革新メモリー開発へ道

電気や磁気 相互作用解明

知を拓く

理化学研究所
創発物性科学研究センター
十倉 好紀氏

理化学研究所創発物性科学研究センターの十倉好紀センター長(61)は、物質内で起こる電気や磁気の相互作用の解明で功績を上げてきた。２００３年に見つけた「マルチフェロイック物質」の新材料は、磁場によって電気的な性質が大きく変わり、それまでの常識を覆した。将来の省電力メモリーにつながると期待されている。

「物性」で最先端走る

マルチフェロイック物質は、電気的な性質と磁気的な性質を兼ね備え、両者が相互作用する。

電気は電子の電荷によって、磁気は「スピン」と呼ばれる性質によって生じる。物質中の電荷を動かすには電場を、スピンを動かすには磁場をかけるというのが、物理の常識だ。

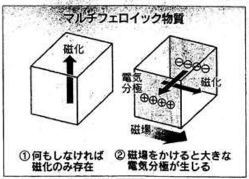
ところがマルチフェロイック物質は、磁場をかけると電荷が移動し「電気分極」が生じて電気がたまる。一方、電場をかけるとスピンが回転し、情報の記録に使われる磁化が発生する。それまでの常識に反する現象を起こす。

新材料「マルチフェロイック物質」の研究はノーベル賞に値するとの評価を受ける

研究を始めたのは２００１年。当時、東京大学十倉研究室にいた木村剛講師（現大阪大学教授）が、米物理学会でマルチフェロイック物質についての発表を聞いたのがきっかけだった。

当時、海外で見つかっていた物質は、分極は小さく、素子などに応用できるレベルでは到底なかった。十倉氏は「（電子の状態が大きく変わる）相転移を起こせば、大きな応答が起きるのではないか」と考えたという。

十倉氏は１９９４年に、電気と磁気とが相互作用する「超巨大磁気抵抗効果（ＣＭＲ）」を発見している。通常は絶縁体だが、磁場をかけることにより相転移を起こし、電気を通すようになる現象だ。同様の現象は海外で報告されていたが、格段に大きく反応する物質を見つけた。



マルチフェロイック物質

①何もしなければ磁化のみ存在　②磁場をかけると大きな電気分極が生じる

２人は、ＣＭＲで研究してきたマンガン酸化物を詳しく調べた。木村氏はテルビウムを含むマンガン酸化物が、微小な磁場をかけただけで、それまでの材料とは桁違いの大きな電気分極を生じることを見い出した。

報告を受けた十倉氏は「これは本物だ」と直感したという。発見した物質は、スピンが場所によって少しずつ向きを変え、らせん状に並んでいる。磁場をかけると相転移が起きてスピンが回転し、電気分極が生じる。

03年に英科学誌ネイチャーに論文を発表。2年後には永長直人東大教授らがメカニズムを解明し、一気に注目が集まった。今では数百種類のマルチフェロイック物質が見つかっている。

現在力を入れているのは「スキルミオン」だ。直径数十㌨（㌨は10億分の1）㍍という微小な範囲で、電子のスピンが規則正しく渦巻き状に並ぶ現象だ。09年に電子顕微鏡で観察することに初めて成功した。マルチフェロイック物質でもスキルミオンが起きることが確認されている。

次々と新しい現象に関心を移しているように見えるが、十倉氏は「私の中ではつながっている。物性は１つの概念では分からない。多くの相互作用を解明することで見えてくる」と力を込める。

第一線で研究を続け、現在61歳。「年をとると遠くまで見えるようになる。昔できなかったことができるようになった」と、情熱は今も衰えない。

標的絞らず「種示す」

十倉好紀・理化学研究所創発物性科学研究センター長が取り組んできた物性研究の最先端分野は、具体的な実用化のイメージを描きにくい。新しい現象が発見されてから、それを利用する素子や装置の発想が生まれ、さらに工業的に見合うコストで実用化するには、長い年月がかかる。

十倉氏が見いだした物理現象で、製品化に至ったものはまだ少ない。１９９０年代に見いだした超巨大磁気抵抗効果が、登場したばかりの抵抗変化型メモリー、ＲｅＲＡＭに使われている程度だ。十倉氏は「ＲｅＲＡＭはかなり以前に発見した現象を使っている。（電気と磁気の相互作用には）もっと多様な現象がある」と将来に期待する。

例えばマルチフェロイック物質は次世代メモリーの実現に役立ちそうだ。現在のメモリーは電荷がたまっているか否か、スピンの向きが上か下かなど、「０」「１」のデジタル情報を記録する。マルチフェロイック物質なら電気と磁気の両方で記録できるため「０」「１」「２」「３」の４値に増え、記録できる情報量が格段に増える。

新たな制御法の探索も進む。東北大学の松原正和准教授は、可視光と電波の境界領域にある光「テラヘルツ波」でマルチフェロイック物質の電気や磁気の特性を調整する研究に取り組む。松原准教授は「光をあてたところだけ電気分極を反転させるような制御ができるかもしれない」と話す。

コスト課題でも応用範囲は広く

課題はセ氏マイナス１００度以下という低温でしか機能しないことだ。大阪大学の木村剛教授らは２０１０年、ストロンチウムやコバルトなどからなる新材料で室温動作に成功したが、「安定して作るのは難しく、実用化には時間がかかる」（木村教授）という。

十倉氏より以前に欧州の研究者らが、それほど大きくはないが同様の現象である巨大磁気抵抗効果を発見し、磁気ヘッドなどに応用された。ハードディスクの小型化などにつながったことが評価され、07年にノーベル賞を受賞している。

十倉氏は「（実用化の）ターゲットがあって研究しているのではない。新しい種を示したい」と話すが、マルチフェロイック物質やスキルミオンで新たな応用が花開けば、ノーベル賞も期待できそうだ。

（松田省吾）

研究の流れ

1960年代	磁場で電気分極が起こる現象が報告される
88年	欧州の研究者が巨大磁気抵抗効果（ＧＭＲ）を発見
94年	十倉らが超巨大磁気抵抗効果（ＣＭＲ）を発見
2003年	木村・十倉らが磁場で大きな電気分極の出るマルチフェロイック物質を論文発表
07年	欧州研究者がＧＭＲでノーベル物理学賞受賞
09年	十倉らがスキルミオンを電子顕微鏡で初めて観測

ノーベル賞級の成果を取り上げ、研究の経緯や科学と社会に与えた影響を紹介する「知を拓く」。毎週月曜日に掲載します。

塩分耐性の大豆遺伝子

で働き、塩分の取り込み
を調節するたんぱく質を
作る。ナトリウム、カリ
ウム、塩素の量が一定に

るという。
研究グループは交配に
よってＮｃ１を持った大
豆を作製し、通常の大豆

土壌で3年間育成した。
Ｎｃ１を持つ大豆は収量
が通常の大豆の約４・６
倍と多く、塩害によって

る。
東洋大学の望月修教授
によると、魚の鮮度を示
すアミノ酸などの成分

査する必要があり、数日
かかった。魚に傷が付く
だけではなく「結果が分
かる頃には鮮度が落ちて

ハイテクフラ

農薬でハチ(

【ワシントン＝
局（ＥＰＡ）は、
ネオニコチノイ
「イミダクロプリ
や綿花に使用する
れに害を及ぼす可
リスク評価の素案

米国ではミツバ
然いなくなる現象
チノイド系農薬が
疑われていた。

素案によると、
クロプリドは作物
蓄積し、ミツバチ
体に付着させたり
取り込む。セイヨ
１匹の致死量は、
合で0.0039㍃㌘（
分の１）。作物の蜜
㌘程度が蓄積して
でなく群れ全体に
性があるという。

通常の使用方法
場合、かんきつ類
まで影響を及ぼす
る恐れがあるとし
や葉野菜は蓄積量
クが低いとした。

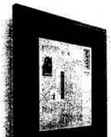
宇宙へ輸送

【ワシントン＝
局（ＮＡＳＡ）は
24年にかけ国際宇
物資を輸送する民
を選んだと発表し
給を請け負ってい
リフォルニア）と
（バージニア）に
ラネバダコーポレ
ネバダ）が加わっ

ＳＮＣが開発す
ムチェイサー」は
スシャトルと同じ
有人飛行船として
されなかったが、
て利用される。

スペースＸ、オ
両社は14〜15年に
に失敗。米国によ
の物資輸送が一時
アや日本に頼る事
が３社体制になる
ＡＳＡの担当者は
必要だと判断した

各社はそれぞれ
無人の物資補給や
の実験試料の持ち
委託の総額は140
億円）程度になる



を、記念に。

日経の記事「額装サービス」。

日本経済新聞社の新聞各紙に掲載された記事を、
高精細印刷しフレーム（額縁）に入れてお届けするサービスです。
新聞に掲載された記念として、
記事を壁に掛けたり棚に置いたりして飾ることができます。
記事中のモノクロ写真をカラー写真に
差し替えることもできます（一部写真除く）。

□メタルプレート
記事を特殊アルミプレートに直接印刷。
価格：30,000 円〜

アクリル製の盾への加工なども可
メタルプレートへのエッチングや
ご相談も承ります。

rint.nikkei.co.jp/orderprint.html#gakusou

新聞記事ご利用の際は申請をお願いしております。
くわしくは「著作権について」（http://reprint.nikkei.co.jp/copyright.html）をご覧ください。

日本経済新聞社 〒100-806
お問い合わせ 03-5696-85

Cインバータ 正弦波

DC入力からきれいな正弦波の交流電源が得られます。
非常用電源としてもご利用いただけます。
また入力電圧はバッテリー対応できるように、広入力範囲となっております。

FA1010シリーズ　HA1010シリーズ　RA520シリーズ

同期並列運転可能
ZA1000シリーズ
● 出力容量 1000VA