

# 地域および貨物品類の特徴に応じた 貨物輸送評価モデルの構築

厲 国権\*

Evaluation Models of Freight Transport Corresponding to the Shipper's Region and the Sort of Goods

Guoquan LI

In freight transport, the logistics managers of the enterprises make a decision to choose the reasonable transport means according to the conditions of the shipping goods, based on their personal experiences, after all. The differences in the comparative evaluations in the process of making a decision certainly exist according to the business practices of the shippers' region or the sort of goods. Therefore, in this study, regarding the approach to the evaluation of freight transport developed so far, the weight of each kind of evaluation index corresponding to the shippers' region or the sort of goods is calculated, using the judgment awareness data obtained by questionnaire surveys. The evaluation differences in the evaluation of each kind of freight transport are comparatively investigated. Finally the necessity to build the relevant evaluation models according to each shipper's region or each sort of goods is described.

キーワード：貨物輸送，評価モデル，地域別品類別評価差異，輸送制度，意識判断データ

## 1. はじめに

貨物輸送においては、基本的には荷主企業の物流担当者が自社の商品輸送ニーズに応じて輸送手段を比較評価し、主観的な判断による意思決定を行っている。このため、商品の品類や地域の商慣習などによって評価の差異が存在すると考えられる。

本研究では、これまで開発した貨物輸送の評価手法に対して、WEB アンケート調査で取得した意識判断データを用いて地域別貨物品類別における評価項目の重みを算出することによって各々の貨物輸送評価の差異を考察し、地域および貨物品類の特徴に応じた貨物輸送評価モデルの構築について述べる。

## 2. これまでの研究レビューと本研究の目的

貨物輸送に関しては、多くの複雑な内部・外部要素が関係するため、輸送評価は、複雑かつ曖昧な状況のもとで荷主企業の物流担当者の主観的な判断により行うことが多い。

米国ピッツバーグ大学の Thomas L. Saaty 教授が、1980 年代に、複雑かつ曖昧な問題を「最終目的 - 評価基準 - 代替選択案」のように階層的に分解し、体系化することにより解決する手法、即ち、階層分析法 (Analytical Hierarchy Process: AHP)<sup>1)</sup> を提唱した。

\* 信号・情報技術研究部

この方法は、階層分析手法についての応用事例および理論研究では、土木計画や交通運輸などの分野における理論研究で活発に展開されている<sup>2)~8)</sup>。また、設備の新設あるいは更新時における最適な代替案の選択という意思決定に関しては、システム有効度の評価項目として、経済的効果のほか、定量的あるいは定性的効果を考慮することが必要となり、スコアリング基準表と AHP とを導入した総合的かつ定量的評価手法が開発されている<sup>9)</sup>。さらに、携帯通信ネットワークにおけるユーザ不満度の定量化については、学生を対象として、AHP 手法を用いてアンケート項目を設定し、WEB 上で収集したアンケートデータを分析・評価するアプローチの体系化<sup>10)</sup> が図られている。そして環境を考慮した貨物輸送の政策検討については、貨物輸送が引き起こす都市部の生活環境問題に対する優先順位を決定する手法と従来使用されている AHP 階層モデルを改善する方法が提案されている<sup>11)</sup>。

同様に、筆者は、AHP 手法に基づいて、貨物輸送評価の構成内容を分析し、総合的な評価概念を導入することにより、貨物輸送の評価手法<sup>12)</sup>を開発した。この手法により、鉄道コンテナ輸送とトラック輸送を比較評価し、鉄道輸送の改善対応策の提案を試みた。具体的には以下のとおりである。

(1) 貨物輸送評価の最終意思決定を目的として、貨物輸送に関わる複雑な問題を、評価基準要素と輸送代替選択案を表す評価指標項目に階層的に分解し、体系

特集：輸送・交通計画技術

化する。

- (2) WEB アンケート調査で物流担当者・経験者から評価基準要素間と評価指標項目間の一対比較を行ってもらい、各評価基準要素並びに指標項目の相対的な重要性を関連付けることにより主観的な意識判断データを定量化する。
- (3) マトリックス計算により各基準要素および関連指標項目の重みを算出し、それに基づいて貨物輸送における各評価指標項目の総合評価重みを求める。
- (4) 貨物輸送における各評価指標項目の値(指標値)並びにそれに対応した総合評価重みを用いて、各々の貨物輸送案の評価値を算出する。
- (5) それらの評価値は、荷主企業の自社の商品輸送ニーズに対する、輸送手段を選択する際に有効な意思決定の支援情報となる。

しかし、貨物輸送の評価は、あくまでも荷主企業の物流担当者が自社の商品輸送ニーズに応じて行うため、商品の品類や出荷所在地の商慣習などによって、各々の評価基準要素および評価指標項目の重要性(評価重み)に差異が存在すると考えられる。

本研究では、これまで開発した貨物輸送の評価手法に基づいて、WEB アンケート調査で取得した意識判断データを細分類し、貨物輸送における各評価指標項目の総合評価重みの値を算出し、地域別貨物品類別の貨物輸送評価における差異を考察する。それによって、地域および貨物品類の特徴に応じた貨物輸送評価モデルを構築する必要性について述べる。

### 3. 貨物輸送の評価手法

#### 3.1 基本構成

これまで開発した貨物輸送の評価手法では、荷主企業の貨物輸送案を選択する意思決定プロセスに対する、貨物輸送を総合的に評価することを目的として、経済的効果、社会的効果、物流効率性、利便性、輸送サービスの優位性などの5つの評価基準を設定し、複数の評価指標項目を含んだ輸送案を比較評価するという階層的な評価体系<sup>12)</sup>を構築した。

図1は、陸上貨物輸送におけるトラック輸送と鉄道コンテナ輸送(インターモーダル輸送)という輸送形態に対する貨物輸送評価の基本構成である。すなわち、ドアツードアのトラック直接輸送と、集配トラック輸送と貨物列車の結合によるインターモーダル輸送を行う鉄道コンテナ輸送との比較評価を示す。

この比較評価においては、定量的な指標項目としては、

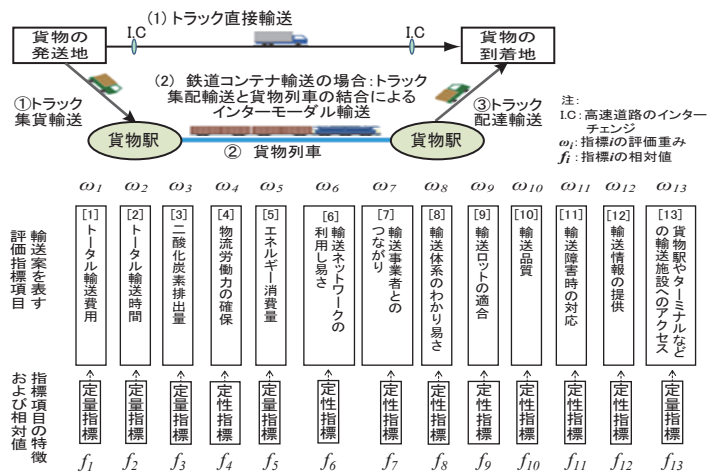


図1 荷主企業の商品(貨物)輸送評価の基本内容(指標項目)

輸送費用、輸送時間、二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)排出量、エネルギー消費量、輸送施設へのアクセシビリティ状況などである。また、定性的な指標項目には、物流労働力の確保、輸送ネットワークの利用し易さ、輸送事業者とのつながり状況、輸送体系の分かり易さ、輸送ロットの適合、輸送品質(定時性、安定性、温度湿度管理や破損状況など)、災害や輸送故障時の対応そして輸送情報の入手しやすさなどが含まれる。

鉄道コンテナ輸送の場合では、貨物列車の種類(直行か中継)・時間帯・輸送の走行経路の設定や輸送施設へのアクセス、そして集配トラックとコンテナ貨物列車との連携等の状況によって様々な貨物輸送案、あるいは現状に対する改善対応策を策定することが可能である。

これらの貨物輸送案の良否については、「共通の尺度」である次の式(1)を用いて、トラック輸送と対比して総合的な評価を行い、貨物輸送案の評価値の算出により判定する。

$$F_{(j)} = \sum_i \omega_i \times f_{(j)i} \quad (1)$$

ここで、 $F_{(j)}$ : 貨物輸送案jの評価値

$\omega_i$ : 各指標項目の総合評価重みの値

$f_{(j)i}$ : 各指標項目の値(指標値)の相対値

$F_{(j)}$ の値が大きくなればなるほど輸送案の評価が高くなる。

なお、 $j = T$ は、トラック輸送を、 $j = R$ は、鉄道コンテナ輸送を示す。

#### 3.2 評価値の算出

貨物輸送の評価値は、式(1)に示すように、指標項目の総合評価重みの値と同指標項目の値(指標値)の相対値との積の和で算出する。

##### 3.2.1 指標項目の総合評価重み

指標項目の総合評価重み( $\omega_i$ )は、貨物輸送における

各評価指標項目の重要性を反映する「共通の尺度」の基本である。従って、貨物輸送評価モデルの構築にあたって最初にすべき事は、輸送案を代表する各評価指標項目の総合評価重みの値を決定することであるといえよう。

ここでは、AHP手法の計算原理に基づいて、WEBアンケート調査で取得した荷主企業の物流担当者・経験者の意識判断データを用いて各評価指標項目の総合評価重みの値を求める。

### 3.2.2 指標項目の値（指標値）の相対値

#### (1) 指標項目の値（指標値）

定量的な指標項目としての「トータル輸送費用、トータル輸送時間、CO<sub>2</sub>排出量、エネルギー消費量、貨物駅やターミナルなどの輸送施設へのアクセスは、貨物の輸送ニーズ（輸送OD）に応じて指標値を算出することができる。

一方、「物流労働力の確保」、「輸送ネットワークの利用し易さ」、「輸送事業者とのつながり」、「輸送体系のわかり易さ」、「輸送ロットの適合」、「輸送品質」、「輸送障害時の対応」、「輸送情報の提供」などの定性的な指標項目の値については、荷主企業の物流担当者・経験者からの経験や勘によってスコアをつけてもらうことによって決定する。

#### (2) 相対値の算出

貨物輸送の評価は、「共通の尺度」に基づいて行うため、輸送案における各指標値を相対値に変換することが必要となる。陸上貨物輸送の場合では、トラック輸送と鉄道コンテナ輸送との比較を行うため、各種評価指標項目の値（指標値）の相対値は、以下の2つのパターンに分類して求める。

1つは、貨物輸送における評価指標項目の値（指標値）に比例して、評価も高くなる項目である。この場合の評価指標の相対値 ( $f_{(R)i}$ ) は、次の式(2)で算出することができる。

$$\begin{aligned} f_{(R)i} &= \frac{R_i}{R_i + T_i}, \\ f_{(T)i} &= \frac{T_i}{R_i + T_i} \end{aligned} \quad (2)$$

ここで、指標項目  $i$ : 図1に示す  $i = [4], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12]$  を指す

$R_i$ : 鉄道コンテナ輸送における指標項目  $i$  の指標値

$T_i$ : トラック輸送における指標項目  $i$  の指標値

もう1つは、指標値が大きくなると、評価が低くなる評価指標項目である。この場合の評価指標の相対値の計算は、次の式(3)で行うことができる。

$$\begin{aligned} f_{(R)i} &= \frac{1/R_i}{1/R_i + 1/T_i}, \\ f_{(T)i} &= \frac{1/T_i}{1/R_i + 1/T_i} \end{aligned} \quad (3)$$

ここで、指標項目  $i$  は、図1に示す  $i = [1], [2], [3], [5], [13]$  を指す。

## 4. 輸送制度上における地域別品類別の差異

貨物輸送は、これまで長期間実施されてきた輸送制度に基づいて行われる。輸送制度（運賃・料金の賃率）<sup>13)</sup>には、地域や貨物品類によって差異がある。このような背景により、貨物輸送においては、地域間あるいは品類間の違いのある商慣習が多く残っていると考えられる。

### 4.1 トラック輸送制度

陸上貨物輸送におけるトラック輸送の運賃制度は、これまでは、認可制、事前届出制そして事後届出制という3つの段階で大きく分けられる。2003年4月に実施された改正物流2法（貨物自動車運送事業法、貨物利用運送事業法＝貨物運送取扱事業法）により、トラック輸送の運賃・料金の「事前届出制」という規制が撤廃され、国土交通省の省令（改正貨物自動車運送事業法施行規則）による「事後届出制」に移行し、原価計算書の添付義務も廃止され、運賃設定が実質的に事業者の自由となった。

また、トラック運賃・料金には、積み合わせ運賃、宅配便運賃、メール便運賃、貸切り運賃、引越運賃、特殊運賃、貨物自動車利用運送運賃の7種類があり、各種類の運賃額は、輸送貨物の重量・距離等に応じて算出することができるが、貨物の発送地域によって、トラック運賃・料金の賃率が異なることがある。本稿では、トラック輸送と鉄道輸送との比較を行うため、事前届け出制時期の10トントラックの距離制貸切り運賃・料金を例として、地域間の差異を考察した。その結果、表1に示すように、関東運輸局所轄地域の賃率を100%とすると、中部運輸局所轄地域の賃率は99%～100%、近畿運輸局と北海運輸局所轄地域の賃率は97%～98%、東北運輸局、信越北陸運輸局、中国運輸局、四国運輸局そして九州運輸局所轄地域の賃率は87%～96%となる。それによって、事前届出制のときには、貸切りトラック運賃・料金の賃率に、地方運輸局間の差異が存在することがわかった。

表1 トラック運賃・料金における地域間の賃率差異

キロ程 (km まで)	北海道		東北		信越北陸(新潟)		関東		中部		近畿		中国		四国		九州	
	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限	上限	下限
50	97%	97%	94%	94%	93%	93%	100%	100%	99%	99%	98%	98%	91%	91%	96%	96%	96%	96%
100	96%	96%	87%	87%	93%	93%	100%	100%	100%	100%	98%	98%	90%	90%	95%	95%	96%	96%
150	97%	97%	91%	91%	93%	93%	100%	100%	99%	99%	97%	97%	93%	93%	96%	96%	96%	96%
200	98%	98%	94%	94%	92%	92%	100%	100%	99%	99%	97%	97%	95%	95%	96%	96%	96%	96%
200-500, 20kmを増すこと の増加額	99%	99%	95%	94%	93%	93%	100%	100%	100%	99%	97%	97%	95%	95%	97%	97%	96%	96%
500以上, 50kmまで を増すこと の増加額	98%	98%	94%	94%	93%	93%	100%	100%	99%	99%	97%	97%	95%	95%	97%	97%	96%	96%

表2 コンテナ貨物の集配料金における地域間の差異

距離 (km まで)	東京都区内及び大阪市内に 所在する駅		政令指定都市(大阪市を除く) に所在する駅		その他に所在する駅	
	5トンコンテナ 貨物	10トンコンテナ 貨物	5トンコンテナ 貨物	10トンコンテナ 貨物	5トンコンテナ 貨物	10トンコンテナ 貨物
10	100%	100%	90%	91%	85%	85%
50	100%	100%	95%	95%	92%	92%
100	100%	100%	97%	97%	95%	95%
101以上, 10km までを増すことに	100%	100%	100%	100%	100%	100%

4.2 鉄道貨物輸送制度

鉄道コンテナ輸送は、コンテナ貨物列車と集配トラックを組み合わせたインターモーダル輸送であるため、利用運送事業が主流となっている。利用運送事業においては、改正物流2法により参入規制の緩和・撤廃等がさらに進行し、海運も幹線輸送に加えられた。また、同事業の運賃・料金の事前届出制が廃止された。同時に、鉄道事業法の改正により需給調整規制が廃止され、運賃・料金の上限認可制も廃止された。かわりに、著しく不適切な運賃・料金があった場合は、事業改善命令で事後的に是正するという制度が導入された。

現在の時点では、鉄道輸送分の運賃率は、全国一律となっているが、集貨トラック輸送と配達トラック輸送に関わる発送・到着料金については、表2に示すように、東京都区内・大阪市内に所在する貨物駅の集配料金は100%とすると、政令指定都市に所在する貨物駅の集配料金は90%~97%、その他の地方に所在する貨物駅の集配料金は85%~95%となった。貨物駅所在地の地域によってコンテナ貨物の集配料金における地域間の差異があることがわかった。

4.3 貨物輸送の割増・割引制度

貨物の大分類には、農水産品、林産品、鉱産品、金属機械工業品、化学工業品、軽工業品、雑工業品、排出物(使用済み製品、循環資源、産業廃棄物)、特殊品(取り合わせ品など)の9品類がある。それらの貨物輸送には、輸送量そして輸送条件によって運賃料金の割増・割引、品目割増・割引、地区冬期割増などの制度<sup>13) 14)</sup>がある。

5. 地域別品類別輸送評価モデル

前述したように、関連法律の改正や規制緩和によって輸送制度が変化している。しかし、日本の商慣習の基本特性として、取引当事者間の信頼関係を前提に、取引条件に関して必ずしも契約書に明示されない暗黙の契約をもとにした長期継続的な取引を重視する傾向<sup>15)</sup>があり、貨物輸送に関わる商慣習は、長期間に実施されてきた輸送制度とそれにわたって繰り返し行われてきた地域のやり取りなどの伝統および文化により形成されたと考えられる。それによって、地域別品類別における貨物輸送評価の差異が存在する可能性がある。ここでは、貨物の出荷地や品類に対する、3章で述べた評価の「共通の尺度」の基本である各評価指標項目の総合評価重みを考察する。

5.1 使用データ

本研究で使用するデータは、これまで貨物評価手法を開発した時に使われたWEBアンケート調査で取得した荷主企業の物流関係者の意識判断データ(2013年2月に実施)を活用し、有効サンプル数(1032)を地域別貨物品類別に分類したものである。

使用するデータの貨物の出荷地域別のサンプル数は、北海道に28、東北に58、関東に347、中部に74、信越北陸に181、近畿に197、中国に54、四国に29、九州に64ある。また品類別では、農水産品は106、林産品は2、鉱産品は14、金属機械工業品は370、化学工業品は110、軽工業品は91、雑工業品は61、廃棄排出物は2、特殊品は55、品類不明は221である。

5.2 評価項目の総合評価重みに関する考察

貨物輸送の評価モデルの構築は、上記の意識判断データを用いて、地域別ならびに貨物品類別に細分類し、AHP計算原理に基づいて各種評価モデルにおける評価指標項目の総合評価重みを算出することによって行った。

その結果を図2、図3に示す。

トータルで見ると、貨物輸送の評価において、最も重

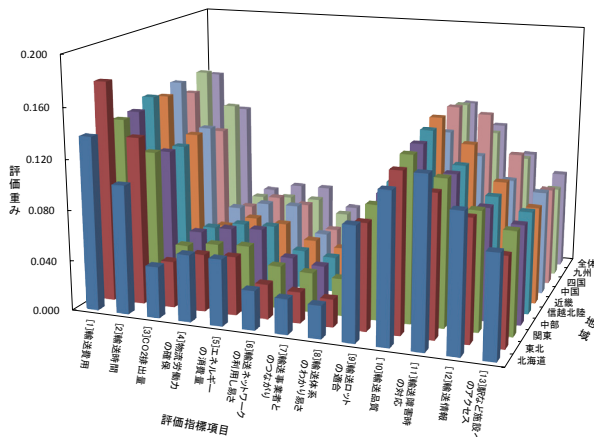


図2 地域別貨物輸送評価モデルの各指標項目の総合評価重み

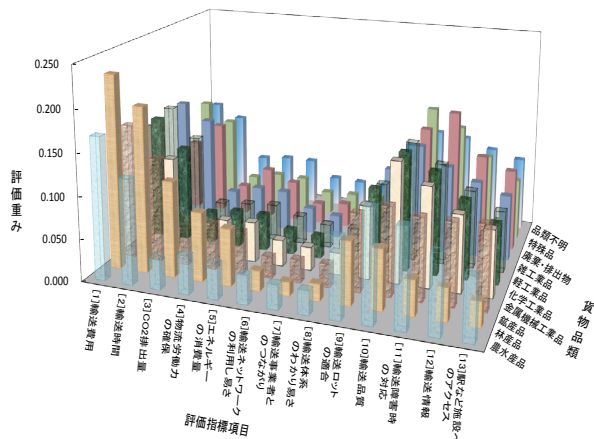


図3 品類別貨物輸送評価モデルの各指標項目の総合評価重み

視されている指標項目は、輸送費用、輸送品質、輸送障害時の対応、輸送時間であるが、輸送情報、輸送ロットの適合そして貨物駅やターミナルへのアクセスなどの状況についても、ある程度は重視されている。また、物流労働力の確保、貨物輸送に伴うCO<sub>2</sub>排出量やエネルギー消費量などは、荷主企業によっては考慮されている。

図2は、地域別貨物輸送評価モデルにおける各指標項目の総合評価重みを示すもので、地域によってその総合評価重みの値に差異があることが判明した。その中に、全体モデルに比べて、北海道地域、東北地域、四国地域の差異が最も大きい。次は、近畿地域、中国地域、九州地域で、そして中部地域、信越北陸地域である。関東地域の貨物輸送評価モデルは、全国を1つにまとめた全体モデルとほぼ一致している。

図3は、品類別貨物輸送評価モデルにおける各評価指標項目の総合評価重みを示す。品類分類なしの全体モデルに比べて、貨物の品類によって各指標項目の総合評価重みの値にかなり差があることがわかった。

### 5.3 各種評価モデル間の差異

前節までに、貨物出荷所在地の地域や貨物品類による各評価項目の総合評価重みの違いを示したが、これは、貨物輸送における商慣習などの影響によるものといえよう。また、各種評価モデル間の差異については、式(4)に示すように、全体モデルに比較した各総合評価重みの値の差の絶対値を用いて考察することができる。

式(4)は、地域別あるいは品目別の貨物輸送評価における差異を算出するものである。

$$\delta_{(k)} = \sum_i |\omega_{ik} - \omega_{i0}| \quad (4)$$

ここで、 $\delta(k)$ は、全体モデルに対する各種評価モデルの差異を示す値である。 $k$ は、地域あるいは品類を示すパラメータで、 $k=0$ は、全体モデルを示すものとする。また、 $i$ は、評価指標項目を指す。

表3は、全体モデルに対する地域別モデルの差異である。この結果から、最も大きな差異がある地域モデルは、東北地域(差異:0.103)であるが、次には、北海道地域(差異:0.082)、四国地域(差異:0.081)、中国地域(差異:0.051)、九州地域(差異:0.042)、中部地域(差異:0.036)、近畿地域(差異:0.035)、信越北陸地域(差異:0.034)、

表3 全体モデルに対する地域別モデルの差異

地域	地域別貨物輸送の評価差異
全体	—
北海道	0.082
東北	0.103
関東	0.020
中部	0.036
信越北陸	0.034
近畿	0.035
中国	0.051
四国	0.081
九州	0.042

表4 全体モデルに対する品類別モデル差異

品類	品類別貨物輸送の評価差異
全体	—
農水産品	0.072
林産品	0.583
鉱産品	0.121
金属機械工業品	0.031
化学工業品	0.049
軽工業品	0.052
雑工業品	0.057
廃棄・排出物	0.200
特殊品	0.089
品類不明	0.117

## 特集：輸送・交通計画技術

関東地域（差異：0.020）の順であることがわかった。

表4は、全体モデルに対する品別モデルの差異を示したものである。表4より、農水産品の貨物輸送評価モデルと全体モデルとの差異は0.072、林産品輸送の評価差異は0.583、鉱産品輸送の評価差異は0.121、金属機械工業品輸送の評価差異は0.031、化学工業品輸送の評価差異は0.049、軽工業品輸送の評価差異は0.052、雑工業品輸送の評価差異は0.057、廃棄排出物輸送の評価差異は0.200、特殊品輸送の評価差異は0.089であり、「品別不明」のものについては0.117の差がある。この結果から、品別貨物輸送評価モデルには、かなり差異が存在することがわかった。

以上の考察により、貨物出荷所在地の地域や貨物品類によって貨物輸送の評価が異なることが判明した。

このほか、3章で説明した定量的な評価指標値において、同じ輸送距離でも、地域や貨物取扱輸送制度などにより異なる輸送費用となることがある。定性的な評価指標項目の値は、物流担当者の勘によりスコアをつけるものであるため、商慣習が影響を及ぼすことを推察できる。

上述のように地域および貨物品類による評価のばらつきが大きいため、地域と貨物品類によるマトリクスとした包括的な評価モデルを立てる必要がある。現在もこれに向けての作業を進めている。

## 6. まとめ

鉄道貨物輸送は、地球温暖化や物流労働力不足、そして輸送効率化などに対する有効な対策として大きく期待されており、鉄道輸送の特長を如何に発揮するかが歴史的かつ現実的な課題になっている。また、多くの複雑な内部・外部要素に関係している貨物輸送市場においては、荷主企業が自社の商品輸送ニーズに応じて輸送手段や輸送計画案などの対比・評価により意思決定を行うため、商品出荷の所在地域や貨物品類による商慣習の影響が存在すると考えられる。

本研究では、これまでの研究開発をベースにして、WEBアンケート調査で取得した荷主企業の物流担当者・経験者の意識判断データを用いて、地域別品別別にさらに細分類し、各種評価モデルの構築における各評価指標項目の総合評価重みを計算し、地域別品別貨物輸送評価モデルの構築についての検討を行った。その結果としては、地域や品類によって貨物輸送評価に差異が存在することが判明した。貨物輸送の状況に応じた系列評価モ

デルの構築が必要と考えられることから、今後も研究開発を深度化したい。

## 文献

- 1) T. L. Saaty: The Analytical Hierarchy Process, McGraw-Hill, 1980.
- 2) 高野伸栄：土木計画学分野における AHP の応用と展開、オペレーションズリサーチ, 第1号, pp.13-17, 1999
- 3) 張崎, 西村昂：交通嗜好評価への AHP 手法の適用に関する研究, 交通工学, Vol.32, No.4, pp.9-16, 1997
- 4) 梶田佳孝, 樗木武, 木村和弘, 佐田真吾：通勤時交通機関選択の AHP 手法と非集計モデルの比較について, 土木学会第49回年次学術講演会, pp.388-389, 1994
- 5) 木下栄蔵：階層分析法による交通経路選択特性の評価, 運輸と経済, 第46巻, 第6号, pp.64-73, 1986
- 6) 西淳二：AHP モデルによる歩行者の経路選択に関する研究, 交通工学, Vol.26, No.3, pp.43-49, 1991
- 7) 湯沢 昭, 渡辺 愛子, 須田 熙：パワーセンター開業による消費行動の分析と商業地選択モデルの作成, 土木計画学研究・論文集, No.14, pp.297-304, 1997
- 8) 長瀬 恵一郎, 中野 裕成, 松本 昌二：中心商業地における駐車場の選好構造と需要予測, 土木計画学研究・論文集, No.10, pp.255-262, 1992
- 9) 西江勇二, 菊池誠, 池田博志：AHP (階層化意思決定法) を用いたシステム有効度の評価手法 - ライフサイクルコストリングへの応用 -, 鉄道技術研究所速報, 1987
- 10) 星健太郎, 加納貞彦, 高橋敬隆, 品川準輝, 三浦章：AHP 的アンケートの web 構築とその分析法について, 2006 PC カンファレンス, 立命館大学衣笠キャンパス, pp.103-106, 2006
- 11) 坂巻英一, 鈴木邦成, 若林敬造, 渡邊昭廣, 河合信明, 唐澤豊：環境品質マネジメントにもたらす課題に対する AHP 階層モデルを用いた貨物輸送についての政策提言に関する一考察, 日本ロジスティクスシステム学会誌, Vol.13, No.1, pp.129-136, 2013
- 12) 属国権：鉄道貨物輸送の経済性・効率性評価手法の開発, 鉄道総研報告, Vol.30, No.1, 2016
- 13) 交通日本社：貨物運賃と各種料金表, 2007
- 14) JR 貨物発行：コンテナ営業ガイド, 2014
- 15) 丸山雅洋など：日本の流通システム：理論と実証, 経済分析第123号, 内閣府経済社会総合研究所, 1991