

水波投影器 FRT-3000N

Cat.No.C15-4004

取扱説明書

このたびは、水波投影器 FRT-3000N をお買い上げいただき、誠にありがとうございます。使用する前に必ずこの取扱説明書をお読みください。

安全上のご注意（必ずお読みください）



取り扱いを誤ると死亡または怪我などを負う可能性が想定される内容を示します。

1. **分解厳禁** 装置の分解を行うと感電の危険がありますので分解はしないでください。
2. **水濡厳禁** ストロボ装置や振動発生器を水に濡らすと感電や故障の危険がありますので水に濡らさないでください。
3. 子供(児童・生徒等)が使用する場合は、保護者または指導者が取り扱いの内容を教え、指導して確認してください。また、使用中においても、指示どおりに使用しているかどうかご確認ください。
4. 使用中に、保管時に異臭、異常な発熱、変色、変形等通常と異なるときは使用しないで当社へお問い合わせください。



取り扱いを誤ると人的・物的障害が発生すると想定される内容を示します

1. **衝撃注意** 精密な部品を使用していますので、強い衝撃や振動を与えないで下さい。
2. **落下注意** しっかりと部品を固定しないと落下し装置に損傷を与える場合があります。
3. ほこりの多い場所、または高温となる場所には保管しないでください。
4. 直射日光の強い場所や炎天下の車内など、高温の場所で使用、放置しないでください。機器の変形、故障の原因となります。
5. 実験を行う際は、ぐらついた台の上や傾いた場所には置かないでください。
6. 強い衝撃を与えたり、投げつけたりしないでください

7. 端子間をショートさせた状態で使用しないでください。
8. 本製品指定の部品以外の利用はおやめください。

パッケージ内容

本製品は下記の内容で構成されています。

1	水波タンク	1 枚
2	取り外し式脚部	3 本
3	プレートホルダー	1 個
4	くもりガラス板	1 枚
5	鏡	1 枚
6	ストロボ装置固定ロッド	2 本
7	ストロボ装置用横木	1 個
8	ストロボ装置	1 台
9	バイブレーター	1 台
10	バイブレーター用接続ケーブル	1 本
11	レバーアーム用ホルダー	1 個
12	水平ホルダー（取付ピン付）	1 個
13	ビポット付レバーアーム	1 個
14	シングルディッパ	1 個
15	シングルディッパ（取り付けていない）	5 個
16	ダブルディッパ	1 個
17	平行波用ディッパ（平面波アタッチメント付き）	1 個
18	ピペットフラスコ（特殊溶剤入り）	1 個
19	ピペット	1 個
20	アクリルブロック（凸）	1 個
21	アクリルブロック（凹）	1 個
22	アクリルブロック（台形）	1 個
23	バリヤー（長）	2 個
24	バリヤー（短）	1 個
25	シリコンチューブ	1 本
26	チューブクランプ	1 個
27	ACアダプター(12V、2A)	1 個
28	リモコン	1 個
29	保管ボックス（仕切り付き）	1 個
30	組立・取扱説明書	1 冊

各種パーツ解説

● 基本ベース

1. 水波タンク：

サイズ：314×363×30mm。角形水波タンクは黒ラッカー仕上げのアルミ異形材を溶接したもので、底は3mm厚のガラスです。3個の外部取付部（めねじ付き）があり、ここに脚部を取り付けます。正面側の2個の取付部は、ストロボ装置用横木を定位置に支持するロッドの取付にも使用します。水波タンク内側に取り付けたプラスチックフォーム製の「人工堤防」は、水波タンク側面での反射波の発生を防止します。

2. 取り外し式脚部：

取り外し式脚部（3本）を、水波タンクの取付部に取り付けます。脚部にはいずれも高さ調節用の「足」が付いています。

4. くもりガラス板：

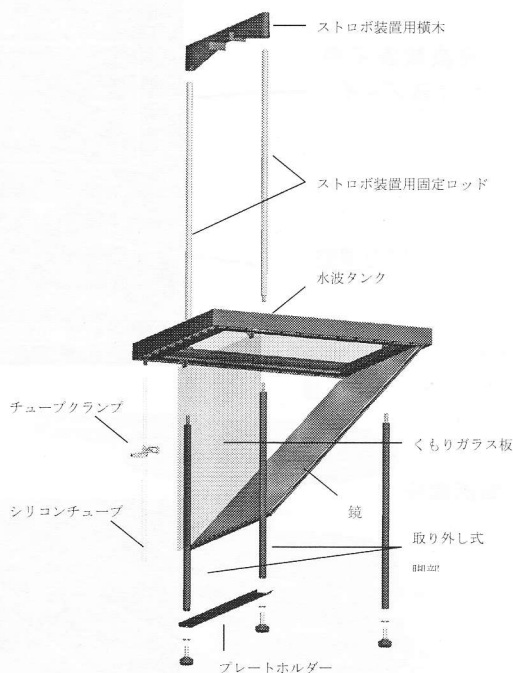
サイズ：300×330×3mm。特殊アクリル製の投影用半透明スクリーンです。

6. ストロボ装置用固定ロッド：

10mm径のステンレス製で、一端はネジ山付で、水波タンクの正面側の2個の取付部に固定できるようになっています。（上から見た場合）。

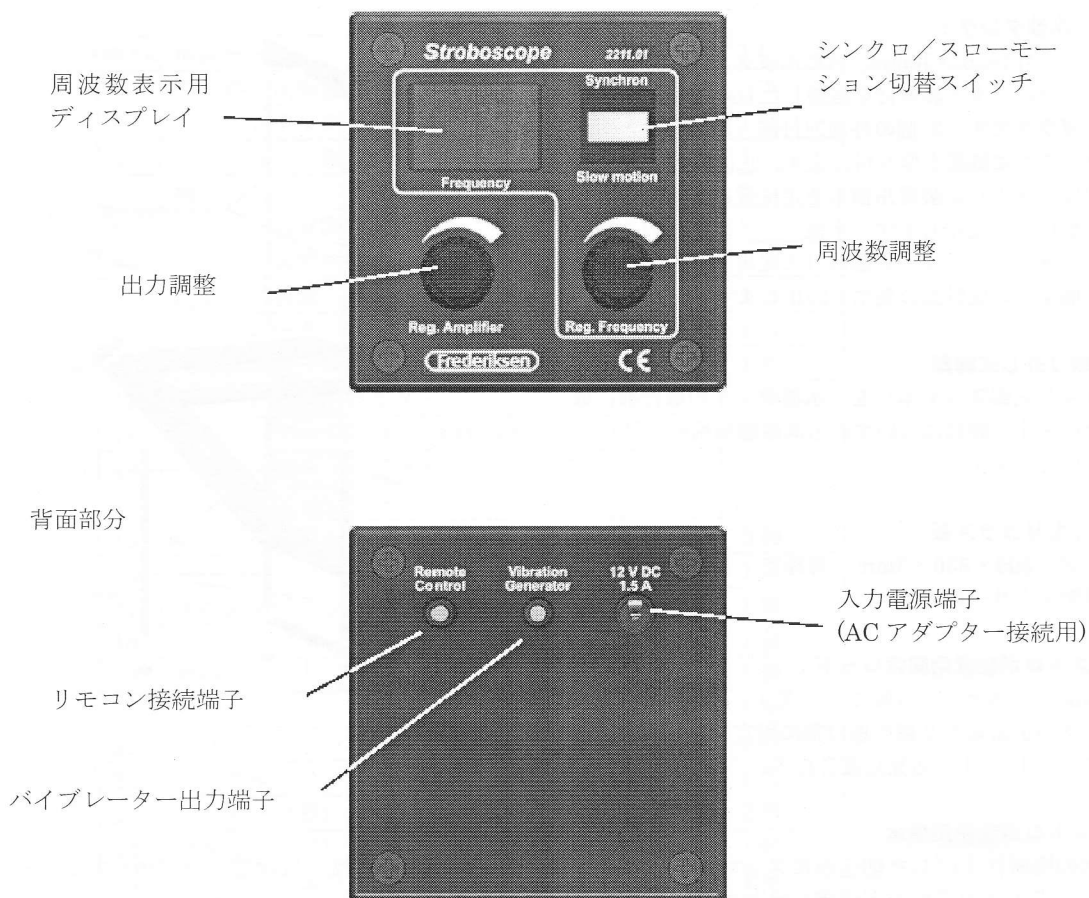
7. ストロボ装置用横木：

横木の機械仕上げした切込みにストロボ装置を取り付けます。横木の両端には固定ロッド用の穴があります。横木は固定ロッドに差し込むだけで定位置に固定できます。



● ストロボ装置

ストロボ装置は、水波投影器のストロボ装置用横木中央に設置し、水波タンク内で発生した波を投影するための光源と、波を発生させるバイブレーター用の電源となっています。



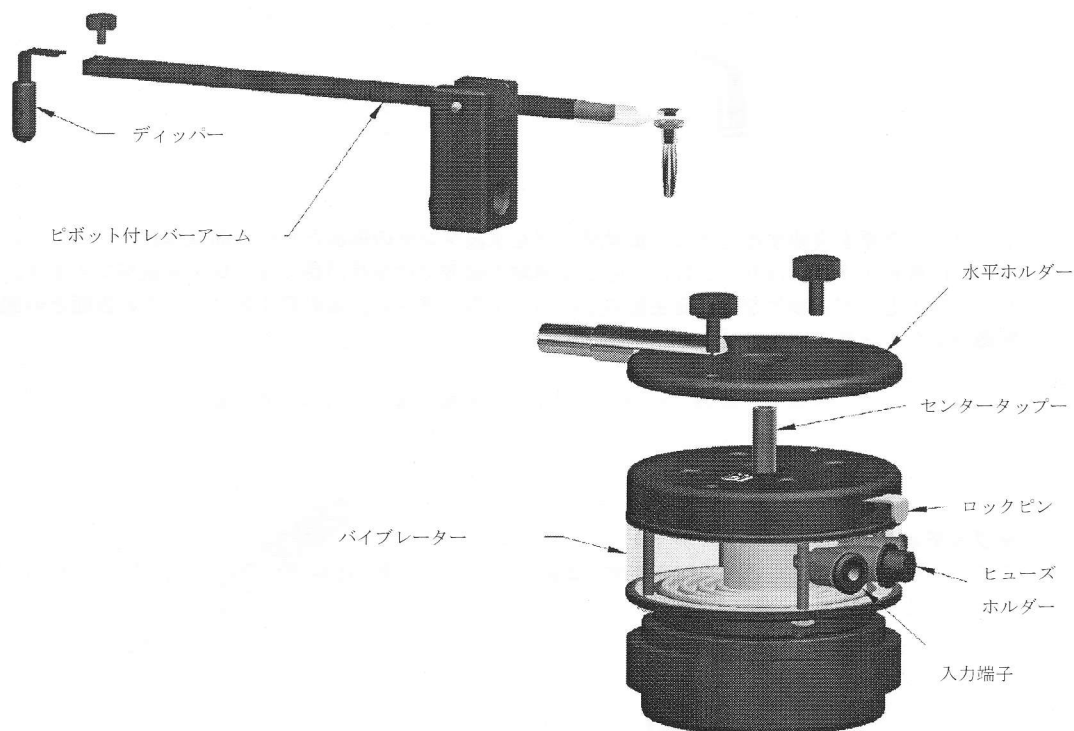
【機能】

- ・ ストロボ光源
ストロボ光源には、3Wの白色LEDを採用。非常に長寿命であり(約10万時間)、ほぼ交換する必要はありません
- ・ 周波数表示
ストロボ装置の正面ディスプレイには、バイブレーターを動作させるパルス周波数を表示しています。
- ・ リモートコントロールが可能
ストロボ装置の裏面端子にリモコンを接続することで、バイブレーターの振動をリモコンを押したときだけ振動させるようにコントロールできます。
この実験を行う際は、操作パネルの「Reg.Frequency」を反時計回りいっぱい回し、LEDが転倒状態にします。その後、リモコンを押して操作してください。

● バイブレーターとディッパーについて

バイブレーターはストロボ装置から受信したパルスを上昇／下降信号に変換します。基本原理はスピーカーと同じです。上昇／下降信号はレバーアームとピボットを経て各ディッパーに転送され、異なる運動を発生して様々な種類の波を作ります。

☆ バイブレーターとディッパーの構造



実験開始前に組み立てたバイブレーターとディッパーをラボジャッキなどのスタンドなどを利用して水波タンク横に設置します。その後、付属の接続ケーブルをつかい、入力端子とストロボ装置を接続してください。ディッパーを水平方向に調整するときは、レバーアームピボットを水平ホルダーに固定しているねじを緩めて行います。垂直方向の調整は、バイブレーターのラボジャックやスタンドにより行います（ラボジャックやスタンドはいずれもオプションで、本機には付属していません）。

※ レバーアームの取付

付属品をバイブレーターの可動センターピンに取り付けるときは、必ず可動センターピンのロックを確認してから行って下さい。センターピンがロック位置にないときは、センターピンをゆっくりと上下に動かし、ロックをかけます。水平ホルダーをバイブレーターの上に、取付ピンが入力端子と逆の方向を向くようにして取り付け、付属のちょうねじ（2本）で固定します。次いでレバーアームとピボットを取付ピンに取り付け、レバーアームのパナナプラグをセンターピンに押し込みます。レバーアームがバイブレーターの上部と平行になるまで、パナナプラグを押し込んで下さい。希望するディッパーを選び、レバーアームの自由端に取り付け、レバーアームピボットを取付ピンに固定します（ちょうねじを締め付ける）。以上の手順が終了したら、ロック機溝を「アンロック」位置にセットすることができます。

● ディップパー

シングルディップパー：

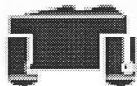
波の公式とドップラー効果の実験に使用します。波長を測定するには、例えば投影スクリーン上で 10 個の波に印を付け、次いで直ちに水面上で、キャリパーゲージを使い、投影スクリーン上のキャリパーゲージの投影を見ながら、その距離を測定します。「シンクロン」位置で周波数を調整し、その周波数を記録します。異なる周波数で測定できます。



ドップラー効果を実験するときには、振動発生器を水波タンクの側面と平行に同調運動させます。運動の進行方向では波長が小さくなり、これに対応して運動の後方では波長が長くなる様子を観察できます。ちょっとしたヒントとして、紙片を振動発生器の下に入れてみて下さい。振動発生器とその下の表面との間の摩擦の影響が少なくなります。

ダブルディップパー：

干渉パターンの実験に最適のツールです。2 個のディップパー間の距離は、ディップパーをホルダーに沿ってスライドさせると簡単に調整できます。

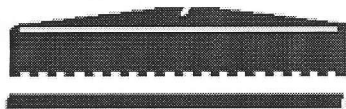


平面波ディップパー：

平面波ディップパーは反射と屈折の実験に使います。平面波アタッチメントをはずすと、19 ポイントの平行波ディップパーになります。付属のシングルディップパー（取り付けてあるもの、または取り付けてないもの）を取り付けると、7 つのディップパーを直線状に配置した波伝播装置になります。

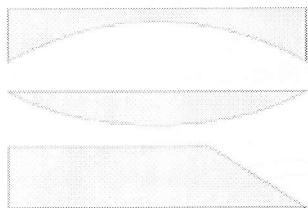
バリヤー：

このキットは 2 個の長いバリヤーと 1 個の短いバリヤーで構成されています。これを使ってシングルまたはダブルのスリットを形成して回折実験を行います。

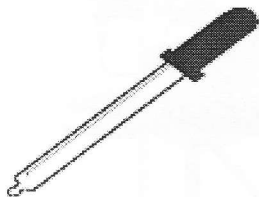


アクリルブロック：

3 個の透明アクリルブロックがあります。伝播速度が深さにより変化する様子を実験するときに使います。ブロックを水波タンク内に浅く置き、ブロック上の水深がほかの場所の水深と大きく異なるようにしてから、平面平行波を、それぞれ異なる形状のアクリルブロック上に通過させて下さい。ブロックの形状による波の屈折の変化がよく分かります。水深を下げると、同じブロックで反射の実験ができます。

**ピペット：**

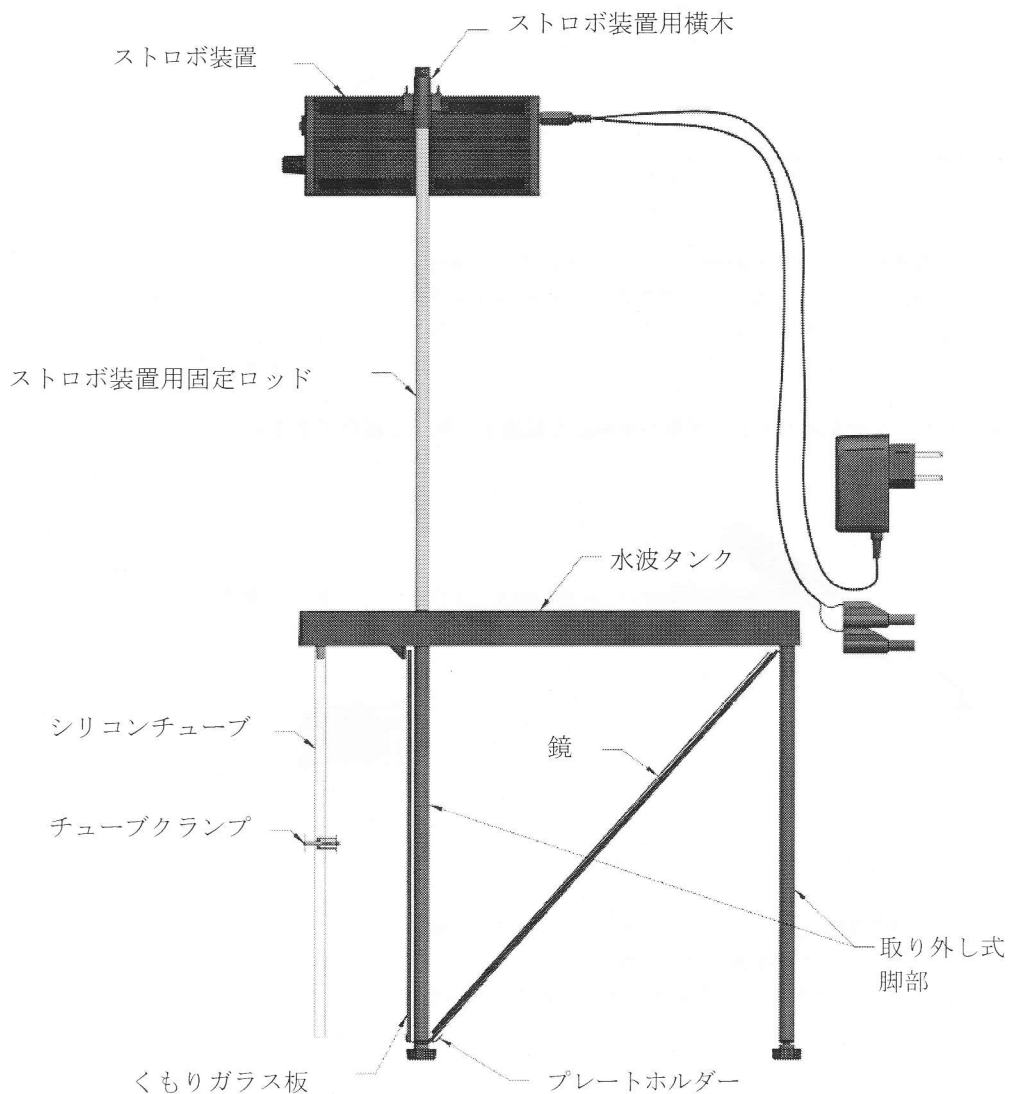
ピペットに水を満たして、水滴を落とすと、水滴が単独波を伝播する様子を観察できます。



組立方法

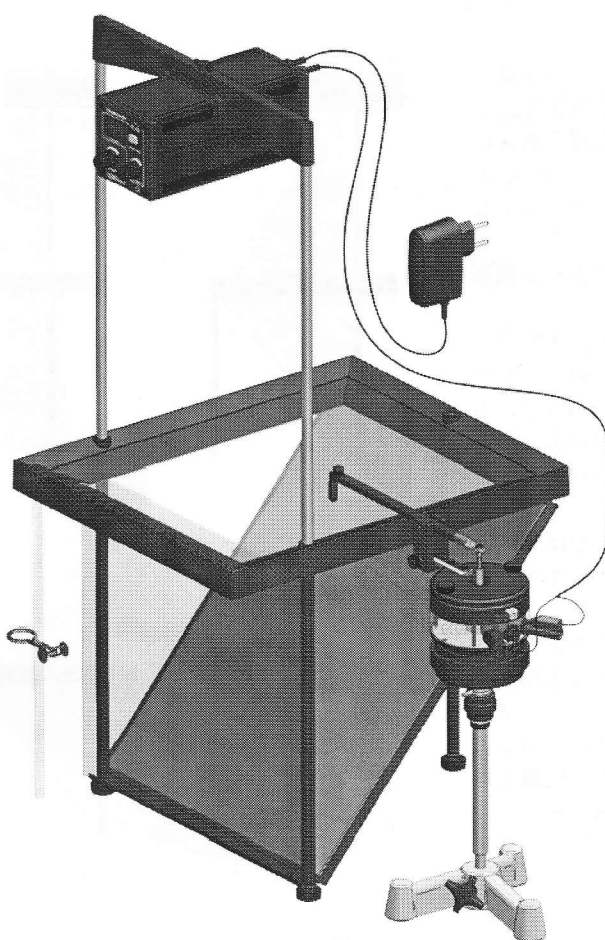
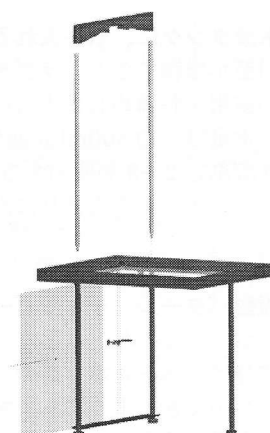
● 本体ベース組立

水波実験の基本となる本体をまず組み立てます。



- ① 水波タンクの底面ふちにある3個の外部取付部(めねじ付き)に取り外し式脚部を取り付けます。
- ② 脚部底面には、図を参考に前面2本の脚部高さ調整ネジの間にプレートホルダーを取り付けます。この際、脚部には、それぞれ高さ調節用のねじがついています。確認してください。
※プレートホルダーの傾斜端が後方に向くようにします。

- ③ ストロボ装置固定ロッドを 2 本の前面脚部を取り付けてある取付け部の上部のネジ部に取り付けます。
- ④ ストロボ装置用横木にストロボ装置本体をネジで固定します。この状態でストロボ装置本体の表示が是前面に向くようストロボ装置固定ロッドに差し込んでください。
- ⑤ くもりガラス板と鏡を水波タンクの下にセットします。鏡は斜めにセットします。くもりガラス板は横から入れます。鏡は斜めにプレートホルダーの傾斜端に沿って入れます。
- ⑥ タンクは、高さ調整足により、水平にします。テーブル面自体が水平なら、後部脚部の調整だけで十分です。レベルを使うと作業が楽になります。
- ⑦ 水平ホルダーと、ピボット付きレバーアームを振動発生器に取り付け、振動発生器を、例えばラボジャッキまたはホルダーの上に載せます (いずれも本機には付属していません)。振動発生器とストロボ装置を、付属の接続ケーブルで接続します。
- ⑧ 電源：付属の AC アダプターをストロボ装置の後面の AC アダプター差込口に差し込んでください。



実験方法

●実験準備

・水波タンクに、水を入れる

白亜が堆積するとトラブルが発生することがありますから、これを防止するため、蒸留水または脱塩水の使用をお薦めします。注水および水量調節には 500ml のプラスチックウォッシャーボトルが最適です。水量は、約 500ml が適切で、これで水深は 6~7mm となります。ピペットフラスコに入っている特殊溶剤を 2~3 滴使用すると表面張力に関連する問題を防止できます。溶剤を、水波タンクのプラスチックフォームの内張りに沿って指先で広げます。またディッパーにも少量塗ると効果的です。

・投影パターン、ディッパーおよび信号の調整

ラボジャッキなどにより、ディッパーを水中に下ろし、ストロボ装置を約 30Hz にセットします。

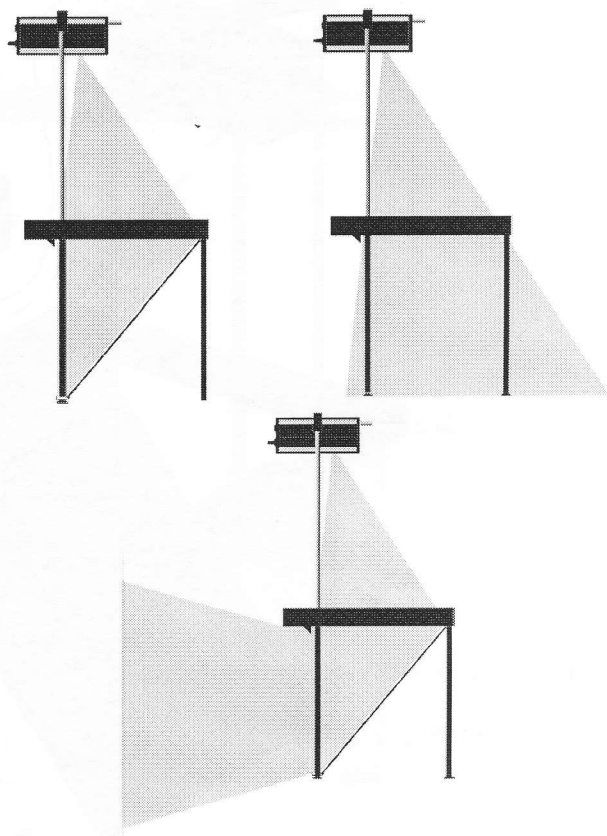
信号は、ストロボ装置の「アンプ調整」ボタンと、ディッパーの高さで調整して、最も鮮明な投影パターンができるようにします。方法としては、まずディッパーをできるだけ深く沈め、それからゆっくりと上昇させながら、最善のパターンができる位置を決定します。周波数が高すぎると、波のパターンが水面全体に形成されません。幅広のディッパー（平面波ディッパーなど）の場合は、さらにきめ細かい調整が必要です（表面に対してできるだけ平行にする）。レバーアームのピボットを水平ホルダーに固定しているねじを緩め、レバーアームを平行になるまで回転します。

・投影

室内を暗くする必要があるかどうかは、周囲の状況と実験の種類によります。伝播波とそのパターンは、各種の表面に投影できます。今までの説明では、斜めにセットした鏡を使い、垂直にセットしたくもりガラス板に投影しています。このタイプの投影は、実演やグループ観察に適しています。

くもりガラス板をはずすと、大型のスクリーンに投影できます（投影スクリーンまたは水波タンクと向かいあっている白の壁面など）。このタイプの投影の場合は、水波タンクの位置をかなり高くする必要があります。

くもりガラス板と鏡の両方をはずすと、テーブル面に投影できます。紙または白の厚紙をテーブル面に載せておくと、投影像をきれいに見ることができます。このタイプの投影では、かなり大きな視野に伝播波が投影されるので、グループ観察に最適です。生徒はスクリーンのまわりを取り囲むようにして好きな位置で見ることができます。また観察結果をそのままスクリーン上に書き込むことができます！



●実験方法

【周波数をコントロールしての実験】

連続的に振動させて、その状況で伝播波を確認する際に行う方法です。

- ① ストロボ装置にACアダプターを接続し、電源を供給する事でスイッチがはいります。この際、LEDの点灯を確認してください。
- ② この際、LEDと共にバイブレーターが振動します。振動していない場合は、バイブレーターのロックがかかっていないかを確認してください。
※周波数をコントロールする場合は、リモコンを接続しないでください。
- ③ 周波数調整を行い、任意の周波数で実験を行ってください。見え方などが悪い場合は、室内の照明を暗くするなどの工夫をしてください。
- ④ 「シンクロ/スローモーション切替スイッチ」を押すことで、任意の周波数の状態での波形とストロボを同期させ止った状態にするモードと波が連続的に展開する状態を切り替えることができます。
- ⑤ 実験終了後は、ACアダプターを抜いて、実験を終了してください。また、安全のため、バイブレーターにロックをかけることをおすすめします。

【リモートコントロールでの実験】

リモコンを用いて、リモコンスイッチを押したときだけバイブレーターを振動させる方法です。ひとつの波がどのように伝わっていくのかを観察する際に非常に有効な方法です。

- ① ACアダプターを接続する前に、ストロボ装置背面のリモコン接続端子にリモコンを接続してください。
- ② ストロボ装置にACアダプターを接続し、電源を供給する事でスイッチがはいります。この際、LEDの点灯を確認してください。
- ③ ストロボ装置の周波数調整を反時計回りにいっぱいに回し(周波数表示 00)、LEDが点灯状態になっていることを確認してください。
- ④ バイブレーターのロックをはずし、リモコンのボタンを押してください。一度だけバイブレーターが振動します。
- ⑤ 任意のディッパーやバリヤーを用いて実験を行ってください。
- ⑥ 実験終了後は、ACアダプターを抜いて、実験を終了してください。また、安全のため、バイブレーターにロックをかけることをおすすめします。

保管方法

- ・ 実験終了後は水波タンク内の水をシリコンチューブから抜いてください。
- ・ タンク内に残った水は軽く拭きとってください。また、梱包は、乾燥した状態まで待ってから行ってください。
- ・ 水波タンク内の縁にあるクッションは、波を干渉させるものです。こすったりして、傷つけないように保管してください。
- ・ バイブレーターは、コーン部分の破損を防ぐため、ロックを必ずかけてください。

トラブルシューティング

● ストロボが作動しない

ストロボ装置には、ON/OFF スイッチがありません。そのため、付属の AC アダプターを接続するとすぐ動作し始めます。ストロボが点灯しない場合は、次の点の確認をお願いいたします。

- ・ ACアダプターの接続不良。コンセント側、ストロボ装置側の接続を確認してください。
- ・ 違うアダプターを使用している。当社の付属ACアダプター以外の使用はおやめください。
- ・ 周波数を変更してもまったく点灯しない
→メーカーにお問い合わせください、

● バイブレーターが振動しない

バイブレーターは、ストロボ装置と接続して、ストロボを発生させた際に振動します。動作しない場合は、つぎの確認をお願いいたします。

- ・ バイブレーターのロックがかかっている可能性があります。ロックを確認してください。
- ・ ストロボ装置本体とバイブレーターの接続不良。
- ・ ストロボ装置にリモコンが接続されている。
リモコン装置が接続されていると、リモコンが押されるまでバイブレーターは動きません。
ご注意ください
- ・ バイブレーターの不良。
バイブレーター＋端子の間にあるヒューズボックスを開けて、内部のヒューズを確認してください。ヒューズが切れていた場合は、交換が必要です。また、ヒューズが切れていた場合は、原因がバイブレーター以外にある恐れがありますのでメーカーにおしらせください。

- ディップパーの動きが悪い
バイブレーターに取りつけられているディップパーの動きが悪い場合は、バイブレーターのセンタータップの接続に注意をしてください。しっかりと接続されていない場合は、動きが悪い状態になります。
- 水波タンク内の波形が良く見えない。
水波タンクは、水を充分加えてください。量が充分でないと、バイブレーターで作った波がタンク内の縁で反射して、コントラストを乱してしまいます。
- ラボジャッキなどがいないため、バイブレーターを水波タンク横におけない
本製品の内容には、バイブレーター用のスタンドを付属していません。代わりにラボジャッキなどをおつかいください。またそれらのものがない場合は、鉄製スタンドでも可能です。支持環の上に直接かまたは網などを置き利用してください。

その他に実験などでの不具合がありましたら、メーカーまでお問い合わせください。

株式会社ナリカ

東京都千代田区外神田 5-3-10

TEL : 03-3833-0746