

# 新規研究開発課題に係る基本計画書概要

## 衛星光通信用次世代補償光学デバイスの研究開発

### 研究開発の背景・目標

#### ○背景

衛星-地上間の通信需要増加とともにTbpsクラスの光通信や長距離光通信の実現が求められているが、大気ゆらぎによるレーザ光の歪みが通信品質に多大な影響を与える。大気ゆらぎの解決手段として、現在は可変形鏡を用いて幾何学的に歪みの補正を行っているが、制御速度が数kHzであることから大気ゆらぎが複雑な場合や変動が激しい場合には追従できず、数100kHzの制御速度の実現が課題となっている。

#### ○政策目標(アウトカム目標)

高速・高精度な補正が可能な回折型光位相変調素子を用いた補償光学デバイスを開発し、2030年頃におけるLEO、GEO衛星とのTbpsクラスの大容量光通信の実現を図る。また、多素子化・高出力レーザーへの耐性を備えることで、2030年代における月を周回する衛星-地上間の長距離光通信の実現を図る。

#### ○研究開発目標(アウトプット目標)

光地上局の送信系及び受信系に実装する光波面補償を行うデバイスとして、各ピクセルに対して独立に100kHzレベルでの制御が可能な二次元光位相変調器を開発し、各ピクセルを制御するためのドライバを組み合わせる。さらに、モジュールをPC等の外部制御装置から制御するための制御器を開発する。

### 技術課題

#### ○課題ア 二次元光位相変調素子の開発

細かい大気ゆらぎを補正するために、多くの分割素子を持つ二次元光位相変調素子を開発する必要がある。さらに各素子の反射面はその補正が機能するために高い表面平滑精度を備えた上で1枚の可変形鏡を用いた場合と同等の光学効率を達成する必要がある。

また、高出力レーザーに対しても耐性を持ち、位相変調精度にも劣化を生じない素子を開発する必要がある。

#### ○課題イ 二次元光位相変調器の制御器開発

現在の補償光学系では数kHzの応答速度であるため、時々刻々と変化する大気ゆらぎの全ての速度成分に追従できていない。このため、位相変調素子の多数の分割素子に対して、大気ゆらぎの時間変化に相当する駆動周波数が制御器には求められる。

#### ○課題ウ 補償光学系制御ソフトウェア開発

二次元光位相変調素子を補償光学系に組み込むため、大気ゆらぎの影響を受けたビームの波面情報を適切に二次元光位相変調素子によって補正するための補償光学系制御ソフトウェアが必要となる。

上記補償光学系制御ソフトウェアを一般的な補償光学系に組み込み、その動作検証及び補償光学系における二次元光位相変調素子の性能検証を行う必要がある。

### 到達目標

#### ○課題ア 二次元光位相変調素子の開発

二次元光位相変調素子への入射光との関係から10000個以上の分割素子数を目標とする。位相変調素子の性質上、従来の可変形鏡を用いる場合と比較して空間の充填率が低下することを考慮し、光学効率は70%以上とする。

また、100W/cm<sup>2</sup>以上の高出力レーザーの光の強度に対して、位相変調精度の劣化しないことや熱の耐性を備えることも目標とする。

#### ○課題イ 二次元光位相変調器の制御器開発

二次元光位相変調素子の各素子を独立に、かつ2cm以下のフリード長の変動を追従可能にする100kHz以上の速度で制御することができる制御器を開発する。二次元光位相変調素子を組み込んだ二次元光位相変調器を製作し、当該制御器を備えた制御ドライバと組み合わせる。モジュール化を行う。

#### ○課題ウ 補償光学系制御ソフトウェア開発

二次元光位相変調素子が持つ制御信号とのインターフェースをとり、10kHz程度の制御速度で閉ループ制御が出来ることを目指す。

また、口径2mの望遠鏡においてその口径内にある個々のフリード長が2cm以下に悪化した結果、焦点位置での光の中心集中度が1/100程度に劣化することに相当する大気ゆらぎがある通信光を入射し、補償光学系を導入しない場合と比較して通信光のシングルモードファイバー入射効率が5dB向上することを目標とする。

# (参考) 衛星光通信用次世代補償光学デバイスの研究開発

- 衛星－地上間の通信需要増加に伴い、Tbpsクラスの光通信や長距離光通信の実現が求められているが、**大気ゆらぎによるレーザ光の歪が通信品質に多大な影響を与える。**
- **大気ゆらぎの解決手段として補償光学技術があり、現在は可変形鏡を用いて幾何学的に歪みの補正を行っているが、現在の補償光学系では数kHzの応答速度であるため、10kHz程度の複雑な場合や変動が激しい場合には追従できないことが課題となっている。**また、**高出力レーザーの光の強度に対する熱の耐性を持つ素子の開発**が課題である。
- このため、**100kHzレベルの制御が可能で、100W/cm<sup>2</sup>以上の高出力レーザーに対する耐性を有し、大口徑化アンテナに対応する高分割化が可能な補償光学用波面制御デバイスを開発し、革新的な次世代補償光学技術を確立する。**

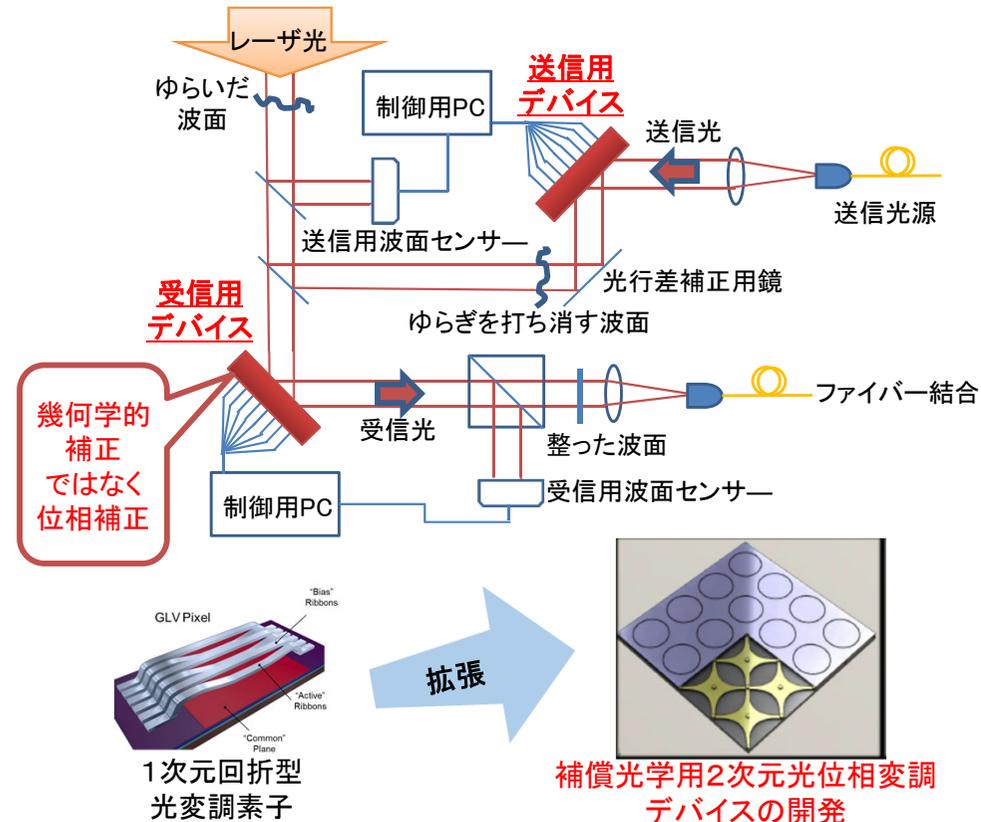
## 研究開発内容

高速位相変調が可能な**一次元回折型光変調素子を基礎とし、これを二次元に拡張した光位相制御による補償光学デバイス技術の開発**を実施する。

- 多くの分割素子数を持ち、高い表面平滑精度を備え、高出力レーザーに対しても耐性を持つ**二次元光位相変調素子の開発**
- 開発された**二次元光位相変調素子の各素子を独立に、かつ100kHz以上の速度で制御**することができる**制御器の開発**、当該制御器を備えた**制御ドライバと組み合わせたモジュール化**
- 大気ゆらぎの影響を適切に**二次元光位相変調素子による補正**を実行させるための**補償光学系制御ソフトウェアの開発**、実空間による**デバイスの評価検討**

所要経費 3.0億円(R5年度)

研究開発期間 R5年～R8年



# アウトカム目標の達成に向けた総務省の取組について

## 政策目標の達成に向けた取組方針

### ○研究開発期間中

- 受託者が設置する研究開発運営委員会において、政策意図を適切に反映させるとともに、学識経験者や有識者の助言をもとに研究開発全体の方針を調整する。
- 諸外国の研究開発動向 や小型衛星コンステレーション事業者やシスルナ通信等の事業動向・ニーズ調査や、本研究開発の関連分野における国内外の研究開発動向及びビジネス動向並びに研究開発期間中に明らかになる技術課題を共有し、本研究開発のアウトカム目標の達成に向けた課題の精査を行う。
- 宇宙開発利用に関する施策を総合的かつ計画的に推進する内閣府宇宙開発戦略本部や、宇宙開発を推進する文部科学省との連携が円滑に進むよう支援する。
- 本研究開発成果の国際的な普及、展開に向け、受託者による会議・展示会への発表、国際連携活動等を支援する。

### ○研究開発期間終了後

- 本研究開発により得られる成果を活かした衛星光通信用次世代補償光学デバイスを実現するため、研究開発終了年度の翌年度に、今後の研究開発・社会展開の計画等について外部有識者等による助言を得るための終了評価を実施する。
- 追跡評価において、受託者等による衛星搭載に向けた研究開発や技術の製品化等の成果展開の進捗状況を確認し、必要に応じて外部有識者等による助言を得る。
- 研究開発成果展開の機会を増やすために、ニーズとシーズのマッチングを推進する。具体的には、受託者に対して、関連業界団体等が開催する国内外会議、展示会への発表や出展、衛星関連事業者への研究開発成果のプレゼンテーション実施等を促す。