

平成 29 年度 追跡評価書

研究機関 : 日本電気(株)
研究開発課題 : 光空間通信技術の研究開発
研究開発期間 : 平成 22 ～ 23 年度
代表研究責任者 : 鈴木 良昭

■ 総合評価

(総論)

大気ゆらぎの存在下における航空機等の移動体との40Gbps 以上の通信速度を可能とする光空間通信技術を確立するという目標は達成しており、現時点においても高い水準を維持する、有意義な研究開発であった。

今後、航空機搭載用・衛星搭載用について、利用シナリオを明確化した実システムへの応用を期待する。

(コメント)

- 本研究開発は、基盤技術の開発としては十分な成果も出ており、有意義であったといえる。しかし、社会的、経済的効果を考えると、利用シナリオをより明確化し、当該技術の必要時期を明確にした上での研究開発とすべきと考える。
- 大気ゆらぎの存在下における航空機等の移動体との 40Gbps を超える高速光空間通信技術を確立しており、その成果は、安全で安心して暮らせる社会の実現、新たな市場の形成、我が国の国際競争力の強化等に資するものである。また、研究開発投資に見合う効果も得られていることから、本研究開発は有意義なものであったと評価できる。
- 開発中の航空機搭載用・衛星搭載用光通信装置の社会実装を期待したい。
- 本研究開発は、災害監視や地球観測の重要性を考慮した光空間通信と地上ネットワークの連携を目指すものであり、今後の安全安心な社会インフラを目指す意義のある研究開発である。高度な技術と大きなコストのかかるものであるが、科学的・技術的効果、社会的な効果ともに優れている。実システムへの応用が進むと更によいが、将来的な効果は大きいといえる。

- 副次的な効果として、周波数帯域が今後ますますひっ迫することが明白な中で、光無線技術は通常のインフラとしても活用できることが期待できる。以上のように、本研究開発は、今後の安心・安全な社会の構築に向けた意義のある研究開発であったと言える。
- 民間の商用研究開発では進めにくい衛星や航空機搭載モデルの研究開発であり、国が基盤技術を確認するためにも本プロジェクトは不可欠なものであったと判断できる。また、研究成果は現時点においても世界最高水準の技術を維持しており、プロジェクト採択時の目標設定等も適切であったと判断できる。

(1) 成果から生み出された経済的・社会的な効果

(総論)

既に衛星通信分野において実システムの開発が進んでおり、また、国際標準化についても取り組み、本研究開発で用いた波長が国際標準に併記されたため、経済的・社会的な効果はいずれも十分に評価できる。

(コメント)

- データ中継衛星は、光空間通信の応用分野として有望で、電波を用いたシステムに対しても優位性が高い。市場規模は決して大きくはないが実用化の兆しがみられ、今後の展開が期待できる。
- 地上での光空間通信の利用においては、他システムに対する優位性を考慮し、利用シナリオの更なる検討が必要である。
- 航空機搭載モデルをターゲットとして地上局、移動局、光空間シミュレータを開発する(NICTに納入)とともに、新たな市場形成を目指して、データ中継衛星による衛星間光通信システム(JAXA から受注)や光ファイダリンク用超高速光トランスポンダ(NICT から受注)を開発中であり、研究開発成果の社会展開に向けた取組が適切になされている。
- CCSDS(宇宙データ諮問委員会)の SLS-OPT(スペースリンクサービスエリア光通信ワーキンググループ)に参加し、波長配置、誤り訂正、フレーミングに関する項目についてインプットするなど、国際標準化に向けた取組も評価できる。
- 航空機搭載を目指した地上局、移動局、光空間通信シミュレータを開発し NICT に納入した。また、ヘリコプタ搭載の予備実験として、自動車による画像伝送実験を実施したほか、波面補償技術を開発し、ヘリコプタ搭載の準備として、移動局をヘリコプタに搭載し地上でロータを回転させて振動データ等の基礎データを取得した。これらは実験段階ではあるが、将来の安定したネットワーク構築につながり、社会的効果がある。
- 次のような衛星搭載品モデルへの展開を実施中である。
データ中継衛星市場への展開として、JAXA から受注した中継衛星による衛星間光通信システムを開発するとともに、搭載光通信機器市場への展開として、NICT から受注した光ファイダリンク用超高速光トランスポンダの開発に取り組んでいる。また、標準化にもいくつかの項目について、寄与した。
- 現時点で国の研究機関 JAXA や NICT から「光空間通信システム(衛星搭載品)」の受注を得ており、実用化開発が進められていることについて一定の評価ができる。国際標準規格化も進んでいることも高く評価できる。

(2) 成果から生み出された科学的・技術的な効果

(総論)

実施した研究開発課題はいずれも世界トップレベルの成果が得られており、十分な効果が得られたと認められる。

今後は航空機への応用に向けた開発も進めることを期待する。

(コメント)

- 本研究開発で取り組んだ光空間通信用トランスポートプロトコル、高感度光受信機、波面補償システムや捕捉追尾技術により、光空間通信の高度化が実現されており、十分な技術的効果は得られていると認められる。
- 「光空間通信プロトコル」、「光空間通信方式」、「移動体光通信技術」のそれぞれの研究開発において、世界初、あるいは当初の想定を上回る世界トップレベルの成果が得られており、本研究開発の成果によって新たな科学技術開発が促進されるものと期待できる。
- 大気ゆらぎの存在下において、移動体との間で 40Gbps を越える高速光空間通信技術を確立したことは高く評価できる。
- カスケード接続した光増幅器及び光アッテネータの構成により、大きな受光レベル変動許容量を有する安定受信可能な性能を達成。
- その他、波面補償システムにより、平均受信パワーの大幅改善(7～8dB)、高速移動体を追尾可能な高速2軸ジンバルシステムの開発等の成果がある。
- 航空機への応用が更に進むとよい。
- 世界初の光空間通信用トランスポートプロトコルを開発し、従来比10倍以上の性能改善を達成、デジタルコヒーレント受信により1波 40Gbps という高速データ伝送において世界トップレベルの高感度な受信性能(7 photons/bit)を達成、衛星において世界トップレベルの駆動範囲 $\pm 4^\circ$ 、制御帯域 300Hz という高速、広角な精捕捉追尾機構を開発等が評価できる。ただ、航空機等の高速移動体に対する評価が不十分で、こちらの研究は早急に進めるべきである。

(3) 副次的な波及効果

(総論)

開発した技術が地上ネットワーク等へも適用可能であることから、一定の副次的な波及効果は期待できるものの、更に具体的な適用方法を検討していくことで、より幅広い分野への活用が期待できる。

(コメント)

- 本研究開発成果の中の誤り訂正、光レベル制御などの要素技術は、他システムに適用できる可能性はあるが、要求条件が異なる場合が多く、波及効果は明確とは言えない。具体的な適用法の検討が望まれる。
- 光空間通信向けに開発された単一偏光 QPSK デジタルコヒーレント送受信方式に関する受信部の信号処理技術、高性能・高速誤り訂正符号化方式、光レベル制御技術、アダプティブオプティクス技術は、衛星搭載、航空機搭載といった用途のみならず、地上ネットワーク等への適用も十分期待できる。
- 単一偏光 QPSK デジタルコヒーレント送受信方式に関する技術は、偏光間非線形クロストークが発生しないため、現状の偏光多重 QPSK 方式と比べ、長距離化が可能となる。
- 高性能・高速誤り訂正符号化方式および、光レベル制御技術は、地上の広帯域無線伝送をはじめ、将来の光スイッチや光パケット技術等を用いた柔軟かつ拡張性の高いネットワークの構築において、幅広い応用が期待できる。
- 地上のネットワークにおいても研究した技術が活用できる点が評価できる。

(4) その他研究開発終了後に実施した事項等

(総論)

学会発表や特許出願に積極的に取り組んでおり、国内での受賞実績もある。

また、研究開発終了後も JAXA や NICT の委託によって研究開発を継続しており、成果が活用されていると評価できる。

(コメント)

- 多くの特許出願がなされており、学会発表も積極的に行われた。
- 査読付き誌上発表論文を含め、17 件の学会発表を行っており、積極的に研究成果の普及活動に努めている。
- 海外も含め、27 件の特許申請を行っており、知的財産権の獲得にも努めている。
- 光通信プロトコルの研究成果に対して、「第 63 回(平成 27 年度)電気科学技術奨励賞」を受賞しており、高いレベルの研究開発を実施したものと評価できる。
- 17 件の学会発表と査読つき論文 1 件の発表、および海外も含め 23 件の特許申請を行った。
- 23 件もの国際特許を申請している点が非常に高く評価できる。

(5) 政策へのフィードバック

(総論)

災害対策等に資する本研究開発は、国が実施する意義のある技術であったと考えられる。

成果展開についても、衛星関連技術は民間企業のみで開発することは難しいことから、国レベルでの政策として推進することが望まれる。

本研究開発の成果は、2021 年度中に打上げ予定の技術試験衛星9号機や、JAXA が2019 年度を目標に開発している光データ中継衛星(JDRS)にも引き継がれており、国レベルのロードマップに沿った取り組みが継続されていると評価できる。

(コメント)

- 光空間通信の基盤的な技術開発としては、妥当な目標設定であったと考えられる。
- 宇宙利用はまだ国主導の面が強く、光空間通信については、今後の大容量化ニーズを踏まえると研究開発を継続して行うべきであるが、有望な利用シナリオがまだ見えていないのが現状といえる。本技術開発のターゲットとして衛星搭載モデル、航空機搭載モデルがあげられているが、衛星間通信や深宇宙通信への適用など、利用シナリオをより具体化し、要求条件を明らかにした上での研究開発の推進が望まれる。
- 研究開発テーマの選定にあたっては、実用化時点での陳腐化をできるだけ避けるべく、内外の技術動向、市場動向、標準化動向を注視する必要があるが、本テーマについては、実用化に向けた研究開発が着実に進行しており、適切かつ妥当なテーマ設定であったと判断できる。
- 衛星関連技術の開発は多大なコストと高度な技術が必要となることから、民間企業のみでの研究開発は難しく、国レベルでの研究開発は必須である。
- 本研究開発は衛星搭載モデル・航空機搭載モデルをターゲットとしているが、地上のネットワークと連携した衛星系を含めたネットワークの構築は、災害時等も考慮した安心・安全な社会の構築のため、国家レベルでの政策へ意義のあるフィードバックが可能である。
- 災害対策や通信基盤技術を確保する目的で光空間通信技術は国が保有すべき先端技術と言える。また、衛星搭載は民間企業だけでは実現が難しいことから、本プロジェクトの価値は高いと判断できる。