

研究会報告

乱流の統計理論とその応用

昭和62年度 統計数理研究所 共同研究 (62-共会-50)

開催日: 1987年11月30日~12月1日

研究代表者: 岡崎 卓 (統計数理研究所)

乱流は流体の不規則運動であって、流体の存するところに普遍的に見られる現象であり、不規則性を支配する統計法則の解明と応用に伴う諸問題の解決は理工学上の重要課題である。伝統的な、あるいはまた先端的なテーマの研究発表により、乱流理論の進展に寄与すると共に広範な分野にわたる研究者間の交流を図ることを目差す標記研究会において、今回は12の講演がなされた。その内容は下記に付した要約に見るように多岐にわたるが、次の5項目に大別できる:

- A. 乱流の近似理論——時々刻々、空間の各点各点で変動する流体速度の確率分布を流体の運動法則と確率概念とから導出することは、乱流の統計理論の主要目標である。確率分布の代りにモーメントやエネルギースペクトルで論ずるとき、それらの統計量の時間的空間的分布を支配する無限箇の方程式系を如何に精密かつ簡明な近似で閉結するかという近似理論となる。講演6と12はそれぞれ異なる繰り込み技法に基づく最新理論の紹介である。共に等方性乱流に対するものであるが、講演3は既存の近似法を軸対称乱流に拡張適用した結果の報告である。
- B. 渦理論——流体の場を渦の集合と見て、単独あるいは相互に作用を及ぼし合う複数の渦の挙動を解析的に説明し、また計算機実験によって確認、予測するものである(講演1, 7, 9)。講演11は運動方程式の代りに渦の分裂過程を模式的に与え、フラクタル概念を採用して従来の近似理論の壁を打破する試みである。
- C. 数値シミュレーション——計算機の大型化に伴い、運動方程式の直接積分によって流体運動を追跡することが可能となりつつあるが、微視的変動と巨視的变化が混在する乱流に対しては未だ計算機の性能が充分でない。空間対称性の利用や波数空間における基底変換によってこの欠陥を補う新工夫が紹介された(講演7, 10)。
- D. 流体セルオートマトン——計算機によるシミュレーションの概念から更に1歩進めて、計算機の素子自体に抽象的流体の機能をもたせ全系として流体運動を表現しようとするものである(講演5)。
- E. 電磁流体の乱流理論——電磁場と乱流の相互作用は太陽風による地球磁場の擾乱といった地球物理学の現象から、核融合炉の定常運転など工学的応用の成否を支配する鍵である。講演2, 8は乱れによる磁力線配位の変化と輸送現象との係わりを解明し、講演4は数値シミュレーションによって磁場と速度場の関連を調べたものである。

本研究会は昨年引き続きのものであるが、今回は準備作業の大半を中野 徹(中央大学理工学部)が担当して開催に至った。真剣かつ活発な発表討論は参加各員の研究に直接資する所多く

意義大であったが、O. Reynoldsによる乱流現象の物理学的観察から百余年を経ても尚完全な理解を阻んでいる乱流に対し、これからの理論は如何にあるべきか、その方向を見極める手掛りが呈示された点において更に有意義であったと思われる。

プログラム

1. 「集中渦の3次元的運動と安定性」 福本 康秀(東大・理)・宮寄 武(公害研)
2. 「磁力線の彷徨不安定性と輸送」 入江 治行(日大・理工)
3. 「軸対称乱流」 齊藤 善雄・中内 紀彦・大嶋 洋(東邦大・医)
4. 「MHD乱流と乱流ダイナモ」
水島 二郎(相模工大)・木田 重雄(京大・数理研)・柳瀬真一郎(岡山大・工)
5. 「MHDセルオートマトンモデルと輸送」 羽鳥 尹承(名大・プラ研)
6. 「Lagrangian Renormalized Approximationとその応用」
金田 行雄(名大・工)・後藤 俊幸(名工大)
7. 「渦管のつながりかえ」 木田 重雄(京大・数理研)・高岡 正憲(京大・理)
8. 「磁気リコネクションとMHD緩和過程」 草野 完也(広大・理)
9. 「粘性のある渦輪」 石井 克哉(計算流体研)
10. 「スペクトル法による乱流の数値シミュレーション」 山本 稀義(航技研)
11. 「マルチフラクタル β -モデル」 真田 勉(東大・理)
12. 「Renormalization Theory by Yakhot-Orszag」 中野 徹(中大・理工)