技術の開発や、ドア・トゥ・ドアの利便性を目指した「ラストワンマイル」を埋める小型公共交通車両の開発も進んでいる。

交通需要の発生は都市構造とも関係することから、一つの地域での成功事例がそのまま他地域へ当てはまるとは限らない。それぞれの地域特性に応じ、街づくりと一体となった領域的な公共交通の整備が求められている。

キーワード：公共交通、バイモダル、スローモビリティ、自動運転

1. はじめに

高齢化の進展を伴う人口減少社会を迎え、交通に関する問題も、これまでとは異なる様相を呈するようになってきている。生産年齢人口の減少は社会全体の労働力不足をもたらし、運輸事業についても例外ではない。大型車の運転手不足も深刻で、公共交通事業者と物流業界共に、運転手の確保に努力している。中には、運転手不足が原因で、黒字路線でありながら路線の再編や便数の削減を余儀なくされているバス事業者さえ存在している¹⁾。その一方で、高齢者の運転による事故が増える中、運転免許を自主的に返納する高齢者も増加しており²⁾、その受け皿として公共交通の充実が必要だと考えられる。

近年、交通機器の分野では自動運転をはじめとする様々な技術開発が進み、地域の需要に応じた公共交通に適用可能な新たな交通システムが生まれつつある。それらの内のいくつかは、今月号の本誌に掲載されており本稿で詳述することは避けるが、一部重複する内容がある場合はご容赦頂きたい。

2. 都市の構造と地域交通

人口減少社会を迎え、都市の構造と公共交通のあり方について再考が迫られてきている。公共交通網の発達した大都市圏を除いては、多くの都市で自家用車の利用を前提とした郊外の住宅開発が進んできた。公共施設やショッピングセンターも、広い駐車場の確保が

可能な郊外へ移転する一方、利用者の少なくなった駅前が寂れる風景が多く見られた。広く拡散した都市構造は、一定の需要により支えられる公共交通機関には適さず、公共交通の衰退を招いてしまった。

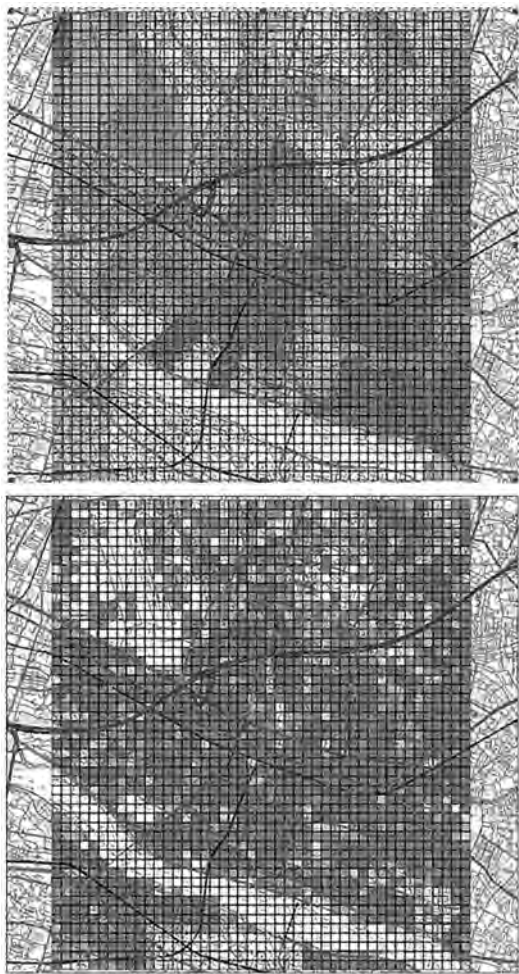
しかし、近年の高齢化と人口減少にともない、こうした拡散型の都市は維持が難しくなりつつある。そこで国としても都市のコンパクト化を進める施策を採るようになり、コンパクト化した都市の中で公共交通の果たす役割が再評価されつつある。

公共交通の需要は都市構造や住民の年齢構成によっても異なり、一つの都市で成功した事例がそのまま他の都市へ適用できるとは限らない。一つの例として、東京都武蔵野市でのコミュニティバス「ムーバス」の成功事例を皮切りに、全国に広まったコミュニティバスが挙げられる。多くの自治体で導入されたものの、経費ばかりがかかり利用の少ない、いわば「空気を運ぶ」状況の事例も見受けられた³⁾。また、隣接自治体の駅の方が利便性が高いにもかかわらず、そうした旅客の移動需要を無視して自治体をまたがる運行をせず、利用が伸びない事例もあった。

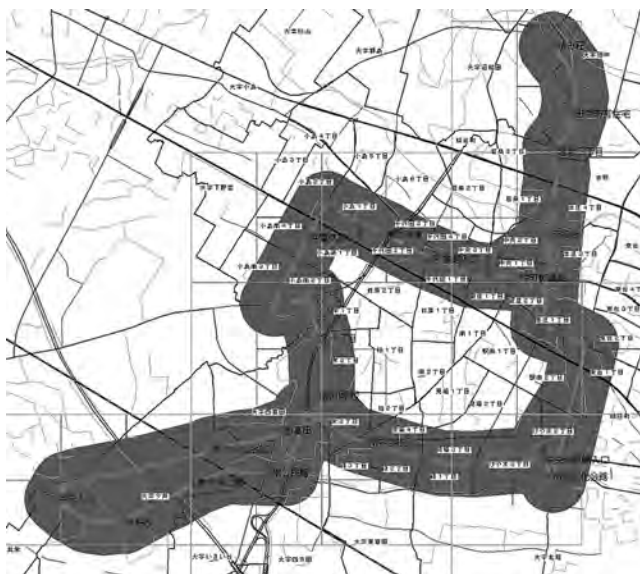
地域に応じた適切な公共交通を整備するためには、その地域の特性を把握することが不可欠である。その第一歩は交通需要の把握である。需要に応じた適切な交通手段が選択されることが重要である。需要の基礎となるものは人口の集中度合いであり、さらに細かく言えば、居住者の属性も需要に影響する。

近年は様々なGISデータが手に入ることから、大まかな需要予測は比較的容易に行うことができるよう

になってきている。図—1 および図—2 に交通安全環境研究所（以下、当研究所と表記）が開発した需要予測システムの画面を示す。



図—1 需要予測のための人口データ
(上：未加工データ，下：建物に人口割付)

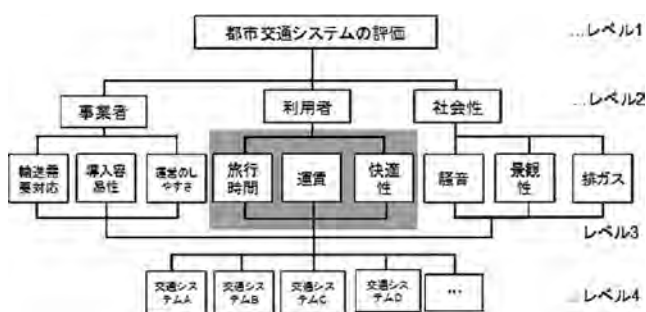


図—2 路線沿線の需要予測の計算画面

入手可能な人口データの位置情報は町丁字別であり、一つの字が広い面積である場合、本当はどこに人口が集中しているか分かりにくい場合もあり得る。そこで、建物データを利用して建物のある場所に人口を貼り付ける処理をする。こうすることで、農地や山林のエリアは人口データが空白となり、正確ではないものの、おおよその人口集中度合いを見ることができる（図—1）。このデータを基に適切なバス停配置や、路線設定後の周辺人口に基づいた需要予測が可能となる（図—2）。年齢階層で人口データを分ければ、子ども世代や高齢者等、対象を絞った需要予測も可能となる。

今日では、携帯電話の位置情報を利用することで、単なる居住人口に留まらず、利用者属性も含めた動的な人口分布状況を見ることも可能であるが、個人情報の保護と利用の観点から、その利用の可否は今後の課題である。

ある程度の需要予想がついた後、適切な交通システムの選択のため、当研究所では人口の年齢構成を考慮した階層的意志決定法（Analytic Hierarchy Process：以下 AHP と表記）の手法を導入した⁴⁾。例えば、高齢者は時間がかかっても座って移動できる交通手段を選ぶ傾向があればそれを数値として重み付けを行い、年齢別の交通選択行動を予測する。AHP に導入する階層構造には、導入コストやインフラ整備の容易性等の事業者の視点や、CO₂ 排出量のような社会的環境的視点も導入可能であり（図—3）、それぞれを重み付けした上で計算を行い、地域に適した交通機関の選択に適用することができる。



図—3 AHP における階層構造の例

公共交通の整備には計画段階から開業に至るまでにかなりの時間を要し、その間に人口の年齢構成も変化していく。過去においては右肩上がりの需要予測でも良かったかもしれないが、これからは将来の人口動態変化を考慮した上で整備することが重要である。そのためにはここに紹介したような計算手法が有効であると考えられる。

3. 新しい技術開発とその評価

近年の自動運転技術の開発は加速度的に進んでおり、自動車メーカーに留まらず大手IT企業の参入もあり、数年先にどのような技術が実用化しているかも予測が難しい状況にある。公共交通は旅客の安全の確保が重要であり、新技術の安全性評価は欠かすことができない。当研究所ではこれまでも様々な公共交通機関の安全性の評価を行ってきており、今後も利用者の安全の確保のための研究評価を続けていく。

自動運転による公共交通の開発事例としては、2005年の愛知万博で運行された磁気誘導方式によるIMTS (Intelligent Multimode Transit System: 写真—1) が挙げられる。



写真—1 愛知万博会場におけるIMTS車両

IMTSのコンセプトは軌道上に敷設された磁気マークを読み取って自動運転による隊列走行ができることに加え、運転手が乗れば単独のバスとしてマークのない道路上も運行可能なバイモダルシステムとなっている。なお、愛知万博ではIMTSの法律上の位置付けは鉄道として運行されており、バイモダルな運用はなされていない。

比較的に必要な多い路線では隊列走行を行い、末端交通では単独のバスとして運用するバイモダルシステムは、幹線と末端とで旅客が車両を乗り換える必要がない。自家用車と比べて公共交通が選択されにくい背景には乗り換え抵抗があるが、バイモダルシステムはその弱点を克服することができる。そのため、高

齢化の進展するこれからの地域交通手段として、こうしたシステムの活用が期待される。

運転手不足に悩む物流分野では隊列走行の技術開発が進んできており、先頭車両のみに運転手が乗った状態で後続車両が自動で追従して走行する実験が進められている(写真—2)。こうした技術が直ちに旅客輸送への適用ができるとは考えられないが、今後の技術開発に注視が必要である。



写真—2 自動運転によるトラックの隊列走行試験

大型のバス車両だけでなく、小型の車両が低速で移動するスローモビリティを公共交通に適用する研究も進められている。ベース車両にゴルフカートを利用したシステムや、多数の車輪を備えた小型電動バス車両(写真—3)が一部の地域で試験運用されている。これらの車両は最高速度を20 km/h未満とすることで、万一衝突した場合の衝撃を少なくし、簡素な車両構造を可能としている。



写真—3 小型電動バス後部の注意喚起の表示

一般車両とスローモビリティ車両が混在して走行する場合、渋滞の発生する懸念がある。そこで当研究所では交通流シミュレータを用いて、小型電動バスと一般乗用車が住宅地内の道路を走行する状況を再現した(図-4)。平日の日中を想定したシミュレーションでは、小型電動バスが停留所で旅客の取扱いをする間に一般乗用車が追い越すことと、住宅地には迂回可能な道路があることとで、大きな渋滞は発生しなかった。

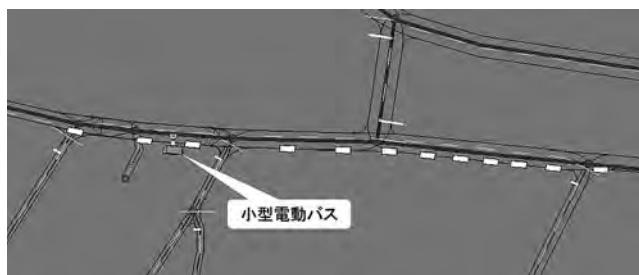


図-4 小型電動バスの走行シミュレーション

こうした小型のスローモビリティは低速であるが故に、異常時にはすぐに停止できる上、万一の衝突時にも衝撃が小さくすむことから、自動運転の技術開発とも相性が良い。開発にはIT企業も参入しており様々なタイプのものが開発され、各地で実証実験が進められている(写真-4)。自動運転であれば運転手確保の心配がなく、過疎や高齢化により労働力不足となっているような地域での、小規模な交通需要を満たすための有力なツールとなり得る。



写真-4 自動運転のスローモビリティ車両

ここに紹介してきた新しい公共交通システムや、既に実用化されているLRTやBRTも含めて、自家用車から公共交通へのモーダルシフトが環境改善にどの程度有効であるかの評価も欠かすことはできない⁵⁾。

例えば路線バスでは捌ききれないほど交通需要が多く、BRTあるいはLRTに転換する場合、どの程度

CO₂削減効果が見込めるか検討する場合を考える。単純に走行中の排出量だけを考えればLRTが有利であるが、LRTはインフラ建設時に多くの工事を要することから、それらも含めたライフサイクルにわたるCO₂排出量を推計する必要がある。さらには、新しい公共交通が導入された場合の、自動車から公共交通へ転換する旅客の比率も検討が必要であり、単純に製品としてのライフサイクルを考えるだけでなく、周辺も含め拡張したライフサイクルでのCO₂排出量を検討する必要がある(図-5)。

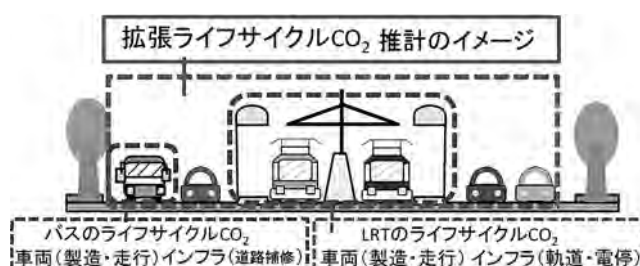


図-5 公共交通のライフサイクルCO₂検討の概念

本年より栃木県の宇都宮市～芳賀町の間では、既存路線のLRT化ではなくゼロからスタートする、完全に新設となるLRTの建設が始まっている。完成した後に、自動車からのモーダルシフトやそれに伴う渋滞の解消、CO₂排出量の削減効果が検証可能となり、今後の精度の高い予測評価にもつながることが期待される。

4. おわりに

上に述べてきたように、これまでの概念とは異なる新しい公共交通の手段が開発されてきており、とりわけ自動運転の技術は交通業界に新たなパラダイムシフトをもたらす可能性がある。動力源もエンジンから電気モータへ転換しつつあり、高効率化や環境負荷低減が期待されている。

また、公共交通機関が担う分野も、長距離・大量輸送に留まらず、個別輸送に近い分野まで進出し、利便性が高まる傾向にある。

加えてITの発達も、自動運転だけではなく、様々な分野で公共交通に影響を与えている。かつては居住地以外を訪問する場合、地理不案内で苦勞をすることが多かったが、今日では目的地までの公共交通利用ルートの情報を一瞬で手にすることができる。携帯電話保有者の位置情報は、通常時の旅客移動需要を把握することにも利用できる他、異常時のリアルタイムな

旅客行動も把握可能である。ただし、個人情報の取り扱いについては慎重さが求められる。

今後の技術開発いかんでは、かつて SF や夢物語でしかなかった世界が実現する可能性もある。星新一氏の SF 短編⁶⁾では、自動運転のベッド兼コンテナが主人公が眠っている間に移動して、列車にも自動で乗車して目的地の会社まで運ぶ世界が描かれている。自動運転のバイモーダルシステムの実現により、小説と同じような世界も夢ではなくなりつつある。

これからの技術開発に期待しつつ、公共交通の安全性の確保については気を引き締めて取り組んでいきたい。

J C M A

《参考文献》

- 1) 西日本鉄道㈱ News Release 2018.2
- 2) 警察庁 改正道路交通法の施行状況【高齢運転者対策】 2018.6
- 3) 大野寛之 「地域の足」コミュニティバスの地理情報システム (GIS) を用いた評価 法政大学大学院紀要 2008
- 4) 工藤希他 都市交通シミュレータを用いた導入効果の評価方法. 一年齢階層別 AHP による長期的な経路選択の変化—交通安全環境研究所 2016
- 5) 大野寛之他 ライフサイクルを考慮した LRT 導入効果予測 鉄道技術協会誌 2017.9
- 6) 星新一 遠距離通勤時代 『ひとにぎりの未来 (新潮文庫)』

【筆者紹介】

大野 寛之 (おおの ひろゆき)
 (独)自動車技術総合機構
 交通安全環境研究所 交通システム研究部
 主席研究員

