

## 論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨の公表

学位規則第 8 条に基づき、論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨を公表する。

○氏名	生藤 大典 (いけふじ だいすけ)
○学位の種類	博士 (工学)
○授与番号	甲 第 1097 号
○授与年月日	2016 年 3 月 31 日
○学位授与の要件	本学学位規程第 18 条第 1 項 学位規則第 4 条第 1 項
○学位論文の題名	多面体パラメトリックスピーカを用いた高音質な 3 次元音場再生の研究
○審査委員	(主査) 西浦 敬信 (立命館大学情報理工学部教授) 山下 洋一 (立命館大学情報理工学部教授) 平林 晃 (立命館大学情報理工学部教授)

### <論文の内容の要旨>

本博士論文では、超音波を活用した新しいスピーカシステムであるパラメトリックスピーカに着目し、多面体パラメトリックスピーカを用いた高音質な 3 次元音場再生手法を提案した。具体的には、パラメトリックスピーカを用いた反射型音像再生技術「音像プラネタリウム」に着目し、高音質かつ高臨場音空間の構築を目指し多様な音空間において、①高音質に音響信号を再生可能な変調技術の開発、②音響信号を再生するための復調距離を推定可能な復調評価指標の策定、③固定音像に加え移動音像も表現可能な高臨場音空間の構築を行った。

パラメトリックスピーカは超音波を可聴音で変調し、空気中に大音量にて放射することで、空気の重さや粘性により可聴音が空気中にて復調するという仕組みである。高い直進性を持つ超音波を利用するため、特定の方向にのみ音を伝達できるという画期的なスピーカシステムであるが、低域の再生および可聴音を伝達可能な距離推定が大きな課題となっていた。そこで本論文では、新たな変調方式となる重み付き両側波帯変調方式を提案することで低域信号の再生能力を改善するとともに、復調に必要な距離を推定可能な復調評価指標を策定した。

また、パラメトリックスピーカを用いて構築した音像は、放射方向を物理的に制御しない限り 1 箇所固定されるため、音像プラネタリウム方式では受聴者に移動音を提示できないという問題に対して、多面体形状に超音波素子を配置した多面体パラメトリックスピーカを開発し、壁面上を移動する音像の構築手法を提案した。

< 論文審査の結果の要旨 >

本論文では、パラメトリックスピーカの変調方式、復調距離推定および移動音像の構築を中心に高音質な 3 次元音場再生について研究を行い、その有効性を評価実験により確認した。これまで多数の変調方式が提案されているが、高音質と高音圧を両立した変調方式は過去例がなく、実用化という観点からも注目度の高い研究といえる。またパラメトリックスピーカの直進性については公知であるが、復調距離に関しては未知数な部分も多く、特に環境と復調距離の関係を明らかにすることは、実用化という観点では必要不可欠な研究といえる。最後に多面体パラメトリックスピーカにより移動音像を表現する技術は、映像との親和性も高く、今後プロジェクションマッピング技術とのコラボレーションも大いに期待できる。

特に本論文では、技術提案に留まらず理論から実環境での評価も行っており、学術的にも高く評価できる。電気音響分野で古くから研究されていた非線形音響技術に対して、超音波の特性を積極的に導入することで、新しい音響再生システムの可能性を見出しただけでなく、実用化についても一定の道筋を立てることに成功しており、この先導的な研究は、情報理工学、特に音情報処理分野に多大な貢献をしたと評価できる。

本論文の審査に関して、2016 年 2 月 2 日（火）に公聴会を開催した。公聴会では、論文内容に関する質疑を行い、各方面から学位申請者の考え方を問うことによって本論文を審査した。その結果、本論文は博士の学位に値する論文であると確認した。

< 試験または学力確認の結果の要旨 >

本論文の主査は、学位申請者と本学大学院情報理工学研究科情報理工学専攻博士課程後期課程在学期間中に、研究指導を通じ、日常的に研究討論を行ってきた。また、本論文提出後、主査および副査はそれぞれの立場から論文の内容について評価を行った。

本論文の審査に関して、2016 年 2 月 2 日（火）15 時 00 分～16 時 10 分 立命館大学びわこくさつキャンパスクリエーションコア 5F メディア情報学科会議室において公聴会を開催し、学位申請者による論文要旨の説明の後、審査委員は学位申請者 生藤大典氏に対する口頭試問を行った。各審査委員および公聴会参加者より、復調指標の先行研究、側波帯に対する重み制御、パラメトリックスピーカの変調原理、移動音像に対する移動感、多面体スピーカの性能、実験結果の有意差などに関する質問がなされたが、いずれの質問に対しても学位申請者の回答は適切なものであった。学位申請者は、本学学位規程第 18 条第 1 項該当者であり、論文内容および公聴会での質疑応答を通して、学位申請者が十分な学識を有し、博士学位に相応しい学力を有していると確認した。

以上の諸点を総合し、学位申請者に対し、本学学位規程第 18 条第 1 項に基づいて、「博士（工学 立命館大学）」の学位を授与することが適当であると判断する。