

平成23年8月22日

研究成果を Nature 誌に発表

『葉緑体ピルビン酸輸送体の同定
ーバイオテクノロジーへの応用の鍵因子ー』

広島大学大学院理学研究科 古本強准教授と嶋村正樹助教を中心とする研究グループによって、葉緑体に存在しピルビン酸を輸送するタンパク質の分子実体が明らかになりました。この研究成果は、平成23年8月25日（木）に科学誌「Nature」オンライン版で発表されます。

なお、報道解禁は平成23年8月25日（木）午前2時（日本時間）ですので、ご協力をよろしくお願いいたします。

1. 研究の背景

細胞質に取り込まれたグルコースは、解糖系によりピルビン酸にまで分解され、引き続きミトコンドリア内や葉緑体内に輸送されて、種々のエネルギー代謝や生合成反応に用いられます。このように細胞内オルガネラへのピルビン酸輸送は生命活動の根幹を担う反応でありながら、この輸送を支える分子的な実体（遺伝子やタンパク質）は明らかではありません（図1）。

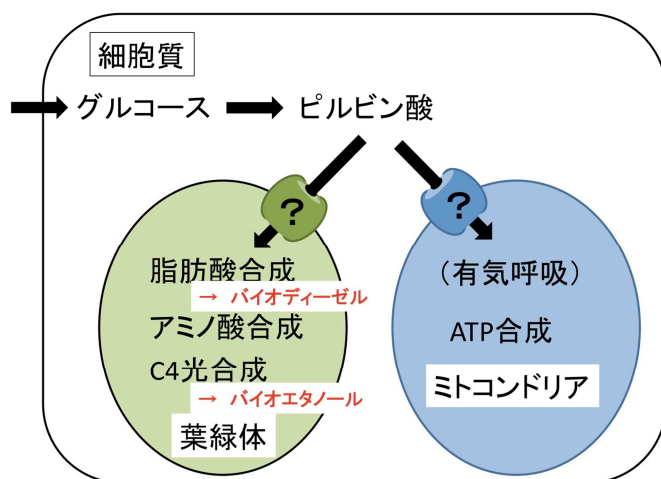


図1 細胞内糖代謝の概念図。ピルビン酸は代謝の中心に位置する。

バイオテクノロジーによる植物の生産能力の増強は、大気中二酸化炭素濃度を低減させる一つの有力な手段ともくされています。またバイオエタノールやバイオディーゼルといった植物の生産物の産業利用（バイオマスエネルギー利用）も盛んになってきています。バイオ技術を利用して生産力をより強化した植物を作出する試みにとって、これらの光合成や脂質合成に必要な葉緑体へのピルビン酸輸送の分子機構の解明がなされていないことは大きな障壁となっていました。

C4植物と呼ばれる一群の植物は、C3植物に比べて一般に高い光合成能力をもっていま

す。大気中の二酸化炭素を濃縮する代謝回路を進化的に発達させたことがその理由で、トウモロコシやサトウキビなどの作物のほか、多くの雑草がこの回路を発達させていることがわかっています。一方でイネやコムギはC3植物であり、このような代謝回路をもっていません。この代謝回路上には、葉緑体内にピルビン酸を運び込む活性が必要なことが示されており、これがこれまでのオルガネラにおけるピルビン酸輸送体の研究例でした（図2）。

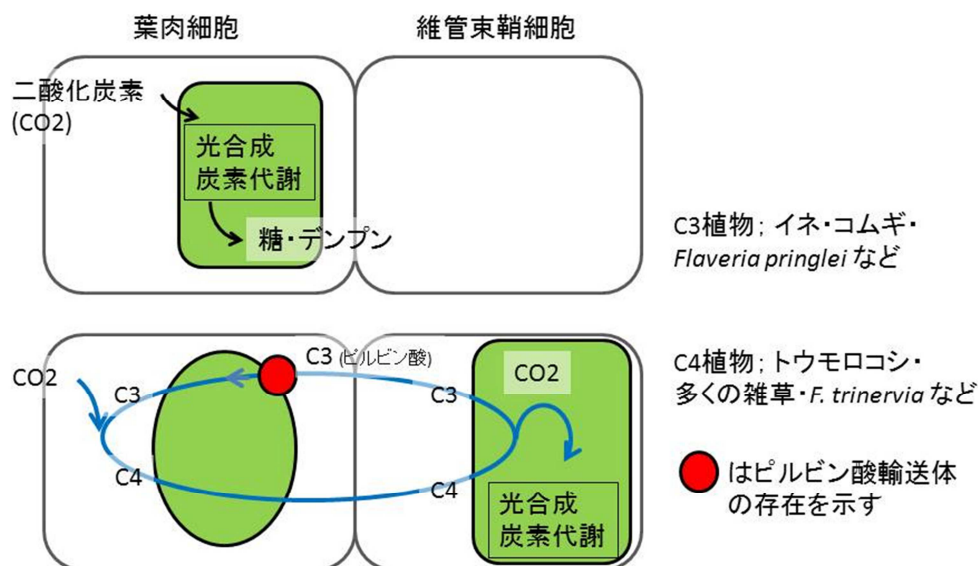


図2 C3光合成とC4光合成の概念図。C4植物には大気中の二酸化炭素を濃縮する代謝回路（青線）が存在する。この回路においてピルビン酸輸送体は葉肉細胞葉緑体上に位置する（赤丸）。

2. 研究内容と成果

今回、広島大学大学院理学研究科を含む共同研究グループは、この葉緑体へのピルビン酸輸送をつかさどる分子の同定を目指し、フラベリア属のC3種(*Flaveria pringlei*)とC4種(*F. trinervia*)の植物を用いた遺伝子発現解析を行いました。C4種フラベリアには、C3種フラベリアと比べて、他のC4光合成関連のタンパク質遺伝子と同様に、葉緑体ピルビン酸輸送体遺伝子が高発現していることが期待できます。この解析から、*BASS2*と名付けられた新規輸送体遺伝子を見出すことに成功しました（図3）。

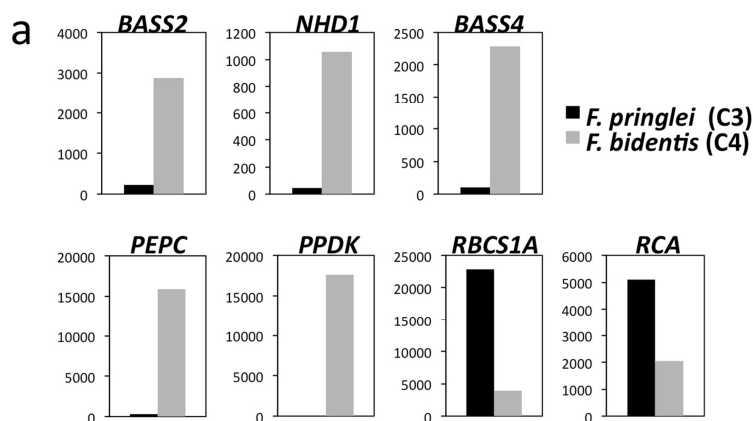


図3 フラベリアの発現遺伝子の解析。BASS2はPEPCやPPDKといったC4光合成主要遺伝子と同様にC4種に高発現した。

この遺伝子産物の挙動を調べるために、特異的抗体を作出し、この抗体と交叉するタンパク質が多くのC4植物に認められることを見出しました。また、葉の切片に対して抗体を作用させ、葉緑体の包膜にこのタンパク質が局在することを確認しました（図4）。

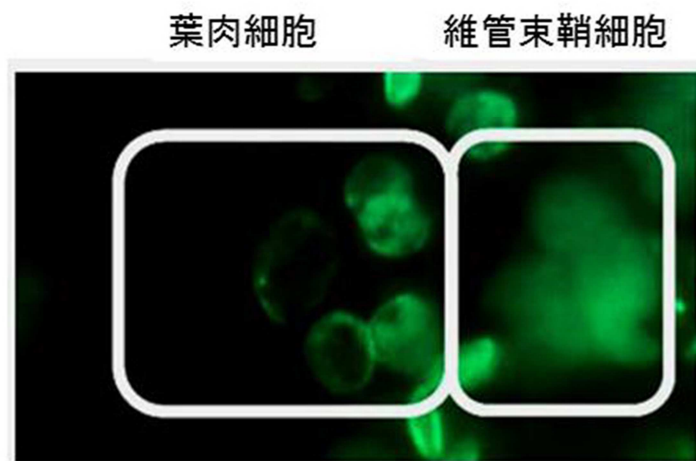


図4 組織免疫染色像。BASS2抗体と交叉するタンパク質の存在を可視化した。葉肉細胞葉緑体の表面にBASSが存在することが明示された。

次にBASS2タンパク質に緑色蛍光タンパク質（GFP）を付加させた遺伝子をタバコに組み込み、根を観察し、根の細胞の白色体（プラスチド）にGFP蛍光が局在することを明らかにしました（図5）。

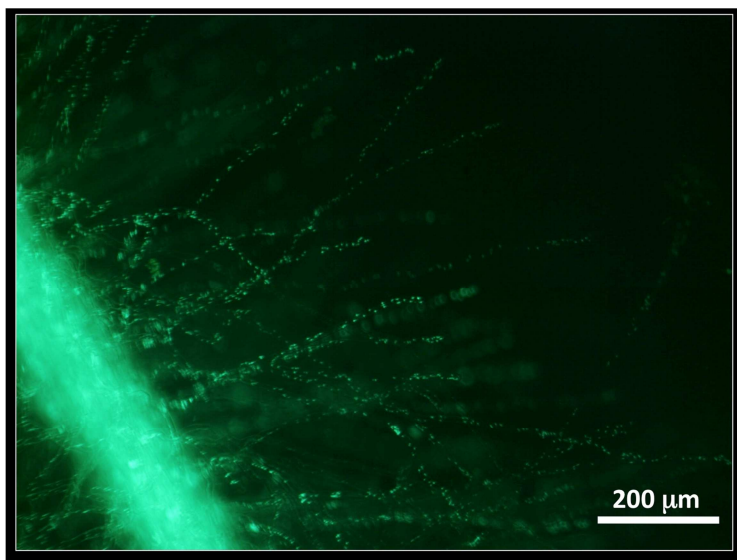


図5 BASS2-GFPを発現するタバコの根

最終的に、この輸送体のピルビン酸輸送活性を、BASS2タンパク質を発現させた大腸菌を用いて証明しました（図6）。これら一連の研究によって、これまで未知だったピルビン酸輸送体分子の同定に成功しました。

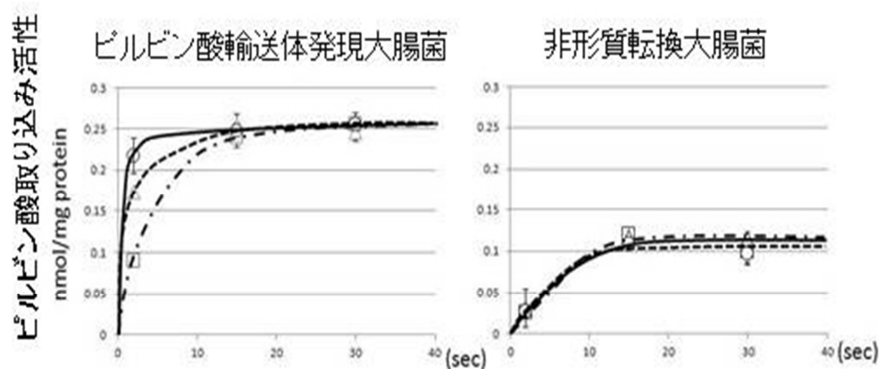


図6 大腸菌でのピルビン酸輸送活性測定。取り込み反応開始の2秒後には、0 mM, 12.5 mM, 25 mM NaClの順に輸送活性が高まりました。

3. 今後の展開

葉緑体におけるピルビン酸輸送は、C4植物の光合成回路に寄与するほか、C3植物においては葉緑体内でのイソプレノイド代謝や脂質合成の初発の反応です。C3植物であるシロイヌナズナの生育初期において、イソプレノイド合成に関与することを示唆する結果も得ており、こうしたこれまで未知だった代謝経路への寄与が明らかになりつつあります。今後は、脂質合成への寄与を調べる実験を通して、その重要性を検討するほか、こうした基礎知見を利用して脂質含有量を高めた種子をもつ植物を分子育種によって開発する可能性が見えてきました。また、ビルゲイツ財団の補助を受けてC3植物であるイネにC4光合成能力を付与させようという国際プロジェクトがフィリピンにおいて進行中です。葉緑体膜を介したピルビン酸輸送機構がこれまでわからなかったために、こうした研究プロジェクトは滞っていましたが、輸送体の同定によってより加速することが期待されます。

4. 報道解禁

平成23年8月25日（木）午前2時（日本時間）

【お問い合わせ先】

広島大学大学院理学研究科・生物科学専攻・准教授 古本 強 TEL：082-424-7453
--