

浮揚平板が超音波導波路内音場に及ぼす影響

Acoustic Field Around a Planar Object Levitated in an Ultrasound Waveguide

H30海自62

派遣先 第21回非線形音響に関する国際シンポジウム(アメリカ・サンタフェ)

期間 平成30年7月8日～平成30年7月13日(6日間)

申請者 同志社大学 大学院理工学研究科

博士課程前期2年 増田 憲太郎

海外における研究活動状況

研究目的

非接触搬送技術は、被搬送物を空中に浮揚させることで、生産ラインなどにおける被搬送物の欠損や汚染を防ぐことが可能である。特に平板状物体の非接触搬送技術はシリコンウエハや液晶ディスプレイ用ガラス基板など、実用的な搬送物体に応用可能であるため工学的価値が高いと言える。また本研究では、紙のような剛性・平坦度が低い物体の非接触搬送についても研究対象としている。

海外における研究活動報告

申請者は平成30年7月9日から13日にかけてアメリカ合衆国ニューメキシコ州サンタフェにて開催された国際学会“The 21st International Symposium on Nonlinear Acoustics (ISNA)”に参加した。本国際学会では音波の非線形現象に関する研究発表が行われ、物理、生物、医学などの幅広いセッションが設けられた。申請者は学会2日目の“Microfluidics”という音波を用いて微小物体をマニピュレーション(操作)するセッションにおいて、“Acoustic field around a planar object in an ultrasound waveguide”と題して口頭発表を行った。発表

内容は以下の通りである。

非接触搬送技術とは、被搬送物を空中に浮揚させることにより、非接触で物体を搬送する技術である。代表的な非接触搬送技術としては、空気圧、磁力、超音波を用いたものがある。申請者らのグループは、比較的簡易な装置で構成され、搬送対象を選ばないという利点を持つ超音波による非接触搬送技術について研究している。超音波による非接触搬送では搬送対象として主に微小球を扱っていた。一方で、平板の非接触搬送はシリコンウエハの搬送などに応用可能な技術であり、近距離場音波浮揚が報告されている。本手法では、優れた耐荷重性が実現できるものの、浮揚距離は数十 μm と小さく、被搬送平板は剛性・平坦度が高いものに限られている。そこでわれわれはたわみ振動板と反射板からなる超音波導波路を作製し、その内部に発生する音響定在波を利用した平板の非接触搬送を検討した。その結果、ポリスチレン平板(25×25×1 mm, 1.03 g/m³)を導波路内で浮揚、搬送することに成功した。平板の浮揚距離は約2.5 mmであり、従来手法より高い浮揚距離を実現することができた。平板の搬送においては、2種類の手法で平板をコントロールすることができた。また、有限要素解析で導波路内音場のシミュレーショ

ンを行い、平板の浮揚能力と関係する浮揚平板周囲の音圧を計算することで平板の搬送の安定化を図った。その結果、平板が特定の長さを持つ条件で導波路内に $\lambda/2$ 共鳴モードが形成され、導波路内の音圧が高くなることが分かった。それに伴い、平板周囲の音圧も高い値を示した。これより、平板の形状を理想化することで、平板の浮揚能力を向上し、安定して搬送できる可能性が示唆された。

上記の発表内容について、特に有限要素解析でのシミュレーション条件に関する質問をいただいた。それらの質問では我々の研究グループが考慮していないシミュレーション条件も含まれており、今後の研究を進める上で非常に貴重なアドバイスとなった。また、この国際学会で普段の国内学会では聞くことのできない、世界の大学の教授や学生の発表を拝聴することで最先端の研究を知ることができ、研究活

動に対する大きなモチベーションとなった。しかしながら、自らの英語発表の拙さも実感することになり、これからの研究生活での英語スキルの必要性を再確認した。今回の海外渡航では、学会での発表、質疑応答で得たアドバイスなどの学術的な面に加えて海外での生活などの貴重な経験を得ることができた。今回の海外渡航で得た様々な経験やアドバイスを存分に活かし、今後も研究に励んでいきたいと考えている。

末筆ながら、今回の国際学会参加にあたり、貴財団から多大なる支援をいただいたことに関しまして、心よりお礼申し上げます。

**この派遣の研究成果等を発表した
著書、論文、報告書の書名・講演題目**

K. Masuda, D. Koyama, M. Matsukawa, "Noncontact Transportation of Planar Object in an Ultrasound Waveguide" (学会プロシーディングスに掲載予定)