

### 27a-YQ-6 フェムト秒 2 色パルス干渉法を用いたグルコース濃度測定法の開発

Optical glucose monitoring based on femtosecond two-color pulse interferometry

阪大院・基礎工 ○堀 泰明, 安井武史, 荒木 勉

Graduate school of Engineering Science, Osaka University, Y. Hori, T. Yasui and T. Araki  
hori@sml.me.es.osaka-u.ac.jp

【はじめに】糖尿病の診断基準である血糖値の非侵襲測定法の一つとして光学的血糖測定法がこれまでに報告されているが、従来法では生体内の光散乱の影響を考慮しておらず、これが実用計測における精度や感度を制限する一因となっている。本研究では、グルコース濃度由来する屈折率分散変化をフェムト秒 2 色パルス干渉法(FTPI)で計測すると同時に、FTPIのコヒーレンスゲートによる多重散乱光除去を組み合わせた、多重散乱光除去型グルコース濃度測定法<sup>1)2)3)</sup>を提案し、その測定精度の評価を行った。

【測定原理】赤色と青色の超短 2 色パルス光をグルコース溶液に同時入射すると、グルコース溶液の正の屈折率分散のため、その通過時間に差(フェムト秒オーダー)が生じる(図 1)。この差(時間シフト)はグルコース濃度に比例するため、この時間シフトを FTPI によって測定することによりグルコース濃度を求めることが出来る。

【実験結果】グルコース濃度(健常者血糖値: 100mg/dl, 糖尿病患者: 200mg/dl)と時間シフトの関係を図 2 に示す。この濃度範囲においては線形な関係が得られていることが分かる。また、この結果よりグルコース濃度測定精度を評価すると 76.9mg/dl となった。測定の再現性は 118.3mg/dl となっている。また、FTPI のコヒーレンスゲートを用いた多重散乱光除去の評価についても報告を行う予定である。

- 1) 堀 泰明, 安井武史, 荒木 勉, Optics Japan 2001 講演予稿集, pp.319-320 (2001).
- 2) Y. Hori, T. Yasui and T. Araki, Proc. SPIE, Vol.4829, pp.539-540 (2002).
- 3) Y. Hori, T. Yasui and T. Araki, J.Opt. (to be submitted).

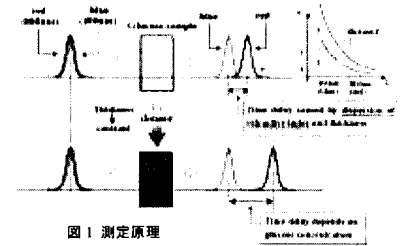


図 1 測定原理

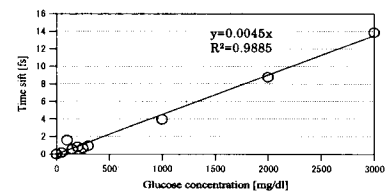


図 2 グルコース濃度と時間シフトの関係

### 27a-YQ-7 近赤外フェムト秒レーザーによる細胞内カルシウム波の誘起とその解析

Investigation of intracellular calcium wave generation induced by femtosecond near-infrared laser pulses

阪大院工<sup>1</sup>, 阪大院生命機能<sup>2</sup>, 京府医大<sup>3</sup>, 理研<sup>4</sup> ○岩永茂樹<sup>1</sup>, 藤田克昌<sup>1</sup>, スミスニコラス<sup>1</sup>, 金子智行<sup>1</sup>, 小山田正人<sup>3</sup>, 高松哲郎<sup>3</sup>, 河田聡<sup>1,4</sup>, 中村收<sup>2</sup>

Dept. of Appl. Phys., Osaka Univ.<sup>1</sup>, Dept. of Frontier Bios, Osaka Univ.<sup>2</sup>, Kyoto Pref. Univ. of Med.<sup>3</sup>, RIKEN<sup>4</sup> ○S. Iwanaga<sup>1</sup>, K. Fujita<sup>1</sup>, N. Smith<sup>1</sup>, T. Kaneko<sup>1</sup>, M. Oyamada<sup>3</sup>, T. Takamatsu<sup>3</sup>, S. Kawata<sup>1,4</sup> and O. Nakamura<sup>2</sup> iwanaga@ap.eng.osaka-u.ac.jp

我々は、近赤外フェムト秒レーザーを生きた細胞内部に照射すると細胞内で Ca<sup>2+</sup> 波が誘起できることを発見し、そのレーザー光強度依存性を調べた [1-2]。今回、この Ca<sup>2+</sup> 波発生の主な要因はレーザー照射による細胞内小胞体(Ca<sup>2+</sup> ストア)の損傷である可能性が実験的に示されたので報告する。実験では、細胞内 Ca<sup>2+</sup> 波発生要因として考えられる 1) 細胞内小胞体の損傷による Ca<sup>2+</sup> の流出, 2) 細胞膜損傷による細胞外から細胞内への Ca<sup>2+</sup> の流入, 3) レーザーアブレーションによって生じる衝撃波による機械的刺激の 3 つのうち, 2), 3) の要因を排除し、照射するレーザー強度を変化させながら Ca<sup>2+</sup> 波の発生確率を調べた。光源には Mode-locked Ti:Sapphire レーザー (波長 780nm, 繰り返し周波数 82MHz, パルス幅 80fs) を、試料にはヒト子宮頸癌細胞 (HeLa 細胞) を用いた。発生要因 2) の排除には、EGTA を用いて細胞外溶液の Ca<sup>2+</sup> を取り除き, 3) については、ホスホリパーゼ-C 阻害剤 (U-73122) により、細胞内刺激伝達系を不活性化した。図はその結果を示しており, 2), 3) の要因を排除した場合においても、Ca<sup>2+</sup> 波の発生確率は変化しないことがわかる。この結果より、レーザー光を用いて細胞内小器官を直接加工し、細胞活動を誘起できる可能性が示された。参考文献: [1] N. I. Smith et al. Appl. Phys. Lett. 79, 1208 (2001) [2] 岩永他, 第 62 回応物秋 p. 764 (2001)

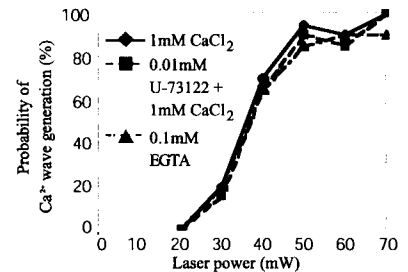


図: Ca<sup>2+</sup> 波の発生確率 (レーザー照射時間 1/125 秒)

### 27a-YQ-8 フェムト秒パルスレーザー光の照射によってヒトの爪に記録されたビットの蛍光発光

Fluorescence from a bit recorded inside human nail by irradiation of a femtosecond laser pulse.

徳島大・工 ○田北啓洋, 山本裕紹, 早崎芳夫, 三澤弘明, 西田信夫

Univ. of Tokushima ○A. Takita, H. Yamamoto, Y. Hayasaki, H. Misawa, N. Nishida  
takita@opt.tokushima-u.ac.jp

集光フェムト秒レーザーによる3次元光加工技術は、様々な透明材料中にマイクロメートルオーダーサイズの空孔や細管を作成でき、3次元光メモリーやフォトニック結晶作成への応用が研究されている。また、加工時に熱拡散の影響が少ないため生体組織の加工に適している。我々はこの技術を使用して、ヒトの爪にビットを形成し、データを所持する研究を行っている。これまでに、フェムト秒パルスレーザー光の照射により爪内部にビットを記録し、透過照明での観察を行った<sup>1)2)</sup>。実際に、指先の爪に記録されたビットを読み出す際には、反射型の光学系を必要とする。そこで、本報告ではパルス光の照射による爪の蛍光特性を調べ、蛍光を用いたビットの読み出しを行う。

図1はフェムト秒パルスレーザー光の照射により爪に記録されたビットの蛍光像(図1a)と同じ位置での透過照明像(図2b)である。フェムト秒パルス光(パルス幅:約100fs, エネルギー:0.97μJ)を対物レンズ(40倍, NA:0.55)を用いて爪の内部(表面から深さ約85μm)に集光させることによりビットを記録した。記録されたビットの蛍光観察を行ったところ、ビットの記録された部分で爪の蛍光強度の増加が見られた。これにより、反射型の光学系を用いて爪に記録されたビットの読み出しが可能となる。

- 1) A. Takita, et al., CLEO/ Pacific Rim 2001, Technical Digest, Vol. I, p.232 (2001)
- 2) 田北啓洋, 他, 第49回春期応用物理学関係連合講演会, p.1161 (2002)

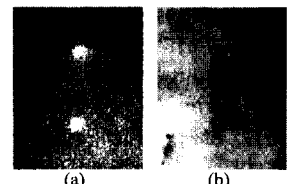


図 1 爪内部に記録されたビットの蛍光像(a)と透過照明像(b)