

第2次高調波励振により阻害されるパラメトリック振子の回転 Rotation Disturbed by Second Harmonic Excitation in Parametrically Excited Pendulum

H25海自47

派遣先 工学における非線形力学：モデル化、解析、応用
(イギリス(スコットランド)・アバディーン)

期 間 平成25年8月19日～平成25年8月25日(7日間)

申請者 長崎大学 助教 横 井 裕 一

海外における研究活動状況

研究目的

本研究は、パラメトリック振子と呼ばれる非線形力学系の非線形特性を自然エネルギー収集技術に応用することを目的としている。この非線形特性を活かせば、海洋の波の上下運動が収集可能な1次元方向の振動となり、振子の回転軸に回転型発電機を取り付けることで波動発電が期待できる。本発表は、高い変換効率を達成するために無視することができないエネルギー源(波動)への影響を考慮した結果を報告するものである。

海外における研究活動報告

2013年8月21日(水)～23日(金)にかけてイギリス・スコットランドのアバディーン大学において開催された国際会議Nonlinear Dynamics in Engineering: Modelling, Analysis and Applicationsへの参加および発表を行った。この会議は、アバディーン大学にある応用力学研究センター(Centre for Applied Dynamics Research)が主催し、その設立10周年を記念して催された。同センターは、機械系を中心とした様々な工学系における非線形動力学を研究対象とする世界でも有数の研究機関である。

申請者は、博士後期課程1年のときに3ヶ月間(2008年9月中旬～12月中旬)、同センターに研究滞在した際に、この会議で発表した研究テーマの本格的な立ち上げを行っている。この会議への参加および発表を通じて、本研究発表に関して深い議論を行い、非線形動力学を応用した様々な研究成果を聴講することで、本研究の課題を克服する手法や考え方を得ることができた。

発表題目は「Rotation disturbed by second harmonic excitation in parametrically excited pendulum(第2次高調波励振により阻害されるパラメトリック振子の回転)」である。本発表は、パラメトリック振子と呼ばれる非線形動力学系の非線形特性を自然エネルギー収集技術に応用しようとする一連の研究の中で最新の研究結果を報告するものである。パラメトリック振子には1次元方向の振動を回転運動に変換する特性がある。この非線形特性を活かして、海洋の波の上下運動を1次元方向の振動と見なし、振子の回転軸に回転型発電機を取り付けることにより、波動エネルギーを収集する波動発電が期待される。既存研究では、振動を発生させるエネルギー源が振子の回転に影響されないほど大きい、すなわち無限大であると仮定されていた。しかし、実際の状況を考慮した

場合、特にエネルギー変換効率を見積もる場合には、振子の回転、言い換えればエネルギー収集によるエネルギー源への影響を無視することはできない。本発表では、この影響を考慮し、既存研究で明らかにされている非線形特性の振動パラメータへの依存性がどのように変化するかを検討した結果を報告した。浮体に機械振子を取り付けた単純なシステムでは、エネルギー変換運動を阻害する位相をもつ第2次高調波成分が、振子の質量に伴って増大することを明らかにした。この現象は、波動エネルギーから変換した振子の回転運動エネルギーを波動エネルギーに再び戻すことに相当し、発電効率を大きく減少させる。発表は、これまで考慮されていなかった第2次高調波をも含めたシステムの設計および制御が必要であることを今後の課題として締めくくった。

この研究課題に対し、他の参加者の研究発表を聴講することで、対応策となる設計の可能性を見出すことができた。参考となった発表では振子とバネ・マス系の結合系を取り扱っており、システム全体の現象にバネ・マス系における共振が少なからず影響していることが窺われた。共振はすでによく知られている現象であり、

共振周波数付近で振動の振幅が増大するだけでなく、その前後で位相が反転するという性質がある。発表では詳細な解析結果が報告され、それらから共振を積極的に利用できないかという観点に至った。共振を利用できれば、回転を阻害する第2次高調波成分に対して、その位相を変化させることで、回転を支援する成分に転換できる可能性がある。今後はこの設計方針で研究を進めていきたい。また、本研究に関連する研究を行っている参加者と、今後製作する予定の実験装置について議論する機会を持つことができた。

最後に、国際会議への参加を支援し、このような有益な議論をする機会を与えて下さいました村田学術振興財団と関係者の皆様に深く感謝いたします。

**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**

[当該国際会議の講演論文集]

Yuichi Yokoi and Tsuyoshi Higuchi, Rotation disturbed by second harmonic excitation in parametrically excited pendulum, Book of Abstracts of Nonlinear Dynamics in Engineering: Modelling, Analysis and Applications, p.63, Aberdeen, UK, August 21-23, 2013.