

研究概要報告書

資料 - 3

(/)

研究題名	フラクタル・ドラムの音響特性に関する数値的研究	報告書作成者	中山恒義
研究従事者	中山恒義, 矢久保孝介		
研究目的	<p>本研究の目的は、自己相似性（フラクタル性）を有する外周により囲まれたドラム（フラクタル・ドラム）の音響特性を大規模シミュレーションにより解明することである。ランダム系やフラクタル系の振動特性は、近年高い関心を集めているが、理学的にも工学的にも重要なフラクタル境界面の振動解析は、現在までほとんど行われていなかった。この様な系には並進対称性がないので、音響モードはドラムのある一部分に局在すると予想されるが、本研究ではこの特殊な局在モードを利用した耐震材や吸音材の可能性を探るのが目的である。</p> <p>本研究では、二種類のフラクタル・ドラムを扱った。一つは決定論的自己相似性を持つ境界により囲まれたドラム（DFD：説明書の図参照）である。決定論的フラクタルドラムとしてコッホドラムを用い、その振動モードの解析を強制振動子法によって行った。モデルは、第3世代と第4世代のコッホドラムを採用し、最小の一辺には3点の格子点を配した。それぞれのコッホドラムに対し、自由境界の場合と、固定境界の場合の積分状態密度を、格子点の質量1、バネ定数1として計算した。状態密度のサンプル数は、第4世代では振動数$\Omega=0.001\sim 3.0$の間を60点、第3世代では$\Omega=0.01\sim 3.0$の間を60点とり、両方とも対数軸をとった時にサンプル間隔が等しくなるようにした。本研究では、低振動領域に興味があるため、状態密度の解像度は、このサンプル間隔程度にした。</p>		

— 9 —

研究内容

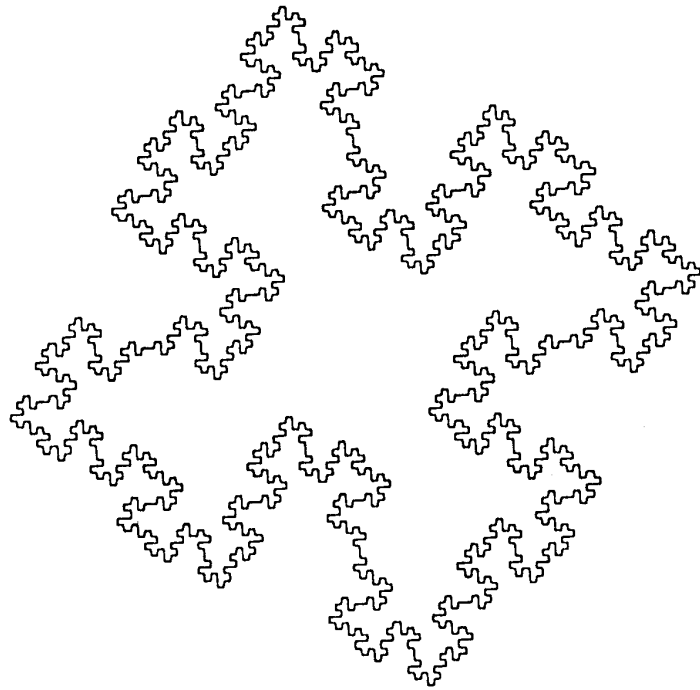
我々は、ドラムの音響スペクトルと固有振動モードを求めるために、強制振動子法というアルゴリズムとスーパーコンピュータを利用した大規模数値計算を行った。強制振動子法は、我々が開発した新しい固有値解析アルゴリズムで、従来よりも3桁も大きな系の振動解析が可能なものである。

本研究では、フラクタル・ドラムと呼ばれる新しいシステムの振動問題を取り扱った。このシステムは、系の境界のみがフラクタルであって、境界の内側は一様（ユークリッド的）である。このフラクタル・ドラムの振動状態の研究は、たとえば、海岸線に打ち寄せる波やフラクタルな地表を持つ地球内部の振動、あるいは、表面がフラクタルな固体の熱伝導、金属微粒子内での電子波動関数などの解明に有用である。

この結果よりわかったことは、まず、固定端の積分状態密度と分散関係の直線性が良いことである。特に、固定端の場合の直線性が大変良いことがわかった。また、分散関係のべき依存性は、世代によらずほぼ同じ指数となった。自由端の場合は、直線性が悪かった。これは、自由端の積分状態密度がべき依存性をもっていないことを意味していると思われる。つぎに、状態密度 $D(\Omega)$ の指数であるが、1.5ではないことがわかった。分散関係の指数 z を求めてみると、 $z \sim 1.1$ となった。このことにより、境界で何らかの異常分散が生じている可能性があると考えられた。

自由境界ののコッホドラムには、境界の分離というアプローチが有効であるといえる。このモデルは、フラクタルな表面上の表面波の問題等に応用が可能であろう。このためにも、境界での異常分散についてさらに考察することは、重要である。従来考えられてきた固定端のコッホドラムについては、低振動領域でのふるまいが初めて明らかになった。

説 明 書



本研究で扱われる決定論的フラクタル・ドラム (DFD)。
外周の曲線のフラクタル次元は $3/2$ 。外周のところで振動の
振幅はゼロとなる。

(注： フローチャート図，ブロック図，構成図，写真，データ表，グラフ等 研究内容の補足説明に使用下さい)

様式-10