

平成27年度  
ひらめき☆ときめきサイエンス～ようこそ大学の研究室へ～KAKENHI  
(研究成果の社会還元・普及事業)  
実施報告書

HT27197

カオス・フラクタルの世界の魅力に触れる



開催日：平成27年8月25日(火)・26日(水)

実施機関：京都大学

(実施場所) 京都大学工学部2号館317号室

実施代表者：宮崎修次

(所属・職名) 情報学研究科・講師

受講生：高校生27名

関連URL：<http://wwwfs.acs.i.kyoto-u.ac.jp/~syuji/20150825/>

【実施内容】

・当日のスケジュール(1日目, 2日目とも同一日程)

10:00～10:15 受付(京都大学吉田キャンパス工学部2号館3階317室)

10:15～10:30 開講式(あいさつ, オリエンテーション, アイスブレイク科研費の説明)

10:30～11:30 実習(表計算ソフトを使ったカオスの可視化)

11:30～12:30 外部講師による講義と卓上実験(水滴落下実験等)

12:30～13:30 昼食・休憩

13:30～14:30 実習(地図上のリアス式海岸線の長さを計り, フラクタルを理解する)

14:30～15:00 休憩(ドイツのプレッツェルを食べながら実施代表者が滞独体験を話す)

15:00～15:30 実習(メトロノーム等を用いて同期現象を理解する)

15:30～16:30 講義と卓上実験(電磁現象・プラズマ)

16:30～17:00 修了式(アンケート記入, 未来博士号授与)

17:00 終了・解散

・広報活動

運営指導委員を務めているスーパーサイエンスハイスクール採択校への働きかけ, グローバルサイエンスキャンパス事業で指導している高校生の所属高校への働きかけ, 過去に研究室訪問を実施した高校への働きかけ

・受講生に分かりやすく研究成果を伝えるために, また受講生に自ら活発な活動をさせるためにプログラムを留意、工夫した点

高校1年生の参加者が多いことからフラクタル次元を説明する前に, 平易な例を用いて, 両対数グラフの使い方の説明を行った. 自然科学・数学の研究に計算機を用いることを示すために, プログラム冒頭に蟬の個体数変動と関連するロジスティック写像の挙動を表計算ソフトを用いて可視化した. カオスの初期値敏感依存性を示すために, 有効桁数の異なる二つの電卓を準備し, 同じ初期値から出発しても, 二次関数の iteration を行うと得られる結果が異なることを示した. フラクタル次元を直感的に理解してもらうために, 長崎県のリアス式海岸の海岸線の長さを測る実習を行った. 複数のメトロノームがリズムを合わせる現象, 落成時のロンドンのミレニアムブリッジの挙動を同期現象として, その挙動をこの行事で示した. 電子レンジ中の大気圧放電を利用して様々なプラズマ現象を示した.

## ・今後の発展性, 課題

非線形現象や複雑ネットワークは身の回りにあふれており, 工夫次第では特殊な機器を用いずに非線形現象, カオス, フラクタル, 複雑ネットワークの実例を高校生にわかりやすく示すことができる. そのような卓上実験が数多く準備できるところが, 今回のプログラムの発展性として挙げることができる. また, 今回のプログラムのような高校生の研究室見学は以前から多数催しているが, 今回の参加者の五名が所属する近隣の高校の自然科学部の部員が引率教諭に伴われて, 過去に研究室を訪問した. 今後は同校自然科学部の高校生が研究室を訪問して自分たちの研究内容を深める機会を設ける予定でいる. 代表者が運営指導委員を務めるスーパーサイエンスハイスクール採択校の高校生, および, 代表者がグローバルサイエンスキャンパスで指導している高校生の参加もあった. 様々な高大連携行事を連携させ, 息の長い高大連携行事を続けていくことも, 今後の発展性として挙げることができる. 最後に無断欠席者に関する課題を述べる. 参加申込サイトでの大きな問題点は, 参加登録時に登録するメールアドレスが正しいのか否か確認しない点である. 昨年度以前は, メールアドレス存在せずということで返信された申込者に対して, 登録された電話番号に電話をしても何の応答もない状況に陥ったことが何件もあった. 参加申込時に登録メールアドレスを用いた応答を確認できるようにした方がよいように思える. 申込を2段階に分け, まず, 電子メールアドレスを登録し, そのアドレスに登録サイトのURLを送るなど, 確実にメールが届く参加希望者のみが申し込みができるようにして頂くと, 無断欠席を減らす方策になりありがたい. 今年度は, 電子メールや電話で事前に連絡がとれない申込者の参加は認めないことにし, 実際に連絡のとれない1名の申込者の参加を断った. このようにしたところ, 無断欠席者は1名にとどまった.

## ・会場の模様



(左)二台の二重振り子を鉛直上方に伸ばして同時に放すとその後の運動は同じになるか。(初期値敏感依存性) (中:ハーモニックパイプ) (右:グラスハーブ)ハーモニックパイプを振り回すときの周期やグラスハーブのグラスの淵を指が1周するときの周期とそれぞれの楽器の音の周期(振動数の逆数)を比べよ.



(左)表示桁数の異なる様々な関数電卓やスマホの電卓を用いて, 2乗して2を引くという同じ計算を繰り返す. 初期値を1.99に固定して, この操作(iteration)を繰り返すとき, すべての電卓で同じ結果になるか. (中) 蟬の個体数変動の数理モデル(ロジスティック写像)から得られる挙動をパソコンを用いて調べる. 物理や数学の研究にパソコンのような電子計算機を用いることを経験する. (右)パソコンで得られた結果をホワイトボードに図示し, ロジスティック写像の分岐図を求める.



(左)水滴落下間隔測定装置全景(中)多義図形と視覚情報処理(右)磁石と電磁誘導を用いて減衰を抑え、長時間振動するカオス振り子のおもちゃ



(左)長崎の九十九島周辺のリアス式海岸の長さを測り、フラクタル次元に関する理解を深める。(中)ホットプレート、アルミシャーレ、マイクロパールパウダー、サラダ油を用いた対流実験。対流セルが生成されるのが観察できる。(右)プレッツェルを食べながら、映画のデータベースの可視化システム(The Oracle of Bacon)を用いて、俳優の共演関係を調べる。複雑ネットワークの普遍的な性質であるスモールワールド性を知る。



(左)メトロノームの同期現象(中)映画 E.T.の名場面? プラズマボール(右)蛍光灯の光る原理は何か。壊れた蛍光管にプラズマボールを接触させるとどうなるか。



(左)CD を電子レンジに入れて作動させると記録面上で放電し... (中)その CD を電子レンジから取り出すとこうなっていた。放電が生じた道筋が記録面に残っている。(右)電子レンジで作成したプラズマ

・安全配慮について

ホットプレートを利用する実験では参加者がやけどしないように実施協力者が注意を払った。電子レンジを用いた実験では高温のプラズマが生じるので、操作はすべて実施代表者が行い、参加者は観察するのみとし、やけどなどの事故が生じないように配慮した。

・事務局との協力体制

支出報告書、委託費収支簿の作成など予算管理において支援を受けた。

【実施分担者】なし

【実施協力者】5名

【事務担当者】福元 隆 研究推進部研究推進課研究助成掛・掛長