

中国北京—上海間高速鉄道計画について (超高速リニア鉄道の可能性は)

High-speed Railway Project between Beijing and Shanghai in China
(Possibility of Super high-speed linear railway)

高木清晴**・佐藤馨一***

By Kiyoharu TAKAGI**・Keiichi SATO***

1. はじめに

中国の北京—上海間高速鉄道計画については、鉄道部から鉄輪方式の高速鉄道による認可申請が98年3月に国家発展計画委員会に提出され中国政府部内で審査されたが、最終的には、現在建設中の超高速常電導リニアの独トランスラピッドによる上海浦東新国際空港と上海市内約35kmを結ぶ、モデル線での結果を見てから、北京—上海のシステムを鉄輪かりニアかのどちらかに決めるということになった。

筆者等は、中国鉄道部の協力を仰ぎながら、同計画の需要予測や経済・財務分析を行い、その成果を参考文献1)に記しているが、将来、更にもう一本の鉄道を必要とするほどの大きな需要が見込まれる結果になった。

そのような結果を踏まえ、超高速リニアの北京—上海での可能性及び中国の高速交通体系のあり方、更には、高速鉄輪かりニアかという二者択一の考え方が適切なのかなどを検討することが重要であるとの認識に立つようになった。

そのために、参考文献1)に記したことの他に、新たに計算した超高速リニアを想定した需要予測結果などを分析することにより、上記課題に対する筆者等の考えを本論文でまとめたものである。

キーワード：プロジェクト構想、公共交通需要、公共交通計画、鉄道計画

**正会員、(社)海外鉄道技術協力協会

(東京都文京区本郷2-27-8 太陽館ビル、
TEL03-5684-3177、FAX03-5684-3170)

***フェロー会員、工博、北海道大学大学院

(北海道札幌市北区北13条西8丁目、
TEL011-706-6209、FAX011-706-6216)

2. 北京—上海高速鉄道計画

(1) 北京—上海間沿線状況

図-1に示すように、沿線是北京、天津、上海の3直轄市と河北省など4省からなる。人口1,225万人の首都北京と1,439万人の商都上海を結ぶこの地域は、総人口3億2千万人を擁し、GDPの全国比は37.8%を占め、天津、済南、徐州、南京、蘇州等の大都市が連なる政治、経済、文化の枢軸回廊である。

図-2に、北京—上海間を含む高速鉄道沿線都市配置を示すが、如何に北京—上海間に、大都市が連担しているかが良くわかる。沿線人口3億人は、ほぼユーロ圏に匹敵し、しかも、両端が人口1,000万人以上の特大都市であるのが、日本と違うところである。

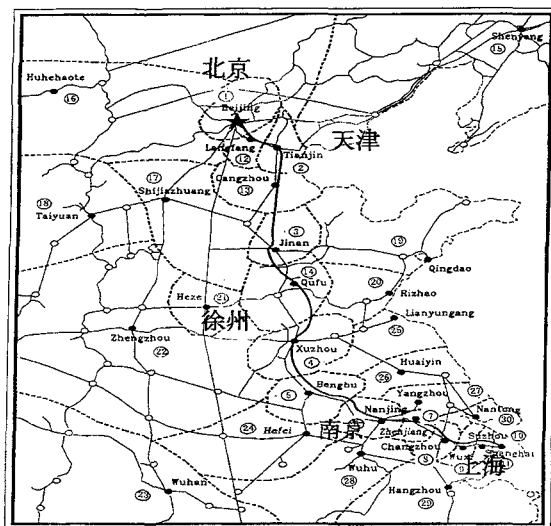
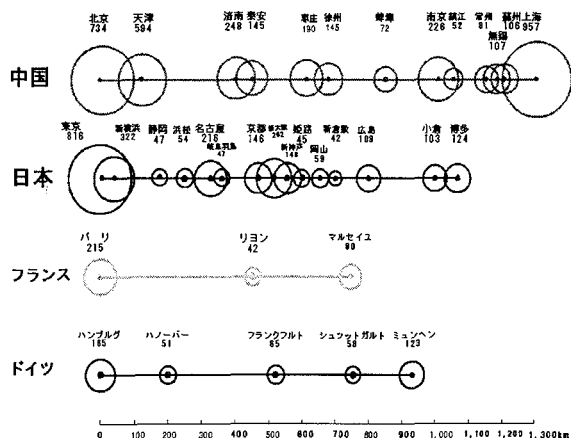


図-1 北京—上海高速鉄道計画路線図

出典：参考文献2)



図－２ 世界の高速鉄道沿線都市配置比較

出展：参考文献 3)

(2) 北京－上海高速鉄道計画

北京－上海間の客貨併用の現在線は、中国で最も混雑している路線で、1995 年時点での南京－上海間の列車本数が 234 本／日で、2000 年初には、新たに一本の複線の必要性が生じ、種々検討した結果、高速旅客専用新線案が採用された。

現時点での計画概要は以下の通りである⁴⁾。

- ・総延長：約 1300km
- ・駅数：北京、天津、済南、徐州、南京、蘇州、上海等 27 駅
- ・路線設計：最小曲線半径 7000m, 軌間 1435mm
最急勾配 12／1000
- ・形式：複線、交流電化、全線立体交差
- ・計画最高速度：300km/h、将来 350km/h
- ・所要時間：当初 6 時間(現行 14 時間)
将来最速列車 4 時間 30 分(途中 3 駅停車)
- ・建設費：約 1000 億円(約 1.6 兆円)

3. 需要予測

(1) 本プロジェクト実施に伴い想定される交通需要及び都市構造の変化

1964 年に開業した東海道新幹線始め、その後の新幹線は交通需要及び都市構造に大きな変化をもたらした。

新幹線によって、都市間が高速で結ばれるだけでなく、航空機などに比べてはるかに多量の輸送が可能になり、その利用によって日帰り圏が拡大し、人的交流

は増加し、地域の経済活動の優位性や生活の活動機会の多様な享受が可能となった。

そのため、今まで想像していた以上に、人々の活動領域が増大し、活発に動くようになり、新幹線を利用した生活をエンジョイすることとなった。

また、新幹線の駅にはその他の交通機関との連絡がより重要となり、新横浜、新大阪などの新駅付近が発展したところや、名古屋のように駅周辺がより発展し、名古屋の他の繁華街をさびしくさせるなど、都市構造を大きく変えている。

従って、北京－上海間においても、日本同様に沿線の経済発展や生活の向上が著しい状況であることから、日本が経験したであろう交通需要や都市構造の大きな変革が想像されるのである。

(2) 需要予測モデル

交通機関の需要予測において、一般に良く使われている四段階推計法は、過去の輸送構造を反映した実績データをもととして予測モデルを構築し、これに将来の社会・経済指標をインプットデータとして将来交通量を予測する方式をとっている。このため、高速鉄道のような国土全体の輸送体系に大きな変化を生ずるようなプロジェクトの需要予測を行う場合、その将来の需要構造まで予測することは極めて困難である。

東海道新幹線の需要が予想以上に伸びたことから、(財)運輸調査局では、この大きな交通需要の変化に対応できる需要予測モデルの開発に取組み、MD(Modal Demand)モデルを完成させた。これまで整備新幹線、本四連絡鉄道並びに海外での交通プロジェクト等 30 例ほどの実績があり、現在も(財)運輸調査局並びに日本鉄道建設公団が改良を加えている。

今回は、北京－上海高速鉄道計画という大きな交通需要変化が想定されるものであり、中国側で既に四段階推計法で需要予測を行っていること等から、中国側と協議して MD モデルを使用することにした。

なお、この MD モデルについては、(財)運輸調査局の部内研究資料である「交通計画モデルとしての犠牲量モデル(1995. 8)」並びに同調査局山岸隆次郎氏の研究論文「交通計画調査のための犠牲量モデル(JR 交通経営レポート：1998. 9)」に詳しく紹介されている。また、参考文献 1)に、その理論構成や予測手順の概要を

述べている。

(3) 需要予測前提条件²⁾

主な前提条件は以下の通りである。

- ・ゾーン区分: 大きな流動を探るのが当面の目的と考え、沿線 14、それ以外 16 の計 30 ゾーンとした。
- ・予測ケース: 基準年を 1996 年とし、3 ケース
 - ①2010 年: 300km/h の高速列車と在来線から高速線に乗り入れる中速列車の 2 つ
 - ②2020 年: 300km/h の高速列車のみ
 - ③2020 年: 350km/h の高速列車のみ
- ・GDP 年平均成長率: 中国鉄道部が、国家発展計画委員会及び北京－上海間地方政府の将来計画をもとに査定した。2001－2005 の第 10 次五カ年計画では 7 % である。
 1996－2000 : 8.2%、2001 - 2010 : 6.9%
 2011－2020 : 4.8%
- ・高速道路北京－上海間: 2010 年には全通(実際は、2000 年 12 月)

表－1 に、主要輸送モード別所要時間及び費用を示すが、これは、中国鉄道部がアンケート調査を実施し各ゾーンの重心点を仮定した上で、各年次における交通機関の整備状況を勘案して決めたものである。

表－1 主要輸送モード別所要時間及び費用

(単位: 時間及び元)

モード	アクセス等時間		ラインホール時間		所要時間計	
	アクセス等費用		ラインホール費用		所要費用計	
	1996	2010	1996	2010	1996	2010
航空	5.4	4.3	2.0	2.0	7.4	6.3
	118	140	730	730	848	870
在来 鉄道	3.9		16.0		19.9	
	15		237		252	
高速 鉄道		2.85		5.55		8.4
		17		518		535

(4) 需要予測結果と東海道新幹線との比較

結果を平均断面交通量で表したのが表－2 である。

表－2 北京－上海高速鉄道需要予測結果²⁾

ケース	平均断面交通量(人/秒・日・片道)		
	ルート内発着	ルート外発着	計
1996 年	20,399	22,591	42,990
2010 年	49,697	52,257	101,954
2020 年 300km/h	84,055	67,684	151,739
2020 年 350km/h	86,937	71,546	158,483

特徴的なのは、1996 年時点で往復 86 千人の交通量であるということである。この数値は、現在の山陽新幹線とほぼ同程度のもので大きなものである。また、ルート外発着の比率が高いことが上げられるが、これは、中国が広大な奥行き深い国であることから、在来鉄道と高速鉄道とのスムーズな連絡(相互の乗り入れなど)が重要視される根拠となっている。

次に、この結果と東海道新幹線の実態とを比較したが、表－3 に示す。

表－3 北京－上海と東海道新幹線との比較

比較項目	北京－上海	東海道新幹線
沿線 km 当り人口密度(千人/km: 1996 年値)	246	88
開業前後での平均交通断面量(往復: 千人/km/日)	86 (1.0) (1996 年)	42 (1.0) (1964 年)
開業 5 年後の平均交通断面量(往復: 千人/km/日)	204 (2.4) (2010 年)	121 (2.9) (1969 年)
開業 10 年後の平均交通断面量(往復: 千人/km/日)	303 (3.5) (2020 年)	218 (5.2) (1979 年)

注: 括弧内は、開業前後を 1 とした場合の比率

これらから、北京－上海は東海道新幹線よりは低い伸び率であるが、絶対量では東海道新幹線に比較して 5 割増し程度の需要となる。東海道新幹線の輸送量は、GDP にほぼ比例して伸びてきていることが確認されているので⁵⁾、北京－上海においても、前提とした 5 % 前後の GDP 伸び率が今後とも確保されれば、今回予測した需要量が発生するものと考えられる。

4. 北京－上海におけるリニアの可能性

(1) 北京－上海における鉄輪とリニアの比較

新幹線などの鉄輪システムと超高速リニアが最も異なる点は、推進モーターが車両側にあるか地上側にあるかである。超高速リニアは、推進モーターへの電力供給を、新幹線のように電車線とパンタグラフによる接触型ではなく、地上側にリニアモーターを敷き並べ、車両には基本的に電気供給しない非接触型とすることによって、超高速への障害を無くし、更に磁気浮上させてレールと車輪との接触も無くして超高速を実現している。

しかし、リニアモーターを地上に敷き並べ、かつ、それを支持する構造物が必要なことから、建設費はどうしても高くなる。また、地上設備によって輸送力が決まることから、車両増備により輸送力増強が可能な鉄輪システムと違い、将来の輸送力増強が難しいなどの欠点がある。

表－4 に北京－上海間における鉄輪とリニアの比較を示す。

表－4 鉄輪とリニアの比較(北京－上海間)

項目	高速鉄輪	超高速リニア※1
建設費	約 0.8 億円/km	2～3 億円/km※2
最高速度	350km/h	450km/h
運転時間	4 時間 30 分	3 時間 30 分
運賃	航空の 70% で 需要予測は計算	高速鉄輪の 2～3 倍必要※3
2020 年需要予測(往復)	317 千人/km・ 日	高速鉄輪ほどの 輸送力は困難

※1：ドイツのトランスラピッドである。

※2：上海リニアは 90 億円 35km とされている。

※3：単純に建設費に比例させた。

表－4 からわかるように、建設費が 2～3 倍もするリニアは、経営上、鉄輪高速鉄道の 2～3 倍もの運賃が必要となるが、果たして高速鉄輪と競争できるのだろうか。

(2) 北京－上海におけるリニアがある場合の需要予測結果

今回、2020 年で高速鉄輪が 350km/h の速度のときに、リニアがあるとした場合での、各輸送機関の時間・運賃設定を表－5 に示す。

表－5 北京－上海間各輸送機関の時間・運賃設定

項目	高速鉄輪	リニア	航空
運転時間	4.35	2.82	2.0
アクセス・イグレス時間	2.85	2.85	4.3
到達時間	7.2	5.67	6.3
運賃 1 (元)	613.8 (航空の 70%)	877.72 (航空並み)	870
運賃 2 (元)	613.8 (航空の 70%)	1,053.64 (航空の 120%)	870
運賃 3 (元)	613.8 (航空の 70%)	1,579.52 (航空の 180%)	870

注：リニアの速度は 500km/h として設定した。

表－5 の設定をもとに、MD (Modal Demand) モデルにより、需要予測を行ったところ、その結果は表－6 のようになった。

表－6 リニアの場合の北京－上海需要予測結果

単位：平均断面交通量(人/キロ・日・片道)

リニアの運賃水準	リニア	高速鉄道	合計
航空並み	83,160	93,105	176,265
航空の 120%	68,007	106,485	174,473
航空の 180%	45,345	121,454	166,779
リニアが無い場合		158,494	158,494

次に、北京－上海間区間別各交通機関別シェアを見てもみると以下の表－7 のようになる。また、比較のために、リニアが無い場合の北京－上海間各交通機関別シェアを表－8 に示す。

表－7 区間別各輸送機関のシェア(%)

区間及びリニアの運賃	高速鉄輪	リニア	航空	バス・自家用車
北京・上海間(約1300km)				
航空と同じ	48.7	48.2	0	3.1
航空の120%	56.1	40.1	0.7	3.1
航空の180%	56.1	22.6	18.1	3.2
北京・南京間(約1000km)				
航空と同じ	47.8	51.6	0	0.6
航空の120%	55.4	43.9	0	0.6
航空の180%	66.6	32.8	0	0.6

表－8 区間別各輸送機関のシェア(リニア無し)

区間・項目	高速鉄輪	航空	バス・自家用車
北京－上海	55.7%	41.2%	3.1%
北京－南京	74.1%	25.2%	0.7%

(3) 北京－上海におけるリニアの可能性

上記のリニアがある場合の需要予測結果から、以下のことが指摘できる。

- ①リニアは、高速鉄輪を上回る需要にはならないが、そこそこの需要がある。両者の合計は、リニア無しの場合より多くなる。逆に航空は、表－7及び表－8の比較からもリニアに相当侵食される。
- ②リニア運賃を3ケース設定して分析してみたが、リニアと航空の戦いは、表－7の北京・南京間で航空が0であることなどから、運賃よりも到達時間の方に重みがあるようである。

しかしながら、今回のリニア需要予測では、以下のことがより大きな問題として浮かんできた。

- ①ゾーン区分が大きいために、アクセス・イグレスがゾーン内の重心点となり、航空では相当に大きくなってしまい、現実と遊離する地域が出てきてしまう。
- ②航空における将来のシャトル便運行や運賃ダンピングなどを考慮していない。

上記の課題はあるものの、到達時間が航空より小さいところでは、リニアの可能性は十分あると言えるであろう。従って、リニアの課題は、運賃(建設費)もさることながら、航空と競争する区間にノンストップ超

特急列車設定が可能なこと、すなわち、それを可能にするインフラ(各駅の追越設備)整備などである。

5. 北京－上海間航空路と航空ネットワーク

中国の2001年からの第10次五ヵ年計画によると、全体の旅客輸送における伸び率は、その時期の経済成長率と同じで、7%前後としているが、航空は8～10%を想定している⁷⁾。また、中国国家発展計画委員会の幹部の発言によると、北京首都空港や上海浦東空港を将来は年間6000万人の乗降客を扱うハブ空港にしたいということである。表－9に、2000年の北京－上海間における北京及び上海空港(上海の場合は、虹橋と浦東の両方の空港を合算した数値である)の乗客数の割合を示したが、両空港ともほぼ10%程度である。この10%をリニアが肩代わりして、北京－上海間の航空のシェアが減れば、その分を他の航空路線に回し、全体の航空ネットワークがバランスのとれたものになるのかも知れない。

表－9 北京－上海間における北京及び上海空港の乗客数の割合

	北京空港	南京空港	上海空港
全体乗降客数	2169万人	478万人	1768万人
北京－上海間	167万人		167万人
北京－南京間	48万人	48万人	
計	215万人 (9.9%)	48万人 (10.0%)	167万人 (9.4%)

出典：中国交通年鑑2001より

6. 結論

2020年の需要予測量を満足する列車ダイヤの検討を行ったところ、16両編成では無理で20両編成導入前提で、列車ダイヤが作成できた。1日317千人の断面交通量はほぼ限界で、2020年以降は、もう一本の鉄道が必要になる。また、この需要予測をもとに北京－上海の財務分析を行ったが、収益性の非常に高いプロジェクトであることが判明している⁸⁾。

これらのことも考慮して、今まで述べてきたことから、以下の結論としたい。

①今後 10 年から 20 年間、中国の経済発展が持続すれば、日本の東海道新幹線以上の需要が生ずる。2020 年には、更にもうひとつの路線が必要となる。その可能性が十分にある。

②超高速リニアは、到達時間を航空以下に設定できれば、鉄輪と航空のはざまで、北京－上海間では存在できる可能性がある。

③しかし、超高速リニアには長距離輸送体系の有り方、運転ダイヤ設定などと、それに伴う建設費の問題など、現時点で未解決なことが多く、また、需要動向、航空路のあり方など、将来にわたって考慮すべき課題が多い。

以上から、成熟した高速鉄輪システムとの間で、現時点において二者択一の選択を行うのは、適切と思われる。それよりは、成熟している高速鉄輪方式の建設を急ぎ、高速リニアは、到達時間を航空以下にできるまで技術開発を続け、2015～2020 年頃、高速鉄輪だけでは需要に追いつけなくなる状況を踏まえて着工を目指すというのが、常識的、かつ適切な考えであると考察する。

また、中国は広大で人口稠密であるが故に航空の発展は必須であるが、航空管制などの問題も出てくる。

それだけにリニアの可能性も考慮した高速交通機関の住み分けが一層重要になると考察する。

7. おわりに

本稿によって、この北京－上海高速鉄道計画あるいは中国の高速交通体系に関する議論が活発になされれば、望外の幸せである。

参考文献

- 1) 高木清晴他：交通学研究/2001 年研究年報「中国北京-上海高速鉄道計画の Feasibility Study」, 2002,
- 2) JARTS：北京-上海高速鉄道日中共同調査事業報告書「高速鉄道の輸送需要量予測」, 2000,
- 3) 岡田宏：JREA 講演会「北京－上海高速鉄道」, 1999,
- 4) 沈之介：上海国際鉄道展鉄道フォーラム「中国将来の高速鉄道」, 1998,
- 5) 岡田宏：上海国際鉄道展鉄道フォーラム「新幹線の経済社会効果」, 1999,
- 6) JARTS 他：中国北京－上海間高速鉄道建設協力基礎調査報告書, 2000,
- 7) 中国国家発展計画委員会編：「第 10 次五ヵ年計画；総合交通体系発展重点特別項目計画」, 2001,

中国北京－上海間高速鉄道計画について（超高速リニア鉄道の可能性は）

高木清晴¹⁾・佐藤馨一²⁾

本論文では、今話題の北京－上海高速鉄道計画において、新幹線のような高速鉄輪と超高速リニアの二者択一の議論がある中で、筆者等は同計画における需要予測や経済財務分析を中国鉄道部と協力して行ってきた経験から、中国がとりわけ広大でかつ稠密な人口を擁する世界に例のない特別な地域であることを考慮すると、二者択一の議論は、適切ではなく、更に、将来の需要は大きいものがあるので、超高速リニアの可能性もあることから、リニアも含んだ高速交通体系の中で議論されるべきであることを主張し、また、当面の輸送力増強は、成熟した技術で在来鉄道ネットワークが利用できる高速鉄輪で建設すべきであると考察した。

High-speed Railway Project between Beijing and Shanghai in China

(Possibility of Super high-speed linear railway)

By Kiyoharu TAKAGI¹⁾・Keiichi SATO²⁾

In this paper, we understand that the idea which high speed steel-wheel or super high speed linear should be selected at first, is not proper, and insist to it should be discussed in the future high speed transportation system from the point of view of the result of our traffic volume forecast together with ministry of railway of China and the possibility of linear in the future.
