

復旧時刻を考慮した鉄道貨物輸送における代替経路探索モデルの構築

北海道大学大学院工学研究科 学生員 日野 智
 東日本旅客鉄道(株) 正員 岸 滋
 北海道大学大学院工学研究科 正員 岸 邦宏
 北海道大学大学院工学研究科 フェロー 佐藤 馨一

1. はじめに

近年、北海道と本州間の鉄道網において災害や事故に伴う不通が相次いで発生している。従来の対応では輸送量の確保に主眼をおき、トラック・船舶の手配や経路決定がされてきた。しかし、フェリー・トラックによる所要時間の増加により、速達性という鉄道輸送の長所が損なわれていた。このため、鉄道のシェアの高い農水産物が荷主の望む時間に間に合わない、商品として市場に出せないといった問題点が生じている。

本研究は鉄道不通時の代替輸送による所要時間増加を最小とするために、復旧時刻に着目した代替経路探索モデルの構築を目的とする。本研究では鉄道・フェリーなど各経路の運行時刻を考慮しており、復旧時刻をふまえた代替経路探索を可能にしている。

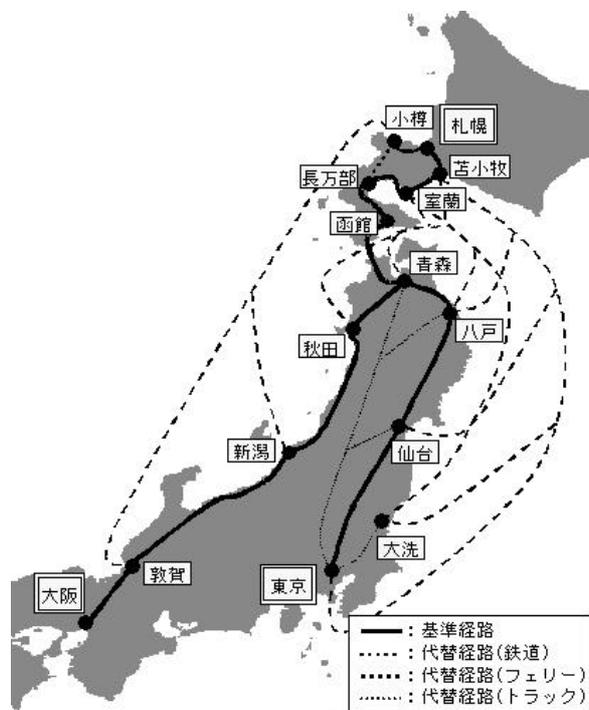


図1 本研究における対象ネットワーク図

2. 運行時刻を考慮した代替経路探索モデルの構築

本研究ではダイクストラ法による最短経路探索を用いることで代替経路探索モデルを構築する。貨物列車の運行本数や輸送量を考慮し、目的地を東京・大阪としたネットワークを設定した(図1)。交通抵抗には所要時間・運賃を用い、それらが最小となる経路を代替経路と定義する。

代替経路の選択は各輸送機関の運行時刻や頻度から制限を受ける。そこで、本研究では代替経路探索モデルの構築に際して運行時刻を考慮した。

基準時刻と対象列車の時刻・位置情報をモデルに入力することで、フェリー航路などの各経路に対する待ち時間が求められる。それらによって全てのリンク間の所要時間を確定させ、最短経路を探索することで対象列車の代替経路を求める(図2)。

基準時刻の設定から対象列車の各フェリーターミナルへの到着時刻が t_a, t_b, t_c と確定される。また、フ

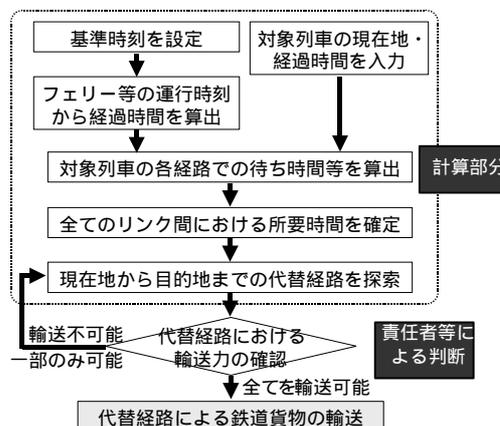


図2 運行時刻を考慮した代替経路探索のフロー

フェリー出発時刻の基準時刻に対する経過時間は t_1, t_2, t_3 と求められ、ターミナルにおける待ち時間は $t_1-t_a, t_2-t_b, t_3-t_c$ として算出される(図3)。

代替輸送は各機関の輸送容量によっても制限を受ける。本研究では経路探索後にフェリーなど代替機関の空き輸送量を確認し、輸送不可能または貨物の一部のみが輸送可能な場合はそのリンクを除いたネ

キーワード：物流, 鉄道貨物輸送, 最短経路探索法, リダンダンシー

連絡先：〒060-8628 札幌市北区北13条西8丁目, TEL (011)706-6822, FAX (011)706-6216

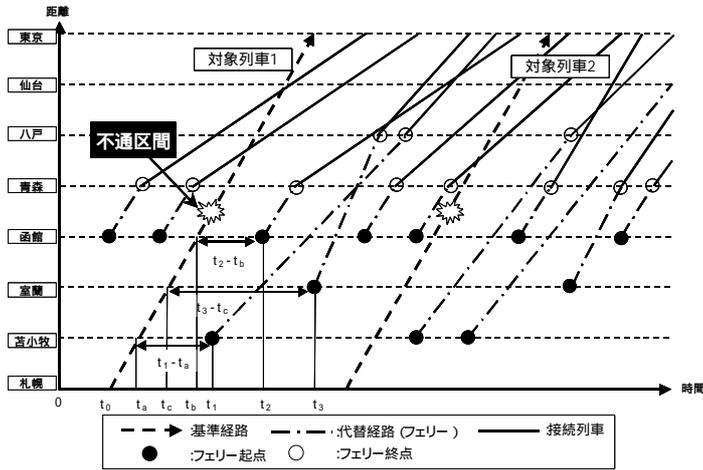


図3 ダイアグラムによる代替経路探索の表現

ネットワークで再度代替経路を探索する(図2)。輸送量は便毎に大きく異なるため、計算によらないで状況に応じた判断を行うことが実用上も有用と考える。

3. 海峡線脱線事故における代替経路の探索

(1) 津軽海峡線貨物列車脱線事故の概要

本研究では、2000(平成12)年12月6日、津軽海峡線津軽今別駅で発生した貨物列車脱線事故に代替経路探索モデルを適用した。事故は6日19時頃が発生し、運行再開は下り線が7日3時24分、上り線が8日15時36分であった。上り線33本・下り線14本の列車が途中で停車または運休となった。

(2) 運行時刻を考慮した代替経路の探索

途中停車・運休となった列車に対し、最短経路探索を行った結果を表1・2に示す。フェリー航路からの接続列車の運行時刻は任意に設定した。

上りで途中停車した列車については函館・室蘭～青森、下りでは苫小牧～八戸間のフェリー利用を代替経路とする列車が多い。また、午後から深夜にかけての上りの運休列車では函館～青森、早朝から午

表1 経路探索結果(途中停車列車対象)

日時	列車番号	最短経路	所要時間(分)	運賃(円)
6日発 (上り)	8052 (札幌夕～東京夕)	五稜郭(19:09発) 函館(22:00発) フェリー 青森(翌1:40着) 青森(6:47発3054列車) 八戸 仙台 東京夕	1377	11010
	2050 (札幌夕～宮城野)	五稜郭(19:00発) 函館(22:00発) フェリー 青森(翌1:40着) 青森(6:47発3054列車) 八戸 宮城野	1057	7280
	3062 (札幌夕～越谷夕)	大沼 五稜郭(22:10発) 函館(0:30発) フェリー 青森(4:10着) 青森(6:47発3054列車) 八戸 仙台 越谷夕	1196	11010
7日発 (下り)	4099 (梅田～札幌夕)	南福井(1:53発) 新潟(10:30) 秋田 青森 青森(22:20発) フェリー 函館(翌2:00着) 函館(6:24発3057列車) 長万部 室蘭 苫小牧 札幌夕	2116	14580
	3085 (名古屋夕～札幌夕)	名古屋夕(21:43発) 東京(7:00) 仙台 八戸 八戸(17:30発) フェリー 室蘭(20:40着) 室蘭(6:55発3085列車) 苫小牧 札幌夕	*1596	*12450

* ネットワーク内での所要時間 運賃

表2 経路探索結果(上り・運休列車対象)

日時	列車番号	最短経路	所要時間(分)	運賃(円)
6日発	3054 (札幌夕～隅田川)	札幌夕(21:47発) 苫小牧 室蘭 長万部 函館 函館(7:30発) フェリー 青森(11:10着) 青森(13:54発3060列車) 八戸 仙台 隅田川	1628	15490
	3088 (札幌夕～広島夕)	札幌夕(22:21発) 苫小牧 室蘭 長万部 函館 函館(7:30発) フェリー 青森(11:10着) 青森(13:54発3060列車) 八戸 仙台 東京 広島夕	*1594	*15490
	3092 (札幌夕～隅田川)	札幌夕(20:53発) 苫小牧 苫小牧(0:00発) フェリー 八戸(6:30着) 八戸(6:58発3066列車) 仙台 隅田川	1373	12890
7日発	2050 (札幌夕～宮城野)	札幌夕(13:00発) 苫小牧 苫小牧(18:45発) フェリー 八戸(翌3:00着) 八戸(6:58発3054列車) 宮城野	1417	9160
	3062 (札幌夕～越谷夕)	札幌夕(16:15発) 苫小牧 室蘭 長万部 函館 函館(0:30発) フェリー 青森(4:10着) 青森(6:47発3054列車) 八戸 仙台 越谷夕	1551	15490

* ネットワーク内での所要時間 運賃

前にかけては苫小牧～八戸が多い。運行時刻を考慮することで、列車の位置や時間帯によって代替経路が異なることが明らかになった。

(3) 復旧時刻を考慮した代替経路の探索

モデルに運行時刻を考慮することで、事故復旧時刻後の開通を仮定した経路探索を行うことができる。上り列車を対象に復旧時刻を考慮した代替経路の探索を行った結果、開通まで待機した方が所要時間は短くなった(表3)。

比較的短時間で復旧が見込まれる場合、待機することも代替経路として検討すべきといえる。また、輸送容量の制限から代替経路輸送が不可能である際に待機を代替経路の一つとして表現できる。そのためには事故・災害発生時における復旧時刻の正確な予測が必要とされる。

表3 復旧時刻考慮の有無による探索結果

	列車番号	最短経路	所要時間(分)
復旧時刻設定無	3087 (名古屋夕～札幌夕)	青森(21:26発) 青森 青森(1:10発) フェリー 函館(6:00着) 函館(6:24発3057列車) 長万部 室蘭 苫小牧 札幌夕	943
	3077 (宮城野～札幌夕)	東青森(21:12発) 青森 青森(1:10発) フェリー 函館(6:00着) 函館(6:24発3057列車) 長万部 室蘭 苫小牧 札幌夕	957
	3055 (隅田川～札幌夕)	盛岡夕(20:00発) 八戸(21:10) 青森 青森(1:10発) フェリー 函館(6:00着) 函館(6:24発3057列車) 長万部 室蘭 苫小牧 札幌夕	1029
復旧時刻設定有	3087 (名古屋夕～札幌夕)	青森(21:26発) 青森 青森(3:30発) 函館 長万部 室蘭 苫小牧 札幌夕	829
	3077 (宮城野～札幌夕)	東青森(21:12発) 青森(3:30発) 函館 長万部 室蘭 札幌夕	843
	3055 (隅田川～札幌夕)	盛岡夕(20:00発) 八戸(21:10) 青森 青森(3:30発) 函館 長万部 室蘭 苫小牧 札幌夕	915

4. おわりに

本研究では現状を基にモデルの適用を行ったが、重点整備経路・箇所など不通時における運行計画の検討にも適用可能である。また、モデルの適用には事故・災害発生直後における運行状況や復旧時刻の予測などの情報が必要である。不通時における効率的な代替輸送にはこれらの情報が重要といえる。