

大学研究の「問い」が生まれる3つのステップ

第1回 シナプス新生と神経機能回復

研究というと、「すごい発見をすること」や「最初から明確な目的に向かって進むこと」をイメージするかもしれませんが、しかし、実際の研究は、最初から答えが分かっている活動ではありません。

このコラムでは大学の研究がどのように進んでいくのかを、「理解フェーズ」「予測フェーズ」「方略フェーズ」の3つに分けて見ています。今回は宮井先生の「シナプス新生と神経機能回復」に関する研究を取り上げます。脳や神経のつながりが新しくつくられることは、学習や神経機能の回復とどのように関係しているのか。この研究を通して、先行研究から問いが生まれ、推論によって深まっていく過程を見ていきます。

0. 研究の入口

「脳の中で学習が起こるとき、何が変わっているのか」

宮井先生の研究の出発点には、「脳の中で学習が起こるとき、何が変わっているのか」というシンプルな疑問や興味がありました。ここでいう「学習」とは、学校の勉強だけを指す言葉ではありません。経験したり、練習したりすることで、脳や神経のつながりが変化していくことも、広い意味での学習です。たとえば、運動を練習して少しずつ上達することや、けがや病気のあとに体の機能を取り戻していくことにも、脳や神経の変化が関わっています。

その中で注目されるのが「シナプス新生」です。シナプスとは、神経細胞どうしが情報をやりとりするためのつながりの部分です。シナプス新生とは、そのつながりが新しくつくられることを意味します。つまり、宮井先生の研究は、「脳や神経のつながりが新しくつくられることは、学習や神経機能の回復とどのように関係しているのか」という疑問から始まったと言えます。

Tips1：シナプスとは？

神経細胞どうしが情報をやりとりするためのつながりの部分です。

Tips2：シナプス新生とは？

神経細胞どうしの新しいつながりがつくられることです。

Tips3：ナトリウムポンプとは？

細胞の内側と外側でナトリウムなどのイオンのバランスを調整する仕組みです。

1. 理解フェーズ — 先行研究から見えてきた傾向 —

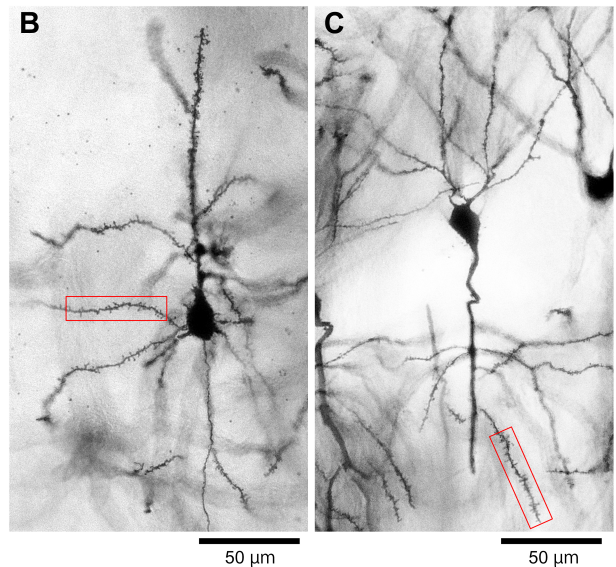
探究シミュレーションでは、最初に帰納的な推論を用いる理解フェーズがあります。これは、複数の事例やデータ、先行研究をもとに、現状にどのような傾向があるのかをつかむ段階です。

先行研究やこれまでの実験結果から、学習が起こるときや神経機能が回復するときには、シナプス新生が関係していることが見えてきました。また、シナプス新生が妨げられると、学習や回復が進みにくくなることも示されていました。

これらの情報から、理解フェーズでは「学習や神経機能の回復には、シナプス新生が関係している」という傾向をつかみました。

ただし、この段階で分かるのは、あくまで「関係しているらしい」ということです。シナプス新生が学習や回復と関連しているとしても、シナプス新生が学習や回復を高める原因になっているのかは、まだ十分に分かっていません。もしシナプス新生が学習や回復を高める原因の一つであるならば、その働きを促すことで、学習や神経機能の回復を高められる可能性があります。

このように、理解フェーズでは、現状の傾向を整理するとともに、「まだ因果関係までは確かめられていない」という未解明の部分が見えてきます。この未解明の部分が、次の予測フェーズへ進む手がかりになります。



2. 予測フェーズ — 分かったことから何が起こりそうか —

理解フェーズでは、学習や神経機能の回復にシナプス新生が関係していること、そしてシナプス新生が学習や回復を高める原因の一つである可能性が見えてきました。次に考えるのは、「もしそうだとしたら、どのような方法でシナプス新生を促せる可能性があるのか」ということです。これが、演繹的な推論を用いる予測フェーズです。宮井先生の研究では、まず次のようなことが分かっていました。

シナプス新生に関わるある分子が、ナトリウムポンプに結合する。

ナトリウムポンプとは、細胞が働くために必要な仕組みの一つです。細胞の内側と外側で、ナトリウムなどのイオンのバランスを調整する役割をもっています。ここで宮井先生は、この分かったことをもとに、次のように考えました。

前提：シナプス新生に関わる分子は、ナトリウムポンプに結合する。

規則：同じ対象に結合する物質は、その対象を通じて似た作用をもつ可能性がある。

予測する結果：それならば、ナトリウムポンプに結合する別の物質にも、シナプス新生を促す作用があるかもしれない。

このように、演繹的な推論では、すでに分かっていることを前提にして、そこに使えそうな規則を当てはめ、まだ確かめられていない可能性を予測します。この研究のオリジナリティは、「シナプス新生」だけを見ていたのではなく、そこに「ナトリウムポンプ」という別の着眼点を組み合わせたところにあります。自分の研究で見つけた分子と、他の研究で示された知見をつなげることで、新しい予測が生まれました。

ただし、この段階では、まだ「本当にそうだ」と言えるわけではありません。演繹的な推論によって導かれるのは、あくまで「そうなる可能性がある」という予測です。次に必要になるのは、その予測をどう確かめるかを考えることです。

3. 方略フェーズ — 予測をどう確かめるのか —

方略フェーズでは、予測フェーズで立てた「ナトリウムポンプに結合する物質が、シナプス新生を促し、学習や神経機能の回復を高める可能性がある」という見通しを、どのように確かめるかを仮説的な推論によって考えます。そのためには、いきなり「効果があるかどうか」だけを見

るのでは不十分です。目指す状態から逆算して、何をどの順番で調べる必要があるのかを整理していきます。

目指す状態

学習や神経機能の回復を助ける可能性のある物質が明らかになっている状態。

確かめるべきこと

- ①候補となる物質がナトリウムポンプに関わっているのかを調べる
- ②その物質によって、細胞や組織のレベルでシナプス新生に関わる変化が見られるかを確かめる
- ③動物の行動レベルで、学習や神経機能の回復が高まっていると言えるのかを調べる
- ④将来の医療応用を考えるなら、安全に使える可能性がある物質なのかも検討する

ここで重要なのは、「効いたように見える」だけで終わらせないことです。その変化が本当にシナプス新生と関係しているのか、どのような学習や回復に関わるのか、安全性の面で課題はないのかを、一つずつ確かめる必要があります。

この流れから、研究の問いは次のように整理できます。

「ナトリウムポンプに結合する物質を用いて、シナプス新生を促すことで、学習や神経機能の回復は高まるか。」

この問いは、最初から突然出てきたものではありません。現状の傾向をつかみ、そこから起こりうることを予測し、その予測を確かめる方法を考える中で、少しずつ形になってきた問いです。

4. 研究は、思い通りに進まないから深まる

研究では、予想した通りの結果が出るとは限りません。ある物質が一つの学習には関係していても、別の学習には同じように働かないかもしれません。細胞のレベルでは変化が見えても、行動の変化としてははっきり表れないかもしれません。効果がありそうに見えても、安全性の面で課題があるかもしれません。しかし、予想と違う結果が出ることは、研究の失敗とは限りません。むしろ、「なぜ違ったのか」「別の仕組みがあるのではないか」「条件を変えればどうなるのか」と考え直すことで、研究は前に進みます。

5. 探究を始める人へのメッセージ

探究は、最初から正しい答えにたどり着く活動ではありません。予測した通りに進まないこともあります。しかし、そのずれは失敗ではなく、「では、なぜ違ったのか」「別の仕組みがあるのではないか」と考え直すきっかけになります。研究では、思い通りにいかない結果から、次の問いが生まれることがあります。大切なのは、結果をただ受け止めるだけでなく、その結果を手がかりにして、もう一度考えを深めていくことです。

研究者情報

宮井 和政 先生

所属：大阪公立大学大学院 リハビリテーション学研究科

専門分野：神経科学・器官生理学

研究歴：約 36 年