

## 審査の結果の要旨

氏名 瀧浦 晃基

瀧浦晃基提出の論文は「機械式人工心臓弁において生じるキャビテーション現象に関する実験的研究」と題し、全5章から成っている。

本論文で取り扱っているキャビテーション現象は、機械式人工心臓弁（機械弁）においても発生し、キャビテーションによって生じた気泡が崩壊する際、弁部材や血球の破壊をもたらすとされ問題視されている。本論文の目的は、機械弁で発生するキャビテーション現象の詳細を捕え、キャビテーションの発生とその気泡崩壊がもたらす障害を観測評価する手法を開発することである。

第1章は「序論」であり、人工心臓弁やキャビテーションに関する一般論についてまとめ、本論文の背景と目的を述べている。

第2章「機械弁に生じるキャビテーションと気泡像の観察」では、ストロボ撮影や高速ビデオを用いて機械弁に発生するキャビテーション気泡を捕え、その特徴について報告している。4種類の異なる機械弁について詳細な観察を行い、反射光を用いる観測方法の問題点を明らかにしている。特に、反射光を用いた観測手段では、キャビテーションがもたらす障害の根本的な原因である気泡崩壊を捕えられないことを見出している。

第3章「ストロボ撮影によるキャビテーションの評価」では、前章で扱った反射光を用いる観測方法が持つ直感的で理解しやすいという利点を生かし、気泡の有無だけを判断することによって定量的に気泡発生を評価することのできるキャビテーション強度指数を導入している。設計の異なる3種類の機械弁について測定を行い、キャビテーション強度指数が機械弁の設計や駆動条件に依存して変化することを確認している。得られた結果は、これまでの臨床における経験や先行研究において確認されているキャビテーションの発生状況を良く反映している。これにより、いままで困難であったキャビテーション発生の定量的な評価の可能性を示している。

第4章「発光現象によるキャビテーション気泡崩壊の観測」では、音響発光を利用し、キャビテーション気泡の崩壊時に発生する微弱発光を観測することによって、キャビテーションによる壊食を観測・評価する手法を提案し、その詳細について述べている。超高感度 CCD カメラおよび光電子増倍管を用いた観測系を開発し、機械弁で発生するキャビテーション気泡から発せられる微弱光を捕えることに成功している。開発した実験装置によって、Björk-Shiley 弁の周囲に生じる

キャビテーション気泡の崩壊位置と崩壊時刻，つまりキャビテーションによる障害が発生する位置およびその時刻の詳細な解析を行っている．さらに，音響発光理論によると気泡内に OH ラジカルが生成されていると考えられるため，機械弁に発生するキャビテーションがラジカル生成を介し，生体に化学的影響を与え得ることを指摘するに至っている．

第5章は「結論」であり，得られた成果を総括している．

以上要するに本研究は，機械弁において生じるキャビテーション現象について，まずストロボ撮影に基づく気泡発生の評価方法を開発し，さらに微弱光観測に基づいたキャビテーションによる障害の観測評価方法を開発したものである．微弱光観測の結果から，これまでキャビテーションは機械的障害を引き起こすとされてきたが，それに加えて OH ラジカルによって機械弁が生体に化学的影響（酸化負荷）を与え得ることも示している．機械弁に生じるキャビテーションがもたらす機械的影響および化学的影響を捕え，かつ，これらの影響を定量的に評価する手段を提供したことは，機械弁の研究開発だけではなく，医用生体工学上貢献するところ大である．

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる．