

研究会報告

音響系・光学系におけるカオス

(1994年6月20日受理)

京都大学基礎物理学研究所 1994年1月12~14日

楽器は古くから我々が使いならしてきた最も身近な音響デバイスである。一方レーザー等の光デバイスは現在の工学技術の中核を成すものである。光デバイスにおけるダイナミックスの研究はその工学的な重要性からここ十数年間盛んに研究が行われその力学系としての特徴の概要がかなり明かになってきた。これに対し楽器のような音響デバイスを非線形ダイナミックスの立場から捉えた研究が始まったのは最近のことであるが、それらの研究成果から音響デバイスと光学デバイスの力学系としての類似点が浮かび上がってきた。現実の実験および数値シミュレーションの結果はこれらの系が驚くべき複雑多様なヒステリシスを伴う分岐構造を持つ力学系である事を示している。これらの系はともに振動状態を維持するために必要な共振器とそれを励起し制御する非線形系が結合したシステムと考えることができる。また、ある場合には、これらの系は共振器による多重の時間遅れの入った非線形力学系として捉えなおすことも可能である。単に外場の入った少数自由度力学系におけるカオスの研究は数多く行われてきたが、これらの系は本質的に大自由度系であるので少数自由度系の理論からそれらが示すような多様な分岐構造を説明する事は不可能であり、系の過去の履歴がノンマルコフ的に系のダイナミックスを規定するような力学系の深い研究が必要と考えられる。またこれらの系は多重のフィードバックがかかった系であるので制御理論の立場からも大いに興味のある問題である。長い間人類に使われてきた楽器が不安定性を内在するならばその研究はマン・マシン・インターフェイスに対するカオスの役割に対して、興味深い知見をもたらすカオスの制御とその機能的側面の研究に有益なヒントをもたらす事が期待される。さらに、これらの系に共通する線形共振器の境界条件は必ずしも単純ではない。単純でない境界条件をもつ線形系の固有状態は、量子カオスの研究から明かにされているように、驚くほど複雑な様相を示す。この様に複雑な線形システムと非線形素子の相互作用が引き起こす分岐の構造を明かにすることは量子系や偏微分方程式系の研究に対しても新しい刺激をもたらすことが期待できる。本研究会は、この様に音響系光学系に関わる多義に渡る問題を議論すべく計画されたものであり出席者の顔ぶれは物理学、計測制御、電気電子工学、音響学、芸術等の分野にまたがる。楽器の全体像の解決にはヒューマンファクターを含めた理解が必要であり科学的言語でこれらの問題を記述していく努力が必要である。現実の身近な題材や工学的題材からの物理学の基礎的問題へのアプローチは基礎物理学の健全な発展にとって重要である。

音響系・光学系におけるカオス プログラム

1月12日

13:30~14:00

はじめに

九工大 情報工 高橋 公也

14:00~15:00

遅延をふくむフィードバック系の非線形ダイナミクス

京大 基研 池田 研介

15:00~15:30 休憩

15:30~

フルートとリコーダの発音に関する諸現象と楽器構造について

九州芸工大 安藤 由典

1月13日

9:00~10:30

多重delayed feedbackを持つ音響系の自励振動に関する物理量(1)

埼玉工大 井戸川 徹

筑波大 物理工 小島 時彦

10:30~12:00

水中気包の非線形振動に伴う音響放射とカオス現象

同志社大 工 渡辺 好章

12:00~13:30 昼休み

13:30~14:30

McIntyre, Schumacher, Woodhouseモデルによるクラリネットのシュミレーション

九工大 情報工 高橋 公也

橘 崇哲

14:30~15:00 休憩

研究会報告

15:00～

多重delayed feedbackを持つ音響系の自励振動に関する物理量(2)

埼玉工大 井戸川 徹

筑波大 物理工. 小島 時彦

1月14日

9:00～10:30

金管楽器発音の時間領域シュミレーション

ATR人間情報通信研究所

佐藤 雅昭

足立 整治

10:30～12:00

Multistability, Chaotic intinerance and dynamical mode selection in an
opto-electronic ring

ATR光電波通信研究所

Peter Davis

12:00～13:30 昼休み

13:30～

管楽器の演奏法における音の制御について

ヤマハ株式会社 竹内 明彦

ヤマハ管楽器テクニカルアカデミー

若松 邦光