

高分解能光電子分光により 超伝導・スピントロニクス研究に貢献

超伝導は電気抵抗がゼロで、エネルギーをロスなく運べる。従来は高価な液体ヘリウムを使って-269℃まで冷却して超伝導状態を作っていたが、最近では-196℃で安定した超伝導状態を保つことが可能となり、比較的安価な液体窒素で超伝導が実現できている。高温での超伝導機構の解明は、実用化に向けての重要な開発課題となっている。

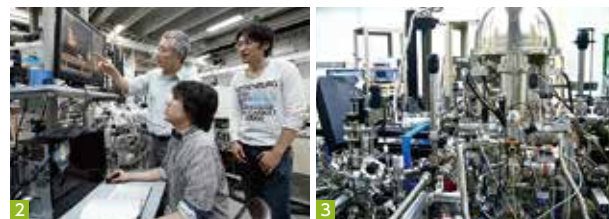
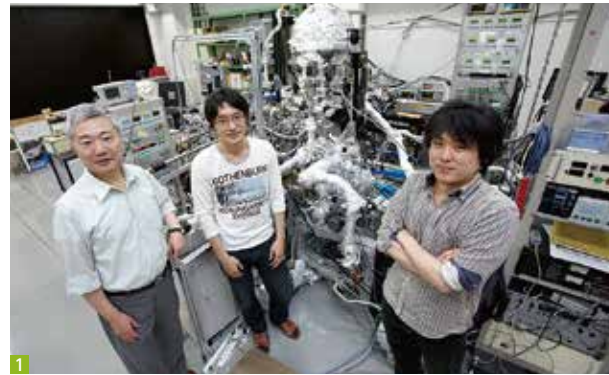
「高機能性材料や電子素子の動作機構は、用いられる物質の電子状態を基にして理解されます。物質の電子状態を測定する最も直接的な実験方法が、アインシュタインの光子量子仮説に基礎を置く光電子分光法です」と高橋隆教授は言う。

光電子分光とは固体に一定エネルギーの電磁波をあて、光電効果によって外に飛び出してきた光電子のエネルギーや速度を測定し、固体の電子状態を調べる方法である。高橋教授の研究室で製作した「光電子分光装置」は高い分解能を誇り、物質の電子状態を高精度で測定でき、これまで半導体や高温超伝導体の研究で大きな成功を収めてきた。

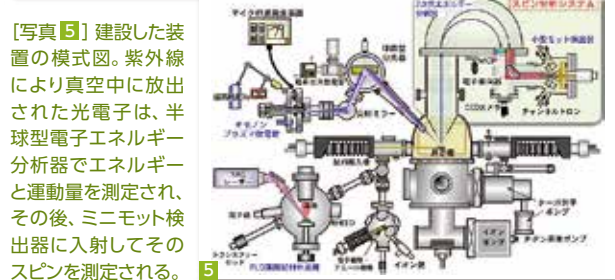
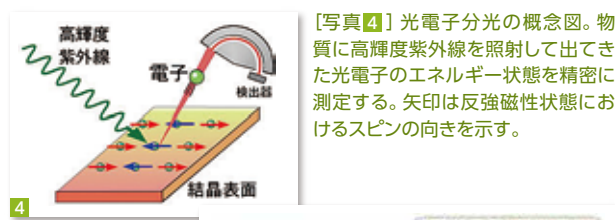
「電子のもう一つの重要な物理量にスピンの向きがあります。このスピンを測定する超高分解能スピン分解光電子分光装置を建設し、世界最高分解能8meVを達成しました。電子のスピンの利用して電子素子を開発するスピントロニクスの分野で貢献できます。」

現在この装置を用いて、表面ラッシュバ効果、トポロジカル絶縁体、ハーフメタル強磁性体などの、次世代スピントロニクスデバイスに役立つ物質群の物性発現機構解明の研究に取り組んでいる。

「東北大学は世界の材料科学のメッカです。この一番の強みを活かして新しい物質開拓に貢献していきたいですね。」



【写真1】高橋教授の研究室では、電子のもう一つの重要な物理量であるスピンを検出するために「超高分解能スピン分解光電子分光装置」を建設。世界最高分解能8meVを達成している。



【写真2】建設した装置の模式図。紫外線により真空中に放出された光電子は、半球型電子エネルギー分析器でエネルギーと運動量を測定され、その後、ミニモット検出器に入射してそのスピンを測定される。

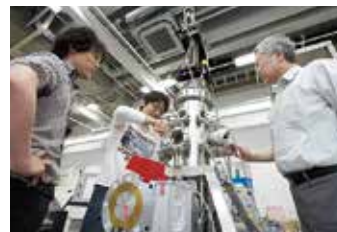


原子分子材料科学高等研究機構 教授
理学研究科物理学専攻 教授

高橋 隆

TAKAHASHI Takashi

1951年生まれ、新潟県出身。東京大学理学部物理学科卒業。専門は物理学。東北大学理学部物理学科助手を経て、2007年より現職。
<http://arpes.phys.tohoku.ac.jp>



光を皮膚で感じるラットの開発 脳への情報伝達の可能性を広げる

人はどのように光を感じ、触覚を感じるか。わかっているようでわかっていない世界だ。生命科学研究科の八尾寛教授のグループは世界で初めて皮膚で光を感じる「スーパー感覚」を持つラットを得ることに成功した。単細胞緑藻類「クラミドモナス」が持つ、光を感じるタンパク質「チャンネルロドプシン (ChR)」に着目し、このタンパク質を遺伝情報に組み込んだラットを育てたのだ。

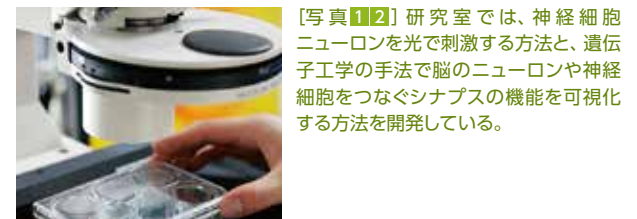
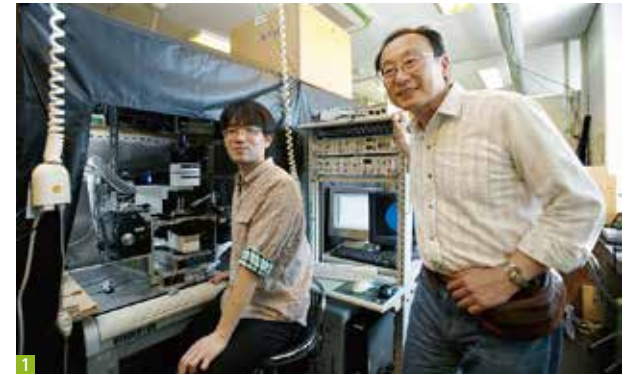
「ケージの下から足に光を当てると、触られたような動きを見せた」と八尾寛教授。この実験により、ChRを生体の脳に発現させれば、神経細胞を光で操作することができることがわかったという。

脳の中では神経細胞と神経細胞がつながって外部刺激の認識を行う。しかし、その関係は複数対複数でつながっていて、詳細な解明は方法論的に難しかった。光を使うと一つ一つの神経細胞を狙って刺激することができ、その間の関係を調べることができる。

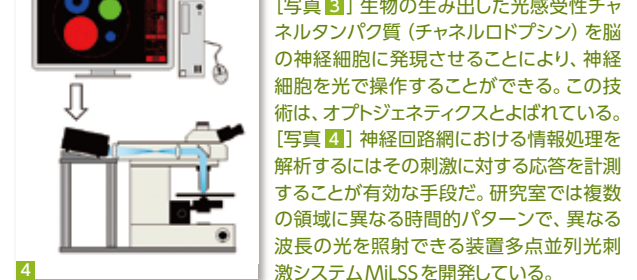
「ものの形、大きさ、動き、手触りなど、触覚から得られるさまざまな情報が、脳でどのように認識されているのかは、ほとんど解明されていません。このラットは、このような研究を促進することが期待されます」と八尾教授は語る。

この技術を使えば、パターン化された光の照射で脳に意味のある信号を送り、脳に直接情報を送ることもできるようになると言う。「コンピューターなどの外部機器をつないで、光で脳と脳、脳と機械との対話が、将来的には実現するかも知れません」と八尾教授は語る。

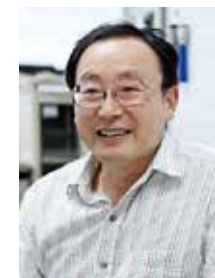
八尾教授のグループでは基礎研究に培った技術を活用し、光を使って脳と直接情報をやり取りするブレイン・マシン・インターフェース (BMI) の研究も推進している。



【写真1】研究室では、神経細胞ニューロンを光で刺激する方法と、遺伝子工学の手法で脳のニューロンや神経細胞をつなぐシナプスの機能を可視化する方法を開発している。



【写真2】生物の生み出した光感受性チャンネルタンパク質 (チャンネルロドプシン) を脳の神経細胞に発現させることにより、神経細胞を光で操作することができる。この技術は、オプトジェネティクスとよばれている。【写真3】神経回路網における情報処理を解析するにはその刺激に対する応答を計測することが有効な手段だ。研究室では複数の領域に異なる時間的パターンで、異なる波長の光を照射できる装置多点並列光刺激システムMilSSを開発している。



生命科学研究科
脳機能解析分野 教授

八尾 寛

YAWO Hiromu

1952年、福岡県生まれ。京都大学医学部卒業。専門は脳機能解析。京都大学医学研究科修了。日本学術振興会奨励研究員、京都大学助手、講師を経て、1995年より東北大学医学部教授。2001年より現職。
<http://neuro.med.tohoku.ac.jp/>

