論文審査の結果の要旨

氏名　モリノ　ジェイ　ヘスス

本論文は，均一な気泡の周りに直接に殻を形成することにより，簡易で，殻の透過性に制限のない中空マイクロカプセルの製造方法（バブルテンプレート法）について，ポリ乳酸と高分子電解質の二種類の生分解性物質を用いて中空マイクロカプセルの製造を試み，各製造プロセスを明らかにし，構造制御の可能性を示すことを目的とする．

中空マイクロカプセルは直径マイクロメートルオーダーの球形の中空粒子である．生分解性材料でできた直径数マイクロメートルの中空カプセルは，超音波造影剤，あるいは薬物伝達システムのキャリアとしての利用が期待され，また直径数十マイクロメートルのものは，環境を意識した材料（エコマテリアル）として様々な工業技術に応用されることが期待されている．均一な中空マイクロカプセルをつくるために，従来は，液体や固体の均一な芯物質の周りに殻を形成し，最後に芯物質を除去する方法が一般に用いられてきたが，本研究では，均一な気泡の周りに直接に殻を形成する製造方法を確立することを目的とする．本研究においては，気泡の安定性や平衡半径などの流体力学的な課題，気泡表面における殻の形成過程などの表面科学的な課題，気体の溶解度・液体の蒸気圧，およびこれらの殻材料物質の濃度依存性などの熱物性的な課題に対して，実験と理論解析の両方から取り組み，製造方法を確立した．

本論文は，「Fabrication of Hollow Microcapsules from Microbubble Templates（マイクロバブルをテンプレートとして用いた中空マイクロカプセルの製造)」と題し，全７章から構成されている．

第１章は「序論」であり，研究の背景，および中空マイクロカプセルの製法に関する従来の研究を示した上で，本論文の位置づけ及び目的について述べられている．

第２章は「安定なマイクロバブルとポリ乳酸によるバブルのカプセル化」という題目で，マイクロバブルの平衡径，安定性に関する理論解析，およびポリ乳酸によるバブルのカプセル化に関する実験について述べられている．開いた系においては，バブルは安定に存在できないが，閉じた系においては，条件によって，安定な平衡径を持ちうることが示された．また，ポリ乳酸によるバブルのカプセル化の実験により，カプセルの生成条件や生成したカプセルのサイズ分布が示された．

第３章は「マイクロバブルをテンプレートとして用いた中空ポリ乳酸マイクロカプセルのサイズ制御」という題目で，ポリ乳酸の濃度，分子量，界面活性剤の添加などの生成条件と生成したカプセルのサイズ分布の関係について述べられている．ポリ乳酸の濃度が低く，分子量が小さく，かつ界面活性剤が添加されている条件において，理論値平衡径とほぼ同じサイズのバブルが発生し，生成された中空カプセルのサイズも均一であることが示された．

第４章は「マイクロバブルのサイズに与えるポリ乳酸の影響」という題目で，ポリ乳酸が溶解した有機溶媒（ジクロロメタン）の蒸気圧，表面張力，ガス溶解度などの熱力学特性について述べられている．前章で，鋳型とするマイクロバブルのサイズが，ポリ乳酸の濃度によって変化することが示されたため，そのメカニズムを明らかにするために関連する熱物性値を計測した．蒸気圧，表面張力はポリ乳酸濃度の影響をあまり受けないが，ガス溶解後はポリ乳酸濃度の影響を強く受けることを明らかにした．

第５章は「マイクロバブルをテンプレートとして用いた均一な中空ポリ乳酸マイクロカプセルの大量製造」という題目で，大量製造に向けた課題について述べられている．

第６章は「バブルテンプレート法による中空高分子電解質マイクロバブルの製造とサイズ制御」という題目で，高分子電解質（PAH/PSS）によるバブルのカプセル化について述べられている．バブルテンプレート法が様々な材料に適用可能な中空マイクロカプセルの製造手法であることが示された．

第７章は「結論」であり，　以上の考察から得られた知見をまとめている．

以上述べたように，本論文では均一な気泡の周りに直接に殻を形成する中空マイクロカプセルの製造方法について，ポリ乳酸と高分子電解質の二種類の生分解性物質を用いて実証することに成功した．また，本研究を通して得られた知見は中空マイクロカプセルのさらなる高精度の構造制御，大量合成に繋がるばかりでなく，マイクロバブルを利用した様々な環境・エネルギー技術に応用できる可能性があり，その環境学的な意義は大きい．なお，本論文は，竹村文男氏，幕田寿典氏，高田信吾氏，松岡英太郎氏，櫻井大地氏との共同研究であるが，論文提出者が主体となって行ったもので，論文提出者の寄与が十分であると判断する．

したがって，博士（環境学）の学位を授与できると認める．

以上１９６６字