

東アジア～欧州間国際貨物の航空／海上輸送の分担に関する一考察

On Modal Split between Air and Maritime Shipping for International Cargo between East Asia and Europe

柴崎隆一 (正会員：国土交通省国土技術政策総合研究所)，
神波泰夫 (非会員：(株)パシフィックコンサルタンツ)，渡部大輔 (正会員：東京海洋大学)
Ryuichi SHIBASAKI (National Institute for Land and Infrastructure Management),
Yasuo KANNAMI (Pacific Consultants, Co.),
Daisuke WATANABE (Tokyo University of Marine Science)

要旨

本稿は、東アジア～欧州間の国際貨物輸送について、特に貨物の価値（単価）およびその同一品目内のばらつきに着目して、航空と海運・その他の間の輸送機関選択に関する要因を検討するものである。具体的には、品目別の単価と分担率の関係を把握したうえで、各品目内の貨物の価値の分布（ガンマ分布）を想定し、同一品目内でより価値の高い貨物が航空を利用するとの想定から、品目ごとに航空を利用する貨物の最低単価（航空輸送閾単価）を推計して、品目による分布形や閾単価の相違について考察した。

Abstract

This paper summarized current status on the modal split of international cargo shipping between East Asia and Europe and discussed its reason, mainly from the viewpoint of value of cargo and its distribution in the same category of trade data. After relationship between unit price and share of air transport was examined by commodity, the threshold of unit price between air and maritime transport was estimated for each commodity, by assuming that it follows a gamma distribution. The difference between commodities in the estimation results was also discussed.

1. はじめに

国際貨物輸送における航空と海運の輸送モード選択については、近年では競合が増えているとの指摘もあり⁽¹⁾、機関分担の現状・特徴を把握する必要性は増していると考えられるものの、データの制約等のため世界的に見ても研究例があまり多いとはいえない状況にある。

一般的に言えば、航空輸送は、運賃負担力のある（＝単価の高い）貨物が運ばれることが多いと考えられる。たとえば Harrigan⁽²⁾は、米国輸入貨物を対象とした航空分担率の回帰分析によって、距離が離れた国からの輸入ほど高価格で航空分担率が高いことを示している。

しかしながら、現実の航空輸送を考えると、生鮮食料などの腐りやすい貨物（perishable goods）やアパレルなどの流行品といった鮮度が重要な貨物、あるいは自動車部品のようにサプライチェーンに組み込まれ、普段は海上輸送を利用していても納期などの関係で急ぐときは航空輸送を使うケースなど、単純に単価だけでは選択要因を説明できない場合もあると考えられる。たとえば Hummels and Schaur^{(3),(4)}は、世界経済のグローバル化により遠方からの調達が可能になったことによって輸送時間が長時間化し、上述のような生鮮品などの品質の劣化や急激な技術進歩による陳腐化などを含

む在庫費用や減価償却費用の増大に加え、発注と配送のタイミングのギャップが大きくなることによって需要を見誤るリスクも増加したことから、迅速な輸送が可能である航空輸送の重要性が増加していることを指摘している。また、サプライチェーンの進展によって調達構造が多層化する中で、輸送時間の重要度はさらに強まっているとも述べている。さらに、このような現状認識のもとで、Hallak⁽⁶⁾等で構築された「製品の質」を考慮した貿易モデルに、質を表す変数として時間要素(輸送時間が増えるほど質が低減する)を導入することで輸送費と製品の質の低下のトレードオフを表現し、米国輸入貨物を対象とした相手国別の機関選択データを用いて、品目別にパラメータの推定を行っている。彼らによって提案された手法は、多国籍企業の国際的な立地行動の分析⁽⁶⁾や世界的に著名な国際貿易分析を目的とした一般均衡モデル(GTAPモデル)への適用⁽⁷⁾など、様々な論文等で活用され始めている。

一方で、交通工学(交通需要予測)の分野では、4段階推定法の機関選択モデルへの適用等を念頭に、国際貨物における航空と海運の機関分担モデルを構築した研究例がいくつかあげられる⁽⁸⁾⁻⁽¹¹⁾。これらのモデルにおいては、より精度の高い実務的なモデルを構築する意図等により、上述の国際経済学的な観点から構築されたモデルと異なり、地域間の輸送需要は所与(たとえば4段階推定法においては、地域間輸送需要はより上流の分布交通量予測モデル等により別途推計される)として費用面にのみ着目する一方で、ロジットモデルのようなランダム効用理論に基づく確率的選択モデルが適用されている。ランダム効用理論においても、国際経済学的モデルと同様に、個々の貨物については自らの効用を最大化するように輸送機関の選択を行うことが想定されているものの、一般化費用(輸送費用+貨物の価格に比例する時間価値*輸送時間)のような観測可能な項(確定項)に加え、モデル構築者が観測できない誤

差項の存在を仮定することで、確定項が同じであっても選択結果が異なる状況が説明される。誤差項の存在を航空/海運の分担問題の文脈で解釈すれば、同じ品目に分類される貨物でも価値が異なるという集計誤差に加え、ここまでで述べたような要因(貨物の鮮度やサプライチェーン上の理由等)も含まれると考えられる。

このように、航空と海運の機関分担に関する研究の多くは、輸送費用と時間の経過による価値の低減(または時間費用の増加)のトレードオフを基本としつつ、品目によりその他の要因が異なるために機関分担の結果が品目によって異なる(ので品目別にパラメータを推定する)、というロジックとなっている。また、上記既存研究についてもう一点指摘すると、データの入手可能性の理由から、日本の税関統計データを利用している坪井ら⁽⁸⁾を除くと、すべて米国貿易統計データを用いて、米国発着貨物を対象とした研究となっている。東アジア~北米、欧州~北米と並んで世界の主要貿易ペアであり、かつこれらのなかで最も距離の長い東アジア~欧州間の国際貨物における機関分担について言及した研究・調査は、非常に少ない。

以上を踏まえ、著者ら^{(12),(13)}は、米国発着だけでなく、世界中の各国・地域間の機関分担が把握可能なIHS社の提供するWorld Trade Service(WTS)データを元に、東アジア・北米・欧州の各地域間における航空/海運や、海運におけるコンテナ/非コンテナの品目別の分担状況を整理したうえで、品目ごとの特徴を把握するため、多変量解析手法により品目の分類を行った。WTSデータは、2014年8月現在、世界100カ国以上を対象に、各国間の貿易額(USドルベース)および輸送量(トンベース、コンテナについてはTEUベースも含む)が、航空・海運・陸上その他の輸送機関別に、13品類・164品目ごとに提供されている(海上輸送量については、コンテナ、ドライバルク、液体バルク、ネオバルク/ブレイクバルクの内訳も含む)。しかしながら、前述の各研究で利用され

ている米国等の貿易統計データ (HS ベース) に比べれば、品目や発着地 (WTS データは国レベルにとどまる) の区分が粗く、精緻な推定には適さないという課題がある。

そこで本研究は、米国発着貨物と比べて研究例が少ないものの、近年ではスエズ運河経由の通常ルートに加え、ユーラシア大陸のランドブリッジや北極海航路など新たな輸送ルートも着目されている東アジア～欧州間の国際貨物輸送に注目し、WTS データを用いて、機関分担に関する品目ごとの特徴を把握することを目的とする。具体的には、WTS データが貿易統計に比べると品目分類が粗いこと、および前述のランダム効用理論における誤差項の解釈を念頭に、各品目内の貨物の価値のばらつき (分布) を想定し、同一品目内でより価値の高い貨物が航空を利用するとの想定から、品目ごとに航空を利用する貨物の最低単価 (航空輸送関単価) を推計し、品目による分布形や関単価の相違を把握する。これにより、上で述べた既存研究と同様に、海運と航空の機関分担に関する各品目の特徴について考察するものである。

2. 東アジア～欧州間国際貨物における航空輸送の現状

2. 1 概要および他地域との比較

WTS データによれば、2013 年における東アジア (日本、韓国、中国 (香港含む)、台湾、その他東アジア、アセアンの合計) と欧州 (欧州大陸の全諸国、ロシアやカフカス諸国も含む) との間の貿易額は、東アジア (EA) 発欧州 (EU) 着貨物 (以下、EA-EU 貨物) が約 8,640 億ドル、欧州発東アジア着貨物 (以下、EU-EA 貨物) が約 7,090 億ドルで、そのうちそれぞれ 18.7% および 12.6% にあたる約 1,610 億ドルおよび約 890 億ドルが航空輸送と推計されている。また、貨物量 (トン) ベースで見れば、EA-EU 貨物が約 1 億 3900 万トン、EU-EA 貨物が約 3 億 1800 万トンで、そのうちそれぞれ 1.8% および 0.3% にあたる約 253 万トンおよび約 95.4 万トンが

航空輸送となっている。なお、EA 着貨物の方が貨物量が非常に大きいのは、東アジア諸国がロシア等から大量の石炭・石油・天然ガスを輸入しているためである。

同様に、東アジア、欧州、および北米 (米国・カナダ・メキシコ) の各地域間の航空輸送額と総額に占めるシェアを表 1 に、および航空輸送量と総量に占めるシェアを表 2 に示す。両表より、金額ベースで見れば、EA-EU 間国際貨物の航空輸送シェアは、東アジア域内貨物 (以下 EA 内貨物) よりは大きく、東アジア～北米 (NA) 間貨物よりは小さいことがわかる (ただし、EU-EA 貨物の航空輸送額シェア (12.6%) は EA 内貨物とほぼ同程度)。また、輸送量ベースで見ても同様の傾向にある (ただし、EA-EU 貨物の航空輸送量シェア (1.83%) は、EA-NA 貨物より若干大きい)。

また両表より作成した各地域間全貨物および航空貨物の平均トン単価を、表 3 に示す。総じて航空貨物の単価は全貨物の平均単価の 10 倍以上 (地域によっては 100 倍以上) 大きくなっている。また、全貨物の平均単価については、東アジア諸国が世界の工場として工業製品を多く輸出していることから、EA 発貨物の単価

表 1 世界 3 大地域間の航空貨物輸送額 (10 億ドル) および総額に対するシェア

発着→	East Asia	Europe	North America
East Asia	341.3 (12.2%)	161.3 (18.7%)	276.7 (27.8%)
Europe	89.0 (12.6%)	-	208.9 (37.4%)
N. America	184.0 (42.0%)	186.2 (48.8%)	35.6 (3.3%)

出典：WTS データに基づき筆者作成

表 2 世界 3 大地域間の航空貨物輸送量 (1000 トン) および総量に対するシェア

発着→	East Asia	Europe	North America
East Asia	3,710 (0.26%)	2,532 (1.83%)	2,207 (1.62%)
Europe	954 (0.30%)	-	1,368 (1.00%)
N. America	1,287 (0.41%)	1,269 (0.78%)	287 (0.05%)

出典：WTS データに基づき筆者作成

表 3 世界 3 大地域間の航空貨物単価 (1000 ドル/トン) および平均単価 (カッコ内)

発着→	East Asia	Europe	North America
East Asia	92.0 (1.9)	63.7 (6.2)	125.4 (7.3)
Europe	93.3 (2.2)	-	152.7 (4.1)
N. America	143.0 (1.4)	146.7 (2.3)	124.2 (1.8)

出典：表 1・2 より作成

がEA着貨物のそれより大きいものの、航空貨物の単価は逆の傾向となっており、EA着貨物の方が単価のばらつきが大きいことが伺える。

2.2 品目別の分担率

EA-EU貨物における品目ごと（取引のない原油を除く）の、平均単価と航空輸送シェア（金額ベースおよびトンベース）の関係を図1に示す。ここで予備的な試行により、WTSデータの13品類を、表4に示す2グループ（食品・生鮮、その他）に分けて表示している。図より、グループAに属する食品・生鮮貨物はその他の品目（グループB）よりも単価が安くても航空分担率が高いこと、それぞれのグループにおいては単価が高くなると航空分担率が高くなる傾向にあること、およびトンベースの方がこれらの傾向が明確であること、が読み取れる。

また、個別品目についてみると、グループAのなかでも単価に対して相対的に航空分担率の高いのは、切花、生鮮・チルドの魚介や野菜、苺類、酪農品などの生鮮品となっており、冷凍品や肉類、穀物、果物などはグループBの一般貨物に近い傾向にある。すなわち、perishable goodsとよばれるような品目において、単価が安い割に時間の経過による価値の低減速度が早く、時間価値が相対的に高い貨物であるため航空輸送が選択されやすい傾向が読み取れる。

一方、グループBの中にも、電話機、半導体などがグループAに比較的近く、価値の低減が早い品目があることがわかる。逆に、機関車、生地、自動車等は単価が比較的高い割にほとんど航空輸送されていない。これらの品目はロットが大きいことも一因と考えられる。また、石材と貴金属はやや特殊な傾向となっており、どちらも一部にかなり特徴的な貨物が含まれることが推察される（石材は、一部の非常に単価の大きい高級品が航空輸送されていると考えられ、貴金属は、一部の非航空輸送貨物に非常に単価の大きいものが含まれると考えられる）。

ついで図2に、航空輸送貨物に限定した平均

単価と航空分担率（金額ベース）との関係について示す。これについても、図1と概ね同様の傾向を示しており、航空貨物に限っても、グループAに属する生鮮貨物の単価は相対に小さ

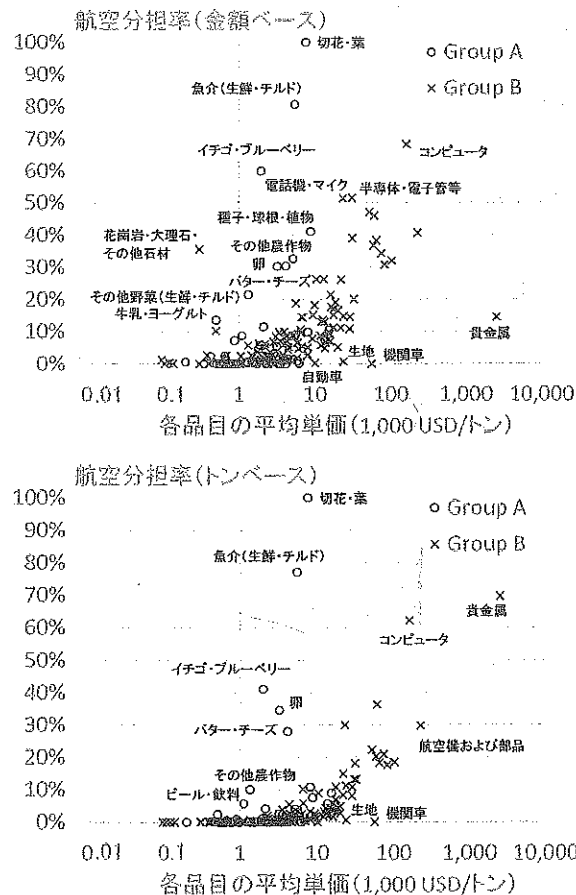


図1 東アジア発欧州着(EA-EU)貨物における品目別の平均単価と航空分担率

表4 以下の分析における品目分類

グループ	含まれる品類	品目数*
A (食品・生鮮)	農作物 (vegetable products) 酪農品・魚類 (animal products) 飲料品・食用油 (beverages & oils)	51
B (原材料および工業品)	化学製品 (chemicals & related products) コンピュータ・通信機器 (computers, office, communications, & professional equipment) 鉱産品 (energy and mining) セメント・窯業 (glass & non-metallic products) 機械・電気 (machinery & electrical equipment) 鉄鋼・金属 (metals & metal products) その他加工品 (家具・玩具・時計・煙草等) (miscellaneous) 繊維 (textiles, leather, & apparel) 運輸機器および部品 (transportation equipment & parts) 木材・木製品 (wood, paper & related products)	113

*航空輸送実績のない品目も含む。

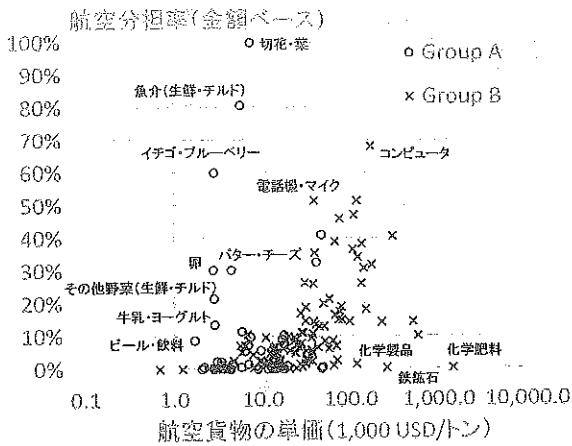


図2 東アジア発欧州着 (EA-EU) 貨物における品目別の航空貨物平均単価と航空分担率(金額ベース)

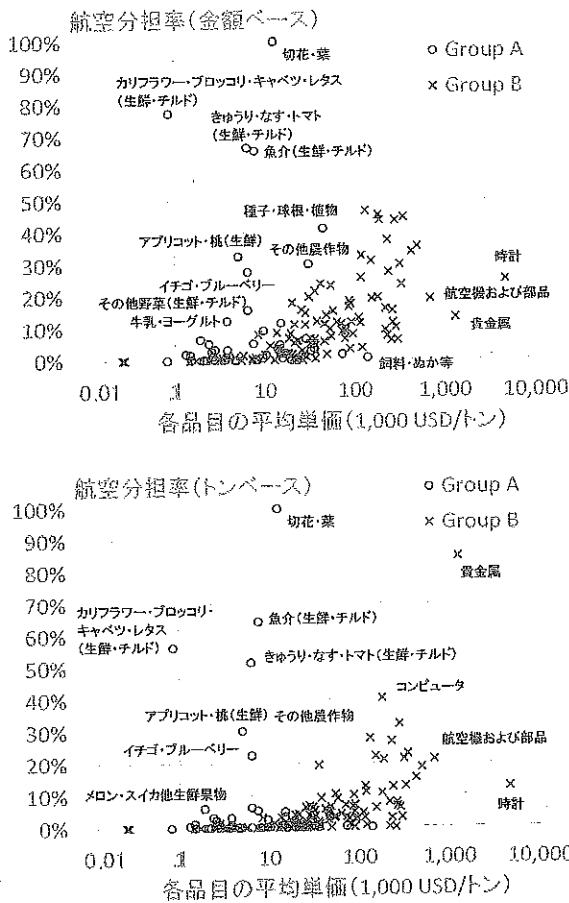


図3 欧州発東アジア着 (EU-EA) 貨物における品目別の平均単価と航空分担率

いことが確認できた。なお、本図には航空分担率がゼロの品目(石炭、機関車等12品目)は含まれないことに注意が必要である。化学肥料、鉄鉱石なども図1の石材と同様、ごく一部の高

級品が航空輸送されていることがわかる。

なお、逆方向であるEU-EA貨物についても、図3に品目別平均単価と航空分担率(金額ベースおよびトンベース)の関係を示すとおり、以上で述べたEA-EU貨物と概ね同様の傾向が観察される。

3. 航空輸送関単価の推計

3.1 推計方法

2.の図1と図2でみたように、グループAに属する生鮮貨物については平均単価と航空貨物単価があまり変わらず、またグループBに属する貨物も、多くの品目については、航空貨物単価のグラフ(図2)は平均単価のグラフ(図1)から全体的にやや右にシフトした形になっているものの、一部品目については平均単価と航空貨物単価の乖離が大きい。このように、各品目内の単価のばらつき(分布)が品目によって様々に異なる状況が想定される中で、様々な形状の分布を2つのパラメータ(形状母数 k 、尺度母数 θ)で表現可能な一般的な関数のひとつであるガンマ分布 $\Gamma(k, \theta)$ によって、各品目内の単価の分布を表現することとする。そして、仮に、各品目ごとに設定される単価の閾値を超えた貨物はすべて航空で輸送され、閾値以下の貨物はすべて航空以外の輸送モードで運ばれると想定する。

このとき、各品目 i の単価分布は、ガンマ分布 $\Gamma(k^i, \theta^i)$ の確率密度関数の定義式

$$f(x|k^i, \theta^i) = \frac{1}{\Gamma(k^i)} \cdot \frac{1}{\theta^{k^i}} \cdot x^{k^i-1} \cdot e^{-\frac{x}{\theta^i}} \quad (1)$$

および累積密度関数

$$F(x|k^i, \theta^i) = \int_0^x f(u) du = \frac{1}{\Gamma(k^i)} \cdot \int_0^{\frac{x}{\theta^i}} t^{k^i-1} \cdot e^{-t} dt \quad (2)$$

に従うものとする。ここでWTSデータより、各品目 i の平均単価 p^i 、金額ベースの航空シェア s^i 、航空貨物単価 p_a^i が分かっていることから、単価の閾値(以下、航空輸送関単価)を p^i

とすれば,

$$s^i = 1 - F(p_t^i | k^i, \theta^i), \quad \forall i \quad \text{-----(3)}$$

$$p^i = E[f(x|k^i, \theta^i)] = \int_0^\infty x \cdot f(x|k^i, \theta^i) dx$$

$$= \frac{1}{\Gamma(k^i)} \cdot \frac{1}{\theta^i k^i} \cdot \int_0^\infty x^{k^i} \cdot e^{-\frac{1}{\theta^i} x} dx$$

$$= \frac{\Gamma(k^i+1)}{\Gamma(k^i)} \cdot \theta^i = k^i \cdot \theta^i, \quad \forall i \quad \text{-----(4)}$$

$$p_a^i = \frac{1}{s^i} \cdot \int_{p_t^i}^\infty x \cdot f(x|k^i, \theta^i) dx$$

$$= \frac{1}{s^i} \cdot \left\{ \int_0^\infty x \cdot f(x|k^i, \theta^i) dx - \int_0^{p_t^i} x \cdot f(x|k^i, \theta^i) dx \right\}$$

$$= \frac{p^i}{s^i} \cdot \{1 - F(p_t^i | k^i + 1, \theta^i)\}, \quad \forall i \quad \text{-----(5)}$$

が成り立つので, (3), (4), (5)式に既知の p^i, s^i, p_a^i を代入して, k^i, θ^i, p_t^i を求める。なおここで, 定義より $0 \leq F(x|k^i, \theta^i) \leq 1$ であることから, (5)式が成り立つためには,

$$p_a^i \cdot s^i < p^i, \quad \forall i \quad \text{-----(6)}$$

が必要となる。

3. 2 推計結果と考察

(6)式および $p_a^i > p^i$ を満たす 127 品目 (グループ A : 39, グループ B : 88) について, k^i, θ^i, p_t^i を推計した。航空輸送関単価 p_t^i のヒストグラムを図4に示す。グループ A の重み付き平均関単価は 9,910 ドル/トン (標準偏差 26,600 ドル/トン), グループ B は 18,500 ドル/トン (標準偏差 16,900 ドル/トン), また全品目の重み付き平均関単価は 16,700 ドル/トン (標準偏差 16,200 ドル/トン) であった。

図5に, 13 品類別に算出した重み付き航空単価 p_a^i , 関単価 p_t^i , 平均単価 p^i を示す。図より, 関単価は航空単価 (標準偏差 28,400 ドル/トン) に比べればばらつきは小さくなっており, 特にグループ B については, 平均単価も高いコンピュータ・通信機器を除けば, 化学製品や機械・電気, その他加工品, 繊維といった関単価 2 万ドル前後の比較的軽量のサブグループと, セメント・窯業, 鉄鋼・金属, 運輸機器及

び部品, 木材・木製品といった関単価 1 万ドル前後の重量物サブグループに概ね分けられる。なお, 酪農品・魚類において関単価が航空単価より高いのは, 本図で示す品類別の関単価は, 当該品類を構成する各品目の関単価を各品目の総重量により重み付けして算出しており, ここで総重量が大きい品目と航空輸送重量の大きい品目が異なるために生じている。

次に, 推計された航空輸送関単価 p_t^i とガンマ関数のパラメータ k および θ との散布図を図6に示す。また, 推定された品目別の累積密度関数を図7に示す。図7には, 推計された関単価も示す。

図6上より, 形状母数である k と航空輸送関単価 p_t^i の間には特に相関は見られなかった。換言すれば, 図7にも示すように, 品目によって分布形は様々であるといえる。一方で, 形状母数と, 航空貨物単価と平均単価の比 (p_a^i/p^i) の間には, 強い逆相関が見られた (べき乗関数による回帰において $R^2=0.671$)。たとえば, k が

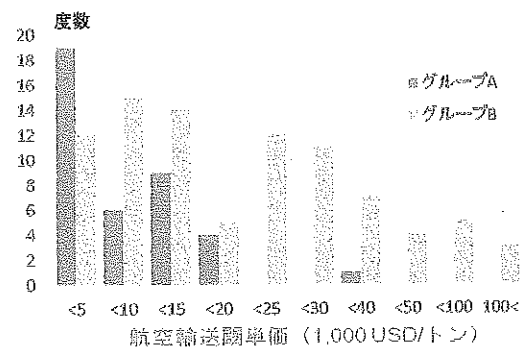


図4 推計された各品目の航空輸送関単価 p_t^i のヒストグラム (グループ別)

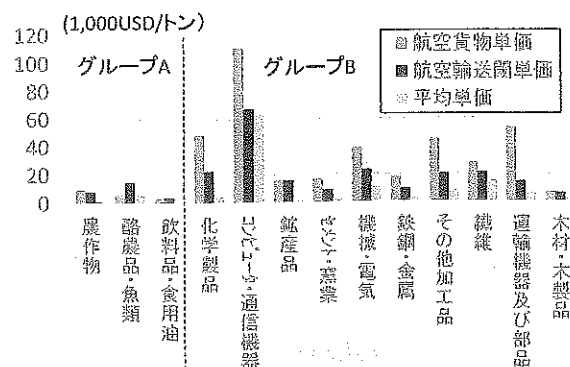


図5 品類別の航空・関・平均単価の推計結果

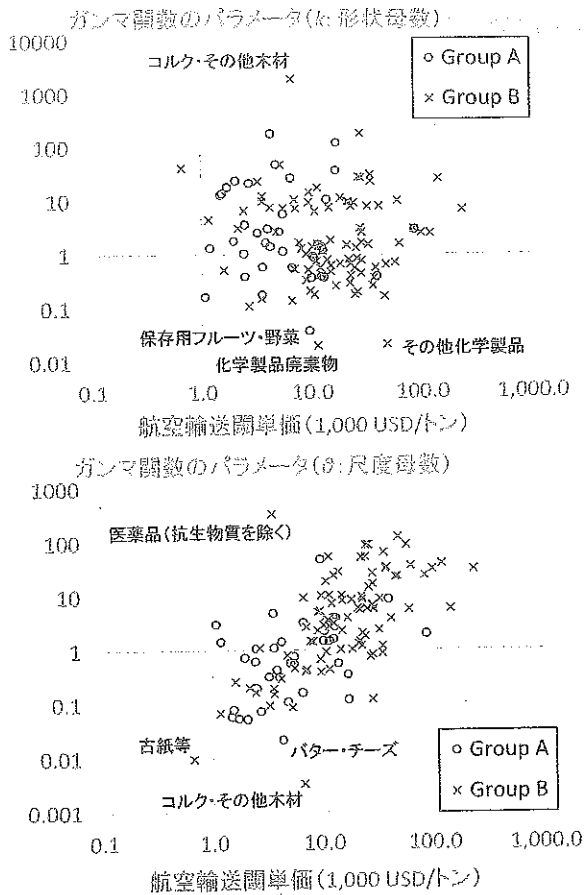


図6 推計された各品目の航空輸送関単価 p^i とガンマ関数のパラメータ k (上)および θ (下)との関係

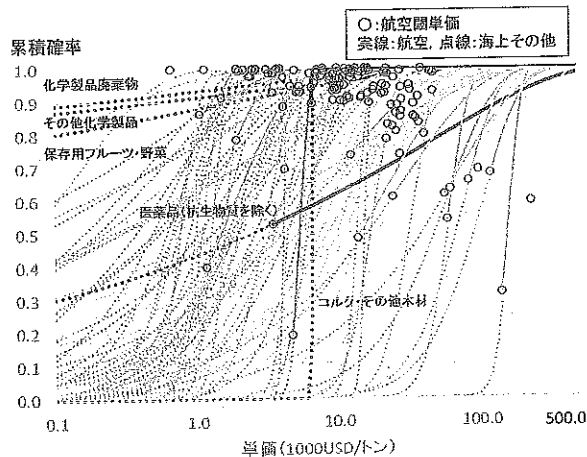


図7 推計された各品目の累積密度関数

最も大きいコルク・その他木材は、図7においても非常に立った累積密度関数となっており、これは、輸送量が127品目中最小(0.14トン)であり、 p_a/p も最小(1.04)であることを反映している。また、 k が小さいその他化学製品、化学製品廃棄物、保存用フルーツ・野菜につい

ては、いずれも p_a/p が大きく(17.7~44.5)、同じ品目内に様々な貨物が含まれていることが推察される。ただし、これらの品目については、図7に示す累積密度関数が極端に寝た形となっており、ガンマ分布による近似が適切でなく、実際には、たとえばピークが2つあるような分布形状となっている可能性も考えられる。

図6下に示される尺度母数 θ については、航空輸送関単価 p^i に比例する傾向が観察された。これは、(4)式に示される関係 ($\theta^i = p^i/k^i$) を踏まえれば妥当な結果と考えられる。特に他と比べて θ が大きい医薬品(抗生物質を除く)については、航空単価111.0(千USD/トン、以下同様)、平均単価52.5、両者と航空・全輸送機関の重量から推計した海上その他で輸送される貨物の単価35.8に対し、金額ベースの航空分担率が47.1%となっており、この状況を説明するために、図7に示すように累積密度関数がやはり極端に寝た形となっている。これについても、実際には上と同様にガンマ分布では表現できない形状である可能性が考えられる。

なお、以上の分析では、航空分担率がゼロまたは100%の品目に加え、2.で示した化学肥料、鉄鉱石、石材などあまりに航空単価が大きい品目や貴金属等については、(6)式または $p_a^i > p^i$ のどちらかを満たさないため、除外されていることに留意されたい。これらの品目については、別の分布形等を想定する必要がある。

4. おわりに

本稿では、東アジア~欧州間の国際貨物輸送について、機関分担(航空輸送とそれ以外)の現状および品目別の単価と分担率の関係を整理したうえで、航空とそれ以外の輸送モードの切り替えの目安となる航空輸送関単価を品目別に推計した。

結果として、品目別単価と分担率の関係の観察から、①単価が大きい貨物ほど航空輸送を利用する可能性が高いこと、また②食品・生鮮品は陳腐化が早いので単価が小さくても他の品

目と比べて航空利用率が大きいこと、がわかった。さらに、航空輸送関単価の推計からは、③航空輸送貨物の平均単価が10万ドル/トン程度であるなか、一般貨物のうち、化学製品や機械・電気、繊維など比較的軽量なものについては2万ドル/トン前後、食品・生鮮品や運輸機器、木材、鉄鋼・金属など重量物については1万ドル/トン前後、コンピュータ・通信機器については6万ドル超/トンが、航空輸送されるか否かの閾値となっていることが推察された。

推計された関単価は、航空単価に比べれば品目のばらつきが小さく、単価と機関分担の関係(単価が大きい貨物は航空を利用する)をより明確にすることができたといえる。一方、品目による関単価の相違については、食品・生鮮品は他の貨物より小さいことは示せたものの、その他の一般貨物のなかでは、重量物のほうが関単価が小さい推計結果となり、重量物は平均単価も小さい傾向があることを差し引いても、さらなる検討が必要である。また、1. で述べたような需要の変動リスクやサプライチェーン上の理由などについても、今後これらの要素を品目別に指標化できれば、関単価との関係を考察することが可能になる。

このように、本稿で示した関単価は、あくまで、これより大きい場合は必ず航空輸送を利用し、小さい場合は必ずそれ以外の輸送モードを利用するとの仮定に基づいて推計したものであり、その上で品目による関単価の違いを考察したものである。一方で、国際貿易・交通分野はデータの入手制約が大きいこともあり、なるべくシンプルな指標で大宗を表現すると言う実務上のニーズも踏まえれば、本稿で示した航空輸送関単価の考え方は、国際貿易の実態分析や、1. で述べたような国際経済モデル・機関分担モデルを扱う際に有益と思われる。

もう一点今後取り組むべき課題は、1. で整理した類似研究の多くでも焦点が当てられている輸送距離や時間の考慮である。すなわち、本稿では関単価推計の導入として東アジア～

欧州間輸送のみに着目し、距離や時間の要素はあえて考慮しなかった。今後は、世界各地域間の国際貿易データが提供されているWTSデータの特徴を活かす意味でも、距離の異なる地域間の貿易においても同様の推計を行い、距離や時間を考慮した分析・推計を行うことで、機関分担の理解がより深まることが期待される。

参考文献

- (1) 松田琢磨, 川崎智也: アジア米国間海上コンテナ輸送と航空輸送の競合度, 日本物流学会誌, Vol.21, pp.287-294, 2013
- (2) Harrigan, J.: Airplanes and comparative advantage, *Journal of International Economics*, Vol. 82, pp.181-194, 2010
- (3) Hummels, D, Schaur, G.: Time as a trade barrier, NBER Working Paper Series, Working Paper 17758, National Bureau of Economic Research, January 2012, <http://www.nber.org/papers/w17758>
- (4) Hummels, D, Schaur, G.: Time as a trade barrier, *The American Economic Review*, Vol.103, No.7, pp.2935-2959, 2013
- (5) Hallak, J. C.: Product quality and the direction of trade, *Journal of International Economics*, Vol.68, pp.238-265, 2006
- (6) Blyde, J., Molina, D.: Logistic infrastructure and the international location of fragmented production, *Journal of International Economics*, Vol.95, pp.319-332, 2015
- (7) Avetisyan, M., Hertel, T.: Impacts of trade facilitation on modal choice in international trade, 2015, prepared for 2016 annual meeting of the allied 'social science associations (ASSA), available at <https://www.aeaweb.org/aea/2016conference/program/retrieve.php?pdfid=1211>
- (8) 坪井竹彦, 兵藤哲朗, 脇田哲也: 物流費用を考慮した海上-航空国際貨物輸送モード選択モデル試案, 運輸政策研究, Vol.12, No.4, pp.31-41, 2010
- (9) Kato, T., Chin, A., Hanaoka, S., Kawasaki, T.: Investing sea shift in international freight transport: a case between Southeast Asia and US, 4th International Conference on Transportation and Logistics (TLOG 2012), 23-25 August 2012, Busan, South Korea
- (10) Yang, D., Ong, G., Chin, A.: An exploratory study on the effect of trade data aggregation on international freight mode choice, *Maritime Policy & Management*, Vol.41, No.3, pp.212-223, 2014
- (11) Sou, W., Ong, G.: Effect of trade data aggregation on international commodity mode choice, Conference proceedings of Eastern Asia Society of Transport Studies (EASTS), 9-11 September 2015, Cebu, Philippines
- (12) 石倉智樹, 柴崎隆一, 米本清: 輸送機関分担と単価に着目した国際貿易の品目間類似性および異質性に関する分析, 国土技術政策総合研究所資料, No.422, 2007
- (13) Shibasaki, R., Kannami, Y.: On characteristics and classification of international trade commodity regarding transportation mode choice, Annual Conference of International Association of Maritime Economists (IAME 2012), 5-8 September 2012, Taipei