

物流からみた北海道一本州間の交通網リダンダンシー評価

Evaluation of the transportation networks redundancy for the Hokkaido-Honshu freight

室蘭工業大学	○学生員	井田 直人 (Naoto IDA)
室蘭工業大学	学生員	三好 敬史 (Takafumi MIYOSHI)
函館工業高等専門学校	正 員	佐々木恵一 (Keiichi SASAKI)
室蘭工業大学	正 員	田村 亨 (Tohru TAMURA)

1. はじめに

北海道一本州間の交通網は、青函トンネルを介した鉄道と海上を渡る船舶、及び航空からなっており、道路によるリンクは存在しない。つまり陸上系交通機関が鉄道のみであることが同区間の特徴となっている。しかし鉄道輸送においては、1999年11月のJR室蘭本線礼文浜トンネルコンクリート剥落事故に続き、2000年3月の有珠山噴火災害、12月のJR海峽線貨物列車脱線事故と、輸送機能が麻痺する事態が頻繁に起こっている。

ところで1995年の阪神淡路大震災により、需要追従型の交通施設整備から災害リスクに対応可能な交通網整備への転換が不可欠である事が明確となった。個々の交通構造物の耐震性強化なども実施されたが、それ以上にシステム全体としてのリダンダンシー確保の重要性が改めて認識される事となった。

リダンダンシーとは、ある一定水準の機能を実現させるための構成要素や手段が余分に付加されているためにその一部が損傷しても基本的機能は失われない、という性質の事である。国土庁は1996年に「交通システムの信頼性向上に関する調査」を刊行し、その中で「分散・代替・余裕」の考え方に基づいて国土の基幹交通網のリダンダンシーを維持すべきだとしている。

そこで本研究では北海道一本州間の物流に着目して、鉄道と船舶の2モードからなる物流交通網のリダンダンシーに関する評価を、モデル分析を通して行った。

なお、フェリーとRORO船の輸送能力及び積載率に関しては、フェリーにおける積荷データの取り扱いが不明瞭であり、またフェリー及びRORO船に関する詳細なデータが得られなかった事からこれらについては推計した。

ここで、北海道一本州間の物流量について次のように考察した。

- ・下り（本州→北海道）の鉄道貨物輸送に対しては、1年を通じてほぼ一定した需要がある。
- ・上り（北海道→本州）の鉄道貨物輸送では、北海道の主力産品である農作物の収穫・出荷時期となる第3四半期において需要がピークとなる。
- ・上りフェリー貨物輸送においては、第3四半期の輸送料がやや大きい、他は安定した輸送量である。
- ・下りフェリー貨物輸送においては、鉄道貨物輸送ほどではないにせよ、第3四半期に輸送量が突出する傾向が見られる。
- ・最繁忙期となる第3四半期においても、個々の事例に関してはともかく、全体としては供給される輸送力には余裕が残っている。

以上のことから本研究では、輸送能力の余裕部分が最も小さくなる第3四半期（秋冬繁忙期）に、北海道一本州間の輸送機関または交通基盤に障害が発生し、輸送力の一部が損なわれた場合においてどのような影響が生じるかを、モデル分析から調べた上で、同区間のリダンダンシー評価を行なう。

2. 物流量についての現状認識

北海道一本州間の物流部門における、鉄道の輸送能力と積載率は、図-1に示す通りである。

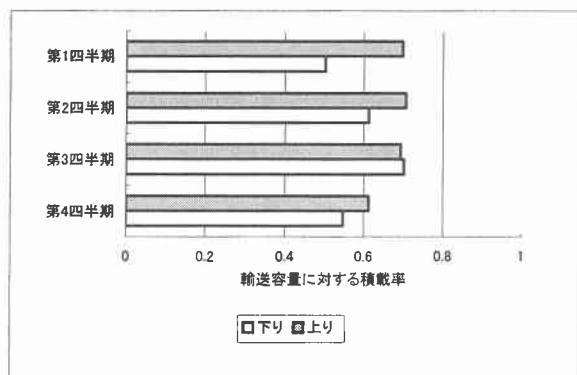


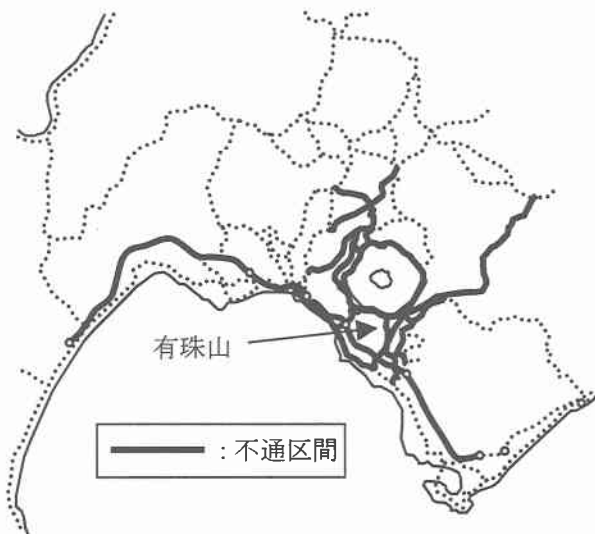
図-1 鉄道の輸送容量に対する積載率 (1999年度)

3. 有珠山噴火時の影響と対応

有珠山は2000年3月31日に23年ぶりに噴火した。この噴火災害によって、3月29日から4月1日までの期間、最も広範囲にわたる交通規制が実施された。そのときの道路交通規制状況は図-2の通りである。また、同時期にはJRにおいても、室蘭本線の長万部一東室蘭間で全列車が運休していた。

この道路交通規制によって、道央圏と道南圏を結ぶ大動脈である道央自動車道、国道37号をはじめとする計264.2km（うち高速、国道は152.7km）が当初通行止めとなった。

これだけの広範囲にわたる交通規制にも関わらず、被災地域を通過する交通に関しては、国道230号などを迂回することによって経路が確保された。表-1は上記の交通規制によって生じた札幌市から函館市までの所要時間と最短所要時間経路の変化を示している。（ただし、高速道路・一般国道のみを考慮した）



図－2 有珠山噴火災害に伴う道路交通規制

表－1 札幌市－函館市間 最短経路探索結果

平 常 時		有珠山被災時	
札幌市→函館市	4:31	札幌市→函館市	5:34
函館市→札幌市	4:37	函館市→札幌市	5:28
札幌市		札幌市	
道央道 札幌 IC		→国道 230 号→	
→道央自動車道→		喜茂別町	
道央道 長万部 IC		→国道 276 号→	
→国道5号→		倶知安町	
長万部町		→国道5号→	
函館市		函館市	

実際の迂回もこれに近い経路で行われていた。この迂回によって輸送時間が約1時間増加したにも関わらず、ヒアリング調査の結果からは運賃の上乗せは行われなかった事が分かっている。つまり、有珠山の噴火による広域物流に対する影響はさほど大きくなかったと言える。

4. 交通ネットワークについての現状認識

北海道－本州間の交通ネットワークは「ハブ&スポーク形式」であるとされている。確かに鉄道は北海道各地から青函トンネルを通り、本州各地へと輸送を行っている。これだけをみると「ハブ&スポーク形状」である。しかし船舶輸送を考慮すると、港湾は北海道内の苫小牧港、小樽港などから本州方面の東京港、新潟港などへ航路が設定されている。よって同区間の貨物輸送における交通ネットワークは「ポイント to ポイント形状」になっているといえる。

一般に、「ハブ&スポーク形状」の鉄道貨物輸送および複数の「ポイント to ポイント形状」の内航海運によって成り立っている、北海道－本州間の物流は、鉄道と港湾間の代替性が充分であればリダンダンシー機能が高いものと思われる。しかし、港湾機能の多重性を発揮させるための施設整備や、樽前山・駒ヶ岳などの活火山の近くに主要な重要港湾が存在している事などを考えると、より詳細なリダンダンシー評価が必要である。また、リダ

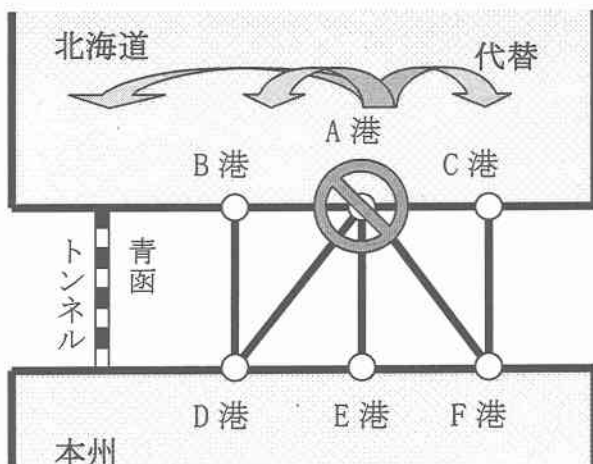
ンダンシーの議論においても「効率性」を抜きには出来ない。国土庁の定義によれば、「余裕」に関するリダンダンシーとは「平常時にも利用されるリンクであり、かつ災害時には迂回交通を受容できる」ものである。この点からのネットワーク評価も重要である。

5. モデル分析による交通網リダンダンシー評価

5. 1 交通網リダンダンシー評価モデル

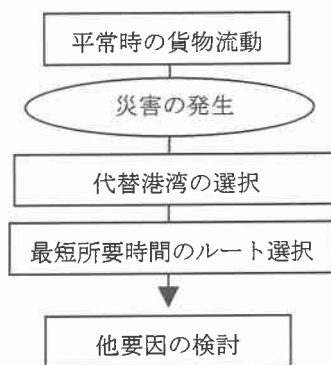
(1) モデル概要

本論におけるモデルは図－3に示す通りである。北海道の既存物流ネットワーク上で、ある港湾の機能を停止させた場合における所要時間の増加の程度について分析を行った。



図－3 交通網リダンダンシー評価モデル

また、このモデルにより図－4に示した手法で、リダンダンシー機能について評価する。



図－4 評価の手法

(2) モデル設定上の仮定

本モデルでは、次の点について仮定を行なっている。

- ・ 道内7都市（表－2）を発着する貨物は、発着地から最も近い鉄道貨物ターミナルまたは港湾を利用するものとし、そこから溢れたものについては、次に近いところを利用するものとする。
- ・ 荷主は常に所要時間が最短となる経路を選択するものとする。
- ・ 各経路の所要時間については以下のように設定し

た。JRは「JR貨物営業案内2000」より、当該区間の所要時間（荷役線入線時刻－荷役線出線時刻）から中継所要時間を差し引いたものとした。フェリーと RORO 船は「海上定期便ガイド」などのウェブサイトを参照し、途中寄港地における停泊時間を差し引いたものとした。

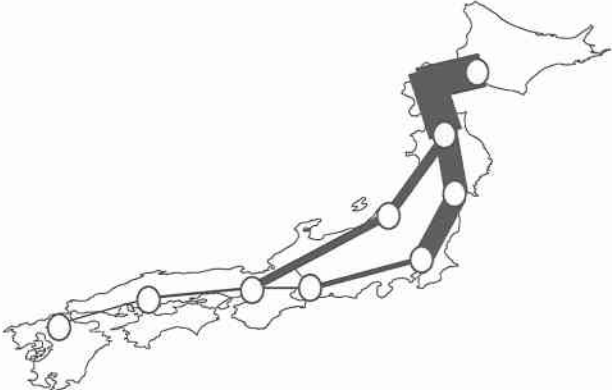
- ・ 災害により交通施設が被災した場合、当該施設を利用している交通機関は全面運休する。また、代替経路においては臨時便などの運行は行なわず、通常時の既存ネットワークを維持する。
- ・ 鉄道・船舶のいずれも荷主は発送地から最も時間距離が小さいターミナルを利用する。

表－2 モデルにおける地域区分と代表都市

地域区分	都市	地域の範囲(都府県名、支庁名等)
道央北部	札幌	石狩、後志、南空知、中空知
道央南部	苫小牧	胆振、日高
道南	函館	渡島、檜山
道東北部	北見	網走
道東南部	帯広	十勝、釧路、根室
道北南部	旭川	上川、北空知、留萌南部(羽幌町以南)
道北北部	稚内	留萌北部(初山別村以北)、宗谷
東北	仙台	青森、岩手、宮城、秋田、山形、福島
関東	東京	茨城、栃木、群馬、埼玉、千葉、東京、神奈川、山梨
北信越	新潟	新潟、富山、石川、福井、長野
東海中京	名古屋	岐阜、静岡、愛知、三重
近畿	大阪	滋賀、京都、大阪、兵庫、奈良、和歌山
中国四国	広島	鳥取、島根、岡山、広島、山口、徳島、香川、愛媛、高知
九州	福岡	福岡、佐賀、長崎、熊本、大分、宮崎、鹿児島、沖縄

5. 2 通常時の貨物流動

通常時において、鉄道輸送貨物は道内6ターミナルから、船舶輸送貨物は道内6港湾から図－5のネットワークにのって、それぞれ本州方面へ輸送される。



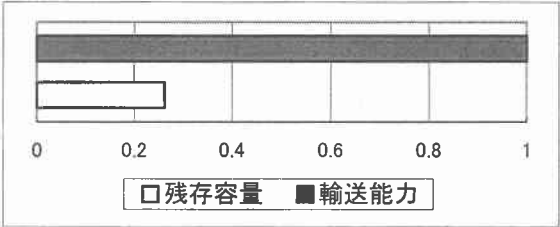
図－5（a）JR貨物ネットワークと北海道発着路線容量



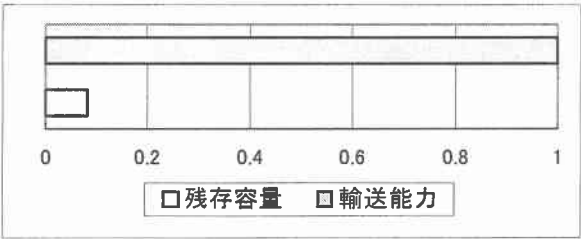
図－5（b）フェリー・RORO 船航路ネットワーク

5. 3 被災時の貨物流動

ここで、仮想的に苫小牧港及び苫小牧東港が災害によってその機能を停止したとする。被災時期は秋冬繁忙期頃とし、鉄道及び苫小牧港、苫小牧東港以外の港を発着する航路による残存ネットワーク容量を図－6に示す。



図－6（a） JR貨物輸送能力と残存容量（10月）



図－6（b） フェリー輸送能力と残存容量（1999年平均）

図－6（b）から苫小牧港及び苫小牧東港が被災した場合に、他港湾によって代替輸送を行っても、なお輸送能力にゆとりがあることが示された。

5. 4 分析結果

港湾統計に関しては、船種によって輸送実績の計上方法が異なっているなど、リンク容量に関して統一された資料はない。また、港湾の容量からネットワーク容量を把握する事も困難である。したがって今回の考察に利用した海運に関わる統計資料では正確な判断を行なうことができない。

苫小牧港及び苫小牧東港が被災しても、他港湾からの航路によって対応が可能となっている。また被災港湾に就航していた便の他港湾への振替、あるいは臨時便設定による輸送力強化が見込める。また、JRについても輸送能力には余裕が残っており、図－6で示した以上の輸送が可能であると考えられる。

6. 交通機関選択に関わる他の要因

6. 1 ダイヤ

（1）鉄道貨物輸送

ダイヤは秒単位で定められており、通常時においては時間に正確な輸送が期待される。しかし、1本の軌道を「閉塞」の概念を用いて複数の列車に割り当てて同時運行させているため、異常時においてはダイヤの乱れが他の列車に波及しやすい欠点を持っている。

（2）内航海運

鉄道ほどの厳密さはないが、内航海運もダイヤに従って運行されている。しかし、内航海運利用時においては港まで（から）の自動車による集配距離が長くなる傾向

がある。その結果、交通渋滞等による不確定要素部分が増え、リスク回避のために余分な時間を前もって用意する必要があることが多い。

(3) 総括

所要時間は輸送機関選択における重要なファクターであると考えられる。しかし、ジャストインタイム物流への要望がますます高まる昨今、「希望の時間に出荷でき」「希望の時間に到着する」事の重要性がますます高まっているものと思われる。そのため、需要が多い時間帯にどれだけ多くの便数を確保できるか、つまり荷主の効用を高められるダイヤ設定を出来るか否かが機関選択行動に大きな影響を与える。この点で、鉄道貨物輸送においては、軌道を旅客鉄道会社と共用している関係上、独自に利便性の高いダイヤを組む事は困難であり、工夫が必要とされている。

6. 2 運行頻度

(1) 鉄道貨物輸送

札幌―東京間など、基幹的な区間においては多数の列車が運行されており、利便性は高い。また、途中駅での積み下ろしも比較的容易である。しかし、北見・新富士（釧路）など、求心力が小さい駅発着の列車に関しては一日2～3本の列車しか設定がない。そのような場合、大規模ターミナルでの中継や、定期トラック便による小頻度輸送を併用することによってカバーしている。

(2) 内航海運

運行頻度は港湾ごとに差があり、大規模な港（苫小牧港）などには相当数の航路が集中している。そのため、荷主側が利便性を求めて、多少距離が遠くなくても頻度が高い港からの航路を選択するケースが見られる。高頻度運行による利便性をいかにモデルに組み込むかは今後の課題である。

6. 3 ロットの大きさ

(1) 鉄道貨物輸送

鉄道貨物輸送においては12ft (5t) コンテナによる輸送が主体であり、ある程度小さなロットの貨物にも対応できる。また、コンテナ車の構造上、20ft や 30ft の大ロット用コンテナも積載可能である。

(2) 内航海運

フェリー・RORO 船による輸送では、12mシャーシを用いた輸送が主体であり、必然的に最低限のロットも大きくなる。よって、最近の潮流である「多頻度少量輸送」には向かない面もある。

6. 4 運賃

現在、物流コストの削減は各企業において急務の課題となっており、運賃が機関選択において最も大きな意味合いを持つことは、荷主に対する種々のアンケート結果から明らかである。よって、本研究のような分析においては、各輸送機関の正確な運賃をパラメータに加える必要があるものと考えられる。しかし、その体系の殆どが公開されている旅客運賃とは違い、物流に関する運賃の実態は非常に把握しづらい。その理由として、物流サ

ービスは一般的にオーダーメイド的なものであり、契約内容に応じて、それぞれ個別の価格が設定されるからであると思われる。

ゆえに本研究では、やむを得ず輸送機関ごとに一定額の運賃が定まるものとして分析を行ったが、より実態に近い運賃の設定方法の模索については今後の課題である。

6. 5 港湾設備

今回のモデルでは、所要時間が短い順に、他港への代替が行われるものとした。しかし港湾関係の施設には代替性が低いものも数多く存在する。例えば、フェリー用のバースは船型によって形状が異なるため、フェリーは特定港以外には基本的に接岸できない。また、ガントリークレーンのように、一定規模以上の港湾にしか装備されていない荷役機械なども存在する。

7. おわりに

本研究では次の点が明らかとなった。

今回は、北海道内において貨物取扱量が最も多い苫小牧港の被災を想定した。これにより北海道一本州間の物流は大きな迂回を強いられ、それに伴う所要時間の増大、輸送コストの増加などの影響が考えられる。しかし、鉄道及び船舶による輸送能力に余裕があることによって、リダンダンシーという観点からは、災害に対して強靱なネットワークが形成されていると考えられる。また、さらなる代替性強化の為には、各港湾や船舶の規格の統一化が求められる。

また近年の鉄道貨物輸送に対する需要の高まりを受けて、鉄道と船舶による貨物輸送システムの規格統一を図り、鉄道の機関特性によるリダンダンシー機能の低さを賄う輸送システムの構築が必要である。

8. 謝辞

本研究を進めるにあたりまして、苫小牧港管理組合の寺山朗様・伊藤龍一様・市原宏晃様、日本貨物鉄道株式会社の丸橋昭雄様より貴重なご助言を頂きました。ここに記しましてお礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 社団法人寒地港湾技術研究センター：平成 10 年度道東港湾の物流機能重層化検討調査第 2 回委員会資料、平成 11 年 4 月
- 2) 日本貨物鉄道株式会社北海道支社：平成 11 年度鉄道貨物輸送年報
- 3) 道路整備促進期成同盟会全国協議会：2000～2001 道路時刻表
- 4) 国土庁：交通システムの信頼性向上に関する調査―調査報告書―1996。