特集　バスと新交通システム

バス輸送改善と新交通システム

佐佐木　綱

自家用車の普及によりバス輸送が斜陽化してから久しい．そしてこれに対していくつかの輸送改善策が提示され，実行されてきたけれども，十分な効果をあらわすことなく今日にいたっている．

一方，旧来のバスに頼らずにまったく新しい交通手段を採用して，自家用車に負けない高いサービス水準を維持させることによって，自家用車依存の都市交通輸送から脱却し，円滑な都市機能の維持をはかる試みがなされている．

このような新交通システムの開発による都市交通問題の打開をめざす方向は正攻法ではあろうが，実際的導入にあたって期待と不安の入りまじった現状であることも見逃せない．

そこで本文では，新交通の問題点について述べ現段階で不安の少ない解決策としてバス輸送の改善にこそ力を注ぐべきではないかという点について述べる．

1.　新交通システムの要請

新交通システムが要請される根底には，従来の交通システムのままでは，近い将来都市活動がゆきづまってしまうという認識がある．

従来の交通システムのゆきづまりを端的にあらわしているものは，1)自動車交通による渋滞と環境破壊であり，2)自動車交通の増大によって引き起こされた公共輸送機関のサービス低下（交通貧困者の発生）と採算悪化(経営難)である．したがって，この2点を解決することが新交通システムの開発に課せられた課題である．

前者は自動車利用の人たちが自発的に新交通システムに乗り換えてくれるようなサービス水準の高い新交通システムの開発であり，後者は現行の公共輸送機関の陥る赤字経営を救済し，採算ベースに乗せることのできる公共輸送機関としての新交通システムの開発である．

現在，前者の方向を指向するものとして個別輸送システムがあげられ，後者のものとして中量輸送システムが提案されている．

2.　個別輸送システムの問題点

1)　door to door 輸送への可能性

現在の町並みを前提としてすべての輸送をdoor to door とすることは不可能である．町並みを500m平方くらいのスーパーブロックに編成し直し，これらのスーパーブロックを結ぶ PRT を設け，ブロック内の輸送エレベーター，ムービングウォークその他を用いることにする．

このような街区の再編成を行なった場合においてもなお PRT のネットワークは非常に細かい複雑なものになるので，これによってすべての OD 間の直結輸送を行なうことは制御技術上困難であろう．

このときはネットワークを簡潔にし，たとえば東西方向，南北方向の独立した運転系統に分解してしまい，両方向にまたがる利用の際には乗換えをさせるような方式をとるようにし，制御技術の

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

過重を防ぐことを考える．その分だけ乗客の利便性は減殺されるが，運行の確実性を保証することができる．

ただし，物資輸送に関しては乗換えに相当する積換え作業が付随して生じるので，door to door の輸送は不可能と考えたほうがよいであろう．主要な地点間だけの物資輸送であれば，可能性はないとは言えないが．

2) デマンド応答性

乗客が乗降場にやってきてコールのボタンを押したときにすぐに車両がくるためには，各駅に多少の車両をストアーする必要がある．あるいは本線上を車両がかなりの短い時間間隔で運行しており，空き定員の車両が当該駅へ入ってくるようにするかのいずれかである．

このためには本線上をかなり接近した車間距離で運行できることが必要である．

3) プライバシーと目的地直行方式

自家用車もしくはタクシー利用の場合，他の人と乗合いの必要はない．乗合い制を認めるのが公共輸送機関の建て前であるが，自家用車以上のサービス水準を考えると乗合せずにすむ運行システムを検討しなければならなくなる．

実際的には目的地直行方式として，途中からの乗込みを不可能にするクローズドドアー運転とするわけである．目的地直行運転とすると，各車両の空席が生じるから，同一車両数に対する総輸送能力は低下する．とくに乗降場までの空車の回送のために，本線の輸送能力を極端に減殺させるかもしれない．料金もそれだけ高くなるので，社会的に是認できる投資水準に収まるかどうか疑問である．

4) 無人運転と省力化

現在の交通機関が赤字経営となっている1つの要素として人件費の高騰があげられる．しかも，将来ますます上昇していくことを考えると，新交通システムを導入するに際しては思いきった省力化をはかるべきである．

しかしながら，ここで問題となるのは無人運転を行なった場合の，ときには生じるであろう故障の際の乗客誘導や現場での適切な措置が遠隔操作では不完全であり，ただちに現場にかけつけるにしてもその緊急救助運行方式の導入は他の運行車両に与える影響も大きく，なみたいていのことではない．

かりに無人運転により運転者もしくは添乗員の削減ができたとしても，大規模な制御コンピュータの維持管理のための人員，故障時の派遣修理員，乗客救助員等，運転技術を修得する以上に質の高い労働力を必要とし，低質の多数の労働力の代わりに高質の“少数の”労働力を供給することが安価であり，かつ容易であるという保障はどこにもない．

京都大学数理工学教室の長谷川利治教授は，交通システムの無人化によって省力化ができるとは思えないと主張しており，システムダウン時に対する対策が十分に立てられないものは採用すべきでないとしている．

なぜなら，システムダウン時においては機械系の助けを借りるにしても人間のみが対処しうるものであって，平常のシステム機能が複雑かつ高性能であればあるほどダウン時の対処はむずかしくなり，能力が高く経験豊かな人材が要求されるからであり，しかもこのような人材を確保することが将来ますます困難となるからであるとしている．

車両群だけの無人運転は技術的に可能であるが，システム全体としてみたときには，無人運転を避けてシステムダウンに対応できるようにしておくほうが現実的なのであろう．

5) 安全性

自動車は各人の勘によって運転されるため事故発生率の高い乗物である．そのため新交通システムでは，その弱点を補なう装置化された安全性を導入し，運行の確実性をも向上させようとしている．

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

しかしながら，車両運行の速度，頻度，スイッチングなどを高めていけばいくほど，その安全性は失なわれていくから，なお安全性を高めるためには，膨大な費用の自動制御装置が必要となってくる．

そこにおのずから，投資限界からみた安全性の限界，したがって運行システムの技術レベルが規定されることになろう．

とくに軌道上の各種の障害物を機械的に検知することは困難であり，その安全性の面から無人運転に対する制約も生じてくるであろう．

6） 建設費と制御装置費

大量にまとめて輸送するシステムは一般に建設費が高く，その割には制御装置の費用は小さい．しかしながら中量輸送，個別輸送と輸送単位が小さくなるにつれて，建設費は低下し，それだけ必要な交通空間も少なくてすむので，採算性のうえで有利であると考えられるが，反面で輸送力をあげてゆくためには輸送頻度を上昇させる必要があり，その列車制御装置が高価となってくる．

アメリカ合衆国モルガンタウンのウエストバージニア大学では1970年8月に6個の駅を持つ複線軌道(延長3.6マイル)を計画し，90台の車両を用いることにしたけれども，結局3個の駅を持った延長2.2マイルで，45台の車両を運行させることに計画を縮少している．車両(21人乗り)はスケジュール運行とデマンド運行の両方が可能であり，速度は最高48km/hで待ち時間は5分を越えない．

モルガンタウンのシステムでは結局当初予算の7倍近い費用がかかることになり，総費用 7,400万ドル(約192億円)，したがって1kmあたり約55億円を要している．そのうち，約半分が建設費であり，残りの半分を車両と制御費用とで折半しているようである．もちろん，これらの費用の中には技術開発費(約60億円とみられる)も含まれている．

この例のように新システムの導入にあたっては技術開発費がきわめて高くなるので，国からの補助などのバックアップが必要であり，また建設費だけが安いとする宣伝にも警戒を要するであろう．

ちなみにモルガンタウンシステムでは今後 1.3～1.4マイル延長するのに約4,000～5,000万ドルが必要であるとされている．これは1km あたり58～67億円に相当する．しかも年間2億 5,000万円～3億円の維持管理費が必要である．

7） 輸送効率

都市空間の狭隘さを考えるならば，同一の街路幅員の場合に，自動車による輸送力よりも新交通による輸送力のほうが大きくあってほしい．そうでなければ在来の輸送需要そのものがさばけなくなってくるので，自動車問題解決の根底がくつがえってくる．

自動車の運転間隔は2秒とみてよいから，新交通の場合，これ以下のたとえば1秒間隔の運転が本線上では要求されよう．しかしながら，簡単なネットワークにおけるならともかく，複雑なネットワークの場合，その安全性からも限界が生じてこよう（ちなみにモルガンタウンの場合15秒間隔が最高）．

そうなると，少なくとも乗合いをさせないシステムの場合，在来の自動車輸送に比べ空間輸送力はいちじるしく低下してくる．

8） 公害・美観

新交通システムの場合，電気運転がほとんどのため排気ガスの問題は少ないが，騒音・振動・粉じんの問題，都市美観上の問題が生じてくる．

以上のように見てくると，自家用車に比べて高度のサービス水準を維持することのできる個別輸送システムの開発には多くの問題点のあることが知られる．したがって現段階においては，個別輸送システムの開発による自動車問題の解決を計るという方向での新交通システムの意義は少ない．

3. 中量輸送システムの問題点

個別輸送網の整備による自動車問題の解決が困

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

難であるということになると，最初に指摘した2番目の目的すなわち，現行公共輸送機関よりも採算性のよい中量輸送システムの開発ということになる．

この場合は，乗客の乗合い制が前提となり，プライバシーの確保，目的地直行運転等のサービスは不可能となる．したがって，自家用車に比べると，かなり低い水準のサービスということになり，自家用車利用者を魅力によって転換させるというよりも，自家用車に対する交通規制等による外的力によって中量輸送システムの利用を促進させるという考え方と現行のバス，路面電車よりも採算悪化の少ない輸送システムの導入という2つの考え方がその背景にある．

車両の運行方式としては，乗客数の多いときはスケジュール運行，かなり少ないときはデマンド運行とする．

無人運転にできるかどうかという点についても個別輸送の場合と同様問題点が残る．また建設費に関してもモルガンタウンの実例からも推察されるように，中量輸送システムでさえかなり高価な費用となっており，採算性について十分検討しておく必要がある．

4. バス輸送改善と新交通システム

新交通システムのなかで，個別輸送システムはいまだ時期尚早と思われ，中量輸送システムにおいても

1) 無人運転にするには安全性において問題が残る．もしも十分安全側に列車を制御することにすると，安全性の問題はなくなるが，その反面乗客の利便性が犠牲にされ，実用上の問題が出てくる．

2) 個別輸送システムに比べ中量輸送システムは安価となろうが，バス運転と比較すれば莫大な建設費を負担しなければならない．

3) 新規の交通機関であるため，運転の確実性に不安があり，乗客需要が不確実であること，などすでに長年の運行経験のあるバス輸送に比べ採算性のベースについて不安がある．

以上のような安全性，建設費，需要の不確実性の問題から見て，中量輸送システムがバス輸送に比べ経済性に富むことになるのかどうか自信が持てない．

それでは新交通システム開発の第2の目的も果たされないことになる．成功させるためにはどうしても自家用車に対する交通規制策が必要となる．

また，自家用車を野放しにしておいて都市活動が維持できる段階でもなくなるであろうから，都市における自家用車に対する規制は，不可避的であるといってさしつかえない．

長期的に見れば，このような都市環境のもとで，交通規制と新交通システムの導入が併行して進められることはまちがいなかろうが，短期的に見た場合，新交通システムのための専用軌道の建設，制御装置の改善等実用化の道程において幾多の問題点が現出してくるであろうから，もっとも経験の豊富なバス輸送を改善して当面を処理していくということが考えられる．

その基本方策は，1)バス車線の専用化と，2)デマンド運行の導入であろう．そして環境面からは，3)電気バスの導入となろう．もちろん大型バスの電池運行は困難と見られるので，小型バスの採用ということになり，専用車線の容量に無駄のないくらいの小型バスを数多く走らせるべきである．

このような小型バスは，考え方によっては乗合いタクシーと同じ概念となる．

自家用車による交通の最大の弱点である定時性の確保をはかるためのバス専用車線の設置は，最大のバス運行改善策であり，道路幅員の狭い場合には，一方通行規制を採用したうえで，バス専用車線を設けるとか，思いきってバス専用道路（時間帯を指定）とすることも考えられてよいはずである．

中期的には，専用車線の概念を拡大して，バス

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．

・タクシー専用の都市高速道路を建設し，利用台数が少なければ，電気自動車には開放するという形で電気自動車の利用を促進することも考えられる．バスも小型化し，電気バスに切り換えてゆき，将来はこのバスをデュアルモードバスに切り換え，同時に高速道路を装置化して，デュアルモードバスの専用軌道とすることが考えられる．都市高速道路内だけのネットで運行が可能な場合には，デュアルモードではなく，単一の中量輸送システムの導入にも利用されよう．

以上をまとめると，短期的には，バス専用車線，所によってはバス専用道路の設置とデマンド運行方式の導入，中期的には，バス・タクシー(電気自動車を含む)専用高速道路と乗り合いタクシー制度の導入，長期的には，道路の装置化と新交通システムへの切り換えということになろう．

現段階ではいま1度バス輸送の改善方法を考えてみる必要があろう．

このような意味から，本特集では，道路のバス専用車線化，バスのデマンド運行と環境問題を取り上げてみた．

新交通システムの開発は，現段階では都市交通問題の解決の主力とはなりえないであろうが，著者は交通事業としてよりもむしろ技術開発事業としての重要性から，新交通システムの実用化の意義をとらえているつもりである．

ささき・つな　1931年生　京都大学工学部教授
略歴：京都大学土木工学部卒業後，熊本大学講師，京都大学助教授を経て現在に至る．
専門：交通工学

日本学術会議第71回総会報告

(以下は学術会議より本会に送付された報告の要約である)

標記総会は1976年10月20日から3日間開催され，連日約90名が出席した．

〔**諸報告**〕会長の経過報告，運営審議会付置各小委員会，各部，各常置委員会，各特別委員会および中央選挙管理会の報告があった．

〔**提案審議**〕「生態学研究所の設置について(勧告)」は次回再提出．「救急医学に関する研究教育制度の確立について(申入れ)」，「冷害凶作の構造究明について(要望)」は採択された．後者は，東日本の冷害凶作の発生構造の自然科学的，社会科学的究明を推進する措置を講じ，研究の成果を農政に反映させることを政府に対し求めたものである．

「環境影響評価制度の立法化される場合の措置について(申合せ)」については，情勢の推移に応じて適切な措置をとることを運営審議会に委ねることとした．また，平和問題研究連絡委員会に分科会を設置し，総合研究連絡会的運用をすることを申し合わせた．

〔**自由討議**〕第3日の午後，わずかの時間ではあったが，懸案の諸課題について自由討議を行なった．

(1) 日本学術会議の改革構想策定小委員会の「改革構想の大綱(案)」については，本会議の制度的性格，つまり，国家機関でありながら同時に政府に対し独立性を保持することの意義，そこからおこる問題点などに論議が集中した．

(2) 「第10期の活動の取りまとめ」については，第10期における各委員会の審議を基礎としながらも，長期的な科学技術改策の立案により，いっそう寄与できるものにすべきだとの意見が強かった．

(3) 「科学者憲章(仮称)第一次草案」(人間と科学特別委員会)については，科学研究の限界についての考え方，科学者の義務と責任のあり方等，内容上の問題が指摘されたほか，文章表現を平易で説得力のあるものにしてほしいという要望が出された．

(4) 婦人研究者の地位の問題について，科学者の地位委員会から説明があり，制度上の問題と非制度的で社会的経済的な問題とを区別してあつかうこと，この場合後者については研究者全体のかかえている問題との関連を軽視すべきでないとの指摘があった．さらに早い機会に勧告草案を作成し，十分な検討の機会を確保してほしいとの要望もなされた．

© 日本オペレーションズ・リサーチ学会．無断複写・複製・転載を禁ず．