

IV-11

テクノ・スーパーライナー（TSL）の導入可能性に関する研究

北海道大学工学部 学生員 角 川 研
 北海道大学工学部 正 員 高 野 伸 栄
 北海道大学工学部 正 員 五十嵐日出夫

1. 本研究の目的・特徴

貨物輸送を担う機関としては、鉄道、自動車、船舶、航空がある。平成2年度における国内総輸送量は68億2百万トンで、これを鉄道が0.9%、内航海運が9.3%、自動車が89.9%をそれぞれ分担している。

昨今の物流に対するニーズは、小口化、多様化しており、そのニーズにマッチした自動車輸送の分担率が非常に高い。しかし、昨今ではトラックによる陸上輸送、排気ガスによる大気汚染、幹線道路の混雑、運転手不足などの問題を抱えている。

これらの問題を解決するため「モーダルシフト」（幹線貨物輸送のトラックから鉄道・海運への転換）が進められている。特に海上輸送は、低廉性、省エネルギー、省力化、環境保全の点で優れた特質を有しており、今までの欠点とされていた高速性・機動性が改善されることにより、今後の物流の輸送手段として大いに期待が持たれている。従来の船舶と航空の中間的なスピードと料金となる輸送機関の実現が期待されている。

そのような情勢の中で、運輸省の指導により1990年代後半の実現化を目指して、次世代の高速海上物流を担う新形式の超高速船、テクノスーパーライナー（TSL）の構想が出現し、研究が進められている。

本研究の目的はTSLの特性を明らかにし、いかなる貨物を運ぶと効果があるかを、予測することである。なお、その際、輸送機関を利用する荷主側の立場に立って考察する。そのため、本研究においては、北海道－関東間の輸送体系に注目し、貨物の発生地から目的地までのトータルの輸送の中で、TSLの導入可能性について述べる。

長い間、海上輸送は輸送時間が長く輸送費が安いという考え方が疑われなかった。本研究の特徴は、初めて、海の新幹線とも言えるTSLを導入して、新しい物流体系に対する提言を行っている点である。

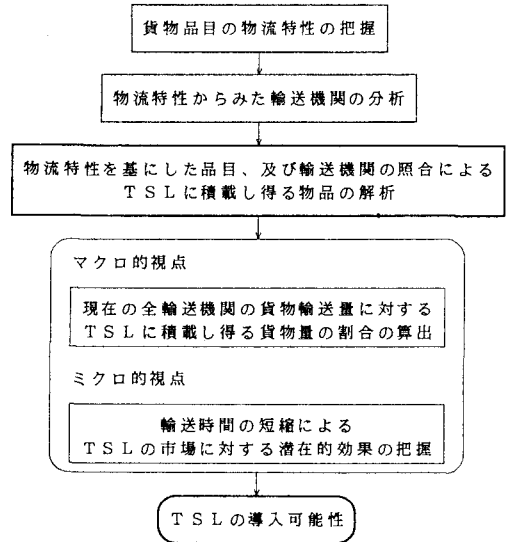


図1 本研究のフローチャート

2. テクノ・スーパーライナー（TSL）の概要

従来の船舶の2倍以上の時速93kmで航行でき、航空機やトラックより大量貨物（約千トン）を輸送できる。また、北海道－首都圏間をカバーできる航続距離930km以上を有し、荒れた海でも定期船として安定航行できる性能を有することを開発目標とされ、1990年代後半の実用化が構想されている超高速貨物船である。

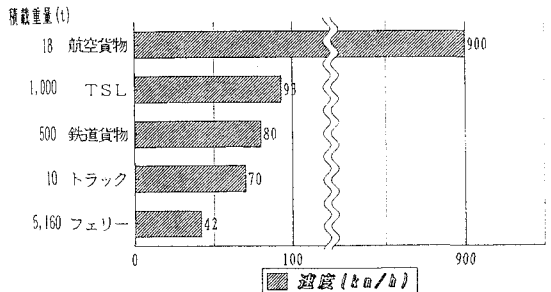


図2 TSLと各輸送機関の速度と貨物積載重量との比較

A feasibility study of TECHNO-SUPER-LINER

by Ken KADOKAWA, Shin-ei TAKANO and Hideo IGARASHI

3. 北海道と本州間の貨物輸送の現状

本研究の目的は、現状の北海道と本州間、特に北海道と関東間における輸送機関を総合的にとらえて、次世代の超高速貨物船であるTSLに積み得る、効果の大きい貨物の予測を行うことである。よって、既存の貨物輸送機関の現状を把握する必要がある。

表1に平成2年度の北海道関東間の品目別の輸送機関別分担率を示す。これを見ると、まず言えることは、貨物量の全体で、北海道発よりも関東発の方が約400万トンも多いという事実である。次に、海運の割合が北海道発着とも約8割を占め、自動車も事実上は青函間などでフェリーを利用していることを考えれば、それらを加えると、北海道関東間の物資輸送の約9割は海の上を利用して行われていることが分かる。

北海道発で1番多い貨物は軽工業品で約8割は海上で輸送されてる。関東発で1番多い貨物は化学工業品でほとんど海上で輸送されている。鉄道の輸送率が最も高い貨物は、コンテナ扱い等のその他で約8割である。自動車の輸送率が最も高い貨物は、日用品などの雑工業品で、約7～8割である。

表1 平成2年度北海道関東間の品目別の輸送機関別分担率
(単位:千トン)

9品目名	全機関		交通機関別分担率			
	北海道発	関東発	北海道発	関東発	北海道発	関東発
全品目	8,276	12,506	鉄道	14.1%	10.0%	
			海運	79.2%	82.7%	
			自動車	6.6%	7.3%	
農水産品	386	285	鉄道	3.6%	3.1%	
			海運	87.1%	55.9%	
			自動車	9.3%	40.9%	
林産品	34	59	鉄道	0.1%	3.7%	
			海運	62.0%	62.9%	
			自動車	37.9%	33.4%	
鉱産品	1,865	514	鉄道	0.0%	0.7%	
			海運	100.0%	89.5%	
			自動車	0.0%	9.8%	
金属機械工業品	991	2,179	鉄道	0.1%	0.4%	
			海運	92.2%	94.9%	
			自動車	7.7%	4.8%	
化学工業品	1,494	8,292	鉄道	0.0%	0.0%	
			海運	100.0%	99.2%	
			自動車	0.0%	0.8%	
軽工業品	2,095	283	鉄道	12.9%	4.0%	
			海運	84.1%	85.1%	
			自動車	2.9%	10.9%	
雑工業品	133	237	鉄道	0.0%	1.3%	
			海運	18.8%	28.8%	
			自動車	81.2%	69.9%	
特種品	168	1,082	鉄道	0.3%	1.5%	
			海運	83.7%	96.2%	
			自動車	15.9%	2.3%	
その他	1,112	1,575	鉄道	79.4%	75.9%	
			海運	0.0%	2.0%	
			自動車	20.6%	22.1%	

注)「平成2年度 貨物地域流動調査・旅客地域流動調査」による

4. 各品目の物流から見た特性

4-1 品目の物流特性

各品物の物流に関する特性を、荷主側から見た輸送に対するニーズにより、分析することを試みる。

物資の輸送に関して、最も荷主が重要視すると考えられるものは、以下の3つである。

- ①『迅速性』＝トータル輸送時間が短いこと
- ②『低廉性』＝トータル輸送費用が小さいこと
- ③『輸送力』＝1日当たりの輸送量が大いこと

ここで、トータル輸送とは、貨物の発生地から目的地までの輸送を指す。

そして、これらを、『物流特性』と定義する。

4-2 物流特性の対比較

運輸省の貨物地域流動調査の中分類による32品目の貨物について、物流特性である3つの項目について、AHPを適用し対比較を行なった。

穀物を例に具体的に説明する。まず、「迅速性」対「低廉性」の比較をする。その比較について、表2に示す数値を参考にする。穀物については、迅速性よりも低廉性の方が重要とされるので、表3の「迅速性」と「低廉性」の交点のマス目に「1/5」を記入する。このようにして表3が完成する。

この値から、固有値を求めることにより、3つの物流特性のウェイトを計算できる。表3の右側の数字が3つの物流特性のウェイトである。なお、AHPについての詳細については、文献6を参照。

4-3 32品目の物流特性のウェイト

穀物の例のように、32品目の貨物総てについて、物流特性のウェイトを求めた。その結果が表4である。

表2 一対比較値

一対比較値	意味
1/5	後ろの項目の方が前の方より重要
1/3	後ろの項目の方が前の方より若干重要
1	両方の項目が同じくらい重要
3	前の項目の方が後ろの方より若干重要
5	前の項目の方が後ろの方より重要

表3 穀物の物流特性のウェイト

対	迅速性	低廉性	輸送力	ウェイト
迅速性	1	1/5	1/5	0.080
低廉性	5	1	5	0.685
輸送力	5	1/5	1	0.234

表4 32品目の物流特性のウェイト

9分類	NO.	32品目分類	迅速性	低廉性	輸送力
農水産品	1	穀物	0.080	0.685	0.234
	2	野菜・果物	0.637	0.258	0.105
	3	その他の農産品	0.143	0.714	0.143
	4	畜産品	0.584	0.281	0.135
	5	水産品	0.637	0.258	0.105
林産品	6	木材	0.091	0.455	0.455
	7	薪炭	0.091	0.455	0.455
鉱産品	8	石炭	0.091	0.455	0.455
	9	金属鉱	0.091	0.455	0.455
	10	砂利・砂・石材	0.091	0.455	0.455
	11	石灰石	0.091	0.455	0.455
	12	その他の非金属鉱	0.091	0.455	0.455
金属機械工業品	13	鉄鋼	0.114	0.481	0.405
	14	非鉄金属	0.114	0.481	0.405
	15	金属製品	0.202	0.701	0.097
	16	機械	0.460	0.319	0.221
化学工業品	17	セメント	0.091	0.455	0.455
	18	その他の窯業品	0.156	0.659	0.185
	19	石油製品	0.091	0.455	0.455
	20	石炭製品	0.091	0.455	0.455
	21	化学薬品	0.114	0.481	0.405
	22	化学肥料	0.091	0.455	0.455
	23	その他の化学工業品	0.584	0.281	0.135
軽工業品	24	紙・パルプ	0.091	0.455	0.455
	25	繊維工業品	0.080	0.685	0.234
	26	食料工業品	0.114	0.481	0.405
雑工業品	27	日用品	0.429	0.429	0.143
	28	その他の製造工業品	0.086	0.618	0.297
特種品	29	金属くず	0.091	0.455	0.455
	30	動植物性飼肥料	0.091	0.455	0.455
	31	その他の特種品	0.584	0.281	0.135
その他	32	その他	0.460	0.319	0.221

4-4 品目の物流特性図

表4の結果を、視覚的にもとらえ易くするため、三角座表を用いてプロットして、物流特性図（図4）を作成した。

これにより、やや重複する点があるが、大まかに、分類出来た。約3つのクラスターに分かれている。1つは低廉性を強く求め、迅速性をあまり求めている穀物、金属製品及びその他の製造工業品などのグループである。2つめは低廉性を強く求め、輸送力を求める林産品、鉱産品及び食料工業品などのフループである。そして、3つめは迅速性を強く求め、輸送力をあまり求めない野菜・果物、引っ越し荷物などのその他の特種品及び書籍などの日用品などのかたまりである。

注意すべきことは、この図は、各物品がその輸送に関して『迅速性』『低廉性』『輸送力』の3つの物流特性の中で、何を求めているかということ、それぞれのウェイトを合わせたら1となるように考えている点である。

5. 物流特性からみた各輸送機関

5-1 交通機関の輸送特性

各輸送機関の特性を表5にまとめる。縦欄には各輸送機関をとった。横欄には、物資の輸送に際して重要と考えられる、物流特性を含む6つの項目をとった。

『迅速性』、『低廉性』及び『輸送力』は前述の物流特性と同じである。「輸送力」の欄の最後の数値は、その輸送機関が、1日に運んでいる実データである。

『サービス』とは、貨物の積み替え易さなどであり、『確実性』とは、輸送における貨物の品質管理のことで、『安定性』とは、天候及び、事故による運航への影響の度合いのことである。

但し、この表は、図3によって定めた様に、各輸送機関について、札幌から東京まで物資を運ぶことを前提として、考えたものである。

5-2 物流特性からみた各輸送機関

物品の輸送に関する、顧客の欲求に、効果的にかつ効率的に応えるために、品目において注目した、『迅速性』、『低廉性』及び『輸送力』の物流特性から、輸送機関について分析を行う。

表5の具体的な数値を基に、各輸送機関の物流特性のウェイトを求める。「迅速性」と「低廉性」については、所要時間及び費用を求めているので、その逆数をとる。3つの特性について、最も大きい値をもつ輸送機関の値を1とする。それ以外の輸送機関については、それに対する割合として表す。（縦の基準化）

そして、今度は各輸送機関について、「迅速性」、「低廉性」及び「輸送力」の数値の和を求め、その和で各物流特性を割りウェイトを求める。（横の基準化）

その結果を、表6に示す。これは、物流品目の各ウェイトの和が1と成るので、一対比較を行ったことに等しくなる。

5-3 各輸送機関の物流特性図

表6の結果を、品目の場合と同様に、三角座表を用いてプロットして、各輸送機関の物流特性図（図5）を作成した。

航空貨物は迅速性だけを高く求め、トラック及び鉄道貨物は3つの要素をバランス良く求め、フェリー及び海運は低廉性を高く求め、輸送力も求めていること

表5 交通機関の輸送特性表（札幌～東京における）

交通機関	迅速性	低運賃性	輸送力	サービス	経路性	安定性
航空機	所要時間が非常に短い(6.4h) 運送品が比較的安全	輸送コストが安い(35便/日)	輸送量が多い(35便/日)	ICD方式により省カ化	包荷物が比較的高率	事故が少ない
TSL	所要時間が短い(14.0h)	運賃が割高である(15.4万円/積載量少ない(18t))	大量に輸送できる(1000t)	ICD方式により省カ化	包荷物が比較的高率	事故が少ない
鉄道	所要時間が比較的短い(21.1h) 運賃が割安である(1.6万円)	比較的大量に輸送可能(5000t)	輸送コストが安い	ICD方式により省カ化	包荷物が比較的高率	事故が少ない
トラック	所要時間が比較的短い(20.4h) (近距離では運賃割安)	輸送コストが安い	輸送量が多い(12便/日)	ICD方式により省カ化	包荷物が比較的高率	事故が少ない
フェリー	所要時間が長い(34.0h)	運賃が割安(1.4万円/無人)	大量に輸送できる(555t)	ICD方式により省カ化	包荷物が比較的高率	事故が少ない
海運	所要時間が非常に長い(50.2h) 運賃が割安(1.3万円/積載量少ない(18t))	比較的大量に輸送可能(1000t)	輸送コストが安い	ICD方式により省カ化	包荷物が比較的高率	事故が少ない

航空機 (3747)	札幌 新千歳空港 着発	羽田空港 市場 着発	時間 1.2 1.0 1.8 1.0 1.4 17.5
TSL	札幌 苫小牧港 着発	大洗港 市場 着発	時間 1.7 1.0 8.2 1.0 2.1 126.5
鉄道 (741347)	札幌 札幌(タ) 着発	陽田川駅 市場 着発	時間 0.4 1.0 18.2 1.0 0.5 21.1
トラック (101347)	札幌 苫小牧港 着発	青森港 市場 着発	時間 5.7 1.5 3.7 1.0 8.5 718.0
フェリー (151347)	札幌 苫小牧港 着発	東京港 市場 着発	時間 1.7 1.5 29.3 1.0 0.5 5.0
海運	札幌 苫小牧港 着発	東京港 市場 着発	時間 1.7 1.5 48.9 0.5 50.2

※ 全ての輸送機関とも、出発地は札幌市内における貨物の発生地とし、到着地は東京港中央区貨物ターミナル市場とする。ただし、海運については、中央卸売市場のそばの目的地とする。
※ 時間の単位は総時間とし、距離の単位はkmとする。

図3 各輸送機関の経路地及び幹線輸送、荷役・待機、アクセス・イグレス時間及び距離

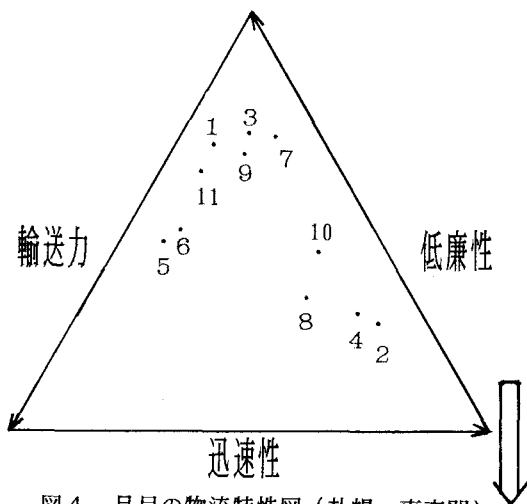


図4 品目の物流特性図(札幌-東京間)

- 1: 穀物, 繊維工業品
- 2: 野菜・果物, 水産品
- 3: その他の農産品
- 4: 畜産品, その他の化学工業品, その他の特種品
- 5: 木材, 薪炭, 石炭, 金属鉱, 砂利・砂・石材, 石灰石
その他の非金属鉱, セメント, 石油製品, 石炭製品
紙・パルプ, 金属くず, 動植物性飼肥料, 化学肥料
- 6: 鉄鋼, 非鉄金属, 化学製品, 食料工業品
- 7: 金属製品
- 8: 機械, その他
- 9: その他の医薬品
- 10: 日用品
- 11: その他の製造工業品

が分かる。

その中でTSLは航空貨物とトラックの中間の迅速性を求め、それらの中間の低廉性を求める輸送機関であることが分かる。

一般的に、どの輸送機関においても、特徴のある物流特性のみについて考慮しがちである。ところが、この三角座標を用いると、常に1つの物流特性が、他の2つの物流特性を考慮に入れた上で考えられているのである。このことは、実際の輸送機関選択において直面する現実の問題と、より適合するものと言える。

6. TSLに積載が有効な貨物品目の予測

「迅速性」、「低廉性」及び「輸送力」を軸とする三角座標で表された、品目の物流特性図(図4)と各輸送機関の物流特性図(図5)を重ねる(図6)。この照合によって、この三角座標は、また、新たな意味を持つてくる。

海運は鉱産品、化学工業品、軽工業品、特種品などに適している。フェリーは林産品に適している。鉄道貨物及びトラックはその他や日用品などの雑工業品に適している。そして、航空貨物は、野菜・果物や水産品に適していることが分かる。これは前述した(表1参照)現状に、おおよそ合っている。

この図の重ね合わせによる現状再現性により、ここでTSLの貨物として適しているものが何であるのかの予測が成り立つ。それは図6より、野菜・果物や水産品、畜産品(牛乳など)、その他の特種品(引越し荷物など)、機械、その他(自動車便路線貨物)、日用品(書籍など)であると結論付けられる。

表6 各輸送機関の物流特性のウェイト

	迅速性	低廉性	輸送力
A: 航空貨物	0.896	0.077	0.027
B: TSL	0.617	0.308	0.075
C: 鉄道貨物	0.208	0.563	0.229
D: トラック	0.261	0.484	0.255
E: フェリー	0.121	0.597	0.282
F: 海運	0.060	0.470	0.470

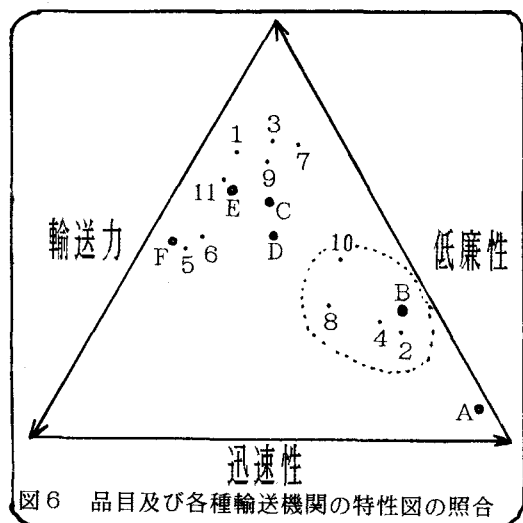


図6 品目及び各種輸送機関の特性図の照合

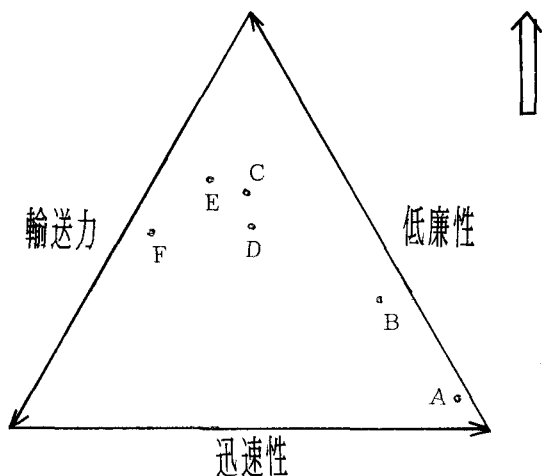


図5 各種輸送機関の物流特性図(札幌-東京間)

7. T S Lの輸送機関分担率

前述の予測を踏まえて、マクロ的な視点からT S Lの輸送機関分担率を求める。

表7に、「野菜・果物」、「水産品」、「畜産品」、「その他の特種品」、「その他」及び「日用品」の平成2年度の貨物輸送量を示す。これらの品目の合計は、年間約139万トンである。

今、T S Lが1年間に300日間運行すると仮定すると、年間約30万トンの輸送力を持つことになる。これは、139万トンの約22%である。この22%と言う値が、全体の輸送機関に占める、T S Lの輸送機関分担率である。

今、仮に、上述した品目について、輸送機関が同じものとする、表7に示した値となる。

表7 北海道発関東着貨物輸送量 (単位: トン)

	平成2年度 輸送量	T S Lの 仮定輸送量	T S Lの輸送 機関分担率
野菜・果物	35,818	7,751	21.6%
水産品	2,815	568	21.6%
畜産品	5,708	1,235	21.6%
その他の特種品	135,190	29,257	21.6%
その他	1,111,580	240,561	21.6%
日用品	95,325	20,630	21.6%
合計	1,386,236	300,000	21.6%

注) 「平成2年度 貨物地域流動調査・旅客地域流動調査」による

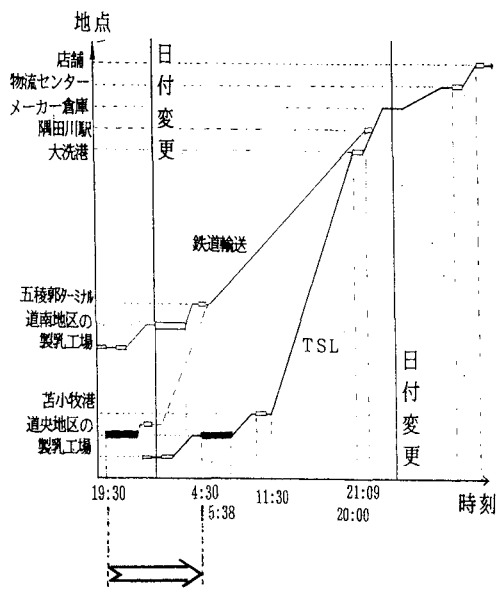


図7 Activity Diagram によるT S Lの時間短縮効果の表現

8. 牛乳輸送におけるT S Lの利点

最後に、ミクロ的な視点から、所要時間の短縮によって、航空機以外では初めて可能となる、北海道(道央)から首都圏への翌日配送の効果について言及する。

6.における予測より、T S Lに載せる貨物として適しているものの1つである、「畜産品」の中に含まれる牛乳について考える。

図7に、横軸に時間を、縦軸に地点を示した、牛乳輸送のActivity Diagramを、図3を基に描いた。

この図から読み取れる最も重要な事は、道央地区からも牛乳の製品輸送を行うことが出来るという事である。今までは、青函トンネルの開通により、道南地区だけが東京へ翌日配送が可能であった。道央地区は、道内でも牛乳生産量の多い地区である。そこで、T S Lの輸送によって、売れる牛乳としての重要条件である、製造日付の新しさを得られる事は、大変意義深い事である。

9. おわりに

以上の研究から結論として、T S Lの導入可能性は、その物流特性に適合した品目について高いといえる。「野菜・果物」や「畜産品」などをT S Lに積載して輸送すると、北海道産の商品の、収益率を上げるものとなるのである。常に他の地域よりも、若干輸送費が高く、輸送効率の悪かった北海道にとって、意義深い輸送機関であるといえる。しかし、1ロットが1000tであるので、「野菜・果物」や「畜産品」だけでなく、何と組み合わせで積載するかが、大切になる。

参考文献

- 1) 阿保栄司: 物流の基礎, 税務経理協会(1991)
- 2) 阿保栄司: Dシステム, 税務経理協会(1992)
- 3) 日通総合研究所: 物流ハンドブック, 白桃書房(1991)
- 4) 運輸省運輸政策局情報管理部
: 平成2年度貨物地域流動調査,
(財) 運輸経済研究センター(1992)
- 5) 前田陽一: 「物資流動からみた青函トンネルの機能に関する研究」, 北海道大学昭和63年度修士論文
- 6) 刀根 薫: ゲーム感覚意思決定法, 日科技連(1986)