

(様式2)

学位論文の概要及び要旨

氏 名 津野田 修平 印

題 目 鉛直スロットにおける攪乱の非線形相互作用

学位論文の概要及び要旨

異なる温度に保たれた2枚の無限に伸びる平行に置かれた鉛直平板間(鉛直スロット)には、温度差が0でない限り、3次関数の速度分布と1次関数の温度分布を有する自然対流が熱伝導状態として生じる。温度差がある臨界値以上になると、この自然対流は不安定化する。さて、流体のプラントル数 P には線形安定性解析により決定される。クロスオーバー値 $P_* = 12.45425644$ が存在し、 $P < P_*$ ではせん断力駆動型の定常モード、 $P > P_*$ では浮力駆動型の振動(Hopf)モードが臨界条件を与えることが知られている。線形臨界点に限ると、 $10^{-7} < P < 10^8$ の広い範囲にわたって、これらのモードの分岐はつねに超臨界である。このとき、 $P \approx P_*$ では臨界Hopfモードと臨界定常モード間の相互作用が生じ、浮力の強さを特徴づけるグラシヨフ数の上昇と共に、 $P < P_*$ では定常モードから混合モードが、 $P > P_*$ では定在波から混合モードが安定な解として分岐することが知られている。さらに、 $P < P_*$ では中立定常モード間で波数比1:2の相互作用(1:2共鳴)が、 $P > P_*$ では1:2 Hopf/定常モード間共鳴、1:2:4 Hopf/定常/定常モード間共鳴が生じ、それらの場合に分岐解析も行われている。「本論文では、 $P \approx P_*$ での臨界モード間の相互作用が実は1:4 Hopf/定常モード間共鳴であることを見だし、中心多様体低減によって振幅方程式を導出して、解の分岐特性を詳細に調べた。その結果、これまでの研究で求められていた定在波と混合モードが対称な2種類の混合モードに置き換わり、また、2種類の混合モードは非対称な混合モードによって橋渡しされていることが明らかになった。」このことは、流体方程式の直接数値シミュレーションによっても確認されたため、4次の共鳴項を有する1:4共鳴の重要性を示すことができた。また、定常中立モード間の1:2共鳴相互作用に対して新たなパラメータを導入する目的で、主流に対して鉛直方向の平面クエット流成分を重畳させた。その結果、新たに浮力駆動型の定常モードが臨界モードとして発生可能であることを確認した。この定常モードは通常のせん断力駆動型の定常モードや浮力駆動型振動モードとは違って、クエット流の強さを特徴づけるレイノルズ数の減少に伴い、線形臨界点において分岐は非線形縮退点を挟んで超臨界から亜臨界、そして超臨界へと変化することを見いだした。中立定常モード間の1:2共鳴を記述する振幅方程式を多重尺度法によって導出し、それにもとづいた分岐解析を行った結果、定常中立モード間の1:2共鳴として従来知られていた分岐特性に加え、亜臨界分岐の影響を強く受けたパラエティに富んだ分岐特性が得られた。またそれらは分岐の数値解析によって得られた分岐図の中に局所分岐解として埋め込まれていることが確認された。