

トレイン・オン・トレイン導入による北海道の物流ネットワークの再構築に関する研究

松永 卓也¹・相浦 宣徳²・岸 邦宏³

¹学生員 北海道大学大学院 工学院 (〒060-8628 札幌市北区北13条西8丁目)

E-mail:khainsmt@eng.hokudai.ac.jp

²正員, 博(工) 北海商科大学大学院 商学研究科 教授 (〒062-8607 札幌市豊平区豊平6条6丁目10番)

E-mail:aiura@hokkai.ac.jp

³正員, 博(工) 北海道大学大学院 工学研究院 准教授 (〒060-8628 札幌市北区北13条西8丁目)

E-mail:kishi@eng.hokudai.ac.jp

青函トンネルは農産物をはじめとした北海道一本州間の貨物輸送において重要な役割を果たしている。しかし、平成27年に北海道新幹線が新函館(仮称)駅まで開通すると、貨物列車と新幹線の共有問題により、青函トンネルが北海道新幹線にとってボトルネックとなる可能性が高い。さらには、北海道新幹線の札幌延伸決定により、当該問題の重要性が増している。この問題を解決するため現在、貨物列車を新幹線車両に乗せて走行するトレインオントレインの研究が行われている。本研究は、トレインオントレインが実用化された際に、北海道のトラック・鉄道の貨物輸送に与える影響を分析するとともに、北海道内の物流ネットワークがどうあるべきか提案していく。

Key Words: Logistics planning, Railway freight, Train on train

1. 本研究の背景と目的

青函トンネルは1日に約50便の貨物列車が通過しており、北海道一本州間の貨物輸送において重要な役割を果たしている。特に北海道の基幹産業である農産物については、青函トンネル開通後、本州方面への輸送量が大きく増加しており、青函トンネルは我が国の経済活動に大きく貢献している。

しかし、平成27年に北海道新幹線の新青森―新函館(仮称)駅間が開業すると、新幹線のダイヤ編成において貨物列車と共用となる青函トンネルが大きなボトルネックになるとされている。貨物列車は最高時速110km以下で青函トンネルを走行するため、新幹線は青函トンネル内で貨物列車に追いついてしまう。加えて、青函トンネル内を時速200km以上で走行する新幹線と貨物列車がすれ違う際、新幹線の風圧により貨物列車が脱線する可能性も指摘されている。このため、現在は新幹線は青函トンネル内は時速140km以下で走行することとなっているが、所要時間の増加は対航空との競合で不利になる。これらの問題を解決するため、JR北海道が中心となり、貨物列車を新幹線台車に乗せて輸送するトレイン・オン・トレイン(以下T on T)(図1)の開発を進めている。

一方で、北海道内のトラック輸送においては道東自動車道・夕張IC―占冠IC間や道央自動車道・落部IC―森IC間が開通するなど高速道路網の整備が進み、利便性が大きく向上している。

本研究はT on Tの実用化と高速道路網の整備により所要時間・運賃の観点から、北海道内の物流にどのような効果があるか分析することを目的とする。そして、道内のJR貨物の必要な路線を明らかにするとともに、最適なT on Tターミナルの建設地を提案する。

2. 本研究の方法

本研究ではT on Tのターミナルの候補地を札幌・長万部・木古内の3都市とした。木古内のみに建設する場合と、木古内に建設した後北海道新幹線が札幌まで延伸した段階で札幌または長万部に建設する場合、T on Tターミナルを建設しない場合の全4パターンについて検討する。また、本州側のT on Tターミナルは津軽海峡線新中小国信号所とする。なお、物流に関しては道内の発着地は14振興局所在地、本州の発着地は隅田川ターミナルとする。



図-1 道内の在来線貨物鉄道と北海道新幹線の路線図

移出貨物は北海道にある貨物取扱駅を經由して発着地まで輸送されることとした。本研究では物量・ダイヤなどを考慮してシミュレーションを行い、トラックと鉄道の輸送機関を組み合わせた所要時間・運賃を分析する。この時、トラックと鉄道の全体の所要時間が最小となるように貨物取扱駅を決めることから、発着地の最寄りの駅を利用するとは限らない。

ダイヤ・容量を考慮した最短経路探索モデルを用いて最小の所要時間と経路を求め、その時の運賃を導く。

対象貨物については、移出貨物は鉄道貨物の分担率が高い農作物・食料加工品とし、平成22年度農畜産物及び加工食品の移出実態調査結果報告書¹⁾のデータを用いた。特に農作物に関しては季節変動が大きいため、移出量が最小である5月と、最大となる9月に分けて分析を行った。

移入貨物は雑工業品とし、平成21年度の貨物・旅客地域流動調査²⁾のデータを用いた。

3. 移出農作物の現状

表-1は2010年の北海道から鉄道貨物による農作物の年間移送量を示している。北海道全体では年間66,8153トンが移出されている。振興局別ではオホーツク・十勝・上川の順が多い。

表-1 振興局別農作物の年間移出量(2010年)

根室	10777.5	日高	10243.5
宗谷	2135.6	空知	27877.7
釧路	7829.5	石狩	15485.6
オホーツク	283933.4	胆振	6455.8
十勝	128888.2	後志	3291.3
上川	89518.5	檜山	28573.6
留萌	333.2	渡島	23188.1

※単位:トン, 北海道総計:668,153トン

図-2は北海道全体の月別の移出量を示している。月別にみると最大となる9月には8.7万トンである。一方で、最小となる5月には3.4万トンとなっている。季節によっては最大5万トンの差がある。

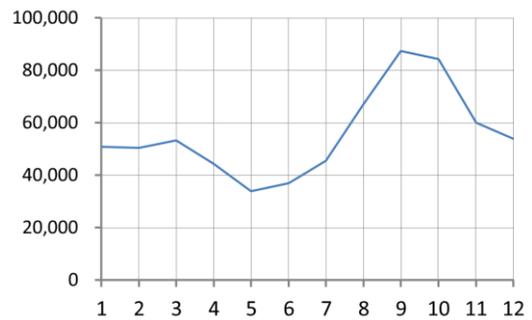


図-2 月別移出量(単位:トン)

4. ダイヤ・容量を考慮した最短経路探索モデル

(1) トラック輸送のネットワーク設定

道内の国道・高速道路を対象としたネットワークを作成し、各リンクの所要時間はGoogle mapsから算出した。これをもとに最短経路選択を行い、各発着地から各駅への最短所要時間を計算した。運賃に関しては各発着地から駅までのトラックの所要時間から「貨物運賃と各種料金表」³⁾をもとに算出した。高速道路を利用した場合は高速料金を運賃に加えることとした。



図-3 本研究の対象とした道路ネットワーク

(2) 鉄道輸送のネットワーク設定

JR 貨物時刻表⁴⁾をもとにダイヤを検討した。下り列車については青函トンネルを通過する全コンテナ列車を対象とした。上り列車については移出農作物が築地市場に15時から4時30分に到着するように出荷されることを想定し、青森信号所-隅田川ターミナル間の輸送時間を13.5時間、トラックへの積換え時間、隅田川ターミナル-築地市場間の輸送時間をそれぞれ30分と仮定した結果、青森信号所へ0時30分から14時の間に到着する列車を対象とした。本州の青森信号所より南の発着地は全て隅田川ターミナルと仮定した。上り列車については青森信号所の到着時刻を、下り列車については青森信号所の出発時刻を基準として、T on Tに貨物列車を積載する

所要時間を10分、T on Tの速度を時速160kmと設定したうえで、道内の各駅への発着時刻を計算した。

運賃に関しては各駅から隅田川ターミナルまでの5ftコンテナ1つ当たりの運賃を用いた。現在貨物取扱駅ではない木古内・長万部駅-隅田川ターミナル間の運賃は距離から推計した。

(3) ダイヤ・容量を考慮した最短経路探索モデル

本研究ではダイヤ・容量を考慮した最短経路探索シミュレーションを行った。容量はトラックは一台につき20トン、鉄道は一便につき5トンコンテナ100個とした。また、容量に関する条件として、輸送量が列車の容量を超過した場合、超過した分の貨物の経路探索を該当列車を除いて改めて行うこと、複数の発地からの貨物により超過した場合は遠い発地からの貨物を優先して輸送することとした。移出のフローを以下に示す。

- ① 各駅へのトラックの所要時間と発地の出発時刻から各駅への到着時刻を求める。
- ② ①で求めた到着時刻と各駅での出発時刻を列車ごとに比較し、出発時間に間に合う列車を検索する。
- ③ ③到着時刻と②で求めた列車の青森出発時刻をもとに青森までの所要時間を求める。
- ④ ②で求めた列車のうち、容量に余裕がある列車を検索する。
- ⑤ ④の列車が複数ある場合、③で求めた青森からの所要時間を比較して最小となる列車を最短所要時間の列車とする。

なお、このフローを木古内から遠い発地から順番に行っていくことで上記の容量に関する条件を満たすことが可能となる。また、移入に関しては以上のフローの到着時間を出発時間に、出発時間を到着時間に置き換えて最短経路選択を行う。加えて、トラックの空荷輸送を減らすため、移入に利用されるトラックの台数を移出に利用される台数に設定し、輸送しきれなかった移出貨物は同じ都市内の貨物取扱駅から鉄道輸送されることとした。

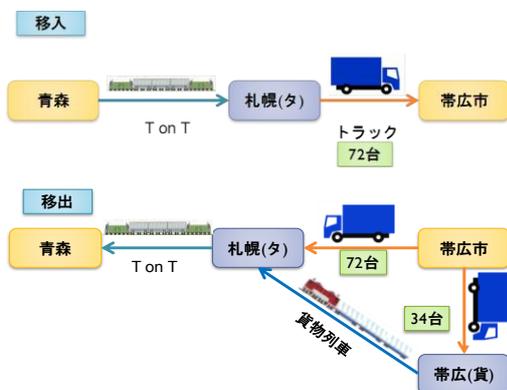


図4 片荷を考慮した場合の輸送例(帯広・9月)

5. 最短経路探索の分析結果

(1) 輸送時間

T on Tターミナル別の有料道路を利用する場合と利用しない場合の輸送時間を以下に示す。T on Tによる輸送時間の短縮効果が最大になるのは札幌・木古内に建設された場合であり、次いで長万部・木古内に建設された場合であった。木古内に建設された場合30分、長万部に建設された場合はさらに2.5時間、札幌・木古内に建設されればさらに2時間輸送時間が短縮されている。高速道路に関しては、どの都市からも平均的に1時間程度の短縮となっており、ターミナルの立地による差異はほとんど見られなかった。

表-2 T on Tターミナル別の所要時間(単位:時間)

	札幌・木古内	長万部・木古内	木古内	現状
高速道路利用	7.1	9.3	12.0	12.8
一般道路のみ	8.1	10.2	12.9	13.6

(2) 運賃

ピーク時(9月)におけるパターン別の有料道路を利用しない場合、有料道路を通常料金、3割引料金、5割引料金でそれぞれ利用する場合の4つのケースを想定し、運賃の合計を計算し、コンテナ1個あたりの運賃を算出した。図5は現状の一般道路のみ利用時の運賃との差を表したものである。

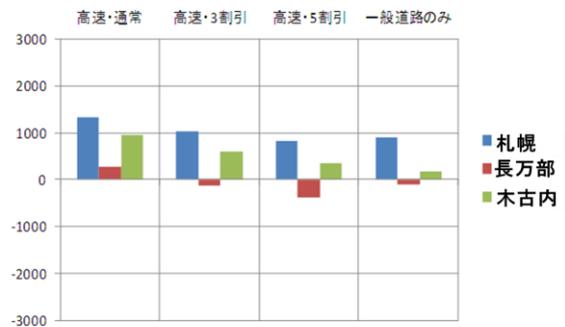


図5 T on Tターミナル別の移出貨物現状との運賃比較(円)

移出入ともにどのケースにおいても長万部に建設した場合に最も運賃が小さくなっており、次いで木古内が小さくなっている。また、基本的にどこにT on Tターミナルが建設された場合であっても、一般道路のみを利用したケースが最も運賃が小さくなっており、高速料金が通常料金の5割引料金になって一般道路を利用した場合と同程度の運賃となっている。このことから、現在その多くが一般道のみを走行している貨物トラックの高速道路利用を促進させるためには高速道路料金を通常料金の5割程度まで下げる必要があると考えられる。

