

令和 6 年 5 月 7 日現在

機関番号：12501

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20H03205

研究課題名(和文) 多彩な生理病理現象を制御する新奇ジアシルグリセロールリン酸化経路群の分子機構

研究課題名(英文) Molecular mechanisms of novel diacylglycerol phosphorylation pathways that control various physiological and pathological phenomena

研究代表者

坂根 郁夫 (Sakane, Fumio)

千葉大学・大学院理学研究院・教授

研究者番号：10183815

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,800,000円

研究成果の概要(和文)：最近、新開発の独自手法を用いて、ジアシルグリセロールキナーゼ(DGK)のアイソザイムが基質とするジアシルグリセロール(DG)分子種(もしくはDGKが産生するホスファチジン酸(PA)分子種)は、従来の定説に反し「ホスファチジルイノシトール(PI)代謝回転とは独立し、それぞれが異なる脂肪酸を利用する未知の経路群」により供給されることを示した。しかし、それらの経路の構成因子や分子マシーナリーは未だ不明な点が多いので、それらの点を明らかにした。例えば、上流のDG産生酵素としてスフィンゴミエリン合成酵素アイソザイムを、下流のPA結合蛋白質としてシナプトジャニン1等を同定した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまで誰も気づいておらず注目していなかった「PI代謝回転とは独立し、それぞれが異なる脂肪酸を利用する未知の経路群」の存在とそれらの経路の構成因子や分子マシーナリーを明らかにしたことは、新規性が高く新たな研究領域を開拓する可能性があり、学術的意義も大きい。また、各DGKアイソザイムは様々な病気(例えば、2型糖尿病、双極性障害、パーキンソン病、がん等)に関連しているため、それらが構成する経路群の詳細を明らかにすることは新たな治療法の開発に貢献する等、社会的意義も大きい。

研究成果の概要(英文)：Recently, using a newly developed unique method, diacylglycerol (DG) molecular species, which are the substrates of diacylglycerol kinase (DGK) isozymes, were found to be supplied by phosphatidylinositol (PI) turnover-independent pathways, each of which utilizes a different fatty acid. However, there are still many unknown issues regarding the constituent factors and molecular machinery of these pathways. Therefore, we have clarified these issues. For example, we identified sphingomyelin synthase isozymes as an upstream DG-producing enzyme and synaptojanin 1 as a downstream PA-binding protein.

研究分野：生化学

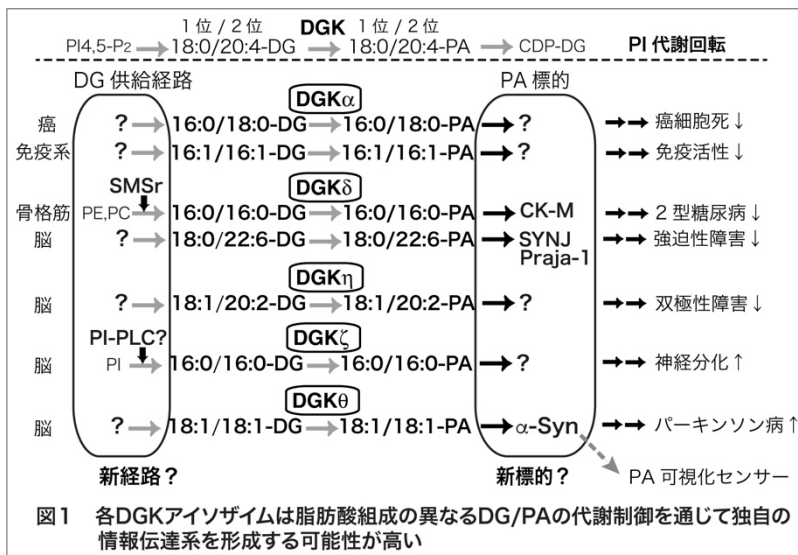
キーワード：ジアシルグリセロールキナーゼ ジアシルグリセロール ホスファチジン酸 がん免疫 セロトニン神経系 ドパミン神経系 糖尿病 ホスファチジルコリン特異的ホスホリパーゼC

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

DGKは、グリセロールの1位と2位に様々な脂肪酸が結合したDGをリン酸化してPAを産生する脂質キナーゼで、10種のアイソザイム($\alpha\sim\kappa$)から成る。最近、我々により、これらアイソザイムは、多彩な生理・病理現象に関わることが明らかになり(図1右)、注目度が格段に上がってきた。

DGK活性がPI代謝回轉の一反応を担うことから(図1-1段目)、従来漠然と全てのアイソザイムの基質DGは同経路のPI由来である(即ち1位に18:0(炭素数18:二重結合数0の脂肪酸)、2位に20:4を含有する18:0/20:4-DGが主である)とドグマ(定説)の様に信じられてきた。しかし、我々は「本当にDGKアイソザイムの基質となるDGが全てPI代謝回轉由来なのか？」長年常々疑問に感じていた。だが、技術的な困難性から確かめるすべは無かった。最近、



我々はPAに特化した高感度・高再現性の液体クロマトグラフィー(LC)/質量分析(MS)系を独自に開発して、この困難を克服した(後述「本研究の着想に至った経緯など」)[*FEBS Open Bio* 2012; *JBC* 2014]. そして、意外にも、DGK α は癌細胞増殖刺激時に主に16:0/18:0-DGを[*JLipid Res* 2016], T細胞増殖時には主に16:1/16:1-DGを[投稿準備中]基質にするという大変興味ある知見が得られた(図1-2段目). 更に、DGK δ は高濃度グルコース刺激筋管細胞において主に16:0/16:0-DGを[*JBC* 2014], 脳では主に18:0/22:6-DGを[*BBA* 査読後修正中]基質とした(図1-3段目). また、DGK η は脳において18:1/20:2-DGを(図1-4段目)[*Biochem Biophys Rep* 2019], DGK ζ は分化刺激時の神経細胞において16:0/16:0-DGを(図1-5段目)[*Biochem Biophys Rep* 2016], DGK θ は18:1/18:1-DGを[投稿準備中](図1-6段目)主に基質とした. 以上の結果は従来のドグマに反し、これらのアイソザイムが利用するDGは「PI代謝回轉とは独立し、異なる脂肪酸を利用する(未知の)経路群」により供給されることを強く示唆している. そして、その経路群は想像以上に多様であることが分かってきた. しかし、これらの「新奇DG供給-リン酸化経路群」の構成因子や反応マシーナリーは未だ不明な点が多い.

2. 研究の目的

上記の「新奇DG供給-リン酸化経路群」の全貌を明らかにするために、本研究ではDGKの下流経路と上流経路の未知の因子の探索・同定や性質・機能・動態解析を行う。

1. 下流経路(図1): 下流に関しては、DGK α , δ , η , ζ の産生するPA分子種の標的に焦点を当て、探索・同定し、その機能を明らかにする。また、標的のPA結合時の高次構造も決定する。世界で初めて開発したPA可視化プローブを用いてPA分子の動態も可視化する。
2. 上流経路(図1): 難易度が高いので、既に切っ掛けが掴めているアイソザイムについて研究する。即ち、DGK δ , ζ 各アイソザイムの上流のDG供給経路を同定する。DGK δ に関しては、予備的知見からDG供給酵素である可能性が高いスフィンゴミエリン合成酵素関連蛋白質(SMSr, リン脂質とセラミドを基質にしてDGを産生)との新奇連関を明確にする。

3. 研究の方法

申請者が独自に開発・作成したLC/MS法や生化学的・分子生物学的・細胞生物学的手法を用いて明らかにした。

4. 研究成果

助成を受けた期間で以下の様々な興味ある研究成果が得られた。

- (1) DGK δ がユビキチン-プロテアソーム系を介してセロトニントランスポーターを不安定化することを明らかにした[*Biochim. Biophys. Acta - Mol. Cell Biol. Lipids*, **1865**, 158608 (2020)]. (DGK δ

の下流の生理機能)

- (2) SMSrがDGK δ とsterile α motif domainを介して相互作用し、SMSrがDGK δ の上流のDG供給酵素である可能性を示した [*J. Biol. Chem.*, **295**, 2932–2947 (2020)]. (DGK δ の上流のDG供給酵素)
- (3) DGK δ が脳内で産生する1-Stearoyl-2-docosahexaenoyl-PAが、セロトニントランスポーターをユビキチン化し分解経路に導くPraja-1 (E3 ユビキチンタンパク質リガーゼ) と結合し活性化することを明らかにした [*FEBS Lett.*, **594**, 1787–1796 (2020)]. (DGK δ の下流のPA分子種の標的)
- (4) パルミチン酸および/またはパルミトレイン酸を含むPA分子種が、飢餓状態のJurkat T 細胞内のDGK α によって生成されることを示した [*Biochem. Biophys. Res. Commun.*, **525**, 1054–1060 (2020)]. (DGK α が産生する(下流の)PA分子種)
- (5) 細胞内PAセンサー α -シヌクレイン N 末端ドメインが、マクロファージのファゴソームおよびニューロン成長円錐内の内因性PAを検出することを示した [*Biochem. Biophys. Res. Commun.*, **22**, 100769 (2020)]. (DGK θ 等が産生する(下流の)PA分子種の標的を用いたPAセンサーの開発)
- (6) 多価不飽和脂肪酸を含むPAは、L-乳酸デヒドロゲナーゼ A と選択的に相互作用し、その二次構造変化と不活化を誘導することを明らかにした [*Biochim. Biophys. Acta - Mol. Cell Biol. Lipids*, **1865**, 158768 (2020)]. (DGK δ の下流のPA分子種の標的)
- (7) DGK η はmTORシグナル伝達経路を通じてC2C12筋芽細胞の増殖を調節することを示した [*Biochimie*, **177**, 13–24 (2020)]. (DGK η の下流の生理機能)
- (8) DGK α および ζ の阻害とサイレンシングを組み合わせると、T細胞におけるインターロイキン-2の産生が同時に相乗的に増強され、メラノーマ細胞の細胞死が誘導されることを明らかにした [*J. Cell. Biochem.*, **122**, 494–506 (2021)]. (DGK α と ζ の下流の生理機能)
- (9) DGK δ は膵臓 β 細胞の増殖抑制因子として機能することを報告した [*FASEB J.*, **35**, e21420 (2021)]. (DGK δ の下流の生理機能)
- (10) DGK η ノックアウトマウスの脳におけるドーパミンおよびリン酸化ドーパミントランスポーターの増加を報告した [*FEBS Lett.*, **595**, 1313–1321 (2021)]. (DGK η の下流の生理機能)
- (11) タンパク質ミリスチル化およびPAセンサーを使用した細胞内のDGK η 活性の測定を報告した [*Lipids*, **56**, 449–458 (2021)]. (DGK η が産生する(下流の)PA分子種)
- (12) SMSrはセラミドの非存在下でグリセリン脂質の加水分解を介してDGを生成することを明らかにした [*J. Biol. Chem.*, **296**, 100454 (2021)]. (DGK δ の上流のDG供給酵素)
- (13) 膜形態がDGK α の基質のアシル鎖特異性を決定することを示した [*FASEB J.*, **35**, e21602 (2021)]. (DGK α の上流経路)
- (14) DGK η は浸透圧ショックに応答してアポトーシスシグナル制御キナーゼ3と共局在し相互作用することを報告した [*Biochem. Biophys. Res. Commun.*, **26**, 101006 (2021)]. (DGK η の下流の生理機能)
- (15) シナプトジャニン-1のSAC1ホスファターゼドメインは、多価不飽和脂肪酸を含むPAと相互作用することによって活性化されることを明らかにした [*FEBS Lett.*, **595**, 2479–2492 (2021)]. (DGK δ の下流のPA分子種の標的)
- (16) モノクローナル抗体 DhMab-4 を使用した培養細胞における DGK η の免疫細胞化学的分析を行った [*Monoclon. Antib. Immunodiagn. Immunother.*, **40**, 261–265 (2021)]. (DGK η の検出)
- (17) DGK α 阻害および抗プログラム細胞死-1リガンド遮断による肝細胞癌の併用療法を報告した [*Cancer Immunol. Immunother.*, **71**, 889–903 (2022)]. (DGK α の下流の生理機能)
- (18) ドコサヘキサエン酸を含むPAは、クラスリンコートアセンブリタンパク質AP180と相互作用し、クラスリンとの相互作用を調節することを明らかにした [*Biochem. Biophys. Res. Commun.*, **587**, 69–77 (2022)]. (DGK δ の下流のPA分子種の標的)
- (19) 未分化神経芽腫細胞において DGK η は細胞増殖を調節し、そのレベルはグルコシルコイドによって上昇することを示した [*Biochem. Biophys. Res. Commun.*, **602**, 41–48 (2022)]. (DGK η

の下流の生理機能)

(20) DGK α の N 末端領域における Ca²⁺誘発構造変化と分子内相互作用を明らかにした [*Protein Sci.*, **31**, e4365 (2022)]. (DGK α の活性制御 (上流経路))

(21) PI 4,5-ビスリン酸特異的 PLC β 1 は、Lys946 および Lys951 を介してジパルミトイルおよびジステアロイル PA に選択的に結合することを示した [*Lipids*, **57**, 289–302 (2022)]. (DGK α と δ の下流の PA 分子種の標的)

(22) Praja-1 E3 ユビキチンタンパク質リガーゼの異なる領域は、ドコサヘキサエン酸含有 PA および DGK δ に選択的に結合することを明らかにした [*Biochim. Biophys. Acta - Mol. Cell Biol. Lipids*, **1868**, 159265 (2023)]. (DGK δ の下流の PA 分子種の標的)

(23) 飽和脂肪酸および/または一価不飽和脂肪酸を含む PA は熱ショックタンパク質 27 と選択的に相互作用することを明らかにした [*J. Biol. Chem.*, **299**, 103019 (2023)]. (DGK δ の下流の PA 分子種の標的)

(24) セラミド-1-リン酸を生成する新規酵素としての DGK ζ の同定と性質評価を行った [*Biochim. Biophys. Acta - Mol. Cell Biol. Lipids*, **1868**, 159307 (2023)]. (DGK ζ の酵素学的性質 (上流下流経路))

(25) DGK ζ は異なる領域を介して SMS1 および SMSr と相互作用することを報告した [*FEBS Open Bio*, **13**, 1333–1345 (2023)]. (DGK ζ の上流の DG 供給酵素)

(26) ヒト SMS1 はセラミドの存在下および非存在下で複数の酵素活性を介して DG を生成することを明らかにした [*FEBS Lett.*, **597**, 2672–2686 (2023)]. (DGK δ と ζ の上流の DG 供給酵素)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計27件（うち査読付論文 27件／うち国際共著 1件／うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 Furuta Masataka, Murakami Chiaki, Numagami Yuki, Suzuki Rika, Sakane Fumio	4. 巻 13
2. 論文標題 Diacylglycerol kinase interacts with sphingomyelin synthase 1 and sphingomyelin synthase related protein via different regions	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 FEBS Open Bio	6. 最初と最後の頁 1333 ~ 1345
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/2211-5463.13628	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 Suzuki Rika, Murakami Chiaki, Dilimulati Kamila, Atsuta Tsunoda Kyoko, Kawai Takuma, Sakane Fumio	4. 巻 597
2. 論文標題 Human sphingomyelin synthase 1 generates diacylglycerol in the presence and absence of ceramide <i>via</i> multiple enzymatic activities	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 FEBS Letters	6. 最初と最後の頁 2672 ~ 2686
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/1873-3468.14735	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 Masuda Yuka, Murakami Chiaki, Suzuki Rika, Sakane Fumio	4. 巻 602
2. 論文標題 Diacylglycerol kinase regulates cell proliferation and its levels are elevated by glucocorticoids in undifferentiated neuroblastoma cells	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Biochemical and Biophysical Research Communications	6. 最初と最後の頁 41 ~ 48
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbrc.2022.02.100	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 Takahashi Daisuke, Yonezawa Kento, Okizaki Yuki, Caaveiro Jose M. M., Ueda Tadashi, Shimada Atsushi, Sakane Fumio, Shimizu Nobutaka	4. 巻 31
2. 論文標題 Ca ²⁺ induced structural changes and intramolecular interactions in N terminal region of diacylglycerol kinase alpha	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Protein Science	6. 最初と最後の頁 e4365
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/pro.4365	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 Sakai Hiromichi, Matsumoto Ken ichi, Urano Takeshi, Sakane Fumio	4. 巻 12
2. 論文標題 Myristic acid selectively augments tubulin levels in C2C12 myotubes via diacylglycerol kinase	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 FEBS Open Bio	6. 最初と最後の頁 1788 ~ 1796
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/2211-5463.13466	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 Hoshino Fumi, Nakayama Maika, Furuta Masataka, Murakami Chiaki, Kato Ayumu, Sakane Fumio	4. 巻 57
2. 論文標題 Phosphatidylinositol 4,5 bisphosphate specific phospholipase C 1 selectively binds dipalmitoyl and distearoyl phosphatidic acids via Lys946 and Lys951	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Lipids	6. 最初と最後の頁 289 ~ 302
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/lipd.12356	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 Numagami Yuki, Hoshino Fumi, Murakami Chiaki, Ebina Masayuki, Sakane Fumio	4. 巻 1868
2. 論文標題 Distinct regions of Praja-1 E3 ubiquitin-protein ligase selectively bind to docosahexaenoic acid-containing phosphatidic acid and diacylglycerol kinase	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular and Cell Biology of Lipids	6. 最初と最後の頁 159265 ~ 159265
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbalip.2022.159265	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 Yachida Naoto, Hoshino Fumi, Murakami Chiaki, Ebina Masayuki, Miura Yuri, Sakane Fumio	4. 巻 299
2. 論文標題 Saturated fatty acid- and/or monounsaturated fatty acid-containing phosphatidic acids selectively interact with heat shock protein 27	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Biological Chemistry	6. 最初と最後の頁 103019 ~ 103019
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jbc.2023.103019	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 Yamazaki Ayako, Kawashima Ayane, Honda Takuya, Kohama Takafumi, Murakami Chiaki, Sakane Fumio, Murayama Toshihiko, Nakamura Hiroyuki	4. 巻 1868
2. 論文標題 Identification and characterization of diacylglycerol kinase as a novel enzyme producing ceramide-1-phosphate	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular and Cell Biology of Lipids	6. 最初と最後の頁 159307 ~ 159307
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbailip.2023.159307	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 Lu Qiang, Murakami Chiaki, Murakami Yuki, Hoshino Fumi, Asami Maho, Usuki Takako, Sakai Hiromichi, Sakane Fumio	4. 巻 594
2. 論文標題 1 Stearoyl 2 docosahexaenoyl phosphatidic acid interacts with and activates Praja 1, the E3 ubiquitin ligase acting on the serotonin transporter in the brain	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 FEBS Letters	6. 最初と最後の頁 1787 ~ 1796
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/1873-3468.13765	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 Murakami Yuki, Murakami Chiaki, Hoshino Fumi, Lu Qiang, Akiyama Rino, Yamaki Atsumi, Takahashi Daisuke, Sakane Fumio	4. 巻 525
2. 論文標題 Palmitic acid- and/or palmitoleic acid-containing phosphatidic acids are generated by diacylglycerol kinase in starved Jurkat T cells	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biochemical and Biophysical Research Communications	6. 最初と最後の頁 1054 ~ 1060
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbrc.2020.02.162	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 Yamada Haruka, Hoshino Fumi, Lu Qiang, Sakane Fumio	4. 巻 22
2. 論文標題 Cellular phosphatidic acid sensor, -synuclein N-terminal domain, detects endogenous phosphatidic acid in macrophagic phagosomes and neuronal growth cones	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biochemistry and Biophysics Reports	6. 最初と最後の頁 100769 ~ 100769
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbrep.2020.100769	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 Hoshino Fumi、Sakane Fumio	4. 巻 1865
2. 論文標題 Polyunsaturated fatty acid-containing phosphatidic acids selectively interact with L-lactate dehydrogenase A and induce its secondary structural change and inactivation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular and Cell Biology of Lipids	6. 最初と最後の頁 158768 ~ 158768
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbailip.2020.158768	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 Sakane Fumio、Hoshino Fumi、Murakami Chiaki	4. 巻 21
2. 論文標題 New Era of Diacylglycerol Kinase, Phosphatidic Acid and Phosphatidic Acid-Binding Protein	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Molecular Sciences	6. 最初と最後の頁 6794 ~ 6794
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijms21186794	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 Sakai Hiromichi、Murakami Chiaki、Usuki Takako、Lu Qiang、Matsumoto Ken-ichi、Urano Takeshi、Sakane Fumio	4. 巻 177
2. 論文標題 Diacylglycerol kinase regulates C2C12 myoblast proliferation through the mTOR signaling pathway	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biochimie	6. 最初と最後の頁 13 ~ 24
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.biochi.2020.07.018	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 Sato Taiji、Ishiwatari Chihiro、Kaneko Yukiko K.、Ishikawa Yoko、Kimura Yuki、Watanabe Naoya、Aoshima Ikumi、Matsuda Yukari、Nakayama Takahiro、Chiba Rina、Fujinuki Takahiro、Iwata Kai、Lu Qiang、Usuki Takako、Sakane Fumio、Ishikawa Tomohisa	4. 巻 35
2. 論文標題 Diacylglycerol kinase functions as a proliferation suppressor in pancreatic cells	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The FASEB Journal	6. 最初と最後の頁 e21420
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1096/fj.202001279RR	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 Takao Saki, Akiyama Rino, Sakane Fumio	4. 巻 122
2. 論文標題 Combined inhibition/silencing of diacylglycerol kinase and simultaneously and synergistically enhances interleukin 2 production in T cells and induces cell death of melanoma cells	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Cellular Biochemistry	6. 最初と最後の頁 494 ~ 506
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/jcb.29876	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 Asami Maho, Suzuki Yuji, Sakane Fumio	4. 巻 595
2. 論文標題 Dopamine and the phosphorylated dopamine transporter are increased in the diacylglycerol kinase knockout mouse brain	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 FEBS Letters	6. 最初と最後の頁 1313 ~ 1321
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/1873-3468.14059	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 Ishizaki Ayuka, Murakami Chiaki, Yamada Haruka, Sakane Fumio	4. 巻 56
2. 論文標題 Diacylglycerol Kinase Activity in Cells Using Protein Myristoylation and Cellular Phosphatidic Acid Sensor	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Lipids	6. 最初と最後の頁 449 ~ 458
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/lipd.12301	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 Murakami Chiaki, Sakane Fumio	4. 巻 296
2. 論文標題 Sphingomyelin synthase-related protein generates diacylglycerol via the hydrolysis of glycerophospholipids in the absence of ceramide	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Biological Chemistry	6. 最初と最後の頁 100454 ~ 100454
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jbc.2021.100454	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 Bozelli Jos? Carlos, Yune Jenny, Takahashi Daisuke, Sakane Fumio, Epanand Richard M.	4. 巻 35
2. 論文標題 Membrane morphology determines diacylglycerol kinase substrate acyl chain specificity	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The FASEB Journal	6. 最初と最後の頁 e21602
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1096/fj.202100264R	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 該当する

1. 著者名 Suzuki Yuji, Asami Maho, Takahashi Daisuke, Sakane Fumio	4. 巻 26
2. 論文標題 Diacylglycerol kinase colocalizes and interacts with apoptosis signal-regulating kinase 3 in response to osmotic shock	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Biochemistry and Biophysics Reports	6. 最初と最後の頁 101006 ~ 101006
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbrep.2021.101006	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 Hoshino Fumi, Sakane Fumio	4. 巻 595
2. 論文標題 The SAC1 phosphatase domain of synaptojanin 1 is activated by interacting with polyunsaturated fatty acid containing phosphatidic acids	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 FEBS Letters	6. 最初と最後の頁 2479 ~ 2492
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/1873-3468.14177	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 Okada Naoki, Sugiyama Ko, Shichi Shunsuke, Shirai Yasuhito, Goto Kaoru, Sakane Fumio, Kitamura Hidemitsu, Taketomi Akinobu	4. 巻 71
2. 論文標題 Combination therapy for hepatocellular carcinoma with diacylglycerol kinase alpha inhibition and anti-programmed cell death-1 ligand blockade	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Cancer Immunology, Immunotherapy	6. 最初と最後の頁 889 ~ 903
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00262-021-03041-z	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 Sakane Fumio, Hoshino Fumi, Ebina Masayuki, Sakai Hiromichi, Takahashi Daisuke	4. 巻 13
2. 論文標題 The Roles of Diacylglycerol Kinase in Cancer Cell Proliferation and Apoptosis	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Cancers	6. 最初と最後の頁 5190 ~ 5190
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/cancers13205190	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 Nakano Tomoyuki, Tanaka Toshiaki, Sakane Fumio, Kaneko Mika K., Kato Yukinari, Goto Kaoru	4. 巻 40
2. 論文標題 Immunocytochemical Analysis of DGK in Cultured Cells Using a Monoclonal Antibody DhMab-4	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Monoclonal Antibodies in Immunodiagnosis and Immunotherapy	6. 最初と最後の頁 261 ~ 265
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1089/mab.2021.0034	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 Hoshino Fumi, Sakane Fumio	4. 巻 587
2. 論文標題 Docosahexaenoic acid-containing phosphatidic acid interacts with clathrin coat assembly protein AP180 and regulates its interaction with clathrin	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Biochemical and Biophysical Research Communications	6. 最初と最後の頁 69 ~ 77
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbrc.2021.11.097	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 -

〔学会発表〕 計58件(うち招待講演 5件/うち国際学会 6件)

1. 発表者名 入本吉生, 坂根郁夫
2. 発表標題 ジアシルグリセロールキナーゼhとドーパミントランスポーターの相互作用解析
3. 学会等名 2022年度日本生化学会関東支部例会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 古田将崇, 村上千明, 鈴木莉香, 沼上雄紀, 坂根郁夫
2. 発表標題 ジアシルグリセロールキナーゼ とスフィンゴミエリン合成酵素 (SMS) 1及びSMS関連タンパク質の相互作用解析
3. 学会等名 2022年度日本生化学会関東支部例会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 鈴木莉香, 村上千明, 古田将崇, 松山沙羅, 坂根郁夫
2. 発表標題 スフィンゴミエリン合成酵素 1 はグリセロリン脂質をセラミド非依存的に 加水分解する
3. 学会等名 2022年度日本生化学会関東支部例会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 鈴木莉香, 村上千明, 古田将崇, 坂根郁夫
2. 発表標題 スフィンゴミエリン合成酵素 1 はグリセロリン脂質をセラミド非依存的に 加水分解する
3. 学会等名 第64回日本脂質生化学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 古田将崇, 村上千明, 鈴木莉香, 沼上雄紀, 坂根郁夫
2. 発表標題 ジアシルグリセロールキナーゼ とスフィンゴミエリン合成酵素 (SMS) 1及びSMS関連タンパク質の相互作用解析
3. 学会等名 第64回日本脂質生化学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 村上千明, 鈴木莉香, 坂根郁夫
2. 発表標題 哺乳類ホスファチジルコリン特異的ホスホリパーゼC酵素群の同定
3. 学会等名 第45回日本分子生物学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 古田将崇, 村上千明, 沼上雄紀, 鈴木莉香, 坂根郁夫
2. 発表標題 ジアシルグリセロールキナーゼ ₂ はスフィンゴミエリン合成酵素 (SMS) 1及びSMS関連タンパク質と相互作用する
3. 学会等名 第95回日本生化学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 加藤歩夢, 蝦名真行, 坂根郁夫
2. 発表標題 ジアシルグリセロールキナーゼ ₂ とシナプトジャニン-1の相互作用解析
3. 学会等名 第95回日本生化学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 鈴木莉香, 村上千明, 古田将崇, 松山沙羅, 坂根郁夫
2. 発表標題 スフィンゴミエリン合成酵素 1 はグリセロリン脂質をセラミド非依存的に加水分解する
3. 学会等名 第95回日本生化学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 堺 弘道, 坂根 郁夫
2. 発表標題 ミリスチン酸はC2C12筋管細胞における α -tubulin量を選択的かつジアシルグリセロールキナーゼ 依存的に増大させる
3. 学会等名 第95回日本生化学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 谷内田直人, 星野史規, 村上千明, 蝦名真行, 坂根郁夫
2. 発表標題 飽和および/または一価不飽和脂肪酸含有ホスファチジン酸は熱ショックタンパク質27と選択的に結合し、そのオリゴマーを解離させる
3. 学会等名 第95回日本生化学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 入本吉生, 坂根郁夫
2. 発表標題 ジアシルグリセロールキナーゼ とドーパミントランスポーターは相互作用する
3. 学会等名 第95回日本生化学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 沼上雄紀, 星野規史, 村上千明, 蝦名真行, 坂根郁夫
2. 発表標題 E3ユビキチン-タンパク質リガーゼPraja-1のN末端領域とC末端領域はそれぞれ多価不飽和脂肪酸含有PAとジアシルグリセロールキナーゼ と相互作用する
3. 学会等名 第95回日本生化学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 坂根郁夫, 村上千明
2. 発表標題 ジアシルグリセロール (DG) キナーゼの基質DG はどこから来て, そして産生されたホスファチジン酸は何をしているのか?
3. 学会等名 第128 回日本 解剖学会総会・学術集会 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 村上千明, 堺 弘道, 坂根郁夫
2. 発表標題 PHOSPH01 はホスファチジルコリンとホスファチジエタノー ルアミンのホスホリパーゼ C 活性を持つ
3. 学会等名 第65回日本脂質生化学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Fumio Sakane
2. 発表標題 Novel diacylglycerol production/phosphorylation pathways independent of the phosphatidylinositol turnover (仮題)
3. 学会等名 Gordon Research Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Murakami, C. Hoshino, F., Sakai, H., Hayashi, Y., Yamashita A. and Sakane, F.
2. 発表標題 Functional Relationship between Diacylglycerol Kinase and Sphingomyelin Synthase-related Protein.
3. 学会等名 2020 Annual Meeting of the American Society for Biochemistry and Molecular Biology (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hoshino, F. and Sakane, F.
2. 発表標題 L-lactate Dehydrogenase A Selectively Interacts with Phosphatidic Acid Species Containing Stearic Acid at the sn-1 Position.
3. 学会等名 2020 Annual Meeting of the American Society for Biochemistry and Molecular Biology (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 堺弘道, 村上千明, 坂根郁夫
2. 発表標題 ジアシルグリセロールキナーゼ はmTORシグナル経路を介してC2C12筋芽細胞の増殖を制御する
3. 学会等名 第62回日本脂質生化学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 陸強, 村上千明, 星野史規, 村上雄基, 坂根郁夫
2. 発表標題 ジアシルグリセロールキナーゼ が産生する18:0/22:6-ホスファチジン酸を介してセロトニントランスポーターのユビキチン化を亢進しそのタンパク質量を制御する
3. 学会等名 第62回日本脂質生化学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 村上千明, 星野史規, 堺弘道, 林康広, 山下純, 坂根郁夫
2. 発表標題 スフィンゴミエリン合成酵素関連タンパク質とジアシルグリセロールキナーゼ はsterile motif domainを介して機能的に連関する
3. 学会等名 第62回日本脂質生化学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 星野史規, 坂根郁夫
2. 発表標題 ホスファチジン酸の乳酸脱水素酵素Aとの相互作用および機能連関
3. 学会等名 第62回日本脂質生化学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takahashi, D. and Sakane, F.
2. 発表標題 Molecular basis for the intramolecular regulation of DGK : Structural and biophysical characterization of its N-terminal domains.
3. 学会等名 2020 World Conference on Protein Science (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Murakami, C. Hoshino, F., Sakai, H., Hayashi, Y., Yamashita A. and Sakane, F.
2. 発表標題 Functional Relationship between Diacylglycerol Kinase and Sphingomyelin Synthase-related Protein.
3. 学会等名 2020 Annual Meeting on a virtual platform (summer) (Webinar) of the American Society for Biochemistry and Molecular Biology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hoshino, F. and Sakane, F.
2. 発表標題 L-lactate Dehydrogenase A Selectively Interacts with Phosphatidic Acid Species Containing Stearic Acid at the sn-1 Position.
3. 学会等名 2020 Annual Meeting on a virtual platform (summer) (Webinar) of the American Society for Biochemistry and Molecular Biology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 堺弘道, 村上千明, 坂根郁夫
2. 発表標題 ジアシルグリセロールキナーゼ はmTOR-raptor-脂肪酸合成酵素経路を介してC2C12筋芽細胞の増殖を制御する
3. 学会等名 第93回日本生化学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 村上千明, 古田将崇, 坂根郁夫
2. 発表標題 スフィンゴミエリン合成酵素関連タンパク質は新タイプのホスホリパーゼCである
3. 学会等名 第93回日本生化学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 村上千明, 星野史規, 堺弘道, 林康広, 山下純, 坂根郁夫
2. 発表標題 ジアシルグリセロールキナーゼ とスフィンゴミエリン合成酵素関連タンパク質は機能的に連関する
3. 学会等名 第93回日本生化学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 陸強, 村上千明, 星野史規, 村上雄基, 沼上雄紀, 坂根郁夫
2. 発表標題 ジアシルグリセロールキナーゼ が産生する18:0/22:6-ホスファチジン酸を介してセロトニントランスポーターのユビキチン化を亢進しそのタンパク質量を制御する
3. 学会等名 第93回日本生化学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 星野史規, 坂根郁夫
2. 発表標題 Synaptojanin-1のSac1ドメインは多価不飽和脂肪酸を含有するホスファチジン酸と相互作用する
3. 学会等名 第93回日本生化学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 増田侑香, 坂根郁夫
2. 発表標題 ジアシルグリセロールキナーゼ のストレス刺激による発現制御
3. 学会等名 第93回日本生化学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 村上雄基, 谷内田直人, 村上千明, 星野史規, 坂根郁夫
2. 発表標題 T細胞においてジアシルグリセロールキナーゼ が選択的に産生するホスファチジン酸分子種の同定
3. 学会等名 第93回日本生化学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 村上千明, 坂根郁夫
2. 発表標題 新たなホスホリパーゼC / ホスファチジン酸ホスファターゼの発見とその性質
3. 学会等名 第60回生命科学夏の学校
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 村上千明, 坂根郁夫
2. 発表標題 スフィンゴミエリン合成酵素関連タンパク質はセラミド無しにリン脂質(PA, PC, PI, PE)を水解する
3. 学会等名 第43回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 星野史規, 坂根郁夫
2. 発表標題 多価不飽和脂肪酸含有ホスファチジン酸はL-lactate dehydrogenase Aと選択的に相互作用し二次構造変化および不活性化を誘導する
3. 学会等名 第43回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高雄早妃, 坂根郁夫
2. 発表標題 ジアシルグリセロールキナーゼ 及び の共阻害によるT細胞活性亢進とがん細胞死誘導の相加的促進効果
3. 学会等名 第43回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 浅見真穂, 坂根郁夫
2. 発表標題 ジアシルグリセロールキナーゼ ノックアウトマウス脳におけるドーパミンとリン酸化ドーパミン輸送体の増加
3. 学会等名 第43回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 石崎安祐香, 坂根郁夫
2. 発表標題 ジアシルグリセロールキナーゼ の細胞内活性のミリストイル化とホスファチジン酸センサーを用いた検出
3. 学会等名 第43回日本分子生物学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Murakami, C. and Sakane, F.
2. 発表標題 Sphingomyelin synthase-related protein generates diacylglycerol via hydrolysis of phosphatidic acid, phosphatidylcholine, phosphatidylinositol and phosphatidylethanolamine without ceramide.
3. 学会等名 2021 Annual Meeting of the American Society for Biochemistry and Molecular Biology
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hoshino, F. and Sakane, F.
2. 発表標題 Polyunsaturated fatty acid-containing phosphatidic acid interacts with synaptojanin-1 and enhances its phosphoinositide D-4-phosphatase activity.
3. 学会等名 2021 Annual Meeting of the American Society for Biochemistry and Molecular Biology
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Murakami, C., Furuta M., Numagami, Y. and Sakane, F.
2. 発表標題 Diacylglycerol kinase interacts with sphingomyelin synthase 1 and sphingomyelin synthase-related protein.
3. 学会等名 2021 Annual Meeting of the American Society for Biochemistry and Molecular Biology
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 村上千明, 坂根郁夫
2. 発表標題 スフィンゴミエリン合成酵素関連タンパク質はグリセロリン脂質をセラミド非依存的に加水分解しジアシルグリセロールを産生する
3. 学会等名 第21回 Pharmaco-Hematologyシンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 古田将崇, 村上千明, 沼上雄紀, 鈴木莉香, 坂根郁夫
2. 発表標題 スフィンゴミエリン合成酵素 (SMS) 1及びSMS関連タンパク質とジアシルグリセロールキナーゼzの相互作用
3. 学会等名 第21回 Pharmaco-Hematologyシンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 村上千明, 坂根郁夫
2. 発表標題 スフィンゴミエリン合成酵素関連タンパク質はグリセロリン脂質をセラミド非依存的に加水分解する
3. 学会等名 第63回日本脂質生化学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 古田将崇, 村上千明, 沼上雄紀, 坂根郁夫
2. 発表標題 スフィンゴミエリン合成酵素 (SMS) 1及びSMS関連タンパク質とジアシルグリセロールキナーゼ の相互作用
3. 学会等名 第63回日本脂質生化学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 星野史規, 坂根郁夫
2. 発表標題 多価不飽和脂肪酸含有ホスファチジン酸はsynaptojanin-1と相互作用しそのD4-ホスファターゼ活性を亢進する
3. 学会等名 第63回日本脂質生化学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 村上千明, 坂根郁夫
2. 発表標題 哺乳類スフィンゴミエリン合成酵素関連タンパク質は新タイプのホスホリパーゼCである
3. 学会等名 2021年度日本生化学会関東支部例会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 古田将崇, 村上千明, 沼上雄紀, 鈴木莉香, 坂根郁夫
2. 発表標題 スフィンゴミエリン合成酵素 (SMS) 1及びSMS関連タンパク質とジアシルグリセロールキナーゼ の相互作用
3. 学会等名 2021年度日本生化学会関東支部例会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 星野史規, 坂根郁夫
2. 発表標題 マウス脳において多価不飽和脂肪酸を含有するホスファチジン酸分子種と相互作用するタンパク質の探索・同定およびその機能解析
3. 学会等名 2021年度日本生化学会関東支部例会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 坂根郁夫
2. 発表標題 多価不飽和脂肪酸含有脂質代謝酵素ジアシルグリセロールキナーゼ と双極性障害との関連
3. 学会等名 第117回日本精神神経学会学術総会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 村上千明, 坂根郁夫
2. 発表標題 哺乳類スフィンゴミエリン合成酵素関連タンパク質は新タイプのホスホリパーゼCである
3. 学会等名 第94回日本生化学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 星野史規, 坂根郁夫
2. 発表標題 ホスファチジン酸分子種とクラスリン依存的エンドサイトーシス関連タンパク質AP180およびsynaptojanin-1との相互作用
3. 学会等名 第94回日本生化学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 堺弘道, 坂根郁夫
2. 発表標題 ミリスチン酸はC2C12細胞の筋分化過程における α -tubulinの発現量を増大させる
3. 学会等名 第94回日本生化学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高橋大輔, 米澤健人, 沖崎悠希, 嶋田睦, Jose Caarveiro, 阿部義人, 植田正, 清水伸隆, 坂根郁夫
2. 発表標題 マルチドメイン蛋白質DGK の活性を制御するN末端領域の構造変化の解析
3. 学会等名 第94回日本生化学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 古田将崇, 村上千明, 沼上雄紀, 鈴木莉香, 坂根郁夫
2. 発表標題 スフィンゴミエリン合成酵素 (SMS) 1及びSMS関連タンパク質とジアシルグリセロールキナーゼ の相互作用
3. 学会等名 第94回日本生化学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 谷内田直人, 星野史規, 坂根郁夫
2. 発表標題 熱ショックタンパク質27は飽和および/または一価不飽和脂肪酸含有ホスファチジン酸と選択的に結合する
3. 学会等名 第94回日本生化学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 沼上雄紀, 星野史規, 坂根郁夫
2. 発表標題 E3ユビキチン-タンパク質リガーゼPraja-1のN末端領域とC末端領域はそれぞれ多価不飽和脂肪酸含有PAとジアシルグリセロールキナーゼと相互作用する
3. 学会等名 第94回日本生化学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 増田侑香, 坂根郁夫
2. 発表標題 未分化神経細胞においてストレス刺激はジアシルグリセロールキナーゼ のタンパク質量を増加させる
3. 学会等名 第94回日本生化学会大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 ドコサヘキサエン酸, ドコサヘキサエノイル基含有ホスファチジン酸, 又はその誘導体によるセロトニントランスポーター関連精神疾患の予防・治療剤	発明者 坂根 郁夫	権利者 国立大学法人 千葉大学
産業財産権の種類、番号 特許、特願2020-149427	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

千葉大学大学院融合理工学府 先進理化学専攻 生体機能化学研究室 https://sakane32.wixsite.com/biofunctionchemistry
--

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
---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------