

航空監視システム作業班報告(案)

～航空監視システムの高度化に係る技術的条件～

平成21年5月

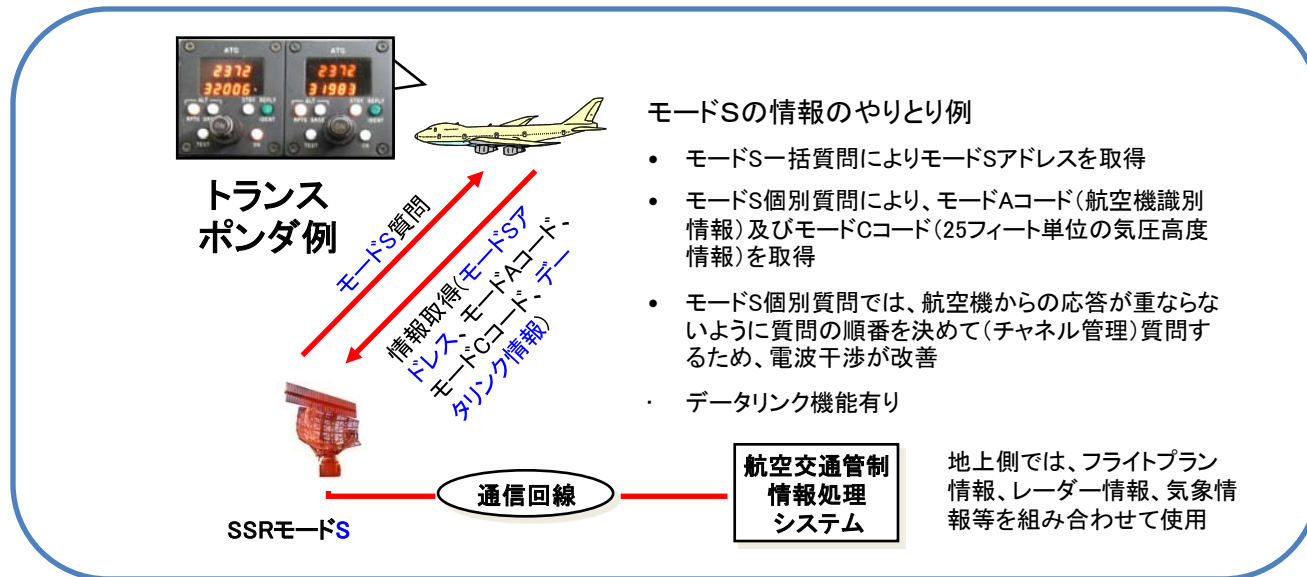
航空無線通信委員会
航空監視システム作業班

審議開始の背景

航空監視システムは、航空機の安全運航を確保するために必要不可欠なシステムであり、主として空港周辺や航空路の監視を行っている。

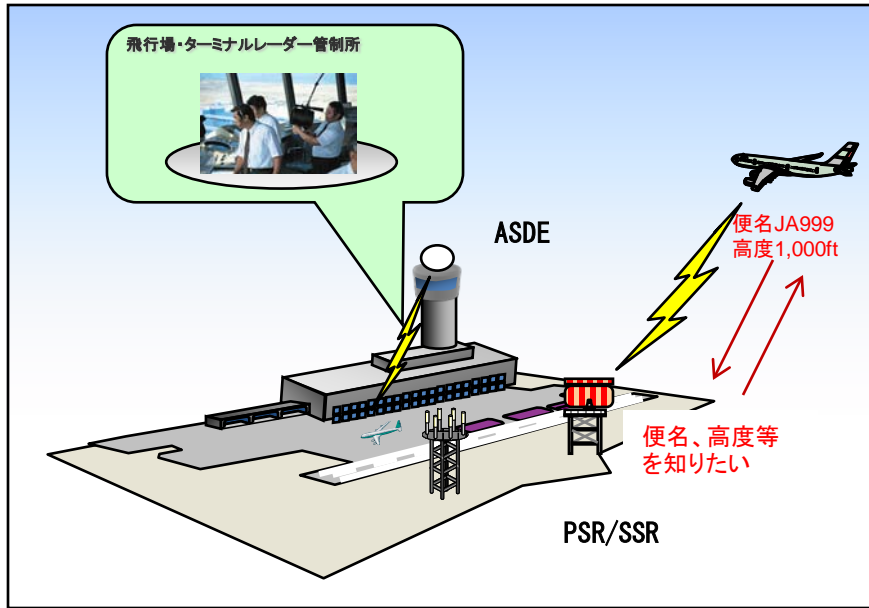
監視装置の一つである2次監視レーダー（SSR：Secondary Surveillance Radar）は、1次監視レーダー（PSR：Primary Surveillance Radar）では取得することができない「航空機の識別情報」、「気圧高度情報」を取得するために開発された。近年、これらに加え、航空機の固有アドレス情報を用い個別質問応答とデータリンクを可能とするSSRモードS方式が開発されている。また、レーダーのみならずSSRモードS信号を応用した監視システムの高度化について、国際民間航空機関（ICAO）で審議及び国際民間航空条約第10附属書（以下「ANNEX10」という。）により規格化が検討されているところである。

以上の状況を受け、ICAOの現在の規格化状況等を踏まえて、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について、審議を行った。



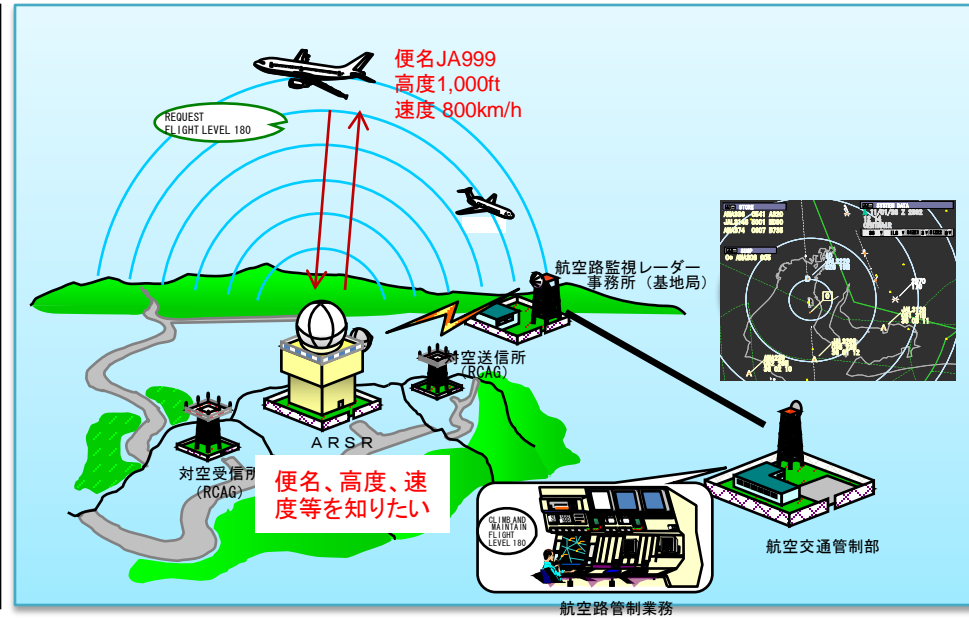
SSRモードSの利用イメージ

審議開始の背景(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) が組み合わせられ、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ターミナルレーダー管制業務に使用される。



航空路監視レーダー

エンルート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レーダーサイトについては、250NMレンジとなっている。

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 (ACAC)、放送型自動位置情報伝送装置 (ADS-B) マルチラレーション (MLAT) 等がある。


SSRモードS信号を利用した多種多様なシステム間が共存等のために、ICAOのSARPs(標準方式及び勧告)の見直し → **国内基準への反映の検討**

審議開始の背景(ICAO条約)

国際民間航空機関 (ICAO: International Civil Organization)

国際民間航空条約(シカゴ条約:1944年)に基づき、国際民間航空の安全かつ整然とした発達及び国際航空運送業務の健全かつ経済的な運営を目的として設立された国連の専門機関。日本は1953年に加盟

- ◇ ICAO条約第12条(航空規則)において、
「各締約国は、自国の規則をこの条約に基づいて随時設定される規則をできる限り一致されることを約束する」
- ◇ 同条約第30条(航空機の無線装備)において、
「領空の上空を飛行される締約国の領域における無線送信機の使用は、その国が設ける規則に従わなければならない」



締約国として、国内の諸問題がない限り、
ICAO条約及び関係規定(標準方及び勧告)と出来る限り一致されることが必要

SSRモードSを利用した既存システムに係る技術的条件の見直し 2

昭和63年電気通信技術審議会一部答申「SSRモードS等の無線設備に関する技術的条件」で得た技術的条件から、ICAO SARPの改訂に伴う規定の見直しが適当とした改正項目は、次のとおり

システム名	改正対象項目		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 個別の航空機呼び出しモードSの質問信号の送信回数(②の場合を除く。) 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（追加）		①の方法のみ
	パルス特性（規定条件の統一） 0.01ppmの修正		
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

これとは別に、SSRを運用する際、SSRに対して自らの位置、識別その他の情報を送信することで、航空機の位置の送信及びSSRの信号を検出し航空機の位置・識別情報の妥当性を常時監視するRPM（Radar Performance Monitor）の技術的条件について、SSRと同一周波数又は応答周波数として利用するシステム間の共存検討を行うために、技術的条件の検討を行った。

SSRモードSを利用した高度化した航空監視システムの技術的条件

マルチラレーション(MLAT)を導入する背景

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

2010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(マルチラレーション)の整備を推進と提言

※ 国土交通省航空局と運航事業者が共同で平成20年3月28日公表した報告書(国土交通省ホームページ参照)

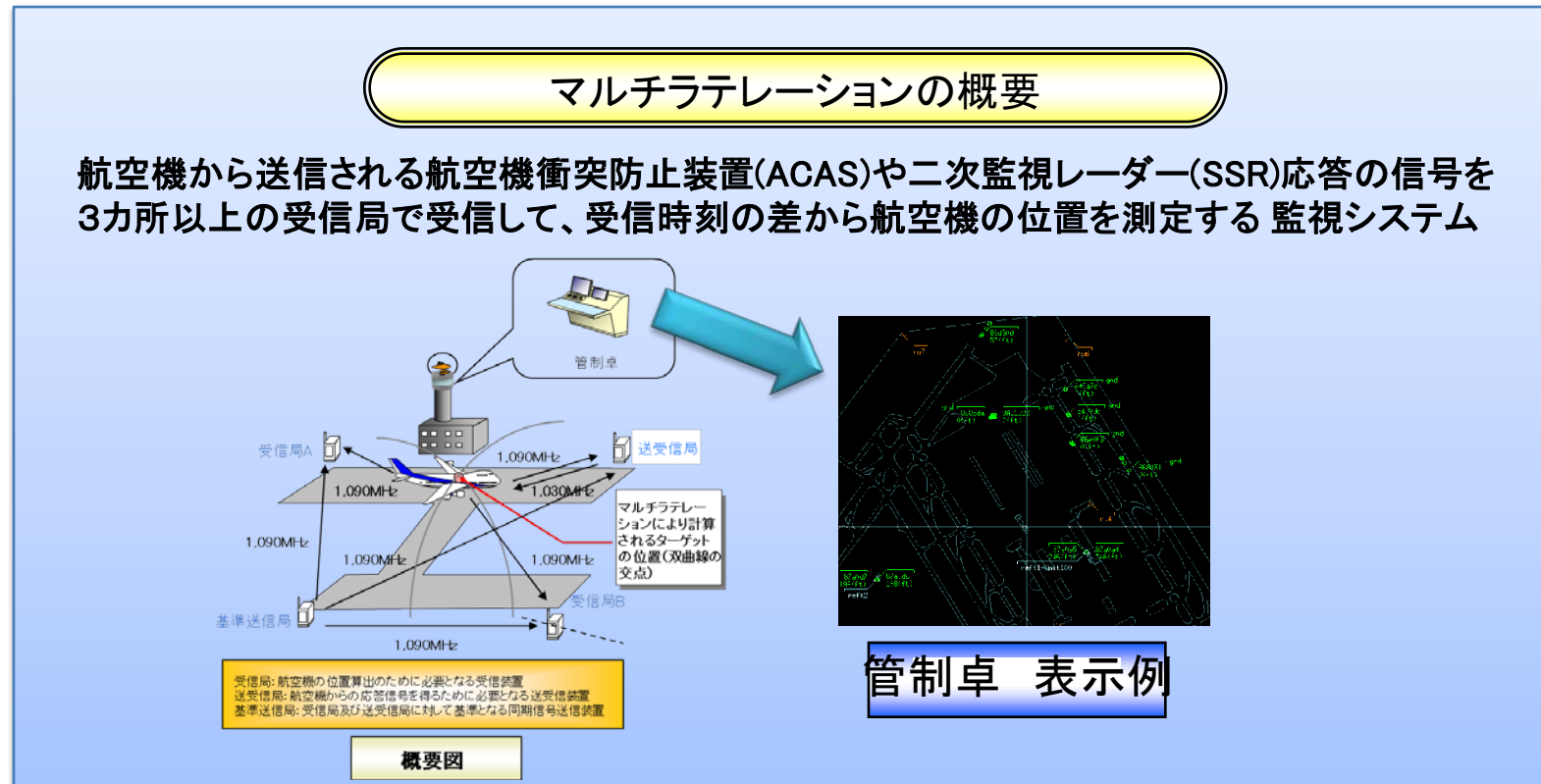


ICAO条約の標準・勧告化で検討中である「マルチラレーション(MLAT)」を早期の導入計画

SSRモードSを利用した高度化した航空監視システムの技術的条件

マルチラレーション（MLAT）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航空監視システム

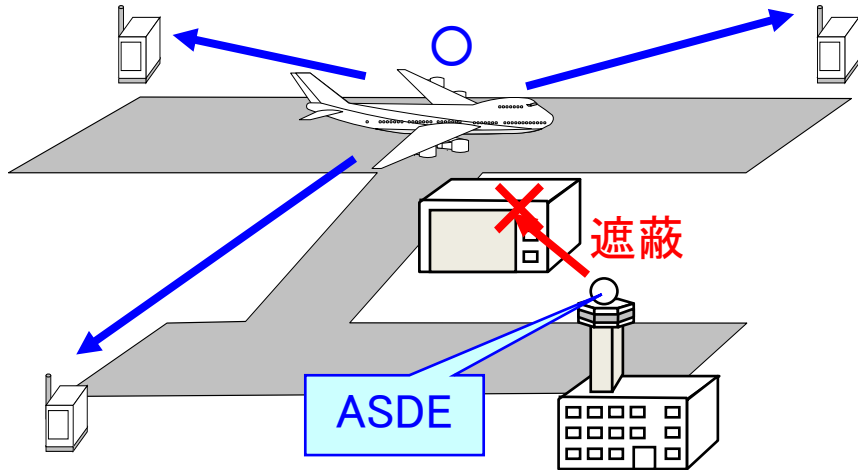


このほかに、

- ・ 空港周辺空域も含める広域マルチラレーション (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

SSRモードSを利用した高度化した航空監視システムの技術的条件

現状、空港面は、空港面監探知レーダー（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、**マルチラレーション(MLAT)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。
- ASDE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

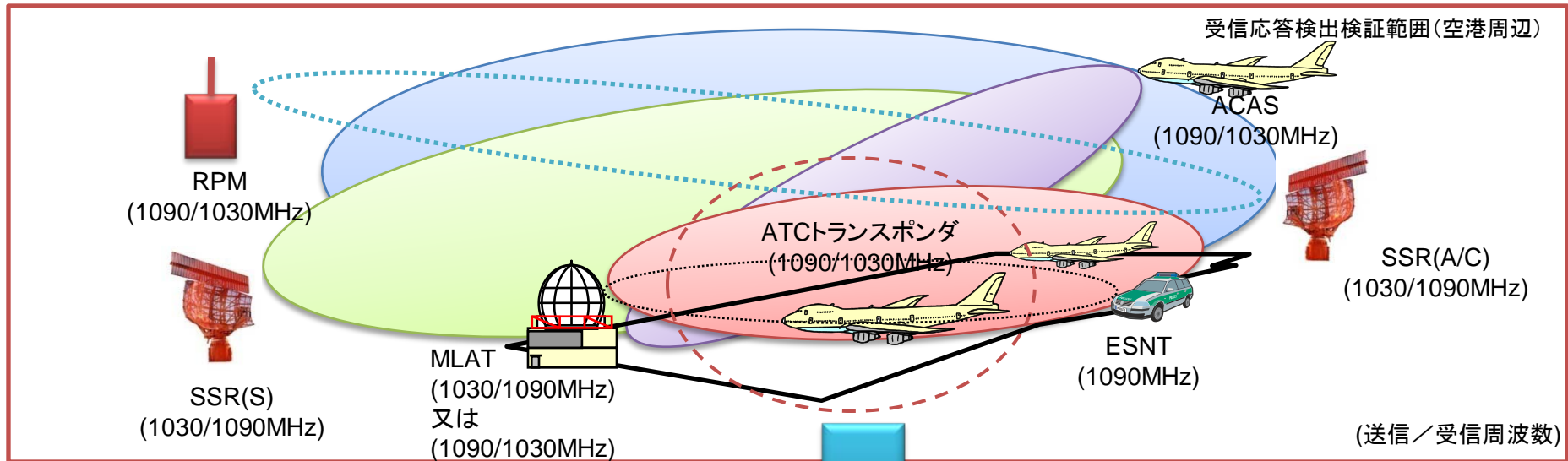
- 気象の影響を受けやすく、悪天時に空港面での正確な航空機位置の把握が困難
- 1次監視レーダーのため建物陰等のブラインドエリアが発生

諸外国のMLAT及びWAMの導入状況

現在、ICAOにおいて、MLAT等の標準・勧告(SARPs)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
アメリカ	実験目的で運用中
イギリス	暫定運用中
ドイツ	MLATを運用中 車載用について認可済 WAMの評価中
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
チェコスロバキア	MLATを運用中 WAMを運用中
ラトビア共和国	MLATを運用中
ポルトガル	MLATの評価中 2011年には運用開始予定
オーストリア	WAMが運用中。
台湾	MLATを運用中 WAMを運用中
中国	MLATを導入予定 WAMを運用中。
オーストラリア	平行進入監視システムとして、MLATを整備中
シンガポール	チャンギ国際空港にてMLATを運用中

MLATと既存システムの共存の考察



航空機の運航状況を正常に検知するため、ATCTransponderの応答信号の検出率を95%以上とすることが必要。

よって、受信応答検出率※のマーヅンをかながみ、MLATのシステム追加によるTransponder占有率を最低でも5%以下に保つことが必要

※応答信号の受信検出率は、受信信号電力が受信機感度を超える確率とATCTransponderが他の信号の処理に占有されていない確率の積

Transponderの規格	ATCRBS(A/C)	改訂77以前機器	改訂77以降機器	ADS-B-OUT機能付き
MLAT(ESNTを含む)導入	3.7%	4.0%	4.0%	4.1%

1030MHz/1090MHz共に東京国際(羽田)空港を想定した場合、いずれの場合も5%以下
欧米の電波利用環境と比較した場合、我が国に比べて多数のシステムが利用しているが、問題はない
ATCTransponderが新規格に移行することによって、1090MHzの環境は更に改善する方向

正常運用
可能

MLATに関する技術的条件(案) 1

1 MLATの主な技術的条件

	送受信装置	基準送信装置
周波数	送信: 1030MHz 受信: 1090MHz	送信: 1090MHz 受信: 1030MHz
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	送信スペクトラムの範囲	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%	150W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。 	

この他に、パルス特性及び受信特性等がある。

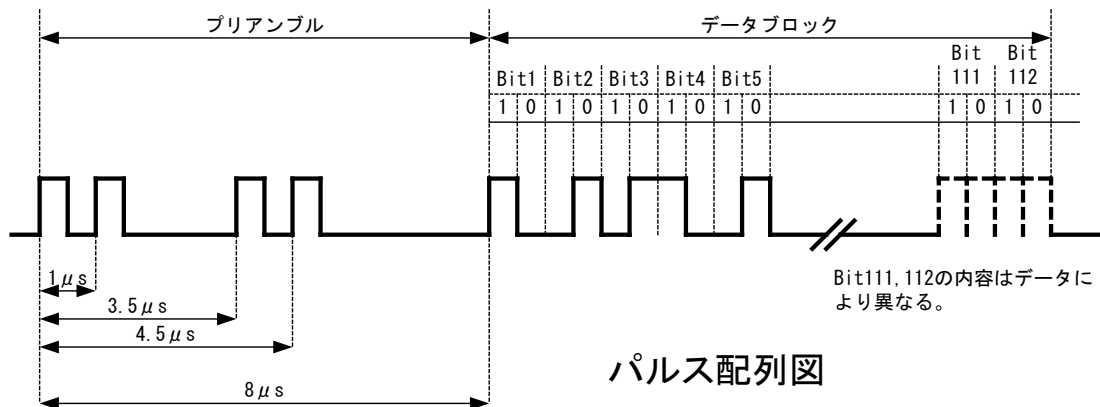
MLATに関する技術的条件(案) 2

2 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
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	送信スペクトラム図のとおり
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

送信スペクトラムズ

○パルス列等が技術的条件については、下図及び右表のとおり



項目	技術的条件
パルス間隔の許容偏差	±0.05 μs以内
プリアンブルパルス	プリアンブ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
データ振幅偏差	1フレーム内の任意の2パルスの空中線電力差は2dB以内