

第 1 章

本論

1.1 手法

1.1.1 逆オパール構造

逆オパール構造の球の半径 r/a を徐々に変化させていった際のバンドギャップの変化を観察した。このときのバンドギャップの変化を $\epsilon = 5, 10, 13, 15$ のそれぞれについて行い、各 ϵ におけるバンドギャップの数とギャップ-ミッドギャップ比の変化を観察し最適な構造を検討した。

1.2 結果

1.2.1 逆オパール構造

逆オパール構造に配置されている球の半径 r/a を 0.01 ずつ変化させ、ギャップ-ミッドギャップ比の変化を観察した。この変化を $\epsilon = 5, 10, 13, 15$ のそれぞれについて行った。

このときの各 ϵ におけるギャップマップを以下の図 1.1 から図 1.4 に示す。

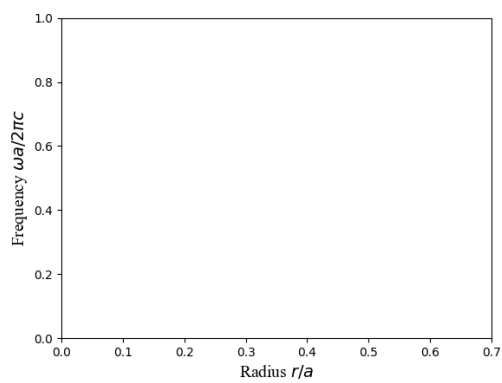


図 1.1 逆オパール構造のギャップマップ ($\epsilon = 5$)

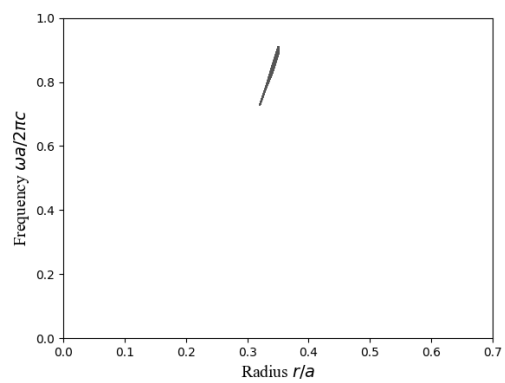


図 1.2 逆オパール構造のギャップマップ ($\epsilon = 10$)

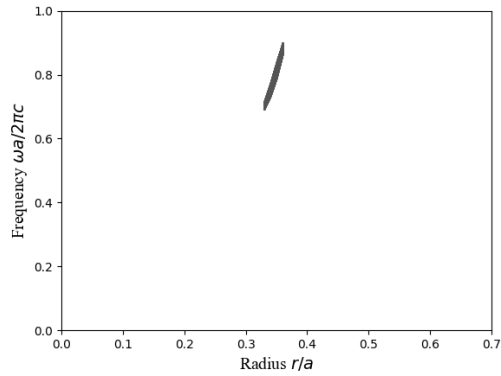


図 1.3 逆オパール構造のギャップマップ ($\epsilon = 13$)

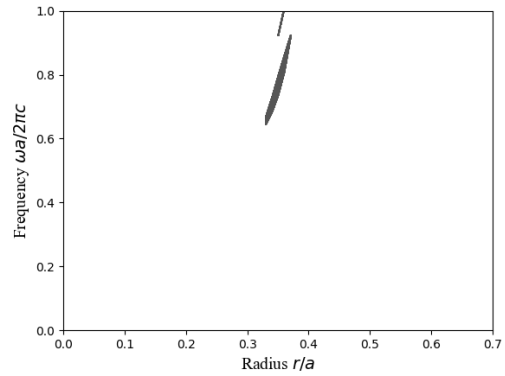


図 1.4 逆オパール構造のギャップマップ ($\epsilon = 15$)

$\epsilon = 5$ のとき、バンドギャップは生じなかった。一方で $\epsilon = 10, 13, 15$ のときはバンドギャップが生じた。 $\epsilon = 10, 13$ のときはバンドギャップは 1 つであったが、 $\epsilon = 15$ のときはバンドギャップは 2 つであった。

ギャップマップの形状はいずれも似通っており、半径 r/a が大きくなるほど周波数 $\omega a/2\pi c$ が大きくなっていることが確認できた。

次に、各 ϵ において球の半径とギャップ-ミッドギャップ比の関係を図 1.5 に示す。

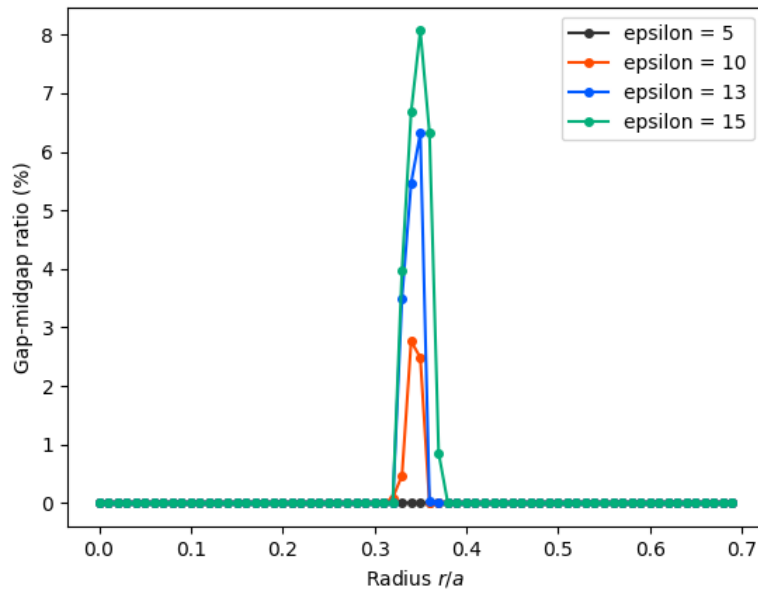


図 1.5 逆オパール構造の球の半径 r/a を変化させた際のギャップ-ミッドギャップ比の変化

$\epsilon = 5$ のときはバンドギャップは確認できなかった。 $\epsilon = 10, 13, 15$ のいずれもバンドギャップは確認できそのグラフの形状はいずれも狭い r/a の範囲の中で急激に変化していることが確認できる。

$\epsilon = 10$ のとき、 $0.33 \leq r/a \leq 0.36$ の間でギャップが発生し、 $r/a = 0.35$ でギャップ-ミッドギャップ比は最大となりその値は 2.764% だった。

$\epsilon = 13$ のとき、 $0.34 \leq r/a \leq 0.37$ の間でギャップが発生し、 $r/a = 0.36$ でギャップ-ミッドギャップ比は最大となりその値は 6.317% だった。

$\epsilon = 15$ のとき、 $0.34 \leq r/a \leq 0.38$ の間でギャップが発生し、 $r/a = 0.36$ でギャップ-ミッドギャップ比は最大となりその値は 8.069% だった。

更に詳細にギャップ-ミッドギャップ比が最大となる r/a の値を求めるために、 $0.34 \leq r/a \leq 0.37$ の範囲で r/a を 0.0001 ずつ変化させた際のギャップ-ミッドギャップ比の変化を図 1.6 に示す。

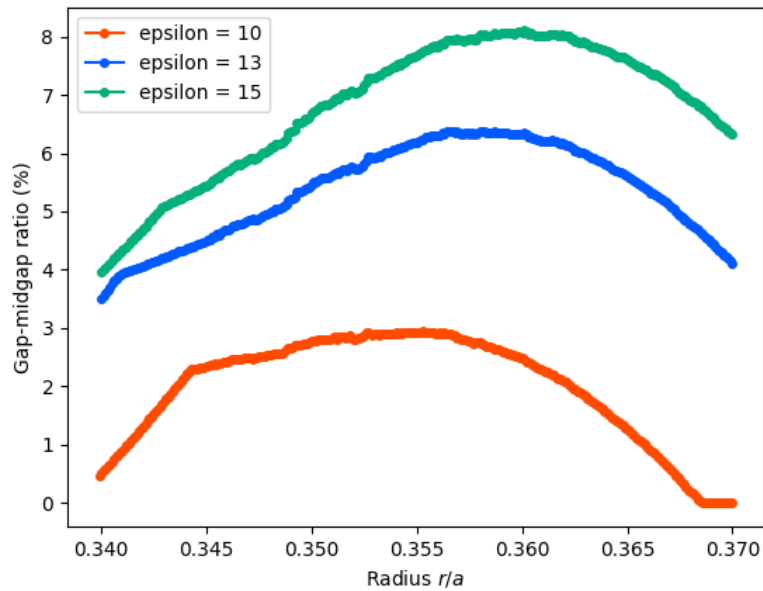


図 1.6 逆オパール構造の球の半径 r/a を変化させた際のギャップ-ミッドギャップ比の変化

シミュレーションの結果、 $\epsilon = 10$ では $r/a = 0.3554$ でギャップ-ミッドギャップ比が最大となり、その値は、2.943% だった。

$\epsilon = 13$ では $r/a = 0.3580$ でギャップ-ミッドギャップ比が最大となり、その値は 6.382% だった。

$\epsilon = 15$ のときは、 $r/a = 0.3601$ でギャップ-ミッドギャップ比が最大となり、その値は 8.100% だった。