

## 2022年度日本鉱物科学会応用鉱物科学賞第15回受賞者受賞者

受賞者:杉浦 悠紀 会員(産業技術総合研究所生命工学領域研究企画室)

受賞題目:「術後感染症防止機構を付与した骨再生材料の開発」



### 授賞理由

杉浦悠紀会員は、極めて優れた生体親和性を示し骨補填材への期待が大きいリン酸八カルシウム (Octacalcium phosphate: OCP) の新しいブロック化手法及び、薬剤との複合化技術を確立した。これらの研究は、リン酸カルシウムの形成機構の解明と、成形法の確立、この生命科学的評価からなる。杉浦会員は、整形外科・口腔外科領域における骨再生・再建術において、術後感染症が合併症として深刻な課題であること、超高齢社会を迎える我が国において、高齢化に伴い本疾患の発症率が増大傾向である現状を鑑み、骨補填材に抗菌剤を複合化する検討を進めてきた。OCPの結晶構造中の含水層の根元部分に分布するCaイオンが他のカチオンに置換されること、およびイオン半径がCaイオンに近いカチオンほど置換されやすいことを見出し、これらを応用することにより、抗菌元素として知られているAg イオンを効率よくOCP 結晶中に担持させる手法を開発した。さらに、Ag 担持OCP について、骨補填材として利用可能なサイズと強度を持ったブロック体の調製及び、これの高機能化にも成功した。Ag 担持OCP ブロックは、多くの術後感染症起炎菌に対して優れた抗菌性を発揮するだけでなく、高い骨再生能と生体親和性を発揮することを動物実験により実証した。これらに加えて、骨誘導因子であるシリカについても同様の機構でOCP と複合化させることにも取り組み、残存有機分子の安全性が課題であった有機シリカを用いることなく、リン酸カルシウムとシリカを複合化させる手法の開発に成功した。シリカ担持OCPは、極めて高い骨再生能を発揮した。杉浦会員は、基礎研究から応用研究までの幅広い学術分野の研究を中核的に推し進め、整形外科・口腔外科領域において課題である術後感染防止機構付与及び、骨再生能を向上させた骨補填材の開発研究に取り組み、製品化までの道筋をつけた。杉浦会員がほぼ単独で行ったこれらの成果は、2018年からの5年間だけでも、杉浦会員を筆頭著者とする25報以上の英語原著論文として発表され、その中には複数のQ1ジャーナルも含まれる。さらに、杉浦会員の研究成果はいくつかのジャーナルの表紙にも採用されるなど、学術的にも大きく注目されている。また、これらの技術の基盤部分は特許出願により知財化されており、既に一部の特許については生体材料メーカーがライセンス化している。杉浦会員の研究は鉱物科学に立脚した研究であり、これまでの研究成果の学術的および社会的貢献が極めて顕著であることから、杉浦会員が令和4年度応用鉱物科学賞に相応しいと考える。

### 杉浦 悠紀会員の主要関連論文

1. Sugiura, Y.\*, Saito, Y., Endo, T., Makita, Y. (2019) Effect of the ionic radius of alkali metal ions on octacalcium phosphate formation via different substitution modes. *Crystal Growth & Design*, 19, 4162–4171.
2. Ihara, Y., Takeshita, T.\*, Kageyama, S., Matsumi, R., Asakawa, M., Shibata, Y., Sugiura, Y., Ishikawa, K., Takahashi, I., Yamashita, Y. (2019) Identification of initial colonizing bacteria in dental plaques from young adults using full-length 16S rRNA gene sequencing. *mSystems*, 4, e00360.
3. Sugiura, Y.\*, Obika, H., Horie, M., Niitsu, K., Makita, Y. (2020) Aesthetic silver-doped octacalcium phosphate powders exhibiting both contact antibacterial ability and low cytotoxicity. *ACS Omega*, 5, 24434–24444.
4. Sugiura, Y.\*, Okada, M., Hirano, K., Matsumoto, T. (2021) Bone mineral analogue ceramic block as an instant adhesive to biological soft tissue. *Advanced Materials Interfaces*, 8, 202002032. \*Back cover
5. Sugiura, Y.\*, Niitsu, K., Saito, Y., Endo, T., Horie, M. (2021) Inorganic process for wet silica-doping of calcium phosphate. *RSC Advances*, 11, 12330.
6. Sugiura, Y.\*, Horie, M. (2021) Fabrication of silver-doped apatite powders from silver-substituted octacalcium phosphate powders via solid-solid phase-conversion process. *Ceramics International* 47, 25614–25621.
7. Sugiura, Y.\*, Ono, F., Nohara, M., Horino, R., Kutara, K., Kanda, T., Oowada, K., Horie, M., Makita, Y. (2022) Ag-substituted octacalcium phosphate blocks that exhibit high osteoconductivity and high antibacterial activity toward various pathogens. *Materials Today Communications*, 30, 103130.
8. Sugiura, Y.\*, Horie, M. (2022) Fabrication of interconnected porous Ag substituted octacalcium phosphate blocks based on a dissolution-precipitation reaction. *Journal of Material Science: Materials in Medicine* 33, 48.
9. Sugiura, Y.\*, Yamada, E., Horie, M. (2023) Fabrication of dicarboxylic-acid-substituted octacalcium phosphate blocks via cementing. *Ceramics International* 49, 9719–9724.
10. Sugiura, Y.\*, Ono, F., Nohara, M., Takechi, A., Kutara, K., Kanda, T., Saito, Y., Yamada, E., Oowada, K., Endo, T., Horie, M., Makita, Y. (2023) Inorganic silica hybrid octacalcium phosphate bone substitute: Harmonics to acceleration in biological metabolism and its curing process. *Materialia* 28, 101771.

#### 杉浦 悠紀会員の本賞受賞対象題目に関する特許

1. W02021/157662 杉浦悠紀, 横田洋二, 「リン酸八カルシウムの結晶、粉末、プロ

ック材、多孔体、骨補填材及び口腔用骨補填材並びにリン酸八カルシウム結晶の  
製造方法、ブロック材の製造方法及び多孔体の製造方法」

2. 特願2020-191183 杉浦悠紀, 斎藤靖子, 遠藤貴士, 横田洋二, 「シリカを担持したリン酸カルシウム結晶」
3. PCT/JP2023/014061 杉浦悠紀 「生体親和性高分子を複合化したリン酸八カルシウム成形体の製造方法」

#### **杉浦 悠紀会員の受賞歴**

1. 2019年度 日本鉱物科学会 第28回研究奨励賞
2. 2021年度 日本セラミックス協会 第76回進歩賞
3. 2018年度 日本結晶成長学会 第17回奨励賞

#### **杉浦 悠紀会員の略歴**

2010年 3月 東北大学理学部地球惑星物質科学科卒業  
2012年 3月 東北大学大学院理学研究科地学専攻修士課程修了  
2015年 3月 早稲田大学大学院創造理工学研究科博士課程修了 (博士:理学)

2013年 4月 日本学術振興会・特別研究員 (DC2)  
2015年 4月 九州大学大学院歯学研究院生体材料学分野・助教  
2018年 3月 産業技術総合研究所健康工学研究部門・研究員  
2020年 4月 産業技術総合研究所健康医工学研究部門・研究員(改組による)  
2020年 4月 (兼務) 産業技術総合研究所次世代診断・治療技術研究ラボ・研究員  
2022年 10月 産業技術総合研究所健康医工学研究部門・主任研究員  
2023年 4月 産業技術総合研究所生命工学領域研究企画室・企画主幹  
2023年 4月 (兼務) 産業技術総合研究所健康医工学研究部門・グループ付