

## 先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム) 実績報告書

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名	味覚受容体による味認識機構の構造生物学的解明
研究機関・ 部局・職名	国立大学法人岡山大学・大学院医歯薬学総合研究科・教授
氏名	山下 敦子

1. 研究実施期間 平成23年2月10日～平成26年3月31日

2. 収支の状況

(単位:円)

	交付決定額	交付を受けた額	利息等収入額	収入額合計	執行額	未執行額	既返還額
直接経費	107,000,000	107,000,000	0	107,000,000	106,931,027	68,973	0
間接経費	32,100,000	32,100,000	0	32,100,000	32,100,000	0	0
合計	139,100,000	139,100,000	0	139,100,000	139,031,027	68,973	0

3. 執行額内訳

(単位:円)

費目	平成22年度	平成23年度	平成24年度	平成25年度	合計
物品費	60,175	15,784,500	15,735,642	50,552,663	82,132,980
旅費	0	229,200	488,110	420,070	1,137,380
謝金・人件費等	0	2,188,954	8,916,963	9,180,600	20,286,517
その他	0	1,150,304	817,791	1,406,055	3,374,150
直接経費計	60,175	19,352,958	25,958,506	61,559,388	106,931,027
間接経費計	0	10,839,000	11,277,600	9,983,400	32,100,000
合計	60,175	30,191,958	37,236,106	71,542,788	139,031,027

4. 主な購入物品(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

物品名	仕様・型・性能等	数量	単価 (単位:円)	金額 (単位:円)	納入 年月日	設置研究機関名
蛍光分光高度計	堀場製作所 FluoroMax-4	1	4,179,000	4,179,000	2012/3/22	理化学研究所
画像撮影解析装置	BIO-RAD社 製	1	2,612,400	2,612,400	2013/1/22	岡山大学
紫外可視分光光度計	島津製作所 製UV-1800	1	871,500	871,500	2013/2/1	岡山大学
プレハブ冷凍室	パナソニック ヘルスケア社 製低温室2坪	1	1,700,000	1,700,000	2013/2/28	岡山大学
高圧連続式ホモジナイザー	Avestin社製 EmulsiFlex-	1	3,638,250	3,638,250	2013/3/11	岡山大学
アングルロータ	日立工機社製 P50A3	1	1,008,000	1,008,000	2013/7/31	岡山大学
等温滴定型カロリーメーター	GEヘルスケア 社製iTC200	1	19,204,500	19,204,500	2013/8/30	岡山大学
純粋・超純水製造装置	メルクミリポア 社製Milli-Q Integral 5L	1	2,500,050	2,500,050	2013/10/21	岡山大学
顕微鏡デジタルカメラ カメラ	オリンパス社製 DP26-CU	1	614,250	614,250	2013/10/21	岡山大学
クロマトチャンバー	日本フリーザー 社製MC-20EF3	1	724,500	724,500	2013/11/27	岡山大学

5. 研究成果の概要

甘味・うま味受容体について、精度の高い解析ができる分子レベル味物質結合解析系を初めて構築し、精密な解析を行った。また、味物質を認識する領域の構造解析を行い、味物質が結合するとどのように受容体が構造変化を起こすのかを明らかにした。また酸味・辛味受容や、味細胞内情報伝達に関わるTRPチャネルについて、ファミリータンパク質が共通して備える多様な応答性を持つプロトタイプタンパク質を見だし、さまざまな刺激に応答できる構造的な特徴を解明した。これらの結果は、味覚受容に対する基本的な理解を深めるだけでなく、新規味物質開発や、開発した味物質の解析系として応用できる。

課題番号	LS130
------	-------

## 先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム) 研究成果報告書

本様式の内容は一般に公表されます
------------------

研究課題名 (下段英語表記)	味覚受容体による味認識機構の構造生物学的解明
	Structure-biological elucidation of mechanisms of taste recognition by taste receptors
研究機関・部局・ 職名 (下段英語表記)	国立大学法人岡山大学・大学院医歯薬学総合研究科・教授
	Okayama University, Graduate School of Medicine, Dentistry and Pharmaceutical Sciences, Professor
氏名 (下段英語表記)	山下 敦子
	Atsuko Yamashita

### 研究成果の概要

(和文):

甘味・うま味受容体の味物質認識領域について、機能を保持した安定な精製試料調製を達成し、味物質結合を定量的に解析するとともに、分子レベルでの結合評価系を初めて構築した。さらに、その立体構造や味物質結合に伴う構造変化を初めて解明し、受容体が味物質を受容して細胞内に情報を伝える分子メカニズムを明らかにした。また、味細胞情報伝達や酸味・辛味受容に関わる TRP チャンネルファミリータンパク質の制御領域の構造と制御の様相を明らかにし、同ファミリーが多様な機能を発現できる構造要因を解明した。これらの知見は、味覚受容体機能の理解を押し進めるとともに、味物質開発などにも重要な情報となる。

(英文):

We established the sample preparation condition for the taste-substance recognition region in a sweet taste receptor family protein. By use of the sample, we analyzed the taste substance binding to the protein precisely, and established a novel binding-assay system. We also analyzed the structure and conformational change of the protein upon tastant binding, elucidating the molecular mechanism for tastant perception and signal transduction. We also revealed molecular

basis of multimodal function of TRP channel family proteins, which play roles in signaling in a taste cell as well as sour and spicy taste sensation, through the structural and functional analyses of the regulatory region of a member of TRP channel family. These results contribute to deepen the understanding of the functions of taste receptors, as well as a development of new taste substances.

1. 執行金額 139,031,027 円  
(うち、直接経費 106,931,027 円、 間接経費 32,100,000 円)

2. 研究実施期間 平成23年2月10日～平成26年3月31日

### 3. 研究目的

本研究は、食物に含まれる味物質を感知するセンサータンパク質である味覚受容体の立体構造を解明し、機能解析の結果とあわせ、味覚受容の第一段階である味認識のメカニズムを明らかにすることを目的とする。

味覚は、食物として摂取するものに含まれる化学物質を感知し、その食物が生命活動に必要な栄養素を含むか、あるいは害となるかを判断する、生存のために重要な化学感覚である。口腔内の味細胞の細胞膜上には、それぞれの味を引き起こす味物質を感知する膜タンパク質である味覚受容体が存在する。「私たちはどのように味を感じるか」を理解するためには、「味覚受容体がどのように味物質を認識し、その情報をどのように生体内(細胞内)に伝えるか」を理解することが重要な第一歩となる。しかし、味覚受容体については、詳細な分子機能解明に必要な生化学的解析は進んでおらず、立体構造情報に関する知見にいたってはほとんど得られていない。その理由は、味覚受容体が受容体全長だけでなく味物質認識を担う部分領域についても、試料の発現・精製が困難なためである。このため、これまで味覚受容に関する解析は、動物実験や、電気生理学実験ならびに培養細胞を用いた応答実験などの生理学的解析に留まっていた。

味覚受容体による味認識の過程を分子レベルで考えると、受容体と味物質との分子間相互作用、受容体の構造変化、および受容体と細胞内情報伝達タンパク質との分子間相互作用から成り立っている。これらの相互作用や構造変化の様相を生化学的に詳細に解析し、さらに立体構造として観察することで、味認識メカニズムの理解を大きく推し進めることができると考えられる。

そこで、味覚受容体の中でも特に、甘味受容体およびうま味受容体が属する T1R ファミリー、ならびに酸味受容体、辛味受容体および甘味・うま味・苦味の細胞内情報伝達に関わる分子が属する TRP チャネルを研究対象とし、立体構造解析および生化学的機能解析の両面から、これらの味覚受容体がどのように味物質を認識しその情報を生体内に伝えるかを明らかにすることを目指す。具体的には、受容体試料の調製条件を確立し、味物質との結合について親和性や結合様式を生化学的に解析するとともに、結合の様相を X 線結晶構造解析でも解明し、これらの受容体が「どのような味物質をどのように認識するか」を明らかにする。さらに、味物質を結合し活性化し

ている状態、不活性化状態などさまざまな機能状態についての生化学的機能解析および立体構造解析を行い、「味物質結合の情報をどのように転換し細胞内に伝達するか」についてのメカニズムを解明することを目指す。

#### 4. 研究計画・方法

T1R および TRP チャネルとも、蛍光検出ゲルろ過クロマトグラフィー法およびこれを応用して受容体解析に最適化した新規手法を開発して(論文 1,6,8)、ファミリータンパク質の中から構造解析に適した試料を見だし、発現・精製条件を確立した。得られた試料について、SPRING-8, Photon Factory などの大型放射光施設を用いた X 線結晶構造解析によって高分解能での構造を解析し、同じくシンクロトロン放射光施設を用いた X 線溶液散乱解析と電子顕微鏡単粒子解析によって溶液中での構造を解析した。また、得られた試料に対する味物質の結合や受容体同士の会合状態などの分子間相互作用解析として、等温滴定型カロリーメリーや分析型超遠心解析をはじめとする各種生化学的・生物物理学的解析を行った。さらに共同研究により、受容体応答解析や電気生理学的解析による受容体機能解析、NMR 法による構造のダイナミクスの解析も行って、得られた情報を統合し、受容体の味物質認識や情報変換、受容体機能制御の様相を解析した。

#### 5. 研究成果・波及効果

##### (1) 甘味・うま味受容体 T1r ファミリーの情報認識・変換・伝達機構の解明

##### ① 甘味・うま味受容体 T1r ファミリー味物質領域の精製試料調製条件を確立し、分子レベル味物質結合解析系を構築した

甘味・うま味受容体 T1r ファミリーは、これまで受容体全長はもちろん細胞外味物質結合領域についても機能状態を保持した試料調製がなされておらず、分子レベル解析がされていなかった。本研究において、味物質結合を担う細胞外領域について、機能を保持したまま安定に純度高く試料調製できる条件を確立した。さらに、得られた試料は味物質が結合していない状態では極めて不安定であったところ、味物質が存在しない状態でも安定に保持できる条件を見いだした。このことにより、精製タンパク質試料を用いて味物質の結合を物理化学的に解析することが可能になり、受容体に対する味物質の結合定数をはじめとする熱力学的パラメーターを初めて正確に決定することに成功した。さらに、この安定化条件を用いて、味覚受容体に対する味物質結合を簡便に決定できる味物質結合解析系を確立した。

これらの結果は、これまで官能試験や細胞レベルでの解析しか行えなかった味物質評価について、より再現性が高く正確に解析することが可能な精製タンパク質解析系を初めて確立できたことになり、食品産業分野での新規味物質開発などに有用なシステムとして応用可能である。(論文 1, 9, 論文準備中、特許申請中)

##### ② T1r 味物質結合領域の味物質認識機構を明らかにする立体構造を解明した

T1r による味物質の認識機構を明らかにするには、X 線結晶構造解析で高分解能の構造を解明し、相互作用の詳細を明らかにする必要がある。T1r の味物質認識領域は、これまで全く構造情

報が報告されておらず、本研究課題で得られた試料も、そのままでは結晶が得られなかった。しかし種々の検討を行った結果、良好な T1r 細胞外領域結晶を作製することに成功した。研究期間中に得られた結晶を用いて、後日シンクロトン放射光施設運転再開後にデータ収集を行い、立体構造を解明することに成功した。これは世界でも初めての重要な成果であり、味覚受容体の味物質認識機構への理解が大きく進むだけでなく、新規味物質開発や、類似した立体構造を持つ神経伝達物質受容体などを標的とする治療薬開発にも役立つ情報となる。(論文準備中)

### ③ T1r 味物質結合領域が味物質の結合情報をどのように伝達するかを明らかにした

T1r の味物質認識領域への味物質結合情報が、どのように変換され細胞内に伝えられるのかを明らかにするため、X 線溶液散乱および電子顕微鏡解析による構造解析を行って、味物質が結合しているときとしていないときの構造の違いを解析した。この結果、同領域に味物質が結合することによって、よりコンパクトなコンフォメーションに変化することを解明した。味物質の結合が T1r 細胞外領域のコンフォメーション変化を引き起こすことで、味物質結合情報が受容体の構造変化として細胞内へ伝達されると考えられることを明らかにした。この結果は受容体機能を理解する上で重要な知見である。(論文準備中)

## (2) TRP チャネルの情報認識・変換・伝達機構の解明

TRP チャネルは、甘味、うま味、苦味の味細胞内  $Ca^{2+}$  情報伝達に関わっており、一方で別のメンバーではそれぞれのが酸味や辛味の受容体としてはたらくなど、多様な機能を持っている。本研究では、研究者らが見いだした多機能プロトタイプ TRP チャネル TRPGz をモデル分子として、結晶構造解析および各種機能解析を行った。その結果、①同チャネルの細胞内領域にある制御領域の多量体形成が、浸透圧上昇および温度上昇活性化を引き起こすこと、②この領域に  $Ca^{2+}$  が特異的に結合する部位があること、③その下流の領域が細胞ストレスにより上昇するリン脂質に特異的に結合し、チャネル活性を阻害することを解明した。加えて、共同研究により、これらの制御領域が存在する細胞内領域が全体として構造のダイナミクスおよび柔軟性を持つことを明らかにし、構造柔軟性が多機能性発現に重要であると考えられることを見いだした。本研究で明らかになったこれらの細胞内領域の構造的特質は、味物質認識および味細胞情報伝達も含めた TRP チャネルを介した情報伝達に重要な分子基盤情報となる。(論文 2,4,8,10、論文準備中)

## (3) 今後味覚受容体の情報伝達を解明する上での基盤的知見の解明

T1r の味物質認識部位でのリガンド結合情報は、膜貫通領域を介して細胞内情報伝達系へと伝達される。本研究にて、細胞内  $Ca^{2+}$  シグナリングに関わるいくつかのタンパク質が T1r の細胞内領域に結合することを見だし、 $Ca^{2+}$  シグナリングが同タンパク質の G タンパク質シグナリングを制御する可能性があることを明らかにした。また、T1r ファミリー、TRP チャネルとも、膜貫通領域を含めた受容体全長で構造解析に適した性質を示す試料と発現条件を見いだした。これらの知見は、今後味覚受容体機能の理解をさらに進めていく上で重要な基盤的情報となる。

6. 研究発表等

<p>雑誌論文 計 10 件</p>	<p>(掲載済み一査読有り) 計 4 件</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ashikawa Y, Ihara M, Matsuura N, Fukunaga Y, Kusakabe Y, Yamashita A.* “GFP-based evaluation system of recombinant expression through the secretory pathway in insect cells and its application to the extracellular domains of class C GPCRs” <i>Protein Science</i> (2011) <b>20</b>, 1720-1734.</li> <li>2. Ihara M, Hamamoto S, Miyanoiri Y, Takeda M, Kainosho M, Yabe I, Uozumi N, Yamashita A.* “Molecular bases of multimodal regulation of a fungal transient receptor potential (TRP) channel.” <i>J. Biol. Chem.</i> (2013) <b>288</b>, 15303-15317.</li> <li>3. 山下敦子 「膜タンパク質構造解析の新展開」 ファルマシア (2013) <b>49</b>, 753-757.</li> <li>4. 伊原誠、山下敦子 「TRP チャンネルがさまざまな刺激に应答できる仕組み」 化学と生物 (2014) <b>52</b>, 48-53.</li> </ol> <p>(掲載済み一査読無し) 計 3 件</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>5. 山下敦子 「基質と阻害剤のあいだ：神経伝達物質トランスポーターホモログ LeuT の結晶構造から」 細胞工学(2012) <b>31</b>, 527-528.</li> <li>6. 伊原誠、山下敦子 「FN-PAGE 法：膜タンパク質の性状の簡便かつ迅速な解析法」 実験医学 (2011)<b>29</b>, 2291-2297.</li> <li>7. 山下敦子 「結晶構造解析における「静止画」から「動画」への試み」 日薬理誌 (2013) <b>141</b>, 235-239.</li> </ol> <p>(未掲載) 計 3 件</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>8. Ihara M, Takano Y, Yamashita A.* “General flexible nature of the cytosolic regions of fungal TRP channels, revealed by expression screening using GFP-fusion techniques” <i>Protein Sci.</i> <b>23</b>, 923-931.</li> <li>9. Shimizu M, Goto M, Kawai T, Yamashita A, Kusakabe, Y. “Distinct human and mouse membrane trafficking systems for sweet taste 1 receptors T1r2 and T1r3” <i>PLOS ONE</i>, in press.</li> <li>10. 山下敦子 「構造から考える TRP チャンネルの多様な刺激応答」 生化学 (2014) 印刷中.</li> </ol>
<p>会議発表 計 21 件</p>	<p>専門家向け 計 18 件</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ihara.M Okajima.T Yamashita.A Matsuda.K “Crystal structures of <i>Lymnaea stagnalis</i> AChBP in complex with neonicotinoid insecticides: imidacloprid and clothianidin” Nicotinic Acetylcholine Receptors 2011, Hinxton, UK, 2011年5月</li> <li>2. 山下 敦子「神経伝達物質トランスポーターホモログLeuTの構造・機能解析」第58回ITP セミナー、岡山、2011年8月</li> <li>3. 芦川 雄二、伊原 誠、松浦 紀子、福永 優子、日下部 裕子、山下 敦子”GFP-based evaluation system of recombinant expression through the secretory pathway in insect cells”第 49 回日本生物物理学会年会、姫路 2011 年 9 月</li> </ol>

<p>4. 松井 美佳奈 浅野 拓也 伊原 誠 山下 敦子 岡島 俊英 松田 一彦「ニコチン性アセチルコリン受容体のネオニコチノイド感受性決定に対する非古典的loopの寄与」2011年度日本農芸化学会 関西・中部支部合同大会（関西支部第471回講演会、中部支部第162回例会）、京都、2011年10月</p> <p>5. 浅野 拓也 松井 美佳奈 伊原 誠 山下 敦子 岡島 俊英 松田 一彦「ニコチンとネオニコチノイドの活性に対するニコチン性受容体の古典的および非古典的ループ構造の影響」日本農芸化学会2012年度大会、京都市、2012年3月</p> <p>6. 山下 敦子 伊原 誠 “Structure basis of a regulatory module of TRP channel homolog”第85回日本薬理学会年会、京都、2012年3月</p> <p>7. Nuemket N. Matsuura N &amp; Yamashita A “Interaction of CIB1 and cytosolic C-terminus of Sweet Taste Receptor (T1R2): an implication in signal transduction” Sapporo Symposium on Advanced Protein Crystallography, Sapporo, 2012年3月</p> <p>7. 伊原誠, 浜本晋, 宮ノ入洋平, 武田光広, 甲斐荘正恒, 矢部勇, 魚住信之, 山下敦子「真菌由来 TRP チャネルのマルチモーダル制御の分子基盤」第8回 TRP チャネル研究会、愛知県岡崎市、2012年6月.</p> <p>8. Nipawan Nuemket, Noriko Matsuura, Atsuko Yamashita “Interaction of CIB1 and cytosolic C-terminus of Sweet Taste Receptor (T1R2): an implication in signal transduction” 第12回日本蛋白質科学会年会、愛知県名古屋市、2012年6月.</p> <p>9. 日下部 裕子、進藤 由美子、河合 崇行、山下 敦子「T1r3の膜移行機序に関する解析」日本味と匂学会第46回大会、大阪府吹田市、2012年10月.</p> <p>10. Atsuko Yamashita “Structural basis of dynamic regulation of ion channel function” よこはま NMR 構造生物学研究会第3回国際シンポジウム「Drug Discovery and Design by NMR」、神奈川県横浜市、2012年10月.</p> <p>11. 山下敦子「神経伝達物質トランスポーターホモログ LeuT の構造に見るイオンと基質の共役輸送機構」日本生体エネルギー研究会第38回討論会、岡山市、2012年12月.</p> <p>12. Nipawan Nuemket, Noriko Matsuura, Atsuko Yamashita ”Interaction of CIB1 and cytosolic C-terminus of Sweet taste receptor (T1R2):an implication in signal transduction” Nagoya Symposium Frontiers in Structural Physiology, Nagoya, 2013年1月.</p> <p>13. Makoto Ihara, Shin Hamamoto, Yohei Miyanoiri, Mitsuhiro Takeda, Masatsune Kainosyo, Isamu Yabe, Nobuyuki Uozumi, Atsuko Yamashita ” Mechanism of the multimodal regulation of Fungal TRP channel” Nagoya Symposium Frontiers in Structural Physiology, Nagoya, 2013年1月.</p> <p>14. Atsuko Yamashita “GFP-based precrystallization screening for membrane protein structure analysis A light on the road to synchrotron” International Workshop on Biointerface and Biomedical Engineering, 2013 Opening New Field of Biology through Cutting-edge Technologies, Okayama, 2013年3月.</p> <p>15. 山下敦子「膜タンパク質の機能構造解析□神経伝達物質トランスポーターホモログの輸送と阻害の構造基盤」第2回補綴若手研究会、岡山県倉敷市、2013年3月.</p> <p>17. Yamashita A. “Toward molecular understanding of sensory systems by structural biology” The 1st Japan-Korea Joint Symposium on Pharmaceutical Researches in Okayama 2013, Okayama, Dec. 2013.</p> <p>18. Ihara M, Yamashita A. “Crystallographic analysis of the Ca<sup>2+</sup>-binding sites in the regulatory-bundling region of the fungus TRP channel” 第51回日本生物物理学会年会、京都市左京区、2013年10月.</p> <p>一般向け 計3件</p> <p>1. 山下敦子、FIRSTシンポジウム「科学技術が拓く2030年」東京都新宿区、2014年2月。（ポスター展示）</p> <p>2. 山下敦子「自然がデザインした美しい「かたち」-タンパク質の立体構造と機能、そして薬-」講演会「くすりと芸術」、岡山大学薬学部主催、岡山市、2013年10月.</p> <p>3. 山下敦子「構造生物学と薬学」岡山大学薬学部公開講演会、岡山市、2013年6月.</p>
---

<p>図書 計3件</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 山下敦子 DOJIN BIOSCIENCE SERIES 01「化学受容の科学—匂い・味・フェロモン 分子から行動まで」(東原和成編) 第12章・化学感覚受容体の構造生物学 化学同人、2012年、p.134-145. ISBN978-4-7598-1501-6</li> <li>2. Yamashita A., Ihara, M. “Structure basis of a regulatory module of TRP channel homolog” Journal of Pharmacological Sciences, 118, Suppl. 1, 12P, 2012.</li> <li>3. 山下敦子 「膜タンパク質構造研究」(岩田想編) 第3章「神経伝達物質トランスポーターホモログ」 化学同人、2013年、p. 26-34. ISBN978-4-7598-1561-0</li> </ol>
<p>産業財産権 出願・取得状況 計0件</p>	<p>(取得済み) 計0件  (出願中) 計0件</p>
<p>Webページ (URL)</p>	<p>理化学研究所プレスリリース「1つの受容体がさまざまな刺激に応答できる仕組みの一端を解明—感覚受容の重要な役者 TRP チャネルの理解を進める一歩に—」 <a href="http://www.riken.go.jp/pr/press/2013/20130423_1/">http://www.riken.go.jp/pr/press/2013/20130423_1/</a></p>
<p>国民との科学・技術対話の実施状況</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 夏休み自由研究(小・中学生)のための科学実験教室「味覚の不思議を科学する!」、2011年8月4日、三日月文化センター、小学生、8名、味覚修飾食品を用いた実験を交えながら、味覚受容についての基礎や本研究課題の概要をわかりやすく説明した。</li> <li>2. 第53回科学技術週間サイエンスカフェ「味覚の科学」、2012年4月22日、大阪科学技術センター、小学生～一般、27名、味覚修飾食品を用いた実験を交えながら、味覚受容についての基礎や本研究課題の概要をわかりやすく説明した。</li> <li>3. 岡山大学薬学部公開講演会、2013年6月16日、岡山大学薬学部、高校生・一般、50名、本研究課題の成果について講演した。</li> <li>4. 講演会「くすりと芸術」、2013年10月14日、岡山コンベンションセンター、大学生・一般、56名、本研究課題の研究内容について講演した。</li> <li>5. 初富総合大学、2013年11月2日、初芝富田林高校、高校生、約40名、大学の模擬講義の形式で本研究課題の研究内容について講義した。</li> </ol>
<p>新聞・一般雑誌等掲載 計5件</p>	<p>【ウェブニュース掲載】 「独立行政法人理化学研究所、1つの受容体がさまざまな刺激に応答できる仕組みの一端を解明」(日経バイオテク) <a href="https://bio.nikkeibp.co.jp/article/pressrelease/20130424/167613/">https://bio.nikkeibp.co.jp/article/pressrelease/20130424/167613/</a> 「理研、1つの受容体がさまざまな刺激に応答できる仕組みの一端を解明」(OPTRONICS WEB ジャーナル) <a href="http://optronics-media.com/news/20130424/5383/">http://optronics-media.com/news/20130424/5383/</a> 「TRP チャネル、刺激応答の仕組み一端が明らかに」(QLifePro 医療ニュース) <a href="http://www.qlifepro.com/news/20130430/how-part-of-the-stimulus-response-trp-channels-revealed.html">http://www.qlifepro.com/news/20130430/how-part-of-the-stimulus-response-trp-channels-revealed.html</a> 「「TRP チャネル」は1種類で多彩な刺激に柔軟に応答することが可能 - 理研」(マイナビニュース) <a href="http://news.mynavi.jp/news/2013/04/24/211/index.html">http://news.mynavi.jp/news/2013/04/24/211/index.html</a> 「1つの受容体がさまざまな刺激に応答できる仕組みの一端を解明 [理化学研究所]」(Security Online News) <a href="http://ssanet.biz/?p=19913">http://ssanet.biz/?p=19913</a></p>

## 様式21

その他	<p>【テレビ放映】</p> <p>BSフジ「ガリレオ X」(2011年12月11日放映「加速器」最前線宇宙・物質・生命現象の謎を解く)にて、本研究課題を推進する立場からの加速器利用に関するコメントを行った。</p> <p>【ラジオ放送】</p> <p>山陽放送ラジオ「技術の森」(2013年8月28日)に出演し、本課題の研究内容と成果について紹介した。</p>
-----	---

### 7. その他特記事項

特になし。