S6-3-6 旧来型鉄道貨物駅の改良整備によるモーダルシフトの効果に関する一考察

［土］ ○ 厲 国 権（(財) 鉄道総合技術研究所） 武藤 雅威（(財) 鉄道総合技術研究所）
田村 一軌（(財) 鉄道総合技術研究所） 柴田 宗典（(財) 鉄道総合技術研究所）

Investigation on the Effectiveness of Freight Modalshift based on the Improvement of Conventional Railway Freight Station

LI Guoquan, Member of JSCE (Railway Technical Research Institute)
MUTO Masai, Member of JSCE (Railway Technical Research Institute)
TAMURA Kazuki, Member of JSCE (Railway Technical Research Institute)
SHIBATA Munenori, Member of JSCE (Railway Technical Research Institute)

In the recent years, some policies and measures to shift freight from road to railway or ship are promoted with the emphasis on the issues concerning freight transport. But because conventional railway transport needs longer lead time and more complicated operations than truck, the freight transport system isn't able to be suitable for logistics development, and the expected effectiveness of modalshift policy isn't actually achieved. In this study, the problems of railway based on old type station are described through the analysis of the basic requests of customers, and the direction of improving railway such as constructing the intermodal system is suggested. And the advantageous effects of changing station from conventional to E&S type for the better as an important part of intermodal system are observed and described. Then a mode sharing model using stochastic distribution of freight time value is estimated through the case study of Miyagino station. Finally, the modalshift effectiveness by improving the facilities of Miyagino station is investigated.

キーワード：モーダルシフトの効果、鉄道貨物駅、施設の改良整備、時間価値
Keywords: Freight modalshift effectiveness, Railway station, Improvement of facilities, Time value

1．はじめに

貨物輸送における自動車から鉄道・内航海運へのモーダルシフトは、最初、1981 年の運輸政策審議会の総合交通政策において「長期的視点からのモーダルシフト検討の必要性」が政策的に打ち出され、1991 年答申では、「モーダルシフトの積極的推進」がうたわれるようになった。

しかしながら、トンキロベースで実際の輸送機関別分担率は、1980 年度に、鉄道 8.5%、内航海運 50.6%、自動車 40.8%であり、鉄道+内航：自動車が 59.1：40.8 であった。それに対して,1991 年輸送機関分担率に鉄道 4.9%、内航 44.3%、自動車 50.7%となり、鉄道+内航：自動車＝49.2：50.7 との比率になった。さらに、2000 年の輸送機関別分担率は、鉄道 3.8%、内航 41.8%、自動車 54.2%であり、鉄道+内航：自動車＝45.6：54.2 と大きく逆転している。このような「逆モーダルシフト現象」が起こしているのは現実である。

2001 年に制定された「新総合物流施策大綱」では、環境負荷の少ない大量輸送機関である鉄道貨物輸送、内航海運の活用を推進し、モーダルシフト化率（長距離雑貨輸送における鉄道+内航海運の分担率）を向上させ、2010 年までに 50%を超える水準とする目標を明確に打ち出した。

陸上輸送に関しては既存施設に基づいて鉄道を如何に有効に利用するかが大きな課題になっている。貨物輸送は、社会経済によって輸送内容と荷主ニーズが大きく変わり、1987 年以降の日本鉄道貨物輸送の状況をみると、車扱い貨物が急激に減少し、コンテナ輸送が伸びる傾向が現れている。しかし、現状のコンテナ輸送では、あくまで旧来型の鉄道施設に基づいて行われているため、輸送施設の制約があり、ドアツードア輸送時間がトラックより長くなるなどの問題が存在している。特に、鉄道とトラックの結節点としての旧来型鉄道施設に、不効率な作業が多くなっている。

自動車貨物を鉄道へシフトするためには、全国的なかつ国策としての物流システムや物流政策としての総合的な考え方が必要である。その対策の 1 つは、まず旧来型貨物駅の改良・整備であると考えられる。

本研究では、旧来型貨物駅における問題点を分析し、貨物駅を E&S 方式にする鉄道輸送システムの改善を考察する。その改善に基づいて貨物駅の改良・整備によるモーダルシフトの効果を推定する。

2．モーダルシフトに対する荷主要求と鉄道の改善方向

鉄道輸送利用の意向や可能性を表明する物流事業者が多くなっている [1] 一方で、表 1 に示されたようにモーダルシフトに関する鉄道輸送の問題が荷主・物流事業者に多く指摘されている [2]。その中で最も大きな問題は、「荷姿やロットが鉄道輸

送に適さない」、「トラックと比較してドアツードア輸送時間が長い」、「貨物駅までのアクセスがよくない」、「適当な路線がない」などである。

表1　荷主・物流事業者から見た鉄道の問題点

鉄道の問題点	%
荷姿やロットが鉄道輸送に適さない	33.8
輸送時間が長い	31.9
貨物駅までのアクセスが良くない	31.6
適当な路線がない	27.6
運賃料金や手続きの仕組みがわかりづらい	11.5
現在のダイヤが不便	10.6
荷傷みが発生する可能性が高い	9.9
リアタイムで正確な輸送情報が得られない	8.5
到着時間が不正確	8.2
輸送枠の確保が難しい	7.0
運賃料金が高い	6.9
事故や災害発生時の対応がよくない	6.8
その他	7.2

注：参考文献2）より作成

表1に示している問題点は、貨物駅などの鉄道インフラに関する問題と経営上の改善に関する問題に大別できる。

経営上の問題については、例えば、運賃料金や手続きの仕組みがわかりづらいという点は、鉄道経営の改善とPRなどにより克服できる。また、一番多く指摘されている荷姿やロットサイズの鉄道輸送との適合性という問題については、鉄道貨物輸送事業者がそれぞれのコンテナタイプを開発し、私用コンテナに対応する輸送枠組の構築などを努力している。

輸送時間とアクセスに関する問題を抜本的に解決するためには、著者がかねてより提唱している鉄道を含むインターモーダル貨物輸送システムの構築を総合物流政策に重点的に入れることが必要である。その中でも旧来型貨物駅の改良整備は、モーダルシフトに大きな影響を与えると考えられる。

3. 旧来型貨物駅の改良・整備による鉄道貨物輸送への影響

従来、貨物駅は車扱い輸送体系に対応したものであるが、駅構内で多くの作業、例えば、列車の到着・出発、空貨車の留置、貨物留置と荷役作業、列車の解放・連結、荷役線への入れ換えなどの作業が行われた。駅施設が、基本輸送容器としての貨車、即ち、車扱いに対して整備されたもので、一般駅の荷役線などは小単位の貨車に対応したものである。

しかし、現実の鉄道貨物輸送の内容をみると、車扱い貨物が大きく減少した。一方、コンテナ輸送量は増加する傾向があり、輸送ニーズに合わせた鉄道のコンテナ輸送が定着してきている。駅の機能は、コンテナなどの輸送容器を通じて輸送機関間の接点へと転換してきた。容器の集配は基本にトラックであると考えられるため、貨物列車の駅における作業は、トラックと鉄道の間のコンテナの積み替えが中心であり、それ以外の作業はできる限り削減すべきである。日本の鉄道貨物は、発・着線で荷役できるE&S方式化の貨物駅整備が進んでいる(表2)。全国の鉄道コンテナ輸送が行われている駅数（約150）のうち、26駅が改良・整備された。

表2　E&S方式化されている駅と整備事由

整備事由	該当する駅（開業年）
国鉄時代に着手したもの	新南陽（頭端式）(86)
(旧)事業団の基盤整備事業によるもの	東室蘭(96)、新富士(89) 苫小牧(91)、秋田貨物(93) 新潟タ(90)、富山貨物(90) 南長岡(96)、川崎貨物(95) 静岡貨物(93)、梅小路(90) 西岡山(90)、広島タ(95) 八代（89）
都市計画や高架化等機能補償によるもの	岐阜タ(86)、姫路貨物(94) 高松タ(00)、神戸タ(03) 高岡貨物(02)、安治川口(01)
整備新幹線計画によるもの	八戸貨物（01)、金沢(03) 熊本（02）
補助事業によるもの	北九州タ（02）
自己投資によるもの	郡山（タ）(90)、土浦(01)

注：JR貨物の資料より作成

旧来型貨物駅をE&S方式化するという改良・整備は、インターモーダル貨物輸送システムの構築において重要であり、貨物輸送システムの改善に以下のような大きな影響を与えている。

①構内の入れ換え作業が大幅に軽減でき、輸送の効率化が図られる。

②貨物列車の停車時間を少なくなる。

③貨物の受付時間が拡大できる。

④輸送サービスの向上により利用機会の拡大が期待できる。

⑤幹線沿いにある中小規模の駅には従来は幹線列車が停車しないので、そうした駅からの輸送は、いったん拠点駅とのフィーダー輸送が必要であるが、E&S化されることにより幹線を運行する列車への直接荷役が可能となる。

⑥途中駅での貨物の荷役のための貨物の連結解放作業が不要であり、拠点駅間の直行化による安定輸送の実現に寄与する。

⑦駅作業を少ない要員で対応でき、輸送コスト軽減に寄与する。

⑧少ない駅面積で取り扱いが可能となり、土地の有効活用が可能となる。

⑨構内の路線延長が少なくなり、保守費の軽減につながる。

⑩⑧、⑨により、同能力の駅としては面積や構内施設が小規模ですむことから、貨物駅を新設する場合には、そのための工事費を安くすることができる。

⑪トラックが直接発着線の側に近づくことができ、鉄道とトラックとの結合がスムーズに行われ、ドアツードアの輸送時間が大幅に短縮できる。

⑫貨物駅の構内に物流センターの設置が可能となり、物流事業者にとって大きなメリットを与える。

旧来型貨物駅の改良・整備による鉄道輸送システムの改善がその役割を大きく果たした実例を取り上げると、E&S 方式化された北九州貨物ターミナルの開業（02 年）により同駅で取り扱う貨物列車が従来の 23 本から 44 本に増加した。また神戸貨物ターミナルの開業（03 年）により同駅で取り扱う列車が 10 本から 14 本に増加した。

輸送統計資料と JR 貨物資料をみると、全国のコンテナ輸送量が年間平均 1.3%の増加であるのに対して、E&S 方式化した駅ではそれを上回る年間平均 7%程度の伸びを示している。これは鉄道貨物駅の改良・整備による輸送量増大へ大きな影響を及ぼしていると考えられる。

4. 輸送機関分担モデルの検討

4.1 時間価値モデルの応用

荷主あるいは利用主体は実際に輸送機関を選択するとき、輸送費用や時間、輸送する貨物の品目と価格、貨物ロット、輸送頻度、輸送の安全性・確実性など、多くの要因を考慮する。

従って、貨物輸送における輸送機関分担モデルの構築に当っては、多くの説明変数を取りこむことが可能なロジット型のモデルも考えられるが、実際多くの要因はそれぞれ相互に関連し合う部分が多く、各要因が他の要因に完全に独立しているものでもない。そしてほとんどの場合、最終的には輸送費用・輸送時間という 2 つの基本的な要因に集約される部分が多く、現実の機関選択のかなりのケースにおいて、この二つが主要な決定要因として機能していることも事実である。そこで、今回の検討では、容易にモデルに導入できる時間価値モデルを用いて輸送機関分担を推定する。

時間価値モデルとは輸送費用と輸送時間の貨幣換算分の合計である一般化費用が最小となるように輸送機関を選択するという考えに基づいたモデルである。具体的にいえば、式(1)で表した一般化費用 S が最小となるような輸送機関を選択することになる。

$$S=C+\omega T \qquad (1)$$

ここで、S：利用者（荷主）が輸送機関に対して支払う一般化費用、C：輸送料金(円)、T：輸送時間(時間)、ω：時間価値（円／時間)。

図 1 に示したのは、時間価値モデルの概念図である。ここでは、三つの輸送機関を選択する場合を例示しており、各輸送機関の一般化費用 S_i、時間価値の確率密度 $f(\omega)$、時間価値ω、輸送機関選択率 P_iを示している。ある OD 間の輸送を考えるとそれぞれωに応じて、S_iが最小になるような輸送機関を選択することになる。例えば、$\omega \leqq \omega_{12}$の場合、輸送機関 1 を、$\omega_{12} \leqq \omega \leqq \omega_{12}$の場合、輸送機関 2 を、$\omega \geqq \omega_{23}$1 の場合、輸送機関 3 を選択することになり、輸送機関 1、2、3 の分担率は$f(\omega)$の累積確率でありそれぞれ P_1、P_2、P_3になる。

ωは、時間に関する個々の荷主の主観評価や、貨物品類による金銭価値の違いによる単位時間当りの評価値が異なり、確率分布で表現できる。時間価値の分布が経験的に求められているように対数正規分布に従うと仮定すると、対数正規分布の確率密度関数 $f(\omega)$は、平均を u、標準偏差をδとすれば、式（2）のようになる。

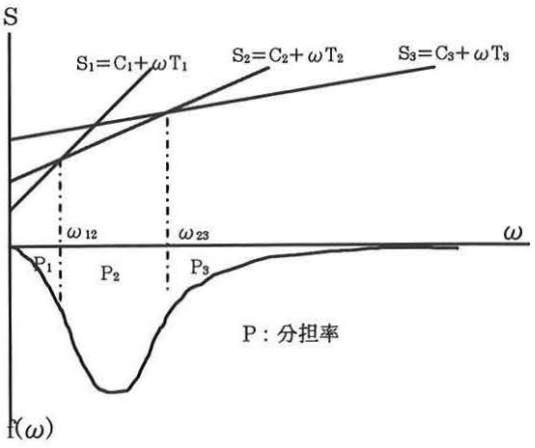

図 1　時間価値モデルの概念図

$$f(\omega)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\delta\,\omega}\exp(-(\ln\omega-u)^2/2\delta^2) \qquad (2)$$

ここで、$f(\omega)$の累積確率を P とすると、式（3）になる。

$$P(\Omega \leqq \omega)=\int_{-\infty}^{\omega} f(\omega)\,d\omega \qquad (3)$$

また、式（3）に式（2）を代入し、さらに式(4)とおけば、

$$e=\frac{\ln\omega-u}{\delta} \qquad (4)$$

$$P(\Omega \leqq \omega)=\int_{-\infty}^{(\ln\omega-u)/\delta}\frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\delta\,\omega}\exp(-e^2/2)\,\delta\,\omega\,de$$

$$=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{(\ln\omega-u)/\delta}\exp(-e^2/2)\,de$$

$$=\Phi((\ln\omega-u)/\delta) \qquad (5)$$

式（5）のΦは標準正規累積分布関数である。従って、Φの逆関数は式（6）に示したように$\ln\omega$との線形関係が存在している。

$$\Phi^{-1}(P(\Omega \leqq \omega))=(\ln\omega-u)/\delta=\ln(\omega)/\delta-u/\delta=\alpha\ln(\omega)-\beta \qquad (6)$$

ここで、時間価値ωの対数と、その時間価値がω以下である累積確率 $P(\Omega \leqq \omega)$の実績値が分かれば、パラメーターu、δが最小 2 乗法により求められる。具体的に、$P(\Omega \leqq \omega)$の値については、各地域 OD 間の貨物輸送において実際の輸送機関分担シェアを選択確率実績値 P_1とする。また、時間価値軸上で輸送機関選択の境界値であるω_{12}の値は、輸送機関間の輸送費用差／輸送時間差で算出できる。それらの OD 間の P_1と境界値を用いて時間価値分布が推計できる。

4.2　輸送機関分担モデルの推定（ケーススタディー）

本文では宮城県における貨物拠点駅を例として陸上貨物輸送における鉄道とトラックの分担モデルの推定を試みてみる。

1）ケーススタディーの概要

宮城県の貨物輸送は、発送貨物が年間 98 百万トンあり、到着貨物が年間 105 百万トンある[3]。発送貨物の輸送機関分担率は自動車 92%、鉄道 2%、内航海運 6%である。到着貨物の輸送機関分担率は、自動車 84%、鉄道 0.8%、内航海運 15.2%である。また、宮城県の内々貨物輸送を除く地域間の発送貨物は年間 27 百万トンであり、到着貨物は 34 百万トンである。この部分の貨物において発送貨物の機関分担率は自動車 71%、鉄道 6%、海運 23%であり、到着貨物の機関分担率は自動車 50.8%、鉄道 2.5%、海運 46.7%である。さらに地域間の陸上貨物輸送のみに着目すると、発送貨物の自動車分担率は 92%、鉄道分担率は 8%である。また、到着貨物の自動車分担率は 95%、鉄道分担率は 5%である。地域間の陸上貨物輸送にもいずれも自動車輸送が高い分担率を占めている。こういう状況に関する原因は旧来型鉄道施設の制約にあると考えられる。

仙台市にある宮城野貨物駅は宮城県における鉄道貨物拠点駅である。この駅は 1961 年に新設された車扱い用駅であり、短い荷役線が多い。コンテナ輸送への傾斜にともない逐次構内を改良して対応してきたが、非効率な面が目立っている。しかしながら、宮城野駅は、東北地域の重要な中核物流拠点となっており、貨物駅の改良・整備がリードタイムの削減や貨物発着量の拡大に寄与できると考えられる。

2）輸送料金・輸送時間に関する鉄道とトラックとの比較

ここでは、宮城県庁所在地から各都道府県庁所在地までのドアツードア輸送を考える。

輸送料金の比較については、実績輸送費用を反映するため、トラックの場合に下限運賃をとり、鉄道の場合に端末集配輸送料金と最大 2 割引の鉄道コンテナ運賃などを考慮して全体輸送費用を算出する。また輸送時間については、ドアツードア輸送に各滞留時間や輸送所要時間などを考慮してそれぞれ OD 時間を計算する。それらの計算結果により鉄道・トラックの輸送費用、輸送時間を比較できる。輸送費用の比較した結果、宮城県から近県への輸送はトラックが優位を示すが、300km 前後を境界にして鉄道が優位になる。また輸送時間についての比較した結果、トラックの方がすべて優位にあることがわかる。

3）トラックと鉄道輸送の分担モデル

表 3　時間価値分布モデルの推定結果

貨物	輸送種類	式(6)の係数			分布パラメーター	
		α(t-値)	β(t-値)	相関係数	u	δ
到着	直行列車	0.948(5.363)	7.045(-6.269)	0.82	7.431	1.055
	中継列車	0.861(4.623)	5.642(-5.016)	0.825	6.553	1.161
発送	直行列車	1.103(3.757)	7.365(-3.834)	0.799	6.680	0.907
	中継列車	0.758(5.531)	5.059(-6.754)	0.793	6.674	1.319

時間価値分布の推計にあたっては、貨物の時間に対する重要度の差異があるため、直行列車と中継列車を分けて、また、発送貨物と到着貨物における品目構成の差異による時間価値分布がことなると想定されることから、発送・到着貨物別を区別し、発送貨物の直行・発送貨物の中継と到着貨物の直行・到着貨物の中継にそれぞれの時間価値分布の推計を行なった。表 3 に示すのは、宮城野貨物駅に発着する貨物列車をベースにして、式（6）のパラメーターを推定した結果である。十分な精度の推計とはいえないが、各種パラメーターの t 値と相関係数によると、ある程度の信頼性をもつと判断できる。

5. 貨物駅の改良・整備によるモーダルシフトの効果

3 章では、貨物駅の改良・整備が鉄道貨物輸送への影響を分析したが、ここでは、4 章で推定した時間価値モデルを利用して宮城野貨物駅を E&S 方式化される場合、自動車貨物を鉄道にどのぐらいシフトすることが可能であるかを考察しよう。

E&S 化した貨物駅では、コンテナ輸送にとって構内で無駄な作業を削除できる。つまり、駅構内における貨物の滞留時間が大幅に短縮できる。宮城野貨物駅を改良・整備した場合、発送貨物が約 2 時間３０分、到着貨物が約 2 時間１０分の輸送時間を短縮するメリットが得られる。鉄道貨物にとって輸送時間の短縮は大きなサービス向上であるといえる。このサービス改善によって陸上貨物が自動車から鉄道へシフトする可能性が高くなる。

推定された分布モデルを用いて宮城県発送-東京都着の貨物を例として計算すると、宮城野駅の改良・整備により鉄道貨物の伸び率が 24%（自動車貨物からシフトすること）となった。宮城県と各地域間の貨物輸送状況を考察すると、現状の直行貨物列車と中継貨物列車の運行状況に基づいて推定する場合、宮城県から発送する貨物でトラックから鉄道へシフトする貨物量が約 10 万トン/年となる。また、宮城県に到着する貨物でトラックから鉄道へシフトする貨物量が約 6 万トン/年に達成する可能性があることが分かった。

以上より旧来型貨物駅の改良・整備が道路貨物を鉄道へシフトする効果を定量的に明らかにした。

6. まとめ

旧来型貨物駅の改良・整備は、インターモーダル貨物輸送システムの構築にとって重要な内容である。それによって自動車と鉄道とのシームレスな結合ができ、駅での貨物の滞在時間を大幅に短縮できる。従って、ドアツードアリードタイムが短くなり、鉄道を含むインターモーダル貨物輸送の競争力が向上し、自動車貨物を鉄道に大きくシフトすることが可能となる。本研究は貨物駅の改良・整備による鉄道輸送サービスの改善とモーダルシフトの効果を明らかにしたものである。

参考文献

1）社団法人日本物流団体連合会：モーダルシフト推進の阻害要因と利用輸送機関への要望に関する調査報告書、H13
2）財団法人 交通エコロジー・モビリティ財団：「モーダルシフト事業(個別輸送モデル事業調査)」報告書，平成 10 年
3）国土交通省：平成 12 年度貨物地域流動調査、H14 年