

情報通信審議会 情報通信技術分科会

航空・海上無線通信委員会報告

「航空無線通信の技術的諸問題について」のうち

「広域マルチラレーションシステムの無線設備に関する
技術的条件」

航空・海上無線通信委員会

目 次

I	審議事項	2
II	委員会及び作業班の構成	2
III	審議経過	2
IV	審議概要	3
	1. 検討開始の背景	3
	2. WAMシステムに係る無線設備の技術的条件の概要	9
	3. 諸外国における広域マルチラレーションシステムの動向	13
V	審議結果	14
別紙 1	航空・海上無線通信委員会 専門委員	15
別紙 2	航空監視システム作業班 構成員	16
別紙 3	国際民間航空条約第 10 附属書第 88 改訂に係る ANNEX 10 Vol. IV CHAPTER 6. Multilateration Systems の変更箇所	17
別紙 4	広域マルチラレーションシステムの技術的条件に係る 電波法関係規程への反映要否についての検討結果	21
別紙 5	航空監視システム等からの質問信号に対する ATCトランスポンダの動作時間 (Doc 9924 Aeronautical Surveillance Manual (ICAO) より抜粋)	23

I 審議事項

航空・海上無線通信委員会は、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）を所掌しており、今般、航空無線通信システムの高度化に係る「広域マルチラテレーションシステムの無線設備に関する技術的条件」について検討を行った。

II 委員会及び作業班の構成

委員会の構成は別紙1のとおりである。

委員会における審議の促進を図るため、委員会の下に航空監視システム作業班を設けて審議を行った。作業班の構成は別紙2のとおりである。

III 審議経過

1 航空・海上無線通信委員会

(1) 第9回会合（平成25年4月15日）

広域マルチラテレーション（WAM: Wide Area Multilateration）システムの無線設備に関する技術的条件について審議を開始することとし、今後のスケジュール等について審議を行った。また、「航空監視システム作業班」を設置して、具体的事項について審議することとした。

(2) 第10回会合（平成25年9月13日）

WAMシステムの無線設備に関する技術的条件について報告書（案）をとりまとめた。

なお、当該報告書（案）について平成25年10月12日から同年11月11日までの間、意見募集を行った。その結果、個人より1件の意見書の提出があったが、当該報告書（案）に反映すべきものではなかった。

2 航空監視システム作業班

(1) 第1回会合（平成25年5月15日）

WAMシステムの無線設備に関する技術的条件について検討を開始し、今後のスケジュール等について検討を行った。

(2) 第2回会合（平成25年6月24日）

WAMシステムの無線設備に関する技術的条件について検討を行った。

(3) 第3回会合（平成25年9月5日）

WAMシステムの無線設備に関する技術的条件について作業班報告書（案）をとりまとめた。

IV 審議概要

1. 検討開始の背景

1. 1 航空無線通信の概要

航空無線通信は、航空機の安全運航を確保するために必要不可欠な通信手段として、航空機と地上または航空機相互間の「航空通信システム」、航空機が安全な離着陸や航行を行うための「航法システム」、そして航空機の動態監視を行う「航空監視システム」の3つの分野があり有効に活用されている。

これらのシステムのうち、航空監視システムは、航空路や空港における管制業務に必要な二次監視レーダー（SSR：Secondary Surveillance Radar）をはじめとして、航空機の位置情報等を取得するための重要なシステムである。

航空監視システムを含め、航空無線通信に用いられるシステムに必要とされる規格は、国際民間航空条約の第10附属書（以下「ANNEX10」という。）に記載されるものであり、国際民間航空機関（ICAO：International Civil Aviation Organization）において、その改訂に係る検討が進められている。各国においてはその検討内容に沿って国内規格の見直し等の対応が行われている。

1. 2 空港面における航空監視のこれまでの状況

我が国では、滑走路・誘導路上の航空機や車両を監視するために、管制塔からの目視や、空港面探知レーダー（ASDE：Airport Surface Detection Equipment）を使用していた。

ASDEは、地上に設置された1か所のアンテナから準ミリ波を送信し、その反射信号をそのまま表示装置に表示するレーダーであり、航空機の形状を確認できるほど分解能が高い。また、空港内の航空機と車両の位置確認に用いるレーダーであるため、距離及び方位方向の分解能が高いことが特徴である。しかし、各航空機を識別できないこと、悪天候時に性能が劣化すること、さらに建物の陰等遮蔽により非検出領域（以下、「ブラインドエリア」という。）が発生することが課題であった。

そのため、ASDEの課題を克服できる航空監視システムとして、航空機のATCトランスポンダから得られる情報をもとに、空港内の航空機を監視するマルチラテレーション（MLAT：Multilateration）システムの実現に向けた開発・評価が各国で進められてきた。

1. 3 MLATシステムの動作原理

ATCトランスポンダが発する信号は、航空機の識別情報を取得するためのモードA、気圧高度情報を取得するためのモードCのほか、航空機の固有アドレス情報

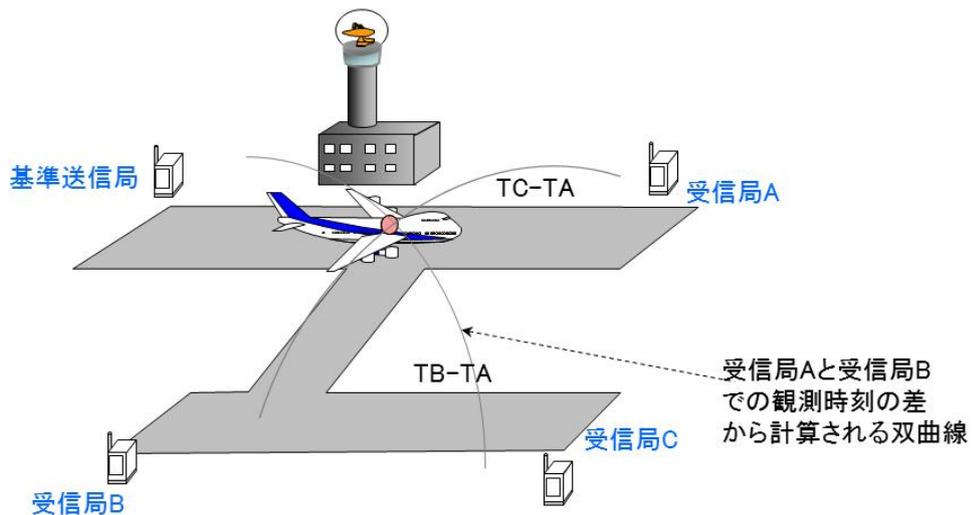
を取得し個別の情報を取得するためのモードSに分類される。A T Cトランスポンダは地上に設置された各種レーダーからの質問信号に対し、同じモードの応答信号を送信するものであり、モードSに対応したA T Cトランスポンダにあっては応答信号に加え、常に自発的に捕捉用スキッタ信号（航空機の固有アドレスを情報として含む。）を平均1秒間隔で発射する。

M L A Tシステムは、地上に設置された複数の受信装置（捕捉用スキッタ信号または応答信号を受信するのみの装置。送受信装置（受信装置の機能に加え、質問信号を送信する機能を有する装置。）を含む。以下同じ。）及び基準送信装置（各受信装置を同期するため、同期に用いる信号を送信する装置。）から構成される。当該システムは、航空機のA T Cトランスポンダから送信される捕捉用スキッタ信号や応答信号を3か所以上の受信装置で受信して、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、距離差が一定である条件からなる双曲線同士の交点を求め、空港面に存在する航空機等の位置を算出する仕組みである。

そのため、M L A Tシステムは、各航空機を識別可能であることに加え、装置の配置を工夫することにより建物の陰等遮蔽によるブラインドエリアの解消が可能であり、さらに使用する周波数が1030MHz、1090MHzであることから降雨減衰がなく、A S D Eの持つ課題を克服できる。

マルチラレーションの概要

➤ 空港面に存在する航空機等が監視対象



受信局:	航空機の位置算出のために必要となる受信装置
送受信局:	航空機からの応答信号を得るために必要となる送受信装置
基準送信局:	受信局及び送受信局に対して基準となる同期信号送信装置

図1 MLATシステムの概要

基本的に、MLATシステムは、モードSの捕捉用スキッタ信号を受信することにより、平均1秒間隔で航空機の位置を更新し、監視するシステムであるが、モードA/Cにのみに対応しているATCトランスポンダが搭載された航空機が存在する。当該ATCトランスポンダは捕捉用スキッタ信号を発射する仕様でないため、地上に設置された送受信局からモードA/Cの質問を行い、応答を得ることで当該航空機を監視する。なお、モードS対応ATCトランスポンダに対しても、捕捉用スキッタ信号で情報を得られない場合は、モードSの質問を行うことがある。

1. 4 MLATシステムの導入に係る国際動向

前述したとおり、MLATシステムはASDEの持つ課題を克服できるため、平成20年12月に開催されたICAO ASP-WGW会合において、ANNEX10 Vol. IV Chapter-6に、MLATシステムの規格として、新項目「Multilateration Systems」が追記され承認された。

その際、MLATシステムの具体的な技術的要件が整理された。特に、MLATシステムがATCトランスポンダに与える影響を最小限に抑える観点から、モードSの質問信号の発射方法に関する慎重な整理がなされた。

この状況を受け、我が国においても、MLATシステムの技術的要件の整理が行われることとなった。

なお、ANNEX10において、信号検出の時刻差から航空機の位置を算出する航空機監視システムは、監視対象エリアに関わらず、MLATシステムとして分類されているが、一般的にMLATシステムは主に空港面を監視対象としており、空港面を除く空港周辺もしくは航空路などの広い監視エリアを持つシステムは、広域マルチラテレーション（WAM: Wide Area Multilateration）システムと呼ばれ、区別されている。

1. 5 MLATシステムの導入

我が国におけるMLATシステムの導入にあたり、平成21年7月にMLATシステムの技術的要件について整理し、無線設備規則の改正を行った。なお、モードSの質問信号が1030MHz/1090MHz信号環境に与える影響を最小限に抑えるため、以下の点を含めた整理を行った。

現在、日本国内の各空港においてMLATシステムの導入が進められている状況である。

(1) モードS一括質問信号は送信しないものであること。

図2のとおり、モードA/Cは、すべての航空機に対して共通の質問を行う方式だが、モードSは、個別に質問・応答を行うとともに捕捉用スキッタ信号により初期捕捉が可能であるため、モードSによる一括質問は行わないこと。

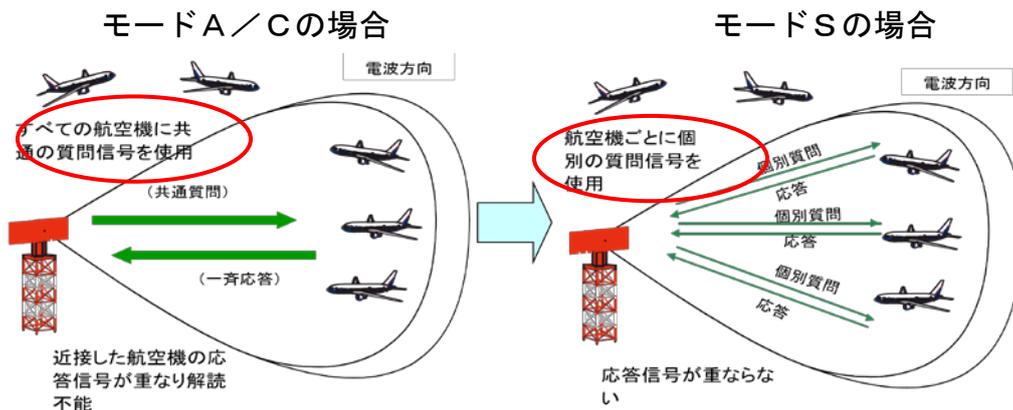


図2 モードA/CとモードSとの違い

(2) 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。

1. 6 空港周辺や航空路における航空監視の状況

我が国では、空港周辺や航空路を飛行する航空機は一次監視レーダーと二次監視レーダーにより監視を行っている。一次監視レーダーは航空機体からの反射波を検知しているため、単体では各航空機の存在しか捉えることができない。そのため、現在、二次監視レーダーであるSSRが導入されており、SSRから質問することにより、航空機のATCTランスポンダからの応答を受信し、便名や機体の状態等の各種情報を得ている状況である。

SSRは、鋭い指向性を持つアンテナを一定周期で回転させて航空機に質問するとともに、質問を受けた航空機のATCTランスポンダからの応答を受信することにより、アンテナの回転角と質問送信から応答受信までの時間をもとに、航空機の位置を導出する仕組みである。

SSRは、ある空域を一台で監視するとともに、指向性アンテナにより上空に電波を発射するため、山岳エリアやアンテナ直上がブラインドエリアとなることに加えて、低高度で検出率等が低下する。また、平均1秒間隔でATCTランスポンダから発射される捕捉用スキッタ信号を利用する仕様でないため、空港用SSRの場合、アンテナ回転周期と同じ4秒間隔で航空機の位置を導出し更新することにより、各航空機を監視している状況である。

一方、成田国際空港においては、空港処理容量を拡張するために、平行滑走路の同時離着陸運用を導入する計画が進められている。しかし、現在、同時離着陸運用を実現するためには、管制塔からの目視、もしくは空港用ASR/SSR(ASR: Airport Surveillance Radar)によることとなるが、悪天候時において目視での運用は困難であること、また、航空機の監視頻度が4秒間隔である上、ブラインドエ

リア（初期捕捉の遅延）が多少なりとも発生することが、同時離着陸運用を実現する上での懸念点となっている。

そのため、成田国際空港では、これらの懸念点を解消できるよう、進入・出発路を含む空港周辺を監視エリアとするWAMシステムの導入が計画されているところである。

1. 7 WAMシステムの動作原理

WAMシステムは、空港面を監視するMLATシステムと同様の動作原理であるため、SSRと比較して高更新頻度（監視精度が高くなる。）である。また、WAMシステムにおける受信装置の配置を工夫することにより、SSRでは多少なりとも発生してしまうブラインドエリアも監視可能となる。

そのため、WAMシステムは、平行滑走路の同時離着陸運用を実現する上での懸念点を解消できることから、より安全かつ効率的な運航を促進する監視システムとして、各国において導入が進められている。

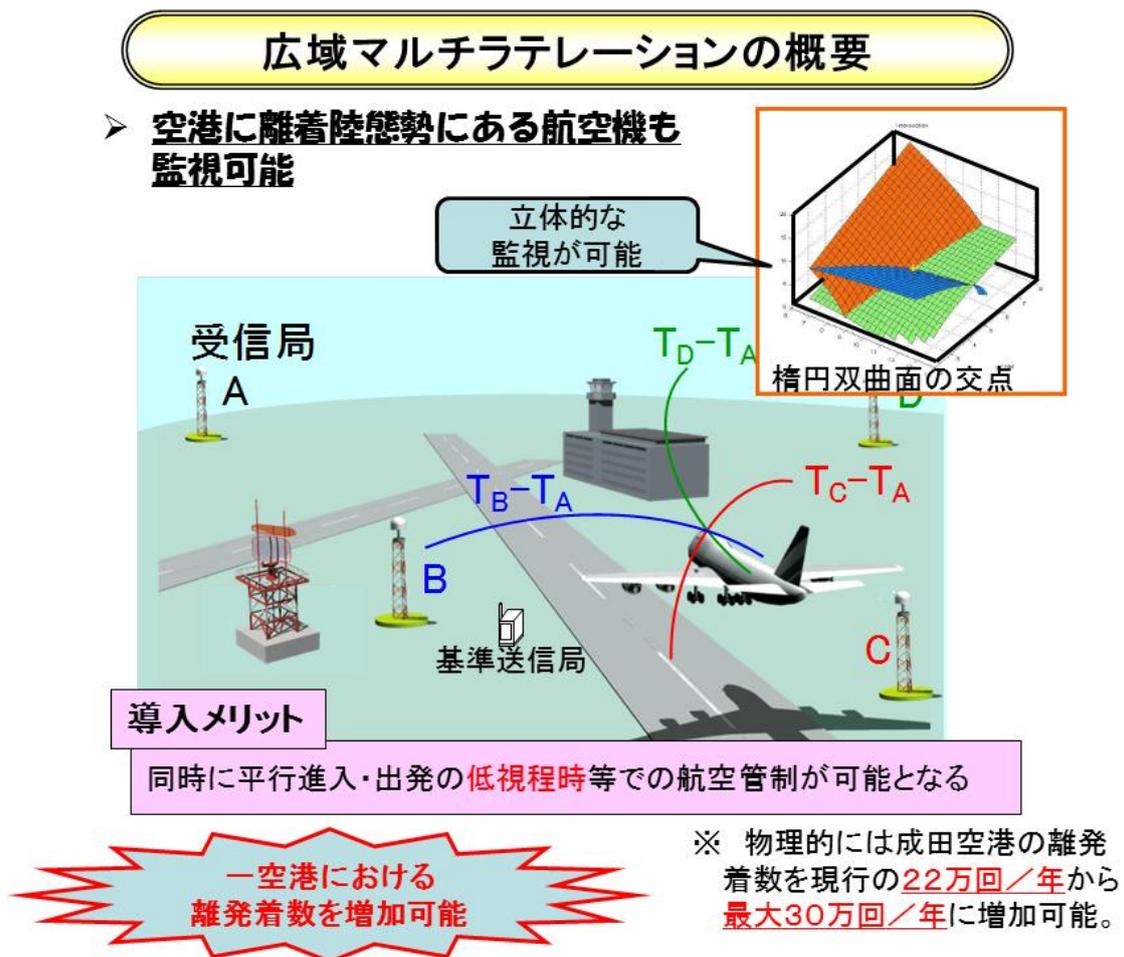


図3 WAMシステムの概要

1. 8 WAMシステムの導入に係る国際動向

WAMシステムにおいて使用される周波数は1030MHz、1090MHzであり、当該周波数はSSR、航空機衝突防止装置（ACAS : Aircraft Collision Avoidance System）等の通信においても使用される。一方、空港面を監視対象とするMLATシステムと比較すると、WAMシステムの監視対象は空港周辺の広範囲な空域であるため、同一の周波数を使用する他の航空監視システムと航空機間の通信に対して、WAMシステムが影響を及ぼすことが懸念される。

こうした状況を踏まえ、今般、ICAOにおいて、航空機の適切な電波環境を確保する目的から、ANNEX 10 Vol. IV Chapter-6に記載されるMLATシステムについて、改訂が行われる見通しとなった[※]。

我が国においては、こうした国内外の状況を踏まえ、WAMシステムの導入に係る無線設備の技術的条件について審議を行った。

※ 2013年11月のICAOにおいてANNEX 10 第88改訂が行われる予定であったが、一部の改訂内容に対して加盟国から反対意見が挙げられたことから、2014年11月にANNEX 10 第89改訂として行われる見通しである。その中のMLATシステムに係る改訂については、現時点で予定されている内容から変更されない見通しである。

[補足説明]

・ ICAOにおける航空通信分野の規程

ICAOは、日本を含む191か国の加盟国により構成される国際連合の特別機関である。ICAOにおいて採択された国際民間航空条約には、国際標準及び推奨手順を示す附属書が規定されている。このうちANNEX 10は、「航空通信（Aeronautical Telecommunications）」に係る附属書である。

・ ICAO ANNEX 10におけるMLATに係る整理

MLATシステムは原理的に受動監視方式であるが、検出性能の向上や識別情報の入手等を目的として、能動的に送信装置を用いて航空機に質問を行うシステムの場合、能動型MLATシステムとして整理されている。我が国では、実質的にWAMシステムは能動的に質問を行うシステムであるため、能動型MLATシステムと同義としてとらえられている。

2. WAMシステムに係る無線設備の技術的条件の概要

2. 1 ICAOにおける検討状況

WAMシステムが世界的に普及する状況を踏まえ、今般、ICAOにおいて、MLATシステムに関する改訂に向けて確認された内容は、次のとおりである。

①能動型MLATシステムにおける送信装置の定義

広い空域を対象とする能動型MLATシステムを構築する場合、当該システムは、一般的に複数の送信装置から構成される。この場合、当該システムを構成する複数の送信装置をまとめて、SSRのモードS質問装置一式として見なす旨の定義がなされた。

②能動型MLATシステムによるATCトランスポンダ占有率の明確化

能動型MLATシステムにおいては、一般的に無指向性アンテナが利用されるため、当該システムの質問送信は、システム周辺のすべての航空機を対象とする。そのため、指向性を持つSSRと比較して、電波環境に与える影響が大きいと考えられる。

現在の規定では、当該システムが送信する質問はATCトランスポンダの2%を超えて占有してはならないことが規定されているが、本占有率の値は、占有率を算出する基準とする時間の長さに依存して変化するため、今回、基準とする時間の長さに関わらず2%を超えてはならない旨の明確化が図られた。

③一部地域におけるATCトランスポンダ占有率の厳格化

トランスポンダ占有率2%の規定は、能動型MLATシステムによる質問頻度の最低限の要件として見なされる。これに対して、航空機数が多く、かつ地上監視センサも多く存在する一部の地域では、電波環境が厳しい中での他の航空機監視システムとの共用性を確保する観点から、より厳しい要件を課すことも可能である旨の注釈が付された。

④ATCトランスポンダ占有率2%に対する質問数の目安

現在の規定では、能動型MLATシステムにおける質問頻度の要件として、トランスポンダ占有率の上限値を2%とすることが規定されている。この2%に対応する質問数の目安がないことから、今回、モードSにおいては、1秒当たり400質問とする旨の明確化がなされ、注釈として付された。

⑤モードS一括質問の禁止【本項目についてはANNEX10が改訂される予定はない】

モードS一括質問は、航空機の初期捕捉に利用される質問方式であり、本質問を受信した全てのモードS対応ATCトランスポンダは応答を送信する。無指向

性アンテナを利用する能動型MLATシステムが本質問を送信した場合、電波環境に与える影響は非常に大きい。一方、MLATシステムは、捕捉スキット信号を利用して初期捕捉が可能であることから、能動型MLATシステムにおいて、モードS一括質問の使用が禁止されていることについて確認がなされた。

2. 2 ICAOにおける検討状況を踏まえた我が国の電波法関係規程への反映に対する考え方

ICAOにおける検討状況を踏まえ、別紙3のとおり、我が国の電波法関係規程との比較検討を行った。その結果を踏まえた我が国の電波法関係規程への反映に対する考え方は次の通りである（なお、ANNEX10との対応表は別紙4のとおり。）。

①能動型MLATシステムにおける送信装置の定義

比較検討の結果、電波の質に影響しないことから、電波法関係規程への反映はしない。

②能動型MLATシステムによるATCトランスポンダ占有率[※]の明確化

現行の無線設備規則第45条の12の6第2号イ(3)の規定は、ATCトランスポンダ占有率について、それを算出する基準とする時間の長さにかかわらず、2%を超えてはならない旨の記載とはなっていない。

また、基準とする時間の長さは可能な限り最小であることが望ましいが、基準とする時間の長さによってはATCトランスポンダ占有率が最大まで高くなる懸念がある。そのため、基準とする時間の長さについては、アクティブMLATシステムからの質問による航空機位置の更新間隔とみることが適切である。

比較検討の結果、上述の内容を踏まえた上で、無線設備規則に反映する。

※ ICAOの航空監視マニュアルには、各航空監視システム等（空港用SSR、航空路用SSR、ACAS等）からの質問信号に対して、ATCトランスポンダが動作する時間が別紙5のとおり整理されており、能動型MLATシステムによるATCトランスポンダ占有率はこの内容を踏まえて2%として算定されている。ATCトランスポンダ占有率は、ATCトランスポンダの占有時間と、当該占有時間を含むある時間の長さ（占有率を算出する基準とする時間の長さ）との比により算出される。

③一部地域におけるATCトランスポンダ占有率の厳格化

比較検討の結果、一部の地域についてはより厳しい要件を課す可能性がある旨を記載しているのみであり、明確な規制が記載されているものではないことから、電波法関係規程への反映はしない。

④ATCトランスポンダ占有率2%に対する質問数の目安

本項目は、2%の規定について、一例として、MLATシステムがモードS質

問のみを使用する場合における質問数の目安を補足的に説明しているものである。

また、質問信号やトランスポンダの応答信号のデータブロックの様式は様々であり、一概に質問信号の数で制限を設けることはできない。

比較検討の結果、上述の内容を踏まえ、電波法関係規程への反映はしない。

⑤モードS一括質問の禁止

比較検討の結果、当該規定は、無線設備規則第45条の12の6第2号イ(1)に反映済み。

2. 3 ウィスパーシャウト質問方式のWAMシステムへの適用について

審議において、WAMシステムを運用する上で、航空機の電波環境を適切に確保するためには、ACASで使用されるウィスパーシャウト機能を用いた質問方式(以下、「ウィスパーシャウト質問方式」という。)を活用することが有効であることから、委員より、電波法関連規程の検討の必要性について提案があった。

現在、ANNEX10において、WAMに関しては、ウィスパーシャウト質問方式に係る改訂が行われる予定はないが、当該提案に対し、別紙3のとおり我が国の電波法関係規程との比較検討を行った。その結果を踏まえた我が国の電波法関係規程への反映に対する考え方は次の通りである(なお、ANNEX10との対応表は別紙4のとおり)。

・ウィスパーシャウト質問方式(抑圧パルスS)の利用

我が国の電波法無線設備規則においては、WAMシステムを運用する中でのウィスパーシャウト質問方式における抑圧パルスSについて、規定されていない。

しかし、WAMシステムがモードA/C質問を送信した場合、受信したすべての航空機がモードA/C質問に対して応答を返す特性から、電波環境に与える影響が非常に大きく、何らかの軽減策が望まれる。

軽減策として有効な、抑圧パルスSを用いるウィスパーシャウト質問方式については、我が国の電波法無線設備規則のもと、ACASにおいて使用されている。

また、WAMシステムを運用する上で、EUROCAEの規程ED-142(ICAO ANNEX10において参照)においては、ACASが使用するウィスパーシャウト方式の適用について、その適用の有無にかかわらず、規定している。

このため、WAMシステムにおいても抑圧パルスSを用いるウィスパーシャウト質問方式を利用可能となるよう、我が国の電波法関係規程にACASと同様に規定すべきである。

[補足説明]

ウィスパーシャウト機能とは、航空機同士の衝突を防止するために航空機に搭載されるACASに付加される機能である。モードSに対応したATCトランス

ポンド（主に、大型機に搭載される。）は常に平均 1 秒間隔で捕捉用スキッタ信号を発射しており、他の航空機はその信号を A C A S により受信して衝突を未然に防止する。しかし、モード A / C のみに対応した A T C トランスポンダ（主に、小型機に搭載される。）は、捕捉用スキッタ信号を発出する仕様がないため、A C A S から質問信号を発出することにより、モード A / C トランスポンダを検出することにより衝突を未然に防止する必要がある。その際、A C A S は無指向性のアンテナで質問信号を発射するため、周辺のすべての航空機から応答信号が返ってくることになり、周辺の航空機の判別が困難になる。そのため、質問時にウィスパーシャウト機能を用いることにより、距離別に周辺の航空機を判別して、特定の距離を飛行する航空機のみと、質問／応答できるようにする。

具体的には、A C A S から、パルス幅及びパルス間隔が定められた 2 つのパルス（パルス P 1 及びパルス P 3）から構成される質問信号を発射する直前に、決められたタイミングで抑圧信号（抑圧パルス S）を発射する機能である。抑圧信号を受信した A T C トランスポンダは質問信号を受信しても応答しないため、その特性を活かして、空間中の伝搬損失を考慮し、質問信号及び抑圧信号の出力を変化させることにより、特定の距離を飛行する航空機のみから応答信号を得ることができる。

例えば、他の航空機の A C A S から質問信号及び抑圧信号をある閾値を超えるレベルで受信した航空機は応答信号を返さないこととなり、また、質問信号のみある閾値を超えるレベルで受信した航空機は応答信号を返すこととなる。

2. 4 W A M システムに係る無線設備の技術的条件

上述のとおり、I C A O における A N N E X 10 の改訂に係る検討状況及び委員からの提案に対する、我が国の電波法関係規程への対応方針について検討を行った結果を踏まえ、W A M システムに係る無線設備の技術的条件は次の通りとする。

・ A T C トランスポンダ占有率

質問信号（他の質問信号送信設備が送信する質問信号を含む。）によって A T C トランスポンダが占有される時間は、当該 A T C トランスポンダを搭載する航空機の位置の更新間隔に対して 2 % を超えてはならないこととする。

なお、更新間隔とは、あるモードの質問により航空機位置を更新した後、次に同一のモードの質問により航空機位置を再更新するまでの間などを意味する。

・ ウィスパーシャウト質問方式における質問信号及び抑圧信号の特性

当該システムの質問信号及び抑圧信号の特性は、航空機衝突防止装置（A C A S）の質問信号及び抑圧信号のモードごとの特性によることとする。

この場合においては、モード A / C 質問信号またはモード A / C 一括質問信号

に抑圧パルスSを使用することができるものとし、さらに、この場合の抑圧パルスSについてはACASにおいて合致することとされている条件と同一の条件（ACASI※に特化した条件を除く。）とする。

※ ICAOにおいて、周辺航空機の位置情報のみを提供するACASを「ACASI」、位置情報に加え、垂直方向の回避アドバイザリを与えるACASを「ACASII」として標準方式等を規定されている。あくまでもACASの種類を整理したものであり、WAMIにおいては「ACASI」に特化した条件を設ける必要はない。

3. 諸外国における広域マルチラレーションシステムの動向

WAMシステムは前述したとおり世界的に導入が進められている。諸外国におけるWAMシステムの主な導入状況をアプリケーション（監視対象）毎に以下に示す。また、図4に欧州におけるWAMシステムの導入状況を示す。

①空港周辺（参考：覆域～80NM程度）

- ・ ヴィトória空港（ブラジル）
- ・ フジャイラ空港（アラブ首長国連邦）
- ・ キング・ファハド空港（サウジアラビア）
- ・ ケープタウン空港（南アフリカ）
- ・ ウィントフック空港（ナミビア）
- ・ クイーンズタウン空港（ニュージーランド）
- ・ タスマニア（オーストラリア）※
- ・ フランクフルト空港（ドイツ）
- ・ デトロイト空港（アメリカ）
- ・ 北京空港（中国）
- ・ シドニー空港（オーストラリア）

※ 複数の空港を監視対象とするWAMが導入されている。

②航空路（参考：覆域 80NM以上）

- ・ オーストリア
- ・ チェコ共和国

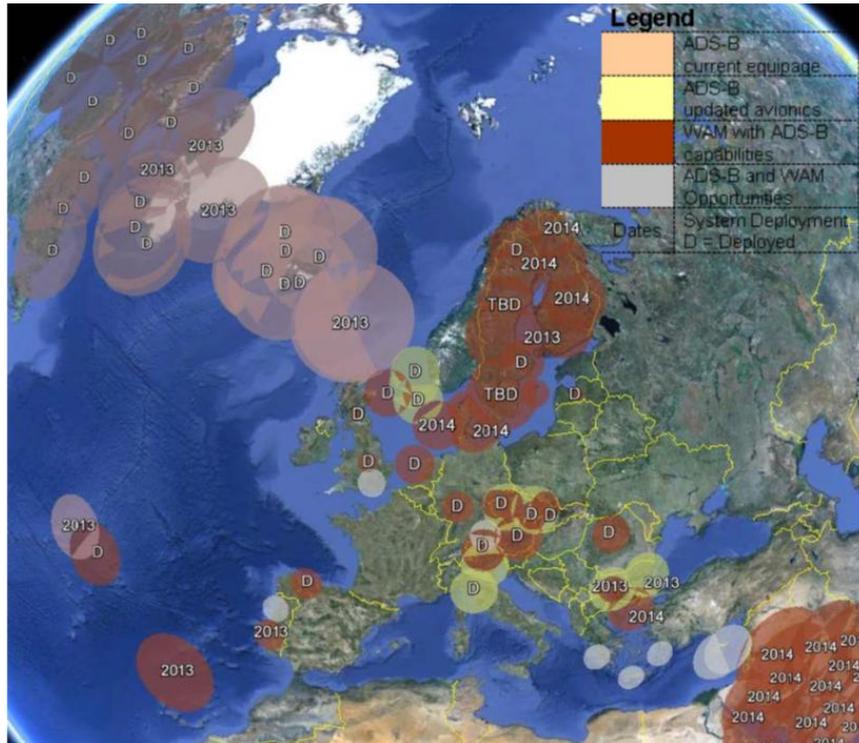


図4 欧州におけるWAMシステムの導入状況（ICAO ASP WP から引用）

V 審議結果

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」（昭和60年4月23日諮問）のうち「広域マルチラテレーションシステムの無線設備に関する技術的条件」について、別添のとおり一部答申（案）をとりまとめた。

情報通信技術分科会
航空・海上無線通信委員会 専門委員

(平成 25 年 9 月 13 日現在 五十音順・敬称略)

	氏名	所 属
主 査	三木 哲也	電気通信大学 特任教授
主査代理	森川 博之	東京大学 先端科学技術研究センター 教授
専門委員	井手 麻奈美	株式会社エム・オー・エル・マリンコンサルティング 海洋技術部 研究員
専門委員	伊藤 功	一般社団法人日本船主協会 通信問題サブワーキンググループ 座長
専門委員	今宮 清美	株式会社東芝 小向事業所 電波応用技術部 主務
専門委員	ト部 美緒 (第 10 回～)	全日本空輸株式会社 業務プロセス改革室 主席部員
専門委員	大木 一夫	一般社団法人情報通信ネットワーク産業協会 専務理事
専門委員	小瀬木 滋	独立行政法人電子航法研究所 監視通信領域 副領域長
専門委員	鏡 弘義	国土交通省 航空局 交通管制部 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 ワイヤレスネットワーク研究所 研究所長
専門委員	佐々木 伸	一般社団法人全国漁業無線協会 業務部長
専門委員	庄司 るり	東京海洋大学大学院 海洋工学系 教授
専門委員	坪上 浩治 (～第 9 回)	海上保安庁 総務部 情報通信課長
専門委員	中村 勝英	一般社団法人全国船舶無線協会 水洋会部会 事務局長
専門委員	中村 公亮 (第 10 回～)	海上保安庁 総務部 情報通信課長
専門委員	林 尚吾	東京海洋大学 名誉教授
専門委員	原 尚子 (～第 9 回)	全日本空輸株式会社 業務プロセス改革推進室 イノベーション推進部 主席部員
専門委員	本多 美雄	欧州ビジネス協会 電気通信機器委員会 委員長
専門委員	増田 紀子	スカパーJSAT 株式会社 技術運用本部 衛星技術部長
専門委員	山梨 雅彦	日本航空株式会社 IT企画本部 IT企画部 技術基盤グループ マネジャー
専門委員	若尾 正義	元 一般社団法人電波産業会 専務理事

航空監視システム作業班 構成員名簿

(平成25年9月5日時点 五十音順・敬称略)

	氏名	所 属
主任	お ぜ き しげる 小瀬木 滋	独立行政法人電子航法研究所 機上等技術領域 副領域長
主任代理	みなみ まさてる 南 正輝	芝浦工業大学 工学部 准教授
構成員	あんざわ とおる 安澤 徹 (第3回～)	防衛省 運用企画局 情報通信・研究課 防衛部員
構成員	いとう たつろう 伊藤 達郎	全日本空輸株式会社 整備センター 技術部 専門部長 兼 基準企画チーム リーダー
構成員	いながき ゆきひろ 稲垣 幸浩	日本航空株式会社 IT企画本部 IT企画部 技術基盤グループ
構成員	いの まさみ 伊野 正美	株式会社東芝 社会インフラシステム社 電波システム事業部 電波応用推進部 参事
構成員	おおぐし もりなお 大串 盛尚	アビコム・ジャパン株式会社 技術部 次長
構成員	きし のぶたか 岸 信隆	国土交通省 航空局交通管制部管制技術課 航空管制技術調査官
構成員	きの はら まさかず 木ノ原 正一	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
構成員	こんどう てんぺい 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 マネージャー
構成員	すみとも たかひろ 住友 貴広 (～第2回)	防衛省 運用企画局 情報通信・研究課 防衛部員
構成員	たかのはし せいいち 鷹觜 清一	日本アビエーションサービス株式会社 顧問
構成員	つじ ひろゆき 辻 宏之	独立行政法人情報通信研究機構 ワイヤレスネットワーク研究所 宇宙通信システム研究室 主任研究員
構成員	はた きよゆき 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	ひらた としきよ 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	ふなびき こうへい 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 主幹研究員
構成員	みやざき ひろみ 宮崎 裕己	独立行政法人電子航法研究所 監視通信領域 主幹研究員
構成員	わたなべ としはる 渡辺 俊陽	株式会社エヌ・ティ・ティ・データ 公共システム事業本部 第一公共システム事業部 開発担当(ANS) 課長代理

国際民間航空条約第 10 付属書第 88 改訂に係る
ANNEX 10 Vol.IV CHAPTER 6. Multilateration Systems の変更箇所

【6.3 Protection of the Radio Frequency Environment (無線周波数環境の保護)】

No.	現行 ANNEX	更新 ANNEX (案)	現行省令等
①	なし	<p>6.3.3 An active MLAT system consisting of a set of transmitters shall be considered as a single Mode S interrogator.</p> <p>(送信機のセットから成るアクティブ MLAT システムは、シングル Mode S の質問機とみなされるべきである。)</p>	なし
②	<p>6.3.3 The set of transmitters used by all active MLAT systems in any part of the airspace shall not occupy any transponder more than 2 per cent of the time.</p> <p>(すべての能動型 MLAT システムが使用する送信装置群は、いずれの空域の一部においても、<u>いかなるトランスポンダの時間の 2% を超えて占有してはならない。</u>)</p>	<p>6.3.4 The set of transmitters used by all active MLAT systems in any part of the airspace shall not cause any transponder to be impacted such that its occupancy is greater than 2 percent at any time.</p> <p>(すべての能動型 MLAT システムが使用する送信装置群は、いずれの空域の一部においても、<u>いかなるトランスポンダのいかなる時間</u>も、<u>2% を超えて占有する</u>ような影響を与える原因となつてはならない。)</p>	<p>【無線設備規則第 45 条の 12 の 6 第 2 号イ (3)】</p> <p>質問信号 (他の質問信号送信設備が送信する質問信号を含む。) によつて ATC トランスポンダが占有される時間は、<u>当該 ATC トランスポンダが動作している時間の二パーセント以上にならないこと。</u></p>
③	なし	<p>Note 1. – This represents a minimum requirement. Some regions may impose stricter requirements.</p>	なし

		(これは、最低限の要件を表す。一部の地域では、厳しい要件を課すかもしれない。)	
④	<p>Note. – <u>The use of active MLAT systems may be even more restrictive in some regions.</u></p> <p>(<u>能動型 MLAT システムの使用は、一部の地域においてはより制限的であるかもしれない。</u>)</p>	<p>Note 2. – <u>For an MLAT system using only Mode S interrogations, 2 per cent is equivalent to no more than 400 Mode S interrogations per second received by any aircraft from all systems using MLAT technology.</u></p> <p>(<u>Mode S 質問のみを使用する MLAT システムの 2% の使用が、MLAT 技術を使用する全てのシステムから任意の航空機に受信される 1 秒あたり 400 を超えない Mode S 質問と同等とする。</u>)</p>	なし
⑤	<p>6.3.4 Active MLAT systems shall not use Mode S All - Call interrogations.</p> <p>(能動型 MLAT システムは Mode S 一括呼び出し質問を使用してはならない。)</p>	<p>6.3.5 Active MLAT systems shall not use Mode S All - Call interrogations.</p> <p>(能動型 MLAT システムは Mode S 一括呼び出し質問を使用してはならない。)</p>	<p>【無線設備規則第 45 条の 12 の 6 第 2 号イ (1)】</p> <p>モード S の質問信号に対して応答できる ATC トランスポンダを備えるすべての航空機局を一括して呼び出すための質問信号は送信しないこと。</p>

【参考】 ウィスパーシャウトに関する記述（既に関係告示に反映済み。）

現行 ANNEX	現行省令等
<p>3.1.1.7.4.3 Suppression in presence of S1 Pulse</p> <p>Note.— The S1 pulse is used in a technique employed by ACAS known as “whisper-shout” to facilitate ACAS surveillance of Mode A/C aircraft in higher traffic densities. The whisper-shout technique is explained in the Airborne Collision Avoidance System (ACAS) Manual (Doc 9863).</p> <p>When an S1 pulse is detected 2.0 plus or minus 0.15 microseconds before the P1 of a Mode A or Mode C interrogation:</p> <p>a) with S1 and P1 above MTL, the transponder shall be suppressed as specified in 3.1.1.7.4.1;</p> <p>b) with P1 at MTL and S1 at MTL, the transponder shall be suppressed and shall reply to no more than 10 per cent of Mode A/C interrogations;</p> <p>c) with P1 at MTL and S1 at MTL -3 dB, the transponder shall reply to Mode A/C interrogations at least 70 per cent of the time; and</p> <p>d) with P1 at MTL and S1 at MTL -6 dB, the transponder shall reply to Mode A/C interrogations at least 90 per cent of the time.</p> <p>Note 1.— The suppression action is because of the detection of S1 and P1 and does not require detection of a P2 or P3 pulse.</p> <p>Note 2.— S1 has a lower amplitude than P1. Certain ACAS use this mechanism to improve target detection (4.3.7.1).</p> <p>Note 3.— These requirements also apply to a Mode A/C only capable transponder when an S1 precedes an intermode interrogation</p>	<p>【総務省告示第 874 号】</p> <p>国際民間航空条約第十附属書第八十五改訂の条件を満足する無線設備にあつては、モードA及びモードCの質問信号P1の2.0±0.15マイクロ秒以前にS1パルスが検出されたときは次の条件を満足すること。</p> <p>(1) 信号検出しきい値を上回るパルスS1及びパルスP1の場合、ATCトランスポンダの応答動作が抑圧されること。</p> <p>(2) 信号検出しきい値と同等のパルスP1及び信号検出しきい値と同等のパルスS1の場合、モードA及びモードCの質問に対する応答が十パーセントを超えないよう、ATCトランスポンダの応答動作が抑圧されること。</p> <p>(3) 信号検出しきい値と同等のパルスP1及び信号検出しきい値から三デシベル低下した値のパルスS1の場合、ATCトランスポンダはモードA及びモードCの質問に対して少なくとも七十パーセント以上応答すること。</p> <p>(4) 信号検出しきい値と同等のパルスP1及び信号検出しきい値から六デシベル低下した値のパルスS1の場合、ATCトランスポンダはモードA及びモードCの質問に対して少なくとも九十パーセント以上応答すること。</p> <p>注1 抑圧動作は、パルスS1及びパルスP1の検出によるものであり、パルスP2又はパルスP3の検出は必要と</p>

<p>(2.1.2.1).</p> <p>(3.1.1.7.4.3 S1パルスの存在における抑圧</p> <p>注 S1パルスは、交通密度が高いところでモード A/Cによる ACAS 監視を容易にするため、「ウィスパー・シャウト」として知られる ACAS の技術によって使われる。ウィスパー・シャウト技術は航空機衝突防止システム (ACAS) マニュアル (Doc9863) で説明されている。</p> <p>S1パルスがモード A 又はモード C 質問の P1 の $2.0 \pm 0.15 \mu\text{s}$ 前において検出されたとき、</p> <p>a) MTL より上回る S1 及び P1 によって、3.1.1.7.4.1 の特性によりトランスポンダは抑圧されるべきである。</p> <p>b) MTL と同等の P1 及び MTL と同等の S1 によって、トランスポンダは抑圧され、モード A/C の質問に対する応答が 10% を超えないこと。</p> <p>c) MTL と同等の P1 及び MTL から 3dB 低下した点の S1 によって、トランスポンダはモード A/C の質問に対して少なくとも 70% 以上応答すること。</p> <p>d) MTL と同等の P1 及び MTL から 6dB 低下した点の S1 によって、トランスポンダはモード A/C の質問に対して少なくとも 90% 以上応答すること。</p> <p>注1 抑圧動作は S1 及び P1 の検出によるものであり、P2 又は P3 パルスの検出は必要としない。</p> <p>注2 S1 は P1 より低い振幅である。ある ACAS では、目標検出の改善のため、このメカニズムを使用する(4.3.7.1)。</p> <p>注3 この要件は、S1 がインターモード質問の前に置かれる時、モード A/C のみに対応するトランスポンダに対しても適用する。)</p>	<p>しない。</p> <p>注2 パルス S1 の振幅は、パルス P1 の振幅よりも小さいものであること。</p> <p>注3 この条件は、パルス S1 がインターモード質問の前に配置される場合、モード A 及びモード C のみに対応するトランスポンダに対しても適用する。</p>
--	---

広域マルチラテレーションの技術的条件に係る電波法関係規定への反映要否についての検討結果

No.	ANNEX10 Vol.IV CHAPTER 6.の変更箇所	対応方針 (電波法関係規定への反映の可否)
①	<p>6.3.3 An active MLAT system consisting of a set of transmitters shall be considered as a single Mode S interrogator.</p> <p>(送信機のセットから成るアクティブMLATシステムは、シングルMode Sの質問機とみなされるべきである。)</p>	<p>当該規定は、電波の質に影響しないことから、電波法関係規定への反映はしない。</p>
②	<p>6.3.4 The set of transmitters used by all active MLAT systems in any part of the airspace shall not cause any transponder to be impacted such that its occupancy is greater than 2 percent at any time.</p> <p>(すべてのアクティブMLATシステムが使用する送信装置群は、いずれの空域の一部においても、いかなるトランスポンダのいかなる時間も、2%を超えて占有するような影響を与える原因となつてはならない。)</p>	<p>現行の無線設備規則第45条の12の6第2号イ(3)の規定は、ATCTランスポンダ占有率について、その基準とする時間の長さにかかわらず、2%を超えてはならない旨の記載とはなっていない。</p> <p>また、占有率を算出する際の基準とする時間の長さは可能な限り最小であることが望ましいが、時間の長さによってはATCTランスポンダ占有率が最大まで高くなる懸念がある。そのため、基準とする時間の長さについては、アクティブMLATシステムからのモード質問による航空機位置の更新間隔とする。</p> <p>上述の内容を踏まえたと上で無線設備規則に反映する。</p>
③	<p>Note 1. – This represents a minimum requirement. Some regions may impose stricter requirements.</p> <p>(これは、最低限の要件を表す。一部の地域では、厳しい要件を課すかもしれない。)</p>	<p>当該注は、一部の地域についてはより厳しい要件を課す可能性がある旨を記載しているのみであり、明確な規制が記載されているものではないことから、電波法関係規定への反映はしない。</p>

④	<p>Note 2. – For an MLAT system using only Mode S interrogations, 2 percent is equivalent to no more than 400 Mode S interrogations per second received by any aircraft from all systems using MLAT technology.</p> <p>(Mode S質問のみを使用するMLATシステムの2%の使用が、MLAT技術を使用する全てのシステムから任意の航空機に受信される1秒あたり400を超えないMode S質問と同等とする。)</p>	<p>当該注は、6.3.4 項における“2%”の規定について、一例として、MLAT システムがモード S 質問のみを使用する場合における質問数の目安を補足的に説明しているものである。</p> <p>また、質問信号やトランスポンダの応答信号のデータブロックの様式は様々であり、一概に質問信号の数が制限を設けることはできない。</p> <p>これらを踏まえ、電波法関係規定への反映はしない。</p>
⑤	<p>6.3.5 Active MLAT systems shall not use Mode S All - Call interrogations.</p> <p>(能動型MLATシステムはMode S一括呼び出し質問を使用してはならない。)</p>	<p>当該規定は、無線設備規則第 45 条の 12 の 6 第2号イ(1)に反映済み。</p>
⑥	<p>3.1.1.7.4.3 Suppression in presence of S1 Pulse (ウイスイパルスシャウトに関する記述)</p>	<p>無線設備規則別図第 7 号 (SSR 及び ACAS が送信する質問信号及び抑圧信号並びに質問信号送信設備が送信する質問信号の特性)の表題に、「複数地点受信方式航空監視システムの無線局」を追加し、当該別図に「複数地点受信方式航空監視システムの無線局において、モードA/C又はモードA/C一括の質問信号に抑圧パルスSを使用することができる。この場合において、抑圧パルスSは以下の条件に合致すること。」のように追加する。</p>

航空監視システム等からの質問信号に対するATCトランスポンダの動作時間
(Doc 9924 Aeronautical Surveillance Manual (ICAO) より抜粋)

Table M-2. Table of transponder processing times

Note.— The items in parentheses are references to the rows in Table M-1.

Received signals	Total transponder processing time ^{a,b}	
	Mode A/C transponder	Mode S transponder
P ₁ P ₃ , Mode A	156.75 μs (a2+b3+c)	156.75 μs (a2+b3+c)
Mode C	189.75 μs (a2+b3+c)	189.75 μs (a2+b3+c)
P ₁ P ₃ P ₄ short, Mode A	156.75 μs (a2+b3+c)	26.6 μs (a2+e1)
Mode C	189.75 μs (a2+b3+c)	39.6 μs (a2+e1)
P ₁ P ₃ P ₄ long, Mode A	156.75 μs (a2+b3+c)	328.6 μs (a2+b3+c)
Mode C	189.75 μs (a2+b3+c)	341.6 μs (a2+b3+c)
P ₁ P ₂	37 μs (d2+d3)	47 μs (d2+d3) for Mode A/C 4.75 μs (a2) for Mode S
P ₁ P ₂ P ₆	37 μs (d2+d3)	4.75 μs (a2) ^c
P ₁ P ₂ P ₆ correctly addressed, short reply long reply	37 μs (d2+d3)	321.75 μs (a2+b3+c) 377.75 μs (a2+b3+c)
P ₁ P ₂ P ₆ not addressed	37 μs (d2+d3)	49.75 μs (a2+e2)
no received signal		
Squitter, short long	—	189 μs (b2+c) 245 μs (b2+c)

Notes:
a) Additional effects may occur due to reply rate limiting.
b) The maximum value of dead time (125 μs) is used in the processing times values calculated in the table. Typical values are significantly lower.
c) In this case the incoming RF signal extends beyond this time and other incoming signals will only be decoded if they are sufficiently above the receiver threshold set by the original signal.

(参考：質問信号に対してATCトランスポンダが動作する時間の詳細)

Table M-1. Relevant times for transponder occupancy

		Mode A/C	Intermode	Mode S short	Mode S long
a)	Interrogation				
a1)	signal duration	8.8 μs 21.8 μs	10.8, 11.6 μs 23.8, 24.6 μs	19.75 μs	33.75 μs
a2)	reference ^b	8 μs 21 μs	11.6 μs 24.6 μs	4.75 μs	4.75 μs
b)	Transaction events^a				
b1)	reply delay	3 μs	128 μs	128 μs	128 μs
b2)	reply duration	20.75 μs	64 μs	64 μs	120 μs
b3)	transaction cycle: reply	23.75 μs	192 μs	192 μs	248 μs
b4)	transaction cycle: no reply			15 μs	29 μs
c)	Dead time	up to 125 μs	up to 125 μs	up to 125 μs	up to 125 μs
d)	Suppression				
d1)	signal duration	2.8 μs	—	19.75 μs	33.75 μs
d2)	reference ^b	2 μs	—	4.75 μs	4.75 μs
d3)	suppression interval	35 μs	—	—	—
e)	Recovery				
e1)	single pulse, interference	up to 15 μs ^c	up to 15 μs ^c	up to 15 μs ^c	up to 15 μs ^c
e2)	interrogation not eliciting a reply	—	—	45 μs	45 μs

Notes:
a) Starting at reference.
b) Timespan from the beginning of the signal.
c) Depending on the signal amplitude beginning at the trailing edge of the signal (last pulse).
d) Additional suppression can be caused by other onboard transmitters via the suppression bus, e.g. ACAS and DME. A typical suppression duration is 70 μs.