

令和 6 年 6 月 11 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21H02963

研究課題名（和文）上皮-樹状細胞ネットワークを介したアレルギー疾患の発症機構の解明

研究課題名（英文）Elucidation of molecular mechanisms for development of allergic diseases via epithelial-dendritic cell networks

研究代表者

中江 進（Nakae, Susumu）

広島大学・統合生命科学研究科（生）・教授

研究者番号：60450409

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,400,000円

研究成果の概要（和文）：プロテアーゼアレルゲン（papain）によって気道上皮細胞から誘導されたIL-33は、肺内のCD11c陽性細胞からIL-17Bを誘導することが明らかになった。IL-17BとIL-25の共通な受容体であるIL-17RBを発現する細胞は、肺内ではILC2、樹状細胞及びマクロファージであった。IL-25はILC2を活性化するのに対し、IL-17BはILC2を活性化しない。一方、IL-17BはIL-17RBを発現する樹状細胞を活性化することで、papainによる気道炎症に関与す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

本研究では、新たに、IL-33によって誘導されるIL-17Bの生理作用及び喘息様気道炎症の病態形成との関わりを明確にすることにより、喘息の炎症誘導に関わるサイトカインネットワーク機構の解明といった基礎免疫学の分野での学術的な意義に加え、喘息の発症のメカニズムの全容解明に貢献できることが期待される。また、その成果は、抗体医薬等の治療薬の開発といったアレルギーの予防・治療法の開発の基盤提供につながると期待される。

研究成果の概要（英文）：IL-33 induced by protease-stimulated airway epithelial cells was found to induce IL-17B from CD11c positive cells in the lungs. IL-17RB, a common receptor for IL-17B and IL-25, were expressed on ILC2, dendritic cells and macrophages in the lungs. IL-25, but not IL-17B, could activate ILC2 to produce type 2 cytokines. On the other hand, IL-17B could activate IL-17RB-expressing dendritic cells, contributing to induction of papain-induced airway inflammation.

研究分野：アレルギー学、免疫学

キーワード：アレルギー 気管支喘息 サイトカイン

1. 研究開始当初の背景

アレルギー疾患は、外界からアレルゲンが体内に侵入することから始まる。正常な状態では、上皮細胞間のバリアにより、アレルゲンの侵入が不可能な状態にあるが、何らかの要因によってバリアが破綻した場合、それが可能となる。その要因の一つとして、主要なアレルゲンであるダニやカビ、植物などが産生するプロテアーゼが挙げられる (Am J Respir Cell Mol Biol, 12, 368, 1995)。植物のパパイア由来の「papain」とダニ由来の「Der p/f1」はシステインプロテアーゼであり、ヒトの「cathepsin B」とアミノ酸配列の相同性が高く、これらはホモログとされる。Papainは現在、スキンケア製品などに含まれており、古くは食肉加工業などで使用され、その際、papainに暴露された従業員に喘息が頻発し、職業性喘息の原因物質とされた経緯がある (Br J Ind Med, 32, 302, 1975)。したがって、外来プロテアーゼ活性を制御することが喘息や皮膚炎などのアレルギー疾患の制御に必要であることが窺える。

アレルゲンに感作されたことのないマウスに、papain や Der p1、カビプロテアーゼを吸入させるだけで気道炎症が誘導される。プロテアーゼにより上皮細胞が破壊されると、その箇所から様々なアレルゲンが体内に侵入し、結果として、それらアレルゲンへの感作の成立を導いてしまう。したがって、生体はそのようなアレルゲンの侵入を防ぐために、プロテアーゼにより上皮細胞が破壊されると速やかに炎症を誘導し、免疫細胞の活性化を促して侵入したアレルゲンの排除と破壊された上皮細胞バリアの修復を行う。この炎症と組織の修復の過程に、破壊された上皮細胞から放出されたサイトカイン「IL-33」が重要であることを申請者らは世界に先駆けて報告した (Proc Natl Acad Sci USA, 107, 18581, 2010)。引き続き、この炎症誘導機構を明らかにすることは上皮細胞のバリア機能の修復機序の解明に不可欠であり、アレルギー疾患の予防や治療法の開発に貢献できる可能性が期待される。

2. 研究の目的

papain によって肺内で誘導される機能不明なサイトカイン「IL-17B」を同定した。IL-33 以外に、喘息などのアレルギー疾患に関わる上皮細胞が産生するサイトカインとして、IL-25 と TSLP はよく知られているが、IL-17B は IL-25 と同一の受容体 (IL-17RA と IL-17RB のヘテロダイマー) に結合する。そのため、海外の研究者らは、IL-17B は IL-25 が受容体に結合するのを妨げるアンタゴニストであると報告したが (Immunity, 42, 692, 2015)、申請者らは、IL-17B は IL-25 の作用を阻害せず、IL-25 とは異なる機構でプロテアーゼによる気道炎症に関わることが明らかにした (未発表)。そこで、本研究では、マウスを用いて、papain 誘導性気道炎症モデルにおける IL-17B の機能解析を行うことを目的とした。

3. 研究の方法

(1) papain 誘導性気道炎症モデルにおける IL-17B 産生細胞の同定

PBS あるいは papain を吸入させたマウスの肺を回収し、肺の細胞を調製後、シングルセル RNA シーケンス (scRNAseq) 解析を行い、IL-17B mRNA 発現細胞の同定を試みた。

IL-17B の代わりに GFP を発現するレポーターマウス (IL-17B レポーターマウス) を作成し、このマウスに papain を吸入させた後、免疫染色法により肺における GFP 陽性細胞の同定を行った。

(2) papain 誘導性気道炎症モデルにおける IL-17B 産生細胞の同定

(1) の scRNAseq 解析により、IL-17RB mRNA 発現細胞の同定を試みた。PBS あるいは papain を吸入させたマウスの肺を回収し、肺の細胞を調製後、樹状細胞、マクロファージ、好中球、好酸球をセルソーターにて回収し、IL-17RB mRNA の発現レベルを qPCR にて確認した。また、肺の細胞を調製後、フローサイトメトリーにより、免疫細胞での IL-17RB の発現レベルを評価した。

(3) 細胞特異的な IL-17RB 欠損マウスを用いた解析

IL-17RB-flox マウスに、細胞特異的なマーカーのプロモーター下で Cre を発現させるトランスジェニックマウス (Cre マウス) を交配させて、細胞特異的な IL-17RB 欠損マウスを作成した。このマウスに、papain を吸入させて、肺胞洗浄液中の細胞種・数をコントロールマウスと比較を行った。また、肺組織での炎症誘導因子の発現を qPCR にて、胞洗浄液中のサイトカインレベルを ELISA にて定量した。

(4) IL-17RB 陽性細胞における IL-17B の作用

IL-17RB 陽性細胞を IL-17B のみ、IL-25 のみ、IL-17B と IL-25 の両方で刺激を行い、培養上清中のサイトカインやケモカインなどの産生量を ELISA にて定量した。

4. 研究成果

(1) papain 誘導性気道炎症モデルにおける IL-17B 産生細胞の同定

scRNAseq 解析では、IL-17B 及び IL-25 の mRNA 発現する細胞は同定できなかった。免疫染色の結果、papain 吸入後の IL-17B レポーターマウスの肺において、CD11c 陽性細胞の一部が GFP (=IL-17B) を発現していた。

(2) papain 誘導性気道炎症モデルにおける IL-17B 産生細胞の同定

scRNAseq 解析の結果、ILC2、マクロファージの一部、樹状細胞の一部が IL-17RB mRNA を発現していることが明らかになった。Papain を吸入させたマウスの肺からセルソーターで回収した樹状細胞及びマクロファージにおいて、IL-17RB mRNA の発現が確認できた。フローサイトメトリー解析では、ILC2 でのみ、わずかに IL-17RB の発現が見られたが、樹状細胞及びマクロファージでは検出限界以下であった。

(3) 細胞特異的な IL-17RB 欠損マウスを用いた解析

Papain 吸入後の肺胞洗浄液中の好酸球の数は、野生型マウスと比較して、IL-25 欠損マウスと IL-17B 欠損マウスでは同程度抑制された。同様に、樹状細胞欠損マウス (ジフテリアとキシンを投与した CD11c-DTR マウス) においても、好酸球数の減少が確認され、papain 吸入による気道炎症は従来言われている ILC2 だけでなく、樹状細胞も関与していることが明らかになった。そこで、樹状細胞特異的な IL-17RB 欠損マウスに papain を吸入させた結果、コントロールマウスに比べて、樹状細胞特異的な IL-17RB 欠損マウスでは、肺胞洗浄液中の好酸球の数が有意に抑制された。Papain 吸入後の肺胞洗浄液中の好酸球の数は、ILC2 特異的な IL-17RB 欠損マウス及び IL-25 欠損 ILC2 特異的な IL-17RB 欠損マウスの間で差は認められなかった。以上の結果から、IL-17B は ILC2 ではなく、CD11c 陽性細胞に作用して好酸球の浸潤に関わっている可能性が示唆された。

(4) IL-17B 陽性細胞における IL-17B の作用

IL-25 は IL-2 の存在化において、ILC2 から 2 型サイトカインの産生を誘導したが、IL-17B にはそのような作用は認められなかった。また、IL-17B は、IL-25 による ILC2 のサイトカイン産生を阻害せず、また、増強もしなかった。マウスの骨髄細胞を GM-CSF の存在下で培養して誘導した樹状細胞を IL-17B のみ、IL-25 のみ、IL-17B と IL-25 の両方で刺激を行ったが、好酸球の浸潤に関わる因子を含む、炎症性サイトカインやケモカインの誘導は認められなかった。理由として、この GM-CSF 誘導樹状細胞では IL-17RB mRNA の発現が検出限界以下 (qPCR) であり、IL-17B と IL-25 に反応できないことが推測された。そこで、papain 吸入後のマウスの肺から CD11c 陽性細胞をセルソーターで回収し、この細胞で同様な解析を行うことを予定している。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計18件（うち査読付論文 18件／うち国際共著 1件／うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Yamagishi R, Kamachi F, Nakamura M, Yamazaki S, Kamiya T, Takasugi M, Cheng Y, Nonaka Y, Yukawa-Muto Y, Thuy LTT, Harada Y, Arai T, Loo TM, Yoshimoto S, Ando T, Nakajima M, Taguchi H, Ishikawa T, Akiba H, Miyake S, Kubo M, Iwakura Y, Fukuda S, Chen WY, Kawada N, Rudensky A, Nakae S, Hara E, Ohtani N.	4. 巻 7
2. 論文標題 Gasdermin D-mediated release of IL-33 from senescent hepatic stellate cells promotes obesity-associated hepatocellular carcinoma	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Science Immunology	6. 最初と最後の頁 eabl7209
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1126/sciimmunol.abl7209	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 該当する
1. 著者名 Shimura Eri, Suto Hajime, Numata Takafumi, Yamaguchi Sachiko, Harada Kazutoshi, Okumura Ko, Sudo Katsuko, Ikutani Masashi, Nakae Susumu	4. 巻 628
2. 論文標題 IL-25 contributes to development of chronic contact dermatitis in C57BL/6 mice, but not BALB/c mice	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Biochemical and Biophysical Research Communications	6. 最初と最後の頁 57～63
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.bbrc.2022.08.077	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 AIDA Natsuko, TAKEDA Kazuyoshi, NAKAE Susumu, SAITO Hirohisa, OKUMURA Ko, AZUMA Toshifumi, OHNO Tatsukuni	4. 巻 44
2. 論文標題 IL-33 deficiency suppresses alveolar bone loss in a ligature-induced periodontitis model	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Biomedical Research	6. 最初と最後の頁 9～16
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2220/biomedres.44.9	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 Urata Shuzo, Yamaguchi Sachiko, Nambu Aya, Sudo Katsuko, Nakae Susumu, Yasuda Jiro	4. 巻 67
2. 論文標題 The roles of BST 2 in murine B cell development and on virus propagation	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Microbiology and Immunology	6. 最初と最後の頁 105～113
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/1348-0421.13049	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 Ikutani Masashi, Nakae Susumu	4. 巻 13
2. 論文標題 Heterogeneity of Group 2 Innate Lymphoid Cells Defines Their Pleiotropic Roles in Cancer, Obesity, and Cardiovascular Diseases	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Immunology	6. 最初と最後の頁 939378
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fimmu.2022.939378	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 Numata Takafumi, Harada Kazutoshi, Nakae Susumu	4. 巻 13
2. 論文標題 Roles of Mast Cells in Cutaneous Diseases	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Immunology	6. 最初と最後の頁 923495
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fimmu.2022.923495	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 Toyama Sumika, Moniaga Catharina Sagita, Nakae Susumu, Kurosawa Masaru, Ogawa Hideoki, Tominaga Mitsutoshi, Takamori Kenji	4. 巻 22
2. 論文標題 Regulatory T Cells Exhibit Interleukin-33-Dependent Migratory Behavior during Skin Barrier Disruption	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Molecular Sciences	6. 最初と最後の頁 7443 ~ 7443
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijms22147443	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 Orimo Keisuke, Tamari Masato, Saito Hirohisa, Matsumoto Kenji, Nakae Susumu, Morita Hideaki	4. 巻 76
2. 論文標題 Characteristics of tissue resident ILCs and their potential as therapeutic targets in mucosal and skin inflammatory diseases	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Allergy	6. 最初と最後の頁 3332 ~ 3348
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/all.14863	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 Kamijo Seiji, Hara Mutsuko, Suzuki Mayu, Nakae Susumu, Ogawa Hideoki, Okumura Ko, Takai Toshiro	4. 巻 141
2. 論文標題 Innate IL-17A Enhances IL-33-Independent Skin Eosinophilia and IgE Response on Subcutaneous Papain Sensitization	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Investigative Dermatology	6. 最初と最後の頁 105 ~ 113.e14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jid.2020.05.088	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 Matsuda Akira, Hirakata Toshiaki, Asada Yosuke, Nakae Susumu	4. 巻 2223
2. 論文標題 Experimental Mouse Models of Ragweed- and Papain-Induced Allergic Conjunctivitis	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Methods Mol Biol	6. 最初と最後の頁 133 ~ 149
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-1-0716-1001-5_10	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 Matsumoto Kenji, Morita Hideaki, Nakae Susumu	4. 巻 148
2. 論文標題 New insights into human atopic dermatitis provided by mouse models	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Allergy and Clinical Immunology	6. 最初と最後の頁 722 ~ 724
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jaci.2021.07.016	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 Orimo K, Tamari M, Takeda T, Kubo T, Ruckert B, Motomura K, Sugiyama H, Yamada A, Saito K, Arae K, Kuriyama M, Hara M, Soyka MB., Ikutani Mi, Yamaguchi S, Morimoto N, Nakabayashi K, Hata K, Matsuda A, Akdis CA., Sudo K, Saito H, Nakae S, Tamaoki J, Tagaya Et, Matsumoto K, Morita H	4. 巻 77
2. 論文標題 Direct platelet adhesion potentiates group 2 innate lymphoid cell functions	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Allergy	6. 最初と最後の頁 843 ~ 855
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/all.15057	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 Kamioka Mariko, Goto Yoshiyuki, Nakamura Kiminori, Yokoi Yuki, Sugimoto Rina, Ohira Shuya, Kurashima Yosuke, Umemoto Shingo, Sato Shintaro, Kunisawa Jun, Takahashi Yu, Domino Steven E., Renauld Jean-Christophe, Nakae Susumu, Iwakura Yoichiro, Ernst Peter B., Ayabe Tokiyoshi, Kiyono Hiroshi	4. 巻 119
2. 論文標題 Intestinal commensal microbiota and cytokines regulate Fut2+ Paneth cells for gut defense	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of Sciences	6. 最初と最後の頁 e2115230119
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.2115230119	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 Motomura Kenichiro, Morita Hideaki, Okada Naoko, Matsuda Akio, Nakae Susumu, Fujieda Mikiya, Sago Haruhiko, Saito Hirohisa, Matsumoto Kenji	4. 巻 210
2. 論文標題 Comprehensive Analysis of the Expression and Functions of Pattern Recognition Receptors in Differentiated Cytotrophoblasts Derived from Term Human Placentas	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The Journal of Immunology	6. 最初と最後の頁 1552 ~ 1563
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4049/jimmunol.2300008	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 Kageshima Kazuki, Suto Hajime, Takei Takaya, Nakae Susumu, Komiyama Etsuko, Ikeda Shigaku	4. 巻 39
2. 論文標題 Measurement of human skin moisture via high-frequency spectroscopy	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Analytical Sciences	6. 最初と最後の頁 851 ~ 856
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s44211-023-00285-w	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 Saito K, Orimo K, Kubo T, Tamari M, Yamada A, Motomura K, Sugiyama H, Matsuoka R, Nagano N, Hayashi Y, Arae K, Hara M, Ikutani Mi, Fukuie T, Sudo K, Matsuda A, Ohya Y, Fujieda Sh, Saito H, Nakae S, Matsumoto K, Akdis C A., Morita H	4. 巻 78
2. 論文標題 Laundry detergents and surfactants induced eosinophilic airway inflammation by increasing IL 33 expression and activating ILC2s	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Allergy	6. 最初と最後の頁 1878 ~ 1892
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/all.15762	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 Calafiore Marco, Fu Ya-Yuan, Vinci Paola, Arnhold Viktor, Chang Winston Y., Jansen Suze A., Egorova Anastasiya, Takashima Shuichiro, Kuttiyara Jason, Ito Takahiro, Serody Jonathan, Nakae Susumu, Turnquist Heth, van Es Johan, Clevers Hans, Lindemans Caroline A., Blazar Bruce R., Hanash Alan M.	4. 巻 14
2. 論文標題 A tissue-intrinsic IL-33/EGF circuit promotes epithelial regeneration after intestinal injury	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 5411
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-023-40993-5	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 Takagi Yumie, Sudo Katsuko, Yamaguchi Sachiko, Urata Shuzo, Ohno Tatsukuni, Hirose Sachiko, Matsumoto Kiyoshi, Kuramoto Takashi, Serikawa Tadao, Yasuda Jiro, Ikutani Masashi, Nakae Susumu	4. 巻 678
2. 論文標題 Characterization of novel, severely immunodeficient Prkdc mice	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Biochemical and Biophysical Research Communications	6. 最初と最後の頁 193 ~ 199
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bbrc.2023.08.055	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9件 (うち招待講演 5件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 中江 進
2. 発表標題 アレルギー性気道炎症のメカニズム-最近の話題-
3. 学会等名 第67回日本呼吸器学会中国・四国地方会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中江 進
2. 発表標題 微粒子による気道炎症機構の解明
3. 学会等名 日本薬学会第143年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中江 進
2. 発表標題 上皮細胞由来のサイトカインと皮膚炎
3. 学会等名 第85回日本インターフェロン・サイトカイン学会学術集会・シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中江 進、新江 賢
2. 発表標題 環境微粒子キチンに対する生体応答機構の解明
3. 学会等名 第94回日本生化学会大会・ワークショップ
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中江 進
2. 発表標題 Role of the IL-17 family of cytokines in dermatitis-Insights from mouse models
3. 学会等名 The 5th International Conference on Cutaneous Lupus Erythematosus (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中江 進
2. 発表標題 上皮細胞由来のサイトカインとアレルギー疾患
3. 学会等名 第9回日本アレルギー学会関東大会 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中江 進
2. 発表標題 DAMPとアレルギー疾患
3. 学会等名 第4回日本喘息学会総会学術大会（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中江 進
2. 発表標題 IL-17ファミリーと皮膚炎
3. 学会等名 第75回日本皮膚科学会西部支部学術大会（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 中江 進
2. 発表標題 炎症の起点「上皮細胞とサイトカイン」
3. 学会等名 第72回日本アレルギー学会
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計5件

1. 著者名 大野建州、中江 進	4. 発行年 2022年
2. 出版社 クリニコ出版	5. 総ページ数 6
3. 書名 アロスエルゴン Vol.2 No.1 アレルギーの主役？脇役？：上皮細胞と免疫細胞のクロストークに着目して	

1. 著者名 沼田貴史、原田和俊、中江 進	4. 発行年 2022年
2. 出版社 クリニコ出版	5. 総ページ数 8
3. 書名 アロスエルゴン Vol.2 No.1 アレルギーの主役？脇役？：上皮細胞と免疫細胞のクロストークに着目して	

1. 著者名 新江 賢、中江 進	4. 発行年 2022年
2. 出版社 北隆館	5. 総ページ数 6
3. 書名 アレルギーの臨床 2022年11月号アレルギー研究の展望・特集 自然免疫細胞とアレルギー キチンによる自然免疫を介した気道炎症機構	

1. 著者名 大野建州、中江 進	4. 発行年 2023年
2. 出版社 北隆館	5. 総ページ数 4
3. 書名 アレルギーの臨床 2023年1月号 アレルギー病態におけるILC2の最新知見 特集 ILC2の制御機構	

1. 著者名 生谷尚士、中江 進	4. 発行年 2023年
2. 出版社 医歯薬出版株式会社	5. 総ページ数 5
3. 書名 医学のあゆみ 288巻1号 自然リンパ球の生理と病理 ILC2と循環器疾患	

〔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
研究分担者	生谷 尚士 (Ikutani Masashi) (40513718)	広島大学・統合生命科学研究科(生)・助教 (15401)	
研究分担者	森田 英明 (Morita Hideaki) (90365320)	国立研究開発法人国立成育医療研究センター・免疫アレルギー・感染研究部・室長 (82612)	

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