

# 超高速・低消費電力光ネットワーク技術の研究開発

## 基本計画書

### 1. 目的

ICT 利活用の増進に伴う通信量及び消費電力の急激な増大に対応するため、伝送方式の高性能化や新型ファイバの導入等により、ネットワーク全体の超高速化、低消費電力化、耐災害性の強化を同時に実現する技術を確立し、国民生活の利便向上と地球温暖化対策に貢献することを目的とする。

### 2. 政策的位置付け

「新成長戦略」（平成 22 年 6 月 閣議決定）においては、「グリーン・イノベーションによる環境・エネルギー大国戦略」として、情報通信システムの低消費電力化等、革新的技術開発の前倒しを行うことが述べられている。

「科学技術基本計画」（平成 23 年 8 月 閣議決定）においては、「グリーンイノベーションの推進」として、情報通信技術は、エネルギーの供給、利用や社会インフラの革新を進める上で不可欠な基盤的技術であり、次世代の情報通信ネットワークに関する研究開発、情報通信機器やシステム構成機器の一層の省エネルギー化、ネットワークシステム全体の最適制御に関する技術開発を進めることが述べられている。

「新たな情報通信技術戦略」（平成 22 年 5 月 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部決定）においては、情報通信分野の環境負荷軽減を実現する新技術の開発、標準化、普及等を促進することが述べられているほか、今後、世界的な成長が期待され、我が国が強みを有する技術分野として、新世代・光ネットワーク技術が掲げられている。

### 3. 目標

#### (1) 政策目標

我が国のインターネット通信量は大幅な伸びを続けており、今後も大幅な増加が予想されている。同時に、これまでの通信機器を単純に高速化した場合、伝送する情報量の増加に比例して通信機器の消費電力も大幅に増加することとなる。そのため、大量の情報を高速かつ低消費電力で伝送できる通信方式や通信機器が求められている。

また、災害時等におけるネットワークの途絶といった通信環境の激変に対しても、必要な通信を維持できるネットワークの構築が必要である。

これらの課題を解消するため、伝送方式の高性能化や新型ファイバの導入等により、ネットワーク全体の超高速化、低消費電力化、耐災害性の強化を同時に実現する技術を平成 26 年頃までに確立し、国民生活の利便向上と地球温暖化対策に貢献する。

さらに、本技術の国際標準化を推進することにより、我が国の光ネットワーク技術の国際競争力向上に資する。

## (2) 研究開発目標

本研究開発は、現状の 10 倍（毎秒 400 ギガビット級）の高速大容量伝送技術であって、ネットワーク全体としての消費電力量を現状よりも 3 割（約 78 億 kWh）以上削減可能なものを平成 26 年頃までに確立することを目標とし、以下の技術の研究開発を実施する。

- I. アクセスネットワーク（加入者・局舎ネットワーク）高速大容量化・低消費電力化技術
  - (a) 加入者ネットワーク多分岐化・長延化技術
  - (b) 光多値伝送向け高性能信号処理技術
  - (c) プロトコル無依存リンク多重化技術
  - (d) マルチコアファイバ光接続技術
- II. 基幹ネットワーク高速大容量化・低消費電力化技術
  - (a) 適応変復調伝送技術
  - (b) 線形適応等化技術
  - (c) 適応誤り訂正・適応非線形信号補償技術
  - (d) 低消費電力信号処理回路技術

## 4. 研究開発内容

### (1) アクセスネットワーク（加入者・局舎ネットワーク）高速大容量化・低消費電力化技術

#### (a) 加入者ネットワーク多分岐化・長延化技術

##### ① 概要

加入者ネットワークにおける収容局に収容する加入者数の 16 倍（512 ユーザ）以上の拡大、また、伝送距離の 2 倍（40km）以上の拡張により高速大容量化及び低消費電力化を実現する技術。

これにより、収容局に大規模障害が起きた場合でも他局の設備で代替できるため、大規模災害時においてもネットワークの迅速な復旧が可能となり、耐災害性向上が期待される。

##### ② 技術課題

#### ア) 広域光アクセスシステム構成技術

目標諸元を達成するための各種方式について、技術的実現性、経済性、既存システムとのマイグレーションの観点から比較検討を行い、伝送システム構成及び基本仕様を明確化する。特に、分岐数の増大によって ONU 数が増加するため、従来の PON 分岐毎に行っていた動的帯域割当 (DBA : Dynamic Bandwidth Allocation) 機能の負荷上昇を効率的に処理する方法を検討する。また、従来の DBA を制御する上位集線用 DBA や、複数波長を用いてユーザ数を分散する動的波長割当の機能について最適な方式の検討を行い、課題ウの試作検証に反映する。

#### イ) 光機能部品技術

分岐数の増大に伴い、光ファイバ伝送路の損失増加が懸念される。光合分波器などの受動部品と、光増幅器などの能動部品の高度化により、多分岐化、長延化を実現できるシステムについて検討し、試作検証を行う。また、複数波長を用いたシステムにおける上り下りの光信号経路を切り替える光ルータや波長可変デバイス (レーザやフィルタ等) についても経済性実現に向けて試作検証を行う。

#### ウ) 大規模メディアアクセス制御技術

分岐数の増大に対応するため、帯域割り当て機能の大規模化・高度化について検討する。まず、従来の動的帯域割当機能に加えて、複数の OSU 間の帯域割当てを決定する上位集線機能を、複数チャンネル化 (大容量化) に加えて実現するための試作検証を行う。また複数波長を用いるシステムでは、各 ONU に波長と帯域をどのように割り当てるかを高速に演算してその情報を伝達し、ONU や場合によっては OSU の有する波長可変デバイスを制御する必要があり、前記の検証結果を考慮した演算アルゴリズムや波長可変デバイスの制御方式、情報伝達のためのプロトコル等について検討し、試作ボードに実装して検証する。

#### エ) 高機能バースト送受信技術

長延化・多分岐化を実現するためには、ロスバジェットの拡大が重要である。課題イにおいては光増幅中継器などの適用を検討するが、ここではトランシーバの高出力化・高感度化、光受信レベルの高ダイナミックレンジ化について検討を行い、試作検証を行う。同時に光増幅中継器使用下での特性改善や最適構成の検討も行い、試作に反映する。さらに複数波長を用いるシステムでは、課題ウに記載したように、制御信号により送受信波長を可変可能な光トランシーバが必要となる。小型で経済的な波長可変バースト送受信器の実現について明らかにし、試作を通じて検証する。

### ③ 到達目標

#### ア) 広域光アクセスシステム構成技術

収容可能ユーザ数 512 以上を有し、総伝送距離 40km 以上、局内装置の消費電力 30%以上削減 (対 10Gbps 級装置比) の 40Gbps 級超高速・低消費電力光アクセスネットワークシステムの構成および基本仕様を明確化する。複数波長を用いるシステムでは、ONU への波長割当のためのアルゴリズムおよび波長変更プロトコル等を考案し、国際標準化に寄与する。

#### イ) 光機能部品技術

システム実現に必要となる、経済的な光部品の試作および特性評価とシステム上での動作検証を行う。課題エの送受信器との組合せで、収容可能ユーザ数 512 以上、総伝送距離 40km 以上を実現する。

#### ウ) 大規模メディアアクセス制御技術

OLT で必要となる機能の洗い出しおよび大規模集線化に伴うメディアアクセス制御回路の機能分担、連携制御方式、高速演算アルゴリズムなどについて FPGA 等を用いた機能ボードを試作し、実装・検証する。消費電力に関しては、将来 ASIC 化を行った際に、10Gbps 級 OLT+L2SW 構成に対し 30%以上の低消費電力化が実現可能な見通しを得る。ONU も同様に必要となる機能の洗い出しを行い、FPGA 等を用いたボードに実装・検証する。個々のボードの動作検証だけでなく、OLT と複数 ONU 間の接続連携動作による検証を実施し、基本動作を確認する。複数波長を用いるシステムでは、波長可変部品の制御機能を上記試作ボードへ実装し、基本動作を確認することで動的波長割当技術を確立する。

#### エ) 高機能バースト送受信技術

収容可能ユーザ数 512 以上を有し、総伝送距離 40km 以上のロスバジェットを想定したバースト送受信器の設計・試作を行う。課題イの光部品との組合せで上記目標を達成する。また、複数波長のシステムでは、10Gbps/波長かつ 4 波長程度の波長可変性を有する波長可変バースト送受信器の方式設計を行い、経済的な実現に向けた構成方法を明確化するとともに、試作を通じて基本動作を確認する。

### (b) 光多値伝送向け高性能信号処理技術

#### ① 概要

信号を多値変調することにより 1 波長で 100Gbps 伝送を可能とすると同時に、加入者・局舎ネットワークの比較的短距離伝送に適した復調方式により、400Gbps リアルタイム伝送（1 波長 100Gbps × 4 波長、伝送距離 40km、総消費電力（ASIC 実装時の想定）は従来比約 1/2 の 70W）を実現する技術。標準化提案については、提案先（OIF、IEEE、CFP MSA 等）の検討フェーズや市場の必要時期を勘案して提案を行う。

#### ② 技術課題

##### ア) 400Gbps 多値伝送技術

400Gbps 以降の次世代大容量短距離光伝送インタフェースの実現に向け、1 波長あたり 100Gbps 伝送が可能でかつ小型低消費電力を実現する、直接検波を用いた単一偏波・単一波長 100Gbps 多値光変復調方式と信号処理アルゴリズム技術の開発を行う。本開発では、FPGA を用いた試作によりリアルタイム動作を検証するとともに、デジタル信号処理を活用して光部品の動作温度範囲を広げクーラーを減らす（もしくはセミクール化を図る）など、さらなる省電力化技術を開発する。これを 4 並列化するとともに、課題イの集積光インタフェース及び課題ウの高速 ADC/DAC と組み合わせ、従来の延長による構成（100GBASE-ER4 × 4 台、16 波長多重、CFP パッケージ × 4 倍サイズ/電力）より大幅に小型・省電力の 400Gbps イン

タフェースの試作を行う。

イ) 400Gbps 光インタフェース集積化技術

400Gbps 級の短距離光インタフェースの実現に向け、現行の長距離 100Gbps 伝送用偏波多重光多値変調部(偏波多重 LN-IQ 変調器+大振幅高周波ドライバ 4 個)を大幅に小型・低消費電力化する、半導体変調器を用いた単一偏波小型 100Gbps 光変調部の構造検討と試作、及びそのモジュール化を行う。また受信側では低消費電力化が可能な小型直接検波 100Gbps 光多値受信フロントエンドのモジュール試作を行う。さらにこれらの送信部と受信部を 4 台並列するとともに光源など組合せ、400Gbps インタフェース光部品の小型・小面積実装の実現性を検証する。

ウ) 高速低消費電力 ADC/DAC 技術

高速光多値信号の生成及び受信に用いる超高速の 50GSample/s 級 ADC 及び DAC を開発する。400Gbps 級インタフェースの実現に向けて従来よりも小型かつ低消費電力化を図り、また課題ア、イと組合せて光多値信号の変復調を実証する。

③ 到達目標

ア) 400Gbps 多値伝送技術

直接検波を用いた単一偏波・単一波長 100Gbps 多値光変復調方式と信号処理アルゴリズム技術を開発、FPGA を用いた送受信器に実装し、リアルタイム動作と省電力信号処理アルゴリズムを実証する(変調速度 25GBaud、ビットレート 100Gbps、伝送距離 40km)。これを 4 並列化し、400Gbps 多値伝送技術を確立する。

イ) 400Gbps 光インタフェース集積化技術

半導体変調器を用いた小型 100Gbps 光変調部(動作速度 25GBaud、変調帯域 > 17GHz)、ならびに直接検波多値受信フロントエンド(動作速度 25GBaud、受信帯域 > 17GHz)を試作し、その動作を検証する。またこれらの送信部+受信部を 4 台並列化した 400Gbps 光送信部・受信部を現状の 100Gbps 短距離用モジュールである CFP (145mm×82mm) の 2 倍程度のサイズ(現行の 100Gbps 技術のまま 400Gbps を実現した場合と比較して約 1/2 のサイズ)に実装できることを検証する。

ウ) 高速低消費電力 ADC/DAC 技術

超高速 ADC (サンプリング速度 60GSample/s、分解能 8 bit、1.5W 以下)、及び DAC (サンプリング速度 60GSample/s、分解能 6 bit、750mW 以下)を開発し、低消費電力化を実現する。

なお、課題ア、イ、ウによって、1 波長 100Gbps×4 波長、伝送距離 40km、総消費電力(ASIC 実装時の想定)は従来比約 1/2 の 70W の 400Gbps リアルタイム伝送を実現する。

(c) プロトコル無依存リンク多重化技術

① 概要

複数の加入者ネットワークを収容し、様々なリンク層プロトコル(Ethernet、FibreChannel、InfiniBand 等)が混在する局舎ネットワークにおいて、加入者ネッ

トワークにおける最大 100Gbps 級の伝送を 1 本の大容量リンクに束ねることにより、400Gbps 級の高速大容量伝送を有効活用する技術を開発する。

## ② 技術課題

### ア) プロトコル無依存リンク多重化技術

データセンタネットワークで利用される様々なリンクプロトコル (Ethernet、FibreChannel、InfiniBand 等) を転送する多数の小容量リンク (1 Gbps, 8 Gbps, 10Gbps, 40Gbps 等) を、フレーム多重を行わない物理層の段階で 1 本の大容量リンク (400Gbps 等) に束ねて伝送し、ビットトランスペアレントにリンク分離する「プロトコル無依存リンク多重化技術」を確立する。また当技術を適用した多重化装置「ポートエキスパンダ」を試作開発して実ネットワークによる実験環境を構築し、その有効性を実証する。標準化提案については、提案先 (OIF PLL、IEEE 802.3 等) の検討フェーズや市場の必要時期を勘案し、状況に応じて提案を行う。

## ③ 到達目標

### ア) プロトコル無依存リンク多重化技術

2 種以上のリンク層プロトコル (Ethernet、FibreChannel、InfiniBand 他)、2 種以上の通信速度 (10Gbps/40Gbps/100Gbps Ethernet、8Gbps/16Gbps FC、DDR/QDR IB 等) のリンクを 8 本以上論理多重し、400Gbps (マルチレーン伝送) の大容量リンクに重畳する多重化方式を立案し、多重化処理を 1 マイクロ秒程度の処理遅延で実現する。また本方式を実装した試作機を開発し、上記プロトコルの多重伝送実験を行って動作実証する。

## (d) マルチコアファイバ光接続技術

### ① 概要

毎秒数テラビットの膨大な情報が常時流れるデータセンタ間、及びデータセンタ内におけるサーバ間を 1 本の光ファイバ内に複数の物理的な通信経路を有するマルチコアファイバで集約して接続し、且つ膨大な情報をマルチコアファイバの各通信経路に割り振る多重・分散化により、高速大容量化を実現する技術を開発する。一般的なファイバ (シングルコア) と同様に敷設されたマルチコアファイバで、余剰コアを冗長経路として確保しておくことで、災害時に迅速な復旧が可能なネットワークを構築可能とする。

## ② 技術課題

### ア) マルチコア多重分離・冗長化技術

マルチコアファイバを利用した高速大容量化や高信頼化を実現するために、マルチコアファイバの接続時に、各コア間の接続関係を自動認識し、且つ複数のリンク (~10Gbps) やマルチレーン伝送 (40Gbps~100Gbps イーサネット等) の各レーンを各コアに動的配分するマルチコア対応多重分離技術を確立する。また、ファイバの余剰コアを用いる冗長伝送によって高信頼化を実現するリンク冗長化

技術を確立する。更に本技術実装した試作機を開発し、データセンタを模したネットワークに適用して動作実証を行う。

#### イ) マルチコア光接続小型実装技術

多数のシングルコアファイバをマルチコアファイバに集約するファンイン・ファンアウトデバイス及びコネクタ部（またはカプラ）、またマルチコアファイバ同士を接続するコネクタ部の構造検討を行い、低損失でデータセンタ用機器接続を目的とした小型実装技術を開発する。また試作品開発により実用性を実証する。本研究にて開発したデバイス、及びコネクタについて、マルチコアファイバ用コネクタの実用化を目的とした標準化提案（IEC 等）を行う。

### ③ 到達目標

#### ア) マルチコア多重分離・冗長化技術

2本以上の7コアファイバを用い、ファイバの障害（ファイバの断裂等）を感知して、障害ファイバに割り当てていたリンクまたはレーンを、残りのマルチコアファイバの余剰コアに分配するマルチコア多重分離・冗長化方式を確立する。最適には50ミリ秒以下でコア間接続を切替えてリンクの接続状態を復旧するマルチコア多重分離・冗長化方式、及び試作機を開発し、実証する。

#### イ) マルチコア光接続小型実装技術

7コアファイバを用い、使用環境下において光結合（接続）損失1.0dB以下を達成し、既存の1コアファイバで用いられているSCコネクタと同等寸法の小型ファンイン・ファンアウトデバイス、及びコネクタを実現する光接続方式を立案する。また、試作開発により実使用に耐えうる取扱い、及び取り回し性を有することを確認し、データセンタ機器配線に特別な技能、及び工具を必要とせず使用できることを実証する。さらに簡易な環境試験を実施することにより長期安定性の確認を行うことで製品寿命を検証し、標準化提案に対しての仕様準拠を実証する。

## (2) 基幹ネットワーク高速大容量化・低消費電力化技術

### (a) 適応変復調伝送技術

#### ① 概要

基幹ネットワークの長距離伝送に適したデジタルコヒーレント方式において、伝送距離・伝送路の特性に応じて、変調時の多値度（2値、4値、16値）を適応的に変化させる技術、及び、1波長あたり最大で現在の4倍となる400Gbps級の伝送速度を実現する技術の研究開発を行う。伝送速度および変調符号方式の標準化提案については、提案先（ITU-T、IEEE）の検討フェーズや市場の必要時期を勘案し、状況に応じて提案を行う。

#### ② 技術課題

伝送距離・伝送路特性に応じて適応的に変復調方式を変化させるため、高速に伝

送路品質を推定する技術、および、推定品質に従って適切な変復調方式を選択する技術を確立する。

### ③ 到達目標

最大 16 値の多値信号に対応し、伝送効率を従来技術の 2 倍以上に高めることができる伝送路推定アルゴリズム、及び、変復調方式選択アルゴリズムを開発し、1 波長あたり 400Gbps のスループットを持つ信号処理技術を確立する。

## (b) 線形適応等化技術

### ① 概要

ネットワークの大容量化と、需要に応じた柔軟な運用による電力消費削減を実現するために、伝送路上にネットワーク機器が多数設置される。これら多数の通信機器を光信号のまま通過させる場合において、機器の通過後に生じる光信号の劣化を回復し、信号の伝送品質を維持する技術を確立する。

### ② 技術課題

多数の通信機器を通過する信号は、通過に伴う伝送距離の拡大や機器の周波数応答特性など線形的な特性により品質劣化が生じ、この劣化は経路制御の結果変化する機器の通過状況に応じて変動する。さまざまな特性に対して、適応的に劣化を補償する周波数領域処理などによる線形等化处理により、伝送特性を復元する技術を確立する。

### ③ 到達目標

最大 1 波長あたり 400Gbps 級の高速光信号において、課題 (b)、(c) の技術により、現状の技術 (100Gbps 偏波多重 QPSK 信号をシングルモードファイバ(G. 652 ファイバ)で伝送した場合 (伝送距離 1000km)) と比較して、同一の変調多値度とビットレートについて 1.5 倍 (1500km) 程度の伝送距離を実現する。

## (c) 適応誤り訂正・適応非線形信号補償技術

### ① 概要

変調多値度及び光伝送路の品質劣化の状態に応じて、受信信号を適応的に信号補償し、伝送距離を拡大する技術。

なお、上記研究課題 (a) から (c) の適応伝送技術により、大規模災害時の基幹ネットワークの迂回経路の設定等、耐災害性の高いネットワークを実現する。

### ② 技術課題

最大で 1 波長あたり 400Gbps 級の伝送速度の超高速光信号の信号対雑音比 (SNR) 低下に対処しうる誤り訂正機能 (FEC: Forward Error Correction) として、変調速度・非線形信号補償等の適応的に変化するパラメータとの親和性や、OTN フレーム等との親和性を考慮した FEC 技術を確立する。



また、長距離にわたるファイバ伝送路の各点で光ファイバの非線形光学効果と波長分散が絡みあいながら分布的に累積する複雑な波形歪を補償するデジタル信号処理回路を現実的な回路規模で実現するとともに、変調多値度および光伝送路の品質劣化の状況変化に応じて短時間で補償回路パラメータを適応制御することを可能にする制御インタフェースを提供する。

### ③ 到達目標

最大1波長あたり400Gbps級の高速光信号において、課題(b)、(c)の技術により、現状の技術(100Gbps 偏波多重QPSK信号をシングルモードファイバ(G.652ファイバ)で伝送した場合(伝送距離1000km))と比較して、同一の変調多値度とビットレートについて1.5倍(1500km)程度の伝送距離を実現する。

## (d) 低消費電力信号処理回路技術

### ① 概要

変調度の適応的可変機能を実装したデジタルコヒーレント送受信部と光ノード・光伝送路を統合した伝送シミュレーションモデルの構築による統合検証により、送受信信号処理回路全体の構成の最適化を行い、基幹ネットワークの消費電力を1波長あたり100Gbpsの伝送方式と比較して1/2以下(「単位伝送速度×単位伝送距離」を単位として消費電力を比較した場合。)に削減する技術。消費電力/外部インタフェース等の目標に関する標準化提案については、提案先(OIF)の検討フェーズや市場の必要時期を勘案し、状況に応じて提案を行う。

### ② 技術課題

#### ア) 適応変復調伝送回路技術

課題(a)での検討結果も踏まえ、伝送路状況に応じて変調多値度を適応的に変化させる適応変復調伝送技術のアルゴリズムを低消費電力で実現する適応変復調伝送回路技術を確立する。

#### イ) 線形適応等化回路技術

変調度の適応的可変機能や複数の機器通過にともない変化する波形ひずみを等化する線形等化回路において、性能を最大化する適応的な線形等化処理方式を半導体上での実現をふまえて回路化するための技術を確立する。

#### ウ) 適応誤り訂正・適応非線形信号補償回路技術

適応誤り訂正・適応非線形信号補償技術について、回路方式の工夫によって性能改善量に対する所要回路規模・消費電力の最小化を行いつつ、最大で400Gbps級の伝送速度に対応可能な信号処理回路を実現する技術を確立する。

#### エ) 低消費電力信号処理統合検証技術

デジタルコヒーレント送受信部、光ノード、光伝送路のモデルを相互接続して、全機能アルゴリズムの統合検証を行い、送受信処理回路全体の構成の最適化を行うための統合化技術を確立する。

### ③ 到達目標

#### ア) 適応変復調伝送回路技術

最大 400Gbps 級のスループットを実現可能な適応変復調伝送技術に関して、低消費電力信号処理統合検証に適用可能な変復調方式選択および伝送路品質推定を行う適応変復調伝送回路を実現する技術を確立する。

#### イ) 線形適応等化回路技術

最大 1 波長あたり 400Gbps 級の高速光信号において、課題 (b)、(c) の技術により、現状の技術 (100Gbps 偏波多重 QPSK 信号をシングルモードファイバ(G. 652 ファイバ)で伝送した場合 (伝送距離 1000km)) と比較して、同一の変調多値度とビットレートについて 1.5 倍 (1500km) 程度に伝送距離を拡大する回路を実現する技術を確立する。

#### ウ) 適応誤り訂正・適応非線形信号補償回路技術

最大 1 波長あたり 400Gbps 級の高速光信号において、課題 (b)、(c) の技術により、現状の技術 (100Gbps 偏波多重 QPSK 信号をシングルモードファイバ(G. 652 ファイバ)で伝送した場合 (伝送距離 1000km)) と比較して、同一の変調多値度とビットレートについて 1.5 倍 (1500km) 程度に伝送距離を拡大するために必要な回路を実現する技術を確立する。

#### エ) 低消費電力信号処理統合検証技術

デジタルコヒーレント送受信部、光ノード、光伝送路のモデルを相互接続した統合検証技術を用いて最大 400Gbps 級の送受信信号処理回路のハードウェア実装の設計・試作を行い、動作・消費電力検証、および外部機能との適応的連携により、基幹ネットワークの消費電力を 1 波長あたり 100Gbps の伝送方式と比較して 1/2 以下 (「単位伝送速度×単位伝送距離」を単位として消費電力を比較した場合。) に削減可能であることを実証する。

## 5. 研究開発期間

平成 24 年度から平成 26 年度までの 3 年間

## 6. その他 特記事項

### (1) 特記事項

提案者は、下記課題 I- (a)、I- (b)、I- (c)、I- (d)、II- (a)、II- (b)、II- (c)、II- (d) のいずれか又は複数の課題に提案することができる。

なお、課題 I- (a) の実施者は課題 I の取りまとめ、課題 II- (a) の実施者は本研究開発全体及び課題 II の取りまとめを行うものとする。

I. アクセスネットワーク (加入者・局舎ネットワーク) 高速大容量化・低消費電

力化技術

- (a) 加入者ネットワーク多分岐化・長延化技術
- (b) 光多値伝送向け高性能信号処理技術
- (c) プロトコル無依存リンク多重化技術
- (d) マルチコアファイバ光接続技術

II. 基幹ネットワーク高速大容量化・低消費電力化技術

- (a) 適応変復調伝送技術
- (b) 線形適応等化技術
- (c) 適応誤り訂正・適応非線形信号補償技術
- (d) 低消費電力信号処理回路技術

(2) 提案及び研究開発に当たっての留意点

提案に当たっては、基本計画書に記されている目標に対する達成度を評価することが可能な具体的な評価項目を設定し、各評価項目に対して可能な限り数値目標を定めるとともに、超高速・低消費電力光ネットワーク及び関連技術の実用化について、実用化目標年度、実用化に至るまでの段階を明示した取組計画等を記載し、提案すること。また、目標を達成するための具体的な研究方法、実用的な成果を導出するための共同研究体制又は研究協力体制について研究計画書の中にできるだけ具体的に記載すること。複数機関による共同研究を提案する際には、分担する技術間の連携を明確にし、インタフェースを確保すること。

また、本研究開発において製品・サービスの実現に向けたアプローチが考えられる場合には、製品として実装する際のコスト（メンテナンス等の後年度負担も含む）等への配慮を含め、具体的な取組計画を記載しつつ、提案すること。

研究開発の実施に当たっては、関連する要素技術間の調整、成果の取りまとめ方等、研究開発全体の方針について幅広い観点から助言を頂くと共に、実際の研究開発の進め方について適宜指導を頂くため、学識経験者、有識者等を含んだ研究開発運営委員会等を開催する等、外部の学識経験者、有識者等を参画させること。また、平成 21 年度に実施された「超高速光伝送システム技術の研究開発」（基本計画書 [http://www.soumu.go.jp/menu\\_news/s-news/02tsushin03\\_000001.html](http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/02tsushin03_000001.html) 参照）、平成 22 年度及び平成 23 年度に実施された「超高速光エッジノード技術の研究開発」（基本計画書 [http://www.soumu.go.jp/menu\\_news/s-news/02tsushin03\\_000024.html](http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/02tsushin03_000024.html) 参照）の内容を踏まえ、当該研究開発受託者と連携、協力して研究開発を行うこと。

(3) 人材の確保・育成への配慮

- ① 研究開発によって十分な成果が創出されるためには、優れた人材の確保が必要である。このため、本研究開発の実施に際し、人事、施設、予算等のあらゆる面で、優れた人材が確保される環境整備に関して具体的に提案書に記載すること。
- ② 若手の人材育成の観点から行う部外研究員受け入れや招へい制度、インターンシップ制度等による人員の活用を推奨する。これらの取組予定の有無や計画について提案書において提案すること。

#### (4) 研究開発成果の情報発信

- ① 本研究開発で確立した技術の普及啓発活動を実施すると共に、実用に向けて必要と思われる研究開発課題への取組も実施し、その活動計画・方策については具体的に提案書に記載すること。
- ② 研究開発成果については、原則として、総務省としてインターネット等により発信を行うとともに、マスコミを通じた研究開発成果の発表、講演会での発表等により、広く一般国民へ研究開発成果を分かりやすく伝える予定であることから、当該提案書には、研究成果に関する分かりやすい説明資料や図表等の素材、英訳文書等を作成し、研究成果報告書の一部として報告する旨の活動が含まれていること。さらに、総務省が別途指定する成果発表会等の場において研究開発の進捗状況や成果について説明等を行う旨を提案書に記載すること。
- ③ 本研究開発終了後に成果を論文発表、プレス発表、製品化、Web サイト掲載等を行う際には「本技術は、総務省の「超高速・低消費電力光ネットワーク技術の研究開発」（平成24年度一般会計予算）による委託を受けて実施した研究開発による成果です。」という内容の注記を発表資料等に都度付すこととする旨を提案書に明記すること。