

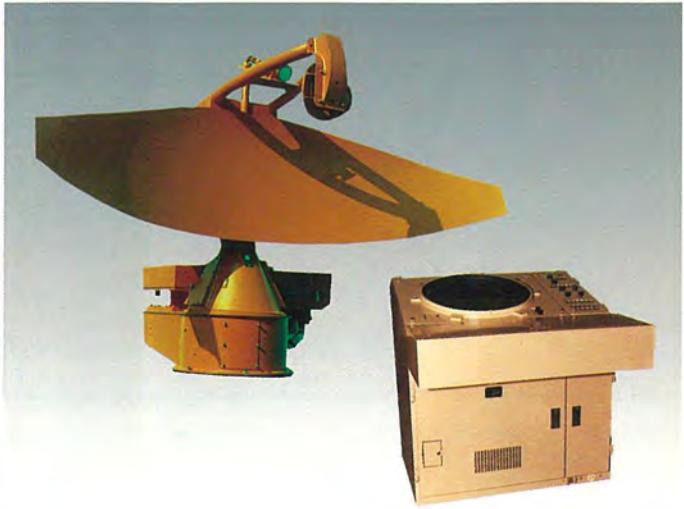
MITSUBISHI

三菱電機技報

特集 “空港関連設備”

Vol.68 No.10

'94 10



特集 “空港関連設備”

目 次

特集論文

空港関連設備特集に寄せて	1
水町守志	
空港関連設備の現状と展望	2
木村功一・羽子岡 蕎	
ターミナルレーダ情報処理システム “ARTS”	7
青野正宏・田中康幸・徳丸芳孝・楠本一秀	
空港面探知レーダ “ASDE”	12
富田 純・山下祐司・若林 勝・浜津享助	
空港気象ドップラーレーダシステム	16
畠 清之・平島弘一・浜津享助	
航空機駐機位置表示装置——航空機地上誘導表示システム——	20
芹沢一彦・加藤寿伸・長島孝司	
運輸省東京航空局納め東京国際空港ランプバス管理システム	24
早川裕治・種本正晴・古殿 巍・若宮正洋・浅沼裕司・大草雅彦	
航空機用静止形 400Hz 電源装置	30
門谷良己・佐志田伸夫・村本雅博・掛戸好宏	
関西国際空港納め旅客案内情報システム	35
金田敬一・河野 晃・上原 鼎・林 博之・菊竹秀夫・松井稔樹	
空港映像情報システム	41
三田村眞次・石本正明・小村 尚・津久井敏己・橋本孝治	
旅客ターミナルビル昇降機設備	47
野村之三・橋本和仁・水谷範美・村田 茂・加藤弘文	
日本航空(株)納めチェックインシステム “JALPAS/D-II”	52
太田芳弘・野津工ア・青木隆之・柳田尚徳	
全日本空輸(株)納め気象画像システム “MAGICS”	58
滝澤信也・小沢裕之・西ノ宮弘一・熊谷秀光・赤塚佳隆・吉村 功	
全日本空輸(株)納め空港系端末 “ASCOT”	63
矢野孝典・重野俊浩・中島研一・浴町 栄	
全日本空輸(株)納め飛行監視システム “ATRAS”	69
林 勝美・福地陽一・長浜隆次・島田隆二	
全日本空輸(株)納めスケジュールモニタリングシステム “SMS”	73
新沼茂樹・山上純美・井上悦次・永島洋太	
全日本空輸(株)納め整備作業管理システム “ADM”	78
鈴木正樹・浴町 栄・横田広由・平田直宏・川上謙明・妻夫木政年	

特許と新案

「熱交換器」「金属多孔体の製造方法」	85
「蓄熱材」	86

スポットライト

ディジタルリレー搭載三菱低圧気中遮断器 “SuperAE シリーズ”	83
統合化ディスプレイネットワークシステム	84
関西空港連絡線列車運行管理システム	(表 3)

表紙

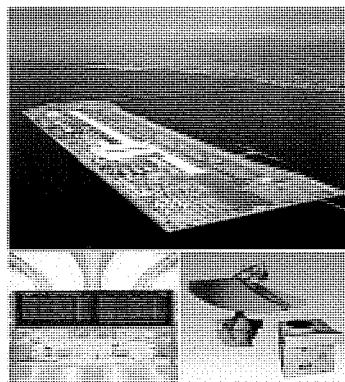
空港関連設備

上は、1994年9月4日に開港した関西国際空港の全景である。空港は、大阪湾南東部の泉州沖約5kmの海上に位置し、日本で初めての本格的な24時間運用可能な国際空港として、国際的交流拠点の役割を期待されている。多くの先端技術が空港関連設備に導入された。

(写真提供：関西国際空港株)

右下は、空港の地上面の交通管制用新型空港面探知レーダ(ASDE)のアンテナ及びコンソール型表示装置である。新システムでは、高分解能・高輝度化を実現した。

左下は、空港利用客への情報を提供する旅客案内情報システム(PIS)の中心となるフロント案内ポードである。ポードには、国内で初めて大型の液晶を採用し、見やすさを向上させている。



三菱電機技報に掲載の技術論文では、国際単位“SI”(SI 第2段階(換算値方式)を基本)を使用しています。ただし、保安上、安全上等の理由で、従来単位を使用している場合があります。

アブストラクト

<p>空港関連設備の現状と展望 木村功一・羽子岡 蕃 三菱電機技報 Vol.68・No.10・p.2~6 (1994)</p> <p>現代の大型空港に展開される諸処の施設及び関連する設備等について機能・施設・設備の三つの侧面から区分整理し、空港を結ぶ航空交通システムについてもその現状と将来の展開についてふかん(俯瞰)しつつ、今後の航空・空港分野における設備・システムの動向を探る。</p>	<p>運輸省東京航空局納め 東京国際空港ランプパス管理システム 早川裕治・穂本正晴・古殿 嵐・若宮正洋・浅沼裕司・大草雅彦 三菱電機技報 Vol.68・No.10・p.24~29 (1994)</p> <p>このシステムは羽田空港の沖合い展開を機に、運輸省東京航空局の空港安全管理業務の効率向上のために、空港に勤務する人や空港で使用する車両のデータを一元管理し、立入承認証(ランプパス)等の発行・管理を行うものである。ホストにEWS "ME/R", ヒューマンインタフェースに "Motif" を使用し、優れた操作性を実現、また、データベースには "SYBASE" を使用して高速な点検・検索を可能としている。</p>
<p>ターミナルレーダ情報処理システム "ARTS" 青野正宏・田中康幸・徳丸芳孝・楠本一秀 三菱電機技報 Vol.68・No.10・p.7~11 (1994)</p> <p>ターミナルレーダ情報処理システム "ARTS" は、空港における航空管制業務を支援するシステムである。当社は、昭和49年から日本国内の主要空港向けに ARTS の開発納入を継続している。このたび、我が国初の広域ターミナルレーダ情報処理システムを関西国際空港内の管制所に納入した。関西広域 ARTS は、LAN による計算機接続、関西と大阪の両空港のレーダからの入力データを相互に利用する多重レーダ処理機能等の新技术を導入して構築したものである。</p>	<p>航空機用静止形 400Hz 電源装置 門谷良己・佐志田伸夫・村本雅博・掛戸好宏 三菱電機技報 Vol.68・No.10・p.30~34 (1994)</p> <p>航空機用静止形 400Hz 電源装置は、航空機駐機中の地上電源として日本空港動力㈱と三菱電機㈱が共同開発した周波数変換装置である。航空機側発電機とのラップ切換えに対応できる性能を持ち、ハイテク航空機内のコンピュータ負荷に影響を与えない無瞬断切換えを実現した。また、従来の地上電源(電動機+発電機)である設備に比べて、経済性・保守性に優れ、コンパクトである等の特長を持っている。関西国際空港向けのこの電源装置は屋外設置であり、構造上の特長も持っている。</p>
<p>空港面探知レーダ "ASDE" 富田 純・山下祐司・若林 勝・浜津享助 三菱電機技報 Vol.68・No.10・p.12~15 (1994)</p> <p>"ASDE" は、従来から空港の地上面の交通管制を行るために利用されてきた。しかし、CRT の残像効果を利用した表示装置を採用していただき、輝度の点で劣っていた。新型 ASDE では、走査変換装置を用いた高輝度化を筆頭にディジタル信号処理技術を利用して、有効走査線本数 1,024本の高分解能化・高輝度化を実現した。また、ディジタル処理によって画像合成を行い、マップ、トレール等の機能を充実させた。この走査変換装置の機能を中心に新型 ASDE のシステム概要についてまとめた。</p>	<p>関西国際空港納め旅客案内情報システム 金田敬一・河野 晃・上原 雄・林 博之・菊竹秀夫・松井稔樹 三菱電機技報 Vol.68・No.10・p.35~40 (1994)</p> <p>このたび開港した関西国際空港の旅客案内情報システムについて紹介する。24時間空港に要求される機能・性能・信頼性を、本格的なクライアント・サーバシステムによって実現するとともに、国内空港では初めて大型 LCD 表示器を採用している。また、マリチメデイア端末であるビデオテックス装置を人の導線上に数多く設置して分かりやすく、フレンドリな情報提供を可能にしている。さらに、広域に及ぶシステムの運用保守についても要員の負荷軽減を図っている。</p>
<p>空港気象ドップラーレーダシステム 畠 清之・平島弘一・浜津享助 三菱電機技報 Vol.68・No.10・p.16~19 (1994)</p> <p>関西国際空港に設置予定の空港気象ドップラーレーダシステムを開発中である。</p> <p>このシステムは、空港周辺、特に低層域でのウインドシヤー(風の急変)すなわちガストフロント(突風前線)やマイクロバースト(下降気流現象)等を観測・検出する。検出したウインドシヤーは、表示装置にシンボル化して表示し、航空機の安全運航に供するものである。</p>	<p>空港映像情報システム 三田村真次・石本正明・小村 尚・津久井敏己・橋本孝治 三菱電機技報 Vol.68・No.10・p.41~46 (1994)</p> <p>空港では、運航統制、貨物、整備等の各部門が広い区域に分散配置されている。これらの部門が協調して効率良く業務を遂行するためには、多様な情報伝達手段の組み合わせによる的確な受信と、情報の迅速な伝達が重要である。当社はCATV の技術を応用して、データ/音声/映像のマルチメディア情報を、一台の端末により簡易な操作で視聴できる空港映像情報システムを開発した。</p>
<p>航空機駐機位置表示装置 —航空機地上誘導表示システム— 芹沢一彦・加藤寿伸・長島孝司 三菱電機技報 Vol.68・No.10・p.20~23 (1994)</p> <p>航空機の駐機位置までの方位及び距離情報を表示する駐機位置表示装置において、1台のTV カメラが捉えた画像の中から航空機の前輪を抽出し、航空機の位置を算出する新方式の装置を開発した。開発した装置は、(1)パイロットの位置に影響されない、(2)地下埋設物がない、(3)低視程時でも表示が見やすい等、現行装置にない特長があり、実用評価機として新東京国際空港に3セット納入した。</p>	<p>旅客ターミナルビル昇降機設備 野村之三・橋本和仁・水谷範美・村田 茂・加藤弘文 三菱電機技報 Vol.68・No.10・p.47~51 (1994)</p> <p>関西国際空港の旅客ターミナルビルに油圧エレベーター15台とエスカレーター14台を納入した。油圧エレベーターのうち10台は、かご室の壁・戸・天井にガラスを用い展望用とした。旅客ターミナルビルは、地盤の不同沈下対策としてジャッキアップシステムを採用しているので、これに対応できるエレベーターとした。エスカレーターは、手荷物運搬用の空港用カートをそのまま乗せることができ、欄干パネルに透明ガラスを採用してデザインコンセプトに沿うようにした。</p>

Abstracts

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 68, No. 10, pp. 24~29 (1994)

An Identification Card Management System for Tokyo (Haneda) International Airport

by Yuji Hayakawa, Masaharu Akimoto, Arashi Furutono, Masahiro Wakamiya, Hiroshi Asanuma & Masahiko Okusa

The system, developed under contract to the Tokyo Regional Civil Aviation Bureau of the Ministry of Transportation for the recent expansion of Tokyo (Haneda) International Airport, is designed to improve the efficacy of airport security operations. A central database stores information on personnel and ground support equipment authorized to enter the airport, and provides for issuing and managing identification cards. The system is implemented using Sybase database management software and a Motif-based user-friendly interface running on a Mitsubishi Electric Model ME/R engineering workstation.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 68, No. 10, pp. 30~34 (1994)

400Hz Solid-State Power Supply for Aircraft

by Yoshimi Kadoya, Nobuo Sashida, Masahiro Muramoto & Yoshihiro Kakedo

This 400Hz ground-use frequency-converting power supply was developed jointly with the Japan Airport Power Corporation to supply power to parked aircraft. An overlapped transfer function in the power supply provides the uninterrupted power required by aircraft computer systems during switchover between the power supply and on-board generators. The power supply is smaller, more efficient, and more easily maintained than previous power-supply equipment that employ electric motors and generators. The supply is designed for outdoor use at Kansai International Airport.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 68, No. 10, pp. 35~40 (1994)

A Passenger Information System for Kansai International Airport

by Keiichi Kaneda, Akira Kouno, Dai Uehara, Hiroyuki Hayashi, Hideo Kikutake & Toshiki Matsui

The article introduces the passenger information system (PIS) supplied to Kansai International Airport. To achieve the functions, performance and reliability required for an airport operating around-the-clock, the system is implemented on a full client/server system, and is the first within Japan to use large liquid-crystal displays (LCDs). Videotex terminals with multimedia display capabilities are distributed at frequent intervals along walkways to provide a friendly and easily understood service. Special efforts were made to minimize the workload on personnel responsible for operating and servicing such a widely distributed system.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 68, No. 10, pp. 41~46 (1994)

A Multimedia Information System for Airports

by Shinji Mitamura, Masaaki Ishimoto, Takashi Komura, Toshimi Tsukui & Koji Hashimoto

To coordinate physical dispatch, air cargo and maintenance operations, requires the rapid transmission and correct recognition of information. The corporation has developed a multimedia information system for airports based on its cable TV technology. The data, voice and video information of the easy-to-use terminals are centrally monitored by the system.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 68, No. 10, pp. 47~51 (1994)

Elevator Equipment for Passenger Terminal Buildings

by Yukizo Nomura, Kazuhito Hashimoto, Noriyoshi Mizutani, Shigeru Murata & Hirotumi Kato

The corporation has delivered 15 hydraulic elevators and 14 escalators for the passenger terminal buildings at Kansai International Airport. Ten of the elevators are of the observation type with glass in the car walls, doors and ceiling. The terminal buildings are subject to unequal sinking of the foundation since they were constructed on reclaimed land. A special jacking system was therefore installed and the elevators designed accordingly.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 68, No. 10, pp. 2~6 (1994)

The Present State and Future Trends in Airport Facilities

by Koichi Kimura & Shigeru Haneoka

The article surveys the present state of passenger-processing facilities and equipment for large airports. These areas are analyzed in terms of the three categories of function, facility and equipment. The article also considers the present and future of airport transportation systems, and suggests future trends in equipment and systems for airlines and airports.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 68, No. 10, pp. 7~11 (1994)

Automated Radar Terminal Systems, "ARTSs"

by Masahiro Aono, Yasuyuki Tanaka, Yoshitaka Tokumaru & Kazuhide Kusumoto

The corporation has been developing and supply automated radar terminal systems (ARTSs) to airports in Japan since 1974. These systems support air traffic control operations. Japan's first wide-area ARTS system was recently delivered to the Kansai International Airport office, Osaka Regional Civil Aviation Bureau of the Ministry of Transportation. New technologies incorporated in the Kansai wide-area ARTS include a LAN computer link between the Kansai International and Osaka airports, and the ability to share radar information via a multi-radar tracking system.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 68, No. 10, pp. 12~15 (1994)

"ASDE": Airport Surface Detection Equipment

by Atsushi Tomita, Yuji Yamashita, Masaru Wakabayashi & Kyosuke Hamazu

Airport surface detection equipment (ASDE) has been used for controlling airport ground traffic, however the persistence-effect CRT displays suffered from insufficient brightness. The new ASDE employs a scan-converter for high brightness and digital signal processing with 1,024-line resolution. The digital processing permits image combination, supporting map and trail functions. The article reports on the ASDE system, in particular the scan-converter component.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 68, No. 10, pp. 16~19 (1994)

Meteorological Doppler Radar System for Airports

by Kiyoyuki Hata, Koichi Hirashima & Kyosuke Hamazu

The corporation is developing a meteorological doppler radar system for Kansai International Airport. The system will detect low-altitude atmospheric phenomena near the airport including wind shear, gust fronts, and microbursts. This information is displayed by special symbols on a screen, making it available to raise air traffic safety.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 68, No. 10, pp. 20~23 (1994)

Aircraft Parking Position Display and Guidance System

by Kazuhiko Serizawa, Toshinobu Kato & Koji Nagashima

The corporation has developed an aircraft parking position display and guidance system employing a single television camera pointed at the parking aircraft. The nose gear image is extracted, and the aircraft position calculated and displayed, indicating the distance and direction to the correct parking position. The system has the following advantages: (1) the indications are accurate, regardless of the pilot's seated position, (2) no equipment needs to be buried and (3) the display is legible, even under low-visibility conditions. Three units have been delivered to Narita International Airport for trial use.

アブストラクト

日本航空(株)納めチェックインシステム “JALPAS/D-II”

太田芳弘・野津工ア・青木隆之・柳田尚徳

三菱電機技報 Vol.68・No.10・p.52～57 (1994)

JALPAS/D-IIは、日本航空㈱の国内線の空港での搭乗手続きや搭乗手続き管理等の空港業務を総合的に支援するシステムである。このシステムは、旅客サービスの向上・多様化への対応とともに“業務処理の高速化”“操作性の向上及び単純化”“高信頼性の確保”を目的としている。

本稿では、この目的を実現するためのシステム設計上のコンセプト、実現方式及び構成機器について紹介する。

全日本空輸(株)納め気象画像システム “MAGICs”

滝澤信也・小沢裕之・西ノ宮弘一・熊谷秀光・赤塚佳隆・吉村 功

三菱電機技報 Vol.68・No.10・p.58～62 (1994)

気象・航空情報を全国端末に配信する気象画像システム MAGICs (MAPS and Graphic Information Creative System) を UNIX 上に開発し、全日本空輸㈱で稼働中である。このシステムは、24時間運転システムのため保守・運用をセンターで一括して行うように設計しており、各種障害対応機能を実現している。また、簡易なユーザインタフェースを採用し、拡大・合成など各種イメージ処理でデータを分かりやすい形に加工しているため操作も容易である。

全日本空輸(株)納め空港系端末 “ASCOT”

矢野孝典・重野俊浩・中島研一・浴町 栄

三菱電機技報 Vol.68・No.10・p.63～68 (1994)

全日本空輸㈱では、平成5年9月の羽田沖新旅客ターミナルの完成に合わせ、空港系の情報システムの機能強化を行った。

当社では、この基幹業務の端末として三菱クライアント・サーバコンピュータ “apricot XEN-LSII” を納入し、運航管理を中心とするオンライン業務を行うための M345 エミュレータを MS-Windows 3.1 上に開発した。これにより、オンライン業務と汎用ソフトウェアの並行動作など、より高度な空港系オペレーションが可能になった。

全日本空輸(株)納め飛行監視システム “ATRAS”

林 勝美・福地陽一・長浜隆次・島田隆二

三菱電機技報 Vol.68・No.10・p.69～72 (1994)

航空機の運航を管理する部門において、業務の効率化及び安全運航に対する情報提供の迅速化並びに信頼性の向上を目的として、従来文字画面で確認していた航空機の位置や警告情報等をグラフィカルにマッピングして表示する飛行監視システム(Aircraft Traffic Realize Administrative System : ATRAS)を全日本空輸㈱向けに1993年9月に開発・納入した。

全日本空輸(株)納めスケジュールモニタリングシステム “SMS”

新沼茂樹・山上純美・井上悦次・永島洋太

三菱電機技報 Vol.68・No.10・p.73～77 (1994)

国内路線3社競合、国際線競争激化、成田空港及び羽田空港の拡張や関西国際空港の開港といふいわゆる“三大プロジェクト”的完成に伴い、“安全性”“定時性”“快適性”といった旅客サービスの向上及び国内線／国際線の路線数、運航便数の増大への対応を目的に、航空機の運航ダイヤ統制支援システムに高性能ワークステーションを導入し、端末の関連部署への展開、国内線対応画面の操作性改善と機能拡張、さらに国際線対応の画面表示機能を実現したので、その概要について紹介する。

全日本空輸(株)納め整備作業管理システム “ADM”

鈴木正樹・浴町 栄・横田広由・平田直宏・川上謙明・妻夫木政年

三菱電機技報 Vol.68・No.10・p.78～82 (1994)

1993年9月、全日本空輸㈱は羽田空港の沖合い移転に伴い、航空機のライン整備における整備士のアサイン業務をコンピュータシステム化することにした。これを受注した当社では、“apricotシリーズ”的クライアント・サーバシステムによって実現に成功した。

本稿では、このプロジェクト遂行に当たって得られた航空機整備に関する業務ノウハウと、それをサポートする ADM (Assign Display Machine) システムのシステム事例について紹介する。

Abstracts

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 68, No. 10, pp. 69~72 (1994)

"ATRAS": An Air Traffic Surveillance System for All Nippon Airways

by Katsumi Hayashi, Yoichi Fukuchi, Ryuji Nagahama & Ryuji Shimada

In September 1993, the corporation delivered an air traffic surveillance system to All Nippon Airways. The system replaces previous character-based display screens with new graphical displays that visually indicate aircraft position and warning messages. The system is designed to increase the efficiency and reliability of air traffic management operations.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 68, No. 10, pp. 73~77 (1994)

A Schedule Monitoring System for All Nippon Airways

by Shigeki Niimura, Yoshimi Yamagami, Etsuji Inoue & Youta Nagashima

The article introduces a schedule monitoring system developed for All Nippon Airways that uses a high-performance workstation to manage aircraft operational scheduling. Terminal on the system offer expanded functions with simpler operation for domestic routes and display functions for international flights. The system supports a large number of flights, more domestic and international routes, and additional terminal emplacements at related departments. Developed to enhance passenger services, the system was implemented to accompany a major upgrading of Japan's civil aviation services.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 68, No. 10, pp. 78~82 (1994)

"ADM": A Maintenance Personnel Administration System for All Nippon Airways

by Masaki Suzuki, Sakae Ekimachi, Hiro Yokota, Naohiro Hirata, Hiroaki Kawakami & Masatoshi Tsumabuki

In September 1993, the corporation delivered an information system to All Nippon Airways for managing maintenance worker assignments coinciding with ANA's move to the new passenger terminal at Tokyo (Haneda) International Airport. The system was implemented on an Apricot Series client/server computer system. The article reports on aircraft maintenance operations technology gained from the project, and describes the system implemented to meet the company's maintenance support needs.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 68, No. 10, pp. 52~57 (1994)

The "JALPAS/D-II" Check-In System for Japan Airlines

by Yoshihiro Dta, Koua Nozu, Takayuki Aoki & Hisanori Yanagida

JALPAS/D-II is used at Japan Airlines' domestic airport facilities to support and manage passenger check-in procedures. The system raises the quality of passenger services by providing extended functions, easy operation, rapid processing and high reliability. The article introduces the system design concept and its implementation.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 68, No. 10, pp. 58~62 (1994)

"MAGICS": A Meteorological Imaging System for All Nippon Airways

by Shinya Takizawa, Hiroyuki Ozawa, Koichi Nishinomiya, Hidemitsu Kumagai, Yoshitaka Akatsuka & Isao Yoshimura

The corporation has developed a system under UNIX for transmitting meteorological and aviation information to terminals at All Nippon Airways facilities throughout Japan. The system, already in service, is designed to support round-the-clock operation. It provides for centralized operation and maintenance and includes various fault-tolerant design features. The system has a friendly user interface and easy-to-use image processing functions that can expand, combine and modify images for optimum legibility.

Mitsubishi Denki Giho: Vol. 68, No. 10, pp. 63~68 (1994)

"ASCOT": Airport Terminal for All Nippon Airways

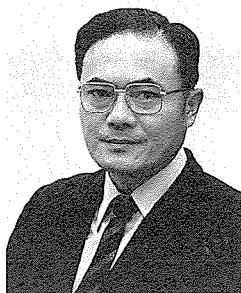
by Takanori Yano, Toshihiro Shigeno, Ken'ichi Nakashima & Sakae Ekimachi

All Nippon Airways has upgraded its airport information system to serve the new passenger terminal that opened in September 1993 at Tokyo (Haneda) International Airport. The corporation has delivered an Apricot XEN-LS II client/server computer system that provides on-line support for operations management and other services. Also developed was an M345 terminal emulator that operates under Microsoft Windows 3.1. The on-line system and its new terminals are helping to streamline ANA's airport operations.

空港関連設備特集に寄せて

東京大学工学部

教授 水町 守志



航空分野全体にわたって、電気・電子技術が寄与するところは極めて広い。最近の航空機は、先端技術を結集した総合的な生産物であり、電気・電子産業が航空の隆盛に大きな影響力を有するのは当然のことである。航空と電気・電子産業との関連は、(i)航空機の製造に直接関係したもの、(ii)航空機の運用に関係したもの、に大別されよう。

航空機の製造については、日本独自では、ほとんど航空機を生産していない——ごく少機種、しかも少量の生産しか行われていない。したがって、この分野では、我が国の優れた電気・電子技術も活躍の場を得ないでいる。例えば、航空機の製造に際しては、各種の性能や特性はシミュレータによる実験を通じて設計されるのが実態であり、さらに実装される計算機制御等、これらは電気技術者の得意とする分野である。ともかく我が国の工業が、独力で航空機を製造するだけの十分な潜在能力を有しながら、実力を発揮する場を得ないのは残念なことである。もっとも航空機の生産は、その開発には多額の費用と長い年月を要し、国の援助と協力が必要な、一種の国家的事業である。工業立国こそ日本が目指すべき将来の方向であり、航空機生産の機運が高まることが切に望まれる。

また、航空機に搭載される電子機器は、航空機の実運用に係わるものであり、航法装置や各種センサなど多々ある。この搭載電子機器は、航空機の主製造者が選定するのが普通である。したがって、世界的に名の通った製品か、又は航空機を製造する国の電子機器が搭載される傾向は否めない。ここでも日本ブランドの製品は余り見かけない。この分野に日本が進出しないのは、戦後十年の出遅れもある。しかし主たる理由は、航空電子機器の商品としての特殊性にある。まず需要が限られている上に、飛行の安全に直結するので規格が極めて厳しく、製品の開発に多大の時間と

費用が掛かる。さらに、故障が生じた場合の早急な修理復旧の体制を、常に整備し維持しなければならない。また、万一航空事故が生じた場合に備える保険の分担も負わなくてはならない。このように企業としての困難は大きいが、日本としては是非とも立派に育ってほしい産業の分野である。現在の進んだ航空機は、搭載電子機器の援助なしには飛べないのである。

地上にあって、航空機の運航に係わる電気・電子技術を具象化し集中しているのが空港関連設備と言えよう。第一に、航行援助施設や管制用設備等、航空機の安全な運航に欠かせないものがある。すなわち、航空機の航行を援助したり着陸を誘導するための電波施設、飛行中の航空機を監視するレーダや空港面を監視するレーダ、空港近傍の気象状態を計測する施設、また、航空機と地上関連機関との通信装置や管制用情報処理装置等多くの設備がある。第二に、乗客や貨物のサービスに係わる、交通輸送機関のいわゆるターミナルとしての設備がある。当然のことながら、隔たった関連機関との情報交換、通信情報処理が行われている。空港関連設備のうち、特に航空機の運航に直接的に関与する施設つまりハードウェアは、航空交通の有する国際性の故に、国際的に規格が定められていることが多い。一方、設備の運用つまりソフトウェアに係わる部分は、各国の独自性や創意工夫の現れるところである。ここではマルチメディアによる情報化の一端が窺えることと思う。

日本の電気・電子産業のレベルは高く、世界第1級の空港関連設備を、独力で整備するのに十分な実力を有している。本特集が、電気・電子産業が関係する空港関連設備をすべて網羅しているとは言えないが、電子産業と空港の係わりがいかに深いかは容易に理解されよう。

空港関連設備の現状と展望

木村功一*
羽子岡 蕉**

1. まえがき

空港は、航空機を媒体とし、人が生活に必要な機能のすべてを持った公共的施設である。

空港全体の将来像をふかん(俯瞰)するとき、航空機の需要予測と運航効率が重要な要素となる。航空機の需要面では、過去の実績では平均して102~3%の対前年度比⁽¹⁾となっており、この数年間に若干の落ち込みがあるものの、今後は再び増加の傾向に戻るものと思われる。また、運航効率の面では、航空保安施設を始め、様々な新技術が導入されることにより、安全性の向上とともに定時制の確保と効率化が促進され、結果として空港の新設や施設の拡充がますます進むこととなる。

現在、国内における空港及び飛行場の数は、公用・非公用・民間・軍用等合わせて104か所存在するが、そのうち民航ジェット化空港は、平成6年度開港した関西国際空港を含めて50空港に及んでいる⁽¹⁾。

特に平成6年度開港した関西国際空港は、昭和53年の新東京国際空港開港以来の大型空港であり、海上空港として様々な先進技術と施設を持ち、極東地域におけるハブ空港としての役割が期待されている。

こうした巨大空港では、空港の基本的な機能と施設のほか、大量の旅客や貨物の流通を効率的かつ安全に行うための設備や、公共的サービス提供の観点から、ターミナルとしてのアメニティについても数々の施設が整備されている。

この論文では、現在の大型空港に展開される諸処の施設、及び関連する設備等について、機能・施設・設備の三つの側面(図1)で区分整理し、空港を結ぶ航空交通システムについてもその現状と将来の展開を俯瞰し、今後の航空・空港分野における設備・システムの動向を探るものである。

なお、この論文では建物等を含む比較的規模が大きく複数の設備を含むものを“施設”とし、ある機能を目的とする具体的な装置又はシステムを“設備”ということとする。

2. 空港の基本機能

空港の基本的な機能は以下に大別される。

(1) 離着陸機能

航空機の離発着(滑走路・誘導路)と駐機(エプロン)、及び関連する航空保安機能(照明・無線通信・気象観測)が含まれる。

(2) 空港管理機能

主に運輸省の空港事務所が行う税関・入国審査・検疫・警察・消防等の機能のほか、管制機能や運航管理機能、冷熱・受発電機能が含まれる。

(3) 航空機サービス機能

航空機の機体整備を中心に、それらに関連する給油、給電、機内食サービス、地上車両サービス等が含まれる。

(4) 旅客・貨物サービス機能

旅客が利用する様々な施設(ロビー・ラウンジ・食堂・売店・ホテル・銀行・駐車場・地上移動・航空会社等)に関する機能と、貨物の上屋や集配機能が含まれる。

これらの機能は、一部については国際空港以外では必要のないものもあるが、施設や設備の規模は異なっても基本的に空港に必要不可欠なものである。

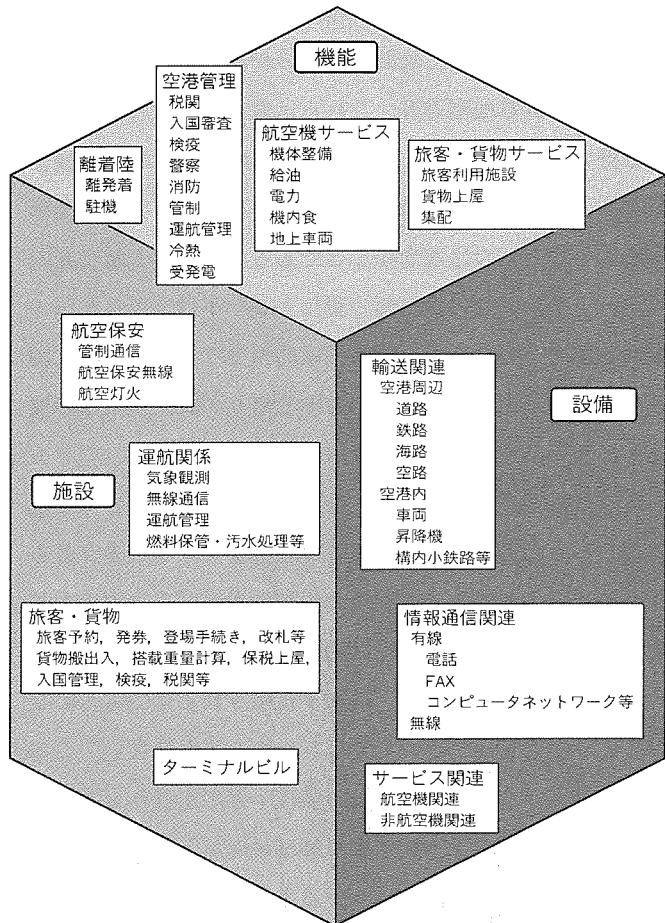


図1. 空港の機能・施設・設備

3. 空港の主な施設

空港の主な施設を以下の四つに区分して整理する。

3.1 航空保安施設

航空機の運航に不可欠となる航空保安施設のうち、空港に設置される主な施設の現状を示す。

(1) 管制通信施設

民間航空機用 (VHF 帯) と軍用航空機用 (UHF 帯) があり、業務種類により多くの周波数が使用される。送受信機器は主と副で構成される。

(2) 航空保安無線施設

VOR や TACAN 等の電波標識局、機上計器による着陸を援助する施設である ILS、空港周辺 (60 ~ 80 海里 (1 海里 = 1,852 m)) の航空機を探知する ASR や、この映像に航空機の情報を重畳表示させ自動的に追尾する ARTS、空港内の地上面を探知する ASDE がある。

(3) 航空灯火施設

滑走路灯・誘導路灯・飛行場燈台等の各種夜間照明施設は 10 種類以上あり、特に航空機の進入角度を光によって指示する精密進入角指示灯 PAPI は、ILS とともに航空機の安全な着陸になくてはならない視覚援助施設となっている。また、これら灯火に供給する電力を送電管理する施設も不可欠である。

3.2 運航関係施設

航空機の運航に必要となる施設のうち、保安施設を除くもののとして以下の施設が必要となる。

(1) 気象観測施設

空港周辺の気象状態を定期的に又はリアルタイムに観測するもので、滑走路ごとに設置される風向風速計を始め雲量視程・気温・気圧・気象観測用レーダ等の観測施設がある。

(2) 無線通信施設

管制通信以外に、航空会社が使用する無線通信施設・警察・消防・警備等が使用する大小各種の通信設備がある。

(3) 運航管理施設

航空機の駐機場管理や地上整備車両、搭乗員及び機体整備員等の人員管理、航空機の整備や搭載燃料管理、飛行計画や乗客・貨物のウエートバランス管理等のために必要な施設がある。

(4) 燃料保管・汚水処理等施設

航空機燃料は、レシプロエンジン用とジェットエンジン用に大別され、いずれも危険物であることと大空港では大量に扱うことから、その保管施設が重要になる。また、旅客機の機内汚水や清掃水等の処理施設も必要となる。

3.3 旅客・貨物施設

旅客予約・発券・搭乗手続き・改札等に關係する施設・設備と、貨物の搬出入、搭載重量計算、保税上屋、入国管理、検疫、税関等に關係する施設がある。

3.4 ターミナルビル施設

一般旅客及び空港関係者のすべてが利用する施設である。公共的性格を持ち、利用者へ最大の便宜を与え空港を特徴付けるものである。特に鉄道の“駅”と比較して、旅客・貨物の移動形態、待ちスペースと時間、複数の乗り入れ会社等の“駅”にはない条件を満足する施設が必要となる。いずれも規模は大きく、かつ近代的技術が駆使されている。また、利用者に対するアメニティのサービス関連施設も含まれる。

4. 空港の関連設備

4.1 輸送関連設備

輸送は、基本的に人員と貨物に大別されるが、いずれも空港へのアクセスから始まる。空港へのアクセスは、道路・鉄路・海路・空路があるが、一般的には道路が主体となる。これは、空港の立地条件が比較的都市から離れていることと、利用者の手荷物や貨物の存在により、タクシー、バス、トラック等の利用が便利であるためである。ただし、近年の大空港では、鉄路を持たない空港は皆無といえるほどである。これは航空需要の増大に対応し、道路交通環境の劣化を補い、空港利用者の利便性を確保するため求められるものである。この意味において、海上空港における海路やコミュータ空港からの空路は、一部では整備されつつあるものの輸送の定時制が気象条件によって大きく左右されることと、空港の立地条件により、いまだ一般的なものとはなっていない。

次に、空港内については、旅客と貨物で移動形態が異なるものの、基本的な設備として車両と昇降機やその応用が大部分を占める。車両は送迎バスや貨物コンテナであり、昇降機やその応用形態として、大小エレベータ・エスカレータ、自動歩道、搭乗橋施設等がある。また、大空港では規模や形態の違いはあるものの、自動無人運転の港内小鉄路を構築し、発着ターミナルを結ぶ空港内新交通システム (ピープルムーバー等) が存在し、貨物専用のリフトや自動集配装置も存在している。

4.2 情報通信関連設備

空港における情報通信は有線、無線を問わず、現代のすべての情報通信設備が存在すると言っても過言ではない。旅客が利用する電話や FAX から航空会社や航空保安業務のコンピュータネットワークまで、実際に様々な通信設備が存在している。大量で異なるデータを効率的にかつ信頼性を確保して取り扱うためには、最新のデジタル通信技術と、優れた電子交換機や通信網管理装置が必要となる。近年の大空港では、こうした通信管理を一括して行う通信センターが整備され、空港総合通信システム等が稼働しつつある。こうした情報通信網では、空港構内の基幹通信設備整備とともに、セキュリティの確保、情報網のフェールセーフ化、将来の需要予測に基づく通信容量の設定が不可欠である。また、広域ネットワークとの接続、画像を中心とするマルチメディア等への対応

と、有線系路のみならず無線による系路の確立も課題となつておる、最新の技術と設備が要求される。

4.3 サービス関連設備

空港内において、航空機に直接関係しない多くのサービス提供事業が行われている。駐車場や飲食店・土産物店・衣類食料品店・書籍店・理髪店・銀行・郵便局・貨物宅配・清掃・警備・総合案内、その他展示企画まで様々な事業者が存在し、個々に関連する設備を持っている。

5. 航空交通と空港施設・設備

空港は、離発着する航空機と、これを利用する旅客があつて成立する。空港の発展は、航空交通の発展によって成り立ち、航空交通の安全性・定時性・利便性を向上させ、需要の増大を促進させるためには、航空機固有の技術進歩とともに航空交通システムの発展(図2)が不可欠である。以下に現状の我が国の計画と、国際機関を含む今後の発展の展望、及び空港交通のシステム化について記述する。

5.1 空港整備五か年計画

昭和42年の第一次空港整備から始まる運輸省の空港整備五か年計画は、現在第六次(平成3~7年)が次の内容で進ちょく(抄)している⁽¹⁾。

(1) 空港の整備

新東京国際空港二期施設及び東京国際空港の沖合い展開、並びに関西国際空港の開港を最優先課題とすること。航空機材の大型化等に対応するため、一般空港等の滑走路延長、新設等の整備を図ること。

(2) 空港周辺環境対策事業の推進

航空機騒音にかかる環境基準達成のための移転補償等促進を図ること。

(3) 航空保安施設の整備

交通量増加と多様化に対応した、航空路及び空港の航空保安施設の整備を図ること。

すなわち空港整備の目玉として、いわゆる“3プロ”と呼ばれる3か所の大空港整備を取り上げるとともに、小型航空機によるコミュニタ航空事業の促進のための施設整備も将来構想として浮上させている。また、航空保安施設整備では、全国の交通流を一元的に把握し、管理する航空交通流管理システムや、航空管制情報処理システムのソフトウェアを開発・評価するシステム開発評価センター(IDECA)なども設置され、設備の拡充がなされつつある。

また、平成8年から始まる第七次空港整備計画の策定内容は、現在の時点では定かではないものの、平成11年に計画されている“運輸多目的衛星”に関する内容が盛り込まれるものと予測される。

5.2 将来の航空交通システム

空港の拡張や新整備が進んでも、空港内の地上交通で航空機が停滞したり、飛行中の航空機に対する安全の確保と航空

路容量が確保できなければ利用者需要にこたえることはできない。空には道路のような標識もなければ、鉄道のように固定された線路もない。しかし、実質的にはこれに代わる様々な方式やシステムが設定され、効率と安全と秩序が確保されている。こうした方式やシステムは、新技術によって将来の航空需要に沿って改善していくことが必要となる。

5.2.1 将来航空航法システム構想(FANS)⁽²⁾

国際民間航空機関(ICAO)では、昭和58年から将来の航空交通システムの検討が本格的に開始され、平成5年によくその成果として将来航空航法システム構想(FANS)が承認された。これは一言で言えば、衛星を中心とする航法の精度向上とデータリンク等による情報通信の近代化であり、その内容の主なものとしては次のものが挙げられる。

(1) 航空衛星通信(AMSS)

衛星通信による航空機と地上機関との音声通信システム。

(2) 全地球衛星航法(GNSS)

アメリカと旧ソビエトが打ち上げた測位周回衛星群(GPS, GLONASS)を利用し、航空機が自位置を正確に測定するシステム。

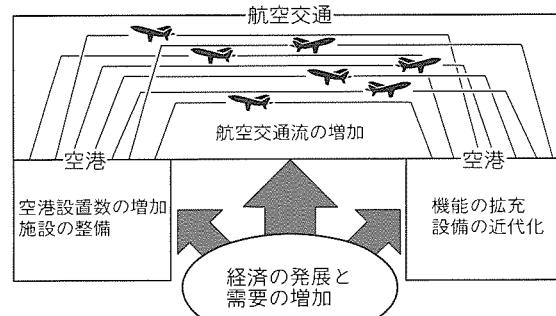
(3) 自動従属監視(ADS)

GNSSで得られる位置情報を静止衛星によって地上管制機間に伝送しコンピュータ処理して表示監視を行うシステム。

これらは、日本国内の航空交通にも多大な影響をもたらすものであり、特に運輸省が平成11年に打ち上げる計画の“運輸多目的衛星”は、国内のみならず周辺の極東アジア各国に対しても多大な便宜を供与するものとなる。

こうした新しいシステムを確立するために必要となるものとして、情報通信の基盤再整備が挙げられる。これについてもICAOでは、OSIに準拠する次世代の航空通信ネットワーク(ATN)構築を進めしており、国内でも運輸省の電子航法研究所において評価実験が平成5年度から開始されている。

ATNは、航空機と地上機関、地上機関と地上機関の通信網であり、航空機の運航情報や管制情報、気象情報等を通信媒体を意識することなく処理可能とするものである。これにより、航空関連のデータベース共通化やデータ交換を効率的



空港は航空交通の需要増大に比例して発展する。

図2. 空港と航空交通の発展

を行い、航空機の運航効率向上に大きく寄与することが期待されている。

5.2.2 空港航空交通のシステム化

前述のとおり、いかに飛行中の航空機の航法精度を向上し、情報のやりとりを近代化しても、空港内の交通流が停滯したのでは結果として輸送量の増加が抑制されることとなる。米国を始め欧州では、空港内の地上管制システムについても新たな設備を整備し、大空港における地上交通の安全と効率化を促進させることを検討している。航空機が空港へ最終進入する時点から定められた駐機位置に停止するまで、人間の目と感覚による指示に頼ってきた交通流制御をシステム化することで、航空機の追突事故防止と遅延の発生を抑制し、効率的な空港運用が可能となる。

ここでも、航空機の位置が重要な情報であり、正確な位置をリアルタイムでコンピュータ処理する必要がある。また、空港内では航空機以外の地上交通（整備・点検等の車両）についても同じく位置把握が必要となる。これまで、これらの位置情報は、空港面探知レーダ（ASDE）によって取得可能であったが、ARTSのようなコンピュータ処理はなされていなかった。米国や欧州では、既にこうした処理によってレーダ表示上にデジタルデータを重畳表示するシステムが開発されており、国内でも前述の電子航法研究所で実験と評価が行われつつある（図3）⁽³⁾。

さらに、航空機がGNSSを搭載し、地上車両についても簡易的なGNSSと通信装置を搭載すれば、位置精度が飛躍的に向上し、空港内の交通流が一元的に処理可能となる。これにより、悪天候時の誘導経路の指示から追突防止等まで、一連の交通流を監視制御する空港面移動体監視制御システム（SMGC）が確立される。ただし、ここで問題は、処理エリアとデータリンクの方式であり、近接する多くの移動体（空港及び周辺空域の移動体は最大500機程度を想定する必要がある。）からの情報を、無線通信によってリアルタイムで収集する様々な方式が検討されている⁽⁴⁾。

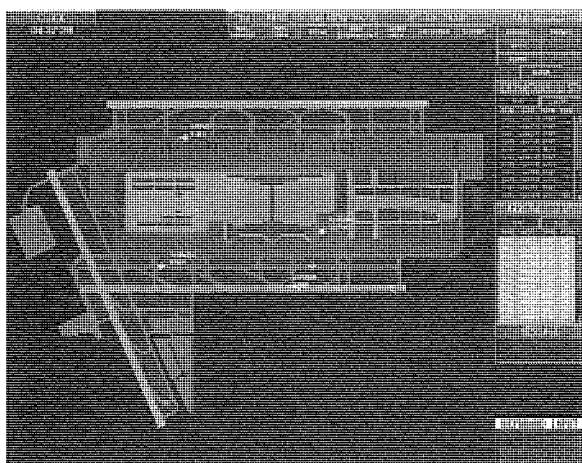


図3. 空港面航空機自動識別システム画面例⁽³⁾

こうした空港内のシステムと、空港周辺の航空機を対象とするARTSや管制塔内の業務支援システム（TOSS）等が有機的に結合され、飛行計画情報処理システム（FDP）や航空路レーダ情報処理システム（RDP）等の他システムとも航空通信ネットワークによって結合されることにより、出発空港の駐機位置から到着空港の駐機位置まで安全で無駄のない航空機の運航が可能となる。

5.3 将来の空港施設・設備

（1）航空保安施設と運航関係施設

前項にあるとおり、SMGCを空港の航空保安施設として近未来に確立するには、位置精度を更に向上させることが必要であり、このため空港周辺用の差分方式衛星測位システム（DGPS）基地局の整備が望まれる。既に電子航法研究所では、これを利用した空港面監視システムの基礎実験を仙台空港で実施し⁽⁵⁾、高い精度が確認されている（図4）。さらに、地面に埋め込まれた誘導路灯等の灯火システムとリンクし、夜間や低視程時における航空機の誘導をより確実なものとする灯火誘導システムも米国等で検討されている。

空港気象レーダについては、米国では整備が進みつつあるドップラー型レーダーシステムが主となることが予想される。これは、航空機の最終進入経路上に発生する非常に危険なマイクロバースト（局地的に風が吹き下ろす現象）や、ウインドシャーライン（風向の変わり目）をコンピュータによって解析し、管制官や航空機に警報を出すシステムであり、国内では関西国際空港に初めて実用機が導入される。

定期便航空機の運航に大きな影響を与える他の要素として、航空機の駐機スポットと航空機自体の整備や乗員や整備員の割付けが挙げられる。これらの膨大なデータ管理の大部分はコンピュータを利用し、各航空会社が個々に行っているが、今後は一元的に管理されていくと思われる。

駐機スポットについては、空港事務所や公団等が割付けを最終決定するためのスポット管理システムを持っている。このシステムでは、計画上の割付けと航空機移動（IN/OUT）

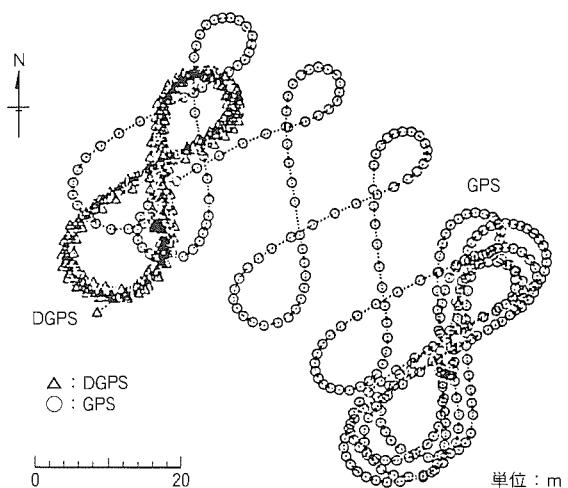


図4. 8の字走行による軌跡⁽⁵⁾

実時間管理の自動化が課題であり、計画に対する実績の変動をリアルタイムに把握し、その影響を極力抑制する計画の手直し作業が自動化されなければならない。航空機の移動を確実に検知する方式としては、前述の ASDE のほか、レーザやITV カメラ等がある。

また、スポット管理システムは、空港管制情報処理システムや旅客案内情報システム (PIS) 等に連接される必要があるが、他の新システムについても、当面は個々の導入整備となつても空港管制情報処理システム等の従来からのシステムと有機的に結合され、さらに空港情報データベースを持つ空港マネジメントシステムといわれる形態に成長することとなる。これにより、空港と航空機の運航がシステム的に一元化され、より効率的で無駄のない空港の運営が可能となる。

(2) 旅客・貨物施設とターミナルビル施設

新しく設置される空港や再整備される空港では、時代の先端的技術が使用されることが多い。空港の運用は、航空機の離発着や整備を別にすれば、旅客・貨物の大量移動のボトルネックを抑制し、効率的な流れを生み出すとともに、滞留するエリアにおけるアメニティを含む付加事業の構成が重要な要素となる。

移動の利便性と効率を高める設備は、歩く歩道やピープルムーバー、分かりやすい案内標識設備であり、これらは現在も改良が重ねられている。また、旅客の滞留エリアにおいても旅客案内情報システムはもちろんのこと、様々なサービス提供システムが今後も稼働することであろう。

一方、貨物の集配達についても、間違いない自動集配達システムが必要となるが、かつて成田空港第二ターミナル開港時や最近の米国デンバー新空港のいずれにおいても初期故障が発生しており、こうしたシステムにいまだ改良の余地が残されている部分がある。

次に、ターミナルビルの外側(航空機駐機側)に目を向ければ、1機の旅客機にまとわりつくように、電源車両・空調

ADS	: Automatic Dependent Surveillance
AMSS	: Aeronautical Mobile Satellite Service
ARTS	: Automated Radar Terminal System
ASDE	: Airport Surface Detection Equipment
ASR	: Airport Surveillance Radar
ATN	: Aeronautical Tele-communication Network
DGPS	: Differential GPS
FANS	: Future Air Navigation System
FDP	: Flight Data Processing system
GLONASS	: GLObal NAVigation Satellite System
GNSS	: Global Navigation Satellite Systems
GPS	: Global Positioning System
GSE	: Ground Support Equipment
ICAO	: International Civil Aviation Organization
IDEC	: Integrated Development and Evaluation Center
ILS	: Instrument Landing System
PAPI	: Precision Approach Path Indicator
PIS	: Passenger Information System
RDP	: Radar Data Processing system
SMGC	: Surface Movement Guidance and Control
TACAN	: UHF TACTical Air Navigation aid
TOSS	: Tower Operation Support System
VOR	: VHF Omnidirectional Radio range

車両・燃料車両など様々な地上支援車両 (GSE) が忙しく走り回っている。スウェーデンのストックホルム国際空港ではこうした車両に替え、駐機位置の地下にすべての供給設備を収納し、地面から供給ユニットが昇降するシステムが導入され、人員は搭乗橋を使用するため外界には出ず、貨物だけがコンテナ車両で集配達される形となっている⁽³⁾。

今後、貨物についても地下に集配達システムが作られ、機体とドッキングさせることができれば、集配達時間が大幅に短縮されるとともに気象状況からの影響もなくなり、効率と利便性が向上することであろう。

6. む す び

この論文では、空港の諸施設又は設備の主なものについて述べるとともに、一般的な大空港の現状と国内及び海外の動向について記述し、将来の展望とした。

空港は公共的又は社会的性格と、安全及び効率が重要視される機能集合ドメインであるといえる。航空輸送は、世界経済の発展に伴い今後も発展が期待されており、これに伴って空港の施設・設備は、ますます改良と新技術の導入が促進されることとなる。なかでも情報通信設備の果たす役割は重要であり、より一層高度化されたコンピュータシステム技術の導入と各種データのやり取りを効率的に実施するため通信インフラストラクチャ整備が欠かせないものとなる。空港内はもとより、空港外網ともリンクし、すべての関連する設備を一元管理するシステムの必要性はますます高まるものと思われ、24時間稼働で信頼性とレスポンスの極めて高いコンピュータシステムの構築により、空港の運用が情報面からも総合的に効率化されていくと考えられる。

当社は、総合電機メーカーとして従来から多くの製品・システムを供給している。今後とも将来動向を踏まえた製品・システムの研究・開発に留意するとともに、航法基礎実験やシミュレーション等にも積極的に参画・提言し、航空交通の安全と旅客サービスの向上に寄与していきたい。

参 考 文 献

- (1) 数字でみる航空 1993, 航空振興財団
- (2) CNS/ATM Implementation, ICAO ジャーナル, 48, No.2, 10~20 (1993)
- (3) 北館勝彦, 加来信之: 空港面航空機自動識別表示システムについて, 平成6年度(第26回)電子航法研究所研究発表会講演概要 (1994)
- (4) Hi-Tech Investment Pays Green Dividends, Airport REVIEW, 5, Issue1, 11~14 (1993)
- (5) 加来信之, 北館勝彦: DGPSによる空港面監視システムの基礎実験, 日本航海学会第89回講演会資料, 日本航海学会 (1994)

ターミナルレーダ 情報処理システム“ARTS”

青野正宏* 楠本一秀**
田中康幸* 徳丸芳孝**

1. まえがき

ターミナル航空管制とは、空港近傍の空域を飛行する航空機の運航を管制するものであり、我が国では中規模以上の空港には航空管制用レーダが設置され、各空港を離着陸する航空機のレーダ誘導を行っている。

このたび、関西国際空港の開港に伴い、関西国際空港の空域と大阪空港の空域を合わせて管制を行う我が国初の広域ターミナルレーダ管制が行われることになった。この管制所は、関西国際空港内に設置されているが、以下にこの管制を支援するターミナルレーダ情報処理システム (Automated Radar Terminal System : ARTS) について紹介する。

ARTSはターミナル航空管制を支援するシステムとして、昭和49年度に東京、大阪の両国際空港に設置されて以来、我が国の主要空港に順次設置され、航空交通安全のため寄りしてきた。また、導入後、システムの機能拡張やリプレースを繰り返してきた。システムの導入の時期や空港の規模等により、大別して5種類のARTSシステムが存在しており、それぞれ、ARTS-J, A, B, C, Dと呼ばれている。表1に各ARTSの特徴と設置空港や場所を示す。関西国際空港に設置されたシステム(関西ARTS)は、ARTS-Cである。本稿ではARTS-Cと他のシステムの差異も含め、その機能と構成について説明する。

2. システムの機能

ARTS-Cの主要機能を以下に示す。

2.1 ARTSの一般機能

(1) 自動追尾処理機能

関西国際空港、大阪空港のレーダからデジタル化された航空機目標データがレーダ回転周期(1スキャン約4秒)ごとに入力される。これからスキャンごとの相関をとり、航空機の個別識別、速度・針路の計算を行う。

(2) 位置情報及び高度情報等の表示機能

一次及び二次レーダからのデジタル化された航空機目標データに含まれる位置座標をもとに航空機を追尾し、その航空機の位置を、航空機の管制を行っている管制席のシンボル、便名、高度、速度、航空機型式等の管制情報とともに管制卓表示装置 (Data Entry and Display Subsystem : DEDS) 画面に英数字で表示する。

(3) 重畠表示機能

データ処理を行っていないアナログのレーダビデオと、データ処理を行った英数字による航空機情報を同一のDEDS画面上に重畠して表示することにより、航空機に関する表示データの信頼性を高めている。

(4) ファンクション入力機能

表示の内容の制御を行ったり、システムにデータの入力をを行うため、管制卓及び端末からのファンクション入力機能を持っている。キーボードとトラックボールを用いているが、常時管制卓画面を監視しながら入力しなければならないので、入力はできる限り簡単にできるよう工夫がこらされている。

(5) 情報交換機能

航空管制には大別して、ターミナル管制と航空路管制とが

表1. ARTSの種類

区分	概要	設置空港・場所
J	米国ARTS-III(現Unisys社製)計算機をベースに、日本向けに機器を追加して構築したシステムである。	福岡 名古屋 航空保安大岩沼 ^{*1}
A	ARTSとしては初めての純国産の計算機システムであり、主計算機2台によるデュプレックス構成のシステムである。	鹿児島 宮崎 航空保安大岩沼 IDEC ^{*2}
B	ARTS-Aの主計算機をタンデム化構成に増強して、大空港向けに処理能力を向上した主計算機4台によるシステムであり、ARTS-Aとソフトウェアの共通性が保たれている。	大阪国際 (H 6.7まで)
C	複数の空港レーダの処理を一元化して行う広域管制システムである。HOST計算機、追尾処理装置(TRAP)、表示処理装置(DISPLAY)等から構成し、各装置をLANで結んでいる。	関西国際 IDEC
D	ARTS-Cのサブセットであり、単一空港向けシステムである。	東京国際 新東京国際

注 * 1. 航空保安大岩沼は、運輸省航空保安大学校岩沼分校の略称であり、現役の航空管制官、航空管制技術官の教育訓練機関である。

* 2. IDECは、システム開発評価センター (Integrated Development & Evaluation Center) の略称で、管制システムの開発・評価機関である。

ある。航空路管制は、航空機が離陸を行った後のターミナル空域から着陸空港のターミナル空域に入るまでの間の、航空路上の航空機の管制を行うものであり、我が国では、札幌、東京（所沢）、福岡、那覇の4か所に管制機関が設けられている。これを支援するシステムとして、RDP（Radar Data Processing System）がある。また、飛行計画情報について一元的に取り扱うFDP（Flight Data Processing System）がある。ARTSは、これらのシステムと情報の交換を行い、航空管制ネットワークを構築している。

FDPからは飛行計画情報の受信を行い、FDPへは航空機の出発報の送信を行っている。また、RDP及び隣接ARTSとの間ではレーダハンドオフ機能（管制権の移管情報）の交換を行っている。図1に関西ARTSと他システムとの接続関係を示す。

2.2 関西ARTS(ARTS-C)の機能

関西、大阪両国際空港の空域を一元管理する広域管制を行う利点として、空域が空港単位に固定化せずフレキシブルに利用できるという利点がある。これを支援するARTS-Cは、他のARTSにはない機能を持っている。

2.2.1 レーダの処理空域

一般にターミナル管制の空域は空港を中心として半径60～70海（1海里=1,852m）以内であるが、広域管制の場合は80海里と広い。また、管制領域外であっても、管制領域内への進入機はあらかじめ見えていることが望ましい。関西ARTSではこの要望にこたえるため、半径100海里まで処理空間及び表示空間を広げた。

2.2.2 多重レーダ処理機能

レーダ情報は、その特性から航空機のデータが欠落する場合が度々ある。その場合、システムでは過去の航跡からその時点での航空機の位置を推定し、表示する（コスト処理と称する）。機能を持っているが、さらにデータの欠落が続いた場合は追尾を打ち切らざるを得なくなる。このシステムでは関西国際空港レーダと大阪空港レーダの双方から情報を取り込んでいるため、一方のレーダの情報が欠落していても他方のレーダを取り込んでいれば、航空機の情報を正常に受信

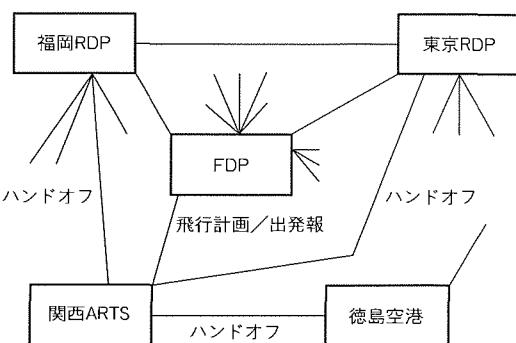


図1. 関西ARTSからみた航空管制ネットワーク

していることになる。そのため、相互にデータを利用する多重レーダ処理機能を採用している。多重レーダ処理機能には、次の表示方法がある。

（1）補完表示方式

両レーダデータの情報を相互に利用したデータを表示する方式であり、ある航空機に対して片側のレーダデータの品質が悪く、他方のレーダデータの品質が良ければ補完を行うコスト補完方式と、特定の領域については他方のレーダデータを優先して表示するモザイク補完方式を用意している（システムでいずれか一つ選択）。一方のレーダ系の座標から他方のレーダ系の座標へは座標変換を行う。レーダから得られる座標は、高度を含めて航空機までの絶対距離（スラントレンジと称する。）と極座標系の角度の情報であり、地上での距離（グランドレンジと称する。）ではない。システム内では直交座標に変換して計算と表示を行っている。レーダ系間の座標の差異は固定データとして得られるので座標変換は図2に示すステップを踏んで行っている。

座標変換に際して考慮すべき事項として磁北（レーダにおける座標は真方位ではなく磁方位である。場所によって真方位と磁方位の差は異なる。）の差、地球の曲率補正の差等があるが、いずれもレーダ座標の分解能より小さく、無視するものとした。

なお、補完を行うのはデジタルデータのみである。

（2）独立表示方式

補完方式によるデータは、加工されたデータである。これを使用せず、それぞれのレーダからのデータのみで表示させることも可能である。これを独立表示方式という。

補完表示方式と独立表示方式の表示は、管制卓ごとに隨時に切換えが可能である。

2.2.3 任意のレーダ選択

関西国際空港レーダと大阪空港レーダの表示は、管制卓ごとに隨時任意に切換えが可能である。アナログ・デジタルの双方のデータが切り換わる。

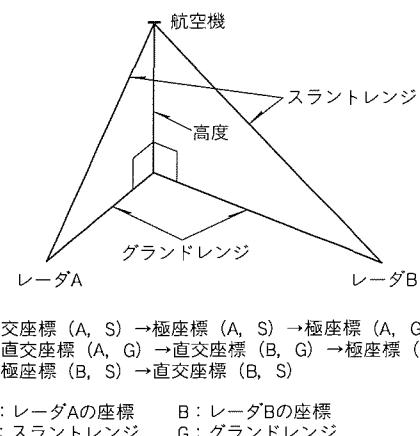


図2. 座標変換のステップ

3. システムの構成

関西ARTS(ARTS-C)のシステム構成を図3に示す。

3.1 構成要件

ARTS-Cを構築するに当たって、必要とされた要件は以下の2点である。

(1) 信頼性の高いシステムであること

ARTSは、基本的にはアドオンシステムであり、データ処理系がダウンしても、アナログレーダ画面や音声通信は生きされている。しかし、DEDSへの英数字による航空機情報表示なしでは、航空管制に重大な影響を及ぼすようになってきている。したがって、ハードウェア的には重要部に冗長性を持たせて信頼性を確保し、また従来から運用に用いている実績のあるソフトウェアの活用を図り、システムダウンを起こさないシステムを構築する必要がある。

(2) 多重レーダ処理に対応できること

関西国際空港と大阪空港のそれぞれの空港レーダについて処理を行い、表示できる点が従来のARTSと大きく異なる点である。

3.2 機器の構成上の特徴

(1) 冗長度構成

システムのメインとなる中央処理装置(Host Processor: HOST)は、デュプレックス構成による二重系をとり、レーダから情報を受け追尾処理を行いHOSTに流す追尾処理装置(Tracking Processor: TRAP)は、デュアル処理による二重系をとっている。また、構成台数が多く、その機器のダウンが必ずしもシステムにとって致命傷とならない表示処理装置(Display Processor: DISP), ディスプレイバッファメモリは、 $N+1$ のバックアップ方式をとるなど、機器の役割と特徴を使い分けて冗長系構成をとっている。

(2) LANによる接続

HOSTとDISPの間は、イーサネットLANによって接続している。HOSTからDISPへのデータの送信は約0.1秒ごとに行う必要があるので、ブロードキャスト方式を採用している。その場合、その情報が失われても致命傷にならないよう設計している。また、ファンクション等、HOSTとDISP相互間で確実にデータの送受信が行われている必要があるケースもある。そのため、送達確認のプロトコル(独自仕様)を持つ別系統のLANを敷設している。それぞれ二重系となっているので合わせて4系統のLAN構成となって

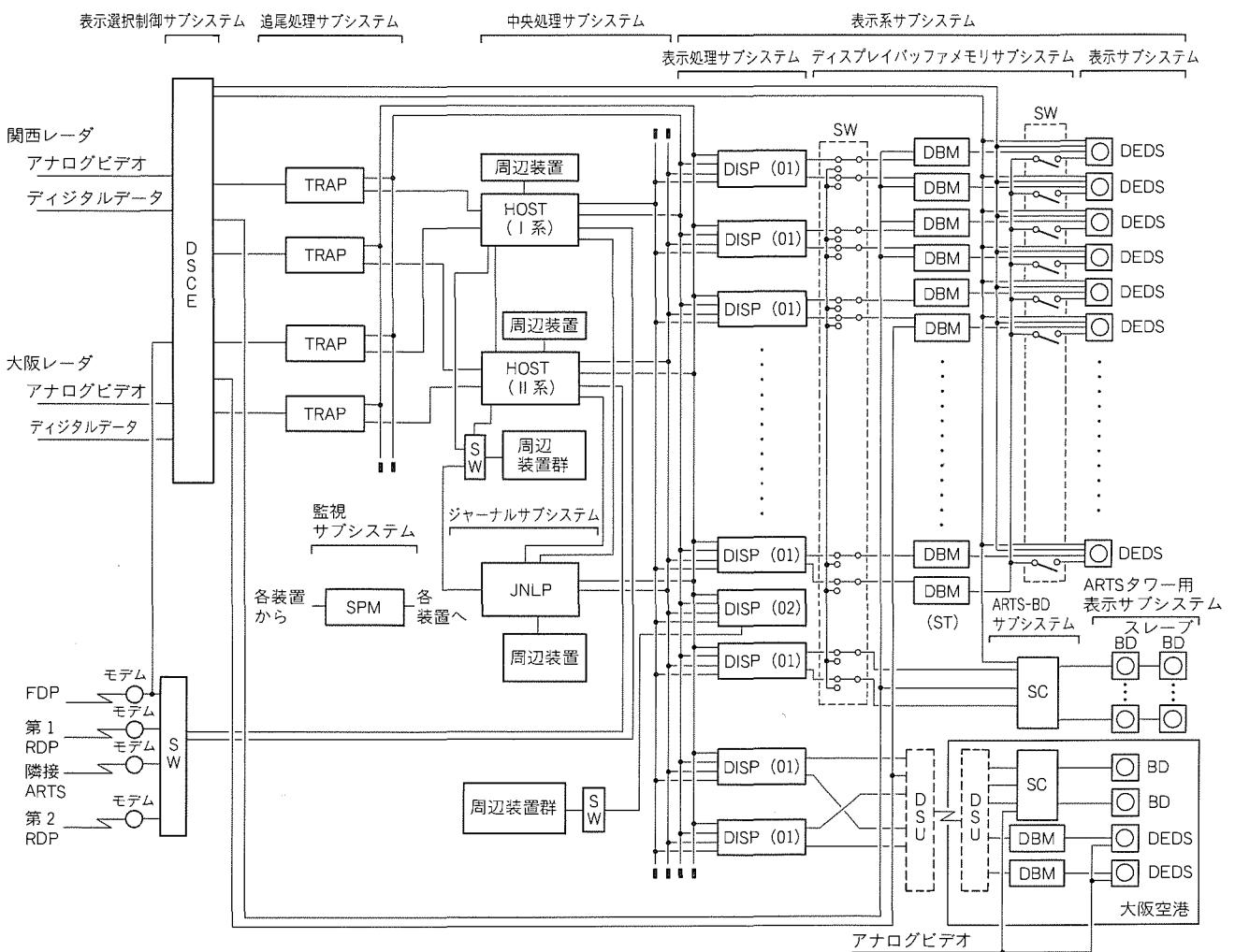


図3. 関西ARTSシステム構成

いる。

(3) 簡易表示機能

一般に運用停止を起こすと社会的影響が大きいシステムで、ハードウェア的に二重系を構築して万全を期していても、ソフトウェアの原因により、システムダウンを起こすという例がある。システム検査を入念に行っていても万一という可能性が残る。このシステムでは、仮にシステムダウンを起こしても、管制官がパニック状態になるのを避けるため、基本的な表示のみを続行する機能を備えている。そのために本体系とは別系統の、表示選択制御装置 (Display Select Control Equipment : DSCE) と呼ぶ機器内に内蔵した BRANCH (Bypass Radar Alphanumeric Channel) と呼ぶ装置で表示データを作成している。なお、BRANCH のファームウェアは設計開発を本体系と隔離することにより、同一原因による同時障害という事態発生を防止している。

(4) 集中監視・制御機能

関西 ARTS システムは、構成機器の数が膨大となっているので、集中的に監視して制御を行うシステム監視装置 (System Performance Monitor : SPM) を設けている。

(5) 大阪空港への遠隔機器設置

広域管制の実現により、大阪空港に設置されている ARTS-B は撤去されるが、管制塔の業務と一部のレーダ管制の業務が残る。そのため、管制塔向け表示装置である ARTS-ブライトディスプレイ装置 (Bright Display : ARTS-BD) と表示装置の一部を大阪空港内に残し、表示データ内のアナログデータは大阪空港レーダから直接に、デジタルデータは関西国際空港の ARTS-C から回線で送信する (図 4)。

3.3 主要構成機器の概要

(1) DSCE

ASR/SSR からアナログビデオとデジタル化された航空機情報を受け取り、DEDS 及び HOST に分配する。

また、どのレーダ画面を選択するか DEDS からの情報を

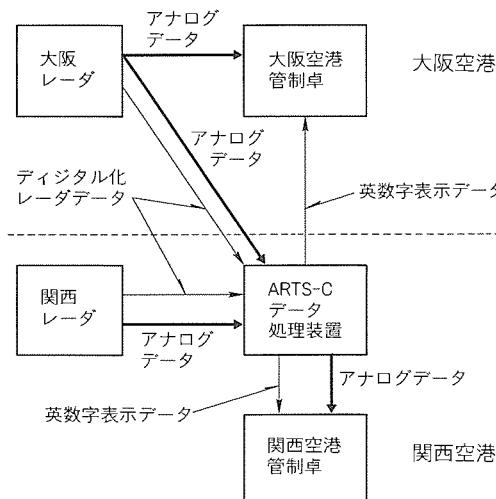


図 4. データ転送の関係

受けてビデオの切換え及び選択情報を HOST に送信する。

さらに、HOST とは別系統で簡易な英数字の表示処理機能も持っております、DEDS で選択表示を行うことが可能である。

(2) TRAP

DSCE を経由して入力された一次及び二次レーダ航空機目標の追尾を行い、航空機の特定、速度・針路・高度の計算を行う。計算された結果は、HOST に送信される。MELCOM 70/50 によって構成され、各レーダ対応に二重系構成となっている。

(3) HOST

HOST は、TRAP から追尾データの入力、航空路管制システム等と航空機に関する情報の送受信を行い、航空機に関するデータとしてまとめ DISP に送信する。また、ファンクション処理、航空機の異常接近の監視、最低安全飛行高度の監視、運用記録の収集等の処理も実施する。さらに、ARTS 全体のシステム状況を把握して制御を行う。この装置は、二重系構成となっている。

(4) DISP

HOST から航空機に関するデータを受け取り、DEDS に表示できる形に変換してディスプレイバッファモリ装置 (Display Buffer Memory : DBM) 経由で DEDS に出力する。また、DBM からキーボードファンクションデータを受け取り、表示制御に関するファンクションであればこの装置で、その他のファンクションであれば HOST に送信する。DISP 1 台で 2 台の表示装置を制御する。

(5) ジャーナルプロセッサ (Journal Processor : JNLP)

HOST が収集した運用記録データの保存・編集・解析を行う。各種統計処理・航跡データの XY プロッタへの出力機能等を備えている。また、運用を支援する各種プログラム (ペラメータ作成、ソフトウェア運用管理) 等の実行も行う。MX5700 から構成されている。

(6) SPM

ARTS システムの立ち上げ操作を行う。また、手動でシステム構成の切換えを行う機能を持っている。さらに、主要構成機器の状態を監視し、その状態を LED とブラウン管に表示する。システムの障害の履歴、障害から推測される原因を表示させることもできる。

(7) DBM

DISP から送信してきた表示データを編集し、DEDS に一定間隔で送信するリフレッシュバッファの機能を果たす。また、DEDS から入力されるキーボード、トラックボールの変位、画面の座標系に関するデータを受け付け、文字の表示、トラックボールマーカの表示等の前処理を行い、必要に応じて DISP に入力データを編集して送信する。

(8) DEDS

航空管制官とのマンマシンインターフェースをなす装置で、レーダのアナログ情報とシステムで処理を行った航空機データ

タやシステム情報等の英数字情報の重畠表示を行う。また、各種制御情報、データをシステムに入力する機能を持っている。レーダ管制室に設置されており、アナログデータの視認性を確保するためにやむをえず部屋を暗室にして使用している。関西国際空港レーダの表示と大阪空港レーダの表示は随時切換えが可能である。また、HOST 系統による表示とBRANCH 系統による表示も任意に選択が可能である。

(9) ARTS-BD

機能としては、DEDS とほぼ同じであるが、全方位がガラスで囲まれた管制塔内で使用されるため、管制塔内の明るさでも表示画面が十分に見えるような高輝度表示を実現している。また、スペースをとらないよう画面は小さくなっている。機器の本体はシステムの機器室に設置され、表示装置（入力装置を含む。）は管制塔に設置される。

4. む す び

関西広域 ARTS は、平成 6 年 7 月に運用が開始され、シ

ステム運用開始とともに多重レーダ処理機能も使用開始された。それとともに大阪空港に設置されていた従来の ARTS はその使命を終えた。なお、新東京国際空港、東京国際空港にも、ここで紹介した ARTS-C に準じた ARTS-D システムが設置され、それぞれ平成 5 年 2 月、平成 5 年 9 月から運用開始されている。

ARTS-D の ARTS-C との相違点は、多重レーダ機能が省略されていることと、TRAP がなく、その機能が HOST に吸収されていることである。整備の順序が後先になったが、まず、ARTS-C の概念が設計され、その後でそのサブセットとして ARTS-D が設計されたものである。

最後に ARTS システムの開発に当たり、終始多大な御指導をいただいた運輸省航空局及び関係各位に対してここに感謝する次第である。

空港面探知レーダ“ASDE”

富田 純* 浜津享助*
山下祐司**
若林 勝*

1. まえがき

交通の手段として航空機の利用が高まるにつれて、空港が大型化され、空港内の交通量は年々増加の傾向を示している。このような状況のもと、地面上での交通管制の重要度がますます重要視されてきている。

空港内の管制の手段として用いられる装置には、工業用テレビジョン、赤外線利用の暗視装置、埋設電磁ループ利用の位置標定装置、及びレーザ光を利用した位置標定装置を考えられる。これらはいずれも管制の補助手段として、十分有効な手段となり得るが、いずれも特定部分の監視にとどまっている。空港全体を一望できる装置は、現在でも高分解能レーダ以外にはないように思われる。

この目的に適したレーダとして、空港面探知レーダ“ASDE”(Airport Surface Detection Equipment)がある。このレーダは、既に各主要空港に配置され、第三世代目のレーダに置き換えられ、空港内での交通の安全に寄与している。第三世代の新型 ASDE は、従来の ASDE の輝度を向上するためにデジタル走査変換装置を採用した TV 表示に変更され、1989 年に成田空港に導入されたのを初めに、羽田、那覇及び関西国際空港等の主要空港に導入されている。

本稿では、新旧 ASDE の機能・性能を比較しながら新型 ASDE について述べる。

2. 新型ASDE

2.1 高分解能性

レーダの表示装置での識別能力を向上させるためには、レーダの距離、方位の分解能を共に向上させる必要がある。

(1) 方位方向の分解能向上

大型アンテナを使用し、方位方向のビーム幅を狭くする必要があるが、管制塔の上部に設置するという制約から、準ミリ波を用いてアンテナの小型化を図った。

(2) 距離分解能の向上

24GHz 帯の送信周波数を使用し、水平 0.3° のビーム幅、及び 20 ns のパルスを用いて距離方向の分解能の向上を実現している。同パルス幅を用いたことにより、小型航空機の形状識別、車両及び人等の認識も可能となった。

(3) 降雨等による減衰

準ミリ波の特性から雨、霧、もや(靄)等における最大探知距離の低下、及びクラッタと目標との分別度の低下が発生

する。この点を留意して、最大降雨 16 mm/h で有効範囲 3 km を実現する性能を目指とした。

2.2 高速データレート

空港内での離着陸時の航空機の速度は、約 200 km/h 程度と非常に速いため、極力アンテナを高速走査させてデータレートを上げて目標を連続的に捕らえるようにしなければならない。一方、アンテナの高速走査時のパルスヒットの低下は、目標探知に大きな影響を与える。したがって、1走査当たりの目標に当たるパルス数を増加する必要がある。これらを考慮して、新型 ASDE ではパルス繰返し周期 $14,000\text{ pps}$ 、アンテナ回転数 60 r/min を採用している。

2.3 高輝度表示

空港内の交通管制に際しては、管制室からの目視による管制に重点がおかれていた。したがって、夜間、雨及び霧等によって目視による確認が困難な場合を除き、ASDE は目視の補助手段として使用されることが多い。そのため、明るい管制室内で使用するにはできる限りの高輝度化を行うことが望ましい。

旧型 ASDE は、残像時間の長い CRT を使用することによって視認性を得ていたが、明るい室内での使用には制約もあり十分な輝度とはいえないかった。新型 ASDE では、デジタル走査変換装置を使用した TV 表示を行い、 150 ft-Lambert の輝度を実現した。これにより、明るい管制室でも十分な輝度を得ることができた(図1、図2 参照)。

また、走査変換をデジタル化したことによってトレール^(注1)、オフセンタ^(注2) 及びマップ^(注3) の重畠表示等の機能を付加することが可能になった。

2.4 高感度・高解像度表示

ASDE は、 24 GHz 帯の送信周波数の特性から、雨、霧及び雪等の気象条件により、空中の電波伝搬損失が無視できない。そこで、主な空港及び降雨の多い那覇空港で過去の降雨量を調査した。3年間の平均降雨量の調査結果から、降雨強度 16 mm/h 以下で空港面内を移動する航空機等の検出は必要であると判断した。その結果、同降雨量において、国内の空港全域を探知できる約 3 km の最大探知距離を得るために、送信電力等の仕様を決定した。

また、高解像度を得るため 16 インチ丸型 の高解像度 CRT

(注1) トレールとは、過去の時刻における軌跡を表示する機能である。

(注2) オフセンタとは、表示の中心位置を変更することである。

(注3) マップは、空港の外形等を示す。

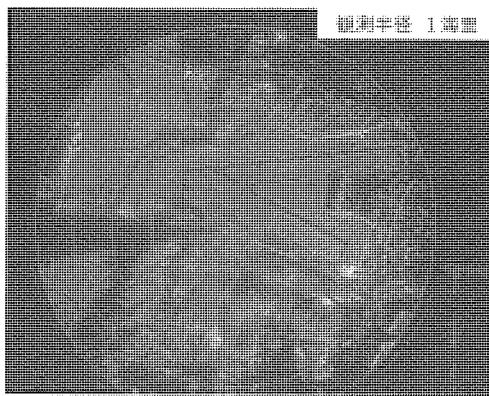


図1. コンソール型高輝度表示装置
(仙台空港全景)

を使用し、有効走査線本数を1,024本としている。その結果、0.5海里(1海里=1,852m)の位置においてレンジ方向8m又は方位方向10m離れた目標を分離して確認することが可能となった。

3. アンテナ

送信電力を効率良く放射し、目標からの反射電力を距離に関係なく一定のレベルで受信できる高分解能・高利得のアンテナを得るために、周波数は24GHz帯とし、アンテナの大きさは幅約3m、高さ0.5mとした。アンテナは、1次放射器、反射鏡、駆動部で構成される。なお、アンテナは通常、レーダーム内に収容されているが、このアンテナは全天候型であるためレーダームなしでも使用できる。

3.1 放射系

空港の地上面を監視するために、反射鏡は、縦面が狭く、横方向が広い構造とし、その比率は約1:6とした。また、管制塔上部から空港面を見下ろしたときに有利な、コセカント2乗のパターンが得られるようにしている。

使用周波数が24GHz帯であるので、鏡面精度を得るために鏡面は耐食アルミ合金を成形し、その精度は0.15mm rms以下に抑えた。

1次放射器及びその支持枠が、下向きのビームに対して遮へい(蔽)体とならないように鏡面軸より10°オフセットし、上方から放射する構造とした。また、1次放射器の前面にはFRPのホーンカバーを装着している。

レーダームなしの場合の耐風圧性は平均風速50m/s、レーダームを使用する場合は、本土仕様で平均風速75m/sまで使用が可能である。

レーダームは低損失のメタルスペースフレーム型を採用しており、透過損失を片道1.3dBに抑えている。

アンテナは、-1~-6°の角度に傾斜が可能である。

3.2 駆動系

ASDEアンテナは、管制塔屋上等に取り付けられることが多く、振動及び騒音を極力低減する必要がある。そのため、



図2. コンソール型高輝度表示装置(航空機部分拡大)

表1. アンテナ性能

項番	諸元	規格
1	周波数範囲	24.5~24.75 GHz
2	利得	45 dB以上
3	水平指向特性	2.0±0.2°
4	垂直指向特性	0.3±0.05°
5	偏波	コセカント2乗パターン 円偏波
6	回転数	60 r/min
7	ICR*	18 dB以上

注* Integrated Cancel Ratio

大小のブーリを2個組み合わせて使用することにより、レーダームなしの状態で75ホーン以下を実現している。

アンテナの方位方向の角度は、AZ軸に結合されたロータリエンコーダから4,096/回転の角度信号が出力される。

3.3 性能

表1にアンテナの性能を示す。

4. 送信機・受信機

送信機は、24.5GHzの準ミリ波をパルス発信させ、アンテナに給電して送信する。受信機は、反射物からの受信信号を增幅、検波した後ビデオ信号として表示装置に出力している。

各回路は、機能ごとにシャーシに分割されたプラグイン方式を採用し、きょう(筐)体前面からの保守の容易性を実現している。また、立体回路は、方向性結合器を組み込み、送信出力、送信周波数及び送信パルス波形等を必要時に動作監視できている。

送信機・受信機は、導波管を介してアンテナと接続される。準ミリ波は減衰量が大きいため、アンテナと送信機・受信機間の距離は最短にすることが望ましい。そのため、送信機・受信機は、管制室上部の機器室に設置し、距離約3m程度にとどめている。

また、導波管内の露結を防ぐために、導波管加压装置を用いて乾燥空気を送り込んでいる。

4.1 送信機

レーダの距離分解能を上げるためには、送信パルス幅を極力狭くする必要がある。また、目標の探知確率を上げるため

には、送信繰返し周波数を上げる必要がある。距離方向の分解能を上げるために、送信パルス幅を 20 ns としている。また、パルス増幅のスイッチング素子としてハードチューブを用いている。送信機のパルス回路が持つ浮遊容量に蓄えられる静電エネルギーは、パルス増幅管を通して放電する。この浮遊容量がマグネットロンの発振において、パルス増幅管の陽極損失を著しく増大し、極小パルス幅の実現に悪影響を及ぼす。このため、通常のパルス幅のレーダでは無視できるような部品の配置についても考慮した。パルス成形は、パルス出力管のグリッドドライブ回路で行っており、パルス成形回路として高周波同軸ケーブルを終端開放で用い、サイラトロンをスイッチする方式とした。

準ミリ波送信パルスは、送受切換器、ロータリジョイントを経て 1 次放射器から反射鏡に向かって放射され、反射信号はこの逆の経路をたどってミクサ給電される。

ミクサはショートスロット ハイブリッドを用いたバランスドミクサで、ミリ波帯で非常に低い雑音指数が得られる。

安定した送信を行うため、送信装置用電源に自動電圧調整器を用いて 200 V, 3 kVA の電源を供給している。

4.2 受信機

送信パルス幅が 20 ns と非常に短いため、受信機では 50 MHz の広帯域ビデオ帯域が必要である。したがって、IF 帯域を広くとり、IF 帯域幅とビデオ帯域幅が重なることのないよう、IF 中心周波数を 160 MHz と高く設定している。

受信機は、FTC (Fast Time Constant) 及び STC (Sensitivity Time Control) 機能を持ち、クラックや近距離からの反射を抑圧する。

局部発信周波数は 24 GHz 帯と高いが、IF 帯域幅を所要の帯域幅よりも広くすることによって、局部発信周波数の変動を補償すると同時に、AFC 回路を省略することができた。

4.3 性能

表 2 に送信機・受信機の性能を示す。

5. 表示装置

表 2. 送信機・受信機性能

項目番	諸元	規格
1	送信電力	30 kW
2	送信周波数	24.25~24.75 GHz
3	パルス幅	20 ns
4	繰返し周波数	14,000 pps
5	雑音指数	5 dB以下
6	IF 中心周波数	160 MHz
7	IF 帯域幅	120 MHz
8	ビデオ帯域幅	50 MHz
9	最小受信感度	-88 dBm (直線ビデオ/LOGビデオとも)
10	ダイナミックレンジ	25 dB以上 (直線ビデオ) 53 dB以上 (LOGビデオ)

新型 ASDE では、PPI (Plan Position Indicator) 表示装置を保守用表示装置としてのみ残し、管制室に設置する表示装置に、コンソール型高輝度表示装置を採用した。コンソール型高輝度表示装置は、高輝度及び高分解能を実現するために、走査変換装置を介したラスタスキャンの TV 表示方式を採用した。

5.1 走査変換装置

(1) 入力信号処理

受信機からのビデオ信号、トリガ信号及びアンテナ回転角度信号を入力して A/D 変換を行い、デジタルビデオ信号として処理を行う。デジタルビデオ信号は SN 比向上のために、距離方向及び方位方向の積分が行われる。

(2) デジタル信号処理

デジタル変換されたビデオ信号は、一度 $1,024 \times 1,024$ の領域を持つメモリに格納してから表示される。

表示の距離スケールは、0.5 ~ 2 海里の任意のスケールで表示することが可能であるが、デジタルビデオ信号の格納されている領域は一定である。そのため、1 画素当たりの信号数が異なることになり、このとき有効なデータが欠落することを防止するために、1 画素当たりの中で最大振幅信号を残すピークホールド処理を行う。

データ入力レート及び表示速度が高速であるため、座標変換処理に際しては、高速性を得るために 1 スイープ分のバッファメモリを 2 回路持ち、交互に書き込み・読み込み処理を行って表示メモリに格納する。また、表示メモリのアクセス単位を 2×2 画素とすることにより、アクセス回数の低減についても考慮している。

(3) 画像制御処理

視認性の向上のために、滑走路及び誘導路等の外形をワイヤフレームのデジタルマップとして、レーダエコーに重畳して表示する機能、表示の中心位置を最大 1 半径以内の任意の位置に移動して表示することが可能なオフセンタ機能、過去のビデオを最大 4 スキャン分輝度の重み付けを行い、同時に表示するトレール機能等を附加した。

また、監視上表示が不要とされる領域をマップとして格納しておき、その領域のビデオを任意の輝度で表示できるサブ

表 3. コンソール型高輝度表示装置性能

項目番	諸元	規格
1	表示分解能	$1,024 \times 1,024$
2	輝度レベル	4 ビット
3	距離スケール	0.5, 1.0, 1.25, 1.5, 1.75, 2.0 海里の選択
4	オフセンタ	1 半径以内
5	トレール機能	4 スキャンまで
6	地図表示・背景抑圧機能	合計 4 枚
7	CRT	16 インチ丸型
8	輝度	150 ft-Lambert 以上
9	有効走査線本数	1,024 本
10	グレースケール	8 段階

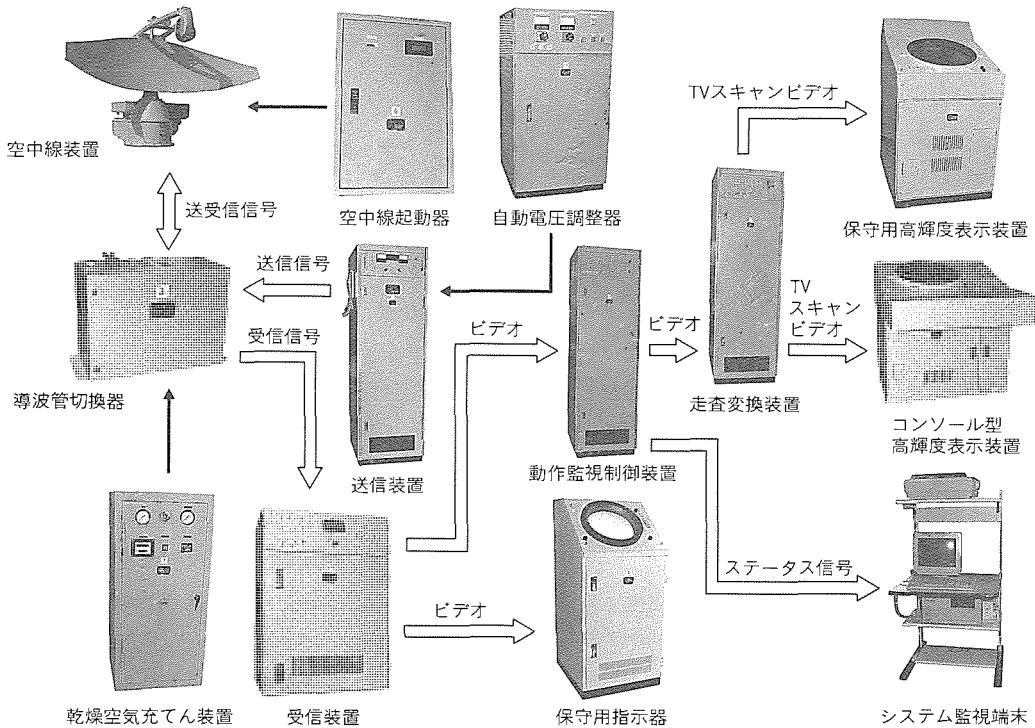


図3. 新型ASDEシステム構成

レス機能を持っている。

ディジタル処理の採用によって上記機能を実現し、処理後のレーダー信号は、最終的にD/A変換によってコンソール型高輝度表示装置に出力される。走査変換装置とコンソール型高輝度表示装置の間は同軸ケーブル使用により、最大30m、又は光ケーブル使用によって最大1,500mまで伝送することが可能である。

5.2 コンソール型高輝度表示装置

走査変換装置でディジタル処理されたビデオを16インチ丸型CRTに、高輝度表示を行う。

また、コンソール型高輝度表示装置の管制用操作盤により、オフセンタ、トレール及び表示レンジ選択、送信のON/OFF等の動作監視制御装置がある機能の一部を、遠隔から操作することができる。

5.3 保守用指示器

明るい管制塔での使用は困難であるが、受信機からのビデオを丸型12インチCRTに直接PPI表示することによって保守時に使用することが可能である。

5.4 性能

表3にコンソール型高輝度表示装置の性能を示す。

6. 動作監視制御装置

新型ASDEは、送信機・受信機及び走査変換装置を二重化して信頼性を向上させている。これらの機器の動作状況、切換え及び操作について集中管理・制御することが可能であ

る。

各装置が瞬時停電によって停止した場合、停電時間が10秒以内であれば各装置が自動的に復帰し、動作状況が動作監視制御装置で監視することが可能である。

また、羽田、関西国際空港導入のシステムでは、各装置の動作状況が遠隔地に設置したシステム監視端末に伝送され、モニタすることが可能である。図3に全体システム構成を示す。

7. むすび

新型ASDEについて、装置ごとの機能・性能を中心報告した。新型ASDEは、1989年に成田空港に導入されたのを初めに、順次各地の空港で運用に供されており、いずれも管制機器として常時活用されている。

なお、現在ASDEレーダビデオから航空機等を自動検出し、他管制装置との連接によって得られるコールサインを自動付加し、画面にシンボル表示する空港面の総合監視装置の開発を進めている。これが実現すれば、ASDEの有効性はますます向上し、空港内交通の安全確保に一層寄与するものと期待が高まっている。

参考文献

- (1) 近藤輝夫、橋本一、徳丸芳孝、飯森昌直：24GHz空港面監視用高分解能レーダ、三菱電機技報 51, No. 10, 653～656 (1977)

畠 清之*
平島弘一*
浜津享助*

空港気象ドップラーレーダーシステム

1. まえがき

空港周辺の特に低層域での離着陸時におけるガストフロント(突風前線)やマイクロバースト(下降気流現象)等による風向風速の急変(以下“ウインドシヤー”という。)が、航空機の運航に極めて重大な影響を与え、しばしば重大な事故の原因となることが指摘されている。

米国における調査によると、ウインドシヤーが原因と考えられる死亡事故が発生している。また、日本国内においても、死亡事故に至らないまでもウインドシヤーが原因と考えられる航空機事故が発生している。これらの事故の調査・解析からウインドシヤーを検出することが航空機の安全運航にとって非常に重要な要素になってきている。

このウインドシヤーを的確に観測・検出するのが空港気象ドップラーレーダーで、関西国際空港設置予定のシステムの主な特長は次のとおりである。

- (1) 主要な装置の二重化
- (2) クライストロン送信管によるコヒーレント送受信装置
- (3) 高速信号処理によるリアルタイムドップラー処理
- (4) 高分解能データによるウインドシヤー検出

(5) 検出結果のオンラインデータサービス

2. システムの構成

このシステムのシステム構成を図1に示す。このシステムの設置場所は、気象レーダ局舎と空港庁舎に大別され、前者にはレーダ電波を発射する空中線装置、レーダ電波を生成する送信装置、雨滴等からの反射波を受信する受信装置、受信信号をドップラー処理する信号処理装置、ドップラー処理された信号からウインドシヤーを検出するデータ処理装置等が設置される。後者には、検出されたウインドシヤー等を表示する表示装置等が設置される。

また、空中線装置を除く主要な装置は二重化されており、障害発生時にもシステムの停止時間が最小限となるように考慮されている。

2.1 気象レーダ局舎

(1) 空中線装置

空中線装置は、直径7mのパラボラアンテナで、レーダ電波を空中へ発射し、目標物からの反射波をとらえる。ビーム幅は0.7°以下であり、ウインドシヤーを高分解能で観測することが可能である。この装置は、直径11mのレーダー

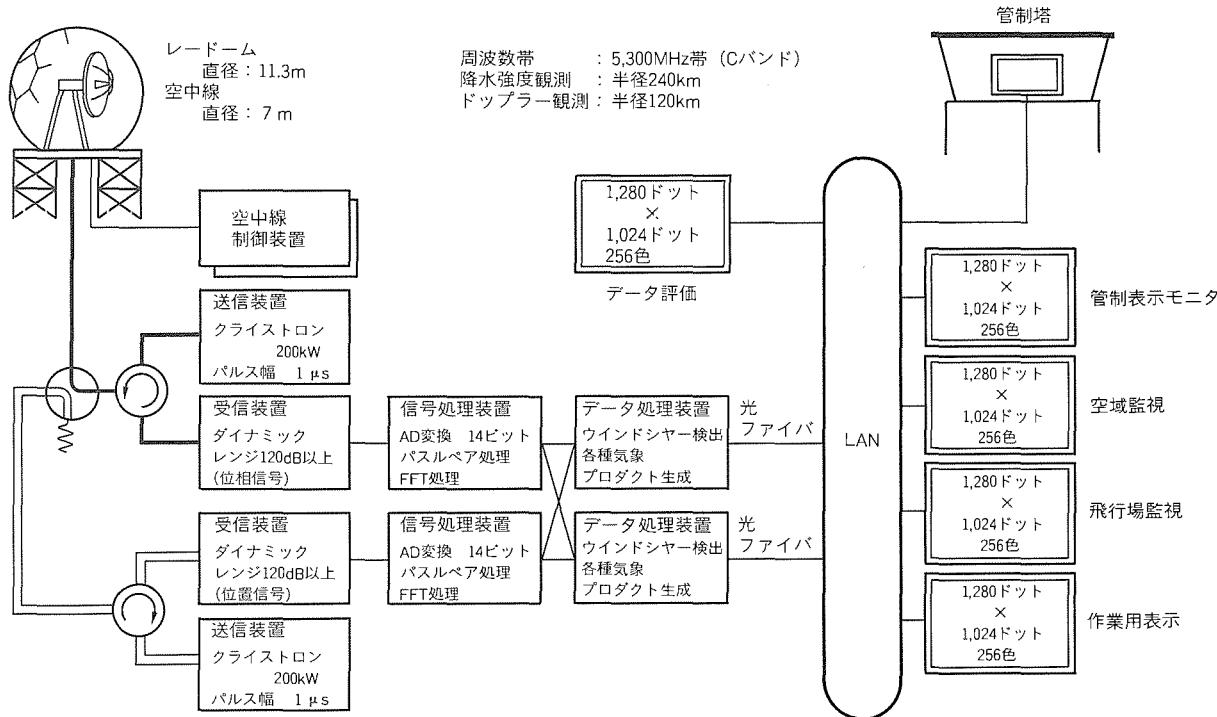


図1. システム構成

ムに収納されているので、瞬間最大風速75m/sの下でも空中線は上下左右、自在に高精度で回転・停止できる。

(2) 空中線制御装置

空中線走査を制御する装置である。プログラム制御によって空中線方位回転・仰角指令を行い、三次元走査を実現している。

(3) 送信装置

この装置は、送信管としてクライストロンを採用しており、周波数5,300MHz帯、出力200kWの送信電波を生成する。このクライストロンを採用することによって、高精度なドップラービームを行なう。

(4) 受信装置

この装置は、送信装置とともにコヒーレントな送受信系を構成している。また、ウインドシヤーのように微弱な信号を観測するために、低NF(Noise Figure)及び広ダイナミックレンジを実現している。位相検波した信号を、量子化して信号処理装置へ出力する。

(5) 信号処理装置

この装置では、受信装置からの信号を強度系及び速度系の2系統に分けて処理を行う。前者では、受信信号から地形反射波を除去した後、距離及び方位方向の一定区間にごとに平均化する。後者では、ドップラーフィルタとして従来から行われているパルススペア法に加えてFFT(Fast Fourier Trans-

form)法を選択することができる。これらの処理から、反射強度、速度及び速度幅の各データを演算して出力する。

(6) データ処理装置

この装置は、信号処理装置から入力された各データに基づき、ウインドシヤーを検出する。また、その他の各種表示データを生成し、通信制御装置へ出力する。

2.2 空港 庁舎

(1) 通信制御装置

この装置は、データ処理装置からの各種データを受信し、各表示装置へ配信する。また、LANを経由して広くデータ配信を行うことも可能である。

(2) 表示装置

表示装置は、その目的によって5台設置され、データ処理装置によって生成された各種プロダクトを表示する。各表示装置は、高分解能ディスプレイを備え、マウスによる簡単な操作によって必要なデータを呼び出すことが可能である。

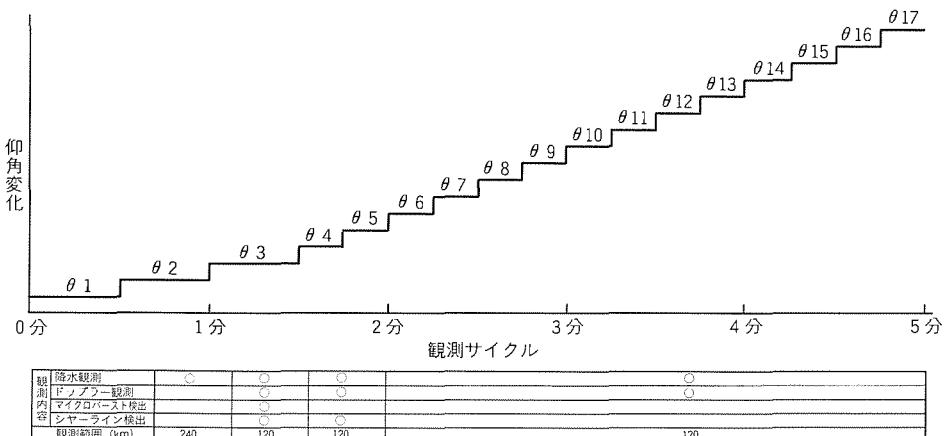
3. システムの動作

3.1 観測モードと空中線走査制御

このシステムの観測モードには空域モードと飛行場モードの2種類があり、気象状況によっていずれかのモードが自動的に選択される。

(1) 空域モード

- 空域モード**
- 空港周辺域に低層ウインドシヤーの発生を予想させる気象じょう(擾)乱が存在しないときの運用モード
 - 気象擾乱の発生が予想されるときは、自動的に飛行場モードに切り換わる。



- 飛行場モード**
- 空港周辺域に低層ウインドシヤーが存在するか、又は到達することが予想されるときの運用モード
 - 上記の気象擾乱がなくなれば、自動的に空域モードに切り換わる。

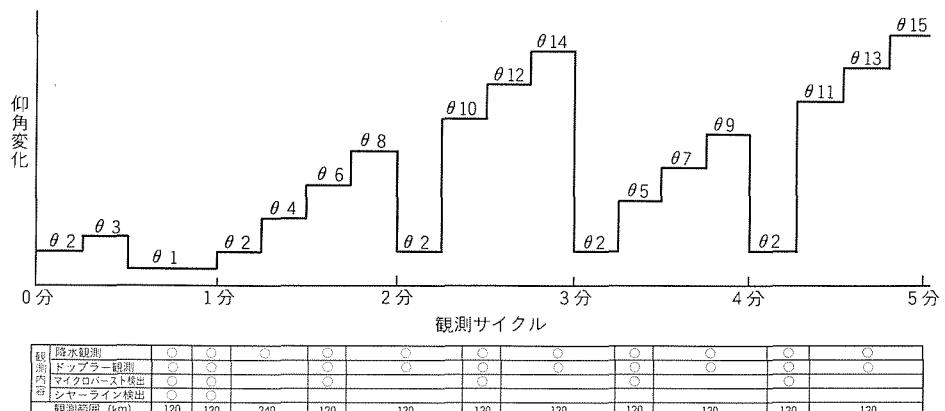


図2. アンテナ走査シーケンス

空域モードは、空港周辺の天候が平穏であり、航空機に対して特に影響がないと考えられる場合に選択されるモードである。アンテナ走査シーケンスを図2に示す。

空域モードでは、空中線の仰角を約25°程度まで走査することによって空港周辺の三次元的な気象データを5分サイクルで観測する。低仰角での走査は、マイクロバースト、ガストフロントを検出することを主目的とし、高仰角での走査はそれらの兆候を検出することを目的とする。

空域モードで運用中に上記のようなウインドシヤーが検出されると、システムは自動的に次に述べる飛行場モードへ移行する。

(2) 飛行場モード

飛行場モードは、空港周辺に積乱雲等何らかの気象現象が発生し、航空機に対して影響があると考えられる場合にウインドシヤーを検出するモードである。

飛行場モードでは、空中線の仰角を約60°程度まで走査し、空域モードに比較して空港の近傍をより詳細に観測する。1分ごとの低仰角観測によってウインドシヤー検出を行い、さらに2.5分ごとに高仰角観測を行いウインドシヤーの兆候を検出する。

3.2 コヒーレント送受信装置によるドップラー観測

ウインドシヤーを検出するためには、風速を検出する必要がある。この風速を検出するためにドップラー観測を行う。ここで、1m/s程度のウインドシヤーを精度良く検出するためには、高精度なドップラー観測を行わねばならない。このため、送受信装置では 10^{-9} 程度の高い周波数安定度が必要となる。以上のことからこのシステムでは、クライストロンを用いたコヒーレント送受信装置を採用している。

3.3 信号処理アルゴリズム

信号処理装置では、受信装置から入力した受信信号を以下のアルゴリズムに従って処理し、速度、速度幅及び強度を出力する。

3.3.1 混信除去処理

このシステムの周辺に同周波数帯のレーダが設置されているときは、混信対策が重要な課題である。この処理では、両者が非同期であることを利用した方法又はFFT法によってスペクトラム上で他レーダ等からの混信を除去する方法を選択することが可能である。

3.3.2 クラッタ除去

レーダ近傍の地面、海面等からの反射波はクラッタ成分となって風のドップラー信号に影響を与える。これに対処するため、非コヒーレント MTI (Moving Target Indicator) フィルタによる除去処理又はFFT法によってグランドクラッタ成分を除去する処理を選択することが可能である。

3.3.3 2次エコー除去

このシステムにおいてドップラー観測を行うために、送信繰返し周波数を約1,200 Hzとしている。このため、最大観

測距離は約125 kmとなり、気象状況によっては2次エコーが混入するおそれがある。この装置では2次エコーが混入した場合、以下の2方法から選択してこれを除去することが可能である。

(1) 二重PRF (Pulse Repetition Frequency) 法

2種類の送信繰返し周波数を送信ごとに切り換えることによって、2次エコーが出現する位置が変化する。これを利用して2次エコーの除去を行う。

(2) 送信パルス位相法

送信パルスごとの位相の相違を利用して2次エコーの除去を行う。

3.3.4 速度、速度幅検出

この装置では、速度及び速度幅の検出にパルススペア法とFFT法を選択できる。

(1) パルススペア法

パルススペア法は、従来気象レーダのドップラー速度検出によく用いられた処理方法である。信号の自己相関を利用して速度及び速度幅を計算する。

(2) FFT法

受信信号をリアルタイムにFFT処理を行い、パワースペクトラムを演算する。得られたパワースペクトラムから速度及び速度幅を検出する。

(3) 速度折返し補正

通常、この周波数帯のドップラーレーダで観測可能な最大風速は土約16 m/sである。しかし、台風等を考慮すると風速±40 m/s程度の測風範囲が必要となる。このため、信号処理装置ではパルススペア法又はFFT法によって得られた速度データを折返し補正等によって拡張し、40 m/s以上の観測範囲を確保している。

3.4 データ処理アルゴリズム

データ処理装置は、信号処理装置から得られた速度、速度幅及び強度データを用いてウインドシヤー検出、降水量演算等を行う。図3にデータ処理の全体図を示す。

(1) ウインドシヤー検出⁽¹⁾

得られた速度データからガストフロント及びマイクロバーストが発生している可能性のある領域を検出し、出力する。

(2) 降水強度算出

得られた強度データを降水強度に変換し、出力する。

(3) 三次元データ演算

空中線の三次元走査によって得られた各仰角ごとのデータから、CAPPI (Constant Altitude PPI (Plan-Position Indicator)) 変換を行い、三次元データを作成する。

(4) その他

上記のほかにエコー頂高度、風の鉛直分布、速度シヤー(速度の変化度)等の各種データを生成し、通信制御装置に出力する。

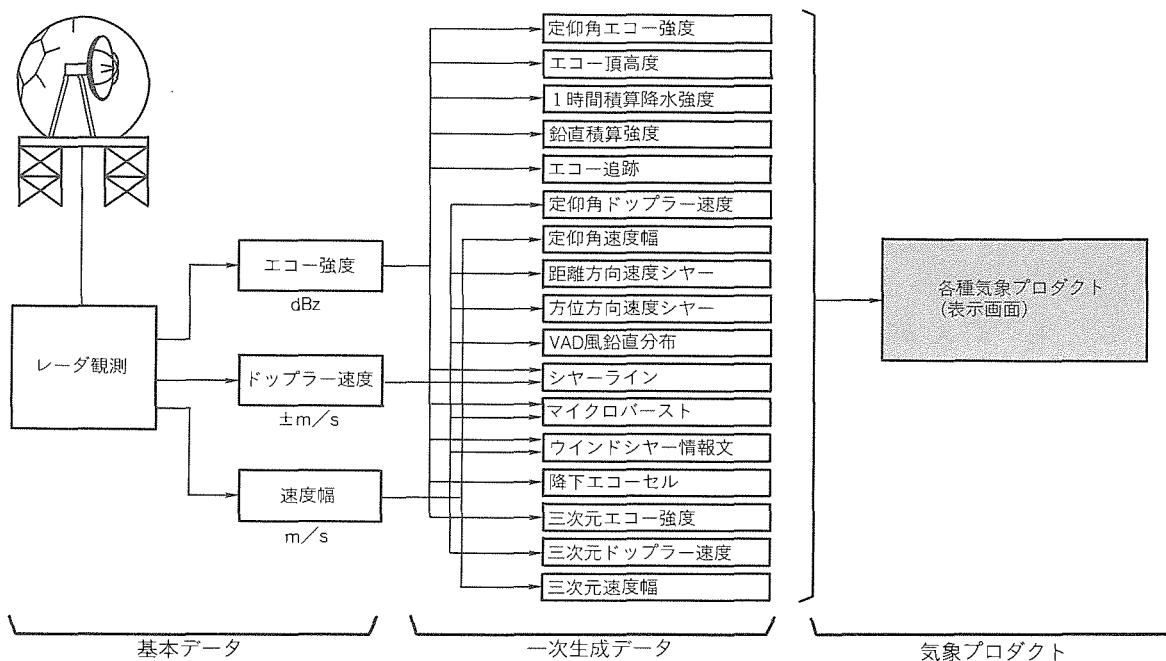


図3. データ処理全体図

4. 観測結果の表示

データ処理装置で生成された画像データは、通信制御装置を介して各表示装置に伝送される。各表示装置はこのデータをオペレータの操作に基づいて表示する。

(1) データ表示

表示画面は、データ表示部と操作部に分けられる。データ表示部は 200×200 メッシュで構成されており、最新のデータが常時表示される。

(2) 操作

操作は、画面上に表示されている操作ボタンをマウスによって選択することで行い、表示データの選択、背景の地図の選択、蓄積データの再生制御等を行う。

(3) データ蓄積

各表示装置は、表示データを最大2日分蓄積することが可能である。オペレータは、マウス操作によって蓄積データの任意のデータを表示させることが可能である。

(4) その他

画面データをプリンタに印字する機能、蓄積データを磁気テープに記録する機能等を備えている。

5. 仕様

表1に主な仕様を示す。なお、これらの仕様は計画段階のものであり、最終的には変更することがある。

表1. 主な仕様

装置	項目	仕様	備考
空中線装置	アンテナ径 ビーム幅 アンテナ利得	直径7m以上 0.7°以下 47dB以上	円形パラボラ
空中線制御装置	水平回転 仰角制御	2, 4 r/min -2~90°	
送信装置	送信周波数 送信出力 送信パルス幅	5,300MHz帯 200kW 1 μs	
受信装置	最小受信感度 ダイナミックレンジ	-110dBm以下 100dB以上 120dB以上	強度信号位相信号
信号処理装置	速度検出 距離分解能 方位分解能	パルスベア法, FFT法 150m 0.7°	
データ処理装置	出力データ	速度、速度幅、 雨量強度、 ウインドシヤー等	
表示装置	表示データ	速度、速度幅、 雨量強度、 ウインドシヤー等	

6. むすび

この装置は、平成7年2月に関西国際空港に据え付けられる予定で、現在最終調整の段階にある。設計に当たり気象庁の関係各位に多くの御助言と御指導をいただいた。据付け後の平成7年度はシステムの評価が行われる予定である。

参考文献

- 畠 清之, 浜津享助, 徳丸芳孝, 郡山康一: ウィンドシアの検出; 電子情報通信学会技術研究報告, 92, No. 170, 7 (1992)

航空機駐機位置表示装置 —航空機地上誘導表示システム—

芹沢一彦*
加藤寿伸*
長島孝司*

1. まえがき

空港に着陸した航空機は、地上に描かれた走行中心線に沿って駐機スポットに進入し、あらかじめ決められた位置に停止することが要求される。これは、空港内の設備及び他の航空機との接触を避けるための安全上の理由、並びにボーディングブリッジ及び航空機に必要な電力、燃料、水等の供給設備との接続を迅速かつ容易に行うためのサービス上の理由による。

しかしながら、航空機のパイロット席からの視野は狭く、パイロットは航空機の位置を正確に掌握することができないため、マーシャラーと呼ばれる地上作業員の誘導又は駐機位置表示装置の誘導表示に従って航空機を操縦し、航空機を停止させている。

マーシャラーによる誘導は、マーシャラーが走行中心線と航空機の前輪位置の差を見て、航空機の旋回、減速、停止などを手信号でパイロットに与える方式であり、手信号の表現に個人差が生じる、夜間及び低視程時はパイロットからの視認性が劣るなどの問題がある。一方、駐機位置表示装置による誘導は、方位ガイダンス、停止位置ガイダンスのいずれか又は両方を視覚情報としてパイロットに与える方式である。

国際民間航空条約 (ICAO) 第14付属書には、“視覚ドッキング誘導システム (VDGS)”の名称で、駐機位置表示装置の適用や特性が規定されているが、種々実用化された現行の装置では ICAO の規定をすべて満足するものは存在しない。

また、国内外の現行の装置を調査し、比較評価した結果報告⁽¹⁾では、パイロット側からのパイロットの視線位置による影響の少ないと、左右操縦席から使用できること、悪天候時及び昼夜で見え方が変わらないこと、表示方式の統一化などが指摘されている。また、設置・保守側からは、施工性、操作性、誘導精度、拡張性などに優れた装置の出現を求める声が強くなる。

当社では、平成4年度から新東京国際空港公団と共に、現行の装置に代わる ICAO の規定を満足する駐機位置表示装置（以下“本装置”という。）を開発してきた⁽²⁾。本装置は、高解像度 TV カメラで航空機をとらえ、最新の画像処理技術を駆使して、航空機の位置を精度良く算出し、その結果を誘導情報として見やすく表示するものである。本稿では、平成5年度に開発を終えた実用評価機について、装置の構成・特長、誘導処理の概要、誘導情報の表示例等を紹介する。

2. 駐機位置表示装置

2.1 構 成

本装置は、①航空機を映像としてとらえる TV カメラ部、②画像処理によって航空機の位置を算出する信号処理部、③航空機誘導情報を表示する表示部からなる。本装置の構成を図1に示す。

2.1.1 TVカメラ部

TV カメラ部は、駐機位置から 50m 以上の距離で航空機の進入を検出し、航空機の位置を高精度にとらえて信号処理部へ出力するために、高解像度 TV カメラ及びレンズを屋外設置用のきょう（筐）体に収納したもので、航空機の走行中心線の延長線上で、かつ航空機の前輪が誘導範囲にわたって見通せる高さの空港ターミナルビル壁面に取り付けられる。

高解像度 TV カメラは、有効画素数水平 1,500 × 垂直 750 (画素) の CCD カメラで、映像の奥行き方向の精度を確保するためには水平に対して 90° 傾けて取り付けている。また、レンズはズームレンズを採用し、カメラの設置高さ及びカメラから停止線までの距離が設置スポットごとに異なる場合においても、ズームを調整することにより、航空機を映像でとらえる範囲を同等にしている。

2.1.2 信号処理部

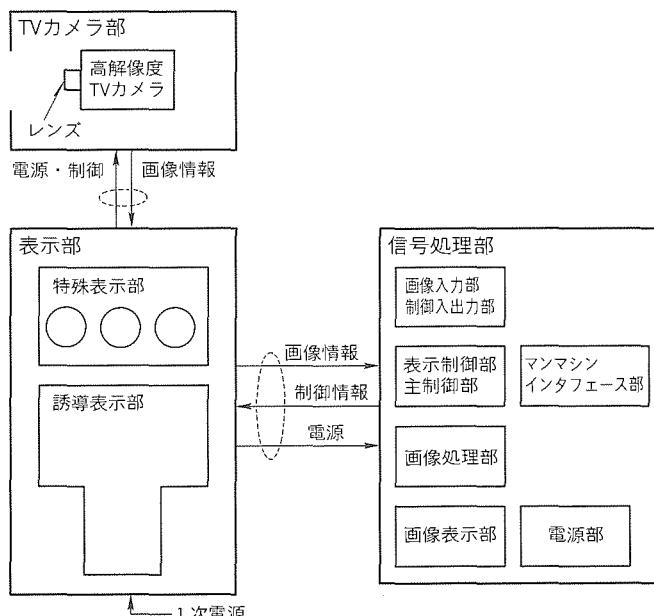


図1. 駐機位置表示装置の構成

信号処理部は本装置の心臓部に当たり、複数の高性能マイクロプロセッサと専用のハードウェアでTVカメラ部から入力したアナログ映像信号をデジタル変換した後、高速で画像処理して航空機の位置を求め、その結果を表示部に出力する。なお、信号処理部は屋外設置用の筐体に収納し、ボーディングブリッジ周辺で地上作業員が操作でき、かつ表示部の表示が確認できる位置に設置される。

2.1.3 表示部

表示部は、信号処理部から入力した機種ガイダンス、距離ガイダンス及び方位ガイダンスを表示して、これらの情報をパイロットに提供する。

表示部は、誘導表示部及び特殊表示部で構成し、これらを屋外設置用の筐体に収納したもので、航空機の走行中心線の延長線上、かつパイロットから見やすい高さの空港ターミナルビル壁面に取り付けられる。なお、通常はTVカメラ部と表示部は一体化した形で構成しており、TVカメラ部と一体化した表示部の外観を図2に示す。

誘導表示部は、マトリックス状に配置した高輝度マルチカラーLEDと、中央縦に配置したセンターライン灯及びセンターライン灯の下部左右に配置した進行方向指示灯から構成し、信号処理部からの表示情報により、高輝度マルチカラーLEDは英数字及びシンボルを赤又は黄色で、センターライン灯は誘導中心線に相当するセンターラインを緑色で、進行方向指示灯は航空機の進行方向を黄色の矢印でそれぞれ表示する。

特殊表示部は、停止灯(赤色電灯2灯)及び上向きの矢印の形をした進行灯(緑色電灯1灯)で構成し、信号処理部からの表示情報により、各々を定常光又は明滅表示する。

なお、誘導表示部の進行方向指示灯及び特殊表示部の進行灯は、誘導中心線からの左右偏差値、及び駐機位置までの残距離に応じて点滅スピードを変化して、補助的に誘導情報を表示する。

2.2 特長

現行の駐機位置表示装置と比較すると、本装置は次の特長を持っている。

(1) パイロットの位置に影響されない

現行の装置には、構成が単純であるため、パイロットの視差を利用したものが多くのあるが、これらは、表示精度を保つために、パイロットが左側の正パイロット席に座り、かつ目を所定の位置に保たねばならない制約がある。

したがって、機体のサイズが大きく異なる航空機に対しては、別の装置を設置する必要がある。また、同じ航空機でも搭載質量の違いによって機体の高さ、すなわちパイロットの目の高さが変わると停止位置情報に大きな誤差が生じる問題がある。

本装置は、マーシャラーと同様に航空機の前輪の位置をもとに前方の表示部に航空機の位置を表示して誘導するものであり、左右いずれのパイロットからでも利用できるとともに、

パイロットの目の位置及び航空機の状態に対して一切制約がない。

(2) 地下埋設物がない

パイロットの視差を利用する装置は、(1)で述べたように多くの欠点があるため、現行の装置の中には、駐機位置までの距離を、駐機スポットの地下に埋設したループコイルによって求めるタイプのものがある。しかしながら、このタイプの装置は、距離精度がループコイルの間隔で決まるため、実用に供するには相当数のループコイルが必要となり、保守・整備性及び施工性に問題がある。

本装置は、地上設置のみの単純な構成であり、地下埋設物を必要としないため、保守・整備性及び施工性に優れている。特に、稼働中の空港に設置する場合は、駐機スポットの利用を妨げることなく、工事を行うことができる。

(3) 低視程時でも表示が見やすい

本装置の表示部は、表示部分が高さ約2m、幅約1.3mと大きく、高輝度マルチカラーLEDを用いて、英数字及びシンボルで見やすく表示しているため、昼夜を問わず遠方からの視認性に優れている。

特に、表示部の進行方向指示灯及び進行灯は、輝度が大きく、補助的に誘導情報を表示することができるため、太陽光が直接表示部に当たっている場合や低視程時などLEDの表示コントラストが低下した場合に有効なものとなる。

(4) 各種の航空機への対応が容易

本装置は、航空機の誘導情報を求めるのに必要な機種ごとの駐機位置、前輪の大きさなどは、信号処理部のマイクロプロセッサで管理しており、新しい機種に対しても、その機種の情報を追加すれば容易に対応が可能である。

(5) 拡張性に優れる

本装置は、内部に計算機インターフェースを備えており、将来的拡張時に他の空港管理システムと連接することも可能で、より安全で合理的な空港システムの一部として機能させることもできる。

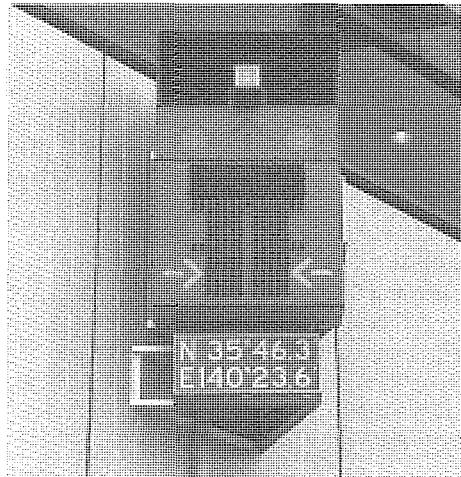


図2. 表示部の外観

2.3 機能及び性能

本装置の主要機能・性能を表1に示す。

3. 誘導処理の概要

3.1 処理の流れ

航空機誘導情報表示のための処理の流れを図3に、処理の流れを以下に説明する。

- (1) 地上作業員がこれからスポットに進入してくる航空機の機種設定を行った後、誘導処理開始の操作をする。
- (2) 信号処理部は、TVカメラから出力される映像を取り込み、デジタル画像に変換した後、画像の中の航空機の有無を画像処理によって判定する。
- (3) 航空機が検出された場合は、さらに画像の中から航空機の前輪を画像処理によって抽出する。
- (4) 抽出した前輪の画像上の位置から幾何学的に走行中心線からの左右偏差及び停止位置までの残距離を算出する。
- (5) 算出した結果を信号処理部から表示部に伝送する。なお、残距離は、映像を入力してからその結果を表示するまでの時間遅れによる移動距離をディジタルフィルタ処理によって予測し、補正する。
- (6) 表示部は、信号処理部から受信した情報に基づいて、あらかじめ決められたパターンの誘導情報を表示する。
- (7) 航空機が駐機位置に至るまで(3)～(6)の処理を繰り返す。

3.2 操作

本装置は、地上作業員とのマンマシンインターフェースを信号処理部の前面に備えており、次の操作を実施する。

- (1) 電源の入り切り／機種設定／スポット使用可

電源を投入し、誘導する航空機の機種設定を行った後、スポット使用可(誘導処理開始)とする。後は自動的に誘導情

報が表示されるため、地上作業員は航空機が駐機位置に到達するまで待つだけでよい。

- (2) チョックオン(CHOCK ON)

航空機の前輪に輪止めが装着されたことを、パイロットに知らせるための表示であり、スイッチを押すと表示部に“CHOK”を表示する。

- (3) 緊急停止

航空機誘導中に航空機を緊急停止させる事態が発生したことをパイロットに知らせるための操作であり、スイッチを押すと表示部に“STOP”及び停止灯を明滅表示する。

4. 誘導表示例

誘導情報の表示例を図4に、表示例の説明を以下に示す。

- (1) スポット使用可の操作が行われると、航空機の機種を英数字で表示し、上部の特殊表示部中央の進行灯(緑色の上向き矢印電灯)が点灯して、航空機進入の待機状態となる。

パイロットは、表示されている機種を確認する。

- (2) TVカメラが航空機を映像でとらえると誘導処理を開始し、進行灯が明滅するとともに機種表示に加えて方位ガイダンスを表示する。航空機が走行中心線上でない場合には左右偏差を表す縦1列のLEDを点灯し(端では赤色、それ以外では黄色)、同時に左又は右への移動を指示する黄色の矢印の進行方向指示灯を明滅する。また、走行中心線を示す緑色のセンターライン灯が点灯する。

パイロットは、方位ガイダンスに従い、航空機を走行中心線上に載せるように操縦する。

- (3) 航空機の駐機位置までの残距離が30m以下になると、距離ガイダンスが表示される。航空機の機種の代わりに残距離が数値表示され、同時に表示部下部に現在の航空機の位置を表す横2列(距離30mでは1列)のLEDを黄色に点灯す

表1. 駐機位置表示装置の仕様

項目	機能・性能
駐機表示対象範囲	
(1) 左右偏差表示	停止線より50m以上の区間
(2) 残距離表示	停止線より30mの区間
航空機位置検出精度	
(1) 停止位置	±25cm以内(前後左右方向とも)
(2) 走行経路上	±(25cm+残距離×3%)以内(左右方向) ±(25cm+残距離×1%)以内(前後方向)
TVカメラ部	
(1) TVカメラタイプ	CCDモノクロ
(2) 有効画素数	1,500×750(ドット)
(3) 出力ビデオ信号	1V _{p-p} (複合同期信号含む。), 75Ω
(4) フレーム周波数	20Hz, ノンインターレース
信号処理部	
(1) CPU	i80960, 33MHz(RISCタイプ)
(2) 表示部との通信	RS-422A, 双方向
(3) 外部との通信	(将来拡張可能)
表示部	
(1) 表示サイズ	約1.3×2.0(m)
(2) 構成	高輝度マルチカラーLEDと電灯のハイブリッド構成

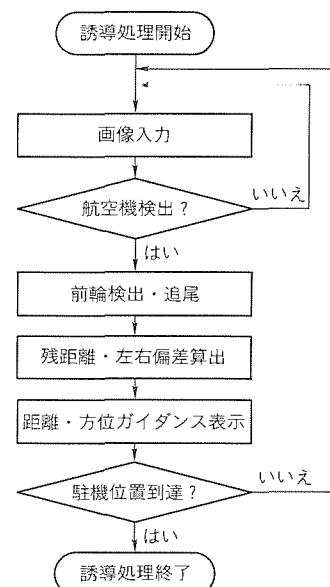


図3. 誘導処理の流れ

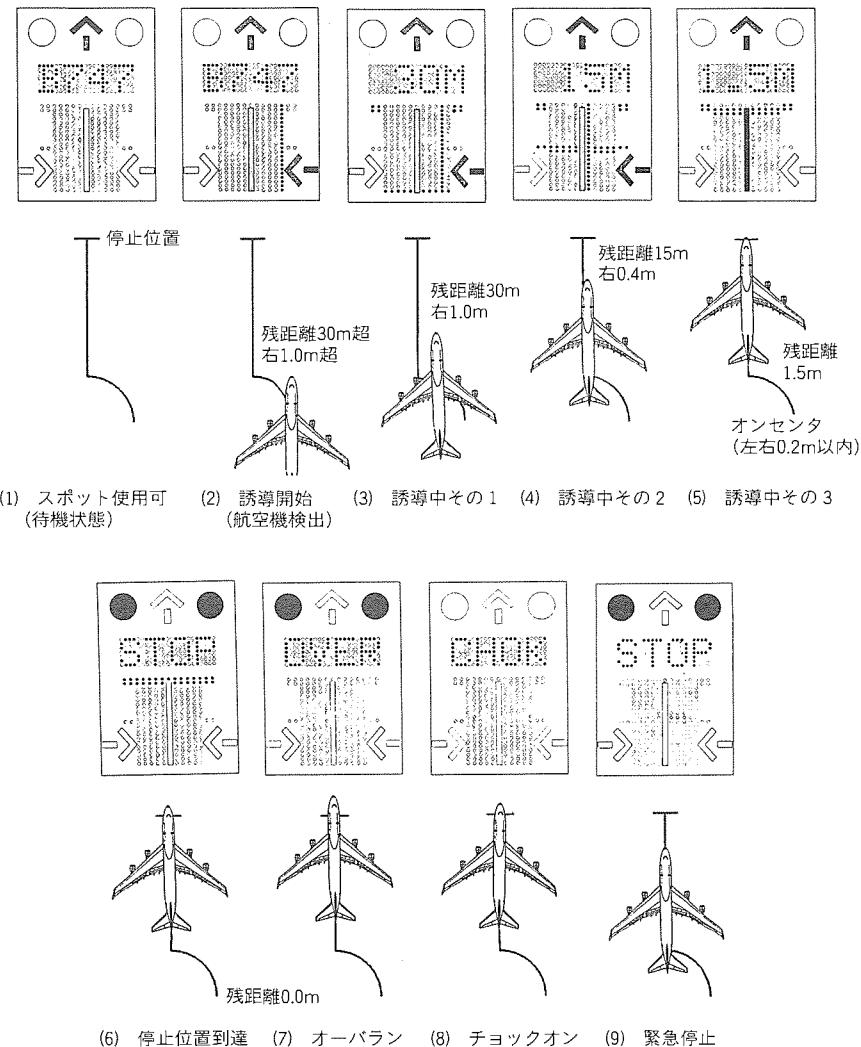


図4. 誘導表示例

る。

(4) 航空機の走行中心線からの左右偏差が小さくなるに従い縦1列のLEDを中心部に近付け、進行方向指示灯の明滅速度を遅くする。また、駆機位置までの残距離が小さくなるに従って横2列のLEDを上へ移動し、進行灯の明滅速度を遅くする。

パイロットは、距離ガイドンスを参考に航空機を減速させる。

(5) 航空機が走行中心線上になると縦1列のLEDと進行方向指示灯は消灯し、センターライン灯をより明るく点灯する。

(6) 航空機が停止位置に到達すると、“STOP”と表示し、上部の特殊表示部の進行灯は消灯して、代わりに停止灯(赤色電灯)を点灯する。このとき横2列のLEDも赤色とする。

パイロットは、航空機を停止させる。

(7) 航空機が停止位置を1m以上超えた場合には“OVER”と表示し、停止灯は点灯したままとする。

5. むすび

1台のTVカメラを活用し、画像情報によって航空機を

誘導する駆機位置表示装置について紹介した。本装置は、平成6年3月に新東京国際空港(成田空港)第2ターミナルに3セットを設置しており、平成6年度中に運用評価を完了する予定である。

今後は、画像処理や電波を活用した総合的な航空機地上誘導システムなど応用分野が開けてくることを期待したい。

最後に、表示方式、運用方法など、この開発に御助言・御指導いただいたエプロン区域航空灯火特別研究委員会の各位に深く感謝する。

参考文献

- (1) (社)照明学会、駆機位置表示装置調査特別研究委員会：航空機駆機位置表示装置に関する調査研究報告書 (1985)
- (2) (社)照明学会、エプロン区域航空灯火特別研究委員会：エプロン区域航空灯火に関する調査報告書 (1993)

運輸省東京航空局納め東京国際空港 ランプパス管理システム

早川裕治* 若宮正洋*
穂本正晴** 浅沼裕司†
古殿 嵐*** 大草雅彦†

1. まえがき

近年の航空行政では、高速輸送の需要増による運航路線の拡張及び運航回数の増加に合わせて、公共輸送としての安全運航の追求が、従来にも増して要求されている。この安全運航の追求において、従来の航空機運航の安全確保の視点に加えて、空港の制限区域^(注1)内のランプパス等^(注2)の発行・管理に関しても、保安上の観点を考慮した業務の実施が重要となっている。

このような状況において、三菱電機(株)は運輸省東京航空局から東京空港事務所向けランプパス管理システムを受注し、平成5年9月27日、東京国際空港(羽田空港)第2期沖合い展開完成に合わせて運用を開始した。

本稿は、“ランプパス管理システム”的目的、構成及び特長等を示し、運輸省東京航空局の安全運航を重視した業務推進の一環を紹介するものである。

2. システム導入の目的

このシステムは、ランプパス発行管理関連業務に対し、以下の改善を図る目的で導入した。

(1) 業務の効率向上及び質的改善

従来、手作業で行われていたランプパス等の発行・管理業務のうち、データ入力、パス作成、データ管理等の作業のEDP化を図り業務の効率向上と質的改善を図る。

(2) 情報の一元管理及び高セキュリティ性の確保

制限区域の立入者・車両運転許可・車両にかかる情報を一元管理し、更新や情報点検等、業務効率の向上を図る。

ランプパスは、顔写真を磁気カードに直接カラー印刷し、磁気データを特殊処理して磁気ストライプに書き込むことで、偽造改ざんを困難とし、高セキュリティ性を確保する。

(3) パス発行の迅速性及び正確性の確保

ランプパス等の迅速かつ正確な発行管理体制を確保し、速やかな発行を可能とする。

また、申請受付から発行・管理と一連の業務形態のシス

(注1) 制限区域

空港内で航空機等の安全を守るために、航空法上立入りを制限されている区域のこと。

(注2) ランプパス等

制限区域に立ち入る際必携となる立入承認証(ランプパス)、制限区域内での車両を運転する際必携となる車両運転許可証及び制限区域内で使用する車両に必要となる車両使用承認証のこと。

ム化により、迅速な対応など利用者に対するサービスの改善も図る。

3. 業務フローとランプパス作成工程選定

(1) 業務フロー

図1に業務フローイメージを示す。

(2) ランプパス作成工程選定

一般的なカード作成工程とカード素材は、図2及び表1のように分類比較される。

このシステムでは、作業の効率性、ランプパスの品質性、セキュリティの観点から作成工程に方法1を採用し、カードの素材は塩ビカード(JIS規格)とする。

4. システム構成

図3にシステム構成、表2にシステム構成機器の機能・仕様を示す。このシステムは、“ランプパス管理席”と“ランプパス発行席”的二つの席によって構成する。

4.1 ランプパス管理席

システムの維持・運用を行うシステム管理者、ランプパスの審査・登録・発行・管理業務において責任を負う業務管理者を対象とする。この管理席は、“ランプパス管理用ワークステーション”によって構築し、データベース管理により、業務管理上のデータ照会・検索が可能となる。機器構成は、障害時又は繁忙時に相互利用できるよう“ランプパス作成用ワークステーション”と同一構成とする。

4.2 ランプパス発行席

ランプパス等のデータ入力・作成を行う発行業務担当者を対象とする。この発行席は、“ランプパス作成用ワークステーション”“ランプパス作成用サブワークステーション”及び“データエントリ用ワークステーション”で構築する。

(1) ランプパス作成用ワークステーション

次の機器を制御し、ランプパス等を発行する。

(a) キーボード

文字データを入力する。

(b) カラーメモリーリーダ

顔画像を写真から入力する。

(c) カードプリンタ

JIS II型磁気ストライプカードに氏名、所属等の文字データ及びフルカラーの顔写真を印刷し、磁気データをエンコードする。

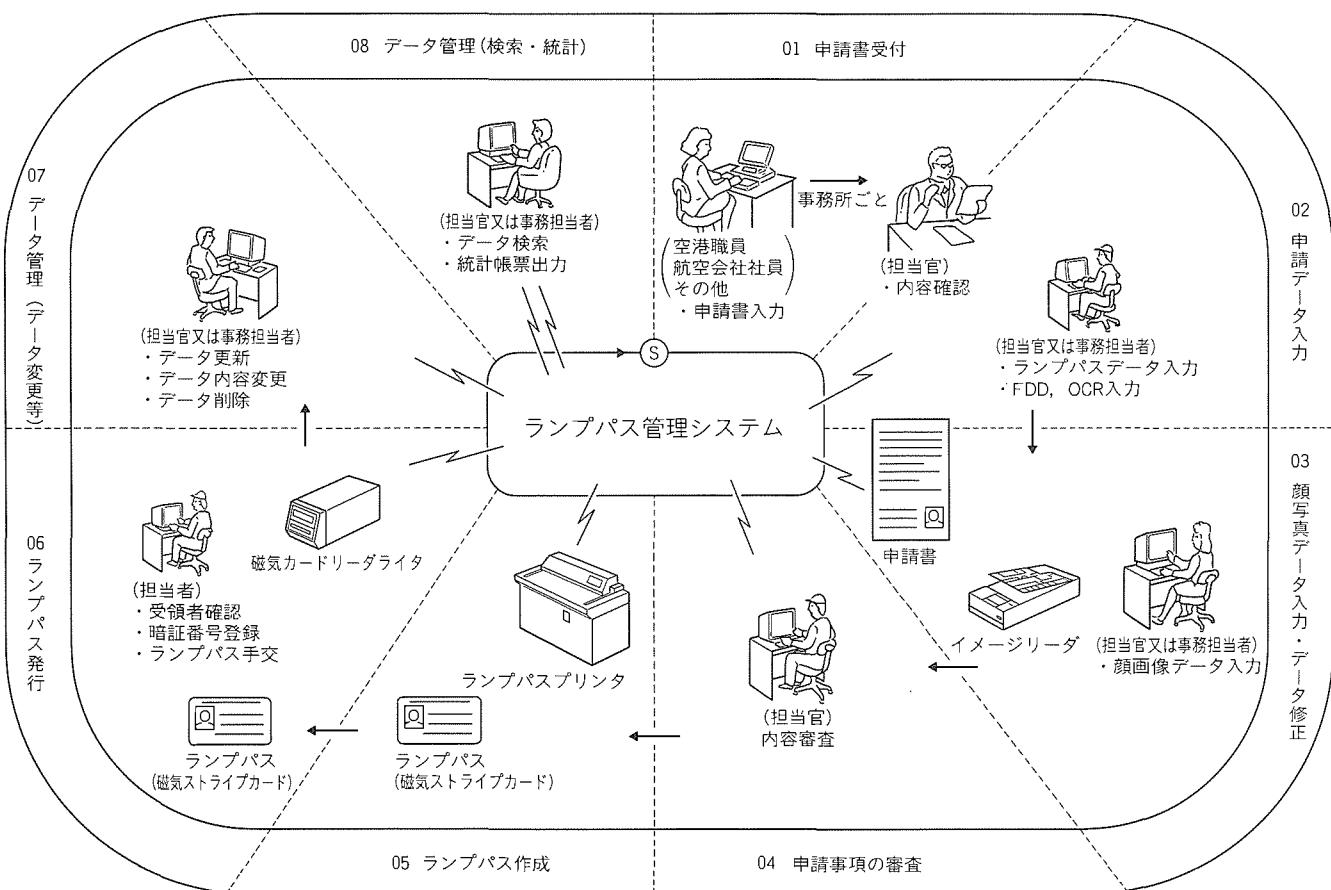


図1. ランプパス発行・管理イメージ

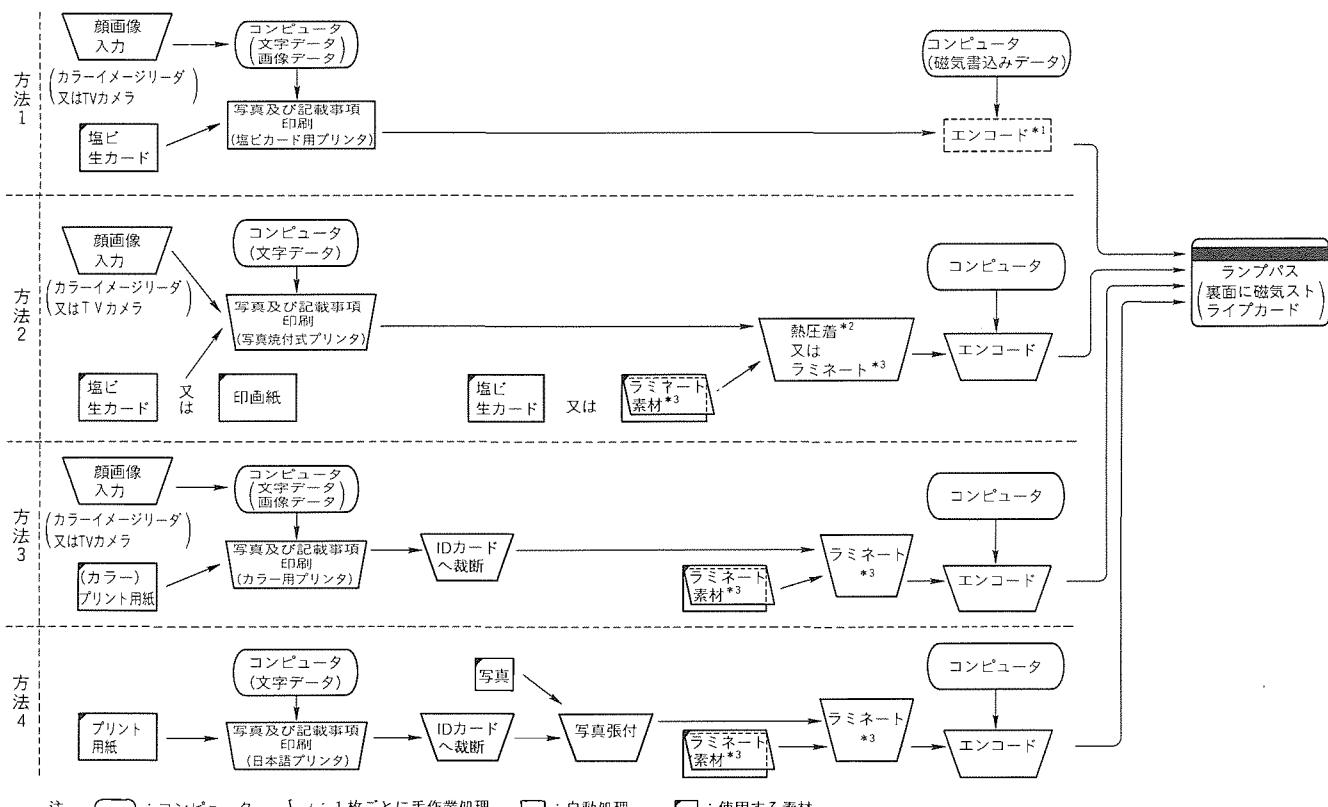


図2. ランプパス作成処理工程の比較

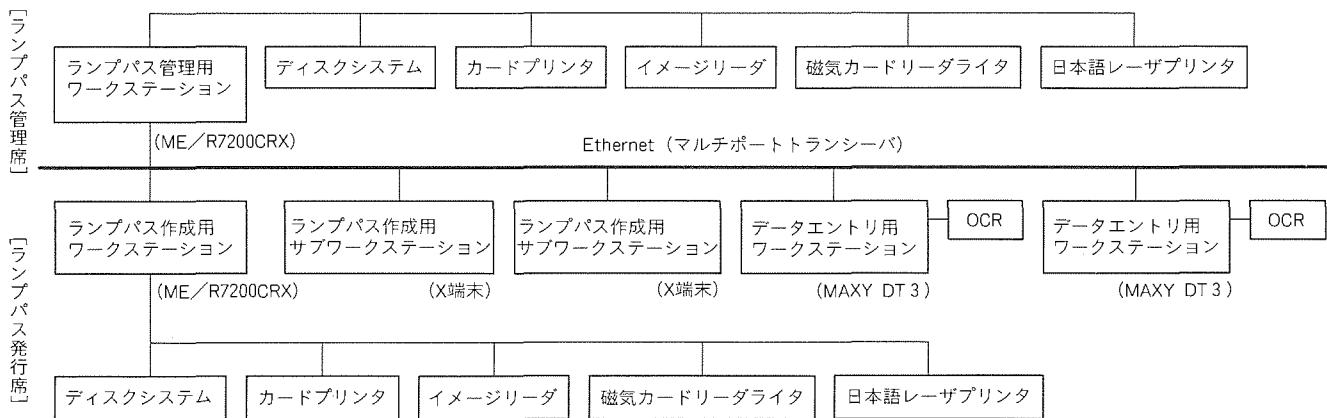


図3. ランプパス管理システムのシステム構成

表1. ランプパス作成処理工程の比較

方法	概要	特長
1	塩ビカード用プリンタ利用案	<ul style="list-style-type: none"> ● JIS規格サイズの塩化ビニル素材に、顔写真及び文字情報を直接印刷する。 ● カラー写真の退色防止用フィルムの張付、磁気データの書込みも同時に見える。 ● データを蓄積しておき、一括して自動処理が可能である。
2	写真焼付式プリンタ利用案	<ul style="list-style-type: none"> ● 塩ビの薄膜シート又は印画紙に写真及び文字情報を同時に焼付けする。 ● カード化のため、熱圧着、ラミネート等加工を要する。ラミネートでカード化した場合、はがれやすいのが問題である。
3	カラープリンタ(又はビデオプリンタ)利用案	<ul style="list-style-type: none"> ● 標準のカラープリンタ又はビデオプリンタを用いて印刷を行い、裁断、ラミネートによってカード化する。 ● 退色性に問題があるため、ラミネート素材やカードケースに紫外線防止素材を用いる必要がある。 ● ラミネートでカード化した場合、はがれやすいのが問題である。
4	写真張付案	<ul style="list-style-type: none"> ● 文字情報のみ印字して、写真を張付しラミネートによりカード化する。 ● ラミネートでカード化した場合、はがれやすいのが問題である。 ● 特に写真の厚みに留意する必要がある。

表2. システム構成機器一覧

	名 称	機能	仕様
1	ランプパス管理 ワークステーション	<ul style="list-style-type: none"> ● ①～⑤の機器を接続する。 ● システム管理用のワークステーションで、データベースサーバである。高負荷時には、作成用としても利用する。 	<ul style="list-style-type: none"> ● UNIX-WS (RISC) ● 57MIPSの処理性能
	① ディスクシステム	<ul style="list-style-type: none"> ● 光磁気ディスク装置を装備し、顔写真データの保存を行う。 ● データ記録装置(DAT)を装備し、システムバックアップ、復元等を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 平均シーク時間95ms以下、転送スピード0.68ms/Kバイト以上で、660Mバイトの記憶容量を持っている。
	② カードプリンタ	<ul style="list-style-type: none"> ● 1工程で、磁気データエンコード、顔写真データを印刷、オーバコートを行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 200DPI, R.G.B各256階調(1,670万色)で顔写真を印刷、110秒/枚、連続印刷時は70秒/枚(2枚目以降)
	③ カラーイメージリーダ	<ul style="list-style-type: none"> ● フルカラー顔写真データを読み込む。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 200DPI, R.G.B各256階調(1,670万色)
	④ 磁気カードリーダライタ	<ul style="list-style-type: none"> ● IDカードへの磁気ストライプデータ書込み、読み込みを行う。 	—
2	ランプパス作成用 ワークステーション	<ul style="list-style-type: none"> ● ランプパス作成のためのワークステーションで、ランプパス管理用ワークステーションと同一のシステム構成を持ち、業務が高負荷の場合、及びランプパス管理用ワークステーションのバックアップシステムとしての機能を持つ。 	<ul style="list-style-type: none"> ● ランプパス管理用ワークステーションと同一
	ランプパス作成用 サブワークステーション	<ul style="list-style-type: none"> ● 作業負荷が高い場合に備え、データ入力時のオペレータ用端末として採用。ホストと同一の作業が可能である。 	—
4	データエントリ用 ワークステーション	<ul style="list-style-type: none"> ● ランプパスの文字データ入力用のAXパソコンである。 	<ul style="list-style-type: none"> ● AXパソコン
	① OCR	<ul style="list-style-type: none"> ● ワープロによる申請データを自動読み取りし、入力作業効率の向上を図る。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 活字OCR(オートフィーダ付き)

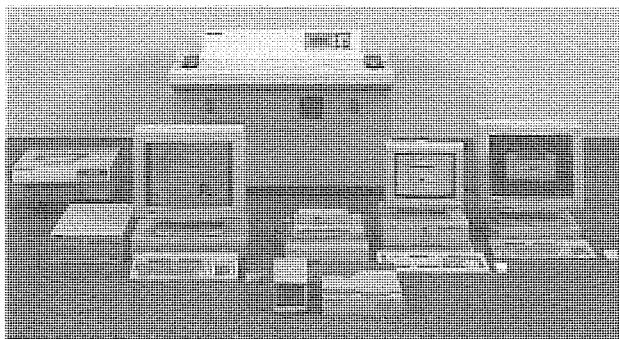


図4. システムの外観



図5. ランプパス

- (d) 磁気カードリーダライタ
磁気データを読み取る。
- (e) 日本語レーザプリンタ
車両使用承認証や各種帳票を作成する。
- (2) ランプパス作成用サブワークステーション
ランプパス作成用ワークステーションをホストとした操作
端末で、データ入出力操作を行う。
- (3) データエントリ用ワークステーション
データ予備入力専用のワークステーションで、OCRによる
申請書の光学式文字読取り、及びフロッピーシートからの
文字データ入力を行う。
- なお、システムの移行時、立入承認証の一斉更新時における
大量の発行業務に対応するため、ランプパス作成用サブ
ワークステーション及びデータエントリ用ワークステーション
は、各々2台ずつの構成としている。

図4にシステム外観、図5にランプパスを示す。

5. システムの特長

5.1 プロトタイピング

5.1.1 プロトタイピング採用の背景

従来のシステム開発手法であるWater Fallモデル(図6)では、画面の構成や表示項目を画面仕様書として客先に提出し、書面ベースで客先とメーカとの間で合意した内容でシステムを製作している。この場合、実際に出来上がった最終画

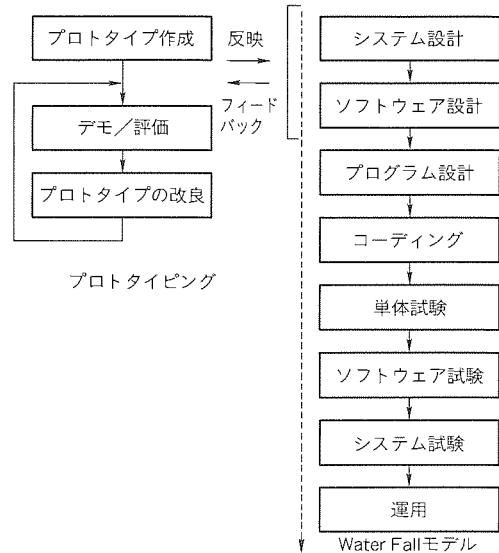


図6. システム開発とプロトタイピング

面イメージや操作性がユーザのイメージしたものとされ、クレームが発生する場合が多少ならずとも発生している。これらに対しては、メーカ側で設計をやり直し、画面ソフトウェアの作り直しを行って対処しているが、設計の手戻り、品質の確保、開発コスト等の問題がある。このシステムでは、以下の理由から、特に画面設計、ヒューマンインターフェース等の決定において、図6に示す“プロトタイピング”によるシステム開発を実行した。

(1) ヒューマンインターフェースの重要性

このシステムは、従来の手作業業務のEDP化という特性から画面の見やすさや操作の容易さといったヒューマンインターフェースの最適化が重要評価ポイントである。

(2) プロトタイピング環境の整備

従来は、プロトタイピングのターンアラウンドが長く、効率が悪化する場合があったが、近年、UNIX^(注3)の開発環境が進化し、GUI(Graphical User Interface)としてのMotif^(注4)等により、プロトタイピングの環境が改善されており、システムの品質・生産性の向上が見込まれる。

5.1.2 プロトタイピングによる改善事項

プロトタイピングでの評価で、特に改善した事項は以下の2点である。

(1) 表示文字の大きさ

長時間VDT作業をする場合、表示文字が小さいと、目の疲労が大きい。文字を大きくすれば、その分、1画面に表示できる情報量が少なくなる。

このシステムでは1画面当たりの情報量を、最大横50字程度、縦40行程度とし、表示文字を標準の約1.3倍程度のものにすることで、作業者の疲労軽減を図った。

(注3) “UNIX”は、X/Open Company Ltd.がライセンスしている米国及び他の国における登録商標である。

(注4) “OSF/Motif”は、Open Software Foundation, Inc.の商標である。

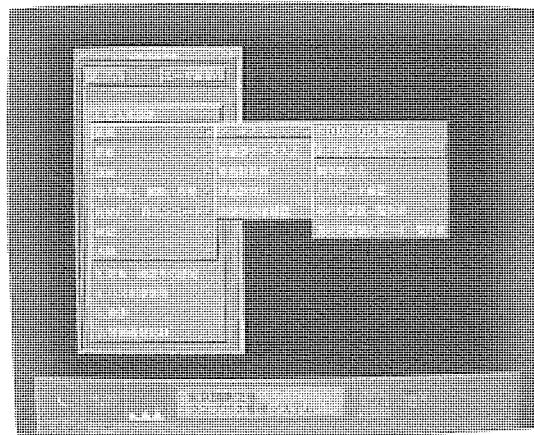


図 7. カスケードメニュー



図 8. 画面例

(2) マウスを使わない操作

一般的に GUI は、マウスを用いた操作が主体のため、初心者でも抵抗なく使用できるという利点があるが、熟練してくると、キーボードとマウスの併用が煩わしくなることがある。

こうした問題を解消するため、このシステムにおける GUI は、マウスを使わずにキーボードだけでも操作できるようにした。

5.2 Motifを用いたヒューマンインターフェース

このシステムでは、ヒューマンインターフェースとして、GUI の業界国際標準となり得る Motif を採用し、その上で以下の工夫を加えた。

(1) カスケードメニューの採用

このシステムの対象業務は、図 1 に示すとおり一連の流れに沿って進められるため、画面上の処理において、業務の流れを把握し、次にどの処理を行なうべきか容易に判断できることが重要である。このため、図 7 に示す業務に対応させたカスケードメニューを採用した。

(2) 操作画面の最適化

作業者の視覚と感覚 (Look & Feel) を統一するために、以下の項目を実行した。画面例を図 8 に示す。

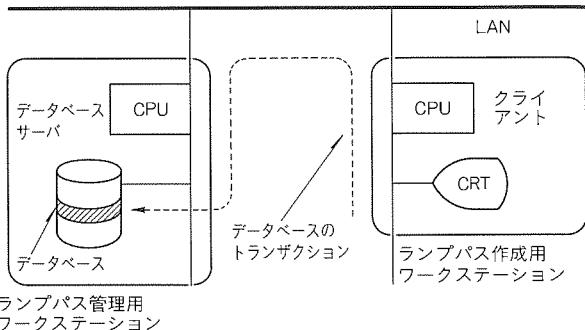


図 9. データベースサーバ／クライアントイメージ

- (a) ボタン操作を基本とする。
- (b) 画面の横スクロールは行わないものとする。
- (c) 処理の確認方法を統一する (入力は黄色、入力誤りは赤色等)。

5.3 高性能データベース

5.3.1 SYBASEの採用

このシステムは、大量なデータの管理、検索が重要な要素であるため、以下の特徴を持つ高性能なリレーショナルデータベースである“SYBASE”^(注5)を採用した。

(1) クライアント／サーバ型データベース

図 9 のように 1 台のワークステーションをデータベースサーバとし、他のワークステーションをクライアントとして、ネットワークを通じて、データアクセスが可能である。

(2) オンラインバックアップ

システム稼働中にデータベースのバックアップを取ることができます。

(3) データベースのミラーリング

データベースのミラーリング (データの二重書き) により、データベースが消滅するリスクを分散することができます。

(4) ストアードプロシージャ

データベースサーバに、あらかじめコンパイルした SQL 文 (ストアードプロシージャ) を登録することが可能である。この機能により、データベースのアクセス・管理を行う機能をクライアント側プログラムから独立させ、クライアントとサーバ間の通信を少なくし、高速性を実現した。また、クライアント側とサーバ側で機能を分担し、プログラムの独立性を高くした。

5.3.2 データベース構築上の留意点

データベースの構築では、下記のような検索を高速に実現するデータベース構造 (インデックス構造) とした。

(1) 同一人物の二重登録チェック

ランプパスは、保安上の問題から、同一人物が複数枚所持すべきものではない。特定のデータ項目をキーにして、同一申請者のデータが既に提出されているかどうかのチェックを高速に行なうことが重要である。

(注 5) “SYBASE” は、米国 Sybase Inc. の商標である。

(2) 個人情報照会

個人を特定する情報(登録ID)をキーにして、その属性を検索する場合も高速に表示することが重要である。

5.4 高セキュリティ

このシステムでは、保安上の観点から以下の各種高セキュリティ対策を取り入れている。

(1) ランプパスの偽造・改ざん予防

(a) 顔写真、印刷文字

フルカラー顔写真・氏名等を塩ビカードに直接印刷することにより、カード上の写真を交換したり、再印刷する等の偽造を困難にする。

(b) 磁気データの解読防止

磁気データに特殊処理を施し、磁気データの解読・偽造等を困難にする。

(2) システムへの不正アクセス予防

システムを運営するユーザをシステム管理者とオペレータに分けて、データ入力・決裁・承認証作成等の業務の実行権

を業務ごとに設定する。この実行権の設定によって操作者を限定することでシステムへの不正アクセスを防止する。

(3) 二重発行の防止

ランプパスを発行する際、氏名・生年月日をキーとして、同一人物のランプパスが既に発行されているか検索し、もし同一人物のランプパスが既に発行されている場合は、アラームを出力して、二重発行を防止する。

6. むすび

このシステムの導入により、東京国際空港におけるランプパス等の発行管理業務が効率化された。今後、他空港にも同様のシステムが順次導入されると予想される。我が国における、より安全な空港運営に、このシステムが少なからず寄与することと思う。

最後に、このシステムの構築に当たり、御指導いただいた関係各位に、深く感謝する。

航空機用静止形400Hz電源装置

門谷良己* 挂戸好宏**
佐志田伸夫**
村本雅博**

1. まえがき

日本空港動力(株)と三菱電機(株)は、共同で三菱UPS(無停電電源装置)の実績ある技術をベースに、駐機中の航空機に地上から115V, 400Hzの電力を供給する静止形電源装置(周波数変換装置)を開発した。日本航空(株)の御協力を得て、実機試験を実施しながら、その製品化、性能向上を達成した。これまでに主要空港に44台を設置し、現在、実稼働中である。今回、関西国際空港のターミナル地区・貨物地区向けに27台×90kVAを製作・設置した。

航空機内の電源周波数は、電装機器の小型・軽量化を目的として400Hzになっている。飛行中は、主エンジン発電機(Integrated Drive Generator: IDG)によって、空港内移動中は補助発電機(Auxiliary Power Unit: APU)によって、115V, 400Hzの電力供給を行っている。しかし、スポットに駐機中は、APUから地上電源装置に切り換える、エンジンを停止し、地上から電力を供給するようにしている(図1)。これは、国内外における環境対策の一環として、エンジンの排気ガス・騒音を減らすことが一つの目的であり、駐機中のAPU使用を自主規制しているためである。

従来、地上電源装置として回転形のM/G(同期電動機+同期発電機)が用いられていたが、近年のパワーエレクトロニクス技術の進展により、半導体電力変換器で構成された静止形への置き換えが考えられるようになった。静止形電源装置は、50/60Hzの商用電源を整流器及びインバータによっ

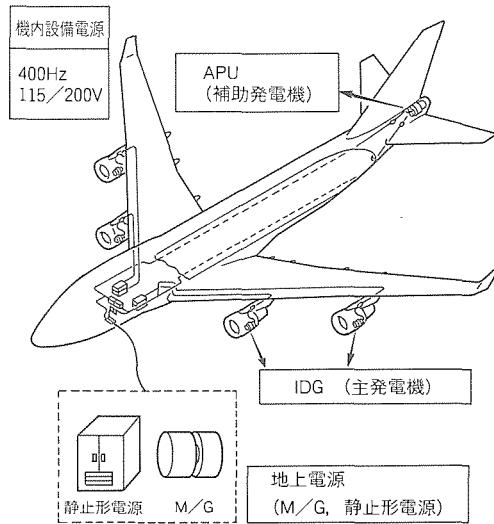


図1. 航空機用電源 (ボーイング747-400型機)

て、400Hzの交流に変換する静止形の周波数変換装置があり、航空機側発電機との切換において、一時的に並列運転させる“ラップ切換”(No Break Power Transfer: NBPT)に対応できる性能が要求された(図2)。最近の航空機は、ボーイング747-400型機、マクダネルダグラスMD-11型機のようにハイテク化(コンピュータ化)され、電源の瞬断が許されないためである。

静止形電源装置は、従来のM/G方式に比べて変換効率が良く経済性に優れている、オーバホールの必要がなく保守省力化が図れる、低騒音で特別な防音対策が不要である、また、コンパクトである等、数々の利点を持っている。

以下に共同開発した装置の概要について述べる。

2. 仕様と特長

静止形電源装置の特長を以下に示す。

(1) 航空機側発電機とのNBPT対応

航空機側発電機との横流、潮流を制御する機能を持ち、NBPT中も機内負荷に影響を与えることなく無瞬断での切換ができるようになっている。

航空機側発電機とのNBPT開始条件は、ボーイング747-400型機の場合、電圧差±10V、位相差±90°、周波数±6Hzであり、ラップ期間は最大120msとなっている。

(2) ケーブル電圧降下補償

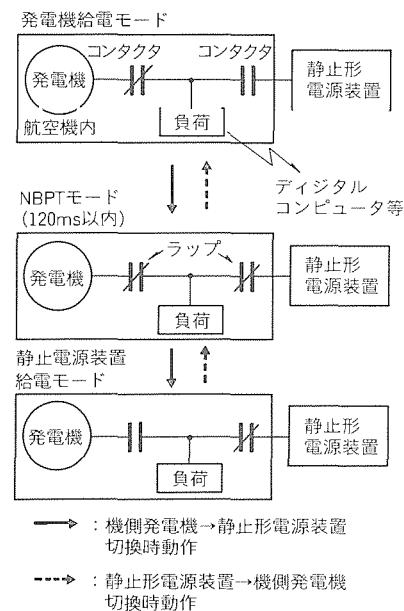


図2. ラップ切換(NBPT)説明図

負荷電流にかかわらず、負荷側ケーブル端電圧を規定値とする電圧補償機能を備えている。三相平均での一括調整と三相個別の微調整が可能である。

電源装置から航空機までのケーブル長は、30m以上となることが多い、また周波数が400Hzであることからケーブルリアクタンスによる電圧降下分が大きい。このため、電圧補償範囲を最大20%としている。

(3) 入力瞬低補償機能

入力側に瞬低(瞬時電圧低下)が発生しても、50kVA負荷において0.2秒間の給電継続を可能としている。これによって、装置の給電信頼性の向上を図っている。

(4) 入力電流の高調波レス

12相ダイオード整流方式の採用と入力トランジストのインピーダンスの最適化により、入力側に流出する高調波電流を10%以下に抑制している。

(5) モニタリング機能

装置の運転状態は盤内に設けられた操作パネル部のLEDで表示する。また、操作パネル部の液晶ディスプレイとフラットキーボードによって、起動・停止等の操作ガイダンス、電圧・電流等の計測値表示、故障内容とそれに対するガイダンス表示、出力電圧調整等の各種設定が行えるようになっており、操作の容易化を図っている。

(6) 保護動作シーケンス確認機能

出力電圧異常等の保護動作シーケンスの確認が、操作パネル部のフラットキーボード操作によって、容易にできるようになっている。これによって、運用上の信頼性向上を図れる。

(7) 航空機アンサバックによるインターロック機能

出力ケーブル端プラグが航空機側レセプタクルに確実に差し込まれた場合、航空機からアンサバック信号が装置に返ってくる。装置はアンサバック信号を確認すると給電を開始・継続するが、差し込み不足等でアンサバックが返ってこない場合、又は給電中にプラグが外れた場合は、給電を自動的に停止するようにしている。

(8) ノイズ抑制対策

電源装置のインバータ部において高周波スイッチングを行っており(後述)、これによって発生するノイズが航空機無

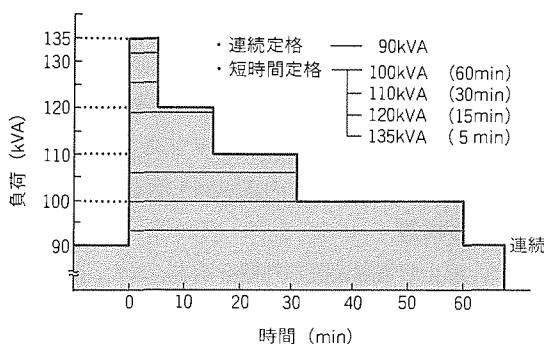


図3. 装置の過負荷耐量

線に影響を及ぼさないように、出力側にノイズフィルタを挿入し、ノイズを抑制している。

(9) 航空機実負荷対応の過負荷耐量

図3に装置の過負荷耐量を示す。航空機の実負荷パターンに対応した過負荷耐量を与えることによって、装置のコンパクト化を図っている。

表1に、関西国際空港向け静止形電源装置の仕様を示す。電気的特性は、MIL-STD-704D (Aircraft Electric Power Characteristics) を主とする米国規格を満足している。

3. 構成

3.1 主回路構成

静止形電源装置の主回路単線結線を図4に示す。

整流器部は、ダイオードで構成した直列12相整流器であり、商用周波数を直流に変換する。直流回路には、瞬低補償用の電解コンデンサを接続している。

インバータ部は、高周波スイッチング・パルス幅変調(P

表1. 装置の標準仕様

出力容量	90kVA
交流電圧	三相3線 420又は440V±10%
周波数	50又は60Hz±5%
入力容量	100kVA
定格出力	90kVA/72kW
相数	三相4線
定格電圧	115V/200V
電圧変動率	115V±1%
定格周波数	400Hz
周波数精度	±0.1%
定格負荷力率	0.8(遅れ)
負荷力率変動範囲	0.7~1.0(遅れ)
電圧設定範囲	115V±10%以上
交流出力	各次高調波含有率2%以内 全高調波含有率3%以内(平衡負荷時) 4%以内(不平衡負荷時)
過渡電圧変動率	±10%以内(負荷急変0→100%で)
過渡変動回復時間	50ms以内
相電圧不平衡率	115V±1%以下(平衡負荷時) 115V±4%以下(不平衡負荷時)
相回転	A-B-C
相電圧位相角	120°±1.5°以内(三相平衡負荷時) 120°±4°以内(不平衡負荷時)
電圧変調率	0.5%以下(平衡負荷時)
波高率	1.414±0.07以下
過負荷耐量	100kVA 60min, 110kVA 30min 120kVA 15min, 135kVA 5min 150kVA 20s
瞬低補償時間	瞬時電圧低下100% 0.2s以内
冷却方式	強制風冷式
その他の周囲温度	-20~40°C(ただし、直射日光あり)
相対湿度	30~95%
標高	1,000m以下
設置環境	屋外

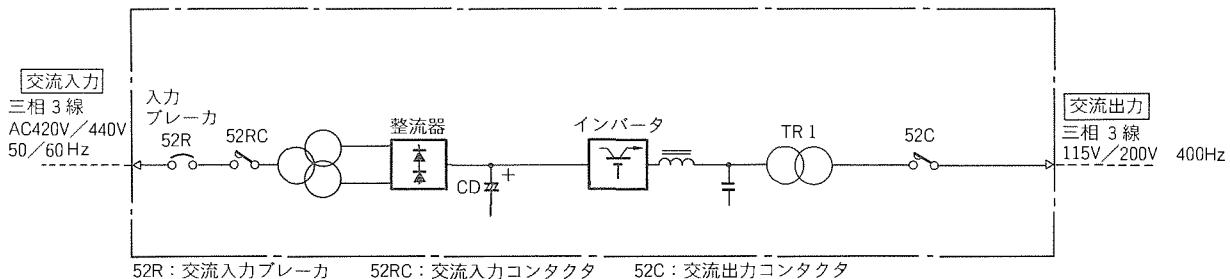


図4. 主回路単線結線

WM) 制御を行って 400 Hz の交流電圧を発生し、LC フィルタによって波形成形を行った後、出力トランスを介して航空機に正弦波を供給する。

3.2 インバータ回路

インバータの主回路スイッチング素子として、最新のパワーデバイスである IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) を採用している。IGBT は、大電流・高速スイッチングで低電力駆動の素子であり、インバータに適用することによって制御性能の向上、装置の小型化・低騒音化を達成した。

3.3 制御回路

インバータ制御及びシーケンス制御にマイコンを適用し、装置の高性能化・高機能化及び高信頼性化を図っている。

3.3.1 インバータ制御

インバータ制御回路のブロック図を図5に示す。インバータ制御回路は、三相個別の電流マイナーループと電圧メジャーループで構成されている。電流マイナーループでは、インバータ電流指令 I_A^* とフィードバック電流 I_A の差を電流コントローラに与え、両者の差がなくなるように PWM 制御をしている。インバータ電流指令値には電流リミッタを設け、インバータ電流が既定値より大きくならないようにしている。これにより、インバータ電流の瞬時値が IGBT の電流許容値を超えないように制御することができる。

電圧メジャーループでは、インバータ出力電圧 V_C と指令値 V_C^* の差を電圧コントローラに与え、この差がなくなるように制御している。これにより、出力電圧の高精度化を実現した。

3.3.2 NBPT制御

NBPT に対応して、航空機側発電機間との横流・潮流を抑制する NBPT 制御回路を設けている。NBPT 制御回路は、装置出力側で横流を検出し、そのレベルに応じて瞬時にインバータ出力電圧指令値を制御し(図6)、横流を抑制する。

これにより、NBPT 時の負荷電圧の変動を最小限に抑え、電圧の安定性を維持できる。

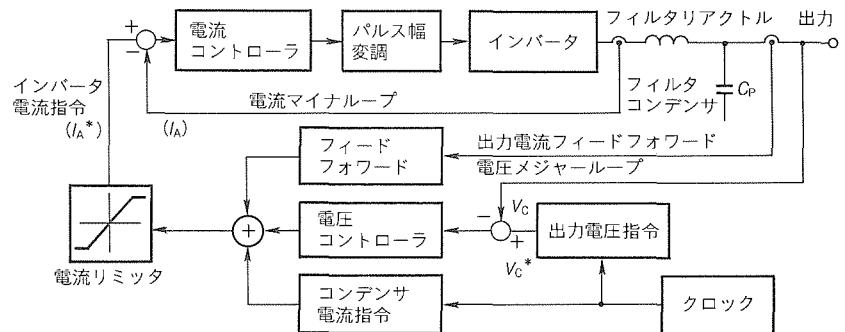


図5. 電流マイナーループ付き瞬時波形制御インバータ制御ブロック図

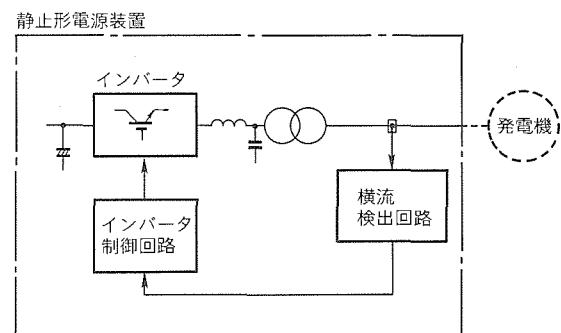


図6. NBPT制御

3.3.3 シーケンス制御、表示機能

運転、出力の ON/OFF 等のシーケンス制御、及び操作ガイダンス、故障ガイダンス、計測表示等のマンマシンインターフェース制御においてもマイコンを駆使し、高機能、高信頼性を達成している。運転、出力の ON/OFF 操作は、ほとんど出力ケーブルのプラグ端に設けられたスイッチでの操作となるため、遠方操作機能を装備し、スイッチの異常も監視している。マンマシンインターフェース部には、日本語表示が可能で輝度の高い FL (冷陰極管) バックライト付き液晶ディスプレイを用い、メンテナンス性の向上を図っている。

図7に、盤内の操作パネルの液晶ディスプレイ、LED 表示部図及び液晶ディスプレイの表示例を示す。

3.4 外観と構造

図8に、静止形電源装置の外観を示す。また、図9に電源装置の外形を示す。盤構造は、JEM1267-IPW53に準拠し、屋外使用に十分耐え得る構造としている。その他、次の対策を施している。

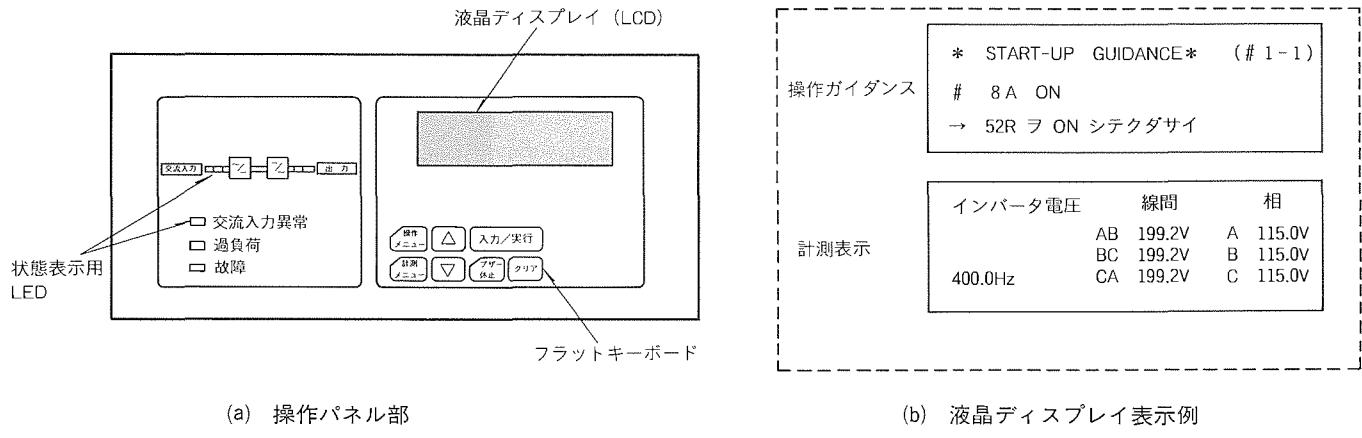


図7. モニタリング機能

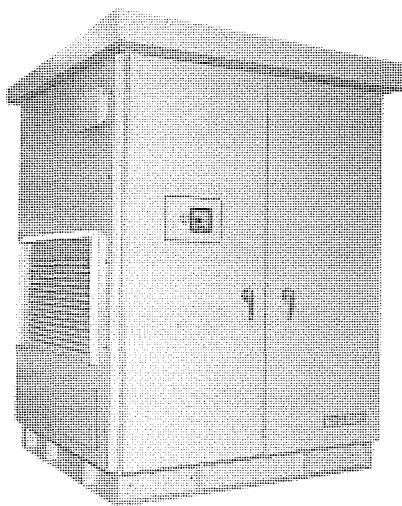


図8. 装置の外観

- (1) 直射日光による盤内温度上昇を考慮し、二重箱構造としている。
- (2) 装置内部にじんあい(塵埃)が入りにくくするように、また、入った塵埃が外部に吐き出されるように圧送冷却方式を採用している。
- (3) 盤内は風冷部と自冷部とに分離し、自冷部は半密閉状態としている。風冷部に配した冷却部品は、コーティング処理、テープ処理を施している。塵埃に対してデリケートな電子回路部品等は自冷部に配している。

4. 特 性

静止形電源装置の代表的な諸特性について、試験結果を示す。

4.1 NBPT特性

図10に、NBPT(静止形電源装置から発電機への切換え)時の各部電圧・電流波形を示す。このときのNBPT開始時電圧位相差は、約90°(発電機進み)である。

NBPT開始時に生じる負荷電圧の変動は約5msで整定し、元の定格電圧値に復帰しており、その後も電圧は安定を維持している。

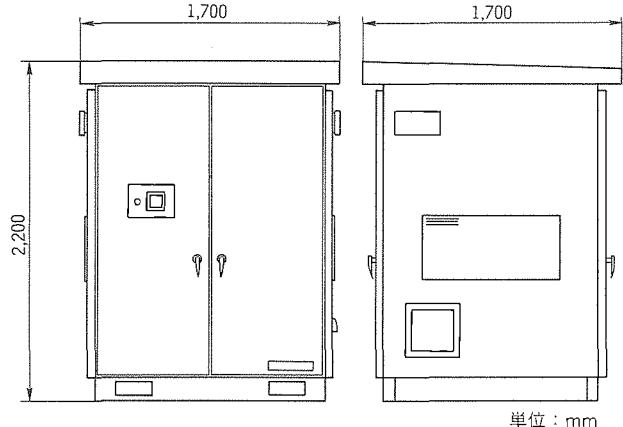


図9. 装置の外形

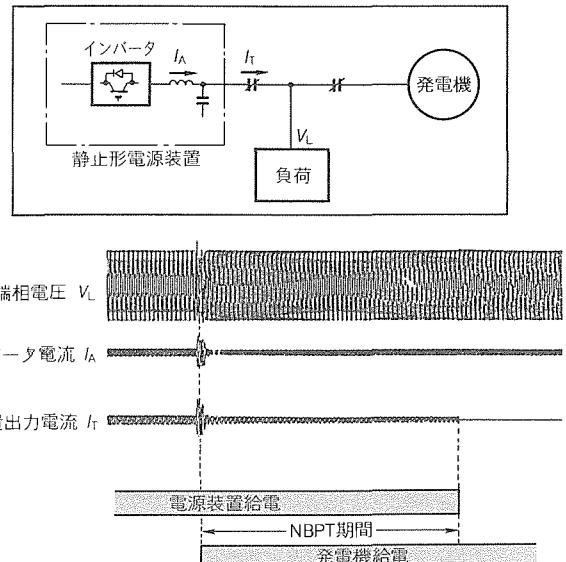


図10. NBPT時の電圧・電流波形

ボーイング747-400型機、マクダネルダグラスMD-11型機で行った実機試験においても極めて良好な結果を得ており、NBPT制御の有効性を確認した。

4.2 交流出力特性

図11に、定格負荷時の出力電圧波形を示す。瞬時波形制御によって、総合ひずみ率は2%以下に抑えられている。

れにより、負荷に安定した電圧を供給できる。

4.3 負荷急変時交流出力特性

図12に、負荷急変時の負荷側ケーブル端での交流電圧・電流波形を示す。100%負荷急変においても、電圧変動範囲は±10%以下、また回復時間も最大で約30msであり問題なく負荷の起動・停止ができる。

4.4 効率

IGBTの採用による制御電源容量の低減、高周波スイッチングによるフィルタの小型化などによって、装置の総合効率は全負荷時90%以上である。これにより、入力容量の低減が図れる。

従来のM/G方式(全負荷時の総合効率70%程度)に比べて高効率であり、特に低負荷率時ににおいて効率が良い。

5. むすび

以上、関西国際空港向け航空機用静止形電源装置について、その特長及び適用技術を紹介した。UPSの最新技術とともに航空機対応の新技術を結集した静止形電源装置は、着実に実績を積んでおり、関西国際空港向け装置においてその実績を生かせたと自負している。

我々は今後も航空機に、より安定した地上電力を提供すべく、性能・機能及び信頼性の向上を目指して開発を進めいく所存である。

最後に、実機組合せ試験において御協力いただいた日本航空㈱の方々に深く感謝する。

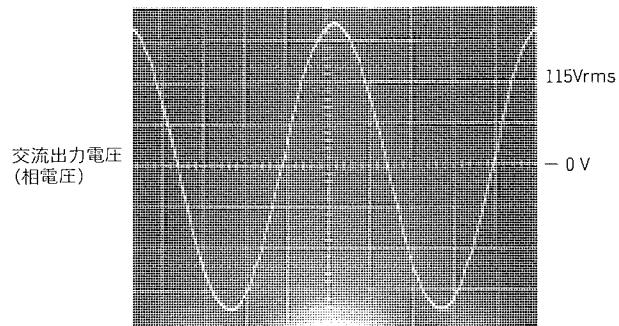


図11. 出力電圧波形 (100%負荷時)

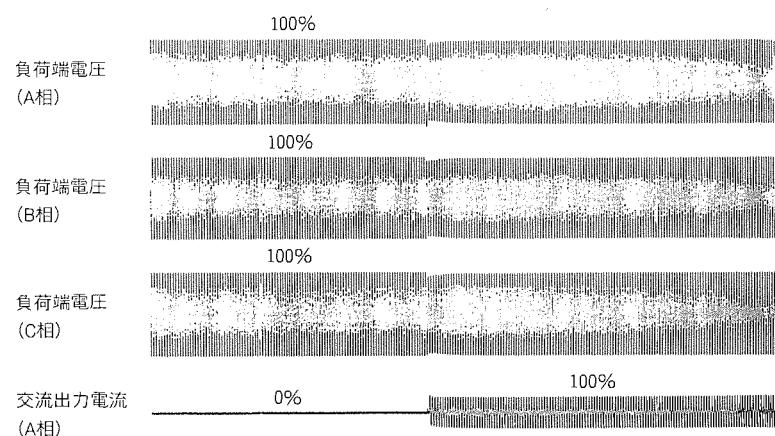


図12. 負荷急変時出力波形

参考文献

- (1) 沖田正孝：航空機動力用の電気施設、電設工業、No. 470, 4~15 (1992-2)
- (2) 守川哲郎、本城健二、佐志田伸夫、森 治義、福井 勝：中容量コンパクト低騒音CVCF《MELUPS-8700》，三菱電機技報、63, No.10, 837~840 (1989)

関西国際空港納め 旅客案内情報システム

金田敬一* 林 博之***
河野 晃* 菊竹秀夫***
上原 雄** 松井稔樹***

1. まえがき

大阪湾南東部の泉州沖約5kmの海上に空港を造る壮大なプロジェクトは、1987年の工事開始から7年の歳月を経て開港を迎えた。

予想以上の地盤沈下と戦い、開港時期が延期されるなどの曲折を経ながら、関西活性化の大きな期待を乗せて、日本初の24時間空港として世界に向けて産声をあげた。

本稿では、三菱電機(株)と日本IBM及びコピアパートナップ社(米国)の3社による共同企業体が、1991年10月に関西国際空港(株)(Kiac)から受注した“関西国際空港旅客案内情報システム”について紹介する。

2. 関西国際空港と旅客案内情報システムの概要

関西国際空港は、我が国初の24時間の海上空港である。国際化する関西の玄関口として、そして物流の拠点であるハブ空港としての役割を担うだけでなく、騒音や公害防止、自然環境の保全に対しても十分な配慮がなされている。

また、多数の旅客が搭乗に利用するターミナルビルは、エコロジカルな自然と建築の共生を思考し、優雅な曲面の大屋根と両側にのびた特異な形態を持つシェル構造のウイングにより、極めて特徴的なものとして美しい外観を呈している。

旅客案内情報システム“PIS”(Passenger's Information System)は、このターミナルビル内の旅客、出迎え客に対して効果的な案内、誘導を行うシステムである。

ターミナルビルは、国際設計コンペの結果レンゾ・ピアノビルディングワークショップの作品が採用されたが、ターミナルビル内に多数設置されるPISの表示装置やマルチメディア端末装置、放送設備は“自然と建築の共生”という設計基本思想の下で、形状・色彩等のデザインコントロールを受けた。

PISの中心であるフライト案内ボードは、暗色の緑の地に白の文字が浮き上がり、目にやさしく映るものとして国内空港では初めて大型の液晶(LCD)を採用した。自動放送も静かな空港の実現ということで必要な場所に最小限の放送を行なうべく、きめ細かいゾーニングの設定と、ゾーンの周囲騒音に応じて自動的に音量制御する機能を持っている。

また、空港施設や旅客情報、天気予報、各種お知らせを、写真・音声・文字によって案内するマルチメディア端末を待ち合わせコーナーや動線上のポイントに設置して、利用客にと

って便利でフレンドリーな空港を実現しようとしている。

なお、PISは24時間×365日連続運用に供するため、構成上も種々のバックアップ機能を装備した信頼性の高いものになっているが、ターミナルビル内の広域に多数の表示装置、端末装置が設置されるために、システムの運用・保守を容易に効率良く行なうための配慮がなされている。

3. PISの機能とシステム構成

3.1 機能

(1) フライト案内

空港利用客及び空港内関係部門に対し、関西国際空港を発着する旅客各便のフライトに関する情報を一元的に収集して、案内するものである。案内方法としては、ボード表示器、CRT表示器への自動表示、自動放送、電話・パソコン通信に対する応答、又は業務用端末装置からの検索に対する応答がある。

(2) アクセス交通案内

関西国際空港から出発するアクセス交通を方面別に、アクセス交通機関・行先・出発時刻等を案内するものである。案内方法としては、アクセス交通案内表示器に自動表示を行い、到着客が最適な交通機関を選び最短の時間で近隣の都市まで移動できるように配慮している。

(3) 公共情報案内

空港利用客に広報すべき公共情報を案内するものである。案内方法としては、公共情報表示器(ボード表示器、アクセス交通案内表示器内併設)に“空港からのお知らせ”やニュース、天気予報、コマーシャルなどを日本語と英語で自動表示する。

(4) 施設案内等

静止画や音声データによる会話型マルチメディア情報検索機能により、施設案内情報及び旅行先空港案内等の各種案内情報を提供するものである。提供方法としては、施設案内端末装置、各種案内端末装置からの検索に対する応答がある。なお、提供情報のうち、フライト案内情報及び公共情報は上記の各サブシステムで収集した情報を利用して提供される。

(5) フライト音声情報

- 自動放送は、PISのフライト案内から出力された案内放送の情報を自動放送装置によって音片を文章に編成組み立て、流すべきゾーン番号とともに拡声放送装置に送られる。

◎拡声放送設備はターミナルビル内を50以上のゾーンに細かく分割し、必要なゾーンに放送を流す。各ゾーンごとに、音響環境に応じて設定された周波数特性に調整され、かつ、そのときの騒音レベルに適応して自動的に音量制御され増幅されてスピーカに出力される。また、カウンタリピータからのマニュアル放送も可能である。

(6) 到着客情報

出迎え客に対し、南北到着出口の到着客の映像を大型モニタで提供する。

表1にPISが提供する情報サービスと情報を提供する装置及び設置場所を示す。また、PISに要求される設計条件を表2～4に示す。

3.2 システム全体構成

このシステムの全体構成を図1に、設備数量を表5に示す。システムのハードウェアは、ホストコンピュータ設備を中心としたセンター設備とライト案内ボード表示器、アクセス交通案内表示器などの表示器類や航空会社入力端末装置等の各種の端末装置から構成される。

3.2.1 ホストコンピュータ

- (1) 各種案内情報の入手とデータファイルを更新・維持する処理
- (2) 最新の各種案内情報を多数の表示装置や端末に出力する処理

に分けられるが、(1)はフォールトトレラントコンピュータ SYSTEM/S/88 (S/88) で、(2)はパソコンをベースにした各種サーバと端末制御装置から構成されている。

(1)と(2)は、Token-RingのLANで接続し、S/88からサーバへの必要な情報はLANのブロードキャスト機能を利用して一括送信している。

なお、LAN、サーバの障害に対してはLANポートを二重化するとともにサーバを2台一組で相互バックアップさせて信頼性を上げている。

3.2.2 ホストコンピュータと端末装置間の伝送路

島内に設置されている総合通信システムが提供する“島内専用回線サービス”を利用していている。

3.2.3 システム

このシステムは、次の情報処理システムとシステム接続している。

- (1) 国内航空会社3社(日本航空・全日本空輸・日本エアシステム)のシステム

- (2) 運用管理システム (AOS)
- (3) 旅客手荷物処理システム (BHS)
- (4) 空港情報提供システム (AIS)
- (5) 新聞社／通信社のシステム

3.2.4 センター設備と接続されている端末

- (1) ライト案内ボード表示器

ターミナルビル内に設置され、出発・到着のライトスケジュールの情報や搭乗口、又はバゲージクレームの場所を案内する液晶ボード表示器である。

- ◎国内線出発／到着メインボード
- ◎国際線出発／到着メインボード
- ◎ゲート集合ボード
- ◎ゲートボード
- ◎バゲージベルトボード

の各種があり、85台が設置されている。

国際線ロビーに設置されているメインボードは、縦2.2m×横9.45mであり、液晶としては世界最大である。図2に

表1. システムの提供するサービスと情報提供装置一覧

	サービス概要	情報提供装置	主な設置場所
基本誘導	〈ライト案内〉 出発・到着便のライト情報の提供、利用者の移動方向を判断するための表示	出発メインボード 到着メインボード ゲート集合ボード ゲートボード バゲージベルトボード ライトCRT表示器 有料待合室表示器 乗継便検索表示器	出発ロビー、ゲート、バゲージクレーム、出発・到着客の動線の分岐点
	〈アクセス交通案内〉 アクセス交通(行き先、出発時刻等)の案内情報の提供	アクセス交通案内表示器	到着ロビー旅客動線が交通機関の乗り場へ分岐する手前
付帯案内	〈公共情報案内〉 一般的な公共案内メッセージ(お知らせ、ニュース、天気予報、広告)	出発メインボード 到着メインボード アクセス交通案内表示器内併設	チェックインロビー、到着ロビー(セキュリティ外のメインロビー)
	〈施設案内〉 6か国語で空港内の施設案内情報の提供	ビデオテックス施設案内端末装置	旅客動線の分岐点、滞留場所
	〈各種案内〉 着地空港、渡航手続、アクセス交通、ライト案内等の各種案内情報の提供	ビデオテックス各種案内端末装置	旅客の滞留場所
	〈業務用情報提供〉 関連部門へのライト情報等を提供	航空会社入力端末装置 KIAC業務端末装置 ビデオテックス業務用検索端末装置	旅客カウンタ、サービスカウンタ、AGC管理部門、警備部門等
	〈自動放送/拡声放送〉 出発・到着便のライト情報を各種の離発着情報に合わせて自動放送	スピーカ カウンタリピータ	PTB全エリア、各種カウンタ等
	〈島外案内〉 電話やパソコン通信による問い合わせに対し、自動的にライト情報を提供	一般の電話 パソコン	—
	〈到着客モニタ〉 国際線到着ロビーの到着客出口付近の状況を出迎え客に分かるように表示	モニタテレビ	国際線到着ロビー

国際線出発メインボードを示す。

(2) フライト CRT 表示器

前記のフライト案内ボードを補完するためのフライト案内表示器や、有料待合室表示器、乗継便検索表示器、アクセス交通案内表示器、公共情報表示器として 33 インチ、20 インチ及び 14 インチの CRT モニタを採用した表示装置で、64 装置 (154 モニタ) をターミナルビル内に設置している。

フライト CRT 表示器は、1 モニタタイプと 2 モニタ、6 モニタ集合型のタイプがあり、7 色カラー表示、スクロール、

点滅機能を持っている。図 3 にフライト CRT 表示器を示す。

(3) ビデオテックス (VTX) 表示装置

デジタルビデオテックス (ハイキャプテン) 方式を採用し、マルチメディアによって利用客に分かりやすい情報を提供する。

空港内の施設の案内を日本語を含め 6 か国語で行う施設案内端末や、搭乗・通関・検疫などの各種手続きや国内外の空港に関する情報など各種案内端末、及び案内カウンタの補完的な仕事を果たす業務用検索端末の 3 種類、82 台設置されている。

文字・写真・音声によって見やすい情報をタッチパネル方式で提供する。また、広告やビデオを流すためのビルボード

表 2. システム取扱規模

サブシステム名	項目	最繁時値	記事
フライト案内	旅客便発着回数		ピーク時間帯
	国際線出発	8 回／時	10～11 時
	国際線到着	9 回／時	19～20 時
	国内線出発	5 回／時	7～8 時
	国内線到着	6 回／時	15～16 時
	旅客便合計	22 回／時	15～16 時
自動電話案内	自動電話案内問合せ件数	160 件／時	
	パソコン通信問合せ件数	60 件／時	
	各種検索端末による問合せ件数	160 件／時	
アクセス交通案内	運行便数	40 便／時	
公共情報案内	表示操作回数	5 件／時	
ビデオテックス	利用者数	450 人／時	

表 3. サブシステム別サービス許容停止時間

サブシステム名	サービス許容停止時間
● フライト案内	10 分以内
● アクセス交通案内	
● 公共情報案内	3 時間以内
● ビデオテックス	

表 4. 端末応答時間

自動表示	タイミング検知後、出力開始まで 5 秒以内
検索	要求入力操作後、出力開始まで 5 秒以内 ただし、 施設案内…5 秒以内に表示完了 各種案内…8 秒以内に表示完了

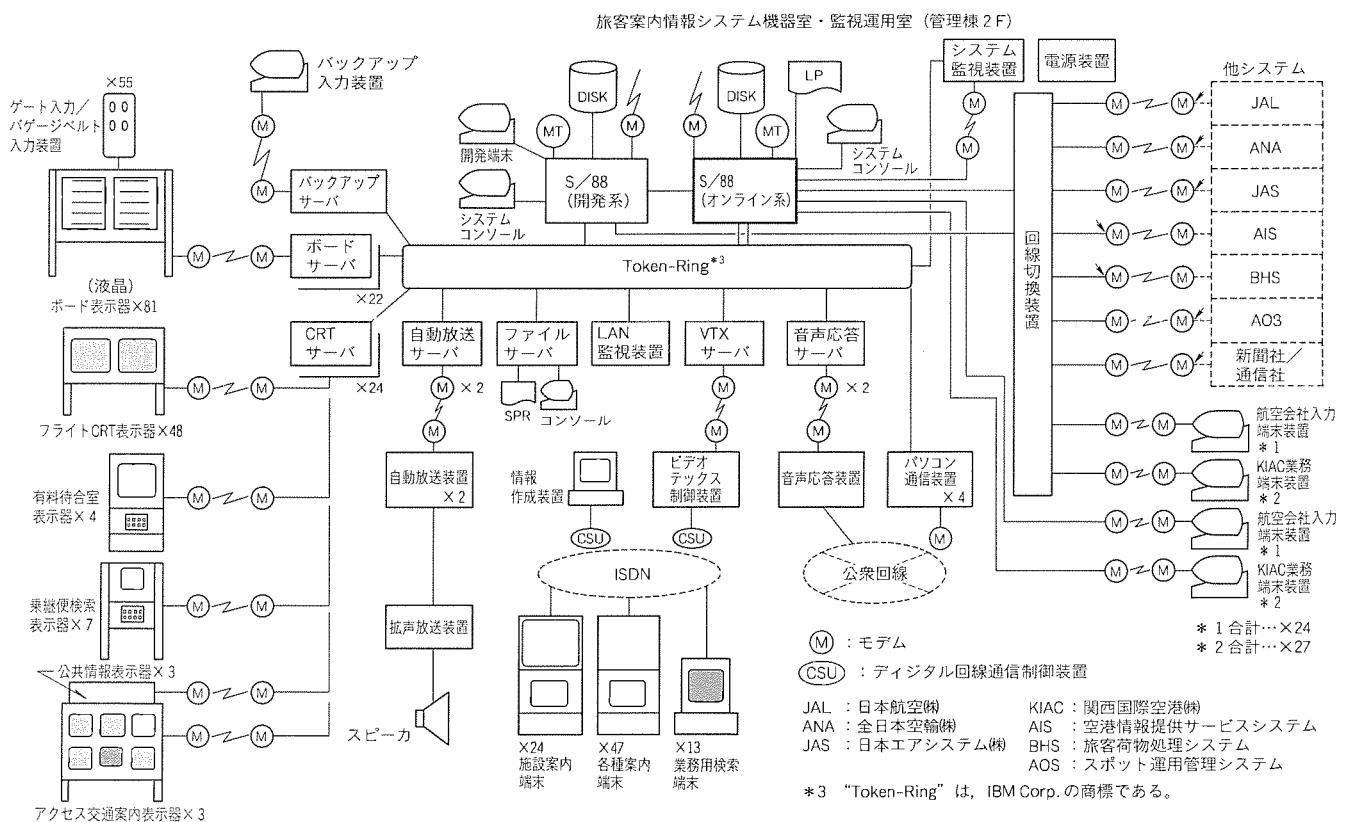


図 1. システム全体構成

表 5. 設備数量

	装 置 名	合 計
センタ 系	1. ホストコンピュータ設備	1式
	2. 自動放送装置	1式
	3. 音声応答装置	2台
	4. パソコン通信装置	4台
	5. ビデオテックス装置	
	①制御装置	1式
	②情報作成装置	1式
	③デジタル回線制御装置	1式
	6. センター設備用電源装置	1式
	7. 拡声放送設備	2式
	8. フライト情報監視装置	1式
端 末 系	1. フライト案内ボード表示器	
	①国際線出発メインボード	4台
	②国際線ゲート集合ボード	10台
	③国際線ゲートボード	26台
	④スイングゲートボード	8台
	⑤国際線乗継メインボード	2台
	⑥国際線バゲージベルトポート	14台
	⑦国際線到着メインボード	2台
	⑧国内線出発メインボード	2台
	⑨国内線ゲート集合ボード	2台
	⑩国内線ゲートボード	9台
	⑪国内線バゲージベルトポート	4台
航 空 会 社 入 力 端 末	⑫国内線到着メインボード	2台
	⑬ゲート入力装置	45台
	⑭バゲージベルト入力装置	12台
	2. フライトCRT表示器	42台
	3. 有料待合室表示器	15台
	4. 乗継便検索表示器	7台
	5. アクセス交通案内表示器	3台
	6. 公共情報表示器	3台
	7. 航空会社入力端末装置	24台
	8. KIAC業務端末装置	24台
	9. ビデオテックス装置	
	①施設案内端末装置	23台
業 務 用 端 末	②各種案内端末装置	46台
	③業務用検索端末装置	13台
	10. 拡声放送設備	
	①カウンタリピータ	30台
	②マルチアナウンスマイク	1台
	③スピーカ	547個
	④集音マイク	62個
	⑤キャビネット端子盤	34面
	11. 到着客モニタ設備	
	①撮影装置(カメラ)	4台
	②表示装置(CRTモニタ×2)	4台
	12. 端末用分電盤	32面

モニタとプリンタを装備しているタイプがある。

図4にビデオテックス表示装置を示す。

(4) 業務用端末

・航空会社入力端末

・KIAC業務端末

の2種類があり、チェックインカウンタ、税関、警備部門、KIAC管理棟、A/L(航空会社)管理棟に48台設置される。

(5) 自動放送・拡声放送

自動放送・拡声放送制御装置は、センター設備としてKIAC管理棟の機器室に設置されるが、スピーカ、カウンタリピータ、マイクはターミナルビル内のサービスカウンタ、イ

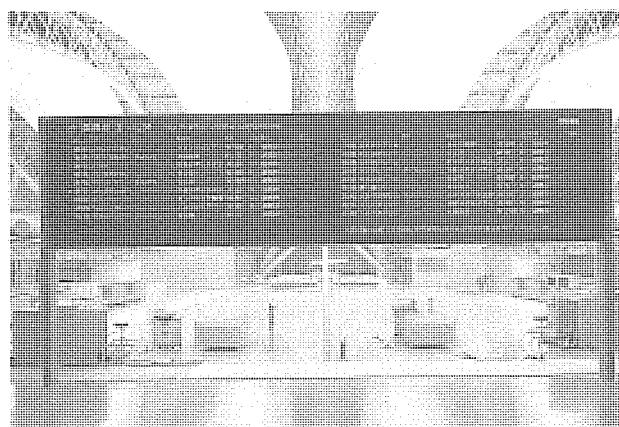


図2. フライト案内ボード表示器

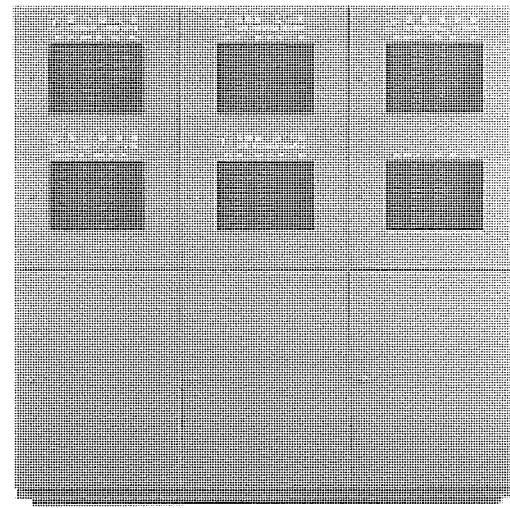


図3. フライトCRT表示器



図4. ビデオテックス表示装置

ンフォメーションカウンタ、チェックインカウンタ等に設置される。

3.3 システム系統

PISが扱う情報とハードウェアの系統は、図5に示すとおりである。

(1) フライト案内

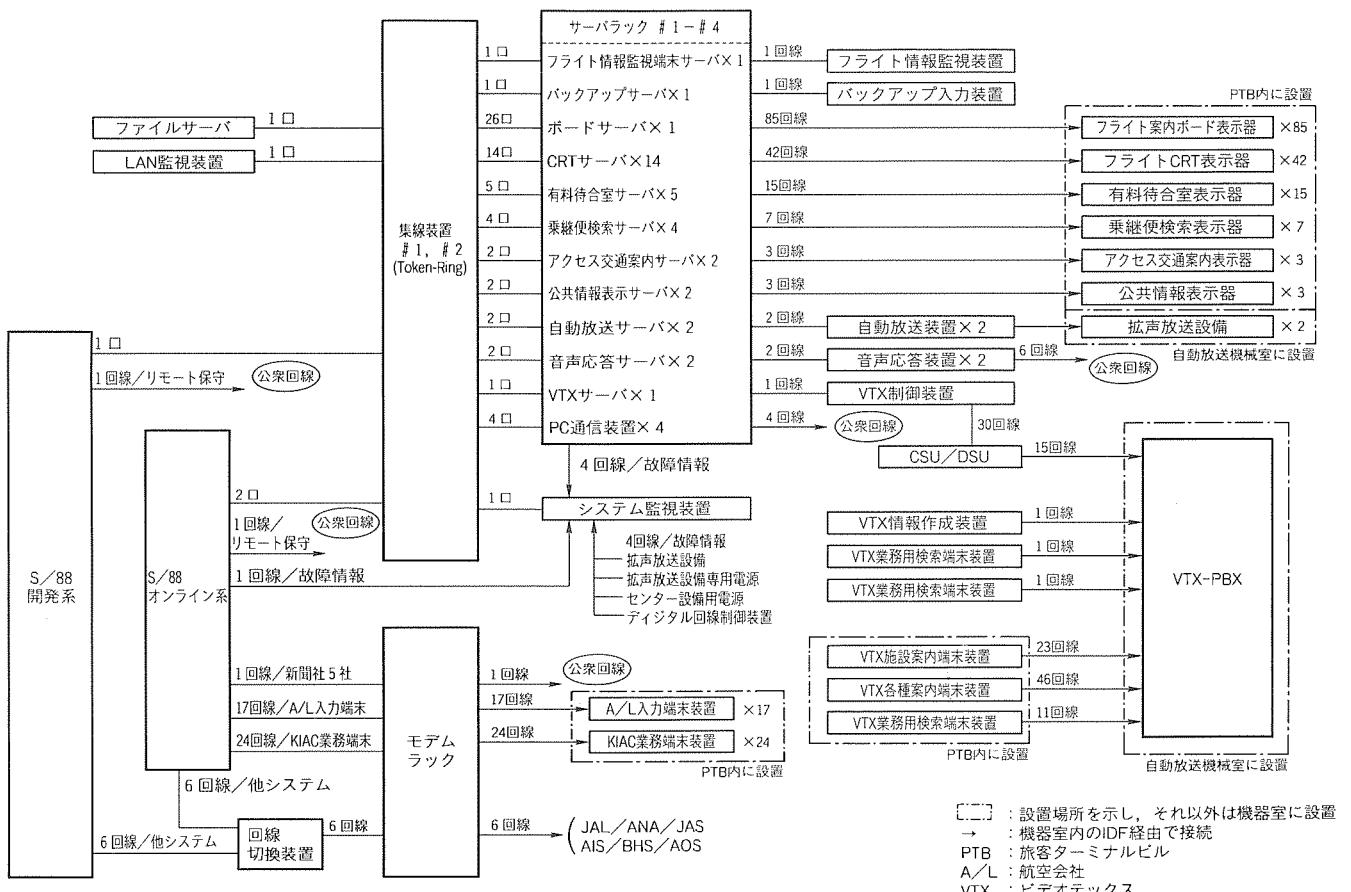


図5. システム系統

フライト情報は、専用回線を介してオンラインで、又は航空会社入力端末から手動で S/88(オンライン系)に入力される。S/88では入力されたフライト情報を基にボード表示器、CRT 表示器、放送設備に自動出力、また、電話・パソコンからの問い合わせに応じて検索出力する。

S/88 は Token-Ring を介して、出力機器に対応したサーバにライト情報を送信する。サーバでは送られたライト情報を出力機器別に編集後、表示器等に送信することで情報提供する。

(2) アクセス交通案内

アクセス情報は、KIAC 業務端末から手動で S/88 に入力される。S/88 ではアクセス機関の方面別に、サーバを介してアクセス情報を表示器に送信することで情報を提供する。

(3) 公共情報案内

公共情報は、KIAC 業務端末から手動で S/88 に入力され、サーバを介して公共情報表示器に送られることで情報が提供される。

(4) 施設案内、各種案内

ビデオテックスが提供する情報には空港内施設案内情報、フライト案内を始めとする各種案内情報があり、画面としてVTX制御装置に登録されている。ただ、フライト情報と公共情報については、S/88からサーバ経由で最新情報が送られる。VTX各端末からの検索要求に応じて、VTX制御

装置から PBX を介して画像と音声を送ることで情報が提供される。一方、VTX 情報作成装置で新たな画像、音声情報の作成が可能で、作成された情報は VTX 制御装置に登録される。

(5) S/88(開発系)

S/88(開発系)は、新たなアプリケーションプログラムを開発するために設置される。プログラム試験のため、他システムとオンライン接続する回線切換装置が設けられている。

4. システムの特長

システムの特長は以下のとおりである。

4.1 高いシステムの信頼性

- (1) フォルトトレラント コンピュータの採用
 - (a) 日本IBMのSYSTEM/88を採用。
 - (b) CPU, メモリ, コントローラ, ディスクなどすべてを二重化し, 自動的に切り換え, 復旧処理もノンストップで可能である。
 - (2) 分散型システム
 - (a) LANを採用し, 各種サーバによる分散処理を採用(負荷分散・危険分散)。
 - (b) LANは集線装置を介し, バイパス, 折り返し機能を持つ(故障箇所のみを切り離し, 系全体のダウンを回避)。

(3) バックアップシステム

(a) バックアップ入力装置の設置

S/88のダウン時、スケジュールの変更情報のみを入力装置からインプットすることによって、案内ボードやCRT表示器への案内サービスを継続することができる。

(b) サーバのバックアップ

二つのサーバが相互にバックアップを行う方式を採用。一方のサーバがダウンしたとき、正常な方のサーバへ回線切換装置によって端末を接続してサービスを継続する。

(c) 自動放送／拡声放送のマニュアル放送

カウンタリピータからマニュアルで放送可能。

(d) ビデオテックスのバックアップ

S/88ダウン時も VTX制御装置と端末間で施設案内情報、各種案内サービスは継続する(ただし、ライト案内サービスは不可)。

4.2 見やすい表示方式

(1) ライト案内ボード

液晶(LCD)表示方式の採用

(a) 30m以上離れたところからも読み取り可能

(b) 視野角150°以上

(c) 濃紺をバックに白色の文字で見やすく、美しい表示

(d) 自動照度コントロール方式の採用

(2) ビデオテックス装置

(a) マルチメディア端末の採用

(b) 高解像の写真・絵と音声によって見やすく、分かりやすい情報を提供

(c) ビデオ、CATV放送も可能

4.3 分かりやすい運転方式

(1) システムの集中監視

●システム監視装置の導入によってセンターで一括監視の実現

(2) ライト情報監視

●全ライト便スケジュールを中央監視室でモニタリングする。

●航空会社入力端末からの入力遅れを監視し、警報を出す。

(3) リモート保守、オンライン診断

●保守センターと電話回線を介してリモート診断の実施
●中央監視室から各種表示器、端末に対してオンライン診断の実施

(4) システム自動運転

●操作コマンドの自動投入機能
●端末のスケジュール運転機能(電源オン/オフ)

(5) 稼働管理

●パソコン通信、音声応答、自動放送、ビデオテックス端末、業務端末の利用状況をサーバ経由でS/88に吸い上げ、稼働実績管理を実現

●ホストコンピュータ設備のリソース使用状況を把握

(6) 開発系ホスト(S/88)の導入

●開発、保守に開発系S/88を使用

●オンライン系のデータ、ログを開発系に転送、各種解析等のOA処理可能

5. むすび

関西国際空港の旅客案内情報システムの概要を紹介した。受注前から国際的協業形態をとってスタートしてきたこのシステムも3年間の設計・開発・現地工事を経て、いま多くの利用客にサービスを開始した。

優雅な建築構造であるターミナルビルに融和した、見やすく、分かりやすい案内システムとして好評である。

最後に、このシステムの開発に当たり多大な御指導、御協力をいただいたJSJ共同企業体(鉄道情報システム(株)(JRシステム)、住友金属工業(株)、(株)日本空港コンサルタンツ)等の関係各位に深謝する。

参考文献

- (1) 関西国際空港(株): 関西国際空港旅客案内情報システム(調達)総合仕様書
- (2) 関西国際空港(株): パンフレット“関西国際空港”
- (3) 住友金属工業(株): 季刊製品ニュース135

空港映像情報システム

三田村眞次* 津久井敏己**
石本正明* 橋本孝治***
小村 尚*

1. まえがき

昨今、航空機は身近な交通手段として重要性が増しており、空港の利用者へのサービス向上、業務の効率化のため施設の拡張、リニューアル等の整備が積極的に推進されている。このような状況に対応して、各航空会社では新システムの開発、導入が活発に行われている。

空港には、チェックイン、グランド整備、貨物、ケータリング等様々な業務がある。これらの業務は、航空機の発着時刻に合わせて動いている。空港業務の円滑な遂行には、空港の広い地域に分散配置されている各部門に、発着情報及び関連情報をタイムリかつ正確に伝達することが非常に重要である。このため電話、監視カメラ、データによる発着情報等のシステムが導入されているが、より複雑になった空港業務に対応し、なお一層のサービス向上、安全運行の確保、業務の効率化等を実現するため新システムの開発が進められた。

当社は、CATVの技術を応用したマルチメディア情報伝達システムとして、航空会社のコンピュータシステム、音声放送システム、監視カメラシステム等の情報を統合し、1台の端末でこれらの情報を視聴できる空港映像情報システムを開発した。平成元年に第一号システムを日本航空㈱の成田空港向けに納入し、順次主要各空港に採用された。

以下に、空港映像情報システムの事例を紹介する。

2. システムの概要

2.1 概念

空港映像情報システムの概念を図1に示す。

航空会社の空港業務に不可欠なコンピュータ情報としては、フライト情報(Flight Information System: FIS)・気象情報・飛行機のスポット駐機状態等を表示するシップ動態情報などが挙げられる。

ここに紹介する空港映像情報システムは、上で述べたデータ情報の外に、航空機運航業務にかかる音声情報、空港各部門に設けた監視カメラからの映像情報等を、CATVの技術による多チャンネルのマルチメディアネットワークで、空港内の全部門へ伝達するシステムである。

特に、コンピュータデータを視聴覚に訴えて理

解を容易にするための“データのグラフィック化表示”や“音声合成”の機能、情報伝達の迅速性・正確性を確保するための“データの高速伝送”“システムの信頼性向上”など新しい技術開発を行っている。

2.2 特長

空港業務に適用したCATVとして、このシステムは以下の特長を持っている。

- (1) 映像45チャンネル、100画面以上の文字・グラフィック(图形)情報と音声の一括多重伝送が可能
- (2) 450MHzミッドスプリット方式により、上り映像10チャンネルを実現
- (3) 1.5Mbpsの高速伝送により、ホストコンピュータからのデータ画面はリアルタイムで最新情報に更新
- (4) 光ファイバ／同軸のハイブリッド伝送により、高画質の長距離伝送を実現
- (5) 音声合成装置により、運航放送の自動放送が可能
- (6) センター側の制御により、端末の視聴可否オーネーブル、放送グルーピングが可能
- (7) 高精細マルチスキャンモニタの採用により、監視映像等の映像情報と、ホストコンピュータからの文字・グラフィック等のデータ情報の高画質表示を実現

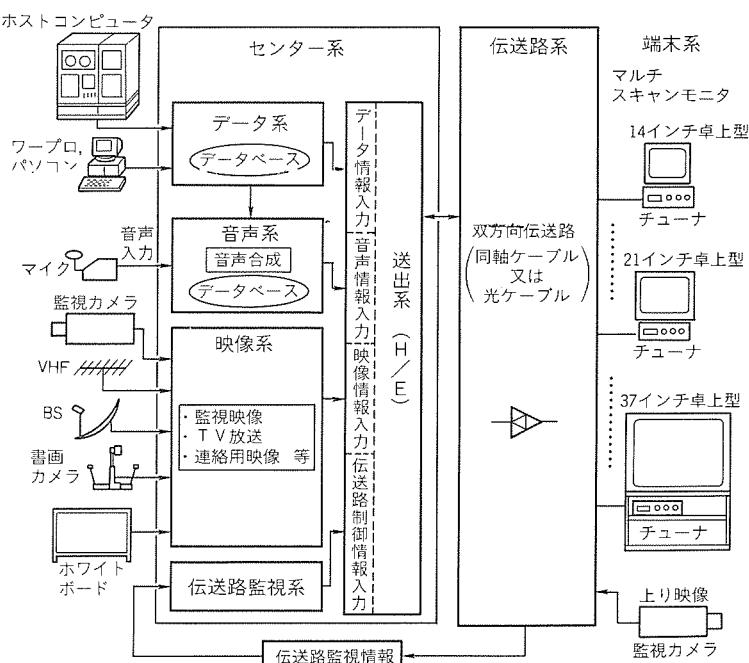


図1. 空港映像情報システムの概念

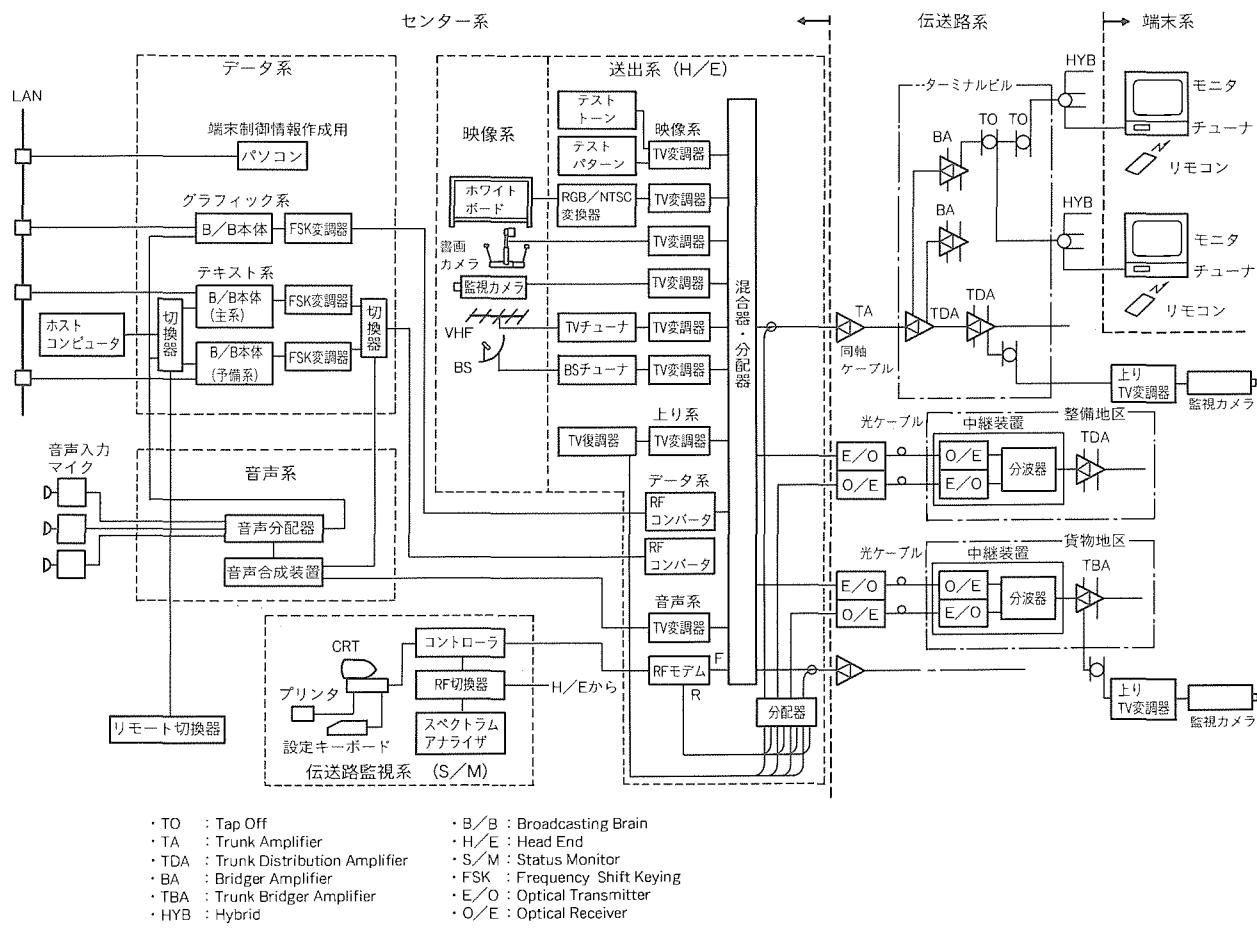


図2. システムブロック図

(8) 端末では、リモコン操作によって容易に画面選択が可能で、チャンネルの短縮登録も可能

(9) CATV 伝送方式により、端末の移設・増設が容易

(10) ステータスモニタ(以下“S/M”という。)によるヘッドエンド(以下“H/E”という。)及び伝送路機器の自動監視機能によって、トラブル発生箇所発見までの時間を短縮

2.3 基本構成及び仕様

図2に全体的なシステムブロック図を、表1にシステムの基本仕様を示す。

システムは、センター系、伝送路系及び端末系で構成される。センター系では、データ系、映像系及び音声系で作成される各種情報を変調、混合し、伝送路系に送出する。伝送路系では、センター系から受け取った情報を同軸ケーブル又は光ケーブルで端末系へ送る。端末系では、チューナで伝送路からの情報を受信し、モニタへ表示させる。

3. 主要機能

3.1 センター系

センター系は、データ入力・音声入力・映像入力を高周波信号に変換し、多チャンネルで送出する。ホストコンピュータからのデータ入力を処理し、なおかつシステム制御を行うコンピュータ(ブロードキャスティングブレイン、以下“B/

表1. システムの基本仕様

項目		仕様
信号形式	データ系 方式	FSK
	速度/帯域	1.5Mbps/6MHz
	音声系 方式	FM
	映像系 帯域	映像チャネルの音声帯域を使用
	監視系 方式	NTSC
	監視系 帯域	6MHz
H/E 入出力 レベル	下り出力(同軸)	92dBμ ± 1dB
	下り出力(光)	+5dBm以上
	上り出力(同軸)	80dBμ
	上り出力(光)	+1.5dBm以上
端末 入力 レベル	映像・データ	65~80dBμV
	音声	映像信号レベル-14dB
H/E 周波数割当	帯域分割	ミッドスプリット
	上り	10~100MHz
	下り	140~450MHz

B”という。)と、伝送路の監視装置もセンター系に含まれる。

センター機器収容架の外観を図3に示す。

3.1.1 データ系

データ系機能の概略を図4に示す。

データ系は、テキスト画面を作成するテキスト系B/B、グラフィック画面を作成するグラフィック系B/B、及び端末制御情報を作成するパソコンで構成される。各装置は、LANで接続され、画面データ、端末制御情報を送受信する。

B/Bは、ホストコンピュータから通信回線を介して、出発・到着に関するフライトデータ、チェックイン状況、貨物搭載情報等を受信し、端末に表示する画面形式に編集してH/Eに送出する。また、B/Bはデータの重要性を考慮して、主系/予備系の二重系としている。

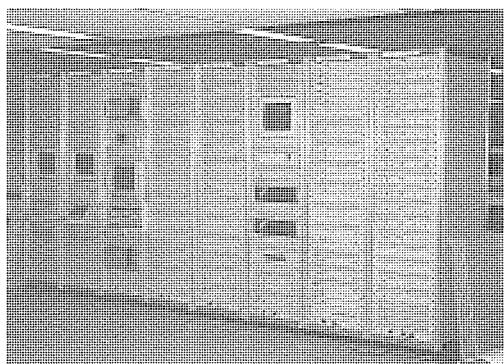


図3. センター機器収容架の外観

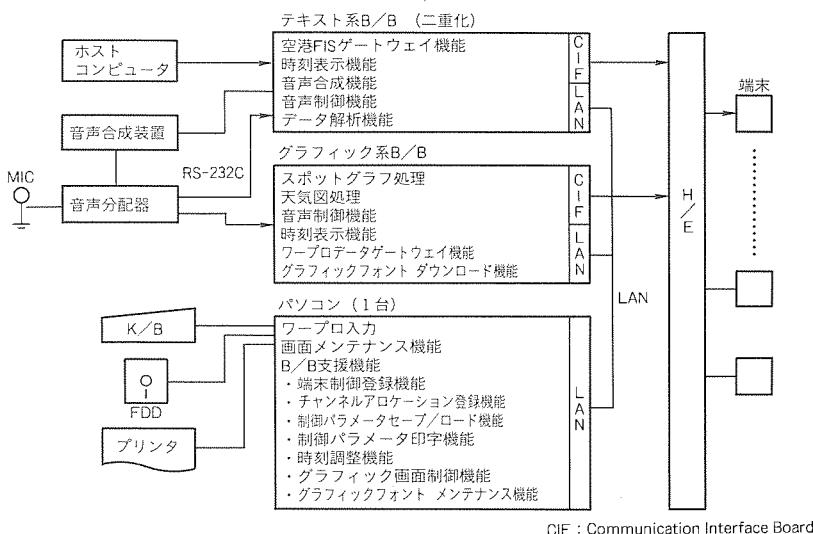


図4. データ系機能の概略

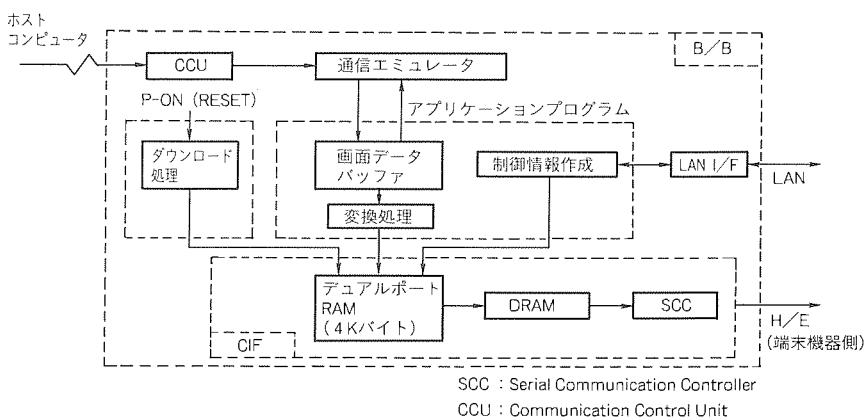


図5. B/Bブロック図

(1) データ伝送機能

B/B内の構成を図5に示す。

B/Bはホストから画面データを受信し、アプリケーションプログラムが表示画面及び制御情報を生成して、コミュニケーションインターフェースボード(以下“CIF”という。)に送る。

CIFは、この与えられたデータを内部バッファ(RAM)に蓄積し、これを一定周期でサイクリックに端末へ送出する。端末側からのデータの受信機能はなく送信のみである。また、1台のB/Bに2枚のCIFを実装でき、スイッチ設定で扱う画面のモードを表2に示すように切り換える。

(2) データ伝送方式

図5に示すように、CIFとアプリケーションプログラムとのデータの渡しあいは、デュアルポートメモリ上で行われ、SCC(Serial Communication Controller)を使用し、HLCフレームフォーマットで端末へ送出される。伝送フォーマットを図6に示す。

処理するデータの種類は以下のものである。

- テキスト画面
- 簡易グラフィック画面
- グラフィックフォント登録
- フルグラフィック画面
- 画面埋込みデータ登録
- 制御情報

CIFは、896Kバイトの転送データバッファを持ち、アプリケーションプログラムから与えられたデータを蓄積する。そのデータを、制御情報を起点として図6に示すような周期で、繰り返し送出する。新しい画面データや制御情報の更新データが送られてきた場合には、そのデータを最優先で送出することにより画面の切換え時間を短くしている。1サイクルのデータ長は、画面数によって増減する。

画面データや制御情報は、約4Kバイト単位にブロッキングされて端末に送出される。テキスト画面は、1ブロックが1画面に相当するが、フルグラフィック画面の場合は、図7のデータフォーマットに示すようにRGBドットデータ1画面分が複数のブロックで構成される。

(3) スーパインポーズ機能(グラフィック表示機能)

あらかじめB/B内に保持しているターミナルのスポット図や日本地図等

表2. CIFスイッチ設定表

	Aモード	Bモード
テキスト	○	×
簡易グラフィック	○	×
フルグラフィック	×	○

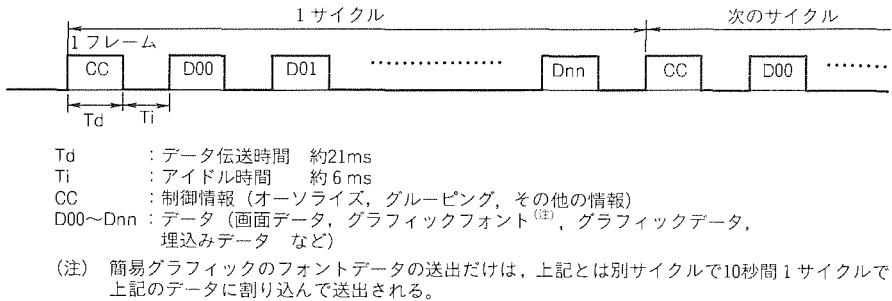
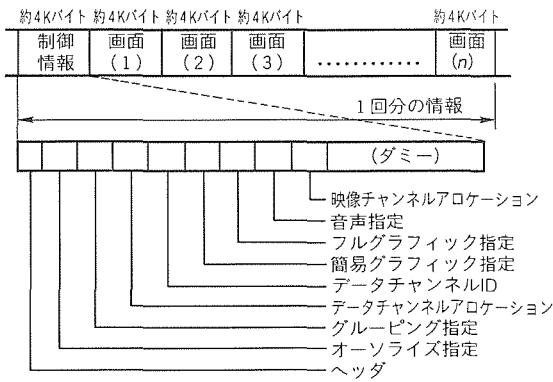
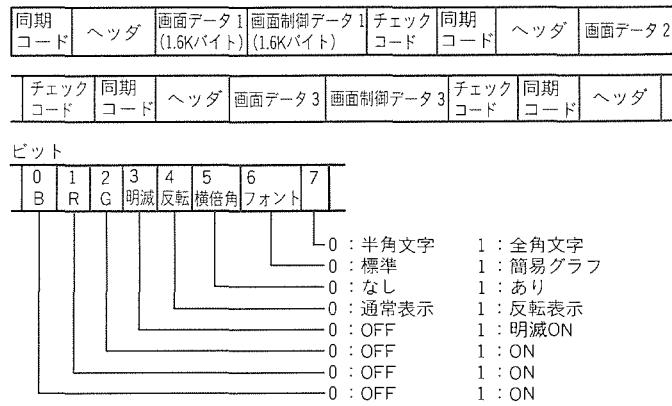


図6. 伝送フォーマット



(a) テキスト画面データフォーマット



(b) フルグラフィック画面データフォーマット

図7. データフォーマット

のグラフィック固定画面をビットデータで端末に送出し、さらにホストコンピュータから受信したライトデータや気象情報を編集し、簡易グラフィック画面(コードデータ)として端末に送出する。

端末は、別々に受信したグラフィック画面と簡易グラフィック画面を合成して表示する。

(4) 端末制御機能

各所に設置されている端末は、そのすべてが全チャンネルを選択することができるが、部門によっては一部の情報(チャンネル)だけでよい場合もある。このためB/Bでは、端末全体をグルーピングしてグループごとに必要な画面(音声)だけを表示(聴取)させるような設定ができる。この機能により、端末ごとに放送内容を分ける運用が可能となっている。

端末制御情報は、データ画面にヘッダとして付加されてH/Eに送出されている。

3.1.2 音声系

音声の入力には音声合成装置から自動放送する方法と、オペレーターがマイクを通して放送する方法があり、端末への送出は先取り優先で行われる。

(1) 自動放送機能

表3. 光送信機、光受信機の主要諸元

定格項目	上り		下り	
	送信機	受信機	送信機	受信機
周波数帯域	10~100MHz		100~452MHz	
チャンネル数	13ch		45ch	
発光素子・受光素子	LD	PD	LD	PD
出入力レベル	+5 dBm以上	最大+1.5dBm	+5 dBm以上	最大+1.5dBm
C/N		51dB以上		
複合2次ひずみ(CSO)		-60dB以下		
複合3次ひずみ(CTB)		-60dB以下		
適用光ファイバ		1.3 μmシングルモードファイバ		
出入力コネクタ		スーパーパソコンコネクタ		

ホストコンピュータから航空機着陸の情報を受信したとき、B/Bは音声合成装置に自動放送の指示を出す。音声合成装置は、B/Bからの指示データに基づき、あらかじめ音声で登録してある単語を合成して音声メッセージとして端末へ送出する。

(2) マイク入力機能

自動放送でサポートされていない業務連絡等の音声メッセージは、オペレーターがマイクで端末に送出する。

3.1.3 映像系

下り帯域で伝送される主な映像は、スポット、搭乗カウンタ、ゲート等の監視カメラ映像、書画カメラの映像、気象衛星ひまわり映像、また、付加価値としての商用TV放送等である。

上り帯域は、各場所に点在する監視カメラの映像をセンターの H/E に送ることに利用している。この監視カメラの映像は、H/E 内で復調した後、再び下り帯域のチャンネルに変調して伝送路に送出される。

3.1.4 送出系

送出系を構成する H/E は、TV 变調器、TV 復調器、RF コンバータ、混合器、分配器等で構成される。

TV 变調器で变調された映像・音声信号及び RF コンバータで RF 变換された各種データ信号は、周波数多重化方式による多チャンネル情报として送出される。チャンネルは 6 MHz 間隔で並べられており、周波数割当では相互妨害が懸念される航空無線帯を避けたチャンネル配列としてある。

3.1.5 伝送路監視系

伝送路を遠隔監視・制御する装置である S/M をセンターに設置し、障害が発生した際に障害発生箇所の発見と復旧への迅速な対応を可能としている。

3.2 伝送路系

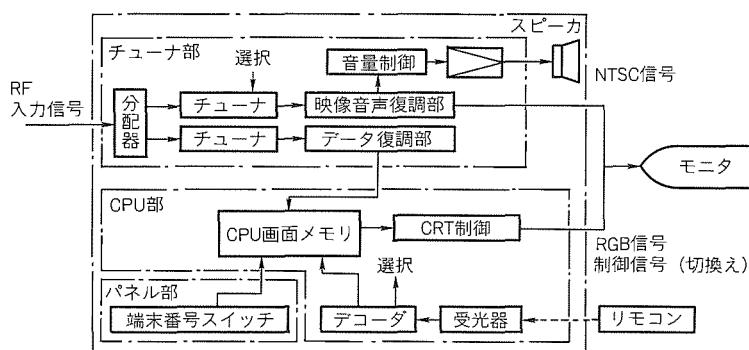


図 8. 端末機器のブロック図

表 4. 端末機器の仕様

表示内容	項目	仕様
テキスト表示	文字数	80文字×20行(半角時), 40文字×20行(全角時)
	文字種	半角：英, 数, カナ, 記号 全角／横倍角：JIS第一, 第二水準
	文字構成	半角：横 8 × 縦16 ドット／横12 × 縦24 ドット 全角：横16 × 縦16 ドット／横24 × 縦24 ドット
	文字色	8 色
	文字属性	反転, プリンク, 横倍角
簡易グラフィック表示	文字数	80文字×25行(半角時), 40文字×25行(全角時)
	文字種	最大 2,000 フォント
	文字構成	半角：横 8 × 縦16 ドット／横12 × 縦24 ドット 全角：横16 × 縦16 ドット／横24 × 縦24 ドット
	文字色	8 色
	文字属性	反転, プリンク
フルグラフィック表示	背景色	8 色中 1 色を画面単位に指定可能
	画面数	最大 8 画面
	ドット数	640×400 ドット
	文字色	8 色
	スーパインポーズ	フルグラフィックの背景画面に、簡易グラフィック表示画面(16 ドット表示)を重ね合わせて表示する。
映像表示	NTSC, 45チャンネル, 1 V _{P-P} , 75Ω負荷時	
音声出力	内蔵スピーカ／外部スピーカ切換可能, 最大1W	



図 9. 端末機器の外観

空港業務に不可欠な膨大な情報をセンターから各部門に伝達する下り伝送、及び各地に分散する監視カメラの映像をセンターに取り込む上り伝送の両伝送の必要性から、伝送路には双方向伝送路を採用している。

3.2.1 同軸伝送系

空港では、増幅器、分岐・分配器などの伝送路機器は EPS (Electric Power Shaft)，共同溝など屋外に近い環境に設置される場合が多いため、屋外仕様のものを採用している。

双方向伝送系においては、特に上り伝送で電気的な外部ノイズの影響を受けやすいため、コネクタ加工やケーブル敷設には細心の注意を払っている。

設置場所の環境や建物管理の都合上、電源工事が容易でないため、伝送路増幅器への給電は、信号とともに AC 電源をケーブルに重畠させる同軸給電方式を採用している。

3.2.2 光伝送系

広い空港敷地内に分散する施設、例えば貨物地区や整備地区のような区域への信号伝送には、ケーブル長が数 km に及ぶ場合が多く、同軸ケーブルによる多段中継方式では増幅器のコストの増大、信号品質の劣化が問題となる。そこで保守性なども考慮して、光伝送方式を採用している。

光伝送路を構成している光送信機、光受信機の主要諸元を表 3 に示す。

伝送方式はサブキャリア多重(SCM) 光伝送方式で、周波数多重化された電気信号をレーザダイオード(LD)で直接アナログ変調して送信し、受信側ではその変調光信号をフォトダイオード(PD)で電気信号に変換している。

3.2.3 中継装置

貨物地区、整備地区等の遠隔地に置き、その地区的拠点となるのが中継装置で、3.2.2項に述べた光送信機、光受信機のほかに、双方向分波器等を収容している。この装置で光電変換された良質な信号は、棟内に構築されている同軸伝送系へ接続される。

3.3 端末系

3.3.1 受信信号の復調

伝送路から受信した信号は、まずチューナに分配入力され、映像(音声)信号とデータ信号に分けられる。

映像信号は、映像音声復調部を通してモニタに入力され、映像が表示される。一方、映像信号に含まれる音声信号は、音量制御されスピーカに音声を流す。

データ信号は、データ復調部を通してFSK変調データからデジタルデータへ変換され、CPUの画面メモリに蓄積される。蓄積されたデータはCRT制御を通してRGB信号でモニタに入力され、データ画面が表示される。

端末機器のブロック図を図8に、端末機器の仕様を表4に示す。

3.3.2 モニタ

モニタには、映像のNTSC信号とデータのRGB信号の自動切換えが可能なマルチスキャンモニタを採用している。

3.3.3 オーソライズ機能

画面データのヘッダとして受信した端末制御情報と、端末ごとに設定する端末番号によって、以下に示す制御を行う。

(1) 画面表示禁止制御

あらかじめ端末制御情報作成用パソコンでグループごとの表示禁止チャンネルを設定できる(グルーピング)。端末では、属するグループの表示禁止チャンネル情報に基づき、チャンネル選択をUp/Downキーで行った場合、表示禁止チャンネルはスキップされる。また、ダイレクトに表示禁止チャンネルを選択した場合には、表示禁止の旨メッセージが表示される。

(2) 音声出力制御

上記と同様に、端末を音声マイクごとにグルーピングして、音声出力の制御ができる。

3.3.4 スーパインポーズ機能(グラフィック表示)

受信したグラフィック画面と簡易グラフィック画面を重ね合わせて表示する機能である。グラフィック画面とコードデータ画面の組合せは、端末制御情報の中で指定されている。

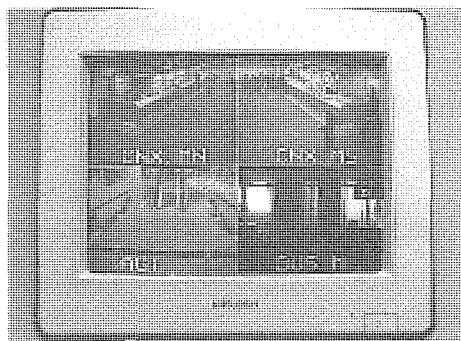


図10. 映像情報表示画面例
(監視カメラ4分割画面)

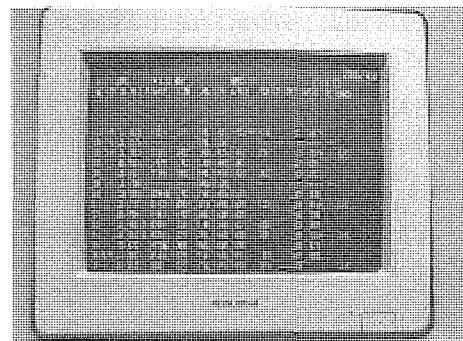


図11. データ情報表示画面例(I)
(FISデータ画面)

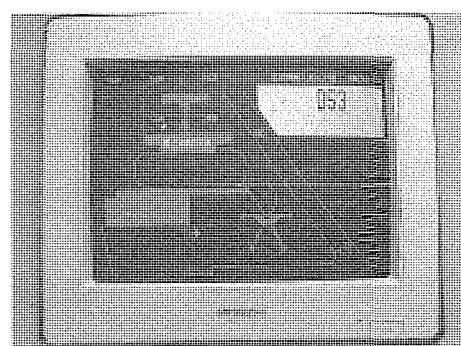


図12. データ情報表示画面例(II)
(スポット画面)

端末機器の外観を図9に示す。また、映像情報表示画面例を図10に、データ情報表示画面例を図11、図12に示す。

4. むすび

以上、CATV技術を応用したマルチメディアシステムの空港業務への適用事例について、特長、機能等を説明した。

今後は、画像圧縮、サーバ、ATMなど新技術を盛り込んだシステムを次期システムとして位置付け、開発を進めていく所存である。

このシステムの開発に際し、空港における業務システムの考え方、空港システムとして必要とされる機能につき、ご指導いただいた日本航空機の関係者各位に謝意を表する。

参考文献

- (1) (財)日本電子機械工業会(EIAJ)編集:ケーブルテレビ技術入門、コロナ社(1994)
- (2) 日本農村情報システム協会:MPIS, No.63(1994)
- (3) 松下 究、佐藤 晋、北山忠善、手島邦夫、竹内宗昭:サブキャリア多重光伝送技術とその応用、三菱電機技報, 68, No.6, 545~549(1994)

旅客ターミナルビル昇降機設備

野村之三* 村田 茂*
橋本和仁* 加藤弘文**
水谷範美*

1. まえがき

平成6年9月4日、日本で初の24時間空港となる“関西国際空港”が大阪湾上に開港した。空港の顔となる旅客ターミナルビルは、地上4階、地下1階のメインターミナルビル(本館)とその両サイドにのびる地上3階の航空機への乗降場(ウイング)から成り、全長約1,700m、奥行き153m、延べ面積約30万m²の極めて大規模な建物である。

この旅客ターミナルビルでの垂直方向の移動手段である昇降機設備として、本館とウイングを合わせて、エレベータ91台、エスカレータ76台の総台数167台(メーカは6社)が納入されている。このうち当社は、メインターミナルビルに、屋内オープンタイプの展望用を始めとする油圧エレベータ15台と、手荷物を運搬するための空港用カートを輸送できるエスカレータ14台を納入した。

ここでは、当社が納入した上記の昇降機設備の概要及び技術的な特徴を紹介する。

2. 旅客ターミナルビルの概要

2.1 ビルの概要

旅客ターミナルビルの大屋根は、グラウンドをイメージしたエアロダイナミズムに基づく滑らかな曲線でデザインされ、約83mにもわたるトラスで構成されている(図1)。

旅客ターミナルビルの本館には、キャニオン(峡谷)と呼ばれる1階から4階までの吹き抜け大空間がある。自然の光と緑が調和したこのキャニオンにはすべてのフロアがつながっており、エレベータやエスカレータで各階にスムーズに移動できるようになっている。また、ビル全体の透明感を出すために、壁面にガラスが多く用いられ、ロビーとロビーを結ぶブリッジの両サイドや、階段部分の壁にもガラスが使用されて、各階の動線が一目で分かるようになっている。

旅客ターミナルビルの各階の用途は、

地階：機械室

1階：国際線到着フロア

2階：国内線出発 / 到着・鉄道駅フロア

3階：コンセッションフロア

4階：国際線出発フロア

となっている。

また、空港島を埋め立てたときの工程のずれや土質のばらつき、建物の質量差等によって発生する“不同沈下”に対して、旅客ターミナルビルの柱は、すべて最下階柱脚部をジャッキでレベル調整できる構造となっている。建物の沈下量を計測し、これを基にコンピュータで計算したジャッキアップ量だけベースプレートと柱脚部の間のフィラープレート量を加減し、基準となるフロアを常に水平に保つように考慮されている。したがって、ターミナルビル内に設置したエレベータもこれに追従できるよう“沈下対策”を行った。

2.2 昇降機設備概要

旅客ターミナルビルに設置された167台の昇降機の概略仕様は、表1による。当社は、このうちターミナルビル本館のキャニオンに、展望用12台、人荷用1台、荷物用2台のエレベータと、14台のエスカレータを納入した(表2、表3)。

エレベータは、建物の構造上の要求から、いずれも建物の頂部に機械室を設置する必要がない間接式油圧エレベータが採用された。特に1~10、12、13号機の展望用エレベータは、キャニオン全体の見通しを良くするため、昇降路の油圧ジャッキ側以外の三方は囲いがない。この“昇降路の囲いがないエレベータ”は、他社の同一条件のエレベータとともに、建築基準法第38条に基づいて大臣認定を取得した。

また、キャニオンのエスカレータは、空港内で手荷物を運搬するときに利用する空港用カートも輸送できるものが採用された。

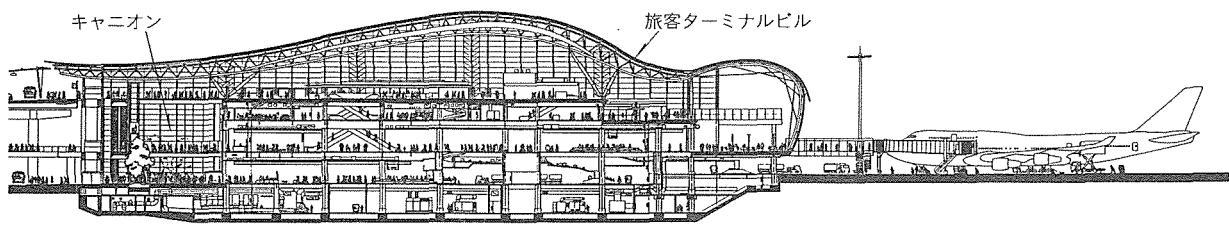


図1. 旅客ターミナルビル本館断面

3. エレベータの特徴

3.1 展望用エレベーター

キャニオンに設置されている12台の展望用エレベーターは、前述のとおり昇降路の囲いがない屋内オープンタイプで、かご意匠は、かご室の側面壁、天井及びかごの戸、さらには乗場の戸もガラスで構成するとともに機構部分を外装で覆わずに、キャニオンの環境に調和させるとともに乗客が各フロアを一望できるような構成とした。また、このうち1～10号機は、空港用カート及び車いす(椅子)が搭載できるように配慮している。

ここでは、この1～10号機の展望用エレベーターの特徴について述べる。

3.1.1 昇降路の特徴

エレベーターの出入口側の面は、かごからの万一の転落を防止するガラス製保護板(フェッシャプレート)が設けられているが、これ以外は各階の高さ2.32mのガラスフェンスのみで、油圧ジャッキ側の建築柱以外は昇降路の囲いがない構造となっている(図2)。したがって、通常の展望用エレベ

表1. ターミナルビル昇降機概要

	単位：台			
	メインターミナルビル		ウイング	
	エレベーター	エスカレーター	エレベーター	エスカレーター
当社	15 (14)	14	—	—
他社	32 (2)	20	44 (19)	42 (8)
小計	47 (16)	34	44 (19)	42 (8)
総台数	167 (43)			

注 ()内は、大臣認定取得台数

表2. エレベータ仕様概要

号機 仕様	1～10	12, 13	11, 15	14
用途	展望用(身障者用)		荷物用	人荷用
停止階	1, 2, 4階	1, 2, 3, 4階	1, 2, 4階	B, 1階
駆動方式	油圧間接式			
操作方式	セレクチブコレクチブ			
容量(kg)	1,800	1,000	2,000	1,000
定員(名)	27	15	—	15
速度(m/min)	45			
台数(台)	10	2	2	1
沈下対策	あり			

表3. エスカレータ仕様概要

号機 仕様	1, 2, 4, 5, 8, 9, 12, 13	3, 6, 7, 10, 11, 14
設置階	2～4階	1～2階
揚程(m)	11.6	7.1
機種	1200型	
速度(m/min)	30	
傾斜角度(°)	25	

ータでは見えない部分も外から見えるため、昇降路内部の機器の塗色や機器間の配線処理を見栄えが良くなるように配慮し、かご室裏面にカバーを取り付ける等の対策をしている(図3)。

3.1.2 かごの特徴

(1) かごの構造部

キャニオンのデザインコンセプトに沿うように、かご室の窓ガラスの面積をできるだけ大きくする必要があったので、視野を妨げるガイドレールの位置をかご床中心から出入口側に450mm移動した。これにより、ガイドレールとかご中心とが偏心し、かごを支えるガイドに作用する荷重が大きくなるため、高荷重用ガイドローラを採用した。

(2) かご室

かご室は壁、天井及びかごの戸の約70%をガラスで構成した特殊形状である。天井にガラスを使用したり、法規定より大きなガラスを使用するため、建築基準法第38条に基づき大臣認定を取得した。

また、かご室のイメージを軽快にするため、窓ガラスの固定は金属枠なしのシーリング材による方法とした。なお、側面壁と天井は安全性向上のためシーリング材とガラス止め金具の併用による固定方法とした(図4)。

(3) ガラスの破損防止対策

かご室のガラスをかご床から取り付けているため、空港用カート、車椅子の衝突によるガラスの破損防止策を施した。

(a) 手すり(摺)による対策

かご床面から300・600・900mmの位置に、それぞれステンレス製パイプ(直径38)をガラス面から32mm離し

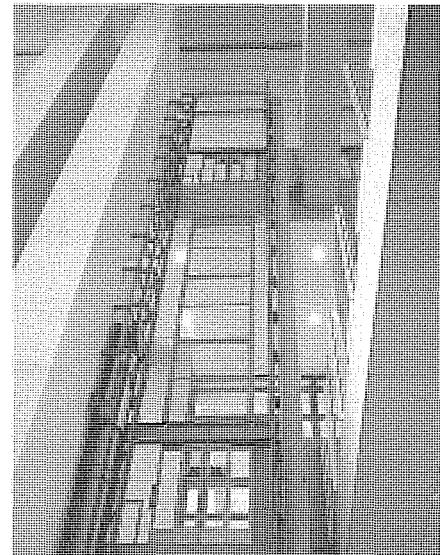


図2. 1～10号機昇降路外観

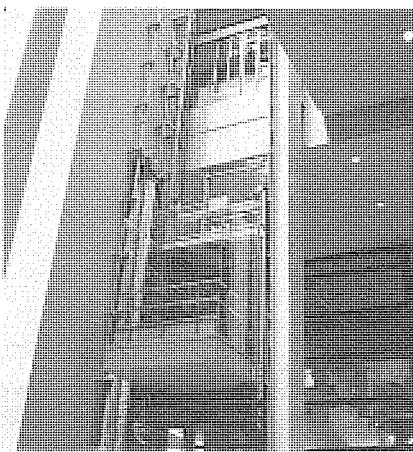


図3. エレベータ外観

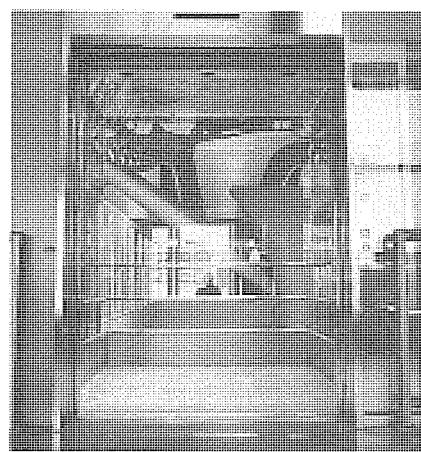
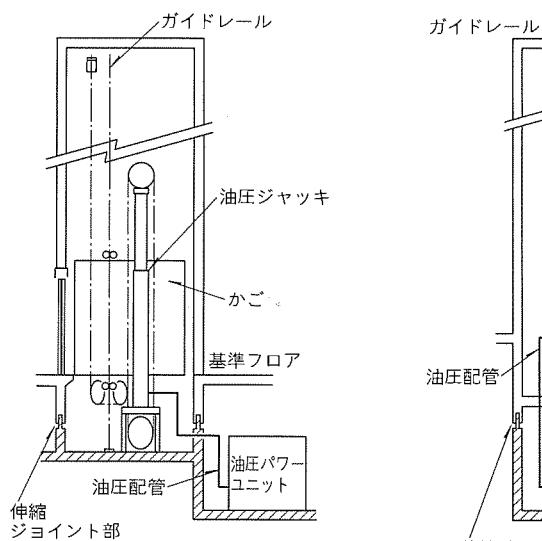
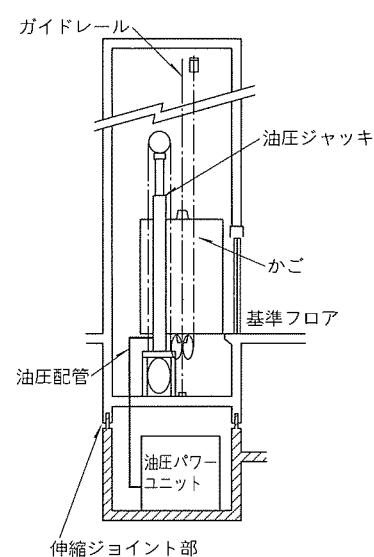


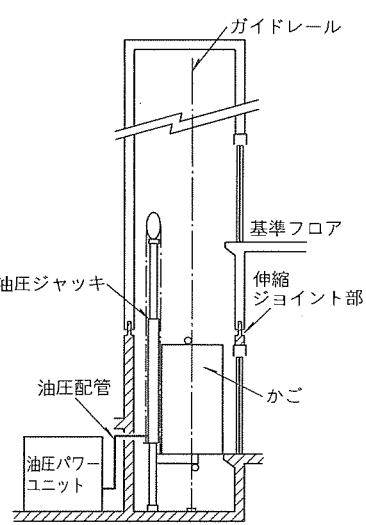
図4. 乗場正面から見たかご内部



(a) 1～10号機



(b) 11～13, 15号機



(c) 14号機

図5. 昇降路縦断面

て取り付け、ガラスに直接荷重が加わらないようにした。

(b) ガード板による対策

かご床面から300mmの範囲に、ガラス面から50mm離してステンレス製パンチングメタル(厚さ4mm、開口率32%)のガード板を取り付けた。

3.2 昇降機設備における地盤沈下対策

新空港が建設された空港島は、海上に埋め立てられた人工島である。したがって、ここに建設された建物はあらかじめ地盤沈下を予想して種々の対策が講じられている。特に土質のばらつきや荷重条件の差、埋立工程のずれ等に起因する“不同沈下”は避けられないものとして考えられており、その対策として、沈下量に応じて建物の柱脚部をジャッキアップ(又はダウン)して高さ調整をする“ジャッキアップシステム”が採用されている。

エレベータの昇降路の縦断面を図5に示す。基準フロアを水平に保つために、伸縮ジョイント部から下側の部分がジャッキアップによって移動する。1回に行われるジャッキアッ



図6. 油圧ジャッキ取付図

プ(ダウン)量は最大で4cmであるが、累積された建物の移動量は、当社がエレベータを納入したターミナルビル本館において、開港後15年間で+10cm～-32cmと予想されている。定期的なメンテナンスでは対応ができない部分や、部

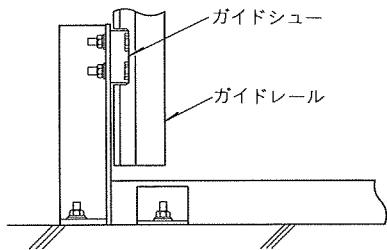


図7. ガイドレール下端取付図

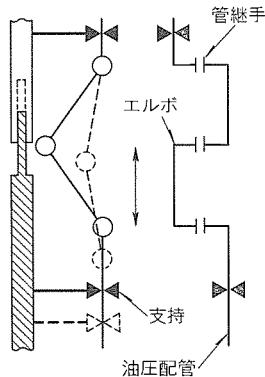


図8. 油圧配管取付図

品交換が大がかりとなる部分については、上記の移動量に追従できるようにエレベータの機器を対策した。なお、図に示すように号機によって建物の伸縮ジョイント部の位置が異なるため、対策内容も号機によって異なる。

以下に主な対策内容を紹介する。

(1) 油圧ジャッキ

1～10、14号機の油圧ジャッキは、シリング表面を上下2か所に部分的に機械加工を施し、ふつ素樹脂材をシューとするガイドを設け、固定支持用のUボルトを緩めることにより、油圧ジャッキ全体が上下にしゅう(摺)動できるようにした(図6)。

また、油圧ジャッキの長さは予想沈下量に基づく余裕ストロークを見込んだものとし、ロープの交換をしなくても建物の移動量に追従できるようにした。

(2) ガイドレール

1～10、14号機のかご側のガイドレールは、レール下端をスライディングシューでガイドする構造とし、建物の伸縮に追従できるようにした(図7)。

(3) 油圧配管

11～13、15号機の機械室内における油圧配管は、金属製管継手とエルボ管を組み合わせることにより、建物の伸縮に追従できるようにした(図8)。

(4) かご停止指令装置及び終端階減速停止装置

この装置は、エレベータの位置検出及び停止決定にかかわ

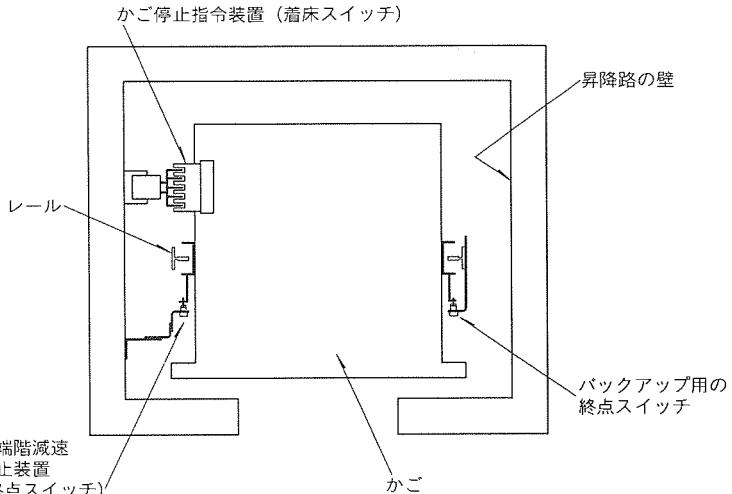


図9. かご停止指令装置及び終端階減速停止装置取付図



図10. エスカレーター外観

るため、地盤沈下による影響が極めて大きくなる。通常、終端階減速停止装置(以下“終点スイッチ”という。)及びかご停止指令装置(以下“着床スイッチ”という。)の誘導板は、かご側ガイドレールに取り付けているため、建物が伸縮するとの装置と乗場床面の距離が変化する。したがって、減速開始点が初期設定の位置からずれるため、スムーズな減速ができなかったり、停止時のかご床と乗場床との段差が大きくなる等の問題が発生する。14号機の油圧エレベータでは、このような不具合を解消するために、図9に示すように終点スイッチ及び着床スイッチの誘導板を昇降路の壁に固定する構成とした。これにより、建物がジャッキアップされた場合でも常に終点スイッチ、着床スイッチと乗場床面との距離を一定に保つようにした。

また、建物が傾くことにより、かご側のカムと昇降路側のスイッチが外れたり、着床スイッチ本体と誘導板が接触する等でかごが終端階のレベルを行き過ぎるようないよう、かご側のレールに固定したバックアップ用の終点スイッチを追加した。

4. 空港用カート搭載エスカレータ

旅客ターミナルビル内には、利用者が手荷物を運搬するための空港用カート（以下“カート”という。）が配備された。カートは階間移動が必要であり、このためカートの輸送を可能としたエスカレータ計14台を納入し、キャニオンに設置した（図10）。

このエスカレータのカート輸送状態を図11に示す。カートには、傾斜部でもステップ（階段）からずり落ちることがないように特別な工夫がされている。利用者はカートを押し、そのままエスカレータに乗り込めばよい。エスカレータには、カートをスムーズ輸送するための種々の対策が施してあり、通常のエスカレータと比べて次の特徴を備えている。

- (1) カート利用者の傾斜部での不安感を和らげるため傾斜角度を通常の30°から25°とし緩やかにした。
- (2) 利用者の乗り降りを容易にするとともに、乗り込み後にステップ段差ができるまでの時間的余裕を確保するため、乗降部の水平ステップ長さを長くした。
- (3) カートの乗り降りがよりスムーズにできるよう、乗降口の床板の傾斜を緩やかにした。
- (4) 曲部でのステップ段差変化に伴うカート搬送姿勢の変化を緩やかにし、カート利用者の対応を容易にするため、上曲部、下曲部の曲率半径を大きくした。

さらに、このエスカレータは、欄干パネルに透明ガラスを採用し、キャニオン部の建築デザインコンセプトに沿うものとした。また、次の安全面についても配慮した。

- ガラスの板厚を厚くし、強化を図った。
- 吹抜部に設置されることを考慮して、中間傾斜部の欄干高さを高くした。

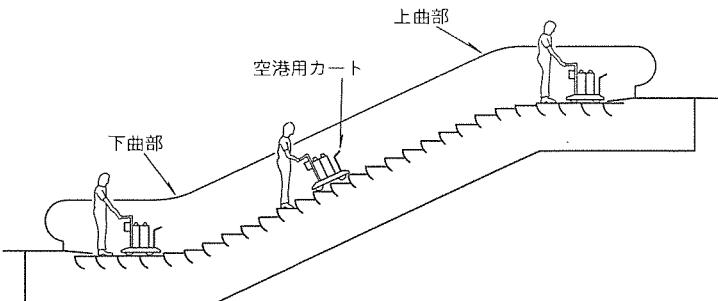


図11. カート輸送状態

●万一、カートが降り口で滞留したとき、カート利用者が操作可能な非常停止ボタンを上曲部、下曲部の欄干パネルに設けた。

5. むすび

以上、関西国際空港に当社が納入した昇降機設備についてその概要及び技術的な特徴について紹介した。囲いのない昇降路、昇降行程が経年的に変化するなど従来にない条件であったが、この種の要求は多様化するビルの構造、建築工法の進歩等によって、今後も十分有り得るものと考えられる。当社の技術を結集し、市場のニーズにこたえる昇降機の開発を通して、より安全でより快適なビルや都市造りにこれからも貢献していく所存である。

参考文献

- (1) 日刊工業新聞社関西新空港特別取材班：海からの出発
関西新空港、にっかん書房（1993）

日本航空(株)納めチェックインシステム “JALPAS/D-II”

太田芳弘* 柳田尚徳*
野津エア*
青木隆之*

1. まえがき

航空会社における国内線空港業務では、羽田沖合展開や関西国際空港を始めとする空港設備の新設／整備による便数と旅客数の増大や航空会社間の競争激化に伴う旅客サービスの多様化への対応が望まれている。一方、限られた要員・施設でこれら大量の旅客のチェックイン、搭乗等の手続きを短時間で確実に行う必要があり、“より速い応答、より簡単な操作、より高い信頼性のシステム”が要求されている。こうした背景の下に、日本航空(株)からシステムインテグレーションとして受注し、新国内線空港システム(以下“JALPAS/D-II”(JAL Passenger Auto-processing System/Domestic-II)という。)が生まれた。

JALPAS/D-IIは、日本航空の国内線の空港での搭乗手続きや搭乗管理等の空港業務を総合的にサポートするシステムであり、日本航空が保有するホストシステム(国内線の予約・発券システム、運航システム及び日本語情報システム)と密接に連携し、予約から搭乗、精算までの情報処理の統合化を実現している。

本稿では、JALPAS/D-IIシステムに求められた“応答性”“効率性”及び“信頼性”を実現するためのシステム設計上のコンセプト、実現方式及び構成機器を紹介する。

2. システム概要

2.1 空港業務の概要

空港業務には、予約から搭乗・精算までの一連の流れがあり、JALPAS/D-IIはこれらを総合的にサポートしている。以下にその概要を説明する(図1)。

(1) 予約・発券

ホストシステムを使って航空便の座席予約、航空券の発券、及び予約・発券情報の作成を行う機能で、一般には支店、営業所や旅行代理店などで取り扱うが、空港内の予約・発券カウンタに設置されたJALPAS/D-IIの端末からも同じ操作ができる。

(2) プリパレーション業務

空港での搭乗手続きのための準備機能であり、航空便のフライトスケジュール、座席情報及び予約・発券情報(各航空券のデータ管理)などをあらかじめホストシステムから受信し、JALPAS/D-II内のデータベースに展開する。

(3) チェックイン業務

空港での搭乗手続きであり、旅客が所持する航空券の行き先、便名、券の有効性などを確認し、座席の確保と搭乗券の発券、手荷物の受託を行う。チェックイン業務は、空港のチェックインカウンタで行うが、専用端末を導入して操作を簡略化している。

(4) 搭乗業務

航空便への搭乗処理であり、搭乗口(ゲート)で旅客が所持する搭乗券を搭乗券読み取り装置(BPR)(図3)で読み取り、搭乗旅客の人数と座席及び便名の確認を行う。また、搭乗旅客の名前を管理することによって未搭乗客の呼出しを可能とし、航空便の定時性と安全性を向上させている。

(5) バックオフィス業務

チェックインカウンタで旅客から回収した航空券を集計し、精算するための集札情報を作成するとともに、便ごとの搭乗人数などの搭乗結果情報をホストシステムに送信する。

(6) 精算

ホストシステムの予約・発券情報にJALPAS/D-IIから送付された搭乗結果情報を反映する。

2.2 ネットワーク構成

(1) 全体構成

このシステムは図2に示すように、国内の主要7空港(親空港)に分散ホストコンピュータ(以下“分散ホスト”といふ。)とTCU(Terminal Control Unit)、小規模空港(子空港)にTCUのみを配置した分散システム構成となっている。各空港の分散ホスト間及び分散ホストと子空港間は、64 kbpsの高速回線で接続し、リアルタイム性を高めている。

(2) 空港内構成

主要7空港は、分散ホスト、末端制御装置としてのTCU

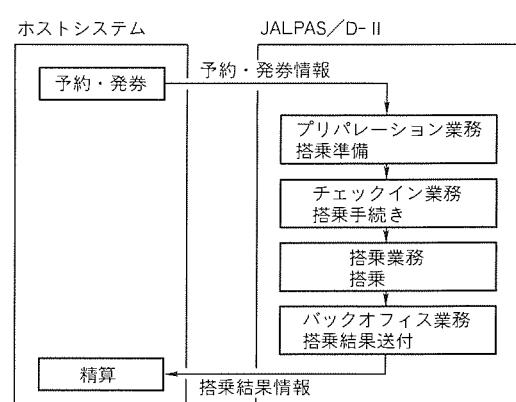


図1. 業務の流れ

及びこれに接続する各種端末装置から構成され、子空港は、TCUと各種端末装置からなっている。

空港内のネットワーク構成を図3に示す。空港内の伝送系としては、基幹系に100MbpsのFDDI(Fiber Distributed Data Interface)を、支線系に4MbpsのトーカンリングLANを各々採用した。

2.3 システムの設計コンセプト

このシステムは、日本航空(株)の国内線空港業務をサポートするシステムであり、“応答性”“効率性”及び“高信頼性”的3点をシステム構築の基本コンセプトとして開発を行った。

2.3.1 応答性

(1) 端末装置

(a) 表示装置(VDU)(図3)は、通常のマルチタスクオペレーティングシステムであるOS/2^(注1)やWindows^(注2)ではタスク切換えのオーバヘッドが大きく高速の応答性能を実現できないことから、専用のマルチタスクスケジューラを開発した。

(注1) “OS/2”は、米国IBM Corp.の登録商標である。

(注2) “Windows”“MS-DOS”は、米国Microsoft Corp.の商標である。

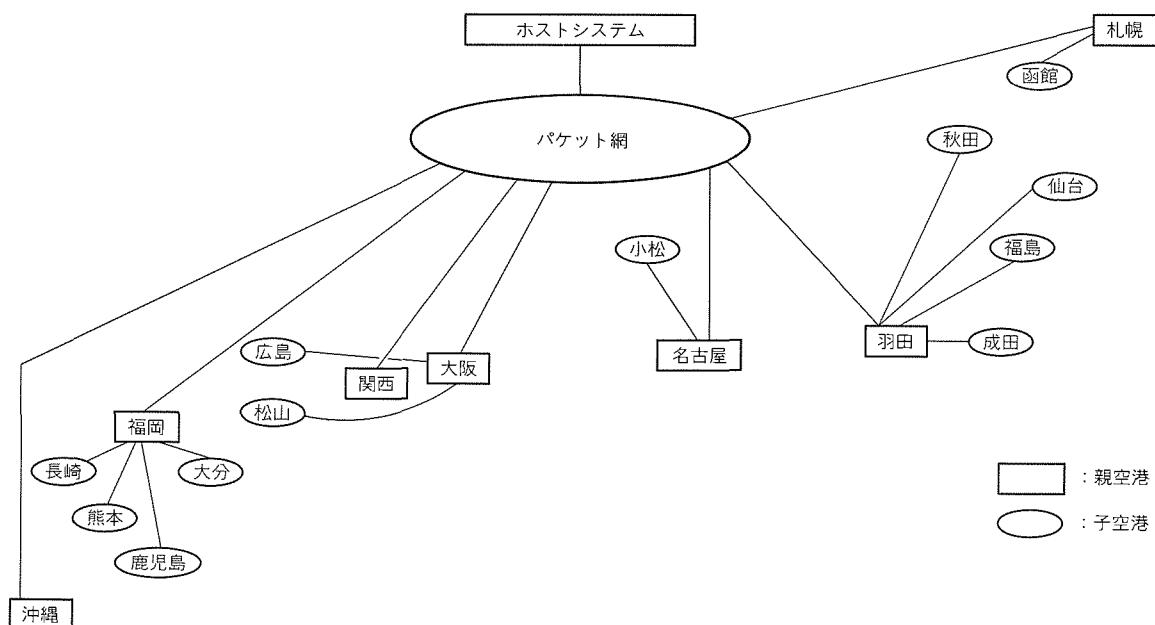


図2. 全体ネットワーク構成

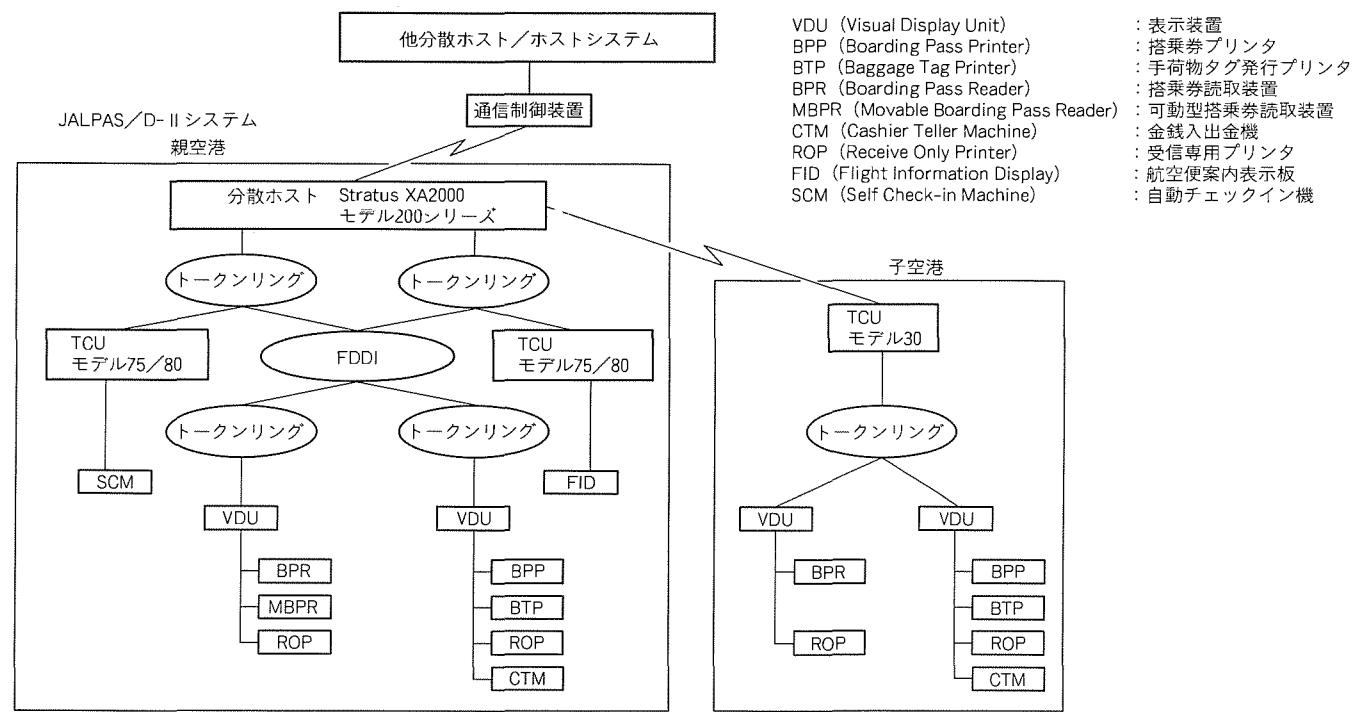


図3. 空港内ネットワーク構成

(b) 搭乗券プリンタ (BPP) (図3) は、搭乗手続きのための性能を決定する重要な機器であるため、並列処理が可能な32ビットのマイクロプロセッサを採用した。これによって、同時に3枚の券を独立に制御することで高速化を図っている。

(2) 分散ホスト・TCU

TCU は分散ホストの端末制御装置と位置付けられ、TCU で端末からの入力情報の形式チェック及び端末への出力情報の編集を分担することにより、分散ホストの負荷を軽減して応答性能の向上を図っている。ソフトウェア構築上の対策については3.2節に述べる。

(3) 伝送時間の短縮

- (a) VDU と BPP, 手荷物タグ発行プリンタ (BTP) (図3) 及び BPR 間を最高 153.6 kbps の LAPB (Link Access Protocol Balanced) 手順で接続し、高速シリアル転送によって、伝送時間を抑えた。
- (b) 分散ホスト、TCU 及び VDU 間の接続には、4 Mbps のトーカンリング LAN を採用し、トーカンリング間は 100 Mbps の FDDI で接続して転送時間を低減させた。
- (c) 転送データの圧縮及び定型フォーマットの事前送信により転送データ量を減少させ転送時間の短縮を図っている。

2.3.2 効率性

(1) 自動チェックイン

このシステムでは、旅客から受け取った多様な航空券を BPP に読み込ませるだけで、チェックイン操作が行えるようにしており、チェックインの操作性、正確性、迅速性を向上させている。すなわち、航空券を BPP に読み取らせることで、航空券の情報とシステムの保持する予約、航空券情報との整合性チェックが自動的に行われ、チェックインが行えるようになっている。これによって、従来は係員が目視でチェックしていた行き先、便名、券の有効性(期限、区間、割引など)などが自動判定されるようになり、チェックイン業務の効率が大幅に向上了。

(2) ANYWHERE チェックイン

従来、便ごとにチェックインカウンタが固定であったが、この制約をなくして、どのチェックインカウンタでもすべての便のチェックインを可能とした。

(3) 旅客の名前による個人情報管理

予約情報、チェックイン情報及び搭乗情報を旅客の名前で管理しており、旅客名による検索を可能としている。

(4) 手荷物預り証の発行

手荷物預り証 (Baggage Tag) の自動発行を行い、手荷物管理の簡素化を行うとともに、手荷物所有者の旅客名での検索を可能に

した。

2.3.3 高信頼性

(1) 分散システム構成の採用

主要空港ごとに分散ホストを設置することにより、一つの空港の分散ホストに障害が発生しても他の空港には影響を与えることなく、システムダウンの影響を極小化している。

(2) フォールトトレラントコンピュータの採用

分散ホスト及び TCU にフォールトトレラントコンピュータである "Stratus" を採用し、ハードウェアの二重化によって極めて高い信頼性を確保している。

(3) LAN/X.25回線の二重化

LAN 及び X.25 回線は二重化構成とし、一つの経路が切断されても業務ができるようなネットワーク構成としている。

(4) 耐環境性の高い端末機器

端末機器群は、冬の札幌から夏の沖縄まで、広い環境条件に適合するように空港での温度、湿度、ごみ(塵)、塩害、静電気及びノイズなどを考慮した構造となっている。

3. 分散ホスト、TCU

3.1 ハードウェア構成

図4に分散ホスト、TCU のハードウェア構成を示す。分散ホスト、TCU には Stratus XA 2000 シリーズを採用しており、以下の特長を持つ。

(1) 高い信頼性

CPU、メモリ、I/O コントローラ、ディスク、電源、バスをすべて二重化したハードウェアベースのフォールトトレラント方式により、非常に高い信頼性を実現している。

(2) 柔軟な拡張性

CPU は最大 8 枚、メモリは最大 256M バイトまで増設することが可能であり、増大するトランザクション量に対して

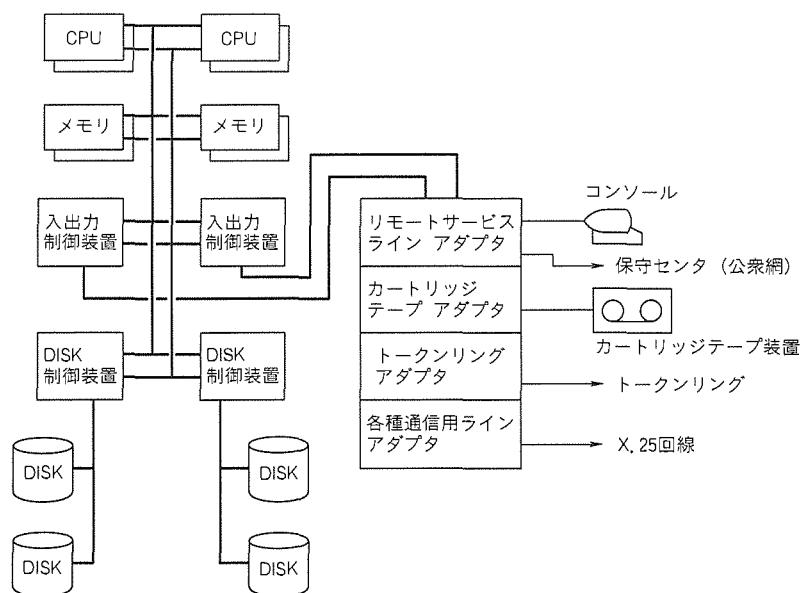


図4. 分散ホスト、TCUのハードウェア構成の概要

も十分な拡張性を持っている。また、TCU の増設が可能であり、空港規模に応じた分散ホストの CPU 枚数と TCU 台数を決定することにより、最適なシステム構成が構築できる。

(3) 高いメンテナンス性

ハードウェアの増設作業は、システム停止なしに実施することができ、メンテナンス性にも極めて優れている。

3.2 ソフトウェアの特長

分散ホスト、TCU のソフトウェア構成を図 5 に示す。このソフトウェアの特長は以下の点にある。

- OSI の 7 階層モデルに対応した構成
- 高い応答性能
- 高信頼性の実現

以下にその詳細について示す。

3.2.1 OSI の 7 階層モデルに対応したプロセス構成

このシステムでは、DLC (LAN), PCNE (X.25), SN A/QLLC 及び BSC という多彩なプロトコルを使用して各装置間を接続している。これらのプロトコルを無理なく組み込むために、図 5 に示すように OSI の 7 階層モデルに対応したプロセス構成をとっている。

3.2.2 高い応答性

このシステムでは高速な応答性能を実現するために、様々な工夫をしている。

(1) データベースのメモリ常駐

業務処理のために扱うデータは、60 万席分 (3 日分、200

便/日、1,000 席/便) と膨大であり、データのアクセス処理時間の短縮のため、メモリに常駐させた。

(2) データベースの高速検索

名前や航空券の券番号、予約照会番号等のキーで高速検索が必要な旅客情報は簡易データベース化し、キー情報の高速検索手法として二等分探索手法^(注3)を採用した。

3.2.3 高信頼性の実現

高い信頼性のあるハードウェアを採用しているが、ソフトウェア障害による万一のシステムダウンへの対応も考慮する必要がある。特に、座席の二重アサインや搭乗券の二重発券は許されない。そこで、システムダウンしてもダウン前のデータに回復させるために、データベースの更新時は更新情報をジャーナルファイルに蓄積している。システムダウン後の立ち上がり時にジャーナルファイルを順次読み込み、データベースに反映する方式により、システムダウン前のデータを復元している。また、一つのプロセスが処理の途中でダウンしても自動的にデータベースの復元を行い、処理の続行ができるようになっている。

4. 端末機器

(注 3) 二等分探索手法とは、データが昇順に並んでいる場合に半分に分けたデータの中央の値を調べ、検索目的のデータが前半分にあるか後半分にあるかを決める。この操作を繰り返すことによって目的とするデータを求める検索手法である。

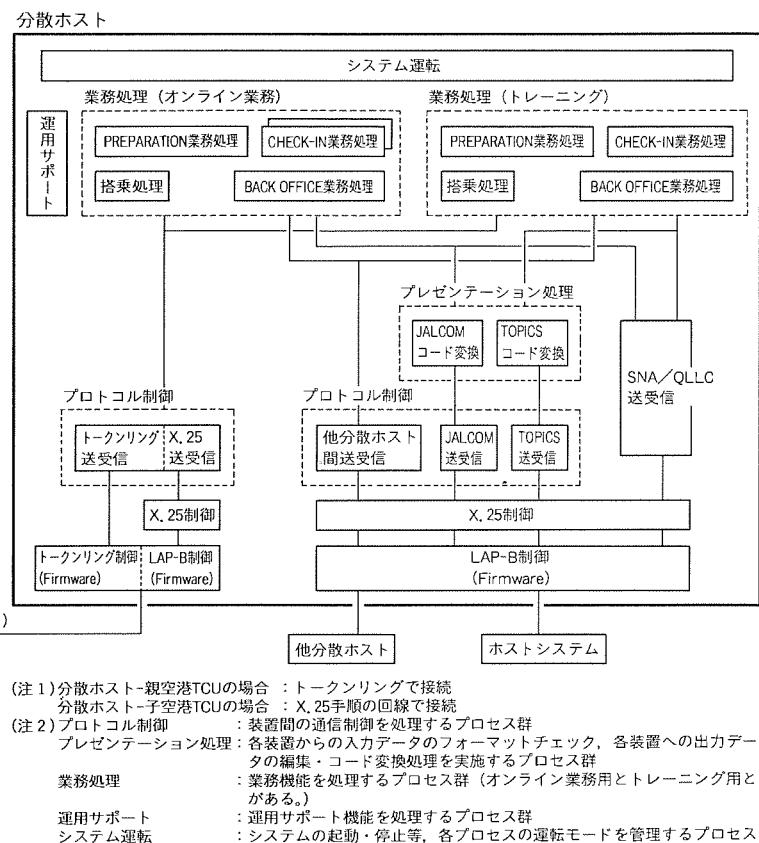
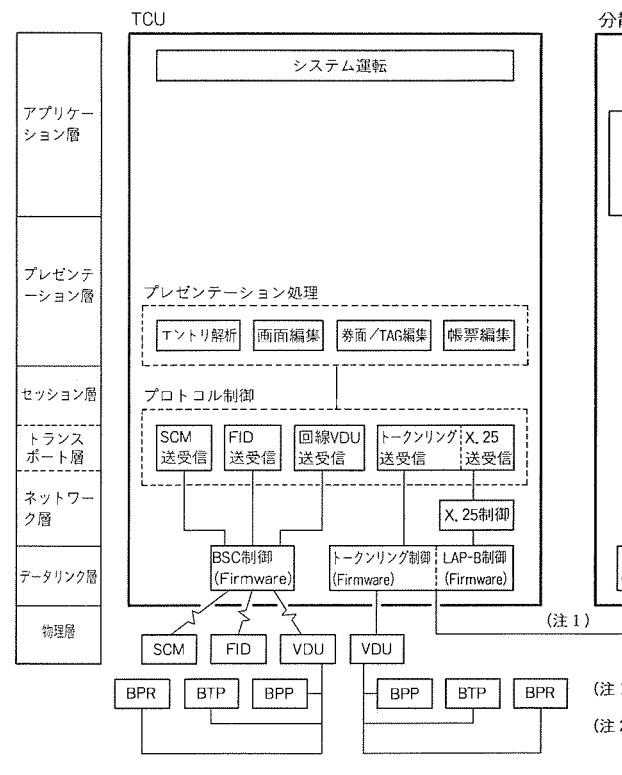


図 5. 分散ホスト、TCU のソフトウェア構成の概要

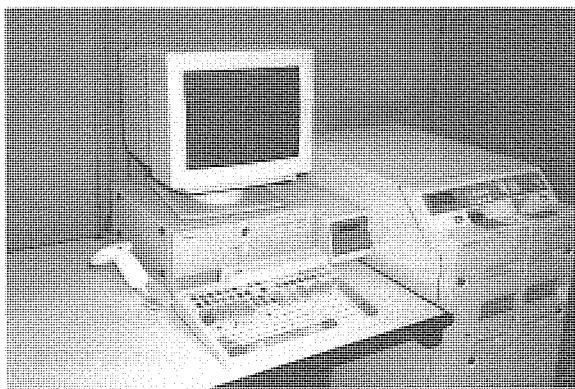


図 6. 端末装置外観

空港業務の支援システムとして、搭乗手続きや航空券の発券、精算業務等を実施する端末は、空港業務用の専用端末として新規に開発した(図 6)。

4.1 VDU

VDU は、制御部、表示部、キーボード部及びその他オプション機器からなる端末装置であり、航空会社の操作員とのインターフェースをとる主要装置である。チェックインカウンタ、発券カウンタ、バックオフィス、搭乗ゲート等の各設置場所によって構成や機能が異なるが、可能な限り汎用性を持たせており、装置の主要部は共通である(図 7)。

(1) 制御部

汎用の AX パソコンをベースとしており、OS に MS-DO S^(注2)を使用し、独自開発のマルチタスクスケジューラにより、機器の制御を多重化している。また、じんあい(塵埃)が多いという設置環境の特殊性から、フロッピーディスク装置を使用せず、フラッシュメモリカード装置を装備している。

(2) 表示部

15" フラットスクリーンのマルチスキャンモニタを採用し、33行と 25 行の切換えを可能とした。これにより、視認性を高め操作員の負担を軽減し、表示の情報量を増加させた。

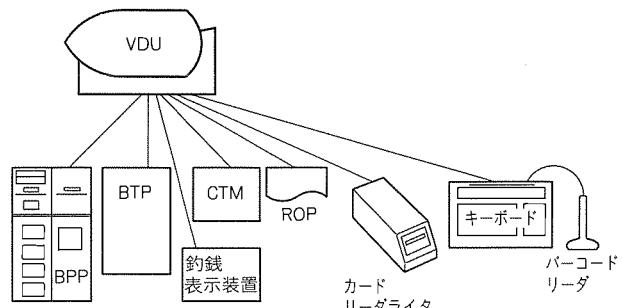
(3) キーボード

キートップの表示が変えられる 43 個のファンクションキーを採用し、チェックインカウンタ、発券カウンタ等での機能をワンタッチで実行できる。また、キーボード上に磁気カード読み取り装置を備え、SKYMATE カード、ワイクエンド スマイルカードや ATB (Automated Ticket and Boardingpass) 航空券等の読み取りを可能とした。

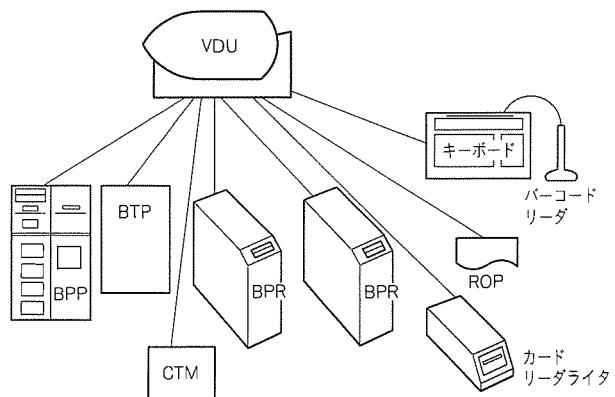
(4) その他のオプション機器

チェックインカウンタ、搭乗ゲートに設置される BPP、BTP、BPR は VDU に接続される。各々の処理は、高速の応答性能が要求されるため、最高 153.6 kbps の RS422 インタフェースを 2 ポート持ったボードをオプションで 3 枚増設できる。

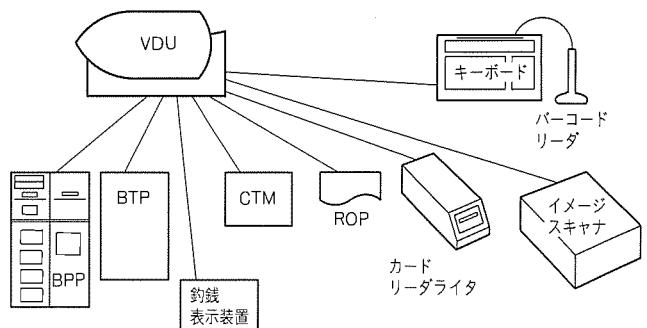
その他、プリンタ、バーコードリーダ、カードリーダライタ、イメージスキャナ、CTM(図 3)、釣銭表示装置が各々



(a) チェックインカウンタ、発券カウンタ



(b) 搭乗ゲートカウンタ



(c) バックオフィス

図 7. 設置場所ごとの端末構成例

の設置場所に応じて接続可能となっている。

4.2 BPP

BPP は、サービスの多様化への対応及び業務の効率化のために、大幅に機能強化した多機能機器として新規に開発した。まず、従来の ATB 券以外にマルス券 (JR 各社発行券) や手書き OCR 券を始めとする各種の券の読み取り、印字、磁気データの読み書きを可能としている。その他、喫茶券や座席指定表等の印刷もできる(図 8 参照)。さらに、行き先を固定しない ANYWHERE チェックイン操作を簡単にするため、同行者すべての航空券を自動挿入機能で読み込み、この挿入した券を BPP 内に貯め込んで一括処理する貯留機能を備えている。また、6種のスタッカ、4種のホッパを装備しており、マルチ CPU による並行処理でメカを制御し、高

速処理を可能とした。

4.3 BTP

BTPは、手荷物タグの自動発行を行う機器で、文字以外にカラーパターンの印字が可能である。また、国内、国際の2種類のタグが発行でき、バーコードの印刷も行う(図9)。

4.4 BPR/MBPR

BPRは、搭乗ゲートに設置され、搭乗改札機能を果たす端末装置である。

搭乗券は、正逆表裏4方向挿入での読み取りが可能で、搭乗券部を正面長手方向に返却する。また、航空券部に“搭乗済”的スタンプを押し、スタッカに収納する。無効搭乗券の場合は、お客様に対してチャイムと音声案内を行い、係員に無効理由を表示する機能を持っている。臨時又はバックアップ等に使用する可動型自動改札機(MBPR)も合わせて開発した。

4.5 FID(図3)

ANYWHEREチェックインの導入に伴い、各カウンタ及びゲートの表示盤がなくなり、搭乗手続きを実施している全出発便の便名、出発時刻や出発ゲート等が一目で分かる大型表示装置を設置し、サービスの向上を図った。

この装置は、LEDを使用して文字のみでなく動画の表示も可能である。

4.6 CTM

発券カウンタ操作員の負担を軽減し、誤りを防止するため、現金の自動入出金を行う機器である。また、お客様へのサービス向上の一環として釣銭表示装置も新規に開発し、CTMと連動させている。

5. むすび

今日の航空会社間の激しい競争のなか、このシステムのような空港業務支援システムの優劣が、航空会社の競争力、収

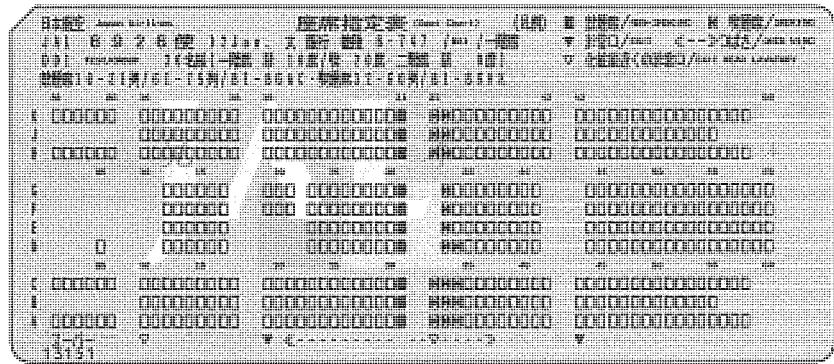
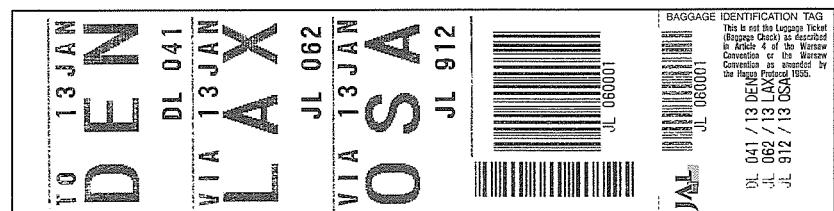


図8. BPPの帳票印字例



(a) 国内線手荷物タグ



(b) 国際線手荷物タグ

図9. 手荷物タグ例

益力を左右する状況にある。

このような状況下にあってこのシステムは、発券・搭乗・精算業務の効率化、及びチェックイン業務の迅速化による旅客サービスの一層の向上を図り、日本航空国内線の競争力強化、収益力向上に寄与するものである。

このシステムは、1994年9月に札幌(千歳)空港での稼働を始めとし、約1年間に全国19空港に展開する予定であり、この展開作業を無事に完了させることが、当面の課題である。今後とも日本航空(株)と協力し、サービスの多様化に対応した機能拡張を行い、他社システムとの差別化を図り、更なる競争力のある魅力的なシステムにする所存である。

全日本空輸(株)納め 気象画像システム“MAGICS”

滝澤信也* 熊谷秀光**
小沢裕之** 赤塚佳隆**
西ノ宮弘一** 吉村 功**

1. まえがき

航空機技術の進歩は目覚ましく、今日では最も安全な乗物の一つといえる。この航空機の運航に最も影響を与えるものが気象条件である。特に、日本は国土が狭く山岳地帯が多いため気象の変化が激しく、また南北に長いため地方によって天候に大きな違いが現れる。

全日本空輸(株)と三菱電機(株)は、各種気象情報を全国の端末に配信し、運航担当者が確実に情報入手できるシステムとして、1987年に気象画像システム (Meteorological Advanced Planning System : MAPS) を共同開発している。

その後、成田空港II期工事、羽田沖合展開、関西国際空港の展開に伴い、運航管理業務の東京への集約化やパイロットへの支援などをより充実させることができることが急務となってきた。そこで今回上記の目的を実現するために、より多くの情報をより迅速かつ分かりやすく提供できるよう、MAPSの機能を強化した“MAGICS”(MAPS and Graphic Information Creative System) の開発を行った。

以下に MAGICS の構成、機能、特長について述べる。

2. システムの実現方針

今回、MAGICS の開発を行うに当たり、以下の 3 項目を実現方針とした。

(1) 通信の高速化・高機能化

今回、取り扱うデータの種類が既存システムの倍以上に増えるため、通信路を 2 倍に高速化し、配信できるデータ容量を増やすことにした。また、配信時の通信プロトコルとして、既存システムでは BSC (Binary Synchronous Communications) プロトコルを用いていたが、今回は TCP/IP^(注1) プロトコルを採用し、論理的に複数のコネクションを同時に張ることができるなど通信処理の高機能化を実現した。

(2) 高性能ワークステーションの導入

取り扱うデータ種類の多様化に伴い、データ加工処理が複雑化し、格納データが増大する。また、より迅速な情報提供を実現するために各機器の処理能力を向上させる必要があった。そのため、高性能エンジニアリング ワークステーション “ME/R7150-50” を新たに採用し、各種処理性能の向上を図ることにした。

(3) 既存システムの活用

既に全国配備されている既存の端末を有効活用するため、既存システムとの整合性をとりながら、新しいシステムとの融合を図った。また、天気図等を各空港の FAX へ自動配信する FAX 処理などの一部機能は、今までどおりに動作させることにした。

このように、既存のシステムを活用することにより、コストの低減及び工程の短縮を図っている。

(注1) “TCP/IP” は、米国 Texas Instruments, Inc. の登録商標である。

表1. 取扱いデータ概要一覧

No.	データ種類	内 容	データ種類	データ増
1	天 气 図	気象庁からFAXで送られる天気図データ	気象	△
2	ひまわり	気象衛星ひまわりによって観測されるデータ	気象	△
3	レーダアメダス	レーダの降水強度をアメダスの測定降水量で補正したデータ	気象	○
4	地方レーダ	各地域に設置されているレーダで計測したデータ	気象	—
5	空港レーダ	各空港に設置されているレーダで計測したデータ	気象	—
6	アメダス	日本全国の観測所で測定される風向、風速、気温、降水量など	気象	○
7	台 風	気象庁発表の台風位置、気圧、移動方向、移動速度など	気象	○
8	高 層 気 象	上空における風向、風速、気温などの実測値及び予想値	気象	△
9	エンルート	航空機のゆれ、雲の種類、位置など航空機で観測されるデータ	気象	○
10	伝 言	システム停止など至急周知する必要のあるデータ	航空	—
11	NOTAM	空港の工事などの情報	航空	○
12	解 析 付 加	各種気象データに対し、解析を加えたデータ	気象	○
13	ミニファイリング	運航マニュアルなどの文書データ	航空	○

注 データ増の項目

○：今回新たに追加されたデータ

—：既存で存在し、今回変更のないデータ

△：既存で存在したが詳細が増えているデータ

3. システム概要

3.1 データ概要

既存システムでは、6種類の気象情報を取り扱っていたが、MAGICSでは表1に示すとおり、気象情報だけでなく航空情報も含め13種類の情報を取り扱う。

代表的なデータとして、エンルートの出力例を図1に、地方レーダーの出力例を図2に示す。エンルートは、航空機の飛行経路や、雲の種類／位置など航空機の飛行中に観測される情報である。図中の左上に平面を、下方に断面を表示し、三次元的に大気の状況を表現している。断面中のキャラクタ部分は揺れのレベル／雷／氷結を示し、ハッチング部分は雲の種類を示している。

また、地方レーダーは、全国各地に設置されている地方気象レーダーで測定されるレーダ情報であり、日本地図と重ね合わせて表示される。図は西日本合成の出力例であり、気象庁発

表の各地のレーダ情報を作成して出力している。

3.2 システム全体構成

このシステムは、基本的にセンタシステムで入手した気象／航空情報を自動的に全国の端末まで配信するシステムで

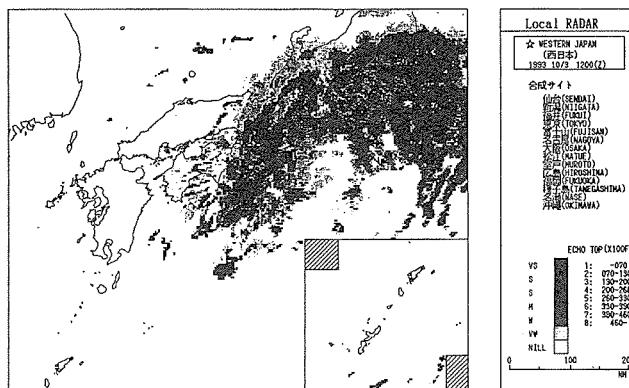


図1. モノクロプリントアウト例（エンルート）

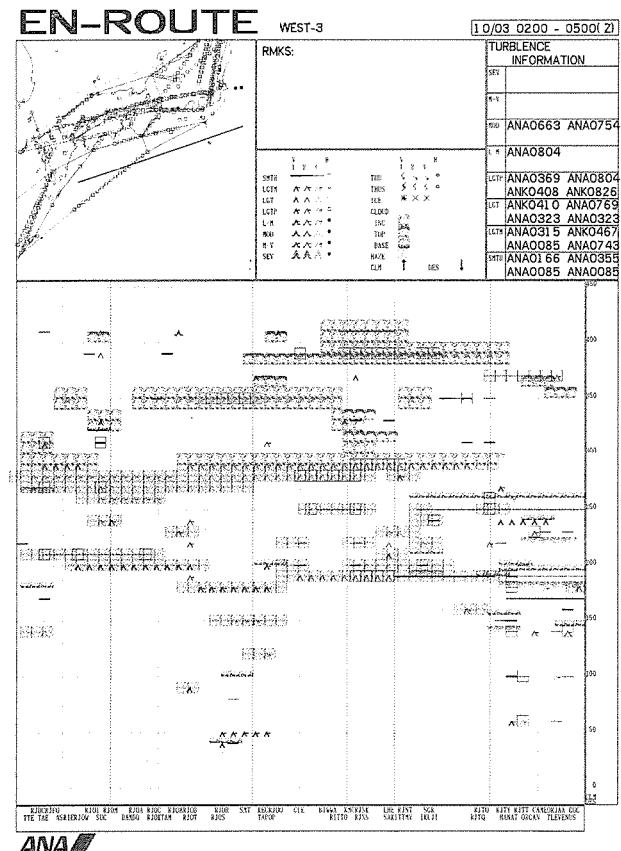


図2. モノクロプリントアウト例（地方レーダー）

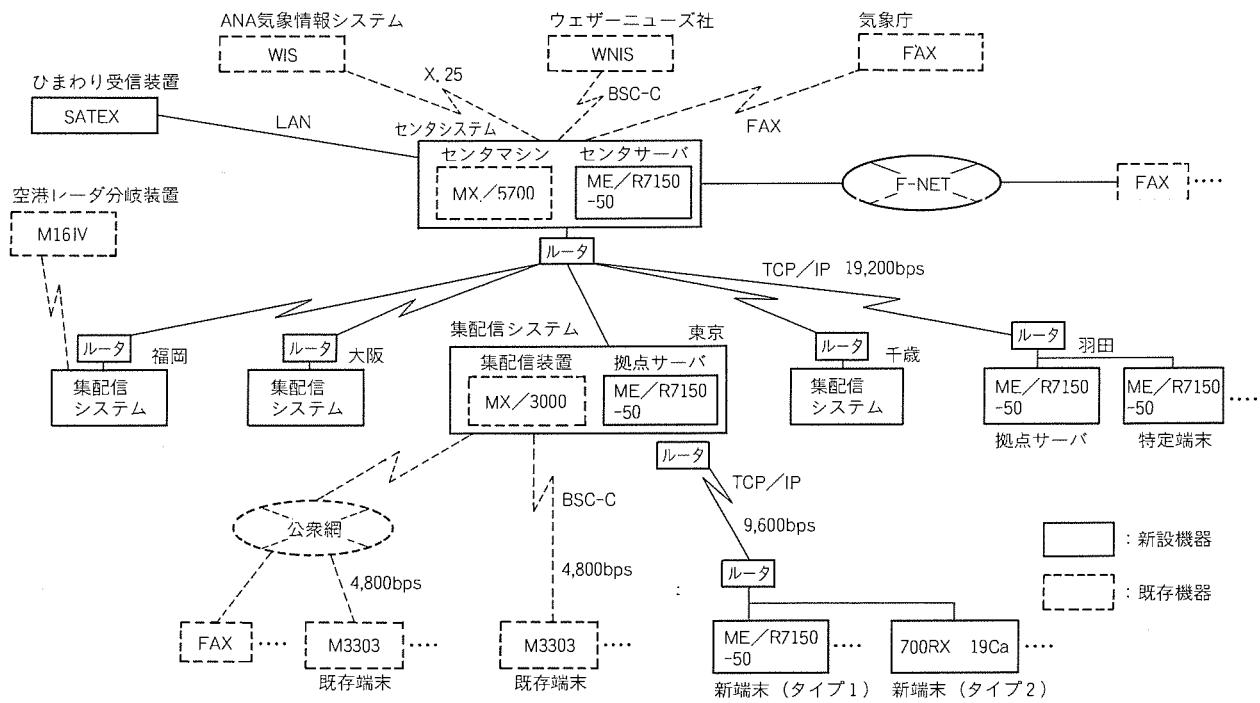


図3. システムの全体構成

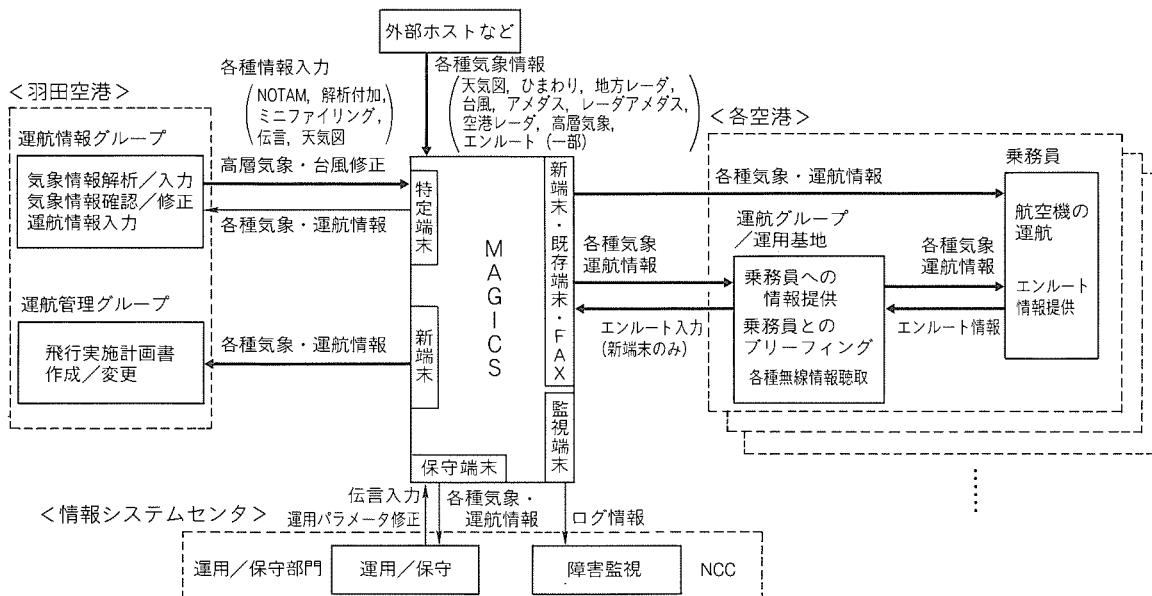


図4. システムの運用概念

ある。システム全体構成を図3に示す。図のように、このシステムでは各機器をルータで接続し、全国にまたがる TCP/IPベースの WAN (Wide Area Network) を構築している。

新設機器はすべてマルチタスクOS (Operating System) である UNIX^(注2)をOSとして使用し、表示処理は X Windows^(注3)及びOSF/Motif^(注4)を使用してシステム構築を行っている。

3.3 システムの運用

このシステムの運用は図4のとおり行われる。

各部門に対し、的確な気象／航空情報を提供するため、以下の形で入力が行われる。

- (1) 外部ホストなどから各種気象情報を受信
- (2) 運航情報グループによる各種情報の入力
- (3) 全国の各空港からのエンルート情報入力

入力された情報は全国の端末に配信され、フライトプランの作成などを行う運航管理部門で航空機の安全運航を行うために主に使用される。

今回、気象／航空情報の追加により、気象／運航の状況をより把握しやすくなった。また、端末性能を向上させており、より迅速に情報を入手することができるようになった。

3.4 ハードウェア構成及び機能概要

各構成機器ごとのハードウェア構成、及びその機能概要を以下に示す。

3.4.1 センタシステム

(注2) "UNIX" は、X/Open Company Ltd.がライセンスしている米国及び他の国における登録商標である。

(注3) "X Windows" は、米国 Massachusetts Institute of Technology (MIT) の商標である。

(注4) "OSF/Motif" は、Open Software Foundation, Inc. の商標である。

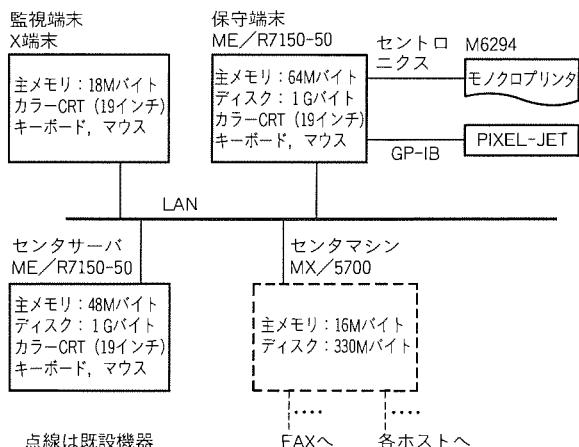


図5. センタシステムのハードウェア構成

センタシステムのハードウェア構成は図5のとおりであり、既存機器であるセンタマシンにセンタサーバを追加し、各種処理量の増加に対応している。

センタシステムの主な機能は以下のとおりである。

- (1) データ受信及び配信
各種外部機器から気象／航空情報を受信し、そのデータを東京、大阪などの各拠点の集配信システムに対して配信する。
- (2) データ加工
イメージデータ合成や、既存端末用表示データ作成、FAXデータ作成を行う。
- (3) FAX自動出力
天気図、その他のFAXデータを全国空港のFAX装置に対して自動出力する。このときNTTのF-NET同報機能を使い、回線を効率的に使用している。
- (4) システム監視
各機器からメッセージログをセンタシステムへ上げ、監視端末上にシステム状況を常時表示させる。また、障害が発生

した場合には障害状況の表示とともに警報を鳴らし、障害を知らせる。24時間障害監視を行う NCC (Network Control Center) がこの機能を使用してシステム状況を監視する。

(5) 保守・運用

配信スケジュールのメンテナンス、ソフトウェアのダウンロードなど各種のシステム運用／保守機能をシステム管理者向けに提供している。

3.4.2 集配信システム

集配信システムのハードウェア構成は図 6 のとおりであり、既存機器である集配信装置に拠点サーバを追加し、各種処理量の増加に対応している。

集配信システムの主な機能は、以下のとおりである。

(1) データ受信及び配信

センタシステムからデータを受信し、受信したデータを配信スケジュールに従って、端末に対して配信する。

(2) FAX サーバ

端末に対して FAX サーバとして動作し、受信データに対応した FAX データを作成し、端末から要求があった場合に指定の FAX 装置に対して出力する。

(3) ファイルサーバ

端末に対して各種データのファイルサーバとして動作し、端末から要求があった場合、指定されたデータを端末に対して送信する。

3.4.3 端末

端末は配信されたデータを分かりやすい形で表示する役割を持っている。端末には既存機器である既存端末と、今回新規に加わった新端末／特定端末の 3 種類がある。

(1) 新端末

新端末には図 7 のようにワークステーションタイプと、X 端末タイプの 2 種類があり、1 ワークステーション当たり X 端末を最大 2 台接続する構成にしている。

新端末の主な機能は以下のとおりである。

(a) データ表示・印刷

各種データを画面に表示し、カラープリンタ装置に印刷出力する。また、ディザバターンを用いて多階調データを擬似階調表現し、モノクロプリンタ装置に対して印刷出力を行うことができる。

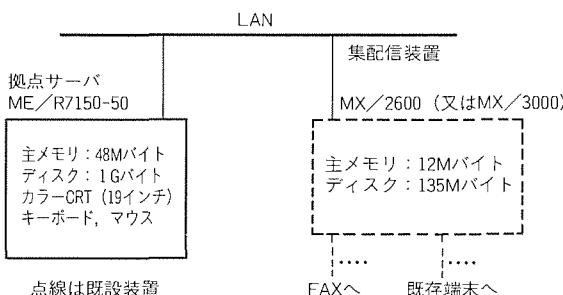


図 6. 集配信システムのハードウェア構成

(b) FAX 要求・リクエスト

集配信システムに対して FAX 要求、又はリクエストを行うことにより、指定の FAX 装置への出力や端末へのデータ配信を行い、必要な情報を入手することができる。

(c) 表示データ加工

表示データに対して回転／拡大／スクロール／動画などの各種加工処理を行い、その結果を分かりやすく表示する。

(d) ブラウジング機能

あらかじめ割り当てているデータを、紙芝居のように自動的に順次表示する。事前に割り当てておけば、画面を眺めているだけで必要な情報を得ることができる。

(e) 自動プリントアウト

データを受信したときに自動的にモノクロプリンタ装置に対して出力する。FAX 自動配信と同等の機能で、FAX 出力に比べてランニングコストも安く性能面でも速いため効率的である。

(2) 特定端末

特定端末は、図 8 のとおりワークステーション 2 台から構成され、新端末の機能に加えて以下の機能を持つ。

(a) データ入力

NOTAM, ミニファイリング, 解析付加, 伝言, 天気図のデータ入力をを行う。イメージデータは高速に読み込むため、SCSI インタフェースで接続されたカラースキャナを使用している。また、ミニファイリングデータの入力は、

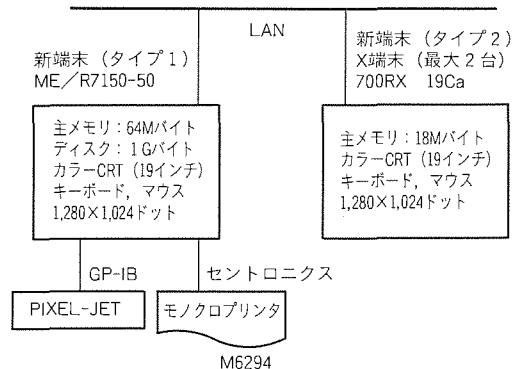


図 7. 新端末のハードウェア構成

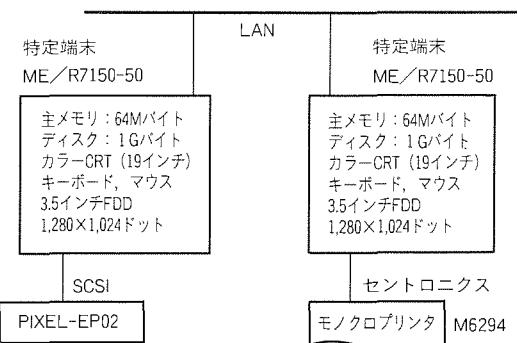


図 8. 特定端末のハードウェア構成

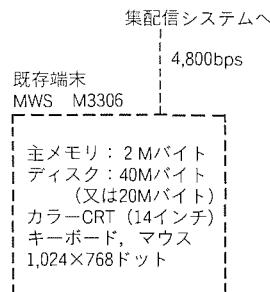


図9. 既存端末のハードウェア構成

ワープロパッケージソフトウェア“DocMASTAR”を採用し、システム構築の効率化及び入力の簡便化を図っている。

(b) データ修正

外部ホストから収集した台風、高層気象情報に誤りがあった場合、データ修正を行いセンタシステムに再登録する。

(c) 画像データバックアップ

後日データの参照ができるように、各種気象データをDAT (Digital Audio Tape) にバックアップする。

(3) 既存端末

既存端末のハードウェア構成は、図9のとおりである。既存端末の主な機能は、各種データ(天気図、ひまわり、地方レーダ、空港レーダ、高層気象、伝言の6種類のみ)の画面表示及びカラープリンタ装置への印刷出力、データリクエスト、FAX要求などである。

4. システムの特長

以上のように、このシステムは様々な機能を実現しているが、その特長をまとめると以下のとおりとなる。

4.1 豊富な障害対応機能

24時間運転でかつ全国に配信するシステムであるので各拠点に運用者を配置せず、センタシステムで一括して運用／保守が行えるようにシステムを構築している。

また、保守の手間がなるべくからないように障害に強いシステムとするべく以下に代表されるような各種の障害対応機能を実現している。

(1) センタサーバ切換機能

センタサーバに障害が発生したとき、東京地区の拠点サーバをセンタサーバとして動作させることができる。

(2) 拠点サーバ切換機能

拠点サーバに障害が発生した場合に、新端末から接続先の拠点サーバを切り換える機能である。

(3) プリンタ自動代替機能

自動プリントアウトしようとしたプリンタが故障していた場合、別のプリンタ又はFAXに自動的に切り換えて出力することができる。

(4) データリカバリ機能

配信機器間にデータ不整合が生じた場合、自動的にデータをリカバリし、整合性を保つことができる。

4.2 使いやすいユーザインターフェース

容易に操作できるように、ほとんどの操作がアイコンをマウスで選択する形にしている。また、画面レイアウトを簡素化することにより、簡易な操作性を実現している。さらに、手づかみ方式によるスムーススクロールなど直感的に分かりやすい操作方式を実現している。

4.3 様々なイメージ処理

このシステムは、多種類のイメージデータを扱うイメージ処理システムであり、拡大／合成／ディザ処理などの各種イメージ処理を行い、データを視覚的に分かりやすい形に加工して表示／印刷している。

5. むすび

このシステムは、1993年9月から全国各空港で稼働中である。新端末は羽田、成田、大阪の各空港に現在設置している。機能面／性能面ともにエンドユーザからの高い評価もあり、今後既存端末(MAPS)から切り換える形で、各空港へ展開していく予定である。また、このシステム開発に当たって、既存系と新規系の融合や複数の外部ホストデータを収集するといった点で苦労した経験を生かし、高い信頼性を維持しながら今後も更にシステムを発展させていくつもりである。

最後に、このシステムの構築に当たり御指導、御協力いただいた全日空システム企画㈱等の関係各位に深く感謝する。

全日本空輸(株)納め 空港系端末“ASCOT”^{††}

矢野孝典* 沼町 栄**
重野俊浩**
中島研一**

1. まえがき

航空会社の情報システムを大別すると、予約・発券・搭乗手続き等を行う旅客系と、航空機の運航業務を行う運航系の二つがある。後者の運航系システムは、航空機の安全運航と定時運航の実現が主目的である。これらの機器は、空港のバックオフィスに設置されるために触れる機会は少ないが、航空機の安全運航のために重要な役割を担っており、航空会社でも旅客系と並んで力を入れているシステムである。

全日本空輸(株)(All Nippon Airways Co.Ltd., 以下“ANA”という。)では、平成5年9月の羽田沖合い新旅客ターミナルの開港に合わせて、運航系システムの大幅な機能強化を行った。運航系ホストのアプリケーションプログラムは、相当数が新規作成及び機能改修された。

一方、オンライン業務で使用する端末も更新され、空港系新端末“ASCOT”的名称で、三菱クライアント・サーバコンピュータ“apricot XEN-LSII”(図1)を導入した。羽田の新ターミナル開港時には約150台を設置しており、今後地方空港へも展開し、最終的には約500台を設置予定である。

ASCOT端末は、OS(Operating System)にMicrosoft Windows 3.1^(注1)(以下“Windows 3.1”という。)を使用したパソコンである。オンライン業務を行うためにはホストコンピュータ(以下“ホスト”という。)との通信を行うエミュレータソフトウェアが必要となる。ASCOT端末では、ANAの社内端末として初めてこのエミュレータソフトウェアをWindows 3.1上に開発した。

本稿では、空港系の業務を説明し、そこで使用されるASCOT端末の構成と機能について紹介する。

2. 空港系システム

2.1 空港系システムの目的

この章では、ASCOT端末の技術説明に先立ち、航空機の運航業務について簡単に述べ、空港系システムの目的を説明する。

広い意味の運航系システムには、空港系／貨物系／整備系等のシステムが含まれる。この中でも空港系は、各便の使用機体や出発／到着時刻等の管理を行っており、乗員・客室乗務員を始め、空港内の全職員が必要とする情報を扱っている。

(注1) “Microsoft Windows” “MS-DOS”は、米国Microsoft Corp.の商標である。

航空会社には自社便の運航管理のために、ダイヤ統制とディスパッチという二つの部門がある。ダイヤ統制は、全便のスケジュール管理を行っており、各機の離発着時刻をまとめる。ここでは、ダイヤの遅れや欠航の情報のほか、それに伴う機体変更(Ship Change)又は臨時便の情報などをホストに入力する。

ディスパッチは、それ以外の運航管理業務一般を行う。主な業務として、次の三つがある。

(1) Flight Plan の作成

航空機を運航する場合、飛行計画(Flight Plan)を策定する必要がある。運航管理部門では、乗客・貨物の積載重量バランス(Weight & Balance)を計算し、これに気象情報をまとめて、航路と搭載燃料等のFlight Planを作る。この情報は当該機の機長に渡され、運航時の資料となる。

(2) 航路情報収集

運航管理部門の中の“ラジオ”と呼ばれるセクションは、無線機で飛行中の乗員と情報交換を行っている。航空機の位置情報、航路上の気象／気流状態、揺れの程度等の情報を集め、ホストに入力する。

(3) 発着情報の管理(FIS)

FISとはFlight Information Systemの略で、飛行便の出発／到着に関する情報を扱う。ディスパッチが、これらの情報の入力源となる。

これら情報は、航空機の安全運航と定時発着を実現するために、広い空港において整備／接客／貨物／ターミナル統制等の各セクションや、乗員・客室乗務員に伝達される必要がある(図2)。ダイヤ統制やディスパッチで入力さ

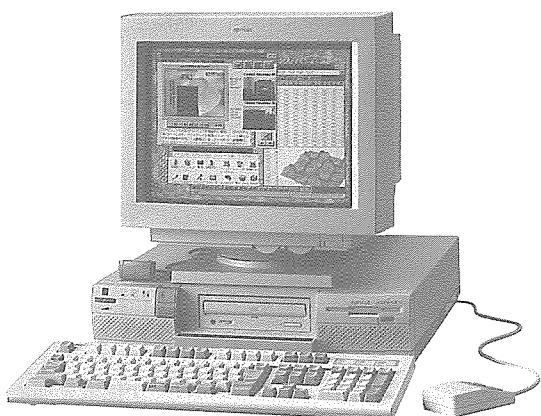


図1. ASCOT端末

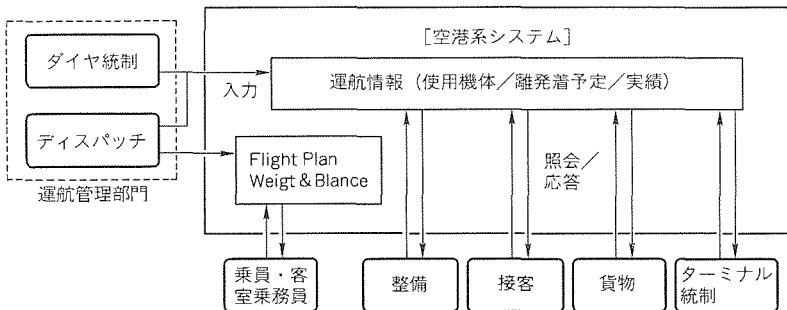


図2 空港系システムのデータの流れ

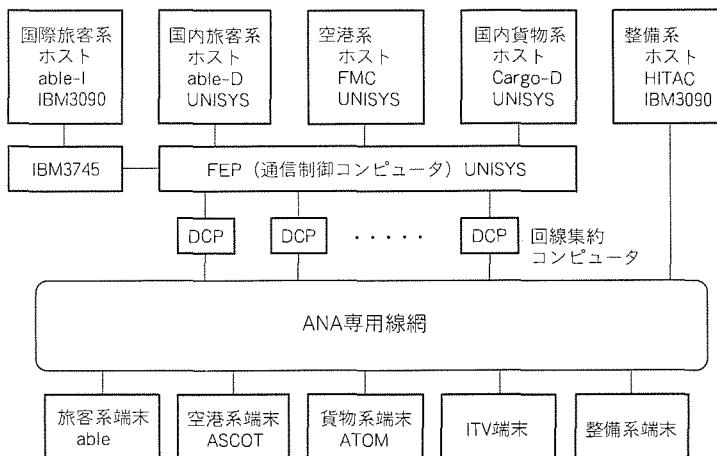


図3 ANAネットワーク概要

れた情報はホストで処理された後、各セクションに設置された端末にプリンタ出力されたり、簡単なコマンドで照会ができるようになっている。このように、航空機の運航管理にかかる情報を一括管理するのが、空港系システムの目的である。

2.2 空港系新端末ASCOT

図3にANAのネットワークの概要を示す。ホストには主にUNISYS 1100/2200が使用されている。旅客系・空港系・貨物系等の業務ごとにホストが分かれており、これらがすべてFEP(Front End Processor)に接続されている。機種的にはFEPもホストと同じである。端末は、DCPと呼ばれる通信制御装置経由でFEPに接続している。

データリンクレベルの伝送手順はSDLC(Synchronous Data Link Control)^(注2)で、接続プロトコルとして“XNA”と呼ばれるプロトコルを使用している。これは、SNA(System Network Architecture)^(注2)をベースにANAシステム独自の拡張を行っているものであるが、基本的にはSNAと同じである。

画面制御を行うデータストリームは、“M345/拡張M345”を使用している。このデータストリームは、以前三菱電機(株)が規定したM345プロトコルにANAが拡張を加えたも

(注2) “SDLC” “SNA”は、米国IBM Corp.の提唱するネットワーク接続体系である。

ので、UNISYSホストがこれをサポートしている。

FEPは、端末の接続管理をLSNと呼ばれる単位で行う。これはSNAのLU(Logical Unit)に相当するもので、1画面ごとに接続定義が可能である。運用上、各端末のLSNから接続できるホストには制限をかけているが、技術的にはどのホストにも接続できるようになっている。

ASCOT端末は、空港系ホスト(FMC)に接続し、空港系の業務を行う新端末として導入された。羽田空港では、旅客ターミナル(西PTB)を中心に貨物地区、整備場地区に合わせて約150台^(注3)設置している。これにより、広い空港内のあらゆるセクションから、空港情報を照会することが可能になっている。

2.3 国内貨物系端末“ATOM”

羽田新ターミナルの開港に合わせて、空港系システムとは別に、国内貨物系のシステムも新規に導入された。図3の貨物系ホスト(Cargo-D)は、このときに導入されたものである。空港系ホストと同機種のコンピュータを使用して接続プロトコルも同じであるため、空港系端末ASCOTと同一端末を使用している。ANAでは空港系端末と区別するため、貨物系端末を“ATOM”と呼んでいる。

ATOM端末で行う国内貨物システムの運送管理としては、以下の業務がある。

(1) 受託貨物の登録

国内発送貨物として受け入れた個々の荷物について、目的空港・あて先・差出人・重量等を入力する。この情報がホストに登録され、搭載指示書を作成する。また、空港に到着して荷物を渡すまでの管理にも使用される。受付カウンタでは、ホストからの運賃料金情報等を受け、専用伝票に運送状を印字する。

(2) アロット管理

アロット管理とは、各便の貨物運送コンテナの空きスペースの管理を行うことである。受託した貨物を正確に速く送るために、コンテナの空きスペース情報を素早く入手し、搭載重量のバランス計算を行う必要がある。ATOMでは、受託時にこれらの情報をホストに問い合わせ、どの便に搭載するかを即座に決定できる。

2.4 羽田上屋内貨物コンテナ管理端末ATLO

羽田の貨物上屋には、“あ太郎”といわれるシステムも導入された。これは、羽田の上屋内の貨物コンテナの管理を専任する端末である。

表1. apricot XEN-LS II ハードウェア仕様

機種名(モデル名)		XEN-LSII								
型番(タイプ名)		M3534-C116	M3534-C124	M3534-C150	M3524-C116	M3524-C124	M3514-C108	M3514-C116		
C P U	CPU	i486DX 2 マイクロプロセッサ (66MHz)			i486DX マイクロプロセッサ (33MHz)		i486SX マイクロプロセッサ (33MHz)			
		高速演算プロセッサ CPUに内蔵				なし				
メモリ	ROM	128Kバイト(システムROM)								
	RAM	4Mバイト(最大20Mバイト)								
	実装可能メモリ構成	4/8/12/16/20Mバイト(マザーボード)								
	キャッシュメモリ	CPUに8Kバイト内蔵、外部キャッシュ256Kバイト				CPUに8Kバイト内蔵				
補助記憶装置	ビデオRAM	1Mバイト								
	FDD	3.5インチFDD(1.44Mバイト/1.2Mバイト/720Kバイト×1)								
	容量(Mバイト)	160	240	500	160	240	80	160		
	HDD 平均シーケンス時間(ms)	17	16	10	17	16	17	17		
	D D ディスクキャッシュ(Kバイト)	32	256	512	32	256	32	32		
	増設HDD<オプション>	内蔵3.5インチハードディスク装置(160/240/500Mバイト) いずれか1台を増設可能								
	内蔵CD-ROMドライブ<オプション>	540Mバイト、平均アクセスタイム490ms、データ転送速度150Kバイト/秒、トレイローディング方式								
ディスクプレイ<オプション>	表示装置	14/17インチ高解像度カラーディスプレイ(SVGA)								
	解像度/表示色	解像度: 640×480ドット(16色/256色/65,536色/1,677万色) 解像度: 800×600ドット(16色/256色/65,536色) 解像度: 1,024×768ドット(16色/256色)								
	日本語モード	漢字表示: 40字×25行、16×19ドット/字、英数字カナ表示: 80字×25行、8×19ドット/字								
	英語モード	英数字表示: 80字×25行、8×16ドット/字								
漢字フォントファイル		JIS第1/第2水準を含む約7,300字								
キーボード<オプション>	JISキーボード	JIS配列に準拠(106キー)								
	英語キーボード	ASCII配列に準拠(101キー)								
マウス<オプション>		PS/2マウス、2ボタン								
インターフェース	RS-232C	1チャネル標準装備(Dサブ25ピン、ASYNC)								
	プリンタ	1チャネル標準装備(セントロニクス、Dサブ25ピン)								
	ディスプレイ	標準装備(アナログインターフェース、Dサブシリング15ピン)								
	キーボード	標準装備(ミニDIN)								
	マウス	標準装備(ミニDIN)								
	LAN	標準装備(イーサネット10BASE2/5/T)								
	ヘッドフォン/外部スピーカ	標準装備(ステレオミニジャック)								
	マイク/ライン入力	標準装備(ステレオミニジャック)								
MIDI/ジョイスティック		標準装備(Dサブ15ピン)								
拡張スロット(PC/ATバス)		3スロット(16ビット×3)								
オーディオシステム	サウンド機能	入力:サンプリング周波数11/22kHz、ADC(アナログデジタルコンバータ) 出力:サンプリング周波数11/22kHz、DAC(デジタルアナログコンバータ) FM音源								
	アンプ	ステレオパワーアンプ標準装備(1W/チャネル)								
	ミキシング	5チャネル標準装備(WAVEオーディオ、CDオーディオ、FM音源、マイク/ライン入力、ビープ音)								
	マイクロフォン	ハンドフリー形モノラルマイク標準装備(無指向性エレクトレット)								
	スピーカ	ステレオスピーカ標準装備								
セキュリティシステム		標準装備、セキュリティカード1枚、本体ロックキー2個付属 セキュリティカードによるログイン自動認識、ログイン期間/セキュリティクラスの設定、監査記録、画面ブランкиング、キーボード/マウスのロック、FDD、HDD、CD-ROMドライブ、LANインターフェース、I/Oポート、拡張スロットのアクセス制御など								
システムパネル		電源ランプ、FDD動作ランプ、HDD動作ランプ、LAN動作ランプ、音量ボリューム								
カレンダー機能		年月日時分秒(電池によるバックアップ)								
規格		VCCI第1種								
電 源	入力電源	AC100V±10%、周波数50/60Hz								
	消費電力	280VA								
	発熱量	250J/S								
そ の 他	環境条件	温度: 5~35°C、湿度: 20~80%RH(ただし結露しないこと。)								
	外形寸法	(幅)428×(高さ)94×(奥行)430(mm)								
	質量	9.5kg								

門に行うもので、貨物ハンドリングの効率化のために空きコンテナの管理を行っている。

この管理は、別のサーバ・コンピュータ(これを“あ太郎”という)で行っており、ATLO端末とはLANで接続されている。ATLOは、貨物系端末ATOMにLAN接続機能を追加したもので、Windows 3.1のマルチタスク機能を利用して、オンライン画面とあ太郎画面の二つが同時に動作している。

ATOM、ATLOの二つのシステムで、貨物業務のスペース管理と搭載計画業務の効率化が大きく向上した。

ATLO端末は、羽田地区に30台を展開済みである。

3. ASCOT端末の構成

3.1 ハードウェア

ASCOT端末は、三菱クライアント・サーバコンピュータシリーズのapricotワークステーションXEN-LSIIを使用している。本機のスペックを表1に示す。apricot XEN-LS IIは、OADG(PC Open Architecture Developers Group)仕様のDOS/Vパソコンで、以下のような特徴を持つ。

- (1) 高性能i486^(注4)CPUを採用
- (2) アクセラレータ機能付きのSVGA(Super Video Graphics Array)^(注5)チップを内蔵
- (3) LANインターフェースを標準装備
- (4) 高性能オーディオシステムを標準装備
- (5) 本体内にCD-ROMドライブを内蔵可能
- (6) 赤外線セキュリティを標準装備

ASCOT端末で使用している本体は、i486SX(33MHz)のモデルで、メモリが8Mバイト、ハードディスクが80Mバイトである。Windows 3.1上で、1,024×768ドット×256色の高解像度表示を行い、サウンドドライバも組み込んで使用している。

周辺機器については、表2に示すようなレパートリを用意している。CRTでは、標準の14、17インチに加え、21イ

(注4) “i486”は、米国Intel Corp.の商標である。

(注5) “SVGA”は、パソコン用の画面表示方式の一つである。

表2. ASCOT端末周辺機器

品目	型番	仕様
C R T	M6324	14インチ高解像度対応
	M6325	17インチ高解像度対応
	FHL31WEXII	21インチ高解像度対応
キーボード	M6905-9A	キーボード(ANA向け標記あり)
P R I N T A	M6267-1	通常印字ROP
	M6167-1	高速印字ROP
	M6268-1	貨物向け発券機
バーコードリーダ	BHS-6060	自動スキャン方式、読み取り幅61mm
非同期モデム	MD24FB10V	パソコン通信用
マウス	M6903-10	マウス本体

ンチのモデルもある。いずれも、1,024×768ドットの高解像度表示が可能である。プリンタは、通常のシリアルプリンタのほかに、貨物運送状印字用の水平プリンタがある。バーコードリーダは、貨物系端末ATOM/ATLOにおいて、運送状に印刷されている伝票番号を読み取るのに使用する。

3.2 ソフトウェア

3.2.1 O S 環境

ASCOT端末のソフトウェア構成を図4に示す。OS環境としては、MS-DOS^(注6)Ver. 5.0/V上にWindows3.1を使用している。Windows 3.1は、パソコンの主流OSとして圧倒的なシェアを持っており、多くの市販アプリケーションがWindows 3.1対応になっている。Windows 3.1を使用することにより、以下のようなメリットがある。

- (1) 1,024×768ドットの高解像度表示が可能
- (2) True Type Fontによる美しい文字の表示が可能
- (3) Windows 3.1の提供するGUI(Graphical User Interface)による操作性の統一化
- (4) Windows 3.1アプリケーションのマルチタスク動作が可能

3.2.2 M345エミュレータ

ASCOT端末のオンライン業務を行うのが、M345エミュレータである。ANAのシステムでは、M345プロトコルの画面制御を行うオンライン専用端末として、営業系の“able”という端末がある。ASCOT端末では、M345の画面制御部を初めてWindows 3.1という標準OSの上にエミュレータとして開発した。

図5に示すように、このエミュレータは、XNAプロトコルの制御を行う通信制御部とM345/拡張M345データストリームの処理を行う画面制御部からなる。通信制御部は、当社が培ってきたWindows版エミュレータ“apricot NET<3270/Win>V1.0”からの移植であり、上位の画面制御部に通信用のAPI(Application Program Interface)を提供している。

画面制御部は、このAPIをコールしてデータの送信/受信を行い、ホストデータの画面表示や、プリンタ出力を行う。

M345エミュレータの開発に当たっては、要求機能/性能

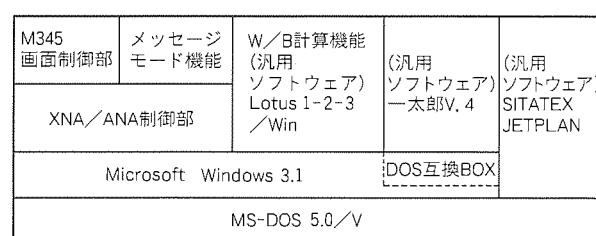


図4. ASCOT端末ソフトウェア構成

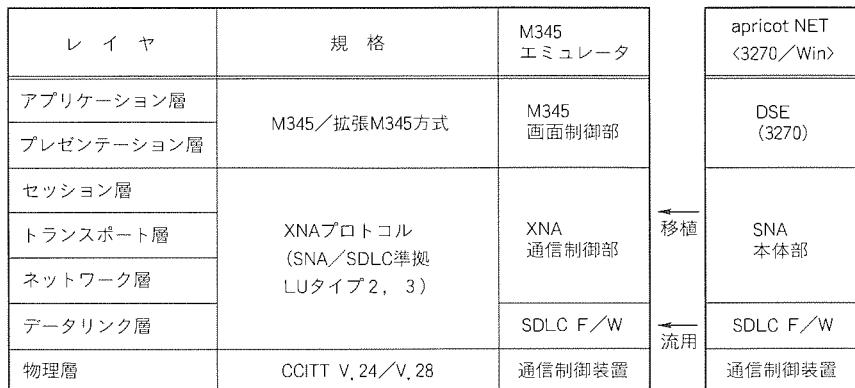


図5. M345エミュレータの構成

の実現のため、構造上以下のような点に配慮した。

(1) 専用フォントの作成

M345データストリームには、通常のフォントセットには存在しない特殊な記号が幾つかある。このため、フォントエディタを使用して、専用のフォントセットを作る必要があった。この際、英数字も既存のフォントセットを流用せず、ユーザの意見を取り入れながら見やすいフォントを作成した。高解像度表示で1文字に使用できるドット数が多いので、美しいフォントを作成することができた。

(2) プリンク表示の実現

ホストアプリケーションでは、注意喚起メッセージの表示にプリンク属性を多用している。以前の端末では、ハードウェア的にプリンク表示を行っていた。しかし、Windowsでは文字表示にプリンク属性を指定することができず、Windows版エミュレータの欠点の一つとされていた。

ASCOT端末では、この機能を重視し、ソフトウェア的に文字の表示／消去を繰り返して、プリンク表示を実現した。この処理は、CPUにかなりの負荷をかけることになり全体の処理速度低下が懸念されたが、i486(33MHz)という高速CPUの下では、ほとんど問題にならなかった。

(3) プリンタ出力方式

Windowsアプリケーションは、Windowsが提供するAPIをコールして画面表示やプリンタ出力をを行う。WindowsのAPIを使用したプリンタ出力では、コールしたアプリケーションプログラムでプリンタの用紙切れ、用紙ジャム、電断等のエラー状態を識別できないという問題がある。

ASCOT端末では、プリンタの状態センスを正確に行うために、WindowsのAPIは使用せず、画面制御部から直接BIOS(Basic Input Output System)^(注6)をコールして印字する方式を採用了。

3.2.3 汎用ソフトウェア

ユーザの選択により、一太郎Ver.4^(注7)とLotus 1-2-3/

(注6)本体のROMで提供される入出力システムである。

(注7)“一太郎”は、株式会社システムの商標である。

(注8)“Lotus 1-2-3”は、米国Lotus Development Corp.の商標である。

Win Release 4J^(注8)の二つの汎用ソフトウェアをインストールしている。これらの汎用ソフトウェアは、M345エミュレータが動作していても使用することができる。

4. ASCOT端末の機能

参考として、ASCOT端末の画面を図6に示す。ASCO T端末のM345エミュレータは、オンライン端末として忠実にホスト画面の表示を行いながら、ユーザのオペレーションを効率的に行うための付加機能を設けている。以下に、その機能の幾つかを紹介する。

(1) 3画面切換機能

ASCOT端末では、1台でホストセッションを3画面持つことができる。画面を切り替えながら、同時に三つの業務を並行して行うことができる。

(2) ホストダイレクト印字機能

ホストからのROP(Receive Only Printer)出力メッセージを印字する。Windowsの特長を生かし、エミュレータをバックグラウンドにして他のアプリケーションが前面で動作中であっても、受信データの印字は可能である。

(3) ファイル受信機能

ASCOT端末では、ホストからのファイル受信機能を持たせている。ホストデータのコード変換を行い、DOSのテキストファイル形式でフロッピーシート又はハードディスクにファイルを保存できる。運用を考慮し、ホストからファイルの上書き／追加モードを指定することもできる。

(4) ファンクション定義機能

オンラインで使用するコマンドは、各セクションごとにほぼ固定である。このため、ユーザが任意のコマンドをファンクションキーに登録できるようにした。

(5) メッセージモード

ANAのホストにはメッセージ電文処理としてMHS(Message Handling System)の機能もあり、社内や航空関連機関とのメッセージ交換を行っている。これらの電文は、通常のオンライン画面からも送信できるが、効率的に電文の編集ができるように“メッセージモード”を設けている。ワ

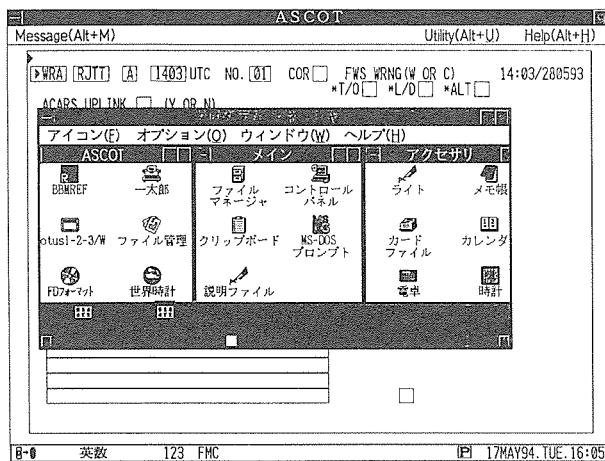


図 6. ASCOT 端末画面

一プロと同様の操作性で複写・挿入・削除等の電文の編集を行える。また、受信・編集した電文をハードディスク内に保存し、必要なときに呼び出して使用することもできる。

(6) Weight & Balance 計算機能

Weight & Balance の計算は、通常ホストで行う。しかし、回線異常等の障害に備えて、端末内のローカル機能でこの計算を行えるように計算プログラムを開発した。ホストの計算結果と同じ数値を出す必要があり、計算テーブルについては、ファイル受信機能を使用してホストと同じものを使用している。

5. むすび

ここまで紹介したように、ASCOT 端末は、標準の DO

S/V パソコンに Windows 3.1 を組み合わせてオンライン端末を実現している。この標準ハードウェアと標準 OS による構成は、将来の拡張性を十分に含んだものである。特に、Windows 3.1 は、Microsoft 社の Windows ファミリの入り口として、Windows NT や Windows 4.x といった今後普及が予想される OS への継承性がある。

また、Windows が提供する機能を駆使し、より高機能なオンライン端末の実現も可能である。特に、クリップボード／DDE (Dynamic Data Exchange)／OLE (Object Linking and Embedding) によるアプリケーション間通信機能とマルチメディアへの対応は、ANA でも関心がある。

前者では、オンラインデータを表計算ソフトに取り込んで、FIS 関連の計画書・報告書の作成業務の効率化が検討されている。後者では、Windows の画面でビデオ再生を行い、オンライン機能によって高度なインフォメーション機能を持たせることを考えられている。

ANA では、平成 5 年の羽田新ターミナルの開港と平成 6 年の関西新空港の開港という大きなイベントを経て、新空港系システムが稼働し始めた。

ASCOT 端末は、空港系システムのユーザとの接点となっており、今後もシステム機能・ユーザ慣習度の向上に合わせて、端末機能の拡張を検討していくたい。

全日本空輸(株)納め 飛行監視システム“ATRAS”

林 勝美* 島田隆二**
福地陽一**
長浜隆次**

1. まえがき

1993年9月の羽田沖新ターミナルビルと1994年9月の関西国際空港の運用開始に伴って運航便数の増加が想定される中で、各航空会社はより一層の旅客サービスの向上と安全運航を確保していかなければならない。

全日本空輸(株)の従来の運航監視システムでは、ホストコンピュータの限られた業務範囲での情報しか対象にしていなかったことと、情報の提供が文字表示であったことなどから、運航便数の増加に対して運航管理者が確実に業務を遂行するには限界が想定され、業務負荷の軽減と視認性の向上が必要とされた。

そこで、運航管理業務を効率的かつ確実に行う必要性から、ホストコンピュータからの情報に基づき自動的な情報表示と、簡易な操作によるアクセス情報をビジュアル化して表示する飛行監視システム(Aircraft Traffic Realize Administrative System: ATRAS)を開発し、納入した。

以下に ATRAS の概要について説明する。

2. 運航管理業務

運航管理業務は、航空機の飛行実施計画を作成して監視するプランナセクションと、航空機と無線交信を行い航空機に指示を与えるラジオセクションの二つの部門で行われる。

(1) プランナセクション

航空機便ごとに行き先・機材(B747等)・旅客者数・乗員数・貨物量等を基に飛行実施計画(必要燃料や航路等)を決定する。飛行実施計画作成の際には、航路上の気象、揺れ等と目的空港の気象、設備の制限等を考慮する。

(2) ラジオセクション

飛行中の航空機と無線で交信し、航路上や目的空港の情報を知らせるとともに目的空港の気象が悪化した場合等に航空機に対して指示を与える。また、後続便の運航の参考にするため、揺れ等の情報を航空機から受信・記録する。

3. システム構成

2章で説明した運航管理業務を支援するために ATRAS は開発され、下記のハードウェア、ネットワーク、ソフトウェアで構成されている。

3.1 ハードウェア構成

ATRAS は、複数の画面を高速に切り換えて使用することと、運航情報／警告表示をリアルタイムに表示することを必要とするため、高速なデータ処理と描画が可能な三菱エンジニアリングワークステーション“ME/R7150-50”を中心には、図1に示すハードウェアから構成されている。

1,280 × 1,024 ドットの高解像度 19 インチカラービットマップディスプレイの採用により、従来から多量の情報の一括表示と、画面上の地図に航空機の飛行位置や警告等をビジュアルに表示することを可能としている。操作性向上のためマウスを接続し、画面の切換えと文字入力以外はすべてマウスによって操作可能としている。

また、ホストからの情報は、SNA (System Network Architecture) に準拠している XNA/ANA プロトコル(全日本空輸(株)独自のもの)で伝送されるため、プロトコル変換するためのゲートウェイ(G/W)として、三菱 AX パーソナルコンピュータ“MAXY LT4”を使用している。

3.2 ネットワーク構成

ATRAS は、ホストコンピュータからの情報をリアルタイムにビジュアルに表示するシステムなので、常時ホストコンピュータからデータを受信している必要がある。

プランナセクションと東京地区のラジオセクションは、ホストコンピュータが設置されている情報システムセンタービルと隣接している羽田空港に設置されているが、その他のラジオセクションは、千歳・名古屋・大阪・福岡・鹿児島・那覇の遠距離の各空港に設置されている。このため、安価なランニングコストで運用可能なように全日本空輸(株)が構築している専用線網を利用して、SNA に準拠した XNA/AN

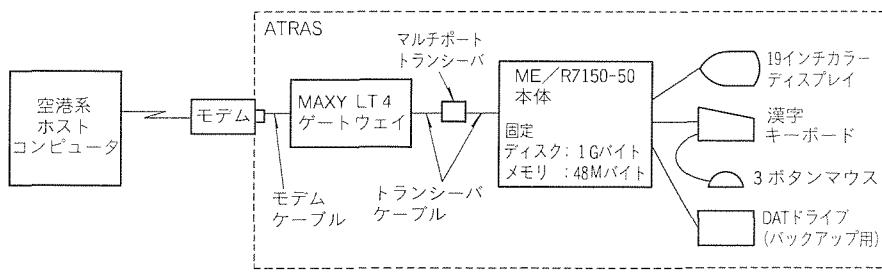


図1. ハードウェア構成

Aプロトコルにより、図2に示すネットワークを構成した。

3.3 ソフトウェア構成

ATRASは、OSがHP-UX 9.01で、ウィンドウシステムがX11R5上で動作している。

ATRASで表示する画面は、“FWS 1画面”“FWS 2画面”“チャート画面”“チャート・FWS混在画面”“オンライン端末画面”的5種類である。各画面の機能概要を表1に示す。ATRASは、この5種類の画面を表示させるため、図3に示すソフトウェアから構成される。

(1) XNA/ANAプロトコル送受信プログラム

ホストコンピュータに対してXNA/ANAプロトコルにより、各画面ごとのデータの送受信を行う。

(2) M345エミュレータプログラム

ホストコンピュータが行っているM345データストリームによる画面制御をエミュレートし、8色の文字色、プリンク、けい(野)線、下線等の表示と入力／非入力領域の設定等を可能としている。このプログラムにより“FWS 1画面”“FWS 2画面”“オンライン端末画面”的3画面を表示する。

なお“オンライン端末画面”は、空港情報システム(ASCO T)の空港系端末機能と同一の機能である。

(3) チャート画面データ送受信プログラム

ホストコンピュータに対して送受信するチャート画面用のデータの解析／編集を行う。

(4) チャート画面表示プログラム

チャート画面に表示される日本及びその周辺の地図や航空機、空港や各種警告マークをリアルタイムに表示するとともに、地図の移動／拡大やホストコンピュータへの情報照会等の各種オペレーションを実現する。

4. 主な機能と用途

ATRASでは、前述したように“FWS 1画面”“FWS 2画面”“チャート画面”“チャート・FWS混在画面”“オンライン端末画面”的5つの画面からなるが、ユーザは作業に応じてキーボード上の指定されたキーの押下により、瞬時に各画面を切り換えて使用することができる。

各画面ごとの機能と用途は以下のとおりである。

4.1 FWS 1画面の機能と用途

FWS 1画面はプランナセクションで使用し、当日の飛行予定便を表示し、飛行実施計画が作成されていない便名、出発／目的空港等の便情報一覧を80文字×49行からなる多量文字表示画面で表示する。その例を図4に示す。

この画面には、便ごとに使用する機材、搭乗者数、貨物量等の情報も併せて表示され、これらの情報は各関係セクションで決定／変更され、その内容をホストコンピュータ経由で受け取り、随時画面に反映する。

また、目的空港が悪天等で使用に注意を要する場合には、

空港名表示色を変えたりプリンクさせたりして注意を喚起する。その他の項目についても、注意を要する場合には色変え、下線、プリンク等で表示し、

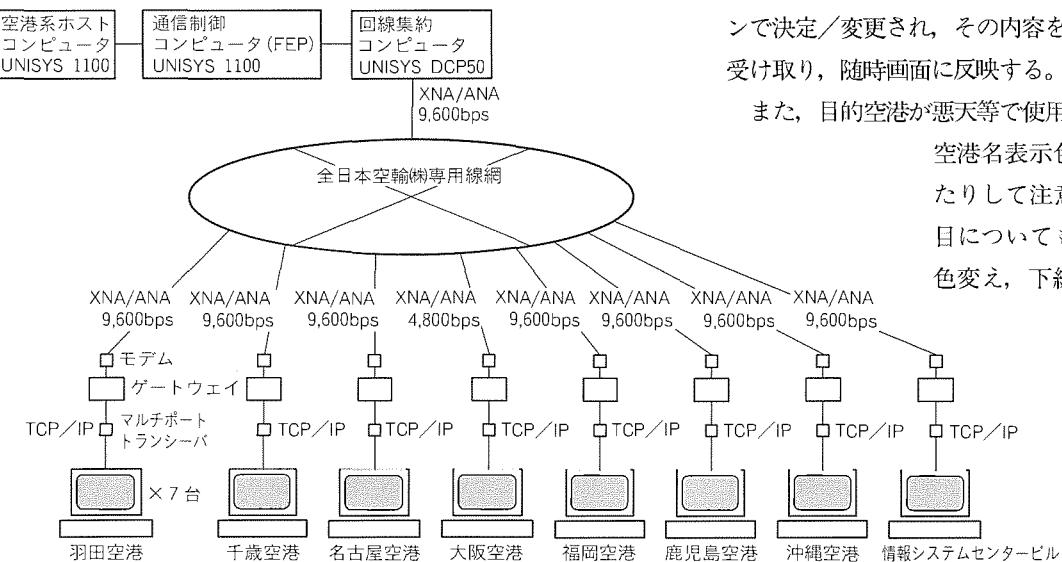


図2. ネットワーク構成

表1. 各画面説明

画面名称	画面内容	用途
FWS 1画面	便名、出発／目的空港、機材、搭乗者数などの便一覧を表示する。	飛行実施計画未作成の便の把握
FWS 2画面	FWS 1画面と同様の表示内容	飛行実施計画作成済みの便の確認
チャート表示画面	航空機の飛行位置・空港位置・警告等を地図上にマッピングして表示する。	航空機の運航状況の把握と各種警告の確認
チャート・FWS混在画面	チャート画面上にFWS 1、FWS 2画面の一部を切り出して重ねて表示する。	FWS 1、FWS 2、チャート表示画面を同時に監視する。
空港系端末画面	ホストコンピュータの端末機能	ホストコンピュータに対して各種の情報を照会する。

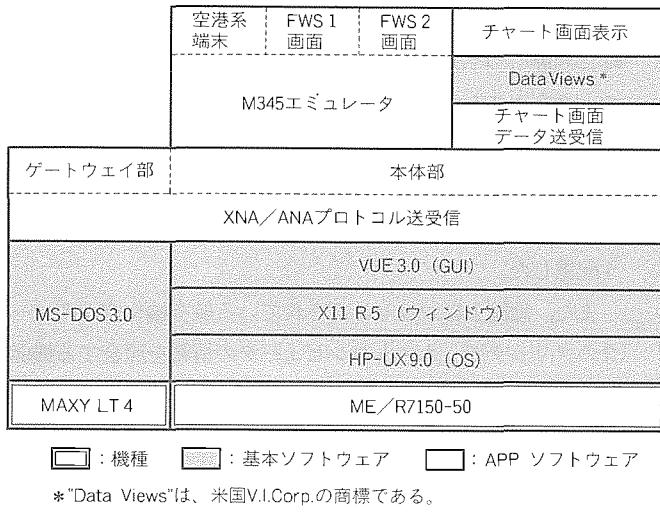


図3. ソフトウェア構成

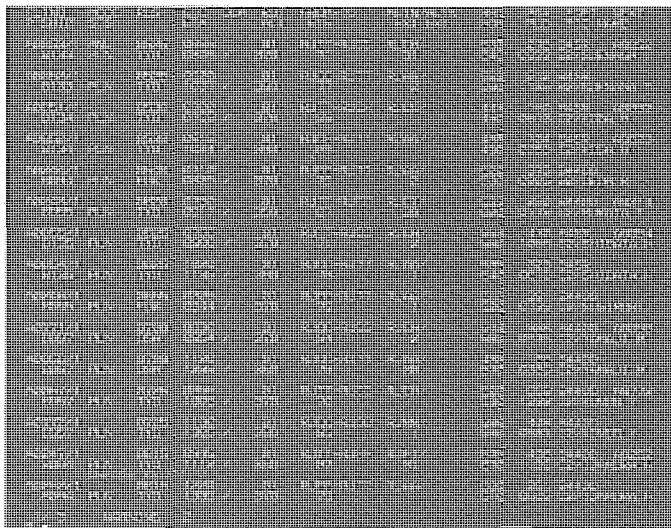


図4. FWS画面例

プランナセクションで飛行実施計画を作成するために必要な情報を表示する。

これらのFWS 1画面の情報と、気象画像システム(MAGICS)によって得られる航路／目的空港等の気象情報と、その他の情報を基に、プランナセクションでは飛行実施計画を作成する。

飛行実施計画は、ホストコンピュータの機能として空港情報システムのオンライン端末画面を使用して、帳票画面から必要な情報を入力することによって作成する(プランナセクションでは、ATRAS, MAGICS, ASCOTが並んで設置されている)。飛行実施計画が作成された便については、FWS 1画面に表示されていた便情報一覧から表示が削除される。したがって、プランナセクションでは、FWS 1画面の便情報一覧に表示されている便の飛行実施計画が確実に作成されることを確認して業務を進めていく。

4.2 FWS 2画面の機能と用途

FWS 2画面の画面表示方法、表示内容はFWS 1画面と

同様であり、プランナセクションで使用する。ただし、FWS 2画面では飛行実施計画が作成済みでかつ離陸前の便情報一覧を表示する。したがって、プランナセクションでは、FWS 2画面に便情報一覧が表示されることにより、該当便の飛行準備が完了済みであることを確認する。

FWS 2画面でもFWS 1画面同様、目的空港の状況、その他の注意事項等表示を行う。また、ランプアウト、ランディング等の離陸前の航空機の運航状況を合わせて表示する。

航空機が離陸するとFWS 2の便情報一覧から表示が消え、チャート表示画面に表示が移り、プランナ及びラジオセクションで飛行監視が可能となる。

4.3 チャート画面の機能と用途

チャート画面は、日本及びその周辺の地図を表示し、この地図上に飛行中の航空機の位置をリアルタイムにトラッキング表示する。また、空港の位置／状況や各種警告を合わせて表示する(図5にチャート画面の例を示す)。画面の詳細を見やすくするために表示されている画面は、自由に拡大／移動が可能である。

チャート画面表示機能は、プランナセクションとラジオセクションの両方で使用し、飛行中の航空機の監視及び指示を与える際の情報を提供する。

チャート表示機能の主な機能は以下のとおりである。

(1) トラッキング機能

飛行中の便ごとに、ホストコンピュータから通過地点(FIXポイント)の位置／通過時刻と次FIXの位置／通過予定時刻が送信されるので、これらのFIX間で便マークを地図上にリアルタイムにマッピングして自動的に移動表示する。この表示により、航空機の現在の飛行位置が分かるため、運航管理者は航空機への指示／運航状況把握の参考にする。

(2) 便情報照会機能

運航管理者がトラッキング表示している便マークをマウスでクリックすることにより、指定した便の搭乗者数、乗員情報、貨物量、目的空港に関する気象、航路等の詳細情報をホストコンピュータに照会することができる。

ラジオセクションでは、航空機に指示を与えるときに不足している情報を入手する際に使用する。

プランナセクションでは、気象悪化等で目的空港や航路が変更された際に飛行中の便の飛行実施計画を作成し直すそのための情報を入手する際に使用する。

(3) 便警告表示

飛行中に航空機の機体異常やハイジャック等の異常事態が発生した場合は、便マークを赤くブリンクして警告表示する。また、目的空港の気象が悪化した場合には、気象悪化の程度に応じた色に便マーク色が変化して警告表示する。

(4) 空港マーク表示

地図上の空港位置に空港マークを表示する。この空港マークは空港の気象が悪化すると悪化の度合に応じた形と色に変

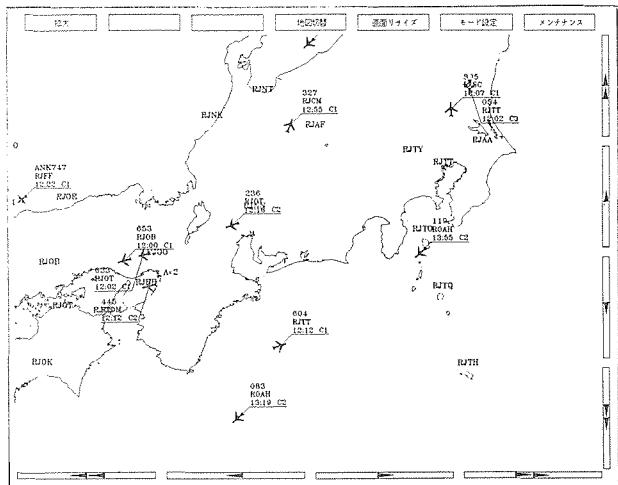


図5. チャート画面例

化する。また、マウスで空港マークを指定することにより、指定した空港の滑走路の状態、気象、空港設備の情報をホストコンピュータに照会することができる。運航管理者は、これらの機能を用いて航空機の目的空港の状況を把握する。

(5) その他警告表示

航空機が飛行中に大きな揺れ(タービュランス)が発生した際には、地図上の発生位置にタービュラスマークを一定時間表示して警告を与える。

また、FIX ポイント上にある無線の航行援助施設 (NAV AID) に障害がある場合にも、地図上のポイントに障害 NAV AID マークを表示して警告を与える。

4.4 チャート・FWS混在画面の機能と用途

前述のチャート画面上に、FWS1及びFWS2のそれぞれの画面を一部切り出したウィンドウを表示する画面である。プランナセクションでは、通常この画面を表示させ、担当する便の飛行実施計画の作成状況と運航状況を同時に監視している。

4.5 空港系オンライン端末画面の機能と用途

空港情報システムのオンライン端末機能と同一の機能であり、M345データストリームをエミュレートし、ホストコンピュータの端末となる。ホストコンピュータに対して直接ファンクション(コマンド)による各種情報の照会／入力は、主にASCOTから行うので、この画面は補助機能として使用されている。

5. 開発上での留意点

ATRASを開発するに当たっては以下の3点に留意した。

(1) チャート表示画面における見やすさと高操作性

従来、運航管理者は航空機の飛行監視を行うために必要な情報を、ホストコンピュータの端末のキーボードからファンクション(コマンド)入力して文字データで得ることにより業務を行ってきた。

航空機の飛行位置や警告発生位置等は、文字データでは瞬時に判断しづらいため、ATRASでは航空機マークや警告マークをホストコンピュータからの文字データを基にリアルタイムに地図上にマッピングし、なおかつマークの形状や色を変えることにより航空機の状況や警告内容を表現し、運航管理者が各種情報の把握と判断を迅速に行うことができるよう配慮した。

また、地図上にマッピングされている航空機や空港のマークのクリックで、ホストコンピュータの情報を照会する機能を実現することにより、ホストコンピュータの端末からキーボード入力する煩わしい操作を不要とし、操作性の向上を図った。チャート表示画面では、設定画面以外にはキーボードを必要とせず、マウスによって操作ができるように設計している。

(2) システム設計へのプロトタイピングの採用

チャート表示画面の表示は、警告を表す場合には目立つよう、通常時には目立たないようとする等、用途に応じた形状、大きさ、色で表示する必要があり、机上で設計するのは困難であった。また、操作性向上を図るために、実際の業務を意識した操作を実現する必要があった。

この二つの必要性を満足させるため、ディスプレイ上に実際に近い画面を表示させ、各種基本動作を実現するプロトタイピングを作成した。このプロトタイピングにより、ユーザにディスプレイ上で画面と操作性を評価していただき、十分にユーザの意見を取り入れた設計を行った。

(3) 高品質の確保と生産性向上

ATRASは、航空機が安全に運航できるように監視するシステムであるので、高品質を確保する必要がある一方、約10か月の短い期間でシステムを完成させる必要があった。そこで、チャート画面のグラフィックとGUI(Graphical User Interface)の部分の開発には第三者(米国V.I.Corp.)ソフトウェアであるData Viewsを使用することにより、高品質の確保と生産性の向上を図った。

6. す す び

ATRASは国内線用に開発され運用／稼働中であるが、現在、成田空港の国際線のプランナセクションを対象にした世界地図の表示と、国際線の運航監視に必要な各種機能を開発中である。

また、今後は運航管理業務の核となっている ATRAS に前述の気象画像システム (MAGICCS)、空港系オンライン端末 (ASCOT) 等の技術を取り入れて一層システムの充実を図っていきたいと考える。

最後に ATRAS の開発に御協力いただいた全日空システム企画(株), (株)ANA コミュニケーションズ等の関係各位に深く感謝する。

全日本空輸(株)納めスケジュール モニタリングシステム“SMS”

新沼茂樹* 永島洋太**
山上純美*
井上悦次**

1. まえがき

国内線では、1986年に始まった空の自由化政策に基づき1路線に2社、3社が参入する“ダブル／トリプル ラッキング”による国内航空3社間の競合、国際線では景気後退、円高、航空会社間の価格競争激化により、航空業界はバブル崩壊以降、世界的規模で戦国時代に突入している。

全日本空輸(株)では、最新鋭ボーイング747-400型機を始めエアバスA320型機など、数種類／百数十機の機材を使用して、約80の路線を1日約500便運航している。

全日本空輸(株)と三菱電機(株)は、24時間体制で上記運航スケジュールをコントロールするダイヤ統制業務を支援するシステムとして“スケジュールモニタリングシステム”(Schedule Monitoring System: SMS)を1992年4月に開発している。

その後、成田空港・羽田空港拡張や関西空港開港に伴う路線数及び運航便数の増大に対応するため、新たに高性能ワクステーションを導入して性能向上を図るとともに、端末をダイヤ統制センター以外の関連部署に展開した。また、国内線対応機能拡張と国際線対応機能追加及びダイヤ・実績データ管理機能追加の開発を行った。

以下にSMSで新規導入した端末の概要、及び新たに拡張、追加した機能の概要について説明する。

2. ダイヤ統制業務と端末展開

2.1 ダイヤ統制業務

ダイヤ統制業務には、旅客サービスや収益に関連する“安全性”“定時性”“快適性”“経済性”を考慮した高度な判断と的確な調整が必要である。

ダイヤ統制センターは、ダイヤの総合運用管理にかかる業務とスケジュールコントロールを行う部門であり、大きく以下の二つの業務がある。

- (1) 月次ダイヤの設定(国内線、国際線)
- (2) 運航の定時性確保に関する計画・運用・総括管理とその調整

上記(2)を行うため、SMSの端末を当初ダイヤ統制センターに設置した。

機材故障や気象状況の悪化などによってダイヤが乱れ、運航ダイヤパターンを変更したり、新たな臨時便の設定や、欠航などスケジュールを変更する場合、ダイヤ統制センターは

航空機運航にかかる整備士・運航乗務員・客室乗務員等を管理する多数の部門との調整を行う。

ダイヤ統制者は、各機材に付されている制約事項(整備予定に基づく泊地空港指定など)を配慮しながら、“定時性”“経済性”を重視した最適な機材繰り案を検討作成し、関連部署に提示する。

一方、運航ダイヤパターンと同じように運航乗務員や客室乗務員にも勤務ダイヤパターンがあり、それぞれの部門でスケジュール管理を行っている。これらの関連部署では、上記の運航ダイヤパターンや機材繰りの変更が勤務パターンに影響を与えるか否かを検討する。

ダイヤ統制者は、これらの関連部署からの検討結果を踏まえてスケジュールの調整をし、このスケジュールや機材運用を総合的に判断して、運航ダイヤパターン変更、機材繰り変更の最終決定を行う。

2.2 端末展開

従来、ダイヤ統制センターにのみ端末を設置していたが、関連部署でもリアルタイムな運航状況画面を表示したいとの要望が強くなり、羽田空港拡張を契機にダイヤ統制センター以外の関連部署にも端末を展開した。この端末展開により、従来の就航チャートと呼ばれる紙面に実績記入する手作業が、端末の画面上で運航状況を把握、管理する業務形態に改善された。

また、従来の国内線機材運用に加え、国際線機材運用も一元管理し、国内／国際間での柔軟な機材運用や運航状況把握を行うため、国内／国際線運航状況を把握できる機能が必要となり、ダイヤ統制センターや関連部署に上記機能を実現した新規の端末を展開していく。これにより、従来は空港系ホストの画面によって把握していた運航状況と機材運用を、運航パターンのつながりとして、いつでも簡単に自部門の端末において把握することができるようになった。

また、関連部署では、イレギュラ対応のためにダイヤ統制者が検討した機材繰り案に対する自部門への影響を、確認・検討できるため、運航パターン変更などへの対応を素早く的確に判断できるようになった。

3. システムの構成

3.1 システムの全体構成と特長

SMSは図1のような構成をとっており、従来に加え以下の特長がある。

(1) 高性能ワークステーションの採用

新規導入端末には画面切換の高速化のために、従来機種に比べて処理性能が約3倍、搭載メモリ容量が約5倍、ディスク容量が約3倍である高性能エンジニアリングワークステーション“ME/R7150-50”を採用した。新規端末のハードウェア構成を図2に示す。

高性能エンジニアリングワークステーションの採用により、表示画面(国内線大型機・中型機・小型機、国際線運航状況表示画面)の拡大表示やスクロールが約3倍早くなつたのに加え、画面をワンタッチで瞬時に切り換えることができるようになつた。

(2) 光磁気ディスク装置の採用

従来の光ディスク装置では、国内線運航状況の表示画面をイメージデータとして保存していたために、画面枚数分のイ

メージデータを保存する時間が必要であった。

また、国際線では長期間範囲での機材運用を行つており、計画ダイヤ、機材が逐次変更されることがある。一度書き込んだ計画データを訂正することが必要となり、1回しか書き込めない光ディスク装置ではその対応が難しかつた。この点を改善するために、再書き込みが可能でありアクセス時間が早く、かつ記憶容量が同じである光磁気ディスクを採用することにした。

この光磁気ディスクの特長を生かすことにより、システム日替り時に運航データ(スケジュール、運航実績)を自動的に保存していくことができ、運用者の負荷軽減を図ることができた。

また、保存されているデータを、容易な操作で検索して再び画面表示することにより、ケーススタディを実施して、今

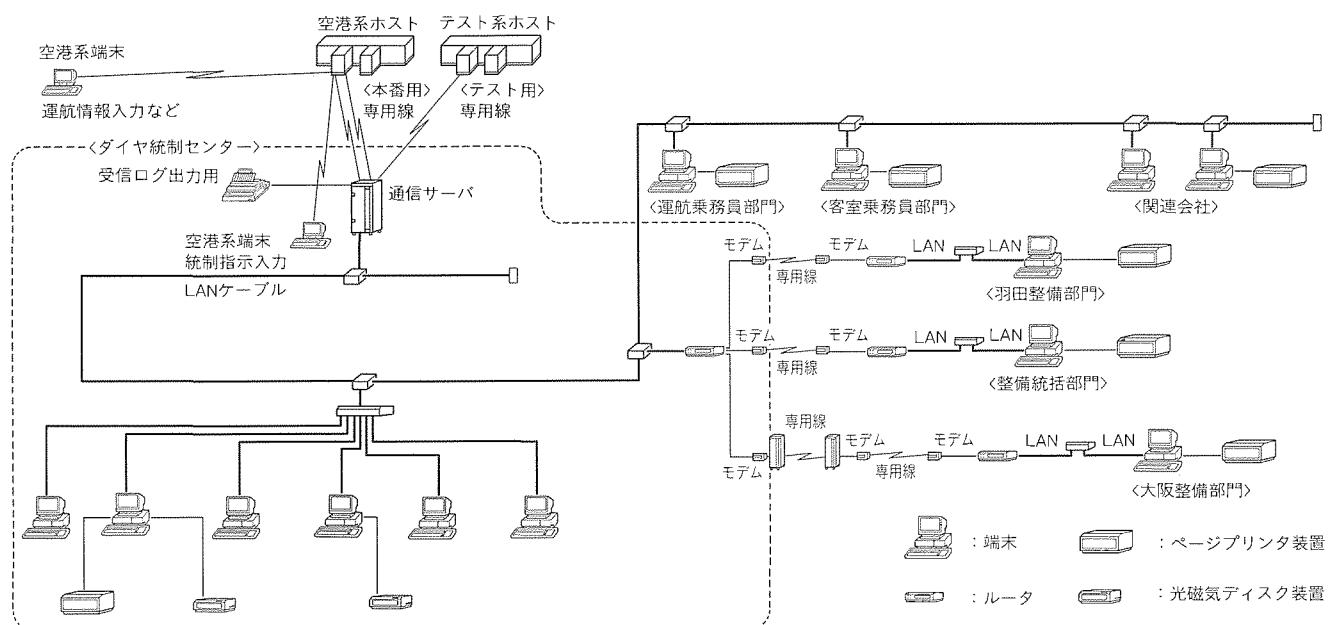
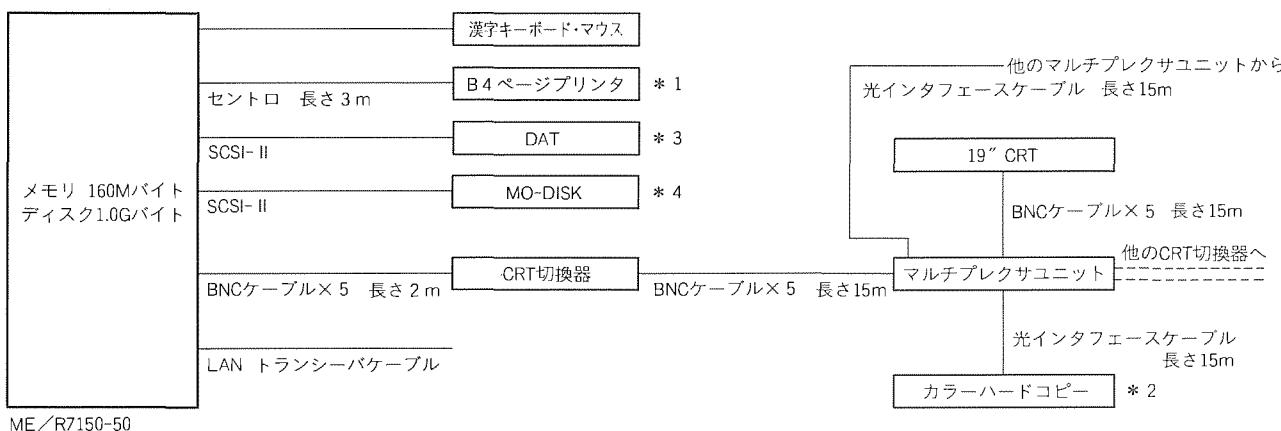


図1. スケジュールモニタリングシステム(SMS)構成



- 注 *1 B4ページプリンタは5台中1台に接続
 *2 マルチプレクサユニット+カラーハードコピーは3台／2台で共有(計2台)
 *3 DATはMO-DISKを接続していないマシン中1台に接続
 *4 MO-DISKはDATを接続していないマシン中2台に接続

図2. ME/R7150-50システム構成

後の対応への参考とすることができます。

(3) 24時間対応の長期間データ管理

国際線の航空機は、24時間世界中で運航しており、国際線では、国内線では考えられない出発／到着の1日単位の大幅な遅延、政情不安定や空港従事者ストライキなど、運航に支障をきたす事態が発生することがある。

これに対応するために、画面表示範囲外の運航データを更に過去2日間分まで保持しておくこと及び運航日ごとの実績データ管理を行うことにより、大幅遅延便の実績データをも表示して、常に正確な運航状況と機材運用を把握することができる。

また、当日機材就航時間中に翌日以降の機材割付けが行われるため、機材が異なる運航パターンの便にダブルブッキングされることがある。

これを防止するため、該当機材の運航予定便範囲や所在などの運用状況を常時管理するように、未運航機材であっても機材割付け時にその所在を把握することができるようにした。

3.2 ネットワーク構成

従来はダイヤ統制センターに端末を設置・展開して、サーバと端末間はマルチポートトランシーバで接続していたが、関連部署への端末展開のために空港ビル内にLAN (Local Area Network) ケーブルを敷設し、また遠隔地との接続のためにルータの導入を行った。

LANは、ケーブルを3フロア間総延長500m張り巡らせ、ダイヤ統制センターを始め関連部署にトランシーバを設置してアクセスポイントを設けた。

ルータは、1台で転送速度19,200 bpsの専用線を3回線まで対応でき、この高性能ルータを通じた WAN (Wide Area Network) を構成している。サーバと端末間の接続手順は、TCP/IP^(注1)であり、LAN/WANともに同一手順としている。

これらのネットワーク構成により、グループ会社を含めた関連部署へ、距離にかかわらない均質なデータ伝送サービスを提供している。

4. システムの機能概要

4.1 国内線対応機能

SMSは、当初、国内線を対象範囲に開発され、端末側は下記の機能を持っていた。

4.1.1 運航状況表示機能

便の出発、到着などの運航実績は、運用基地(空港、訓練所など)に設置されている空港系ホストの端末から入力されるが、このような運航実績や、計画されたスケジュールダイヤ、統制指示などのデータを基に、運航ダイヤの状況をチャート形式に表示するのがこの機能である。その表示例を図3に示す。

従来の端末ではチャート画面は1枚のみであり、機種を選択して表示を切り替えていた。表示時間幅は、6/12/18時間の3種類、表示対象日は当日と翌日の切替えが可能である。

(注1) "TCP/IP"は、米国Texas Instruments, Inc.の登録商標である。

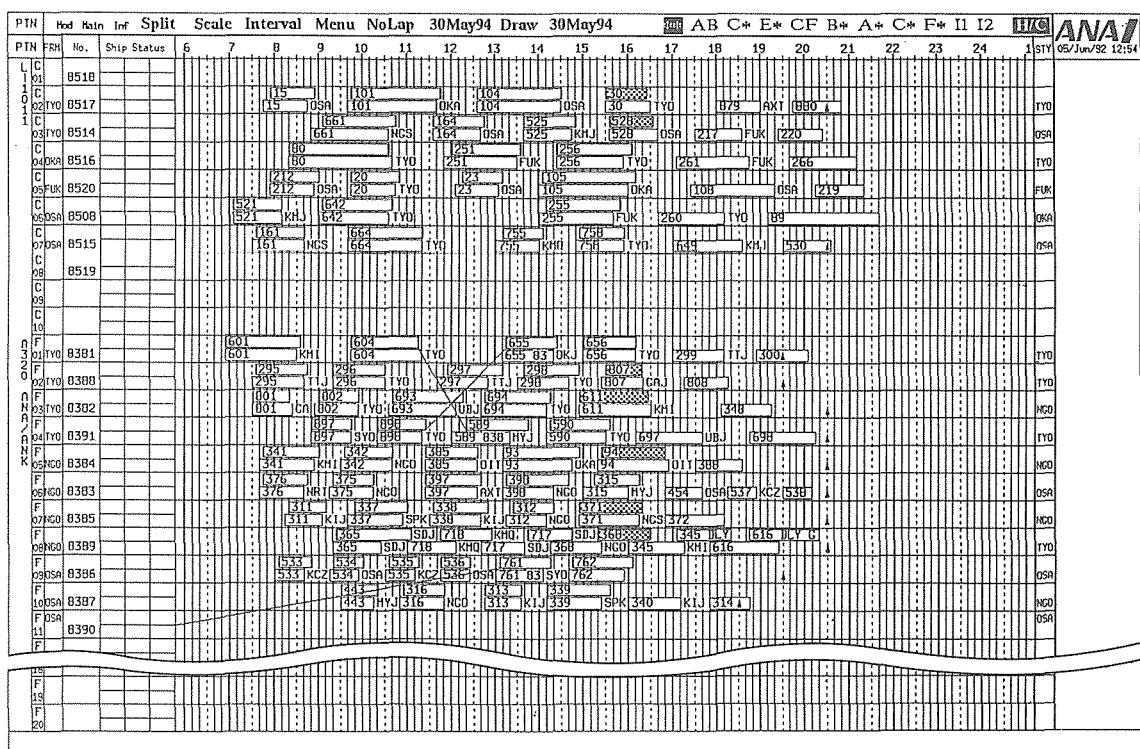


図3. 運航状況表示例

また、画面上の任意の便のチャートをマウスクリックすることにより、統制指示発出履歴を含めた運航情報を表示することができる。

4.1.2 警告表示機能

以下のようなダイヤ上の異常が生じた場合に、上記チャート上に警告を表示する機能である。

(1) 標準作業時間不足

前便の到着遅れなどにより、次便の出発予定時刻までの時間間隔が短くなり、各空港及び機種ごとに定めている標準作業時間が確保できない場合に表示される。

(2) 機材未割付け

割り付けていた機材を他の便に振り向けた結果、該当便に対する機材が確定していない場合に表示される。

(3) 空港運用時間超過

遅れにより、最終便の出発／到着時刻がそれらの空港の運用時間を超過する場合に表示される。

(4) 実績／統制指示データ未入力

当該便の出発予定時刻が30分以上経過しているにもかかわらず、実績／統制指示が入力されていない場合に表示される。

4.1.3 発着時刻変更計算機能

出発予定時刻を変更した場合や機材変更を行った場合の最終便到着時刻を計算して、結果をチャートとしてビジュアルに表示する機能である。

一つの機材について発着時刻変更計算する機能と、複数の機材を入れ替えた場合について計算する機能がある。

4.1.4 運航実績ファイリング機能

当日の運航実績表示画面をイメージデータとして光ディスクに記録、保存する機能である。保存したデータは、日付や機種によって検索して再表示することが可能である。光ディスク両面で約1年分の画面が保存できる。

今回、千歳空港、関西国際空港など24時間対応空港の運用開始により、国内線も24時間対応が必要となり、上記既存機能に加え以下の機能を追加開発した。

4.1.5 運航状況画面ワンタッチ瞬時切換機能

従来端末では運航状況表示画面は、1枚だけであるため、表示させたい機種(大型・中型・小型機)を設定して画面を切り替えていた。

限られた時間で各種機種間のスケジュール調整を行うため、新端末では関連機種ごとに最新の運航状況を表示する画面を、ワンタッチ(マウスクリック又はファンクションキー押下)でかつ瞬時に切り替える機能を実現している。画面の瞬時切換えを実現するために、表示されていない画面を裏画面として描画し、メモリ上に保持するなどの工夫をしている。

この機能により、大雪・台風など悪天候によるイレギュラ発生時にも、担当機種の運航状況はもとよりすべての機材の運航状況を簡単な操作で把握することができる。

また、発着時刻変更計算機能を組み合わせることにより、異機種間の最適な機材繰りを素早く判断することができる。

4.1.6 国内線深夜就航パターンの国際線画面への表示機能

日中は、機種担当などダイヤ統制者が国内線と国際線に分かれて業務を行っているが、深夜はシフト勤務によって人数を少なくしているので、国際線も併せて担当している。そのシフト勤務中に国内線機材の運航パターン便の就航が深夜に及んだ場合に備え、その運航パターンを国際線画面にも表示することができる機能を実現している。これにより、シフト勤務における24時間体制の業務分担、引き継ぎがスムーズに行えるようになった。

4.2 国際線対応機能

国内線は全機1日単位の運航パターンであるが、国際線は1機材が数日間単位で運用され、かつそれぞれの機材の運用開始日が異なる。このため、常に複数日間(過去を含む)の運航状況(予定、実績)を把握しておくことが必要である。

また一方、国際線のスケジュールダイヤは1週間単位で編成されており、同一機材で運航を予定している便及び別の機材で同一路線を就航する同一便名の便への影響を見るためには、約1週間範囲の運航パターンを1画面に表示する必要がある。

これらを満たすために、下記の機能を開発した。

(1) 短期間・長期間画面表示機能

短期間画面表示は3日間、長期間画面表示は9日間の、スケジュールダイヤと実績を表示する画面表示である。画面表示例を図4に示す。

これらの画面と国内線画面とは相互にワンタッチで切り替えられる。拡大表示は3倍まで可能であり、それぞれの最大スケールは他の画面(国内線画面を含む。)の最小スケールと合致している。

ワンタッチ画面切換機能を活用することにより、国内線運航状況と国際線運航状況を同じスケールで見られるため、国内線と国際線間の機材繰りを画面で容易に検討することができる。

(2) 機材仮確定・確定済み範囲表示機能

既に機材が割り付けられて承認されているダイヤ範囲と仮に機材割付けを行い、関連部署間と調整中であるダイヤ範囲を表示する。これにより、承認されている機材とその就航予定ダイヤ範囲及び割付予定機材とその就航予定ダイヤ範囲をチャート画面でビジュアルに確認できるので、関連部署との機材運用調整を正確に素早く行うことができる。

4.3 スケジュールダイヤ・実績データ管理機能

ダイヤ統制センターは、営業本部などダイヤ編成に関係する部門からのダイヤの計画変更要請を受けて、関連部署と調整を行う主管部署であり、変更履歴把握など便に関する管理を行っている。

PTN	Host	Main	Inf	Split	Scale	Interval	No	Lap	Menu	MOD	Draw	Today	**	AB	D*	E*	CF	B*	A*	C*	F*	I1	I2	H/C	
													JST	20 FEB(SUN)	21 FEB(MON)	22 FEB(TUE)	23 FEB(WED)	24 FEB(THU)	25 FEB(FRI)	26 FEB(SAT)					
PTN	FRM	No.	SHIP	STATUS	UTC																				
B 21	JKF	8097																							
7 22	NRT	8094																							
0 23	NRT	8098																							
A 24	NRT	8095																							
A 30	NRT	8938																							
B 25	LHR	8182																							
B 26	NRT	8174																							
B 27	NRT	8181																							
B 28	NRT	8175																							
B 32	NRT	8192																							
B 35	NRT	8157																							
C 07	NRT	8521																							
D 14	NRT	8286																							
D 16	FUX	8358																							
D 19	NRT	8116																							
D 20	HND	8237																							
D 24	NRT	8288																							
P 01	SVO	N010																							
P 02	NRT	M112																							
ANA			JST																						
			UTC																						
			20 Feb(SAT)																						
			20 FEB(SUN)																						
			21 FEB(MON)																						
			22 FEB(TUE)																						
			23 FEB(WED)																						
			24 FEB(THU)																						
			25 FEB(FRI)																						
			26 FEB(SAT)																						

図4. 國際線長期間画面例

また、事業計画に基づいてダイヤの立案も行っており、監督官庁への申請、認可を経て決定される。

一番初めのダイヤは、“粗ダイヤ”と呼ばれ、区間と出発・到着予定時刻が決まっているだけであり、国内線は1か月前、国際線は6か月前に、機種／機材（機番は特定していないが同一機材での運航）が決定される。

立案された計画ダイヤは、需要変動や他社とのスポット調整又は天候などによって、機種、出発・到着時刻、運航パターンなどが変更されることがある。SMSは、計画されたダイヤとその変更情報を数十日間分保有しており、端末からの要求により、その時点での最新計画ダイヤを表示させることができる。

これにより、調整結果として変更した計画ダイヤをチャート形式に表示させて、変更結果と内容を確認することができる。

また、国内線・国際線運航実績データは、システム日替りの際にサーバではサイクリックに、端末では追加しながら保存されている。この保存データは簡単な操作で該当日運航実績をチャート形式に再表示させることができる。

これにより、イレギュラ対応のケーススタディを端末で行え、教育・訓練に活用できる。

5. むすび

スケジュールモニタリングシステム（SMS）は、1992年4月から国内線のダイヤ統制を対象に運用開始され、その後、機能の追加や操作性の改善等を行い、就航チャートの作成及び管理負荷軽減やイレギュラ発生時対応の調整作業迅速化など省力化・効率化の効果を上げている。

1993年9月には羽田空港拡張に伴い、移設や関連部署への端末展開により、システム利用者が広がり、全日本空輸（株）及び関連会社などの運航状況監視システムとして、さらに空港系ホストのサブシステムとして重要なシステムとなってきた。そして1994年9月には関西空港開港と合わせて、24時間対応を実現し、国際線への適用を拡大した。

今後は、ダイヤが乱れた場合の機材運用変更計画立案機能という、ダイヤ統制者の思考や判断を支援するためのシミュレーション機能の追加や月次ダイヤの調整機能などについても対応していく予定である。

最後に、SMSの開発に当たって御指導、御協力をいただいた全日空システム企画（株）、（株）エヌ・エー・コミュニケーションズ等の関係各位に深く感謝する。

全日本空輸(株)納め 整備作業管理システム“ADM”

鈴木正樹* 平田直宏**
浴町 栄* 川上謙明**
横田広由** 妻夫木政年**

1. まえがき

1日に数万人が利用する羽田空港。全日本空輸(株)は、この羽田空港で1日に約230便もの航空便を運航している。これは、全日本空輸(株)が運航している国内線1日約450便の50%に相当し、羽田空港全発着枠の約43%を占めている。航空機を安全で、なおかつ快適に運航することは、航空会社にとって欠かすことのできない重大な使命である。この安全で快適、さらに定時性が確保された運航こそが航空会社の“品質”であり、これを支えるために航空機整備が果たす役割はこの上なく大きい。

1993年9月、羽田空港は前空港より沖合いの新羽田空港に生まれ変わった。全日本空輸(株)は、この空港移転に伴って整備における点検作業の効率化と、より柔軟性のある生産体制を確立するために、コンピュータシステムを導入することにした。

本稿では、羽田空港における航空機整備業務とこの整備作業を支援するためのシステム“ADM (Assign Display Machine) システム”を三菱 apricot シリーズのクライアント・サーバシステムで構築したシステム事例について紹介する。

2. 航空機の整備業務

2.1 整備業務の部門構成

近年の航空機は、その操作性・信頼性を高めるために最新のテクノロジを駆使している。全日本空輸(株)では、航空機を常にベストコンディションに保つために、その整備業務を次の四つの部門でサポートする体制をとっている。

ADM システムは、この中のライン部門に対して導入されたシステムである。

(1) ドック部門

一定の飛行時間を経過した航空機に対して行われる定期点検を行う部門。300～440飛行時間ごとにA整備、3,000～4,000飛行時間ごとにC整備など段階的に点検整備を行う。特にC整備では、機体、エンジン、装備品などに対して、中型機で4～5日、大型機では8～9日をかけて2,000～3,000の工程数に及ぶ詳細を極めた点検整備を行う。

(2) ライン部門

ライン部門における整備業務は、当日最初のフライト前に行う“飛行前点検”と、到着してから次の出発までに行う“飛行間点検”に大別される。この整備のために整備士は、24時

間365日の勤務体制を敷いている。

ライン整備では、機体のチェックとパイロットからの飛行中の機体、計器類の状況や飛行キャリア・不具合履歴などから次の飛行が可能であるかの確認を行う。次の飛行が不可能な場合には、飛行便のフライトスケジュールを組み立て直す必要があるため、飛行プランの設計を行うディスパッチャとの連携も必要となる。

(3) ショップ部門

エンジン及び各種航空機装備品の専門クリニックとしてライン部門を支援する。航空機から取り外されたエンジンの解説から試運転までの整備を行う原動機センター、及び電子機器、各種計器、無線機器、伝送機器、油圧装置など1,500種に及ぶ装備品の整備を行う機器センターからなる。また、整備ノウハウを航空機メーカーにフィードバックすることにより、技術の向上をも図っている。

(4) スタッフ部門

スタッフ部門が行う業務は、以下の三つに分類される。

- (a) 企画、生産管理、補給計画などの整備活動全般の運営を行う。
- (b) 航空機の構造、機能、性能に関する航空機メーカーとの共同技術開発や整備の生産運用などに対して“技術”に関する方針を策定し、管理実施に当たる。
- (c) 品質管理、検査に関する方針や計画の策定など、航空機の整備品質に関する総合審査を行う。

2.2 ライン整備業務

ライン整備作業は、空港内の最前線でこれから離発着する航空機に対して行う整備業務であり、航空機の安全と信頼を預かる重要な業務である。整備内容として“飛行前点検”“飛行間点検”と“不具合処理作業”がある。

(1) 飛行前点検

当日最初のフライトに飛び立とうとしている航空機の点検を行う。最終便から翌日の始発便までの夜間作業が主な業務時間となる。整備は、ナイトステイ(夜間駐機)している航空機すべてに対して、それまでの飛行中に発生した問題に対して修理・点検を行う。

(2) 飛行間点検

到着してから再び飛び立っていく航空機の点検を行う。作業時間は、始発便から最終便までとなる。この点検では、到着から出発までの間に、次のフライトに支障がないことを確認する。問題がある場合は、ディスパッチャへ連絡し、シッ

ブチエンジ (機体の入れ替え) を要請する。また、フライトに支障はないが早めに対応が必要な問題については、夜間作業で対応できるようナイトステイする空港に報告する処置も行う。

(3) 不具合處理作業 (DISPAN 处理)

飛行中、整備点検中に発生又は発見した不具合に対して修復を行う。

2.3 ライン整備サポート体制

全日本空輸(株)では、5種類の航空機 計114機(平成6年4月30日現在)を自社機として保有している(表1)。これらのすべての機種がライン整備の対象となる。整備を行うのは、その航空機に対する整備の資格を持っている整備士に限られる。したがって、常にこれらの機種すべてを整備できるよう各チームに均等に割り振り、スキルアップを目指すための教育も行っている。

また、今後ますます航空便の利用が増え、機種が増えることが予想されるため、整備体制も柔軟に対応できるようになっていなければならない。

ライン部門では、羽田空港に離発着する約230便のこれらの機種に対し、その安全性・快適性・定時性を確保する必要がある。この業務を遂行するために、1日24時間を三つ(D勤/S勤/N勤)の勤務帯に分け、5チームでシフトしながら整備に当たっている(図1)。1チーム当たりの整備士は約70名である。

3. ライン整備システムにおけるニーズ

ライン整備業務におけるすべての作業指示は、ラインコン

表1. 全日本空輸(株)所有の航空機機種
(1994年4月30日現在)

機種	機数
ボーイング747-400	16機
ボーイング747	22機
L1011 トライスター	4機
ボーイング767	57機
エアバスA320	15機



図1. 整備の勤務時間帯

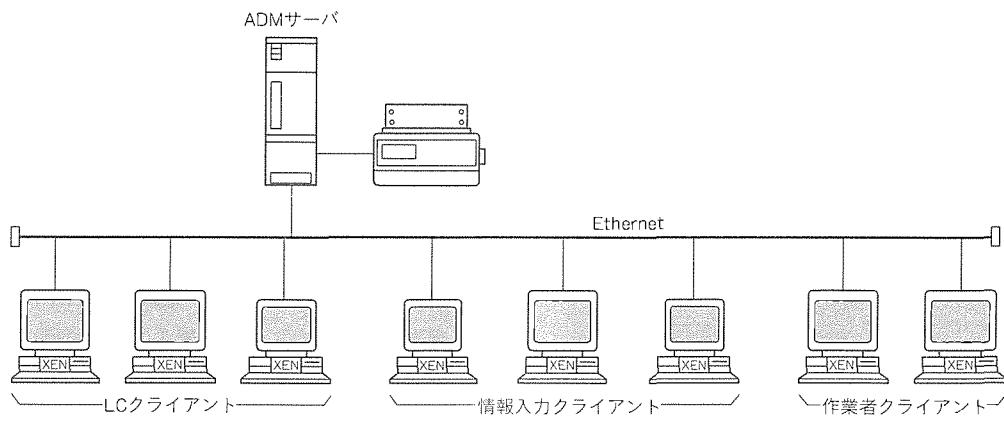


図2. ADMシステムのハードウェア構成

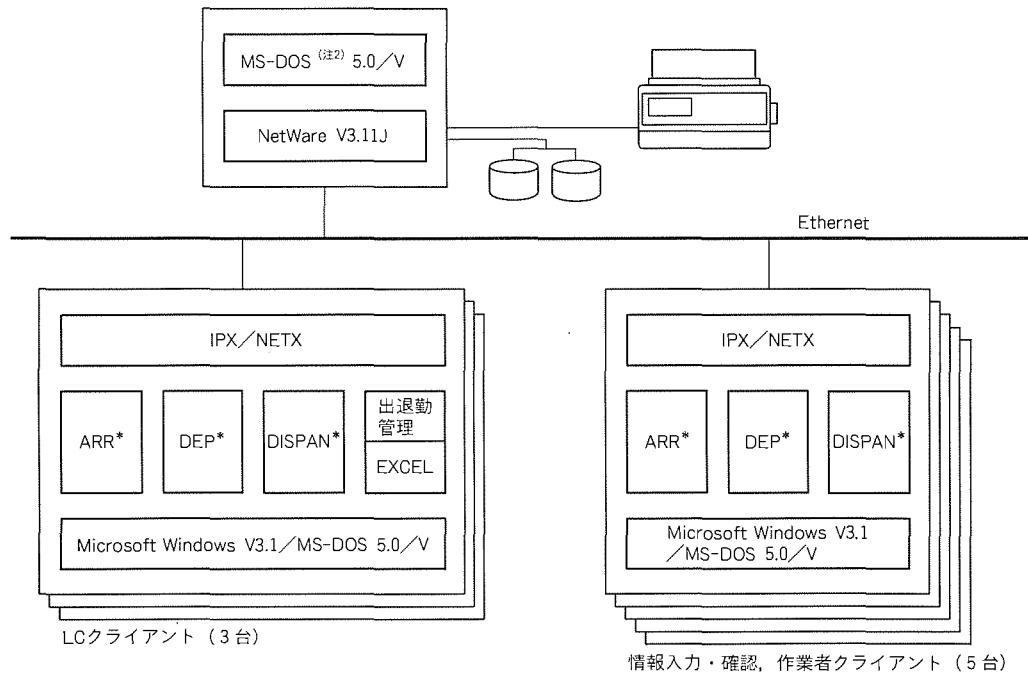


図3. ADMシステムのソフトウェア構成

表2. サーバハードウェア構成

構成	内 容
本体	FT486-66E
HDD	540Mバイト×2台（ディスクデュープレックス）
メモリ	12Mバイト
プリンタ	100cps日本語プリンタ

ム構成を図2に、ソフトウェアシステム構成を図3に示す。

ハードウェアは、サーバ1台とクライアント8台で構成されている（表2、表3）。

ソフトウェアは、ネットワークOSとしてNetWare^(注1)を使用し、クライアントはMicrosoft Windows^(注2) V3.1ベースで動作する。また、簡単なデータベース機能を実現するためEXCEL^(注2)を使用している。

4.2 システムの特長

(1) 勤務管理

勤務管理情報は、他の勤務情報管理システムから月次で渡される。このデータベースから、EXCELのワークシート上にアサイン業務に必要な当日の出勤者情報を、各シフト（D勤、S勤、N勤）ごとにピックアップする（図4）。この出退勤にアクセスできるのは、LCクライアント（3台）のみである。表4、表5にこの出退勤中の項目やボタンの機能について示す。

(2) 整備情報表示

（注1）“NetWare”は、米国 Novell, Inc. の米国における登録商標である。

（注2）“Microsoft Windows” “EXCEL” “MS-DOS” “Visual Basic”は、米国Microsoft Corp. の米国における登録商標及び商標である。

表3. クライアントハードウェア構成

構成	内 容
本体	XEN-LSII (CPU: 486SX-33MHz)
HDD	80Mバイト
メモリ	8 Mバイト
CRT	17インチCRT (5台) 14インチCRT (3台)

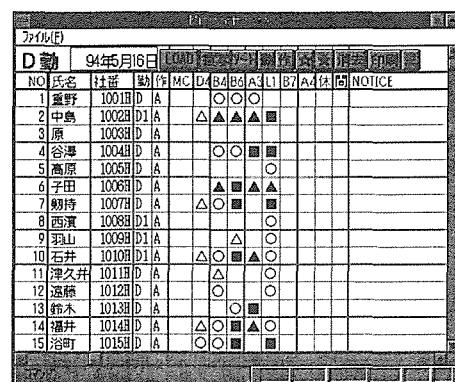


図4. 出退勤画面

飛行前点検、飛行間点検のライン整備に必要な飛行情報や整備実施状況は、ARR（到着便情報表示プログラム）、DEP（出発便情報表示プログラム）、DISPAN（機体不具合情報表示プログラム）の三つのアプリケーションで提供される。

図5にARRウィンドウ、図6にDISPANウィンドウの一部を示す。また、表6、表7にこの画面中の項目やボタンの機能について示す。これらの情報は、8台のクライアントすべて同じ情報を表示しており、任意のクライアントから入力された情報は、LAN経由で即座に全クライアントに反映さ

表4. 出退勤の各項目の内容

項目	内 容
氏名	作業者名。作業中の担当者は青色表示となる。
勤	勤務帯 (D勤/S勤/N勤)
作	担当作業の記号表示
MC	使用する無線番号
D 4 ~ A 4	各機の資格の記号表示 D 4 : ボーイング747-400 B 4 : ボーイング747 A 3 : エアバスA320 B 6 : ボーイング767 L 1 : L1011トライスター
間	間接作業中
休	休憩中
NOTICE	メモ欄

表5. 出退勤のボタンの機能

ボタン	機 能
LOAD	当日の作業者リストの呼出し
複写	セルの複写
ソート	作業未アサイン者を上位に表示
勤	「勤」によるソーティング
作	「作」によるソーティング
☆	「休」(休憩), 「間」(間接作業中)状態
★	「休」(休憩), 「間」(間接作業中)状態の終了
消去	セル内容の消去
印刷	リストの印刷
黒	アサインの取消しを指定

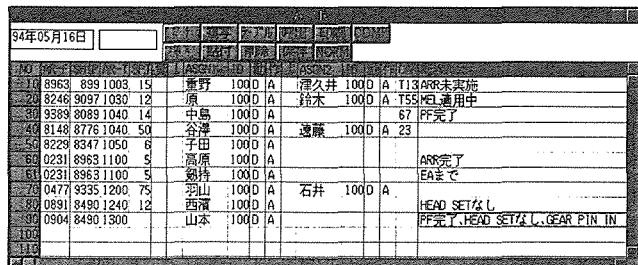


図 5. ARR ウィンドウ

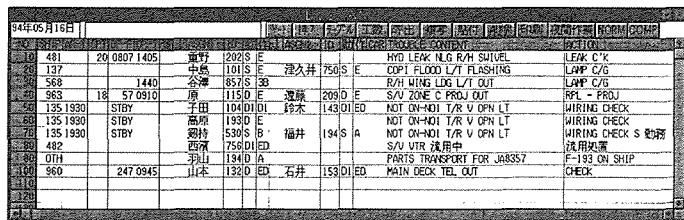


図 6. DISPAN ウィンドウ

れる。

LC クライアントからアサイン情報が入力され、情報入力クライアントから整備に必要な情報（機体の不具合情報や特記事項など）が入力される。作業者は、作業者クライアントからその情報を確認して整備作業を行う。

(3) 作業者のアサイン

表 6. ARR, DEP, DISPAN ウィンドウの各項目の内容

項目	内 容
SHIP	機番
AR-F	到着便名
AR-T	到着時間
DP-F	出発便名
DP-T	出発時間
SPT	スポット番号
責	責任者
↓	作業状態 「○」: 作業中 「●」: 作業終了 「」: 作業未着手
ASGN	アサイン作業者名
ID	社員番号
勤	勤務帯 (D勤/S勤/N勤)
作	担当作業の記号表示
CAR	使用する車の番号
REMARK	整備する機に対する特記事項
TROUBLE CONTENTS	機体の不具合内容
ACTION	不具合に対する処置内容
CDN	カードラック番号 (不具合情報の詳細を記載した用紙の保管位置)
SFT	作業時間帯及びその部署
REMARK	整備する機に対する特記事項
終了	作業終了予定時間
CM	指定作業
SKL	作業区分
MA	作業人員数
Hr	作業時間
M/H	総作業時間
S	S勤で行う作業時間
N	N勤で行う作業時間
西	西地区で行う作業時間

LC は、フライト情報や機体に関する不具合情報を確認しながら、出退勤ウィンドウから適当な作業者を選び出して ARR, DEP, DISPAN にアサインを行う。作業者が作業者クライアントでこれを確認して作業に入ると、その情報は LAN 経由で LC クライアント上の出退勤情報として転送され、二重アサインを防止する。

出退勤、ARR, DEP, DISPAN の各アプリケーションは、ソーティングや抽出機能を持ち、未アサイン整備機を出発時間によるオーダーで表示したり、現在の作業未実施者など、必要な情報だけをピックアップする機能も持つ。

(4) 夜間作業工数計画

DISPAN は、夜間作業にかかる工数を計算する機能を持ち、三つの区分 (S 勤, N 勤, 西地区) に最適に作業が分配されるよう作業計画を立てる。

(5) 作業実績記録

ARR, DEP, DISPAN で行った作業者の作業実績はデータベースとして保管され、整備実績によるスキルの管理に利用される。

表 1. ARR, DEP, DISPAN ウィンドウのボタンの機能

ボタン	機能
ソート	各項目を軸としたソーティングを実行
挿入	行挿入
複写	セルの複写
貼付	複写で指定したセル内容の張付け
CALL	SAVEで保存した機番の呼出し
SAVE	機番の保存 (DEPのみ)
テーブル	REMARKなどの入力簡略化のためのテーブル呼出し (DEPのみ)
削除	セル内容の削除
呼出	保存した作業実績の呼出し
保存	作業実績(ARR/DEP表示内容)の保存
印刷	作業実績の印刷
工数	保有工数と計画工数を表示
夜間作業	夜間作業工数の印刷
作成	ダイヤ情報入力モード: ↔ NORM:通常業務
COMP	画面情報の一斉通報

5. システム導入の効果

従来は、ライン整備の整備士アサインについて、幅6m, 高さ2mのホワイトボードを用いて整備に関する指示を伝えていた。これをADMシステムに移行することにより、次のようなアサイン業務上の効果が得られた。

- (1) LCが必要に応じ、整理したアサイン情報を認識可能となった。
- (2) 出勤者の確認が速やかに行え、アサインの確認に要する時間を減少させた。
- (3) 夜間作業の保有工数、必要作業工数が自動計算されるため、工程計画の精度向上と時間短縮が図られた。
- (4) 作業者の整備作業実施の自動記録が可能となった。

- (5) ホワイトボードの除去により、コントロールルームのスペースが有効的に使用可能となった。
- (6) 作業集中時の混雑が緩和された。

6. 今後の拡張

今後、次のような機能を追加してシステムの拡張を図る予定である。

- 空港系ホストとの接続
- 勤務情報管理システムとの接続
- 作業実績のデータベース化
- 夜間工程計画機能の強化
- アサイン情報提供機能
- 航空機情報提供機能

特に、全日本空輸㈱の空港系ホストとの接続によるフライトスケジュールの自動入力(図5, 図6中のSHIP, A R-T, DP-Tに変更があった場合、自動的に修正される。)は、このアサイン業務に非常に有効であるため、早期実現を図りたい。

7. むすび

このADMシステムは、システム自体の規模は小さいが、このシステム開発を通じて空港整備に関する業務内容を認識できたことは大きな収穫であった。この空港整備業務を知ることで、更に他の空港系システムの理解にも役立っている。

また、整備関連はシステム化対象業務機能が多く、コンピュータシステムの市場として今後も期待される。今回培った業務ノウハウを生かし、航空分野の開拓をより一層深く進めていきたい。

デジタルリレー搭載三菱低圧気中

スポットライト 遮断器“Super AEシリーズ”

情報化の進展、アメニティ意識の高揚により電気の連続給電性はますます重要度を増し、省エネルギーを目的とした電力負荷の平準化施策は配電系統の末端にまで及ぼうとしています。また、電気設備の安定性の要求が強まる一方で、その維持管理は省力化が望まれています。こうした社会環境の変化に対応して今回、ネットワーク化を指向して保護計測機能を充実したデジタルリレーを開発し、低圧気中遮断器“Super AEシリーズ”に搭載しました。

特長

(1) 広範囲高精度保護特性実現による選択協調性の向上

●空心電流センサとワイドレンジ電流検出回路により検出電流範囲を拡大し、瞬時引外し特性の設定電流値上限を定格遮断電流値相当にまで高めました。また、過電流保護特性の動作時間も広く(従来比20倍)設定できますので、電流、動作時間の両面に広範囲で高精度な特性が設定でき選択協調性が高まります。

●過電流保護には実効値検出方式を採用していますので、高調波を含んだひずみ電流でも適切に保護します。

●地絡・漏電保護では、事故を検出すると上位の遮断器にロック信号を送るゾーンインターロック機能により多段選択協調が図れます。

(2) 多機能プレアラーム特性

●過電流プレアラームは2段とし、遮断器トリップ動作を事前に防止するための緊急度に応じた連動制御が可能です。また、プレアラーム特性は遠隔から適宜変更設定できます。

●漏電保護範囲を拡大し、さらにプレアラーム特性を持たせました。

●相電流、地絡・漏電電流の上下限アラーム通報により電流の変化を細かく把握でき、電路状態の変化や負荷変化を検知できます。

(3) 計測情報の充実

●各相電流、最大相電流、地絡・漏電電流を実効値計測表示しますので、電路の状況を容易に確認できます。

(4) 事故情報の充実

●事故時の各相電流を計測表示します。また、事故原因、事故電流を不揮発性メモリに保存しますので、制御電源が停電しても事故状況を把握できます。

●事故電流レベル履歴により過去の事故状況を把握することで、遮断器のストレスレベルや電路の事故傾向がつかめます。

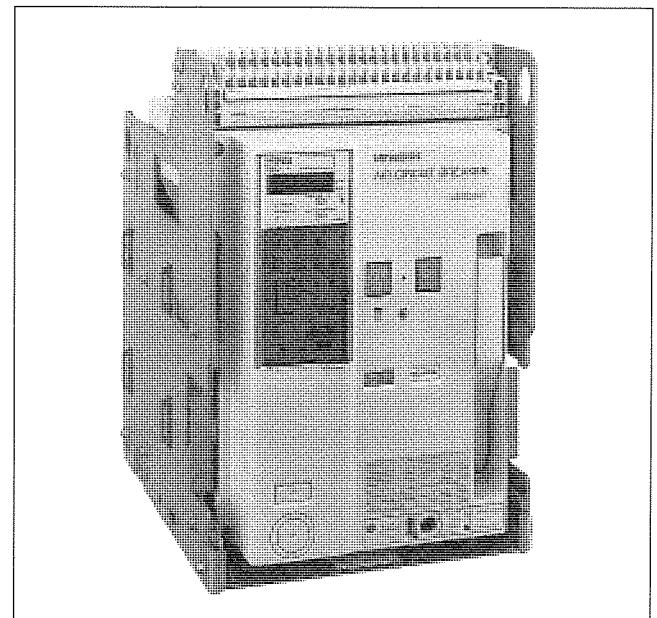
(5) 自己診断機能の充実

●トリップ、遠隔開閉指令から遮断器本体動作に至る流れを監視します。また、接点部の温度により多回数開閉等での接触抵抗の増加を監視します。

●電流検出回路のモニタリング、2マイコンによる相互監視、伝送状態監視により制御回路部の万一の不具合を検知します。

(6) 伝送機能搭載

伝送インターフェースの内蔵によりネットワークへの接続が可



デジタルリレー仕様

項目	内容
最大定格電流 ($I_{N,MAX}$)	315, 500, 630, 1,000, 1,250, 1,600, 2,000, 2,500, 3,200A 固定
定格電流 (I_N)	0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0×最大定格電流 ($I_{N,MAX}$)
連続通電電流 (I_U)	0.8~1.0×定格電流 (I_N) 2%ステップ
電流 (I_p)	1.05~1.20×連続通電電流 (I_U)
長限時 (L)	5, 7, 9, 11, 15, 30, 50, 100, 150, 300秒 (連続通電電流 (I_U) ×2倍での動作時間)
電流 (I_S)	1.5, 2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10×定格電流 (I_N)
短限時 (S)	0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5秒 (短時間電流 (I_S) ×1.5倍での動作時間)
瞬時 (I) / MCR	2, 4, 6, 8, 10, 0.0, 0.0, 0.0, MAX×定格電流 (I_N) ※MAX: 定格遮断電流相当
地絡 (G) 又は 漏電 (E)	電流 (I_G) 0.1, 0.2, 0.3, 0.5×最大定格電流 ($I_{N,MAX}$) 電流 (I_E) 1, 2, 3, 5, 10, 15, 25A 時間 (T_G) 0.3, 0.5, 1.5, 3.0秒 時間 (T_E) 0.3, 0.5, 1.5, 3.0秒 (地絡電流 (I_G) 又は漏電電流 (I_E) ×1.5倍での動作時間)
プレアラーム (PAL1) (PAL2)	電流 (I_p) PAL 1: 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, OVER, EXT×連続通電電流 (I_U) PAL 2: 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1.0, OVER, EXT× I_U 時間 (T_p) PAL 1: 長限時動作時間 (T_L) ×0.5 PAL 2: 長限時動作時間 (T_L) ×0.25
漏電プレアラーム (EPAL)	電流 (I_{Ep}) 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, EXT×漏電電流 (I_E) 時間 (T_{Ep}) 3秒
計測機能	常時電流 ●各相 ●最大相 ●地絡 ●漏電の各電流値 事故電流 ●各相 ●地絡の各電流値
伝送機能	伝送方式 三菱配電制御ネットワーク (B//NET) 方式 伝送機能 出力データ ●常時電流 ●事故電流 ●事故原因 ●メンテナンス機能情報 ●特性設定値 ●アラーム状況 ●ピックアップ状況 ●遮断器状態 入力データ ●遠隔操作 (ON, OFF, RESET) ●プレアラーム特性設定値 メンテナンス機能 ●最新の事故電流値 ●事故原因 ●OCR警報 ●事故電流レベル履歴 ゾーンインターロック 地絡又は漏電事故対応 テスト機能 テスト電流設定により全領域特性の確認可能 温度監視機能 接点周辺部の異常温度上昇を検出 制御電源 ●AC100~240V ●DC100~110V ●DC125V ●DC24V

能です。前述の各種検出情報を集中管理することで、連続給電性確保、電気設備の維持管理の省力化に貢献します。

●遮断器の開閉状態、保護特性動作状況、各相電流、地絡・漏電電流の集中監視により、遮断器開閉回数管理、プレアラームを活用した遮断器トリップ事前防止制御が行えます。

●事故発生状況の一括管理による事故原因究明、復旧を支援します。また、遮断器トリップ時のバックアップ投入等の制御を行うことも可能です。

●電流値のトレンド管理や各分岐の電流値管理による、事故発生の前兆検知、電力の有効活用、負荷の平準化を支援します。

統合化ディスプレイ ネットワークシステム

「統合化ディスプレイネットワークシステム」は、大型映像表示装置オーロラビジョンなどの映像情報サービス表示装置を統合的に結合し、一元的に管理するシステムです。このシステムは、ニーズに合わせた表示装置の選択などのシステム構築が簡単なため、システム運用が容易で、コストパフォーマンスの高い映像情報サービスが提供できます。

特長

今回開発したシステムは、次のような特長があります。

(1) データの一元サービスが可能

各種データの映像サービスが1台の制御装置に統合されているため、表示形態や表示装置ごとの制御装置が不要

(2) マルチメディアサービスが可能

1本の同軸ケーブルで、多チャネルの動画・静止画・データ・音声をサービスしているため、様々な運用形態に応じた多彩な情報サービスが可能

(3) 適材適所の表示装置

1台のTVから多面体型TV、プロジェクションTV、マルチビジョン表示装置、検索端末装置、大型表示装置など設備環境にマッチした表示装置が選択可能

(4) 柔軟な表示運用が可能

表示装置の組合せが自由なため柔軟な運用が可能

(5) 自動運転で映像サービスが可能

運行プログラムによる自動映像サービスが可能

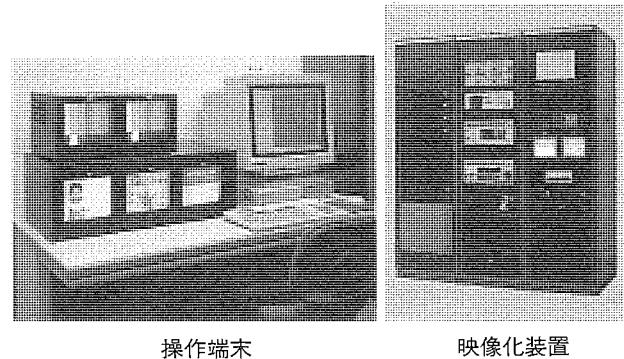
(6) 既存設備との高い親和性

既設ビデオ映像（カメラ、VTR等）の有効活用及びこのシステムが生成した映像を既存設備へ供給可能

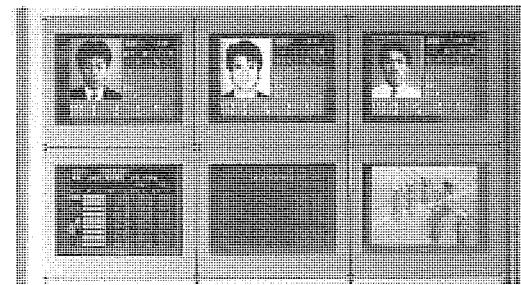
(7) 他システムとの通信

他計算機システムとの通信により各種情報を自動映像化

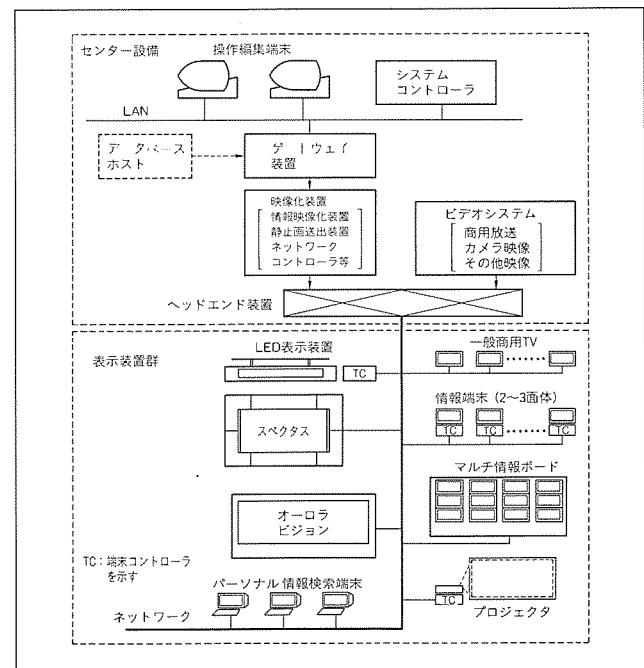
このシステムの応用として賃車両情報センターと開発した「競輪場内競技情報サービスシステム」（図）があります。



操作端末 映像化装置



表示サービス例



システムの構成例



特許と新案 * * *

三菱電機は全ての特許及び新案を有償開放しております

有償開放についてのお問合せは
三菱電機株式会社 知的財産専門部
総合グループ Tel(03)3218-2137

熱交換器 (特許 第1560170号)

発明者 佐久間 清, 岡田哲治, 谷村佳昭, 小西 勝

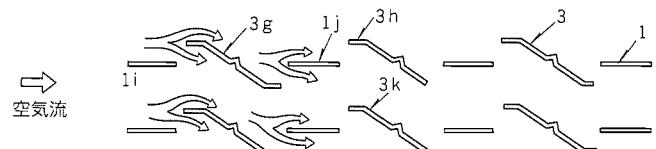
この発明は、空調・冷凍機器等に用いられるプレートフィンチューブ熱交換器に関するものである。

従来の熱交換器のフィン間を流れる空気流には、フィンに沿って流れの境界層が生じ、この境界層は空気の流れ方向に従って厚く発達し、そのためフィンの下流方向では著しく熱伝達率が低下する問題があった。

この発明はこの問題を解決するためになされたもので、実施例によって説明する。図はフィン2枚を積層したときの断面図で、フィン断面はフィン基板(1)である平板ストリップと、V形の切り起こしストリップ(3)が流れ方向に配置されている。このときV形ストリップ(3)は並設された他のフィンの同部分と複数折れ曲がりの波形流路を形成する。この波形流路を通過する空気流は、方向転換を繰り返すために助走区間の繰返し効果により、全体の境界層が薄くなり熱伝達率は向上する。また、ストリップ(3)は、凸部を有しているた

め、ストリップ部での境界層の発達を妨げるので、ストリップ(3)自体の熱伝達率を向上する。さらに、平板ストリップ(1j)を加えることにより両者の間の流れ方向の距離が長くなるため、V形ストリップ(3)の前縁に影響を与える境界成層ではなく、空気後流側のV形ストリップ(3)の前縁効果は十分生かされ、高熱伝達率を得ることができる。

この発明によれば、従来方式に比較して、平均表面熱伝達率が25%向上し、30%程度風圧損失が小さくなるため、実用上、大きな価値がある。



金属多孔体の製造方法 (特許 第1387082号)

発明者 内川英興, 田中英晴, 関谷睦生

この発明は、三次元網目状構造を有する金属多孔体の新規で簡便な製造方法に関するものである。

従来の方法は金属で電着するために、あらかじめ導電処理が不可欠であり、また電源やめっき槽などの電着設備が必要であることなどの工程上・設備上の問題点があった。この発明は出発基材として網状発泡合成樹脂を用いるのは従来法と同じであるが、従来法の工程及び工程管理を繁雑にしている導電被覆処理・電着処理を用いず、簡便かつ工程管理の容易な製造方法を提供するものである。

この発明の製造工程は、①有機高分子化合物からなる結合剤中に主材料となる微小体状金属(例えばAl粉)を混練し、②混練物を三次元網目状構造を有する合成樹脂発泡体の骨格に塗着させ、③塗着物を熱処理して合成樹脂発泡体の骨格及び結合体である有機高分子化合物を焼失させ、④非酸化性雰囲気中での熱処理によって微小体金属を焼結するものである。

この発明による製造方法によって金属微小体(Al粉)を焼結することにより、図1に示すような骨格(1)、空孔(2)の三次元網目状構造を有するAl製金属多孔体が得られた。この表面を走査型電子顕微鏡にて観察すると、焼結前には図2(a)の模式図のように、Al粉粒子(3)が密に分散されているが、焼結後には図2(b)に示すようにAl粉粒子(3)は界面で互いにシンタリング(焼結)を起こし、ネック部(4)にて結合されていることが分かる。

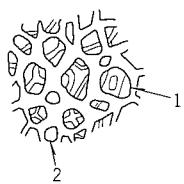


図 1

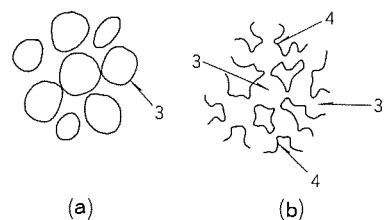


図 2



特許と新案 ***

三菱電機は全ての特許及び新案を有償開放しております

有償開放についてのお問合せは
三菱電機株式会社 知的財産部外部
総合グループ Tel(03)3218-2137

蓄熱材 (特許 第1264204号)

この発明は、 $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (塩化カルシウム六水塩)系蓄熱材を実用化する際の実用的過冷却防止材に関するものである。

従来、 $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 系蓄熱材を実用化する際の過冷却防止材としては、 $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ や BaF_2 などの各種バリウム塩が用いられてきた。しかし、これらのバリウム塩のほとんどは一週間以内に $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 中で蓄熱材と化学反応を生じ、 $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ と $\text{Ca}(\text{OH})_2$ や CaF_2 などを生成

することを発明者らは見いたした。この発明のバリウム塩は蓄熱材とは全然反応せず、したがって長期にわたって安定に過冷却防止効果を發揮することができる。

すなわち、融点30°Cの $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 単独系を始めとして、融点域が15~30°C間に存在する $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ を主成分とする各種混合系、例えば各種アンモニウム塩や各種カリウム塩などを含有するあらゆる組成物に適用でき、実用的に信頼性の高い蓄熱材を提供するものである。

〈次号予定〉 三菱電機技報 Vol. 68 No.11 特集“映像情報機器”

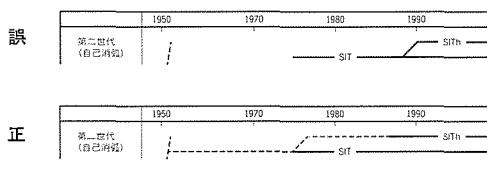
特集論文

- ◎映像情報機器特集に寄せて
- ◎映像情報機器・システムの現状と展望
- ◎ハイビジョンディジタル衛星伝送システム
- ◎次世代テレビシステム
- ◎ディスクトップテレビ会議システム
- ◎ビデオライブリーシステム
- ◎M-N コンバータ内蔵ワイドテレビ “32W-CZ 6”
- ◎テーブルトッププロジェクションテレビ
- ◎100型高精細ビデオプロジェクタ

- ◎赤外線カメラ “サーマルイメージャ”
- ◎パソコン用ディスプレイモニタ
- ◎29型インテリジェントディスプレイモニタ
- ◎高輝度プロジェクションディスプレイ用 Poly-Si TFT 液晶パネル
- ◎グローバル生産構造に対応したJデッキ・シャーシ
- ◎カラービデオコピー機セッサ “SCT-CP2000”
- ◎昇華形フルカラープリンタ
- ◎カラーページプリンタ “G2700-10”
- ◎アフマーケット対応カーナビゲーション
- ◎車載用ミニディスクオートチェンジヤ

〈訂正のお知らせ〉 次のとおり訂正するとともにお詫びいたします。

Vol. 67 No. 9 p.58 図1. パワーデバイスの進展



Vol. 67 No. 9 p.60 表1. パワーデバイスの応用上の比較

誤	パワーデバイスの種類	駆動電力	直列接続	並列接続	過電流保護	過電圧保護	PWM周波数(インバータ)			
							100	1k	10k	100k
SITh	小	○	○	△	○	■	■	■	■	■

正	パワーデバイスの種類	駆動電力	直列接続	並列接続	過電流保護	過電圧保護	PWM周波数(インバータ)			
							100	1k	10k	100k
SITh	小	○	○	○	○	○	■	■	■	■

三菱電機技報編集委員会
委員長 田岡恒雄
委員 永田謙蔵 鈴木幹雄
都築鎮 大井房武
尾関龍夫 江頭英隆
水野久隆 東條孝雄
畠谷正雄 才田敏和
中井良雄 鳥取浩
幹事 長崎忠一
10月号特集担当 柳下紀久次
半田一郎

三菱電機技報68巻10号

(無断転載を禁ず)

1994年10月22日 印刷
1994年10月25日 発行

編集兼発行人 長崎忠一
印刷所 千葉県市川市塩浜三丁目12番地 (〒272-01)
菱電印刷株式会社
発行所 東京都港区新橋六丁目4番地9号
北海ビル新橋 (〒105)
三菱電機エンジニアリング株式会社内
「三菱電機技報」 Tel.(03) 3437局2692
発売元 東京都千代田区神田錦町三丁目1番地 (〒101)
株式会社 オーム社
Tel.(03) 3233局0641代、振替口座東京6-20018
定価 1部721円(本体700円) 送料別

関西空港連絡線 列車運行管理システム

関西国際空港へアクセスする交通機関である空港連絡鉄道に用いられる列車運行管理システムをこのたび完成しました。

空港連絡鉄道は、JR阪和線日根野駅及び南海本線泉佐野駅から分岐し、りんくうタウン駅を経由して関西空港駅に至る全長約13kmの路線です。

列車運行管理システムは、安全で正確な列車の運行、旅客への案内サービス等の社会的使命を担っており、主に次の機能を持っております。

- (1) 進路制御：ダイヤ情報とリアルタイムで得る列車位置情報を基に信号機・転てつ器を自動制御
- (2) 案内制御：ダイヤ情報から、案内放送・案内表示に必要なデータを自動作成
- (3) 運転整理：CRTからの入力操作により、当日ダイヤの変更が可能
- (4) 運行表示・ダイヤ管理・後方処理・設備監視等

特長

- (1) 高信頼性
 - 中央処理装置及びCTC中央装置を、各々2重系構成とした。
 - 計算機による自動制御モードに加え、運用上の縮退モードとして、CTC中央装置からの手動制御モードのほか、駅での手動制御モードを持つ。
- (2) ヒューマンインターフェース
 - 入力用CRTを2台、表示用CRTを1台配し、専用キーを用いた明解で操作性に富んだヒューマンインターフェースを実現
 - 情報の集中化による監視
 - 阪和線システムとの情報授受及び南海本線システムとの情報授受を行うことにより、運行乱れ等が発生した場合でも迅速な処置が可能
- (3) 保守性
 - 中央集中形のシステム構成により、効率的な保守が可能
 - 保守部門で、システムの入出力情報の履歴、操作履歴の取得が可能

路線仕様

項目	仕様
最大列車本数	600本/日
最大同時在線数	21本
列車種別数	22種類
基本ダイヤ種別	平日・土曜・休日
運用時間帯	終日
制御対象信号機	主信号機・入換信号機



中央処理装置 (MELCOM 350/60)



指令卓

