鉄道と道路ネットワークの比較による北海道の幹線鉄道の役割に関する研究

米光　保貴[1]・岸　邦宏[2]・高野　伸栄[3]

[1]正会員　国土交通省　中国地方整備局　岡山国道事務所（〒700-8539 岡山県岡山市北区富町 2-19-12）
E-mail: yonemitsu-y87bt@mlit.go.jp

[2]正会員　北海道大学教授　大学院工学研究院（〒060-8628 北海道札幌市北区北 13 条西 8 丁目）
E-mail: kishi@eng.hokudai.ac.jp

[3]正会員　北海道大学教授　大学院工学研究院（〒060-8628 北海道札幌市北区北 13 条西 8 丁目）
E-mail: shey@eng.hokudai.ac.jp

北海道において，鉄道は都市間交通を担う特急列車が走行する線区でさえも存続が危ぶまれている．道路も高規格幹線道路の整備率が 66%と全線完成の目途は立っていない状況である．国土計画の観点から全国的に普及を図るとされた都市間の高速交通網が完成していないことは問題であると考える．本研究は，全国と北海道，鉄道と道路の都市間移動の所要時間の比較から，北海道の課題と鉄道の必要性を論じる．

都市間移動の所要時間の分析では，北海道は我が国の他地域と比較し，北海道の都市間移動の所要時間が長いことを示した．さらに，北海道は他地域と比較して，本州においてはすでに新幹線があることも影響して，鉄道のサービスレベルが道路より相対的に低いことを明らかにした．

Key Words: *Planning Historical Evaluation, Travel time, Railway, Road, DEA*

1.　本研究の背景・目的

北海道において，鉄道は路線の廃止が進んでおり，都市間交通を担う特急列車走行区間でも路線の存続が危ぶまれている．また，道路についても高規格幹線道路の整備が進む一方，整備率は約 66%にとどまり，完成の目途は立っていない状況である．人口減少が進む中，財政制約問題の観点から，新たなインフラ整備は不必要との意見も存在する．しかし，高速交通網は国土計画の理念に基づいて，全国的な普及を図るとして計画されたものであり，その計画が達成されないことは問題であると考える．さらに，持続的な安心で快適な暮らしを支えるためには，費用対効果など経済効率性のみならず，平等性や公平性の観点からインフラ整備を考える必要があると指摘されている [1]．そのためには，全国と比較して相対的に北海道の状況を明らかにする必要がある．

そこで本研究では，全国と北海道，鉄道と道路のサービスレベルの比較を通して，北海道における現状を明らかにし，計画史的観点から北海道の将来的な鉄道と道路ネットワークのあり方を示すことを目的とする．

国土計画に基づく高速交通網整備に関する研究では，国土計画の方向性から幹線鉄道網のあり方を検討した研究 [2]がある．また，高速交通網整備の地域間比較に関する既往研究では，平均所要時間と所要時間限界比，それらのジニ係数から，高速交通網整備の全国的な格差，交通手段別の影響を明らかにした研究 [3]や，DEA 手法を援用したモビリティ指標から，都市間交通の利便性の動向を明らかにした研究 [4]などがある．

本研究では，北海道の鉄道と道路ネットワークが，国土計画の理念をどの程度達成できているか，全国と比較



図-1　土木学会が示すインフラ事業の考え方の転換

して明らかにする点に独自性がある．また，DEA を用いて，北海道における鉄道と道路ネットワークの効率性を全国と比較して相対的に示す点に特徴がある．

2. 国土計画における鉄道と道路の計画と理念

鉄道については，全国的な新幹線網の整備が，1969 年に閣議決定された新全国総合開発計画で示された．計画では国土の空間構造の基礎を形成する最も重要な手段とされ，1971 年に全国新幹線鉄道整備法が公布されている．同法の中では，新幹線鉄道による全国的な鉄道網の整備を図り，国民経済の発展及び国民生活領域の拡大並びに地域の振興に資することが目的として掲げられている．

道路については，1987 年に閣議決定された第四次全国総合開発計画において，現在まで続く 1 万 4 千キロメートルの高規格幹線道路網が示された．高速交通サービスの全国的な普及，主要拠点間の連絡強化が目標である．

鉄道と道路のいずれについても，全国的な高速交通サービスの普及を理念としていた．一方，新幹線の整備率は全国 41%，北海道 22%，高規格幹線道路の整備率は全国 86%，北海道 66%であり，その理念は達成できていない．特に，北海道は全国と比較して整備が遅れている．

3. 鉄道と道路による都市間移動の所要時間

本研究では，鉄道と道路による都市間移動の所要時間を分析し，全国と比較した北海道の状況を明らかにする．サービスレベルの指標としては，都市間移動の所要時間の他，運賃や空間の快適性など様々な要素が考えられるが，本研究では鉄道と道路の整備状況を明らかにするため，都市間移動の所要時間のみに着目する．分析では，国土交通省の総合交通分析システム(NITAS)を用いる．

46 都道府県(沖縄県を除く)と振興局が立地する 13 市町について，代表する JR 駅を OD として設定し，全組合せ 1711 区間の所要時間を算出した．2021 年を基準とし，鉄道が廃止されている江差町は役場を OD とした．都市間移動の所要時間について，鉄道は鉄道乗車時間，道路は自動車走行時間を集計した．鉄道については，江差町の場合は自動車による最寄り駅までのアクセス時間とイグレス時間を考慮する．また，異なる駅間の移動については，徒歩による乗換時間を追加する．道路については，船舶を利用する場合，船舶乗車時間を追加する．NITAS の収録データは**表-1** の通りである．また，鉄道による過去の所要時間は，既存路線の改良や新型車両の導入等の影響を考え，過去の時刻表を参照した．

初めに，鉄道による都市間移動の所要時間を分析する．2021 年の鉄道による都市間移動の所要時間について，北海道は同一ブロック内でも所要時間が大きい一方，全国は隣接ブロックでも所要時間が短い状況となっている．新幹線の整備や在来線の高速化が影響すると考えられる．

次に，道路による都市間移動の所要時間を分析する．北海道における都市間移動の所要時間は，同一ブロック内でも大きい．高規格幹線道路の整備が遅れたことが一因であると考えられる．将来的には，北海道横断自動車や後志自動車道が開通により改善されると考えられる．

表-1 NITAS に収録されているデータ

道路	現況	デジタル道路地図（2021年3月）のデータ
	将来	新広域道路交通計画の全高規格幹線道路が開通、他は現況と同一
	過去	過去の時点での有料道路の供用区間、他は現況と同一
鉄道	現況	駅すぱあと（2021年3月）のデータ
	将来	中央・北海道・北陸・九州新幹線が開業、他は現況と同一

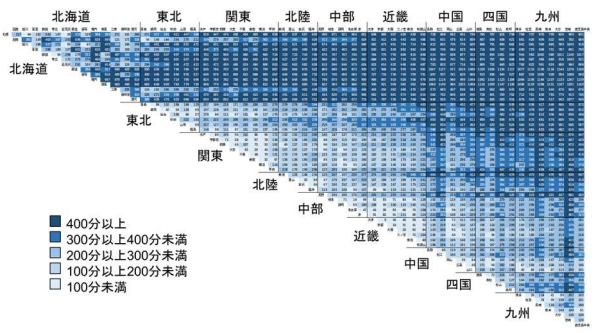


図-2 鉄道による都市間移動の所要時間(2021 年)

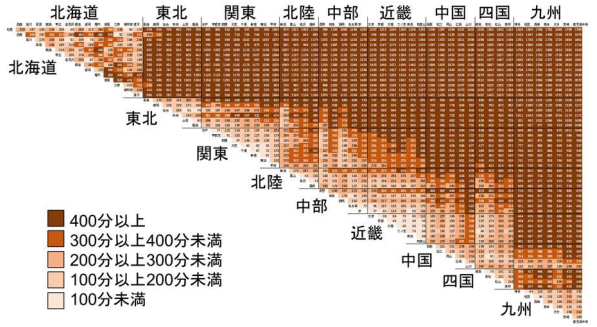


図-3 道路による都市間移動の所要時間(2021 年)

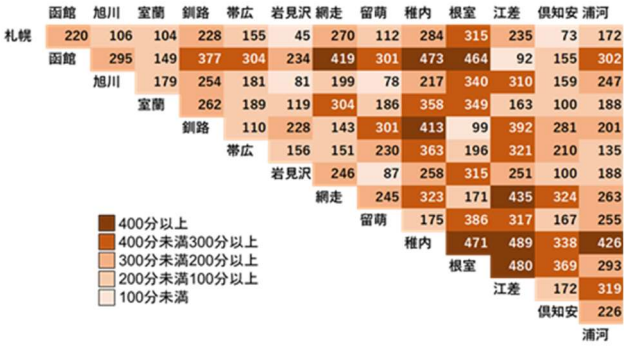


図-4 北海道内の道路による都市間移動の所要時間(将来)

4. 都市間交通における鉄道と道路の優位性比較

都市間移動の所要時間について，鉄道と道路のどちらが短いか比較を行った．2021 年の結果を**図-5** に示す．全国的には道路より鉄道の所要時間が短いのに対して，北海道では鉄道より道路の所要時間が短い状況である．北海道では，道路と比較して鉄道のサービスレベルが相対的に低いとわかる．

北海道内の鉄道と道路の優位性比較を行った結果を**図-6**，**図-7** に示す．2021 年において，鉄道が優位な区間は，札幌－函館・旭川・室蘭・帯広・岩見沢や，旭川－稚内，帯広－釧路など幹線の役割を果たす区間である．これらの区間は電化や高速化等の改良が行われており，優位性を保つことができたと考えられる．将来的には，北海道新幹線の開業によって，函館や江差，倶知安など道南地方から道内各地へ，道路より鉄道の所要時間の方が短くなる．新幹線の整備効果は全道的に大きい．

5. DEA による北海道における鉄道と道路の効率性評価

本研究では，北海道における都市間移動の所要時間が，距離の割に長いことを全国と比較して明らかにするため，DEA により分析する．DEA は出力/入力の比率から効率性を測定し，最も効率的な分析対象が形成する効率的フロンティアを基準に，相対的な評価を行う手法である．

入力データは，鉄道による都市間の最短所要時間(分)，道路による都市間の最短所要時間(分)，出力データは都市間の直線距離(km)とする．短い所要時間で長い直線距離があると効率が良いとする．直線距離に対して，所要時間は比例すると考えられることから，規模の収穫が一定であるとして CCR モデルを採用した．46 都道府県(沖縄県を除く)と振興局が立地する 13 市町について，代表する JR 駅を拠点として，隣接する拠点間を結ぶ全国 96 区間(**図-8**)について，分析を行った．

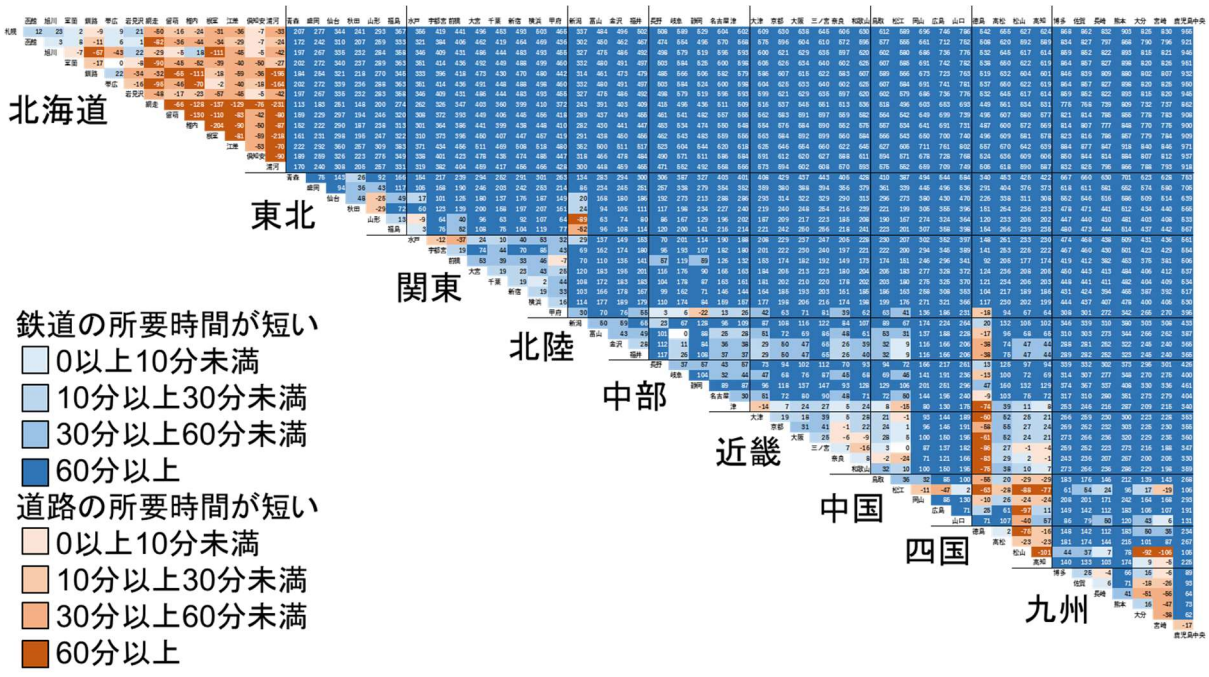


図-5　鉄道と道路の優位性比較(2021 年)

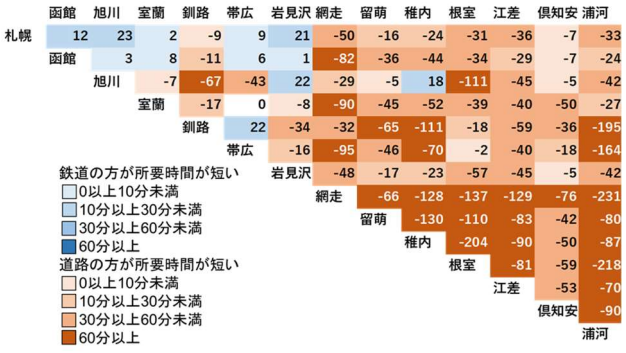


図-6　北海道内の鉄道と道路の優位性比較(2021 年)

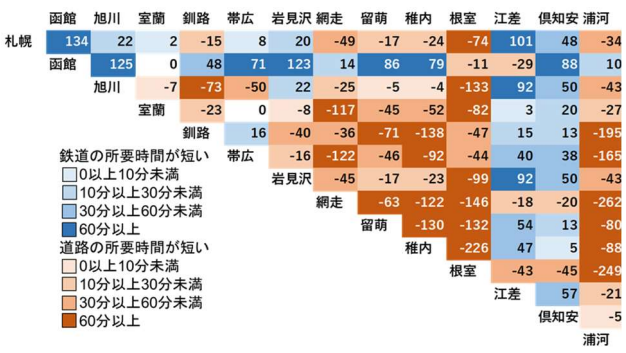


図-7　北海道内の鉄道と道路の優位性比較(将来)

表-2　DEA による効率性評価(北海道内抜粋)2021 年

区間名	D効率値	ウェイト 道路の所要時間（分） v1	ウェイト 鉄道の所要時間（分） v2	ウェイト 直線距離（km） u1	仮想的入力 道路の所要時間（分） v1×x1	仮想的入力 鉄道の所要時間（分） v2×x2	仮想的出力 直線距離（km） u1×y1	優位集合1(λ)	優位集合2(λ)
稚内－旭川	0.66	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.66	新潟－富山(0.904)	
稚内－留萌	0.77	0.01	0.00	0.01	1.00	0.00	0.77	新潟－富山(0.773)	
旭川－網走	0.66	0.01	0.00	0.00	1.00	0.00	0.66	新潟－富山(0.732)	
旭川－帯広	0.51	0.01	0.00	0.00	1.00	0.00	0.51	新潟－富山(0.548)	
旭川－岩見沢	0.81	0.01	0.00	0.01	1.00	0.00	0.81	新潟－富山(0.372)	
旭川－留萌	0.64	0.01	0.00	0.01	1.00	0.00	0.64	新潟－富山(0.284)	
留萌－岩見沢	0.78	0.01	0.00	0.01	1.00	0.00	0.78	新潟－富山(0.390)	
網走－釧路	0.65	0.01	0.00	0.01	1.00	0.00	0.65	新潟－富山(0.542)	
網走－帯広	0.69	0.01	0.00	0.01	1.00	0.00	0.69	新潟－富山(0.704)	
釧路－根室	0.67	0.01	0.00	0.01	1.00	0.00	0.67	新潟－富山(0.494)	
釧路－帯広	0.69	0.01	0.00	0.01	1.00	0.00	0.69	新潟－富山(0.456)	
帯広－岩見沢	0.65	0.01	0.00	0.01	1.00	0.00	0.65	新潟－富山(0.575)	
帯広－札幌	0.80	0.01	0.00	0.01	1.00	0.00	0.80	新潟－富山(0.717)	
岩見沢－札幌	0.65	0.02	0.00	0.02	0.98	0.02	0.65	盛岡－仙台(0.099)	新潟－富山(0.097)
札幌－浦河	0.73	0.01	0.00	0.01	1.00	0.00	0.73	新潟－富山(0.724)	
札幌－室蘭	0.70	0.01	0.00	0.01	1.00	0.00	0.70	新潟－富山(0.420)	
札幌－倶知安	0.47	0.01	0.00	0.01	1.00	0.00	0.47	新潟－富山(0.249)	
浦河－室蘭	0.66	0.01	0.00	0.00	1.00	0.00	0.66	新潟－富山(0.704)	
室蘭－函館	0.34	0.01	0.00	0.01	1.00	0.00	0.34	新潟－富山(0.301)	
室蘭－倶知安	0.56	0.01	0.00	0.01	1.00	0.00	0.56	新潟－富山(0.319)	
倶知安－函館	0.63	0.01	0.00	0.01	1.00	0.00	0.63	新潟－富山(0.591)	
函館－江差町役場	0.46	0.01	0.00	0.01	1.00	0.00	0.46	新潟－富山(0.240)	



図-8　分析対象区間

2021 年の結果について，北海道内の抜粋を**表-2** に示す．D 効率値は，旭川－岩見沢(0.81)や，帯広－札幌で(0.80)などで高い．旭川－岩見沢や札幌－帯広では，高規格幹線道路が既に開通しており，迂回も小さいことが影響していると考えられる．対して，D 効率値は，函館－江差町役場(0.45)や，札幌－倶知安(0.47)，室蘭－函館(0.63)などで低いとわかる．函館－江差町役場や，札幌－倶知安では，高規格幹線道路が開通していない影響が大きいと考えられる．室蘭－函館では，噴火湾による地形制約の影響が大きいと考えられる．

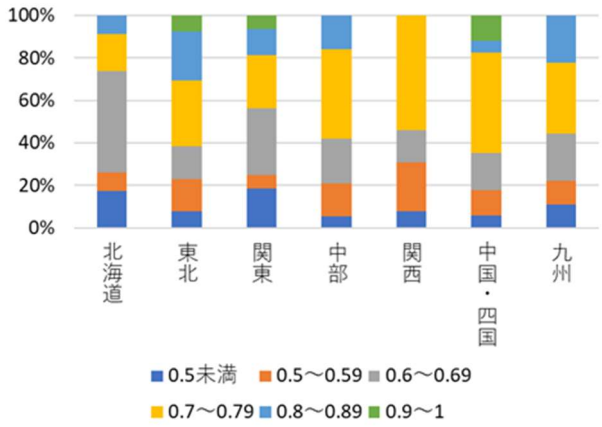


図-9　地域別の D 効率値の分布(2021 年)

仮想的入力からは，評価で鉄道を重視していないとわかる．原因として，鉄道の所要時間のばらつきが大きく，多くの区間で相対的に評価が低下したことが考えられる．このことから，鉄道に関して，高速交通の全国的普及という理念が未達成であると考えられる．

D 効率値の地域別の分布を**図-9** に示す．北海道は D 効率値 0.7 以下が 8 割を占め，全国と比較して低い．北海道は，都市間の距離の割に所要時間が長いことが明らかになった．

また，1971 年，2021 年，将来を対象としてウィンドー分析を行った．結果を**図-10** に示す．1971 年時点において，北海道は全国の中で効率値が最も高いとわかる．1971 年当時，高規格幹線道路は多くの区間で未開通であり，一般道路の規格が比較的高い北海道において，評価が高くなったと考えられる．その後，全国的に高規格幹線道路の整備が進む一方で，北海道は整備が遅れたため，

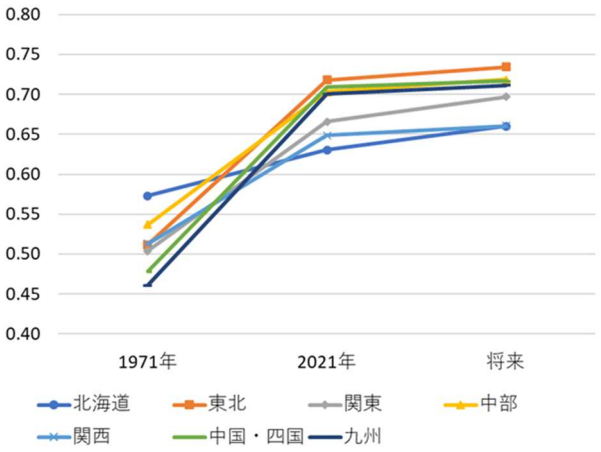


図-10　効率値の推移

表-3　特急列車走行区間の効率性評価(北海道内抜粋)2021 年

区間名	D効率値	仮想的入力		仮想的出力
		道路の所要時間	鉄道の所要時間	直線距離
旭川－岩見沢	1.00	0.72	0.28	1.00
岩見沢－札幌	0.97	0.00	1.00	0.97
帯広－札幌	0.94	0.76	0.24	0.94
釧路－帯広	0.84	0.79	0.21	0.84
札幌－室蘭	0.82	0.76	0.24	0.82
札幌－浦河	0.81	0.72	0.28	0.81
稚内－旭川	0.78	0.77	0.23	0.78
浦河－室蘭	0.74	0.73	0.28	0.74
旭川－網走	0.73	0.73	0.27	0.73
帯広－岩見沢	0.73	0.74	0.27	0.73
旭川－留萌	0.73	0.74	0.26	0.73
倶知安－函館	0.72	0.75	0.25	0.72
室蘭－倶知安	0.62	1.00	0.00	0.62
旭川－帯広	0.57	1.00	0.00	0.57
室蘭－函館	0.40	0.76	0.24	0.40

相対的な効率性は低下してきている．全国と比較して高速交通網の整備が遅れているとわかる．

次に，特急列車走行区間のみで分析した結果を**表-3**に示す．旭川－岩見沢の効率が良く，岩見沢－札幌や帯広－札幌でもD効率値が高い．仮想的入力では鉄道も重視されており，特に岩見沢－札幌で大きいとわかる．

一方で，幹線区間であるにもかかわらず，稚内－旭川，旭川－網走ではD効率値が低く，距離の割に所要時間が長い．効率性を上昇させるためには，宗谷本線・石北本線の高速化が必要であると考えられる．

6.　おわりに

本研究では，北海道において高速交通網の整備が遅れており，全国的な普及という理念が未達成の状況であることを示した．その影響により，北海道の都市間交通の効率性は低く，距離の割に所要時間が長い．また，鉄道の評価が低い一方，幹線区間ではその役割が大きいことを示した．国土の空間構造の基礎を形成するために，新幹線整備や石北本線，宗谷本線の高速化が必要である．これらの高速交通は，広域分散型社会を支え，カーボンニュートラル北海道の実現につながると考える．

REFERENCES

1) 土木学会：Beyond コロナの日本創生と土木のビッグピクチャー，2022.
2) 波床正敏，中川大：全国新幹線鉄道整備法に基づく幹線鉄道政策の今日的諸課題に関する考察，土木学会論文集 D3(土木計画学)，Vol. 68，No. 5(土木計画学研究・論文集第 9 巻)，pp. I_1045-I_1060，2012.
3) 安達修平，鈴木勉：国土交通網整備と所要時間短縮効果の変遷に関する研究，都市計画論文集，Vol. 51，No. 3，pp. 875-879，2016.
4) 荒屋太郎，轟朝幸：わが国の都市間公共交通モビリティに関する時系列分析，土木計画学研究論文集，Vol. 27，No. 4，pp. 643-652，2010.
5) 全国総合交通分析システム(NITAS)ver. 2.8

(?)

The Role of Railways in Hokkaido by Comparing Rail and Road Networks

Yasutaka YONEMITSU, Kunihiro KISHI, Shinei TAKANO

In Hokkaido, even the lines used by limited express trains, which are responsible for inter-city transportation, are in danger of extinction. As for roads, only 66% of highways have been completed, and there is no prospect for the completion of the entire network. We consider it a problem that the high-speed transportation network between cities has not been completed, since it is supposed to be spread nationwide from the viewpoint of national land planning. In this study, we discuss Hokkaido's problems and the need for railroads by comparing travel time between cities in Hokkaido and the rest of Japan, and between railroads and roads.

The analysis of travel times between cities shows that travel times between cities in Hokkaido are longer than those in other regions of Japan. Furthermore, we found that the service level of railroads in Hokkaido is relatively lower than that of roads, due in part to the fact that the Shinkansen is already in operation in Honshu.