

(4) 導電性セラミックス材料を強化材とした複合材料の開発

(令和元年度～令和3年度)

1. 研究のねらい

セラミックス材料は、高い強度や硬度を有することから、切削工具用途での応用が行われてきた。セラミックス材料の多くは、成形後の加工が極めて困難で、硬く脆いことからその利用は極めて限定的であったが、前年度までの研究で、放電加工が可能である導電性セラミックス材料の加工条件を明らかとした。近年、健康志向の高まりを受けて、日常動作(AOL)や生活の質(QOL)をより快適なものとして実現するために、人体の欠損部分を補完する医療用の代替組織の開発が盛んである。人工骨や人工関節は、主に、金属、セラミックス、ポリマーで構成された複合材料で製造されており、これらの代替組織は、使用者の状態に合わせたオーダーメイドが主流となりつつあるが、その機械的特性は不十分で、体内で毀損するなどの問題を抱えている。これを解消するために、生体適合性に優れた材料を基材とし、強度や靱性を向上させるためのセラミックス材料を強化材とした複合材料を開発することが喫緊の課題となっている。

2. 研究の方法

研究計画に基づき、粉末冶金法を用いた傾斜機能材料の製造方法と医療用代替材料としての特性である強度、靱性、耐摩耗性、生体内安定性を中心とした情報収集と材料選定を行った。

研究成果の概要

硬組織代替材料としての生体材料には、金属・セラミックス・高分子などがあるが、その特性として、生物学的条件と力学的条件は、必要条件として勘案すべきである。生物学的条件には、化学的に安定で、高生物組織適合性、毒性やアレルギー、発癌性、抗原性、血液凝固や溶血、代謝異常がないことなどがあり、力学的条件には、静的および動的強度、靱性、耐疲労・耐摩耗特性などが挙げられる。

一般的な人工関節には、構造材(ステム)に金属、摺動・摩擦材(ボール・ソケット)にはセラミックスが用いられている。金属は、強く、しなやかな反面、摩耗に弱く、セラミックス材料は、脆く、靱性が低い上に、その硬さ故に機械加工が極めて困難である。金属ステムとセラミックスボールとの接続には、従来、骨セメントが用いられてきたが、生体適合性の問題から、現在はあまり用いられない。このことから、ステムとボールの一体成形ができる放電加工可能な複合材料が求められている。厚生労働省や(株)矢野経済研究所のデータによると、年間6万件以上の人工関節置換術がこの10年で約1.7倍になり、施術患者の平均が68歳であるなど、今後の高齢化にその需要は急激に増加することが予測されている。生体用金属材料には、TiおよびTi合金、ステンレス鋼、Co-Cr合金が、同セラミックスに

は、アルミナ、アパタイト、リン酸カルシウム系が多く用いられることから、次年度以降の研究にて、Ti を基材とし、Ti 系導電セラミックス (TiB、TiC、TiN) を強化材とした複合材料の開発を行うとともに、地元企業での材料製造、機械加工に必要な製造・加工プロセスの確立を目指すこととした。小回りのきく中小企業が多い函館地域の機械加工系・ものづくり系企業において、少量多品種生産である医療用の代替組織分野への参入は、初期投資の少ない事業展開が可能であり、業種転換や新規事業の立ち上げ等が期待できる。

担当者 高橋志郎、田谷嘉浩