

小型コンテナを活用した
中部国際空港の国際物流機能拡充調査・検討業務
報告書

平成 23 年 3 月

国土交通省航空局

目次

序章	はじめに	1
1.	調査目的	1
2.	検討項目	1
	(1) 中部国際空港の現状調査	1
	(2) 小型コンテナの仕様検討	1
	(3) 小型コンテナを使用した輸送実験の実施及び検証	1
3.	平成21年度調査との検討項目	2
4.	検討体制・検討経過	2
	(1) 検討体制	2
	(2) 検討経過	3
第1章	中部国際空港の現状調査	4
1.	中部国際空港の取扱貨物量、就航機材構成などの国際貨物輸送の整理	4
	(1) 取扱貨物量	4
	(2) 就航機材構成	6
2.	中部国際空港の貨物運用体制・施設・状況の整理	7
	(1) 中部国際空港内における物流プロセス	7
	(2) 中部国際空港の貨物施設・今後の整備計画	9
第2章	小型コンテナの仕様検討	10
1.	中部国際空港の機材構成を前提とした小型コンテナの仕様検討	10
	(1) 前提条件	10
	(2) 小型コンテナ仕様	14
	(3) 小型コンテナの製作	16
2.	小型コンテナの使用時の課題・対応方策	17
	(1) 工場	17
	(2) フォワーダー手倉	18
	(3) エアライン上屋・搭載	19
3.	小型コンテナの導入効果	20
第3章	小型コンテナを使用した輸送実験の実施及び検証	22
1.	実験を行う路線検討	22
	(1) 実証実験の想定ケース	22
	(2) 実証実験を行った路線	22
2.	輸送実験検証	24
	(1) 実証実験概要	24
	(2) 実証実験Aの計測内容	29
	(3) 実証実験Bの計測内容	33
	(4) ハンドリングに係る時間計測結果	35
	(5) 品質面(ダメージ)にみる実験結果	37

第4章 まとめ	39
(1) 導入効果（まとめ）	39
(2) 他空港での利用可能性	40
(3) 今後の検討課題	40
資料 編	43

序章 はじめに

1. 調査目的

平成 22 年 5 月 17 日に開催された国土交通省成長戦略会議において、航空分野の成長戦略が発表され、関西国際空港、中部国際空港等の我が国拠点空港の貨物ハブ化に向けた方針が示されている。一方で、中部国際空港においては、リーマンショック以降の減便の影響で、特に貨物専用便が僅少となっており、中部国際空港発のベリー貨物便または成田・関西国際空港へ保税転送後、輸出される状況にある。また、欧米向けの輸送においても、直行便が少ないため、諸外国によるトランジットに依存している。このように、貨物専用機の直行便に比べ、小型機ベリーでは、貨物スペースが限られ、搭載にも様々な制約が発生している状況である。さらに、保税転送やトランジットの積み替え時には貨物を損傷させる危険も指摘されている。

したがって本調査においては、ベリー便の貨物スペースの有効活用及び保税転送、トランジット時の貨物への損傷を防止するために、小型機材のベリー輸送に適したコンテナ（以下、小型コンテナという）を用いた輸送について、検討、実験を行い、小型機材による物流プロセス改善・向上を図ることを目的とする。

2. 検討項目

(1) 中部国際空港の現状調査

中部国際空港の現状、課題及びニーズについて、統計、文献資料、関係者へのヒアリング等により整理する。

- ① 中部国際空港の取り扱い貨物量、就航機材構成などの国際貨物輸送実態の整理
- ② 中部国際空港の貨物運用体制、施設、状況の整理
 - ・ 中部国際空港内における物流プロセス
 - ・ 中部国際空港の貨物施設、今後の整備計画
- ③ 関係者のニーズ把握
 - ・ 荷主、フォワーダー、航空会社、空港会社より、課題及びニーズについてヒアリング等により確認を行い、対応策の検討を行う。

(2) 小型コンテナの仕様検討

上記（1）にて調査した結果を踏まえ、

- ① 中部国際空港の機材構成を前提とした、小型コンテナの仕様を検討し、作成する。
- ② 小型コンテナの使用時の課題、対応を検討する。
- ③ 小型コンテナによる効果について、積み替え時間、労力等について、定量的、定性的に検討・整理する。

(3) 小型コンテナを使用した輸送実験の実施及び検証

作成した小型コンテナを用い、輸送実験を行い、効果を検証する。

- ① 上記（2）③の効果も踏まえ、実験を行うべき路線を検討する。
- ② 選定したルートを対象に、小型コンテナを用い、2 回の輸送実験を行い、（2）③の見込み効果と実験結果について分析する。
- ③ 小型コンテナの他空港での利用可能性について検討する。

3. 平成 21 年度調査との検討項目

国土交通省航空局では、航空貨物輸送用コンテナについて、平成 21 年度にて「航空物流プロセスの効率化に向けた航空貨物輸送用コンテナの有用性の検証調査」を実施しているが、本年度調査と平成 21 年度調査は、コンテナ搭載貨物室、ルート、適用想定範囲等の以下の違いがある。

表-1 本年度調査と昨年度調査の検討対象等の比較

	平成 22 年度調査 (本年度調査)	平成 21 年度調査 (昨年度調査)
搭載貨物室	旅客便 下部貨物室	貨物便 上部貨物室
ルート	海外空港の経由便 または OLT による他空港搭載	直行便
適用想定範囲	荷主～荷主	同左 ※但し、実験ではフォワーダー手倉か ら～フォワーダー手倉
実証実験 利用コンテナ	アルミ製軽量コンテナ (軽量化を図った)	樹脂製コンテナ

4. 検討体制・検討経過

(1) 検討体制

○調査検討チーム

郵船ロジスティクス株式会社 中日本混載センター
 イベデン株式会社 生産推進本部 貿易・物流部
 キャセイパシフィック航空会社 名古屋貨物営業部
 スカイポートサービス株式会社 業務部
 中部国際空港株式会社 貨物営業グループ
 名古屋国際航空貨物運送協会
 財務省名古屋税関 中部空港税関支署
 国土交通省航空局 監理部航空事業課 航空物流室
 国土交通省中部運輸局 交通環境部物流課 ※

○調査検討WG

郵船ロジスティクス株式会社 中日本混載センター・大垣営業所
 キャセイパシフィック航空会社 名古屋貨物営業部
 スカイポートサービス株式会社 業務部
 コンテナメーカー (エイエルパレットジャパン株式会社)
 国土交通省航空局 監理部航空事業課 航空物流室
 国土交通省中部運輸局 交通環境部物流課 ※

※は事務局

(2)検討経過

○第1回 調査検討チーム

- ・日時 平成 22 年 10 月 28 日 (木) 13:00~15:00
- ・場所 中部国際空港 第1セントレアビル4階 D4会議室
- ・検討内容 ○本調査の趣旨
○調査検討体制について
○今後のスケジュールについて

○第1回 調査検討ワーキング

- ・日時 平成 22 年 11 月 24 日 (水) 10:30~12:00
- ・場所 三菱UFJリサーチ&コンサルティング(株) 名古屋本社 6階大会議室
- ・検討内容 ○スケジュール確認
○実験路線の検討・積載方法など
○荷役・通関場所の確認
○小型コンテナの発注仕様及び基数
○小型コンテナ使用時課題の洗い出し

○第2回 調査検討チーム

- ・日時 平成 22 年 12 月 20 日 (月) 14:00~16:00
- ・場所 郵船ロジスティクス 中部ロジスティクスセンター4階会議室
- ・検討内容 ○小型コンテナ仕様検討
・プロトタイプによる設計仕様の評価
・改良点の検討
○実証実験の実施方針について
・ルート・作業場所・積付方法
・検証項目

○第3回 調査検討チーム 第2回 調査検討ワーキング 合同会議

- ・日時 平成 23 年 1 月 27 日 (木) 14:00~16:00
- ・場所 中部国際空港 第1セントレアビル1階 B・C会議室
- ・検討内容 ○実証実験の実施計画について

◇第1回 実証実験 2月16日(水)~17日(木)

◇第2回 実証実験 3月2日(水)~3日(木)

○第4回 調査検討チーム 第3回 調査検討ワーキング 合同会議

- ・日時 平成 23 年 3 月 14 日 (月) 13:00~15:00
- ・場所 中部国際空港 第1セントレアビル1階 A会議室
- ・検討内容 報告書 素案の内容確認

第1章 中部国際空港の現状調査

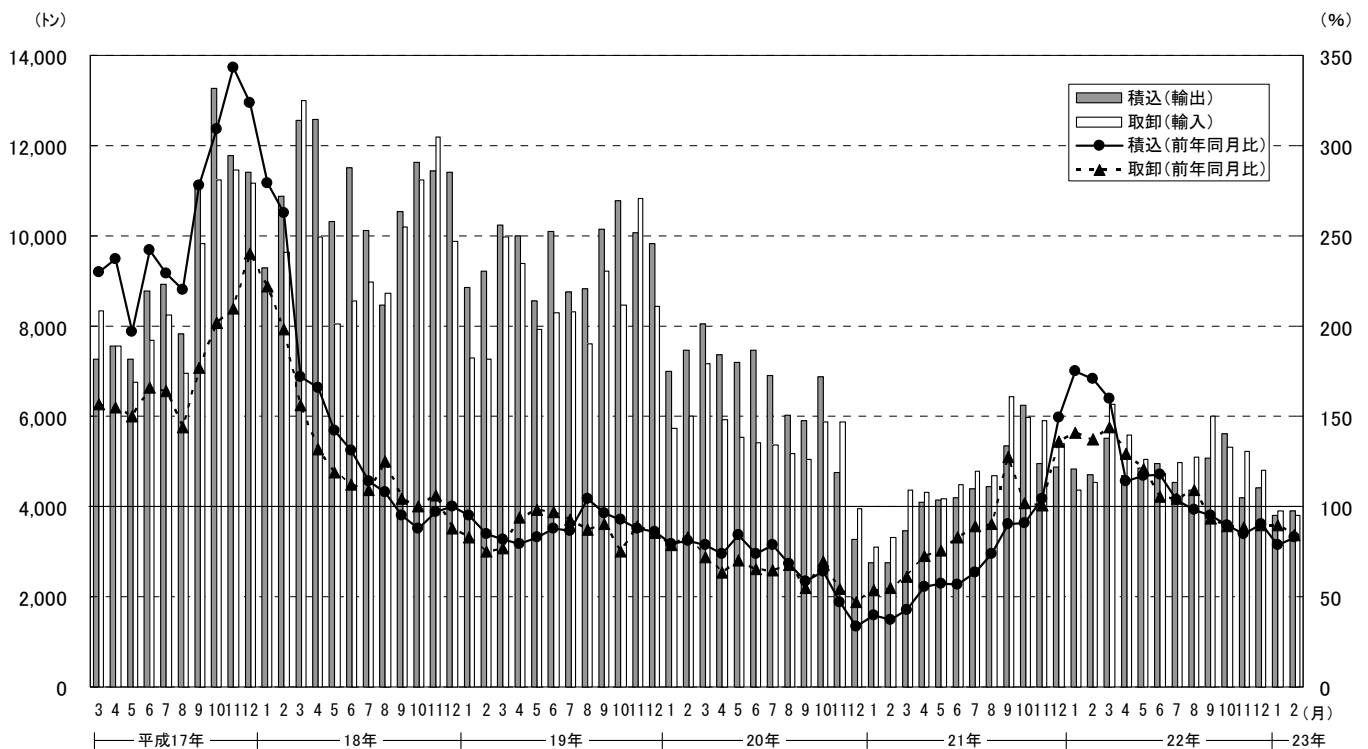
1. 中部国際空港の取扱貨物量、就航機材構成などの国際貨物輸送の整理

(1) 取扱貨物量

中部国際空港の国際貨物取扱量は、平成20年以降、大幅な落ち込をみせ、平成21年度では約11.9万トンと空港開港前の水準になっている。平成21年11月以降は、前年同月を上回る実績で推移し、復調の兆しがみられるものの、平成22年に入り、伸び率は鈍化しており、22年度中盤以降、対前年同月比を下回る状況になった。

成田国際空港、関西国際空港、中部国際空港の我が国の国際拠点空港である3空港の比較でみた、対前年同月比の推移(図1-2)をみると、中部国際空港の対前年同月比は、他空港よりも低い数値で推移しており、貨物誘致が大きな課題になっている。

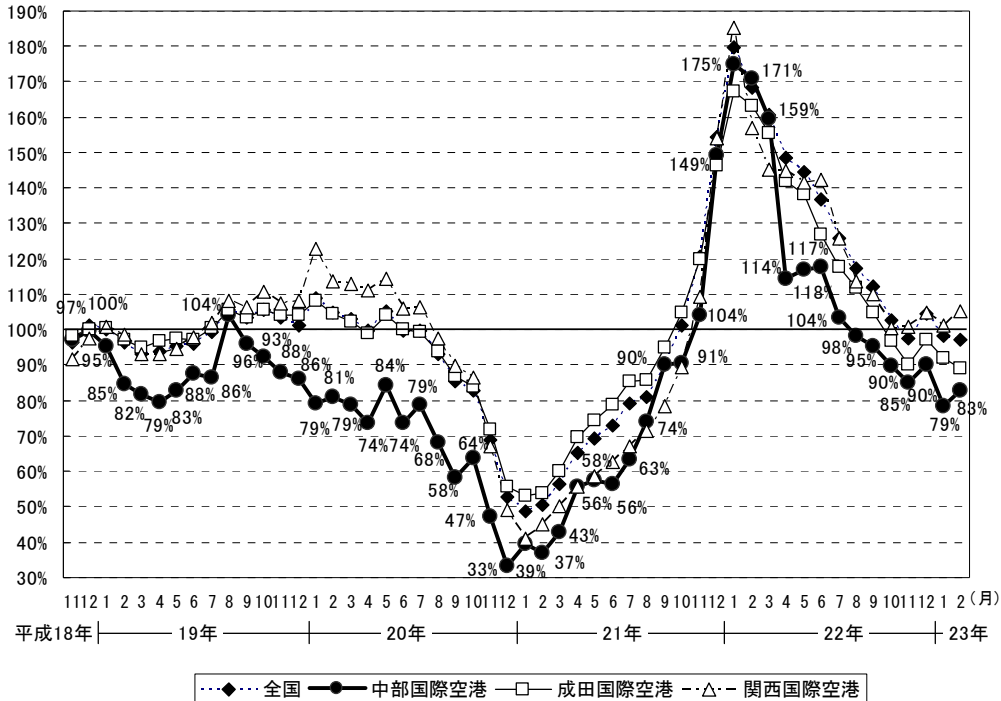
図1-1 中部国際空港の国際航空貨物の取扱推移(H17.3~H23.2)



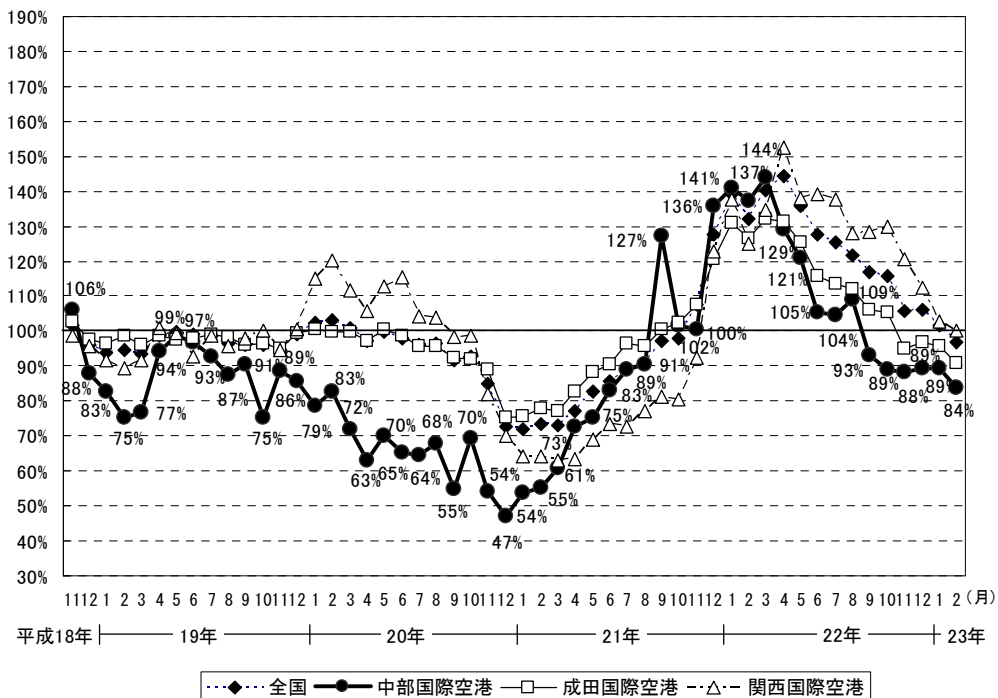
(資料) 財務省「空港別国籍別航空機入港表」

図 1-2 我が国の国際拠点空港(中部・成田・関西)における
国際航空貨物の対前年比の推移(H18.11~H23.2)

積荷(輸出)



卸荷(輸入)



(資料) 財務省「空港別国籍別航空機入港表」

(2)就航機材構成

中部国際空港発の貨物専用便は、2010年冬ダイヤにおいては、エアホンコン／香港便、揚子江快運／上海便の2路線のみになっている（その他、エバグリーンが就航しているが、現在、中部国際空港発の貨物営業は行っていない）。

一方、旅客便については、週291便/週のうち、約6割にあたる162便/週が小型機である。とくに、貨物需要の大きい中国路線については、約9割の便（108便/週のうち96便/週）が小型機となっている。

加えて、欧米路線についてみると、欧州は、フランクフルト、ヘルシンキ、北米路線はデトロイトの3都市のみの就航であり、最終目的地として利用できる方面が少ない状況にある。

このため、貨物専用機を必要とするような大口輸送、中国向け、欧米向けの貨物輸送等は、その多くを国内外の他空港経由の路線に依存せざるを得ない状況になっている¹。

表 1-1 中部国際空港(2010年 冬ダイヤ 方面別機材構成)

		貨物便				旅客便			計
		B73F	A300F	B74F	貨物便計	小型機	中型機以上	旅客便計	
	積載量:トン	15	45	113					
アジア	韓国				0	26	28	54	54
	中国	5			5	96	12	108	113
	香港		5		5		17	17	22
	台湾				0	12	14	26	26
	その他アジア				0	7	37	44	44
欧州	ドイツ				0		5	5	5
	フィンランド				0		4	4	4
北米	北米			(4) 搭載なし	0(4)		12	12	12(4)
大洋州	グアム				0	21		21	21
		5	5	0(4)	10(4)	162	129	291	301(4)

(注)旅客機の区分は、以下のとおり

小型機(M90、B737、B757、A32S)、中型機以上(B767、B747、B777、A330、A340、A346)

(資料)スケジュールについては中部国際空港HPより。機材積載量等は、各航空会社ホームページ及び「エアカーゴマニュアル2006」、「平成21年度民間航空機関連データ集別冊主要民間輸送機の概要」を参照した。

¹ 中国・上海向けについては、2010年冬ダイヤより貨物専用機が就航するなど、スペースの改善がみられる。

2. 中部国際空港の貨物運用体制・施設・状況の整理

(1) 中部国際空港内における物流プロセス

① 一般的な物流プロセス

輸出航空貨物の輸送プロセスは、工場（荷主）でパレタイズ（パレットに搭載）された貨物が、トラックにてフォワーダー手倉に輸送され、混載・通関された後、エアライン上屋に横持ちするため、再パレタイズされ、さらにエアライン上屋にて航空機搭載用に ULD 積付（ビルドアップ）されるプロセスを経る。

結果として、「工場」「フォワーダー手倉」「エアライン上屋」の3箇所にて、次の輸送工程に向けたパレタイズ・梱包またはビルドアップが行われている。各施設において、方面仕分けが行われる場合は、パレタイズ（方面別に載せ換え）は必要不可欠な業務となるが、輸送貨物が同一方面で、方面別の仕分けを必要としない場合は、トラック、航空機のそれぞれの輸送機材に対応するためのパレタイズ・梱包・ビルドアップになる。そのため、それぞれ載せ換え作業に時間を要する形になっている。また、パレット（航空機の場合は、ULD）での輸送は、輸送中のダメージ回避のための養生となるものであるが、載せ替えそのものの作業は、荷物のダメージ発生の要因にもなっている。

② 中部国際空港の物流プロセス

中部国際空港における物流プロセスとして、特徴的な流れとして、成田空港への保税運送（OLT）をあげることができる。中部国際空港では、貨物専用機の就航が少ないため、中部国際空港において通関、ビルドアップされた貨物についても、成田空港に保税転送されるケースが少なくない。成田空港へ保税転送されるビルドアップ貨物は、混載効率を高めるため、様々な容姿、重量の貨物を積み合わせるため、貨物干渉によるダメージ回避のために、様々な養生が施される。

なお、中部国際空港では、空港島内にてエアライン上屋とフォワーダー手倉が一体的に配置されているため、本来、上屋間の輸送に伴う、パレタイズの手間を減らすことが可能であったが、これは、貨物専用機の就航を前提としたインタクト ULD 搬入が前提であった。このため、貨物専用機の就航が少ないなかで、このメリットを活かすことが難しくなっており、経路便や他空港利用等の新たな物流プロセスでの効率化が求められている。

図 1-3 中部国際空港の貨物施設レイアウト

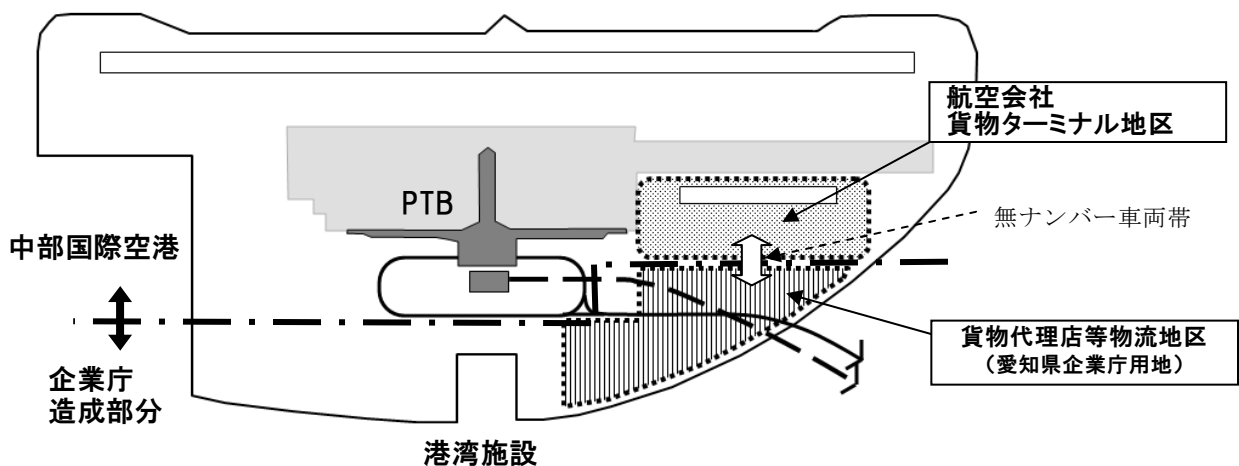


図 1-4 中部国際空港の物流プロセス

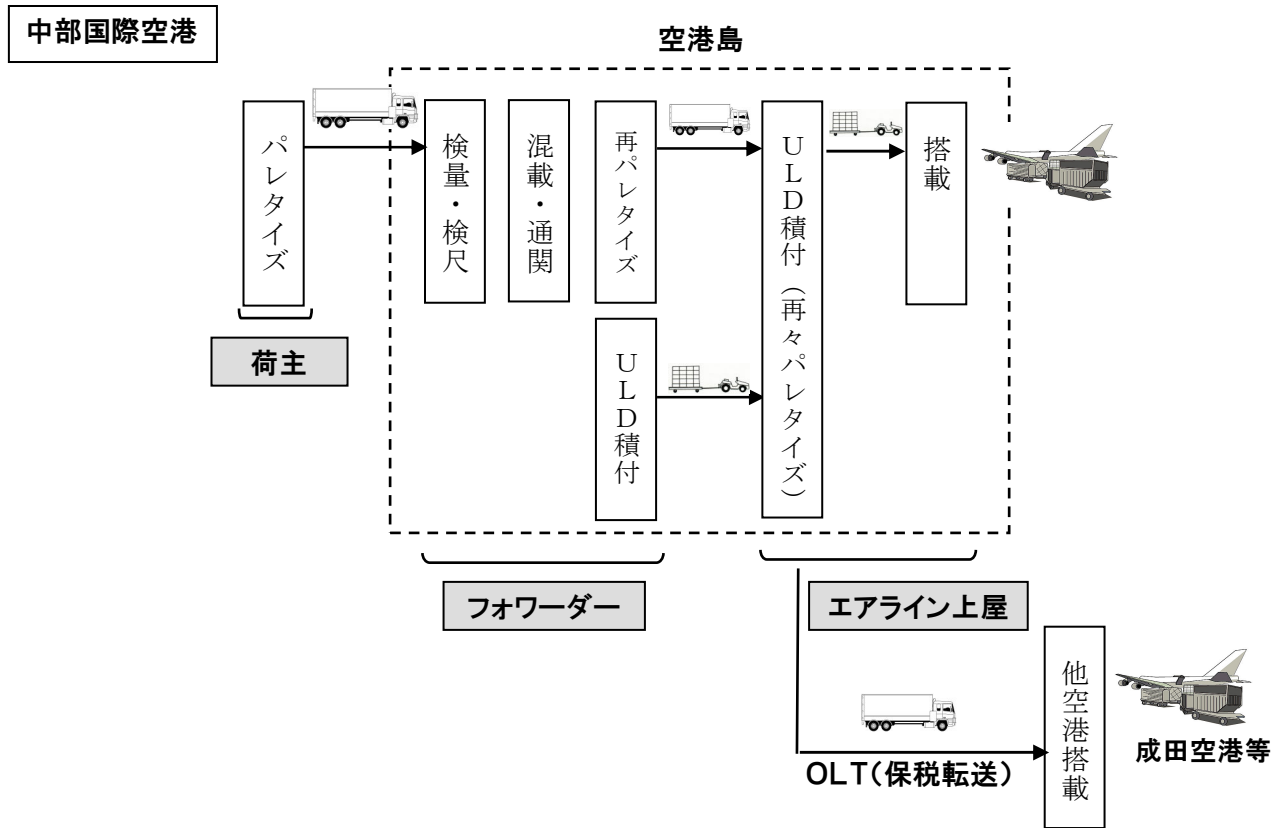
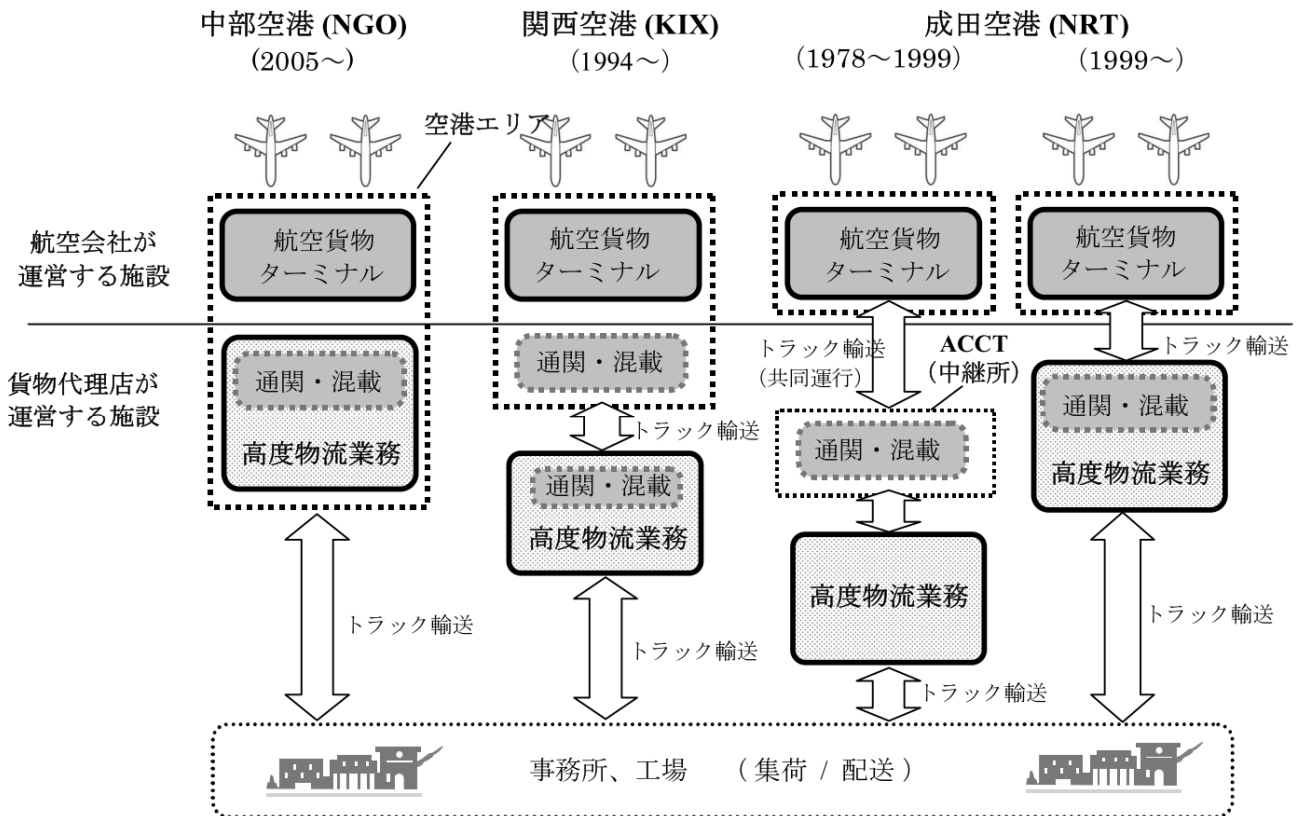


図 1-5 中部国際空港の貨物施設レイアウト



(資料) 永柳、竹内、片山「The Planning & Outcome of Central Japan Intl Airport's innovative logistic system」 ATRS 2006 を和訳して掲載

(2) 中部国際空港の貨物施設・今後の整備計画

中部国際空港では、空港と一体となった港湾施設を擁している(図 1-3 参照)。同港湾施設を利用し、B787 型機の大型航空部品が、名古屋港や衣浦港から海上輸送を行い、空港島に陸揚げした後、中部国際空港から大型航空部品を輸送するために開発された特別な貨物専用機にて、米国へ輸送される。今後、B787 型機の本格生産とともに、空港島の港湾施設を利用した貨物輸送も多く実施されることが期待されている。

従来、海上輸送を前提とした貨物を航空輸送に切り替える場合、海上輸送用の「通い箱」を航空機に搭載するといった状況がみられた。このような場合、通い箱の重量等が問題視されており、通い箱の軽量化は、海上輸送、航空輸送の共通の課題になっている。

今後、荷主において、海上輸送用・航空機輸送用の通い箱が共通化された場合、海上フェリー輸送を利用した、空港～港湾間の貨物輸送も期待され、中部国際空港の港湾施設を利用した輸送利用の可能性も期待される。

図 1-6 空港島港湾施設を利用した特殊大型貨物の荷揚げ



第2章 小型コンテナの仕様検討

1. 中部国際空港の機材構成を前提とした小型コンテナの仕様検討

(1)前提条件

①想定される輸送ルート

中部国際空港発にて、小型コンテナ利用が想定されるルートとして、以下の3つのケースが想定される。

○ケース1は、韓国／仁川、香港、シンガポール等の外国のハブ空港を経由して、目的地（主に欧米）まで輸送するルートであり、中部国際空港発の旅客機下部貨物室を利用した輸送（以下、ベリ－輸送）を活用するものである。このルートでは、外国ハブ空港でのトランジット時におけるダメージ、盗難等が課題になっており、養生・梱包の手間、コストがかかっている。

○ケース2は、中部国際空港で ULD 積付された貨物を、成田国際空港や関西国際空港に転送し、同空港発着の中・大型機（貨物専用機を含む）に搭載するものである。中・大型機の貨物室用の ULD（'96 パレットなど）に積付を行う際に、効率的な混載を実施するために、多品種の貨物を搭載することが多く、積付荷物の干渉による貨物ダメージが課題になっており、養生・梱包の手間、コストがかかっている。

○ケース3は、中部国際空港発の A320 型機または B737 型機といった小型機材を利用して、輸送するものである。B737 型機は、搭載スペースが小さく、ULD を利用せず、バルク状態にて、手積みにて搭載作業を行うために、空港内でのダメージが発生しやすくなっている。

○ ケース1

中部国際空港～（ベリ－輸送）～外国空港経由～（ベリ－輸送）～到着空港（主に欧米）

○ ケース2

中部国際空港～（トラック）～成田国際空港等の国内拠点空港～（中・大型機）～
～到着空港（主に欧米）

○ ケース3

中部国際空港～（小型機材）～到着空港（主に中国）

②ケース別搭載機材(ULD)とコンテナ基本サイズ

(ケース1 旅客機ベリー対応⇒PLA パレット)

ベリー輸送の ULD では、通常、LD-3 (下部貨物室の片側利用、AKE コンテナともいう)、LD-6 (下部貨物室の両側利用) が利用されるが、当該コンテナのスキッド部 (いわゆる、皿部分) の ULD に該当するものが、「PKC」、「PLA」である。

外国でのトランジット時に、相手先空港別の載せ替えを想定する場合、PLA に複数搭載できる小型コンテナが必要であるが、荷主が工場内や事業所間の輸送用パレットとしても汎用できるサイズとして、ドア to ドアの輸送にも適用を図ることが必要である。

このため、PLA に平置 3 基搭載でき、ユーロパレット (1200×1000) に合致できるサイズ (表 2-1 参照) にて、小型コンテナの設計を行うものとした。

(ケース2 中・大型機貨物室対応⇒'96 パレット)

中・大型機にて、最も利用される ULD が、PMC ('96 パレット) である。国土交通省航空局「航空物流プロセスの効率化に向けた航空貨物輸送用コンテナの有用性の検証」(平成 21 年度) では、PMC に平置 6 基搭載できるサイズを基本としており、本年度もこの考え方を踏襲した。

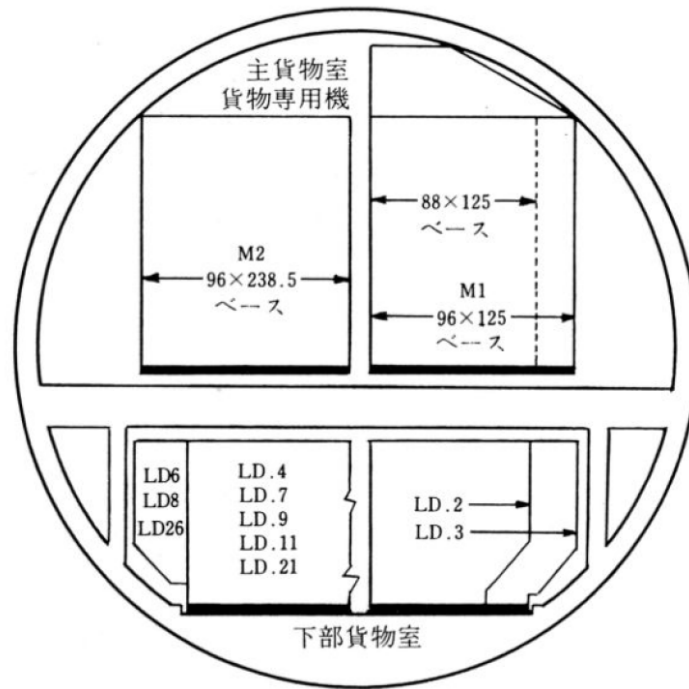
'96 パレット外寸を前提として、ケース 1 で想定したユーロパレット (1200×1000) を搭載する場合、ネットの厚み相当分が、'96 パレットの外側にはみだす形になる。しかし、'96 パレットでの小型コンテナ利用は、'96 パレットにすべて小型コンテナを搭載する状況は想定しにくく、小型コンテナとバラ貨物を混載する形態が多いと想定され、'96 パレットに必要な応じて小型コンテナを数基搭載する形が現実的である。また、他空港転送の場合では、直行便利用が可能となるため、発地側で、ネット部分の厚みオーバー分を、隣り合うポジションの貨物と調整可能である。

こうしたことから、ケース 1 と同サイズのユーロパレット (1200×1000) 対応の小型コンテナにて汎用可能と判断した。

(ケース3 小型機の下部貨物室利用⇒1100×1100)

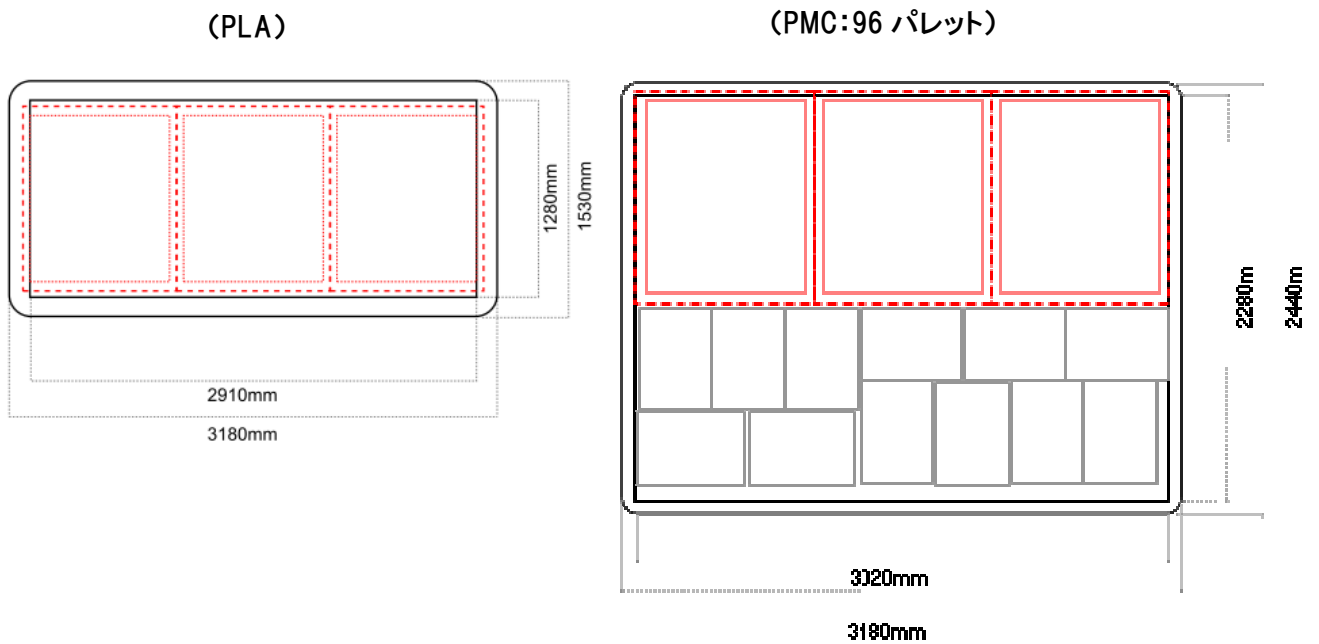
中部国際空港での就航が多い、B737 型機への貨物搭載は、バルク貨物の手積みに限定される。このため、小型コンテナは、下部貨物室の搭載部ドアのサイズから規定されることとなり、121 (W) ×88 (H) 内に収める必要がある。このため、1100×1100 の底面サイズを採用することとした。

図 2-1 広胴機貨物室断面図



(資料) 日本梱包工業協同組合連合会指導教育委員会「第 22 章 航空貨物の概要」

図 2-2 PLA 及び PMC(96 パレット)のサイズ



※赤い部分は、小型コンテナの搭載イメージを示す。

表 2-1 一般的なパレットとULDサイズの関係

(PLA)

		小型コンテナ 設計外寸※1	PLAパレット	
			外寸	内寸
基本サイズ			3,180(L)×1,530(W)	2,910(L)×1,280(W)
分割サイズ			L/3 (3分割) 1,060×1,530	L/3 (3分割) 970×1,280
ネット厚さ考慮寸法 両端各20mm控除※2			1,047×1,490	同上
欧州規格	EURパレット 1200×1000	1220×1020	○	×
	VMFパレット 1200×800	1220×1020	○	○
日本規格	T11パレット:1100×1100	1120×1120	×	×
	T12パレット:1200×1000	1220×1020	○	×
米国規格	48×40 インチパレット: 1219×1016	1239×1036	○	×

('96パレット)

		小型コンテナ 設計外寸	'96パレット	
			外寸	内寸
基本サイズ			3,180(L)×2,440(W)	3,020(L)×2,280(W)
分割サイズ			L/3,W/2 (6分割) 1,060×1,220	L/3,W/2 (6分割) 1,007×1,140
ネット厚さ考慮寸法 両端各20mm控除※2			1,047×1,200	同上
欧州規格	EURパレット 1200×1000	1220×1020	△	×
	VMFパレット 1200×800	1220×1020	△	×
日本規格	T11パレット:1100×1100	1120×1120	×	×
	T12パレット:1200×1000	1220×1020	△	×
米国規格	48×40 インチパレット: 1219×1016	1239×1036	×	×

(注) 表中※印は、以下の補足説明を示す。

※1 小型コンテナは、一般的なパレットに搭載した貨物の外側に側板を立てるため、4辺それぞれに10mmずつ外側に寸法が広がる。

※2 ULD積込時に、ULD間又は機材との干渉が懸念されるため、長さ、奥行き方向ともに、20mmずつ控える形とした。

表中の○、×、△は、小型コンテナ設計外寸と分割サイズの適合関係を示したものである。

○：搭載可能 ×：搭載不可能

△：直行便に限り、隣り合うコンテナとの積み合わせ調整ができれば搭載可能である。但し、経由便の場合は、経由地の積み合わせコントロールが発地側では不可能である。

(2) 小型コンテナ仕様

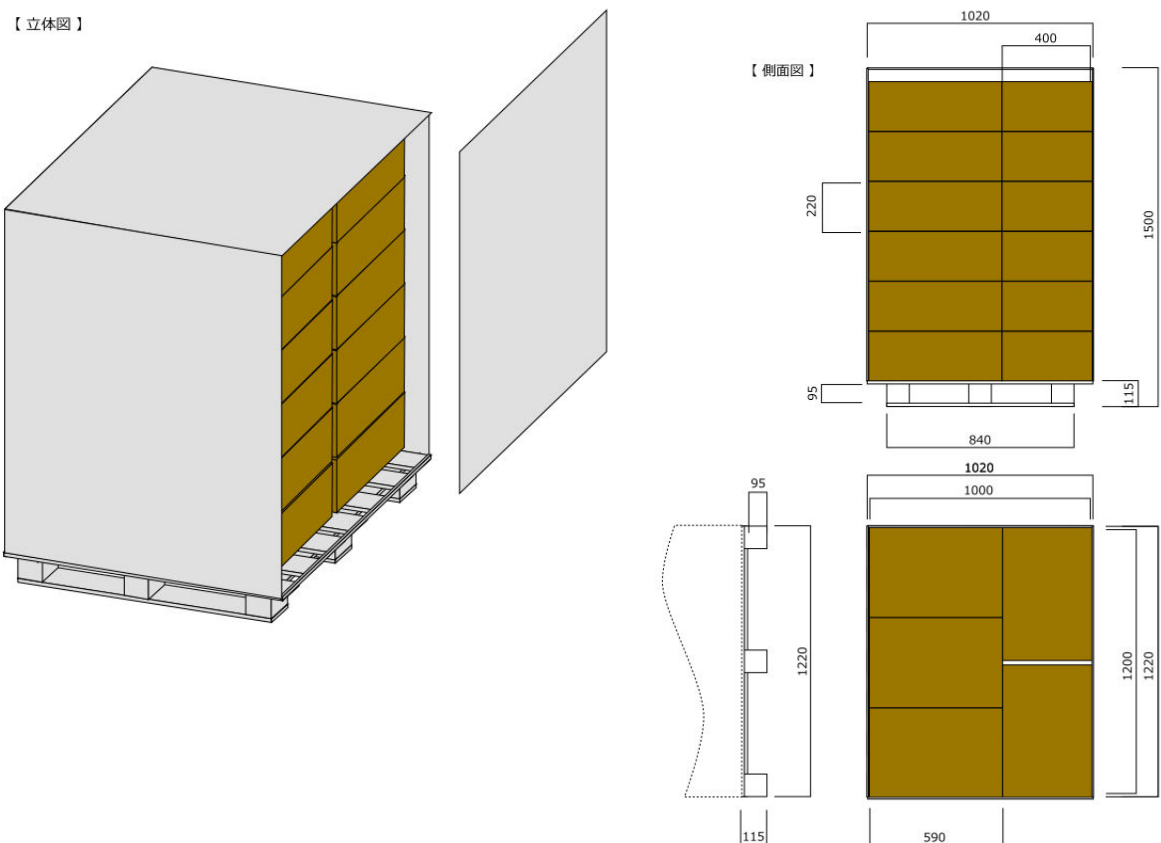
(1) の前提条件を踏まえ、機材の積付基準の高さを考慮したうえで、ケース1及びケース2、及びケース3に対応する小型コンテナの設計仕様を定めた。

① ケース1及びケース2(PLA 及び'96 パレット用)

- サイズ 1220 (W) × 1020 (L) × 1500 (H)
- 自重量 23.2kg (対荷重 500kg 想定)
- 設計上の留意点

PLA パレットの外寸法に合うようにコンテナの外寸法を設計しているが、外寸法そのままを脚部サイズとすると、内寸法をオーバーするために、脚部のフォークエントリー一部分については、ボックスサイズよりもオフセットして配置した。

図 2-3 PLA 及び'96 パレット用小型コンテナ設計仕様



(注) 機器設計にあたっては、アルミパレットの製造・開発にて、超軽量化技術を有するエイエルパレットジャパン㈱と協力のうえ、検討を行った。

②ケース3(B737 型機用)

○サイズ 1100 (W) ×1100 (L) ×750 (H)

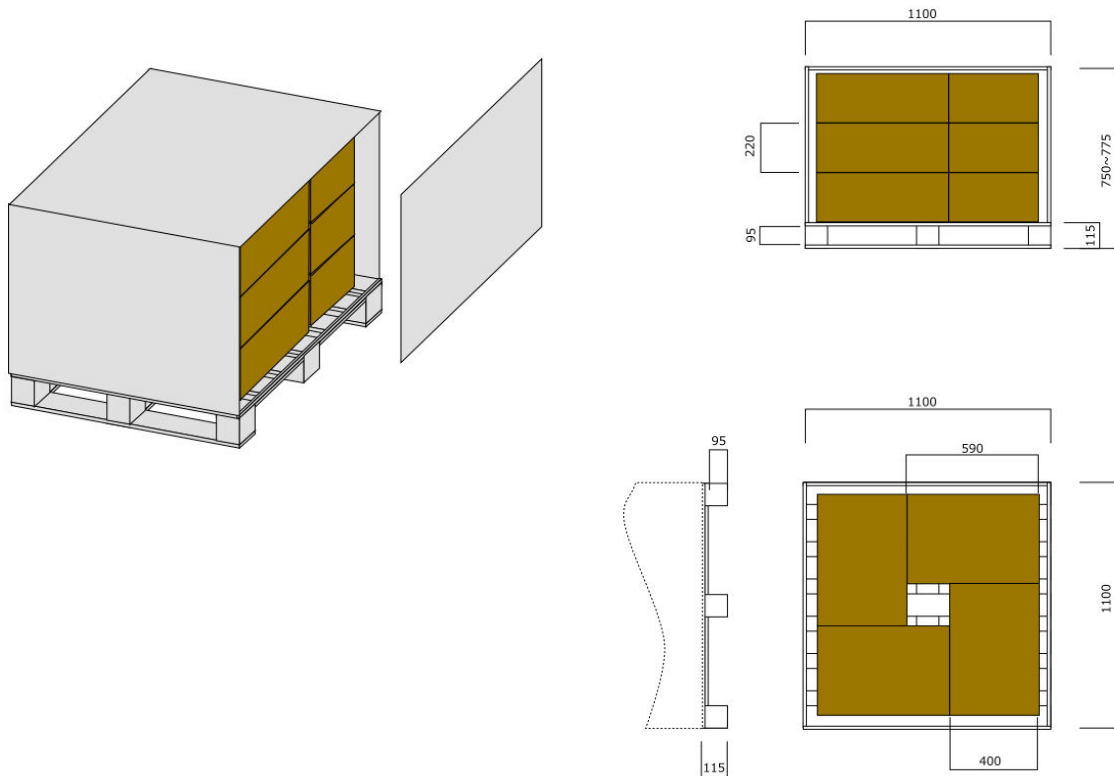
○自重量 15.2kg (対荷重 100kg 想定)

○設計上の留意点

手積みを想定して軽量化を図っているが、貨物搭載後のハンドリングを想定して、フォークエントリー部分を組み合わせた。

図 2-4 B737 型機用小型コンテナ設計仕様

【立体図】



(注) 図 2-3 と同様

(3)小型コンテナの製作

①PLA 及び'96 パレット用(ケース1及び2)

製作した PLA 及び'96 パレット搭載用の小型コンテナを、図 2-5 に示した。実証実験の前段階で、PLA への搭載確認、フォークリフト利用時にダメージがないかどうかの確認を行った。

図 2-5 PLA 及び'96 パレット用小型コンテナ完成写真



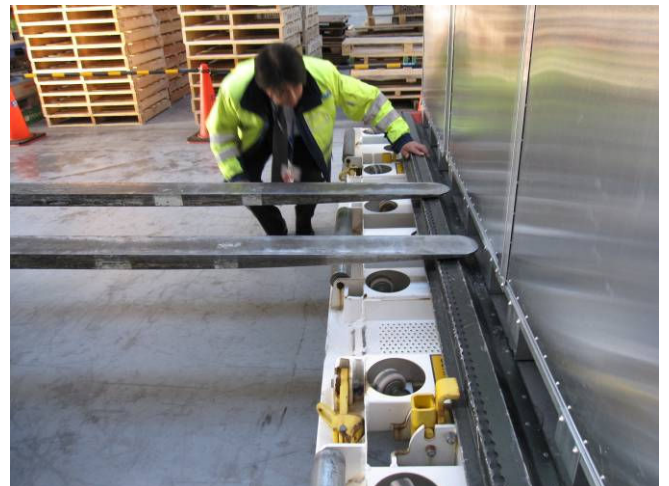
全体概観



PLA 搭載確認



脚部オフセット部



フォークエントリー確認

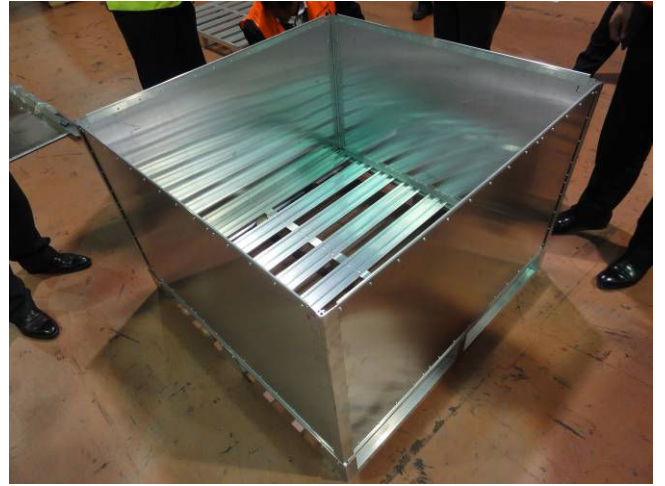
②B737 型機用(ケース3)

図 2-6 に、B737 型機用に設計した小型コンテナの完成写真を掲載した。

図 2-6 B737 型機用小型コンテナ完成写真



全体概観



コンテナ内部

2. 小型コンテナの使用時の課題・対応方策

(1)工場

①コンテナ組立

今回製作したコンテナは、底板（パレット部分）、側面板4点、天板1点、支柱8点、四隅カバー4点の18点の部材から構成される。組立は、組立家具を作る難易度であり、とくに工具を要することなく、組立てが可能である。但し、2人ペアでの作業が必要であり、運転手が荷物引き取り時に組立てを行うことは困難である。今回は、フォワーダー手倉にて、天板と側面板1面のみを残し、事前に組立てを行ったうえで、集荷する形とした。また今回、工場引き取り時は、コンテナ製作メーカーから派遣を受けた作業員2名が天板等の最終組付けを行った。

②防水対策

本コンテナは、軽量化を図るため、底板部はデッキボード型になっている。このため、雨天時の水跳ね上げに問題がある。今回は、インタクトULDでの扱いであるため、雨対策は、ビルドアップ時に行っているが、経由地にてブレークする場合は、コンテナそのものに防水のための養生（デッキ上部にビニールを敷くなど）

図 2-7 パレット部分の概観



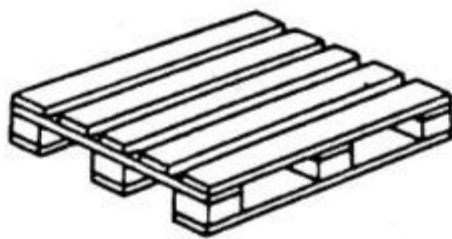
が必要となる。但し、本コンテナは、面と面の接合部は、レール方式であり、加えてL型アンクルで保護されるため、雨の跳ね上げ以外については、一定程度の防水機能を有すると考えられる（今後、防水性能に関する試験が必要である）。

(2)フォワーダー手倉

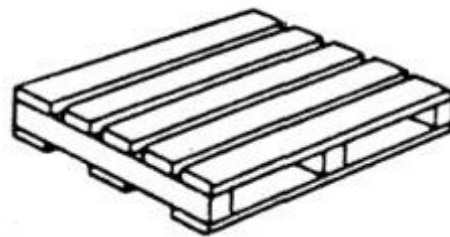
①フォークリフト作業

パレット底部の構造は、軽量化を図るため、「片面仕様型四方差し」の形式にて製作した。一般の木製パレットの場合、「片面仕様型二方差し」であるが、この場合、ケタ部にフォークを差し込むことができない構造のため問題にはならないが、「片面仕様型四方差し」の場合、底デッキボード（下板）が無い方向から、フォークを差し込み、コンテナを傾けた場合、転倒の可能性も生じる。フォーク作業段階での基本動作について留意が必要となった。とりわけ、脚部をオフセットさせたため、フォーク差込方向がデッキの下に隠れているため、フォークリフト運転手から見えにくいといった問題が指摘された。

図 2-8 パレット形式



片面仕様型四方差し



片面仕様型二方差し

(資料) 全日本輸出梱包工業組合連合会指導教育委員会「第8章 パレット及びパレタイズ包装」

②通関手続き(部材マーキング)

小型コンテナの再輸入を行う際に、免税扱いとするためには、輸出時と同一コンテナであることの証拠が必要となる。但し、今回の実験では、輸入時には部材に分解され、海上輸送が用いられることから、輸入される部材が、輸出時にコンテナを構成していた部材であるということが確認できるような準備が必要となる。

このため、部材毎にマーキングを行い、各部材がコンテナのどの部分に該当するかを確認できる書類整備が必要である。

③検査対応可能なコンテナ封印

本コンテナは、組立最後に上部四隅にダイキャスト製部材を取り付けることで、強度を確保し、盗難防止を図る仕様になっているが、海上コンテナのように、コンテナそのものに開閉レバーが付いている構造ではなく、リベット等で封印する必要がある。しかし、輸出入時に税関検査が発生した時に、リベット打ち工具の用意がない場合、再度封印することが困難であるため、簡易な封印用の結束部材が必要になる。将来的に、本コンテナが普及するような状況では、専用の工具や封印環（シール）が整うことが期待される。

図 2-9 コンテナ上部四隅部の封印方法



リベット打ちの封印



簡易なケーブルバインダーによる封印

(3)エアライン上屋・搭載

①フォークリフト作業

フォワーダー手倉同様に、フォーク差込方向について留意が必要である。とくに ULD への搭載にあたっては、留意が必要になった。

②防水シート梱包

コンテナの雨天対策のため、防水シートにて梱包を行うが、コンテナ上部四隅が鋭利なため、シートが破損する恐れがある。今回、ダイキャスト製部材にて四隅を覆うなどの工夫を行ったが、養生が必要であった。

③機材への損傷(B737 型機の搭載)

B737 型機の貨物積載部は、ローラーベットの設備がなく、ジュラルミン製の底面・側面を持つ下部貨物室に、手積みにてバラ貨物を積む作業となる。このため、貨物を引きずる形になる場合は、機材への損傷が懸念され、アルミ製パレット側に干渉となる部材を貼り付ける等の工夫が必要となる。

また、アルミ製コンテナは、頂部が鋭利であるため、狭い貨物室での作業にあたっての、ハンドリング時での作業員への安全性の問題が指摘され、対策が求められた。

図 2-10 B737 下部貨物室内部



3. 小型コンテナの導入効果

小型コンテナの導入により得られる効果としては、以下の定量的・定性的効果が期待できる。

①ドア to ドアの輸送品質の確保(ダメージ及び盗難回避)

荷送人～荷届先までのドア to ドアで、一環してコンテナ容器にて輸送されるために、輸送中のダメージ及び盗難が回避できる。とくに輸送工程（工場～フォワーダー手倉～エアライン上屋：仕向国でも同様の工程が発生）でのトラックや機材載せ換え時におけるダメージ回避が期待できる。また経由空港では、仕向国毎に ULD の載せ換えが発生する場合があります、当該作業がダメージの要因になっている。加えて、海外の経由空港によっては、貨物抜き取り（盗難）が課題になっている国・地域もあり、経由空港によっては、盗難防止用の養生が必要な場合があることが指摘されている。

②ハンドリング作業の効率化

一般的に、工場（荷主）でパレタイズ（木製パレットに搭載）された貨物が、トラックにてフォワーダー手倉に搬入され、混載・通関された後、エアライン上屋に横持ちされるため、再パレタイズされ、さらにエアライン上屋にて航空機搭載用に ULD 積付（ビルドアップ）されるプロセスを経る。

つまり、「工場」「フォワーダー手倉」「エアライン上屋」の3箇所において、次の輸送工程に必要なパレタイズ・梱包またはビルドアップが施されているため、結果として、載せ換えとともに、確認作業、ラベリング、養生・梱包などの多くの作業が発生している状況にある。

小型コンテナの導入により、各輸送ポイントでの発生業務及び発生資材を減らす効果が期待できる。

表 2-2 において、各輸送ポイントでの削減が期待できる作業を整理した。

表 2-2 各輸送ポイントにおける小型コンテナの導入効果

国内・国外	輸送ポイント	発生業務	小型コンテナの導入効果
国内	荷送人	輸送用梱包	<p>○輸送用梱包作業の時間短縮</p> <ul style="list-style-type: none"> ・小型コンテナの導入により、ストレッチフィルム等による輸送用梱包作業の手間が削減 <p>○輸送用梱包資材の削減</p>
	フォワーダー手倉(発地)	①開梱 ②検量・検尺 ③ラベリング ④混載・通関 ⑤パレタイズ	<p>○開梱・梱包作業の時間短縮</p> <ul style="list-style-type: none"> ・輸送時の梱包状態からの開梱、エアライン上屋への転送用の梱包作業の手間が削減 <p>○梱包用資材の削減</p> <p>○ラベリング作業の軽減</p> <ul style="list-style-type: none"> ・バラ貨物の全個数シール貼付から小型コンテナ単位でのシール貼付に手間軽減
	エアライン上屋(発地)	ULD ビルドアップ	<p>○ビルドアップ作業の軽減</p> <ul style="list-style-type: none"> ・バラ貨物から小型コンテナ単位のビルドアップとなり、作業労力の軽減。ダメージ回避も可能。
国外	エアライン上屋(着地)	ULD ブレイクダウン	<p>○ブレイクダウン作業の軽減</p> <ul style="list-style-type: none"> ・小型コンテナ単位のブレイクダウンとなり、作業労力の軽減。ダメージ回避も可能。 <p>○確認・検品作業の軽減・時間短縮</p> <ul style="list-style-type: none"> ・小型コンテナ単位での貨物内容の確認・検品となり、件数の減少による確認・検品労力の削減。 ・フォワーダーへのリリース時間の短縮。
	フォワーダー手倉(着地)	方面別仕分け 配送	<p>○仕分け・配送梱包作業の軽減</p> <ul style="list-style-type: none"> ・小型コンテナのまま着荷主への転送が可能(輸送用梱包の手間削減)。
	荷受人	開梱	<p>○従来と変化無し</p> <ul style="list-style-type: none"> ・従来の輸送用梱包状態からの開梱作業があり、小型コンテナを導入しても変化無し。

第3章 小型コンテナを使用した輸送実験の実施及び検証

1. 実験を行う路線検討

(1) 実証実験の想定ケース

今回は、ケース1（ベリー輸送：他空港経由）、ケース2（中・大型機輸送；成田転送）の2つについて、実際的な輸送実験を行い、課題検証を行った。

なお、ケース3については、製作したコンテナ仕様をもとに、関係者へのヒアリングを通じて、課題抽出を行うものとした。

○ケース1 実証実験Aとして実施

○ケース2 実証実験Bとして実施

ケース1は、外国のハブ空港を経由して、目的地（主に欧米）まで輸送するルートを想定するものである。ケース2は、中部国際空港でULD積付された貨物を、成田国際空港に保税転送し、同空港発着の中・大型機（貨物専用機を含む）に搭載するものである。

※なお、ケース3については、開発した機材（アルミ製小型コンテナ）を提示したうえで、B737型機にて中部国際空港に就航しているエアラインに対してヒアリングを実施し、コンテナ活用に対する課題を把握した（資料編参照）。

(2) 実証実験を行った路線

① 実証実験のルート検討方針

実証実験にあたっては、輸送される貨物、サービス提供者による誤差をなくすため、実証実験A、Bともに、同一の荷主、フォワーダー、エアラインを利用する条件とした。

また、貨物需要が伸び悩む中で、企画～実施の期間にて、継続して貨物需要が見込める貨物を採用する必要があったため、荷主の輸送ルートを前提として実証実験の路線を検討した。

まず、フォワーダー等へのヒアリングから、協力いただける荷主と調整を図り、当該荷主の起用フォワーダーの協力のもと、実証実験の準備、手続き、実際の貨物輸送を行った。

輸送ルートについては、協力いただく荷主の要望着地から、外国の経由空港を経て、従来のサービス（成田国際空港発直行便）と同等のリードタイムが確保できるエアラインを採用した。

② 実証実験の採用ルート

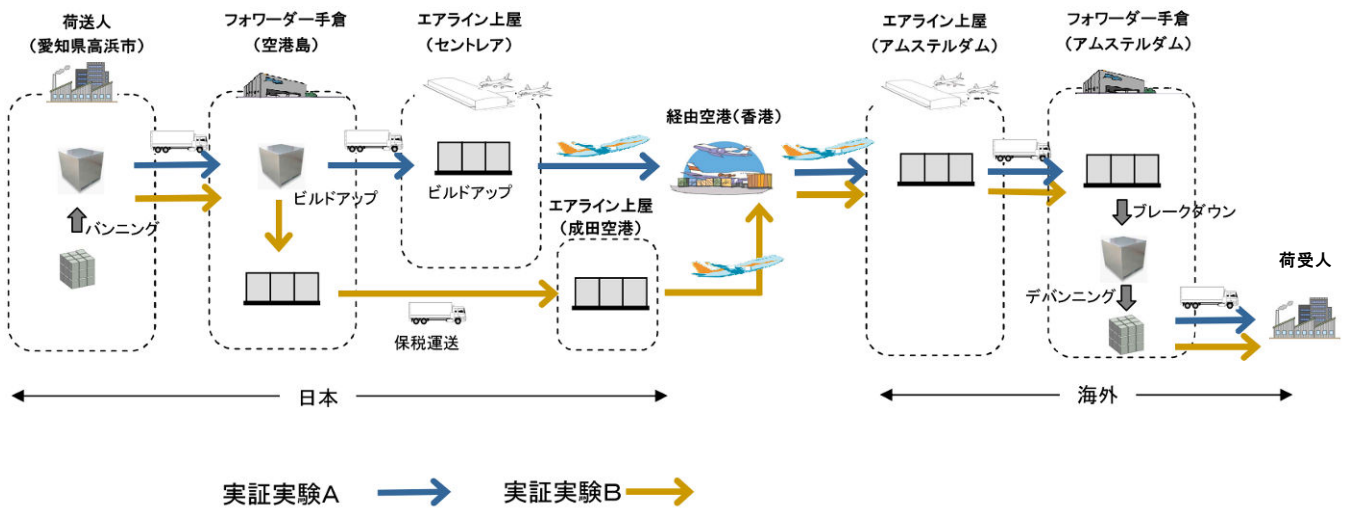
①の方針から、実証実験は、以下の事業者の協力のもと、中部国際空港発のベリー便での輸送を想定したケース（実証実験A）と、成田国際空港発の中・大型機での輸送を想定したケース（中部国際空港から成田国際空港へ保税転送想定；実証実験B）の2つケースについて、実際の輸送行程（香港経由・アムステルダム向け貨物）を適用し、検証を行うものとした。

○荷主 イビデン株式会社

○フォワーダー 郵船ロジスティクス株式会社

○エアライン キャセイパシフィック航空会社

図 3-1 実証実験ルート



○実証実験 A（中部国際空港発バリー便想定）

※荷送人→（郵船ロジスティクス株）→中部国際空港⇒香港⇒アムステルダム→荷受人

○実証実験 B（成田国際空港発中・大型機想定；中部国際空港～成田国際空港～保税転送）

※荷送人→（郵船ロジスティクス株）→中部国際空港→成田国際空港⇒香港⇒アムステルダム→荷受人

2. 輸送実験検証

(1) 実証実験概要

① 実証日

○実証実験A（中部国際空港発ベリリー便想定）

1回目 2月16日（水）～17日（木）

2回目 3月2日（水）～3日（木）

○実証実験B（成田国際空港発中・大型機想定；中部国際空港～成田国際空港へ保税転送）

3月2日（水）～3日（木）

※いずれも国内輸送部分の日程

② 実証概要

利用パレット、実験回数、取扱貨物個数、輸送ポイント、タイムスケジュール（結果）などを表3-1、表3-2に整理した。

表 3-1 実証実験概要

	実証実験A	実証実験B
利用パレット	PLAパレット	'96パレット
実験回数	2回	1回
取扱貨物個数	小型コンテナ3基×2回 (段ボール88個×2回)	小型コンテナ3基+バラ貨物72個 (段ボール162個)
発地	イビデン(株) 衣浦工場	同左
フォワーダー手倉	郵船ロジスティクス(株) (中部国際空港島内貨物地区)	同左
ビルドアップ	スカイポートサービス(株) (中部国際空港エアライン上屋)	郵船ロジスティクス(株) (中部国際空港島内貨物地区)
発空港	中部国際空港	成田国際空港（OLT転送）
経由空港	香港	
着空港	アムステルダム	

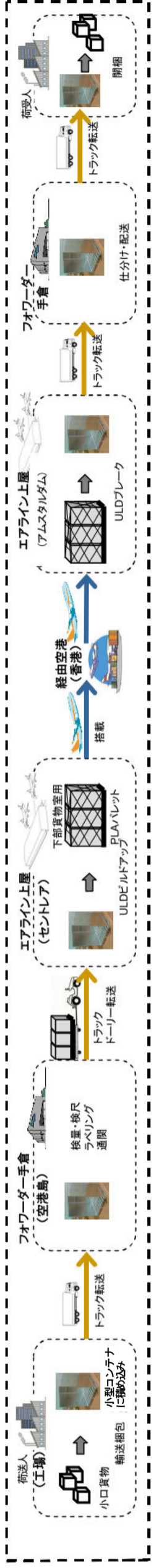
表 3-2 実証実験のタイムスケジュール(結果)

		実証実験A		実証実験B
		1回目	2回目	
荷送人 出庫		2/16 11:00	3/2 11:00	3/2 11:00
フォワーダー手倉	搬入	2/16 12:00	3/2 12:00	3/2 12:00
	通関	2/16 14:00	3/2 14:00	3/2 14:00
	搬出	2/16 16:00	3/2 16:00	3/2 16:00 (OLT転送)
エアライン上屋	搬入	2/16 16:00	3/2 16:00	3/3 07:15 (成田上屋)
	搬出 (機側へ移動)	2/17 08:00	3/3 08:00	3/3 08:15 (成田上屋)
空港 発		CX533 セントレア発 2/17 09:48	CX533 セントレア発 3/3 09:48	CX501 成田発 3/3 10:35
経由空港 (香港)	着	香港着 2/17 13:14	香港着 3/3 13:14	香港着 3/3 15:05
	発	CX271 香港発 2/18 00:35	CX271 香港発 3/5 03:41	CX271 香港発 3/4 00:51
空港 着		アムステルダム着 2/18 05:49	アムステルダム着 3/5 08:33	アムステルダム着 3/4 06:22
現地フォワーダー手倉 着		2/18 10:00	3/5 17:10	3/4 10:40
荷受人 着		2/22 08:00	3/7 08:05	3/7 08:05

(注) 実証実験で取り扱った貨物は、海外現地フォワーダー手倉で保管された後、現地事業所のオーダーに応じて出庫するものであり、現地フォワーダー着後、数日を経て、最終の荷受人に届けられる。

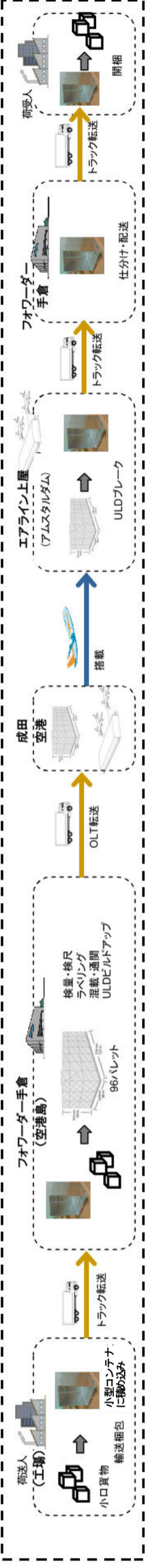
図 3-2 実証実験の内容と効果測定項目

実証実験 A
(中部空港発 ベリー便利用)



		荷受人(-1)	FW手倉(-1)	AL上屋:発地(0)	AL上屋:着地(+1)	FW手倉:着地(+2)	荷受人(+3)
発生業務		輸送梱包	①開梱→②検量・検尺→③ラベリング→④混載・通関→⑤パレタイズ	ULDビルドアップ	ULDブレークダウン	方面別仕分け・配送	開梱
従来業務とコンテナ活用業務の違いと効果	効果1	◇従来 木パレ+ストレッチフィルム ◇活用 荷崩れ防止の必要なし (効果) ○時間 フィルム梱包手間の削減 ○品質 木パレ・フィルム梱包材の削減	◇従来 搬入出貨物の開梱、梱包作業 ◇活用 荷崩れ防止の必要なし (効果) ○時間 フィルム梱包手間の削減 ○品質 フィルム梱包材の削減	◇従来 ばら荷のB/U ◇活用 ボックス単位のB/U (効果) ○時間 B/Uの労力削減 ○品質 ダメージ回避	◇従来 ばら荷のB/D ◇活用 ボックス単位のB/D (効果) ○時間 BDの労力削減 ○品質 ダメージ回避	◇従来 開梱、梱包作業 ◇活用 荷崩れ防止の必要なし (効果) ○時間 フィルム梱包手間の削減 ○品質 フィルム梱包材の削減	◇従来 開梱作業 ◇活用 同上 (効果) —
	効果2		◇従来 全個数シール貼付 ◇活用 ボックス単位シール貼付 (効果) ○時間 貼付手間の削減		◇従来 ダンボール単位の突合 ◇活用 BOX単位の突合 (効果) ○時間 確認・検品の労力削減 リリース時間の短縮		

実証実験 B
(成田空港発 中・大型機利用)



		荷受人(-2)	FW手倉(-2~-1)	AL上屋:着地(+1)	FW手倉:着地(+2)	荷受人(+3)
発生業務		輸送梱包	①開梱→②検量・検尺→③ラベリング→④混載・通関→⑤ULDビルドアップ→成田転送 (インタクトULDを前提とする)	ULDビルドアップ	ULDブレークダウン	方面別仕分け・配送
従来業務とコンテナ活用業務の違いと効果	効果1	◇従来 木パレ+ストレッチフィルム ◇活用 荷崩れ防止の必要なし (効果) ○時間 フィルム梱包手間の削減 ○品質 木パレ・フィルム梱包材の削減	◇従来 搬入出貨物の開梱、梱包作業 ◇活用 荷崩れ防止の必要なし (効果) ○時間 フィルム梱包手間の削減 ○品質 フィルム梱包材の削減	◇従来 ばら荷のB/U ◇活用 ボックス単位のB/U (効果) ○時間 BUの労力削減 ○品質 ダメージ回避	◇従来 ばら荷のB/D ◇活用 ボックス単位のB/D (効果) ○時間 BDの労力削減 ○品質 ダメージ回避	◇従来 開梱、梱包作業 ◇活用 荷崩れ防止の必要なし (効果) ○時間 フィルム梱包手間の削減 ○品質 フィルム梱包材の削減
	効果2		◇従来 全個数シール貼付 ◇活用 ボックス単位シール貼付 (効果) ○時間 貼付手間の削減 ○金銭 —		◇従来 ダンボール単位の突合 ◇活用 BOX単位の突合 (効果) ○時間 確認・検品の労力削減 リリース時間の短縮	

(注) 今回の調査では、海外における効果測定は実施していない。

(2)実証実験Aの計測内容

①荷送人での時間計測

ここでは、発地工場（荷主）における従前のフォワーダー荷受け作業と小型コンテナを活用時の詰め込みフタ閉め作業について作業時間計測を行った。

なお、イビデンの貨物の場合、出荷の際に既に木製パレット上に輸送を前提とした積載が行われて引き取りされる。このため、小型コンテナの導入の計測は、木製パレットに積載される作業と小型コンテナへの詰め込み作業は同じであるため、小型コンテナの詰め込みが荷主側で既に行われていると想定し、フタ閉め作業を計測することとした。

また、イビデンの貨物の場合、貨物形状が均一であり木製パレットの積載条件が良く、加えて中部国際空港までの輸送距離が短いことから、ストレッチフィルムの梱包は行わず、木版を活用した輸送が行われている。このため、ストレッチフィルムの梱包時間は計測していない。

小型コンテナの導入前後の作業時間の変化は、従前は、段ボール単位での検数（伝票との確認・検品）に時間を要していたが小型コンテナ導入により検数作業は大幅に削減されている。但し、小型コンテナのフタ閉め作業が新たに発生している。

表 3-3 荷送人での計測内容

従前	小型コンテナ導入時
<p>○検数・検品作業</p> <ul style="list-style-type: none"> ・荷主からの出荷・受取個数の確認（伝票との確認・検品）：PLA のケースでは 88 個口 ・トラックへの搭載 	<p>○検数・検品作業</p> <ul style="list-style-type: none"> ・荷主からの出荷・受取個数の確認（伝票との確認・検品）：PLA のケースでは小型コンテナ 3 基 ・小型コンテナのフタ閉め ・トラックへの搭載

図 3-3 荷送人での作業風景

従前	小型コンテナ導入時
<p>○88 個口の検数、確認・検品作業</p>  <p>・伝票と貨物の確認・検品、検数作業の風景</p>	<p>○小型コンテナのフタ閉め作業</p>  <p>・中身の確認後のフタ占め作業</p>

②フォワーダー手倉での時間計測

フォワーダー手倉での発生作業は、開梱→検量・検尺→ラベリング→混載・通関→パレタイズの業務が発生する。

現場での時間計測としては、①検品・確認作業、②ラベリング、③搬送用パレタイズに分けて計測した。

イビデンの今回のケースでは、従前は 88 個口に対して、検数・ラベリング・パレタイズ等の通常作業が発生するが、小型コンテナ導入により 3 個口分の対応となり、大幅な効率化が実現した。

表 3-4 フォワーダー手倉での計測内容

従前	小型コンテナ導入時
①検品・確認作業 <ul style="list-style-type: none"> 引き取り時の検数、確認・検品（88 個口） 出荷時の搬送用パレタイズ前の検数、確認・検品 	①検品・確認作業 <ul style="list-style-type: none"> 引き取り時の検数、確認・検品（小型コンテナ 3 基）
②ラベリング <ul style="list-style-type: none"> ケースマーク(※)と AIR WAYBILL のラベル 2 種の貼付 (88 個×2 種=176 枚貼付) 	②ラベリング <ul style="list-style-type: none"> ケースマーク(※)と AIR WAYBILL のラベル 2 種の貼付 (小型コンテナ 3 基×2 種=6 枚貼付)
③搬送用パレタイズ <ul style="list-style-type: none"> エアライン上屋への転送用積み替え 	③搬送用パレタイズ <ul style="list-style-type: none"> 作業無し

※ケースマークは、通常、個々の輸送ダンボールに貼付されているものであるが、今回、コンテナを 1 個口とするため、コンテナ側面に貼付

図 3-4 フォワーダー手倉での作業風景

従前	小型コンテナ導入時
<p>○88 個口の引き取り時の検数、確認・検品作業</p>  <p>・引取後、受入伝票との確認・検品、検数作業</p> <p>○ラベリング作業</p>  <p>・荷送状シールの貼付作業</p> <p>○88 個口の転送用積み替え作業</p>  <p>・上屋転送のためのパレットの積み替え作業</p>	<p>○小型コンテナ単位での確認・検品 ・3基のため作業発生せず (下記のラベリング作業時に併せて対応)</p> <p>○ラベリング作業</p>  <p>・荷送状シールの貼付作業</p> <p>○封印（リベット打ち）</p>  <p>・通関後上屋搬入のためのリベット打ち作業</p>

③ビルドアップの時間計測

PLA パレットは、エアライン上屋での作業で、小型コンテナ3基をビルドアップした時間計測を行った。

なお、1回目は、より安全を期すためベルトを使用し、2回目はベルトを使用しない場合を想定して実験を行った。

小型コンテナの導入前後の時間変化は、従来は、バラ貨物からのビルドアップのため、積載作業・養生作業に時間を要するが、PLA パレットの場合は小型コンテナ導入により、積載が3回で済むこと、養生が特に必要としないため、時間短縮可能となった。

表 3-5 フォワーダー手倉での計測内容

従前	小型コンテナ導入時
○PLA のビルドアップ ・バラ貨物からのビルドアップ	○PLA のビルドアップ ・小型コンテナ3基のビルドアップ 1回目：ベルト使用(試行のため安全を期した) 2回目：ベルト無し

図 3-5 PLAパレット・ビルドアップの作業風景



(3)実証実験 B の計測内容

①荷送人での時間計測

計測内容は、実証実験 A と同じ。

ただし、取り扱い個数が、1 回の輸送当たり、88 個から 162 個に変化している。

②フォワーダー手倉での時間計測

フォワーダー手倉におけるビルドアップまでの計測内容は、実証実験 A (PLA 版) と同じ。

ただし、取り扱い個数は、ULD の大きさの違いから、1 回の輸送当たり、88 個から 162 個に変化している。

③ビルドアップの時間計測

‘96 パレットへのビルドアップは、フォワーダー手倉での作業で、小型コンテナ 3 基と、72 個のバラ貨物をビルドアップした時間計測を行った。

小型コンテナの導入前後の時間変化は、従来は、バラ貨物からのビルドアップのため、積載作業・養生作業に時間を要するが、‘96 パレットでも小型コンテナ導入により、積載労力の削減、養生の一部削減により、時間短縮可能となった。

表 3-6 フォワーダー手倉での計測内容

従前	小型コンテナ導入時
○’96 パレットのビルドアップ ・バラ貨物からのビルドアップ	○’96 パレットのビルドアップ ・小型コンテナとその他バラ貨物の混載によるビルドアップ (小型コンテナ 3 基とバラ貨物 72 個)

図 3-6 '96パレット・ビルドアップの作業風景

○'96パレットのビルドアップ風景



・小型コンテナの積み付け作業風景

○ビルドアップ風景



・混載後ラッピング作業

○ビルドアップ風景



・ダメージ回避の養生作業

○ビルドアップ風景



・ビニールかけ作業

○ビルドアップ風景



・ネットかけ作業

○OLTトラック転送



・トラック搭載風景

(4)ハンドリングに係る時間計測結果

①実証実験A(PLA 搭載)の時間短縮等効果

PLA パレット積載時のハンドリングに係る時間計測結果としては、従前時間の1時間13分17秒に対して、1回目のベルトを使用したケースでは、47分4秒となり、約26分、約36%の時間短縮ができた。

2回目の実験では、小型コンテナのリベット打ち作業で約2分、ビルドアップ作業でベルトを使用しなかったため約15分の時間短縮ができ、全体で約43分、約58%の時間短縮効果が得られた。

労力としては、小型コンテナの導入前後で、対応人数は特に変化していないため、対応人数分だけの延べ時間が削減でき、3～5割の労力の削減ができたことになる。

表 3-7 PLA 実験(1回目)にかかる時間短縮等効果

	対応人数	従前時間	工数 (人・秒)	実験時間	工数 (人・秒)	時間短縮	工数削減 効果
(1)出荷準備(荷主事業所)							
検数・検品	2	0時05分45秒	690人秒	0時00分15秒	30人秒	-5分30秒	-660人秒
小型コンテナフタ占め(リベット含まず)	2			0時05分39秒	678人秒	+5分39秒	+678人秒
小計		0時05分45秒	690人秒	0時05分54秒	708人秒	+9秒	+18人秒
(2)混載・通関等(フォワーダー上屋)							
検品・突合	2	0時05分02秒	604人秒			-5分2秒	-604人秒
ラベリング	2	0時10分20秒	1,240人秒	0時03分05秒	370人秒	-7分15秒	-870人秒
搬送用パレタイズ(リベット打ち)	2	0時07分10秒	860人秒	0時08分55秒	1,070人秒	+1分45秒	+210人秒
小計		0時22分32秒	2,704人秒	0時12分00秒	1,440人秒	-10分32秒	-1,264人秒
(3)PLAビルドアップ							
ビルドアップ	3	0時45分00秒	8,100人秒	0時29分10秒	5,250人秒	-15分50秒	-2,850人秒
小計		0時45分00秒	8,100人秒	0時29分10秒	5,250人秒	-15分50秒	-2,850人秒
全体合計		1時13分17秒	11,494人秒	0時47分04秒	7,398人秒	-26分13秒	-4,096人秒
短縮効果「(実験時間-従前時間)/従前時間」						35.8%	

注1)88個の段ボールを3つのアルミBOXで輸送

注2)小型コンテナを流通在庫管理用として荷主利用する場合を想定(実験では組立・詰込に別途作業時間が発生、検数時間は削減)

注3)荷主～空港(フォワーダー上屋)間、フォワーダー～エアライン上屋間の転送に係る輸送時間は計測対象外

注4)ラベル(シール)の準備時間等もBOX化で短縮可能

注5)小型コンテナのビルドアップは、ベルトによる養生を実施し、通常以上の養生を実施している。そのため、現数値から時間短縮の可能性がある

注6)従前のビルドアップ作業は、事業者の経験値により設定(混載内容の種類により多く時間変動があるため)

表 3-8 PLA 実験(2回目)にかかる時間短縮等効果

	対応人数	従前時間	工数 (人・秒)	実験時間	工数 (人・秒)	時間短縮	工数削減 効果
(1)出荷準備(荷主事業所)							
検数・検品	2	0時05分45秒	690人秒	0時00分15秒	30人秒	-5分30秒	-660人秒
小型コンテナフタ占め(リベット含まず)	2			0時05分39秒	678人秒	+5分39秒	+678人秒
小計		0時05分45秒	690人秒	0時05分54秒	708人秒	+9秒	+18人秒
(2)混載・通関等(フォワーダー上屋)							
検品・突合	2	0時05分02秒	604人秒			-5分2秒	-604人秒
ラベリング	2	0時10分20秒	1,240人秒	0時03分10秒	380人秒	-7分10秒	-860人秒
搬送用パレタイズ(リベット打ち)	2	0時07分10秒	860人秒	0時06分40秒	800人秒	-30秒	-60人秒
小計		0時22分32秒	2,704人秒	0時09分50秒	1,180人秒	-12分42秒	-1,524人秒
(3)PLAビルドアップ							
ビルドアップ	3	0時45分00秒	8,100人秒	0時14分54秒	2,682人秒	-30分6秒	-5,418人秒
小計		0時45分00秒	8,100人秒	0時14分54秒	2,682人秒	-30分6秒	-5,418人秒
全体合計		1時13分17秒	11,494人秒	0時30分38秒	4,570人秒	-42分39秒	-6,924人秒
短縮効果「(実験時間-従前時間)/従前時間」						58.2%	

注1)出荷準備の検数・検品は、現場の都合(その他貨物の検数の発生等)により、1回目の実験データを活用している

注2)小型コンテナのビルドアップは、ベルト養生は無し。効率化対応している

注3)その他注意事項については、1回目PLA実験の注1～5)と同じ

②実証実験B('96パレット搭載)の時間短縮等効果

'96パレット積載時のハンドリングに係る時間計測結果としては、PLAの従前と比べ、取扱貨物量が段ボール88個から162個に約倍増しており、全ての工程で作業量が増加しているため時間増となり、従前時間は1時間58分13秒であった。

これに対して、小型コンテナ導入実験は、1時間14分00秒となり、約44分、約37%の時間短縮ができた。

なお、'96パレットへのビルドアップ作業は、小型コンテナ3基と72個の段ボールの混載であったため、PLAパレットのビルドアップ作業と比べると、バラ貨物からビルドアップする従前作業と同程度の時間を要している。つまり、バラ貨物の混載部分が、小型コンテナを使用して取り扱い個数を削減すれば、作業効率が向上するため、より時間短縮は可能となる。

労力としては、小型コンテナの導入前後で、対応人数は特に変化していないため、対応人数分だけの延べ時間が削減でき、3割の労力の削減ができたことになる。

表 3-9 '96パレット(OLT)実験にかかる時間短縮等効果

	対応人数	従前時間	工数(人・秒)	実験時間	工数(人・秒)	時間短縮	工数削減効果
(1)出荷準備(荷主事業所)							
検数・検品	2	0時07分24秒	888人秒	0時03分32秒	424人秒	-3分52秒	-464人秒
小型コンテナフタ占め(リベット含まず)	2			0時05分39秒	678人秒	+5分39秒	+678人秒
小計		0時07分24秒	888人秒	0時09分11秒	1,102人秒	+1分47秒	+214人秒
(2)混載・通関等(フォワーダー上屋)							
検品・突合	2	0時10分12秒	1,224人秒			-10分12秒	-1,224人秒
ラベリング	2	0時26分06秒	3,132人秒	0時08分58秒	1,076人秒	-17分8秒	-2,056人秒
搬送用パレタイズ(リベット打ち)	2	0時14分31秒	1,742人秒	0時13分07秒	1,574人秒	-1分24秒	-168人秒
小計		0時50分49秒	6,098人秒	0時22分05秒	2,650人秒	-28分44秒	-3,448人秒
(3)96パレットビルドアップ							
ビルドアップ	3	1時00分00秒	10,800人秒	0時42分44秒	7,692人秒	-17分16秒	-3,108人秒
小計		1時00分00秒	10,800人秒	0時42分44秒	7,692人秒	-17分16秒	-3,108人秒
全体合計		1時58分13秒	17,786人秒	1時14分00秒	11,444人秒	-44分13秒	-6,342人秒
短縮効果「(実験時間-従前時間)/従前時間」						37.4%	

注1)162個の段ボール(3つのアルミBOX+バラ72個)で輸送

注2)小型コンテナを流通在庫管理用として荷主利用する場合を想定(実験では組立・詰込に別途作業時間が発生、検数時間は削減)

注3)荷主～空港(フォワーダー上屋)間、フォワーダー～エアライン上屋間の転送に係る輸送時間は計測対象外

注4)ラベル(シール)の準備時間等もBOX化で短縮可能

注5)小型コンテナのビルドアップは、フォワーダーによる対応。養生作業に留意。現数値から時間短縮の可能性はある

注6)従前のビルドアップ作業は、事業者の経験値により設定(混載内容の種類により多く時間変動があるため)

注7)小型コンテナ3個に、72個の段ボールの混載による対応のため、72個のバラ貨物処理が発生し効率性が悪くなっている

(5)品質面(ダメージ)にみる実験結果

荷受人までのトータルの「品質」面での実験結果として、ダメージについてみると、下記写真にみるように、段ボールのへこみ・つぶれ等は一切発生していない。小型コンテナの活用により高い輸送品質が確保された。

図 3-7 実証実験A(1回目)の荷受人(アムステルダム)での開封状況とダメージ結果



図 3-8 実証実験A(2回目)の現地フォワーダー(アムステルダム)での開封状況とダメージ結果



図 3-9 実証実験Bの現地フォワーダー(アムステルダム)での開封状況とダメージ結果



第4章 まとめ

(1)導入効果(まとめ)

①輸送効率化

今回の実証実験では、国内での荷主～フォワーダー～エアライン上屋のハンドリング業務(トラックやドーリー等の輸送時間を除く)を通して、実証実験 A、実証実験 B それぞれに以下の短縮効果が確認された。

国内にて 1.14 人・時間～1.92 人・時間であることから、着地側においても、同様の短縮効果があったとした場合、今後の作業習熟を見越して、約 3.0 人・時間～4.0 人・時間の削減も期待できよう。ハンドリング作業員の時間単価を 3,000 円/人²とみれば、4 時間換算にて約 12,000 円のコスト削減効果が期待できる。小型コンテナの導入コストを、1 回の作業員の時間短縮コストのみで負担することは困難であるが、小型コンテナのリターンブル活用(4～5 往復程度)を前提とすれば、採算確保が期待できる。

また「Ready For Carriage」が徹底された貨物、もしくはベリー輸送の ULD 自重(LD6 自重; 約 195kg、PLA 自重 100kg、差分 約 95kg)を控除した貨物等として、エアライン側からの料金特典が付与されれば、さらなる採算向上が確保できるため、今後、関係者間での調整が期待される。

○実証実験 A	1 回目	時間	26 分 13 秒短縮 (35.8%短縮)
		労力	1.14 人・時間の短縮
	2 回目	時間	42 分 39 秒短縮 (58.2%短縮)
		労力	1.92 人・時間の短縮
○実証実験 B		時間	44 分 13 秒短縮 (37.4%短縮)
		労力	1.76 人・時間の短縮

②輸送品質

荷送人～荷受人までを、一環して小型コンテナにて保管され、輸送を行うことで、フォワーダー手倉、エアライン上屋、経由空港、現地エアライン上屋などで、従来発生していた、パレット載せ換え業務が回避されたため、貨物に対するダメージ等が発生せず、高い輸送品率で荷受人まで輸送された。とくに今回の実証実験では、ユーロパレットサイズと適合する小型コンテナを製作したことで、緩衝材を用いずに小型コンテナ内に貨物を収納して輸送を行っており、小型コンテナの高い貨物保護の性能を発揮した。

² 従業員への給与支払額を 4,500 千円※とした場合、社会保険料、厚生年金等を含めた会社負担額は、給与支払額に、当該支払額の 15%を加えた約 6,000 千円程度となる。時間単価は、この会社負担額を、年間総労働時間 2,000 時間で割った値。

※(株)労務行政「労政時報別冊 2011 年版 モデル賃金・年収と昇給・賞与」を参考にした。

表 4-1 作業時間・労力短縮効果のまとめ

			工場	フォワーダー	エアライン
実験 A	1回目	時間	+9 秒 (+9 秒)	-10 分 32 秒 (-632 秒)	-15 分 50 秒 (-950 秒)
			-26 分 13 秒 (-1,573 秒) 35.8%の時間短縮		
		労力	2 人 +18 人・秒	2 人 -1,264 人・秒	3 人 -2,850 人・秒
			-4,096 人・秒⇒1.14 人・時間		
	2回目	時間	+9 秒 (+9 秒)	-12 分 42 秒 (-762 秒)	-30 分 6 秒 (-1,806 秒)
			-42 分 39 秒 (-2,559 秒) 58.2%の時間短縮		
2回目	労力	2 人 +18 人・秒	2 人 -1,524 人・秒	3 人 -5,418 人・秒	
		-6,924 人・秒⇒1.92 人・時間			
実験 B	時間	+1 分 47 秒 (+107 秒)	-28 分 44 秒 (-1,724 秒)	-17 分 16 秒 (-1,036 秒)	
		-44 分 13 秒 (-2,653 秒) 29.6%の時間短縮			
	労力	2 人 +214 人・秒	2 人 -3,448 人・秒	3 人 -3,108 人・秒	
		-6,342 人・秒⇒1.76 人・時間			

(2)他空港での利用可能性

航空貨物需要が低迷し、日本発貨物路線の拡大が見込めない状況にあるなかで、欧米の各都市へのネットワークのみならず、インド、東欧、ロシアといった遠隔にある新興国への輸送ネットワークを確保していくためには、直行便の誘致と合わせ、海外ハブ空港等の経由便を活用していくことが必要である。

とりわけ、日本発貨物の価格が低迷するなかで、採算性のある多様な経由型ルートの開拓が必要になっている。

一方、経由地が多様化することで、輸送品質や盗難リスクが増大することが懸念されるが、輸送ルートの開拓にあたっては、日本メーカーの輸送ニーズに応えられる高い輸送品質を確保することが前提条件になる。

今回の実証実験では、従来よりも梱包・養生に関するコストを削減し、従来の直行便と同等レベルの高い輸送品質が確保できることを実証した。このことは、小型コンテナを活用した経由型の新たな輸送ルート開拓の可能性を広げるものであり、直行便が限定的、または小型機材が多く就航しているような国内他空港における、新たなルート開発につながることを期待される。

(3)今後の検討課題

本実証実験により、輸送品質、ハンドリング面での小型コンテナの導入効果を確認することができたが、普及、実用化に向けては、さらなる作業効率化に向けた仕様検討（素材及び組立方式など）とともに、採算面、手続き面等の検討が必要である（表 4-2 参照）。

採算性、手続きは、小型コンテナの所有形態によって異なるものとなるため、今後は、荷主、エアライン、フォワーダーのそれぞれの立場のなかで、利用メリットの定量的な検討を進め、

導入方策を探っていくことが求められる。

とくに、小型コンテナの場合、ハンドリング効率だけでなく、経由便や他空港の利用拡大を促すものであるため、こうしたメリットにも着目しつつ、幅広い視点から検討を進めることが必要である。

表 4-2 今後の課題・改善点の整理

	期待したメリット	課題・改善点
サイズ	○汎用性を確保するため、1200×1000のユーロパレットサイズを採用した。	○96パレットへの6基搭載は、ネット厚み分がULDの底面積よりも外側に広がるため、搭載が困難であった。但し、直行便で、発地側でのコントロールが可能な場合は、搭載できるとするエアラインもいることから、経路便についても、受け入れ可能な条件のルールづくりが求められる。
重量	○樹脂パレットと比べ、軽量化を図り、コンテナ利用の運賃負担軽減を図った。	○アルミパレットを採用することで、底部については、樹脂パレットと比べ大きな軽量化が実現できた。但し、天板、側板については、さらなる軽量化が可能である。パレットサイズ効率化のみに着目した場合、今回の側板で全面を覆うタイプのものから、簡素なものにするなどの設計変更、または素材の見直しなどを検討する必要がある。セキュリティレベルに応じた、製品の多様化が求められる。
作業効率	○輸送用梱包作業の時間短縮 ○輸送用梱包資材の削減 ○ビルドアップ作業の軽減	○小型コンテナの組立に時間を要するため、折りたたみ方式を採用した検討が求められる。 ○コンテナの防水性能等の検証を行い、最適な養生レベルを検討していく必要がある。また、底部については、当初より雨撥ね上げ防止の措置がとられた製品開発が求められる。 ○ULDのエッジ部分と、小型コンテナ底部のパレット差込口が干渉するため、スムーズなフォーク差込が可能となるような面取りや、差込口の高さ確保が必要である。
輸送品質	○ダメージ回避と盗難回避の双方を期待した。	○経路空港によっては、ダメージ回避を重視するか、盗難回避を重視するかが異なってくる。双方を期待した場合、重量・コストにも反映してくるため、求める輸送品質に応じた設計が必要である。
導入採算性	○ハンドリング効率アップ コンテナ導入コストの回収 ○経路空港利用によるコスト削減	○労力削減の大きな効果がみられたが、コンテナの費用を回収するまでに至っていない。そのため、コンテナ普及による量産効果の検討、コンテナ利用貨物の料金特典の付与など、コンテナの導入メリットを広げるための検討が必要である。 ○一般論として、経路便は直行便と比べ、料金が低い特徴があるが、韓国／仁川、香港等は、日本からの経路便としてみた場合のコスト的利用メリットは高い状況ではない。このため、コスト的なメリットが高い経路便を開拓していくことが必要である。
手続き	○免税措置手続き	○フォワーダーがコンテナを保有する場合は、梱包部材の扱いとなることから、再輸入時に免税扱いにするためには、輸出時と同一部材であることの証跡が求められる。このため、部材一点毎の管理が必要となり、部材組立型の場合、管理が煩雑になるとともに、現地で破損した場合の問題が残る。このため、ワンウェイ型コンテナの採算性検討や、折りたたみ式コンテナの検討を行う必要がある。 ○また、コンテナ保有形態について、さらに検討が必要である。荷主保有であれば、総量管理も可能となるが、導入コストの課題もあり、普及に向けた取り組みが必要である。

資料編

資料1 中部国際空港（2010年 冬ダイヤ 方面別機材構成）

便/週

	貨物便				旅客便			計
	B73F	A300F	B74F	貨物便計	小型機	中型機以上	旅客便計	
積載量:トン	15	45	113					
アジア	ソウル(金浦)				7		7	7
	ソウル(仁川)				7	28	35	35
	チェジュ				5		5	5
	プサン				7		7	7
	上海	5			5	42	42	47
	広州				7		7	7
	成都				7		7	7
	西安				7		7	7
	青島				7		7	7
	大連				7		7	7
	長春				2		2	2
	天津					7	7	7
	南京				1		1	1
	北京				14	5	19	19
	瀋陽				2		2	2
	香港		5		5	17	17	22
	高雄				2		2	2
	台北				10	14	24	24
	アブダビ					5	5	5
	デンパサール					3	3	3
	シンガポール					7	7	7
	バンコク					10	10	10
	マニラ					12	12	12
ハノイ					4	4	4	
ホーチミン					3	3	3	
欧州	フランクフルト					5	5	5
	ヘルシンキ					4	4	4
北米	コロンバス			(4) 搭載なし	0(4)			0(4)
	デトロイト					5	5	5
	ホノルル					7	7	7
大洋州	グアム				21	21	21	
総計	5	5	0(4)	10(4)	162	129	291	301(4)

(注) 旅客機の区分は、以下のとおり

小型機(M90、B737、B757、A32S)、中型機以上(B767、B747、B777、A330、A340、A346)

(資料) スケジュールについては中部国際空港HPより。機材積載量等は、各航空会社ホームページ及び「エアカーゴマニュアル2006」、「平成21年度民間航空機関連データ集別冊主要民間輸送機の概要」を参照した。

(参考) 機材例

<小型機>

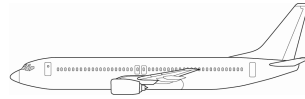
○A32S(全長 38.6m)



※図はA320-200

積載量: 2トン (A319-100)、4トン (A321-200)
座席数: 124席 (A319)、186席 (A321)

○B737(全長 39.5m)



積載量: 2.5トン (B737-800)
座席数: 184席 (B737-800)

<中型機以上>

○A330(全長 63.7m)



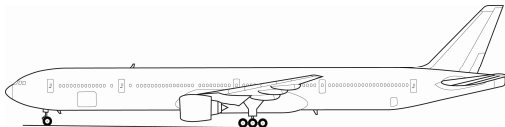
積載量: 14トン (A330-300)
座席数: 295席 (A330-300)

○B767(全長 54.9m)



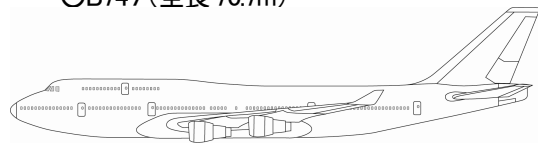
積載量: 15トン (B767-300)
座席数: 218席 (B767-300)

○B777(全長 68.8m)



積載量: 23トン (B777-300)
座席数: 368席 (B777-300)

○B747(全長 70.7m)



積載量: 39トン (B747-400)
座席数: 416席 (B747-400)

(資料) 積載量・座席数については、エアバス、ボーイング、エアカナダ等のHPより作成
機材側面図は、財団法人日本航空機開発協会より

資料2 ケース3 B737型機用小型コンテナの活用課題（ヒアリング結果）

1. 搭載時（ローディング時）での課題

小型機へのバルク貨物の搭載（バラ積み搭載）は、ベルト・ローダーを利用する。ベルト・ローダーに人力で搭載できない場合は、フォークリフトを利用する形になるが、航空機のカーゴ・ドア側では、人力に頼らざるを得ず、重量のあるコンテナは受け入れが難しい。また、エプロンサイドにてフォークリフトを用意する手間が発生する。

ベルト・ローダーによる搭載



2. 貨物室搭載時での課題

- B737 型機の貨物積載部は、ローラーベットの設備がなく、ジュラルミン製の底面・側面を持つ下部貨物室に、手積みにてバラ貨物を積み込む作業になる。そのため、貨物室内で貨物を移動させる必要があり、貨物を引きずる形になる場合は、機材への損傷が懸念される。アルミ製パレット側に、移動を助ける部材を貼り付ける等の工夫が必要である。
- 搭載された貨物は、航空機材に固定をしないことが多く、航空機の旋回等によって、貨物が動くことを想定する必要がある。小型コンテナ貨物が重量のある場合は、当該貨物が移動したことで、他の貨物にダメージを与える可能性（最悪の場合は、航空機材への損傷）もあり、固定をしなくとも、コンテナが動かないような工夫が必要である。積み込み時には、貨物室を移動しやすくし、輸送時には、固定できるような、新たな工夫が求められる。下部貨物室において、機材への固定も技術的に可能であるが、別途ハンドリングコストが必要になり、コンテナ利用のメリットが下がる。
- 狭い貨物室で、作業員が手積みで作業を行うため、重量物の搭載には限界がある。このため、作業性を考慮した形状、仕様・素材が必要である。但し、作業性を重視し、小さなコンテナとした場合は、ダンボールや発砲スチロール等の従来の梱包材に加えて、小型コンテナで全体を養生する形となり、2重の梱包となり、コスト面からみて非効率になるため、作業性とコストを考えて、使用素材及びサイズを検討することが必要である。

