

研究助成研究成果報告書

令和 2年 9月30日

公益財団法人江野科学振興財団
理事長 江野真一郎 殿

貴財団より助成のありました研究の成果について下記のとおり報告します。

申請者名

松村 浩由 _____ 印

記

1.研究課題名

和 文 エラストマー合成酵素の分子機構の解明と機能改良
英 文 Structural and functional analysis of elastomer synthase

2.申請者名(代表研究者)

氏 名 松村 浩由	ローマ字表記 Hiroyoshi Matsumura
所属大学・機関名 立命館大学	英訳表記 Ritsumeikan University
学部・部課名 生命科学部	英訳表記 College of Life Sciences
役職名 教授	英訳表記 Professor

3.共同研究者（下段 英訳表記）

氏 名	所属機関名・学部名・役職
(氏 名) 吉澤 拓也 (英訳表記) Takuya Yoshizawa	立命館大学・生命科学部・助教 (英訳表記) Assistant Professor, College of Life Sciences, Ritsumeikan University
(氏 名) (英訳表記) (英訳表記)
(氏 名) (英訳表記) (英訳表記)
(氏 名) (英訳表記) (英訳表記)

4.英文抄録（300 語以内）

Prenyltransferases catalyze the sequential condensation of isopentenyl diphosphate, and the resulting products are short-chain prenyl precursors essential for isoprenoid biosynthesis. Chain length determination and reaction mechanism of prenyltransferase, especially farnesyl diphosphate synthase, have been well studied; however, ultralong-chain prenyltransferase in nature is still unclear.

Here, we characterized isoforms of novel trans-1,4-prenyltransferases in *Eucommia ulmoides*, producing ultrahigh molecular weight polyisoprene. We determined the crystal structure of one of the trans-1,4-prenyltransferases (TPT), revealing a novel dimeric architecture, despite the apparent homology with the monomeric architecture of short-chain prenyltransferase. The active site of TPT is shared with those of the other short-chain prenyltransferases, suggesting the molecular mechanisms of substrate recognition and condensation are similar to those of other short-chain prenyltransferases. Unlike short-chain prenyltransferases, TPT forms a hydrophobic tunnel inside of the dimer, suggesting how TPT elongates the ultralong-chain trans-1,4-polyisoprene.

5.研究目的

トランスポリイソプレン（TPI）は、汎用工業製品への利用のほか、電子部品部材の原料としても利用される汎用プラスチック原料である。TPIは陸上高等植物中에서도産出されることから、それらを抽出しバイオマスプラスチックを生産できれば、シンプルかつエネルギー効率に優れた生産法となる。陸上高等植物から抽出したTPIは、これまでゴム、ポリマー、化成品、医療品の原料として工業的に有用で、最近でもゴルフボールや3Dプリンター用フィラメントとして利用されている。しかし、長鎖TPIを合成する酵素trans-polyisoprene transferase（TPT）については、その存在は確認されてきたが、その酵素の諸性質の解析や立体構造解析がなされてこなかった。これらの分子機構が明らかになれば、その分子機構に基づいた酵素の改良、ひいてはバイオマスプラスチックの品質向上や機能性エラストマー材料の創製といった応用展開も可能となる。

そこで本研究では、詳細な反応機構を明らかにすることを目的として、TPTの酵素の諸性質の解析、およびのX線結晶構造解析に取り組んだ。TPTとFPSの構造解析にも成功しこれによりTPTとFPSで生成物の鎖長が異なる理由、また、二量体形成、生成物の鎖長伸長に影響を与えるアミノ酸を特定することができた。

6.研究内容及び成果の本文

別紙に作成添付してください。(冒頭に所属、氏名、研究課題を記載ください)

7.今後の研究の見通し

今回の研究で、トチュウ TPT と FPS の遺伝子同定から、酵素学的性質の解析、X線構造解析による立体構造解析まで行うことができ、TPT と FPS の触媒メカニズム反応の共通点、およびトランスイソプレレン排出メカニズムの相違点を明らかにすることができた。この成果によって、FPS を TPT に改良できるきっかけを掴んだと期待している。FPS は全ての生物に保存された酵素であるため、例えば、好熱菌 FPS を改良して、耐熱性を維持した TPT が開発できれば、産業への応用という面においても重要な成果となる。本酵素の合成メカニズムは学術的にもインパクトが大きく、今後、本研究を基盤として、酵素改良などのさらなる発展的研究を計画している。

8.本助成金による主な発表論文、著書名

投稿準備中

[注1] 本報告書は、助成金を受けた翌年9月末までに必ず提出してください。

[注2] (お願い)印刷物の郵送と電子媒体の添付ご提供をお願いします。インターネットメールでの送付を歓迎します。<E-Mail: enozaidan@kokoku-intech.com>

[注3] この報告書を当財団のホームページに掲載させていただきますので、予めご了承ください。

※当財団へのご意見・ご要望がございましたら、下記へご記入ください。

お寄せいただいたご意見・ご要望は今後の参考にさせていただきます。

本研究課題を採択いただいた財団の関係者の方々、および選考委員の先生方に熱く御礼申し上げます。本研究により、これまで不明な点が多かった、長鎖トランスポリイソプレン合成酵素の酵素学および構造生物学的な研究がかなり進んだと手応えを感じております。現在、論文を投稿中ではありますが、学術研究としてはかなりインパクトの高い成果となり、また産業への応用という面においても非常に重要な成果であると考えております。今後、成果の発表の機会などございましたら、是非、お声がけいただけますと幸いです。

アンケートへのご協力ありがとうございました。

以上