

令和8年度継続課題に係る継続評価書

研究機関 : 株式会社 SCREEN ホールディングス、大学共同利用機関法人
自然科学研究機構国立天文台、国立研究開発法人情報通信研究
機構

研究開発課題 : 衛星光通信用次世代補償光学デバイスの研究開発

研究開発期間 : 令和5年度 ~ 令和8年度

代表研究責任者 : 小久保 正彦

■ 総合評価 : 適(適/条件付き適/不適の3段階評価)

(評価点 15点/ 25点中)

(総論)

高速動作可能な MEMS 可変形鏡を組み込んだ補償光学システムの技術確立に向けた研究開発は着実に進展していることから、継続することが妥当である。令和8年度に統合検証を計画しているが、カメラのフレームレートがボトルネックとなっていることから、計画どおり高速での実証を行うための対策の検討が必要である。

(被評価者へのコメント)

- 高速動作可能な MEMS 可変形鏡を組み込んだ補償光学システムの技術確立に向けた研究開発は着実に進展しており、国際競争力の強化に資する衛星光通信技術の実現に寄与する成果が期待されることから、引き続き推進することが適当である。衛星光通信分野は世界的に競争が激化しているため、提案技術の競争優位性を常に検証するとともに、産業競争力や国際交渉力の強化に取り組むことを期待する。
- 二次元位相光変調素子制御用 CMOS 回路、制御ソフトウェア、二次元位相光変調器の各コンポーネントの開発は着実に進捗しており、補償光学システムの模擬閉ループ試験での動作確認もできているので、継続することが妥当である。
- 補償光学システムとしては、カメラ(波面センサ)のフレームレートがボトルネックとなることがわかり、MEMS 変調器が 100kHz で動作しても最終目標の 10kHz の制御速度の達成が困難になる可能性があるため、対策を検討いただきたい。
- 統合した検証を行おうとしているが、カメラや波面センサ、演算部などのスピードが大幅にスペックダウンしている印象で、現状では統合試験の意義が薄い。研究計画通り高速での実証に期待する。
- SNR改善効果の評価に留まっており、空間光通信システムとしての誤り率などの伝送特性評価が計画されていない。10kHz の動作速度を持つセグメント型可変鏡を用いる補償光学システムによる空間光通信システムの伝送特性改善効果の評価、実証するとともに、利用が期待される、各システムでの従来の可変鏡型の補償光学システムに対する強みの明確化を期待する。
- 標準化については光位相変調器単体のデバイスレベルでの標準化は難しいと思われる。どのような空間光通信システムの標準化が行われているのかを調査し、本計画で開発するデバイス、補償光学システムに関連した標準化すべき内容の明確化をお願いしたい。
- $\lambda/10$ という精度が光空間通信システムの中でどのような意味を持つのかなど、補償光学のシステムに求める目標値と、光通信システムの要求を明らかにしていただきたい。
- 標準化活動において、何を標準化に求めるのかを明らかにすることを勧める。
- コア技術は順調に開発されている印象。ただ、機械的な動作実証がこれからのため油断できない。
- 衛星との光通信に最適化されたシステム設計になっているのかが不明瞭である。

(1) 当該年度における研究開発の目標(アウトプット目標)の達成(見込み)状況・研究資金執行状況及び政策目標(アウトカム目標)の達成に向けた取組の実施状況

(5~1の5段階評価) : 評価3(評価点)

(総論)

二次元位相光変調素子制御用 CMOS 回路は目標の 100kHz 以上の駆動周波数を達成見込みで着実に進捗しており、今年度の研究開発目標を概ね達成する見込みである。また、MEMS 可変形鏡を組み込んだ補償光学システムの市場の調査・分析を行うなど、アウトカム目標の達成に向けた取組も着実に進めている。

(被評価者へのコメント)

- 二次元位相光変調素子制御用 CMOS 回路は目標の 100kHz 以上の駆動周波数を達成見込みで着実に進捗しているが、制御ソフトウェア単体の制御演算周期は 5.9kHz で改善が必要である。
- 二次元位相光変調器試作品の光学性能を評価し、目標表面精度 $\lambda/10$ (RMS)以下を達成見込みである。
- 令和8年度の研究を先行着手し、補償光学システムの模擬閉ループ試験を実施して、670Hz での動作を前倒して確認できたことは評価できる。
- 補償光学システムとしては、カメラ(波面センサ)のフレームレートがボトルネックとなっており、MEMS 変調器が 100kHz で動作しても最終目標の 10kHz の制御速度の達成が困難になる可能性があるため、対策を検討いただきたい。
- CMOS 回路による二次元変調素子の 100kHz 以上での動作達成が見込まれる。
- ソフトウェアの動作速度の改善により、システムを 10kHz で動作させるに十分な能力が見込まれる。
- 補償光学系としてシングルモードファイバへの結合を目指しているが、通信システムとしての評価は対象に含まれていない。
- コアデバイスは順調に開発が進んでいるようだ。
- 開発費に対する目標スペックは十分評価できる。
- カメラの速度が 1kHz 以下であり、開発計画にある「補償光学システム構築・試験」と「光 MEMS を用いた光通信補償光学系の構築」を期間内に終えるのは極めて困難と思われる。
- 二次元位相光変調素子制御用 CMOS 回路の技術確立ならびに補償光学システム構築のための技術確立に向けた今年度の研究開発目標を概ね達成する見込みである。また、目標を上回る成果発表や特許出願を行うとともに、市場の調査・分析を行い、MEMS 可変形鏡を組み込んだ補償光学システムの国内外における適用先を洗い出すなど、アウトカム目標の達成に向けた取組も着実に進めている。

(2) 研究開発実施計画・予算計画及び政策目標(アウトカム目標)の達成に向けた取組

(5～1の5段階評価) : 評価3(評価点)

(総論)

衛星光通信用次世代補償光学デバイス技術の確立に向けた研究開発実施計画が効果的かつ効率的に組まれている。アウトカム目標の達成に向けては、本デバイスの強みの明確化及び応用分野毎の要求条件の具体化が望まれる。

(被評価者へのコメント)

- 衛星光通信用次世代補償光学デバイス技術の確立に向けた研究開発実施計画が効果的かつ効率的に組まれている。アウトカム目標の達成に向けては、本デバイスの弱点克服のための対策の効果を継続的に検証し、検証結果を計画の見直しに反映させることを期待する。また、MEMS 可変形鏡を組み込んだ補償光学システムに対する要求条件を応用分野ごとに明確化しておくことが望まれる。
- 本計画で開発するセグメント型可変形鏡を用いた補償光学システムの最終目標は 10kHz の制御速度であり、従来の可変鏡による補償光学システムと比較して、これが各システムにおいてどのような強みとなるのかを明確化していただきたい。
- AO(補償光学デバイス)を求めるユーザの調査は進んでいるが、評価用のサンプルモジュールの販売についてそれを強く求める分野が具体的にになるとより良い。
- 地上・人工衛星間の光通信についての調査を行うとともに、新市場への応用先を調査し、各応用先の市場規模を明らかにできたこと、特に地上・地上の空間光通信が有望市場と特定できたことは評価できる。
- 投資額(開発費)を回収することは可能であろうが、説明資料にあったマーケット規模を勝ち取れるかはまったく予断を許さない。
- 海外展開について展開先の企業などがリストされていたが、海外企業も独自に調達先を検討済みであることが予想される。そこに切り込んでいく方策やチャンネルを構築する必要がある。
- 世界の可変形鏡の状況(性能、価格、納期、応用先)を調査する必要がある。

(3) 実施体制

(5～1の5段階評価) : 評価3(評価点)

(総論)

各機関の特長を活かした体制となっており、課題間の連携体制や役割分担も適切で、計画通りの事業進捗が見込まれる。

(被評価者へのコメント)

- 各機関の特長を活かした体制となっている。
- MEMS 技術、補償光学技術、光通信技術に関して豊富な実績を有する研究者によるバランスの取れた実施体制が有機的に組み立てられており、課題間の連携体制や役割分担も適切で、計画通りの事業進捗が見込まれる。
- 特に大きな問題は見当たらない。
- 通信に関する研究機関であるNICTがプロジェクトに参画しているので、本計画で開発する 10kHz の制御速度の補償光学システムの、空間光通信システムにおける改善効果、強みを明確化していただくことを期待する。
- 特に問題はないが、補償光学システム全体の評価についてカメラがボトルネックになっている。調達できないのであれば、今後ここを改善できるチームにする必要がある。あるいは外部評価としてコメントを求めることも有意義だろう。該当する国内企業は浜松ホトニクスやキャンホンなどが考えられる。