

令和4年4月1日

文部科学記者会、科学記者会、
静岡県社会部記者室、浜松市政記者室 御中

国立大学法人静岡大学

「テラヘルツ波を利用した廃プラスチック識別装置の開発」

—静岡大学・芝浦工業大学・東北大学の研究グループが「廃プラ新法」に対応できる新技術開発—

静岡大学大学院光医工学研究科の佐々木哲朗教授の研究グループは、テラヘルツ波を利用した廃プラスチック識別装置の開発に成功しました。

【研究のポイント】

- ・ JST 大学発新産業創出プログラム・プロジェクト支援型「プラスチック製容器包装廃棄物の高度選別装置の事業化」の成果として、廃プラ問題解決に向けた新しいプラスチック選別装置を開発
- ・ 令和4年4月1日に施行されたプラスチック資源循環法(通称プラスチック新法)に対応
→ 黒色、添加剤混入、劣化したプラだけではなく、バイオプラの識別が可能
- ・ 世界的に需要が高まっている高品質再生プラの生産と品質管理に貢献
- ・ 持続可能な開発目標(SDGs)の達成、循環経済の実現に資する研究成果

近年、漂着ごみやマイクロプラスチックのような海洋汚染問題、プラスチック廃棄物資源の海外輸出問題、レジ袋やストローなどの使い捨て容器の増加、コロナ禍の影響による容器包装廃棄物の急増など、世界各国で廃プラ問題に注目している。特に、持続可能な開発目標(SDGs: Sustainable Development Goals)の達成や循環経済(Circular Economy)の実現が求められている中、廃プラスチック材質の高度な識別と再資源化がもたられている。

静岡大学・芝浦工業大学・東北大学は、2021年度に大学発新産業創出プログラムプロジェクト支援型(with/post コロナにおける社会変革への寄与が期待される研究開発課題への短期集中型)の支援をうけて、「プラスチック製容器包装廃棄物の高度選別装置の事業化」(事業プロモーターユニット:QB キャピタル合同会社)に関する研究を行ってきたが、テラヘルツ波の特性を利用して既存の識別装置では識別が難しかった、黒色プラ、添加剤や難燃剤などが含まれている混合プラを識別することができた。また、紫外線や長期使用による劣化の度合いを把握できることも確認している。さらに、今後、急増することが予想されるバイオプラスチックを見分ける手法としても有効であることがわかった。

これらの識別技術は、4月1日から施行される「プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律」によって発生する廃プラを適切に選別することに応用することができ、廃プラスチック資源の再資源化による高品質の再生資源の確保に大きく貢献できる。



【問い合わせ先】

静岡大学大学院光医工学研究科・電子工学研究所
教授・佐々木哲朗 (ささきてつお)
TEL : 053-478-3264
E-mail : sasaki.tetsuo@shizuoka.ac.jp

△ プラスチック製容器包装の識別実験の様子

【研究概要】

1. 特徴

テラヘルツ波は電波の特性である非極性物質に対する透過性が高いだけでなく、光の特性としての直進性があり、光学設計が可能である。エネルギーとしては室温に相当するので人体に安全である。

テラヘルツ波の周波数はプラスチックを構成する分子鎖間の振動数に相当するので、テラヘルツ帯の誘電率はプラスチックの素材だけでなくひずみや劣化にも敏感である。つまり、テラヘルツ周波数帯におけるプラスチックの誘電率は素材や添加剤混入により透過率や反射率、共鳴吸収のピーク位置が異なることから、素材や添加剤の分類に基づく分別ができる。現在のリサイクル現場が分別できずに困っている「着色プラ」と「難燃剤」について、テラヘルツ波による識別が可能である。テラヘルツ波は長年、発生と検出が困難であった電磁波で、この領域でのデバイス・機器が近年実用化されつつある。例えば、ミリ波の領域に近いサブテラヘルツ波としては車の自動運転 (0.076 THz) などの活用が始まっている。我々の研究グループはファイバーレーザーを励起光源とする GaP 結晶を用いる独自光源 (テラヘルツ分光モジュール) を開発しており、広帯域における複数のテラヘルツ波による識別には、機械学習等の手法を活用し、高い精度で識別可能な装置を開発する。

尚、GaP 結晶を用いるテラヘルツ光源は「浜松・東三河ライフフォトニクスイノベーション」及び「地域イノベーション・エコシステム形成支援プログラム」の支援によって開発された静岡大学発の技術である。

本プロジェクトでは (株) 青南商事の協力の下、実際の廃プラ (1,416 サンプル) を、近赤外分光測定等により組成分析を行い、廃プラのバックデータを蓄積した。廃プラ種類のビックデータを解析することで、地域特性があることをはじめ、従来手法である近赤外分析では黒色プラや透明なプラが測定できないことが判明した。今回、開発した識別装置では、透明プラ、黒色プラの測定が可能であり、かつ PS や PET といった素材ごとの計測結果に明確な差異が見られ (図 3 参照)、識別可能であることが明らかになった。また、機械学習等のアルゴリズムを用いて識別した結果、識別に使用するサンプルサイズが大きいほど、識別精度が高まることを確認しており (図 3 参照)、データベースの構築を継続的に進めつつ、現場の廃プラ組成に適合し、既存の識別装置よりも優れた識別性能が期待される識別アルゴリズムを開発している。

2. 期待できる効果

テラヘルツ周波数帯における誘電率に基づく透過率/反射率の違いから素材や添加剤ごとの識別が可能であり、投入エネルギーが小さいマテリアルリサイクルの資源循環が加速する。そして、廃プラの素材毎の選別精度が上がることによって、高度なリサイクル (マテリアル、ケミカル) が実現できる。また、テラヘルツ波はプラスチックに対して高い透過性があるだけでなく直進性を併せ持ち、着色プラスチックに隠れて見えないリチウムイオン電池などの金属を検出でき、リサイクル現場の火災防止にも役立つ。

【研究助成】

・ JST 大学発新産業創出プログラム・プロジェクト支援型 (with/post コロナにおける社会変革への寄与が期待される研究開発課題への短期集中型) 「プラスチック製容器包装廃棄物の高度選別装置の事業化」 (事業プロモーターユニット: QB キャピタル合同会社)

(光源開発について)

- ・ 地域イノベーション・エコシステム形成支援プログラム
- ・ 浜松・東三河 ライフフォトニクスイノベーション

【用語説明】

テラヘルツ波

テラヘルツは周波数の単位であり、1 兆ヘルツに相当する。テラヘルツ波はおよそ 0.1~10 THz 程度の周波数の電磁波のこと。電波と光の中間の性質を持っていて、高速通信や空港での持ち物検査などのセキュリティ応用での研究開発が進められている。これを分光測定に利用すると高い物質

識別能力を発揮するので、テラヘルツ波を用いて得られる分光スペクトルは指紋スペクトルと呼ばれ、医薬品分析等への応用が期待されている。

代表的なプラスチックや医薬品のスペクトルは下記 URL に公開されている。

<https://www.rie.shizuoka.ac.jp/~thz/database/>

GaP 結晶

ガリウムとリンが1：1の割合で構成される半導体結晶。赤外線レーザー光の周波数がテラヘルツ波に変換される。「西澤完全結晶プロジェクト」(JSTERATO、1981～1986年)において開発された低欠陥結晶を用いているためにレーザー損傷が起こらず、テラヘルツ波の高出力化が可能である。

ファイバーレーザー

光ファイバーの中で光を増幅して発振するレーザーの一種。高強度化が可能で、溶接などの加工にも利用できる。微細電子部品の溶接加工用に利用されている連続波単一波長ファイバーレーザーでは、およそ1050～1080nmの範囲で波長選択が可能であり、数十W級のレーザーが得られる。これをテラヘルツ波発生励起光源として利用すると、小型・高出力・高耐久性・低価格テラヘルツ光源が実現する。



写真1 プラスチック製容器包装の識別実験の様子

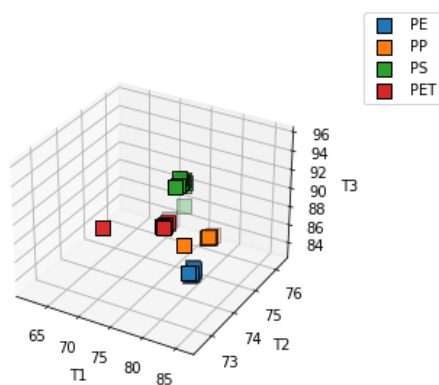


図1 プラスチック製容器包装の透過率の計測結果

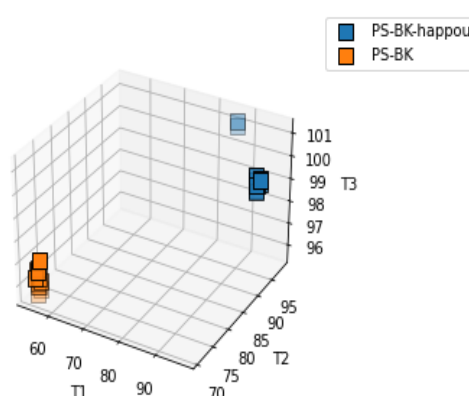
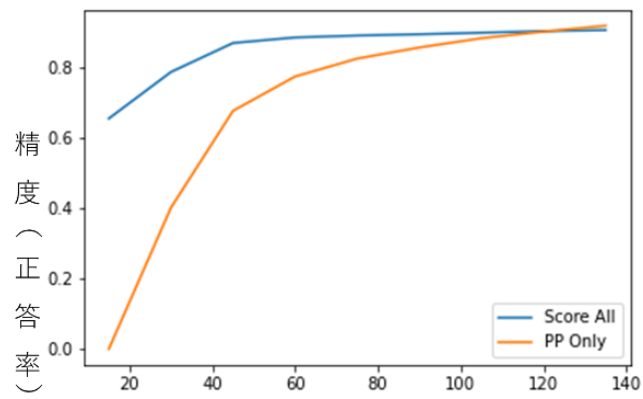


図2 黒色PSの測定値



学習に使用したPPのデータの個数

図3 サンプルサイズと識別精度

以上