

戦略的創造研究推進事業 CREST

研究領域「新機能創成に向けた光・光量子科学技術」

研究課題「フォトリックナノ構造アクティブ光機能
デバイスと集積技術」

研究終了報告書

研究期間 平成18年10月～平成24年3月

研究代表者:馬場俊彦
横浜国立大学大学院工学研究院、教授

§ 1 研究実施の概要

(1) 実施概要

本プロジェクトは、フォトニック結晶デバイスの基本部品（バルク結晶、導波路、共振器）のパッシブ特性向上、巨大な分散や非線形など広義のアクティブ現象探求、それらを利用した機能デバイス開発を目指した。そして、特に重要な成果が得られた導波路と共振器について、馬場と納富がそれぞれ集中的に担当した。また、これらをシリコンフォトニクスと融合し、高度な光信号処理に利用し得る高性能・高機能な光集積基盤技術の確立を目指した。

導波路についてはスローライト効果を徹底追求した。従来のスローライトは狭帯域で高次分散が大きく、高速な光信号に適用できなかった。そこで馬場は本研究前に、帯域拡大用チャープ構造と低分散構造の組み合わせを提案していた。本研究では一般的なスローライトの評価理論を構築し、また上の構造を詳細に設計・製作した。その結果、期待する広帯域スローライトパルスを観測し、遅延帯域積110、バッファ容量80という他機関の10倍近い性能を達成した。また、チャープ制御によるスローライトチューニング法を考案し、加熱を用いたパルスの変遅延と可変分散に初めて成功した。当初報告した可変遅延容量8も注目されたが、納富の製作協力を得て最終的に36を記録、さらに出射パルスの非線形圧縮を併用して110まで到達し、こちらも他機関の10倍以上となった。これを光相関計に応用し、従来の100倍の高速繰り返しによる相関データ取得に成功した。またスローライトによる光学非線形の増大を探求し、二光子吸収、自己位相変調、四光波混合を評価、導波路として最大の非線形係数（Si細線導波路の200倍）を評価した。この非線形をチャープ制御にも利用し、切り替え時間10ps以下という超高速な可変遅延にも成功した。以上の成果はNature Photonics誌の310回以上をはじめ、期間中の発表論文の合計で980回以上の引用を得ている。

一方、共振器については、導波路に局部変調を加えた独自の構造を利用し、波長サイズの微小モード体積を維持しつつQ値100万以上を達成した。また同共振器を最大400個連結させた大規模結合共振器を製作、群屈折率が170と大きなスローライト伝搬を観測した。この共振器を様々な応用に展開させるため、ビーム構造、屈折率変調構造、1次元構造、ナノスリット構造、二層構造など変形版を考案、高Q値を計算し、いずれも実証した。応用の具体例としては、共振器を小型化した二光子吸収キャリアによる全光スイッチを製作し、スイッチングエネルギー420aJで40Gbps動作を得た。このような超低エネルギーは過去に例がなく、光の高速性を維持しつつ、初めて電子回路のスイッチングエネルギーを下回る重要な成果となった。電気による制御もシリコンpn接合を用いて試し、光変調動作、ならびに暗電流が極めて小さい二光子吸収光検出器動作を得た。また物理的に興味深い現象として、光を捕らえた状態の共振器に動的な屈折率変化を与え、光パルスの放出とそれに伴う断熱的波長変換を初めて明瞭に観測した。さらに共振器に局在する光が力学作用を生むオプトメカニカル効果を調べ、光励起による機械振動の自励発振にも成功した。以上はNature PhotonicsやPhysical Review Lettersなど多くの重要論文誌にて発表、また報道された。

後半、これらのデバイスを大規模集積するため、馬場はシリコンフォトニクス技術による製作に本格的に取り組んだ。ここではシンガポールIMEのCMOSファブとの共同プロセス開発により、従来は困難であったエアブリッジ型フォトニック結晶をシリコンフォトニクスと融合することに成功した。これはファイバー結合損の大幅な低減、ヒータやpn接合によるチューナー、Geフォトダイオードなどの集積を可能にした。本研究ではこれらの基本的な製作・評価に加え、CADやシミュレーションプロセスの環境整備にも取り組んだ。そして上記チューナーを用いた可変遅延、それを組み込んだシンボルレート可変DQPSKレシーバなどの実証に成功、スローライトと光集積技術を象徴する成果になった。また納富は、ポストプロセスでフォトニック結晶共振器の形成や追加工を行うことができるAFMリソグラフィを開発し、実際に超高Q値共振器の製作を実証した。このように大規模集積基盤とその高機能化技術が一定の完成を見たことは、今後のフォトニックナノ構造デバイスを本格的に展開させる上で大きなインパクトを与えたと考える。

(2) 顕著な成果

1. フォトニック結晶導波路による世界最高性能スローライトの実現

概要：代表者が提案した広帯域・低分散スローライトの概念をフォトニック結晶導波路におい

て具現化し、スローパルス伝搬、可変遅延、非線形増大などにおいて世界最高性能を実証した。本プロジェクト期間に発表したこのテーマの論文の引用総数は既に 980 回以上に及ぶ。

2. フォトニック結晶共振器による超低エネルギー全光制御の実現

概要：共同研究者が開発した超高 Q 値フォトニック結晶共振器によるアトジュール級世界最低エネルギーで動作する高速全光スイッチを実現した。また同共振器のスロー／ストップライト生成、オプトメカニカル効果の実証などで Nature Photonics 3 編を含む重要論文を発表した。

3. フォトニックナノ構造から成る大規模光集積技術の開発

概要：電子線描画による世界最高精度のフォトニックナノ構造製作技術を開発した。またフォトニック結晶とシリコンフォトニクスを融合する完全 CMOS プロセスを用いた大規模光集積技術を初めて開発し、スローライト DQPSK レシーバーなど高度なデバイスの実証に成功した。

§ 2. 研究構想

(1) 当初の研究構想

本プロジェクトでは、以下の二点を当初の目的とした。

1. プロジェクト前半で、フォトニック結晶のパッシブデバイスとしての特性を高め、広い意味でのアクティブ的な光学現象を探求し、それを利用した光機能デバイスを開発する。
2. プロジェクト後半で、上記デバイスとシリコンフォトニクスなど他のフォトニックナノ構造を併用し、高度な光信号処理に利用し得る高性能・高機能な光集積技術の実現する。

1.については、本研究開始前に既にフォトニック結晶分野の初期の目標であった三つの基本部品、すなわちバルク結晶、導波路、共振器の高品質化がおよそ達成され、より高い機能(本研究ではこれをアクティブ機能と総称)を追求する段階に達していたという背景があった。そこで研究代表の馬場が導波路とバルク結晶を、共同者となる納富が共振器を担当し、それぞれに特徴的な機能を探求することを計画した。馬場グループはフォトニック結晶の巨大な分散に由来するスローライト効果と負の屈折効果を採り上げ、低分散スローライトパルスの観測、チューナブル化、利得や非線形の増大、集光効果を改善、分光や光偏向への応用を目指した。一方、納富グループは共振器の高Q値化のための構造改善を進めると共に、光非線形による超低エネルギースイッチング、光変調、光検出の動作の実証を目指した。

2.については上記フォトニック結晶デバイスの完成度が高まった後に、フォトニック結晶の最終目標ともいえるべき大規模光集積技術の開発を計画した。これにはシリコンフォトニクスデバイスの活用や融合、III-V 族半導体アクティブ・パッシブ集積、計算機シミュレーションから電子線描画データ生成、デバイス製作を一貫して行うシステムの開発などを掲げた。

以上について、下線を施した項目について、目標を達成する成果を挙げた。

(2) 新たに追加・修正など変更した研究構想

1.のスローライトに関連して、動的制御ストップライトが重要な競合技術になることが本研究前から予測されていた。これは一時停止しているスローライトに対してデバイスの屈折率を瞬時に変化(動的制御)させ、光を断熱的波長変換しながら停止・放出を制御する概念である。本研究前には理論しかなかく、実験では高速な動的制御が困難と考えられたため、当初の研究項目に含めなかった。しかし本研究開始直後、短パルスのスローライト化、非線形による高速な制御などに見通しがついたことから、急遽、項目に組み入れた。結果として共振器において良好な実験が成功し、導波路でも理論と初期実験が進展した。一方、負の屈折に関しては初期の目標を達成したものの、デバイス性能が不十分で有用性も曖昧だったため、後半の研究から除外した。

またストップライトに関連して、共振器に光エネルギーを高密度に蓄積すると、巨大なオプトメカニカル効果が起こることを納富グループが当初から予測していたが、こちらも技術的困難さから当

初の項目には含めなかった。上記の共振器の研究が進展したため、これも新規項目として加えた。最終的には光励起による機械振動の発振を得ることに成功した。

2.の集積技術に関しては、代表者の馬場が電子情報通信学会シリコンフォトニクス研究専門委員会委員長を務めた 2008～2010 年に国内外のシリコンフォトニクスファウンドリー活動を推進した結果、世界の 4 ヶ所で定常利用できるファウンドリーサービスが開始された。そして純粋なシリコン CMOS プロセスによるフォトニック結晶や関連デバイスの集積が可能になった。そこで、電子線描画を前提とした集積システムのために計画したリソースを、CMOS プロセス利用に集中させた。結果として、従来に比べて大幅に複雑かつ大規模な光集積を実現することに成功した。

§3 研究実施体制

(1)「馬場」グループ

① 研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
馬場 俊彦	横浜国立大学	教授	H18.10～H24. 3
松本 崇	横浜国立大学	D3	H18.10～H19.3
井上 尚子	横浜国立大学	D3	H18.10～H21.3
野崎 謙悟	横浜国立大学	D3	H18.10～H20.3
森 大祐	横浜国立大学	D3	H18.10～H20.3
川崎 俊史	横浜国立大学	M2	H19.4～H20.3
久保 将策	横浜国立大学	M2	H19.4～H20.3
渡邊 秀輝	横浜国立大学	M2	H19.4～H20.3
朝妻 智彦	横浜国立大学	M2	H19.4～H21.3
佐々木 弘和	横浜国立大学	M2	H19.4～H21.3
鈴木 恵治郎	横浜国立大学	D3	H20.4～H23.3
北 翔太	横浜国立大学	D3	H20.4～H24. 3
仲田 丈晴	横浜国立大学	M2	H20.4～H21.3
平原 大地	横浜国立大学	M2	H20.4～H21.3
足立 淳	横浜国立大学	M2	H20.4～H22.3
川崎 仁寛	横浜国立大学	M2	H20.4～H22.3
斎藤 悠二	横浜国立大学	M2	H20.4～H22.3
濱地 洋平	横浜国立大学	M2	H20.4～H22.3
有田 与希	横浜国立大学	M2	H20.10～H22.3
Hong Nguyen	横浜国立大学	研究教員	H20.11～H24. 3
阿部紘士	横浜国立大学	D1	H21.4～H24. 3
石倉徳洋	横浜国立大学	D1	H21.4～H24. 3
新川瑞季	横浜国立大学	M2	H22.4～H24. 3
信夫史弘	横浜国立大学	M1	H22.4～H23. 3
羽中田祥司	横浜国立大学	M2	H23.4～H24. 3
大塚翔太	横浜国立大学	M1	H23.4～H24. 3
酒井裕也	横浜国立大学	M1	H23.4～H24. 3
成松道正	横浜国立大学	M1	H23.4～H24. 3
早川 涼	横浜国立大学	M1	H23.4～H24. 3
茂呂将典	横浜国立大学	M1	H23.4～H24. 3
高橋としよ	横浜国立大学	研究支援職員	H18.11～H24. 3
生川晴美	横浜国立大学	研究支援職員	H19.5～H24. 3

②研究項目

- ・ フォトニック結晶スローライトデバイスの設計, 製作, 評価
- ・ フォトニック結晶負の屈折デバイスの設計, 製作, 評価
- ・ フォトニック結晶をベースとした光集積技術の開発
- ・ Si 系フォトニック結晶製作プロセスの開発
- ・ 非線形ガラスフォトニック結晶製作プロセスの開発
- ・ III-V 族半導体フォトニック結晶製作プロセスの開発
- ・ Si フォトニクスファウンドリーを利用した光集積技術の開発
- ・ スローライトとストップライトの理論解析

(2)「納富」グループ

① 研究参加者

氏名	所属	役職	参加時期
納富 雅也	NTT	グループリーダー	H18.10～H24. 3
倉持 栄一	NTT物性科学基礎研究所	主任研究員	H18.10～H24. 3
谷山 秀昭	NTT物性科学基礎研究所	研究主任	H18.10～H24. 3
横尾 篤	NTT物性科学基礎研究所	主任研究員	H22.4～H24. 3
新家 昭彦	NTT物性科学基礎研究所	主任研究員	H19.3～H22.5
野崎 謙悟	NTT物性科学基礎研究所	社員	H22.4～H24. 3
Y-G. Roh	NTT物性科学基礎研究所	ポスドク	H19.12～H22.11
J-M. Kim	NTT物性科学基礎研究所	ポスドク	H22.9～H24. 3
D. Birowosuto	NTT物性科学基礎研究所	ポスドク	H22.10～H24. 3
田辺 孝純	H22.4 より慶応大学へ異動	講師	H18.10～H24. 3

②研究項目

- ・ フォトニック結晶共振器の製作、集積化技術の開発
- ・ フォトニック結晶共振器デバイスの設計、製作
- ・ フォトニック結晶共振器デバイスの評価

§ 4 研究実施内容及び成果

4. 1 フォトニック結晶導波路による広帯域・低分散スローライトの実現 (横浜国立大学 馬場グループ)

(1)研究実施内容及び成果

本項目は以降の成果にも関わるので、本研究前後の経緯などを前置きとしてやや詳しく述べておく。フォトニック結晶導波路は、本代表者の馬場らが 1999 年に初の実験を報告し、多くの機関が直角曲げなど光配線を研究したが、曲げでの反射損などの問題から徐々に後退した。一方、2001 年に共同研究者の納富らは、この導波路における群速度 v_g の減少、すなわちスローライトを観測した。一般にスローライトは何らかの光共鳴に起因した大きな 1 次分散により発生する。例えば、光と原子との共鳴が巨大な 1 次分散を発生させる電磁誘導透過現象 (EIT) は、真空中より 8 桁も v_g を小さくすることが 2000 年頃に示されている。フォトニック結晶導波路のスローライトはこれほど著しくはないが、それでも桁違いの低群速度がオンチップで生成され、光遅延が容易に制御できれば、光バッファーをはじめ様々な応用にとって魅力的と考えられた。ところが、一般に顕著なスローライトほどその帯域は狭く、しかも高次分散を伴うことが多い。つまりスローライトでは短い光パルスを通すのが困難であり、単に v_g の低減を追求するだけでは様々な応用が期待できず、二つの指標、すなわち遅延帯域積 (デバイスに蓄積可能なパルス個数に比例するパラメータ) と相対パルス遅延 (分散の影響を受けたパルスの蓄積個数) を向上させることが決定的に重要になってきた。そこで 2004 年に馬場らは、図 1 のような二種類のスローライト: 分散補償スローライトと零分散スローライトを提案、理論解析した。前者は、正負の高次分散を用意して、デバイス内部でそれらが相殺されるようにバンドを設計する。またパラメータを徐々に変えるチャープ構造を付与し、適度な広帯域でスローライトを発生させる。後者は、あらかじめ高次分散がない直線的なバンドを設計する。いずれの場合も短パルス光が大きな遅延後に変形なく出射される。これらは同時期に MIT とハンプルク大から類似の概念が発表されたが、馬場の方が発表も特許申請も早かった。このような背景から、2006 年に始まった本研究では、まずこれら二種類のスローライトの実証に取り組んだ。

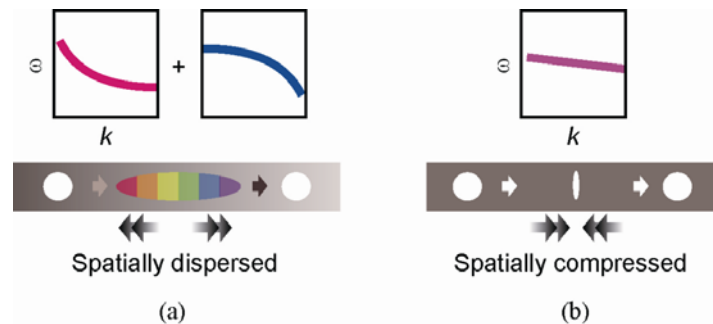


図 1 二種類の理想的なスローライトのバンド構造とデバイス中の光パルスの振る舞いの概念. (a) 分散補償スローライト. (b) 零分散スローライト

フォトニック結晶のユニークな特長は、わずかな構造調整で様々なバンドを生み出せる点にある。分散補償スローライトでは、低群速度を発生させる平坦なバンドを正負の曲率をもつバンドで挟み込む分散特性が必要になるが、本研究ではこのために方向性結合器型と結合導波路 (PCCW) 型を考案した。このうち前者は透過損が大きいことがわかり、本研究では図 2 に示す PCCW に注力した。構造細部の説明は省略するが、この構造は偶/奇対称性をもつ二つのモードのバンドを示し、特に偶対称モードは上記の理想的な形状を有するため、これを選択励振して利用した。

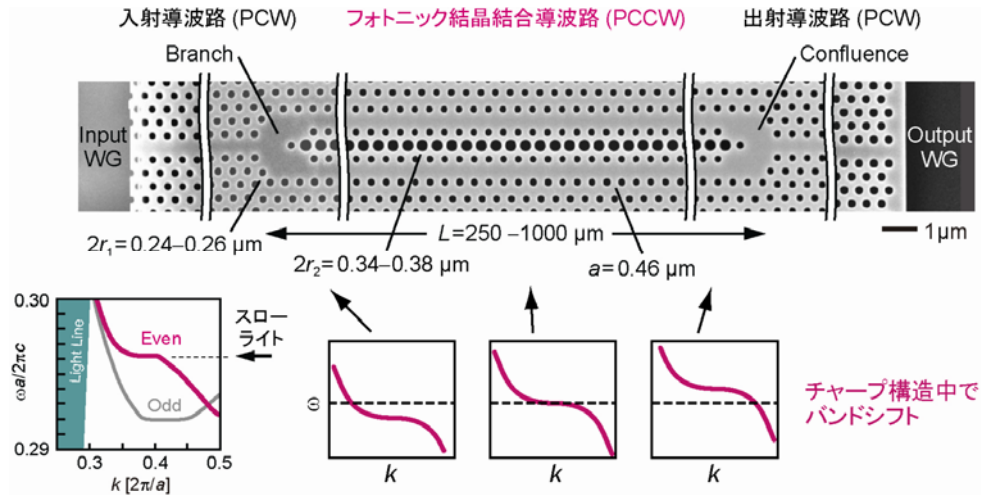


図 2 分散補償スローライトを生むフォトニック結晶結合導波路 PCCW, およびチャープ構造を付与したときのバンド特性の振る舞い。

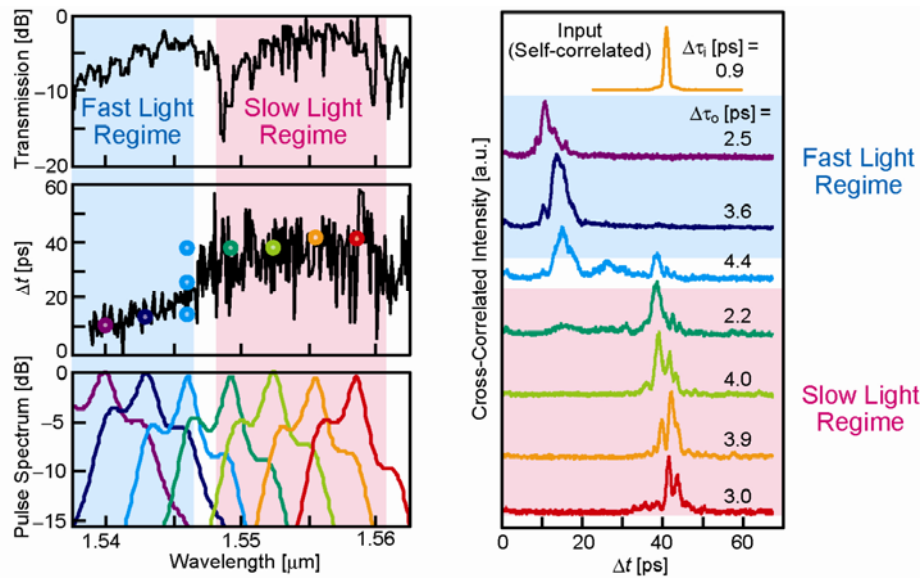


図 3 チャープ構造 PCCW の透過スペクトル, 群遅延スペクトル, および半値全幅 0.9ps のパルスを入射したときの出射パルスの相互相関波形。

デバイスは、本研究費で購入した加速電圧 50kV の電子線描が装置 ELS7500 を用いて SOI 基板上にレジストパターンを形成し、 SF_6 ガスによる誘導結合プラズマエッチングと HF ウェットエッチングにより形成された。可変波長レーザ光を劈開端にレンズ結合させ、透過スペクトルを測定した結果を図 3 に示す。振動が見られるが、これは入出射端でのファブリーペロー共振と構造揺らぎによる光局在が原因であり、本研究終盤の改善後には大幅に低減されている。これを無視すると二つの伝搬帯が見られ、理論的には長波長側がチャープ構造によるスローライト帯と考えられた。これを確認するため、可変波長レーザの光を 10GHz の正弦波で変調し、入出射間の位相ずれから群遅延スペクトルを見積もった(変調位相シフト法)。その結果、長波長側でほぼ平坦かつ大きな遅延が見られ、予測が裏付けられた。さらにモードロックファイバーレーザからの半値全幅 0.9ps のパルス光を入射し、出射光波形を相互相関計測した。その結果、若干のパルス広がりや変形は見られるものの、変調位相シフト法によく対応する群遅延が評価された。群速度の低下率を表す群屈折率 n_g の典型値は 30~50、遅延は 40~100ps、帯域は 1.9~1.5THz であり、遅延帯域積は、最大で 110 となった。図 4 はこの遅延帯域積を他のスローライトの値と比較している。スローライトとして

先行研究された EIT や高 Q 値キャビティは μs 級の大きな遅延を示すものの、帯域が kHz オーダーと狭い。SOA や光ファイバーにおける SBS や SRS を含め、多くの方法は遅延帯域積が 10 以下である。これに対して結合共振器導波路(CROW)やオールパスフィルター(APF)では大きな値が記録され、IBM が 2007 年に 50 を記録している。本研究のフォトニック結晶結合導波路はこの記録を 2 倍以上更新し、最も光信号蓄積能力が高いオンチップスローライトデバイスとなった。

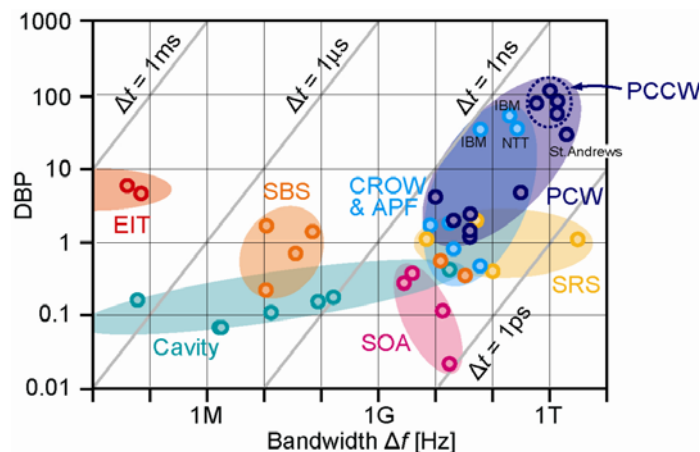


図 4 様々なスローライトの基本的な評価指数である遅延帯域積(Delay-Bandwidth Product: DBP)の帯域依存性。SBSとSRSは誘導ブリュアン散乱と誘導ラマン散乱, CROWとAPFは結合共振器導波路とオールパスフィルタ, SOAは半導体光増幅器, PCWはフォトニック結晶導波路を表す。

一方、零分散スローライトを得るためには、単純なフォトニック結晶導波路に円孔の直径や位置、導波路の幅や屈折率といったわずかな調整を加える。これによりフォトニック結晶部と導波路部の相互作用が変化し、結果的にバンドが変形して直線化するのである。比較的作りやすい構造として図 5(a)の最内小円孔構造を製作し、2007 年に最初の零分散スローライトを観測した。しかしここでは最内円孔とその他の直径、およびピッチを全て最適化しないと、所望の波長で零分散スローライトを観測できないという難しさがあった。そこで一つのパラメータのみで直線バンドが現れる構造を探索した結果、図 5(b)のように導波路から三列目の円孔を格子シフトさせる構造(LSPCW)を2009 年に見いだした。ここではシフト量に対して波長がずれないため、零分散スローライトの観測が極めて容易になった。この構造のスローライト特性を図6に示す。製法や測定法は分散補償スローライトのときと同じである。ここでもスペクトルに大きな振動があるが、これは後で改善されたので無視すると、短波長側で高群速度、長波長側で低群速度が現れ、およそ $n_g = 30$ が 8 nm の平坦な波長幅で得られている。またピコ秒パルスを入射したときの伝搬遅延は群遅延スペクトルとよく一致し、高群速度帯と遜色がない出射パルスが低群速度帯でも得られた。ちなみにここでは、分散補償スローライトよりも遅延帯域積がやや小さい。同様の低分散スローライトは、同時期にセントアンドリュース大、シドニー大、デンマーク大からも報告がある。それらは別の構造を用いており、LSPCWより遅延帯域積がやや大きい反面、製作が困難という状況である。後述する非線形の増大も含めて、これらの機関と多くの会議で議論し、現在も競争を続けている。

(2)研究成果の今後期待される効果

本研究以前に広帯域スローライトのパルス伝搬は報告されていなかった。しかし群速度を変えるスローライトの有用性はパルス伝搬で初めて意味をもつのであり、本成果はこれを世界に対して初めて報告し、今後のあらゆるスローライト研究の原点となった。実際、これらの成果を報告した 6 編の学術論文は既に合計で 270 回以上引用され、さらにこの内容を馬場がレビューした 2008 年の Nature Photonics の論文はさらに 310 回引用されている(同誌歴代 8 位の引用数)ことは、十分なインパクトがあったことの証明である。また、これによって後述する機能が初めて実現された。

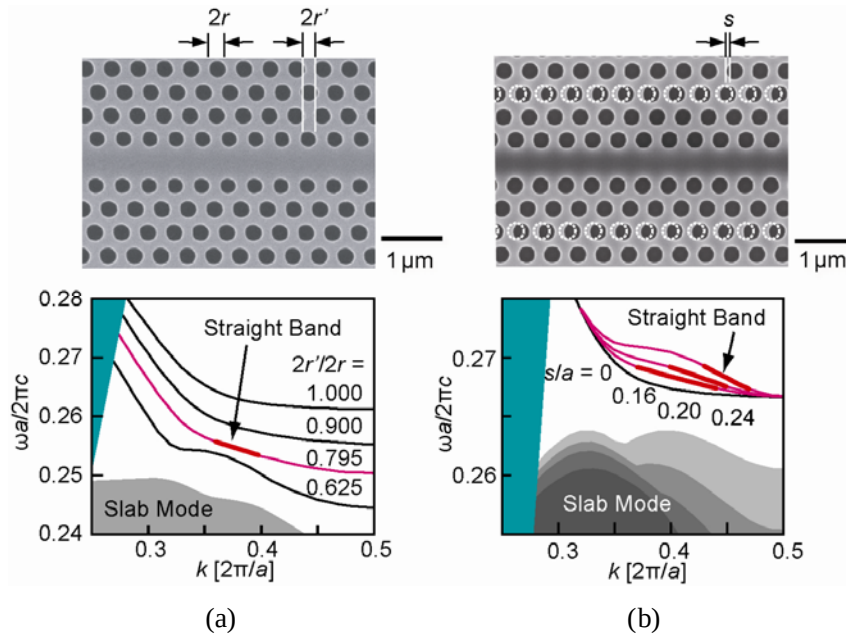


図 5 代表的な零分散フォトニック結晶導波路とそのフォトニックバンド. (a) 最内小円孔構造. (b) 格子シフト構造 (LSPCW). 濃い赤い線が零分散を生む直線バンド.

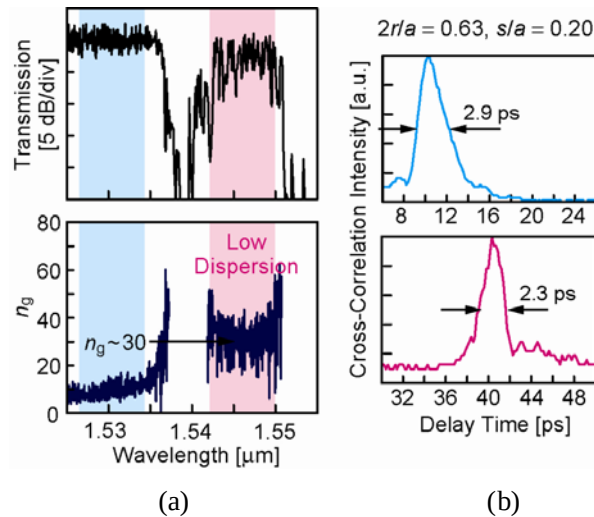


図 6 零分散スローライトの観測. (a) 透過／群遅延スペクトル. (b) パルス伝搬の相互相関波形. 線の色は(a)の帯の帯域に対応している.

4. 2 チューナブルスローライトの実現と可変分散補償, 高速光相関計への応用 (横浜国立大学 馬場グループ, 一部で NTT 納富グループと共同研究)

(1)研究実施内容及び成果

スローライト分野では, 当初から光の可変遅延が最も重要と考えられてきた. 機械的に動く反射鏡を用いた可変遅延器以外でこの機能を実現する手法がなかったためである. もし材料屈折率の変化などの外部制御で動作する小型の可変遅延デバイスが実現されれば, 光バッファ・メモリー, 光パルスの同期や合成・分離, フレキシブルなコヒーレントレシーバーやアレーアンテナ, 高速なポンププローブ・相関測定が可能になる. 様々なスローライトでこの機能が検討され, 特に大きな遅延帯域積を示すフォトニック結晶導波路デバイスや CROW/APF は期待が大きかったが, 本研究以前の報告は皆無であった. その理由の一つは, 多くの機関が零分散スローライト導波路や CROW

に取り組んだという点である。前者は傾き一定の直線バンドを利用するため、原理的にも外部制御で群速度を変えづらい。後者は共振器間の結合強度を変えることが要求されるが、小さな屈折率変化でこれを行うのは困難である。

そこで馬場は、チャープ構造を外部制御することを提案した。一般に分散補償スローライトではチャープによって平坦バンドをシフトさせ、スローライト帯域を形成する。一方、群速度や遅延は遅延帯域積によって帯域と関連づけられる。これは、チャープ量によって遅延が変えられることを意味する。この場合、長尺な導波路に対して緩やかに屈折率を変えればいいので、傾斜させた加熱やキャリアプラズマ効果で容易に実現できる。そこで4.1のPCCWに傾斜分布をもつレーザ加熱を行ったところ、2008年に可変遅延が初めて観測された。当初は可変遅延範囲が8psであったが、チャープ制御法を最適化したところ、2009年には100psに拡大した。ここで、応用上、最も重要なのは可変性をもつパルスの相対遅延である。最初の実験は6であったが、改善後は22まで向上した。さらに2011年、納富との共同研究でデバイス品質をさらに向上させ、図7(a)のように36に達している。本報告にやや遅れて、ミラノ工科大、UCデービス、コーネル大などからリング共振器を利用した同様の可変遅延が発表されたが、それらの可変相対遅延は2~8であり、本研究が依然として圧倒的に優位である。

ここで、この相対遅延は可変遅延量とパルス幅の両方が制限している。通信などに用いるには通信に適したパルス幅で最大の可変遅延が望まれるが、相関などの測定計ではパルス幅を狭くし、時間分解能を向上させる方が重要となる。そこで本研究では、出射パルスを非線形ファイバー等によって幅0.5psまで圧縮した。その結果、図7(b)に示すように、可変相対遅延が110と大幅に増加した。この成果を、図8に示す光相関計の遅延走査に実際に応用した。高周波数では熱応答の影響で波形が歪むが、2kHz以下では利用可能なことが示された。現行の相関計は一般に周波数が10Hz以下と遅く、OCTやTHz分光などで大規模なイメージデータを取得したいときに速度が不足している。本デバイスはこのような目的に応用できると考えられる。

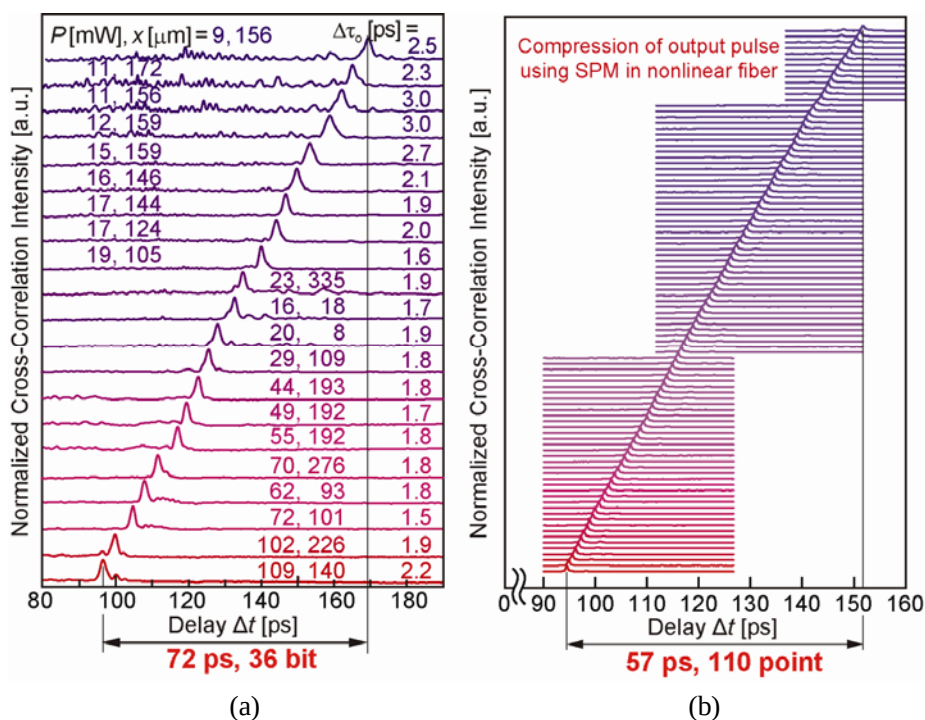


図7 分散補償スローライトパルスの可変遅延. (a) パルス圧縮なし. (b) パルス圧縮あり.

この実験ではレーザ加熱を用いたが、実用的なデバイスとするためにはヒータの集積化が必要である。しかしこれまでエアブリッジ型フォトニック結晶に対するヒータ集積は難しく、単に全体を加熱して動作波長をシフトさせるといった単純な報告例しかなかった。本研究では後述するシリコン

CMOS プロセスを用いることで、図 8 に示すような 14 個のマルチヒータを集積し、それぞれを外部制御回路に接続して個別制御することに初めて成功した。チャープ構造では、屈折率の傾斜を線形にするとフラットトップの遅延スペクトルが得られるが、傾斜を二次関数的にすると、分散スロープを生成可能になる。(c)は これを実証した例であり、 $-6.3 \sim 10.2$ ps/nm というスロープを自由に形成できている。これは $300\mu\text{m}$ という導波路長を考えると、光ファイバの 6 桁程度大きな分散係数となる。このような巨大な可変分散をオンチップで実現したのも初めてである。

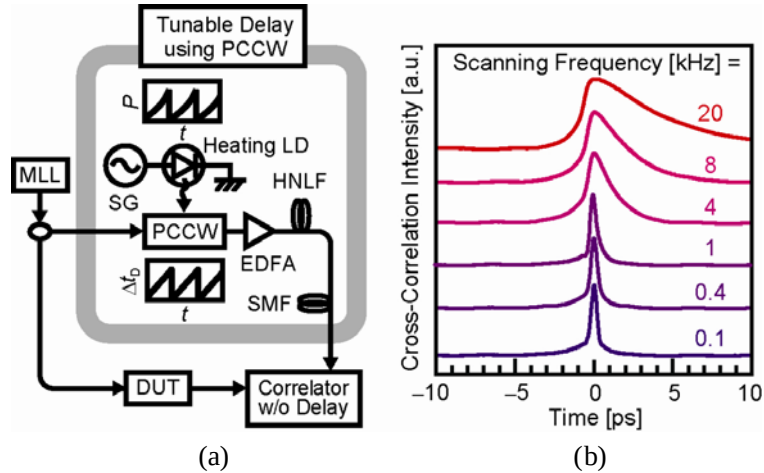


図 8 スローライトパルスの可変遅延を利用した高速光相関計. (a) 構成. (b) 遅延の走査速度に対するサブピコ秒パルスの相関波形.

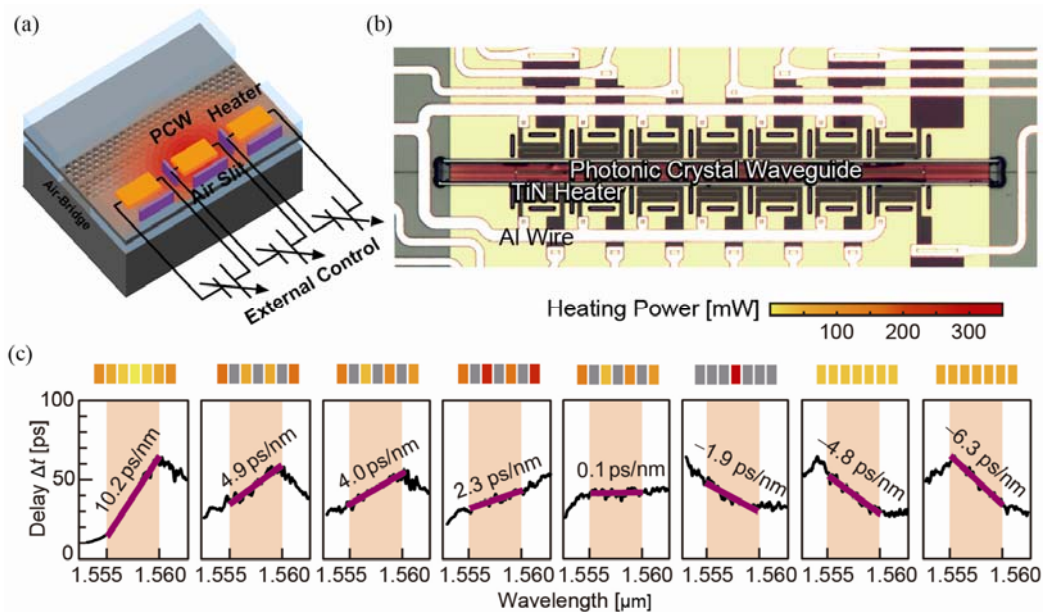


図 9 シリコン CMOS プロセスを用いて製作したヒータ集積フォトニック結晶スローライト導波路と可変分散特性の生成. (a) デバイスの概念, (b) 製作したデバイス, (c) ヒータの加熱パターンを変えたときの分散特性の変化.

フォトニック結晶以外で同様の可変遅延が得られるデバイスとして、馬場は APF リング共振器アレイを並行して研究した。リング共振器を用いる多くの研究は CROW を採用している。CROW は遅延増大には有効であるが、前述のように可変遅延が難しく、また共振器間の結合不均一によるスペクトルノイズが大きいという問題がある。一方、APF は複数のリングの単純な重畳スペクトルをもつので、スペクトルノイズが発生しづらい。また各リングの共振波長を変えると、重畳されたスペクトル

幅が拡大／縮小し、それに応じて遅延が増減するという PCCW と同じ原理での可変遅延が得られる。図 10 は CMOS プロセスを用いて製作されたデバイスとそれによる可変遅延である。帯域は狭いものの 300ps の可変幅が得られ、100ps までは 40Gbps のアイパターンが観測された。遅延帯域積は PCCW より 3 倍程度劣るが、CMOS プロセス適用性が高いため、このデバイスは後述するシンボルレート可変 DQPSK レシーバへ導入された。

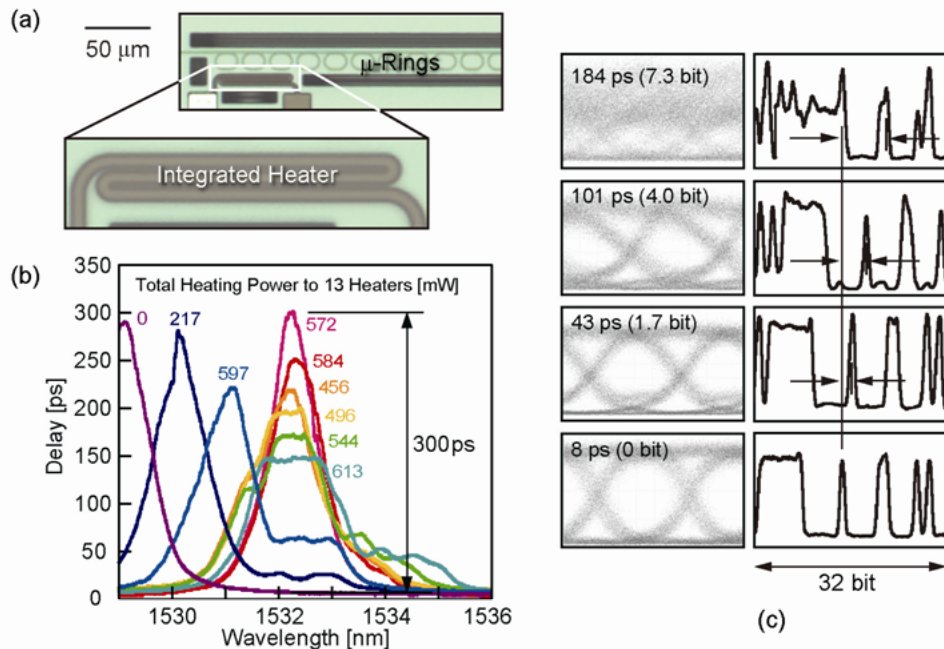


図 10 APF マイクロリングスローライトデバイス. (a) 製作したデバイス. (b) 多数のヒーターを調整したときの可変遅延スペクトル. (c) 40 Gbps NRZ PRBS 信号のアイパターンとロックパターン.

(2)研究成果の今後期待される効果

オンチップスローライトで有意な可変遅延を実証したのは本研究が初めてであり、類似の報告が出てきた現在でも本研究の記録は他を引き離し、唯一、応用が議論できる状況にある。本研究の光相関計は、従来技術より 100 倍以上高速である。これに匹敵する速度を実現する他の方法として、ガルバノミラーとグレーティングの組み合わせがあるが、光学系が大きい。本研究のデバイスは加熱系を集積することで mm 以下のサイズに収まる点が有利である。現在、5ps 以下の光信号を O/E 変換で直接観測するのは難しいが、本技術で相関計を小型計測器に組み込めば、高速信号の計測を著しく簡単化すると期待される。

4. 3 スローライトによる非線形増大、波長変換、スローライトの高速チューニング (横浜国立大学 馬場グループ)

(1)研究実施内容及び成果

可変遅延と並ぶスローライトの期待は、光と物質との相互作用の増大である。これを実証するため、本研究では III-V 族半導体スローライト光増幅と Si またはカルコゲナイドガラスでのスローライトによる三次非線形を調査した。しかし前者では、高いパワー密度による発熱のために十分な利得が得られず、後半以降は非線形の評価に注力した。

スローライトで有効なのは群速度低下による光パルスの空間圧縮、それに伴うピーク強度と実効相互作用長の増大であり、一般に非線形は n_g^2 に比例して高まると考えられる。したがって 4.1 で示した LSPCW の零分散スローライトパルスが有効に働く。入射パルス(幅 2ps)を増幅し、長さ 200μm の Si LSPCW に入射したときの非線形特性を図 11 にまとめる。(a)は二光子吸収と自己位相変調により、極端な出力飽和が見られた例である。(b)は自己位相変調によるスペクトル広がりであるが、二

光子吸収キャリアによるプラズマ効果がブルーシフトを併発させている。(c)は二つの同期パルスを入射したときの四光波混合を示している。シリコンフォトニクスでは、Si 細線導波路がしばしば非線形実験で用いられるが、一般に2~3cmという長尺な導波路が必要となる。これに比べると、100分の1の長さで同様の効果が得られており、非線形が明らかに増大している。自己位相変調のスペクトルディップ(1.5π の位相変化)のパワーから三次非線形導波路パラメータ γ_{eff} を見積もったところ、 $3.6 \sim 7.1 \times 10^4 \text{ W}^{-1}\text{m}^{-1}$ (Si 細線の60~120倍)という巨大な値となった。同様のスローライトはセントアンドリュース大とシドニー大の共同研究からも報告され、2009年の本研究の報告はこれに1ヶ月遅れたが、2編の関連論文は既に合計で125回の引用を受けている。

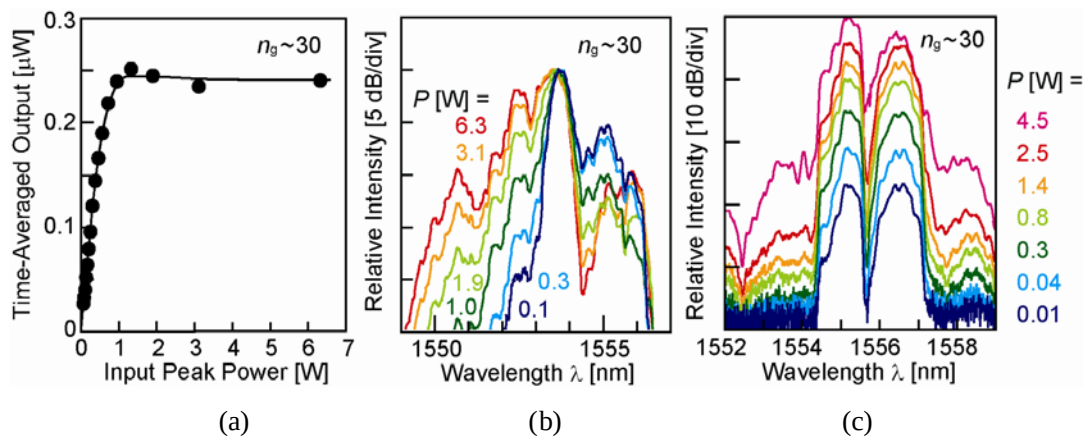


図 11 Si LSPCW の零分散スローライトの非線形。(a) 二光子吸収等による出力飽和。(b) 自己位相変調等によるスペクトル広がり。(c) 四光波混合。

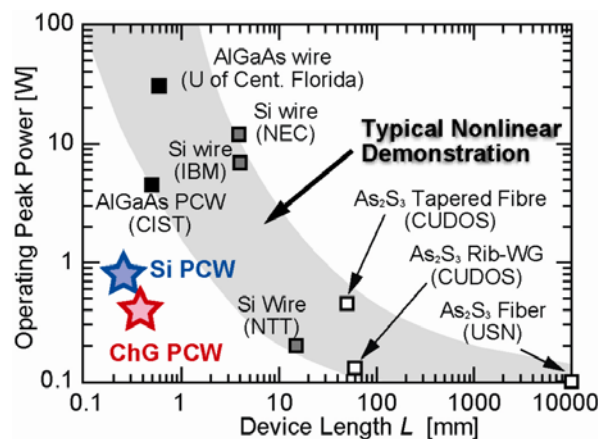


図 12 様々な導波路の三次非線形(自己位相変調, 四光波混合など報告によって評価は様々)の性能. 導波路長と入射パワーの関係. 星印が本研究.

本研究では、さらに材料的に大きな非線形を示すカルコゲナイドガラスに LSPCW を製作し、さらなる非線形増大を試みた。採用したのは $9.0 \times 10^{-17} \text{ m}^2/\text{W}$ (Si の 20 倍)という最大の三次非線形屈折率 n_2 を示す Ag-As₂Se₃ である。これは真空蒸着とフォトリソを用いて容易に形成され、電子線描画と CF₄/CHF₃ 誘導結合プラズマエッチングを最適化することで LSPCW の製作も可能になった。Si よりも低屈折率のため、LSPCW での n_g が 30 以下と小さいことが欠点であるが、Si と同様の非線形が観測され、 $\gamma_{\text{eff}} = 6.3 \times 10^4 \text{ W}^{-1}\text{m}^{-1}$ が評価された。Si と異なる利点は、波長~1.55 μm で二光子吸収がない点であり、出力飽和が起こらず、自己位相変調はほぼ対称なスペクトルを示す。これは高効率かつ安定な非線形デバイスを狙う上では重要である。カルコゲナイドガラスフォトニック結晶もセントアンドリュース/シドニー大との競争になったが、こちらは本研究の方が発表が早く、既報告のあらゆるカルコゲナイドガラスの中でも最大の非線形を記録したことが Nature

Photonics 誌のレビュー論文でも採り上げられた。図 12 は様々な非線形導波路の性能を比較している。本報告の Si と Ag-As₂Se₃ の LSPCW は過去のどの導波路よりも短尺かつ低パワーで動作する最大の非線形を表していることがわかる。

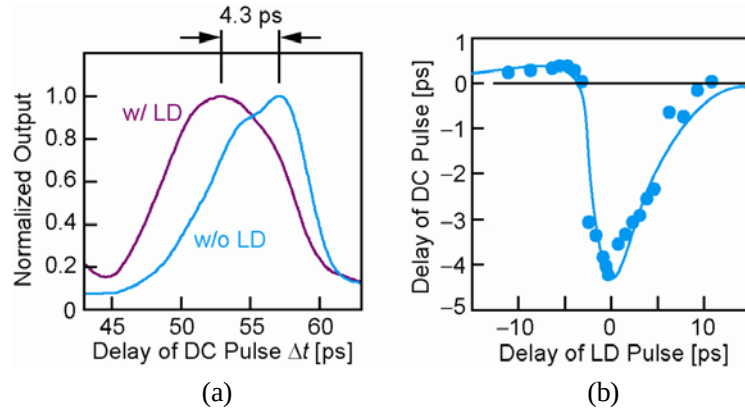


図 13 非線形を利用した超高速可変遅延. (a) 零分散 (LD) スローライトの非線形あり／なしでの分散補償 (DC) スローライトの遅延の変化. (b) 零分散スローライトの遅れに対する分散補償スローライトの遅延.

さらに本研究では、この非線形を用いて超高速な可変遅延を実現した。図 5(b)よりわかるように、LSPCW で格子シフトを大きくすると、PCCW と同様の分散補償に適した平坦バンドと、零分散に適した直線バンドが同時に現れる。つまり零分散スローライトの非線形によって分散補償スローライトの遅延が制御できるのである。図 12 はその実証例であり、主に零分散スローライトの光カー効果によるチャープの変化で、分散補償スローライトの遅延が 4.3ps だけ変化している。4.2 に述べた可変遅延は加熱を用いていたため、応答時間は μ s オーダーであった。一方、図 13 では応答時間が 10 ps 以下と短い。このような高速な可変遅延は、光信号のリタイミングや短パルスの合成・分離に利用できる可能性がある。また零分散スローライトの遅延が正のときは、分散補償スローライトが一時停止しているときに遅れて非線形が起こるので、後述する動的制御に相当する動作が得られていることが確認された。

(2)研究成果の今後期待される効果

図 11 では、他の最高の非線形導波路と比べて少なくとも一桁程度の非線形増大が得られていることがわかる。一般に非線形デバイスは損失を考慮して優位性を議論する必要があるが、Si 細線の最低損失を考慮に入れても LSPCW には 20 倍以上の優位性がある。最大の課題は、限られた帯域と振動するスペクトルであるが、少なくとも振動は後述する CMOS プロセスによって徐々に抑制されてきている。したがってオンチップの高効率な波長変換や光信号のリタイミングなど重要な機能を達成すると期待され、今後もさらに研究する価値があると考えられる。

4.5 バルクフォトニック結晶の負の屈折効果の改善（横浜国立大学 馬場グループ）

(1)研究実施内容及び成果

スローライトと並ぶフォトニック結晶の分散特性由来の機能として、本研究では負の屈折についても取り組んだ。多次元的な分散特性(分散面)の特異性によって生まれる負の屈折は、1998 年に NEC 小坂らがプリズムやレンズ効果を観測したのを発端に、2000 年には納富による負の屈折率の議論、同時期にロンドンカレッジ大らのメタマテリアルなどへ発展した。ただし負の屈折を光の周波数で明瞭に観測した例はなかった。その理由の一つは、入射波が負の屈折波に結合しづらく、境界面で大きな反射損が生じる点であった。馬場は境界面に整合構造を導入し、本研究開始直前に明瞭な負の屈折集光効果をフォトニック結晶スラブに対して初めて報告した。その後、本研究開始後にはプリズム効果に関する同様の観測、さらに集光効果の収差補正(図 14)、二回の負の屈折による集光、並列結像、プリズム特性とレンズ特性を組み合わせた分光機能など、負の屈折由

来の光学特性を 2008 年までの 2 編の論文に発表した。これらの成果はさらに MRS Bulletin, Advances in Science and Technology, Journal of Nanoscience and Nanotechnology といった学術誌に論文招待されるなど、注目された。しかしさらに性能を改善し、機能を加えようとする、さらに様々な境界反射の問題が起こり、そのたびに最適な境界面を探索する必要がある。これには相当な労力が予想されたため、本研究後半ではこのテーマを休止し、スローライトなど他のテーマに注力することとした。

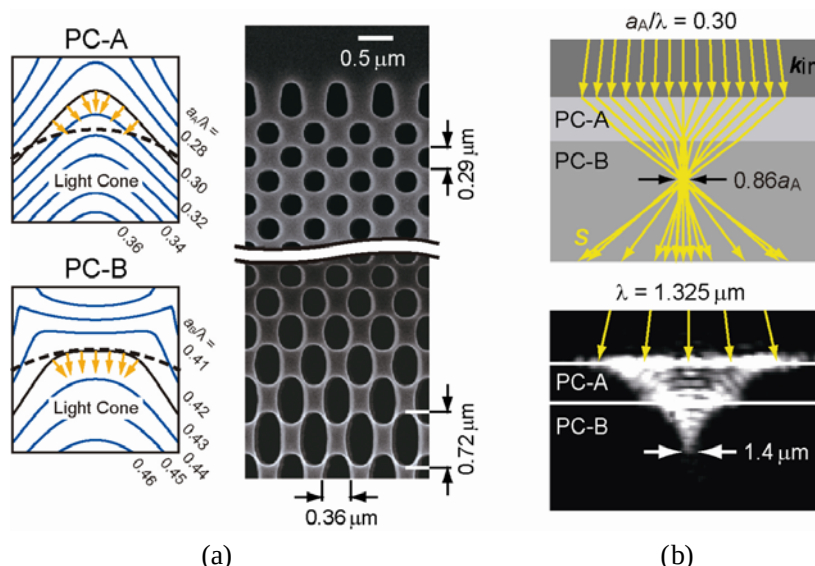


図 14 二種類のフォトニック結晶を組み合わせることで収差補正された負の屈折レンズ。(a) 各フォトニック結晶の SEM 写真と対応する分散面。(b) 分散面を元にして光線追跡された集光特性と、ライトコーン条件を用いて基板面上方から観測された集光の様子。

(2)研究成果の今後期待される効果

負の屈折については金属と誘電体の混合物であるメタマテリアルが近年の大きな話題になっている。しかし金属の吸収が大きい光波帯では、応用がはっきりしないという問題がある。フォトニック結晶における負の屈折はメタマテリアルとは原理が違うため、光吸収の問題はないが、逆に反射損の問題が大きく、また、ここでも応用が明快ではない。本研究で明瞭な負の屈折伝搬が観測されたことは一定の成果と考えるが、その価値がはっきりするにはやや時間がかかると思われる。

4. 6 フォトニック結晶高 Q 値共振器と結合共振器導波路の開発、低分散スローライトの観測 (NTT 納富グループ)

(1)研究実施内容及び成果

フォトニック結晶共振器はカリフォルニア工科大が 1999 年に最初のナノレーザを開発して以来、アクティブ共振器として韓国工科大、および馬場などが主な発表を行ってきた。一方、パッシブ共振器としては京大・野田らが 2000 年から主な発表を行い、2003 年以降、納富と競うように高 Q 値化のための構造最適化を報告した。現在、研究が増えているモードギャップ型共振器は 2002 年に馬場らが基本コンセプトを提案したが、その後、形を変えて高 Q 値化に貢献し、野田と納富が共に 100 万を超える高 Q 値を生み出した。本研究開始直前に納富は、フォトニック結晶導波路の一部の幅をわずかに広げる図 15(a)のような幅変調導波路型ナノ共振器を提案した。そして本研究開始直後に、当時の世界初となる Q 値 100 万以上を達成、2007 年 Nature Photonics 創刊号に論文掲載された。その後、さらなる性能向上、以降に述べるような応用とそれに適した様々な構造バリエーションの開発、ならびに周辺技術の整備を進めた。例えば上の研究で得られた Q 値は極めて大きな値のため、単純なレーザ波長掃引から Q 値を導く従来の評価法では精度が不足した。そこで単一サイドバンド発生器を用いたスペクトル測定法を開発し、マイクロ波の周波数精度まで波長精度

を向上させた。また図 15(c)のように、時間領域で共振モードの光子寿命を測定するリングダウン法をスペクトル領域測定と併用する評価技術を確立した。測定された光子寿命に対応させて幅 2ns のパルス光を入射したとき、図 15(d)のように 1.45 ns の遅延が観測された。これは数 μm という共振器長を考慮すると $n_g = 50000$ のスローライトに相当し、EIT などのような冷却原子を用いないオンチップスローライトとしては最小の群速度が得られたことを表している。

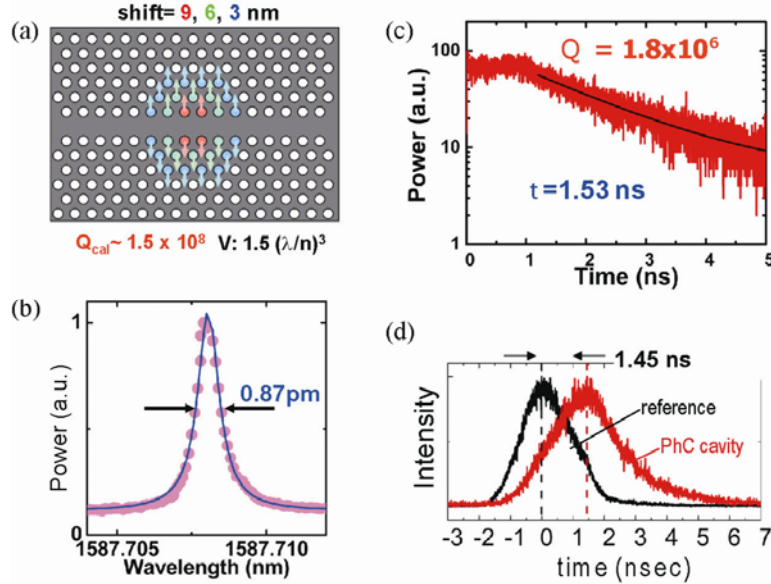


図 15 フォトニック結晶幅変調導波路ナノ共振器. (a) 構造の概要. (b) 製作したデバイスに対して観測された共振スペクトルと (c) リングダウン法で測定された共振モードの時間減衰. (d) ナノ秒パルスの時間遅れ.

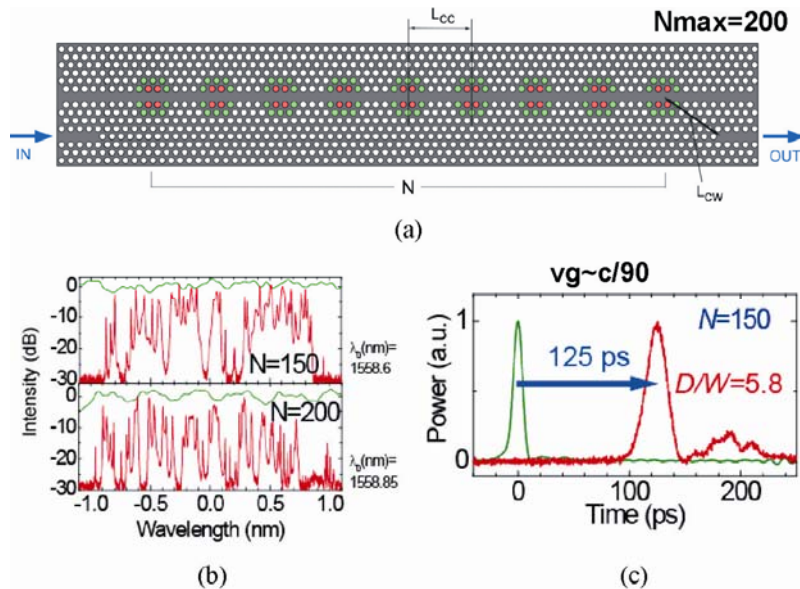


図 16 複数の幅変調導波路型ナノ共振器の直列結合で構成される CROW. (a) 構造の概要. (b) 透過スペクトル. (c) 幅 20ps のパルスを入射したときの相対遅延 5.8 のスローライト伝搬.

このように高 Q 値は大きな遅延を生むが、十分な遅延帯域積や相対遅延をもたないとスローライトとしての応用は難しいということは前述の通りである。そこで納富は、図 16(a)のように複数のナノ共振器を連結させた CROW を開発した。フォトニック結晶の CROW は、導波路を基本とした構造

が 2000 年頃に研究されたが、基板垂直方向への放射損が大きいという問題があり、その後の研究が停滞していた。本研究では高 Q 値共振器を基本構造とすることで放射損を抑制した。また一般に CROW では、共振波長のばらつきが透過率を大きく低下させ、連結が多くなると透過光を観測すること自体も容易ではない。本研究では導波路の幅変調を繰り返す単純な構造を採っているため、共振器 200 個という大規模な CROW において、(b)のように明快な透過スペクトルが初めて観測された。また CROW としても 100 万以上の高 Q 値が維持されていること、強結合モデルで表される理想的な結合共振器系となっていることが確認された。スペクトルに見られる多くのピークは結合共振モードに起因するもので、共振器間の結合強度を微調整することでスペクトルの平坦化は理論上可能である。単一共振器に比べると帯域が広がるので、スローライトパルスが可能になる。(c)は幅 20ps のパルスを伝搬させたときの群遅延であり、遅延 125ps, $n_g = 90$, 相対遅延 5.8 が評価された。この成果は 2008 年に Nature Photonics 誌に論文掲載され、既に 100 回の引用がある。その後、製作プロセスの最適化により、連結数は最大で 400 個, n_g は 170, 相対遅延は 13 に向上しており、IBM など他の CROW の報告と比較しても、圧倒的に優位な性能を示している。

(2)研究成果の今後期待される効果

フォトニック結晶高 Q 共振器の開発については、現在、京大と NTT が世界の二強である。これほど高い Q 値がデバイス応用に必要か、という質問をしばしば聞かすが、Q 値を低下させる主な原因は基板垂直方向への放射損であり、これを徹底的に抑制することで初めて様々な面内機能の合成が可能になる。そのため、共振器型デバイスの基本性能として依然として最重要である。このような高 Q 値が、以降に述べる様々な機能を実現したことは本研究の重要な成果である。また共振器ベースのスローライトは一般に狭帯域で、群屈折率が大きい。広帯域な導波路を利用したスローライトと比べると、限られた帯域で極端に大きな効果を生じさせたい応用に適しており、今後、そのような応用が開拓されることを期待したい。

4. 7 様々な用途に応じた光閉じ込め構造開発, 光集積に向けた要素技術開発 (NTT 納富グループ)

(1)研究実施内容及び成果

4.6 で述べたように、ナノ共振器は本研究開始前後で大きな進歩を遂げたが、そこで追求された性能は主に Q 値と実効的なサイズ(モード体積)であり、それ以外のスペックはほとんど対象外だった。しかし本研究では単なるパッシブ特性を超える機能を目指したので、後述する応用に適した以下のような構造を開発した。

a) ビーム型共振器(図 17(a))：従来のフォトニック結晶ナノ共振器は、モード体積は小さいものの、大面積のフォトニック結晶を必要とするという問題点があり、小型化や製作のスループット向上の障害となっていた。本研究では幅変調導波路型共振器の両側にエアスロットを入れてビーム型とし、全反射閉じ込めを併用することにより、幅が数ミクロンの共振器を開発し、遜色ない高 Q 値を実現した。同構造は両持ち梁構造にできるので、オプトメカニクス素子としても有望である。

b) 屈折率変調型共振器(図 17(b))：幅変調導波路型共振器も上記のビーム型共振器もモードギャップをもつ導波路に構造変調を導入することで光閉じ込めが実現されるが、構造変調が全くない導波路にわずかな屈折率変調を導入しても同様の高 Q ナノ共振器が可能であることを発見した。0.1% 以下のわずかな屈折率変化で数十億の理論 Q 値が得られ、高速な光非線形を用いて動的に光共振器を形成できることを理論的に明らかにした。

c) 1 次元フォトニック結晶共振器(図 17(c))：従来、波長サイズの光閉じ込めには 2, 3 次元フォトニック結晶が必須と考えられてきた。本研究では幅変調導波路型共振器の設計思想を 1 次元フォトニック結晶に適用し、2 次元と同等の性能が得られること、クラッド屈折率がある程度高くても性能が保たれ、従来は難しかった SiO_2 クラッド型で 30 万以上の Q が得られることを発見、実現した。この成果は、ハーバード大やスタンフォード大が類似の研究を開始するなど大きな反響を得た。

d) 空気スリットをもつ共振器(図 17(d))：フォトニック結晶線導波路中央にエアスロットをもつ中空

導波路が報告され、スロットの中に光が強く閉じ込められることが示されている。この導波路に幅変調を加えると、従来は難しかった空気領域への光が閉じ込めが実現できることを発見した。同構造は、中性原子を用いた共振器 QED やセンサへの応用が考えられる。

e) 二層スラブ構造共振器(図 17(e))：200nm のエアギャップを挟んで、幅変調導波路型共振器を上下二層に配置した共振器。二つの共振器の結合モードが生じ、オプトメカニカル効果によって引力と疎力が働く。これについて、4.9 で詳しく述べる。

f) フォトニックアモルファスダイヤモンド(図 17(f))：これまで 3 次元フォトニックバンドギャップを得るには、フォトニック結晶のような周期構造が必須と思われてきた。本研究では、周期性がないアモルファス構造がフォトニック結晶と同等のバンドギャップをもち得ることを東大との共同研究で初めて見いだした。ここで示された四配位のボンディングを単位構造としたアモルファスダイヤモンド構造については様々な自己組織化的な形成が既に報告されており、このような手法でも 3 次元光閉じ込めが可能なが示唆されている。本結果は Physical Review Letters 誌に掲載された。

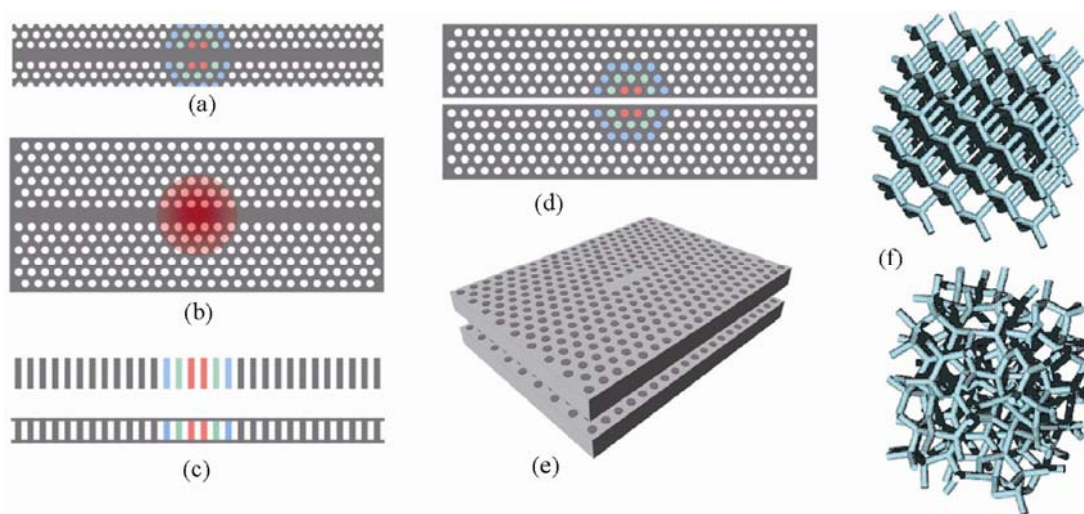


図 17 開発された様々な光閉じ込め構造。(a) ビーム型共振器。(b) 屈折率変調を利用した共振器。(c) 1 次元フォトニック結晶共振器。(d) ナノスリット構造共振器。(e) 二層構造共振器。(f) ダイヤモンド構造 3 次元フォトニック結晶(上)と同じ基本構造をアモルファス状に配列させた構造(下)。

以上の構造的な工夫に加え、製作においては精度や自由度を高める基盤技術として AFM リソグラフィを開発した。ここでは AFM を用いてフォトニック結晶の一部を選択酸化し、局所的な屈折率変調を付与し、微小共振器が形成できることを見出した。条件を最適化したところ、通常の電子線リソグラフィによって製作される共振器と同程度の 100 万以上の高 Q 値が実現された。このプロセスでは面内の任意の場所に所望の共振器を形成できるので、条件によって Q 値や結合度が自由に変えられ、重ね描き追加工も行える。共振波長のトリミングやポストチューニングにも応用できるので、今後のデバイス開発の重要なツールになると考えている。

(2)研究成果の今後期待される効果

フォトニック結晶分野で定番ともいえる 2 次元フォトニック結晶スラブ共振器の高 Q 値化は京大など多くの機関が研究しているが、そこから一歩踏み出して用途に応じた様々な最適構造を検討する研究はこれまでほとんど行われていなかった。本研究はこれに成功し、実際に下に述べる機能を実現し、明るい展望をもたらした。スタンフォード大、ハーバード大といった機関が追随し始めている状況は本研究のインパクトの大きさを表している。今後、集積の容易さなどを目指す場合、共振器の最適化にはまだ様々な開発の余地、もしくは可能性があるかもしれない。

4. 7 フォトニック結晶共振器の非線形効果による機能素子(全光スイッチ, 光変調, 光検出) (NTT 納富グループ)

(1)研究実施内容及び成果

フォトニック結晶共振器では Q 値に応じて内部光強度が高まるため, 100 万以上の超高 Q 値では低入力パワーでも非線形効果が起こり, 様々な機能デバイスが得られる. このような研究は 2002 年に MIT が理論的に示唆したが, 実証は 2005 年以降の納富の研究が初めてである. ここでは二光子吸収キャリアによる発熱やキャリアプラズマ効果が起こり, 1mW 以下の低パワーでも双安定が観測され, またく 100fJ の低エネルギー, < 100ps の短時間で全光スイッチングに成功していた.

本研究ではこのスイッチングエネルギーをさらに低減させるため, 馬場がナノレーザ用に研究してきた図 18(a)のような H0 型共振器光スイッチを開発した. H0 型は 10 万を超える高 Q 値に加え, $0.2\lambda^3$ という極小モード体積が得られる. この体積はモードギャップ型の 5 分の 1 以下であり, 内部光強度の増強によるスイッチングパワーの低減, 発生するキャリアの拡散時間の短縮による高速化などの効果が生まれる. また材料を Si から InGaAsP 系に変更してプラズマ効果を高めた結果, 従来よりもエネルギーが二桁以上改善されて 420aJ となり, 電子回路のスイッチングエネルギーの 1fJ オーダーを初めて下回った. また 40Gbps の信号のパルス打ち抜き動作も実証された. これはこれまで実現されたあらゆる全光スイッチのなかでも圧倒的な高性能を示しており, 2010 年に Nature Photonics 誌に論文掲載されたほか, 新聞 3 紙で報道された. また H0 型共振器を 2 個結合させたファノ共鳴型光スイッチを製作し, スwitching 消光比を向上させることにも成功した.

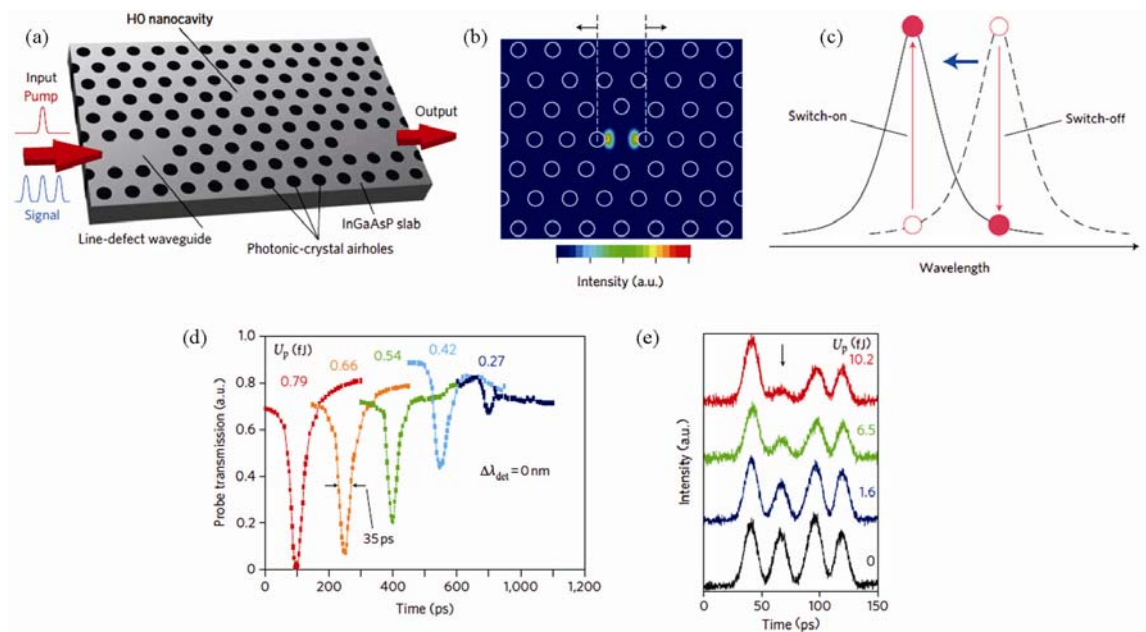


図 18 InGaAsP フォトニック結晶 H0 型共振器全光スイッチ. (a) デバイス概要. (b) 共振モード分布. (c) スwitching の概念. (d) スwitching 応答のエネルギー依存性. (e) 40Gbps 信号の打ち抜き.

上のような全光制御はフォトニック結晶が得意とするところであるが, EO/OE 変換を絡めた電気制御はこれまでほとんど行われてこなかった. これはエアブリッジ型フォトニック結晶に PN 接合を導入するのが難しかったためである. EO 変換の数少ない例が, Science 誌に報告された韓国工科大の InGaAsP 電流注入型フォトニック結晶ナノレーザである. しかし共振器直下の支柱を利用した PN 接合など複雑な構造のために低 Q 値, 低キャリア注入効率といった問題があり, しい値が高く, その後, 有望な展開は見られなかった. 本研究では構造を単純化し, Si フォトニック結晶共振器の両翼に微小な横方向 PIN 接合を形成し, 面内キャリアの操作を実現した. 図 19 はこうして製作した光変調器である. PIN 接合形成後も 80 万という高 Q 値を維持し, 低電力での変調動作が実現された. また図 20 は同構造を光検出に利用した例である. 共振器中の二光子吸収を利用して, $1.5\mu\text{m}$

帯の光を Si によって検出することに成功している。原理上、高い量子効率は見込めないが、それでも 10% に達し、しかも暗電流が 15 pA と極めて低いことは重要な特長である。この成果は SPIE の Top Ten Hot Papers に選ばれた。

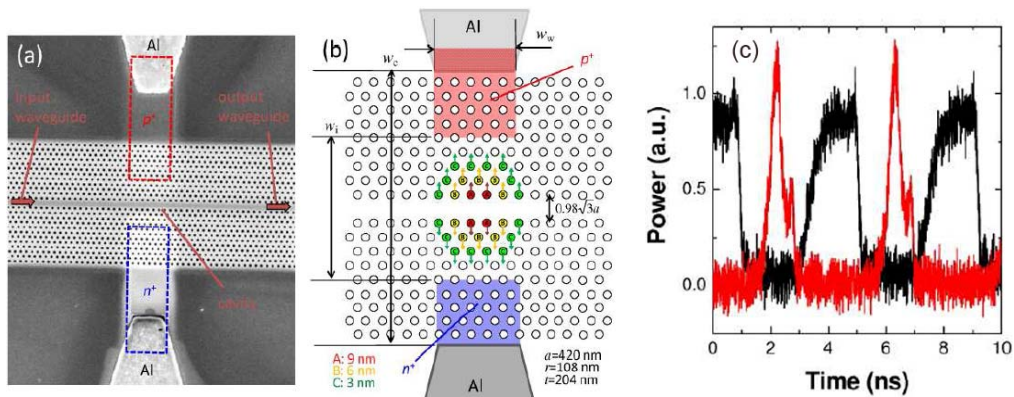


図 19 PIN 接合を導入した Si フォトニック結晶ナノ共振器光変調器. (a) SEM 写真. (b) デバイス概要. (c) 250MHz 変調波形. 赤と黒は共振波長に対するデチューニングが異なる。

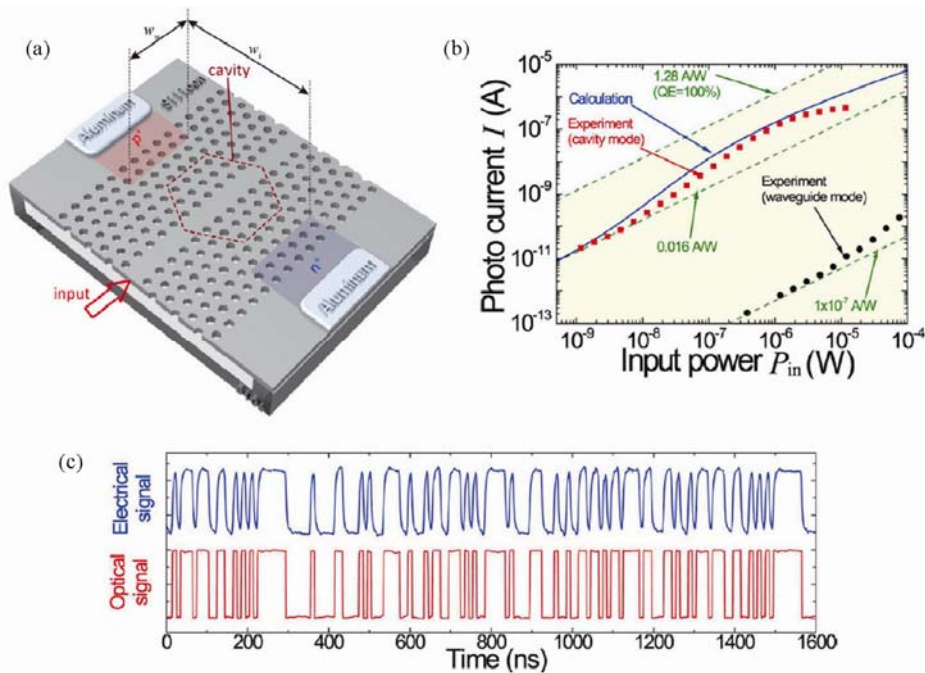


図 20 PIN 接合を導入した Si フォトニック結晶ナノ共振器二光子吸収光検出器. (a) デバイス概要. (b) 感度特性と暗電流特性. (c) OE 変換された信号パターン。

(2)研究成果の今後期待される効果

パッシブ部品として完成度を高めたフォトニック結晶デバイスが高度な光信号処理に向けて進展したことを示す重要な成果である。特に全光スイッチングの動作エネルギーが 40 Gbps という高速性を保ちながら初めて電子回路を下回ったことは、フォトニック結晶の最終目標であるフォトニックチップ構築に明るい展望を与える。本研究期間中にも高 Q 値共振器や関連する集積基盤技術を継続的に高めたことで、既に複数の共振器による複合動作が可能になりつつあり、今後の展開がさらに楽しみな状況である。

4. 8 動的制御による断熱波長変換とストップライト操作 (NTT 納富グループ, 横浜国立大学 馬場グループ)

(1)研究実施内容及び成果

この話題は 2004 年にスタンフォード大が最初に動的制御ストップライト理論を発表し、続いて納富が本研究前に動的制御に伴う断熱的波長変換を理論的に予測していた。ここでは、光共振器内に光パルスが保持された状態で、光子寿命内に共振器の屈折率を動的に変化させる。これによって、光パルスの波長そのものが断熱的に変化するというものである。これは古典的振動子の断熱的パラメータチューニングに相当し、ギターのチューニングなど古典的振動ではよく知られている。しかし、光波は一般に媒質中の滞在時間が極端に短いため、光子寿命内のチューニングが困難で、これまで真剣に考えられてこなかった。一方、フォトニック結晶などで実現される波長サイズの高 Q 値共振器では、このような物理過程が実際に可能となることを上の論文では指摘していた。この予測は、本研究開始直後にリング共振器の間接的な測定によってコーネル大により確認されたが、自己位相変調など従来の波長変換機構との区別が明確ではなかった。

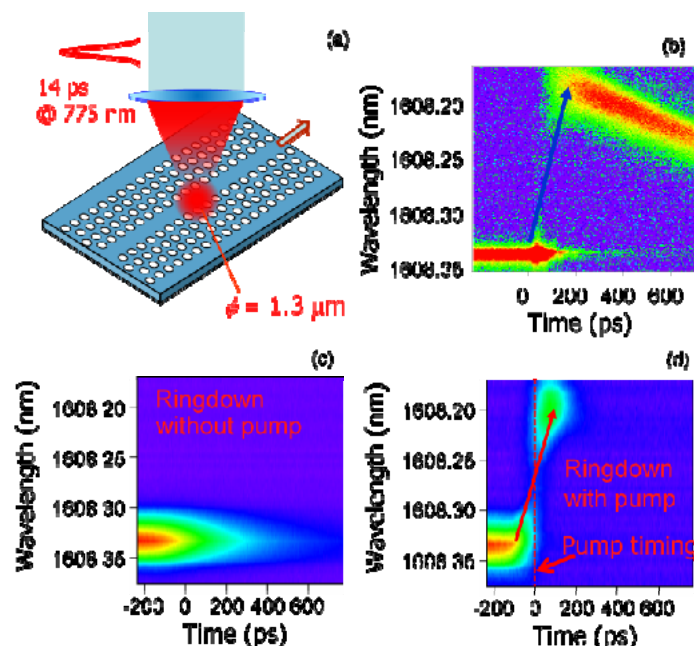


図 21 動的制御による断熱的波長変換. (a)実験配置. (b) 時間分解透過スペクトル. (c) 共振器内光の時間分解スペクトル(ポンプ光なし). (d) 同ポンプ光あり.

本研究で納富は、長い光子寿命をもつ幅変調導波路型共振器を用い、図 21 のように共振器内の蓄積パルスに上方から別の光パルスを照射して瞬間的に共振波長をシフトさせ、さらに蓄積パルスの波長を時間分解測定することで、断熱的波長変換を観測した。従来の非線形による波長変換では基本波と変換波が共存しながら変換が起こるが、本実験では常に共振器内に単一波長ピークしかない条件で変換が起こる様子が観測され、断熱的プロセスであることが明確に示された。この結果は Physical Review Letters 誌に論文掲載された。ここで実証された断熱的波長変換は、従来の波長変換とは本質的に異なり、光強度に依存せず単一光子でも動作する。また光子寿命内では効率は 100%で、量子的なコヒーレンスも保たれるので量子情報への応用が考えられる。

一方、上記の断熱制御は波長変換の他にも新しい光制御の可能性をもつ。本実験の幅変調導波路型共振器は、数 nm の孔のシフトによって構成される。この「小さな変調で強い光閉じ込めを実現」という特徴は「小さな変調で光閉じ込めを大きく制御できる」可能性を示唆している。上の波長変換を用いて蓄積パルスを断熱的波長シフトすると、その光閉じ込めを動的に大きく変えることができる。実際、図 22 のように共振器から高速に短パルス光を取り出すことに成功した。この動作は、長い光子寿命をもつ共振器を光子メモリとして用いる際の読み出し動作に相当する。従来の光スイ

ッチなどは、光パルスの波長自体は操作せず、デバイスの透過を操作する。一方、一般的な電子デバイス(例えば CCD)は電圧によって電子のエネルギーを変え、電流を操作する。これに似て、本デバイスは光のエネルギーを変えることで動作する全く新しい光制御法と考えることができる。ちなみにこの実験では光励起による動作を示したが、最近、4.7 の PIN 構造の電気制御においても同様の制御を実現し、論文発表している。

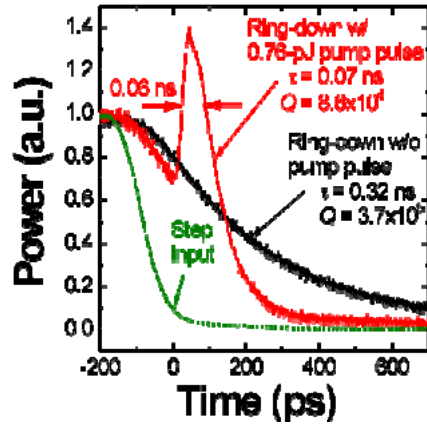


図 22 断熱的波長変換による短パルス光発生を示す導波路出力強度の時間分解測定。

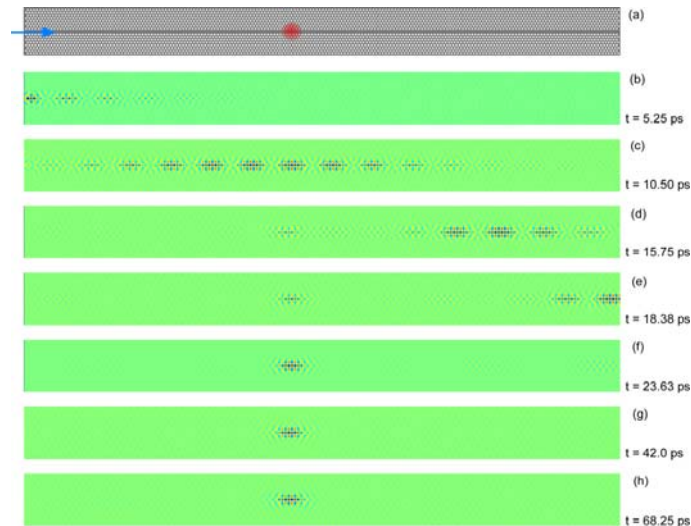


図 23 動的共振器形成による光子ピンニング。(a)試料構造。(b-h) FDTD によるシミュレーション結果。

光パルスの断熱的波長変換は、他にも様々な応用可能性がある。例えば図 17(b)ではわずかな屈折率変化によって高 Q 共振器を形成できることを述べたが、この機構を用いると導波路を走行中の光パルスを、任意の場所でピンニングできることを示唆する。図 22 はその数値シミュレーション結果である。入射パルスが走行中に赤丸の位置の屈折率を動的に変化させるとその位置に共振モードが形成され、そのときその位置にいる光子がピン止めされる。必要な屈折率変化量は 0.1% 以下と小さい。この過程では、断熱的波長変換によって走行パルスが強制的に共振モードへ移送されていることも同じ数値計算によって確かめられた。

以上、動的制御に関しては納富が研究を先導したが、同様の現象はフォトニック結晶導波路の分散補償スローライトにも適用できることを馬場は示した。分散補償スローライトは異なる波長成分が異なるタイミング、異なる位置で一時停止する。このそれぞれの瞬間に動的制御により断熱的波長変化を起こさせる。最初のチャープ効果を打ち消すように動的制御を調整すると、空間分布はパルスでも、全て波長成分が単一波長に変換され完全停止する。数値計算された動作を図 24 に

示す。共振器の場合と異なるのは、この機能が複数のパルス列にも適用でき、またストップライト条件外の帯域でも光の透過が阻害されないのでパルスの順番入れ替えなどユニークな機能が実現される点である。これらの機能は、上述のキャリア効果や光カー効果で実現できる。

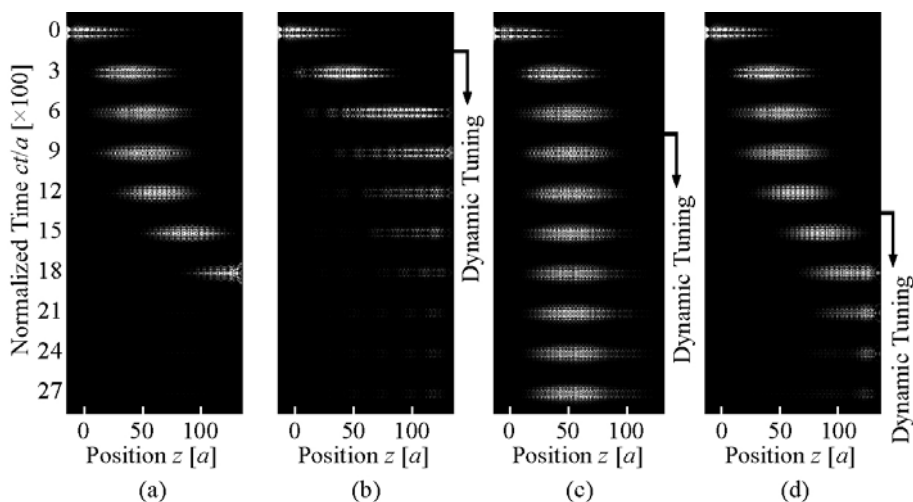


図 24 ストップライトシミュレーション. (a)は動的制御なし. (b)～(d)は徐々に動的制御のタイミングを変えている. (c)で完全なストップライトが生成される。

(2)研究成果の今後期待される効果

動的制御による断熱的波長変換やストップライト生成は、物理的に大変興味深い効果である。従来法では不可能な高効率かつ自由な波長変換は単一光子にも原理的に適用可能なので、今後、量子光学など基礎実験の強力なツールになると期待される。

4. 9 ナノ共振器におけるオプトメカニクス効果 (NTT 納富グループ)

(1)研究実施内容及び成果

高 Q 値ナノ共振器は光子寿命が長く質量が小さいので、光と力学運動の結合が強くなる。この特性を生かして近年、微小共振器を用いたオプトメカニクスの研究が活発になっている。納富は本研究以前に、図 17(e)のような 2 層スラブ型共振器を実現すれば極めて強力な光力学結合系が実現できることを提案していた。そこでは、4.8 で述べた断熱的波長変換を介して超高効率に光のエネルギーが力学運動エネルギーに変換され、理想的なオプトメカニクス系になり得ることを理論的に明らかにした。本研究では、ナノ共振器での巨大な光力学結合を実現し、オンチップで動作するオプトメカニカルデバイスを開発することを目指した。まず、エッチング条件やスティッキングの問題を解決して、2 層スラブ型共振器の製作に初めて成功した。そこで共鳴モードでの光力学結合の観測を試みたところ外部からの照射光によって輻射力が生じ、フォトニック結晶の各スラブの物理的な変位が確認された。この過程において発生した力は光エネルギー 1 pJ あたり数 nN であり、通常の光マイクロマシンと比べるとはるかに高効率に力が発生している。さらに図 25(a)のように光を利得源とした機械振動の自励発振が空气中で観測され、1.5～3mW という低しきい値が測定された。真空中ではさらに振動が顕著であり、図 25(b)のように 20MHz を超える高調波が観測された。

(2)研究成果の今後期待される効果

光を力学運動に変換する話題は光子ロケットなど古くからあるが、小さなデバイスでは効率が悪すぎて現実的ではなかった。本研究はこのような常識を覆す興味深い結果である。類似の研究ではカリフォルニア工科大が非常に活発であり、実験では本研究より先行している。本研究ではカリフォルニア工科大の共振器よりもはるかに小さなデバイスでこのような現象を捉えており、光による NEMS 操作、光と力学運動の量子的な相互作用など、興味深い物理に発展する可能性がある。

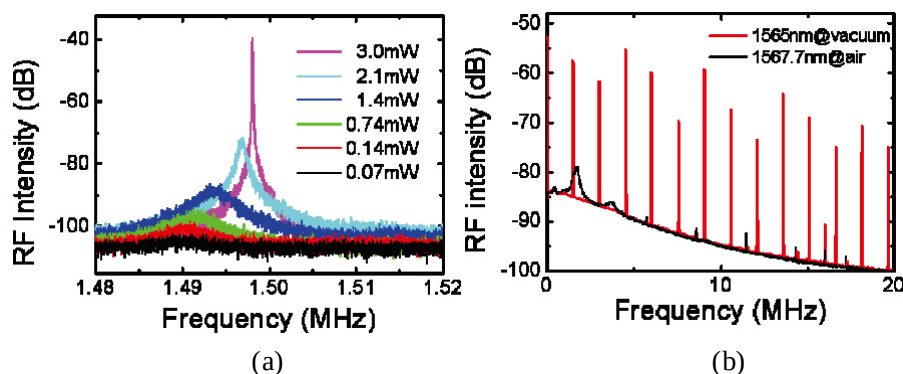


図 25 二層スラブ型フォトニック結晶共振器でのオプトメカニカル効果. (a)光を利得源とした機械振動の自励発振スペクトル. (b) 真空中と空気中での高調波スペクトルの発生.

4. 10 シリコン CMOS プロセスを利用した大規模光集積技術の開発 (横浜国立大学 馬場グループ)

(1)研究実施内容及び成果

フォトニック結晶は研究初期から光集積プラットフォームとして期待されてきた. 個別デバイスでは電子線描画を含む製作技術が確立されつつあるが, 大規模集積のための面内均一性や製作スループットには限界があった. 本研究ではシリコンフォトニクス, 特にステッパ露光やダマシ加工を含む CMOS プロセスを本格利用したフォトニック結晶の製作に世界で初めて取り組んだ.

シリコンフォトニクスは MIT, 横浜国大, NTT, ゲント大によるパッシブ技術が 2003 年頃, MIT, インテルなどによる Ge 光検出器と Si PIN 光変調器が 2005 年頃までに完成し, 外部光を導入すればオンチップ光通信が行える環境が整った. また 2006 年, 米国のファブレスベンチャー企業ラックステラ社がフリースケール社の CMOS プロセスを利用し, 多くの光デバイスを集積した Si フォトニクス光トランシーバーを初めて実用化したことが大きな話題となった. 同社は 2010 年までに光検出器の TIA アンプも集積したコンパクトなモジュールをアクティブケーブルとして完成させ, スーパーコンピュータなどに導入した. 大面積 SOI ウェハによる大幅な大量生産と低コスト化が可能になったこと, データセンターの拡大で光トランシーバー需要が増大したことなどが後押しし, 米国チップメーカーが一斉に同分野に参入, 石英系光波回路, InP 系光電子集積に続く第三の光集積技術として重要度が急速に増している.

そんな中で 2008 年, 世界で 4 箇所のファウンドリー(NTT-ATN, ベルギー IMEC, 仏 LETI, シンガポール IME)が一般向けにシリコンフォトニクス製作サービスをアナウンスした. これが本格的に稼働すれば, 多くの研究機関が一つのウェハに相乗りすることで, 極めて低価格で CMOS プロセスの高度な技術を利用できるようになるため, 極めてインパクトが大きい. 当初はこれらファウンドリー側の技術仕様, 相乗り製作, データや知財管理などが明確でなく, 日本の機関はほとんど利用しなかった. 2008 年, 馬場が電子情報通信学会シリコンフォトニクス研究専門委員会委員長に就任後, 東大の和田らと協力して上記のサービス内容の整理と利用の推進をはかり, 2008 年より NTT-ATN の利用を開始した. ただしここでは電子線描画が用いられていたため, デバイスサイズや個数が限定されつつも高価で, 単純なパッシブ部品にレシピが限定されていた. そこで馬場は, 2009 年よりシンガポール IME による CMOS プロセスの利用を開始した. ここでは 8 インチ SOI ウェハ全面に KrF ステッパ露光によって大量のデバイスが製作され, 電子線描画によるサービスと比べてチップコストは 100 分の 1 以下と極端に低かった. また現在, 知られるシリコンフォトニクスのレシピ全てが利用可能な状況にあった. そこで馬場は IME と協力し, これまでどの CMOS プロセスでも製作が困難であったエアブリッジ型フォトニック結晶に取り組んだ.

図 26 は 20 層マスクプロセスで製作したデバイスを示している. (a)に示すように, 大面積ウェハに 2×8 mm 角のチップが 24 種類, 合計 2000 チップ集積することが可能になっている. チップは小さいが, 集積密度が高いため, ここでは例えば導波路が 100 本以上搭載される. (b)はフォトニック

結晶導波路であり、低損失化やスローライト生成に必須のエアブリッジ構造を同プロセスで初めて可能にし、4.1 に述べたのと同様のスローライトが明瞭に観測された。ここではスポットサイズ変換器によってファイバーと接続するため、ファイバーからフォトニック結晶への結合損失は 5dB に抑えられた。まだ十分に低いとはいえないが、従来のレンズ結合の典型値である 18dB を大幅に低減し、併せて図 3 や 6 に見られるスペクトル振動が大幅に抑えられた。また既に前述したように、またここで(c)に示すようにヒーターや PIN 接合を形成し、(d)のようにチップをプリント基板上に搭載して外部から DC 電流制御を行うことで、スローライトの遅延や分散特性を制御することにも成功した。レーザ加熱を用いた 4.2 の結果にはまだ及んでいないが、加熱やキャリア効果を効果的に発生させる PIN 接合を最適化すれば、同等の性能が電気制御で可能になると考えられる。また(c)はDQPSK レシーバである。同様のレシーバは 2010 年に Lucent-Bell 研究所から報告されているが、ここでは 4.2 で述べたリング APF スローライトデバイスを搭載し、差動動作に必要な 1 ビット遅延を自由に変えられるようにし、この種のレシーバのシンボルレート初めて可変にしたことが大きな特長である。これに加えてここでは可変減衰器、位相調整器、90° ハイブリッド、Ge バランス型フォトダイオードなどのデバイスを集積化し、2.5 mm × 1 mm という極めてコンパクトなデバイスを実現しており、14 ~18Gbps での信号復調を確認している。以上の成果は2011年に本格的に得られるようになったもので、既に一部に論文発表や国際会議発表を始めているが、さらにそれらを加速させ、国内外にインパクトをもたらしたいと考えている。

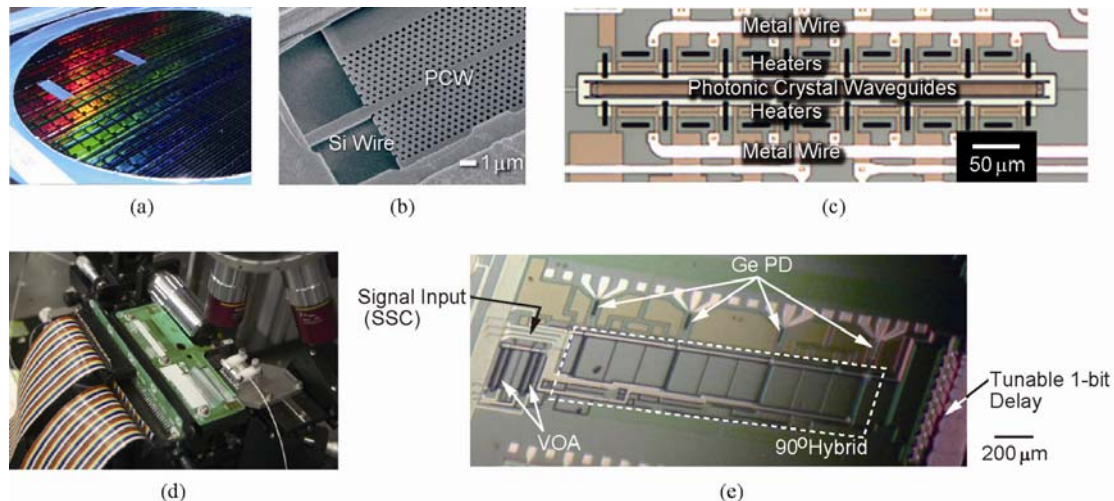


図 26 CMOS プロセスで製作したデバイス. (a) 8 インチ SOI ウェハ上のデバイス群. (b) Si 細線導波路に接続されたエアブリッジフォトニック結晶導波路. (c) 多数のヒータが集積されたフォトニック結晶導波路. (d) ダイシングしたチップがプリント基板上にマウントされ、多数の DC 電気制御と光入出力が行われている様子. (e) APF スローライトデバイスを集積したシンボルレート可変 Si/Ge DQPSK レシーバ.

(2)研究成果の今後期待される効果

近年、世界的にシリコンフォトニクスの進展はめざましく、様々な光集積デバイスが開発、発表されている。ただし個々の汎用デバイスに関しては性能がおよそ成熟しており、多くの機関はそれらを合成して新たな機能を生み出すことに注力している。フォトニック結晶はスローライトや高 Q 値共振器など、様々な別次元の機能や性能を付加することができるので、本研究でこれらの導入が可能になったことは、シリコンフォトニクスの分野で大きな意義がある。一方でフォトニック結晶の従来の製作プロセスは大規模集積には不向きで、今後の展開に閉塞感があったが、本研究はこれを打破する重要な成果といえる。最近のシリコンフォトニクス全般の問題として、集積の大規模化に対応できるデバイスの CAD データ生成用の汎用ツールがないことが挙げられる。最近、馬場は専用のツールを開発し、企業を通じて販売を始めており、また上に述べた CMOS プロセスの相乗りプロセスを推進し、参加機関が増加している。数年以内に、次世代の光集積デバイスや回路の研

究開発のスタンダードとして爆発的に拡大すると期待される。

§ 5 成果発表等

(1)原著論文発表 (国内(和文)誌 0 件、国際(欧文)誌 67 件)

1. T. Tanabe, M. Notomi and E. Kuramochi, “Measurement of an ultra-high-Q photonic crystal nanocavity using a single-side-band frequency modulator,” *Electron. Lett.*, vol. 43, no. 3, pp. 187-188, 2007. doi: 10.1049/el:20073773
2. S. C. Huang, M. Kato, E. Kuramochi, C. P. Lee, and M. Notomi, “Time-domain and spectral-domain investigation of inflection-point slow-light modes in photonic crystals coupled waveguides,” *Opt. Express*, vol. 15, no. 6, pp. 3543-3549, 2007. doi:10.1364/OE.15.003543
3. D. Mori, S. Kubo, H. Sasaki and T. Baba, “Experimental demonstration of wideband dispersion-compensated slow light by a chirped photonic crystal directional coupler,” *Opt. Express*, vol. 15, no. 9, pp. 5264-5270, 2007. doi:10.1364/OE.15.005264
4. T. Baba and D. Mori, “Slowlight engineering in photonic crystals,” *J. Phys. D: Appl. Phys.*, vol. 40, no. 9, pp. 2659-2665, 2007 (invited). doi:10.1088/0022-3727/40/9/S06
5. T. Tanabe, M. Notomi, E. Kuramochi, A. Shinya, H. Taniyama, “Trapping and delaying photons for over one nanosecond in an ultrasmall high-Q photonic-crystal nanocavity,” *Nature Photonics*, vol. 1, no. 1, pp. 49-52, 2007. doi:10.1038/nphoton.2006.51
6. T. Tanabe, M. Notomi, E. Kuramochi, and H. Taniyama, “Large pulse delay and small group velocity achieved using ultrahigh-Q photonic crystal nanocavities,” *Opt. Express*, vol. 15, no. 12, pp. 7826-7839, 2007. doi:10.1364/OE.15.007826
7. K. Nozaki, S. Kita and T. Baba, “Room temperature continuous wave operation and controlled spontaneous emission in ultrasmall photonic crystal nanolaser,” *Opt. Express*, vol. 15, no. 12, pp. 7506-7514, 2007. doi:10.1364/OE.15.007506
8. T. Kawasaki, D. Mori and T. Baba, “Experimental observation of slow light in photonic crystal coupled waveguides,” *Opt. Express*, vol. 15, no. 16, pp. 10274-10281, 2007. doi: 10.1364/OE.15.010274
9. T. Tanabe, A. Shinya, E. Kuramochi, S. Kondo, H. Taniyama, and M. Notomi, “Single point defect photonic crystal nanocavity with ultrahigh quality factor achieved by using hexapole mode,” *Appl. Phys. Lett.*, vol. 91, no. 2, pp. 021110, 2007. doi:10.1063/1.2757099
10. T. Matsumoto, T. Asatsuma and T. Baba, “Experimental demonstration of a wavelength demultiplexer based on negative-refractive photonic-crystal components,” *Appl. Phys. Lett.*, vol. 91, no. 9, pp. 091117, 2007. doi:10.1063/1.2779927
11. S. Kubo, D. Mori and T. Baba, “Low-group-velocity and low-dispersion slow light

- in photonic crystal waveguides,” *Opt. Lett.*, vol. 32, no. 20, pp. 2981-2983, 2007. doi:10.1364/OL.32.002981
12. M. Notomi, T. Tanabe, A. Shinya, E. Kuramochi, H. Taniyama, S. Mitsugi, and M. Morita, “Nonlinear and adiabatic control of high-Q photonic crystal nanocavities,” *Opt. Express*, vol. 15, no. 26, pp. 17458-17481, 2007. doi:10.1364/OE.15.017458
 13. K. Edagawa, S. Kanoko, and M. Notomi, “Photonic amorphous diamond structure with a 3D photonic band gap,” *Phys. Rev. Lett.*, vol. 100, no. 1, pp. 013901, 2008. doi: 10.1103/PhysRevLett.100.013901
 14. K. Nozaki, H. Watanabe and T. Baba, “Photonic crystal nanolaser monolithically integrated with passive waveguide for effective light extraction,” *Appl. Phys. Lett.*, vol. 92, no. 2, pp. 021108, 2008. doi: 10.1063/1.2831916
 15. K. Nozaki, S. Kita, Y. Arita and T. Baba, “Resonantly photopumped lasing and its switching behavior in a photonic crystal nanolaser,” *Appl. Phys. Lett.*, vol. 92, no. 2, pp. 021501, 2008. doi:10.1063/1.2832670
 16. H. Watanabe and T. Baba, “High-efficiency photonic crystal microlaser integrated with a passive waveguide,” *Opt. Express*, vol. 16, no. 4, pp. 2694-2698, 2008. doi:10.1364/OE.16.002694
 17. H. Taniyama, and M. Notomi, “S-matrix calculation of radiation characteristics from dipole oscillation in two-dimensional photonic crystal slabs,” *J. Appl. Phys.*, vol. 103, no. 8, pp. 083115, 2008. doi:10.1063/1.2907867
 18. S. Kita, K. Nozaki and T. Baba, “Refractive index sensing utilizing a cw photonic crystal nanolaser and its array configuration,” *Opt. Express*, vol. 16, no. 11, pp. 8174-8180, 2008. doi:10.1364/OE.16.008174
 19. T. Tanabe, H. Taniyama, and M. Notomi, “Carrier diffusion and recombination in photonic crystal nanocavity optical switches,” *J. Lightwave Technol.*, vol. 26, no. 11, pp. 1396-1403, 2008. doi: 10.1109/JLT.2008.923638
 20. M. Notomi, T. Tanabe, A. Shinya, E. Kuramochi, and H. Taniyama, “On-chip all-optical switching and memory by silicon photonic crystal nanocavities,” *Adv. Optical Technol.*, vol. 2008, id. 568936, 2008. doi:10.1155/2008/568936
 21. T. Asatsuma and T. Baba, “Aberration reduction and unique light focusing in a photonic crystal negative refractive lens,” *Opt. Express*, vol. 16, no. 12, pp. 8711-8719, 2008. doi: 10.1364/OE.16.008711
 22. T. Baba, T. Kawasaki, H. Sasaki, J. Adachi and D. Mori, “Large delay-bandwidth product and tuning of slow light pulse in photonic crystal coupled waveguide,” *Opt. Express*, vol. 16, no. 12, pp. 9245-9253, 2008. doi:10.1364/OE.16.009245
 23. M. Notomi, E. Kuramochi, and H. Taniyama, “Ultrahigh-Q nanocavity with 1D photonic gap,” *Opt. Express*, vol. 16, no. 15, pp. 11095-11102, 2008. doi:10.1364/OE.16.011095
 24. T. Baba, “Slow light in photonic crystals,” *Nature Photonics*, vol. 2, no. 8, pp.

- 465-473, 2008. doi:10.1038/nphoton.2008.146
25. T. Yamamoto, M. Notomi, H. Taniyama, E. Kuramochi, Y. Yoshikawa, Y. Torii, and T. Kuga, "Design of a high-Q air-slot cavity based on a width-modulated line-defect in a photonic crystal slab," *Opt. Express*, vol. 16, no. 18, pp. 13809-13817, 2008. doi:10.1364/OE.16.013809
 26. W. Zheng, G. Ren, M. Xing, W. Chen, A. Liu, W. Zhou, T. Baba, K. Nozaki and L. Chen, "High efficiency operation of butt joint line-defect waveguide microlaser in two-dimensional photonic crystal slab," *Appl. Phys. Lett.*, vol. 93, no. 8, pp. 081109, 2008. doi:10.1063/1.2973207
 27. T. Baba, T. Matsumoto and T. Asatsuma, "Negative refraction in photonic crystals," *Adv. Sci. Technol.*, vol. 55, pp. 91-100, 2008. doi:10.4028/www.scientific.net/AST.55.91
 28. R. J. P. Engelen, D. Mori, T. Baba and L. Kuipers, "Two regimes of slow-light losses revealed by adiabatic reduction of group velocity," *Phys. Rev. Lett.*, vol. 101, no. 10, pp. 103901, 2008. doi: 10.1103/PhysRevLett.101.103901
 29. E. Kuramochi, H. Taniyama, T. Tanabe, A. Shinya, and M. Notomi, "Ultrahigh-Q two-dimensional photonic crystal slab nanocavities in very thin barriers," *Appl. Phys. Lett.*, vol. 93, no. 11, pp. 111112, 2008. doi:10.1063/1.2987459
 30. T. Baba, T. Asatsuma and T. Matsumoto, "Negative refraction in photonic crystals," *MRS Bulletin*, vol. 33, no. 10, pp. 907-910, 2008. doi:10.1109/META.2008.4723523
 31. M. Notomi, and H. Taniyama, "On-demand ultrahigh-Q cavity formation and photon pinning via dynamic waveguide tuning," *Opt. Express*, vol. 16, no. 23, pp. 18657-18666, 2008. doi:10.1364/OE.16.018657
 32. H. Taniyama, M. Notomi, E. Kuramochi, T. Yamamoto, Y. Yoshikawa, Y. Torii, and T. Kuga, "Strong radiation force induced in two-dimensional photonic crystal slab cavities," *Phys. Rev. B*, vol. 78, no. 16, pp. 165129, 2008. doi:10.1103/PhysRevB.78.165129
 33. M. Notomi, E. Kuramochi, T. Tanabe, "Large-scale arrays of ultrahigh-Q coupled nanocavities," *Nature Photonics*, vol. 2, no. 11, pp. 741-747, 2008. doi:10.1038/nphoton.2008.226
 34. R. J. P. Engelen, D. Mori, T. Baba and L. Kuipers, "Subwavelength structure of the evanescent field of an optical Bloch wave," *Phys. Rev. Lett.*, vol. 102, no. 2, pp. 023902, 2009. doi: 10.1103/PhysRevLett.102.023902
 35. M. Burrese, R. J. P. Engelen, A. Opheij, D. van Oosten, D. Mori, T. Baba and L. Kuipers, "Observation of polarization singularities at nanoscale," *Phys. Rev. Lett.*, vol. 102, no. 3, pp. 033902, 2009. doi: 10.1103/PhysRevLett.102.033902
 36. T. Tanabe, M. Notomi, H. Taniyama, E. Kuramochi, "Dynamic release of tapped light from an ultrahigh-Q nanocavity via adiabatic frequency tuning," *Phys. Rev. Lett.*, vol. 102, no. 4, pp. 043907, 2009. doi: 10.1103/PhysRevLett.102.043907

37. Y. Hamachi, S. Kubo and T. Baba, "Slow light with low dispersion and nonlinear enhancement in a lattice-shifted photonic crystal waveguide," *Opt. Lett.*, vol. 34, no. 7, pp. 1072-1074, 2009. doi:10.1364/OL.34.001072
38. T. Baba, J. Adachi, N. Ishikura, Y. Hamachi, H. Sasaki, T. Kawasaki, and D. Mori, "Dispersion-controlled slow light in photonic crystal waveguides," *Proc. Jpn. Sci. Academy Ser. B*, vol. 85, no. 10, pp. 443-453, 2009. doi:10.2183/pjab.85.443 (invited)
39. L-D. Haret, T. Tanabe, E. Kuramochi and M. Notomi, "Extremely low power optical bistability in silicon demonstrated using 1D photonic crystal nanocavity," *Opt. Express*, vol. 17, no. 23, pp. 21108-21117, 2009. doi:10.1364/OE.17.021108
40. T. Tanabe, K. Nishiguchi, E. Kuramochi, and M. Notomi, "Low power and fast electro-optic silicon modulator with lateral p-i-n embedded photonic crystal nanocavity," *Opt. Express*, vol. 17, no. 25, pp. 22505-22513, 2009. doi:10.1364/OE.17.022505
41. J. Adachi, N. Ishikura, H. Sasaki and T. Baba, "Wide range tuning of slow light pulse in SOI photonic crystal coupled waveguide via folded chirping," *IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron.*, vol. 16, no. 1, pp. 192-199, 2010. doi:10.1109/JSTQE.2009.2032515 (invited)
42. T. Baba, H. Abe, T. Asatsuma, and T. Matsumoto, "Photonic crystal negative refractive optics," *J. Nanosci. Nanotech.* vol. 10, no. 3, pp. 1473-1481, 2010. doi:10.1166/jnn.2010.2026. (invited)
43. T. Tanabe, H. Sumikura, H. Taniyama, A. Shinya, and M. Notomi, "All-silicon sub-Gb/s telecom detector with low dark current and high quantum efficiency on chip," *Appl. Phys. Lett.*, vol. 96, no. 10, pp. 101103, 2010. doi:10.1063/1.3357427
44. Y-G. Roh, T. Tanabe, A. Shinya, H. Taniyama, E. Kuramochi, S. Matsuo, T. Sato, and M. Notomi, "Strong Optomechanical interaction in a bi-layer photonic crystal," *Phys. Rev. B Rapid Commun. B*, vol. 81, no. 12, pp. 121101(R), 2010. doi: 10.1103/PhysRevB.81.121101
45. K. Nozaki, T. Tanabe, A. Shinya, S. Matsuo, T. Sato, H. Taniyama, and M. Notomi, "Sub-femtojoule all-optical switching using a photonic crystal nanocavity," *Nature Photonics*, vol. 4, no. 7, pp. 477-483, 2010. doi:10.1038/nphoton.2010.89
46. Y. Saito and T. Baba, "Stopping of light by the dynamic tuning of photonic crystal slow light device," *Opt. Express*, vol. 18, no. 16, pp. 17141-17153, 2010. doi: 10.1364/OE.18.017141
47. F. Shinobu, Y. Arita and T. Baba, "Low-loss simple waveguide intersection in silicon photonics," *Electron. Lett.*, vol. 46, no. 16, pp. 1149-1151, 2010. doi:10.1049/el.2010.1224
48. M. Notomi, "Manipulating light with strongly modulated photonic crystals," *Rep. Progress in Phys.*, vol. 73, no. 9, pp. 096501, 2010. doi: 10.1088/0034-4885/73/9/096501

49. E. Kuramochi, H. Taniyama, T. Tanabe, K. Kawasaki, Y. G. Roh, and M. Notomi, "Ultrahigh-Q one-dimensional photonic crystal nanocavities with modulated mode-gap barriers on SiO₂ claddings and on air claddings," *Opt. Express*, vol. 18, no. 15, pp. 15859-15869, 2010. doi:10.1364/OE.18.015859
50. S. Imagawa, K. Edagawa, K. Morita, T. Niino, Y. Kagawa and M. Notomi, "Photonic band-gap formation, light diffusion, and localization in photonic amorphous diamond structures," *Phys. Rev. B* 82, No. 11, pp. 115116, 2010. doi: 10.1103/Physrevb.82.115116 (Selected as editor's suggestion)
51. S. Kita, S. Hachuda, K. Nozaki and T. Baba, "Nanoslot laser," *Appl. Phys. Lett.*, vol. 97, no. 16, pp. 161108, 2010. doi: 10.1063/1.3505139
52. T. Tanabe, E. Kuramochi, H. Taniyama, and M. Notomi, "Electro-optic adiabatic wavelength shifting and Q switching demonstrated using a p-i-n integrated photonic crystal nanocavity," *Opt. Lett.*, vol. 35, no. 23, pp. 3895 , 2010. doi: 10.1364/OL.35.003895
53. K. Suzuki and T. Baba, "Nonlinear light propagation in chalcogenide photonic crystal slow light waveguides," *Opt. Express*, vol. 18, no. 25, pp. 26675-26685, 2010. doi: 10.1364/ OE.18.026675 (invited)
54. M. Notomi, A. Shinya, K. Nozaki, T. Tanabe, S. Matsuo, E. Kuramochi, T. Sato, H. Taniyama and H. Sumikura, "Low power nanophotonic devices based on photonic crystals towards dense photonic network on chip," *IET Circuits, Devices & Systems*, vol. 5, no. 2, pp. 84-93, 2011. doi: 10.1049/iet-cds.2010.0159 (invited)
55. Y. Arita, N. Yoshikawa and T. Baba, "Integration of optical waveguides with single flux quantum circuits," *IEEE Trans. Appl. Superconductivity*, vol. 21, no. 3, pp. 839-842, 2011. doi: 10.1109/TASC.2010.2095813
56. H. C. Nguyen, Y. Sakai, M. Shinkawa, N. Ishikura and T. Baba, "10 Gb/s operation of photonic crystal silicon optical modulators," *Opt. Express*, vol. 19, no. 14, pp. 13000-13007, 2011. doi: 10.1364/OE.19.013000
57. F. Shinobu, Y. Arita, T. Tamanuki, N. Ishikura and T. Baba, "Continuously tunable slow-light device consisting of heater-controlled silicon microring array," *Opt. Express*, vol. 19, no. 14, pp. 13557-13564, 2011. doi: 10.1364/OE.19.013557
58. S. Kita, S. Otsuka, S. Hachuda, T. Endo, Y. Imai, Y. Nishijima, H. Misawa and T. Baba, "Super-sensitivity in label-free protein sensing using nanoslot nanolaser," *Opt. Express*, vol. 19, no. 18, pp. 17683-17690, 2011. doi:10.1364/OE.19.017683
59. A. Yokoo, T. Tanabe, E. Kuramochi, and M. Notomi, "Ultrahigh-Q Nanocavities written with a nanoprobe," *Nano Lett.*, vol. 11, no. 9, pp. 3634–3642, 2011. doi: 10.1021/ nl201449m.
60. S. Kita, K. Nozaki, S. Hachuda, H. Watanabe, Y. Saito, S. Otsuka, T. Nakada, Y. Arita and T. Baba, "Photonic crystal point-shift nanolaser with and without nanoslots --- design, fabrication, lasing and sensing characteristics", *IEEE J. Sel.*

- Top. Quantum Electron., vol. 17, no. 6, pp. 1632-1647, 2011. doi: 10.1109/JSTQE.2011.2134837 (invited)
61. N. Inoue and T. Baba, "Spectral and polarization characteristics of photonic crystal under normally incident light and their tuning with liquid crystal control", Jpn. J. Appl. Phys., vol. 50, no. 10, pp. 102203, 2011. doi: 10.1143/JJAP.50.102203
 62. M. Shinkawa, N. Ishikura, Y. Hama, K. Suzuki and T. Baba, "Nonlinear enhancement in photonic crystal slow light waveguides fabricated using CMOS-compatible process", Opt. Express, vol. 19, no. 22, pp. 22208-22218, 2011. doi: 10.1364/OE.19.022208 (invited)
 63. N. Ishikura, T. Baba, E. Kuramochi and M. Notomi, "Large tunable fractional delay in slow light pulse and its application to fast optical correlator", Opt. Express, vol. 19, no. 24, pp. 24102-24108, 2011. doi: 10.1364/OE.19.024102
 64. H. C. Nguyen, Y. Sakai, M. Shinkawa, N. Ishikura and T. Baba, "Photonic crystal silicon optical modulators: carrier-injection and depletion at 10 Gb/s", IEEE J. Quantum Electron., vol. 48, no. 2, pp. 210-220, 2012. doi: 10.1109/JQE.2011.2174338 (invited)
 65. S. Kita, S. Otsuka, S. Hachuda, T. Endo, Y. Imai, Y. Nishijima, H. Misawa and T. Baba, "Photonic crystal nanolaser bio-sensors", IEICE Trans. Electron., vol. E95-C, no. 2, pp. 188-198, 2011. doi: 10.1587/transele.E95.C.188 (invited)
 66. K. Suzuki, H. C. Nguyen, T. Tamanuki, F. Shinobu, Y. Saito, Y. Sakai and T. Baba, "Slow-light-based variable symbol-rate silicon photonics DQPSK receiver", Opt. Express, vol. 20, no. 4, pp. 4796-4804, 2012. doi: 10.1364/OE.20.004796
 67. M. Narimatsu, S. Kita, H. Abe and T. Baba, "Enhancement of vertical emission in photonic crystal nanolasers", Appl. Phys. Lett., vol. 100, no. 12, pp. 121117, 2012.2012.(in press)
- (2)その他の著作物(総説、書籍など)
1. 野崎謙悟, 馬場俊彦, "フォトニック結晶/準結晶微小レーザと自然放出制御," レーザー研究, vol. 34, no. 12, pp. 756-760, 2006.
 2. T. Baba, "Photonic crystals remember the light," Nature Photonics, vol. 1, no. 1, pp. 11-12, 2007.
 3. 馬場俊彦, "フォトニック結晶と光制御," シリコンフォトニクス---先端光テクノロジーの新展開 (金光, 深津編), オーム社, pp. 155-200, 2007.
 4. 馬場俊彦, "高屈折率差シリコン光導波路が実現する光受動デバイス," レーザー研究, vol. 35, no. 9, pp. 556-560, 2007.
 5. 馬場俊彦, "フォトニッククリスタル," 光産業技術振興協会光技術動向調査報告書, 2007.
 6. M. Notomi, "Adiabatic Tuning of Optical Microsystems," IEEE LEOS Newsletter, vol. 21, no. 5, pp. 16-21, 2007.

7. 馬場俊彦, “シリコン微小導波路とそのデバイス応用,” 光学, vol. 37, no. 1, pp. 7-13, 2008.
8. 倉持栄一, 田辺孝純, 納富雅也, “光を1 ナノ秒以上蓄積するフォトニック結晶共振器〜光速の5 万分の1 の光遅延伝搬の観察〜,” 光アライアンス, vol. 5, 2008.
9. 納富雅也, “フォトニック結晶を用いた Cavity QED,” オプトロニクス, vol. 27, no. 7, pp. 207-215, 2008.
10. 納富雅也, “フォトニック結晶を用いた全光制御の進展,” 電子情報通信学会誌, vol. 91, no. 11, pp. 971- 976, 2008.
11. T. Baba, “Silicon gets the green light,” Nature Photonics, vol. 3, no. 4, pp. 190-192, 2009.
12. 馬場俊彦, “巨大構造分散によるスローライト技術,” Telecom Frontier, no. 29, pp. 4-13, 2009.
13. 馬場俊彦, “分散制御フォトニック結晶導波路によるスローライト,” レーザー研究, vol. 37, no. 8, pp. 572-577, 2009.
14. 納富雅也, 田辺孝純, 倉持栄一, “超高 Q ナノ共振器によるスローライト生成,” レーザー研究, vol. 37, no. 8, pp. 578-584, 2009.
15. 馬場俊彦, “フォトニック結晶とシリコンフォトニクスで光を操る,” ZENIS Magazine, vol. 1, no. 1, pp. 92-93, 2009.
16. 馬場俊彦, “シリコンフォトニクス,” エレクトロニクス実装学会誌, vol. 12, no. 5, pp. 458-463, 2009.
17. 馬場俊彦, “スローライトとその応用,” パリティ, vol. 24, no. 10, pp. 56-60, 2009.
18. 馬場俊彦, “分散制御フォトニック結晶導波路によるスローライト,” レーザー研究, vol. 37, no. 8, pp. 572-577, 2009.
19. 馬場俊彦, “フォトニック結晶とシリコンフォトニクス,” 光科学研究の最前線, vol. 2, p. 23, 2009.
20. 納富雅也, “フォトニック結晶,” イミダス, 2009.
21. T. Tanabe, A. Shinya, E. Kuramochi, H. Taniyama, and M. Notomi, “All-optical switches and bistable devices using high-Q photonic crystal nanocavities,” Proc. SPIE 7219, 72190H, 2009.
22. T. Tanabe, E. Kuramochi, A. Shinya, and M. Notomi, “Ultrahigh Q photonic crystal nanocavities and their applications,” Practical Applications of Microresonators in Optics and Photonics, pp. 1-52, 2009.
23. 納富雅也, 田辺孝純, 倉持栄一, “超高 Q ナノ共振器によるスローライト生成,” レーザー研究, vol. 37, no. 8, pp. 578-584, 2009.

24. T. Tanabe, M. Notomi, H. Taniyama, E. Kuramochi, "Pulse generation by adiabatic control of light," Opt. Photon. News (OSA-OPN), no. 12, 2009.
25. M. Notomi, "Manipulating light by photonic crystals," NTT Tech. Rev., vol. 7, no. 9, pp. 1-10, 2009.
26. 納富雅也, "フォトニック結晶による光の制御," NTT 技術ジャーナル, vol. 22, no. 5, pp. 38-43, 2010.
27. 納富雅也, "結合共振器とスローライト," フォトニックナノ構造の最近の進展(監修: 野田進), シーエムシー出版, pp. 69-80, 2011.
28. 馬場俊彦, "フォトニック結晶導波路とスローライト概要, スローライトと光バッファード応用," フォトニックナノ構造の最近の進展(監修: 野田進), シーエムシー出版, pp. 81-98, 2011.
29. 馬場俊彦, "フォトニック結晶導波路の進展とスローライト," "シリコンフォトニクス of the 現状と展望," 電子情報通信学会ハンドブック知識情報ベース, オーム社, 2011.
30. 馬場俊彦, "微細構造が生み出すフォトニクス of the 面白さ," 電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティ News Letter, 2011.
31. K. Nozaki, A. Shinya, S. Matsuo, and M. Notomi, "Ultralow-energy all-optical switches based on photonic crystal nanocavities," NTT Tech. Rev., vol. 9, no. 8, 2011.
32. 馬場俊彦, "シリコンフォトニクスによる新世代光集積とインターコネクション," 電子情報通信学会誌, vol. 94, no. 10, pp. 1037-1040, 2011.
33. 納富雅也, "光 of the 断熱波長変換と共振器オプトメカニクス(二層型フォトニック結晶を例に)," 光学, vol. 41, no. 2, pp. 93-95, 2012.
34. 馬場俊彦, "Si フォトニクス ---変調器---," 光産業技術振興協会光技術動向調査, 2012 (in press).

(3)国際学会発表及び主要な国内学会発表

① 招待講演 (国内会議 54 件、国際会議 105 件)

1. T. Baba (Yokohama National University), "Slow light engineering in photonic crystals," OSA Annual Meet. "Frontiers in Optics," Rochester, USA, 2006/10/11.
2. T. Baba (Yokohama National University), "State-of-the-art photonic nanostructure devices," IEEE/LEOS Ottawa Chapter Symposium, Ottawa, Canada, 2006/10/13.
3. T. Baba (Yokohama National University), "Negative refraction in photonic crystals," RIKEN Int. Nano-Photon. Sympo., Wako, 2006/10/26.
4. T. Baba (Yokohama National University), "State-of-the-art photonic nanostructure devices," Multiconf. Electron. and Photon., Mexico, 2006/11/07.
5. T. Baba (Yokohama National University), "State-of-the-art photonic nanostructure devices," IEEE/LEOS Torino Chapter Symposium, Torino, Italy,

2006/11/13.

6. T. Baba (Yokohama National University), "State-of-the-art photonic nanostructure devices," IEEE/LEOS Roman Chapter Symposium, Rome, Italy, 2006/11/15.
7. M. Notomi (NTT), "All-optical control of light in photonic crystals," IEEE/LEOS Benelux Chapter Symposium, Eindhoven, The Netherlands, 2006/12/01.
8. T. Baba (Yokohama National University), "How can we stop light?," Contemporary Photon. Technol., Tokyo, 2007/1/11.
9. M. Notomi (NTT), "Adiabatic wavelength conversion and optomechanical Energy conversion in photonic crystal nanocavities," SPIE Photonics West, San Jose, USA, 2007/01/25.
10. T. Baba (Yokohama National University), "State-of-the-art photonic nanostructure devices," IEEE/LEOS Polish Chapter Symposium, Poland, 2007/03/15.
11. T. Baba (Yokohama National University), "State-of-the-art photonic nanostructure devices," IEEE/LEOS Norfolk Chapter Symposium, Norfolk, USA, 2007/03/19.
12. T. Baba (Yokohama National University), "State-of-the-art photonic nanostructure devices," IEEE/LEOS Washington Chapter Symposium, Washington DC, USA, 2007/03/20.
13. T. Baba (Yokohama National University), "State-of-the-art photonic nanostructure devices," IEEE/LEOS Rochester Chapter Symposium, Corning, USA, 2007/03/21.
14. M. Notomi (NTT), "Photonic-crystal-based chip-scale optical integration," Opt. Fiber Commun., Anaheim, USA, 2007/03/26.
15. M. Notomi (NTT), "Slow Light in Semiconductor Photonic Crystals," Opt. Fiber Commun. Slowlight Workshop, Anaheim, USA, 2007/03/26.
16. M. Notomi (NTT), "All-optical control of light in ultrahigh-Q photonic-crystal cavities," Photonic and Electromagnetic Crystal Structures, Monterey, USA, 2007/04/08.
17. T. Baba (Yokohama National University), "Progress of photonic crystal slab devices," Photon. Electromag. Crystal Structures, Monterey, USA, 2007/04/09.
18. T. Tanabe (NTT), "Photon trapping, delaying and dynamic-control using ultra-small high-Q photonic crystal cavities," Conf. Laser and Electro-Optics, Baltimore, USA, 2007/05/08.
19. T. Baba (Yokohama National University), "State-of-the-art photonic nanostructure devices," IEEE/LEOS Albuquerque Chapter Symposium, Albuquerque, USA, 2007/05/14.

20. T. Baba (Yokohama National University), "State-of-the-art photonic nanostructure devices," IEEE/LEOS Nanophotonics Symposium, Boston, USA, 2007/05/16.
21. M. Notomi (NTT), "Light Control by Photonic Crystal Nanocavities," IEEE/LEOS Nanophotonics Symposium, Boston, USA, 2007/05/16.
22. E. Kuramochi (NTT), "Manipulating light with a Si photonic crystal resonator-waveguide coupled system," OSA Top. Conf. Nanophotonics, China, 2007/06/18.
23. M. Notomi (NTT), "All-optical switching and control of ultrahigh-Q photonic-crystal nanocavities," Conf. Laser and Electro-Optics Europe, Germany, 2007/06/20.
24. T. Baba (Yokohama National University), "Controlled slowlight in photonic crystals," OSA Top. Meet. Slow and Fast Light, Salt Lake City, USA, 2007/07/11.
25. M. Notomi (NTT), "Functional coupled nanocavities based on photonic crystals," Opto-Electronic and Commun. Conf., Yokohama, 2007/07/11.
26. M. Notomi (NTT), "Dynamic control of light in high-Q photonic-crystal nanocavities & their coupled structures," OSA Top. Meet. Nonlinear Optics, Hawaii, USA, 2007/08/01.
27. M. Notomi (NTT), "Photonic-crystal nanocavities: slow light, all-optical processing, wavelength conversion, optical MEMS," IEEE Group IV Photon., Tokyo, 2007/09/20.
28. T. Baba (Yokohama National University), "Controlled slowlight and miniature devices based on Si photonics waveguides," IEEE/LEOS Int. Conf. Group IV Photon., Tokyo, 2007/09/21.
29. M. Notomi (NTT), "Control of light by high-Q photonic-crystal nanocavities," Handai Nanosci. Nanotechnol. Int. Sympo., Osaka, Japan, 2007/09/28.
30. T. Baba (Yokohama National University), "State-of-the-art photonic nanostructure devices," IEEE/LEOS Santa Clara Chapter Symposium, Santa Clara Valley, USA, 2007/10/02.
31. T. Baba (Yokohama National University), "State-of-the-art photonic nanostructure devices," IEEE Int. Electron. Manufacturing Technol./Advanced Packaging Symp., San Jose, USA, 2007/10/05.
32. M. Notomi (NTT), "Photonic Quasicrystal Distributed Feedback Lasers: lasing action due to quasiperiodicity," Metamaterials, Rome, Italy, 2007/10/23.
33. M. Notomi (NTT), "Control of light by photonic crystals," Photonics Conf., Korea, 2007/11/15.
34. M. Notomi (NTT), "Dynamic control of light by photonic-crystal nanocavities," Int. Sympo. Adv. Nanodevices and Nanotechnology, Hawaii, USA, 2007/12/03.

35. M. Notomi (NTT), "Dynamic control of light by photonic-crystal nanocavities," Int. Conf. Adv. Mat. Dev., Korea, 2007/12/12
36. M. Notomi (NTT), "Nonlinear and adiabatic control of light in a photonic crystal chip," OSA Winter Top. Nonlinear Photon., Sorrento, Italy, 2008/01/16.
37. T. Baba (Yokohama National University), "Useful slow light in photonic crystal devices," SPIE Photonic West, San Jose, USA, 2008/01/23.
38. T. Tanabe (NTT), "Photonic crystal nanocavities with extremely long photon lifetime and their applications," Asia Pacific Laser Symposium, Nagoya, 2008/01/31.
39. M. Notomi (NTT), "Control of light by photonic crystal nanocavities," JST-DFG Workshop on Nanoelectronics, Aachen, Germany, 2008/03/07.
40. T. Baba (Yokohama National University), "Recent progress in photonic crystal devices," JST-DFG "Nanoelectronics" Japan-German Int. Workshop, Aachen, Germany, 2008/03/07.
41. T. Baba (Yokohama National University), "Toward photonic crystal optical buffer," Conf. Laser and Electro-Optics, San Jose, USA, 2008/05/07.
42. M. Notomi (NTT), "Control of light by photonic crystals," IEEE/LEOS Albuquerque Chapter Symposium, University of New Mexico, Albuquerque, USA, 2008/05/12.
43. M. Notomi (NTT), "Control of light by photonic crystals," IEEE/LEOS Texas Chapter Symposium, Texas, USA, 2008/05/14.
44. M. Notomi (NTT), "Control of light by photonic crystals," IEEE/LEOS Orlando Chapter Symposium, Orlando, USA, 2008/05/16.
45. T. Baba (Yokohama National University), "Photonic crystal nanolaser --- unique lasing and spontaneous emission characteristics," Euro. Mat. Res. Soc., Strasbourg, France, 2008/05/27.
46. T. Baba (Yokohama National University), "Negative refraction in photonic crystals," Int. Conf. Smart Mat., Structures & Sys., Sicily, 2008/06/11.
47. T. Tanabe (NTT), "Nonlinear switching in high-Q photonic crystal nanocavities," OSA Integrated Photon. Nanophoton. Res. Appl., Boston, USA, 2008/07/14.
48. M. Notomi (NTT), "Slow light media based on ultrahigh-Q nanocavities," OSA Top. Meet. Slow and Fast Light, Boston, USA, 2008/07/16.
49. M. Notomi (NTT), "Control of light by photonic crystals," IEEE/LEOS Japan Chapter Symposium, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, 2008/07/24.
50. T. Baba (Yokohama National University), "Control of light emission and propagation in photonic crystals," Int. Nano-Optoelectronics Workshop (iNOW), Tokyo, Saiko and Shonan, 2008/08/11.

51. T. Baba (Yokohama National University), "Photonic crystals and silicon photonics," Int. Nano-Optoelectronics Workshop (iNOW), Tokyo, Saiko and Shonan, China, 2008/08/11.
52. T. Baba (Yokohama National University), "Photonic wire and photonic crystal: smart use in Si photonics," Pacific Rim Meet. Electro-Chem. Solid-State Sci., Hawaii, USA, 2008/10/16.
53. T. Baba (Yokohama National University), "Recent progress on photonic crystal slow light device," Asia Opt. Fiber Commun. & Optoelectronic Expo. & Conf., Shanghai, China, 2008/10/16.
54. M. Notomi (NTT), "On-chip all-optical processing based on photonic crystal nanocavities," Asia Opt. Fiber Comm. & Optoelectronics Expo. & Conf., Shanghai, China, 2008/11/02.
55. M. Notomi (NTT), "Manipulating light by ultrahigh-Q nanocavities," Nanometa, Austria, 2009/01/07.
56. T. Baba (Yokohama National University), "On-chip slow light in Si photonics," JSPS Core-to-Core Program Int. Conf. Si Photonics, Tokyo, 2009/01/23.
57. T. Baba (Yokohama National University), "Dispersion-free slow light pulse and its functionalities," SPIE Photonic West, San Jose, USA, 2009/01/25.
58. M. Notomi (NTT), "Evolution of modulated modegap cavities," SPIE Photonics West 2009, San Jose, USA, 2009/01/28.
59. T. Tanabe (NTT), "Nonlinear switching in high-Q photonic crystal nanocavities," SPIE Photonics West 2009, San Jose, USA, 2009/01/28.
60. M. Notomi (NTT), "Strong light confinement with and without periodicity," Photonic and Electromagnetic Crystal Structures, Sydney, Australia, 2009/04/07.
61. T. Baba (Yokohama National University), "Tunable slow light pulse in photonic crystals," Photon. Electromag. Structures, Sydney, Australia, 2009/04/07.
62. T. Baba (Yokohama National University), "Photonic nanostructures for functional devices," Japan-Finland Functional Materials Workshop, Helsinki, Finland, 2009/05/25.
63. M. Notomi (NTT), "Adiabatic frequency tuning of ultrahigh-Q nanocavities," Int. Sympo. Electrical Transport and Optical Properties of Inhomogeneous, Greece, 2009/06/10.
64. T. Baba (Yokohama National University), "Photonic crystal nanolaser and its applications," Int. Conf. Mat. Advanced Tech., Singapore, 2009/07/02.
65. T. Baba (Yokohama National University), "Dispersion-controlled slow light in photonic crystal waveguides," OSA Top. Meet. Slow and Fast Light, Hawaii, USA, 2009/07/13.
66. M. Notomi (NTT), "Manipulating slow light by ultrahigh-Q nanocavities and

- their coupled arrays,” OSA Top. Meet. Slow and Fast Light, Hawaii, USA, 2009/07/15.
67. T. Tanabe (NTT), “Recent progress of dynamically tuned photonic crystal nanocavities,” Int. Laser Phys. Workshop, 8.6.1, Barcelona, Spain, 2009/07/16.
 68. T. Baba (Yokohama National University), “Slow light with photonic crystal,” Int. Nano-Optoelectronics Workshop (iNOW), Stockholm, Sweden, 2009/08/07.
 69. T. Baba (Yokohama National University), “Control of light speed in photonic crystal waveguide devices,” Pacific Rim Conf. Laser and Electro-Optics, Shanghai, China, 2009/08/31.
 70. M. Notomi (NTT), “Strong light confinement with and without periodicity,” Metamaterials, London, UK, 2009/09/02.
 71. H. Taniyama (NTT), “High-Q air-slot photonic crystal cavities,” NUSOD, Gwangju, Korea, 2009/09/14.
 72. T. Baba (Yokohama National University), “Semiconductor microcavities for lasing and switching operation,” Top. Meet. Photonics Switching, Pisa, Italy, 2009/09/15.
 73. A. Shinya (NTT), “All-optical memories based on photonic crystal nanocavities,” Top. Meet. Photonics Switching, Pisa, Italy, 2009/09/17.
 74. M. Notomi (NTT), “Manipulating slow light by ultrahigh-Q nanocavities and their coupled arrays,” OSA Top. Meet. Highlights Sympo., Frontiers in Optics 2009, San Jose, USA, 2009/10/14.
 75. T. Baba (Yokohama National University), “Photonic crystal slow light devices -- tunable delay, nonlinearity, dynamic tuning,” Opt. Fiber Commun. Conf., San Diego, USA, 2010.
 76. T. Baba (Yokohama National University), “Tunable slow light in photonic nanostructures,” European Conf. Integrated Optics, Cambridge, UK, 2010/04/08.
 77. M. Notomi (NTT), “Manipulating light with photonic crystal nanocavities and their coupled arrays,” SPIE Photonics Europe, Brussels, Belgium, 2010/04/13.
 78. A. Shinya (NTT), “Low-power and high-speed operation of InGaAsP/InP photonic crystal nanocavity laser using wavelength-sized buried heterostructure,” Conf. Laser and Electro-Optics, San Jose, USA, 2010/05/19.
 79. T. Baba (Yokohama National University), “Light control in photonic nanostructures,” Int. Sympo. Organic and Inorganic Electronic Mat. and Related Nanotechnol., Toyama, 2010/06/23.
 80. T. Baba (Yokohama National University), “Photonic crystal nanolaser --- its fabrication, laser characteristics and bio-sensing applications,” Int. Conf. Laser Optics, St. Petersburg, Russia, 2010/07/01.
 81. T. Baba (Yokohama National University), “Advances in photonics and nanophotonics based on Si technologies,” Opto-Electronic and Commun. Conf.,

Sapporo, 2010/07/05.

82. K. Nozaki (NTT), "Extremely low power nanophotonic devices based on photonic crystals," Top. Meet. Photonics in Switching, Monterey, USA, 2010/07/28.
83. T. Baba (Yokohama National University), "Bio-sensing and nonlinear enhancement using photonic crystals," International Nano-Optoelectronics Workshop, Beijing, China, 2010/08/03.
84. T. Baba (Yokohama National University), "On-chip slow light with CMOS photonic crystals," European Conf. on Optical Commun., Torino, Italy, 2010/09/19.
85. M. Notomi (NTT), "Photonic crystal for green ICT?," Photonic and Electromagnetic Crystal Structures, Granada, Spain, 2010/09/30.
86. T. Baba (Yokohama National University), "Silicon photonics," Silicon Technology Forum, Okayama, 2010/11/16.
87. T. Baba (Yokohama National University), "CMOS photonic crystal and slow light," SPIE Photonics West, San Francisco, USA, 2011/01/23.
88. M. Notomi (NTT), "Bi-layer photonic crystals for optomechanics," SPIE Photonics West, San Francisco, USA, 2011/01/26.
89. T. Baba (Yokohama National University), "Nano-slot photonic crystal nanolaser and its bio-sensing applications," German-Japanese Scientific-Technical Workshop on Quantum Dot and Nano-engineered Semiconductor Lasers and Nanoanalytics, Tokyo, 2011/02/15.
90. T. Baba (Yokohama National University), "Photonic crystal devices fabricated by using CMOS-compatible process," IME Forum on Silicon Photonics, Los Angeles, USA, 2011/03/09.
91. M. Notomi (NTT), "fJ/bit integrated nanophotonics for future ICT," OSA Int. Conf. Nanophotonics, Shanghai, China, 2011/05/25.
92. M. Notomi (NTT), "fJ/bit integrated nanophotonics based on photonic crystals," Japan-Sweden QNANO Workshop 2011, Visby, Sweden, 2011/06/14.
93. T. Baba (Yokohama National University), "Photonic crystal and related devices fabricated by CMOS-compatible process," IEEE Int. Conf. Transparent Opt. Networks, Stockholm, Sweden, 2011/06/28.
94. T. Baba (Yokohama National University), S. Kita, H. Abe, S. Hachuda, M. Narimatsu, S. Otsuka and K. Nozaki, "Photonic crystal nanolasers with nanoslot structure for sensing applications," SPIE Optics and Photonics, San Diego, USA, 2011/08/25.
95. M. Notomi (NTT), "fJ/bit photonics platform based on photonic crystals," SPIE Optics and Photonics, San Diego, USA, 2011/08/25.
96. T. Baba (Yokohama National University), "Photonic nanostructure devices,"

IEEE Photonics Society LA Chapter Seminar Series, Los Angeles, USA, 2011/08/26

97. K. Nozaki (NTT), "Photonic crystal nanocavities toward low-power on-chip nanophotonic devices," Conf. Laser and Electro-Optics Pacific Rim, Sydney, Australia, 2011/08/31.
98. T. Baba (Yokohama National University), "Photonic crystal devices fabricated by CMOS compatible process," Int. Conf. Solid State Dev. Mat., Nagoya, 2011/09/28
99. M. Notomi (NTT), "Modulated mode-gap cavities in various forms," IEEE Photonics Soc. Annual Meet., Virginia, USA, 2011/10/10.
100. T. Baba (Yokohama National University), "Slow light and bio-sensing with photonic crystals," IEEE Photonics Soc. Annual Meet., Virginia, USA, 2011/10/13.
101. A. Yokoo (NTT), "Nano-fabrication for photonic crystal functional device", 11th International Symposium on Advanced Organic Photonics, Seoul, Korea, 2011/11/07.
102. M. Notomi (NTT), "fJ/bit Integrated Nanophotonics Based on Nanocavities", SPIE Asia Communications and Optics Conference (ACP 2011), Shanghai, China, 2011/11/15.
103. M. Notomi (NTT), "Integrated Nanophotonics for Green ICT", RIES Int. Sympo., Sapporo, Japan, 2011/11/22.
104. M. Notomi (NTT), "fJ/bit integrated nanophotonics towards dense photonic network on chip", SPIE Photonics West, San Francisco, USA, 2012/01/23.
105. T. Baba, "Recent progress in on-chip slow light devices", SPIE Photonics West, San Francisco, USA, 2012/01/24.
106. 納富雅也 (NTT), "フォトリック結晶と負の屈折," 理研シンポジウム電磁メタマテリアル研究会, 埼玉, 2006/10/01
107. 納富雅也 (NTT), "フォトリック結晶の基礎," ナノ・マイクロセンシング研究会, 新宿, 2006/10/02.
108. 納富雅也 (NTT), "フォトリック結晶ナノ共振器を用いた光制御の展開," 東北大学電気通信研究所共同プロジェクト研究会, 宮城, 2006/11/14
109. 馬場俊彦 (横浜国立大学), "フォトリック結晶中のスローライト," 電子情報通信学会超高速光エレクトロニクス研究会, 東京, 2006/11/17
110. 馬場俊彦 (横浜国立大学), "フォトリック結晶研究の最新動向(II)," 光産業技術振興協会フォトリックスイノベーションシンポジウム, 京都, 2006/11/24.
111. 馬場俊彦 (横浜国立大学), "フォトリック結晶とシリコンフォトリックスの進展," フォトリックネットワーク技術研究会, 東京, 2006/12/11.

112. 納富雅也 (NTT), “フォトニック結晶ナノ共振器による光制御,” 上智大学物理学科コロキウム, 東京, 2007/01/11
113. 馬場俊彦 (横浜国立大学), “シリコン導波路光デバイス,” 量子エレクトロニクス研究会, 軽井沢, 2007/01/16.
114. 納富雅也 (NTT), “シリコンフォトニック結晶による光制御,” 量子エレクトロニクス研究会, 軽井沢, 2007/01/18
115. 馬場俊彦 (横浜国立大学), “フォトニック結晶,” 日本オプトメカトロニクス協会フォトニクス技術研修会 ---先端光技術の基礎と応用---, 東京, 2007/01/23.
116. 馬場俊彦 (横浜国立大学), “State-of-the-art photonic nanostructure devices,” 「情報通信技術に基づく未来社会基盤創生」シンポジウム, 横浜, 2007/01/26.
117. 馬場俊彦 (横浜国立大学), “シリコン微小光学デバイスとフォトニック結晶,” 日本学術振興会薄膜第 131 委員会研究会, 東京, 2007/02/02.
118. 馬場俊彦 (横浜国立大学), “フォトニックナノ構造光デバイスの世界,” 学術フロンティア「界面領域新機能材料の研究」シンポジウム, 大阪, 2007/03/09.
119. 馬場俊彦 (横浜国立大学), “シリコン微小パッシブデバイスの基礎と応用,” 電子情報通信学会シリコンフォトニクス研究会, 東京, 2007/07/19.
120. 馬場俊彦 (横浜国立大学), “シリコンフォトニクス,” 電気学会機能性誘電体薄膜先端技術調査専門委員会, 東京, 2007/08/24.
121. 馬場俊彦 (横浜国立大学), “シリコン微小導波路光デバイス,” 秋季応用物理学会講演会, 北海道, 2007/09/06.
122. 馬場俊彦 (横浜国立大学), “光とシリコンテクノロジー --- シリコンフォトニクスの現状と将来展望---,” Int. Conf. Solid State Dev. Mat. “Emerging Silicon Technology” Short Course, 筑波, 2007/09/18
123. 納富雅也 (NTT), “フォトニック結晶による光制御,” 光産業振興協会ブレイクスルーシンポジウム, 東京, 2007/11/30
124. 納富雅也 (NTT), “フォトニック結晶ナノ共振器による光制御,” 電気通信処理学会光通信シンポジウム, 東京, 2007/12/21
125. 馬場俊彦 (横浜国立大学), “フォトニック結晶(PC)の応用利用,” 科学技術振興機構俯瞰ワークショップ「科学技術シーズを産業につなぐための先端計測」, 東京, 2008/01/12.
126. 馬場俊彦 (横浜国立大学), “フォトニック結晶,” 日本オプトメカトロニクス協会フォトニクス技術研修会 ---先端光技術の基礎と応用---, 東京, 2008/01/30.
127. 馬場俊彦 (横浜国立大学), “フォトニック結晶スローライトデバイスの進展,” 電子情報通信学会集積デバイス技術研究会, 北海道, 2008/05/16.

128. 馬場俊彦 (横浜国立大学), “フォトリック結晶 --- 常識を超えて ---,” 微小光学特別セミナー「微小光学の基礎と発展」, 東京, 2008/06/06.
129. 田辺孝純 (NTT), “フォトリック結晶微小光共振器を用いた光スイッチとその応用,” 日本学術振興会・未踏ナノデバイステクノロジー第 151 委員会研究会, 北海道, 2008/06/19.
130. 馬場俊彦 (横浜国立大学), “シリコンパッシブ光デバイス,” JEITA 電子材料・デバイス技術専門委員会シリコンフォトリックス技術分科会, 東京, 2008/10/06.
131. 馬場俊彦 (横浜国立大学), “シリコンフォトリックスの現状と今後の展開,” 光産業技術振興協会フォトリックデバイス応用技術研究会「シリコンフォトリックス・ナノフォトリックス」, 東京, 2008/10/07.
132. 馬場俊彦 (横浜国立大学), “フォトリックナノ構造デバイス光デバイス,” かわさきサイエンス&テクノロジーフォーラム, 川崎, 2008/11/12.
133. 納富雅也 (NTT), “光を止める, 閉じ込める〜フォトリック結晶による光制御,” NTTサイエンスプラザ, 神奈川, 2008/11/21.
134. 馬場俊彦 (横浜国立大学), “フォトリック結晶とその応用,” 日本オプトエレクトロニクス協会技術講座「基礎からよく分かるナノ領域の光学」, 東京, 2009/02/06.
135. 馬場俊彦 (横浜国立大学), “フォトリック結晶スローライト技術の進展,” 日本学術振興会第 130 委員会, 東京, 2009/03/09.
136. 馬場俊彦 (横浜国立大学), “ファウンドリーサービスの研究開発へのインパクトと現状の課題,” 電子情報通信学会総合大会, 松山, 2009/03/18.
137. 納富雅也 (NTT), “フォトリック結晶による光波制御 (スローライトはどこまでできたか),” 微小光学研究会, 東京, 2009/05/19.
138. 納富雅也 (NTT), “光閉じ込めとスローライト〜フォトリック結晶による光制御の最前線〜,” 光学シンポジウム, 東京, 2009/07/02.
139. 納富雅也 (NTT), “フォトリック結晶ナノ光共振器による光制御,” 量子 ICT 運営会議, 東京, 2009/10/01.
140. 馬場俊彦 (横浜国立大学), “フォトリック結晶とシリコンフォトリックスによるスローライト技術,” 日本学術振興会第 179 委員会研究会, 京都, 2009/12/18.
141. 馬場俊彦 (横浜国立大学), “フォトリック結晶とシリコンフォトリックス〜光集積の新展開〜,” 微小光学特別セミナー, 東京, 2010/06/16.
142. 馬場俊彦 (横浜国立大学), “フォトリックナノ構造光デバイス,” サイエンステクノフロンティアフォーラム, 東京, 2010/08/21.
143. 馬場俊彦 (横浜国立大学), “シリコンフォトリックスの進展,” 光産業技術振興協会フォトリックデバイス・応用技術研究会, 東京, 2010/10/14.

144. 馬場俊彦 (横浜国立大学), “フォトニック結晶とシリコンフォトニクスにおける光学シミュレーション,” 日本アールソフト応用事例紹介セミナー, 東京, 2010/10/15.
145. 馬場俊彦 (横浜国立大学), “シリコンフォトニクス技術・デバイスの概要・開発動向と応用及び今後の展開,” 日本技術情報センターセミナー「急進展する次世代インターコネクションの開発・技術動向と応用, 今後の展開」, 東京, 2010/10/26.
146. 馬場俊彦 (横浜国立大学), “フォトニック結晶とシリコンフォトニクス,” 日本オプトメカトロニクス協会技術講座「基礎からよく分かるナノ領域の光学」, 東京, 2011/02/04.
147. 馬場俊彦 (横浜国立大学), “フォトニックナノ構造光デバイスの新展開,” ナノテク展先端 ICT シンポジウム, 東京, 2011/02/18.
148. 馬場俊彦 (横浜国立大学), “フォトニック結晶ナノレーザを用いたバイオセンシング,” 電子情報通信学会総合大会, 東京, 2011/03/14.
149. 鈴木恵治郎 (横浜国立大学), “カルコゲナイドフォトニック結晶導波路スローライト素子,” 電子情報通信学会総合大会, 東京, 2011/03/16.
150. 馬場俊彦 (横浜国立大学), “フォトニック結晶ナノレーザ---究極のナノスロット構造とその応用,” 応用物理学会春季講演会, 厚木, 2011/03/26.
151. 馬場俊彦 (横浜国立大学), “ナノ構造フォトニクスデバイス,” 電子情報通信学会ソサイエティ大会, 札幌, 2011/09/14.
152. H. C. Nguyen (横浜国立大学), “Si フォトニック結晶導波路高速光変調器,” 電子情報通信学会ソサイエティ大会, 札幌, 2011/09/15.
153. 馬場俊彦 (横浜国立大学), “自転車と同じスピードで走る光 -スローライト-,” 日本物理学会公開講座「光科学の最先端」, 東京, 2011/11/05.
154. 馬場俊彦 (横浜国立大学), “フォトニック結晶とシリコンフォトニクスにおける光学シミュレーション,” 日本アールソフト応用事例紹介セミナー, 東京, 2011/11/18.
155. 馬場俊彦 (横浜国立大学), “フォトニックナノ構造光デバイスの進展,” 電子情報通信学会集積光デバイスと応用技術研究会, 逗子, 2012/02/04.
156. 馬場俊彦 (横浜国立大学), “フォトニック結晶とシリコンフォトニクス,” 日本オプトメカトロニクス協会技術講座「基礎からよく分かるナノ領域の光学」, 東京, 2012/02/17.
157. 馬場俊彦 (横浜国立大学), グェンホン, 鈴木恵治郎, 斎藤悠二, 石倉徳洋, 新川瑞季, “フォトニックナノ構造によるスローライトとその応用”, 先端光量子科学アライアンスセミナー, 横浜, 2012/03/07.
158. 馬場俊彦 (横浜国立大学), “フォトニックデバイス製作におけるシリコンファブの利用”, 電子情報通信学会総合大会, 岡山, 2012/03/20.
159. 石倉徳洋 (横浜国立大学), 馬場俊彦, 倉持栄一, 納富雅也, “フォトニック結晶スローライト導波路による高分解能可変遅延とその応用”, 電子情報通信学会総合大会, 岡山,

2012/03/23.

② 口頭発表 (国内会議 185 件、国際会議 49 件)

1. T. Tanabe (NTT), "Fast all-optical pulse train modulation by silicon photonic crystal nanocavities," IEEE LEOS Annual Meet., Montreal, Canada, 2006/10/30.
2. E. Kuramochi (NTT), "Low loss long coupled resonator optical waveguides realized using ultrahigh-Q photonic crystal resonators," Photonic and Electromagnetic Crystal Structures, Monterey, USA, 2007/04/09.
3. K. Nozaki (Yokohama National University), "Room temperature cw lasing characteristics of photonic crystal nanolaser," Conf. Laser and Electro-Opt., Baltimore, USA, 2007/05/07.
4. E. Kuramochi (NTT), "Observation of heavy photon state in ultrahigh-Q photonic crystal coupled resonator chain.," Conf. Laser and Electro-Optics, Baltimore, USA, 2007/05/07.
5. W. Zheng (Yokohama National University), "Mode control by lattice deforming in InGaAsP/InP photonic crystal laser," Quantum Electron. Laser Sci., Baltimore, USA, 2007/05/09.
6. T. Matsumoto (Yokohama National University), "Light transfer, parallel focusing and demultiplexing using negative refraction in photonic crystal," Quantum Electron. Laser Sci., Baltimore, USA, 2007/05/09.
7. K. Nozaki (Yokohama National University), "Photonic crystal nanolaser integrated with passive waveguide," Int. Sympo. Compound Semicon., Kyoto, 2007/10/18.
8. H. Watanabe (Yokohama National University), "High efficiency photonic crystal micro/nano-lasers integrated with passive waveguide," IEEE/LEOS Annual Meet., Orlando, USA, 2007/10/22.
9. K. Nozaki (Yokohama National University), "Room temperature cw lasing by resonant pumping and its switching behavior in photonic crystal nanolaser," IEEE/LEOS Annual Meet., Orlando, USA, 2007/10/23.
10. T. Kawasaki (Yokohama National University), "Wideband slow light in photonic crystal coupled waveguides with chirped structure," IEEE/LEOS Annual Meet., Orlando, USA, 2007/10/23.
11. S. Kita (Yokohama National University), "Refractive index sensing utilizing cw photonic crystal nanolaser and its arrayed configuration," Conf. Laser and Electro-Optics, San Jose, USA, 2008/05/05.
12. Y. Hamachi (Yokohama National University), "Low dispersion slow light and nonlinearity enhancement in lattice-shifted photonic crystal waveguide," Quantum Electron. Laser Sci. Conf., San Jose, USA, 2008/05/06.
13. E. Kuramochi (NTT), "Ultrahigh-Q nanocavities realized by using a very narrow photonic crystal with built-in Air Slots," Conf. Laser and Electro-Optics, San

Diego, USA, 2008/05/07.

14. E. Kuramochi (NTT), "Slow pulse propagation in long photonic crystal coupled cavity waveguides," Conf. Laser and Electro-Optics, San Diego, USA, 2008/05/07.
15. T. Asatsuma (Yokohama National University), "Tight focusing of light in aberration-compensated photonic crystal negative refractive lens," Quantum Electron. Laser Sci., San Jose, USA, 2008/05/09.
16. T. Tanabe (NTT), "Dynamic release of short pulse from ultrahigh-Q nanocavities via adiabatic wavelength conversion," Conf. Lasers and Electro-Optics, San Jose, USA, 2008/05/09. (post-deadline)
17. H. Sasaki (Yokohama National University), "Wide delay tuning of narrow slow light pulse in SOI photonic crystal coupled waveguide," IEEE/LEOS Group IV Photon., Sorrento, Italy, 2008/09/19.
18. D. Hirahara (Yokohama National University), "Large birefringence in SOI layer and its application to polarization-insensitive devices," IEEE/LEOS Group IV Photon., Sorrento, Italy, 2008/09/19.
19. J. Adachi (Yokohama National University), "Formation of index chirping in SOI unchirped photonic crystal coupled waveguide for dispersion-compensated slow light pulse," IEEE Nanotech. Mat. Dev. Conf., Kyoto, 2008/10/20.
20. M. Notomi (NTT), "Ultrahigh-Q nanocavities with 1D periodicity," IEEE LEOS Annual Meet., New Port Beach, USA, 2008/11/13.
21. E. Kuramochi (NTT), "High Q photonic crystal line-defect nanocavities in very narrow membrane," Photonic and Electromagnetic Crystal Structures, Sydney, Australia, 2009/04/07.
22. E. Kuramochi (NTT), "Very-large-scale photonic crystal coupled cavity waveguides with large delay per pulse width ratio," Conf. Lasers and Electro-Optics, Baltimore, USA, 2009/06/04.
23. S. Kita (Yokohama National University), "Label-free biosensing utilizing ultrasmall photonic crystal nanolaser," OSA Integrated Photon. Nanophoton. Res. Appl. Top. Meet., Hawaii, USA, 2009/07/13.
24. J. Adachi (Yokohama National University), "Record wide range tuning of slow light pulse in photonic crystal coupled waveguide via turnup chirping," OSA Slow and Fast Light Top. Meet., Hawaii, USA, 2009/07/15.
25. K. Suzuki (Yokohama National University), "Fabrication and nonlinear enhancement in chalcogenide photonic crystal waveguides," IEEE LEOS Annual Meet., Turkey, 2009/10/8.
26. K. Nozaki (NTT), "All-optical switch involving Fano resonance in ultrasmall photonic crystal nanocavities," Conf. Laser and Electro-Optics, San Jose, USA, 2010/05/17.
27. E. Kuramochi (NTT), "Ultrahigh-Q silicon-on-insulator one dimensional

- mode-gap nanocavity,” Conf. Lasers and Electro-Optics, San Jose, USA, 2010/05/19.
28. S. Kita (Yokohama National University), “Photonic crystal nanolaser with nano-slit structure,” Int. Sympo Compound Semicon., Takamatsu, 2010/06/04.
 29. S. Kita (Yokohama National University), “High resolution biosensing using photonic crystal nano-slit H₀ nanolaser,” Int. Sympo Compound Semicon., Takamatsu, 2010/06/04.
 30. K. Suzuki (Yokohama National University), “Nonlinearity enhancement with low-dispersion slow-light in chalcogenide glass photonic crystal waveguide,” OSA Top. Meet. Integrated Photon. Res., Silicon and Nano-Photonics Research, Monterey, USA, 2010/07/29.
 31. H. C. Ngyuen (Yokohama National University), “Fabrication of GaInAsP photonic crystal slow light waveguides,” International Nano-Optoelectronics Workshop (iNOW), Beijing, China, 2010/08/09.
 32. Y. Saito (Yokohama National University), “Stopping of light by the dynamic tuning of photonic crystal slow light device,” International Nano-Optoelectronics Workshop (iNOW), Beijing, China, 2010/08/11.
 33. S. Matsuo (NTT), “20-Gbit/s directly modulated buried heterostructure photonic crystal laser with 8.76-fJ/bit operating energy,” European Conf. Optical Commun., Torino, Italy, 2010/09/23.
 34. E. Kuramochi (NTT), “High-Q 1D SOI nanocavity with side slab,” Photonic and Electromagnetic Crystal Structures, Granada, Spain, 2010/09/27.
 35. S. Kita (Yokohama National University), “Nano-slit photonic crystal nanolaser with mode localization in air,” IEEE Int. Semicon. Laser Conf., Kyoto, 2010/09/30.
 36. S. Kita (Yokohama National University), “High-sensitivity biosensing using nanolaser,” IEEE Sensors Conf., Hawaii, USA, 2010/11/04.
 37. M. Shinkawa (Yokohama National University), “Nonlinear enhancement in photonic crystal waveguides with spot-size converter,” SPIE Photonics West, San Francisco, USA, 2011/01/23.
 38. T. Baba (Yokohama National University), “Photonic crystals fabricated by using CMOS-compatible process,” Si Photonics Conf., Boston, USA, 2011/01/28.
 39. M. Shinkawa (Yokohama National University), “Nonlinear enhancement in low-dispersion slow light photonic crystal waveguides,” Si Photonics Conf., Boston, USA, 2011/01/28.
 40. H. C. Nguyen (Yokohama National University), “Fast and compact silicon photonic crystal modulator,” Conf. Laser and Electro-Optics, Baltimore, USA, 2011/05/03.
 41. K. Nozaki (NTT), “Ultralow-power all-optical memory using photonic crystal

- nanocavities with novel buried heterostructure,” Conf. Laser and Electro-Optics, Baltimore, USA, 2011/05/06.
42. C-H. Chen (NTT), “40-Gb/s direct modulation of optical injection-locked photonic crystal laser,” Conf. Laser and Electro-Optics, Baltimore, USA, 2011/05/06.
43. H. C. Nguyen (Yokohama National University), “Photonic crystal silicon optical modulators operating at 10 Gb/s,” Pacific Rim Conf. Laser and Electro-Optics, Sydney, Australia, 2011/08/31.
44. T. Baba (Yokohama National University), “Live cell imaging using photonic crystal nanolaser array,” Int. Conf. Miniaturized Sys. Chem. Life Sciences (micro-TAS), Seattle, USA, 2011/10/05.
45. S. Kita (Yokohama National University), “Trapping of protein in nanoslot nanolaser sensor,” Int. Conf. Miniaturized Sys. Chem. Life Sciences, Seattle, USA, 2011/10/04.
46. A. Yokoo (NTT), “Ultrahigh-Q nanocavities fabricated by scanning probe microscope lithography on pre-patterned photonic crystal”, IEEE Photonics Conf., Arlington, USA, 2011/10/11.
47. N. Ishikura (Yokohama National University), “Ultrahigh-resolution tunable delay of slow light and its application to fast optical correlator”, Micro-Optics Conf., Sendai, Japan, 2011/10/31.
48. N. Matsuda (NTT), “Slow light enhanced waveguide nonlinearity in ultrahigh-Q photonic crystal coupled resonator chain”, Micro-Optics Conf., Sendai, Japan, 2011/10/31.
49. K. Suzuki (Yokohama National University), “Symbol-rate-variable DQPSK receiver fabricated with CMOS-compatible process”, Micro-Optics Conf., Sendai, 2011/11/02.
50. 馬場俊彦 (横浜国立大学), “フォトリックナノ構造の光デバイス応用,” 神奈川県産学公交流発表会, 海老名, 2006/10/19.
51. 井上尚子 (横浜国立大学), “異方性媒質を満たしたフォトリック結晶スラブの偏光フィルタ効果,” 電子情報通信学会 PN, EMT, LQE, OPE 合同研究会, 大阪, 2007/01/29.
52. 野崎謙悟 (横浜国立大学), “極限微小モード体積を有するフォトリック結晶格子シフトナノレーザの室温連続発振,” 応用物理学会春季講演会, 神奈川, 2007/03/27.
53. 野崎謙悟 (横浜国立大学), “フォトリック結晶ナノレーザの Q 値制御による準無しきい値動作の観測,” 応用物理学会春季講演会, 神奈川, 2007/03/27.
54. 渡邊秀輝 (横浜国立大学), “フォトリック結晶スラブ微小レーザにおける波長チャーピングの考察,” 応用物理学会春季講演会, 神奈川, 2007/03/27.
55. 北翔太 (横浜国立大学), “フォトリック結晶微小レーザアレイを利用した屈折率センサの提案,” 応用物理学会春季講演会, 神奈川, 2007/03/27.

56. 野崎謙悟 (横浜国立大学), “パッシブ導波路集積型フォトニック結晶ナノレーザ,” 応用物理学会春季講演会, 神奈川, 2007/03/27.
57. 渡邊秀輝 (横浜国立大学), “アクティブ・パッシブ集積型フォトニック結晶スラブ(III) 結合効率の向上,” 応用物理学会春季講演会, 神奈川, 2007/03/27.
58. 朝妻智彦 (横浜国立大学), “フォトニック結晶スーパーレンズの光伝搬特性観測 (V) — イメージの転送,” 応用物理学会春季講演会, 神奈川, 2007/03/28.
59. 松本崇 (横浜国立大学), “SOI 基板上のフォトニック結晶スーパープリズムの光偏向特性観測(II) — 入出射端構造の最適化,” 応用物理学会春季講演会, 神奈川, 2007/03/28.
60. 松本崇 (横浜国立大学), “スーパープリズムとスーパーレンズを用いた波長フィルタ(III) — レンズ長の最適化,” 応用物理学会春季講演会, 神奈川, 2007/03/28.
61. 佐々木孝輔 (横浜国立大学), “低サイドローブ・偏光無依存 Si 細線 AWG,” 応用物理学会春季講演会, 神奈川, 2007/03/28.
62. 森大祐 (横浜国立大学), “チャープ構造フォトニック結晶導波路光群遅延素子の基礎特性(VI) — 共振の影響の除去—,” 応用物理学会春季講演会, 神奈川, 2007/03/29.
63. 佐々木弘和 (横浜国立大学), “チャープ構造フォトニック結晶導波路光群遅延素子の基礎特性(VII) — 遅延量の増大 —,” 応用物理学会春季講演会, 神奈川, 2007/03/29.
64. 川崎俊史 (横浜国立大学), “フォトニック結晶結合導波路の群遅延の測定,” 応用物理学会春季講演会, 神奈川, 2007/03/29.
65. 久保将策 (横浜国立大学), “低群速度・低分散フォトニック結晶導波路の検証 (II) — 導波路脇円孔の調整によるバンドエンジニアリング,” 応用物理学会春季講演会, 神奈川, 2007/03/29.
66. 渡邊秀輝 (横浜国立大学), “キャリア注入によるアクティブフォトニック結晶導波路のスローライトチューニングの見積もり,” 応用物理学会春季講演会, 神奈川, 2007/03/29.
67. 仲田文晴 (横浜国立大学), “低放射損失が期待される半導体 3 層構造フォトニック結晶線欠陥導波路の試作,” 応用物理学会春季講演会, 神奈川, 2007/03/29.
68. 田辺孝純 (NTT), “超高 Q 値フォトニック結晶微小光共振器の光子捕捉・パルス遅延・Q 値の動的制御,” 応用物理学会春季講演会, 神奈川, 2007/03/29.
69. 倉持栄一 (NTT), “フォトニック結晶超高 Q 結合共振器導波路の多連長尺化,” 応用物理学会春季講演会, 神奈川, 2007/03/29.
70. 加藤正夫 (NTT), “フォトニック結晶結合導波路におけるスローライト伝播の時間領域測定,” 応用物理学会春季講演会, 神奈川, 2007/03/29.
71. 北翔太 (横浜国立大学), “フォトニック結晶微小レーザアレイを利用した屈折率センサ(II) 素子動作の観察,” 応用物理学会秋季講演会, 北海道, 2007/09/07.

72. 横山圭佑 (横浜国立大学), “チャープ構造によるフォトニック結晶レーザの低コヒーレンス化,” 応用物理学会秋季講演会, 北海道, 2007/09/07.
73. 野崎謙悟 (横浜国立大学), “共鳴光励起によるフォトニック結晶ナノレーザの室温連続発振特性,” 応用物理学会秋季講演会, 北海道, 2007/09/07.
74. 佐々木弘和 (横浜国立大学), “局所加熱によるフォトニック結晶導波路の屈折率チャープの実現,” 応用物理学会秋季講演会, 北海道, 2007/09/08.
75. 森大祐 (横浜国立大学), “屈折率チャープ構造フォトニック結晶導波路によるチューナブルスローライトの実証,” 応用物理学会秋季講演会, 北海道, 2007/09/08.
76. 朝妻智彦 (横浜国立大学), “フォトニック結晶スーパーレンズの組み合わせによる収差補正,” 応用物理学会秋季講演会, 北海道, 2007/09/08.
77. 納富雅也 (NTT), “フォトニック結晶による光制御,” 光産業振興協会ブレイクスルーシンポジウム, 東京, 2007/11/30
78. 納富雅也 (NTT), “フォトニック結晶ナノ共振器による光制御,” 電気通信処理学会光通信シンポジウム, 東京, 2007/12/21
79. 朝妻智彦 (横浜国立大学), “フォトニック結晶スーパーレンズの組み合わせによる収差補正(II) 集光の観測,” 応用物理学会春季講演会, 千葉, 2008/03/27.
80. 北翔太 (横浜国立大学), “フォトニック結晶微小レーザアレイを利用した屈折率センサ(III) CW 動作による屈折率分解能の改善,” 応用物理学会春季講演会, 千葉, 2008/03/27.
81. 平原大地 (横浜国立大学), “高屈折率差導波路の分散特性における複屈折の影響,” 応用物理学会春季講演会, 千葉, 2008/03/27.
82. 平原大地 (横浜国立大学), “微小光デバイス用スマートカット SOI 基板における大きな複屈折の可能性,” 応用物理学会春季講演会, 千葉, 2008/03/27.
83. 濱地洋平 (横浜国立大学), “低群速度・低分散フォトニック結晶導波路の検証(V) 格子シフト構造の実証,” 応用物理学会春季講演会, 千葉, 2008/03/27.
84. 久保将策 (横浜国立大学), “低群速度・低分散フォトニック結晶導波路の検証(VI) 非線形効果増大,” 応用物理学会春季講演会, 千葉, 2008/03/27.
85. 川崎俊史 (横浜国立大学), “チャープ構造フォトニック結晶結合導波路によるスローライトパルスチューニング,” 応用物理学会春季講演会, 千葉, 2008/03/27.
86. 佐々木弘和 (横浜国立大学), “フォトニック結晶結合導波路のチューナブルスローライトに向けた屈折率チャープ形成,” 応用物理学会春季講演会, 千葉, 2008/03/27.
87. 足立淳 (横浜国立大学), “熱チャープによるフォトニック結晶結合導波路の広帯域スローライト生成,” 応用物理学会春季講演会, 千葉, 2008/03/27.
88. 仲田丈晴 (横浜国立大学), “全半導体フォトニック結晶アクティブ導波路の光励起入出力

- 特性(III) 低群速度の確認と信号強度の増大,” 応用物理学会春季講演会, 千葉, 2008/03/27.
89. 横山圭佑 (横浜国立大学), “チャープ構造フォトニック結晶スラブバンドエッジレーザの低コヒーレンス特性の評価,” 応用物理学会春季講演会, no. 28p-ZX-5, 千葉, 2008/03/27.
90. 斎藤悠二 (横浜国立大学), “フォトニック結晶スラブ微小レーザにおける波長チャーピングの考察(II) 温度特性の調査,” 応用物理学会春季講演会, 千葉, 2008/03/27.
91. 渡邊秀輝 (横浜国立大学), “フォトニック結晶線欠陥導波路型レーザの室温連続発振,” 応用物理学会春季講演会, 千葉, 2008/03/27.
92. 野崎謙悟 (横浜国立大学), “フォトニック結晶ナノ共振器のファノ共鳴系を用いた高消光比双安定スイッチングの検討,” 応用物理学会春季講演会, 千葉, 2008/03/27.
93. 渡邊秀輝 (横浜国立大学), “アクティブ・パッシブ集積型フォトニック結晶スラブ(III) 端面構造最適化によるレーザ効率向上,” 応用物理学会春季講演会, 千葉, 2008/03/28.
94. 馬場俊彦 (横浜国立大学), “フォトニック結晶微小光源と巨大分散光制御アクティブデバイスの開発,” 科学技術振興機構 CREST 光科学領域シンポジウム, 東京, 2008/04/28.
95. 田辺孝純 (NTT), “フォトニック結晶微小光共振器を用いた光スイッチとその応用,” 日本学術振興会第 151 委員会研究会, 北海道, 2008/06/19~21.
96. 北翔太 (横浜国立大学), “混合液を利用した CW 動作フォトニック結晶ナノレーザの温度無依存化の可能性,” 応用物理学会秋季講演会, 愛知, 2008/09/02.
97. 北翔太 (横浜国立大学), “フォトニック結晶微小レーザアレイを利用した屈折率センサ(IV) 一分解能向上のための大規模アレイ化,” 応用物理学会秋季講演会, 愛知, 2008/09/02.
98. 朝妻智彦 (横浜国立大学), “フォトニック結晶による点光源のコリメート光変換,” 応用物理学会秋季講演会, 愛知, 2008/09/02.
99. 濱地洋平 (横浜国立大学), “低群速度・低分散フォトニック結晶導波路の検証 (VI) 一非線形効果増大,” 応用物理学会秋季講演会, 愛知, 2008/09/03.
100. 佐々木弘和 (横浜国立大学), “チャープ構造フォトニック結晶結合導波路によるスローライトパルスチューニング(II) ・・チューニング幅の拡大,” 応用物理学会秋季講演会, 愛知, 2008/09/03.
101. 足立淳 (横浜国立大学), “折り返しチャープによるフォトニック結晶結合導波路のスローライト特性改善,” 応用物理学会秋季講演会, 愛知, 2008/09/03.
102. 平原大地 (横浜国立大学), “SOI 層の大きな複屈折を検証するための偏波無依存 Si 細線 AWG の評価,” 応用物理学会秋季講演会, 愛知, 2008/09/03.
103. 斎藤悠二 (横浜国立大学), “フォトニック結晶導波路スローライトデバイスへの動的制御によるストップライト生成の提案,” 応用物理学会秋季講演会, 愛知, 2008/09/03.

- 104.石倉徳洋 (横浜国立大学), “局所的な Si 熱酸化による SOI フォトニック結晶デバイスのトリミング,” 応用物理学会秋季講演会, 愛知, 2008/09/03.
- 105.今川圭一 (NTT), “フォトニック・アモルファス・ダイヤモンドにおけるフォトニックギャップ形成機構,” 応用物理学会秋季講演会, 愛知, 2008/09/03.
- 106.倉持栄一 (NTT), “分散の異なるフォトニック結晶結合共振器導波路におけるパルス伝搬,” 応用物理学会秋季講演会, 愛知, 2008/09/03.
- 107.田辺孝純 (NTT), “高 Q 値フォトニック結晶共振器の動的制御による断熱的波長シフト実験,” 応用物理学会秋季講演会, 愛知, 2008/09/03.
- 108.田辺孝純 (NTT), “断熱的波長シフトを利用した超高 Q 値フォトニック結晶共振器からの短パルス読み出し,” 応用物理学会秋季講演会, 愛知, 2008/09/03.
- 109.倉持栄一 (NTT), “ダブルエアスロットを配置した薄いフォトニック結晶バリア中の共振器構造の解析,” 応用物理学会秋季講演会, 愛知, 2008/09/03.
- 110.倉持栄一 (NTT), “ダブルエアスロットを配置した薄いフォトニック結晶バリアによる超高 Q 共振器の実現,” 応用物理学会秋季講演会, 愛知, 2008/09/03.
- 111.有田与希 (横浜国立大学), “Si 細線多段分岐・合流回路を利用した高速光パルス列発生器,” 応用物理学会春季講演会, 茨城, 2009/03/30.
- 112.有田与希 (横浜国立大学), “リングオールパスフィルタアレイによるチューナブルスローライトデバイス,” 応用物理学会春季講演会, 茨城, 2009/03/30.
- 113.佐々木弘和 (横浜国立大学), “チャープ構造フォトニック結晶結合導波路の長尺化による遅延時間の増大,” 応用物理学会春季講演会, 茨城, 2009/03/30.
- 114.足立淳 (横浜国立大学), “折り返しチャープによるフォトニック結晶結合導波路の遅延チューニング範囲の拡大,” 応用物理学会春季講演会, 茨城, 2009/03/30.
- 115.斎藤悠二 (横浜国立大学), “フォトニック結晶導波路デバイスの動的制御による複数パルスの停止,” 応用物理学会春季講演会, 茨城, 2009/03/30.
- 116.斎藤悠二 (横浜国立大学), “光励起分布とキャリア効果を考慮したフォトニック結晶導波路デバイスのストップライトシミュレーション,” 応用物理学会春季講演会, 茨城, 2009/03/30.
- 117.濱地洋平 (横浜国立大学), “格子シフト型フォトニック結晶導波路による分散補償/低分散複合スローライト,” 応用物理学会春季講演会, 茨城, 2009/03/30.
- 118.北翔太 (横浜国立大学), “スラブ厚調整によるフォトニック結晶ナノレーザの水中アサーマル化,” 応用物理学会春季講演会, 茨城, 2009/03/31.
- 119.鈴木恵治郎 (横浜国立大学), “Ag-As₂Se₃ カルコゲナイドガラスフォトニック結晶導波路の作製,” 応用物理学会春季講演会, 茨城, 2009/03/31.
- 120.納富雅也 (NTT), “モードギャップ導波路の動的屈折率変調による共振器形成と光のピン

- 止め,” 応用物理学会春季講演会, 茨城, 2009/03/31.
121. 倉持栄一 (NTT), “非常に狭い中空薄膜中の高 Q 値フォトニック結晶線欠陥共振器,” 応用物理学会春季講演会, 茨城, 2009/03/31.
122. 枝川成樹 (NTT), “フォトニック・アモルファス・ダイヤモンドにおける光局在,” 応用物理学会春季講演会, 茨城, 2009/03/31.
123. 今川圭一 (NTT), “フォトニック・アモルファス・ダイヤモンドの電磁波透過スペクトル,” 応用物理学会春季講演会, 茨城, 2009/03/31.
124. 阿部紘士 (横浜国立大学), “フォトニック結晶レンズとコリメータの近接場顕微鏡観察の検討,” 応用物理学会春季講演会, 茨城, 2009/04/01.
125. 足立淳 (横浜国立大学), “非チャープフォトニック結晶結合導波路のポストプロセスと遅延チューニング範囲の拡大,” 応用物理学会秋季講演会, 富山, 2009/09/08.
126. 濱地洋平 (横浜国立大学), “低分散 / 分散補償複合スローライトを用いたピコ秒パルス的高速チューニング,” 応用物理学会秋季講演会, 富山, 2009/09/08.
127. 斎藤悠二 (横浜国立大学), “二光子吸収によるフォトニック結晶導波路デバイスのストップライト生成,” 応用物理学会秋季講演会, 富山, 2009/09/08.
128. 斎藤悠二 (横浜国立大学), “フォトニック結晶導波路デバイスの動的制御ストップライトを利用したパルス入れ替え,” 応用物理学会秋季講演会, 富山, 2009/09/08.
129. 阿部紘士 (横浜国立大学), “フォトニック結晶ナノレーザの波長チャーピングを利用した波長スイーパ,” 応用物理学会秋季講演会, 富山, 2009/09/08.
130. 北翔太 (横浜国立大学), “水中アサーマルフォトニック結晶ナノレーザによる高分解能バイオセンシング,” 応用物理学会秋季講演会, 富山, 2009/09/08.
131. 鈴木恵治郎 (横浜国立大学), “カルコゲナイドガラスフォトニック結晶導波路の作製精度向上,” 応用物理学会秋季講演会, 富山, 2009/09/09.
132. 鈴木恵治郎 (横浜国立大学), “カルコゲナイドガラスフォトニック結晶導波路における非線形光学効果の観測,” 応用物理学会秋季講演会, 富山, 2009/09/09.
133. 石倉徳洋 (横浜国立大学), “フォトニック結晶結合導波路の熱遅延チューニングを用いた高速な相関系の提案,” 応用物理学会秋季講演会, 富山, 2009/09/10.
134. 有田与希 (横浜国立大学), “Si 細線方向性結合器による多段分岐・合流回路を利用した低損失高速周期光パルス列発生器,” 応用物理学会秋季講演会, 富山, 2009/09/10.
135. 有田与希 (横浜国立大学), “リングオールパスフィルタアレイによるチューナブルスローライトデバイスの製作,” 応用物理学会秋季講演会, 富山, 2009/09/10.
136. 北翔太 (横浜国立大学), “フォトニック結晶ナノレーザによるバイオセンシング,” 応用物理学会秋季講演会, 富山, 2009/09/10.

- 137.倉持栄一 (NTT), “1次元フォトニック結晶モードギャップ高 Q 共振器の作製,” 応用物理学会秋季講演会, 富山, 2009/09/09.
- 138.田辺孝純 (NTT), “PIN 付きシリコンフォトニック結晶共振器による低電圧駆動電気光変調,” 応用物理学会秋季講演会, 富山, 2009/09/09.
- 139.田辺孝純 (NTT), “1D フォトニック結晶共振器の熱解析及び極低パワー熱光学双安定の観測,” 応用物理学会秋季講演会, 富山, 2009/09/09.
- 140.新家昭彦 (NTT), “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,” 応用物理学会秋季講演会, 富山, 2009/09/08.
- 141.野崎謙悟 (NTT), “InGaAsP フォトニック結晶格子シフト共振器による低エネルギー全光スイッチ動作,” 応用物理学会秋季講演会, 富山, 2009/09/08.
- 142.松尾慎治 (NTT), “埋め込みヘテロ構造を持つフォトニック結晶レーザ,” 応用物理学会秋季講演会, 富山, 2009/09/08.
- 143.Young-Geun Roh (NTT), “空気層を有する二層構造のフォトニック結晶スラブの作製とその光学特性の評価,” 応用物理学会秋季講演会, 富山, 2009/09/09.
- 144.横尾篤 (NTT), “AFM リソグラフィを使ったフォトニック結晶修飾による共振器チューニングと共振器形成,” 応用物理学会秋季講演会, 富山, 2009/09/09.
- 145.角倉久史 (NTT), “シリコンフォトニック結晶共振器による励起子の発光増強,” 応用物理学会秋季講演会, 富山, 2009/09/09.
- 146.今川圭一 (NTT), “フォトニック・アモルファス・ダイヤモンドにおける光局在 II,” 応用物理学会秋季講演会, 富山, 2009/09/09.
- 147.田辺孝純 (NTT), “フォトニック結晶微小光共振器の電気変調 Q スイッチ,” 応用物理学会春季講演会, 18pL16, 神奈川, 2010/03/18.
- 148.野崎謙悟 (NTT), “フォトニック結晶ナノ共振器によるファノ共鳴系を用いた光スイッチ,” 応用物理学会春季講演会, 18pL17, 神奈川, 2010/03/18.
- 149.田辺孝純 (NTT), “フォトニック結晶共振器集積 pin ダイオードによる全シリコン赤外光検出器,” 応用物理学会春季講演会, 19aM12, 神奈川, 2010/03/19.
- 150.Y-G. Roh (NTT), “2 層構造フォトニック結晶における光誘起機械振動の観察,” 応用物理学会春季講演会, 19aM18, 神奈川, 2010/03/19.
- 151.今川圭一 (NTT), “誘電体球で構成した PAD 構造におけるフォトニックバンドギャップ形成,” 応用物理学会春季講演会, 20aM4, 神奈川, 2010/03/20.
- 152.横尾篤 (NTT), “AFM リソグラフィを使ったフォトニック結晶修飾によるモードギャップ共振器形成と非線形応答,” 応用物理学会春季講演会, 20aM8, 神奈川, 2010/03/20.
- 153.倉持栄一 (NTT), “1 次元モードギャップ共振器の高性能化,” 応用物理学会春季講演

会, 20pM3, 神奈川, 2010/03/20.

154. 鈴木恵治郎 (横浜国立大学), “カルコゲナイドフォトニック結晶導波路における低分散スローライト構造の最適化,” 応用物理学会秋季講演会, 長崎, 2010/09/15.
155. 鈴木恵治郎 (横浜国立大学), “カルコゲナイド装荷シリコンフォトニクスデバイスにおけるクラッド境界の散乱損失緩和と非線形特性評価,” 応用物理学会秋季講演会, 長崎, 2010/09/15.
156. 早川涼 (横浜国立大学), “外部制御用ヒータ付きフォトニック結晶スローライトデバイス,” 応用物理学会秋季講演会, 長崎, 2010/09/15.
157. 石倉徳洋 (横浜国立大学), “フォトニック結晶スローライトデバイス光相関計の走査範囲拡大,” 応用物理学会秋季講演会, 長崎, 2010/09/15.
158. H. C. Nguyen (横浜国立大学), “フォトニック結晶導波路を用いた MZI 光変調器の検討,” 応用物理学会秋季講演会, 長崎, 2010/09/15.
159. 新川瑞季 (横浜国立大学), “CMOS フォトニック結晶導波路による非線形効果増大,” 応用物理学会秋季講演会, 長崎, 2010/09/15.
160. 野崎謙悟 (NTT), “InGaAsP/InP 埋め込みヘテロ構造をもつフォトニック結晶ナノ共振器による低消費パワー全光ビットメモリ,” 応用物理学会秋季講演会, 長崎, 2010/09/15.
161. 陳錦慧 (NTT), “InGaAsP/InP 埋め込み型フォトニック結晶レーザによる光双安定現象,” 応用物理学会秋季講演会, 長崎, 2010/09/15.
162. 松田信幸 (NTT), “シリコンフォトニック結晶結合共振器光導波路を用いた非線形パルス圧縮,” 応用物理学会秋季講演会, 長崎, 2010/09/15.
163. 成松道正 (横浜国立大学), “細胞直接観察のための多波長フォトニック結晶ナノレーザアレイ,” 応用物理学会秋季講演会, 長崎, 2010/09/16.
164. 北翔太 (横浜国立大学), “ナノスロットフォトニック結晶 H0 ナノレーザによるバイオセンシング感度の増大,” 応用物理学会秋季講演会, 長崎, 2010/09/16.
165. 谷山秀昭 (NTT), “フォトニック結晶共振器中のダイポールからの発光の FDTD 計算,” 応用物理学会秋季講演会, 長崎, 2010/09/16.
166. 角倉久史 (NTT), “シリコンフォトニック結晶共振器中における励起子発光の時間分解測定,” 応用物理学会秋季講演会, 長崎, 2010/09/16.
167. 松尾慎治 (NTT), “埋め込みヘテロ構造を持つフォトニック結晶レーザ(II),” 応用物理学会秋季講演会, 長崎, 2010/09/16.
168. 倉持栄一 (NTT), “サイドスラブ付き高 Q 値 SOI 1 次元フォトニック結晶共振器,” 応用物理学会秋季講演会, 長崎, 2010/09/17.
169. 俵毅彦 (NTT), “単一励起子-光子強結合状態の励起条件依存 II,” 応用物理学会秋季講演会, 長崎, 2010/09/16.

- 170.信夫史弘 (横浜国立大学), “ヒーター制御リングオールパスフィルタによるチューナブルスローライトデバイス,” 応用物理学会秋季講演会, 長崎, 2010/09/17.
- 171.有田与希 (横浜国立大学), “光超電導集積回路のための光-SFQ 変換回路の検討,” 応用物理学会秋季講演会, 長崎, 2010/09/17.
- 172.石倉徳洋 (横浜国立大学), “フォトリック結晶スローライトデバイスへの CMOS プロセス適用と加熱による遅延チューニングの応用,” 電子情報通信学会レーザ量子エレクトロニクス研究会, 大阪, 2011/01/27.
- 173.信夫史弘 (横浜国立大学), “シリコンフォトリックスによる可変遅延器と高速周期光パルス列発生器,” 電子情報通信学会レーザ量子エレクトロニクス研究会, 大阪, 2011/01/27.
- 174.茂呂将典 (横浜国立大学), “シリコンフォトリックスとカルコゲナイドガラスの組み合わせによる非線形増大,” 応用物理学会春季講演会, 厚木, 2011/03/24.
- 175.信夫史弘 (横浜国立大学), 有田与希, 石倉徳洋, 馬場俊彦, “ヒーター制御リングオールパスフィルタ型スローライトデバイスでの低分散可変遅延,” 応用物理学会春季講演会, 厚木, 2011/03/24.
- 176.H. C. Nguyen (横浜国立大学), “シンボルレート可変シリコンフォトリックス DQPSK レシーバーの設計,” 応用物理学会春季講演会, 厚木, 2011/03/24.
- 177.石倉徳洋 (横浜国立大学), “パルス圧縮によるフォトリック結晶スローライトデバイス光相関計の時間分解能向上,” 応用物理学会春季講演会, 厚木, 2011/03/24.
- 178.成松道正 (横浜国立大学), “フォトリック結晶ナノレーザアレイによる細胞観察の試薬による違い,” 応用物理学会春季講演会, 厚木, 2011/03/25.
- 179.北翔太 (横浜国立大学), “ナノスロットフォトリック結晶ナノレーザによる超高感度バイオセンシング,” 応用物理学会春季講演会, 厚木, 2011/03/25.
- 180.阿部紘士 (横浜国立大学), “細胞観察用フォトリック結晶ナノレーザアレイの大規模化,” 応用物理学会春季講演会, 厚木, 2011/03/25.
- 181.北翔太 (横浜国立大学), “ナノスロットフォトリック結晶 H0 ナノレーザの構造最適化による発振特性の向上,” 応用物理学会春季講演会, 厚木, 2011/03/25.
- 182.武田浩司 (NTT), “埋込ヘテロ構造フォトリック結晶レーザの高温特性,” 応用物理学会春季講演会, 厚木, 2011/03/25
- 183.C-H. Chen (NTT), “Bandwidth enhancement in directly modulated photonic crystal laser by optical injection locking,” 応用物理学会春季講演会, 厚木, 2011/03/25.
- 184.大塚翔太 (横浜国立大学), “ナノスロットフォトリック結晶ナノレーザを用いたバイオセンサーにおける特異吸着の検出,” 応用物理学会春季講演会, no. 25p-CB-11, 2011/03/25.
- 185.金志明 (NTT), “Linewidth of buried heterostructure photonic crystal nanocavity laser,”

応用物理学会春季講演会, 厚木, 2011/03/26.

- 186.倉持栄一 (NTT), Won Sug Lee, 野崎謙悟, 納富雅也, “サイドスラブ付高Q値1次元ナノ共振器における熱特性,” 応用物理学会春季講演会, 厚木, 2011/03/26.
- 187.中野裕也, H. C. Nguyen, 新川瑞季, 馬場俊彦, “Siフォトニック結晶スローライト光変調器の熱変調,” 応用物理学会春季講演会, 厚木, 2011/03/26.
- 188.野崎謙悟 (NTT), “フォトニック結晶ナノ共振器によるシリアル／パラレル多ビット全光RAM,” 応用物理学会春季講演会, 厚木, 2011/03/26.
- 189.H. C. Nguyen (横浜国立大学), “Siフォトニック結晶導波路光変調器の試作,” 応用物理学会春季講演会, 厚木, 2011/03/26.
- 190.早川涼(横浜国立大学), “集積ヒーターによるフォトニック結晶スローライトデバイスの遅延チューニング,” 応用物理学会春季講演会, 厚木, 2011/03/26.
- 191.新川瑞季 (横浜国立大学), “CMOS フォトニック結晶導波路の非線形効果を用いた入出力応答制御,” 応用物理学会春季講演会, 厚木, 2011/03/26.
- 192.鈴木恵治郎(横浜国立大学), “カルコゲナイドガラス装荷シリコンフォトニック結晶導波路の非線形特性観測,” 応用物理学会春季講演会, 厚木, 2011/03/26.
- 193.横尾篤(NTT), “AFM リソグラフィを使ったフォトニック結晶修飾によるモードギャップ共振器形成(II),” 応用物理学会春季講演会, 厚木, 2011/03/26.
- 194.太田泰友 (東京大学), “カルコゲナイド装荷 GaAs フォトニック結晶におけるナノ共振器の In-situ 形成,” 応用物理学会春季講演会, 厚木, 2011/03/26
- 195.北翔太 (横浜国立大学), “異なるナノスロット幅をもつナノレーザバイオセンサアレイによるタンパク質の定量評価,” 応用物理学会秋季講演会, 山形, 2011/08/30.
- 196.大塚翔太 (横浜国立大学), “ナノスロットナノレーザバイオセンサの表面処理最適化による抗原抗体特異検出の安定化,” 応用物理学会秋季講演会, 山形, 2011/08/30.
- 197.茂呂将典 (横浜国立大学), “カルコゲナイドガラス装荷スロット導波路における非線形効果,” 応用物理学会秋季講演会, 山形, 2011/08/31.
- 198.H. C. Nguyen (横浜国立大学), “Si フォトニック結晶光変調器の 10Gb/s 動作,” 応用物理学会秋季講演会, 山形, 2011/09/01.
- 199.新川瑞季 (横浜国立大学), “CMOS フォトニック結晶導波路の非線形効果による超高速遅延チューニング,” 応用物理学会秋季講演会, 山形, 2011/09/01.
- 200.早川涼 (横浜国立大学), “PIN 接合付きフォトニック結晶スローライトデバイスの遅延チューニング,” 応用物理学会秋季講演会, 山形, 2011/09/01.
- 201.石倉徳洋 (横浜国立大学), “高精度 EB 描画プロセスを用いて製作したフォトニック結晶スローライトデバイスにおける可変遅延幅の拡大と光相関計への応用,” 応用物理学会秋季

講演会, 山形, 2011/09/01.

202. 石倉徳洋 (横浜国立大学), “ヒータチューナを集積した CMOS フォトニック結晶スローライトデバイスの可変遅延チューニング幅の拡大,” 応用物理学会秋季講演会, 山形, 2011/09/01.
203. 早川涼 (横浜国立大学), “PN 接合付きフォトニック結晶導波路二光子吸収フォトダイオードと光パルス相関測定への応用,” 応用物理学会秋季講演会, 山形, 2011/09/01.
204. 北翔太 (横浜国立大学), “ナノスロットフォトニック結晶ナノレーザにおける光勾配力の考察,” 応用物理学会秋季講演会, 山形, 2011/09/01.
205. 鈴木恵治郎 (横浜国立大学), “シンボルレート可変シリコンフォトニクス DQPSK レシーバの製作,” 応用物理学会秋季講演会, 山形, 2011/09/02.
206. 鈴木恵治郎 (横浜国立大学), “オンチップ Ge 光アッテネータ,” 応用物理学会秋季講演会, 山形, 2011/09/02.
207. 谷山秀昭 (NTT), “GPGPU による 3D-FDTD 計算の高速化プログラミング,” 応用物理学会秋季講演会, 山形, 2011/08/31.
208. 倉持栄一 (NTT), “Si プロセスとの整合性を高めた高 Q 値 1 次元フォトニック結晶共振器,” 応用物理学会秋季講演会, 山形, 2011/08/31.
209. 横尾篤 (NTT), “AFM リソグラフィを使ったフォトニック結晶修飾によるモードギャップ共振器形成 (III),” 応用物理学会秋季講演会, 山形, 2011/08/31.
210. 角倉久史 (NTT), “シリコンフォトニック結晶共振器と結合した銅等電子中心の発光,” 応用物理学会秋季講演会, 山形, 2011/08/31.
211. ダナン ビロウスト (NTT), “共振器による量子ドットからの通信波長帯単一光子発光の増強と高速化,” 応用物理学会秋季講演会, 山形, 2011/08/31.
212. C-H. Chen (NTT), “Direct modulation bandwidth enhancement of optical injection-locked photonic crystal laser,” 応用物理学会秋季講演会, 山形, 2011/09/01.
213. 武田浩司 (NTT), “埋込ヘテロ構造フォトニック結晶レーザの高温における小信号応答,” 応用物理学会秋季講演会, 山形, 2011/09/01.
214. J. Kim (NTT), “Q factor dependence of the linewidth of photonic crystal lasers,” 応用物理学会秋季講演会, 山形, 2011/09/01.
215. 今川成樹 (NTT), “フォトニック・アモルファス・ダイヤモンドにおける点欠陥共振器,” 応用物理学会秋季講演会, 山形, 2011/09/02.
216. 武田浩司 (NTT), “波長サイズ埋込活性層フォトニック結晶レーザの電流注入特性,” 応用物理学会春季講演会, 東京, 2012/03/16.
217. 滝口雅人 (NTT), “InGaAsP/InP 埋込ヘテロ構造フォトニック結晶ナノ共振器の発光寿命

- 評価,” 応用物理学会春季講演会, 東京, 2012/03/16.
- 218.横尾篤 (NTT), “ディップペンナノリソグラフィを使ったフォトニック結晶修飾,” 応用物理学会春季講演会, 東京, 2012/03/16.
- 219.佐藤具就 (NTT), “波長サイズ埋込活性層フォトニック結晶レーザの作製,” 応用物理学会春季講演会, 東京, 2012/03/16.
- 220.酒井裕也 (横浜国立大学), “pn 接合付きフォトニック結晶導波路のキャリア誘起屈折率変化の解析”, 応用物理学会春季講演会, 東京, 2012/03/15.
- 221.細井玲 (横浜国立大学), “個別制御マルチヒータを集積した CMOS フォトニック結晶スローライトデバイスの任意分散特性の生成”, 応用物理学会春季講演会, 東京, 2012/03/15.
- 222.石倉徳洋 (横浜国立大学), “ヒータチューナ集積 CMOS フォトニック結晶スローライトデバイスにおけるパルス圧縮を伴う遅延チューニング”, 応用物理学会春季講演会, 東京, 2012/03/15.
- 223.近藤圭祐 (横浜国立大学), “ フォトニック結晶導波路の非線形効果による超高速遅延チューニング(II) ”, 応用物理学会春季講演会, 東京, 2012/03/15.
- 224.新川瑞季 (横浜国立大学), “フォトニック結晶導波路の非線形効果によるパルス列内での選択的な超高速遅延チューニング”, 応用物理学会春季講演会, 東京, 2012/03/15.
- 225.早川涼 (横浜国立大学), “pn 接合付きフォトニック結晶導波路二光子吸収フォトダイオードと光パルス相関測定への応用 (II) – 相関波形の観測 –”, 応用物理学会春季講演会, 東京, 2012/03/15.
- 226.成松道正 (横浜国立大学), “フォトニック結晶ナノレーザの放射パターン制御”, 応用物理学会春季講演会, 東京, 2012/03/16.
- 227.茂呂将典 (横浜国立大学), “カルコゲナイドガラス装荷スロット導波路における広帯域な四光波混合”, 応用物理学会春季講演会, 東京, 2012/03/16.
- 228.阿部紘士 (横浜国立大学), “細胞観察に向けたフォトニック結晶ナノレーザアレイの大面積化”, 応用物理学会春季講演会, 東京, 2012/03/16.
- 229.岡村直柔 (横浜国立大学), “フォトニック結晶ナノレーザにおける電気・化学的効果による波長シフトの調査”, 応用物理学会春季講演会, 東京, 2012/03/17.
- 230.阿部紘士 (横浜国立大学), “フォトニック結晶ナノレーザアレイによる細胞イメージングの広範囲化”, 応用物理学会春季講演会, 東京, 2012/03/17.
- 231.大塚翔太 (横浜国立大学), “ナノスロットナノレーザバイオセンサによる極低濃度ストレプトアビジン検出の検証”, 応用物理学会春季講演会, 東京, 2012/03/17.
- 232.羽中田祥司 (横浜国立大学), “ナノスロットナノレーザによる不純物環境下でのストレプトアビジン選択的吸着検出”, 応用物理学会春季講演会, 東京, 2012/03/17.

233. Hong C. Nguyen (横浜国立大学), “RF 終端無し Si フォトニック結晶光変調器の 1.6 Vpp 10 Gb/s 動作”, 応用物理学会春季講演会, 東京, 2012/03/18.

234. 鈴木恵治郎 (横浜国立大学), “シリコンフォトニクス DQPSK 変調器とレーザーの特性評価”, 応用物理学会春季講演会, 東京, 2012/03/18.

③ ポスター発表 (国内会議 26、国際会議 24)

1. R. J. P. Engelen (AMOLF), “Near-field investigation of chirped photonic crystal waveguides,” Photon. Electromag. Crystal Structures, Monterey, 2007/04/09.
2. H. Taniyama (NTT), “Radiation force of photonic crystal cavity structures,” Photon. Electromag. Crystal Structures, Montrey, 2007/04/09.
3. T. Kawasaki (Yokohama National University), “Large group index under zero GVD condition in photonic crystal coupled waveguides,” IEEE/LEOS Int. Conf. Group IV Photon., Tokyo, 2007/09/19.
4. S. Kubo (Yokohama National University), “Demonstration of low-group-velocity and Low-dispersion photonic crystal waveguide,” IEEE/LEOS Int. Conf. Group IV Photon., Tokyo, 2007/09/19.
5. K. Nozaki (Yokohama National University), “Room temperature CW lasing in photonic crystal nanolaser by resonant photopumping,” Int. Sympo. Compound Semicon., Kyoto, 2007/10x/.
6. H. Watanabe (Yokohama National University), “Very wide wavelength chirping in photonic crystal nanolaser,” Int. Sympo. Compound Semicon., Kyoto, 2007/10x/.
7. H. Watanabe (Yokohama National University), “Improvement of light output and external efficiency of microlaser in active/passive-integrated photonic crystal slab,” Int. Sympo. Compound Semicon., Kyoto, 2007/10/16.
8. S. Kita (Yokohama National University), “Refractive Index sensing utilizing photonic crystal nanolaser array,” Int. Sympo. Compound Semicon., Kyoto, 2007/10/16.
9. T. Tanabe (NTT), “Role of carrier diffusion and recombination in photonic crystal nanocavity optical switches,” Conf. Lasers and Electro-Optics, San Jose, 2008/05/05.
10. S. Kita (Yokohama National University), “Refractive index sensing utilizing a cw photonic crystal nanolaser and its array configuration,” Int. Nano-Optoelectronics Workshop (iNOW), Tokyo, Saiko and Shonan, 2008/08/07.
11. D. Hirahara (Yokohama National University), “Possibility of high index anisotropy in smartcut SOI wafer for micro-photonic devices,” Int. Nano-Optoelectronics Workshop (iNOW), Tokyo, Saiko and Shonan, 2008/08/07.
12. H. Sasaki (Yokohama National University), “Experimental demonstration of

- tunable slow light pulse in SOI photonic crystal coupled waveguide,” Int. Nano-Optoelectronics Workshop (iNOW), Tokyo, Saiko and Shonan, 2008/08/07.
13. Y. Saito (Yokohama National University), “Investigation of anomalously wide wavelength chirping in photonic crystal nanolaser,” Int. Nano-Optoelectronics Workshop (iNOW), Tokyo, Saiko and Shonan, 2008/08/07.
 14. T. Nakada (Yokohama National University), “High aspect ratio GaInAsP/InP photonic crystal waveguide --- fabrication, slow light, and enhanced gain,” Int. Nano-Optoelectronics Workshop (iNOW), Tokyo, Saiko and Shonan, 2008/08/08.
 15. Y. Hamachi (Yokohama National University), “Lattice-shifted photonic crystal waveguide for slow light pulse and nonlinearity enhancement,” Int. Nano-Optoelectronics Workshop (iNOW), Tokyo, Saiko and Shonan, 2008/08/08.
 16. T. Asatsuma (Yokohama National University) and T. Baba, “Aberration reduction in composite photonic crystal negative refractive lens,” Int. Nano-Optoelectronics Workshop (iNOW), Tokyo, Saiko and Shonan, 2008/08/08.
 17. K. Suzuki (Yokohama National University), “Fabrication of AgAs₂Se₃ chalcogenide glass photonic crystal waveguides,” Int. Nano-Optoelectronics Workshop (iNOW), Stockholm/Berlin, 2009/08/06.
 18. S. Kita (Yokohama National University), “Biosensing applications of photonic crystal nanolaser,” Int. Nano-Optoelectronics Workshop (iNOW), Tokyo, Stockholm/Berlin, 2009/08/13.
 19. H. C. Nguyen (Yokohama National University), “Fabrication of InP-based photonic crystal slow light waveguides,” Int. Symp. Compound Semicon., Takamatsu, Japan, 2010/06/04.
 20. H. Taniyama (NTT), “Finite-difference time-domain analysis of photonic crystal slab cavities with two-level systems,” International Symposium on Photonic and Electromagnetic Crystal Structures, Granada, Spain, 2010/09/29.
 21. H. Sumikura (NTT), “Enhanced emission from excitons inside silicon photonic crystal nanocavities,” International Symposium on Photonic and Electromagnetic Crystal Structures, Granada, Spain, 2010/09/29.
 22. C. H. Chen (NTT), “Bistability of buried heterostructure photonic crystal lasers with side-mode light injection,” International Symposium on Photonic and Electromagnetic Crystal Structures, Granada, Spain, 2010/09/29.
 23. K. Edagawa (NTT), “Photonic bandgap formation and light propagation in photonic amorphous diamond,” International Symposium on Photonic and Electromagnetic Crystal Structures, Granada, Spain, 2010/09/29.
 24. H. Taniyama(NTT), “GPGPU Acceleration of the Finite-difference Time-domain Program,” Progress in Electromagnetics Research Symposium, Morocco, 2011/03/02.
 25. 井上尚子 (横浜国立大学), “液晶フォトニック結晶スラブの面内伝搬共振観測(III) - 液晶の状態変化や種類による比較,” 応用物理学会秋季講演会, 北海道, 2007/09/06.

26. 渡邊秀輝 (横浜国立大学), “全半導体フォトニック結晶アクティブ導波路の電流注入光入出力特性,” 応用物理学会秋季講演会, 北海道, 2007/09/06..
27. 渡邊秀輝 (横浜国立大学), “アクティブ・パッシブ集積型フォトニック結晶スラブ(IV) – チャープ構造による効率向上,” 応用物理学会秋季講演会, 北海道, 2007/09/06.
28. 川崎俊史 (横浜国立大学), “チャープ構造導入によるフォトニック結晶結合導波路での広帯域スローライトの生成,” 応用物理学会秋季講演会, 北海道, 2007/09/06.
29. 久保将策 (横浜国立大学), “低群速度・低分散フォトニック結晶導波路の検証 (III) – 明確な LVLVD 特性と短パルス光伝搬,” 応用物理学会秋季講演会, 北海道, 2007/09/06.
30. 濱地洋平 (横浜国立大学), “低群速度・低分散フォトニック結晶導波路の検証 (IV) – 格子シフト型の検討,” 応用物理学会秋季講演会, 北海道, 2007/09/06.
31. 足立淳 (横浜国立大学), “チャープ構造フォトニック結晶結合導波路のスローライトパルスの観測とその遅延チューニング,” 電子情報通信学会シリコンフォトニクス研究会, 東京, 2009/11/18.
32. 濱地洋平 (横浜国立大学), “格子シフト型フォトニック結晶のスローライトによる非線形増大と高速パルスチューニング,” 電子情報通信学会シリコンフォトニクス研究会, 東京, 2009/11/18.
33. 有田与希 (横浜国立大学), “シリコンフォトニクス光波回路の設計とファウンダリーによる製作,” 電子情報通信学会シリコンフォトニクス研究会, 東京, 2009/11/18.
34. 鈴木恵治郎(横浜国立大学), “カルコゲナイドガラスを用いたフォトニック結晶導波路と非線形増大,” 科学技術振興機構公開シンポジウム「光・光量子科学技術の新展開」, 東京, 2009-11-27.
35. 足立淳 (横浜国立大学), “フォトニック結晶結合導波路によるチューナブルスローライトの実証,” 科学技術振興機構公開シンポジウム「光・光量子科学技術の新展開」, 東京, 2009/11/27.
36. 濱地洋平 (横浜国立大学), “三列目格子シフト型フォトニック結晶における低分散スローライトと高速チューニング,” 科学技術振興機構公開シンポジウム「光・光量子科学技術の新展開」, 東京, 2009/11/27.
37. 倉持栄一 (NTT), “高 Q モードギャップ共振器の展開 – ナノビーム化と大規模アレイ化,” 科学技術振興機構公開シンポジウム「光・光量子科学技術の新展開」, 東京, 2009/11/27..
38. 田辺孝純 (NTT), “フォトニック結晶ナノ共振器による非線形制御,” 科学技術振興機構公開シンポジウム「光・光量子科学技術の新展開」, 東京, 2009/11/27.
39. 信夫史弘 (横浜国立大学), “Si 細線における低損失な交差の設計と製作,” 応用物理学会春季講演会, 2010/03/17.

40. 鈴木恵治郎 (横浜国立大学), “フォトニックナノ構造光デバイスとスローライト,” 日本学会会議シンポジウム「先端フォトニクス of 展望」, 東京, 2010/04/09.
41. 北翔太 (横浜国立大学), “ナノスロット構造フォトニック結晶ナノレーザを用いたバイオセンサ,” 応用物理学会秋季講演会, 長崎, 2010/09/15.
42. 阿部紘士 (横浜国立大学), “フォトニック結晶ナノレーザアレイによる細胞マッピングの点数増加,” 応用物理学会秋季講演会, 長崎, 2010/09/15.
43. 石倉徳洋 (横浜国立大学), “大規模集積を可能とする CMOS フォトニック結晶の開発,” 科学技術振興機構 CREST シンポジウム, 東京, 2010/11/26.
44. 鈴木恵治郎 (横浜国立大学), “高非線形カルコゲナイドフォトニック結晶,” 科学技術振興機構 CREST シンポジウム, 東京, 2010/11/26.
45. 倉持栄一 (NTT), “フォトニック結晶共振器作製技術と Optomechanics への応用,” 科学技術振興機構 CREST シンポジウム, 東京, 2010/11/26.
46. 野崎謙悟 (NTT), “フォトニック結晶共振器による極限低パワーデバイス,” 科学技術振興機構 CREST シンポジウム, 東京, 2010/11/26.
47. 松田信幸 (NTT), “フォトニック結晶高 Q 共振器列における狭帯域パラメトリック利得の観測,” 応用物理学会春季講演会, 東京, 2012/03/15.
48. 野崎謙悟 (NTT), “並列集積されたフォトニック結晶ナノ共振器による 4 ビット全光 RAM 動作,” 応用物理学会春季講演会, 東京, 2012/03/15.
49. 北翔太 (横浜国立大学), “ナノスロットフォトニック結晶ナノレーザにおける光勾配力の考察 (II) --タンパク質吸着・脱離の観測”, 応用物理学会春季講演会, 東京, 2012/03/15.
50. 矢澤直哉 (横浜国立大学), “Si オンチップ多分岐比光スプリッター,” 応用物理学会春季講演会, 東京, 2012/03/15.

(4)知財出願

①国内出願 (6 件)

1. “屈折率センサおよび屈折率測定装置”, 馬場俊彦, 野崎謙悟, 北翔太 (横浜国大), 2007 年 3 月 22 日, 特願 2007-074947.
2. “光制御素子”, 坂井篤, 馬場俊彦 (リコー, 横浜国大), 2007 年 6 月 15 日, 特願 2007-158148.
3. “半導体レーザ”, 馬場俊彦, 渡邊秀輝, 横山圭佑 (横浜国大), 2007 年 8 月 27 日, 特願 2007-220039.
4. “半導体レーザ”, 馬場俊彦, 渡邊秀輝, 横山圭佑 (横浜国大), 2008 年 3 月 24 日, 特願 2008-75862.
5. “自発光デバイス”, 馬場俊彦, 森藤康輔 (スタンレー電気), 2008 年 9 月 30 日, 特願

2008-252377.

6. “交差光導波路”, 馬場俊彦, 有田与希, 信夫史弘(横浜国大), 2009 年 10 月 23 日, 特願 2009-244798

②海外出願 (0 件)

③その他の知的財産権

(5)受賞・報道等

①受賞

1. 馬場俊彦 (横浜国立大学), 横浜国立大学発明賞, 2007 年 4 月 20 日
2. 馬場俊彦 (横浜国立大学), IEEE/LEOS Distinguished Lecture, 2007 年 10 月 22 日
3. 野崎謙悟 (横浜国立大学), 丹羽保次郎記念論文賞, 2007 年 12 月 21 日
4. 納富雅也 (NTT), 日本学術振興会賞受賞, 2008 年 2 月
5. 納富雅也 (NTT), 日本学士院学術奨励賞受賞, 2008 年 2 月
6. 野崎謙悟 (横浜国立大学), 横浜国立大学優秀学生賞, 工学府優秀学生賞, 2008 年 3 月 26 日
7. D. Hirahara (Yokohama National University), IEEE/LEOS Japan Chapter iNow Best Poster Award, 2008 年 8 月 9 日
8. 納富雅也 (NTT), IEEE/LEOS Distinguished Lecture, 2008 年 10 月
9. 足立淳 (横浜国立大学), 石倉徳洋, 濱陽介, 馬場俊彦, 電子情報通信学会シリコンフォトニクス研究会優秀ポスター賞, 2009 年 11 月 18 日
10. S. Kita (Yokohama National University), IEEE/Photonics Society iNOW Best Poster Award, 2009 年 8 月 14 日
11. 納富雅也 (NTT), 文部科学大臣表彰科学技術賞(研究部門), 2010 年 4 月 5 日.
12. 鈴木恵治郎 (横浜国大), 日本学術会議シンポジウム「先端フォトニクスの展望」ポスター賞, 2010 年 4 月 9 日.
13. 北翔太 (横浜国立大学), 応用物理学会講演奨励賞, 2011 年 3 月 24 日.
14. 馬場俊彦 (横浜国立大学), 電子情報通信学会エレクトロニクスソサイエティ賞, 2011 年 9 月 14 日
15. H. C. Nguyen (横浜国立大学), 日本学術会議シンポジウム「先端フォトニクスの展望」ポスター賞, 2011 年 10 月 7 日.
16. N. Ishikura, T. Baba (横浜国大), E. Kuramochi and M. Notomi, Micro-Optics

Conference Paper Award, 2011 年 11 月 2 日.

17. 馬場俊彦 (横浜国立大学), 市村学術賞功績賞, 2012 年 4 月 27 日

②マスコミ(新聞・TV等)報道

1. 毎日新聞 2008 年 1 月 10 日「光ためる技術に道～新たな物質構造発見」
2. 日経産業 2008 年 1 月 10 日「フォトニック結晶に新構造」
3. 日刊工業 2008 年 1 月 10 日「フォトニック結晶作製、アモルファス構造でも可能」
4. 日経産業 2008 年 11 月 24 日「光信号 170 分の 1 に減速～NTT、制御の精度高める」
5. 日刊工業 2008 年 11 月 24 日「NTT、光信号速度 1/170 に減速～「スローライト」新構造開発」
6. 朝日新聞 2008 年 12 月 1 日「光、最大 170 分の 1 に減速～NTT 研究所が成功」
7. Nanotechweb.org (IOP の web magazine) 2008 年 12 月 17 日, "Nanocavities put the brakes on light"
8. ScienceWatch.com(Thomson Reuters の web magazine) 2009 年 3 月 "Special Topic of Photonic Crystals"
9. JSPS Quarterly, No. 28, 2009 年, "Young Researchers at Vanguard of Science in Japan ~ Control of Light by Photonic Crystals"
10. 日経産業新聞, "光スイッチ, 消費エネ大幅削減. NTT, 1/200 に," 2010 年 5 月 3 日.
11. 日刊工業新聞, "光スイッチ微小エネルギーで動作. NTT, フォトニック結晶で," 2010 年 6 月 2 日
12. 通信興業新聞, "光スイッチの消費エネルギー世界最小化に成功," 2010 年 5 月 17 日.
13. SPIE Newsroom, "Pure-crystal-silicon detector has ultralow dark current," 2010 年 5 月 11 日.
14. 日経産業新聞, "光 LSI 向け新素材～特定周波数だけ反射," 2010 年 10 月 14 日.
15. 科学技術動向(文部科学技術省), "フォトニック結晶を利用した低消費エネルギーの光素子," 2010 年 12 月号, p. 5.

③その他

(6)成果展開事例

①実用化に向けての展開

②社会還元的な展開活動

§ 6 研究期間中の主なワークショップ、シンポジウム、アウトリーチ等の活動

§ 7 結び

本研究では当初、フォトニックナノ構造の様々な機能を追求することを最初の目的としたが、その後の研究でスローライト/ストップライトに注力した。当時、米国 DARPA プロジェクトでスローライトが採り上げられ、多くの機関が取り組んでいた。本研究では馬場が独自に提案した広帯域低分散スローライトが実験的に成功して、徐々にその重要性が認知された。しかも考案したデバイス構造が可変遅延、非線形増大といった機能にも適していたことが好結果をもたらした。最終的な成果は DARPA の全ての参加機関を凌駕する圧倒的な成果と自負している。一方、納富は得意とする高 Q 共振器を着実に改善し、Q 値のみの向上から共振器としての総合性能の向上を果たした。結果としてストップライト、全光スイッチ、オプトメカニカル効果などで他を凌駕する成果、もしくは他に影響を与えるインパクトのある成果を残した。逆に言えば、プロジェクトの後半には馬場と納富にとっての欧米の競争機関はやや研究が停滞し、分野にある種の閉塞感が生まれた。本研究が世界を牽引し、成果の重要性を継続的に高める必要性に迫られた。馬場は後半で CMOS プロセスに注力したが、これは上記の閉塞感を打破する明るい展望をもたらした。本研究後にもフォトニックナノ構造による大規模な光集積に大きな飛躍をもたらす期待感が高まっている。CMOS プロセス利用は欧米が圧倒的に進んでおり、日本の同分野の将来は不透明である。本研究がフォトニック結晶などのフォトニックナノ構造導入を可能にしたことで一つの優位性を示すことができたが、それでも厳しい競争状態にあることは否めない。したがって、CREST のような大型プロジェクトが継続性をもってこの分野をサポートすることを期待する。