

社会資本としての北海道新幹線の課題*

Challenge to Solve Difficult Problems on Hokkaido Shinkansen as Social Overhead Capital*

佐藤 馨一**・岸 邦宏***

By Keiichi SATO**・Kunihiro KISHI***

1. はじめに

平成17年5月に北海道新幹線の新青森—新函館間が着工され、平成27年に開業が予定されている。トンネル区間は既に新幹線断面で完成しており、三線軌方式で新幹線と貨物列車を同時に運行する予定である。しかし、トンネル内を速度の著しく異なる列車が走るため、ダイヤの調整やすれ違い対策が必要になる。また、新幹線を優遇して貨物列車の運行回数を削減すると、北海道～本州間の物流に支障が生じ、北海道経済に大きな損失を及ぼすことになる。

本研究では、高速走行が可能な積載型高速貨物列車の導入を検討し、貨物列車の輸送時間が短縮された場合に、北海道—本州間の貨物輸送分担率がどのように変化するかを検討した。

2. 北海道物流の特性及び鉄道貨物輸送の役割

(1)北海道物流の特性

北海道は農水産業を基幹産業としており、日本の食料基地になっている。北海道と道外との物資流動は海運あるいは鉄道によって担われ、道内はトラック輸送が中心になっている。物流の主要品目は農業、水産業等に関連した食料工業品、製造業の他、金属機械品、紙パルプ製造業などに関連した品目である。

(2)鉄道貨物輸送の役割

北海道と道外の物流は、運賃の安さと輸送ロットの大きさから海運が中心となっており、原油や工業原料等が運ばれている。一方、鉄道貨物の特長は輸送力の弾力性

*キーワード：北海道新幹線、青函トンネル、実験計画モデル

**フェロー、工博、北海道大学大学院公共政策研究学連携研究部

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

***正会員、博(工)、北海道大学大学院工学研究科
(札幌市北区北13条西8丁目、
TEL011-706-6864、FAX011-706-6216)

と定時性にある。北海道の農水産物は特定の時期に青函輸送需要が集中していることから、ピーク、オフピークに対応し、かつ定時輸送ができる鉄道貨物システムは極めて重要である。図1に示すとおり、たまねぎ、かぼちゃの鉄道輸送シェアは60%を超え、キャベツ、馬鈴薯、ながいもは約45%となっている。

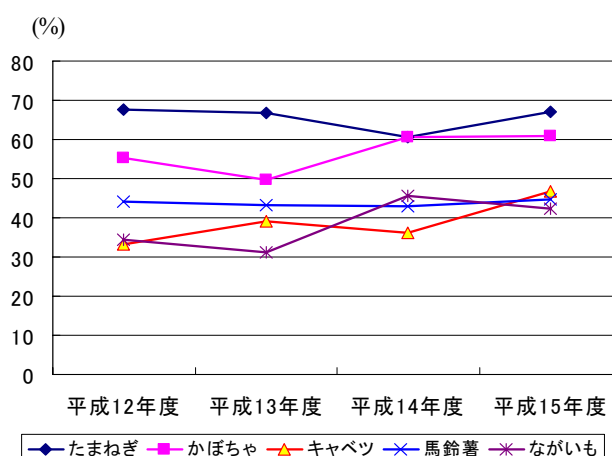


図1 主要農産物の鉄道輸送シェアの推移

(北海道発道外向け)

3. 北海道新幹線開業後の鉄道ダイヤ

北海道新幹線は札幌開業時に一日上下22本ずつ、計44本の運行が想定されている。従って毎時2本のダイヤになると考えられる。また新函館開業時での運行本数は、八戸—東京間の「はやて」と同様に毎時1本のダイヤと考えられる。一方、現在北海道～本州、九州間の貨物列車は、1日26本運行されている。そこで、北海道新幹線開業後、新幹線と在来線貨物列車が同時に運行される、知内—津軽今別間(約61km)における新幹線ダイヤ(30分ヘッド)と貨物列車ダイヤの関係性を分析した。

図2にダイヤの一部として、午前10時から11時台の新幹線と貨物列車の想定運行ダイヤを示す。午前10時に新幹線が知内を通過した3分後に在来線貨物列車が知内を出発すると、在来線貨物列車は青函トンネル内で次の新幹線に追いつかれてしまう。津軽今別～知内間は待避線のない線路区間であり、高速の新幹線(表定速度250km/h)が低速の貨物列車(表定速度90km/h)を追い越す

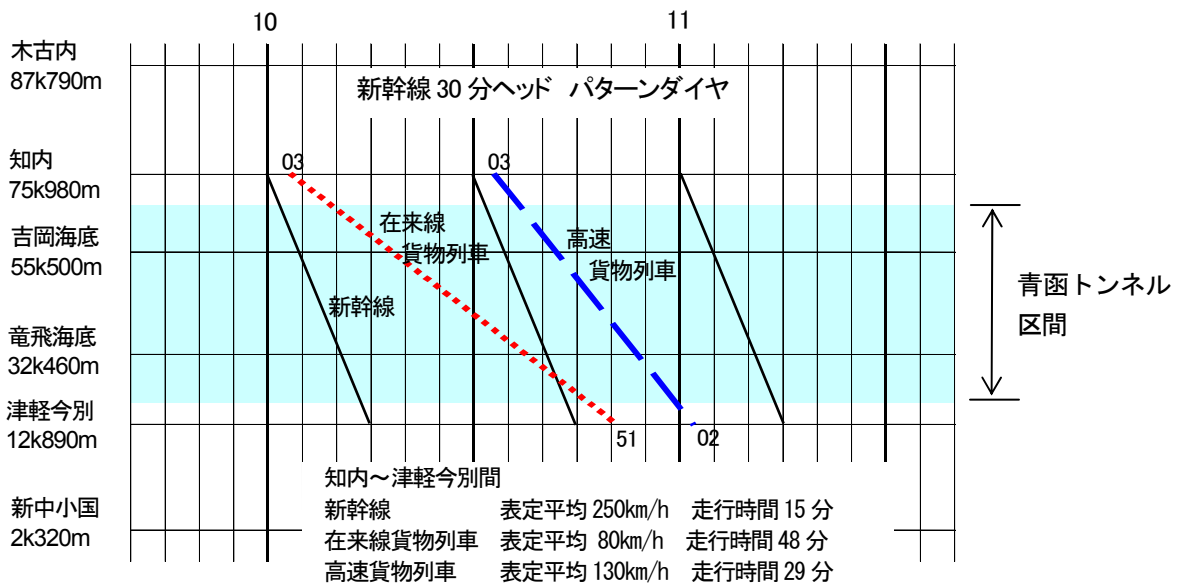


図2 新幹線と貨物列車の想定ダイヤ

ことができない。したがって、現在の鉄道貨物量を確保するには、新幹線の運行本数を少なくするか、走行速度を下げなければならない。しかし、新幹線のサービスレベルが低下すると、航空機との競争に後れをとり、北海道新幹線の収支採算性に深刻な影響を及ぼすことになる。

4. 積載型高速貨物列車の構想

本研究では北海道新幹線開業後、現在の鉄道貨物輸送量を確保するため、貨物列車の高速化を可能とする新しい輸送システムを想定した。すなわち、図3のように在来線貨物列車を新幹線規格の台車に積載し、最高速度160km/hで新青森～新函館間をシャトル輸送するものである。このためには貨物列車を積替える車両基地が必要になるが、線路容量が大幅に増加し、新幹線による追い越し問題も、貨物列車の運行本数問題も全て解決する。図2のダイヤに示すように、高速貨物列車であれば、青函トンネル内で新幹線に追いつかれることもなくなる。

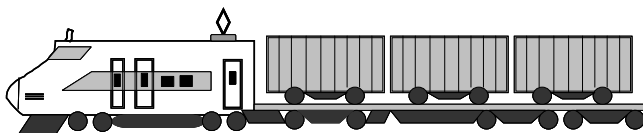


図3 積載型高速貨物列車のイメージ

全体システムは新幹線用電気機関車、貨車積載用台車、共用区間の両端に設けた積換基地から構成されている。高速貨物列車の積換基地は、図4のように北海道側は新函館駅に、本州側は津軽線の新青森駅付近に設置する。この積換基地は北海道新幹線が札幌へ延伸されたときに

は移設することになるが、北海道における物流を考えたとき、最終の積換基地は長万部駅付近が候補地となる。

積載型高速貨物列車システムの課題は追加される費用の負担問題である。整備新幹線建設費の1/3が地方自治体の負担と定められており、現在の財源スキーム内ではこのシステムの実現は難しい。

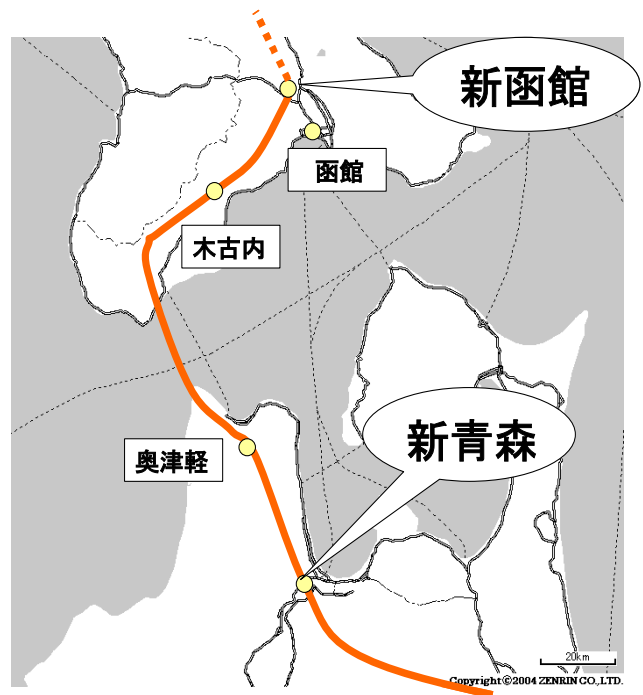


図4 積載型高速貨物列車の運行区間

5. 鉄道貨物利用に関する意識調査

(1)意識調査の概要

積載型高速列車が導入された際の、札幌～東京間にお

ける鉄道貨物とフェリーとの選択率の変化を実験計画法による意識調査によって分析した。調査は札幌市内の企業を対象に、平成17年12月20日～12月28日に実施した。調査方法は郵送配布、郵送回収方式で、407票を配布し、139票が回収され、回収率は34%であった。

(2) 実験計画法による調査票の作成

札幌から東京まで貨物を輸送する時、鉄道と競合すると考えられるフェリーは苫小牧～大洗と苫小牧～東京間の2航路である。平成16年度の輸送実績は苫小牧～大洗航路が毎日2便、年間164,426台、苫小牧～東京間航路は週5便、年間79,244台だった(図5)。以上より、本研究では苫小牧～大洗航路を鉄道貨物と競合する航路とした。

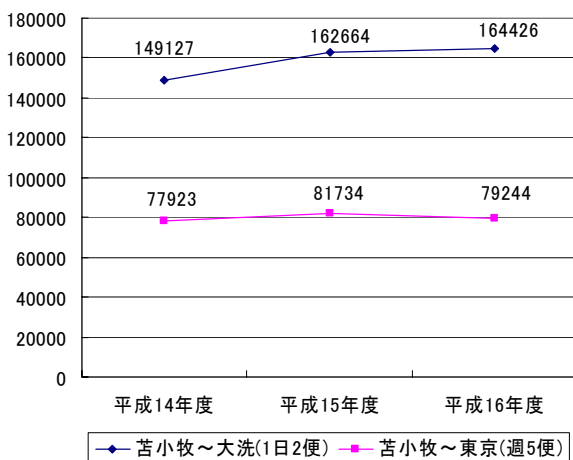


図5 フェリー航路の輸送実績(台)

輸送機関の選択は目的地までの距離や所要時間、料金、運行本数などによって左右される。本研究では鉄道貨物選択率を推計するため、実験計画法に基づく調査票を作成した。変動要因として鉄道貨物の「運賃」「所要時間」「運行本数」「運休・遅れ」の4要因を取り上げ、その水

表1 鉄道貨物の要因と水準

要因記号	要因の説明	水準1	水準2
A	運賃	12000円	15000円
B	運行本数	10本	5本
C	所要時間	16時間	20時間
D	運休、遅れ	なし	たまにあり

表2 フェリーの固定要因

フェリーの天候による運休	遅れ	たまにあり
苫小牧港から大洗港運賃		140000円
札幌市から苫小牧港運賃		29000円
札幌市から苫小牧港所要時間		1時間30分
苫小牧港から大洗港所要時間		20時間
苫小牧港から大洗港運行本数		日2便
大洗港から東京ターミナル所要時間		2時間
大洗港から東京ターミナル運賃		48000円

表3 要因の割り付けと鉄道貨物選択率

票種番号	A運賃	B本数	A×B	C所要時間	A×C	D運休、遅れ	誤差e	鉄道貨物選択率(%)
(1)	12000円	10本	1	16時間	1	なし	1	56.50
(2)	12000円	10本	1	20時間	2	あり	2	50.40
(3)	12000円	5本	2	16時間	1	あり	2	50.95
(4)	12000円	5本	2	20時間	2	なし	1	46.66
(5)	15000円	10本	2	16時間	2	なし	2	29.04
(6)	15000円	10本	2	20時間	1	あり	1	17.60
(7)	15000円	5本	1	16時間	2	あり	1	21.20
(8)	15000円	5本	1	20時間	1	なし	2	18.50

準を表1のように設定した。フェリーに関する固定要因は表2のように設定した。これらの要因と水準をL8直交表に割り付けた結果と、意識調査による票種ごとの選択率を表3に示す。

(3) 調査結果の集計及び分散分析

意識調査では鉄道貨物の利用頻度について、札幌から東京へ5回貨物輸送すると仮定して、「全く利用しない」、「1回～2回」、「3回～4回」、「いつも利用する」から回答してもらった。分析では、「全く利用しない」場合の選択率を0%、「1回～2回」の場合の選択率を30%、「3回～4回」場合の選択率を70%、「いつも利用する」場合の選択率を100%と数値化した。各票種における鉄道貨物選択率は表3に示した通りである。分散分析の結果、運賃、運行本数、所要時間が有意となった(表4)。誤差の寄与率は1.05%と非常に小さい値となった。

表4 分散分析結果

要因記号	要因	変動S	自由度f	分散V	分散比F ₀	寄与率(%)
A	運賃	1745.5186	1	1745.519	619.620**	92.894
B	運行本数	32.9266	1	32.927	11.688*	1.605
C	A×Bの交互作用	0.6903	1	0.690		
D	所要時間	75.2151	1	75.215	26.700*	3.859
E	A×Cの交互作用	1.7578	1	1.758		
F	運休遅れ	13.9128	1	13.913	4.939	0.591
e	誤差項	6.0031	1	6.003		
	○印: プーリング誤差	8.4512	3	2.817	1.000	1.051
計	計	1884.476	10		-	-

F(1,3;0.05)=10.1 *;5%有意 F(1,3;0.01)=34.1 **;1%有意

6. 鉄道貨物選択率モデルの構築と考察

(1) 鉄道貨物選択率モデルの構築

集計ロジットモデルを用いて、次式の鉄道貨物選択率モデルを構築した。

$$P_f = \frac{1}{1 + \exp f(x)} \quad (1)$$

$$f(x) = 0.0005x_1 - 0.0369x_2 + 0.0777x_3 + 0.1370x_4 - 6.6869 \quad (2)$$

(R²=0.96)

ただし、

P_f: 鉄道貨物の選択率(%)

- x_1 : 鉄道貨物の運賃(円)
- x_2 : 鉄道貨物の運行本数(本)
- x_3 : 鉄道貨物の所要時間(時間)
- x_4 : 運休、遅れ(0: なし、1: ある)

構築した択率モデルによる推計値と意識調査による実際の選択率の比較を行った(表 5)。決定係数は $R^2=0.96$ と高く、意識調の結果が選択率モデルに十分に再現されていることが確認された。

表 5 鉄道貨物選択率モデルと回答結果との比較

票種番号	運賃	本数	所要時間	運休、遅れ	アンケート選択率(%)	モデル選択率(%)
1	12000	10	16	0	56.50	58.9
2	12000	10	20	1	50.40	47.8
3	12000	5	16	1	50.95	51.0
4	12000	5	20	0	46.66	46.7
5	15000	10	16	0	29.04	27.0
6	15000	10	20	1	17.60	19.1
7	15000	5	16	1	21.20	21.2
8	15000	5	20	0	18.50	18.4

(2)鉄道貨物選択率モデルによる考察

北海道新幹線開業後の運賃、運行本数、所要時間の変化による鉄道貨物選択率の変化を図 6 と図 7 に示す。図 6 は運行本数を 10 本に固定し、所要時間を 16 時間と 20 時間に設定した。図 7 は運行時間を 16 時間に固定し、運行本数を 5 本と 10 本とした場合の鉄道貨物選択率を示したものである。

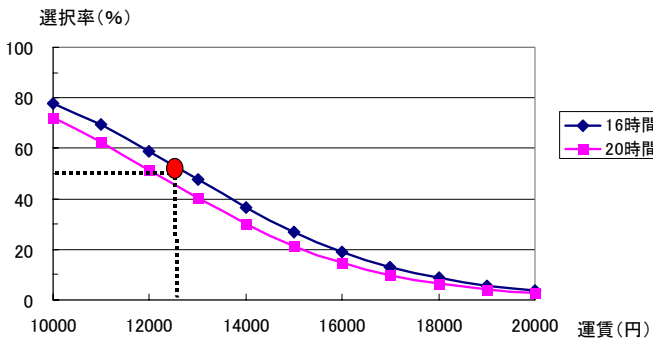


図 6 鉄道貨物選択率の推移(運行本数 10 本)

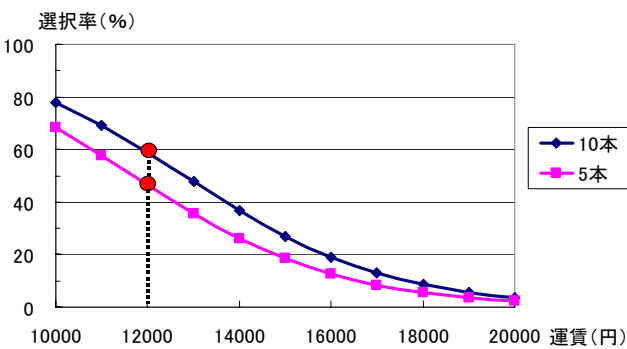


図 7 鉄道貨物選択率の推移(所要時間 16 時間)

7. 運行条件が鉄道貨物輸送の収益に与える影響

北海道新幹線開業後、積載型高速貨物列車による高速化により、鉄道の輸送時間が 20 時間から 16 時間に短縮された場合、年間の増収効果は 6.58 億円となる(表 6)。逆に北海道新幹線開業後、貨物列車の運行本数が 10 本から 5 本に減少し、所要時間、運賃が現状の時、年間の減収額は 2.11 億円となる。

表 6 鉄道貨物の収益変化

運賃	12000円	12000円	12000円	10013円
運行本数	5本	10本	10本	10本
所要時間	20時間	20時間	16時間	16時間
遅れ	なし	なし	なし	なし
選択率	46.66%	51.27%	58.94%	77.80%
収益	22.09(億円)	24.2(億円)	27.91(億円)	30.78(億円)
増収効果	-2.11	現状レベル	3.71	6.58

所要時間 16 時間、運行本数 10 本、遅れなしの場合、最大営業収入を与える運賃は、(3)式の選択率モデルと(4)式の営業収入から算出することができる。計算の結果、運賃 10,013 円の時、最大営業収入は 30.78 億円となった。(図 8)

$$P_j = 1 / (1 + \exp(0.00045x_1 - 5.782)) \quad (3)$$

$$S = N \times P_j \times x_1 \quad (4)$$

ただし、

S: 営業収入(円)

N: 札幌から東京の総輸送量(トン)

P_j : 鉄道貨物の選択率(%)

x_1 : 鉄道貨物の運賃(円)

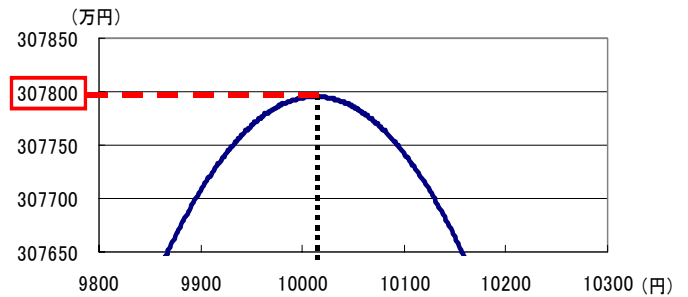


図 8 最大営業収入と運賃

8. おわりに

青函トンネルを新幹線と貨物列車を同時に運行するためには、新しい交通技術の開発を不可欠としている。しかしその費用を誰が負担するか、という問題で関係者が口をつぐんでいるのが現状である。青函トンネルというわが国が世界に誇る社会資本が、僅かの費用負担問題で有効活用されないほど「もったいない」ことはない。ここに道筋をつけるのが土木計画学の責務である。