



2014年9月8日

報道関係者各位

慶應義塾大学

テラヘルツ電磁波のリアルタイム・ベクトル時間波形計測に成功 ～プラスチック部品の動的ひずみ計測等への応用に期待～

慶應義塾大学大学院理工学研究科の安松直弥(2014年修士課程修了)、笠谷敦(修士課程1年)、小口研一(修士課程2年)及び同理工学部物理学科 渡邊紳一准教授らの研究グループは、0.1秒という極めて高速なテラヘルツ電磁波のベクトル時間波形計測装置の開発に成功しました。

従来技術であった機械的に検出結晶を回転させる方式ではなく、電気光学変調器を用いた偏光変調方式を新たに採用することによって、機械的な回転速度に律速されない、また周囲環境の振動の影響も受けづらい、極めて高速なテラヘルツ電磁波の電場ベクトル時間波形の計測が可能になりました。

本研究成果は、2014年9月4日に、応用物理学会のレター誌『Applied Physics Express』のオンライン版で公開されました。^(*)

^(*) N. Yasumatsu, A. Kasatani, K. Oguchi, and S. Watanabe, "High-speed terahertz time-domain polarimeter based on an electro-optic modulation technique", *Applied Physics Express* **7**, 092401 (2014).

1. 本研究開発のポイント

- 1). わずか0.1秒でテラヘルツ電磁波のベクトル時間波形を計測できる装置開発に成功。
- 2). 工場など振動のある環境下でも適用できる電気光学変調器を用いた偏光変調方式を採用。
- 3). 樹脂部品の非破壊・非接触な動的応力検査などへの応用が期待できる。

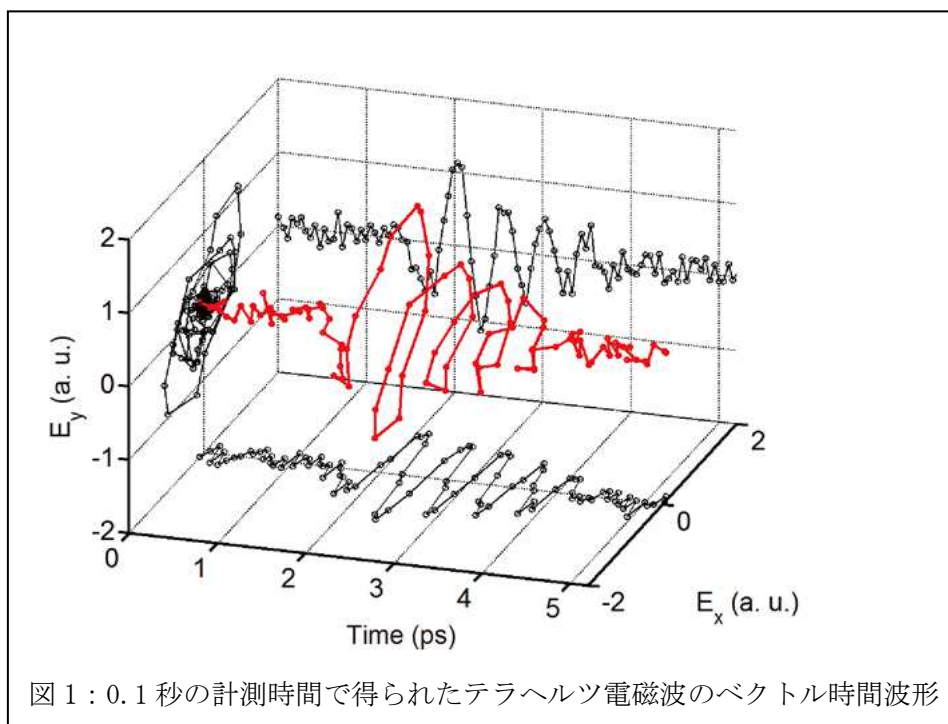
2. 開発の背景

環境への配慮が必要とされる昨今の社会情勢において、軽量化を目的としたさまざまな動的機構部品の「鉄」から「プラスチック」への置き換えが進んでいます。(例としては、プリンター内部の歯車や、エンジン内部の歯車などがあります。) これらプラスチック製品の内部にひずみが存在すると機械の故障や大きな事故につながります。特に歯車の動作中の応力集中の様子をリアルタイムにモニターできれば、事故を未然に防ぐことも可能になります。そこで近年、可視光領域の光とは周波数が異なりプラスチック材料を透過するテラヘルツ電磁波を用いて非破壊検査する方法が検討されています。特にテラヘルツ電磁波の偏光情報を用いることで、透過光の偏光回転の度合いによって内部応力をモニターする試みが世界中で進められています。しかしながら一般にテラヘルツ電磁波の偏光計測は測定に時間がかかるため、実用化に向け大きな課題となっていました。

渡邊准教授らのグループは2012年にテラヘルツ電磁波の検出に用いる非線形光学結晶を高速回転させることで、素早くその偏光状態を計測できる装置開発に成功しました。しかし従来手法では一分間に6000回転程度という結晶の回転速度が偏光計測の速度を律速していました。また装置に機械的な回転機構を含むため、振動の大きい工場などの環境下では安定した計測が難しいなどの問題点がありました。

3. 開発の概要

本研究では、機械的に検出結晶を回転させる方式ではなく、電気光学変調器を用いた偏光変調方式を採用しました。具体的には、テラヘルツ電磁波を印加した検出結晶を透過する際に、検出用パルス光が受ける偏光状態の変化を、電気光学変調器を用いて変調計測します。その結果、テラヘルツ電磁波のベクトル情報（ベクトルの大きさと向き）を、従来技術よりも約 20 倍速く計測することができるようになりました。さらに時間波形を取得するための高速ステージと組み合わせることによって、図 1 に示すようなテラヘルツ電磁波のベクトル時間波形をわずか 100 ミリ秒(0.1 秒)で計測することが可能になりました。



4. 今後の展開

今後は開発した装置をイメージング装置に組み込むなどの工夫を行い、プラスチックの残留応力検査装置など実用的な装置開発を進めていきます。

<用語解説>

テラヘルツ電磁波: 周波数 10^{12} ヘルツを中心にした、電波と光波の境界に位置する電磁波のこと。物質によって可視域の光とは異なる透過特性を示すため、新しい非破壊・非接触検査光源として期待されている。

※ご取材の際には、事前に下記までご一報くださいますようお願い申し上げます。

※本リリースは文部科学記者会、科学記者会、各社科学部等に送信させていただいております。

・研究内容についてのお問い合わせ先

研究内容：慶應義塾大学 理工学部 物理学科 准教授 渡邊 紳一（わたなべ しんいち）
TEL: 045-566-1687 Email: watanabe@phys.keio.ac.jp

・本リリースの配信元

慶應義塾広報室（竹内）

TEL: 03-5427-1541 FAX: 03-5441-7640

Email: m-koho@adst.keio.ac.jp <http://www.keio.ac.jp/>