

# イノベ 見て歩き

連載：第1回

## 廃プラスチックを高度に選別する装置 大学発ベンチャーで製品化を目指す

田邊 匡生

Tanabe Tadao

芝浦工業大学 デザイン工学部 デザイン工学科 教授  
2021年よりSTART研究代表者

社会実装につながるイノベーションに挑む研究開発現場を訪ねる新連載「イノベ見て歩き」。第1回目は、電波と光の性質を併せ持つテラヘルツ波を使って多種多様な廃プラスチックを高度に選別する装置を開発し、大学発ベンチャーとして製品化を目指す芝浦工業大学デザイン工学部の田邊匡生教授の取り組みを紹介する。

### 可視化できるテラヘルツ波 社会課題の解決に使いたい

オフィスビルやタワーマンションが立ち並ぶ東京ベイエリアにそびえ立つ14階建ての芝浦工業大学豊洲キャンパス。デザイン工学部の研究室は、ガラス張りのフロアに斬新なデザインのデスクやチェアが配置され、学生たちの表情は生き生きとしている。工学系の研究室といえば配管むき出しの灰色という固定観念を一掃するスタイリッシュな空間だ。

「デザイン工学部は、社会的課題の解決にもフォーカスしています。都市におけるモノやコトを支えるデザイン技術をテーマに掲げ、その1つと

して材料技術やシステム技術などを結集し、未来に向けた社会課題の解決をターゲットとしています。廃プラスチック問題も、社会が抱える極めて重要なテーマです」と語るのは、芝浦工業大学デザイン工学部デザイン工学科の田邊匡生教授だ。

田邊さんが廃プラスチック問題に取り組むのは、2002年の東北大学大学院工学研究科の助手時代に半導体結晶を用いてテラヘルツ波の発振に成功したことがきっかけだ。携帯電話に使用されているギガヘルツ波より周波数が3桁高いテラヘルツ波は、透過性のある電波と直進性のある光の性質を併せ持っている(図1)。「テラヘルツ波を使うと、見えないものを

見ることができます。これを社会課題の解決に使えないかというシーズ型研究が出発点となりました」。

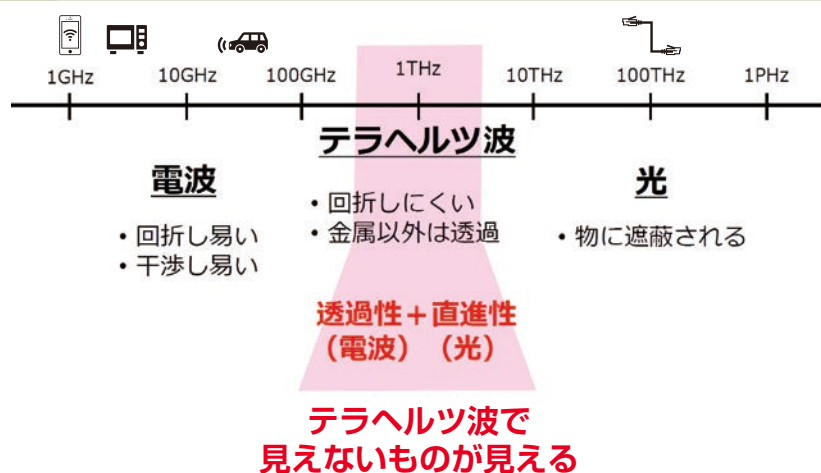
これまで電線ケーブルの内部を調べる非破壊検査や、繊維素材を識別する分光装置などへの応用に向けて試行錯誤を重ねてきた。研究の過程で、電線の被覆素材をはじめプラスチックの種類によってテラヘルツ波の透過吸収率が異なることも確かめている。

### SCOREでの研究開発を通して 事業性は十分にあると確認

近年、廃プラスチックによる海洋汚染などが地球環境問題として注目を集めているが、その適正処理とリサイクルが持続可能な社会づくりには欠かせない。しかし、一口にプラスチックといっても、ポリエチレン(PE)、ポリスチレン(PS)、ポリプロピレン(PP)、ポリエチレンテレフタレート(PET)などさまざまな種類がある。これらを効率よく選別できないとリサイクル素材として活用できず、結局は廃棄されてしまう。

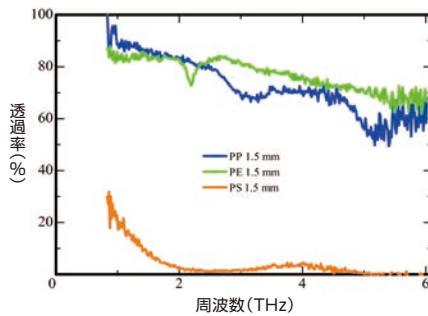
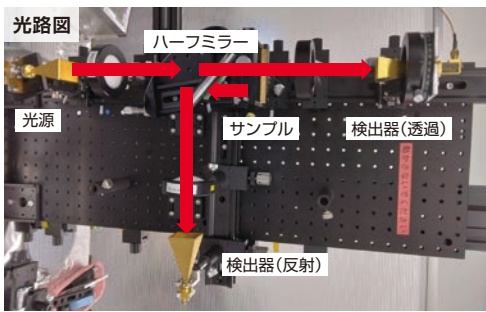
田邊さんは、テラヘルツ波によるプラスチックの高度識別を目指し、19年にJSTの社会還元加速プログラム(SCORE)に応募した。研究では、0.5~7テラヘルツにかけての広帯域テラヘルツ波の透過吸収スペク

図1 テラヘルツ波の特徴



障害物に遮られ回折・干渉を受けやすい電波と比較して、テラヘルツ波は回折しにくく、金属以外を透過する。また、対プラスチックにおいてもテラヘルツ波帯の誘電率が素材ごとに異なるため、細かな識別・選別が可能だ。

図2 テラヘルツ透過／反射測定装置



測定装置では、対象(サンプル)へ発信したテラヘルツ波の透過率と反射率の差から素材を識別する(左)。PE、PP、PSの透過吸収スペクトル(厚さ:1.5ミリメートル)の測定により、吸収強度の違いや特徴的なピークを確認できた(右)。

トルを分析することで、PE、PS、PPなどの識別ができるだけでなく、プラスチックの劣化状態や金属の混入も見つけられることを立証(図2)。一方で、リサイクル企業の現場を視察したり、実際にインドに訪れてスクラップから金属を回収するために廃プラスチックを焼却・不法投棄している現状を見て回ったりした。「問題解決のためには選別精度の向上が必要です。単一素材のペットボトルはリサイクルが確立していますが、PE、PS、PPの分別率は70パーセント程度にとどまっており、品質面から用途も限られています。SCOREを通じて、私たちの高度選別システムが十分に事業性を持つことを確かめることができました」。

### 最初の目標は「店舗型選別機」 スーパーで実証実験

21年度からは、SCOREで培った人脈も生かして東北大学の劉庭秀教授と眞子岳特任講師、静岡大学の佐々木哲朗教授とともに、大学発新産業創出プログラム(START)プロジェクト推進型「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」の取り組みを開始した。選別装置の開発では、人が目視で行っている選別現場の実情を踏まえた機械学習を組み合わせることで、高度識別が期待できるアルゴリズムも開発(図3)。廃プラ混合物を搬送するベルト

コンベア、選別装置などを一体化した試作機を制作し、展示会への出品も果たしている。

実際に稼働する試作機の反響は絶大だった。多くのメディアに取り上げられ、リサイクル事業者や流通企業などから100件を超える問い合わせがあり、うち26件が具体的な交渉に入っている。ベンチャー企業設立も予定しているとのことだ。

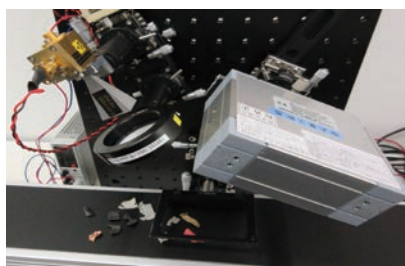
ベンチャーの最初の目標として、田邊さんは「店舗型選別機」を挙げる。「スーパーやコンビニにはペットボトルの回収機が導入されています。

しかし、弁当や総菜の容器などはPE、PS、PP製が混じており、色や形もさまざまです。私たちの高度選別機は透明・着色を問わずPE、PS、PPを選別でき、リサイクルに適さない添加剤を含んだプラスチックの判別も可能です。現在、分別機器メーカーに協力いただいてプロトタイプの開発を進めており、スーパーでの実証実験を始めています。また、デザイン工学部の他の研究室の協力を得て、店頭設置にふさわしいデザイン設計にも取り組んでおり、実用的な装置開発を目指しています」。

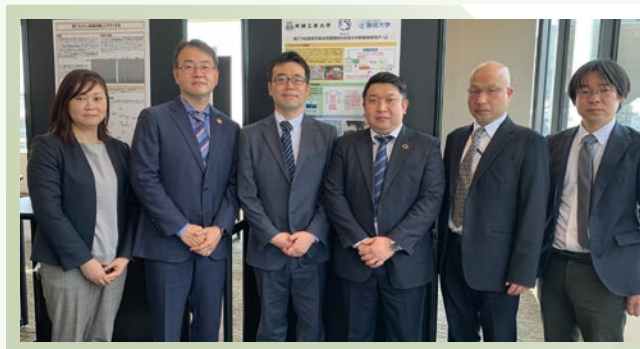
SCORE、STARTでは、都市問題の専門家、リサイクル関係者、流通事業者などと幅広い交流を持つことができ、現場の経験が新たな知見につながったと振り返る田邊さん。今後は、産業廃プラ選別機や一般ごみ選別機の開発に挑戦し、リサイクルしやすい容器やラベルの素材・形状の提案も視野に入れた展開を見据えている。

(TEXT:森部信次、PHOTO:石原秀樹)

図3 プラスチック製容器や包装の識別



ベルトコンベア上の対象をテラヘルツカメラで撮影・測定し、材質を識別する。リサイクル現場での実証実験では、特定のプラスチック素材を選別する装置の高い性能を確認した。



東京ビッグサイトで開催されたピッチイベントでの、プロジェクトメンバーとの集合写真(左から3人目が田邊さん)。