

令和 3 年 6 月 10 日現在

機関番号：24403

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2017～2020

課題番号：17K19342

研究課題名(和文)変異体を用いた新規合成脂質スクリーニングが解き明かす光合成膜脂質の機能

研究課題名(英文) Application of synthetic lipids to lipid biosynthesis mutants reveals functions of photosynthetic membrane lipids

研究代表者

小林 康一 (Kobayashi, Koichi)

大阪府立大学・理学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：40587945

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,900,000円

研究成果の概要(和文)：生体膜を構成する極性脂質には数千を超える分子種が存在するが、生物が多様な脂質分子を利用する意義は不明である。本研究では、シアノバクテリアが外部から脂質分子を取り込む性質を利用し、化学的に合成した脂質アナログを用いることで、光合成に必須の役割を担うホスファチジルグリセロール(PG)の新規機能解明を目指した。

安部らは、PGの脂肪酸の結合様式や炭素鎖長、二重結合の数や位置を様々に改変した分子種の合成に成功した。小林らは、それらのPGアナログを用いた解析を進めた結果、飽和脂肪酸型PGにより変異体でクロロフィルの分解が急速に進むことや、PGがアンテナ複合体の分解に強く影響することを解明した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

生体膜は細胞やオルガネラの境界、つまり生命の境界を司っており、さらに様々な生体反応の場となっている。生体膜を構成する脂質には数千を超える分子種が存在するが、生物がこれほどまでに多様な脂質分子を利用する意義は未だ不明である。本研究では、天然に存在しない脂質分子種を化学的に合成し、それらが細胞に与える影響を、酸素発生型光合成細菌であるシアノバクテリアにおいて明らかにした。本研究は脂質の持つ新たな役割を明らかにするだけでなく、その光合成能力により地球環境に多大な影響を与えるシアノバクテリアの生育や環境応答の仕組みの一端を解明した。また、合成脂質を用いた新たな研究手法を提示することができた。

研究成果の概要(英文)：Although typical cells contain a myriad of glycerolipid molecular species having different molecular structures, why there are so many glycerolipid molecular species within a cell remains unknown. In this study, we investigated the functions of phosphatidylglycerol (PG) molecules, the only phospholipid in cyanobacteria, by taking advantage of the nature of cyanobacterial cells that can uptake PG in growth medium and use it for growth. Abe's group at Ehime University produced various PG analogs carrying fatty acids with different chain length and number and position of double bonds with different linkage mode. Kobayashi's group at Osaka Prefecture University utilized those PG analogs in a cyanobacteria mutant deficient in PG biosynthesis and revealed that PG analogs carrying saturated fatty acid groups induce chlorophyll breakdown in the PG-biosynthesis mutant. We further showed that PG molecules strongly affect the degradation of light-harvesting antenna complexes.

研究分野：植物生理学

キーワード：脂質 光合成 チラコイド膜 化学合成 シアノバクテリア

## 1. 研究開始当初の背景

脂質二重層を基本とする生体膜は、細胞内の区画化を可能にするだけでなく、様々な生体反応の場となっている。生体膜を構成する極性脂質には極性基の異なる多種類の脂質クラスが存在し、各脂質クラスには多種類の脂肪酸が結合するため、それらの組み合わせにより、1つの細胞内に数千を超える分子構造の異なる脂質分子種が存在することになる。しかし、そのような多様な脂質分子種が存在する意義は不明であり、生物学における最も重要な研究課題の一つである。

そのように、分子種としては非常に多種多様な極性脂質であるが、原核生物、真核生物を問わず、ほとんどの生物において、極性基にリン酸を含むリン脂質が生体膜の主要構成成分となっている。しかし、例外として、植物の葉緑体やシアノバクテリアでは、全膜脂質の約90%を3種類の糖脂質で構成し、唯一、ホスファチジルグリセロール(PG)が主要リン脂質として残りの10%を占める(Kobayashi, 2016)。光合成初期反応の場であるチラコイド膜は多量の脂質を必要とするが、リンは貴重な栄養素であるため、光合成生物はチラコイド膜の構築に糖脂質を用いることで、リンの使用を節約していると考えられる。このことは同時に、PGだけは進化の過程で糖脂質に置き換えられなかった可能性を示している。実際、これまで調べられてきたすべての光合成生物において、PGは光合成反応に必須であり、その欠失は致命的な生育阻害を引き起こす(図1)(Endo et al., 2016; Hagio et al., 2000; Kobayashi, 2016)。しかし、なぜPGが他の脂質で置き換えられないのか、PGのどのような構造や特性が光合成や生育に特に重要なのかについては、明らかとなっていない。

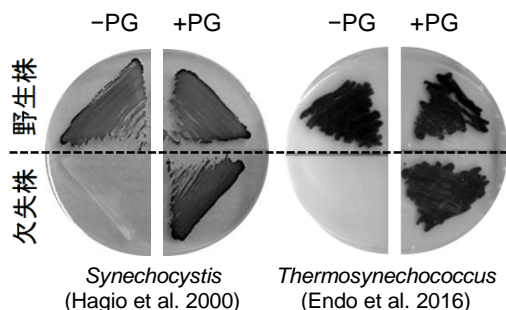


図1. PG合成を欠失したシアノバクテリアは生育に外部からのPGの添加を必要とする

## 2. 研究の目的

これまで、申請者ら(小林らのグループ)はシアノバクテリア、藻類、植物を材料に、変異体解析を主な手法としたチラコイド膜脂質の機能解析に関して数多くの成果を発表してきた(Endo et al., 2019, 2016, 2015; Fujii et al., 2019, 2018, 2014; Kobayashi et al., 2016, 2015, 2013)。一方で、ある脂質クラスの合成を全体的に低下、欠失させた変異体の解析だけでは、数千を超える各脂質分子種が持つ構造的、化学的特性を明らかにするには限界があり、細胞内で多様な脂質分子種が果たす役割を解明するには不十分であった。その限界を克服するため、安部らのグループでは、化学合成した多様な脂質類縁体やプローブを用いることで、タンパク質複合体における脂質の機能解析や相互作用部位の同定など、その分野で世界をリードする研究を行ってきた(Abe et al., 2017, 2016, 2011)。

そこで本研究では、変異体の生理・生化学的解析を得意とする小林グループと、脂質の化学合成に強みを持つ安部グループが得意分野を融合させることにより、脂質研究の新手法を確立し、シアノバクテリアに唯一存在するリン脂質であり光合成に必須の役割を担うPG分子の新たな役割の解明を目的とした。

## 3. 研究の方法

本研究課題では、(1)多種多様なPG分子種の化学合成(阿部グループ)と、(2)合成PGの細胞における作用の生理学的、生化学的な分析(小林グループ)をベースに研究を進めた。

### (1) 多種多様なPG分子種の化学合成(阿部グループ)

PG類の合成は、分担者の安部らが確立したリン脂質全合成法に基づいて行った(図2,3)。この方法により、PG分子の各部分の構造を自在にデザインし組み合わせたPG類のグラム単位での供給が可能となった。

### (2) シアノバクテリアPG欠失株の相補実験とその性質評価(小林グループ)

これまで報告されたシアノバクテリアのPG欠失株はすべて致死であるが、培地にPGを与えることで野生株と同様に生育させることが可能である(図1)。その性質を利用し、天然のPGの代わりに多種多様なPG類縁体を取り込ませ、PG欠損株の細胞増殖や光合成に与える作用や影響を、光学密度測定、色素分析、クロロフィル蛍光測定および酸素発生活性測定により解析した。

また、合成 PG の光合成反応系への取り込みを促進させる手法として、窒素欠乏によりいったんシアノバクテリアの光合成反応系を減衰させ、その後窒素添加により光合成反応系が回復するタイミングで合成 PG を与える方法を検討した。本研究では、モデル生物として広く用いられている *Synechocystis* sp. PCC 6803 を使った。

#### 4. 研究成果

##### (1) 多種多様な PG 分子種の化学合成 (阿部グループ)

リン脂質全合成法により、PG のグリセロール骨格の *sn*-2 位に結合した脂肪酸の鎖長を 12, 14, 16, 18, 20 へと改変した PG 分子種 (18:2/12:0-, 18:2/14:0-, 18:2/16:0-, 18:2/18:0-, 18:2/20:0-EtPG) を合成した。*sn*-1 位の脂肪酸は、*Synechocystis* sp. PCC 6803 の PG にもっとも一般的な 18:2 にした。また、*Synechocystis* sp. PCC 6803 の細胞内に取り込まれた外来の PG の脂肪酸はリモデリングを受けて内在する PG と同じ分子種へと変換されるため、そのような脂肪酸のリモデリングを起こさせないため、本来のグリセロ脂質のエステル結合ではなく、エーテル型の結合様式に変更した (図 2)。 *Synechocystis* sp. PCC 6803 が自身で合成する PG 分子種の大半はグリセロール骨格の *sn*-1 位に 18:2 が、*sn*-2 位に 16:0 が結合したものであるが、本研究ではそれらを飽和脂肪酸型とした 16:0/16:0-, 18:0/16:0-, 18:0/18:0-EtPG の分子種も合成した (図 3)。

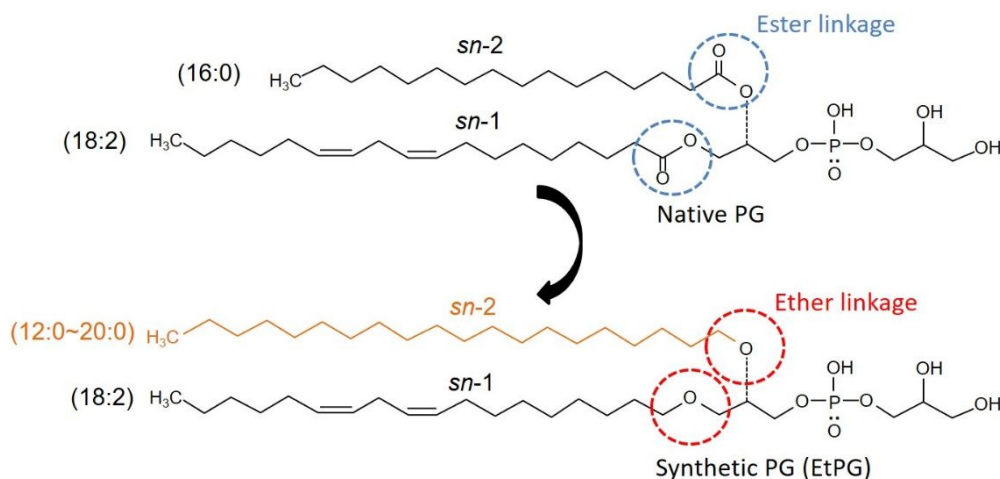


図 2. *Synechocystis* sp. PCC 6803 の主要な PG 分子と、*sn*-2 位の脂肪酸鎖長を変化させた合成 EtPG の構造

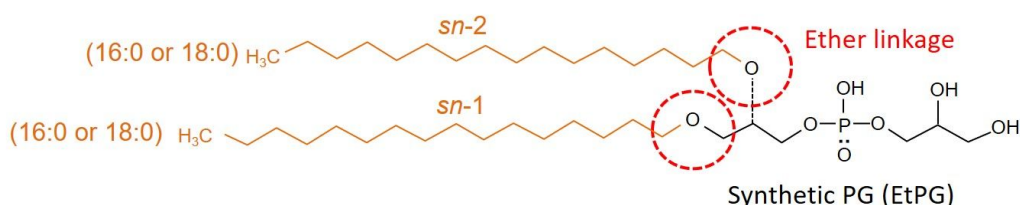


図 3. *sn*-1 位と 2 位をともに飽和脂肪酸に変化させた合成 EtPG の構造

##### (2) シアノバクテリア PG 欠損株の相補実験とその性質評価 (小林グループ)

###### (2) — 1 合成 EtPG の評価

先行研究により、脂肪酸の結合様式をエーテル型に変換した PG 分子も、内在のエステル型の PG 分子とその機能性は大きく変わらないことが明らかとなっていた。そこで、主要な内在 PG 分子種である 18:2/16:0-PG ともっとも近い PG アナログである 18:2/16:0-EtPG と、*sn*-2 位の脂肪酸鎖長を 12 から 20 まで変化させた EtPG 分子種とを比較した。その結果、18:2/18:0-EtPG や、それよりも *sn*-2 位脂肪酸が長い 18:2/20:0-EtPG は、18:2/16:0-EtPG より若干低い程度の PG 欠損相補性を示したのに対し、*sn*-2 位に短い脂肪酸が結合した 18:2/12:0-EtPG はまったく相補性を示さず、PG 未添加細胞よりも生育の悪化が見られた。クロロフィル含量も PG 未添加細胞よりも低下していたことから、18:2/12:0-PG は、内在 PG を相補するどころか、むしろ PG 欠損株に対して毒性を発揮することが明らかとなった。また、我々は 2 つの脂肪酸のどちらも飽和型とした合成 EtPG (16:0/16:0-, 18:0/16:0-, 18:0/18:0-EtPG) の影響も調べた。その結果、16:0/16:0-, 18:0/16:0-, 18:0/18:0-EtPG はどれも PG 欠損株の生育やクロロフィル合成を強く阻害することが分かった。一方で、興味深いことに、18:2/12:0-EtPG や飽和型 EtPG は野生株に対しては何も影響を示さなかった。このことから、PG 合成を欠損したところにある種の PG アナログが入り込むことで、生育やクロロフィル合成に悪影響を与えると考えられる (投稿準備中)。

## (2) — 2 窒素欠乏によるチラコイド膜減衰後のチラコイド膜構築における PG の役割

合成 PG アナログは、PG 欠損変異体では生育やクロロフィル蓄積を阻害したが、野生株には影響を与えなかったことから、細胞内での PG 合成が起こらないときに外部から脂肪酸構造の異なる PG が入ってくることで、クロロフィルの分解や生育阻害が引き起こされる可能性が明らかとなった。そこで、窒素欠乏によりいったんシアノバクテリアの光合成反応系を減衰させ、その後窒素添加により光合成反応系が回復するタイミングで合成 PG を与えることで、合成 PG の光合成反応系への取り込みを促進させる手法を考案した。本手法の初期評価として、窒素欠乏および復帰時のチラコイド膜脂質や光合成タンパク質、光合成色素の量の経時的な解析を行った結果、窒素欠乏後とそこから復帰時に PG の量が他のチラコイド膜構成因子の量と共にダイナミックに変化することを突き止めた (図 4) (Kobayashi et al., 2020)。また、チラコイド膜再構築時に培地に天然型の PG を添加することで、クロロフィル蓄積が若干速まることも明らかにした (図 5)。このことから、培地に与えた PG がチラコイド膜形成時に取り込まれポジティブに作用することが示された。今後、同様の実験を飽和型 EtPG などを用いて行うことで、野生株でのチラコイド膜形成時に PG アナログが与える影響を明らかにできると考える。

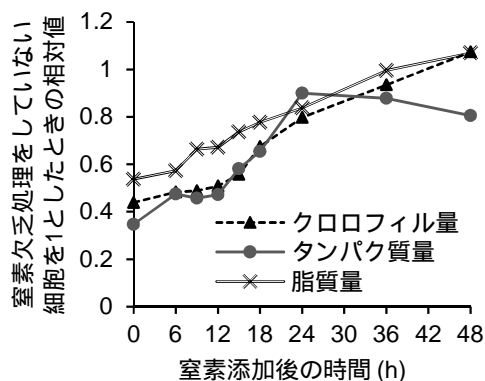


図 4. 窒素欠乏細胞における窒素添加後のチラコイド膜成分の量的な変化

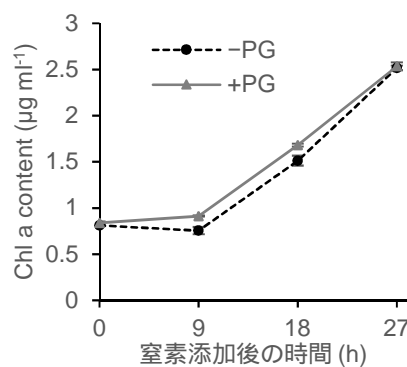


図 5. 窒素再添加後のクロロフィル合成における PG の効果

また、上記の研究から、窒素欠乏時にはクロロフィルはほとんど分解しないのに対し、同じく光合成色素であるフィコビリソームは激しく分解すること、窒素欠乏時のフィコビリソームの分解に PG が必要であることも明らかとなった (未発表)。さらに、フィコビリソーム分解と PG 合成の関係を明らかにするため、窒素欠乏時におけるフィコビリソーム分解がどのように引き起こされるのかを調べた結果、フィコビリソーム分解には窒素欠乏下での光合成や細胞成長が必須であることが判明した (投稿準備中)。このことから、PG 欠損株では、PG 欠損により光合成や細胞成長が阻害されたことにより、フィコビリソームの分解も阻害された可能性が考えられる。今後、合成 PG アナログを与えることで、光合成や細胞成長に伴い、フィコビリソーム分解がどのように変化するのかを解析する予定である。

### < 引用文献 >

- Abe, M., Hasegawa, Y., Oku, M., Sawada, Y., Tanaka, E., Sakai, Y., et al. (2016) Mechanism for remodeling of the acyl chain composition of cardiolipin catalyzed by *Saccharomyces cerevisiae* tafazzin. *J Biol Chem.* 291: 15491–15502.
- Abe, M., Niibayashi, R., Koubori, S., Moriyama, I., and Miyoshi, H. (2011) Molecular mechanisms for the induction of peroxidase activity of the cytochrome c-cardiolipin complex. *Biochemistry.* 50: 8383–8391.
- Abe, M., Sawada, Y., Uno, S., Chigasaki, S., Oku, M., Sakai, Y., et al. (2017) Role of Acyl Chain Composition of Phosphatidylcholine in Tafazzin-Mediated Remodeling of Cardiolipin in Liposomes. *Biochemistry.* 56: 6268–6280.
- Endo, K., Kobayashi, K., and Wada, H. (2016) Sulfoquinovosyldiacylglycerol has an essential role in *Thermosynechococcus elongatus* BP-1 under phosphate-deficient conditions. *Plant Cell Physiol.* 57: 2461–2471.
- Endo, K., Kobayashi, K., Wang, H.T., Chu, H.A., Shen, J.R., and Wada, H. (2019) Site-directed mutagenesis of two amino acid residues in cytochrome b 559  $\alpha$  subunit that interact with a phosphatidylglycerol molecule (PG772) induces quinone-dependent inhibition of photosystem II activity. *Photosynth Res.* 139: 267–279.
- Endo, K., Mizusawa, N., Shen, J.-R., Yamada, M., Tomo, T., Komatsu, H., et al. (2015) Site-directed

- mutagenesis of amino acid residues of D1 protein interacting with phosphatidylglycerol affects the function of plastoquinone QB in photosystem II. *Photosynth Res.* 126: 385–397.
- Fujii, S., Kobayashi, K., Nagata, N., Masuda, T., and Wada, H. (2018) Digalactosyldiacylglycerol is essential for organization of the membrane structure in etioplasts. *Plant Physiol.* 177: 1487–1497.
- Fujii, S., Kobayashi, K., Nakamura, Y., and Wada, H. (2014) Inducible knockdown of *MONOGALACTOSYLDIACYLGLYCEROL SYNTHASE1* reveals roles of galactolipids in organelle differentiation in *Arabidopsis* cotyledons. *Plant Physiol.* 166: 1436–1449.
- Fujii, S., Nagata, N., Masuda, T., Wada, H., and Kobayashi, K. (2019) Galactolipids are essential for internal membrane transformation during etioplast-to-chloroplast differentiation. *Plant Cell Physiol.* 60: 1224–1238.
- Hagio, M., Gombos, Z., Várkonyi, Z., Masamoto, K., Sato, N., Tsuzuki, M., et al. (2000) Direct evidence for requirement of phosphatidylglycerol in photosystem II of photosynthesis. *Plant Physiol.* 124: 795–804.
- Kobayashi, K. (2016) Role of membrane glycerolipids in photosynthesis, thylakoid biogenesis and chloroplast development. *J Plant Res.* 129: 565–580.
- Kobayashi, K., Endo, K., and Wada, H. (2016) Multiple impacts of loss of plastidic phosphatidylglycerol biosynthesis on photosynthesis during seedling growth of *Arabidopsis*. *Front Plant Sci.* 7: 336.
- Kobayashi, K., Fujii, S., Sato, M., Toyooka, K., and Wada, H. (2015) Specific role of phosphatidylglycerol and functional overlaps with other thylakoid lipids in *Arabidopsis* chloroplast biogenesis. *Plant Cell Rep.* 34: 631–642.
- Kobayashi, K., Narise, T., Sonoike, K., Hashimoto, H., Sato, N., Kondo, M., et al. (2013) Role of galactolipid biosynthesis in coordinated development of photosynthetic complexes and thylakoid membranes during chloroplast biogenesis in *Arabidopsis*. *Plant J.* 73: 250–261.
- Kobayashi, K., Osawa, Y., Yoshihara, A., Shimojima, M., and Awai, K. (2020) Relationship Between Glycerolipids and Photosynthetic Components During Recovery of Thylakoid Membranes From Nitrogen Starvation-Induced Attenuation in *Synechocystis* sp. PCC 6803. *Front Plant Sci.* 11.

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Fujii S, Wada H, Kobayashi K	4. 巻 8
2. 論文標題 Role of Galactolipids in Plastid Differentiation Before and After Light Exposure	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Plants	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/plants8100357	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Kobayashi K, Osawa Y, Yoshihara A, Shimojima M, Awai K	4. 巻 11
2. 論文標題 Relationship between glycerolipids and photosynthetic components during recovery of thylakoid membranes from nitrogen starvation-induced attenuation in <i>Synechocystis</i> sp. PCC 6803	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers in Plant Science	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpls.2020.00432	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Endo Kaichiro, Kobayashi Koichi, Wang Hsing-Ting, Chu Hsiu-An, Shen Jian-Ren, Wada Hajime	4. 巻 139
2. 論文標題 Site-directed mutagenesis of two amino acid residues in cytochrome b559 subunit that interact with a phosphatidylglycerol molecule (PG772) induces quinone-dependent inhibition of photosystem II activity.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Photosynthesis research	6. 最初と最後の頁 267 ~ 279
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11120-018-0555-3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Nakajima Yoshiki, Umena Yasufumi, Nagao Ryo, Endo Kaichiro, Kobayashi Koichi, Akita Fusamichi, Suga Michihiro, Wada Hajime, Noguchi Takumi, Shen Jian-Ren	4. 巻 293
2. 論文標題 Thylakoid membrane lipid sulfoquinovosyl-diacylglycerol (SQDG) is required for full functioning of photosystem II in <i>Thermosynechococcus elongatus</i> .	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Journal of biological chemistry	6. 最初と最後の頁 14786 ~ 14797
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1074/jbc.RA118.004304	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Saito Masakazu, Endo Kaichiro, Kobayashi Koichi, Watanabe Mai, Ikeuchi Masahiko, Murakami Akio, Murata Norio, Wada Hajime	4. 巻 1863
2. 論文標題 High myristic acid content in the cyanobacterium <i>Cyanothece</i> sp. PCC 8801 results from substrate specificity of lysophosphatidic acid acyltransferase	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Biochimica et Biophysica Acta	6. 最初と最後の頁 939 ~ 947
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbailip.2018.05.011	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kobayashi Koichi, Endo Kaichiro, Wada Hajime	4. 巻 8
2. 論文標題 Specific Distribution of Phosphatidylglycerol to Photosystem Complexes in the Thylakoid Membrane	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Frontiers in Plant Science	6. 最初と最後の頁 1991
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpls.2017.01991	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Hirashima Takashi, Jimbo Haruhiko, Kobayashi Koichi, Wada Hajime	4. 巻 534
2. 論文標題 A START domain-containing protein is involved in the incorporation of ER-derived fatty acids into chloroplast glycolipids in <i>Marchantia polymorpha</i>	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Biochemical and Biophysical Research Communications	6. 最初と最後の頁 436 ~ 441
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbrc.2020.11.063	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 小林康一、吉原晶子	4. 巻 12
2. 論文標題 脂質代謝が印す葉緑体の進化と多様性	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 植物科学の最前線	6. 最初と最後の頁 23-37
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24480/bsj-review.12a4.00197	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yuki Sayaka, Uemura Aiko, Hakozaiki Mayuka, Yano Akira, Abe Masato, Misawa Yoshihisa, Baba Naomichi, Yamada Hidetoshi	4. 巻 10
2. 論文標題 Identification of a novel enzyme from <i>E. pacifica</i> that acts as an eicosapentaenoic 8R-LOX and docosahexaenoic 10R-LOX	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 20592
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-77386-3	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

[学会発表] 計30件 (うち招待講演 5件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 Kobayashi K, Fujii S, Nagata N, Masuda T, Wada H
2. 発表標題 Membrane lipids facilitate plastid differentiation before and after light exposure
3. 学会等名 8th Asian-Oceanian Symposium on Plant Lipids (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yoshihara A, Endo K, Abe M, Wada H, Kobayashi K
2. 発表標題 Roles of galactolipids in plastid development during skotomorphogenesis to photomorphogenesis
3. 学会等名 8th Asian-Oceanian Symposium on Plant Lipids (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大沢祐香、小林康一、下嶋美恵、粟井光一郎
2. 発表標題 チラコイド膜構築過程における脂質合成
3. 学会等名 第32回植物脂質シンポジウム
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 平嶋孝志、神保晴彦、小林康一、和田元
2. 発表標題 STARTドメインをもつ脂質輸送タンパク質のゼニゴケにおける機能解析
3. 学会等名 第32回植物脂質シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 藤井祥、永田典子、増田建、和田元、小林康一
2. 発表標題 葉緑体分化過程におけるガラクト脂質合成と光合成関連遺伝子の発現との 関係
3. 学会等名 第32回植物脂質シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小林康一
2. 発表標題 すべては脂質から始まる？葉緑体の初期発生
3. 学会等名 第61回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉原晶子、和田元、小林康一
2. 発表標題 黄化芽生えのエチオプラスト発達時における酸性膜脂質の役割
3. 学会等名 第61回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 安部真人
2. 発表標題 Synthetic study of bioactive phospholipids
3. 学会等名 香川大学 Phytogene symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 安部真人
2. 発表標題 脂質分子が繋ぐ生命と環境
3. 学会等名 第37回農業環境科学研究会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 安部真人
2. 発表標題 生命を化学する -脂質分子の個性とデザイン-
3. 学会等名 日本農芸化学会中四国支部 第37回市民フォーラム (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 多田大輝、三澤嘉久、馬場直道、安部真人
2. 発表標題 多価不飽和脂肪酸を有するホスファチジルセリンの合成研究
3. 学会等名 日本農芸化学会2020年度大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田中遼太郎、石橋洋平、伊東信、安部真人
2. 発表標題 生理活性脂質を目指したMixed Acetalの合成研究
3. 学会等名 日本農芸化学会2020年度大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 安部真人
2. 発表標題 リン脂質の化学合成を基盤とした生理機能解析の展開
3. 学会等名 日本農芸化学会2020年度大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 結城彩花、植村亜衣子、箱崎真友佳、矢野明、馬場直道、三澤嘉久、安部真人、山田秀俊
2. 発表標題 新奇8Rリボキシゲナーゼ同定とプロテクチンD1酵素合成への応用
3. 学会等名 日本農芸化学会2020年度大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Fujii Sho, Nagata Noriko, Masuda Tatsuru, Wada Hajime, Kobayashi Koichi
2. 発表標題 Distinct and overlapped roles of MGDG and DGDG in etioplasts of dark-grown Arabidopsis
3. 学会等名 23rd International Symposium on Plant Lipids (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Fujii Sho, Nagata Noriko, Masuda Tatsuru, Wada Hajime, Kobayashi Koichi
2. 発表標題 Roles of galactolipids in plastid development during skotomorphogenesis to photomorphogenesis
3. 学会等名 Japan-Finland Seminar 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 藤井祥、永田典子、増田建、和田元、小林康一
2. 発表標題 子葉緑化時のクロロフィル合成と光合成遺伝子発現にガラクト脂質合成が与える影響
3. 学会等名 日本植物学会第82回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 藤井祥、永田典子、増田建、和田元、小林康一
2. 発表標題 ガラクト脂質が駆動するエチオプラストから葉緑体へのダイナミックな分化
3. 学会等名 第31回植物脂質シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 安部真人
2. 発表標題 リン脂質の機能解析を目指した分子設計と化学合成の実際
3. 学会等名 日本農芸化学会中四国支部 第27回若手シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 安部真人、澤田良樹、奥公秀、阪井康能、三芳秀人
2. 発表標題 ミトコンドリア膜リン脂質カルジオリピンのリモデリング機構
3. 学会等名 第60回 日本脂質生化学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 安部真人、辻諄人、三芳秀人
2. 発表標題 リン脂質ホスファチジルコリンの脱メチル化類縁体の合成研究
3. 学会等名 日本農芸化学会中四国支部例会 第51回講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Abe Masato, Endo Kaichiro, Kobayashi Koichi, Kawanishi Nobumasa, Wada Hajime, Miyoshi Hideto
2. 発表標題 Organic synthesis of phosphatidylglycerol analogues and their effects on the growth of pgsA mutant of PCC.6803
3. 学会等名 23rd International Symposium on Plant Lipids (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 安部真人、千ヶ崎修平、奥公秀、阪井康能、三芳秀人
2. 発表標題 ミトコンドリア膜表在性リモデリング酵素タファジンにおけるエーテル型PCの基質認識
3. 学会等名 日本農芸化学会中四国支部大会 第52回講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 安部真人、澤田良樹、奥公秀、阪井康能、三芳秀人
2. 発表標題 リン脂質ホスファチジルコリンとカルジオリピンの合成類縁体を利用したトランスアシラーゼ tafazzin の基質特異性の解明
3. 学会等名 第60回 天然有機化合物討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 安部真人、川西伸正、三芳秀人
2. 発表標題 化学合成によるリン脂質の機能解析
3. 学会等名 第31回植物脂質シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 安部真人、田中遼太郎
2. 発表標題 エーテル型リン脂質 プラズマローゲンの合成
3. 学会等名 日本農芸化学会 2019年度大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小林康一
2. 発表標題 脂質代謝が印す葉緑体の進化と多様性
3. 学会等名 日本植物学会第84回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 平嶋孝志、神保晴彦、小林康一、和田元
2. 発表標題 ゼニゴケの葉緑体膜脂質代謝に関するオルガネラ間脂質輸送タンパク質の解析
3. 学会等名 日本植物学会第84回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 平嶋孝志、神保晴彦、小林康一、和田元
2. 発表標題 STARTドメインをもつタンパク質がゼニゴケにおいて小胞体由来する脂肪酸の葉緑体糖脂質への取り込みに関与している
3. 学会等名 第62回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 吉原晶子、小林康一
2. 発表標題 窒素欠乏時におけるシアノバクテリア <i>Synechocystis</i> sp. PCC 6803の細胞増殖とフィコビリソーム分解の関係
3. 学会等名 第62回日本植物生理学会年会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>大阪府立大学小林康一研究室ホームページ  <a href="https://sites.google.com/view/kobayashi-lab/">https://sites.google.com/view/kobayashi-lab/</a>  大阪府立大学大学院理学系研究科生物科学専攻植物生理学グループホームページ  <a href="http://www2.b.s.osakafu-u.ac.jp/plant-physiology/">http://www2.b.s.osakafu-u.ac.jp/plant-physiology/</a></p>
--

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	安部 真人  (Abe Masato)  (30543425)	愛媛大学・農学研究科・准教授    (16301)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関