

氏名(本籍)	えのき だ つばさ 榎 田 翼 (静岡県)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	博甲第6450号
学位授与年月日	平成25年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審査研究科	システム情報工学研究科
学位論文題目	金管楽器人工吹鳴における唇の振動計測と自励発振の制御に関する研究
主査	筑波大学准教授 博士(工学) 若槻尚斗
副査	筑波大学教授 工学博士 水谷孝一
副査	筑波大学教授 Ph.D.(工学) 堀憲之
副査	筑波大学教授 工学博士 安信誠二
副査	筑波大学助教 博士(工学) 海老原格

論文の内容の要旨

金管楽器は奏者の息と管体からの圧力応答による相互作用により発生する唇の自励発振により発音する。本研究は、金管楽器を人工吹鳴させる際に吹鳴音を決定づける発音特性パラメータの条件を計測により求めることを大きな目的としている。ここでの発音特性パラメータとは、吹鳴動作に関するパラメータである。本論文では主として吹鳴圧と唇アパチュアが扱われ、またマウスピースに接触する唇の圧力も部分的に扱われている。実験では、これらのパラメータを機械的に制御することで再現性のある人工吹鳴を行っている。吹鳴音の音高の変化に着目し、唇アパチュアの協調的な開閉がアンブシュア形成に重要であることが金管楽器の奏者間で定説となっているにもかかわらず、金管楽器を人工的に吹鳴するにはあまり考慮されてこなかった。そこで、口筋の働きを模倣し上下人工唇を協調的に制御することが人工吹鳴においても有効であるという仮定のもと、アンブシュア可変機構を作製し、アパチュアの変化による吹鳴音高の変化について人間のフィードバックを考慮しない環境下での計測を行った。本論文ではこのアンブシュア可変機構を用い、人工唇の振動の計測および金管楽器の吹鳴時に調整すべき吹鳴圧力とアンブシュアおよび管長のパラメータを制御することで、人工唇の挙動や出力される音高の変化を観測した。

第2章では、人工吹鳴装置および奏者の意見や口筋の動作を考慮したアンブシュア可変機構を考案作製した。本機構はビーズを通した唇側のテグスとサーボホーンとの間にロッドを接続し、モータの回転によりアンブシュアを開閉することで、アパチュアを正面から見た際の横幅を動的に変化させる機構である。本機構を用いてトランペットを吹鳴したところ、人間と同様の吹鳴音高のトランペット音が得られ、アンブシュアによって形成される唇のアパチュアを変化させることで、例えばビブラートのような微小な吹鳴音高の変動を再現することなどが可能となった。

第3章では、唇の振動形態として既に存在が確認されている“外向き発振”および“上向き発振”の両方が比較的容易に測定が可能となるマウスピースの考案と作製を行った。また、実際にこれを用いて奏者および人工吹鳴装置による吹鳴時唇状態の計測結果が示された。これらは従来著者らの提案する奏者の無意識なフィードバック制御を廃することのできる人工吹鳴装置と、唇パラメータを可変のものとするための唇可変

機構と組み合わせて使用することができ、唇の正面および側面から振動形態が視覚的に明らかになるという点で効果的で新しい手法である。

第4章では、発音特性パラメータの計測を行った。歯面接触圧力という観点から、本装置による人工吹鳴金管楽器の初学者よりはプロ奏者の奏法に類似していることが見出された。また、第2章で提案したアンブシユア可変機構を用いて、アパチュアと吹鳴圧を変化させて人工吹鳴実験を行い、吹鳴周波数においてアパチュアと吹鳴圧の両者の変化に対してヒステリシス特性を呈することが確認された。これは、吹鳴中にアパチュアを変化させる本装置によりはじめて観測されたものである。人工吹鳴装置による音高遷移実験において、一般的に奏者が考える「アパチュアを小さくすることで吹鳴音高が上昇する」という一般的な考えについて、それとは逆の現象が起こる場合もあることが示された。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、金管楽器奏者の吹鳴における音高を決定するパラメータに関して、人工吹鳴実験のうち唇のアパチュアをはじめとするパラメータが人間の唇の形状（アンブシユア）によって変化することに着目し、アンブシユア可変機構を用いた唇振動、歯面接触圧力、吹鳴音高の計測が行われている。従来の金管楽器に関する知見は、奏者の主観に基づく曖昧ものが多くあったが、人口吹鳴という手段により、奏者の主観および無意識的な制御を排し、一貫して客観的な測定に基いて論をすすめていることは評価できる。特に唇のアパチュアを動的に可変できる機構はこれまでになく、これにより金管楽器の吹鳴におけるアパチュアの効果が客観的に計測可能となったことは特筆すべき点と認められる。これらの成果により、後続の研究者は吹鳴音高を変化させるパラメータを動的に変化させる計測が可能となり、金管楽器の自動演奏の実現や発音機構に関する研究が推進されることが期待される。

平成25年1月22日、システム情報工学研究科において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。