

## 審査の結果の要旨

氏 名 外岡 大志

本論文は「微小液滴上に形成した脂質二重膜による膜輸送計測」と題し、5章から構成される。

人工脂質膜を用いた膜タンパク質の輸送機能計測手法は数多く提案されているが、電極による膜電位の形成と膜タンパク質の輸送機能の蛍光計測を両立した計測手法は実現されていなかった。本論文の目的は、内部に電極を導入したピコリットルの体積を有する脂質膜チャンバを構築し、膜電位を固定した状態で膜タンパク質の輸送機能の蛍光計測に応用可能であることを示すことである。

第1章「序論」では、本研究の目的、背景、従来の研究、意義について述べている。

第2章「膜輸送の理論モデルと脂質膜チャンバの構築」では、脂質膜チャンバを用いた膜タンパク質の輸送機能の蛍光検出に関するシミュレーションの結果、および脂質膜チャンバの作製方法が述べられている。シミュレーションの結果から、脂質膜チャンバの膜面積体積比が大きいほど検出時間が短くなること、さらに検出時間は膜面積体積比に最大で反比例することが示された。

第3章「脂質膜チャンバの評価」では、2章で作製した脂質膜チャンバの評価結果が述べられている。蛍光計測に関連する評価として、脂質膜チャンバの膜面積体積比の測定を行った結果、膜タンパク質の輸送機能を計測するために必要な条件を満たしていることが示された。また、電極に電圧を印加した場合の膜電位の測定結果から、意図した通りの膜電位を形成可能であることが示された。

第4章「膜輸送の計測」では、作製した脂質膜チャンバを使用した膜タンパク質の輸送機能の蛍光計測結果について述べられている。膜貫通型の膜タンパク質である $\alpha$ ヘモリンの貫通孔を介して脂質膜チャンバ内に拡散するカルシウムイオンの蛍光計測結果から、作製した脂質膜チャンバが膜タンパク質の輸送機能の蛍光計測に使用可能であることが示された。また、膜面積体積比の異なる脂質膜チャンバを用いた蛍光計測結果から、膜面積体積比の大きい脂質膜チャンバの方が高速に膜輸送を蛍光検出可能であるこ

とが示された。さらに、蛍光計測結果から2章で構築した理論モデルの妥当性が示唆された。加えて、電極に電圧を印加した状態での $\alpha$ ヘモリシンの貫通孔を通過しチャンバ内に移動するカルシウムイオンの蛍光計測結果から、作製した脂質膜チャンバは膜電位存在下での膜タンパク質の輸送機能の蛍光計測に応用可能であることが示された。

第5章「結論」では、本研究によって得られた結果を基に結論を述べ、また今後の展望について述べている。

以上を要するに、本論文では、電極を組み込んだピコリットルの体積を有する脂質膜チャンバが、膜電位を固定した状態での膜タンパク質の輸送機能の蛍光計測に使用可能であることを示した。この結果は、微細加工技術を利用した新たな膜輸送計測システムを実現したものであり、知能機械情報学の発展に貢献するところが少なくない。よって本論文は博士（情報理工学）の学位請求論文として合格と認められる。