

## 成果概要書

### 全光パケットルータ実現のための光 RAM サブシステムの研究開発

#### (1) 研究の目的

将来のルータの主流になると期待される全光パケットルータを実現する上で不可欠である、非同期光信号で入出力可能な光 RAM サブシステムを実現する基本技術を確立し、プロトタイプの作製により技術的可能性を検証する。

#### (2) 研究期間

平成 18 年度から平成 22 年度 (5 年間)

#### (3) 委託先企業

日本電信電話株式会社<幹事>

国立大学法人大阪大学

国立大学法人九州大学

日本電気株式会社

#### (4) 研究予算 (百万円)

平成 18 年度	285.7 (契約金額)
平成 19 年度	286.4 ( // )
平成 20 年度	280.0 ( // )
平成 21 年度	247.0 ( // )

#### (5) 研究開発課題と担当

課題ア：光 RAM 単位素子の開発

(ア) フォトニック結晶型光 RAM 単位素子の作製 (日本電信電話株)

(イ) 双安定レーザ型光 RAM 単位素子の作製 (日本電信電話株)

(ウ) アクティブ型光 RAM 構造に関する研究開発 (九州大学)

(エ) 集積フォトニックナノ構造素子量産化プロセス基盤技術の開発 (日本電気株)

課題イ：光 RAM サブシステムの開発と基本動作の実証

1. 波長変換型アドレスの開発 (日本電信電話株)

2. 光ビーム走査型光アドレスの開発 (大阪大学)

3. 光インターフェイスの開発（日本電信電話㈱）
4. 制御光信号発生器の開発（日本電信電話㈱）
5. 光RAMサブシステムの基本動作の実証（日本電信電話㈱）

課題ウ：全光パケットルータの構成等の検討・評価

1. 全光パケットルータの構成とバッファ管理技術（大阪大学）
2. 転送プロトコルを含む全光パケットルータシステムの性能評（大阪大学）

#### (6) これまでの主な研究成果

特許出願： 5 件  
外部発表： 113 件

#### 具体的な成果

研究開発課題「全光パケットルータ実現のための光 RAM サブシステムの研究開発」では、実施計画書に準拠する形で研究を推進しており、平成 21 年度以降も各テーマにおいて順調に成果を上げております。特に本委託研究の中間目標である光 RAM サブシステムのインターフェイス周辺光技術の完全フルパケット動作を計画どおり達成しました。以下に各課題毎に進捗状況を整理して記述いたします。

#### 課題ア-1：フォトリック結晶型光RAM単位素子の作製

- (1) フォトリック結晶ナノ共振器を用いた全光ビットメモリのさらなる低動作パワー化と記憶時間の拡大を目指し、熱伝導率の大きな InP で構成されるフォトリック結晶共振器に、光学非線形性の大きな InGaAsP コアを埋め込んだ埋め込みヘテロ構造を作製。これまでメモリ時間を短く制限する原因となっていた熱の蓄積の問題を解決し、CW光入力(25・W)で光双安定動作を確認。ヒステリシス形状が熱の影響で崩れないため、長メモリ保持時間化が期待できる。
- (2) フォトリック結晶型光RAM単位素子を4ビットメモリに展開するための、実験評価系・ファイバとの外部接続系を構築。1チップに250・m間隔で集積された4つのフォトリック結晶に対し、アレイ導波路(ファイバアレイ)から4パラレル光入出力に成功。結合損失～16dB(これまでの1入力1出力系～12dB)を達成。今後更なる改善を行う。

#### 課題ア-2：双安定レーザ型光RAM単位素子の作製

双安定レーザ型光RAM単位素子実現のためにフォトニック結晶レーザの作製を行っている。昨年度は室温連続発振を確認したものの、フォトニック結晶の構造（上下空気に挟まれたエアブリッジ構造）に起因する発熱により出力光強度が非常に小さかった。今年度はこの問題を解決するために活性層を熱伝導率の大きなInP層で埋め込むヘテロ構造をもつフォトニック結晶レーザの作製を行った。素子作製のためには、非常に小さな活性層( $4 \times 0.35 \times 0.2 \cdot \mu\text{m}^3$ )をフォトニック結晶共振器内に作製することが必要なため作製プロセスの最適化が必要であり、この最適化を行うことにより世界で初めてフォトニック結晶レーザにおいて埋込ヘテロ構造を実現し、世界最小閾値のレーザを実現するとともに、従来よりも2桁以上大きなマイクロワット程度の光出力を確認した。また本レーザ構造を用いた双安定レーザとして可飽和吸収体を用いた双安定素子の設計を行っている。

#### 課題ア-3：アクティブ型光RAM構造に関する研究開発

将来の集積構造実現のためには、単位素子の小型化を進める必要があるが、従来報告では素子長が1mm以上と大きかった。この原因は、

- ・双安定動作電流範囲を制御する相互利得抑制領域が不十分
- ・小型化を進めると、更に相互利得抑制領域が狭くなってしま

に起因するためと考えられる。そこで前年度は、広い相互利得抑制領域の確保が可能な構造として、横モード間の相互利得抑制を利用した新しい双安定動作を提案し、これまでにその原理実証を行った。今年度はこの原理に基づいた構造検討を更に進め、

- ・4bit集積構造の実現（全エレメント基本動作実証）

を、集積デバイスとしては世界で初めて実現した。これは、広い動作電流範囲を実現できるため、全エレメントを同一条件（同一駆動電流条件）で動作させることに成功したからである。

更には、相互利得抑制領域の更なる拡大構造を検討し、既報告値（6～8mA）の10倍以上に相当する、93mA（対設定電流比100%以上）という優れた動作電流範囲の実証に成功した。

#### 課題ア-4：集積フォトニックナノ構造素子量産化プロセス基盤技術の開発

フォトニックナノ構造とInP系光導波路素子とのモノリシック集積化に向けて確立した異種光導波路形成技術を用いて、リブ型光導波路構造の集積光源を試作した。

また、フォトリソグラフィによるナノ構造の製造スループットを律速する現行の電子ビーム露光を、量産性・低コスト化に優れる i 線ステップ縮小投影露光で代替する手法も検討。電磁場解析をもとに最適露光条件を導出し、周期 450nm、穴径 230nm 程度と所要には約 1 割満たないものの光源波長の約半分までなら解像可能なことを実証。これと、露光に頼らない微細化手法であるレジスト化学収縮技術の併用で、所要を概ね満足する高精度リソグラフィが可能であることを示した。

#### 課題イ-1：波長変換型アドレスの開発

光 RAM へのビット毎の読み出しと書き込みの位置決めのために波長を用いるシステムでは、波長可変レーザ、波長変換器(光 AND 回路)、AWG(Arrayed waveguide grating)フィルタをモノリシック集積した波長変換型アドレスが必要である。今年度は昨年度までの個別素子の検討を受け、モノリシック集積した波長変換型アドレスを実現した。波長可変レーザの発振波長を切り替えることにより入力信号波長を波長変換素子で変換し 1x8 の光アドレス動作を実現できた。切り換えに必要なスイッチング時間は 5ns であった。現在、動作速度は 10Gbit/s であるが来年度は動作速度を 40Gbit/s とするよう波長変換器の検討を進めている。

#### 課題イ-2：光ビーム走査型光アドレスの開発

入力導波路を SOA 化した多モード干渉導波路スイッチの設計・試作を NTT フォトニクス研の協力を得て行った。試作した 1x4 光増幅機能付多モード干渉導波路スイッチの動的および静的スイッチング動作を評価し以下の結果を得た。本スイッチが光ビーム走査型光アドレスとして最も適していることを確認した。

#### 課題イ-3：光インターフェイスの開発

昨年度までに作製した全光シリアル-パラレル変換器の小型ファイバモジュールを用いてラックへの実装を行い、光インターフェイスの装置化を実施した。本課題で作製された成果は、課題イ-5 の光電融合型 RAM の構築に用いられ、良好なフルパケット動作を実証した。

#### 課題イ-4：光インターフェイスの開発

昨年度までに作製した制御光信号発生における光パルス列発生部の小型モジュールを用いて、19 インチラックへの実装を行い、制御光信号

発生器の装置化を実施した。またループゲインのフィードバック制御回路を導入して、出力光パルス列の強度安定化を実現した。本課題で作製された成果は、課題イー5の光電融合型RAMの構築に用いられ、良好なフルパケット動作を実証した。

#### 課題イー5：光RAMサブシステムの基本動作の実証

昨年度までに作製した電子RAMから読み出された並列電気信号をシリアル光パケットに再構築するための電気パラレル-光シリアル変換器のモジュールを用いて、ラックへの実装を行い、電気パラレル-光シリアル変換器の装置化を実施した。

さらに課題イー3で開発した光インターフェイス装置と課題イー4で開発した制御光信号発生装置、本課題で開発した電気パラレル-光シリアル変換装置とCMOS-RAMを組み合わせることで光電融合型RAMを完成させ、良好なフルパケット動作を実証した。この結果から、本受託研究の平成21年度中間目標であるメモリ媒体とのやり取りを行うインターフェイス周辺光技術の完全フルパケット動作を達成した。

#### 課題ウ-1：全光パケットルータの構成とバッファ管理技術

光RAMバッファおよび波長変換を組み合わせた共有バッファ型のパケットスイッチアーキテクチャを考案・評価し、光RAMバッファを導入することで棄却率が2桁以上改善されることを示した。また、光RAM素子においてビットの保持時間を200ns確保することで、無限時間保持可能なRAMを用いた際の棄却性能とほぼ同等となることを明らかにした。

#### 課題ウ-2：転送プロトコルを含む全光パケットルータシステムの性能評価

制御理論に基づく最適レート算出機構 paced-XCP のパラメータ設定方法を検討し、再送を除いた実効データ転送レートである goodput を改善した。ペーシング機構に起因して、バッファ容量が大きい場合に goodput が低下する課題を解決し、提案機構である paced-XCP の適用領域を拡大した。

## 外部発表一覧(幹事会社)

H21年度末

添付3①

研究テーマ名:「全光パケットルータ実現のための光RAMサブシステムの研究開発」

・日本電信電話株式会社

2010/3/29

NO.	発表題名	発表者 所属組織名	発表分類	発表対象	Vol.	掲載 頁	発表年月日	掲載年度	備考
1	Optoelectronic Buffer Based on CMOS RAM	高橋亮 NTT	2 外国発表予稿 等	Photonics in Switching 2007			2007/ 8/19-22	H19年度	招待講演
2	Ultrafast Optoelectronic Switching of an Optically Clocked Transistor Array	浦田涼平 NTT	2 外国発表予稿 等	Photonics in Switching 2007			2007/ 8/19-22	H19年度	
3	An Optically Clocked Transistor Array for High-Speed Asynchronous Label Swapping: 40 Gb/s and Beyond	浦田涼平 NTT	1 研究論文	Journal of Lightwave Technology, Optical Society of America	26	692	採択済み	H19年度	
4	Carrier Diffusion and Recombination in Photonic Crystal Nanocavity Optical Switch	田辺孝純 NTT	1 研究論文	Journal of Lightwave Technology, IEEE/Optical Society of America	26	1396	2008/ 6/30	H20年度	
5	全光および光電子型シリアル-パラレル変換器とその応用	浦田涼平 NTT	3 収録論文	レーザー学会第28回年次大会			2008/ 2/1	H19年度	招待講演
6	Monolithically Integrated Filter-Free Wavelength Converter with Widely Tunable Double-Ring Resonator Coupled Laser	瀬川徹 NTT	2 外国発表予稿 等	INDIUM PHOSPHIDE AND RELATED MATERIALS 2008			2008/ 5/25~29	H20年度	
7	All optical bit memory based on ultra high Q InGaAsP photonic crystal	新家昭彦 NTT	2 外国発表予稿 等	Conference on Lasers and Electro-Optics (CLEO)		CThJ4	2008/ 5/4-9	H20年度	
8	The Role of Carrier Diffusion and Recombination in Photonic Crystal Nanocavity Optical Switches nanocavity	田辺孝純 NTT	2 外国発表予稿 等	Conference on Lasers and Electro-Optics (CLEO)		JThA77	2008/ 5/4-9	H20年度	
9	InGaAsPフォトニック結晶ナノ共振器をベースとする光双安定メモリ	新家昭彦 NTT	7 一般口頭発表	2008年春季 第55回応用物理学関係連合講演会	3	1113	2008/ 3/27-30	H19年度	
10	高Q-AlGaAsフォトニック結晶ナノ共振器の光学非線形応答と光双安定	新家昭彦 NTT	7 一般口頭発表	2008年春季 第55回応用物理学関係連合講演会	3	1113	2008/ 3/27-30	H19年度	
11	リング共振器型波長可変レーザーをモノリシック集積したフィルタフリー波長変換素子	瀬川徹 NTT	7 一般口頭発表	2008年春季 第55回応用物理学関係連合講演会			2008/ 3/27-30	H19年度	
12	フォトニック結晶微小光共振器スイッチにおけるキャリアダイナミクスの解明	田辺孝純 NTT	7 一般口頭発表	2008年春季 第55回応用物理学関係連合講演会	3	1114	2008/ 3/27-30	H19年度	
13	フォトニック結晶 夢の光集積回路を実現する人工結晶構造	新家昭彦 NTT	11 展示会(社内)	NTT R&Dフォーラム (NTT武蔵野研究開発センター)			2008/ 2/7-8	H19年度	
14	Optical RAM subsystems	高橋亮 NTT	2 外国発表予稿 等	OFC 2008			2008/ 2/25	H19年度	招待講演
15	光インターフェイスとCMOSメモリを用いた光電子融合型光バッファメモリ	竹ノ内弘和 NTT	7 一般口頭発表	特定領域研究「新世代光通信へのイノベーション」第2回光バッファミニ研究会			2007/ 12/19-20	H19年度	招待講演
16	超小型サイズ、極低消費電力の全光ビットメモリ開発 NTT 光RAMなどに応用	新家昭彦 NTT	8 報道発表	(4/25: 日刊工業新聞, 4/25: 日経産業新聞, 5/28: 産経新聞など)			2008/ 4/1	H20年度	
17	Optoelectronic approach to optical packet switching node (招待講演)	竹ノ内弘和 NTT	2 外国発表予稿 等	Photonics in Switching 2008			2008/ 8/4-8/7	H20年度	招待講演
18	All-Optical and Optoelectronic Serial-to-Parallel Conversion for Interfacing Asynchronous Burst Optical Packets with CMOS(招待講演)	浦田涼平 NTT	2 外国発表予稿 等	IEEE LEOS, Workshop on HSD Interconnects			2008/ 5.18-21	H20年度	招待講演
19	化合物半導体フォトニック結晶超小型共振器をベースとする全光メモリ	新家昭彦 NTT	3 収録論文	レーザー・量子エレクトロニクス研究会 信学技報	108	17	2008/ 6/27	H20年度	

## 外部発表一覧(幹事会社)

H21年度末

添付3①

研究テーマ名:「全光パケットルータ実現のための光RAMサブシステムの研究開発」

20	InGaAsPフォトニック結晶ナノ共振器をベースとする低消費パワ・超小型光ビットメモリ	新家昭彦 NTT	7 一般口頭発表	応用物理学会	3	930	2008/ 9/2-5	H20年度	
21	半導体二重リング共振器型波長可変レーザを用いた波長変換素子の動的特性	瀬川徹 NTT	7 一般口頭発表	第69回応用物理学関係連合講演会			2008/ 9/2-5	H20年度	講演奨励 賞受賞記 念講演
22	フォトニック結晶による全光制御の進展	納富雅也 NTT	4 学術解説等	電子情報通信学会誌	11月号			H20年度	
23	高Q化合物半導体フォトニック結晶共振器の実現	新家昭彦 NTT	9 その他資料	NTT物性科学基礎研究所の研究活動	Vol. 18	39		H20年度	
24	フォトニック結晶共振器全光ビットメモリ動作	新家昭彦 NTT	9 その他資料	NTT物性科学基礎研究所の研究活動	Vol. 18	40		H20年度	
25	第24回応用物理学学会講演奨励賞受賞	瀬川徹 NTT	13 その他	第55回応用物理学関係連合講演会			2008/ 3/29	H20年度	講演奨励 賞受賞
26	InGaAsPフォトニック結晶ナノ共振器を用いた低消費エネルギー・超小型光ビットメモリ (招待講演)	新家昭彦 NTT	7 一般口頭発表	信学会ソサイエティ大会 シンポジウム講演		CS-6-7	2008/ 9/16-19	H20年度	招待講演
27	On-chip All-optical Processing Based on Photonic Crystal Nanocavities	納富雅也 NTT	2 外国発表予稿等	OSA Asia Optical Fiber Communications and Optoelectronics Conference			2008/ 10/31~11/2	H20年度	招待講演
28	光パケット通信技術と光メモリ (招待講演)	竹ノ内弘和 NTT	7 一般口頭発表	(独) 日本学術振興会 フォトニクス情報システム第179委員会			2008/ 10/. 10	H20年度	招待講演
29	All-optical on-chip bit memory based on ultra high Q InGaAsP photonic crystal	新家昭彦 NTT	1 研究論文	Optics Express, Optical Society of America	16	19382		H20年度	
30	Optoelectronic Technologies for Asynchronous Optical Packet Switching	中原達志 NTT	7 一般口頭発表	3rd International workshop on OPS & OCDMA			2008/10/23 ~ 10/24	H20年度	招待講演
31	Advanced Optoelectronic Technologies for Asynchronous Optical Packet Switching	中原達志 NTT	7 一般口頭発表	APOC 2008 Workshop on Challenges, Opportunities and Complementarities in Photonics and Electronics for Next-generation Systems and Networks (SPIE主催)			2008/ 10/26-30	H20年度	招待講演
32	半導体二重リング共振器を用いた波長可変レーザとその展開	瀬川徹 NTT	3 収録論文	電子情報通信学会 LQE研究会 12月研究会	vol108	31	2008/ 12/12	H20年度	
33	All-optical switches and bistable devices using high-Q photonic crystal nanocavities	田辺孝純 NTT	2 外国発表予稿等	SPIE Photonics West			2009/ 1/25-29	H20年度	招待講演
34	InGaAsPフォトニック結晶ナノ共振器を用いた低消費エネルギー・超小型光ビットメモリ(2)	新家昭彦 NTT	7 一般口頭発表	応用物理学会			2009/ 3/30-04/02	H20年度	
35	Optoelectronic Technologies for Asynchronous Optical Packet Processing	浦田涼平 NTT	7 一般口頭発表	電子情報通信学会、総合大会			2009/ 3/17-20	H20年度	招待講演
36	光電子融合型高速非同期光パケット処理技術	高橋亮 NTT	7 一般口頭発表	2009春季56回応用物理学学会講演会			2009/ 3/30~4/2	H20年度	招待講演
37	サブミクロンの穴で光を操る新素材による低消費エネルギー・高機能光処理の実現 光を蓄え、遅くするフォトニック結晶	新家昭彦 NTT	11 展示会(社内)	NTT R&Dフォーラム			2009/ 2/19-20	H20年度	
38	フォトニック結晶と光メモリ	新家昭彦 NTT	4 学術解説等	光技術コンタクト	6月号	48		H21年度	
39	4x4 Optical Packet Switching with a Prototype 4x4 Label Processing and Switching Sub-System	浦田涼平 NTT	2 外国発表予稿等	European Conference on Optical Communication (ECOC)			2009/ 9/20-24	H21年度	

## 外部発表一覧(幹事会社)

H21年度末

添付3①

研究テーマ名:「全光パケットルータ実現のための光RAMサブシステムの研究開発」

40	High-Speed Switching of a Monolithic Wavelength-Routing Switch Integrated with Double-Ring-Resonator-Coupled Tunable Laser Diodes	瀬川徹 NTT	2 外国発表予稿 等	International Conference on Photonics in Switching 2009			2009/ 9/15-19	H21年度	
41	InGaAsP/InP埋め込みヘテロ構造を持つフォトニック結晶ナノ共振器	新家昭彦 NTT	7 一般口頭発表	第70回応用物理学会学術講演会			2009/ 9/8-11	H21年度	
42	リング共振器型波長可変レーザを集積した波長ルーティング型光スイッチの動的特性	瀬川徹 NTT	7 一般口頭発表	第70回応用物理学会学術講演会			2009/ 9/8-11	H21年度	
43	埋め込みヘテロ構造を持つフォトニック結晶レーザ	松尾慎治 NTT	7 一般口頭発表	第70回応用物理学会学術講演会			2009/ 9/8-11	H21年度	
44	Ultra-small InGaAsP/InP Buried Heterostructure Photonic Crystal Laser	松尾慎治 NTT	2 外国発表予稿 等	IEEE LEOS Annual Meeting			2009/ 10/5	H21年度	
45	InP 系半導体光集積回路の技術動向	松尾慎治 NTT	7 一般口頭発表	シリコンフォトニクス研究会			2009/ 7/9	H21年度	
46	超低消費パワーで集積可能な光ビットメモリ	新家昭彦 NTT	4 学術解説等	光アライアンスに寄稿	1月号	42	2009/ 9月~10月	H21年度	
47	Optical and Optoelectronic Technologies for a Photonic Router	浦田涼平 NTT	3 収録論文	Inter. Symp. on Ultrafast Photonic Technologies (ISUPT2009)			2009/ 8/5	H21年度	
48	Hybrid Optoelectronic Router	浦田涼平 NTT	2 外国発表予稿 等	European Conference on Optical Communication (ECOC)			2009/ 9/20	H21年度	
49	Demonstration of Hybrid Optoelectronic Buffer for 10-Gbit/s Arbitrary-length Asynchronous Optical Packets	中原達志 NTT	2 外国発表予稿 等	Photonics in Switching 2009			2009/ 9/17	H21年度	
50	First Demonstration of a Prototype Hybrid Optoelectronic Router	竹ノ内弘和 NTT	2 外国発表予稿 等	特定領域研究「新世代光通信へのイノベーション」第2回光バッファミニ研究会			2009/ 9/22	H21年度	
51	大幅な低電力化が可能な光電子融合型光パケットルータを開発～光信号と電気信号の利点を活かした新型ルータ～	高橋亮 NTT	8 報道発表				2009/ 9/16	H21年度	
52	大幅な低電力化が可能な光電子融合型光パケットルータの動態展示	加藤和利 NTT	10 展示会(社外)	European Conference on Optical Communication (ECOC2009)			2009/ 9/21-23	H21年度	
53	InP-Based Photonic Integrated Circuits	松尾慎治 NTT	2 外国発表予稿 等	OFC/NFOEC 2010			2010/ 3/21-25	H21年度	
54	極低消費エネルギー光メモリ ～ 将来の光RAMバッファーを目指して～	新家昭彦 NTT	11 展示会(社内)	NTT研究所主催展示会「サイエンスプラザ2009」			2009/ 11/27	H21年度	
55	光電子融合型光パケットルータ ～グリーンICTに向けて～	須崎泰正 NTT	11 展示会(社内)	研究所主催展示会「サイエンスプラザ2009」			2009/ 11/27	H21年度	
56	Low-power and high-speed operation of InGaAsP/InP photonic crystal nanocavity laser using wavelength-sized buried heterostructure	新家昭彦 NTT	2 外国発表予稿 等	CLEO/QELS 2010			2010/ 5/16-21		
57	All-optical wavelength-routing switch with monolithically integrated filter-free tunable wavelength converters and an 8x8 AWG	瀬川徹 NTT	1 研究論文	Optics Express, OSA	vol. 18	4340		H21年度	
58	A Monolithic Wavelength-Routing Switch using Double-Ring-Resonator-Coupled Tunable Lasers with Highly Reflective Dry-Etched Mirrors	瀬川徹 NTT	7 一般口頭発表	IPRM2010			2010/ 5/31-6/4		
59	Hybrid Optoelectronic Router: Paving the Way to Energy-Efficient, High-Capacity Networks	浦田涼平 NTT	3 収録論文	International Workshop on OPS and OCDMA (IW00)			2009/ 11/17-18	H21年度	



## 外部発表一覧(幹事会社)

H21年度末

添付3①

研究テーマ名:「全光パケットルータ実現のための光RAMサブシステムの研究開発」

60	光電子融合型光パケットルータ～将来の大容量グリーンICTの実現に向けて～	須崎泰正 NTT	10 展示会(社外)	リードエグジビションジャパン主催展示会「FOE2010」			2010/ 1/20-22	H21年度	
61	光電子融合型光パケットルータ～将来の大容量グリーンICTの実現に向けて～	須崎泰正 NTT	11 展示会(社内)	日本電信電話株式会社主催展示会「R&Dフォーラム2010」			2010/ 2/23-24	H21年度	
62	4x4 Optical Packet Switching of Asynchronous Burst Optical Packets with a Prototype, 4x4 Label Processing and Switching Sub-System	浦田涼平 NTT	1 研究論文	Photonics Technology Letters					
63	Low-Power, Low-Latency, 4x4 Optical Packet Switching of Asynchronous Optical Packets with a 4x4 Label Processing and Switching Sub-System	浦田涼平 NTT	3 収録論文	電子情報通信学会、総合大会			2010/ 3/16-19	H21年度	
64	速度損なわず情報伝送～NTT研光ルータへ一歩(新聞取材)	納富雅也 NTT	8 報道発表	日経産業新聞			2010/ 1/4	H21年度	
65	High-speed ultra-compact buried heterostructure photonic crystal laser with 13 fJ consumed per bit transmitted	松尾慎治 NTT	1 研究論文	Nature Photonics					
66	10Gbit/s非同期光パケットに対する光電子融合型バッファの動作実証	中原達志 NTT	7 一般口頭発表	電子情報通信学会総合大会			2010/ 3/16-19	H21年度	
67	All-optical memories based on photonic crystal nanocavities	新家昭彦 NTT	2 外国発表予稿等	Photonics in Switching 2009			2009/ 9/15-19	H21年度	招待講演
68	光電子融合型光パケットルータのプロトタイプ動作	須崎泰正 NTT	7 一般口頭発表	電子情報通信学会 総合大会			2010/ 3/16-19	H21年度	
69	Monolithically Integrated Wavelength-Routing Switch with Double-Ring-Resonator-Coupled Tunable Lasers	瀬川徹 NTT	2 外国発表予稿等	IPR2010			2010/ 7/25-29	22年度	招待講演
70	光電子融合型光パケットルータとそれを実現する光デバイス	須崎泰正 NTT	7 一般口頭発表	電子情報通信学会 第4回超高速光エレクトロニクス研究会			2010/ 4/5	22年度	

## -大阪大学

NO.	発表題名	発表者所属組織名	発表分類	発表対象	Vol.	掲載頁	発表年月日	掲載年度	備考
1	A comparative study of switch architectures for small-buffered optical packet switched networks	大阪大学	3 収録論文	電子情報通信学会PN研究会	106	pp.167-172	2007/1/30	H18年度	
2	Switch architectures for small-buffered optical packet switched networks	大阪大学	2 外国発表予稿等	IEEE ISCC2007			2007/7/4	H19年度	
3	Optical RAM for All-optical packet switching	大阪大学	2 外国発表予稿等	Photonics in Switching 2007				H19年度	招待講演
4	Rate-based pacing for small-buffered optical packet switched networks	大阪大学	1 研究論文	OSA Journal of Optical Networking	6	pp. 1116-1128	2007/9/1	H19年度	
5	Rate-based pacing for optical packet switched networks with very small optical RAM	大阪大学	2 外国発表予稿等	Broadnets 2007			2007/9/13	H19年度	
6	フォトニックネットワークノード: 細粒度データ化と低消費電力化に向けて (Photonic nodes: Toward finer data granularity and low-power consumption)	大阪大学	2 外国発表予稿等	Nature Photonics Technology Conference			2007/10/24	H19年度	招待講演
7	パケット保持時間に制約のある光RAMを用いた全光パケットスイッチの性能評価	大阪大学	3 収録論文	電子情報通信学会PN研究会	PN2007-53	pp.89-94	2008/1/28	H19年度	
8	Node Pacing for Optical Packet Switching	大阪大学	3 収録論文	電子情報通信学会PN研究会	PN2007-76	pp.17-20	2008/3/13	H19年度	

## 外部発表一覧(幹事会社)

H21年度末

添付3①

研究テーマ名:「全光パケットルータ実現のための光RAMサブシステムの研究開発」

9	InP/InGaAsPを用いた4チャネル 多モード干渉導波路型光スイッチ	大阪大学, NTT	3 収録論文	第55回応用物理学関係連合講演会	28AZbII		2008/3/28	H19年度	
10	Experimental demonstration of 1×4 InP/InGaAsP optical integrated multimode interference waveguide switch	大阪大学	2 外国発表予稿等	Indium Phosphide and Related Materials (IPRM2008)			2008.5.25~29	H20年度	
11	Node Pacing for Optical Packet Switching	大阪大学	3 収録論文	Photonics in Switching 2008				H20年度	
12	All-optical RAM-based buffer for packet switch	大阪大学	2 外国発表予稿等	Asia Pacific Optical Communications (APOC2008) Workshop on Challenges, Opportunities and Complementarities in Photonics and Electronics for Next-generation Systems and Networks			2008/10/26	H20年度	招待講演
13	Packet Switch Architectures for Very Small Optical RAM	大阪大学	3 収録論文	電子情報通信学会PN研究会	108	pp. 119-124	2009/1/30	H20年度	
14	1×4 InGaAsP/InP多モード干渉導波路型光スイッチの動的スイッチング特性	大阪大学	3 収録論文	電子情報通信学会光通信システム研究会	109	pp. 5-9	2009/6/18	H21年度	
15	Dynamic switching characteristics of InGaAsP/InP multimode interference optical waveguide switch	大阪大学	1 研究論文	Optics Express	Vol. 17, Issue 26	pp.23380-23388	2009/8/1	H21年度	
16	Packet switch architectures for very small optical RAM	大阪大学	2 外国発表予稿等	The First International Conference on Evolving Internet (INTERNET 2009)			2009/8/1	H21年度	Best paper award 受賞
17	Dynamic switching characteristics of 1×4 InGaAsP/InP multimode interference waveguide switch	大阪大学	2 外国発表予稿等	Photonics in Switching 2009			2009/9/17	H21年度	
18	Optical RAM: A solution path to "True" optical packet switch	大阪大学	7 一般口頭発表	ECOC2009 Sunday Workshop:WS3: Optics in Computing - How much is not enough?			2009/9/19	H21年度	招待講演
19	XCP-based Transmission Control Mechanism for Optical Packet Switched Networks with Very Small Optical RAM	大阪大学	1 研究論文	Photonic Network Communications	18	pp.237-243	2009/10/1	H21年度	(注: H20年度報告時は印刷中)
20	Insertion loss-free 1×4 InGaAsP/InP multimode interference waveguide switch integrated with optical amplifier	大阪大学	2 外国発表予稿等	Photonics in Switching 2010					投稿中
21	Node pacing for small optical RAM-buffered packet-switching networks	大阪大学	1 研究論文						投稿中
22	Buffer scaling for optical packet switching networks with shared RAM	大阪大学	1 研究論文						投稿中
23	Comparison of packet switch architectures for very small optical RAM	大阪大学	1 研究論文						投稿中

## 九州大学

NO.	発表題名	発表者 所属組織名	発表分類	発表対象	Vol.	掲載頁	発表年月日	掲載年度	備考
1	次世代全光ルータ用光RAM素子の動作原理に関する検討	九州大学	7 一般口頭発表	第68回応用物理学学会学術講演会			2007/9/6	H19年度	
2	Preliminary research on a novel principle of optical memory based on MMI	九州大学	7 一般口頭発表	電子情報通信学会2007ソサイエティ大会			2007/9/12	H19年度	
3	A novel principle of optical memory based on Multimode Interference Bistable Laser Diode MMI-BLD	九州大学	11 展示会(社内主催)	九州大学筑紫地区オープンキャンパス			2008/5/24	H20年度	
4	A Novel Active-MMI Bi-Stable Laser Using Cross-Gain Saturation between Fundamental and First Order Modes	九州大学	2 外国発表予稿等	34th European Conference on Optical Communication		81-82	2008/9/21	H20年度	
5	異モード間双安定を利用した光RAM素子の基本動作	九州大学	7 一般口頭発表	応用物理学学会			2008/9/2	H20年度	
6	Optical random access memory (RAM) Based on Bi-stability between Different Lateral Modes using Novel Active Multi-Mode-Interferometer (MMI)	九州大学	7 一般口頭発表	IEEE九州支部			2008/9/24	H20年度	
7	異モード間双安定アクティブMMIを用いた光RAM素子	九州大学	7 一般口頭発表	電情報通信学会光エレクトロニクス研究会			2008/10/24	H20年度	
8	光RAM用Active MMI双安定レーザーの低電流動作	九州大学	7 一般口頭発表	電子情報通信学会2009年総合大会、講演論文集、No.1		C-4-12、pp.260	2009/3/17	H20年度	
9	Extremely wide and uniform hysteresis windows (32mA) for integrated optical RAM using novel active MMI	九州大学	2 外国発表予稿等	Technical Digest of Optical Fiber Communication Conference (OFC 2009, San Diego, USA)		OTuK2	2009/3/24	H20年度	
10	A novel principle of optical memory based on Multimode Interference Bistable Laser Diode MMI-BLD	九州大学	11 展示会(社内主催)	九州大学筑紫地区オープンキャンパス			2009/5/17	H21年度	



特許出願一覧(幹事会社)

研究テーマ名:

「全光パケットルータ実現のための光RAMサブシステムの研究開発」

-日本電信電話株式会社

2010/3/24

NO.	発明等名称	発明等の概要	出願番号	出願日	出願後の状況	状況変更月日
1	光双安定素子およびメモリ安定化方法	低消費電力・高速な光双安定動作が報告されているシリコンフォトニック結晶微小光共振器を用いた光双安定素子において、入射光によって生成したキャリアが共振器付近で緩和することによって熱が生成する問題点を、光共振器を挟み込む形でPIN構造を作成し、PN間に逆バイアス電圧を加えることによって、生成したキャリアが熱に変わる前に電極より引き抜くことで熱の生成を抑える技術を考案した。	特願2008-081094	平成20年3月26日		
2	フォトニック結晶光ビットメモリアレイ	本発明は、ビットメモリの配置、導波路の配置、導波路の帯域と共振器の共鳴波長の相対関係の最適化により、シリアルデータを1ビット枚に共振器に取り込むことを可能にする。また、シリアルデータをパラレルデータに変換することも可能にする。さらに本発明は、共振器に取り込まれたデータをパルス列として読み出すことも可能にする。	特願2009-150273	平成21年6月24日		

-大阪大学

NO.	発明等名称	発明等の概要	出願番号	出願日	出願後の状況	状況変更月日
	なし					

-九州大学

NO.	発明等名称	発明等の概要	出願番号	出願日	出願後の状況	状況変更月日
1	双安定素子	異なる横モード間による双安定動作を原理に関する特許。MMI導波路内で0次モードと1次モードとは、同一入射ポートでも異なる出射ポートに出射させることが出来るため、互いに広い光分布重なりを有しながらも双安定動作が実現できる。このため、小型化しても十分な相互利得抑制効果が働き、将来の小型化に適した構造が提供できる。	特願2007-092977	2007/3/30		
2	双安定素子	アクティブMMI双安定レーザー構造。本発明の目的は、上述の双安定素子の課題であった、動作電流範囲(ヒステリシス幅)を飛躍的に広げる、という目的を達成することであり、特に、MMI中にSA領域を設けることで、相互利得抑制領域での光分布重なりが100%近く得られる構造を提供するこ	特願2010-009249	2010/1/19		

-日本電気株式会社

NO.	発明等名称	発明等の概要	出願番号	出願日	出願後の状況	状況変更月日
1	光ジョイント	異種光導波路間突合せ接合部の残留反射抑制構造	特願2008-263535	2008/10/10		