

13. ASAS とその信号環境の概要

電子航法開発部

※小瀬木 滋、古賀 禎

1. はじめに

航空機間隔維持支援装置 (ASAS : Airborne Separation Assistance System) は、パイロットに周辺空域の交通情報を提供し、航空機の安全間隔維持を支援する装置である。将来の航空交通管理により安全かつ効率的な航空機運用を実現するため、パイロットと管制官による交通情報の共有が提案されている。ASAS は、これを実現する手段になると期待されている。

本稿では、最初に、国際民間航空機関 (ICAO : International Civil Aviation Organization) がまとめた ASAS サーキュラー[1]や RTCA による ASAS システム構成の説明[2]を紹介する。ASAS サーキュラーには、ASAS 概念、構成、運用方式の可能性、技術的な課題について概要がまとめられており、特に、航空機衝突防止装置など他の航空機システムとの関係に重点的な記載がみられる。

次に、ASAS 性能を決定する運用環境の一つとして、ASAS 用データリンクチャネルの信号環境に関する研究の概要を示す。当研究所では、初期の ASAS 用データリンクとして 1030/1090MHz 帯域を想定し、信号環境測定のための飛行実験を実施した。本稿では、実験中に観測された異常な信号発生について事例を紹介し、ASAS 性能への影響を概説する。

2. ASAS の概要

ASAS サーキュラーにおいて、ASAS とその応用は次のように定義されている。

ASAS : An aircraft system based on airborne surveillance that provides assistance to the flight crew supporting the separation of their aircraft from other aircraft.

ASAS application : A set of operational procedures for controllers and flight crews that makes use of an Airborne Separation Assistance System to meet a defined operational goal.

ASAS がパイロットに与える支援の内容は、周

辺の航空交通状況に関するものに限定される。また、安全間隔を維持するためのアドバイスをパイロットに提供可能にすれば、自動化された判断支援情報を提供できる ASAS になり得る。

乱気流など航空機の安全を脅かす多様な障害が知られているが、周辺を飛行する航空機以外は ASAS の目的対象外である。

ASAS と ACAS は、使用目的が異なるため、独立性が必要である。ASAS は、通常の航行時に使用する監視装置である。一方、ACAS は、航空管制や ASAS など、通常の航行時に使用される安全確保手段のバックアップとなる警報装置である。このため、ASAS には、ACAS と異なる原理による監視手段や異常接近検出アルゴリズムが求められている。

ACAS 監視には二次レーダ方式が使用されているため、ASAS には ADS-B/TIS-B (Traffic Information Service - Broadcast) 監視方式の使用が提案されている。ASAS の応用目的によっては、ACAS より広い覆域が求められるため、ACAS より多数の航空機が相互監視することになる。このときの信号発生量は、二次レーダ方式より ADS-B など放送型データリンクを使用する方が軽減され、信号環境改善にも効果がある。

ASAS には多様な運用方式が提案されている。その分類は、PO-ASAS (Principals of Operation for ASAS) [3]としてまとめられている。

3. ASAS と関連機器の構成

ICAO サーキュラーの ASAS 概念によるシステム構成案を図 1 に示す。ICAO サーキュラーにおいては、ASAS の入力として提案があったもの全てを記載しており、操作盤や監視情報源の他に、周辺の航空機や管制官との通信手段も情報源になる可能性がある。

RTCA による具体的な解釈案[2]を図 2 に示す。RTCA による ASAS MOPS (Minimum Operational Performance Standards : 最小運用性能規準) の作成は、ASAS の応用としてパイロットの空域状況

認識支援に限定した基本的なものから順次行われる予定である。このため、応用概念を開発段階にある通信装置との接続は省略されている。

RTCA は、各種の航空機搭載監視装置関連の規格作成を開始するにあたり、図2を用いてこれらの関係を説明している。ASASやADS-Bは、RTCAがいうASA (Airborne Separation Assurance) systemの一部としてとらえられ、次のように整理されている。

ASA system	監視情報処理と通信媒体全体
ADS-B/TIS-B	監視用の通信媒体
ASAS	監視情報受信処理と応用処理
STP	監視情報送信処理

RTCAの解釈は、通信装置との接続が省略されていることを除き、ICAOサーキュラーの意図する構成と矛盾がないことが確認されている。

一方で、ADS-BにはASAS以外の応用も存在する[4]ため、RTCAはADS-Bの応用や実装方式についての一般的なガイドライン[5]も定めた。

4. ASASの運用と性能要件

ICAOでは、SCRS (Surveillance and Conflict Resolution Systems) パネル会議がASASの性能要件を検討している。この会議では、パイロットや管制官など空域運用や航空機運用に基づいた運用要件から性能要件を決める方針である。

ASAS運用方式には、多様な提案があり、相互の情報交換が進められている[3,6]。さらに、その成果をもとにASASの運用や性能に関する要件の検討がASAS-RFG (Requirement Focus Group) [7]にて進められている。

RTCAは、既にADS-B MASPS (Minimum Aviation System Performance Standards) [8]を発表しているが、その後も研究が進められ、性能要件に関する新しい概念も追加された。このため、ADS-B MASPSの航空機搭載装置に関する部分については、ASAS運用方式の研究に基づいた再検討が進められている。検討結果は、ASA MASPSとして発表される予定である[2]。

図2のASA systemの部分の性能については、運用要件に対応した航空機間隔維持能力レベルACL (ASA Capability Level) が定義される。ACLは、受信側のASASのみでは満たされないことは明らかであり、送信側の性能も規定する必要があ

る。送信品質レベルTQL (Transmit Quality Level)はこの目的で定義された。また、これを満たす送信情報処理サブシステムとしてSTP (Surveillance Transmit Processing) が定義された。

ASASの性能は、ASAS入力情報の品質の影響を受ける。ASAS入力情報の内、相手機監視情報の品質は、上記のTQLと監視用データリンク性能により決まる。データリンク性能は、送受信機の性能、信号環境、伝搬路特性などにより決まる。

現在、各国で、実現可能なADS-B性能の予測や実験による評価が実施されている。

5. 信号環境に影響する現象

当研究所では、ASAS性能に影響する運用環境の一つとして、信号環境の予測手法を研究している。将来の運用環境で実現可能なASAS性能の予測には、信号環境予測が必要である。

これまでの信号環境予測では、機器の理想的な動作状況を想定していた。しかし、飛行実験では、サイドローブ抑圧 (SLS : Side Lobe Suppression) 動作がマルチパス干渉により不完全になる事例など、想定外の機器動作が信号発生を倍増させる現象が明らかになった[10]。2003年12月の飛行実験では、さらに、次の事例が観測された。

- ・ SLSを使用しない広域監視IFF
- ・ トランスポンダの応答モード誤り
- ・ 気象レーダなど強力な一次レーダの干渉

トランスポンダの応答モード誤り事例を図3に示す。この例は、SSRモードS三国局から送信されたMode A only All Callに対し、実験用航空機のモードSトランスポンダが無応答にすべきところをモードA応答した信号波形である。

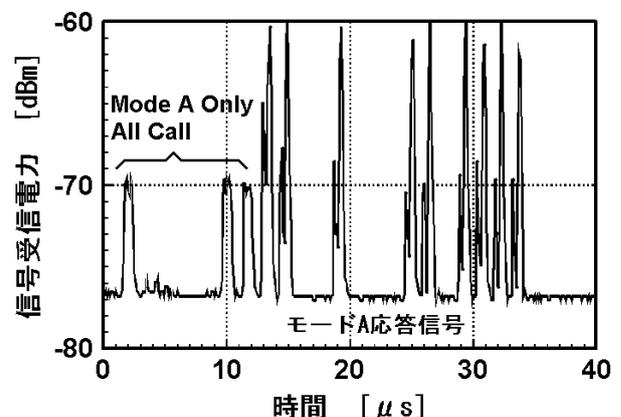


図3 モードSトランスポンダの応答誤り

図3の例の質問信号が十分な電力で受信された場合、モードSトランスポンダが応答してはならないことが国際標準[11]に規定されている。しかし、MTLの下での電力範囲については、国際標準においても質問・応答モードの対応を厳密に規定していない。

3機種4台のモードSトランスポンダをベンチ試験した結果、トランスポンダのMTL (Minimum Triggering Level) から下約3dBの範囲の質問信号に対して、全機種が質問モードに対応しない応答動作をすることを確認した。

MTLからその下3dBの範囲の信号電力は、SSRなどの覆域限界からその約1.4倍の距離までに対応するため、覆域以上の体積内にあるモードSトランスポンダが不要な応答信号を送信する可能性があることを示している。

モードSトランスポンダを含めATCトランスポンダの応答信号は、ADS-Bの候補であるモードS拡張スキッタ信号と1090MHzチャンネルを共用する。モードS拡張スキッタの使用が予想される初期のASASについて、この現象による干渉の増加が監視性能に与える影響が懸念される。

また、この現象は応答信号送信後のデッドタイムにある確率を増加させるため、SSRモードSやACASの監視性能にも影響する。

6. 今後の課題

当研究所では、信号環境シミュレーションソフトウェアを開発中である。より現実的な予測値を得るためには、飛行実験により観測された機器の異常動作が信号環境に与える影響を考慮する必要がある。

これまでに、マルチパス干渉によって発生したSLS動作不良による影響も表現できる信号環境予測手法を開発した[10]。しかし、今回報告した応答モード誤りは、モードSトランスポンダによるモードA/C応答信号の発生量に大きく影響すると予想され、配慮する必要がある。

今後は、これらの機器動作異常やSLS仕様が異なる機器の影響も調査する予定である。

7. まとめ

本報告では、国際的に合意がまとまりつつあるASASの概要と、その性能に影響する運用環境の

一つである信号環境の研究状況について紹介した。飛行実験では、信号環境に大きく影響する現象が観測され、今後の信号環境予測にて考慮すべき事項に追加された。

謝辞

飛行実験に際して東洋通信機(株)および(株)TIKに機器製作に関する協力を得ました。実験用航空機の運航には、共立航空(株)と(株)ジャムコの協力を得ました。また、モードSトランスポンダのベンチ試験の一部は、(株)ジャムコの協力により実施されました。関係各位に感謝申し上げます。

参考文献

- [1] ICAO SCRSP/WG-A ASAS-SG: "Draft ASAS Circular" version 2.1, March, 2003
- [2] Carpenter: "ASA, ASAS, ADS-B and STP", ICAO SCRSP/WG-A, WGA/6-229, November 2003
- [3] <http://www.eurocontrol.int/care/asas/documentation/po-asas71.pdf>
- [4] <http://www.eurocontrol.int/care/asas/documentation/care-asas-a5-02-040.pdf>
- [5] RTCA SC-186: "Development and implementation planning guide for Automatic Dependent Surveillance Broadcast (ADS-B) applications", RTCA/DO-249, October 6, 1999
- [6] http://www.eurocontrol.fr/Newsletter/2003/March/ASAS_TN/Launch_of_the_ASAS_Thematic_Network.htm
- [7] http://www.eurocontrol.be/care/asas/careasas_activities.htm
- [8] RTCA SC-186: "Minimum Aviation System Performance Standards for Automatic Dependent Surveillance Broadcast (ADS-B)", RTCA/DO-242 February 19, 1998
- [9] Ozeki: "Transponder anomalies observed with airborne waveform measurement", ICAO SCRSP WG-A, WGA/6-220, November, 2003
- [10] 小瀬木: 「1030MHz帯の電磁信号環境予測手法の開発」、電子航法研究所研究発表会、H15.6
- [11] ICAO: "ANNEX-10", vol. IV, 2000
- [12] 小瀬木: 「搭載用航空機間隔維持支援装置 (ASAS) の概要」、第41回飛行機シンポジウム、平成15年10月

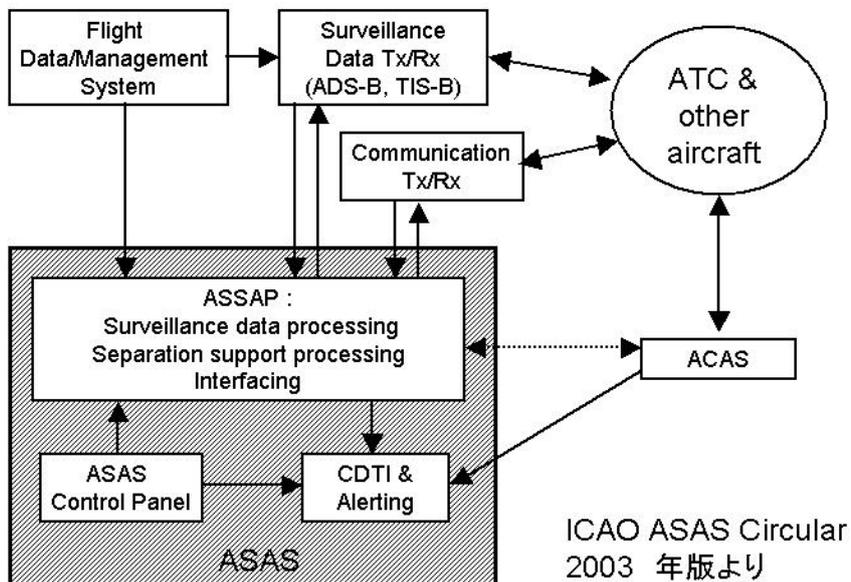


図1 ICAOのASASサーキュラーによるASASの構成

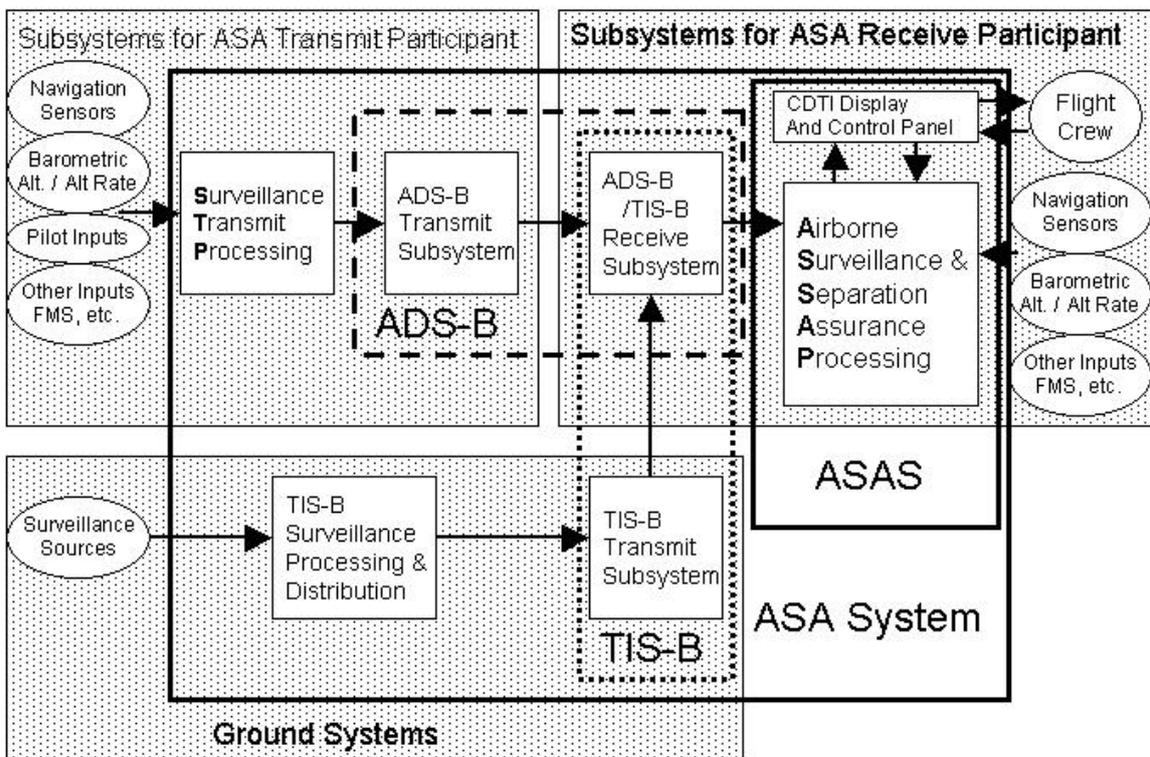


図2 RTCAによる航空機搭載監視システムの構成要素の関係