



平成 30年 2月 2日

工学研究科長 水田 洋司 殿

審査委員会

主査 日垣 秀彦



## 博士學位論文等審査報告書(甲)

論文提出者 王 亦峰

論文題目 イメージマッチングに基づく全人工股関節置換術前後に対する動態解析の応用

審査委員会	主査	九州産業大学	教授	日垣 秀彦
	副査	九州産業大学	教授	牛見 宣博
	副査	熊本大学	教授	中西 義孝



## 論文審査結果の要旨

本論文では、全人工股関節置換術（THA）における術前計画、術後評価に対し、生体股関節と人工股関節を対象とした詳細な6自由度動態解析技術を用いることで、THA前後で異なる動態を計測、およびライナー・ネックの最接近距離の評価を行うことを目的としている。論文内容は、THA前後における日常生活動作の評価、THA後におけるサイクリング動作の評価、カップとステムの接触シミュレーション評価に大きく分けられ、股関節を対象に動態解析・評価を行うことにより評価手法の有用性の検討を行っている。

第一のTHA前後における日常生活動作の評価について、人工股関節置換後のCT画像データを用いて、インプラントを抽出し、骨盤および大腿骨の置換位置を推定することで、THA前後の相対座標系を統一した。THA前後における座位からの伸展動作の評価は、THA後と比べOA股関節の大腿骨の屈曲/伸展動作が制限することが捉える。体の重心が後方に移動しており、OA股関節の骨盤の屈曲域を代償して深屈曲動作が可能であった。座位姿勢に外側位でインピンジメントを生じ安いことが確認できた。THA前後における体幹ひねり動作の評価は、OA骨盤の回旋域の拡大より体幹ひねり動作を再現できた。対象側より逆側への深回旋位はインピンジメントの可能性が高いことが確認できた。THA後では股関節の可動域が改善したと捉えることができた。

第二のTHA後におけるサイクリング動作の評価について、X線源と平面センサー間にエアロバイクを設置し、ペダルを踏み込む過程を連続撮影し、詳細な6自由度動態解析を行った。動態解析結果より、サイクリング動作時ペダルを踏み込む過程は体が振れないと確認できた。ボールとカップ上/下の変位より、ペダルを踏み込む過程に最も力を入るフェーズを捉えることができた。ライナー・ネックの最接近距離の結果より、9名中1名の被験者ではライナー・ネックの接触が確認でき、ライ

ナーの摩耗，破損の危険性について示すことができた。

第三のカップとステムの接触シミュレーション評価について，サイクリング動作の解析結果からライナー・ネックの接触した被験者より，カップ外転角，前方開角とステム前捻角を組み合わせる接触シミュレーションを行った。各角度の走査範囲について，カップの外転角は 25～55deg，カップ前方開角は 0～40deg，ステムの前捻角は 20～50deg であった。各角度は 5deg 刻み変化させた結果より，カップの前捻角は小さい傾向，また外転角が大きくなるほどライナー・ネックの接触可能性が小さいと確認できた。

以上のように，本論文では，生体関節および人工関節を対象とした詳細な 6 自由度動態解析手法を用いて，THA 前後の動態を高精度で定量化することができていると確認できる。さらに，インプラント同士の最接近距離を計測や接触シミュレーション評価ができていることが確認でき，これらの評価手法は股関節手術に関する術前計画や術式，術後評価，および人工股関節の形状設計などに対し，臨床応用における有用性があると考えられる。よって，本論文は博士（工学）の学位論文に値するものと認める。

#### 最終試験結果の要旨

本論文に対して審査員から，THA 前後の動態評価における相対座標系の定義と結果の解釈やカップとステムの接触シミュレーションにおけるサイズに対する正規化について質問がなされたが，いずれも論文提出者から明確な回答が得られた。さらに，公聴会においては，大学の教職員・研究者や大学院生等の多数の出席があり，多様な分野から活発な質問がなされたが，いずれも論文提出者の明確な説明・解答により理解が得られた。

以上の結果から，論文提出者は最終試験に合格したものと認める。