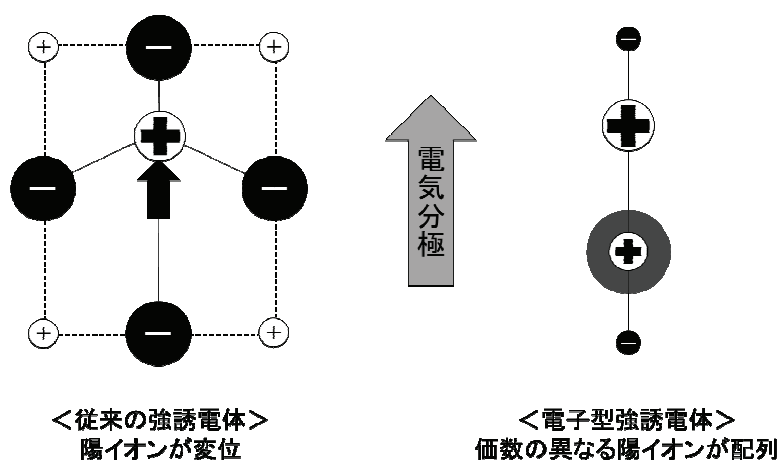


6-6. 学校法人日本大学

日本大学理工学部電子工学科の永田知子助教の研究グループは、電子型強誘電体希土類フェライトを用いた外場敏感多機能デバイスの開発を行なっている。具体的には、フレキシブルでエコなフェライト太陽電池、省エネ・超小型の電場駆動型磁気メモリーの開発などにつながると期待されている。

三角格子希土類鉄複電荷酸化物 RFe_2O_4 (R は希土類) は、電子型強誘電体として知られている。電子型強誘電体は通常の強誘電体とは異なり、イオン変位ではなく極性的な電荷秩序のみを分極の起源としている (図 11)。

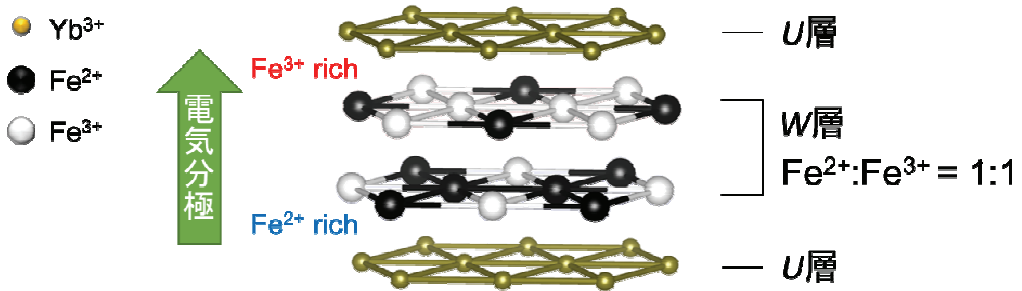


(出所：日本大学永田知子助教提供)

【図 11. 従来の強誘電体と電子型強誘電体の電気分極モード図】

RFe_2O_4 結晶構造は、R と O が作る三角格子層 1 枚 (U 層) と、Fe と O が作る三角格子層 2 枚 (W 層) が、c 軸方向に交互に積層した層状化合物である。W 層において、 RFe_2O_4 の Fe イオンの平均価数は +2.5 であり、 Fe^{2+} と Fe^{3+} が三角格子上に同数存在する。クーロン力により、 Fe^{2+} と Fe^{3+} が隣り合うことが安定であるため、高温では三角格子上で電荷フラストレーションが生じるが、室温では秩序化する。W 層の電荷秩序は極性を持つため、Fe 価数の違いによる微視的な電気分極を生じる。電気分極を持つ W 層が積層することで強誘電性を発現している (図 12)。

RFe_2O_4 においては電子が直接電気分極を担うため、強誘電体として利用したとき、イオン変位型強誘電体と比べて速く、0.3eV 程度と比較的低エネルギーで分極反転が可能で、繰り返し耐久性も高いことが期待される。

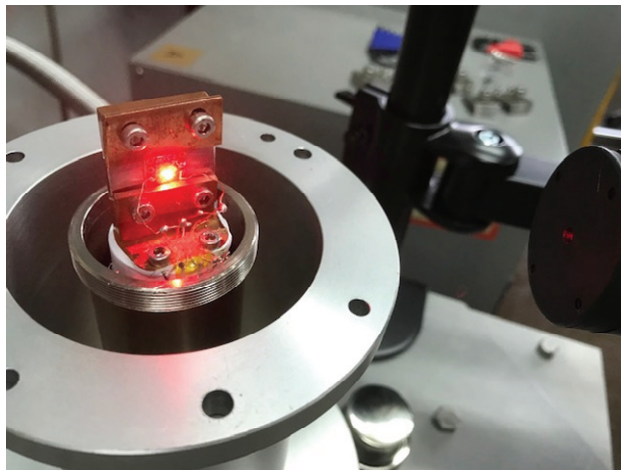


(出所：日本大学永田知子助教提供)

【図 12. 電子型強誘電体希土類フェライト RFe₂O₄ の結晶構造】

さらに、RFe₂O₄は強誘電体であると同時に強磁性体でもある。強磁性の起源はFeスピンの秩序化である。Feイオンの電荷秩序と磁気秩序は独立して生じ得るが、同じFeイオンの配列を起源としているため、非線形電気磁気効果を示す。これまでに報告されている非線形電気磁気効果は、磁気秩序に起因して一意に定まる電気分極の振る舞いに関するものであり、RFe₂O₄の電気磁気効果とは異なるものである。従って、RFe₂O₄の電気磁気効果は既存の理論で説明できない現象である。

永田知子助教の研究グループでは、RFe₂O₄の電気磁気効果の詳細を明らかにするため、磁気光学効果等を用いた特性評価に取り組んでおり、低消費電場駆動型磁気メモリーの開発を目指している (図 13)。



(出所：日本大学永田知子助教提供)

【図 13. 電気測定用装置】