



平成 2 1 年度

重点研究課題 外部評価報告書

(中間評価・事後評価)

平成 2 1 年 1 2 月

独立行政法人 電子航法研究所

1. 本報告書の位置づけ

本報告書は、独立行政法人電子航法研究所評議員会規程及び「国の研究開発評価に関する大綱的指針」（平成20年10月31日 内閣総理大臣決定）に基づき、独立行政法人電子航法研究所（以下「研究所」という。）が行う研究開発課題について、外部有識者（評議員）による評価結果をとりまとめたものである。

2. 評価の対象とした研究開発課題（中間評価・事後評価）

研究所が実施する研究開発であって、国からの運営費交付金によって実施するもののうち、平成20年度に3年を経過したもの（1件）及び、平成20年度に終了したもの（6件）の重点研究課題を今回の評価対象とした。

- (1) SSRモードSの高度運用技術の研究
- (2) A-SMGCシステムの研究
- (3) 航空機の動態情報を利用するコンフリクト検出手法の研究
- (4) 高カテゴリGBASのオペラビリティ向上とGNSS新信号対応に関する研究
- (5) 航空管制用デジタル通信ネットワークシステムの研究
- (6) 携帯電子機器の航法機器への影響に関する研究
- (7) RNAV経路導入のための空域安全性評価の研究

3. 評価実施日及び出席評議員数

- (1) 評価実施日：平成21年7月17日
- (2) 出席評議員：5名 田崎評議員ご欠席

4. 電子航法研究所 評議員名簿

	氏 名	所 属
評議員	浅野 正一郎	国立情報学研究所 アーキテクチャ科学研究系 教授
評議員	井上 和夫	財団法人 航空保安無線システム協会 理事長
評議員	田崎 武	財団法人 航空交通管制協会 専務理事
評議員 (座長)	中須賀 真一	東京大学 大学院工学系研究科 航空宇宙工学専攻 教授
評議員	林 尚吾	東京海洋大学 海洋工学部 海事システム工学科 教授
評議員	宮沢 与和	九州大学 大学院工学研究院 航空宇宙工学部門 教授

[敬称略 五十音順]

中間評価実施課題（その1）

○研究課題名：SSRモードSの高度運用技術の研究

○実施期間：平成18年度～平成22年度 5ヶ年計画

○研究実施主任者：古賀 禎（機上等技術領域）

1. 研究の背景、目的

SSR モード S は、監視機能を向上する共に、データリンク機能を有する新しい二次監視レーダデータである。我が国においても、30 局以上のモード S 地上局が整備される計画である。

SSR モード S の整備が進むにつれ、航空機側装置の機能向上や地上局の増加に対応する二つの新たな技術（動態情報の取得技術および地上局間の調整技術）が必要とされている。

動態情報の取得技術とは、モード S の地上喚起 Comm-B (GICB) と呼ばれる通信プロトコルを用いて、航空機の FMS が持つ動態情報を地上局にて取得する技術である。ロール角や対地速度等の動態情報により、航空管制支援システムにおいて、位置予測精度やコンフリクト検出精度の向上が図られる。欧州において特に活発に実用化が進められており、本機能を有するトランスポンダ搭載義務化が始まっている。

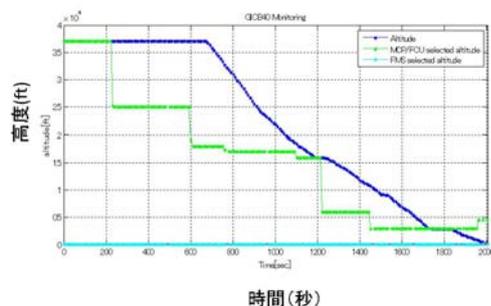
地上局間の調整技術とは、モード S 地上局の識別番号（IIコード）の枯渇により生じる問題を解消する技術である。モード S では地上局毎に II コードを持ち、航空機は質問中の II コードにより地上局を区別する。これにより、重複覆域において、複数の航空機と地上局の一対一のリンクを確立し、個別質問による信頼性の高い監視を行う。しかしながら、ICAOでは15個のIIコードしか定義していない。このため、複数の地上局が多数配置された場合、IIコードの割り当てができなくなるといった問題が発生する。万が一、隣接した地上局に同一のIIコードが割り当てられた場合、重複覆域において、航空機の連続的な監視できなくなる。このため、地上局間でIIコードの割当を調整する技術が必要となる。

本研究では、航空局仕様に準拠したSSRモードSシステムを用いて、動態情報の取得技術および地上局間の調整技術の機能および性能を検証する。

動態情報の取得技術概要



GICB40 観測結果(着陸機)



2. 研究の達成目標

- ① 航空機 FMS から動態情報を取得する技術を検証し、平成 23 年からの航空局における本技術の導入検討に資する技術資料を提供する。
- ② 平成 20 年までに、地上局間の調整技術・個別調整技術を開発し、その機能および性能を検証する。

- ③ 平成 22 年までに、地上局間の調整技術・クラスタ調整技術を開発し、その機能および性能を検証する。

3. 成果の活用方策

- ① 航空機 FMS の動態情報の取得技術により、高精度の位置予測やコンフリクト検出が可能な航空管制支援システムの構築できる。
- ② 我が国において平成 22 年頃に導入が必要とされる個別調整技術対応モード S 地上局の標準仕様の決定に活用できる。
- ③ 我が国において平成 25 年頃に導入が必要とされるクラスタ調整技術対応モード S 地上局の標準仕様の決定に活用できる。
- ④ ICAO の標準勧告方式や手引書の策定の基礎資料として活用できる。

4. 評価結果

I. 研究の有効性

(1) 研究の進捗状況(目標達成度)



所見

- ・ 目標が明確である。

(2) 目標達成の見込み



所見

- ・ 達成されないと大きな課題を残す。

【電子航法研究所の対応】

確実な達成を実現するため、研究体制の補強について検討します。

(3) 研究成果の公表



所 見

- ・発表しにくいかもしれないが、発表に心がけていただきたい。
- ・さらなる研究発表が必要です。その上で第3者の評価を受けること。

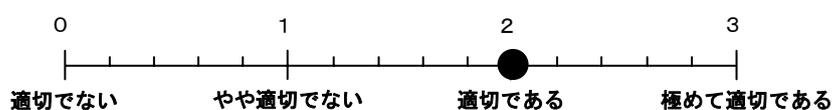
【電子航法研究所の対応】

2009年10月の国際会議や電子研報告などへの投稿を予定しており、鋭意所外での発表を進めます。

Ⅱ. 研究の効率性

(1) 研究の進め方の適切性

評価 2.0

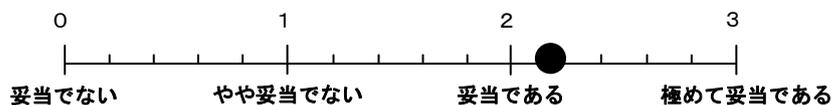


所 見

- ・十分調整されていると思われる。
- ・地道に進めている。

(2) 研究実施体制の妥当性

評価 2.2

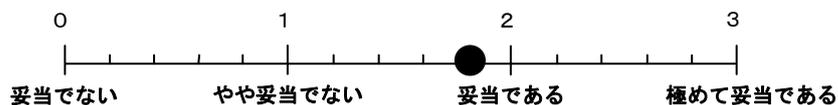


所 見

- ・若手研究者が参加できれば、能力の向上や経験に役立つと思われる。

(3) 予算設定の妥当性

評価 1.8

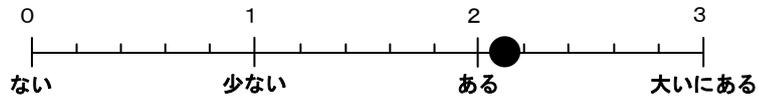


所 見

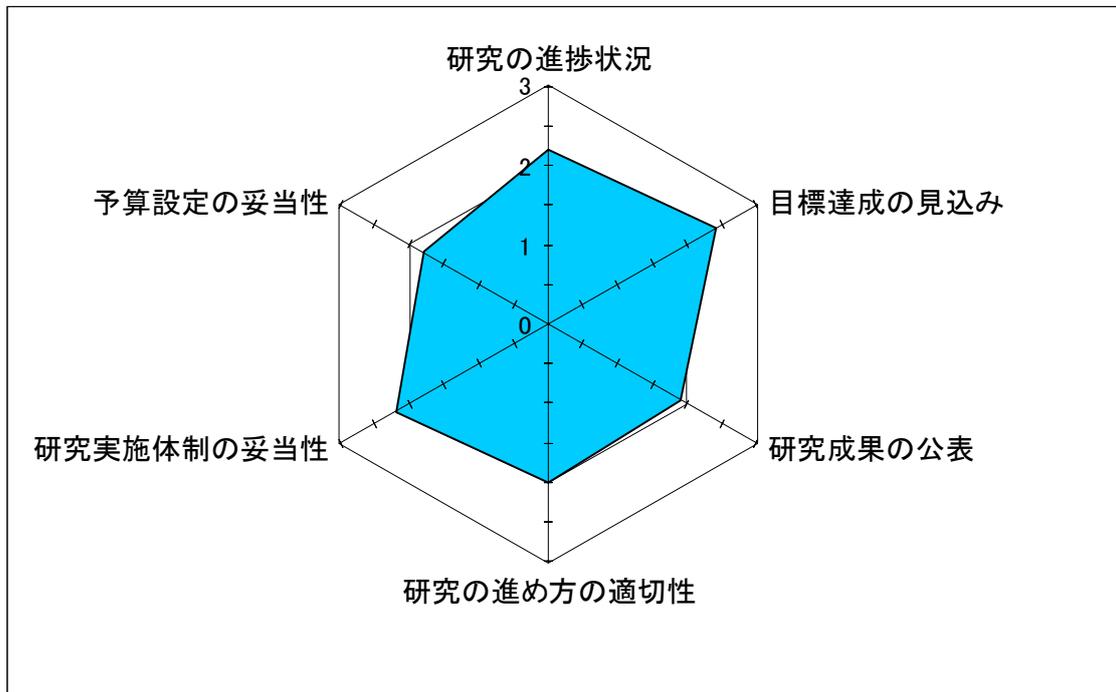
(なし)

総合評価（本研究を継続する意義があるか。）

2. 1



設定理由 各評価項目の合計点数 = 12.5
 評価項目数 = 6
 (12.5 ÷ 6 = 2.1)



所見

- ・ 過渡的過程における開発姿勢がわかりました。今後のさらなる発展を期待します。
- ・ 重要なテーマとなっている。研究テーマとして面白いかは疑問。少しチャレンジなサブテーマの追加があればなお望ましい。
- ・ 既存の SSR モード S 開発構想に即した研究計画を着実に進展させているが、NEXTGEN、SESAR 等の長期構想の中で要求される監視機能要件の動向、ADS-B 等との共存状態を検討して、研究計画にふくらみを持たせることが期待される。

【電子航法研究所の対応】

研究所の研究長期ビジョン及び航空局の長期計画とも整合させていく予定です。

事後評価実施課題（その1）

○研究課題名：A-SMGCシステムの研究

○実施期間：平成16年度～平成20年度 5ヶ年計画

○研究実施主任者：二瓶 子朗（通信・航法・監視領域）

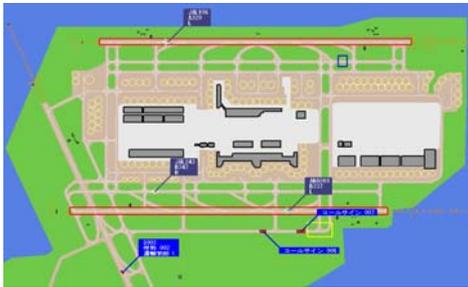
1. 研究の背景、目的

航空交通量の増加と空港の大規模化に対応して、空港面における安全、かつ円滑な地上走行誘導及び管制を支援して運航効率を向上すると共に、低視程運航時における安全な走行間隔の確保、滑走路への誤進入防止等を図るため、これを可能とする先進型地上走行誘導管制（A-SMGC）システムの早期研究、開発、導入が社会的にも求められている。

A-SMGC システムに要求される4つの基本機能について、監視については航空機および車両等を監視可能とする効果的な監視データ統合化の研究を行う。経路設定／誘導機能については、統合型監視センサで得られた移動体の位置・識別・進行方向・速度等のデータを使用して機能実現に必要な処理アルゴリズムを開発する。また、本システムの利用者である管制官、パイロット、車両運転者、空港運用管理者等に対して適切にデータを提供すると共に、管制機能に必要な情報の入力・操作等を可能とする入出力システムを開発することを目的とする。

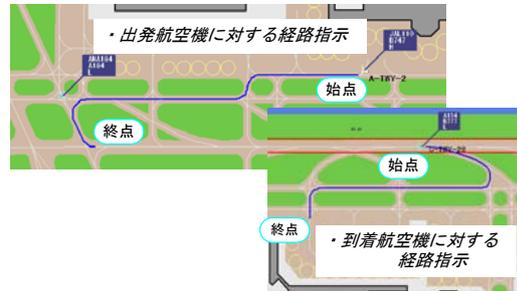
監視機能

- ・移動区域内の全ての移動に関する正確な位置情報を提供する。
- ・許可移動に関する識別とラベル付けを提供する。



経路設定機能

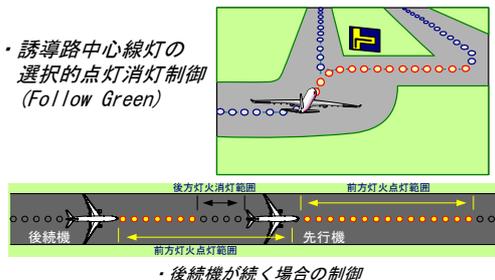
- ・移動区域内の各航空機及び車両に経路が指定できる。
- ・何時でも目的地の変更ができる。



誘導機能

パイロットや車両運転者が指示された経路を走行できるように明確な表示を提供する。

- ・誘導路中心線灯の選択的点灯消灯制御 (Follow Green)



管制機能

- ・滑走路や誘導路への誤進入に対して警告を発し、解決策を提供する。



- ・コンフリクトを予測し、解決策を提供する。



2. 研究の達成目標

- ① 高密度運航への対処、低視程時における地上走行の確保等、利用ニーズに応じた A-SMGC システムの構成要素を明らかにする。
- ② 航空機と車両のそれぞれの移動体に適した監視センサの組み合わせとデータの統合化により、A-SMGC のシステムに適した統合型空港面監視センサを開発する。
- ③ 統合型空港面監視センサで得られた移動体の位置・識別・進行方向・速度等のデータを使用して、効果的な経路設定と誘導機能の実現に必要な処理アルゴリズムを開発する。
- ④ 管制官等に対して効果的なデータ入出力方式と表示方法を提供できるヒューマン・マシン・インターフェイス（HMI）を開発する。

3. 目標達成度

① 監視機能

システムの中核をなす監視機能については、システムの信頼性確保と性能の相互補完等の観点から、複数の監視センサ（ASDE、MLAT、SSR モード S、AVPS 等）からの位置データを融合処理して、ターゲット毎に統合した信頼性の高い位置データを生成・出力する統合型空港面監視センサを開発した。これによって、空港面を走行する航空機と車両全てに対する自動識別表示が可能となった。

② 経路設定機能

タッチパネル等を使って始点と終点を指示することでその間の経路を容易に生成指示できる半自動経路生成装置を開発した。また、操作のステップ数を最小にして簡易な操作で経路を生成・指示する方法として、通常管制官が指示する頻度の高い経路を「標準経路」として予め用意しておく方法について検討し、羽田空港の監視ログデータを使った地上走行パターンの解析によって、使用頻度の高い走行経路を標準的な走行経路と想定することの可能性を見いだすことができた。

推奨経路を自動的に生成するアルゴリズムの開発に向けて、羽田空港等の大規模混雑空港にも対応できる地上走行シミュレーションモデルを試作した。このモデル化手法の妥当性については、羽田空港の監視ログデータ等を使って検証を進めている。

③ 誘導機能

統合型空港面監視センサで得られた移動体の位置・識別・進行方向・速度等の監視データと経路生成装置から伝送された経路データに基づいて、誘導路中心線灯を停止線灯と組合せて自動点灯消灯制御する灯火誘導装置を開発した。交差部においては、複数の接近機の中から優先的に通過させる航空機を決定し（先着順アルゴリズム、または個別優先アルゴリズム）、停止線灯によって他の航空機を交差部手前で一時停止させる機能についても開発した。灯火誘導機能については、これまでの検証試験で灯火制御に関する基本的な機能開発ができたものとする。

④ 管制機能

滑走路誤進入およびコンフリクトを防止するための処理アルゴリズムについて検討し、機能実現に向けた検出用ソフトウェアを製作した。実装した各検出項目に対しては、判定基準となるパラメータの設定について、実態に即した検証を積み重ねて決める必要があり、羽田空港における監視ログデータ等を使って検証・評価を進めている。

4. 成果の活用方策

- ① A-SMGC システムの導入が考えられる各空港（交通量、空港面レイアウトの複雑さ、視程条件等）に適したシステム構築のための技術資料の提供等を通して、行政当局における我が国 A-SMGC システムの運用要件、技術要件等の策定に貢献できる。
- ② これまでの研究で開発したシステムの導入により、滑走路と誘導路の配置が複雑な大規模空港における航空機及び車両の地上走行効率の向上、CATⅢ等の低視程運航時における安全な地上走行の確保と運航の継続、衝突及び滑走路誤進入の防止、並びに管制官の状況認識の向上による管制業務のワークロード軽減等に寄与できる。
- ③ 羽田空港再拡張計画や成田空港B滑走路北伸計画では、空港面監視能力の大幅な改善に向けて、本研究成果を取り入れ、新しい監視センサとしての MLAT の導入と併せて、現用 ASDE と融合して相互補完処理を行う統合型空港面監視センサの導入・整備が進められており、管制官の状況認識の向上によるワークロードの軽減と安全性の向上等に寄与できるものと期待される。

5. 評価結果

I. 研究の効率性

(1) 研究の勧め方の適切性



所見

・研究開発以降に、誤進入事案が発生しており、その防止を目指す対応があつてしかるべきだが、言及がなかった。

【電子航法研究所の対応】

管制機能の開発の中で、滑走路誤進入・コンフリクトを防止するための処理アルゴリズムについて、機能実現に向けた検出用ソフトウェアを製作したが、動作の判定基準となるパラメータの設定については、実態に即した検証を積み重ねた上で決める必要があることから、空港面監視ログデータ等を使った検証試験を継続して実施しているところです。

・試験が理想的な環境下でのみ行われており、悪天候時なども必要ではないか？ 雪やその他の anomaly 時への対応も必要。その実験手法の検討がいる。

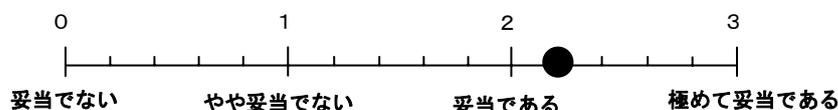
【電子航法研究所の対応】

システム全体の性能試験は、当研究所の分室（岩沼分室）もあつて実験環境が比較的整っていて、空港使用の手続き面等においても支援が得られやすい仙台空港で実施してきました。

ご指摘のように、悪天候時に本当に使えるシステムなのかどうかといった検証も必要であり、試験空港を選定して長期間にわたってシステム全体の連続試験等が出来れば実用化に向けて弾みがつくものと考えられます。

(2) 研究実施体制の妥当性

評価 2.2



所見

- ・ 灯火制御に他機関との共同研究成果が現れており極めて妥当と思われる。
- ・ 飛行場管制に係る研究との連携があれば、より成果を出せたのではないかと思う。

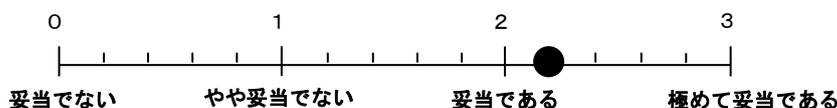
【電子航法研究所の対応】

H16年度～20年度までの第1段階の研究では、飛行場管制に精通したメンバーも含めたプロジェクトチームを編成して実施し、A-SMGCシステムに要求される4つの基本機能を検証するための実験システムの構築に主眼を置いて実施してきました。

次のステップとしては、ご指摘のように、飛行場管制に関わる研究との連携をより一層図って、より良い成果を出せるように調整していきたいと考えています。

(3) 予算設定の妥当性

評価 2.2



所見

(なし)

II. 研究の有効性

(1) 研究目標の達成度

評価 2.0

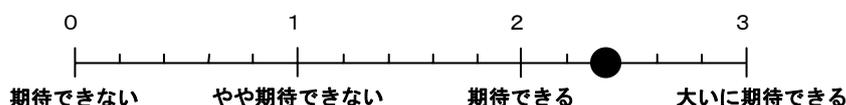


所見

- ・ パイロットも含めた総合性があれば更によい。

(2) 研究成果の活用と波及効果

評価 2.4



所 見

- ・適用目標が明確である。
- ・将来の実システムへ向けては、まだやることが多いが、活用の効果は大きい。特に空港ごとのバラエティにどう対応するか重要。

(3) 研究成果の公表

評価 2.1



所 見

- ・大半が口頭発表でありレフェリー論文は航海学会（1件）程度にとどまり低調です。論文が少ないと競争的資金が得られないので改善が必要です。

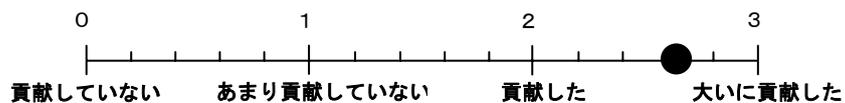
【電子航法研究所の対応】

研究期間中は、4つの基本機能実現に向けた実験システムの試作と機能検証に主眼をおいて実施し、実験結果等については取り敢えず速報的に口頭発表を主に行ってきました。

本研究においては多数の成果が得られており、現在積極的にレフェリー論文の執筆を進めているところです。

(4) ポテンシャルの向上

評価 2.6

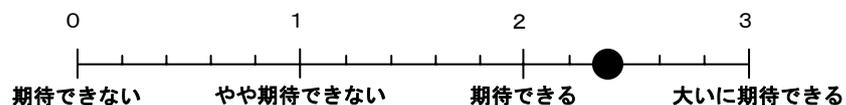


所 見

- ・若手研究者が含まれており望ましい形態と思う。
- ・大型研究プロジェクトを計画通り実施する能力を証明できたと思う。

(5) 新たなシーズの創出

評価 2.4



所 見

・管制官の HMI の面では発展が期待できるが総合的（パイロットを含めた）発展への道が不明である。

【電子航法研究所の対応】

これまでは、A-SMGCシステムに要求される4つの基本機能を検証するための実験システムを構築する事に主眼をおいて取り組んできました。このうち、管制機能については滑走路誤進入及びコンフリクトの検出手法について検討し、検出処理用のソフトウェアを製作したが、この部分はあくまで管制官への情報提供というレベルです。今後は、管制官とパイロットが必要な情報を共有できる環境を構築することが必須と考えており、パイロットへの経路情報の提供手段としてコクピットディスプレイの利用を計画しており、総合的な発展を目指していきます。

・経路指示灯は一部の空港では実施済かと。

【電子航法研究所の対応】

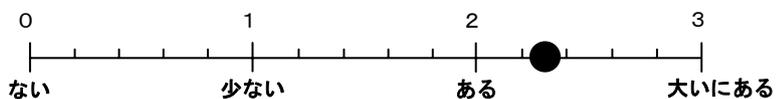
灯火誘導については、ロンドンのヒースロー空港では以前から運用されており、またシンガポールのチャンギー空港でも数年前から部分的に運用されています。

ヒースロー空港では、経路を入力する専属のオペレータがいて、管制官とパイロットの無線による交信を聞いてタッチパネル等を使って入力している。また、チャンギー空港では、管制官がモニタ画面上でマウス操作等によって経路を直接入力・指示しています。

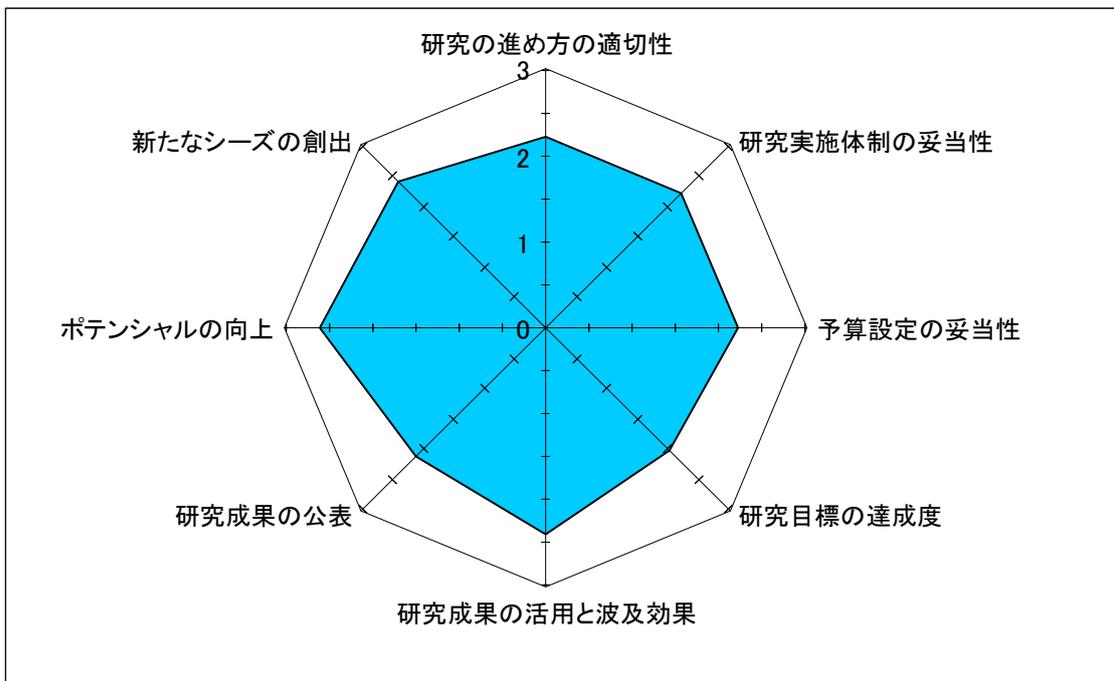
・4つの基本機能について、Gate to Gate 運航コンセプトに向けて、それぞれ高度化する目標が得られたものと思う。

総合評価（本研究を実施した意義があるか。）

2.3



設定理由 各評価項目の合計点数 = 18.1
 評価項目数 = 8
 (18.1 ÷ 8 = 2.3)



所 見

・管制官からの管制情報の航空機側への伝達の方式は理解できました。今後は管制官の誤りや航空機側が正しく対応しているかの監視機能を充実させて、情報の伝達、制御・監視と緊急警報までをクローズアップとするようなフィードバックのあるものに発展させると良いと考えます。管制官の誘導の誤りの監視を検討して下さい。

【電子航法研究所の対応】

管制官とのHMIである管制表示装置では、経路設定装置から伝送された経路データを取込んで指示した経路を航空機のシンボルと一緒に表示します。そして、航空機が指示された経路から逸脱した場合は、対象となる航空機のシンボルをブリンク表示すると同時に、表示されている経路も色を変えて表示することで管制官への情報提供を実現しています。但し、このようなアラート情報をパイロット側へも瞬時に伝達する手法や、回避操作をどのように実現していくかは今後の課題と捕らえております。

・空港面における事故及びインシデントが多数発生している最近の状況から、ASMGCSの可能性をトータルに評価できたことは、大変意義深いと思う。

・将来有望なシステムを試作することにより要素技術の研究を行い、それぞれの成熟度を向上させた点、監視機能については実用化に役立った点は特に評価できる。

・誘導路における事案の発生は、パイロットの判断や理解の不足による面があり、このような対応のため研究の発展性が判明しない。管制官に対するHMIの改善の手法はコックピットディスプレイにも適用できるものなのでしょうか。

【電子航法研究所の対応】

これまでの研究では、滑走路における誤進入およびコンフリクトを防止するためのアルゴリズムについて、機能実現に向けた検出用ソフトウェアを試作し、動作の判定基準となるパラメータの設定については空港面監視ログデータ等を使って検証・評価を行っております。

今後は、誘導路上におけるコンフリクト検出について、回避方法等も含めて研究・開発を進めて行く予定です。

これまでのA-SMGCSシステムの開発コンセプトとしては、航空機側には余分な負担を強要しないということが前提でしたので、誘導機能を実現するにも誘導路中心線灯を使った灯火誘導機能の開発がメインでした。しかし、費用対効果等を考えた場合、また管制官とパイロットが必要な情報を共有できる環境を構築することの必要性等を考えた場合、パイロットへの経路情報等の提供手段としてコックピットディスプレイを活用した総合的な発展を目指していきます。

・Anomaly（悪天候、管制ミスなど）へのシステムのrobustnessが大事であるので、実用までにそれを確実なものとする実験を繰り返してほしい。導入においてはステップ（手順）が大事で、どうゆう手順でシステム構築しどう実証しながら作っていくのかplanが大事である。灯火が見えにくいときなどにパイロットへの指示方法が大事である。管制官が3次元（2次元の空港面+時間軸）を有効に利用できるよう、それをサポートするコンピュータシステムのあり方についての研究が必要。

【電子航法研究所の対応】

ご指摘のように、今後は、空港面における航空機等の安全で円滑な地上走行を支援する総合システムとして、導入に向けての必要な手順を踏まえた開発スケジュールを検討し、実証試験を進めていく予定です。

航空機等を道案内する誘導手段については、これまでは灯火誘導が中心でしたが、視界不良時で灯火が見え難い場合や灯火誘導を実現するための費用対効果等を考えた場合、パイロットへの情報提供の手段としてコックピットディスプレイを使う方法が管制官との情報共有を実現する手段としてもより有効と考えております。

また、管制官が3次元（2次元の空港面＋時間軸）を有効に利用できるよう、それをサポートするコンピュータシステムのあり方についての研究が必要と指摘されておられますが、中・長期的な開発フェーズとして推奨経路を自動的に生成・指示するアルゴリズムの開発を目指しております。この自動経路生成アルゴリズムは、最短経路探索（ダイクストラ法）手法をベースとして、監視センサで常に空港面全体の動きを監視して時間軸を考慮した予測技術を取り入れて最適な経路を指示すると同時に、途中での経路変更にも柔軟に対応できるアルゴリズムの開発を目指しております。

- ・本研究の成果を整理して、ICAO Manual Doc9830に関する追加情報、修正意見等の形に取りまとめ、ICAOの場にフィードバックできると、この分野での一つのまとまった国際貢献になると思う。

事後評価実施課題（その2）

○研究課題名：航空機の動態情報を利用するコンフリクト検出手法の研究

○実施期間：平成16年度～平成20年度 5ヶ年計画

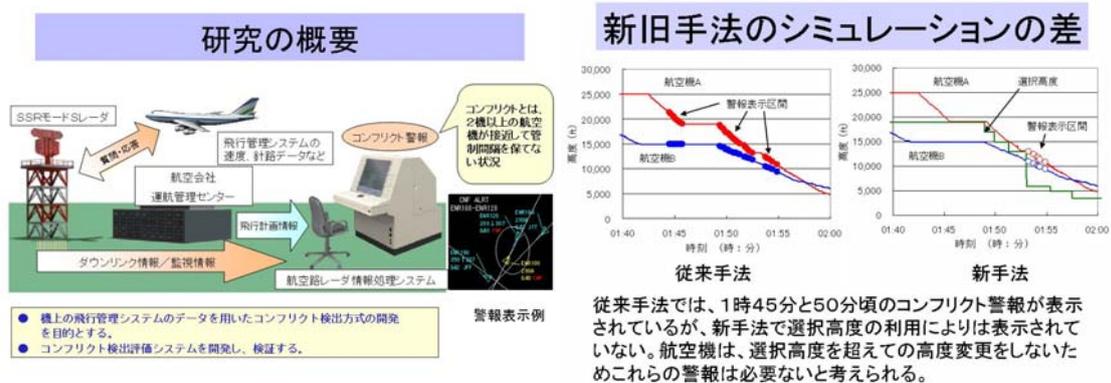
○研究実施主任者：福田 豊（航空交通管制領域）

1. 研究の背景、目的

現状の航空路レーダ情報処理システム（RDP: Radar Data Processing System）のコンフリクト警報機能は、航空路監視レーダ（ARSR/SSR）情報および飛行計画情報を基に検出しているため、不必要なコンフリクト警報及び警報の検出遅れが発生する要素を含んでいる。安全性の向上のため、より精度の高いコンフリクト予測検出手法が望まれている。

SSR モード S を利用して航空機の動態情報を通信する方式の国際標準が国際民間航空機関で作成され、欧州では仏国、独国、英国が、磁針路、対気速度等を自動的に応答する SSR モード S の拡張監視用機上装置の搭載を義務化した。

精度の高いコンフリクト予測検知手法を開発するため、航空路監視レーダ（ARSR/SSR）から得られるレーダ情報等に加え、航空機の FMS データ（航空機の磁針路、速度、高度変化率等の状態データ及び選択磁針路、選択高度、選択経路等の意図データ）を SSR モード S の地上喚起コム B（GICB ; Ground Initiated Comm B）プロトコルにより取得し、精度の高い航空機の飛行プロファイルの予測とコンフリクトを検出するための手法等を開発する。



2. 研究の達成目標

- ① 航空機の機上装置から SSR モード S の GICB プロトコルにより取得した情報を利用してコンフリクトを検出する手法を開発する。
- ② コンフリクト不要警報の発生及び警報の検出遅れを防ぐとともに航空路レーダ情報処理システム（RDP）のコンフリクト検出機能を向上する。

3. 目標達成度

初めに、レーダデータと機上データを収集し、予測誤差の解析をした。また、現状のコンフリクト警報の特性を解析した。

これらを踏まえ、動態情報を利用するコンフリクト検出手法を開発し、コンフリクト検出評価システムを製作した。

実環境を想定し、レーダデータと機上データを使用したシミュレーションによる評価

を行った。

その結果、本コンフリクト検出手法では、選択高度の利用等により、不要警報の低減が確認できた。

4. 成果の活用方策

航空機の機上装置の普及に合わせて、次期航空路レーダ情報処理システム、次期航空路管制卓及び無線施設に性能向上が行われる際、航空機の動態情報を利用するコンフリクト検出手法の導入が期待できる。

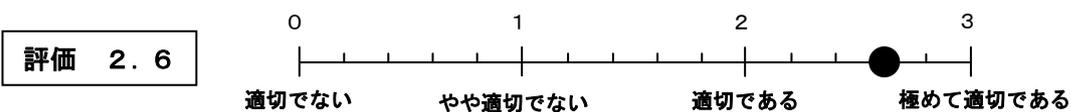
コンフリクト検出機能を向上することにより、航空管制官の状況認識の向上、航空交通の安全性の向上が期待できる。

評価システムのコンフリクト警報の解析機能は、現状のコンフリクト警報の解析への活用により、安全性の向上が期待できる。

5. 評価結果

I. 研究の効率性

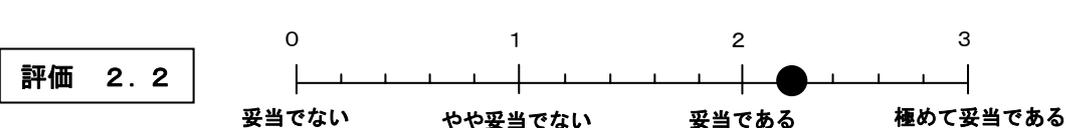
(1) 研究の勧め方の適切性



所見

- ・ 本来的な発想であり ENRI 独自の提案による研究と考える。

(2) 研究実施体制の妥当性



所見

- ・ 多少メンバーが少ない。育成のために若手研究員のリクルートを行った方がよい。

(3) 予算設定の妥当性



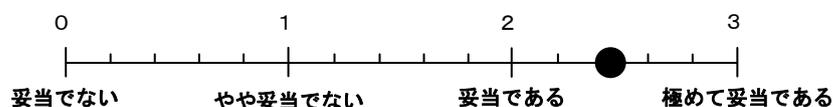
所見

(なし)

Ⅱ. 研究の有効性

(1) 研究目標の達成度

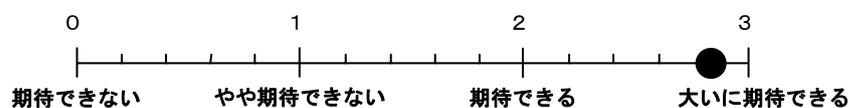
評価 2.4



所見
(なし)

(2) 研究成果の活用と波及効果

評価 2.8



所見

・重要な研究であり、とくに混雑時の回避法（ドミノがおこらない）についての有効な研究につなげてもらいたい。

(3) 研究成果の公表

評価 2.4

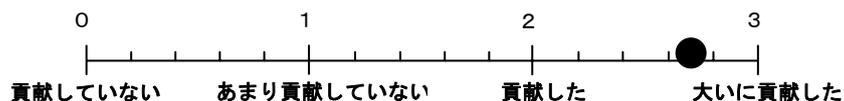


所見

- ・優れた実績となっている。
- ・学会での発表において「奨励賞」を受賞したが、さらなる発表を期待します。

(4) ポテンシャルの向上

評価 2.7

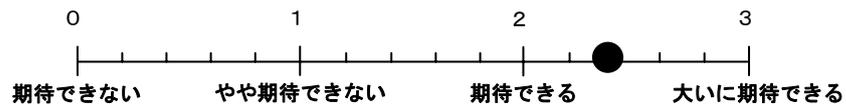


所 見

- ・参加メンバーのポテンシャルは充分である。
- ・今後の解析、シミュレーション等につながる基本的インフラが整備されたと思われる。回避について研究をつなげてもらいたい。

(5) 新たなシーズの創出

評価 2.4

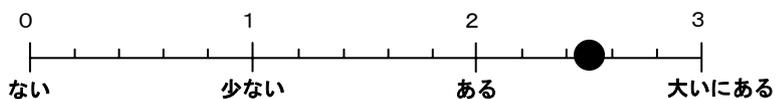


所 見

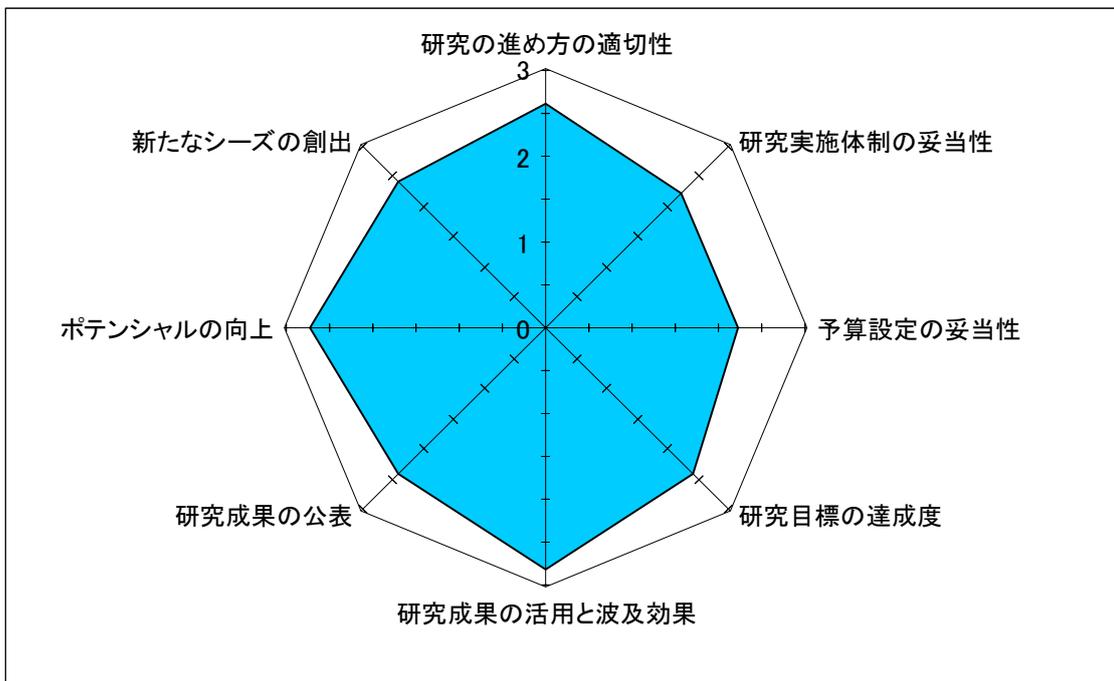
- ・実施に向けた努力も行った方が良いのではないか。
- 【電子航法研究所の対応】
- 実施に向けてダウンリンクデータの即時性と信頼性の評価が必要と考えています。「SSR モード S の高度運用技術の研究」の中で、これら进行评估する計画です。また、航空局への報告会などで説明をします。
- ・トラジェクトリ方式や各種の関連研究との統合によって総合的な開発を期待します。

総合評価（本研究を実施した意義があるか。）

2.5



設定理由 各評価項目の合計点数 = 19.7
 評価項目数 = 8
 (19.7 ÷ 8 = 2.5)



所 見

- ・ 全体的にまとまりを感じさせた良い内容でした。
- ・ 実用性の高い有益な研究成果が得られている。
- ・ 研究所が重視するトラジェクトリ管理への貢献も大きい。
- ・ ENRI の特徴を発揮するテーマで賛同できる。
- ・ レーダ、フライトデータの3分先の予測能力を比較するときは、真値と比較するのが妥当で、フライトデータ＝真値とみなした場合には明らかにフライトデータに favorable な評価となる。
- ・ レーダデータとフライトデータ相互間の現在値の比較を行い、分布の違いを求めてほしい。その上で予測との比較を行ってみたい。
- ・ TBO (Trajectory Based Operation)、4D-ATM、Gate to Gate 運航等の将来の運用コンセプトにおいては、一般的に航空機の動態情報の取得を前提としているので、その情報の処理方法が今後の ATM 分野の研究課題の鍵となると思う。本研究でコンフリクトに係る情報処理手法を開発したが、その手法をトラジェクトリベース運航等に係る研究に発展させることを期待する。

事後評価実施課題（その3）

○研究課題名：高カテゴリGBASのアベイラビリティ向上とGNSS新信号対応に関する研究

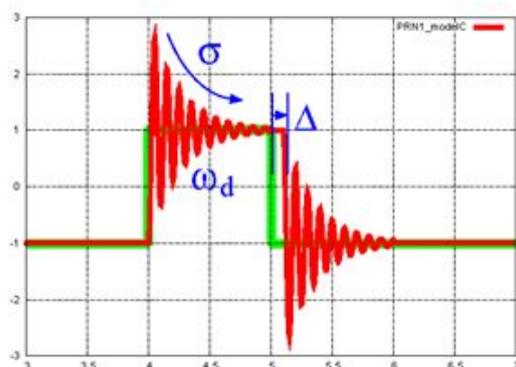
○実施期間：平成17年度～平成20年度 4ヶ年計画

○研究実施主任者：藤井 直樹（通信・航法・監視領域）

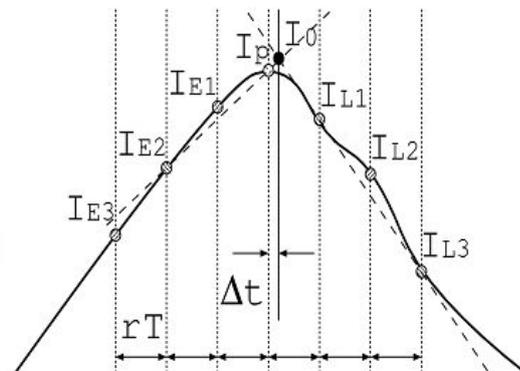
1. 研究の背景、目的

研究計画策定時においては、米国ではGBASの整備計画が立てられ、欧州においても実用化の機運が高まっていた。また、新しい信号としてのGPS L5およびGALILEOが2008年から初期運用（IOC）に入る計画であったので、これらの信号を利用することによって、CAT-III等の高カテゴリGBASのアベイラビリティを向上させるために必要な技術開発を行う研究を開始する予定であった。ところが、研究開始前後に米国CAT-I GBASの整備計画がインテグリティの問題により中止され、研究開発フェーズに戻されたものの、CAT-IのGBAS機上機器を搭載したB-787のH20年度の日本への導入が計画されていた。そのため、日本におけるインテグリティの問題を解決して、CAT-I GBASの実運用への道を開く研究への要望が航空会社および航空局等で高くなったため、当所としても研究計画の変更を決断した。また、CAT-III GBASに関しては、ICAOにおいては米国と欧州の考え方の違いから来る精度要件の議論が活発化し、RTCAではLAAS ICDの精度要件が大幅に変更された。さらに、独法見直し時において、SBASの研究とGBASの研究の統合化が検討され、大きな予算が必要な安全性解析に必要なプロトタイプの開発を、新規研究としてH20年度から行う変更を行った。研究終了時においては、高カテゴリGBASについては、ICAOのSARPs(案)はほぼ固まったが、検証作業は開始されたばかりである。RTCAでは、それに対応した再度のLAAS ICDの改訂が行われた。新信号の放送状況は、当初の予定より大幅に遅れ、GALILEOは試験用の信号放送する衛星2基打ち上げられているが、GPS L5を放送する衛星は打ち上げられたばかりである。

この研究の変更後の目的は、GBASの実用化のために、インテグリティの問題を解決するとともに、現在、ICAOで進められているCAT-III GBASのSARPs案策定作業への寄与を行うことである。

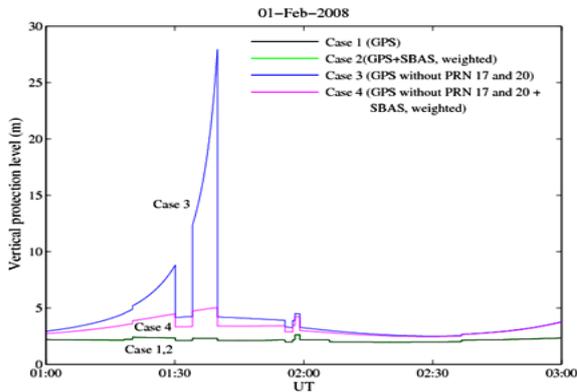


変調信号故障の例



推定測距法による監視

シミュレーション計算例



- ◆ SBAS測距信号を利用することによって、衛星が2個故障したときの保護レベルが低下し、アベイラビリティが向上する
 - シミュレーションでは、VPLが28.0m → 5.0mに低下

2. 研究の達成目標

- ① CAT-I GBAS 実用化のために、信号品質監視 (SQM : Signal Quality Monitoring) 用アルゴリズムの開発、電離層擾乱等の観測と誤差要因の解析を行い、GBAS の故障の木解析 (Fault Tree Analysis) による完全性のための概念設計の実施。
- ② SBAS 測距信号を使った GBAS の開発によるアベイラビリティ向上の評価。
- ③ 高カテゴリ GBAS の国際標準策定のための新しい CAT-III GBAS コンセプトへの検証および GPS L5, GALILEO E5 信号の特性の調査。

3. 目標達成度

- ① CAT-I GBAS 実用化のための、SQM 用アルゴリズムの開発、8年間分の GEONET データによる電離層の影響調査等を行い、GBAS の故障の木解析 (FTA) を用いた完全性の概念設計を行った。この結果は、H20 年から開始された「GNSS 精密進入における安全性解析とリスク管理技術の開発」における安全性実証プロトタイプにおいて活用されることとなった。
- ② SBAS 測距信号を使った GBAS の開発によるアベイラビリティ向上の評価については、SBAS 測距信号を利用した GBAS の開発とシミュレーションを行い、2 衛星故障時におけるアベイラビリティ向上効果が確認された。これらの成果を ICAO、ION 等にも報告した。
- ③ 高カテゴリ GBAS の国際標準策定のための新しい CAT-III GBAS コンセプトへの検証は、新しい CAT-III GBAS コンセプトによる機上で電離層誤差を推定する 100s と 30s キャリアススムージングの比較による測位シミュレーション評価を行った。提案された方法が有効であることが確認できた。
- ④ GPS L5, GALILEO E5 信号の特性の調査は、GPS L5 に対してはシミュレーターによる実験、GALILEO E5 については当所で実環境下での計測を行い、L5 は GPS L1 に比べて測距誤差が 3 分の 1 の誤差になることを、E5a は測距誤差が 7 分の 1 になることを確認した。

4. 成果の活用方策

- ① CAT-I GBAS 実用化のための、SQM 用アルゴリズムの開発、電離層の影響調査等を通じての、GBAS の故障の木解析 (FTA) による完全性の概念設計は、新しい研究テーマにおける安全性実証プロトタイプの開発において活用される。
- ② 完全性の概念設計を基にした開発する安全性解析手法は、航空局が行う実用機器の認証を行うときの技術支援に活用される。
- ③ 将来における高い信頼性が求められる航空機の航行援助システム等に対する安全性解析手法への応用に活用される。
- ④ SBAS 測距信号を使った GBAS の開発によるアベイラビリティ向上の評価は、SBAS 疑似距離信号を使う GBAS を実用化する場合の指針となる。
- ⑤ 新しい CAT-III GBAS コンセプトによる機上で電離層誤差を推定する 100s と 30s キャリアススムージングの比較による測位シミュレーション評価手法は、ICAO 等における CAT-III GBAS SARPs の検証作業等に寄与することが期待できる。
- ⑥ GPS L5, GALILEO E5 信号の特性の調査は、この結果は、今後の多周波時代の GNSS 構築のための有効活用が期待できる。

5. 評価結果

I. 研究の効率性

(1) 研究の勧め方の適切性

評価 2.2



所見

- ・電子研で GBAS の研究の第一弾であり、環境が不足するなかで、基礎的な把握が進んでいると評価できる。
- ・国際動向等に合わせ研究計画を見直しているが、より具体的かつ優先的に達成すべき目標を設定しており、適切であったと思う。

(2) 研究実施体制の妥当性

評価 2.4



所見

- ・基礎的活動を共同研究により立ち上げようとする発想は極めて評価できる。
- ・京都大学の物理学者が入っていることは評価できる。
- ・東アジア諸国の研究機関との連携があれば、さらによかったと思う。

(3) 予算設定の妥当性

評価 2.2

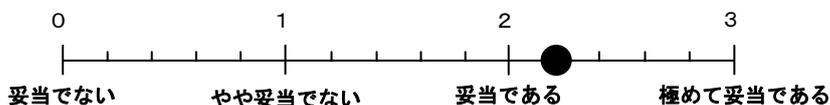


所見
(なし)

II. 研究の有効性

(1) 研究目標の達成度

評価 2.2

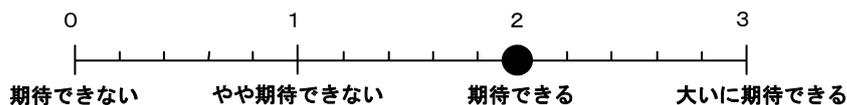


所見

- ・出来ることを中心に努力している。
- ・目標の変更に適切に対応した。
- ・CAT-1 GBAS 実用化に向けた目標の再設定を行い、着実に達成している。

(2) 研究成果の活用と波及効果

評価 2.0



所見

- ・GBASの実用につながる基礎データがえられたと思われる。FTAも応用の可能性が広い。

(3) 研究成果の公表

評価 2.4

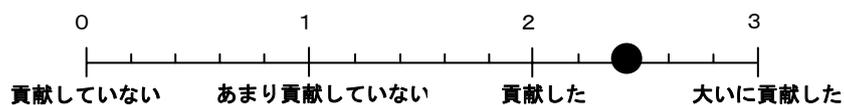


所見

- ・ION-GNSSに2件採択されていることは大いに評価できる。

(4) ポテンシャルの向上

評価 2.4

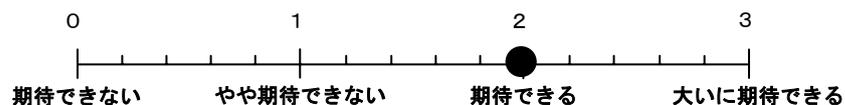


所見

- ・今後に期待したい。
- ・FTAを一つ作ったことは今後につながる経験になるだろう。

(5) 新たなシーズの創出

評価 2.0

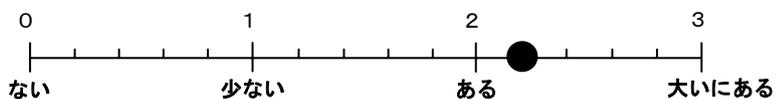


所見

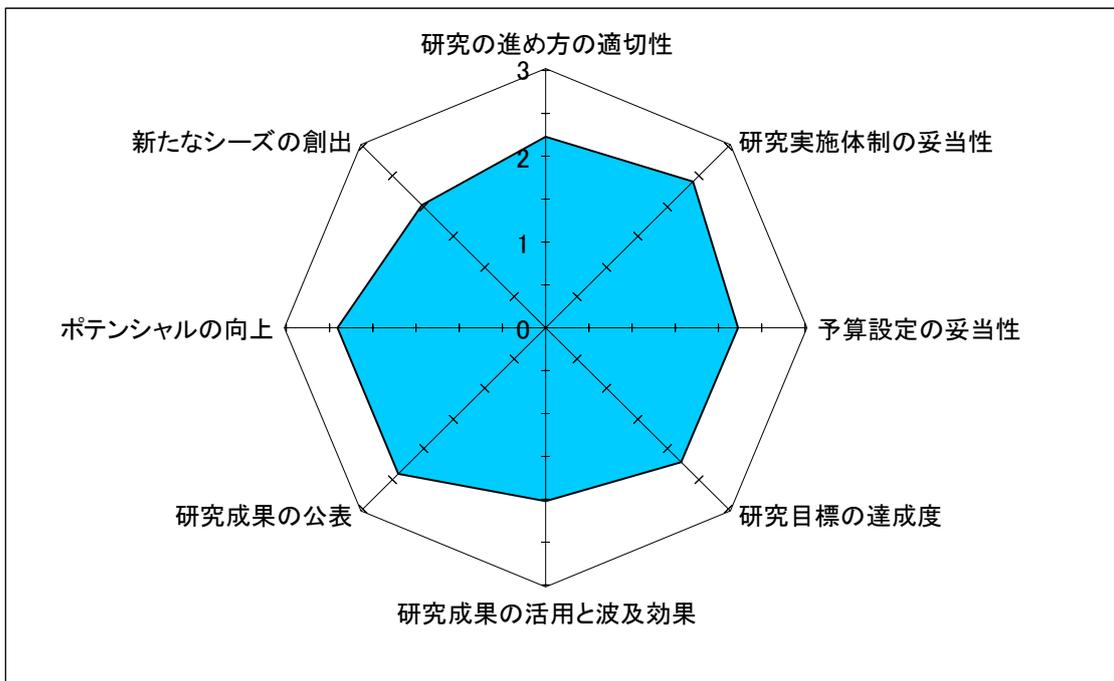
(なし)

総合評価（本研究を実施した意義があるか。）

2.2



設定理由 各評価項目の合計点数 = 17.8
 評価項目数 = 8
 (17.8 ÷ 8 = 2.2)



所 見

- ・GBASプロトタイプの開発やGALILEOとの協調への課題の開発に期待します。
- ・短期的課題（CAT-1 GBAS 実用化）及び長期的課題（高カテゴリー化の国際標準策定への寄与）を合わせて一つの研究で行うこととなったため、一体性に欠けるなど研究を進めにくいこともあったと思うが、それぞれの項目で目標を達成している。
- ・研究成果が多岐に渡り、最も関心の高いインテグリティ問題の解決に関して、どれ程の解決があり、残された課題は何かなど不明確な印象を受けた。

【電子航法研究所の対応】

国際動向などの背景事情に変動があり目標の再設定が必要であったなどの事情はあるが、本研究で得られた成果が、次の研究（注：GNSS 精密進入における安全性解析とリスク管理技術の開発）の基礎となっています。インテグリティ研究は、ごくまれに起きる事象を対象とし、それを漏れなく識別し、リスクを評価し、必要な事象には解決策を用意し、そうでない事象は棄却するという各段階において対応の難しさを備えている。本研究においてFTAという定量的評価手法を獲得しました。また、文献の調査や様々な専門家の意見を取り入れるなどして漏れを極力無くすよう努めています。

- ・GBAS については関心が高まっていることから
 - －わかったことを
 - －わかり易く
 - －早期に

関係者に知らせることを行ってください。

【電子航法研究所の対応】

従前より成果の発表については積極的に取り組んでおります。具体的には、所全体としての取り組みである出前講座、学会活動、ATEC などの委員会を通じて所としての見解を発表しており、また、今後とも継続するつもりです。なお、発表は出来るだけわかりやすく心がけておりまた今後もその方針ですが、一方、発表内容の正確さが失われないことにも心がけるつもりです。具体的な活動としては研究発表会でのアンケート結果を発表の改善につなげる取り組みを行っています。

- ・所内評価が低いようですが、計画通りでなくとも研究上最善にしようとする努力も評価すべきでしょう。

【電子航法研究所の対応】

今後も、研究に際して最善を尽くしていくつもりです。

- ・電離圏の物理過程まで含めたモデル化が今後GBASの効果を高めるために重要で、計測と理論構築の両方が合体してはじめてよいモデルができると思われる。

【電子航法研究所の対応】

ご指摘の通り。そのような観点から、近隣国及び国内関係機関との協力による観測体制の充実や、共同研究や客員研究員制度などの研究ツールを活用した外部の研究員の研究参画などを通じて課題の速やかな解決を指向したいと考えています。

- ・ プラズマバブルの観測結果を多方面での電離層研究に活用されるように期待します。

事後評価実施課題（その４）

○研究課題名：航空管制用デジタル通信ネットワークシステムの研究

○実施期間：平成１７年度～平成２０年度 ４ヶ年計画

○研究実施主任者：板野 賢（通信・航法・監視領域）

１．研究の背景、目的

航空管制業務の安全性、効率性の向上、周波数の有効活用等の観点から、今後、国内航空管制業務において空地デジタル通信の広範な導入が必要となっている。

そのためには、音声を含めリアルタイム性の高いデジタル通信が可能な空地サブネットワーク（VDLモード３システム、以下VDL3）、多様な通信メディアを共通のプロトコルで接続し高信頼なエンド間サービスを提供可能な航空通信ネットワーク（ATN）、及びCPDLC、DFIS等空地データリンク用の管制アプリケーションといったネットワーク構成要素に関して、運用を視野に入れた研究開発を行うことが必要である。さらに、これらを統合したエンド・ツー・エンドの空地通信ネットワークとしての機能・性能の検証、及び管制官による運用面の評価を行うことが重要である。欧米等を中心に関連の研究、評価が進められているが、なお開発途上の段階にあり、また、わが国管制業務への適用のためには、わが国の航空環境（管制業務手順、管制セクタ構成、地上管制インフラストラクチャー、地形的特性等）に適したシステムとする必要がある。

本研究では、空地デジタル通信の管制業務への本格的利用を図るため、特に、個々の構成要素を統合した総合的なネットワークの構築とその技術、運用両面での評価に重点を置いて研究を進める。

しかしH18年半ばに入り、世界的なVHF通信メディアとして、音声通信用に8.33kHz幅振幅変調方式、データ通信用にACARSまたはVDLモード２（以下VDL2）の普及が現実となり、事実上我が国もVDL3の導入を見送ることとなった。

本研究の目的は、わが国の管制業務に適用可能な空地デジタル通信ネットワークの構築と技術面、運用面の評価を行うことにあり、科学的、社会的意義は次のとおりである。

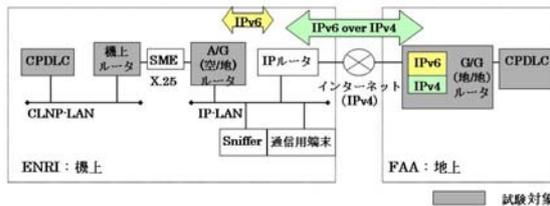
- ①広域航空用データ通信の伝送性能の改善
- ②ATNとIPネットワークの相互運用性の検証
- ③ACARS、VDL2運用パフォーマンスの検証
- ④航空通信ネットワークへのIPネットワーク導入によるネットワーク構築の低コスト化
- ⑤わが国の国内管制業務への高性能空地デジタル通信の導入による管制業務のワークロードの低減及び効率化、及びこれによる空域処理容量の拡大

IP/SNDCFとは

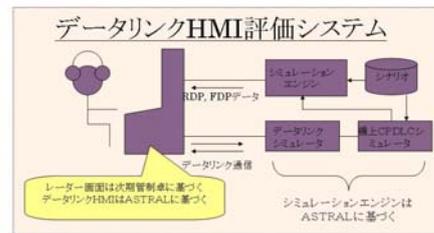
- SNDCFとはサブネットワーク依存副層の収束機能

ネットワーク層	サブネットワーク独立副層	IDRP CLNP,ES-IS			
	サブネットワーク依存副層	ISO8208 SNDCF	ISO8802-2 SNDCF	ISO8208 Mobile SNDCF	IP/SNDCF
	サブネットワークアクセス副層	ISO8208 PLP (X.25)	-----	ISO8208 PLP (X.25)	IP(v4, v6)
データリンク層	LAPB	LLC MAC	LAPB	----- MAC	
	(a)パケット網	(b)イーサネット	(c)空/地サブネットワーク	(d)イーサネット IPS網	

管制官によるCPDLC対応航空路管制卓のHMI評価



FAAとの相互運用性実験の実験構成図



・CPDLCアプリケーションはATNを仮定
・空/地データリンクはVDL2を仮定

2. 研究の達成目標

- ① ACARS および VDL2 のシミュレーションによる伝送性能評価
- ② 航空無線通信運用パフォーマンスの解析
- ③ ATN と IP ネットワークとの相互運用性の検証
- ④ 国内管制への CPDLC、DFIS 等の導入による管制業務の効率化とその検証
- ⑤ 上記を含め、わが国管制業務に適用可能な総合的な空地デジタル通信ネットワークの開発

3. 目標達成度

IP/SNDCF の開発では、IP/SNDCF 機能を試作し ATN ルータおよび ES に実装した。当所で行った評価実験では IP/SNDCF 機能に不具合はみられなかった。また、互換性および相互接続性の検証のため、FAA との間で行った接続実験でも若干の不具合はみられたが最終的には全ての試験をクリアした。よって、目標はほぼ 100%達成された。

現用空地データリンクの調査では、ACARS および VDL2 の性能比較のため、それぞれのシミュレーションモデルを試作し、シミュレーションにより性能比較を行った。ま

た、現在のデータ通信の調査のため、航空局およびアビコムからデータを取得しその解析を行った。よって、ほぼ目標を達成した。

航空路管制用 CPDLC 対応管制卓およびシミュレーション実験システムを試作し、東京管制部において管制官による CPDLC の HMI 評価を行った。

4. 成果の活用方策

IP/SNDCF を使用することで、例えば日米間や航空官署と通信プロバイダのようなドメイン間の回線に IP 網が使用可能になり、より経済的にまた柔軟に ATN を構築できる。また、航空局のドメイン内ネットワークの構築にも OSI-LAN ではなく IP-LAN を使用できる。

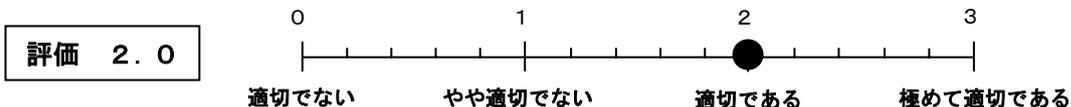
ACARS および VDL2 のシミュレーション結果とデータの解析結果は、現用データリンクシステムの通信容量を推定し地上局の配置設計等の資料に活用できる。シミュレーション結果から、VDL2 は ACARS に比べ 4.6 から 8.8 倍の通信トラフィックの処理が可能である。

CPDLC の評価では、1 クリックで送信でき電文作成の手間がかからない管制移管（管制管理通信）機能は概ね好評であった。しかし、電文作成に手間がかかるものについては高評価は得られなかった。また、管制移管についても、単純な隣接セクタへの移管だけではなく、セクタをまたいだ移管機能を求める管制官が多かった。

5. 評価結果

I. 研究の効率性

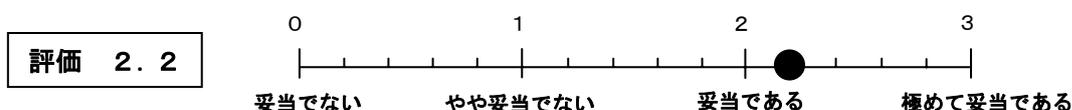
(1) 研究の勧め方の適切性



所見

- ・ IP の専門家の育成が行われている。
- ・ 目標の大きな変更があったが、それへの対応ができた。ただどこまで実施するかについて少し目標が低かった気がする。
- ・ ただし研究途中で方針の大変換があったことは不運でした。しかし目標は良かった。

(2) 研究実施体制の妥当性



所見

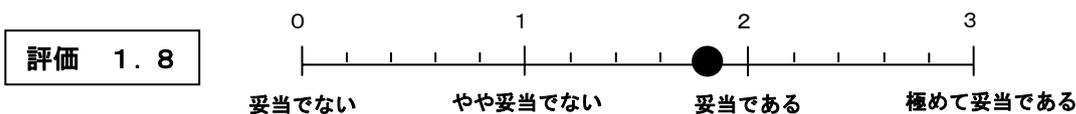
- ・千葉工業大学が本テーマの共同相手としてふさわしい理由は不明。

【電子航法研究所の対応】

VHF 航空通信の飛行実験データは例が少なく、適切な解析処理を行うには移動体通信に詳しい者との共同作業が必要でした。共同研究者は電波伝播・移動体通信の専門家であり、過去に当所客員研究員としての活動実績もあるため共同研究相手として適切と考えました。そこで千葉工業大学には主に VDL の変調方式の BER 特性評価を担当してもらいました。

本共同研究では熱雑音およびフェージング環境下での BER 特性をシミュレーションおよび実験データにより評価してまいりました。その結果、VDL の BER 特性は仲上ライスフェージングの特徴量である K ファクタに強く依存することなどが分かり、一定の成果が得られました。

(3) 予算設定の妥当性



所見

- ・質問にもあったが、やっている内容のわりに使っているお金が大きい気がする。

【電子航法研究所の対応】

本研究は、実機運用の直前における開発評価を目指しており、IP/SNDCF を実装した地対地のデュアル・スタック ATN ルータの試作を目的の一つとしており、開発した機器は実用機の航空局仕様に対応しています。実際の運用機材として、アジア・太平洋地域では、ドメイン間の地対地 ATN ルータの接続は x.25 で行うことが暫定的に決まっていますが、将来的には IP 網に移行する予定です。前の研究で開発した地対地 ATN ルータは平成 12~13 年頃には航空局に導入されており、平成 17 年には日米間で AMHS の運用が行われています。本研究において、次期用地対地 ATN ルータを IP 化に対応するために IP/SNDCF を実装し、評価を行う必要がありました。そのため、航空局との調整において、現状のシステムを模擬した上で、開発した ATN ルータを組み込んだ実験用システムを作り、評価する必要がありました。FAA との接続実験において IP 回線上で ATN ルータが正常に動作するかも検証しており、実験結果は良好なものでした。このような実験用システムを構築した結果、単体だけの評価に比べ、多額の費用を費やすこととなりましたが、このルータは近い将来において航空局に使われると共に、FAA など外国サービスプロバイダーにおいても認められて、購入についての打診がありました。

- ・(1)とも関連する。VDL 3 に対しての研究に準備したので仕方がないと思われる。

Ⅱ. 研究の有効性

(1) 研究目標の達成度

評価 2.0

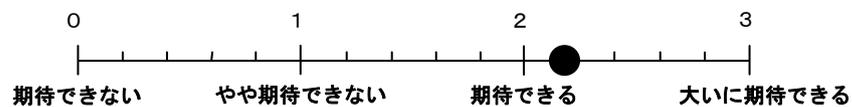


所見

- ・デュアル・スタックの実装は適切な目標と思う。

(2) 研究成果の活用と波及効果

評価 2.2



所見

- ・IP化への適用を考慮できる。

(3) 研究成果の公表

評価 1.9

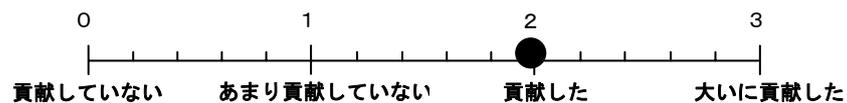


所見

- ・レフェリー付論文の採択を目指さねばならない。

(4) ポテンシャルの向上

評価 2.0

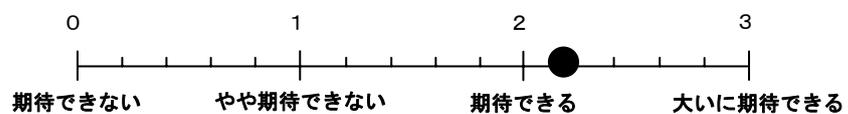


所見

- ・IP研究能力が向上している。

(5) 新たなシーズの創出

評価 2.2

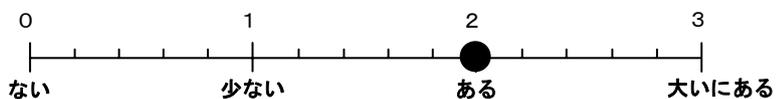


所見

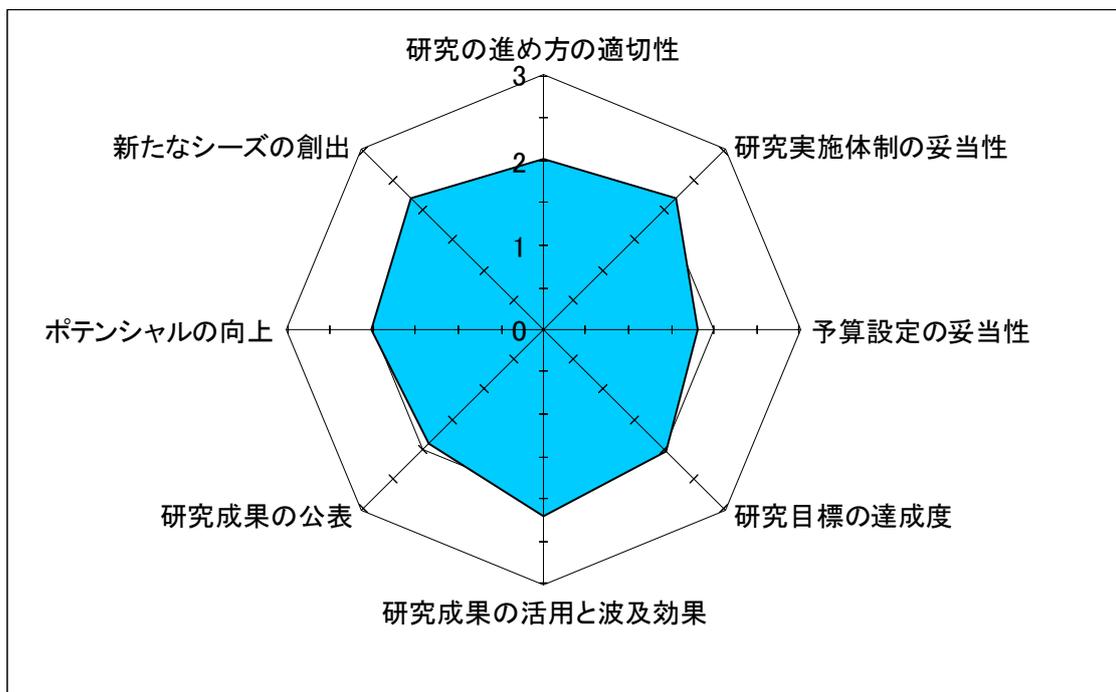
- ・ ICAO の検討に参加することができており、今後の対応を可能としている。

総合評価（本研究を実施した意義があるか。）

2.0



設定理由 各評価項目の合計点数 = 16.3
 評価項目数 = 8
 (16.3 ÷ 8 = 2.0)



所 見

・研究発表の方法がもっと具体的に内容全体を示すような冒頭の概要説明があれば良かったと思います。テーマはわかりやすいものでしたが、その実現の問題・課題を簡明に示していただければ、良かったのではなかったのではないのでしょうか。

【電子航法研究所の対応】

今後の発表の参考にさせていただきたいと思います。

・国内空域の航空管制にデータ通信を導入することは業務の性格から難しいと思われるところ、ATN 及び VDL-2 の性能評価等を行い、国内空域向けデータ通信システム構築の一つの目処を立て、データ通信の機能を限定した初期運用環境での管制官評価を行ったことは、今後の研究の進展に向けて一つの区切りをなすものだと思う。

・CPDLC に関しては機体側も含めて更なる検討が必要であるように感じた。

【電子航法研究所の対応】

御指摘の通りで、機上の CPDLC にはどの程度のメッセージセットが実装の現状かについては不明なことも多いために、本研究の実験システムでは、CPDLC メッセージの遅延などについては、VDL-2 の平均的な遅延時間を模擬しているのにとどめています。しかし、評価実験では参加した管制官に対しては、実際の航空機ではさらなる遅延が発生する可能性があることは説明しています。すなわち、CMU をモニターするのは副操縦士の役目であり、CPDLC での管制指示等は副操縦士から機長に伝えられるので、航空機内での意志決定には音声通信の場合に比べてより時間がかかります。

また、これらに関する調査は、H21 年度から行っている研究の中で、さらに検討を行うべく、引き続き調査を行っています。

・IP 人材が育っていることは大いに期待できる。ただし、得られた結果については評価できるものがない。

【電子航法研究所の対応】

今後の研究に成果が活用できるよう努力いたします。

・発表がよくわからなかった。質問への答えで明確になった。発表の仕方にも工夫がほしい。

【電子航法研究所の対応】

今後の発表の参考にさせていただきたいと思います。

・プレゼンテーションをもう少し工夫していただき、何を狙いとして実験を行い、あるいはシステムを構築し、このような結果を得たいということを明確にすることが望まれる。

事後評価実施課題（その5）

○研究課題名：携帯電子機器の航法機器への影響に関する研究

○実施期間：平成18年度～平成20年度 3ヶ年計画

○研究実施主任者：米本 成人（機上等技術領域）

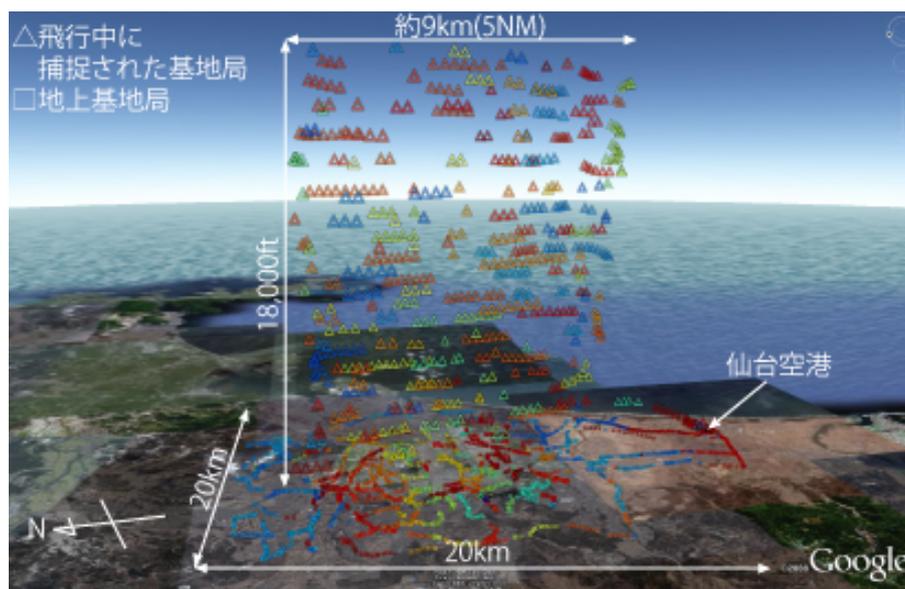
1. 研究の背景、目的

携帯電話や通信機能付きパソコン等意図的に電波を放射する携帯電子機器（Transmitting Portable Electronic Device :T-PED）は、従来の機器より一般に放射電波レベルが高く、航法装置、通信装置、操縦装置等の機上装置に電磁干渉障害(EMI)を与える可能性が高い。この電磁干渉に関してはこれまでほとんど研究されておらず、T-PEDからの電波放射特性、機内電波伝搬特性、機上装置への干渉の可能性及びT-PEDの機内使用基準等に関する研究が望まれている。

また、この研究成果をもとにT-PED電波に対する機上装置の安全性認証、T-PEDの機内使用に係わるガイドラインの提案等航空局の業務に直結する技術資料の作成が望まれている。

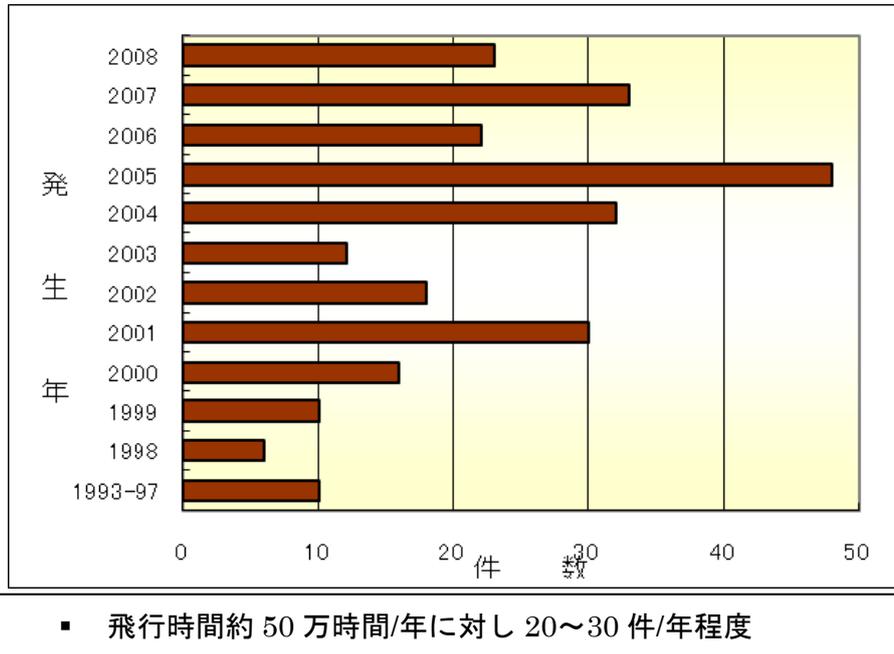
本研究の目的は、意図的に電波を放射する携帯電子機器（T-PED）の電波が機上装置に干渉する可能性について研究し、その結果をもとにT-PEDの航空機内での使用判定に必要なデータを航空局、航空会社、RTCA等に提供することである。このため、T-PEDからの電波放射、電波の機内での伝搬・分布特性、機上装置への干渉経路等に関して調査・研究する。なお、最近のT-PEDは使われている周波数、伝送帯域、変調方式等が従来とは異なるものが多く、その電波による機上装置への干渉の可能性検討は世界でもこれまでほとんど行われていないため革新性、先導性が高い。また、この検討には航空会社から提出された電磁干渉障害報告等を活用する。

携帯電話の接続可能性



- 機内の携帯電話の接続をなくすことは難しい

航空機内の電磁干渉事例報告



2. 研究の達成目標

- ① 意図的に電波を放射する携帯電子機器（T-PED、近い将来現れる機器を含む）の電波放射特性調査。特に、携帯電話、アクティブ型 IC タグ等の特性調査、検討。
- ② T-PED による機内での電波環境、機上装置までの電波伝搬、複数機器使用の影響等に関する解析法の確立と実験による検証の実施。
- ③ T-PED による機上装置への干渉可能性の検討。検討では、RTCA の基準と共に我が国の電磁干渉障害報告から得られた分析結果を活用する。
- ④ 突発的な強い電波を検知できる簡易型電波検知装置の検討。
- ⑤ 上記調査・研究成果の RTCA、EUROCAE 等での報告と世界の検討状況の報告。

3. 目標達成度

航空会社からの EMI 事例報告を収集・分析した。

T-PED として、アクティブ型 IC タグの調査、放射電波の測定・分析等を行った。疑似信号発生方式の検討、RTCA 活動の調査を行った。

航空会社からの EMI 事例報告を収集・分析した。

羽田ー福岡間の定期便航空機内の電波環境を測定した。アクティブ型 IC タグの電波放射特性を測定した。

4. 成果の活用方策

- ① T-PED の機内使用に備えた機上装置の電磁干渉基準の見直し。
- ② 携帯電子機器（T-PED 含む）の機内使用に係わる基準（機内迷惑行為防止法）の策定、改定。
- ③ RTCA SC-202 等電磁干渉に係わる新たな世界基準を作る会議への資料提供を通し

への貢献。

- ④ 突発的に発生する強い電波を検出できる簡易型電波検知装置の開発。

5. 評価結果

I. 研究の効率性

(1) 研究の勧め方の適切性

評価 2.8



所見

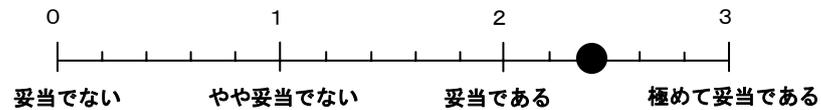
・ 広い範囲の研究を効果的に進めている。携帯基地局の電波が機内に入ってこない窓の評価結果を知りたい。

【電子航法研究所の対応】

ご指摘の評価結果につきましては、随時学会等にて発表予定です。

(2) 研究実施体制の妥当性

評価 2.4



所見

(なし)

(3) 予算設定の妥当性

評価 2.4



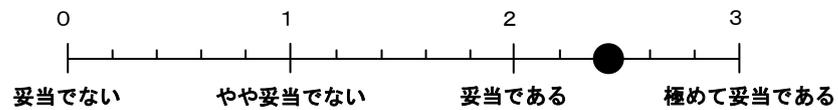
所見

・ 小額のテーマであった。

Ⅱ. 研究の有効性

(1) 研究目標の達成度

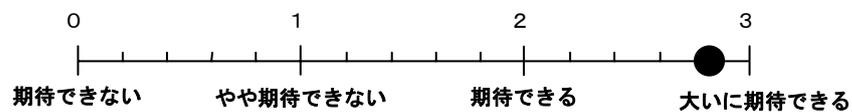
評価 2.4



所見
(なし)

(2) 研究成果の活用と波及効果

評価 2.8



所見
・ ニーズが非常に高い分野で、携帯の使用などの可否の検討など多くの応用が考えられる。

(3) 研究成果の公表

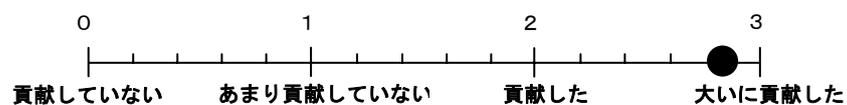
評価 2.3



所見
・ 査読付論文が作成できるのではないかと？
【電子航法研究所の対応】
査読付論文につきましては、今年度中に投稿の予定で準備をしております。

(4) ポテンシャルの向上

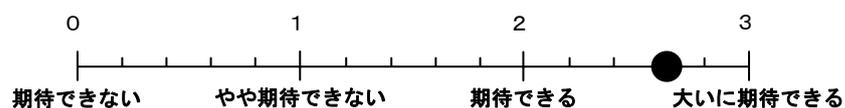
評価 2.8



所 見
(なし)

(5) 新たなシーズの創出

評価 2.6



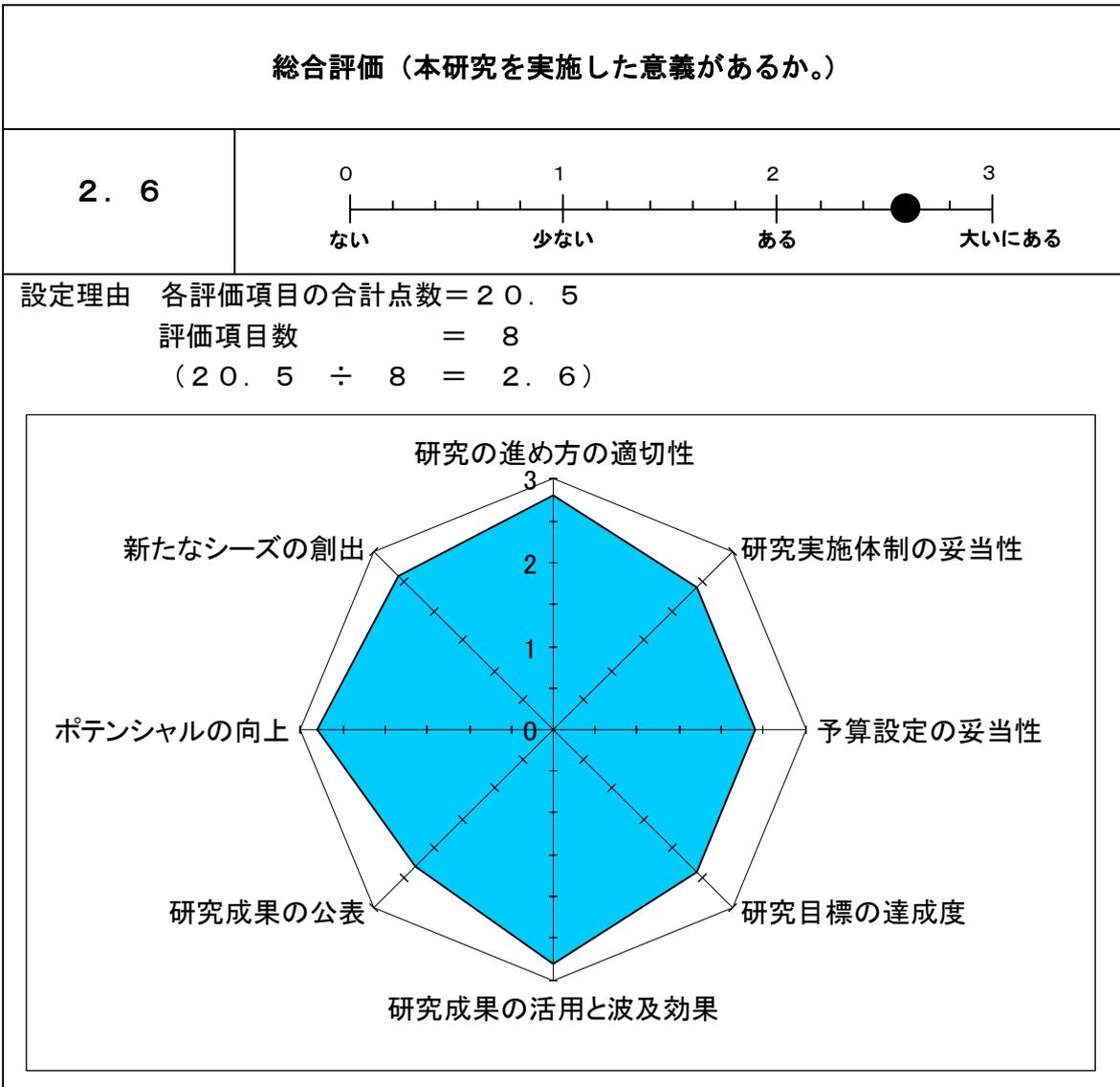
所 見

- ・これを今後いかに活用するのか？

【電子航法研究所の対応】

今後航空機側の調査を行い、安全性を担保しつつ多様なサービスが可能となるような方向へ研究を進める予定です。

- ・ビジネス面への展開が考えられる



所見

- ・今後の発展として航空機内での携帯電話の使用を認める方向に研究を進めてほしい。
- ・乗客にも分かるような具体的な成果につながると非常にアピールできると期待しています。
- ・ヨーロッパではエアバスなどが携帯の機内利用などをはじめており、日本としても対応が迫られるだろう。世界にとり残されないよう、しっかりした技術的根拠にしたがつたルール作りが求められる。
- ・航空会社からの EMI 事例報告を収集分析し、実際の状況を評価したことは、今後の研究がより一層実用的な研究になると思う。
- ・電磁干渉レポートは継続的に分析を行うことが期待されると思われるので、分析作業の標準化作業を行い、外部委託または他の研究者の助力を得やすい工夫をすることが期待される。

事後評価実施課題（その6）

○研究課題名：RNAV経路導入のための空域安全性評価の研究

○実施期間：平成18年度～平成20年度 3ヶ年計画

○研究実施主任者：天井 治（航空交通管理領域）

1. 研究の背景、目的

安全で効率的な航空機の運航を図るため、航空局は RNAV（広域航法：Area Navigation）の導入を計画・整備している。RNAV を展開するためには、空域管理国の義務として、ICAO 基準に基づき安全性評価を行う必要がある。

RNAV の安全性評価については現在、各国が独自の方法で評価を行っている状況である。

研究期間中、ICAO の PBN（Performance Based Navigation）マニュアルが作成された。

RNAV 平行経路における最小経路間隔の推定手法等を検討・開発できる。

RNAV 運航での横方向の航法精度の分布等が実データから得られ、実態が把握できる。

国際民間航空条約 第 11 付属書等でも必要性が述べられている安全性の事前、事後評価手法を確立し、安全性の評価を行うことができる。

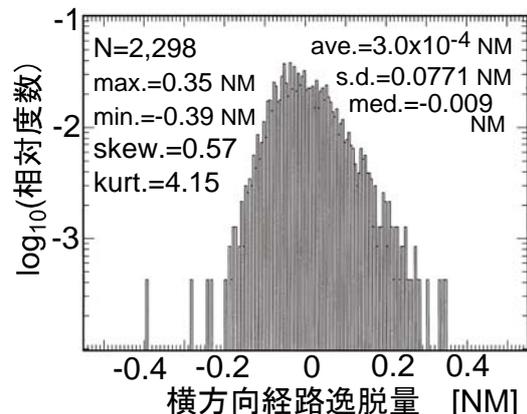
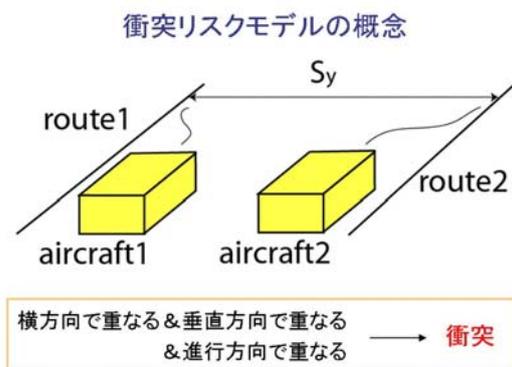
これにより安全な RNAV 運航が期待でき、RNAV の導入により運航効率の向上につながる。

2. 研究の達成目標

- ① RNAV 経路における最小経路間隔の提示
- ② RNAV 経路の安全性（衝突リスク）評価の基礎的技術資料の提供
- ③ ICAO の関連パネル（SASP）等への技術資料の提供

3. 目標達成度

- ① 鹿児島空港のレーダデータの解析を行い、横方向経路逸脱量の分布を推定した。分布のモデル化を行い、その正規分布と両側指数分布の混合型分布（N-DE）が分布を良く近似できることを確認し、パラメータの最尤推定値を推定した。
- ② 推定した N-DE 分布を基に 95%含有要件をギリギリ満たす（95%最低要件）航空機に相当する横方向経路逸脱量の分布を推定し、これを基に最小経路間隔の推定を行った。
- ③ 95%最低要件を満たす航空機の割合を考慮した最小経路間隔の推定方法を考案した。
- ④ 次の技術資料を航空局に提供した。
 - ・特定の RNAV 経路を飛行する航空機の RNAV 性能についての調査結果
 - ・最小経路間隔推定手法に関する資料
 - ・衝突リスクモデルの他のパラメータを固定した場合に目標安全度を満たす近接通過頻度の条件について示した資料
- ⑤ 国際民間航空機関の SASP（管制間隔と空域の安全性に関するパネル）会議に Information Paper として最小経路間隔推定手法に関する資料を提供した。



- ⑥ 定性的安全性評価手法を調査した。
- ⑦ 今後の航空局への技術移転も視野に入れ、飛行計画データ、レーダデータ等の不要データを削るためのソフトウェアを作成した。
- ⑧ 仮想的な平行経路の航空交通流を模擬するためのソフトウェアを作成した。

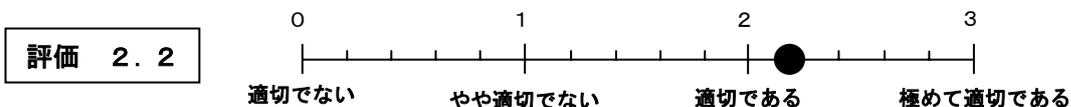
4. 成果の活用方策

- ① RNAV の最小経路間隔を用いた経路の策定が可能となり、安全な RNAV 運航の展開に寄与できる。
- ② ICAO の標準勧告や手引書の基礎資料として活用できる。
- ③ 得られた手法および航空交通流データの具体的解析方法の航空局への技術移転に活用できる。

5. 評価結果

I. 研究の効率性

(1) 研究の勧め方の適切性



所見

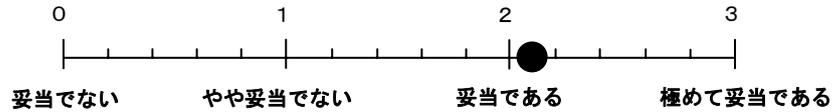
・RNAV 評価のためデータ（分布）を推定したことは意義があるが結果の一般化については、検討の余地がある。

【電子航法研究所の対応】

現在、航空路のデータ等を解析処理中であり、これらからも分布を推定し、比較等を行う予定です。分布モデルについてもより当てはまりの良いモデルについて検討する必要があると考えています。

(2) 研究実施体制の妥当性

評価 2.1

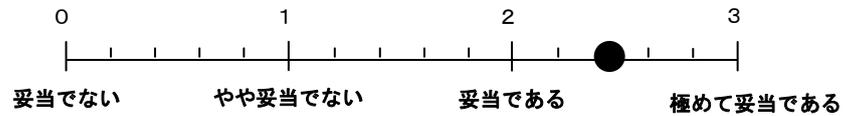


所見

- ・結果の客観的分析のための研究体制に考慮（配慮）する余地があったと思われる。

(3) 予算設定の妥当性

評価 2.4



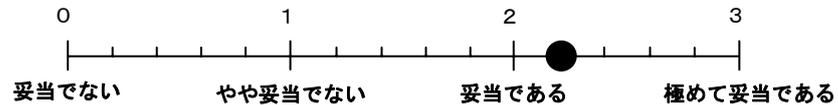
所見

(なし)

II. 研究の有効性

(1) 研究目標の達成度

評価 2.2

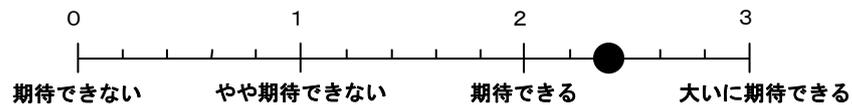


所見

- ・目標は明確である。

(2) 研究成果の活用と波及効果

評価 2.4



所見

- ・一つの知見として貴重であるが繰り返すが一般化が可能かが疑問として残る。

【電子航法研究所の対応】

モデルの当てはめにつきましては、正規分布と一般化ラプラス分布の混合型分布での当てはめを行うため、現在数式を計算中です。

(3) 研究成果の公表



所見

- ・良好である。

(4) ポテンシャルの向上



所見

- ・独特のスタイルの研究であり、他のスタイルやアプローチの試行も併せて行うことがポテンシャルの幅を拡げるために肝要と思う。

【電子航法研究所の対応】

現在、定性的安全性評価手法の適用について調査中です。

(5) 新たなシーズの創出

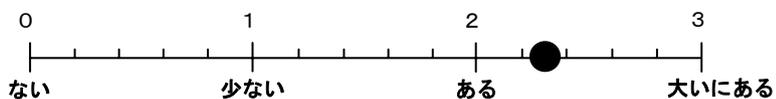


所見

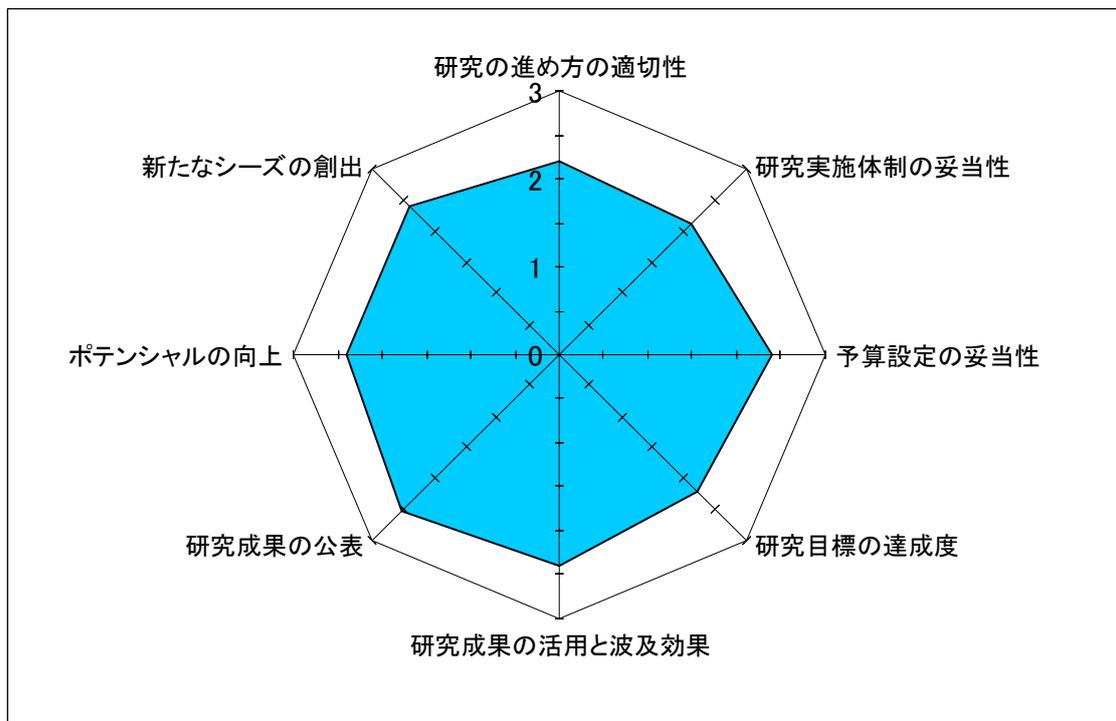
(なし)

総合評価（本研究を実施した意義があるか。）

2.3



設定理由 各評価項目の合計点数 = 18.6
 評価項目数 = 8
 (18.6 ÷ 8 = 2.3)



所 見

・研究者らは長くこの分野の研究を継続しており、航空路の設計における基礎データを提供している。この分野での研究と成果を確立しており一層の安全評価方法の進展を期待しています。また、研究の成果が海外へ発信され成果が国際条約に反映されるよう期待します。

・RNAV 導入ロードマップの進捗に伴い、最小経路間隔の基準作りが急がれており、短い期間で一定の成果を挙げたことは、当該領域の研究遂行能力の高さを表すものだと思う。

・この種の定量化は今後とも更にニーズが高まると予想される。今後の研究も期待したい。

・数学的取扱い（確率論）について、少し検討法を考慮されることをお推めする。

・モデリングによって、間隔の制限値が変わってくるので、そのモデル化について何らかの理論的根拠（たとえばエラーがどんなメカニズムで発生するのかとを基に、もう少し解析的にフィッティングカーブのテンプレートを検討する等）を与えることはできないか。

【電子航法研究所の対応】

現在のところ、分類するとサンプル数が少なくなり、統計的取り扱いに無理が出るため行えていませんが、航空機の機種毎、更に可能ならば機体毎にデータを調べ、且つ理論的な検討を行うなどして、横方向経路逸脱量の発生原因を分析できればと考えています。

数学的取り扱いについては、上記でも記載しましたが、極値理論等を用いた解析を検討しています。

・要望に対してやや無理な研究計画を立てたが、結果として一部積み残しになっているので、今後は要望を受けるに当たり十分な調整を行い、研究所の資源配分との調整にも努力されたい。

・マンパワーを要する作業については、作業補助者を配置する等工夫すべきと思う。