



平成 1 9 年度

重点研究課題 外部評価報告書

(事前評価)

平成 1 9 年 5 月

独立行政法人 電子航法研究所

#### 1. 本報告書の位置づけ

本報告書は、独立行政法人電子航法研究所評議員会規程及び「国の研究開発評価に関する大綱的指針」（平成17年3月29日 内閣総理大臣決定）に基づき、独立行政法人電子航法研究所（以下「研究所」という。）が行う研究開発課題について、外部有識者（評議員）による評価結果をとりまとめたものである。

#### 2. 評価の対象とした研究開発課題（事前評価）

研究所が実施する研究開発であって、国からの運営費交付金によって実施するもののうち、平成20年度から実施予定の重点研究課題（4件）を今回の評価対象とした。

- (1) 洋上経路システムの高度化の研究
- (2) ターミナル空域の評価手法に関する研究
- (3) GNSS精密進入における安全性解析とリスク管理技術の開発
- (4) 電波特性の監視に関する研究

#### 3. 評価実施日及び出席評議員数

- (1) 評価実施日：平成19年5月16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 アーキテクチャ研究部門 教授
評議員	井上 和夫	財団法人 航空保安無線システム協会 理事長
評議員	田崎 武	財団法人 航空交通管制協会 専務理事
評議員	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 (座長)	萩原 秀樹	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	水町 守志	東京大学名誉教授

[敬称略 五十音順]

## 事前評価実施課題（その1）

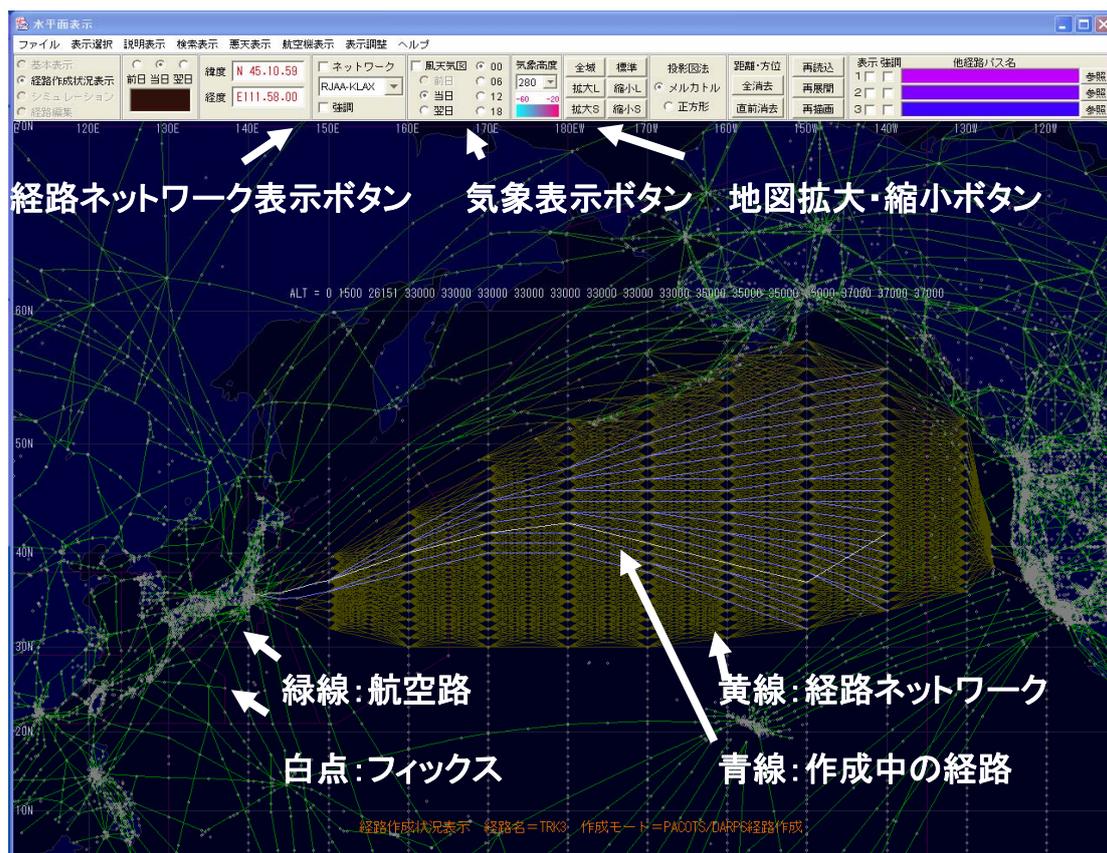
- 研究課題名：洋上経路システムの高度化の研究
- 実施期間：平成20年度～平成23年度 4ヶ年計画
- 研究実施主任者：福島 幸子（航空交通管理領域）

### 1. 研究の背景、目的

太平洋上を飛行する航空機位置の把握はポジションレポートにより行われてきたため、歴史的に広い管制間隔がとられており、この管制間隔を確保するために最適経路とは一致しない経路を設定する場合も多かった。しかし、近年の航空機上機器の進歩や衛星航法の普及により管制間隔が短縮されてきている。これを生かして、より経済的な洋上経路の設定が航空会社から望まれている。

具体的には固定経路を設定している北部太平洋経路（NOPAC）や南部太平洋経路（CENPAC）について毎日最適経路を引くことや、すでに気象予報を参考に経路を引いている FLEX 経路の中部太平洋経路（PACOTS）については経路数を増やすこと、ユーザが希望する経路（UPR：User Preferred Route）を飛行することなどがあげられる。

本研究では、最適経路についての管制運用の模擬や、消費燃料、飛行時間の計算を行い、最適な洋上経路設定方法を得ることを目的とする。



最適経路作成のイメージ

### 2. 研究の達成目標

- ①洋上経路について UPR が可能な時間帯の特定や、FLEX 経路を複線化した場合の経済効果を数値化する。
- ②太平洋航空管制事務レベル調整会議（IPACG）に技術資料を提出する。

### 3. 成果の活用方策

管制運用上等の問題を明確にすることにより、ユーザーの希望する経路に近い経路が設定可能となる。

### 4. 評価結果

#### I. 研究の必要性

##### (1) ニーズ及び内外の研究動向



#### 所見

・太平洋航空管制事務レベル調整会議（IPACG）の活動動向の把握等を通じて、ニーズを適確に把握している。

##### (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である。←将来の航空交通流の予測や法的面などの情報が必要である。
- ・この分野の研究は他機関ではできず、電子研の理念である公益への貢献に合致している。

##### (3) 科学的・技術的意義

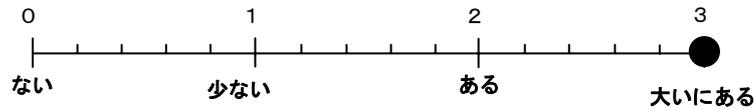


#### 所見

- ・他の応用への活用を考えると面白い。
- ・気象変化などの Ambiguity が入ったときの最適経路のロバストネス等は、制御学的に興味深いテーマである。ぜひ行うべきである。

#### (4) 社会的・行政的意義

評価 3.0



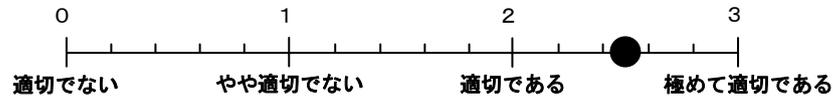
##### 所見

- ・今後必ず必要になってくるので、総合的な評価・解析が必要である。
- ・洋上の交通量は、今後益々増加するため、この研究成果は大変有益である。
- ・東アジア経済の高成長に伴う洋上航空交通量の急増が予測される中で、地球環境問題への対応として運航効率の着実な改善が求められている。

#### II. 研究の有効性

##### (1) 達成目標の適切性

評価 2.5

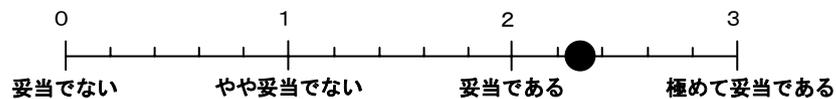


##### 所見

- ・「研究成果」の部分は理解できるが、少し目標設定が抽象的であるので、もう少し具体的な目標を作って進めた方が良いと思われる。

##### (2) 達成目標のレベル

評価 2.3

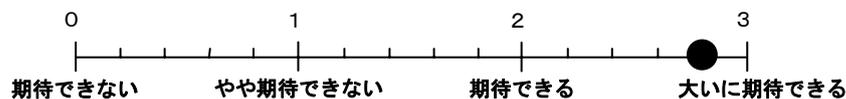


##### 所見

- ・「研究成果」の部分は理解できるが、少し目標設定が抽象的であるので、もう少し具体的な目標を作って進めた方が良いと思われる。
- ・最終目標をもう少し具体化すべきである。

##### (3) 研究成果の活用と波及効果

評価 2.8



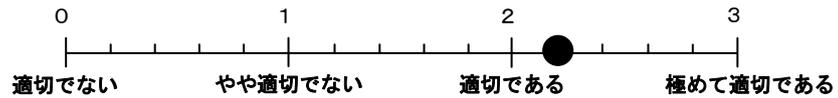
##### 所見

- ・実際のATMに利用し、解析シミュレーションと実際との比較を行ってほしい。(IPAGGへの提案などを通して)
- ・具体的ニーズに対応した研究が行われるので、その成果は速やかに活用されると期待する。

#### III. 研究の効率性

##### (1) 研究の進め方の適切性

評価 2.2

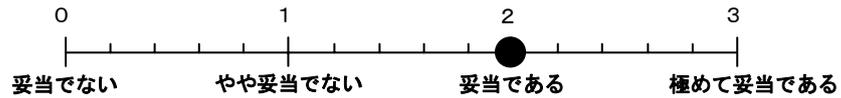


所見

- ・出来ればもっと手広く、深くありたい。

(2) 研究実施体制の妥当性

評価 2.0

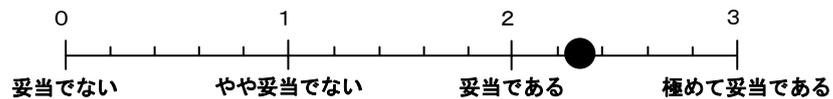


所見

(なし)

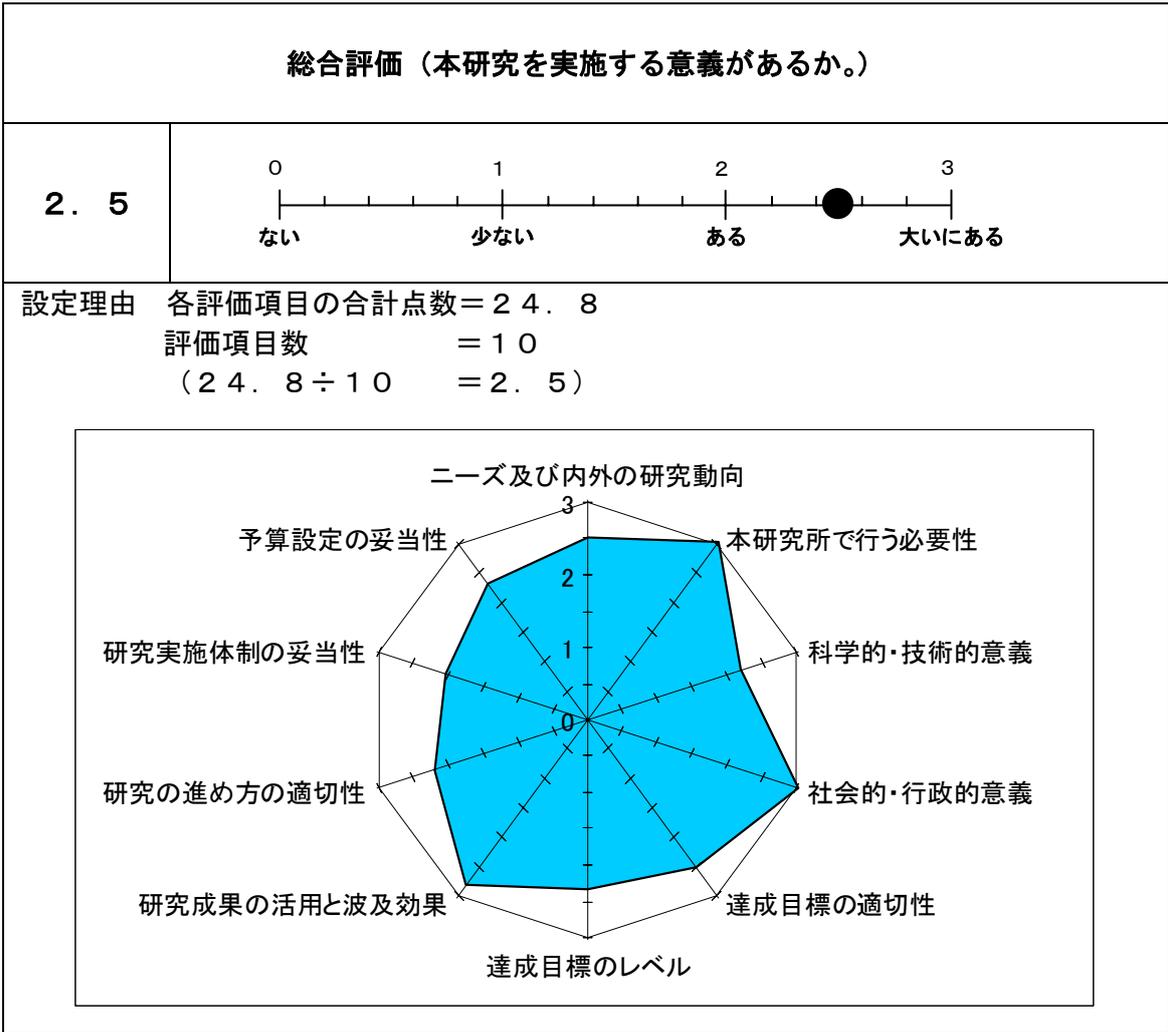
(3) 予算設定の妥当性

評価 2.3



所見

- ・既存の設備(シミュレータ)の活用と、新規開発とのバランスが良い。
- ・シミュレータの作成、改修費の予算の見積もり根拠が少し見えないので、評価が難しい。
- ・投入する予算、人員は多い程よい。



**所見**

- ・計画は妥当であり、ニーズを十分に把握している。
- ・評議員から貴重なコメントが出されているので、留意して進められるとよい。
- ・IPACGの活動と連携して、近い将来の太平洋空域の運航効率の向上に寄与することを期待したい。
- ・洋上経路の効率化、容量増等に関する理論、ルール作りはタイミングを得ており、社会的ニーズも大きいので、期待したい。
- ・成果が実際の社会に反映される可能性が高い研究なので、信頼度が高い結果を出し、積極的に提案して行ってほしい。
- ・洋上経路の最適化について様々なファクターを考慮してシステムを構築しようとしている。航空機の燃料節約や飛行時間短縮に大いに寄与すると考える。

**その他助言**

- ・洋上空域の管制間隔(縦又は横)の短縮が固定経路又は FLEX ルートの運航効率の向上にどのように寄与するかについて、現在想定されていない間隔レベルを含めて定量的な評価を行うことを期待したい。これにより、洋上空域容量を拡大する手段(縦又は横)の評価が可能になると思われる。
- ・洋上経路であることから、相手国(米国等)や外国航空会社の意見聴取も必要。IPACG等の関連国際会議で、研究の途中経過を発表し、ニーズを取り入れていく必要がある。

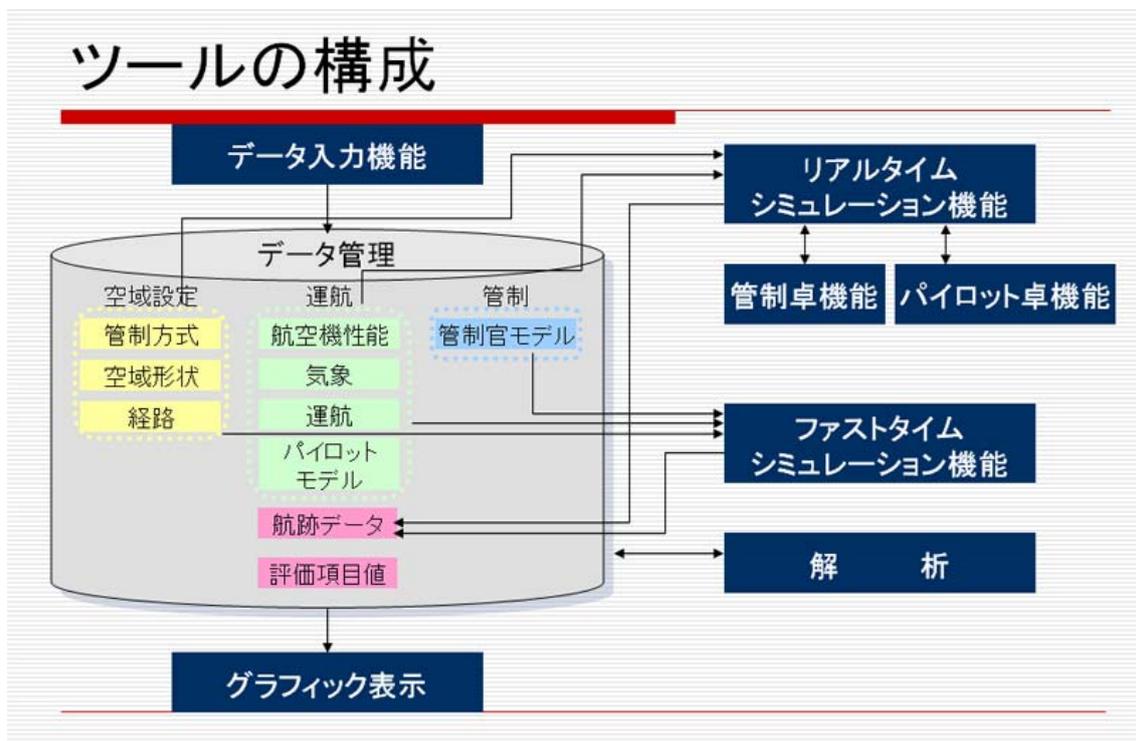
## 事前評価実施課題（その2）

- 研究課題名：ターミナル空域の評価手法に関する研究
- 実施期間：平成20年度～平成23年度 4ヶ年計画
- 研究実施主任者：岡 恵（航空交通管理領域）

### 1. 研究の背景、目的

今後も大幅な増加が見込まれる航空交通量に対応するため、羽田空港の再拡張等が行われているが、再拡張後も中型航空機を用いた多頻度運航や上空通過を含む国際需要の増加が予想されるため、ターミナルの空域、経路、管制方式等を状況に合わせて見直し、必要な空域容量を確保することが必要である。輻輳するターミナル空域の交通流をより効率的に処理するためには、空域形状、経路設定等が最適であるかどうかを評価する手法を充実させることが不可欠であるが、空域の設計は専門知識や経験則に頼る部分が多いことに加え、シミュレーションによる評価においては膨大な作業量と時間を要したり、気象等の前提条件をきめ細かく設定できないといった制約があり、短時間で最適な空域設計を行うことが困難であった。

本研究では、評価の標準化、総合的視点からの評価、評価時間の短縮等の観点から、評価指標の数値化を図る事により新しい評価手法の策定を試みるものである。



ツールのイメージ

### 2. 研究の達成目標

- ① RDP（レーダ情報処理システム）や ARTS（ターミナル管制情報処理システム）等の実際の運航データや、シミュレーションログの解析を行い、運航効率、空域容量、管制効率に係る評価項目の抽出や定義付けを行う。
- ② 各評価項目間の相関関係および評価項目と要因との因果関係の検討を行う。
- ③ シミュレーション機能を基礎とした、評価ツールを作成する。

- ④ 評価手法の策定に必要となるデータの取得、および、評価手法の検証のためにシミュレーションを実施する。

### 3. 成果の活用方策

- ① ターミナル空域の安全で効率的な運用方式の開発
- ② 運航者ニーズ、管制官ニーズのバランス良い取り込み
- ③ 行政における企画立案機能の向上・効率化

### 4. 評価結果

#### I. 研究の必要性

##### (1) ニーズ及び内外の研究動向



#### 所見

- ・社会的に予想される評価基準、変動するパラメータの定義、変動幅、変化する可能性のあるモデルなど問題設定がきわめて大事である。
- ・欧米の研究動向を調べることも必要である。
- ・混雑空域において運航効率の改善を図るためには、このような評価手法の開発が必要だと思われる。

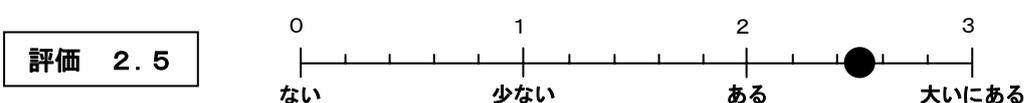
##### (2) 本研究所で行う必要性



#### 所見

- ・さまざまな情報が集約するところでの研究が必要である。
- ・関連のシミュレーション等の実績もあり、電子研での実施が必要である。

##### (3) 科学的・技術的意義

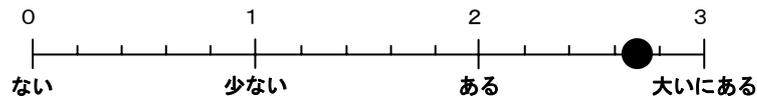


#### 所見

- ・空域設計に科学的根拠を求めている。
- ・シミュレーションモデルの Validation をどう実施するかを考えるべきである。ロバストネスの評価、Multi-disciplinary Optimization も重要である。
- ・多次元の目標をパラメータの修正により、達成するのは学問的にもむずかしい課題、それへのブレークスルーを期待したい。

(4) 社会的・行政的意義

評価 2.7



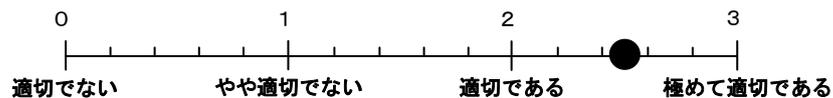
所見

- ・近い将来の空域の設計ツールとして非常に重要なので、しっかりやってほしい。

II. 研究の有効性

(1) 達成目標の適切性

評価 2.5

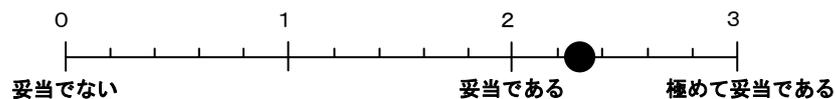


所見

- ・行政判断に利用することを説明したほうが良い。
- ・目標は理解できるが、目標をもっと具体的に設定したほうが良い。(例) 関連の表現の仕方、この成果の利用法(目標実現のフィードバックに使うかどうかなど)

(2) 達成目標のレベル

評価 2.3

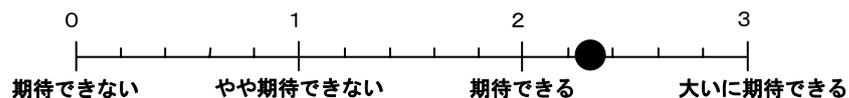


所見

- ・目標と成果の活用を解り易く説明することをお願いしたい。

(3) 研究成果の活用と波及効果

評価 2.3



所見

- ・今後の空域再編に活用できる。

III. 研究の効率性

(1) 研究の進め方の適切性

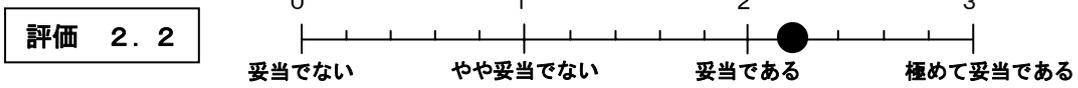
評価 2.0



所見

- ・是非、成功していただきたい。
- ・研究計画がまだ抽象的であり、成果まで具体的に見越した上で、具体的な計画を早い段階で作るべきである。
- ・リアルタイムシミュレーションについては、もっと充実を図る必要がある。

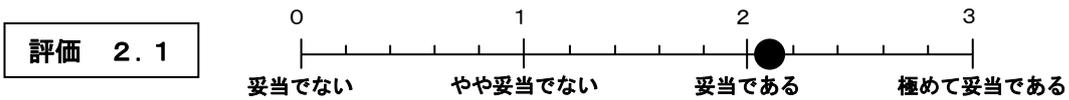
(2) 研究実施体制の妥当性



所見

- ・蓄積と経験の活用が計画されているようである。

(3) 予算設定の妥当性



所見

- ・多々益々便ず。

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 = 24.1 評価項目数 = 10 (24.1 ÷ 10 = 2.4)	

<p>所見</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・説明を受けて理解できた。</li> <li>・「科学的手法を求める」というのもありますが、より社会に訴える言葉も使われて、解りやすくすることも重要と思える。</li> <li>・大学(特に学生)を参加させると、意欲が出る課題であると考える。</li> <li>・関東空域などの混雑空域でさらに空域容量を拡大するためには、運航者/管制機関/環境問題等の中でバランスをとる必要があるので、時宜を得たテーマで成果を期待する。</li> <li>・ターミナル空域の客観的評価手法はこれまでにないので、期待できる。</li> <li>・評価ツールを作るだけでなく、その先にそれをどう使うかを十分考えた上で、研究計画を立ててほしい。Full scale のシミュレータとの整合性を必ず取ること。</li> <li>・ターミナル空域における航空交通の安全、効率を評価するシステムの開発を目指している。どうやって最適化を行うのか(たとえばターミナルのルートのネットワーク形状の最適化)について、コンピュータのアドバンテージを生かした革新的研究を行ってほしい。</li> </ul>
--

<p>その他助言</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ターミナル空域エンルート空域は密接な関係があるので、エンルート部分との関係も研究することが必要。ターミナル空域にもいくつかの種類があるので、その実態を考慮する必要がある。</li> </ul>
---

### 事前評価実施課題（その3）

○研究課題名：GNSS 精密進入における安全性解析とリスク管理技術の開発

○実施期間：平成20年度～平成23年度 4ヶ年計画

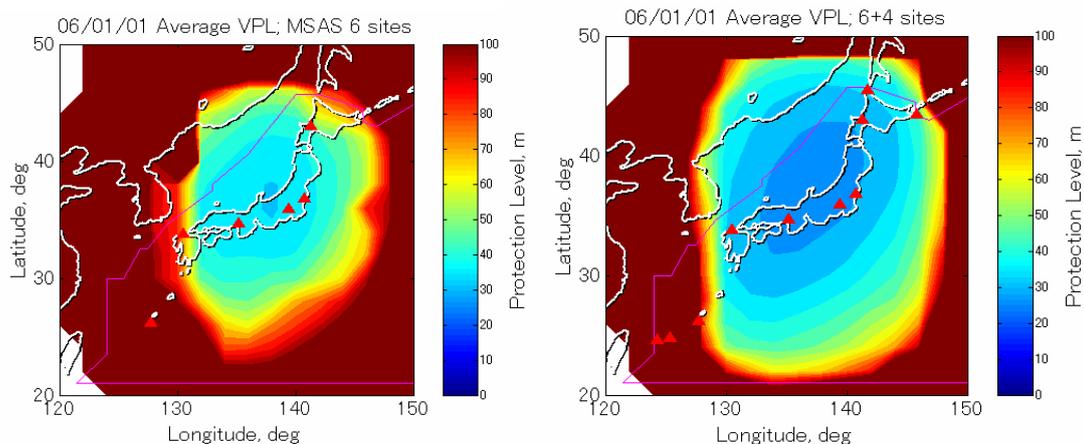
○研究実施主任者：藤井 直樹（通信・航法・監視領域）

#### 1. 研究の背景、目的

ICAOにおいて全ての運航フェーズにおけるGNSSへの期待が高まっているが、GNSSを使用した精密進入としては、SBASでは米国がAPV-Iのサービスを開始し、GBASは2008年頃から米国のメンフィス空港およびオーストラリアのシドニー空港においてCAT-I運用を計画している。また、ドイツ、スペインにおいても2009年からの運用に向けての作業が進んでいる。

日本でもMSASの運用が2007年秋から開始される予定であるが、垂直誘導機能が十分ではないため、今のところ精密進入には使用できない。またGNSSでは、精密進入のシステムが誤った情報を出力する確率が $10^{-7} \sim 10^{-9}$ 乗という極めて小さな値以下にすることを国際標準で定めているが、リスク管理手法が完全には確立されていないため、精密進入におけるGNSSの適用を困難にしている。

本研究では、従来の安全性を担保しながら、日本周辺空域に適したMSASの補強アルゴリズムを開発することと、GBASにおいて安全性の証明に必要なリスク因子を明らかにそのリスクを管理する手法を開発することを目的とする。



VPL のイメージ（左図：基準局が6局 右図：基準局が10局）

#### 2. 研究の達成目標

- ①MSASによる精密進入の実用化に必要な垂直保護レベルが35m以下の割合を、南西諸島などを除いて99%以上になるような補強アルゴリズム等を開発する。
- ②CAT-III GBASに必要なリスクを $10^{-9}$ 以下に管理する手法を開発する。

#### 3. 成果の活用方策

- ①電離層推定アルゴリズム改良によるリスク推定の適正化と利用率の向上によって、MSASが精密進入に使用できるようになる。
- ②GBASシステムの安全性解析法の確立とリスク低減法の提案を行うことにより、GBASの実用化が図られ、GNSSを用いた精密進入システムが実現でき、高精度のRNP進入および滑走路に対する双方向進入が可能となる。
- ③セグメント・アプローチ、カーブド・アプローチなどが可能となり、着陸進入時の

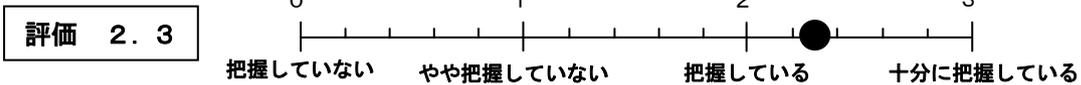
安全性・効率性が向上するとともに空港の容量が増大する。

④開発した安全管理手法は今後の航空における ATM、CNS 領域の安全性解析の指針となる。

#### 4. 評価結果

##### I. 研究の必要性

###### (1) ニーズ及び内外の研究動向



##### 所見

- ・リスクの把握が重要なので抜けがないようにしてほしい。
- ・GNSS の電離層問題について国際比較すると、内外での開発段階の差異を理解し易いと思われる。

###### (2) 本研究所で行う必要性



##### 所見

- ・従来からの実績、装置が十分であり、他では出来ない。
- ・やらざるをえない。

###### (3) 科学的・技術的意義



##### 所見

- ・電離層現象のモデル化が科学的進歩をもたらすとはいえないが、アプローチに技術的意義は十分認められる。
- ・監視アルゴリズムに新規性があるとのこと、詳細は不明。

###### (4) 社会的・行政的意義



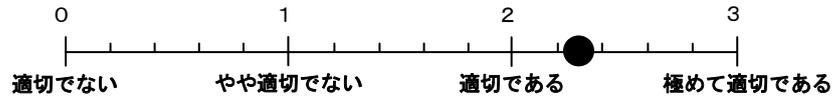
##### 所見

- ・実用につながる研究である。

## II. 研究の有効性

### (1) 達成目標の適切性

評価 2.3

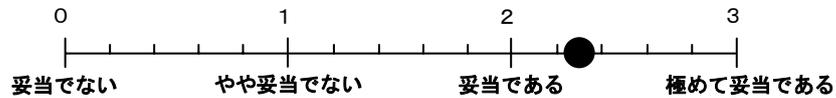


#### 所見

- ・ 数値目標があることは評価できる。
- ・ 精密進入時の最終段階は、航空機にとってシビアな状況であるので、安全性については過大に考える必要がある。
- ・ 高望みの感がある。

### (2) 達成目標のレベル

評価 2.3

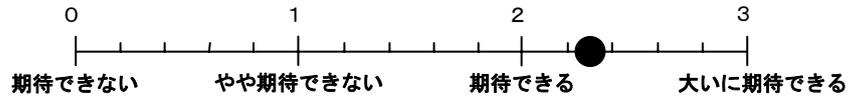


#### 所見

(なし)

### (3) 研究成果の活用と波及効果

評価 2.3



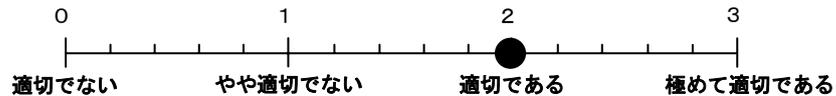
#### 所見

- ・ 期待したい。

## III. 研究の効率性

### (1) 研究の進め方の適切性

評価 2.0

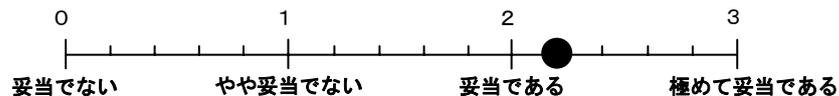


#### 所見

- ・ 欧米等では、すでに実用段階に入っているのので、研究を急ぐことも必要ではないか。
- ・ GNSS 研究の進展を受けて、SBAS と GBAS を統一的に扱うことは、有益だと思う。

### (2) 研究実施体制の妥当性

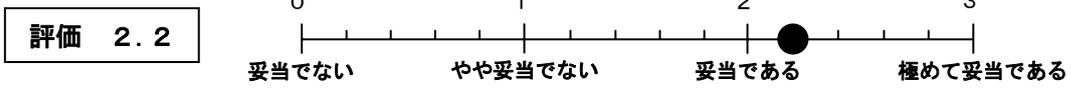
評価 2.2



#### 所見

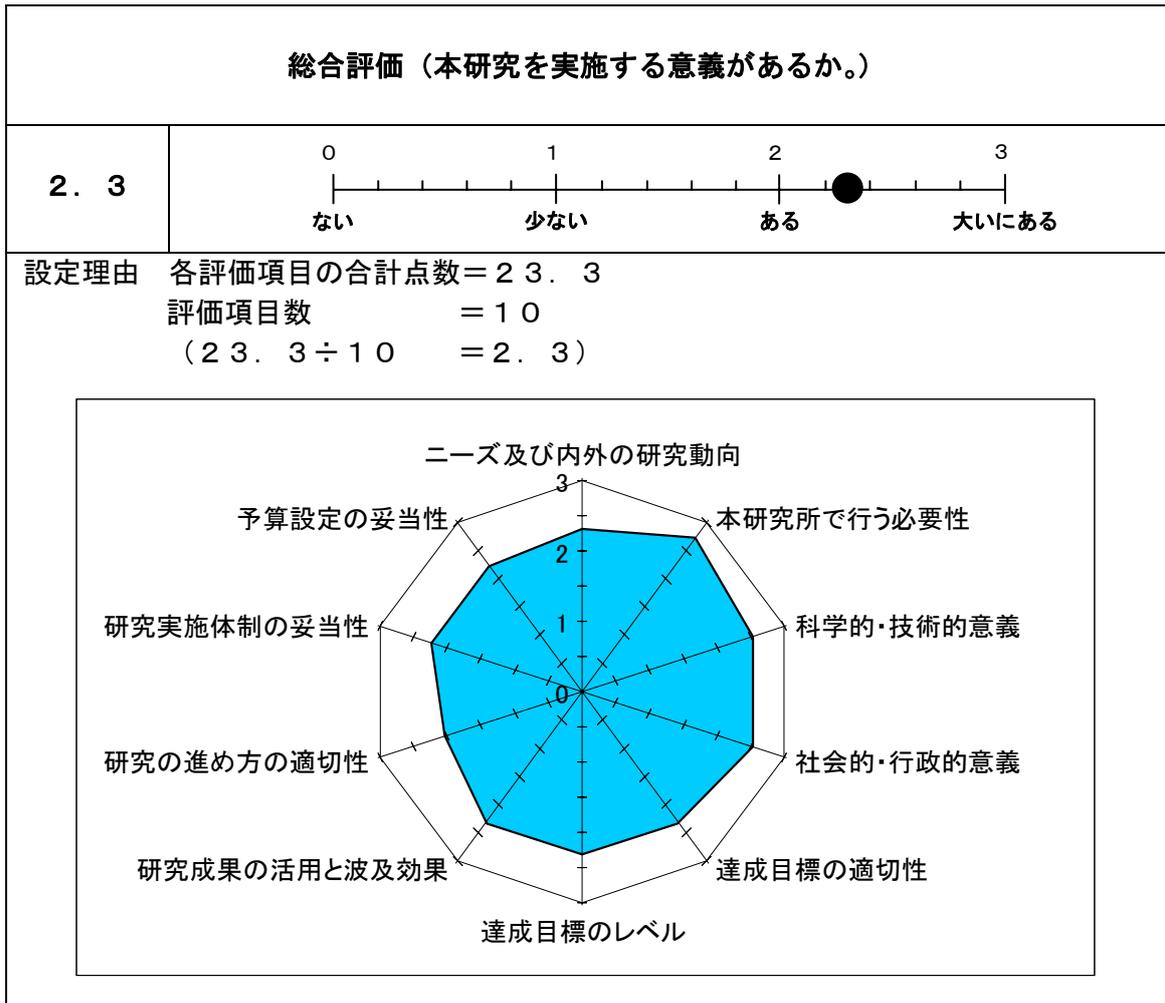
(なし)

(3) 予算設定の妥当性



所見

- ・評価がむずかしい。



**所見**

- ・ 評議員から基本に関するコメントが出されたが、本質的な問題なので、十分に意識して進められることをお願いしたい。
- ・ 国際標準である GNSS を我が国が適時適切に導入するためには、本研究の進捗が不可欠であるので、スピード感を持って対応を期待する。
- ・ 安全性と効率性は相反することもあるが、両方をバランスよく向上できれば、ATM 分野への貢献に役立つ。
- ・ 数値目標がはっきり出されているので、それを目指すべく進めてほしい。
- ・ GNSS 精密進入における Integrity が達成可能かという問題が大きい。GNSS による CAT III (GBAS) の可能性を追求するために貴重な研究と考えられる。

事前評価実施課題（その4）

- 研究課題名：電波特性の監視に関する研究
- 実施期間：平成20年度～平成22年度 3ヶ年計画
- 研究実施主任者：田嶋 裕久（機上技術等領域）

1. 研究の背景、目的

電波伝搬において、広開口のアンテナからの出力は、アンテナ近傍領域と遠方領域でアンテナパターンの違いにより、近傍のアンテナを用いて監視した場合の電波特性と遠方における実電波特性とは、違いが生ずる。例えば ILS GP では、近傍のモニタアンテナにより監視した場合、近接効果により遠方の特性と異なる他、地面の乾湿、凹凸及び積雪等にも依存する。一般的に遠方の実電波特性を近傍のアンテナにより監視し、電波特性を解析することは複雑で難しい上、一般の通信ではアンテナパターンの違いが問題になることはないため、今までこのような研究は十分に行われていないのが現状である。

本研究では、従来近傍のプローブアンテナを機械的にスキャンして収集したデータからオフライン処理して得られる遠方のパターンを、リアルタイムで行う技術を開発することを目的としている。

2. 研究の達成目標

- ①地面構造・環境を考慮した近傍モニタのシミュレーションプログラムの開発。
- ②モニタの変動の原因となる反射面の診断ができる誘電率測定装置の開発。
- ③遠方特性を高い相関係数で推定できる近傍モニタ技術の開発。

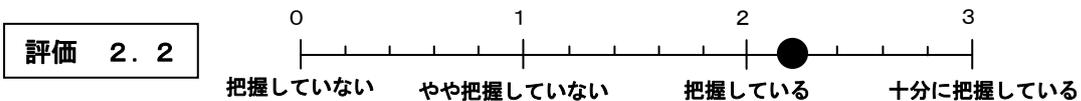
3. 成果の活用方策

- ①ILS GP の周辺環境によるモニタ特性劣化の分析及び安定性の向上が図れる。
- ②誘電率測定が出来ることにより反射特性の推定精度を向上できる。
- ③ILS GP の近傍モニタの性能向上に利用できる。
- ④ILS GP の稼働率、信頼性の向上及び飛行検査業務等の高能率化を図ることができる。

4. 評価結果

I. 研究の必要性

(1) ニーズ及び内外の研究動向



所見

- ・外国の動向把握が欠けている。

(2) 本研究所で行う必要性

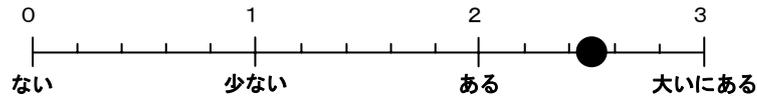


所見

- ・ILS-GP の運用評価、積雪対策に関する長年の蓄積を活かすことができる。

(3) 科学的・技術的意義

評価 2.5

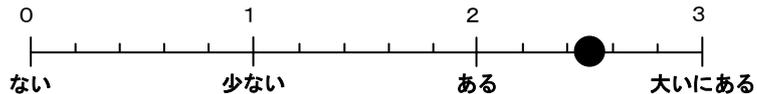


所見

- ・近傍の電波特性はこれまでの研究は少なく、新しい知見が得られる可能性あり。

(4) 社会的・行政的意義

評価 2.5



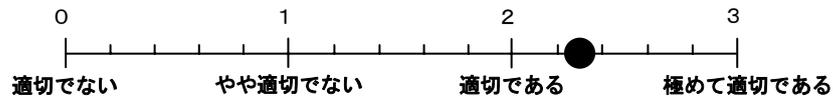
所見

- ・ ILS などの健全性のモニタとして社会的応用、可能性大きい。
- ・ ILS GP の信頼性、確実性に貢献でき、有益性がある。
- ・ 積雪量の多い地域における ILS 運用の安定化を実現し、「空港運用の高質化」という行政課題の実現に寄与する。

II. 研究の有効性

(1) 達成目標の適切性

評価 2.3

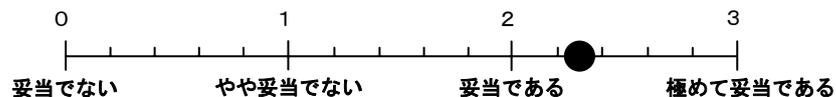


所見

- ・特に短期間に成果を出すよう計画されていると考える。
- ・もう少し具体的な目標がほしい。

(2) 達成目標のレベル

評価 2.3

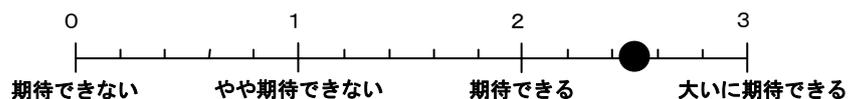


所見

(なし)

(3) 研究成果の活用と波及効果

評価 2.5



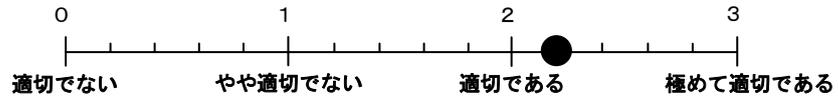
所見

- ・導入(活用)を想定した課題設定となっている。
- ・成果をすぐにも実用に供する道が見えているので、信頼性のある成果を期待する。

Ⅲ. 研究の効率性

(4) 研究の進め方の適切性

評価 2.2



所見  
(なし)

(5) 研究実施体制の妥当性

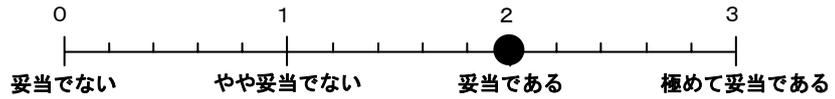
評価 2.2



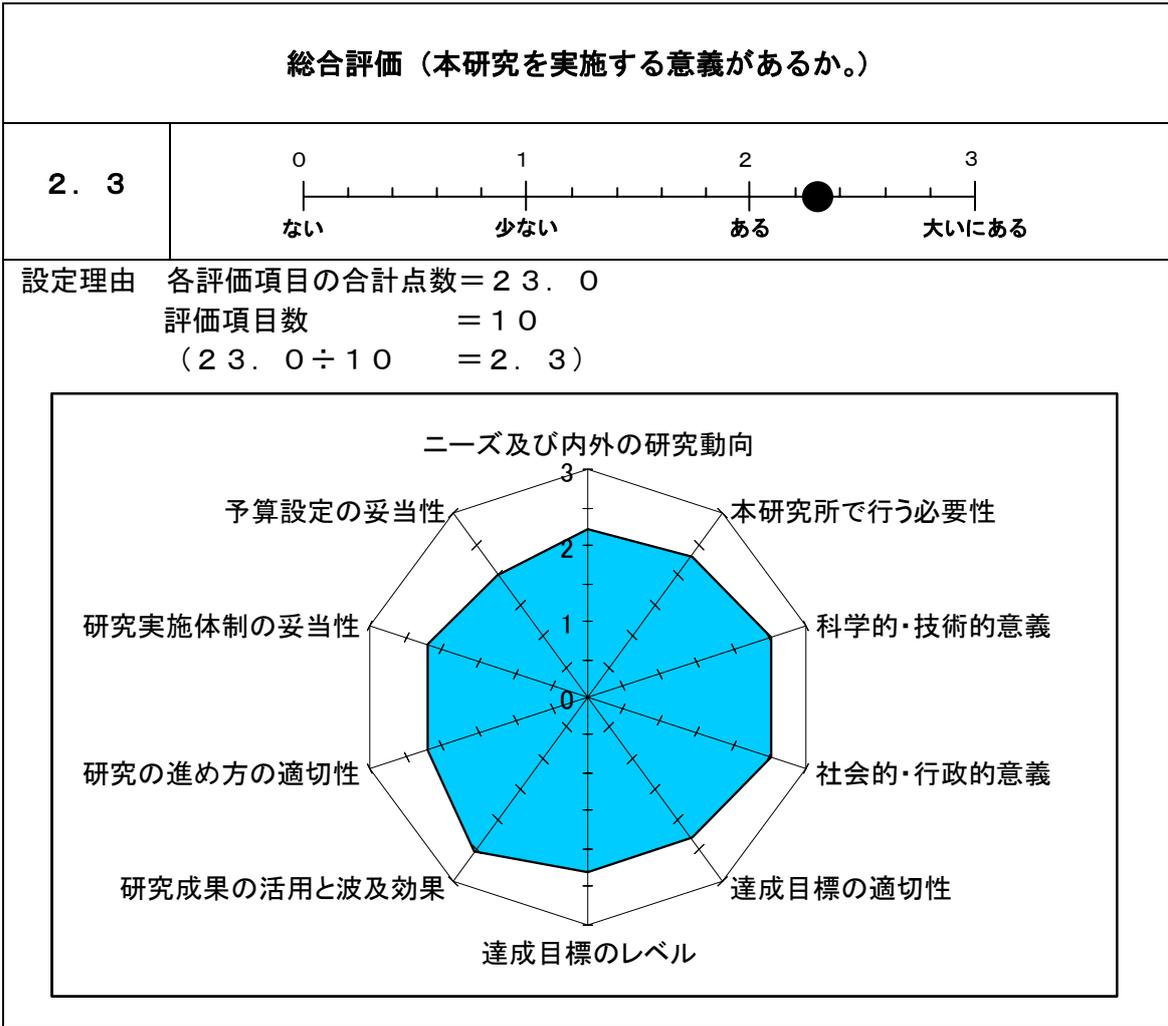
所見  
(なし)

(3) 予算設定の妥当性

評価 2.0



所見  
(なし)



**所見**

- ・コンパクトな研究に見られるが、研究所の実力が発揮できるテーマであり、結果を期待している。
- ・高カテゴリーILSは中長期的な使用が想定されるので、本研究の成果が実用化につながることを期待される。
- ・ILSの信頼性向上のニーズは大きいので、実施する意義はある。
- ・非常に実用的な研究で、科学的にも興味深い面もあるので、実験と理論的解析(種々のモデル化含む)を複合して、信頼性の高い成果を期待したい。
- ・ILS GPのニアフィールドモニタの精度向上に有効な研究であり、ILSの完全性と連続性向上に貢献できる。

**その他助言**

- ・海外の研究動向を調査することも重要である。今後、実用機器を製作するであろう関係メーカーの意見収集も考慮してほしい。