

羽田野研究室

[神経ネットワークの非エルミート解析]

生産技術研究所 基礎系部門

Department of Fundamental Engineering

<http://hatano-lab.iis.u-tokyo.ac.jp/index-j.html>

多体系物理学

理学系研究科物理学専攻

神経ネットワークの非エルミート解析

Non-Hermitian Analysis of Neural Networks

神経回路には、ニューロンを刺激するシナプスや抑制するシナプスがあります(図1)。それを行列で表現すると非対称になります。簡単なモデルとして、以下のような実非対称行列を考えましょう:

$$M = \begin{pmatrix} & +e^{-g} & & & & & & & \\ -e^{+g} & & -e^{-g} & & & & & & \\ & +e^{+g} & & -e^{-g} & & & & & \\ & & +e^{+g} & & +e^{-g} & & & & \\ & & & -e^{+g} & & -e^{-g} & & & \\ & & & & +e^{+g} & & -e^{-g} & & \\ & & & & & +e^{+g} & & +e^{-g} & \\ & & & & & & -e^{+g} & & \\ & & & & & & & & +e^{-g} \end{pmatrix}$$

規則は3つです。(1)対角要素の一つ下と一つ上にだけ要素がある。(2)対角要素の一つ下の要素の絶対値は e^{+g} 、一つ上の要素の絶対値は e^{-g} 。(3)それぞれの要素の符号はサイコロを振ってランダムに決める。

その固有値分布は図2や図3のようにフラクタルになります。これを用いて神経回路の働きを議論することができます。

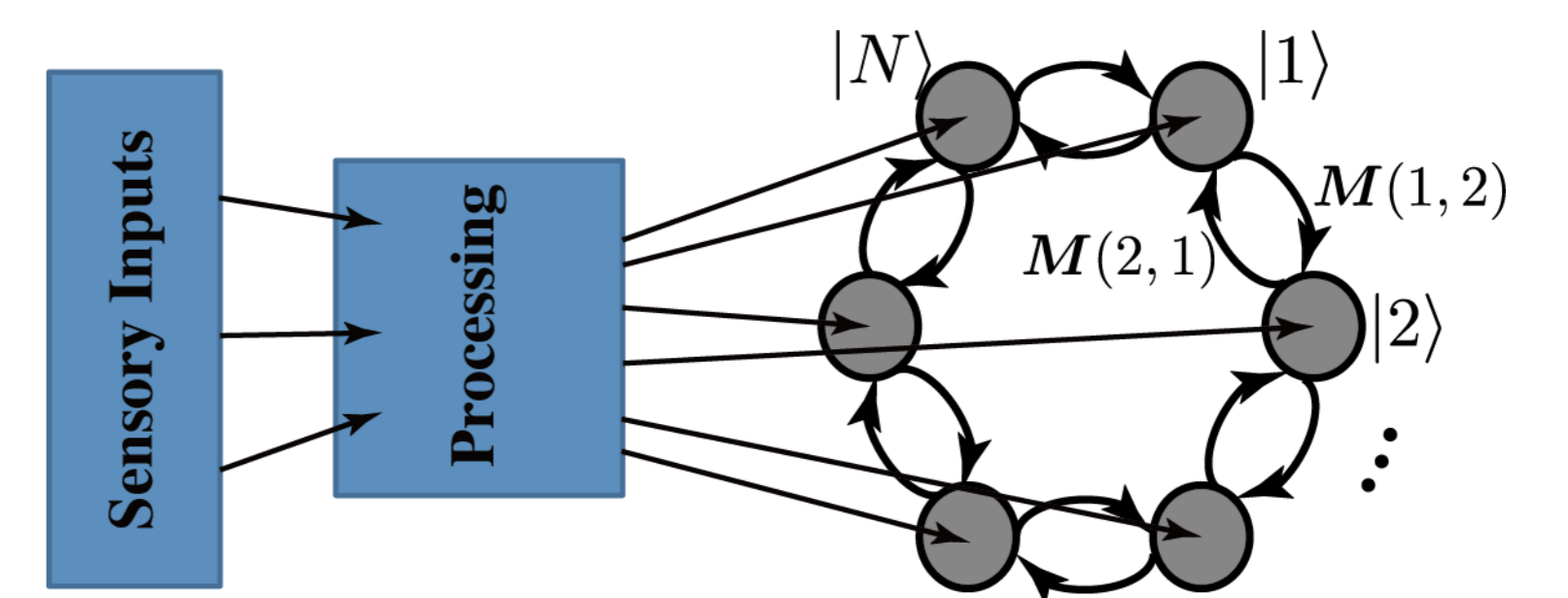


図1. 神経回路網の簡単な数理モデル

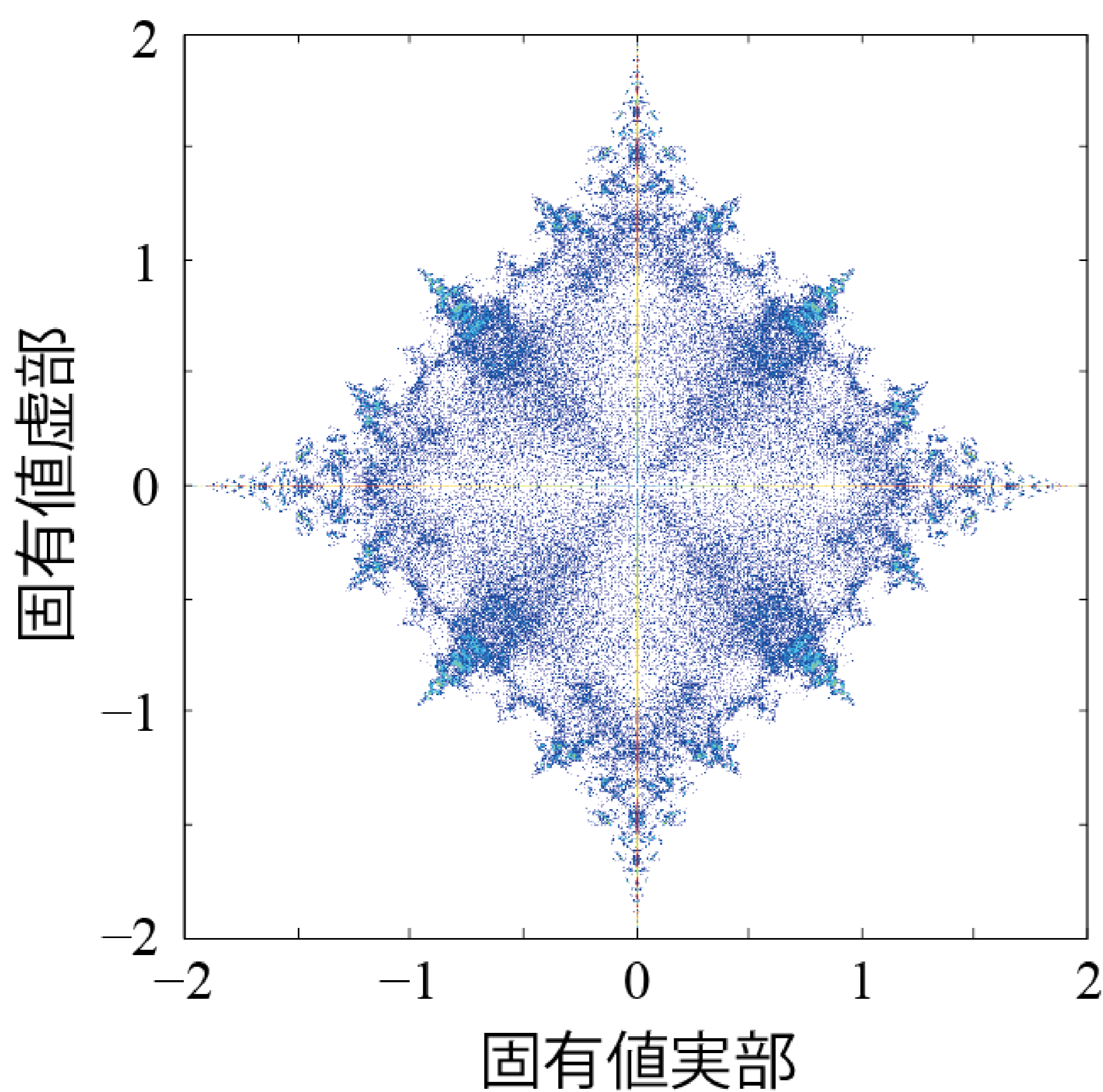


図2. $g=0$ のときの固有値分布

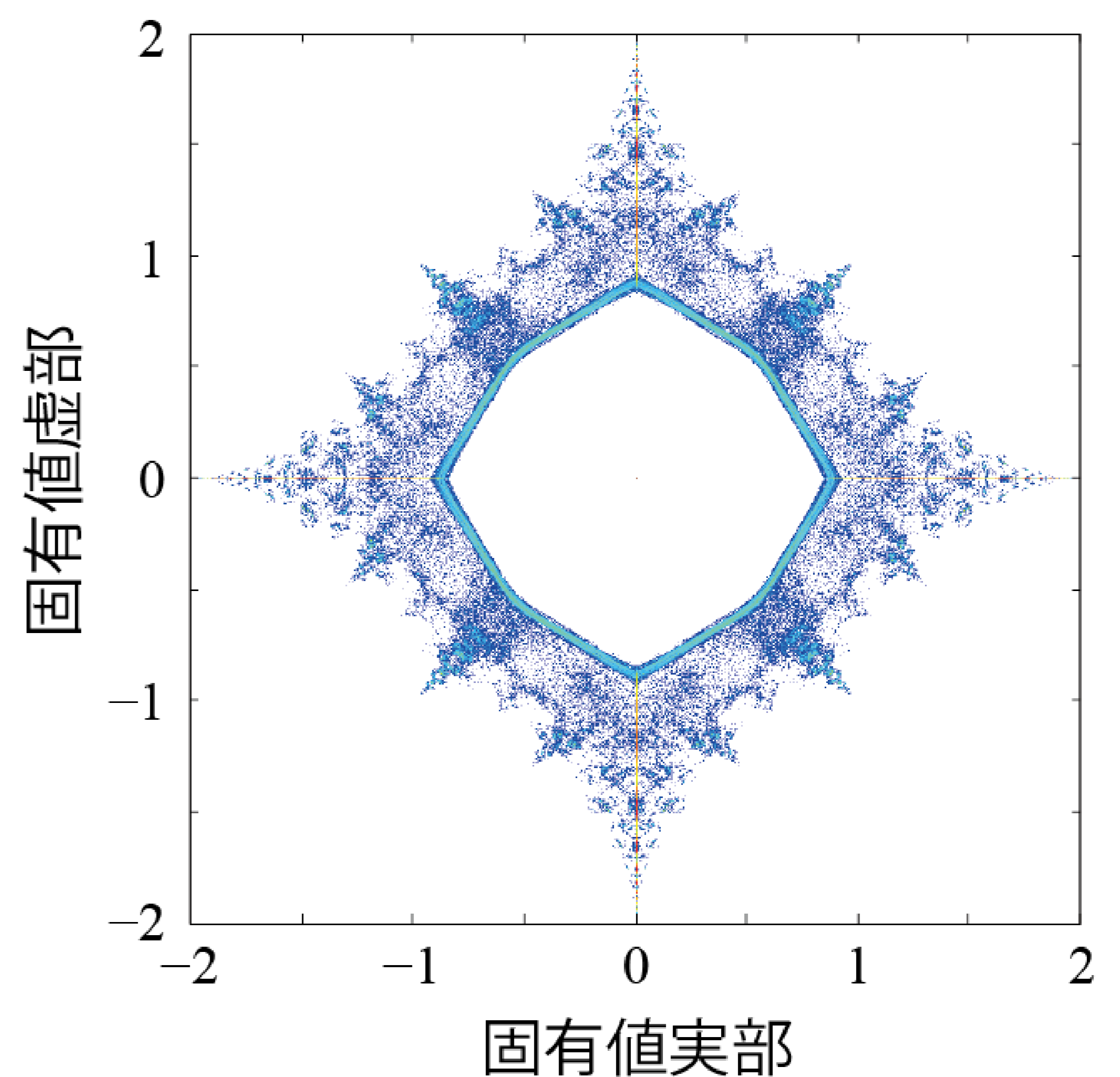


図3. $g=0.2$ のときの固有値分布