

4P027

## アト秒間隔で掃引可能な干渉計を用いた 2次元インターフェログラムの観測と屈折率測定

(神戸大院・理学研究科<sup>1</sup>, 神戸大・研究環<sup>2</sup>, 法政大・情報科学<sup>3</sup>, 神戸大・分子フォト<sup>4</sup>)

○橋本 恭平<sup>1</sup>, 冬木 正紀<sup>2</sup>, 狩野 覚<sup>3</sup>, 和田 昭英<sup>4</sup>

【序論】我々はこれまでに、最小移動距離が  $1\ \mu\text{m}$  の自動ステージを用いて、数アト秒の時間ステップ掃引が可能な光学的遅延回路の開発を行ってきた Ref.3。本研究では、開発した遅延回路を利用した干渉計に可視領域において広い波長領域を持つ白色光を組み合わせることで、可視領域における物質の屈折率の直接測定を行うことを目的としている。

現在、物質の屈折率を得るには、吸収スペクトルに Kramers-Kronig 変換 (KK 変換) を行う方法がよく用いられている。しかし、この変換を行う場合、広い範囲での吸収スペクトルが必要である事と、変換の過程において、複雑な数値計算を必要とするため、特定の波長における屈折率を得るには効果的ではない。本研究では、干渉計を用いて波長-遅延時間の 2次元インターフェログラムを測定し、この 2次元マップの情報から、KK 変換や、吸収スペクトルを用いること無しに、比較的容易、且つ短時間で色素固有の屈折率を抽出する方法について報告する。

【実験】本実験では、光源に再生増幅器システムからの出力光を水セルに照射することで発生させた白色光を用いた。この光を干渉計に入力し、出力光のスペクトルを遅延時間の関数として CCD 分光器で測定することで 2次元インターフェログラムを観測した。干渉計の 2つに分けられた光路のそれぞれに、溶媒の入った石英セル (光路長 1cm) を設置し、一方のセルに色素が含まれる場合と、含まれない場合における 2次元インターフェログラムを比較することで、試料の屈折率に関する情報を得ることを試みた。今回、屈折率を測定する試料として Rhodamine 6G (R6G, 吸収波長: 532 nm) のメタノール溶液を用いた。一方のセルが R6G 溶液の場合、R6G 固有の屈折率の影響によってセルを透過した光に時間遅延が起こり、それがインターフェログラムに歪みとなって現れる。R6G の有無による 2次元インターフェログラムの差異から各波長における時間遅延を抽出し、得られた時間遅延から各波長における屈折率に変換することで、屈折率のスペクトルを得た。

【結果と考察】Fig.1 にそれぞれ (a) 2つのセルともメタノールの場合と (b) 片方のセルに R6G 溶液の場合で得られた 2次元インターフェログラムを示す。片方のセルが R6G 溶液の場合 (Fig.2(b)) では、色素の吸収波長 (532 nm) 前後においてピーク位置のズレ (Fig.2(b) 矢印方向) が観測された。こういった屈折率

の違いによる位相シフトを定量化して波長に対する位相スペクトルを得るために、Fig.1(a),(b)に示した2次元インターフェログラムそれぞれから1次元インターフェログラムを5 nmの波長間隔で切り出した。得られた各波長における1次元インターフェログラムをsin関数でフィッティングすることで、それぞれの波長における位相のズレの値を得た。時間差を $\Delta t$ 、セルの厚さを $L$ 、光速を $c$ と定義すると、屈折率 $n$ は、

$$n = 1 + \frac{c}{L} \Delta t$$

と表す事が出来る。今回の実験に用いたセルの厚さは1 cmであるため、時間差から屈折率を導き出すことが可能である。

Fig.2にセル内の溶液が、メタノールのみの場合と、R6Gを加えた場合の各波長における位相のスペクトルを示す。今回の測定では、0.02 mMの溶液を用いた。サンプルの濃度が希薄にもかかわらず、R6Gの吸収ピーク532 nmの前後で、位相の値に変化が観測された。この結果は、たとえ濃度の希薄な試料を用いた場合でも、本研究で用いた手法により波長オーダーの位相変化を検出することで屈折率の測定が可能であることを示唆している。

以上の結果から、今後は測定方法や光源を工夫することにより、さらなる位相スペクトル測定の高精度化を図り、高感度で簡易な屈折率スペクトルの導出システムを構築することが可能であると考えている。

#### 【参考文献】

1. W.Leupacher and A. Penzkofer. *Applied Optics*, Vol.23 No.10, 1554-1557 (1984)
2. Michael Chini, et al. *Optics Express*, Vol. 17 Issue 24, pp.21459-21464 (2009)
3. Kyohei Hashimoto, Satoru S. Kano and Akihide Wada. *Rev. Sci. Instrum*/79 (2008)

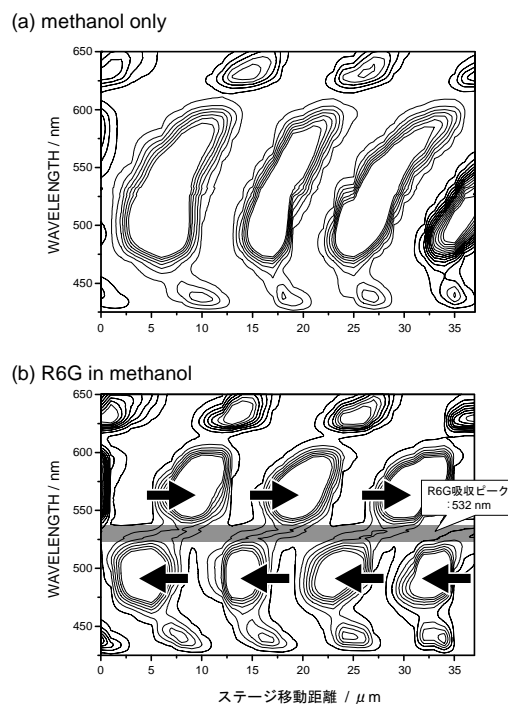


Fig.1 測定による2次元インターフェログラム

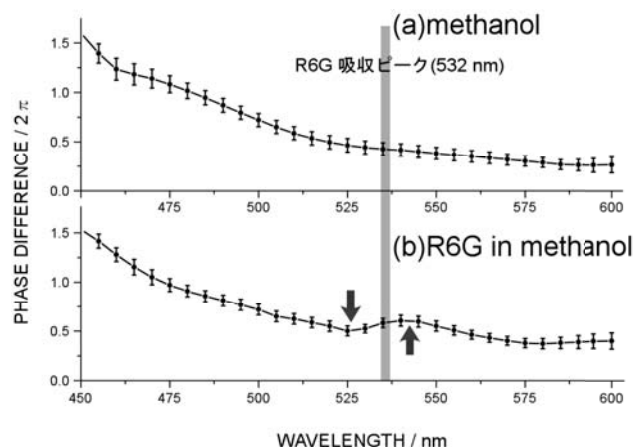


Fig.2. 測定結果から得られる各波長の位相