

高レイノルズ数流体乱流における非平衡エネルギースペクトルの抽出

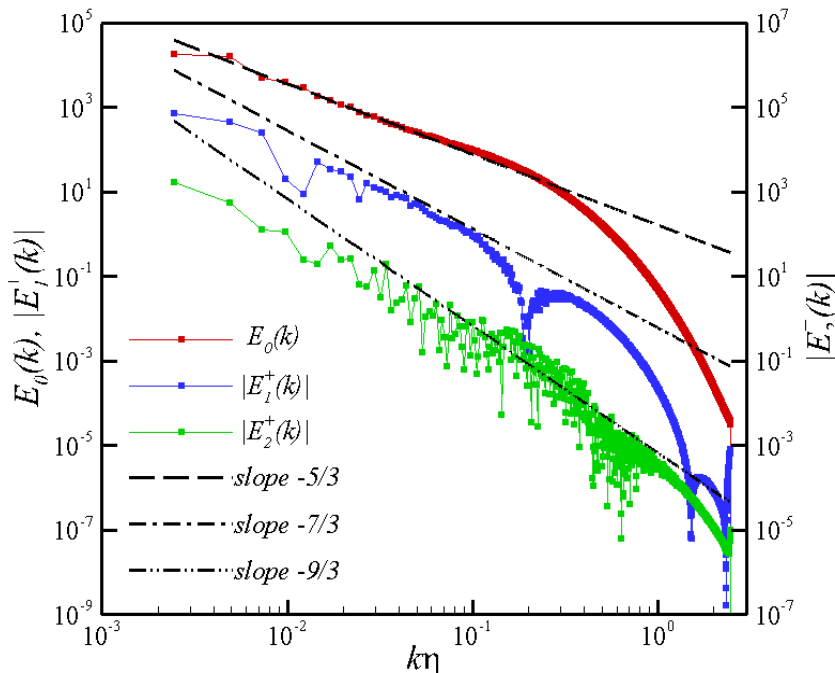
東京工業大学 理工学研究科 機械宇宙システム専攻 堀内潔

目的 Kolmogorovの-5/3乗則を初項とした摂動展開により予測された非平衡エネルギースペクトルのDNSデータを用いた抽出を図る。

内容 統計理論の与える下記公式に基づき、スペクトルの条件付抽出を行った。

$$E(k) \approx \underbrace{C_K \langle \bar{\varepsilon}^{-2/3} \rangle k^{-5/3}}_{E_0(k)} + \underbrace{C_1 \langle \dot{\bar{\varepsilon}} \bar{\varepsilon}^{-2/3} \rangle k^{-7/3}}_{E_1^+(k)} + \underbrace{C_2 \langle \ddot{\bar{\varepsilon}} \bar{\varepsilon}^{-1} - \dot{\bar{\varepsilon}}^2 \bar{\varepsilon}^{-2} \rangle k^{-9/3}}_{E_2(k)} + \dots$$

結果 2048^3 の格子点を用いたDNSデータにより得られたスペクトルを図に示す。
 $E_0(k)$, $E_1^+(k)$, $E_2(k)$ の各成分は、予測された勾配に近い分布をしている事が見て取れる。



まとめ

- ・ 非平衡スペクトルの理論的な導出を行い、条件付き平均を施すことで、理論で予測された-7/3乗, -9/3乗スペクトルが実際に得られる事を示した。
- ・ スペクトルの時間発展は3つのPhaseから構成され、Phase 1とPhase 2では-7/3乗成分、Phase Tでは-9/3乗成分がエネルギー伝達を担うことを明らかにした。