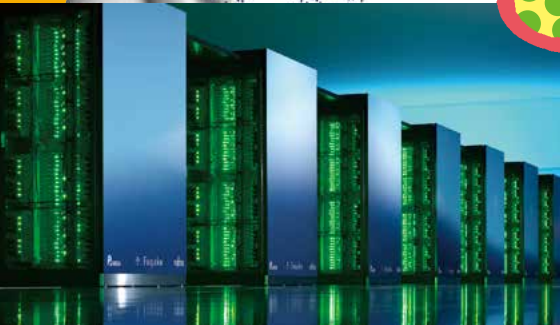
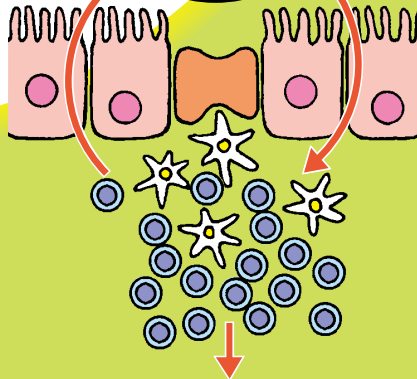
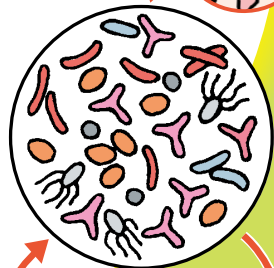
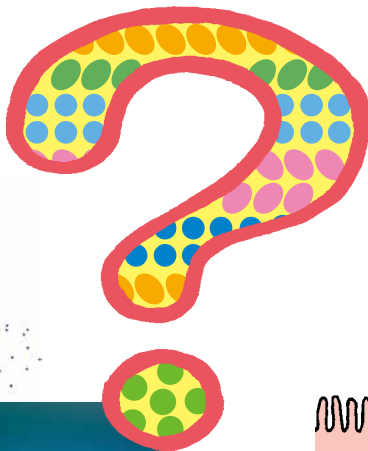


Vol.7

理研の博士に 聞いてみよう!





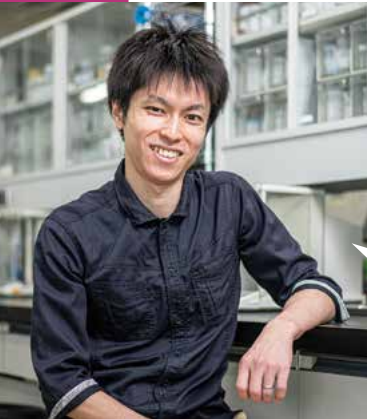
理研の博士に聞いてみよう！

スキルミオンの研究を
しています。

それってなあに？

世の中を大きく変えるかもしれない
不思議な渦です

創発物性科学研究センター
強相関物質研究グループ
研究員
かる へ こうすけ
軽部 皓介 博士



● 電子は小さな棒磁石

2010年、磁石の中で不思議な渦が観察されました。それは、たくさんの小さな棒磁石がつくる渦です。磁石の中に、たくさんの小さな棒磁石があるって、どうなるのでしょうか。

磁石には鉄がくっつきますね。それがなぜだか知っていますか？ 磁石をふくめてあらゆる物は小さな粒が集まってできています。粒には、いろいろな種類がありますが、その一つが「電子」です。

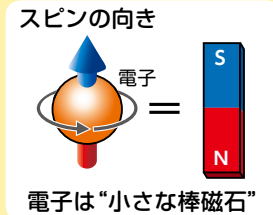
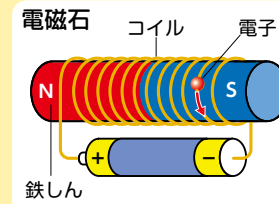
電子はマイナスの電気を帯びていて、電流とは電子の流れのことです。電子にはもう一つ重要な性質があります。「スピン」という自転に似た性質です。

鉄しんに銅線を巻いてコイルをつくり電流を流すと、どうなるでしょう。そう、電磁石になりますね（右ページの上の図）。電子がコイルに沿ってぐるぐると回転することで磁力という力が生まれ、磁石になるのです。同じように、電子は自転に似た「スピン」によって小さな棒磁石になります。自転に右回り

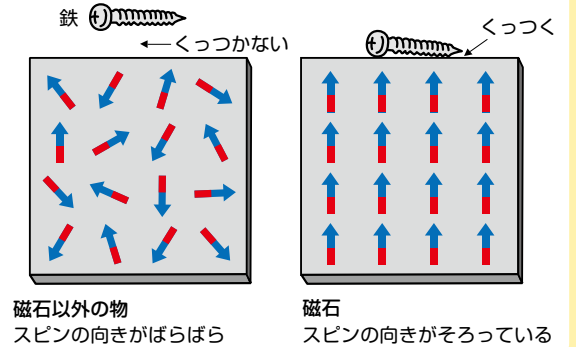
と左回りがあり、棒磁石にS極とN極の向きがあるように、スピンにも向きがあります。

すべての物の中にはたくさんの電子がありますが、磁石以外では電子のスピンの向きはばらばらです。スピンの自転軸がいろいろな方向を向いているということは、小さな棒磁石のS極とN極の向き

がばらばらということ。それでは磁力は互いに打ち消し合い、物全体は磁石として働きません。だから、鉄がくっつかないのです。一方、磁石では、たくさんのスピンの向きがそろっています。小さな棒磁石の向きがそろっているので物全体が磁石として働き、鉄がくっつくというわけです。



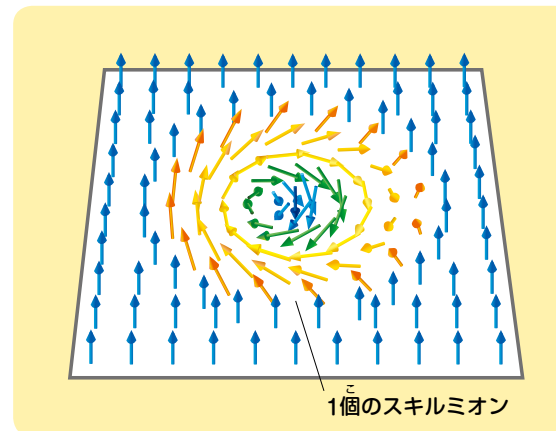
スピンと磁石の関係



● 電子のスピながつくる渦「スキルミオン」

では、磁石の中で小さな棒磁石がつくる渦とは何でしょうか。それは田んぼや麦畑につくられた「ミステリー・サークル」のようなもの。磁石の中の向きがそろったスピンの中に、渦を描くスピンの一団ができるのです。そのスピンの向きを矢印であらわすと、左の図のようになります。

人が手を加えていないのに、自



然にきれいな渦ができます。不思議だと思いませんか？このスピンの渦が「スキルミオン」です。

● スキルミオンを手軽に持ち運べる方法を発明！

私の仲間の理研の博士が2010年に、スキルミオンを直接観察することに世界で初めて成功しました。磁石に弱い磁力をかけながら、とても低い温度まで冷やして、特殊な顕微鏡を使って観察を続けました。すると、磁石の中に小さな小さな白い点がたくさん見えたのです（下の写真）。その白い点の一つ一つが、1個のスキルミオンの渦でした。

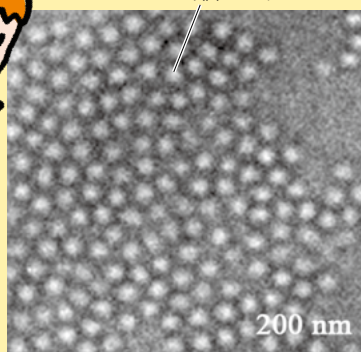
その後、もっと身近な温度でスキルミオンができる磁石を探す研究が進みました。そして2015年、理研と東京大学の博士たちが、水が沸騰する100℃くらいでスキルミオンができる磁石をつくることに成功しました。

ところが、やっとできたスキルミオンも、温度を少し変えたただけですぐに消えてしまいます。温度が変わってもスキルミオンが消えない磁石はできないのでしょうか？

理研の博士は、とても低い温度でスキルミオンができる磁石を使っておもしろい実験を行いました。いったんスキルミオンをつくれたあとに、磁石をさらに低い温度まで急激に冷やしたのです。すると、とても低い温度ですが、温度を少し変えてもスキルミオンが消えなかったのです。

さっきの100℃くらいでスキルミオンができる磁石でも、同じようなことが起きるのかどうか、私は実験してみることがにしました。まず、弱い磁力をかけながら熱を加えてスキルミオンをつくります（最初に100℃くらいで安定なスキルミオンをつくっておくことが大事です）。次に、弱い磁力をかけたまま、熱を加えるのをやめて磁石を放っておきます。すると部屋の温度と同じくらいになるまで自然に冷やしても、氷水に磁石をつけて急激に冷やしても、スキルミ

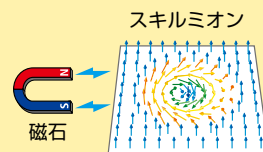
1個のスキルミオン



世界で初めて直接観察されたスキルミオン



この磁石でスキルミオンを持ち運べる！

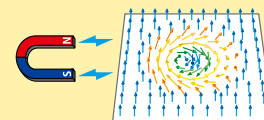


1

弱い磁力をかけながら磁石を約100℃に熱して安定なスキルミオンをつくる。

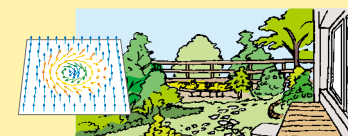
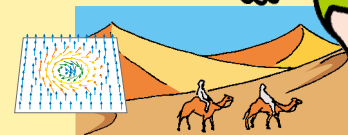
かるべ

軽部博士が発明したスキルミオンを持ち運べる磁石のつくり方



2

弱い磁力をかけたまま加熱をやめて磁石を冷ます。



3 温度を変えてもスキルミオンが残ったままに。磁力をかけ続ける必要もない。

オンが消えなかったのです。

いったん冷やしてしまえば、磁力をかけ続ける必要もありません。砂漠のような高い温度でも、部屋の温度でも、南極のような低い温度でも、さらに、とても低い温度まで冷やしても、スキルミオンが消えることはありませんでした。これなら、スキルミオンができたままの磁石をポケットに入れて持ち運ぶことだってできます！

● スキルミオンで、何年間も充電する必要がないスマートフォンやゲーム機ができる？

もともとスキルミオンは、1962年にイギリスのトニー・スキルム博士が、電子とは別の小さな粒の性質を説明するために考え出したもので、2010年までは実際に直接観察されたことはありませんでした。スキルミオンの「オン」はギリシャ語で粒のことで、スキルミオンは「スキルム博士の粒」という意味です。

2012年、とても弱い電流を流すと、たくさんのスピンの集まりであるスキルミオンが一つの粒であるかのようにまとまって動くことを、理研の博士たち

が発見しました。動くといっても、スキルミオンをつくるスピンを持つ電子一つ一つが移動するわけではありません。サッカーのスタジアムなどで観客が行う「ウェーブ（波）」を見たことがありますか？ 一人一人は席を移動しなくて、次々と立ったり座ったりするだけで、波が動いているように見えます。それと同じように、電子そのものは移動しませんが、次々とスピンの向きが変わっていくことで、スキルミオンは動くのです。

そのような性質を持つスキルミオンを使って、ほとんど電力を消費せずに動くコンピュータをつくらう、という研究が行われています。スマートフォンやゲーム機を動かしているのはコンピュータです。スキルミオンをコンピュータに利用することで、何年間も充電しなくてよい、夢のようなスマートフォンやゲーム機が実現できるかもしれません。

今のコンピュータの主な仕事は二つ。情報を記憶する「記憶装置（メモリー）」としての仕事と、「計算機」としての仕事です。コンピュータは、0と1という二つの数字だけを使って、情報を記憶したり計算したりします。記憶や計算を行う装置では、二つの状態をつくる必要があります。たとえば、スキルミオンがある状態を1、ない状態を0とし、1と0を組み合わせ、いろいろな情報を記憶することができるのです。

スキルミオンを使った具体的なメモリーのしくみについては、いろいろなアイデアがあります。その一つが、このページのイラストです。わずかな電流でスキルミオンを動かして情報を書きこむ場所まで移動させま



参考文献：A. Fert, V. Cros, and J. Sampaio, "Skyrmions on the track", *Nature Nanotechnology* 8, 152-156 (2013)

イラスト：吉原成行

す。そして、ある温度に冷やしてスキルミオンを消したり、加熱してスキルミオンをつくったりして情報を書きこみ、記憶させます。スキルミオン1個はとても小さいので、たくさんのスキルミオンをととても小さな装置に詰めこんで、大量の情報を記憶させることができます。

スキルミオンを自由自在に動かして計算を行う方法の研究も進められていますが、コンピュータに利用するには、スキルミオンの性質をもっとよく調べる研究も必要です。

● スキルミオンが物理学を、さらには世の中を大きく変える

物の性質や動きの法則を見つける科学を「物理学」といいます。スキルミオンの近くを通る電子は、まるでそこに強力な磁石があるかのように、進行方向を大きく曲げられます。その磁力はととてもとても強いのですが、なぜそのような強い磁力が発生するのか、今までの物理学では説明が付きません。スキルミオンの性質を説明するには、新しい物理学をつくる必要があるのです。

スキルミオンを使えば、何年間も充電の必要がないスマートフォンやゲーム機が実現できるかもしれないと言いましたが、スキルミオンが生み出すとても強い磁力を使えば、もっとすごい装置ができるかもしれません。きっと50年後、100年後の社会を支えるようなものになるでしょう。それがどんな装置なのか、実は私にも想像しきれないくらいです。

コイルに電流を流して電磁石にするのとは反対に、コイルの中で磁石を動かすとどうなると思いますか？ そう、今度はコイルに電流が流れるのです。これは、イギリスのマイケル・ファラデーという科学者が1831年に発見した「電磁誘導」と呼ばれる現象です。電磁誘導によってたくさんの電気をつくることができるようになり、多くの人たちが電気を利用できる社会が実現しました。今では電気のない生活は想像もつきませんよね。電磁誘導の発見は社会を大きく変えたのです。でもそれを発見したファラデーは、電磁誘導が何に役立つのかわからなかったそうです。

スキルミオンは電磁誘導と同じくらい大きな発見で、社会を大きく変える力を秘めている、と私は考えています。みなさんも将来、私たちと一しょに研究を行い、スキルミオンを説明できる新しい物理学をつくったり、スキルミオンを使ったすごい装置を発明したりしてみませんか。

(文：立山 晃/フotonクリエイト)



理研の博士に聞いてみよう！

腸内細菌と免疫と脳のつながいを調べています。



撮影：STUDIO CAC

おなかも頭も全部つながっているの!?

そうなんです！そのしくみがわかれば、いろいろな病気の治療につながっていくかもしれません。

シドニア・ファガラサン 博士
生命医科学研究センター 粘膜免疫研究チーム チームリーダー

● 私たちの腸には、たくさんの細菌がすんでいる

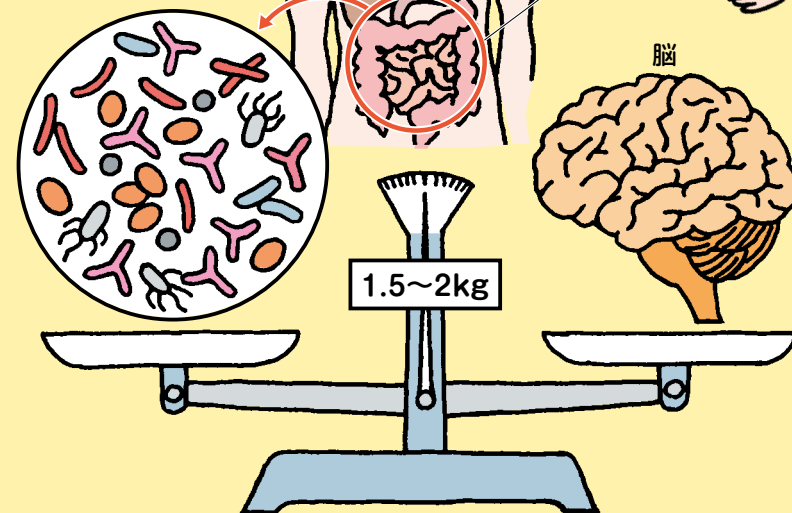
細菌について、みなさんはどういうイメージを持っていますか？ バイキンとも呼ばれていて食中毒の原因にもなったりするので、悪いイメージを持っているかもしれませんね。そんな細菌がみなさんのおなかにある腸にたくさんすんでいる、と言ったらおどろくかな？

大腸や小腸にすんでいる細菌をまとめて「腸内細菌」と呼んでいます。腸内細菌は、人が生まれたときから腸でどんどん増えて、大人では100兆個にもなります。1個1個は肉眼で見えないほど小さいですが、大人の腸内細菌を全部合わせると、重さは1.5~2kg！ 脳の重さと同じくらいなんですよ。

そんなにたくさんの細菌が腸にいてだいじょうぶなの？ と心配になるかもしれませんね。腸内細菌は1,000種類くらいあって、中には病気を引き起こすものもあります。でも、多くの細菌は、食物の消化や栄養の吸収を助けるなど、体にとって大切な働きをしているのです。健康のためにはよい細菌と悪い細菌

腸内細菌と脳の重さ

腸内細菌
1,000種類 100兆個



同じくらいの重さなのね

のバランスを整えることが大切で、もし腸内細菌がすべてなくなってしまうたら体は正しく働くことができません。

● 腸は免疫の最前線

ところで、私たちの体には、外から入ってきた病原体や異物をやっつけるしくみが備わっています。そのしくみを「免疫」といいます。免疫がとても活発に働いている場所の一つが、腸です。

病原体や異物は、食物といっしょに体の中に入り、腸まで運ばれてくるのがよくあります。そのため、腸の壁には免疫を担当する細胞（免疫細胞）がたくさん集まり、病原体や異物をすばやく攻撃できるように準備しています。

腸内細菌も、私たちの体にとっては異物ですが、有害な物質をつくったりし

て悪さをしなければ、免疫細胞は腸内細菌を攻撃しません。腸内細菌と免疫は、特別な関係にあるのです。私が研究しているのは、この腸内細菌と免疫の関係です。

● ルーマニアから日本に

ここで少し、私自身のことをお話ししましょう。私が生まれ育った国は、東ヨーロッパのルーマニア。そこで、食道や胃、腸などの病気をみる医者をしていました。

日本に来たのは、偶然、本庶 佑先生の講演を聞いたことがきっかけです。本庶先生は2018年にノーベル生理学・医学賞を受賞しているのです、名前を知っている人も多いかもしれませんね。先生は講演で、「免疫の働きは、腸内細菌の影響を受けている」という話をされました。私は、その話にとっても興味を持ち、講演のあと、先生に話しかけました。初めて会った人、しかも有名な研究者に話しかけるのは、とても勇気がいりました。

でも、思い切って話しかけてよかった。それがきっかけとなって、1998年に日本に来て、本庶先生がいる京都大学で腸内細菌と免疫の関係について研究を始めることができたのですから。そして、2001年から理研で研究をしています。

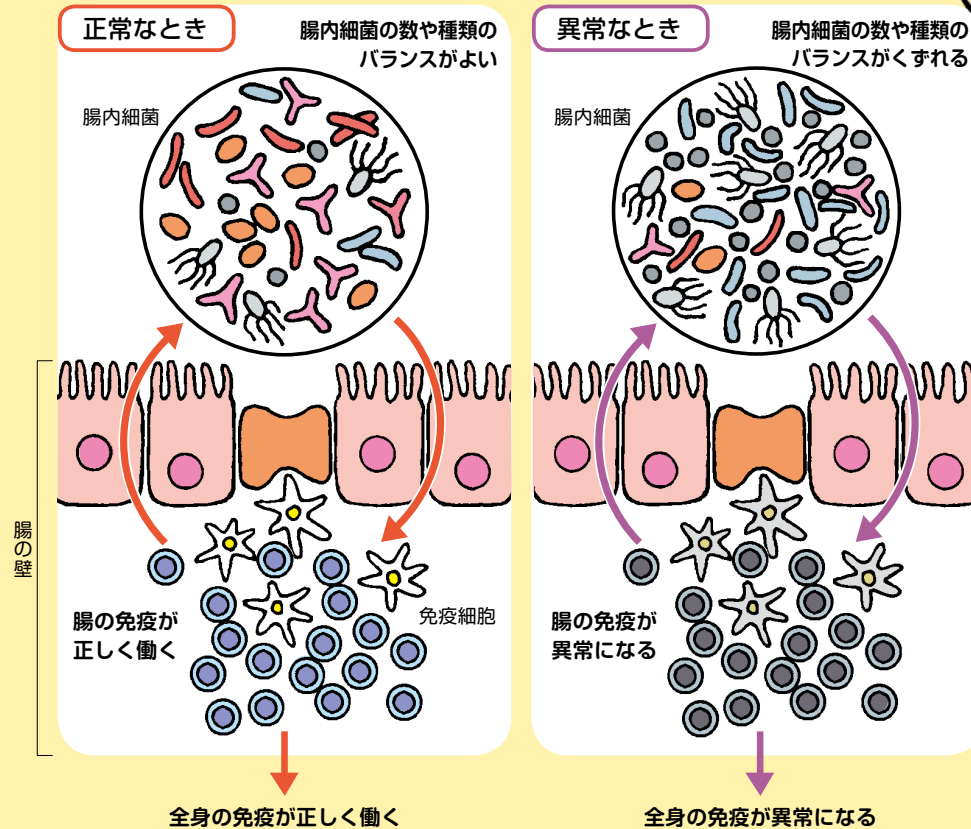
● 腸内細菌と免疫は影響し合っている

話を腸内細菌と免疫にもどしましょう。以前は、腸内細菌と免疫について、免疫が悪い腸内細菌をやっつける、という一方通行の関係でしか考えられていませんでした。

だから私は、本庶先生から聞いた、腸内細菌から免疫への逆の影響が本当かどうか確かめようと、免疫に異常があって病原体や異物を攻撃できないマウスについてくわしく調べました。そのマウスの腸内細菌は、数が正常なマウスの100倍もあり、種類のバランスも変わっていました。さらに、全身の免疫の働きが異常なほど激しくなっていました。

この実験から、免疫が腸内細菌の数やバランスをちょうどよい状態に保つ働きをしていることと、腸内細菌の数やバランスが異常になると全身の免疫が異常になることがわかりました。腸内細菌と免疫は、たがいに影響をあたえなが

腸内細菌と免疫の関係



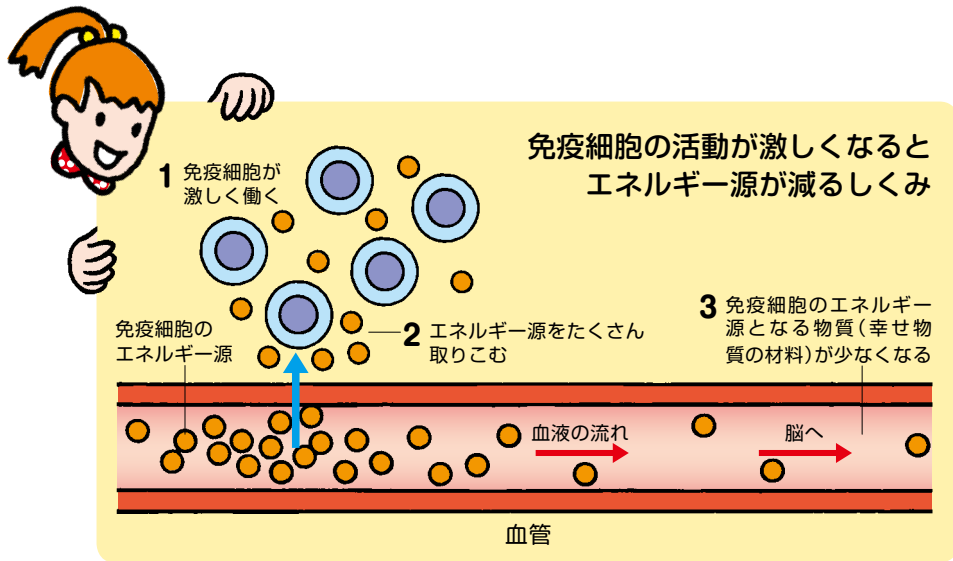
ら健康を保っているのです。

私は、腸内細菌と免疫の関係をもっと知りたいと思って、研究を進めました。そうしたら、さらに大きなつながりが見えてきました。

● 病気の時、なぜ不安な気持ちになるの？

かぜをひいたときや、おなかが痛いとき、みなさんは、どんな気持ちになるかな？ 心細い、落ちこむ、こわい、泣きたくってしまう人もいるでしょう。病気の時、そういう不安な気持ちになるのは、なぜなのでしょう。

発熱やのどの痛み、げりなどの症状は、免疫細胞が病原体とたたかっている



証拠です。だれだって、おなかが減っていると元気に動けませんよね。免疫細胞も働くためにはエネルギー源が必要です。免疫細胞のエネルギー源は、血液が運んできます。それは、もとをたどれば、私たちが食べたものが腸内細菌の助けを借りて消化・吸収された物質です。

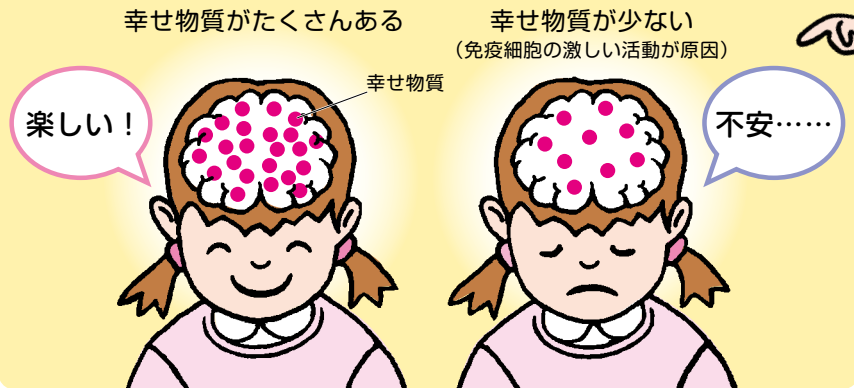
私は仲間たちと、免疫の働きが異常なほど激しくなっているマウスの血液を調べました。すると、正常なマウスの血液と比べて、免疫細胞のエネルギー源となる物質が減っていました。免疫細胞の働きが激しすぎて、エネルギー源をたくさん使ってしまったからです。その分、脳に運ばれる血液からもその物質が減ってしまいます。すると、どうなるでしょうか。

● 免疫ががんばりすぎると、脳の“幸せ物質”が減る

脳は、考えたり、体を動かす命令を出したりします。いろいろな気持ちになるのも、脳の働きです。脳に“幸せ物質”がたくさんあると幸せな気持ちに、“ストレス物質”がたくさんあるとイライラします。

幸せ物質は、免疫細胞のエネルギー源と同じ物質を材料にしてつくられます。病気ときは、がんばって働いている免疫細胞がエネルギー源としてたくさん使ってしまうため、脳に運ばれる血液からもその物質が減ってしまいます。材料が少ないと、幸せ物質をたくさんつくれません。その結果、不安を感じるようになるのです。

病気のときに不安な気持ちになるしくみ



免疫の働きが異常なほど激しくなっているマウスの脳を調べると、確かに幸せ物質が減っていました。そして、不安や恐怖を感じていることを示す行動をしていました。

これまで免疫の働きと脳の働きはどうやら関係しているようだとわれていましたが、私たちの研究によってそれが確かめられ、初めてくわしいしくみがわかってきました。

● 知りたい! という気持ちを大切に

腸内細菌と免疫と脳が、すべてつながっている! この発見は、とても大きなおどろきでした。

腸内細菌と免疫と脳がつながっているということは、腸内細菌の数やバランスを整えれば、免疫や脳の病気を治せるかもしれないということ。私たちの研究を、病気の治療につなげていく。それが、次の大きな目標です。

腸内細菌と免疫の関係を知りたい! そんな好奇心から始めた研究が、脳にまでつながってきました。研究は、一つわかると、新しいなぞが出てきます。それを知りたい! と、また研究をする。そのくり返しです。知りたい! という気持ちはつきません。

みなさんは、何に興味がありますか? 知りたい! という気持ちを大切に、積極的に、いろいろなことに取り組んでほしいと思います。



理研の博士に聞いてみよう！

世界一使いやすいスパコン

「富岳」をつくりました。



何に使うの？

新型コロナウイルス対策など、
世の中のいろいろな問題の解決に
役立てます。

石川 裕 博士

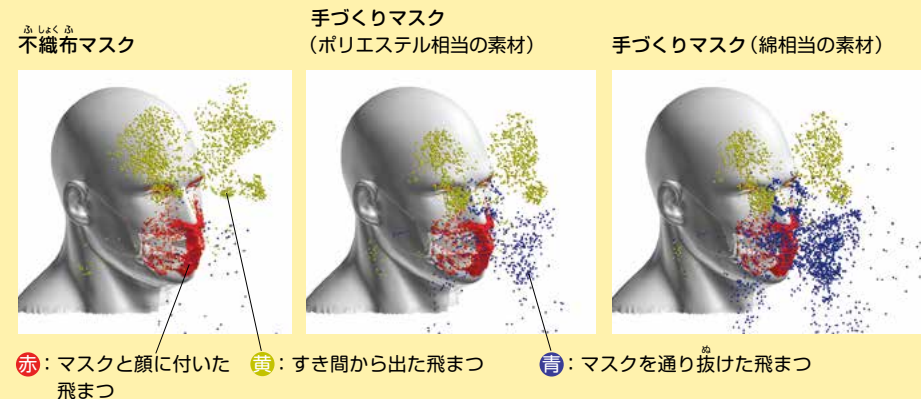
計算科学研究センター
フラッグシップ2020プロジェクト
プロジェクトリーダー

●「富岳」を使いマスクの効果を一いち早く発表

2020年、新型コロナウイルスの感染が世界中で拡大しました。新型コロナウイルスは、せきやくしゃみ、話をするとき口から出る小さな水の粒「飛まつ」に混じって、ほかの人へ感染します。理研の坪倉 誠 博士たちは、大学や企業の人たちと協力して、飛まつを防ぐマスクの効果や、オフィスや教室の中で飛まつが広がるようすを、スーパーコンピュータ「富岳」で予測した動画をつくりました。マスクの効果を実測した動画を見たことはありませんか？ その動画を見た人は、きちんとマスクを着けなければと、あらためて気を付けるようになったことでしょうか。

飛まつが広がる方を予測するのは、そんなに難しいことなの？ と思うかもしれませんが、飛まつが広がる部屋の大きさや形、その中にある物の配置、空気の流れや乾燥ぐあいなど、いろいろなことが飛まつが広がる方に影響を与えます。とても複雑な現象なので、いろいろな場面でそれを正確に予測するには、

「富岳」で予測したマスクの効果 いずれのマスクでも、マスクを顔とすき間なくきちんと着けることで、大部分の飛まつを捕まえることができる。



提供：理研、豊橋技術科学大学、神戸大学 協力：京都工芸繊維大学、大阪大学、大王製紙株式会社

ものすごく大量の計算が必要になります。坪倉博士たちは「富岳」で計算を始めてから2カ月足らずで、最初の動画を発表しました。緊急事態宣言が解除されて学校が再開されたところに発表して、みなさんが感染しないためにどのようなことに気を付ければよいのか、参考にしてもらうことをめざしたのです。それができた大きな理由の一つは、計算スピードが世界一の「富岳」で、大量の計算を短い期間で行うことができたからです。

●「富岳」の速さの秘密は、 約16万個の計算装置に仕事を分担させること

「富岳」は完成前の2020年6月に1秒間に41京回以上、同じ年の11月に44京回以上の計算をできることを示して、計算速度が世界1位であることが認められました。1秒間に44京（44万×1兆）回以上の速さ、といわれても、想像できませんよね。日本に住む1億2,000万人の全員が、1秒間に1回、24時間寝ないで計算を続けたとしても100年以上かかる量の計算を、「富岳」はたった1秒でできるのです。

その高速計算の秘密は仕事の分担です。たくさんの荷物を運ぶ仕事でも、多くの人で分担すればすぐに終わらせることができますよね。同じように、「富岳」では大量の計算を約16万個の小さなCPU（中央演算処理装置）という計算装置に分担させることで、高速に計算ができるのです。



スーパーコンピュータ「富岳」

● スパコンをつくる人とアプリをつくる人が いっしょになって使いやすい「富岳」を開発

私たちが「富岳」について考え始めたのは2010年。理研で「富岳」の前のスパコン「京」がつくられていたところです。「京」の次はどんなスパコンをつくるべきか議論を重ねました。そして、計算速度が速いだけでなく、世の中のさまざまな問題の解決に役立つ、使いやすいスパコンをめざすことにしました。それには、いろいろな種類のアプリを使えるようにしなければなりません。

スパコンをゲーム機に例えてみましょう。ゲームといっても格闘やレース、冒険やパズルなど、いろいろな種類がありますね。格闘のような激しい動きのあるゲームには、高い計算能力と画像を動かす優れた能力が求められます。そのためゲーム機の価格は高くなり、消費電力も増えてしまいます。一方、パズルなど激しい動きがあまりないゲームは、高い計算能力も画像を動かす能力もそれほど必要ありません。ゲーム機をつくる人たちは、価格と消費電力をできるだけ抑えようと、格闘からパズルまで幅広いゲームアプリを使えるようにゲーム機を設計する。一方、アプリをつくる人たちは、計算能力をあまり使わないでも激しい動きを描けるようにゲームアプリを設計する。そのような形でゲーム機をつくる人とアプリをつくる人が相談しながら設計を進めれば、きっといいものができる。

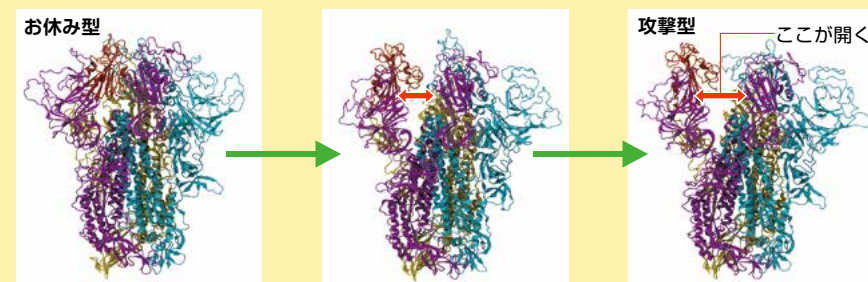
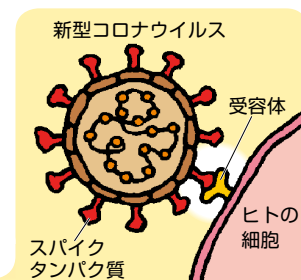
さらに実際にゲームを楽しむ人たちの意見をよく聞いて、これからどんなゲームが求められるのかを予想しながら、ゲーム機をつくる人たちとさまざまな種類のゲームアプリをつくる人たちがいっしょになって開発を進めれば、みんなが使いやすいゲーム機になるにちがいません。

私たちは、スパコンをつくる人とスパコンで動かすアプリをつくる人がいっしょになって「富岳」を開発してきました。実際に「富岳」をつくる計画が始まったのは2014年。20以上のグループに分かれて、理研の研究者や実際にスパコンの機械をつくるメーカーの人たちが月に何回も集まって話し合いながらいっしょに設計を進めました。「富岳」計画のリーダーを務める私は、20以上のグループの会議のすべてに出席して、全体をまとめていきました。来る日も来る日も会議という生活を何年も重ねていったのです。そしていろいろな問題を解決するためのアプリを「富岳」ですぐに使えるように準備を進めました。

その「富岳」を使って、坪倉博士たちは飛まつの広がり方を目に見える形にした動画をいち早く発表したのです。「富岳」が実際に課題の解決に役立つことを、多くの人たちに示すことができました。

● タンパク質の動きを計算して薬づくりに役立つ

「富岳」で使えるように準備していたアプリの一つは、タンパク質などの動きを計算するものです。理研の杉田有治博士たちは、そのアプリを使って新型コロナウイルス感染症の治療薬の開発に役立つ計算を行っています。新型コロナウイルスの表面には「スパイクタンパク質」という突起があり、それがヒトの細胞の表面にあるタンパク質（受容体）にくっついて、ウイルスが細胞の中へ入りこんでいきます。そしてヒトの細胞の中でどんどん増えて細胞の外へ飛び出し、別の細胞にも入りこんでさらに増えていきます。



「富岳」で予測したスパイクタンパク質が攻撃型に変わる動き

スパイクタンパク質に結合してヒトの細胞に入りこまないようにする薬ができれば、感染を防ぐことができます。タンパク質は常に形を変えています。スパイクタンパク質は「お休み型（不活性型）」から「攻撃型（活性型）」へ形が変わることでヒトの細胞に入りこみます。お休み型と攻撃型のそれぞれの形は、特殊な顕微鏡を使った実験ですでに調べられています。でもそれは、動きが止まった写真です。薬をつくるには、タンパク質が形を変えるようすをとらえた動画が役立ちます。しかしとても小さなタンパク質のすばやい変化を動画で撮影することは難しいのです。

そこで杉田博士たちは、スパイクタンパク質がお休み型から攻撃型へ変わる動画を「富岳」を使ってつくることにしました。そのための計算に使う式は、高校で習う「ニュートンの運動方程式」です。タンパク質をふくむすべての物質は原子という小さな粒からできています。タンパク質をつくる1個1個の原子に働く力をニュートンの運動方程式で計算すれば、タンパク質の動きを予測することができるのです。ただし、その動きを正確に計算するには、1,000兆分の1秒ごとに、タンパク質をつくる何十万個もの原子それぞれに働く力を1個1個計算する必要があり、計算量は膨大です。

杉田博士たちは、その大量の計算をたくさんのCPUに振り分けて、「京」で効率よく計算するアプリを開発してきました。そして、そのアプリを「富岳」でも動かせるように、私たちといっしょに準備を進めてきたのです。そして、お休み型が攻撃型へ変わる動画をつくることに成功しました。

スパイクタンパク質の計算以外にも、ほかの病気で使われている薬が新型コロナウイルスに効果があるかどうか、「富岳」を使って調べられています。さらに、重症化と遺伝子の関係や、感染拡大が社会や経済に与える影響の予測なども、「富岳」を使って行われています。

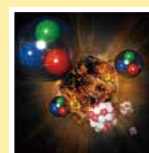
●「富岳」の次は、君たちの出番だ！

「富岳」はまもなく完成し、さまざまな分野の人たちに本格的に利用してもらう予定です。新型コロナウイルスの感染拡大を防ぐために「富岳」が利用されているように、経済やエネルギー、地球環境など、社会のさまざまな課題を解決するために「富岳」は役立てられます。

私たちの暮らしが続くかぎり、そうした課題は次々と出てくるでしょう。



防災・地球環境問題



宇宙の謎



エネルギー問題



ものづくり



健康で長生きできる社会



みんなでつくった「富岳」をあらゆる分野で役立てる

きっと将来は「富岳」よりも、もっとすごいスパコンが必要になります。「富岳」の開発を進めてきた人たちは、10年後のスパコンについてもすでに考え始めています。「富岳」は約16万個のCPUで計算を分担しています。CPUの数をもっともっと増やせば、もっともっとすごいスパコンになると思うでしょう。ところが、そううまくはいきません。CPUの数を増やすにはCPUを小さくする必要がありますが、CPUを今以上に小さくすると、電線の幅が原子数個分と狭くなりすぎて電気が設計どおりに流れなくなり、うまく計算ができなくなるからです。10年後のスパコンには、たくさんのCPUに分担させるのとは別の方法で、さまざまな計算を高速で行うことができる、新しい方式が求められているのです。

私は子どものころからコンピュータに興味を持ち、高校生のころには「チェスの名人に勝てるコンピュータをつくりたい」と友だちに言っていました。40年以上も前のことです。当時は、それが未来の夢だったのです。今では、チェスだけでなく将棋や囲碁の名人もコンピュータに勝てなくなりました。

みなさんは、どんなスパコンがあればいいと思いますか？ 未来のスパコンをつくるのは君たちです！

理研の博士に 聞いてみよう！

Vol.7

● 発行

理化学研究所 広報室

〒351-0198 埼玉県和光市広沢2-1

Eメール：riken_news@riken.jp

● 取材協力

軽部 皓介

創発物性科学研究センター 強相関物質研究グループ
研究員

シドニア・ファガラサン

生命医科学研究センター 粘膜免疫研究チーム
チームリーダー

石川 裕

計算科学研究センター フラッグシップ2020プロジェクト
プロジェクトリーダー

● 制作協力：フォトンクリエイト

● イラスト・デザイン：岩崎邦好デザイン事務所

理化学研究所（理研）は、1917年に創設された100年を超える歴史をもつ日本で唯一の自然科学の総合研究所です。物理学、工学、化学、数理・情報科学、計算科学、生物学、医科学など幅広い分野で基礎科学の研究を進め、社会や産業の発展に役立つ研究成果を生み出しています。研究を進め「新しい知識を得る」ことは、やがて「新しい技術」を生み、それは「文明」となって、われわれ人類が暮らす社会の、文化の礎となります。理研は、人類の知識と生活が豊かになるよう、独創的な研究活動を続けています。



理化学研究所

「理研の博士に聞いてみよう！」

<https://www.riken.jp/pr/publications/kids/>