

令和 2 年 6 月 3 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17H01191

研究課題名(和文)空軌道の徹底活用を通じた高反応性ホウ素化合物の創製

研究課題名(英文)Creation of highly reactive boron compounds by thorough utilization of vacant orbital

研究代表者

山下 誠 (YAMASHITA, Makoto)

名古屋大学・工学研究科・教授

研究者番号：10376486

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 34,400,000円

研究成果の概要(和文)：環状アルミニウム化合物から、求核的なアルミニウムアニオンの合成を行い、この反応性の系統的な解明を行った。また、新規ボリルアニオンの合成検討・ボリルアニオンを用いた典型元素多重結合化合物の合成を行った。新規な高反応性のジボラン(4)として(o-tol)<sub>2</sub>B-B(o-tol)<sub>2</sub>を合成、これが水素・一酸化炭素・N=N二重結合と反応すること、またDFT計算を用いたそれらの反応機構に関する解明を行った。いずれの反応も13族元素の空軌道を徹底活用することで達成できる珍しい反応形式であり、研究計画の目的を十分達成したと考えている。

研究成果の学術的意義や社会的意義

求核性のアルミニウムアニオンの発見は、含アルミニウム化合物の合成の幅を大きく広げることにつながるため、周辺分野への影響は大きい。ホウ素置換基の効果を系統的に解明してきたことで、物質化学におけるホウ素置換基の活用法に対して新規な視点を与えることもできると言えよう。新規ジボラン(4)の反応性は結合切断という面で大きな進歩となっており、典型元素のみから構成される今後の分子触媒の確立へ向けた一歩となるだろう。

研究成果の概要(英文)：A cyclic aluminum compound was found to be a precursor of a nucleophilic Al-centered anion. After the isolation of the Al anion, its structure, reactivity, and spectroscopic properties were disclosed. As a part of the research about boryl anion, synthetic study on C, N-substituted boryl anion and synthesis of multiple-bonded main group element compounds having boryl substituents were investigated. On the other hand, (o-tol)<sub>2</sub>B-B(o-tol)<sub>2</sub> was synthesized as a new diborane(4) compound. The remarkable reactivity of (o-tol)<sub>2</sub>B-B(o-tol)<sub>2</sub> toward H<sub>2</sub>, CO, and N=N double bond was also revealed with a support of DFT calculations providing mechanistic insights. Throughout the research, we could demonstrate the characteristics of the vacant orbital of these compounds providing rare modes of reactions. Therefore, the initial purpose of this research project was well-achieved.

研究分野：有機典型元素化学・有機金属化学・触媒

キーワード：ホウ素 ボリルアニオン ジボラン(4) 結合切断 アルミニウム アルマニルアニオン 求核置換反応  
低酸化数

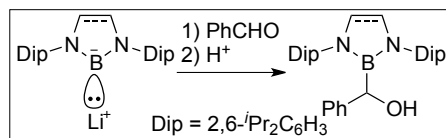
科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

## 1. 研究開始当初の背景

2017年度当初までの10年間で、ホウ素化学における過去の常識「空のp軌道がホウ素にLewis酸性を与える」と異なる以下の化合物群が報告されていた。

(1) 求核性・Lewis塩基性を持つアニオン性ホウ素化合物・ボリルアニオン：申請者らが2006年に発見(右図)、他に数例。



(2) 特殊な結合・電子状態を持つホウ素化合物：Lewis塩基で安定化された低酸化数化合物ボリレン・B=B二重結合化合物ジボレン・B=B三重結合化合物ジボリン・B=O三重結合オキソボリル錯体など。

(3) ホウ素の機能を生かした材料・触媒：水素貯蔵体であるアンモニアボランの触媒の再生・金属フリーで水素化可能なFLP(frustrated Lewis pair)触媒・含ホウ素ナノグラフェン合成など。

即ち、含ホウ素化合物の化学は未だ発展途上であり、その基礎化学的理解は重要課題である。現状のホウ素化学におけるいくつかのトピックの未解決課題および問題点を以下に示す。

### 【ボリルアニオン化学の現状】

(1) 求核性ボリルアニオンについては未だ窒素置換誘導体以外の報告は無い。これに伴い、ボリルアニオンはカルベンと等電子なものにも関わらず、三重項ボリルアニオンの観測例も無い。

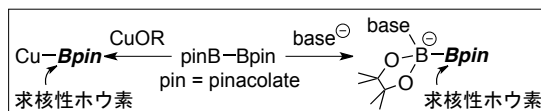
(2) ホウ素は酸素原子と強い親和性を持つため、ボロナート(boryl-O)は優秀な脱離基だと予測されるが、ボリルアニオンの求核付加・ボロナートの脱離を有機合成化学的に応用した例は無い。

(3) ボリルアニオンは1価の酸化数を持つホウ素化合物であるため、典型元素ハロゲン化物との反応で還元剤として作用するが、これを有機合成化学的に応用した例は無い。

(4) ボリルリチウムを用いた求核的ホウ素化を通して、特異的な性質を持つ低配位典型元素化合物が最近多数合成されてきているが、申請者らのホウ素置換ジホスフェンの研究以外にホウ素置換基の効果を解明した例は無い。

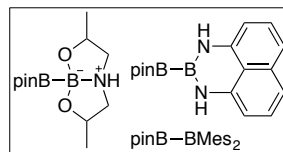
### 【B-B単結合化合物：ジボラン(4)】

弱いB-B単結合を持つジボラン(4)化合物の中でも、ホウ素上にピナコールを持つジボラン(4)はベンゼンやアルカンのC-Hホウ素化に広く利用される。



一方でこの反応剤はアルコキシ銅との反応でボリル銅を形成、または強塩基の配位を受けてsp<sup>3</sup>-sp<sup>2</sup>ホウ素を形成して、求核的な反応を示すことも知られている

(右上図)。最近になって非対称なジボラン(4)が開発され、合成化学へ応用されてきたが(右図)、多重結合への付加反応以外の性質については未解明な部分が多い。申請者らの合成したMes置換非対称ジボラン(4)は高いLewis酸性に基づき特徴的な反応を示す(右図)。



以上、ホウ素化合物の化学は著しい発展を見せているが、三重項ボリルアニオンの性質や、高Lewis酸性ジボラン(4)のB-B結合の性質など、未だ基礎的な性質が知られていないものが余りにも多い。すなわち、元素化学の未知の領域を開拓するためには、新規な構造や反応性を示す高反応性ホウ素化合物の基礎物性解明を行うとともに、これらホウ素化学種に対する統一的理解を深めるといった観点でその性質を整理する必要がある。

## 2. 研究の目的

そこで本研究では以下の項目を研究目的とした。

### (1) ボリルアニオンの化学の新展開

(a)  $\sigma$ - $\pi$ 共役を利用した炭素置換ボリルアニオンの合成： $\sigma_{C-Si}$ 結合の超共役によるホウ素の空軌道の安定化を利用して炭素置換ボリルアニオンを合成し、その三重項特性を解明してカルベン化学との比較を行う

(b) ボリルアニオン類を用いた脱酸素原子反応開発：ボリルアニオンの還元力とホウ素の空軌道による酸素親和性を活かして、有機化合物からの酸素1原子脱離反応を開拓する

(c) ボリルアニオン類と不飽和炭化水素および窒素分子の反応：空軌道と非共有電子対を併せ持つボリルアニオンとアルケン・アルキンまたは窒素分子の反応により、これらの直接ホウ素化を目指した検討を行う

(d) ホウ素置換典型元素化合物群の合成と性質：ボリルアニオンによる求核的ホウ素導入反応でホウ素置換の低配位典型元素化合物を合成し、ホウ素と低配位元素との相互作用、特に $\sigma$ 供与性と $\pi$ 受容性の効果を明確にする

### (2) 高反応性ジボラン(4)誘導体の化学の開拓

(a) 高Lewis酸性ジボラン(4)のライブラリ構築：高Lewis酸性ジボラン(4)の置換基が異なる誘導体を種々合成し、構造と性質(特に電子受容性とLewis酸性)の相関を明らかにする

(b) 高Lewis酸性ジボラン(4)の低極性小分子との反応の解析：(a)で合成したライブラリと水素分子の反応、さらにはメタンとの反応を検討する。ここではホウ素の空軌道に由来するLewis酸性に着目して反応の全容を理解することに努める。

(c) 高Lewis酸性ジボラン(4)の炭素置換ボリルアニオン発生への応用：ジボラン(4)の空軌道への電子注入を経由させることで、B-B結合を還元的に切断して炭素置換ボリルアニオンの発生検討を行い、研究項目(1)(a)との比較を行う。

(d) 高Lewis酸性ジボラン(4)によるN-N多重結合切断と窒素固定反応の試み：ジボラン(4)と

### 3. 研究の方法

#### (1)(a) $\sigma$ - $\pi$ 共役を利用した炭素置換ボリルアニオンの合成

東北大学の吉良らにより開発されたシリル置換炭化水素ジアニオンをホウ素へ導入することでハロボランを合成、これを還元することで、炭素置換ボリルアニオンを合成する。炭素置換ボリルアニオンは従来のものと異なり、ヘテロ元素の電子対による安定化が無い場合、三重項の電子配置を取る可能性がある。励起エネルギー・吸収スペクトル・電子スピン共鳴・DFT 計算などを駆使してこの化合物の電子特性を解明、カルベン化学との比較を行う。また、電気陰性度の高いヘテロ原子が無いことで高まると予測されるボリルアニオンの塩基性を評価する。

#### (1)(b)ボリルアニオン類を用いた脱酸素原子反応開発

これまでに合成したボリルアニオン類を含酸素化合物に対して反応させ、申請者らが既に確立した bora-Brook 転位反応を経由させてボロナート(boryl-OLi)を脱離基とする脱酸素原子反応を開発する。具体的にはエポキシドからアルケン(付加+C-C 結合回転+脱離=立体特異的反応)、イソシアナートからのイソシアニド発生(悪臭防止)、ホスフィンオキシドからのホスフィン(簡便脱保護)を標的として検討を行う。

#### (2)(a) 高ルイス酸性ジボラン(4)のライブラリ構築

これまでに  $B_2pin_2$  (pin = ピナコラト)に対して MesMgBr を作用させると pinB-BMes<sub>2</sub> を、 $B_2cat_2$  (cat = カテコラト)に対して(o-tol)MgBr を作用させると(o-tol)<sub>2</sub>B-B(o-tol)<sub>2</sub> を合成可能であることを見出している。ここでは、ジボラン(4)の反応性に対する置換基効果を見積もるため、用いるジボラン(4)前駆体および炭素求核剤の種類を変えることで、高ルイス酸性ジボラン(4)誘導体のライブラリを構築する。非対称ジボラン(4)についてはピナコールをジメチルプロピレングリコールに変更、アリール基をアルキル基に変更、ピナコールをジアミノに変更する。対称ジボラン(4)についてはテトラアルキル誘導体を合成すると共に、テトラアリール誘導体において電子供与基または電子求引基が置換した誘導体を合成する。得られる化合物群について、ルイス塩基との錯形成、電気化学測定を行ってルイス酸性および電子受容性を評価する。DFT 計算により LUMO レベルの B-B 結合周りの二面角に対する依存性を見極める。また、得られる化合物群と CO・イソシアニドとの反応性の解明を行い、その結果を既に報告した反応と比較してホウ素原子上の置換基がどのような影響を与えるのかを探る。

#### (1)(c)ボリルアニオン類と不飽和炭化水素および窒素分子の反応

ボリルアニオン類と不飽和炭化水素や窒素分子の反応を行い、既に報告した水素やベンゼンとの反応と比較する。アルケンとの反応では環状ボラートが生成、次いでカルボニル化合物との反応を行うと、(1)(b)と同様に boronate の生成を駆動力とした脱酸素化によるシクロプロパンが生成すると予測している。この反応ではカルボニル化合物をカルベン等価体としてアルケンからシクロプロパンが得られることになる。一方、窒素分子との反応においては、単純な付加によるジアゼニドアニオンが生成し、これを求電子剤で捕捉できると考えている。いずれの反応においても、ホウ素上の置換基(窒素または炭素)がボリルアニオンのルイス酸性に影響を与えると予測されるため、反応性の比較を行う。特に、よりルイス酸性の高いホウ素原子を持つ炭素置換ボリルアニオンを用いる場合は、強い B-N 結合形成が生成系をより有利にすると期待している。

#### (1)(d)ホウ素置換典型元素化合物群の合成と性質

ボリルリチウムをケイ素やホウ素へ求核的に導入し、ボリルトリブロモシランやボリルジブロモボランへと誘導、次いで還元剤と処理することで、ホウ素置換基を有する Si=Si 三重結合化学種ジシリルや B=B 二重結合化学種ジボレンを合成する。これらの構造や吸収特性について詳細に解析することで、申請者らが最近報告したホウ素置換ジホスフェンとの違いを、「典型元素化合物におけるホウ素置換基の効果： $\sigma$ 供与性および $\pi$ 受容性の評価」という観点で比較する。第2周期元素どうしの結合となる B-B 単結合を有するジボレンは第3周期元素を含む Si-B や P-B 結合に比べて短いため、これら置換基効果、特に $\pi$ 受容性の効果が顕著に発現する可能性が高い。また、使用するボリルリチウムのホウ素上の置換基の違いにより、(1)(c)と同様に炭素置換ボリル基の方がルイス酸性が高く $\pi$ 受容性も高いと予測されるため、その違いについても解明する。

#### (2)(b)高ルイス酸性ジボラン(4)の低極性小分子との反応の解析

これまでに対称型ジボラン(4)である(o-tol)<sub>2</sub>B-B(o-tol)<sub>2</sub>が水素分子と無触媒、室温で反応して H-H 結合を切断していることを見出しているため、(2)(a)で構築する化合物ライブラリを用いて、この反応における Ar 基の置換基効果を見極める。また、DFT 計算によりその反応機構において、H-H 結合の配位が起こり、続いて Ar<sub>2</sub>B 基が炭素置換ボリルアニオンとして配位 H<sub>2</sub> から脱プロトン化することが予備的にわかっているため、同様の反応がアルカンの C-H 結合に対しても起こりうるかどうかを調査する。この際、級数の異なる C-H 結合やヘテロ元素の存在が選択性にどのような影響を与えるのかについても解明する。この反応が進行すれば、遷移金属を用いることなくアルカンの C-H 結合官能基化を直接可能にする手法になり得る。またこの反応は Vedejs らが報告した高ルイス酸性ボリニウムイオンによる C(sp<sup>3</sup>)-H 結合の分子内ホウ素化を分子間で行う試みに相当する。

#### (2)(c)高ルイス酸性ジボラン(4)の炭素置換ボリルアニオン発生への応用

テトラアリールジボラン(4)誘導体を Rieke 法にて調製する高反応性アルカリ土類金属ナノ粒子 M\*と反応させて、対応するジボリル金属類を得る。アルカリ土類金属の単体はアルカリ金属と

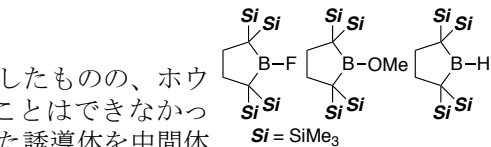
比較しても十分に高い還元力を持つことに加え、金属が2価イオンとして安定になるため、これがポリルアニオンを安定化することで目的の反応が進行すると予測している。反応が進行しない場合は Rieke 法に換えて、CVD 法で得られる金属単体の利用も検討する。得られる化合物の B-M 結合はホウ素に負電荷を持つように分極することでジアリールポリルアニオン等価体、すなわち中性カルベンと等電子になるため、(1)(a)と同様にそのスピン多重度を明らかにすると共に各種物性の解析を行う。さらにその分解機構や半減期などについてもジアリールカルベン誘導体との比較を行う。また、最近福島・庄子らにより合成されたジアリールポリルカチオンとの反応や性質の比較についても検討する。

#### (2)(d)高ルイス酸性ジボラン(4)による N-N 多重結合切断と窒素固定反応の試み

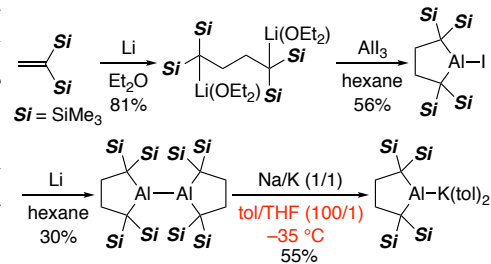
テトラアリールジボラン(4)誘導体の高いルイス酸性および B-B 結合の還元性を活かして、アゾ化合物との反応を行い、N=N 結合へ2つのポリル基が付加したジボリルヒドラジンへと誘導する。ジボラン(4)を過剰に使用した場合はさらに N-N 結合が還元的に切断され、アゾ化合物由来の R 基を有するジボリルアミンへ誘導可能だと期待している。さらにジボラン(4)と窒素分子との反応を検討する。この際、通常の有機化学反応に用いる有機溶媒に溶かした反応条件を検討するだけでなく、反応の加速を目指して超臨界窒素[N<sub>2</sub>: 臨界温度 126K, 臨界圧力 34 気圧]を反応基質兼溶媒として使用する試みも行う。すなわち、反応容器にジボラン(4)誘導体を封入、窒素を圧入することで超臨界状態へ導いて反応させる。例えば 298K, 50 気圧の条件では、超臨界窒素の密度は 2.03 mol/L であり、室温・大気圧下での窒素の *n*-hexane に対する溶解度の約 20 倍に達するため、反応の加速が期待できる。得られる生成物は N≡N 三重結合のうち1つのπ結合が切断されたジボリルジアゼンと考えられるが(式2)、過剰のジボランが反応すると N-N 単結合が残ったテトラポリルヒドラジンや、さらに N-N 単結合が還元的に切断されたトリポリルアミンの生成も可能であると予測している。

#### 4. 研究成果

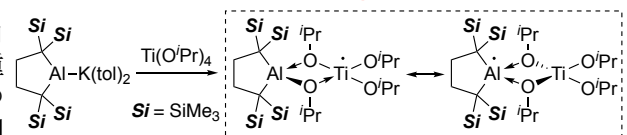
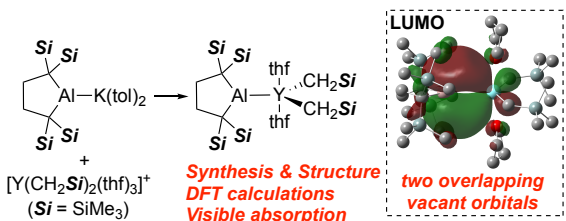
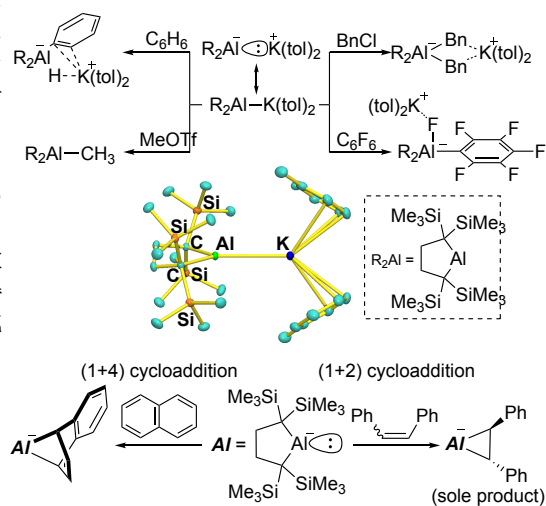
(1)(a) 右図に示した3種のホウ素誘導体の合成に成功したものの、ホウ素上の置換基をより高反応性のハロゲンに変換することはできなかった。そこで、ホウ素の代わりにアルミニウムを導入した誘導体を中間体



として設定したが、このアルミニウム化合物を還元することで、求核性のアルミニウムアニオン化学種(右図)を作り出すことに成功した。ビスシリルエチレンからエーテル中でジリチオブタンを発生させ、単離した後にヨウ化アルミニウムと反応させることで環状ヨードアルマンを合成、これを還元することで Al-Al 単結合を有するジアルマンを合成した。さらにこれをトルエン/THF 混合溶媒系で還元することでアルミニウム

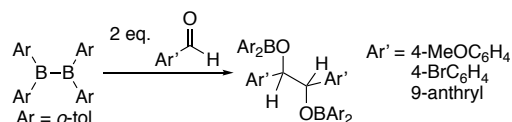


アニオンを合成した。得られたアルミニウムアニオンは X 線結晶構造解析によりこれまでに存在しない Al-K 単結合を有すること、還元前後における Al 原子周りの構造の変化は Al 原子上に存在する非共有電子対の安定化によるものであること、Al 原子上の非共有電子対が HOMO に・空軌道が LUMO+8 に相当すること、Al 原子上に求核性があること、Al アニオンとしてベンゼンのプロトンが脱離可能であること、C<sub>6</sub>F<sub>6</sub> に対して芳香族求核置換反応を起こすこと、を明らかとした。また、得られたアルミニウムアニオンは芳香族不飽和炭化水素と反応して(1+2)または(1+4)型の付加環化反応が進行してビシクロ化合物や三員環化合物を与えることから、Al の1価化学種としての反応性を示すことも見いだした。さらに、Al アニオンはカリウムから他の金属原子へとトランスメタリ化することも可能であり、カチオン性のイットリウム錯体との反応を行うことで、初めての Al-Y 結合を有する化合物を合成、これがπ, d 電子を持たないのにも関わらず可視光領域に吸収を有することを明らかとした。DFT 計算を用いることで、この可視光吸収は Al 原子の強いσ供与性およびπ受容性由来することも明らかとした。また、Al アニオンは1電子還元剤として Ti(O<sup>i</sup>Pr)<sub>4</sub> と反応、電子移動反応を経由することで、青い結晶として Ti(III)化学種を与えた。興味深いことにその Ti 原子上の不對電子はアルコキシ基で架橋された Al

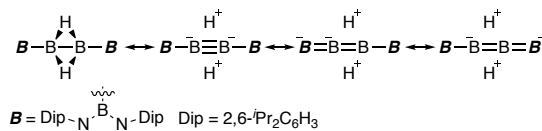


原子にまで非局在化していることが ESR 測定および DFT 計算から明らかとなり、紫外可視吸収スペクトルにおいても不対電子を収容する軌道由来の特徴的な近赤外領域の吸収が見られた。

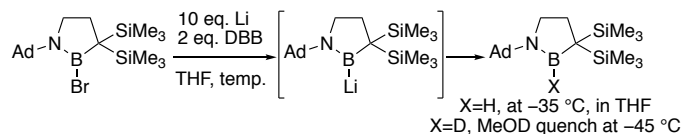
(1)(b)(c) これまでに目的とした脱酸素原子反応やボリルアニオンと不飽和炭化水素および窒素分子との反応の達成には至っていないが、ジボラン(4)をアルデヒドと反応させることで還元的カップリング反応が進行することを見いだした。現在は基質適用範囲の解明を行うと共に、反応機構解析のために反応速度論解析と中間体単離の検討を行っており、これが終了次第論文発表を行う予定である。



(1)(d) ボリルアニオン由来のホウ素置換基をホウ素へ導入したテトラボランの合成を行い、これの特異な電子状態の解明を行った。X 線結晶構造解析および IR スペクトルにより、中央部の 2 個のホウ素原子周りは多重結合性を有しており、さらにこれと周辺部の 2 個のホウ素原子の間にも多重結合性を有することがわかった。炭素置換基を有する類似の化合物と比較して、中央部の多重結合性 B<sub>2</sub> ユニットに対するホウ素置換基の σ 供与性および π 受容性を明らかにすることができたとも言える。

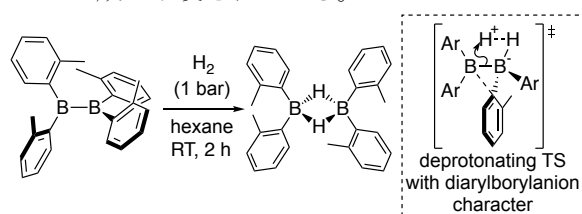


(1)(e)[追加項目] 新たに炭素および窒素が置換したボリルアニオンの合成にも着手した。これまでにボリルアニオンの単離には至っていないが、右図に示したプロモボランの還元反応と

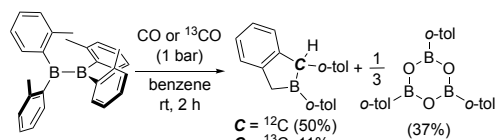


続く重水素クエンチ実験により、ボリルアニオンの生成が示唆されている。

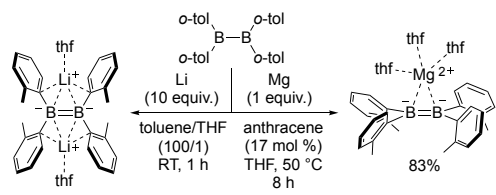
(2)(a) 高ルイス酸性ジボラン(4)のライブラリ構築の一部として、4つの *o*-tol 基が置換したジボラン(4)を合成、これが水素分子と直接反応することを見いだした。水素分子との反応に関しては DFT 計算で反応機構解析を行った。遷移状態において二つのホウ素原子と二つの水素原子が同時に関わっており、水素分子の H-H σ 結合が二つのホウ素原子の空軌道が重なった LUMO へ相互作用しながら、同時に B-B σ 結合の電子対が二つの水素原子のうち一つをプロトンとして脱離させていることがわかった。これはジボラン(4)の片方のホウ素原子がルイス酸、もう一つのホウ素原子が Bronsted 塩基として働いていることを示している。



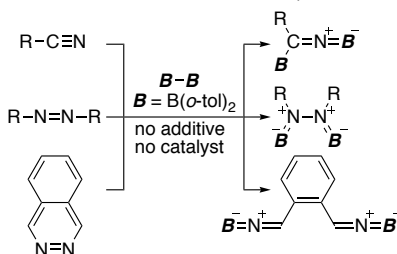
(2)(b) (a) で示した (*o*-tol)<sub>2</sub>B-B(*o*-tol)<sub>2</sub> が一酸化炭素と直接反応することを見いだした。この反応では一段階で C≡O 三重結合が切断され、一酸化炭素由来の炭素原子は生成物のボラインダン骨格に導入される (<sup>13</sup>C 同位体標識実験により確認) と共に、酸素原子はボロキシニへと変換されることがわかった。DFT 計算を用いた反応機構解析も行っており、(*o*-tol)<sub>2</sub>B-B(*o*-tol)<sub>2</sub> のルイス酸性の高さと B-B 結合の還元性が反応の鍵となることもわかった。



(2)(c) 前述の (*o*-tol)<sub>2</sub>B-B(*o*-tol)<sub>2</sub> に Li または Mg 金属を加えると(右図)、ジボラン(4)が 2 電子還元を受けてジアニオンが生成した。いずれも接触イオン対として存在することを X 線結晶構造解析により確認しているが、リチウム塩については溶液の吸収スペクトルの極大吸収波長が溶媒依存性を示したため、配位性溶媒中ではリチウムカチオンが一部解離していると推定している。また、このリチウム塩は CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> や S<sub>8</sub> と反応して、ジアリールボリル部位を有する化合物を与えることを見いだした。これはすなわち、ジボラン(4)ジアニオンが炭素置換ボリルアニオンの等価体として作用することを見いだしたものであると言える。さらに、このリチウム塩は Rh 錯体と反応することで、2 核 Rh 錯体を与え、この錯体が珍しい MMCT 吸収を示すことも明らかとした。



(2)(d) (*o*-tol)<sub>2</sub>B-B(*o*-tol)<sub>2</sub> にアゾベンゼンを加えると 1,2-付加体が得られた。これに対し、フタラジンとの反応では N=N 二重結合が完全に切断された生成物を与えた。反応中間体の単離および構造解析を行った結果、反応は 2 段階で進行、最初はアゾベンゼンとの反応と同様の 1,2-付加が進行、次いでベンゼン環が再芳香族化することで生成物へと至るといものである。また、単離した反応中間体は不飽和化合物であるものの、芳香族化合物ではなくジアザヘキサエンとして考えることができ、可視光領域に吸収を持つこともわかった。なお、窒素分子単体との反応は加熱条件下 10 MPa までの加圧や、窒素分子が配位可能な金属錯体共存下での反応の検討を行ったが、未反応であった。今後はさらに高圧条件を検討する。



## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計23件（うち査読付論文 23件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Nakayama Shin, Morisako Shogo, Yamashita Makoto	4. 巻 37
2. 論文標題 Synthesis and Application of Pyrrole-Based PNP?Ir Complexes to Catalytic Transfer Dehydrogenation of Cyclooctane	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Organometallics	6. 最初と最後の頁 1304 ~ 1313
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.organomet.8b00072	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 Kitamura Ryo, Suzuki Katsunori, Yamashita Makoto	4. 巻 54
2. 論文標題 Dimerization of boryl- and amino-substituted acetylenes by B2C2 four-membered ring formation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Chemical Communications	6. 最初と最後の頁 5819 ~ 5822
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C8CC02122H	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 Noguchi Mao, Suzuki Katsunori, Kobayashi Jun, Yurino Taiga, Tsurugi Hayato, Mashima Kazushi, Yamashita Makoto	4. 巻 37
2. 論文標題 Planar and Bent BN-Embedded p-Quinodimethanes Synthesized by Transmetalation of Bis(trimethylsilyl)-1,4-dihydropyrazines with Chloroborane	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Organometallics	6. 最初と最後の頁 1833 ~ 1836
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.organomet.8b00294	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 Katsuma Yuhei, Wu Linlin, Lin Zhenyang, Akiyama Seiji, Yamashita Makoto	4. 巻 58
2. 論文標題 Reactivity of Highly Lewis-Acidic Diborane(4) toward C N and N=N Bonds: Uncatalyzed Addition and N=N Bond-Cleavage Reactions	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 317 ~ 321
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.201812692	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 Kaiya Canon, Suzuki Katsunori, Yamashita Makoto	4. 巻 38
2. 論文標題 Chlorine-Substituted Germabenzene: Generation and Application as a Precursor for Aryl-Substituted Germabenzenes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Organometallics	6. 最初と最後の頁 610 ~ 613
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.organomet.8b00938	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 Ishikawa Yutaro, Suzuki Katsunori, Hayashi Kohei, Nema Shin-ya, Yamashita Makoto	4. 巻 21
2. 論文標題 Chlorine-Substituted 9,10-Dihydro-9-aza-10-boraanthracene as a Precursor for Various Boron- and Nitrogen-Containing -Conjugated Compounds	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Organic Letters	6. 最初と最後の頁 1722 ~ 1725
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.orglett.9b00278	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 Yagi Atsumi, Kisu Haruki, Yamashita Makoto	4. 巻 48
2. 論文標題 Synthesis of a hydrogen-bridged tetraborane(6): a substituent effect of a diaminoaryl group toward the B-B multiple bond character	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Dalton Transactions	6. 最初と最後の頁 5496 ~ 5499
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C9DT01117J	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 Kaiya Canon, Suzuki Katsunori, Yamashita Makoto	4. 巻 58
2. 論文標題 A Monomeric Stannabenzene: Synthesis, Structure, and Electronic Properties	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 7749 ~ 7752
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.201902639	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 Nakamura Taichi、Suzuki Katsunori、Yamashita Makoto	4. 巻 139
2. 論文標題 Aluminabenzene-Rh and -Ir Complexes: Synthesis, Structure, and Application toward Catalytic C-H Borylation	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 J. Am. Chem. Soc.	6. 最初と最後の頁 17763-17766
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/jacs.7b11127	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 Nakamura Taichi、Suzuki Katsunori、Yamashita Makoto	4. 巻 53
2. 論文標題 Anionic Indabenzene: Synthesis and Characterization	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Chem. Commun.	6. 最初と最後の頁 13260-13263.
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C7CC08397A	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 Katsuma, Y.; Asakawa, H.; Yamashita, M.	4. 巻 9
2. 論文標題 Reactivity of Highly Lewis Acidic Diborane(4) towards Pyridine and Isocyanide: Formation of Boraalkene-Pyridine Complex and ortho-Functionalized Pyridine Derivatives	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Chem. Sci.	6. 最初と最後の頁 1301-1310
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C7SC04759B	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 Ishikawa Yutaro、Suzuki Katsunori、Yamashita Makoto	4. 巻 38
2. 論文標題 9-Aza-10-boraanthracene Stabilized by Coordination of an N-Heterocyclic Carbene and Its Methylated Cation: Synthesis, Structure, and Electronic Properties	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Organometallics	6. 最初と最後の頁 2597 ~ 2601
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.organomet.9b00310	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 Akiyama Seiji, Yamada Kaito, Yamashita Makoto	4. 巻 58
2. 論文標題 Reactivity of a Tetra( o tolyl)diborane(4) Dianion as a Diarylboryl Anion Equivalent	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 11806 ~ 11810
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.201907400	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 Morisako Shogo, Watanabe Seiya, Ikemoto Satoru, Muratsugu Satoshi, Tada Mizuki, Yamashita Makoto	4. 巻 58
2. 論文標題 Synthesis of A Pincer Ir V Complex with A Base Free Alumanyl Ligand and Its Application toward the Dehydrogenation of Alkanes	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Angewandte Chemie International Edition	6. 最初と最後の頁 15031 ~ 15035
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/anie.201909009	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 Kurumada Satoshi, Takamori Shuhei, Yamashita Makoto	4. 巻 12
2. 論文標題 An alkyl-substituted aluminium anion with strong basicity and nucleophilicity	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Chemistry	6. 最初と最後の頁 36 ~ 39
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41557-019-0365-z	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 Kuno Masaki, Suzuki Katsunori, Nakamura Taichi, Yamashita Makoto	4. 巻 39
2. 論文標題 Electrophilic Substitution of Anionic Aluminabenzene via Sequential Reactions with Electrophile and Base	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Organometallics	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.organomet.9b00796	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 Sugita Kengo, Nakano Ryo, Yamashita Makoto	4. 巻 26
2. 論文標題 Cycloaddition of Dialkylaluminum Anion toward Unsaturated Hydrocarbons in (1+2) and (1+4) Modes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemistry ? A European Journal	6. 最初と最後の頁 2174 ~ 2177
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.201905830	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 Kobayashi Akemi, Suzuki Katsunori, Kitamura Ryo, Yamashita Makoto	4. 巻 39
2. 論文標題 Formation of BCBH/BCBCI Four-Membered Rings by Complexation of Boron- and Nitrogen-Substituted Acetylene with Hydro-/Chloroboranes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Organometallics	6. 最初と最後の頁 383 ~ 387
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.organomet.9b00876	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 Akiyama Seiji, Ikemoto Satoru, Muratsugu Satoshi, Tada Mizuki, Yamashita Makoto	4. 巻 39
2. 論文標題 Copper Complexes Bearing a Dianionic Diborane(4) Ligand: Synthesis and Evaluation of the Donor Property	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Organometallics	6. 最初と最後の頁 500 ~ 504
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.organomet.0c00027	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 Sugita Kengo, Yamashita Makoto	4. 巻 26
2. 論文標題 An Aluminyltitanium Complex with an Absorption due to a Transition from the Al-Y Bond to an Unoccupied d Orbital	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemistry ? A European Journal	6. 最初と最後の頁 4520 ~ 4523
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/chem.202000752	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 Akiyama Seiji, Yamashita Makoto	4. 巻 49
2. 論文標題 Formation of a Dinuclear Rh(I)/Rh(I)+ Complex Exhibiting MMCT Absorption from Dianionic Diborane(4) through C-H Bond Cleavage	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 721 ~ 723
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.200182	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 Morisako Shogo, Yamashita Makoto	4. 巻 74
2. 論文標題 Chemistry of Pincer Complexes Possessing X-type Boron Ligand	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Bulletin of Japan Society of Coordination Chemistry	6. 最初と最後の頁 29 ~ 45
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4019/bjscc.74.29	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 Yamashita Makoto	4. 巻 76
2. 論文標題 Characteristic Reactivity of Highly Lewis-Acidic Aryl-Substituted Diborane(4) toward Multiple Bonds	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Synthetic Organic Chemistry, Japan	6. 最初と最後の頁 1223 ~ 1231
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5059/yukigoseikyokaishi.76.1223	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108件 (うち招待講演 9件 / うち国際学会 35件)

1. 発表者名 山田海人・中野遼・山下誠
2. 発表標題 バナジル錯体による超臨界メタンの酸素酸化
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 久野真揮、鈴木克規、仲村太智
2. 発表標題 ジアニオン性ピ(アルミナベンゼン)の合成と構造
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 秋山世治・山下誠
2. 発表標題 テトラアリアルジボラン(4)ジアニオンの反応性
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 難波叶帆・石井拓弥・鈴木克規・山下誠
2. 発表標題 ピ(ビスマベンゼン)の合成、構造および物性
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 小林 明弥・北村 亮・鈴木 克規・山下 誠
2. 発表標題 ピホウ素窒素置換アセチレンと有機ホウ素化合物の反応
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 木須遥規・小齋智之・岩本武明・山下誠
2. 発表標題 アルキルアミノハロボランの合成及び還元反応
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 石川祐太郎・鈴木克規・山下誠
2. 発表標題 N-ヘテロ環カルベンにより安定化されたアザボラアントラセンの合成、構造および反応
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 海谷河音・鈴木克規・山下誠
2. 発表標題 単離可能なスタンナベンゼンの合成及び構造
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 小森彩香・伊藤淳一・山下誠
2. 発表標題 テトラNHCマクロサイクル配位子を有する後周期金属錯体の合成および構造
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 森迫 祥吾・渡邊 聖也・山下 誠
2. 発表標題 P-Al-Pピンサー型Ir錯体の合成と触媒反応への応用
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 鈴木あかね・山下誠
2. 発表標題 テトラアリールジボラン(4)と酸素置換11族金属錯体との反応
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 石川祐太郎・根間慎也・林晃平・鈴木克規・山下誠
2. 発表標題 塩素置換9-アザ-10-ボラアントラセンの合成とその誘導化
3. 学会等名 第45回有機典型元素化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 海谷河音・鈴木克規・山下誠
2. 発表標題 プルンバベンゼニルアニオンの合成
3. 学会等名 第45回有機典型元素化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 木須遥規・小齋智之・岩本武明・山下誠
2. 発表標題 環状アルキルアミノボリルアニオンの合成研究
3. 学会等名 第45回有機典型元素化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 車田怜史・高森修平・山下誠
2. 発表標題 求核的2配位アルミニウムアニオンの反応性
3. 学会等名 第49回 中部化学関係学協会支部連合秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 難波叶帆・石井拓弥・鈴木克規・山下誠
2. 発表標題 ピスマベンゼンにおける求電子置換反応の解明
3. 学会等名 第49回 中部化学関係学協会支部連合秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 森迫 祥吾・Shang Rong・山本 陽介・松井 啓史・中野 雅由・山下 誠
2. 発表標題 多重結合性ホウ素化合物の合成と反応性
3. 学会等名 第49回 中部化学関係学協会支部連合秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小森彩香・伊藤淳一・山下誠
2. 発表標題 マクロサイクル骨格を有するポリN-ヘテロ環状カルベン錯体の合成および構造
3. 学会等名 第49回 中部化学関係学協会支部連合秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 秋山世治・山下誠
2. 発表標題 ジボラン(4)ジアニオンの合成と反応
3. 学会等名 第49回 中部化学関係学協会支部連合秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shogo Morisako, Seiya Watanabe, Makoto Yamashita
2. 発表標題 Group 9 Complexes Bearing A P-Al-P Pincer Ligand
3. 学会等名 The 18th Japan-Korea Joint Symposium on Organometallic and Coordination Chemistry (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 海谷河音・鈴木克規・山下誠
2. 発表標題 14族元素上に様々な置換基を持つ高周期14族元素含有ベンゼンの合成
3. 学会等名 第22回ケイ素化学協会シンポジウム
4. 発表年 2018年



1. 発表者名 久野真揮、鈴木克規、仲村太智、山下誠
2. 発表標題 アニオン性アルミナベンゼンと求電子剤の反応
3. 学会等名 第29回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 秋山世治・山下誠
2. 発表標題 ジボラン(4)ジアニオンおよびその遷移金属錯体の合成と構造
3. 学会等名 第29回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 石川祐太郎・根間慎也・林晃平・鈴木克規・山下誠
2. 発表標題 無置換9,10-ジヒドロ-9-アザ-10-ボラアントラセンの合成、構造および反応性
3. 学会等名 第29回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 難波叶帆・石井拓弥・鈴木克規・山下誠
2. 発表標題 ビスマベンゼンと求電子剤との反応
3. 学会等名 第29回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 八木篤実・木須遥規・山下誠
2. 発表標題 ポリルリチウムを用いた直鎖状ホウ素化合物の合成と性質
3. 学会等名 第29回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yasuo Nanba, Takuya Ishii, Katsunori Suzuki, Makoto Yamashita
2. 発表標題 Reactivity of Bismabenzene
3. 学会等名 International Symposium on Main Group Chemistry Directed towards Organic Synthesis (MACOS) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masaki Kuno, Katsunori Suzuki, Taichi Nakamura, Makoto Yamashita
2. 発表標題 Reactions of Anionic Aluminabenzene with Electrophiles
3. 学会等名 International Symposium on Main Group Chemistry Directed towards Organic Synthesis (MACOS) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Satoshi Kurumada, Shuhei Takamori, Makoto Yamashita
2. 発表標題 Synthesis and Property of Nucleophilic Al anion
3. 学会等名 International Symposium on Main Group Chemistry Directed towards Organic Synthesis (MACOS) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Atsumi Yagi, Haruki Kisu, Makoto Yamashita
2. 発表標題 Synthesis and Properties of Boryl-Substituted Multiple Boron-Boron Bond by Using Boryllithium
3. 学会等名 International Symposium on Main Group Chemistry Directed towards Organic Synthesis (MACOS) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Seiji Akiyama, Makoto Yamashita
2. 発表標題 Synthesis and Reactivity of Diborane(4) Dianion
3. 学会等名 International Symposium on Main Group Chemistry Directed towards Organic Synthesis (MACOS) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Makoto Yamashita
2. 発表標題 Fundamental Organometallic Chemistry toward Catalysis for Industrial Process
3. 学会等名 C&FC (Catalysis and Fine Chemicals) 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Makoto Yamashita
2. 発表標題 Boron-Containing PBP Pincer Complexes: New Organometallic Reactions and Catalysis
3. 学会等名 FHI-JST Joint Symposium "Current Topics and Challenges for Innovative Catalysts" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山下 誠
2. 発表標題 高反応性13族元素化合物の特異な反応性
3. 学会等名 第9回サブウェイセミナー（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Makoto Yamashita
2. 発表標題 Boron-Containing PBP Pincer Complexes: New Organometallic Elementary Reactions and Catalysis
3. 学会等名 Interenational Conference on Coordination Chemistry (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Makoto Yamashita
2. 発表標題 Reactive Boron and Aluminum Compounds wth Low Oxidation State
3. 学会等名 Organometallic Chemistry Gordon Research Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山下 誠
2. 発表標題 高反応性ホウ素化合物の化学：不安定化学種取り扱い入門
3. 学会等名 平成30年度前期有機合成化学講習会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Makoto Yamashita
2. 発表標題 Reactivity of B-B Bond in Highly Lewis Acidic Diborane(4)
3. 学会等名 16th Boron Chemistry Meeting in the Americas (BORAM XVI) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山下 誠
2. 発表標題 石油化学プロセスを志向した有機金属化学研究
3. 学会等名 触媒学会ファインケミカルズ合成触媒セミナー (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Makoto Yamashita
2. 発表標題 Chemistry of Highly Reactive Group 13 Element Compounds
3. 学会等名 Japanese-Spanish Post-Symposium in Organic Synthesis in Nagoya (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Seiji Akiyama, Makoto Yamashita
2. 発表標題 Reactivity of Diborane(4) Dianion
3. 学会等名 16th Boron Chemistry Meeting in the Americas (BORAM XVI) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yutaro Ishikawa, Shin-ya Nema, Kohei Hayashi, Katsunori Suzuki, Makoto Yamashita
2. 発表標題 Synthesis and Structure of 9,10-Dihydro-9-aza-10-boraanthracene
3. 学会等名 The 15th International Symposium on Inorganic Ring Systems (IRIS-15) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Canon Kaiya, Katsunori Suzuki, Makoto Yamashita
2. 発表標題 Synthesis of Germabenzenes Having Various Aryl Groups by Reaction of in-situ Generated Chlorogermabenzene
3. 学会等名 The 15th International Symposium on Inorganic Ring Systems (IRIS-15) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Katsunori Suzuki, Ryo Kitamura, Makoto Yamashita
2. 発表標題 Reversible B <sub>2</sub> C <sub>2</sub> Four-Membered Ring Formation by Dimerization of Boryl- and Amino-Substituted Acetylene
3. 学会等名 The 15th International Symposium on Inorganic Ring Systems (IRIS-15) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小森彩香・伊藤淳一・山下誠
2. 発表標題 マクロサイクル骨格を有するポリN - ヘテロ環状カルベン配位子の合成および構造
3. 学会等名 第113回有機合成シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 久野真揮・鈴木克規・仲村太智
2. 発表標題 求電子剤と塩基によるアニオン性アルミナベンゼンの段階的置換反応
3. 学会等名 第113回有機合成シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 車田怜史・高森修平・山下誠
2. 発表標題 求核的アルミニウムアニオンR <sub>2</sub> Al <sup>-</sup> の合成と性質
3. 学会等名 第113回有機合成シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 久野真揮・鈴木克規・仲村太智・山下誠
2. 発表標題 求電子剤との反応を経由するアニオン性アルミナベンゼンの置換反応
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 車田怜史・高森修平・山下誠
2. 発表標題 ジアルキルアルマニルアニオンの合成と性質
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 海谷河音・鈴木克規・山下誠
2. 発表標題 多環式芳香族炭化水素が置換したゲルマベンゼンの合成と性質
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 八木篤実・木須遥規・山下誠
2. 発表標題 ポリルリチウムを用いた直鎖ホウ素化合物の合成と性質
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 石川祐太郎・根間慎也・林晃平・鈴木克規・山下誠
2. 発表標題 無置換9,10-ジヒドロ-9-アザ-10-ボラアントラセンの合成および構造
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 秋山世治・山下誠
2. 発表標題 テトラアリールジボランジアニオンおよびその銅錯体の合成と性質
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 海谷河音・鈴木克規・山下誠
2. 発表標題 クロロ置換ゲルマシクロヘキサジエンの反応を用いたゲルマベンゼン誘導体の合成と性質
3. 学会等名 第44回有機典型元素化学討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 八木篤実・木須遥規・山下誠
2. 発表標題 ポリルリチウムを用いたジハロジボランの合成と性質
3. 学会等名 第44回有機典型元素化学討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 石川祐太郎・根間慎也・林晃平・鈴木克規・山下誠
2. 発表標題 9-アザ-10-ボラアントラセンオリゴマーの合成、構造および光物性
3. 学会等名 第44回有機典型元素化学討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 車田怜史・高森修平・山下誠
2. 発表標題 テトラアルキルジアルマンの合成と性質
3. 学会等名 第44回有機典型元素化学討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 秋山世治・山下誠
2. 発表標題 ジボランジアニオンの反応性
3. 学会等名 第44回有機典型元素化学討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 仲村太智・鈴木克規・山下誠
2. 発表標題 アルミナベンゼン-ジルコニウム錯体の合成、構造およびエチレン重合活性
3. 学会等名 第48回中部化学関係学協会支部連合秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 勝間雄平・塚原菜那・山下誠
2. 発表標題 テトラアリアルジボランによるCO三重結合切断反応
3. 学会等名 ITbM-IGER Chemistry Workshop 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 勝間雄平・塚原菜那・山下誠
2. 発表標題 テトラアリアルジボランによるCO三重結合切断反応
3. 学会等名 第28回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小林純・鈴木克規・菅原義之・山下誠
2. 発表標題 BN含有パイ共役系分子を前駆体としたBNドーブグラファイトの合成と物性評価
3. 学会等名 第28回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 仲村太智・鈴木克規・山下誠
2. 発表標題 中性アルミナベンゼン - ルイス塩基付加体の合成と構造
3. 学会等名 第28回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 海谷河音・仲村太智・鈴木克規・山下誠
2. 発表標題 高いシリル基で安定化された塩素置換ゲルマベンゼンの合成とその変換反応
3. 学会等名 第28回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 石川祐太郎・根間慎也・林晃平・鈴木克規・山下誠
2. 発表標題 官能基変換可能なアミノ基とポリリン酸部位を持つ9-アザ-10-ボラアントラセンの合成と誘導化
3. 学会等名 第28回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Jun Kobayashi · Katsunori Suzuki · Yoshiyuki Sugahara · Makoto Yamashita
2. 発表標題 Synthesis and Property of BN-doped Carbon Materials Using BN Containing $\pi$ -Conjugated Compounds as Precursors
3. 学会等名 International ERATO Itami Molecular Nanocarbon Symposium 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Jun Kobayashi · Katsunori Suzuki · Yoshiyuki Sugahara · Makoto Yamashita
2. 発表標題 Synthesis of BCN Graphite Using BN-Containing $\pi$ -Conjugated Systems as a Precursor
3. 学会等名 16th International Meeting on Boron Chemistry (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yuhei Katsuma · Hiroki Asakawa · Makoto Yamashita
2. 発表標題 Reaction of Lewis Acidic Diborane with Nitrogen-Containing Heterocycles in the Presence of Isocyanide
3. 学会等名 16th International Meeting on Boron Chemistry (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小林純 · 鈴木克規 · 菅原義之 · 山下誠
2. 発表標題 BN含有 共役系化合物を前駆体としたBCNグラファイトの合成と物性評価
3. 学会等名 第6回JACI-GSCシンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 勝間雄平・浅川博祈・山下誠
2. 発表標題 イソシアニド存在下でのルイス酸性ジボランと含窒素複素環の反応
3. 学会等名 第6回JACI-GSCシンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中山 真・山下 誠
2. 発表標題 PNPピンサーIrまたはRh錯体を触媒としたアルカンの脱水素化反応
3. 学会等名 第6回JACI-GSCシンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Jun Kobayashi・Katsunori Suzuki・Yoshiyuki Sugahara・Makoto Yamashita
2. 発表標題 Synthesis of BCN Graphite Using BN-Containing -Conjugated Systems as Precursors
3. 学会等名 12th International Conference on HereroAtom Chemistry (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yuhei Katsuma・Hiroki Asakawa・Makoto Yamashita
2. 発表標題 Reaction of Lewis Acidic Diborane with Nitrogen-Containing Heterocycles in the Presence of Isocyanide
3. 学会等名 12th International Conference on HereroAtom Chemistry (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Taichi Nakamura・Katsunori Suzuki・Makoto Yamashita
2. 発表標題 Synthesis and Catalytic Activity of Aluminabenzene-Rh and -Ir Complexes
3. 学会等名 12th International Conference on HereroAtom Chemistry (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Wakano Taniguchi, Jun-ichi Ito, Makoto Yamashita
2. 発表標題 Synthesis of NHC-Based CNC-Pincer Fe Complex and Its Application to Catalytic Hydrogenation of Alkenes
3. 学会等名 ITbM-GTR Pre-ISNA Symposium"Towards Advanced Functions from New pi-skelton" (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kengo Sugita, Makoto Yamashita
2. 発表標題 Reactivity of Alumanylpotassium toward Early Metal Complexes
3. 学会等名 ITbM-GTR Pre-ISNA Symposium"Towards Advanced Functions from New pi-skelton" (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Satoshi Kurumada, Shuhei Takamori, Makoto Yamashita
2. 発表標題 Reactivity of Alkyl-substituted Aluminium Anion
3. 学会等名 ITbM-GTR Pre-ISNA Symposium"Towards Advanced Functions from New pi-skelton" (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Akemi Kobayashi, Katsunori Suzuki, Makoto Yamashita
2. 発表標題 Reactions of Boryl- and Amino-substituted Acetylene toward Hydro-/Chloro-boranes
3. 学会等名 ITbM-GTR Pre-ISNA Symposium "Toward Advanced Functions from New pi-skelton" (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Katsunori Suzuki, Canon Kaiya, Makoto Yamashita
2. 発表標題 Synthesis of Heavy Group 14 Element-Incorporated Benzenes
3. 学会等名 ITbM-GTR Pre-ISNA Symposium "Toward Advanced Functions from New pi-skelton" (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Katsunori Suzuki, Yutaro Ishikawa, Makoto Yamashita
2. 発表標題 Synthesis and Derivatization of Chlorine-substituted 9,10-Dihydro-9-aza-10-bora-anthracene
3. 学会等名 18th International Symposium on Novel Aromatic Compounds (ISNA-18) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yasuo Namba, Takuya Ishii, Katsunori Suzuki, Makoto Yamashita
2. 発表標題 Reaction of Bismabenzene with Electrophile and Nucleophile
3. 学会等名 18th International Symposium on Novel Aromatic Compounds (ISNA-18) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Masaki Kuno, Katsunori Suzuki, Taichi Nakamura, Makoto Yamashita
2. 発表標題 Reactivity of Anionic Aluminabenzene: Substitution at 4-Position and Synthesis of Dianionic Bi(aluminabenzene)
3. 学会等名 18th International Symposium on Novel Aromatic Compounds (ISNA-18) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Katsunori Suzuki, Canon Kaiya, Makoto Yamashita
2. 発表標題 Synthesis and Characterization of Germanium-, Tin-, and Lead-Incorporated Benzenes
3. 学会等名 International Conference on the Coordination and Organometallic Chemistry of Germanium, Tin, and Lead (ICCOG-GTL-16) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 谷口わか乃・伊藤淳一・山下誠
2. 発表標題 N-ヘテロ環状カルベンを有するCNCピンサー鉄錯体の合成とアルケンの触媒的水素化反応への応用
3. 学会等名 第66回有機金属化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 杉田健悟・山下誠
2. 発表標題 炭素置換6電子系Alニオンと不飽和化合物との反応性の解明
3. 学会等名 第66回有機金属化学討論会
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 谷口わか乃・伊藤淳一・山下誠
2. 発表標題 N-ヘテロ環状カルベンを有するCNCピンサー鉄錯体の合成と触媒的水素化反応への応用
3. 学会等名 第36回有機合成化学セミナー
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 杉田健悟・山下誠
2. 発表標題 アルキル置換アルマニルアニオンと不飽和化合物との反応性の解明
3. 学会等名 第36回有機合成化学セミナー
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 杉田健悟・山下誠
2. 発表標題 炭素置換6電子系Alアニオンと第3族および4族金属錯体との反応
3. 学会等名 第69回錯体化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木あかね・山下誠
2. 発表標題 ジアリールボリル金属錯体の合成・構造・反応性
3. 学会等名 第69回錯体化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小林明弥・鈴木克規・北村亮・山下誠
2. 発表標題 ホウ素窒素置換アセチレンの反応：有機ホウ素化合物との錯形成および[2+2]二量化反応
3. 学会等名 第30回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中野遼・山下誠
2. 発表標題 中性B-O二重結合種の合成と性質
3. 学会等名 第30回基礎有機化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kengo Sugita, Makoto Yamashita
2. 発表標題 Reaction of Alumannylpotassium toward Early Metal Complexes
3. 学会等名 7th Asian Conference of Coordination Chemistry (ACCC7) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ming min Lee, Ryo Nakano, Makoto Yamashita
2. 発表標題 Ligation Behavior of a Pyridine-Tethered Cyclic Guanidine to Late Transition Metals
3. 学会等名 7th Asian Conference of Coordination Chemistry (ACCC7) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Wakano Taniguchi, Jun-ichi Ito, Makoto Yamashita
2. 発表標題 Synthesis of NHC-Based CNC-Pincer Fe Complex and Its Application to Catalytic Hydrogenation of Alkenes
3. 学会等名 7th Asian Conference of Coordination Chemistry (ACCC7) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 浅賀 一義・伊藤 淳一・山下 誠
2. 発表標題 ヒドロキノン置換型N-ヘテロ環状カルベン配位子を有する新規鉄錯体の合成
3. 学会等名 第50回中部化学関係学協会支部連合秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 久野真揮・鈴木克規・山下誠
2. 発表標題 幾何拘束型アルミナベンゼン-ジルコニウム錯体の合成と構造
3. 学会等名 第50回中部化学関係学協会支部連合秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木あかね・山下誠
2. 発表標題 ジアリールボリル金属錯体の合成・構造・反応性
3. 学会等名 第50回中部化学関係学協会支部連合秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 車田 怜史・杉田 健吾・山下 誠
2. 発表標題 炭素置換Alアニオンを用いた芳香族炭化水素の脱プロトン化
3. 学会等名 GTR/ITbM Chemistry Workshop 2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 車田 怜史・杉田 健吾・山下 誠
2. 発表標題 炭素置換Alアニオンを用いた芳香族炭化水素の脱プロトン化
3. 学会等名 第46回有機典型元素化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小林 明弥・鈴木 克規・山下 誠
2. 発表標題 ホウ素窒素置換アセチレンとチタノセン/ジルコノセン誘導体との反応
3. 学会等名 第46回有機典型元素化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 秋山 世治・山下 誠
2. 発表標題 ビス(ジアリール)ポリルメチルアニオンの構造と反応性
3. 学会等名 日本化学会 第100回年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 浅賀 一義・大橋 謙一・伊藤 淳一・山下 誠
2. 発表標題 ヒドロキノン置換型N-ヘテロ環状カルベン配位子を有する新規Fe錯体の合成
3. 学会等名 日本化学会 第100回年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 谷口わか乃・伊藤淳一・山下誠
2. 発表標題 N-ヘテロ環状カルベンを有するCNCピンサー鉄錯体の合成とアルケンの触媒的水素化反応への応用
3. 学会等名 日本化学会 第100回年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山梨 遼太郎・山下 誠
2. 発表標題 ビス(オキサゾリニル)メタニド配位子を有する後周期金属錯体の合成および反応
3. 学会等名 日本化学会 第100回年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鈴木あかね・山下誠
2. 発表標題 ジアリールポリル金錯体へのアルキンの挿入反応および続く異性化
3. 学会等名 日本化学会 第100回年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Satoshi Kurumada, Kengo Sugita, Ryo Nakano, Makoto Yamashita
2. 発表標題 Synthesis and Property of Alkyl-Substituted Al Anion
3. 学会等名 日本化学会 第100回年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kengo Sugita, Ryo Nakano, Makoto Yamashita
2. 発表標題 Reactivity of Alkyl-substituted Al Anion toward Unsaturated Hydrocarbons and Early Metal Complexes
3. 学会等名 日本化学会 第100回年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小林明弥・鈴木克規・山下誠
2. 発表標題 ホウ素、窒素置換アセチレンとチタノセン誘導体との反応
3. 学会等名 日本化学会 第100回年会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

有機元素化学研究室ウェブサイト発表論文 <a href="http://oec.chembio.nagoya-u.ac.jp/publications.html">http://oec.chembio.nagoya-u.ac.jp/publications.html</a> 有機元素化学研究室ウェブサイト <a href="http://oec.chembio.nagoya-u.ac.jp/">http://oec.chembio.nagoya-u.ac.jp/</a>
--

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
--	---------------------------	-----------------------	----