

## 弾性ヒンジ機構を用いたナノ振動細胞加振装置の開発

## Nano vibration cell stimulus device using elastic hinges

○加藤綾子（埼玉医大） 増澤徹（茨城大） 青代敏行（茨城大） 木村孝之（茨城大）

岸田晶夫（東京医科歯科大） 伊藤由樹子（東京医科歯科大） 木村剛（東京医科歯科大）

Ayako Katoh, Saitama Medical University Toru Masuzawa, Ibaraki University

Toshiyuki Aodai, Ibaraki University Takayuki Kimura, Ibaraki University

Akio Kishida, Tokyo Medical and Dental University Yukiko Ito, Tokyo Medical and Dental University

Tsuyoshi Kimura, Tokyo Medical and Dental University

Key Words: Cell stimulus, , Elastic Hinge, Cell function

## 1. はじめに

ナノ振動（振動振幅がナノメートルオーダーで可聴周波数域の振動）が種々の細胞機能に影響を与えることが分かっている。しかし、そのメカニズムは解明されておらず、その解明は今後の再生医療分野へのナノ振動の有効利用に繋がる。ナノ振動と細胞への影響との関連性を特定するためには、振動周波数 100~10k Hz にわたって振動振幅が 100 nm 程度のナノ振動の組み合わせを様々に制御可能な装置が求められる。そこで、我々は安定してナノ振動を発生可能な装置の開発を進めている。本研究では、振動方向を一方方向に制限するために、弾性ヒンジ機構を採用したナノ振動細胞加振装置を開発し、振動の再現性について 5 台の実機による振動測定実験を行った。

## 2. 方法

## 2-1. 弾性ヒンジ型ナノ振動装置の概要

開発した弾性ヒンジ型ナノ振動装置の概要図を Fig. 1 に示す。破線で囲った部分が振動部（細胞培養部）である。弾性ヒンジ機構を採用することにより、振動方向以外の振動を抑制した。また、細胞のダイナミックな様子を顕微鏡下でリアルタイムに観察可能な構造とした。本装置では、振動駆動源に piezo 素子を採用し、piezo 素子を伸縮させることにより、振動部を水平方向に振動させる。また、材料の弾性によりヒンジ部分がばねとして働き、piezo 素子の押し出す力に対抗して振動部を押し戻す構造である。振動部には、直径 15 mm の貫通穴をあけ、底部にカバーガラスを接着することにより、細胞を入れるための穴を形成した。装置の寸法は、ヒンジ幅 2.0 mm、ヒンジ長 5.0 mm、振動部の縦横寸法 22 mm、装置全体の厚さ 12 mm とした。加工性とヒンジの弾性を考慮して、材質は全てアルミニウムとする。piezo 素子は大きさが 5×5×10 mm、最大発生力 850 N の素子を使用し、40 V で駆動する（このときの発生力 226 N）。piezo 素子は、スペーサを介してねじで押さえつけることにより装置に組み込み固定する。また、振動振幅を計測するセンサを設置するために直径 10 mm の穴を piezo 組込位置と反対側の外周に開けた。

## 2-2. 振動特性計測実験

5 台の装置を製作し振動特性計測実験を行った。細胞培養中のアルミ溶出を防ぐため、表面にアルマイト処理を施した。様々な周波数の正弦波電圧を発生させて piezo 素子に印加し、振動部の振動振幅と垂直方向の振動振幅を静電容量変位計で計測した。実験条件は、周波数 100~20k Hz、piezo 素子への与圧を 80 N、計測回数を 3 回とした。

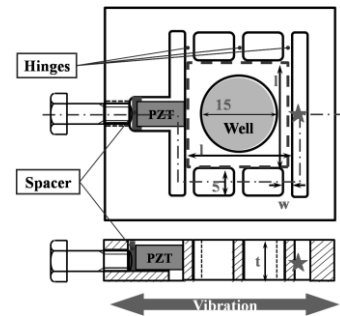


Fig. 1 Nano vibration cell stimulus device utilizing flexure hinge structure

## 3. 結果

Fig. 2 に実験結果を示す。振動方向については、周波数 100~10k Hz において振動振幅 70 nm で安定して振動可能であった。また、共振周波数は 19k Hz であった。垂直方向については周波数 100~5k Hz において振動振幅 10 nm で振動しており、ヒンジ機構により振動方向以外の振動が制限された。同一の装置における 3 回ずつの計測結果は、ほぼ同様の振動振幅となり振動振幅の再現性を確認できた。一方、5 個の装置間の振動特性において、共振周波数や安定振動の範囲などの特性は類似したが、振動振幅には差が見られ、特に 6, 7, 9, 15, 18, 19, 20kHz では標準偏差が増大した。しかし、これには振動ドライバのゲイン調整で対応可能であると考えられる。

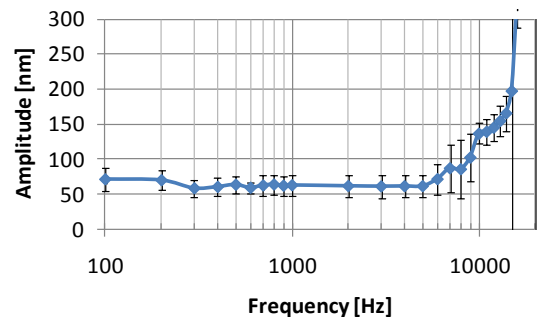


Fig. 2 Vibration characteristic

## 4. まとめ

実機を用いた振動特性計測実験より、振動方向に対して周波数 100~10k Hz にわたって振動振幅 70 nm で再現性良く振動する装置が開発できたことを確認した。装置間のばらつきは多少あるものの、ドライバのゲイン調整で十分対応可能であることが確認できた。今後は細胞実験を行い、接着能や増殖能に関わる因子を解明する予定である。