

令和 2 年 5 月 26 日現在

機関番号：13301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K05778

研究課題名(和文) イソシアニドと共役拡張型1,3-双極子による高効率の複素環合成手法の開発

研究課題名(英文) Development of the efficient synthetic method for heterocycles utilized by isocyanide and conjugated 1,3-dipolar

研究代表者

添田 貴宏 (Soeta, Takahiro)

金沢大学・物質化学系・准教授

研究者番号：10506819

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：イソシアニドジクロリドを活用した新規複素環化合物合成法の開発を行った。まず、イソシアニドジクロリドを活用した、多官能性ジヒドロオキサゾール誘導体の高効率の合成法を開発した。すなわち、位にトシル基を有するイソシアニド(TosMIC)から誘導したイソシアニドジクロリドとアルデヒドとのアルドール型反応により、簡便に2-クロロジヒドロオキサゾール誘導体が得られた。また、 α,β -不飽和カルボニル化合物とイソシアニドジクロリドとのマイケル付加-環化反応、続くトシル基のE2脱離、トシル基の付加-脱離反応、芳香族化によって多置換ピロール誘導体が得られることを見出した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

環境への負荷の低減や資源問題などの観点から、産業界では有機合成化学において高効率なワンポット合成や多成分反応への志向が高まっている。また、化合物の望みの位置に置換基を導入する際には、多段階を要し、基質にも制限が出てしまうことが従来の問題点であった。本研究のイソシアニドを用いる反応では潜在的に2つの結合をワンポットで生成することができるため、環境に優しく高効率な有機合成反応開発へ広く展開可能となることから、本研究は非常に意義深いものである。

研究成果の概要(英文)：Multifunctionalized oxazoles and pyrroles are important building blocks in organic synthesis as well as in pharmaceuticals, natural products, and functional materials. In this study, a novel synthetic method for multifunctional oxazole and pyrrole derivatives has been achieved. We focused on the utility of isocyanide dichloride, which is a stable and readily available chemical species via addition of chlorine onto isocyanides. The presence of the two halogen atoms activates the C=N double bond toward nucleophiles, which realizes nucleophilic additions in a sequential manner. We initially examined whether isocyanide dichloride which was easily prepared from the corresponding TosMIC with SO₂Cl₂, could synthesize oxazole and pyrrole derivatives.

研究分野：有機合成化学

キーワード：イソシアニド イソシアニドジハライド 複素環

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

①研究の学術的背景

申請者は高効率な多成分反応の開発に取り組んできた。多成分反応は3種類以上の出発物質を用いる合成反応であり、副生成物が少ないだけでなく、ワンポットで標的化合物を得られることから、アトムエコノミーに優れた魅力的な反応である。特に、含窒素化合物合成に関して多成分反応は非常に有効で、イソシアニドの付加を鍵とする Ugi 反応や Passerini 反応等の多様な系によって、簡便かつ高収率で幅広い生物活性を示す小分子を得ることが可能である。

このように、イソシアニドを鍵とする Ugi 反応や Passerini 反応は有効であるが、未解決の問題が多く残されている。重要な問題点としては、①反応中間体であるニトリリウムイオンを安定化させるためにカルボン酸を必要とする点が、反応系の多様性を制限していること、②反応の立体選択性が低く、特に4成分からなる Ugi 反応は、従来の反応条件下では生成物がラセミ化してしまうこと、が挙げられる。これらの問題点の解決法の一つとして、本申請者は若手研究 (B) (平成24-25年度)において、カルボン酸と同様に機能する物質、すなわち、同一分子内に求電子部位と求核部位を有する化合物 (Z-Nu)を用いれば、カルボン酸等価体として機能し、新規反応の開拓が可能であるというコンセプトを打ち立てた。このように、カルボン酸に代わる促進剤を探索することでアルデヒドの活性化、及び中間体ニトリリウムイオンの捕捉が可能となり、高効率に反応を進行させることができるという知見を得た。そこで、分子内に求電子部位 ($C=N^+$)と求核部位 (Nu⁻)を有する化合物を用いれば、ニトリリウム中間体の分子内捕捉が可能であり、対応する含窒素複素環が得られると考えた。予備実験として、イミノ基 ($C=N^+$)と求核部位として同一分子内に *N*-アシル基を有するアゾメチンイミンを基質として用いるとイソシアニドと [5+1]付加環化反応が速やかに進行し、対応するオキサジアジノン誘導体を得ることができたため、本申請の着想に至った。

2. 研究の目的

複素環化合物は天然有機化合物から合成医薬品、農薬など多岐にわたる物質に内包される骨格で、その高効率な合成法の開発は重要な課題である。従来の複素環化合物合成における問題点としては、(A)合成に多段階を要し、(B)金属触媒を用いるなど、環境調和型の化学反応とは言いがたく、(C)基質の制限が多く、生成物の多様性に限界がある、ということが挙げられる。つまり廃棄物が少なく、高効率な手法の開発が望まれており、本研究における合成手法が確立できれば、創薬化学や農芸化学へ多大な貢献を生むと期待している。

3. 研究の方法

イソシアニドを「より反応性の高い中間体」へ変換し、新規反応への活性中間体創出を目指す。すなわち、イソシアニドは同一炭素上に求核性と求電子性を共に有しているため、同一分子内に求電子部位と求核部位を有する化合物 (Z-Nu)と反応すれば、より活性な中間体が形成される。さらにもう1分子を加えることで新規多成分反応に

よる複素環構築を達成できると期待した。実際に一例ではあるが、イソシアニドとトリフルオロメタンスルホン酸メチルとの反応で新規な中間体が発生していることをESI-TOF マススペクトルで確認できた。まず、この活性中間体を効率よく捕捉できる3成分目の分子の探索を行う。例えばアジド化合物を用い、テトラゾール誘導体を得られるかどうか検討する。また、イソシアニドから発生できる、活性なイソシアニドジハライドに注目し、新規反応の検討を行う。

4. 研究成果

本研究では、イソシアニドジクロリドを活用した多官能性複素環化合物の高効率的な合成法を検討した。すなわち、 α 位に電子求引基を有するイソシアニドジクロリドを塩基性条件下に付すことでカルバニオン種を発生させる。次に潜在的に求核性、求電子性を兼ね備える化合物(Y-Z)との反応により、カルバニオンが求電子部位と、求核部位とイソシアニドジクロリドが反応することで、複素環化合物が得られると考えた。さらに、残存するイミノクロリドとさらなる求核剤を用いた付加-脱離反応により、多官能性複素環化合物が得られると期待した。まず、多置換ピロール誘導体の合成法を開発した。本反応では α , β -不飽和カルボニル化合物に着目し、イソシアニドジクロリドとのマイケル付加-環化反応、続くトシル基の E2 脱離、トシル基の付加-脱離反応、芳香族化によって多置換ピロール誘導体を得られることを見出した。本反応では、 α , β -不飽和カルボニル化合物の当量を調整することで副生成物の生成を抑制することに成功し、無機塩基である K_2CO_3 を用いることで、収率を大幅に向上させることができた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 8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 Takahashi, R.; Phan, N. H. T.; Suga, T.; Soeta, T. ; Ukaji, Y.	4. 巻 98
2. 論文標題 Synthesis of Optically Active γ -Lactams by Palladium Catalyzed Asymmetric Dicarboxylation Reaction of N-Arylsulfonyl Homoallylic Amines	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Heterocycles	6. 最初と最後の頁 1044-1054
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3987/COM-19-14112	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 Soeta, T.; Ukaji, Y.	4. 巻 78
2. 論文標題 多点認識型含窒素複素環カルベンの開発と触媒的不斉反応への展開	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J. Synth. Org. Chem. Jpn.	6. 最初と最後の頁 338-349
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) DOI:org/10.5059/yukigoseikyokaisi.78.338	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 Takahashi, R.; Phan, N. H. T.; Suga, T.; Soeta, T. ; Ukaji, Y.	4. 巻 4
2. 論文標題 Synthesis of Optically Active γ -Lactams by Palladium Catalyzed Asymmetric Dicarboxylation Reaction of N-Arylsulfonyl Homoallylic Amines	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Heterocycles	6. 最初と最後の頁 1044-1054
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) DOI: 10.3987/COM-19-141124	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 Soeta, T.; Hatanaka, Y.; Ishizaka, T.; Ukaji, Y.	4. 巻 74
2. 論文標題 Chiral NHC Ligands Bearing a Pyridine Moiety in Copper-Catalyzed Addition of Diethylzinc to Nitroalkenes.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Tetrahedron	6. 最初と最後の頁 4601-4605
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1016/j.tet.2018.07.030	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 Soeta, T.; Ohashi, N.; Kobayashi, T.; Sakata, Y.; Suga, T.; Ukaji, Y	4. 巻 83
2. 論文標題 Synthesis of Sterically Fixed Phytochrome Chromophore Derivatives bearing a 15E-anti fixed or 15E-fixed CD-Ring Component	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J. Org. Chem.	6. 最初と最後の頁 10743-10748
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) DOI: 10.1021/acs.joc.8b01252	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 Soeta, T.; Matsumoto, A.; Ukaji, Y.	4. 巻 83
2. 論文標題 Development of a Synthetic Method for Multifunctionalized Pyrroles Using Isocyanide Dichloride as a Key Intermediate	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J. Org. Chem.	6. 最初と最後の頁 4831-4834
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) DOI: 10.1021/acs.joc.8b00185	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 Soeta, T.; Matsuzaki, S.; Ukaji, Y.	4. 巻 97
2. 論文標題 Phenylphosphinic Acid-Promoted Addition of Isocyanides to 1-Methoxyisochroman Derivatives.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Heterocycles,	6. 最初と最後の頁 355-364.
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) DOI:10.3987/COM-18-S(T)23	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 Soeta, T.; Matsuzaki, S.; Ukaji	4. 巻 97
2. 論文標題 Phenylphosphinic Acid-Promoted Addition of Isocyanides to 1-Methoxyisochroman Derivatives	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Heterocycles	6. 最初と最後の頁 1044–1054
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3987/COM-18-S(T)23	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 Soeta, T.; Mizuno, S.; Hatanaka, Y.; Ukaji, Y.	4. 巻 73
2. 論文標題 Asymmetric cross-benzoin condensation promoted by chiral triazolium precatalyst bearing a pyridine moiety	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Tetrahedron	6. 最初と最後の頁 3430–3437
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tet.2017.05.001	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 Soeta, T.; Matsumoto, A.; Sakata, Y.; Ukaji, Y.	4. 巻 82
2. 論文標題 Development of a One-Pot Synthetic Method for Multifunctional Oxazole Derivatives Using Isocyanide Dichloride	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 J. Org. Chem.	6. 最初と最後の頁 4930–4935
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.joc.7b00296	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 Tong, T. M. T.; Soeta, T.; Suga, T.; Kawamoto, K.; Hayaahi, Y.; Ukaji, Y.	4. 巻 82
2. 論文標題 Formal Total Synthesis of Manzacidin C Based on Asymmetric 1,3-Dipolar Cycloaddition of Azomethine Imines.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 J. Org. Chem.	6. 最初と最後の頁 1969–1976
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.joc.6b02816	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 Hasegawa, M.; Nomoto, A.; Suga, T.; Soeta, T.; Ukaji, Y.	4. 巻 46
2. 論文標題 Palladium-Catalyzed C-H Alkenylation of C-Aryl Nitrones.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Chem. Lett.	6. 最初と最後の頁 46–47
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.160821	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 -

[学会発表] 計32件(うち招待講演 0件/うち国際学会 2件)

1. 発表者名 Takahiro Soeta, Yuichi Hatanaka, So Mizuno, Yutaka Ukaji
2. 発表標題 Development of multi-functional NHC catalysts bearing pyridine moiety: Application to catalytic asymmetric reactions
3. 学会等名 The 4rd International Symposium on Process Chemistry (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 告野 熙政・佐藤 優・菅 拓也・添田 貴宏・宇梶 裕
2. 発表標題 アゾ化合物を用いる不斉ヘテロDiels-Alder反応の開発
3. 学会等名 日本化学会第100回春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高橋 良輔・吉川 涼・菅 拓也・添田貴宏・宇梶 裕
2. 発表標題 ジアゾ化合物を用いるC,N-環状アゾメチンイミンの分子変換反応
3. 学会等名 日本化学会第100回春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 告野 熙政・佐藤 優・菅 拓也・添田 貴宏・宇梶 裕
2. 発表標題 アゾ化合物を用いる不斉ヘテロ Diels-Alder 反応の開発
3. 学会等名 2019年度 北陸地区講演会と研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 渡辺 元気・ 添田 貴宏・ 宇梶 裕
2. 発表標題 触媒的不斉反応を指向したキラルなハロイミダゾリウム塩の開発
3. 学会等名 2019年度 北陸地区講演会と研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 金澤 岳・ 添田 貴宏・ 宇梶 裕
2. 発表標題 新規バイオインスパイアード分子の開発
3. 学会等名 2019年度 北陸地区講演会と研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 関澤 遼・ Hieu Van Mai・ Marketa Sisakova・ 白川樹里・ 添田貴宏・ 宇梶 裕
2. 発表標題 15E-anti 固定型フィトクロム発色団の合成研究
3. 学会等名 2019年度 北陸地区講演会と研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 島谷 雄喜・ 添田 貴宏・ 宇梶 裕
2. 発表標題 キラルなポリン酸の設計と合成:触媒的不斉 Passerini 型反応への展開
3. 学会等名 2019年度 北陸地区講演会と研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高橋 良輔・Nga Hang Thi Phan・菅 拓也・添田貴宏・宇梶 裕
2. 発表標題 ピオキサゾリン不配位を用いる不斉ジカルボニル化反応による光学活性 β -ラクタム合成
3. 学会等名 Molecular chirality 2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 関澤 遼・Hieu Van Mai・Marketa Sisakova・白川樹里・添田貴宏・宇梶 裕
2. 発表標題 15E-anti固定型フィトクロム発色団の合成研究
3. 学会等名 2019年度有機合成化学北陸セミナー
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ryo Sekizawa, Hieu Van Mai, Marketa Sisakova, Juri Shirakawa, Takahiro Soeta, Yutaka Ukaji
2. 発表標題 Synthesis of 15E-anti Phytochrome Chromophore Derivatives
3. 学会等名 第27回 国際複素環化学会議 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 金澤岳・添田貴宏・宇梶 裕
2. 発表標題 新規バイオインスパイアード分子の開発
3. 学会等名 第17回ホスト・ゲスト・超分子化学シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐藤 優・菅 拓也・添田貴宏・宇梶 裕
2. 発表標題 1,2,4-トリアゾリン-3,5-ジオンの不斉ヘテロDiels-Alder反応の開発
3. 学会等名 日本化学会 第99春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 畑中雄一・水野想・石坂智洋・添田貴宏・宇梶 裕
2. 発表標題 ピリジン環を有するNHC触媒の開発と触媒的不斉反応への展開
3. 学会等名 第48回複素環化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 畑中雄一・石坂智洋・添田貴宏・宇梶 裕
2. 発表標題 ピリジン環を有するNHC触媒の開発と触媒的不斉反応への展開
3. 学会等名 平成30年度有機合成化学北陸セミナー
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐藤 優・菅 拓也・添田貴宏・宇梶 裕
2. 発表標題 1,2,4-トリアゾリン-3,5-ジオンの不斉ヘテロDiels-Alder反応の開発
3. 学会等名 平成30年度有機合成化学北陸セミナー
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuichi Hatanaka, Tomohiro Ishizaka, Takahiro Soeta, and Yutaka Ukaji
2. 発表標題 Chiral NHC Ligands Bearing a Pyridine Moiety in Copper-Catalyzed Addition of Diethylzinc to Nitroalkenes
3. 学会等名 3rd International Symposium on Center of Excellence for Innovative Material Sciences Based on Supramolecules
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yu Sato, Takuya Suga, Takahiro Soeta, Yutaka Ukaji
2. 発表標題 Development of Asymmetric Hetero Diels-Alder Reaction of 1,2,4-Triazoline-3,5-dione
3. 学会等名 3rd International Symposium on Center of Excellence for Innovative Material Sciences Based on Supramolecules
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 畑中雄一・石坂智洋・添田貴宏・宇梶 裕
2. 発表標題 多点認識NHC配位子を用いたニトロオレフィンの触媒的不斉アルキル化反応
3. 学会等名 日本化学会第98春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 井伊宏美・渡邊康貴・菅 拓也・添田貴宏・宇梶 裕
2. 発表標題 立体選択的 Patern Buchi反応の開発
3. 学会等名 日本化学会第98春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 井伊宏美・渡邊康貴・菅 拓也・添田貴宏・宇梶 裕
2. 発表標題 立体選択的 Patern Buchi反応の開発
3. 学会等名 平成29年度北陸地区講演会と研究発表会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 松本昂大・添田貴宏・宇梶 裕
2. 発表標題 イソシアニドジクロリドを鍵とした多官能性複素環化合物合成法
3. 学会等名 第47回複素環化学討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Akihiro Matsumoto, Takahiro Soeta, Yutaka Ukaji
2. 発表標題 Development of Efficient Synthetic Methods for Multifunctional Pyrrole Derivatives Utilizing Isocyanide Dichlorides
3. 学会等名 3rd International Symposium on Center of Excellence for Innovative Material Sciences Based on Supramolecules
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Phan Thi Hang Nga, Takuya Suga, Takahiro Soeta, Yutaka Ukaji
2. 発表標題 Enantioselective Synthesis of α -Lactams via Palladium-Catalyzed Carbonylation of Homoallylic Amine Derivatives,
3. 学会等名 3rd International Symposium on Center of Excellence for Innovative Material Sciences Based on Supramolecules
4. 発表年 2017年

1 . 発表者名 Hiromi Ii, Yasutaka Watanabe, Takuya Suga, Takahiro Soeta , Yutaka Ukaji
2 . 発表標題 Development of Stereoselective Patern Buchi Reaction,
3 . 学会等名 3rd International Symposium on Center of Excellence for Innovative Material Sciences Based on Supramolecules
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Nobuhiko Ohashi, Yudai Tanaka, Toshiharu Kobayashi, Takuya Suga, Takahiro Soeta, Yutaka Ukaji
2 . 発表標題 Development of Sterically Fixed Phytochrome Chromophores Anchored to meso- Position toward Investigation of their Photoisomerization
3 . 学会等名 3rd International Symposium on Center of Excellence for Innovative Material Sciences Based on Supramolecules
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Megumi, Hasegawa, Takuya Suga, Takahiro Soeta, Yutaka Ukaji ,
2 . 発表標題 Synthesis of Dihydrooxazine Derivatives by the Reaciton of , -Unsaturated Nitrones with Sulfer Ylide
3 . 学会等名 3rd International Symposium on Center of Excellence for Innovative Material Sciences Based on Supramolecules
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Naoto Kurokawa, Takahiro Soeta, Yutaka Ukaji ,
2 . 発表標題 Development of Amino acid-Based Diamido Derivatives as Low Molecular Weight Organogelators
3 . 学会等名 3rd International Symposium on Center of Excellence for Innovative Material Sciences Based on Supramolecules
4 . 発表年 2017年

1. 発表者名 長谷川恵美・菅 拓也・添田貴宏・宇梶 裕
2. 発表標題 ， -不飽和ニトロンをを用いた硫黄イリドとの反応によるジヒドロ オキサジン誘導体の合成
3. 学会等名 平成29年度有機合成化学協会関西支部北陸セミナー
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大橋信彦・小林俊晴・田中雄大・添田貴宏・宇梶 裕
2. 発表標題 フィトクロム光異性化の機構解明を目指したメソ位立体固定型フィトクロム発色団の開発
3. 学会等名 平成29年度有機合成化学協会関西支部北陸セミナー
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Phan Thi Hang Nga・Takuya Suga・Takahiro Soeta・Yutaka Ukaji
2. 発表標題 (Enantioselective Synthesis of -Lactams via Palladium-Catalyzed Carbonylation of Homoallylic Amine Derivatives
3. 学会等名 平成29年度有機合成化学協会関西支部北陸セミナー
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 黒川尚登・添田貴宏・宇梶 裕
2. 発表標題 アミノ酸由来のジアミド誘導体を基本骨格とする低分子ゲル化剤の合成と物性評価
3. 学会等名 第15回ホスト-ゲスト・超分子化学シンポジウム
4. 発表年 2017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
--	---------------------------	-----------------------	----