

情報通信審議会 情報通信技術分科会

航空無線通信委員会

航空監視システム作業班
中間報告書
(案)

事 務 局

情報通信審議会 情報通信技術分科会

航空無線通信委員会 報告

「ADS-Bに係る無線設備の技術的条件」

(案)

平成19年7月6日版

情報通信審議会 情報通信技術分科会
航空無線通信委員会報告

「ADS-Bに係る無線設備の技術的条件」

(案)

目次

I	審議事項	1
II	委員会及び作業班の構成	1
III	審議経過	1
IV	審議概要	3
	第1章 ADS-Bの概要	3
	1. 1 審議開始の背景	3
	1. 2 ADS-Bの概要	3
	1. 3 SSRモードS拡張スキッタによるADS-Bについて	5
	1. 4 SSRモードS拡張スキッタ以外によるADS-Bについて	8
	第2章 国内外の動向	10
	第3章 SSRモードS拡張スキッタによるADS-Bに係る無線設備の技術的条件	11
別紙1	航空無線通信委員会 専門委員	12
別紙2	航空監視システム作業班 構成員	13
別 添	参考資料集	14

I 審議事項

航空無線通信委員会は、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、航空監視システムの高度化に係る「ADS-Bに係る無線設備の技術的条件」について審議を行った。

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。

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

III 審議経過

1 航空無線通信委員会

(1) 第8回会合（平成19年4月19日）

「航空監視システム及び航空無線電話システム等の高度化に係る無線設備の技術的条件」について審議を開始することとし、審議スケジュールを定めた。

また、航空監視システムの高度化を審議するため、航空無線通信委員会の下に「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検討を行うこと及び「ADS-Bに係る無線設備の技術的条件」を先行して検討することとした。

(2) 第9回会合（平成19年7月18日）

「ADS-Bに係る無線設備の技術的条件」に関する委員会報告案をとりまとめた（予定）。なお、関係者との意見の聴取の機会を設けたが、所定の期日までに意見陳述の申し出はなかった。

2 航空監視システム作業班

(1) 第1回会合（平成19年5月9日）

航空監視システムの高度化のうち先行して検討を行うこととされた「ADS-Bに係る無線設備の技術的条件」について、検討スケジュールを定めた。

(2) 第2回会合（平成19年6月14日）

「ADS-Bに係る無線設備の技術的条件」について検討を行った。

(3) 第3回会合（平成19年7月6日）

「ADS-Bに係る無線設備の技術的条件」に関する作業班の中間報告書を取りまとめた。

IV 審議概要

第1章 ADS-Bの概要

1. 1 審議開始の背景

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有効に活用されている。

このうち、航空監視システムは、航空路における管制業務に必要な航空路監視レーダーをはじめとして、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。当該システムにおいて中心的な役割を担う航空機搭載のATCTランスポンダについては、ICAO（International Civil Aviation Organization：国際民間航空機関）において、位置情報等の高度化のための標準化が国際民間航空条約第10附属書（以下、「ANNEX 10」という。）の改正により行われているところである。

以上の状況を受け、航空監視システムに係る無線設備のうちADS-Bに係る無線設備の技術的条件について、審議を行った。

1. 2 ADS-Bの概要

高度航空監視システムとして期待されるADS-B（Automatic Dependent Surveillance - Broadcast：放送型自動位置情報伝送・監視）とは、被監視者（航空機側）が自ら監視情報（識別、位置、速度、経路意図等）を多数の監視者（管制機関側）に一括送信するものであり、従来方式と比較して電波の利用効率が向上するという利点を有している。

ADS-Bのイメージ図を図1. 2-1に示す。

ADS-Bの特徴としては以下の3点が挙げられる。

- ・高性能の航法装置と組み合わせることにより、高精度かつ高信頼の監視情報が得られる。
- ・電波の有効利用が可能。
- ・高信頼の監視情報が得られるシステムが、無指向性アンテナを用いることで安価に実現可能。

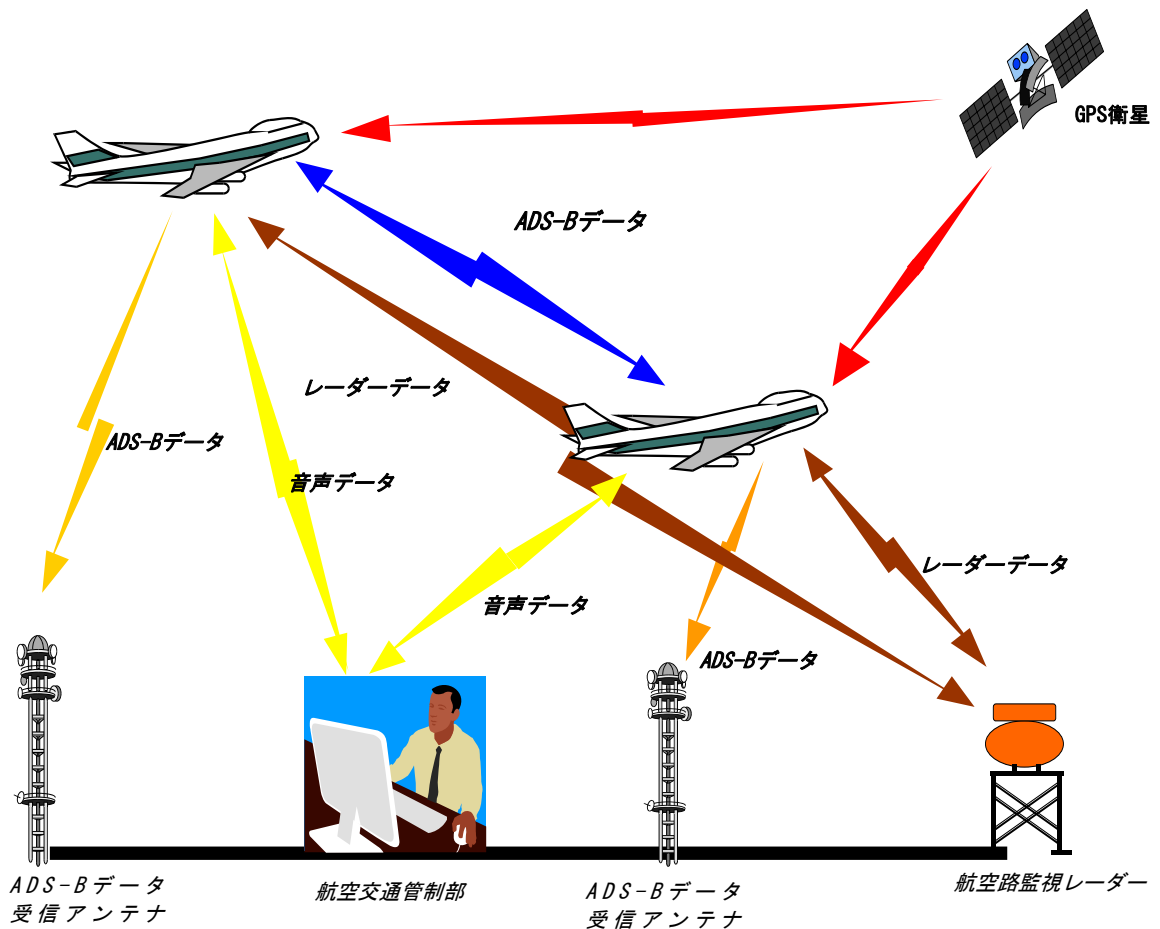


図1. 2-1 ADS-B イメージ図

なお、航空監視システムは、監視者が電波を送信する能動型と監視者が電波を送信しない受動型とに分類される。また、監視者が位置等を測定する独立型と被監視者が位置等を測定する従属型とに分類される。更に、被監視者の機器の支援がある協調型と被監視者の機器の支援のない非協調型に分類される。ADS-Bは、受動型・従属型・協調型に位置づけられるものである。

ANNEX 10では、ADS-Bの実現システムとして、以下の3種類を規定している。

- ① SSR (Secondary Surveillance Radar) モードS 拡張キット
- ② UAT (Universal Access Transceiver)
- ③ VDL (VHF Digital Link) モード4

このうち、①SSRモードS拡張スキッタによるADS-Bは、SSRモードSを具備したATCトランスポンダが広く普及しているため、無線設備の改造により比較的容易に対応が可能であるとともに、搭載航空機が我が国において就航予定であることから、先行して検討することとする。

1. 3 SSRモードS拡張スキッタによるADS-Bについて

1. 3. 1 SSRモードSの概要

SSRは、監視者（管制機関側）から質問信号（1030MHzを使用）を発射し、被監視者（航空機側；ATCトランスポンダ）から応答信号（1090MHzを使用）を受けるシステムであり、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するためのモードSに分類される。

SSRモードSは、モードA/Cに比べ以下の利点を有している。

- (1) 個別質問・応答による電波干渉の軽減
- (2) 個別質問によるATCトランスポンダの応答飽和の防止
- (3) 監視精度の向上
- (4) モードSアドレスによる識別可能機数の増加
- (5) データリンク機能を保有

1. 3. 2 スキッタの概要

SSRモードSのスキッタ（Squitter）とは、応答信号と同じパルス波形の信号であって、質問信号に応答するほか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。

スキッタには、データブロック長の異なる捕捉スキッタ（56ビット）と拡張スキッタ（112ビット）の2種類があるが、捕捉スキッタが情報として航空機の固有アドレスしか含まないのに対し、拡張スキッタは位置情報や速度情報等を含めることが可能である。

SSRモードSのスキッタについては、いずれもANNEX 10に規定されているものであるが、このうち捕捉スキッタについては、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」（昭和63年7月）

を踏まえ、郵政省告示第 874 号（昭和 63 年 12 月 21 日）に規定されているところである。

1. 3. 3 SSRモードSに係る国際標準の改正履歴

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」（昭和 63 年 7 月）以降、ANNEX 10におけるSSRモードSに係る改正履歴は表 2. 1-1のとおりであり、2回の改正が行われているとともに、本年 11 月にも改正が予定されている。

表 2. 1-1 ANNEX 10の改正履歴(SSRモードSに係る部分のみ)

改正文書名	改正時期
ANNEX10 Amendment 73	1997 年(平成 9 年)
ANNEX10 Amendment 77	2002 年(平成 14 年)
ANNEX10 Amendment 82	2007 年(平成 19 年)11 月予定

これらにおいては、SSRモードS拡張スキッタについても多くの部分の追加・修正が行われている。

1. 3. 4 捕捉スキッタと拡張スキッタの比較

SSRモードS捕捉スキッタと拡張スキッタの比較を表 1. 3-1に示す。

表 1. 3-1 SSRモードS拡張スキッタと捕捉スキッタの比較

	拡張スキッタ	捕捉スキッタ
プロトコル	特定の受信者に一括送信、受信の確認無し	同左
物理層	<ul style="list-style-type: none"> ・周波数 1090MHz ±1MHz ・プリアンプル 8μs ・データブロック 112μs ・データブロック内 112ビット ・パルス位置変調 1Mbps 	<ul style="list-style-type: none"> ・同左 ・同左 ・データブロック 56μs ・データブロック内 56ビット ・同左
アクセス方式	<ul style="list-style-type: none"> ・ランダムアクセス方式 ・ジッタを伴い平均 4.2Hz(事象発生毎に 2Hz まで追加) 	<ul style="list-style-type: none"> ・同左 ・平均 1Hz (事象発生に伴う追加無し)
ネットワーク	一対特定多数、随時接続、モードS固有アドレスによる送信者識別	同左
トランスポート	24 ビット巡回多項式を用いる符号化による誤り検出訂正方式	同左
セッション	近距離優先 コネクションレス	同左
プレゼンテーション	フォーマット番号+能力+送信者アドレス+データ+パリティ	フォーマット番号+能力+送信者アドレス+パリティ
出力 (モードSのATCトランスポンダの公称値)	15,000ft 以下のみを飛行する航空機用： 18.5dBW 以上 27dBW 未満 15,000ft 以上を飛行できる航空機用： 21dBW 以上 27dBW 未満 175kt 以上の巡航速度を持つ航空機用： 21dBW 以上 27dBW 未満	同左
送信間隔	1 秒あたりの送信は 6.2 回を超えない。	0.8 秒以上 1.2 秒以下の間隔において 1 回送信。
送信波形、データブロック	DF17 (コントロール、モードSアドレス、ADS データ、パリティ)	DF11 (コントロール、モードSアドレス、パリティ)
空中線の使用条件	ダイバシティを有するもにあっては、 <ul style="list-style-type: none"> ・飛行中では二の空中線から交互に送信すること ・地上ではSSRモードSからの指示に従う。指示がない時はトップアンテナを使用する。 	同左
送信制御等	<ul style="list-style-type: none"> ・ATCトランスポンダは通電開始後、56 ビットスキッタのみを送信する。 ・送信すべき有効なデータが提供された時のみ 112 ビットスキッタを送信する。 	無し
パルス列	図 1. 3-1 のとおり	図 1. 3-2 のとおり

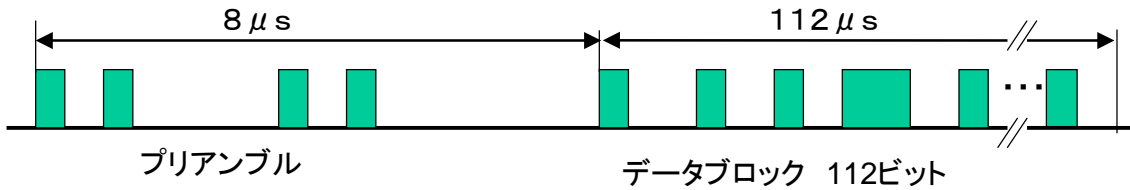


図 1. 3-1 SSRモードS拡張スキッタのパルスパターン

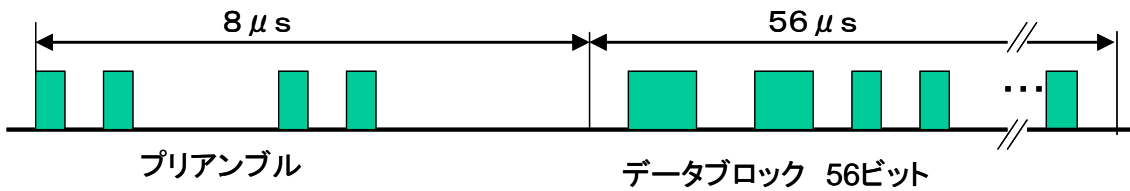


図 1. 3-2 SSRモードS捕捉スキッタのパルスパターン

1. 3. 5 ADS-Bに係る無線設備の技術的条件とすべき範囲

SSRモードS拡張スキッタによるADS-Bに係る無線設備の技術的条件として、表 1. 3-1 より「電波の質」及び「干渉防止」の観点から必要な項目を抜き出すと、ATCトランスポンダからSSRモードS拡張スキッタが送信される間隔、送信波形を形成するデータブロック、機体の上部及び下部に取り付けられた空中線の使用条件、送信タイミング制御の各項目が該当する。

1. 4 SSRモードS拡張スキッタ以外によるADS-Bについて

1. 4. 1 UATによるADS-B

UATとは、小型機に適した次世代高速通信技術をいい、米国においては、低高度を飛行する小型機の機数が多いため、高高度を飛行する航空機についてはSSRモードS拡張スキッタを採用し、主に低高度のみを飛行する航空機についてはUATを採用している。なお、米国において使用されている周波数は978MHzであり、DME (Distance Measuring Equipment) 用周波数と同一である。

1. 4. 2 VDLモード4によるADS-B

VDLとは、現行の航空無線電話システムで使用されているVHF帯のデジタル通信システムであり、我が国ではVDLモード2と呼ばれるデータ通信専用システムが実用化されている。

VDLモード4は、受信信号からタイムスロット予約状況を確認しながら空きスロットに次回予約情報とともに信号を送信するものであり、主に北欧・ロシアにおいて試験運用中である。

第2章 国内外の動向

2. 1 ICAO及び諸外国の動向

2. 1. 1 ICAO

1987年にSSRモードS及びモードS機能を持つATCトランスポンダに関する最初の規格を制定し、1998年にモードS拡張スキッタ信号に関する規定を追加した。その後、モードS拡張スキッタ信号仕様の変更はないが、フォーマット、プロトコル等は適宜変更されている。

2. 1. 2 米国 (FAA: Federal Aviation Administration)

ADS-Bプログラムを2つのセグメントに分け検討中であり、アラスカなど複数の地域において評価が実施されている。2009年11月には、ADS-B OUT義務化のルール(最終版)の発行が予定されている。

2. 1. 3 欧州

レーダー覆域外の空域において試験的にADS-B監視を運用中であり、多数の航空会社が参加した検証活動が実施されている。

2. 1. 4 アジア・太平洋地域

オーストラリアでは、30,000FT以上の空域において試験的にADS-B監視を運用中である。

インドネシアでは、欧州同様、レーダー覆域外の空域において試験的にADS-B監視を運用中である。

2. 2 我が国の動向

我が国の航空会社においては、新造機については、ATCトランスポンダにSSRモードS拡張スキッタによるADS-Bを具備したボーイング787型機が2008年度第一四半期より就航予定であり、既存機については、改造により必要に応じて導入する見込みである。

なお、我が国ではADS-Bを将来的な監視システムとして検討が実施されている。

第3章 SSRモードS拡張スキッタによるADS-Bに係る無線設備の技術的条件

SSRモードS拡張スキッタによるADS-Bに係る無線設備の技術的条件は、以下のとおりとすることが適当である。

3. 1 送信間隔

送信回数は、1秒あたり6.2回を超えないものであること。

3. 2 データブロック

データブロックは、ANNEX 10に定める「DF (Downlink Format : 様式番号) 17」に適合するものであること。

3. 3 空中線の使用条件

ダイバシティを有するものについては、以下のとおりとすること。

(1) 飛行中の場合

機体の上部及び下部に取り付けられた空中線から交互に送信するものであること。

(2) 飛行中以外の場合

ア SSRモードSからの質問信号を受ける場合

当該質問信号の指示により、機体の上部又は下部に取り付けられた空中線のうち的一方を選択すること。

イ SSRモードSからの質問信号を受けない場合

機体の上部に取り付けられた空中線を使用するものであること。

3. 4 送信制御

ATCトランスポンダに有効データが入力された場合のみ、送信するものであること。

航空無線通信委員会 専門委員

(五十音順・敬称略)

	氏 名	所 属
主 査	森川 博之	東京大学国際・産学共同研究センター 教授
専門委員	石出 明	独立行政法人電子航法研究所 通信・航法・監視領域長
〃	岩崎 文夫	株式会社NTTドコモ 執行役員 ネットワーク企画部長
〃	遠藤 信博	日本電気株式会社 執行役員 モバイルネットワーク事業本部長
〃	小倉 紳治	エトロー株式会社 代表取締役社長
〃	加藤 敏	国土交通省航空局管制保安部 管制技術課長
〃	河合 宣行	KDDI株式会社 技術統括本部ネットワーク技術本部国際ネットワーク部 衛星通信グループ 次長
〃	佐藤 透	全日本空輸株式会社 IT推進室 室長
〃	清水 一巳	株式会社日本航空インターナショナル ITサービス企画室 部長
〃	杉本 晴重	沖電気工業株式会社 常務取締役、CTO
〃	資宗 克行	情報通信ネットワーク産業協会 専務理事
〃	信清 裕人	アビコム・システム株式会社 代表取締役社長
〃	萩原 英二	パナソニックモバイルコミュニケーションズ株式会社 取締役
〃	本多 美雄	欧州ビジネス協会電気通信機器委員会 委員長
〃	牧野 儀邦	株式会社日立国際電気 執行役
〃	真崎 俊雄	株式会社東芝 社会システム社 副社長 兼 社会システム社 統括技師長
〃	正村 達郎	日本無線株式会社 取締役 研究開発本部長
〃	松本 隆明	株式会社NTTデータ 技術開発本部 本部長
〃	室田 和昭	三菱電機株式会社 通信システム事業本部 技術長
〃	森川 容雄	独立行政法人情報通信研究機構 新世代ネットワーク研究センター推進室 研究マネージャー
〃	若尾 正義	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

(五十音順・敬称略)

	氏 名	所 属
主 任	石出 明	独立行政法人電子航法研究所 通信・航法・監視領域長
主任代理	南 正輝	芝浦工業大学 工学部電子工学科 講師
構成員	安達 靖人	株式会社JALインフォテック JAL ITセンター 次長
〃	伊地知 章	国土交通省 航空局管制保安部管制技術課 航空管制技術調査官
〃	伊藤 達郎	全日本空輸株式会社 整備本部技術部技術開発チーム リーダー
〃	伊野 正美	株式会社東芝 社会システム社電波システム事業部電波システム技術部 参事
〃	大串 盛尚	アビコム・システム株式会社 技術部 次長
〃	小瀬木 滋	独立行政法人電子航法研究所 機上等技術領域 上席研究員
〃	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 主任
〃	志田 命彦	株式会社NTTデータ 第一公共システム事業本部第一公共BU 第一開発担当(ATC) 課長
〃	鷹觜 清一	株式会社レキユート 技術顧問
〃	津幡 岳弘	防衛省 運用企画局情報通信・研究課 部員
〃	畑 清之	三菱電機株式会社 通信機インフラ情報システム部監視管制システム課
〃	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
〃	平山 武俊	日本貨物航空株式会社 整備管理部 技術チーム
〃	船引 浩平	独立行政法人宇宙航空研究開発機構 航空プロダクトグループ 運航・安全技術チーム 主任研究員

参 考 資 料 集

番 号	表 題	ページ
参考資料 01	SSRモードSのシステム概要及び運用状況	※01
参考資料 02	「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) 抜粋	※02
参考資料 03	SSRモードSに関する国際標準	※03
参考資料 04	SSRモードSによるADS-Bの技術概要	※04
参考資料 05	SSRモードS以外によるADS-Bの動向 【UATによるADS-B】	※05
参考資料 06	SSRモードS以外によるADS-Bの動向 【VDLによるADS-B】	※06
参考資料 07	ADS-Bの技術的条件 【SSRモードS拡張スキッタに関するICAO SARPSの改正履歴】	※07
参考資料 08	ADS-Bの技術的条件 【SSRモードS拡張スキッタの概要と技術的条件】	※08
参考資料 09	ADS-Bの技術的条件 【SSRモードS拡張スキッタに関する研究成果】	※09

(委員会への報告時には資料添付)

- (※01: 資料 10-S 作 2-2)
- (※02: 資料 10-S 作 2-3)
- (※03: 資料 10-S 作 2-4)
- (※04: 資料 10-S 作 2-5)
- (※05: 資料 10-S 作 2-6①)
- (※06: 資料 10-S 作 2-6②)
- (※07: 資料 10-S 作 3-2①)
- (※08: 資料 10-S 作 3-2②)
- (※09: 資料 10-S 作 3-2③)