



免疫細胞で異なる脂質代謝プログラムを明らかに

—T 細胞と B 細胞の網羅的解析から見てきた脂肪酸利用の特徴—

令和 8 年 8 月 27 日

かずさ DNA 研究所の研究グループ（遠藤裕介室長）は、細胞の中の脂質を網羅的に調査し、免疫細胞が脂質をどのように使い分けているかを明らかにしました。

私たちの体には、病原体や異物から身を守る「免疫細胞」があります。免疫細胞は、感染や炎症が起こると、細胞の中で使うエネルギー源や物質を大きく変化させます。特に脂質は、細胞のエネルギー源になるだけでなく、細胞の膜を作り、細胞の性質や情報のやり取りにも関わる大切な物質です。しかし T 細胞*や B 細胞*などの免疫細胞が脂質をどのように使い分けているのかは、まだ十分にはわかっていません。

本研究では、細胞の中の脂質を網羅的に調べる「リピドミクス*」と、働いている遺伝子を調べる「トランスクリプトーム*」の二つの先端的な手法を組み合わせる解析を行いました。T 細胞と B 細胞では、細胞の中にある脂質の種類に大きな違いがあることがわかりました。T 細胞では炎症や情報伝達に関わるアラキドン酸を含むリン脂質が多く、B 細胞では魚油などにも多く含まれる EPA（エイコサペンタエン酸）を持つリン脂質が多く認められました。つまり、同じ免疫細胞でも、使っている脂質の「材料」や「組み合わせ」が異なっていることがわかりました。

本研究成果は、感染症、自己免疫疾患、アレルギー、がんなどの病気が起こる仕組みの解明につながる可能性があります。将来的には、脂質代謝を目印にした新しい診断法や、免疫細胞の働きを調整する新しい治療法の開発につながることを期待されます。



論文名 : Comparative lipidomic and transcriptomic profiling reveals distinct fatty acid utilization in T and B cells across mouse and human

掲載誌 : *Scientific Reports*

DOI: 10.1038/s41598-026-61151-z

著者 : Keiko Nakano, Kiyoe Sumi, Keisuke Miyako, Arisa Ito, Toshiyuki Kobayashi, Keisuke Yamamoto, Yukie Iwao, Toshio Kanno, Takaharu Kimura, Satoru Yokoyama, Kazuko Yamada, Hikari K Asou, Mayumi Maruyama, Yoko Suzuki, Yusuke Kawashima, Osamu Ohara and Yusuke Endo

研究費 : かずさ DNA 研究所研究補助金、科学研究費補助金（基盤研究(B) #20H03455, #24K02246 ; 挑戦的研究(萌芽) #20K21618, #24K22064 ; 学術変革領域研究(A) #23H04794, #25H01875 ; 若手研究 #21K15476, #23K14552、AMED-CREST(JP22gm1810002)、FOREST(JPMJFR225X)

問い合わせ先

<研究に関すること>

公益財団法人 かずさDNA研究所 オミックス医科学研究室 室長
遠藤 裕介（えんどう ゆうすけ）
E-mail : endo@kazusa.or.jp

<報道に関すること>

公益財団法人 かずさDNA研究所 広報・教育支援グループ
E-mail : kdri-kouhou@kazusa.or.jp

1. 背景

私たちの体には、病原体や異物から身を守る「免疫細胞」があります。免疫細胞は、感染や炎症が起こると、まわりの状況に合わせて、細胞の中で使うエネルギー源や物質を大きく変化させます。これは、ただ細胞が動くためのエネルギーを作るだけでなく、免疫細胞が増えたり、攻撃力を高めたり、それぞれの役割を果たすために欠かせない仕組みです。特に脂質は、細胞のエネルギー源になるだけでなく、細胞の膜を作り、細胞の性質や情報交換にも関わる大切な物質です。しかし、免疫細胞の種類（T細胞やB細胞など）によって脂質をどのように使い分けているのかは、まだ十分にはわかっていません。

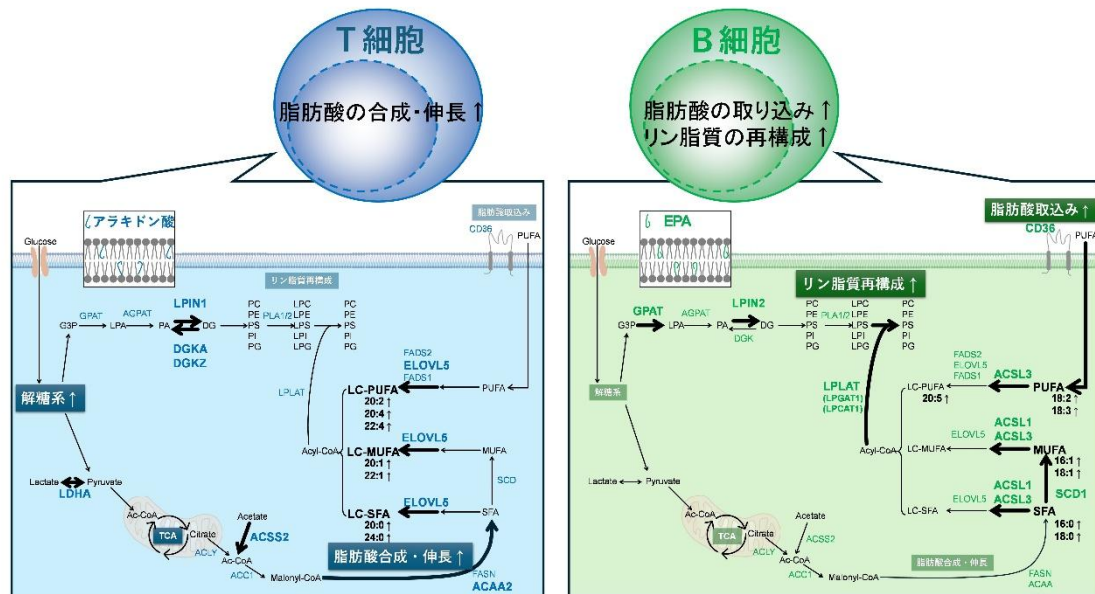
本研究では、細胞の中の脂質を調べる「リピドミクス」と、働いている遺伝子を調べる「トランスクリプトーム」を組み合わせることによって、T細胞とB細胞がどのように脂質を利用して、それぞれ異なる働きをしているかを明らかにしました。

2. 研究成果の概要

- ・リピドミクス解析により、T細胞とB細胞では、細胞の中にある脂質の種類に大きな違いがあることがわかりました。特に、T細胞では炎症や情報伝達に関わるアラキドン酸を含むリン脂質が多く、B細胞では魚油などにも多く含まれるEPA（エイコサペンタエン酸）を持つリン脂質が多く認められました。つまり、同じ免疫細胞でも、使っている脂質の「材料」や「組み合わせ」が異なっていることがわかりました。

- ・トランスクリプトーム解析では、T細胞では脂肪酸を作ったり（脂肪酸合成）、長くする遺伝子が、B細胞では脂肪酸を取り込んだり、リン脂質を作り替える遺伝子がよく働いていることがわかりました。これは、リピドミクス解析で見つかった特徴とよく一致していました。

- ・ヒトとマウスを比べると、共通する特徴と、それぞれの種に特有の特徴の両方が見つかりました。この結果から、免疫細胞の脂質の使い方には生物に共通する基本ルールがある一方で、種ごとの個性もあることが示されました。



図：T細胞とB細胞で異なる脂質代謝プログラム

リポミクスとトランスクリプトーム解析を統合した結果、T細胞とB細胞では脂質代謝プログラムが異なり、それぞれ特徴的な脂質組成や脂肪酸利用の仕組みを持つことが示された。

3. 期待されること

本研究の成果は、免疫細胞がどのように脂質を使い分け、それぞれの働きを支えているのかを理解するための重要な手がかりになります。T細胞とB細胞は、体を守ると同じ目的を持ちながら、それぞれ異なる脂質の使い方をしていました。これは、免疫細胞がただ一つの方法で働いているのではなく、役割に合わせて細胞の中の仕組みを細かく調整していることを示しています。さらに、マウスとヒトに共通する特徴も見つかったため、今回の発見はヒトの免疫の仕組みを理解するうえでも役立つことが期待されます。今後、感染症、自己免疫疾患、アレルギー、がんなどの病気で免疫細胞の脂質代謝がどのように変化するのかを調べることで、病気が起こる仕組みの解明につながるかもしれません。さらに、将来には、脂質代謝を目印にした新しい診断法や、免疫細胞の働きを調整する新しい治療法の開発につながることを期待されます。

用語解説

T細胞：

白血球の一種でリンパ球に分類される。がん細胞やウイルスに感染した細胞を攻撃して排除するほか、「サイトカイン」と呼ばれる情報伝達物質を分泌し、他の免疫細胞の働きを助ける役割を担う。

B細胞：

白血球の一種で、リンパ球に分類される。病原体に結合する「抗体」を産生し、細菌やウイルスなどの感染から体を守る役割を担う。

リピドミクス：

細胞内に存在する脂質を網羅的に測定・解析する技術。細胞に含まれる脂質の種類や量を調べることで、細胞ごとの脂質の特徴や違いを明らかにできる。

トランスクリプトーム：

細胞内で働いている遺伝子（RNA）を網羅的に測定・解析する技術。どの遺伝子がどの程度働いているかを調べることで、細胞の状態や機能の特徴を明らかにできる。

リン脂質：

細胞膜の主な材料となる脂質。水になじみやすい部分（親水部）と、水を避ける部分（疎水部）からなり、疎水部には2本の脂肪酸が結合する。脂肪酸の種類や長さによって細胞膜の性質が変化し、細胞の形を保つだけでなく、細胞の働きにも重要な役割を果たす。