

航空・海上無線通信委員会報告(案) 概要版

「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
航空監視システム作業班

平成25年9月13日

審議事項及び審議経過

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。

審議経過

- 平成25年4月15日 航空・海上無線通信委員会（第9回会合）
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。
- 平成25年5月15日 航空監視システム作業班（第1回会合）
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。
- 平成25年6月24日 航空監視システム作業班（第2回会合）
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。
- 平成25年9月5日 航空監視システム作業班（第3回会合）
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を取りまとめた。
- 平成25年9月13日 航空・海上無線通信委員会（第10回会合）
WAMシステムの無線設備に関する技術的条件に関する委員会報告案を取りまとめた。(予定)

審議の背景及び概要

- ・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。WAMシステム※は、当該運用を実現する有効な監視システムであり、各国においても導入が進められている。

※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複数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、航空機の位置を算出する監視システム。

- ・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(二次監視レーダー)、航空機衝突防止装置(ACAS)等の通信においても使用される。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との間の通信に対して、WAMシステムが影響を及ぼすことが懸念される。
- ・WAMシステムが他の航空監視システムに及ぼす影響を考慮し、航空機の適切な電波環境を確保する目的から、今般、国際民間航空機関(ICAO)において、来年11月に国際民間航空条約の第10付属書(ANNEX10)の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。

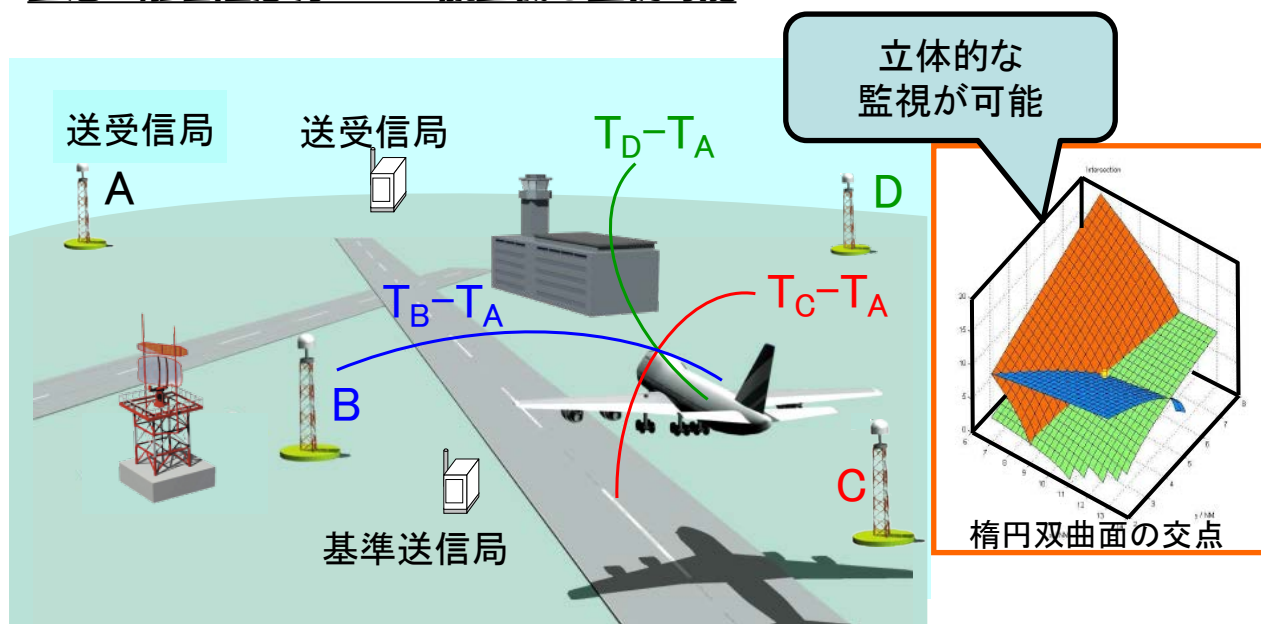
広域マルチラレーション (WAM) システムについて

- ・WAMシステムは、空港面を監視するマルチラレーション (MLAT) システム※1と同じ動作原理により、空港周辺の空域を高精度に監視するシステムであり、各国で導入が進められている。
- ・一方、WAMシステムは、監視対象が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影響を及ぼすことが懸念される。
- ・そのため、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、ANNEX10の改訂が行われる見通しである※2。
- ・今般、ICAOの検討状況を踏まえ、我が国において、WAMシステムの技術的条件を整理する。

※1 MLATシステムの詳細は参考1に記載。

※2 ANNEX10では、信号検出の時刻差から航空機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るため、ICAOにおける改訂はMLATシステムの改訂として行われる。ICAOにおける改訂に向けた検討内容は参考2に記載。

➤ 空港に離着陸態勢にある航空機も監視可能



同時に平行進入・出発の
低視程時等での航空管制が可能

一空港における
離発着数を
増加可能

物理的には成田空港の離発着数を現行の22万回/年から最大30万回/年に増加可能。

WAMシステムの技術的条件（案）の概要

- ・WAMシステムは、空港周辺を飛行する航空機の位置等を把握するため、必要に応じて、航空機に搭載されるATCTランスポンダに向けて質問信号を送信し、ATCTランスポンダからの応答信号を受信する。ATCTランスポンダはSSR(二次監視レーダー)やACAS(航空機衝突防止装置)等との通信を随時行うことにより、安全運航を実現させているため、それらの通信を行う航空機の電波環境を適切に確保する必要がある。
- ・このため、①WAMシステムがATCTランスポンダを占有する時間を制限する必要と、②WAMシステムの質問に回答するATCTランスポンダの数を最小限に抑える必要がある。これらの点を踏まえ、以下の通り技術的条件を検討した。

基準項目	基準内容
1. ATCT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ATCTランスポンダが占有される時間は、当該ATCTランスポンダが動作しているいかなる時間間隔においても2%以上にならないこととする。
2. ウィスパークア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(ACAS)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(ACAS Iに特化した条件を除く。)とする。

(注) モードA/Cに関する説明は参考3に記載。また、ウィスパークアウト質問方式及び抑圧パルスSに関する説明は参考4に記載。

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

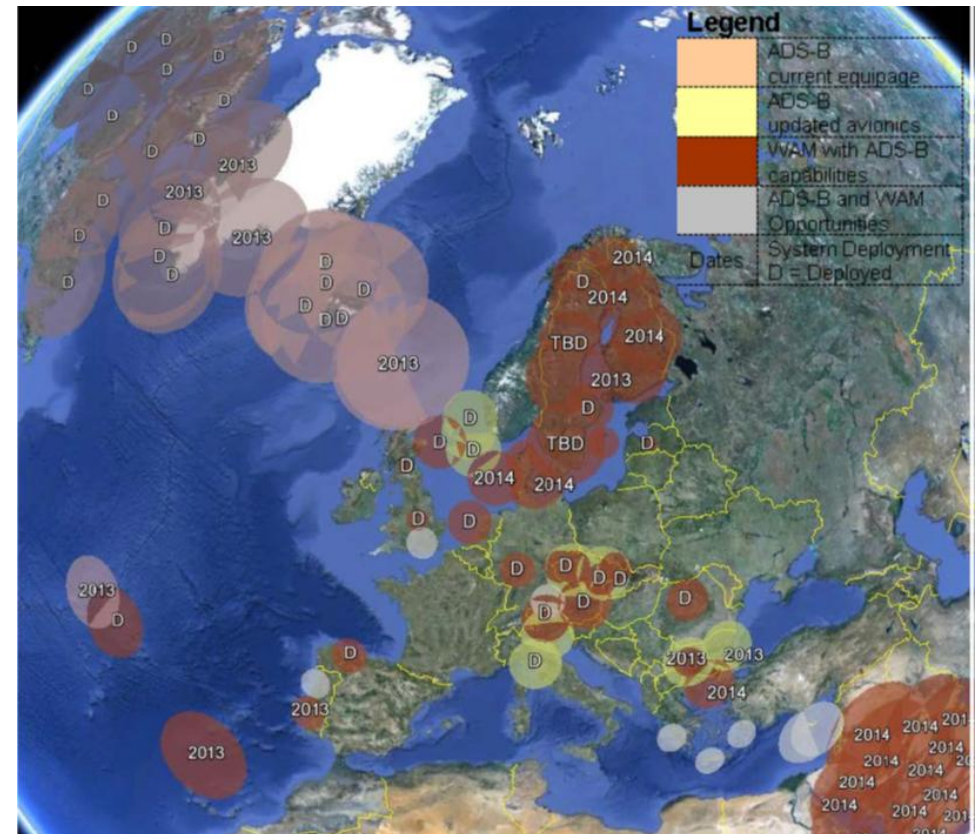
WAMシステムは前述したとおり世界的に導入が進められている。諸外国におけるWAMシステムの主な導入状況をアプリケーション(監視対象)毎に以下に示す。

① 空港周辺(参考: 覆域~80NM程度)

- ・ヴィトーリア空港(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)
 - ・ウイントフック空港(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)

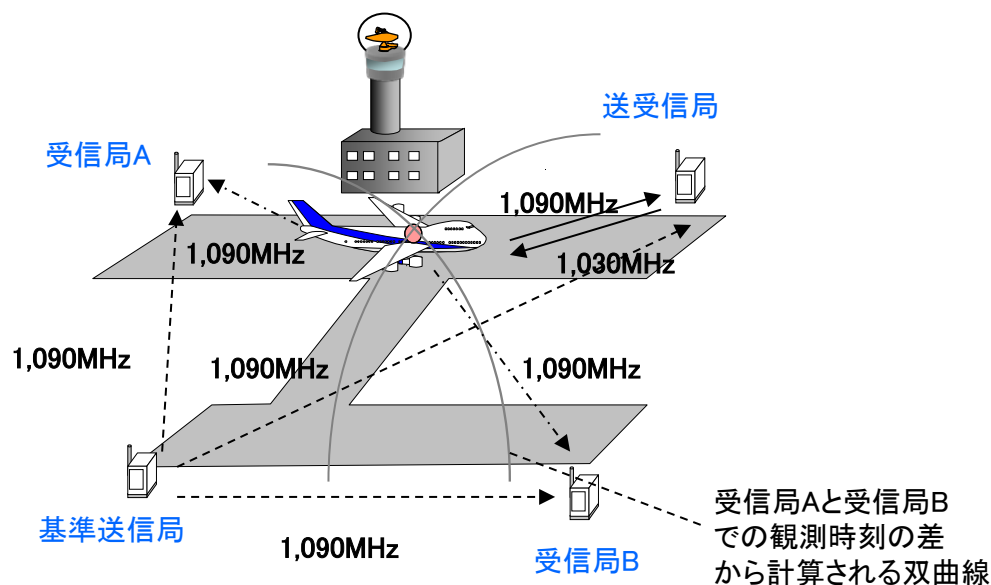
- ・オーストリア
- ・チェコ共和国



(参考1) マルチラレーション (MLAT) システムについて【平成21年12月に制度化済】

- ・これまで、空港面の航空機等を監視するために、管制塔からの目視や、準ミリ波による空港面探知レーダー(ASDE)を使用していたが、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(ブラインドエリア)が発生することが課題であった。
- ・MLATシステムはこれらの課題を克服するものであり、各国で開発・評価が進められてきた。
- ・これらの状況を踏まえ、平成20年12月に開催されたICAO ASP-WGW会合において、ANNEX10に、MLATシステムの規格として、「Multilateration Systems」が新しく追記された。
- ・ICAOの検討結果を踏まえ、我が国において、MLATシステムの技術的条件が整理された。現在、MLATシステムの導入が進められているところ。

➤ 空港面に存在する航空機等が監視対象



【MLATシステムの動作原理】

航空機のATCトランスポンダから平均1秒間隔で送信される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信号。)や応答信号を3か所以上の受信装置で受信。

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。

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。

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

(参考2) ANNEX10のWAMシステムに係る改訂に向けた主な検討内容及び電波法関係規程への反映に対する考え方

ICAOにおける改訂に向けた主な検討内容	電波法関係規程への反映に対する考え方
<p>○MLATシステムによるATCTランスポンダ占有率の明確化</p> <p>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。</p> <p>現在の規定では、当該システムが送信する質問はATCT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、適用する時間間隔に依存して変化するため、今回、いかなる時間間隔においても2%を超えてはならない旨の明確化が図られた。</p>	<p>比較検討の結果、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、いかなる時間においてもトランスポンダの動作時間の2%を超えてはならない旨の記載とはなっていないことから、無線設備規則に反映する。</p>
<p>○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】</p> <p>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ATCT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、捕捉スキッタ信号を利用して初期捕捉が可能であることから、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。</p>	<p>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。</p>

(注) 2015年のICAOにおいてANNEX10第88改訂が行われる予定であったが、WAM以外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、2016年にANNEX10第89改訂として行われる見通し。

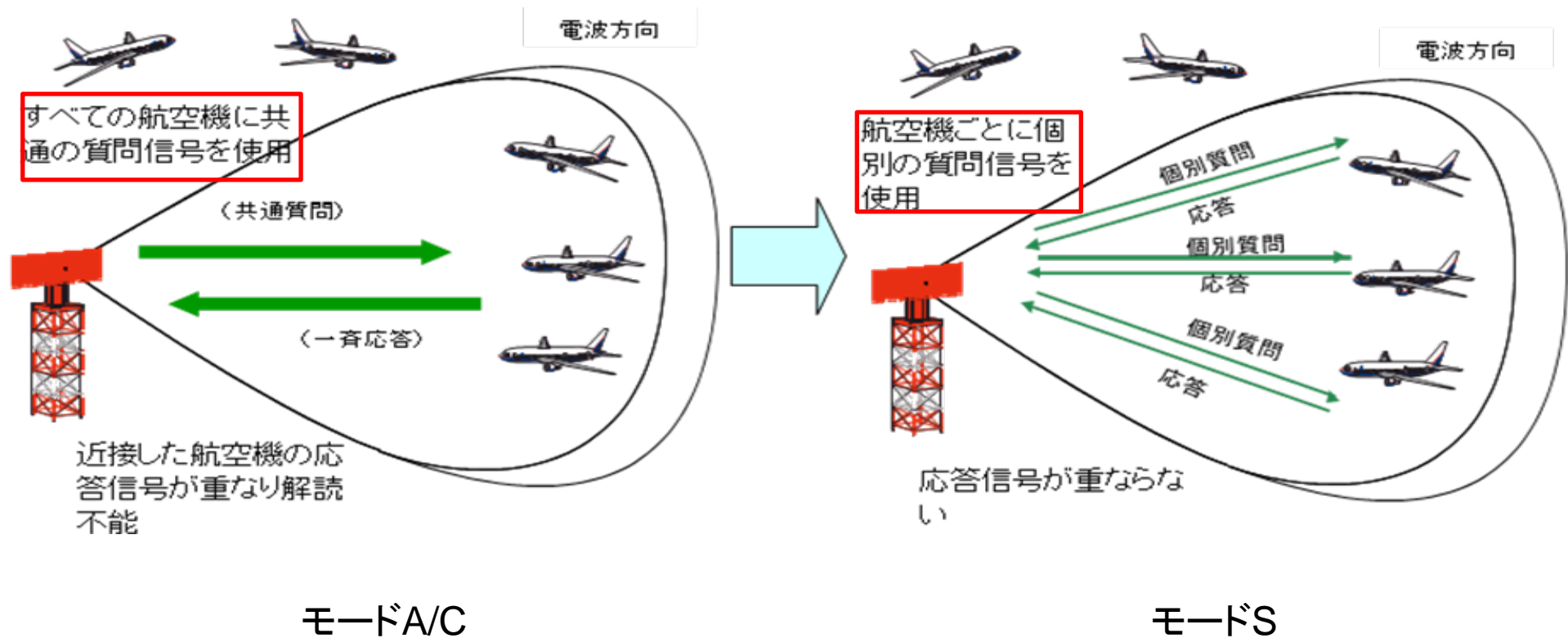
(参考3) ATCTランスポンダが送信もしくは受信する信号のモード

ATCTランスポンダが送信もしくは受信する信号のモードは以下の3種類がある。

モードA: 航空機の識別情報を取得

モードC: 気圧高度情報を取得

モードS: 航空機の固有アドレス情報を取得 (モードS対応ATCTランスポンダは常に自発的に捕捉用スキッタ信号を平均1秒間隔で発射する。)

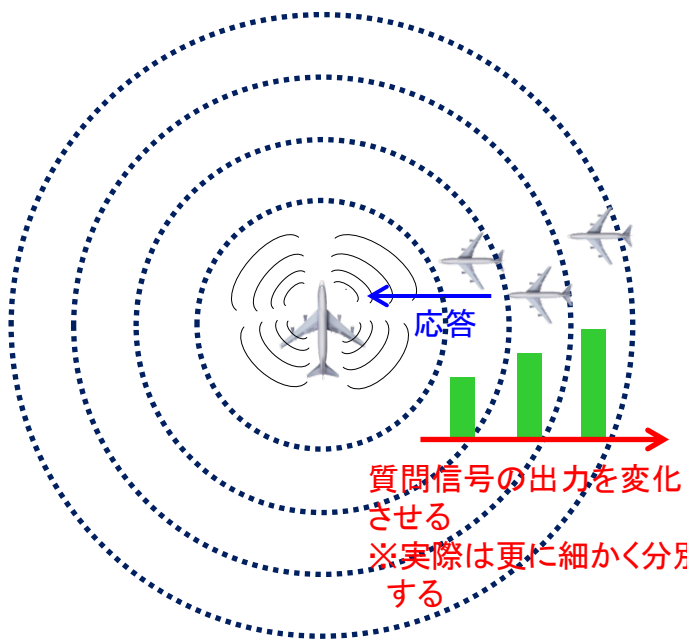


(参考4) ウィスパーシャウト質問方式のWAMシステムへの適用について

無指向性であるWAMシステムが周辺のモードA/Cトランスポンダ搭載機を検出する際に、質問を送信した場合、付近にあるすべての航空機が一斉に応答を返す特性があることから、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。そのため、作業班において、軽減策として有効な、航空機衝突防止装置(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。)に関して、電波法関連規定の検討の必要性について提案があり、その有効性から、電波法関連規程においてACASと同様に反映することとなった。ウィスパーシャウト質問方式のイメージは以下を参照。

【ウィスパーシャウト質問方式について】

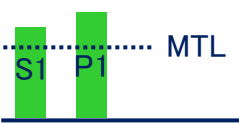
航空機衝突防止装置(ACAS)が、周辺のモードA/Cトランスポンダ搭載機を検出する際に、質問パルス(P1,P3)と抑圧パルスSの送信出力を制御することで、これらの周辺機を距離別に分別して応答を正しく受信できるようにする方式。(無指向性空中線で通常のモードA/C質問を送信すると、全ての航空機から一斉に応答信号が返ってきて、信号干渉(重畳)により判別が困難となる。)



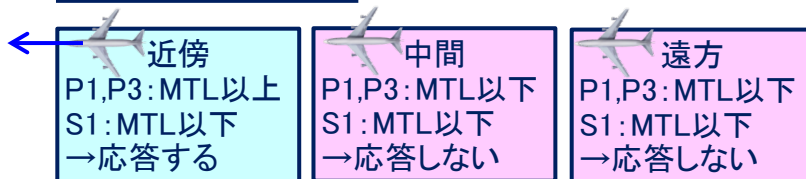
ポイント1
P1とP3が最小トリガレベル(MTL)
以上の場合には質問に応答する



ポイント2
SとP1が最小トリガレベル(MTL)
以上の場合には質問に応答しない



○近傍の航空機からのみ応答を得る場合



○中間の航空機からのみ応答を得る場合



○遠方の航空機からのみ応答を得る場合

