

日本鉱物科学会応用鉱物科学賞

平成 22 年度日本鉱物科学会応用鉱物科学賞第 4 回受賞者

紋川 亮 会員(地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター)

受賞題目：生体セラミックスの表面機能化技術の開発

受賞理由：

近年、ナノテクノロジーを利用した医療技術(分子レベルの技術)のひとつとして、薬物送達システム(DDS)の実現が期待されている。DDSの実現には、薬物を担持する無機・高分子材料などの担体材料の開発、材料表面におけるタンパク質間の相互作用機構の解明など、いわゆる生体セラミックスの表面機能化技術の開発が不可欠である。

このような背景から、候補者は、整形外科領域で臨床応用されているハイドロキシアパタイト(以下HAp；骨組織に存在する無機主成分)に着目した。そして、HAp微粒子を用いたDDS実用化に向けた基礎研究として、HApの表面改質による薬剤吸着特性の変化とそのメカニズムを明らかにし、HAp担体に薬剤を安定に固定化する技術の開発を行った。さらに、HApの表面改質により細胞機能を誘導するナノ構造構築を検討し、細胞外マトリックスを模倣した足場材料を用いて骨芽細胞の接着・増殖および石灰化を促進させ、骨の機能再生につながる研究を行った。

DDS用担体や細胞培養用足場材料の開発には、そのターゲットとなる薬剤およびサイトカインと担体材料間の吸着特性の解明がキーポイントである。しかし、これまで汎用されてきた通常の吸着実験は、高価なタンパク質やサイトカインを大量に消費することに加え、吸着メカニズムや材料表面におけるタンパク質間の相互作用機構に関する議論には不十分であり、目的とする生体セラミックスの開発には少量のタンパク質を用いて材料表面における精密な吸脱着プロセスを測定できる新しい解析法の開発が求められていた。候補者は、この研究上の支障を打破するため、電気泳動堆積法を応用し、水晶振動子表面に20 nm程度のアパタイトナノ薄膜を成膜したアパタイトセンサーを新たに開発し、アパタイト表面でのモデルタンパク質の吸着挙動をリアルタイムで観察することに成功した。そして、HAp表面は、従来生体材料として用いられている金属Ti表面よりも、多くの種類のタンパク質の吸着特性に優れかつタンパク質の変性も少ないことを実験的に明らかとした。

これまで、HAp材料表面におけるタンパク質の吸着形態の解析のため、水晶振動子法(QCM)のバイオセンサーや原子間力顕微鏡を用いたフォースカーブ測定が注目を集めてはいたが、主として観察に最適なセンサーが未開発であったためその応用が極めて限られていた。候補者の開発した、アパタイトセンサーはまさにその限界をブレイクスルーする基盤研究技術と評価できる。そして、候補者の基礎研究成果はDDS開発研究に加えて、人工骨を生体内にインプラントした際に発生する材料と骨の密着性の解明や歯科材料での生体物質の吸着挙動解析、さらにHApが持つ高い吸着能力を活かした光触媒および環境浄化材料の開発に応用することができると期待されている。

以上より、生体セラミックスの表面機能化技術を用いた候補者の業績の学術・産業への貢献は明白かつ甚大であるので、日本鉱物科学会応用鉱物科学賞に推薦する。

主要論文：

1. Monkawa A., Ikoma T., Yunoki S., Ohta K., Tanaka J. Collagen coating on hydroxyapatite surfaces modified with organosilane by chemical vapor deposition (CVD) method. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 7, 833-838, (2007).
2. Monkawa A., Ikoma T., Yunoki S., Yoshioka T., Tanaka J., Chakarov D. Kasemo B. Fabrication of Hydroxyapatite Ultra-thin Layer on Gold Surface and its Application for Quartz Crystal Microbalance Technique. *Biomaterials* 33, 5748-5754, (2006).
3. Monkawa A., Ikoma T., Yunoki S., Ohta K., Tanaka J. A Dewetting Process to Nanopattern Collagen on Hydroxyapatite. *Materials Letters*, 60, 3647-3650, (2006).
4. Monkawa A., Mikouchi T., Koizumi E., Sugiyama K., Miyamoto M. Determination of Fe oxidation state of Chassigny kaersutite: A micro-XANES spectroscopic study. *Meteoritics and Planetary Science*, 41, 1321-1329, (2006).
5. Monkawa A., Ikoma T., Yunoki S., Ohta K., Tanaka J. Electrophoretic deposition of hydroxyapatite nanocrystal. *Key Engineering materials*, 309-311, 643-646, (2006).
6. Sugiyama K., Monkawa A. Sugiyama T. Crystal structure of the SFCAM phase $\text{Ca}_2(\text{Ca}, \text{Fe}, \text{Mg}, \text{Al})_6(\text{Fe}, \text{Al}, \text{Si})_6\text{O}_{20}$ ISIJ international, 45, 560-568 (2005).
7. Monkawa A., Mikouchi T., Koizumi E., Miyamoto M. Comparative mineralogy of magmatic inclusions in olivine from the Chassigny and Nakhla martian meteorites. *Antarctic Meteorite Research*, 18, 188-201 (2005).

主要特許：

1. 紋川亮、宮林哲司 「揮発性有機化合物の浄化装置及びその浄化方法特開」 2010-279883.
2. 紋川亮、加沢エリト 「局在表面プラズモン共鳴測定基板及び局在表面プラズモン共鳴センサ」 特開 2010-256126.
3. 紋川亮 「揮発性有機物処理装置及び揮発性有機物処理方法」 特開 2010-253385.
4. 紋川亮、秋山恭子 「揮発性有機物吸収材」 特開 2010-227736.
5. 紋川亮 「揮発性有機物回収システム及び揮発性有機物回収方法」 特開 2010-221169.
6. 加沢エリト、紋川亮 「局在プラズモン共鳴センサ」 特開 2010-210253.
7. 紋川亮 「揮発性有機物分解菌用担持体及び汚染土壌の浄化方法」 特開 2009-233553.
8. 紋川亮 「局所表面プラズモン共鳴イメージング装置」 特開 2009-222401.
9. 紋川亮 「揮発性有機物回収処理装置及びこれを有する揮発性有機物回収処理システム」 特開 2009-142719.
10. 紋川亮、田村和男 「揮発性有機物吸収材及びその製造方法」 特開 2009-061449.
11. 紋川亮、石東真典、加沢エリト 「揮発性有機物除去装置及び揮発性有機物検出方法」 特開 2009-045520.
12. 生駒俊之、紋川亮、柚木俊二、田中順三 「バイオセンサー構成体とその製造方法」 特開 2007-171163.