

第4分科(生体・福祉材料)

金属基生体材料の変遷と展望

小泉雄一郎¹ 上田恭介¹ 堤 祐介²
石本卓也³ 大津直史⁴ 田中康弘⁵

疾患、負傷、老化等によって喪失した生体機能の再建は、古来、人類により望まれてきた。現状、世界的にも高齢化が進行し、生活の質(Quality of life, QOL)の維持・向上への要求が益々高まっている。世界に先駆けて超高齢社会を迎えた日本の高齢化率(65歳以上の割合)は、2005年の20.1%から、2015年現在26.7%にまで達しており、この上昇傾向は今後40年以上に渡り続くものと予想される⁽¹⁾。日常生活に支障のある高齢者の割合は、60歳代後半で15%、70歳代前半で20%、70歳代後半で27%と、年齢とともに加速度的に増していく。こうした高齢化によるQOLの低下を背景に、喪失した身体機能の即時的な回復を可能とするインプラントや、構成する生体材料への要求水準は益々高まっている。

金属材料は、ポリマーやセラミックスに比べて特に力学特性に優れるため、大荷重を支える骨や歯の代替・固定・矯正、繰り返し荷重下での耐久性を要する人工弁やステント等に用いられてきた。初期の生体用金属材料研究では、高強度・高耐食性を有し生体為害性のない材料の開発が中心であった。現在では、高齢化による長期間使用や、より活動的な生活を可能とするための基本的性能のさらなる向上と同時に、術後早期に生体機能を再建させるための骨形成能、術中術後の感染を抑制するため抗菌性、さらには手術の迅速化・精度向上のための医師による成形加工の容易さ等、多様な機能性付与の研究がなされるようになってきている⁽²⁾。

一方、材料と生体組織との分子・細胞生物学的な反応機構の理解の深化、iPS細胞の活用象徴される再生医療や生体組織工学の発展により、生体材料に必要な機能に対する考え方も変化している。表面処理技術や設計・製造技術の進歩により、以前は不可能であった構造の付与による機能化も可能となってきている。

こうした背景の下、第4分科会では力学的適合性、表面機能、表面処理、生体組織再生、生体適合性の立場からの生体材料研究の変遷と展望について、金属基生体材料研究を牽引してきた研究者らに執筆を依頼した。

新家光雄(東北大学)名誉教授には、力学的生体適合性の立場から、生体為害性の低い元素で構成され、骨と同程度の低ヤング率を有するチタン合金の開発研究から、整形外科医か

らの要請に対応して手術中にヤング率が必要に応じて変化する、ヤング率自己調整合金の開発研究までを解説頂いた。

埴 隆夫(東京医科歯科大学)教授には、表面機能化の立場から、接触する生体組織に応じた適合性や生体機能を金属材料に付与するための表面処理・表面改質の研究の変遷と展望について、国内の研究を中心に解説頂いた。

成島尚之(東北大学)教授には、表面処理による表面機能性付与の立場から、生体用金属材料の骨適合性や耐食性の向上、有害元素溶出抑制、抗菌性付与、生体吸収性制御等の表面処理プロセスの変遷と将来展望について解説頂いた。

中野貴由(大阪大学)教授には、生体組織再生の立場から、金属材料が多く適用される骨組織を中心に、近年の組織再生研究の進展とその理解に基づいた、今後の生体材料に要求される機能や生体組織再生研究の将来展望について解説頂いた。

山本玲子(NIMS)上席研究員には、生体適合性について、当初の「埋入部位周辺組織への許容性」から、細胞毒性、タンパク質・分子レベルでの接着性、接着界面での力学的適合性、組織再生の足場としての機能性への変遷と、それに伴う評価技術・指標の変遷、現状、課題、展望について解説頂いた。

各記事とも、金属基生体材料研究の変遷を種々の視点から解説し、将来展望について各筆者の思いが込められていて含蓄に富み、一般読者が本分野の動向を知るのにも好適であるとともに、生体材料研究に関わる読者が繰り返し熟読し、自身の研究の方向性を考えるための道導となっている。

文 献

- (1) 内閣府・平成28年度版高齢社会白書。
- (2) 成島尚之, 中野貴由 編, バイオマテリアル研究の最前線, 日本金属学会(2014)。



小泉雄一郎 上田恭介 堤 祐介 石本卓也 大津直史 田中康弘

¹ 東北大学; 准教授(〒980-8577 仙台市青葉区片平 2-1-1)

² 東京医科歯科大学; 准教授 ³ 大阪大学; 講師 ⁴ 北見工業大学; 准教授 ⁵ 香川大学; 教授

History and Perspective of Metal-based Biomaterials; Yuichiro Koizumi, Kyosuke Ueda, Yusuke Tsutsumi, Takuya Ishimoto, Naofumi Ohtsu and Yasuhiro Tanaka

Keywords: *biocompatibility, surface functionalization, tissue regeneration, surface modification, cytotoxicity*

2017年1月6日受理[doi:10.2320/materia.56.204]