

## 半導体レーザー超短パルス光源によるバイオイメージングに成功

未来科学技術共同センター・横山弘之教授と電気通信研究所・伊藤弘昌教授の共同研究により以下の新技術の開発に成功しましたので発表いたします。

### 1 研究成果の要約

今回開発に成功したのは、数ピコ秒(ピコは  $10^{-12}$ )の時間幅に制御された超短光パルスを半導体レーザーを用いて発生させ、これを用いて生体細胞中での2光子蛍光と呼ばれる現象を誘起してバイオイメージングを行う技術です。今回の成果の特徴は、光通信用途の  $1.55 \mu\text{m}$  波長帯の半導体レーザーを超短パルス光源として低雑音・低歪みの増幅を行い、非線形光学素子を用いて約 50%の高効率で波長  $0.77 \mu\text{m}$  の第2高調波光(波長が半分的光)に変換してキロワットレベルという高いピークパワーの超短光パルスを高安定に得ることができた点にあります。

### 2 研究の背景

2光子蛍光によるバイオイメージングは、生体組織の表面から深い部分をサブミクロンの分解能で観測することができるために、脳のニューロンの活動や膵臓のインシュリン分泌の研究等に威力を発揮する技術として近年非常に注目を集めています。しかし、このイメージングを行うためには、ピコ秒程度以下の時間幅とキロワットレベルの高いピークパワーを持つ超短光パルスを発生できるレーザー光源が不可欠です。このため従来は大型かつ高価な固体レーザーの超短パルス発生装置が必要であり、装置全体が大型・高価になるというのが問題でした。また、このようなレーザー装置は長期的な動作安定性に乏しいという欠点もありました。それゆえ、観測技術・装置の普及とそれによるよりいっそうのバイオメディカル研究の振興のために、かねてよりバイオイメージングに適した実用性に優れた超短パルス光源の実現が望まれていました。

我々はかねてより電氣的制御により超短光パルスを発生できる半導体レーザーのポテンシャルに注目し、光通信や光情報処理に留まらず、バイオメディカル領域での高機能の光計測やマイクロ・ナノ加工への応用も可能であるとの視点から研究を進めてきました。この結果、実用性に優れた半導体レーザーを光源とする2光子蛍光バイオイメージングの実現に成功したものです。

### 3 今回の研究成果のポイント

今回の研究成果の特長を箇条書きにすると以下の通りです。

- (1) 独自の高速エレクトロニク開発により半導体レーザーから数ピコ秒の光パルスの直接発生を実現した。
- (2) 半導体レーザーからの波長 1.55 ミクロンの光パルスを低雑音・低非線形の光増幅によりマルチキロワットのピークパワーに高める技術を開発した。
- (3) 増幅した光パルスを周期的分極反転型の強誘電体結晶により50%を越える高効率で波長 0.77 ミクロンの第2高調波光に変換することができた。
- (4) 以上の結果、高平均パワーの光デバイスを要せず、サイズ、コストが従来の超短パルス光源に比較して数分の1〜1/10となった。
- (5) 光通信で実績のある波長帯の半導体レーザーとその制御技術を基盤としているために従来光源に比較して操作性も動作安定性も大きく向上した。
- (6) 結果、開発した光源からの高ピークパワーの 0.77 ミクロンの超短光パルスにより明瞭な2光子バイオイメーjinggを行うことができた。
- (7) 以上を総括すると、計測システム全体の心臓部である高ピークパワー超短パルス光源において新規な光源を実現することにより、2光子バイオイメーjingg装置システム全体を小型、高信頼、かつ低コストにする技術開発に成功した。

### 4 今後の計画

今回の成果は、これまで光通信で培われてきた 1.55 ミクロン帯波長の半導体レーザーとその制御技術を発展させたものです。バイオイメーjinggにおいては、対象物や計測手法に応じて0.35から2ミクロンの程度までの波長の光が必要になります。我々は今後、今回の成果を基盤として、半導体レーザーからの超短光パルス発生メカニズムをより詳細に調べて一般原理を明らかにした上で、上記の波長範囲をカバーできる広帯域の超短パルス光源を実現していきます。また、この光源を用いた実用的なバイオイメーjingg機器の開発にも取り組んでいく計画です。

### 5 その他

今回の結果につき、3月22日に武蔵工業大学にて開催される第53回応用物理学関係連合講演会において、論文発表を行う予定です。

今回の成果を得るに際して、東北電子産業(株)、ソニー(株)、セントラル硝子(株)、三菱電線工業(株)、オリンパス(株)、(株)オプトクエスト、以上各社のご支援をいただきました。

<お問い合わせ先>

東北大学未来科学技術共同研究センター 横山研究室

Tel : 022-795-4012 Fax : 022-795-4116