



平成 25 年度

独立行政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 26 年 3 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、「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)及び独立行政法人電子航法研究所評議員会規程に基づき、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(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25年度に終了する重点研究課題(2件)
  - ① 監視システムの技術性能要件の研究(事後評価)
  - ② 航空管制官の業務負荷状態計測手法の開発(事後評価)
- (2)研究期間が5ヵ年計画の研究で3ヵ年目を迎える重点研究課題(1件)
  - ① ハイブリッド監視技術の研究(中間評価)
- (3)平成26年度に開始する重点研究課題(3件)
  - ① 空港面の交通状況に応じた交通管理手法に関する研究(事前評価)
  - ② 空港面異物監視システムの研究(事前評価)
  - ③ マルチスタティックレーダによる航空機監視と性能評価に関する研究(事前評価)

## 3. 評価実施日及び出席評議員数

- (1)評価実施日:平成26年3月28日
- (2)出席評議員:5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	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	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	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: 監視システムの技術性能要件の研究
- 実施期間: 平成 22 年度～平成 25 年度 4 力年計画
- 研究実施主任者: 小瀬木 滋(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

安全性を維持しつつ空域内の航空機運航効率を向上させるために、トラジェクトリ管理などに基づく新しい航空機運航方式の導入が国際的に検討されている。その実現に必要な高度な監視性能を経済的に実現するため、従来と異なる原理の ADS-B、WAM 等の新しい監視システム(次世代監視システム)の研究が各所で進められている。

今後は、将来の運航方式の実現に必要な監視システムの性能要件を明らかにすることが求められている。特に、新しい運航方式のために追加又は改善すべき性能要件を明らかにする必要があり、ICAO の ASP や ASTAF、RTCA/EUROCAE 合同会議等で検討を進めている。

#### (2) 研究の目的

本研究は、次世代監視システムの技術性能要件 TPRS (Technical Performance Requirements for Surveillance systems) を確立し、管制による空域運用の改善を支援することを目的とする。

##### ① 科学的・技術的意義(独創性、革新性、先導性)

空域運用方式から必要となる監視性能を導出することは、航空管制用レーダ等監視機器について世界的に開始されたばかりである。特に、希な障害の発生率算定方式開発は先導的である。

##### ② 社会的・行政的意義(実用性、有益性)

本研究の成果は、航空管制や航空機運航に用いるレーダ等監視機器について、要求性能基準の根拠となる。将来の新しい空域運用方式についても、仕様書等に記載する要求性能の根拠となり、必要十分な性能の監視機器を無駄なく経済的に調達することに寄与する。

### 2. 研究の達成目標

- (1) 次世代監視システムの技術性能を測定する機材及び手法の開発: 現行及び将来の空域運用方式を想定して監視性能の技術基準をまとめ、測定機器と手法を開発して可測性を検証する。
- (2) ADS-B 等の航空機動態情報の信頼性に関する評価: 航空機動態情報を収集して信頼性を評価し、信頼性関連の監視性能項目の評価や改善に寄与する。
- (3) 次世代監視システムで使用される 1030/1090MHz 信号環境の測定と監視性能予測: 特に、信号発生量の変動幅測定値を活用した希な障害の発生率予測を行い ICAO 会議等に寄与する。
- (4) 空対空監視システムの技術性能要件の作成: 機上監視運用方式 ASA を 2 種以上想定し、監視性能の標準化に寄与する。航空機衝突防止装置 ACAS と ASA 等との整合性を調査報告する。

### 3. 目標達成度

- (1) 現行の 5NM 管制と将来の機上(空対空)監視応用を例に監視システムの技術性能要件を調査してまとめた。また、可測性を確認するため、測定が困難な低い確率値を評価する換算方式と測定用の干渉ベンチ試験装置を製作した。
- (2) 所内関連研究の測定結果を活用して航空機動態情報の信頼性を評価し、ACAS を用いる ADS-B 機上監視の補強の効果を評価した。
- (3) 平成 22 年度に稚内から石垣島まで主要航空路の 1030MHz 信号環境を測定した。震災後は測定中断期間があったが、新しい実験用航空機に測定機器を搭載し平成 25 年度末に測定を再開した。
- (4) ICAO/ASTAF 会議にて機上監視応用方式 ASA の内、ITP,AIRB,VSA,SURF の 4 種類の標準化に寄与し、ICAO Doc.9994 の執筆を分担した。RTCA DO-317A 執筆班にも技術資料を提供した。

### 4. 成果の活用方策

- (1) 監視システムの技術性能要件のまとめ方は、今後の監視システム仕様に活用できる。性能評価のための換算方式や良否判定に必要な測定回数に関する知見は、監視システムの性能測定に統計数学的な根拠や具体的な確認手段を提供でき、納品検査方式や日常点検用モニタの設計などに活用できる。さらに、性能ベースの監視システム導入のための基礎資料となる。
- (2) 機上で得られる ADS-B 情報を ACAS 監視情報で確認する手法など、ADS-B や DAPs 情報の補強方式標準化に貢献できる。
- (3) 新たに搭載した測定装置は、今後の多様な信号環境に活用できる。
- (4) ICAO Doc.9994 は ADS-B の用いる機上監視応用の基礎技術資料として、RTCA DO-317A は ADS-B-IN 機器業界標準として活用できる。

### 5. 成果の公表等

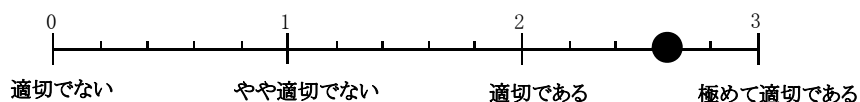
- (1) これまでの公表等  
学会論文等:合計 13 件  
電子情報通信学会 査読付論文誌:1 件、レター1 件  
電子情報通信学会 技術研究報告等口頭発表:9 件  
機械学会 セミナー講演:1 件  
航空宇宙学会 口頭発表:1 件  
標準化作業への寄与:合計 22 件  
国際民間航空期間 ICAO ASTAF,ASP,ANConf-12 等 マニュアル文案等:21 件  
RTCA SC-186/WG4:監視性能情報提供:1 件  
国内委員会等行政支援資料:合計 19 件  
国土交通省航空局関連:11 件, 総務省関連:5 件, 経済産業省関連:3 件  
電子航法研究所研究発表会, 講演会等:3 件
- (2) 今後の公表予定  
所外発表 3 件(電子情報通信学会 技術研究報告等口頭発表)  
所内発表 3 件(研究発表会、研究所報告)

## 6. 評価結果

### 1. 研究の効率性

#### (1) 研究の進め方の適切性

評価 2.6



#### 【所見】

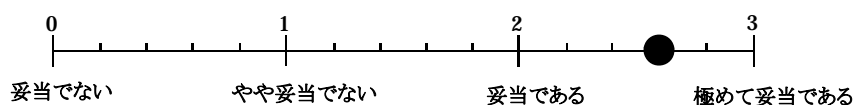
- ICAO、RTCA の標準化に必要となる ENRI の研究(活動)は、他のテーマ研究と横並びの評価になじまない。4 年の期間を設定していても標準化の流れにより計画通りとはいえない。その中で良く頑張っている。
- 内容、成果に対して短い時間で進めるための手順、計画は素晴らしいと考える。
- 外部との連携を積極的に取っており効果的であったと考える。

#### 【電子航法研究所の対応】

標準化活動についての外部連携や資料改訂などフォローが求められている作業は、信号環境関連等の後継研究にて対応を継続する予定です。

#### (2) 研究実施体制の妥当性

評価 2.6



#### 【所見】

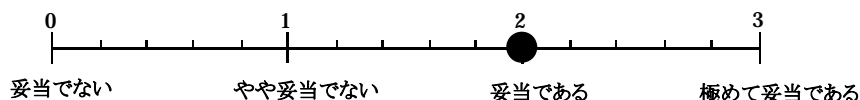
- 全ての研究者が従事するテーマとは思わないが、少数で継続性に配慮した人材をキープしておく必要がある。この点に配慮が行き届いていると考える。
- 特に外部との連携、協力、情報交換は十分以上である。所内連携も十分である。
- 特に海外の機関との連携が良くなされており、良かったと考える。

#### 【電子航法研究所の対応】

今後とも中堅研究員などから適材を選出し、標準化活動など連携活動の継続性に配慮した研究課題選択に努めます。

#### (3) 予算設定の妥当性

評価 2.0

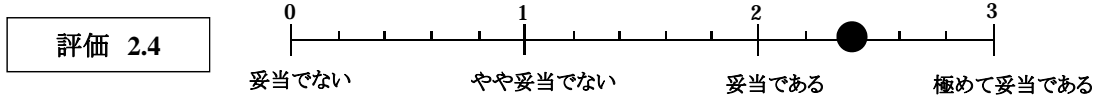


#### 【所見】

- 装置型の研究開発ではないので、妥当と考える。
- 適切に使用されている。

## II. 研究の有効性

### (1) 研究目標の達成度



#### 【所見】

- ・ 航空局と連携し、局から頼られていることが何よりの証といえる。

#### 【電子航法研究所の対応】

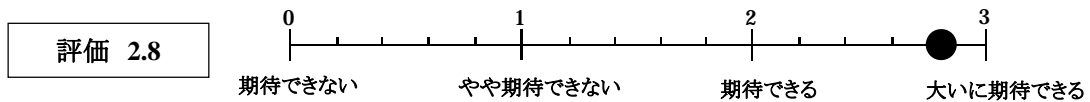
この研究で得られた性能検証の手法を研究所報告等にまとめ、航空局が活用しやすい形での提供を準備します。

- ・ 目標全てに十分な達成度がある。逆問題に対する取り組みは今後も継続してほしい。

#### 【電子航法研究所の対応】

CNS 各方面の標準化活動において逆問題が課題になっており、そのための基礎情報を調査研究する活動に配慮した研究計画を立てて行えるよう、他の研究テーマを支援します。

### (2) 研究成果の活用と波及効果



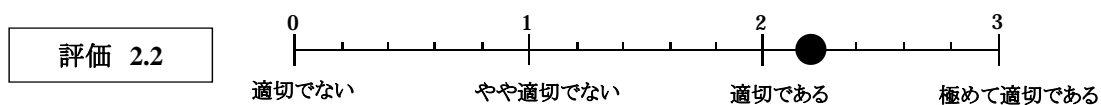
#### 【所見】

- ・ 期待している。
- ・ ICAO のドキュメントマニュアルへの採用は大きく評価できる。
- ・ 多くの文書に成果が取り上げられており良好である。

#### 【電子航法研究所の対応】

ICAO 文書への寄与を効果的に実施する業務手順など、成果活用や波及効果を高める方法を所内に伝えたいと考えています。

### (3) 研究成果の公表



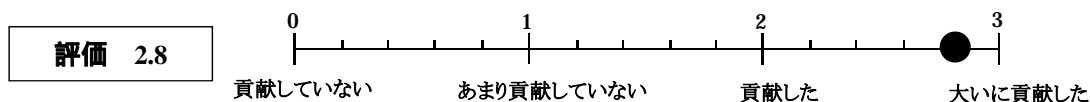
#### 【所見】

- ・ 開発型研究でないので、報告や寄書が中心となるのはやむを得ない。
- ・ 関係会議への公表は十分である、今後学術発表も期待したい。

#### 【電子航法研究所の対応】

この方面について学術的発表は始めたばかりであり、計画終了後も適宜フォローを進め発表につなげたいと思います。

### (4) ポテンシャルの向上



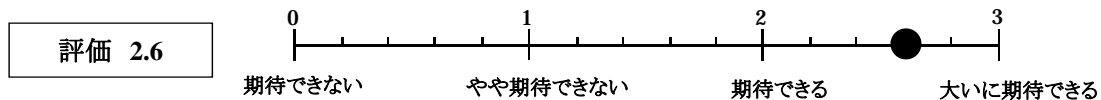
#### 【所見】

- ・ 航空局の対応人材にも世代交代は必要です。この用意が出来ていると良いのですが。
- ・ 研究員の育成や今後の利用可能性としても大きな貢献である。
- ・ 特に海外との連携が進んだとうかがえ、それにより所内ポテンシャルは上がったと判断できる。
- ・ 航空交通の安全性向上に期待できる。

#### 【電子航法研究所の対応】

対外的な連携などポテンシャル向上のためのサイクルは回り始めたばかりであり、これが途絶えないように関連研究などを支援していきたいと思います。

### (5) 新たなシーズの創出



#### 【所見】

- ・ 標準からはシーズは出にくい。将来の航空技術をいかに予測できるかにより、「標準化の目標」が生まれる。
- ・ 技術のみならず人材育成の結果としても大きな期待が出来る。

#### 【電子航法研究所の対応】

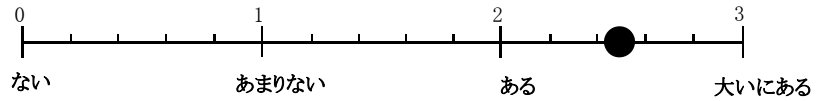
ご指摘の通り、標準化の目標設定の視点から将来の航空技術を調査することにより多くのことが明らかになり、シーズとなり得るものを方針づけることができます。その意味で、本研究のような視点の活動は、シーズを生み出すための研究の方針付けや研究計画立案の基礎を固めるためのメタレベルの研究です。

今回の経験を生かし、評議員会の中でご意見をいただいたマザーテーマとして多くの具体的課題を方針づけて生み出していく課題設定手法の一つの形になり得るか、今後の計画立案にて考えをまとめていきたいと思えます。

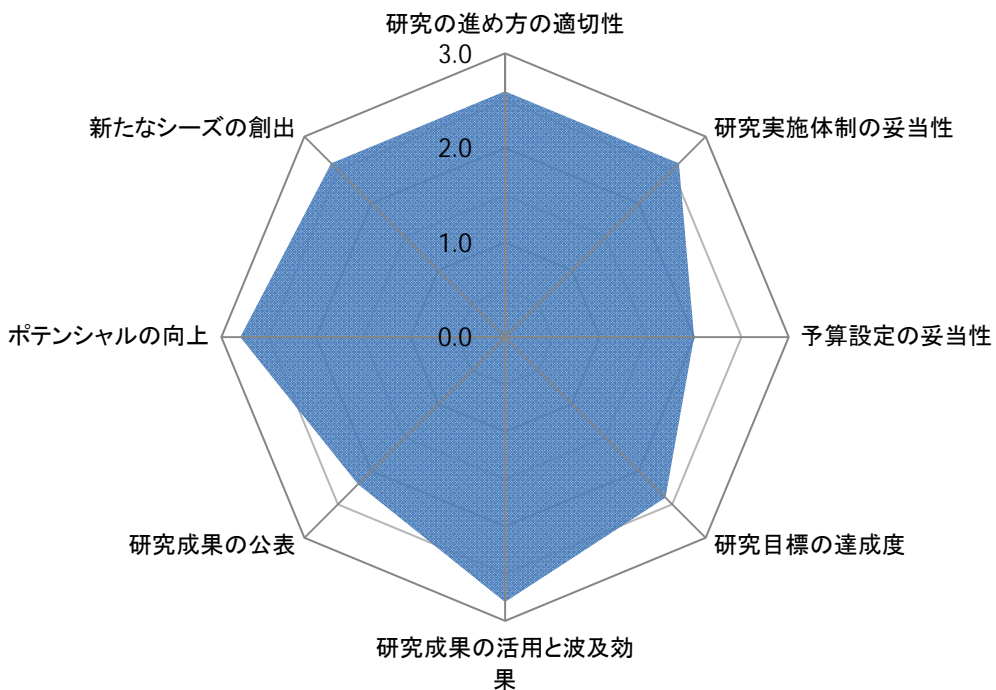


**総合評価(本研究を実施した意義があるか)**

2.5



設定理由 各評価項目の合計点数 = 20.0  
 評価項目数 = 8  
 (20.0 ÷ 8 = 2.5)



**【所見】**

- ・ 今後も大卒では継続してもらえると良い。
- ・ 多角的な検討をされていて良好である。要求仕様をどう作るか、信頼性をどう評価するかは ENRI の様々な活動全体に係わるある種のインフラ技術なので、縦系と横系の関係になるよううまく研究計画を立てて頂きたい。

**【電子航法研究所の対応】**

今後の研究計画立案において、多くの研究を支援できるよう経験を生かしながら工夫したいと思います。

**【その他、ご助言】**

- ・ 電子研で購入した新機材の活用を進めていただきたい。

**【電子航法研究所の対応】**

飛行実験用に準備した測定機器等を多くの研究課題で活用できるよう準備を進める予定です。さらに、後継の信号環境関連の研究では、日常的な測定業務にも対応できる機材を開発するなど、成果の活用も進める予定です。

- ・ 4年等の期間研究よりも、継続的「研究事業化」する方が良いのではないのでしょうか。

**【電子航法研究所の対応】**

シーズに関するご指摘への対応にも記載したように、マザーテーマのあり方などを考えながら、本研究の視点を活用した研究立案支援のための継続的対応について可能性を調べたいと考えています。

- ・ パイロットの負担についてはどうでしょうか。それより安全、効率の向上の方が大きいのでしょうか。

**【電子航法研究所の対応】**

監視システムを活用する際の安全と効率の考察の中で、パイロットや管制官の負担も配慮しています。監視システムを活用する運用方式の標準化の際には、その利用者であるパイロットや管制官の業務負荷が軽減される方向で運用手順が設計されているので、今後の研究でも、その方向に配慮した監視システムとなるような配慮を続けたいと考えています。

- ・ 研究成果が拡散して分かりづらい面もあるが、これまでの継続的な地道な成果を今後何らかの研究につなげてほしいと思う。

**【電子航法研究所の対応】**

これまでの信号環境関連の成果を活用する方法にどのようなものがあるかを考えていたため多様な可能性に挑戦する形になってしまいましたが、これらの考え方を引き継いだ後継研究それぞれの中でまとまった成果につながるよう支援していきたいと思います。

- ・ 企業との共同研究を進めていただきたい。

**【電子航法研究所の対応】**

技術性能要件の作成に関する RTCA/EUROCAE など要件検討会議では、管制官やパイロット、ANSP、コンサルなどの他、監視システム製造業者等も含まれているため、対応済みであると考えています。

信号環境測定機器の開発については、市販品ハードウェアを活用できる見込みであり、主な研究課題は信号環境の分析方式となります。後継研究にて分析方式を研究することになっているので、フライトチェッカー等の通常業務に使用できる測定システムの開発の上で企業との連携も見込まれます。

監視性能の測定装置については、信号環境の統計モデルを満たす試験信号環境の生成が課題となります。今回の研究では、地上で観測される信号環境の統計モデルに対応しましたが、トランスポンダや ACAS の試験に必要な飛行中の信号環境は今後の分析待ちの段階であるので、後継研究の結果を待ち、技術的な実現可能性を確認の上で企業等との共同研究について検討を進めたいと思います。

## 事後評価実施課題②

○研究課題名: 航空管制官の業務負荷状態計測手法の開発

○実施期間:平成 22 年度～平成 25 年度 4 ヶ年計画

○研究実施主任者: 塩見 格一 (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

2008 年 6 月 12 日に、米国 NTSB より安全勧告として、パイロット等の健全性を実証的な技術により管理することが求められ、以降、健全性の確保の求められる範囲は、整備要員や航空管制官にも広げられており、これらのことに我が国としても取り組んでいく必要がある。

また、人間の健全性や業務負荷状態を監視する技術は、将来の社会基盤の健全な運用には重要な技術と考えられている。

#### (2) 研究の目的

##### ① 科学的・技術的意義(独創性、革新性、先導性)

発話音声により発話者の覚醒度を評価する技術は当所発の技術である。発展的に発話音声进行分析することにより、覚醒度以外の心身状態評価の可能性もある。

##### ② 社会的・行政的意義(実用性、有益性)

音声収録は他の生体データ採取に比較して簡便で非侵襲性が高いことから、実用化が期待されている。幅広い応用分野が存在する。

### 2. 研究の達成目標

(1) 航空管制官の心身状態を評価可能なシステムを開発する。

(2) 航空管制業務内容と業務負荷及び航空管制官の負担度との関係を分析し、航空管制官の業務負荷モデルを開発する。

### 3. 目標達成度

(1) 発話音声分析技術については、簡単に読めるテキストを設定して朗読音声を収録すれば、幾つかの前提が満足される時、その音声から覚醒度の評価が可能であることを確認した。経常的な朗読音声の収録により自己管理に有効な装置を実現した。しかし、業務作業中の発話音声は朗読音声とは異なる性格を有するため、現時点においては単独で覚醒度等を評価することは困難であり、音声により個々の作業状態における業務負担度の評価を可能とするためには、更に一段の工夫が必要である。

(2) 航空管制業務分析については、管制業務シミュレーションのビデオ情報を基に分析作業を行い作業ごとに発生する可能性のある負担を整理した。また、各作業において予想される負担の要因を抽出し、チェックリスト構造の業務モデルの構築を行った。

### 4. 成果の活用方策

(1) 発話音声分析技術について、仮説検証型の実験により音声から算出する指標値の性格が明らかになっている点は、多くのデータを蓄積しその統計的な性質を併せて明らかにすることにより、経常的な利用を想定して自己管理装置としての利用が期待される。

(2) 航空管制官業務分析についてチェックリスト構造化した業務モデルは、実業務環境における

構造の確認等作業を進めることで、業務負担度の評価に有効な質問紙として取り纏めることが出来ると期待される。

## 5. 成果の公表等

### (3) これまでの公表等

電子航法研究所発表会、人間工学会、交通医学会、電子情報通信学会、ストレス学会、他において毎年4件以上の発表を行った。

また、アブストラクト査読以上を要する学会としては、ESREL2010 (European Safety and Reliability Association), HFES2010 (Human Factor and Ergonomics Society), FASTzero2010 (Future Active Safety Technology toward zero-traffic-accident), PSAM11/ESREL2012, iCAS2012 において発表を行った。

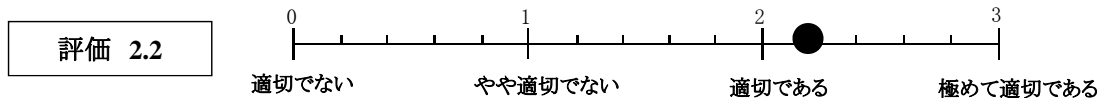
### (4) 今後の公表予定

PSAM12 (Air Traffic Controllers' Workload on the Period of ATC Paradigm Shift) において発表を予定する。

## 6. 評価結果

### II. 研究の効率性

#### (1) 研究の進め方の適切性



#### 【所見】

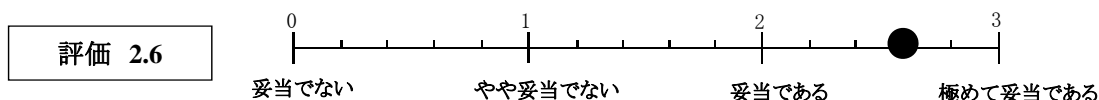
- 本テーマで熟達した研究実績があり、余人のコメントを要しない。
- 実験実施とデータ収録について計画より時間がかかったようだが進め方は適切であった。
- 反応時間、意思決定時間の計測ができないでしょうか。

#### 【電子航法研究所の対応】

応答課題の提示からタッチパネルへの反応時間や発話までの時間を計測することはソフトウェア的に実現していますが、パソコンの基本ソフトウェアのリアルタイム性に制限があり、厳密性には疑問が残るのが実情です。

問題等の提示から、脳波の反応を見る実験は武蔵野大学と行いましたが、画像の認識までに300ms程度を要すること以上の知見は、未だ得られていません。福井医療短期大学においてfMRI, fSPECT等の脳機能診断装置を利用した実験も検討しましたが、実現には今暫くの準備が必要な状況です。

## (2) 研究実施体制の妥当性



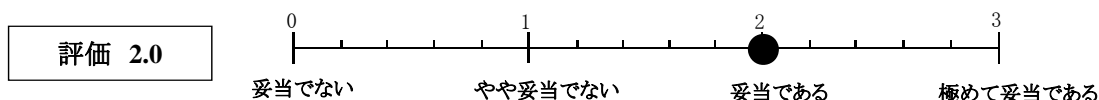
### 【所見】

- ・ この分野を代表する研究チームといえる。
- ・ 外部との連携は十分に機能していた。
- ・ 外部機関との共同研究を積極的に進めた点は評価できる。

### 【電子航法研究所の対応】

今後も、本技術の利用者に対するサポートは可能な限り継続したいと考えています。  
また、更なる利用分野の開拓も経常的に実施したいと考えています。

## (3) 予算設定の妥当性



### 【所見】

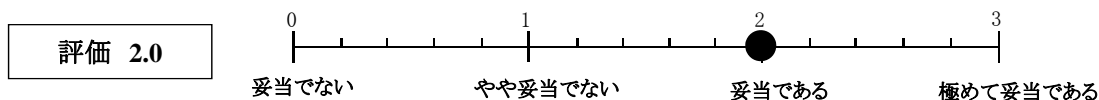
- ・ 予算は多めであるが、予算を獲得していることが評価できる。
- ・ 予想外の経費を節約でカバーするのは大変だったと考える。

### 【電子航法研究所の対応】

本研究成果については、ベンチャー・キャピタル等を含めて広くスポンサー・シップを求めている、デモンストレーション等の要求に対しては継続的に対応して行きたいと考えています。

## III. 研究の有効性

### (1) 研究目標の達成度



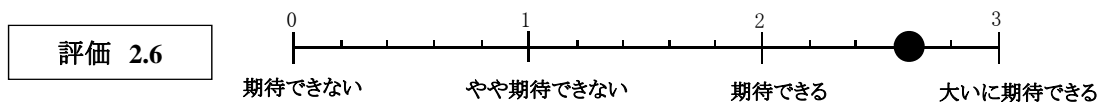
### 【所見】

- ・ 実用に近づける研究成果であると思われる。
- ・ 研究としては非常に興味深い。目的に対する実質の成果に結びつくともっと有意義である。
- ・ CEM 値が変わる要因がたくさんありその効果の切り分けがまだ少し弱いような気がする。効果的な試験手法が必要である。

### 【電子航法研究所の対応】

今後は、現状の共同研究先を含めて更なるパートナーを獲得しながら、役割分担を合理化して、より詳細に具体的に明確化した課題を設定し研究を行いたいと思います。

## (2) 研究成果の活用と波及効果



### 【所見】

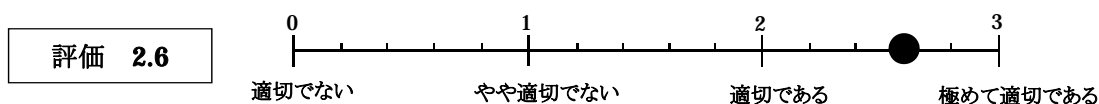
- ・ 航空局が活用を想定できる内容と思われる。
- ・ 負荷の計測は今後重要になることが予測される。
- ・ 信頼性高く判別できるようになるにはもう一步の検討・実験が必要である。

### 【電子航法研究所の対応】

実用化レベルを数段階に分けて設定し各レベルにおける需要に対して、適用デザインをアプリケーションの開発者や人間工学の専門家と提案できる様にしたいと思います。

将来的には航空局や、より広く公共交通システムの維持管理主体に対して、技術の活用を働きかけられる様に、実験的な成果等を積み重ねることとしたいと思います。

## (3) 研究成果の公表



### 【所見】

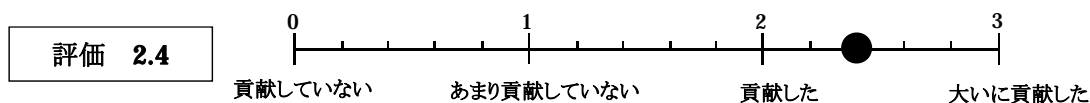
- ・ 査読付きの論文発表に心掛けている。特許は、出願後の段階を記して頂きたい。
- ・ 十分な成果と考える。

### 【電子航法研究所の対応】

出願した特許は審査請求を行ったものについては既に特許査定を得ています。審査請求を2014年度以降に行ったものについては審査待ちの状況です。

論文執筆及び学会発表等は今後も積極的に行いたいと考えています。

#### (4) ポテンシャルの向上



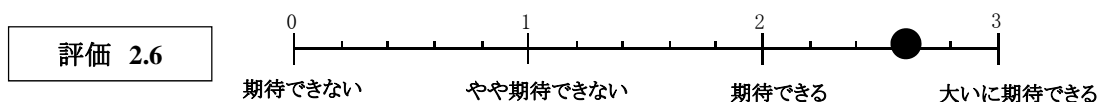
##### 【所見】

- ・ チームができ研究者数が増えて、外部との連携が行われているのは極めて好ましい。
- ・ 本研究の延長は様々な応用があると考ええる。

##### 【電子航法研究所の対応】

複数の共同研究相手方において研究の継続が望まれており、可能な限り対応して行きたいと考えています。また、技術的な可能性に関する問合せに対しても、積極的に応えて行きたいと考えています。

#### (5) 新たなシーズの創出



##### 【所見】

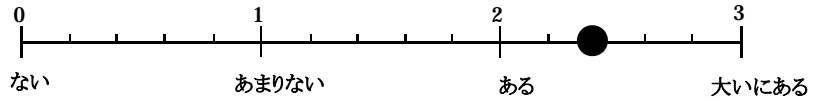
- ・ 航空行政からのフィードバックがあれば、継続的研究が十分見込まれると思われる。
- ・ 他の手法との組み合わせを考慮するとより広がると考える。
- ・ 音声だけではない心身状態の表れをいろいろ調査・実験して頂きたい。
- ・ 当該研究成果がベースとなり様々な研究につながることを期待します。

##### 【電子航法研究所の対応】

発展的に次の研究に進めることができる様に、本研究成果については、様々なレベルと形態に取り纏めたいと考えています。また技術的な基礎情報を公開し、他の技術との組合せについても、第三者において十分な検討ができる様に、更なる関連情報の公開を進めたいと考えています。

**総合評価（本研究を実施した意義があるか）**

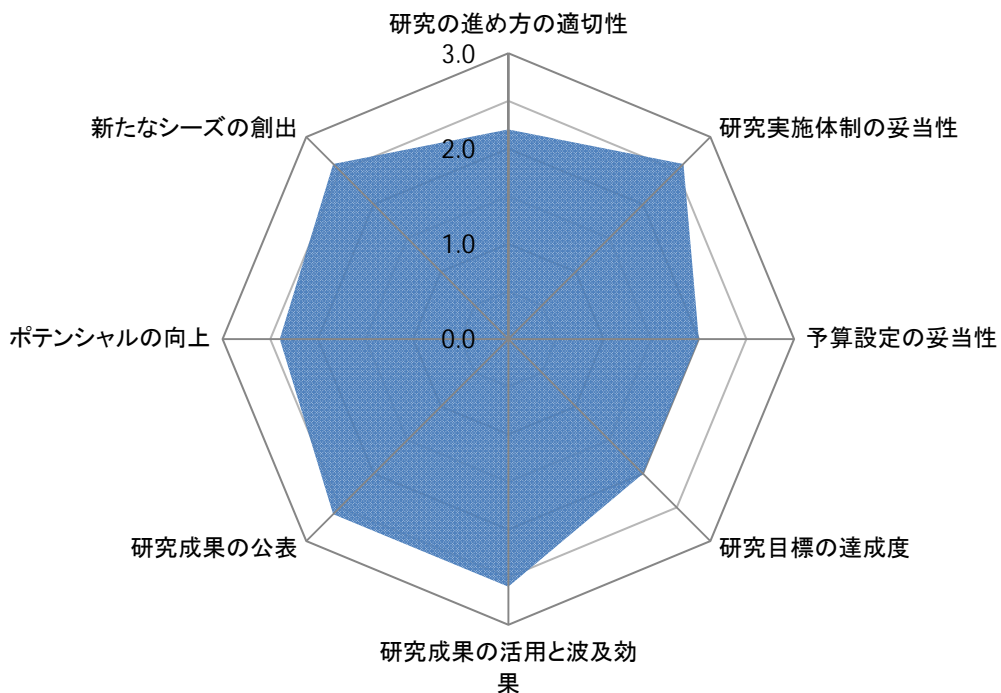
2.4



設定理由 各評価項目の合計点数 = 19.0

評価項目数 = 8

( 19.0 ÷ 8 = 2.4 )



**【所見】**

- ・ 当初の目的に対する成果が少なかったのは残念だが、特徴のある研究なので継続を希望する。
- ・ 音声データを処理して心身状態を推定しようとするとき、生理学に基づくより直接的な評価手段がなければ、研究成果の判断が困難なのではないかと思われた。

**【電子航法研究所の対応】**

医療系の研究機関との実証的な研究には準備に長期の時間を要するため、未だ目覚ましい成果は得られていませんが、脳機能障害におけるリハビリ段階の評価に係る可能性等が検証され始めており、近い将来には生理学的なデータ等と関連付けられた実験結果が得られることが期待されています。

上記の期待を現実のものとするために、当所技術の維持発展に努力したいと考えています。



**【その他、ご助言】**

- ・ 外部からの見え方と、内部評価が違うように思われます。安全性に関する研究は、積み重ねが重要であり、それを多くの人知っている必要があります。もう少し、内部の理解であってほしいのですが。
- ・ 他の手法との組み合わせ。
- ・ 発話音声による管制官の業務負荷の評価は困難な研究であることは理解できるので、継続して研究を続けてほしい。

**【電子航法研究所の対応】**

航空局へのアピールをもう少し上手く行うことが必要かと思います。

米国 FAA の安全フォーラムへの参加等は、我が国からは初めての実績でしたが、研究開始年度のことであり、米国航空医学研究所の音声分析技術に関する評価も最終年度の 10 月であり、その間は米国の運輸大臣が FAA 管制官の居眠りを叱責する等、予防安全技術の開発の遅れのみが糾弾された状況であり、社会的な環境は必ずしも好意的なものではありませんでした。しかしながら、社会基盤の疲弊は人的な資源を含めて深刻化していると考えられ、本技術が有効に利用されるべき状況は増えており、本技術については、今後も、当所において主導的な開発を行いたいと考えています。

## 中間評価実施課題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 カ年計画

○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

- (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

- (1) 統合型監視装置の検討を行い、予想される課題を明らかにした。課題を解決するシステム仕様を検討した。
- (2) 当所で開発中の WAM/ADS に改修を加え、統合処理に適した出力をするようにした。
- (3) 実験用 SSR モード S により、在空機の監視データを収集するとともに、これらの分析を行い、実システムの状況を把握した。
- (4) 複数の追尾アルゴリズムを実装して、基礎的評価を行った。
- (5) 実験用 SSR モード S により、在空機の監視データを収集するとともに、これらの分析を行い、実システムの状況を把握した。
- (6) 追尾アルゴリズムを改修して評価を行った。
- (7) 信号改善技術の実装し、評価を行った。

- (8) 実験用 SSR モード S により、在空中機の監視データを収集するとともに、これらの分析を行い、実システムの状況を把握した。

#### 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に貢献する。
- (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) 管制支援機能の信頼性の向上を実現する。
- (4) 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。

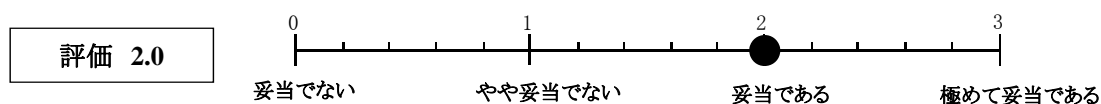
#### 5. 成果の公表等

- (1) これまでの公表等  
電子航法研究所報告:1 件  
国際学会:4 件 ( IAIN World Congress 、 ESAVS 2 件、 APMPC、 EIWAC )  
電子情報通信学会:3 件
- (2) 今後の公表予定  
ICAO/ASP : 2 件  
国際学会:3 件  
電子情報通信学会:4 件  
論文誌:2 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)



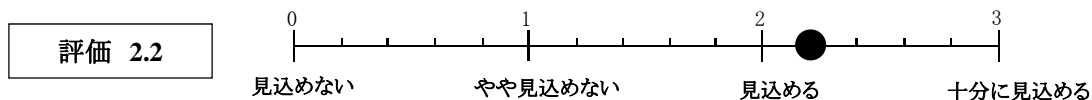
##### 【所見】

- ・ この研究により「何が新しく判明した」のかが伝わってこない。もう少し研究担当者が知りたいことに踏み込んだものがあると、評価者も納得できるのですが。
- ・ 被災の影響もあり計画より遅れ気味と考えるが、最終目標が分かりにくい。
- ・ 統合処理の具体的なアルゴリズムなどはまだこれからである、特にその効果の評価をしっかりとやっていただきたい。
- ・ 目標達成度が 30%に満たない分野について今後努力されたい。

##### 【電子航法研究所の対応】

統合アルゴリズムについては、カルマンフィルタや  $\alpha\beta$  フィルタなどの各種手法の実装を完了し、基礎的な評価を行っています。これにより、航空機運動やセンサ観測の状況などにより、多くのパラメータが存在し、“適切なパラメータ”の導出が重要になることが判明しました。今後は、パラメータ決定について重点をおいて研究を進めます。また、遅延については、エフォートの見直しなどを行い、早急に回復することに努めます。最終目標については、研究目標に記述した内容となるが、今後、より分かりやすい目標となるよう改善します。

## (2) 目標達成の見込み



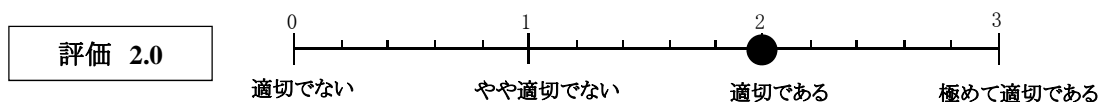
### 【所見】

- ・ 日本を代表するメンバーなので、達成することに疑いはありません。
- ・ 具体的な目標、組み合わせの利点が分かりにくいことから判定しにくい。

### 【電子航法研究所の対応】

若干の遅れがあるものの、最終年度には研究目標を達成するように努めます。  
最終目標については、研究目標に記述した内容となるが、今後、より分かりやすい目標となるよう改善します。

## (3) 研究成果の公表



### 【所見】

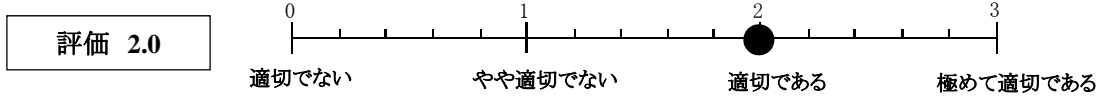
- ・ 着実だと思います。
- ・ 適切である。

### 【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



#### 【所見】

- ・ 計画は理解できるのですが、限られた航空局予算の下で望まれる安全性を保ち将来の航空密度に対応するには、何をどのように運用する必要があるのかにチャレンジして頂きたい。

#### 【電子航法研究所の対応】

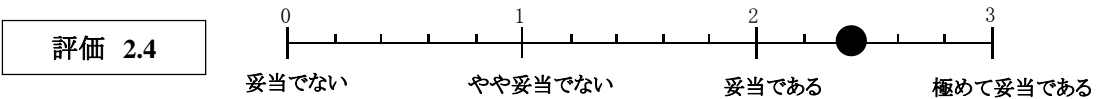
システムやセンサーをどのように運用する必要があるかについても、積極的に研究を進めて行きます。

- ・ 精度的には ADS-B が圧倒的に良く、残りの 2 つのデータはその健全性を担保するなど、単なるカルマンフィルタではないセンサーフュージョン法(インテグリティ)を検討して頂きたい。

#### 【電子航法研究所の対応】

センサーの位置精度特性以外(インテグリティ等)を考慮した新しい統合アルゴリズムについての積極的に検討を進めていきたいと考えています。

### (2) 研究実施体制の妥当性



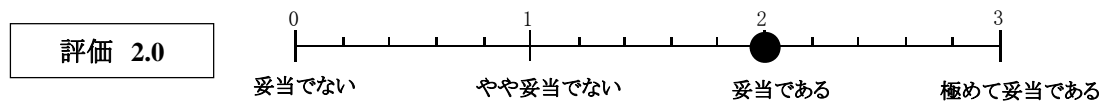
#### 【所見】

- ・ 実績豊かなチームです。
- ・ 大学等との連携を積極的に行って欲しい。

#### 【電子航法研究所の対応】

国内外との大学等の連携を積極的に行いながら、研究を進めたいと考えています。

### (3) 予算設定の妥当性



#### 【所見】

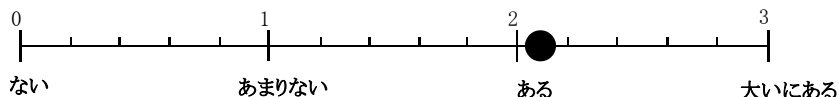
- ・ 少々まわりくどいサブテーマにお金を使っているのではないのでしょうか。
- ・ 大きな予算がついているが、出来るだけ経費の削減を目指してもらいたい。

#### 【電子航法研究所の対応】

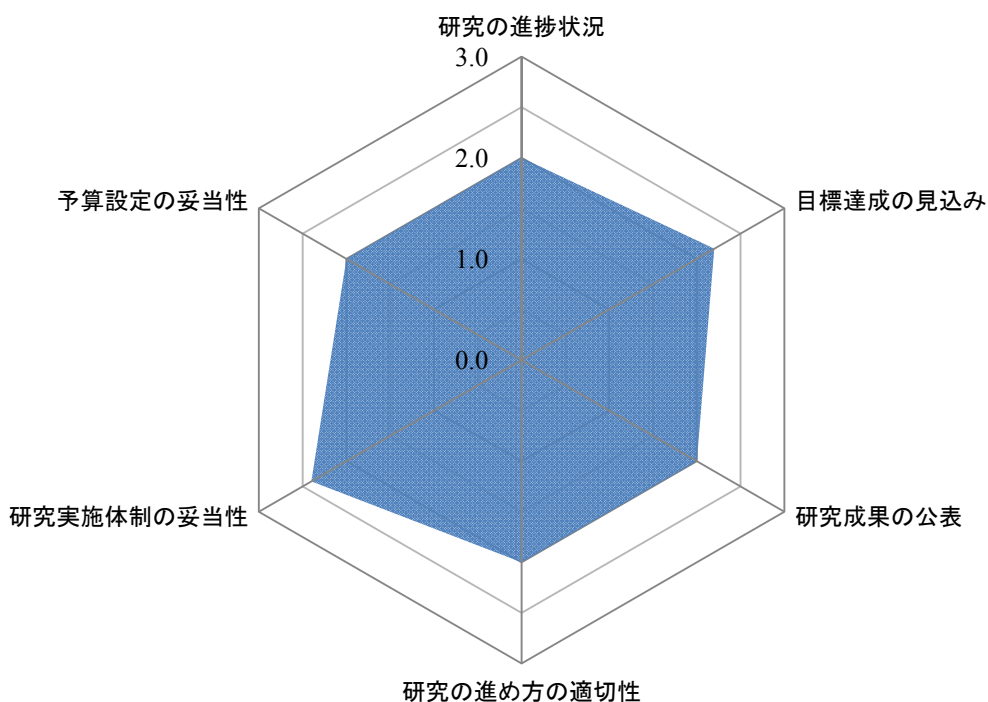
経費については可能な限り節減に努めます。

**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 = 12.6  
 評価項目数 = 6  
 (12.6 ÷ 6 = 2.1)



**【所見】**

- ・ 何のために統合したいのか、何を指すのかを明確になっていますか。

**【電子航法研究所の対応】**

研究目標を達成することを目標としています。研究目標が分かりにくい点については、今後改善に努めて、明確になるようにしていきます。

- ・ 将来マルチスタティックレーダなど含めてセンサーが増えてきたときにも対応できる汎用的な方法論を目指してもらいたい。

**【電子航法研究所の対応】**

マルチスタティックについては、関連研究との意見交換を行っていきます。

**【その他、ご助言】**

- ・ 極めて重要な研究と思います。現実を忘れて「こうすれば性能(能力)が高い監視が可能」と思われる案を示していただくことを期待する人は多いと思います。
- ・ 異種の監視情報の統合においては、それぞれの情報の誤差の統計モデルが重要である。ADS-B と質点運動から推定した軌道の結果を基準として SSR、WAM の誤差を評価してモデル化することが可能と思われる。
- ・ 国際的にも注目されている分野の研究であり、電子研がリーダーシップをとれる評価を期待しています。

**【電子航法研究所の対応】**

ご助言いただいた内容については、研究に反映できるように努めます。

ご期待に添えるように、今まで以上に研究を深化させていきたいと考えています。

## 事前評価実施課題①

○研究課題名: 空港面の交通状況に応じた交通管理手法に関する研究

○実施期間: 平成 26 年度～平成 29 年度 4 力年計画

○研究実施主任者: 住谷 美登里(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

航空局の CARATS(長期ビジョン)では、将来の軌道ベース運用に対応するため、「効率的な空港面の運航を目指して」研究をする必要がある。成田空港においては、空港特性に応じたより効率的な空港面交通を実現するための交通管理手法の提案が要望されている。

#### (2) 当所で研究を行う必要性

当所は、空港面の交通流分析に関する研究に取り組み、航空局から空港面地上交通データ等の提供を受け、空港面の交通状況分析による空港特性や交通流の把握、シミュレーションを行ってきた。空港面の交通状況に関する分析手法およびシミュレーションによる評価に関して当所は豊富な知見を有している。

#### (3) 研究の目的

本研究は、成田空港の空港レイアウト、経路、滑走路使用状況等をふまえた地上走行に関する交通状況进行分析し、走行時間、離陸時刻などを予測する手法を開発し、様々な交通状況に対して、空港面交通管理手法(走行機数調整、走行経路調整、スポット出発時刻調整)の適用条件および適用効果を取りまとめて提案することを目的とする。

##### ① 科学的・技術的意義(独創性、革新性、先導性)

欧米における空港面交通管理の研究においても、空港ごとに滑走路本数、スポットと滑走路の位置関係、滑走路運用方法、滞留状況等異なるため、それに応じて空港ごとに交通管理手法を開発するアプローチがとられている。そのため成田空港の特有の複雑な特性に応じて、独自の交通管理手法を開発し、適用効果を評価することが必要である。

##### ② 社会的・行政的意義(実用性、有益性)

成田空港の効率的な空港面交通に貢献できる。出発機の走行経路や機数調整等による空港面の交通流に効果的な交通管理手法の開発および各手法の適用条件の提案は、空港面での滞留軽減および今後の交通量増加への対応に貢献できる。

### 2. 研究の達成目標

- (1) 成田空港の空港レイアウト、経路、滑走路使用状況等をふまえた地上走行に関する交通状況进行分析し、走行時間、離陸時刻などを予測する手法を開発する。
- (2) 上記の分析・予測結果に基づいた様々な交通状況に対して、成田空港における空港面交通管理手法(走行機数調整、走行経路調整、スポット出発時刻調整など)を開発する。
- (3) 開発した交通管理手法の適用条件および適用効果を取りまとめて提案する。

### 3. 成果の活用方策

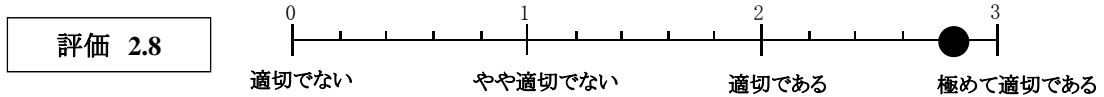
- (1) 成田空港の空港面交通の滞留軽減方策の検討に資する。
- (2) 将来の航空交通における全運航フェーズでの時間管理の検討に資する。



#### 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



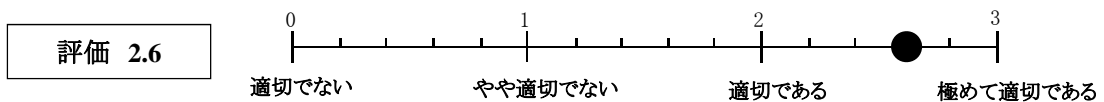
##### 【所見】

- ・ 問題ありません。
- ・ 東京オリンピックに向けてますます必要となる社会的背景がある。
- ・ ニーズが明確であり CARATS の一環として必要な研究である。

##### 【電子航法研究所の対応】

ニーズに対応できるよう研究を進めています。

###### (2) 本研究所で行う必要性



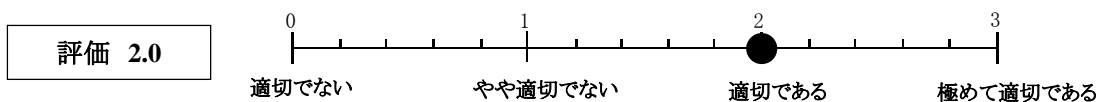
##### 【所見】

- ・ 本研究所でしか行えないし、行うべきものである。
- ・ 現在の知見、経験は有効活用できる。

##### 【電子航法研究所の対応】

さらに知見・経験を積んで研究に生かして参ります。

###### (3) 科学的・技術的意義



##### 【所見】

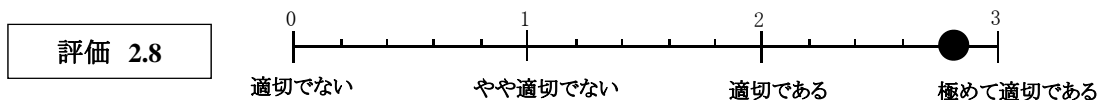
- ・ 一般性が高い研究テーマではなく例えば「成田空港では」というケーススタディ的になるのではと考えます。その意味では科学的意義は低くなります。
- ・ 他の空港に対するものの改良や応用となり、新規性は少ないのではと考えます。

##### 【電子航法研究所の対応】

成田空港の複雑なレイアウト・交通状況に対応した交通管理手法および適用条件を検討し、評価指標を用いて交通状況の比較や適用効果を定量的に示していきます。

- ・ 地道な検討であるが重要である。

#### (4) 社会的・行政的意義



##### 【所見】

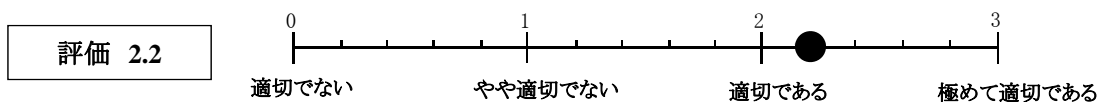
- ・ 行政的には高いと考えます。
- ・ 実用として非常に意義がある。

##### 【電子航法研究所の対応】

成田空港の効率的な空港面交通の実現をめざして行政・社会に貢献できるよう研究を進めていきます。

## II. 研究の有効性

### (1) 達成目標の適切性



##### 【所見】

- ・ シミュレーションは結果を生み出しますが、実際との差分をいかに評価して現場の理解を得るかが肝要と思います。

##### 【電子航法研究所の対応】

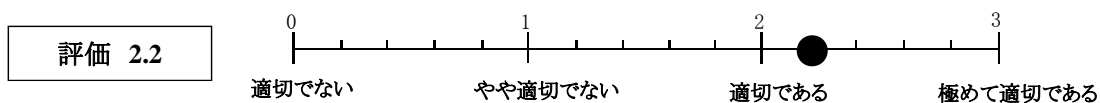
実際とシミュレーションの差分の評価は、滞留時間等のデータ比較を行って検証していきます。

- ・ 時間帯別待ち時間の平均などを目標にしてはいかがでしょうか(季節別、月別、曜日別等)

##### 【電子航法研究所の対応】

時間帯別季節別の待ち時間の分析を行い、管制運用等との関係を考慮して滞留の軽減効果を検証しながら交通管理手法を検討していきます。

## (2)達成目標のレベル



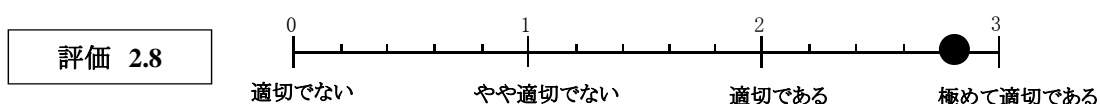
### 【所見】

- ・ 達成可能なレベルに設定していると考えます。
- ・ 成果が十分に期待できると考える。
- ・ 数量的目標は難しいが設定してはどうか。

### 【電子航法研究所の対応】

滞留等の交通状況を把握し、管制運用等との関係を考慮しつつ滞留の軽減効果を定量的に検証していきます。

## (3)研究成果の活用と波及効果



### 【所見】

- ・ シミュレーションは結果を生み出しますが、実際との差分をいかに評価して現場の理解を得るかが肝要と思います。

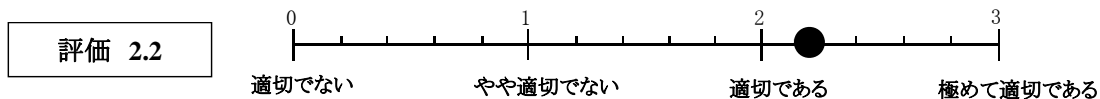
### 【電子航法研究所の対応】

シミュレーション結果をもとに、管制運用等に関係する方々と十分に意見交換を行い、研究成果を活用できるよう努めて参ります。

- ・ 活用されれば非常に有意義である、経済効果も期待できるものである。
- ・ 実質的な効果につながる。
- ・ 混雑空港における運航効率や経済性向上が期待できる。

### III．研究の効率性

#### (1) 研究の進め方の適切性



#### 【所見】

- ・ 計画は適切なのでより応用性のあるアルゴリズムを目指してほしい。

#### 【電子航法研究所の対応】

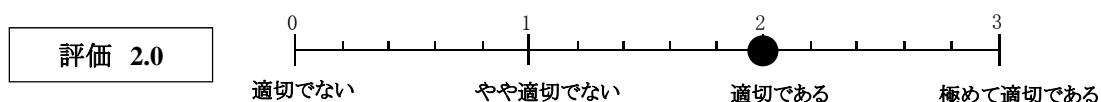
他の混雑空港への適用可能性を考慮しつつアルゴリズム開発を進めて参ります。

- ・ シミュレータの正しさを十分検証することがまず重要である。

#### 【電子航法研究所の対応】

シミュレータの正しさは、提案手法の妥当性に関わる重大な事項ですので、滞留状況の分析をもとにシミュレータの性能の検証を最初に行います。

#### (2) 研究実施体制の妥当性



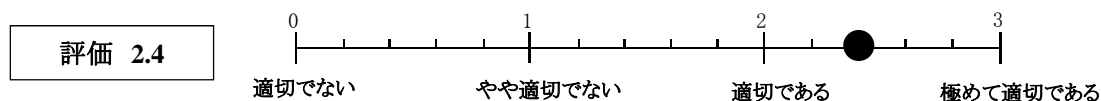
#### 【所見】

- ・ 実務者との連携も必要になると考える。
- ・ ランプ内は NAA のランプコントロールの管轄であるので、NAA とも連携が必要。

#### 【電子航法研究所の対応】

H26 年度より NAA 主催の「成田国際空港 CDM(協調的意思決定)準備会」(空港 CDM に関する勉強会)に参加しこの場を通して、成田空港の知見をより深め、実務者と連携をはかって参ります。

#### (3) 予算設定の妥当性



#### 【所見】

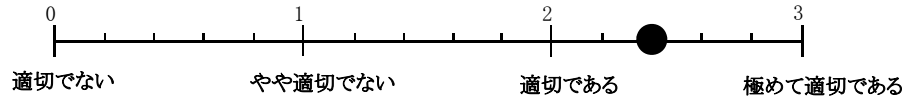
- ・ 妥当である。

#### 【電子航法研究所の対応】

適切な予算執行に努めて参ります。

**総合評価(本研究を実施した意義があるか)**

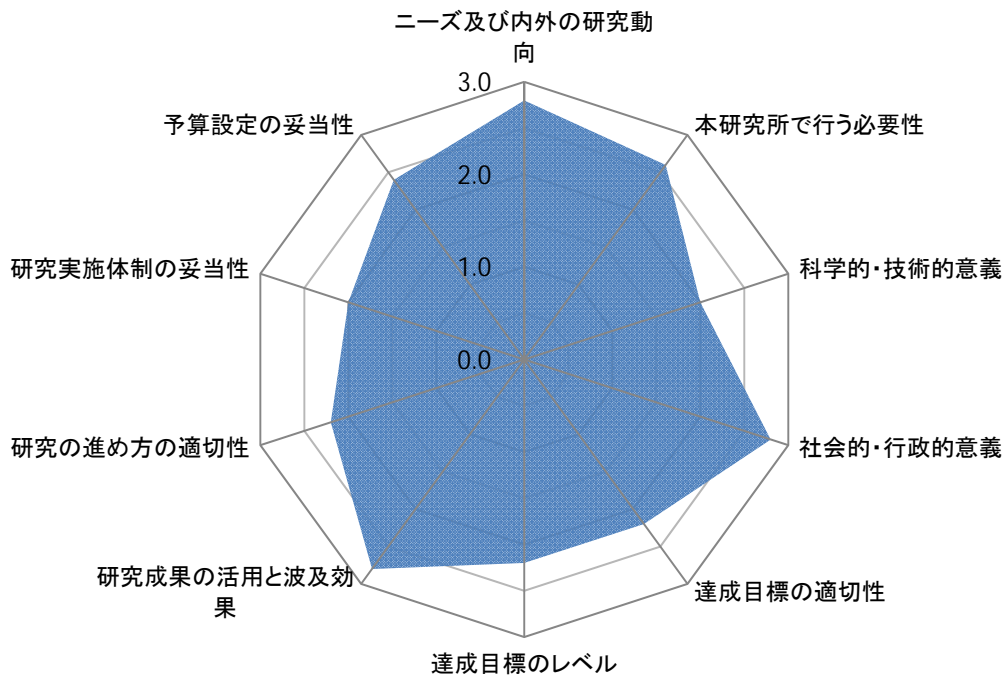
2.4



設定理由 各評価項目の合計点数 = 24.0

評価項目数 = 10

$$(24.0 \div 10 = 2.4)$$



**【所見】**

- ・ 社会的ニーズが大きく興味深い内容である。
- ・ 研究成果の受け取り手、評価者が明確である。
- ・ 運用面での手法の導出だけでなく、将来の新しい空港の設計論にもつなげてほしい。

**【電子航法研究所の対応】**

今後の空港レイアウト変更等にも柔軟に対応したシミュレーションが行えるようにして参ります。

**【その他、ご助言】**

- ・ 特定空港の課題を扱うことは重要と思いますし、行政の要望も高いのでしょうか。ただ「重要テーマ(重要課題)」かどうかについては意見の出るところでしょう。
- ・ 最適な管理を行うための指標のあり方、あるいは複数の解を提供する場合の評価も行ってほしい。

**【電子航法研究所の対応】**

複数の交通管理手法を採りうるときに、管制官等の方々がいずれを用いるかについて妥当性を比較検討できる指標値の検討を進めていきます。

## 事前評価実施課題②

- 研究課題名: 空港面異物監視システムの研究
- 実施期間: 平成 26 年度～平成 28 年度 3 カ年計画
- 研究実施主任者: 米本 成人(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

2000 年のコンコルドの事故以来、空港面の安全確保のため、滑走路等の異物(FOD)検知システムのニーズは高く、世界各国で異物検出システムが研究されている。その他にも、現状の作業員による定時目視点検に加えて、バードストライクなどの突発的な事象に対して、年間 100 回を超える臨時点検を行っており、異物の除去や滑走路の安全確認までに時間を要している。この間、滑走路の離発着を制限することから、空港の実際の処理能力を低下させる要因となっている。このような背景の下、空港面の状態監視のためのシステムへの要望が高くなってきている。

#### (2) 当所で研究を行う必要性

これらのシステムは滑走路の安全性と利用率に関わる重要な設備であるため、公的機関での評価の要望が高い。

#### (3) 研究の目的

当研究では、運用者のニーズに伴い、高度な監視情報を得ることのできる空港面異物監視システムのシステムインテグレーションに関する研究を行う。複数のミリ波センサーから構成されるセンサーネットワークと ITV カメラネットワークを用いたハイブリッドセンサーネットワークを開発する。また、異物検出だけでなく、センサー情報からより信頼性の高い警報を生成するための技術について研究する。

##### ① 科学的・技術的意義(独創性、革新性、先導性)

過去の研究で開発した光ファイバー接続型ミリ波レーダは従来短い探知距離しか実現できなかったレーダの覆域を革新的に拡大することが可能な技術である。これらのシステム化技術はミリ波、フォトニクス技術の中でも先導的な役割を果たしている。

##### ② 社会的・行政的意義(実用性、有益性)

本研究で開発したシステムを用いて、実空港での実証試験を行うことで、将来の整備に必要な技術要件を抽出することを目的とする。また EUROCAE 等の国際機関を通じて、空港面異物監視システムのシステム仕様、運用方針のルール化について貢献する。

### 2. 研究の達成目標

- (1) 滑走路の異常、異物の特徴を抽出するために必要となるレーダ・高感度 ITV カメラ連動型ハイブリッドセンサーシステムを開発する。
- (2) 2 種のセンサー情報を元に異物の特徴抽出、滑走路の状態を判定する警報生成アルゴリズムの開発空域内の複数の軌道間のコンフリクトを最適に解決するアルゴリズムを開発し、ファストタイムシミュレーションで評価する。
- (3) 既存光ファイバーを用いた信号転送・データ転送の共存を可能とするアナログ・デジタル(AD)混在型光ファイバー無線システムの開発をする。

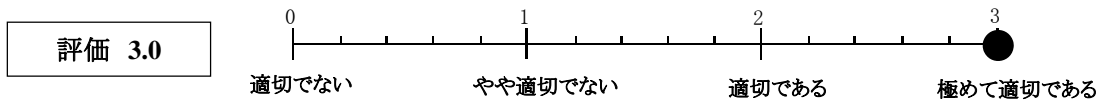
### 3. 成果の活用方策

- (1) 検出確率の高い広大なエリアを監視する用途、例えば新幹線や高速道路などの健全性監視システムとしての応用が広がる。
- (2) 確度の高い警報生成アルゴリズムは他の監視システムへも適用可能である。
- (3) ファイバーを共有することで、多数の光ファイバーを利用するシステムとの共存が可能となる。

### 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



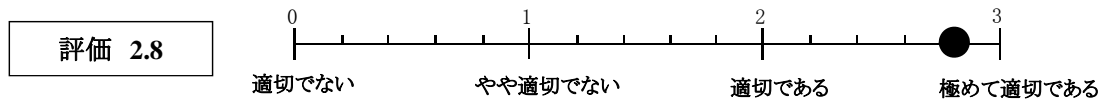
#### 【所見】

- ・ 過去に重大事故が発生しておりニーズは極めて高い。
- ・ 安全性確保のために必要な内容である。
- ・ 安全のために重要である、日本から世界に発信できる国際規格を目指した方式を目指してほしい。

#### 【電子航法研究所の対応】

国際規格化を考慮して研究開発を進めます。

##### (2) 本研究所で行う必要性



#### 【所見】

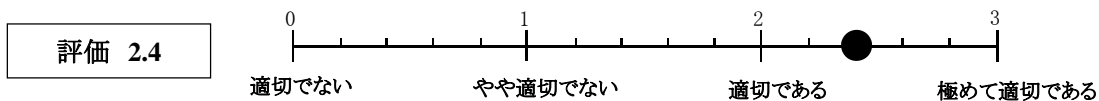
- ・ 本研究所で行う内容である。
- ・ 事前の知見があり世界と戦える土壌がある。

#### 【電子航法研究所の対応】

空港の安全性向上のため、着実に実施したいと考えています。



### (3) 科学的・技術的意義



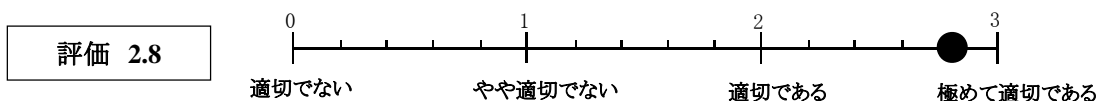
#### 【所見】

- ・ 先行開発例がありそれに優る開発の成否にかかっている(例えばリアルタイム性での優位性)
- ・ 個別の内容としても技術的意義が高い。

#### 【電子航法研究所の対応】

1回の検査に数分要する既存システムと比較して、非常に短時間での検査が可能となるシステムを実現していきたいと思えます。

### (4) 社会的・行政的意義



#### 【所見】

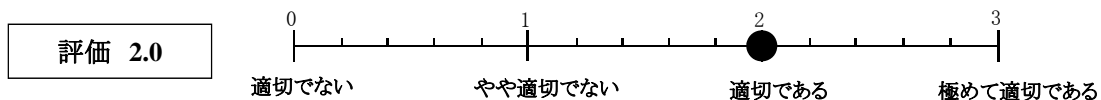
- ・ 運用に対する意義は高い。
- ・ 社会的に非常に有意義で実用性が高い。

#### 【電子航法研究所の対応】

実用に近いシステムとなるよう、鋭意検討して参ります。

## II. 研究の有効性

### (1) 達成目標の適切性



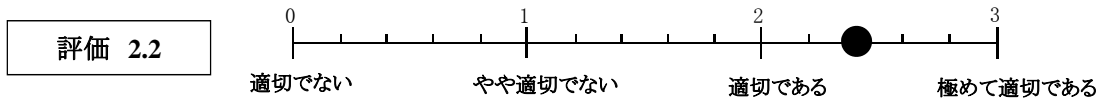
#### 【所見】

- ・ ネットワークの構築、システム構築、アルゴリズム構築、ソフト作成と盛りだくさんなので研究期間が短いかもしれない。

#### 【電子航法研究所の対応】

所内の限られたリソースだけでなく、共同研究等を活用し、効率的に実施していく予定です。

## (2) 達成目標のレベル



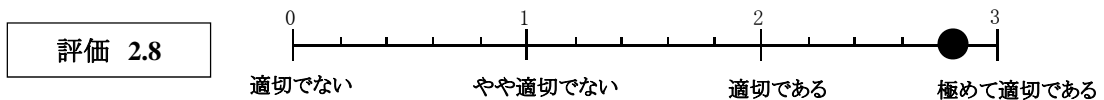
### 【所見】

- ・ 全体を通すとかなり難しいと考えるが期待する。
- ・ 10秒という野心的な目標設定がされているので、これを目指して頑張ってもらいたい。

### 【電子航法研究所の対応】

先行実施している基礎的な研究成果を十分に活用しながら更なる飛躍を目指して実施する予定です。

## (3) 研究成果の活用と波及効果



### 【所見】

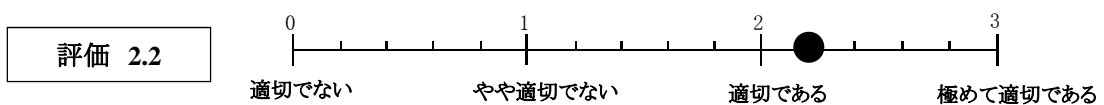
- ・ 成果(性能)によると思われます。
- ・ 日本発の提供技術となって欲しい。

### 【電子航法研究所の対応】

国際的にも独創的かつ従来に無いシステムとなるため、波及効果が高くなるよう成果を出していきたいと考えています。

## III. 研究の効率性

### (1) 研究の進め方の適切性



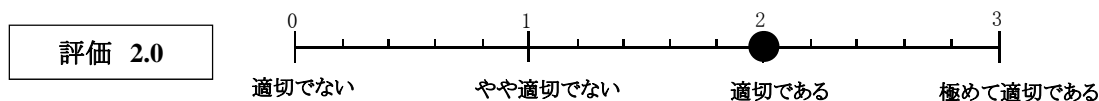
### 【所見】

- ・ 妥当と考えます。
- ・ 厳しい計画だが期待している。
- ・ 実地での試験が極めて重要なので、早い段階でフィールドテストに入っていくべきである。

### 【電子航法研究所の対応】

厳しい計画ではあるが、努力して参ります。

## (2) 研究実施体制の妥当性



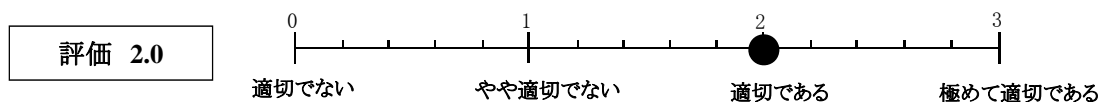
### 【所見】

- ・ 企業の参加は好ましいが、成果が特定企業に属すると調達や普及に影響を与えるので慎重に行うべきである。
- ・ 外部(空港)との関係もあり困難が予想される。
- ・ データ処理、警報生成アルゴリズムなどソフトウェアに係わる技術については、大学などのリソースを活用してください。

### 【電子航法研究所の対応】

研究実施に際しては関係各署と協調して、効率的に進めていく予定です。

## (3) 予算設定の妥当性



### 【所見】

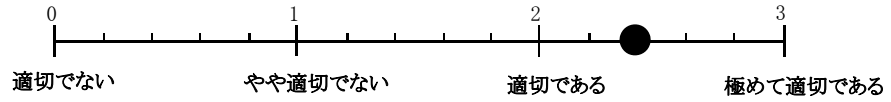
- ・ 装置は既存の流用が可能、アルゴリズム(解析)は新規、これらを考慮しても少々高いと思う。
- ・ 若干不足気味かもしれない。

### 【電子航法研究所の対応】

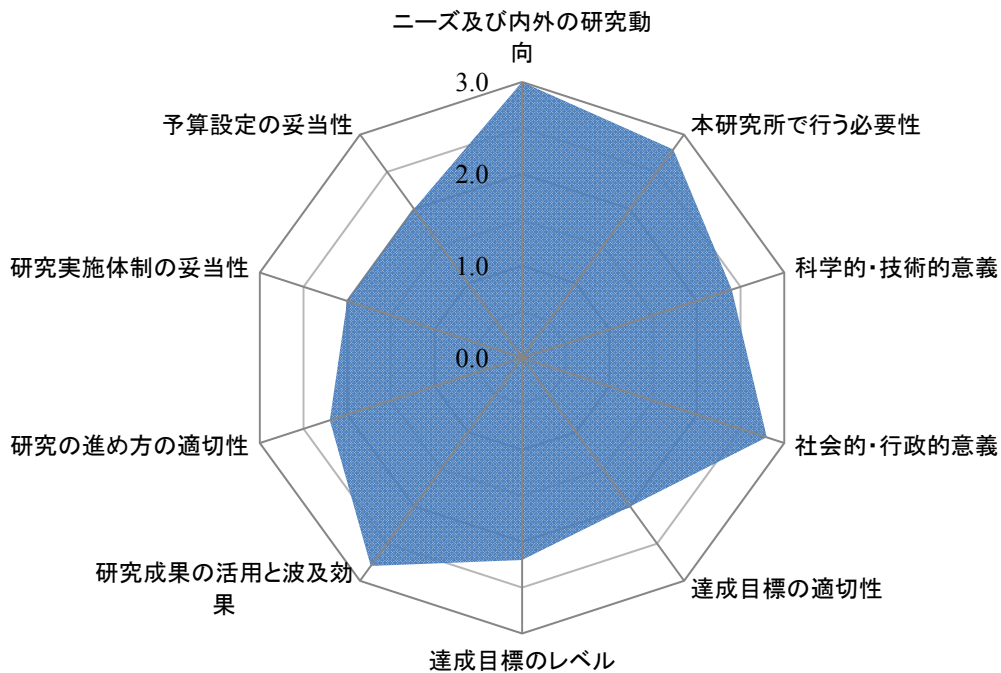
限られた予算を効率的に執行する予定です。

**総合評価(本研究を実施する意義があるか)**

2.4



設定理由 各評価項目の合計点数 = 24.2  
 評価項目数 = 10  
 (24.2 ÷ 10 = 2.4)



**【所見】**

- ・ 日本発の技術として期待が高い研究と考える。
- ・ 開発成果の目標に「実環境における試験運用」を含め空港運用者による評価が行われることが望ましい。

**【電子航法研究所の対応】**

様々な新技術を実用化へ向けて評価を行い、空港での試験運用を行えるよう準備します。

**【その他、ご助言】**

- 振動があるところでのファイバーは、性能が劣化していくことが知られていますので十分配慮頂きたいと思っております。(鉄道に敷設するファイバーでは、車両の走行振動でファイバーが“とぐろ”を巻く現象が生じ大きな伝送ロスにつながるということが知られています)
- 滑走路はかなりの勾配があり、また、グルーピングが施されているのでその点にも十分考慮されたい。

**【電子航法研究所の対応】**

ファイバーの機械特性は事前研究で把握しており、それらの影響を低減できるような機器配置等を検討します。また、初期の段階では着陸帯の外から俯瞰的に検知することになるため、滑走路の排水勾配の影響が出ない方式を検討していく予定です。グルーピングについては、事前研究において測定しており、グルーピングの電波反射特性は検知対象物に比較して 10dB 程度低いことが確認されています。

### 事前評価実施課題③

○研究課題名: マルチスタティックレーダによる航空機監視と性能評価に関する研究

○実施期間: 平成 26 年度～平成 29 年度 4 力年計画

○研究実施主任者: 大津山 卓哉(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

現在、通常の航空管制では PSR(1 次レーダ) の必要性は低いものの、航空機搭載のトランスポンダに頼らない監視手段として 1 次レーダも欠かすことのできない装置である。1 次レーダの性能向上については欧米では研究開発が行われているものの未だに決定的なものはない。有力候補として MSPSR(Multi Static Primary Surveillance Radar)の検討が一部で始まっているが運用装置として使用できる物はなく、また MSPSR を使用した監視ではどのような要件が必要であるかもわかっていない。そのため、MSPSR の導入を判断できる技術基準や性能要件の作成が求められている。

##### (2) 当所で研究を行う必要性

当所は、レーダにおける複数センサー統合システムや受動監視システムについての豊富な知見を有している。航空機運航の安全性向上に係る研究であるため、公的機関での実施が必要とされている。

##### (3) 研究の目的

本研究の目的は、現行の ASR と同等以上の分解能、捕捉率等の性能を有する新型 PSR の性能要件の検討および実装に必要な要素技術の開発を行うことである。

###### ① 科学的・技術的意義(独創性、革新性、先導性)

本研究では MSPSR に注目して受動型レーダによる監視システム構築に必要な信号処理方法やアンテナ等の要素技術の開発を行い、MSPSR を使用した監視に必要な要件を求め、それらの評価手法を確立する。

###### ② 科学的・技術的意義(独創性、革新性、先導性)

本研究の成果によって MSPSR が実現すれば、ブラインドエリアの解消や分解能向上による安全性の向上が期待され、航空用周波数資源の効果的な活用もできることから社会的、行政的意義が極めて高い。

#### 2. 研究の達成目標

- (1) 受動型監視システムに必要な性能要件を導出する。
- (2) MSPSR の導入に必要な要素技術の開発を行う。
- (3) 受動型監視レーダの監視性能評価手法を確立する。

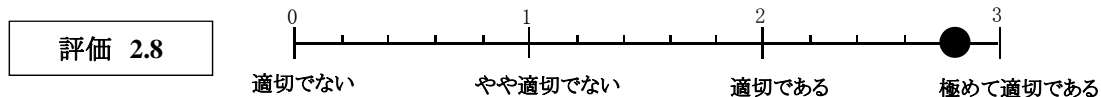
#### 3. 成果の活用方策

- (1) 運用評価システム的设计・製作や MSPSR 導入に関する判断が可能となる。
- (2) MSPSR によって低高度や山影などのブラインドエリアが解消される。
- (3) レーダの更新レートの上昇や分解能向上によって安全性の向上がみこまれる。

#### 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



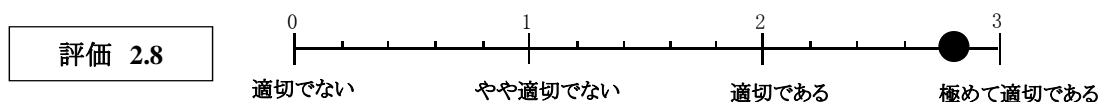
##### 【所見】

- ・ 一次レーダにテーマを向けることは重要であり、システム的な効果が高い。
- ・ レーダの使い方として必要なもの。
- ・ 最近の事故(マレーシア航空)のこともあり一次レーダの必要性は依然としてあり、ニーズは良くとらえられている。

##### 【電子航法研究所の対応】

ニーズに対応できるよう研究を実施します。

###### (2) 本研究所で行う必要性



##### 【所見】

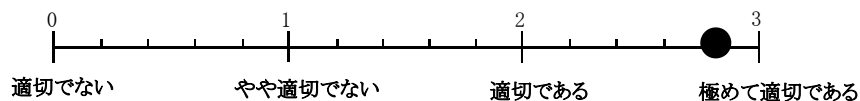
- ・ ENRI でしか実施できない研究と考える。
- ・ 本研究所で扱うべき基本的なテーマと考える。
- ・ MLAT などの事前技術もあり有効活用いただきたい。

##### 【電子航法研究所の対応】

ENRI で持っている既存技術を活用し、効率的な研究を実施します。

### (3) 科学的・技術的意義

評価 2.8



#### 【所見】

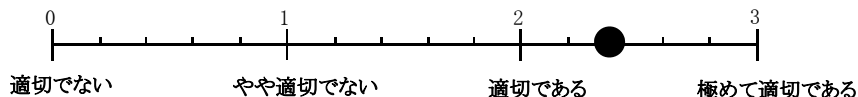
- ・ 技術的意義が高い、気象レーダとの組合せ（気象レーダが周回型でない等の制約があるが）も一考と思われる。（マルチソース化の一環）
- ・ 特に周波数の利用は有意義である。
- ・ 実現可能性がまだ明確でないからこそ、今の段階での研究が重要である。

#### 【電子航法研究所の対応】

MSPSR を実現するためにより効果的な周波数/信号形式は研究のなかでも検討していく予定です。それによって効率的な周波数利用が可能となれば社会的にも意義があるものと考えます。

### (4) 社会的・行政的意義

評価 2.4



#### 【所見】

- ・ 行政的には、評価結果による。（監視機能の投資の削減につながれば良いのだが）
- ・ ハードを補うソフトの向上を目指すもので、コスト削減、資源の有効活用として意義は大きい

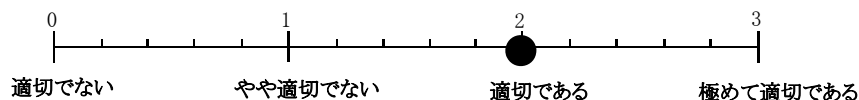
#### 【電子航法研究所の対応】

コスト削減につなげることができるようなシステム提案を検討します。

## II. 研究の有効性

### (1) 達成目標の適切性

評価 2.0



#### 【所見】

- ・ パッシブな装置なので実験は十分見込みがあるが、ARSR 等との連動をどう実現するのでしょうか。

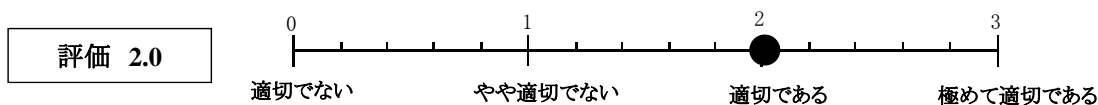
#### 【電子航法研究所の対応】

ARSR 等とどのように連動させて効率的なレーダシステムを構成するのかが研究目的の一つだと考えております。

- ・ 研究の目標としては適切である。



## (2)達成目標のレベル



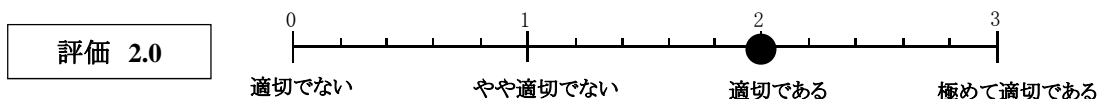
### 【所見】

- ・ 具体的目標は示しにくいと思います。ただし、複数機の同時監視がリアルタイムに可能であることを示すことは重要だと思います。
- ・ 十分妥当と考える。
- ・ どこまでのことが出来るかはやってみないとわからないところであるが、進捗に合わせた条件分岐などを含めての計画が望まれる。

### 【電子航法研究所の対応】

研究の進捗にあわせた計画の管理を適宜行っていきます。

## (3)研究成果の活用と波及効果

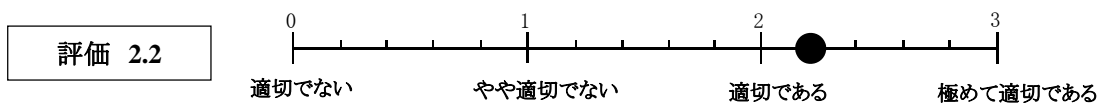


### 【所見】

- ・ 行政的には評価結果による。(監視機能の投資の削減につながればよいと思う)
- ・ レーダシステムとして必要であり有効なものと期待できる。
- ・ 実運用につながる評価結果を期待します。

## III. 研究の効率性

### (1)研究の進め方の適切性



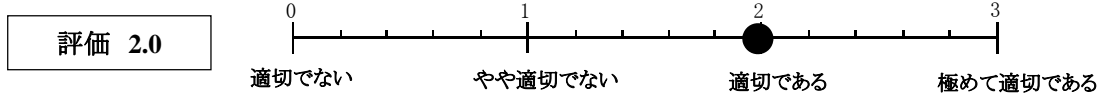
### 【所見】

- ・ 妥当と考えます。
- ・ 手順、計画は適切である。
- ・ 航空機の認識や複数機の識別などアルゴリズム的な研究が必要で、しっかり進めてもらいたい。

### 【電子航法研究所の対応】

ENRI のもつ既存技術を活用し進めていきます。

## (2) 研究実施体制の妥当性



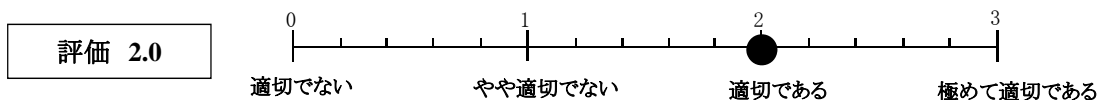
### 【所見】

- ・「何をどこまでやるのか」が解らないので、どのような能力を要するのかが判明できず評価しにくいです。
- ・研究体制は適切である。
- ・アルゴリズムの研究も多いので、大学などを多く巻き込んではいかがでしょうか。
- ・実用までには多くの課題があると予想されるので、大学などの所外の研究資源を活用することを計画して頂きたい。
- ・研究時期に応じて大学やメーカーなど関係機関との連携を広げることも検討されたい。

### 【電子航法研究所の対応】

パッシブレーダは現在レーダの研究分野でホットなテーマの一つであり、さまざまな研究がされており、航空分野の研究にかぎらず実現にむけた有効な技術をもっている機関とは適宜連携を考えていきたいと思ひます。

## (3) 予算設定の妥当性

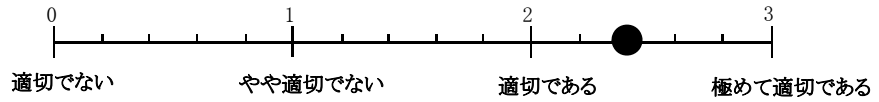


### 【所見】

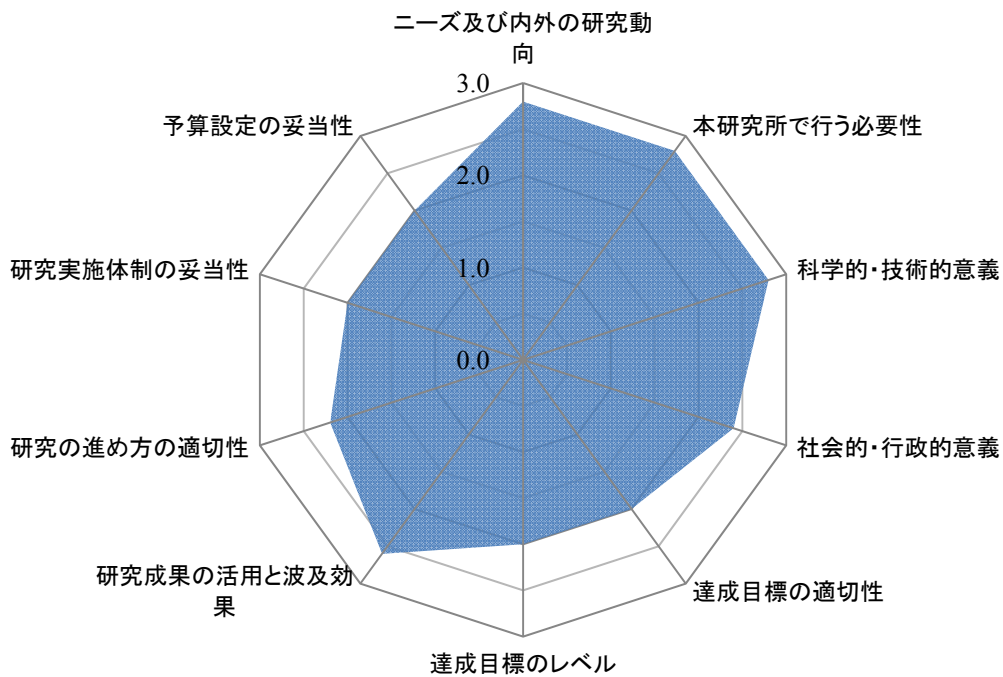
適切な予算である。

**総合評価(本研究を実施する意義があるか)**

2.4



設定理由 各評価項目の合計点数 = 23.6  
 評価項目数 = 10  
 (23.6 ÷ 10 = 2.4)



**【所見】**

- ・ システムの要件、運用に必要な人間の能力は。
- ・ 重要な先行研究なので進めて頂きたい、システム構築に向けて設計の自由度(電波の種類、送受信局の位置等)が大きいのので広い視野で進めて頂きたい。

**【電子航法研究所の対応】**

現在考えているシステム構成にとらわれず、より最適なシステムを構築できるように研究を実施していきたいと考えています。

**【その他、ご助言】**

- ・ 1.「少し、やってみよう」2.「可能かどうか知りたい」3.「何が何でも実現しよう」などで体制や予算は変わります。どうも 1.と 2.の間ぐらいに思えます。

**【電子航法研究所の対応】**

1 次レーダに求められている性能をマルチスタティックレーダを使って同程度のコストでどこまで実現可能であるかを求める研究だと考えています。ご指摘のとおり実現するための研究ではないため、研究の結果として現実的な予算では MSPSR の導入は不可能という結果もありうると思います。