

平成 27 年 3 月 31 日

プログラム名：量子人工脳を量子ネットワークでつなく高度知識社会基盤の実現

PM 名：山本 喜久

プロジェクト名：量子人工脳

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 ( 成 果 )

平成 2 6 年 度

研究開発課題名：

大規模時分割多重光パラメトリック発振器

研究開発機関名：

日本電信電話株式会社

研究開発責任者

武居 弘樹

## 当該年度における計画と成果

### 1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

当該年度は、以下の4点を研究開発課題として挙げている。

(課題1) 高非線形光ファイバを用いた大規模時分割多重光パラメトリック発振器(以下 OPO)

(課題2) OPO 間の光学的結合に基づく OPO 協働動作の確認

### 2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

#### 2-1 進捗状況

(課題1) 光ファイバ共振器内に配置した1 km 高非線形分散シフトファイバ中の2ポンプ/シグナル・アイトラ縮退四光波混合を用いて時分割多重 OPO を発生した。2 GHz クロック周波数のポンプパルス列を用いることで、10,000 を超える縮退 OPO 群の生成に成功した。

(課題2) 高非線形ファイバを用いた OPO において、共振器中にビット遅延干渉計を挿入し、その結合位相を変化させることで、OPO 群が強磁性相(結合位相 0)と反強磁性相(結合位相  $\pi$ )をとることを確認した。また、光学的結合による高精度かつ高機能な OPO 間相互作用を実現するための集積化遅延干渉計の設計を行い、石英系の光導波路チップ部分を試作した。

#### 2-2 成果

(課題1) 図1(a)に高非線形ファイバを用いた OPO の実験系を示す。光ファイバ共振器中に配置した長さ1 km の高非線形ファイバに時間幅 60 ps、繰り返し 2 GHz、波長 1531 nm および 1552 nm の2波長ポンプパルスを入力することにより、約 10,000 の縮退 OPO 群を発生する。図1(b)に 1531 nm ポンプ光パワーを変化させたときの OPO 出力パワーを示す。明瞭な閾値特性が観測された。OPO パルス列を1ビット遅延干渉計に入力することで隣接パルス間の位相差を測定した結果を図1(c)に示す。このように、位相差が2値(0または  $\pi$ )をランダムにとるという縮退 OPO 特有の傾向が表れている。この位相差測定結果の自己相関波形を図1(d)に示す。本結果は、位相差はランダムであるが、共振器1周に相当する 10332 パルス毎に同一の位相パターンが現れることを示しており、発生した OPO は閾値を十分超えた安定状態で発振していることを示唆している。

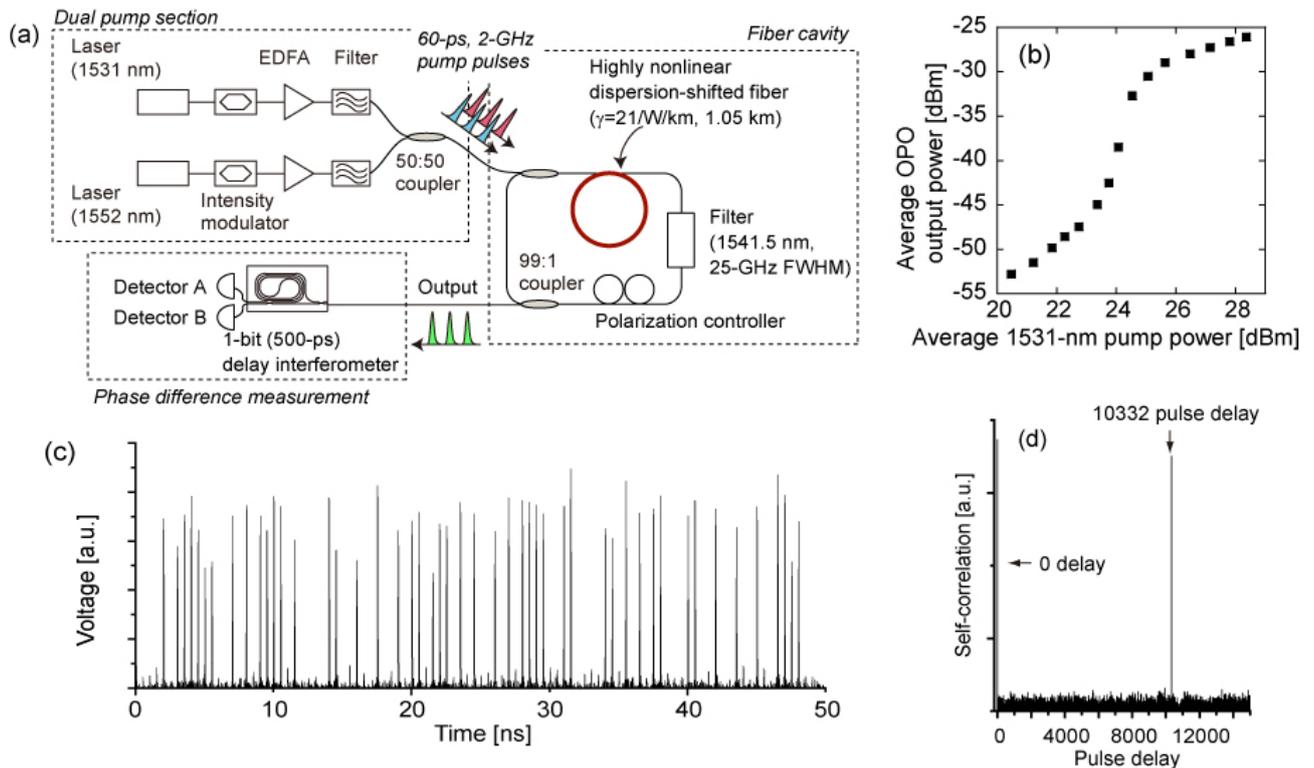


図 1 : 高非線形ファイバを用いた時分割多重 OPO 実験。(a) 実験系、(b) OPO 出力パワー観測結果、(c)隣接 OPO 間の位相差観測結果、(d) 位相差観測結果の自己相関波形。

(課題 2) 課題 1 において開発した高非線形ファイバを用いた OPO において、共振器中に遅延干渉計を配置することで、隣接 OPO 間の結合を実現した。遅延干渉計の位相差を変化させることにより、結合係数の正負を変える。共振器から出力された OPO 群の位相差測定の結果を図 2 に示す。結合位相が 0 のとき、全てのパルスが検出器 A により (図 2(a))、結合位相が  $\pi$  の時には検出器 B により観測されている (同(b))。すなわち、結合位相が 0 の時にはすべてのパルスが同位相 (強磁性相)、 $\pi$  の時には隣接するパルスが逆位相 (反強磁性相) になっていることを示している。これにより、OPO 群が光学結合により協働的動作を示すことを確認した。

図 2 : 隣接 OPO の結合による協働動作の確認。(a) 結合位相 0, (b)  $\pi$ 。

### 3 . アウトリーチ活動報告

稲垣卓弘（NTT 物性科学基礎研究所）が名古屋市立向陽高等学校において「量子の世界によろこそ～光の科学の最前線～」と題して、高校1，2年生を対象に光の量子性とその応用などについての出張授業を行った。（2015年3月3日）