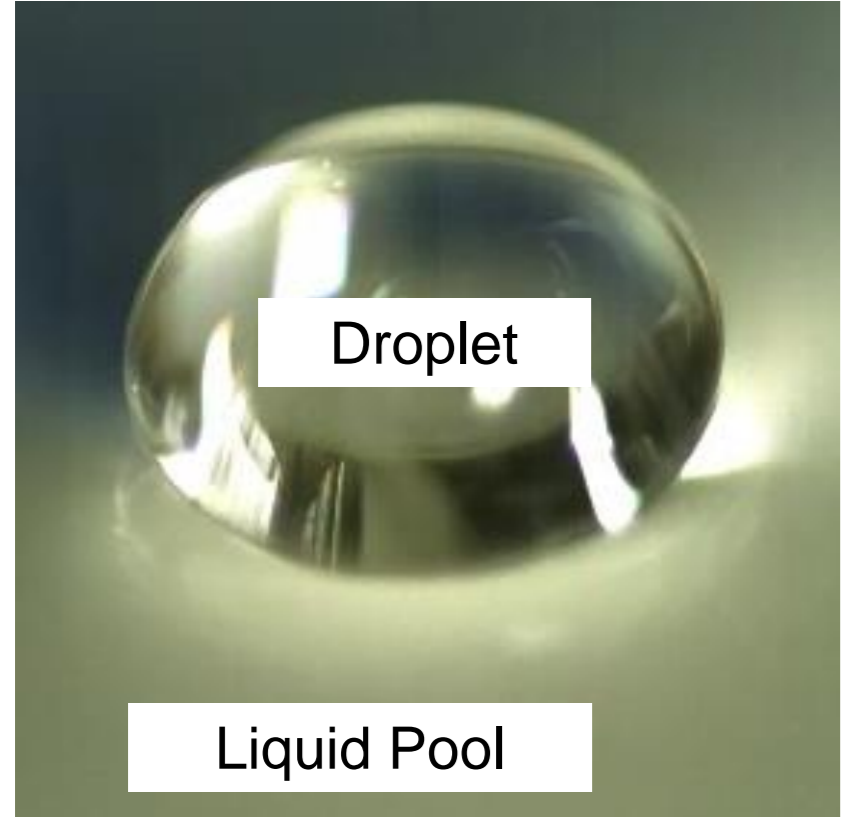


振動数変化により液面上を移動する液滴の保持位置と液面波形の関係

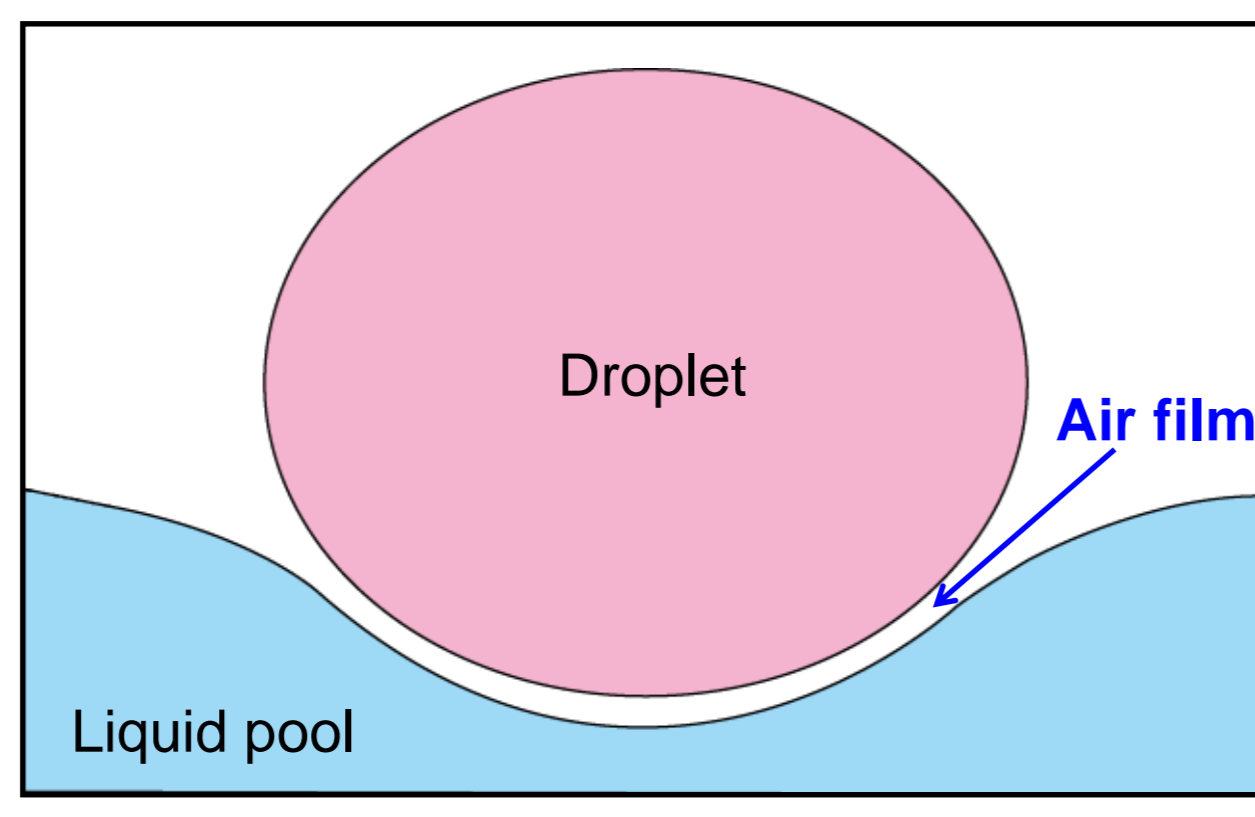
Relations between Surface Wave Profile of Liquid Pool Oscillating with Different Frequency and Position of Droplet Held on Surface

研究目的

液面上に保持された液滴
液面上に液面と同じ液体の液滴が保持される現象[1]



液滴が保持される仕組み
空気層が存在し液滴を保持している[2]



Photograph of a droplet of silicone oil. Diagram of side view of a droplet floating on a liquid surface.
[1] T. Nakai, T. Ueno, K. Kanzawa, T. Goto, Journal of Robotics and Mechatronics, Vol. 23, No. 3, pp. 386-392 (2011).
[2] Y. Couder et al., Phys. Rev. Lett. 94, 177801 (2005).

先行研究[2]: 重力加速度よりも大きい加速度で液面に垂直な振動を加えた場合に保持
先行研究[3]: 保持時間の測定を行い、振動数150~300Hzの範囲で最大寿命15秒

低い振動数での液滴の長時間保持
振動している液面上のどこに滴下しても一定の場所に移動し保持
液面に与える振動数を変化させることで液滴が移動し保持

研究目的

液滴の保持、移動可能な条件の調査
液滴の保持位置周辺の液面の振幅と平均変位の測定

[2] Y. Couder et al., Phys. Rev. Lett. 94, 177801 (2005).
[3] 上野貴浩 日本機械学会 中国四国学生会 第38回学生員卒業研究発表講演会(2008).講演番号612.

液滴の保持、移動可能な条件の調査

実験方法

液体の選定

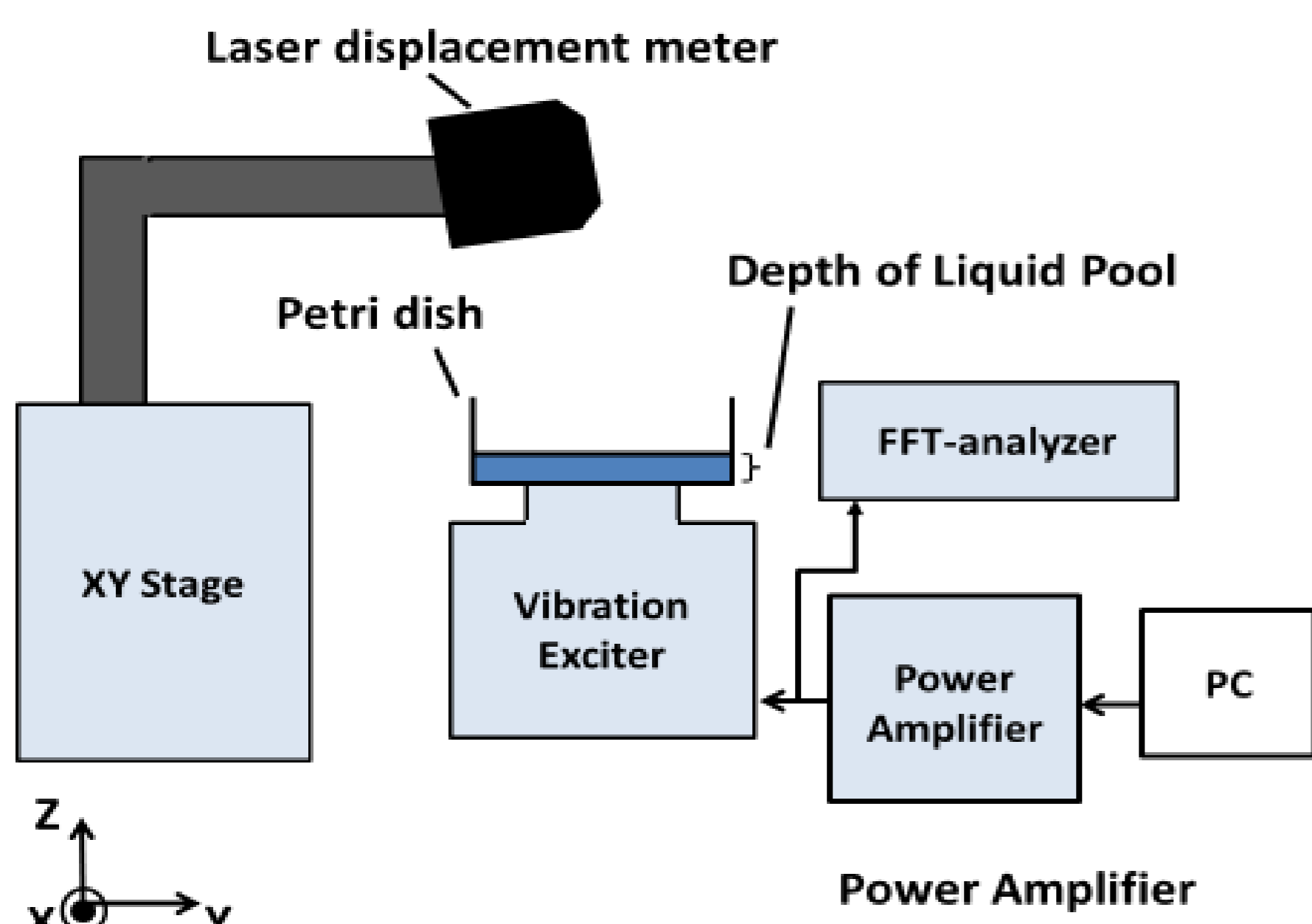
水の場合
長時間保持が困難、振動時には定常波が生じる

シリコンオイルの場合
水よりも定常波が生じにくく、振動がない場合に明らかに液滴の存在確認可能

シリコンオイル(信越シリコン社製KF96-100CS) 特徴
無色透明で耐熱性、耐寒性に優れているほか、広い温度範囲で粘度変化が少ない

	粘性 (mPas)	表面張力 (mN/m)	密度 (kg/m ³)
水(20°C)	1.002	72.75	1000
シリコンオイル	96.5	20.9	965

実験装置の概要図

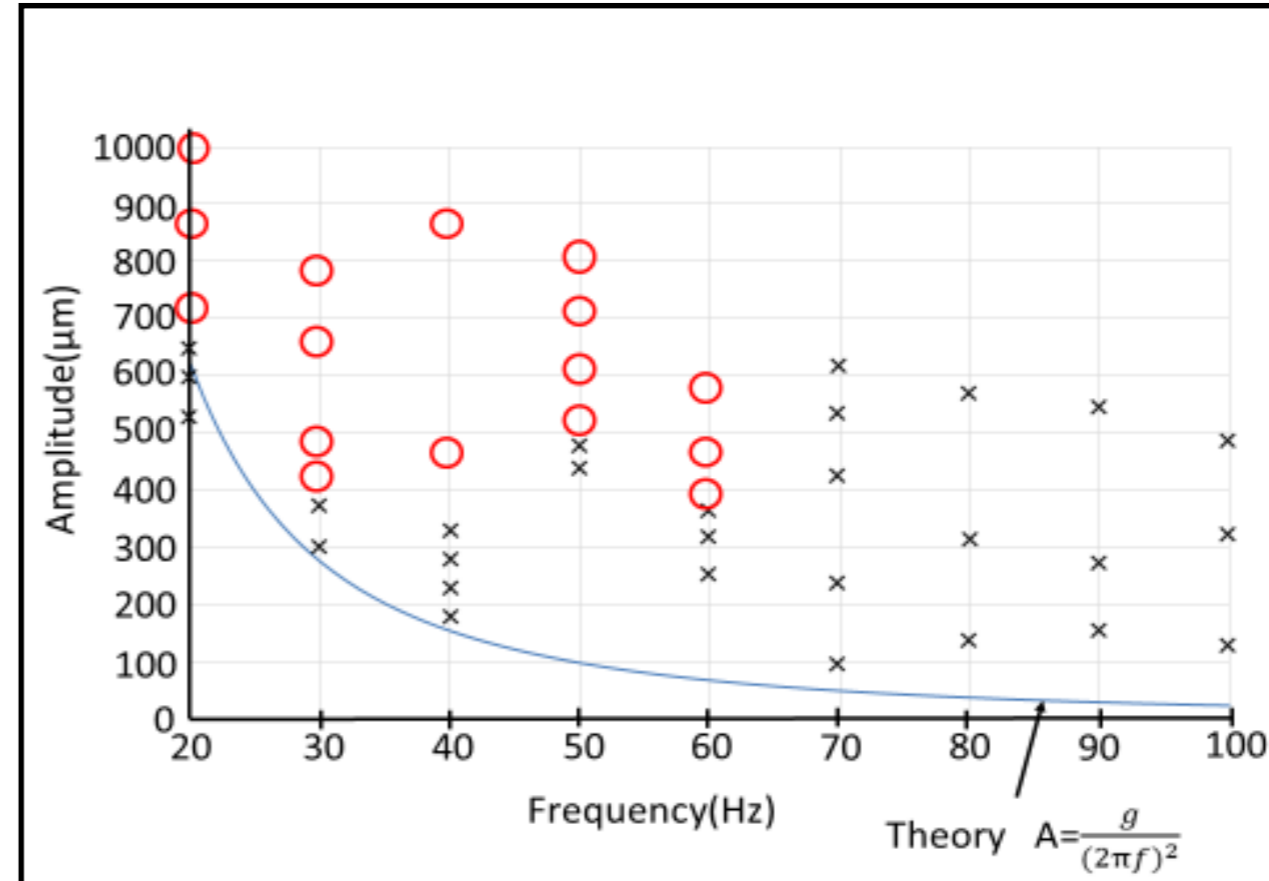


実験条件

液滴のサイズ	直径:約2mm (標準偏差:0.05mm)
液滴の温度	常温
液面深さ	約5.5mm
観察対象	液面 (液滴ないとき)
レーザー変位計 (サンプリング周期)	500μm
測定誤差	±1μm

測定結果

振動数と振幅を変えた時の液滴が保持可能な条件



赤丸 保持可能(30秒以上)
×印 保持不可能

最長の保持時間5h
振動数 50Hz
振幅 600 μm

振動数を変えた時の液滴が移動可能な条件

液滴の移動方法

液面に振動を加え液滴を保持した状態のまま、同時に別の振動を与える
1つ目の信号S1(f1=50Hz)、2つ目の信号S2(200~4000Hz)

シャーレの付け替え前

f2(Hz)	保持判定	V1(V)	V2(V)
200	×	1.15	2.18
315	×	1.09	2.20
400	×	1.12	2.11
500	×	1.46	2.77
800	○	1.42	2.71
1000	○	1.13	2.21
1250	○	1.44	2.81
1600	○	1.42	2.79
2000	○	1.24	2.44
2500	○	1.31	2.55
3150	○	1.35	2.62
4000	×	1.00	2.15

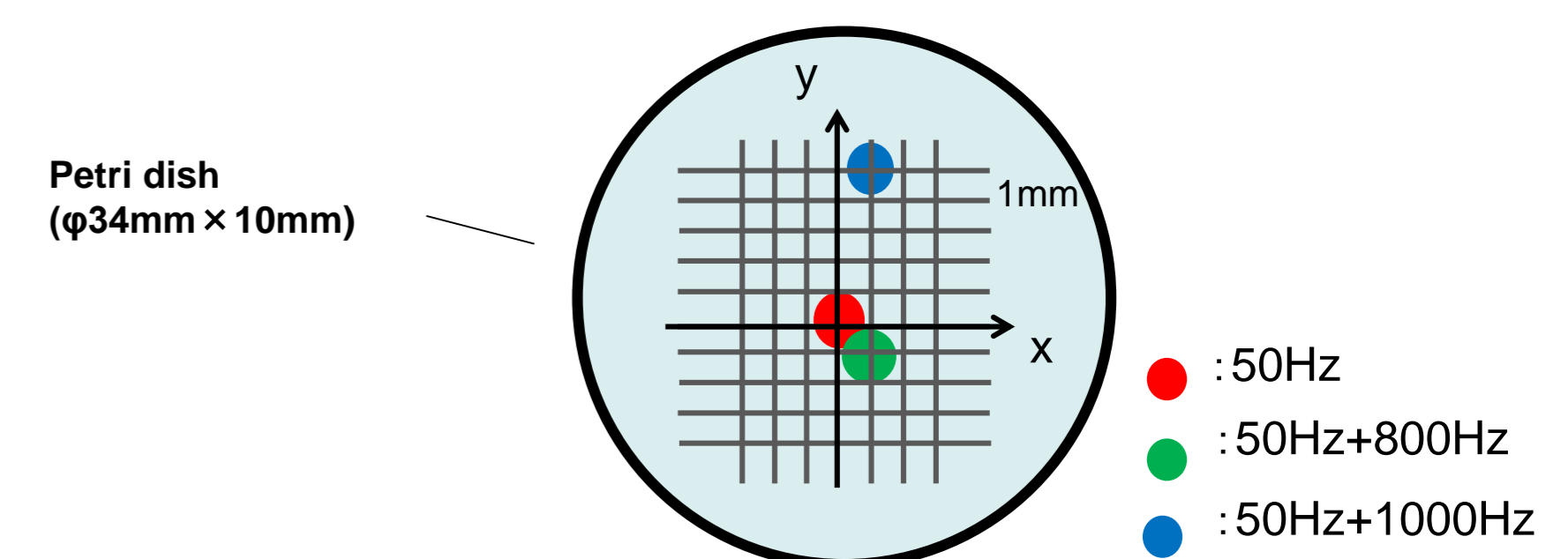
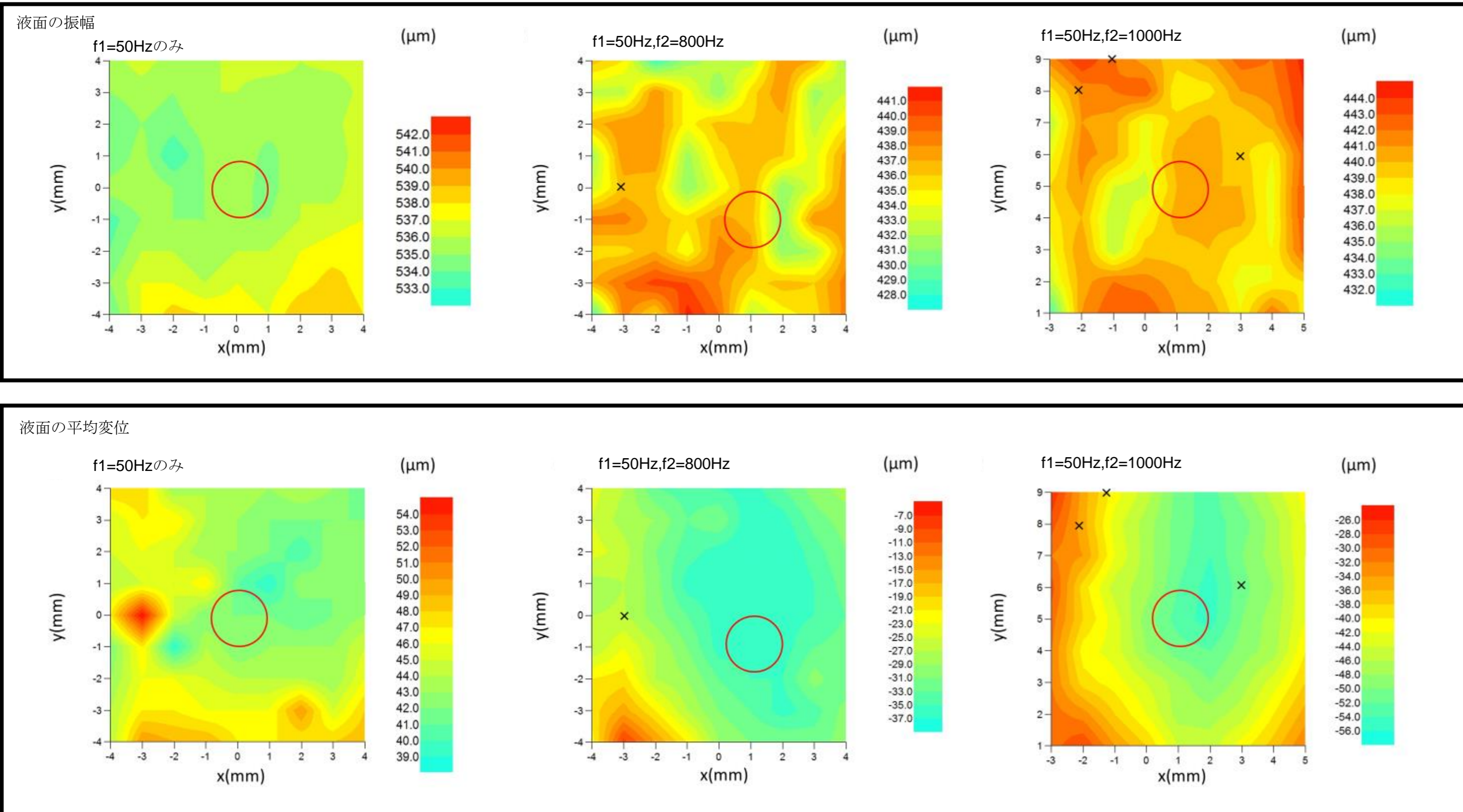
シャーレの付け替え後

f2(Hz)	保持判定	V1(V)	V2(V)
200	×	1.37	2.62
315	○	1.39	2.64
400	○	1.42	1.73
500	○	1.44	2.78
800	○	1.45	2.82
1000	○	1.45	2.83
1250	○	1.45	2.84
1600	○	1.45	2.84
2000	○	1.45	2.84
2500	○	1.45	2.85
3150	○	1.45	2.85
4000	○	1.45	2.84

シャーレを付け替えるごとに液滴の保持する場所や移動する条件が異なる
条件によって液滴の保持位置が移動する
※電圧値V1、V2は信号S1、S2の入力電圧を示す

液滴の保持位置周辺の液面の振幅と平均変位

液面の振幅: 1周期の最大値と最小値の差の1/2
液面の平均変位: 得られた数周期分の変位の平均値



測定条件
信号S1のみ(f1=50Hz)
信号S1+S2(f1=50Hz, f2=800Hz)
信号S1+S2(f1=50Hz, f2=1000Hz)

液面の振幅

測定領域内で液面の振幅が最も小さい場所に存在している場合もあるが
必ずしも液面の振幅が小さい場所に液滴の保持位置があるわけではない
液面の振幅が液滴の保持位置に与える影響は不明

液面の平均変位

測定範囲内で液面の平均変位が最も小さい場所に液滴の保持位置が
存在している場合もあるが、必ずしも液面の平均変位が小さい場所に
液滴の保持位置があるわけではない。液滴の保持位置から数mm離れた
場所に液面の平均変位が最も小さい場所があることがわかる。
液滴の保持位置近辺に液面の平均変位が最も小さい場所がある

まとめ

液面に鉛直振動を加え、その上に滴下した液滴を保持できるときの保持位置周辺の液面の平均変位、また液面の振幅との関係を調べた

- 液滴を保持させる条件として振動数と液面の振幅は重要な役割を担っており、振動数が20~60Hzの時に30秒以上保持する
また振動数毎で液滴を保持させるために液面の振幅の最適な範囲が存在する
- 低周波の振動である50Hzの振動を液面に与え液滴を保持させた状態から高周波の振動を加えることで液滴が3~5mm移動した
また高周波の振動を変動させると液滴の保持位置も変動する。よって液滴の保持位置は与える振動によって決まっている
- シャーレの取り付け方が液滴の保持位置に影響する
- 液滴の保持位置近辺は液面の平均変位が最も小さい場所である
- 液面の振幅は液滴の保持位置との明確な関係性は見られない