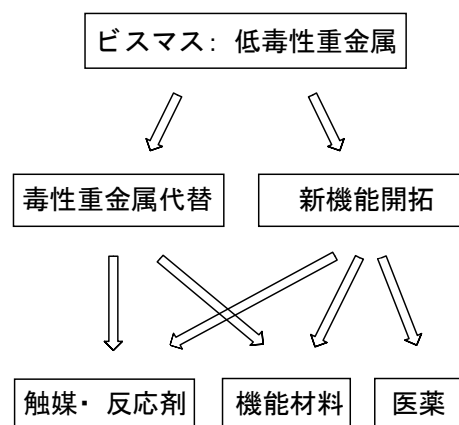


ディビジョン番号	5
ディビジョン名	錯体化学・有機金属化学

大項目	2. 有機金属化学
中項目	2-4. 有機典型元素化合物
小項目	2-4-1. ビスマス化合物の化学

#### 概要（200字以内）

ビスマスは重金属でありながら低毒性であり、経口薬として古くから利用されている。ビスマスに関する研究は他の元素に比べ少なく、その利用も限定されているが、近年優れたルイス酸触媒や有機ビスマス反応剤が開発されている。ビスマスにより毒性重金属を代替する試みが始まっており、例えば有機系スズ触媒や反応剤の代替が期待される。ビスマスの新機能解明・有効利用法開発は元素戦略としても積極的に取り組むべき課題である。

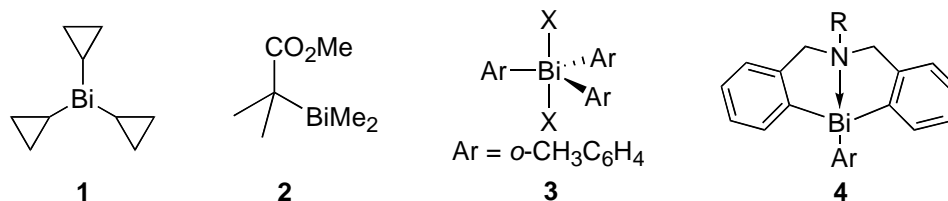


#### 現状と最前線

一般に「重金属＝毒物」というイメージが強いが、最も原子番号が大きい安定元素であるビスマスは低毒性元素として知られており、ビスマス化合物は数百年に渡り胃腸疾患等の経口薬として利用されてきた歴史を持っている。ビスマスの化学は近年徐々に注目されてきているが、他の元素に比べ研究例は少なく、その利用も限定されている。

ビスマス化合物の有機合成分野での利用に関しては、近年特にビスマスルイス酸が注目を集めている。軽元素とは異なるビスマスの特性が効率的な触媒機能に結びついている。有機ビスマス化合物の利用に関する先駆的な研究として Barton らによる五価または三価有機ビスマス化合物を用いたアルコールやアミンのアリール化反応が知られている。この反応の展開として、生理活性物質によく見られる構造であるシクロプロピル基を簡便に導入する初めての反応剤として化合物 1 が最近報告された。

山子らにより最近報告された有機ビスマス化合物 2 はスチレンやメタクリル酸エステル等のリビングラジカル重合を高度に制御可能な開始剤であり、ビスマス化合物の特長をいかした好例である。俣野らにより報告された五価有機ビスマス化合物 3 は穏和な条件下で利用できる



有機ビスマス反応剤の例

優れたアルコールの酸化剤である。また、化合物4はクロスカップリング反応剤として高い反応性を有しており、回収・再利用が容易である。このように、有機ビスマス化合物は優れた特性を持つ有用な化合物を提供しているが、有機ビスマス化合物のさらなる利用拡大には、汎用性の高い新規なビスマス-炭素結合生成法の開発が重要な課題である。

近年ビスマスが低毒性であることから、毒性の高い重金属化合物を代替する研究が注目されている。例えば、ポリ乳酸等の生分解性ポリエステル合成触媒として、毒性が懸念されるスズの有機酸塩が汎用されている。スズ触媒の代替としてビスマス化合物が有効であることが最近報告された。また、毒性の高い有機スズ化合物がラジカル反応剤として多用されているが、例えば上述の化合物2のようにビスマス化合物はラジカル開始剤・反応剤として大きな潜在力を秘めており、有機スズを代替するラジカル反応剤の開発が期待される。

一方、ビスマス化合物は経口薬として古くから利用されており、薬効発現機構の解明や新規ビスマス系医薬の開発も今後の発展が期待される。

最近、「元素戦略」として将来を見据えた元素の代替・利用・回収技術の開発が重要課題となっている。低毒性でありながら用途の限られているビスマス、毒性重金属の代替として利用し、さらにその独自の機能を開拓することは「元素戦略」に合致する研究課題である。

#### 将来予測と方向性

- ・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題

汎用性の高い新規ビスマス-炭素結合生成法の開発

毒性化合物を代替するビスマス系反応剤・触媒の開発

- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

ビスマス独自の機能に基づく新反応・新材料の開発

ビスマス系医薬品の機能発現機構の解明および新規ビスマス系医薬の開発

#### キーワード

ビスマス、環境調和技術、触媒、反応剤、元素戦略

(執筆: 島田 茂 )