



平成 27 年度

国立研究開発法人電子航法研究所評議員会

重点研究課題 外部評価報告書

(事後評価・中間評価・事前評価)

平成 28 年 3 月

国立研究開発法人電子航法研究所



## 1. 本報告書の位置づけ

本報告書は、「国の研究開発評価に関する大綱的指針」（平成 24 年 12 月 6 日 内閣総理大臣決定）及び国立研究開発法人電子航法研究所評議員会規程に基づき、国立研究開発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(事後評価・中間評価・事前評価)

評価対象とした研究開発課題は、次の通りである。

- (1) 平成 27 年度に終了する重点研究課題（3 件）
  - ① ハイブリッド監視技術の研究（事後）
  - ② WiMAX 技術を用いた C バンド空港空地通信網に関する研究（事後）
  - ③ 到着経路を含めた洋上経路の最適化の研究（事後）
- (2) 研究期間が 5 カ年計画の研究で 3 カ年目を迎える重点研究課題（1 件）
  - ① GNSS を利用した曲線経路による精密進入着陸方式等の高度な飛行方式の研究（中間）
- (3) 平成 28 年度に開始する重点研究課題（3 件）
  - ① 大規模空港における継続降下運航の運用拡大に関する研究（事前）
  - ② SWIM のコンセプトによるグローバルな情報共有基盤の構築と評価に関する研究（事前）
  - ③ 空地通信技術の高度化に関する研究（事前）

## 3. 評価実施日及び出席評議員数

- (1) 評価実施日:平成 28 年 3 月 28 日
- (2) 出席評議員:6 名

## 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 名誉教授
評議員	庄司 るり	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	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	中坪 克行	財団法人 航空保安無線システム協会 理事長
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]

## 事後評価実施課題①

○研究課題名:ハイブリッド監視技術の研究

○実施期間:平成 23 年度～平成 27 年度 5 力年計画

○研究実施主任者:古賀 禎(監視通信領域)

### 1. 研究の背景、目的ニーズ及び内外の研究動向

#### (1) ニーズ及び海外の研究動向

新システムの監視情報の統合技術や信号環境の改善技術の検討は、世界的にも研究の初期段階にあり、今後の発展が期待されている。

#### (2) 研究の目的

##### ① 科学的・技術的意義 (独創性、革新性、先導性)

本研究では、システム間連携による新しい技術を検討する。当所は現用システムと新システムの長年にわたる研究開発の経験を有しており、各システムの構成、処理、特性について熟知しているため、システム間連携技術の研究開発が可能となる。一方、海外では各システムが別々の開発されており、連携技術の構築は難しい。本研究の成果は世界をリードする技術の開発を目指す。

##### ② 社会的・行政的意義 (実用性、有益性)

監視情報統合技術により、信頼性の高い監視情報を提供するとともに、新監視システムの早期導入を可能とする。また、信号環境改善技術により、1030/1090MHz の信号環境を改善し、監視システム全体の性能を向上する。以上により、航空交通の一層の安全性と効率性の向上を図る。

### 2. 研究の達成目標

ハイブリッド監視により、下記の目標値の実現を目指す。

- (1) 監視性能 (測位位置精度、更新レート) を 2 倍程度向上させる。
- (2) 3NM 間隔の設定可能空域を現行の 2 倍にする。
- (3) 短期コンフリクト検出アルゴリズムにおいて誤警報確率を半減させる。
- (4) 中期コンフリクト検出アルゴリズムにおいて誤警報確率を半減させる。
- (5) 密集空域における空対空の航空機監視性能を 2 倍程度向上させる。
- (6) 監視システムのメンテナンス等による停止時間や停止領域を半減させる。

### 3. 目標達成度

実環境下において、下記の目標値を実現できることを確認した。

- (1) 監視性能 (測位位置精度、更新レート) を 2 倍程度向上させる。
- (2) 3NM 間隔の設定可能空域を現行の 2 倍にする。
- (3) 短期コンフリクト検出アルゴリズムにおいて誤警報確率を半減させる。
- (4) 中期コンフリクト検出アルゴリズムにおいて誤警報確率を半減させる。
- (5) 密集空域における空対空の航空機監視性能を 2 倍程度向上させる。
- (6) 監視システムのメンテナンス等による停止時間や停止領域を半減させる。

#### 4. 成果の活用方策

- (1) 監視情報統合技術により新システムの早期導入。
- (2) 信号環境改善技術により監視システム全体の性能の向上に貢献する。
- (3) 新しい監視システムの円滑な導入による監視性能の向上により、管制支援機能の信頼性の向上、運航効率の改善ならびに空港処理容量の増加を実現する。

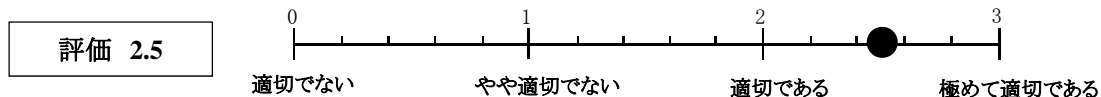
#### 5. 成果の公表等

- (1) これまでの公表等
  - 電子情報通信学会論文誌 5件
  - 海外ジャーナル誌 1件 (Simulation Modeling Practice and Theory Journal)
  - 研究所報告 1件
  - IEEE ほか国際学会 6件 (ISADS2、ICNS2、HASE1、SASWIM1、ICSANE1 他)
  - 電子情報通信学会大会及び研究会 (国際会議含) 10件
  - ICAO 関連パネル 作業部会 2件
  - 電子航法研究所 8件 (発表会、EIWAC)
- (2) 今後の公表予定
  - 電子航法研究所報告
  - 電子航法研究所発表会
  - IEEE 国際会議

## 6. 評価結果

### 1. 研究の効率性

#### (1) 研究の進め方の適切性



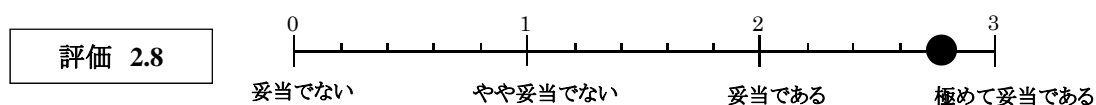
#### 【所見】

- ・ 行政に活用できる多くに知見を示す結果に結びついた。
- ・ 他研究の進行とも合わせて、効率的に進められた。
- ・ 段階的なシステム拡大で着実な実施を実現している。

#### 【電子航法研究所の対応】

本研究での研究の進め方を総括するとともに、より効率的な研究開発が実施できる体制を構築していきたいと考えております。

#### (2) 研究実施体制の妥当性



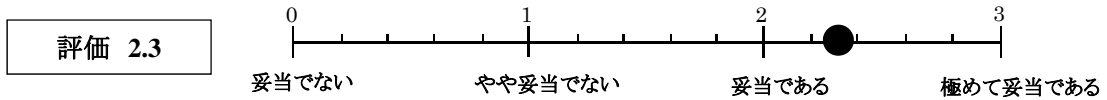
#### 【所見】

- ・ 若手研究者が育っており、又、行政との連携が適切であった。
- ・ 外部との連携が中心であり、そこは新しい動きとして評価できる。一方でそれをこえた研究連携があるとよりよいのではないか。そこが見えなかった。
- ・ 多くの大学との連携やデータの相互利用等の成果と考えられる。
- ・ 多数の大学等と連携して研究を進めており、今後の研究体制の広がりが期待できる。
- ・ 広範囲の外部連携を実現。

#### 【電子航法研究所の対応】

大学や高専との連携については、引き続き発展に進めていきたいと考えております。

### (3) 予算設定の妥当性



#### 【所見】

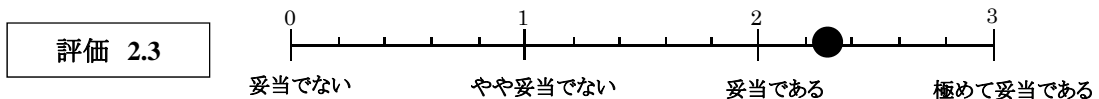
- ・ 有効に活用された。
- ・ 共用施設の維持管理を有効に行っている。

#### 【電子航法研究所の対応】

本研究で構築したシステムや技術は、今後も他の研究に使用し、有効活用することしたいと思います。

## II. 研究の効率性

### (1) 研究目標の達成度



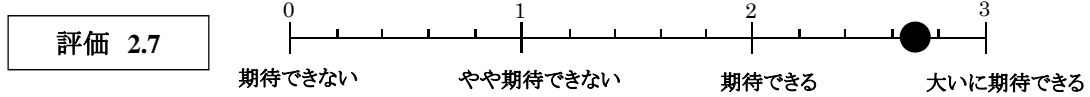
#### 【所見】

- ・ 日本空域で、新たな監視概念を示した。
- ・ 発表の中で、成果とそのインパクトが良くわからなかった。発表の仕方に工夫が必要。データ統合の方法論が見えない。(重み付け融合処理の具体的内容など)
- ・ 統合処理により、追尾精度を向上させたことは評価が高い。
- ・ STCD/MTCD による誤警報確率の項目は、監視性能の派生として考えるべきではなかったか。

#### 【電子航法研究所の対応】

統合処理の詳細については、今後予定している技術報告書等で報告していく予定です。STCD/MTCD については、今後の研究で更に掘り下げていきたいと考えております。

## (2) 研究成果の活用と波及効果



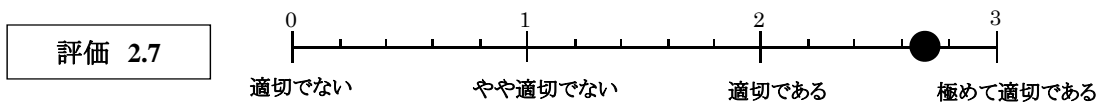
### 【所見】

- ・ 日本空域への展開が見込まれる。
- ・ 海外等に向けての戦略的な活動につなげていって欲しいが、その辺の方針がみえなかった。ADS-B の低軌道衛星での受信が実験的に行われているが、その将来性は？
- ・ 今後の監視を進めるためには必要な技術の研究であり、十分な成果と考える。
- ・ 各監視センサーの長所、短所が明確になり、今後、高精度で信頼性の高い航空機監視情報入手が期待できる。

### 【電子航法研究所の対応】

今後も、本研究で得られ知見を CNS のみならず、ATM への展開も図り、研究所内のみならず国内の研究発展に役立てていきたいと考えております。  
また、内外の関連動向を引き続き調査して今後の関連研究の立案にて戦略の検討につなげていきたいと考えています。

## (3) 研究成果の公表



### 【所見】

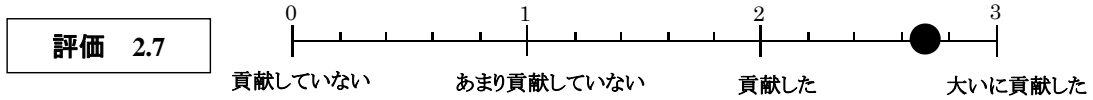
- ・ 学会発表は、適切に行われた。
- ・ 十分な公表を行っている。

### 【電子航法研究所の対応】

今後も、更に研究を発展させるとともに、適宜成果の発表を行っていききたいと思います。



#### (4)ポテンシャルの向上



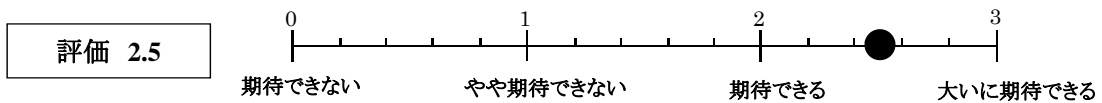
##### 【所見】

- ・ 本分野の研究能力は、従来から高かったが、さらに飛躍が起きている。
- ・ 多くの大学と連携し、ENRIが中心となって体制を作ったことは、大きな成果。今後の若手の育成につながるデータの提供は有りがたい。
- ・ 任期付研究員等の活用、大学との連携により、人材育成に貢献している。
- ・ 多くの教育機関との共同研究により、将来的なポテンシャル向上に寄与と考える。

##### 【電子航法研究所の対応】

本研究で得られた知見を、研究所や国内の研究機関のポテンシャル向上に努めたいと考えております。

#### (5)新たなシーズの創出



##### 【所見】

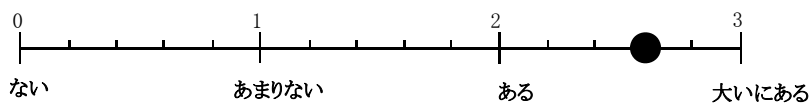
- ・ 具体的活用にともない、次段階の検討も必要となろう。研究の深化に結び付くと考える。
- ・ 今後の応用が期待できる。信号環境の改善が重要。

##### 【電子航法研究所の対応】

信号環境については、航空機数の増加、新型機の出現、地上システムの変化などにより、ダイナミックに変化することが予想され、今後ご意見を踏まえまして具体的活用につなげていきたいと考えております。

総合評価(本研究を実施した意義があるか)

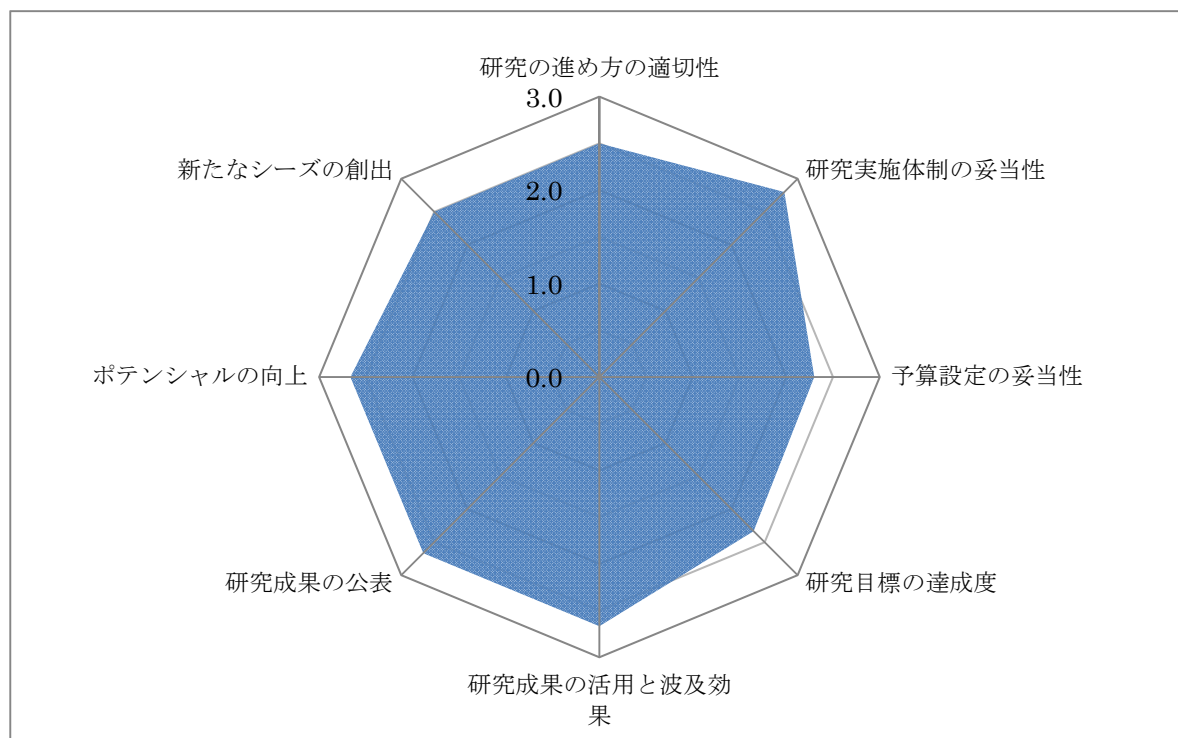
2.6



設定理由 各評価項目の合計点数 = 20.5

評価項目数 = 8

$(20.5 \div 8 = 2.6)$



#### 【所見】

- ・ 日本の監視技術の海外展開にも活用できる開発と考えられ、今後が大いに期待される。
- ・ 信号環境改善はさらに重要な問題となっていくと考えられるので、今後も期待する。
- ・ 航空機の正確な位置情報確認は、安全上、効率上不可欠であり、CARATS の進捗に遅れることなく、実システムの導入において成果を活用して欲しい。
- ・ WAM、ADS-B などの新しい情報を監視システムに取り込むために必要な研究を実施した。研究成果の数値目標を達成度が示されているが、具体的な成果は、断片的な印象を受ける。将来の監視システムのあるべき姿の示唆やそれに至る課題の議論には至っていない。今後も本テーマのフォローアップは必要と思われる。
- ・ 将来的な ATM 研究の基礎情報を提供。
- ・ 電波環境面については、今後に期待。

#### 【電子航法研究所の対応】

信号環境については、航空機数の増加、新型機の出現、地上システムの変化などにより、ダイナミックに変化することが予想されます。実験システムは、今後の所内外の研究開発に活用していきたいと考えております。

監視システムの将来像・全体像については、今後とも諸内外の専門家と意見交換を続け、関連する研究課題にてまとめられるよう努力していきたいと考えます。

#### 【その他、ご助言】

- ・ 優れた成果であった。
- ・ 全体として、よくわからない発表であった。研究成果の報告としてはもの足りない、何がキーテクノロジーとして作り出されたか、が明確に表現されないといけない。
- ・ せっかく構築したシステムを広い連携、膨大なデータを今後もうまく利用して欲しい。
- ・ ADS-B と SSR の統合によりコンフリクト予測など監視性能が向上されたことが実証されているが、一方で ADS-B には信頼性の課題があり統合には問題もあるとのことであった。課題の解決には ADS-B の継続的なモニタリングが必要と思われる。

#### 【電子航法研究所の対応】

本研究で構築した技術は、引き続き所内の他の研究で活用し、CNS/ATM 技術の発展に役立てていきたいと考えております。

発表については、今後の説明においてポイントの絞り方などに工夫して参ります。

## 事後評価実施課題②

○研究課題名:WiMAX 技術を用いた C バンド空港空地通信網に関する研究

○実施期間:平成 24 年度～平成 27 年度 4 ヶ年計画

○研究実施主任者:住谷 泰人(監視通信領域)

### 1. 研究の背景、目的ニーズ及び内外の研究動向

#### (1) ニーズ及び海外の研究動向

航空機と地上管制機関を結ぶ空地通信網は、現在、最高三十数 kbps の低速な通信システムである。将来、航空交通量の増加に伴って特に航空機密度の高い空港周辺を中心に、航空通信量の増加が懸念される。このため、空港全域をカバーし、航空管制用通信にも適用可能な将来の航空通信システムとして、ICAO や RTCA 等により AeroMACS (Aeronautical Mobile Airport Communications System) と呼ばれる航空用標準規格の仕様検討と研究開発が始められている。AeroMACS は、汎用高速通信のモバイル WiMAX (IEEE 802.16e) 技術に基づく C バンドの移動体通信システムである。AeroMACS の導入に際しては、WiMAX で普及した民間技術を活用した経済的な開発が求められている。また、このシステムでは従来の単一アンテナによる航空通信システムと異なり、複数のアンテナ素子を有する MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) アンテナが想定され、空港域の基地局配置と共に、移動中の航空機や電波伝搬の効果及び影響を評価する必要がある。

#### (2) 研究の目的

WiMAX 技術を航空分野に適用した空港域の C バンド空地通信網のプロトタイプを開発する。また、プロトタイプ開発に基づく解析結果をもとに、国際標準規格策定に参画するとともに、実際に利用するアプリケーションを想定した評価を行う。

##### ① 科学的・技術的意義 (独創性、革新性、先導性)

航空通信路の確実な提供を要求されるような航空の実環境下において、WiMAX 及び MIMO アンテナ技術を航空分野に適用した高性能システムの性能評価を行い、ボトルネックとなる部分の究明と対策を提案できる点で科学的・技術的意義がある。

##### ② 社会的・行政的意義 (実用性、有益性)

民間技術を活用し、安全性向上及び定時性向上にも寄与可能な国際標準規格に基づく航空管制用無線通信システムのプロトタイプを開発し、国際標準規格策定に貢献できる点で社会的・行政的意義がある。

### 2. 研究の達成目標

- (1) WiMAX 技術を適用した空港空地通信網のプロトタイプ開発により、現行の航空用 VHF デジタル通信システムに比較し、最大 100 倍の伝送速度を有する高速データリンクの構築。
- (2) 航空利用環境下を想定したプロトタイプの性能評価に伴う解析結果の国際標準規格策定会議等への提案と国際貢献。
- (3) 実際に空港域で利用するアプリケーションを想定した評価試験に基づく技術指針の構築。

### 3. 目標達成度

- (1) WiMAX 技術を適用した空港空地通信網である AeroMACS のプロトタイプを開発し、実環境下実験により、現行の航空用 VHF 帯デジタル通信システムに比較して最大 200 倍程度の伝送速度を有する空港域の高速データリンクを構築した。
- (2) 実際の空港を利用した環境において、開発した AeroMACS プロトタイプを性能評価し、その解析結果を国際標準規格策定会議に提出した。この提出資料は欧米の結果と共に、実環境下での解析結果として、国際標準規格の根拠に用いられ、国際標準規格策定の作業に携わると共に、国際貢献を果たした。
- (3) 実際に空港で利用するアプリケーション例として、web 上の気象情報の閲覧や、音声やビデオ映像を利用した基本実験により、課題抽出と技術指針の構築を行った。

### 4. 成果の活用方策

- (1) 空港面をカバーする航空用の高性能な空地通信網が構築でき、実験に用いた空港環境下での最適な基地局配置を実現した。構築した AeroMACS の高速データリンクは、円滑な航空交通システムの構築時に、新しいデータリンクとして活用できる可能性がある。
- (2) 国際的な仕様に基づく研究成果を ICAO 等に提出し、我が国より国際的な技術基準やシステムの改善提案等の国際貢献が図られた。
- (3) 気象情報や音声やビデオ等の画像データ伝送等との連携を確認した。今後、機能拡張により他のシステムやアプリケーションと連携できる可能性がある。

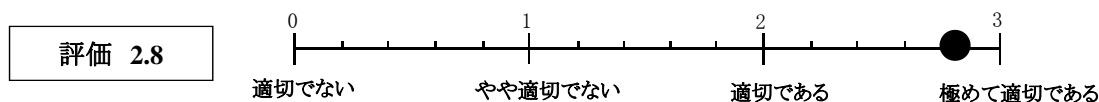
### 5. 成果の公表等

- (1) これまでの公表等
  - IEEE ほか国際学会 12 件
    - (WAMICON、ICNS、IWAT、SASWIM、AINA、ISAP、USNC-URSI、PIERS)
  - 電子情報通信学会大会及び研究会（国際会議含） 10 件
  - 日本航空宇宙学会 2 件（年会講演会、飛行機シンポジウム展示）
  - ICAO 関連パネル、作業部会 12 件
    - 航空用技術基準策定会議 2 件（RTCA SC223、EUROCAE WG82）
  - WiMAX フォーラム 4 件（US、Euro、Asia、プロトタイプ展示）
  - 日本 ITU 協会、航空保安無線システム協会 4 件（講演会、研究会、協会誌）
  - 東京国際航空宇宙産業展(ASET)講演 1 件
  - データリンクフォーラム東京 講演会 2 件
  - 行政当局への講演及び技術資料 3 件
  - 電子航法研究所 8 件
    - （発表会、講演会、EIWAC、出前講座、研究所報告、プロトタイプ展示）
- (2) 今後の公表予定
  - IEEE ICNS 2016
  - 電子航法研究所発表会
  - ICAO CP 関連作業部会

## 6. 評価結果

### 1. 研究の効率性

#### (1) 研究の進め方の適切性



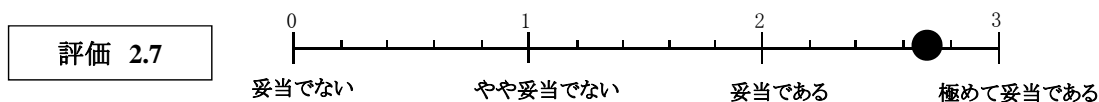
#### 【所見】

- ・ 日本で導入を予定する方式の先行評価は、必要であり、ENRIの使命でもあり、それを達成したと考える。
- ・ 外部資金も効果的に使いつつ、短期で良い成果を上げたと判断する。
- ・ 設計、プロトタイプ構築、実験、改善等計画的、効率的に行われている。
- ・ 米国や欧州各国とも協調しながら、研究を進めてきたことは、高く評価できる。

#### 【電子航法研究所の対応】

今後も外部資金を効果的に使いつつ、計画的、効率的に研究を発展させていきたいと考えております。また、今後とも米国、欧州各国の関係者と協調し、研究を進めていきたいと考えております。

#### (2) 研究実施体制の妥当性



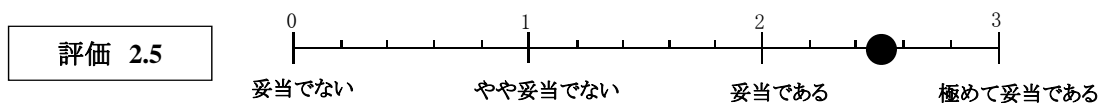
#### 【所見】

- ・ 中心的研究者が参加し、新方式を共有する体制と考えられ、本テーマでは、適切と考える。
- ・ 大学連携は有効であったと思われ、今後もこのネットワークを維持して欲しい。
- ・ 若手の活用、大学との連携による複数研究との乗り入れは評価できる。
- ・ 若手研究員を活用し、大学との連携を図りながら研究を進めており、適切な実施体制である。

#### 【電子航法研究所の対応】

今後とも、新規の連携を含め、大学連携のネットワークの維持、向上に努めていきたいと考えております。

### (3) 予算設定の妥当性



#### 【所見】

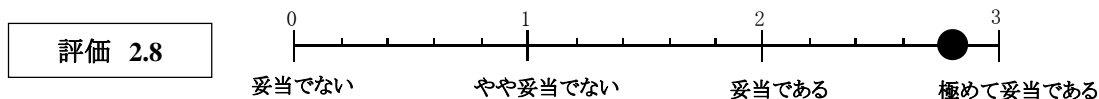
- ・ 必要な評価を行うために、妥当な予算と考える。
- ・ 適切である。
- ・ 総額 2 億円弱は高額であるが、国際的にリーダーシップをとれる研究であり、設定は妥当である。
- ・ 競争的資金との組合せを実現できている。

#### 【電子航法研究所の対応】

今後も競争的資金との組合せを工夫し、効率的な研究開発に努めていきたいと考えております。

## II. 研究の有効性

### (1) 研究目標の達成度



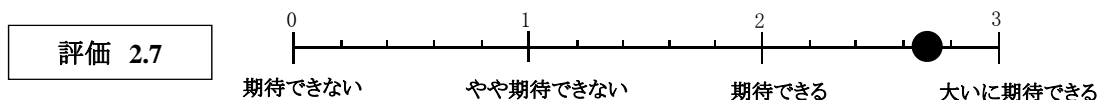
#### 【所見】

- ・ 本テーマの目標は、達成されている。
- ・ すぐれた成果である。
- ・ 目標以上の速度の達成、プロトタイプ開発の迅速化、規格策定への貢献等、十分な達成度と考える。
- ・ 国際標準策定等に大きく貢献しており、目標は十分に達成している。

#### 【電子航法研究所の対応】

当初の研究目標は達成しており、引き続き ICAO の国際標準策定に貢献していきたいと考えております。

## (2) 研究成果の活用と波及効果



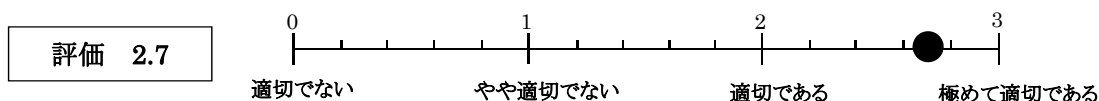
### 【所見】

- ・ 本利用に移行可能と考える。
- ・ 海外へのアピールも良くやっている。学会、発表件数も十分である。この分野の国際標準を日本が中心となって取って欲しい。海外との共同研究を期待する。
- ・ 次世代高速データリンクとして期待が大きい。
- ・ 航空機と管制間におけるデータリンク運用に大きく寄与できる。

### 【電子航法研究所の対応】

今後、本研究で得られた成果であるプロトタイプは共同研究などで有効活用される予定です。今後も引き続き、海外と協調し、研究開発を進めていきたいと考えております。

## (3) 研究成果の公表



### 【所見】

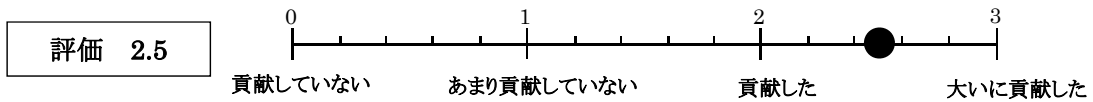
- ・ 適切な公表が行われた。
- ・ 公表の数、質ともに十分である。ICAO への貢献等も評価できる。査読付きジャーナルを増やしてほしい。
- ・ 内外の学会、シンポジウム等において、十分公表されている。

### 【電子航法研究所の対応】

研究実施期間中、得られた成果は国際標準規格策定活動へのフィードバックと、関連する国際会議への公表を中心に活動してきていましたが、今後は、査読付きジャーナルも増やせるよう努力していきたいと考えております。



#### (4) ポテンシャルの向上



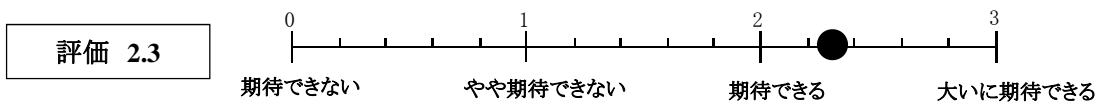
##### 【所見】

- ・ 無線方式のポテンシャル維持は、ENRIにとり重要であるが、この目的が達成されている。
- ・ 若手の育成、大学との連携は有益。

##### 【電子航法研究所の対応】

今後も若手の育成と共に大学連携を深め、ポテンシャルの向上に努めていきたいと考えております。

#### (5) 新たなシーズの創出



##### 【所見】

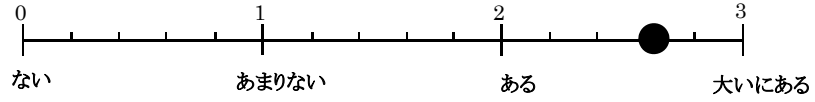
- ・ ENRIにとり、次段階のテーマ発掘に結びつくことを期待している。
- ・ 標準化に向けて、大きな貢献を行ったことから、次への期待が増大。

##### 【電子航法研究所の対応】

国際標準規格策定に向け大きく貢献できており、次段階の応用及び研究テーマの発掘に努力していきます。

**総合評価（本研究を実施した意義があるか）**

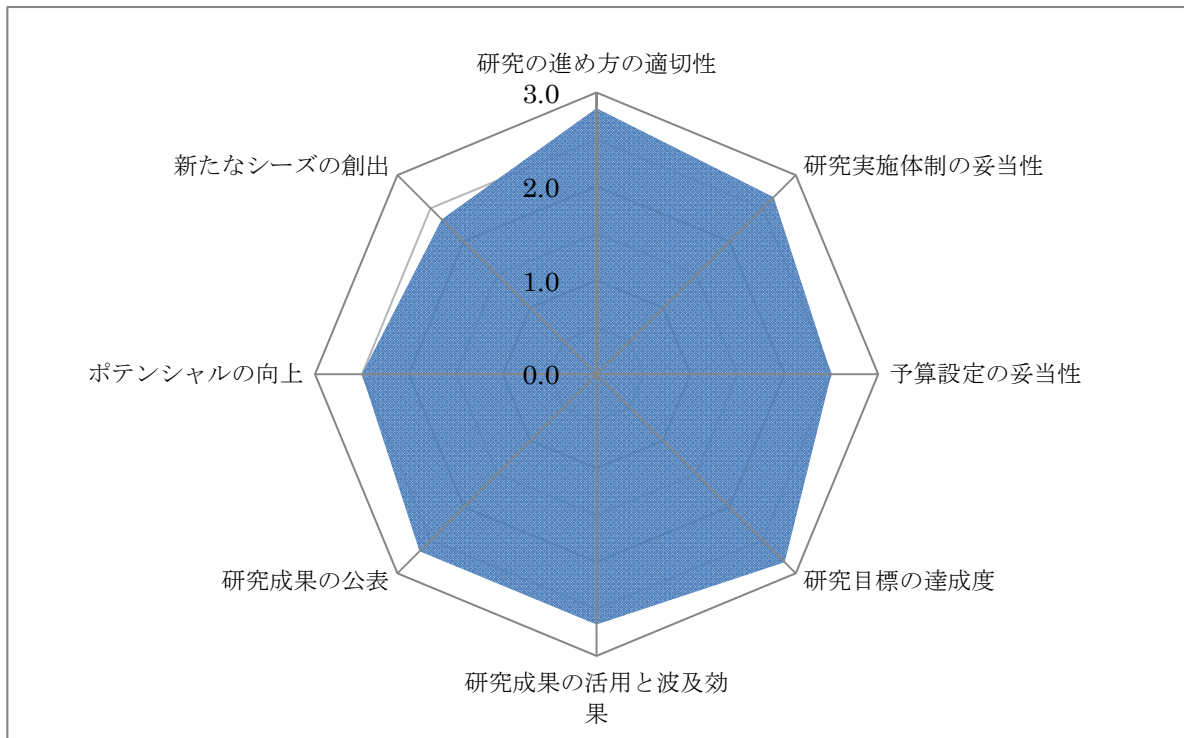
2.6



設定理由 各評価項目の合計点数 = 21.0

評価項目数 = 8

$$(21.0 \div 8 \doteq 2.6)$$



**【所見】**

- ・ 国際的な貢献として、評価できる。
- ・ 航空機と管制間とのデータリンク通信は、現在、洋上区域と管制承認でしか運用されていないが、高速・大量のデータリンクが可能になれば、CARATSでも計画している国内データリンクによる通信が十分可能となるので、更なる研究を進めて欲しい。
- ・ 技術的な成果は大いにあると思われるが、携帯電話など既存の通信手段に対して空港でのニーズが将来どのように掘り起こされるかが課題である。確実さや信頼性など、この通信手段の利点を生かし、多様なニーズに対してコンテンツを工夫して、製品化、実用化が進むことを期待する。
- ・ 外部資金を含む、関連研究を含めた研究群として、適切な進捗管理が行えている。

**【電子航法研究所の対応】**

本研究により、確実さや信頼性を持った通信手段に対する多様なニーズに対し、さらなる研究開発に努めることを考えております。

**【その他、ご助言】**

- ・ 新方式を適切に自分のものとする事は、研究ポテンシャルの維持には、不可欠であり、それが達成されている。次は何をするかは重要であり、高速無線の航空への活用を「継続的に」検討するチームを育てて頂きたい。

**【電子航法研究所の対応】**

高速無線の航空への活用を継続的に検討できるよう努めることを考えております。

## 事後評価実施課題③

○研究課題名:到着経路を含めた洋上経路の最適化の研究

○実施期間:平成 24 年度～平成 27 年度 4 ヶ年計画

○研究実施主任者:福島 幸子(航空交通管理領域)

### 1. 研究の背景、目的ニーズ及び内外の研究動向

#### (1) ニーズ及び海外の研究動向

国際的に、利用者設定経路 (UPR; User Preferred Route) や動的経路変更方式(DARP; Dynamic Airborne Reroute Procedure)といった洋上経路の最適化が検討・導入されている。しかし、到着機は着陸待ちのため、時間調整が必要となる場合があるため、洋上部分だけでなく、空港までの到着経路も含めた最適化が必要である。

#### (2) 研究の目的

本研究の目的は洋上経路とターミナル経路を円滑につなぐことである。具体的には、羽田、関西への航空機毎の運航目的に適合した CDO をそれぞれ研究する。洋上経路とターミナルの経路の接続部分の研究は、まだ日本では行われていない。

##### ①科学的・技術的意義 (独創性、革新性、先導性)

関西空港での CDO を拡大するために、現在は運用していない時間帯でも CDO の実施が可能であるかの検討を行う。そのために現在 CDO が承認された状況、中止された状況を解析し、CDO 実施判断基準を提示する。それをもとに運用時間外でも CDO が可能であった航空機を示す。

航空機監視アプリケーションシステム (ASAS; Aircraft Surveillance Applications System) の FIM を利用することで複数機が間隔を保持しつつ、連続して CDO を行うことを検討する。なお FPA-FIM の検証を行ったが、最適な降下角は機種や気象条件による差が大きいため今後とも検討が必要である。

##### ②社会的・行政的意義 (実用性、有益性)

洋上経路の最適化のために、航空機の性能に応じた経路システムの提案を IPACG にて行い、いくつかの案は採用され燃料削減に寄与する。また、関西空港での CDO 実施可能時間帯の提示により、関西空港では CDO の可能性を判断する判断基準を示すとともに、運用時間が拡大できることを示す。

### 2. 研究の達成目標

- (1) 関西空港において時間ごとではなく交通量に応じて CDO を実施できるような CDO 実施判断支援ツールを提案する。
- (2) 支援ツールを使用することで、CDO の拡大及び CDO キャンセルの減少を実現する。
- (3) 交通量の多い時間帯で CDO を実施できるような条件を提案しシステムに組み込む。

### 3. 目標達成度

- (1) 北太平洋上の経路構成を検討し、より最適な太平洋編成経路システム (PACOTS; Pacific Organized Track System) の経路生成条件を提案する。
- (2) UPR や DARP での洋上経路とターミナル経路との接続部分を検討した上で、羽田空港への CDO (経路や通過高度、速度など) を提案する。

- (3) 関西空港の昼間の時間帯における CDO を提案する。
- (4) 繁忙空港での CDO 導入を検討した上で、ASAS を利用した複数機の CDO による交通容量を明らかにする。

#### 4. 成果の活用方策

- (1) PACOTS 生成時の制限緩和を提案し採用された。
- (2) 高高度 UPR の制限緩和を提案し採用された。
- (3) NOPAC 空域での経路条件の緩和や UPR 生成時の制限緩和を提案した（継続検討）。
- (4) ITP/CDP の便益を示した。
- (5) DARP の便益や実施位置による傾向を提示した。
- (6) ASAS の FIM を利用した場合、消費燃料を大きく増やすことなく、間隔設定ができることを示した。
- (7) 関西空港には CDO の実施拡大が可能な時間帯があることを示すとともに、CDO 実施可能性の判断の基準を提案した。

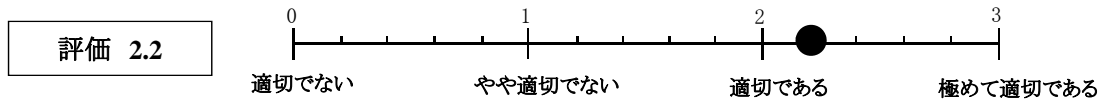
#### 5. 成果の公表等

- (1) これまでの公表等
  - 平成 24 年度 ICAS2012、IPACG/36、37、航空宇宙学会飛行機シンポジウム
  - 平成 25 年度 USA/Europe ATM セミナー、AIAA GNC13、IPACG/38、39  
APISAT2013、電子情報通信学会ソサイエティ大会
  - 平成 26 年度 電子航法研究所報告、IPACG/40、航空宇宙学会年会講演会  
航空宇宙学会飛行機シンポジウム  
電子情報通信学会ソサイエティ大会
  - 平成 27 年度 AIAA SciTech2016、日本航空宇宙学会論文集、IPACG(PM) IPACG/41  
航空宇宙学会年会講演会、航空宇宙学会飛行機シンポジウム  
APISAT2015
- (2) 今後の公表予定
  - 電子航法研究所報告
  - 電子航法研究所発表会

## 6. 評価結果

### 1. 研究の効率性

#### (1) 研究の進め方の適切性



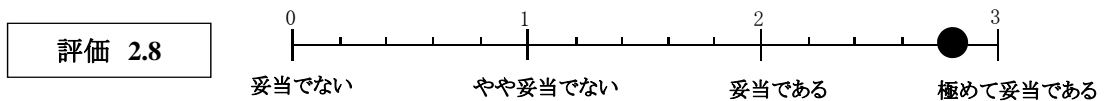
#### 【所見】

- ENRI のテーマの一つである経路に関する検討は残さなければならぬものとするが、「何が本当にやらなくてはいけない課題なのか」を十分に考えて頂きたく思う。外部資金も効果的に使いつつ、短期で良い成果を上げたと判断する。

#### 【電子航法研究所の対応】

洋上経路に関する検討は航空局の要望がある場合は現在研究中の『「Full 4D」の運用方式に関する研究』及び平成 29 年度より研究開始予定の『フリールーティング空域における軌道ベース運用に関する研究』が受け皿として実施します。

#### (2) 研究実施体制の妥当性



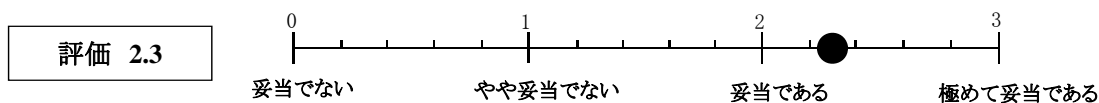
#### 【所見】

- 本分野の中心的研究者が集合する体制となっている。
- 公募により外部の大学等を導入した点は、評価できる。
- それぞれの専門家や大学との共同研究は有益である。
- 航空関係の各種経験者を適切に配置しており、体制は極めて妥当である。

#### 【電子航法研究所の対応】

各種経験者のご協力を得て分野のまたがった検討を行い成果を出すことができました。今後も共同研究などを視野に入れ幅広い知見を得られるように努力いたします。

### (3) 予算設定の妥当性



#### 【所見】

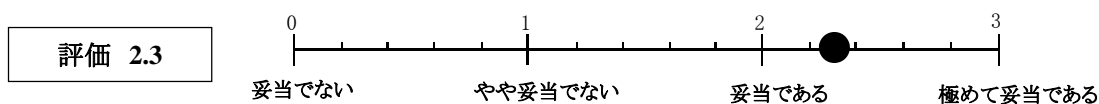
- ・ シミュレータ等による評価を行う以上、ある程度の予算は必要となる。適切である。

#### 【電子航法研究所の対応】

今後とも予算の適正使用に努めてまいります。

## II. 研究の有効性

### (1) 研究目標の達成度



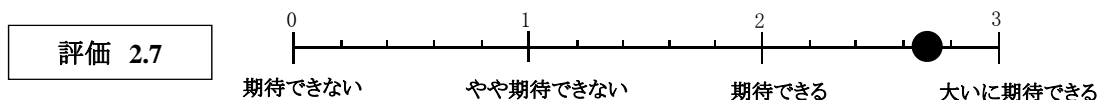
#### 【所見】

- ・ 実際に航空局にも採用された施策があるとは成果である。
- ・ 経路の「最適化」とは何でしょうか？様々な要因を考慮すると、最適化は容易ではなく、これを目指すと達成度が下がることになります。
- ・ どこまで達成できたのか分かりにくい。

#### 【電子航法研究所の対応】

「経路の最適化」は航空会社によって確実な傾向があるわけではなく、そのときの飛行によって燃料と時間の優先が異なります。研究では飛びたい経路そのものがその時の最適経路として検討いたしました。また最適経路のシミュレーションを行うときは現実的なバランスを考慮した基準で最適経路とみなしました。達成度は時間、燃料ともに減少傾向ということで達成できていると考えております。

## (2) 研究成果の活用と波及効果



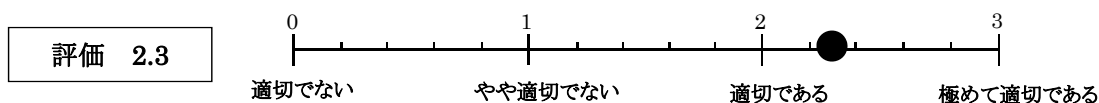
### 【所見】

- ・ 実用化、運用化が期待される研究である。将来的にも必要。
- ・ 航空機の効率運航向上に期待できる。
- ・ シミュレータが実際と違うことが分かった点など細かいノウハウも沢山得られたと思うので、それをうまく次につなげて欲しい。シミュレータも現実に近いものを整備すべき。
- ・ 検討の中で整理されたことは、重要な知見であり、管制業務への判断材料として、移管できないのでしょうか？無駄な検討はありません。

### 【電子航法研究所の対応】

得られた知見は次の研究にも反映させたいと思います。

## (3) 研究成果の公表



### 【所見】

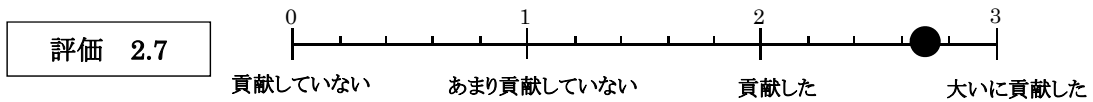
- ・ 十分である。
- ・ 大学からの発表が十分あったか？（大学としての研究テーマでなっているか？）
- ・ 少し元気が無くなっている気がします。
- ・ 運航関係者へのセミナーなどを開催して欲しい。

### 【電子航法研究所の対応】

公募研究より採択先の大学より論文の発表がございました。  
また、運航関係者とは意見交換の場を適宜設け、技術交流等を行っておりますが、今後も引き続き研究成果の活用に向け交流等を行って参ります。



#### (4) ポテンシャルの向上



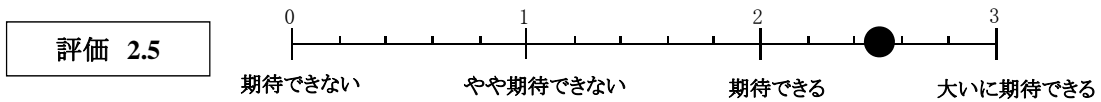
##### 【所見】

- ・ ポテンシャルは維持されています。
- ・ 公募による大学の関与は今後につながると期待。

##### 【電子航法研究所の対応】

今後も公募研究制度の活用を進め、大学の参加を期待しております。

#### (5) 新たなシーズの創出



##### 【所見】

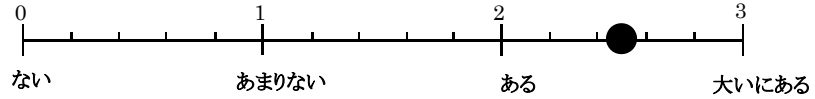
- ・ 洋上航空路及び CDO の効率的設定に期待できる。
- ・ 発想を柔軟にするのが、良いのではありませんか。

##### 【電子航法研究所の対応】

今後はより現実的な CDO の設定を目指して、ご意見を踏まえまして進めてまいります。

**総合評価（本研究を実施した意義があるか）**

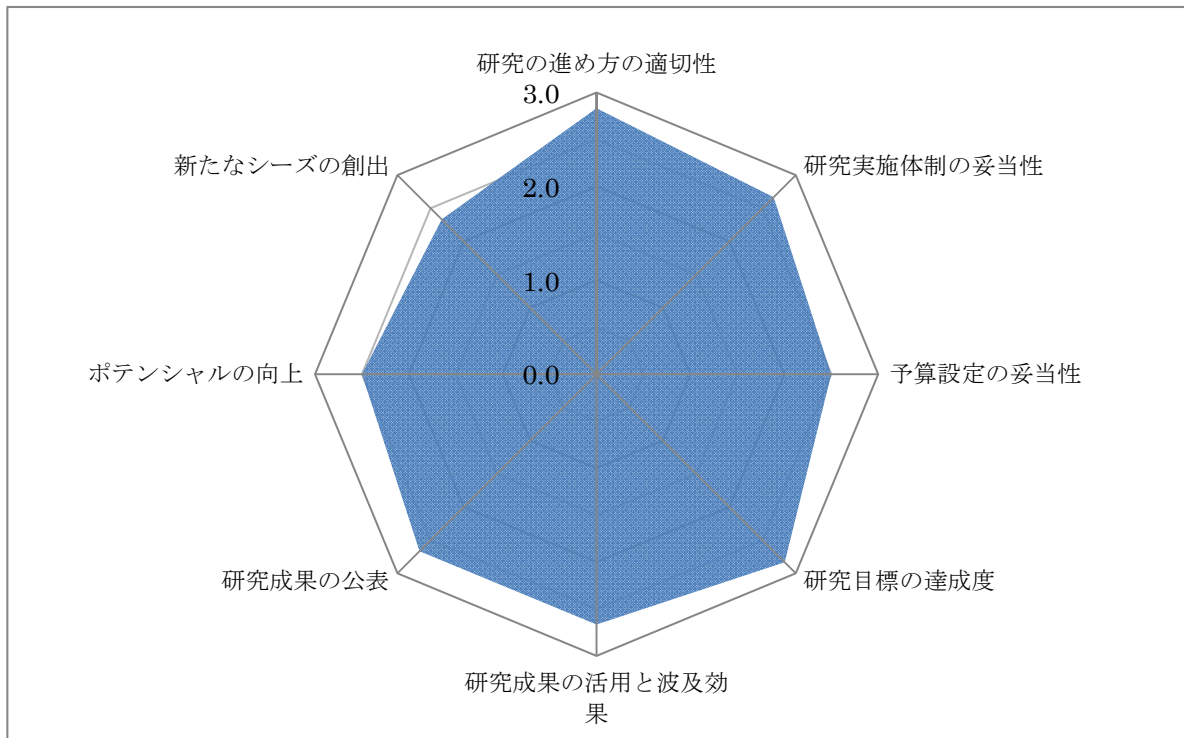
2.5



設定理由 各評価項目の合計点数 = 19.8

評価項目数 = 8

$$(19.8 \div 8 \doteq 2.5)$$



**【所見】**

- ・ この分野では、解決すべき問題が多く存在しているので、いろいろな面で期待している。
- ・ 航空交通量が増大する中で効率的運用を図るためには、正確な時間管理が必要である。実現に向けて研究を続けて欲しい。
- ・ 洋上経路における研究の成果は、現状との比較が明確に示されており成果が分かりやすい一方で、国際線の関西、羽田到着の CDO については、現状との定量的な比較がないので CDO をより多く実施することの研究ニーズが十分に伝わらなかった。燃料消費量、飛行時間の観点で国際線到着便の効率低下を定量的に示すことができると良かった。
- ・ 従来からの洋上主体の研究とはなったが、HND/KIX 等での CDO/CCO につながる研究となったと評価出来る。

**【電子航法研究所の対応】**

CDO については、今後は現実的な拡大に向けて研究を進めてまいります。

**【その他、ご助言】**

- ・ 「手法の体系化・論理化がしにくい分野」、「結果の優劣が評価しにくい分野」、「戦略は明らかでも、雑音が支配的な対象」等へ、データベースやコンピュータの学習が「一つのブレークスルー」を与える可能性があると考えer人が増えています。蓄積されたケース(スコア化した事例)を用意できれば、何かできるように思えるのですが……。全体最適とは、モデルが違うと言われましたが、そうなのかもしれませんが？でも、何らかの試行は、客観性を持つために、有効なのかもしれません。

**【電子航法研究所の対応】**

頂いたご助言は今後の研究活動に活かしていきたいと考えております。

## 中間評価実施課題①

○研究課題名: GNSS を利用した曲線経路による精密進入着陸方式等の高度な飛行方式の研究

○実施期間: 平成 25 年度～平成 29 年度 5 年計画

○研究実施主任者: 福島 荘之介(航法システム領域)

### 1. 研究の背景、目的ニーズ及び内外の研究動向

#### (1) ニーズ及び海外の研究動向

GNSS による精密進入着陸システムである GBAS (地上型衛星航法補強システム) は、カテゴリ-I 運用の実用化フェーズに入り、海外では現在の ILS と同等な直線進入による GLS (GBAS Landing System) 運用が開始された。一方、ICAO (国際民間航空機関) は、ターミナル空域における PBN (性能準拠型航法) の展開を推進し、GLS 進入着陸の導入により運航の最適化を図る計画であり、更に GLS を活用して運航効率の向上、環境負荷の低減、空港容量の拡大を目指している。この実現のため、現在直線に限定されている精密進入経路を曲線化するなど GLS の特徴を生かした高度な飛行方式を実現する技術の開発が強く望まれている。

#### (2) 研究の目的

本研究の目的は、曲線精密進入等の GLS による高度な飛行方式に関する技術開発を実施し、国際標準策定に必要な進入セグメントなどの定義、障害物間隔の課題を解決することである。

##### ① 科学的・技術的意義 (独創性、革新性、先導性)

現在 GLS に適用される飛行方式基準は、ILS の直線進入と同様であり、ICAO において GLS 曲線精密進入に関する飛行方式の技術的検討は実施されていない。シミュレーションツールなど本検討に必要な要素技術も開発されておらず、先導性が高い。

##### ② 社会的・行政的意義 (実用性、有益性)

本研究課題は、国内航空会社の要望があり、国土交通省航空局と産学官の関係者により構築されている将来の航空交通システムに関する長期ビジョン (CARATS) のロードマップにおいて行政施策導入に必要な研究開発課題として位置づけられている。本研究課題は、国内航空会社の要望があり、国土交通省航空局と産学官の関係者により構築されている将来の航空交通システムに関する長期ビジョン (CARATS) のロードマップにおいて行政施策導入に必要な研究開発課題として位置づけられている。

### 2. 研究の達成目標

- (1) 実験装置を開発し、飛行実証を通して GLS 曲線セグメントの実現方法に関する課題を解決する。
- (2) フライトシミュレータ実験により、大型旅客機の PBN・GLS 機能で可能な飛行方式を実現し、我が国での有効性を検証する。
- (3) GLS 誤差モデル、機体モデル、風モデルを組み込んだモンテカルロシミュレーションツール・人間操縦モデルを開発し、障害物との安全間隔を評価する手法を確立する。

### 3. 目標達成度

- (1) 機上実験装置の開発を終了し、飛行実証によりレグ不整合による指示不良の課題が抽出された。
- (2) フライトシミュレータ実験により、課題が抽出され、LOC・GS 指示の同時キャプチャ

と気温変化による RNP パスへの影響については、経路設計ツールを開発して 2 件については解決の見通しがついた。

(3) 人間操縦モデルを構築し、モンテカルロシミュレーションツールへの組み込みを完了した。

#### 4. 残された課題とその対応策及び今後の見通し

(1) 指示不良の原因は、放送 TAP パラメータ内のウェイポイント座標の LSB (最小桁) が影響していることが判明しており、新たな偏移計算アルゴリズムを考案して飛行実証する予定。

(2) ARINC424 コーディング規則の制約による課題については妥当性を検討する。更に、国内空域への適用について検討する。

(3) シミュレーションツールの評価と人間操縦モデルの拡張・改善を予定。

#### 5. 成果の公表等

(1) これまでの公表等

(所外発表：46 件)

日本航空宇宙学会第 44 期年会講演会 (2013 年 4 月)

第 14 回国際 GBAS WG 会議 (I-GWG14) (2013 年 6 月)

2013 年度電子情報通信学会ソサイエティ大会 (2013 年 9 月)

日本航空宇宙学会第 51 回飛行機シンポジウム (2013 年 11 月)

ICAO 第 12 回飛行方式設計パネル WG 会議 (IFPP12-3) (2014 年 3 月)

第 15 回国際 GBAS WG 会議 (I-GWG15) (2014 年 6 月)

2014 年度電子情報通信学会ソサイエティ大会 (2014 年 9 月)

日本航空宇宙学会第 52 回飛行機シンポジウム (2014 年 10 月)

日本航空宇宙学会第 46 期年会講演会 (2015 年 4 月)

第 16 回国際 GBAS WG 会議 (I-GWG16) (2015 年 6 月)

IEEE Systems Man and Cybernetics 2015 (2015 年 10 月)

ICAO 第 13 回飛行方式設計パネル WG 会議 (IFPP13-2) (2015 年 9 月) 等

(2) 今後の公表予定

(所外発表：5 件予定)

論文 1 件

ICAO 飛行方式パネル WG 会議 (IFPP) 2 件

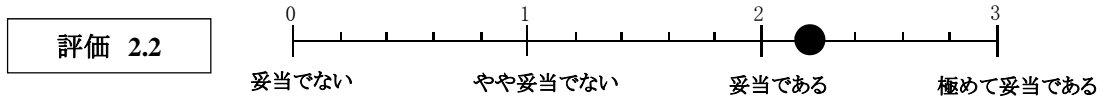
国際 GBAS WG 会議 (I-GWG) 1 件

ICAS (International Council of the Aeronautical Sciences) 2016 1 件

## 6. 評価結果

### 1. 研究の有効性

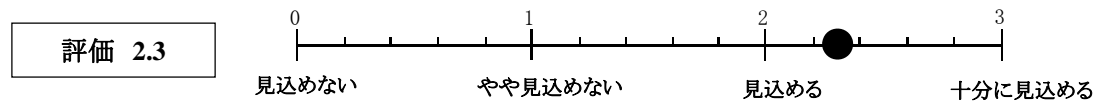
#### (1) 研究の進捗状況(目標達成度)



#### 【所見】

- ・ 日本の代表的研究の発展と考える。
- ・ 着実に進んでいる。
- ・ 計画通り研究はかなり進んでいると思う。

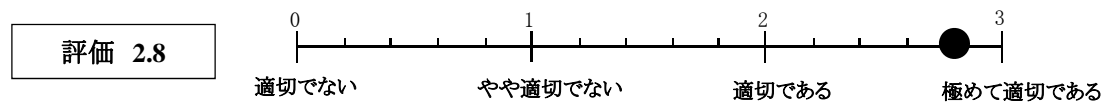
#### (2) 目標達成の見込み



#### 【所見】

- ・ 十分見込まれる。
- ・ 研究達成が十分見込める。

#### (3) 研究成果の公表



#### 【所見】

- ・ 十分な発表と発表に対する評価(表彰)を得ている。
- ・ 賞を取るなど良好なアウトプットである。
- ・ 適切である。
- ・ GBAS 進入にて運航する航空会社関係に公表し、有効性をアピールして欲しい。

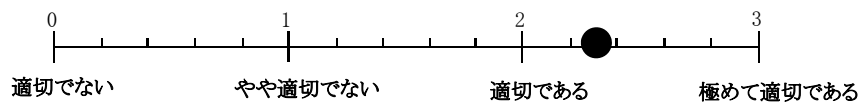
#### 【電子航法研究所の対応】

今後も、国内外の研究発表の場にて積極的に公表することに努めます。

## II. 研究の効率性

### (1) 研究の進め方の適切性

評価 2.3



#### 【所見】

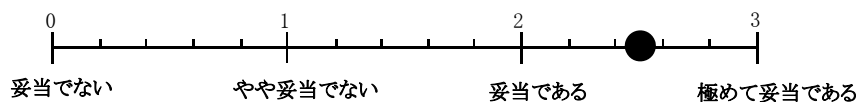
- ・ フライト評価を含めて RNP への評価を行っている。
- ・ 日本全体としてのこの分野に長期計画との整合性を常に見つめて進めて頂きたい。
- ・ 適切である。

#### 【電子航法研究所の対応】

頂いたご意見を踏まえて、研究を進めてまいります。

### (2) 研究実施体制の妥当性

評価 2.5

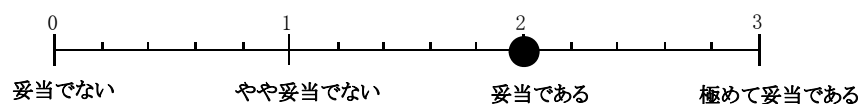


#### 【所見】

- ・ 最も優秀な研究組織を形成し、若手研究者の育成も行っていると思える。

### (3) 予算設定の妥当性

評価 2.0

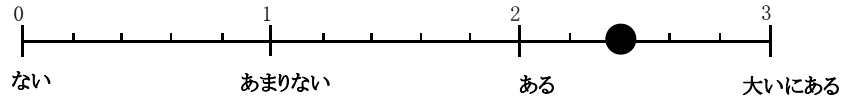


#### 【所見】

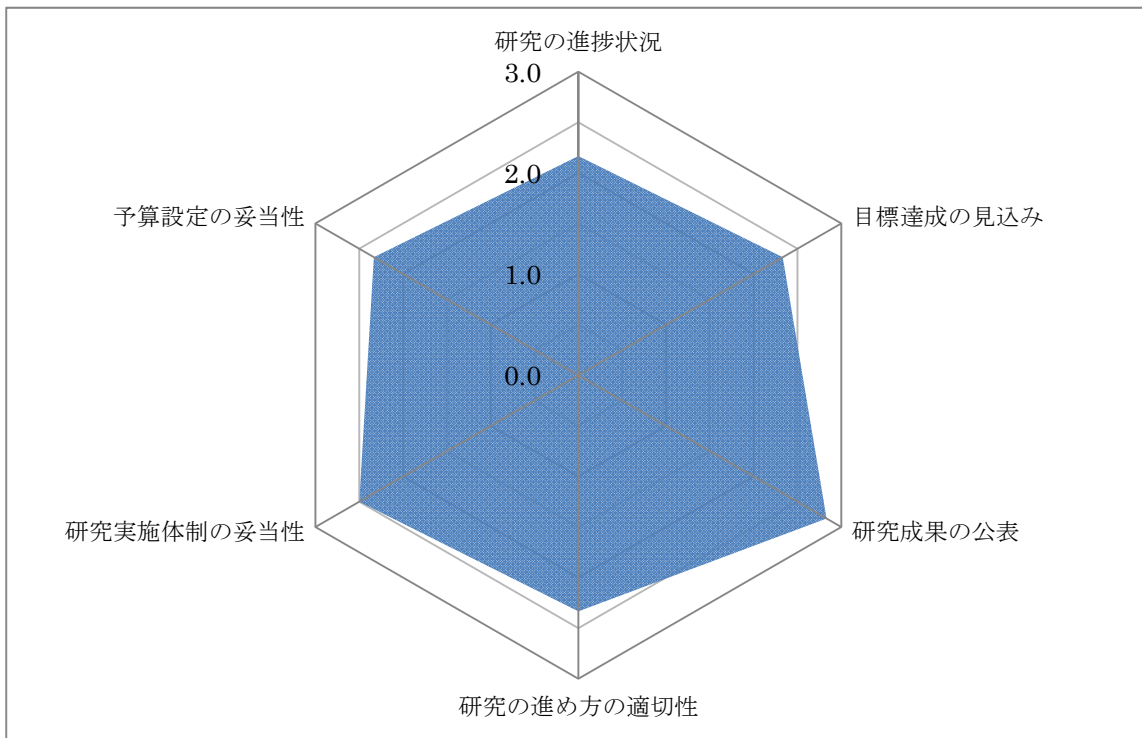
- ・ 必要な研究課題を踏まえた検討を行っていくに必要な予算となっている。

**総合評価(本研究を継続する意義があるか)**

2.4



設定理由 各評価項目の合計点数 = 14.5  
 評価項目数 = 6  
 (14.5 ÷ 6 = 2.4)



**【所見】**

- 実運用に進めて欲しい研究である。
- G B A Sによる進入方法は山岳が多い日本の航空機、運航に非常に有効である。今後 C A T II、C A T IIIに向けて研究を進めて頂きたい。
- 今後に期待。
- 研究ニーズとしてエアラインの要望と C A R A T Sでの議論が述べられているが、研究成果が実現されたときにどれほどの便益があるか、研究ニーズの説明、国内の市場調査は十分でない様に思える。現状の運航との対比において研究のニーズを具体的に定量的に示して研究の意義を説明して欲しい。対象とする空港によって経路も異なるのでどのような曲線を実現する必要があるかも示して欲しい。

**【電子航法研究所の対応】**

頂いたご意見を踏まえて、実運用も視野に便益などの把握に努めたいと考えます。



**【その他、ご助言】**

- ・ 目標達成に向けて、十分に進捗していると考えます。

## 事前評価実施課題①

○研究課題名:大規模空港における継続降下運航の運用拡大に関する研究

○実施期間:平成 28 年度～平成 31 年度 4 カ年計画

○研究実施主任者:福島 幸子(航空交通管理領域)

### 1. 研究の背景、目的ニーズ及び内外の研究動向

#### (1) ニーズ及び海外の研究動向

継続降下運航 (CDO; Continuous Descent Operation) は燃料や騒音を低減できる運航方式であり世界的に CDO 実施空港は増加している。国内でも交通量の少ない時間帯ではあるが CDO 運用空港は増加している。運航者からは実施空港の増加及び運用時間帯の拡大が求められている。CARATS では CDO を混雑空港で繁忙時にも運用することを目標としている。関西空港では CDO の運用が深夜早朝帯に限られており、運用拡大が航空局や航空会社から求められている。また羽田空港でも CDO の運用が求められている。

#### (2) 当所で研究を行う必要性

当所は管制業務や CDO 実施、シミュレーションに関する知見を有する我が国唯一の研究機関であり、諸外国の技術動向を知り、連携することが可能である。

#### (3) 研究の目的

本研究の目的は継続降下運航を実施できる航空機をできるかぎり増加させることである。

##### ① 科学的・技術的意義 (独創性、革新性、先導性)

交通量に応じて制限を付加することで、現行よりも燃費が改善される飛行の実現を目指す。CDO の運用拡大のために、新たに初期的な到着管理を提案し、CDO 実施判断を支援するツールを作成する。現在我が国ではターミナル主体でエンルート管制への到着時刻管理は行っておらずこれは将来の TBO 導入にも活用できる。

##### ② 社会的・行政的意義 (実用性、有益性)

今までは理想的な CDO を行い多くの便益を得るか、通常の降下かの二択であったが、中間的な運用として便益は減少するものの CDO が拡大できる。また、支援ツールは CDO の実施のみならず、実施できない時でもターミナル空域内の低高度のレーダ誘導を減らす効果もあり、燃料の削減と空域の有効利用が実現できる。

### 2. 研究の達成目標

(1) 関西空港において時間ごとではなく交通量に応じて CDO を実施できるような CDO 実施判断支援ツールを提案する。

(2) 支援ツールを使用することで、CDO の拡大及び CDO キャンセルの減少を実現する。

(3) 交通量の多い時間帯で CDO を実施できるような条件を提案しシステムに組み込む。

### 3. 成果の活用方策

(1) 関西国際空港の CDO の運用時間を拡大できる。

(2) CDO が実施できない交通量のときも、到着機の間隔確保に必要な燃料を削減できる。

(3) 他空港にも応用できる。

#### 4. 評価結果

##### 1. 研究の必要性

###### (1) ニーズ及び内外の研究動向



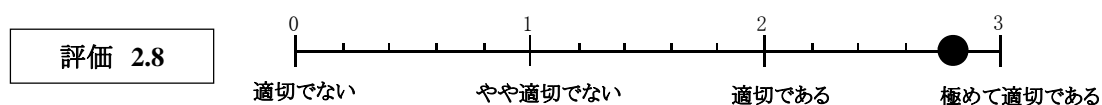
###### 【所見】

- ・ 「中間的な運用」の意義は確かにある。様々な自由度が増えることで管制官の判断は、複雑になるので、それを支援する「支援ツール」は必要性がある。
- ・ CDO は国際的課題であり、運航者の強いニーズを十分理解している。
- ・ 管制業務の主目的(空港の高密度利用)次目的、オルタナティブ・・・という順に、目標とシナリオを明確にできると助かります。

###### 【電子航法研究所の対応】

交通量に応じて使い分けやすい支援ツールの製作を目指します。最終年度には1日分のシナリオを作成し運用のシミュレーションを実施します。

###### (2) 本研究所で行う必要性



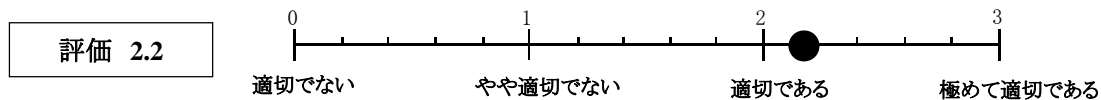
###### 【所見】

- ・ ENRI の主たる重点領域です。
- ・ 本研究所でしか、行うことができない内容である。

###### 【電子航法研究所の対応】

運航者や管制運用者の意見を取り入れて研究を進めてまいります。

### (3) 科学的・技術的意義



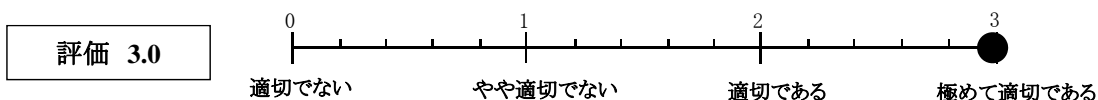
#### 【所見】

- ・ CDO の実施を支援できるツールの開発は、国際的にも意義がある。
- ・ 他分野の発展性、普遍性があれば望ましいのですが。
- ・ 科学的、技術的意義は見えにくい。

#### 【電子航法研究所の対応】

今回研究対象としている空港以外の空港への展開も併せて検討いたします。

### (4) 社会的・行政的意義



#### 【所見】

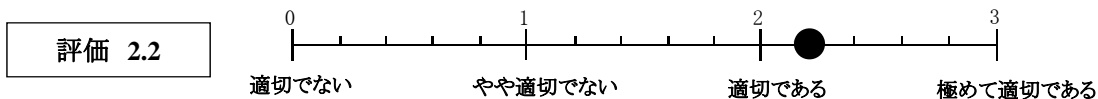
- ・ 空域・空港の容量拡大は、国家的目標です。
- ・ 実用化できれば、有用である。
- ・ CDO の実施により燃料節約による社会的意義は多い。

#### 【電子航法研究所の対応】

実用化を目指して研究を進めてまいります。

## II. 研究の有効性

### (1) 達成目標の適切性



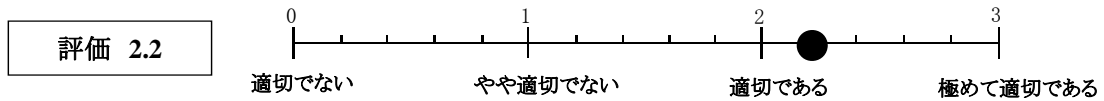
#### 【所見】

- ・ 適切であると信じます。
- ・ 管制官の負担も考えつつ、安全に CDO ができることも保証するような支援ツールを目指すべきである。
- ・ 数値目標設定が望ましいが、その設定自体困難であることも理解出来る。

#### 【電子航法研究所の対応】

管制官の可能な作業負荷の範囲での CDO 拡大を目指します。

## (2) 達成目標のレベル



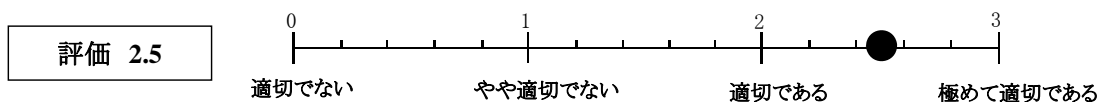
### 【所見】

- ・ CDO としては、明確な目標だが、それだけで良いのか？という意見にも答えを持って頂きたい。
- ・ 目指している目標は少し高い気がします。

### 【電子航法研究所の対応】

今までの研究で現在交通量では拡大の余地があることはわかっているが、将来の交通量の増加に対しては監視通信技術の進歩も含めて検討していきたいと考えております。

## (3) 研究成果の活用と波及効果



### 【所見】

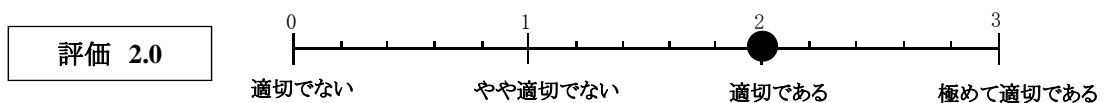
- ・ 精度向上、実用化を期待する。

### 【電子航法研究所の対応】

実用化可能なツールの製作を目指します。

## III. 研究の効率性

### (1) 研究の進め方の適切性



### 【所見】

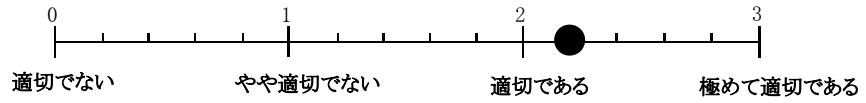
- ・ 大学との共同研究を進めて頂きたい。
- ・ 具体的な計画が見えにくい。(ゴールはわかる)
- ・ CARATS の進捗状況とも整合を図る必要あり。
- ・ 各段階別の計画の精細化を期待、全体的には、良好と理解。

### 【電子航法研究所の対応】

最も便益の見込める航空路管制部分の実現から取り掛かる予定です。

## (2) 研究実施体制の妥当性

評価 2.2



### 【所見】

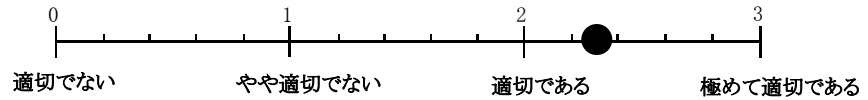
- ・ 本分野の実力向上を目指して頂きたい。
- ・ 引き続き、外部の大学などをまきこんで、この分野の研究者層の拡大を期待したい。
- ・ 積極的な共同研究を進めて欲しい。
- ・ エアライン、管制機関とは、今後も十分な調整が必要。

### 【電子航法研究所の対応】

今後とも外部との連携を図りつつ研究を進めてまいります。

## (3) 予算設定の妥当性

評価 2.3



### 【所見】

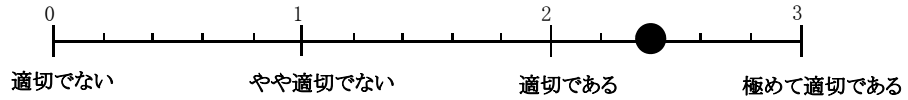
- ・ 妥当である。

### 【電子航法研究所の対応】

適切な予算執行に努めてまいります。

**総合評価(本研究を実施した意義があるか)**

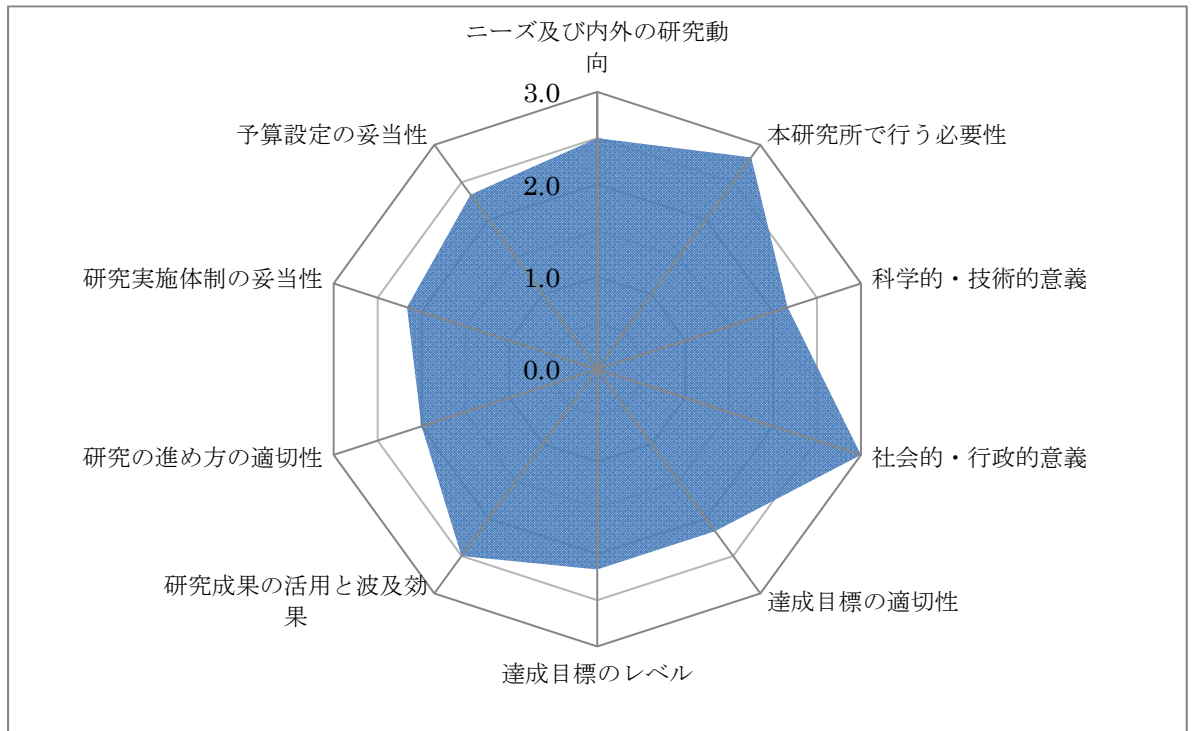
2.4



設定理由 各評価項目の合計点数 = 23.8

評価項目数 = 10

$$(23.8 \div 10 = 2.4)$$



**【所見】**

- ・ 全体像が見えにくいので、工夫できると良い。
- ・ 混雑空港では、レーダ運用と CDO 運用は、ある面で、相反する運用となるので、CDO の正確な位置時間の設定ができるよう研究をお願いしたい。
- ・ 事後評価が行われた CDO の重点研究において述べたことと重複するが、エアラインの要望は運航の効率向上なので、現状と CDO 運用における燃料と飛行時間の比較を行って便益の評価を行うことが有効と思われる。他の便の経路と交差する可能性がある場合の対処法策を検討する場合も便益の評価は一つの拠り所となる。到着時刻の調整と制御が必要になるので到着管理システムの研究と連携して実施すると良いと思う

**【電子航法研究所の対応】**

「航空機の到着管理システムの研究」はこれよりも先の時期を見越している研究です。この研究終了の時期で技術的に解決できない課題は抽出し、次の研究に生かせるようにいたします。

**【その他、助言】**

- ・ 管制現場に足を運んで意見交換をしてやって下さい。

**【電子航法研究所の対応】**

緊密に連携をとって研究に生かして参ります。



## 事前評価実施課題②

○研究課題名: SWIM のコンセプトによるグローバルな情報共有基盤の構築と評価に関する研究

○実施期間: 平成 28 年度～平成 32 年度 5 ヵ年計画

○研究実施主任者: 呂 暁東(監視通信領域)

### 1. 研究の背景、目的ニーズ及び内外の研究動向

#### (1) ニーズ及び海外の研究動向

運航の安全性と効率性を向上するため、ICAO では、監視・気象・空港・フライトなど様々な情報を管理できる SWIM (System Wide Information Management) という次世代の航空交通情報システム の概念を推進されている。米国の NextGen と欧州の SESAR を中心として、情報の標準化、国際実証実験などの研究開発活動が世界的に進められている。また、日本においても CARATS のロードマップにおいて、情報共有基盤の導入は重要なミッションとしてあげられている。

#### (2) 当所で研究を行う必要性

これまで、2013 年から電子航法研究所を中核として、FAA が主導した SWIM Mini-Global Demonstration に参加し、技術情報を交換しつつ実験用システムを開発した。この実験用システムを利用したシナリオデータ及びセミライブデータの配信により実証試験の有効性を高めることにより、運用上の課題点について実証した。また、2014 年から、電子航法研究所では EROCONTROL が主導した SWIM Master Class に参加し、Web サービスに基づいた SWIM 実験用システムを構築している。本研究所においてこれらの参画により SWIM の概念から技術までよく把握していることから、効率的かつ迅速に本研究を進めることができ、実用性の高い成果が期待できる。

#### (3) 研究の目的

本研究の目的は、異種 SWIM 間で、シームレスな情報交換とサービス連携に関する技術の提案と評価テストベッドの開発を目的とする。

##### ① 科学的・技術的意義 (独創性、革新性、先導性)

各国ではそれぞれのニーズがあって、同じ仕様で SWIM を構築するのはなかなか現実ではない。本研究は、今後の異種 SWIM 間で情報交換とサービス連携に対する先行研究として先導性がある。また、情報通信分野でも異種システムの融合と評価について技術的意義は高い。

##### ② 社会的・行政的意義 (実用性、有益性)

CARATS において、情報共有基盤の早期導入により低コスト、高効率、高安全性の運航を実現することに貢献できる。

### 2. 研究の達成目標

- (1) 航空交通情報共有基盤において、統一情報環境を構築するため、データ変換モデル、情報メッセージモデルとサービス連携モデルを開発する。
- (2) 運用上の基本機能と技術面の性能要件を明らかにする上で、異種 SWIM システムとの融合に関する情報交換技術とサービス連携技術を提案する。
- (3) これに基づいて、効率性・信頼性・安全性・環境などの観点から、サービス要件に

じたパフォーマンスについて評価できるテストベッドを開発する。

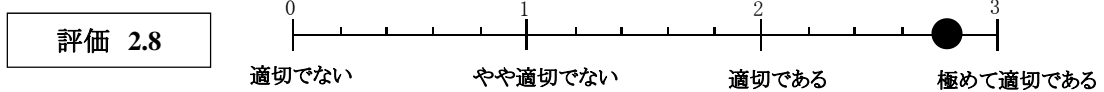
### 3. 成果の活用方策

- (1) 本研究の成果により、CARATS における情報共有基盤の早期導入のための施策意志決定に必要な資料を提供する。また、ICAO の会議など国内、地域、または国際で SWIM の導入の検討に資する技術資料を提供する。
- (2) SWIM 化されたシステム間の連携により、国内におけるサービス利用を拡大するほか、アジア諸国へのサービス提供も可能となる。
- (3) 他国との実証実験により、国際的な技術標準やシステムの改善などの提案が図られる。

#### 4. 評価結果

##### 1. 研究の必要性

###### (1) ニーズ及び内外の研究動向



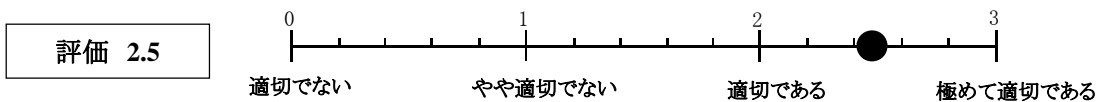
###### 【所見】

- ・ 国際的な動向、日本の航空管制システムの流れ、などは理解が進んでいる。
- ・ 必要性、科学的意義、社会的意義などは極めて大きい、それだけに、しっかりとした体制で、世界の標準化への対応も含め、広範な活動が必要である。ただ、ねらい目や効果をしっかり考えておかないと「うすく広い」だけのシステムになってしまう。特に異種情報のインテグレーションで、どんな付加価値情報をどこでだれがどうやって作りだすかもカギである。
- ・ 国際的にも研究開発が進められており、十分に把握している。

###### 【電子航法研究所の対応】

SWIM に関する国際活動に参加しながら、技術動向を把握する上で、実際の運用に役立つ研究開発を絞ります。

###### (2) 本研究所で行う必要性



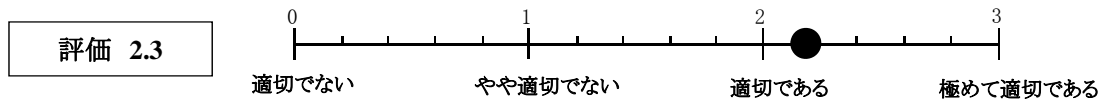
###### 【所見】

- ・ 実システムと評価システムは別物という意識を持ち、評価システムの目標を明確化すれば、ENRI の意義が出てくると思う。
- ・ 本研究所で行う研究である。
- ・ 航空関係唯一の研究機関であり、必要性は十分ある。

###### 【電子航法研究所の対応】

SWIM の概念を実際の航空交通システムに導入するため、情報の標準をはじめ、メッセージの交換、サービスの利用に関する多くの技術の評価する必要があります。本研究では、実際の運航データを標準フォーマットに変換して、実験システムに基づいた国際実証実験により、情報モデルと情報交換技術の評価し、課題の解決と技術の改善を図ります。

### (3)科学的・技術的意義



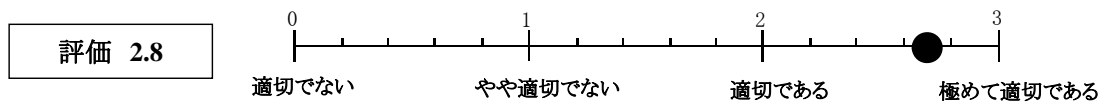
#### 【所見】

- ・ 関連技術の進歩は早いので、早目に進める必要がある。
- ・ モデルのシミュレータ（エミュレータ）の事例はあるが、多くはイメージを持つための物。

#### 【電子航法研究所の対応】

関連技術の動向を調査しながら、大学との共同研究により進めていく予定です。また、本研究では、実データを利用して、欧米をはじめ、海外の実験システムと接続し、国際標準データの交換実験により、技術面の課題を明らかにします。

### (4)社会的・行政的意義



#### 【所見】

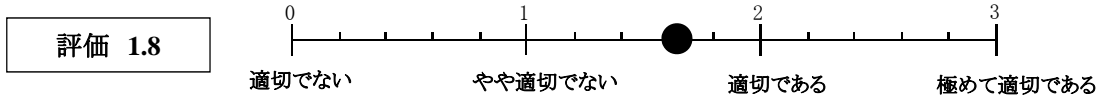
- ・ イメージは有効である。
- ・ 将来的には、目指されている方向であるので、意義は高い。
- ・ SWIM の研究・開発により、国際的な航空情報の共有化が図られ、社会的意義がある。

#### 【電子航法研究所の対応】

欧米との協力を行いながら、アジア諸国と連携して、アジア地域に SWIM の概念を早期に導入することに貢献したいと考えております。

## II. 研究の有効性

### (1) 達成目標の適切性



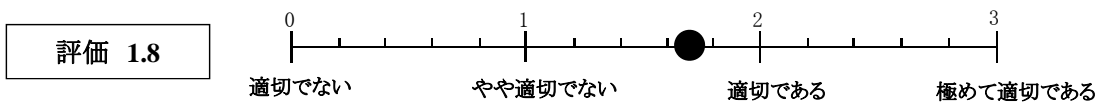
#### 【所見】

- ・ 現段階としては妥当である。
- ・ 年度毎の具体化段階での目標設定の具体化を期待したい。
- ・ 研究の設定が出来ていない。

#### 【電子航法研究所の対応】

ご指摘ありがとうございました。将来、SWIMによる航空交通管理における情報共有と協調を実現するため、本研究では、データ、情報、サービスのモデル化に基づいて、異種システム間の情報交換とサービス連携技術を検討し、また、これらの技術を評価できるテストベッドを開発する予定です。

### (2) 達成目標のレベル



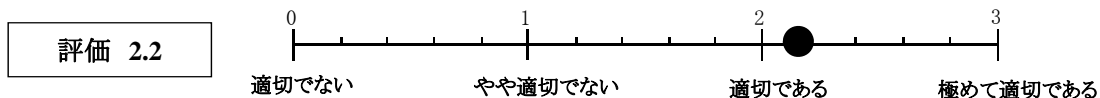
#### 【所見】

- ・ 研究の位置付けをSWIMから明確にすべきである。

#### 【電子航法研究所の対応】

ご指摘ありがとうございました。SWIMに求められる効率性・信頼性・安全性・環境性は、国や地域の運用要件によって異なっており、各SWIMシステムは、その構造と採用技術は必ずしも同じではありません。このため、異種SWIMシステムを連携する技術が必要となります。本研究では、運用上や技術面での課題を明らかにした上で、異種SWIMシステム間でグローバルな情報交換とシームレスなサービス連携を実現する技術を提案します。さらに、SWIMの情報共有テストベッドを構築し、提案技術をテストベッドにて評価します。これにより、将来、航空交通管理における情報融合と協調を実現する技術の開発を目指します。

### (3) 研究成果の活用と波及効果



#### 【所見】

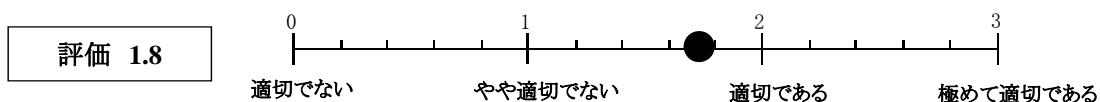
- ・ SWIM のイメージがない。

#### 【電子航法研究所の対応】

ご指摘ありがとうございました。本研究の成果により、CARATS における情報共有基盤の早期導入のための施策意志決定に必要な資料を提供します。また、ICAO の会議など国内、地域、国際で SWIM の導入の検討に資する技術資料を提供します。さらに、海外との実証実験を通じて、国際的な技術標準やシステムの改善などの提案が図りたいと思います。

### III. 研究の効率性

#### (1) 研究の進め方の適切性



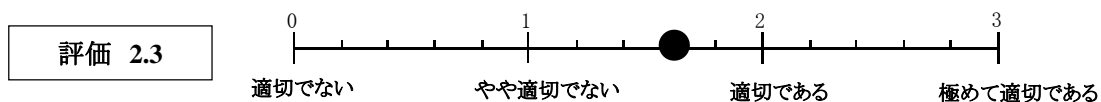
#### 【所見】

- ・ 目標が達成できる段階にない。

#### 【電子航法研究所の対応】

実際の運用データに基づくテストベッドによる実証実験など、研究の手順及び手法は適切に設定し、研究開発を進める中で目標が達成できる段階を見極めていきたいと思っています。

#### (2) 研究の実施体制の妥当性



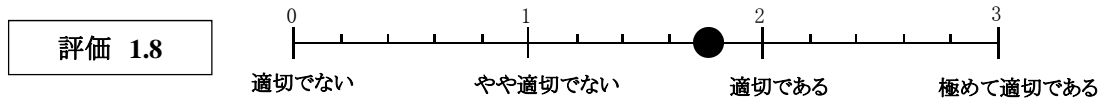
#### 【所見】

- ・ IT 分野の高いレベルの研究者が入っていた方が良い。体制がやや弱いように思われる。
- ・ 情報システムの専門家がいらない。

#### 【電子航法研究所の対応】

ご指摘ありがとうございました。情報システムの研究実績のある大学等との共同研究等をすでに始めており、今後も継続的に進めていきます。また、実証実験システムの開発に関しては、大手企業の専門家と協力しながら進めていく予定です。

### (3) 予算設定の妥当性



#### 【所見】

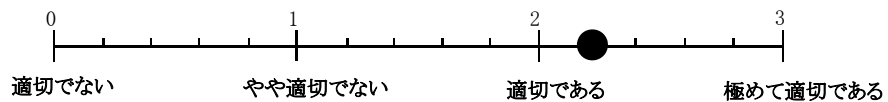
- ・ 関連する外部資金を積極的に活用して下さい。
- ・ 広い範囲の活動になるので、この程度の予算ではきびしい。又、今後これを長期維持して行くだけのインフラをここで作れるかが心もとない。
- ・ 不明である。

#### 【電子航法研究所の対応】

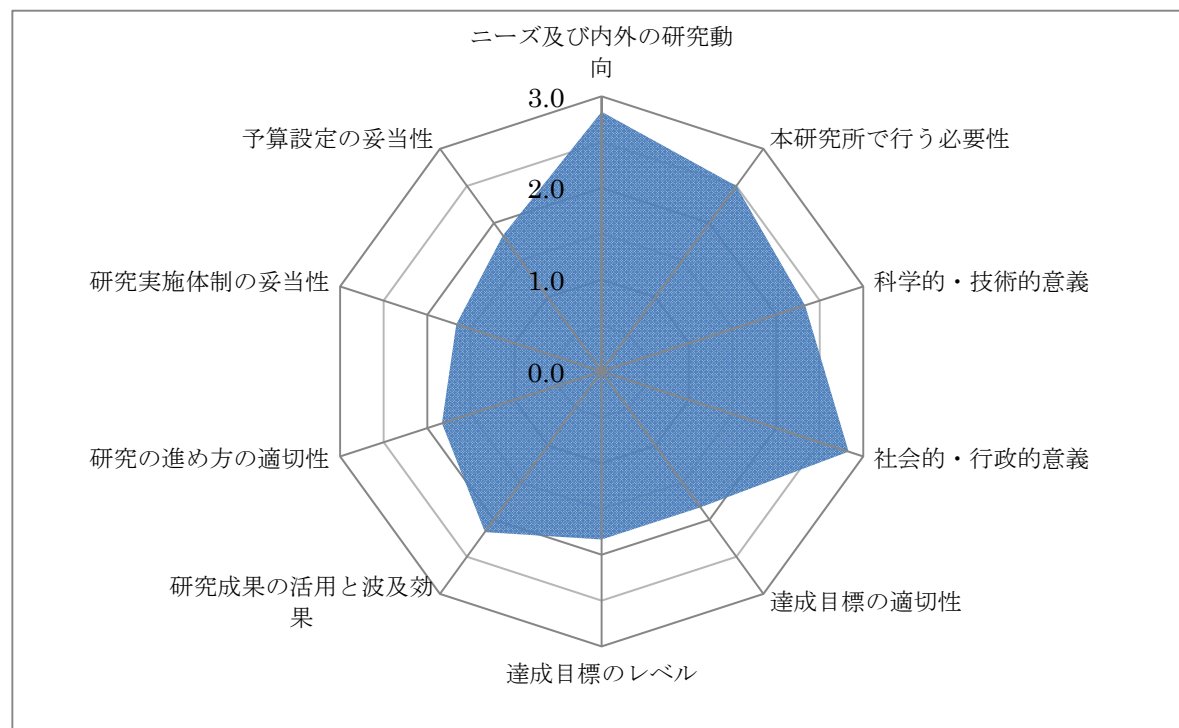
所内既存の監視システム、通信システム、また、すでにオープン化された気象情報、航空情報を活用して、コストの削減に努めます。

総合評価(本研究を実施する意義があるか)

2.2



設定理由 各評価項目の合計点数 = 21.7  
 評価項目数 = 10  
 (21.7 ÷ 10 ≒ 2.2)





#### 【所見】

- ・ 難しい課題であるが、進めていかなければならないものとする。
- ・ 航空交通情報を共有するため基盤システムは重要な技術と思われる。SWIM 自体は多様なユーザを対象としており、データ共有には抵抗も予想される。航空局の将来の航空交通管理システムにおいて活用されることを目標にして研究を進めるのが良いかと思われる。
- ・ 一般的に外部に公表出来ない情報(運航・飛行計画など) と公表できる情報の仕切りを明確にする必要がある。

#### 【電子航法研究所の対応】

ご指摘ありがとうございました。情報共有のポリシー、情報のライフサイクル管理などは SWIM のガバナンスと言います。SWIM のガバナンスを設立するため、航空局と連携して運用面と技術面からの検討を進めていきたいと思えます。

この分野は、情報インフラの将来動向など物理層に近いところから SWIM として対応すべき情報活用のアプリケーションのあり方まで、非常に変化が激しい分野です。このため、当面のデモ実験実施に対応しながら情報利用者やインフラ整備担当者などから意見を集め、デモ実験のシナリオをシステム評価に有効なシナリオに近づけていくなど、システム評価の視点を定めつつ具体的な評価手法の基礎固めをしていきたいと考えております。また、このために必要な実施体制は、研究所の統合事業の進展や内外研究者やデモ関係者との交流に合わせて着実に整備を進めていきたいと思えます。

#### 【その他、ご助言】

- ・ 特にコメントなし

### 事前評価実施課題③

○研究課題名:空地通信技術の高度化に関する研究

○実施期間:平成 28 年度～平成 31 年度 4 カ年計画

○研究実施主任者:住谷 泰人(監視通信領域)

#### 1. 研究の背景、目的ニーズ及び内外の研究動向

##### (1) ニーズ及び海外の研究動向

近年、航空システムから取得した様々な情報を関係者間で共有し、より安全かつ効率的な運用改善が検討されている。また、航空交通量の増加やより綿密な航空機運航のニーズに伴い、特に航空機密度の高い空港周辺を中心に航空通信量の増加が懸念されている。これらに対応するため、ICAO 等は、既存の航空通信システムと併用可能な次世代の航空通信システムとして、汎用高速通信のモバイル WiMAX (IEEE 802.16e) 技術に基づく航空専用標準規格 AeroMACS (Aeronautical Mobile Airport Communications System) の策定作業と研究開発を行ってきた。今後、これらのニーズや進捗する策定作業および関連する規格策定活動に対応するため、AeroMACS 技術の適用範囲拡大の可能性と共に、AeroMACS に代表される次世代空地通信システムの利用技術を開発し、監視や航法など他のシステムから得た情報を共有できる航空用高速通信ネットワークのプロトタイプを構築の上、航空機や車両等と接続実験し、性能評価する必要がある。

##### (2) 当所で研究を行う必要性

本研究を円滑に実施するためには、AeroMACS をはじめとする航空通信、電波伝搬および航空用ネットワーク技術に関する十分な知見が必要である。我が国において、AeroMACS のプロトタイプを保有し、将来の航空通信システムの研究および航空機搭載アンテナや機体の影響を含めた電波伝搬特性、航空用ネットワーク技術等に関する研究のいずれにも実績を持つ研究機関は当所以外にはなく、本研究は当所で実施する必要がある。

##### (3) 研究の目的

既存の AeroMACS プロトタイプを活用して、安全、効率、定時性向上に資する高速航空通信技術を用いた航空用高速通信ネットワークのプロトタイプを構築し、AeroMACS の利用技術の開発や AeroMACS 技術の適用範囲拡大の可能性を性能評価する。

###### ① 科学的・技術的意義 (独創性、革新性、先導性)

AeroMACS プロトタイプを活用の上、航空機や車両と地上の間を連携可能な航空用高速通信ネットワークのプロトタイプを構築し、AeroMACS 技術の適用範囲拡大の可能性を実環境下で性能評価できる点で科学的・技術的意義がある。

###### ② 社会的・行政的意義 (実用性、有益性)

複数の通信手段と共に緊急災害時の通信が確保できる航空専用周波数を用いた単独可動システム AeroMACS によって高速通信を実現することは、安全性向上だけではなく、通信処理容量を増加させるため、定時性、効率性向上にも寄与可能である。また、AeroMACS に関連する航空通信技術の標準規格や技術文書の整備策定、検証の活動は、国内外での規格や技術文書の策定、施策実施の意思決定の判断材料にも利用、貢献できる点で社会的・行政的意義がある。

## 2. 研究の達成目標

- (1) 既存の AeroMACS プロトタイプを活用して、航空機、車両、地上間で接続可能な航空用高速通信ネットワークのプロトタイプを開発する
- (2) AeroMACS 利用技術の開発や AeroMACS 技術の適用範囲拡大の可能性について、開発したプロトタイプを用いて実環境下で評価し、技術指針を構築する。
- (3) 関連技術の標準規格化活動に参画し、性能評価結果の提案に基づき、貢献を図る。

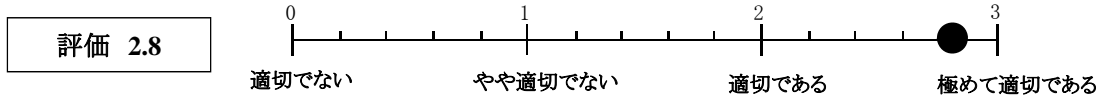
## 3. 成果の活用方策

- (1) 開発した航空用高速通信ネットワークのプロトタイプは、将来、ATM 研究開発や CARATS で検討される施策意思決定の判断における実証実験として活用できる。
- (2) 利用技術の開発と空地通信技術における適用範囲の拡大は、既存よりも高速な通信を含む複数の航空通信路を確保でき、安全、効率、定時性向上が期待できる
- (3) 標準規格及び技術文書の策定、検証作業に関する研究成果の提案文書及び技術文書は、施策意思決定や関連規格の根拠として活用できる。

#### 4. 評価結果

##### 1. 研究の必要性

###### (1) ニーズ及び内外の研究動向



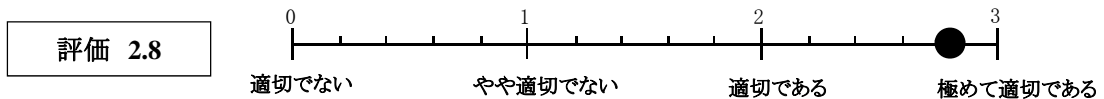
###### 【所見】

- ・ 前期で獲得した『技術が実際に利用、商業化するうえで大事なステップである。
- ・ 十分である。
- ・ ICAO や CARATS の動向を十分把握している。
- ・ ICAO/RTCA 等の動向をよく把握している。
- ・ 終了した重点研究の継続であり、大きな視点の変化はみられない。

###### 【電子航法研究所の対応】

前回の重点研究の継続として、技術が実際に利用、商業化するための一段階の位置づけで、国際標準規格及び航空用技術基準や行政の動向を見ながら、研究開発を進めていくことを考えております。

###### (2) 本研究所で行う必要性



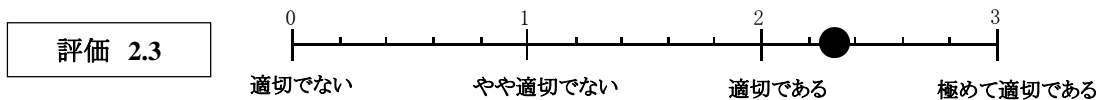
###### 【所見】

- ・ 技術的側面に関する研究は、必要性が高いと考えるが、応用依存の整理は、ICAO にまかせれば、良いのではないか。
- ・ 前の研究から続いて行うことでより高い成果が期待できる。
- ・ これまでの実績のある ENRI で研究を行う意義は大いにあると思う。

###### 【電子航法研究所の対応】

応用依存のニーズと整理は、技術的な国際標準規格の内容に合わせて、ICAO の中で議論されていくと思われます。このため、国際標準規格策定に前回の重点研究から継続して参画してきた当所も、応用依存のニーズに対応できるよう携わっていくことを考えております。

### (3) 科学的・技術的意義



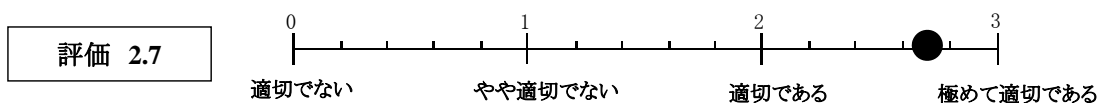
#### 【所見】

- ・ 技術開発よりは、技術検証的なテーマに見受ける。
- ・ 利用可能性、アプリケーションの発掘は、いずれもインパクトの大きい研究であり、意義は大きい。
- ・ 応用性はあるが、独創性は少ない。
- ・ マルチ構成の地対空/地対地は初と理解。

#### 【電子航法研究所の対応】

航空管制通信にも適したマルチ構成の地対空及び地対地の接続プロトタイプは初めてと考えており、利用可能性やアプリケーションの発掘に努めていきたいと考えております。

### (4) 社会的・行政的意義



#### 【所見】

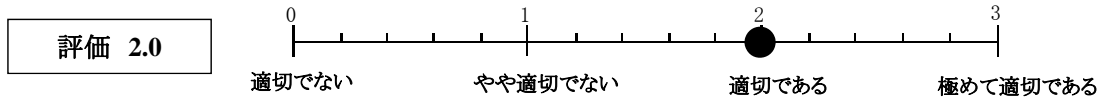
- ・ 航空通信技術の進展として大きな意義がある。
- ・ 目的が拡散しており、個々に絞れば意義がより明確になる。

#### 【電子航法研究所の対応】

目的を絞り、意義を明確にした上で、社会的、行政的ニーズを満足できるよう研究開発していきたいと考えております。

## II. 研究の有効性

### (1) 達成目標の適切性



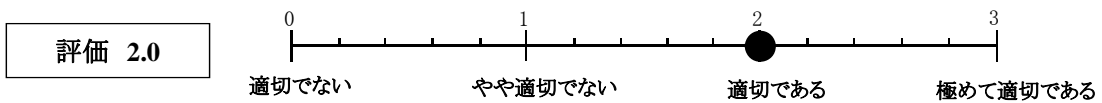
#### 【所見】

- ・ SWIM と重複のない目標を明確にすべきと思われる。
- ・ プロトタイプ開発はできるだけ製品に近いものができることを期待したい。
- ・ 概ね適切と考えるが、可評価性を高めるよう期待する。

#### 【電子航法研究所の対応】

ご指摘ありがとうございました。SWIM とは重複せず、SWIM と接続可能なシステムの開発を中心に研究を進めていくことを考えております。また、できるだけ製品に近づけるよう、外部連携と共に研究開発に努めていく所存です。可評価性を高めるべく、標準規格や技術文書への提案に向け、性能評価結果や技術指針を示すことを考えております。

### (2) 達成目標のレベル



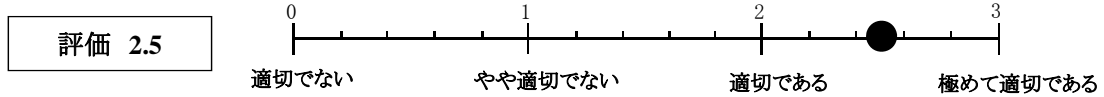
#### 【所見】

- ・ アプリケーションの創成は、あとからの評価がむずかしいので、それがしやすい目標の設定が望ましい。
- ・ 運用上は、十分なレベルである。新技術の開発には、つながらないのでは？
- ・ 何を、いかなる観点から評価するのかが、明らかでない。

#### 【電子航法研究所の対応】

ご指摘ありがとうございました。利用技術をニーズに基づき評価できるよう、適切な目標設定に努めたいと考えております。また、航空機の飛行スピードに AeroMACS 技術が対応できるか否か、AeroMACS 技術の活用範囲の拡張について、研究開発と性能評価を進めていきたいと考えております。

### (3) 研究成果の活用と波及効果



#### 【所見】

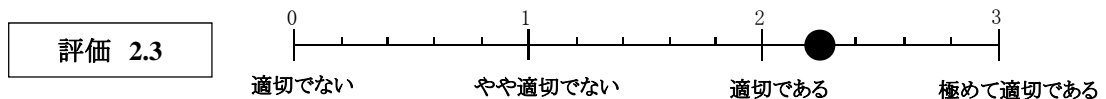
- ・ 高速移動体に対する通信の可能性に対しては、興味があります。
- ・ 将来の情報利用に必要なはず。

#### 【電子航法研究所の対応】

高速移動体に対する通信の可能性については、実際の空港近傍で性能評価することで、将来の情報利用や利用技術の開発を考えております。

### III. 研究の効率性

#### (1) 研究の進め方の適切性



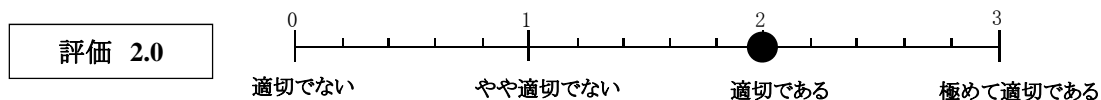
#### 【所見】

- ・ 通信グループのテーマとして絞りこんで頂ければ、ENRIの通信グループの発展につながるのではないか。
- ・ プロトタイプから、実用への応用も必要。

#### 【電子航法研究所の対応】

ご指摘ありがとうございました。当所通信グループのテーマとして絞り込み、実用に向け、外部連携しながら研究開発に努めていくことを考えております。

## (2) 研究実施体制の妥当性



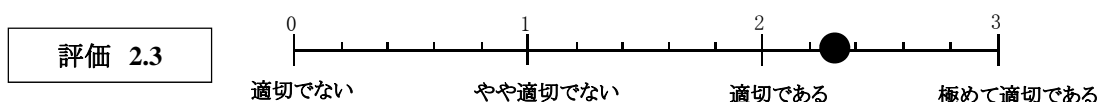
### 【所見】

- ・ 「産」との連携が非常に重要である。できるだけ外からの多くの協力機関をまきこんで大きなムーブメントにして頂きたい。
- ・ 参加者を広げるのは良いが、コア研究者の育成にも配慮願いたい。

### 【電子航法研究所の対応】

外部との共同研究などできるだけ「産」との連携を行いながら研究開発を務めていくことを考えております。また、コアとなる研究者の育成についても努めてまいります。

## (3) 予算設定の妥当性



### 【所見】

- ・ 実行の段階で、有効に利用して頂きたい。
- ・ 適切な予算(案)である。
- ・ 既存施設、他研究の機材を有効活用。

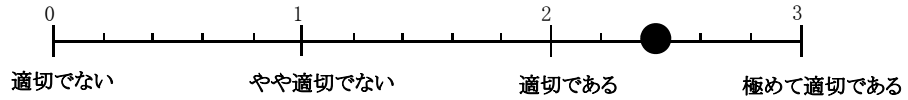
### 【電子航法研究所の対応】

既存施設や他の研究での機材を有効活用し、競争的資金の研究等とも連携しながら、予算を有効に利用し、研究を進めていくことを考えております。



**総合評価(本研究を実施した意義があるか)**

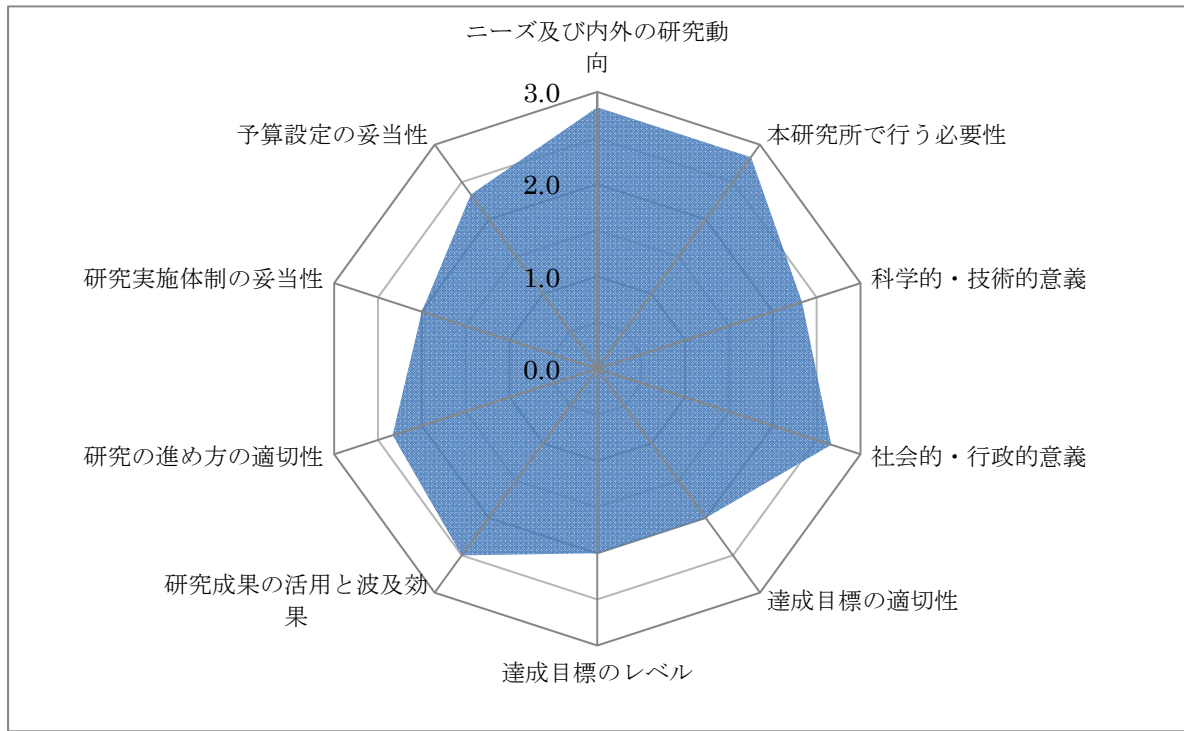
2.4



設定理由 各評価項目の合計点数 = 23.8

評価項目数 = 10

$$(23.8 \div 10 = 2.4)$$



**【所見】**

- ・ 関係機関と十分な連携を図り、実現に向け引き続き研究を進めて欲しい。
- ・ AeroMACS の重点研究のフォローアップの研究と理解した。覆域などの工夫によって空港外に範囲を広げる研究は興味深い。離陸前に航空機の FMS のデータがダウンリンクされると地上側 ATM の 4D 軌道予測の精度向上に有効となる等、利用技術との協調が期待される。
- ・ ニーズをもう少し提示して、何のための通信かの主張と、他の通信との分担を示すと良い。

**【電子航法研究所の対応】**

ご指摘ありがとうございました。掘り起こされたニーズをさらに分析し、通信目的の整理分担に努めていきたいと考えております。また関係機関とも連携し、継続的に研究を進め、空港周辺の ATM 研究にも活用できるようにしていきたいと考えております。

**【その他、助言】**

- ・ やはり、高速通信技術のコア研究となるように配慮願いたい。ENRIのコア通信グループなので、グループの発展を期待していますので、宜しくお願いします。

**【電子航法研究所の対応】**

今後も、グループが発展できるよう、努力していきたいと考えております。

