



宇都宮大学
UTSUNOMIYA UNIVERSITY



埼玉医科大学
Saitama Medical University



Waseda University

報道機関各位

平成 27 年 3 月 20 日

(同時提供資料)

栃木県政記者クラブ

埼玉県政記者クラブ

文部科学記者会, 科学記者会

国立大学法人 宇都宮大学

学校法人 埼玉医科大学

学校法人 早稲田大学

任意の偏光を持つテラヘルツ光の解析法を開発

(報道解禁日：3月24日午後7時 ※日本時間)

目に見える可視光から携帯電話などの通信に使われている電波の間にある、周波数が 10^{12} ヘルツ付近の電磁波はテラヘルツ光と呼ばれています。テラヘルツ光は、光のような直進性をもつと同時に、電波と同じような物質透過性を持つことから近年注目されている電磁波です。宇都宮大学、埼玉医科大学、早稲田大学、三次元工学会、アリゾナ大学による共同研究グループは、任意の偏光をもつテラヘルツ光の偏光状態をスナップショットで解析する手法を開発しました。これはテラヘルツ光の偏光を制御するために重要な技術です。本成果は物性科学、情報通信、生体計測、天文学、セキュリティなどのテラヘルツ光を応用する際の解析法として可能性を大きく広げるものと期待されます。

本成果は、3月24日午前10時（英国時間）英科学誌「Scientific Reports」オンライン版に掲載されます。

〈ポイント〉

- ・ ベクトルビームなどの任意の偏光をもつテラヘルツ光の偏光状態を瞬時に解析する手法を開発
- ・ 物性科学、情報通信、生体計測、天文学、セキュリティなどテラヘルツ光に関する研究への貢献が期待される
- ・ レーザー加工機や顕微分析法などの実用も期待される

〈今後、どのように発展していくか〉

テラヘルツ光の偏光状態を精密に制御するための解析法として本手法は重要です。偏光状態がよく制御されたテラヘルツ光により分子振動や物質の構造骨格などを解析する物性科学などに寄与し、将来的には高密度記録媒体の開発を目指した応用発展も期待されます。

〈本共同研究グループについて〉

本研究は、宇都宮大学大学院工学研究科の東口武史准教授、及川大基（博士前期課程大学院生）ら、埼玉医科大学保健医療学部の若山俊隆准教授、米村元喜客員教授ら、早稲田大学理工学術院総合研究所の坂上和之講師、鷲尾方一教授ら、三次元工学会の吉澤徹理事長、アリゾナ大学のタイヨスコット教授、宇都宮大学オプティクス教育研究センターの大谷幸利教授との共同研究として実施されました。

※背景・詳細は次ページ以降にて記載

●本研究に関するお問い合わせ先

国立大学法人宇都宮大学

工学研究科

担当：准教授 東口 武史

TEL：028-689-6087

E-mail：higashi@cc.utsunomiya-u.ac.jp

学校法人埼玉医科大学

保健医療学部 1

担当：准教授 若山 俊隆

TEL：042-984-0686

E-mail：wakayama@saitama-med.ac.jp

学校法人早稲田大学

理工学術院総合研究所

担当：次席研究員/研究院講師 坂上 和之

TEL：03-3203-4319

E-mail：kazuyuki.sakaue@aoni.waseda.jp

〈背景〉

目に見える可視光から携帯電話などの通信に使われている電波の間にある周波数（振動数）が 10^{12} ヘルツ付近の電磁波はテラヘルツ光と呼ばれています。テラヘルツ光は、光のような直進性をもつと同時に、電波と同じような物質透過性を持つことから注目されている電磁波です。分子振動などとの周波数と近いことから、物質がどのような組成からできているかを調べることができ、例えば封筒の中にある劇物や薬剤の存在を見つけたり、細胞組織を調べたり、環境のガスなどを調べたりすることができます。また、物質と相互作用しやすいのも特徴で、物質の構造変化やイオン、分子を揺り動かすこともできることから、新しい物質の性質を調べたりすることもできるようになります。このため、テラヘルツ光の偏光を制御することは、これらの応用を切り開く上で重要です。しかしながら、テラヘルツ光の偏光を調べるためには複雑な光学系を必要とすることが多く、簡便な方法で偏光を調べることはできていませんでした。

特に、ベクトルビームに焦点を当てた研究が活発に行われているテラヘルツ光でも、同じように簡便な方法で偏光を決めるためには、超短パルスレーザーをプローブ光として、測定しなければなりません。本研究グループは、テラヘルツアクロマティック軸対称波長板 (TAS plate) とテラヘルツ検光子で透過後のテラヘルツ光の光強度分布をパイロカメラによって1枚撮像するだけで、テラヘルツ光の偏光を決める手法を提案し、これを実証しました。

〈研究手法と成果〉

本研究では、テラヘルツアクロマティック軸対称波長板 (TAS plate) とテラヘルツ検光子で透過後のテラヘルツ光の光強度分布をパイロカメラによって1枚撮像するだけで、テラヘルツ光の偏光を決める手法を実証しました。詳しく調べるために、テラヘルツ検光子の角度方向に対するテラヘルツ強度分布を複数枚測定し、フーリエ変換することにより、入射偏光のストークスパラメータを全て算出します（図1）。このストークスパラメータを用いてテラヘルツの強度分布を再計算することにより、未知の入射偏光だけでなく、TAS plate 透過後のベクトルビームの偏光状態も解析できることを示しました。さらに、TAS plate を用いると、検出するだけでなく、逆に発生に使うこともでき、テラヘルツ光ベクトルビームの生成にも適用できることを示しました。このことにより、任意の偏光をもつテラヘルツ光の偏光を解析する革新的な手法が開発されたこととなります。

〈今後の期待〉

今回の成果は、ベクトルビームとしてのテラヘルツ光の偏光を解析する新しい手法を実証しました。このことにより、テラヘルツ波の偏光を制御するために必要な計測系ができたことを意味しています。今後は、この手法でテラヘルツ光の電場の向きをモニターしながらテラヘルツ光の偏光を設計することによって、物性科学、情報通信、生体計測、天文学、セキュリティなどのテラヘルツ光に関する分野への貢献が期待されます。例えば、偏光状態がよく制御されたテラヘルツ光により分子振動や物質の構造骨格などを解析する物性科学などに寄与することになり、将来的にはレーザー加工機や高密度記録媒体、顕微分光分析装置の開発を目指した応用発展も期待されます。また、この偏光解析法は、テラヘルツ光のみならず、遠赤外線から、可視光、X線にいたる電磁波全般にも今後活用されるものと期待されます。

〈補足情報〉

1. テラヘルツ光：テラヘルツ波、テラヘルツ電磁波ということもある。可視光から電波の間にある周波数（振動数）が 10^{12} ヘルツ付近の電磁波のこと。近年では、偏光の自在な制御や物質との相互作用研究が盛んに行われている。
2. 偏光：可視光やテラヘルツ光などの電磁波の電場（電界）が特定の方向に振動している光の性質のこと。我々の身の回りでは液晶ディスプレイや3Dディスプレイなどでも利用されている。
3. ベクトルビーム：光強度、位相、偏光がビーム内で空間的に変化する新しいレーザービームのこと。これまで使われてきた位相と偏光が一様なガウスビームにはない特徴があり、可視光から近赤外光の波長域での研究は盛んに行われている。

〈図〉

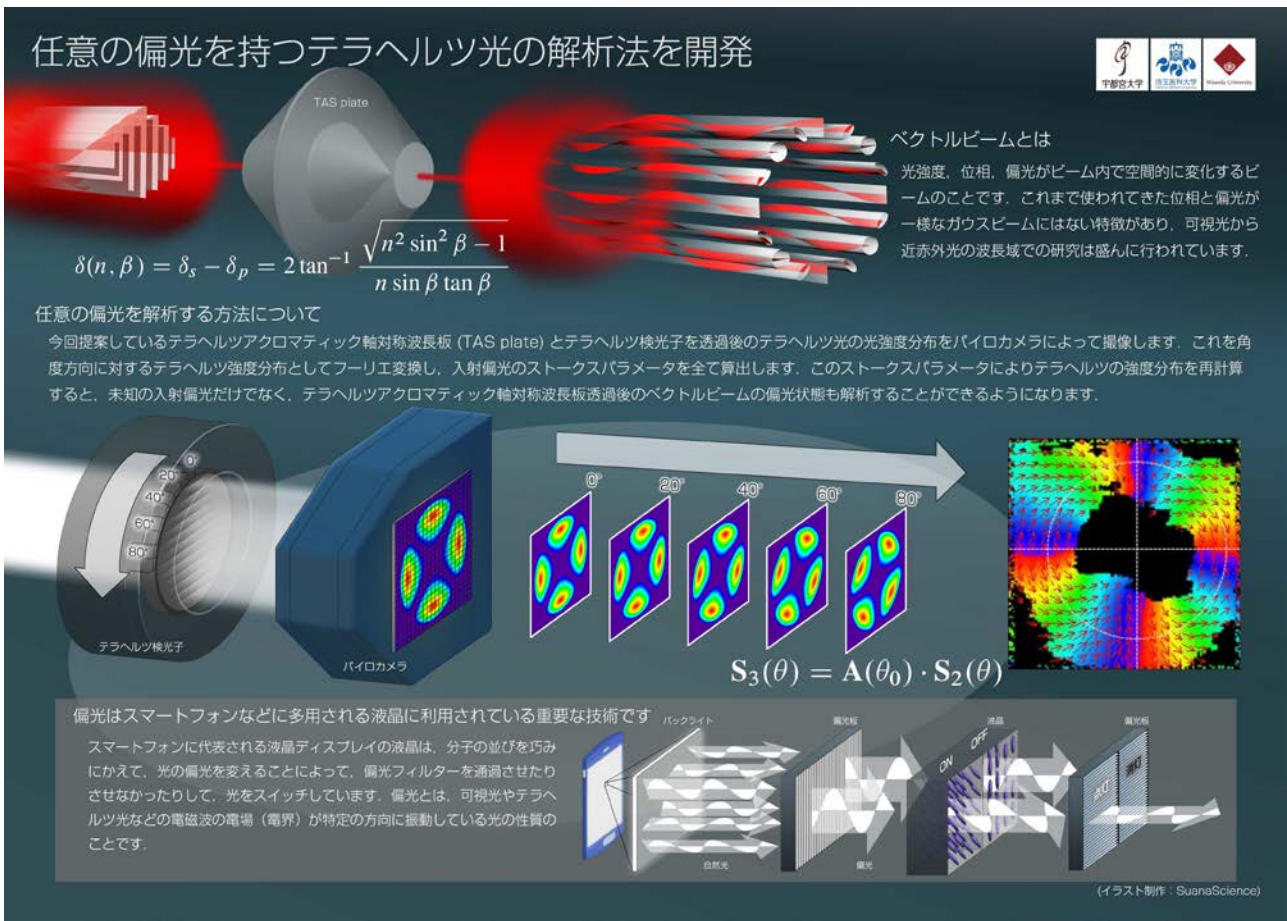


図1 任意の偏光を持つテラヘルツ光の解析法

テラヘルツアクロマティック軸対称波長板 (TAS plate) とテラヘルツ検光子を透過後のテラヘルツ光の光強度分布をパイロカメラによって撮像する。これを角度方向に対するテラヘルツ強度分布としてフーリエ変換し、全ての入射偏光のストークスパラメータを算出する。このストークスパラメータによりテラヘルツの強度分布を再計算すると、未知の入射偏光だけでなく、テラヘルツアクロマティック軸対称波長板透過後のベクトルビームの偏光状態も解析できる。この手法は、ベクトルビームなどの任意の偏光をもつテラヘルツ光を検出するだけでなく、テラヘルツベクトルビームを発生させることもできる。

【論文】

Toshitaka Wakayama, Takeshi Higashiguchi, Hiroki Oikawa, Kazuyuki Sakaue, Masakazu Washio, Motoki Yonemura, Toru Yoshizawa, J. Scott Tyo, Yukitoshi Otani

“Determination of the polarization states of an arbitrary polarized terahertz beam: Vectorial vortex analysis”

Scientific Reports (Nature Publishing Group)

【共同研究グループ】

本研究は、宇都宮大学大学院工学研究科の東口武史准教授、及川大基（博士前期課程大学院生）ら、埼玉医科大学保健医療学部の若山俊隆准教授、米村元喜客員教授ら、早稲田大学理工学術院総合研究所の坂上和之講師、鷲尾方一教授ら、三次元工学会の吉澤徹理事長、アリゾナ大学のタイヨスコット教授、宇都宮大学オプティクス教育研究センターの大谷幸利教授との共同研究として実施されました。

【研究サポート】

本研究は、科学研究費補助金（文部科学省、日本学術振興会）、A-STEP (JST) のサポートを受けて実施されました。

【本研究に関するお問い合わせ先】

国立大学法人宇都宮大学

工学研究科

担当：准教授 東口 武史

TEL：028-689-6087

E-mail：higashi@cc.utsunomiya-u.ac.jp

学校法人埼玉医科大学

保健医療学部

担当：准教授 若山 俊隆

TEL：042-984-0686

E-mail：wakayama@saitama-med.ac.jp

学校法人早稲田大学

理工学術院総合研究所

担当：次席研究員/研究院講師 坂上 和之

TEL：03-3203-4319

E-mail：kazuyuki.sakaue@aoni.waseda.jp

【報道担当】

国立大学法人宇都宮大学

企画広報部企画広報課（担当：渡邊）

TEL：028-649-8178

FAX：028-649-5026

E-mail：kkouhou@miya.jm.utsunomiya-u.ac.jp

学校法人埼玉医科大学

広報室（担当：蒔田）

TEL：049-276-2125

FAX：049-276-2127

E-mail：koho@saitama-med.ac.jp

学校法人早稲田大学

広報室広報課（担当：木綿）

TEL：03-3202-5454

FAX：03-3202-9435

E-mail：momen@waseda.jp