

論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	甲 第 号	氏 名	田中 俊也
論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学教授	工学博士 寺坂 宏一
	副査	慶應義塾大学教授	工学博士 朝倉 浩一
	副査	慶應義塾大学教授	博士(農学) 奥田 知明
	副査	慶應義塾大学准教授	Ph. D. 安藤 景太
<p>(論文審査の要旨)</p> <p>学士(工学)、修士(工学)田中俊也君の学位請求論文は「Experimental study on the stability and measurement of ultrafine bubbles in water (水中のウルトラファインバブルの安定性および計測に関する実験的研究)」と題し、全6章からなる。</p> <p>本論文は近年急速に普及が進んでいるウルトラファインバブル(以下、UFB)の調製と計測に関する評価と最適化手法を示している。国際標準化機構(ISO)によれば、UFBは「体積相当直径1μm未満の気泡」と定義され、数週間以上水中に安定して存在し続ける泡であるとされる。しかしながら、UFBの安定性は古典的な理論では説明できず、研究者の間で議論を呼んでいる。本論文ではこの問題を解決する手段として研究者間の国際共同研究を提案し、標準サンプルとするUFBの安定性試験を実施している。さらに代表的なUFB数濃度の計測法であるナノ粒子追跡法(PTA法)の改善点を指摘したうえで新たなデータ解析方法を提案している。</p> <p>第1章では、UFBに関連する専門用語、ISOにおけるUFBの定義および国際規格化の現状を整理している。またUFBが気泡か否かをめぐる学界での議論を解決するために、国際的な共同研究の推進が一つの解決策となりうると指摘している。</p> <p>第2章では、基礎的な分析操作に不可欠な、希釈・濃縮操作が水中のUFBの安定性に及ぼす影響について検討し、UFBが安定性を保持しつつ任意の濃度に希釈や濃縮が可能であると示している。また濃縮により適切な濃度に調製されたUFBサンプルを用いて、動的光散乱法(DLS法)によるUFB数濃度の解析アルゴリズムを議論している。</p> <p>第3章では、商用UFB発生装置で製造された水中のUFBの長期安定性について議論している。まず水中溶存ガスおよび全有機炭素濃度の測定からUFB発生挙動、続いてUFBの長期安定性におよぼす保存容器および温度の影響について検討している。UFBの凝集挙動はSmoluchowskiのモデルによって予測できることを示して凝集速度定数を求め、低い温度ほど凝集速度定数は小さく、長期間安定して保存できると明らかにしている。</p> <p>第4章では、ドイツとカナダの研究機関と国際協力による国際航空輸送中のUFB安定性と、物性を変化させない輸送時の液充填方法を見出している。また振動試験を実施し、輸送中の振動に由来した液流動に伴うUFB凝集の可能性を指摘している。さらにPTA法の数濃度測定誤差の原因を明らかにし、解決策について示唆している。</p> <p>第5章では、超音波照射によってUFBを不安定化し除去できることを示している。ゼータ電位および電気化学的液物性測定からUFBの不安定化メカニズムを解明している。商用PTA装置でのUFB分析では、UFBからのレーザー光散乱強度および屈折率について議論し、より汎用性の高い屈折率推定方法を提案している。</p> <p>第6章は本論文の結論であり、全体の総括とともに得られた知見についてまとめ、今後UFB研究における注意点や報告すべき事項について示唆している。</p> <p>以上要約すると、本論文では水中のUFBの基礎物性を明らかにし、主要なUFB数濃度計測装置の改善点と新たな物性解析手法を提案している。これらの成果は工学上寄与するところが極めて大きく、よって、本論文の著者は博士(工学)の学位を受ける資格があるものと認める。</p>			
学識確認結果	学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査委員会で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。 また、語学(英語)についても十分な学力を有することを確認した。		

※ ○○ ○○には審査担当者氏名、△△△△には、「上記審査会委員」等と記載する。