



ようこそ 私の研究室へ 54

独自のシーズ展開事業 大学発ベンチャー創出推進

「高品質な有機強誘電性薄膜作製における標準化技術の開発」
開発代表者



石田謙司

薄くて曲がる、高性能な“有機”赤外線センサーを実用化 有機材料の潜在能力を引き出して、安全・安心で快適な社会に貢献します。

PROFILE

石田謙司 (いしだ-けんじ)
神戸大学 大学院工学研究科
准教授

1991年山口大学理学部卒業。95年九州大学大学院工学研究科博士後期課程修了。工学博士。日本学術振興会特別研究員PD、京都大学大学院工学研究科講師、科学技術振興事業団さきがけ研究21の研究者などを経て、2007年から神戸大学大学院工学研究科応用化学専攻准教授。分子構造の制御によって特性を引き出す分子工

レクトロニクスが専門で、特に有機薄膜材料の強誘電特性の解明と材料開発に取り組んでいる。08年からJST独自のシーズ展開事業大学発ベンチャー創出推進の研究開発課題「高品質な有機強誘電性薄膜作製における標準化技術の開発」開発代表者。11年4月にベンチャー企業「株式会社センサース・アンド・ワークス」を設立。



有機物の高い潜在能力を 自分の手で証明したい!

「有機材料はコストが安く、軽くて曲がるから便利だけれど、肝心な材料としての性能は無機物より劣ると思われがちです。有機物を研究してきた私には、それが悔しくて仕方ありませんでした。だって、実際には性能的に優れている面もあるのですから」

たとえば、わずかな熱を感知して電気を生じる「焦電性」は、理論的には有機物のほうが無

機物より5～10倍も優れた潜在能力を秘めているといわれていた。ところが、焦電性や圧電性(力を電気に変換する能力)を併せもつ「強誘電性」の有機分子を作り出し、その潜在能力を証明することは、誰もできずにいたのだ。

「それなら自分が証明してやる!」——今から約10年前、30代前半の石田謙司さんは、そんな青雲の志を胸にJSTの戦略的創造研究推進事業さきがけの「秩序と物性」研究領域に飛び込んだ。若手研究者のチャレンジングな研究を支援する「さきがけ」では、年に数回

の領域会議で研究者同士が熱く意見を交わし、総括やアドバイザーから厳しくも適切な助言をもらえる。それは石田さんにとっても真剣勝負の場だった。

「研究に進展がなければ厳しい言葉が浴びせられるけれど、成果が出れば一緒に喜んでくれる。だから、少しでもよい報告をしたいと必死でした。領域会議の前日は毎回、少しでもよい成果を持っていきたくて、徹夜で実験していました」

その甲斐あって、ついに念願の「有機強誘電性薄膜」の作製に成功した。示された強誘電性は、有機材料において当時の世界最高値を示すものであった。



研究成果を社会に役立てるため ベンチャー企業を設立

「成果が出た喜びとともに、開発した材料を社会に役立てたいとも強く思いました。実験に明け暮れている頃は、そんな余裕はなかったのですが」

「最適な用途」として考えたのが赤外線センサーだ。人がいるときだけはたらくエアコンや点灯照明、防犯・警報装置など、人間を感知するセンサーの用途は、安全・安心で快適な社会の実現に向けて、ますます多様化している。しかし、従来の赤外線センサーの材料は無機物のセラミック系材料を素子として用いたものが主流で、環境への影響が懸念される鉛を使用しているうえ、素子の変形や小型化には限度があった。

石田さんの開発した有機強誘電性薄膜には鉛は含まれない。有機だから柔らかく、形を自由に変えられる。何より、強誘電性が赤外線センサーとしての高性能化に直結する。そう考えた石田さんは、JSTの独自のシーズ展開事業 大学発ベンチャー創出推進を通じて実用化への道に踏み出した。同事業は、研究



有機材料の
潜在能力を引き出して
社会貢献を
目指します。

大学発ベンチャーのスタッフと。後列右が石田さん。後列左は、研究室の研究員であり、ベンチャー企業の取締役社長でもある堀江さん。

製膜装置



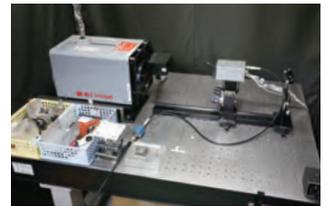
るつぼの中に入れた材料を真空蒸着によって結晶化し、薄膜を作製する。温度や蒸着速度を変えて分子構造を制御することで、有機物のもつ強誘電性が引き出される。

赤外分光装置



対象物に赤外線を照射し、透過した光を分光することで分子構造を知る。

焦電特性評価装置



赤外線センサーに必要な焦電性(温度変化で電気を帯びる性質)を計測する。

強誘電体評価装置



ON-OFFが切り替わるスイッチングスピードなどの電气的特性を計測する。

イエロールーム



実験室の一角に設けられ、紫外線をカットした環境での実験を行う。

成果の社会への橋渡しとなるベンチャー企業創出を、経験豊富なプログラムオフィサー(PO)の助言などを通じて支援する取り組みだ。そこには“さがしげ”時代と違った意味で刺激的な経験が待っていたという。

「実用化には量産化技術などの技術的な課題のほか、ビジネス的なセンスも問われます。研究者である私はそんなトレーニングは受けていませんから、たくさんの気づきがありました。POやアドバイザー(AD)の先生方から予想もしないことを質問されて、何度も背中に冷や汗をかきました(笑)」

貴重なアドバイスなどを通じて量産化技術を確認し、さまざまな製品への応用が広がるフィルム状の赤外線センサーを開発した。2011年4月にはベンチャー企業「株式会社センサーズ・アンド・ワークス」を設立し、実用化に向けた企業との交渉も始まっている。



基礎研究から実用化へ進む姿を学生たちにも見てほしい

「私は高校時代、理科の教員志望でした。生徒を教えながら自分も教えられ、一緒に成長できる職業に魅力を感じたのです。大学で教育学部ではなく理学部を選んだのは、専門知識を深めたほうが教員として役立つと考えたからです」

大学院進学後も教員志望に変わりはありませんでしたが、日本学術振興会(JSPS)の特別研究員に選ばれたのを機に研究者の道を選択した。研究自体に魅力を感じたのと同時に、研究者も学生に教え、教えられる職業だと気づいたからだ。そして実際に、学生たちとの関わりのなかで、充実感を味わっている。その学生たちの1人が堀江聡さん(神戸大学学術推進研究員)だ。石田さんが京都大学大学院講師時代に指導教官を務めた教え子だった。

「企業勤務を経て入ってきた彼は、一般の学



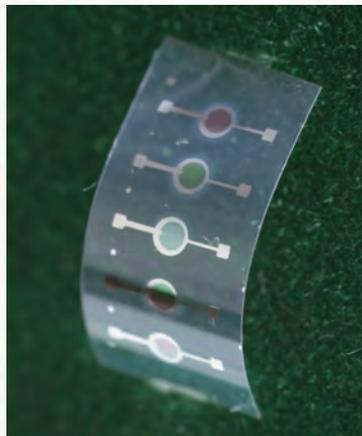
顕微鏡を覗く堀江さん。失敗を重ねながら実験を続け、望む材料の実現に近づいていく。

生よりもかなり意識が高かったですね。実用化にも積極的に協力し、ベンチャー企業の社長も務めてくれています」

現在の研究室の学生たちには、研究から実用化に取り組む自分の姿を見て「何かを学んでほしい」とも感じている。

「私は今、自分の研究成果が社会に役立つという、幸せな道を進んでいます。学生たちも、今の研究が社会につながると実感できれば、大きな励みになるでしょう。仕事を通じて人を育てるオン・ザ・ジョブ・トレーニングならぬ、研究を通して人を育てる“オン・ザ・リサーチ・トレーニング”でしょうか。研究を通して、私だけではなく学生や研究スタッフ、そして企業の方たちなど、周りにいる人みんなが幸せになってほしい。目指すのは“人を幸せにする研究”です」

研究の概要



開発された焦電素子フィルム。1つひとつのセンサー素子にレンズを組み込み、多方向からの赤外線を検知させることも可能だ。

分子構造の制御による有機強誘電性薄膜の開発と実用化に取り組んでいる。有機材料P(VDF) (ポリフッ化ビニリデン)は、フッ素と水素が交互に結合した構造をしており、フッ素はマイナス、水素はプラスの電气的特性をもつことから、わずかな温度変化や外部圧力によって電気を帯びる「焦電性、圧電性、強誘電性」を備えている。ところが、通常環境化においては分子構造がねじれた状態になり、強誘電性を発揮するための障害となっていた。しかし、石田さんらは、分子制御技術によって“ねじれ”を解消し、有機強誘電性薄膜の開発に成功した。さらに、強誘電体のもつ、温度変化を感じて電気を発生する性質(焦電性)に着目して、有機強誘電性薄膜を用いた「焦電型赤外線センサー」を開発した。柔軟なフィルム基材の上にセンサー素子構造を作製することにより、薄くて曲げられる赤外線センサーを実現した。住宅設備・家電やセキュリティ機器、楽器などと、幅広い用途をもつ製品として期待されている。