沿線選好意識調査による便益評価 及びクロスセクター効果分析を通じた 地方鉄道の存続価値の定量的評価の実践 ～北陸鉄道線の事例～

山村　啓一[1]・塩士　圭介[2]・備後　友貴[3]・近藤　陽介[4]

[1]正会員　株式会社　日本海コンサルタント（〒921-8042 石川県金沢市泉本町２丁目１２６番地）
E-mail: k-yamamura@nihonkai.co.jp (Corresponding Author)

[2]正会員　株式会社　日本海コンサルタント（〒921-8042 石川県金沢市泉本町２丁目１２６番地）
E-mail: k-shioji@nihonkai.co.jp

[3]正会員　株式会社　日本海コンサルタント（〒921-8042 石川県金沢市泉本町２丁目１２６番地）
E-mail: y-bingo@nihonkai.co.jp

[4]非会員　金沢市都市政策局交通政策課　（〒920-8577 金沢市広坂１丁目１番１号）
E-mail: kondoh_yo@city.kanazawa.lg.jp

石川県で運行されている北陸鉄道線においては，コロナ禍による経営の悪化により，民間企業の経営努力による維持は困難として，交通事業者から行政に対して上下分離方式による支援を求めたが，鉄道への行政支援に対する関係者の理解も容易ではなく，鉄道存続以外の選択肢（バスまたは専用道によるＢＲＴへの転換）も含めた比較検討が必要となった．

そこで，沿線住民・企業等を対象とした選好意識調査に基づく交通手段選択モデルの構築・需要予測及び収支，費用対効果の分析，ならびに，鉄道線の有する多面的な効果としてのクロスセクター効果の分析を通じて，鉄道線が社会的に価値をもつことを定量的に示し，関係者の合意形成の一助とした．本論文では，このような地方鉄道存続問題に定量的分析の実践方法について論ずるものである．

Key Words: *選好意識（ＳＰ）調査, クロスセクター効果, 地方鉄道存続問題, 費用対効果分析*

1. 背景及び目的

昨今全国各地の地方鉄道においては，モータリゼーション及び少子高齢化の進行による継続的な利用者減少に加えて，コロナ禍による経営悪化も加わり，その存続に関する議論が行われつつある．石川県で運行されている北陸鉄道線（浅野川線及び石川線）においても例外ではなく，民間企業の経営努力による維持は困難として，交通事業者から行政に対して上下分離方式による支援を求めた.

北陸鉄道線は，朝ラッシュ時の通勤・通学を中心に多くの利用があり，大量輸送機関としての公共交通は地域にとって今後も必要であると考えられる一方で，鉄道への行政支援に対する関係者の理解も容易ではなく，とりわけ利用者数の減少が顕著な石川線については，鉄道存続以外の選択肢（バスまたは専用道によるＢＲＴへの転換）も含めた比較検討が必要となった．そこで，関係者に対して大量輸送機関としての必要性の理解の一助とし，鉄道線の存続が社会的に便益を及ぼすこと等を定量的に示すことで，存続に向けたデータに基づく意思決定がなされることを目的とした各種検討・分析を実施した．

2. 検討フロー

関係者との議論にあたっては，社会情勢の認識や公共交通の必要性に対する理解や専門性などに差異があることが想定されたため，**表-1** に示すフローの通り段階的に議論を進めた.

表-1　検討フロー

検討項目	分析手法
1.社会情勢の共有	統計資料の整理等
2.大量輸送機関の必要性	クロスセクター効果分析
3.存在価値を高める方策	費用対効果（Ｂ／Ｃ）分析

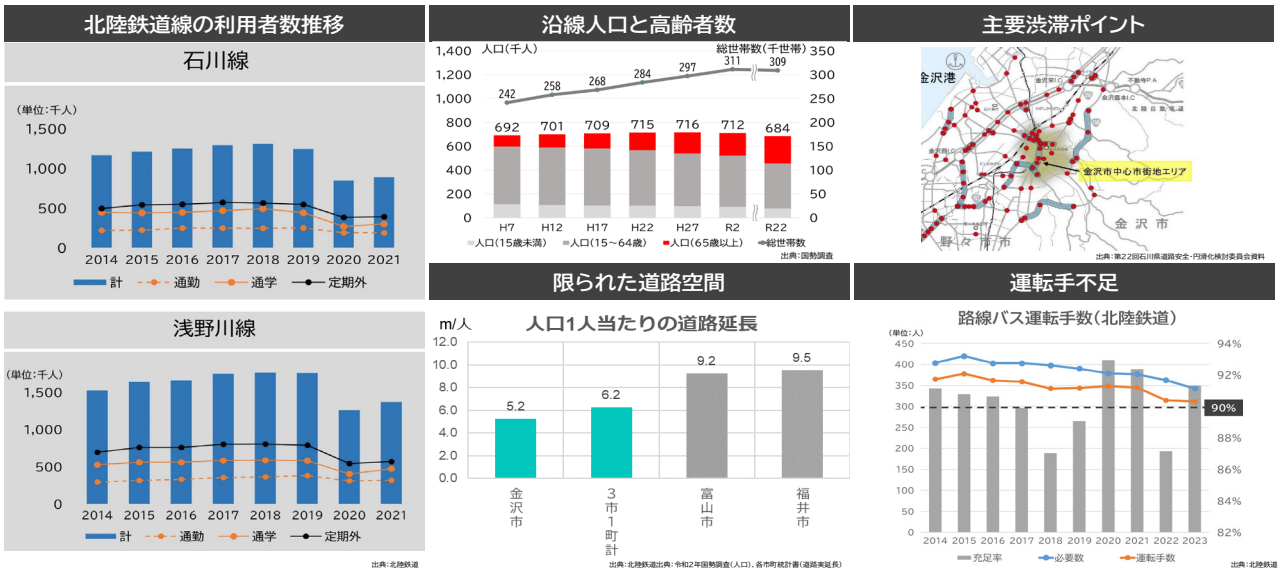


図-1　関係者に提示・共有した現況・社会情勢（主なもの）

1.社会情勢の共有については，**図-1** に示すように，コロナ禍の影響を受けた鉄道線の利用者数の推移，沿線人口と高齢化の進展，また当該エリアの限られた道路では大量輸送が可能な公共交通が必要なこと，さらには路線バスの運転手不足といった内容を共有した [1]．

その後，2.大量輸送機関の必要性，3.存在価値を高める方策の分析に移った．

3.　クロスセクター効果（大量輸送機関の必要性）

大量輸送機関の必要性の検討にあたり，利用者の視点で，公共交通が存在することで社会が享受している多面的な効果（以下「クロスセクター効果」という．）について，既往研究 [2]も参考に試算した．

具体的な検証方法及び結果は，以下の通りである．

石川線がなくなった（廃止された）場合に，これまでの利用目的（通院・買い物・通学等）を達成するため，代わりに自家用車での往来や送迎，スクールバスを運行するなどの代替策を講じた際，追加的に必要となる費用（以下「分野別代替費用」という．）を算出した．これを，現在の石川線の事業損失額や将来投資額などと比較することで，石川線の廃止により削減できる費用と，追加的に社会が支払わねばならない費用のいずれが大きいかを明らかにするものである．

結果としては**表-2** に示す通り，石川線が廃止されることによる分野別代替費用は，少なく見積もっても約５億円/年となり，石川線の設備投資に対する行政支出と鉄道事業の赤字額の合計約４億円/年を上回ることがわかった．したがって，石川線を廃止して代替策を講じるよりも，石川線を存続させるなど，何らかの形で大量輸送を行える状況とする方が，少ない費用で目的を達成できるといえ，この段階で大量輸送機関としての必要性に対する関係者の理解を深めた．

表-2　クロスセクター効果の計算結果

分野	石川線が廃止された場合に追加的に必要となる行財政負担項目	施策実施費用	分野別代替費用	
			最小値	最大値
医療	①-1 病院送迎貸切バスの運行	14百万円/年	14百万円/年	52百万円/年
	①-2 通院のためのタクシー券配布	31百万円/年		
	①-3 医師による往診	52百万円/年		
	② 医療費の増加	24百万円/年	24百万円/年	24百万円/年
商業	①-1 買物バスの運行	19百万円/年	19百万円/年	55百万円/年
	①-2 買物のためのタクシー券配布	55百万円/年		
教育	①-1 貸切スクールバスの運行	46百万円/年	46百万円/年	507百万円/年
	①-2 通学のためのタクシー券配布	507百万円/年		
福祉	通院・買物以外での移動目的のためのタクシー券配布	63百万円/年	63百万円/年	63百万円/年
財政	土地の価値低下等による税収減少	3百万円/年	3百万円/年	3百万円/年
建設	通勤者の自動車への転換に起因する渋滞緩和のための道路整備	310百万円/年	310百万円/年	310百万円/年
分野別代替費用の合計			**480百万円/年**	**1016百万円/年**

4.　費用対効果分析（存在価値を高める方策）

次に公的支援の拡大も含めた検討を進めるにあたり，バランスの良い費用対効果を訴求するため，単に現状維持を図る以外の選択肢も検討することが必要であると考えられた．そのため，選好意識調査（SP【Stated Preference】，以下 SP 調査と呼称）を紙面及び WEB アンケート形式にて実施し，各種利便性向上策を実施した際の需要予測，ならびに費用対効果の分析を実施した．

(1)　SP 調査の実施

a)　設問設計（実験計画）

今回利便性向上策として事前に検討していた項目（所要時間，運行間隔，費用，機関【鉄道・LRT・BRT・バス】及び乗継有無）について，**表-3** に示す水準で設問

表-3　SP 調査で設定する変数及び水準数

項目	水準数	水準1	水準2	水準3	水準4	備考
所要時間	2	-10分	0分			自動車と比較して
運行間隔	2	20分	40分			
費用	2	-100円	0円			自動車と比較して
機関	4	鉄道	LRT	BRT	バス	
乗継	2	あり	なし			

表-4　SP 調査で実際に設定した 12 パターン

	ケースNo	所要時間	運行間隔	費用	機関	乗継
	1	0分	20分	0円	鉄道	あり
	2	0分	40分	0円	バス	なし
	3	0分	40分	0円	LRT	なし
	4	0分	20分	-100円	LRT	あり
	5	-10分	20分	0円	BRT	なし
グループAに配布↑	6	-10分	20分	-100円	LRT	なし
グループBに配布↓	7	-10分	40分	-100円	鉄道	あり
	8	-10分	20分	-100円	LRT	あり
	9	0分	20分	-100円	バス	なし
	10	-10分	40分	0円	LRT	あり
	11	0分	40分	-100円	BRT	なし
	12	-10分	40分	0円	LRT	なし

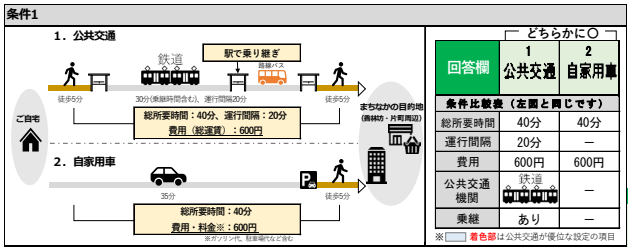


図-2　設問提示例（この他 12 パターンを用意）

を設計する．

次にこれらの項目すべての組合せを実施するのは回答者の負担が大きいため，実験計画法（D 最適計画）を用いて直交性を保ちつつパターン数を減らし，結果として**表-4** に示す 12 パターンを作成した．さらにこのうち前半 6 パターンと後半 6 パターンを A グループ・B グループとして，半分ずつアンケートとして配布した．

具体的な設問例は**図-2** に示す通りであり，イラスト及び条件表を提示した上で，公共交通もしくは自家用車のいずれの手段を選択・回答いただく方式で実施した．

※なお，上記 SP 調査以外に，普段の移動行動や公共交通への改善要望など，一般的なアンケートも同時に実施している．

この SP 調査を含んだアンケートは，石川線沿線（概ね半径 500m），金沢市の中心部，及び後背圏の住民・沿線企業・学校に配布し，計 1,432 通の回答を得た．

b)　交通手段選択モデル推計

モデルは，公共交通 vs 自家用車の 2 手段の選択確率を推定する「バイナリロジットモデル」を用いる．投入する説明変数は，SP 調査で取得したデータと同様に「所要時間，運行間隔，費用，機関及び乗継条件」とした．

モデルを推定した結果を**表-5** に示す．用いたすべての説明変数の p 値が 5%を下回り有意と判断される結果となっている．また，変数の正負については，いずれも常識的な範囲で正負の逆転が発生していない（例：所要時間，運行間隔，費用が負→これらが増えるほど，公共交通は選択されにくくなる）．

次にこれらパラメータの係数同士を除することで，時間価値等を算出したものが**表-6** である．

表-5　SP 調査で設定する変数及び水準数

	Estimate	Std.	Error	z value	Pr(>|z|)
	(切片)	-1.493334	0.163691	-9.12287	7.32E-20
	所要時間(分)	-0.060056	0.008852	-6.78412	1.17E-11
	運行間隔(分)	-0.018338	0.003407	-5.38168	7.38E-08
	費用(円)	-0.001325	0.000339	-3.90389	9.47E-05
（ダミー変数）	乗継なし	0.4976955	0.090506	5.499063	3.82E-08
	機関鉄道	0.376232	0.154	2.443071	0.014563
	機関LRT	0.3747953	0.114638	3.269395	0.001078
	機関BRT	0.3415339	0.119822	2.850348	0.004367

表-6　感度分析結果（時間価値等の検証）

時間価値	2720円/時		
		時間換算（分）	費用換算（円）
乗継	1回につき	8.29	375.66
運行間隔	10分増につき	3.05	138.42
機関（対バス	鉄道	−6.26	−283.98
	LRT	−6.24	−282.90
	BRT	−5.69	−257.79

時間価値は，2,720 円/時で，これは円/分換算で 45.3 円/分であり，「道路事業の評価手法に関する検討委員会」の示す時間価値の範囲内に概ね収まっており，妥当な数値であると判断される．その他，乗継，運行間隔，機関選択についても，時間換算の価値及び費用換算の価値が算出された．（例：乗り継ぎ 1 回の増加は，所要時間 8.3 分の増加または運賃 376 円の増加に相当）

(2)　需要推計及び費用対効果分析

前項で推計したモデル及び別途実施した調査結果等を用いて算出した LoS データを用い，鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル [3]を参考に「(ア)現状通り鉄道線を存続」，「(イ)利便性を向上させ鉄道線を存続」，「(ウ)BRT 転換」の 3 案をベースに，さらに細かく条件を変動させ，加えて BRT についてはバスベースの運賃と鉄道ベースの運賃にて需要分析並びに費用対効果分析を行った結果は**表-7** の通りである．

「(イ)利便性を向上させ鉄道線を存続」の場合，サービスレベルの向上によって需要が増加し，特に⑤（香林坊まで軌道敷設）や⑧（西金沢駅で JR 直通）は「(ア)現状通り鉄道線を存続」と比較して約 13%の需要の増加が見込まれた．一方で「(ウ)BRT 転換」の場合は，パター

表-7　各パターンにおける需要予測・費用対効果分析結果

		前提条件								算出結果	費用便益比	投資額
		乗継	運行間隔		所要時間			機種		需要予測	B/C	
		物理	運賃	朝夕	昼間	基準	増減率	所要時間		日利用者数		億円
現況(ア)	現況（R4年度収支ベース）	乗継	現行	20分	60分	31分	－	31分	鉄道	3,037	1.3	101
鉄道利便性向上（イ）	①乗継運賃低減	乗継	通し	20分	60分	31分	100%	31分	鉄道	3,099	1.4	101
	②日中増便（全線）	乗継	現行	20分	40分	31分	100%	31分	鉄道	3,298	1.4	101
	③日中増便（四十万まで）	乗継	現行	20分	40分	31分	100%	31分	鉄道	3,184	1.4	101
	④増便（四十万まで）	乗継	現行	15分	40分	31分	100%	31分	鉄道	3,270	1.4	101
	⑤西金沢－野町間廃止	乗継	現行	20分	60分	31分	100%	31分	鉄道	2,658	1.0	107
	⑥野町－香林坊間軌道新設	直通	通し	10分	40分	31分	100%	31分	LRT	4,047	1.0	173
	⑦乗継運賃低減－日中増便	乗継	通し	20分	40分	31分	100%	31分	鉄道	3,366	1.5	101
	⑧西金沢－金沢間JR直通	直通	現行	20分	60分	31分	100%	31分	鉄道	4,091		
BRT転換バス運賃（ウ）	①野町－県庁前間直通	直通	通し	10分	30分	44分	100%	44分	BRT	2,855	1.1	85
	②野町－金沢駅間直通	直通	通し	10分	30分	44分	100%	44分	BRT	2,806	1.1	85
	③野町－香林坊間直通	直通	通し	10分	30分	44分	100%	44分	BRT	2,701	1.2	79
	④2系統	直通	通し	10分	30分	44分	100%	44分	BRT	2,695	0.9	79
BRT転換鉄道運賃（ウ）	①野町－県庁前間直通	直通	通し	10分	30分	44分	100%	44分	BRT	3,012	1.1	85
	②野町－金沢駅間直通	直通	通し	10分	30分	44分	100%	44分	BRT	2,963	1.2	85
	③野町－香林坊間直通	直通	通し	10分	30分	44分	100%	44分	BRT	2,864	1.3	79
	④2系統	直通	通し	10分	30分	44分	100%	44分	BRT	2,852	1.0	79
バス転換	⑤バス転換	直通	通し	10分	30分	53分	100%	53分	バス	1,581		

ンにもよるが需要が「(ア)現状通り鉄道線を存続」と比較して 1～2 割程度減少するとの結果となった．なお，完全なバス転換では，需要はほぼ半減する結果となった．

一方で費用便益比（B/C）に着目すると，いずれも 1 を上回り，実現できた場合にはいずれも社会的な存在価値があることが示されたが，一方で技術的・社会情勢的な実現可能性など他に考慮すべき要素が多く，この結果のみで結論を一意に導くことは困難と考えらえた．

そこで改めて社会情勢に立ち返ったところ，深刻なバスの担い手不足から，仮に石川線を BRT 化した場合に同グループが運行する他のバス路線の大幅な減便が余儀なくされるとのことが事業者から提示された．

これらの検討結果を総合的に踏まえ，2023 年 8 月 30 日に開かれた沿線自治体首長会議において，石川線について行政が支援のうえ，鉄道として存続することについて合意がなされた．

6. 結論及び今後の展望

本論文で示した一連の検討により，北陸鉄道線について，その定量的な価値を示した上で，行政による支援を行いつつ鉄道として存続するという形で合意がなされた．

しかしながら，具体的な支援の手法や利用促進の取組はまさにこれからであり，さらなるサービス向上に向けた具体的な取組を検討し，持続可能な公共交通網の維持に向けた検討・提案の実施が今後の課題である．

また，今回実施した定量的なデータに基づいて鉄道線の存続に向けた議論のために用いた手法及びプロセスは，地域公共交通の分野におけるデータに基づく施策の意思決定（EBPM）の事例として新規性を有すると考えており，本稿の公開により同様の問題を抱えるその他地域の鉄道線においても，データに基づく意思決定がなされることを期待するものである．

※本論文の内容は検討中の内容・数値も含むため，今後の検討によって変更の可能性があることを申し添える．

謝辞：本稿に記した各種アンケート等の調査並びに論文の執筆にあたり多大なるご支援・ご協力をいただきました，石川中央都市圏自治体の関係各位，並びに交通事業者，沿線企業，住民の皆様に対し，この場を借りて改めて深謝申し上げます．

REFERENCES

1) 北陸鉄道線のあり方に関する沿線自治体首長会議, 2023.8，URL: https://www4.city.kanazawa.lg.jp/soshiki-karasagasu/kotsuseisakuka/gyomuannai/1/2/21545.html,
2) 西村和記，東徹，土井勉，喜多秀行：クロスセクター効果で測る地域公共交通の定量的な価値，土木学会論文集 D3（土木計画学），Vol. 75_No. 5，pp. I_809-I_820，2019. [Nishimura, K. Higashi, T. Doi, T. and Kita, H.: Quantitative value of regional public transportation measured by Cross Sector Effects, *Journal of Japan Society of Civil Engineers*, Vol. 75_No. 5, pp. I_809-I_820, 2019.]
3) 国土交通省鉄道局：鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル（2012 年改訂版）, 2012.7 , URL: https://www.mlit.go.jp/common/000224631.pdf,

(Received October 13, 2023)
(Accepted November 1, 2023)

BENEFIT ASSESSMENT THROUGH SURVEYS OF STATED PREFERENCES ALONG THE RAILWAY LINE AND THROUGH CROSS-SECTOR EFFECTS ANALYSIS PRACTICAL IMPLEMENTATION OF QUANTITATIVE EVALUATION OF THE VIABILITY VALUE OF LOCAL RAILWAYS ~ CASE STUDY OF THE HOKURIKU RAILWAY LINE ~

Keiichi YAMAMURA, Keisuke SHIOJI, Yuki BINGO and Yosuke KONDOH

On the Hokuriku Railway line in Ishikawa Prefecture, the transport operators requested the government to support the line by vertical separation systems, as it would be difficult to maintain the line through the management efforts of private companies due to the deterioration of business due to the Corona disaster. However, it was not easy for stakeholders to understand the administrative support for railways, and comparative studies were required, including options other than the continuation of railways (buses or conversion to BRT by dedicated roads).

Therefore, the construction of a transport mode choice model based on a survey of stated preferences of residents and businesses along the railway line, demand forecasts and analysis of income and expenditure and cost-effectiveness, as well as the analysis of cross-sector effects as a multifaceted effect of the railway line, were used to quantitatively demonstrate that the railway line has social value and to help build consensus among the parties concerned. This helped to build consensus among the parties concerned. This paper discusses the practical methods of quantitative analysis for the issue of the survival of such regional railways.