

酸化物界面が可能にする新しい物理とエレクトロニクス

川崎研究室は2011年3月、東北大学から移設した研究室です。これまで、透明な酸化物薄膜を対象に、新しい光・磁気・電子機能を生みだし、電子デバイスとして実証してきました。わかったことは、(1)すでに実用化されている半導体や金属などの材料では不可能な、あるいは遙かに優れた機能がまだまだ眠っていること、(2)最も完全と信じられてきた半導体を上回る完全結晶薄膜が作製可能なこと、(3)電子がお互いを強く感じる(電子相関)効果が強いとき、異なった性質を持つ物質をつきあわせた界面では予想もできない新現象が生じること、です。

研究室の装置は寸前に移設して未曾有の震災から逃れましたが、日本が直面する課題は大きく、我々物質科学者が果たすべき役割がはっきりしたと言えます。その中で、酸化物エレクトロニクスに期待されることは、界面で生じる新しい物理現象をあやつり、低散逸・高速デバイスを可能にする新原理の提案と実証、高効率発光デバイス・太陽電池の創製、より高い温度で超伝導になる物質の開発などが中心にあります。

川崎研究室は20年間にわたり、「ものづくり」で世界のトップを走ってきました。メンバーは日夜、工夫を凝らして良い試料の作製に打ち込んでいます。微細加工技術を駆使して新機能をデバイスとして実証するまで、一貫して各個人が取り組んでいます。世界中が夢中になって取り組む大きな研究の源流となる、オリジナリティーの明確な成果をいくつも発信してきました。その中には、安価で環境にやさしいZnO紫外発光ダイオードの実現(図1)^{1,2}、透明磁石 $Ti_{1-x}Co_xO_2$ の発見(図2)³と電圧で磁性を制御するトランジスタの発明^{4,5}、トランジスタの原理を用いて、酸化物で初めての量子ホール効果の実現(図3)^{6,7,13}と全く新しい超伝導の誘起方法(図4)^{8,9}を発見などがあります。

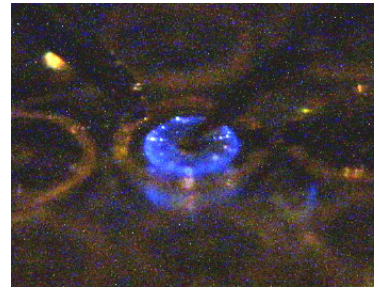


図1. 世界で初めて光ったZnO紫外発光ダイオード(LED)

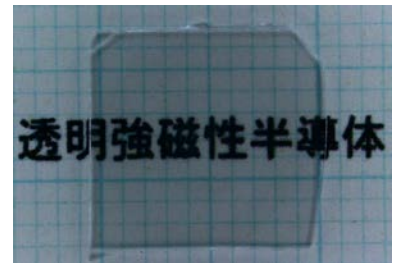


図2. 発見した透明磁石

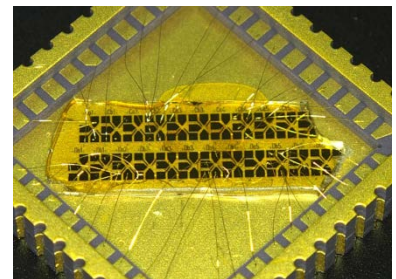


図3. 酸化初物の量子ホール素子

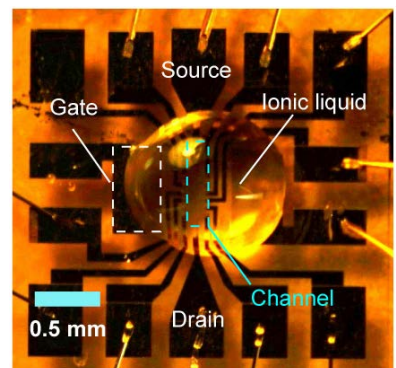


図4. 世界初の電界誘起超伝導素子

最近の主な発表論文

1. A. Tsukazaki *et al.*, *Nature Mater.* **4**, 42 (2005)
2. K. Nakahara, *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **97**, 013501 (2010)
3. Y. Matsumoto, *et al.*, *Science* **291**, 854 (2001)
4. H. Toyosaki *et al.*, *Nature Mater.* **3**, 221 (2004)
5. Y. Yamada *et al.*, *Science* **332**, 1065 (2011)
6. A. Tsukazaki *et al.*, *Science* **315**, 1388 (2007)
7. A. Tsukazaki *et al.*, *Nature Mater.* **9**, 889 (2010)
8. K. Ueno *et al.*, *Nature Mater.* **7**, 855 (2008)
9. K. Ueno *et al.*, *Nature Nanotech.* **6**, 408 (2011)
10. M. Nakano *et al.*, *Nature* **487**, 459 (2012)
11. H. Y. Hwang *et al.*, *Nature Mater.* **11**, 103 (2012)
12. J. Falson *et al.*, *Nature Phys.* **11**, 347 (2015)
13. T.C. Fujita *et al.*, *Scientific Reports* **5**, 9711 (2015)
14. Y. Matsubara *et al.*, *Nature Comm.* **7**, 11631 (2016)

グループ構成

教授、打田正輝助教、大学院生(博士課程:2名、修士課程:5名) 研究支援者(1名)

共同研究: 学内(QPEC・小塚研究室、十倉研究室、永長研究室、等)、東工大、東北大、理研、産総研