

航空無線通信委員会報告書(案)

～「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6月

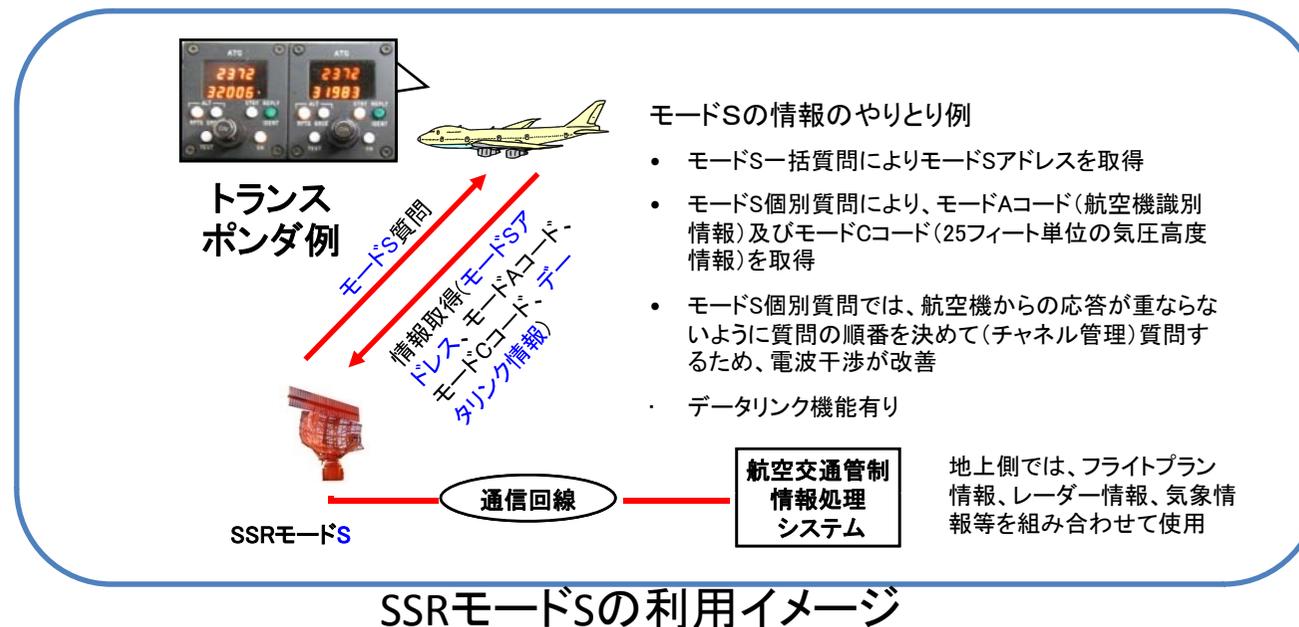
航空無線通信委員会
航空監視システム作業班

審議開始の背景

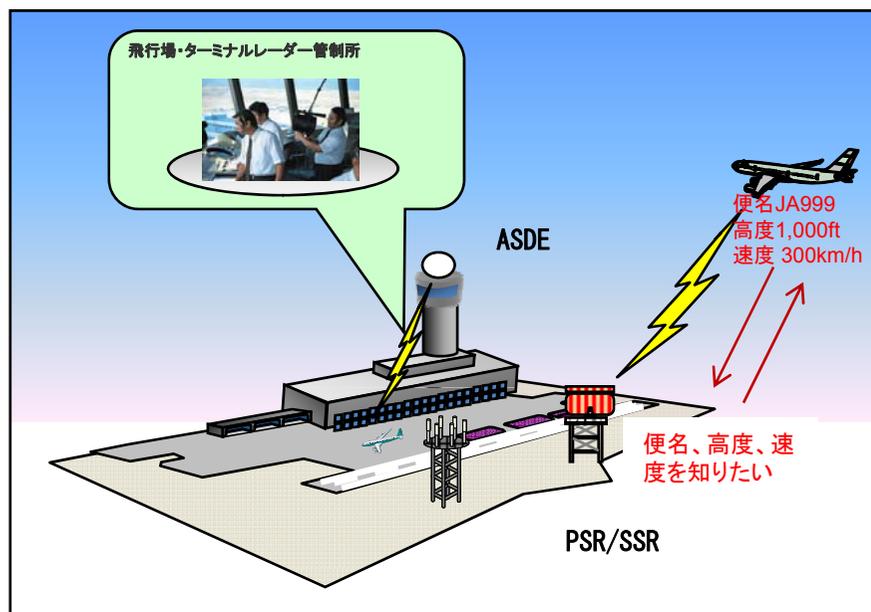
航空監視システムは、航空機の安全運航を確保するために必要不可欠なシステムであり、主として空港周辺や航空路の監視を行っている。

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。）により標準方式・勧告が検討されているところである。

以上の状況を受け、ICAOの現在の検討状況等を踏まえて、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。

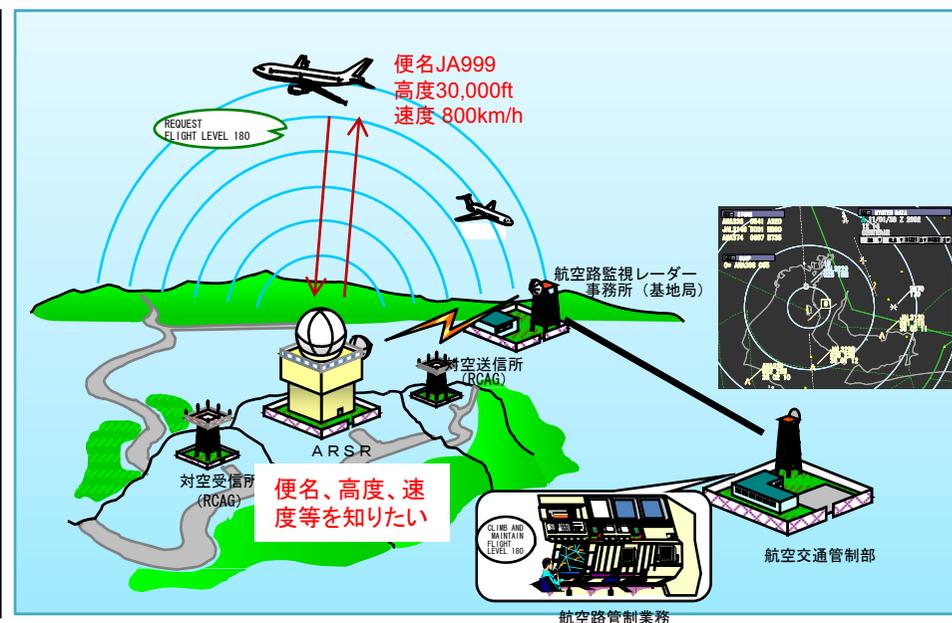


審議開始の背景(SSRモードS信号を活用した主な航空監視システム)



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)、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が共存するために、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 Aviation 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



締約国は、国内の諸問題がない限り、
ICAO条約、付属書及びSARPsを出来る限り一致させることが必要

- ◇ 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することを約束する」
- ◇ 同条約第30条(航空機の無線装備)において、
「締約国の領域及び上空を飛行する他の締約国の航空機は、当該締約国の無線装置の規則に従わなければならない」

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

現在のICAO SARPと、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」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） 空間波による規定から送信機端の規定に変更		
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

更に、RPM（Radar Performance Monitor）※については、SSRモードSを利用するシステム1つとして、共存検討を行うために、当該システムの技術的条件について整理を行った。

※RPMとは、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システム

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

6

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

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（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

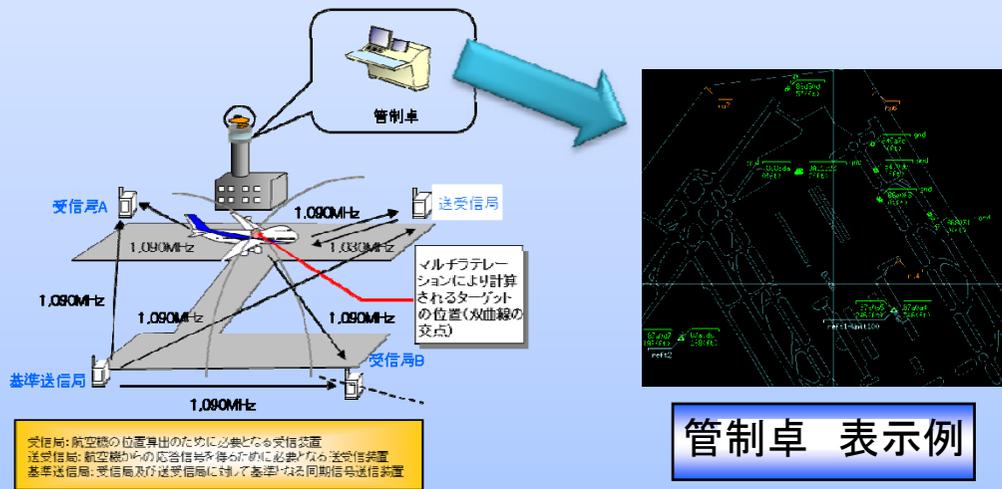
7

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

マルチラレーションの概要

航空機から送信されるスキッタ信号や二次監視レーダー(SSR)応答の信号を3カ所以上の受信局で受信して、受信時刻の差から航空機の位置を測定する監視システム



概要図

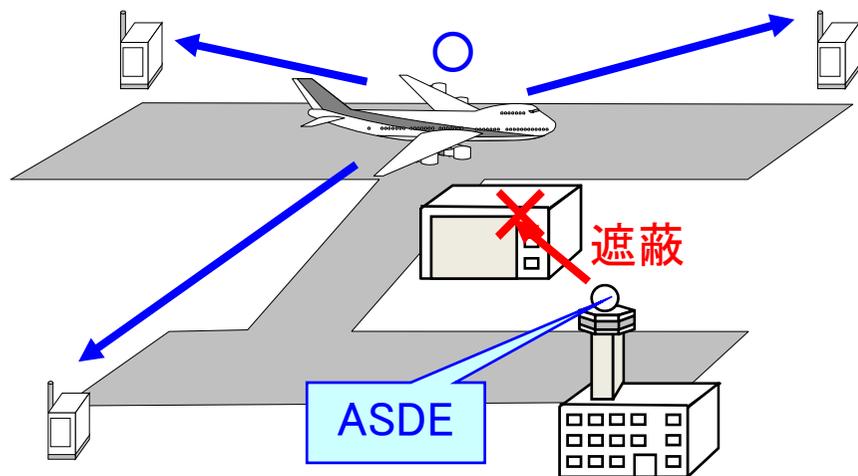
スキッタ信号: 応答信号と同じパルス波形の信号であって、質問信号に回答するほかにランダムなタイミングで送信されるパルス位置変調のパルス列をいう。

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

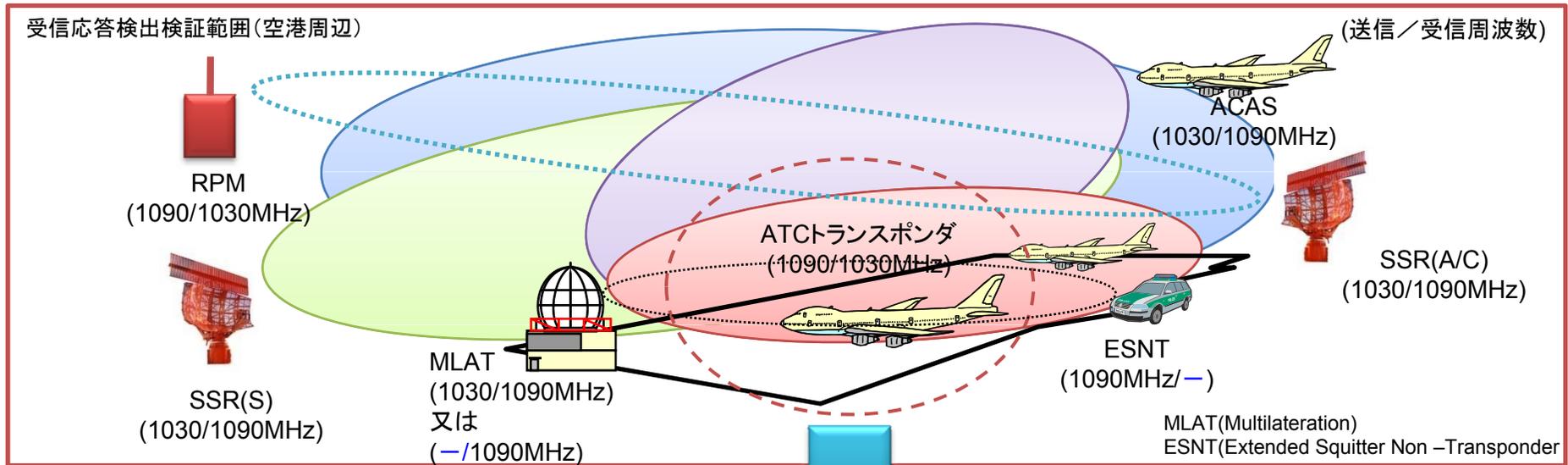
- ・気象の影響を受けやすく、悪天時に空港面での正確な航空機位置の把握が困難
- ・1次監視レーダーのため建物陰等のブラインドエリアが発生

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	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
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。
シンガポール	チャンギ国際空港にてMLAT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
アメリカ	実験目的で運用中
イギリス	暫定運用中
ポルトガル	MLATの評価中 2011年には運用開始予定

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、いずれのATCTトランスポンダも応答信号の検出率(受信応答検出率※)を**95%以上**とすることがICAOマニュアルから必要

よって、受信応答検出率の変動幅を考慮し、MLAT及びESNTのシステム追加による受信応答検出率に対するトランスポンダ占有率をICAOマニュアルから**最低でも5%以下に保つ**ことが必要

ATCTトランスポンダの世代(規格)別	モードA/C	モードS初期型(改訂77前機器)	モードS改良型(改訂77以降機器)	モードS改良Ⅱ型(ADS-B機能付)
MLAT(ESNTを含む)導入	3.7%	4.0%	4.0%	4.1%

1030MHzの電波利用環境は、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べた場合、我が国に比べてより多くのシステムが利用しているが検出劣化なし

将来的にATCTトランスポンダが改訂77以降機器に移行すると想定すれば、1090MHzの環境は更に改善方向

正常運用可能

※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ATCTトランスポンダが他の信号の処理に占有されていない確率の積

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(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	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%	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。 ・ATCT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。

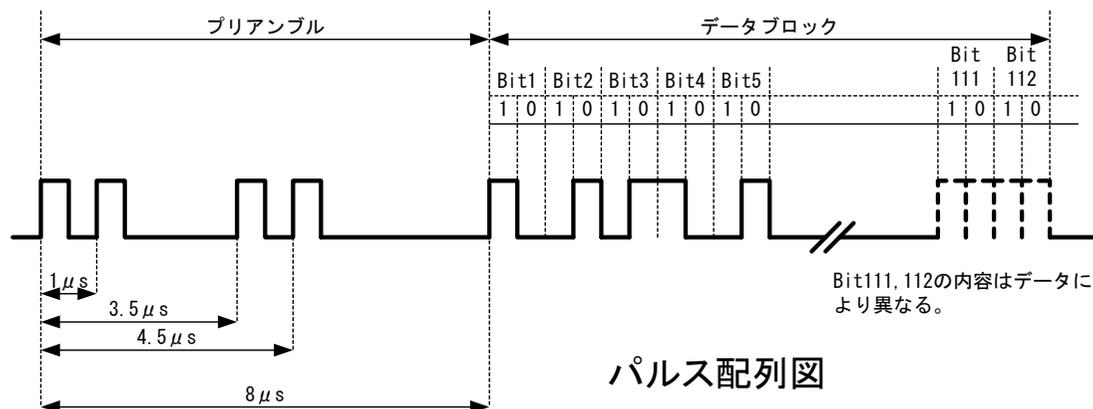
この他に、パルス特性及び受信特性等がある。

MLATに関する技術的条件(案) 2

2 車載型ノ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
送信周期	拡張スキッタ信号は1秒あたり6.2回以下