

経営情報研究  
第18巻第1号(2010), 93-114ページ

## 研究論文

# 複数モードを利用した国際複合一貫輸送システムの 最適化のための基礎的考察

大北 勝久・雨宮 孝

## A Basic Considerations on the Multi-Mode International Inter-modal Transportation System

Katsuhisa OKITA Takashi AMEMIYA

【要 約】わが国のみならず世界の先進工業国の製造業は、国際的なコスト競争に対処するため、東アジア、特に中国を中心とした海外にその生産拠点多くを移動させてきた。日本においても、かつては日本から世界市場に供給が行われていた製品が、今日では進出先国から直接世界市場へ供給が行われている。これら製品の海外への輸送手段には従来、航空輸送と海上輸送の2種類の輸送方法が考えられていた。新しい製品は、市場を有効に開拓するため早急な輸送が望まれ、それゆえこの目的のためには航空輸送が用いられた。しかし、航空輸送は高速であるがコスト高であり、量的輸送能力は低い。開拓された市場には大量の製品供給が必要であり、このため大量輸送には海上輸送が用いられた。この両輸送手段の形態と機能の相違は極めて大きい。しかもその相違は、生産貨物の集中激化によりコスト的には増大し、速度的には減少の傾向にある。ここに両者の長を併せ持つといえるシー・アンド・エア輸送なる手段が登場した。シー・アンド・エア輸送とは、一旦近隣の空港まで海上輸送し、そこから航空輸送をしようという国際複合一貫輸送である。この輸送方式は、中国から世界最大の消費国米国に輸出される商品にとってきわめて有効であると考えられる。日本は、その地理的条件とその輸送形態を構築するインフラを持つ港湾の存在、航空貨物スペースの確保のしやすさ等からシー・アンド・エア輸送の中継地としてその役割を担えると考えられる。しかしながらこのシー・アンド・エア輸送の有効性、さらにはこの3種類の異なる輸送形態の併用手法の有効性は未だ十分な認識をえるに至っていない。本研究の目的は、複合輸送利用者の最適輸送計画のためにシー・アンド・エア輸送の有効性を検討し、最適輸送計画の枠組みを提案するとともに、同時に日本輸送業界の体制改善と活性化に資する情報を提供することにある。

## はじめに

わが国を含む世界の先進工業国の製造業は、国際的なコスト競争に対処するため、東アジア、特に中国を中心とした海外にその生産拠点の多くを移動させてきた。その結果、世界市場に供給が行われていた多くの製品が、今日では進出先国から直接世界市場へ供給が行われるようになってきている。生産拠点を移動させた先進工業国は同時に消費国である場合が多く、生産拠点の移動はまた、大量の製品の国際輸送という新たな情勢を生み出してきた。進出した製造業者は、自ら物流の手配を行うか、あるいは国際物流業者にその業務を委託するかという選択が求められる事になった。輸出競争力回復のためには、あらゆるコストの引き下げが必要であり、輸送コストもその例外ではない。物流業者にとっても、荷主、荷受人のニーズに対応しうる国際輸送サービスをいかにして低価格で提供するかが重大な課題である。

東アジアで生産された製品の輸送手段には当初から大量輸送が可能である海上輸送が用いられるのが通常であったが、新製品は、市場を有効に開拓するため早急な輸送が望まれ、また、航空輸送能力の増大もあり次第に航空輸送が用いられるようになった。しかし、航空輸送は当然コスト高であり、量的輸送能力は海上輸送に比較すればきわめて低い。既に開拓された市場には大量製品供給が必要であり、海上輸送は当然主要な輸送手段である。しかし、この両輸送手段の、特にコスト、輸送速度における相違<sup>1)</sup>が極めて大きいこと、中間的な手段が不在であることは以前から注目、指摘されている。しかもその相違は、生産貨物の集中激化、および航空、海上輸送拠点施設の整備不完備状況により複雑化している。主要路線である中国・北米間においては、航空貨物輸送の供給スペースは増加しているが、北米行き貨物便の貨物搭載率は近年 80%以上の高い水準<sup>2)</sup>を示しており[7]、航空貨物需要の逼迫状況は続いている。ここで国際複合一貫輸送の一つであるシー・アンド・エア輸送の利用価値を再考し、更に高度な輸送モードに完成させていく必要がある。最初のシー・アンド・エア輸送は 1960 年代初頭に日本から米国經由欧州向けに開始された[8, p. 30]。それは、いくつかの輸送手段を組み合わせることから、大きく利用されることはなかった。シー・アンド・エア輸送が開発された初期の段階では、海上・航空輸送が有するそれぞれの特長をうまく組み合わせた輸送手段として注目を集め、コスト・パフォーマンスの良さも認識された時期もあった。本論文でいうシー・アンド・エア輸送の観点は、中国、特に近年輸出量の増加が著しい上海地域から、製品を一旦近隣の空港まで海上輸送し、そこから消費国である米国まで航空輸送を行うというものである。米国が最大の消費国であるという関係、また、空港能力および海上輸送拠点の観点から、この輸送方

<sup>1)</sup> コスト、輸送速度、輸送能力の相違：おおそ航空輸送が海上輸送に比してコスト的に 20 倍から 100 倍、取扱量的にはほぼ 20 倍から 100 倍であることは文献[16]でもデータの引用なしに示されている。また、文献[8]で、国際貨物 2006 年度実績は、金額ベースで 28%であるが重量ベースでは 0.3%にすぎないことが示されている。取り扱い単位も海上貨物はコンテナ利用であるが、航空貨物はパレットを利用。海上貨物は最低でも 1 万トン。航空機の搭載量は貨物機で最大約 100 トンである。(インテグレーター A 社、新入社員研修資料)。

<sup>2)</sup> 貨物搭載量：文献[9]によるが、どの航空会社もこの数字は公表していない。実際はもっと高い数字になるだろうというのが共通認識である。

式は中国から日本を経由し米国という経路において有効であると考えられる。このわが国を経由する本輸送形態は、輸送方式上の問題のみならず、わが国の経済情勢等と密接に関連しており、わが国に対して種々重要な問題を提起することになる。したがって本論文でシー・アンド・エア輸送というとき、この中国、華東・上海地域から輸出され消費国である米国への輸送形式に限定して考察する。しかしながらこの手法は、現在すでに一部実用に供されてはいるもの<sup>3)</sup>、空港・輸送関係者の認識を得るにいたっておらず、最近やっと欧州向けに再度実用実験が始まったような状況である[7]。このような事態の生じる原因は、文献[10]に見られるように、行政機関は、自社で貨物機を所有・運航するキャリアとしての機能とフレイト・フォワーダー機能の両方を兼ね備えているインテグレーターと称される外国籍国際物流業者の貨物取扱量について把握していないところにある。インテグレーターの航空貨物取扱量実績<sup>3)</sup>は、外国との協定に基づき我が国には報告されないが、わが国を通過する全貨物量中の相当量に上るであろうことは物流専門家の間ではかなりよく知られている。このような事情が実績データの得られにくい現状の背景である。

現在行政関係者による認識では、シー・アンド・エア輸送の実事例としては、海外では、主にアジア（生産地）から海上輸送により近隣の国際中継拠点を經由して航空輸送により欧米（消費地）へ運ぶ、国際トランジット型のシー・アンド・エア輸送が実施されているが、日本で実施されているシー・アンド・エア輸送は、主に特殊貨物の海上輸送又はトラック貨物のフェリー輸送と航空輸送の組み合わせによる、内陸トランジット型である[18]。当然これらは現状とは相当に離れている。

一方円高が進み、輸出産業の競争力が弱まって行くのとほぼ同時に、我が国の製造業は海外への生産シフトを促進させた。その結果、毎年増加する輸出量に対応するために東アジア発の運賃の安い海上輸送は発展をとげ、緊急輸送を担う航空輸送も利用されてきた。しかしながら東アジア、とりわけ中国を発地とするシー・アンド・エア輸送の体制はまだまだ十分に開発されていない。その利用は極めて限定的であり、組織的且つ定常的な運用にはいたっておらず、結果としてその運用は非効率的な場合も少なくない。その利用がシステムティックに行われていないうえに、また、同時に国際物流における国際的取り決めによりその実態が把握されにくいという状況がある。本研究の目的はまずシー・アンド・エア輸送の有効性の再検討をし、最適な、需要にあわせた複合的利用形態をシミュレーションをも利用のうえ導出し、激しく変化する経済環境の中、国際物流方式の選択が経営効率向上への一助となりえることを示し、産業空洞化の結果、低迷するわが国の港湾、航空、空港事業等の活性化に資することにある。この課題はきわめて複雑であり容易ではないが、本論文ではまず、シー・アンド・エア輸送の問題点の抽出とその有効性の根拠について考察を行う。

国際複合一貫輸送についての研究、報告は少ない。近年、荷主の多様化・高度化する物流ニ

<sup>3)</sup> 実績：福岡に陸揚げされた貨物が成田まで陸送されロサンゼルスに空輸されている一方、大阪港陸揚げ関空発ロサンゼルス着等種々の例がある。陸揚げ港は福岡、広島、大阪、名古屋、静岡、東京と多岐にわたり、利用空港は成田空港、中部空港、関西空港、と様々である。（インテグレーターA社実績）当然所要時間は距離に依存する。

ーズへの対応とわが国の空港と港湾施設の連携強化を図る為、シー・アンド・エア輸送の実証実験が行われるに至っている[7]。しかしこの実験は単一モードでのシー・アンド・エア輸送利用の有効性を実証しようとするものに過ぎず、さらに特に欧州向けサービスである。シー・アンド・エア輸送の有効性を顧客のニーズに従って段階的に且つ複合的に考察したものは例がない。

本論文の構成は以下のとおりである。まず、1. では国際複合一貫輸送についての定義と国際複合輸送が成長してきた背景を述べる。2. では特に本輸送方式において重要な位置をしめる中国の問題を示し、サブセクションに分割し、上海からの海上輸送の現状、中国からのシー・アンド・エア輸送の現状について示す。3. ではこれらを基礎としてシー・アンド・エア輸送の利点について述べる。サブセクションにおいて海上輸送と航空輸送のみでの輸送の不利益とサプライチェーン・マネジメント(SCM)との関連を示す。4. では空港活性化について述べ、わが国の空港の優位性とその利用における問題点を考察する。5. では結言を示す。

## 1. 国際複合一貫輸送の概念と沿革

### 1-1. 国際複合一貫輸送の定義

国際複合一貫輸送については、1980年5月24日に開催された「国連貿易開発会議」(UNCTAD)の「国際物品複合輸送条約会議」(United Nations Convention on International Multimodal Transport of Goods)による定義が一般的なものとしてされている。同条約第1条第1項には、「国際複合輸送とは複合輸送人がその管理下においた一国のある場所から、荷渡しのために指定された他国のある場所までの複合輸送契約に基づく、少なくとも、2つの異なる運送方法による物品の運送を言う。」と規定されている[7]。より具体的に「国際複合一貫輸送」は、特定の輸送品が2つ以上の種類の異なる輸送手段により、相次いで行われる輸送を複合一貫輸送といい、単一輸送契約のもとで陸海空運それぞれの輸送手段を組み合わせ、船・トラック・航空などにより、単一の船荷証券で、最終仕向け地まで一貫して行う2国間の貨物輸送サービスをいう。シー・アンド・エア輸送も国際複合一貫輸送の一つである。

### 1-2. 国際複合一貫輸送の背景

国際貨物市場では、1960年代の後半からコンテナ船の就航航路が拡張されたのに伴い、貨物のコンテナリゼーションが急速に進展した。実際には1966年4月に米国の船会社のシーランド・サービス(Sea Land Service, Inc.)が大西洋航路に初めてフルコンテナ船を配船した事が契機になり、その後世界の主要定期航路が短期間にコンテナ化された[11]。

コンテナ輸送が極めて短期間に進展した背景には、様々な理由が挙げられるが、本質的には輸送の基本的理念である安全、確実、迅速の三要素を具現化できる最適の方法であるからに他ならない。コンテナ輸送は、貨物をユニット・ロード(unit load)による輸送方式[8, p. 30]の一つであるが、規格化されたコンテナを媒体とすることにより、国際複合輸送システムを構成するサブシステムとしての海上、鉄道、自動車輸送等の輸送手段相互の積み替えを機械荷役の採用を可能にすることで容易化にすることに成功した。これにより、全体の輸送効率は大

複数モードを利用した国際複合一貫輸送システムの最適化のための基礎的考察

に向上した。さらに、国際条約に基づく通関手続きの簡素化等により、国境を越える際に、コンテナ中身の詰め替えを必要としない国際間の Point-to-Point の国際複合一貫輸送が実現した。このようにコンテナを媒体とすることにより、国際輸送における標準化・規格化、通関その他の諸手続きあるいは手順の簡素化・簡易化が可能となり、コンテナ輸送システムの全体を構成するサブシステムの輸送手段、荷役手段等の専門化・専用化を通じて、輸送の合理化、生産性の向上が図られるようになった。

今日、原油やバルク貨物<sup>4)</sup>などを除くほとんどの貨物は、コンテナ輸送を媒体とした海上と陸上輸送の結合、もしくは海上と航空輸送との結合により輸送がなされる様になった。コンテナを利用した Port-to-Port サービスの他に、更にコンテナを媒体とした二つの異なる国の内陸地点間を結ぶ Point-to-Point サービスの国際複合一貫輸送が主流になりつつある。

近年のグローバル経済の進展に伴い、世界の有力な製造業者は、安価な労働コストを求め生産拠点を中国にシフトさせ、また大量の商品を海上輸送貨物で輸入している欧米の小売業者も中国からの商品調達を拡大しており、中国から欧州、北米向けに海上輸送されるコンテナ数量は毎年二桁成長を示している(表1)。近年の東アジア地域の経済発展を背景に、同地域における高速道路、港湾、空港等の輸送インフラの整備も急速に進み、コンテナ船や航空機も大型化しその運行頻度も増加している。この状況から、荷主側は物流業者に対し、貨物の受け取りから引渡しまでの輸送についての通し運賃(Through Rate)の提示や一貫責任を求めるようになり、それに呼応して物流業者側も、多様な輸送手段を機能的且つ効率的に組み合わせるようになった結果、シー・アンド・エア輸送の必要性が高まってきている。

表 1. 中国港湾施設の輸出貨物取扱量 (TEU<sup>5)</sup> ベース)

	港湾名	2009年6月実績	2009年1月~6月累計	前年1月~6月累計比(%)
1	上海	94.5	520.0	135.2
2	深圳	83.7	453.4	140.3
3	青島	35.8	208.8	129.5
4	天津	26.7	145.3	125.9
5	広州	21.4	128.1	127.2
6	寧波	22.6	123.4	154.1
7	厦門	20.1	110.6	136.9
8	大連	13.1	72.9	125.0
9	中山	6.3	36.3	122.3
10	福州	5.0	28.5	123.5

[出所]中国交通部港口処・企画処[12]

<sup>4)</sup> バルク貨物：穀物、塩、石炭、鉱石などのように粉体や粒体など、包装されないまま積載される貨物。ばら積み貨物ともいう。

<sup>5)</sup> TEU：Twenty-foot Equivalent Unit。コンテナの長さ 20 ft 換算のコンテナ取扱個数の単位で、20 ft コンテナを 1 TEU、40 ft コンテナを 2 TEU として換算する。

## 2. 中国・華東地域の経済展望

中国経済の双頭の竜といわれている2つのデルタ地域がある。1つは、上海を中心とした「長江デルタ」、もう一方は広州を中心とした「珠江デルタ」である。前者は上海市から江蘇省、浙江省まで広がる経済地帯である。2002年末の中国のWTO加盟を機に、諸外国製造業の中国への生産拠点移転の動きが増した。特に華東地区は電子製品・部品など高付加価値商品の製造拠点として急速に成長している。また、この地域が中国でもっとも内需としての購買力の高い市場であることから、上海市を中心に、江蘇省の南京、無錫、蘇州、昆山や浙江省の杭州、寧波といった周辺都市への企業進出も目立っている。このため2003年1月以降、上海発着の航空貨物需要は急増しており、上海発の貨物は従来の繊維製品や生鮮品から、ノートパソコン、半導体、液晶、通信機器などのIT関連製品に移行しつつある。

華東地域発のシー・アンド・エア輸送の主要貨物となる輸出品目は、電気製品、事務用機器、音響機器、半導体などがある。日本や欧米を中心とした多国籍企業の海外進出が今後も促進される中、現地生産が活発化主流となる輸出品目も、かつての繊維製品から機械・輸送設備を中心にIT関連製品等に変化している(表2)。

IT関連製品は機種更新が頻繁であり、市場投入の機敏さが必要とされ、これらの状況がシー・アンド・エア輸送の必要性を惹起している。シー・アンド・エア輸送の特徴は、海上、航空輸送と比較してその輸送日数は海上の約2分の1、運賃は航空輸送の約3分の1である。

(3.3 参照、また、この件については文献[16]に同じ記述がデータなしに述べられている。)

表2. 中国輸出統計(品目別)

単位: 100万ドル

商品分類*	2005年	2006年	2007年	2007年	2006年~2007年
	金額	金額	金額	構成比(%)	伸び率(%)
一次製品	49,037	52,919	61,547	5.1	16.3
食品、動物製品	22,480	25,723	30,751	2.5	19.5
飲料、煙草	1,183	1,193	1,396	0.1	17.0
食品以外の原料	7,484	7,860	9,154	0.8	16.5
鉱物燃料、潤滑油及び関連原料	17,622	17,770	19,944	1.6	12.2
動、植物油脂・蠟	268	373	303	0.0	-18.6
工業製品	712,916	916,017	1,156,468	94.9	26.2
化学品及び関連製品	35,772	44,530	60,356	5.0	35.5
紡績製品、ゴム・鉱産物製品	129,121	174,816	219,893	18.1	25.8
機械・輸送設備	352,234	456,343	577,189	47.4	26.5
雑製品	194,183	238,014	296,853	24.4	24.7
未分類のその他の製品	1,606	2,315	2,176	0.2	-6.0
合計	761,953	968,936	1,218,015	100.0	25.7

[出所] 中国海関統計年鑑 2008年版[13]

\*商品分類は SITC Rev. 3<sup>6)</sup>

<sup>6)</sup> SITC Rev. 3: 貿易統計における商品分類体系。貿易活動を各国間で共通した基準に基づいて比較しうるようにする目的として、1950年に国際連合が作成した。

## 2-1. 上海発海上貨物輸送の現状

上海港のコンテナ取扱量は年平均 30% のペースで伸びており、その取扱量では、シンガポール、香港に次いで世界第 3 位にまで成長している（表 3）。

表 3. 世界上位 5 港の海上コンテナ取扱量の推移

	2004		2005		2006		2007		2008	
	港湾	千 TEU								
1	香港	21,984	シンガポール	23,192	シンガポール	24,792	シンガポール	27,932	シンガポール	29,920
2	シンガポール	21,329	香港	22,602	香港	23,539	上海	26,150	上海	27,980
3	上海	14,557	上海	18,084	上海	21,710	香港	23,998	香港	24,250
4	深圳	13,656	深圳	16,197	深圳	18,469	深圳	21,099	深圳	21,410
5	釜山	11,492	釜山	11,843	釜山	12,039	釜山	13,270	釜山	13,430

[出所] (社)日本港湾協会 港湾物流情報[14]

2009年9月の中国交通部・港口処の発表によると、上海港の2008年のコンテナ取扱量は2,798万TEUに達し、2004年より13,423万TEU増加した。このうち、長江デルタ地域からのコンテナ量が全体に占める割合は85~90%に達している。ここ10年来、長江デルタ地域における主要都市の域内総生産（以下、地域のGDP）はいずれも二桁の成長率を遂げ、上海を始めとする6都市の総合経済力は中国内上位10都市に入る。同地域の2003年1-9月期における同地域のGDP総額は中国全土の21.2%を占める1兆6,750億元（1,769億ドル）、1-11月期の輸出入総額は2,423億ドル（前年同期比56.5%増）となった。このうち、上海の輸出入総額は1,022億ドル（同56%増）、蘇州は500億ドルを超え、杭州、寧波、南京、無錫の4都市はいずれも100億ドルを上回った。2007年中国交通部の発表によれば、2004年1-8月の中国全土における港湾のコンテナ取扱量は3,817.2万TEUで、前年同期比27.1%増であった。地域別では、上海市が最上位で、28.8%増の927.3万TEU、続いて広東省・深圳市、山東省・青島市がそれぞれ同30.3%増、19.8%増で851.72万TEU、3,332.82万TEUとなっている。

## 2-2. 中国・上海浦東国際空港の現状

華東地区は2000年に始まった対中投資ブームで外国資本の投資額が華南を抜いて主役になった（表4）。2003年の第1四半期の華東地域の対外貿易額は華北、華南の平均以上（4月23日付け「人民日報」）となり、輸出入総額は対前年同期比42.4%の増となった。数字によると、1-3月に浙江省輸出入総額の増幅率は56.9%に達して、22省の中で全国1位となった。安徽省の増幅率は2位で53%に達した。江蘇省の輸出入総額は200億ドルを越えて、輸出額は35%以上の増加となり、22省のうち、全国1位となった。上海市の輸出額は最高を記録し、38%の増加となった。福建省と山東省の輸出超過はそれぞれ14.28億ドルと13.7億ドルとなった。江西省の輸出は25.4%の増加となった（いずれも対前年同期比）。我が国の製造業インフラは華

東・上海地域に多く、製品の最大消費国である米国に向けて輸出をするにあたり、海上・航空貨物ともに物流上の課題が増加しつつある。中米間および日中間の貿易と物流の概要を表にまとめた(表4)。

表4. 日中貿易物流概観

セクター	2007年までの状況	2008年以降現在までの状況	現在進行中の事項から 予見可能な状況
中国→ 米国及び 日本	<ul style="list-style-type: none"> <li>・日系企業の対中投資比率<sup>6)</sup></li> <li>華南地域 40%</li> <li>華東地域 40%</li> <li>その他地域 20%</li> <li>参考文献:[15]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・日系企業の対中投資比率の変化<sup>6)</sup></li> <li>華南地域 35%</li> <li>華東地域 45%</li> <li>その他地域 20%</li> <li>参考文献:[15]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>華東地域 50%(20億ドル超)</li> <li>・日系企業投資は蘇州・無錫・江蘇省近辺に集中。参考文献:[15]</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・上海港インフラ拡大への困難</li> <li>・海上コンテナ取扱量 861万TEU(2002年実績・対前年+35.8%) 参考文献:[16]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・上海港輸入貨物揚陸/輸出貨物積み出し量の継続的増加</li> <li>・海上コンテナ取扱量の増加 2,615万TEU(2007年実績・前年比+20.4%) 参考文献:[16]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・海上コンテナ取扱量、2003年度は1,000万TEUを超える。参考文献:[16]</li> <li>・輸出貨物マーケットは長江デルタ全域に拡大</li> <li>・洋山島<sup>7)</sup>に海上貨物専用洋上ターミナルの完成</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・海上貨物需要増大から海上輸送船腹の狭隘化</li> <li>・米国向け貨物のリードタイムの長期化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・増大する海上貨物需要のため船腹の恒常的狭隘化</li> <li>・上海-福岡を運航するRORO船<sup>*</sup>の開発・運航(日本向け貨物)</li> <li>・海上貨物運賃の高騰</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・海上運賃の高騰</li> <li>・バースでの滞貨から、リードタイムのさらなる長期化</li> <li>・海上貨物の航空輸送への転換</li> <li>・航空運賃の高騰</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・未成熟な中国国内物流</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・輸出産業の沿岸地域への集中化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・短期的な改善は不可能</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・上海浦東国際空港(5,000万トン/年の貨物処理能力)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・旧虹橋空港への国際線就航の再開(旅客中心)</li> <li>・浦東空港発航空機の増便(発着回数ほぼ限界に到達)</li> <li>・空港での輸出貨物取扱量も取扱能力において限界域に達している。上海地域への輸出入は増大の一途をたどり、2007年度において輸入額は1,390.45億ドル、前年比+22.1%。輸出額は1,439.28億ドル、前年比+26.7%。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・浦東空港第三期工事の開始。</li> <li>・物流インフラの能力不足</li> <li>・新たな輸送モードの開発</li> </ul>

注\*: RORO船 ロールオン・ロールオフ船の略称。自走するトレーラー、トラック等を積上げる荷役方式を持つ船。コンテナ船とともに、雑貨輸送等の量的輸送に適する。

[出所] 対中投資比率: 日本貿易振興機構(JETRO)ホームページより。[17]

<sup>7)</sup> 洋山島: 洋山深水港。1980年代より市街地に近い浦西地区(長江支流の黄浦江西岸)からコンテナターミナルの開発が始まった。水深不足と増大する取扱量に対応するため、長江と黄浦江の合流点に位置する外高橋にターミナルを整備して、コンテナ航路を順次シフトさせている。しかし、ここも長江河口の航路水深が浅く、大水深ターミナルの建設には適していないことから、上海の東南端から約30km沖合いにある大洋山、小洋山島に洋山ターミナルを建設して船舶の大型化に対応始めた。

複数モードを利用した国際複合一貫輸送システムの最適化のための基礎的考察

上海、蘇州、無錫、杭州、寧波などでは日本のみならず様々な外国資本による工場建設が相次いでおり、稼動を始めた工場からは製品出荷が始まっている。出荷された貨物は上海港と上海・浦東国際空港から輸出され、輸送能力利用の困難さから推測して港や空港は空前の活況を呈しているものの、航空貨物においては必ずしも荷主のニーズに適したロジスティクスに合致していない。これは、上海の浦東国際空港が開港5年目にし、増大する輸出入貨物量に空港の施設容量と航空機に搭載可能なスペース容量が不足し、輸出貨物においては滞貨がしばしば発生し、航空機に搭載されるまで数日を要する状況が発生している<sup>8)</sup>。これは輸出貨物需要が施設及び航空機の受託容量を貨物需要が大幅に上回っており、航空運賃の高騰も招いている。これら事実は、前節に示した中国経済の急成長状況、また、輸送量の急増、および空港施設の固定状況より容易に推測できる事態である。一方、近年日本発の航空貨物需要は低迷している。これは日本の製造インフラが中国にシフトしており、その貨物需要は海上輸送及び航空輸送については、上海港と上海・浦東空港に集中する傾向にある。日米貿易物流に関して関連項目ごとの年度に分けた状況比較を表5に示す。「予見可能な状況」とは近未来についての、過去・現在の傾向・状況から外挿し推測できる状況を示す。

表5. 日米貿易物流概観

セクター	2007年までの状況	2008年以降現在までの状況	予見可能な状況
日本→ 米国	・日本国内産業の空洞化	・空洞化が加速 ・製造業の中国シフト	・日本発航空貨物輸送は、緊急、少量且つ運賃負担力のある貨物に限定される傾向にある。
	・海上輸送貨物に対する需要	・継続的な需要の増加	・船腹は東アジア・中国にシフト（継続的需要と運賃高騰）
		・航空輸送を必要とする貨物の明確化 ・航空輸送貨物需要増加の季節的要因が明確化 ・その他の季節の需要低迷	・状況がより明確になる。  ・航空貨物スペースの季節的・短期的な需要増加が航空運賃の高騰を発生させる。商品価格における航空運賃の予測が難しくなる。 ・需要期を除いた時期の航空貨物スペースの供給過多が航空運賃の下落を発生する。航空会社は航空貨物スペースを東アジアへさせる。 ・我が国空港への航空機運行フリークエンスの減少。
	・空港インフラの整備	・中部新空港の開設 ・関西空港第二期工事完成 ・羽田空港国際化 ・羽田空港夜間展開	・東アジア・中国発貨物のシー・アンド・エア輸送の中継基地への転換
・港湾インフラの整備	・空港貨物施設と結節点におけるサービス改善	・東アジア・中国発貨物のシー・アンド・エア輸送の中継基地への転換	

<sup>8)</sup> 遅延・滞貨状況：滞貨を示す例を挙げる。上海に現地法人を持つフレイト・フォワード・B社の報告では2009年上海浦東空港には、ヨーロッパ向けも含めて最大、5,000トンも様々な航空貨物が滞貨した。上海の米国向けの飛行機は旅客、貨物便に限らずすべて満杯状態であった。運賃も9月中旬ごろに、航空会社からフレイト・フォワードへの運賃が、上海/ロサンゼルスでUSD 2.50/kgであったものが11月初旬にはUSD 6.00/kgを超える状況であった。同社では同時期300トンのオーダーがあったが航空貨物としては対応できなかったという。コスト的には貨物運賃以外に上屋料金、上屋入庫料金、トラックコスト等負担が発生する。

### 2-3. シー・アンド・エア輸送構築への展望

アジア発米国向けの定期航路船会社の運航路線のスケジュール表より明らかとなるが、殆どの船舶は、上海港に寄港するスケジュールになっている。よってこれらの船腹を利用し、上海港から比較的近距离にある東アジアの高雄、釜山、福岡、大阪、東京等の各港まで海上輸送した後、最寄りの空港から米国市場に向けて航空輸送するシー・アンド・エア輸送が可能となる。しかし高雄、釜山、福岡の各空港から米国に就航する航空機は殆どない<sup>9)</sup>。先に述べた製造業の空洞化現象と昨今の世界経済停滞により、我が国の航空貨物取扱量は減少傾向にあり[18]、関西国際空港から米国向け航空輸出需要も低迷している[29]、中国、東アジアの各空港発の航空需要と比較しても関西空港からの航空貨物輸送それ自体の需要は小さく、又関西空港発航空機の供給スペースに対する逼迫感も少ない。海上貨物は戦前から大阪・神戸を揚陸港として輸入貨物を取り扱ってきた歴史もあり、港湾インフラの整備もされているので中国発米国向けのシー・アンド・エア輸送の中継地点として今後脚光を浴びるものと期待される。

## 3. シー・アンド・エア輸送システムの有効性

### 3-1. 航空・海上の2輸送手法併用の問題点

ここではまず代表的な2つの手法、航空輸送と海上輸送のみ利用する場合の問題点を簡単に示す。この2つの輸送手法形態と機能の相違は著しい。前者は1回の取扱量において後者の約1/100であり、価格にして取り扱い単位当たり約100倍である。その所要時間は約1/20であ

<sup>9)</sup> 航空会社運行表：運行スケジュール表は各定期航路会社に報告されているので、ここでは特に掲載しないが、国際線に就航する航空会社と主たる就航都市を( )内に示す。台湾高雄国際空港から国際線に就航する航空会社は、中華航空(香港)、エバー航空(香港)、マカオ航空(マカオ)、香港ドラゴン航空(香港)、マレーシア航空(クアラルンプール)、ベトナム航空(ホーチミン)、タイ国際航空(バンコク)、立栄航空(香港)、復興航空(マカオ)、華信航空(バンコク)が就航するがいずれも台湾の地勢的、経済的な理由から東南アジア方面への多数の国際便が主体である。

釜山空港は、2001年に仁川国際空港が完成したのに伴い、ソウルでは国際線と国内線で空港が分離された。これを契機に、釜山空港を「国際線と国内線が同じターミナルで乗り換えできる韓国最大の空港」と位置付け、空港利用客の利便性向上と利用客数の増加を図ってきたことから、旅客便を基調にした空港といえる。釜山空港からの国際線は、大韓航空(成田、関西、名古屋/中部、札幌/新千歳、福岡、北京、西安、上海/浦東、香港、マニラ、ハノイ、バンコク、グアム)とアジアナ航空(成田、関西、福岡、北京、瀋陽、威海、上海/浦東、杭州、広州、マニラ、ホーチミンシティ、サイパン)が運航している。日本航空は成田とび関西へ就航している。中国国際航空(北京、杭州)、中国東方航空(上海/浦東)、中国南方航空(瀋陽)、山東航空(青島)、上海航空(上海/浦東)、香港ドラゴン航空(香港)、復興航空(台北)、ウラジオストク航空(ウラジオストク)、サハリン航空(ユジノサハリンスク)、フィリピン航空(マニラ)、セブパシフィック航空(セブ)、ベトナム航空(ハノイ、ホーチミンシティ)、タイ国際航空(バンコク)、ルフトハンザドイツ航空(仁川空港経由ミュンヘン)、デルタ航空(成田空港経由ミネアポリス)の各便が運行しているがすべて旅客便である。

福岡空港から国際線に就航する航空会社は、中華航空(台北)、エバー航空(台北)、キャセイ航空(香港)、大韓航空(ソウル、釜山)、アジアナ航空(ソウル、釜山、済州島)、中国国際空港(上海/浦東)、中国南方航空(広州、瀋陽)、中国東方航空(上海/浦東、青島、北京)、フィリピン航空(マニラ)、ベトナム航空(ハノイ、ホーチミンシティ)、タイ国際航空(バンコク)、シンガポール航空(シンガポール)等であるが、いずれも旅客便である。

る<sup>1)</sup>。本来これらの量は相当な幅を持つものであるが、ここでは問題を簡単にするためにこのような仮定を設けている。市場占有を目的として航空機での輸送を優先したとしても、海上輸送が到着するまでに20日以上必要とする。図1は1日1単位量で20日航空輸送のあと海上貨物が到着したときの在庫量の変化である。消費による削減はここでは無視する。点線は当該期間(40日)の供給量(累積在庫量)に見合う累積需要量に至る過程の変化を表している。ここでは定常的な需要増を示しているが、通常は指数的に増加するであろう。需要量予測が在庫量を超えているところは供給不足であり、下回っているところは過剰在庫である、供給不足、供給過剰が隣り合わせである。とくに在庫不足は最も回避されるべき事態であり、これを回避するためには20日間もの間、相当量の航空輸送を継続されるべきであることになる。しかし、たとえコストを除外視して空輸に頼るとしても、1日1単位であっても連続20日間の航空輸送の獲得自体困難な状況があることを考えるならば、この図1よりこの種の輸送手法は現実的ではなく、中間の輸送形態の必要性が理解できよう。

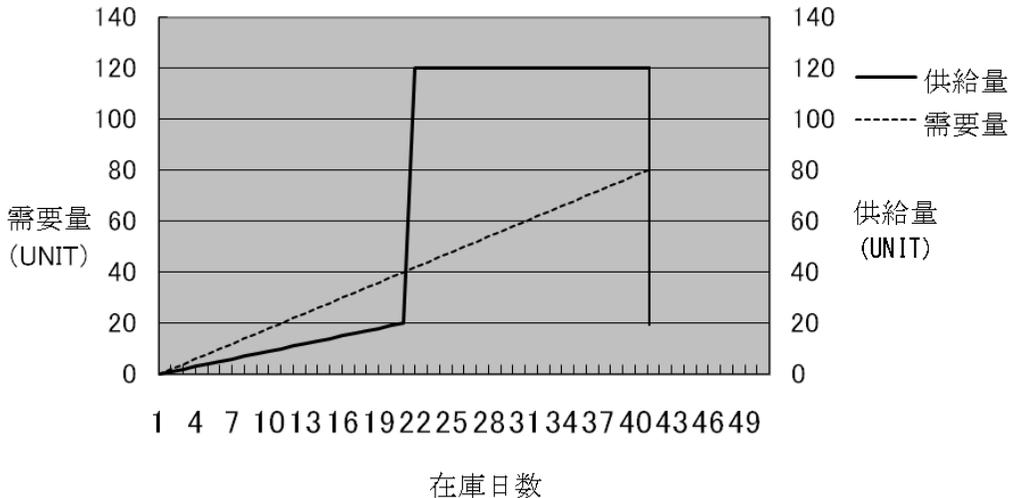


図1 2輸送モード併用による荷受先在庫量と需要の関係

もちろん輸送に関する費用、保管に要する費用が考察されなければならないのはきわめて自明である。しかし、この輸送量だけから見てもこの形態が不合理であることは理解に難くない。つぎにコストと利益の問題について考える。しかしながらコストを考えるときには、輸送コストのみを取り上げることは無意味であり、あえてコスト高の空輸を利用するに当たって獲得し得る利益をも同時に考慮する必要が生じる。この予想利益は、製品の価値の減少速度、製品の需要量、在庫費用、応需不能における損失料等々種々な項目に複雑に関連している。価値の減少がなく、製品不足における損失が無視できるならばまた空輸する必要がない。コストの問題は極めて複雑な問題を提起する。種々なケースが存在する。以下考えるべき問題点を挙げる。

- 問題点 1 製品価値の減少速度はどれほどか。
- 問題点 2 価値の定常値は存在するのか。価値が定常値に到達するのはどれほどのちか。
- 問題点 3 製品価値と空輸コストはどのような関係にあるか。
- 問題点 4 予想需要量はどれほどか。
- 問題点 5 在庫不足による損失は在庫費用に比してどれほどか。
- 問題点 6 海上輸送ののちの陸送のコストはどれくらいか。
- 問題点 7 輸送業者への製品の受け渡し形態はどうか。

これらの問題点は製品の種類により大幅に変化する。以下簡単な場合についての例をあげる。

仮定 1 製品の初期価値 60%が定常価値である。

仮定 2 製品は 90 日で定常値に収束する。

仮定 3 空輸コストは初期価値の 3 %である。

仮定 4 海上輸送コストは空輸コストの 1 %である。

仮定 5 予想需要量は空輸可能量の 2 倍である

これらの仮定に基づき論文[5]にいくつかの解析例を示し、シー・アンド・エア輸送導入の有効性を証明している。また、同時投稿論文[6]では需要にあわせた輸送方法のシミュレーションを行い、シー・アンド・エア輸送の有効性を示している。

海上、航空輸送に次いで第三の輸送手段としてその輸送実績を伸ばしてきたシー・アンド・エア輸送は 1990 年の輸送実績 71,000 トンをピークに、1991 年以降はマイナス成長となりその後、長期低迷に陥った。1991 年に起こった湾岸戦争や、その後の世界的景気後退と日本のバブル経済崩壊から始まった経済不況、不況下で進んだ円高により更に停滞は長期化されることとなった。アジアへの生産拠点シフト、そして航空運賃の大幅下落によりシー・アンド・エア輸送運賃の優位性が喪失した時期もあった。現在も日本発輸出貨物のシー・アンド・エア輸送の需要は低迷しているとは言え、国際輸送の確固たる一手段として位置付けられている。しかしながら 1990 年代半ば迄は、様々な問題を呈していた。低廉、迅速ということではそれなりに評価されたが、国際複合輸送に対する運送業者側の経験不足から安全、確実についての信頼性に未だ改善の余地が見受けられた。その後経験が蓄積され、運送業者の海外ネットワークも充実してくるにつれて、低廉な運賃、安定した輸送時間に加えて、貨物・サービスに対する信頼度の増大、確実な輸送が可能になり、顧客ニーズに対応できる国際輸送手段としての地位を確立した。「航空は早いが運賃が高い」、「海上輸送の運賃は安いが時間がかかり過ぎる」。この二つの両極端な状況は、航空輸送と海上輸送のメリット・デメリットを象徴的に表現したものであるが、この長短所を補完したコンセプトを持つ輸送手段として存在するシー・アンド・エア輸送が考えられる。

このような利点を有する輸送形態ではあるが、現在本輸送形態に関する情報が一般化されていず、したがってその利用はシステムティックには行われていない。

### 3-2. シー・アンド・エア輸送のメリット

かつてわが国の高度成長期に飛躍的發展を遂げた、シー・アンド・エア輸送の代表的ルートである北米経由の欧州向けの輸送サービスの効用について整理を行う。独自の調査等による観測事項を纏めると以下の通りである。ここで海上輸送、航空輸送という場合には海上のみ、航空のみの場合を示す。

- (1) 海上輸送と比較して所要日数が概ね半減でき、14日から16日で輸送が可能である。一般的な目安として、海上輸送が10日、経由地での接続手配に3日、その後の航空輸送日数が1日で合計所要日数は14日である。
- (2) 航空輸送と比較して所要運賃の低減化が可能である。
- (3) 関税・保険料の節約が可能である。関税の課税対象はCIF価格<sup>10)</sup>であり、保険料の算出根拠はC&F価格<sup>11)</sup>が圧倒的に多い。F(Freight)、即ち運賃が低いほど関税及び保険料は必然的に低くなる。
- (4) 海上輸送に比較して輸送日数が短いので需要発生時に適正量の発送が可能になる。発送頻度が高まるので小口での出荷が可能になる。
- (5) 海上輸送に比較して在庫投資や倉庫料の節約が可能になる。小口貨物として出荷すると割高になる海上輸送と異なり、小口出荷しても大口の出荷の貨物ユニット当たりの運賃の差は僅少である。
- (6) 目的地の空港に到着するため、海上輸送に比較して到着後、荷受人が貨物を引き取りできるまでの時間が短い。通関に要する時間は一般的に航空貨物の方が短い。貨物納入場所に近接した空港を選択することができるので、内陸輸送にかかる時間も短く、コストも低廉である。
- (7) 海上貨物輸送でのトレーサビリティが向上し、船荷証券番号及びコンテナナンバーでの貨物の所在地の検索情報が得られるようになった。

現在は、日本発輸出貨物に対しては低迷が続くシー・アンド・エア輸送であるが、わが国製造業の多くがその生産拠点をシフトさせた東アジアからの輸送において、とりわけ中国、華東地域にある上海発米国向け貨物輸送では上述のメリットが存在することが理解できる。これより、上海発日本各港湾までの海上輸送と日本の空港から米国内の空港までのシー・アンド・エア輸送を構築することにより、日本の各港湾と空港はアジア発米国向け輸出貨物の経由地としてその責務を担うことになり、日本の国内産業空洞化による航空貨物輸出が低迷している現状を一部でも打破し日本発米国向けの航空機や空港施設利用を促進させることが可能となる。

---

<sup>10)</sup> CIF：CIFとは、Cost, Insurance and Freightの略称で、商品が買主の指定する場所に届いた時点でその商品の所有権が買主に移転するという取引条件。輸入港にて荷揚げするまでの費用を売り手が負担する条件である。運賃保険料込み条件と訳される。

<sup>11)</sup> C&F：Cost and Freight（運賃込み）の条件。この条件の場合、本船船積時を境に危険負担は売り手（輸出者）から買い手（輸入者）に移転し、海上輸送中のリスクは買い手リスクとなるので、海上輸送を担保する保険は基本的に買い手が手配する。

3-3. シー・アンド・エア輸送/海上輸送/航空輸送の所要日数及び運賃の差異

これら情報は、2009年第4四半期において上海・浦東国際空港発の航空貨物需要が強くなった際に発生した日本経由米国向け複数のシー・アンド・エア輸送について物流業者にインタビューした内容をまとめたものである。2009年の10月から12月クリスマス直前までの期間、上海国際空港発米国向けの航空貨物需要が爆発的な伸びを示し、同時期における米国向け最大滞貨貨物量は3,000トンを超え、上海国際空港での貨物滞留期間が2週間を超えるものも出てきた(2009年10月16日付け「日刊CARGO」)。航空貨物に対する緊急性から米国への到着が急がれるものが当然存在する。定常的運用ではないものの、上海発米国向け国際航空貨物が日本を中継地としてシー・アンド・エア輸送モードに切り替えられる事例もあった。表6. はシー・アンド・エア輸送の主体となったフレイト・フォワードナーへのシー・アンド・エア輸送、海上及び航空輸送の運賃に関するヒアリングの回答をまとめたものである。この表からもシー・アンド・エア輸送の運賃が海上輸送と航空輸送の中間的なものであることがわかる。

表6.

モード/所要日数	発地	輸送形態	中継地	輸送形態	着地
シー・アンド・エア/ 11日～12日	中国 上海港 (浜出しからオンボードまで4日)	海上輸送 USD 0.01～USD 0.03 (所要日数 3日)	日本 港湾→ 空港 (所要日数 3日)	航空輸送 USD 1.2～USD 2.3 (所要日数 1日～2日)	米国 ロサンゼルス空港
海上/ 19日～23日		海上輸送 USD 0.08～USD 0.10 (所要日数 15日～17日)		米国 西海岸 港湾	
航空/ 2日～3日	中国上海 国際空港 (空港搬入後搭載まで1日)	航空輸送 USD 2.60～USD 6.75 (所要日数 1日～2日)		米国 ロサンゼルス空港	

〔出所〕日系大手船社の関連会社にあたるフレイト・フォワードナー。運賃はキロあたり単価。2009年第三・四半期平均運賃。航空運賃は日本における複数航空会社からフレイト・フォワードナー渡しのネットレート。運賃の幅は日本発ロサンゼルス行き、上海発ロサンゼルス行きともにレート見積もり時の市場における輸出貨物需要で変化したもの。

### 3-4. サプライチェーン・マネージメントシステム (SCM<sup>12)</sup>) からの考察

シー・アンド・エア輸送と海上・航空輸送の比較したメリットは先述したが、SCM の観点からシー・アンド・エア輸送を海上・航空輸送の両輸送モードと総合的に利用し、且つその輸送量を最適化させることによる輸送経費の削減と消費市場での購買需要の持続を促進、維持させることも可能である。例えば電子ゲーム機のソフトなどはその商品特性から代表的な輸出品目であり、航空、シー・アンド・エア、及び海上輸送の3つの輸送モード組み合わせを最適化させることにより、消費市場における需要度や需要期間を意図的に変化させることも可能であろう。その具体例を以下に示す。

例：輸出品目 中国系製造業者により OEM<sup>13)</sup> で生産された電子ゲーム機用ソフトの場合

1. 生産地 中国華東及び華南地域
2. 需要地 米国内全域
3. 需要期 クリスマス、イースター、夏休み等長期の休日を挟んでの数週間
4. 商品特性
  - ・少量多品種（他の一般消費財と比較の場合）である。
  - ・ブームになれば爆発的需要を引き起こす可能性がある。
  - ・商品の持つ運賃負担力は大きい。

#### 5. 輸送モードの選択

##### 第一段階

- ・航空貨物輸送を用いる。
- ・少量且つ緊急の輸送を行う。  
(航空機用コンテナをユニットとして一回の輸送で5トンから20トン程度。)
- ・市場における効果  
商品需要に対する顧客満足度を戦略的管理を可能にする。マーケティング戦略から短期間に需要を満たすことをしない。市場における購買意欲を戦略的に持続あるいは増大させることが可能である。

##### 第二段階

- ・シー・アンド・エア輸送を用いる。
- ・中間的物量輸送  
(海上及び航空輸送用コンテナをユニットとして一回の輸送で20トンから40トン程度)
- ・航空と海上輸送の中間的な所要日数
- ・市場における効果

---

<sup>12)</sup> SCM: Supply Chain Management. 商品の供給に関する全企業連鎖をいい、商品の企画、調達、設計、開発、資材調達、製造、販売、教育、保守、廃棄（ライフサイクル）に関する全分野を含む概念。商品の製造用の原材料や部品の製造、粗材料の製造にまで溯り、EDI（電子データ交換）と統合データベースに報の共有化によって、トータルとしての在庫、物流合理化を図ることをサプライチェーンマネジメントと呼ぶ。

<sup>13)</sup> OEM: Original Equipment Manufacturer の略で他社ブランドの製品を製造する企業、またはOriginal Equipment Manufacturing の略で他社ブランドの製品を製造すること。

- i. 商品需要に対する顧客満足度をゆるやかに拡大させる。
  - ii. 発地から着地までスルーでの航空貨物輸送運賃と比較して安い。
  - iii. 市場での在庫管理から生じる倉庫・人件費用が低減する。
- これらの結果、商品価格競争への対応が可能となる。

#### 第三段階

- ・海上コンテナ輸送
  - ・大量輸送(海上コンテナをユニットとして一回の輸送で10トンから100トン超)
  - ・市場における効果
- 賃コストの低減から生じる商品価格競争力の実現

### 4. シー・アンド・エア輸送のための中継地選択と空港活性化への考察

東アジア発米国へのシー・アンド・エア輸送の経路地を考察するとき、以下の空港を中継地とすることが考えられる。その前提として中国貨物集積地からは海上便が用いられるとして考える。中国国内空港については陸送が必要となり、考慮しない。以下はそれぞれの空港と港湾との関連性についてそれぞれ空港の長所と短所を整理する(表6)。

#### 4-1. わが国空港の優位性

わが国で米国向けの航空機、とりわけ貨物専用機が就航する空港は、現在のところ成田国際空港・中部国際空港・関西国際空港の三空港のみで、東アジアを起点とする米国市場向けのシー・アンド・エア輸送の中継地として利用できる空港もこれら三空港に限られてくる。各空港の制約条件、あるいはその利点は以下のようにまとめることができる。

##### (1) 成田国際空港

- ・空港の後背地である関東圏にある多数の製造業と最大の消費地も存在することから、平成19年9月に東京税関が実施した「成田空港の輸出入航空貨物に係る物流動向調査結果」では、わが国の国際輸出航空貨物全体の61.8%が取扱いされている。
- ・貨物施設の狭隘化が発生、恒常的に混雑している。
- ・千葉港から約50km、京浜港からは約100km離れた内陸に所在する。
- ・空港アクセス道路・周辺道路は混雑している。
- ・航空機離発着の利用時間に制限がある。

##### (2) 関西国際空港

- ・わが国の国際航空貨物の27.0%(同調査による)の取扱量である。
- ・阪神港、大阪北港・南港及び堺港からアクセスは良い。
- ・24時間運用空港である。
- ・中国・米国間を運航する航空機は、関西空港の地理的位置及び航空機の航続距離からも同空港を中継するケースが多い。
- ・関西圏の製造業の東アジア・中国への工場進出は他の国内地域の製造業と比較しても早期から行われておりまたその数も多い。その結果、産業の空洞化現象発生も顕

複数モードを利用した国際複合一貫輸送システムの最適化のための基礎的考察

表 6. シー・アンド・エア輸送のための中継地としての空港比較

国名	空港	長所	短所・制約条件
台湾	桃園国際空港	・基隆港から高速道路を利用したアクセスは良い	・中国からのトランシップ貨物については、通関上複雑な処理が要求される。 ・台湾のほとんどの国際航空貨物を扱っており、取扱量は年間約 160 万トン近く(2007)で、取扱貨物は台湾が IT 立国であることから、機械・電子機器の輸出が多い。
	高雄国際空港	・高雄港から近距離	・米国へ直接就航する貨物航空機がない <sup>12)</sup> 。 ・台湾の地勢的、経済的な理由から東南アジア方面への国際便が就航するが、米国行き航空機の就航はない。
韓国	仁川国際空港	・韓国最大の揚陸港である釜山港から遠い。 ・仁川港に近い。地理的、経済的要因から仁川港には、中国華北からの海上貨物が多い。	・韓国発の国際航空貨物が増し続けており需要期にはターミナルの貨物処理能力に限界が見られる。 ・北南米向け航空機就航数：北米 2 カ国/13 都市/185 便/週、南米 1 カ国/1 都市/3 便/週(2009 年 3 月)
	釜山金海国際空港	・釜山港から近距離	・米国行き直行便、貨物機の就航はない。
日本	成田国際空港	・米国に就航する貨物機、広胴型旅客機の便数が多い。 ・京浜港からも近くアクセスは良い。	・運用時間は 24 時間であるが、23:00~6:00 の間は離発着制限がある。 ・我が国最大の経済圏を後背地にもち、空港ターミナルは日本発貨物で恒常的に混雑している。 ・北南向け航空機就航数：北米 2 カ国/22 都市/360 便/週、南米 2 カ国/3 都市/9 便/週(2009 年 3 月)
	関西国際空港	・完全 24 時間運用空港である。 ・関西経済圏を後背圏に持ち、アジアにも近い。 ・米国行き貨物機及び広胴機による旅客便の就航がある。 ・2009 年 4 月、2 期島において国際貨物地区が供用開始し、今後の需要増大にも充分対応可能である。 ・阪神港に近く、港湾からのアクセスも良い。	・米国行き貨物機と広胴型旅客機が就航するが、上海を起点とするフライトが多く、上海発の貨物需要に影響を受けやすく、貨物スペースの供給は不安定である。 ・関西及び西日本から北米への航空貨物はその約 3 割以上が成田空港経由である。[9]
	中部国際空港	・中京港から近くアクセスが良い。 ・総合保税地域を活用した物流機能の高度化等により、空港の利活用が推進されている。	・中部・東海地域には自動車産業の世界有数の企業の工場が立地しており、潜在的な貨物需要は大きい。近年の米国における自動車不況から米国行き貨物・旅客便の運休・減便が著しい。
	福岡国際空港	・門司・博多港等からアジア各港に近い	・米国へ直接就航する航空機はない

著であり、航空輸送による輸出量は減少傾向にある。

- ・航空機着陸料を含む施設利用料が高い。

### (3) 中部国際空港

- ・わが国の国際航空輸出貨物全体の6.8%未満（同調査による）の取扱量である。
- ・中部圏の主たる輸出産業である自動車とその関連部品の輸出は、その大部分が海上輸送に移行しているため、航空貨物需要は激減しており、同空港から米国へ就航する航空機の便数も減少している。

港湾インフラと空港を取り巻く環境を見た場合、関西空港のシー・アンド・エア輸送に関わるポテンシャルは高い。先に述べた状況から航空貨物輸出量が下落しているが、関西空港の第二滑走路も概ね完成し空港インフラは整備されつつある。JRも関西空港まで乗り入れができており、同空港への鉄道・トラック輸送を通じて海上コンテナ輸送との結節点が整備されればシー・アンド・エア輸送の中継地として選択される可能性は高い。

## 4-2. 中継基地への可能性

上記の地理的・物理的制約条件除いた輸送環境を改善することにより、各空港のシー・アンド・エア輸送の中継点として選択される可能性は大きくなる。結節点としての施設とその運営について整理すると以下の項目の必要性が結論できる。

1. 24時間利用可能な空港（離発着、税関、検疫、空港上屋）
2. 空港着陸料の低廉化
3. 空港インフラの整備（3,000 m級滑走路、上屋機能、アクセス道路、貨物情報処理）
4. 空港関連施設使用料の低廉化（アクセス道路、上屋利用）

さらに、わが国の空港・港湾施設が国際複合一貫輸送の中継基地としてその利用が促進され、施設利用への活性化がなされるためには、様々な規制緩和も必要となる。貿易に関係する手続きの簡素化や税関執務時間の延長、海上と航空貨物の通関システムの一元化の実現が課題となる。それら課題を整理すると、以下の項目の必要性が結論される。

1. 海上貨物の本船入港前の事前申告許可
2. 通関・検疫等の税関執務24時間体制
3. 海上・航空貨物通関端末システムの一元化

## 4-3. 他国の状況

シー・アンド・エア輸送の中継点としての能力において、上記空港中特にわが国空港と競合位置にあるのは台湾桃園国際空港、韓国仁川国際空港と考えられるが、以下では簡単にそれら空港の状況について示す。

**4-3-1. 台湾桃園国際空港：**上記のように台湾のほとんどの国際航空貨物を扱っている。この事実、また同国の最近の産業成長実績は空港能力が自国生産品の輸送に多忙となっていることを示すものと考えられる。また、国土交通省航空局が隔年で実施している国際航空貨物動態調査

の結果[10]から、同空港のトランジット量は、日本全体の2倍を優に超える量であることがわかる。トランジット貨物は海外から自国の港湾や空港を経由して通関を受けずに保税のまま第三国に経由、積み出される貨物であり、シー・アンド・エア輸送は一般にトランジット貨物とは考えられない。これらの状況、同国の通関事情からみて、同空港はすでにその能力の大半を現在の利用対象に消費しており、あえてシー・アンド・エア輸送に処理能力を割く要望を有していないものと推測される。

**4-3-2. 韓国仁川国際空港：**航空貨物取扱量は2006年より成田国際空港を上回っている。しかし、その貨物内容は自国発着貨物が約5割、国際トランジット貨物が約5割である[9]。ちなみに成田国際空港は自国発着貨物が取り扱い全体の8割であり、トランジット貨物量は残りの2割である[9]。この事実は上記動態調査の結果にも表れていて、仁川国際空港の国際航空トランジット貨物量は、台湾桃園国際空港よりわずかに少ないものの日本全体の2倍を優に超えている。韓国自身の輸出貨物の増加、トランジット量の状況の事実より見て本空港スケジュールが相当に過密状況にあることが推測される。また、シー・アンド・エア輸送に利用される海上貨物の陸揚げ港は釜山港であると考えられるが、仁川空港までは長時間の陸送を必要としている。これらの事実はシー・アンド・エア輸送には負の要因であろう。

#### 4-4. まとめと現状

以上考察したようにわが国はシー・アンド・エア輸送の中継点としての高度の能力を有している。しかしながらその能力の組織的な活用は行われていない。取扱量の問題から見ても中国発米国向けの貨物の総量に対する割合は低い。これを表す統計量は得られにくいのが周知の事態である。問題点のひとつは海上輸送と航空輸送の連結の問題である。海上輸送と航空輸送の間には実際は短距離ながら陸送が介在する。未公表であるが、その連携の悪さは関係者の多くが知るところであり、遠く九州で陸揚げされた貨物が成田まで運送されている例もある。また、陸送運賃も本来の評価であるはずのところの距離には比例することなく、所要時間、日数で計算され、また、トラックの帰りの積荷の有無で評価されていて合理的とはいえない。これらはすべてこのシー・アンド・エア輸送が組織的に行われていないゆえの不合理さである。シー・アンド・エア輸送の利点が理解され利用が増加することにより不合理性が解消されることが期待される。

#### 5. 結語

今日、物流は単なるモノの流れから経営戦略の中核の一つとみなされ経営戦略的ロジスティクスに変化しつつある。今、さらにそのロジスティクスはよりシステム化され、サプライ・チェーン・ロジスティクスとしてより高度な物流に変化しつつある。しかしその根本にある物流に対する最大の要求は、企業の利潤追求とそれを最大化することに変化はない。日本の製造業は、遠く東アジア、とりわけ中国の安価なリソースとインフラを求めて多くが海を渡った。しかし未だ製造された商品を市場に届けるまでの物流が十分に科学的検証をされることもなく、

荷主・荷受人、それらを取り巻く物流業者も経験則をもとに物流対策への意思決定がなされているように見られる。上述した輸送モードの見直しだけでなく、物流効率化は、環境問題への対応、危機管理システムへの対処といった今日の問題も同時に関連し、解決していかなければならない。

わが国の製造業がその生産拠点を中国に移転した結果、国内では産業の空洞化として新たな経済問題が生じた。わが国の製造業がコスト安、インフラ安を求めて製造現場の移転を余儀なくされたのは国際競争力が脆弱であったからといえるかも知れない。移転先である中国のコストが上昇し、その移転したメリットが消失する以前に商品のコスト競争力を強化し、経営改善のための物流モードの見直しを行うことは極めて必然的且つ経営戦略的重要課題と考えられる。マクロ的問題としてわが国の産業空洞化は今後さらに進行し、それに伴いわが国の港湾、航空、それらの関連事業がさらに衰退する可能性も否定できない。その可能性を極小化し、対策をたて、東アジア・中国に進出した企業の経営戦略への一助としても日本を経由地とするシー・アンド・エア輸送、海上・航空輸送の最適化への提言を行うことは極めて重要であると考えられる。これは運送に携わる者だけで実現できる事ではなく、そこには荷主・荷受人である関連企業、関係官庁、引いては消費者も含めて経済的、社会的環境に整合しうる物流を具現化しなければならない。今後の研究テーマとして最適化へ科学的アプローチを行い、具体的提案をしたいと考えている。

参考文献：

- [1]Katsuhisa Okita, “Optimization in International Inter-modal Logistics”, Thesis for the Master Degree of Osaka Prefecture University, 2003
- [2]Kazuhiro Takeyasu and Katsuhisa Okita, “Optimization in Sea and Air Freight Transport Utilizing Genetic Algorithms”, Memoir of Osaka Prefectural University 経済研究, Vol.52, No.3.59-72, 2007
- [3]Takashi Amemiya and Katsuhisa Okita, “Basic considerations for the optimal allocation of three modes intercontinental transportation of seasonal products” 摂南大学経営情報学研究, Vol.17, No.1, 2009
- [4]Takashi Amemiya and Katsuhisa Okita, “A Consideration for the Optimal Allocation of Three Modes Intercontinental Transportations of Mass-Market Products”, International Conference on IML2010, Hsinchu, Taiwan, March (2010).
- [5]Takashi Amemiya and Katsuhisa Okita, “Basic Considerations for the Optimal Allocations of Three Modes for Intercontinental Transportation of Seasonal Products”, Proc. Asia Pacific Conference of Industrial Engineering and Management, Kitakyushu, (2009)
- [6]Takashi Amemiya and Katsuhisa Okita, “On the Optimal Allocation of Three Modes for The Intercontinental Transportation of Seasonal Products”, 摂南大学経営情報学研究, (投稿中)
- [7]国土交通省ホームページ 報道発表資料、海上と航空の連携による Sea&Air 輸送に関する実証実験の実施～関西国際空港の国際物流ハブ機能を強化～
- [8]市來清也 『国際複合一貫輸送概論』 成山堂書店、1993  
[http://www.mlit.go.jp/report/press/cab04\\_hh\\_000017.html](http://www.mlit.go.jp/report/press/cab04_hh_000017.html) 2008年11月20日
- [9]国土交通省ホームページ 『国際航空物流を巡る環境の変化』  
[http://www.mof.go.jp/singikai/koukuu\\_butsuryu/siryoku/ka](http://www.mof.go.jp/singikai/koukuu_butsuryu/siryoku/ka) 2009年11月28日
- [10]アジア運輸政策研究地域の主要空港における国際航空貨物の流動実態に関する研究、運輸政策研究 Vol.10, No.4, 2008.
- [11]山岸 寛 『海上コンテナ物流論』 成山堂書店、2004
- [12]中国交通部港口処 中華人民共和国交通部ホームページ、<http://www.moc.gov.cn/> 現在では港湾ごとのデータに収められており。一覧表としては存在しない。
- [13]中華人民共和国海関総署編 『中国海関統計年鑑 2008』 中国海関、2009
- [14](社)日本港湾協会 港湾物流情報ホームページより抜粋。
- [14]日本貿易振興機構(JETRO)ホームページより抜粋。  
<https://www.jetro.go.jp/jfile/report/>
- [15]日本貿易振興機構(JETRO)ホームページより抜粋。  
[https://www.jetro.go.jp/world/asia/cn/central\\_east/pdf/huadong\\_0810.pdf](https://www.jetro.go.jp/world/asia/cn/central_east/pdf/huadong_0810.pdf)
- [16]三木楯彦 『物流システムの構築』 白桃書房、1990

- [17]国土交通省海事局編 『海事レポート』(平成20年版) 日本海事広報協会、2008
- [18]国土交通省航空局ホームページ 『我が国航空物流のグランドデザイン』、『平成20年度の主な取り組み』 2009年3月17日 <http://www.mlit.go.jp/>
- [19]齊藤 実 『3PL ビジネスとロジスティクス戦略』 白桃書房、2005
- [20]小林 晃・平田義章・木下達雄 『21世紀の国際物流』 文真堂、2004
- [21]國領英雄 『現代物流概論』 成山堂書店、2003
- [22]榊原胖夫・Nelson C. Ho・石田信博・太田和博・加藤一博 『インターモーダリズム』 勁草書房、1999
- [23]梅津和郎・細川隆雄・足立浩一・中津孝司・鈴木清巳・石川 眞 『世界貿易の新潮流』 晃洋書房、1998
- [24]柴田悦子 『物流経済を考える』 成山堂書、1997
- [26]野尻 亘 『日本の物流』 古今書院、1997
- [27]『月刊 CARGO』 ～別冊特集・中国/2005～ 海事プレス社 2005年12月15日号
- [28]『月刊 CARGO』 2005年～2006年 各月号 海事プレス社
- [29]関西国際空港株式会社ホームページ、<http://www.kiac.co.jp/data/index.html>