

研究種目：若手共同

研究課題名：タンパク質構造機能相関解明に向けたテラヘルツ波帯変調分光システムの開発

ラボ長：久武信太郎

所属：システム創成専攻・電子光科学領域

氏名：久武信太郎

研究成果（800 字程度．図表可）：

本研究は、生命機能にとって本質的な役割を担う「タンパク質の構造変化と相互作用」に対する高感度解析手法を提示し、これを実証することで、「タンパク質の構造変化と相互作用のテラヘルツ(THz)電磁波によるコヒーレント制御」に関する学際的研究組織構築と大型予算確保のための準備を行うことを目的としている。生物・化学物理・計測工学を融合した研究チームを組織し、これまで実験的アプローチが困難であった課題に対する突破口が、我々の技術により拓かれることを実証する。

光受容タンパク質の一種である PYP (Photoactive Yellow Protein) をサンプルとし、この光構造変化に伴う吸収変化と屈折率変化を計測するために図 1 に示す実験系を構築した。実験系の基本は代表者が提案した自己ヘテロダイン型 THz 波位相計測システムである。これを分光計測へと拡張するにあたり、まず周波数軸校正法を確立した。大気中の水蒸気の吸収スペクトルを基準として、提案の周波数校正法を評価した。周波数推定の標準誤差の平均値は 0.13 GHz であった。これにより 0.2GHz 以下の不確かさでのスペクトル計測が可能となった。

次に、変調分光へ展開する前段階として、分光計測に適したサンプル量、システムの SN 比等を 300 GHz のポイント周波数において検討し、以下の知見を得た。(1)CaF₂が THz 波帯でも良好な

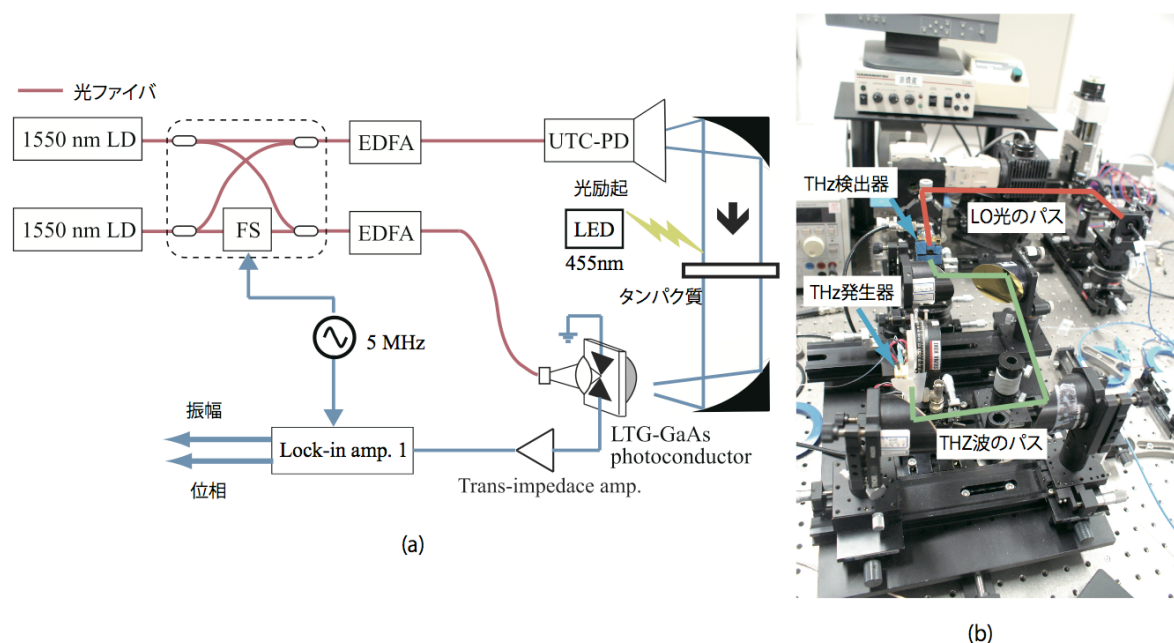


図1. (a)実験系のブロック図. EDFA: Erbium-doped fiber amplifier, FS: electrooptic frequency shifter, UTC-PD: uni-travelling-carrier photodiode. (b) 実験系の写真.

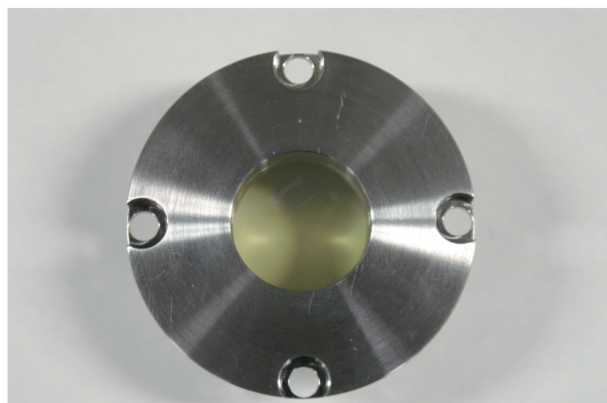


図 2. サンプルホルダに封入した PYP solution.

透過特性を示し、窓材として適している。(2) PYP solution を対象とする場合、水による吸収ため SN 比が劣化する。本分光システムを用いる場合、サンプル厚を $50\mu\text{m}$ とすれば、十分に分光計測に適用可能である。図 2 にサンプルホルダに封入した PYP solution を示す。(3)構造変化が比較的大きな PYP solution ミュータントをサンプルとしても、従来手法の分光では構造変化に伴うスペクトル変化は観

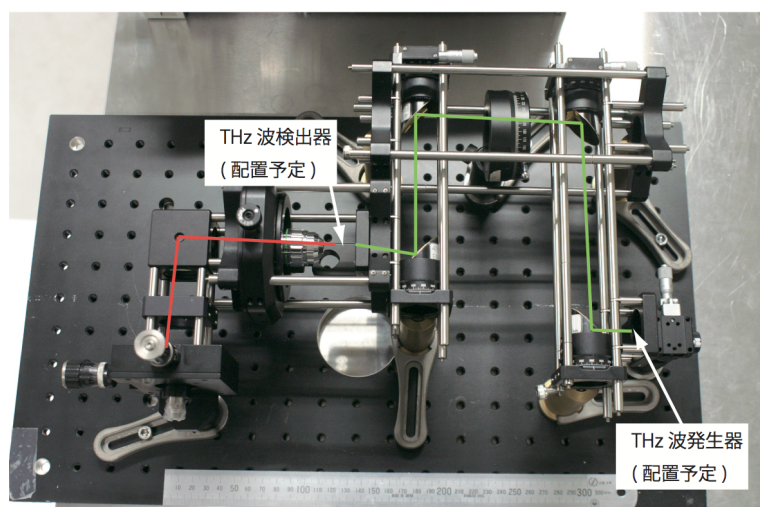


図 3. 構築中の実験系

測されなかった。この結果から、当初計画通り変調分光計測への展開が必須であることがわかった。(4)システム固有の長周期変動が存在することがわかった。ファイバから出射される LO 光の検出器上でのスポット位置の揺らぎが原因の一つとなっている。これは図 1(b)に示すようにシステムが比較的大きなことが原因である。

平成 25 年度には計画通り変調分光計測へと展開する予定である。そのためには、以上の検討から光励起による構造変化反応が速い野生型の PYP をサンプルとすべきと考えられる。ところが、減衰時定数がサブ秒オーダーであるため、ロックイン時定数を秒のオーダーとする必要があり、上記(4)での長期的不安定性の排除が急務であることがわかった。これを解決するために図 3 に示す小型でロバストな実験系の構築を進めている。

キーワード：

テラヘルツ波、分光計測、周波数領域分光法、タンパク質、構造機能相関

研究経費（H24 年度）の内訳

備品費	消耗品費	旅費	謝金	その他	合計
945,485 円	916,385 円	8130 円	0 円	50,000 円	1920,000 円

共同研究者等

(1) 共同研究者（氏名・所属）

濱田 格雄・サイエンス・テクノロジー・アントレプレナーシップ・ラボラトリ

中村 亮介・サイエンス・テクノロジー・アントレプレナーシップ・ラボラトリ

(2) 研究協力者（氏名・所属・学年（学生の場合））

譚 哲・工学研究科生命先端工学物質生命兼松研究室・M2

大矢 浩祐・基礎工学部・電子物理科学科永妻研究室・B4

発表論文等（平成 25 年 3 月 31 日現在）

〔雑誌論文〕

〔著書〕

〔学会発表〕

(1) K. Oya et al., "Frequency Calibration of Terahertz Frequency-domain Spectrometers Using an Optical Spectrum Analyzer," FTT2012 (2012.11).

(2) 久武 他, "自己ヘテロダイン型テラヘルツ分光システムの周波数軸校正,"
電子情報通信学会 総合大会（岐阜大学）C-14-6 (2013/3/20)

〔その他〕

参考となるHP等

<https://sites.google.com/site/shintarohisatake/research/thz-photonics>