

IV-30

費用便益分析による青函トンネルの評価に関する研究

北海道大学大学院工学研究科 ○ 学生員 前田 友章
 北海道大学大学院工学研究科 学生員 土屋 誠之
 北海道大学大学院工学研究科 正 員 岸 邦宏
 北海道大学大学院工学研究科 フェロー 佐藤 馨一

1. はじめに

青函トンネルは平成 12 年 3 月 13 日で、開業 12 周年を迎える。しかし開業後の北海道・本州間の鉄道輸送は、必ずしも計画通りの順風満帆とは言えなかった。特に旅客に関しては、航空各社の攻勢から、平成 8 年度には連絡船時代を含めても経験したことのない 200 万人の大台を割った。この値は、開業前の推計値の 6 割にも満たない数字である。

このため莫大な建設費のかかった青函トンネルは、本当にそれに見合った効果を北海道にもたらしているのか、という疑問が一部からあがっている。

本研究は、青函トンネルプロジェクトの費用便益分析を行うことにより、改めてその効果を分析するものである。さらに便益分類帰着構成表を用いて便益の帰着主体を明らかにすることにより、青函トンネルが果たしている役割を示したものである。

2. 青函トンネルの概要

青函トンネルは昭和 63 年 3 月 13 日、海底部 23.3km を含めた全長 53.85km の営業が開始された。「北海道が本州と陸続き」になることにより、天候の影響による欠航や鉄道連絡船間の乗り換えのわずらわしさから解消された。この結果、目的地に正確・確実・迅速に到着することができ、北海道・本州間の移動時間の短縮が計られた。

(1) 旅客輸送量の推移

青函トンネルの開業により開通した津軽海峡線の輸送人員は、開業当初の昭和 63 年度に 306 万人に達した(図 1)。青函の輸送人員が 300 万人を超えたのは、青函連絡船時代の 52 年度の 316 万人以来 11 年ぶりである。

しかしその後 10 年間の旅客輸送量は、特急「はつかり」のスピードアップや接続改善、カラオケ列車・

カーペット車両の導入などサービスの向上にも関わらず、毎年減少の一途をたどっている。

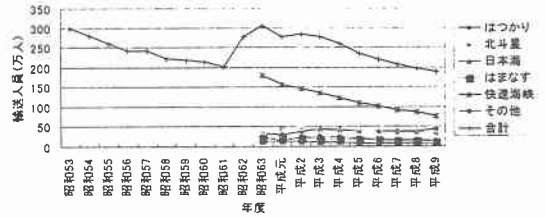


図 1 津軽海峡間鉄道旅客輸送量の推移

(2) 貨物輸送量の推移

青函トンネルの開業により、鉄道貨物の優位性が大きく増加し、輸送量は昭和 63 年度に前年比 86 万トン増の 479 万トンの実績を上げた。その後も年々輸送量を伸ばし、平成 8 年度には開業後最高の 569 万トンに達した。

しかし上り(本州移出量)については、トラックおよび船舶との競争激化が響き、平成 3 年度をピークに横ばい傾向が続き、平成 9 年度以降は上下共に減少している(図 2)。

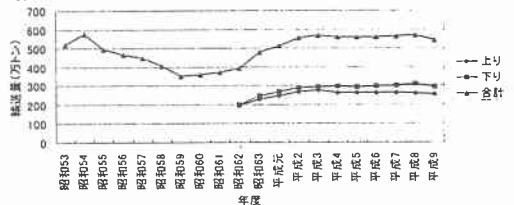


図 2 津軽海峡間鉄道貨物輸送量の推移

3. 費用便益分析による事後評価の評価手順

本研究の分析は事後評価であるため、プロジェクト案の作成、プロジェクトあり・なしの場合の交通需要予測、事業主体の想定は行わず、実績から評価を行なうこととする。(図 3)

また分析において、青函トンネルがない場合の輸送量は昭和 60 年度の青函連絡船の輸送実績が続き、

An Evaluation of Cost Benefit Analysis by Seikan Tunnel

by Tomoaki MAEDA, Seishi TSUCHIYA, Kunihiko KISHI and Keiichi SATOH

また、青函トンネルがある場合の平成9年度以降の輸送量は平成9年度の輸送実績が続くと仮定した。

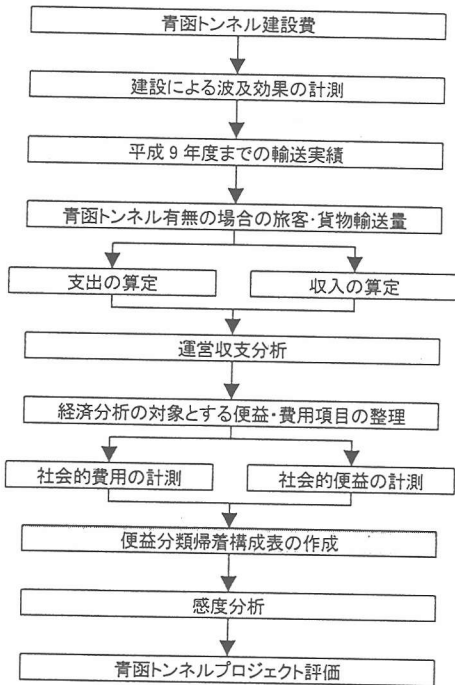


図3 本研究の分析フロー

4. 便益分類帰着構成表の適用

本研究では、青函トンネルプロジェクトの費用便益評価を行う際に、便益分類帰着構成表を適用した。

便益分類帰着構成表(表1)では、1行目にJR、JR利用者、沿線住民、国・自治体などの主体を、1列目に建設費、運営費、料金収入、利用者便益などの項目を示す。それにより主体別にどういった便益が発生し、波及し、帰着するのか、あるいはどの主体が費用を負担しているかを明示することができる。

表1では建設費、料金収入などの実質的な便益から、時間短縮効果などの仮想便益、さらに建設による波及効果などの可能性便益までに項目を分類した。分類により費用・便益を1つの表にまとめることができ、二重計算や計測漏れを防ぎ、他のプロジェクト評価との比較を容易にすることができる。

青函トンネルプロジェクトに関する主体および項目を整理すると表1ようになる。表中の◎○△の部分に費用・便益の関係が存在すると考えられる。以下の章でこの部分の計測を行う。

表1 便益分類帰着構成表

		JR	JR利用者	地域経済	土地利用者	土地所有者	沿線住民	国・自治体	世界	合計	
実質便益	建設費	青函トンネル本体	①-◎								
		本州側取付部	①-◎								
		北海道側取付部	①-◎								
		63年3月時建設資金	-◎								
		期間終了時資産価値	①+◎								
		運営費	②+◎								
		連絡船運営費	②+◎								
		鉄道路線運営費	②-◎								
		料金収入・移動費用変化(旅客)	②+◎	③-◎							
		料金収入・輸送費用変化(貨物)	②+◎	③-◎							
		環境									
		エネルギー									
		地代の上昇			-○	+○				④+◎	
		出資金	+◎								0
	補助金	+◎					-◎			0	
	補給金	+◎					-◎			0	
	諸税	-◎					-◎			0	
	小計(A)							+◎		0	
仮想便益	利用者便益										
		時間短縮効果(旅客)		③+◎							
		時間短縮効果(貨物)		③+◎							
	環境										
		騒音						-◎			
	安全性の向上		+○						④+△		
	安定性の向上		+△	+△							
	小計(B)										
	合計(A+B)										
可能性便益	地域経済拡大効果				+○						
	建設による				①+○						
	波及効果				①+○						
		一次効果				①+○					
		二次効果				①+○					
	小計(C)										

[注] + : 正の効果、- : 負の効果

◎ : 金銭的計測可能、○ : 金銭的計測可能ただし精度上は問題、△ : 計測困難

JRはJR北海道、JR貨物、JR東日本、日本鉄道建設公団、鉄道清算事業団の合計

5. 各項目の計測

・前提条件

基準年度＝昭和 63 年度（青函トンネル開業年度）

社会的割引率 $r=4\%$

評価対象期間 $T=$ （建設期間 26 年間）+ 50 年間

$$V = \sum_{t=0}^T \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} \quad (1)$$

V ：基準年度における便益または費用

B_t ： t 年目における便益、 C_t ： t 年目における費用

①建設費、建設による波及効果、資産価値の計測

本研究では青函トンネル建設に伴う波及効果を計測するにあたり、昭和 60 年度北海道産業連関表（北海道開発局）の 33 部門生産表を利用し、輸入などを考慮した多部門均衡の産業連関分析モデルである均衡産出高競争移入型モデルを用いた。

a) 産業連関分析の均衡産出高モデル

例えば第 j 産業では生産 X_j に対して原材料として、第 i 産品を x_{ij} だけ投入している場合、線型性の仮定から、 $a_{ij}=x_{ij}/X_j$ として比例定数 a_{ij} が得られる。この a_{ij} は第 j 産業が生産 1 単位当りに必要とする第 i 産品の投入単位を示し、投入係数と呼ぶ。

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix} : \text{投入係数行列} \quad (2)$$

この投入係数行列 A の各縦列は各産業の各原材料投入単位、いわば原単位を示している。

表 2 2 部門の産業連関表

		中間需要		最終需要	総生産
		産業 I	産業 II		
中間投入	産業 I	x_{11}	x_{12}	F_1	X_1
	産業 II	x_{21}	x_{22}	F_2	X_2
付加価値		V_1	V_2		
総生産		X_1	X_2		

2 部門の場合、横行の需給バランス式は

$$x_{11} + x_{12} + F_1 = X_1 \quad (3)$$

$$x_{21} + x_{22} + F_2 = X_2 \quad (4)$$

中間需要+最終需要＝生産量

ただし F_i ：第 i 財の最終需要計

と表される。（輸入は省略）

これを投入係数を用いて表すと

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + F_1 = X_1 \quad (5)$$

$$a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + F_2 = X_2 \quad (6)$$

今、最終需要(F_1 、 F_2)を既知数とし、生産数(X_1 、

X_2)を求め、行列で示すと次のように表される。

$$\begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{1-a_{22}}{(1-a_{11})(1-a_{22})-a_{12}a_{21}} & \frac{a_{12}}{(1-a_{11})(1-a_{22})-a_{12}a_{21}} \\ \frac{a_{21}}{(1-a_{11})(1-a_{22})-a_{12}a_{21}} & \frac{1-a_{11}}{(1-a_{11})(1-a_{22})-a_{12}a_{21}} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} F_1 \\ F_2 \end{pmatrix} \quad (7)$$

$$\text{すなわち } X = (I - A)^{-1}F \quad (8)$$

これは各最終需要 F_1 、 F_2 が与えられたとき、その需要を満たすために直接的・間接的に必要とされている究極的な各生産量 X_1 、 X_2 が導かれることを意味する。

・直接効果

青函トンネル建設による直接的な効果であり、青函トンネル建設費が建築・土木業に生じる。

・一次波及効果

青函トンネル建設の際の他業種（+建築・土木業）に及ぶ資材調達や生産誘発など、建設による一次的な波及効果で、(9)式で表される。

$$X_1 = [I - (I - M)A]^{-1}(I - M)F \quad (9)$$

・二次波及効果

直接効果および一次波及効果により新たな雇用者所得が生じ、その所得が消費に回されることにより発生する生産誘発効果で、(10)式で表される。

$$X_2 = [I - (I - M)A]^{-1}(I - M)ckw(X_0 + X_1) \quad (10)$$

X_0 ：直接効果による生産誘発額

X_1 ：一次波及効果による生産誘発額

X_2 ：二次波及効果による生産誘発額

M ：品目別輸入係数対角行列

A ：投入係数行列

F ：品目別最終需要列ベクトル

c ：民間消費支出パターン対角行列

k ：消費転換係数

w ：業種別雇用者所得率列ベクトル

青函トンネル建設費¹⁾、および建設による波及効果の推移を表 3、建設による波及効果の計測結果を表 4 に示す。

表 3 建設費、建設による波及効果（億円）

年度	建設費	波及効果	割引後	
			建設費	波及効果
昭和38	0.7	1.4	1.8	3.6
昭和39	6.1	11.9	15.5	30.6
昭和40	14.4	28.3	35.4	69.7
昭和41	23.2	45.8	55.1	108.5
昭和42	15.4	30.4	35.1	69.2
.....
昭和59	592.6	1,167.5	693.2	1,365.9
昭和60	673.7	1,327.3	757.8	1,493.0
昭和61	571.6	1,126.3	618.3	1,218.2
昭和62	141.1	278.1	146.8	289.2
昭和63	12.1	23.8	12.1	23.8
合計	6,563.8	12,932.5	9,000.3	17,733.0

表4 建設による経済波及効果 (割引後) (億円)

	直接効果	一次効果	二次効果	総合効果 (二次まで)
生産誘発額	9,000.3	5,038.3	3,694.5	17,733.0
付加価値誘発額	3,510.1	2,266.6	1,992.5	7,769.3
雇用者所得誘発額	2,689.2	1,424.8	1,155.8	5,269.8

波及効果倍率(総合効果/建設費) = 1.97

期間終了時の資産価値については、トンネルの償却期間を50年、年償却率4.50%の定率法を用いて計測を行なった。

WEF = WE × (1 - 0.045)⁵⁰ / (1 + 0.04)⁵⁰ = 98.3 億円

WEF: 期間終了時資産価値 (割引後)

WE: 基準年度における資産価値 6983.8 億円

② 運営収支の計測

a) 運営費

青函トンネルの開業により輸送形態が連絡船から鉄道に転換した。これによる運営費の変化は大きいと考えられることから、青函トンネル有無の場合の運営費について計測した。無の場合は船舶経営成績²⁾、青函連絡船経営成績³⁾から、有の場合はJR北海道・JR貨物営業費⁴⁾から計測した。

表5に鉄道線・旅客の運営費、表6に運営費の推移を示す。運営費の年平均上昇率は2%とする。

表5 平成6年度津軽海峡線(鉄道線・旅客)運営費

(百万円)	営業キロ	共通	複線	単線	電化	キロ当り	営業費
青森~中小国	31.4	20.3		12.9	28.0	61.1	1,919.8
中小国~木古内	87.8	20.3	25.8		28.0	74.0	6,498.9
木古内~五稜郭	37.8	20.3		12.9	28.0	61.1	2,311.1
五稜郭~函館	3.4	20.3	25.8		28.0	74.0	251.7

合計 108.4 億円 (諸税抜き)

表6 運営費の推移 (億円)

年度	無の場合(連絡船)		有の場合(鉄道線)		計	割引後
	割引後	旅客	貨物	計		
昭和63	413.9	413.9	133.8	21.6	555.5	155.5
平成元	422.2	405.9	124.0	23.6	549.7	141.9
平成2	430.6	398.1	129.7	26.1	554.5	144.1
平成3	439.2	390.5	129.0	27.2	556.2	138.9
平成4	448.0	383.0	123.1	27.3	558.4	128.6
平成5	457.0	375.6	114.0	27.8	574.4	116.5
平成6	466.1	368.4	108.4	28.5	573.4	108.1
.....
平成43	905.2	167.6	192.7	57.6	1,253.1	46.3
平成44	923.3	164.4	196.5	58.7	1,283.5	45.4
平成45	941.8	161.2	200.4	59.9	1,303.3	44.6
平成46	960.6	158.1	204.4	61.1	1,324.2	43.7
平成47	979.8	155.1	208.5	62.3	1,345.7	42.9
平成48	999.4	152.1	212.7	63.6	1,367.8	42.0
平成49	1,019.4	149.2	217.0	64.8	1,389.4	41.2
平成49	32,912.8	12,687.9			45,600.7	3,690.6

b) 料金収入

旅客については正規運賃ベース、貨物については実勢運賃ベースで、青函トンネル有無の場合の料金収入を計測した。

[実勢運賃の検討] 平成8年度の青森-八戸を通

過する貨物の取扱収入は342億円。そのうちの86%が北海道との物流であることから、さらに青函トンネルを通過する貨物の取扱収入は284億円である。貨物地域流動調査⁵⁾から、同年度の同区間を通過する貨物の正規運賃ベースでの料金収入を算定すると、376億円となった(表7)。以上から(実勢運賃/正規運賃) = 0.75と推測される。

表7 平成8年度正規運賃ベース料金収入 (百万円)

	札幌	旭川	函館	室蘭	釧路	帯広	北見
青森	330	86	39	25	145	60	18
岩手	330	69	36	64	139	61	19
宮城	1,093	215	147	107	161	147	72
福島	607	111	50	52	122	91	44
秋田	328	79	45	99	117	67	16
山形	487	121	66	80	154	103	38
茨城	551	170	110	45	45	97	42
栃木	1,029	144	72	133	61	115	58
群馬	418	99	35	56	31	97	28
埼玉	3,565	689	152	347	219	541	130
千葉	344	81	52	128	20	39	34
東京	9,300	1,436	565	2,219	694	712	340
神奈川	2,068	506	165	149	208	180	90
新潟	784	216	70	71	41	109	64
富山	312	108	48	33	39	63	22
石川	300	61	16	46	21	59	9
福井	243	48	19	44	12	7	8
山梨	82	12	6	8	3	17	3
長野	363	112	34	118	37	84	81
静岡	2,207	530	159	146	184	192	39
岐阜	1,128	221	75	79	129	173	46
愛知	3,315	700	373	371	179	506	123
三重	411	95	18	47	23	67	21
京都	644	161	102	189	24	150	14
大阪	6,351	1,371	639	786	836	629	162
兵庫	628	233	128	109	127	175	52
鳥取	180	43	10	6	10	24	7
島根	43	18	2	4	1	2	1
岡山	378	104	35	93	58	133	40
広島	646	394	71	83	84	273	58
山口	302	91	44	53	14	215	24
香川	376	192	53	25	33	82	25
愛媛	185	182	32	32	9	36	10
福岡	1,829	369	218	321	404	320	87
佐賀	341	150	77	28	35	54	26
長崎	54	32	18	5	6	6	4
熊本	389	137	46	36	64	88	25
大分	157	46	21	29	19	15	21
宮崎	263	109	20	25	10	19	18
鹿児島	230	110	68	20	18	52	12

よって、平成8年度の青函トンネルを通過する貨物の料金収入は564.7億円(実勢運賃ベース)と計測された。料金収入の推移を表8に示す。運賃の年平均上昇率は、昭和63年度~平成11年度の旅客運賃の年平均上昇率0.943%を用いる。

表8 料金収入の推移 (億円)

年度	旅客		貨物		料金変化		割引後	
	無の場合	有の場合	無の場合	有の場合	無の場合	有の場合	無の場合	有の場合
昭和63	129.4	191.1	61.7	61.7	346.5	443.3	96.8	96.8
平成元	130.6	175.2	44.6	42.9	349.8	478.3	128.5	123.6
平成2	131.9	181.4	49.5	45.7	353.1	524.3	171.2	158.3
平成3	133.1	178.6	45.4	40.4	356.4	540.7	184.3	163.8
平成4	134.4	186.6	34.2	29.2	359.8	537.1	177.4	151.6
平成5	135.6	184.5	18.9	15.5	363.2	541.2	178.1	146.4
平成6	136.9	145.3	8.4	6.7	366.6	548.3	181.7	143.5
平成7	133.1	138.0	5.0	3.8	370.0	559.4	189.3	143.9
平成8	128.5	133.3	4.8	3.5	373.5	564.7	191.1	139.7
.....
平成43	169.5	175.8	6.3	1.2	518.8	753.8	235.0	43.5
平成44	171.1	177.4	6.4	1.1	523.7	760.9	237.2	42.2
平成45	172.7	179.1	6.5	1.1	528.7	768.1	239.4	41.0
平成46	174.3	180.8	6.5	1.1	533.7	775.4	241.7	39.8
平成47	175.9	182.5	6.6	1.0	538.7	782.7	244.0	38.6
平成48	177.6	184.2	6.6	1.0	543.8	790.0	246.3	37.5
平成49	179.3	186.0	6.7	1.0	548.9	797.5	248.6	36.4
合計			501.5	327.0			9,998.3	4,148.3

③利用者便益の計測

本研究における利用者便益の計測は、消費者余剰の概念に基づいている。

消費者余剰とは、消費者の支払意志額から実際の支払額を除いたものである。需要曲線が図4のような場合、一般化費用が C_{ij}^B であれば、OD交通量は Q_{ij}^B である。したがって、この際の利用者（OD交通量 Q_{ij}^B ）の消費者余剰は、 $\triangle BEF$ で示される。ある事業により一般化費用が C_{ij}^A に減少すれば、それによる利用者便益は消費者余剰の差分（ $\triangle ADF - \triangle BEF$ ）で示される。

しかし需要曲線が直線であることは皆無である。そのため、利用者便益を簡便的に算定する方法として、需要曲線を直線近似し、利用者便益を台形近似したものがショートカット法である。需要曲線を求めず、実績から評価を行なっている本研究において、この方法を応用して、利用者便益を求める。（図4）

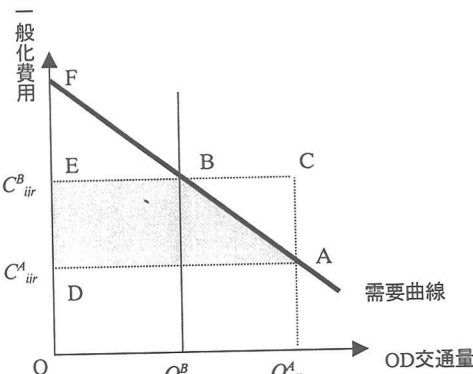


図4 消費者余剰の概念図

$$V_i = \sum_{i,j} \frac{1}{2} (Q_{ij}^B + Q_{ij}^A) (C_{ij}^B - C_{ij}^A) \quad (11)$$

$$= \sum_{i,j} \frac{1}{2} (Q_{ij}^B + Q_{ij}^A) \Delta C_{ij} \quad (12)$$

$$= \sum_{i,j} \frac{1}{2} (Q_{ij}^B + Q_{ij}^A) (\omega \Delta T_{ij} + \Delta F_{ij}^+ + \Delta F_{ij}^-) \quad (13)$$

V_i : 供用開始 i 年目の利用者便益

Q_{ij}^A : 青函トンネル有のゾーン i からゾーン j への OD 交通量

Q_{ij}^B : 青函トンネル無のゾーン i からゾーン j への OD 交通量

C_{ij}^A : 青函トンネル有のゾーン i からゾーン j への一般化費用

C_{ij}^B : 青函トンネル無のゾーン i からゾーン j への一般化費用

ω : 時間価値

ΔT_{ij} : ゾーン i からゾーン j への時間短縮時分

ΔF_{ij}^+ : ゾーン i からゾーン j への交通費の増分

ΔF_{ij}^- : ゾーン i からゾーン j への交通費の節減分

a) 移動（輸送）費用変化

青函トンネル有無の場合の地域流動量、移動費（輸送費）の増（節減）分から、ショートカット法を用いて計測を行なった。移動（輸送）費用変化の計測に用いる運賃、および運賃の年平均上昇率は、料金収入の計測の場合と同様である。

表9 移動（輸送）費用変化の推移（億円）

年度	利用者数(万人)		移動費用変化(億円)		輸送量(万トン)		移動費用変化(億円)	
	有の場合	無の場合	$1/2(Q_{ij}^B + Q_{ij}^A) \Delta C_{ij}$	割引後	有の場合	無の場合	$1/2(Q_{ij}^B + Q_{ij}^A) \Delta C_{ij}$	割引後
昭和63	215	306	-5.9	-5.9	361.0	479.0	15.6	15.6
平成元	215	278	-5.6	-5.4	361.0	512.0	16.4	15.8
平成2	215	285	-5.7	-5.3	361.0	556.0	17.4	16.1
平成3	215	278	-5.7	-5.1	361.0	568.0	17.8	15.8
平成4	215	278	-5.5	-4.7	361.0	559.0	17.8	15.2
平成5	215	236	-5.3	-4.4	361.0	558.0	17.9	14.7
平成6	215	220	-5.2	-4.1	361.0	560.0	18.1	14.3
平成7	207	207	-5.0	-3.8	361.0	566.0	18.4	14.0
平成8	198	198	-4.8	-3.5	361.0	569.0	18.7	13.6
.....
平成43	188	188	-6.3	-1.2	361.0	544.0	25.2	4.7
平成44	188	188	-6.4	-1.1	361.0	544.0	25.5	4.5
平成45	188	188	-6.5	-1.1	361.0	544.0	25.7	4.4
平成46	188	188	-6.5	-1.1	361.0	544.0	26.0	4.3
平成47	188	188	-6.6	-1.0	361.0	544.0	26.2	4.1
平成48	188	188	-6.6	-1.0	361.0	544.0	26.4	4.0
平成49	188	188	-6.7	-1.0	361.0	544.0	26.7	3.9
合計			-277.9	-119.8			1,076.8	444.3

b) 時間短縮効果

同様に青函トンネル有無の場合の地域流動量、時間短縮時分、時間価値から、ショートカット法を用いて計測した。

表10 時間短縮便益の推移

年度	$1/2(Q_{ij}^B + Q_{ij}^A) \Delta T_{ij}$ (万人・分)	割引後 時間短縮便益 (億円)		$1/2(Q_{ij}^B + Q_{ij}^A) \Delta T_{ij}$ (万人・分)		割引後 時間短縮便益 (億円)	
		上り	下り	上り	下り	上り	下り
昭和63	28,922	75.5	144,888	92,951		106.6	
平成元	27,747	72.4	149,845	97,051		110.6	
平成2	29,025	75.8	158,343	101,366		116.4	
平成3	29,081	75.9	160,113	102,876		117.8	
平成4	28,155	73.5	156,218	103,308		116.3	
平成5	26,843	70.1	156,573	102,876		116.3	
平成6	25,951	67.7	156,573	103,308		116.5	
平成7	24,976	65.2	156,218	104,818		117.0	
平成8	24,022	62.7	155,156	106,113		117.1	
.....
平成43	23,196	60.5	152,678	102,229		114.2	
平成44	23,196	60.5	152,678	102,229		114.2	
平成45	23,196	60.5	152,678	102,229		114.2	
平成46	23,196	60.5	152,678	102,229		114.2	
平成47	23,196	60.5	152,678	102,229		114.2	
平成48	23,196	60.5	152,678	102,229		114.2	
平成49	23,196	60.5	152,678	102,229		114.2	
合計		3,120.9				5,717.8	

時間価値

(旅客) 整備新幹線に関する調査において費用接近法によって求められた時間価値 1566 円/人・時間

(貨物) 運輸省「道路行政」の普通貨物車時間評価値 49.12 円/台・分を陸運統計要覧の普通貨物車の平均輸送トン数 11.4 トン/台で除した

時間価値 4.48 円/トン・分

(どちらも昭和 63 年度原単位)

ここで、旅客の所要時間については、函館駅、青森駅の鉄道と連絡船、鉄道と鉄道の乗り継ぎに 30 分を考慮した。なお、時間価値については、割引後の時間価値がどの年度においても一定とするために、年平均上昇率を 4% と仮定した。

④その他の費用便益の計測

a) エネルギー費削減、地球温暖化防止効果の計測

エネルギー消費量について、無の場合は燃料消費実績³⁾から、有の場合は鉄道のエネルギー消費原単位(旅客101kcal/人⁴⁾、貨物118kcal/トン⁵⁾から算出した。これに原単位を用いてエネルギー費を計測した。

表 11 昭和 63 年度津軽海峡線(鉄道)エネルギー費

	旅客	貨物	
輸送量	306	479	万人、万吨
エネルギー消費量	4,957,322	9,066,129	万kcal
電力換算	2,203.3	4,029.4	万kWh
エネルギー費	3.24	5.92	億円

電力換算 kWh=2250kcal(鉄道総研報告 vol.11, No.1)
電力料金単価(JR 北海道) kWh=14.7 円(平成 9 年度鉄道統計年報)

地球温暖化防止効果については、青函トンネル有無の場合のエネルギー消費量に、原単位を用いて算出した。計測結果を表 12 に示す。

表 12 エネルギー費削減効果、地球温暖化防止効果の推移

年度	エネルギー費		エネルギー費変化		排出CO ₂ 量		改善排出CO ₂ 量	割引後温暖化防止費
	無の場合(億円)	有の場合(億円)	割引後(億円)	無の場合(億円)	有の場合(万吨)	無の場合(万吨)		
昭和63	49.2	9.2	40.0	40.0	17.88	2.74	15.14	0.62
平成元	49.2	9.3	39.9	38.4	17.88	2.78	15.10	0.62
平成2	49.2	9.9	39.3	36.3	17.88	2.95	14.92	0.61
平成3	49.2	10.0	39.2	34.9	17.88	2.98	14.90	0.61
平成4	49.2	9.7	39.5	33.8	17.88	2.89	14.99	0.61
平成5	49.2	9.4	39.8	32.7	17.88	2.81	15.07	0.61
平成6	49.2	9.3	39.9	31.6	17.88	2.77	15.11	0.62
平成7	48.6	9.2	39.4	29.9	17.65	2.75	14.90	0.61
平成8	47.9	9.1	38.7	28.3	17.40	2.73	14.67	0.60
平成44	171.8	31.8	140.0	24.9	17.12	2.81	14.51	0.59
平成45	178.7	33.1	145.6	24.9	17.12	2.81	14.51	0.59
平成46	185.9	34.4	151.5	24.9	17.12	2.81	14.51	0.59
平成47	193.3	35.8	157.5	24.9	17.12	2.81	14.51	0.59
平成48	201.0	37.2	163.8	24.9	17.12	2.81	14.51	0.59
平成49	209.1	38.7	170.4	24.9	17.12	2.81	14.51	0.59
合計			1,331.1				729.79	29.7

軽油の使用による排出二酸化炭素量 2.62kg/l(環境庁国立環境研究所)
発電所で発生する二酸化炭素量 0.44kg/kWh(環境情報科学センター)
CO₂の貨幣評価原単位 407.5 円/トン-CO₂(道路投資の評価に関する指針)

エネルギー削減効果は、運営費削減効果と重複することから、表 13 において純便益および B/C に加算していない。また、CO₂の貨幣評価原単位については、割引後の価値がどの年度においても一定とするために、年平均上昇率を 4%とした。

6. 青函トンネルの費用便益評価

各計測結果を便益分類帰着構成表にまとめると表 13 のようになり、純便益は 12,000 億円、B/C は 2.13 と算定された。この表には、特殊な地理条件にある北海道にとって、最も大きな便益である安定性の向上に関する便益が含まれていない。にもかかわらず、この数値が導かれたことから青函トンネルプロジェクトは、非常に有効なプロジェクトであったことが明らかになった。

表の項目の部分に着目すると、旅客に比べ貨物の輸送に関する便益が非常に大きいことがわかる。そして最大の便益を享受している帰着主体は、JR を利用している旅客および荷主であり、そのほとんどが時間短縮によるものであることが判明した。

[参考文献]

- 1) 津軽海峡線工事誌 - 日本鉄道建設公団
- 2) 日本国有鉄道監査報告書 - 日本国有鉄道監査委員会
- 3) 航跡青函連絡船七〇年のあゆみ - 日本国有鉄道青函船舶鉄道管理局
- 4) 鉄道統計年報 - 運輸省鉄道局
- 5) 貨物地域流動調査旅客地域流動調査 - 運輸省運輸政策局情報管理部
- 6) 鉄道プロジェクトの費用対効果分析マニュアル'97 - 運輸省鉄道局
- 7) 道路投資の評価に関する指針 - 道路投資の評価に関する指針検討委員会
- 8) 産業連関分析入門 - 宮沢健一、日本経済新聞社 など

表 13 費用分類帰着構成表

(億円)

実質便益	建設費	JR		地域経済	土地利用者	土地所有者	沿線住民	国・自治体	世界	合計	
		JR利用者									
実質便益	青函トンネル本体		(-7,455.5)								
	本州側取付部		(-806.4)								
	北海道側取付部		(-738.3)								
	63年3月時建設資金		-10,736.2							-10,736.2	
	期間終了時資産価値		98.3							98.3	
	運営費	連絡船運営費		12,687.9							12,687.9
		鉄道線運営費		-3,690.6							-3,690.6
	料金収入・移動費用変化(旅客)			327.0							327.0
	料金収入・輸送費用変化(貨物)			4,148.3							4,148.3
	環境	エネルギー								(1,331.1)	
	地代の上昇					-〇	+〇				0
	出資金			722.8							-722.8
	補助金			586.4							-586.4
	補給金			243.9							-243.9
	諸税			-67.8							67.8
	小計(A)		4,320.0		324.8				-1,485.4	3,159.3	
仮想便益	利用者便益				3,120.9					3,120.9	
	環境				5,717.8					5,717.8	
	安全性の向上								29.7	29.7	
	安定性の向上								29.7	29.7	
	小計(B)				8,838.7				-26.5	8,812.2	
	合計(A+B)		4,320.0		9,163.5			-26.5	1,485.4	29.7	
可能性便益	地域経済拡大効果									〇	
	建設による波及効果									9,000.3	
	一次効果									5,038.3	
	二次効果									3,694.5	
	小計(C)									17,733.0	