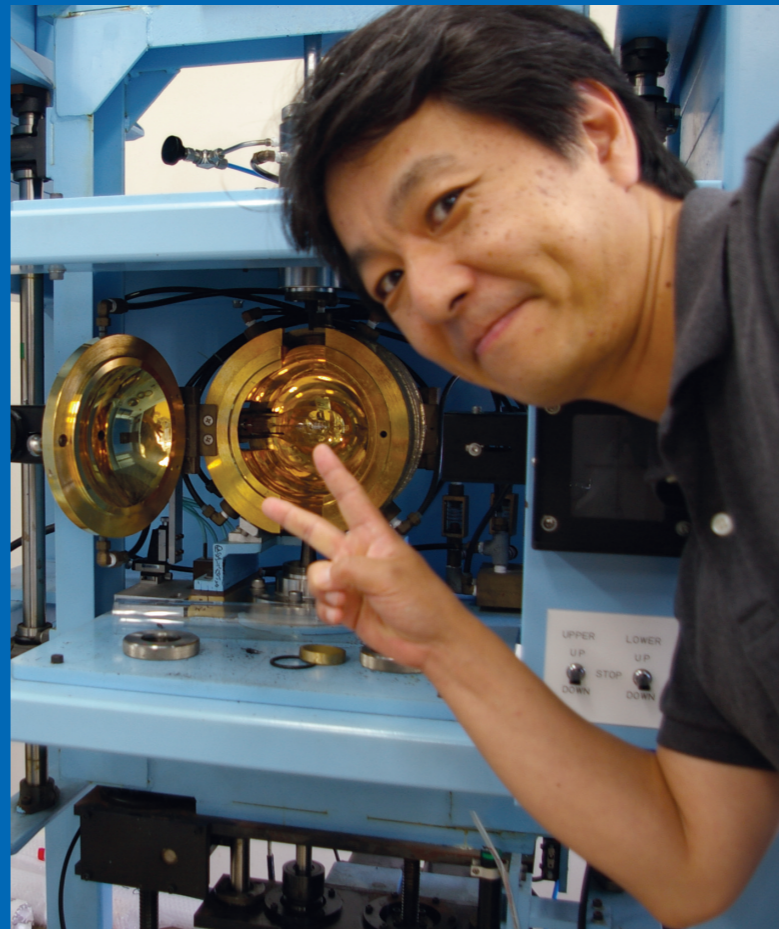


# 未来材料ーグリーンフエライト 電子が主役の新規誘電体の発見ー

07

## 教員紹介



物理学科教授(現在)

**池田 直** [いけだ なおし]

早稲田大学理工学部物理学科卒業。同大講師、財団法人高輝度光化学研究センター(JASRI/SPring-8)主幹研究員を経て、2006年より岡山大学教授(大学院自然科学研究科)、現在に至る。

**POINT**  
誘電体は半導体とともに電子デバイスに欠かせない物質である。池田教授は従来とは全くことなる、電子が主役の誘電機構を発見してきた。現在、池田教授はこの新奇な機構を持つ物質  $\text{RFe}_2\text{O}_4$  の基礎物性の理解と電子デバイス応用の両面から研究を展開している。その夢は太陽電池へまで広がる。

現在の私たちの日常には様々な電子機器があふれている。それらの制御は集積回路と呼ばれる電子部品において行なわれる。この集積回路に欠かせないものが誘電体でできているコンデンサーだ。

通常の誘電体は正の電気を帯びた陽イオンと負の電気を帯びた陰イオンが混ざり合っていて、誘電体を電界中におくと、陽イオンと陰イオンが空間的に規則正しく配列し、全体として電気的な偏り(電気分極)が生じる。

池田教授は、イオンではなく電子が主役となる新しいメカニズムの誘電体  $\text{RFe}_2\text{O}_4$  (Rはイットリウムなどの希土類元素)を発見した。『グリーンフエライト』と名付けられたこの新誘電体は室温近くで電気的な配列が起こり、さらに可視光から赤外線領域までの広い光吸収を示す。そのため、未来の電子デバイスとしてだけでなく、高性能太陽電池などへの幅広い応用が期待されている。

**POINT**  
**電子が主役**

$\text{RFe}_2\text{O}_4$ は鉄の二価( $\text{Fe}^{2+}$ )と三価( $\text{Fe}^{3+}$ )が混ざ

り合っていてきているため、当初は磁性体として注目されていた。しかし池田教授が誘電率を測定したところ非常に高い比誘電率を示した。これは大発見であると同時に池田教授を悩ませた。

「従来のイオンが主役の誘電機構では説明できません。そこで二価と三価の鉄の電子の配列で誘電体となるという仮説を立てました。」

池田教授はこの仮説を確かめるために、スプリング8と呼ばれる大型放射光施設を利用して共鳴X線散乱実験を行った。その結果、二価と三価の鉄の電子同士の強い相関(反発相互作用)により、電子の濃い部分と薄くなる部分との規則的構造が生じることを突き止めた。つまり、何百個もの電子の『自己組織化』が高い誘電性の源であることを見いだした。『電子誘電体』発見の瞬間である。

従来のコンデンサーは誘電体中のイオンが動くことで電気信号を処理している。その役目を電子が担うことで、より早い動作、より低い消費電力を実現することが可能になるといふ。池田教授の発見したグリーンフエライトが電子デバイスへ応用される日も近い。

**POINT**  
**高性能で安い太陽電池**

何百個もの電子の『自己組織化』により、グリーンフエライト内には電荷の秩序構造が生じている。外部から光等の刺激を与えることで電子の規則的な配列が崩れ、電子が自由に動き回るようになる。池田教授はこの性質にいち早く注目し、光吸収による発電装置への応用研究を行っている。

「岡山大学に着任して以来、グリーンフエライト

を使った太陽電池の可能性を模索してきました。この物質は可視光に加えて赤外線にも反応するため、雨の日はもちろん、熱線を使うことで夜間の発電が可能になるかもしれません。また、酸化鉄が主成分であるため非常に安価であり、コストも大幅に低減できます。」

グリーンフエライトの光吸収率は既存のシリコン製太陽電池素材の100〜千倍。粉末状で、簡単に薄く延ばせることから、建物の外壁や屋根に塗れば高いエネルギー変換効率と発電面積の拡大で、多くの電力を取り出すことが可能になるといふ。研究には地元の大手企業ベネッセが注目し、研究資金の支援も決まった。

「イットリウムという安価な原料を使い、1平方センチメートルあたり数百円という安価で高性能な太陽電池を作りたい。」と数年後の実用化を視野に研究を進めている。

**POINT**  
**挑戦者募集**

「我々のプロジェクトは、より良質な結晶作製、基礎物性の理解、そして応用研究の三本の柱からなっています。特に、グリーンフエライトは鉄の電子が主役となるために、誘電性と同時に磁石としての性質も持ちます。磁性と誘電性、そして電気伝導性の間に相関があるのか、大きな謎を秘めた材料ということもできます。是非、物理が大好きな人に来てもらって、一緒に研究をしていきたいですね。」