



PRESS RELEASE

岡山大学記者クラブ

文部科学記者会

科学記者会

御中

令和4年3月17日

岡山大学

報道解禁：令和4年3月16日（水）午後7時（新聞は17日朝刊より）

理論的に可能な新しい型の光合成炭酸固定経路を発見

◆発表のポイント

- ・植物の葉緑体などで二酸化炭素を代謝する標準型のカルビン・ベンソン回路と一部が異なる新しい型の光合成炭酸固定経路をコンピュータ計算により発見しました。
- ・発見した経路は、標準型のカルビン・ベンソン回路では説明がしにくい植物の現象をよく説明しました。
- ・発見した経路の知見は、地球温暖化の原因とされている大気中の二酸化炭素をデンプンなどの有用物質に効率的に変換する技術の開発における基礎知識として役立つことが期待されます。

岡山大学学術研究院医歯薬学域（医）の太田潤助教は、理論的に可能な新しい型の光合成炭酸固定経路をコンピュータ計算により発見しました。この研究成果は3月16日の日本時間19:00、英国の科学誌「*Scientific Reports*」のArticleとして公開されました。

光合成炭酸固定経路であるカルビン・ベンソン回路は、二酸化炭素を有機物に変換する地球上で最も量的に重要な経路である一方、標準型のカルビン・ベンソン回路の働きに必要な特定の酵素を欠く植物でも生育するという一見矛盾する現象が報告されていました。発見した経路は標準型のカルビン・ベンソン回路と一部が異なる経路であり、この一見矛盾する現象とカルビン・ベンソン回路の働きが別の特定の酵素の働きに依存して増減することの両方をよく説明します。

地球温暖化の原因とされている大気中の二酸化炭素からデンプンなどの有機物を植物などに効率的につくらせる技術の開発は、大気中の二酸化炭素濃度の低下と有用物質の増産につながるという点で社会的な意義を持つと考えられますが、発見した経路の知見は、その技術の開発における基礎知識として役立つことが期待されます。

◆研究者からのひとこと

普段、人や病原微生物の複雑な代謝経路をコンピュータにより読み解くための方法を開発し、いろいろな代謝経路の試し計算をしてみています。発見した経路は試し計算により数年前に求めたことがありましたが詳しく調べず放置していました。ところが、昨年夏に、ふと、経路の詳細を調べてみる気になったり、生理的な意義付けへの糸口の情報が入ったりする偶然が重なり、お陰様で、論文にすることができました。この発見がSDGsの達成に役立つことを願っています。





PRESS RELEASE

■発表内容

<現状>

光合成炭酸固定経路であるカルビン・ベンソン回路は、地球上で最も量的に重要な炭酸固定経路です。教科書に載っている標準型のカルビン・ベンソン回路では、13種類の酵素反応により、二酸化炭素から有機物を生成する炭酸固定が行われます。光合成炭酸固定が標準型のカルビン・ベンソン回路のみで行われているとするとこれらの13種類の酵素反応のどれが欠けても炭酸固定が止まり植物は生育できなくなるはずですが、ところが、標準型のカルビン・ベンソン回路の1酵素反応を行っている fructose 1,6-bisphosphatase (FBPase) という酵素を欠くシロイヌナズナが速度は小さいながらも生育することが観察されていて、この観察結果は標準型のカルビン・ベンソン回路では簡単に説明できませんでした。また、理論的に可能であることが知られている、標準型のカルビン・ベンソン回路の一部の反応をトランスアルドラーゼという酵素による酵素反応に代替させた経路（以下、「既報のトランスアルドラーゼ型経路」と呼びます）も FBPase が行う酵素反応を必要としていて、既報のトランスアルドラーゼ型経路によっても FBPase を欠くシロイヌナズナの生育を簡単には説明できませんでした。

FBPase、SBPase、トランスアルドラーゼが行う反応の中で、標準型のカルビン・ベンソン回路、既報のトランスアルドラーゼ型経路、発見した新しい型の経路のそれぞれが必要とするもの（○）

	標準型のカルビン・ベンソン回路	既報のトランスアルドラーゼ型経路	発見した新しい型の経路
FBPase	○	○	-
SBPase	○	-	○
トランスアルドラーゼ	-	○	○

互いに逆反応

<研究成果の内容>

標準型のカルビン・ベンソン回路に含まれる13種類の酵素反応とそれらの逆反応、および、既報のトランスアルドラーゼ型経路に含まれるトランスアルドラーゼが行う反応とその逆反応により二酸化炭素を原料としてグリセルアルデヒド3-リン酸（炭素を3個含む有機物）が生成する経路を、既存のプログラム ExPA を用いるコンピュータ計算ですべて求めたところ、標準型のカルビン・ベンソン回路と既報のトランスアルドラーゼ型経路の他に、新しい型の経路が算出されました。新しい型の経路は、既報のトランスアルドラーゼ型経路に含まれているトランスアルドラーゼが行う反応の逆反応を含んでいましたが、FBPase が行う反応は含まず、FBPase を欠くシロイヌナズナの生育をよく説明しました。また、新しい型の経路は、sedoheptulose 1,7-bisphosphatase (SBPase) という酵素が行う酵素反応を含んでいました。SBPase の働きを増減させると二酸化炭素からの有機物の産生が増減することが知られていて、SBPase が行う酵素反応を含む新しい型の経路はそのこともよく説明しました。



PRESS RELEASE

<社会的な意義>

植物などにみられる二酸化炭素を有機物に変換する光合成炭酸固定経路は、地球温暖化の原因とされている大気中の二酸化炭素を減少させ、私たちが口にする食物中のデンプンなどの生成原料を供給するものです。その経路の働きを高める技術の開発は社会的に重要な意味を持ちます。今回、発見した経路は、植物などが二酸化炭素を有機物に変換する働きを高める技術を開発する上で、標準型のカルビン・ベンソン回路、既報のトランスアルドラーゼ型経路とともに考慮しなければならないものであると言えます。

■論文情報

論文名：A novel variant of the Calvin–Benson cycle bypassing fructose bisphosphate

掲載紙：Scientific Reports

著者：Jun Ohta

DOI：10.1038/s41598-022-07836-7

■補足・用語説明

- ・発表した論文では、標準型のカルビン・ベンソン回路のことを「canonical Calvin-Benson cycle」、既報のトランスアルドラーゼ型経路のことを「S7P-forming transaldolase variant」、発見した新しい型の経路のことを「S7P-removing transaldolase variant」と呼んでいます。

<お問い合わせ>

岡山大学 学術研究院医歯薬学域（医）

助教 太田 潤

（電話番号）086-235-7125 （FAX）086-235-7126



岡山大学は持続可能な開発目標（SDGs）を支援しています。