

持続可能生存圏開拓診断(DASH)/ 森林バイオマス評価分析システム (FBAS) 全国国際共同利用専門委員会

委員長 矢崎 一史 (京都大学・生存圏研究所)

1. 共同利用施設および活動の概要

人類が持続的生存を維持するためには、太陽エネルギーによる再生可能な植物資源によって、食糧生産、資源確保、エネルギー供給を支えるシステムを構築することが、世界的な緊急課題となっている。また地球環境の保全のためには、植物を中心として、それを取り巻く大気、土壌、昆虫、微生物など様々な要素の相互作用、すなわち生態系のネットワークを正しく理解することも必要である。これらは当研究所のミッション1、4、およびアカシアプロジェクトに密接にかかわっている。そして、環境修復、持続的森林バイオマス生産、バイオエネルギー生産、高強度・高耐久性木質生産などを最終目標として、種々の有用遺伝子機能の検証と並び、樹木を含む様々な形質転換植物が作成されている。

こうした研究を支援するため、平成19年度の京都大学概算要求(特別支援事業・教育研究等設備)において、生存圏研究所は生態学研究センターと共同で「DASHシステム」を申請し、これが認められて生存圏研究所に設置された。本システムは、樹木を含む様々な植物の成長制御、共生微生物と植物の相互作用、ストレス耐性など植物の生理機能の解析を行なうとともに、植物の分子育種を通じ、有用生物資源の開発を行なうものである。一方、平成18年度より全国共同利用として運用してきたFBASは、前者の分析装置サブシステムと内容的に重複するところが多いことから平成20年度よりDASHシステムと協調的に統合し、一つの全国・国際共同利用として運用することとした。後者は複雑な木質バイオマス、特にリグニンおよび関連化合物を中心として、細胞レベルから分子レベルにいたるまで正確に評価分析する、分析手法の提供をベースとした共同利用研究である。

本システムを構成する主要な機器と分析手法は以下の通りである。

主要機器

・DASH 分析装置サブシステム

1) 代謝産物分析装置	LCMS-IT-TOF	1台 [図 1A]
2) 植物揮発性成分分析装置	GC-MS	2台 [図 1B]
3) 土壌成分分析装置	ライシメータ	2台 [図 1D]

・DASH 植物育成サブシステム

組換え植物育成用 (8温室+1培養室+1準備処理作業室)	[図 1C]
大型の組換え樹木にも対応 (温室の最大高さ 6.9m)	

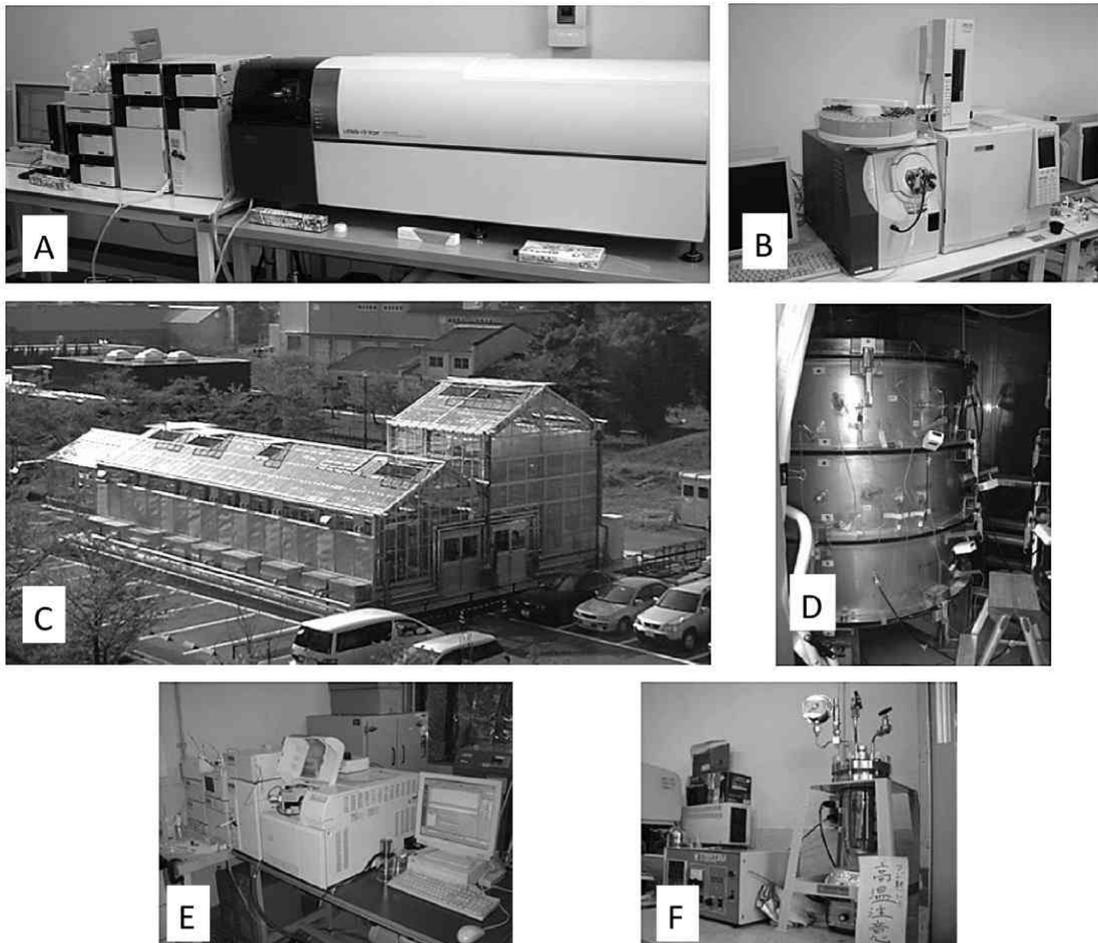


図 1 : DASH/FBAS 構成機器 (抜粋)

・FBAS として共同利用に供する設備

四重極型ガスクロマトグラフ質量分析装置

高分解能二重収束ガスクロマトグラフ質量分析装置

[図 1E]

四重極型液体クロマトグラフ質量分析装置

[図 1F]

ニトロベンゼン酸化反応装置

・その他の装置

核磁気共鳴吸収分光装置

透過型電子顕微鏡

主な分析手法

チオアシドリシス、ニトロベンゼン酸化分解 (リグニン化学構造分析)

クラークソンリグニン法、アセチルブロマイド法 (リグニン定量分析)

2. 共同利用研究の成果

平成 25 年度の共同研究の成果として、2 件の受賞があった。本年度の具体的な DASH/FBAS の研究成果として、これらの内容について紹介する。

1) 研究代表者：丸山伸之（京都大学・農学研究科）

第 2 回三島海雲学術賞

本受賞研究においては、食用とされる植物の種子貯蔵タンパク質について、遺伝子工学的手法による組換えタンパク質およびサブユニット種に欠損のある育種材料を駆使して、様々な植物種の種子貯蔵タンパク質の立体構造を明らかにするとともに、それらの立体構造に基づいて加工特性に密接に関与する構造安定性の要因や改変許容性の高い構造領域を明確にした。さらに、これらの成果を疾病予防のための食品および医薬品素材の開発へ展開し、種子貯蔵タンパク質のもつ種子に蓄積するための要因（選別輸送シグナル）を損なわずに、生理活性をもつペプチドを導入した種子貯蔵タンパク質を立体構造データに基づいて設計し、イネなどの種子に高レベルで蓄積させることに成功した。種子貯蔵タンパク質をキャリアーとして生理活性ペプチドを作物種子に蓄積生産させるアプローチは、疾病を予防する食品および医薬品素材開発の方法として期待される。

2) 研究代表者：梅澤俊明（京都大学・生存圏研究所）

日本植物細胞分子学会 2013 年度論文賞

リグニン合成酵素をコードする 7 種類の遺伝子の発現を個別に制御した組換えイネ (*Oryza sativa* cv. Nipponbare) を DASH 温室において育成し、その茎のリグニン含量、デンプン含量、酵素糖化効率を予測する、迅速な近赤外 (NIR) 分光分析法を初めて確立した。化学分析により実測された値と NIR 分光分析法で予測された値は、強い相関を示した。本方法は、細胞壁形成を制御したイネやその他の大型イネ科バイオマス植物の作出に関する代謝工学研究の発展に有用である。

2.1 学術雑誌に公表された論文

Cabanos, C., A. Ekyo, Y. Amari, N. Kato, M. Kuroda, S. Nagaoka, F. Takaiwa, S. Utsumi, N.

Maruyama, High-level production of Lactostatin, a hypocholesterolemic peptide, in transgenic rice using soybean A1aB1b as carrier, *Transgenic Research*, 22, 621-629, 2013.

Fujiwara, K., C. Cabanos, K. Toyota, Y. Kobayashi, N. Maruyama, Differential expression and elution behavior of basic 7S globulin among cultivars under hot water treatment of soybean seeds, *Journal of Bioscience and Bioengineering*, doi: 10.1016/j.jbiosc.2013.11.004, 2013.

Koshiba, T., N. Hirose, M. Mukai, M. Yamamura, T. Hattori, S. Suzuki, M. Sakamoto, T. Umezawa, Characterization of 5-hydroxyconiferaldehyde O-methyltransferase in *Oryza sativa*, *Plant Biotechnol.*, 30(2), 157-167, 2013.

Noda, S., Y. Takahashi, Y. Tsurumaki, M. Yamamura, N. Nishikubo, M. Yamaguchi, N. Sakurai, T.

- Hattori, S. Suzuki, T. Demura, D. Shibata, S. Suzuki, T. Umezawa, ATL54, a RING-H2 domain protein selected by a gene co-expression network analysis, is associated with secondary cell wall formation in Arabidopsis, *Plant Biotechnol.*, 30(2), 169-177, 2013.
- Koeduka, T., S. Suzuki, Y. Iijima, T. Ohnishi, S. Suzuki, B. Watanabe, D. Shibata, T. Umezawa, E. Pichersky, J. Hiratake, Enhancement of production of eugenol and its glycosides in transgenic aspen plants via genetic engineering, *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 436(1), 73-78, 2013.
- Ragamustari, S.K., T. Nakatsubo, T. Hattori, E. Ono, Y. Kitamura, S. Suzuki, M. Yamamura, T. Umezawa, A novel O-methyltransferase involved in the first methylation step of yatein biosynthesis in *Anthriscus sylvestris*, *Plant Biotechnol.* 30(4), 375-384, 2013.
- Koshiba, T., S. Murakami, T. Hattori, M. Mukai, M. Kishi-Kaboshi, A. Miyao, H. Hirochika, S. Suzuki, M. Sakamoto, T. Umezawa, CAD2 deficiency causes both brown midrib and gold hull and internode phenotypes in *Oryza sativa*. *Plant Biotechnol.*, 30(4), 365-373, 2013.
- Noda, S., M. Yamaguchi, Y. Tsurumaki, Y. Takahashi, N. Nishikubo, T. Hattori, T. Demura, S. Suzuki, T. Umezawa, ATL54, a ubiquitin ligase gene related to secondary cell wall formation, is transcriptionally regulated by MYB46, *Plant Biotechnol.*, 30(5), 503-509, 2013.

2.2 共同利用研究の成果による学術賞

- 丸山伸之 第2回三島海雲学術賞（公益財団法人三島海雲記念財団）平成25年7月5日
立体構造に立脚した種子タンパク質の分子食品科学的研究
- 梅澤俊明 日本植物細胞分子学会2013年度論文賞

Hattori, T, S. Murakami, M. Mukai, T. Yamada, H. Hirochika, M. Ike, K. Tokuyasu, S. Suzuki, M. Sakamoto, T. Umezawa, Rapid analysis of transgenic rice straw using near-infrared spectroscopy, *Plant Biotechnology*, 29, 359-366, 2012.

2.3 招待講演

- 杉山暁史, 矢崎一史, 植物工場を想定した植物の機能性ポリフェノールの生産, 第13回けいはんな植物科学懇談会, 大阪府立大学・植物工場研究センター, 2013年11月14日.
- 西村裕志, バイオリファイナリーへ向けた木質バイオマスのNMR分析, 理研シンポジウム第14回分析・解析技術と化学の最先端, 理化学研究所・鈴木梅太郎記念ホール, 2013年12月11日.

2.4 学会発表

- 棟方涼介, Alexandre Olry, 水谷正治, Célia Krieger, Fazeelat Karamat, Alain Hehn, 杉山暁史, 矢崎一史, Frédéric Bourgaud, グレープフルーツの芳香族基質O-プレニル基転移酵素のクローニングと機能解析, 第31回日本植物細胞分子生物学会, 北海道大学, 2013年9月10日.

棟方涼介, Karamat Fazeelat, Alexandre Olry, 肥塚崇男, 井上剛史, 杉山暁史, 田中 涼, 宇都義浩, 堀 均, 東 順一, Alain Hehn, Frédéric Bourgaud, 矢崎一史, クマリン類の化学構造多様性の鍵となるプレニル基転移酵素ファミリーの解明, 第 23 回イソプレノイド研究会, 東京大学, 2013 年 9 月 14 日.

西村裕志, 田頭英朗, 岡村英保, 片平正人, 渡辺隆司, NMR を用いたバイオマス生分解過程の追跡および解析法の開発, 第 9 回バイオマス科学会議, 高知県立県民文化ホール, 2014 年 1 月 16 日.

Chen Qu, 三亀啓吾, 西村裕志, 片平正人, 菅原 智, 小池謙造, 渡辺隆司, Assessment of copper oxide decomposed lignin as a natural UV-absorbing agent, 第 64 回日本木材学会大会, 愛媛大学, 2014 年 3 月 14 日.

2.5 学位論文

坪内文音, ゴマおよび落花生の種子貯蔵タンパク質 11S グロブリンの特性解析, 京都大学大学院農学研究科修士論文.

鈴木沙季, GSH1 を過剰発現させたヤマナラシのバイオマス生産能評価, 京都大学大学院農学研究科修士論文.

安井あゆみ, Characterization of cell wall phenylpropanoids of grass bioenergy plants (イネ科エネルギー植物の細胞壁フェニルプロパノイド類の解析), 京都大学大学院農学研究科修士論文.

野田壮一郎, Functional characterization of a RING-type ubiquitin ligase and MYB transcription factors involved in secondary cell wall formation (二次細胞壁形成に關与する RING 型ユビキチンリガーゼおよび MYB 転写因子の機能解析), 京都大学大学院農学研究科博士論文.

3. 共同利用状況

平成 17 年度から 25 年度に渡って共同利用状況については以下の通りである。本全国共同利用設備は、平成 18 年度に FBAS として共同利用を開始した。その後平成 19 年度の京都大学概算要求にて DASH の設置が認められた。内容的に両者で重複する部分が多かったため、平成 20 年度からは両者を融合して DASH/FBAS として全国共同利用の運用をしている。

傾向として、利用面積が問題となる植物育成サブシステムに関しては、長時間を必要とする植物の育成が主な機能であることから、利用件数の大きな変動はない。採択件数が減少傾向に見えるのは、随時受付を行っている DASH 分析装置サブシステムの利用者数の変動が原因となっているため、温室部分の利用者に大きな変動は無い。

表 DASH/FBAS 共同利用状況

年度	17	18	19	20	21	22	23	24	25
採択 課題数 *		8	8	15	22	17	15	16	13
共同利 用者数 **		25	45	97	129	95 学内 47 学外 48	80 学内 54 学外 26	82 学内 50 学外 32	70 学内 44 学外 26

* ()内数字は国際共同利用課題数

** 研究代表者および研究協力者の延べ人数

4. 専門委員会の構成および開催状況

4.1 専門委員会の構成

矢崎一史（京都大学・生存圏研究所）
西谷和彦（東北大学・大学院生命科学研究科）
村中俊哉（大阪大学・大学院工学研究科）
重岡成（近畿大学・農学部）
太田大策（大阪府立大学・大学院生命環境科学研究科）
松井健二（山口大学・大学院医学研究科）
柴田大輔（財団法人かずさDNA研究所）
明石良（宮崎大学・農学部）
青木俊夫（日本大学・生物資源科学部）
河合真吾（静岡大学・農学部）
谷川東子（独立行政法人・森林総合研究所）
高林純示（京都大学・生態学研究センター）
大串孝之（京都大学・生態学研究センター）
塩谷雅人（京都大学・生存圏研究所）
渡辺隆司（京都大学・生存圏研究所）
梅澤俊明（京都大学・生存圏研究所）
山川宏（京都大学・生存圏研究所）
杉山暁史（京都大学・生存圏研究所）
今井友也（京都大学・生存圏研究所）

4.2 専門委員会の開催状況

平成 25 年度の専門委員会は、共同利用申請課題の審査、採択に関して、メール会議にて開催した。主な開催日は以下の通りである。

平成 26 年 2 月 7 日 平成 26 年度申請研究課題の審査依頼

平成 26 年 3 月 7 日 平成 26 年度申請研究課題の審査結果について（承認依頼）

平成 26 年 3 月 20 日 平成 26 年度申請研究課題の採択結果について

5. 特記事項

平成 25 年度は、特に大きな特記事項は無かったものの、屋根散水用の純水製造装置の故障など、何点か DASH 植物育成サブシステムの維持管理面で一定の経年劣化を感じるがあった。もう一点、自然災害という面から、大雪の影響に対して対策を考える必要があることを再認識した。構造計算上、ガラス温室部分は 50 cm 程度の積雪ならば十分に耐えうる構造を持つこと、天窓も開閉する力があることは確認できたが、積雪により温室内の照度が大きく低下することは認識を新たにした点であった。遺伝子の拡散防止策を維持するため、頻度は高くないとはいえ自然災害に対する対策を再考する機会となった。