トピックス

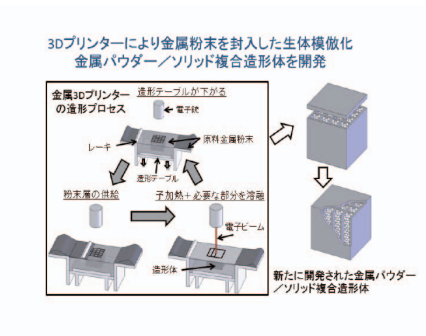
金属 3D プリンター活用 骨代替材料を作製

大阪大学大学院工学研究科　中野貴由教授，池尾直子助教（現：神戸大），石本卓也講師らのグループは，電子ビーム積層造形法を利用して，生体骨に似た低弾性と衝撃エネルギー吸収性の高い金属造形体の作製に成功した．今回用いた生体用 Ti-6Al-4V 合金は，生体内で長期にわたり力学的安全性を維持できることから，人工関節をはじめとする骨・関節代替部材として非常に広く応用されている．一方で骨よりも 5 倍程度弾性率が高いことから，埋入方向によっては骨溶解や骨質劣化の原因となる応力遮蔽をひきおこすことから，生体骨と類似の性質を持つ金属材料の開発が望まれていた．

研究グループは，金属 3D プリンターに注目し，骨の持つ階層構造と異方的な力学特性を併せ持つ生体模倣したインプラント材料の造形体を開発した．金属 3D プリンターでは，金属粉末やセラミックス粉末を利用し直接造形することから，通常は残留粉末を取り除くことは容易ではなく，構造によっては粉末を取り除くことさえ不可能である．

研究グループは逆転の発想で，本来取り除くべき 80μm の平均直径の Ti 合金粉末を構造体の内部に封じ込め，溶融凝固部には生体骨類似の方向性を持った形状を付与した金属パウダー・ソリッド複合構造体とすることで，生体骨の持つ異方性と衝撃吸収性の同時付与を可能とした．

通常の複合材は，組成の異なる合金を複合化するが，金属 3D プリンターにより同じ合金で，異なるスケールレベルでの階層構造を実現することで，造形体の力学特性を骨に類似のものとした．衝撃エネルギーの吸収性はこれまでの既存造形体に比べ，最大で 10 倍程度，弾性率は溶融凝固部の骨格により，骨と同程度の値から高値まで自由に制御することができた．この残留粉末部では金属 3D プリンターで造形後，適切な熱処理により粉末同士のネッキングを付与した．



新規造形体は周囲骨に正常な力の伝達を与えることができることから，再生医療との組み合わせで，短期から長期にわたる骨インプラントの固定に対し，極めて有効である．その上，外壁構造は金属 3D プリンターによって任意形状へと設計できることから患者ごとにカスタムマイズされたテーラーメイド医療が実現される．

なお，本研究は，内閣府主導の SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）／革新的設計生産技術（佐々木直哉 PD）」（NEDO：国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）の中の成果の一環である．

成果の一部は，”Novel powder/solid composites possessing low Young's modulus and tunable energy absorption capacity, fabricated by electron beam melting, for biomedical applications” として JALCOM, 639, (2015) 336-340 に掲載されている．

（大阪大学大学院工学研究科　教授　中野貴由
連絡先：〒 565-0871　大阪府吹田市山田丘 2-1,
E-mail：nakano@mat.eng.osaka-u.ac.jp）
URL：http://www.mat.eng.osaka-u.ac.jp/msp6/nakano/

［2015 年 7 月 7 日］