

平成23年度 新規委託研究課題
「革新的光通信インフラの研究開発」
研究計画書



1. 研究開発課題

『革新的光通信インフラの研究開発』

課題ア マルチコア光増幅技術

課題イ マルチコアファイバ接続技術

課題ウ マルチコア・マルチモード伝送技術

2. 研究開発の目的

現在、情報通信網を支える光ファイバ伝送路では、情報トラヒックの増大に伴い入力光パワーが増大していく傾向が顕著であり、世界中の基幹系光通信インフラに標準的に使用される光ファイバは、物理的限界（非線形光学効果、過剰光パワーによる熱破壊、等）に近づきつつあると言える。今後の情報通信の研究開発においては、数十年に渡って大容量情報通信サービスの持続的発展を支える光通信インフラの「飛躍的な高度化」が重要となっている。

このような状況を鑑み、本研究開発課題では今後10年間で既存の光通信インフラから3桁以上の情報容量の向上を実現するため、マルチコアファイバ用光増幅技術、マルチコアファイバ用接続技術、超多重伝送技術の研究開発を行うことを目的とする。

3. 採択件数、研究開発期間及び予算

研究開発期間：契約締結日から平成27年度までの5年間。

予算：平成23年度は総額390百万円を上限とする。

提案の予算額の調整を行った上で採択する場合がある。なお、平成24年度以降は対前年比で6%削減した金額を上限として提案を行うこと。

本研究開発課題は、個別研究開発課題毎に公募する。

個別研究開発課題

課題ア マルチコア光増幅技術

予算：平成23年度は、総額140百万円を上限とする。

採択件数：最大3件。

課題イ マルチコアファイバ接続技術

予算：平成23年度は、総額100百万円を上限とする。

採択件数：最大5件。

課題ウ マルチコア・マルチモード伝送技術

予算：平成23年度は、150百万円を上限とする。

採択件数：最大3件。

4. 提案に当たっての留意点

個別研究課題への提案に当たって留意する点は下記のとおりである。

- ・ 課題ア、イについては、同一の法人から同時に2件以上提案することもできる。但し、研究開発実施体制が完全に別であること（研究開発実施責任者及び研究員が全く重複していないこと）。
- ・ 課題ア、イ及びウのそれぞれに対して、同一の法人から同時に提案することができる。なお、提案書は、課題ごとに独立に作成すること。

5. 研究開発の到達目標

本研究開発課題は、平成22年度に開始された研究開発課題『革新的光ファイバ技術の研究開発』の研究開発の進展に鑑み、マルチコアファイバの製造技術が確立した場合を想定したマルチコア伝送路に対応した機能ファイバ・接続技術を開発し、数百 Pb/s・km を達成する技術の見通しを得ることを目標とする。

現在の最先端の既存技術にとらわれずに、技術的なブレイクスルーとなるような革新的な研究開発の実施を想定しており、以下の具体的な個別課題の設定を行う。

課題ア マルチコア光増幅技術

課題イ マルチコアファイバ接続技術

課題ウ マルチコア・マルチモード伝送技術

それぞれの研究開発の到達目標の概要は以下のとおりである。尚、具体的な到達目標について、提案の際に定量的に記載すること。

課題ア マルチコア光増幅技術

<前提条件>

平成22年度に開始された研究開発課題『革新的光ファイバ技術の研究開発』の成果を活用するために、マルチコアファイバを伝送した複数の信号に対する増幅技術を実現すること。

<実施要件>

- ① 非結合型マルチコア伝送用光増幅技術として、
 - ・ コア分離光増幅
 - ・ 一括光増幅（ファイバ型）
 - ・ 一括光増幅（バルク型）
 - ・ 導波路型（コア分離型、一括増幅型）

のうち少なくとも一つの技術について、当該増幅技術の設計法を提案するとともに、実物の試作、性能試験と設計理論への反映というサイクルを通して、設計方法の妥

当性を検証すること。

- ② 上記①の実施にあたっては、光増幅器の小型化、低消費電力化を考慮し、各コアの光信号を個別の光増幅器で増幅した場合の体積、消費電力の総和よりも、非結合型マルチコア光増幅器の体積、消費電力が少なくなるように考慮すること。すなわち、具体的な数値的評価法（FOM 等）を提案に含めること。
- ③ 本研究終了後に具体的な国際標準化活動に入るためのロードマップを作成し、必要な準備をおこなうこと。

課題イ マルチコアファイバ接続技術

<前提条件>

平成22年度に開始された研究開発課題『革新的光ファイバ技術の研究開発』の成果を活用し、マルチコアファイバを用いた伝送システムを構築するために、以下のいずれか、もしくは複数の機能・技術を実現すること。また本個別課題中では、シングルモードファイバを前提とすること。

- (a) 送信機からマルチコアファイバへ、またマルチコアファイバから中継器、受信器へのファンイン、ファンアウト機能
- (b) マルチコアファイバ間を接続する融着技術
- (c) マルチコアファイバコネクタ

<実施要件>

- ① 非結合型マルチコアファイバと複数のシングルコア・シングルモードファイバ接続技術として、非結合型マルチコアファイバの各コアの出力を各々別のシングルコア・シングルモードファイバに結合する方法および複数の別々のシングルコア・シングルモードファイバの出力光を一本の非結合型マルチコアファイバに結合する方法を提案するとともに、実物の試作、性能試験と設計理論への反映というサイクルを通して、設計方法の妥当性を検証すること。その際、非結合型マルチコアファイバとファンアウト部間ならびにファンイン部と非結合型マルチコアファイバ間の接続損失を通常のシングルモードファイバの融着接続損失程度にまで低減するように考慮すること。
- ② 非結合型マルチコアファイバ同士の接続を行う融着技術ならびにコネクタの設計方法を提案するとともに、実物の試作、性能試験と設計理論への反映というサイクルを通して、設計方法の妥当性を検証すること。その際、接続損失は、融着技術については通常のシングルモードファイバの融着接続損失程度、コネクタについては通常のシングルモードファイバコネクタ接続損失程度にまで低減するように考慮すること。また、製品化まで視野に入れた実用テーマを設定する場合は、既存のシングルモードファイバ用の接続装置やコネクタと同等の量産性、経済性が達成可能であることを示すこと。

- ③ 本研究終了後に具体的な国際標準化活動に入るためのロードマップを作成し、必要な準備をおこなうこと。

課題ウ マルチコア・マルチモード伝送技術

<前提条件>

平成22年度に開始された研究開発課題『革新的光ファイバ技術の研究開発』の成果として設計法および製造法の確立に向けて検討が進んでいるマルチコアファイバや、これまでモード多重による大容量化の検討が十分されていなかったマルチモードファイバなどを活用し、これに変復調技術等を統合して現在の光伝送システムの伝送容量を大きく凌駕する、非結合型マルチコアファイバ伝送技術や、結合型マルチコアファイバもしくはマルチモードファイバ伝送技術など、伝送システムを構築するためのサブシステム等の諸技術を実現すること。

<実施要件>

- ① 以下の(a)(b)のいずれか、もしくは両方を実現すること。
 - (a) マルチコア光ファイバを用いた大容量伝送実験を実現するための種々の要素技術を開発すること。目標とする伝送容量と伝送距離を提案で明記すること。
 - (b) マルチモード光ファイバの各モードを用いたモード多重による大容量伝送実験を実現するための種々の要素技術を開発すること。目標とする多重数と伝送容量を提案で明記すること。
- ② 上記①の検討結果から、マルチコアファイバならびにマルチモードファイバの設計パラメータへの要求条件を明らかにするとともに、これを平成22年度に開始された研究開発課題『革新的光ファイバ技術の研究開発』にフィードバックすること。同時にさらなる長距離・大容量化に向けた伝送要素技術への要求条件を明確にして、多値数、モード数、波長数の指針及び目標とする総容量ならびに課題ア、イの目標性能を明らかにすること。

課題ア、課題イ、課題ウ 共通

<研究開発成果の評価実証>

- ① 最終年度に各課題合同の実証実験を実施すること。また、実証実験の内容（各要素技術のスペックと接続イメージ、システムとしてどのように実証するか等）について、6項に記載する中間評価時点までに案をまとめること。
- ② 実証実験の実施にあたっては、6項に記載する研究開発運営委員会において、課題ウの受託者が調整を行うとともに、機構の自主研とも調整を行うこと。

6. 研究開発の運営管理及び評価について

研究開発に当たっては、機構の自主研究との連携を図ること。

また本研究課題は、各個別研究課題間の連携が重要であるため、課題ウの受託者は関連

する要素技術間の調整を行う研究開発運営委員会を組織し、各個別研究課題の受託者はこれに参画すること。

さらに、本研究課題は、平成 22 年度から実施している「革新的光ファイバ技術の研究開発」の成果との連携も重要であるため、採択後に上記課題受託者との連携について対応可能であること。

(「革新的光ファイバ技術の研究開発」の受託者、研究概要等は下記 URL をご参照ください。)

<http://www2.nict.go.jp/q/q265/s802/info/20100521koubo.htm>

<http://www2.nict.go.jp/pub/whatsnew/press/h22/100916-02/100916-02.html>

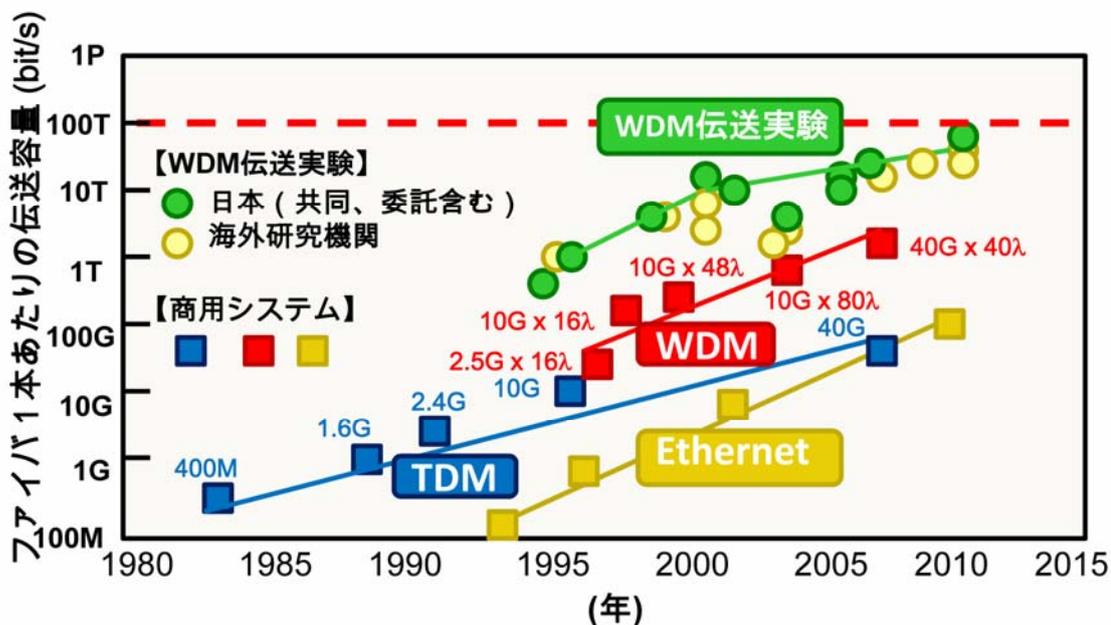
なお、提案に際しては上記に留意するとともに、採択後に機構と協議を行い、連携方策について調整を図ること。

また、平成 25 年度に中間評価、平成 27 年度に事後評価を行う。

7. 参考

研究課題の設定の背景及びその必要性

日本をはじめとする世界各国の光ファイバを用いたブロードバンドサービスの急速な普及に伴って、通信容量は飛躍的に増加を続けている。特に我が国の情報ネットワークにおいて取り扱われる情報量は全体で一秒間に 1 Tb を超え、なお年率 30% 以上のペースで増加している。現在商用化されているアクセスサービスを用いたファイバ・ツー・ザ・ホーム (F T T H) においては 100 Mb/s の伝送レートが実現されており、F T T H の普及とそれを活用したスーパーハイビジョン映像や三次元ハイビジョン映像を用いたサービスは 2025 年頃に導入が進むと予想されており、これらのサービスの伝送容量は数 100 Gb/s 以上が必要である。これらのサービスの普及によって今後 20 年間に通信トラフィックは 3 桁以上増加するものと考えられる。こうした通信トラフィックの急激な増加に対してこのような通信のブロードバンド化が今後も急激に進めば、現在敷設されている長距離伝送用の光ファイバケーブルの通信容量がいずれ逼迫する状況になるものとの危惧が現れ始めている。



しかし、現行の基幹系光通信インフラにおいては、単一コア（直径数ミクロン）の極狭い領域中を光信号が唯一のモードで伝搬するシングルコア・シングルモードファイバを使用し、波長多重（WDM）伝送方式による通信を行っており、波長多重チャンネル数の増大に伴い光ファイバ中の光信号パワーが増大し、波形歪みが生じ、ついには光ファイバが焼損してしまう問題に直面しつつある。このことは、ファイバ1本あたりの伝送容量が2000年頃から10Tb/sを越えたあたりで伸び悩んでいる一因となっている。

このような状況を打ち破るため、従来のシングルコア・シングルモード伝送に替わる革新的な光ファイバ通信技術として、マルチコア・マルチモード光伝送方式等の研究開発を産学官が連携して行うことが必要となっており、機構では平成22年度より研究開発課題『革新的光ファイバ技術の研究開発』と題した委託研究事業を発足させ、マルチコアファイバの設計、製造技術の確立に向けた取り組みを開始した。

この方式によれば、光信号強度を多数のコア或いは伝搬モードに分散させて伝送することにより、従来のシングルコア・シングルモード方式で問題となっている光パワーの1点集中による非線形歪み、更にはファイバ焼損をも避けることができ、ファイバ1本あたりの情報伝送容量を数100 Tb/s～1 Pb/sに高めることが可能になると期待される。