



平成 30 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 31 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 30 年度に終了する重点研究課題（1 件）
 - ① 陸域における UPR に対応した空域編成の研究（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 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（中間）
- (3) 平成 31 年度に開始する重点研究課題（1 件）
 - ① 滑走路異物監視システム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 31 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 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:陸域におけるUPRに対応した空域編成の研究

○実施期間:平成27年度～平成30年度 4カ年計画

○研究実施主任者:蔭山 康太(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

航空需要の増加により現行運用の限界が予想されるが、国土交通省では空域の抜本的再編により業務負荷低減などを図り、管制処理能力の向上を計画している。一方、陸域（レーダ空域）へのUPR(User Preferred Route)の導入により飛行の効率などの向上が期待されているところである。このため、UPR導入を考慮した我が国の陸域への空域編成の実現が不可欠である。

(2) 研究の目的

①科学的・技術的意義（独創性、革新性、先導性）

気象条件を考慮した飛行経路の検討の先行例は存在する一方、空域や航空管制の運用までを対象とした包括的な検討例は存在せず先導性は高い。

②社会的・行政的意義（実用性、有益性）

効率の良い飛行を運航者に提供することで燃料消費の削減が可能となる点は社会的意義を、航空管制機関による安全で円滑な交通流の形成に寄与できる点は行政的意義を有する。

2. 研究の達成目標

(1) 陸域へのUPR展開のための要件を明確化する。

(2) 空域編成による陸域へのUPR導入への対応の可能性をシミュレーションで明らかにする。空域編成の意思決定支援手法を具現化する。

3. 目標達成度

(1) 特性要因図により陸域へのUPR展開のための要件の項目出しを行った。また、経路方向や経路構成の変更頻度が便益に与える影響を明らかにした。

(2) シミュレーション・モデルを作成し、シミュレーション中の発生イベントにより航空管制作業量を推定する道筋が得られた。

(3) 空域編成の算出の道筋が得られた。

4. 成果の活用方策

(1) 陸域UPR運用における指針の材料が得られた。

(2) 様々な経路構成の変化が航空管制作業量に与える影響の予測が期待できる。

(3) 手法の適用により効率的な空域編成が期待できる。

5. 成果の公表等

(1) これまでの公表等

- ・ ICAS、AIAA MST (3件)
- ・ APISAT
- ・ European Conference on Operational Research
- ・ International Symposium on Mathematical Programming
- ・ 飛行機シンポジウム (4件)
- ・ 日本オペレーションズ・リサーチ学会研究発表会

- ・ Aviation Weather Symposium, (シンガポール) ,
- ・ ENR-ATMRI Joint Seminar
- ・ AirTop User Conference
- ・ 国土交通省 CARATS ATM WG

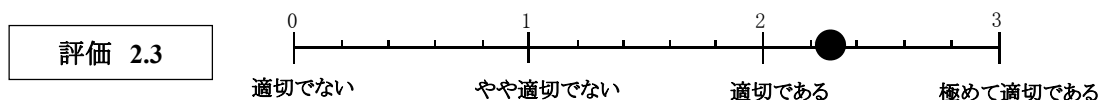
(2) 今後の公表予定

- ・ 蔭山、伊豆永、鶴飼、猿渡、「空域編成問題に対する Normalized-cut を用いた近似解法」、日本オペレーションズ・リサーチ学会 2019 年春季研究発表会、平成 31 年 3 月 14～15 日
- ・ 中村、AIAA Aviation Forum, “A Study on a Flexible Track System based on Long-term Weather Data”, 2019 年 6 月 17 日～21 日 (予定)

6. 評価結果

I. 研究の効率性

(1) 研究の進め方の適切性



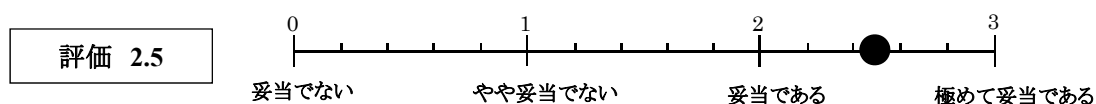
【所見】

- ・ 「UPR」「空域編成」というキーワードと「効率の向上」という目標の間が十分整理されていないように感じる。無理にシミュレーション評価を行うより管制負荷を含めて考察に時間をかけた方がよいと思える。
- ・ 空域の有効利用を図るため、UPR による便益の予測を行い、シミュレーションによる空域容量の推定を行うなど、研究の進め方は適切であった。
- ・ 計画通りに進められており、適切であったと評価できる。

【電子航法研究所の対応】

本研究で得られた UPR や空域編成に関する知見を今後の研究に活用していきます。

(2) 研究実施体制の妥当性



【所見】

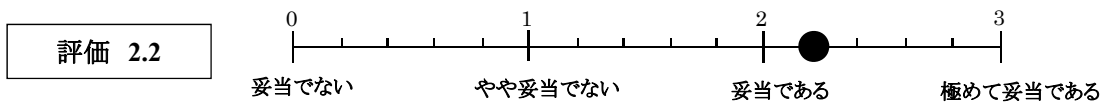
- ・ シミュレーション手法の維持の点では妥当と思える。
- ・ 公募研究を行うなど外部機関との連携は妥当であった。
- ・ 限られた人員及び予算の中で、適切な研究体制を構築したと考えられる。また、公募研究により外部機関との連携を図るなどの措置をとっており、適切な役割分担であったと評価できる。

【電子航法研究所の対応】

公募研究については、学術的・実用性の両方の面から今後の進展が期待できそうなために重点研究「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」で継続

を予定します。

(3) 予算設定の妥当性



【所見】

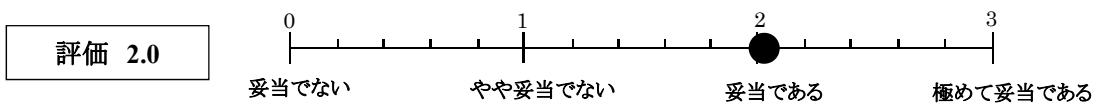
- ・ シミュレーションへの支出が中心となっているが、それで十分なのか一考されたい。
- ・ 費用の削減の努力を行うなど、予算内での研究がなされた。
- ・ 研究内容からすると、やや少ないと感じられるものの妥当な範囲である。

【電子航法研究所の対応】

研究費を最大限に活用できるように留意していきます。

II. 研究の効率性

(1) 研究目標の達成度



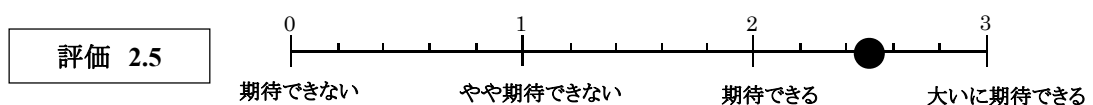
【所見】

- ・ 本研究課題を扱うために、何か重要な概念が不足しているようだ。それを探すところの価値は高い。
- ・ 実現に向けて更に取り組むべき課題が抽出された。
- ・ 空域構成の意思決定に資する研究がおこなわれた。
- ・ 所期の目標をほぼ達成しており、妥当であると判断できる。

【電子航法研究所の対応】

本研究で対象といたしました空域編成および URP に代表される飛行経路の最適化は、航空交通管理の研究において引き続き重要な課題となります。概念の見直しを含めて、引き続き検討を進めていきたいと思っております。

(2) 研究成果の活用と波及効果



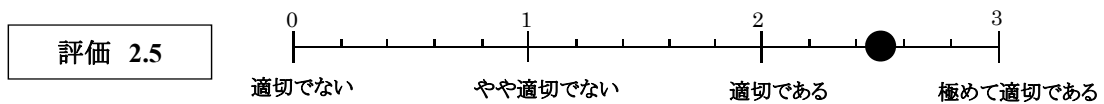
【所見】

- ・ 成果を活用する場はあるので期待している。
- ・ CARATS の ATM 分野の議論のベースになりうる
- ・ 今後の空域構成にあり方に影響を与える研究であった。
- ・ UPR の有効性を示したことは評価できるが、効果の定量的評価を推定できればさらに波及効果が大きいと考える。今後の発展に期待する。

【電子航法研究所の対応】

UPR の効果の定量的評価について、他の研究で引き続き検討を進める予定です。

(3) 研究成果の公表



【所見】

- ・ AI 的な手法、複雑系への取組、ランダムネスの取扱いなどインスピレーションを得ることができる国際会議へ参加（論文は出さなくてもよい）することで、何々を吸収してみたらと思うのだが…。
- ・ 航空局の CARATS/ATM 検討 WG 等への成果の共有がなされた。
- ・ 関連する主要学会で多くの成果を発表しており、適切であると判断できる。学術雑誌への投稿を期待したい。
- ・ 査読付き論文が欲しい。

【電子航法研究所の対応】

様々な分野における先端的な研究を調査し、航空交通管理の研究に取り込むことを心掛けます。また、UPR の効果などについて学術雑誌などへの投稿を視野に入れて研究を継続していきます。

(4) ポテンシャルの向上

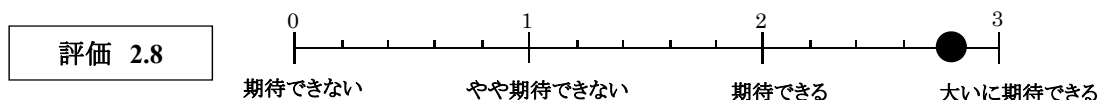


【所見】

- ・ 苦労しつつ経験を積んでいる。
- ・ 若手研究員の活用を評価する。
- ・ 空域容量の拡大のための新しい手法は今後の類似研究に大いに貢献が期待できる。
- ・ 新たなシミュレーション法や数理計画法の技術を取得したことは、研究所のポテンシャル向上に大いに貢献した。

【電子航法研究所の対応】

シミュレーション手法や数理計画法など、本研究で得られた知見を他の研究で活用していきます。

(5) 新たなシーズの創出**【所見】**

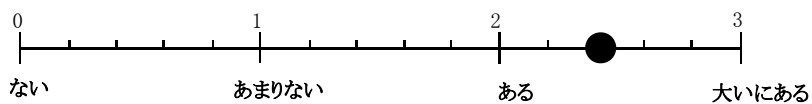
- ・ 従来のスタイルに、視点を加える事で、何かが見えだすことがあります。これが次のステップに続きますので頑張って下さい。
- ・ 今回の検討の価値があることを示すことができたところである。今後実用のためのブラッシュアップ、絞りこみ等発展を期待する。
- ・ 本邦のように狭い空域における UPR による便益の予測は更に研究の継続が必要である。
- ・ この研究により新たな技術課題が明確にされた。これにより、新たなシーズの創出に期待できる。

【電子航法研究所の対応】

本研究では、UPR や空域編成など、今後の航空交通管理の発展に不可欠な項目を検討し、知見や今後の課題を得ることができました。本研究の成果を活用して航空交通管理の研究を促進していきます。

総合評価(本研究を実施した意義があるか)

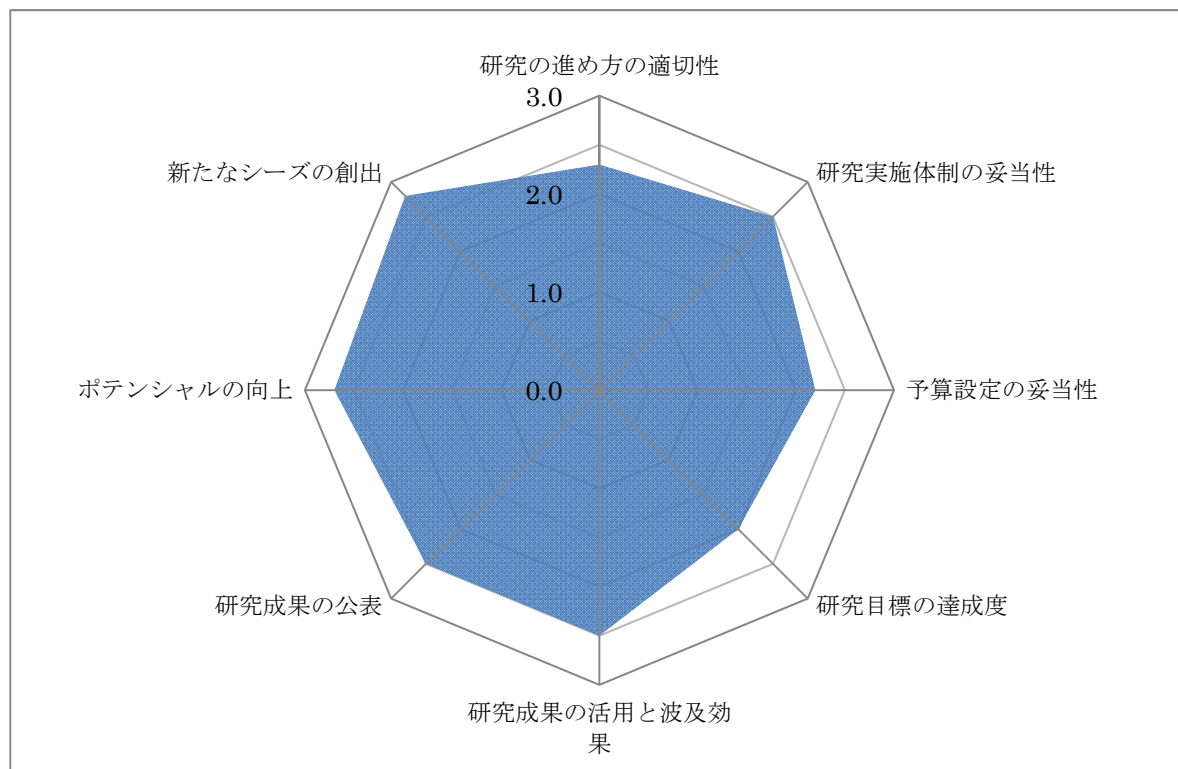
2.4



設定理由 各評価項目の合計点数 = 19.5

評価項目数 = 8

$$(19.5 \div 8 = 2.4)$$



【所見】

- ・ 欧州等で CDO,UPR(FRA)導入が進む中、我が国においても導入に向け課題の整理、解決が必要であるところ、本研究及び後継研究が、その道を開いてくれることを期待する。
- ・ 本邦のように南北に長い陸域における UPR は、すでに部分的に導入が進められている洋上空域 UPR とは異なる特性が多い。USER サイドの燃料消費削減、飛行時間の短縮は航空管制官の業務負荷増も予想される。本研究が今後計画されている本邦の空域容量拡大のための空域再編計画に資することを期待致します。
- ・ 有意義な研究を行ったと高く評価でききる。また、学術的にも価値のある幾つかの技術を導入して、新しい知見をえることができたことも注目し値する。本研究成果を踏まえた UPR の実現を大いに期待したい。
- ・ 最適化シミュレーションのレベルが高いものではなく、平易な簡単な問題である。研究として意義はあるので、研究所レベル現実的なシチュエーションでの研究へ発展させていくことを希望する。

【電子航法研究所の対応】

空域編成の研究を進展させ、より現実的な問題への対応を可能にする予定です。

【その他、ご助言】

- ・ 本来、各機器毎各フライト毎に、気象の誤差を考慮する必要があり、全フライトを含めた最適化が必要。ただし、便益の大きさと負荷との比較からどこまでの最適化が必要なのかを変化させることも検討頂きたい。目的関数、制約条件等の検討機種の違い、高度の違いへの対応も期待する。最終的には空港内の最適化ともつながりを期待する。
- ・ 航空需要の増に対応するために我が国における高高度空域の再編が計画されていく中で空域シミュレーション等の知見を生かした本研究が、UPR に対応した空域構成の実現に資することを期待します。

【電子航法研究所の対応】

UPR に対応した空域編成の実現に資するため、今後の研究を進めていきます。

中間評価実施課題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 ヶ年計画

○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) ニーズ及び内外の研究動向

運航の安全性と効率性を向上するため、ICAO では、運航に関する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。しかし、運用環境によって、各 SWIM システムの構造と採用された技術の仕様が必ずしも同じとは限らないので、今後、各 SWIM 間の情報交換とサービス連携などの課題について解決していく必要がある。

(2) 研究の目的

本研究は、異種 SWIM 間で、シームレスな情報共有に関する技術の研究開発を行い、我が国や地域における将来の航空交通情報システムの円滑かつ効率的な構築に資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)

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、サービス要件に応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. 目標達成度

- (1) 国際実証実験用のシステムを開発し、SWIM 構築技術の評価と課題の抽出を実施した。
- (2) 所内の監視データを利用して、監視情報ドメインを構築し、データ変換モデルを提案した。
- (3) FF-ICE/1 検証実験の実施により、メッセージモデルの開発や評価などを行った。
- (4) 所内の AeroMACS 基盤を利用して、空地接続実験により、情報交換技術を提案した。
- (5) 標準情報交換モデルに基づいた地上システム間の連携モデルを開発した。
- (6) 空地統合 SWIM 実証実験により、異種サービス連携技術を提案し、評価を行った。

4. 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られる。

5. 成果の公表等

(1) これまでの公表等

- ・ ICAO 関連会議 5 件
- ・ CARATS 関連会議 4 件
- ・ IEEE 等国際学会 5 件
- ・ 国際連携実験 4 件
- ・ 国内研究会 8 件
- ・ 電子情報通信学会等論文誌 6 件
- ・ 海外との技術交流会 4 件
- ・ 電子航法研究所発表会，出前講座等 4 件

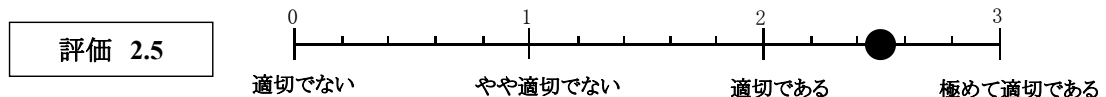
(2) 今後の公表予定

- ・ IEEE 国際会議 1 件
- ・ ICAO SWIM TF/3 1 件

6. 評価結果

I. 研究の有効性

(1) 研究の進捗状況



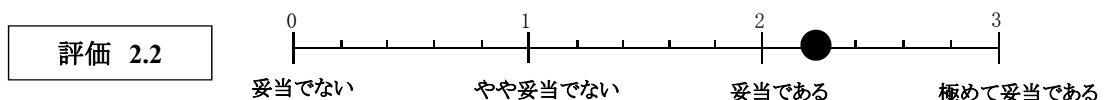
【所見】

- ・ 共通モデルを実現するための研究は易しくありません。モデルを評価するためには、動的な例題が必要であり、それが十分に説明されていないようです。
- ・ 開発したモデルを用いての空地情報交換技術等を提案するなど、中間研究目標を達成している。
- ・ 中間目標をほぼ達成できており、進捗状況は良好であると判断される。また、本研究成果が CARATS での SWIM 施策の決定に寄与したことは特筆すべきである。

【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うとともに、今後の実証実験において動的な例題を導くように研究を進めていきます。

(2) 目標達成の見込み



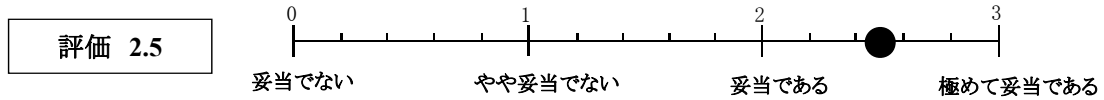
【所見】

- ・ 通信のモデルの発展は、ネットワーク管理やプロビジョニングのための機能を共通モデルに含めることが可能かを論じたことが糸口になりました。具体的に論じることが次ぎの目標を生みます。
- ・ アジア太平洋地域に適用できる SWIM 基盤の構築について、これまでの研究成果を生かしての目標達成が大いに期待できる。
- ・ これまでの研究成果と経験を生かせば、所期の目的は十分達成できると判断できる。

【電子航法研究所の対応】

本研究目標の確実な達成に努めるとともに、具体的に論じた内容で、引き続き研究を進めていきます。

(3) 研究成果の公表



【所見】

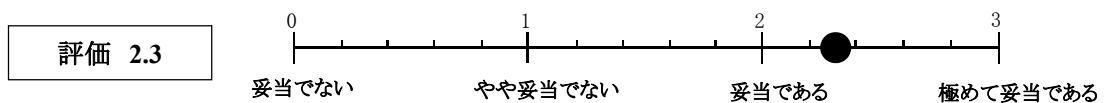
- ・ 具体的に示されておりませんが、モデルからは論文を書くのは苦勞します。あまり件数にこだわる研究テーマではないと思います。
- ・ ICAO 関連会議等への報告、CARATS・WG への報告等、公表は適切に行われている。
- ・ 関連する国際会議などで積極的な成果の発表をおこなっており、極めて適切であると評価できる。

【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



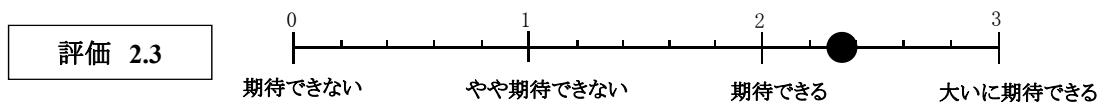
【所見】

- ・ 各国を知ることは重要で、これが適切に行われている。
- ・ ICAO 会議を中心とした SWIM コンセプトの国際連携実験、国際技術動向を把握しながら研究が進められており、研究の進め方は適切である。
- ・ ほぼ年次計画通りに研究が進められており、その手法も含めて適切である。

【電子航法研究所の対応】

引き続き、国際連携を強化するとともに、研究開発を進めていきます。

(2) 研究実施体制の妥当性



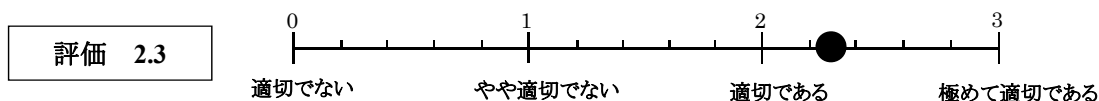
【所見】

- ・ 若手研究者を育てにくいテーマと思われませんが、若手でしかできない発想もありますから、是非育てて下さい。
- ・ 少ない人数で努力されている。
- ・ 航空局、研究機関との連携が図られている。
- ・ ENRI の研究者が中心となって進める研究ではあるが、航空局や企業、国内外の研究機関とも適切な連携をとっており、良好な研究体制を構築していると言える。

【電子航法研究所の対応】

外部との連携を拡大させるとともに、若手研究者の育成も努めます。

(3) 予算設定の妥当性



【所見】

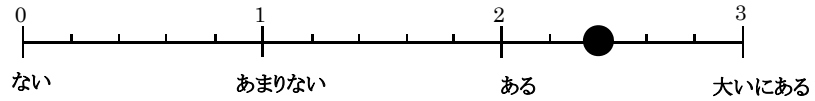
- ・ 何をインプリメントするのが重要です。デモは意味なくテーマとなる部分を実装すべきだと思います。
- ・ 国際連携実験システムの開発や実証実験の実施等予算内で研究が進められている。
- ・ 研究内容や作業量からはやや少ないと感じられなくも無いが、予算の最適活用法に努力しており、妥当である。

【電子航法研究所の対応】

引き続き、予算の最適活用に努めるとともに、企業と連携して実際の開発を進めていきます。

総合評価（本研究を継続する意義があるか）

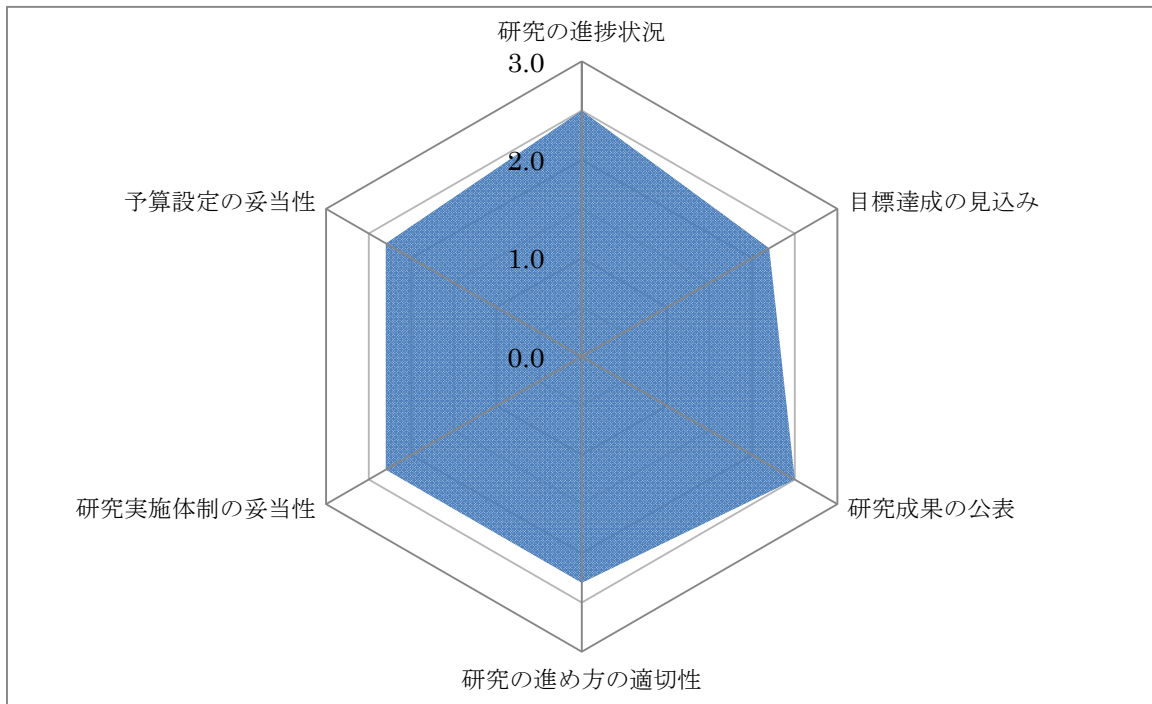
2.4



設定理由 各評価項目の合計点数 = 14.1

評価項目数 = 6

$$(14.1 \div 6 \approx 2.4)$$



【所見】

- ・ SWIM グローバルデモンストレーション等への我が国としての対応は、研究的には地味な活動には見えるものの、継続的に対応していくべき課題であり、それを続けていることを評価したい。
- ・ 本研究の成果は既に CARATS における情報共有基盤の早期導入の意思決定に寄与されている。また、開発したモデルを用いての空地情報交換技術等を提案するなど、中間研究目標を達成している。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。
- ・ ENRI でしかできない、大いに意義のある研究である。今後も継続して研究を続けるべきであると判断される。また、その成果に大いに期待したい。ただし、情報セキュリティに関してはもう少し慎重に検討してもよいと思われる。
- ・ ENRI が主導すべき重要な研究である。NEXTGEN、SEASAR との連携をはかること。

【電子航法研究所の対応】

引き続き、内部・外部と連携しながら情報セキュリティを含め、安全な情報共有基盤の構築について慎重に検討します。

【その他、ご助言】

- ・ SWIM の検討は、しばらく続くのではないですか？だとしたら、当面のデモを実装するより、SWIM で新たに実現できることを1～2例実装すると実感が得られ、次に続けられると思うのですが、私の経験から述べました。
- ・ 何を標準とするのか、もしくは認証などの工夫も含めてアジアの中心としての出力を期待する。何を解決するためにこれが有用なのか、それを示す研究が必要（欲しい）。
- ・ 研究は概ね予定通り進捗しているとの報告ですが、研究を進めていく中で、アジア地域においては地域格差が大きく、十分なグローバルな情報共有基盤が構築されていない地域もあり、効率的な運航が妨げられている。研究を進めていく中で、これらの地域のため、当研究所が中心的役割をとり、安全で効率的な運航が出来る情報基盤構築のための更なる提案を期待します。

【電子航法研究所の対応】

ご助言をもとに、SWIM に基づいた新たな運用方式の実現について検討するとともに、アジア太平洋地域に適用できる情報共有基盤の提案を目指します。

事前評価実施課題③

○研究課題名:滑走路異物監視システムの高度化に関する研究

○実施期間:平成31年度～平成33年度 3ヶ年計画

○研究実施主任者:ニッ森 俊一(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)ニーズ及び内外の研究動向

2000年に仏国シャルルドゴール空港で発生した、直前に離陸した航空機から脱落した金属片を原因とするコンコルドの事故以来、滑走路等上の異物(FOD)は非常に重要な空港安全の課題の一つとして認識が高まっている。また、バードストライクなどの突発的な事象は、異物の除去や滑走路の安全確認までに多大な手間と点検時間を発生させることになる。こうした事態は、安全上の問題に加え、航空機の離着陸を制限することから、空港の処理能力や運用効率を低下させる重大な要因となっている。このような背景の下、当所では、主に金属物体を対象に滑走路異物検出システムの研究開発を実施しており、滑走路上の1インチ程度の金属片を450m程度離れたところで検出できる性能を達成したところである

(2)研究の目的

FOD探知システムのH32年度以降の導入に向けて、実運用に向けた未検知率の低減、探知困難形状FODへの対応、悪天候時の対策等のための研究開発を行う。非金属物体等の低RCS対象物および探知困難形状対象物について、反射特性の評価およびこれまでに実証試験を実施しているリニアセル方式レーダシステムに実装する検出技術を提案・開発する。また、FOD探知システムの運用基準策定に向けた空港環境における探知状況の評価および悪天候時の性能変化評価を実施し、環境が理想的でない条件においても探知能力を確保可能な技術の開発・システム実装を行う。

①科学的・技術的意義(独創性、革新性、先導性)

本研究はリニアセル方式レーダシステムに基づくFOD探知システムの空港滑走路への実用を目指すものであり、さらなる技術課題(低RCS探知対象物対応および空港環境対応)を解決するためには新たな要素技術を開発する必要があり、科学的・技術的意義は高い。

②社会的・行政的意義(実用性、有益性)

上記背景の通り、空港運用に関する様々な観点から、本研究は実用性、及び有益性が高い。

2. 研究の達成目標

- (1) FOD探知システムの導入に向けたFOD探知率向上および確実性に対する課題を踏まえた実用化・システム高度化を実現する。
- (2) 低RCS対象物探知技術、(多方向RCS評価技術)、空港環境および悪天候時対応技術を実現し、システム実装を行う。
- (3) 空港環境および悪天候状況における性能評価を行い、運用要件策定に寄与する。

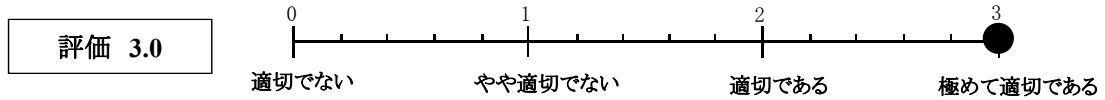
3. 成果の活用方策

- (1) FOD探知システムの導入に向けたFOD探知率向上および確実性に対する課題を踏まえた実用化・システム高度化を実現できる。
- (2) 低RCS対象物探知技術の開発、空港環境および悪天候時対応技術を提供できる。
- (3) FOD探知システムの実用化およびシステム高度化技術を確立し、滑走路利用率向上、FODリスク低減を実現可能なFOD探知システムの導入に資することができる。

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



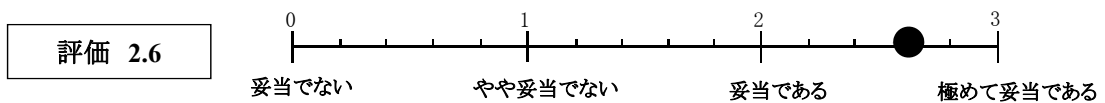
【所見】

- ・ 終了した研究が成功でした。導入が計画され好評なことが示されている。
- ・ 本邦の滑走路監視システム導入計画に合わせた本研究は、滑走路の安全性と運用効率の向上に大いに寄与する。
- ・ 先行研究などにより、ニーズや研究動向を詳細に調査し、その内容も含めて十分理解していると判断される。

【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) 本研究所で行う必要性



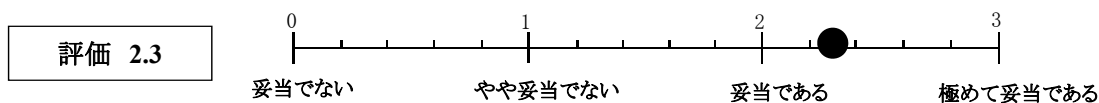
【所見】

- ・ 成功研究の発展として期待される。
- ・ 民間に委ねた開発では航空当局のニーズに的確に対応できない要素が多くあり、本研究所で行う意義は大きい。
- ・ 本研究所の公共性と多方面に亘る技術課題の熟知度から、民間企業や大学ではできない内容であり、本研究所が中心になって行う研究である。
- ・ 外部のソースをうまく利用している。
- ・ メーカーへ早く移管すべきか？研究所として出口にむかいつつある研究。

【電子航法研究所の対応】

技術の実用化という点で、本研究所が十分に役割を果たせるように、研究体制の構築や、関係各所との協力を図りながら研究を進めて参ります。

(3)科学的・技術的意義



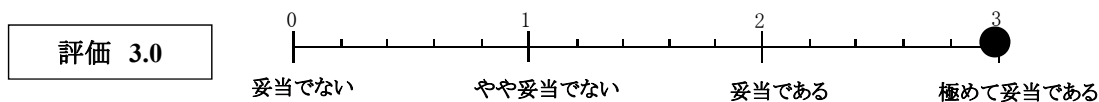
【所見】

- ・ デブリ検出を研究テーマとして定着させた成果を背景としている。
- ・ 本テーマを通して様々な技術開発に寄与できる。
- ・ 本システムの導入についての技術的な研究課題をクリアするには新たな基礎的技術を独自に開発する必要があり、技術開発の意義は大きい。
- ・ 航空機の安全に直接関わる問題であることから、その社会的・行政的意義はきわめて大きい。

【電子航法研究所の対応】

これまでの研究成果を踏まえ、実用化に向けたさらなる技術課題（低 RCS 探知対象物対応および空港環境対応）を解決するため、新たな要素技術研究を進めていきたいと考えています。

(4)社会的・行政的意義



【所見】

- ・ 成果が空港に導入されつつあり、安全性向上が期待されている。
- ・ 空港容量の維持（取りこぼし対策）、安全確保に重要な技術である。
- ・ 空港運用の安全性、効率性の確保からも有益性が高い。
- ・ 航空機の安全に直接関わる問題であることから、その社会的・行政的意義はきわめて大きい。

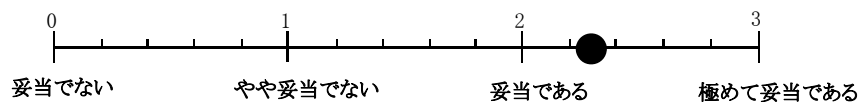
【電子航法研究所の対応】

滑走路異物監視システム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

評価 2.3



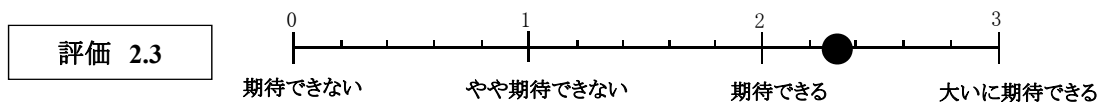
【所見】

- ・ 後続研究は難しい。検出可能なデブリ範囲を広げられるのか、確度を向上させるのか？
- ・ 低 RCS 探知機能開発及び空港環境改善対応等、的確な達成目標を設定している。
- ・ 目標に対して十分以上の達成である。
- ・ 社会的ニーズの高い目標設定値であり、適切である。
- ・

【電子航法研究所の対応】

FOD 探知率向上および確実性の確保は実用化に向けて解決していくべき課題と捉えています。また、低 RCS 探知対象物対応および空港環境対応等についても解決が必要な課題として取り組む予定です。

(2) 達成目標のレベル



【所見】

- ・ 研究スタイルは確立されているので、それに合わせた目標が示されている。
- ・ 目標の達成レベルは高いが導入への期待も大きい。
- ・ 高い目標設定ではあるが、これまでに得られた知見と経験を生かせば達成できるレベルにあると考えられる。

【電子航法研究所の対応】

実用化に向けた課題を解決するため、達成目標のレベル（低 RCS 探知対象物対応および空港環境対応）は高いですが、今後の導入に向けた課題解決が必要であり、これまでの知見と新たな研究開発で対応可能と考えています。

(3) 研究成果の活用と波及効果



【所見】

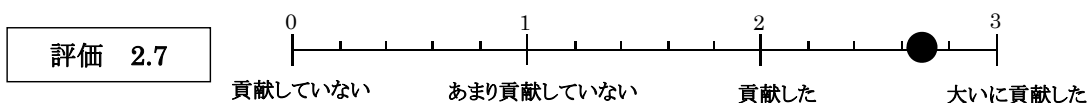
- ・ 成果の更なる活用に期待したい。
- ・ 必要かつ重要なものである。
- ・ FOD 探知率向上（低 RCS 探知対象物対応）等、成果の活用と波及効果は高い。
- ・ 社会的にも行政的にもニーズの高い研究であり、研究成果の活用が大いに期待できる。また、他の監視システムに応用できる多くの基本技術が含まれているため、科学的波及効果も大きい。

【電子航法研究所の対応】

研究成果を各種学術論文、学術会議、国際標準化会議で発表する等、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



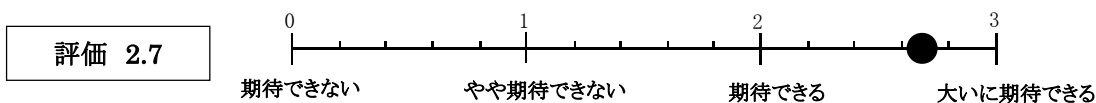
【所見】

- ・ 有効な成果を検証できるように、柔軟に対応していく方がよろしかろう。
- ・ これまでの研究を基礎にした実用化に向けたシステム開発計画になっており、研究の進め方は適切である。
- ・ ハードの面から所期の目標を達成しようとすることは評価できる一方で、AIなどのソフトウェアからのアプローチも検討に加えても良いのではないか。

【電子航法研究所の対応】

これまでの研究で得られた成果を活用しつつも、周辺技術動向を幅広く調査し、新たに滑走路異物監視システムの研究開発に活用可能な技術の探索等にも努めていく所存です。

(2) 研究実施体制の妥当性



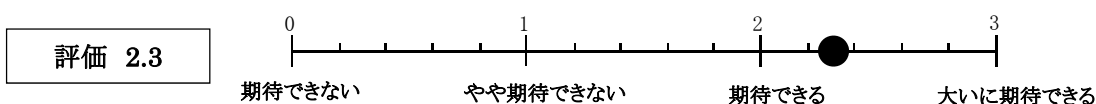
【所見】

- ・ 企業を含めて体制が充実している。
- ・ 外部機関、外部資金を有効に活用しようとしている。
- ・ 外部研究機関等との連携が計画されており、研究実施体制は妥当である。
- ・ これまでの研究連携体制を維持し、連携機関の役割分担も明確である。

【電子航法研究所の対応】

これまでに当所、研究所、大学、FOD探知システム製造メーカーで実施している共同研究の枠組みをこれからも活用していきます。また、航空局、空港会社との連携も実用化に向けてさらに深めていく予定です。

(3) 予算設定の妥当性



【所見】

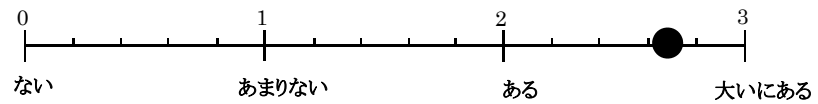
- ・ 有効な活用を期待したい。
- ・ これまでの研究開発で得た資産等を活用した予算設定になっており、予算削減の努力が見られる。
- ・ 総額としてはやや少ない感はあるが、適切な範囲内に収められていると考えられる。

【電子航法研究所の対応】

これまでの研究開発で得られた資産や設備等を有効に活用し、予算削減に努めつつも必要な研究開発要素には適切な予算執行を目指します。

総合評価（本研究を実施した意義があるか）

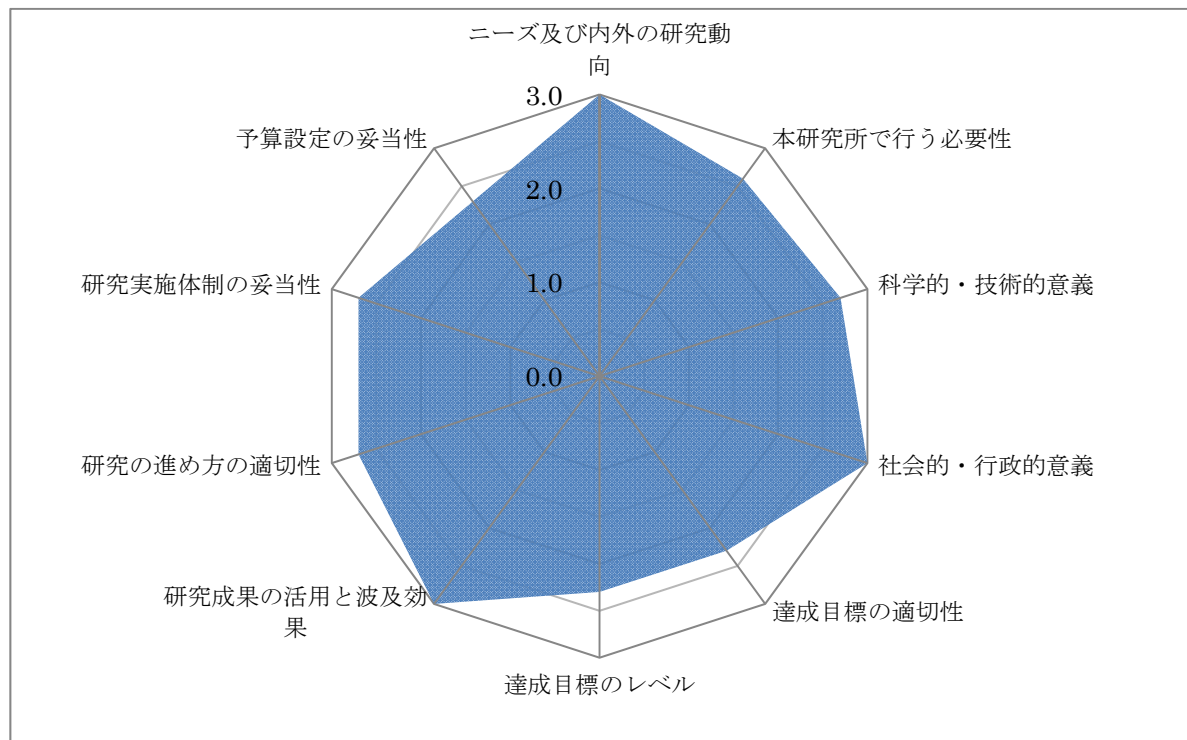
2.7



設定理由 各評価項目の合計点数 = 26.6

評価項目数 = 8

$$(26.6 \div 8 \approx 2.7)$$



【所 見】

- ・ 本研究はこれまで当研究所で進められてきた、基礎研究（空港面異物に対する研究、滑走路上の異物検出率向上等要素技術に関する研究）等を基盤とした更なるシステムの向上と位置づけられおり、実現化の期待が大きい。特に大規模空港では定期的な滑走路閉鎖による定期点検が行われており、FOD 探知システムの導入が急がれている。反面、実用化に向けては低 RCS 未検知の低減、あるいは雪、雨等の悪天候時の対策解決すべき課題が多いが、当研究所が国際基準策定会議等へ積極的なアプローチを継続し、実用化に向けた研究に寄与することを期待します。
- ・ 社会意義の大きい重要な研究であるので、目標達成に大いに期待したい。また、世界最高水準のシステム構築を期待したい。一方、ハードだけにたよらず、ソフトの面からも検討を加える必要もあろうと考える。
- ・ 実用化に近い研究でありメーカー開発に近い研究所としての役割はどこにあるのか？ AI 的手法、最新ハード機器などメーカーとは異なる点で研究をすすめること。

【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、航空局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。また、実用化に向け、要素技術研究とメーカー開発の隙間を埋めることのできる技術を提案し、研究所として特色のある研究を実施していくことを考えています。

【その他、ご助言】

- ・ これまでの成果から次ぎのフェーズで実用化を目指すもので非常に難しい段階だと考える。
- ・ 運用サイドとよく議論の上で取捨選択等を適切に実施し、実用化につなげてほしい。
- ・ 本研究が本邦空港への FOD 探知システムの導入計画の策定に寄与することを期待するとともに、本検知システムが国際基準の策定に貢献し滑走路利用効率及び安全性の向上に資することを要望します。

【電子航法研究所の対応】

ご助言をもとに、運用者からの意見を踏まえ、我が国の空港への FOD 探知システムの導入計画策定に寄与していくことができるよう研究を進めて参ります。