

東北大学“偏愛”研究室探訪 #8

サイエンスとテクノロジー、2つの軸をもつことで新境地へ。

深見俊輔教授が「新しい半導体」でつなぐ未来



「サイエンスを追求する視点と、社会実装に向けてテクノロジーを追求する視点。その両方を持つことで、思わぬ発見が生まれ、新しい世界にポンといけたりするんです」

東北大学の先生方に、研究を後押しする“原動力”や“偏愛”を話してもらう連載企画。第8回は、電子の持つ「電気」と「磁気（スピン）」の性質を同時に利用する「スピントロニクス」の道を探求する、深見俊輔教授です。従来の半導体の1/100~1/1000の省エネにつながるというスピントロニクス技術には、デジタル社会の進展や生成AIの普及に伴う情報機器の消費電力の飛躍的な増大という人類の課題を解決するイノベーションとして、大きな期待がかかります。

民間企業からアカデミアに転身したキャリアを持ち、「研究を社会に役立てること」を重視する深見教授に、スピントロニクスの可能性と、その研究に向かう情熱の源を聞きました。

■ これはいける！を見分ける嗅覚

——スピントロニクスは、デジタル化や、生成AIの進化・普及によるエネルギー使用量の激増といった人類の課題に対する重要な解決策になり得ると期待されます。深見先生がこの分野を研究することになった経緯を教えてください。

実は学生時代は、スピントロニクスとはほぼ関係のない研究をしていました。具体的には、ナノの世界を見る電子顕微鏡を高性能化し、材料開発に活用する研究です。それはそれで面白かったのですが、いうなれば人が作ったモノを見るのが主体の研究で、研究をやっているうちに自分自身でもモノを作りたい、と思ったんですね。また、社会により近い場所で研究をしたいという思いもありました。それで、日本電気（NEC）に就職したんです。

そこで配属されたのが、スピントロニクスの原理を使い、半導体集積回路の省エネ化や高性能化を研究する部署でした。

——そこから、大学の研究職にはどうたどり着いたのでしょうか？

社内で6年ほど働いたころ、会社が東北大学を代表とする大きな共同プロジェクトに参画することになり、私はその研究のために東北大学に出向することになりました。それで身を置かせてもらった研究室のリーダーが、半導体スピントロニクス研究の世界的第一人者で、東北大学・前総長の太野英男教授でした。

そこで5年ほど「基本的には東北大学だが、裏では NEC にも所属」という形で働いていたのですが、会社の主軸とするビジネス領域が徐々に変わっていったことを機に、大学に完全移籍して研究を続けることを選びました。前世紀後半の半導体市場を席卷した日本企業の多くが、半導体の研究開発から次々と撤退していた時期でしたね。



——そうした経緯もあってか、深見先生は現象を明らかにする「サイエンス」の側面と、実用を目指す「テクノロジー」の側面のバランスをととても重視されていますよね。

もともと基礎的な研究がとても好きな一方で、世の中の役に立つ研究をやりたいという気持ちも強くあるので、おのずとこのような状態になりました。

そしてもう一つ大きいのが、両方の価値観を併せ持つことで、思わぬ世界が開けることです。たとえばAさんがサイエンス寄りの、Bさんがテクノロジー寄りの研究をしているとき、Bさんの研究知見がAさんの研究に生きて「サイエンスだと思っていたけど、こうするとテクノロジーになる

ぞ！」となることってよくあるんです。反対にテクノロジーだと思っていた研究から、誰も知らないサイエンスの知見が生まれたりすることがあって。

どちらかだけをやっているとなかなか気づけないのですが、両方が交わることで思いもかけないところから、ポンと次の世界に踏み出せたりするんですよね。これは私の研究室の特徴であり、強みであると思っています。

——常に2つの視点を持つ姿勢が印象的です。企業人と研究者の両方を体験していることが、深見先生の強みや特性になっているのではないのでしょうか。

それは大いにあります。端的に言えば、「これはいける！」という判断基準といいますか、研究の種を見つける上での判断材料を実体験に基づいて体得している、というのは自分の強みかなと思います。

——「これはいける！」とは？

のちのち実用化につながり得るか否か、ですね。基本的に企業には、研究所と事業部があって、研究所がどんなにいい研究だと思っても事業部はシビアです。やっぱり、事業化には満たさなければならぬ条件があって、私は NEC 勤務時代、事業部とのやりとりを通してそれを身をもって体感してきました。

だから大学の研究でも、膨大な基礎研究テーマの中から「これはいけるのでは？」というものを判断する基準みたいなものが、自分の中にあるんですよね。常に頭の片隅にあの時の事業部の人たちの存在がある、というような（笑）

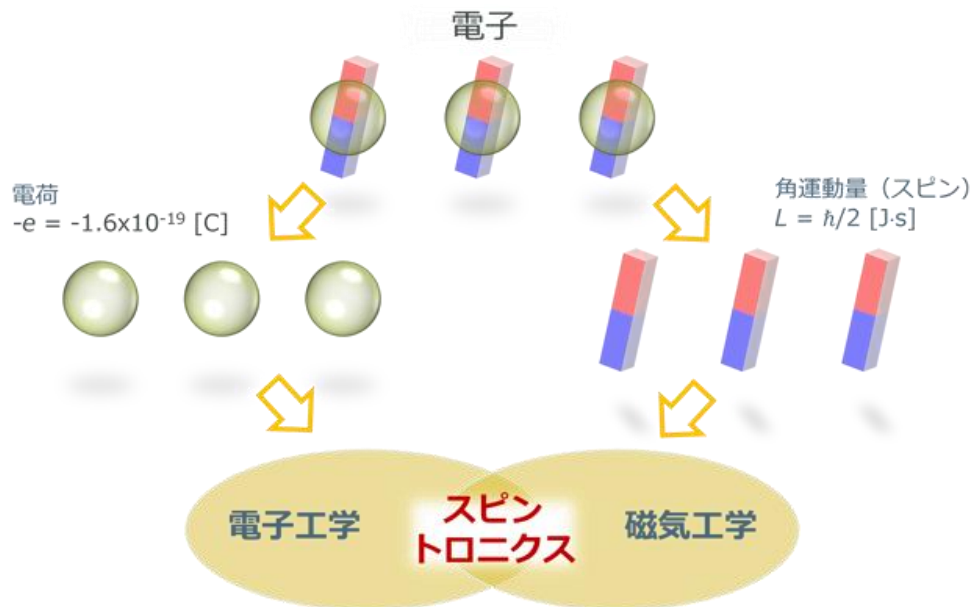
もちろんサイエンスの追及により重きを置いた研究もしていますが、そのような研究の成果を宣伝するときはスイッチを切り替えています。



■ 確率論的コンピューターとの運命的な出会い

——実際にスピントロニクスに関しては、どのような形で社会に役立つことが期待されますか。

スピントロニクスとは、これまで別々に利用されてきた電子のもつ2つの性質、すなわち「電気」の性質と「磁石（スピン）」の性質の両方が関わることで生じる物理現象を解明して、それを利用・応用する学術分野です。



新しい物理現象を明らかにし、省エネ半導体、革新的情報技術へと展開

<画像：深見俊輔教授提供>

私たちはこの新奇な物理現象のデバイス（※）としての機能を明らかにして、その利用に適した材料を開発し、デバイスとして動作実証するような研究をしています。

（※デバイス：何らかの機能を発現するように工夫して人工的に作製されたもの）

中でも、社会に大きなインパクトをもたらすことが期待される領域の一つに、スピン半導体があります。従来の半導体だと、使っていない時でもずっと電力を供給し続けないと記憶情報が消えてしまうのに対し、スピン半導体では、磁石の特性によって、電力の供給を切っても情報が保持されるため、本当に使っているまさにそのときだけ電力を消費するような半導体を実現でき、大幅な省エネが期待されています。

例えば、待機時間が長い IoT デバイスなどで特に有効です。今後、車の自動運転のための制御装置など、稼働時間が長いアプリケーションにも応用していくために、さらなる研究がなされています。

そしてもう一つ、社会課題の解決に重要な役割を担いそうで、私が今取り組んでいるのが「確率論的コンピューター」です。このテーマとの出会いは、今も鮮明に覚えています。

——どんな出会いだったのでしょうか？

それは、2017年に米国サンディエゴで開催された、現在は米国カリフォルニア大学サンタバーバラ校に所属している、ある博士の講演でした。

それまでスピントロニクスでは、磁気のN極とS極がいかにか熱などの外乱によってひっくり返ることなく記憶情報を保つかを追求してきたのに対し、逆に博士は、熱などによってNとSがすごい速度でランダムに切り替わる現象を利用することで、これまで解けなかった計算問題が解けたり、効率的なコンピューターを作れたりするという講演をしていたんです。私はそれを聞き、まさに「これはいける!」と思いました。

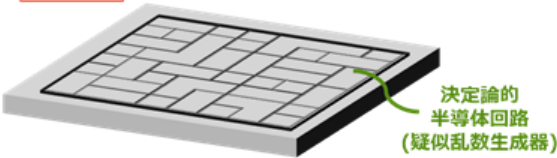
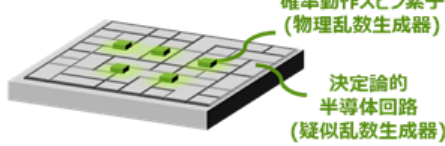
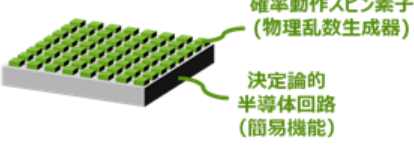
当時私は大野研究室だったのですが、すぐに大野先生にレポートを送り、数カ月後にその博士との共同研究が始まり、それが今も続いています。

——**実際、どんな形での実用化が見込まれるのでしょうか。**

もう半分はご説明した感じですが、NとSの方向がバタバタと切り替わると、電気信号として0と1の状態がランダムに現れる形になります。これを、ランダムな数の列である「乱数」と見立てて、さまざまな計算に使うことができます。

実は世の中には、乱数を使って計算するものが山ほどあるんです。例えば台風の進路予測などが分かりやすい例ですが、今話題の生成AIによる画像生成とか、あるいはコロナ禍でよく見た感染者数がどう変化するかシミュレーションなどにも、乱数計算が用いられます。

従来のコンピューターは何度やっても絶対に同じ答えが正確に出るようになっているので、乱数を作るのが本質的に得意ではありません。なので大量の数のトランジスタと電力を使うことで疑似的な乱数を生成して計算を実行している状態なんですね。そうした計算を、とても小型で効率よく省エネで行えるのが、確率論的コンピューターなんです。つまり従来のコンピューターとは相補的な役割を果たすことができます。

	回路面積	消費電力	製造技術
◆ 現行の半導体コンピュータ（決定論的） <div>既存技術</div>  <p>決定論的 半導体回路 (疑似乱数生成器)</p>	大 (x1)	大 (x1)	成熟
◆ 近未来版 半導体・スピン融合確率論的コンピュータ <div>本研究にて動作実証</div>  <p>確率動作スピン素子 (物理乱数生成器)</p> <p>決定論的 半導体回路 (疑似乱数生成器)</p>	中 (x0.45)	中 (x0.49)	開発要素 少
◆ 最終形態 スピントロニクス確率論的コンピュータ <div>本研究にて性能予測</div>  <p>確率動作スピン素子 (物理乱数生成器)</p> <p>決定論的 半導体回路 (簡易機能)</p>	小 (x0.0003)	小 (x0.007)	これから

画像出典：東北大学プレスリリース

深見研究室では、カリフォルニア大学サンタバーバラ校の Kerem Camsari 博士らとの共同研究において、画像中央の「近未来版の半導体・スピン融合確率論的コンピュータ」を開発し、動作を検証。将来的には画像最下部の、スピントロニクスを主体として動作する確率論的コンピュータの開発を目指す。

■ 科学の“たすき”をつなげたい

——社会課題の解決につながる研究を重視される深見先生ですが、大学院の学生に対して「未知の課題に自力で取り組み、人類初の知見を確立してもらいたい」と研究室のHPで伝えていらっしゃいますね。“人類初”という言葉が印象的です。

学生たちには、受け身ではなく主体的に課題に取り組める人になってもらいたいと思っています。修士卒の学生であれば課題へのアプローチを主体的に探すことができ、博士卒の学生なら課題自体を主体的に探せるようになってもらいたいというのが私の目標です。

研究を通して、得られた実験結果が意味することをフェアな目で正しく読み取り、その意義を正しく伝える力を培ってもらいたい。この力を身に着けるには、誰かがやったことを少し変えただけのような“見通しの良い”テーマでは教材としてはダメで、まだ誰もやっていないような、不確かなことを多く含んだテーマに取り組んでもらうことが必須なんです。

あわせて、こちらから細かく指示するのではなく、なるべく自分で考えてもらうことも意識してい

ます。手取り足取り教えていると、“私以下”だったり、私と同じ思考回路の人間にしか育たない。それではサイエンスもテクノロジーも前には進みません。



——そんな深見先生の、研究における“偏愛ポイント”は何でしょうか。

やっぱり、学生が主体的に動いて、私が思いもつかないようなすごい着想や発見を持ってくる瞬間、これは一番嬉しいです。

——深見先生を超えるって大変じゃないですか……？

いえいえ、そんなことはありませんよ。20代のフレッシュな頭で真剣に取り組めば、特定の課題の領域においては、私なんかはゆうに超えます。大事なのはそこからです。学生にはそのような領域を一つ一つ増やすことで体系的、俯瞰的なものの見方を確立してもらいたいですし、私自身は研究室メンバーが“点”として出してくれる成果つないでいて、社会に本当に役立つところまでどのようにもっていけるか。大変ですが、やりがいがありますね。

——最後に、研究を社会に役立てるにあたって、企業との共同研究や連携についてはどのように考えているか、教えてください。

私たちだけでは商品・サービスを作れませんし、研究予算にも限りがあるので、企業の皆様と一緒に取り組ませてもらうことは、研究を社会実装していくためにとても重要だと考えています。“スピン半導体”のさらなる飛躍に向けた研究や、確率論的コンピューターの実用化なども含め、ぜひ産学連携で取り組んでいければと思います。

かつて企業にいた立場でいえば、近年は不確かな研究にチャレンジする研究所を企業内に作ることもなかなか難しくなっていると思います。研究って、長い長い駅伝みたいなものだと思うんです。その中で、今は1、2区間、空いてしまっている状態だと感じています。だからこそ、まさに東北大学のサイエンスパークをはじめとするアカデミアの場を、企業の研究所の空白を満たす“公園”のような、実践・共創の場として気軽に活用していただきたいです。

企業と大学がうまく連携しながら、サイエンスをテクノロジーへ、この両軸で未来への“たすき”

をしっかり繋ぐ。

そんなことができたなら何よりだと思います。

【プロフィール】

東北大学電気通信研究所 教授

深見 俊輔

名古屋大学工学部物理工学科卒、同大学院工学研究科 結晶材料専攻修了。日本電気株式会社在籍時に東北大学が代表で受託したスピンエレクトロニクスに関する共同プロジェクトに携わった後、2016年2月より東北大学電気通信研究所 准教授。2020年1月より現職。東北大学先端スピントロニクス研究開発センター センター長。