

(様式 1-1)

提出日：2024 年 5 月 1 日

2023 年度 大阪大学蛋白質研究所 拠点事業

研究成果報告書

(1) 事業名 (下記より該当事業名を選択し、ほかは削除して下さい。)

共同研究員

(2) 研究代表者

氏名：松村 浩由

所属機関名・部局名・職名：立命館大学・生命科学部・教授

(3) 研究課題名 (申請時に記載したものと同一課題名を記入して下さい。)

二酸化炭素固定酵素の触媒速度上昇の構造的要因の解明

(4) 蛋白質研究所受入担当教員

教員名： 中川 敦史 (研究室名：超分子構造解析学研究室)

(5) 研究成果の概要 (公開)

光合成カルビンベンソン回路の初発反応を触媒する酵素であるリブロース 1,5-ビスリン酸カルボキシラーゼ/オキシナーゼ (Rubisco) は、触媒速度が極端に低いため、植物の緑葉では可溶性タンパク質の 30% にも達する Rubisco を合成している。さらに、Rubisco は同一の活性部位で酸素固定反応と二酸化炭素固定反応を触媒すること、それにより互いの反応が競合阻害すること、そして酸素固定反応の生成物の炭素の一部は最終的に二酸化炭素として再放出されるといった酵素として好ましくない性質を持つ。そのため、光合成を律速する主要因とされる。このような触媒として好ましくない性質をもつ Rubisco ではあるが、トウモロコシやソルガムといった C4 植物 Rubisco は、比較的触媒回転数が高い。この C4 型 Rubisco の特性を C3 植物であるイネの Rubisco にもたせることができれば光合成が改良できる可能性がある。そこで私達は、C4 植物ソルガムの Rubisco 小サブユニット (RbcS) を C3 植物のイネに導入し、ソルガム RbcS とイネ Rubisco の大サブユニット (RbcL) が組み合わさったハイブリッド Rubisco (CSS-Rubisco) をイネ内で形成することにより、イネの光合成を改良させることに成功した (*Mol. Plant*, 13, 1570, 2020)。CSS-Rubisco を 1.7Å 分解能での構造解析した結果、ソルガム RbcS の導入によって触媒速度が上がった要因を活性ループの運動性上昇であるとの仮説を立てるに至っている。これらの仮説を証明するためにさらなる構造研究が必要である。

そこで今回、藍藻 Rubisco (SyRubisco) と好熱性藍藻 Rubisco (ThRubisco) の Hybrid Rubisco の構造解析を実施した。ThRubisco のラージサブユニットと SyRubisco のスモールサブユニットが会合した Hybrid Rubisco において 2.28Å 分解能で構造解析することができた。この Hybrid Rubisco においても、スモールサブユニットとの相互作用の変化が kcat に与える影響についていくつか仮説を立てており、今後のさらなる構造解析と計算科学的解析により Rubisco を改良する構造的要因を解明する予定である。