

令和4年度「学内競争的研究経費」【個人研究助成】

No	所属学系	代表者	研究(事業)課題
1	法・行政・社会学	新藤 雄介	旧制安積中学校関係資料による読書文化史の基礎的研究
2	自然科学・情報学	西嶋 大輔	普及率の向上に伴う製品寿命変化を加味したカーシェアリングの環境影響評価モデルの構築
3	生物・農学	石川 大太郎	近赤外/赤外/遠赤外分光を用いた水の構造状態把握と新たな分光領域の開拓
4	生物・農学	吉永 和明	食用油脂に含まれる有害懸念物質の生成経路解明に向けた基礎研究

研究代表者	所属学系・職名 法・行政・社会学系・准教授 氏 名 新藤 雄介
研究課題	旧制安積中学校関係資料による読書文化史の基礎的研究 Study on the Reading Culture in Asaka Junior High School Before 1945
成果の概要	<p>【1. 旧制安積中学校について】 旧制安積中学校は1901年に誕生するが、それまでには多くの変遷がある。1884年に福島中学校・平中学校・若松中学校が設立されるが、2年後にこれらが福島尋常中学校に統合される。その翌年に、福島県尋常中学校となる。その2年後に安積に移転となり、1889年に福島県第一尋常中学校と変更される。これが、改称され、1901年に福島県立安積中学校となった。戦後には、1948年に福島県立安積高等学校となる。今回の調査先である安積歴史博物館は旧制安積中学校の校舎を使用しており、学校の100周年記念事業の一環として1984年に開設された。ここに、福島尋常中学校以降の学校文書や蔵書などが、引き継がれ保存されている。</p> <p>【2. 資料の状況について】 蔵書資料のうち、和装本については、博物館開設時の『安高図書館よりの寄託図書目録』があり、当時の所蔵状況を知ることができる。また、現在の安積高等学校図書館には、1948年の学校図書館開設間もない頃に作成された手書きの所蔵図書原簿が保管されている。そこには、戦前の洋装本約8500タイトルが掲載されている。</p> <p>また、学校文書については創立100周年事業で収集が行われた。その際に寄贈された教科書、日記、通信簿などの資料類が『安積歴史博物館 寄贈・寄託品 目録』にまとめられている。</p> <p>現存している資料は、旧蔵書として和装本が約5000点、学校文書が約5000点と見込まれている。</p> <p>【3. 調査について】 2022年3月12日 第1回会議 オンライン 2022年3月29-30日 予備調査 安積歴史博物館 2022年5月14-16日 第1回現地調査 安積歴史博物館 2022年7月24日 第2回会議 オンライン 2022年10月1-3日 第2回現地調査 安積歴史博物館 2022年11月12日 洋装本整理作業 安積歴史博物館 2022年12月10日 資料電子化準備作業 安積歴史博物館</p>



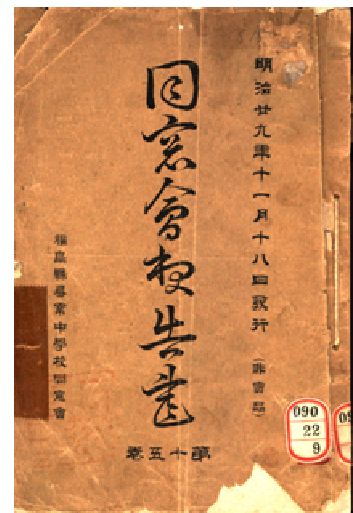
調査にあたって2022年度は、蔵書資料群の和装本の調査を進めることとした。そのため、学校資料群の調査は和装本の完了後に行うこととした。調査・研究に当たっては、資料が膨大なため、新藤個人のテーマを持ちながら、早稲田大学の和田敦彦氏のリテラシー史研究会に加わる形で、研究グループとして全体的な調査を進めていった。

第1回会議では目録のフォーマットや調査内容について検討した。その後、新藤を含むグループ数名で現地での予備調査を行い、最終的な目録フォーマットを決定した。

5月に3日間の現地調査を行い、所在（展示、収蔵棚名）、番号、枝番号、書名、書名（かな）、著者名、著者名（かな）、年月日、刊写、形態、出版者、備考、国内他機関での所蔵状況、資料の蔵書印・管理印、といった情報の入力を行った。この調査で、和装本約300タイトル、約1800冊が完了した。

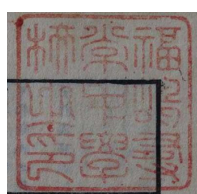
10月に2回目の現地調査を行い、和装本約180タイトル、約1200冊の情報入力が完了した。この調査の過程で、同じ敷地内にある安積高校の図書館に、戦前の洋装本が収蔵されていることがわかった。高校では図書館を解体し、新築する計画であったため、これらの洋装本の多くについて博物館に移動させることにし、11月に実施した。

また、旧制安積中学校では1890年から1943年にかけて、『扶桑の花』、『同窓会報告書』、『校友会雑誌』、『安積野』の校友会雑誌が発行されており、当時の状況を知る貴重な資料となっている。これらについて、比較的状态のよい明治期のものを外部にスキャンング発注し、今後の研究のための基礎資料とすることとした。



【4. 現段階で明らかとなっていること】

蔵書印では「福島県福島中学校印」、「福島尋常中学校印」、「福島県第一中学校印」、「福島県一中学校之印」、「福島県安積中学校印」、「若松中学校印」、「福島師範学校蔵書印」、「福島県開成山農学校」、「磐前件四番中学校印」、「若松県図書館」など、様々な中学校の印が押されていることが確認できている。このことは、旧制安積中学校の蔵書が様々な遍歴を経て、集まってきたことを示唆している。今後、さらに調査を進めて行く中で、当時の読書文化、学校文化を捉えることができるものと期待できる。



研究代表者	所属学系・職名 自然科学・情報学系・准教授 氏 名 西嶋 大輔
研究課題	普及率の向上に伴う製品寿命変化を加味したカーシェアリングの環境影響評価モデルの構築 Developing an analytical framework of environmental effects of car sharing including its effects on product lifetime of automobiles.
成果の概要	<p>背景 環境配慮型のモノの消費形態の1つとして、シェアリングエコノミーが着目されている。シェアリングエコノミーでは、1つの製品が複数人で利用されることで、社会全体に必要な製品の数の低減が見込まれることから、その普及による環境負荷の低減が期待されている。特に自動車のシェアリングエコノミー（ここではカーシェアリングと呼ぶ）については、その環境負荷の削減効果について研究が進んでいる。一方で、カーシェアリングでは複数人で1台の自動車を利用することや自家用車の保有に比べて自動車の利用可能性が上がることから、従来の個人保有に比べ自動車の利用頻度が増加することが考えられる。また、特にライドシェアリングにおいては乗客のピックアップに伴う走行距離の増加も考えられることから、カーシェアリングに利用される自動車の製品寿命はその普及に応じて短くなることが十分に考えられる。これらを加味すると、シェアリングの普及に応じて自動車の製造や廃棄の台数が増加し、結果として環境負荷も増大してしまう可能性があると考えられる。そのためカーシェアリングの環境評価では、その普及率の向上と自動車の製品寿命の変化を結び付けたうえで分析・議論する必要がある。しかし、前述した先行研究では製品寿命は外生的に設定されたものに留まっており、そうした普及に伴う製品寿命への影響については十分に考慮されていない。</p> <p>目的 上記の研究背景を踏まえ、本研究課題ではカーシェアリング普及による環境影響評価モデルについて、その普及に伴う自動車の製品寿命への影響を加味した評価モデルを構築することを目的とする。また、構築した評価モデルを基に、ケーススタディとして日本におけるカーシェアリング普及によるCO₂排出量への影響について分析する。</p> <p>方法 はじめに、国勢調査の人口、国土交通省の自動車燃料消費量調査での自動車の総走行キロ、全国道路・街路交通情勢調査の自動車の平均乗車人数のデータを基に、日本における1人当たりの自動車での移動に対する需要（以下、「移動需要」と表す）を推計した。上記のデータに加えて、日本自動車販売協会連合会の自動車統計年報の自動車保有台数のデータを用いて、自動車1台が1年で満たす移動需要の量（以下、「移動サービス供給量」と表す）を求め、この移動サービス供給量を自家用車1台の1年当たりの移動サービス供給量と設定した。その後、国立社会保障・人口問題研究所の将来人口推計のデータと上記で求めた1人当たりの移動需要を基に2020年から2050年の各年における、日本全体での自動車の総移動需要量を求めた。この総移動需要について、シナリオで設定したカーシェアリングの普及率に従って、各年での自家用車およびカーシェアリングで満たす自動車の移動需要量を求めたうえで、その移動需要量を自家用車およびカーシェアリング用それぞれの自動車1台の移動サービス供給量で除することで、自家用車とカーシェアリング用の車でそれぞれ必要となるストックで</p>

の台数を推計した。このストック台数を、製品のストック量やフローの量を推計するポピュレーションバランスモデル（以下、「PBM」と示す）でのストックの値として用いることで、2020年から2050年における自家用車とシェアリング用の車の生産台数を求めた。PBMにおいては、自動車の使用年数とそれに応じた自動車の残存確率を示す寿命分布が必要となる。この寿命分布については、Oguchi (2015)の推計手法を参考に、日本自動車販売協会連合会の自動車統計年報の各年の自動車の販売台数を用いて求めた。最後に、推計された生産台数、移動サービス供給量に、国立環境研究所の「産業連関表による環境負荷原単位データブック（3EID）」の対応する排出係数を用いることでCO₂排出量の推計を行った。

研究目的にあったカーシェアリングの普及に伴う製品寿命への影響の考慮について述べる。まず自家用車に対するシェアリング用の車の移動サービス供給量の増加率、および自家用車に対するシェアリング用の車の実走行距離の増加率をシナリオとして設定する。ここで実走行距離の増加率とは、自家用車と同じ移動需要量を満たす際に、シェアリング用の車が自家用車に比べてどの程度走行距離が増加するかを示すものである。移動サービス供給量の増加率についてはシェアリング用の車の移動サービス供給量と寿命分布、走行距離の増加率についてはシェアリング用の車の寿命分布にそれぞれ取り入れることで、シェアリングの普及に伴う各増加率の設定に伴って、シェアリング用の車の寿命分布（製品寿命に対応）、およびストックとしての台数と生産台数が変化し、これに応じてシェアリングの普及をCO₂排出量の変化に反映させることが可能となる。

上記で構築したモデルを用いた分析を用いて、日本におけるカーシェアリング普及による生産台数とCO₂排出量への影響について分析した。研究の対象期間は2020年から2050年とし、日本における普通自動車、小型自動車、軽自動車に対する自動車の移動需要量を対象として分析を行った

成果

図1は、2050年におけるシェアリングの普及率を30%、自家用車に対するシェアリング用の車の移動サービス供給量の増加率を1.5倍としたときの、シェアリングの平均乗車人数別の2020年から2050年の累計での自動車の生産台数とCO₂排出量を示したものである。図1の一番左の棒グラフは、シェアリングが全く普及せず全て自家用車であった場合の結果を示している。また、シェアリング用の車の実走行距離は1としている。

図1から分かるように、全て自家用車だった場合と比べて、シェアリングの普及によって生産台数とCO₂排出量の両方が減少することを示している。また、カーシェアリングの平均乗車人数の増加に応じて、その減少量も大きくなっていることが分かる。

図2は、図1の時と同様に2050年におけるシェアリングの普及率を30%、シェアリング用の車の移動サービス供給量の増加率を1.5倍と設定し、カーシェアリングの平均乗車人数を2人としたときの、シェアリング用の車の実走行距離の増加率別の同期間の累積での生産台数とCO₂排出量の結果を示したものである。この結果から分かるように、実走行距離の増加率が1.5倍となっても、まだカーシェアリングの普及は、自家用車みのケースと比べて生産台数とCO₂排出量の減少に寄与するが、実走行距離の増加率が2倍のケースでは、僅かではあるがカーシェアリングの普及は自動車の生産台数とCO₂排出量を逆に増加させてしまうことが示されている。

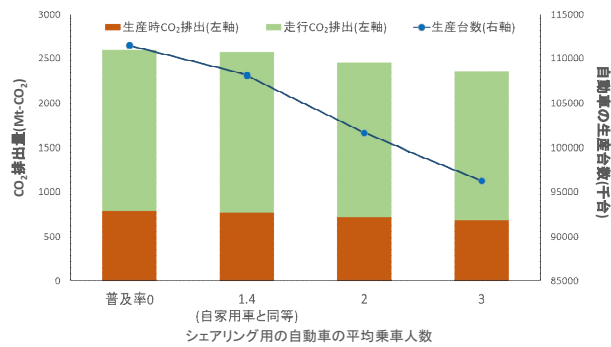


図1 カーシェアリングの平均乗車人数別の2020年から2050年での累積での自動車の生産台数とCO₂排出量の比較

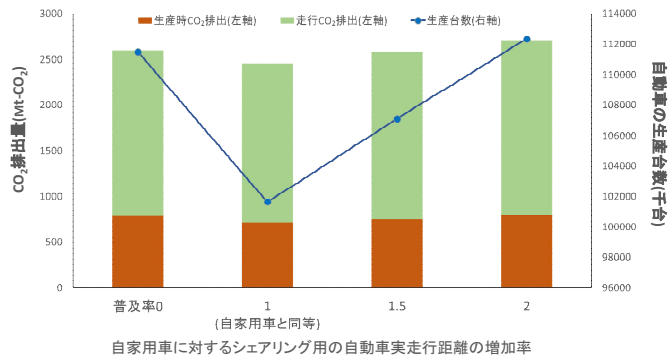


図2 シェアリング用の車の実走行距離の増加率別の2020年から2050年での累積での自動車の生産台数とCO₂排出量の比較

全体として、カーシェアリングの普及は、その普及に伴う自動車の製品寿命への影響を加味した場合においても、生産台数およびCO₂排出量の減少に寄与するが、シェアリング用の車が移動需要を満たすために実走行距離が過度に増加してしまう場合は、カーシェアリングの普及が逆に生産台数やCO₂排出量の増加に寄与してしまうことが示された。そのため、カーシェアリングの普及においては、特にライドシェアリングのような形態においてはできるだけ効率よく乗客をピックアップできるようなシステムを開発するなど、シェアリング普及に伴う実走行距離の増加を抑えることが、その生産台数やCO₂排出量の削減効果を高めるうえで重要であることが示唆される。本研究において、カーシェアリング普及に伴う自動車の製品寿命への影響を加味したカーシェアリングの環境影響評価のモデルを構築し、そのモデルを用いてカーシェアリング普及の生産台数やCO₂排出量への影響について明らかにした。今後の展望として、複数のシナリオにおけるカーシェアリング普及の影響の結果を示すことを通じて、カーシェアリングの普及による環境負荷の削減を目指すうえで、例えばカーシェアリング用の車の実走行距離の増加率や平均乗車人数の目標をどのくらいに設定すれば良いかについての指針を示すことを検討している。

主な発表論文・学会発表等

津田薫、西嶋大輔、「製品ストックフローへの影響を考慮したカーシェアリングの環境影響評価モデルの構築」 第18回日本LCA学会研究発表会、2023年3月。

研究代表者	所属学系・職名 生物・農学系・准教授 氏 名 石川大太郎
研究課題	近赤外/赤外/遠赤外分光を用いた水の構造状態把握と新たな分光領域の開拓 Evaluation of water state in ionic solutions by NIR/IR/FIR spectra and exploring new spectroscopy
成果の概要	<p><背景></p> <p>水は固体のみでなく液体状態下においても正四面体構造が維持されていることや、イオン添加によって水和状態が変化することはよく知られている。また、水の構造は、混合物モデルと連続体モデルの論争が続いていたが、近年水素結合が二状態である可能性を示唆する結果がえられてきた。食品中のイオン添加による水構造はまだ明確に理解されていない。</p> <p>振動分光法は、対象の水素結合状態の把握に有効な手段であり、特に3300cm^{-1}付近に水の構造に由来するバンドが現れることが見出されている。さらに、$1000-100\text{cm}^{-1}$付近赤外領域には中赤外域より大きな水の協同した振動モードが観測されるが、これまでスペクトル挙動が詳細に検討された事例は少ない。そこで、食品中の水和構造理解のための基礎的研究として、イオン添加による$1000-100\text{cm}^{-1}$付近のスペクトル挙動と水分活性の関係性の検討を行った。</p> <p><供試材料および方法></p> <p>塩添加溶液ではカチオンをNa, K, LiおよびCsを中心として種々の塩化物を調製した。各塩溶液の水分活性を水分活性計LabMaster (Novasina Co.)を用いて測定する。水分活性とイオン濃度から理想溶液とのおずれの調査を行った。</p> <p>サンプル溶液の近赤外スペクトル($1000-2500\text{nm}$および$2500-2600\text{nm}$)は、ハンドヘルドNIRアナライザ(Brimrose社製)およびSpectraStar(Unity Scientific社製)を用いて透過法で実施した。波長分解能は1nmとし、スキャン回数は適宜調整する。また赤外・遠赤外領域($4000-100\text{cm}^{-1}$)では、赤外分光光度計(FT-FIR6600, 日本分光社製、測定波長領域：$4000-50\text{cm}^{-1}$)等を用いて測定した。赤外測定は、ATR法(1回反射)</p>

で測定した。

< 成果 >

12500-100 cm^{-1} の広帯域スペクトルの取得を行いそれぞれに特徴的な結果があったが、今回の報告では特に、1000-100 cm^{-1} 付近の領域について説明する。本領域は、水分活性増加にともない、例えば、NaCl溶液の場合、600 cm^{-1} 付近の高波数域と400 cm^{-1} 付近の低波数域に最大強度を示す波数がシフトする結果となった。さらに、500 cm^{-1} 付近に等吸光度点が存在することを確認した。等吸光度点を生じる波数は、イオン半径との関連性が確認され、水の状態が評価可能であることを明らかとした。等吸光度点が存在したことは、水の状態が2状態であることを証明することから、本領域が水の状態評価に有用であることを初めて見出した成果であると考えている。水分子全体が水素結合を生じているが、その中で構造がゆがんだものがある可能性をより明確にする追実験が必要であると考えられた。

さらに、バンドのカーブフィッティングを実施した結果、高波数域と低波数域のバンドが抽出することに成功した。高波数側のバンドが水分活性増加にともなって増加することから低波数側がゆがんだ水素結合を反映している可能性が示唆された。またその強度比は水分活性の減少に伴い直線的に増加した。これらの結果は、中赤外域(4000-3000 cm^{-1})付近と対応する点と相違点があることが認められ、今後新たな分光領域としてこの領域のデータ蓄積が重要であることを明らかとした。

< 学会発表 >

・石川大太郎他,日本農芸化学会2023年大会, 1H04-01, 2023.3.14-17,オンライン

<p>研究代表者</p>	<p>所属学系・職名 生物・農学系・准教授 氏 名 吉永 和明</p>
<p>研究課題</p>	<p>食用油脂に含まれる有害懸念物質の生成経路解明に向けた基礎研究 Study on fatty acid esters of monochloropropanediol and glycidol in edible oil.</p>
<p>成果の概要</p>	<p>【背景・目的】 国際がん研究機関 (IARC) は、3-モノクロプロパンジオール(3-MCPD)をグループ2B (ヒトに対して発がん性があるかもしれない物質)、グリシドールをグループ2A (ヒトに対しておそらく発がん性がある物質) に分類している。近年、食用油脂中に3-MCPDまたはグリシドールの脂肪酸エステル体 (3-MCPDEまたはGE) が含まれることが報告され、これらを食事から摂取すると3-MCPDEおよびGEは上記の3-MCPDとグリシドールに変換されることが報告されている (図1)。そのため、大学や食品会社などの様々な研究機関は、食品中の3-MCPDEとGEの低減化法を開発するために日々研究を行っている。しかしながら、3-MCPDEおよびGEの標準試薬は非常に高価であることから、満足のいく研究を実施することは困難であり、3-MCPDEおよびGE低減化法の確立には未だ至っていない。我々は、現在までに様々な脂質関連物質の有機合成法を開発しており、その過程で3-MCPDEおよびGEの標準試薬の合成法を構築している。この標準試薬を用いれば、未だ解明されていない食品中の3-MCPDEとGEの生成経路を特定し、その低減化法を開発できると考えた。</p> <p>そこで本研究では、食用油脂中における3-MCPDEおよびGEの生成経路を解明することを目的とし、①3-MCPDEおよびGEを有機合成し、②様々な条件下にて精製を行った食用油脂中の3-MCPDEおよびGE量を測定することで、これらの有害懸念物質を除去・低減化させる精製条件を特定する。</p> <p>【実験手順】 1-1. 3-MCPDEおよびGE標準試薬の有機合成 脂肪酸の種類を変えた各種3-MCPDEおよびGEを合成した。</p> <p>1-2. モデル油脂の調製 各種3-MCPDEおよびGEを食用油脂に添加し、モデル油脂を調製した。</p> <p>1-3. 精製条件の検討 モデル油脂を様々な条件下にて精製を行った後、LC-MSにて油脂中の有害懸念物質の分析を行った。</p>

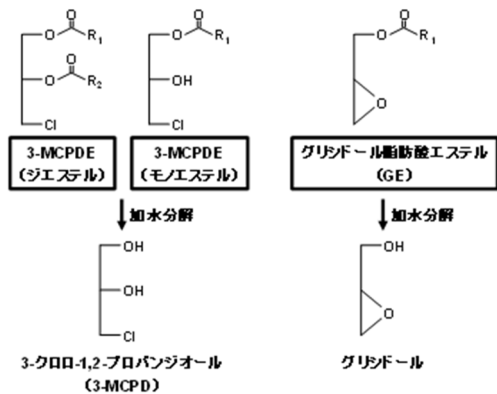


図1 3-MCPDE と GE の構造

【結果・考察】

3種の安定同位体ラベル化脂肪酸（パルミチン酸、オレイン酸、またはリノール酸）を組み込んだ3-MCPDEおよびGEを用いて、油脂の脱臭時に3-MCPDEからGEが生成する経路（図2下の点線枠内）を科学的に証明した（文献1）。

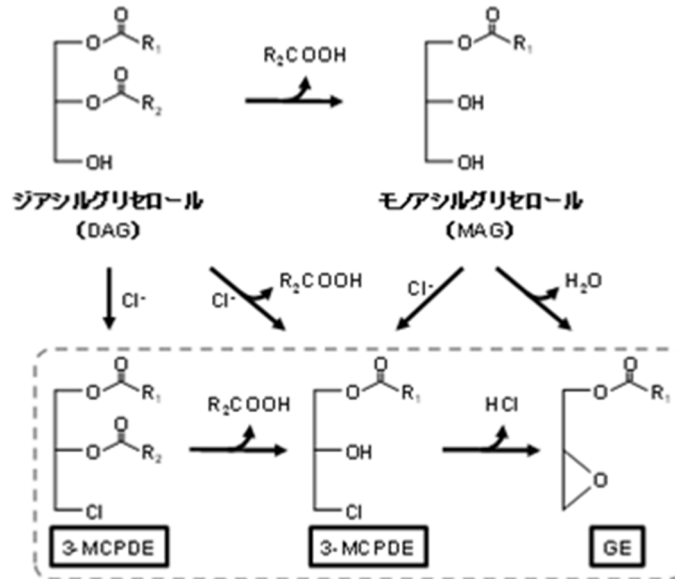


図2 3-MCPDEおよびGEの生成経路

さらに、3-MCPDEおよびGEに結合する脂肪酸の種類により、脱臭時の3-MCPDEおよびGEの増減率が異なることを明らかにした（図3）。従来の研究では、3-MCPDE及びGEの増減は、脂肪酸の種類を考慮せずに評価されてきた。そのため、本研究で使用した安定同位体ラベル化物の追跡手法を駆使すれば、これまで明らかにされてこなかった3-MCPDEおよびGEの生成機序を分子レベルで解明することが可能であると示唆された。

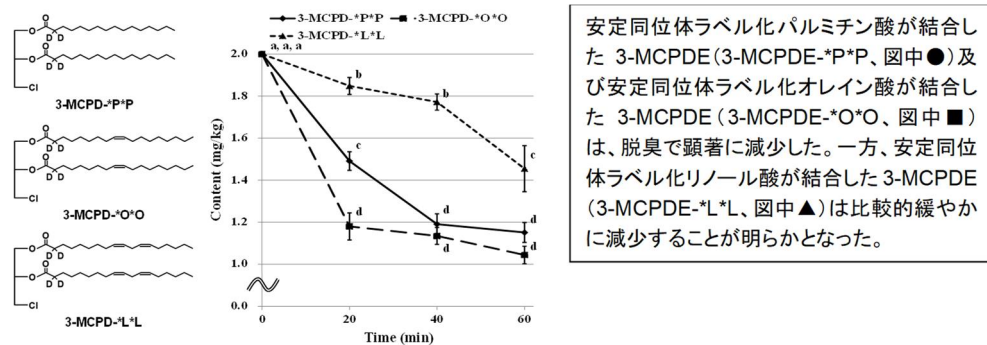


図3 脱臭時間と3-MCPDEの増減の関係

【文献】

1. K. Yoshinaga, *et al.* Stable isotope tracer to reveal the interconversion between 3-monochloro-1,2-propanediol ester and glycidyl ester during the deodorization process. *J. Agri. Food Chem.* (2022).