



平成 29 年度

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・事前評価・中間評価)

平成 30 年 3 月

国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所  
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 28 年 12 月 21 日 内閣総理大臣決定）及び電子航法研究所評議員会規程に基づき、国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所電子航法研究所（以下「当研究所」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・事前評価・中間評価）

評価対象とした研究開発課題は、次のとおりである。

- (1) 平成 29 年度に終了する重点研究課題（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（事後）
  - ② 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（事後）
  - ③ 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（事後）
- (2) 平成 30 年度に開始する重点研究課題（1 件）
  - ① PBN と GBAS を活用した高度な計器進入方式に関する研究（事前）
- (3) 研究期間が 5 ヶ年計画の研究で 3 ヶ年目を迎える重点研究課題（1 件）
  - ① 次世代 GNSS に対応したアベイラビリティの高い航法システムに関する研究（中間）

## 3. 評価実施日及び出席評議員数

- (1) 評価実施日:平成 30 年 3 月 5 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 名誉教授
評議員	宇野 亨	東京農工大学 大学院工学研究院 先端電気電子部門 教授
評議員 (座長)	庄司 るり	東京海洋大学 学術研究院 海事システム工学部門 教授
評議員	土屋 武司	東京大学 工学系研究科 航空宇宙工学専攻 教授
評議員	中坪 克行	一般財団法人 航空保安無線システム協会 理事長
評議員	中野 睦雄	一般財団法人 航空交通管制協会 常務理事

[敬称略 五十音順]

## 事後評価実施課題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カ年計画

○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) ニーズ及び内外の研究動向

航空局が主導するCARATS（将来の航空交通システムに関する長期ビジョン）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) 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、空港面交通管理手法（スポット出発時刻調整）の適用条件および適用効果を示すことを目的とする。

##### 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対応するためには、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、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による適用効果の違いを推定する。

### 3. 目標達成度

(1) 航空局からの空港面地上交通データおよび成田国際空港株式会社からのスポット情報等をもとに、地上走行に関するデータベースを作成できた。

(2) 出発便の離陸待ち状況を把握するために地上走行の分析手法を確立した。スポット出発前の準備完了時刻から出発便の離陸待ちを予測する手法を開発し、実測とほぼ一致することを示した。

(3) 成田空港で行われている交通管理手法のスポット出発時刻調整の有効性についてスポット出発時刻調整しなかったときの離陸待ち時間の一部がスポット待機時間に置き換わっていることを空港面シミュレータを用いて示した。

(4) 到着便の一部を別の滑走路へ振り分けるシミュレーションを行い出発便の離陸待ち時間の軽減への影響を示した。またスポット出発時刻調整の適用条件を検証し離陸待ち時間の変動が小さくなることをシミュレーションにより示した。

#### 4. 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として資する。
- (2) 出発便のスポット出発前に離陸時刻を予測する手法により、軌道ベース運用の精度向上への検討に資する。

#### 5. 成果の公表等

##### (1) これまでの公表等

平成 26 年度： 国内学会 2 件、ジャーナル等 3 件

平成 27 年度： 国際会議 1 件

国内学会 1 件、ジャーナル等 4 件

平成 28 年度： 国内学会 1 件、ジャーナル等 4 件

平成 29 年度： 国内学会 2 件、ジャーナル等 4 件

「国際会議」= 国際セミナー、ユーザカンファレンス等を含む

「ジャーナル等」= 報告書、記事、ジャーナル等を含む

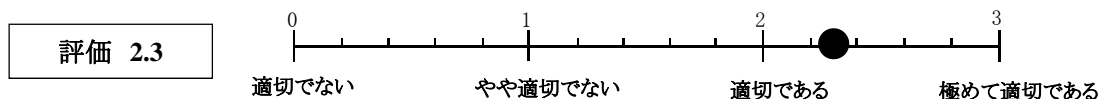
##### (2) 今後の公表予定

電子航法研究所報告書

#### 6. 評価結果

##### I. 研究の効率性

##### (1) 研究の進め方の適切性



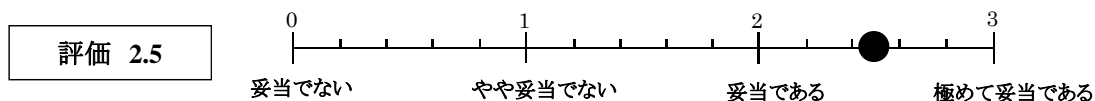
##### 【所見】

- ・ 特定空港を対象としており、手順は経験に基づいて適切に実施されている。
- ・ 複雑な交通状況を的確に把握・分析し、有効な交通管理手法を提案しており、適切である。
- ・ 空港面交通管理手法を検証するため、空港面交通シミュレーションを作成し、検証を進めたことは適切であった。
- ・ パラメータの多いシミュレーションを丁寧に行った。

##### 【電子航法研究所の対応】

今後も手順を踏んで丁寧に研究を進めていきます。

## (2) 研究実施体制の妥当性



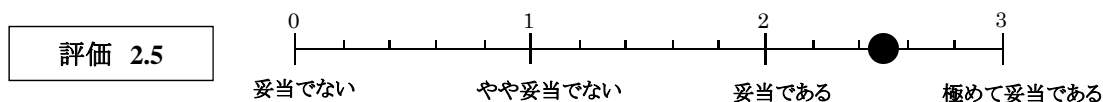
### 【所見】

- ・ 個々の研究者の能力が反映された体制と思われる。
- ・ 状況に応じた適切な対応をするとともに、他機関との連携も十分取れている。
- ・ 4年間の研究期間であったが、要員の確保に努め、実施体制は妥当であった。
- ・ 少ない人数で工夫したと考える。

### 【電子航法研究所の対応】

今後も状況に応じて、他機関との連携を取りながら研究を進めていきます。

## (3) 予算設定の妥当性



### 【所見】

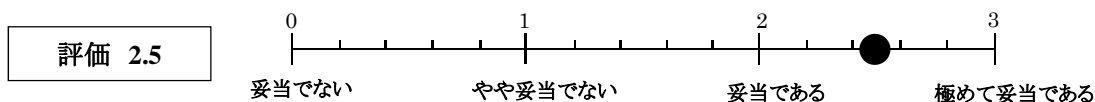
- ・ 従来の研究と同様の設定であり、妥当と思われる。
- ・ 予算の設定は適切であり、効率的な利用であったと判断できる。
- ・ 適切に効果を出しており、極めて効率的に実施された。

### 【電子航法研究所の対応】

今後の研究においても適切に予算を設定し、効率的な利用を進めていきます。

## II. 研究の効率性

### (1) 研究目標の達成度



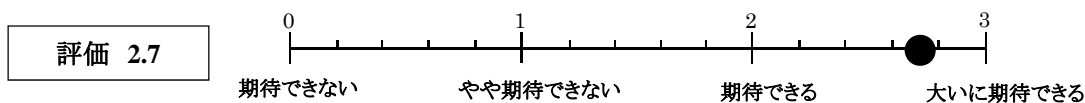
### 【所見】

- ・ 当初の目標は達成されていると判断する。
- ・ 当初の目標を十分達成しており、極めて妥当である。
- ・ 達成度は妥当であったと評価します。
- ・ 十分な成果と考える。

### 【電子航法研究所の対応】

今後の研究においても適切な目標を定め、達成できるよう取り組んでいきます。

## (2) 研究成果の活用と波及効果



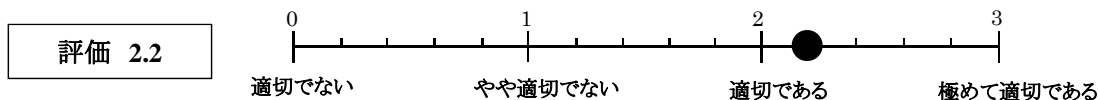
### 【所見】

- ・ 運航会社のニーズへの反映が期待できる。既に意見交換は行われており、十分な状況にあると思われる。
- ・ 得られた成果は、成田空港の交通管理に有効に利用できると大いに期待される。
- ・ 研究成果が今後、他（成田以外）の空港にも活用されることを期待します。
- ・ 今後の発展が期待できる。
- ・ 一般性のあるツールとして、各空港に導入されるようになれば良い。
- ・ Time-Based の ATM に必須な要素であり、更なる活用を期待する。

### 【電子航法研究所の対応】

研究成果が他の空港にも活用されるよう、今後の研究で検討していきたいと考えます。

## (3) 研究成果の公表



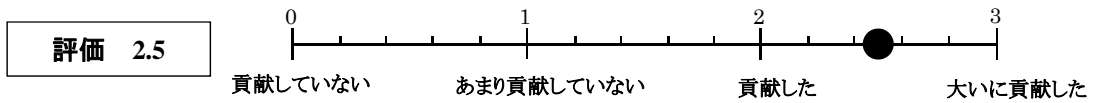
### 【所見】

- ・ 学術的に一般化することができれば、学会論文誌に投稿できると思われる。待ち行列の発生分布を戦略的に制御するモデルとしての一般化は可能でしょうか？
- ・ 毎年、複数の研究成果を公表しており適切である。
- ・ 研究成果を早く成田空港に適用し、現在導入が検討されている成田空港 CDM 構築に取り込んで頂きたい。
- ・ 論文等、外部への積極的な発表が望ましい。

### 【電子航法研究所の対応】

学会論文誌に投稿できるよう、研究に取り組んでいきたいと考えます。

#### (4)ポテンシャルの向上



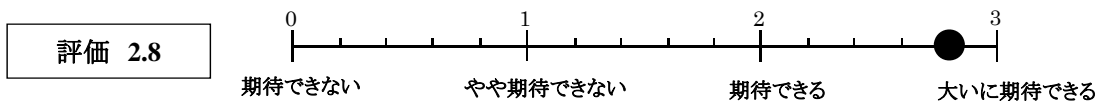
##### 【所見】

- ・ 新たな研究者の参加が行われている様子がうかがわれる。
- ・ 研究成果の一部であるシミュレータを外部機関に貸与するようにしたことは、当研究所のポテンシャル向上に大いに貢献したと言える。

##### 【電子航法研究所の対応】

当研究所のポテンシャル向上に貢献できるよう、今後も研究を進めていきます。

#### (5)新たなシーズの創出



##### 【所見】

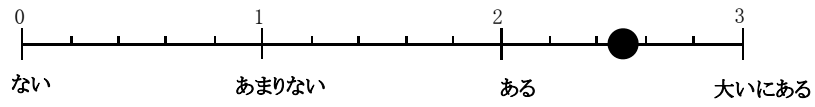
- ・ 運航会社との意見交換により、会社の利益となる評価基準の導入等、発展が期待できる。
- ・ 成田空港以外の空港に応用できるような成果であり、新たなシーズが期待できる。
- ・ 地上走行データベースの作成と基準時間+SDの考え方は有効に利用できる。

##### 【電子航法研究所の対応】

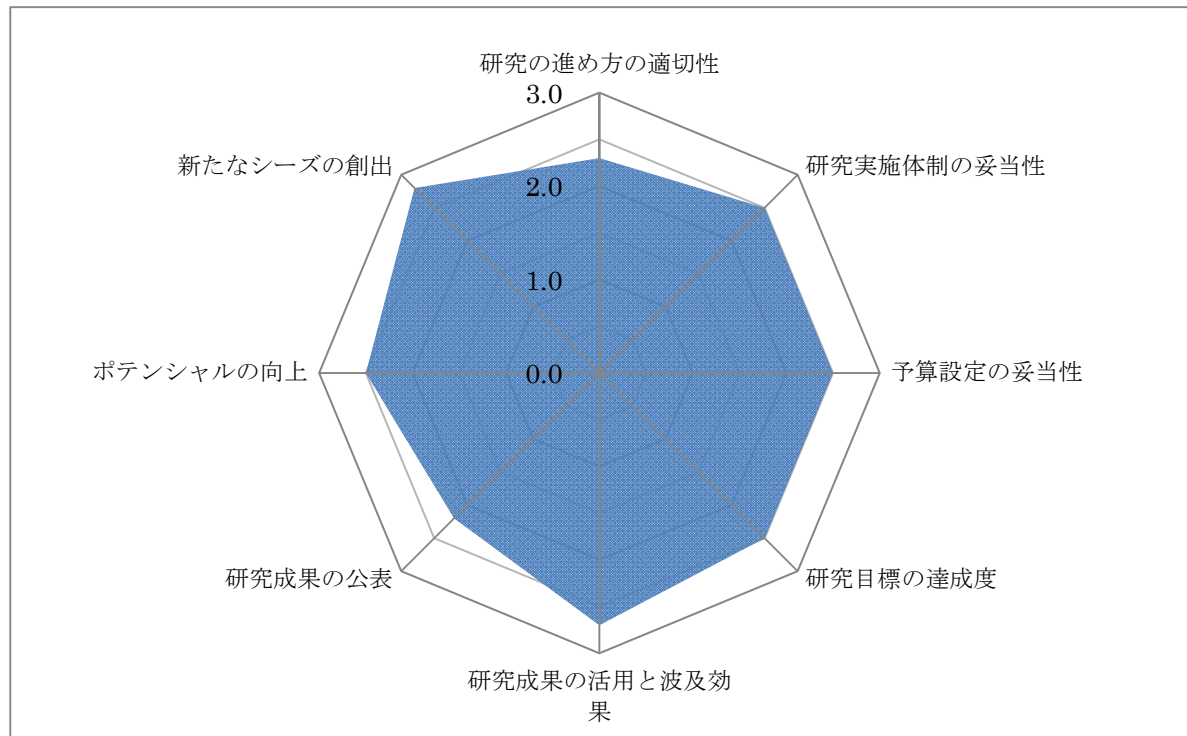
他の空港への展開を含め、空港面に関する次の研究課題に反映させていきます。

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】**

- ・ 短期間、少人数で十分な成果をあげており、高く評価できる。また、運用上の期待も大きい。
- ・ 本研究は滑走路の構成、運用方式の複雑性、スポットの狭隘性という極めて条件設定が困難な空港を選定しているにもかかわらず、シミュレーションを実施し、空港面の管理手法が確立できたことを評価します。
- ・ 地上走行データベースの作成は非常に意義があり、今後、研究を進めるのに有益である。
- ・ 研究所ならではの資源、ツールを用いた研究と言える。今後の展開に期待できる。
- ・ 空港の現時点の様子を取り込む、すなわち、リアルタイム性があればよい。
- ・ 機体、目的地など細かい状況に対応し、最適な制御がリアルタイムにできるようになれば良い。

**【電子航法研究所の対応】**

頂いた所見を参考に、次の研究につながるよう進めていきたいと考えます。

**【その他、ご助言】**

- ・ 次期の問題設定（目標設定）があると思われますので、是非チャレンジして下さい。
- ・ 普遍的な研究成果があれば、協力機関と調整の上、学術雑誌に投稿してもよいのではないかと。
- ・ 本研究が成田空港のみならず、我が国の空港面管理方式の更なる高度化、空港処理能力の向上に大いに資することを期待します。
- ・ プレゼンの中では具体的なシミュレーション手法に触れていなかったことから、研究発表とすると物足りない。但し、到着便も考慮すると複雑となることから、精度の検証も期待する。リアルタイムへ広げて欲しい。
- ・ 空港毎の課題を捉え、改善につなげる研究として、その先導的役割を果たしたと評価するが、有効性を考えると、小さくまとまらず、外部研究者も巻き込んで、人、モノ、カネを効率よく投入できるように考えてはどうか？

**【電子航法研究所の対応】**

頂いたご助言をもとに、空港面に関する次の研究課題で引き続き検討していきたいと考えます。

## 事後評価実施課題②

○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 ヶ年計画

○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) ニーズ及び内外の研究動向

航空機の地上監視には、1 次監視レーダー (PSR: Primary Surveillance Radar) および 2 次監視レーダー (SSR: Secondary Surveillance Radar) が使用されている。これまでに、SSR の監視性能 (精度・分解能・更新レート等) を向上するために ADS-B やマルチラレーション等の新しい監視技術の研究が進み実用化されている。一方、通常の航空管制では PSR の使用頻度は低いものの運航の安全性を確保するため PSR は欠かすことのできない装置である。PSR は航空機搭載のトランスポンダに頼らない監視手段であるため、トランスポンダの故障や意図的に停止した場合でも地上監視が可能となる。しかしながら、現在の PSR は使用頻度に対して維持管理コストがかかりすぎるため、安全性を確保した上で低コストかつ同等性能以上となる次世代 PSR が求められている。次世代 PSR 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。有力候補としてマルチスタティックレーダー (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。さらに、MSPSR のような受動型レーダーはその地域での電波信号環境が監視性能に影響を与えるため、諸外国等で行われた検討結果がそのまま導入できる保証はない。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) 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。特に MSPSR に注目して受動型レーダー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、評価手法を確立するとともに、現在の ASR を拡張して低高度や山影などのブラインドエリアでの監視能力向上を目指す。本研究の成果により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、実用性は極めて高い。

### 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の導出
- (2) MSPSR の導入に必要な要素技術の開発
- (3) 受動型監視レーダーの監視性能評価手法の確立

### 3. 目標達成度

- (1) 実験用受信機的设计を行った。送信局についても検討を行い、保安大岩沼研修センターのレーダーから情報配信を行うことによって、運用に近い形での評価が行えるようにした。・固定目標や実験用航空機を使った実験によりバイスタティックレーダとしての性能測定を実施するとともに、複数の受信機によるマルチスタティック評価が行えるようにした。前述の実験用受信機に加えて、リアルタイム処理が可能な受信機についても検討を始めた。
- (2) 地上デジタル放送の電波を使用した航空機測位についてスペクトラムアナライザを使用した実験にて検討を行い実用可能性について検討した。

ADS-B データを使用した精度検証を実施し、受信データが航空機からであることを確認するとともに監視覆域を確認した。

#### 4. 成果の活用方策

- (1) 本研究によって開発した OFC-PPSR は PSR の検出率向上等ギャップフィルアーとしての活用が見込まれる他、ネットワーク型一次監視レーダーとして ASDE 等の性能向上等にも応用可能と考えられる。また周波数資源を有効に活用することが可能となる。
- (2) 航空用途以外の信号を用いたバックアップシステムとしての一次監視レーダ構築に資する技術と考えられる。信号の特徴を活かした検出方法は、航空機だけでなく車両や人など他への応用も広く考えられる。また、本研究実施の際に用いた画像処理によるデータの抽出は多くの活用が見込まれる技術である。

#### 5. 成果の公表等

- (1) これまでの公表等

ICAO : 7 件

SP/ASWG 5 件

SP/ASWG/TSG 3 件

査読論文 : 2 件

IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters

IEICE Communications Express

国際学会 : 15 件

iCAS, CISIS, NbiS, ESAVs, ISAP

IEEE AINA, ICCEM, APWS, CAMA, AP-S

EuRAD, EuCAP 等

国内学会 : 16 件

電子情報通信学会 SANE 研等 12 件

放送技術研究会 4 件

協会誌等 1 件

IEEE AINA 2016 : Best Paper Award

放送技術研究会 : 2015 年度優秀研究発表賞

- (2) 今後の公表予定

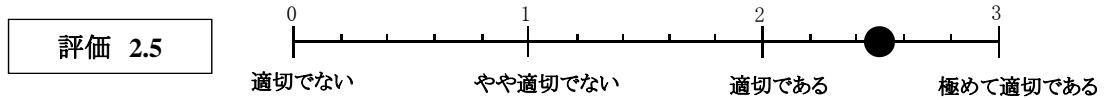
論文 2 件

国際学会発表 1 件

## 6. 評価結果

### 1. 研究の効率性

#### (1) 研究の進め方の適切性



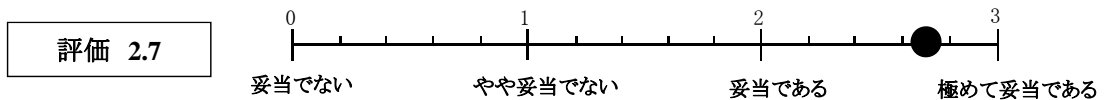
#### 【所見】

- ・ 面白い着眼で、研究価値が高いと考える。
- ・ 研究課題の主要な要素技術を大いに評価できるレベルで達成しており、極めて適切である。
- ・ 本研究はレーダーセンサーの基本的分野での技術開発研究という位置付けから、研究の進め方は適切であった。

#### 【電子航法研究所の対応】

本研究では基本となる要素技術の開発を目的として研究を進めてきました。限られたリソースの中で十分な開発ができるよう計画を立案・実行してきました。

#### (2) 研究実施体制の妥当性



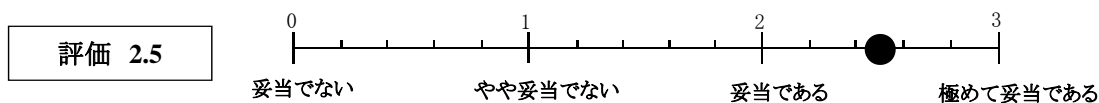
#### 【所見】

- ・ 特徴のある研究にチャレンジするメンバーを集めている。
- ・ 大学との共同研究の体制は妥当であった。
- ・ これまでの所内研究者の実績から適切であったと判断できる。また、大学との共同研究も大いに適切である。
- ・ 基礎的分野での大学との連携は必須だったと評価する。

#### 【電子航法研究所の対応】

継続研究においても国内外との大学等の連携を積極的に行いながら進めていきます。

### (3) 予算設定の妥当性



#### 【所見】

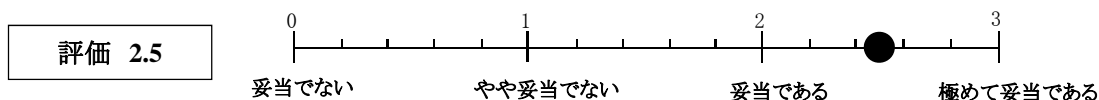
- ・ 必要な環境作りに予算が使われている。
- ・ 予算の設定は妥当であり、適切に運用されたと判断できる。
- ・ 予算の効率化も考えられており、適切に実施された。
- ・ よく検討された設定であったと考える。

#### 【電子航法研究所の対応】

限られた予算と時間の中でできる最大限の開発を行ったと考えています。

## II. 研究の有効性

### (1) 研究目標の達成度



#### 【所見】

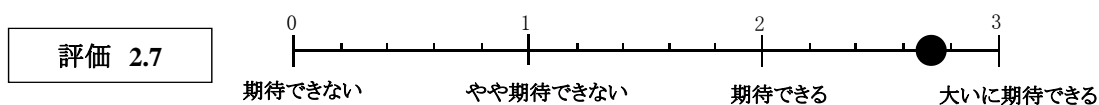
- ・ 頑張っているところが推察できる。
- ・ 達成度は妥当であったと評価します。
- ・ 当初の目標をやや超えたレベルで達成しており、極めて妥当である。
- ・ 目標以上の達成度と考える。

#### 【電子航法研究所の対応】

当初設定した目標は達成したものの、限られたリソースの中での研究実施であったため目標をやや超えたところまでの実施になっています。

継続研究においても確実な研究の遂行を心がけていきます。

## (2) 研究成果の活用と波及効果



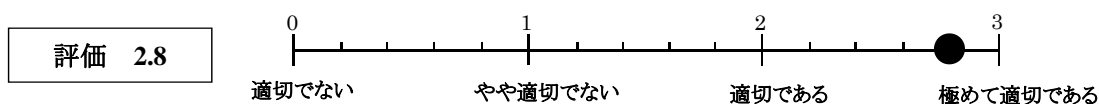
### 【所見】

- ・ この方向の研究は、システムの頑強性を高めるので、成果の発展を支援する必要がある。
- ・ 主要な基礎技術は概ね開発できており、実用化に向けた成果の活用に期待できる。
- ・ 研究は基本的な技術的要素を開発しており、波及効果が期待される。
- ・ 他に依存せず、周波数利用の問題解決に有効であることから期待できる。

### 【電子航法研究所の対応】

本研究では要素技術の開発を主目的として進めております。継続研究では本研究の成果を活用して実用化に向けた検討を進めていきます。

## (3) 研究成果の公表



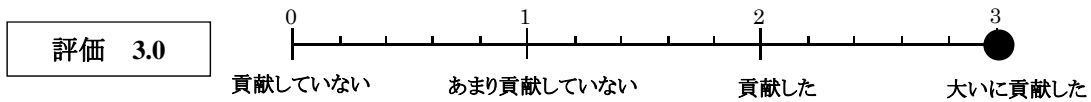
### 【所見】

- ・ 学会の関心を誘発している。
- ・ 多くの口頭発表を行うとともに、学術雑誌への論文掲載があり、極めて適切である。
- ・ 研究成果が各種論文、学会等で発表されており適切である。
- ・ 十分な成果である。

### 【電子航法研究所の対応】

論文執筆及び学会発表等は今後も積極的に行います。

#### (4)ポテンシャルの向上



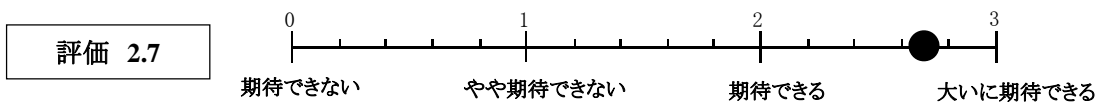
##### 【所見】

- ・自身のポテンシャルが上がっていると感じる。
- ・極めて挑戦的な研究課題に取り組み、多くの有益な成果を得ていることから、大いに貢献したと言える。

##### 【電子航法研究所の対応】

後継研究においても継続してポテンシャルの向上に努めます。

#### (5)新たなシーズの創出



##### 【所見】

- ・新たなテーマを創出している。
- ・レーダーのみならず、新たな電波利用シーズを創出したと言える。
- ・独立したシステムとして応用できると考えるが、複数信号の組み合わせへの展開が必要。

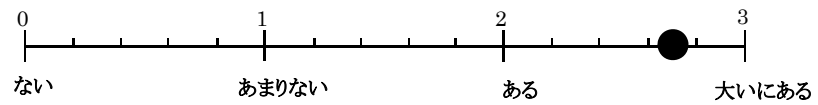
##### 【電子航法研究所の対応】

ご指摘のとおり、MSPSRを実現するためには複数の信号を効果的に組み合わせる必要があります。

本研究では研究リソースの関係で限られた周波数しか研究対象としておりませんでした。先行研究での検討結果も踏まえ、後継研究においては複数信号の組み合わせを検討する予定となっています。

総合評価（本研究を実施した意義があるか）

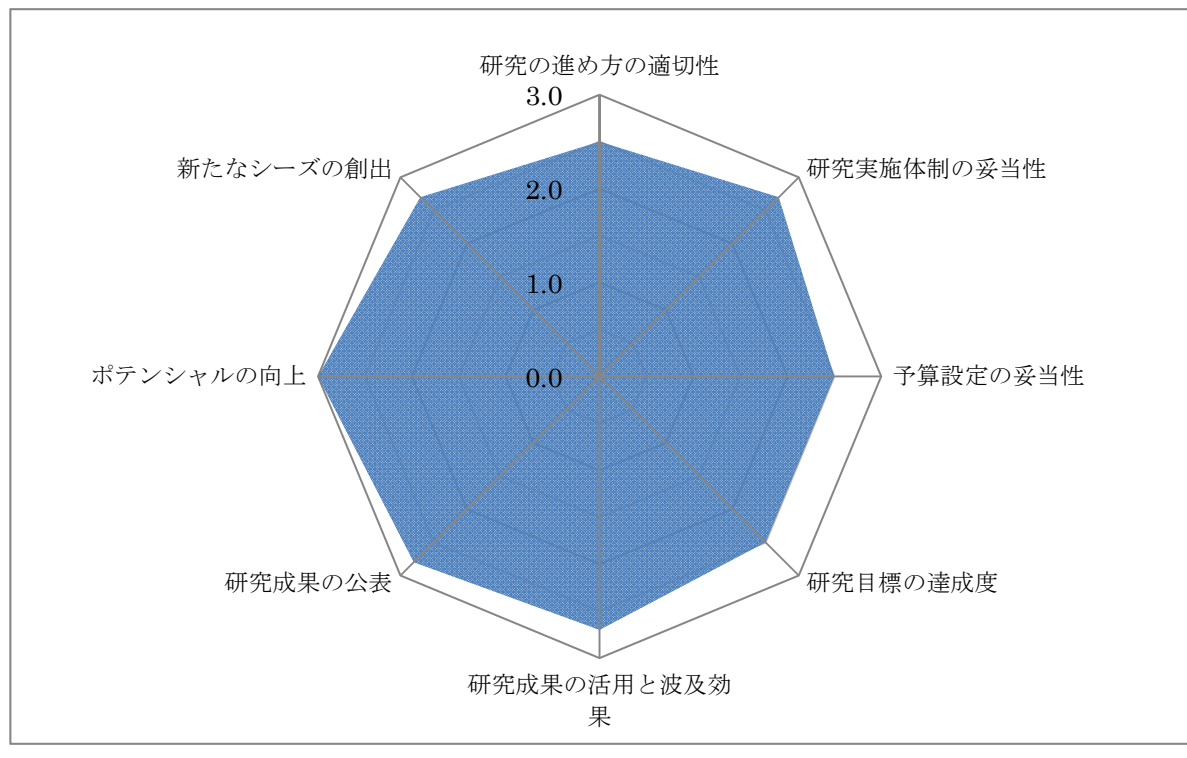
2.7



設定理由 各評価項目の合計点数 = 21.4

評価項目数 = 8

$$(21.4 \div 8 \approx 2.7)$$





### 【所見】

- ・ 国内外の学会から表彰されるなど、高く評価できる研究成果である。今後の発展に大いに期待したい。
- ・ 本研究は基本的な研究であり、多少、目標達成度が明確にならなかった面もあるが、得られた研究成果を他の分野にも活用できるよう、フォローアップを期待します。
- ・ 極めて興味深い結果が得られている。
- ・ 基礎的な研究としては面白いが実用化は厳しそうである。
- ・ 欧州、ICAOで議論されているようであり、それらとの連携が必要と思われる。
- ・ 航空以外への用途への展開も探るべきである。
- ・ 実用化までにはまだまだ研究を要する対象であるが、実用化の可能性とその応用分野を示せたと考える。
- ・ 今後の国際的動向を見つつ、適切なタイミングで外部資源投入を含め、進展を期待する。

### 【電子航法研究所の対応】

継続研究ではより実用に近い形での評価実験ができるように研究計画を進めています。

ICAOの監視パネルでは当研究所が主導して議論を進めており、欧州のWGにも参加する等、海外との連携も検討を進めております。

パッシブレーダーは航空用途だけでなく多くの応用分野が考えられ、本研究には多くの可能性があると考えております。

### 【その他、ご助言】

- ・ 次の目標を設定されることを期待する。
- ・ 良いアイデアであり、方向性も良い。今後期待している。
- ・ 特に測位精度の点で、より進化した研究に結びつけることを要望します。
- ・ 応用が期待できる。ただし、精度の検証と向上が必要である。
- ・ 他システムとの統合の有無などがあると良い。

### 【電子航法研究所の対応】

当研究所で現在開発が進められている無線機器を電波源としたレーダーについても検討を行っているところです。航空用途以外の電波だけに拘らず、監視以外に使われる電波も使用したパッシブレーダーの開発を行いたいと考えています。

検出精度だけでなく測位精度についてもすべての方式について今後十分検討を進めていきたいと考えています。

### 事後評価実施課題③

○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 ヶ年計画

○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)ニーズ及び内外の研究動向

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。

## 2. 研究の達成目標

- (1)機上実験装置を開発し、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)GLS 曲線セグメント (TAP) : GLS 曲線セグメントにより曲線進入を実現する機上実験装置を開発した。装置を実験用航空機に搭載し、仙台空港の RNP-AR 経路をオーバーレイする飛行において GLS 曲線進入 (TAP) を実証した。アビオニクスメーカー製プロトタイプ受信機で課題となっていたレグ間の不整合に関する課題について、最小桁の影響を受けないアルゴリズムを考案して機上装置側で解決した。更に、コックピットディスプレイに 3 次元経路表示機能を開発し、FD コマンド指示を追加して完成度の高い機上装置が実現できた。
- (2)RNP 曲線セグメントと GLS を接続する方式 (RNP to xLS) : 本方式の有効性について航空関係者と意見交換し、新型機材での実現可能性と高い要望があることを確認し、操縦士訓練用シミュレータによる実験環境を構築した。高温時にオートパイロットが GS と LOC を同時キャプチャする課題を本邦の代表的な空港の進入経路で模擬飛行により探求し、正常キャプチャとなる条件で飛行経路を設計する手法を新たに開発し、787 シミュレータにより検証した。

- (3)安全間隔評価手法：操縦士の操舵モデルを開発するため、操舵反力付きシミュレータを構築し、操縦士経験者による操縦実験により確率的・周期的・離散的な特徴を持つ操舵モデルを新たに開発した。上記操舵モデルから進入着陸経路への機体追従誤差を求めるため、GLS 誤差モデル、機体運動モデル、風モデルを組み込んだシミュレーションツールを開発し、モンテカルロ法により衝突危険度モデルの等衝突確率コンターを求めた。この結果、現在の ICAO 障害物安全間隔基準を GLS の導入により緩和できる見通しを得た。

#### 4. 成果の活用方策

- (1)今後 GLS TAP の国際基準が策定される場合に、GLS 地上装置から放送する TAP パラメータの妥当性の根拠として、考案した TAP 経路偏移計算アルゴリズムを提案し、GLS TAP の実現に寄与できる。
- (2)ICAO 飛行方式設計パネル (IFPP) において、経路設計手法を提案した。飛行方式の国際設計マニュアルなど基準策定に貢献できる。さらに、CARATS における曲線精密進入に関する施策の意思決定に貢献し、導入に寄与できた。
- (3)GLS による安全間隔の短縮は、ICAO IFPP 飛行方式設計マニュアルにおいて今後議論が必要な課題となっており、評価手法を提案することにより、解決に向けた活動に貢献できる。

#### 5. 成果の公表等

- (1)これまでの公表等

国際会議：

- ・ ICAO IFPP (飛行方式設計パネル会議) 4 件
- ・ I-GWG (国際 GBAS ワーキンググループ会議) 9 件

国際・国内学会：

- ・ IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems 1 件
- ・ IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics 1 件
- ・ IEEE/AIAA DASC (Digital Avionics System Conference) 1 件
- ・ ICAS (International Council of the Aeronautical Sciences) 1 件
- ・ 日本航空宇宙学会 (年会講演会・飛行機シンポジウム) 7 件
- ・ 電子情報通信学会 (研究会技術報告・大会) 5 件
- ・ 電子航法研究所発表会・講演会 4 件
- ・ GPS/GNSS シンポジウム 3 件

関連機関会議：

- ・ 航空局：CARATS 会議 7 件
- ・ ATEC (航空輸送技術研究センター) 会議 9 件
- ・ KARI (韓国航空宇宙研究院) ワークショップ 2 件
- ・ 航空振興財団 航法小委員会 2 件
- ・ 航空環境研究センター 航空機騒音技術勉強会 1 件

表彰：

- ・ 第 25 回 (平成 27 年度) 日本航空宇宙学会賞技術賞 (基礎技術部門)
- ・ 日本航空宇宙学会第 46 期年会講演会若手優秀講演賞

アウトリーチ：

- ・ 関係機関勉強会講師・大学講義 6 件

- (2)今後の公表予定

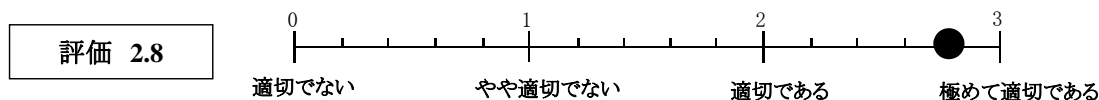
国際・国内学会：

- ・ 日本航空宇宙学会 (論文誌) 1 件

## 6. 評価結果

### 1. 研究の効率性

#### (1) 研究の進め方の適切性



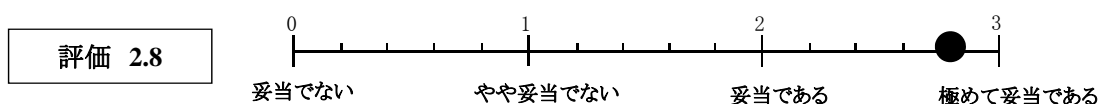
#### 【所見】

- ・ 3通りのテーマを必要に応じて共同研究及び機材共用を行いながら進めている。
- ・ 研究課題達成に向けて計画通り着実に実施されており、極めて適切であった。
- ・ 国際動向を的確に捉え、空域の有効利用を図るために GNSS を利用した高度な飛行方式の研究は適切だった。
- ・ 適切な計画だったと考える。

#### 【電子航法研究所の対応】

今後も航法分野の国際動向と CARATS 推進に必要な課題を的確に捉え、研究計画を立案していきたいと考えています。

#### (2) 研究実施体制の妥当性



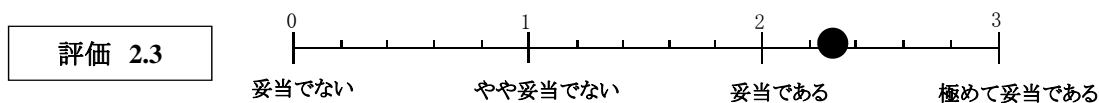
#### 【所見】

- ・ 共同研究体制は、有効であったと評価できる。
- ・ 研究者の数としてはやや不足みであったが、外部との連携で補っており妥当である。
- ・ 5カ年の研究期間であるが、外部機関との連携を図るなど、研究体制の構築が図られた。
- ・ 外部のソースをうまく利用している。
- ・ JAL/ANA の GLS 搭載機との連携は良好な協力例である。

#### 【電子航法研究所の対応】

航空機の運航に関する知見は、当研究所以外に多くのリソースがあり、今後も他機関と連携して研究を進める所存です。また、航空会社との連携は、研究課題を抽出する機会であり、機上装備の技術革新など将来を見通すための情報に触れられるため、今後も積極的に進めたいと考えております。

### (3) 予算設定の妥当性



#### 【所見】

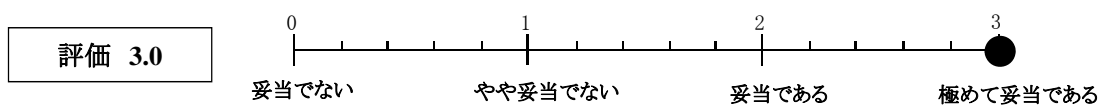
- ・ 機材共用や共同発注を進めて、費用の圧縮を達成している。
- ・ 予算の設定は妥当であり、適切に運用されたと判断できる。
- ・ シミュレータ借用など他機関との連携を図り、経費削減努力がなされた。

#### 【電子航法研究所の対応】

今後も他機関との連携を図るなど、経費削減に向け積極的に努力する所存です。

## II. 研究の有効性

### (1) 研究目標の達成度



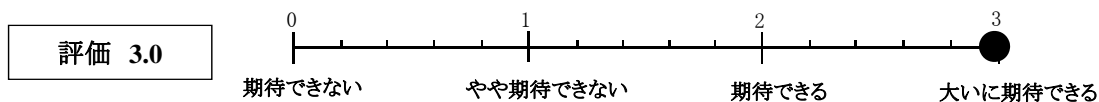
#### 【所見】

- ・ 現行状況と目標との差分を明らかにし、実現方策を提示している。
- ・ 当初の目標を十分達成しており、その達成度は極めて妥当である。
- ・ 目標に対して十分以上の達成である。

#### 【電子航法研究所の対応】

研究開始時の目標は十分達成できたと考えておりますが、実用化に向けては、運航データに基づく検証なども必要と考えており、更なる課題に対して、今後も検討を進める所存です。

## (2) 研究成果の活用と波及効果



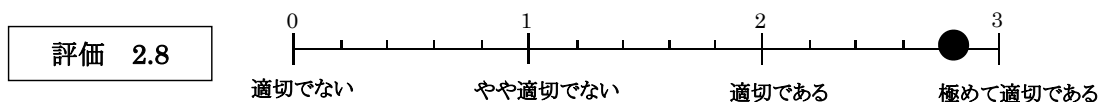
### 【所見】

- ・ 次なる目標への1ステップとなっている。
- ・ 研究成果の一部は飛行方式の国際基準策定に向けて大いに期待できる。
- ・ ICAO 飛行方式設計パネル等に対する研究成果の積極的な提案は、方式設計基準の標準化へ大いに期待できる。
- ・ 今後の展開が期待できる。
- ・ RNP to xLS は、国際的にも実用化が期待される。

### 【電子航法研究所の対応】

今後も I C A O 飛行方式設計パネルなど国際基準の策定に貢献し、便益の高い飛行方式の実用化の期待に寄与できるよう努力致します。

## (3) 研究成果の公表



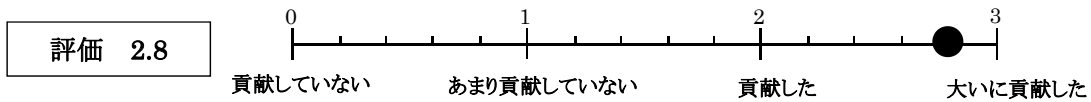
### 【所見】

- ・ 優れた発表であり、賞を受けている。
- ・ 国内外の学会や関連会議で数多くの成果発表があり、極めて適切である。
- ・ ICAO の公式パネルである飛行方式設計パネル会議に提案する等適切であった。

### 【電子航法研究所の対応】

今後も国際会議や国際・国内学会で研究成果を発表するとともに、国内及びアジアの航空関係者への丁寧な説明と普及についても努力したいと考えております。

#### (4) ポテンシャルの向上



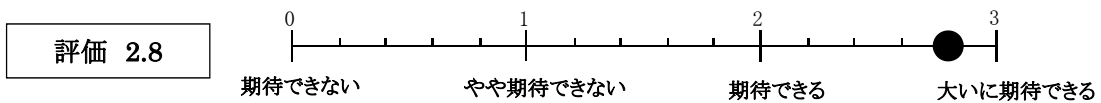
##### 【所見】

- ・ 次のステップに向けた人材開発も進んでいる。
- ・ 研究期間内に開発したシミュレータを研究所の資産にするなど、ノウハウを含めたポテンシャルの向上に貢献した。
- ・ これまでの電子航法研究所の航法分野の研究に比べ、幅広い協力関係が構築されており、今後の活動につながると期待する。

##### 【電子航法研究所の対応】

本研究で培ったノウハウや幅広い協力関係を大切に、次の研究や所内の関連する研究に役立てたいと考えております。

#### (5) 新たなシーズの創出



##### 【所見】

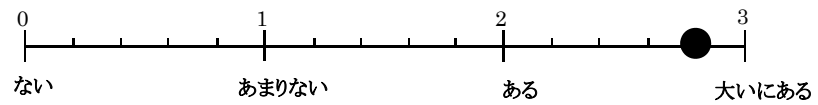
- ・ GBAS 関連研究の発展に大いに役立っている。
- ・ 得られた成果は今後の飛行経路設計や空路活用に資するなど、新たなシーズに期待できる。
- ・ 飛行方式の高度化と空域の有効利用が期待される。

##### 【電子航法研究所の対応】

将来にわたって性能準拠型航法（PBN）の展開が期待されており、飛行方式や空域設計に関する技術の進展が期待できると考えています。

### 総合評価（本研究を実施した意義があるか）

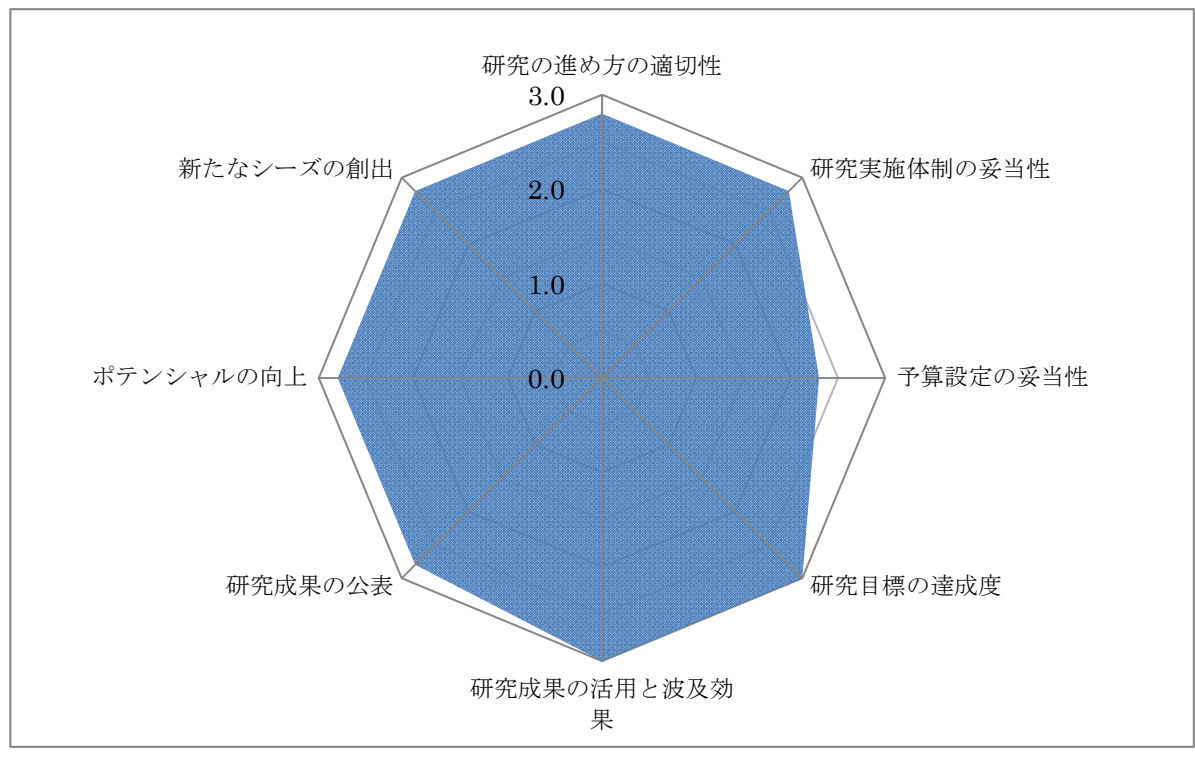
2.8



設定理由 各評価項目の合計点数 = 22.3

評価項目数 = 8

$$(22.3 \div 8 \approx 2.8)$$





**【所見】**

- ・ 社会的に求められる重要な研究成果が得られており、大いに評価できる。
- ・ 今後の更なる発展に期待したい。
- ・ 空域の容量拡大は ATM にとって最大課題の一つである。新たな飛行方式の研究は世界的に期待が大きく、大変有益な研究であった。
- ・ 広い視点からまとめており、十分な成果をあげている。
- ・ 航法+ $\alpha$ に広がった研究と考える。
- ・ シミュレーション環境の構築等、着実に進めている。
- ・ ICAO でのステータス、標準化に向け、良い位置取りができると思われる。
- ・ 今後の展開も大いに期待される。
- ・ 飛行方式設計面等、今後につながる研究であったと評価する。

**【電子航法研究所の対応】**

衛星航法システムの開発のみでなく、飛行方式など運航に関する技術や機体システムの発展によって、便益の高い将来運航が可能と考えており、頂いた所見をもとに、今後も社会の期待に応える、価値ある研究成果の創出に努める所存です。

**【その他、ご助言】**

- ・ 今後の継続課題にも期待します。
- ・ IEEE の Transaction に掲載されたことは大いに評価できる。実用面だけでなく、学術的研究にも期待する。
- ・ 本研究の成果を次のステップにしてほしい。また、研究成果が早急に標準方式になるよう、ICAO や航空局に働きかけて欲しい。特に、次のステップでは、研究所全体として本方式の ATM への導入により、どのように効果が生じるかの研究に期待したい。

**【電子航法研究所の対応】**

頂いたご助言をもとに、この分野の研究を継続的に進め、次のステップでは、便益の特徴や導入効果についても研究対象としたいと考えます。また、今後も研究論文の執筆や人材育成にも力を注ぐ所存です。

## 事前評価実施課題①

○研究課題名: PBNとGBASを活用した高度な計器進入方式に関する研究

○実施期間: 平成30年度～平成33年度 4カ年計画

○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) ニーズ及び内外の研究動向

ICAO（国際民間航空機関）は、PBN（性能準拠型航法）概念による航法を促進し、GBAS（地上型衛星航法補強システム）等の導入により安全で効率的な進入方式により運航の最適化を図る計画である。近年、我が国においてもPBNによるRNAV/RNP進入方式が多数の空港に展開されており、将来はさらに高度な計器進入方式の導入により、運航効率と滑走路アクセス性の向上が期待されている。

この実現のため、現在RNPのRFレグ（円弧旋回）とGLS（GBAS Landing System）等による最終進入経路を組み合わせた新しい進入方式が検討されており、我が国の空港環境をふまえた実現可能性と将来の便益の明確化が要望されている。また、GLS等の衝突危険度モデルによる障害物評価表面の緩和が期待されている。

#### (2) 当所で研究を行う必要性

当所は我が国で唯一、GBASを研究開発し、国際標準に適合したプロトタイプ装置を実現し、且つ、GLS飛行評価を実施している研究機関であり、GLSを活用した高度な飛行方式の研究を実施してきた。また、飛行方式の設定は国の業務であり、航空行政を技術的側面から支援する当所が検討することは適切である。

#### (3) 研究の目的

本研究の目的は、RNPのRFレグとGLS等による新飛行方式に関して、空港環境における制約を考慮して新飛行方式の設計条件や導入効果を明かにすることである。また、衝突危険度モデルを改善して、障害物間隔高度の評価手法の妥当性を検証することである。

### 2. 研究の達成目標

- (1) RNPのRFレグとGLS等による最終進入経路を組み合わせた新進入方式について、空港環境における制約を調査し、設計条件を定めて実証し、導入効果を定量化する。
- (2) 従来の衝突危険度モデルを改善する衝突確率計算アルゴリズムを提案し、民間航空機の運航データを活用して、その妥当性を検証する。

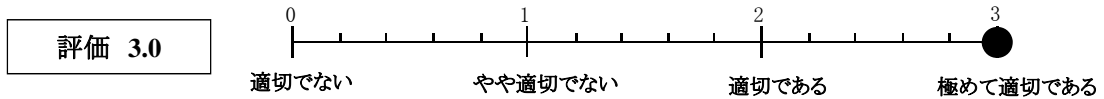
### 3. 成果の活用方策

- (1) ICAO計器飛行方式パネル会議など国際基準の検討に資する根拠資料を提供する。
- (2) CARATSに寄与し、我が国へのPBN及びGLS曲線進入の円滑な導入に貢献する。

#### 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



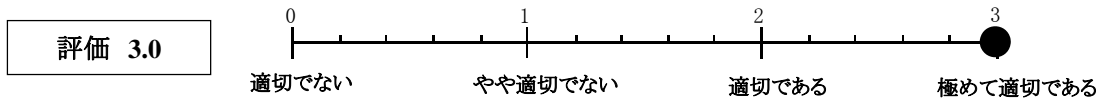
###### 【所見】

- ・ 平成 29 年度に終了する研究テーマの継続であり、十分に把握できている。
- ・ 関係機関からの強い要請であることを十分理解し、国内外の動向も十分把握していると判断できる。
- ・ ICAO の動向と一致しており、航空局、航空会社からも要望されている新たな進入方式の研究である。
- ・ ニーズは十分にあると考える。

###### 【電子航法研究所の対応】

新しい飛行方式に関する航空会社および行政のより深いニーズを理解し、国際動向の把握に努め、研究を進める所存です。

###### (2) 本研究所で行う必要性



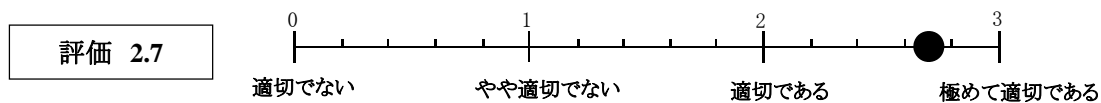
###### 【所見】

- ・ 国内で唯一の能力を持っており、問題とするところはない。
- ・ 研究者の能力、体制から判断して、電子航法研究所以外では考えられない研究である。
- ・ 電子航法研究所は我が国における GBAS の先駆者的研究機関であり、その知見を活かした研究である。
- ・ 他ではできないことである。

###### 【電子航法研究所の対応】

これまで培った衛星航法と方式設計に関する技術の知見を活かし、当研究所の役割を果たすよう取り組む所存です。

### (3) 科学的・技術的意義



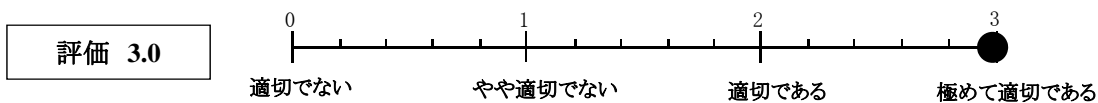
#### 【所見】

- ・ 技術的意義を十分に認識している。
- ・ 本研究で提案する計器進入方式は極めて有効であるにも関わらず、これまでに研究例がない等、独創的で技術的意義が高い。
- ・ ICAO の動向から見ても、先導性があり、研究の技術的意義は大きい。
- ・ GBAS 構築のウエイトが高すぎるのではないかと？
- ・ SESAR AAL で一部研究されているレベルであり、先導性あり。

#### 【電子航法研究所の対応】

可搬型 GBAS の構築については、研究設備として高い価値があると考えており、研究終了後の所内の他研究への活用や所外との共同利用も視野に入れて構築する所存です。

### (4) 社会的・行政的意義



#### 【所見】

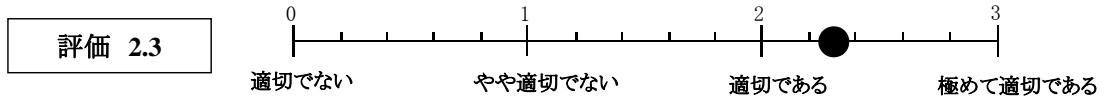
- ・ 実用化を達成する目的であり、十分に意義がある。
- ・ 将来の航空交通システムのロードマップにあげられているなど、社会的・行政的意義は大きい。
- ・ 航空局、航空会社からの強い要望もあり、社会的・行政的意義は大きい。

#### 【電子航法研究所の対応】

新しい進入方式の実用化に関する社会的・行政的意義を十分検討し、要請に応えられるよう進める所存です。

## II. 研究の有効性

### (1) 達成目標の適切性



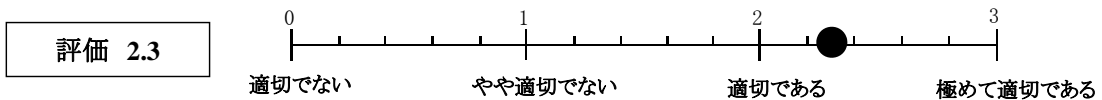
#### 【所見】

- ・ GPS と既存環境での目標であると理解しており、十分に適切であると考えている。
- ・ 社会的・行政的意義を考えると、適切なレベルであると考えられる
- ・ 日本における導入はかなり時間がかかると思われるが、その期待度から達成目標を高く設定することは適切である。

#### 【電子航法研究所の対応】

実証にもとづく導入効果の定量化や運航データを活用した妥当性検証により、将来の飛行方式の導入計画の策定に寄与できる研究を目指します。

### (2) 達成目標のレベル



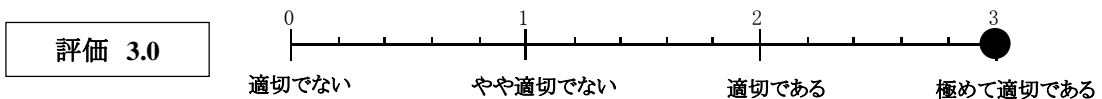
#### 【所見】

- ・ GBAS 運用において、空港環境への適用拡大に向けて必要な目標となっている。
- ・ 難易度はやや高めであるが、達成可能なレベルであり妥当である。
- ・ 担当研究者の実績を見れば、達成可能なレベルである
- ・ チャレンジングな目標ではあるが、社会的意義を考えれば妥当でないとは言えない。

#### 【電子航法研究所の対応】

衝突危険度モデルの改善は、チャレンジングな課題ですが、目標を達成できるよう努力する所存です。

### (3) 研究成果の活用と波及効果



#### 【所見】

- ・ 関係機関から強い要望のある研究であるから、大いに期待できる。

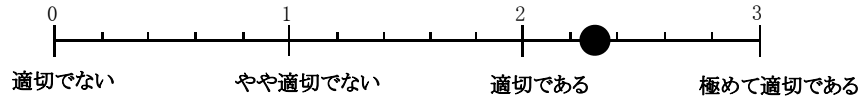
#### 【電子航法研究所の対応】

研究成果を I C A O 飛行方式パネル会議で発表するなど、研究成果が活用されるよう努めたいと考えます。

### III. 研究の効率性

#### (1) 研究の進め方の適切性

評価 2.3



#### 【所見】

- ・十分に考慮されたものとする。
- ・期間のわりには研究項目が多いように思われるが、適切なレベルであると判断できる。
- ・新しい飛行方式の設計について、シミュレータや実機による検証を行いながら進める研究は適切です
- ・一度、可搬型 GBAS ができれば有益と思うが、作ることへの多大な資源投入はできるだけ減らすべきではないか？

#### 【電子航法研究所の対応】

国内でも GBAS 装置の設計製造に関する経験が蓄積されており、従来よりも効率的に可搬型 GBAS 装置の開発が可能となっていると考えております。

#### (2) 研究実施体制の妥当性

評価 2.3



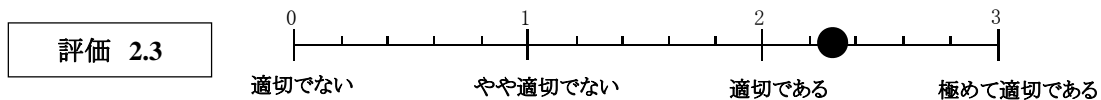
#### 【所見】

- ・研究所の研究能力を活用しつつ、共同研究の拡大にも配慮されている。
- ・研究内容から考えると、やや人員不足の感があるが、妥当な範囲内にあると考える。
- ・飛行方式の実務実績者等との共同研究実施体制は重要である。
- ・外部機関をできるだけ巻き込んで、効率よく進めてほしい。

#### 【電子航法研究所の対応】

飛行方式設計に関しては、当研究所以外のリソースの活用し、実務者とも協調して研究を進めたいと考えております。

### (3) 予算設定の妥当性



#### 【所見】

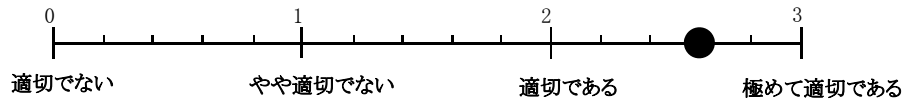
- ・ 効果的な使用に配慮願いたい。
- ・ 不確定な要素も無くは無いが、妥当な範囲である。
- ・ 予算設定はやや厳しい気もしますが、経費削減等に努力してほしい。

#### 【電子航法研究所の対応】

可搬型 GBAS 装置の開発に関しては、既存設備を有効に活用し、必要な機能に限定するなど経費削減に努力する所存です。

総合評価(本研究を実施した意義があるか)

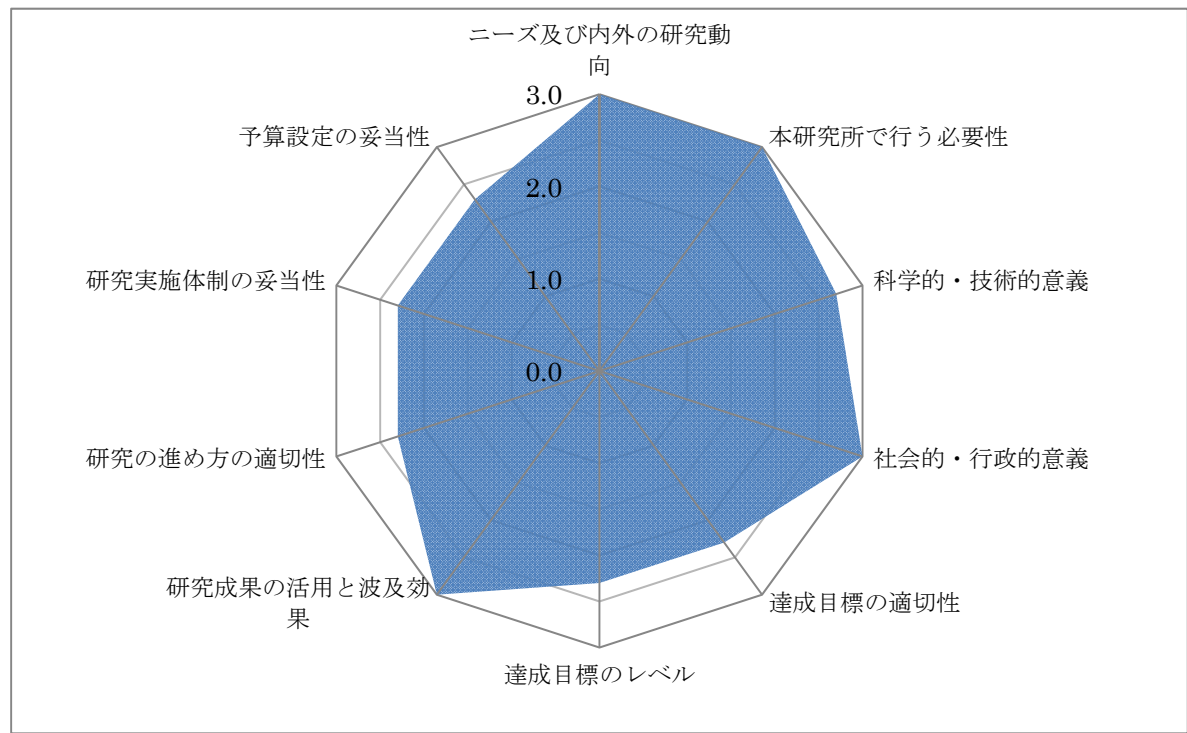
2.6



設定理由 各評価項目の合計点数 = 26.2

評価項目数 = 10

(26.2 ÷ 10 = 2.6)





**【所見】**

- ・ 社会的要請が高く、重要な研究課題である。研究者の努力に期待したい。
- ・ 社会的要請が強い中で、研究所の今までの研究実績を生かした研究を積極的に進めてほしい。
- ・ 社会的ニーズに対して研究所が取り組むべき課題である。ただし、大きなニーズに対して研究所のリソースは限られているので、所外と連携して、目標を明確にして進めることを希望する。
- ・ 全体として、人、お金、時間の大きな資源を投入するプロジェクトとなることから、効率よい執行のため、外部資源の有効活用を図ってほしい。

**【電子航法研究所の対応】**

頂いた所見をもとに、社会的要請に十分応えられるよう研究に取り組み、航空会社や外部リソースと連携して着実に研究を進める所存です。

**【その他、助言】**

- ・ やや詰め込みすぎの感もある。中間評価時点で計画を見直すことも視野に入れても良いかもしれない。
- ・ 研究所の研究として飛行方式の高度化による空域の有効利用が図られることが期待できますが、同一空域に異なる飛行方式が混在することとなります。航空会社、プロバイダーの評価・検証を合わせて研究を進められるよう希望します。
- ・ プレゼンが予定よりも長く、十分な質疑ができたとは言えない。工夫してほしい。

**【電子航法研究所の対応】**

ご助言をもとに、研究計画の進捗を把握し、新たな展開についても視野に入れて研究を進めます。飛行方式の高度化に関連する過渡的な課題も考慮し、将来動向を把握して国内への円滑な導入に寄与できる研究を目指します。今後は、十分に質疑頂けるよう、タイムキープに努めます。

## 中間評価実施課題①

○研究課題名:次世代 GNSS に対応したアベイラビリティの高い航法システムに関する研究

○実施期間:平成 27 年度～平成 31 年度 5 カ年計画

○研究実施主任者:坂井 丈泰(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) ニーズ及び内外の研究動向

衛星航法システム GNSS は変革期にあり、既存システムについては信号数の追加などの改良が、また一方では欧州や中国による独自システムの構築が進められている。2012 年に開催された ICAO ANC/12 ではこれら次世代の GNSS 環境に対応する必要性が確認されており、SARPS 策定に向けた作業が開始されている。GNSS におけるインテグリティ確保のうえで主要な脅威は電離圏擾乱であるが、我が国を含む磁気低緯度地域ではその影響が大きく、従前の一周波・単一コアシステムでは十分なアベイラビリティが得られない。ANC/12 では電離圏擾乱を含む宇宙天気諸現象が航法システムに与える影響の適切な評価と回避策の開発についても必要性が指摘され、宇宙天気情報の活用による性能向上が期待されている。磁気低緯度地域においても実用的な GNSS ベース航法の実現には、次世代 GNSS 及び宇宙天気情報の活用によるアベイラビリティの向上が不可欠である。

#### (2) 研究の目的

本研究の目的は次世代 GNSS 環境に対応した実用的な GNSS 補強システムの開発であり、その科学的・技術的意義及び社会的・行政的意義は次のとおりである。

##### ①科学的・技術的意義（独創性、革新性、先導性）

GNSS における主要な誤差要因が電離圏擾乱であることに加えて、我が国の準天頂衛星システムや中国の COMPASS などアジア地域に特化した GNSS が整備されつつあり、次世代 GNSS 対応に関する研究については我が国に大きな地理的優位性がある。また、GNSS 補強システムにおける宇宙天気情報の活用は新しい試みであり、独創的かつ先導的な研究が期待できる。さらに、現行の GPS 一周波数システムと比較して優れたシステムを低コストで実現できることは革新的である。

##### ②社会的・行政的意義（実用性、有益性）

GNSS ベース航法においては補強システムが必須であり、その実装に関する研究は実用的である。また、宇宙天気情報の利用により一周波システムの性能向上を図る研究は、GNSS ベース航法の普及の観点から有益である。本研究で開発される技術は我が国だけでなく、急成長しているアジア地域への GNSS 導入にも貢献する。

### 2. 研究の達成目標

- (1) 複数の周波数及びコアシステムに対応した次世代 GNSS 補強システムについて要素技術を開発し、技術的要件を明確化するとともに国際標準案に反映する。
- (2) 宇宙天気情報の活用や SBAS-GBAS 間の連携によるアベイラビリティ向上方式を開発する。
- (3) 我が国を含む磁気低緯度地域における、GNSS 補強システムのアベイラビリティ向上の効果を確認する。

### 3. 目標達成度

#### (1) 次世代 SBAS プロトタイプの開発

計画通り開発し、平成 29 年夏より準天頂衛星 2 号機を使用して世界初となる L5 SBAS 実機実験を開始した。準天頂衛星システム対応を前倒しで実施した。

#### (2) 次世代 GBAS プロトタイプの開発

計画通り開発し、平成 30 年度より地上実験を開始する予定である。

(3) SBAS-GBAS の連携による性能向上検討

GBAS による SBAS の利用について、コンセプト及び性能向上のシナリオを検討した。

(4) 宇宙天気情報の利用による性能向上

宇宙天気情報について、利用可能な情報と想定できる効果を整理した。NICT と連携して宇宙天気情報テストベッドを構築中である。

#### 4. 残された課題とその対応策及び今後の見通し

(1) 次世代 SBAS プロトタイプの開発

残された課題は特になし。今後は、中国 BeiDou にも対応するとともに、準天頂衛星 3 号機及び 4 号機を使用して複数衛星からの同時送信を行い、また飛行実験の準備を行う。

(2) 次世代 GBAS プロトタイプの開発

残された課題は特になし。今後は、地上実験を開始するとともに、飛行実験に備えて機上評価装置を製作する。

(3) SBAS-GBAS の連携による性能向上検討

SBAS の利用による GBAS の性能向上について、方式を具体化する必要がある。GBAS の規格化動向を踏まえながら検討を継続する。

(4) 宇宙天気情報の利用による性能向上

宇宙天気情報テストベッドを構築して性能評価を行う必要がある。NICT と連携を図りながら作業を継続する。

#### 5. 評価結果

(1) これまでの公表等

第 1 年次

ICAO NSP 5 件、ISTF W/P 5 件、その他 ICAO 関係 4 件

GBAS IGWG 3 件、COSPAR/IRI Workshop 2 件

国際学会誌論文 1 件、ION GNSS+ 1 件、ION ITM 1 件、その他国際学会 2 件

飛行機シンポジウム 2 件、電子情報通信学会 3 件、その他国内学会 4 件

第 2 年次

ICAO NSP 7 件、APANPIRG 2 件、EASA/ICAO 最終進入シンポジウム 1 件

SBAS IWG 2 件、GBAS IGWG 3 件、SESAR 関係 1 件

国際学会誌論文 1 件、GNSS 国際シンポジウム 1 件、その他国際学会 1 件

宇宙科学技術連合講演会 1 件、電子情報通信学会 1 件、その他国内学会 3 件

第 3 年次

ICAO NSP 11 件、APANPIRG 2 件、国連 ICG 1 件、APEC GIT 1 件

SBAS IWG 4 件、GBAS IGWG 4 件、RTCA 2 件、EUROCAE 2 件

国際学会誌論文 2 件、米国航法学会 6 件、その他国際学会 3 件

国内学会誌論文 2 件、宇宙科学技術連合講演会 3 件、その他国内学会 3 件 他

(2) 今後の公表予定

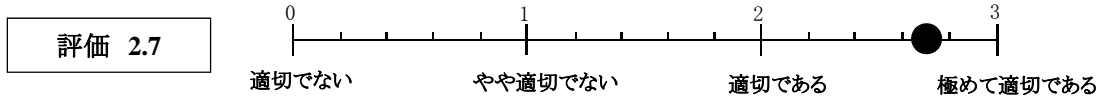
ICAO NSP、SBAS IWG、GBAS IGWG 等

電子情報通信学会、米国航学会 (ION) 等

## 6. 評価結果

### I. 研究の有効性

#### (1) 研究の進捗状況(目標達成度)



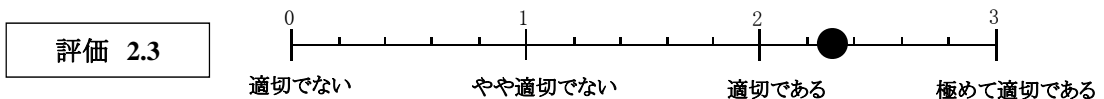
#### 【所見】

- ・ GNSSアベイラビリティに関する関心が高まっている中で、着実に実績を上げている。
- ・ 概ね計画どおりに進んでおり、進捗状況は良好である。
- ・ SBASについては前倒しの実験研究が進んでおり、進捗状況は妥当である。
- ・ これまでのところ、リスクをうまく乗り切ってきたと評価する。

#### 【電子航法研究所の対応】

引き続き、研究課題全体の進捗管理を適切に行います。

#### (2) 目標達成の見込み



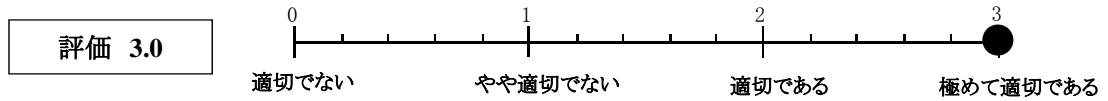
#### 【所見】

- ・ 問題となるところはないと判断する。
- ・ 研究の進捗状況と今後の年次計画から判断して、目標達成は大いに見込める。
- ・ SBAS、GBASプロトタイプの開発が進んでおり、目標達成は期待できる。
- ・ これからも、外的リスクを覚悟しておく必要がある。それをうまく切り抜ける能力に期待する。

#### 【電子航法研究所の対応】

研究目標の確実な達成に努めるとともに、外的リスクについても適時に評価・対応します。

### (3) 研究成果の公表



#### 【所見】

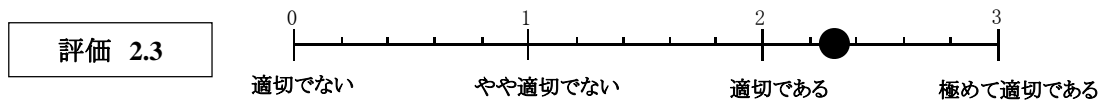
- ・ 十分な成果と判断する。
- ・ 学会等への発表も積極的に行われており、適切である。
- ・ 学会、I C A O会議等への発表も行われており、公表は適切に行われている。
- ・ 十分な状況である。

#### 【電子航法研究所の対応】

引き続き、研究成果の適切な公表に努めます。

## II. 研究の効率性

### (1) 研究の進め方の適切性



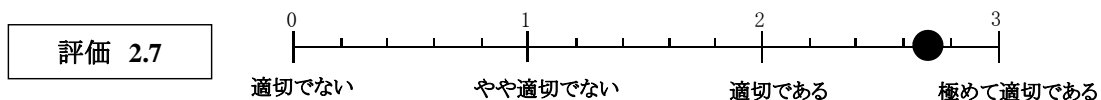
#### 【所見】

- ・ 運航会社の関心が高い中、成果を活用するための行動も進めて頂きたい。
- ・ 進捗が遅れている部分もあれば、前倒して実施できている計画もある。総じて適切である。
- ・ 準天頂衛星システム等の整備計画に合わせて実験が進められており、研究の進め方は適切である。

#### 【電子航法研究所の対応】

引き続き研究課題を適切に進捗させるとともに、成果の活用についても配慮します。

## (2) 研究実施体制の妥当性



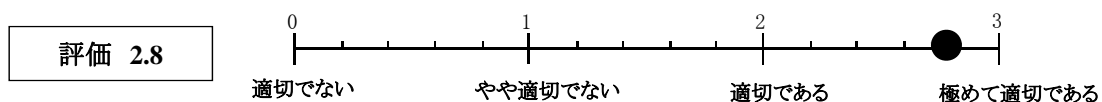
### 【所見】

- ・ 本課題の研究能力が高まっている。
- ・ 必要に応じて外部機関との共同研究を行うなど、妥当な研究体制であると考ええる。
- ・ メーカー、大学との共同研究が進められており、研究体制は妥当である。
- ・ マンパワーに不足あり。

### 【電子航法研究所の対応】

外部リソースのさらなる活用を図りながら研究を実施します。

## (3) 予算設定の妥当性



### 【所見】

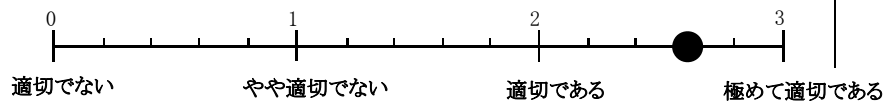
- ・ 引き続き、効果的使用に配慮いただきたい。
- ・ 適切な予算設定であり、運用も妥当である。また、今後のリスクはあまりないと判断できる。
- ・ 予算の面では多少厳しい内容であるが、予算圧縮の工夫がなされている。

### 【電子航法研究所の対応】

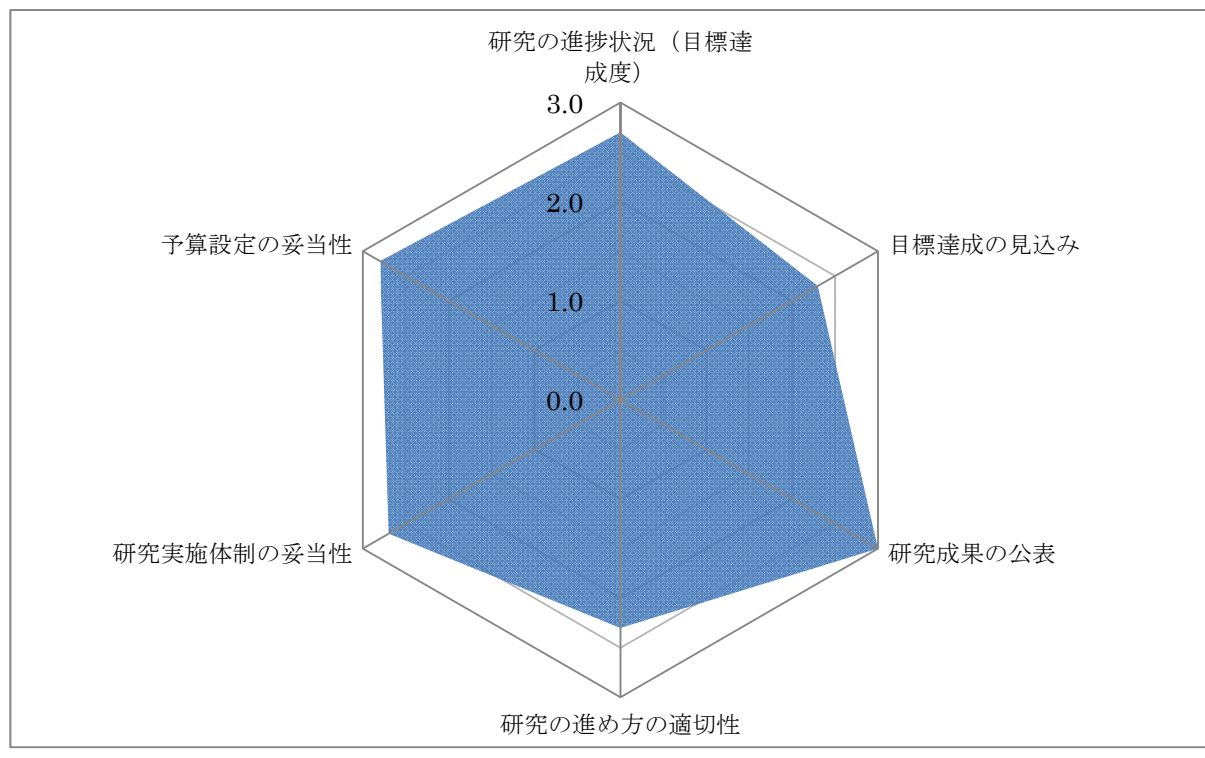
引き続き、予算圧縮の工夫をしながら研究を進めます。

総合評価(本研究を継続する意義があるか)

2.6



設定理由 各評価項目の合計点数 = 15.8  
評価項目数 = 6  
(15.8 ÷ 6 ≒ 2.6)



**【所見】**

- ・ 社会的要請も高く、有益な研究であると考えられる。進捗状況も良好であると考えられ、今後重要な成果が創出されるよう期待する。
- ・ 研究は概ね予定どおり進捗しており、今後も適切に進められていくことを期待します。
- ・ ソース不足を外部との連携で補っている。
- ・ 計画どおりに研究が進んでいると思われる。
- ・ 宇宙天気等、他の成果を柔軟に取り入れながら進めていくこと。
- ・ 出口を見て、研究を進めること。
- ・ 残り2年、複雑なテーマをうまく進めて成果を出していただきたい。

**【電子航法研究所の対応】**

引き続き外部との連携を図りながら研究成果を最大化するとともに、研究成果の活用にも配慮します。

**【その他、助言】**

- ・ 電離層関係の国内研究との総合化も進めて頂きたい。運航会社からの要望も大きいです。
- ・ G B A S - S B A S 連携についても、残すのならば努力いただきたい。
- ・ 国際的に著名な学会誌に論文を投稿することも考えてはいかがでしょうか。
- ・ 準天頂衛星を使った航法システムの研究成果を期待したい。また、本研究が本邦における管制業務の更なる高度化に寄与することを要望します。

**【電子航法研究所の対応】**

電離層関係やG B A S - S B A S の連携など、切り口を広げながら研究を進めるよう工夫して参ります。

研究成果の公表について、公表先の適切な選定に努めます。