

令和 4 年 6 月 8 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19H02901

研究課題名(和文) 過酸化脂質異性体解析から切開く酸化原因特定と健康・食未来社会へ繋げる酸化最適制御

研究課題名(英文) Elucidation of the lipid oxidation mechanisms and their optimal control leading to a healthy- and food-based society of the future through the analysis of lipid hydroperoxides isomers

研究代表者

仲川 清隆 (Nakagawa, Kiyotaka)

東北大学・農学研究科・教授

研究者番号：80361145

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,300,000円

研究成果の概要(和文)：何らかの原因(ラジカル酸化、酵素酸化、一重項酸素酸化)で、身体を構成する脂質分子が酸化され、過酸化脂質(脂質ヒドロペルオキシド)が生じると、疾病などの生体機能の攪乱を招く。食品における油脂の酸化劣化は品質に深く関わり、動植物も同様である。故に、身体や食品における酸化反応の見極めは極めて重要となる。従来、この見極めは困難であったが、我々は質量分析(LC-MS/MS)を駆使し、生体や食品に含まれる過酸化脂質を異性体レベルで解析することで、この見極めの実現に取り組んだ。本研究では、過酸化脂質の分析法を完成させ、幅広い生体・食品試料へ応用した。加えてこれらヒドロペルオキシドの分解機構の精緻化に挑んだ。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究成果は、プレシグニユラリティ時代を生き抜く新機能性食品(抗酸化食品)の創成や、ヒト・健康・AIの新たな関係性の構築に寄与できると期待される。加えて、食の領域では、油脂酸化のさらなる徹底管理を可能とし、食の安全性担保とフードロス削減への原点回帰を図るとともに、極微量な酸化物の構造制御を介してヒトを魅了できる味・香り・物性のプロデュースへの新展開を目指している。このような基盤的研究の推進により、本研究領域に関する未来社会へ立ち向かえる基盤価値を創造できると期待している。

研究成果の概要(英文)：Lipid molecules in vivo are oxidized by several mechanisms (e.g., radical oxidation, enzymatic oxidation, and singlet oxygen oxidation), and the formation of lipid hydroperoxides leads to disturbances in biological functions. Oxidative degradation of oils/fats in foods is deeply related to food quality. Therefore, it is vital to determine oxidative mechanisms in vivo and food products. We have attempted to identify the lipid oxidation mechanisms by analyzing lipid hydroperoxides at the isomeric level using LC-MS/MS. In this study, we tried to develop analytical methods for lipid hydroperoxides and applied them to a wide range of biological and food samples. In addition, we have strived to elucidate the degradation mechanisms of these hydroperoxides.

研究分野：食品科学

キーワード：過酸化脂質 LC-MS/MS 生体酸化 食品酸化 抗酸化

1. 研究開始当初の背景

何らかの原因(ラジカル酸化、酵素酸化、一重項酸素酸化)で、ヒトの身体を構成する脂質分子が酸化され、過酸化脂質(脂質ヒドロペルオキシド)が生じると、疾病などの生体機能の攪乱を招く。食品における油脂の酸化劣化は品質に深く関わり、動植物も同様である。故に、身体や食品でどのような酸化反応が惹起されているかの見極めは極めて重要となる。従来、この見極めは困難であったが、我々は質量分析(LC-MS/MS)を駆使し、生体や食品に含まれる過酸化脂質を異性体レベルで解析することで(図1)、この見極めの実現に取り組んだ。

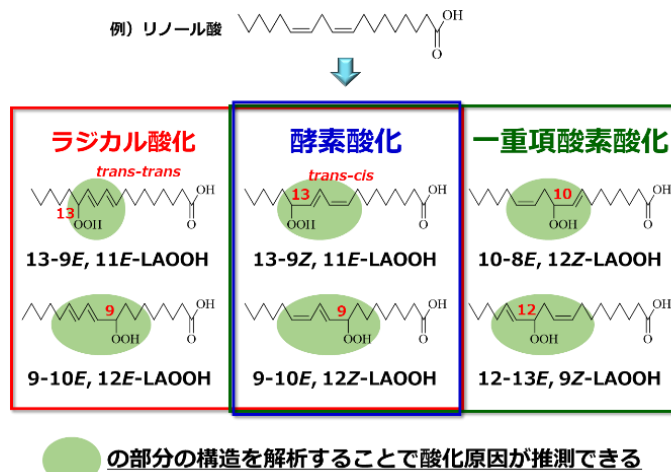


図1 脂質の酸化機構と過酸化脂質異性体

2. 研究の目的

以上の背景から本研究では、LC-MS/MS法を完成させ((1)過酸化脂質異性体解析技術の高度化)、幅広い試料に応用する((2)生体脂質酸化機構の解明、(3)食品脂質酸化機構の解明)ことを目指した。詳細は下記の通りである。

(1) 過酸化脂質異性体解析技術の高度化

我々がこれまで構築してきた過酸化脂質の異性体解析法は主にリノール酸を対象としたものであった。一方で食品・生体には様々な脂質が存在する。そこで、本研究ではこうした幅広い脂質クラス・分子種の過酸化脂質異性体解析を達成するため、解析技術をさらに高度化させることを目的とした((1)-①)。また酸化反応(ラジカル酸化、酵素酸化、一重項酸素酸化(図1))のうち酵素(リポキシゲナーゼ:LOX)酸化は、生体では動脈硬化症をはじめとする種々の疾患、植物体では植物ホルモンの生合成において重要な役割を果たすと言われており、その定量評価が重要視されている。LOXは立体(*RS*、*cis-trans*)選択的に脂質酸化を誘導することから、過酸化脂質の立体異性体解析によりLOX酸化評価が可能であると考えられる。そこで立体異性体解析で注目されているイオンモビリティ質量分析計(IMMS)やキラルカラムを用いた解析法の構築も目指した((1)-②)。

(2) 生体脂質酸化機構の解明

生体において脂質は皮脂、血液、内臓など全身に分布しており、こうした脂質の酸化は生体機能の攪乱を招くと考えられている。例えば、皮脂の酸化は皮膚状態の悪化を引き起こすことが示唆されている。また、血中脂質や臓器の酸化は動脈硬化やアルツハイマー病、肝硬変など様々な疾患に関与すると言われており、こうした背景から生体脂質に生じる酸化機構を見極め、適切な抗酸化処理を行うことが求められている。そこで本研究では、(1)で構築された方法を用いて、皮脂((2)-①)、血液((2)-②)、肝臓((2)-③)に存在する過酸化脂質(脂肪酸ヒドロペルオキシド(FAOOH)、リン脂質ヒドロペルオキシド(PCOOH)、コレステロールエステルヒドロペルオキシド(CEOOH)など)の異性体解析を行い、これらの酸化機構を解明することを目的とした。

(3) 食品脂質酸化機構の解明

食品に含まれる脂質は、加熱(ラジカル酸化)や光(一重項酸素酸化)などにより酸化し、風味や品質に大きな影響を与える。そのため、これらの食品で生じる酸化機構を明らかにし、必要に応じ適切な抗酸化を講じることが重要となる。そこで本研究では、飲料((3)-①)、植物油脂((3)-②)に含まれる種々の過酸化脂質異性体(FAOOH、トリアシルグリセロールヒドロペルオキシド(TGOOH))を解析し、その酸化機構を明らかにすることを目的とした。また、生じた過酸化脂質の分解物を分析し、脂質酸化機構に加えて分解経路を推定することを目的とした((3)-③)。

3. 研究の方法

(1) 過酸化脂質異性体解析技術の高度化

(1)-①脂肪酸ヒドロペルオキシドおよびそのエステル体の位置異性体解析

生体・食品に幅広く分布する脂肪酸(オレイン酸、リノール酸、 α -リノレン酸、 γ -リノレン酸、

アラキドン酸、エイコサペンタエン酸、ドコサヘキサエン酸) のヒドロペルオキシド位置異性体をこれまで我々が構築してきた方法で解析し、フラグメントパターンの法則化を行った。加えてこれらの内、いくつかの脂肪酸を対象にそのエステル体 (PCOOH、CEOOH、TGOOH) のヒドロペルオキシド位置異性体を上記法則に則り解析した。

(1) -②過酸化脂質の立体異性体解析

PCOOH と CEOOH の立体異性体標品を合成し、立体異性体を分離するために IMMS やキラルカラムを用いた分析条件を検討した。

(2) 生体脂質酸化機構の解明

(2) -①皮脂の酸化機構評価

健常ボランティアから皮脂を採取し、(1) -①で構築した方法を用いて皮脂の FAOOH (リノール酸ヒドロペルオキシド) を解析した。

(2) -②ヒト血漿・リポタンパク質を構成する脂質の酸化機構解析

ヒト健常血漿を超遠心分離に供し、カイロミクロン (CM)、超低密度リポタンパク (VLDL)、低密度リポタンパク (LDL)、高密度リポタンパク (HDL) に分画した。これらリポタンパクと血漿から Folch・固相抽出により極性脂質画分と中性脂質画分を精製し、(1) -①・(1) -②で構築した方法を用いて PCOOH、CEOOH 異性体を分析し脂質酸化機構を解析した。

(2) -③脂肪肝・肝硬変モデルラットにおける脂質酸化機構解析

雄性 Wistar-Imamichi (9 週齢) に四塩化炭素を単回投与し、2、6、24、48、72 時間後に解剖し血液を採取、血漿を調製した。また還流した後、肝臓を回収した。血漿と肝臓から Folch・固相抽出により極性脂質画分を精製し、PCOOH 異性体を分析した。異性体組成から四塩化炭素投与ラットの肝臓および血中脂質に生じる酸化機構を推定した。

(3) 食品脂質酸化機構の解明

(3) -①飲料の酸化機構評価

リノール酸からリノール酸ヒドロペルオキシド標品を調製し、さらにこの標品を原料とし、エタノールとの縮合反応を用いてリノール酸エチルヒドロペルオキシド標品を調製した。得られた標品と (1) -①で構築した方法を用いて、開封直後の蒸留酒 (5 種) を解析した。

(3) -②植物油の酸化機構の解明

こめ油、大豆油、菜種油をサンプルとし、これらを 40°C・暗所で 17 日間保存した。経時的にサンプリングを行い、過氧化物価 (POV) を測定した。さらに (1) -①で構築した LC-MS/MS 法を用いて TGOOH 異性体を解析し、植物油の酸化機構を解析した。

(3) -③アクロレインの生成経路の解明

食品の風味に多大な影響を与えるアクロレイン (ACR) の生成経路を検討した。リノール酸およびリノレン酸のラジカル・一重項酸素酸化によって得られる各種ヒドロペルオキシド異性体を調製し、これらの分解によって生じる ACR をはじめとした揮発性化合物を GC-MS で解析した。

4. 研究成果

(1) 過酸化脂質異性体解析技術の高度化

(1) -①脂肪酸ヒドロペルオキシドおよびそのエステル体の位置異性体解析

これまで我々が主にリノール酸ヒドロペルオキシドやそのエステル体を対象に明らかにしてきたように、質量分析において脂質ヒドロペルオキシドの Na⁺付加体はヒドロペルオキシ基の位置特異的なフラグメントイオンを生じる。本法を用いて種々の FAOOH を解析したところ、そのフラグメントパターンは規則性に則った α-開裂であり、その法則化に成功した (図 2)。加えて、エステル型脂質 (PCOOH、CEOOH、TGOOH) にも適用できることが明らかとなった。よって本法によって生体・食品に含まれる多様な脂質クラス・分子種のヒドロペルオキシド位置異性体解析が可能であることが証明された。

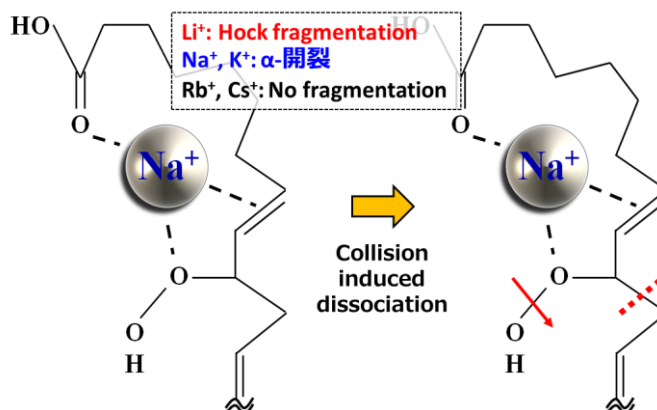


図 2 Na⁺付加による脂質ヒドロペルオキシドの α-開裂

(1) -②過酸化脂質の立体異性体解析

IMMS の分離パラメータの最適化により PCOOH の立体異性体分離を達成した。本条件をもとに LC-IMMS の分析条件を最適化することで、通常の C18 カラムで PCOOH の立体異性体解析を達成した。CEOOH の立体異性体は、IMMS よりもキラルカラムでの分離が良好であったため、キラルカラムを用いた LC-MS/MS 分析法を構築した。

(2) 生体脂質酸化機構の解明

(2) -①脂質の酸化機構評価

被験者(通常的生活環境下)の脂質を測定した結果、測定した全ての被験者の脂質からリノール酸ヒドロペルオキシドが検出され、ヒト脂質においてスクアレンのみならずリノール酸をはじめとする脂肪酸も酸化のターゲットとなる可能性を明らかにした。さらに、それぞれの酸化メカニズムを解析したところ、スクアレンは過去の我々の報告と同様に、一重項酸素酸化(光酸化)の関与が再確認された。一方で、リノール酸にはラジカル酸化の関与が示され、スクアレンと脂肪酸は脂質において異なるメカニズムで酸化を受けている可能性が新たに示唆された(図3)。本研究により、脂質における FAOOH の存在を明らかにするとともに、その生成メカニズムを明らかにした。今後は、皮膚の酸化を適切に防止できる方法の構築への応用を検討していく。

(2) -②ヒト血漿・リポタンパク質を構成する脂質の酸化機構解析

健康ヒト血中リポタンパク質(CM、VLDL、LDL、HDL)に含まれる PCOOH および CEOOH を解析したところ、PCOOH と CEOOH は主にラジカルあるいは酵素酸化によって生成していることがわかった(図4)。また、血漿も同様の結果であった。そこでラジカル酸化と酵素酸化の寄与度を明らかにするため、血漿を(1) -②で構築した立体異性体分析法で解析した。その結果、健康者では酵素酸化による酸化が優位に進行しているのではなく、主にラジカル酸化によって過酸化脂質が生じていることが示された。また、コレステロールエステルの酸化程度はリン脂質のそれよりも低く、これはリポタンパクの疎水性部分に存在するビタミン E などの抗酸化物質の影響と考えられた。さらに HDL は LDL よりも酸化が進んでいることが明らかとなり、過去の報告と一致して HDL が過酸化脂質の輸送体の役割を担っている可能性が示唆された。今後さらに疾患等々の血漿やリポタンパク質酸化機構を解析し、疾患発症と脂質酸化の関係性を明らかにしていく。

(2) -③脂肪肝・肝硬変モデルラットにおける脂質酸化機構解析

四塩化炭素投与直後より肝臓の PCOOH は急激に増加し、12 時間後には約 4 倍の値を示した(図5)。加えて異性体解析より、その酸化機構はラジカル酸化であることがわかった。増加した PCOOH 量は試験期間中(~72 時間)正常値に戻ることは無く、四塩化炭素投与後少なくとも 72 時間は肝臓においてラジカルが発生し続けている可能性が示唆された。一方で血漿の

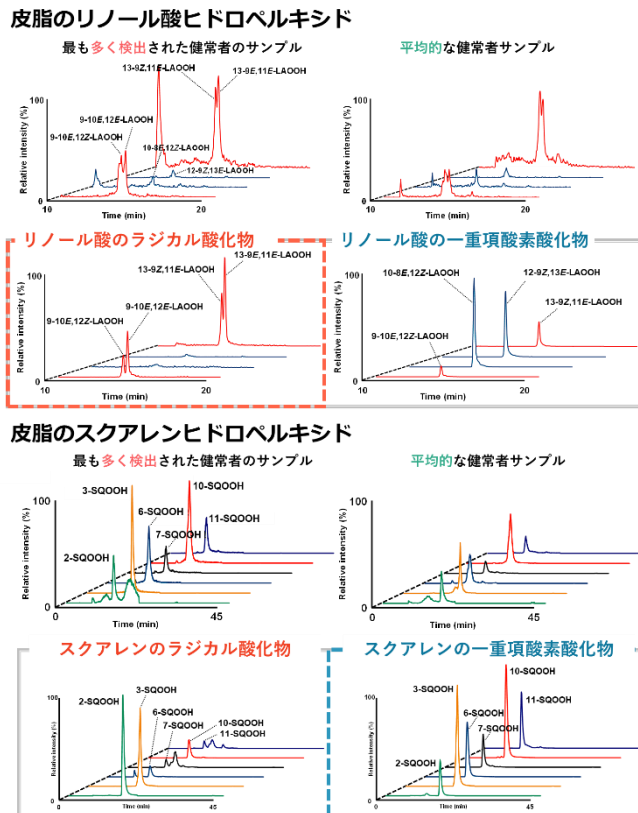


図3 ヒト脂質に存在する
リノール酸ヒドロペルオキシドと
スクアレンヒドロペルオキシド異性体

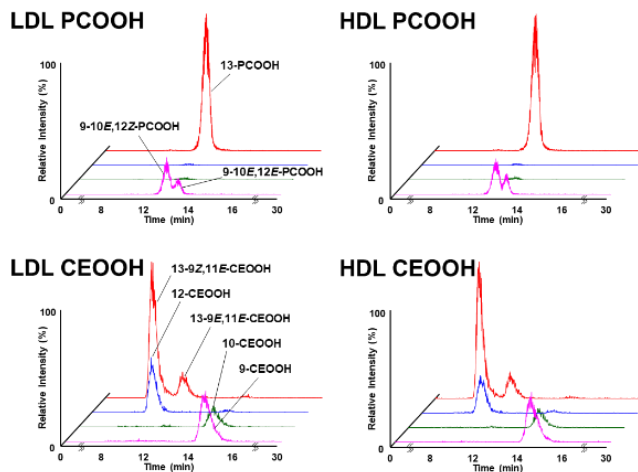


図4 ヒト血中リポタンパク (LDL と HDL)
の PCOOH・CEOOH 異性体解析

PCOOH は徐々に上昇を続け、72 時間まで増加し続けた。また血漿 PCOOH の生成機構は一時的に一重項酸素酸化が亢進され、徐々にラジカル酸化が亢進するという結果となった。本研究は四塩化炭素投与によって生体脂質の酸化機構のバランスが変化することを示した初めての研究と考えられる。今後さらにその他の脂質クラスの酸化機構を解析していく予定である。

(3) 食品脂質酸化機構の解明

(3) -①飲料の酸化機構評価

一部の市販蒸留酒からは、光酸化に特有なリノール酸ヒドロペルオキシドおよびリノール酸エチルヒドロペルオキシド異性体が検出された。加えて、ラジカル酸化に特徴的なリノール酸エチルヒドロペルオキシドも検出されたことから、製造中や販売期間に光酸化およびラジカル酸化が生じていることが示唆された。以上より、過酸化脂質の異性体解析は、飲料の酸化機構の評価に有用であり、今後は、酸化機構に応じた適切な予防法の構築を検証していく予定である。

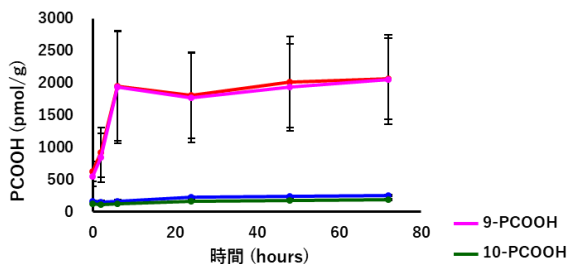
(3) -②植物油の酸化機構の解明

こめ油、大豆油、菜種油の POV の変化を測定したところ、これらの酸化安定性はこめ油、菜種油、大豆油の順であった。加えてこれらに含まれる TGOOH 異性体を解析したところ、いずれの油脂もたしかにラジカル酸化で酸化されていることが証明され、ラジカル酸化に効果的な抗酸化剤（ビタミン E など）が有効であると考えられた。現在これらの油脂の光安定性試験も行っており、ラジカル酸化、光酸化ともに、より効果的な抗酸化物質による酸化安定性の向上が期待される。

(3) -③アクロレインの生成経路の解明

元来 ACR の生成にはリノレン酸のラジカル酸化物が関与していることが示唆されていた。一方で、我々の最近の知見ではリノール酸の一重項酸素酸化物も ACR の生成源になりうるということが予測された（図 6）。そこでリノール酸およびリノレン酸の各種ヒドロペルオキシド異性体の分解物を解析したところ、予想通り、リノール酸の一重項酸素酸化物からも ACR が生成され、その生成量はリノレン酸に匹敵することがわかった。また、リノレン酸についても一重項酸素酸化物はラジカル酸化物よりも ACR 生成量が多いことが示された。以上の結果から、油脂等の光酸化は ACR の生成量を増加させることが示唆され、実際に光照射下で保存した食用油脂を加熱すると ACR の生成量が増加することがわかった。今後この分解経路のさらなる精緻化と、脂質分解物の生体・食品における役割の解明が期待される。

肝臓PCOOH



血漿PCOOH

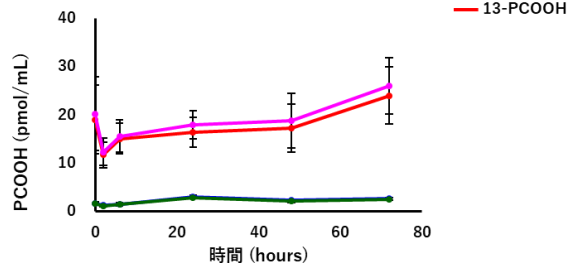


図 5 四塩化炭素投与ラットの肝臓・血漿中 PCOOH 異性体

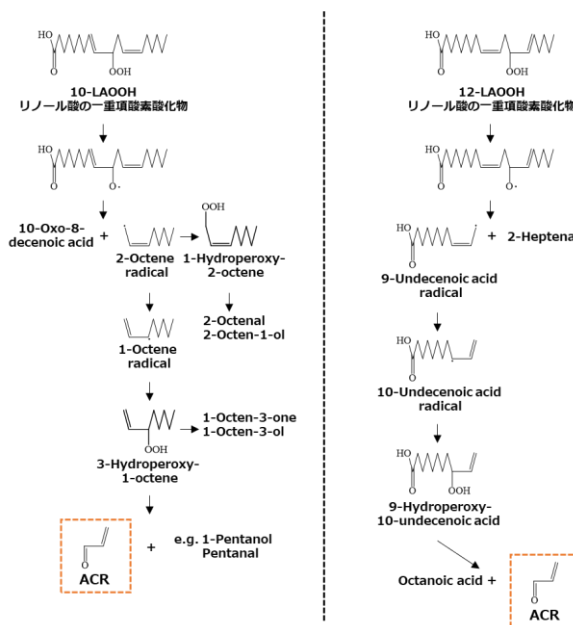


図 6 リノール酸一重項酸素酸化物を由来とする予想 ACR 生成経路

これらの研究成果により、我々が構築してきた過酸化脂質の LC-MS/MS 法の高度化と幅広い試料（生体・食品）への応用を達成でき、酸化反応の見極めに基づいた最適な制御法の提案（例えば、酸化メカニズム評価をもとにした、皮膚の酸化抑制方法や、食用油におけるビタミン E の活用）を進めている。これらの成果は、プレシグニチャーリティ時代を生き抜く新機能性食品（抗酸化食品）の創成や、ヒト・健康・AI の新たな関係性の構築に寄与できると期待される。加えて、食の領域では、油脂酸化のさらなる徹底管理を可能とし、食の安全性担保とフードロス削減への原点回帰を図るとともに、極微量な酸化物の構造制御を介してヒトを魅了できる味・香り・物性のプロデュースへの新展開を目指している。このような基盤的研究の推進により、本研究領域に関する未来社会へ立ち向かえる基盤価値を創造できると期待している。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 10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 Ito Junya, Shimizu Naoki, Kato Shunji, Ogura Yusuke, Nakagawa Kiyotaka	4. 巻 12
2. 論文標題 Direct Separation of the Diastereomers of Cholesterol Ester Hydroperoxide Using LC-MS/MS to Evaluate Enzymatic Lipid Oxidation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Symmetry	6. 最初と最後の頁 1127 ~ 1127
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/sym12071127	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 Rahmania Halida, Kato Shunji, Sawada Kazue, Hayashi Chieko, Hashimoto Hiroyuki, Nakajima Shigeo, Otoki Yurika, Ito Junya, Nakagawa Kiyotaka	4. 巻 10
2. 論文標題 Revealing the thermal oxidation stability and its mechanism of rice bran oil	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-71020-y	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 Ito Junya, Komuro Marina, Parida Isabella Supardi, Shimizu Naoki, Kato Shunji, Meguro Yasuhiro, Ogura Yusuke, Kuwahara Shigefumi, Miyazawa Teruo, Nakagawa Kiyotaka	4. 巻 9
2. 論文標題 Evaluation of lipid oxidation mechanisms in beverages and cosmetics via analysis of lipid hydroperoxide isomers	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	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) 10.1038/s41598-019-43645-1	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 Tanno Rena, Kato Shunji, Shimizu Naoki, Ito Junya, Sato Shuntaro, Ogura Yusuke, Sakaino Masayoshi, Sano Takashi, Eitsuka Takahiro, Kuwahara Shigefumi, Miyazawa Teruo, Nakagawa Kiyotaka	4. 巻 306
2. 論文標題 Analysis of oxidation products of α -tocopherol in extra virgin olive oil using liquid chromatography-tandem mass spectrometry	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Food Chemistry	6. 最初と最後の頁 125582 ~ 125582
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.foodchem.2019.125582	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 加藤俊治、伊藤隼哉、竹腰進、仲川清隆	4. 巻 43
2. 論文標題 酸化脂質の構造と生体への影響	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 基礎老化研究	6. 最初と最後の頁 13～20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Ishikawa Ayano, Ito Junya, Shimizu Naoki, Kato Shunji, Kobayashi Eri, Ohnari Hiroki, Sakata Osamu, Naru Eiji, Nakagawa Kiyotaka	4. 巻 1500
2. 論文標題 Linoleic acid and squalene are oxidized by discrete oxidation mechanisms in human sebum	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Annals of the New York Academy of Sciences	6. 最初と最後の頁 112～121
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/nyas.14615	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 Kato Shunji, Shimizu Naoki, Ogura Yusuke, Otoki Yurika, Ito Junya, Sakaino Masayoshi, Sano Takashi, Kuwahara Shigefumi, Takekoshi Susumu, Imagi Jun, Nakagawa Kiyotaka	4. 巻 32
2. 論文標題 Structural Analysis of Lipid Hydroperoxides Using Mass Spectrometry with Alkali Metals	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of the American Society for Mass Spectrometry	6. 最初と最後の頁 2399～2409
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jasms.1c00039	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 Kato Shunji, Osuka Yusuke, Khalifa Saoussane, Obama Takashi, Itabe Hiroyuki, Nakagawa Kiyotaka	4. 巻 10
2. 論文標題 Investigation of Lipoproteins Oxidation Mechanisms by the Analysis of Lipid Hydroperoxide Isomers	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Antioxidants	6. 最初と最後の頁 1598～1598
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/antiox10101598	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 Kato Shunji, Shimizu Naoki, Otoki Yurika, Ito Junya, Sakaino Masayoshi, Sano Takashi, Takeuchi Shigeo, Imagi Jun, Nakagawa Kiyotaka	4. 巻 6
2. 論文標題 Determination of acrolein generation pathways from linoleic acid and linolenic acid: increment by photo irradiation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 npj Science of Food	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) 10.1038/s41538-022-00138-2	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 Khalifa Saoussane, Enomoto Masaru, Kato Shunji, Nakagawa Kiyotaka	4. 巻 10
2. 論文標題 Novel Photoinduced Squalene Cyclic Peroxide Identified, Detected, and Quantified in Human Skin Surface Lipids	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Antioxidants	6. 最初と最後の頁 1760 ~ 1760
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/antiox10111760	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84件 (うち招待講演 27件 / うち国際学会 13件)

1. 発表者名 仲川清隆
2. 発表標題 こめ油 : 酸化安定性とそれに寄与する要因
3. 学会等名 第74回日本栄養・食糧学会大会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 仲川清隆
2. 発表標題 脂質過酸化とファイトニュートリエントの有用性
3. 学会等名 第74回日本栄養・食糧学会大会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 仲川清隆
2. 発表標題 LC-MS/MS による脂質ヒドロペルオキシドの解析と酸化機構の評価
3. 学会等名 第73回日本酸化ストレス学会第20回日本NO学会 合同学術集会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 仲川清隆
2. 発表標題 LC-MS/MSでドコサヘキサエン酸（DHA）の酸化物を詳細に評価する
3. 学会等名 日本脂質栄養学会 第29回大会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 仲川清隆
2. 発表標題 臨床サンプルの脂質酸化の詳細を質量分析で捉える(アーティファクトと見分ける)
3. 学会等名 第2回 日本質量分析学会東北談話会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 仲川清隆
2. 発表標題 食品や生体成分の酸化機構を見極めて活かす
3. 学会等名 『食学拠点の形成』キックオフシンポジウムプログラム（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 境野眞善, 清水直紀, 加藤俊治, 伊藤隼哉, 佐野貴士, 今義潤, 仲川清隆
2. 発表標題 食用油脂の高温加熱時に生成するアルデヒドの解析
3. 学会等名 第74回日本栄養・食糧学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 加藤俊治, 大須賀佑輔, 仲川清隆
2. 発表標題 質量分析を用いたヒト血中リポタンパク質の酸化メカニズムの推定
3. 学会等名 第73回日本酸化ストレス学会第20回日本NO学会 合同学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 境野眞善, 佐野貴士, 加藤俊治, 伊藤隼哉, 今義潤, 仲川清隆
2. 発表標題 酸価の上昇に寄与するトリグリセリド由来酸性物質の研究
3. 学会等名 日本油化学会第59回年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 加藤俊治, 乙木百合香, 伊藤隼哉, 境野眞善, 佐野貴士, 今義潤, 仲川清隆
2. 発表標題 様々な油脂酸化評価に向けたトリアシルグリセロールヒドロペルオキシド標準品の調製法
3. 学会等名 日本油化学会第59回年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高橋巧, 加藤俊治, 伊藤隼哉, 境野真善, 佐野貴士, 今義潤, 仲川清隆
2. 発表標題 LC-MS/MSを用いたトリアシルグリセロールヒドロペルオキシドの吸収代謝の定量評価について
3. 学会等名 日本油化学会第59回年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Halida Rahmania, Shunji Kato, Kazue Sawada, Chieko Hayashi, Hiroyuki Hashimoto, Shigeo Nakajima, Yurika Otoki, Junya Ito, Kiyotaka Nakagawa
2. 発表標題 Evaluation the thermal oxidation of rice bran oil: revealing its stability and mechanism
3. 学会等名 日本食品科学工学会東北支部令和2年大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shunji Kato, Kiyotaka Nakagawa
2. 発表標題 Structural analysis of lipid oxidation products using mass spectrometry
3. 学会等名 International symposium on lipids and food ingredients for health promotion (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Junya Ito, Naoki Shimizu, Masayoshi Sakaino, Shunji Kato, Takashi Sano, Jun Imagi, Kiyotaka Nakagawa
2. 発表標題 Evaluation of the effect of high temperature heating on the oxidation of edible oils: focus on structural analysis of oxidized lipids
3. 学会等名 International symposium on lipids and food ingredients for health promotion (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takumi Takahashi, Shunji Kato, Junya Ito, Masayoshi Sakaino, Takashi Sano, Jun Imagi, Kiyotaka Nakagawa
2. 発表標題 Quantitative evaluation of the absorption of triacylglycerol hydroperoxide using LC-MS/MS
3. 学会等名 International symposium on lipids and food ingredients for health promotion (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Halida Rahmania, Shunji Kato, Kazue Sawada, Chieko Hayashi, Hiroyuki Hashimoto, Shigeo Nakajima, Yurika Otoki, Junya Ito, and Kiyotaka Nakagawa
2. 発表標題 Rice bran oil stability mechanism on thermal condition: an investigation for quality improvement. International symposium on lipids and food ingredients for health.
3. 学会等名 International symposium on lipids and food ingredients for health promotion (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 伊藤隼哉, 清水直紀, 加藤俊治, 花田篤志, 前川正充, 仲川清隆
2. 発表標題 イオンモビリティ質量分析を用いた酵素による脂質過酸化の評価
3. 学会等名 日本農芸化学会2021年度大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 加藤俊治, 清水直紀, 乙木百合香, 伊藤隼哉, 境野眞善, 佐野貴士, 竹内茂雄, 今義潤, 仲川清隆
2. 発表標題 光酸化を踏まえたリノール酸およびリノレン酸からのアクロレイン生成経路の解明
3. 学会等名 日本農芸化学会2021年度大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮崎瑠璃子、加藤俊治、境野眞善、竹内茂雄、今義潤、仲川清隆
2. 発表標題 リノール酸ヒドロペルオキシド異性体から生じる酸化二次生成物の解析
3. 学会等名 日本農芸化学会2021年度大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山田皓輝、伊藤隼哉、加藤俊治、石原克之、国寄祐子、仲川清隆
2. 発表標題 加工食品（ポテトチップス）の保存時に進行する脂質酸化とその機構の評価
3. 学会等名 日本農芸化学会2021年度大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 境野眞善、加藤俊治、伊藤隼哉、竹内茂雄、今義潤、仲川清隆
2. 発表標題 エクストラバージンオリーブオイルの香りをもたらす揮 発性物質の起源の解明
3. 学会等名 日本農芸化学会2021年度大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 仲川清隆
2. 発表標題 実生活レベルの過酸化脂質の消化・吸収
3. 学会等名 日本農芸化学会2021年度大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 仲川清隆
2. 発表標題 過酸化脂質の LC-MS/MS 分析 からだの酸化機構？ アクロレインの新たな生成経路？
3. 学会等名 日本農芸化学会2021年度大会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 仲川清隆
2. 発表標題 過酸化脂質の生成原因を特定し、最適な抗酸化物質の選択に繋げる
3. 学会等名 第31回ビタミンE研究会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 乙木百合香，加藤俊治，境野眞善，仲川清隆
2. 発表標題 油脂中のトコフェロール酸化物の解析
3. 学会等名 第31回ビタミンE研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 加藤俊治，境野眞善，佐野貴史，今義潤，仲川清隆
2. 発表標題 食品中の多様なトリアシルグリセロール分子種の酸化解析
3. 学会等名 第31回ビタミンE研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 仲川清隆
2. 発表標題 食品成分の分析や吸収代謝研究から考える健康的生活
3. 学会等名 日本農芸化学会2019年度大会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 仲川清隆
2. 発表標題 抗酸化食品を知ろう！～本当は大切な『脂質』の選び方
3. 学会等名 第11回元気！健康！フェア in とうほく（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 仲川清隆
2. 発表標題 過酸化脂質の異性体分析から見る酸化ストレス疾患
3. 学会等名 第19回日本抗加齢医学会総会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 仲川清隆
2. 発表標題 過酸化脂質の異性体分析から知る酸化ストレス
3. 学会等名 鳥取大学医学部 大学院特別セミナー（分子代謝制御学特論）（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 仲川清隆
2. 発表標題 機能性食品、とくに抗酸化食品を考える
3. 学会等名 SAC東京 コース 月例会 第5回（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 仲川清隆
2. 発表標題 油脂の酸化原因をしりたい!!
3. 学会等名 第34回日本ゴマ科学会大会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 仲川清隆
2. 発表標題 食用油脂のPOV測定に加えて、各脂肪酸の酸化度評価から見えてくるもの
3. 学会等名 第27回加工油脂栄養研究会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 加藤俊治, 伊藤隼哉, 境野眞善, 佐野貴士, 永塚貴弘, 宮澤陽夫, 仲川清隆
2. 発表標題 質量分析を用いた油脂初期酸化の新規評価法
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 高橋隼登, 加藤俊治, 伊藤隼哉, 境野真喜, 佐野貴士, 永塚貴弘, 宮澤陽夫, 仲川清隆
2. 発表標題 LC-MS/MSを用いたオリーブ油の酸化メカニズム推定
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 飯田彩未, 加藤俊治, 泉井亮太, 久保内宏晶, 仲川清隆
2. 発表標題 様々な分子種からなるランダムエステル交換油の酸化機構の評価
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 加藤俊治, 竹腰進, 仲川清隆
2. 発表標題 質量分析によるトリアシルグリセロールヒドロペルオキシド分析法の構築
3. 学会等名 第61回 日本脂質生化学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大須賀佑輔, 加藤俊治, 伊藤隼哉, 永塚貴弘, 仲川清隆
2. 発表標題 主要リポタンパクに含まれるコレステロールエステルおよびホスファチジルコリンのヒドロペルオキシド異性体解析
3. 学会等名 第61回 日本脂質生化学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 加藤俊治, 雨宮伸幸, 杉浦秀和, 仲川清隆
2. 発表標題 透析患者血中の過酸化リン脂質異性体解析
3. 学会等名 日本過酸化脂質・抗酸化物質学会 第27回年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Rahmania Halida, Kazue Sawada, Shunji Kato, Hiroyuki Hashimoto, Kiyotaka Nakagawa
2. 発表標題 Evaluation of high thermal-oxidative stability of rice bran oil (RBO) via classical and modern mass spectrometric methods
3. 学会等名 日本食品科学工学会第66回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 加藤俊治, 境野眞善, 佐野貴士, 仲川清隆
2. 発表標題 食品に含まれる多様なトリアシルグリセロールの酸化メカニズム解析
3. 学会等名 日本食品科学工学会第66回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 加藤俊治, 乙木百合香, 伊藤隼哉, 永塚貴弘, 仲川清隆
2. 発表標題 カチオン- 電子相互作用に基づく脂質ヒドロペルオキシドの異性体解析
3. 学会等名 日本油化学会第58回年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 齋藤浩唯, 加藤俊治, 高橋隼登, 清水直紀, 境野眞善, 佐野貴士, 伊藤隼哉, 今義潤, 仲川清隆
2. 発表標題 トリアシルグリセロールヒドロペルオキシド異性体解析によるオリーブオイル酸化機構の評価
3. 学会等名 日本油化学会第58回年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 清水直紀, 加藤俊治, 境野眞善, 佐野貴士, 今義潤, 仲川清隆
2. 発表標題 食用油脂の高温加熱時に生成するトリアシルグリセロールヒドロペルオキシドの構造解析
3. 学会等名 日本油化学会第58回年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高橋巧, 加藤俊治, 伊藤隼哉, 境野眞善, 佐野貴士, 今義潤, 池田郁男, 仲川清隆
2. 発表標題 LC-MS/MS によるトリアシルグリセロールヒドロペルオキシドの吸収代謝の評価
3. 学会等名 日本油化学会第58回年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊藤隼哉, 加藤俊治, 橋本革, 加藤眞晴, 仲川清隆
2. 発表標題 LC-MS/MS による DHA を多く含む藻類油の酸化特性の解析
3. 学会等名 日本油化学会第58回年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 仲川清隆, 伊藤隼哉, 加藤俊治, 永塚貴弘
2. 発表標題 リノール酸由来の6種のヒドロペルオキシド異性体とグリシンのメイラード反応
3. 学会等名 第29回日本メイラード学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石川絢野, 伊藤隼哉, 小林エリ, 坂田修, 成英次, 仲川清隆
2. 発表標題 ヒト皮膚中のコレステロールエステルの酸化の評価
3. 学会等名 日本農芸化学会東北支部第154大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kiyotaka Nakagawa
2. 発表標題 Lipid oxidation mechanisms: Implication to Food Quality and Health
3. 学会等名 International Conference for FOOD SAFETY and HEALTH (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yurika Otoki
2. 発表標題 Exploring the role of esterified oxylipins in the brain
3. 学会等名 International Conference on Clinical Lipid Nutrition (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kiyotaka Nakagawa
2. 発表標題 How do edible oils and biological lipids deteriorate? Clarification by LC-MS/MS
3. 学会等名 The 7th International Conference on Food Factors (ICoFF 2019) and The 12th International Conference and Exhibition on Nutraceuticals and Functional Foods (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shunji Kato, Naoki, Shimizu, Yurika Otoki, Junya Ito, Masayoshi Sakaino, Takashi Sano, Takahiro Eitsuka, Teruo Miyazawa, Kiyotaka Nakagawa
2. 発表標題 Determination of triacylglycerol oxidation mechanisms using liquid chromatography-tandem mass spectrometry
3. 学会等名 American Oil Chemists' Society (AOCS) Annual Meeting and Expo 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 仲川清隆
2. 発表標題 脂質やビタミンEの酸化物の解析とその意義
3. 学会等名 第63回日本脂質生化学会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 仲川清隆
2. 発表標題 過酸化脂質による細胞毒性に対する植物抽出物の有用性
3. 学会等名 第75回日本栄養・食糧学会大会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 仲川清隆
2. 発表標題 脂質酸化情報の精緻化から創造する油脂の未来品質
3. 学会等名 日本油化学会第60回年会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 境野眞善
2. 発表標題 酸価の上昇に寄与するトリグリセリド由来酸性物質の研究
3. 学会等名 日本油化学会第60回年会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 仲川清隆
2. 発表標題 LC-MS/MSによる脂質過酸化の解析：アクロレインの新たな生成経路？
3. 学会等名 第46回日本医用マススペクトル学会年会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shunji Kato
2. 発表標題 Structural analysis of lipid oxidation products using mass spectrometry
3. 学会等名 2021 AOCs Annual Meeting & Expo（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 仲川清隆
2. 発表標題 脂質酸化情報の精緻化から創造する食品の未来品質・健康社会
3. 学会等名 日本農芸化学会2022年度大会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 加藤俊治, 仲川清隆
2. 発表標題 脂肪酸ヒドロペルオキシドからのアクロレイン生成経路の推定
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 伊藤隼哉, 石川絢野, 清水直紀, 加藤俊治, 小林エリ, 大成宏樹, 坂田修, 成英次, 仲川清隆
2. 発表標題 ヒト皮脂の脂質酸化メカニズムの評価：リノール酸に着目して
3. 学会等名 第46回日本化粧品学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 加藤俊治, 高橋隼登, 乙木百合香, 伊藤隼哉, 境野眞善, 佐野貴士, 竹内茂雄, 今義潤, 仲川清隆
2. 発表標題 オリーブオイル酸化機構（熱・光）の数値化と光酸化に影響する波長の解析
3. 学会等名 第75回日本栄養・食糧学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Mirinthorn Jutanom, 加藤俊治, 乙木百合香, 伊藤隼哉, 山下慎司, 木下幹朗, 永塚貴弘, 仲川清隆
2. 発表標題 グルコシルセラミドの酸化修飾とCaco-2培養細胞系における抗炎症作用
3. 学会等名 第75回日本栄養・食糧学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 境野眞善, 伊藤隼哉, 加藤俊治, 清水直紀, 竹内茂雄, 今義潤, 仲川清隆
2. 発表標題 超臨界クロマトグラフィーを用いた過酸化脂質の分析
3. 学会等名 日本食品科学工学会第68回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 伊藤隼哉, 境野眞善, 清水直紀, 加藤俊治, 仲川清隆
2. 発表標題 種々の食用油脂に応用可能なアルカリ分解による網羅的過酸化脂質分析法
3. 学会等名 日本食品科学工学会第68回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 乙木百合香, 加藤俊治, 石川大太郎, 仲川清隆
2. 発表標題 近赤外分光分析から読み解く植物油酸化原因特定の研究
3. 学会等名 日本食品科学工学会第68回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大井聡美, 加藤俊治, 中西智美, 中塚雄己, 瀬尾幹子, 仲川清隆
2. 発表標題 ごま油の熱および光に対する酸化安定性の評価
3. 学会等名 日本食品科学工学会第68回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 加藤俊治, 乙木百合香, 仲川清隆
2. 発表標題 脂質の光酸化に影響する波長の評価
3. 学会等名 日本食品科学工学会第68回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 加藤俊治, 境野眞善, 清水直紀, 乙木百合香, 伊藤隼哉, 竹内茂雄, 今義潤, 仲川清隆
2. 発表標題 アクロレイン生成経路の推定と光照射食品中アクロレインの検出
3. 学会等名 日本油化学会第60回年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高橋巧, 加藤俊治, 伊藤隼哉, 吉永和明, 桐明絢, 後藤直宏, 仲川清隆
2. 発表標題 トリアシルグリセロールヒドロペルオキシドの吸収代謝解明に向けた重水素標識体の合成および分析法構築
3. 学会等名 日本油化学会第60回年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 伊藤隼哉, 境野眞善, 清水直紀, 加藤俊治, 仲川清隆
2. 発表標題 アルカリ分解による過酸化脂質分析法の開発と種々の油脂酸化評価への応用
3. 学会等名 日本油化学会第60回年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 伊藤隼哉, 石川絢野, 清水直紀, 加藤俊治, 小林エリ, 大成宏樹, 坂田修, 成英次, 仲川清隆
2. 発表標題 ヒト皮脂における脂肪酸ヒドロペルオキシドの解析と酸化メカニズムの評価
3. 学会等名 日本脂質栄養学会第30回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 清水直紀, 伊藤隼哉, 加藤俊治, 永塚貴弘, 西田浩志, 仲川清隆
2. 発表標題 LC-MS/MSおよびGC-MSによるサメ肝油中のスクアレンの酸化評価
3. 学会等名 日本農芸化学会東北支部 第156回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 齋藤浩唯, 伊藤隼哉, 加藤俊治, 笠谷聡, 仲川清隆
2. 発表標題 LC-MS/MSによる乳脂質(トリアシルグリセロール)の酸化実態の評価
3. 学会等名 日本農芸化学会東北支部 第156回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 乙木百合香, 加藤俊治, 石川大太郎, 仲川清隆
2. 発表標題 近赤外分光分析から読み解く植物油酸化原因特定の研究
3. 学会等名 日本食品科学工学会東北支部令和3年大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮崎瑠璃子, 加藤俊治, 境野眞善, 竹内茂雄, 今義潤, 仲川清隆
2. 発表標題 リノール酸ヒドロペルオキシド異性体から生じる酸化二次生成物の解析
3. 学会等名 令和3年度 日本栄養食糧学会東北支部(第55回大会)&北海道支部(第51回大会)合同支部大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 楠本惟吹, 加藤俊治, 仲川清隆
2. 発表標題 質量分析による魚介類中DHAヒドロペルオキシド異性体の解析
3. 学会等名 令和3年度 日本栄養食糧学会東北支部(第55回大会)&北海道支部(第51回大会)合同支部大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 楠本惟吹, 加藤俊治, 泉井亮太, 田中礼央, 仲川清隆
2. 発表標題 LC-MS/MSによる油脂の酸化感受性の評価: とくに脂肪酸鎖長の影響の解明に向けて
3. 学会等名 日本農芸化学会2022年度大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 境野眞善, 加藤俊治, 伊藤隼哉, 清水直紀, 西村紗希, 竹内茂雄, 今義潤, 仲川清隆
2. 発表標題 超臨界流体クロマトグラフィーを用いた食用油脂酸化の評価
3. 学会等名 日本農芸化学会2022年度大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高橋巧, 加藤俊治, 伊藤隼哉, 吉永和明, 桐明絢, 後藤直宏, 仲川清隆
2. 発表標題 安定同位体標識によるトリアシルグリセロールヒドロペルオキシドの吸収代謝の解明
3. 学会等名 日本農芸化学会2022年度大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Saoussane Khalifa, Shunji Kato, Masaru Enomoto, Yurika Otoki, Takahiro Eitsuka, Kiyotaka Nakagawa
2. 発表標題 Exposure of squalene hydroperoxides to photons causes the formation of unique squalene cyclic peroxides via a chain reaction mechanism detected on the human skin and causing harm to skin cells (HaCaT)
3. 学会等名 2021 AOCs Annual Meeting & Expo (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Masayoshi Sakaino, Takashi Sano, Shunji Kato, Junya Ito, Jun Imagi, Kiyotaka Nakagawa
2. 発表標題 Study of the acidic compounds derived from triacylglycerol that contribute to acid value increment
3. 学会等名 2021 AOCs Annual Meeting & Expo (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shunji Kato, Naoki Shimizu, Yurika Otoki, Kiyotaka Nakagawa
2. 発表標題 Alkali metals induce the hydroperoxyl group position specific fragment ions in mass spectrometry
3. 学会等名 FACSS SciX (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yurika Otoki, Shunji Kato, Daitaro Ishikawa, Yukihiko Ozaki, Kiyotaka Nakagawa
2. 発表標題 Identificating the causes of vegetable oil oxidation by near-infrared spectroscopy
3. 学会等名 The 20th International Conference on NIR (国際学会)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 大坪研一、久保田真敏、加藤俊治、乙木百合香、Halida Rahmania、仲川清隆、松木翠、澤田一恵、橋本博之、清水稔仁	4. 発行年 2021年
2. 出版社 Informa markets	5. 総ページ数 104
3. 書名 食品と開発	

1. 著者名 小林誠、渡辺正、安藤耕司、鈴木孝昌、平山孝人、諸藤達也、加藤俊治、仲川清隆、岩井美幸、細谷治夫、松永猛裕、前田瑞夫、桜井弘、旦部幸博、新村芳人	4. 発行年 2020年
2. 出版社 東京化学同人	5. 総ページ数 76
3. 書名 現代化学	

1. 著者名 野島博、寺山慧、石田祥一、奥野恭史、加藤俊治、仲川清隆、吉田藍子、鈴木勇輝、吉村成弘、中務茂樹、廣田襄、荏原充宏、落合洋文、矢野将文、田中一義	4. 発行年 2019年
2. 出版社 化学同人	5. 総ページ数 74
3. 書名 化学	

〔出願〕 計2件

産業財産権の名称 油脂の酸化原因の特定方法	発明者 乙木百合香, 加藤俊治, 仲川清隆	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、2022-010871	出願年 2022年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 油脂のアクロレイン生成能を評価する方法	発明者 加藤俊治, 仲川清隆	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、2022-028235	出願年 2022年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

-

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	永塚 貴弘 (Eitsuka Takahiro) (30445895)	東北大学・農学研究科・准教授 (11301)	
研究分担者	伊藤 隼哉 (Ito Junya) (50781647)	東北大学・農学研究科・助教 (11301)	
研究分担者	加藤 俊治 (Kato Shunji) (60766385)	東北大学・農学研究科・助教 (11301)	

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