

東北・北海道新幹線の整備計画に関する研究*

A Study on the Construction Planning Of Tohoku/Hokkaido-Shinkansen

山路 真**, 佐藤 馨一***, 五十嵐 日出夫****

By Makoto YAMAJI, Keiichi SATOH, Hideo IGARASHI

This paper is made to discuss the necessity of Tohoku/Hokkaido-Shinkansen and to examine the feasibility study in this project. It is a problem that airlines and freight trains between Hokkaido and Honshu are tight. So this Shinkansen is regarded as a very important mean to solve this problem. This paper analyzes that the traffic demand of passengers converts according to the Shinkansen constructed between Morioka and Sapporo, using the aggregate logit model. By using this model, we simulate the change of traffic demand and construction cost. As a result, it is very feasible to construct this Shinkansen between Morioka and Sapporo.

1. はじめに

近年、北海道～本州間の航空旅客が増大し、希望する時間帯に席を予約できないという状態が続いている。しかし、羽田空港の発着枠の関係で今後とも便数の大幅増加は期待できない。また、北海道～本州間の鉄道貨物輸送も逼迫しているのが現状である。本研究はこのような状態を打破するために東北・北海道新幹線建設の必要性と運営の可能性を論じたものである。すなわち新幹線の建設規格（フル規格かミニか）や部分開業の効果等を収支計算の側面から検討している。

*キーワード：新幹線選択率モデル，収支計算

** 学生員 北海道大学大学院 修士課程1年

*** 正 員 北海道大学工学部教授，工学博士

****正 員 北海道大学工学部教授，工学博士

北海道大学工学部土木工学科 交通計画学研究室
(〒060 札幌市北区北13条西8丁目)

2. 北海道～本州間の交通機関の利用現状

(1) 北海道～本州間の航空旅客流動の現状

北海道～本州間の旅客流動で特徴的なものは、表-1に示すように、道央～関東間等の旅客流動はそのほとんどを航空に依存していることである。図-

表-1 東北・北海道新幹線沿線の旅客流動(1990年)

OD	旅客流動量 (千人)				
	合計	鉄道	航空	船舶	バス
道央～関東	8120.7	353.6	7725.1	42.0	0.0
道央～宮城・福島	666.3	81.4	465.5	119.4	0.0
道央～岩手	170.7	49.9	120.8	0.0	0.0
道央～青森	598.8	345.1	134.9	118.8	0.0
道央～道南	1764.5	1333.4	316.3	0.0	114.8
小計	1321.0	2163.4	8762.6	280.2	114.8
道南～関東	1444.9	269.8	1175.1	0.0	0.0
道南～宮城・福島	121.4	87.9	33.5	0.0	0.0
道南～岩手	68.4	68.4	0.0	0.0	0.0
道南～青森	1087.9	851.5	0.0	236.4	0.0
小計	2722.6	1277.6	1208.6	236.4	0.0
青森～関東	2395.6	1555.4	657.6	0.0	182.6
青森～宮城・福島	807.3	636.1	0.0	0.0	171.2
青森～岩手	1428.2	795.2	0.0	0.0	633.0
小計	4631.1	2988.7	657.6	0	986.8
合計	18674.7	6427.7	10628.8	516.6	1101.6

1は千歳～羽田間の航空流動量の推移であるが、これを見て明かなことは1984年以降の流動量は毎年5～10%のペースで伸び続けていることである。図-2は同区間の月間航空流動であるが、1991年4月を除きどの月でも流動量が上昇しているのがわかる。ここで特に注目されるのは8月の伸びである。8月は観光シーズンのピークを迎えるので各年とも最大の流動量を示すのであるが、その伸び率は他の月よりもはるかに低いのがわかる。すなわちもう既に航空需要に対し輸送力がついてゆけない状態にあるといえる。ところでこのような航空流動の伸びに対し羽田空港の容量は対応できるのだろうか。

羽田空港は現在拡張工事が進められており、完成すると発着枠が約25%増加するが、第6次空港整備5カ年計画で国内線流動量の伸びは2000年で約30%の増加(対1990年比)があるとしていることを考えると、羽田空港は拡張工事完成後も満杯のままであるということができる。また、首都圏第3空港が必要不可欠であるが、建設地等問題点も多く現実性に乏しい。したがって、北海道～本州間の航空流動はやがて行き詰まるのは不可避である。

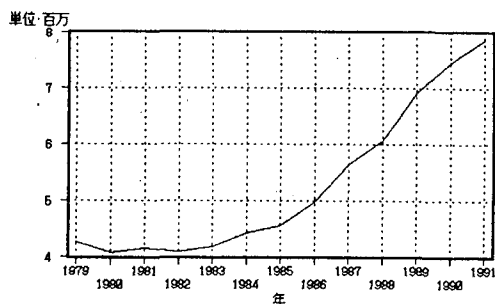


図-1 千歳～羽田間 年間航空流動の推移

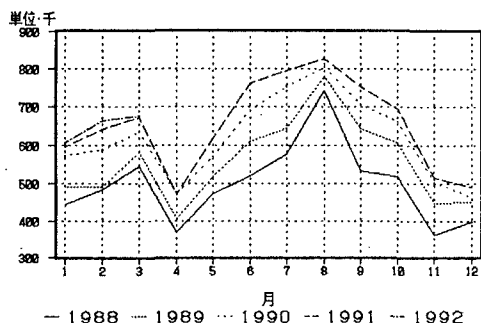


図-2 千歳～羽田間 月間航空流動の推移

(2) 北海道～本州間の鉄道システムの現状

北海道～本州間における鉄道システムの最大の特徴は、青函トンネルを保有していることである。このため、他の交通機関に比べて確実性、定時性に優れている。特に貨物輸送についてはコンテナ列車の積載率が80%にも達しているといわれており、青函トンネルの威力を十二分に発揮しているといえる。

しかし鉄道システムは旅客、貨物輸送とも種々の問題を抱えている。たとえば旅客列車ならば所要時間が長く、貨物列車の場合は高い人気があるにもかかわらず輸送力が限界に達しているという状態である。特に問題なのは、青森～東室蘭間が北海道～本州間を結ぶ大動脈を形成する一部分であるにもかかわらず、全線の電化と複線化が未だに完成していないことである。非電化区間は五稜郭～東室蘭間(185.1km)の全区間であり、速度向上や1列車当たりの輸送力の向上ができない。また、単線区間は青森～東室蘭間の随所に存在している。特に青函トンネルの前後にある津軽線(33.7km)・江差線(37.8km)が全線単線区間であり、函館～東室蘭間にも約24%の単線区間(大沼～森間を複線と考えると約12%)が存在する。このため列車の増発や所要時間の短縮のネックになっている。

(3) 東北・北海道新幹線の必要性

北海道～本州間の交通において旅客では航空の、貨物では鉄道の輸送力が逼迫していることを示した。この2つの問題を同時に解決する手段として新幹線が改めて注目されている。新幹線が最高速度 350km/hで運転されれば東京～札幌間の所要時間は4時間を切ることになり、航空機の代替機能をなし得る。また、新幹線開業によって在来線の線路容量に余裕ができると貨物列車の増発が可能になる。あるいは新幹線に狭軌の線路を併設して3線軌式線路にすれば貨物列車を新幹線の線路上に運転させることもできる。

3. 東北・北海道新幹線の整備計画

(1) 整備新幹線の建設規格

東北新幹線:盛岡～青森間、北海道新幹線:青森～函館～札幌間は北陸新幹線や九州新幹線とともに1973年に整備新幹線として閣議決定がなされた。しか

し直後に起こったオイルショックやその後の国鉄の経営状態悪化等で、新幹線の建設は長い間先送りにされてきた。ようやく1985年に東北新幹線：盛岡～青森間が北陸新幹線と九州新幹線の一部区間ともに工事の認可が申請された。ところが建設費や建設順位で折り合いがつかず、再検討が必要になった。

そこで運輸省は、在来線のうち隘路になっている区間についてのみ暫定的に新幹線路盤の新線を建設をすることにした。しかしながら新幹線と在来線では軌間が異なるので、どちらかの軌間に合わせなければならない。そこで既設新幹線の軌間に合わせて在来線を改軌する“ミニ新幹線”と、新線区間を暫定的に狭軌で建設する“スーパー特急”という2つの建設方式が考案されたのである。東北新幹線の場合、盛岡までの既に完成している新幹線と直通させることに重点を置いたので、盛岡～沼宮内間と八戸～青森間は在来線を改軌し(ミニ新幹線化)、新線区間は標準軌新線とすることになったのである。

(2) ミニ新幹線とスーパー特急の特徴

新幹線の建設規格は表-1のように分類されている。また、規格別の最高速度と車体の大きさは表-2の通りである。

表-2 新幹線の建設規格

	新幹線路盤	在来線路盤
標準軌(1435mm)	フル規格新幹線	ミニ新幹線
狭軌(1067mm)	スーパー特急	在来線

表-3 規格別最高速度と車体

	最高速度	車体
フル規格新幹線	210～350km/h	新幹線
ミニ新幹線	130km/h	在来線
スーパー特急	160～250km/h	在来線
在来線	120～130km/h	在来線

a) ミニ新幹線(新幹線直通線)

ミニ新幹線は、在来線の路盤を流用して軌間を標準軌に改軌し、新幹線車両を在来線に乗り入れさせる方式である。路盤を流用するのであるから建設費は安い。また、ローカル輸送は標準軌の車両を運行させることで維持できる。これは既に山形新幹線で実施されている。

しかし、ミニ新幹線には以下の2点に問題がある。

第1に、最高速度が130km/hと、最近の在来線特急列車並み(常磐線の“スーパーひたち”や函館本線の“スーパーホワイトアロー”も最高速度130km/h)に抑えられていることである。

第2に、狭軌の列車、すなわち貨物列車が直通運転できないことである。あるいは直通運転するためには3線軌式ないし4線軌式線路にしなければならないことである。このため、3線軌式線路は標準軌の列車と狭軌の列車で車体の重心が184mmずれるために駅、架線柱、トンネル、橋梁を全部改造しなければならない。また特に4線軌式線路は線路構造が複雑で、保守費が高くつく、雪詰まりが起こる、といった問題がある。したがってミニ新幹線に貨物列車を運行することは困難であるといえる。

b) スーパー特急(狭軌新線)

スーパー特急は予め新幹線用の路盤を建設しておき、線路のみ暫定的に狭軌の線路を敷設し、在来線の車両を運転させる方式である。将来フル規格新幹線にいつでも改築できる。青函トンネルもスーパー特急の一種である。新線を建設するので1km当たりの建設費はフル規格新幹線とほぼ同じである。しかし、狭軌であるから最高速度は200km/h程度に抑えられる。(最終的には250km/hを目標としている)

スーパー特急がフル規格新幹線より優れているところは、在来線と軌間が同じなので高速道路のように部分的に完成してもその効果を発揮することができるということである。また、狭軌の線路なので貨物列車も走行可能である。

4. 東北・北海道新幹線の需要予測

(1) 新幹線選択率モデル

本研究では北海道新幹線の需要量を推計するため、実験計画法によるアンケート調査を札幌市及び函館市で実施し、次のモデルを構築した。

$$P = 1 / \{ 1 + e^{f(x)} \} \quad (1)$$

札幌～東京

$$f_s(x) = -1.188x_1 + 0.0000647x_2 + 0.00769x_3 - 1.499 \quad (2)$$

函館～東京

$$f_h(x) = -0.591x_1 + 0.0001544x_2 + 0.00671x_3 - 4.33 \quad (3)$$

ただし、 x_1 ：旅行目的（1：業務，2：私用）
 x_2 ：新幹線の料金（円）
 x_3 ：新幹線の所要時間（分）

(2) 新幹線利用客数と単年度収入

新幹線利用客数と年間収入を求めるにあたり、まず上記のモデルより新幹線選択率を求めた。その際、

- a) 旅行目的は業務70%、私用30%とした。
- b) 新幹線の料金は、現在の東海道・山陽新幹線の運賃・特急料金をもとに設定した。（表－4）

表－4 新幹線の料金（円）

札幌～東京	22000	函館～東京	18000
札幌～仙台	18000	青森～東京	16000

- c) 所要時間については、以下の6通りの場合について計算した。（表－5）
 - case1 全区間フル規格，最高速度350km/h
 - case2 全区間フル規格，最高速度300km/h
 - case3 全区間フル規格，最高速度240km/h
 - case4 東京～盛岡間フル規格，最高速度350km/h
盛岡以北ミニ新幹線，最高速度130km/h
 - case5 東京～盛岡間フル規格，最高速度300km/h
盛岡以北ミニ新幹線，最高速度130km/h
 - case6 東京～盛岡間フル規格，最高速度240km/h
盛岡以北ミニ新幹線，最高速度130km/h

表－5 盛岡～札幌間開業時の新幹線の所要時間

	case1	case2	case3	case4	case5	case6
札幌～東京	3:44	4:20	5:15	7:37	7:56	8:33
札幌～仙台	2:26	2:55	3:36	6:19	6:26	6:34
函館～東京	2:57	3:29	4:15	4:37	4:56	5:23
青森～東京	2:27	2:53	3:30	3:37	3:46	4:13

平成2年度運輸省旅客地域流動調査から抜き出した東北・北海道新幹線沿線地域相互間(12OD)の旅客流動量から以下の式により利用客数を算出した。
新幹線利用客数＝旅客流動量×新幹線選択率
ただし函館～青森間は船舶から、青森～盛岡間はバスからそれぞれ半数が新幹線に転移すると考えた。
OD別単年度営業収入は次のように求めた。
OD別単年度営業収入＝新幹線料金×利用客数
区間別の収入は東京～盛岡，盛岡～青森，青森～函館，函館～札幌の4区間に営業キロで比例配分し

た。さらに12ODの年間収入を足し合わせ東京～盛岡，盛岡～青森，青森～函館，函館～札幌の営業収入とした。その結果を表－6～8に示す。ただし、東京～盛岡間の収入は青森以北発着の利用客による収入である。

表－6 盛岡～札幌間開業時の年間収入(億円)

区間	case1	case2	case3	case4	case5	case6
東京～盛岡	766	694	593	453	429	396
盛岡～青森	420	393	353	289	280	267
青森～函館	253	233	205	147	142	133
函館～札幌	421	388	344	233	226	217
計	1860	1708	1495	1122	1077	1013

表－7 盛岡～函館間開業時の年間収入(億円)

区間	case1	case2	case3	case4	case5	case6
東京～盛岡	576	530	468	455	431	399
盛岡～青森	340	322	300	274	265	252
青森～函館	183	171	151	134	128	121
計	1099	1023	919	863	824	772

表－8 盛岡～青森間開業時の年間収入(億円)

区間	case1	case2	case3	case4	case5	case6
東京～盛岡	471	440	398	409	388	360
盛岡～青森	299	287	270	255	247	236
計	770	727	668	664	635	596

5. 東北・北海道新幹線の収支予測

(1) 東北・北海道新幹線の建設費

新幹線の建設費は表－9の通りに設定した。

表－9 新幹線の建設費

建設区間	フル規格新幹線	ミニ新幹線
盛岡～青森	7000億円	4000億円
青森～函館	3000億円	2000億円
函館～札幌	1兆円	4000億円

建設費のうち営業主体たるJRの負担割合は20%である。残りは国(35%)、鉄道整備基金(30%)、地方公共団体(15%)の出資である。このJR負担分は、建設中は国が鉄道建設公団に無利子で貸し付け、JRは開業後40年間、鉄建公団にリース料として負担分を支払う。すなわち、JRが建設費の20%分を無利子で借り受け、40年間で償還するのと同じことになる。したがって、フル規格新幹線を建設した場合、単年度償還額は盛岡～青森間で35億円、青森～函館間で15億円、函館～札幌間で50億円である。

(2) 東北・北海道新幹線の経営費

東北・北海道新幹線がフル規格新幹線で建設された場合の経営費は、1983年度の上越新幹線の経営費から推定した。上越新幹線は降雪区間を走行すること、当時の運転本数も20往復/日であることで共通している。大宮～新潟間は270kmであり、1983年度の経営費は280億円であるから同新幹線の1km当たりの単年度経営費は約1億円である。そこで経営費を上越新幹線と同じ1億円/km・年であるとし、物価上昇率を3%とすると、1991年度の1km当たりの経営費は以下のように推定できる。

$$1 \text{ 億円/km} \times (1.03)^{1991-1983} \div 1.3 \text{ 億円/km}$$

したがって1991年度の経営費を1.3億円/kmとした。

ミニ新幹線の経営費は、1991年度のJR北海道の営業費から推測した。JR北海道は総営業キロが2625.7kmなのに対し営業費は1373億円である。これを1kmあたりに直すと0.6億円になる。しかしJR北海道の路線は大半が単線・非電化でかつ輸送密度がミニ新幹線よりはるかに低いので、複線・電化・3線軌式線路のミニ新幹線は倍以上の経営費がかかると考えられる。そこでミニ新幹線の経営費を1km当たり1.5億円として計算した。

(3) 東北・北海道新幹線の収支予測

新幹線の収支予測を行うに当たり、建設規格と最高速度を前述の6つのケースに分け、これにより建設区間別の収支計算を行った。その結果、盛岡～青森間、青森～函館間の収支は図-3、4、盛岡～札幌間開業の場合の収支は図-5である。また、盛岡～札幌間、盛岡～函館間開業した場合のJR会社別の収支（東京～盛岡間の函館、札幌延長による増収分を含む）は図-6、7のようになる。

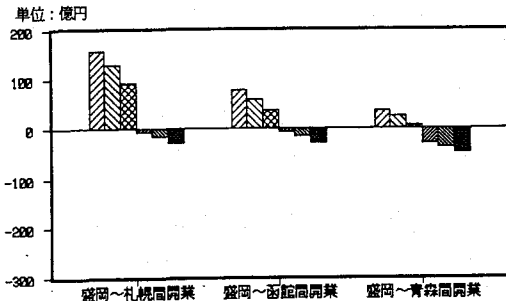


図-3 盛岡～青森間の収支

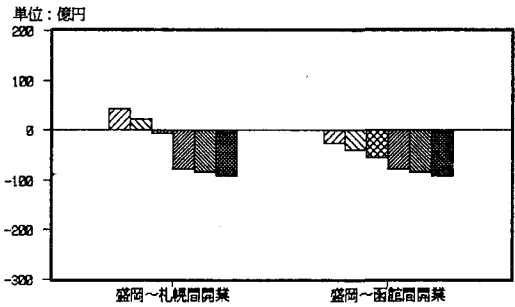


図-4 青森～函館間の収支

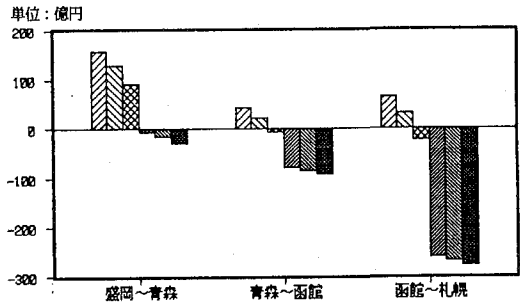


図-5 盛岡～札幌間開業した場合の収支

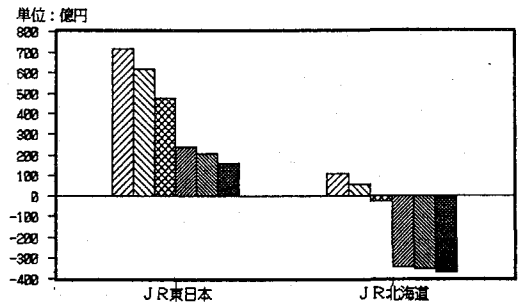


図-6 盛岡～札幌間開業した場合の会社別収支

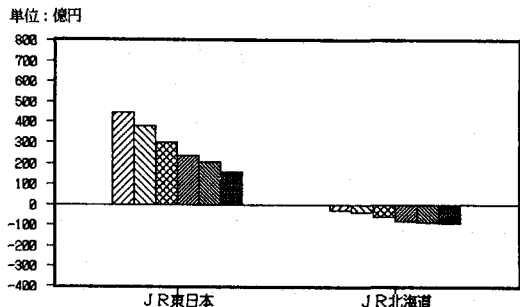


図-7 盛岡～函館間開業した場合の会社別収支

凡例
 case1 case2 case3
 case4 case5 case6

ここで明らかになったのは以下の通りである。

a) ミニ新幹線を建設した場合はまったく収益を期待することができない。特に盛岡～札幌間開業の場合の函館～札幌間の収支は、貨物輸送や札幌都市圏輸送を考慮にいれていないとは言えきわめて悪い。これは、盛岡～札幌間の最高速度が一部を除き 130 km/h であり、建設費の割に時間短縮効果がほとんどないためである。

b) 盛岡～青森間をフル規格新幹線として建設した場合、建設区間が青森止まりでも収益は期待できる。さらに札幌まで延長すればこの額はますます大きくなる。この結果、現在行われようとしている盛岡～青森間のミニ新幹線計画は、JR 東日本の立場からすれば損な選択であるといえる。

c) 盛岡～函館間をフル規格新幹線として建設した場合、青森～函館間の収益は期待できない。

d) 盛岡～札幌間をフル規格新幹線として建設した場合、青森～函館間、函館～札幌間とも収益は最高速度 300km/h 以上ならば期待できる。また最高速度がこれ以上になれば航空、特に千歳～羽田線からの転移が見込めるということもできる。

e) JR 会社別の収支を見た場合、JR 東日本はフル規格新幹線ならばどんな場合でも収益を得ることができる。また、青森方面延長による東京～盛岡間の増収分を含めると、(現東北新幹線の青森以北発着の利用客による増収分は表-1により、208億円/kmと算出される。収支計算ではその額を差し引いた。)きわめて大きな収益をあげることができる。JR 北海道は、盛岡～札幌間開業の場合の収益は最高速度 300km/h 以上ならば期待できる。しかし、盛岡～函館間開業の場合の収益はは期待できない。

これらの結果、東北・北海道新幹線は全線フル規格新幹線かつ最高速度 300km/h 以上であれば収益を期待することができるということが明らかになった。

6. 東北・北海道新幹線のあり方

現在東北新幹線盛岡～青森間はミニ新幹線で建設されようとしている。そして、青森～札幌間の北海道新幹線に至っては整備新幹線になって20年が経つ現在も未だに着工の目処がついていない。

さて、ミニ新幹線には数々の問題点があるばかりでなく、どの区間でも収益が全く期待できない。す

なわちこれはミニ新幹線の最高速度が在来線並に抑えられているがゆえに、時間短縮効果が著しく小さいことを示している。従ってミニ新幹線は東北・北海道新幹線の建設規格にふさわしくないといえよう。

またフル規格新幹線を建設した場合、新幹線が札幌まで建設され、なおかつ最高速度が 300km/h 以上必要である。すなわち、東北・北海道新幹線が札幌～東京間を4時間20分以内で結べば千歳～羽田間の航空機の代替機能を持ち得るといえよう。

ところで、既に営業運転されている東京～盛岡間の収益に注目すると、当然のことながら新幹線の建設区間が長ければ利用客数が増えるので収益は増加する。特に札幌まで開業した場合、その額は目立って大きくなるということがわかる。これは青森や函館まで開業するのと違い、札幌という大都市まで開業した場合のインパクトがいかに大きいかということがいえるのである。さらに最高速度が向上すれば航空機から転移する利用客も増加するので、収益はさらに大きくなるのがわかる。JR 東日本の立場であれば新幹線は札幌まで完成している方が収入が増えるのである。見方を変えれば同区間の収入はJR 東日本の「不労所得」ということもできる。したがって新幹線建設費の一部をここから捻出するのも一つの手段になると考えられよう。

結局、新幹線は札幌までフル規格新幹線として建設した方が利便性が高まり、しかも利益も大きいといえることができる。

7. おわりに

新幹線建設の際に忘れてはならないのは並行在来線の存廃問題である。新幹線が開業することにより在来線の優等列車が廃止され、その旅客収入は大幅に減少することになる。しかし貨物列車について考えると、既に述べたように青函トンネルの開業以来貨物需要の伸びは著しいのであるが、単線区間が随所に存在しているが為に増発ができないのが現状である。新幹線が完成すれば旅客列車廃止の分だけ線路容量に余裕ができ、少なくともその分の貨物列車は増発されると考えられるので、在来線の営業収入はさほど減少しないと予想される。したがって、新幹線開業後の並行在来線は貨物列車主体に路線として存続が可能であると考えられる。