〔理数の散歩道〕

制御性Ｔ細胞、あきらめずに発見！

～疑問を持ったら仮説を立て、粘り強く取り組む～

２０２５年のノーベル生理学・医学賞を、日本の大阪大学の坂口志文博士とアメリカの２人の博士が受賞しました。どんな研究で、何がすごかったのかを見ていきましょう。

１．研究の出発は何か？…「疑問を持つ」ことの大切さ


提供：大阪大学

私たちの体には「**免疫（めんえき）**」という働きがあります。これは、外から細菌やウイルスが入ってきたら自分の身を守ろうと、外から入ってきた敵を攻撃したり、がん細胞から体を守ろうとしたりする大事な働きのことで、それを行う細胞が心臓の近くにある「胸腺」という所で作られ、「**Ｔ細胞（ティーさいぼう）**」と呼ばれています。

ところがこのＴ細胞は、時々まちがえて、体に悪くない「正常な細胞」も攻撃してしまうのです。

皆さんは花粉症や食物アレルギーは知っていますね。あれは、体に悪くない花粉や食物を攻撃してしまう**「Ｔ細胞のまちがい」から起こる**のです。

ところで坂口博士はある時、マウスを使った実験で、この免疫に関係する胸腺を取り除くと、**「病原体に感染していなくても炎症が起きた」**という論文を読み、正常なマウスではこの異常な反応が起きないことに注目して、**「胸腺では自分への攻撃をおさえる（制御する）ブレーキ役のＴ細胞も作られていて、胸腺を取り除くと、その制御するＴ細胞もなくなったために炎症が起きたのではないか」**と考えました。

そしてこのＴ細胞を**「制御性Ｔ細胞**（免疫を起こさないようにする細胞）」と名付けて、**本当にそれがあるのか、その発見に取り組んだ**のです。

２．自分を信じて粘り強く進めていく大切さ…仲間の協力の大切さ

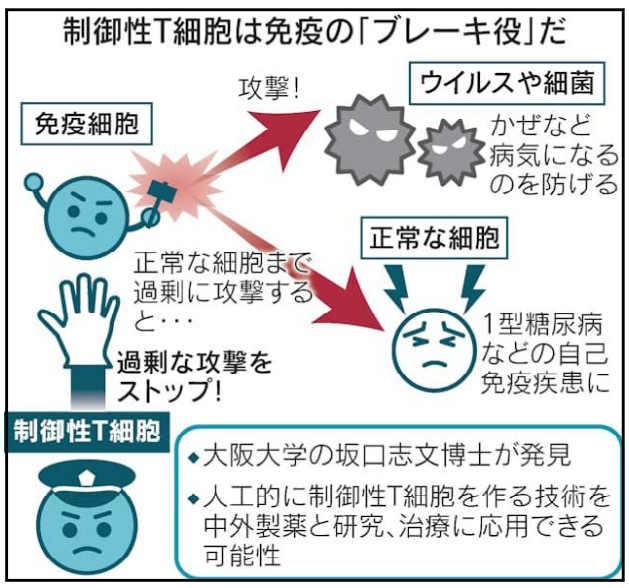
坂口博士は、この「体に悪くない物まで攻撃する不良品」の「制御性Ｔ細胞」を探し始めましたが、その存在は長年信じてもらえず、「まだそんな研究をやっているのか」との声もある中、それでもあきらめずに３０年以上も地道に研究を進め、とうとうその存在を見つけることができました。

発見のきっかけは、坂口博士がＴ細胞の中で**制御的に働くと考えていた細胞だけがＣＤ25というタンパク質を持っている**ことに気づいたことでした。しかし、このＣＤ25があれば制御的に働くと言っても、**それがないと異常が起こるとは限りません**。その証明（ＣＤ25がないと異常が起こる）をしないと正しい「理論」として認めてもらうことはできません。

その頃、免疫反応に異常があるマウスの遺伝子を調べている研究者がいました。それが今回同時に受賞した2人の科学者です。その結果を見ると、免疫反応に異常があるマウスの遺伝子では**ＣＤ25が作られていなかった**ことが分かりました！

この結果も含めて、**ＣＤ25があれば免疫は制御的に働き、ないと免疫反応に異常が起こることがはっきりしました！**

この2人の科学者の取り組みが、坂口博士の考えの正しさ（**右図**）を後押ししてくれたのです。



また、忘れてはならないのはアメリカに渡って研究していた時に、いつもいっしょに研究してくれた妻の教子（のりこ）さんの協力です。苦しいときも常に一緒に研究し、ノーベル賞受賞につながった論文も、教子さんとの共著（いっしょに書いた）です。

（右図は日本経済新聞から引用）

３．私たちが坂口博士から学びたい大切なこと

坂口博士は子ども達に向けて一言ということで、「おもしろいことはたくさんあります。科学だけでなく、習いごとでもスポーツでも、きょうみを持ったことを続けていると、だんだん形がはっきりしてきて、気がつくとおもしろい所にたどりつきます。」と言っています。

理科の授業で言うと、1. でも書いたようにまず「自分なりの疑問」を持つことが大事です。そしてそこから坂口博士のように「仮説（予想）」を持って、粘り強く取り組むことで、きっと「自分なりの気付きや発見」を見つけることができるでしょう。

また、2. で書いたように、この発見は決して坂口博士一人の力では実現しなかったということです。多くの研究者仲間や、あきらめずに付いてきてくれた妻の存在がなければ、この発見はなかったかもしれません。

皆さんも学校で勉強しているとき、クラスの仲間との協力や、困ったとき、つらいとき等に励ましてくれる友達や先生、親御さんの存在を大事にして、元気に取り組んで欲しいと思います。

（財）金沢子ども科学財団

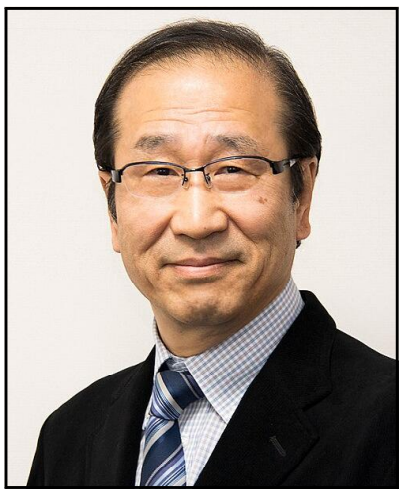
〔理数の散歩道〕

研究支えた「無用の用」と「哲学（考え方）」！

～役に立たないと思うものも役に立つと考え、粘り強く取り組む～

２０２５年のノーベル化学賞を、京都大学の北川進特任教授とアメリカとオーストラリアの２人の博士が受賞しました。どんな研究で、何がすごかったのかを見ていきましょう。

１．どんな研究なのか？…どこが、どのように「すごい」のか？



北川博士が開発したMOF（エムオーエフ）とは、「金属イオン」と「有機分子」がジャングルジムのようなつくりをしたものです。ジャングルジムの棒の部分が「有機分子」で、それを留めている部分が「金属イオン」です（**右下図**）。**その内部にできた空間（穴）に、気体を閉じ込めたり、そこから出したり自由にできる**のです。

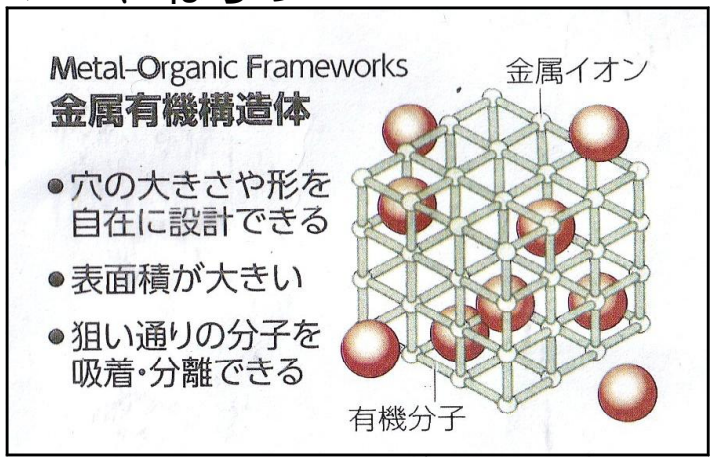
実は、このように穴があって気体などを閉じ込めることができる物質は古くから使われていました。例えば「活性炭」は、においの元などを取り込んで水をきれいにしたり、「シリカゲル」は、水分を取り込んで乾燥剤として使われています。

しかし、これらと比べてMOFが決定的に違うことが3つあります。

1つは、穴の大きさが全部そろっていることです。そのため、**ねらった大きさの分子だけを取り込むことができる**ことです。このことで、大気からねらった種類の気体だけを「取り除いた」り、またMOF中に**「ためこむ」ことができます！**

2つ目は、MOFを作るときの条件を変えることで、穴の大きさや形を自由に変えることができ、そのことでためることのできる**気体の種類を無限に変えることができる**ことです。

そして3つ目は、これまでと比べてMOFは表面積が大きく、**大量の物質を閉じ込めることができる**ことです。1ｇで、何とサッカー場に相当する700平方メートル以上の表面積を持つMOFも実現しています。



（朝日新聞10月9日朝刊から）

これらの性質を使って、**例えば空気かエネルギーになる気体だけを取り出したり、砂漠の空気から水蒸気を取り出して水を作り出したり、空気から二酸化炭素や有毒ガスを取り除くことなどもでき、私たちの生活を大きく、そして便利に変えることができるのです！**

2．どうやって思いついたのか？…「無用の用」という考え方

発見のきっかけは、博士が務めていた大学にはない大型のコンピュータを借りていた時、その待ち時間が長いので、その間に学生に化学物質の構造を紙に描かせてみた時のことです。しばらく描いていた学生が、**「先生、（結晶の構造に）穴があいてますよ」**とつぶやきました。

それを聞いた北川教授は、結晶本体の方に注目するのが普通なのに、穴の方に注目し、それが大変面白いと思って、活用方法は分かりませんでしたが、その後、実際に小さな穴が開いた化学物質の合成に挑戦したのです。しかしその挑戦は、なかなか認められませんでした。

それが今回の受賞に結びつく大きな業績につながったのは、北川教授が大事にしてきた「**無用の用**」という考え方にあります。

それは、**「粘土をこねて器を作る。器の中は何もない無用（役に立たない）の空間に見えるが、空間があるから器として役に立つ。」**という中国の古い教えでした。「穴と考えると無用なんです。ところがその穴に原子や分子を入れ、ためたり変えたりしていくと役に立つ。考え方を一つ変えるだけで役に立つんです。」と語っています。

3．私たちが北川博士から学びたい大切なこと

北川博士は会見の中で子ども達に向けて細菌学者ルイ・パスツールの**「幸運は準備された心に宿る」**という言葉を紹介し、「私のこれまでの流れを見たときに、いい先生、友達に恵まれた。それが実は『準備された心』なんです。突然、宝くじを引いて当てるようなものではない。皆さんは自分の育っていく過程でいろんな経験をするけど、それを大切にしていくと、将来、花開く可能性があると伝えたい。」と述べています。

また、北川さんをよく知る研究者仲間は、北川さんには「**哲学**」があったと言います。

ただ実験して何かを発見するだけでなく、哲学をもって全体の研究を発展させていた。ものすぎく個性的な研究で、ここと思ったことを粘り強く研究していた。」と言っています。

「哲学」とは、生き方や物事に関する考え方のことで、「準備された心」や2．で書いた「無用の用」などの考え方のことです。そんな哲学を持って取り組んだからこそ、こんな素晴らしい業績を上げたのでしょう。

皆さんも学校での理科の授業などで、**ただ先生に言われたまま観察や実験をするのではなく、何のためにするのか、結果を自分はどう考えるのか等を大事にして、粘り強く取り組んでほしい**と思います。

（財）金沢子ども科学財団