

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 7 年 5 月 15 日現在

機関番号：17601

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2024

課題番号：17K17961

研究課題名（和文）食用植物由来の機能性微粒子に着目した乳がん抑制作用に関する研究

研究課題名（英文）Research on breast cancer suppressive effect focusing on edible plant derived exosome-like nanoparticles.

研究代表者

山崎 有美 (Yamasaki, Yumi)

宮崎大学・地域資源創成学部・准教授

研究者番号：90576993

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、野菜や果実などの植物性食品に含まれる機能性微粒子 (Edible Plant Derived Exosome-like Nanoparticles; EPDENS) に着目し、EPDENSによる乳がん抑制の作用機構とEPDENSの加工特性を明らかにすることを目的とした研究である。

当研究により、赤、橙、黄カラーピーマン由来EPDENSが抗乳がん作用を示すこと、その作用はアポトーシスの誘導であること、当該アポトーシスの誘導はEPDENSの細胞内への取り込みとは関与しない可能性が高いこと、当該抗乳がん作用は各種加工調理後にも維持されることが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の特色は、食品機能性分野では研究の対象とはならなかったEPDENSに注目し、その有効性・作用機構・加工特性を明らかとすることで、乳がん抑制に寄与する新しい食生活を提唱し、食品そのものを摂取することの意義を証明するという独創性を有しており、学術的にも新たな視座を持つ研究として位置付けられる。

また、日本における死亡原因第一位の癌のうち、女性の罹患数が多い乳がんについて、抗乳がん作用を発揮する食品を提案できれば、乳がん罹患リスクの低減に繋がり、乳がん罹患により生じる、乳房の切除、妊娠・出産の制限、就労の制限等、女性のQOL低下の回避にも繋がることを期待される。

研究成果の概要（英文）： This study focused on functional microparticles (Edible Plant Derived Exosome-like Nanoparticles; EPDENS) contained in plant foods such as vegetables and fruits, and aimed to clarify the mechanism of action of breast cancer inhibition by EPDENS and the processing characteristics of EPDENS. This research aimed to clarify the mechanism of breast cancer inhibition by EPDENS and the processing characteristics of EPDENS.

This study revealed that EPDENS from red, orange, and yellow paprikas exhibit anti-breast cancer effects, that the effects are induction of apoptosis, that the induction of apoptosis is likely not related to the cellular uptake of EPDENS, and that the anti-breast cancer effects are maintained even after various types of processing and cooking. The anti-mammary carcinogenic effect is maintained even after various types of processing and cooking.

研究分野：食品科学/食生活学

キーワード：機能性微粒子 乳がん 植物性食品 カラーピーマン カロテノイド 食生活 加工特性 マイクロRNA

## 1. 研究開始当初の背景

日本女性のがん罹患率を臓器別で見ると、乳がんは全がん中の22.9%で、1996年に第1位となって以降、研究開始当初から現在まで変わらず年々増加を続けており、世界的に見ても乳がんの予防対策の確立は重要な課題となっている。これまでの研究により、食生活が乳がん発症を制御することがアメリカ国立がん研究所等から提唱されている。中でも、イソフラボンや茶カテキン、各種ビタミン類など植物由来の特定の栄養成分摂取が乳がんを抑制すること報告されている。我々もこれまでに、沖縄モズク由来硫酸化粘性多糖類フコイダンが、ヒト乳がん細胞株 MCF-7 に対してアポトーシスを誘導することを報告している (Yamasaki-Miyamoto *et al.*, 2009)。その他複数の食品成分が、乳がん抑制に効果があることが報告されており、乳がんリスクの高い女性にとって大きな福音となっている。一方で、近年、サプリメント等の精製された食品よりも、加工度が低く素材に近い植物性食品に、より抗がん効果が期待出来ることが報告されている。以上の背景より、食品には、特定の栄養成分だけでは説明のつかない、乳がん予防に寄与する他の重要な要素が存在することが推察される。その可能性の1つとして、近年、野菜や果実などの植物性食品に含まれる機能性微粒子 (Edible Plant Derived Exosome-like Nanoparticles; EPDENs) という新たな因子が注目されている。

EPDENs は、50~1000nm 程度の脂質膜を持つ微粒子で、炭水化物、脂質、タンパク質、ビタミン、ミネラル等の栄養素やポリフェノール、microRNA 等、様々な物質を含有することが示唆されている。また、EPDENs は、植物体内において情報伝達を司るエクソソーム様機能を有することが報告されている。この EPDENs は、植物性食品素材に含まれる物質であるものの、エキス抽出等の分離精製の過程では排除されるため、これまでの食品機能性研究では研究の対象とはならなかった。2013年に、ブドウ由来 EPDENs によるマウス炎症性腸疾患緩和作用が初めて報告されて以降 (Ju *et al.*, 2013)、植物由来の EPDENs が種を超えて哺乳動物に対して生体調節機能を有することが明らかになってきている。我々も、タマネギ由来 EPDENs が、上述に示す各種栄養成分を含有していること、タマネギ由来 EPDENs がタマネギに特徴的なポリフェノールであるケルセチンを含有していること、マウスマクロファージ様細胞株 RAW264.7 細胞における LPS 誘導性一酸化窒素(NO)の産生を抑制すること、タマネギ由来 EPDENs が RAW264.7 細胞に取り込まれること等を報告している (Yamasaki *et al.*, 2021)。

EPDENs が乳がん抑制作用を発揮するためには乳がん細胞に EPDENs が到達することが重要となる。EPDENs の加工特性は現在のところ不明であるが、生の植物性食品より経口摂取した EPDENs は、ヒト体内で消化を受けることなく吸収される可能性があることが報告されていることから (Michel, 2013)、経口摂取した EPDENs は乳がん細胞に到達する可能性がある。特定の食品から摂取した EPDENs が乳がん細胞に作用し、抗乳がん作用を発揮することを証明できれば、乳がん罹患リスクの低減に繋がる。また、見出した食品の加工特性を解析し、より EPDENs の機能を発揮できる加工方法を提示することができれば、乳がん抑制を日々の食生活の中で無理なく継続して取り入れることができる方法の提案に繋がり、日々の食事で乳がん罹患リスクを低減することに繋がる。更には、乳がん罹患リスクを低減することができれば、乳がん罹患により生じる、乳房の切除、妊娠・出産の制限、就労の制限等、女性の QOL 低下の回避にも繋がることを期待される。

## 2. 研究の目的

以上の研究開始当初の背景を踏まえて、本研究では、野菜・果実をはじめとした植物性食品から EPDENs を取得しその特性を解析するとともに、特定の食品由来の EPDENs が抗乳がん作用を有するのかを評価し、選抜した食品由来 EPDENs がどのように乳がん細胞に作用することで抗乳がん作用を惹起するのかを評価することを目的とした。また、当該解析を通して見出した食品を、日々の食生活の中で効率的に取り入れることができるよう、EPDENs の加工特性解析を行うことで、抗乳がん作用を示す EPDENs を摂取可能な調理加工方法を見出すことを目的とした。更には、本研究成果の社会実装を目指し、抗乳がん作用を示す EPDENs を摂取可能な調理加工方法を紙面や動画に取りまとめ、広く社会へ発信することも目的の一つとして設定した。本研究を基軸として、EPDENs を摂取する概念を取り入れた乳がん抑制に寄与する食生活を提案することで、乳がん予防の推進へと繋げることを目指した。

## 3. 研究の方法

### 1) EPDENs の取得と特性解析

野菜や果実等の植物性食品は、ワーリングブレンダーを用いてホモジナイズし、メッシュで

る過後、搾汁を得た。果汁を 50mL のポリカーボネートチューブに回収し、1,000 x g、4 で 10 分間遠心分離して残渣を除去した。上清を 20,000 x g、1 時間、4 で遠心後、上清をさらに 200,000 x g、1 時間、4 で超遠心し、得られた沈殿を PBS に懸濁し、EPDENs サンプルとして実験に用いた。粒子のサイズと分布は動的光散乱法で、粒子の形態は走査電子顕微鏡を用いて解析した。その他の栄養成分等については、日本食品標準成分表 2020 年版 (八訂) 分析マニュアルをはじめとして、既報の論文に記載の方法に準じて測定した。

### 2) ヒト乳がん細胞株 MCF-7 に対する EPDENs の抗乳がん作用評価とアポトーシスの検出

ヒト乳がん細胞株 MCF-7 は、RIKEN BRC CELL BANK より購入した。細胞は、5%ウシ胎児血清を添加した RPMI-1640 で培養し、抗乳がん作用評価時は、1)で調製した EPDENs を 0.45 mm フィルターに供し滅菌したものをタンパク量が終濃度 1,000 µg/mL となるよう同培地に添加し、5%CO<sub>2</sub>、37 の環境下で 48 時間培養した。培養後、Cell Counting Kit-8 を用いて、細胞増殖能を評価した。同様の方法で EPDENs 処理を行った MCF-7 細胞のアポトーシス集団は、eBioscience™ Annexin V Apoptosis Detection Kits を用いて検出した。

### 3) EPDENs の細胞内への取り込みとエンドサイトーシス阻害が抗乳がん作用に与える影響

EPDENs は、Yamasaki *et al.*, 2021 に記載の方法で染色し、取り込み試験を行った。簡潔に説明すると、1)で調製した EPDENs を PBS で懸濁し、PKH26 染色液と混合後、37 で 30 分間インキュベートした後、反応を停止させ、200,000 x g で 1 時間超遠心し、染色した EPDENs を回収した。EPDENs の細胞内への取り込み評価には、染色した EPDENs を 2)と同様の方法で MCF-7 細胞に 2 時間処理後、核を 10 µg/mL の Hoechst33342 で染色し、共焦点レーザー顕微鏡で観察した。エンドサイトーシス阻害が抗乳がん作用に与える影響については、EPDENs 処理の 1 時間前に各種阻害剤 (CP: Chlorpromazine Hydrochloride、LY: LY294002、MβCD: Methyl-beta-cyclodextrin) を処理し、2)と同様の方法で細胞増殖能を評価した。

### 4) 各種調理加工が EPDENs の抗乳がん作用に与える影響

1)~3)で選抜した食品のうち、赤カラーピーマンを用いて加工特性解析を行った。調理加工は、冷蔵処理 (生果) 冷凍処理、ポイル処理、焼成処理、マイクロウェーブ処理、オートクレーブ処理、塩漬処理、酢処理の 8 つの方法について検討した。また、当該解析結果を基に、宮崎大学メディア企画室等と連携しレシピ動画を、みやざきブランド推進本部 (宮崎県・JA みやざき) と連携し Karada Good Miyazaki (宮崎県広報誌) を作成、発信した。

## 4. 研究成果

### 1) EPDENs の取得と特性解析

本研究において、82 種類の食品より EPDENs を取得することができた。取得した EPDENs を使用し、2)の試験手法に従って MCF-7 細胞に対する細胞増殖能を評価した結果、13 種類の食品由来 EPDENs において、MCF-7 細胞に対する細胞増殖抑制作用が認められた。そこで、本研究では、抗乳がん作用を有する EPDENs として赤、橙、黄のカラーピーマンを選抜、その粒子サイズ、粒度分布及び粒子形態を解析した。その結果、Fig.1 に示すように、赤、橙、黄のカラーピーマン由来 EPDENs (それぞれ、R-EPDENs, O-EPDENs, Y-EPDENs) は、直径約 200nm 程度の球体であることが明らかになった。また、3 種類の EPDENs に含まれる成分を解析したところ、炭水化物、脂質、タンパク質、アミノ酸、ポリフェノール、カロテノイド、microRNA 等、多様な食品成分を含有していることが明らかになった。

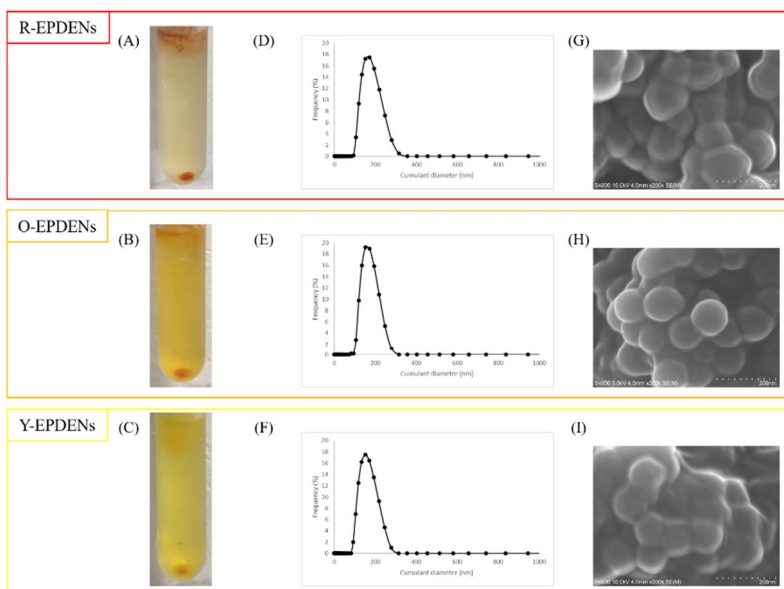


Fig.1. EPDENs size from paprika with 3 colors. Nanoparticles were identified as 200,000 x g precipitates, referred to as R-EPDENs (A), O-EPDENs (B) and Y-EPDENs (C), respectively. Diameters of EVs are measured by dynamic light scattering. (D) - (F) show the distribution of each EPDENs diameter and the average particle size (D: R-EPDENs, E: O-EPDENs, F: Y-EPDENs). (G)-(I) show the morphology of each EPDENs as observed using a scanning electron microscope (G: R-EPDENs, H: O-EPDENs, I: Y-EPDENs).

## 2) ヒト乳がん細胞株 MCF-7 に対する EPDENs の抗乳がん作用評価とアポトーシスの検出

上述のように、本研究において取得した 82 種類の食品由来 EPDENs より、MCF-7 細胞に対する抗乳がん作用を示す食品として、赤、橙、黄カラーピーマンを選抜した。3 色のカラーピーマンより取得した R-EPDENs, O-EPDENs, Y-EPDENs を MCF-7 細胞に処理し、その増殖能を評価した結果、3 色全ての EPDENs において、濃度依存的な細胞増殖抑制作用が認められた。この時、R-EPDENs ではタンパク量 62.5  $\mu\text{g}/\text{mL}$  以上で (Fig. 2. (A))、O-EPDENs ではタンパク量 250.0  $\mu\text{g}/\text{mL}$  以上で

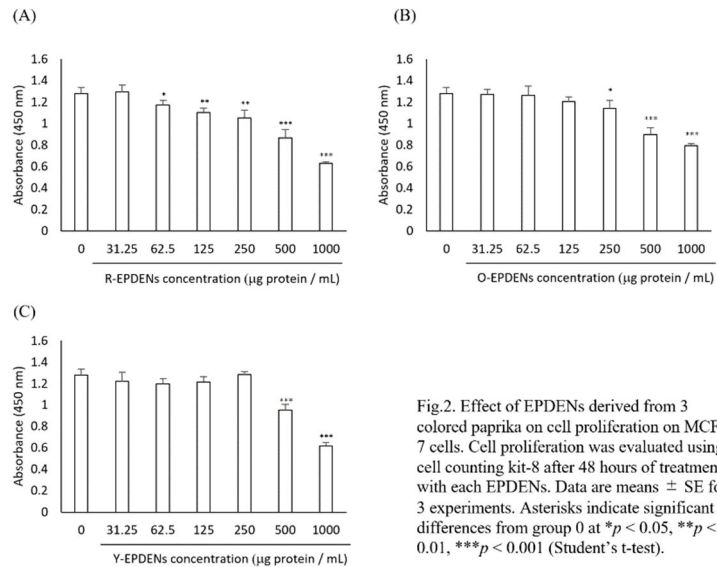


Fig.2. Effect of EPDENs derived from 3 colored paprika on cell proliferation on MCF-7 cells. Cell proliferation was evaluated using cell counting kit-8 after 48 hours of treatment with each EPDENs. Data are means  $\pm$  SE for 3 experiments. Asterisks indicate significant differences from group 0 at \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$  (Student's t-test).

(Fig. 2. (B))、Y-EPDENs ではタンパク量 500.0  $\mu\text{g}/\text{mL}$  以上で (Fig. 2. (C))、有意な増殖の抑制が認められた。次に、タンパク量 1000.0  $\mu\text{g}/\text{mL}$  の各 EPDENs が MCF-7 細胞の増殖に及ぼす影響を経時的に評価した結果、各 EPDENs 処理後 24 時間目まではコントロールと比較し増殖に有意な差は認められなかったが、48 時間目以降では有意な細胞の増殖抑制作用が見られると同時に、細胞の死滅を確認することができた。以上より、各カラーピーマン由来 EPDENs は抗乳がん作用を示すことが明らかになった。

次に、上述の 3 色のカラーピーマン由来 EPDENs が示す抗乳がん作用はどのような細胞死の誘導であるのかを評価するため、Annexin V 染色によるアポトーシス集団を測定した。その結果、MCF-7 細胞に 3 色のカラーピーマン由来 EPDENs を処理することにより、初期、中期、後期のアポトーシス集団が認められることが明らかになった。

## 3) EPDENs の細胞内への取り込みとエンドサイトーシス阻害が抗乳がん作用に与える影響

前述のように、EPDENs は細胞内に取り込まれるという報告がある。そこで、本研究で用いた 3 色のカラーピーマン由来 EPDENs の MCF-7 細胞への取り込みを評価した。その結果、全ての EPDENs は MCF-7 細胞に取り込まれることが明らかになった (Fig. 3. (A): 当該写真は Y-EPDENs のもの)。興味深いことに、その取り込みは細胞室内にとどまっておらず、核には移行しないことが示唆された。

我々は、これまでに研究において、EPDENs がエンドサイトーシスを介して細胞内に取り込まれる経路が存在することを報告している (Yamasaki *et al.*, 2021)。以上を背景に、本研究においても、3 色のカラーピーマン由来 EPDENs の MCF-7 細胞内への移行は、エンドサイトーシス経路を介していると仮説を立て、各種エンドサイトーシス阻害剤を用いて各 EPDENs の細胞への取り込みへの影響を評価した。その結果、各 EPDENs の MCF-7 細胞質内への取り込みは、3 種類のエンドサイトーシス阻害剤を処理することで抑制が認められた。

次に、3 色のカラーピーマン由来 EPDENs の細胞内への取り込みが抗乳がん作用に与えているかどうかを検証するた

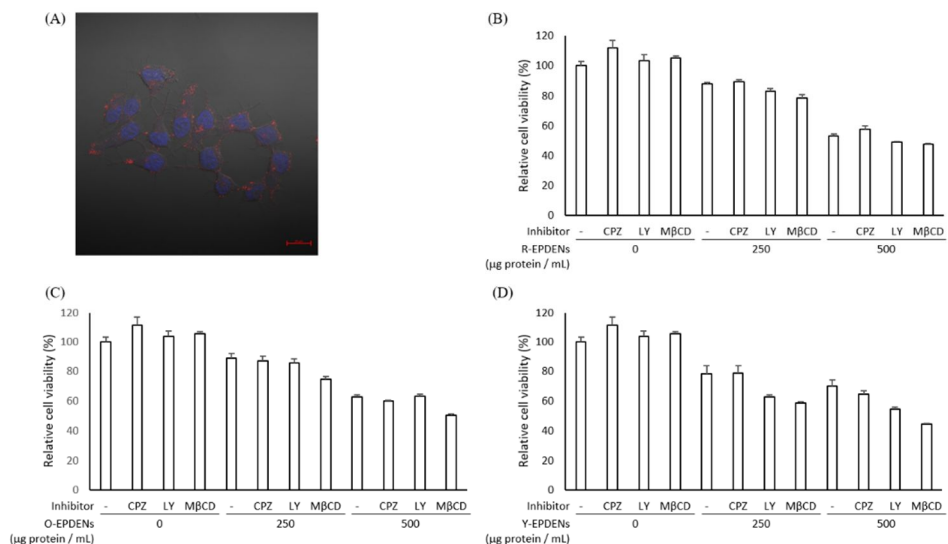


Fig. 3. Cellular uptake of each EPDENs and cell proliferation during inhibition of uptake on MCF-7 cells. (A): MCF-7 cells nuclear stained with Hoechst 33342 were treated with each EPDENs fluorescently stained with PKH26 for 2 hours to observe the intracellular uptake of EPDENs (Figure shows an example of Y-EPDENs). (B)-(D): Cell proliferation was evaluated using Cell Counting Kit-8 after 1 hour of treatment with endocytosis inhibitor followed by 48 hours of treatment with each EPDEN. Data are means  $\pm$  SE for 3 experiments (B: R-EPDENs, C: O-EPDENs, D: Y-EPDENs).

め、各種エンドサイトーシス阻害剤下で各 EPDENs 処理による MCF-7 細胞の増殖能を評価したところ、各阻害剤処理、すなわち細胞への取り込みを阻害しても各 EPDENs の MCF-7 細胞増殖抑制作用に影響は認められなかった。以上の結果より、3 色のカラーピーマン由来 EPDENs による MCF-7 細胞の対する抗がん作用は、EPDENs そのものが細胞内に取り込まれることで発現する現象ではないことが示唆された。

#### 4) 各種食品加工が EPDENs の抗乳がん作用に与える影響

1)~3)の研究において、赤、橙、黄のカラーピーマン由来 EPDENs は、抗乳がん作用を示すことが明らかになった。当該研究で EPDENs を取得するために用いた各種カラーピーマンは、生果である。カラーピーマンは生食も可能な食品であるため当該研究の結果を基軸として日常の食生活に適用することは可能であるが、一方で、加熱等の加工調理をすることも多くみられる食品である。そこで、カラーピーマンが加工調理されることを想定し、1. 冷蔵処理(生果)、2. 冷凍処理、3. ボイル処理、4. 焼成処理、5. マイクロウェーブ処理、6. オートクレーブ処理、7. 塩漬処理、8. 酢処理の 8 つの加工調理を施した後に EPDENs を取得し、1~8 の各処理後の EPDENs が MCF-7 細胞の増殖に及ぼす影響について評価した。その結果、EPDENs 未処理の細胞区 (control) と比較し、1. 冷蔵処理(生果)、2. 冷凍処理、3. ボイル処理、5. マイクロウェーブ処理、6. オートクレーブ処理、7. 塩漬処理後に EPDENs を取得し処理した 6 つの試験区において、有意に MCF-7 細胞の増殖を抑制した (Fig.4. (A))。以上より、抗乳がん作用を享受することを目的としてカラーピーマン由来 EPDENs を摂取する場合、比較的多くの手法の加工調理を採用することができることが明らかになった。

以上の結果を基に、宮崎大学メディア企画室等と連携しレシピ動画 (Fig.4. (B)) を、みやざきブランド推進本部 (宮崎県・JA みやざき) と連携し Karada Good Miyazaki (Fig.4. (C)) を作成、発信した。

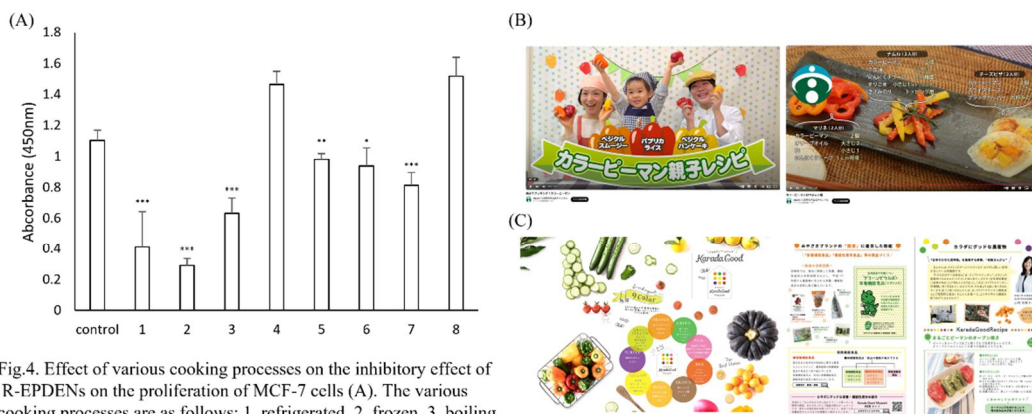


Fig.4. Effect of various cooking processes on the inhibitory effect of R-EPDENs on the proliferation of MCF-7 cells (A). The various cooking processes are as follows: 1. refrigerated, 2. frozen, 3. boiling, 4. baking, 5. microwave, 6. autoclave, 7. salted, 8. vinegar. Data are means  $\pm$  SE for 3 experiments. Asterisks indicate significant differences from group 0 at \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$  (Student's t-test). Utilizing the findings of this study, recipe videos created in collaboration with Miyazaki University Media (B) and a prefectural public relations magazine Karada Good created in collaboration with Miyazaki Prefecture and JA Miyazaki (C).

本研究により、赤、橙、黄カラーピーマン由来 EPDENs が抗乳がん作用を示すこと、その作用はアポトーシスの誘導であること、当該アポトーシスの誘導は EPDENs の細胞内への取り込みとは関与しない可能性が高いこと、当該抗乳がん作用は各種加工調理後にも維持されることが明らかになった。今後は、当該抗乳がん作用がどのような作用機序で誘導されるのか、EPDENs に含まれる特定の成分が当該作用を誘導するのか、また、*in vivo* でも同様の効果が得られるのか等を明らかにしていきたい。

#### < 引用文献 >

- Yamasaki-Miyamoto Y, Yamasaki M, Tachibana H, Yamada K. Fucoidan induces apoptosis through activation of caspase-8 on human breast cancer MCF-7 cells. *J. Agric. Food Chem.* 57, 8677-8682 (2009).
- Ju S, Mu J, Dokland T, Zhuang X, Wang Q, Jiang H, Xiang X, Deng ZB, Wang B, Zhang L, Roth M, Welti R, Mobley J, Jun Y, Miller D, Zhang HG. Grape exosome-like nanoparticles induce intestinal stem cells and protect mice from DSS-induced colitis. *Mol Ther.* 21, 1345-1357 (2013).
- Yamasaki M, Yamasaki Y, Furusho R, Kimura H, Kamei I, Sonoda H, Ikeda M, Oshima T, Ogawa K, Nishiyama K. Onion (*Allium cepa* L.)-derived nanoparticles inhibited LPS-induced nitrate production, however, their intracellular incorporation by endocytosis was not involved in this effect on RAW264 cells. *Molecules.* 26: 2763 (2021).
- Record M. Exosome-like nanoparticles from food: protective nanoshuttles for bioactive cargo. *Mol Ther.* 21, 1294-1296 (2013).

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 山崎 有美, 河野 愛未, 松本 朋子, 大島 達也, 山崎 正夫	4. 巻 71
2. 論文標題 ヒト腸管上皮細胞モデル (Caco-2) におけるキンカン由来 -クリプトキサンチンの膜透過性に及ぼす麹菌発酵乳飲料の影響	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 日本食品科学工学会誌	6. 最初と最後の頁 83-91
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3136/nskkk.NSKKK-D-23-00084	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 山崎 正夫, 山崎 有美, 大島 達也	4. 巻 61
2. 論文標題 食品中のナノ粒子に関する機能性研究-植物ナノ粒子の機能-	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 化学と生物	6. 最初と最後の頁 78-84
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 Masao Yamasaki, Yumi Yamasaki, Rina Furusho, Hayaka Kimura, Ichiro Kamei, Hiroko Sonoda, Masahiro Ikeda, Tatsuya Oshima, Kenjiro Ogawa and Kazuo Nishiyama	4. 巻 26
2. 論文標題 Onion ( <i>Allium cepa</i> L.)-Derived Nanoparticles Inhibited LPS-Induced Nitrate Production, however, Their Intracellular Incorporation by Endocytosis Was Not Involved in this Effect on RAW264 Cells	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 molecules	6. 最初と最後の頁 2768
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/molecules26092763	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 Tatsuya Oshima, Koki Takahashi, Asuka Inada, Masao Yamasaki, Yumi Yamasaki, Nozomu Eto	4. 巻 360
2. 論文標題 Enhanced water dispersibility and permeability through a Caco-2 cell monolayer of - cryptoxanthin extracted from kumquats by complexation with casein	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Food Chemistry	6. 最初と最後の頁 129822
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.foodchem.2021.129822	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 Fujii Kento, Ota Yuma, Nishiyama Kazuo, Kunitake Hisato, Yamasaki Yumi, Tari Hiroyuki, Araki Kaori, Arakawa Teruaki, Yamasaki Masao	4. 巻 68
2. 論文標題 Blueberry Leaf Polyphenols Prevent Body Fat Accumulation in Mice Fed High-fat, High-sucrose Diet	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Oleo Science	6. 最初と最後の頁 471 ~ 479
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5650/jos.ess18226	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 山崎有美	4. 巻 3
2. 論文標題 食品素材そのものを食べる『原食回帰』の提唱	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 アグリバイオ	6. 最初と最後の頁 90-92
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 無
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 Yumi Yamasaki	4. 巻 45
2. 論文標題 Research on breast cancer inhibitory effect focusing on Edible Plant Derived Exosome-like Nanoparticles.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Medical Science Digest	6. 最初と最後の頁 418-419
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 無
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 Yamasaki Masao, Hamada Kensaku, Fujii Kento, Nishiyama Kazuo, Yamasaki Yumi, Tari Hiroyuki, Araki Kaori, Arakawa Teruaki	4. 巻 14
2. 論文標題 Vaccinium ashei leaves extract alleviates insulin resistance via AMPK independent pathway in C2C12 myotube model	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Biochemistry and Biophysics Reports	6. 最初と最後の頁 182 ~ 187
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbrep.2018.05.003	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14件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 山田凜、森田優花、稲田飛鳥、大島達也、山崎有美、宮内大治、秋野利郎、小川健二郎、西山和夫、山崎正夫
2. 発表標題 納豆由来ナノベシクルはLPSによって誘導されたマウスマクロファージ様細胞RAW264.7の炎症反応を抑制する
3. 学会等名 第78回日本栄養・食糧学会大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 山崎 有美, 河野 愛未, 大島 達也, 松本 朋子, 山中 章英, 古市 佳代, 山崎 正夫
2. 発表標題 麹菌発酵乳飲料によるきんかん由来 -クリプトキサンチンの腸管吸収能向上.
3. 学会等名 第77回日本栄養・食糧学会大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山崎 有美, 河野 愛未, 大島 達也, 松本 朋子, 山中 章英, 古市 佳代, 山崎 正夫.
2. 発表標題 栄養成分分析を基軸とした地域食資源を生かした商品開発.
3. 学会等名 第23回分析講演会.
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山崎 正夫, 山崎 有美, 大島 達也.
2. 発表標題 食用植物のナノ粒子の機能性評価.
3. 学会等名 日本農芸化学会2024年大会.
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 山崎有美, 成合美香, 宮崎朱里, 大島達也, 松本朋子, 福井敬一, 吉山佳世, 近藤知己, 山崎正夫
2. 発表標題 宮崎県産カラビーマン由来機能性微粒子の乳がん抑制作用
3. 学会等名 宮崎大学産学・地域連携センター 第28回技術・研究発表交流会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 ブルーベリー葉を基軸とした機能性フードペアリングによる抗炎症作用評価
2. 発表標題 工藤七海、廣澤直也、野崎雅彦、湯浅友識、金井祐基、平川良子、山崎正夫、山崎有美
3. 学会等名 日本農芸 化学会2022年度大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山崎有美、松本朋子、福井敬一、吉山佳世、近藤知己、山崎正夫
2. 発表標題 食品由来機能性微粒子EPDENsの乳がん抑制作用と活性成分の探索
3. 学会等名 山崎有美、松本朋子、福井敬一、吉山佳世、近藤知己、山崎正夫食品由来機能性微粒子EPDENsの乳がん抑制作用と活性成分の探索日本農芸化学会2021年度大会2021年3月
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大島 達也、高橋 幸毅、越智 貴大、稲田 飛鳥、山崎 正夫、江藤 望、山崎 有美、赤木 剛、河野 拓人、山本 建次、清水 正高
2. 発表標題 クリプトキサンチンのCaco-2細胞透過性を改善するカゼイン複合体調製法の比較検討
3. 学会等名 第74回日本栄養食糧学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 木村颯花、山崎正夫、福井敬一、吉山佳世、近藤知己、山崎有美.
2. 発表標題 食品由来機能性微粒子EPDENsの乳がん抑制作用.
3. 学会等名 日本農芸化学会2020年度大会、福岡 (2020).
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 野中大成、木村颯花、池田正浩、園田紘子、清水正高、河野拓人、高橋幸毅、大島達也、山崎正夫、山崎有美.
2. 発表標題 食品由来機能性微粒子EPDENsの取得と物性解析.
3. 学会等名 日本農芸化学会2020年度大会、福岡 (2020).
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高橋幸毅、大島達也、山崎正夫、江藤望、山崎有美
2. 発表標題 キンカンからの -クリプトキサンチンの抽出と高分散化
3. 学会等名 第55回化学関連支部合同九州大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 高橋幸毅、大島達也、山崎正夫、江藤望、山崎有美
2. 発表標題 カゼインとの複合化によるキンカン中の油溶成分の高分散化
3. 学会等名 平成30年度日本栄養・食糧学会九州・沖縄支部大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 古庄利菜、山崎水優、亀井一郎、園田紘子、池田正浩、山崎有美、大島達也、西山和夫、山崎正夫
2. 発表標題 タマネギ由来ナノ粒子の基礎的分析と機能性評価
3. 学会等名 平成30年度日本栄養・食糧学会九州・沖縄支部大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山崎有美
2. 発表標題 近未来のフードサイエンスの展望 ~私がこのテーマにたどり着いた理由~
3. 学会等名 第23回フードサイエンスフォーラム学術集会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔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
研究協力者	山崎 正夫  (Yamasaki Masao)  (80381060)	宮崎大学・農学部・教授   (17601)	
研究協力者	大島 達也  (Oshima Tatsuya)  (00343335)	宮崎大学・工学部・教授   (17601)	
研究協力者	松本 朋子  (Matsumoto Tomoko)  (80641878)	宮崎大学・研究・産学地域連携推進機構・助教   (17601)	

#### 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
---------	---------