

「次世代高効率ネットワークデバイス技術開発」  
(中間評価) 第1回分科会資料5-2

# 次世代高効率ネットワークデバイス技術開発 (中間評価)

(H19年度～23年度 5年間)

## 5. プロジェクトの概要説明 (公開)

NEDO技術開発機構  
電子・情報技術開発部

2009年11月12日

「次世代高効率ネットワークデバイス技術開発」  
(中間評価) 第1回分科会資料5-2

## 5. プロジェクトの概要説明

### 5-1 事業化の位置付け・必要性、研究開発のマネージメントについて

#### (1)事業の位置付け・必要性

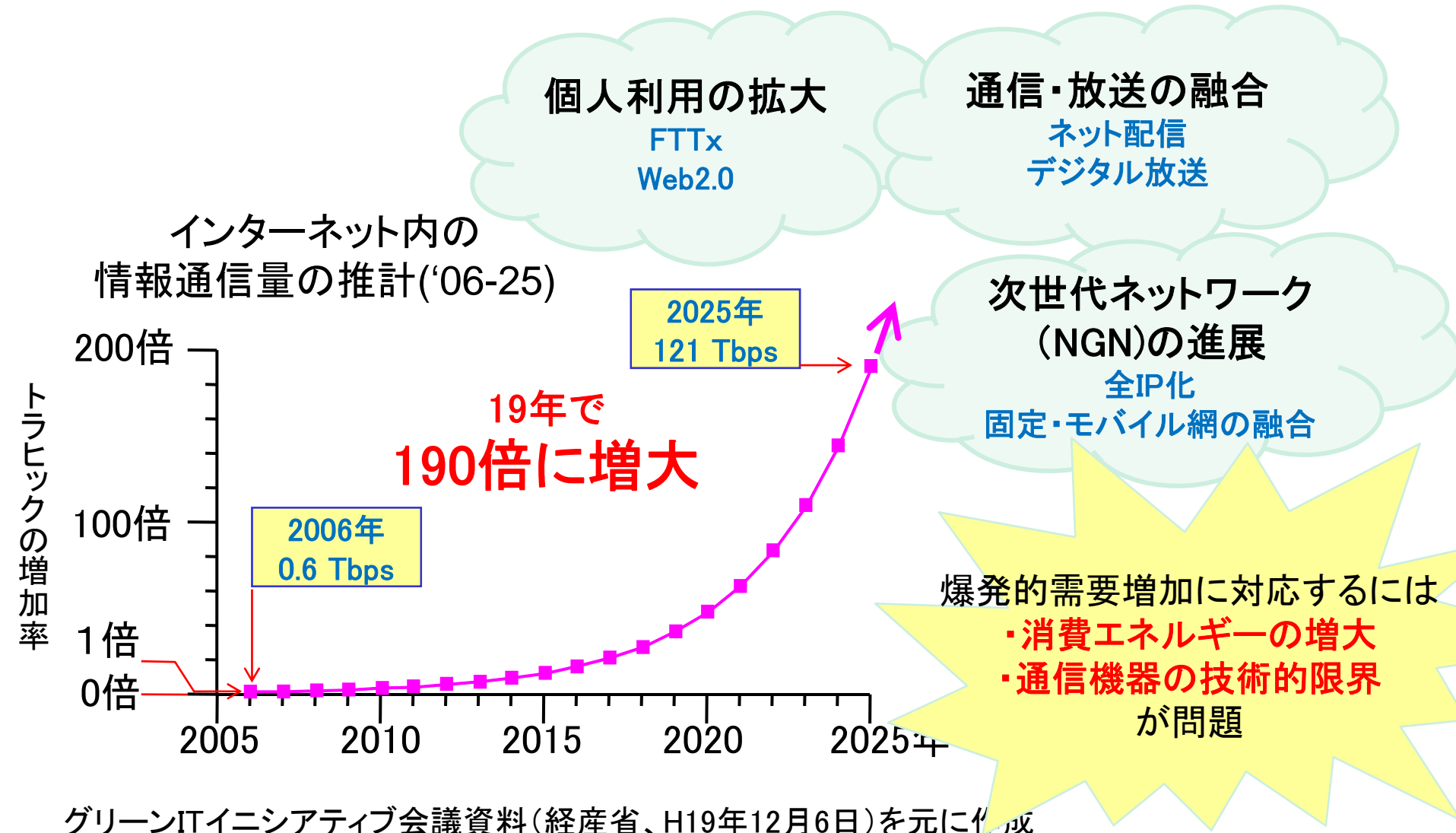
#### (2)研究開発マネージメント

### 5-2 研究開発成果、実用化、事業化の見通しについて

#### (1)研究開発成果と実用化、事業化の見通し

### 5-3 プロジェクトの概要全体を通しての質疑

# 通信ネットワークトラフィックの増大



# ネットワーク機器のエネルギー消費の増加

国内電力消費量に占めるIT機器の割合(予測)

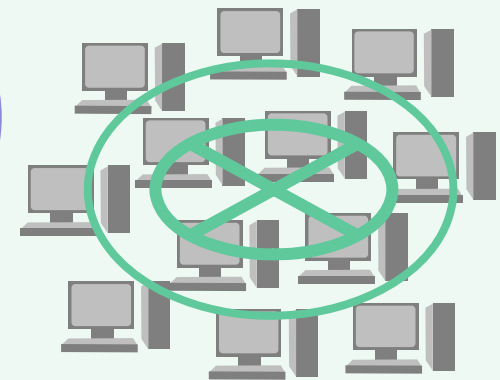
470億kWh (5%)

2006年



2025年

2400億kWh (20%)



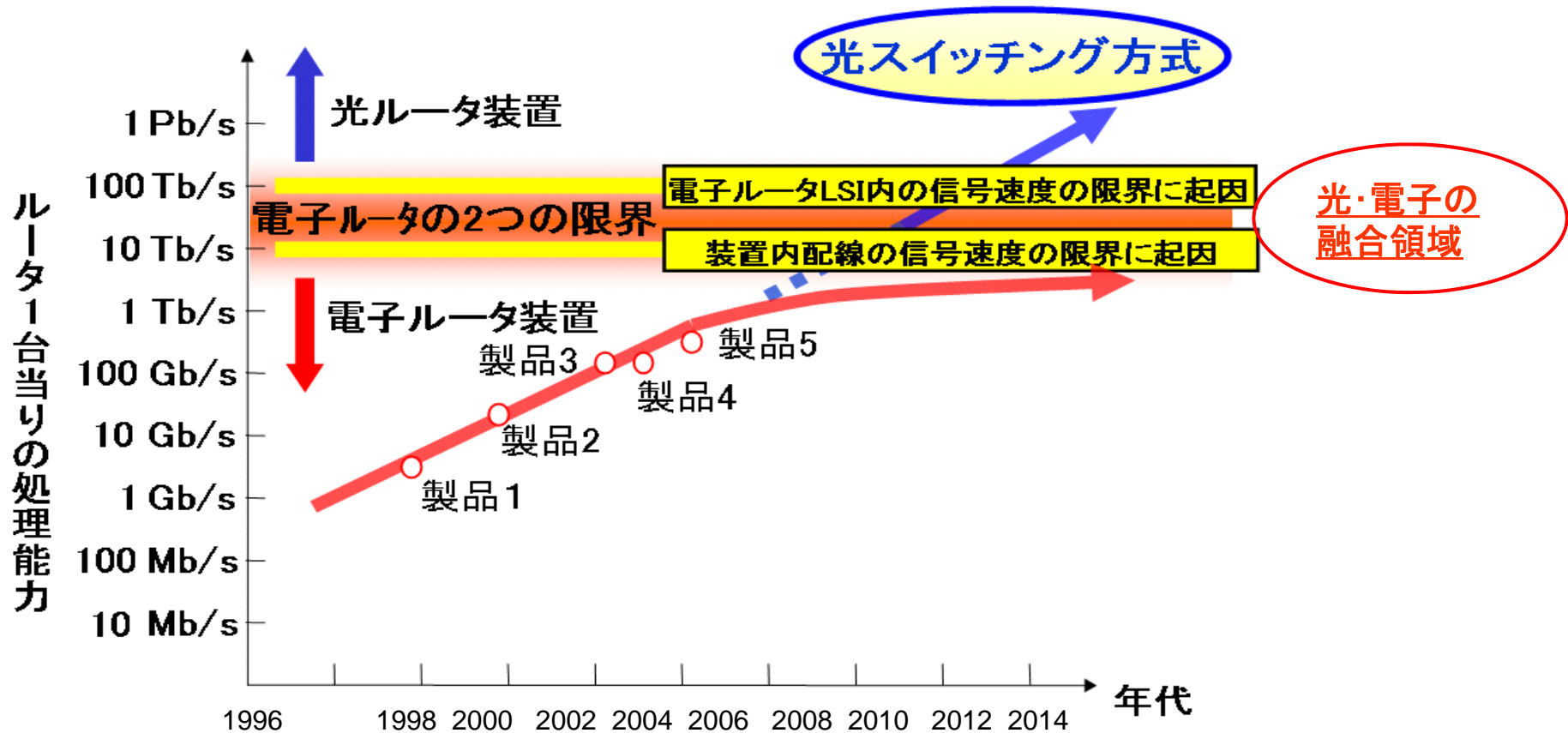
各IT機器の電力消費量予測(億kWh)

	ネットワーク機器	サーバ、ストレージ	PC	ディスプレイ
2006年	80	214	17	156
2025年	1,033	527	41	816
'25/'06比	13倍	2.5倍	2.5倍	5.2倍

グリーンITイニシアティブ会議資料(経産省、H19年12月6日)を元に作成

## 電子ルータの限界が顕在化

- ・高速化にともなう消費電力の急増、処理能力の限界
- ・**超高速、省エネの両立には光技術の早期導入が必要**

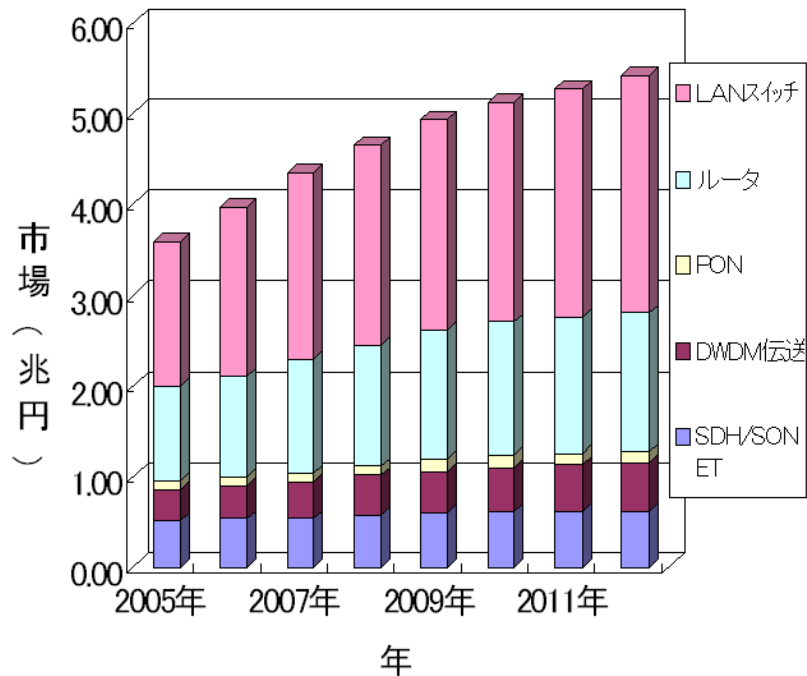


# 世界通信市場の動向

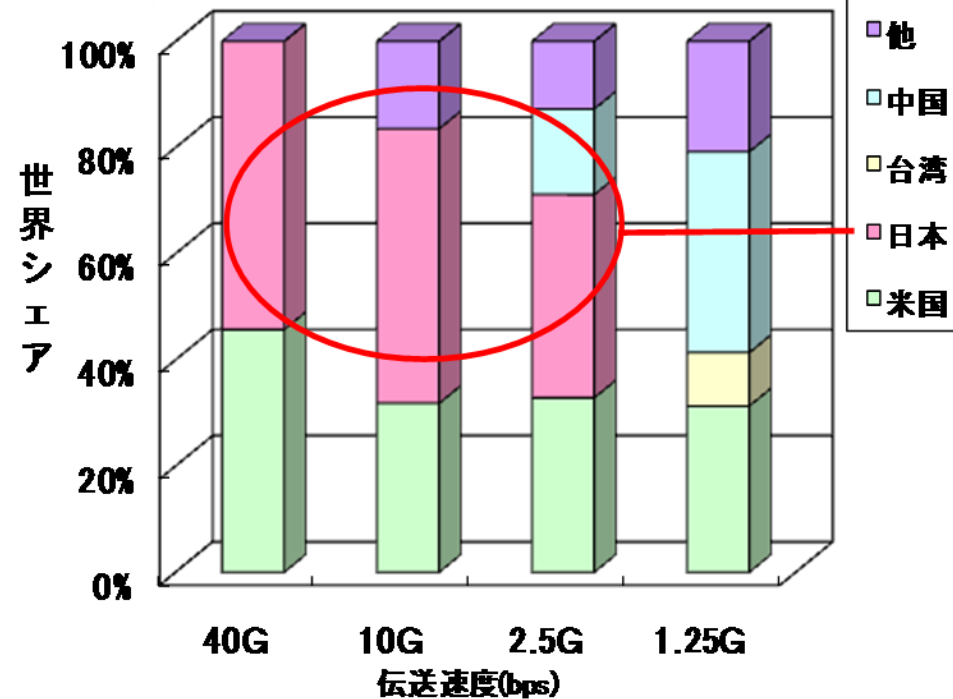
世界市場でLANスイッチ、ルータが成長

日本は高速光デバイスで高い国際競争力

通信ネットワーク機器市場動向(WW)  
富士キメラ総研



光インターフェースモジュール(2007年)数量ベース  
富士キメラ総研



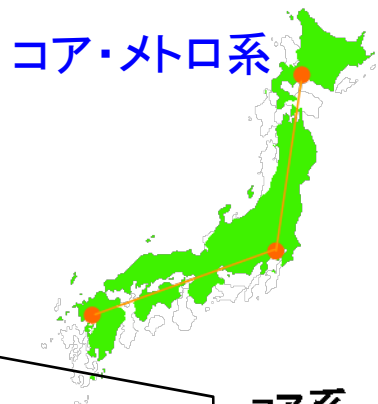
## 国際競争力の強化が必須

- ◆米国企業(Cisco等)の高いシェア、新興アジア企業の台頭
- ◆欧米は国家プロジェクトで競争力強化

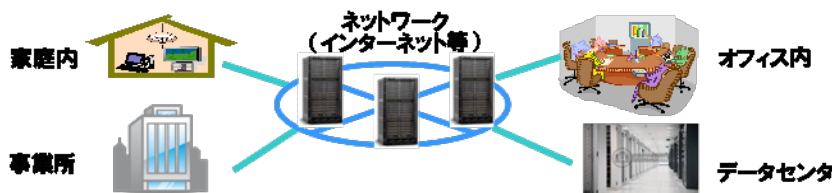
FP6 FP7	EU / ITC	3.9億ユーロ 9.1億ユーロ	欧州域内の大学と企業へ助成
スペクトラル相互接続方式統合ルータ	米DARPA(ルーセント、ベル研)	1250万ドル	100Tbpsの全光方式ルータの開発
ラベル スイッチド オプティカル ルータ	米DAPRA(カリエント、シスコ等)	1,680万ドル	同上
Terabus	米DARPA(IBM、アジレント)	3,000万ドル	チップ間光接続技術 (速度10-20Gbps/ch、最大48ch)
EPIC	米DARPA: (Luxtera, IBM)	1,000万ドル	光リンクの高速化IC技術 (速度:4×10Gbps)
NeTS	米NSF	4,000万ドル	ネットワーキング関連の 60~80プロジェクトの集合体
GENI	米NSF	3.67億ドル	新ネットワーク創出のための アーキテクチャや要素技術

## 技術開発の方向性

コア・メトロ系

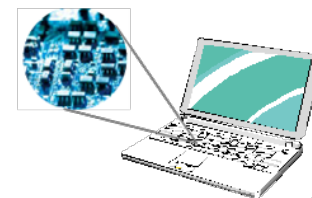


アクセス系・LAN/SAN\*



\*SAN:ストレージエリアネットワーク

ボード・チップ内



	コア系 (~1000km)	メトロ系 (~100km)	アクセス系 (~10km)	LAN/SAN (~1km)	バックプレーン (~1m)	ボード内 (~30cm)	チップ内 (~10mm)	
現状	光 電気	光 電気/光	光 電気	光 電気	電気 電気	電気 電気	電気 電気	Point to Point スイッチング

現状

5年後

10年後

15年後

5年後	光 電気/光	光 光	光 電気	光 電気/光	光 電気	光 電気	電気 電気	Point to Point スイッチング
-----	-----------	--------	---------	-----------	---------	---------	----------	--------------------------

10年後	光 光	光 光	光 光	光 光	光 電気/光	光 電気	光 電気	Point to Point スイッチング
------	--------	--------	--------	--------	-----------	---------	---------	--------------------------

15年後	光 光	光 光	光 光	光 光	光 光	光 電気	光 電気	Point to Point スイッチング
------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	--------------------------

Point to Point  
スイッチング

Point to Point  
スイッチング

Point to Point  
スイッチング

Point to Point  
スイッチング

## ネットワークにおける光化技術の進展

数量の多い、メトロ系やLAN/SAN\*と、それらに用いるルータ・スイッチの内部(バックプレーン)の「光」化が進展



## 課題

- ・爆発的通信需要への対応
- ・省エネルギー化の推進

## 本プロジェクト

## 次世代高効率ネットワークデバイス技術開発(H19-H23)

## 戦略

メトロ系とアクセス系を繋ぐエッジルータシステム、  
LAN/SAN系伝送システムの  
高性能化、省エネルギー化にフォーカス

## 戦術

光デバイス技術を最大限駆使した  
光・電子融合型集積モジュールの開発

数が多い  
コア系の100倍！

## 経済産業省 研究開発プログラム(PG)

## 「ITイノベーションPG」及び「エネルギーイノベーションPG」の1テーマとして実施

産業技術 政策	第3期科学技術 基本計画(H18)	■情報通信分野は、研究開発の重点推進4分野(ライフサイエンス、情報通信、環境、ナノテク・材料)の1つに位置づけられている。
	新産業創造戦略 2005(H17)	■情報通信分野は、重点的に育成する戦略7分野の1つに位置づけられている。
	E-Japan, II u-Japan 2001(H13)~	■「IT新改革戦略」での光ネットワークでの世界でのリードや、「重点計画2008」のITを駆使した環境配慮型社会の実現で、IT機器のエネルギー使用量の抑制技術として取り上げられている。

## 経済産業省研究開発プログラム

## ITイノベーションプログラム

目的: 高度情報通信ネットワーク社会の構築に向け、経済成長戦略大綱、IT新改革戦略、科学技術基本計画及び技術戦略マップ等に基づき、情報化の進展に伴うエネルギー消費量の増大等の課題にも考慮しつつ、その基盤となる情報通信機器・デバイス等の情報通信技術を開発し、実社会への利用を促進する。

## II. 省エネ革新 [i] 情報ネットワークシステムの徹底的省エネの実現

## 次世代高効率ネットワークデバイス技術開発

## エネルギーイノベーションプログラム

目的: 資源に乏しい我が国が、将来にわたり持続的発展を達成するためには、革新的なエネルギー技術の開発、導入・普及によって、各国に先んじて次世代型のエネルギー利用社会の構築に取り組んでいくことが不可欠である。(中略) 以下に5つの政策の柱毎に目的を示す。

- I. 総合エネルギー効率の向上    II. 運輸部門の燃料多様化    III. 新エネルギー等の開発・導入促進  
IV. 原子力等利用の推進とその大前提となる安全の確保    V. 化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用

## 4-I. 総合エネルギー効率の向上 [iv] 省エネ型情報生活空間創生技術

## 次世代高効率ネットワークデバイス技術開発

## NEDO 第2期中期目標 <情報通信分野>

- 誰もが自由な情報の発信・共有を通じて、個々の能力を創造的かつ最大限に発揮することが可能となる **高度な情報通信(IT)社会を実現**
- 我が国経済の牽引役としての **産業発展を促進**

IT戦略本部

いつでも、どこでも、誰でもITの恩恵を実感できる社会の実現 (IT新改革戦略)

総合科学  
技術会議

- ① 継続的イノベーションを具現化するための科学技術の研究開発基盤の実現
- ② 革新的IT技術による産業の持続的な発展の実現
- ③ すべての国民がITの恩恵を実感できる社会の実現

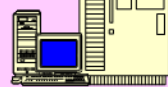
NEDO中期目標

高度な情報通信 (IT) 社会の実現

電子政府、シミュレーション

IPを用いた各種のアプリケーション

いつでも、だれでも、どこでも (ユビキタス)



高信頼性サーバ



電子商取引



遠隔XX



教育



携帯電話、PDA、  
Wearable Computer



デジタル情報家電

### ユーザビリティ技術

User-friendlyなヒューマン・インターフェース、ディスプレイ、相互運用性、セキュリティ機能の向上

### ストレージ・メモリ技術

小型・大容量HD、高速大容量、  
低消費電力の不揮発性メモリ

### コンピュータ技術

IT社会の基盤を構成する、  
高い可用性、信頼性

### ネットワーク技術

基幹系ネットワークの高速大  
容量化、高速ワイヤレス通信

### 半導体技術

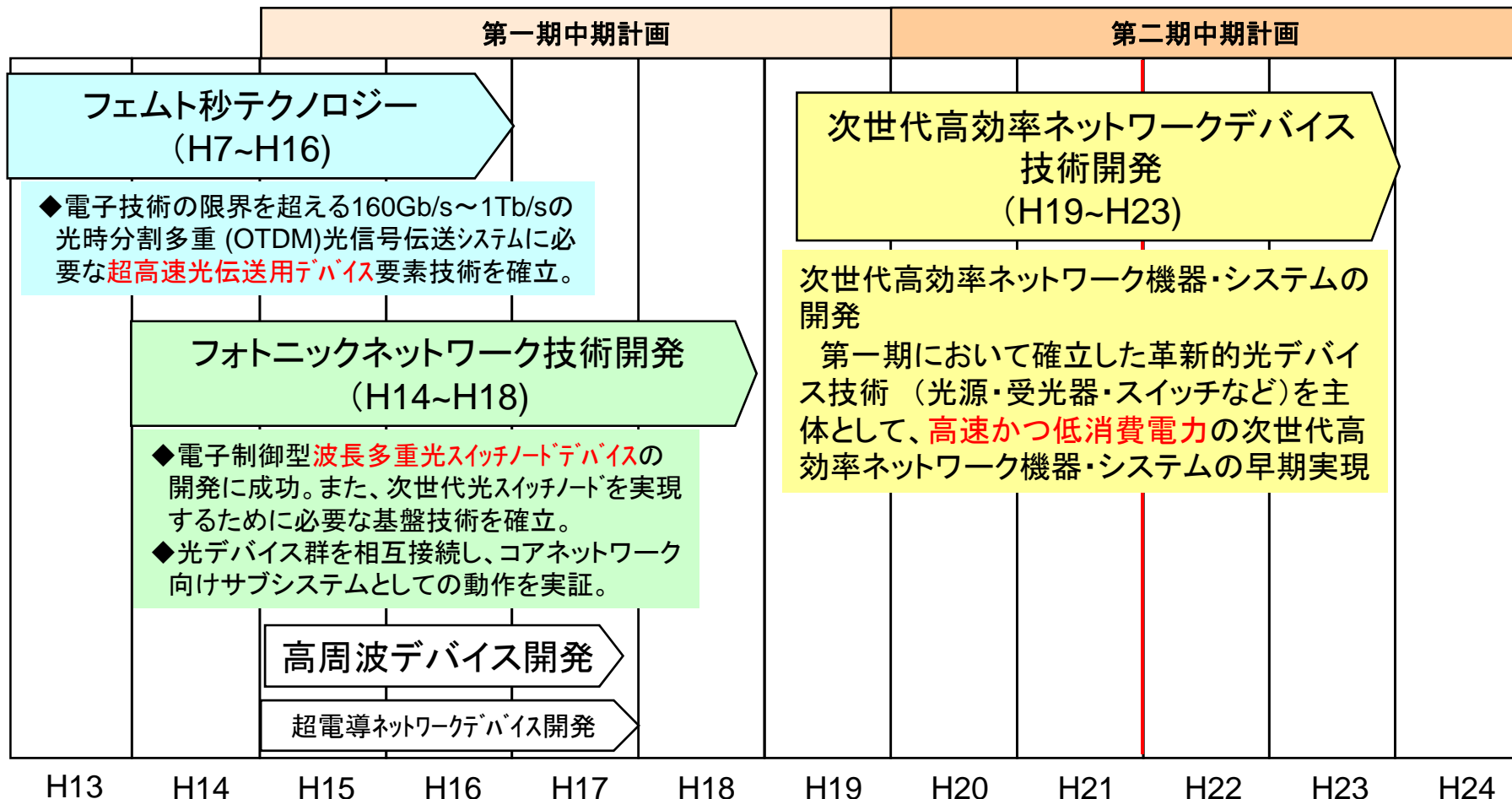
半導体デバイスの高集積化、低消費電力化、設計効率化、多品種少量生産、PFC対策

本プロジェクト  
「次世代高効率  
ネットワークデバイス  
技術開発」

我が国産業の国際競争力の強化  
我が国産業発展の促進

## NEDOにおける情報通信分野の取り組み

## NEDOにおけるネットワーク技術への取り組み



先行プロジェクトで波長多重光スイッチノードデバイス開発、省エネ化(コアネットワーク)を実現



本プロジェクトでエッジ~メトロネットワークにつながるさらなる低消費電力化を推進

## NEDOが関与する意義

CO<sub>2</sub>排出量削減という国家的な取り組み、情報通信技術の公共性、民間企業だけの開発の困難性、技術的英知結集の必要性からNEDOプロジェクトして取り組むことが必要

### ◆ IT機器の省エネ化によるCO<sub>2</sub>削減には、国家的な取り組みが必要

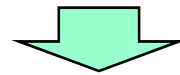
国民生活のライフラインとなっているネットワークの消費電力量を削減し、CO<sub>2</sub>排出量を削減することは、地球温暖化対策として非常に重要であり、公益性のある取り組みである。

### ◆ 我が国のエレクトロニクス産業を支える技術の国際競争力確保

ネットワーク技術は、情報通信分野の中核的な技術であり、国際競争の激しい技術分野である。欧米では、国家的な取り組みを進めており、我が国のIT産業のプレゼンスを確保するためには、国内企業間の連携や技術の共通化が重要。

### ◆ 個々の民間企業では、技術開発は困難

さらなる高速化・低電力の実現には、電子デバイスの高速化技術といった高難度かつ長期的な取り組みが必要であり、民間企業単独ではリスクがある内容。市場原理のみで低消費電力の推進を図ることは困難。



## NEDOが関与すべき事業

# 次世代高効率ネットワークデバイス技術開発

## NEDOの役割と他機関との連携

- ・NEDOはデバイス開発と機器化技術が核
- ・ネットワーク上位レイヤー技術開発については、対応する管理・研究機関(NICT等)と連携

高速・高信頼・セキュアなネットワーク  
機器・システムの実現

NICTプロジェクト関係者との学会等共同セッションによる情報交換促進

電子情報通信学会

インターネット  
アーキテクチャ研究会

2009年1月 機械振興会館

IEEE SAINT\*2008

Power Consumptions in  
Future Network Systems

2008年7月 フィンランド  
浅見PL座長

(\*SAINT: International Symposium on Applications and the Internet)

## 省エネルギー的効果

年度	ルータ種別	台数	省エネルギー効果 (原油換算)
2009年	電子ルータ	13.4万台	-
2020年	光/電子ルータ(占有率95%)	38.3万台	451万kL/年

本プロジェクトによる  
省エネルギー効果

仮定:

- ・2000年のルータ台数を約6万台とし、年率10%の増加
- ・電子ルータの平均消費電力は20kW
- ・本プロジェクトの成果による光/電子ルータの登場によって30%の電力削減
- ・電力-原油換算値は2.36E-4kL/kWh



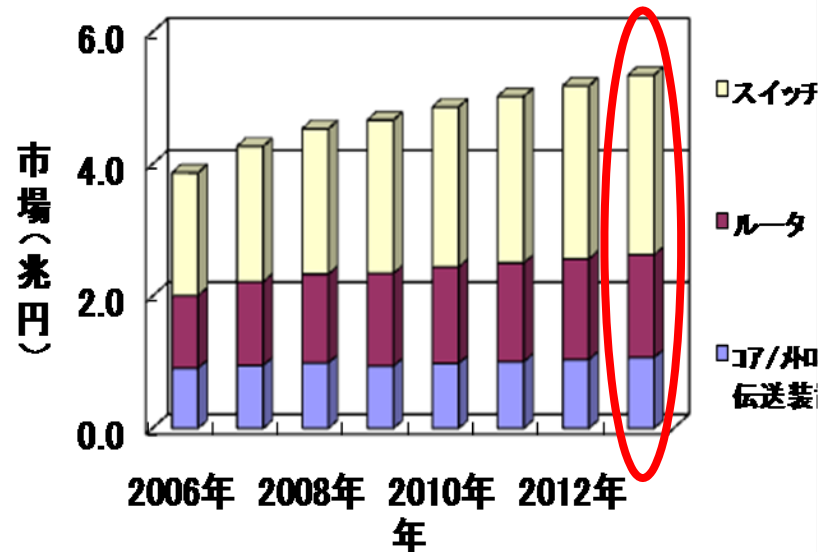
## 経済的効果

プロジェクト事業費の委託費総額 50億円（予定）

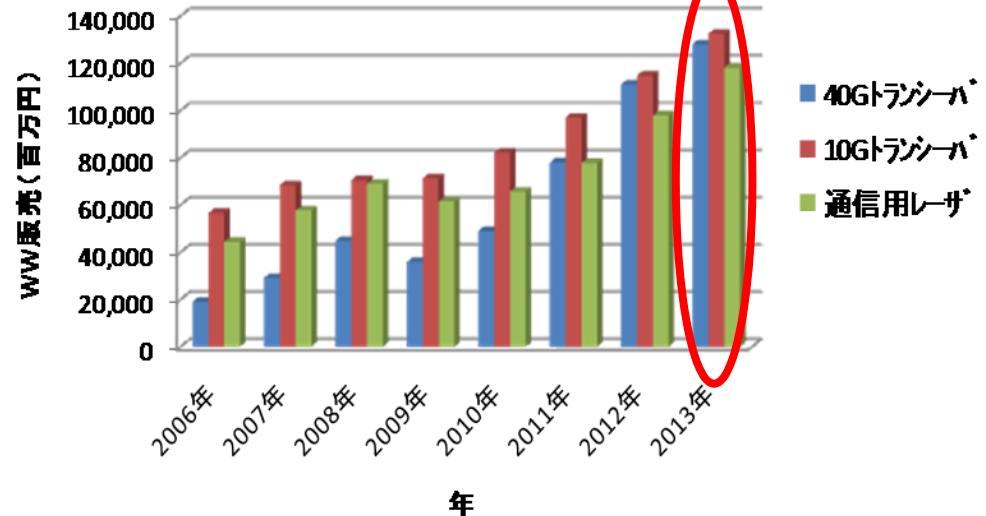
市場の効果(2013年時点予測)

通信ネットワーク機器販売額(WW) ~5兆3500億円/年  
光アクティブデバイス販売額 (WW) ~3800億円/年

通信ネットワーク機器市場動向(WW)  
富士キメラ総研



光アクティブデバイス市場(WW)  
富士キメラ総研



市場規模拡大すれば、さらなる効果が期待でき、十分な費用対効果があるといえる。



## 5. プロジェクトの概要説明

### 5-1 事業化の位置付け・必要性、研究開発のマネージメントについて

(1)事業の位置付け・必要性

(2)研究開発マネージメント

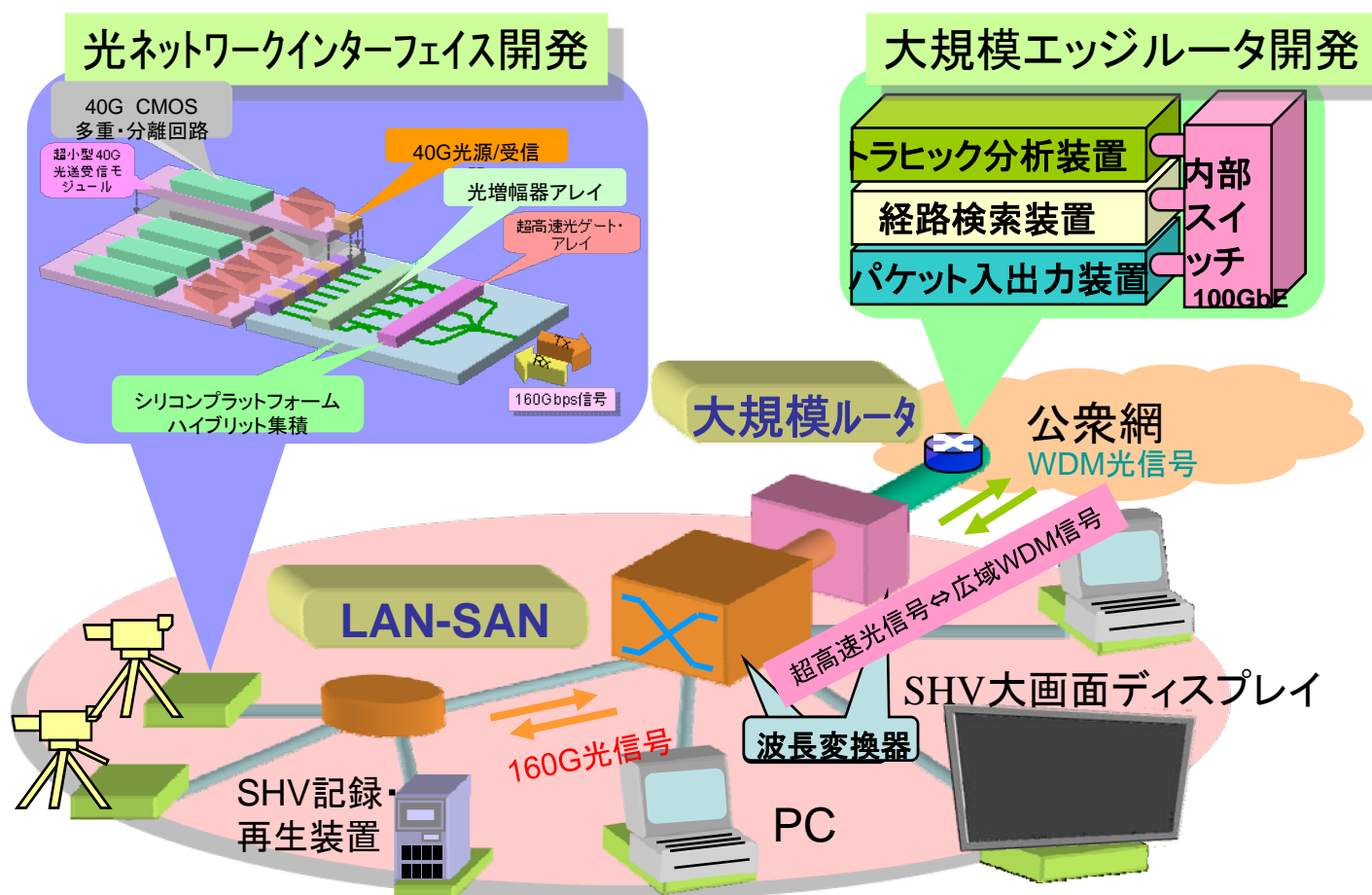
### 5-2 研究開発成果、実用化、事業化の見通しについて

(1)研究開発成果と実用化、事業化の見通し

### 5-3 プロジェクトの概要全体を通しての質疑

## 開発ターゲット

特に、市場の拡大が期待される、1) **エッジルータ**、2) **LAN-SAN**を対象として、光化困難な一部の構成要素(送信制御部:スケジューラ等)を除いて、最大限、光デバイスを駆使した光・電子融合型集積化モジュールを開発する。



## プロジェクトの研究開発内容

個別デバイス及びそれらを集積化した**モジュールの省電力化**を推進し、**システム全体が省エネルギーに貢献**できることを目標とする。

具体的には平成23年度までに、

- (1) 10Tbps超級のエッジルータの実現のための**光基盤技術、SFQ回路技術及びその周辺技術開発**を行なう。
- (2) 超高速スイッチング等の光・電子デバイスの機能・特性の向上および集積化を図り、LAN-SANにおいて160Gbps伝送を可能とする、**低消費電力素子・ネットワークの実証**を目指す。
- (3) 1チャンネルあたり40Gbps超の光信号を扱う**実用的高速インターフェイス技術**や**集積化技術の確立**、ネットワークトラヒックにおける**多数フロー情報の同時分析、高効率スクリーニング技術の確立**を目指す。

## 研究開発テーマの根拠

**(1) 10Tbps超級のエッジルータの実現のための光基盤技術、SFQ回路技術及びその周辺技術開発を行なう。**

(根拠): インターネット上のトラフィックは急増、これに伴いルータの消費電力も2006年に対し2025年では13倍に増大する。特に高性能で台数も多いキャリアエッジルータにおいては超高速と省電力を両立する必要がある。そこで現在のエッジルータの交換能力性能(約1Tbps)に対し10倍の性能をテーマ設定し、その際に消費電力及び高速化の課題が顕著に現れるルータのI/O部分(モジュール間接続部分)の光技術適用をテーマ設定した。その実現に伴い、高速低消費電力の光デバイスや超高速信号計測機器に資する技術が必要となる。

**(2) 超高速スイッチング等の光・電子デバイスの機能・特性の向上および集積化を図り、LAN-SANにおいて160Gbps伝送を可能とする、低消費電力素子・ネットワークの実証を目指す。**

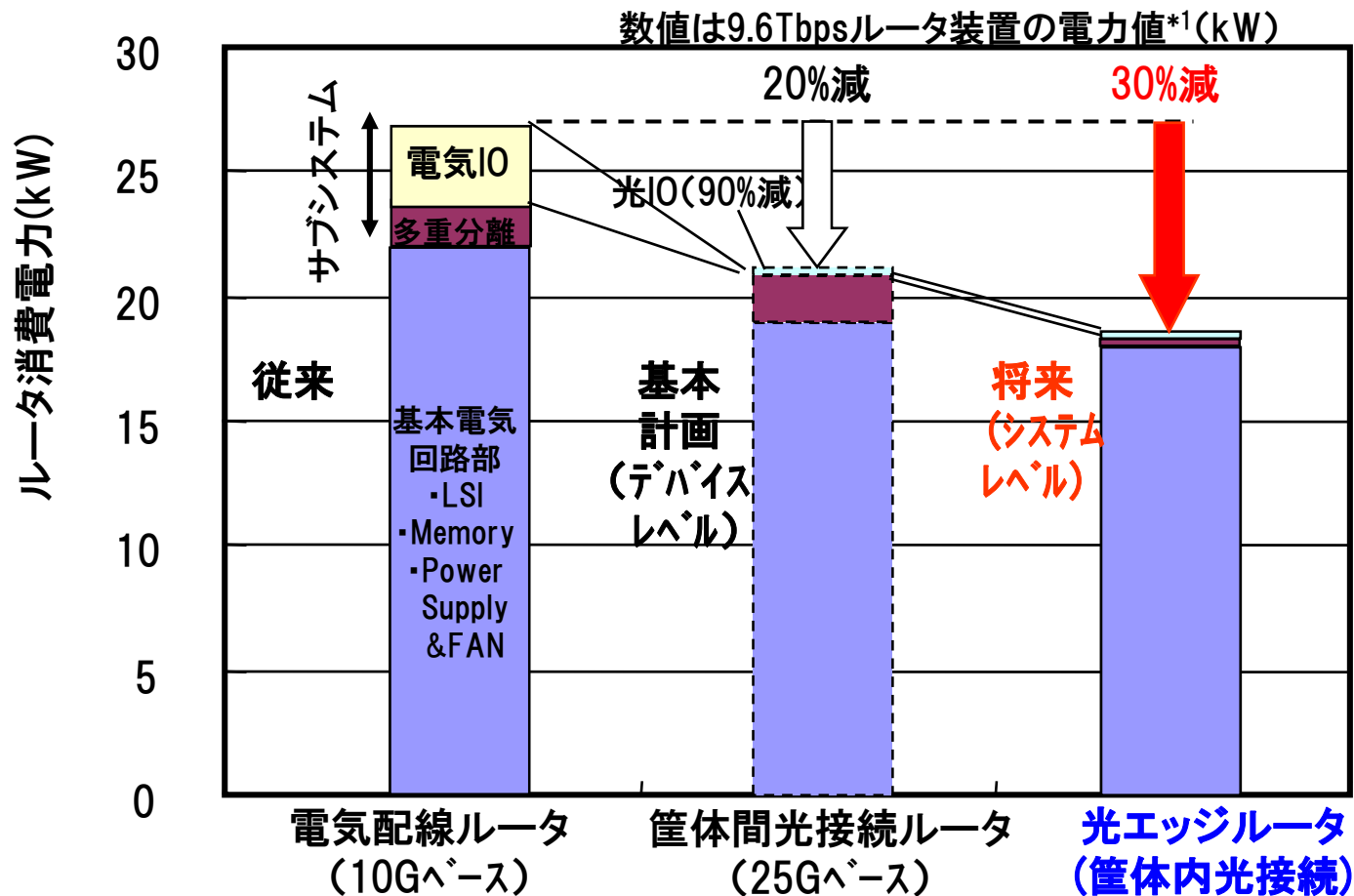
(根拠): 高精細映像情報や、データセンターでの大量の情報を扱えるネットワーク技術が今後必須となる。そのための技術として、巨大映像情報であるスーパーハイビジョンを伝送可能な低消費電力のLAN-SAN技術の開発を行う。

**(3) 1チャンネルあたり40Gbps超の光信号を扱う実用的高速インターフェイス技術や集積化技術の確立、ネットワークトラヒックにおける多数フロー情報の同時分析、高効率スクリーニング技術の確立を目指す。**

(根拠): イーサネット技術は現在の10Gbpsから40Gbps及び100Gbpsの技術の標準化が進んでおり、2011年には標準化とほぼ同時の実用化が期待されている。一方でそのトラヒックの特徴・傾向を明らかにするための計測・分析技術は10Gbpsでも十分な性能水準とはいえ、今後の回線サービスの高速化のボトルネックとなりうる課題である。

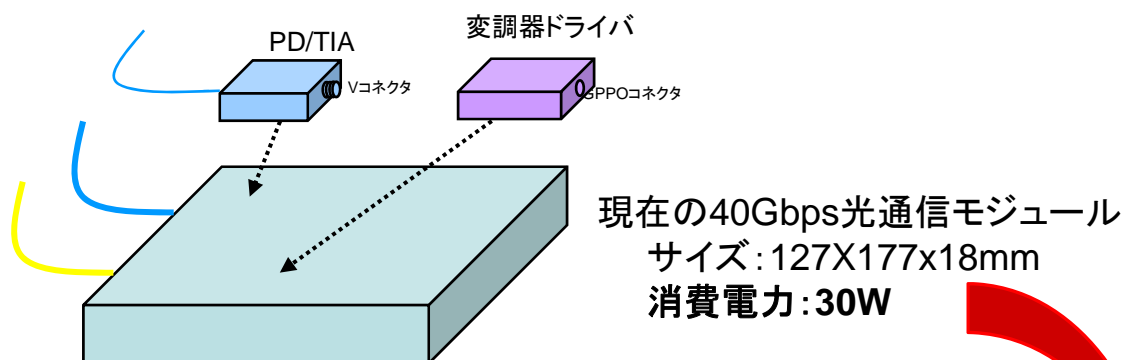
## 現行電子ルータの消費電力を削減(最大限の光技術の早期導入)

- ・電気IOを光IO化し90%低消費電力化(スイッチ構成の20%減):基本計画
- ・筐体内光配線(光バックプレーン)の開発に着手(スイッチ構成で30%減):加速資金



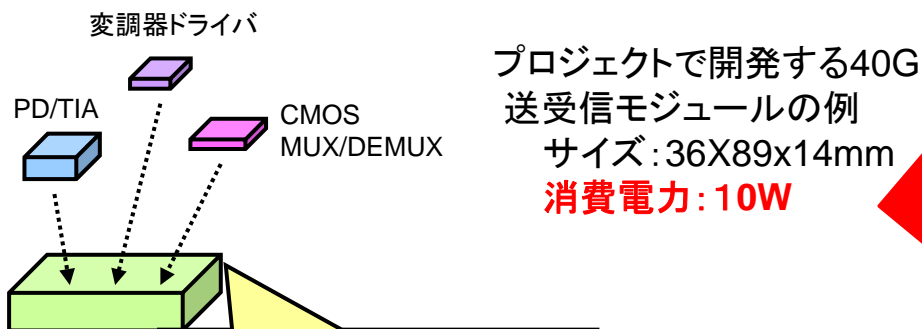
## LAN-SANにおいて160Gbps伝送を可能とする低消費電力素子・ネットワークの実証

・現状機器構成と比較して60%以上の低消費電力化:基本計画



- 1.コネクタを排除した超小型実装
- 2.高耐圧、高効率素子
- 3.低消費電力の回路

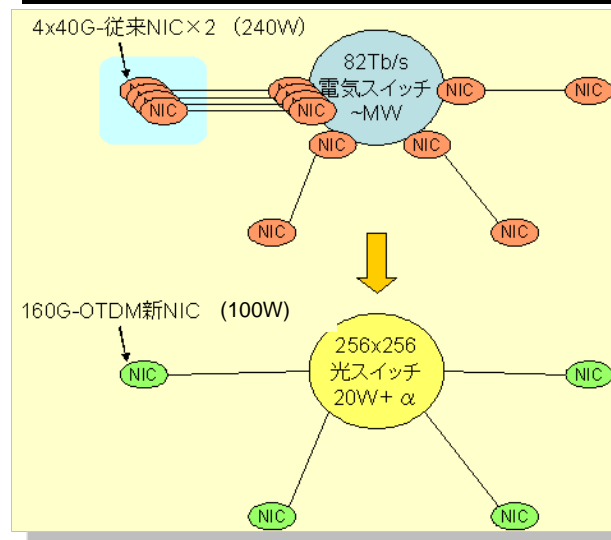
60%減



電力:3分の1

項目	数量	消費電力 (W)	小計(W)
OTDM	2	30	60
40G NIC	4	10	40
合計			100

消費電力	本テーマ	C社
光NIC (スイッチ部)	<100W	~240W
	<100W	~>MW



## ①「次世代高効率ネットワークデバイス共通基盤技術(1/2)」

青色:大規模エッジルータ、赤色:超高速LAN-SAN

サブテーマ	個別テーマ	中間目標(平成21年度)	最終目標(平成23年度)
・省電力・高性能光インターフェイス(I/O)開発	・超高速多重・分離技術	LAN-SAN用光NIC-I/F回路として、40Gbps動作と低消費電力化(従来の1/3、<4W)を実現する。	-
	・超高速光受信アナログ・FE	10Tbps超エッジルータ向け省電力・高速光I/F用IC開発の為に高感度受信回路を開発し、25Gbpsで10mW/Gbpsの小型光I/Oを開発する。	-
	・超高速光送信ドライバ	10Tbps超エッジルータ向け省電力・高速光I/F用IC開発の為に、低消費電力の冗長化ドライバ回路を開発し、25Gbpsで10mW/Gbpsの小型光I/Oを開発する。	-
	・LAN/WAN間大容量信号変換	次世代エッジルータ向けに、小型・低消費電力型OTN-LSIの製作を行い、OTN基本部で消費電力10W以下を達成する。	-
・超高速LDの技術開発	・超高速・省電力面出射型レーザ	機器内光通信システム用に25Gbps且つ従来比1/2以下の低消費電力動作のレーザを開発する。	面出射型LDにおいて70℃以上で40Gbps動作を実現する。
	・高速直接変調レーザ	光NIC用に単一モードLDにおいて駆動電流50mA以下での室温40Gbps動作を実現する。	単一モードレーザにおいて温度安定25Gbps動作および85℃以上、駆動電流50mA以下での40Gbps動作を実証する。

## ①「次世代高効率ネットワークデバイス共通基盤技術(2/2)」

青色:大規模エッジルータ、赤色:超高速LAN-SAN

サブテーマ	個別テーマ	中間目標(平成21年度)	最終目標(平成23年度)
・小型・集積化技術開発	・高感度光受信モジュール	10Tbps級エッジルータ用に、高密度集積技術による高速・省電力型受信フロントエンド用反射構造PDにおいて、25Gbps動作を達成する	PDと受信アンプ回路との高密度集積実証(送受信部全体: 10mW/Gbps), 4チャンネルアレイ化光受信フロントエンドを開発する。
	・小型省電力波長可変光源	10Tbps級エッジルータ用に、シリコン導波路とハイブリッド集積技術により、波長可変幅100nm、消費電力40mW/ringの導波路リング型波長可変光源を開発する。	-
	・ハイブリッド集積全光スイッチ及びOTDM-NIC	LAN-SANのOTDM-NIC用ハイブリッド集積型全光スイッチを開発する。ウィンドウ幅2ps、消光比20dB以上のスイッチング動作を実証する。	4チャンネルアレイ化、OTDM-NICに実装、その他の光・電子デバイス(省電力・高性能光I/Oや超高速LD他)と共に集積化技術開発を行う。
	・高効率半導体増幅器	LAN-SANのOTDM-NIC集積用に半導体増幅器の50℃以上、40Gbpsの高温動作を実証する。	半導体光増幅器(SOA)のハイブリッド実装を開発し、4チャンネルアレイ化を実現する。
	・入力ダイナミックレンジ拡大波長変換器	LAN-SAN用に、40Gbps以上、許容入力レベル変動10dB以上の波長変換器を開発する。	波長・入力電力に対しロバストな波長変換器の4チャンネルアレイ化技術を開発する。
・超電導回路技術開発	・SFQベース・リアルタイムオシロ	SFQネットワークスイッチ実現に不可欠な多チャンネルシステム化技術の開発を行い、10Gbps光入出力(1チャンネル)を実現する。光入力で動作する超電導フラッシュ型ADCを作製し、冷凍機に実装してサンプリング周波数30GHz、4ビット動作の確認を行なう。	多チャンネルシステム化技術として、40Gbps光入出力(4チャンネル)、カレントリサイクルによりバイアス電流を1/10に低減する。サンプリング周波数50GHz、5ビットのSFQフラッシュ型ADCを2チャンネル集積した2値のデジタイザを作製する。



## ②「次世代高効率ネットワーク・システム化技術」

青色:大規模エッジルータ、 赤色:超高速LAN-SAN

サブテーマ	個別テーマ	中間目標(平成21年度)	最終目標(平成23年度)
・大規模エッジルータシステム化技術	・スケーラブル・ルータアーキテクチャ	高速光ネットワークに対応可能なトラフィックモニタリング技術(40Gbpsおよび4Mフロー/SIに対応する独立筐体型およびルータ内蔵トラフィック分析技術及び装置)を開発する。	スケーラブル・ルータアーキテクチャに基づき100Gbpsで複数台での連携を実証する。
	・小型省電力光アップリンク(2010-2011)	-	ルータリンク向け100Gbps双方向・省電力光I/O(10mW/Gbps、従来比90%の省電力効果)を実証する。
	・波長可変インターフェイスカード(2010-2011)	-	波長可変光源を用いた光インターフェイスカードを実証する。
	・LAN/WAN間大容量信号変換技術(2010-2011)	-	100GbEとのトランスペアレントな変換を可能とする低消費電力型トランスポンダ基盤技術確立。LAN/WAN変換OTNフレーム処理部の消費電力40W以下を検証する。
・超高速光LAN-SANシステム化技術	・LAN-SANシステム設計技術	3チャンネル×48Gbps SHV映像160Gbit/s転送の動作確認を行なう。	160Gbit/s光LAN上での3チャンネル×48Gbps SHV配信実験を行う。
	・SHV配信LAN-SANシステム収容技術		
	・光NIC用省電力インターフェイス技術(2010-2011)	-	超高速光LAN-SANシステム用光NICに関して、従来比60%の省電力効果を実証する。

II-2-(2)研究開発計画の妥当性

- 基本計画では、「デバイス共通基盤技術」と「システム化技術」に分類
- 最終試作システムは、「大規模エッジルータ」と「超高速光LAN-SANシステム」
- デバイス共通基盤技術グループ内・間での情報交換

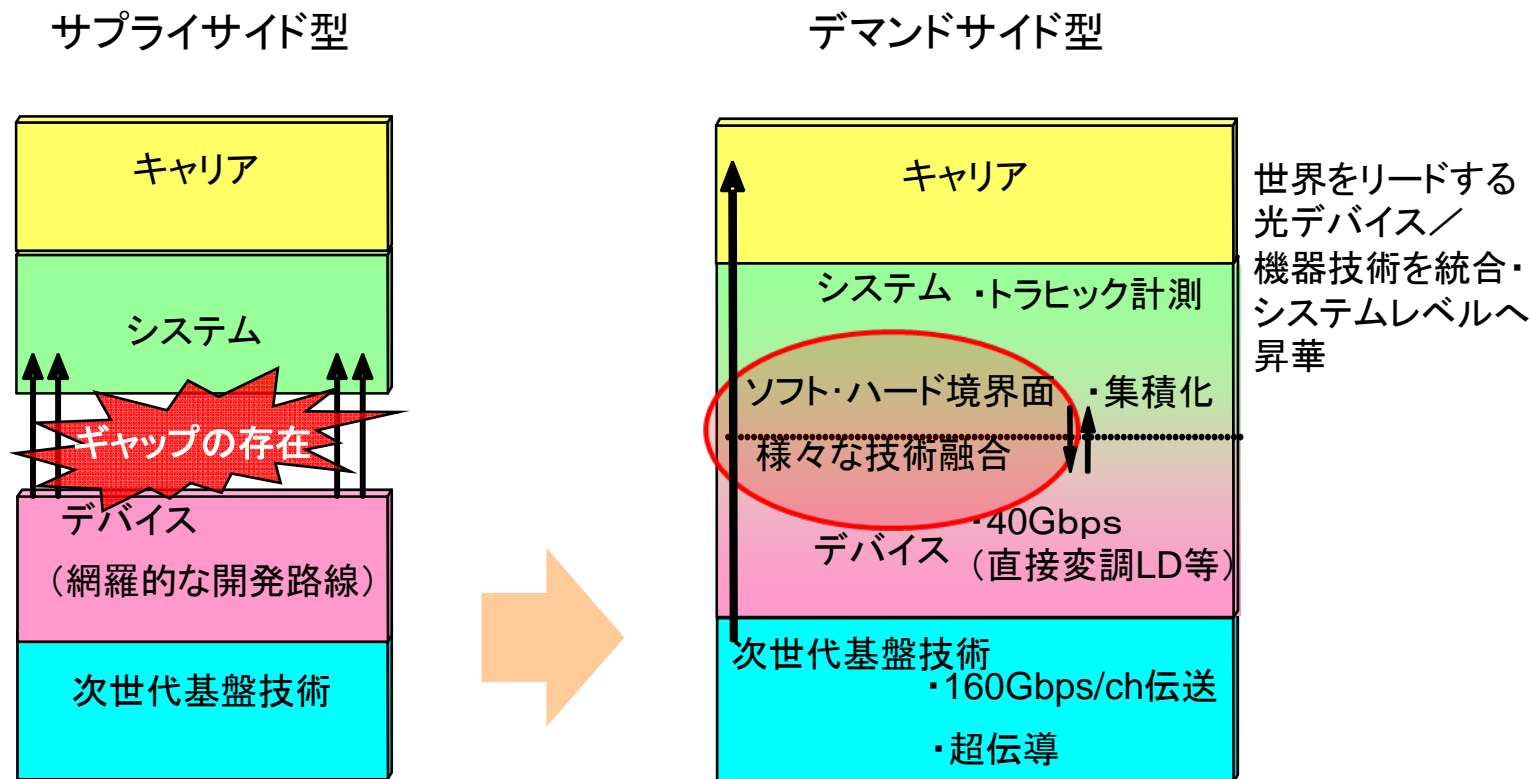
中間評価

事後評価

大項目	小項目	内容	2007	2008	2009	2010	2011	2012-
(A) 基盤技術	1) 省電力・高性能光インターフェイス(I/O)開発	i) 超高速多重・分離技術の開発 ii) 超高速光受信アナログ・FEの技術開発 iii) 超高速光送信ドライバの開発 iv) LAN/WAN間大容量信号変換技術の開発						
	2) 超高速LDの技術開発	i) 超高速・省電力面出射型レーザの開発 ii) 高速直接変調レーザの技術開発						
	3) 小型・集積化技術開発	i) 高感度光受信モジュールの技術開発 ii) 小型省電力波長可変光源の技術開発 iii) ハイブリッド集積化超高速光スイッチ及びOTDM-NICの技術開発 iv) 高効率半導体増幅器の技術開発 v) 入力ダイナミックレンジ拡大波長変換器の技術開発						
	4) 超電導回路技術開発	SFQベース・リアルタイムオシロ技術開発						
研究開発項目②: 次世代高効率ネットワークシステム化技術  (B)大規模エッジルータ	1)大規模エッジルータシステム化技術	i) スケーラブル・ルータアーキテクチャの開発 ii) 小型省電力光アップリンクの技術開発 iii) 波長可変インターフェイスカードの技術開発 vi) LAN/WAN間大容量信号変換技術			トラフィックモニタリング			
(C) LAN-SAN	1) 超高速光LAN-SANシステム化技術	i) LAN-SANシステム設計技術の開発 ii) SHV配信LAN-SANシステム収容技術の開発 iii) 光NIC用省電力インターフェイス技術の開発						

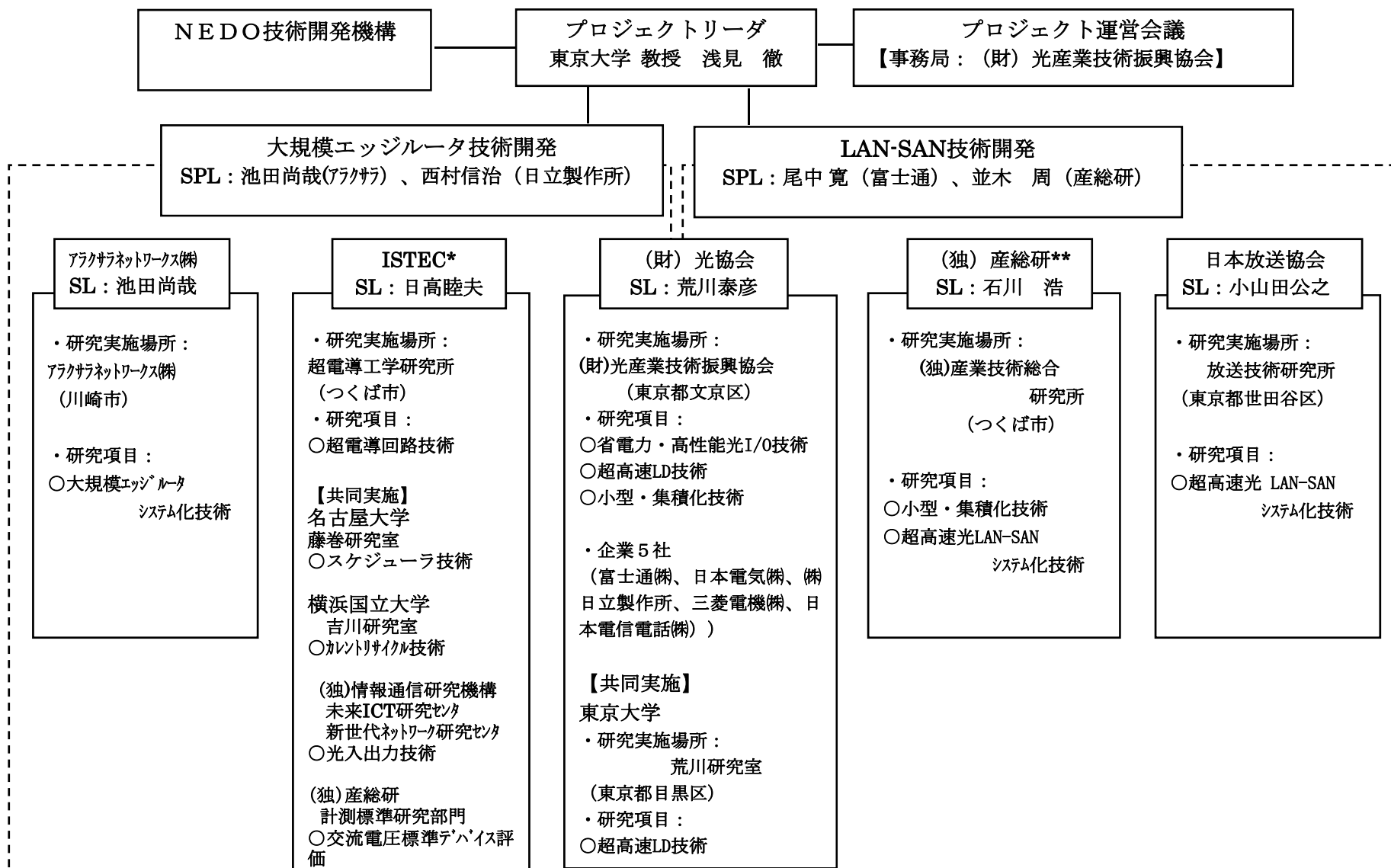
当初予算計画(百万円)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
-------------	-------	-------	-------	-------	-------

開発の体制としては、ネットワークユーザ、キャリア、システムベンダ及びデバイスメーカーを一体とした**垂直連携**を強化する。



デバイス機器レベルとシステムレベルの  
技術的統合による革新技術の創出

## 次世代高効率ネットワークデバイス開発PJ体制



## 研究開発の進捗確認・計画の見直し等(NEDO-実施者間)

### 1. 定例ヒアリング

- ・主催者：NEDO電子部
- ・出席者：NEDO電子部、実施者メンバー、経済産業省
- ・開催頻度：年2回(春・秋)
- ・議事内容：研究開発内容の進捗状況確認

### 2. 個別ヒアリング

- ・主催者：NEDO電子部
- ・出席者：NEDO電子部、実施者メンバー
- ・場所：NEDOまたは光協会
- ・開催頻度：不定期(年数回以上)
- ・議事内容：
  - ①研究開発状況報告、実験環境の確認
  - ②開発計画の見直し、加速資金申請等の議論

### 3. 開発現場でのヒアリング

- ・主催者：NEDO電子部
- ・出席者：NEDO電子部、実施者メンバー
- ・開催頻度：年1～2回
- ・議事内容：研究開発状況報告、購入設備・実験環境、実証実験の確認

1) 国際競争力強化や実用化に資すべく本プロジェクトで開発を進めている光デバイス/モジュールの研究開発成果に基づき、次世代光イーサネット規格(100GE (25Gb × 4ch)と40GEシリアル)の標準化活動を積極的に推進する。

- ・標準化寄与文書(寄書) 10件
- ・主要国際学会での発表、動態展示 OFC'09, ECOC'09

2) 国際的な学会動向や、欧米を中心とした先進各国の国家プロジェクト動向、並びにロードマップ等の最新情報入手することで、本プロジェクトの研究開発レベルのベンチ・マーキングの見直しを定期的に行い、研究計画・方針等の変更反映させる。

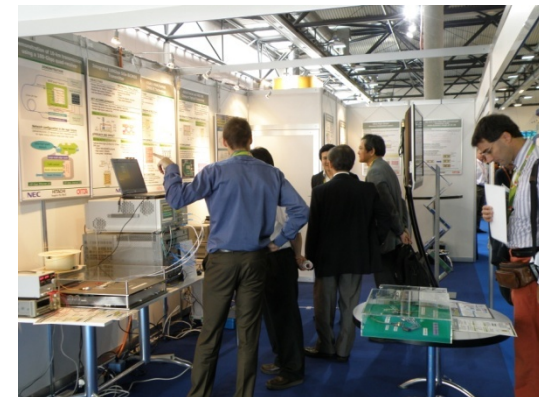
3) 早期に実用化の目処が立った光デバイスは、プロジェクト終了を待たずに事業化を進める。フレキシブルな研究開発を進める。



OFC'09展示風景

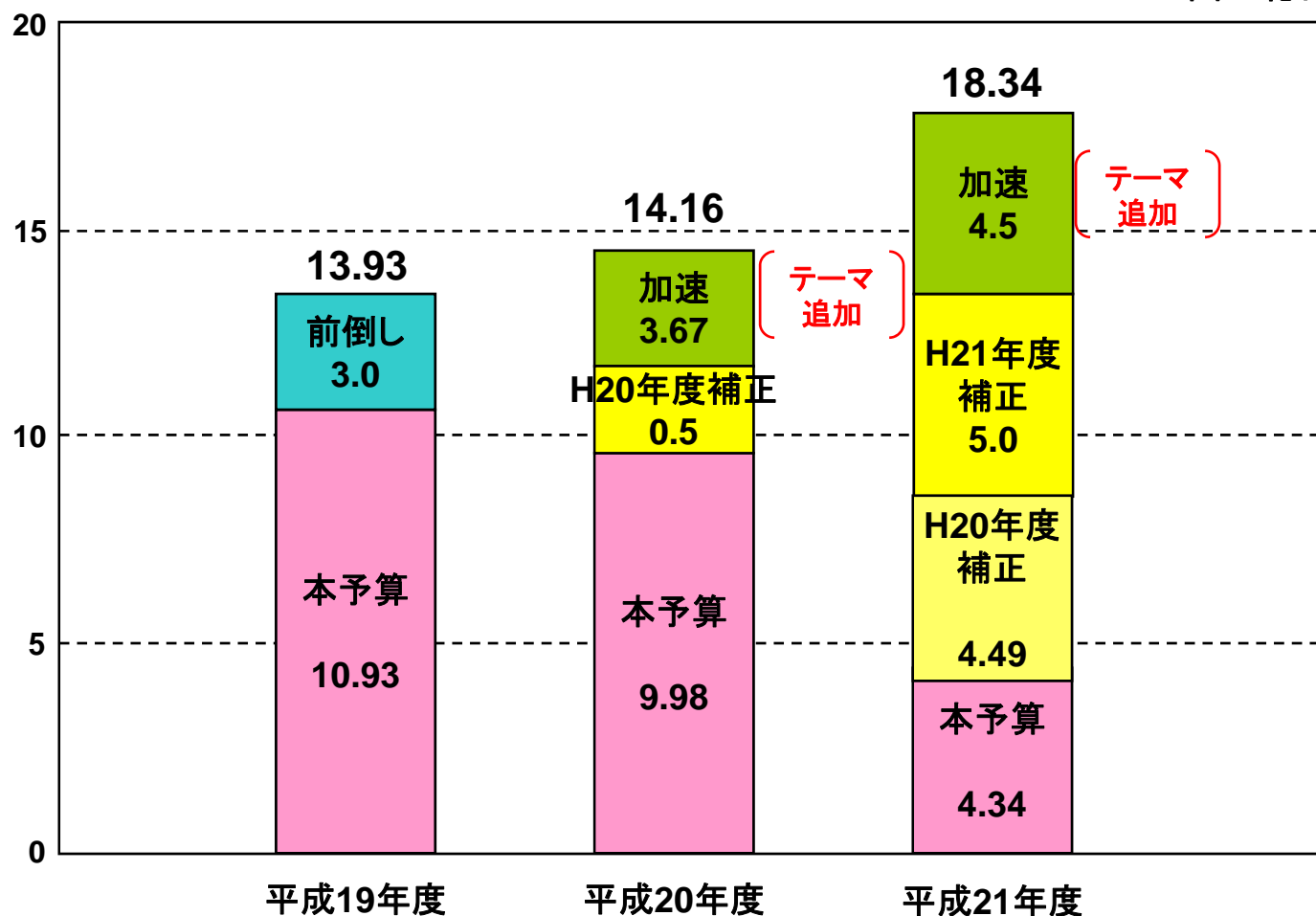


ECOC'09展示風景



## ープロジェクトの予算(～中間年度)ー

単位:億円





## 予算実績

	H19年度 (2007)	H20年度 (2008)	H21年度 (2009)	H22年度 (2010)	H23年度 (2011)	合計
計画時予算	10	10	10	10	10	50
実績	13.93	14.16	18.34	-	-	-

## 加速財源等の投入実績(テーマの追加有り)

	時期	件名	金額 (百万円)	目的	成果
40 G	H 19	LAN/SAN向け光ネットワークインターフェースカードのための省電力40Gbps動作信号多重・分離集積回路開発	300	40Gbps動作信号多重・分離集積回路の設計試作	40Gbps動作信号多重・分離集積回路の設計試作を1年以上前倒した。また40Gbps対応アナログ信号評価器を作製した。
40 GE	H 20	40Gbイーサネットシリアル標準化獲得のための信号多重・分離CMOS回路の開発	80	40Gbイーサネットシリアル標準化獲得支援	信号多重・分離CMOS回路への40Gbイーサネットシリアル入出力機能の要素開発と国際会議展示デモを行った。
	H 21	次世代光エッジルータと高品質・高信頼接続インターフェースに向けたデバイス技術開発	450	エッジルータ内の光配線(光バックプレーン)と40Gbイーサネットシリアル標準化獲得支援	25Gbps×4ch光バックプレーン開発へ着手と40Gbイーサネットシリアル標準化に向けたCMOS開発とWAV-LAN-SAN領域でのシリアル伝送を国際会議デモ予定
				基本計画へ光配線開発の追加	
100 GE	H 20	100Gbイーサネット標準化獲得のためのサブシステム構築	287	100Gbイーサネット標準化獲得支援	100Gbイーサネット標準化獲得に向けた25Gbps×4チャンネル送受信光I/Oのサブシステム構築と展示を実施し、ほぼ標準化を確定した。
				基本計画へ標準化対応の追加	



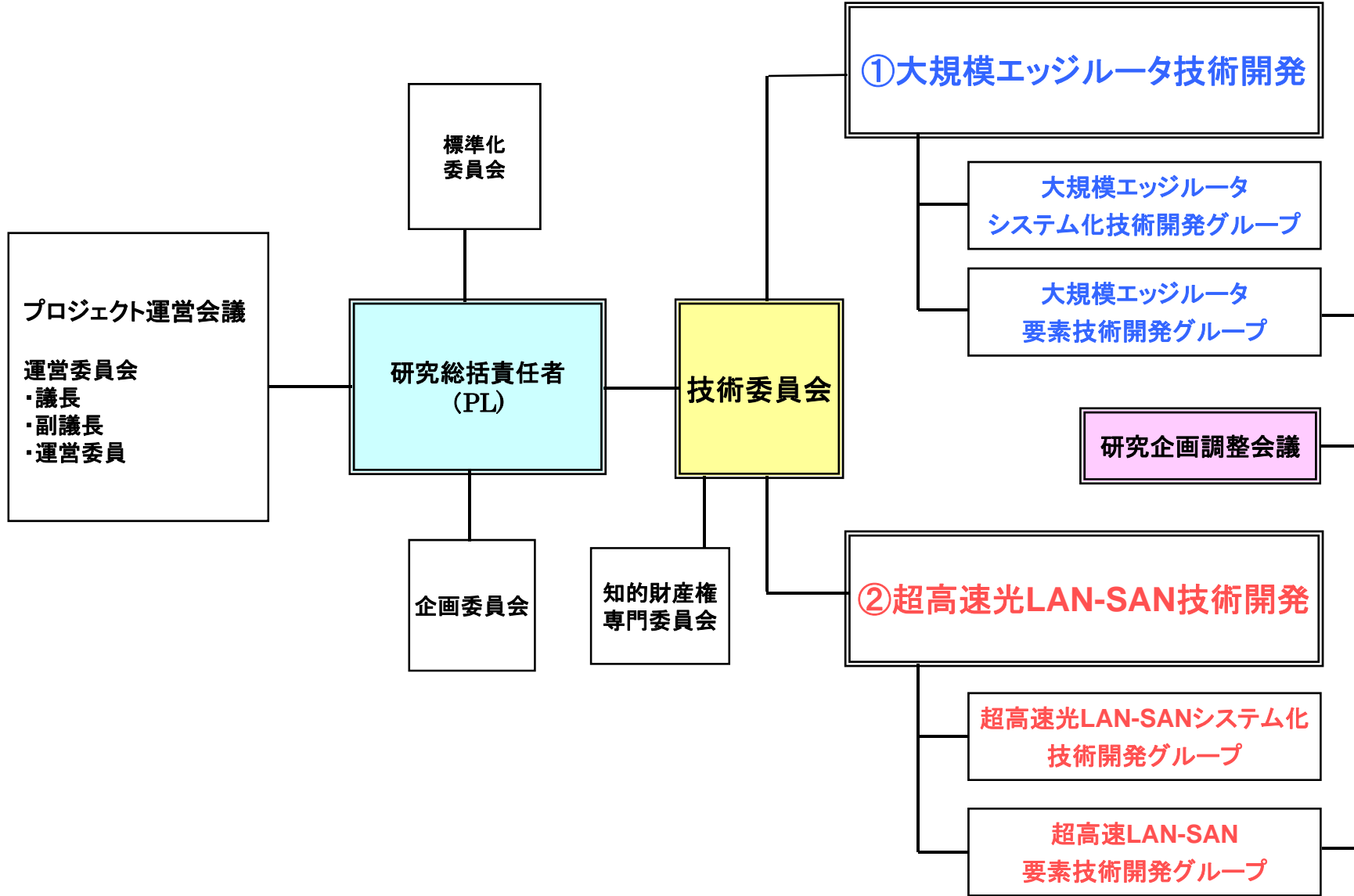
# 次世代高効率ネットワークデバイス 技術開発プロジェクト

プロジェクトリーダー

東京大学 大学院 情報理工学系研究科

教授 浅見 徹

1. 組織関係
  - ・研究体(分室、集中研)の設置、廃止等の組織構成の決定
  - ・研究体の研究サブリーダー等の選任と解任
2. 予算関係
  - ・各事業年度における予算配分の調整及び決定
3. 研究計画・管理関係
  - ・各研究体のサブリーダー、テーマリーダーから構成される「技術委員会」を原則月一回開催し、年間計画の策定や研究進捗状況の管理及び総合調整
  - ・年度毎のプロジェクト推進目標を策定し、これを管理/フォローアップ
4. 研究成果関係
  - ・特許、論文、学会発表、標準化寄与文書、新聞発表、展示会出展等のプロジェクト成果の計画策定と実績の管理
5. その他
  - ・啓蒙/啓発活動として、ワークショップやシンポジウム等の企画立案と実施
  - ・経済産業省、NEDO、大学等の各種関係会議やヒアリング等への対応及び総括



## 研究開発の進捗確認・計画の見直し等(実施者間)

### 1. 研究企画調整会議

- ・主催者：荒川SL
- ・出席者：光協会実施者メンバー、NEDO電子部
- ・開催頻度：年6回程度（平成21年度実績：4月13日、6月8日、7月31日）
- ・議事内容：研究開発内容の進捗状況確認

### 2. 技術委員会

- ・主催者：浅見PL
- ・出席者：実施者メンバー(テーマリーダー)、NEDO電子部
- ・開催頻度：年6回程度（平成21年度実績：4月13日、6月8日、7月31日）
- ・議事内容：
  - ①研究開発状況報告
  - ②開発計画の見直し、加速資金申請等の議論

### 3. その他

中間評価事前打合せ会議：(平成21年度実績：4月13日、10月6日)

- ・主催者：浅見PL
- ・出席者：SPL、SL、光協会、NEDO電子部



## 5. プロジェクトの概要説明

### 5-1 事業化の位置付け・必要性、研究開発のマネージメントについて

(1)事業の位置付け・必要性

(2)研究開発マネージメント

### 5-2 研究開発成果、実用化、事業化の見通しについて

(1)研究開発成果と実用化、事業化の見通し

### 5-3 プロジェクトの概要全体を通しての質疑

## 「次世代高効率ネットワークデバイス技術開発プロジェクト」研究成果（平成19年4月～21年10月度）

年度	論文等	国際/国内 学会発表	標準化 寄与文書	特許	新聞発表	主要 展示会
総計	16	159	11	33	15	6
平成19年度	1	25	1	4	1	1
平成20年度	8	91	8	18	9	3
平成21年度	7	43	2	11	5	2

## 大規模エッジルータ

個別テーマ	中間目標(平成21年度)	主な成果状況	達成度
・超高速光受信アンプ・FE	25Gbpsで10mW/Gbpsの小型光I/Oを開発	・65nm CMOS 3段シリーズホストアンプ回路方式の高速受信回路を開発。 ・25Gbps高速動作、2.8mW/Gbpsの受信フロントエンドを開発し4チャンネル集積モジュールを試作。	○
・超高速光送信ドライバ	低消費電力の冗長化ドライバ回路を開発し、25Gbpsで10mW/Gbpsの小型光I/Oを開発	・90nm SiGe-BiCMOSプロセスを用いた4チャンネル直接変調ドライバを開発。 ・25Gbps/chの高速駆動と10mW/Gbpsの低消費電力性を実証。	○
・LAN/WAN間大容量信号変換	小型・低消費電力型OTN-LSIの製作を行い、OTN基本部で消費電力10W以下を達成	・トランスポンダOTN基本部の消費電力10W以下を確認。 ・SFI-5.2高速インタフェース測定器を世界へ先駆けて開発。 ・40G 新規OTNビットレート、多重化方式としてITU-T G.sup43として文書化に成功。	◎
・超高速・省電力面出射型レーザー	機器内光通信システム用に25Gbps且つ従来比1/2以下の低消費電力動作のレーザーを開発	・短共振器型の面出射レーザーを試作し、世界初の25Gbps動作を達成。 ・従来比1/2以下の低消費電力動作を実証。	◎
・高感度光受信モジュール	高速・省電力型受信フロントエンド用反射構造PDにおいて、25Gbps動作を達成	・受信フロントエンド用反射構造PDを試作し、受光感度0.8A/W、帯域35GHzを実現。電気アンプ(TIA)と接続し25Gbps動作を確認。	○
・小型省電力波長可変光源	シリコン導波路とハイブリッド集積技術により、波長可変幅100nm、消費電力40mW/ringの導波路リング型波長可変光源を開発	・シリコン光回路を外部共振器に用いた波長可変光源を世界で始めて試作。 ・消費電力26mW/ring、またC-band/L-bandをフルカバーする100nmの波長可変動作を実証。	◎
・SFQベース・リアルタイムオンロ	SFQネットワークスイッチ実現に不可欠な多チャンネルシステム化技術の開発を行い、10Gbps光入出力(1チャンネル)を実現。光入力動作する超電導フラッシュ型ADCを作製し、サンプリング周波数30GHz、4ビット動作確認。	・SFQベース・リアルタイムオンロに向け、25Gbps光信号波形観測に十分な40Gbps光入力SFQ回路動作を実現。 ・新方式4ビット超電導ADCを作製、周波数34GHz動作を確認。	○
・スケーラブルルータアーキテクチャ	高速光ネットワークに対応可能なトラヒックモニタリング技術(40Gbpsおよび4Mフロー/sに対応する独立筐体型およびルータ内蔵トラヒック分析技術及び装置)を開発。	・特徴フロー抽出アルゴリズムを高速処理する二段階集約方式とハードウェアアシスト機構、分散処理した複数のモニタ結果を再集約する機構を開発。 ・40Gbpsおよび4Mフロー/sに対応可能な独立筐体型トラヒック分析装置の試作完了。 ・ルータ内でのモニタ対象管理技術を開発しルータ内蔵型トラヒック分析装置を試作中。	○



## 超高速光LAN-SANシステム

個別テーマ	中間目標(平成21年度)	主な成果状況	達成度
・超高速多重・分離技術	光NIC-I/F回路として、40Gbps動作と低消費電力化(従来の1/3、<4W)を実現	・40Gbps動作、消費電力1.8Wの多重化回路を開発。 分離回路部は試作中。	○
・高速直接変調レーザ	光NIC用に単一モードLDにおいて駆動電流50mA以下で室温40Gbps動作を実現	・AlGaInAs系単一モードレーザ: 波長1.3 $\mu$ m帯/1.55 $\mu$ m帯で、 駆動電流50mA以下で室温40Gbps直接変調動作を実現。 ・波長1.3 $\mu$ m帯量子ドットレーザで <b>世界初の室温20Gbps直接 変調</b> を実現。	◎
・ハイブリッド集積全光スイッチ 及び OTDM-NIC	OTDM-NIC用ハイブリッド集積型全光スイッチを開発し、ウィンドウ幅2ps、消光比20dB以上のスイッチング動作を実現	・サブバンド間遷移素子で目標性能を確認。また、ハイブリッド集積のためSi導波光回路の設計/導波路作成技術を確立。	○
・高効率半導体増幅器	OTDM-NIC集積用に半導体増幅器の50°C以上、40Gbpsの高温動作を実証	・OTDM-NIC集積用に半導体増幅器の <b>50°Cの高温動作と 40Gbpsのパナルティーフリー増幅を世界で始めて実証</b> 。	◎
・入力ダイナミックレンジ拡大 波長変換器	40Gbps以上、許容入力レベル変動10dB以上の波長変換器を開発	・43GbpsNRZ信号による波長変換動作を達成。 ・消光比12dB以上で入力ダイナミックレンジ <b>14dB</b> を達成。	○
・LAN-SANシステム設計 技術	3チャンネル×48Gbps SHV映像 160Gbit/s転送動作を確認	・160Gbit/s OTDM伝送評価系を構築し動作特性を確認。 ・SHV映像(24Gbit/s)の多重・分離技術を開発。 ・ <b>世界初、非圧縮SHV映像信号のOTDM転送に成功</b> 。	◎
・SHV配信LAN-SANシステム 収容技術			

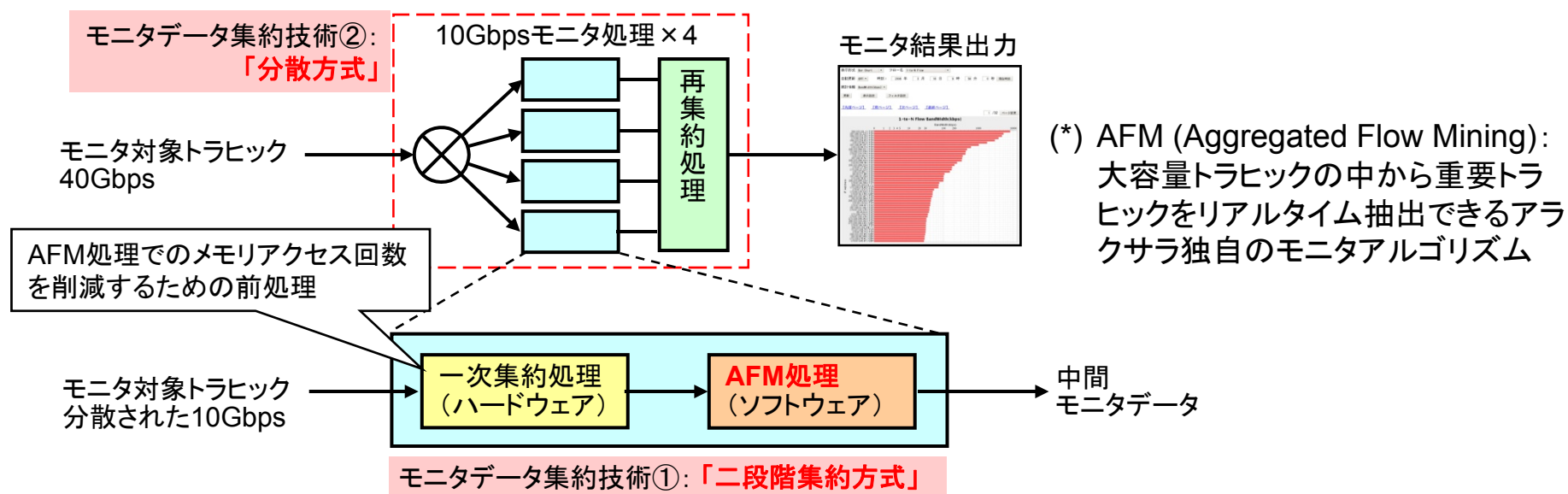


II-3-(1)中間目標の達成度、(2)成果の意義、  
(5)最終目標の達成可能性  
II-4-(1)成果の実用化可能性

## スケーラブル・ルータアーキテクチャ

[従来技術] ルータ・スイッチのトラフィックモニタ技術はパケットサンプリングベースが主流であり、通信速度の高速化に従い分析精度面の課題が顕在化

[開発技術] **AFM技術(\*)**を採用と、メモリ・CPUの性能ネックに対処する**モニタデータ集約技術**の開発により、ノンサンプリングで40Gbps, 4Mフロー/秒に対応するトラフィックのモニタを実現



### 目標の達成度:

- **中間目標の40Gbpsおよび4Mフロー/秒に対応するトラフィック分析装置開発は達成。**
- **最終目標のスケーラブル・ルータアーキテクチャ実証は、平成23年度に予定通り達成見通し。**

### 実用化見通し:

構成要素として開発した10Gbpsクラスのトラフィック分析技術を装置化し、先行して実用化を図る。40Gbpsについては実証実験を通じて実用性を検証しつつ、小型化等の課題も解決していく。

# 研究開発成果、実用化、事業化の見通し

II-3-(1)中間目標の達成度、(2)成果の意義、(5)最終目標の達成可能性  
 II-4-(1)成果の実用化可能性

研究題目

## 超高速光受信アナログ・FEの開発(日立)

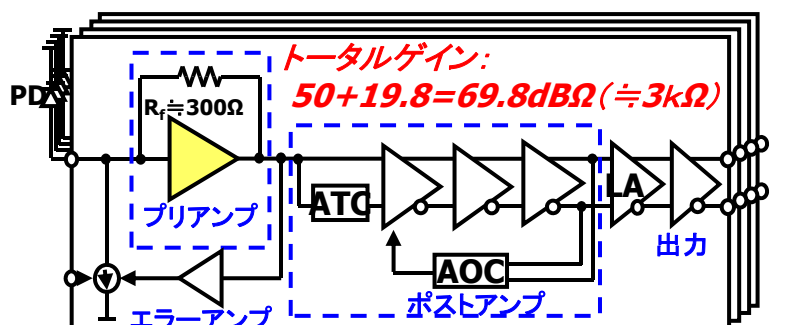
成果概要

相互インダクタンス(gm)の低いCMOSの欠点を補う回路構成を採用、下記の回路性能を有するTIAを実現し、25Gbps受信動作を達成。

【中間目標達成】

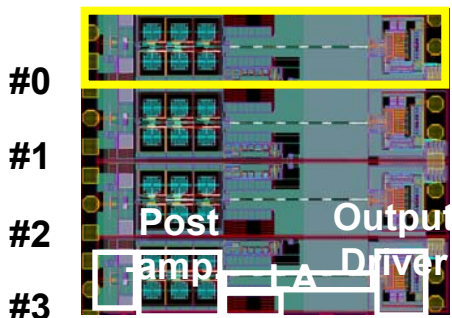
- 低消費電力動作: 3.2mW/Gbps; ○低雑音動作: 3.2μArms
- 帯域: ~20GHz; ○集積化: 4チャネル

### TIA回路ブロック

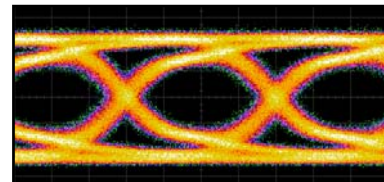


ATC: 基準電圧生成回路、AOC: オフセット電圧補償回路

### 4ch集積TIAレイアウト



### 25Gbps受信波形



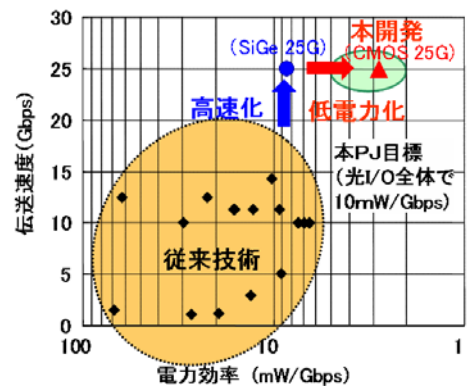
中間目標達成状況

当初計画の中間目標は達成済み。事業年数3年の開発であるため、最終目標も達成済み。現在、次年度計画のシステム化開発項目を先取り実施中。

実用化・事業化見通し

自社における継続開発により、先ずは100GbEトランシーバに適用。

### ベンチマーク



- OFC2009: 展示・新聞発表
- ECOC2009: 発表・動展示

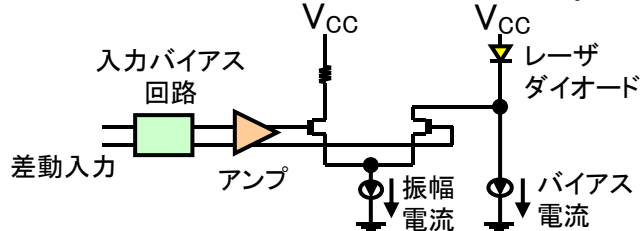
研究開発成果、実用化、事業化の見通し

II-3-(1)中間目標の達成度、(2)成果の意義、(5)最終目標の達成可能性  
 II-4-(1)成果の実用化可能性

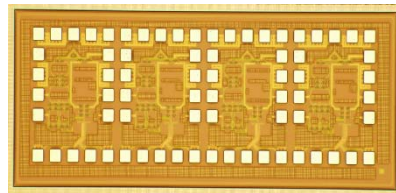
超高速光送信ドライバの開発

①光送信ドライバ回路試作

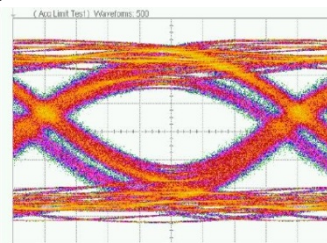
90nm-CMOSプロセスを用いた25Gbps-4ch光送信ドライバを試作し、25Gbpsアイ開口を確認。



光送信ドライバ駆動回路



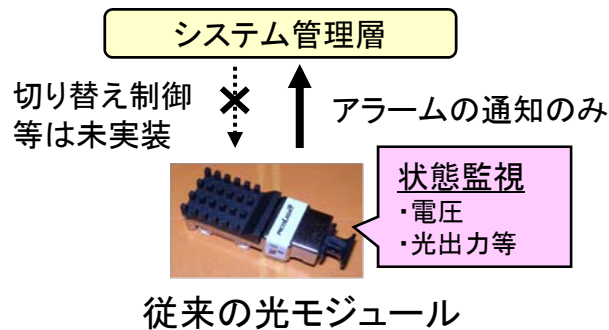
光送信ドライバチップ



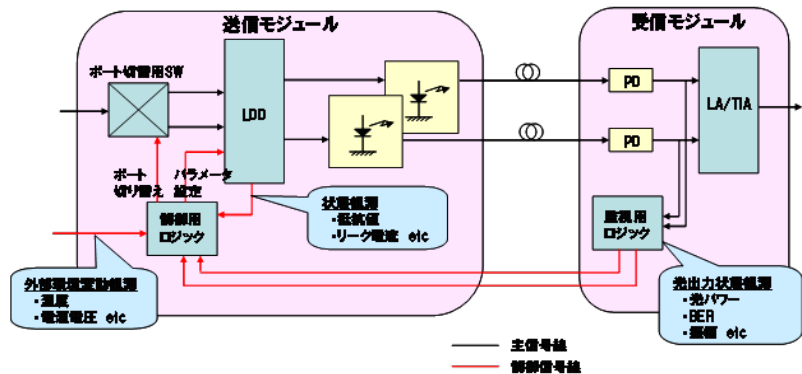
光送信ドライバ電気出力波形

②高信頼化技術

高信頼化方式(故障予知、故障検知、冗長構成)検討と機能検証ボードへの実装完了。



モジュールレベルでの  
 ・故障予知  
 ・故障検知  
 ・冗長切り替えによる高信頼化



中間目標の達成度: 光送信ドライバを開発し、25Gbps/chの高速駆動と10mW/Gbpsの低消費電力性を実証。高信頼化方式の機能検証用ボードへの実装(FPGA)完了。

最終目標への課題: ドライバ回路内蔵100Gbps省電力光I/Oの開発と、アラクサラ製エッジルータでの性能検証。

実用化への見通し: エッジルータ向け超高速(100Gbps)アップリンクと100GbE用光モジュールへの適用



II-3-(1)中間目標の達成度、(2)成果の意義、(5)最終目標の達成可能性  
 II-4-(1)成果の実用化可能性

## ■ 超高速・省電力面出射型レーザー

### 【構造と特長】

- ◇ レンズ集積面型：実装簡易化
- ◇ 短共振器型：高速・省電力化

### 【成果状況】

- ◇ 狭窄ビーム(2°)の面型出射

### 【新聞発表】【OFC'09発表】

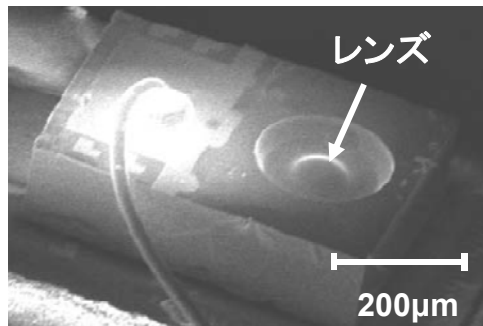
- ◇ 面型素子で25Gbps動作【世界初】
- ◇ 導波路型素子で95°C、25Gbps動作【世界初】【ECOC'09発表】

### 【中間目標の達成状況】

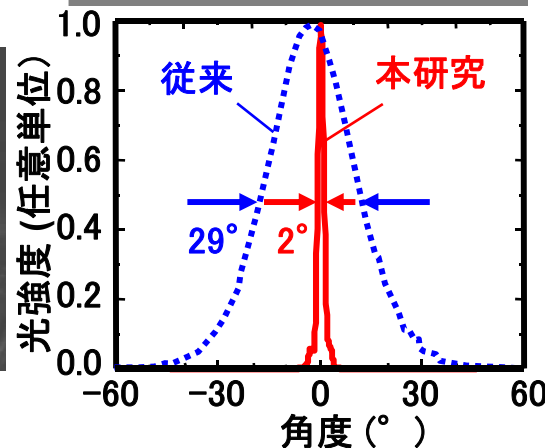
- ◇ 25Gbps動作：中間目標達成
- ◇ 省電力化：未達(導波路型で達成済み)

【実用化・事業化の見通し】100GbE市場拡大時のキラー技術と位置づけており、プロジェクト終了後、自社内で継続開発を進め、製品として結実させる予定である。

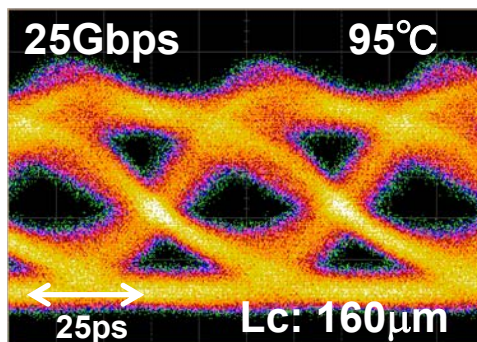
## チップ写真



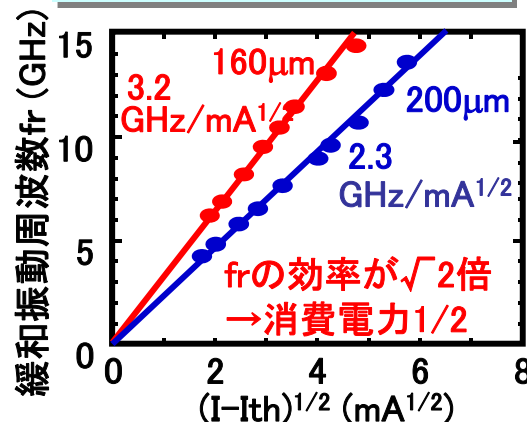
## 出射ビーム



## 25Gbps動作



## 省電力特性



# 研究開発成果、実用化、事業化の見通し

II-3-(1)中間目標の達成度、(2)成果の意義  
(5)最終目標の達成可能性  
II-4-(1)成果の実用化可能性

研究題目

成果概要

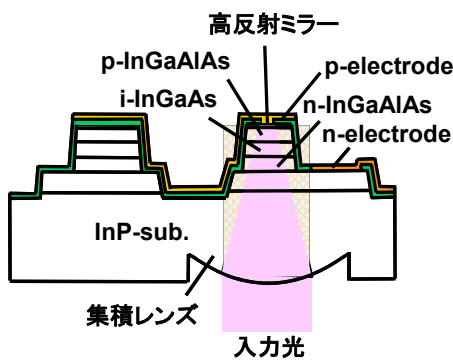
## 高感度光受信モジュールの技術開発

高反射ミラーと集積レンズを採用した高速・高感度・高光結合フォトダイオード(PD)を開発し、25Gbps受信動作を実証。

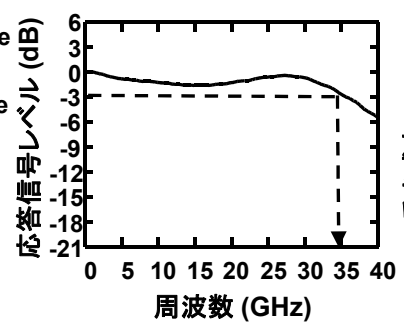
【中間目標達成】

- 帯域: 35GHz;
- 受光感度: 0.8A/W@1.3μm波長
- 高光結合トレランス: >20μm

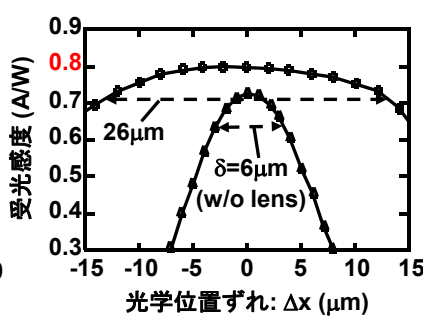
PD構造



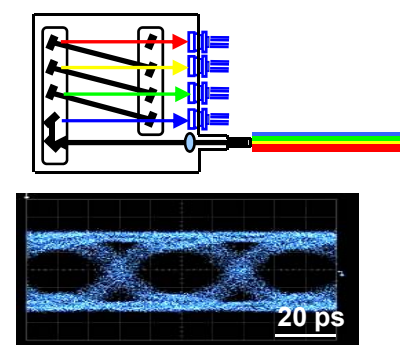
周波数特性



光結合特性



4ch WDM光受信モジュール



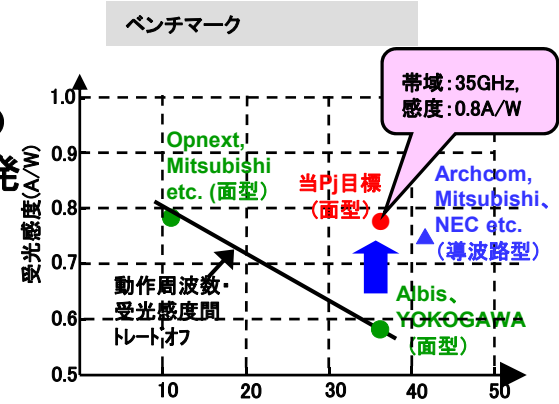
中間目標達成状況

当初計画の**中間目標は達成**。  
最終目標である4chアレイ化光受信フロントエンド(FE)開発に向けて、1年前倒しでPDの4chアレイ化ならびに高密度実装技術の開発を進めている。

実用化・事業化見通し

自社における継続開発により、100GbE トランシーバならびにルーター向け配線用FEへの適用を図る。

●ECOC2009:発表・動展示

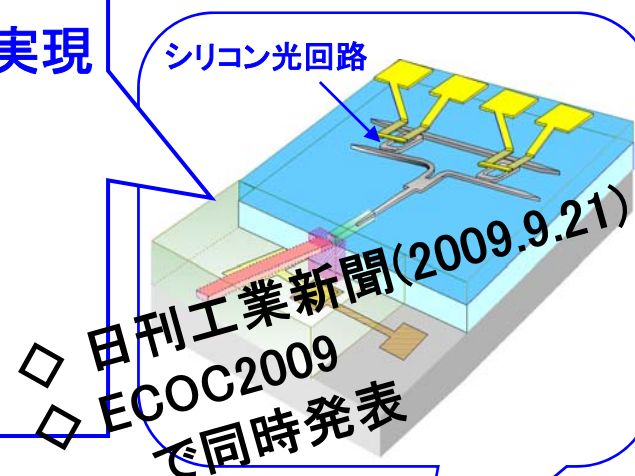


II-3-(1)中間目標の達成度、(2)成果の意義  
 (5)最終目標の達成可能性  
 II-4-(1)成果の実用化可能性

## 小型省電力波長可変光源

# シリコンフォトニクスを波長可変光源に応用した 世界初の試み

- 小型化(従来比1/30)、省電力(従来比1/10)を実現
- シリコンフォトニクスの集積化技術を新規開発
  - ➡ シリコンフォトニックICの基盤技術
- 小型・省電力モジュールを開発
  - ➡ 最小クラスのTEC付きモジュール

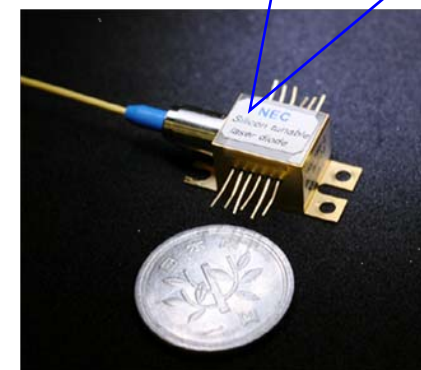


### 中間目標の達成状況

- WDM主要通信波長全域(C+L band)をカバーする消費電力 2W 以下の小型波長可変モジュール ➡ 中間目標達成

### 今後の展開

- 制御インターフェースモジュールへの搭載を検討
- シリコンフォトニクス集積化技術を他の高機能デバイス開発に応用



シリコン波長可変光源モジュール

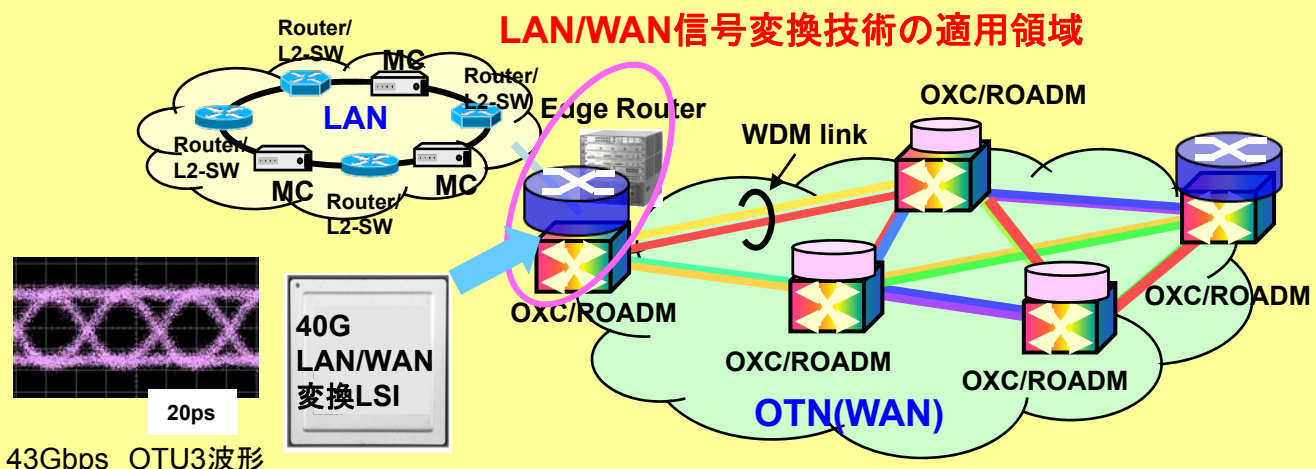


# 研究開発成果、実用化、事業化の見通し

II-3-(1)中間目標の達成度、(2)成果の意義  
 (5)最終目標の達成可能性  
 II-4-(1)成果の実用化可能性

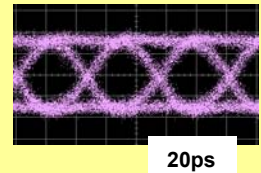
## LAN/WAN間大容量信号変換技術

### LAN/WAN信号変換技術の適用領域



クロック部  
 Rx部  
 Tx部

SFI-5.2測定器



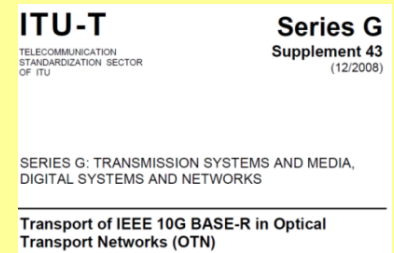
40G LAN/WAN 変換LSI

43Gbps OTU3波形

20ps

### 主な成果

- ① **40Gbps級LAN/WAN信号変換LSIの開発**  
 :消費電力10W以下(中間目標達成)
- ② **LSI評価用SFI-5.2測定システムの開発(世界初)**
- ③ **40Gbps級OTU3e1ビットレートの国際標準化提案**  
 とITU-T G.sup43の正式文書化



ITU-T G.sup43文書

中間目標の達成状況:トランスポンダOTN基本部の消費電力10W以下の中間目標を達成  
 最終目標への課題等:100GbEの複数チップによる収容方式を検討し、トランスポンダ検証機を実現を図る

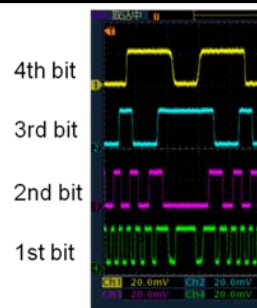
今後の実用化、事業化の見通し:2010年以降の立ち上がりがフォーキャストされている40Gbpsラインカード市場への早期切り出し等を含めて実用化・事業化を検討中

II-3-(1)中間目標の達成度、(2)成果の意義  
 (5)最終目標の達成可能性  
 II-4-(1)成果の実用化可能性

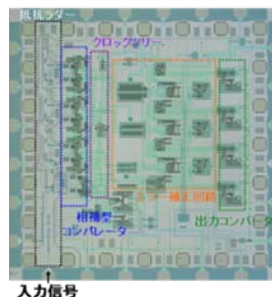
## 超電導回路技術開発

### 超電導リアルタイムオシロスコープ用高速ADコンバータ(ADC)の開発

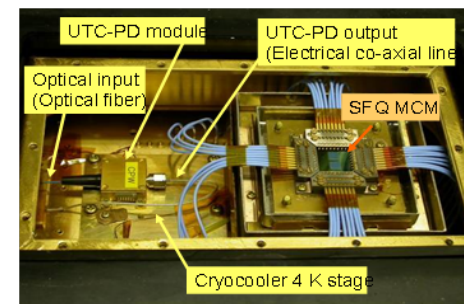
- ・4ビットADCにおいてサンプリング周波数34GS/sを実現 (中間目標30GS/s達成)
- ・冷凍機冷却4ビットADC+エラー補正回路統合チップによる波形観測に成功
- ・40Gb/s光入力によるSFQ回路動作実験に成功
- ・ADC校正用ジョセフソン交流電圧標準デバイスに展開 → 波及効果



4ビットADCの34GS/s動作



4ビットADC+エラー補正回路統合チップ



光入力冷凍機実装

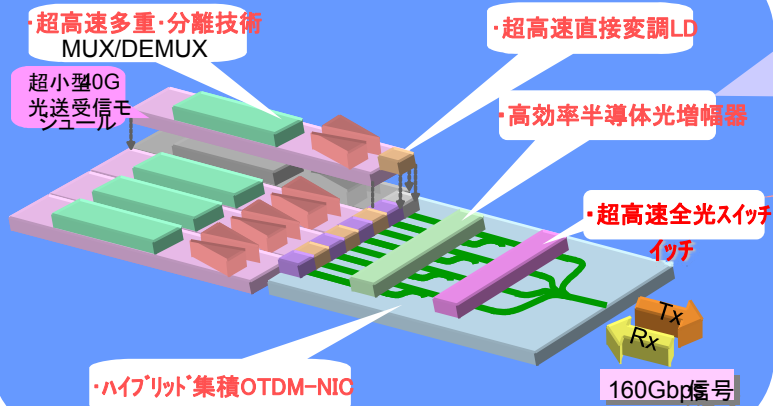
中間目標の達成状況: 達成(40Gb/s光入力、ADCの34GS/s動作、冷凍機での波形観察)  
 最終目標への課題: 入力帯域の向上、高速プロセス適用によるサンプリング周波数向上、読み出し回路の開発

今後の実用化、事業化の見通し

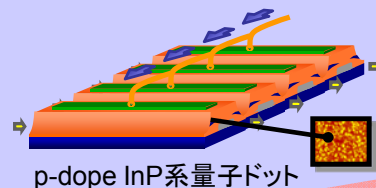
25Gb/s光信号用リアルタイムオシロスコープに展開

ジョセフソン交流電圧標準デバイスは3年以内の実用化が可能(波及効果)

## 光ネットワークインターフェースカード(NIC)



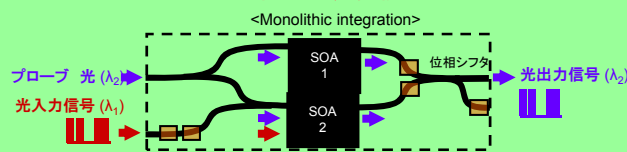
### 高効率半導体光増幅器 構成



### モノリシック/ハイブリッド集積化超高速全光スイッチ

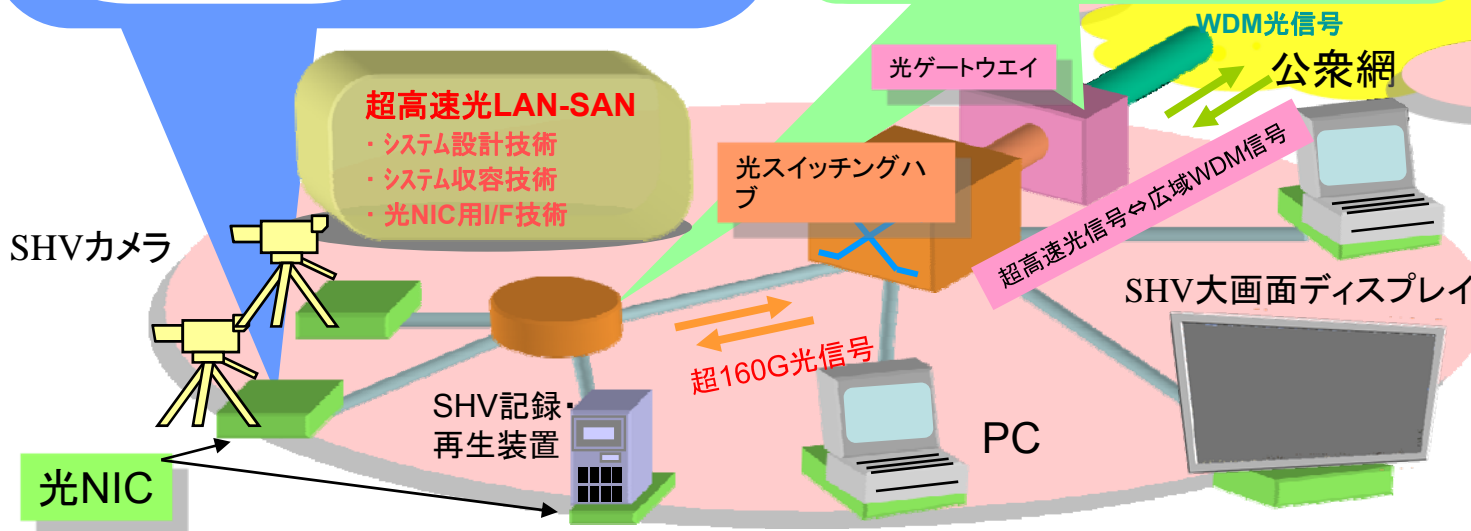


### 入カダイミクレンジ拡大波長変換器



## 超高速光LAN-SAN

- システム設計技術
- システム収容技術
- 光NIC用WF技術

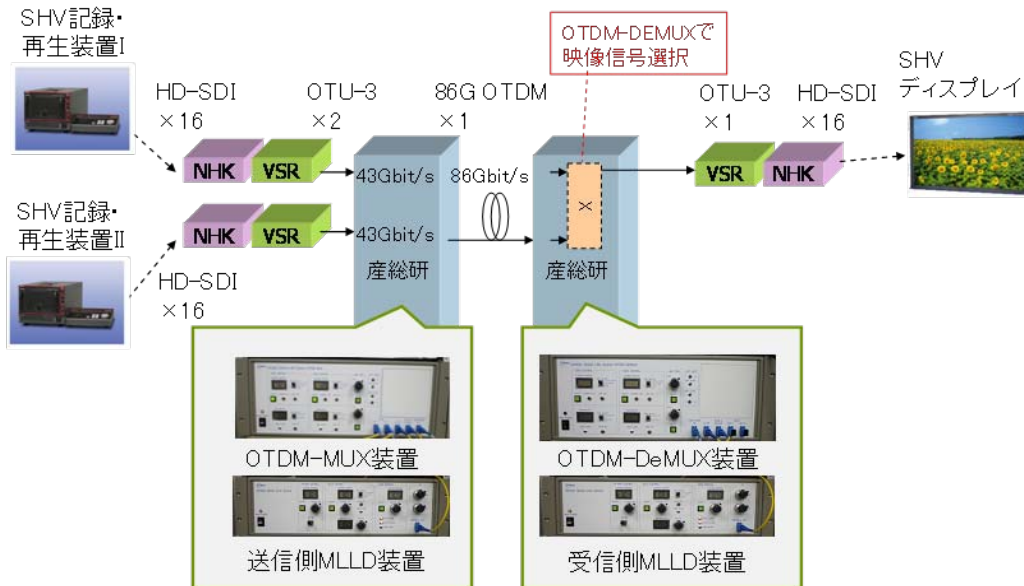


II-3-(1)中間目標の達成度、(2)成果の意義、  
(5)最終目標の達成可能性  
II-4-(1)成果の実用化可能性

## 超高速光LAN-SANシステム化技術

### SHV-OTDM接続実験系

産総研のOTDMシステムを、NHKに持ち込み接続実験を実施



世界初、非圧縮SHV映像のOTDM転送に成功

#### •中間目標(平成21年度)

-160Gbps OTDM伝送評価技術を構築し、本プロジェクトの他課題で開発されるデバイス技術を用いた160Gbps伝送の実証を行う。さらに、SHV映像信号の接続検証を行う。

#### •最終目標(平成23年度)

-超高速光LAN上における、SHV配信実験の実施。

達成

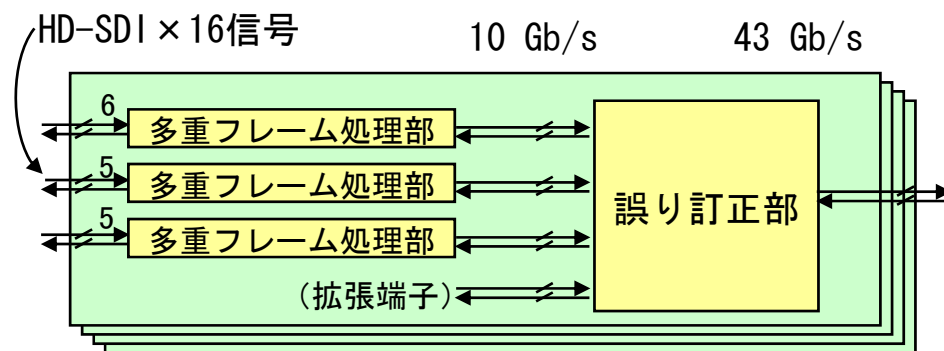
今後の実用化、事業化の見通し:

集積化を進め、データセンターなど関連市場への横展開を図りながら通信・放送融合市場を先取り。

Ⅱ-3-(1)中間目標の達成度、(2)成果の意義  
 (5)最終目標の達成可能性  
 Ⅱ-4-(1)成果の実用化可能性

## SHV(スーパーハイビジョン)配信LAN-SANシステム収容技術

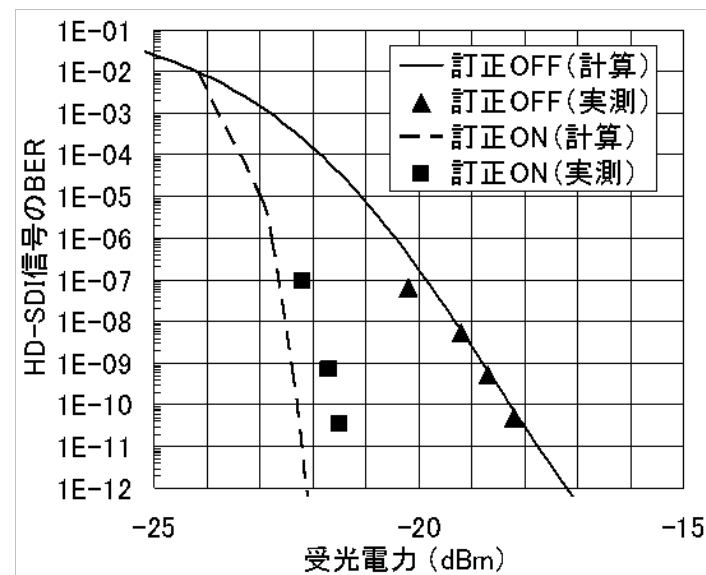
24G SHV収容装置(一次試作)のブロック図



10G光信号3系統の対向接続による伝送確認実験の様相



10G光信号でのループバック時のHD-SDI信号の誤り率特性



SHV信号(24 Gb/s)の多重・分離技術を開発し、光信号接続による送受信動作確認。**(中間目標達成)**  
 今後は72 Gb/sのSHV信号対応の多重・分離技術を開発し、超高速光LAN上で配信実験を行う。

SHV放送の実用化時期に合わせて、番組制作設備間の伝送手段としての導入を検討していく。

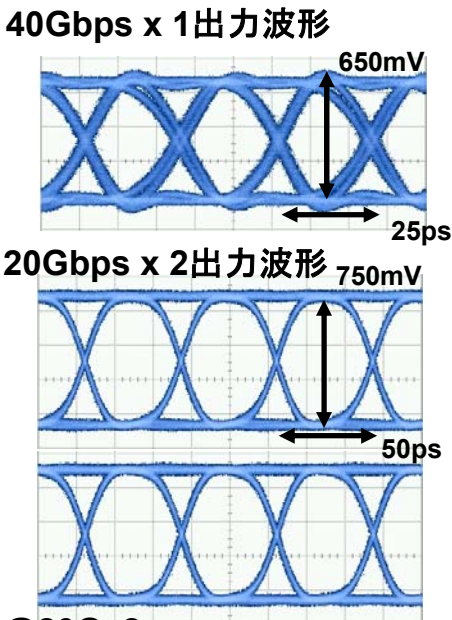
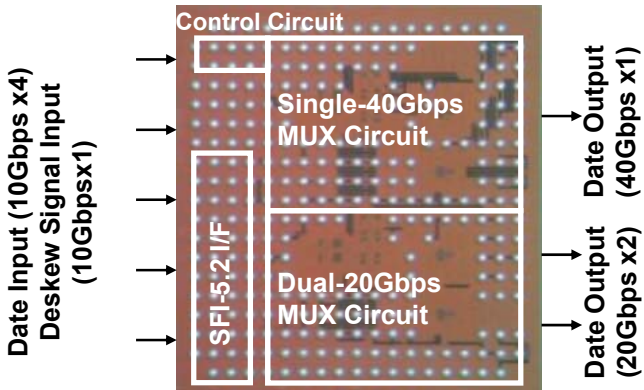


II-3-(1)中間目標の達成度、(2)成果の意義、(5)最終目標の達成可能性  
 II-4-(1)成果の実用化可能性

# 超高速多重・分離技術

## Single-40Gbps Dual-20Gbps 多重 IC

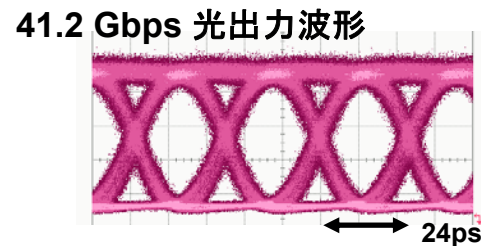
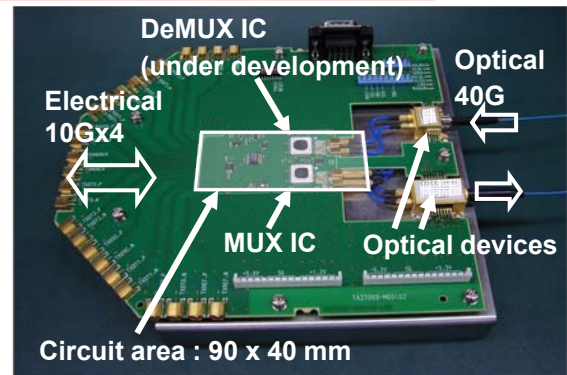
H19年度前倒し資金成果



Technology : 65nm CMOS  
 Chip size : 4.2mm x 4.2mm  
 Power : 1.8W @40Gx1, 1.6W @20Gx2

## 40GbEシリアル光トランシーバ動作確認ボード

H20年度加速資金成果



### 中間目標の達成状況

CMOSプロセスでの40Gbps動作、消費電力<4Wの目標に対し、**多重回路部は目標達成**。  
 分離回路部は試作中(平成21年度中に中間目標達成予定)。

### 実用化、事業化見通し

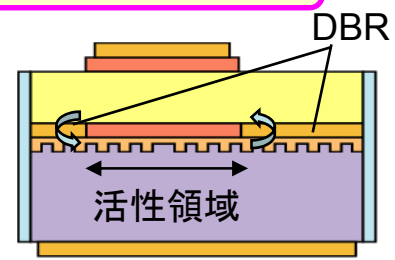
40G短距離向け/長距離向け光トランシーバ、40GbEシリアル光トランシーバ用ICとして事業化を検討予定。

II-3-(1)中間目標の達成度、(2)成果の意義、(5)最終目標の達成可能性  
 II-4-(1)成果の実用化可能性

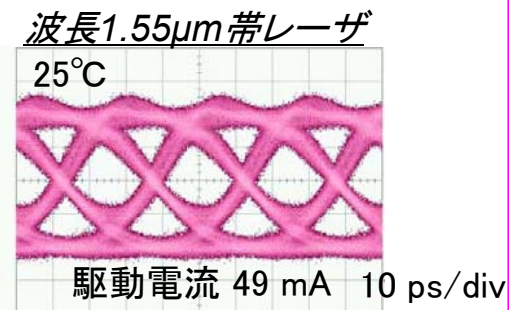
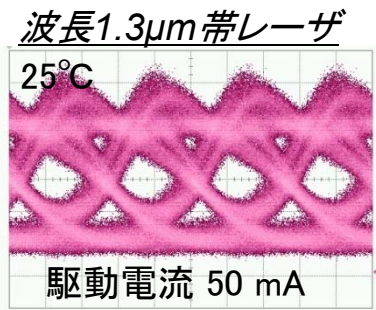
高速直接変調レーザの技術開発

AlGaInAs系単一モードレーザ

両側に分布反射鏡(DBR)を集積した短活性領域共振器構造による低電流、高速化



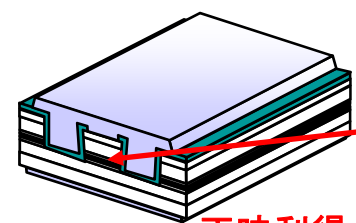
駆動電流50mA以下の室温40Gbps動作



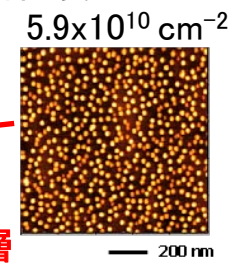
量子ドットレーザ

高密度化による利得向上

高密度量子ドット

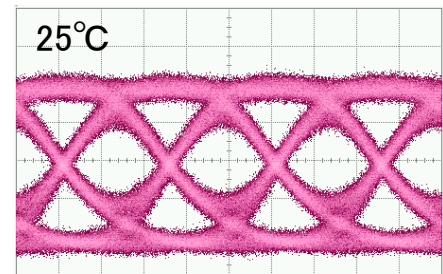


導入



正味利得 35cm<sup>-1</sup>@ 5層

波長1.3 μm帯量子ドットレーザの室温20 Gbps動作  
 世界初



20 ps/div

- ・AlGaInAs系単一モードレーザは**中間目標(駆動電流50mA以下の室温40Gbps動作)**を達成
- ・量子ドットレーザは現在試作中のさらに利得増大をはかった活性層のレーザで中間目標(室温25Gbps動作)を達成の見込み
- ・今後の課題はともに低電流高温動作/温度安定動作で、デバイス構造の改良で実現してゆく。

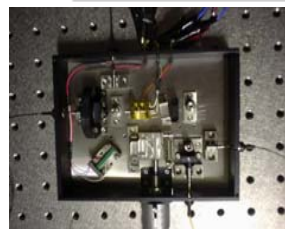
アンクルド動作可能な低駆動電流の高速直接変調レーザは、小型、低消費電力化の要請が強いなか、実用化の期待は大きい。事業化については富士通グループ内の事業部門と議論中。



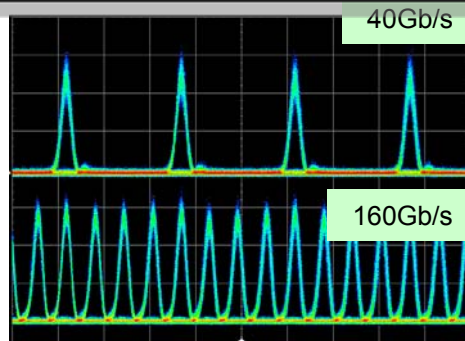
## 研究開発成果、実用化、事業化の見通し

Ⅱ-3-(1)中間目標の達成度、(2)成果の意義  
 (5)最終目標の達成可能性  
 Ⅱ-4-(1)成果の実用化可能性

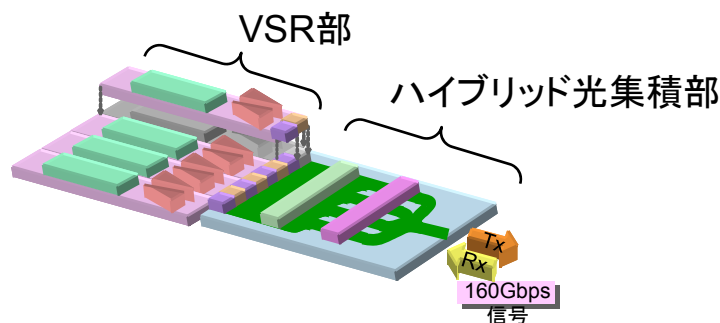
## ハイブリッド集積化超高速全光スイッチおよびOTDM-NIC



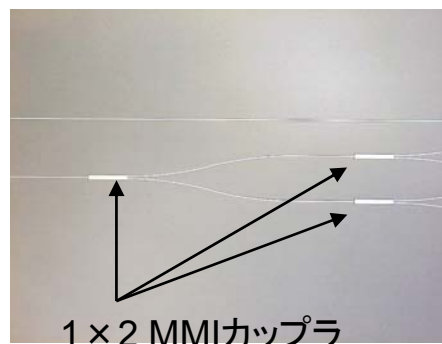
空間光学系超高速全光スイッチモジュール



➢空間光学系のモジュールでは目標性能達成、年度内にハイブリッド集積  
 ➢160Gb/s→40Gb/sへの無エラー全光多重分離動作に成功(励起パルス1.5pJ)



集積型160G OTDM-NICモジュールのイメージ図



➢OTDM-NICハイブリッド集積のためのシリコン光導波路要素(多段光カップラー)

### •中間目標(平成21年度)

–ハイブリッド集積全光スイッチで窓幅2ps, 消光比20dBを実現、年度内に集積完了予定

### •最終目標(平成23年度)

–ハイブリッド集積4チャンネル全光スイッチ、ハイブリッド集積OTDM-NICの実現

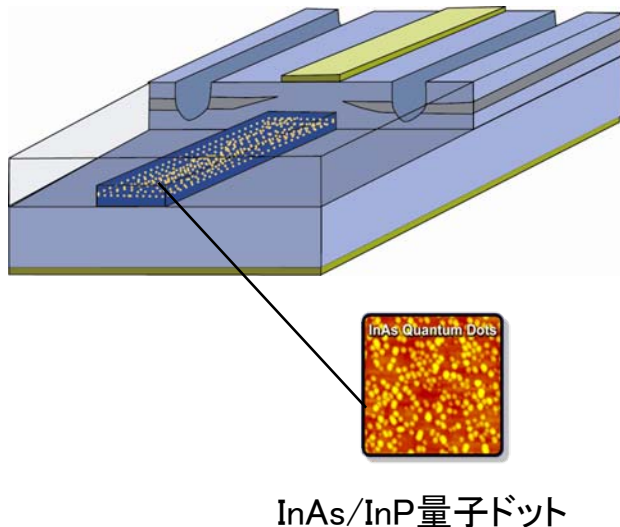
### 今後の実用化、事業化の見通し:

超高速全光スイッチはまず単体デバイスとして実用化、OTDM-NICはデータセンターなど関連市場への横展開を図りながら通信・放送融合市場への導入を図る。

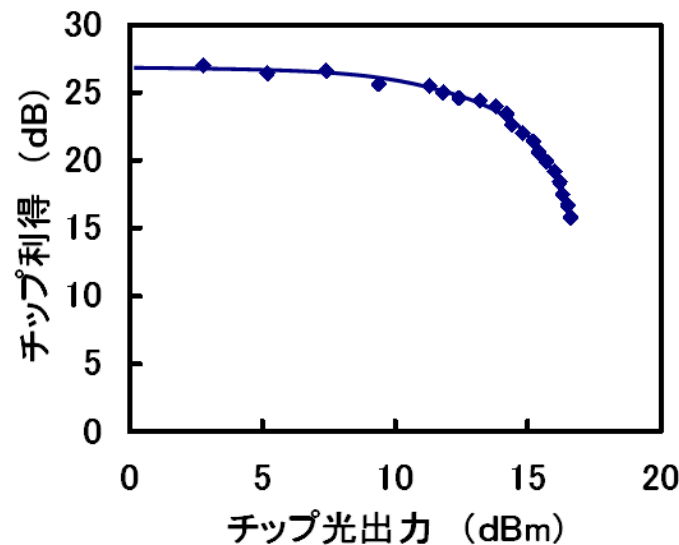
II-3-(1)中間目標の達成度、(2)成果の意義  
 (5)最終目標の達成可能性  
 II-4-(1)成果の実用化可能性

## 高効率半導体光増幅器

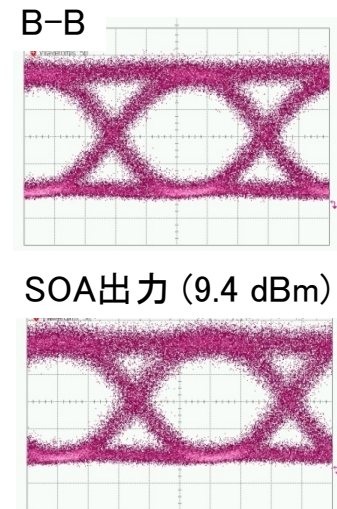
### 量子ドット半導体光増幅器



### 50°Cでの利得飽和特性



### 50°Cでの40Gbps-NRZ変調光増幅時のアイパターン



50°Cにて利得20 dB以上、40 Gbps変調信号光のペナルティフリー増幅を**世界で始めて実証し、中間目標を達成**。

最終目標の4chアレイ素子実現に向けて、熱干渉による特性劣化防止、ハイブリッド実装用光導波路との光結合損失低減、等の課題に取り組む。

今後の実用化、事業化の見通し:市場動向によりQDレーザ社での製品化を検討。

Ⅱ-3-(1)中間目標の達成度、(2)成果の意義  
 (5)最終目標の達成可能性  
 Ⅱ-4-(1)成果の実用化可能性

## 入力ダイナミックレンジ拡大波長変換器

### 開発成果

- ① 波長変換出力信号の消光比12dB以上を14dB (-4dBm~+10dBm)の入力信号レベルで実現
- ② 43GbpsNRZ信号までの波長変換を実現



入力信号光パワー	波長変換波形
+10dBm	
-3dBm	

### 入力ダイナミックレンジ拡大波長変換器

入力信号レベルを変えた  
波長変換出力波形実験結果(43Gbps)

### 目標

- ① 中間目標「40Gbps以上・許容入力レベル変動10dB以上の実証」を達成
- ② 最終目標「4チャンネル化」へ向けたシステム化を進める予定

### 実用化見通し

波長変換器は全光ネットワークのキーデバイスであり、光信号フォーマットの異なるネットワーク間をつなぐ光信号フォーマット変換器などへの適用の可能性はある。

- ・国内メーカーの国際競争力強化
- ・省エネ効果
- ・国際的なCO2削減へ寄与

## 5. プロジェクトの概要説明

### 5-1 事業化の位置付け・必要性、研究開発のマネージメントについて

(1) 事業の位置付け・必要性

(2) 研究開発マネージメント

### 5-2 研究開発成果、実用化、事業化の見通しについて

(1) 研究開発成果と実用化、事業化の見通し

### 5-3 プロジェクトの概要全体を通しての質疑

# 参考資料

## 消費電力量、稼働台数から予測(2020年)

