



KANSAI 空港レビュー



No.464
2017.7

CONTENTS

1 巻頭言

関西の今後の空のありかた
松本 正義

2 各界の動き

8 講演抄録

21世紀の航空管制 ～人間とコンピュータが協働する「航空管制科学」の世界～
伊藤 恵理

23 プレスの目

関空のアジア偏重は吉か凶か
藤原 直樹

25 航空交通研究会研究レポート

LCCのハイブリッド化と空港選択の変化
高橋 望

28 データファイル

- ・運営概況について[2017年5月](速報値)
- ・大阪税関貿易速報[関西空港] 2017年5月
- ・関西国際空港の出入(帰)国者数
- ・関西3空港と国内主要空港の利用状況 2017年5月

【表紙写真】「香港エクスプレス A320 neo」

香港エクスプレスのA320 neoです。
香港エクスプレスは、KIX=HKG便が週34便もあります。
最近、燃費の良い大柄な新エンジンを付けたA320を見かけます。
この新エンジンを付けたモデルをA320neo(New Engine Option)と言います。
エンジンのブレードはB787などのような湾曲したのが見えました。

撮影：柴崎 庄司

関西の今後の空のありかた



公益社団法人 関西経済連合会
会長

松本 正義

2016年度の関空の国際線・国内線を合わせた総旅客数は2,572万人となり、2年連続で過去最高を更新しました。特に、アジアを中心とするLCCネットワークの拡大により、国際線旅客数は5年連続で増加しました。今や関空は、アジアのゲートウェイとして、なくてはならないインフラであります。

関西エアポート社による運営が始まり一年が経ちましたが、初年度の純利益が169億円と好調なスタートをきり、関西経済界としても大変嬉しく思っております。関西エアポート社には、民間の知恵とノウハウを生かした国内外の航空ネットワークの拡充や集客力の強化を期待しております。

第2ターミナル国際線では、最先端セキュリティシステムや、ウォークスルー型の免税店の導入など、旅客ニーズをとらえた様々な工夫がされており、まさしく民間の知恵とノウハウを生かしたものであります。課題となっている中長距離路線誘致についても、需要に応じた柔軟な着陸料の料金制度を導入するなど積極的に取り組んでおられ、大変心強く感じています。

わが国は、これから2019年にラグビーワールドカップ、2020年に東京オリンピック・パラリンピック、2021年にワールドマスターズゲームズ関西の開催があり、加えて2025年には国際博覧会（万博）の誘致を目指しております。これらの国際イベントに向け、海外からの窓口となる関空のさらなる機能強化が不可欠で

あります。

地元としても、関西の自治体や経済界などオール関西で構成している関西国際空港全体構想促進協議会の活動を通じ、引き続き、関空の機能強化に向けた要望活動や、利用促進・利便性向上に取り組んでまいります。

来年4月からは神戸空港も民間運営が始まる見通しであります。大都市圏中心部から半径25km圏内に3空港が立地しているのは、国内では他に例がなく、関西の強みといえます。この強みを生かすためにも、例えば、5つのターミナルと7本の滑走路を持つアメリカのダラス・フォートワース国際空港のように、関西国際空港、伊丹空港、神戸空港をそれぞれ第1、第2、第3ターミナルと位置づけて、関西の3空港を一体的に運用し、有効活用することが必要であります。

関経連としても、成長著しいアジアの活力を取り込み、関西の活力を高めていく「ルック・ウエスト」の視点が重要であり、その中核をなす交通物流インフラは関空であると考えております。

今後とも、関西エアポート社、関係自治体と連携しながら、関空の発展、関西全体の航空需要の拡大に貢献してまいります。関係者の皆様には、当会の活動に引き続きのご理解、ご支援を賜りますようお願い申し上げます。

各界の動き

関西国際空港

●給油施設で防災訓練、5機関80人参加

関西空港の航空機給油施設が地震発生で被災したとの想定で6月6日、関係機関による防災訓練が行われ、手順を確認した。泉州南広域消防本部や海上保安庁関西空港海上保安航空基地、関西空港署など5機関、計約80人が参加した。

●LCC国際会議、北アジアでの成長に意欲

日本、中国、韓国を中心とした北アジア22か国・地域のLCC40社のトップらが一堂に会した国際会議が6月13、14の両日、関西空港で開かれた。豪州の航空関連シンクタンク、CAPAの主催で、会議では「日本の航空は東京に一極集中していたが、関空はLCCを打ち出すことで別の軸をつくった」と評価する意見や、2社が独占しているLCC専用の第2ターミナルの使用を求める声も出た。



クリック！

北アジアは旅客便に占めるLCCのシェアが13%（2017年）で欧州（44%）や北米（33%）に比べ、まだまだ低水準だ。関西空港は今年の夏ダイヤでLCC比率は33%で北米並みと言える。LCC各社は「成長余地は大きい」とみているが、パイロット不足と空港の容量不足がネックとなる可能性も指摘された。

●5月の輸出額13.6%増

大阪税関が6月19日発表した関西空港の5月の貿易概況（速報）によると、輸出が4,173億1,200万円で前年同月に比べ13.6%増え、7か月連続のプラスとなった。輸入は2,703億4,400万円で5%増だった。

●ニンテンドースイッチ体験コーナーお目見え

関西エアポートは6月23日、関西空港第1ターミナル1階の国際線到着口近くに、任天堂の新型ゲーム機、Nintendo Switchなどを体験できるコーナー（42㎡）を設置した。空港に任天堂の体験コーナーが設置されるのは初めてで、急増する訪日外国人へのPRを狙う。

●ジェットスター・パンフィック、ハノイ、ダナン線を開設へ

ベトナム航空の子会社の格安航空会社（LCC）、ジェットスター・パンフィック航空は6月26日、関西～ハノイ、関西～ダナン線に就航すると発表した。ハノイ線は9月1日から、ダナン線は9月2日からそれぞれ週4便の運航を予定している。早期の週7便化を目指す。機材はエアバスA320型機（180席か186席）を使用する。

●5月の旅客数、11%増220万人

関西エアポートが6月26日発表した5月の関西空港の運営概況（速報値）によると、国際線と国内線を合わせた総旅客数は前年同月比11%増の220万人となり、5月として過去最高を更新

新した。韓国や中国、東南アジアからの旅客が増えた。

●エアアジアX、初のLCCハワイ直行便

エアアジア X は 6 月 28 日、関西～ホノルル線を就航させた。既存のクアラルンプール～関西線を、日本からの以遠権を用いてハワイへ延伸した。エアアジアグループ初の米国路線で、日本からハワイへ向かう LCC の直行便は初めて。週 4 往復で機材は従来と同じエアバス A330-300 型機 (377 席)。関西エアポートでは、4 月 1 日から新路線に対する着陸料値下げを実施。3,000km 以上の中長距離路線の場合、就航初年度の着陸料が全額免除され、関空から以遠権を用いる場合は短い区間の着陸料を無料にした。

●社外取締役が交代

関西エアポートは 6 月 29 日付で、社外取締役の西名弘明氏（オリックス常任顧問）が退任し、新たにオリックス取締役・代表執行役社長の井上亮氏が就任したと発表した。

空港

＝ 大阪空港 ＝

●新関西国際空港会社が騒音対策工事の履歴情報を漏洩

新関西国際空港会社は 6 月 2 日、関西エアポートに運営権を委託する以前の 2015 年 6 月ごろから 10 月ごろにかけて、大阪空港周辺の騒音対策のために行っていた空調機器工事の助成事業にからみ、社員が業者に対象地域内の住宅の工事の有無や工事履歴の情報を漏洩していたと発表した。

●伊丹市長、国際化に意欲

藤原保幸伊丹市長は、6 月 8 日開会した定例議会で、2020 年の東京五輪までに大阪空港国際化に向けて関係機関に働きかけを強めていく方針を明らかにした。

＝ 神戸空港 ＝

●搭乗者数、搭乗率、2か月連続最高更新

神戸市が発表した神戸空港の 5 月の搭乗者数は、前年同月比 15.9% 増の 24 万 9,157 人、搭乗率は同 0.3 ポイント増の 76.1% で、いずれも 5 月としては過去最高だった。搭乗者数、搭乗率がともに単月で過去最高となるのは 2 か月連続。便数の増加などが寄与した。

●神戸市、ターミナルビル取得へ

神戸市の第三セクター、神戸空港ターミナルは 6 月 21 日、定時株主総会を開き、市に空港ターミナルビルなどの施設を売却することを決議した。2018 年 3 月 31 日に約 39 億円で売却する。市は、所有する滑走路に加えて旅客ターミナルビルも取得することにより、運営権売却（コンセッション）の環境を整えた。

●大阪府知事「規制緩和に協力」

松井一郎大阪府知事は 6 月 28 日の記者会見で、民営化する神戸空港の発着枠や運用時間などの規制緩和について「運営会社のニーズに合わせ、関西広域連合などを通じて国と僕が調整したい」と述べ、協力姿勢を示した。

●オリックス連合、運営権に190億円提案

神戸市が進める神戸空港の運営権売却で、入札に唯一名乗りを上げているオリックスなど 3 社の企業連合が 6 月 30 日、事業計画などを盛り込んだ提案書を市に提出した。運営権対価は公表されていないが、オリックス連合は 190 億円程度を提案したとみられる。市は 7 月中旬に選考会を開き、8 月に優先交渉先を決定する。

＝ 成田国際空港 ＝

●夜間飛行制限緩和案、発着延長1時間に短縮

国土交通省と成田国際空港会社、千葉県、空港周辺9市町は6月12日、成田空港の機能強化に関する4者協議会を富里市内で開いた。9市町が求めている夜間の飛行制限緩和の見直しに対し、空港会社は飛行制限の時間短縮を従来案の3時間から1時間にする案を提示。9市町側はおおむね評価した。

●バニラ・エア、誤誘導で10人が未審査で入国

6月18日夜、香港発バニラ・エア304便（乗客168人）が成田空港に到着した際、ランブバス3台のうち1台が誤って国内線到着ロビーに乗客を誘導し、バスに乗っていた34人のうち10人が入国手続きを経ずに入国状態になっていることがわかった。2016年4月にも、バニラ・エアの到着客で同様のトラブルが発生していた。

＝ その他空港 ＝

●「北海道7空港一体」で民営化を確認

2020年を目標にする北海道内空港の民営化を巡って、石井啓一国土交通相や高橋はるみ北海道知事ら対象空港の4管理者は6月7日、東京都内で会談し、7空港一体で民営化を進めることを、関係者で初めて確認した。

●熊本空港を20年に民営化、国交省が制度案

国土交通省は6月30日、国が管理する熊本空港を2020年4月に民営化することなどを盛り込んだ制度案を公表した。委託期間は原則として最長48年間とし、受託者が昨年の熊本地震で被害を受けたターミナルビルを取り壊し、国際線も就航する新しいビルを2022年度中に造ることを条件に挙げた。

航空

●MRJエンジン、FAAの型式証明取得

三菱重工業と三菱航空機、米ユナイテッド・テクノロジーズ傘下のプラット・アンド・ホイットニー（PW）は6月1日、開発中の小型ジェット機、MRJ（三菱リージョナルジェット）が搭載するPWの新型エンジン「PW1200G」が米連邦航空局の型式証明を取得したと発表した。

●地域航空網維持へ5社統合も選択肢

地域の航空網を維持する方策を議論する国土交通省の有識者会議は6月2日、九州の離島や北海道内など利用率の低い路線を持つ5社の統合を検討するよう求める中間報告をまとめた。人口減少により経営環境の厳しさが増しているため、航空機の共同保有などで運航コストの削減も進め事業を存続する狙いがある。

●IATA、航空業界利益見通しを上方修正

国際航空運送協会（IATA）は6月5日の年次総会で、世界の航空会社の2017年最終利益予想は314億ドル（約3兆4,525億円）で、昨年12月の予想よりも16億ドル増えたものの、2016年の348億ドルを約10%下回るとの予想を発表した。

●米大統領、航空管制システムの非営利法人への移管を提案

トランプ米大統領は6月5日、米航空管制システムの管理を非営利法人に移管する案を明らかにした。大統領は現在のシステムについて時代遅れでともに機能しておらず、資金の無駄遣いと批判した。

●ピーチ、4期連続の増収増益

関西空港を拠点とするLCCのピーチ・アビエーションは6月8日、2017年3月期決算を発表した。売上高は前期比7.9%増の517億円、最終利益は80.1%増の49億円と4期連続の増

収増益となった。平均搭乗率は 85.4% と国内線、国際線ともに好調だった。営業利益は 2.0% 増の 63 億円、経常利益は 13.2% 増の 53 億円だった。

●8月発券分から燃油サーチャージを値下げ

全日本空輸は 6 月 9 日、国際線の燃油特別付加運賃（燃油サーチャージ）を 8 月と 9 月発券分で値下げすると発表した。日本発ではいずれも片道あたり、韓国線は 200 円、中国・台湾・香港・マカオ線は 500 円、ハワイを除く北米・ヨーロッパ・中東・オセアニア線は 3,500 円となる。

日本航空も 6 月 13 日、燃油サーチャージを 8 月発券分から引き下げると発表した。

●エジプト航空、成田～カイロ線再開へ

エジプト航空は 6 月 11 日、同国の政情不安による需要減を理由に 2013 年 7 月から運休していた成田～カイロ線を、10 月 29 日から週 1 便で再開すると発表した。昨年 11 月から今年 3 月まで運航していた定期チャーター便の好調を受けたもので、機材はボーイング B777 - 300ER 型機（346 席）を使用する。

●MRJ、パリ航空ショーで展示

三菱航空機は 6 月 19 ～ 21 日、パリ郊外のル・ブルジェ空港で開かれたパリ航空ショーで開発中の国産初の小型ジェット旅客機、MRJ を地上展示した。会期中の新規受注はなかった。

●航空機メーカー2社、輸送量、年4%拡大を予想

米ボーイングと欧州エアバスの航空機大手 2 社による中長期の市場予測が 6 月 20 日、出そろった。米ボーイングの 2036 年までの需要予測によると、航空輸送量は年率 4.7% ずつ伸びそうで、新造機は 4 万 1,030 機が必要になる見通し。欧州エアバスの予測によると、2017 ～ 2036 年の航空輸送量は年率 4.4% で成長する見通しで、100 席超の航空機は今後 20 年間で 2 倍超の 4 万機を超える見通し。

●ピーチ、機長や副機長の手順書をデジタル化

ピーチ・アビエーションは 6 月 20 日、保有するエアバス A320 型機の全 18 機で、機長や副機長が使うマニュアル類について、紙を廃止し完全にデジタル化したと発表した。日本の航空会社では初めての取り組み。年間で約 28t の燃料を減らせ、二酸化炭素の排出量も約 90t 減るという。

●日航、国内線機内のネット接続を無料化

日本航空は 6 月 20 日、国内線機内でのインターネット接続を永続的に無料にすると発表した。現在は 8 月末までのキャンペーンとして無料にしているが、集客効果が高いため 9 月以降は正規のサービスとして無料にする。

●ピーチ、運賃体系を刷新 受託手荷物2個まで無料も

ピーチ・アビエーションは 6 月 27 日、運賃体系をリニューアルした。2012 年 3 月の就航以来 2 種類だったものを、無料で預けられる手荷物を 2 個まで拡大するものを新設、3 種類に増やした。

●スカイマーク、営業利益4倍

スカイマークが 6 月 28 日発表した 2017 年 3 月期の決算は営業利益が前期の約 4 倍の 67 億円だった。運航の遅れを改善するなどして搭乗客が増加し、売上高も 4.9% 増の 755 億円となった。

関西

●2019年のツーリズムEXPOは大阪で

日本観光振興協会、日本旅行業協会、日本政府観光局は 5 月 30 日、ツーリズム EXPO ジャ

パンを 2019 年度は大阪で開くと発表した。東京ビッグサイトで開かれてきたが、東京五輪の影響で利用が制限されるため、大阪観光局や経済界が大阪誘致を求めている。

●アジアからの訪日客、個人手配 37%に増加

日本政策投資銀行関西支店が 5 月 31 日にまとめた 2016 年の関西のインバウンド（訪日外国人）客の動向調査によると、アジアからの関西への旅行者のうち、航空券とホテルを個別手配する個人旅行者の割合が 37.5%を占めた。前年から 6.4 ポイント上昇、パック旅行からのシフトが進んでいる。リピーターが増えており、関西訪問経験者のうち、訪問 1 回は 34.3%だった。

●大阪地下鉄民営化、準備会社が発足

2018 年 4 月の大阪市営地下鉄の民営化に向け、新会社設立の手続きを行う準備会社、大阪市高速電気軌道が 6 月 1 日発足した。鉄道事業免許の移行や市交通局職員の新会社への転籍を進める。

●「変なホテル」、大阪出店 来夏までに

エイチ・アイ・エスの沢田秀雄社長は 6 月 2 日、大阪市で記者会見し、ロボットの活用が売り物の「変なホテル」（100 ～ 200 室程度）を大阪市に 2018 年夏までに開業する方針を明らかにした。変なホテルは 2015 年夏にハウステンボス内に開業した。

●西日本高速は増収減益、阪神高速は減収減益

西日本高速道路会社と阪神高速道路会社の 2017 年 3 月期決算が 6 月 8 日までにまとまった。西日本高速は新路線の開通効果で営業収益が前期比 6%増の 9,352 億円と増収だったが、管理費増加などで減益となった。阪神高速は新規開通区間の減少で営業収益は 3%減の 2,496 億円、道路の保守点検を強化したことなどで営業利益は 15 億円とほぼ半減した。

●なにわ筋線、十三駅に乗り換え用地下駅整備へ

阪急阪神ホールディングスの角和夫会長は 6 月 13 日、大阪市内で開いた株主総会で、JR 新大阪駅と難波を結び、関西空港へ向かう鉄道新線の「なにわ筋線」について、建設中の北梅田駅（仮称）に阪急電鉄が乗り入れる連絡線の十三駅が、地下駅になることを明らかにした。「新大阪と関西がつながり、その中に十三やうめきたが位置する。南海、阪急、JR 西にとって非常にいい計画だ」と歓迎した。

●大阪万博誘致へ松井知事らパリで演説

博覧会国際事務局（BIE）の総会が 6 月 14 日、パリ市内で開かれ、2025 年の万博開催国に立候補している日本、フランス、ロシア、アゼルバイジャンの各国がそれぞれの構想などについてプレゼンテーションを行った。日本は松井大阪府知事と誘致委員会の榊原定征会長（経団連会長）が登壇し、大阪で万博を開催する意義などを訴えた。

●りそな総研「外国人客の関西訪問、インドが伸びしろ大」

りそな総合研究所は 6 月 20 日、「関西に訪日客を増やすための隠れたターゲットはインド」との分析を発表した。訪日インド人は周遊を好む傾向が強い一方で、関西への訪問率に伸びしろがあるためだ。観光地が多い関西は受け皿として潜在的に有望で、口コミなどで訪問を促す対策が求められる。

●京都の日帰り日本人客、混雑で減少、消費額は1兆円超え

京都市は 6 月 21 日、2016 年に京都市を訪れた観光客数が 5,522 万人と、前年を 3%下回ったと発表した。過去最高を更新した前年から 7 年ぶりに減少に転じた。市内の公共交通機関の混雑などが敬遠され、日本人の日帰り観光客が減少した。一方、年間の観光消費額は前年を 12%上回る 1 兆 862 億円で、初めて 1 兆円を突破した。

●大阪府知事「IR誘致、泉佐野市に協力せず」

松井大阪府知事は6月21日の定例記者会見で、カジノを含む統合型リゾート施設（IR）の設置区域の申請主体が都道府県となった場合、「誘致に手を挙げている泉佐野市に協力するという思いは持っていない。大阪は夢洲一本」と述べた。

●自民党の大阪万博誘致推進本部が初会合

自民党は6月21日、2025年国際博覧会（万博）の大阪誘致を目指す推進本部の初会合を党本部で開いた。開催地を決める2018年11月の博覧会国際事務局総会に向け、加盟国への働きかけを強める方針を確認した。

●大阪城公園に複合施設

大阪城公園に飲食店やスポーツ施設などが入る新たな商業施設、ジョー・テラス・オオサカが6月22日開業した。2階建て、延べ4,800㎡で、カフェや和食店のほか、和装が体験できる店舗やシャワー室を備えたランナー向け施設が入居する。

●東京建物、御堂筋にホテル

東京建物は大阪・御堂筋に21階建てビジネスホテル（300室）を建設する。7月に着工し、2019年2月をメドに完成させてホテル会社に賃貸する。

●洲本～深日で旅客船を実験運航、航路復活へ需要調査

洲本市と岬町は6月25日、洲本港と深日港を結ぶ旅客船（68人乗り）の運航を始めた。約3か月間、社会実験として1日4往復し、定期航路復活に向けて旅客需要や採算性を調査する。

●泉佐野市、りんくうタウン駅の場外馬券場を誘致

泉佐野市がりんくうタウン駅ビル内に日本中央競馬会（JRA）の場外馬券場を誘致していることが6月26日の市議会で明らかになった。駅ビルは、市が府から今春購入したもので、早ければ2018年夏の場外馬券場開設を予定している。開催日は1日平均約2,000人の来場を予想し、1年間のテナント収入で約6,000万円以上の収入を見込んでいる。

●大阪府、合法民泊の施設整備を補助

大阪府は6月28日、民泊施設が外国語の案内表示や消防設備などを整備する際、費用の一部を補助すると発表した。国家戦略特区で認定済みか、今後、認定を受ける事業者に対し、40万円を上限に経費の半額を補助する。

●JR奈良駅前にホテル

フクダ不動産（橿原市）は6月30日、JR奈良駅前に「ピアッツァホテル奈良」（137室）を開業した。全面ガラス張りの11階建てで、インバウンド（訪日外国人）需要を取り込む。

●コンテナ取扱量、神戸港が2位に

近畿地方整備局は6月30日、2016年の神戸港のコンテナ取扱貨物量（速報値）が横浜港を抜いて全国2位になったと発表した。全国的な貨物量の伸びを上回る前年比3.5%増の280万TEU（TEUは20フィートコンテナ換算）と、阪神大震災以降の最多記録を更新した。

国

●5月訪日客21%増、韓国・香港伸びる

日本政府観光局は6月21日、5月の訪日外国人客数が前年同月比21.2%増の229万4,700人だったと発表した。5月としては過去最高だった。1～5月の累計では1,141万700人と最速のペースで1,000万人を超えた。中国からの訪日客の伸びは鈍化したものの、韓国・香港などが順調に増えた。

21世紀の航空管制 ～人間とコンピュータが協働する 「航空管制科学」の世界～

国立研究開発法人 海上・港湾・航空研究所
電子航法研究所主幹研究員 Ph.D.

伊藤 恵理 氏



● と き 2017年5月12日（金）

● と ころ 大阪キャッスルホテル6階 鳳凰・白鳥の間

■はじめに

昨年から国土交通省管轄の海と空に関する三つの研究所が合併して海上・港湾・航空技術研究所になりました。私はその研究所の傘下にある電子航法研究所に所属しています。電子航法研究所は国土交通省航空局の国策を補助する研究業務を行っており、21世紀の航空管制について科学的研究を進めるという立場で仕事をしています。

一般の講演をするとき、航空管制は何かというところから説明しています。本日の参加者名簿を拝見すると、エキスパートの方々ばかりなので恐縮です。一般の方々には、航空機のパイロットが、車の運転をするように運転手同士でやりとりをして、あちらへ行く、こちらへ行く、とやっていると思われる方もいらっしゃると思います。しかし、雲の上にいるコックピットのパイロットは周りの航空機がどこにいるのか把握できないというところから説明しています。

パイロットが目で見えない航空機との安全間隔を保ちながら飛ぶために地上に航空管制官という人がいて、周囲の航空交通量を映し出すレーダーの画面を見ながら、航空機がぶつからないよう安全に飛ぶように作業をしているというところから話し始めるわけです。

皆さまはよくご存じだと思いますが、実際に航空管制がどのように行われているのかをビデオで見てもらいます。このビデオは米国の航空管制協会が教育用に作成したビデオで、1機の

セスナ機の離陸から到着までの流れの中で、管制官がどのように仕事をして無事に航空機を着陸させているのかをまとめたビデオです。言語は英語ですが、雰囲気を感じてもらえればと思います。

■離陸から到着まで、管制官の仕事の流れ

飛行機が空港から飛び立つときに、管制塔にいる航空管制官が地上のパイロットに「飛び立ってもいいよ」という管制承認を与え、そこから航空機が離陸します。空港の周囲にターミナルレーダー管制があり、航空機が飛び立つとグラウンドの管制官のコントロールから、ターミナルレーダー管制官に移管されて航空機の管制を行います。空港周辺は航空機が混雑するのでターミナルレーダー管制で安全な間隔を保たせるのですが、そこから航空路管制という上空の管制官にまた移管されていきます。このように空は空域と呼ばれるスペースにすべて分割されており、それぞれの空域を管制官が担当しながら安全に航空機を飛ばしていく作業を行っています。

これは古いビデオなので紙のストリップ（運航票）といって航空機1機について運航票1枚のストリップが対応しており、管制官から隣の管制官のところに航空機が動くので紙のストリップを移動させます。今は電子化されているので紙はあまり使いません。こうして各担当の管制官が航空機を安全に目的地に送り届けるよ

うな仕事になっています。ターミナルレーダー管制から着陸する空港の管制官に移管されて着陸していきます。

このような流れで航空機は離陸する空港から着陸する空港に誘導されていきます。管制官が安全な航空機間隔を保ちながら、定時制を保つように管理する、これがすべての空で行われています。

今こうやって皆さんと話している間に、世界の空で地球のサーフェスを何機くらいの航空機が飛んでいるかを、フライトレーダーでカウントしたデータがありますが、この瞬間にも平均6,000機以上の航空機が飛んでいます。カウントされていない航空機もあるので実際はそれ以上です。もしその飛行機1機に100人から200人ほど乗っていたら、約100万人が空中にいると試算されており、巨大な空の都市でラピュタのようなものが飛んでいるイメージなのかなと思っています。そのような混雑している空を安全に航空交通管理する業務は非常に重要なものです。

■日本の航空交通管理

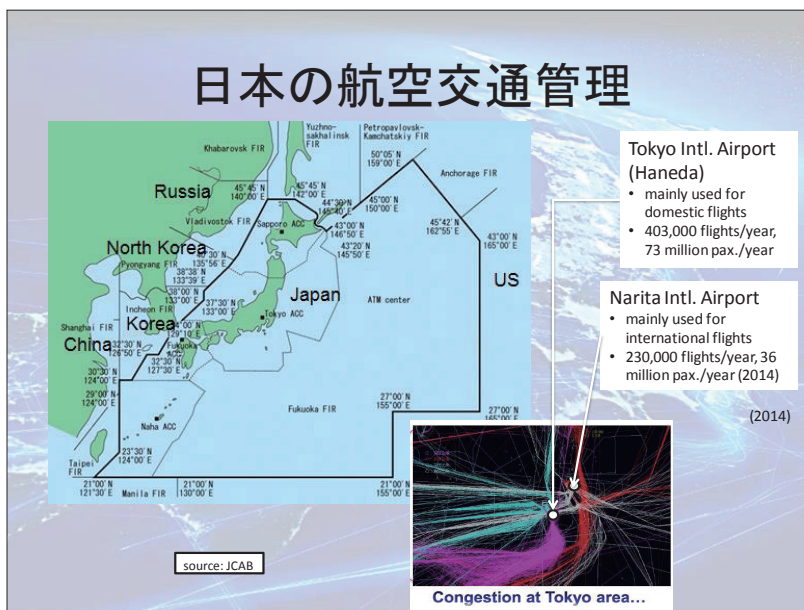
日本の管轄している空域はここです。福岡 FIR (Flight Information Region: 飛行情報区) と呼ばれています。日本の航空交通管理を行うヘッドクォーターのような役割をする航空

交通管理センターが福岡市雁の巣にあり、日本の航空交通の全体的な流れを管理しています。

航空路管制は札幌、東京、福岡、那覇にある四つの航空交通管制部が管理しています。それぞれの管制部が管理する空域にもそれぞれセクターと呼ばれる分割された空域があり、それぞれのセクターに管制官が常駐して、航空機を移管、移管という形でリレーしながら安全に管制する方法が取られています。日本の管制空域は大きく、洋上の管制もあり、さまざまな国の FIR と呼ばれる飛行情報区と呼ばれているところと隣接しており、非常に国際間のやりとり、連携が必要な作業にもなっています。この空域を横切るのに、風の流れや高度にもよりますが、約3時間かかります。

日本の航空交通管理を話すうえで一つの特徴として、首都圏のエリアに航空交通流が集中しており、羽田空港だと国内線の約70%が集中しています。2015年12月のデータだと思いますが、世界第5位の旅客数の混雑する空港とランク付けされており、そのときの離発着数は14位のランキングで、世界的に見ても混雑する空港とのことでした。

■これから日本の航空交通がどのくらい増えていくか

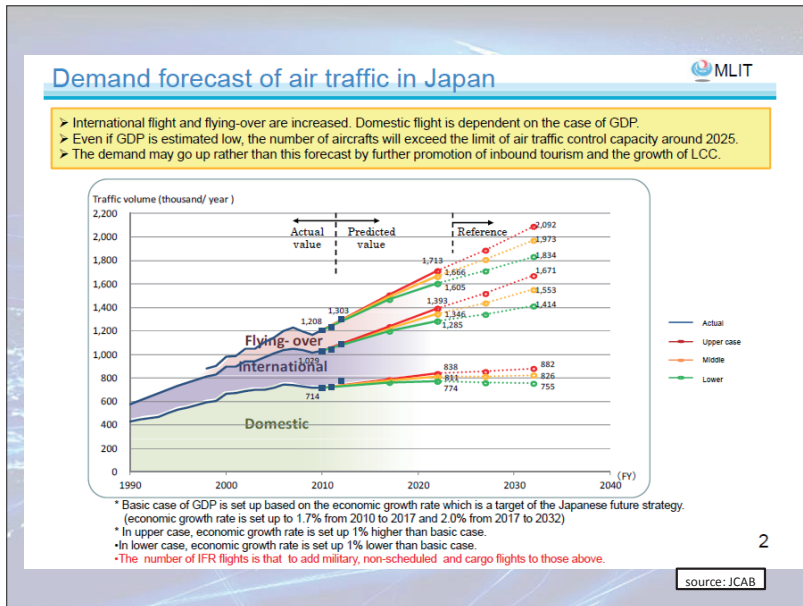


予測したデータが出ています。航空局のデータを使っていますが、GDP から換算すると、国内線は今よりあまり増えないだろうといわれていますが、国際線と上空通過機が非常に増えるだろうといわれています。なぜなら、アジアの経済成長、特に中国と東南アジアの影響が大きいです。2035年には貨物輸送機の約40% はアジアに集中するだ

ろうともいわれています。

旅客数も2030年代の後半にアジアに集中するので、日本は、国内線は増えないにしても、国際線はアジアの経済成長を受けて伸び上空を通過する航空機も非常に増え2025年には国際

線と上空を通過機が合わせて現状の1.5倍になるだろうと予測されています。このような航空輸送の需要に対応するためには、抜本的な改革が必要といわれており、私たちも努力しているところです。



■航空管制の歴史

航空管制の成り立ちについて。1903年にライトフライヤー号が初飛行しました。世界初の動力飛行に成功した航空機の歴史の始まりだったわけですが、その時点では、あんな鉄の塊が空を飛ぶのかと世間は非常に懐疑的でした。しかし懐疑的なものに対して挑戦するパイオニアがいつの時代にもいます。サン テグジュペリの夜間飛行のように、昼間だけではなく夜も飛べるようになり、1927年にリンドバーグは大西洋の横断に成功しました。こうして、航空管制の歴史が始まっていくのです。

これはアメリカの教科書から抜粋した写真ですが、世界初の航空管制官アーチ リーグ (Archie W. League) さん。St. Louis 空港です。世界初の航空管制官はこの人です。

前職は旅芸人だったという記録が残っています。サーカスで手旗を振っていたらしいのですが、メカニクスも兼ねていました。それが高じて世界初の航空管制官になり、今度は滑走路の端っこで旗を振るようになったわけです。フラッグマ

ンの始まりです。毎朝、手押し車の上に旗を2本とランチ、水を持って滑走路の端っこに出勤して、飛行機が来たら手旗信号を送っていました。安全に降りられるように、「今は入ってきてはだめ」「今は来てもいい」と指示を出していました。当時の記録によると、彼はだんだん不安になってきたそうです。「飛行機から自分が見えているのだろうか」と。離陸する航空機はいいですが、到着する航空機はどこから自分が見えているのかまったくわからない、もう少し高い位置から見よう。それが管制塔の始まりになりました。

管制塔では、今で考えると信じられないところですが、そのときはライトガン、舞台照明用のライトのようなものを使っていた。それを航空機に向かって照らし、緑であれば来てもいい、赤であれば止まれ、そういうことをやっていたのですが航空機の数が増えてきて、どの航空機がそれを見ているのかわからなくなってきました。そもそも航空機から見えているかどうかもわからないということもやはりあったので、それが航空無線の始まりになりました。無線を通してパイロットと話

すという管制が始まってきたのです。

そして、空港に無線のピーコン（指向性無線航空路標識：NRB）を置くようなシステムができてきます。昔の映画を見ると、飛行機に乗っている人がつまみを回すとクーンクーンというような電波を探知し、そうすると長距離飛行ができるようになるということで、アメリカ

でエアラインができて、エアラインの運航関係者が同じ部屋に集って、この写真のようなボードを置きながら、「この飛行機は今ここを飛んでいる」というのを将棋のコマのように置きだしました。それが航空路管制、上空の管制の始まりといわれています。こういうところから航空管制の黎明期が始まっています。

航空管制の歴史を少し・・・

■ 航空管制の黎明期(1903-1920s)



世界初の航空管制官
Archie W. League at St. Louis
Lambert Municipal Airport in 1929



管制塔の始まり



航空路管制の始まり(1934)

■ 航空管制システムの基盤の確立(1930年-1950年)

1920年代はこういう時代でした。20年から50年にかけて2回の世界大戦もあり、1930年代から50年代にかけて航空機の産業が発達して航空機側の機材も充実してきました。

電波を使った航法を行おうということになり、無線施設ができました。VOR (VHF Omnidirectional Range・超短波全方向式無線標識施設)、DME (distance measuring equipment・距離測定装置) はアンテナが空港やその周辺に立っていますが、航空機の進む方位とこの施設からの距離を見せられる電波の航法になってきました。

レーダー管制も始まりました。安全に航空機が滑走路に

降りられるように電波を出して、それに沿って航空機が降りてこられるようなシステムです。ILS (Instrument Landing System・計器着陸装置) と呼ばれていますがこのようなシステムが入ってきました。これが航空管制システムの基盤の確立となっています。

航空管制システムの基盤の確立(1930s-1950s)

■ 無線施設

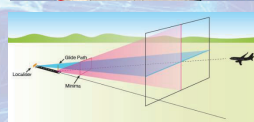
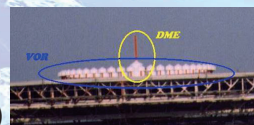
VOR (VHF omnidirectional range)
DME (distance measuring equipment)
TACAN (tactical air navigation)

■ 航空管制用レーダー

ASR (airport surveillance radar)
PAR (precision approach radar)

■ 計器着陸装置

ILS (instrument landing system)

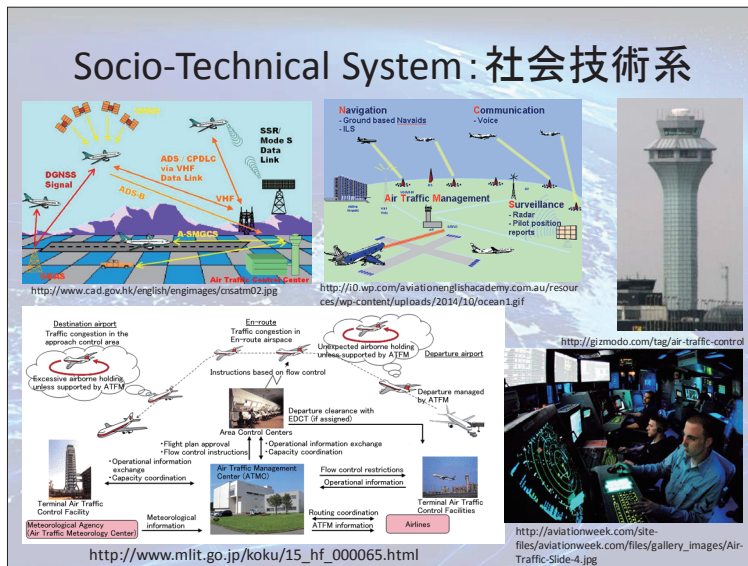


■ Socio-Technical System : 社会技術系

最新の技術を使ってどんどんインフラが発達し、今の航空管制システムはできあがっています。うまくご説明できる資料がないもので切り貼りしてつくっているのですが、この絵でいいかったのは、非常に複雑なシステムになっているということです。地上の無線施設や機上のGPS・衛星なども使えるようになっている。いろいろなハードウェア・コンピュータや航空機に搭載しているコンピュータもあります。そ

ういものが複雑に連携してシステムを構築している。

その中には管制官がいてエアラインがいて、行政の方がいて乗客がいて、人間社会はそのなかに介在していることを、私たちは英語の造語でソシオテクニカルシステム (Socio-Technical System : 社会技術系) と呼んでいます。人間社会の中でソフトやハードウェアが関係しながらうまく働かないといけな。その典型が航空管制システムにあるわけです。



■ 21 世紀の航空管制システム CNS / ATM システム

航空管制システム、現在の基盤は大体が1950年や60年代のシステムをベースに構築したのですが、その間にもっと科学、技術は進展しています。いつまでも50～60年代のシステムのまではなく、今の技術を使って先進的な航空管制システムにする動きが21世紀の航空管制システムです。CNS/ATMシステムと呼ばれるものです。

■ CNS システムとは

CNSは通信 (Communication)、航法 (Navigation)、監視 (Surveillance)、これに関わる技術を利用して航空交

通管理をより安全で効率的に行うもの。これが21世紀の航空管制です。

航空無線は超短波による音声通信、管制官とパイロットがひっきりなしに、電話をかけるよ

21世紀の航空管制システム

CNS/ATM システム

■

CNS/ATM システムとは

- 通信 (Communication)
- 航法 (Navigation)
- 監視 (Surveillance)

技術を利用して、航空交通管理 (Air Traffic Management: ATM) をより安全で効率的に行う構想

うに話していました。今はデジタルの時代で管制官とパイロット間はデータ通信ができ、話さなくてもデータをアップリンク・ダウンリンクしていただけます。

また、地上の無線施設に頼りながらどこを飛んでいるのか、そこからどのくらいの距離があるのかなどの電波航法をしなくても、衛星、GPS がある。GPS を使って自分の位置がわかるように変わってきました。航法でも航法衛星

を利用していきます。

監視も地上のレーダー卓で管制官が見ていましたが、GPS の情報で航空機自身が上空どこを飛んでいるかわかるのだから、空中でその情報を放送して、地上を介さなくても、航空機は車を運転するように飛べるだろう、放送型自動従属監視 (ADS-B) による自動情報伝達、地上を介さなくても機上でやっていくという話があります。



■次世代の航空管制システム構想

このように CSN を利用すると、デジタルの、より正確なデータを航空管制に利用できるようになっていきます。こういうものを使って次世代の航空管制をつくっていくなかで、世界的な動き、次世代の航空管制システムの抜本的な改革が始まっています。以下が21世紀の航空管制です。2003年のグローバル ATM 運用概念 (ICAO)、世界的に管制を変えていく概念を打ち出しています。次に航空大国のアメリカが2004年に NextGen (ネクスジェン) を打ち出しました。ヨーロッパは2005年に SESAR (セザール) というヨーロッパ近代化計画を打ち出しました。少し遅れて2010年、日本の航空局から CARATS (Collaborative Actions for Renovation of Air Traffic Systems キャラッツ) が出てきて、みんなで足並みを揃えて航空

管制システムの改革に取り組もうという動きが進んでいます。私どもの研究所も CARATS の国策に沿って研究を進めています。

■民間航空交通を管理する公的機関

ICAO という世界の航空交通を管理する国連の専門組織があります。それからアメリカの航空局 FAA (Federal Aviation Administration) です。ヨーロッパではユーロコントロール (Eurocontrol) がヨーロッパの空全体をシングルスカイとして取りまとめる機関になっています。ウクライナの襲撃事件、アイスランドの火山噴火のときに声明を出しているのがユーロコントロールです。主に CNS に関するアメリカでの基準を打ち出すところが RTCA です。アジアでも日本の国土交通省、シンガポールでも航空局 CAAS があり、これ

らが意思疎通を図りながら足並みを揃えて21世紀の航空管制システムをつくっていこうと活動しています。

■ CARATS Renovations

CARATS は何をやっているのでしょうか。8本柱でこれから21世紀の航空管制をさらによいものにしていこうための研究に取り組んでいます。①はTrajectory-based Operation(TBO)と呼ばれるもの。航空管制はいろいろなセクターをまたいで航空機がリレーされていく形で管理されていたのですが、それを離陸から着陸まで1本の軌道に沿って、その軌道を最適にするように効率よく管理していこうというのが軌道ベース運用という概念です。

②がImproving Predictability、航空機の航空管制は例えば風や乗客の遅れなどいろいろな不確実性のなかで定時制を守り効率よく安全に飛ばさないといけないので、そのために予測精度を上げていく。

③ Performance-based Operation と書いてありますが、私たちの業界はアルファベットの略語が非常に多く、PBOと呼んでいます。さまざまな性能を持った機材が航空機に搭載され、CNSのシステムが実装されていく。エアラインが投資できる範囲なのかということもありますが、それもエアラインの方針によっているので、より高いコストを掛けたエアラインにはもっとペイがないといけない。サービスプロバイダとしてもそれを優先しながら、投資をした方にはよりよいサービスをしないといけない。Performance-based Operationを考えていこうというものです。

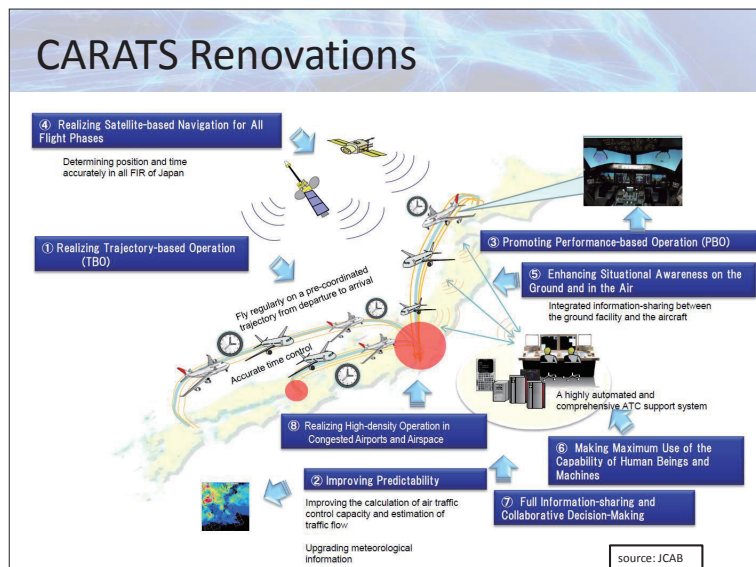
④はもっと航法に衛星を利用する。⑤はEnhancing Situational Awarenessパイロットと管制官の情報認識を支援する自動化システム

をつくっていこうということです。⑥は人間と機械のインターフェースもきちんと設計していこうということ。⑦のFull Information-sharing、Decision-Making 航空管制システムはいろいろなステークホルダーが関わってつくっています。国土交通省だけでなく気象庁、防衛省も関わっています。エアライン、管制機関などいろいろなステークホルダーがある。そこで必要な情報を共有してより効率的な管制に繋げていこうとする流れです。

⑧は私が主に関わっている研究で、先にご説明した首都圏空域に集中する航空機の交通を緩和するような政策を打ち出していくものです。この8本柱でCARATSは走っています。

■世界研究放浪の旅

2003年頃から、世界の航空管制システムを抜本的に変えていこうという流れが、世界的に出てきたといわれていました。2005年、その頃私は大学院博士課程の学生で、航空工学を専攻していたのですが、そのとき学会でユーロコントロール(Eurocontrol)の研究者に会い、「航空管制とはそもそも何か」というところからこの業界に引っ張られていくことになりました。日本の国策が出たのが2010年。その空白の期間は主に海外の研究者たちと仕事することになり、世界の研究機関を放浪してもみくちやにされな



がらここにたどり着きました。

研究機関の説明です。ユーロコントロール（Eurocontrol）実験研究所がフランスのブレティニー・シュル・オルジュ（Bretigny-sur-orge）にあります。パリから高速鉄道 RER で 40 ～ 50 分行った郊外ですが、ここで研究をして、それからオランダにある NLR（オランダ国立航空宇宙研究所）と共同研究します。オランダは航空機のノウハウが非常に多く、昔、フォッカー社があったのですが倒産してその技術者が NLR に残っていたり、ブラジルのエンブラエル社に渡ってそこで技術者になり、そういうところにフォッカー社の技術が伝わって行ったといわれています。

最後に NASA エイムズ研究所、シリコンバレーにある研究所にたどり着きました。NASA は宇宙だけでなく、航空管制の聖地とも呼ばれていて、航空管制に関する科学が生まれたのが NASA エイムズ研究所といわれています。

研究者としての研究も進んだのですが、人間的な成長もやはり海外を渡るとあったと思います。フランスではノーという精神といいますが、権力に刃向かう、あまり大きい声では言うことでもないのですが、「ノン」と言ったらすごく尊敬される。革命軍の精神、そういうものもここで養われました。同じヨーロッパでもオランダに渡ると、実益的といいますか、ダッチマナーといいますよね。ものすごくえげつない人たちが結構いるので、交渉していかないと損をする。交渉しながら利益をあげるためのえげつない精神をここで身に付け、反骨精神とえげつない精神を宿して NASA に向かうことになるのです。

NASA に行くとアメリカの精

神、チームでみんな一丸となってガッツで動くような、大きな研究があるのですが、そのなかで自分はどのような立ち位置、チーム全体を動かしていく歯車の一つになってうまくやっていくのかを学んだと思っています。

ここに写真がありますが、これは NASA エイムズ研究所に行ったときにお世話になった2人の研究員です。ハリー・スウェンソンさんとハインツ・エルツバーガーさん、この前にハンバーガーがあるのでハインツっておいしそうな名前だねといわれる思い出の写真です。航空管制科学の父と呼ばれる人がハインツ・エルツバーガーさんです。その方の弟子がハリー・スウェンソンさんで、その弟子が私で3代目です。

世界研究放浪の旅



Eurocontrol Experimental Centre
Bretigny-sur-orge, France



National Aerospace Laboratory NLR
Amsterdam, The Netherlands



NASA Ames Research Center, Mountain View, CA, USA



■航空管制科学の幕開け

NASA エイムズ研究所はシリコンバレーにあります。土地柄は研究にも非常に影響してきます。1980年代アップル社のマッキントッシュが一般ユーザーにも普及してきました。そのコンピュータを見たハインツさんは、航空管制官の業務を補助するためにコンピュータを使っていけるのではないかと考えたのです。

到着する航空機の順序付けと効率的な時刻表

の管理など、今まで管制官がやっていたことをコンピュータにやらせてみよう、今の人工知能の考え方の先駆けをやったのが航空管制科学の始まりになっています。航空機の到着管理システム（Traffic Management Advisor）をつくりました。業界ではAMAN、アライバルマネージャーとも呼んでいます。

これはNASAの実験室にある風景を写真に撮ったものです。



このような時刻表があり、航空機が今のままで飛んだらこの時刻に到着するという予測時刻と理想的な到着時刻を比較する表で、時間はこちらが早くてこちらが遅く、というふうになっていますが、こちらに近づくにつれて滑走路に近い航空機が時間軸に並んでいる。今のままであればこうですよ、こちらは、でも理想はこうですよ、という時間の表を管制官に見せる。

この写真は予測時刻と理想的な到着時刻を比較して結構一直線に並んでうまくいっている例で、理想の時間に沿って管制官がそれぞれのやり方で速度を調整したり、遠回りをさせたり、高度を変えたりして管制官の自由にやらせます。しかし時刻表のベンチマークだけは与えるというシステムになっています。管制官の見えるレーダー卓はこういう感じですが、ここに航空機のタグが出ていて航空機の機種や高度サイン、高度、速度が全部出ており、そこに実際

の時刻表からどのくらい遅れているのか、早いのかという時間も出ます。となると管制官はそれがわかるので自分の方法で少し時間を調整することができるシステムです。

コンピュータが到着時刻表を算出していくこのシステムをハインツさんが提案したのが1990年初期です。FAAは見向きもしなかったらしいのですがエアラインは非常にほしがりました。エアラインはこれが導入されると効率よく航空機を管理できて遅延も減るからです。航空機は低高度で待たされるよりも高い高度で待たされるほうが燃料効率がいい。遅延が出たら高い高度で遅らせると燃料効率がいいということがわかりました。

エアラインがどうしてもほしいというのですが、新しいシステムなので行政は消極的だったため、エアラインとハインツさんがアメリカの議会に乗り込もうとしました。必要なシステム

なのに予算が付かないからと、行こうとしたら、FAA の人がその1日前に味方になってくれたという話を聞きました。そのようにして科学者の熱い思いがこういうシステムを生んでいるのです。

現在では主要空港に到着する航空機を管制する全米の管制センターに実用化されて20年間このシステムが使われています。ダラスフォートワース空港で1996年に試験運用したとき、空港への混雑・ピーク値が減ったことが実験でわかってきました。航空管制は、近代科学の、仮説を立てて実験をして、それに基づいて実証をするという流れが適用できる立派な研究分野であることが認識されたわけです。

初めはハインツさんとシステムエンジニアの2人で始めた研究だったそうですが、今ではNASA では常時300人くらい航空管制科学に取り組んでいる研究者がおり、そういう流れもヨーロッパに渡り、日本でも航空管制科学が新しい科学として研究者が取り組んでいます。

■管制官の知的作業を自動化

到着管理システムの簡単な説明です。この図で、これが航空路管制の空域です。これがターミナルレーダー管制の空域ですが、航空機がターミナルレーダー管制という空港の周辺の空域に移管されるときに、ここにターミナルゲ

トという移管地点があります。今、航空機がこちらとこちらから2機来ている例ですが、一つの滑走路に着陸する例を見せています。ハインツさんが提案した到着管理システムは、この空域の周りをぐるっと囲む航空路管制のところにフリーズホライズン（Freeze Horizon）という時間軸を用意し、航空機がここを通過するときに自動化システムがターミナルゲートと滑走路に到着する予想時刻を算出します。

そのあとに例えばこの滑走路には2分ごとに間隔を空けて到着しないとといけないことになると、この飛行機を1分間遅延させなければならぬので、その1分の遅延をいったいどこに振り分ければ燃料を最小化できるのかをコンピュータが計算します。ターミナル管制ではX分振り分けて、ほかの1引くX分をもっと上空で管理させるというシステムになっています。これは一番シンプルな例ですが、すべての航空機に対してこれをやっていくことで、非常に燃料効率よく航空機の遅延を最小にできるようになっています。管制官の知的作業を自動化したわけです。

このシステムは1996年にダラスフォートワースに入ったのですが、その頃に（IBM の）ディープ・ブルーがチェスの名人を破った出来事も出てきて、コンピュータの性能が上がっていきました。それと同時に航空の分野では、人間と人工知能をどう協調させていくかがメインのテーマになってきています。



■パイロットと自動化システムの不一致

パイロットと自動化システムは協働する部分もありますが、自動化システムが高度になると人間にとってそれが何をしているのかわからない状況が起きてくるため、パイロットと自動化システムの不一致によって起こった事故も始まっているのが90年代です。

1994年名古屋空港でエアバス300の事故がありました。このときパイロットは名古屋空港に着陸しようと思っていたのですが、自動化のモードが着陸復行のモードになっていたので、自動化システムは着陸復行で上昇しようとしていました。それに気付かずパイロットが降下しようとして、その信号が混ざってしまって事故になりました。

■衝突を防止する自動化システム

こういう事故があってからパイロットの操縦を優先するような設計になっているのですが、航空機の衝突を防止する自動化システムもあります。ティーキャス・TCAS（Traffic alert and Collision Avoidance System）と呼んでいます。例えば航空機が衝突しそうなときに、航空機を衝突させないように上に行って下に行って、と上下で衝突を回避するようなシステムも搭載されてきました。しかしそのせいで空中衝突事故も起きています。

2002年ユーバーリンゲンというドイツの上空で起こった事故ですが、バシキール航空2937便とDHL611便が衝突しました。ティーキャス、コックピットに搭載された自動化システムがバシキール航空に上昇せよ。いっぽうのDHL611便には降下せよと指示した。上昇と降下で衝突を回避できたはずが、管制官がバシキール航空に向かって降下せよと言ったのです。自動化システムと人間の指示が違ったのですが、このパイロットは管制官の指示に沿った。それで両方が降下して衝突した事故でした。こういう事故をどう回避していくのか。現在では管制官の指示ではなくティーキャスの指示に従うようになっているのですが、人間と自動化システムをどう協調させるのかを私たちは考えていかなければいけないと思った事例です。

■サブリミナルコントロール／ASAS：航空機監視応用システム

管制官を支援する自動化ツールをどう設計したらいいのか、というところが航空管制科学の原点です。当時二つの主流があり、自動化システムを優先するようなシステムをつくる完全自動化といった流派を唱える科学者がおり、一方で人間が中心の自動化システムをつくるという人がいた。二つの流派がぶつかっていました。

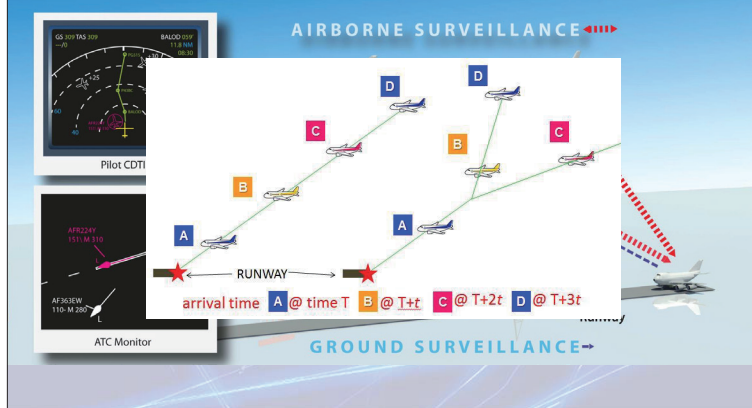
完全自動化というのは、管制官がやっていることを人工知能で全部学ばせて管制官ロボットのようなものをつくって、管制官は全部排除して自動化に合わせるということを唱える人もいたのですが、私はそれには少し反対です。現状では管制官の経験に頼るやり方で乗り越えられない航空需要の増加という壁が出てきています。今のままで行くと2025年には羽田の容量が飽和する状況が出てくるので、今の管制のやり方をAIに学ばせても何の策にもならないということです。

もう一つのやり方は管制官を支援する自動化システムをどうつくればいいのかということですが、サブリミナルコントロールという概念があるのですが、例えばレーダーを見ている管制官が、今日は仕事が少なかったけれども航空交通がうまく整理されたからラッキーだった、仕事が減って航空機の容量もさばけた、よかった、という自動化システムがあったらいいなと考えました。

サブリミナルコントロール



ASAS: 航空機監視応用システム Aircraft Surveillance Applications System



この考え方の延長がエーサス・ASAS（Aircraft Surveillance Applications System 航空機監視応用システム）というものです。航空機が自分はどこにいるかの情報を持っているわけですから、それを空中で放送して、管制官にいわれなくても、秘密裏に少しずつ速度を変えながら航空交通を整理して行くことを空で勝手にやってくれたら、それをレーダーで見ている管制官は、うまい具合に仕事ができたと思うのではないかとこのところから始まっているのが、ASAS という考え方です。

ADS-B（Automatic Dependent Surveillance - Broadcast）という放送型の自動従属監視を

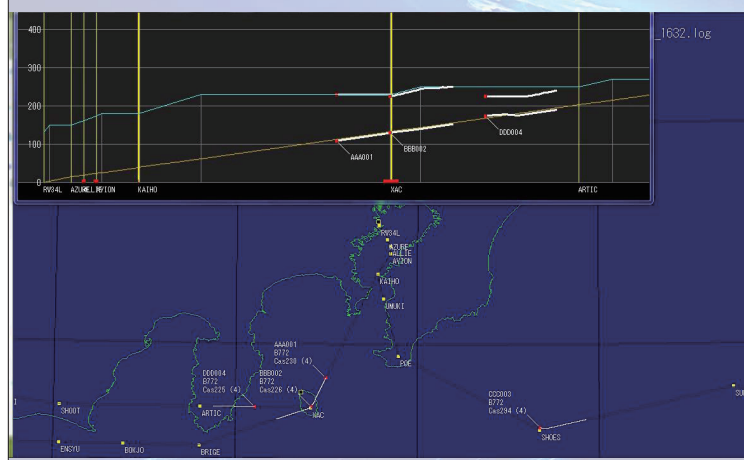
使って航空機が今ここにいるよと情報を叫ぶ。それを航空機が取ってくるので周りの航空機の情報のコックピットに表示させることもできます。デジタル信号なので自動化システムにも使うことができます。これが搭載されると、例えば管制官が、B 機は C 機について滑走路に90秒間隔で降りるようにとすると、コックピットに自動的に速度を計算するマシンが付いていて、速度をこのくらいにしないとコマンドを出してくれる。そ

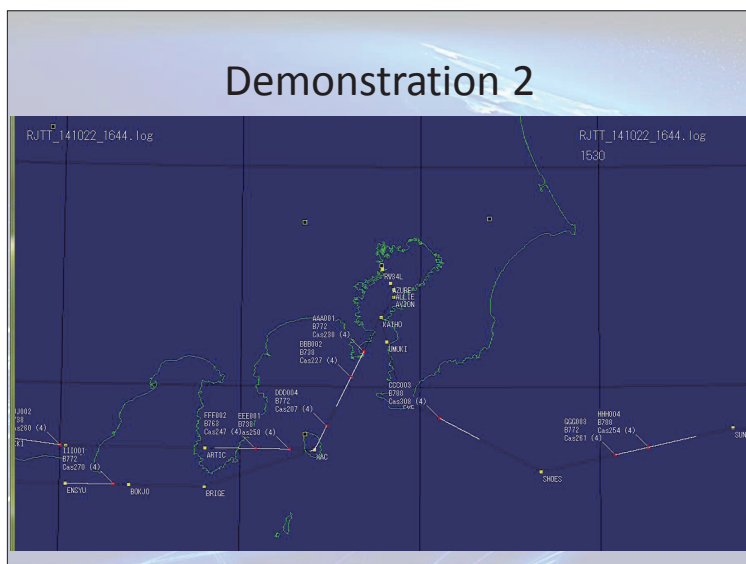
れを航空機にインプットすると航空機が自動的に速度の微調整をして、交通量を整えていくというシステム。これが FIM（Flight-deck Interval Management）という、ASAS の応用方式です。

NASA と共同研究して、このシステムを羽田に入れた場合どうなるかをシミュレーションした1例をお見せしているのですが、これが地図、ここが羽田、ブルーのラインがノミナル速度といって通常はここで飛ぶという速度です。

黄色が高度をさしています。今、3機の映像がここに映っていますが、この航空機が太平洋から飛んできて3機目のここに付けたい、KAIHO という地点で航空機が合流していくので、ここに並んで4機が一直線で羽田に到着して欲しい。これは自動操縦のシミュレーションですがこの4機目の航空機が少しだけ速度を下けている。いつもの速度よりも少しずつ下げている。この航空機にスペースをあげるように少しずつ自動的に下げていて、この航空機が少しだけ速度を上げている。こっちがここの尻のところにちゃんとくっついて、この航空機が速度を下げながらここにくっつくとい

Demonstration 1





う形で、この白のテールの感覚を保つように自動的に操縦しているデモンストレーションです。

4機の例でしたが、12機ほどになったらどうなるのかもやっていますが、非常にいい精度が出ています。風も考慮しながらやっています。同じ方向からくる航空機に対してはかなり精度がいいのですが、反対からくる航空機には風の推測誤差などがあるので、そのへんはもっと検討していかなければいけないと考えています。

こういうものをご覧に入ると、皆さんは自動でこんなことをするのですかと言われます。3月にICAOのワークショップが日本の航空局であり、ここでも自動化システムの話を取り上げ、6月7日に委員会があり、これを日本の国策のCARATSにどう入れていくのが真剣に議論が始まっているところです。

2月にはボーイングとハネウエル社、ボーイングは機体のメーカーでハネウエルはアピオニクス社のメーカーですが、ユナイテッドエアラインが共同でタコマ空港とボーイングフィールド、シアトルの近くにあるボーイングの試験場があるのですが、そこからモーゼスレイク空港試験場に3機の航空機を飛ばして、それがこれをやりながら自動的に追従するという実験をもうやりまして1ヶ月間データを取って、そのレポートが近日中にあがる予定です。だからこれは将来の話ではなく航空交通はこうになっていくといわれています。

■エラートラントなシステム設計

このようなシステムを搭載するときに一番大事なのは安全性の問題です。私たちが安全性はどう考えているのかということですが、一つのやり方にTOPAZ（トパーズ）があります。これを数学的にコンピュータの中で未来の航空管制をつくりだし、衝突確率が基準以下になるようなシステムなのかを検証していくシミュレーションを行っています。

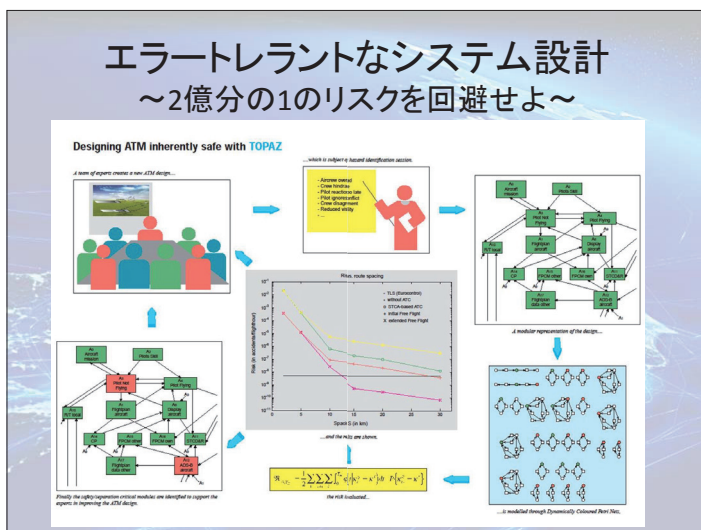
TOPAZでは、専門家がどういう未来の空をつくるのかというコンセプトを議論し、それをつくるエレメント、ハードウェアがこれ、ソフトウェアがこれ、誰が絡んでくるか、管制官が必要、などといったことを全部洗い出し、その相互作用を数学のモデルにして、数学的に記述して何億回もモンテカルロ・シミュレーションという、いろいろな不確実性を仮定したシミュレーションを行います。そのなかで航空機がどのくらいニアミスがあったか、衝突したか、全部カウントしてシステムの脆弱性を見ていく。こういう研究を進めています。

これはコンピュータの容量を食うので、今は理化学研究所の京コンピュータ・スーパーコンピュータが神戸にあります。そこと協力して東京大学、東京理科大学、大阪大学のサイバーメディアセンターの方々と共同研究しながら、将来の航空交通流を設計していくプロジェクトを行っています。

■ヒューマンインザループシミュレーション

ただ、コンピュータの中で走らせるシミュレーションではわからないことがあります。例えば人間が入ったときに、人間の予測しない行動がどういうふうにシステムに影響を与えるのか。それで私たちはコンピュータのシミュレーションだけではなく、人間を入れたシミュレー

エラートレナントなシステム設計 ～2億分の1のリスクを回避せよ～



ションもしています。ヒューマンインザループシミュレーションと呼んでいますが、NASA でやっていたプロジェクトのシミュレーション動画があるのでご覧ください。

これが先ほど話した ASAS の FIM です。航空機が自動的に間隔を保っていく。これがハインツさんの開発した到着管理システムで、地上でどのように自動的に到着の時刻を算出していくのか、今、それを発展させて FIM と地上のシステムを協調させる取り組みが行われています。これは航空機の性能に従うのですが、性能のいい航空機は内側にショートカットできる。性能の悪い航空機は大回りをしなければいけないといったように、性能のよい航空機に便益を与えることも行われています。アメリカの国策の NextGen で NASA が研究を行っています。この写真で私は右から2番目の前のほうに立っています。ここできちんと仕事をしていた軌跡になっています。

これは先ほどお見せした時刻表です。今のままだとこうだが理想はこう、時間軸を見せています。実際の管制を行っているのではなく、シミュレーションで航空交通を発生させてシミュレーション評価しています。自動化システムが算出した到着時刻に、より正確に航空機を従わせるためにグラフィックユーザーインターフェースの設計をしています。

先ほどご説明した二つのタイムラインの絵で

すが、新しいのが丸、サークルが出ています。スロットマーカーが出ていて航空機が F や V などですが、それをサークルの中に入れるように管制官が指示をしていくという、ゲームのような感じの管制になっていきます。この航空機は予定の到着時刻より少し早いので遅らせないといけない。これは遅いので早めないといけない。直感的な管制をしていくことで速度をこのくらいにしたいという指示も出てくる自動化システムです。何秒遅れているなども出して

くれます。先ほどお話した FIM で、航空機が自動的について行くオペレーションになっています。

航空機に iPad のようなタブレットが付いています。次世代の航空管制はタブレットをよく使います。地上の管制官も、どの航空機が FIM を実行できるかできないか、という情報も共有しています。このタブレットにソフトウェアが入っていて、どの航空機についていくのかというコードサインや、理想的な速度などを自動的に計算してくれます。今、290ノットにしろよという速度の指示が出ました。地上の管制官も、どの航空機で FIM が実行されているのかがわかるようにデータが通信し合っているのです。

これが NASA プロジェクトのシミュレーションでした。このようなシステムによって FIM を使うと、今まで管制官がやっていた到着時刻の指定よりもプラス・マイナス20秒それ以上ずれてしまうといわれていたのが、自動化にすることでプラス・マイナス5秒くらいの範囲で到着管理ができるというデータが出ています。空港のキャパシティもそれゆえに増やすことができます。

燃料効率も地上のシステムが到着時刻を計算することによって、より燃料消費を削減できるため、地上と機上の連携でやっていくことになっています。

■無人機

1920年代から始まった航空管制の仕組みですが、21世紀になって無人機をどうしていくかが課題になっています。無人機にもたくさん種類があります。ドローンと呼ばれるものは、管制官の管理の範囲ではない約500フィートの低高度を飛ぶので、航空機の邪魔をしないように管理しなければならないため、ルールをどうするかといった話が盛んに行われています。

Class G と呼ばれる500フィートくらいを飛ぶ無人機だけではなく、民間航空機が飛ぶ40,000フィートくらいのところも飛行できるような大きいセスナ機くらいの無人機もあります。これらをどうやって民間の航空機と協働させて動かすかが一つ課題になっています。

■航空無線からテキストメッセージへ

ひっきりなしに管制官とパイロットが話しているような管制の仕方ではなく、これからはテキストメッセージのデータリンクで管制官の指示なども自動的にやろうという流れもあります。FAA はこの方針でいくとアメリカで発表しています。そうすると管制のしかたが静かになり、ざわざわしている管制室は静かになるだろうということです。

航空機の操縦も、もしかしたらパイロットが無人化するような、無人航空機に乗って旅をする時代も来るのかもしれないという予兆を示すような記事がありました。2016年9月です。

これは、NextGen というアメリカの国策を打ち出したときに、将来の航空交通はこういうふうになるというのをイメージで示したものです。無人機が飛んで、宇宙往還機も無人機も今の有人機も同じ空港に離着陸して、将来の航空交通はもっとキャパシティも増え、環境にも優しくなるだろう。人間のパイロットや航空管制官もいますが、影が薄くなっていくようなイメージの図です。自動化をもっと入れていきましょうというイメージ図ですが、航空管制科学では人間と自動化システム、コンピュータをどうやって協働させていくのかというのが課題です。

それは航空管制科学の分野だけではなく、皆様の身近な問題としても考えていただきたいということで、皆様に一つ質問をして終わりたいと思います。

「パイロットが乗っていない完全自動操縦の飛行機で空を旅してみたいですか？」

皆様ご自身の問題として考えていただければと思っています。

ご清聴ありがとうございました。

質疑応答

質問 Full 4D がよくわからないので教えてください。

応答 Full 4D は、航空機の軌道を4次元でとらえます。緯度、経度の水平方向は2次元で縦の高度が3次元、スピードという時間の概念を入れると4次元。その4次元を効率よく飛ばそうということで、先ほどご覧に入れましたが、今まで管制官が空域ごとに制御をしていたのを、離陸から到着までの1本の4次元の軌道をより効率的に飛ばそうという概念です。4次元軌道を航空機がどう飛ぶのか事前に予測を立て、風の情報などをもっと予測精度をよくして、航空機が最適な4次元の軌道を飛ぶという

のが一番理想ですが、現実にはそうはならないので、航空機が理想的な4次元の軌道を算出しながら飛んでいくという飛ばし方などが考えられています。4次元の航空機の軌道をどれだけ最適に設計していくかという話になっています。それをするためには自動化システムが必要になってきて、どの4次元軌道が最適なのかを計算しなければなりません。その最適な軌道を航空機側が知る必要があるので、データリンクで地上が計算する4次元の軌道を航空機にアップリンクするなどの作業も必要になってくるので、管制システムをいろいろ変えていかなければいけないような事案が発生するかなと思っています。



関空のアジア偏重は吉か凶か

産経新聞大阪本社 経済部 藤原直樹

関西国際空港を運営する関西エアポートがさらなるアジア重視を打ち出した。関西は中国や東南アジアからの旅行者が急増していることに加え、ビジネスでもアジア志向を強めていることが背景にある。課題の欧米便は相次ぐテロの影響で増加の兆しが見えず、強化を一時棚上げする方針だ。ただ、アジア偏重は国際空港としての存在意義が問われるため、波紋も広がっている。

関西エアポートの山谷佳之社長は運営開始から1年間の連結業績を発表した5月31日の会見で、「アジアの中で関西はもっと光ることができるという関西経済界が目指す方向性がある。ライフサイエンス（生命科学）や食、スポーツなど関西が重視する産業の市場はすべてアジアだ。関空もそれに寄り添う空港でないといけない」と明言。アジア重視を鮮明にする関西財界や自治体と歩調を合わせる考えを示した。

関空国際線の現行の夏期ダイヤ（10月28日まで）では、旅客便の就航便数が開港以来最多の週1,126便となったものの、欧米便は週82便で全体の7%程度だった。一方で、ほとんどがアジア向けの格安航空会社（LCC）は週378便で全体の34%に上っている。

テロが多発する欧州方面が前年同期の週33便から26便に減少するなど、欧米便の不振は深刻な状況だ。米国方面も観光需要のハワイ線のみが好調で、日本航空のロサンゼルス線などは苦戦が続いている。新規就航についても見通しは厳しい。

山谷社長は「関空発着では（航空会社にとって高収益の）欧米便のビジネスクラスの座席は埋まらない。急に需要が増えることはないだろう」と話し、`お手上げ、の状況を説明した。

とりわけ関空の欧米便に大きな打撃を与えたのが今年1月末で撤退したトルコ航空大手ターキッシュエアラインズだ。ターキッシュはトルコ最大都市イスタンブールを拠点に就航する国数が航空会社で世界一を誇る。欧州やアフリカ方面への乗り継ぎ需要も大きかった。

ターキッシュは機内サービスにも定評があり、日本向けなど長距離便ではエコノミークラスでも靴下や歯磨きセットが入ったアメニティーを配布。搭乗直後にはトルコの郷土菓子も配られる。ビジネスクラスでは、「フライングシェフ」と呼ばれる料理人が搭乗。機内食の調理だけでなく、搭乗者の目の前で配膳も担当する。

また、拠点となるイスタンブールのアタチュルク国際空港は世界のハブ（拠点）空港として飛躍している。ロンドンやパリなど欧州のハブ空港は複数のターミナルを持つが、アタチュルク空港は主要ターミナルが一つのため短時間での乗り継ぎが可能。免税店や飲食店もほとんどが24時間営業のため、深夜や早朝でも世界中から集まった利用者でにぎわっている。

それだけに、旅行会社は「ターキッシュの撤退で欧州方面のツアーで行程の自由度が下がった」と危機感を強めている。

このような状況にあいながらも関西エアポートがアジア重視を明確にしたのは、運営1年目が順調に進んだことが大きい。

関西エアポートの1年間の連結業績では、関空の旅客便拡大に加え、免税店や飲食店の売り上げも好調で、売上高にあたる営業収益は1,802億円、最終利益は169億円となり、初めての通期決算で黒字を確保した。

昨年3月まで関空と大阪（伊丹）空港を運

営していた新関西国際空港会社の決算と単純に比較することはできないが、関西エアポートの試算では営業収益で前年を3.2%上回ったという。

関西エアポートはこの1年で、LCC専用新ターミナルに投資を増額して最新の保安設備や回遊型の免税店を設置。関空内で働く人のための保育所開設や、深夜早朝便の利用客向けコンパクトホテル「ファーストキャビン」の誘致など、一定の成果を出した。

山谷社長は「世の中の動きに合わせて、新関空会社から引き継いだ予算に入っていなかったことにも臨機応変に対応した。好調な業績となったことで、関西エアポートとしての経営の方向性を示すことができた」と自信をみせる。

しかし、アジア偏重に対して旅行業界を中心に懸念も出ている。ある程度の日数が必要な欧州向けツアーはリピーターが多いのが特徴で、1人当たりの単価も高く旅行会社にとって主力商品だ。

大手旅行会社幹部は「関空で欧州線が減り続けると、東京経由のツアーを増やすしかない」と嘆く。経済界からも「東京への一極集中が進む」との不安が高まっている。

関西エアポートに出資する仏空港運営大手バンシ・エアポートの手腕にも疑問の声が出始めている。バンシは路線開設のための専門チームを所有し、緻密なマーケティングで需要予測を導き出し、航空会社に的確な提案を行うことを得意とする。

しかし、現状では欧米便で結果を出せていない。関西エアポートの社内で、バンシ出身者と新関空会社から引き継いだ社員との融合が進んでいないとの指摘もある。山谷社長は社内に摩擦があることを認めた上で、「よりよい組織に変わるために経営陣が踏ん張って前に進んでいくしかない」と強調した。

ただ、関西エアポートも長距離線誘致に対して手をこまねいているわけではない。今年4月から航行距離3千*以上の新規路線は初年度の着陸料を無料にするなど、中長距離便の優遇策をいくつか導入した。

中でも注目を集めるのが、関空を中継地とする経由便は片道分の着陸料を無料にする乗り継ぎ割引だ。世界でも珍しい制度で、関西エアポートは「乗り継ぎ便の誘致で長距離路線復活を目指したい」と意気込んでいる。

乗り継ぎ割引は、就航先の相手国から第三国に運航できる「以遠権」を利用した路線が対象。数年前まで運航していた台湾の航空大手チャイナエアラインの台北から関空経由で米ニューヨークに至る路線などを想定している。

すでにマレーシアのLCC、エアアジアXが6月28日に就航させたクアラルンプールから関空経由でハワイ・ホノルルまでの路線にこの割引が適用されている。山谷社長は「乗り継ぎ割引はバンシ出身者が中心となって知恵を絞った結果。成功するかわからないが、関空は新しいことを次々にやっていく必要がある」と強調する。

従来は航行時間4時間以内の中距離までが多かったLCCだが、海外のLCCを中心に機材大型化による長距離路線が増加している。LCC誘致に成功した関空では、これまでは中国や韓国など近距離路線が急成長しているが、今後は東南アジアなど中距離以上の増加が見込まれている。

関西エアポートは、この増加したLCCを関空で折り返すだけでなく、以遠権を利用して長距離まで運航してもらうことを狙っている。

一方、LCCは低運賃を実現するためにコスト削減に努めており、空港に対する着陸料や施設利用料の値下げ要求が厳しい。海外では競争激化で破綻するLCCも出てきており、関空の命運をLCCにゆだねることに懸念も出ている。

LCCの誘致を強化することで訪日外国人の取り込みに成功した関空。アジア重視の戦略が吉と出るか凶と出るか。関西エアポートの運営2年目以降の業績で判断されることになる。



LCCのハイブリッド化と空港選択の変化



関西大学商学部
高橋 望

(一財)関西空港調査会 航空交通研究会メンバー

LCCの基本的ビジネスモデル

関西国際空港の近年の好調はLCC (Low Cost Carrier) によるところが大きい、わが国におけるその誕生は2012年と世界的にみてもかなり遅い。それは、LCCが「規制緩和の申し子」と呼ぶべきもので、当初いわゆる「二次空港 (secondary airport)」を集中利用したが、わが国では規制緩和が後れた同一都市圏に複数空港をもたなかったからである。

すなわち、規制緩和による運賃競争の勃発に際して、低運賃の実現に必要な費用低減と機材・労働生産性極大化のため、空港使用料が安く容量に余裕のある二次空港が活用されたのである。現に、LCC元祖とされるアメリカのサウスウエストはダラス/フォートワースではなくラブフィールドを拠点に事業を開始したし、そのビジネスモデルを国際線に適用したアイルランドのライアンエアは、冷戦終結後 NATO 軍の撤退したハーン空港便を都心部から160キロ離れているにもかかわらず「フランクフルト線」としたのである。

ここでまず確認すべきは、既存大手企業 (FSC: Full Service Carrier) との間で圧倒的な費用格差を模倣困難な方策で創出する必要があったことである。新規参入したLCCは認知度が低く、FSCは二重賃金制導入や破産法適用によるコスト水準低下で低運賃提供を可能にする一方、負担力のある旅客層には高運賃を設定する巧みな運賃戦略を展開したからである。その過程で、規制時代の名残の費用格差だけで競争を挑んだいわゆるチープエアラインは、FSCの競争的市場環境への適合過程で価格競争に敗れ市場から撤退していった。

それでは、LCCはいかにして絶対的低運賃を実現したか、その基本的ビジネスモデルを確認しておこう (赤井・田島 [2012])。

元来価格競争力は平均費用水準によって決まるので、分母となる旅客キロを増やせばよい。そこで同じ機材でも座席数を多く設定し、また折り返し時間の短縮で一日当たり便数を極大化するために、混雑・遅延が少なく多頻度運航が可能な二次空港が選択されたわけである。従業員一人当たり賃金が高くと、マルチタスク化で旅客当たり平均費用は低減す

表 LCCの基本的ビジネスモデル

「平均費用」の低減 (座席キロ当たり費用の極小化)	「総費用」の低減 (ないし総収入の極大化)
短距離反復輸送 : 便数極大化	二次空港/LCC専用ターミナル利用 : 空港利用料低減
二地点間直行サービス (乗り継ぎサービス無) : 遅延防止による機材生産性極大化	搭乗橋・牽引車不使用・空港窓口集約 : 空港利用料低減
折り返し時間短縮 (ゴミ減量化・マルチタスク) : 便数極大化	ノーフリール・サービス (機内食・エンタメ等廃止) : 旅客サービス費削減
座席数最大化 (モノクラス制・座席間隔狭) : 機材生産性極大化	航空券ネット販売 : 販売手数料削減
中型機 (B737/エアバス320) 使用 : 高利用率維持	機種統一 : スペア部品・整備費・訓練費低減・運航乗務員の乗務計画柔軟化 (フリートの経済)
従業員のマルチタスク (客室乗務員が機内清掃) : 労働生産性極大化	手荷物・機内飲食物・特定座席等への課金 : 付帯収入による総収入極大化
24時間運用で容量に余裕のある空港利用 : 乗員・機材の当日回送による生産性極大化	

る。当然、分子となる総費用の低減も怠らなかった（表参照）。

LCCのハイブリッド化

ところが、LCC が市場で消費者の支持を受けシェアを拡大する過程で、サウスウエストのイーランド（旅客キロ当たり実収単価）は2008年以降 FSC を上回るようになった（運輸政策研究機構 [2015] p.53）。同社は ES（従業員満足度）を優先するあまり、成功したが故に賃金等の労働条件の向上で運賃が高騰し、もはや「格安航空会社」とはいえなくなった。実際のところ、FSC の競争的対応や LCC のレベニュー・マネジメントの活用もあって、他の LCC についても、現在では常にあらゆる局面で最安値の運賃を設定しているわけではない。

また FSC も、手荷物の課金等で付帯収入を増大したり、wi-fi の活用で機内エンタメを廃止する等、LCC に近似する動きが特にアメリカで顕著で、両者は収斂しつつある。以下の LCC のハイブリッド化がその動きを加速させ、かつまた LCC 自体の変容を示している。

- ①主要空港への乗り入れ（イーゾージェット）：高収入が見込める路線であれば、着陸料をはじめ使用料の高い空港に就航しても事業性を確保できる（ドガニス等 [2015]p.139）。
- ②長距離線への進出（エアアジア X）：長距離線では運航時間自体が長いので、FSC との機材生産性差異を明確に実現できないとされたが、エアアジア X が関空～ホノルル線に就航した。
- ③貨物輸送とビジネス客対応（ジェットスター・ジャパン）：パレットをコンテナに置き換えることで折り返し時間を確保すると同時に、出張運賃で収入を極大化させる。
- ④ウルトラ LCC（スピリット）：ひたすら低コスト・低運賃を追求する。

LCCの空港選択変化—二次空港から主要空港へ—

こうした LCC のハイブリッド化の一端として、乗り入れ空港の選択に変化が生じた。複数空港都市における主要空港発着サービスが、2015年に欧米 LCC で平均20%を占めるに至った（Dobruszkes, et al. [2017]p.53）。その背景に以下のようなものがある（Ibid.）。

- ①主要空港の対応：LCC 専用ターミナルの整備（シャルルドゴール T3）や、既存企業の新施設への移転による旧ターミナルの LCC 転用。
- ②LCC 相互間の競争回避：シカゴでサウスウエストがミッドウェイ空港の旅客の大半を占めることを嫌って、フロンティアやスピリットがオヘア空港を利用する事例。
- ③航空産業内の統合：アメリカに顕著だが、合併を契機に FSC による主要空港の発着枠や路線の合理化が行われ、その穴を LCC が埋める事例がシカゴや DC でみられる。
- ④LCC の戦略変化（サウスウエスト）：二次空港発着路線は確かに競合路線が少ないが低密度路線が多いため、高密度路線が期待できる主要空港に乗り入れるようになった。
- ⑤大都市圏主要空港であっても国内的には二次空港から FSC が撤退した後を LCC が襲う：イベリア航空がスペイン第二の都市バルセロナから撤退しマドリッドを単一ハブとしたのは、バルセロナから92キロのジローナ空港に就航したライアンエアが輸送量を伸ばしたことによるが、同社はイベリア航空の撤退後ジローナでは51路線中38路線を廃止した。

ただしここで留意すべきは、大都市主要空港への乗り入れ路線は、大都市相互間ではなく中小都市との路線が多いことである（Ibid.,p.55）。競争の程度と需要密度が関係している。

LCC の空港選択が従来の二次空港から主要空港に移りつつあるのは事実だが、同一都市圏内の主要空港と二次空港間の選択結果は一様ではない。その要因をライアンエアの事例から考察したい。同社はバルセロナに17路線移管（13新設）し、ジローナ（21廃止）との路線重複はないので、両空港の総路線数は8純減した。ベルギーでは首都から61キロ離れたシャルルロワを拠

点として運航開始した後、ブリュッセルで重複7路線を含めて10路線新規開設すると同時にシャルルロワでも18路線新規開設（以前に9廃止）し総路線数は19純増した。前者は高速鉄道の全面開業と観光目的地までのアクセス条件が、後者は周辺地域の豊かな居住人口を背景にした潜在需要が影響していると考えられる（Ibid.pp.55-61）。

空港経営の課題—LCCの空港選択変化への対応—

以上から、大都市主要空港はFSCの聖域ではなくなったし、LCCが二次空港の利用にこだわるというビジネスモデルはもはや通用しない。ただ、1978年の航空規制緩和でLCCが世界最初に誕生し高速鉄道がなくLCC国内市場が飽和しつつあるアメリカ、イギリスが離脱するものの1993年の航空市場統合で国際線LCCが隆盛のEU、そして少子高齢化で市場縮小が懸念される中LCC誕生間もない日本では、空港を含め経営環境が大きく異なる。

しかし、LCCの空港選択の変化に共通にみられる要因は将来展望である。すなわち、従来LCCのビジネスモデルの根底にあった国内／短距離市場の成熟予測に対する、国際／長距離市場の成長期待である。大都市の潜在需要は豊かで、主要空港で他企業との乗り継ぎ需要を囲い込むことで、自社ネットワークに制約されない新規需要の開発が期待できる。

つまり、ネットワークの拡充による規模の拡大が、LCCの今後の一層の成長に不可欠であり、ジェットブルーが30社以上とコードシェア協定を結び、LCC間でアライアンス（バリューアライアンス）が締結されたことも、この文脈で理解することができるのである。

こうしたLCCの空港選択の変化に、関西圏空港はいかに対応すべきであろうか？ 空港間競争が東アジアで展開されている現状では、エアラインからみて日本の空港そのものの魅力が問われているが、関空は国際線では首都圏の、国内線では伊丹の二次空港という認識を再確認すべきである。これまでLCCに大きく依存していたが故に、その空港選択の変化という現実を直視し良質の危機感を抱いて、神戸空港が加わった段階で三空港の機能と性格を改めて見直し、それぞれの強みを活かした戦略的棲み分けや需要指向型プライシング、利用制約のないターミナル整備をはじめとした空港経営の一層の革新が求められる。

【参考文献】

赤井泰彦・田島由紀子 [2012]『格安航空会社の経営テクニク』TAC 出版。

Dobruszkes, F., M. Givoni & T. Vowles [2017] "Hello major airports, goodbye regional airports? Recent changes in European and US low-cost airline airport choice", *Journal of Air Transport Management*, Vol.59, pp.50-62.

R. ドガニス・村上英樹・竹林幹雄・花岡伸也 [2015]「LCC 成功の条件（後編）」『ていくおふ』No.139。

運輸政策研究機構 [2015]『アメリカ航空産業の現状と今後の展望』。

関西国際空港 2017年5月運営概況（速報値）

【参考】 <http://www.kansai-airports.co.jp/company-profile/about-airports/itm.html>

○発着回数 15,382 回（前年同月比 104%）

国際線：11,177 回
（前年度比 104%）
国内線：4,205 回
（前年度比 102%）

発着回数について

国際線、国内線の合計発着回数は前年同月比 104%の 15,382 回を記録しております。国際線については前年同月比 104%の 11,177 回を記録しております。

○旅客数 2,198,056 人（前年同月比 111%）

国際線：1,625,758 人
（前年度比 113%）
国内線：572,298 人
（前年度比 104%）

旅客数について

国際線、国内線の合計旅客数は韓国や中国、東南アジアからの旅客増の影響で前年同月比 111%の 2,198,056 人と 5 月として過去最高を記録しております。国際線の旅客数は前年同月比 113%の 1,625,758 人と 5 月として過去最高を記録しており、うち、外国人旅客数は前年同月比 119%の 1,123,670 人となっております。

○貨物量 63,797t（前年同月比114%）

国際貨物：62,121t（前年度比 114%）
積込量：29,594t（前年度比 111%）
取卸量：32,527t（前年度比 117%）
国内貨物：1,676t（前年度比 111%）

貨物量について

国際線貨物量は前年同月比 114%の 63,797t を記録しております。

1. 発着回数には空輸機・燃料給油機・プライベート機・特別機・回転翼機等を含む。
2. 国際線旅客数は、大阪入国管理局関西空港支局の発表資料を基に算出している。
3. 国際貨物量は、大阪税関公表の関西国際空港航空機積卸貨物量による。

2017年6月19日 大阪税関・発表資料より

大阪税関貿易速報 [関西空港]

2017年5月分

【貿易額】（単位：百万円、%）

	輸 出	前年比	全国比	輸 入	前年比	全国比	バランス (△は入超)
近畿圏	1,239,772	112.4	21.2	1,146,332	113.4	18.9	93,439
管内	814,982	113.5	13.9	842,994	110.5	13.9	△ 28,012
大阪港	270,793	115.4	4.6	379,058	109.8	6.3	△ 108,265
関西空港	417,312	113.6	7.1	270,344	105.0	4.5	146,969
全 国	5,851,360	114.9	100.0	6,054,727	117.8	100.0	△ 203,367

【空港別貿易額】（単位：百万円、%）

	輸 出	前年比	全国比	輸 入	前年比	全国比	バランス (△は入超)
関西空港	417,312	113.6	7.1	270,344	105.0	4.5	146,969
成田空港	851,548	133.2	14.6	959,465	112.1	15.8	△ 107,917
羽田空港	52,499	212.4	0.9	56,281	134.6	0.9	△ 3,783
中部空港	68,313	102.6	1.2	70,211	74.2	1.2	△ 1,897
福岡空港	91,717	143.3	1.6	36,766	117.1	0.6	54,951
新千歳空港	2,405	101.3	0.0	1,549	106.4	0.0	856

関西国際空港の出入（帰）国者数

	外国人				日本人				合 計	(1日平均)
	外国人入国	(1日平均)	外国人出国	(1日平均)	日本人帰国	(1日平均)	日本人出国	(1日平均)		
平成6年	254,482	2,139	258,566	2,173	940,315	7,902	955,393	8,029	2,408,756	20,242
平成7年	756,740	2,073	750,195	2,055	3,271,373	8,963	3,294,853	9,027	8,073,161	22,118
平成8年	948,542	2,592	914,848	2,500	4,067,434	11,113	4,102,609	11,209	10,033,433	27,414
平成9年	1,079,427	2,957	1,027,910	2,816	4,316,824	11,827	4,320,636	11,837	10,744,797	29,438
平成10年	1,079,290	2,957	1,022,094	2,800	4,054,740	11,109	4,045,772	11,084	10,201,896	27,950
平成11年	1,112,468	3,048	1,079,403	2,957	4,251,949	11,649	4,226,223	11,579	10,670,043	29,233
平成12年	1,194,740	3,264	1,158,019	3,164	4,598,347	12,564	4,646,518	12,695	11,597,624	31,687
平成13年	1,198,460	3,283	1,152,108	3,156	4,152,997	11,378	4,118,258	11,283	10,621,823	29,101
平成14年	1,177,532	3,226	1,119,898	3,068	3,809,221	10,436	3,829,030	10,490	9,935,681	27,221
平成15年	1,112,229	3,047	1,057,401	2,897	2,928,003	8,022	2,916,829	7,991	8,014,462	21,957
平成16年	1,289,109	3,522	1,245,589	3,403	3,771,899	10,306	3,755,088	10,260	10,061,685	27,491
平成17年	1,369,514	3,752	1,327,750	3,638	3,861,466	10,579	3,861,860	10,580	10,420,590	28,550
平成18年	1,505,025	4,123	1,431,800	3,923	3,852,179	10,554	3,861,140	10,578	10,650,144	29,178
平成19年	1,662,378	4,554	1,584,128	4,340	3,676,627	10,073	3,687,939	10,104	10,611,072	29,071
平成20年	1,652,085	4,514	1,568,513	4,286	3,342,988	9,134	3,336,644	9,117	9,900,230	27,050
平成21年	1,357,556	3,719	1,332,025	3,649	3,188,812	8,736	3,184,158	8,724	9,062,551	24,829
平成22年	1,751,906	4,800	1,736,108	4,756	3,353,402	9,187	3,349,189	9,176	10,190,605	27,919
平成23年	1,343,897	3,682	1,363,251	3,735	3,396,026	9,304	3,388,895	9,285	9,492,069	26,006
平成24年	1,795,222	4,905	1,778,162	4,858	3,616,472	9,881	3,622,975	9,899	10,812,831	29,543
平成25年	2,326,263	6,373	2,285,785	6,262	3,433,700	9,407	3,439,358	9,423	11,485,106	31,466
平成26年	3,173,759	8,695	3,104,778	8,506	3,248,983	8,901	3,224,562	8,834	12,752,082	34,937
平成27年	5,012,402	13,733	4,974,063	13,628	3,045,982	8,345	3,028,657	8,298	16,061,104	44,003
平成28年1月	482,220	15,560	467,450	15,080	260,890	8,420	243,920	7,870	1,454,480	46,920
平成28年2月	502,930	17,340	532,020	18,350	232,990	8,030	249,720	8,610	1,517,660	52,330
平成28年3月	517,180	16,680	459,840	14,830	322,450	10,400	298,130	9,620	1,597,600	51,540
平成28年4月	557,170	18,570	591,900	19,730	200,530	6,680	225,040	7,500	1,574,640	52,490
平成28年5月	470,770	15,190	468,920	15,130	252,760	8,150	227,910	7,350	1,420,360	45,820
平成28年6月	512,100	17,070	486,630	16,220	239,200	7,970	237,680	7,920	1,475,610	49,190
平成28年7月	579,850	18,700	575,740	18,570	255,540	8,240	262,590	8,470	1,673,720	53,990
平成28年8月	518,880	16,740	554,480	17,890	334,370	10,790	340,540	10,990	1,748,270	56,400
平成28年9月	460,420	15,350	430,260	14,340	296,720	9,890	284,170	9,470	1,471,570	49,050
平成28年10月	505,750	16,310	502,470	16,210	266,890	8,610	267,650	8,630	1,542,760	49,770
平成28年11月	484,440	16,150	482,430	16,080	268,890	8,960	270,800	9,030	1,506,560	50,220
平成28年12月	498,590	16,080	499,670	16,120	258,730	8,350	278,860	9,000	1,535,850	49,540
平成28年累計	6,090,300	16,640	6,051,810	16,540	3,189,960	8,720	3,187,010	8,710	18,519,080	50,600
平成29年1月	585,280	18,880	539,440	17,400	280,270	9,040	240,070	7,740	1,645,060	53,070
平成29年2月	499,570	17,840	548,640	19,590	249,090	8,900	281,430	10,050	1,578,730	56,380
平成29年3月	544,020	17,550	496,800	16,030	355,680	11,470	335,700	10,830	1,732,200	55,880
平成29年4月	632,120	21,070	650,210	21,670	210,210	7,010	216,490	7,220	1,709,030	56,970
平成29年5月	564,070	18,200	559,600	18,050	251,120	8,100	237,430	7,660	1,612,220	52,010
平成29年6月	584,730	19,490	572,650	19,090	240,250	8,010	238,390	7,950	1,636,020	54,530
平成29年累計	3,409,790	18,840	3,367,340	18,600	1,586,620	8,770	1,549,510	8,560	9,913,260	54,770
前 年 同 期	3,042,370	16,716	3,006,760	16,520	1,508,820	8,290	1,482,400	8,150	9,040,350	49,670
対 前 年 同 期 比	112.1%		112.0%		105.2%		104.5%		109.7%	

※外国人入出国者数には、協定該当者を含み、特例上陸許可は含まれない。

※平成6年の数値は、開港（9月4日）以降の総数である。

関西 3 空港と国内主要空港の利用状況

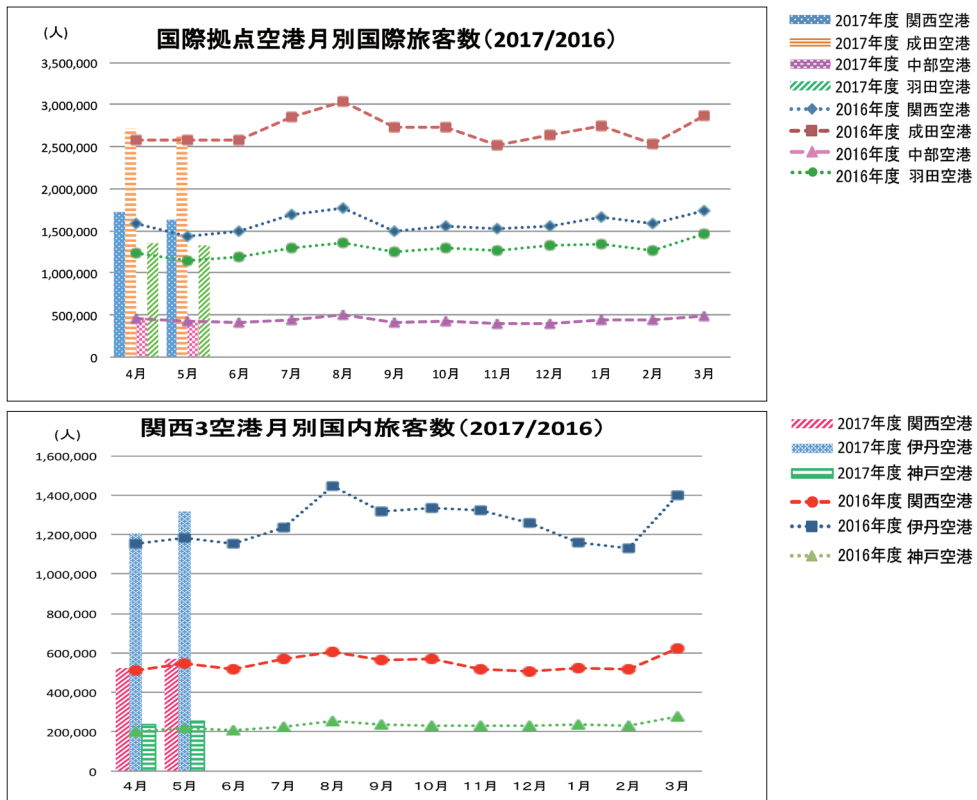
2017 年 5 月実績【速報】

区 分	空港名	国 際 線	前 年 同 月 比	国 内 線	前 年 同 月 比	合 計	前 年 同 月 比
発着回数 (回)	関西 3 空港	11,179	104.4%	18,311	103.4%	29,490	103.8%
	関 西	11,177	104.4%	4,205	102.2%	15,382	103.8%
	大阪(伊丹)	0	—	11,760	101.9%	11,760	101.9%
	神 戸	2	100.0%	2,346	114.6%	2,348	114.5%
	成 田	16,611	102.5%	4,639	107.5%	21,250	103.5%
	中 部	3,415	99.0%	5,252	94.1%	8,667	95.9%
旅客数 (人)	関西 3 空港	1,625,790	113.0%	2,144,308	109.8%	3,770,098	111.2%
	関 西	1,625,758	113.0%	572,298	104.5%	2,198,056	110.6%
	大阪(伊丹)	0	—	1,317,172	111.2%	1,317,172	111.2%
	神 戸	32	168.4%	254,838	115.8%	254,870	115.8%
	成 田	2,643,580	102.6%	627,938	109.5%	3,271,518	103.9%
	東京(羽田)	1,333,845	112.9%	5,369,837	109.5%	6,703,682	110.1%
	中 部	444,100	105.8%	507,374	112.0%	951,474	109.0%
貨物量 (トン)	関西 3 空港	62,121	114.1%	11,737	103.6%	73,858	112.3%
	関 西	62,121	114.1%	1,676	111.4%	63,797	114.0%
	大阪(伊丹)	0	—	10,061	102.4%	10,061	102.4%
	成 田	182,962	110.9%	—	—	182,962	110.9%
	東京(羽田)	46,083	131.7%	58,991	99.5%	105,074	111.4%
	中 部	13,539	103.9%	1,859	111.7%	15,398	104.8%

注 1. 羽田の発着回数と成田の国内貨物量は速報で公表していないため掲載していない。

注 2. 神戸の発着回数は着陸回数を 2 倍して求めた数値。神戸の貨物量は実績が無いため掲載していない。

注 3. 速報値であり、確定値とは異なることがある。



関西空港調査会からのお知らせ

○第445回定例会（2017年6月29日開催）

「大阪の都市魅力創造と観光戦略 ～統合型リゾート（IR）と大阪万博に向けて～」をテーマに溝畑 宏 氏（公益財団法人 大阪観光局理事長（大阪観光局長））の講演会を開催した。

今後の予定

○第446回定例会（土木学会継続教育プログラム〈1単位〉）

日 時 2017年8月31日（木）16：00～17：00
場 所 大阪キャッスルホテル
テ ー マ 「関西のインバウンド観光動向と関西4都市宿泊施設需給見通し」
講 師 布施 健 氏（日本政策投資銀行関西支店企画調査課長）

○関西空港調査会2017年度セミナー（2016年度研究会成果発表会）（土木学会継続教育プログラム〈1単位〉）

日 時 2017年7月21日（金）15：00～17：00
場 所 大阪キャッスルホテル
プログラム 「貨物ハブ空港としての関空の将来像を探る研究会」
研究会主査 神戸大学大学院教授 竹林 幹雄 氏
「関西におけるビジネス航空利用促進研究会」
研究会主査 近畿大学経営学部教授 高橋 一夫 氏
「航空需要に対応した空港運用研究会」
研究会主査 茨城大学工学部准教授 平田 輝満 氏

※上記「定例会」「セミナー」に参加ご希望の方は当調査会ホームページ（<http://www.kar.or.jp>）からお申込みください。定員になり次第締切いたします。

○シンポジウム

日 時 2017年9月28日（木）14：00～17：00
場 所 スイスホテル南海大阪
テ ー マ 「グローバル社会における関西の未来と空港 ～関西3空港の活用について～」
基調講演 「関西の未来と広域地方計画」
池田 豊人 氏（国土交通省近畿地方整備局長）
パネルディスカッション「関西3空港の活用方策」
パネリスト 池田 豊人 氏（国土交通省近畿地方整備局長）
竹林 幹雄 氏（神戸大学大学院海事科学研究科教授）
西尾 忠男 氏（日本航空株式会社常務執行役員 経営企画本部長、事業創造戦略部担当）
山谷 佳之 氏（関西エアポート株式会社代表取締役社長CEO）
コーディネーター 小林 潔司 氏（京都大学経営管理大学院教授）

※上記「シンポジウム」の詳細及びお申込みは、当調査会ホームページ（<http://www.kar.or.jp>）からお申込み下さい。定員になり次第締切いたします。

事務局だより

▶ 千里N.Tに住むようになったとき、「千里は、『千里物価』と言って2割は高いですよ。」と言われました。当時は、生活用品や食材の価格に興味がなく、広告チラシを見て、少しでも安く買うことはしませんでした。

最近、事務所がある上本町のデパチカで食材を見ると、千里より2割安いものが多くあり、千里は本当に高いんだと改めて気付きました。

▶ 先日、よく行くスーパーに寄ると、お年寄りでごった返していました。その日は、月に一度の10%引きで商品が買える日だったのです。

家までタダで送ってくれることもあり、ほとんどの人がカート一杯買っているのです。皆さん、情報を集めて節約しているんですね。

▶ もうすぐ私も年金生活者になります。節約できることはしないといけない、物がいつ安いかぐらいは知っておかなければと思った次第です。

(KM)

日本最大級の施設規模を誇るサッカー・ナショナルトレーニングセンター

J-GREEN堺(堺市立サッカー・ナショナルトレーニングセンター)(堺市)



J-GREEN堺(堺市立サッカー・ナショナルトレーニングセンター)は、2010年にオープンした、天然芝フィールド5面、人工芝フィールド11面、フットサルフィールド8面を有する、サッカーのトレーニング施設としては日本最大級の施設規模を誇る施設です。

観客席約3,600席を備えた天然芝メインフィールドのほか、サッカーフルコートが4面とれる天然芝フィールド、照明付きや多様なスポーツに対応できる400mトラック付きの人工芝フィールド、天候に関係なく利用できる屋根付きフットサルフィールドなど多彩なフィールドがあります。

また、文部科学省から、国内のサッカー競技施設では唯一「ナショナルトレーニングセンター競技別強化拠点施設」に指定されています。

さらに、関西国際空港から約30分でアクセスすることができ、敷地内には宿泊施設「J-GREEN堺 ドリームキャンプ」があることなどから、各国代表チームのキャンプ地としても利用されています。



- 開場時間 8:00~24:00(土・日曜日、祝日、夏期休暇期間は6:00から)
- 休 場 日 原則として年中無休(点検等のため休場日を設ける場合があります。)
- 問合せ先 J-GREEN堺(堺市立サッカー・ナショナルトレーニングセンター)
〒590-0901 堺市堺区築港八幡町145番地
TEL:072-222-0123 FAX:072-222-3355
HP: <http://jgreen-sakai.jp>