

航空無線通信委員会報告 概要版

電気通信技術審議会諮問第10号

「航空無線通信の技術的諸問題」のうち
「航空監視システム及び航空無線電話システム等の高度化に係る無線設備の技術的条件」のうち
『「SSRモードS等の無線設備に関する技術的条件」(昭和63年7月電気通信技術審議会一部答申)の見直し』

平成21年7月28日

審議事項及び審議経過

審議事項

電気通信技術審議会諮問第10号「航空無線通信の技術的諸問題について」（昭和60年4月23日）のうち、今般、「SSRモードS等の無線設備に関する技術的条件」（昭和63年7月電気通信技術審議会一部答申）の見直しとして、SSRモードSの全体見直しの検討について審議

審議経過

航空無線通信委員会

第10回会合 (平成19年9月14日)	SSRモードSの全体見直しの検討開始
第11回会合 (平成21年1月28日)	SSRモードSを利用する国際民間航空機関（ICAO: International Civil Aviation Organization）で検討中の次世代航空監視レーダー（マルチラテレーション: Multilateration）を含めて検討
第12回会合 (平成21年6月9日)	航空監視システム作業班からの作業報告（航空監視システムの技術的条件（案））について検討
第13回会合 (平成21年7月21日)	「SSRモードS等の無線設備に関する技術的条件」（昭和63年7月電気通信技術審議会一部答申）の見直し案についてとりまとめ

航空監視システム作業班

第5回会合 (平成20年2月26日)	ICAOで検討中の次世代航空監視レーダーを含めて検討
第6回会合 (平成21年1月21日)	次世代航空監視レーダーの国際動向及び国際基準案との比較検討を実施
第7回会合 (平成21年5月25日)	SSRモードSの全体の見直しに関する航空監視システムの技術的条件（案）について審議

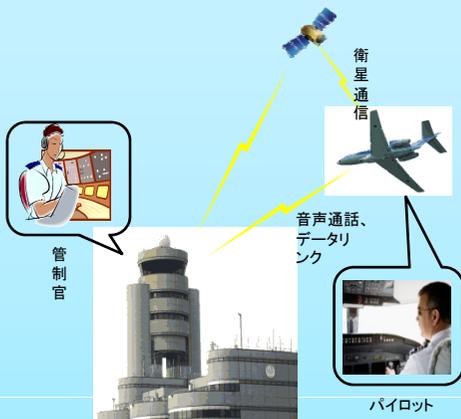
※SSRモードSとは、二次監視レーダー（SSR: Secondary Surveillance Radar）のうち航空機に対する個別質問及びデータリンクを可能とする方式をいう。

航空機の安全運航に不可欠な無線システム

航空通信

航空機と地上又は航空機同士の連絡のため

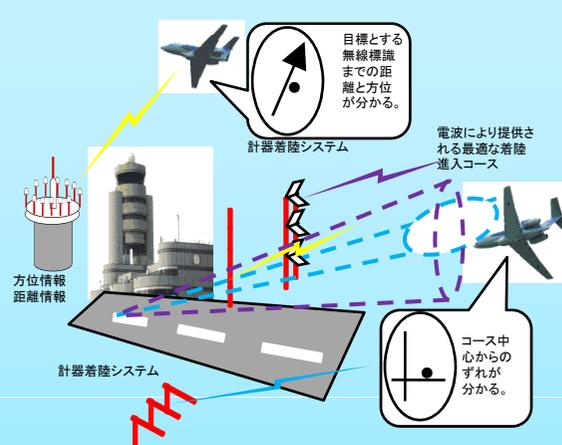
例：無線電話



航法援助

航空機の離着陸や航行の支援をするため

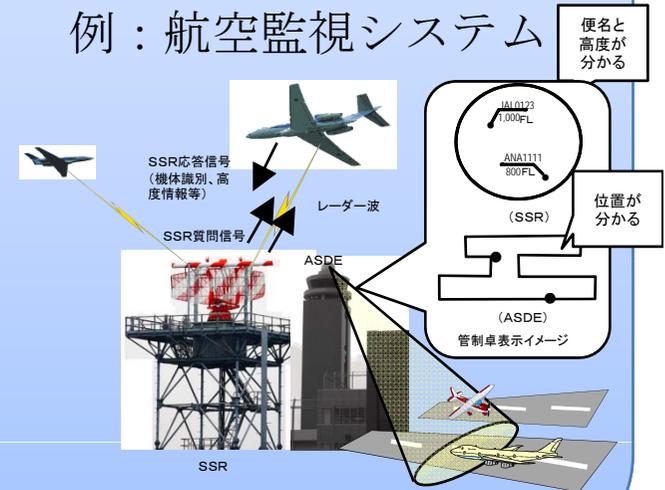
例：着陸誘導システム



航空監視

空港周辺や航空路の監視のため

例：航空監視システム



1 航空監視システムとして、次世代航空監視レーダーを導入

近年、国内の空港において滑走路への誤進入等の事案が多発



平成19年9月から11月の間に、大阪国際空港、関西国際空港、中部国際空港において相次いで航空機が滑走路に誤進入（※1）する事案が発生し、その後も、新千歳空港、福岡空港等において同種事案が発生。さらに、本年3月に大阪国際空港で発生

平成22年に、東京国際空港（羽田）において、新たに滑走路横断を伴う運用を予定されており、更なる航空交通が輻輳が予想されるため予防対策が必要



平成20年3月「滑走路誤進入防止対策検討会取りまとめ※」によると事案の再発を防止するため、所要の対策を講じる方策のひとつとして、地上交通の状況を確実に把握するためのシステム（次世代航空監視レーダーのマルチラレーション）の整備を推進と提言



国際民間航空機関において国際標準化が検討中である「次世代航空監視レーダー（マルチラレーション）」を早期に導入計画

諸外国の次世代航空監視レーダー等導入状況

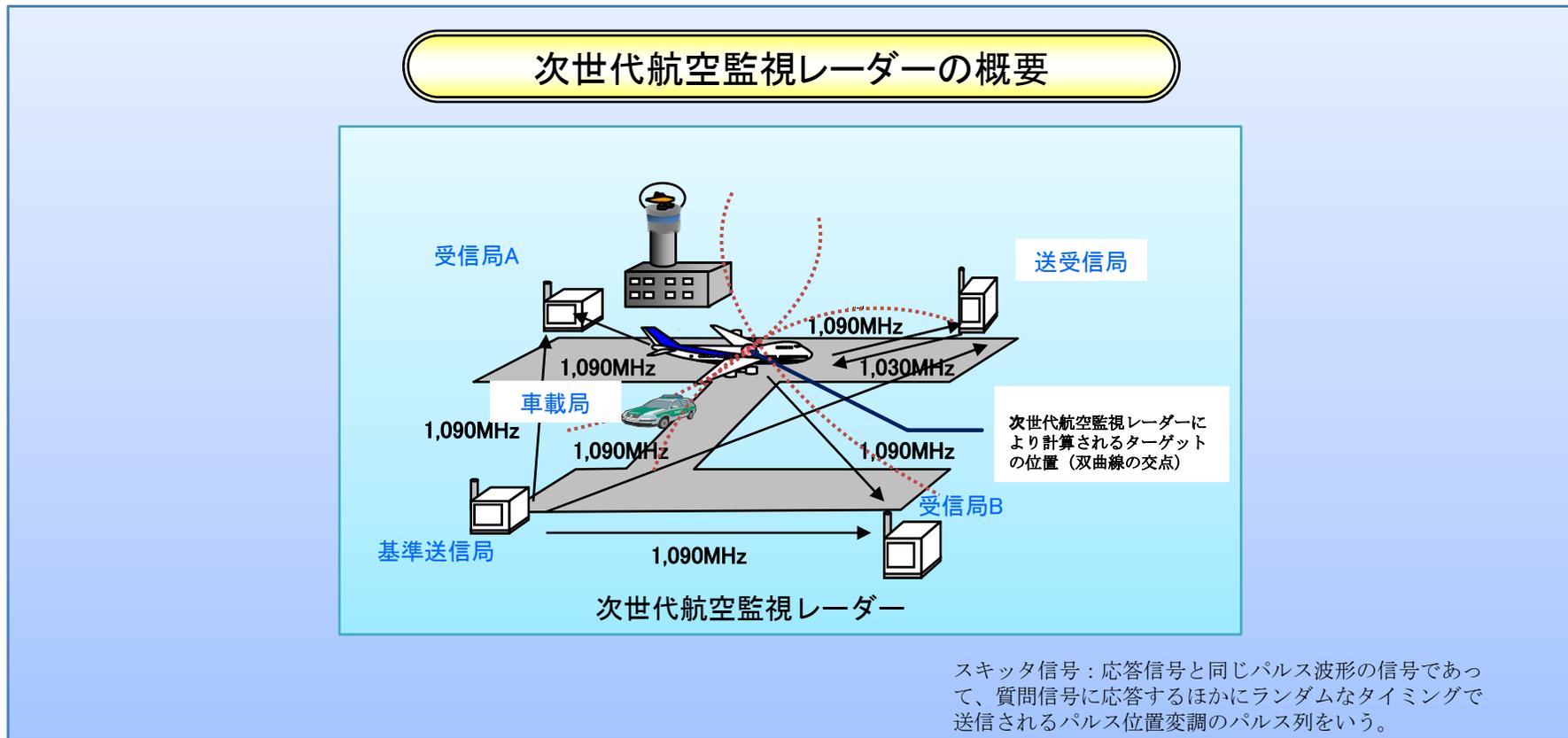
現在、国際民間航空機関において、次世代航空監視レーダー等の国際標準化について検討中であるが各国ともに先行して導入・試験運用を実施中。

主な導入国は下記とおり

国名	導入状況
ドイツ	次世代航空監視レーダーを運用中 車載用について認可済 広域利用の次世代航空監視レーダーの評価中
チェコスロバキア	次世代航空監視レーダーを運用中 広域利用の次世代航空監視レーダーを運用中
ラトビア共和国	次世代航空監視レーダーを運用中
オーストリア	広域利用の次世代航空監視レーダーを運用中
カナダ	ターミナルレーダーのバックアップシステムとして運用中
台湾	次世代航空監視レーダーを運用中 広域利用の次世代航空監視レーダーを運用中
中国	次世代航空監視レーダーを導入予定 広域利用の次世代航空監視レーダーを運用中
シンガポール	次世代航空監視レーダーを運用中
アメリカ	次世代航空監視レーダー実験目的で運用中
イギリス	次世代航空監視レーダー暫定運用中
ポルトガル	次世代航空監視レーダーの評価中 2011年には運用開始予定
オーストラリア	平行進入監視システムとして、次世代航空監視レーダーを整備中

次世代航空監視レーダーのシステム概要

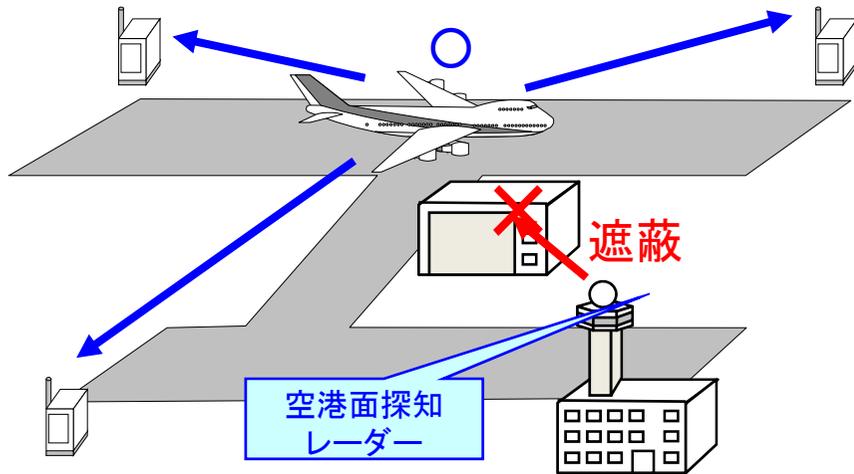
航空機のATCトランスポンダから送信される信号を地上に設置された3カ所以上の受信装置等で受信して、その受信装置間の受信時刻の差を各受信装置と航空機との距離差に変換し、航空機等の位置を算出する二次監視レーダー



このほかに、

- ・ 空港周辺空域も含める広域利用の次世代航空監視レーダー（WAM：Wide Area Multilateration）
- ・ 牽引車両等に搭載するノントランスポンダ（ESNT：Extended Squitter Nontransponder）の利用を想定

現状、空港面は、空港面探知レーダー（ASDE）で運航管理を実施



現在の空港面監視システム

改善方策として

ASDEに加えて、**次世代航空監視レーダーの導入**

利点

- 利用周波数帯は、悪天候下での性能劣化等の影響を受けにくい。
- 空港面探知レーダーがカバーできない建物陰等のブラインドエリアを監視可能
- モードSのスキッタ信号等を利用することで、航空機便名を画面表示可能
- 航空機側は追加装備や改修が不要

課題

- 気象の影響を受けやすく、悪天時に空港面での正確な航空機位置の把握が困難
- 一次監視レーダーのため建物陰等のブラインドエリアが発生

1-1 次世代航空監視レーダー（送受信装置及び基準送信装置）の主な技術的条件

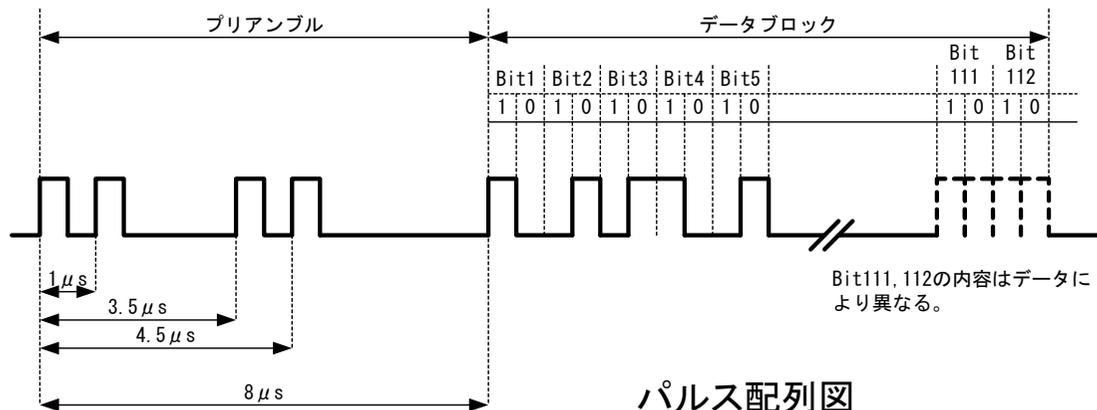
	送受信装置	基準送信装置
用途	ATCトランスポンダに対し質問信号を送信し、かつ、ATCトランスポンダ及びノントランスポンダからの応答信号又はスキッタを受信する装置	トランスポンダ同期を用いる方式により測位に係る基準となる信号を送信するもの、又はトランスポンダ同期以外の同期方式を用いる次世代航空監視レーダーの動作監視を目的として信号を送信又は受信する装置
周波数	送信:1030MHz 受信:1090MHz	送信:1090MHz 受信:1030MHz(利用しない場合もあり)
変調方式	パルス振幅変調又はパルス振幅変調と差動位相変調の併用	パルス振幅変調及び二値パルス位置変調
不要発射の強度	ICAO ANNEX10の送信スペクトラムの範囲	ICAO ANNEX10の送信スペクトラムの範囲
偏波	垂直偏波	垂直偏波
周波数の偏差	±0.01MHz	±1MHz
空中線電力及びその許容値	500W(27dBW)以下 上限50% 下限50%	500W(27dBW)以下 上限50% 下限50%
占有周波数帯幅	40MHz以内	14.5MHz以内
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・モードS一括の質問信号は送信しないこと。 ・ATCトランスポンダの時間占有率が2%を超えるような質問信号の送信は行わないこと。 	電波発射が不作動状態の不要発射は、-50dBm以下とすること。

この他に、パルス特性及び受信特性等がある。

1-2 次世代航空監視レーダー(車載型ノントランスポンダ)の主な技術的条件

項目	技術的条件
用途	空港面等で航空機の安全運航に寄与するため、航空機以外の移動体(航空機を牽引する車両等)に搭載し、当該移動体の位置の決定及び位置の情報を提供するため、拡張スキッタ信号を自動かつ任意の間隔で送信する無線設備
周波数	送信:1090MHz
変調方式	パルス振幅変調及び二値パルス位置変調
不要発射の強度	ICAO ANNEX10 の送信スペクトラムの範囲
偏波	垂直偏波
周波数の偏差	±1MHz
空中線電力及びその許容値	70W(18.5dBW)以下 上限50% 下限50%
占有周波数帯幅	14.5MHz以内

○パルス列等の技術的条件については、下図及び右表のとおり



パルス配列図

項目	技術的条件
パルス間隔の許容偏差	±0.05 μs以内
プリアンプルパルス	プリアンプルパルスのパルス間隔は、左図。 パルス幅は、0.5±0.05 μs
データブロック	データブロックのパルス位置は、左図。 パルス幅はデータ内容によって、 0.5±0.05 μs又は1.0±0.05 μs
送信周期	拡張スキッタ信号は1秒あたり6.2回以下

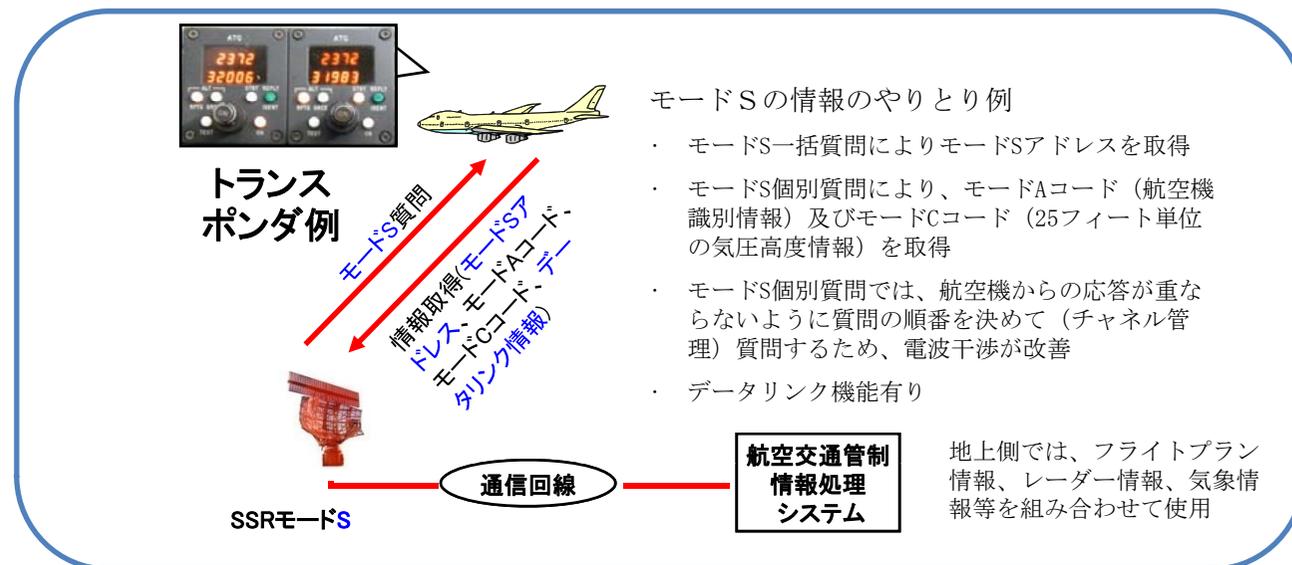
2 既存の二次監視レーダー(SSR)に関する技術的条件の見直し

監視装置の一つである二次監視レーダー（SSR：Secondary Surveillance Radar）は、「航空機の識別情報」や「気圧高度情報」が取得可能

近年、これらに加え、航空機の固有アドレス情報を用いて個別質問及びデータリンクを可能とするSSRモードS方式が導入

また、レーダーのみならずSSRモードS信号を応用した航空監視システムの高度化について、国際民間航空機関で国際標準化が検討中

SSRモードSの全体見直しを主眼とした航空監視システムに係る無線設備の技術的条件を審議



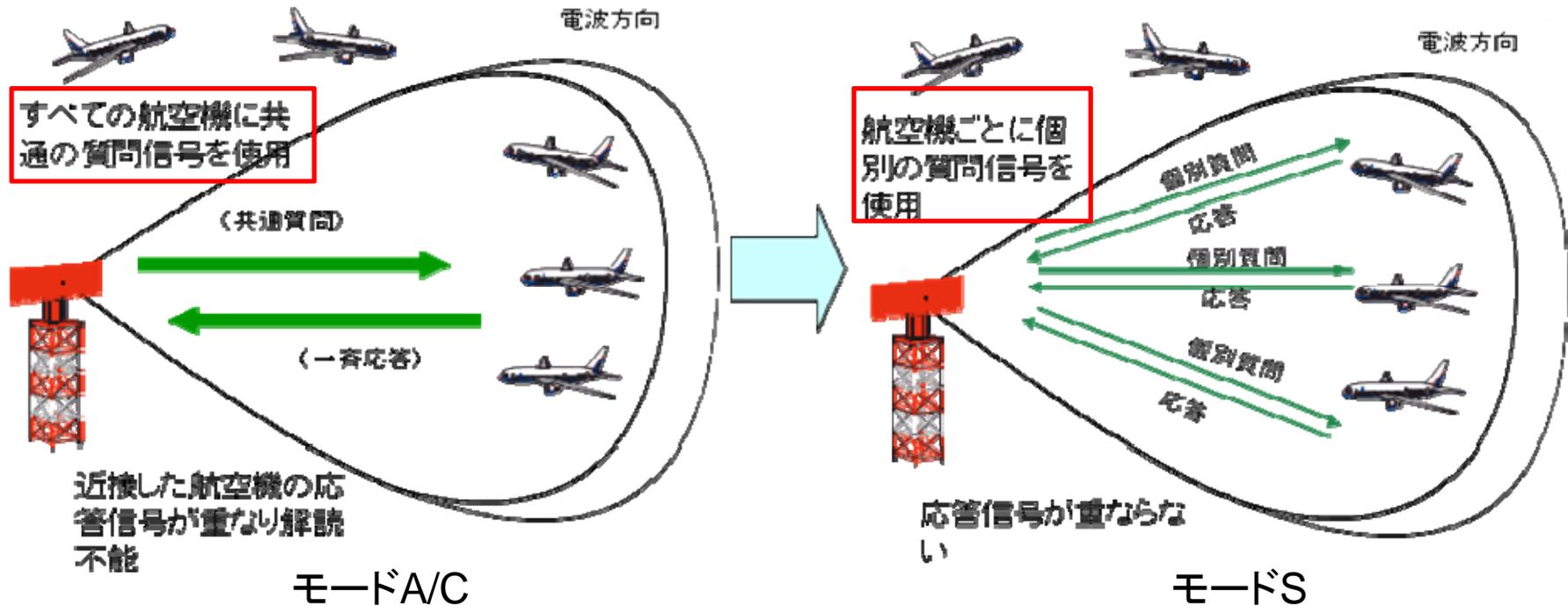
SSRモードSの利用イメージ

SSRモードSを利用した既存システムに関する技術的条件の見直し

国際民間航空機関の標準・勧告方式（SARPs：Standards and Recommended Practices）と前回の一部答申に準拠した現行の電波法関連規定とを比較し、我が国に導入することが適当とした技術的条件の項目は、次のとおり。

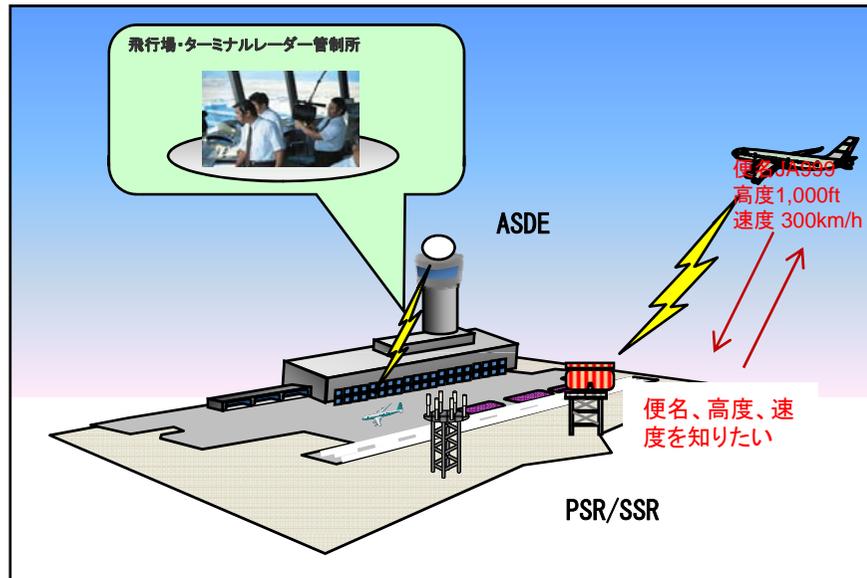
システム名	改正対象項目	改正概要	現行
地上のモードS対応のSSR	個別の航空機呼出し方法の変更及びその際の送信回数（変更）	①個別の航空機呼出しモードSの質問信号の送信回数（②の場合を除く）は、いずれも満足すること A 40ミリ秒間の平均が毎秒2400回未満であること B 1秒間の平均がいずれの3度間隔の間であっても480回未満であること ②隣接するSSRモードS地上設備のサイドローブと重複する覆域を持つ場合は、いずれも満足すること A 4秒間の平均が毎秒1200回未満であること B 1秒間の平均が毎秒1800回未満であること	①の方法のみ
	パルス特性（規定条件の統一）	送信機端による規定を追加	空間波
モードS対応のATCトランスポンダ	周波数の許容偏差（規定条件の統一）	航行する高度にかかわらず、±1MHz以内	高度4,500m以下 ±3MHz それ以外は ±1MHz

(参考)二次監視レーダー(SSR)モードA/C及びSについて



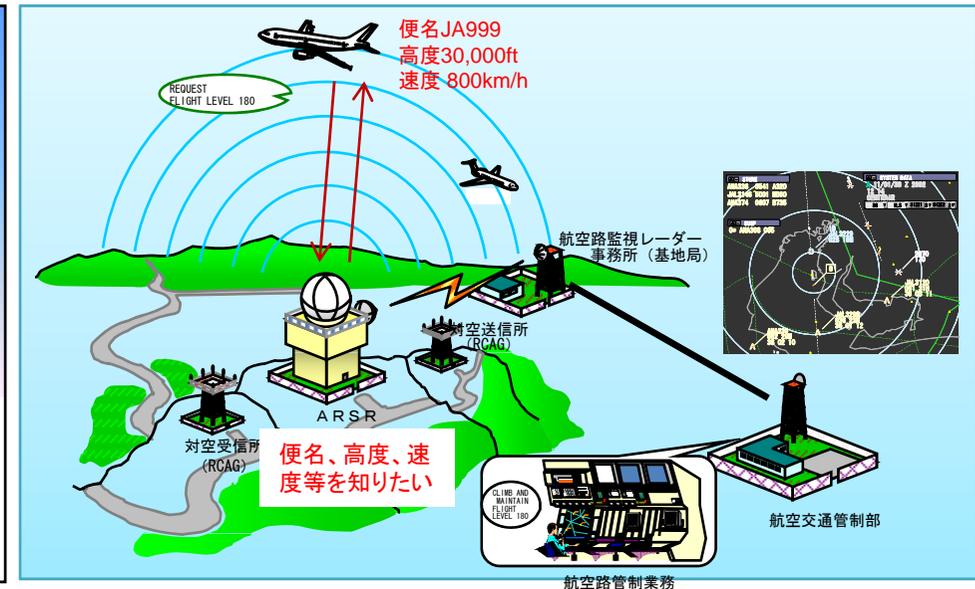
項目	SSRモードA/C	SSRモードS
識別コード数	モードAコード：12bit 4,096コード	モードSアドレス：24bit 16,777,216コード
監視精度	方位精度：0.15度 距離精度：250m 気圧高度：100ft単位	方位精度：0.06度 距離精度：100m 気圧高度：25ft単位
電波利用の効率及び電波干渉	①一斉応答による相互干渉の発生 ②一斉応答による自局の質問と同期しない信号による干渉の発生	①個別質問/応答による相互干渉の解消 ②個別応答による自局の質問と同期しない信号による干渉の軽減
データリンク	無し	空地データリンク可能

(参考) SSRモードS信号を活用した主な航空監視システム



空港監視レーダー

PSR (Primary Surveillance Radar: 一次監視レーダー) とSSR (Secondary Surveillance Radar: 二次監視レーダー) を組み合わせ、空港から60NM範囲内～100NM範囲内の空域にある航空機の位置を探知し、出発・進入機の誘導及び航空機相互間の間隔設定等空港監視レーダー管制業務に使用される。



航空路監視レーダー

航空路上の航空機の位置を探知し、航空機の誘導及び航空機相互間の間隔設定等、レーダーを使用した航空路管制業務に使用される。ARSR (Air Route Surveillance Radar: 航空路監視レーダー) は半径200NM、ORSR (Oceanic Route Surveillance Radar: 洋上航空路監視レーダー) は半径250NMの空域をカバーしている。ARSRのうち、SSRモードS化または測角精度の高い方式を用いたSSRについては、250NM範囲内となっている。

この他に、SSRモードS信号を利用する航空監視システムは、航空機搭載のATCトランスポンダ、航空機衝突防止装置 (ACAS)、放送型自動位置情報・監視伝送装置 (ADS-B)、次世代航空監視レーダー (マルチラレーション) 等がある。

(参考) 構 成 員

航空無線通信委員会

	氏 名	所 属
主査	森川 博之	東京大学 先端科学技術研究センター 教授
主査代理	小瀬木 滋	独立行政法人電子航法研究所 機上等技術領域 上席研究員
専門委員	今宮 清美	株式会社東芝 社会システム社小向工場 レザ・センサ技術部 システム第二担当 主務
専門委員	加藤 敏	国土交通省 航空局 管制保安部 管制技術課長
専門委員	門脇 直人	独立行政法人情報通信研究機構 新世代ワイヤレス研究センター長
専門委員	清水 一巳	株式会社JALインフォテック 代表取締役副社長執行役員
専門委員	資宗 克行	情報通信ネットワーク産業協会 専務理事
専門委員	原 尚子	全日本空輸株式会社 IT推進室 企画担当主席部員
専門委員	本多 美雄	欧州ビジネ協会 電気通信機器委員会 委員長
専門委員	若尾 正義	社団法人電波産業会 専務理事

航空監視システム作業班

	氏 名	所 属
主任	小瀬木 滋	独立行政法人電子航法研究所 機上等技術領域 上席研究員
主任代理	南 正輝	東京大学 先端科学技術研究センター 准教授
構成員	伊藤 達郎	全日本空輸株式会社 整備本部技術部技術開発チーム リーダー
構成員	伊野 正美	株式会社東芝 社会システム社電波システム事業部電波システム技術部 課長
構成員	上野 誠	株式会社日本航空インターナショナル ITサービス企画室 技術・戦略グループ JAL ITセンター マネージャー
構成員	臼井 範和	国土交通省 航空局管制保安部管制技術課 航空管制技術調査官
構成員	大串 盛尚	アビコム・システム株式会社 技術部 次長
構成員	近藤 天平	日本電気株式会社 電波応用事業部航空システム部 主任
構成員	志田 命彦	株式会社NTTデータ 第一公共システム事業本部第一公共BU 第一開発担当 (ATC) 課長
構成員	島村 定夫	日本貨物航空株式会社 整備本部 技術品質保証部 品質保証チーム (H19.7~) シニアマネージャー
構成員	鷹觜 清一	株式会社テレキュート 技術顧問
構成員	畑 清之	三菱電機株式会社 通信機製作所 インフラ情報システム部 監視管制システム課
構成員	平田 俊清	RAエンジニアリングハウス アビオシステムズリサーチ 主席
構成員	船引 浩平	独立行政法人宇宙航空研究開発機構 航空プログラムグループ 運航・安全技術チーム 主任研究員
構成員	吉田 努	防衛省 運用企画局情報通信・研究課 部員