超高速鉄道の意義——主として都市間交通システムの立場から——

奥　　猛*

1. 都市間旅客交通システムの構成と選択

将来のわが国の経済社会における選択すべき都市間旅客交通システムについて，以下に主として考慮すべき事項を中心として考察することとする。

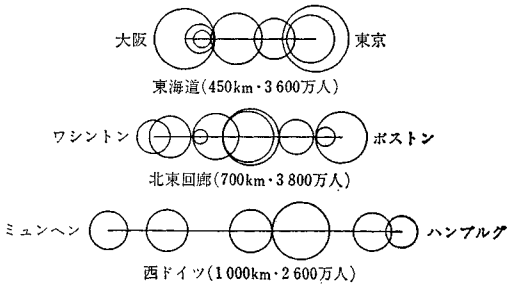
（1） 経済地理

平野が陸地の 30% しかないわが国の都市は，マクロ的には海岸線に沿い，ミクロ的には河川に沿って分布し線状に配置されているとみてよい。経済成長に伴って都市化が進行し，東京，大阪をはじめ，大都市が比較的多く，イギリス，フランスおよび西ドイツがロンドン，パリを除いて中小都市からなっているのに比べて，都市の分布と大きさが，基本的に異なっているとみてよいであろう。つまり，日本は，鉄道のような大量で，線的な交通機関に適しているといってよい（図—1）。

旅客交通量は経済の成長とともに増大することはいうまでもないが，日本の経済社会の体制が続くかぎりは，地方都市と東京や地方中核都市との交通が多く，さらに工業の分散化傾向が，これを加速するのではないかと思われる。

（2） クオリティー・オブ・ライフ

今後の日本人のクオリティー・オブ・ライフが旅客交通に求めるものは何か。消費水準の向上に伴う個人生活や，社会生活に適合したものでなければならない。それは，快適性，高速性，安全性というような属性であり，



図—1　超高速鉄道予定線の沿線人口

経済性の重要度は相対的に低下しよう。とくに，高速性は業務交通に強く求められ，交通所要時間が毎日の生活リズムを大きく崩さないことが重要となるであろう。

「鉄道 3 時間限界説」[1] の考え方もこのような見方によるものであり，心理的な理由からも自動車交通を含めて「3 時間」という時間は通常の交通所要時間の一つの限界であろう。この限界を越すには，さらに快適度を向上させる必要があり，第二の限界は 6 時間とされている[2]。

次に，交通機関の公害問題がますます追究されよう。対処の方法としては，技術的な改良，経済的な処方，交通空間の増大などに分類されるが，新システムの構成と選択にあたっての重要なポイントであることはいうまでもない。

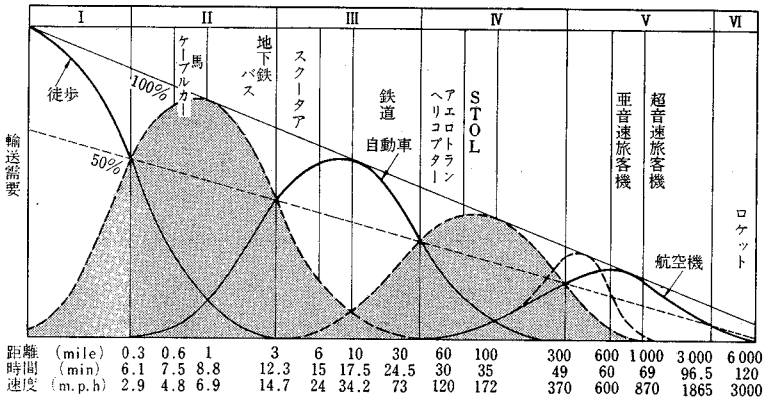
新技術の社会的影響を事前に評価し，調整する方法として「テクノロジー・アセスメント」に関する法律が，アメリカ合衆国議会で審議されていると伝えられているが，新交通システムの構成と具体的計画にあたっては，そのトータル・システムに関するテクノロジー・アセスメントが行なわれ，公表されることが望ましい。

（4） 交通体系

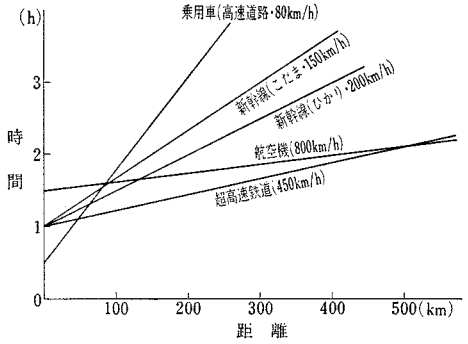
図—2[3] は Bouladon 氏の「トランスポート・ギャップ」である。距離と輸送需要との関係からみて，徒歩と自動車との間および自動車，鉄道と航空機との間の速度をもつ交通機関を欠いているということである。都市間交通においては，後者の高速度領域のギャップが問題となる。わが国においては，新幹線鉄道（200 km/h）と航空機（CTOL 850～950 km/h）との間の広い速度領域がブランクになっている。このブランクの領域を埋めるものとしては，当面超高速鉄道と V, S-TOL が考えられる。

図—3 は都市間交通機関として，自動車（高速道路），新幹線，超高速鉄道，航空機（CTOL）を選び，それぞれの発着端末所要時間を加味して，距離と所要時間の関係を示したものである。図—3 によれば，それぞれのサービス距離は，自動車は約 100 km まで，新幹線は約 100～300 km，超高速鉄道は約 300～500 km，航空機は 500 km 以上となっている。いうまでもなく，このようなサービス距離は，地形（海をこえるか，迂回するかなど），輸送需要およびターミナルの立地状況ならびに運

* 日本国有鉄道経営計画室 計画主幹



図—2 輸送需要カーブ



図—3 交通機関別所要時間

賃によって画一的でないことは当然ながら，速度だけに注目するならば，将来の各交通機関の分担領域は上記のように想定される。

(5) 超高速鉄道と V, S-TOL

以上の所論のとおり，都市間交通のトランスポート・ギャップを埋めるものは，当面，超高速鉄道と V, STOL であるとしよう。**表—1** は，日本の国鉄が開発目標としている，磁気浮上・リニアモーター方式の超高速鉄道と，当面 VTOL より開発が早いといわれている，大型 STOL[4] との比較である。

表—1 超高速鉄道と大型 STOL

区分	超高速鉄道	大型 STOL
最高速度 (km/h)	400～600	700～900
定員 (人)	最大 1000	50～100
予想実用時期 (年)	1980～1982	1978～1980

表—2 アメリカ合衆国北東回廊交通計画に対する勧告[5]

期間	対策
1970 年代	高速鉄道の改良による高速化 (最高 216 km/h) 高速道路のリアルタイム情報システム
1980 年代	超高速鉄道 (エアクッション・リニアモーター方式, 最高 480 km/h) STOL, VTOL 自動化高速道路

この表から明らかなことは，両者の大量性に差があり，しかも，超高速鉄道には大規模な投資が必要であるから，幹線系の輸送に適しているといえよう。一方，STOL は比較的輸送量の少い都市間の輸送に適しているといえそうである。STOL の騒音レベルを，どの程度にしうるかが問題であるが， Q-STOL (静かな STOL) が開発されれば，比較的都心に近い小空港を利用することができよう。

(6) 外国の例

将来の都市間交通体系を具体的に研究しているのはアメリカ，カナダである。アメリカでは，北東回廊 (Northeast Corridor, ボストン—ワシントン間)， カリフォルニア回廊 (California Corridor, サクラメント—サンジェゴ間) に関するものがある。**表—2** は北東回廊に関する結論で，新交通システムを含む複合交通体系の代替案について，システムズ・アナリシスを行なった結果である。この結論は必ずしも，日本に適合するとは思われないが，1970 年代と 1980 年代の短期と長期の二段階に分けて，提案が行なわれている。

2. 日本の超高速鉄道方式の選択

(1) 超高速鉄道の定義

超高速鉄道とは，在来方式の鉄道 (Conventional Railway) ではなく，なんらかの方法でガイド，支持，推進され，比較的高速で走行する陸上輸送機関であると考えられる。わが国では，これを超高速「鉄道」と呼んでいるが，外国では鉄道の名はなく，アメリカでは「HSGT (High Speed Ground Transportation)」と呼び，西ドイツでは「HSB (Hochleistungsschnellbahn)」と呼んでいる。**表—3** は，現在世界で計画または構想されている各種の超高速鉄道である。この表には，都心—空港連絡とか，ニュータウン—母都市連絡のものとか，在来方式鉄道でも達成可能な速度領域のものもあるが，これらはデモンストレーション的意味をもったものが多く，超高速鉄道の本来の用途は，やはり中距離以上の都市間連絡と思われる。

(2) 速度

表—4 は，現在各国で計画されている在来方式による

表—3 各国の超高速鉄道

用途	国名	区間	距離 (km)	最高速度 (km/h)	方式	完成予定
都心—空港	アメリカ合衆国	サンフェルナンド地区—ロサンゼルス国際空港	26	240	エアクッション・リニアモーター (TACV)	—
都心—空港	イギリス	ロンドン—フールネス国際空港	76	—	エアクッション・リニアモーター (ホバートレン)	—
都心—空港	フランス	オルリー国際空港—パリーロワシー国際空港	55	180	エアクッション・リニアモーター (アエロトラン)	—
ニュータウン—母都市	フランス	セルジー・ポントワーズ—デファンス (パリ)	26	180	エアクッション・リニアモーター (アエロトラン)	1977 年
都市間連絡	アメリカ合衆国	ボストン—ワシントン	730	480	エアクッション・リニアモーター (TACV)	1980 年以降
都市間連絡	西ドイツ	ハンブルグ—ミュンヘン	1 000	500 以上	磁気浮上・リニアモーター	1980 年以降
都市間連絡	日本	東京—大阪	450	500 以上	磁気浮上・リニアモーター	1980 年以降
都市間連絡	カナダ	モントリオール—トロント	520	400	エアクッション・リニアモーター (TACV)	—
都市間連絡	フランス	パリ—オルレアン	113	300	エアクッション・プロペラ (アエロトラン)	—

表—4 各国の在来方式の高速列車計画[6]

鉄道	名称	最高速度 (km/h)	動力方式
日本国鉄	新幹線(全国)	260	電車
イギリス鉄道	APT-E	250	ガスタービン車
フランス国鉄	TGV	300	ガスタービン車
カナダ国鉄	LRC	193	ディーゼル機関車
ドイツ連邦鉄道	ET 403	200	電車
イタリア国鉄	ETR-Y-0160	250	電車

高速列車であって，300 km/h を越えるものはない。このことは，理論的にも証明されているところである。

一方，高速度領域においては，空気抵抗は速度の2乗に比例して増大するので，他の抵抗要因は別としても，実用的な速度上限があり，大気圧圏内ではほぼ 600 km/h と想定される。

したがって，超高速鉄道の最高速度は約 300～600 km/h の範囲で，適正と考えられる水準を選択することとなる。後述するように，東海道においては，社会的な見地から東京—大阪間を 1 時間としているので，平均約 450 km/h となり，最高速度は 500～600 km/h を目標としている。

(3) 技術要素

くわしくはすでに本誌[7]等に述べられているが，超高速鉄道に関する日本の選択で特徴的なことがらは，次のとおりである。

日本の幹線系においては大量輸送が期待できるので，地上一次リニアモーター方式も選択の対象となる。この方式は地上設備の投資額が大きくなるが，車上一次方式における高速集電の難点を避けることができる。また，車体支持のための超電導コイルを利用したリニアシンクロナスモーターの使用も検討の対象となしうる。

第二に，支持方式として，エアクッションによる騒音をなくし，動力消費を少くするため，超電導現象を利用した超電導コイルによる磁気浮上を目標としている。

以上のようなシステムは，主として無公害性をねらったものであり，日本的な選択ということができよう。

第三に，日本では長大編成を目標としていることである。駅の構造からすれば，現在の東海道新幹線の列車長 400 m が限度と思われるが，超高速鉄道もほぼその程度の列車長になると思われる。

3. 東海道における超高速鉄道

(1) 東海道の性格

一般に，高速性を強く要求する交通は，業務交通である。したがって，日本の7大中核都市間の交通は，その大量性への期待とあいまって，超高速鉄道の建設区間にふさわしいと考えられる。なかでも，東京，名古屋，大阪の各都市圏には，日本の情報管理機能の約 2/3 が集積しているので，この区間の旅客の時間価値は高く，最も超高速鉄道に適しているということができる（表—5）。

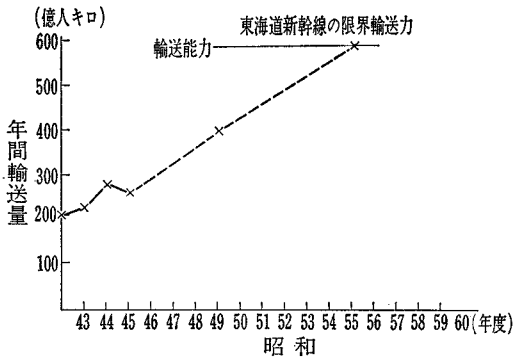
(2) 東海道新幹線の輸送需要と能力の限界

東海道新幹線は，開業以来昭和 47 年 9 月 23 日までに 5 億人を輸送したが，昭和 50 年に博多までの山陽新幹線が完成すれば，さらに需要を誘発するであろう。わが国の所得水準の上昇をあわせ考慮すれば，東海道新幹線の需要は 図—4 のように想定される。

表—5 東京，名古屋，大阪都市圏の情報管理機能の集積度（全国：100%）[8]

都市	集積度 (%)	都市	集積度 (%)	都市	集積度 (%)
東京	37.22	京都	1.40	浦和	0.39
大阪	13.37	川崎	0.87	尼崎	0.28
名古屋	5.45	岐阜	0.52	堺	0.28
神戸	1.83	千葉	0.47		
横浜	1.69	津	0.42	以下省略	

注：小計 64.19%.



図—4　東海道新幹線の輸送需要と輸送力の限界

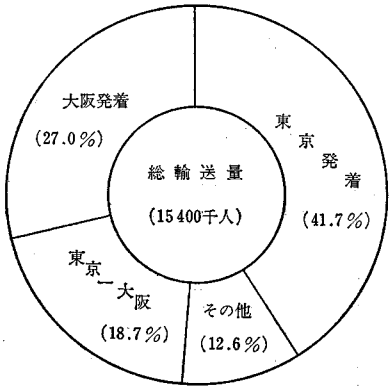
一方，東海道新幹線の輸送能力は，1時間最大片道列車本数を12本とすれば，図に示したように，昭和56年頃には限界に達すると予想される。したがって，第二東海道新幹線を必要とする時期は，昭和56～57年頃と推定され，それに間に合うように，超高速鉄道の技術開発を進める必要がある。その技術の革新性のゆえに，残された10年は貴重な期間といえよう。

（3） 東海道の交通体系

東海道の都市間旅客交通体系を考える場合に，高速道路による自動車は，その速度等の条件から，東京—名古屋—大阪については，その量も少く，鉄道と航空機だけを考慮すればよいであろう。

航空機については，東京—名古屋間では，そのシェアが0.1%程度であるが，東京—大阪間では10%強を占めている。航空機はエアバスの導入による大型化や，全天候性の向上など技術革新による信頼性の向上，さらに，国民所得の増大による旅客の時間価値（旅客が単位時間の節約のために追加支出する料金で測るのが普通）の増大が予想され，航空機を選好する傾向が強まるであろう。

一方，わが国の国内航空旅客の発着状況をみると，図—5に示すように，東京，大阪中心の傾向が強く，東京と大阪に発着する旅客が，国内旅客の大部分を占めている。ところが，東京と大阪の空域容量は，管制方式の進歩により増大の可能性があるにしても，騒音問題のために，発進・進入コースが制限されたり，増大する地方便と国際便のため，大きな制約がある。したがって，東京—大阪間の航空旅客を地上輸送機関——超高速鉄道——に誘導することが，東海道の交通体系形成上の一つのポイントとなる。このようにして，東京，大阪の空域を国内の地方旅客や国際旅客のために温存することが必要である。



(昭和45年度)

図—5　航空旅客の路線構成比

次に，超高速鉄道が東京，名古屋，大阪等の中核都市を直結する場合，現在の新幹線は他の中小都市を含む都市間輸送（「こだま」的輸送）を役割とすることになり，さらに，在来東海道線は貨物輸送と都市近郊の通勤通学輸送を主体とする役割となり，それぞれが機能にそった役割を果すことになる。

以上のように，超高速鉄道に東京—大阪間の航空旅客を誘導するには，運賃は別としても，所要時間を航空機によるよりも小さくする必要がある。すなわち，航空機による両都心間を100分とすれば，約450 km と想定される両駅間を平均速度約270 km/h，最高速度約340 km/h 以上の超高速鉄道で結ぶ必要がある。

（4） 東海道複合都市

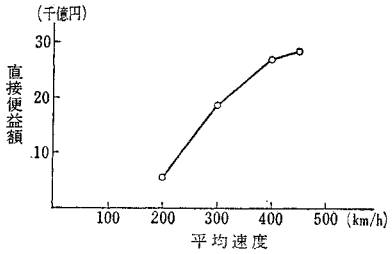
情報管理機能の東京への集中が依然として続いているが，情報化社会においては，集積の利益を求めて集まるのは止むを得ないというべきであろう。

しかし，東京との時間距離が飛躍的に短縮されたらどうか。つまり，1日の生活サイクルを大幅に崩すことなしに東京と接触を保てることとしたら，通信機能とあいまって名古屋，大阪が機能的に東京と「一つの都市——複合都市」を構成することができる。もちろん，このような構成を達成するには，政策的な規制と誘導が必要であると考えられるが，超高速鉄道はそのような政策の戦略手段となりうると考えられる。

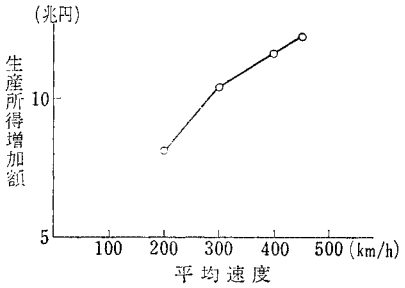
東海道新幹線によれば，東京—大阪間が3時間10分を要するので，そのような政策展開には不十分であるが超高速鉄道で1時間に短縮されるならば，そのような期待が生れてくる。したがって，平均速度450 km/h，最高速度500～600 km/h が東京—大阪間の超高速鉄道の目標速度となる。

（5） 国民経済

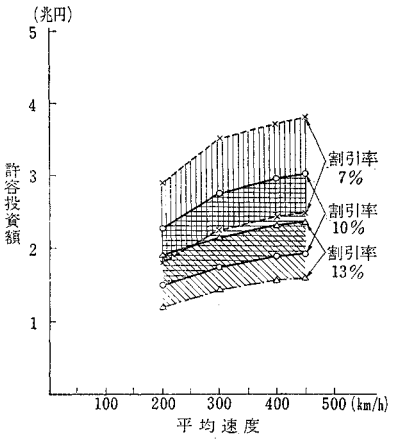
交通機関は利用されることにより，直接・間接の便益をもたらす。図—6および図—7は，東京—大阪の超高速鉄道の便益を推計したものである。直接便益とは，在



図—6　超高速鉄道の平均速度と直接便益額



図—7　超高速鉄道の平均速度と生産所得増加額



図—8　超高速鉄道の平均速度と許容投資額

来の輸送機関（新幹線，航空機等）を利用する場合に比較して，超高速鉄道を利用する場合に節約される時間を金額換算したものである。間接便益は，計量経済モデルにより推計された生産所得の増加額である。いずれの便益も，超高速鉄道の速度になれば，国民経済に及ぼす効果が大きくなると想定される。

（6）経営経済

図—8 は，平均速度別の許容投資額を示す。超高速鉄道の経費の構造を推定することが現段階では困難であるので，上限と下限をもつ許容投資額で示すこととした。許容投資額とは，一定期間（この場合，開業後30年間）の総収入から運営費の推定額を差引いたものであり，許容投資額だけの投資をした場合には，収支が均衡することになる。推定経費は東海道新幹線の経費を基準に，±30% を上限・下限として推定した。一例として，割引率が 10% で，実投資額が1.5兆円のとき，平均速度が 300 km/h 以上の超高速鉄道の場合，許容投資額の下限でも1.5兆円を上回っていて，きわめて有利な投資となる可能性があるといえよう（注：1年後の100円の現在の価値を90円とみるとき，「割引率」10% という）。

4. 結　　論

① トランスポート・ギャップという見方からすれば航空機と新幹線との間の速度領域には，実用的な交通機関はなく，それを埋めるのは，V, S-TOL と超高速鉄道と考えられる。

② V, S-TOL は比較的輸送量の小さい区間に，超高速鉄道は，比較的輸送量の多い中核都市間に適している。

③ 新システムの構成と選択は，日本の経済地理の特質，将来のクオリティー・オブ・ライフおよび将来の交通体系等を考慮して行なわなければならない。

④ 日本の超高速鉄道は，磁気浮上リニアモーター方式が望ましい。

⑤ 1980年代初期に，第二東海道新幹線として，超高速鉄道が登場することが期待される。

⑥ 最高速度 500～600 km/h の超高速鉄道は，東京—大阪間の航空機客をこの鉄道に誘導し東京，名古屋，大阪等を一つの「複合都市」として構成する戦略手段となるものである。

⑦ この超高速鉄道は，多くの直接，間接便益をもたらすほか，経営も有利に展開すると予測される。

参考文献

1) Scharlach, H. : Verbundplanung zwischen Regional-Luftverkehr und Schienenverkehr, Die Bundesbahn, Bd. 44, Nr. 21, Nov. 1970, pp. 843-844.
2) Busch, H. : Personentransportsysteme der nächsten Jahrzehnte, Die Bundesbahn, Bd. 44, Nr. 21, Nov. 1970, pp. 821～833.
3) Bouladon, G. : Transport Gaps, Science J. Apr. 1970, pp. 41-46.
4) 近距離航空輸送研究会：1970年代におけるわが国近距離航空輸送について，Aug. 1971, pp. 19-20.
5) U.S. Dept. of Transport : Recommendations for Northeast Transportation, Final Report, May, 1971.
6) Railway Gazette International, Vol. 128, No. 8, Aug. 1972, pp. 296-297.
7) 長浜正雄：超高速鉄道—第二東海道新幹線—，土木学会誌 57—8, July, 1972, pp. 3-10.
8) 日本経済新聞：情報化時代の都市ランク，Jan. 4, 1970, pp. 10-11.