

新函館駅アクセス交通における軌道系交通機関導入可能性に関する研究

Rail Feasibility Study for Access to New Hakodate Station

北海道旅客鉄道株式会社 ○正 会 員 林 賢史

北海道大学大学院工学研究科 正 会 員 劉 志鋼

北海道大学大学院工学研究科 フェロー 佐藤 馨一

1. 背景

北海道新幹線は、札幌への速達性を重視した設計となっており、函館に立ち寄ることによる距離のロスをも最小とする線形が選択された。その結果、新函館駅は函館市中心部から約 15km 離れた JR 函館本線渡島大野駅に併設が予定されている。そのため、函館空港（約 5km）よりも遠く、アクセス交通の整備が求められている。新幹線開業時の函館市内とのアクセス交通は、JR で新函館駅～函館駅間を運転するアクセス列車と予想される。しかし、長年にわたり、南北北海道における行政、経済、文化の中心として大きな役割を果たしてきた函館駅前は、近年、北東部への人口移動などにより商業・業務核の分散が進行し空洞化が進み、函館駅と新函館駅を結ぶだけでは、アクセス交通としての機能を十分に発揮できず、状況によっては、新幹線利用者が低迷し需要を十分引き出せないことも想定される。

2. 本研究の目的

そこで本研究では、新幹線駅設置による新たな交通拠点に対して最適な軌道系アクセス交通の検討を行うこととした。その中で、函館市の中核をなす五稜郭と新函館駅を結ぶ軌道系交通機関について、技術面・採算性から検討を行う。さらに、意識調査を行うことで新函館駅アクセス交通に関するニーズの把握を行い、実現可能性について検証することを目的とした。（図-1）

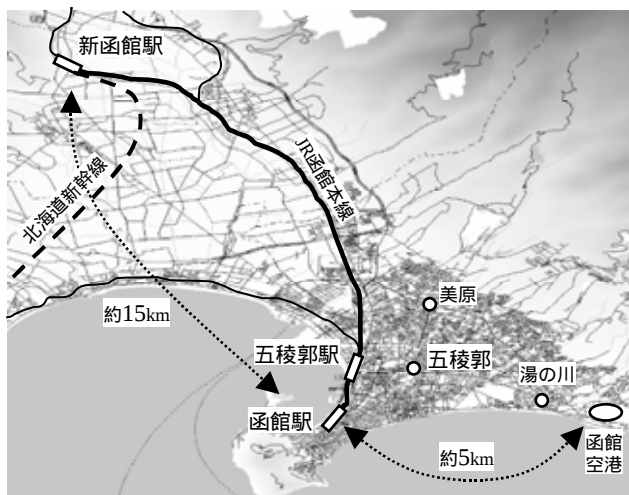


図-1 新函館駅の位置関係

3. 北海道新幹線開業時の需要予測

3-1. 道央・道南と関東の需要予測

新幹線開業に伴う関東地域と道南・道央方面の需要予測は、大橋（2000）の鉄道選択率モデル¹⁾より算出されている。このモデルは、JRシェアとアクセス・イグレス時間を含めた鉄道と航空の所要時間差の回帰分析を行ったもので、相関係数 $R^2=0.94$ と極めて良い相関が得られている。（図-2）このモデルを用いて八戸・新青森・新函館開業時の需要予測を行っている。また、平成14年の八戸開業後の実績値との検証を行い、このモデル検証が得られている。今回、このモデルを使用し最新の流動データ²⁾から新函館駅の需要予測を関東方面だけでなく、他の地域からの需要を考慮して予測を行った。

$$SR_{ij} = e^{f(T)} / (1 + e^{f(T)}) + 0.016$$

$$f(T) = 1.171409 - 0.01814T$$

$$R^2 = 0.943544$$

但し、 SR_{ij} : 区間別鉄道シェア

T : 所要時間差（鉄道 - 航空）

ab : パラメータ

c : 札幌の理論 JR シェア値に合わせ設定

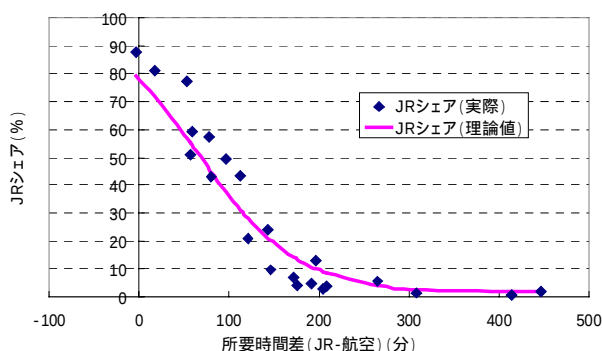


図-2 所要時間差とJRシェア

3-2. 道央・道南と東北の需要予測

大橋モデルを使用して、東北地方と道央・道南地方との需要予測を行った（表-2）。これによると道央と東北地方とは青森・岩手・宮城などでは所要時間差短縮による鉄道選択率の増加が認められた。次に、道南と東北地方との鉄道選択率は、現在函館-仙台の航空路線が運休

中のため、新幹線開業後も鉄道選択率に大きな変化はないと推測される。

表-2 道央・道南と東北地方との需要予測

単位：万人

O D 区 間		青 森	岩 手	宮 城	秋 田	山 形	福 島	
道央	現 状	J R	18.37	3.15	1.69	2.41	0.52	0.93
		航空	19.88	12.73	70.28	11.73	7.87	15.43
		シェア率	48.0	19.8	2.3	17.0	6.2	5.7
	開 業 後	時間差	38	59	98	203	166	157
		予測シェア率	63.4	54.1	36.9	9.1	15.3	17.4
		需要予測	24.25	8.59	26.56	1.29	1.28	2.85
道南	現 状	J R	54.57	6.73	3.48	3.32	0.59	0.87
		航空	0.00	0.00	3.45	0.00	0.94	1.21
		シェア率	100.0	100.0	50.2	100.0	38.6	41.8
	開 業 後	時間差	-	-	-46	-	-	-
		予測シェア率	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
		需要予測	54.57	6.73	6.93	3.32	1.53	2.08

3-3．新函館利用者の需要予測総計

平成 13 年度のデータより青函トンネルを通過する利用者数は、年間 140 万 5200 人であり、1 日あたり約 4000 人である。これが、関東・東北と道南・道央地域からの需要予測結果と、その他の地域については、現在の旅客流動量を加味して、新函館駅開業後の新青森・新函館間を利用する旅客数を算出した。その結果、年間 336 万 3500 人となり H13 年度の利用者数と比較して 2.4 倍の利用者増加し 1 日あたり 9200 人となると算出された。また、新函館利用者の北海道方面の出発地・目的地は、ほぼ半数同士、道央方面と道南方面に持ち、残り 2%が道北・道東であることがわかった。図-3 に道南・道央と関東・東北地方の開業後の利用者推移を示す。

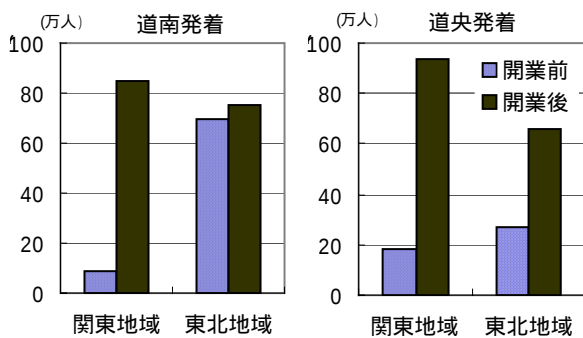


図-3 新函館駅開業前後の利用者推移

4．軌道系アクセス交通の具体化

4-1．基本構想

新函館駅の軌道系アクセス交通検討する上で、函館市の中核五稜郭への直通運転、既存交通ネットワークの活用、速達性の確保、シームレスな交通サービス、以上 4 つ基本構想に従って交通手段の検討を行った。これに基づき 2Case の軌道系アクセス交通について提案をする。

(1) Case1：LRV アクセス交通

Case1 は、JR 新函館駅から JR 五稜郭駅、連絡新線を経て、函館市電の五稜郭公園前電停（以下、五稜郭）・湯の川電停（以下、湯の川）に至る Light Rail Vehicle：

LRV である。

(2) Case2：DMV アクセス交通

Case2 は、JR 新函館駅から JR 五稜郭駅を経て、五稜郭に至る Dual Mode Vehicle：DMV である。DMV については 6 章の中で詳細を示す。図-4 に周辺地図を示す。

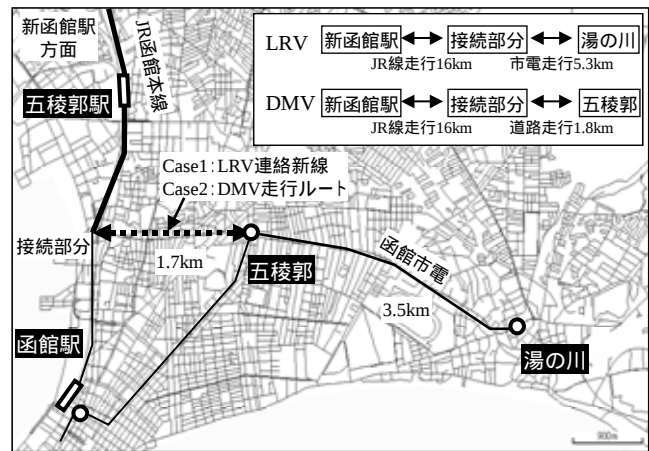


図-4 五稜郭周辺地図

4-2．具体化プロセス

異なる交通システム間を直通する交通機関を実現するためには、交通システムを各段階で分析・問題点解消・決定を行い、構想を具体化させてゆく必要がある。段階として、交通の形態、施設対応の計画、機能対応の計画、最後に事業化の意思決定と 4 つのステップ³⁾に分け検討を行った（図-5）。

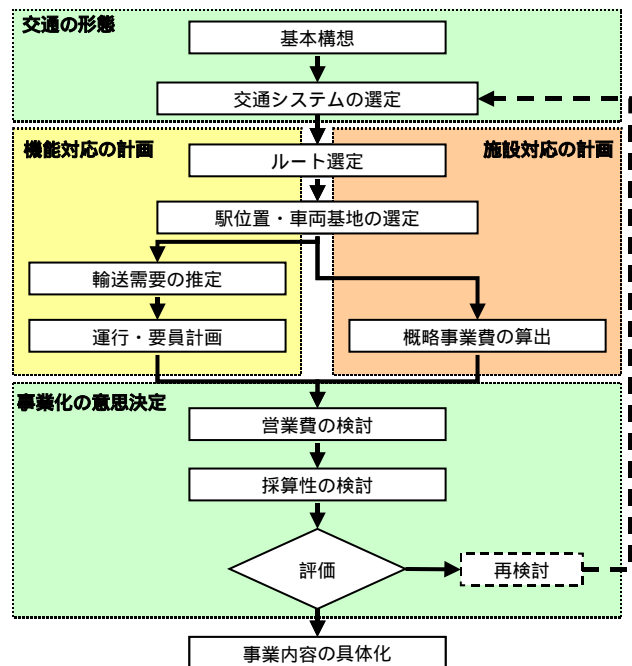


図-5 具体化プロセス

5．LRV アクセス交通の検討

(1) 交通システムの共通化

LRV アクセス交通では、JR 線と函館市電と連絡新線について交通システムについて共通化をする必要があり、鉄道構成要素である 線路構造物、車両、駅、信号保安システム、電力動力設備、車両基地これら 6

要素の共通化を図るかもしれない、それぞれのシステムに対応した車両を使用しなければならない。共通化方法の検討の結果、軌道（軌間）・動力装置・電力動力設備 3 要素については、施設を共通化する必要がある、それをもとに 9 種類の共通化方法があることがわかった。

（2）ルート設定

ルート設定は建設費に与える影響が大きく、極力短距離で結ぶことが望ましい。JR 五稜郭駅～五稜郭公園前電停には連絡新線を建設する必要があるが、この区間は函館市電の旧路線があり、それを利用することで、土木費が必要なくなるため安価に建設できるといえる。

（3）アクセス交通輸送需要の推定

これまでの研究により新函館駅利用者数は 9200 人でそのうち道南方面利用者が 49%であることがわっている。しかし、アクセス交通選択率に関しては検証を行っていないため、空港アクセス鉄道選択率を参考に 10%～40%の範囲を想定することとした。また、JR 五稜郭駅と五稜郭間は都市の基幹公共軸を構成しており、函館圏総合都市交通体系調査で 5000 人/日の想定需要があると報告されている。そこで、アクセス利用者と都市内交通利用者が本研究で提案する軌道系交通機関の輸送需要にあたと想定した。

（4）運行計画

運行計画に関しては、所要時間・運転本数・必要編成数・1 編成に必要な車両数について検討を行った。

（5）要員計画

要員計画は、地方公営企業年間⁵⁾から函館市電職員 1 人あたりの年間列車走行キロ数を算出し、LRV年間走行キロ数から除することで職員数を推定した。

（6）LRV アクセス交通の概略事業費・営業費の算出

上記の（1）～（5）の項目を考慮し最も低廉な建設方法で約 50 億円（車両費を含む）必要であることがわかった。また、営業費については、保守費（線路・車両）と動力費、人件費について取り上げ推計した結果、年間約 3.1 億円必要なことが分かった。

（7）LRV 採算性の検討

表-3 に新函館駅～湯の川間に LRV アクセス交通を想定した際の年間損益と回収年数の表を示す。これより、アクセス利用者のみでは、黒字に転換するのは困難であるといえる。また、都市内交通利用者分を考慮しても相当な利用者がいなければ回収が困難であるといえる。

表-3 LRV アクセス交通の年間損益と回収年数

		アクセスLRV選択率							
		5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%
都市内交通利用者分	0人	-2.55 x	-2.06 x	-1.57 x	-1.08 x	-0.59 x	-0.09 x	0.40 111	0.89 49
	500人	-2.13 x	-1.64 x	-1.15 x	-0.66 x	-0.17 x	0.33 135	0.82 54	1.31 34
	1000人	-1.71 x	-1.22 x	-0.73 x	-0.24 x	0.25 174	0.75 59	1.24 36	1.73 25
	2000人	-0.87 x	-0.38 x	0.11 402	0.60 73	1.09 40	1.58 28	2.08 21	2.57 17
	3000人	-0.03 x	0.46 96	0.95 46	1.44 31	1.93 23	2.42 18	2.92 15	3.41 13
	4000人	0.80 55	1.30 34	1.79 25	2.28 19	2.77 16	3.26 13	3.76 12	4.25 10
	5000人	1.64 27	2.14 21	2.63 17	3.12 14	3.61 19	4.10 16	4.59 14	5.08 13

6. DMV アクセス交通の検討

（1）DMV の概要

Dual Mode Vehicle : DMV とは、道路とレールを自在に行き来できる、新しい車両であり、JR北海道によって 2004 年 1 月に試験車が開発された⁴⁾。（図-6）試作車は、レール上を 70km/h で走行し、旅客定員は、マイクロバスを改造し作製されたため 28 名となっている。今後、降積雪地域の走行安全性、運行システム、連結制御などの技術開発を行い、現在より大型なプロトタイプ（定員 40 名）を作製し、3 年後を目処に実用化を推進している。



図-6 DMV プレスリリース

（2）交通システムの共通化

DMV は JR 線（レール走行）と道路走行の双方の交通システムに対応した設計となっているため、共通化にともなう既存施設の改良や連絡新線の建設といった大規模工事は必要はない。

DMV アクセス交通は、LRV アクセス交通の中で論じたプロセスに従って検討を行ったので、詳細については省略する。ただし要員計画に関しては、LRV とは異なるアプローチを行ったので以下に記す。

（3）要員計画

DMVは、レールと道路で走行モードが異なりまた、鉄道とバスでは運転免許が異なるため、レール走行時と道路走行時を分けて要員計画を検討した。レール走行時は年間列車走行キロと運転職員の関係⁶⁾から、道路走行時はバス実車走行 1 キロあたりの運送費⁷⁾から推定した。

（4）DMV アクセス交通の概略事業費・営業費の算出

DMV 走行に伴う建設費は軽微である。そこで車両費も含めた事業費は約 10 億円程度であると推測される。DMV は既存の鉄道車両と比較すると定員数も少なく（プロトタイプ：40 名）、連結性能も現車両には兼ね備えていないため、運用効率が低いとされる。運用効率は採算に大きく影響を与えるため、車両の大型化・連結性能の技術開発によって採算がどのように変化するかについても検証を行った。連結性能については、連結不能 レール走行時のみ連結可能 レール・道路で連結可能の 3 種類、大型化については、小型（定員 28 名）

中型（定員 40 名） 大型（定員 70 名）の 3 種類について検証を行った。その結果、連結性能を持ち車両が大型化することで事業採算性を確保できることがわかった。

表-4 にレール走行時のみ連結可能、中型とした時の回収年数表を示す。また、LRV と DMV の検討結果を表-5 に示す。

表-4 DMV アクセス交通の年間損益と回収年数

		アクセスDMV選択率							
		5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%
都市内交通利用者分	0人	-0.88 ×	-0.39 ×	0.10 97	0.59 17	1.09 9	1.58 6	1.31 8	1.80 6
	500人	-0.46 ×	0.03 323	0.52 19	1.01 10	0.75 13	1.24 8	1.73 6	2.22 4
	1000人	-0.04 ×	0.45 22	0.18 55	0.67 15	1.17 9	1.66 6	2.15 5	2.64 4
	2000人	0.04 256	0.53 19	1.02 10	1.51 7	1.25 8	1.74 6	2.23 4	2.72 4
	3000人	0.12 84	0.61 16	1.10 9	1.59 6	2.09 5	2.58 4	3.07 3	2.80 4
	4000人	0.96 10	1.45 7	1.94 5	1.67 6	2.17 5	2.66 4	3.15 3	3.64 3
	5000人	1.04 10	1.53 7	2.02 5	2.51 4	3.01 3	2.74 4	3.23 3	3.72 3

表-5 LRV と DMV の検討結果

	Case1	Case2
概略	JRと函館市電が直結することで、アクセス交通と都市内交通の融合を図るケース	五稜郭中心部との直結を重視し、事業費を低く抑えることを想定したケース
車両	LRV	DMV
運行区間:新函館～	湯の川	五稜郭
走行延長	21.3km	17.8km
新線建設延長	1.7km	0km
所要時間	約45分	約30分
事業費	約44億円	おおよそ10億円程度
アクセス交通需要	意識調査から分析	
営業費	3.1億円	2.1億円
年間損益(回収年数)	0.11億円(402年)	1.02億円(10年)
事業化の可能性	可能性は低い	可能性は高い

運行本数:毎時2本 運行時間:15時間 ピーク率:10%

運賃関係:アクセス分550円 都市内分230円

輸送需要想定値:アクセス選択率15% 都市内利用者分2000人で設定

7. 意識調査

7-1. 意識調査の目的

これまでに、LRVとDMVを使用しJR新函館駅アクセス交通について検討を重ねた。その結果、DMVアクセス交通はLRVと比較して事業としても採算性が高いことがわかっている。そこで、実際DMVアクセス交通に絞って、どのような需要があるか算出するために、実験計画法⁸⁾を用いたアンケート調査を行うこととした。本調査では、函館市民のアクセス交通行動実態や、北海道新幹線開業時に新函館駅と五稜郭がDMVで結ばれた場合の函館市民の選好意識を測定し、DMV選択率モデルを構築することとした。

7-2. アンケート調査概要

本調査では、五稜郭を発着するアクセス交通に関して、アクセス交通の選択行動に関する意識データを収集するため、五稜郭周辺住民を対象とする必要がある。そこで、12月下旬に住民を対象にアンケートを配布する。

7-3. アンケート票の設問

本調査では、交通行動特性に関する設問、数量化理論2類による設問、実験計画法によるDMV選択意識に

関する設問から構成されている。実験計画法による意識調査では、DMVと想定される他の交通機関の交通サービス要因を取り上げ、水準を設定した。(表-6)

表-6 変動要因と水準

要因の説明		水準1	水準2
A	アクセス運賃	400円	550円
B	DMV 所要時間	20分	40分
C	アクセス距離	500m	1000m
D	自家用車・連絡バスの遅れ	ない	しばしばある

そして、全4種類の交通機関(DMV、路線バス+JR、連絡バス、自家用車)と比較し選好意識を測定して選択率を算出する。そのため、他の交通機関のサービスについては固定し、現状と比較して逸脱しないような設定値をとった。

7-4. DMV 選択率モデルの利用方法

本研究では、調査結果よりDMV選択率モデルを構築し、利用者数の把握を行うことを考えている。このモデルには、自宅からDMV発着箇所までのアクセス距離が要因に含まれているため、函館市内の他地域にも適応できると考えられる。そこで、DMV走行ルート上での乗降が出来ることを想定して、走行ルート上での利用者数把握を行い、採算性について検討を行う予定である。さらに、採算性を向上できるDMV走行ルートについても提言を行うことを考えている。

7-5. アンケート集計結果について

アンケートについては、現在実施されていないが、実施後は集計分析を行い、結果及び得られた知見に基づく議論については当日会場にて発表を行う。

8. おわりに

本研究では、既存モデルを使用し北海道新幹線の需要予測の高度化を図った。その結果、開業後の旅客流動量は2.4倍に増えることがわかった。また、新函館駅の軌道系アクセス交通の検討を行い、LRVよりレールと道路双方を自在に行き来できるDMVの方が、事業費・営業費を低く抑えることが出来るため、採算性に優れていることがわかった。今後は、実験計画法を用いた意識調査を実施し、DMV選択率モデルの構築を行い、新函館駅と五稜郭がDMVアクセスで結ばれた際の事業採算性について検討を行う。

【参考文献】

- 1) 大橋 明如「北海道新幹線の開業による需要予測及び利用者意識に関する研究」(2002)
- 2) 国土交通省総合政策局「平成13年度版 旅客地域流動調査」
- 3) 亀田 弘行「新鉄道システム工学」山海堂(1984)
- 4) JR北海道DMV資料
- 5) 総務省自治財政局「平成14年度版 地方公営企業年鑑」
- 6) 国土交通省鉄道局「平成12年度版 鉄道統計年報」
- 7) 横浜都市圏交通局委員会資料「乗合バス事業者の生産性比較」(2003)
- 8) 佐々木 脩「実践実験計画法」日刊工業新聞社(1985)