

# 平成 25 年度 未来研究ラボシステム 研究成果報告書

研究種目：若手共同                      研究期間：平成 25 年 4 月～平成 26 年 3 月  
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（当初の研究目的と得られた結果を記載ください。図表を含め 2 ページ程度）：

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た。

平成 24 年度に構築した周波数軸校正された自己ヘテロダイン型 THz 分光システムを用いて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の計測を試みた。その結果、システムの熱的ドリフトが大きな問題となることが明らかとなった。PYP の光反応が 500ms 程度と遅く、比較的長時間の測定が必要なため、本年度は差動検出法の適用によりこの問題の解決を図った。

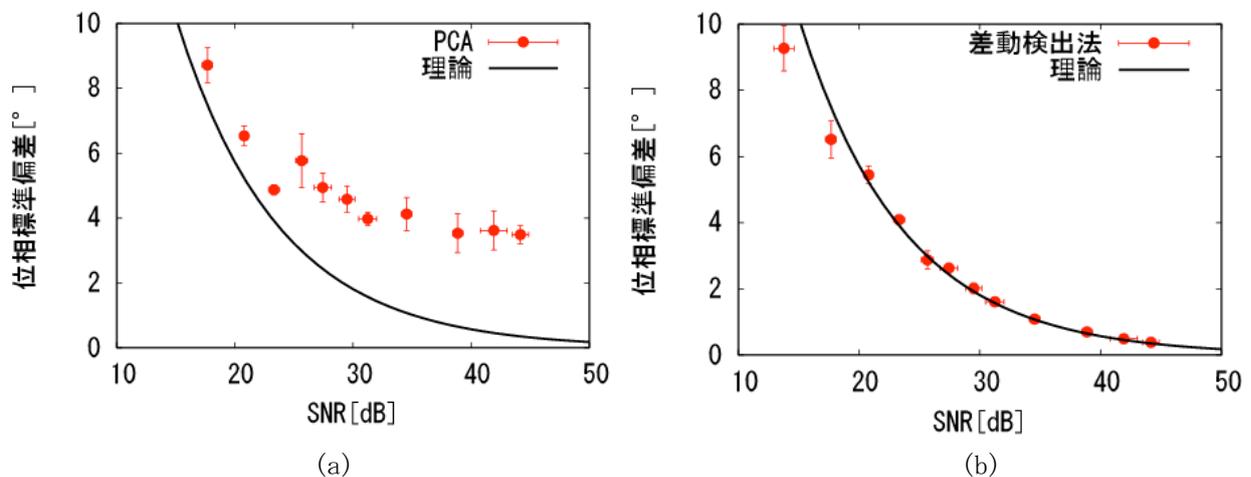


図 1. 位相計測の標準偏差の SNR 依存. (a) 従来システム. (b) 差動検出システム.

図 1 に位相計測における標準偏差の信号対雑音比(SNR)依存を示す。平成 24 年度に構築したシステムでは、システムの熱的ドリフトのため、いくらシステムの SNR を向上させても、位相計測の標準偏差は 3.5 度よりも小さくすることが出来なかった。図 2 に示す差動検出型のシステムとすることで、システム固有の位相雑音がキャンセルされ、図 1(b)に示すように理論から予測される位相標準偏差に到達することに成功した。本成果は現在論文投稿準備中である。

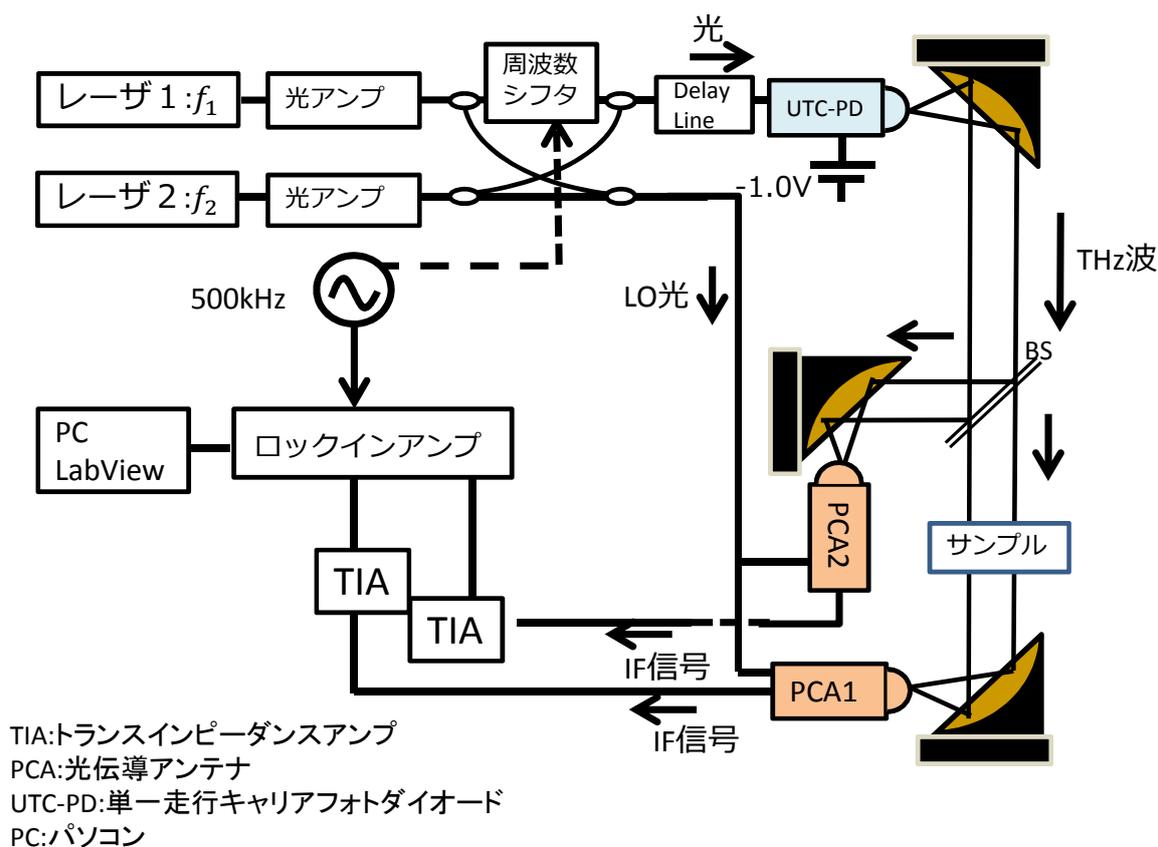


図 2. 差動型分光システム.

システムの SNR (検出される振幅信号の SNR) を向上することで、サンプルの吸収率と屈折率変化が理論限界の精度で検出可能となったため、当初の計画通り PYP の変調分光を行った。サンプル挿入によるロスが 10dB であったため、システムの SNR は 35dB で、この時の位相標準偏差は、およそ 1 度であった。変調分光のための励起光変調周波数を 0.5Hz-1Hz とし実験を行ったが、PYP の構造変化に伴う振幅・位相変化を観測することは出来なかった。さらなる SNR の向上が必要であることが判明したが、そのためには、2 つのアプローチが考えられる：(1)PCA を高感度なものに変更する。2013 年 10 月に、我々のシステムに適用可能な PCA が発表された[1]。現在この PCA が市販されるようになったので、この PCA を導入することでシステムの SNR を現状の 35dB から 100dB にまで向上させられることが可能となる。現在これを準備中である。(2) 変調周波数を高くする。PYP の光反応速度に制限されない変調周波数とするために、回転式試料ホルダを開発する。現状の 0.1Hz から 10Hz 程度にまで変調周波数を高くすることが可能となる。

本研究助成により、理論限界の位相計測の標準偏差を達成した。高感度 PCA の適用により、0.0006 度の標準偏差での THz 分光が可能となる。これと回転式試料ホルダを組み合わせた変調分光システムを構築し、本研究を継続していく予定である。

[1] T. Göbel et al., Opt. Lett., Vol. 38, Issue 20, pp. 4197-4199 (2013).

**キーワード：**

タンパク質，構造機能相関，テラヘルツ分光

**研究経費（H25 年度）の内訳**

備品費	消耗品費	旅費	謝金	その他	合計
475,230 円	324,770 円	0 円	0 円	0 円	800,000 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））

小田 祐己・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 26 年 3 月 31 日現在）**

〔雑誌論文〕 現在執筆中（本報告に記載のデータを使用する）

〔著書〕

〔学会発表〕

〔その他〕 2014 年 2 月 10 日に，サイエンス・テクノロジー・アントレプレナーシップ・ラボラトリ主催のゲートセミナーにおいて，本研究が与えるインパクトについて講演した。

**外部資金獲得状況・申請状況（本研究課題に関連して、科研費、JST 等の競争的資金、受託研究、奨学寄付金を受給された場合、また、申請された場合はその状況を記入ください）**

平成 25 年度から本研究課題に関連する内容で若手研究(A)を受給している。平成 24 年度に得られた初期的であるが基本的な実験データと共同研究者との議論が科研費取得において役に立った。

**参考となるHP等**