

令和 4 年 5 月 11 日現在

機関番号：11301

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2021

課題番号：20K15288

研究課題名(和文) アゾメチンイリドの発生要件に着目した、ペプチド類のN末端選択的修飾法の開発

研究課題名(英文) N-terminal modification of peptides by selective formation of azomethine ylides

研究代表者

金本 和也 (Kanemoto, Kazuya)

東北大学・薬学研究科・助教

研究者番号：90849100

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)：アミノ酸誘導体から発生可能な1,3-双極子であるアゾメチンイリドに着目し、これを発生させる構造的な要件を利用して、N末端で選択的に強固な結合形成を行えるペプチド修飾法の開発を行った。検討の結果、Cu触媒系において、イミノペプチドとマレイミドを用いる1,3-双極子環化付加反応が円滑に進行し、定量的かつ完全なジアステレオ選択性でピロリジン型の生成物を与えることが明らかとなった。本反応は幅広いイミン部位やマレイミド部位に適用できるのみならず、多彩なケミカルバイオロジーツールや、変換可能な置換基とも共存できた。この結果から、多彩な用途への利用が期待できる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ペプチド構造はタンパク質などを構成する重要な構造であり、イメージングや機能性分子の創出などの観点から修飾法の開発が求められている。一方で、多彩な反応点や相互作用が存在することから、位置や個数選択的に修飾を行うのは未だ容易ではなかった。

これに対して、本研究課題では、1,3-双極子のアゾメチンイリドを、通常1カ所しかないN-末端のみで選択的に発生させられることを明らかにし、これを環化付加反応に効率的に利用することに成功した。本手法は、位置選択的な新たなペプチド修飾法として、ペプチドへの蛍光分子などの機能性分子の選択的な連結を可能にするため、多彩な生命科学研究への利用が期待される。

研究成果の概要(英文)： Peptide modification is an important method for drug conjugation, bioimaging, and material development. However, site selective modification of peptides is still challenging owing to the existence of several reaction sites and interactions. Recently, N-terminal modification of peptides has attracted increasing attention as a site selective modification, because there is only one N-terminal residue in a peptide. In addition, N-terminal positions are accessible for chemical modification, and disruption of peptide conformation is minimal. Despite their utility, the present N-terminal modification causes some problems, such as equilibrium dissociation.

In this study, we developed an N-terminal modification of peptides by applying metal-catalyzed 1,3-dipolar cycloaddition, leading to a strong C-C bond. The reaction proceeded efficiently to achieve excellent diastereoselectivity to afford the corresponding pyrrolidine derivatives.

研究分野：有機合成化学

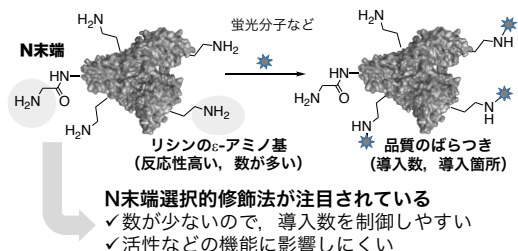
キーワード：ペプチド アゾメチンイリド N-末端 環化付加反応 クリックケミストリー

1. 研究開始当初の背景

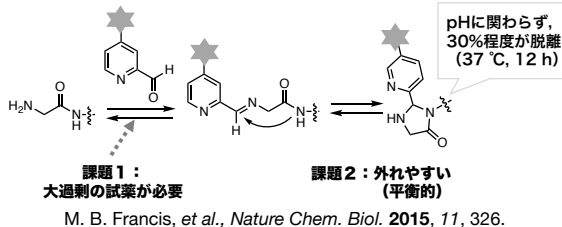
ペプチドはタンパク質を構成する構造であり、生命科学分野において重要な役割を果たしていることから、近年、修飾技術の開発が精力的に行われている。特に、最近の臨床研究において、タンパク質や抗体の修飾位置や個数の違いが、薬効、代謝、毒性などに大きな影響を与えることが明らかにされるなど、選択的な修飾が喫緊の課題となっている。しかし、一般にペプチドには、リシンのε-アミノ基や水素結合など反応点や相互作用が多いため、選択的に分子を結合させ、均一な生成物を得ることは難しく、課題とされてきた (図 A)。

これに対して近年、ペプチド内において1カ所しか存在せず、立体構造に影響を与えにくいN末端に対して、選択的に分子を導入する手法が注目を集めている。例えば、最近、N末端アミンのイミン形成と続く環化を経由する革新的なN末端選択的修飾法が開発され (図 B)、実際に様々な生命科学研究に応用されている。しかし、この手法も平衡的な脱離を起こしやすい点や、反応効率が悪く大量の試薬を必要とする点などの課題があり、新たな手法の開発が望まれているのが現状であった。

A. ペプチドの修飾：導入数の制御が難しい



B. 最近の先駆的な研究：イミン形成&環化を利用



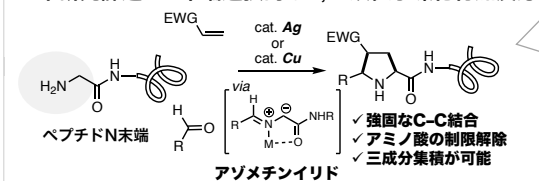
2. 研究の目的

本研究課題では、アミノ酸誘導体から容易に得られる1,3-双極子であるアゾメチンイリドを発生させる構造的な要件に着目し、N末端選択的に強固な結合形成が可能な修飾法の開発に取り組むことで、多彩な生命科学研究に役立つ方法論へと展開することを目的とした。また、そのための基礎的な知見として、ペプチドから発生させたアゾメチンイリドの反応性について知見を得ることも目的とした。

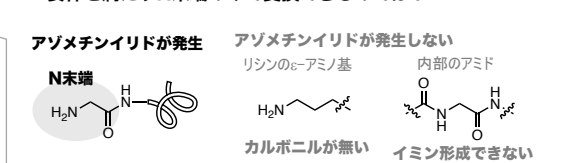
3. 研究の方法

アミノ酸誘導体から容易に得られる1,3-双極子のアゾメチンイリドを発生させる構造的な要件に着目し、N末端選択的な修飾法の開発に取り組んだ (図 C)。アゾメチンイリドが発生するためには、無保護のアミノ基の同一炭素上にカルボニル基などの電子求引基が存在する必要があるため、要件を満たすN末端ではアゾメチンイリドが発生するのに対して、リシンのε-アミノ基や内部ペプチドからはアゾメチンイリドが発生しないため、N末端のみで分子連結が行えるのではないかと考えた (図 D)。この原理を用いて、1,3-双極子環化付加反応が円滑に進行する反応条件を探索し、これを様々なペプチドや電子不足オレフィンに適用できるか検討した。また、長鎖のペプチドや、末端残基の影響などについて調べた。

C. 本研究課題：N末端選択的な1,3-双極子環化付加反応



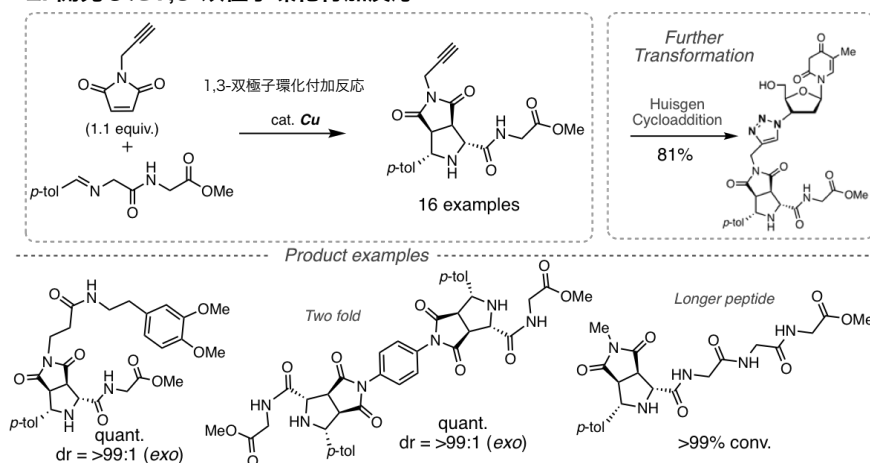
D. 選択性発現のアプローチ：アゾメチンイリド発生要件に着目要件を満たすN末端のみで変換できるのでは？



4. 研究成果

反応条件を精査した結果、イミノペプチドとマレイミドを用いる反応が、Cu 触媒系で円滑に進行し、定量的かつ完全なジアステレオ選択性 (*exo* 選択的) で目的物を与えることが明らかとなった (図 E)。また、溶媒検討の結果、多彩な溶媒中で反応が進行したことから、化合物の性質に合わせて多彩な溶媒中で連結反応を行えると期待できる。特に、水を添加した場合にも円滑に反応が進行した。本反応は、幅広い構造を有する基質での連結反応に利用でき、多彩な置換基を有するイミン部位やマレイミドを適用できた。特にアルキンなどのさらなる変換に利用できる部位を有する場合や、様々なケミカルバイオロジーツールの存在下でも定量的に反応が進行し、これらのツールを回収できることがわかった。この結果から、これらのツールを本反応と組み合わせると期待される。実際に、このような優れた官能基共存性を利用して、Huisgen 環化付加反応 (クリック反応) と組み合わせた逐次連結を試みた。その結果、アルキン部位を有するマレイミドを用いた本反応と、Huisgen 環化付加反応によってペプチドとチミジン部位を連続連結することができた。また、末端残基を検討した結果、高いグリシン選択性を有することも明らかになった。一方で、反応条件を変更することで、グリシン以外の末端残基も反応に利用できる知見も得た。また、ペプチド鎖を伸長シテトラペプチドとした場合にも反応は円滑に進行することが明らかとなった。

E. 開発した1,3-双極子環化付加反応



各ユニットの構造的な要件をもとに、二度使える求電子ユニットとして、活性オレフィンに脱離基を配置した分子を用いた付加-脱離型反応や、システイン残基から発生可能なデヒドロアラニン誘導体を用いる 1,3-双極子環化付加反応についても検討を行い萌芽的な結果を得た。また、アゾメチンイリドの合成一般性の高さを活かして、1,3-双極子環化付加反応に限らない反応形式への利用を検討し、独自に開発した2度の変換が可能なジスルフィドプラットフォーム分子を用いる手法の萌芽的な知見を得た。

以上のように、ペプチドから発生させたアゾメチンイリドを用いて、ペプチドの N 末端で連結反応を起こせることが明らかとなった。本反応は、強固な結合を形成しながら、少ない試薬の使用量で高収率で連結を行うことができるため、新たなペプチド修飾法としての応用が期待される。加えて、デヒドロアラニン誘導体や、ジスルフィド誘導体などの反応において萌芽的な知見が得られており、様々な用途に利用できる手法への拡張が期待できる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Furuya Shohei, Kanemoto Kazuya, Fukuzawa Shin-ichi	4. 巻 85
2. 論文標題 Copper-Catalyzed Asymmetric 1,3-Dipolar Cycloaddition of Imino Esters to Unsaturated Sultones	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 8142 ~ 8148
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.joc.0c01023	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 Kanemoto Kazuya, Furuhashi Koudai, Morita Yoshitsugu, Komatsu Teruyuki, Fukuzawa Shin-ichi	4. 巻 23
2. 論文標題 Acid-Mediated Sulfonylthiolation of Arenes via Selective Activation of SS-Morpholino Dithiosulfonate	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Organic Letters	6. 最初と最後の頁 1582 ~ 1587
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.0c04289	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 Suzuki Yuko, Kanemoto Kazuya, Inoue Ayana, Imae Kazumi, Fukuzawa Shin-ichi	4. 巻 86
2. 論文標題 Silver/ThioClickFerrophos-Catalyzed 1,3-Dipolar Cycloaddition and Tandem Addition-Elimination Reaction of Morita-Baylis-Hillman Adducts	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Journal of Organic Chemistry	6. 最初と最後の頁 14586 ~ 14596
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.joc.1c01440	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 Watanabe Tokiharu, Kanemoto Kazuya, Fukuzawa Shin-ichi	4. 巻 27
2. 論文標題 Trifluoroacetic Acid-Mediated Desulfurilative Sulfonylation of Activated Olefins Using Potassium p-Toluenethiosulfonate	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Bulletin of the Faculty of Science and Engineering, Chuo University	6. 最初と最後の頁 15 ~ 33
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 Furuya Shohei, Kanemoto Kazuya, Fukuzawa Shin-ichi	4. 巻 -
2. 論文標題 exo' Selective Construction of Spirobipyrrolidines by the Silver catalyzed Asymmetric [3+2] Cycloaddition of Imino Esters with 4 Benzylidene 2,3 dioxopyrrolidines	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Chemistry An Asian Journal	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/asia.202200239	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46件(うち招待講演 0件/うち国際学会 8件)

1. 発表者名 古屋 翔平, 加藤 萩真, 大野 壱樹, 金本 和也, 福澤 信一
2. 発表標題 アゾメチンイリドとスルトンとの触媒的不斉 1,3-双極子環化付加反応
3. 学会等名 第 9 回 CSJ 化学フェスタ 2019
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Koudai Furuhashi, Kazuya Kanemoto, Shin-ichi Fukuzawa
2. 発表標題 TFA mediated preparation of S-aryl thiosulfonates from electron-rich arenes using mor-SS-Ts
3. 学会等名 ACS-SPRING-2020-EXPO (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 金本 和也, 古橋 昂大, 福澤 信一
2. 発表標題 求電子的なチオスルホニル化反応を用いる, 多彩な有機硫黄化合物の合成法の開発
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会(2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 渡邊 時春, 金本 和也, 古橋 昂大, 鳥田 康樹, 福澤 信一
2. 発表標題 カリウムチオスルホナートを用いる活性オレフィンのチオスルホニル化反応の開発
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会(2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 堀川 渚生, 鈴木 航太, 金本 和也, 福澤 信一
2. 発表標題 銅触媒を用いるアミド置換フェロセンのC-Hアミノ化反応
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会(2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 古屋 翔平, 加藤 萩真, 金本 和也, 福澤 信一
2. 発表標題 不斉1,3-双極子環化付加反応を用いるスルトン-ピロリジン縮環化合物の合成
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会(2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鈴木 裕子, 大野 壱樹, 金本 和也, 福澤 信一
2. 発表標題 銀錯体触媒を用いるピロリンエステルのMorita-Baylis-Hillman付加体への立体選択的付加反応
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会(2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 加藤 萩真, 鈴木 裕子, 金本 和也, 福澤 信一
2. 発表標題 銀錯体触媒を用いるピロリンエステルの三置換オレフィンへのMichael付加反応による立体選択的連続四置換炭素構築法
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会(2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大野 栞樹, 鈴木 裕子, 加藤 萩真, 金本 和也, 福澤 信一
2. 発表標題 銀錯体触媒を用いるピロリンエステルのニトロアリルアセテートへの立体選択的付加反応
3. 学会等名 日本化学会第100春季年会(2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大野 栞樹, 鈴木 裕子, 古屋 翔平, 金本 和也, 福澤 信一
2. 発表標題 キラル銀錯体触媒を用いる2-ピロリンエステルの2-ニトロ酢酸アリルへの不斉付加-脱離反応
3. 学会等名 第 10回 CSJ 化学フェスタ 2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 渡邊 時春, 古橋 昂大, 鳥田 康樹, 金本 和也, 福澤 信一
2. 発表標題 カリウムチオスルホナートを用いた, α -不飽和カルボニル化合物のスルホニル化反応の開発
3. 学会等名 第 10回 CSJ 化学フェスタ 2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 堀川 渚生, 金本 和也, 福澤 信一
2. 発表標題 銅・銀触媒系を用いる N-キノリルフェロセニルアミドのC-Hアミノ化反応
3. 学会等名 第 10回 CSJ 化学フェスタ 2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 金本 和也, 古橋 昂大, 渡邊 時春, 浅沼 隼人, 福澤 信一
2. 発表標題 SS-morpholino dithiosulfonateのアミノ基選択的な活性化を経由する, 芳香族化合物のスルホニルチオ化反応
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会(2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 浅沼 隼人, 渡邊 時春, 金本 和也, 福澤 信一
2. 発表標題 アミノ基とイミド基の脱離能の違いを利用した非対称ジスルフィド合成
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会(2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 町田 陽佳, 金本 和也, 福澤 信一
2. 発表標題 銅(I)錯体触媒を用いるペプチドのN末端選択的な1,3-双極子環化付加反応
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会(2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 古屋 翔平, 金本 和也, 福澤 信一
2. 発表標題 銀/ThioClickFerrophos錯体触媒を用いるイミノエステルと2,3-ジオキソピロリジンとのexo'-選択的不斉[3+2]環化付加反応
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会(2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 井上 綾菜, 金本 和也, 福澤 信一
2. 発表標題 銀/ThioClickFerrophos錯体触媒を用いたMorita-Baylis-Hillman付加体とイミノエステルの不斉1,3-双極子環化付加反応
3. 学会等名 日本化学会第101春季年会(2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 渡邊 時春, 金本 和也, 浅沼 隼人, 福澤 信一
2. 発表標題 硫黄原子上の脱離基を選択的に変換する 非対称ジスルフィド合成法の開発
3. 学会等名 有機合成化学協会関東支部シンポジウム 第79回大岡山シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 井上 綾菜, 鈴木 裕子, 金本 和也, 福澤 信一
2. 発表標題 銀/ThioClickFerrophos錯体触媒を用いたMorita-Baylis-Hillman 付加体とアゾメチンイリドの不斉付加反応
3. 学会等名 有機合成化学協会関東支部シンポジウム 第79回大岡山シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 坂井 傑, 金本 和也, 福澤 信一
2. 発表標題 新規面不斉フェロセン型モノホスフィン配位子の合成とその性能評価
3. 学会等名 有機合成化学協会関東支部シンポジウム 第79回大岡山シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 堀川 渚生, 金本 和也, 福澤 信一
2. 発表標題 銅・銀塩複合触媒系を用いる N-キノリルアミドフェロセンのC-Hアミノ化反応
3. 学会等名 有機合成化学協会関東支部シンポジウム 第79回大岡山シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 町田 陽佳, 金本 和也, 福澤 信一
2. 発表標題 イミノペプチドを用いた1,3-双極子環化付加反応による ペプチドのN末端修飾
3. 学会等名 有機合成化学協会関東支部シンポジウム 第79回大岡山シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 町田陽佳、金本和也、福澤信一
2. 発表標題 1,3-双極子環化付加反応を利用したN末端選択的なペプチドの修飾法
3. 学会等名 日本ケミカルバイオロジー学会 第 15 回年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 古屋翔平、金本和也、福澤信一
2. 発表標題 キラル銀錯体触媒を用いるアゾメチンイリドと2,3-ジオキソピロリジンとのexo'-選択的不斉[3+2]環化付加反応
3. 学会等名 第31回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 井上綾菜、金本和也、福澤信一
2. 発表標題 銀触媒を用いたMBH付加物とアゾメチンイリドの不斉1,3-双極子環化付加反応とタンデム型付加-脱離反応
3. 学会等名 第 50 回複素環化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大野孝樹、古屋翔平、金本和也、福澤信一
2. 発表標題 キラル金属錯体触媒を用いる2-ピロリンエステルと2-ニトロ酢酸アリルとの不斉付加-脱離反応
3. 学会等名 第 50 回複素環化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 町田陽佳、金本和也、福澤信一
2. 発表標題 1,3-双極子環化付加反応を用いた強固な結合形成を伴うペプチドのN末端修飾法の開発
3. 学会等名 第11回CSJ化学フェスタ2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 浅沼隼人、金本和也、渡邊時春、福澤信一
2. 発表標題 アミド基とイミド基の脱離能の違いを利用したジスルフィドプラットフォーム分子の開発
3. 学会等名 第11回CSJ化学フェスタ2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 坂井傑、金本 和也、福澤 信一
2. 発表標題 新規光学活性ピアリールホスフィン配位子の合成とその性能評価
3. 学会等名 第11回CSJ化学フェスタ2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 荒城春奈、金本和也、福澤信一
2. 発表標題 銀触媒錯体を用いた環状イミノニトリルのエノンへの立体選択的Michael付加反応
3. 学会等名 第11回CSJ化学フェスタ2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 町田陽佳、金本和也、福澤信一
2. 発表標題 ペプチドのN末端修飾を志向した1,3-双極子環化付加反応
3. 学会等名 第119回有機合成シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 浅沼隼人、金本和也、渡邊時春、福澤信一
2. 発表標題 脱離基の選択的な変換が可能なジスルフィドプラットフォームの開発
3. 学会等名 第81回有機合成化学協会関東支部シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 古屋翔平、金本和也、福澤信一
2. 発表標題 キラル銀錯体触媒を用いるイミノエステルと2,3-ジオキソピロリジンとのexo'-選択的不斉[3+2]環化付加反応
3. 学会等名 第81回有機合成化学協会関東支部シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 荒城春奈、金本和也、福澤信一
2. 発表標題 銀/ThioClickFerrophos錯体触媒を用いた環状イミノニトリルとエノンの不斉Michael付加反応
3. 学会等名 第81回有機合成化学協会関東支部シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hayato Asanuma, Tokiharu Watanabe, Kazuya Kanemoto, Shin-ichi Fukuzawa
2. 発表標題 Divergent synthesis of unsymmetrical disulfides by the selective activation of sulfur-bonded leaving groups
3. 学会等名 Pacifichem 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Haruka Machida, Kazuya Kanemoto, Shin-ichi Fukuzawa
2. 発表標題 N-Terminal peptide modification by metal-catalyzed 1,3-dipolar cycloaddition of iminopeptide
3. 学会等名 Pacifichem 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Silver-catalyzed exo'-selective asymmetric [3+2] cycloaddition of iminoesters with 2,3-dioxopyrrolidine
2. 発表標題 Shohei Furuya, Kazuya Kanemoto, Shin-ichi Fukuzawa
3. 学会等名 Pacifichem 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ag-catalyzed enantioselective asymmetric 1,3-dipolar cycloaddition of azomethine ylides to Morita-Baylis-Hillman adducts
2. 発表標題 Ayana Inoue, Kazuya Kanemoto, Shin-ichi Fukuzawa
3. 学会等名 Pacifichem 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Synthesis and evaluation of novel planar chiral monophosphine ligands bearing ferrocenyl-triazole backbones
2. 発表標題 Suguru Sakai, Kazuya Kanemoto, Shin-ichi Fukuzawa
3. 学会等名 Pacifichem 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kazuya Kanemoto, Koudai Furuhashi, Shin-ichi Fukuzawa
2. 発表標題 Trifluoroacetic acid-mediated desulfurilative sulfonylthiolation of arenes of SS-morpholino dithiosulfonate
3. 学会等名 Pacifichem 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Haruna Araki, Kazuya Kanemoto, Shin-ichi Fukuzawa
2. 発表標題 Silver-catalyzed enantio- and diastereo-selective Michael addition reaction of cyclic iminonitriles to enones
3. 学会等名 Pacifichem 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 浅沼隼人、金本和也、福澤信一
2. 発表標題 イミド基を脱離基とするジスルフィド構造へのアミン導入反応
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会(2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 町田陽佳、金本和也、福澤信一
2. 発表標題 銅(I)錯体触媒を用いるペプチドのN末端選択的な1,3-双極子環化付加反応
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会(2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岩田真輝、町田陽佳、金本和也、福澤信一
2. 発表標題 銀触媒を用いるアゾメチンイリドとデヒドロアラニンの1,3-双極子環化付加反応
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会(2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 細野兼矢、金本和也、福澤信一
2. 発表標題 硫黄原子上に配置したイミド基を脱離基とするアズラクトンのジスルフィド化反応
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会(2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 荒城春奈、金本和也、福澤信一
2. 発表標題 銀錯体触媒系を用いたイミノニトリルの α , β -不飽和ケトンへの不斉Michael付加反応
3. 学会等名 日本化学会第102春季年会(2022)
4. 発表年 2022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
---------	---------