

研究課題評価報告書

(平成14年3月25日 評議員会)

独立行政法人 電子航法研究所

平成14年 5月

目 次

中間評価

- 1．エンハンスド・ビジョン・システムに関する基礎研究・・・・・・・・・・ 2

事後評価

- 1．衛星データリンクの研究・・・・・・・・・・ 5
- 2．ハイインテグリティ・ディファレンシャル方式の研究・・・・・・・・・・ 8
- 3．SSRモードSネットワーク化の研究・・・・・・・・・・ 11
- 4．CNS / ATMパッケージに対応した空地データリンク統合化の研究・・・・ 13

研究課題評価報告書（中間評価）

研究課題名：エンハnst・ビジョン・システムに関する基礎研究

実施期間：平成10年度～平成14年度（5ヶ年のうち3ヶ年終了）

研究担当者：主白川昌之・住谷泰人・小瀬木滋

1. 研究の目的

パイロットがコックピットで下方に視野を向けることなく、前方の外の光景をウィンド・スクリーンを通して見ながら、主要なフライト・パラメータ、航法情報、コンピュータ・グラフィックスによる擬似地上映像等が見られるシステムが、航空機の運航の安全のため有効である。

エンハnst・ビジョン・システム（EVS）はこれを実現するシステムで、特に視程が悪い状況下において計器進入を実施する際等において大変効果を発揮することが予想され、また自動着陸システムの性能向上を図ることなく、低カテゴリーの空港であっても高カテゴリー運航を実現できる可能性があり、航空機運航の安全性の向上に寄与すると考えられる。

2. 研究の概要

エンハnst・ビジョン・システムは、霧などによりパイロットが目で見えない部分を何らかの方法で可視化するとともに、飛行に必要な情報を統合表示することで、パイロットの目視や思考を支援するシステムである。

このため、次の方法で研究を行う。

- 1) 赤外線やミリ波などの人間の目で不可視な領域の画像センサを用いる。これは主として実景の認識を支援する。（本研究では赤外線を使用する）
- 2) GPS やジャイロなどの情報とデータベースを結合して、コンピュータ・グラフィックスで3次元的な景観とそれに加えて空域情報や周辺状況の可視化をする。これはパイロットの視覚の支援と情報面での支援をする

このように、いくつかのセンサや情報を用いて、パイロットの目視を支援する装置を開発し、またこれに伴う問題点や更なる開発課題の抽出をすることがこの研究の目的になる。このために、有効なセンサ情報の取得方法、情報の加工と表示方法の研究を行う。

今後の課題として、実画像の融合表示と組み合わせて、HUD（ヘッド・アップ・ディスプレイ）への表示を試みる。HUDは航空機搭載用のものは数千万円と高価であり、基礎研究の段階であるので展示用の簡易型を用いて地上実験を中心に行う。また、航空機からのビデオ画像を用いHUDをシミュレータなどに結合させて用い、観測者コメントを求める。

また、空港面情報や管制空域、訓練空域などは如何に視界が良くても人間の目で見ることができないが、GPS などによりコンピュータで位置や姿勢を認識することで、飛行に有効な情報を同時に表示することも今後の課題として検討していく予定である。

3 . 研究の中間評価

3 . 1 研究開発の進捗状況

初期の目標どおり「ほぼ進捗している」とする意見が多数であった。

3 . 2 成果の検証（副次的効果を含む）

進捗状況から見て、ほぼ妥当な成果が得られていると考えられる。

3 . 3 研究開発計画の検証等

当初の研究開発計画では、目標設定については、「適切・ほぼ適切であった」という意見であった。「適切であった」理由として、「航空機安全運航に対する着眼点が良い」という補足意見があった。

手法については、「ほぼ適切であった」という意見であった。理由として、「赤外線等のセンサー方式、トンネル・イン・ザ・スカイ方式に比較すると、EVS方式はより効果を発揮すると思われる。」という補足意見があった。

研究開発資源配分については、「ほぼ適切であった」という意見が多数であったが、研究者数に関して、「人手不足」というコメントもあった。

今後の研究開発の進め方については、目標・手法・開発資源ともに「ほぼ適切である」という意見が多数であった。しかし、手法に関しては、「シミュレータの模擬視界の遅れも評価に影響する」という補足意見が、開発資源に関しては、「人手不足・旅費不足・航空機の老朽化」というコメントがあった。

3 . 4 事前評価の検証

事前評価は実施していないので、該当なし。

3 . 5 総合評価

本研究計画を継続することについては、「妥当・ほぼ妥当である」という意見であった。

研究計画およびその遂行能力については、「妥当・ほぼ妥当である」とする意見が多かった。しかし、「応用的な課題である管制情報など関連情報の表示は次の段階の研究とし、基礎的技術の確立に絞った方がよい」という補足意見があった。

その他の意見として

- ・ 画像一致度と処理速度の関係が判ることを望む
- ・ この研究が成功し実用化されると、現行の有視界飛行方式・計器飛行方式の概念を変える事が出来る貴重な研究である

研究課題評価報告書（事後評価）

研究課題名：衛星データリンクの研究

実施期間：平成2年度～平成12年度（11ヶ年）

研究担当者：主石出明・藤田光紘・北折潤・新美賢治・湯川清志・松崎文孝

1．研究の目的

本研究は当初洋上管制に必要な衛星データリンクおよびADS（自動従属監視）を開発・評価する目的で開始された。このため平成2～6年度には航空会社の運航管理用のデータ通信を利用した日米豪の国際共同実験を実施してADSの基礎データを取得するとともにICAO（国際民間航空機関）のSARPs（標準及び勧告方式）に適合する洋上管制用衛星データリンク・システムを開発した。そしてインマルサット衛星を用いた飛行実験による評価を行ってICAOのSARPsを検証し、当面の交通量増加に対応する通信・監視能力をもつことを確認できた。

しかし、航空局から将来の太平洋域における交通量の大幅な増加に対処するためには、さらに衛星データリンクの高度化を行う必要があるという要望が出された。そこで平成7～12年度には航空通信ネットワークに対応するためのサブネットワーク層プロトコルの開発、ADSの性能を改善する通信プロトコルの改良及び地上から航空機へ大量の情報を伝送できるプロトコルの開発等を行い、その性能を実験・評価することを目的とした。

2．研究の概要

平成7～12年度については、約2年毎に課題を変えて研究を行っている。

航空通信ネットワークに対応するためのサブネットワーク層プロトコルの開発（平成7、8年度）については、計画どおり実施し基本性能の確認等ができています。ADSの性能を改善する通信プロトコルの改良（平成9、10年度）については、ほぼ計画どおり進捗している。また、平成10、11年度については、ほぼ計画どおり進捗している。また、平成10、11年度については、当初は地上から航空機への大量情報伝送のためのプロトコル開発を計画していたが、通信速度の高速化および航空通信ネットワーク実験設備との接続を行う計画に変更した。

研究手法としては、実験システムを開発し、それをそれぞれの研究課題に合わせて改良を加えて室内実験で評価するものである。また、室内実験で評価できないものは計算機シミュレーションを併用した。

3．研究の事後評価

3.1 研究開発過程の検証

初期の目標を「ほぼ達成できた」とする意見であった。

3.2 成果の検証

成果の科学技術的水準は「やや高い」とする意見が多かった。その理由として「国際共同実験を実施し、さらに高度化する研究を行ったことは評価できた」という補足意見があった。

波及効果については「ある・少しある」とする意見であった。その理由として「ICAOのSARPsの見通しや、我が国の航空管制業務の運用に反映することが出来た効果は大きい」という補足意見があった。

行政への活用についても「可能」という意見であった。その理由として、「既に行われている部分もある」という補足意見があった。

3.3 研究開発計画の検証

目標設定・手法ともに「適切・ほぼ適切」という意見であった。その理由として、「業界初の実環境での検証は大いに評価できる」という補足意見があった。

研究開発資源についても「適切・ほぼ適切」という意見が多かった。しかし、「やや適切でない」という意見の理由には、人員については「短期に多数の人員（研究者）を投入すべきである」、日程については、「12年間の期間中に内容が分かれているので、サブテーマ毎に評価する方が判定しやすい」という意見や、「期間短縮をすべきである」という意見があった。

3.4 中間評価の検証

中間評価については、特段の意見は無かった。

3.5 総合評価

研究開発成果については、「妥当・ほぼ妥当」という意見であった。

研究計画およびその遂行についても、「妥当・ほぼ妥当」という意見であった。その理由として、「ICAOのSARPsの検証等に成果が反映され、妥当である。」という補足意見があった。

その他の意見として

- ・テーマは非常に大きく、これで終わるものではないと思う。この為、達成度の評価が難しい。
- ・査読付論文への発表が少ないように思う。
- ・担当人員の減少交代が研究進捗の妨げになったように指摘されているが、研究全体の

システム設計、目標が不十分であるように思われる。

- ・ 検証のみに長時間多額の経費を要している点に、今後検討の余地がある。
- ・ 現場の管制官にとって、判断業務以外の業務（音声による交信等）がデータリンクにより減ることは大変有り難いことであるが、反面仕事が単調になりキーパンチャ - となる可能性がある。マン・マシンとの関係で、この様な研究を大いに進めと同時にヒューマンエラー等の研究を電子研でも取り組んで頂きたい。

研究課題評価報告書（事後評価）

研究課題名：ハイインテグリティ・ディファレンシャル方式の研究

実施期間：平成 8 年度～平成 12 年度（5 ヶ年）

研究担当者：主 藤井直樹・福島荘之介・齋藤真二

1．研究の目的

国際民間航空機関（ICAO）において GNSS を利用した精密進入着陸システムに係る、全地球的航法衛星システムパネル（GNSSP/2）が平成 7 年 11 月に開催され、航空機の精密進入着陸に必要な情報を地上から放送する地上型補強システム（GBAS：Ground Based Augmentation System）についての国際標準（SARPs）案の検討が開始された。我が国においても、国際標準策定作業への寄与および我が国における実用化への問題点の整理を行う必要性があり、補強データの C バンド放送システムに関する研究が開始された。その後、ICAO（国際民間航空機関）の作業部会における検討にあわせ、VHF の補強データ放送システムに関する研究と補強データの質についての研究も併せて行うこととなった。

2．研究の概要

当初計画では、欧州などで主流であった MLS の機材などを利用した C バンドのデータリンクに関する飛行実験を主とした C バンド補強データ放送システムのインテグリティに関する研究を行う計画であった。しかし、研究 2 年次の平成 9 年（1997 年）前半の時点で、ICAO の GNSSP（全地球的航法衛星システムパネル）作業部会において、米国の推す VHF バンドを利用した補強データ放送システムの採択がほぼ確実となり、地上から放送するディファレンシャル補強情報の信頼性に関する研究も GBAS の SARPs 案の策定の検討には不可欠となってきたので、平成 10 年度（1998 年）に従来の計画を変更し、VHF バンドを利用した補強データ放送システムの開発評価と、補強データの生成・監視方法などに関する研究を追加し、SARPs 案に準じた GBAS を試作し、SARPs 案の策定作業への寄与および我が国における実用化への問題点を整理する研究を行ってきた。

3．研究の事後評価

3.1 研究開発過程の検証

初期の目標を「ほぼ達成できた」とする意見が多かった。その理由として、「精度を満足する成果は得られた」という補足意見があった。反面、「目標がやや不明確」という理由で、「あまり達成できてない」という意見もあった。

3.2 成果の検証

成果の科学技術的水準については、「高い・やや高い」という意見と「やや低い」という意見に分かれた。前者については、「行政目的に直結した研究でありながら、学術的成果も挙げている」、「着陸援助システムを更に開発するため、当研究の水準は高く評価される」という補足意見があった。

波及効果については「ある・少しある」という意見が多かった。その理由として「経済的效果は不明であるが、特にヘリポートやヘリパッドに活用出来ればその効果は大きい」という補足意見があった。

行政への活用については「可能・ほぼ可能」という意見が多かった。その理由として、「航空振興財団で東昭先生を中心として行われているヘリコプターIFR研究委の調査報告書が本年3月航空局に提出された。当局は今後、行政へ活用すべく努力中であると聞いている。その中で、重要視されているのがDGPSの研究である。」という補足意見があった。

3.3 研究開発計画の検証

目標設定は「ほぼ適切であった」とする意見が多かったが、「報告の内容にははっきりしない点があり、成果をどのように実用化するか観点のほしい」という補足意見があった。

手法については、「適切・ほぼ適切」という意見と「適切でなかった・やや適切でなかった」という意見に分かれた。

研究開発資源についても「ほぼ適切であった」とする意見が多かった。しかし、予算については、「旅費不足」、施設については「航空機が老朽化」という補足意見があった。

3.4 中間評価の検証

中間評価については、特段の意見は無かった。

3.5 総合評価

研究開発成果については、「ほぼ妥当である」とする意見が多かった。しかし、「目標の設定が明らかでない」、「GBAS等の信頼性に関するデータが十分に蓄積される必要がある」という理由で「やや妥当でない」という意見があった。

研究計画およびその遂行については、「ほぼ妥当である」という意見と「やや妥当でない」という意見に分かれた。前者についての意見として、「長時間モニターによる更なる検証、モニター方式の評価等、将来の実用化に向け継続した研究がさらに必要」という補足意見があった。

その他の意見として

- ・インテグリティ評価については不十分。精度のみではなく、信頼性を求めることがテーマとしては必要ではなかったか。サイクルスリップを除いたとあるが、この頻度が

大切

- ・次世代GPS（例えばGPS-3）やガリレオ等将来衛星システムを踏まえた研究計画の構築が必要。
- ・国としての測地衛星戦略方針を議論しておくことが必要。
- ・航空機の老朽化の対応が求められる。
- ・現在日本には、約800機のヘリコプターがあるが、これらの運航はほとんどVFRで行われている。IMC時における救急救命活動や災害策にヘリのIFR運航が求められている。これらを実現するためにも当該研究は大変有意義である。

(事後評価) 研究課題評価報告書

研究課題名：SSRモードSネットワーク化の研究

実施期間：平成8年度～平成12年度(5ヶ年)

研究担当者：三吉襄・宮崎裕己・古賀禎

1. 研究の目的

現用二次監視レーダ(SSR)の監視機能を向上すると共にデータ通信機能を付加したSSRモードS(以下モードSという)は、航空交通量の増大に対処できる次世代の監視システムとして国際民間航空機関(ICAO)により国際標準が制定された。当所においてもモードSの研究を進め、ICAO国際標準に準拠したモードSセンサを開発した。

モードSは上記の機能向上に加えて、ネットワーク化してセンサの電波伝搬上の制約を超えた大きな覆域の下で運用することにより、効率的で信頼性の高い航空機監視と空地データ通信を提供できる。さらに、モードSは航空通信ネットワーク(ATN)の空地通信サブネットワークの一つでもあり、今後の我が国におけるモードSの普及に備え、モードSネットワーク技術を確立しておくことが必要である。

本研究は、モードSネットワーク評価システムを整備し、評価試験を実施して、ICAOのモードSネットワーク国際標準の検証を行うと共に、我が国に適したモードSネットワーク技術の確立を図るものである。

2. 研究概要

ICAOのモードSネットワークのSARPs(標準及び勧告方式)に基づき、ネットワーク評価システムを製作し、ハンドオフ等のセンサ間調整、航空機位置と連動したデータ通信サービスのための監視情報系とデータ情報系のリンク、メッセージのルーチング、相互のバックアップ等の評価試験を行う。評価は様々なセンサの配置に対して評価試験が行えることから、既存のモードSセンサ局以外は計算機で模擬する複数のモードSセンサでネットワークを構成してシミュレーション評価を行い、ICAOのSARPsの検証を行った。

3. 研究の事後評価

3.1 研究開発過程の検証

初期の目標を「達成・ほぼ達成できた」という意見であった。その理由として、「モードSが高度に運用できる事を確認した。」という補足意見があった。

3.2 成果の検証

成果の科学技術的水準については、「やや高い」という意見であった。その理由として、「二重覆域に対応するシステムを構築したこと」という補足意見があった。

波及効果については、「ある・少しある」という意見が多かった。その理由として「今後更に高度な運用を図る際のシステム設計に効果あり」という意見があった。

行政への活用についても「可能・ほぼ可能」とする意見であった。

3.3 研究開発計画の検証

目標設定については、「適切・ほぼ適切であった」とする意見であった。

手法については「ほぼ適切であった」とする意見が多かった。その理由として、「いろいろなやりくりをしながら有効な成果を得ている」という意見があった。

研究開発資源についても「適切・ほぼ適切」という意見が多かった。しかし、予算については、「旅費不足」、施設については「航空機が老朽化」という理由で「やや適切でなかった」という意見があった。

3.4 中間評価の検証

中間評価については、特段の意見は無かった。

3.5 総合評価

研究開発成果については、「妥当・ほぼ妥当」という意見であったが、「目的の設定が明らかでない」という補足意見があった。

研究計画およびその遂行の妥当性についても、「妥当・ほぼ妥当」とする意見が多かった。その理由として、「実機導入に研究成果の活用が期待される」という補足意見があった。

その他の意見として

- ・ 中間評価以降によくまとめられている
- ・ 出来て当然の成果である。事前調査不足。
- ・ 異常な事が発生する事を想定して正常なものを造る事が技術者の仕事であるという担当者の研究態度は立派である。

(事後評価) 研究課題評価報告書

研究課題名：CNS / ATMパッケージに対応した空地データリンク統合化の研究

実施期間：平成8年度～平成12年度(5ヶ年)

研究担当者：主板野賢・塩見格一

1. 研究の目的

ATN(航空通信ネットワーク)はICAO(国際民間航空機関)により標準化が進められている航空通信用のネットワークである。諸外国ではATNに関するトライアルが国際間で行われており、一方我が国は平成17年頃までにATNの運用を、また、AMHS(ATSメッセージ・ハンドリング・システム)については平成12年頃に運用を開始する予定であることを公表している。この計画に沿った整備を行うためには、ICAOのATNの技術標準であるCNS/ATM-1 SARP s(標準及び勧告方式)に基づいたハードウェア及びソフトウェアの開発・検証が必要であり、当所におけるATNの研究・評価が不可欠である。

2. 研究の概要

本研究は当初、ATNのICS(インターネット通信サービス)レベルの検証、および空対地の通信を主体に行ってきた。しかし、現在では諸外国でもATNの試作・開発が行われ、国際間でのトライアルが行われるようになった。また、CPDLC(管制官-パイロット間データ通信)などATNの空地アプリケーションの開発を行うにも、我が国と諸外国とのICAO SARP sに対する解釈の相違などによる問題点を、ATNの整備に先立ち明らかにし解消することが重要であり、これらの目的のため当所の実験システムと海外のテストベッドとの接続実験が不可欠である。

そこで、本研究でも当初の計画を変更し、当所で試作している実験システムの機能を拡張し、平成10年度から国際間(欧州と豪州)での接続実験を行った。この実験はICSレベルの検証を第一段階として、ULCS(上位層通信サービス)及びCPDLC/ADS(自動従属監視)アプリケーションの相互接続・運用性の検証を行った。また、ATNと空対地サブネットワークとの接続に関しては、シミュレータレベルではあるが当所衛星航法部のAMSS(模擬伝送路)シミュレータに接続して通信実験をおこなった。また、本研究では行っていない地対地アプリケーションについては、航空局のIDEC(現在のSDEC:システム開発評価・危機管理センター)で海外との接続実験を当所が主催して行い、豪州(平成12年度)と香港(平成13年度)との接続に成功している。

3. 研究の事後評価

3.1 研究開発過程の検証

当初の目標を「達成・ほぼ達成できた」とする意見であった。その理由として、「国際間の実験に成功し成果を得られたこと」という補足意見があった。

3.2 成果の検証

成果の科学技術的水準については、「やや高い」とする意見が多かった。
波及効果については「ある・少しある」という意見であった。
行政への活用についても、「可能・ほぼ可能」という意見であった。

3.3 研究開発計画の検証

目標設定については、「適切・ほぼ適切であった」という意見であった。
手法についても「ほぼ適切であった」という意見であった。
研究開発資源についても「適切・ほぼ適切であった」とする意見が多かった。

3.4 中間評価の検証

中間評価については、特段の意見は無かった。

3.5 総合評価

研究開発成果については、「妥当・ほぼ妥当である」という意見であった。
研究計画およびその遂行については、「ほぼ妥当である」という意見であった。その理由として、「世界的な開発計画に沿ったタイムリーな研究であった」という補足意見があった。

その他の意見として

- ・次計画で飛行実証実験を進められることを期待します。
- ・MTSATを用いた実験を行うこと。