

課題番号	GS004
------	-------

**先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム)
実施状況報告書(平成 24 年度)**

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名	光合成電子伝達の最適化による植物バイオマス増進の技術基盤研究
研究機関・ 部局・職名	埼玉大学・理工学研究科・准教授
氏名	川合真紀

1. 当該年度の研究目的

本研究では、植物バイオマス生産性向上の鍵となる光合成電子伝達系の最適化の為に技術基盤を得ることを目的としている。これまでの研究の結果、葉緑体内で NAD をリン酸化する酵素を高発現させた形質転換植物系統で代謝亢進効果が見られた事をふまえ、平成 24 年度は、その分子メカニズムを解明することを主要な目標と定めた。また、さらなる NAD 生合成系の改変が植物の生長や物質生産性に及ぼす効果を調べる為、細胞質局在性の代謝酵素の高発現系統における代謝解析をおこなった。また、光合成で利用できる光エネルギー量に影響を与えると因子として、PsbS タンパク質に注目し、高発現系統の光合成パラメーターの解析をおこなった。これにより、NAD 代謝物量の改変の手法と併せて、複合的な光合成電子伝達の最適化を試みるための基本データを得ることを目的とした。

2. 研究の実施状況

これまでの研究により、葉緑体内の NADP(H)量を増やす代謝改変が、植物の光合成能力、物質生産能力に正の効果をもたらす事を示してきた。この分子メカニズムを解明するため、さらに葉緑体内の NADP(H)量を増加させる代謝改変に取り組むとともに、それらの代謝比較を行う事によって、細胞質の NAD 合成系の活性化が、呼吸を介した物質分解によるエネルギー獲得の方向に向く事を発見した。また、光合成のカルビンサイクルの酵素の中にはレドックス制御を受けることが知られている酵素が複数知られている。これらの酵素の活性化状態を、抽出液中の還元剤の有無によって比較した結果、代謝亢進が見られている葉緑体局在性 NAD キナーゼ高発現系統では、細胞内の酸化還元状態の変化により、酵素の活性化状態が高いことが明らかとなった。すなわち、葉緑体内の NADP(H)プールを増大させることが光合成機能の増強のために効果的であることを改めて示す結果となった。また、NAD キナーゼ高発現系統では、植物が利用できる光エネルギーの量が増加していることが既に明らかになっている。低温ストレス下で強い光が植物にあたると、植物は余分な光エネルギーが光合成装置に障害を与えないよう、余剰エネルギーを熱として排出する熱放散の機構を有している。シロイヌナズナでは光化学系 II を構成するタンパク質の一つである PsbS が熱放散を制御する因子として知られている。そこで、イネで PsbS を過剰発現させた結果、熱放散が増加することが明らかとなった。一方、NAD キナーゼ高発現系統では、この熱放散の数値が低下しており、その分、利用可能な光エネルギーが増大していると考えられた。今後、これらの因子を複合的に扱う事により、本研究の課題である光合成電子伝達の最適化に迫る。

3. 研究発表等

雑誌論文 計 9 件	(掲載済み一査読有り) 計 7 件 Nagano, M., Takahara, K., Fujimoto, M., Tsutsumi, N., Uchimiya, H., Kawai-Yamada, M. (2012) Arabidopsis sphingolipid fatty acid 2-hydroxylases (AtFAH1 and AtFAH2) are functionally differentiated in fatty acid 2-hydroxylation and stress responses. <i>Plant Physiology</i> , 159, 1138-1148. ISSN0032-0889 Nagano, M., Uchimiya, H., Kawai-Yamada, M. (2012) Plant sphingolipid fatty acid 2-hydroxylases have unique characters unlike their animal and fungus counterparts. <i>Plant Signaling & Behavior</i> , 7, 1388-1392. ISSN1559-2316 Hashida, H., Takahashi, H., Takahara, K., Kawai-Yamada, M., Kitazaki, K., Shoji, K., Goto, F., Yoshihara, T., Uchimiya, H. (2012) NAD ⁺ accumulation during pollen maturation in <i>Arabidopsis</i> regulating onset of germination. <i>Molecular Plant</i> , 6, 216-225. ISSN1674-2052 Nishimura, Y., Shikanai, T., Nakamura, S., Kawai-Yamada, M., Uchimiya, H. (2012) The Gsp1 triggers sexual developmental program including inheritance of chloroplast DNA and mitochondrial DNA in <i>Chlamydomonas reinhardtii</i> . <i>Plant Cell</i> , 24, 2401-2414. ISSN 1040- 4651 Nakasone, A., Fujiwara, M., Fukao, Y., Biswas K.K., Rahman, A., Kawai-Yamada, M., Narumi, I., Uchimiya, H., Oono, Y. (2012) SMALL ACIDIC PROTEIN 1 acts with RUB modification components, the COP9 signalosome and AXR1, to regulate growth and development of <i>Arabidopsis Thaliana</i> . <i>Plant Physiology</i> , 160, 93-105. ISSN0032-0889 Hachiya, T., Watanabe, C.K., Fujimoto, M., Ishikawa, T., Takahara, K., Kawai-Yamada, M., Uchimiya, H., Uesono, Y., Terashima, I., Noguchi, K., (2012) Nitrate Addition Alleviates Ammonium Toxicity Without Lessening Ammonium Accumulation, Organic Acid Depletion and Inorganic Cation Depletion in <i>Arabidopsis thaliana</i> Shoots. <i>Plant and Cell Phys.</i> , 53, 577-591. ISSN 0032-0781 Miyagi, A., Uchimiya, M., Kawai-Yamada, M., Uchimiya, H. (2013) Impact of aluminium stress on oxalate and other metabolites in <i>Rumex obtusifolius</i> . <i>Weed Research</i> , 53, 30-41. ISSN1939-7291 (掲載済み一査読無し) 計 0 件 (未掲載) 計 2 件 Miyagi, A., Kawai-Yamada, M., Uchimiya, M., Ojima, N., Suzuki, K., Uchimiya, H. (2013) Metabolome analysis of food-chain between plants and insects. <i>Metabolomics</i> , in press. Kaniya, Y., Kizawa, A., Miyagi, A. Kawai-Yamada, M., Uchimiya, H., Kaneko, Y., Nishiyama, Y., Hihara, Y. (2013) Deletion of the transcriptional regulator cyAbrB2 de-regulates primary carbon metabolism in <i>Synechocystis</i> sp. PCC 6803. <i>Plant Physiology</i> , in press.
---------------	--

様式19 別紙1

<p>会議発表 計 18 件</p>	<p>専門家向け 計 18 件</p> <p>Nagano, M., Ishikawa, T., Uchimiya, H., Kawai-Yamada, M. Molecular analysis of two sphingolipid fatty acid 2-hydroxylases in Arabidopsis Bax inhibitor-1 mediated oxidative stress tolerance. The 23rd International Conference on <i>Arabidopsis</i> Research (ICAR). Viena, Austria, 2012.7.3-7 (ポスター発表)</p> <p>Ishikawa T., Uchimiya, H., Kawai-Yamada, M. Regulation of oxidative stress-induced cell death via sphingolipid metabolism and remodeling of plasma membrane microdomain. 20th International Symposium on Plant Lipids, Sevilla Spain, 2012.7.8-13 (ポスター発表)</p> <p>Nagano, M., Ishikawa, T., Kawai-Yamada, M., Shimamoto, K. Reduction of sphingolipid 2-hydroxy fatty acids has an impact on defense response through decrease of membrane rafts in rice. XV International Congress of Molecular Plant-Microbe Interactions, Kyoto, 2012.7.29-8.2 (ポスター発表)</p> <p>石川寿樹、内宮博文、川合真紀、イネの酸化ストレス誘導性細胞死における細胞膜マイクロドメインの役割とその制御、植物細胞分子生物学会、奈良、2012. 8. 5</p> <p>石川寿樹、内宮博文、川合真紀、イネのスフィンゴ脂質代謝と酸化ストレス耐性における長鎖塩基不飽和化酵素の役割、植物学会、姫路、2012. 9. 16</p> <p>Nagano, M., Ishikawa, T., Kawai-Yamada, M., Shimamoto, K. Membrane rafts formed by sphingolipid 2-hydroxy fatty acids are required for normal defense responses in rice. International Congress of Plant Molecular Biology. 済州島、韓国、2012.10.21-26</p> <p>川合真紀、植物ストレス誘導性細胞死研究の新展開、東京大学生物生産工学研究センター シンポジウム、東京、2012. 11. 5. (招待講演)</p> <p>北野沙也佳、川合真紀、宮城敦子、山口雅利、内宮博文、大野豊、長谷純宏、鳴海一成、ガンマ線照射が強害帰化雑草エゾノギシギシに及ぼす影響、高崎量子応用研究シンポジウム、高崎、2012. 10. 11 (ポスター発表)</p> <p>石川寿樹、内宮博文、川合真紀、スフィンゴ脂質代謝制御による Bax inhibitor-1 のストレス耐性機構、植物脂質シンポジウム、甲南大学、2012. 12. 1</p> <p>石川寿樹、内宮博文、川合真紀、イネスフィンゴ脂質分子種の LC-MS/MS 解析、植物脂質シンポジウム、甲南大学、2012. 12. 1 (ポスター発表)</p> <p>柿沼悠太、石川寿樹、長野稔、山口雅利、内宮博文、川合真紀、シロイヌナズナの脂肪酸伸長酵素の機能解析、植物脂質シンポジウム、甲南大学、2012. 12. 1 (ポスター発表)</p> <p>柿本真之、石川寿樹、宮城敦子、齊藤和晃、井上豊、川合真紀、カビ臭生成シアノバクテリアの遺伝子発現及び代謝解析、植物生理学会、岡山、2013. 3. 23 (ポスター発表)</p> <p>石川寿樹、中曽根光、内宮博文、川合真紀、スフィンゴリピドミクスによるイネ超鎖塩基不飽和化機構の解析、植物生理学会年会、岡山、2013. 3. 21</p> <p>河合博光、石川寿樹、是枝晋、川合真紀、大西純一、シロイヌナズナのグリセロール 3 リン酸輸送体候補タンパク G3Pp4 は種子貯蔵脂質の蓄積に関与する、植物生理学会年会、岡山、2012. 3. 23</p> <p>刑部敬史、恩田弥生、姜振祥、平子理沙、内宮博文、川合真紀、シロイヌナズナ NADK2 過剰発現イネ植物体における生長特性、植物生理学会年会、岡山 2013. 3. 22 (ポスター発表)</p> <p>宮城敦子、川合真紀、内宮博文、高シュウ酸植物のバイオマス資源化とメタボローム解析、植物生理学会年会、2013. 3. 22</p> <p>中曽根光、石川寿樹、内宮博文、川合真紀、出芽酵母発現系を用いた植物スフィン</p>
------------------------	--

様式19 別紙1

	<p>ゴ脂質 Δ8 位不飽和化酵素 SLD の機能解析、植物生理学会年会、2013. 3. 21 柿沼悠太、石川寿樹、長野稔、山口雅利、内宮博文、川合真紀、シロイヌナズナ AtEL01 の脂肪酸伸長への寄与及び機能解析、植物生理学会年会、2013. 3. 21</p> <p>一般向け 計 0 件 国民との科学・技術対話と重なるため、下記に記載。</p>
図書 計 1 件	<p>宮城敦子、川合真紀、内宮博文、雑草のメタボローム研究 (3) -エゾノギシギシの二酸化炭素応答-農業および園芸、第 87 巻、第 7 号、p694-700. 2012</p>
産業財産権 出願・取得状況 計 1 件	<p>(取得済み) 計 0 件</p> <p>(出願中) 計 1 件 特願 2013-023290、植物に含有されるシュウ酸量を低減させる方法、川合真紀、北野沙也佳、宮城敦子、大野豊、長谷澄宏、鳴海一成、2013 年 2 月 8 日</p>
Webページ (URL)	
国民との科学・技術対話の実施状況	<p>高校生環境学習講座、2012. 7. 31、埼玉大学(埼玉県総合教育センター)、高校生、18 名、埼玉県内の高校生を対象として植物バイオテクノロジーの技術紹介と植物遺伝子に関する体験実験をおこなった。</p> <p>サイエンスカフェ、2012. 11. 10、埼玉大学、中高生を対象としたサイエンスカフェに参加し、研究生活研究内容の紹介をおこなった。15 名</p> <p>科学者の芽養成プログラム ステップ 2 土曜ニューアークセミナー「植物バイオテクノロジーの世界」2012. 11. 10 埼玉県内の中学生、高校生を対象に研究紹介をおこなった。約 50 名。</p> <p>スーパーサイエンスハイスクールプログラム(熊谷女子高校)、2012. 12. 21 & 25、熊谷女子高校生 20 名、スーパーサイエンスハイスクールプログラムに協力する形で、研究室見学会と模擬実験「遺伝子組換え植物をさがそう」をおこなった。</p>
新聞・一般雑誌等掲載 計 0 件	
その他	

4. その他特記事項

さいたま市環境影響評価技術審議会委員

埼玉県地球温暖化対策の検討に関する専門委員会委員

実施状況報告書(平成24年度) 助成金の執行状況

本様式の内容は一般に公表されません

1. 助成金の受領状況(累計) (単位:円)

	①交付決定額	②既受領額 (前年度迄の 累計)	③当該年度受 領額	④(=①-②- ③)未受領額	既返還額(前 年度迄の累 計)
直接経費	104,000,000	49,800,000	30,700,000	23,500,000	0
間接経費	31,200,000	14,940,000	9,210,000	7,050,000	0
合計	135,200,000	64,740,000	39,910,000	30,550,000	0

2. 当該年度の収支状況 (単位:円)

	①前年度未執 行額	②当該年度受 領額	③当該年度受 取利息等額 (未収利息を除 く)	④(=①+②+ ③)当該年度 合計収入	⑤当該年度執 行額	⑥(=④-⑤) 当該年度未執 行額	当該年度返還 額
直接経費	68,425	30,700,000	0	30,768,425	20,676,294	10,092,131	0
間接経費	0	9,210,000	0	9,210,000	9,210,000	0	0
合計	68,425	39,910,000	0	39,978,425	29,886,294	10,092,131	0

3. 当該年度の執行額内訳 (単位:円)

	金額	備考
物品費	5,380,834	分光検出器、実験試薬、窒素ガス等
旅費	963,220	研究成果発表旅費(学会、研究会)等
謝金・人件費等	13,276,956	博士研究員人件費、技術補佐員人件費
その他	1,055,284	学術論文投稿・印刷費、学会参加費等
直接経費計	20,676,294	
間接経費計	9,210,000	
合計	29,886,294	

4. 当該年度の主な購入物品(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

物品名	仕様・型・性能 等	数量	単価 (単位:円)	金額 (単位:円)	納入 年月日	設置研究機関 名
分光検出器	島津・RF-20As	1	1,014,000	1,014,000	2012/8/30	埼玉大学
紫外可視分光光度計	Perkin Elmer Lambda25	1	2,310,000	2,310,000	2012/12/21	埼玉大学
				0		