

IV-29

北海道新幹線の開業効果に関する研究

北海道大学大学院工学研究科 ○ 学生会員 土屋 誠之
 北海道大学大学院工学研究科 正会員 原口 征人
 北海道大学大学院工学研究科 フェロー 佐藤 馨一

1. 研究の背景と目的

整備新幹線は、整備を求める地元の強い要望がある反面、政府や自治体の厳しい財政見通しや、十分な需要が見込まれず、将来の採算性が確保できないとの意見により、国民的合意が得られているとはいえない状況にある。

整備新幹線の整備には多額の建設費を要する反面、時間短縮など、必ずしも事業主体に帰属しない効果をもたらす。また建設費の負担にあたっては、事業主体の他に、国や地方自治体の負担も考えられており、負担の根拠を明らかにすることは、少しでも整備新幹線整備への合意を形成することにつながる。

したがって北海道新幹線の開業効果について把握したうえで、費用便益分析を行うことが必要になる。

そこで本研究では、北海道新幹線の開業効果について、建設効果と利用効果に分けて分析を行う。利用効果については費用便益分析を行い、北海道新幹線の純便益額および費用対効果比を求め、整備の必要性および公的資金投入の妥当性を検証する。

2. 本研究における開業効果分析の考え方

開業効果の分析にあたっては、効果発生の確実性および効果を認定する際のコンセンサスの得やすさを重視することとし、確実性に留意した。

新幹線の開業効果の分析については、既存の各新幹線や整備新幹線の各路線について、多様な考え方のもと調査研究が行われてきた。これら既存の調査研究と本研究の相違点について表1にまとめる。

既存研究に比較し、本研究では考慮したのは以下の3点である。

- 1) JRの経営改善の分析を、並行在来線も含めて、収入および経費の面から詳細に把握した。
- 2) 時間短縮効果について、経済波及効果により把握するのではなく、時間短縮そのものである「直接時間短縮」のみを用いて分析した。
- 3) 航空機から新幹線への転換に伴う利用者の費用

負担減少分を、支払い運賃額ではなく、動力費の削減額を用いて算出した。

表1 開業効果の把握方法の比較

効果の種類		種別	既存	本研究
建設効果	直接効果		○	○
	間接1次効果		○	○
	間接2次効果		○	○
利用効果	JRの経営改善効果	新幹線	○	○
		在来線等	×	○
	時間短縮効果	直接時間短縮	○	○
		生産発生効果	○	×
		間接1次効果	○	×
		間接2次効果	○	×
	動力費削減効果		×	○

また本研究における主要な前提および仮定は、以下の通りである。まず北海道新幹線は新青森～札幌間の全線が2010年に全線同時開業するものとした。速度水準については、すでに山陽新幹線で実現をみている最高速度300km/hの車両で走行し、線形や車両性能を考慮し、東京～札幌間は4時間10分で走行するものとした。

3. 北海道新幹線建設に伴う波及効果

(1)北海道新幹線のうち道内分建設費の算定

北海道新幹線は、新青森～札幌間を建設するプロジェクトであり、区間は青森県および北海道にまたがっている。そこでまず、建設費のうち北海道内分の算定を行った。

北海道新幹線の建設費は、新線建設区間と、在来線に新幹線を併設する3線軌化する区間をともに含む新青森～新函館間と、全線が新線建設区間である新函館～札幌間に分けて試算されている。

このうち新函館～札幌間の建設費より新線建設区間の工事費単価を算定し、これを新青森～新函館間にも適用して、同区間の新線区間建設費とし、この残りが3線軌に要する工事費として、3線軌工事費単価を算定した。これを、青函トンネル内にある北海道と青森県の道県境に適用し、北海道分の建設費を算定した。用地費は新線建設区間の10%とした。

A Study of Opening Effects on Hokkaido Shinkansen
 By Seishi TSUCHIYA, Masato HARAGUCHI and Keiichi SATOH

この結果、北海道新幹線の北海道関連工事費（用地費を除く）は1兆2,256億円と算定された。

(2)北海道新幹線建設に伴う波及効果額の推定

建設投資額が北海道経済に与える波及効果について、北海道産業連関表を用いて、直接効果および一次波及効果、二次波及効果を算出した。

1)直接効果：経済波及のもととなる効果であり、建設費より用地費を除いた額が建設・土木業に発生するものとした。

2)一次波及効果：新幹線の建設を行う際には、他産業より資材を調達したり、他部門の生産を誘発するので、建設効果が他産業や他部門に波及する。この効果を一次波及効果という。

3)二次波及効果：新幹線の建設を行うと、直接効果および一次波及効果の生じた各産業において生産が行われ、それに伴い雇用者所得が生じるが、この一定割合が消費に回されることにより、さらに生産を誘発する。生産が誘発されると再び雇用者所得も増加する。この効果を二次波及効果という。

本研究においては、経済波及効果の分析にあたって均衡産出高モデルを利用し、移出入および輸出入の影響を考慮した競争移輸入型モデルを用いた。

すなわち一次波及効果は、

$$\Delta X_1 = [I - (I - \bar{M} - \bar{N})A]^{-1} (I - \bar{M} - \bar{N}) \Delta X_0 \quad (1)$$

二次波及効果は、

$$\Delta X_2 = [I - (I - \bar{M} - \bar{N})A]^{-1} (I - \bar{M} - \bar{N}) ckw (\Delta X_0 + \Delta X_1) \quad (2)$$

ただし、

ΔX_0 ：直接効果による道内生産誘発額

ΔX_1 ：一次波及効果による道内生産誘発額

ΔX_2 ：二次波及効果による道内生産誘発額

\bar{M} ：対角化した輸入係数行列

\bar{N} ：対角化した移入係数行列

A：投入係数行列

c：民間消費支出構成比（列ベクトル）

k：消費転換係数（消費額／雇用者所得額＝0.755）

<総務庁、平成5年度家計調査年報より>

w：雇用者所得率（行ベクトル）であらわされる。

一次波及効果を求めるにあたっては、投入係数は「平成2年度建設部門分析用産業連関表」¹⁾を用い、これに「平成5年延長北海道産業連関表」²⁾より求めた道内自給率、投資額を用いて業種別投入ベクトルを作成し、これを逆行列表に掛けて算出した。

また二次波及効果を求めるにあたっては、投入係数は「平成5年度北海道産業連関表」より求めた消費支出パターンを用い、道内自給率、投資額は同表より求めて業種別投入ベクトルを作成し、これを逆行列表に掛けて算出した。

算出結果は表2の通りで、2次波及効果までを合計した生産誘発額は2兆4,128億円となり、建設費の1.97倍の波及効果をもたらすことが判明した。

4. 北海道新幹線によるJRの収支改善効果

北海道新幹線によるJRの収支改善効果については、北海道新幹線建設促進期成会「北海道新幹線の需要予測と収支採算性について」（1997）において、JRの受益額を推計し、整備方策を検討する目的ですでに実施されている。そこで本研究では、この需要予測を、本研究における速度水準（最高速度300km/h、東京～札幌間4時間10分）を当てはめ、あらためて実施した。

(1)北海道新幹線単独によるJRの収支改善効果

新幹線輸送量については、以下の手順で推計を行った。

まず現状の鉄道輸送量と、将来の航空輸送量をもとに各区间ごとの総流動量を想定した。将来の航空輸送量については、国民総生産と新千歳空港の利用者数との相関をとり、将来の国民総生産の伸び率を対関東は1.0%、その他の区間は1.25%とした時に対応する輸送量として求めた。これを新幹線の独占区間と、新幹線と航空機の競合区間に分割し、競合区間については新幹線の選択率を、1991年に実施

表2 北海道新幹線建設による経済波及効果（単位：億円）

	直接効果	一次効果	二次効果	総合効果 二次まで	効果倍率
	A	B	C	D	
生産誘発額	12,256	4,822	7,050	24,128	1.97
付加価値誘発額	5,559	2,983	3,786	12,328	
雇用者所得誘発額	3,664	1,630	2,069	7,363	

したアンケートに基づく集計ロジットモデルをもとに求めた。これらを合計して、各区分ごとの新幹線輸送量とした。

新幹線の運賃収入は、費用便益分析を実施する際の社会的割引率が4%であることを考慮し、現状の運賃・料金が年率4%ずつ上昇するものとして推計した。

一方営業経費については、新線部分の営業経費、東北新幹線の営業経費の増加分、車両費、租税の各項目を推定することで算出した。経費についても、年率4%の経費上昇を見込んだ。

この結果、北海道新幹線単独にJRの収支改善効果は、開業初年度で2,241億円となり、漸次増加して開業13年目には4,542億円となるものと算出された。

(2) 並行在来線を含めたJRの収支に与える影響

北海道新幹線の開業により、収入および経費が大きく変動すると考えられる線区として、以下の線区における収入および経費の増減について算出した。

- 1) 札幌～新千歳空港：空港アクセス列車の輸送量減
- 2) 長万部～東室蘭～札幌：特急列車の新幹線転移
- 3) 小樽～長万部：並行在来線の経営分離
- 4) 函館～新函館：新幹線アクセス列車の新設

以上の要素を考慮した結果、並行在来線を含むJRの収支改善効果は、開業初年度で820億円となり、開業13年目には2,228億円となるものと算出され

た。

開業後7年間分の試算結果を表3に示す。

5. 北海道新幹線による時間短縮効果

北海道新幹線による時間短縮として、

- 1) 在来線または在来線と新幹線を乗り継いでいた旅客が新幹線に転移することによる時間短縮
 - 2) 航空機を利用していただ旅客が新幹線に転移することによる時間短縮
- の2種が考えられるので、これらについて時間短縮量を算出した。

北海道新幹線による時間短縮効果の算定にあたっては、北海道・東北新幹線が盛岡～青森間全線開業したときの時間短縮量より、東北新幹線が盛岡～新青森間部分開業したときの時間短縮量を減じるにより行った。

算定の基礎となる新幹線輸送量については、収支改善効果を求めるのと同様に行ったが、新幹線～航空機の分担モデルについては、関東関連の航空機と新幹線の分担に関する実績値より、所要時間と分担率をロジット曲線で回帰したモデルを構築し、これにしたがった。

また航空所要時間については、アクセス・イグレス時間を含むこととし、空港発に対して40分、着に対して20分の手続きおよび乗り継ぎ時間を考慮し、さらに余裕時間として全体で20分を見込んだ値を採用した。

表3 並行在来線を含めたJRの収支改善効果（単位：億円）

	H22年度	H23年度	H24年度	H25年度	H26年度	H27年度	H28年度
札幌～東京間の旅客収入の増加分	1,852	1,981	2,117	2,261	2,410	2,569	2,736
新幹線開業後の札幌～東京間の旅客収入	2,752	2,892	3,040	3,197	3,359	3,532	3,713
開業前(H21年度)の札幌～東京間の旅客収入	611	611	611	611	611	611	611
札幌～新千歳間の旅客収入の増加分	-40	-41	-43	-45	-46	-48	-50
長万部～札幌間の旅客収入の増加分	-158	-164	-170	-177	-184	-192	-199
小樽～長万部間の旅客収入等増加分(並行在来線)	-73	-75	-78	-82	-85	-88	-92
並行在来線の定期収入の増加分	-19	-20	-21	-22	-22	-23	-24
札幌～東京間の営業経費の増加分	1,032	1,056	1,098	1,142	1,190	1,246	1,300
札幌～新青森間の開業後の営業経費の増加分	590	619	665	714	766	826	882
札幌～新青森間の開業後の営業経費	1,305	1,357	1,412	1,468	1,527	1,588	1,652
新線部分の営業経費(札幌～青森)	10	11	11	12	12	13	13
在来線部分の営業経費	-108	-113	-117	-122	-127	-132	-137
在来線区間の営業経費	20	21	21	22	23	24	25
在来線区間の営業経費の増加分	20	21	21	22	23	24	25
札幌～新千歳間の営業経費の増加分	-12	-12	-13	-13	-14	-14	-15
札幌～長万部間の営業経費の増加分	-64	-66	-69	-72	-75	-78	-81
小樽～長万部間の営業経費の増加分(並行在来線)	-73	-75	-78	-82	-85	-88	-92
新規にかかる租税	59	59	59	59	59	59	59
札幌～新青森間の開業前(平成21年度)の営業経費	-676	-676	-676	-676	-676	-676	-676
東北新幹線の営業経費の増加分	138	144	151	158	165	173	181
投資的経費の増加分	304	293	281	270	259	248	237
新幹線車両の償還費	304	293	281	270	259	248	237
新線建設費の償還	0	0	0	0	0	0	0
受 益	820	925	1,020	1,119	1,221	1,323	1,437

このようにして算出した短縮時間に、時間価値として平成7年度における北海道内のサービス業の平均時給 2,063 円を掛け、時間短縮による効果額を算定した。算出結果は、表4に示すように時間短縮量 972 万時間・人、短縮効果額は 201 億円となった。

6. モード転換による動力費の削減効果

既存の研究では、航空機から新幹線に転移した際

の利用者便益として、利用者の支払い運賃の減少に着目し、これを開業効果として把握している例が多く見られる。しかし近年の航空会社の新規参入や、航空運賃の規制緩和により、将来の航空運賃水準を推定することは困難になっている。そこで運行経費の少ない交通機関は、値下げ余力も大きいものと考え、運行経費の削減について検討することとした。新幹線および航空機の運行経費の各費目におよぶ正

表4 北海道新幹線による区間別短縮時間量

OD区間	(分)	(分)	(分)	(分)	(分)	(百時人)	(百時人)	(百時人)	(百時人)	(百時人)
	H11年度 鉄道所要	H11年度 航空所要	H22年度 幹所要	鉄道→幹 短縮時間	航空→幹 短縮時間	在→幹 短縮累計	航空→幹 短縮累計	区間別 短縮累計	部分開業 短縮時間	短縮時間 合計
1 道央～道南	187	180	74	113	106	28,354	3,779	32,132	0	32,132
2 道央～青森	307	196	96	211	100	8,109	4,190	12,299	0	12,299
3 道央～岩手	447	221	113	334	108	2,182	2,869	5,051	451	4,600
4 道央～宮城	504	221	161	343	60	1,498	8,067	9,565	432	9,132
5 道央～秋田	493	221	235	258	-14	1,428	0	1,428	0	1,428
6 道央～山形	601	231	231	370	0	450	0	450	153	297
7 道央～福島	534	271	183	351	88	866	2,883	3,749	264	3,485
8 道央～関東	633	241	250	383	-9	14,994	0	14,994	5,403	9,592
9 道央～関東以西	799	258	388	411	-130	5,466	0	5,466	657	4,809
10 道南～青森	114	---	57	57	---	14,083	0	14,083	0	14,083
11 道南～岩手	254	---	84	170	---	1,830	0	1,830	851	980
12 道南～宮城	311	195	122	189	73	1,405	298	1,703	703	1,000
13 道南～秋田	300	---	196	104	---	834	0	834	0	834
14 道南～山形	408	---	192	216	---	421	0	421	246	176
15 道南～福島	341	---	144	197	---	529	0	529	287	242
16 道南～関東	423	220	226	197	-6	4,334	0	4,334	2,662	1,672
17 道南～関東以西	592	243	364	228	-121	1,349	0	1,349	899	450
計						88,132	22,087	110,218	13,008	97,210

表5 区間別の航空機→新幹線への転換による動力費削減額

OD区間	kwh		円		ki		円		円	
	合計	電力	新幹線	航空	燃料	航空	差額	燃料費	削減額	
	km	消費量	動力費	km	消費量	動力費	単価	削減額		削減額
1 道央～道南	212	8.84	97	257	3,018	806	709	152		
2 道央～青森	360	15.02	165	318	3,729	996	831	209		
3 道央～岩手	535	22.32	246	467	5,485	1,465	1,219	194		
4 道央～宮城	706	29.46	324	664	7,799	2,083	1,759	1,419		
5 道央～秋田	542	22.61	249	443	5,203	1,390	1,141	118		
6 道央～山形	769	32.08	353	590	6,930	1,851	1,498	172		
7 道央～福島	776	32.38	356	720	8,456	2,259	1,903	374		
8 道央～関東	1,031	43.01	473	894	10,500	2,804	2,331	13,376		
9 道央～関東以西	1,451	60.52	666	1,125	13,207	3,528	2,862	2,301		
10 道南～青森	148	6.17	68	---	---	---	---	0		
11 道南～岩手	323	13.48	148	---	---	---	---	0		
12 道南～宮城	494	20.61	227	569	6,683	1,785	1,558	38		
13 道南～秋田	330	13.76	151	---	---	---	---	0		
14 道南～山形	557	23.23	256	---	---	---	---	0		
15 道南～福島	564	23.53	259	---	---	---	---	0		
16 道南～関東	819	34.17	376	782	9,185	2,453	2,077	2,093		
17 道南～関東以西	1,239	51.67	568	1,052	12,350	3,299	2,730	232		
18 青森～岩手	175	7.30	80	---	---	---	---	0		
19 青森～宮城	346	14.44	159	---	---	---	---	0		
20 青森～山形	409	17.06	188	---	---	---	---	0		
21 青森～福島	416	17.36	191	---	---	---	---	0		
22 青森～関東	671	27.99	308	688	8,075	2,157	1,849	1,390		
23 青森～関東以西	1,091	45.50	500	918	10,782	2,880	2,379	174		
計								22,242		

確な検討は困難であるが、このうち航空機および新幹線の動力費については試算が可能であるので、この差額を求めることでモード転換による効果とみなすこととした。

新幹線については、図1に示すようなフローで推定を行った。東京～盛岡間を200系車両12両編成で運転すると、17,700kwhの電力を消費することが知られている。今後の高速化による電力消費量の増加と、車両の軽量化、回生ブレーキや交流モータの採用による消費量減少が相殺するものとし、さらに停車駅にかかわらず電力消費量が同じであり、乗車率を65%とすることで、1人1kmあたりの電力消費原単位が、0.041721kwh/人kmと算出された。

これに区間距離と、電力料率11.0円/kWh（平成9年度鉄道統計年報によるJR東日本の値）をかけ合わせ、各区間ごとの新幹線動力費を算定する。

一方航空については、図2に示すようなフローで推定を行った。羽田～千歳間のB-767-300型機の燃料消費量が10.5klであることから、これと区間距離により、燃料消費率は11.745l/kmと算出された。これに燃料費を50円/l、搭乗率65%とし、区間別1人あたりの航空動力費を算出する。

区間別の新幹線動力費、航空動力費を表5に示す。北海道・東北新幹線全体で222億円の動力費削減効果が発生するが、このうち東北新幹線盛岡～新青森

間開業時に発生する効果額25億円を除いた、197億円が北海道新幹線開業に伴い発生する動力費削減額である。

7. 利用効果から見た費用便益結果

4～6章の議論をふまえ、北海道新幹線の利用効果から見た費用便益分析を行った⁴⁾。分析の前提は以下のように設定した。

- 1)建設期間は2001年から2010年度までの10年間、開業は2010年度に全線同時開業するものとした。
- 2)建設費は北陸新幹線の整備実績などを参考に、開業前5年間は各15%、その他の年次は各5%とした。建設費は平成9年度価格なので、各年時に実際に要する建設費は、建設省「建設工事費デフレータ」の平成2年度～10年度までの平均上昇率0.719%で補正した。
- 3)JRの受益額については、精緻に検討した13年分をもとに直線回帰し、30年分の受益額を求めた。
- 4)時間短縮効果および動力費の削減効果については、開業初年時の効果が、社会的割引率にかかわらず一定で発生するものとし、年率4%の上昇を見込んだ。

これにより、開業後30年間の効果額は、表6に算定されるように、費用(C)17,564億円、効果(B)50,066億円、純便益額B-Cは32,503億円、費用便益比B/Cは2.85となる。

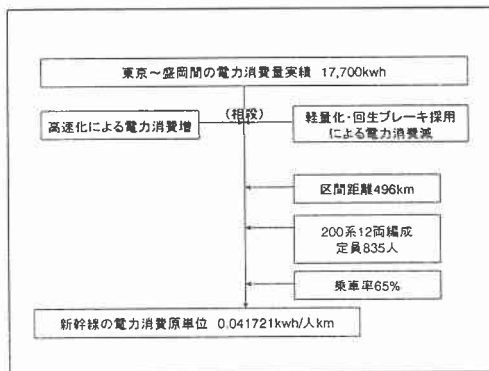


図1 新幹線の電力消費原単位算出フロー

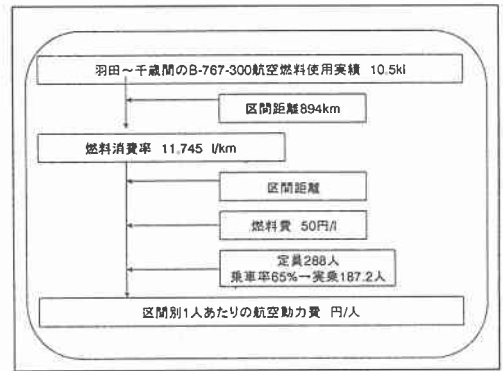


図2 1人あたりの航空動力費算出フロー

表6 開業後30年間の北海道新幹線の利用効果額

年度	建設費	建設費	デフレ後	効果額	JR受益	時間短縮	動力削減	割引率	割引後	割引後	
開業年		デフレーター	建設費	合計	回帰	年4%	年4%	年4%	建設費	効果額	
初年度	億円		億円	億円	億円	億円	億円	%	億円	億円	
-11	1998		1.00000								
-10	1999		1.00719								
-9	2000		1.01443								
-8	2001	775	1.02173	792				1.4233	1,127		
-7	2002	775	1.02907	798				1.3686	1,091		
-6	2003	775	1.03647	803				1.3159	1,057		
-5	2004	775	1.04392	809				1.2653	1,024		
-4	2005	775	1.05143	815				1.2167	991		
-3	2006	2,325	1.05899	2,462				1.1699	2,880		
-2	2007	2,325	1.06660	2,480				1.1249	2,789		
-1	2008	2,325	1.07427	2,498				1.0816	2,701		
0	2009	2,325	1.08200	2,516				1.0400	2,616		
1	2010	2,325	1.08978	2,534	1,176	778	201	197	1.0000	2,534	1,176
2	2011			1,308	894	209	205	0.9615	0	1,257	
3	2012			1,440	1,009	217	213	0.9246	0	1,331	
4	2013			1,572	1,125	226	222	0.8890	0	1,398	
5	2014			1,706	1,240	235	230	0.8548	0	1,458	
6	2015			1,840	1,355	245	240	0.8219	0	1,512	
7	2016			1,974	1,471	254	249	0.7903	0	1,560	
8	2017			2,110	1,586	265	259	0.7599	0	1,603	
9	2018			2,246	1,701	275	270	0.7307	0	1,641	
10	2019			2,383	1,817	286	280	0.7026	0	1,675	
11	2020			2,521	1,932	298	292	0.6756	0	1,703	
12	2021			2,660	2,048	309	303	0.6496	0	1,728	
13	2022			2,800	2,163	322	315	0.6246	0	1,749	
14	2023			2,941	2,278	335	328	0.6006	0	1,766	
15	2024			3,083	2,394	348	341	0.5775	0	1,780	
16	2025			3,226	2,509	362	355	0.5553	0	1,791	
17	2026			3,370	2,625	376	369	0.5339	0	1,799	
18	2027			3,515	2,740	392	384	0.5134	0	1,805	
19	2028			3,662	2,855	407	399	0.4936	0	1,807	
20	2029			3,809	2,971	423	415	0.4746	0	1,808	
21	2030			3,958	3,086	440	432	0.4564	0	1,806	
22	2031			4,108	3,202	458	449	0.4388	0	1,803	
23	2032			4,260	3,317	476	467	0.4220	0	1,798	
24	2033			4,413	3,432	495	486	0.4057	0	1,791	
25	2034			4,568	3,548	515	505	0.3901	0	1,782	
26	2035			4,724	3,663	536	525	0.3751	0	1,772	
27	2036			4,882	3,778	557	546	0.3607	0	1,761	
28	2037			5,041	3,894	580	568	0.3468	0	1,748	
29	2038			5,203	4,009	603	591	0.3335	0	1,735	
30	2039	(-3,893)		(-3,893)	5,366	4,125	627	614	0.3207	-1,248	1,721
合計		15,500		16,506	95,867	73,545	11,273	11,049		17,564	50,066

8. 今後の効果拡大可能性

以上より、北海道新幹線は、建設投資額の2.85倍の利用効果をもたらすことを示したが、これは現状で考えられる最小限の値である。

新幹線開業により、新たに誘発需要が発生することが見込まれるが、この誘発需要に関して、本研究では一切考慮していない。誘発需要を見込めば、便益はさらに拡大することになる。

また今後、新幹線は更なる高速化が見込まれ、近い将来には最高速度350km/hでの運行も考えられる。

一方、近年原油価格は再び高騰してきており、将

来燃料費の上昇リスクが見込まれる。また新幹線への転換により、CO₂排出量が減るなど、地球環境への負荷の軽減効果も考えられるが、本研究では考慮していない。これらの効果をあわせれば、北海道新幹線の便益はさらに大きくなることが見込まれる。

【主要参考文献】

- 1) 建設省「平成2年建設部門分析用産業連関表」
- 2) 北海道開発局「平成5年延長北海道産業連関表」
- 3) 運輸省運輸政策局「旅客地域流動調査」(各年度版)
- 4) 運輸省鉄道局監修「鉄道プロジェクトの費用対効果分析マニュアル97」
- 5) 宮次「産業連関分析入門」(1995)