

◆特集：物流対策の新たな取り組み◆

## 鉄道貨物輸送の改善策と効果 —インターモーダル輸送の推進に向けて—

厲 国権\*

### 1. はじめに

経済が安定成長に入った自動車社会において、陸上貨物のトラック輸送への過度な依存により、環境・エネルギー・交通事故・渋滞等の外部不経済や物流の非効率・労働力の不足等の社会問題が深刻化している。それに対して、近年、先進諸国では、経済社会に相応しい物流システムの形成を目指すため、鉄道等の大量輸送機関を有効に利用する施策が推進されている。日本では、平成9年に物流総合施策大綱が策定された。さらに、平成13年に、①コストを含めて国際的に競争力のある物流市場の構築、②環境負荷を低減する物流体系の構築と循環型社会への貢献を目標とする「新総合物流施策大綱」が策定された。その中で、の施策推進の重要な視点の一つは、物流インフラの重点的・効率的な整備と既存インフラの有効利用である。

本研究では、既存の鉄道貨物輸送の改善策として、鉄道輸送と道路輸送との効率的な結合ができるインターモーダル貨物輸送システムの構築を取り上げて検討を行った。また、この改善策についての効果評価を試みている。

### 2. 旧来型駅施設等の既存インフラによる鉄道輸送の問題

#### 2.1 鉄道貨物輸送の変遷

従来の鉄道貨物輸送は、ヤード集結型を中心として行われてきた。このため、従来の貨物駅等の施設は、ヤード集結型輸送体系に対応して配置し整備されたものであり、荷主と鉄道輸送の接点としての貨物駅は、全国の鉄道ネットワークに多く配置されていた。全国の鉄道輸送ネットワークの変遷については、貨物駅数の変化により分かる。1950年代には、全国の貨物駅数は約3800であり、平均駅間距離は約5kmであった。しかし、60年代後半に入ってから、地域拠点駅の重点的な整

備や取扱規模の小さい駅の集約廃止が行われた。その結果、駅数を見ると、50年代の3800駅から、70年度末に約2500駅に、75年度末に約1600駅に、80年度末に約1200駅に、85年度末に約400駅に、国鉄民営化以降は約350駅までに減少してきた。駅数の減少に対応して、従来のヤード集結型から拠点駅間の直行型へと輸送体系の転換が進められた。これは拠点駅間の輸送における作業の非効率や輸送時間の長さを改善して効率を高めることを目的としたものである。

#### 2.2 旧来型駅施設による輸送体系の問題

前述したように、従来の鉄道ネットワークはヤード集結輸送に対応したものであるため、拠点貨物駅は大量の貨物が発生していた工場・鉱山付近または盲腸線に設置されることが多かった。また中間駅は少量の貨車にしか対応できなかった。こ

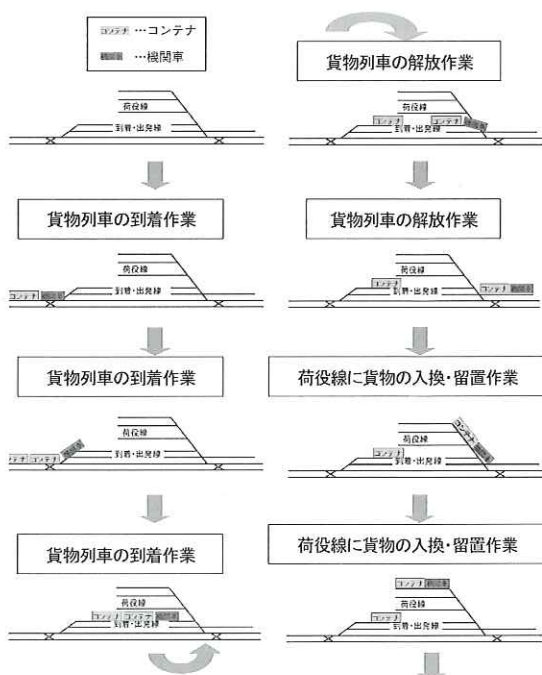


図-1 旧来型の駅施設における構内作業 (その1)

Intermodal System and relevant Effectiveness as the Improvement Measure of Railway Freight Transport

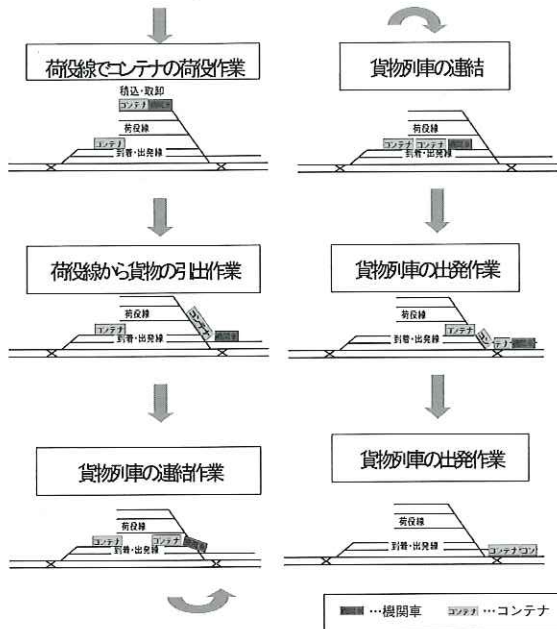


図-2 旧来型の駅施設における構内作業 (その2)

のため、鉄道ネットワークの中間駅に分散していた貨車は、小単位で運ばれ、輸送拠点の操車ヤードに集結され、その後、操車ヤード間を大編成で輸送されていた。このようなことから、現状の鉄道ネットワークにおける駅配置は、従来のヤード集結型に対応した貨物駅を単に集約し、形成されたものであり、荷主の分布状況やトラック輸送との結合性などに対する考慮等が不足している。また、既存インフラをそのまま利用して貨物輸送を行うには、特に駅構内における非効率な作業とサービス提供の不足などの問題がある。

旧来型の駅施設は、そもそも少量の貨車の留置・荷役作業に対応したものであることから、駅構内の作業として、貨物列車の到着作業、貨車の解放作業、荷役線への貨車の入換・留置作業、コンテナの荷役作業、そして荷役線から貨車の引き出し作業、出発列車への貨車の連結、貨物列車の出発作業などの複雑な作業が含まれており(図-1、図-2参照)、非効率にならざるを得ない。現在、コンテナ等の輸送においては、鉄道とトラックとの連携を前提とすれば、駅で必要な作業は、到着・荷役・出発作業だけとなる。しかし、上述したように旧来型の駅構内で作業を行おうとすれば非常に非効率的になり、特に、荷役線が短い場合には、何回も貨車の入れ換え作業を繰り返す必

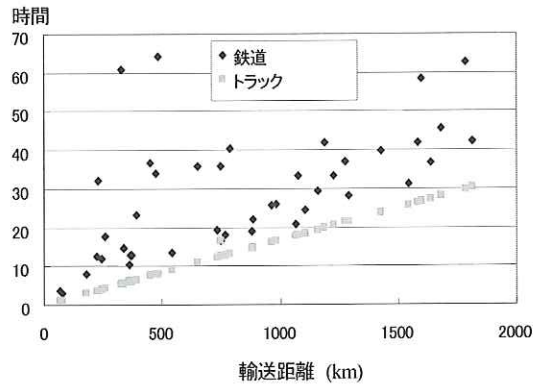


図-3 鉄道とトラックの輸送時間比較

要が生じてくる。その結果、これらの駅では列車と貨車の滞留時間が長くなることから、トラック輸送とのスムーズな連携が難しい。

以上のような点から、旧来型の鉄道インフラを利用した貨物輸送における大きな問題のひとつは、図-3に示すように、鉄道貨物輸送の所要時間がトラック輸送に比べてかなり長くなってしまっていることである。

従って、鉄道貨物輸送を改善するためには、コンテナ化や貨物列車のスピードアップに加えて、トラック輸送との効率的な連携が可能となる駅施設等の整備が不可欠である。

### 3. 鉄道貨物輸送のコンテナ化と表定速度の向上

現状の鉄道貨物輸送の所要時間はトラック輸送よりかなり長いという課題に対して、所要時間を短縮するために鉄道貨物輸送のコンテナ化と貨物列車のスピードアップなどが進んでいる。

#### 3.1 コンテナ化

鉄道貨物輸送の改善については、まず新しい輸送手段の開発が必要であり、コンテナ、ピギーバック、スワップボディー等の輸送方法を採用し、他の輸送機関との積み替え作業をできるだけ簡易化することが進められている。それと同時に、貨物列車のスピードアップや情報技術の応用、新輸送技術の開発等も進められている。

また、駅の機能としてもこのような貨物輸送のコンテナ化に対応するためには、他の輸送機関との積み替えの効率化・迅速化が図られなければならない。

#### 3.2 表定速度の向上

鉄道貨物輸送に今強く求められているものとし

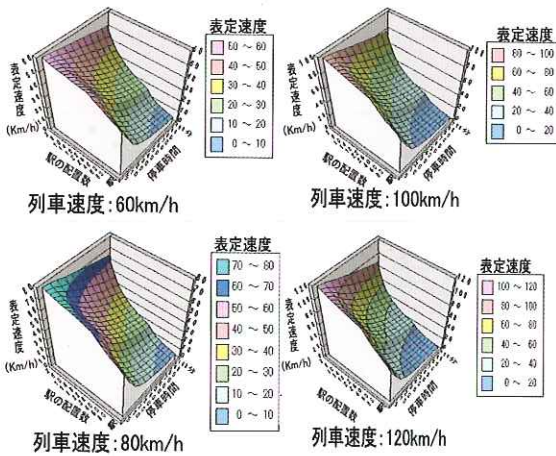


図-4 表定速度と駅の配置・停車時間の関係

て、定時性の他に表定速度の向上がある。表定速度は以下の式で表されるように、貨物列車の速度、駅での停車時間、駅数によって決まるものである。

$$V = L / (L/v + nt)$$

ここで、

- V: 表定速度 (km/h)、
- L: 駅間距離 (km)、
- v: 貨物列車の駅間平均速度 (km/h)、
- n: 拠点駅間の駅数、
- t: 駅での平均停車時間 (h)

図-4は、拠点駅間の距離が1200km、列車の駅間平均速度が60、80、100、120km/hの場合に、中間駅の数や各駅の停車時間の違いによる表定速度の変動状況を示したものである。この結果から、表定速度の影響要因として特に重要なものは、駅の配置と停車時間であることが分かる。したがって、停車時間を短縮するための駅施設の改良が行われない限り、たとえ高速車両を導入したとしても表定速度の向上はかなり難しいと言える。

#### 4. 鉄道貨物輸送の改善によるインターモーダル輸送システムの構築

##### 4.1 インターモーダル貨物輸送システムの概念

インターモーダルシステムとは、ドアツードア間の輸送チェーンにおいて少なくとも二つの異なる輸送機関を統合的に利用する輸送システムである。この輸送システムの効率性・有効性は、異なる輸送機関の間の結節点整備に大きく影響される。この意味では、鉄道貨物駅は、鉄道と他の輸送機関との結節点であり、鉄道貨物輸送を取り入れた

インターモーダル輸送システムの重要な拠点となる。

物流ニーズの高度化と社会環境問題の深刻化に対して、鉄道輸送が効果的に機能するためには、従来の輸送体系からインターモーダル輸送に対応した施設の改良が不可欠であり、既存の鉄道ネットワークの荷主の分布やトラックでの集配範囲、駅の発・着貨物量の取扱バランス等の各要素を考慮して改良される。

##### 4.2 インターモーダル輸送の構成要素

複数の輸送機関と事業者で構成されるインターモーダル輸送システムには、以下のようなキーワードがあると考えられる。

- 1) 利便性・効率性・安全性を確保するための連携性
- 2) 異なる輸送手段と競争できる選択肢としての輸送システム
- 3) 輸送サービスの質・安全及び効率向上のための事業者間の協力と協調

そのうち、1)と3)は、インターモーダル輸送を運営するための前提条件で、1)の連携性は、インターモーダル輸送システムを構成する各輸送機関のハード整備との関係が強い。3)の協力と協調は、ソフト面での運営環境との関係が強い。2)の選択肢については、インターモーダル輸送システム全体が、単一輸送機関のようなシステムとして新しい選択肢になれるかどうかという意味である(図-5参照)。

図-5は、輸送距離と一般化された輸送費用の関係について、トラック及び鉄道のそれぞれの単独輸送と両者を利用したインターモーダル輸送を比較した概念図である。一般化費用から、輸送距離(L)がL < L1の場合は、トラック輸送が優位性をもち、L > L1の場合は、鉄道輸送が有利である。しかし、鉄道輸送の特長である大量輸送は、産業構造の変化によって減少しており(例えば、石炭)、一般の生活消費材貨物が増加している。このため、従来の鉄道輸送単独で優位性を発揮する場面は特定の路線・地域、あるいは特定の品目(例えば、化成品等)にしか残されていない。全国のネットワーク上における生活消費材等の輸送に鉄道を利用するためには、トラック輸送と連携したインターモーダル輸送が不可欠である。

この輸送システムは、輸送距離L > L2の場合に、有利であり、この条件下で輸送手段としての選択肢になる。ただし、この場合には、鉄道とト

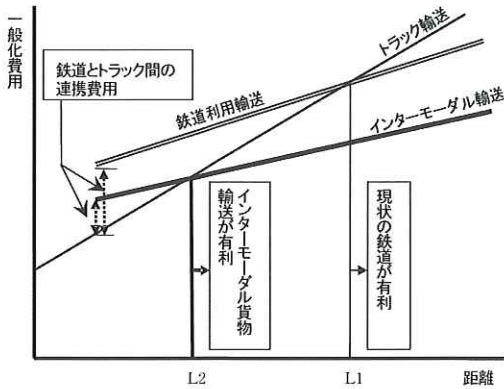


図-5 各輸送システムの適用範囲

トラックとの連携のための費用が発生する。しかも、その費用は、輸送手段の決定に重大な影響を与える。連携のための費用が低減すると、図-5に示すL2が左へ移動し、インターモーダル輸送の適合範囲が広くなり、他の選択肢に対する競争力が強くなる。このため、他の輸送機関と如何に効率的に連携するかが、インターモーダル輸送の効率性と有効性を左右し、その連携のための費用は、この輸送システムの成否を握る重要な要素となる。なお、この連携費用は、単に貨物の積み替えに関連する費用だけでなく、異なる輸送機関が連携に必要とする費用と輸送時間等も含む一般化費用である。

#### 4.3 全国鉄道ネットワークにおける鉄道貨物駅の改良・整備の状況

鉄道貨物輸送の改善策であるインターモーダル貨物輸送システムでは、前述したように、他の輸送機関と連携する抵抗を最小化するとともに、異なる輸送機関との連携費用と鉄道による貨物輸送に係る費用の両者を削減し、鉄道の高速性・大量輸送性等の特性を十分に発揮できるようにすることが重要である。従って、貨物駅における作業をなるべく簡易化する必要があり、コンテナ積み替え等の必要な作業以外はできる限り削減すべきである。日本の鉄道貨物輸送では、列車の着発線で荷役できるE&S (Effective & Speedy Container Handling System) 化の貨物駅整備が進んでいる。これは図-6、図-7に示されるように、列車の発着エリアと荷役エリアを一体化し、着発線から荷役線への転線作業をなくしたもので、列車編成全体で一括して荷役が行えれば、原則として入れ換え作業をなくすことができ、駅構内の作業時間

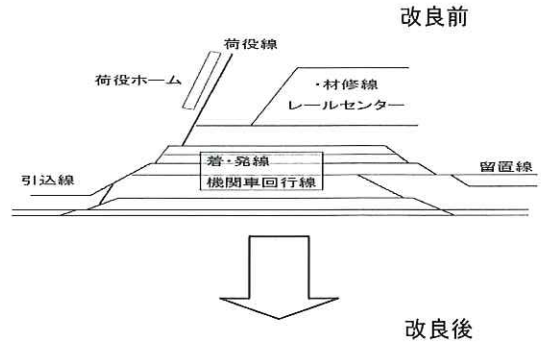


図-6 旧来型貨物駅の改良 (E&S化)



図-7 着発線荷役方式の例

が大きく短縮されることになる。

鉄道貨物駅のE&S化により着発線荷役を利用した駅構内の作業が大幅に簡易化できる。貨物列車間のコンテナ積み替え作業の手順を図-8に、そして列車とトラックの間のコンテナ積み替え作業手順を図-9に示す。ここでは、従来行われていた貨車の入れ換え作業がなくなるため、積み替えに要する作業時間が大幅に短縮される。また、貨物列車間そして貨物列車とトラックとの間で行われるコンテナの積み替え作業が簡便なものとなり、鉄道とトラックの連携によるインターモーダル輸送システムの実現が可能となる。

また、前述したような貨物駅のE&S化により、駅での列車停留時間を短縮することができ、表定速度の向上につながり、相乗効果を発揮する。

このように、インターモーダル貨物輸送システ

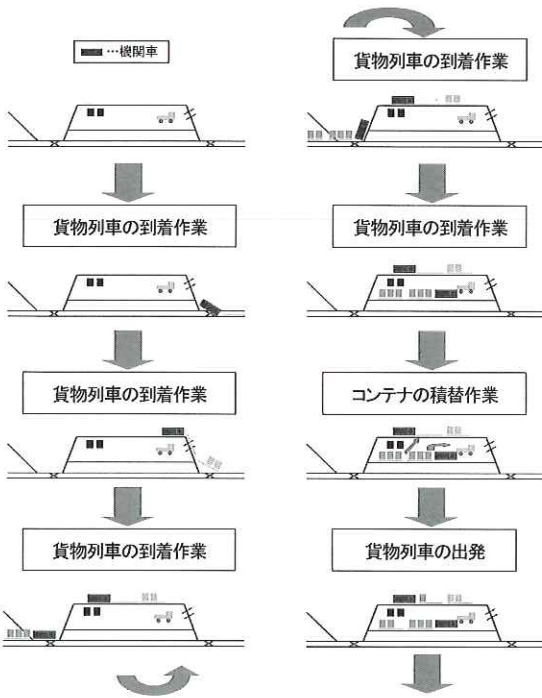


図-8 E&S方式による着発線荷役と貨物列車間の積み替え

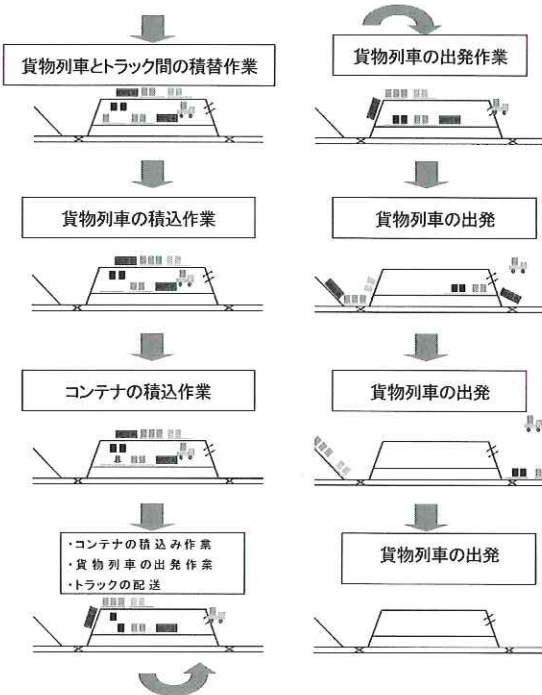


図-9 E&S方式による着発線荷役と貨物列車・トラック間の積み替え

ムを構築するキーポイントの一つは、鉄道インフラ、特に貨物駅の改良と整備であり、鉄道貨物輸送を抜本的に改善するためには全国で展開されることが必要である。

しかし、現時点で、鉄道コンテナ輸送の取り扱いが行われている全国 150 駅に対して、これまでに E & S 化が行われ改良・整備されたのは約 25 駅で、その比率は約 17% と非常に低い。しかも、これまでに改良・整備された理由の多くは、整備新幹線や都市計画、地域再開発等に関連したものであり、本来の貨物輸送のために改良・整備されたケースは、北九州貨物ターミナル駅だけである。

### 5. インターモーダル貨物輸送システムのための施設の改良・整備に関する効果分析

鉄道貨物輸送の改善策において最も重要な点は、トラック輸送との連携によるインターモーダル輸送システムの構築である。そこでは、駅施設整備の効果は、鉄道内部における効果と社会における効果の両方で説明できる。

#### 5.1 鉄道貨物輸送の内部効果に関する分析

##### 1) 北九州貨物ターミナル駅の改良・整備の効果

北九州貨物ターミナル駅は、「門司操車場」であった停車場構内を改良し貨物駅を新設したものである。この駅の新設によって九州地区における「福岡貨物ターミナル駅」等における容量不足、日豊線等を中心とした非効率な輸送の解決が図られ、九州地域の鉄道貨物輸送に大きな内部効果をもたらされた。

平成 14 年 3 月 23 日に「北九州貨物ターミナル駅」として開業し、平成 14 年 4 月から平成 15 年 1 月までの 10 ヶ月間での取扱量は約 116 万トンで、前年同時期の取扱量（浜小倉、東小倉両駅）と比べると、10% 増となっている。

##### 2) 鉄道輸送体系に対する鳥栖駅の改良・整備効果

ここでは、鹿児島本線と長崎本線における鉄道駅間の OD 輸送量に基づいて、鳥栖駅をインターモーダル輸送の結節点として改良した場合の輸送体制の改善効果を分析した。その結果、旧来型の駅施設での輸送体制による駅間の無駄な重複輸送が大きく削減でき、列車の走行キロと駅間の総走行時間は 34% 減少し、輸送トンキロ数では無駄な部分として 11% 削減されることがわかった。これにより、鉄道拠点駅の改良・整備は、駅の構内作業等の効率化だけでなく、輸送体制全体に対する改善効果も大きいと考えられる。

## 5.2 インターモーダル輸送システムに対応する駅施設の改良・整備における社会的効果の分析

### 1) モーダルシフトの可能性

旧来型の鉄道貨物駅を、インターモーダル輸送システムの一部として改良・整備すれば、ドアツードアの貨物輸送における所要時間を大きく短縮できる。それによって、荷主のニーズに合わせた貨物輸送をインターモーダル貨物輸送システムで対応することが可能となる。

ここでは、東北地域においてM駅をインターモーダル輸送の物流拠点として改良・整備した場合の効果を分析した。この輸送システムでは、従来の鉄道輸送では例えば宮城～東京間で総所要時間10.3時間かかっていたものを、発送貨物の場合で2時間30分の短縮、到着貨物の場合で2時間10分の短縮が可能となる。それに伴い、宮城県全体の鉄道コンテナ輸送において、発送量は、1年あたり9万トン（率にして13%）増加し、到着量は、6万トン（率にして9%）増加すると推計された。発着を合計した貨物輸送量では1年あたり15万トン増加し、その増加率は11%となった。これは、トラック単独の輸送から、鉄道とトラックとの連携によるインターモーダル輸送システムへシフトしたものである。

### 2) 社会的効果と費用対便益分析

社会的効果は、荷主便益と環境便益で計られると考えた。東北地域の拠点駅を改良・整備することによる荷主便益は、貨物輸送の時間短縮効果と運賃節減効果の合計として年間約23億円と推計された。また、環境改善効果については、様々な要素が含まれており、金銭換算が難しく全体としての計算はできないが、ここではCO<sub>2</sub>とNO<sub>x</sub>だけの削減効果を計り、年間1千万円と推計された。また、鉄道貨物輸送事業者とトラック輸送事業者合計の便益は、年間約4億円であった。

インターモーダル貨物輸送システムの拠点駅の改良・整備効果と駅の改良整備費用を比較し、これを費用対効果として分析した。その結果を考察すると、設定した諸条件では、駅の改良整備に要する費用が合計180億円（用地代80億円、建設費100億円）となり、費用便益比は30年間で2.5、50年間で3.2であり、駅の改良と整備に対する投資の意義があることが分かった。

## 6. 結論と今後の課題

従来の鉄道輸送システムからインターモーダル

輸送に対応できるシステムへの転換においては、結節点としての鉄道駅を如何に改良し整備するかが、輸送効率に影響するだけでなく、輸送機関同士の協力及び協調にも影響する。また、駅の適正な配置とそれに対応した駅施設の改良・整備によるインターモーダル輸送システムの構築は、大きな社会的効果があるといえる。従って、国の総合物流政策においては、インターモーダル貨物輸送システムを推進するための支援策が必要であると考えられ、その具体策を今後の課題として検討する予定である。

## 参考文献

- 1) 厲 国権：インターモーダル貨物輸送における鉄道駅の配置ロケーションと整備に関する一考察，第8回鉄道技術連合シンポジウム講演論文集，pp29-32，2001年
- 2) 厲 国権：インターモーダル貨物輸送における鉄道システムの整備について，運輸政策研究所第10回研究報告会，運輸政策研究，Vol.4，No.4，pp.65-67，2002年
- 3) 厲 国権：インターモーダル貨物輸送のための鉄道整備 RIFT-システムの概念と具体化へのアプローチ，運輸政策研究，Vol.5，No.4，2003年
- 4) 上楽隆：鉄道貨物輸送と停車場－貨物ターミナルと貨車ヤード－，(株)東神堂，1993年
- 5) 厲 国権，西宮良一：鉄道貨物輸送の活用策と連携に関する研究報告書，財団法人運輸政策研究機構，2002年4月
- 6) 財団法人運輸政策研究機構：鉄道プロジェクトの費用対効果マニュアル99，1999年6月

厲 国権\*\*



運輸政策研究所主任研究員，工学博士  
Dr. Li GUOQUAN