目的としたバイオリアクターとして活用されている。抗生物質やプロテインの生産などを目的とする微生物菌体の好気培養や、酢酸菌によるアルコールからマヨネーズ用食酢の発酵生産において、酸素移動速度の大きいバイオリアクターが製品の大量生産の面から好ましいとされ、これに適した気泡塔型反応装置(微生物菌体や植物組織などの破壊がない)について積極的な研究開発がなされている。他

方、石炭液化反応のように逐次的に副生産物を生成する場合は、ピストンフローに近い管型反応器がより有効である。また、排水処理プロセスでは、エアリフトポンプを利用したディープシャフト型活性汚泥装置などがある。これらに対して、気・液・固三相が関与する反応装置の性能向上や、操作・設計に対して不可欠な混相流動特性を始めとする諸現象について研究が進められている。

非線形ダイナミクス研究の現状^{*}

(混相流の非線形ダイナミクス研究会)

Nonlinear Dynamics in Multiphase Flow

小澤 守^{**}
OZAWA Mamoru

1. はじめに

混相流シンポジウム'94において、非線形ダイナミクス研究会の活動紹介を兼ねて特別セッションを企画することとなり、本研究会では、学会の場で研究会を開催して広範囲の方々と非線形について討論をすることとした。そこでできるだけ広範囲の話題を提供しようと下記の6件の話題提供をお願いして、準備をしていたが、実際のところ1時間という範囲内でこれだけを消化するのはかなり無理があり、十分な討論もできず、ご講演頂いた各位にもご迷惑をお掛けしたこと、まず最初にお断りしておく。ここではその際の講演について説明する前に、まず会員各位に非線形ダイナミクス研究会の活動を若干なりとも紹介し、その後今回の特別セッションについて簡単に説明する。

2. 非線形ダイナミクス研究会

カオスやフラクタルは気象やその他多くの

物理、化学の分野でそれぞれ独立に研究が開始され、それが近年特に数学の分野で大きな展開がなされ、いわゆる非線形力学系の分野が大きく進展した。カオス、フラクタルの概念は従来、複雑でランダムな現象とされていた物理現象のみならず社会現象までもが、少数のパラメータで表現できる可能性を秘めており、そのパラメータのよってきたところを探れば、その現象の基本的な構造を理解し、またそのパラメータを用いて複雑な現象を再構築できる可能性がでてくる。そうなればそのパラメータを用いて、現象の定量的な分類や現象の検出、制御なども可能になる。

そこでこのような新しい動きに興味を持つものがより集まって研究会をつくることになった。これには広く混相流の動的な挙動を研究している研究者や、山口昌哉教授をはじめとする非線形力学系について研究している数学者たちにもメンバーに入っていただくことにした。つまり工学などの応用分野の研究者と

* 1994.10.29 受付

** 関西大学工学部機械システム工学科 〒564 吹田市山手町3-3-35
TEL(06)368-0807 FAX(06)368-0807

数学や物理などの基礎分野の研究者が非線形現象について同じテーブルの上で議論しようとして構成されたのが、この「非線形ダイナミックス研究会」である。本研究会は1991年に活動を開始して以来、現在まで合計15回にわたって、毎回2件程度の話題提供を中心として活発な議論を展開している。なお龍谷大学にRyukoku Extension Center(略称REC)が設立され、本研究会もそのRECの協力によって種々便宜を図っていただいている。このRECを介して様々な分野の研究者との交流がなされ、それによって以下に示す広い分野にわたる議論が展開されていることを付記しておきたい。

本研究会で議論してきたテーマを以下に列記する(先頭の番号は研究会回数)。

- (1) 工学者、技術者からみた気液二相流カオスの研究の現状
- (2) 微分方程式にあらわれるカオス気泡振動とカオス
- (3) 数値解析におけるカオス原子炉の非線形動力学とカオス
- (4) 力学系のカオス混相流の時系列データ解析
- (5) カオスについて流下液膜におけるフラクタル次元解析
- (6) 固視時における眼球運動のフラクタル次元解析自然対流の数値シュミレーション
- (7) 区間上の写像の力学系とその分岐高レイリー数域におけるベナール対流パターンの進化
- (8) Chaotic Phenomena in Density-Wave Oscillations
- (9) ウェーブレットについてウェーブレットの応用
- (10) 半導体のカオス散逸系のソリトンの統計的性質
- (11) 先端研究所におけるカオスと自己組織化に関する研究動向離散モデルによる固気混相流動の数値シミュレーション

- (12) カオスの制御と応用の新展開セルラ・オートマトン法による熱と流れの計算
- (13) 熱対流の現象論熱対流の可視化
- (14) 混相流シンポジウム'94における特別セッション
- (15) 流動層の可視化固気混相流に於ける対流現象自己組織的臨界現象のモデル

以上、今まで議論してきた話題を概観すると特に混相流にこだわらず広く単相流の問題から、また流れそのものから離れて半導体の問題、眼球運動、また議論の経過からでてきたものとしては社会現象、例えば流行などのカオス挙動、など極めて広範囲に議論が進展している。またセルラ・オートマトン法やごく最近の研究会で話題提供されたカップルド・マップ・ラティス(柳田)など非線形現象の数値計算手法などの紹介も行われた。本会では話題を混相流に限定せず、広く非線形現象全般にわたって議論をしているため、かえって非線形現象という共通の立場を貫くことができ、また別の分野の現象や計算手法が混相流における非線形ダイナミックス研究に役立つこともある。

3. 混相流シンポジウム'94特別セッション

本セッションは、従来行ってきた当研究会の紹介を目的として行うものであるため、討論する内容は一部既にいずれかの研究会で討論したものも含まれている。今回の話題と提供者は以下の通りである。

「Soliton乱流研究の現状と展望」

筑波大学 金野 秀敏 氏

「管内流れの分岐およびカオス」

大阪工業大学 山本 正明 氏

「気液二相流の変動現象」

高松工業高等専門学校 澤井 徹 氏

「音場中での気泡群の挙動」

京都大学 高比良裕之 氏

「水平管内気液波状二相流の液膜厚さ信号へ

のウェーブレットの適用」

京都工芸繊維大学 萩原 良道 氏
「流下液膜における膜厚変動のフラクタル解析」
大阪大学 森 幸治 氏

4. おわりに

本研究会ではいろいろな機会を通じて話題提供をお願いし、ご講演頂いた方々にはその後も研究会のご案内をさしあげている。つまり研究会を重ねる度ごとにメンバーが増えていることになる。毎回の研究会には20名程度

の参加者があり、話題提供の最中にも討論をすることになっているため、話がなかなか前に進まないこともある。興味を持たれた会員諸氏の参加を希望する。ただし、その際には何らかの非線形現象に関わる話題をご提供頂くことを期待している。

最後になりましたが、本特別セッション企画に際してご協力頂いた講演者の方々、並びに混相流シンポジウム実行委員会の各位に感謝致します。

三流体モデルによる環状噴霧流解析に関する検討^{*}

(三流体詳細熱流動解析コード検討委員会)

Examination on a Prediction Method of Annular-Mist Flow
Based on a Three-Fluid Model

富山 明 男^{**}
TOMIYAMA Akio

片岡 勲[†]
KATAOKA Isao

坂口 忠 司^{**}
SAKAGUCHI Tadashi

1. はじめに(神戸大：坂口忠司)

沸騰水型原子炉(BWR)燃料集合体におけるドライアウト現象のように複雑な環状噴霧流現象を現象論的に予測することを目的として、液膜・液滴・蒸気の各々に対して保存則を考える三流体モデルが近年使用されるようになった。日本混相流学会“三流体詳細熱流動解析コード検討専門委員会(主査：坂口)”は動力炉・核燃料開発事業団から「三流体モデルの構成方程式等の高度化」に関する研究委託を受け、3年間にわたって三流体モデルに基づく環状噴霧流解析に関する体系的研究を実施した。この際、動燃で開発された定常一次元三流体モデルに基づく液膜ドライアウト解析コードFIDAS-1DSを参照モデルと

した。以下に、委員会の研究成果の概要を述べる。

2. 基礎式と構成式(動燃大洗：菅原悟)

環状噴霧流を構成する液滴、液膜、気相を各々独立の流体とみなすと、流体*i*に対する質量及び運動量の保存式は

$$\frac{d\rho_i \alpha_i V_i}{dz} = \sum_{i \neq j} M_{ij}$$
$$\frac{d\rho_i \alpha_i V_i^2}{dz} + \alpha_i \frac{dp}{dz} = \sum_{i \neq j} (F_{ij} + M_{ij} V_{ij}^*)$$
$$-F_{wi} - \alpha_i \rho_i g$$

と表わせる。ここで、 ρ は密度、 α は体積率、

* 1994.11.9 受付

** 神戸大学工学部機械工学科 〒657 神戸市灘区六甲台町1-1
TEL(078)803-1126 FAX(078)803-1126

† 京都大学大学院工学研究科