

令和 2 年 7 月 10 日現在

機関番号：34509

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16H03032

研究課題名(和文) 渋味の生理的意義の究明

研究課題名(英文) Investigation of physiological significance of astringency

研究代表者

石井 剛志 (Takeshi, Ishii)

神戸学院大学・栄養学部・准教授

研究者番号：50448700

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,000,000円

研究成果の概要(和文)：ポリフェノールには渋味を呈するものや苦味を呈するものなどが混在するが、味質と機能性の関連性は明らかになっていない。本研究では、渋味を呈するポリフェノールに共通する分子特性や生理機能を解析し、得られた知見を基盤として未だ曖昧な渋味の生理的意義を解明することを目的とし、研究を実施した。渋味を呈するポリフェノールに特有の分子特性を明らかにし、渋味物質が消化管刺激を通じて抗肥満作用などの生理機能を惹起する可能性を提唱した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ポリフェノールの機能性の発現機構については、吸収された成分が生体内で機能性を発揮するとの説や腸内細菌や生体内酵素によって代謝された代謝物が機能性を発現しているとの説もあるが、近年では消化管内の成分に作用して吸収されずとも機能性を発現するとの説も提唱されている。本研究は、ポリフェノールの機能性を味質の観点から分類するために「渋味」を呈するポリフェノールの分子特性を詳細に解析し、ポリフェノールの味質と機能と性の関連性を提示し、渋味の生理的意義を考えるうえで有用な知見を示した。

研究成果の概要(英文)：Although bitterness and astringency are different biochemical sensory mechanism, the relationship between polyphenol taste and function has not been characterized. In this study, we found that astringent polyphenols have cell membrane impermeability and protein aggregation ability. Based on the results, we proposed that astringent substances may induce physiological functions such as anti-obesity effect through gastrointestinal stimulation.

研究分野：食品科学

キーワード：渋味 難吸収性ポリフェノール 分子挙動 細胞膜非透過性 タンパク質凝集能 カテキン類 テアフラビン類 ウーロンホモビスフラバン類

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、研究者個人に帰属されます。

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年、口腔内に存在する様々な味覚受容体が消化管においても発現していることが報告され、味覚と消化管を介した生理機能の関係性が注目されるようになった。消化管粘膜で感受された情報は、消化管壁内に存在する腸管神経系により中枢神経系とは独立して伝達される。すなわち、消化管は口腔内と同様に摂取した味物質を体内に取り込む前に感受し、生体応答を惹起する化学物質の感覚器官といえる。それゆえ、味質のもつ生理的意義の解明に向けては、口腔内で感知する栄養素・毒物シグナルの観点からだけでなく、胃や腸などの消化管内で感知する生体応答の観点からも研究を進める必要が提唱されてきた。

渋味は、茶やワインなどの風味を決定する重要な因子であるが、動物や摂取経験の少ない若年層では忌避されることが多く、苦味と同様に毒物や生理活性物質のシグナルとして認識されているものと予想される。しかし、渋味は苦味とは異なり、両親媒性の物質が多いこと(カフェインなどの例外を除き苦味物質は水溶性が低いものが多い)、発現に特異的な受容体を介さないこと、閾値が高い(一般的に苦味の数十~数千倍以上)ことから、生理的意義が全く同じとは考え難い。渋味物質(タンニン)の多くは植物由来のポリフェノールであるが、その全てが渋味物質としての性質を備えるわけではない。ポリフェノールは様々な生理機能を有するが、その活性の強弱や種類は物質の持つ物理・化学的性質により異なる。苦味と同様に毒物や生理活性物質のシグナルとして“大雑把”に予想・認識されている渋味の生理的意義を解明するためには、渋味を呈するポリフェノールの物理・化学的性質を解明・整理し、摂取前後の分子挙動や体内動態を踏まえたうえで、共通する生理機能やその発現機構を解き明かすことが重要である。

我々はこれまでに、茶やカカオの渋味成分(ポリフェノール)と生体成分(リン脂質膜やタンパク質)との分子間相互作用を詳細に解析し、実験動物を使用した得られたポリフェノールの吸収性と機能性との関連性を考察することで難吸収性ポリフェノールが吸収されずとも、エネルギー代謝亢進作用や脂肪蓄積抑制作用、血流改善作用など、エネルギー蓄積の抑制に働き得る作用を示すことを見出し[基盤研究(B) 24300252]、[挑戦的萌芽研究・24650493]、「渋味は消化管内の生体成分に結合し、ある種の生理活性を示す難吸収性物質のシグナルである」との仮説を立てた。

2. 研究の目的

渋味物質が口腔内だけでなく消化管内においても受容されることを想定し、渋味物質の生体成分に対する分子挙動や体内動態を踏まえたうえで、共通する生理機能やその発現機構を明らかにし、未だ曖昧な渋味の生理的意義を解明することを目的とし、研究項目(1)~(3)を実施した。

<研究項目>

- (1) 苦渋味を呈するポリフェノールのスクリーニング
- (2) 苦渋味を呈するポリフェノールの分子挙動解析
- (3) 渋味を呈するポリフェノールの生理活性評価
- (4) 上記の研究項目で得られた知見の活用

3. 研究の方法

(1) 苦渋味を呈するポリフェノールのスクリーニング

試料として約80種のフラボノール類、フラバノール類関連化合物(カテキン類、メチル化カテキン類、テアフラビン類、ウーロンホモビスフラバン類、プロシアニジン類)、フラボン類、イソフラボン類、アントシアニジン類、フェニルプロパノイド、クルクミノイドおよびそれらの誘導体を用いた。先行研究にて構築した「ポリフェノール類化合物の苦渋味の評価方法(特許第5901948)」を使用して、各ポリフェノールの渋味を評価した。

(2) 苦渋味を呈するポリフェノールの分子挙動解析

実験項目(1)で見出した苦渋味を呈するポリフェノールについては、極性や分子間相互作用の観点から様々な分析を行うことで苦味物質と渋味物質に特有の分子挙動を解析した。渋味物質に特有の分子挙動である両親媒性(界面活性)、分子会合能、細胞膜非透過性、タンパク質凝集能を備えるポリフェノールを選抜した。

(3) 渋味を呈するポリフェノールの生理活性評価

実験項目(2)で見出した渋味を呈するポリフェノールについては、先行研究において抗肥満に関わる報告が集積していることから、渋味は消化管内の生体成分に結合し、抗肥満作用を惹起するとの仮説を立て、消化・吸収の過程を経ずとも機能が発揮される消化酵素阻害作用、胃粘膜からのレプチン分泌促進作用、エネルギー蓄積の抑制等を惹起する交感神経刺激能を評価・解析した。

(4) 上記の研究項目で得られた知見の活用

忌避性の味質である「えぐ味」は苦味と渋味の混合味であるとの報告があることから、えぐ味を呈するポリフェノール様化合物であるホモゲンチジン酸の分子挙動解析を行い、えぐ味の発現機構に関する知見を収集した。

4. 研究成果

(1) 苦渋味を呈するポリフェノールのスクリーニング

先行研究で構築した苦渋味の評価方法を利用することで、比較的強い苦渋味を呈するポリフェノールとして、ガレート型カテキン、メチル化カテキン類、テアフラビン類、ウーロンホモビスフラバン類、プロシアニジン類、ミリセチン、ケルセチン、ロスマリン酸を見出した。

(2) 苦渋味を呈するポリフェノールの分子挙動解析

実験項目(1)で見出した苦渋味を呈するポリフェノールと苦渋味を殆ど呈さないポリフェノールのうち、確保している量が十分であり味覚センサーに供することが可能な7種の試料について渋味強度と苦味強度を評価した。渋味強度は、テアフラビンジガレート(TF3)が最も強く、次いでエピガロカテキンガレート(EGCg)、ロスマリン酸(RA)、テアフラビン(TF1)の順であった。カフェ酸(CA)、エピガロカテキン(EGC)、ケルセチン(Que)の渋味は弱かった(図1)。苦味強度はQueが最も高く、TF3、TF1、EGCgおよびCAも苦味を備えていた。これらの成分について、細胞膜非透過性、両親媒性、分子会合能、リン脂質膜結合能(親和性)、タンパク質結合能(親和性)、タンパク質凝集能を評価した結果、強い渋味を呈するポリフェノールは、苦味を呈するポリフェノールとは大きく異なる分子特性を示し、両親媒性で分子会合能が強く、細胞膜非透過性とタンパク質凝集能を備えていることが明らかになった(図1)。

	渋味強度 ← →						
	TF3	EGCg	RA	TF1	CA	EGC	Que
細胞膜非透過性	◎	○	△	△	△	△	-
両親媒性	○	○	○	○	△	×	×
分子会合能	○	○	×	×	×	×	×
リン脂質膜結合能(親和性)	◎	○	△	△	△	△	◎
タンパク質結合能(親和性)	◎	○	○	○	×	△	○
タンパク質凝集能	◎	○	×	△	×	×	×

図1. ポリフェノールの渋味強度と分子挙動

得られた知見を活かして渋味物質としての特性が高いをポリフェノールを選抜し、実験項目(1)で見出した苦渋味を呈するポリフェノールの中でもガレート型カテキンの二量体であるウーロンホモビスフラバン類(OfA、OfB、OfC)とTF3(図2)、細胞膜透過性が低く(図3A)タンパク質凝集能が高いことが明らかになった(図3B)。

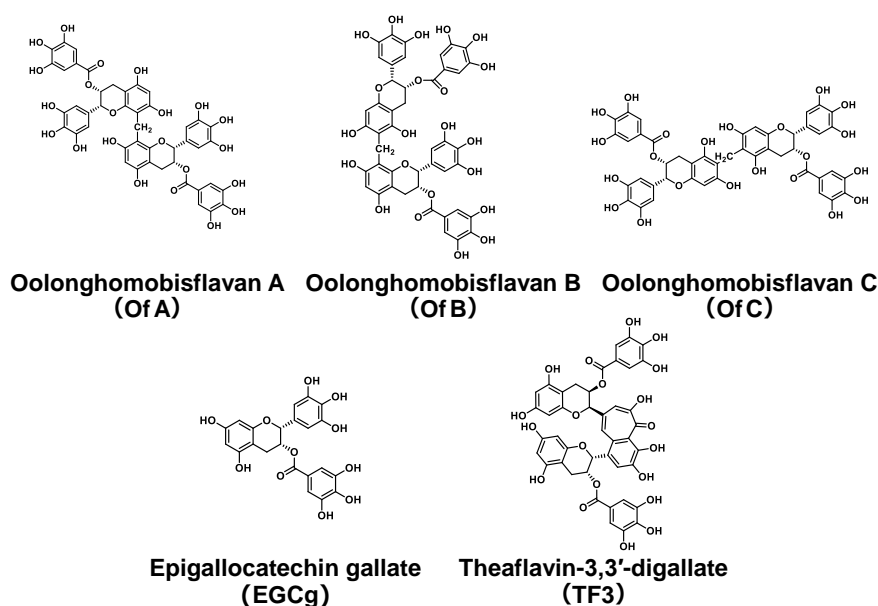


図2. ガレート型カテキン二量体であるウーロンホモビスフラバン類とTF3の化学構造

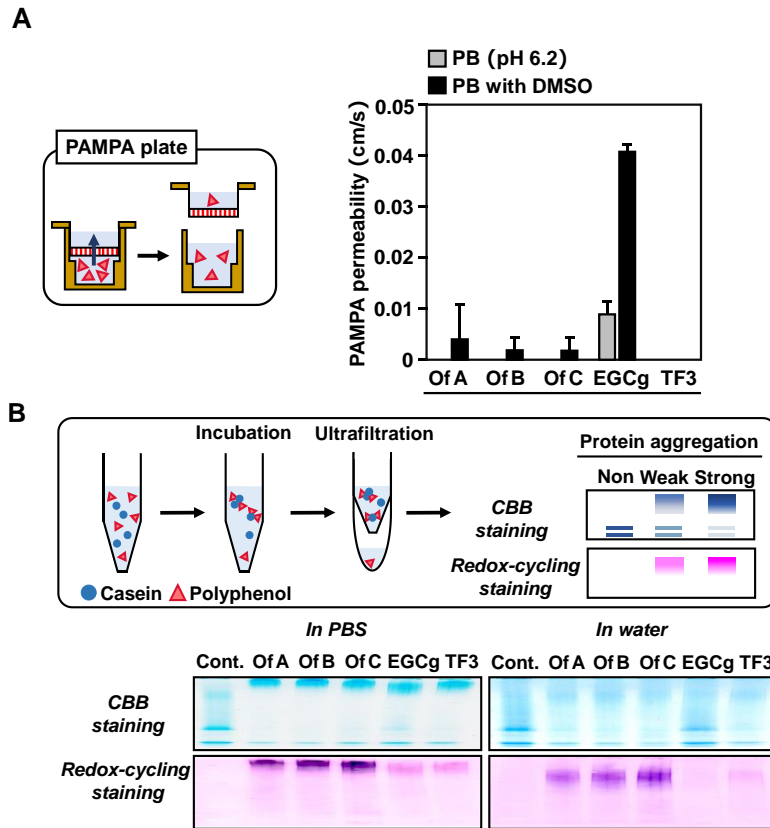


図 3. ウーロンホモビスフラバン類と TF3 の細胞膜透過性(A) とタンパク質凝集能(B)

(3) 渋味を呈するポリフェノールの生理活性評価

渋味を呈するポリフェノールは消化管内の生体成分に結合し、抗肥満作用を惹起すると仮説に基づき、油脂の消化・吸収に必要な膵リパーゼの素阻害作用を評価した。その結果、実験項目(1)および(2)で見出した渋味を呈するポリフェノールであるウーロンホモビスフラバン類(OfA, OfB, OfC)、EGCg、TF3 は高いリパーゼ阻害活性を備えていることが明らかになった(図 4)。また、その阻害機構はリパーゼの直接的な阻害による影響が大きく、特にウーロンホモビスフラバン類では渋味物質に特有の分子特性であるタンパク質凝集能により阻害作用が惹起されることを見出した。

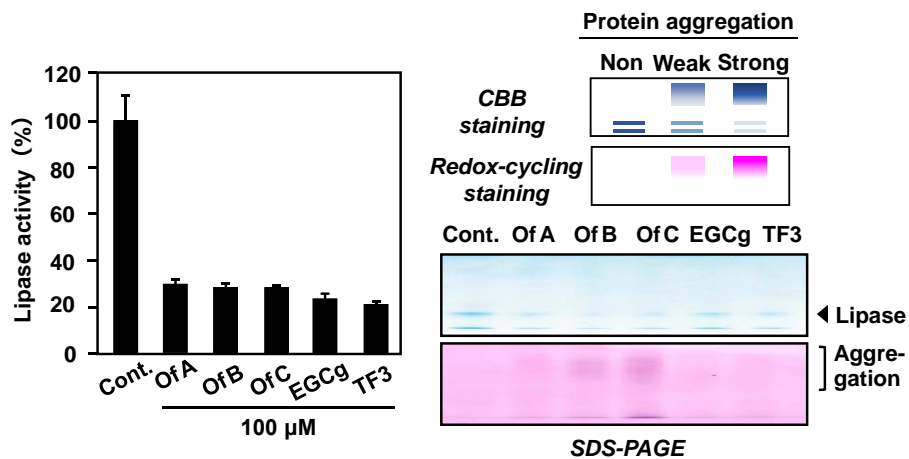


図 4. 渋味を呈するポリフェノールのパーゼ阻害作用

食品成分による刺激により胃粘膜細胞からレプチンが分泌されることで、食欲抑制作用が惹起されるとの報告に基づき、渋味を呈するポリフェノールによるレプチン分泌促進作用を評価し、ガレート型カテキン、メチル化カテキンおよびテアフラビン類がレプチン分泌促進作用を有していることを見出した(特願 2017-033553, 特願 2019-501863 (再表))。

エネルギー蓄積の抑制等を惹起する交感神経刺激能を解析し、渋味を呈するプロシアニジンに高い活性を見出した(Nakagawa *et. al*: Comparison of the sympathetic stimulatory abilities of B-type procyanidins based on induction of uncoupling protein-1 in brown adipose tissue (BAT) and increased plasma catecholamine (CA) in mice., *PLoS One*, 2018 e0201203)。

(4) 上記の研究項目で得られた知見の活用

忌避性の味質である「えぐ味」は苦味と渋味の混合味であるとの報告があることから、えぐ味を呈するホモゲンチジン酸の分子挙動を解析し、渋味物質と苦味物質の分子挙動とは全く異なることを示し、えぐ味は苦味と渋味の混合味ではないとの結論を得た (図 5)。

	苦味	渋味	えぐ味
細胞膜 非透過性	×	◎	△
両親媒性	×	○	×
分子会合能	×	○	×
リン脂質膜 結合能(親和性)	◎	○	×
タンパク質 結合能(親和性)	○	◎	△
タンパク質 凝集能	×	○	×

図 5. 忌避性味質を呈する物質に特有な分子特性

本研究課題の最終目標は、摂取した渋味物質の分子挙動や体内動態を踏まえたうえで、共通する生理機能やその発現機構を明らかにし、未だ曖昧な渋味の生理的意義を解明することである。上記の通り、本研究ではまず、ポリフェノールには味質の異なるものが混在し、それぞれが味質に応じて異なる分子特性を備えていることを示した。次に、渋味を呈するポリフェノールは、細胞膜透過性が著しく低く、タンパク質凝集能を備えていることを示した。実際に、茶やワインなどの渋味飲料に含まれるポリフェノールの多くは、体内に極微量しか取り込まれないが、*in vivo* 実験において様々な生理機能を示す。そのため、様々な問題点や矛盾点があるにも関わらず、高濃度のポリフェノールを作用させた *in vitro* 実験系の知見を基盤として、消化管より吸収されて標的細胞に到達することを前提に渋味物質の生理機能発現機構が議論・提唱されている。ごく微量の成分が生理機能を惹起しているとも考えることも可能であるが、殆ど吸収されないのであれば「別の生理機能の発現機構」を考えることも当然可能である。本研究成果は、渋味を呈するポリフェノールが難吸収性ポリフェノールであることを提示したことで、難吸収性ポリフェノールの生理機能の解明を通じて渋味の生理的意義を考える大きな手掛かりとなる。難吸収性ポリフェノールや渋味を有する食品の生理機能を検索すると、*in vivo* 試験に限定すれば、他の食品成分や渋味を有さない食品と比較して、消化酵素阻害作用、糖質や脂質の吸収阻害作用、脂肪蓄積防止作用など、栄養素の吸収を抑え代謝を活性化することでエネルギーの蓄積を抑える働きの占める割合が極めて高い。本研究においても、渋味を呈するポリフェノールは抗肥満作用に関連し得る様々な生理機能を提示した。これらの働きが渋味物質の生理作用であった場合、飢餓の時代にあっては、渋味物質は、エネルギー摂取を邪魔する毒物として生体に認識されるものと推察されるが、飽食の現代では生活習慣病を予防するための有益な機能性物質と捉えることができる。先行研究で報告された難吸収性ポリフェノールの抗肥満作用と渋味の関連性を証明できれば、渋味の生理的意義が明らかとなり、ヒトの発生・進化や人類の食嗜好・食文化の研究進展において革新的な知見となる。さらに、“渋味”を取り入れた健康的で豊かな食生活に向けた新しい食事スタイルの提案、それに伴う渋味飲料の開発・販売を通じて社会や産業への還元など社会・産業的な貢献が期待できると考えている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 3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 Nakagawa Yuta, Ishimura Kana, Oya Satomi, Kamino Masaki, Fujii Yasuyuki, Nanba Fumio, Toda Toshiya, Ishii Takeshi, Adachi Takahiro, Suhara Yoshitomo, Osakabe Naomi	4. 巻 13
2. 論文標題 Comparison of the sympathetic stimulatory abilities of B-type procyanidins based on induction of uncoupling protein-1 in brown adipose tissue (BAT) and increased plasma catecholamine (CA) in mice	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0201203
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1371/journal.pone.0201203	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 Shimamura Yuko, Utsumi Mio, Hirai Chikako, Nakano Shogo, Ito Sohei, Tsuji Ai, Ishii Takeshi, Hosoya Takahiro, Kan Toshiyuki, Ohashi Norio, Masuda Shuichi	4. 巻 23
2. 論文標題 Binding of Catechins to Staphylococcal Enterotoxin A	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Molecules	6. 最初と最後の頁 1125
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/molecules23051125	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 石井剛志、中山 勉	4. 巻 6
2. 論文標題 渋味を呈する難吸収性ポリフェノールの分子挙動解析	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本ポリフェノール学会雑誌	6. 最初と最後の頁 18 - 24
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 Saito, A., Nakazato, R., Suhara, Y., Shibata, M., Fukui, T., Ishii, T., Asanuma, T., Mochizuki, K., Nakayama, T., and Osakabe, N.	4. 巻 32
2. 論文標題 The impact of theaflavins on systemic-and microcirculation alterations: The murine and randomized feasibility trials	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Journal of Nutritional Biochemistry	6. 最初と最後の頁 107-114
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jnutbio.2016.01.012	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33件（うち招待講演 3件 / うち国際学会 3件）

1. 発表者名 前迫一輝、豊島亮太、坂本裕香、石井剛志
2. 発表標題 ネイティブ電気泳動法を用いる植物性ポリフェノールの会合性評価
3. 学会等名 日本分析化学会第79回分析化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 タンキンイ、山田菜々子、瀬戸春香、赤川貢、石井剛志
2. 発表標題 ポリビニルピロリドンとの結合に寄与するポリフェノールの構造特性の解析
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 Chisato Sasaki, Hiroki Ota, Takeshi Ishii, Katsuyuki Mukai, Akinobu Matsuyama, Mitsugu Akagawa
2. 発表標題 (-)-Epigallocatechin-3-O-gallate stimulates leptin secretion from gastric mucosal cells via 67-kDa laminin receptor/Ca ²⁺ signaling
3. 学会等名 International Conference on Polyphenols and Health (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuki Nakagawa, Yosuke Izumi, Takeshi Ishii, Hitoshi Ashida, Mitsugu Akagawa
2. 発表標題 A systematic and comprehensive analytical strategy to identify quercetin-modified proteins
3. 学会等名 International Conference On Polyphenols and Health (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Xinwei Tan, Kazuki Maesako, Mitsugu Akagawa, Hitoshi Ashida, Takeshi Ishii
2. 発表標題 A new method for the purification of polyphenol-binding proteins by pull-down assay with polyvinylpyrrolidone
3. 学会等名 International Conference On Polyphenols and Health (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 古居優季、新保さやか、小林麻貴、柏計雄、石井剛志
2. 発表標題 茶ポリフェノールと油脂の親和性評価を基盤とする口腔内リセット作用の検証技術の開発
3. 学会等名 第35回茶学術研究会講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 前迫一輝、黒田彩歌、坂本裕香、伊藤圭祐、赤川貢、石井剛志
2. 発表標題 えぐ味成分ホモゲンチジン酸の分子挙動解析
3. 学会等名 日本農芸化学会2020年度大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中川侑紀、石井剛志、芦田 均、赤川 貢
2. 発表標題 フェニルホウ酸誘導体との親和性を利用したフラボノール標的タンパク質の網羅的分析法の開発
3. 学会等名 第23回日本フードファクター学会学術集会・第12回日本ポリフェノール学会学術集会・第15回日本カテキン学会年次学術集会合同学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 前迫一輝、小林彰子、石井剛志
2. 発表標題 生体成分との親和性に関するロスマリン酸の構造特性
3. 学会等名 第23回日本フードファクター学会学術集会・第12回日本ポリフェノール学会学術集会・第15回日本カテキン学会年次学術集会合同学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 石井剛志
2. 発表標題 茶ポリフェノールの渋味とその生理的意義
3. 学会等名 第23回日本フードファクター学会学術集会・第12回日本ポリフェノール学会学術集会・第15回日本カテキン学会年次学術集会合同学術集会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 坂本裕香、石井剛志
2. 発表標題 脂溶性成分の人工膜透過性試験 (PAMPA) における植物油中のリン脂質含有量の影響
3. 学会等名 第20回静岡ライフサイエンスシンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 タンキンイ、赤川貢、芦田均、石井剛志
2. 発表標題 ポリフェノール標的蛋白質の探索に資する新規精製技術の開発
3. 学会等名 第20回静岡ライフサイエンスシンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 タンキンイ、赤川貢、芦田均、石井剛志
2. 発表標題 PVPPを用いるカテキン標的蛋白質の新規精製技術の開発
3. 学会等名 第34回茶学術研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮脇里奈、石川和樹、石井剛志、小林 彰子
2. 発表標題 抱合体の違いによる胆汁酸輸送機構の解明
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 佐々木知里、太田裕基、石井剛志、向井克之、松山彰収、赤川 貢
2. 発表標題 : (-)-Epigallocatechin-3-O-gallateの胃粘膜細胞に対するレプチン分泌刺激作用の機構解析
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 豊島亮太、川畑球一、石井剛志
2. 発表標題 フラボノール類の分子会合に寄与する構造特性
3. 学会等名 第71回日本栄養・食糧学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 前迫一輝、辻 愛、川畑球一、小林彰子、石井剛志
2. 発表標題 ロスマリン酸の生体成分に対する分子挙動
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
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 太田裕基、石井剛志、向井克之、松山彰収、赤川 貢
2. 発表標題 (-)-Epigallocatechin-3-gallateの胃粘膜細胞に対するレプチン分泌刺激作用の発見
3. 学会等名 第 14回日本カテキン学会年次学術大会合同大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 辻 愛、石田菜摘、小林麻貴、赤川 貢、石井剛志
2. 発表標題 烏龍茶重合ポリフェノールの生体成分に対する分子挙動とその構造特性
3. 学会等名 第 14回日本カテキン学会年次学術大会合同大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中川侑紀、石井剛志、芦田 均、赤川 貢
2. 発表標題 フェニルホウ酸誘導体との親和性を利用したフラボノイド標的タンパク質の網羅的解析法の開発
3. 学会等名 第 14回日本カテキン学会年次学術大会合同大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 前迫一輝、豊島亮太、辻 愛、坂本裕香、石井剛志
2. 発表標題 茶ポリフェノール会合体の形成能と安定性
3. 学会等名 第 14回日本カテキン学会年次学術大会合同大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 太田裕基、石井剛志、向井克之、松山彰収、赤川 貢
2. 発表標題 (-)-Epigallocatechin-3-gallateの胃粘膜細胞に対するレプチン分泌刺激作用の発見
3. 学会等名 第 22回日本フードファクター学会学術集会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 辻 愛、石田菜摘、小林麻貴、川畑球一、赤川 貢、石井剛志
2. 発表標題 ウーロンホモビスブラバン類の消化管タンパク質に対する強力な修飾作用
3. 学会等名 第 22回日本フードファクター学会学術集会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 前迫一輝、辻 愛、小林彰子、石井剛志
2. 発表標題 ロスマリン酸と生体成分との分子間相互作用
3. 学会等名 第 22回日本フードファクター学会学術集会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 宮脇里奈、石川和樹、石井剛志、小川真奈、小林彰子
2. 発表標題 テアフラビンの胆汁酸トランスポーター阻害機構の解明
3. 学会等名 日本農芸化学会2018年度大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 前迫一輝、辻 愛、小林麻貴、伊藤圭祐、小林彰子、赤川 貢、越阪部奈緒美、石井剛志
2. 発表標題 渋味を呈するポリフェノールの分子特性解析
3. 学会等名 日本農芸化学会2018年度大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 石井剛志、中山勉
2. 発表標題 渋味を呈する難吸収性ポリフェノールの分子挙動解析 消化管受容を介した生理機能発現機構の解明に向けて
3. 学会等名 第 10回 日本ポリフェノール学会学術集会（招待講演）
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 石井剛志、越阪部奈緒美
2. 発表標題 難吸収性ポリフェノールの渋味受容とその生理的意義の解析
3. 学会等名 フードサイエンスフォーラム第 22回 学術集会（招待講演）
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 豊島亮太、武内風香、安井美奈、川畑球一、石井剛志
2. 発表標題 茶ポリフェノールの水溶液中における分子会合性
3. 学会等名 第 32回 茶学術研究会講演会・第 13回日本カテキン学会年次学術大会合同大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 豊島亮太、武内風香、安井美奈、川畑球一、石井剛志
2. 発表標題 分子会合性を有するポリフェノールの構造特性
3. 学会等名 第 21回日本フードファクター学会学術集会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 石川和樹、小川真奈、石井剛志、阿部啓子、小林彰子
2. 発表標題 テアフラビンが胆汁酸吸収トランスポーター活性に与える影響
3. 学会等名 日本農芸化学会 2017年度大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 豊島亮太、辻 愛、坂本裕香、川畑球一、石井剛志
2. 発表標題 フラボノイドの分子会合に寄与する構造特性
3. 学会等名 日本農芸化学会 2017年度大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 太田裕基、石井剛志、向井克之、松山彰収、赤川 貢
2. 発表標題 (-)-Epigallocatechin-3-gallateの胃粘膜細胞に対するレプチン分泌刺激作用の発見
3. 学会等名 日本農芸化学会 2017年度大会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計2件

産業財産権の名称 カテキン化合物を利用したレプチン分泌促進剤	発明者 向井克之、松山彰収、赤川 貢、石井剛志	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-501863 (再表)	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 テアフラビン類を利用したレプチン分泌促進剤	発明者 向井克之、松山彰収、赤川貢、石井剛志	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2017-33553	出願年 2017年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

神戸学院大学食品機能学研究室HP http://www.nutr.kobegakuin.ac.jp/~foodsci/

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	越阪部 奈緒美 (Osakabe Naomi) (30554852)	芝浦工業大学・システム理工学部・教授 (32619)	

6. 研究組織（つづき）

	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	赤川 貢 (Akagawa Mitsugu) (70405356)	大阪府立大学・生命環境科学研究科・准教授 (24403)	
研究分担者	伊藤 聖子 (Ito seiko) (70466506)	静岡県立大学・食品栄養科学部・助教 (23803)	
研究分担者	新井 映子 (Arai Eiko) (90134783)	静岡県立大学・食品栄養科学部・教授 (23803)	