

## 11. ASAS 関連機器の研究動向と要件追加の提案

機上等技術領域 小瀬木 滋

### 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 ATM 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。

ASAS の構成要素や接続される関連機器の機能や性能の要件は開発段階であり、実現のために必要な技術的課題が明らかになりつつある。

本稿では、当研究所が国際民間航空機関（ICAO：International Civil Aviation Organization）他に提案し合意された ASAS 関連機器構成案を紹介するとともに、最近の研究開発動向を報告する。さらに、ASAS の応用に重要な性能要件について不備の可能性を指摘し、有用性、連続性等に加えて不連続性要件の追加を提案する。

### 2. ASAS の概要

ICAO では、パネル会議ごとに異なる観点から ASAS が検討されている。このため、ASAS 概念の不整合が ICAO 内部でも指摘される場合があるが、本稿では SCRS（Surveillance and Conflict Resolution Systems）パネル会議がまとめた ASAS サーキュラー案[1]の定義に従う。

**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、周辺航空機以外は ASAS の対象外である。

図1に示すように、階層的異常接近防止を配慮する必要がある。通常は、ATM による間隔設定（Separation Provision）が異常接近を未然に防止する。ATM による間隔設定は、事前の飛行予定管理と飛行中の管制間隔付けにより実現される。飛行中の間隔付は航空機の位置関係監視を必要とし、ASAS によるパイロット支援など機上監視応用 ASA（Airborne Surveillance Application）は、SSR 等による管制官支援など地上監視応用 GSA（Ground Surveillance Application）とともに、ATM 運用を円滑にすると期待されている。

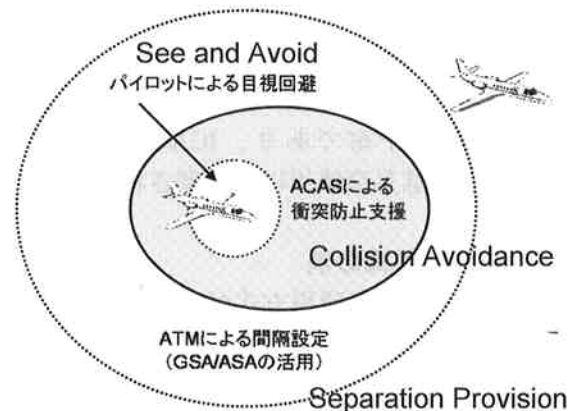


図1 異常接近防止手段の階層構造

既存の航空機衝突防止装置 ACAS（Airborne Collision Avoidance System）は、通常運用では防ぎきれなかった異常事態に対応するバックアップの警報装置である。ACAS と ASAS が異なる階層にて有効に機能するためには、同時に障害を発生させない独立性が必要である。

### 3. ASAS と関連機器の構成

前述の独立性を実現するため、ASAS には、既

存の ACAS と異なる原理による監視方式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、ADS-B (Automatic Dependent Surveillance - Broadcast) や TIS-B (Traffic Information Service - Broadcast) 監視方式が ASAS に提案されている。

ADS-B は、被監視航空機が搭載航法装置から得られる位置や速度等の情報を放送する方式である。また、TIS-B では地上の SSR 等監視装置から得た航空機監視情報を放送する監視支援方式である。監視者となる航空機は、これらの放送を受信して周辺の航空交通情報を得る。

ASAS の応用目的によっては ACAS より数倍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場合が想定される。このときの信号発生量は、航空機数のほぼ自乗に比例する二次レーダ方式より航空機数に比例する 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。

ICAO/SCRSP は RTCA による具体的なシステム構成案[2]をもとに、ICAO サーキュラー案[1]との整合性や ASAS の技術的課題を議論した[3]。その後、ASAS-RFG (Requirement Focus Group) [4]等における最新の討議結果に基づくシステム構成図の改定を当研究所から提案し[5]、図2のように合意された。この図は、ICAO の ASAS 関連技術文書に採用予定であり、ICAO, EUROCAE, RTCA などの意見交換用にも提案された。

#### 4. ASAS 応用方式の例

ASAS には多様な運用方式が提案され、その分類は PO-ASAS (Principals of Operation for ASAS) 報告書[6]にまとめられている。ASAS-RFG でもこの分類に従い、表1のような ASAS 応用方式の定義や要件を検討している。

表1 ASAS-RFG にて検討中の ASAS 応用

応用名称	概要
ATSA-VSA	着陸経路目視間隔付け支援
ATSA-AIRB	飛行中の交通状況認識向上
ATSA-ITP	洋上航空路高度変更支援
ATSA-SURF	空港面相互監視支援
ASPA-S&M	合流間隔付け支援と通信改善

航空交通状況認識 ATSA (Airborne Traffic Situational Awareness) に分類される応用は、パイ

ロットに周辺空域の監視情報を ASAS により提供し、交通状況の誤認防止と管制指示実現状況の確認手段を与える。ATSA に分類される応用は、運用方式変更が軽微で早期実現が期待される。

ASPA (Airborne Spacing) に分類される応用は、ATSA の運用効果に加えて監視情報の共有を前提とした管制通信方式の改良も考えられる。このため、通信作業負荷軽減効果も期待され、パイロットのみならず管制官の業務も改善できると期待されている。

これらの応用により、安全性と効率の両方の改善が期待されている。具体例として、UPS 社が実験中の CDA (Continuous Descent Arrivals) 運用方式への ASPA-S&M 類似応用の導入がある。CDA は、巡航状態から着陸までエンジンをアイドル状態にするため、空港近傍の騒音低減や燃料節約効果が報告された[7]。例を表2に示す。CDA 成功率向上のためには、着陸進入経路や航空路にて順序づけと間隔設定を的確に実現し維持する必要がある。今後の実験では、ASPA-S&M 応用と類似の ASAS 応用により、間隔付け修正等のための管制指示を減少させ、通信作業負荷を軽減するとともに、管制間隔維持能力向上による円滑な交通流の実現と DCA 成功率向上を目指している。

表2 CDA 運用の効果(2004年試行結果)

騒音	6dB 低減
NOx 放出	3000ft 以下にて 34% 減少
燃料消費	飛行あたり 250~465 ポンド節約 22000 飛行の 80% に CDA 運用が成功すると 880,000 ガロンの節約

PO-ASAS が Airborne Separation や Airborne-Self Separation に分類する応用は、限定的ではあるが、管制間隔付け Separation の責任を管制官から航空機側に委譲する。このため、ATSA や ASPA より実現までの技術的課題や法的課題が多いが、長期的課題として検討が進められている[8]。

#### 5. ASAS 要件の検討状況

ASAS を研究する団体相互の情報交換が進められている[6,9]。さらに、その成果をもとに ASAS の応用や性能に関する要件の検討が ASAS-RFG にて進められている。ASAS-RFG は、当初、FAA / EUROCONTROL 共同研究プロジェクトであったが、日豪露など参加国も拡大され、

RTCA/EUROCAE 共同プロジェクトやICAO規格化討議の事前調整的な意味も持つようになった。2007年までに ATSA や ASPA の中で比較的現実的な応用のための ASAS 要件を検討し、その後も検討継続が期待されている。

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きている。2006年には、ICAO の組織改編に伴い AS (Aeronautical Surveillance) パネル会議に監視装置関連業務が引き継がれた。今後とも運用関連パネル会議や ASAS-RFG の成果を取り入れながら作業が進められる。

RTCA/SC-186 会議は ASAS MOPS (Minimum Operational Performance Standards : 最小運用性能規準) を作成中であり、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。ASAS MOPS は、図2の STP と ASSAP に関する規格を予定したが、ADS-B 監視情報の管制への応用が ASAS より先に実現される見込みであるため、現在は STP を独立させた規格案を作成中である。

### 6. 性能要件とその課題

ICAO/SCRSP における討議では、気圧高度情報源やモード S トランスポンダなど、ACAS/ASAS 共通構成要素の信頼性がこれらの独立性に影響することが指摘されている。

2006年3月の ASAS-RFG では、機上と地上の監視情報の質の差が指摘された。地上より被監視航空機に近い機上の監視情報の更新頻度が高いが、応用定義では地上の監視能力を配慮した。

同会議の ASAS 運用障害分析(OHA: Operational Hazard Analysis) にて監視情報のインテグリティ検証の必要性が指摘された。故意または故障による誤情報の ADS-B 送信など ADS-B と SSR の監視情報に差がある場合について、ASA/GSA 両分野とも例外処理の検討が必要である。

各国の ADS-B 運用試験では、監視情報途絶による障害も報告された。図2に示したように、ASAS 出力である CDTI (Cockpit Display of Traffic Information) の表示情報は、被監視航空機の航法装置から伝送され、必要な処理をして得られる。信号干渉等により、GPS-L1 航法情報が途絶し再捕捉が遅延する事例はよく知られている。結果と

して、監視情報が数分間途絶した事例もある。

監視性能要件にも有用性 (Availability) や連続性 (Continuity) が規定されるが、これらの概念は監視情報途絶後の復旧時間を保証しない。監視システムの応用においては監視情報の長期途絶が応用実施を著しく阻害するため、応用目的に応じて最大途絶時間を制限する不連続性要件の開発について検討が必要である。

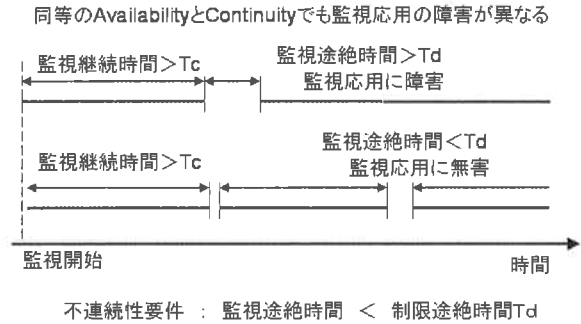


図3 不連続性要件による障害防止

### 7. 今後の課題

ASAS の標準化は、ASAS-RFG や ICAO において次の手順で進められる。

- ・ 利用者の要求を基礎に運用方式開発
- ・ 各運用方式に共通な性能要件抽出
- ・ 国際的共用性に必要な最小要件の規格化

ASAS 要件の実現可能性の検討には、航法データリンクや監視データリンクの性能に影響する運用環境として信号環境を知る必要がある。当研究所では、ASAS 監視用データリンクの信号環境の研究[10]に加え、航空無線航法業務 (ARNS: Aeronautical Radio Navigation Service) 周波数帯域の信号環境測定と予測手法を研究している。

信号環境の調査は、諸外国でも課題とされている。米国は、モード S 拡張スキッタ方式の ADS-B/TIS-B 運用性能予測に必要な 1090MHz 信号環境の調査を主要空港近傍にて開始した[11]。

### 8. まとめ

本報告では、ASAS やその応用の概要と、その技術的課題について紹介した。特に、ICAO/SCRSP 会議で合意されたシステム構成図を紹介するとともに、信号干渉等による長時間の監視中断を制限する性能要件として不連続性概念の導

入検討を提案した。

**謝辞**

本稿の主たる情報源である ASAS-RFG 会議への参加は、航空局のご協力により実現されました。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] K. Carpenter: “ASA, ASAS, ADS-B and STP”, ICAO SCRSP/WG-A, WGA/6-229, November 2003
- [3] ICAO/SCRSP/WG-A: “Report on Technical Issues on ASAS”, SCRSP1/WP-4, November, 2004
- [4] [http://www.eurocontrol.be/care/asas/careasas\\_activities.htm](http://www.eurocontrol.be/care/asas/careasas_activities.htm)
- [5] Ozeki : ”Additional revision of ASAS functional

- diagram in response to SCRSP1 and other comments”, ICAO SCRSP WG-A, WGA/9-10, October, 2005
- [6] <http://www.eurocontrol.int/care/asas/documentation/po-asas71.pdf>
- [7] Bob Hilb: “Dramatically Improving Arrival Operations”, UPS presentation, 2006Q1
- [8] M. Griffin: “Future steps for ASAS – EUROCONTROL ATC domain views”, ASAS-RFG, Brussels, March, 2006
- [9] [http://www.eurocontrol.fr/Newsletter/2003/March/ASAS\\_TN/Launch\\_of\\_the\\_ASAS\\_Thematic\\_Network.htm](http://www.eurocontrol.fr/Newsletter/2003/March/ASAS_TN/Launch_of_the_ASAS_Thematic_Network.htm)
- [10] 小瀬木他:「ASAS とその信号環境の概要」、電子航法研究所研究発表会、平成16年6月
- [11] FAA Surveillance Service Office, ATO-E: “Automatic Dependent Surveillance - Broadcast”, ASAS-RFG, Brussels, March, 2006

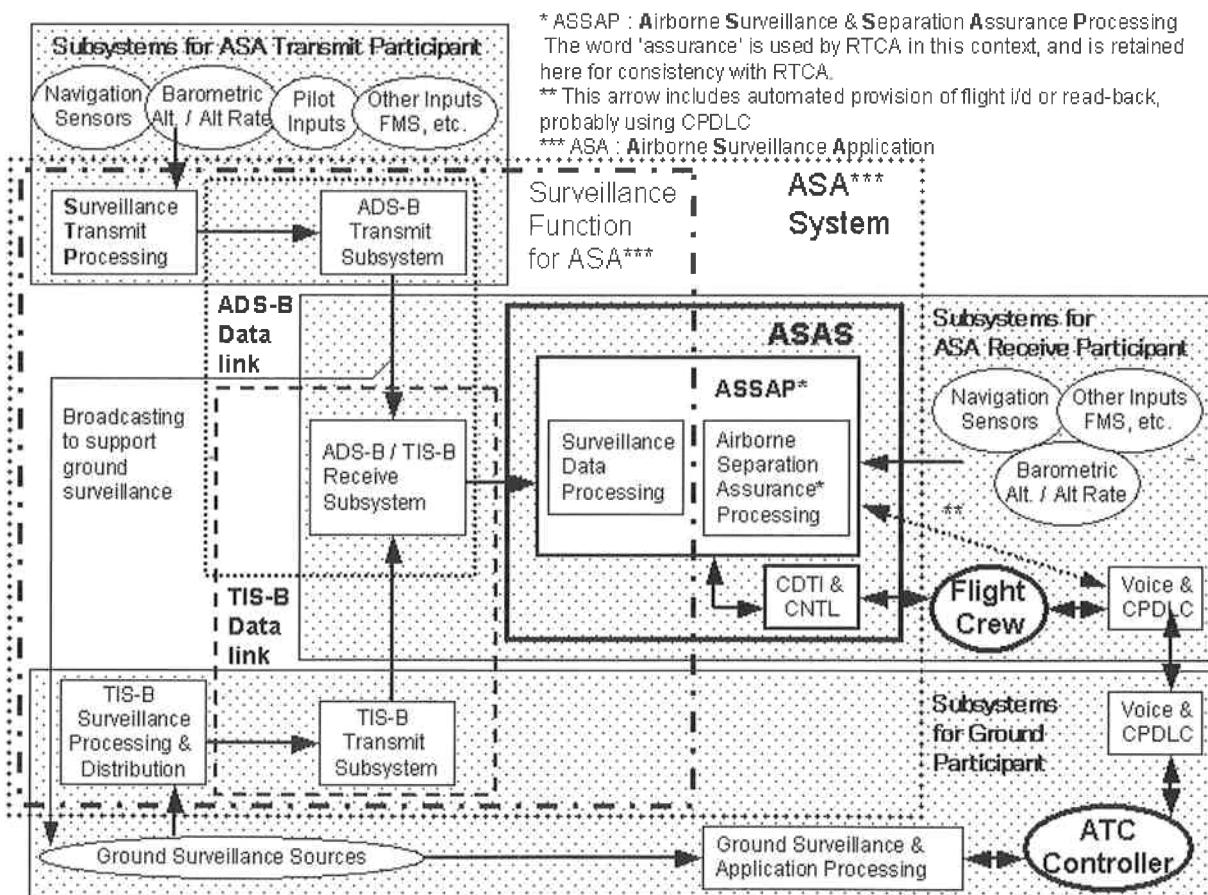


図2 ASAS 関連の航空機搭載監視システムの構成要素 (ICAO/SCRSP/ASASSG 2005年版)