



杉田 直彦 教授  
Naohiko Sugita

研究分野：生産加工学、医用工学

研究内容：ものづくり×医療。個々の患者に合わせたカスタムメイドのインプラントを導入する動きが加速していますが、生産システムや、病院と人工関節メーカーの連携などにおいて多くの課題が存在しています。そこで我々は、日本人特有の骨格や骨形状における個体差を解析した医療データに基づき、カスタムメイド/パーソナライズド医療による手術の高度化・効率化を実現します。

1996年 東京大学大学院工学研究科 産業機械工学専攻 修士課程修了  
1996年 日本電気(株) 入社  
2003年 東京大学大学院工学系研究科 機械工学専攻 助手  
2007年 同上 准教授  
2014年 同上 教授

## 医療分野における“ものづくり”

### カスタムメイド・インプラントの登場と課題

傷んだ軟骨をインプラントに置換する人工関節置換術（図1）は、この数十年間で飛躍的に進化したが、この術式はいまだにトライアンドエラーに依る部分が多い。しかもその市場は、海外製品が80%以上を占めており、日本企業の成長が切に望まれている。現在用いられている生体埋め込み型インプラントのほとんどは、S、M、Lサイズのように長さ、厚さ等が規定され、安全性が確認された製品として臨床応用されている。しかしながら、患者の骨格や骨形状には個体差があり、既製のインプラントでは対応できない場合があるため、個体適応性を有するカスタムメイド・インプラントが望まれている。

カスタムメイド・インプラントでは、傷んだ軟骨部分のみを置換すればよいため、優れた固定性や機能再建により、手術成績の向上、低侵襲手術の実現、再置換手術の減少、早期リハビリテーションの実現、早期社会復帰が期待される。

### カスタムメイド医療を実現する生産システム

図2に示すようなネットワーク型生産システムを構築することにより、短期間・高精度でカスタムメイド・インプラントの設計および製造を行う。この生産システムを実現するためには、(1) 患者の骨格や骨形状における個体差を解析に基づいた、インプラント設計に必要な設計情報データベースの構築、(2) 1. で抽出したパラメータに基づいたインプラントの設計・製造支援システム、(3) 複合加工機や金属積層造形を用いたラピッド・マニファクチャリングによる、高精度かつ短時間でのカスタムメイド・インプラント加工、(4) インテリジェント骨切除デバイスを用いた高精度骨切りによる低侵襲手術、について生産加工・工作機械技術の研究を進める必要がある。

### カスタムメイド・インプラントを対象としたラピッド・マニファクチャリング

医用CAD/CAMソフトウェアにて設計されたインプラントを、短納期・高精度で製造する必要があり、複合加工機や金属積層造形を用いた製造方法が考えられる。一方で、テーラード型の人工骨・関節を短時間かつ高精度に製作する専用の製造装置を開発していくことも考えられる。この次世代医療システムを実現するためには、任意3次元形状を短時間で創成する装置技術や、高精度・高機能な生産のためのソフトウェア技術などの研究開発が必要となる。筆者らは、チタン合金およびジルコニア・セラミックスを対象として任意の3次元形状を創成可能な工作機械を提案し、その要素技術の確立を目指している。本システムで提案する“3次元形状が創成可能な工作機械”は付加加工、除去加工、3次元形状測定の3要素技術から構成される。一つの加工プロセスの中でそれぞれの要素技術が関連しあって動作することで任意の3次元形状を創成する。

図1 人工関節置換術 (ナカシマメディカル社)

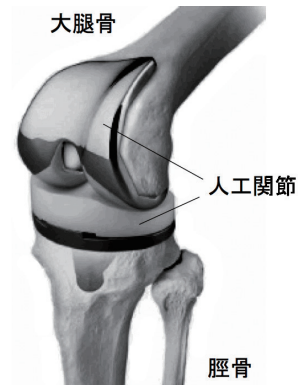


図2 カスタムメイド・インプラントに向けた生産システム

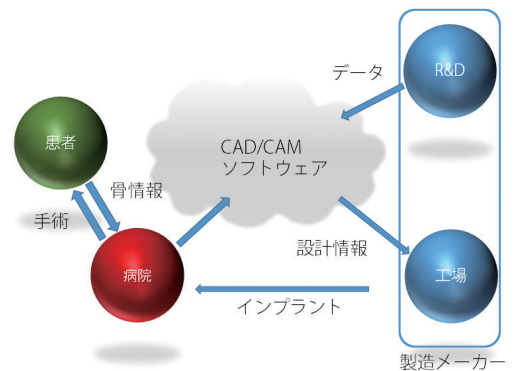


図3 カスタムメイド・インプラント製造装置のコンセプト

