



# 新田 剛 研究室

生命医科学研究所  
分子病態学部門 教授  
新田 剛 先生

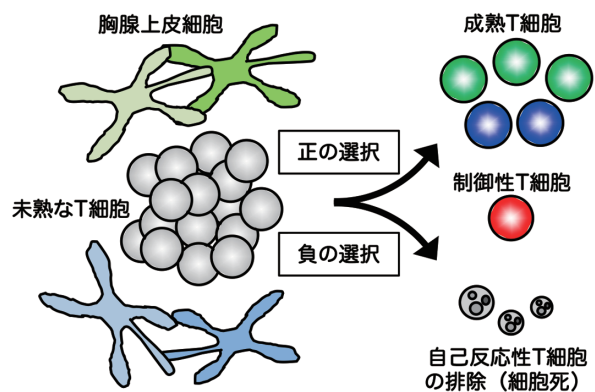


## 自己と非自己を見分ける胸腺 小さな臓器の精巧なシステム

### 免疫系の司令塔 T 細胞を作る 小さな臓器・胸腺

私たちの体は、日々無数の細菌やウイルスなどの病原体と戦いながら健康を保っている。その最前線で活躍するのが免疫系だが、その中でも特に重要な役割を果たすのが免疫系の司令塔である T 細胞だ。この T 細胞を作っているのが胸腺という臓器であり、胸腺では T 細胞を作る過程で正常に機能する T 細胞を選び、自己を攻撃する T 細胞を排除する、正の選択・負の選択が行われることが知られている。

免疫の多様性を持たせるために、胸腺では毎日多くの種類の T 細胞が何億も作られている。その中には自分自身の体を攻撃してしまう危険な細胞も含まれており、こういった細胞を野放しにしてしまうと、自己免疫疾患を引き起こしてしまう。胸腺にある胸腺上皮細胞は、スポンジ状の網目構造を形成しており、全身のあらゆる組織のたんぱく質を未熟な T 細胞に提示する。そして、提示されたたんぱく質に反応してしまう T 細胞を見つけ排除する、負の選択を行う。しか



【図2】 胸腺で正の選択・負の選択

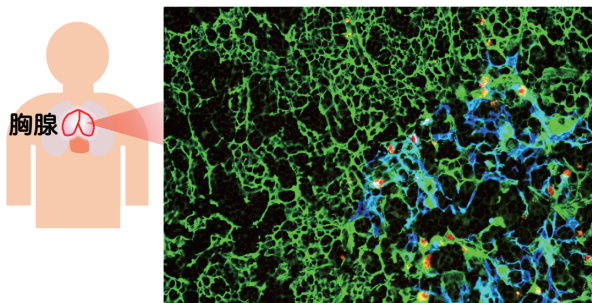
し、このシステムでは自己反応性 T 細胞を完全に排除できるわけではなく、一部は他の T 細胞とともに胸腺の外に漏れ出てしまう。漏れ出た細胞は制御性 T 細胞によって抑えられる。制御性 T 細胞は、2025 年にノーベル生理学・医学賞を受賞した坂口志文教授が発見した細胞である。

新田先生は、この一見非効率に見えるシステムがなぜ存在するのかを探究している。

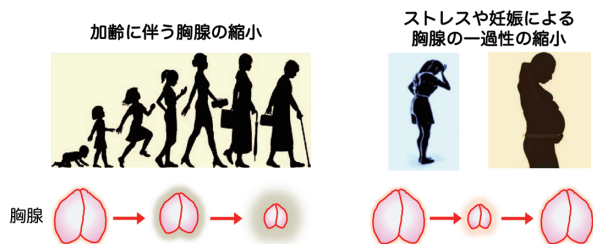
### 曖昧さによる多様性の維持

新田先生の研究室では、胸腺上皮細胞を人為的に増やす実験を行った。すると、負の選択をすり抜ける自己反応性 T 細胞は減少したという。しかし同時に、外から入ってきた病原体に対する反応も弱くなってしまった。つまり、感染症に対する防御力が低下してしまったのである。

この結果は、T 細胞の負の選択を徹底的に行うことは、同時に免疫系の多様性を失わせてしまうことを



【図1】 胸腺上皮細胞の網目構造



【図3】 胸腺の縮小（退縮）

示している。新田先生は、「胸腺は学校のようなものです。少しでも欠点のある生徒を全て排除していけば、確かに社会問題は減るかもしれませんが。しかし同時に、社会に必要な人材の多様性も失われてしまいます。免疫系も同様で、ある程度の『不完全さ』を許容することで多様性と柔軟性を保っているのです。」と話す。

### さまざまな要因で縮小する胸腺

胸腺には、加齢や妊娠、ストレスなどによって縮小するという特徴がある。

新田先生は、この加齢による変化のメカニズムとその影響についても研究している。生まれたばかりのころは大きく立派な形をしている胸腺だが、成長とともに徐々に小さくなっていき、70歳頃になるとほとんど周りの組織に隠れて見えなくなってしまふ。しかし、完全に消失するわけでもない。高齢になってもわずかながらT細胞を作り続けているのである。最近のイギリスの研究によると、手術などで胸腺を摘出した人は、そうでない人に比べて死亡率が高く、がんや感染症、自己免疫疾患のリスクが上昇するという。

妊娠による胸腺の縮小は一時的なもので、出産後に元の大きさに戻っていく。また、ストレスを受けることでも胸腺は急速に縮小する。虐待を受けた子どもの胸腺は著しく萎縮しており、司法解剖の際にこれが虐待の証拠として用いられることもあるという。

なぜ加齢やストレスによって胸腺が縮小する必要があるのか、その意味はよくわかっていない。生物として生存や生殖のために胸腺を小さくしてエネルギーを節約するため、という仮説はあるが、科学的に検証されてはいない。新田先生も研究しているところだ。

### mRNA ワクチン研究への応用

新田先生は、胸腺やT細胞の研究をベースに、mRNA ワクチンに関する研究も行っている。

mRNA ワクチンは、従来のワクチンとは異なる仕組みで働いており、その核心部分はまだ十分に解明さ

れていない。新田先生の研究室では、マウスに mRNA ワクチンを投与した際に何が起きるのか、T細胞がどのように活性化されるのかを調べている。この研究により、さまざまな副反応の原因が解明され、より安全で効率の良いワクチンができることが期待される。

### 革新的な医療へつながる胸腺とT細胞の基礎研究

新田先生が免疫学の研究に情熱を注ぐ原動力は、生命現象への純粋な好奇心だ。生き物がどうしてそのような形をしているのか、どうやって生きているのか、どうやってお互いに協力しながら生きているのか。そうした根源的な問いへの興味が、研究の出発点となっているという。

「自己と非自己をどのように見分けているのかといった問題は、哲学にもつながるようなテーマです。なぜ自己反応性の細胞が胸腺から外に漏れ出てしまうのか、なぜそれを許容できるシステムになっているのかなど、理屈だけでは説明できない現象が、私たちの体の中で起きています。胸腺は小さな臓器ですが、そこに生命の根幹に関わる重要な秘密が隠されているのです。」と新田先生は話す。

免疫学は、日本人研究者が世界をリードしてきた分野でもあり、これまでに3人もの日本人がノーベル賞を受賞している。免疫への理解が深まれば、がん治療、自己免疫疾患の治療、ワクチン開発など、さまざまな分野への応用が期待できる。新田先生らによる胸腺などの基礎研究の積み重ねがあつてこそ、真に革新的な医療技術が生まれるのである。

### 距離が近く、相談しやすい先生

新田研究室が発足したのは2024年。現在は助教が1名、ポストドクターが1名、修士1年が2名、学部4年が1名、テクニカルスタッフが1名、秘書が1名所属している。

免疫やT細胞に興味があり新田先生の研究室に入ったという修士1年の江本祐希さんは、「新田先生は、研究や進路の相談だけでなく、実験室での立ち居振る舞いや作業のコツについて実際にやってみせて教えてください。先生も含めて、研究室の何人かで一緒にランチを食べに行くこともあり、先生との距離が近いと思います。」と話してくれた。

井手 真梨子（ジェイクリエイト）