

令和5年度 終了評価書

研究機関 : 次世代宇宙システム技術研究組合、国立研究開発法人情報通信研究機構、国立大学法人東京大学、株式会社ソニーコンピュータサイエンス研究所、スカパーJSAT 株式会社

研究開発課題 : 衛星通信における量子暗号技術の研究開発

研究開発期間 : 平成 30 年度 ～ 令和5年度

代表研究責任者 : 山口 耕司

■ 総合評価(5～1の5段階評価) : 評価 4

■ 総合評価点 : 24 点

(総論)

超小型衛星に搭載可能な量子暗号通信技術の開発に取り組み、その実現に必要な装置の開発、また、国際宇宙ステーション(ISS)と可搬光地上局間での物理レイヤ暗号通信の実証実験に成功したことは高く評価できる。本課題で得られた知見が後継プロジェクトで活用されて、我が国の国際競争力が向上することを期待する。

(被評価者へのコメント)

- 超小型衛星に搭載可能な量子暗号通信技術の開発に取り組み、その実現に必要な装置の開発、ISSと可搬光地上局間の実証実験を実施し、目標である損失 50dB 程度の空間光通信路にて 10 kbps を超える鍵生成速度の目標を達成したことは高く評価できる。
- アウトカム目標達成にむけて、国内外の企業、潜在ユーザーにヒアリングを行い、利用シーンやビジネスモデルの検討を進めたことは評価できる。
- 超小型衛星に搭載可能な量子暗号通信技術の開発に取り組み、「見通し通信」という特性を活かした、飛

しょう体等と地上局間での情報理論的に安全な鍵配送法を提案し、その実現に必要な装置の開発に成功したことは高く評価できる。

- 実証実験では、ISS と可搬型光地上局間で空間光通信を用いた物理レイヤ暗号による実証実験を実施し、目標である損失 50dB 程度の空間光通信路にて 10 kbps を大きく超える 100Mbps の鍵生成速度の目標を達成したことは高く評価できる。安全性の評価、実証にも取り組んでいただきたい。
- アウトカム目標達成にむけて、国内外の企業、潜在ユーザーにヒアリングを行い、利用シーンやビジネスモデルの検討を進めたことは評価できるが、実用化に向けて残された技術的な課題、ビジネス化に向けた課題を整理し、明確にしていきたい。
- 本研究開発課題は ISS による通信実証を実現して成功裡に終了する。この間に諸外国において低軌道衛星からの量子暗号鍵配送の準備を進めている。本課題で得られた知見が後継プロジェクトで活用されて、我が国の国際競争力が向上することを期待する。
- ISS と可搬型光地上局間の空間光通信を用いて、安定に鍵を生成できる技術を開発した。ISS 実証が順調に推移して潜在ユーザーの理解を深めることができた。
- 研究開発目標の達成に関しては、この上なく高い評価を与えることができる。
- 当初計画から大幅に高い目標である ISS と地上間の物理レイヤ暗号通信の実証実験に成功したことは、非常に高く評価できる。
- この研究開発目的は、将来の、我が国の安全保障などにとって非常に重要であると考えられる。
- 多数の機関の共同により上記の目標を達成したことは、マネジメントの面からも高く評価ができる。
- 令和5年度継続評価検討会における指摘事項「技術の秘匿性に関する検討」について、対応しないまま安全保障に関するユーザーとの面談を実施しており、危機意識が欠如していると思われる。研究成果は評価できるが、真摯に対応しておらず不誠実さが感じられる※。

※ 終了評価検討会でいただいた本指摘について、事務局において、技術の秘匿性に留意した上でユーザーからの情報収集が行われていたことを確認。研究機関と調整の上、研究成果要旨等にその旨の追記を行い、終了評価検討会の構成員に了解をいただいた。

(1) 研究開発の目的・政策的位置付けおよび目標

(5～1の5段階評価) : 評価 4

(総論)

超小型衛星への搭載が可能な量子暗号通信技術の開発に取り組んだもので、我が国の国際競争力の向上にも資する技術であり、研究開発の目的、政策的位置付けは適切である。

(被評価者へのコメント)

- 計算技術が進展しても原理的に解読の危険性がない量子暗号技術について、超小型衛星に搭載可能な量子暗号通信技術の開発に取り組んだもので、安全保障上の観点からも重要であり、研究開発の目的・政策的位置付け・開発目標は妥当である。
- 諸外国において低軌道衛星からの量子暗号鍵配送の準備を進めている。我が国の国際競争力を向上するために、研究開発を国が推進する必要がある。

- 本研究開発は、昨今の国際紛争等を含めた安全保障の観点や、量子暗号・物理レイヤ暗号の中国等の研究開発状況などから、今現在、我が国独自の技術として確立すべき目標であると考えられる。
- 研究開発の目的、政策的位置付け等については、適切である。

(2) 研究開発マネジメント(費用対効果分析を含む)

(5～1の5段階評価) : 評価 4

(総論)

社会情勢等の影響もあり、研究開発期間が1年延長になったものの、フライトモデルとして統合した低軌道高秘匿光通信装置(SeCRETS)を完成させ、ISSとの実証実験を成功させたことは、研究開発マネジメントの観点から高く評価ができる。

(被評価者へのコメント)

- コロナ禍の影響が残る中、宇宙実証の関係で研究開発期間が1年延長になったものの、目標を着実に達成したことは評価できる。
- 飛翔体と地上局間の鍵配送実証実験では、ISSと可搬型光地上局間の実証実験を実施した。
- 特許は難しい問題ではあるが、既に8件の特許申請をしており、特許戦略との整合性について改めて検討いただきたい。
- 課題Ⅰ～Ⅲで開発された技術を用いてフライトモデルとして統合した低軌道高秘匿光通信装置(SeCRETS)を完成した。
- 多数の機関が協力をしてISSからの実証実験を成功させたことは、研究開発マネジメントの観点から高く評価ができる。

(3) 研究開発目標(アウトプット目標)の達成状況

(5～1の5段階評価) : 評価 5

(総論)

当初計画よりも大幅に高い目標であるISSと可搬型光地上局間において、見通し通信という特性を活かした、情報理論的に安全な物理レイヤ暗号通信の実証実験に成功したことは、高く評価できる。

(被評価者へのコメント)

- 「見通し通信」という特性を活かした、飛しょう体等と地上局間での情報理論的に安全な鍵配送法を提案し、その実現に必要な装置の開発に成功した。
- 国際宇宙ステーション(ISS)と可搬型光地上局間で空間光通信を用いた物理レイヤ暗号による実証実験を実施し、大気変動がある環境で、損失 50dB 程度(受信系の損失含む)の空間光通信路にて 10 kbps を大幅に超える 100Mbps の鍵生成速度の目標を達成したことは高く評価できる。
- ISS を用いた実証実験に成功するとともに、開発装置の宇宙実証が行えたことは高く評価できる。
- 当初は 5 年間の研究開発の計画であったが、ISS への補給船の打ち上げが延期されたため 6 年間に延長した。平成 5 年 8 月に、フライトモデルを統合した SeCRETS を ISS に搭載して約半年間にわたり実証実験を遂行することができた。
- 当初計画から大幅に高い目標である ISS と地上間の物理レイヤ暗号通信の実証実験に成功したことは、非常に高く評価できる。
- また、この期間にコロナ禍や国際紛争などから様々な悪影響があったが、それにも関わらず、大きなエクストラサクセスを達成した点にも高い評価を与えたい。
- ISS 搭載を達成し、所望の動作を確認できたことは評価に値する。

(4) 政策目標(アウトカム目標)の達成に向けた取組みの実施状況

(5～1の5段階評価) : 評価 3

(総論)

アウトカム目標達成に向けての必要事項の具体化がどの程度進んだのかが定量的に示されていないが、開発した技術の社会実装に向け、国内外の企業、潜在ユーザーにヒアリングを行い、利用シーンやビジネスモデルの検討等事業化に向けた情報収集を進めていることは評価できる。

(被評価者へのコメント)

- 開発技術の社会実装に向け、国内外の企業、潜在ユーザーにヒアリングを行い、利用シーンやビジネスモデルの検討を進めたことは評価できる。
- アウトカム達成に向けて具体化がどの程度進んだのかが不明である。
- 衛星による暗号鍵配送の潜在ユーザー、潜在メーカ、サービスプロバイダーを対象として市場調査、技術動向調査を実施した。
- 事業化検討に向けた情報収集は、可能な限り十分に行っていると思われる。

(5) 政策目標(アウトカム目標)の達成に向けた計画

(5～1の5段階評価) : 評価 3

(総論)

衛星量子鍵配送サービスの潜在ユーザとして、政府に期待することは理解できるが、残された課題を整理し、ビジネスとして成立させるための具体的な検討を期待したい。

(被評価者へのコメント)

- 衛星量子暗号技術の開発において、ビジネス化に向けて、残された課題が何で、これをどのように進めていくのかを明確にしていきたい。具体的には要求される稼働率などから、衛星系・地上系での統合ネットワーク化に関する計画等が必要かと考える。
- 衛星量子鍵配送サービスの潜在ユーザとして、政府にテナントユーザを期待することは理解できるが、どのようなインフラを整備し、どのくらいの収入があればビジネスとして成立するのか、もう少し具体的な検討を期待したい。
- 令和3年度から開始された後継プロジェクトにおいて、低軌道衛星だけではなく中軌道、静止軌道からの暗号鍵配送についても検討を行った。
- 現時点で可能な事業化に向けた計画を作成していると思われる。