



人工膝関節置換手術支援システム

東京大学 大学院工学系研究科 機械工学専攻
光石 衛

1. はじめに

変形性膝関節症や軟骨のすり減りに対応するため、膝関節を人工関節に置換する手術がある。従来は、皮切長が150 mm 程度と大きかったが術後の治癒の早期化を考慮して皮切長を50～100 mm とする最小侵襲手術が期待されている。しかしながら、皮切長が小さければ、内部の視認性が下がり、また、骨切除も難しくなる。このため、人工膝関節置換術において必要とされている2度, 2 mm の精度が確保できないケースが増える。このため、骨切除ロボットを用いたコンピュータ統合手術支援システムの適用が考えられる(図1)。

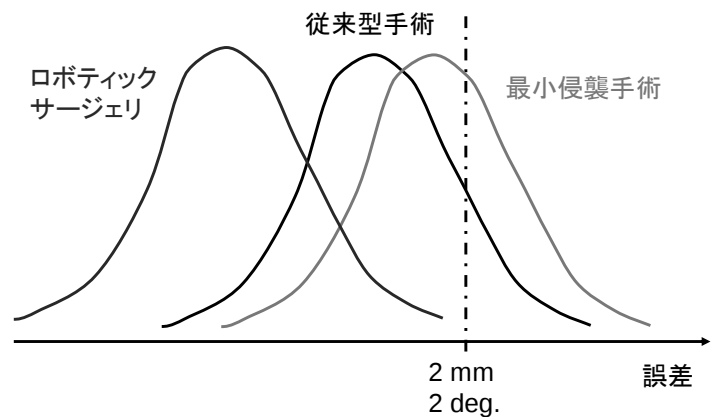


図1 ロボティックサージェリへの期待

2. 骨切除ロボット

著者らが開発した手術ロボットでは、手術ワークスペースを大きくとるため、および、術野の視認性を向上させるため、C型の構造を採用している(図2)。C型構造の回転中心は術具の先端部付近に設定されている。このロボットは全部で7自由度を有する。具体的には、3つの回転自由度と3つの並進自由度、1つの並進粗動自由度である。一般に回転工具を用いて任意の面を切除する際には、並進3自由度と回転2自由度の合計5自由度が必要である。ここで記すロボットは7自由度あり、2つの冗長自由度がある。2つの冗長自由度の内の一つは、小さい開創部から術具を挿入する際のいわゆる障害物回避に用いられる。もう一つの冗長自由度は、術者の身長の違いに対応するために用いられる。術者が立っている場合、作業をしやすい高さは臍の高さと言われており、様々な身長の術者に合わせて手術ベッドを上下させる。それに合わせて骨切除ロボットを上下させることによってロボットの可動域を確保するための構造を全体として小さくすることができる。このための粗動自由度である。



図2 7軸骨切除ロボット