

# 海外向け空港プロジェクトの展望

## Prospects for Overseas Airport Projects

中村 雅一  
NAKAMURA Masakazu

岸 洋一郎  
KISHI Yoichiro

海外向け空港プロジェクト(以下、PJと略記)では、航空機の安全運行を支援するために空港及び航空路周辺に設置する広範囲な電子機材を扱う。対象となる主な機器としては、レーダシステムに代表される航空管制システム機器及び航法援助システム機器と電源設備などの付帯設備がある。

当社は、この分野で多くの実績を積んできた。しかしながら、技術革新の著しい状況下で、更に新技術の開発を進めていくことを求められている。特に、今後の海外向けPJでは、低コストに加えて、高信頼・高運用性が技術要件となる。実績で得たノウハウを基に、システムインテグレータ(SI)として幅広い展開を図っていく。

In overseas airport projects, extensive electronic systems are newly installed or modified around the airport and air routes to improve air safety for aircraft. These systems include the air traffic control system with radar systems as major components, air navigation aid systems, and incidental facilities such as power supply equipment.

Toshiba has supplied a wide range of systems and equipment to many countries for their overseas airport projects, and is continually requested to develop and install new technologies. This paper describes our record of supplying such systems and the status of new technology development, and forecasts the future trends in overseas airport projects.

## 1 まえがき

高速大量輸送時代を迎え、航空機による輸送は社会生活に欠くことのできないものになっている。当社では、航空機を安全かつ迅速に目的地まで航行させるために、航空路上の監視から空港での離着陸のコントロールに至る一貫したシステムを開発・製造している。国内はもとより、アジア、中南米、アフリカ、その他の地域にこれらのシステムを輸出し、世界の空の安全確保と地域の発展に寄与している。

## 2 海外空港PJの概要

海外空港PJでは、当社は単に機器の製造メーカーとしての役割だけでなくシステムインテグレータ(SI)として、航空管制システム、航法援助システムなどにおいて広範囲な納入実績を持っている。納入実績を表1に示す。

主な航空管制システム機器には、空港監視レーダ(ASR)、航空路監視レーダ(ARSR)、二次監視レーダ(SSR)及び精測進入レーダ(PAR)などのレーダ装置及びレーダ情報処理システム(RDPS)がある。

- (1) ASR 半径110 km以内の空港周辺の航空機を監視する。
- (2) ARSR 見通しの良い山頂に設置され、半径370 km以内の航空路上の航空機を監視する。
- (3) SSR 主としてASR又はARSRと併設され、航空

機上のトランスポンダとの組合せにより、航空機の三次元位置情報並びに航空機の識別情報を得る。

- (4) PAR 滑走路延長上約20 kmの距離から進入する

表1 海外空港PJの実績

Record of supplying systems and equipment in overseas airport projects

輸出先	航空管制システム						航法援助システム		
	ASR	ARSR	SSR	PAR	RDPS	その他	ILS	VOR	DME
香港		1		1					
インドネシア								1	9
マレーシア	1			4	4	1	1	1	2
シンガポール				1		1			
フィジー								2	1
エジプト								3	
ギリシャ								18	8
アイルランド								1	
マラウイ	1		1		1	1	1	1	
ボリビア							1	3	
韓国	1		1		1	1		2	
中国	1		9		9		2	1	1
西サモア							1		1
オーストラリア								3	
パナマ								1	
タイ	7		6		6	1	2	1	2
ネパール	2		2		2	1			
フィリピン	2	1	4		4	1		5	
ミャンマー						1			
バブアニューギニア						1	2	1	

航空機を誘導する。

- (5) RDPS レーダ情報と飛行計画情報とを処理し表示装置に表示する。

航空管制システムには、レーダのほか、管制官訓練用のシミュレータや教育用機材、対空無線設備、通信制御装置、航空管制に必要な気象情報を提供する気象機器、レーダなどの情報をマイクロ波や光ケーブルにより伝送するための通信設備や電源設備が含まれる。

航法援助システムには、計器着陸装置( ILS ),超短波全方向式無線標識施設( VOR )及び距離情報提供装置( DME )などのシステムがある。

- (1) ILS 着陸する航空機に対してILS地上設備から、進入方向と降下経路を示す二種類の誘導電波を放射する。パイロットは悪天候時においても、この電波を受信し計器を見ながら操縦することにより所定のコース上を安全に着陸することを可能とする。
- (2) VOR 航空機に対しVOR施設からの磁北に対する方位情報を提供する。
- (3) DME 航空機から地上のDME装置に距離質問電波を放射し、それに応じてDMEから発射された応答電

波を受信するまでの時間経過から地上局までの距離を連続的に測定する。

海外PJで、これらの製品を輸出する際には、フルターンキーベースで当社が一括して実施している。現地における据付け・調整工事、既存システムとの接続などから始まり、最終的な飛行検査に合格して運用に至るまでの技術支援、現地保守員や管制官への教育、訓練などが含まれる。

### 2.1 トリバン国際空港向け航空管制システム

航空管制システム機器の一例として、1996年にネパールトリバン国際空港(カトマンズ)に納入した航空管制システムの概要について述べる。納入したシステムは、航空管制用ASR装置及びRDPSシステム各一式、トレーニングセンター向け訓練用ASR装置及びレーダシミュレータシステム各一式である。

航空管制用システムの系統を図1に、トリバン国際空港ASR局舎を図2に示す。

ASRは、クライストロンを用いた送信装置からせん頭出力500kWの高周波パルスを発生させ、アンテナから電波が輻射される。航空機やクラッタと呼ばれる大地や山岳、雨雲で反射されたエコーを受信装置で増幅、検波し、信号処理装

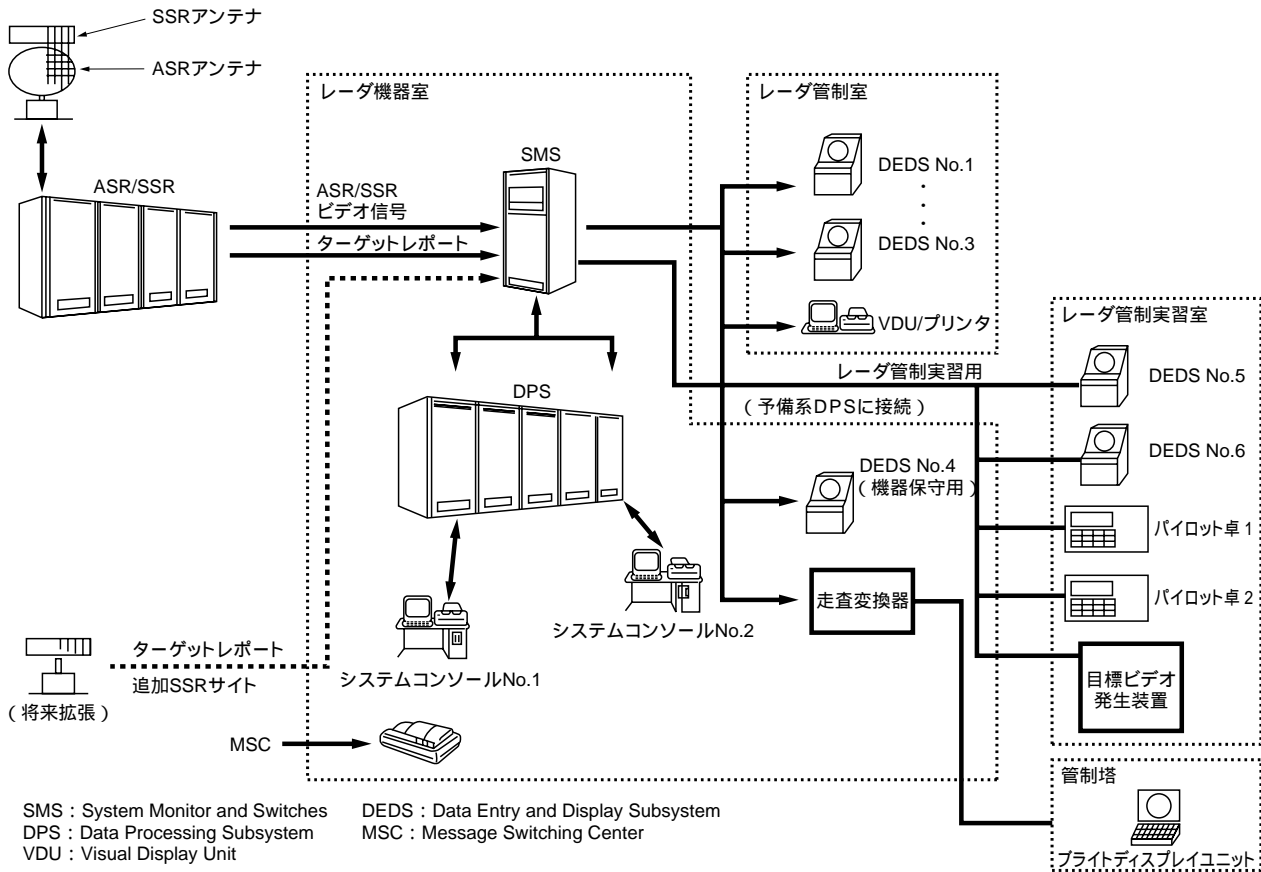


図1. 航空管制システムの系統 局舎からの情報は、機器室のSMSで切換え制御、DPSで処理され、管制室のDECS卓及び管制塔のブライディスプレイに表示される。

Configuration of air traffic control system



図2 .トリブバン国際空港ASR局舎 アンテナは毎分15回転する。上部はSSRアンテナ。レーダ情報は光ケーブルで局舎からレーダ管制所に送られる。

Airport surveillance radar (ASR) site at Tribhuvan International Airport

置でデジタル信号に変換される。ここでMTI (Moving Target Indicator)処理 ,ドップラーフィルタ処理 ,CFAR (Constant False Alarm Rate)処理などによりクラッタ信号が抑圧され ,航空機からの反射エコーだけがビデオ信号として出力される。また ,ビデオ信号から航空機の位置を検出しターゲットレポートを出力する。ビデオ信号及びターゲットレポートは ,光ケーブルによりレーダ局舎からレーダオペレーションビルディングに伝送されRDPSに入力される。

海外向けASRの特徴として ,周波数ダイバーシティと呼ばれる動作モードを設定できる点にある。周波数ダイバーシティは ,2台の送信機からそれぞれ異なる2種の周波数の高周波パルス信号を発生させ ,それぞれの周波数の受信信号を合成する方式である。1台の送信機によるものと比較し ,送信パワーが2倍になる効果だけでなく ,ロービングと呼ばれる直接波と大地や海面からの反射波の干渉などによる受信強度の変動が軽減され ,安定したターゲット情報が得られる。

RDPSは ,航空管制官に航空機の飛行状態をリアルタイムに提供するシステムであり ,高信頼性を要求されるため ,デュアル構成のUNIX<sup>(注1)</sup>システムをメインサーバとしている。ターゲットレポートの追尾処理を行う追尾処理ユニットと ,表示装置のマンマシンインタフェース処理を行う表示ユニットがこれに接続される。各装置間をつなぐLANは二重化されている。

RDPSは ,管制官のリフレッシュ教育用としての教育訓練機能を持っている。また ,将来に備え ,複数のレーダサイトからのデータを受信し ,同一画面上に表示するマルチレーダ処理機能を付加する拡張性を備えている。

このほかに ,独立したトレーニングセンターがあり ,実機と同等の訓練機材が設置されている。初級の航空管制官向けにレーダシミュレータが ,初級の管制技術官向けに訓練用

ASR装置が設置され ,実機操作を行う前の訓練に役立っている。海外空港PJでは ,操作及び保守要員の育成も新しい機材を安全かつ有効に運用するためには ,必要不可欠な要素である。

### 3 海外向け空港システムの展望

インターネットを含む技術情報の世界的オープン化の流れを受け ,海外の空港PJでの客先要求も変化している。特に ,技術面では最新技術が求められるようになっている。

国際競争入札での受注要件として ,低コストに加えて ,高信頼・高運用性のための技術要件がある ,高性能 ,高保守性 ,標準化技術の活用(Commercial Off The Shelf) ,通信のデジタル化 ,及びライフサイクルコストの低減も重要になってきている。

具体的な技術展望を以下に示す。

#### 3.1 航空管制システムの技術展望

近年 ,海外の空港における新しい航空管制用レーダシステムは ,ASR送信機の固体化 ,SSRのモノパルス化 ,及びモードS<sup>(注2)</sup>への拡張性 ,保守計測機能の充実及びCOTS (Commercial Off The Shelf)を用いた高精細カラー表示装置が主流となっている。

3.1.1 レーダ関連技術 従来のASRの送信機は ,マグネトロンやクライストロンなどの電子管を使用し ,せん頭出力500 kW以上の高周波パルス(パルス幅1  $\mu$ s)を送信するものであった。

固体化送信機は ,トランジスタ化されたパワーアンプモジュールの出力を合成し ,管制空域範囲に合わせてせん頭出力15 kW ~ 30 kWで長短2種類の高周波パルスを組み合わせて送信するものである。長パルスは ,パルス幅約80  $\mu$ sのチャープ信号(周波数変調された高周波パルス)である。受信機で長パルス受信信号に対してパルス圧縮処理を行うことにより ,12 kmから最大処理レンジまでの航空機を検出する。長パルスの送信期間に相当する12 km範囲以内の航空機を検出するためにパルス幅1  $\mu$ sの短パルスを送信する。32個のパワーアンプモジュールにより構成された送信機の例を図3に示す。

固体化による信頼性の向上に加えて ,パワーアンプモジュールはスライドイン接続構造となっており運用中でも交換が可能となっている。電子管に比べ ,ライフサイクルコストを低減でき ,保守員はクライストロン(質量約40 kg)の交換などの煩わしい作業から解放される。

SSRは ,モノパルス化による航空機の検出位置精度及び信頼性の向上に加えて ,航空交通量の増加に適應できるように

(注1) UNIXは ,The Open Groupの米国及びその他の国における登録商標。

(注2) 従来のSSRの監視機能に加え ,航空機に個別に質問し ,データリンク通信を行う機能。



図3 . 固体化ASR送信機 32台のパワーアンプモジュール出力を合成し、30 kW以上の送信出力を得る。

Solid-state ASR transmitter

モードSへの拡張機能を付加することが主流となっている。従来は、大部分の空港でASRと併設されていたが、主要空港以外ではSSR単独で運用するケースが多くなっている。

3.1.2 情報処理関連技術 航空管制システムの中心的な情報処理装置は、RDPSであるが、オープン化の流れを受けサーバにUNIXやPCサーバを用い、各装置間の接続にはLANを二重化することが一般的となりつつある。当社でも、この技術動向に添って技術開発を進めており、ネパールシステムがその一例である。また、レーダ表示装置も従来は専用のPPI( Plan Position Indicator )表示装置であったが、高度なマンマシン インタフェースを持ったUNIXベースのシステムが主流になるものと予想される。当社がプロトタイプとして開発したUNIXベースの表示装置の画面例を図4に示す。

3.1.3 その他 機材の保守計測データの遠隔集中監

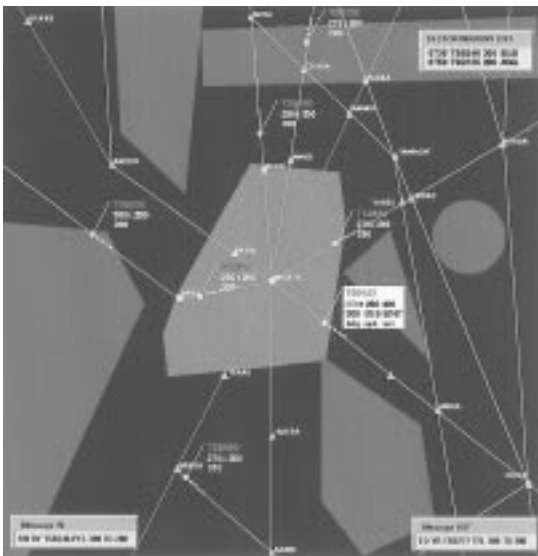


図4 . UNIXベース表示装置のレーダ画面表示例 航空管制官が管制のために使用するレーダ表示画面の一例を示す。

Example of UNIX-based, high-resolution, color radar display

視は、迅速な保守作業と保守員の負荷軽減に有効なことから、ますます普及するものと思われる。その場合には、自己診断機能の充実が課題となる。

### 3.2 航法援助システムの技術展望

海外向け空港PJにおける主要機材として、航法援助システムのILS、VOR及びDMEが挙げられる。これらは技術的に確立していることから、技術革新は自己診断機能及び遠隔からの状態監視による保守性の向上に絞られる。

航法援助システムの新しい技術の流れとしては、先進国を中心に、GPS( Global Positioning System )装置を使用する衛星航法システムの試作・評価が盛んに行われている。しかし、海外向け空港PJにおける顧客の主体である発展途上国では、通信網を含むインフラの整備が十分ではなく、衛星航法システムの導入には時間を要すると思われる。

### 3.3 SIとしての問題点と今後の取組み

海外向け空港プロジェクトで成功するためには、納入国ごとに異なる社会インフラの状況に対応することが必要である。具体的には、電源電圧、商用電源の品質、通信品質、適応規格などが異なることから個別に対応する必要がある。また、避雷対策や防塵対策も機材の故障率低下には重要な要素である。機材の効率の運用には、風俗、習慣、教育レベルなどを配慮した教育プログラムを作成し、現地技術員のスキルを効率的に向上させることが不可欠である。

今後のSI力強化のためには、技術的なノウハウだけでは十分でなく、社会的なインフラや風俗習慣を含めた総合的なノウハウが必要である。総合的なノウハウの蓄積と技術ノウハウの融合を課題として今後も取り組んでいく必要がある。

## 4 あとがき

海外の空港PJでは、今後ますます高度なシステムが顧客から求められる。一方で、厳しい国際競争により、コスト面ではよりいっそうのコストダウンが求められている。

このような背景を受け、当社では高機能で低価格を目指した空港向けシステム開発を積極的に進めている。また、SI力強化のため、コンサルタント技術の向上及びノウハウの蓄積に取り組んでいく。



中村 雅一 NAKAMURA Masakazu

情報・社会システム社 小向工場 整備部経営変革エキスパート。航空管制用レーダのシステム設計業務に従事。

Komukai Operations



岸 洋一郎 KISHI Yoichiro

情報・社会システム社 小向工場 電波応用システム技術部 主務。航空管制用レーダのシステム設計業務に従事。

Komukai Operations