

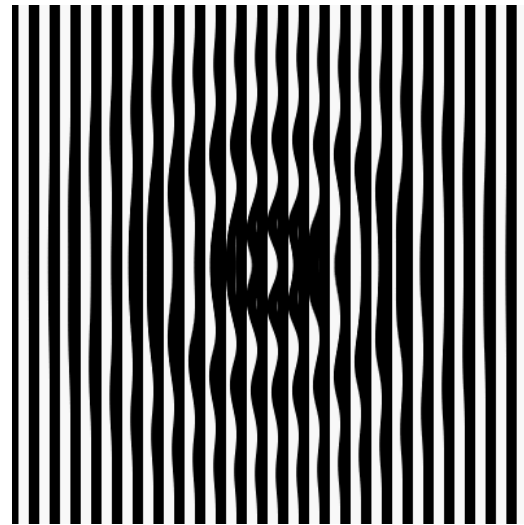
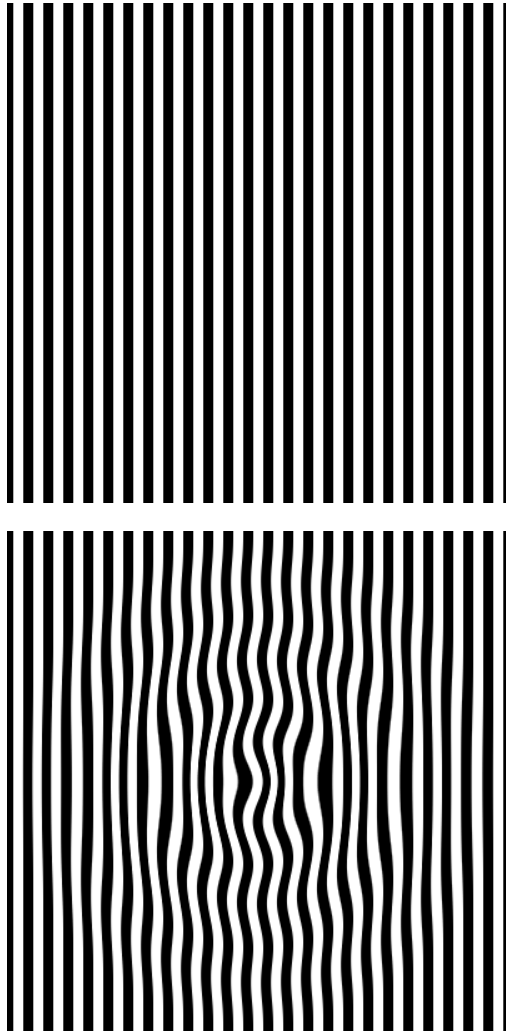
内部重力波の可視化（ふたたび）

福岡大学 乙部直人

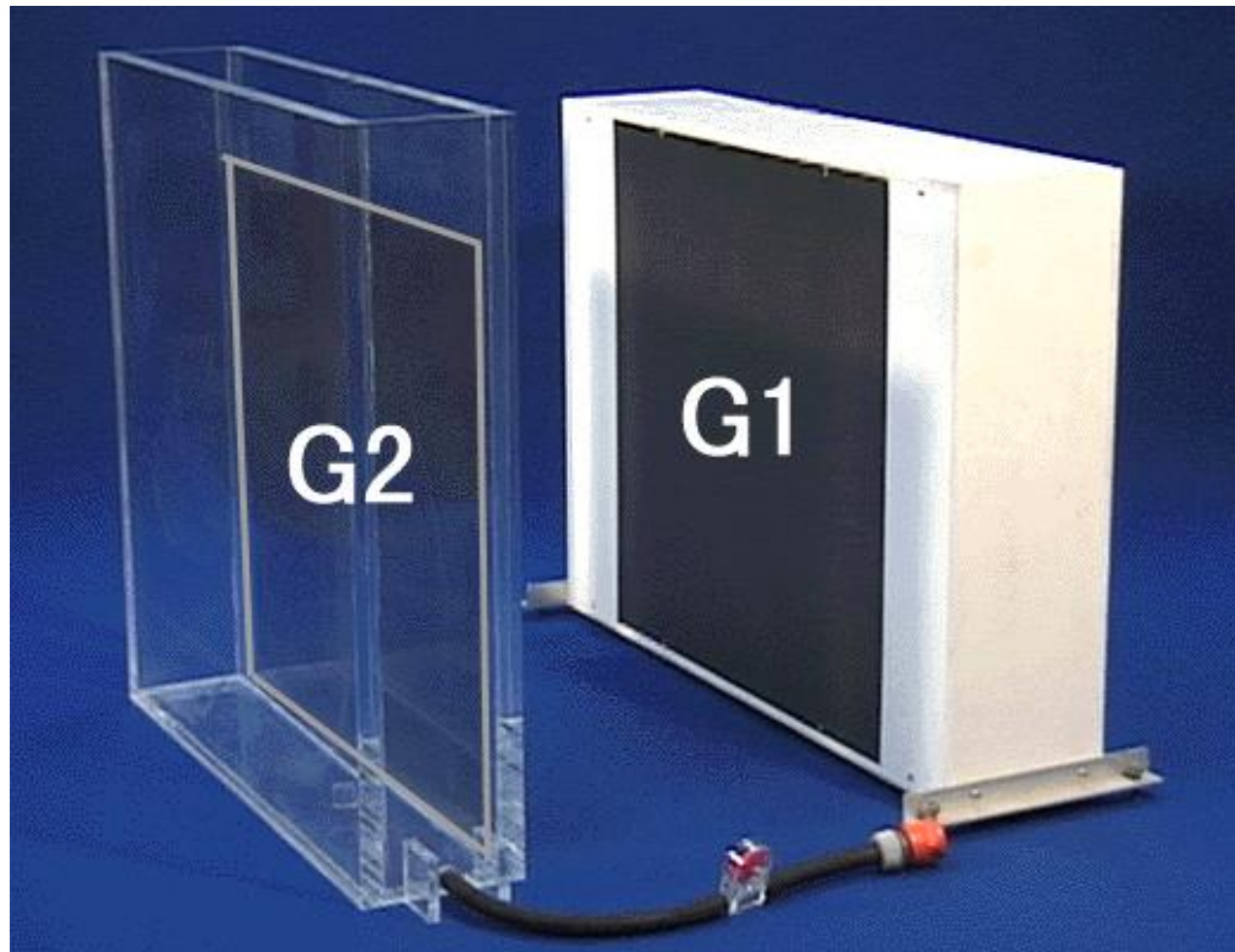
内部重力波

- 成層が復元力の波なのに そのせいでいまいち気持ち悪い波の一つ
- 水槽実験でやると何か工夫しない限り透明なので見えない
- https://www.gfd-dennou.org/arch/riron/wave_li/gravity/pub/gravity.pdf

モアレ法 (酒井式)



モアレ法で内部重力波を見る装置



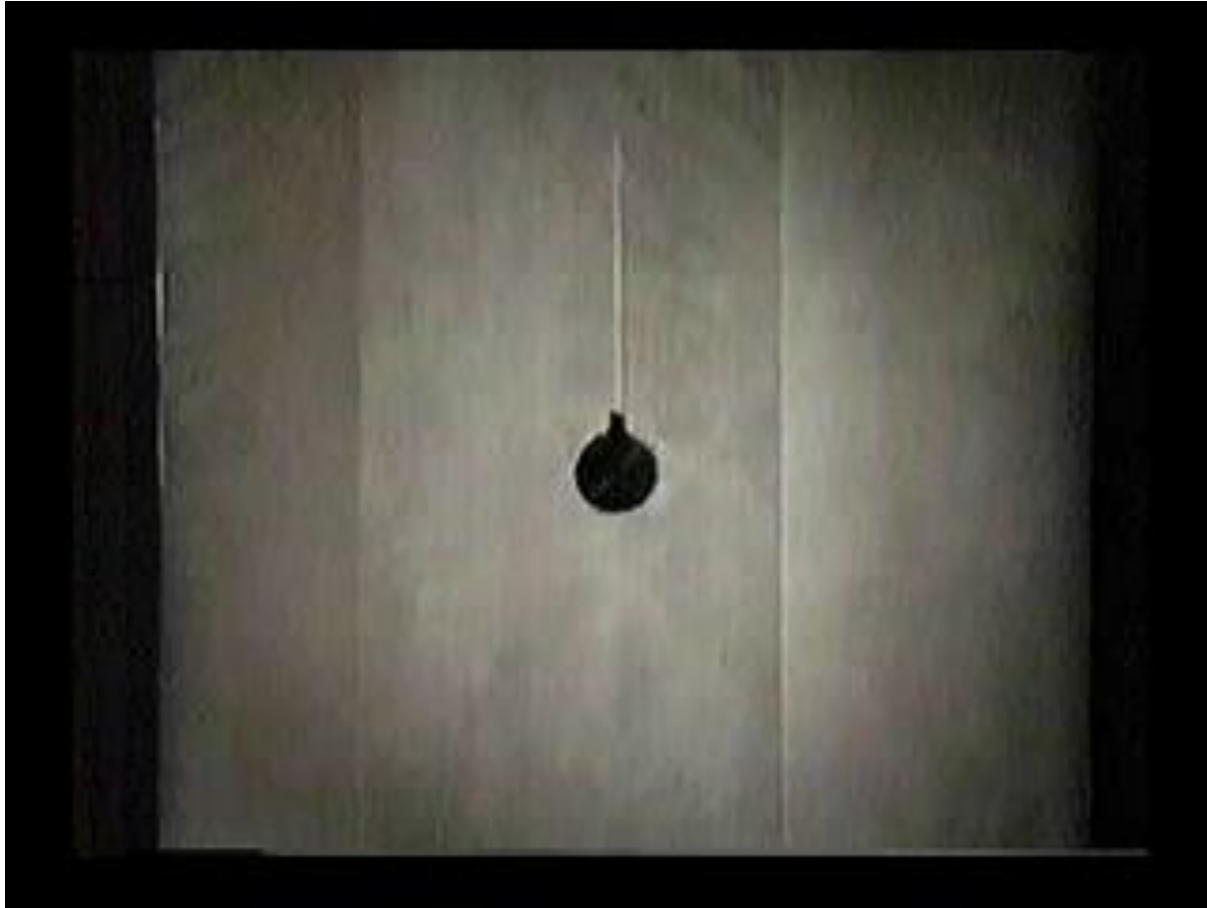
可視化された内部重力波



周期8秒の場合

地球流体基礎実験集(地球流体電脳倶楽部)

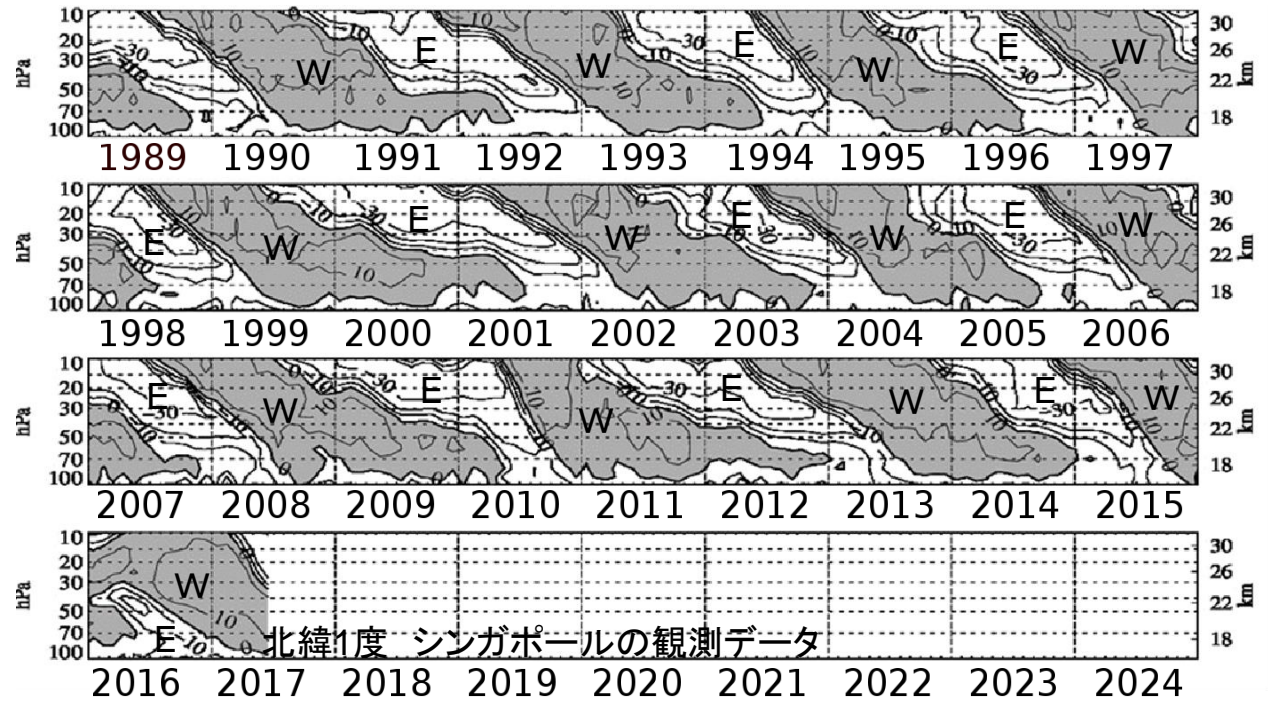
可視化された内部重力波



周期5秒の場合
地球流体基礎実験集(地球流体電脳倶楽部)

QBO

赤道成層圏の東西風が周期的に入れ替わっている現象

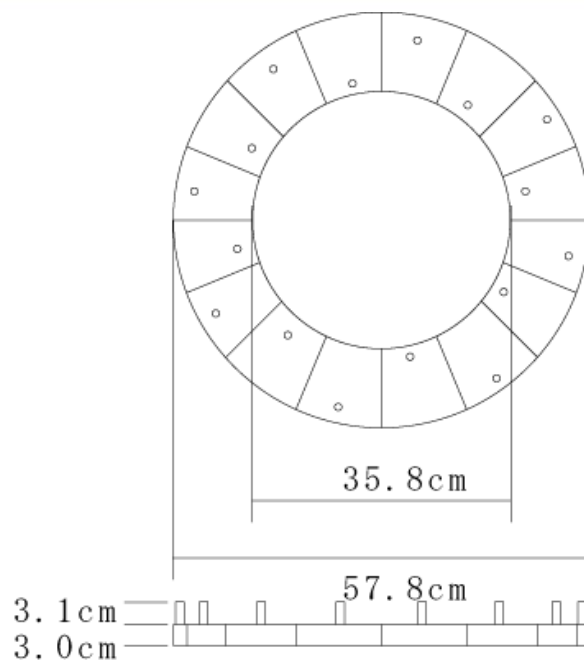
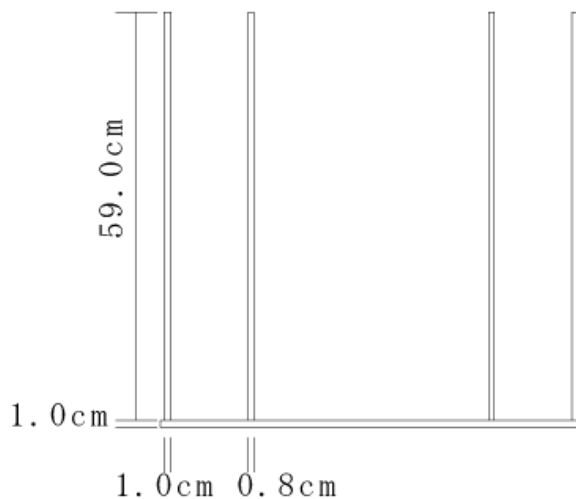
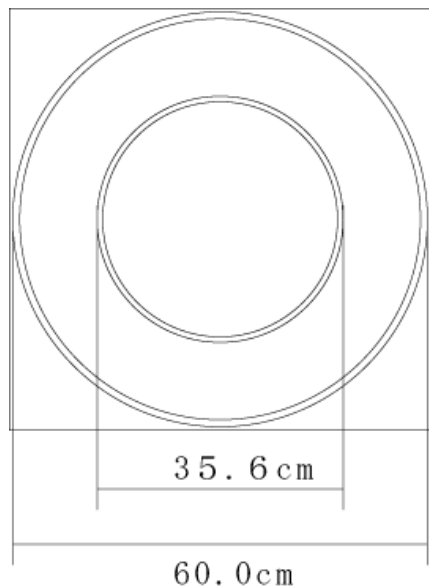


北緯1° シンガポールの観測データ

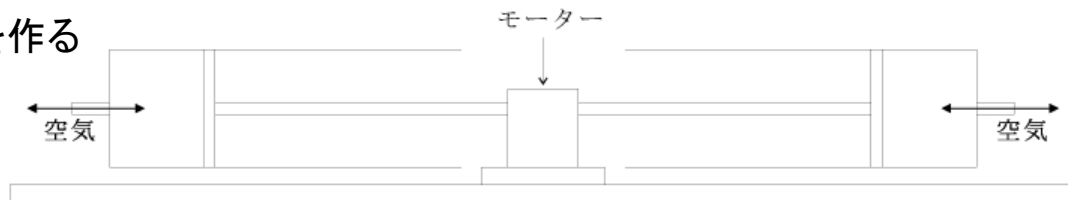
QBO実験

- QBOを再現するといっておこなわれた水槽実験
- 平均流とその中の波が相互作用して平均流が周期的に反転する。
- この平均流シアーでゆがめられた内部重力波を可視化した。

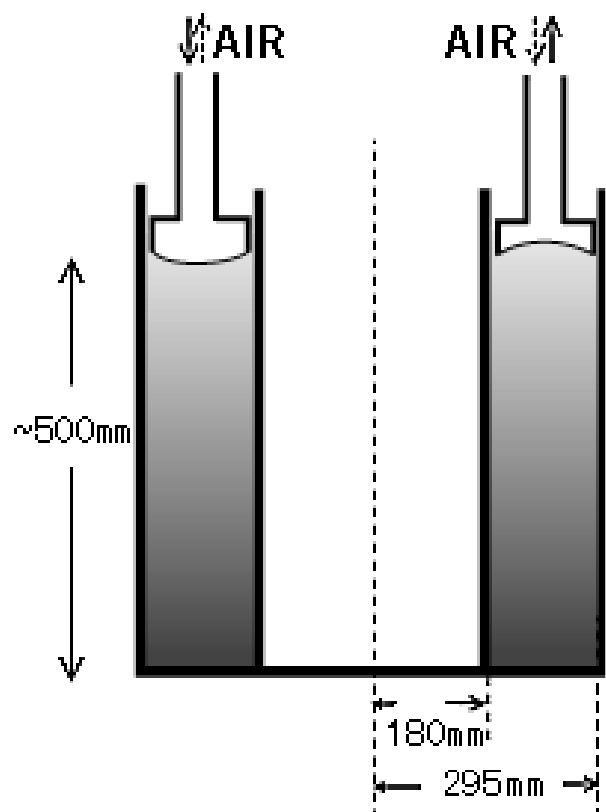
QBO実験装置



- 水槽本体(左上)
- 塩水成層の上に載せるふた(右)
底にゴム膜がはってあり、内部重力波を作る
- 造波装置に空気を送るピストン(下)

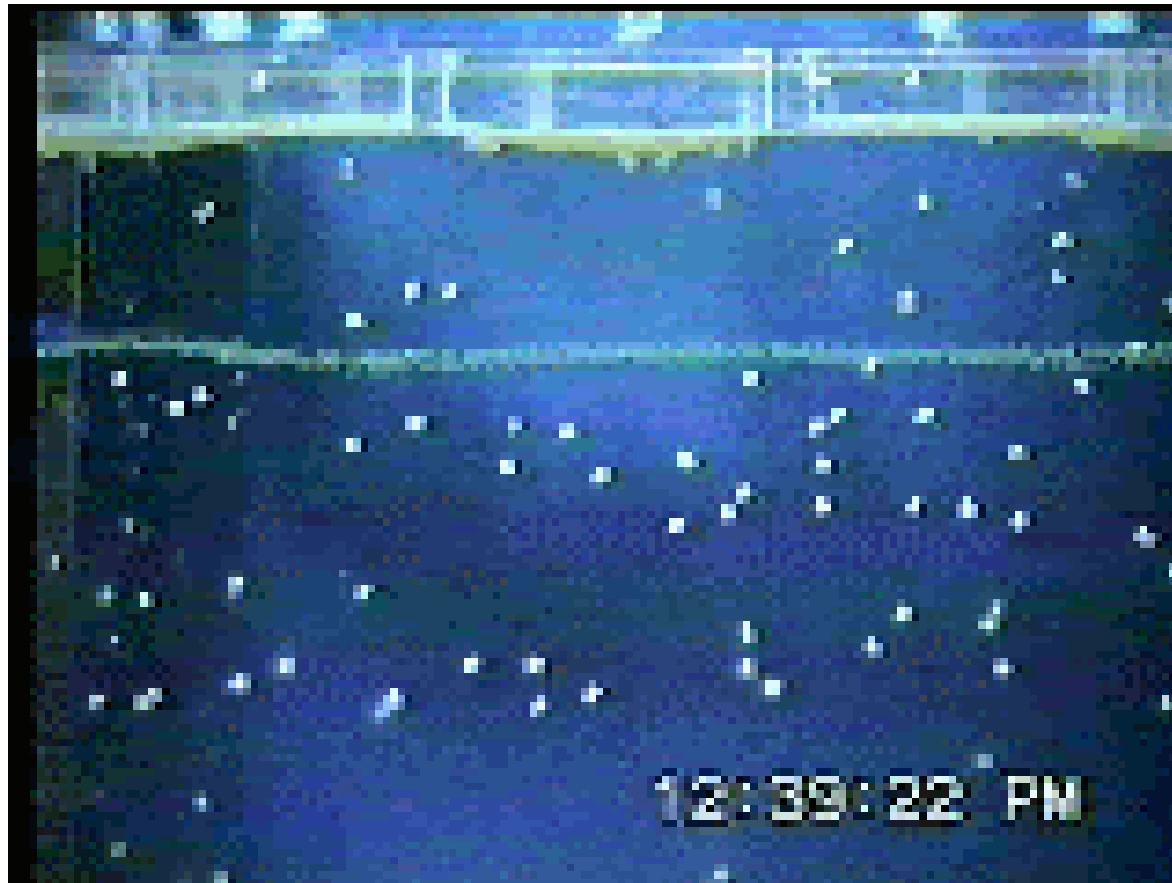


QBO実験装置

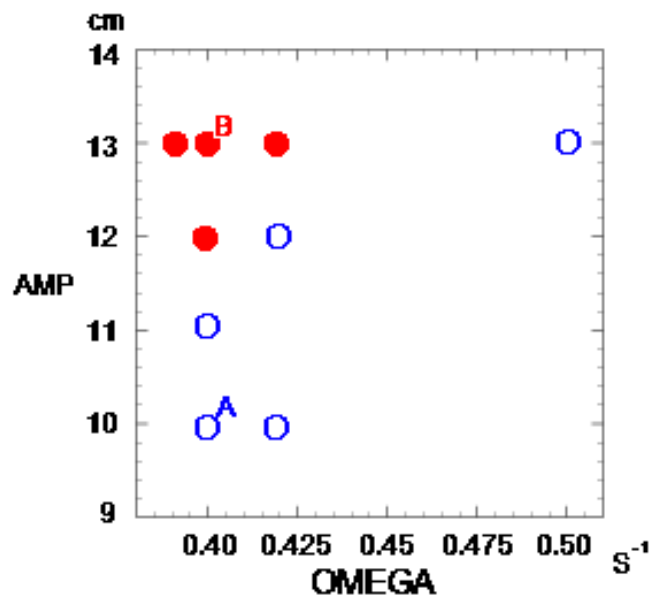


水の上にふたをかぶせて
周期的に表面を上下させることで
波を発生させる

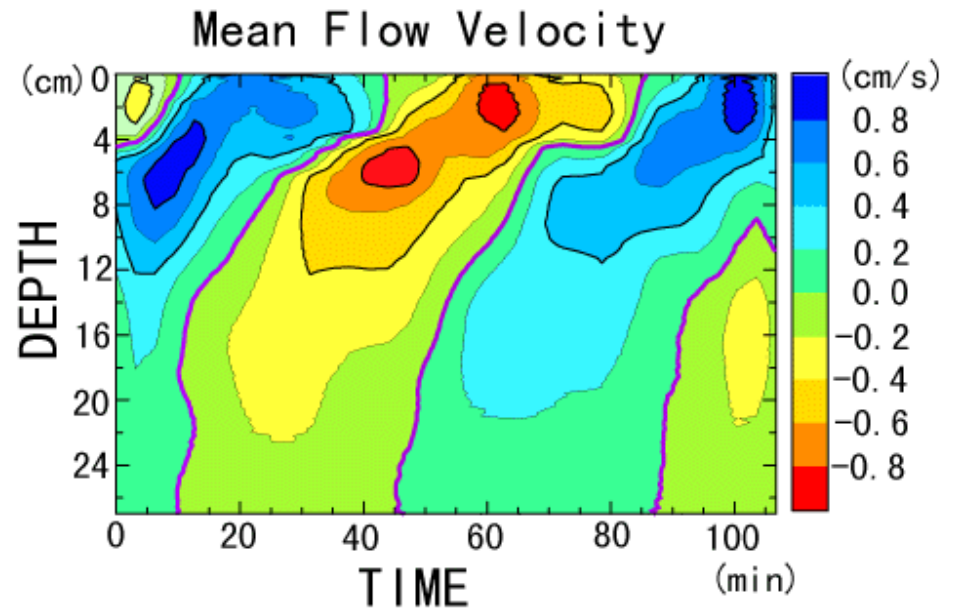
QBO実験（実時間）



QBO実験の結果

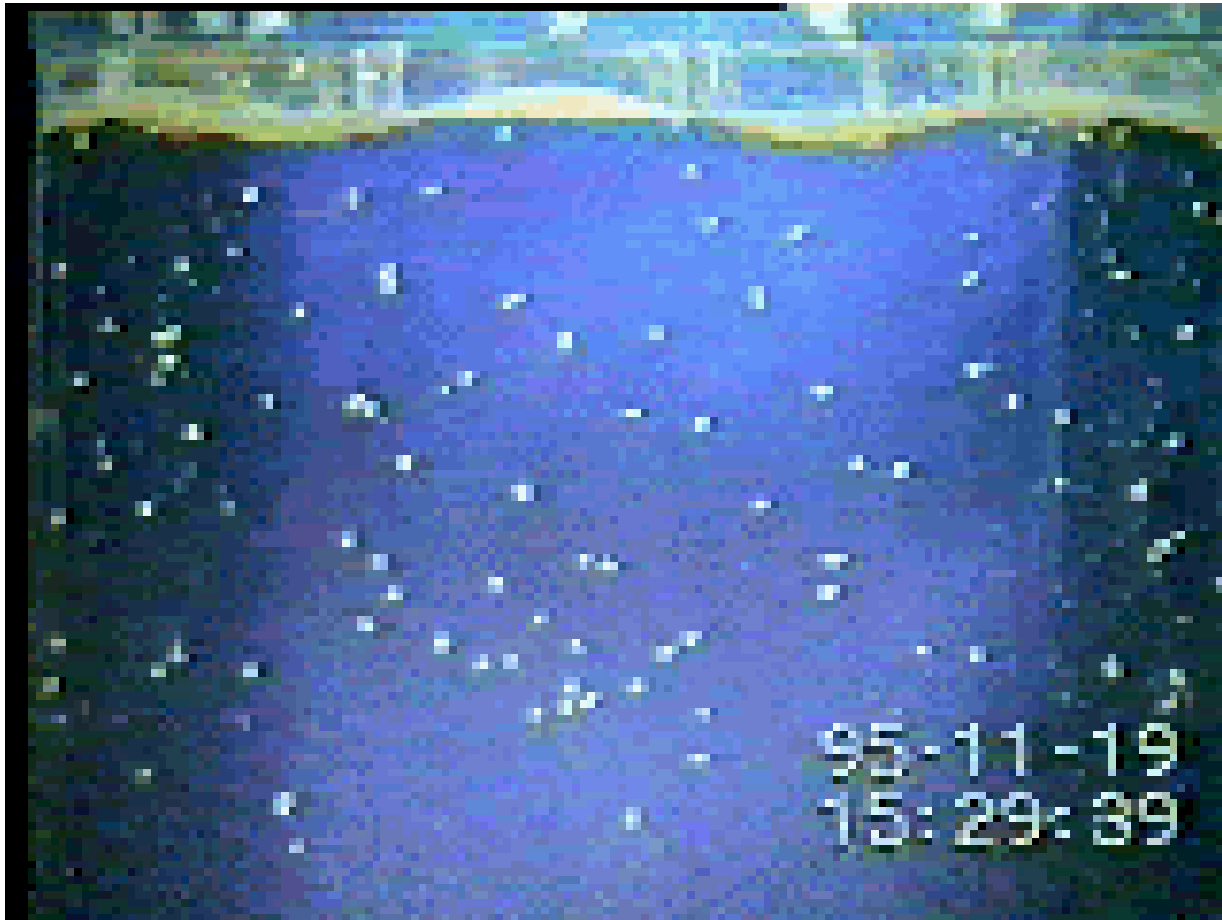


- 流れが反転しなかった
- 流れが反転した



平均流の反転周期は約 80min。
ブラントーバイサラ振動数は 1.4 (/s)。
膜の振動数は 0.4 (/s)。C=1.18 (cm/s)。
ピストンの振幅は 13 (cm) である。

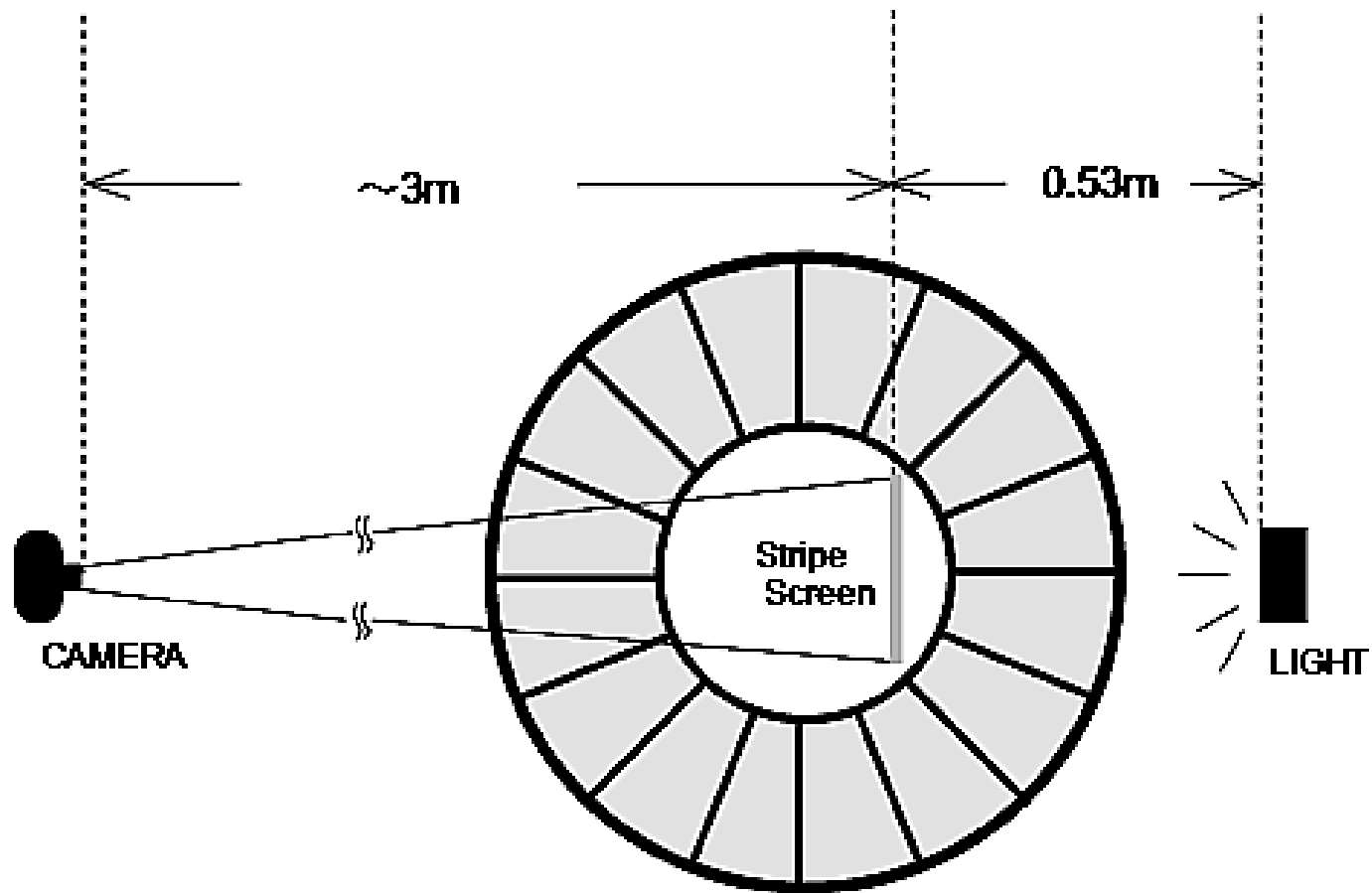
QBO実験 (反転)



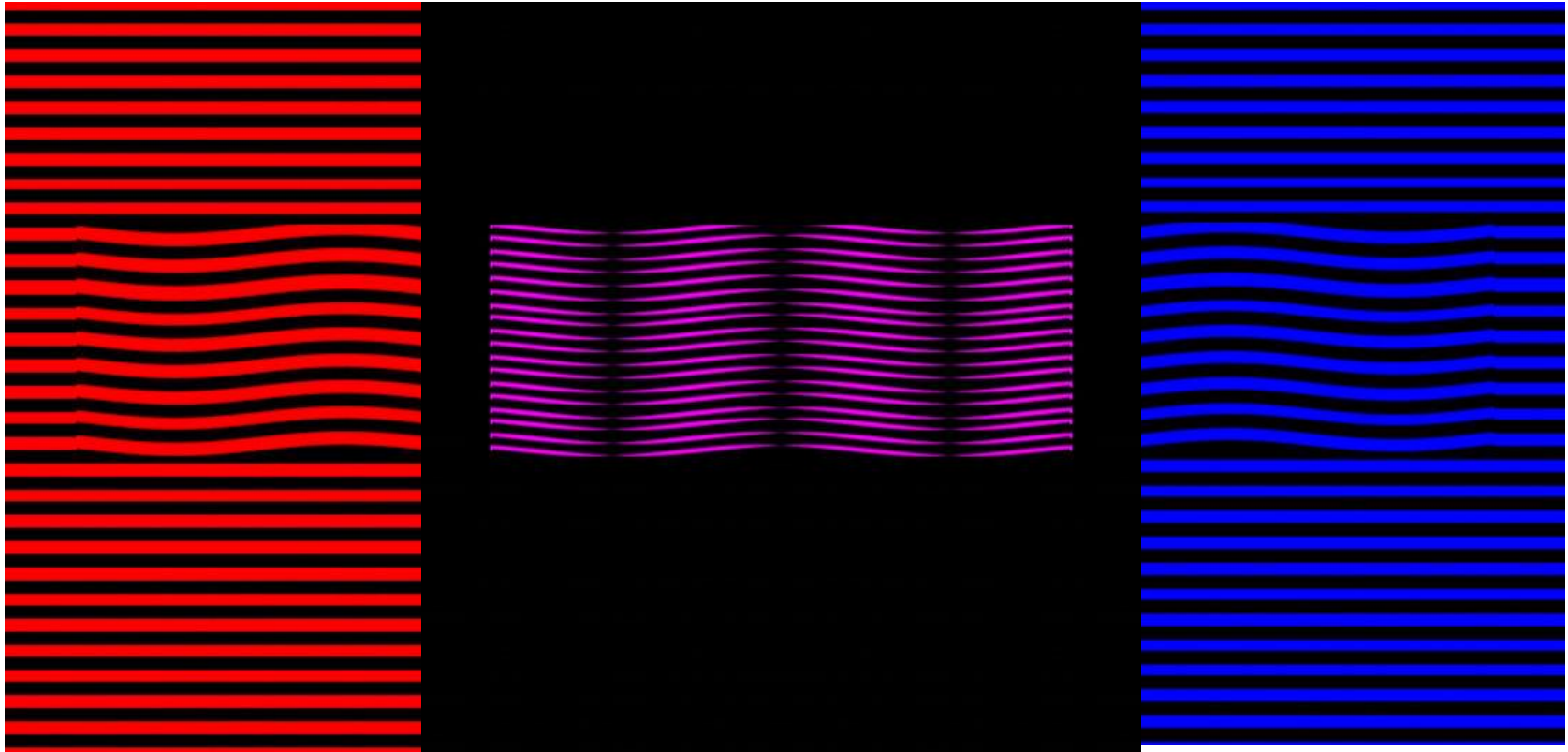
QBO実験 (反転せず)



内部重力波の可視化



モアレ法（引き算）

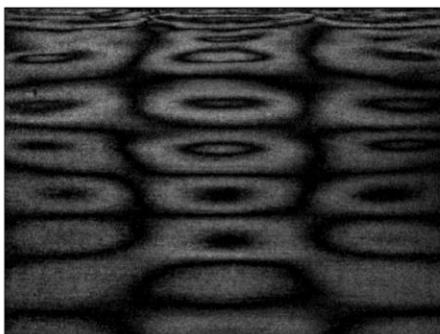


2重露光した写真をPC上で分離し
2枚の画像の差の絶対値を計算する

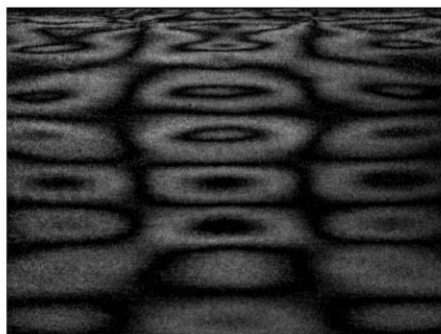
QBO実験の内部重力波の伝播

Propagation of standing gravity waves

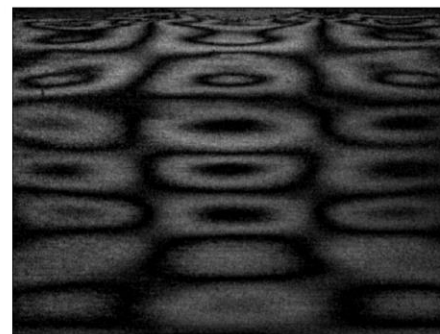
$T_{GW} = 15 \text{ (s)}$
 $c = 1.24 \text{ (cm/s)}$



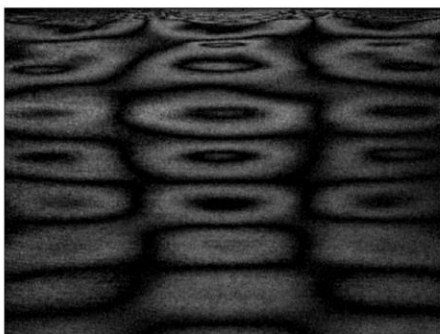
t=0.0(s)



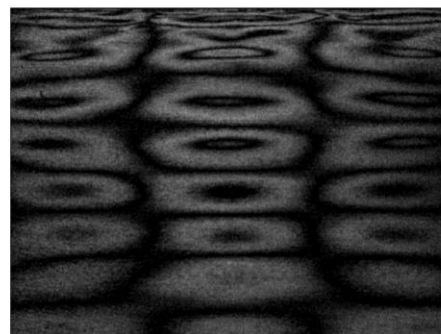
t=2.0(s)



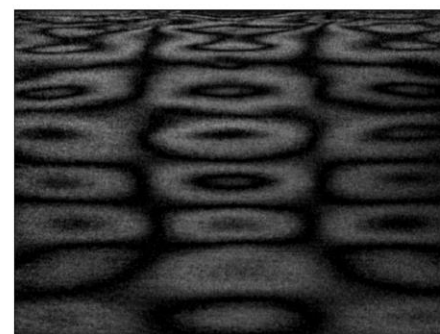
t=4.0(s)



t=6.0(s)



t=8.0(s)



t=10.0(s)

QBO実験の内部重力波

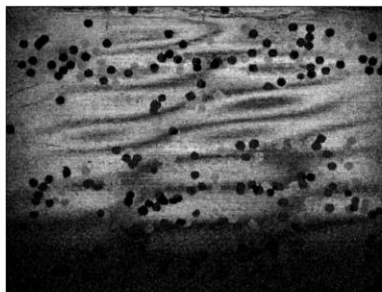
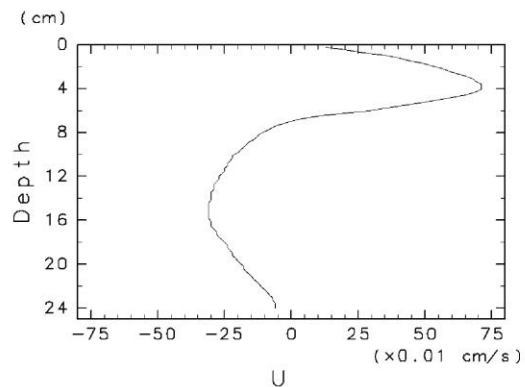


平均流がない場合

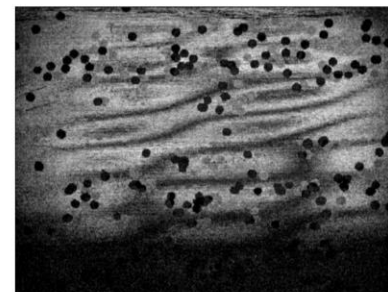
QBO実験の内部重力波の伝播

Propagation of gravity waves in shear flow

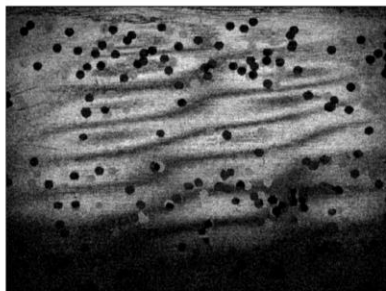
$T_{GW} = 16(s)$
 $c = 1.17(cm/s)$



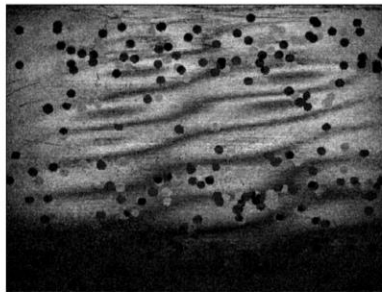
t=0.0(s)



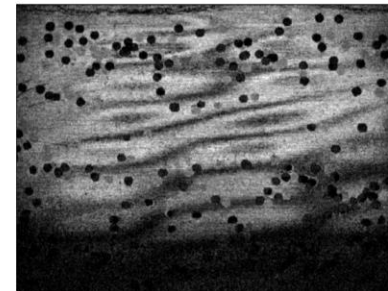
t=2.0(s)



t=4.0(s)

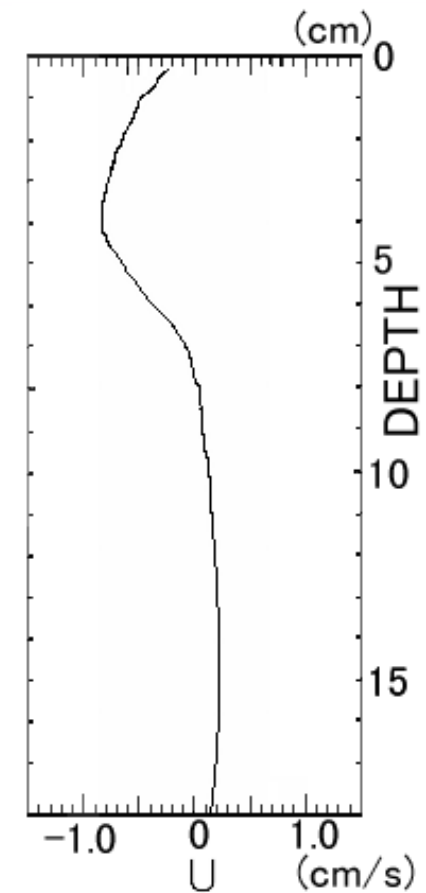
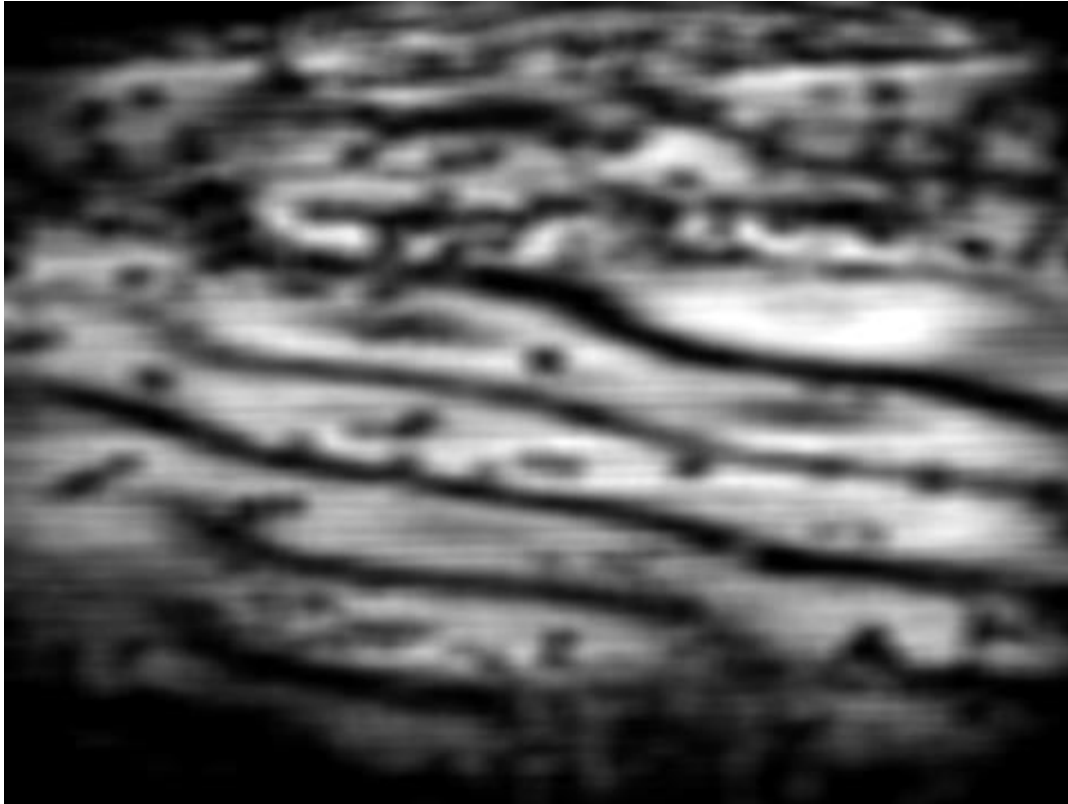


t=6.0(s)



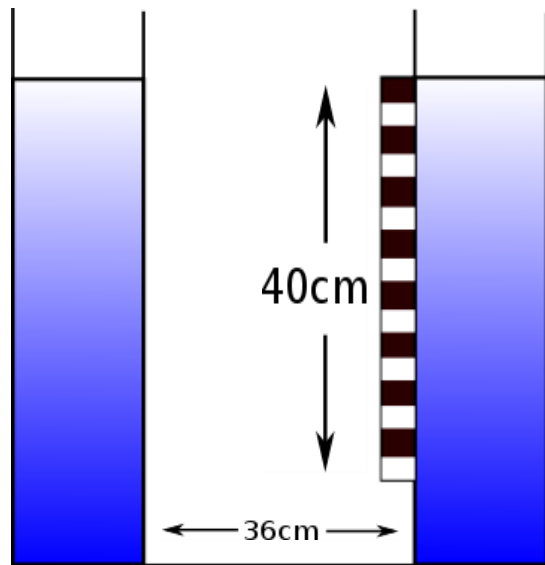
t=8.0(s)

QBO実験の内部重力波

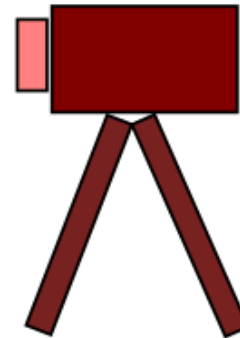


シアーがある場合

内部重力波の可視化



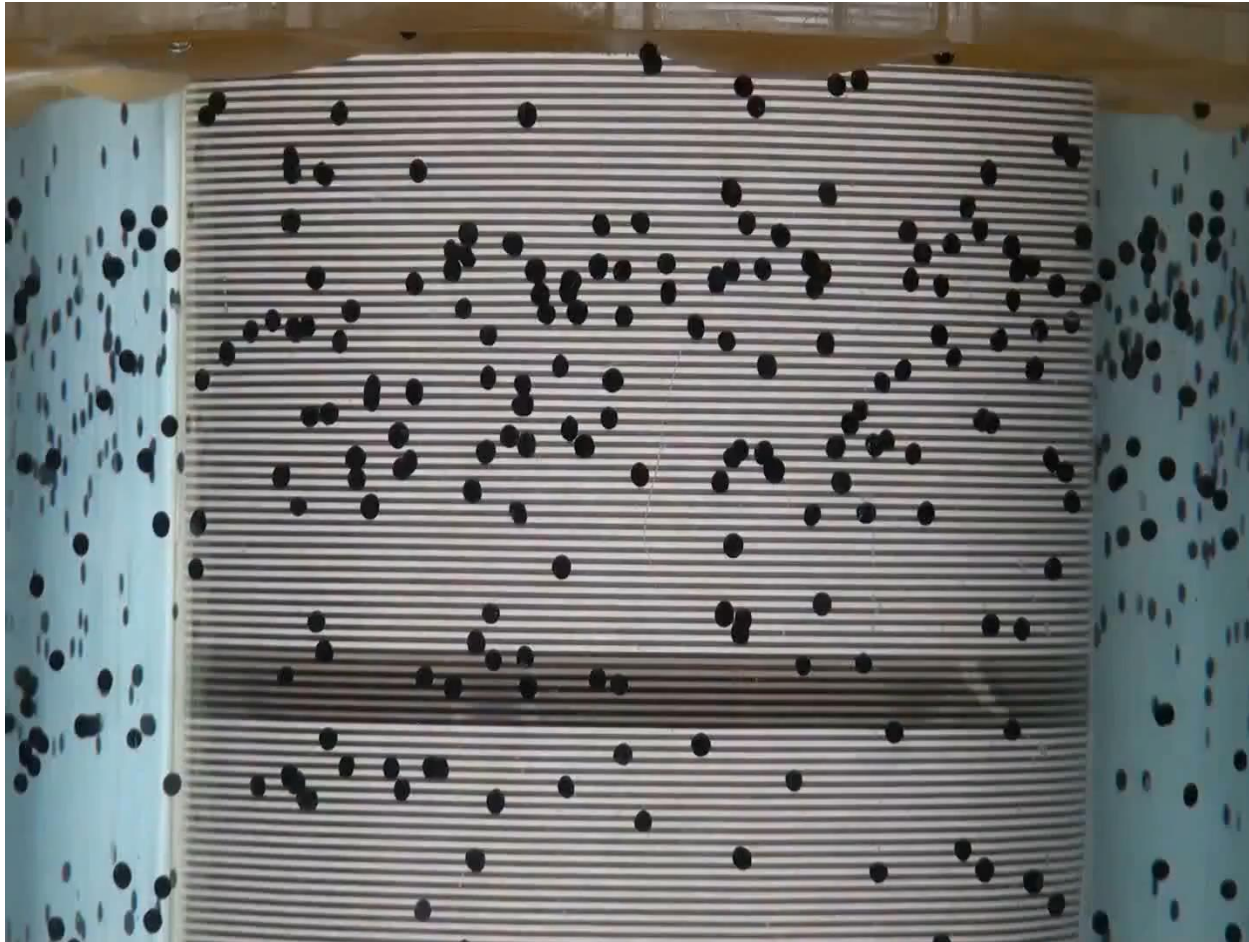
ドーナツ型水槽



ビデオカメラ



内部重力波の可視化



角振動数
 $\omega = 0.4/\text{s}$
(周期15.7s)

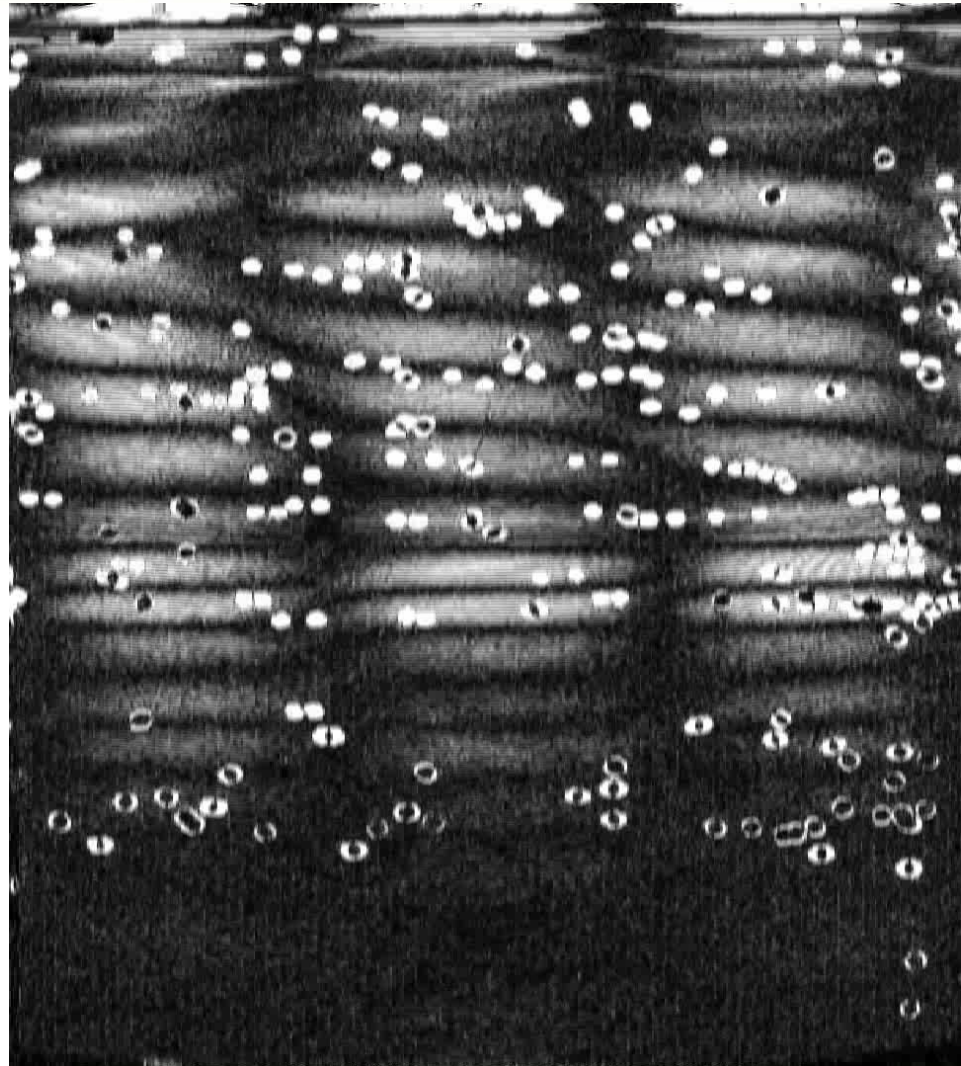
振幅：
10.5cm
(ゴム膜の振幅 約4cm)

ブラントヴァイサラ振動数
 $N = 1.5 \sim 1.7/\text{s}$

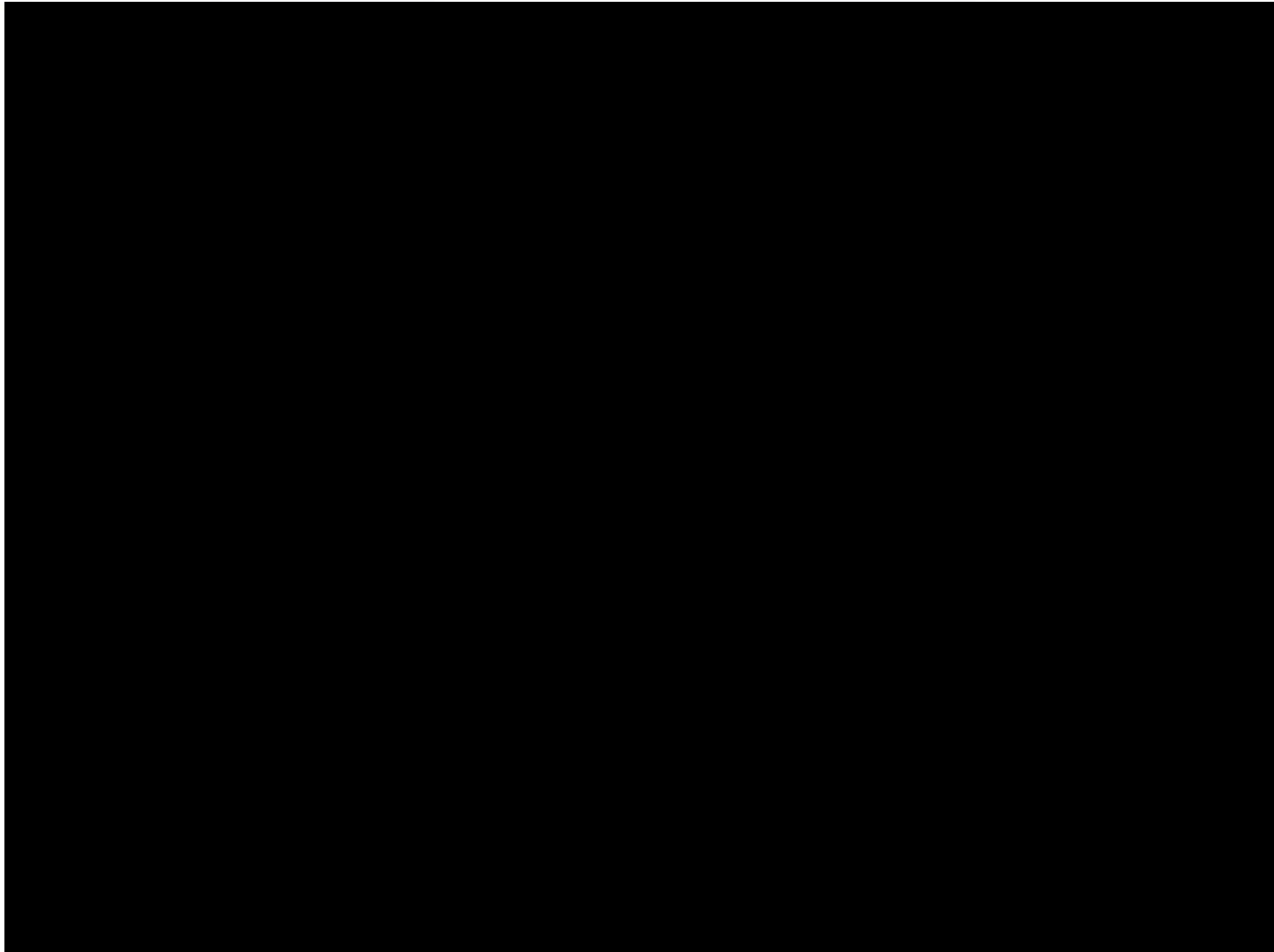
内部重力波の可視化



内部重力波の可視化

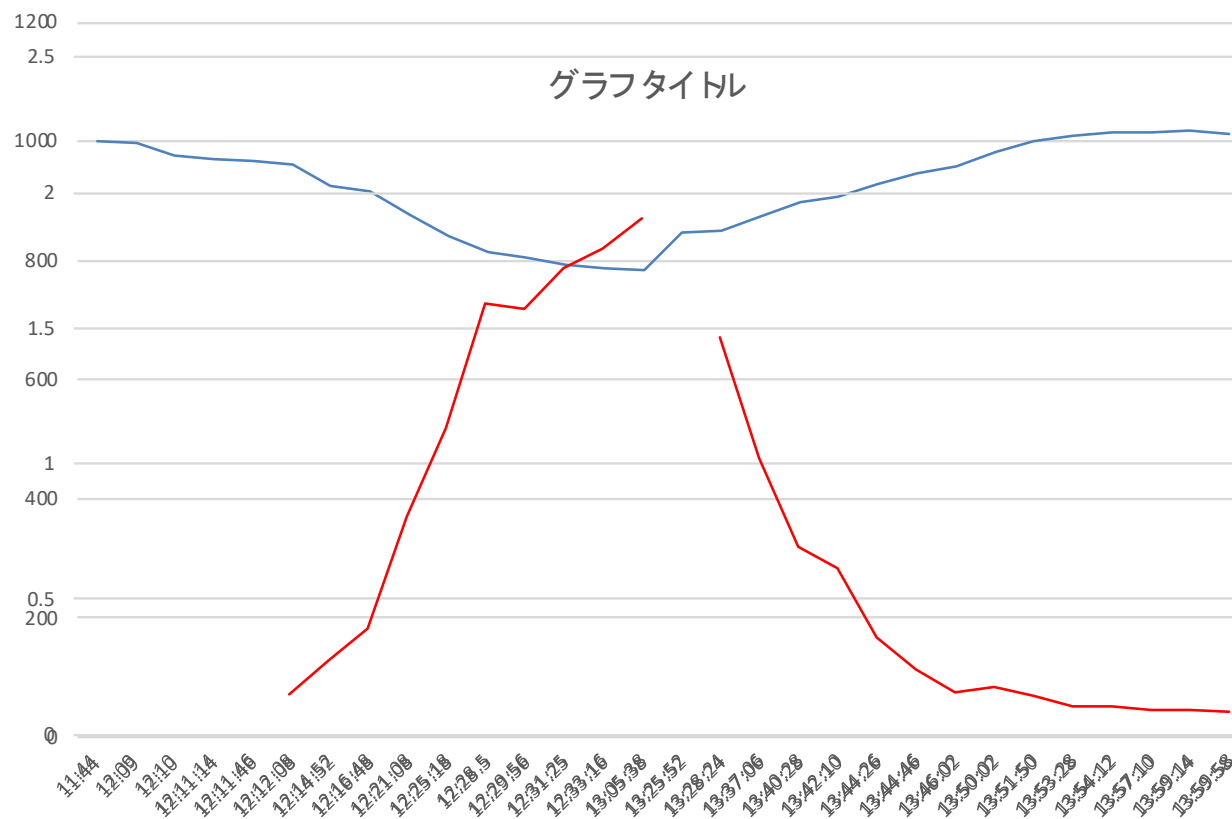


内部重力波の可視化(今後)



おまけ (気圧と放射線)

グラフタイトル



青: 気圧 (hPa)
赤: μSv

1010.99 (新千歳 19m)
980.29 (休暇村 301m)