



## 血管を備えた 三次元的な骨様組織の構築

明治大学の本田・相澤らの研究グループは人の骨の構造を模倣した多孔質足場材料において、骨を作る細胞である骨芽細胞と血管を構成する細胞の一つである血管内皮細胞を一緒に培養することで、「高い骨形成能」を有し、「血管」を備えた骨様組織を構築することに成功した。

けがや病気などで骨組織が大きく欠損してしまった場合、骨の本来持つ修復能だけで再建することは困難である。そこで、近年、骨組織に類似した組成や構造を有するさまざまな足場材料が開発され、さらに、それらと幹細胞を組み合わせて使用することで、大きな欠損も再建できる再生培養骨の創製が試みられている。一方で、組織を再構成するためには、組織への新しい血管の形成、すなわち、いかに血管新生を誘導するかが重要なポイントとなっており、機能的な再生組織を構築するためには、十分な血管

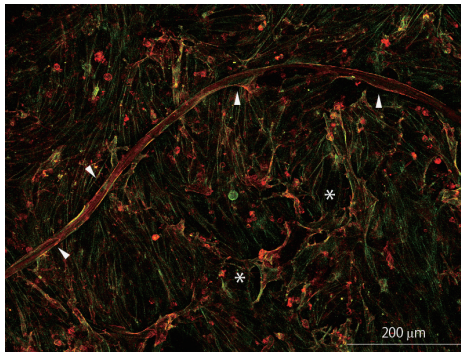


図 毛細血管様構造の形成

新生が誘導される必要がある。しかし、現段階で血管を備えた機能的な骨組織の構築は実現されていない。

今回の研究では、細胞が三次元的に増殖することができる多孔質足場材料 (apatite-fiber scaffold; AFS) を用い、骨芽細胞と血管内皮細胞とを共培養し、骨を形成する過程における二種類の細胞の関係性について調査した。骨と類似した組成を持つ AFS は、栄養分が通る小さな気孔 (マイクロ気孔) と細胞や組織が入ること

ができる大きな気孔 (マクロ気孔) を有し、細胞が三次元的に増殖することができる。この AFS において、骨芽細胞および血管内皮細胞を共培養すると、二種類の細胞は互いに連通気孔 (図中、\*) を利用して、ともに三次元的に増殖し、さらに培養 3 週間程度で毛細血管を形成することが明らかになった (図中、Δ)。この時、骨分化レベルの指標の一つであるアルカリリフォスファターゼの活性を測定したところ、骨芽細胞を単独で培養した場合に比べ、共培養した場合の方が最大で 6 倍も活性が高くなることがわかった。

これらは、AFS で骨芽細胞と血管内皮細胞を共培養すると、二つの細胞が互いに刺激を与え合うことにより、「血管」を形成し、機能的な三次元骨組織の構築を可能にしたと考えられ、骨再生医療への応用が期待できる。

(明治大学 理工学部応用化学科 本田みちよ・相澤 守 連絡先: 神奈川県川崎市多摩区東三田 1-1-1)

URL [http://www.isc.meiji.ac.jp/~a\\_lab/](http://www.isc.meiji.ac.jp/~a_lab/)

[2016 年 7 月 11 日]

## レアアースを添加せずに窒化物で 世界最高水準の圧電性能を実現

国立研究開発法人産業技術総合研究所 (以下、産総研) 製造技術研究部門上原雅人主任研究員らのグループ (秋山守人副研究部門長、長瀬智美主任研究員) は、(株) 村田製作所と共同で、レアアースを使わずに、窒化物として世界最高水準の圧電性能をもつ、多元素添加窒化アルミニウム圧電材料を開発した。

圧電材料は、センサや MEMS デバイスなどの利用が期待されている。製造業の生産性向上や新たなサービスの創出、安心・安全を高めるようとする IoT やスマートマニュファクチャリングには、高感度なセンサ機能と自己発電機能を持つデバイスが不可欠であり、両方の機能を持つ圧電材料が重要な構成要素となっている。圧電材料である窒化アルミニウムは、温度安定性に優れており、センサネットワークの

キーデバイスとして期待できるが、圧電性能の向上が必要であった。産総研では、窒化アルミニウムにスカンジウムを添加して、圧電性能を飛躍的に向上させることに成功していた。しかし、スカンジウムは高価な元素であり、安定的に入手することが困難であるため、代替元素の調査がさまざまな機関で進められている。最近では、二種類の元素の同時添加での試みも報告されているが、スカンジウム添加材料の半分程度の性能を持つものしか報告されていなかった。

産総研は村田製作所との共同研究で、三元同時反応性スパッタリング法により、窒化アルミニウムへの種々の元素の添加効果を調べたところ、マグネシウムとニオブを同時に添加すると圧電性能が向上することがわかった。成膜条件の最適化により窒化アルミニウムへの多量添加に成功し、さらに最適組成を詳細に調査した結果、マグネシウムとニオブの添加量の合計が

アルミニウムに対して約 0.65 のときに、窒化アルミニウムの 4 倍程度の圧電性能 (圧電定数  $d_{33}$ : 22 pC/N) を示すことを見いだした。これは、スカンジウム添加材料と同等レベルで、レアアースを含まない窒化物では、現在報告されている中で最も高い値である。

安価な元素の添加で圧電性能が向上したことにより、IoT やスマートマニュファクチャリングなどのセンサネットワークの実現を支えるデバイスとしての利用や、エナジーハーベスタ、高周波フィルタへの応用が期待される。

((国研) 産業技術総合研究所 製造技術研究部門 センシング材料研究グループ 上原雅人 連絡先: 841-0052 佐賀県鳥栖市宿町 807-1 E-mail: m.uehara@aist.go.jp) URL <https://unit.aist.go.jp/am-ri/ja/teams/fs/fs.html>

[2016 年 7 月 14 日]