

クラドニ図形に関する研究

熊本県立八代高等学校 2年・1年 岩崎 悠 ほか6名

1 研究の動機

金属板を振動させて砂で模様を作っているアーティストを目にしたとき、とても興味を持ったので、調べてみると、クラドニ図形と呼ばれているものであることがわかった。そこで、このクラドニ図形について調べてみようと思った。

2 研究の目的

クラドニ図形の作成とその観察。

3 実験

クラドニ図形を作るのに板を直接振動させて作る方法（実験Ⅰ）とスピーカーから出る音波を膜に当てて作る方法（実験Ⅱ）を行った。

Ⅰ－１：アクリル板の中心をネオジム磁石で挟み、ネオジム磁石がコイル内部に入るようにコイルの上にアクリル板を乗せ、電源装置で60Hzの交流電流をコイルに流す。

Ⅰ－２：アルミ板、銅板、ステンレス板の中心をそれぞれネオジム磁石で挟み、ネオジム磁石がコイル内部に入るようにコイルの上に金属板を乗せ、電流を流し、振動数を変えながら、3種類の板でそれぞれ実験し、振動数、板の種類による変化をみる。

Ⅱ－１：ボウルにラップで膜を張り、輪ゴムとセロハンテープで固定し、スピーカーのへりに乗るようにボウルを置いて、音を出し、膜を振動させる。

Ⅱ－２：スピーカーの上にプラスチック板をしき、その上にⅡ－１と同様にボウルを乗せて、音を出し、膜を振動させる。

Ⅱ－３：ボウルにビニール袋で膜を張り、膜の真上にスピーカーが来るようにスピーカーを固定して、音を出し、膜を振動させる。

4 結果

実験Ⅱ－３のみで円形のきれいな図形ができ、振動数の変化につれて形の変化も確認できた。できた図形を観察すると、複数の円が出来たときには円と円との間隔は膜の外側のほうが広がった。また、振動数を大きくすると、できる円の数が増えていったが、いちばん外側にできるのは丸みを帯びた多角形だった。

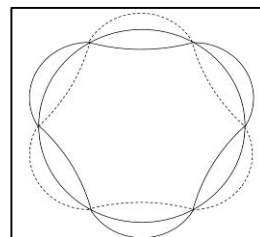
5 考察

まず、円と円との間隔が外側のほうが広くなることについて、膜を均等な強さで張ったつもりでも、中心にいくにつれて膜の張りが弱くなっているのではないかと考えた。弦についての公式が膜にも適用できるとすると、 $v = \sqrt{S/\rho}$ より膜を伝わる波の速さが小さくなる。さらに、その波の振動数は音波の振動数と一致し、一定であるので、 $v = f\lambda$ より、波長が短くなる。したがって、半波長も短くなり、定常波の節と節、すなわち、円と円の間隔が短くなったと考えられる。

いちばん外側にできる丸みを帯びた多角形については、図のようにボウル自体の振動により、いちばん外側にできた円が変形したと考えられる。



外側にいくにつれて間隔が広い



容器が定常波を作っているイメージ

6 まとめ

板を直接振動させる方法は、図形の作成には至らなかった。しかし、膜を音波で振動させる方法は、図形の作成に至り、円だけでなく、多角形の図形も観察することができた。