

令和 6 年 6 月 10 日現在

機関番号：12605

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2019～2023

課題番号：19K22272

研究課題名(和文)1容器内に10兆種類のペプチドオリゴマーを製造する全数完全化学合成プロセスの確立

研究課題名(英文) Establishment of an all-complete chemical synthesis process producing 10 trillion peptide oligomers in one container.

研究代表者

千葉 一裕 (Chiba, Kazuhiro)

東京農工大学・(連合)農学研究科(研究院)・学長

研究者番号：20227325

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 5,000,000円

研究成果の概要(和文)：通常、目的とするペプチド分子を化学合成によって得るためには、予めビーズ状に成型された樹脂に最初のアミノ酸を結合させ、配列順に従って逐次アミノ酸を結合させる方法(固相合成法)が用いられる。この方法は目的とする特定のペプチドを設計通りに合成するために広く用いられている。本研究では、固相合成法のメリットを活かした新しい液相合成法により、理論上の全種類を当量混合物として正確に得ることができる革新的な化学プロセスとして確立することを目指す。そのためには新たに数多くの課題を克服する必要があり、この課題点の克服こそが従来技術を凌ぐ、極めて革新性の高い研究課題となるものである。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、これまでの方法の課題点を克服し、ほぼ無限に存在するペプチド分子について、体系的、網羅的、かつ定量的に完全化学合成を達成する革新的な提案である。本法を応用することにより、今後新たに発生する感染症対策や、新種の疾病、新規農薬用途などに対応した活性物質を探索するために極めて重要な役割をこなす革新技術となるものである。

研究成果の概要(英文)：The first amino acid is bound to a bead-shaped resin, and then amino acids are successively bound to the beads in sequence order (solid-phase synthesis). This method is widely used to synthesise specific target peptides as designed. In this study, we aim to establish a new liquid-phase synthesis method that utilises the advantages of the solid-phase synthesis method as an innovative chemical process that can accurately obtain all theoretical species as an equivalent mixture. To achieve this, a number of new challenges need to be overcome, and overcoming these challenges is a highly innovative research task that surpasses conventional technology.

研究分野：生物有機化学

キーワード：核酸医薬 電解合成 化学合成 中分子

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

新たな医薬品、農薬、機能性分子の探索対象が「低分子」から「中分子」に大きくシフトしている。これは、生体内の標的に対する特異性の発現や副作用の低減など、求められる機能の高度化に伴い、生体分子類似構造を有する中分子が最もその目的に叶うことが主たる要因となっている。しかし中分子は分子量が大きく、鎖状構造や環状構造を有する他、分子内および分子間の相互作用によって、その立体構造や物性が多様に変化するため、実際に入手した物質を用いてその活性や機能性の評価を行うことが非常に重要である。さらに、従前のペプチド合成法は、アミノ酸配列によってその難易度や収率が全く異なり、スケールを上げることも困難であった。本研究は、これまでの方法の課題点を克服し、ほぼ無限に存在するペプチド分子について、体系的、網羅的、かつ定量的に完全化学合成を達成する革新的な提案である。これまでに申請者が達成した研究成果を活用することにより、本研究が実施されればその実現性は非常に高い。また、研究計画が達成されれば、活性評価可能な量をそれぞれ確保した形で、一容器あたり 10 兆種類以上のペプチド系化合物群を 1 週間程度のサイクルで製造可能となる。従って、様々なアミノ酸類縁体や環状構造形成などを組み合わせることにより、活性評価用試料をストックし、今後新たに発生する感染症対策や、新種の疾病、新規農薬用途などに対応した活性物質を探索するために極めて重要な役割をになう革新技術となるものである。

2. 研究の目的

分子量が 400~4,000 程度の「中分子」は医薬品、農薬など次世代を担う生物活性物質候補群として注目されている。このような背景の中、これら中分子をいかにして効率的かつ網羅的に得ることができるかが重要な課題になっている。中分子は通常、天然高分子の断片またはその一部の類縁体としての位置づけから、ペプチド、核酸、糖鎖、またはその複合体が基本構成要素となる。その中でもペプチドは基本的には 20 種類の天然アミノ酸が直鎖状に結合した物質であり、タンパク質を構成する一部の断片に相当する。生体のタンパク質やその核酸、糖質などとの複合体の分子間相互作用は、種々のシグナル伝達等、活性の発現に直接関与し、これら「高分子内の活性発現部位」に相当するペプチドの分子構造を知り、実際にその分子を適切な化学プロセスによって製造することは、医薬品候補物質や機能性分子の獲得に直接繋がる。本研究は、申請者がこれまでの研究で開発した逆ミセル反応法を基盤として発展させることにより、1 サイクルあたり 10 兆種類のペプチド等モル混合物を迅速かつ効率的に得るための新しい化学プロセスを確立することを目的とする。

3. 研究の方法

通常、目的とするペプチド分子を化学合成によって得るためには、予めビーズ状に成型された樹脂に最初のアミノ酸を結合させ、配列順に従って逐次アミノ酸を結合させる方法（固相合成法）が用いられる。この方法は目的とする特定のペプチドを設計通りに合成するために広く用いられている。本研究では、固相合成法のメリットを活かした新しい液相合成法により、理論上の全種類を当量混合物として正確に得ることができる革新的な化学プロセスとして確立することを目指す。そのためには新たに数多くの課題を克服する必要がある。この課題点の克服こそが従来技術を凌ぐ、極めて革新性の高い研究課題となるものである。

克服すべき課題点としては具体的に下記の点を掲げた。

- ・ 1 容器内に共存する 10 兆種類のペプチドから特定の活性物質本体を検出、分離するために、最終物は等モル（当量）混合物となるように製造できる。（生産量の均等性）
- ・ 生産スケールの拡大と、生産プロセスの正確な再現が可能。（生産の拡大性と再現性）
- ・ ペプチドの合成でしばしば遭遇する、凝集、不溶化等による一部のペプチド合成の不達成を抑制できる。（完全完結型化学合成の達成）
- ・ 20 種類の天然型アミノ酸に加え、貴重な非天然型アミノ酸等も随時導入できる反応効率性の高さが確保できる。（試薬・溶媒使用量の最小化）
- ・ 1 サイクルあたりの高い生産速度と効率性を有する。（高速反応プロセス）
- ・ 任意の分子ユニットを自在に導入できる柔軟性を有する。（構造制限の解除と多様化）

4. 研究成果

独自に開発した逆ミセルを形成する可溶性タグに対しアミノ酸をランダムに 10 回反応させることにより、1 容器内に 10mer のペプチドを効率的に得た。このときアミノ酸の種類によって反応

性がそれぞれ異なるため、20 種類のアミノ酸を混合物として反応させることなく、一段階毎に 20 種類それぞれのアミノ酸を活性化した容器に可溶性タグ溶液を等量分注し個別に反応を行った。20 個の反応容器においてそれぞれの反応完結に要する時間は 1 分～15 分程度であったが、これら全ての完了を TLC で確認後、過剰のアミノ酸や試薬の洗浄後、20 容器の溶液をすべて一つの容器に混合した。その後も同様に混合液を 20 等分 各アミノ酸との個別反応 洗浄 混合を繰り返すことにより、ペプチド毎の生産量の均等性の確保を実現した。この操作はすべて液相反応として実施できるためスケールアップは容易であることを確認した。本法における反応速度は高く、その操作効率は高い。また、投入するアミノ酸の種類を天然型に限らず非天然型アミノ酸等に変えることによって、任意の分子ユニットを自在に導入できる方法となり得ることを確認した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計21件（うち査読付論文 21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 Okada Yohei, Chiba Kazuhiro	4. 巻 45
2. 論文標題 Synthetic electrochemistry for peptides	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Current Opinion in Electrochemistry	6. 最初と最後の頁 101469 ~ 101469
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.coelec.2024.101469	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 Okamoto, K.; Ishikawa, A.; Okawa, R.; Yamamoto, K.; Sato, T.; Yokota, S.; Chiba, K.; Ichikawa, S.	4. 巻 55
2. 論文標題 Design, synthesis and biological evaluation of simplified analogues of MraY inhibitory natural product with rigid scaffold	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Bioorganic & Medicinal Chemistry	6. 最初と最後の頁 116556
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bmc.2021.116556	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 Kurose, Y.; Okamoto, K.; Okada, Y.; Kitano, Y.; Chiba, K.	4. 巻 11
2. 論文標題 Direct Anodic N-Hydroxylation: Accessing Versatile Intermediates for Azanucleoside Derivatives	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Asian J. Org. Chem.	6. 最初と最後の頁 e202100756
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ajoc.202100756	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 Okamoto, K.; Shida, N.; Morizumi, H.; Kitano, Y.; Chiba, K.	4. 巻 61
2. 論文標題 Oxidation Potential Gap (Eox): The Hidden Parameter in Redox Chemistry	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Angew. Chem. Int. Ed.	6. 最初と最後の頁 e2022060
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.202206064	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 Tanami, S.; Hussaini, R.S.; Kitano, Y.; Chiba, K.; Okada, Y.	4. 巻 40
2. 論文標題 Probing Electron Transfer Events in Radical Cation Cycloadditions: Intramolecular vs. Intermolecular Single Electron Transfer	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Eur. J. Org. Chem.	6. 最初と最後の頁 e202201023
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ejoc.202201023	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 Morizumi, H.; Okamoto, K.; Akahane, S.; Takemae, H.; Oba, M.; Okada, Y.; Kitano, Y.; Mizutani, T.; Chiba, K.	4. 巻 26
2. 論文標題 Stereoselective Production of Imino-D-ribitol and C-Azannucleosides via Electrochemical C-H Functionalization	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Eur. J. Org. Chem.	6. 最初と最後の頁 e202201046
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ejoc.202201046	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 Yamagami, S.; Okada, Y.; Kitano, Y.; Chiba, K.	4. 巻 22
2. 論文標題 Peptide Head to Tail Cyclization: A "Molecular Claw" Approach	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Eur. J. Org. Chem.	6. 最初と最後の頁 3133-3138.
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ejoc.202100185	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 Okamoto, K.; Tsutsui, M.; Morizumi, H.; Kitano, Y.; Chiba, K.	4. 巻 17
2. 論文標題 Electrochemical Synthesis of Imino C Nucleosides by "Reactivity Switching" Methodology for in situ Generated Glycoside Donors	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Eur. J. Org. Chem.	6. 最初と最後の頁 2479-2484
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ejoc.202100106	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 Okamoto, K.; Nagahara, S.; Imada, Y.; Narita, R.; Kitano, Y.; Chiba, K.	4. 巻 86
2. 論文標題 Hydrosilane-Mediated Electrochemical Reduction of Amides	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 J. Org. Chem.	6. 最初と最後の頁 15992-16000
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.joc.1c00931	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 Nagahara, S.; Okada, Y.; Kitano, Y.; Chiba, K.	4. 巻 12
2. 論文標題 Biphasic Electrochemical Peptide Synthesis	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chem. Sci.	6. 最初と最後の頁 12911-12917
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D1SC03023J	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 Okamoto, K.; Ishikawa, A.; Okawa, R.; Yamamoto, K.; Sato, T.; Yokota, S.; Chiba, K.; Ichikawa, S.	4. 巻 55
2. 論文標題 Design, synthesis and biological evaluation of simplified analogues of MraY inhibitory natural product with rigid scaffold	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Bioorg. Med. Chem.	6. 最初と最後の頁 116556
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.bmc.2021.116556	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 Kurose, Y.; Okamoto, K.; Okada, Y.; Kitano, Y.; Chiba, K.	4. 巻 11
2. 論文標題 Direct Anodic N-Hydroxylation: Accessing Versatile Intermediates for Azanucleoside Derivatives	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Asian J. Org. Chem	6. 最初と最後の頁 e2021007
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ajoc.202100756	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 Kurose, Y.; Imada, Y.; Okada, Y.; Chiba, K.	4. 巻 25
2. 論文標題 Electrochemical Amide Bond Formation from Benzaldehydes and Amines: Oxidation by Cathodic Generated Hydrogen Peroxide	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Eur. J. Org. Chem.	6. 最初と最後の頁 3844-3846
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ejoc.202000479	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 Naoki Shida Yasushi Imada Yohei Okada Kazuhiro Chiba	4. 巻 55
2. 論文標題 Electrochemical Formation of Cinnamaldehyde by the Electrolyte System N,N-Diisopropylethylamine and 1,1,1,3,3,3-Hexafluoropropan-2-ol	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Eur. J. Org. Chem.	6. 最初と最後の頁 570-574
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ejoc.201901576	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 Yasushi Imada, Yohei Okada, Kazuhiro Chiba	4. 巻 7
2. 論文標題 Electrochemical Formation of Cinnamaldehyde by the Electrolyte System N,N-Diisopropylethylamine and 1,1,1,3,3,3-Hexafluoropropan-2-ol	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ChemElectroChem	6. 最初と最後の頁 1619-1622
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/celec.202000275	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 Kazuhiro Okamoto, Kazuhiro Chiba	4. 巻 22
2. 論文標題 Electrochemical Total Synthesis of Pyrrolophenanthridone Alkaloids: Controlling for the Anodically Initiated Electron Transfer Process	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Org. Lett.	6. 最初と最後の頁 3613-3617
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.0c01082	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 Yamagami, S.; Okada, Y.; Kitano, Y.; Chiba, K.	4. 巻 -
2. 論文標題 Peptide Head to Tail Cyclization: A "Molecular Claw" Approach	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Eur. J. Org. Chem.	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ejoc.202100185	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 Okamoto, K.; Tsutsui, M.; Morizumi, H.; Kitano, Y.; Chiba, K.	4. 巻 -
2. 論文標題 Electrochemical Synthesis of Imino C Nucleosides by "Reactivity Switching" Methodology for in situ Generated Glycoside Donors	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Eur. J. Org. Chem.	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ejoc.202100106	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 Yohei Okada, Rico Takasawa, Daisuke Kubo, Natsumi Iwanaga, Shuji Fujita, Kosuke Suzuki, Hideaki Suzuki, Hidehiro Kamiya, Kazuhiro Chiba,	4. 巻 23
2. 論文標題 Improved Tag-Assisted Liquid-Phase Peptide Synthesis: Application to the Synthesis of the Bradykinin Receptor Antagonist Icatibant Acetate	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Org. Process Res. Dev.	6. 最初と最後の頁 2576-2581
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.oprd.9b00397	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 Naoki Shida, Yasushi Imada, Yohei Okada, Kazuhiro Chiba	4. 巻 2020
2. 論文標題 Mechanistic Insights on Concentrated Lithium Salt/Nitroalkane Electrolyte Based on Analogy with Fluorinated Alcohols	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Eur. J. Org. Chem.	6. 最初と最後の頁 570-574
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ejoc.201901576	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 Imada Yasushi, Okada Yohei, Chiba Kazuhiro	4. 巻 7
2. 論文標題 Electrochemical Formation of Cinnamaldehyde by the Electrolyte System Diisopropylethylamine and 1,1,1,3,3,3 Hexafluoropropan 2 ol N,N	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ChemElectroChem	6. 最初と最後の頁 1619 ~ 1622
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/cefc.202000275	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17件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 8件)

1. 発表者名 Kazuhiro Okamoto and Kazuhiro Chiba
2. 発表標題 Electrochemical Total Synthesis of Kalbretorine
3. 学会等名 14th International Symposium on Organic Reactions (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shingo Nagahara ¹ , Yohei Okada ² and Kazuhiro Chiba
2. 発表標題 Electrochemical Peptide Synthesis Utilizing Soluble-Tag Method
3. 学会等名 14th International Symposium on Organic Reactions (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Sayuri Yamagami, ¹ Yohei Okada, ² Yoshikazu Kitano, ¹ and Kazuhiro Chiba
2. 発表標題 Development of Intramolecular Peptide Cyclization Method without Intermolecular cyclization reactions
3. 学会等名 14th International Symposium on Organic Reactions (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ryota Kai, Kazuhiro Okamoto and Kazuhiro Chiba
2. 発表標題 Regioselective Deacetylation of Tetra-O-Acetyl-D-Mannose by Broensted Acid-Mediated Intramolecular Rearrangement
3. 学会等名 14th International Symposium on Organic Reactions (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yuma Kurose, Yasushi Imada, Yohei Okada, and Kazuhiro Chiba
2. 発表標題 Electrochemical Amide Bond Formation from Benzaldehydes and Amines: Oxidation by Cathodic-Generated Hydrogen Peroxide
3. 学会等名 14th International Symposium on Organic Reactions (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Masato Kashiwazaki, Atsuro Ito, Kazuhiro Okamoto and Kazuhiro Chiba
2. 発表標題 Nitromethylation of Amino Acids by Paired Electrolysis in MeNO ₂ -LiClO ₄
3. 学会等名 14th International Symposium on Organic Reactions (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takaya Fujihara, Sayaka Tafuku, Takuya Fukuda, Kazuhiro Chiba and Yoshikazu Kitano
2. 発表標題 A New Method for the Preparation of Bis(alkylamino)maleonitriles from Aliphatic Isocyanides
3. 学会等名 14th International Symposium on Organic Reactions (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岡本一央, 筒井瑞季, 北野克和, 千葉一裕
2. 発表標題 電解発生イミニウムカチオン種の構造解析および反応性制御に基づくイミノ糖C-グリコシド類の合成
3. 学会等名 日本農薬学会第46 回大会 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 千葉一裕
2. 発表標題 つくる責任つかう責任と有機合成反応
3. 学会等名 日本農薬学会第46 回大会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岡本一央, 信田尚毅, 筒井瑞季, 小路貴生, 千葉一裕
2. 発表標題 過塩素酸リチウム-ニトロアルカン系における陽極酸化を鍵反応としたヌクレオシドアナログの合成研究
3. 学会等名 第43回有機電子移動化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 永原紳吾, 千葉一裕
2. 発表標題 可溶性タグを利用した電気化学的ペプチド合成法の開発
3. 学会等名 第43回有機電子移動化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 筒井瑞季、岡本一央、千葉一裕
2. 発表標題 電解C - グリコシド結合形成によるC-Azanucleosideの合成
3. 学会等名 日本化学会春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 永原紳吾、岡田洋平、千葉一裕
2. 発表標題 可溶性タグを利用した電気化学的ペプチド合成法の開発
3. 学会等名 日本化学会春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 高澤 理子、岡田 洋平、久保 大輔、岩永 なつみ、藤田 秀司、鈴木 康介、鈴木 秀明、神谷 秀博、千葉 一裕
2. 発表標題 大量合成に適したペプチド液相合成法の開発
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 岡本 一央、千葉 一裕
2. 発表標題 分子内電子移動過程の制御による Pratosine の電解全合成
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 山上 紗弓理、岡田 洋平、北野 克和、千葉 一裕
2. 発表標題 ペプチドの分子内環化反応を促進する反応場の構築
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 千葉 一裕
2. 発表標題 農芸化学の世界から未来を拓くために
3. 学会等名 日本農芸化学会2020年度大会（招待講演）
4. 発表年 2020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

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1件

国際研究集会 The 14th International Symposium on Organic Reactions, the 44th Symposium on Organic Electron Transfer Chemistry (EOC), and the 8th German Japanese (Global Joint) Symposium on Electrosynthesis	開催年 2020年～2020年
--	--------------------

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