令和５年１０月４日

吉永准教授が日本油化学会ヤングフェロー賞受賞！

食農学類の吉永准教授が令和 5 年 9 月 7 日～9 日に高知工科大学にて開催された日本油化学会第 61 回年会でヤングフェロー賞を受賞しました。多数の口頭発表の中から、厳正なる審査の結果、新規性・独創性に優れた発表と認められました。「トリグリセリド標準品を用いたエポキシ脂肪酸の生成挙動の評価」という演題での発表に対しての受賞です。

【研究内容】

近年、油脂の加熱や酸化によって不飽和脂肪酸の二重結合がエポキシ化された、エポキシ脂肪酸が食品中に含まれると報告され、エポキシ脂肪酸のヒトへの有害性が懸念されています。しかしながら、油脂の加熱時にどのようなエポキシ脂肪酸が生成するのかについては、ほとんど研究されていません。研究が進まない要因の一つとして、食品中に存在する様々な種類のエポキシ脂肪酸（図 1）のほとんどは市販されておらず、その入手が困難であることが挙げられます。

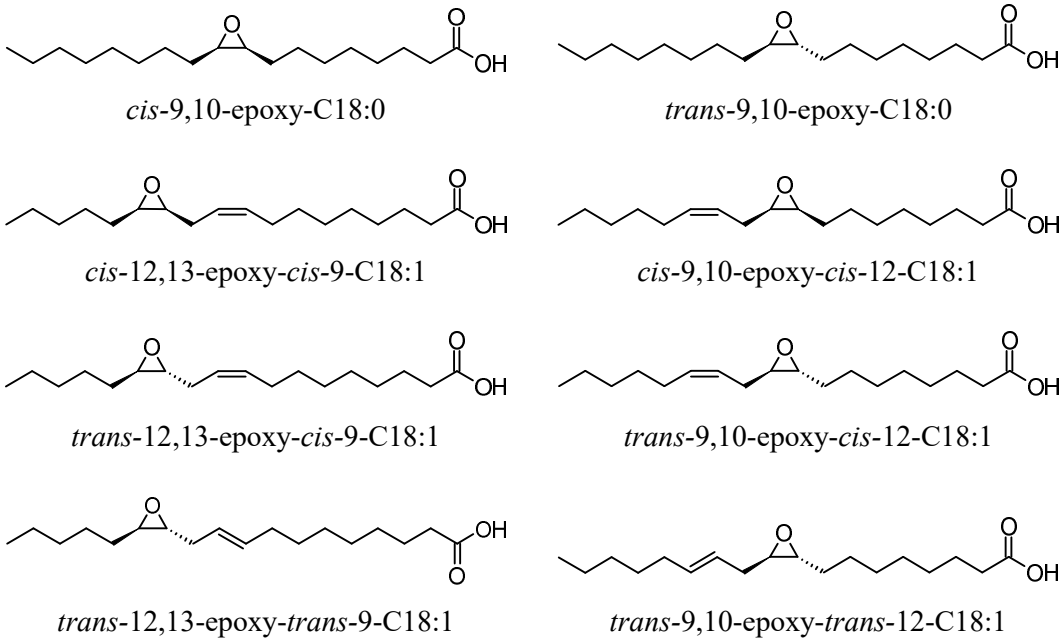


図１　食品中に存在するエポキシ脂肪酸

そこで今回、吉永准教授らの研究グループは、上記のエポキシ脂肪酸を有機合成し、これらを用いて、油脂の加熱時にどのようなエポキシ脂肪酸が生成するのかについて評価いたしました。

油脂分析の結果（図 2）より、オレイン酸（OOO）から 2 種類のエポキシ脂肪酸(図中の 1 と 2 のピーク)が生成し、リノール酸（LLL）から 6 種類のエポキシ脂肪酸(図中の 3～8 のピーク)が生成することを確認しました。また、抗酸化剤を使用することで、加熱時におけるエポキシ脂肪酸生成を抑制できることを明らかにしました。

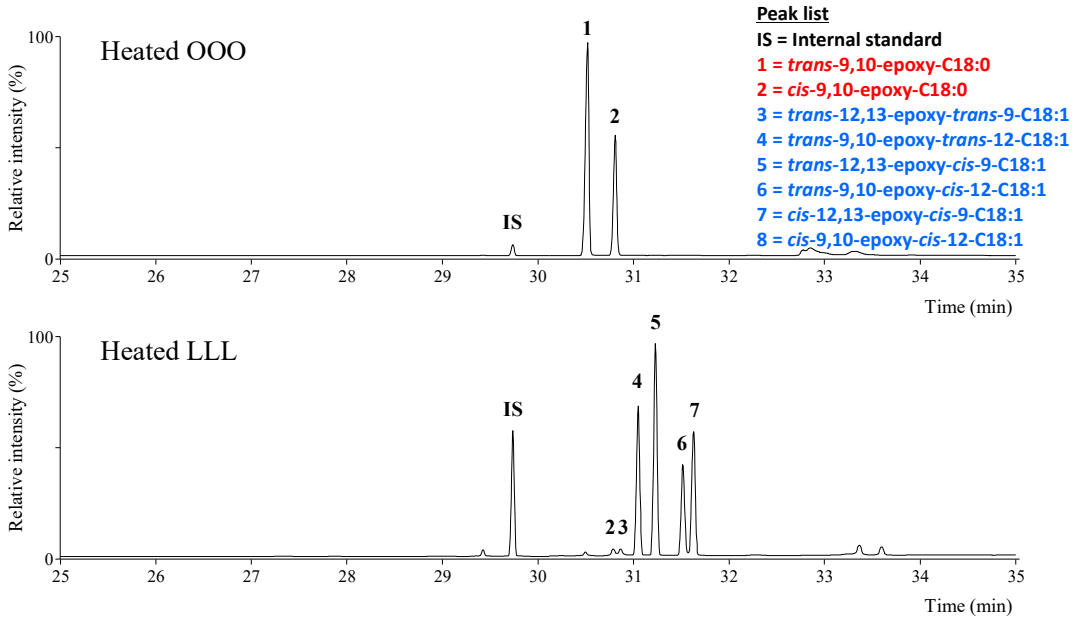


図 2　加熱した油脂中のエポキシ脂肪酸

これらの研究成果を日本油化学会にて口頭発表し、ヤングフェロー賞の受賞に繋がりました。一連の研究成果は、食品加工時における有害物質の生成抑制技術に応用でき、私たちの健康で豊かな食生活に貢献できると期待しています。

（お問い合わせ先）
食農学類・准教授　吉永　和明
電　話：024-503-4984
メール：kyoshinaga@agri.fukushima-u.ac.jp

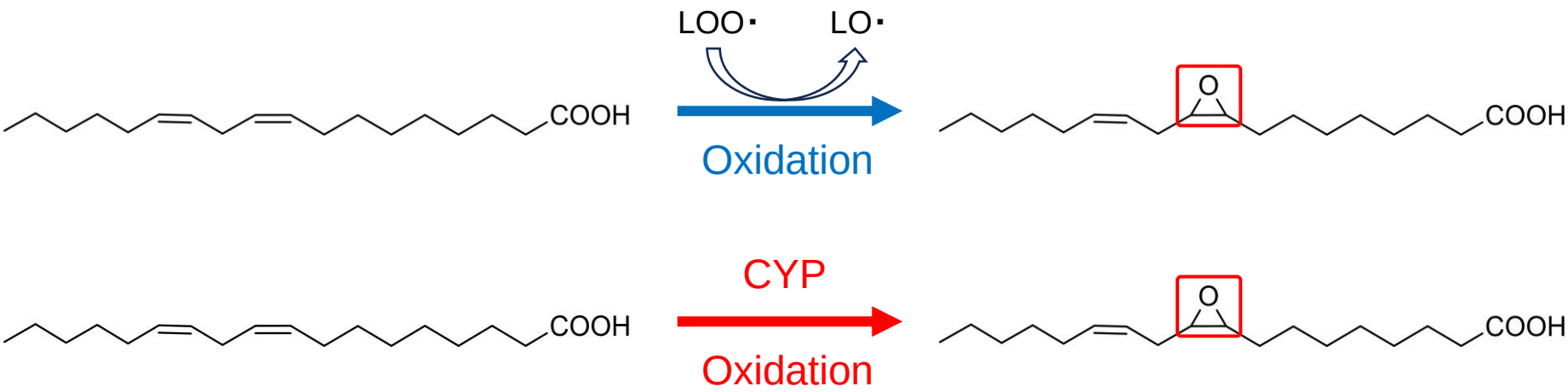
Fukushima University

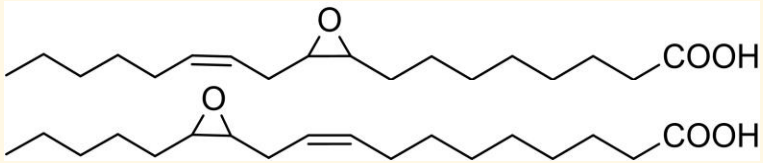
日本油化学会ヤングフェロー賞受賞！
トリグリセリド標準品を用いたエポキシ脂肪酸の生成挙動の評価

吉永 和明[1], 西村 和也[2], 黄 顕南[2], 八幡 佑奈[1], 田中 誠也[2], 後藤 直宏[2]

1) 福島大学, 2) 東京海洋大学

エポキシ脂肪酸（EFA）とは

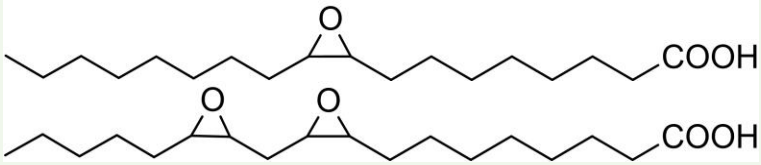




9,10-epoxy-12-C18:1（ロイコトキシン）
12,13-epoxy-9-C18:1（イソロイコトキシン）

✓ 細胞毒性

(Ozawa *et al.*, 1988; Hildreth *et al.*, 2020)



9,10-epoxy-C18:0
9,10-12,13-diepoxy-C18:0

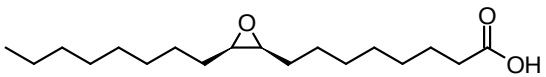
✓ 弱毒性（オレイン酸、リノール酸と同等）

(Kitaguchi *et al.*, 2020)

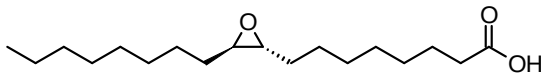
CYP, Cytochrome P450
C18:0, オクタデカン酸; C18:1, オクタデセン酸

食品中のEFA

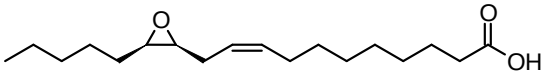
- 手順; 脂質抽出 ⇒ メチルエステル化 ⇒ 固相抽出 ⇒ GC-FID or GC-MS
- 食品中の主要なEFA; epoxy-C18:0が2種類、epoxy-C18:1が4種類



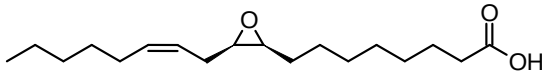
2 *cis*-9,10-epoxy-C18:0



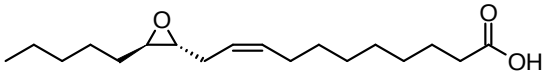
1 *trans*-9,10-epoxy-C18:0



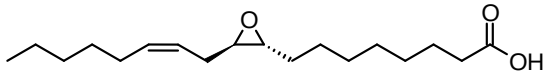
5 *cis*-12,13-epoxy-*cis*-9-C18:1



6 *cis*-9,10-epoxy-*cis*-12-C18:1



3 *trans*-12,13-epoxy-*cis*-9-C18:1



4 *trans*-9,10-epoxy-*cis*-12-C18:1

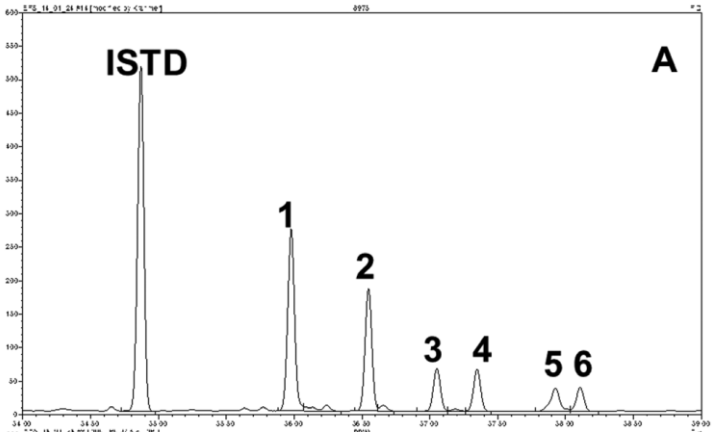


Fig. 1 Chromatogram of epoxy fatty acids in deep-frying oil.

(Brühl *et al*., 2016)

Aim of this study

トリグリセリド標準品を用いたEFAの生成挙動の評価

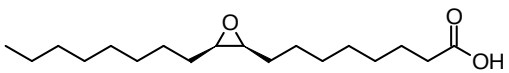
不飽和脂肪酸メチルエステル

- *m*-クロロ過安息香酸
- 攪拌（r.t., 4 h）
- 中和、濃縮

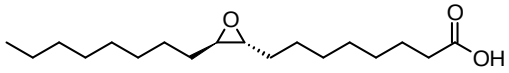
シリカゲルクロマトグラフィー

- Hexane/diethyl ether = 98/2 (v/v)
- 未反応物
- Hexane/diethyl ether = 90/10 (v/v)

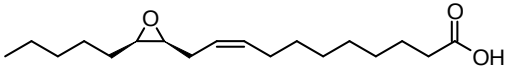
EFAメチルエステル



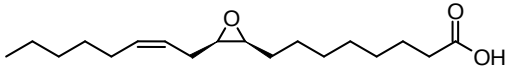
cis-9,10-epoxy-C18:0



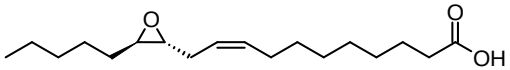
trans-9,10-epoxy-C18:0



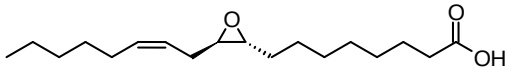
cis-12,13-epoxy-*cis*-9-C18:1



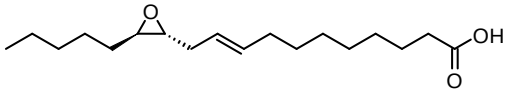
cis-9,10-epoxy-*cis*-12-C18:1



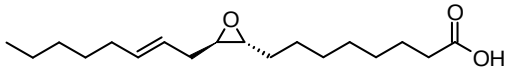
trans-12,13-epoxy-*cis*-9-C18:1



trans-9,10-epoxy-*cis*-12-C18:1



trans-12,13-epoxy-*trans*-9-C18:1



trans-9,10-epoxy-*trans*-12-C18:1

1 トリグリセリド標準品の加熱試験

トリオレイン（OOO）、トリリノール（LLL）、OOO+AT、LLL+AT

（AT, α-トコフェロール0.1%添加）

↓ 加熱（180℃; 0, 1, 3, 5, 12時間）

誘導体化

油脂 100 mg

↓ 100 μg/mL IS/Hexane 1.0 mL

↓ 28% CH_3ONa/MeOH 0.5 mL

↓ 0.5 mol/L H_2SO_4 0.2 mL

↓ 遠心分離（2,500 x *g*, 2 min, 25℃）

脂肪酸メチルエステル

固相抽出（SPE）

SPE（Silica 1 g）

↓ Hexane/diethyl ether = 98/2 (v/v) 2 mL

↓ 脂肪酸メチルエステル

↓ Hexane/diethyl ether = 98/2 (v/v) 15 mL
【非EFAの除去】

↓ Hexane/diethyl ether = 90/20 (v/v) 15 mL

EFAメチルエステル ⇒ GC-MS

トリグリセリド標準品の加熱試験

Peak list

1 = *cis*-10,11-epoxy-C17:0 (IS)
2 = *trans*-9,10-epoxy-C18:0
3 = *cis*-9,10-epoxy-C18:0
4 = *trans*-12,13-epoxy-*trans*-9-C18:1
5 = *trans*-9,10-epoxy-*trans*-12-C18:1
6 = *trans*-12,13-epoxy-*cis*-9-C18:1
7 = *trans*-9,10-epoxy-*cis*-12-C18:1
8 = *cis*-12,13-epoxy-*cis*-9-C18:1
9 = *cis*-9,10-epoxy-*cis*-12-C18:1

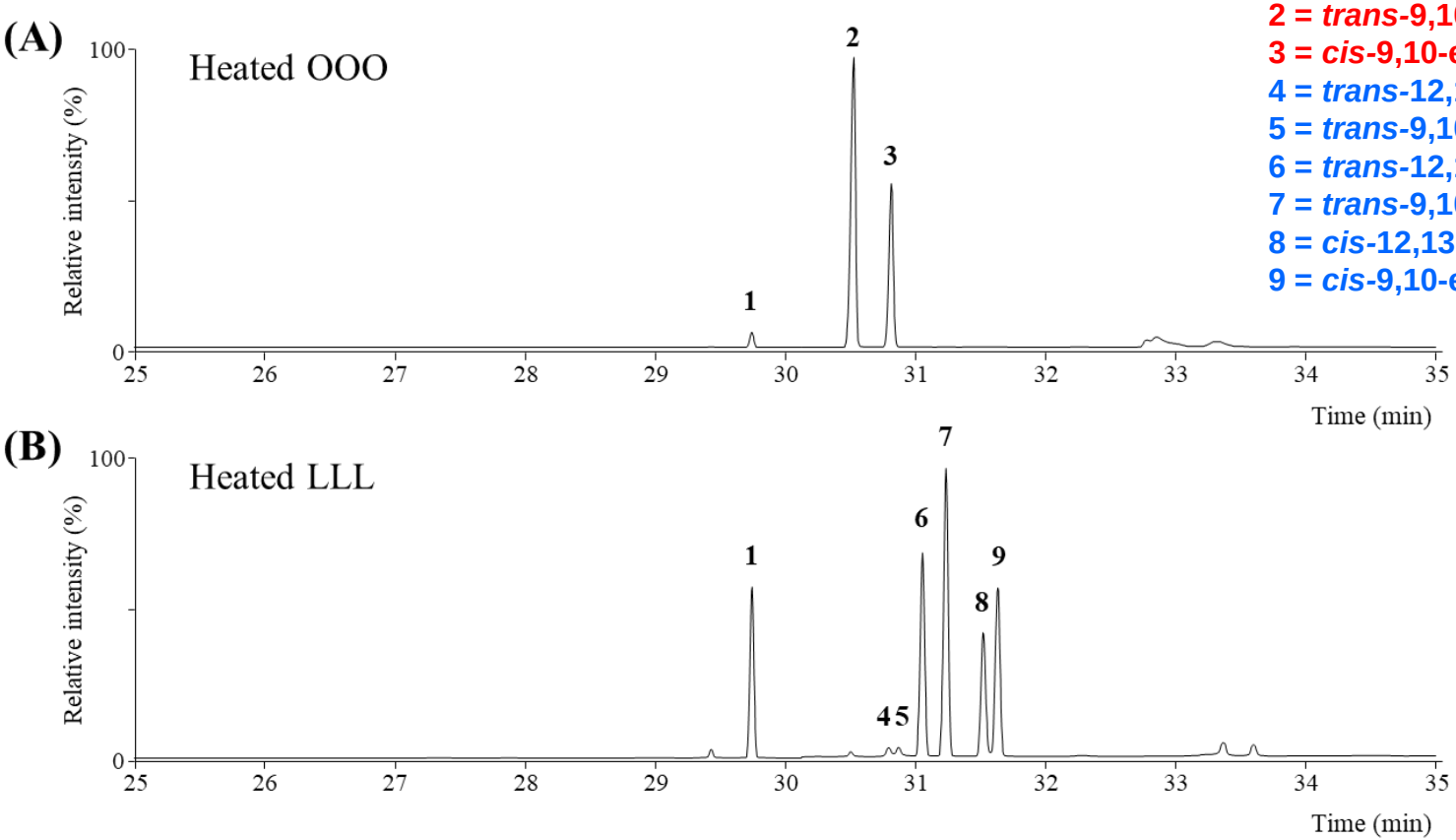


Fig. 2 Chromatogram of the heated OOO (A) and LLL (B) at 180℃ for 60 min.

オレイン酸（C18:1）からepoxy-C18:0が生成し、リノール酸（C18:2）からepoxy-C18:1が生成することが判明した。

抗酸化剤による影響（LLLの場合）

— LLL+AT　- - LLL

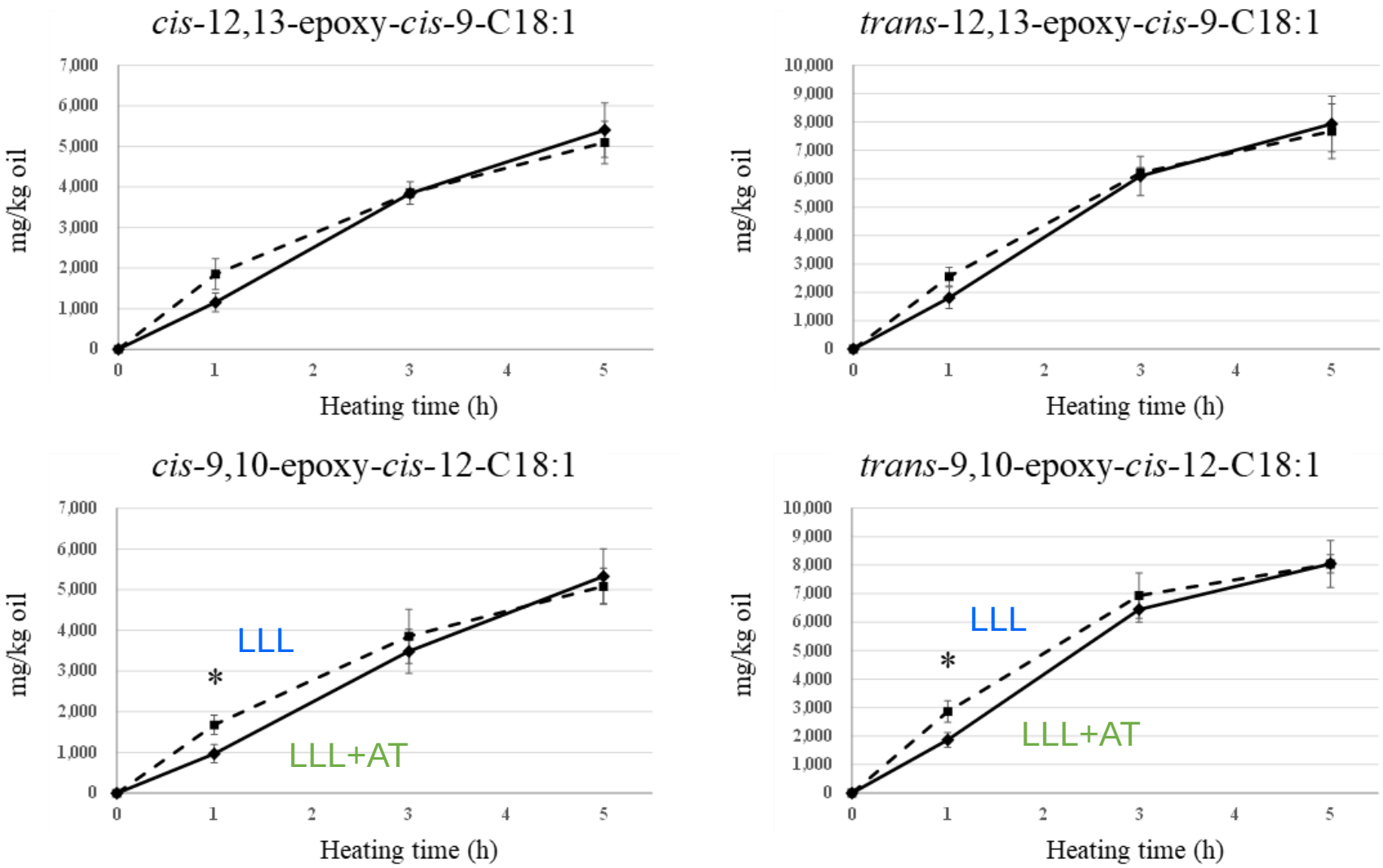
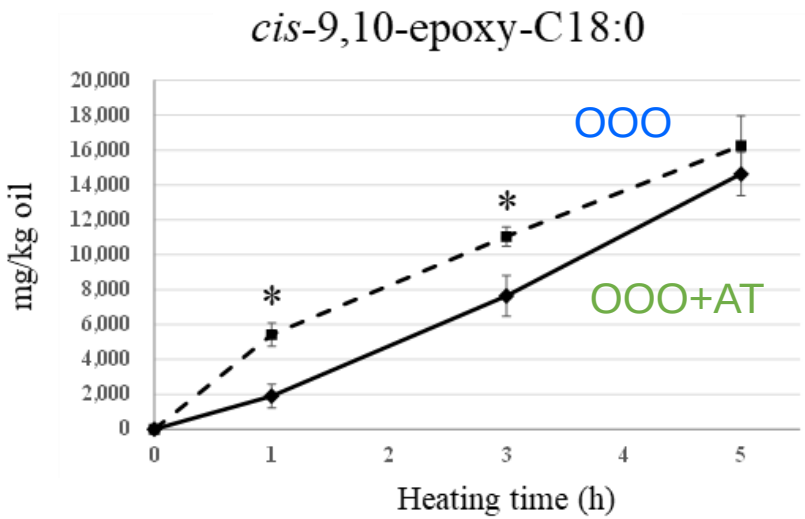


Fig. 3 Formation of epoxy fatty acids of LLL and LLL+AT during heating at 180℃. MEAN ± SD (n = 3). *Significant differences ($P < 0.05$) at the respective time.

抗酸化剤による影響（OOOの場合）

— OOO+AT - - OOO



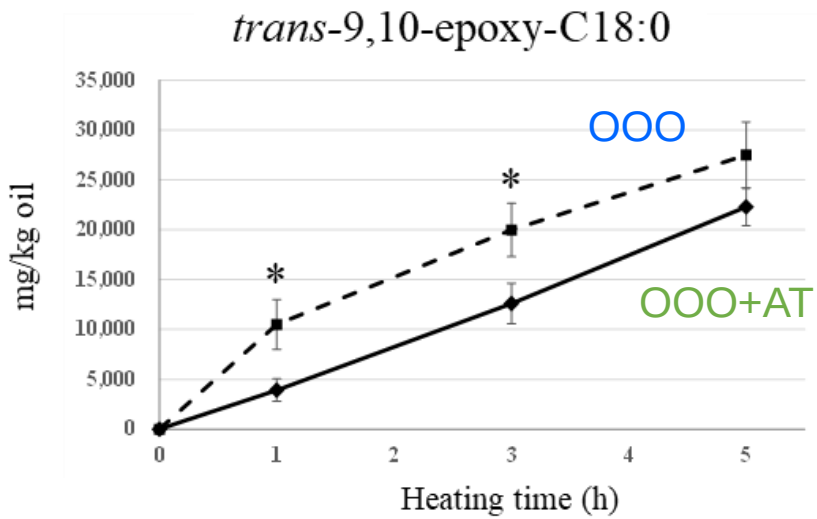
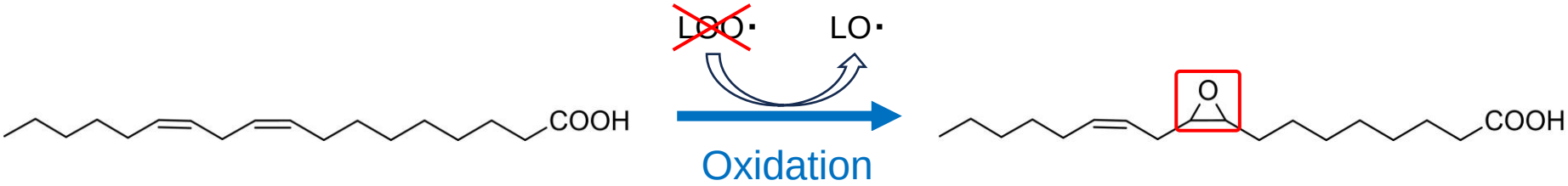


Fig. 4 Formation of epoxy fatty acids of OOO and OOO+AT during heating at 180℃. MEAN ± SD (n = 3). *Significant differences (*P* < 0.05) at the respective time.



EFA生成は、抗酸化剤の添加により抑制できることが示唆された。

Conclusion

- GC-MSによるエポキシ脂肪酸の分析法を構築した。
- トリグリセリド標準品の加熱試験では、①epoxy-C18:0はオレイン酸に由来し、epoxy-C18:1はリノール酸に由来すること、②α-トコフェロールによって、エポキシ脂肪酸生成を抑制できることを確認した。

本研究を行うにあたり、ご支援・ご協力を賜りました先生方、関係者の皆様にお礼申し上げます。

- 東京海洋大学　後藤 直宏 教授
- 東京海洋大学　田中 誠也 助教
- 秋田大学　桐明 絢 助教
- 研究室の学生の皆様

令和５年度　第２回 油化学セミナー

市　民　公　開　講　座

食と健康の科学

～ 美味しく食べて健康に！～

10/28 2023 土　13:30～16:15 (受付開始 13:00)

会場：コラッセふくしま 企画展示室

来場者プレゼント（先着100名）

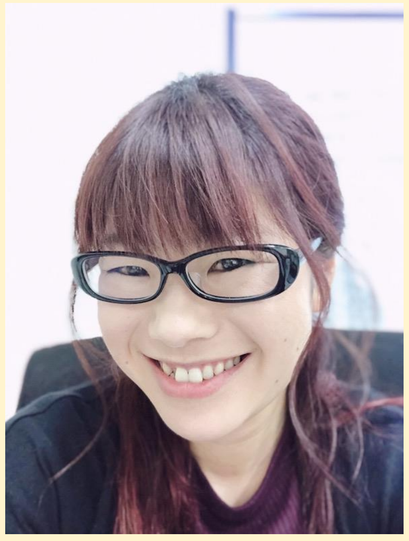
ニップン商品詰め合わせ / JAふくしま未来：桃の恵み

講演① 13:35 ～ 14:20　福光 聡 先生 (株式会社ニップン)

◆ 手軽に美味しく健康をサポート ―アマニ (亜麻仁) のちから―

アマニ（亜麻仁）は現代人に不足しがちなオメガ３脂肪酸、食物繊維、タンパク質やポリフェノールを含み、その豊富な栄養価から「スーパーフード」として近年注目を集めています。アマニやアマニオイルはかけるだけで美味しく健康をサポートします。本講演では、生活習慣病予防に関する最新の研究報告や、美味しいアマニを手軽にお摂りいただけるレシピなど交えてご紹介します。

講演② 14:25 ～ 15:10　升本 早枝子 先生 (福島大学)



◆ 果物と健康の科学

果物は美味しいだけではなく、私達の身体を健康に保つ為に有用な成分が豊富に含まれています。「リンゴは皮ごと食べたほうがいい？」「果物は太る？」「ポリフェノールって何？」など、身近に見聞きする果物と健康の科学について、分かりやすく解説します。正しい知識を身につけて、美味しく食べて、美味しく呑んで、健康になりましょう！

講演③ 15:25 ～ 16:10　西村 順子 先生 (福島大学)

◆ 発酵乳製品のおいしさにおける乳酸菌の役割

発酵乳製品は乳業用乳酸菌をスターターに用いて製造しますが、その味や香りは用いた乳酸菌の代謝によって生産する物質に起因するものが多く、味覚・嗅覚的な刺激によって「おいしさ」として認識されます。本講演では、チーズ等の発酵乳製品における味や風味に関する研究事例を紹介します。

参加費無料

【お問い合わせ先】福島大学　食農学類　吉永 和明
TEL：024-503-4984 / E-mail：kyoshinaga@agri.fukushima-u.ac.jp

主催：（公社）日本油化学会関東支部
共催：（一財）油脂工業会館、福島大学食用油脂研究所　協賛：JAふくしま未来