

## ウェーブマシンによる時間的な波動制御

### Temporal wave control using a Shive wave machine

北大工 ○大宮 哲, 友田 基信, 猪野 真大, 藤田 健太郎, 松田 理, Oliver B. Wright  
Hokkaido Univ., °Tetsu Omiya, Motonobu Tomoda, Masahiro Ino, Kentaro Fujita, Osamu Matsuda,  
and Oliver B. Wright

E-mail: skybean-flavor@eis.hokudai.ac.jp

一般に空間的に不連続な境界に音や光などの波が入射する場合、境界で反射波が生成される。このように空間的な物性値変化に起因する波の散乱は自然界にありふれたものである。一方、物性値や波の位相速度が時間的に変化するような媒質でも、この変化に起因して散乱が起こる。このような媒質は時間媒質とも呼ばれ、系の応答速度の観点から速度が大きい波は扱えないなどの課題があり現状での再現は限られているものの、周波数変換や増幅などの興味深い波動現象が予想されている。時間媒質内での波動現象の他の例として、時間境界における反射が理論的に示されている[1]。媒質を操作し位相速度を時間的に変調することで水面の反射波を観測した先行研究は存在するものの[2]、この方法では実現できる変調が制限されている。また、ここで扱った波は速度が大きいため肉眼で観測できず、ハイスピードカメラなどの特殊な機材が必要となる。

本研究では従来よりも自由な変調を行える時間媒質を実現するべく、物理教育などで用いられるシャイブ型ウェーブマシンを基にした新たな波動実験装置(以下ウェーブマシン)を開発する。ウェーブマシンは図1のようにロッドを弦で繋げた構造であり、図2で示される通り質量バネモデルと等価とみなすことができる。ウェーブマシン内の波は位相速度が弦の張力の1/2乗に比例するため、弦に張力変調機構を取り付けることで位相速度を容易かつ自在に制御できる。また振幅が数 cm と大きく位相速度も数 cm/s と遅いため、波の伝播の様子を肉眼で観測できる利点を有している。

本講演ではウェーブマシンによる時間媒質における反射波の実現について述べる。本研究で開発した装置はこれまで理論予測がされながらも実験的報告の乏しかった時間媒質の分野の研究を加速させるとともに、当該装置を更に改良することでより広範な時間媒質に関連する波動現象の実現も可能となるなど高い拡張性を有している。

[1] L. Q. Shui, Z. F. Yue, Y. S. Liu, Q. C. Liu, and J. J. Guo, *Wave Motion* **51**, 1179 (2014).

[2] V. Bacot, M. Labousse, A. Eddi, M. Fink, and E. Fort, *Nature Physics* **12**, 972 (2016)

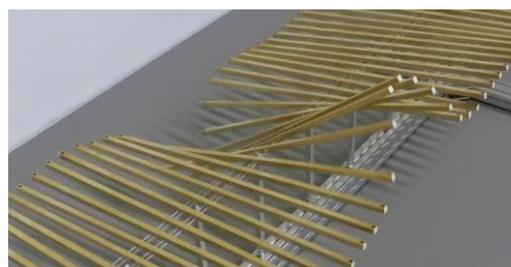


Fig. 1. Photograph of the wave machine.

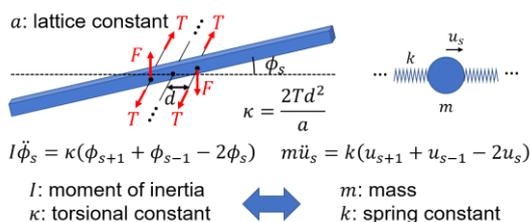


Fig. 2. The equation of a wave machine, which correspond to a mass spring model.