

一日目

大まかな、これからの予定の確認、これまでやってきたことの復習に当てる日だった。流れとしては、一日のどこかに、達成度を確認するためのセミナーを実施し、習得すべき項目のうち、どこまで理解できているかを発表する形で、5日間行う。達成すべき目標としては、以下の通り。

- ・プログラミングの基本を習得（京都で事前学習済み）
- ・常微分方程式の数値計算について学ぶ
- ・偏微分方程式の数値計算について学ぶ
- ・上の2つについて可視化の方法を学ぶ

とりあえず、5日間の最終的な達成目標としては、前任者の石橋さんの仕事を理解し、京都に帰ってから、その内容を使って自身で発展させていけるようになること。上記の4項目を達成すれば、ある程度、その目標が達成されたものと考えている。

まず、1日目の課題、つまり2日目のセミナー発表としては、基本的なプログラミングをマスターすること。レベルとしては「新C言語入門 スーパービギナー編」の内容を完璧にできるようになっているレベル。

二日目

セミナー形式で、言われたプログラムをかけるかを確認、そこから、線形常微分方程式と非線形常微分方程式の解き方を学んだ。線形のものに関しては、 $\exp(\lambda t)$ を代入することで解けるが、非線形のものに関しては、数値代入して、漸化式のようにして解いていく。

これに関して、Euler法とRunge-Kutta法の二種類を使って解けるようになるのを次の日までの課題とされた。その後、関数だけ変更するだけでRunge-Kuttaの解を導き出せるようなプログラムを書いた。

それに加えて、配列を引数として使うときは「*」をつけるか、 $a[]$ とすればよいということも重要事項として学んだ。

三日目

二日目に書いたプログラムに関して、厳密解との差を出すプログラムを作って、それからセミナーを行った。

書いてきたプログラムに関して、 dt の値を倍にしたり半分にしたりして、ERRの値がどのように変化するかを観察した。

この時、 dt の値が倍になるとERRの値は16倍になること、そこから、ERRは dt の4乗に比例することが見られた。

またこれは、Runge-Kuttaの誤差が $O(dt^4)$ となることから、書いたプログラムの妥当性をここで見ることができた。

ここで初めて、他の関数の挙動などを、このプログラムを書いても良いだろうと考えて良いらしく、関数のみを変えて実際に挙動をみるようにする。(他のところを変えてしまうと、妥当性がなくなってしまうから)

その後は、セミナーでは勾配系の講義を受けた。

エネルギーの低い方に向かって勾配系は動くこと、安定平衡点、不安定平衡点があることを学んだ。

これらを見分けるには、ごく小さな、 t に関する関数 ε を定義し、調べたい点 x に対し、 $x + \varepsilon$ を代入し、その後 ε が大きくなるか、小さくなるかを見ればわかる。

このあとは、熱方程式、拡散方程式について、教科書を元に学習した。

四日目

拡散方程式を、2BoxシステムからNBoxシステムに拡張するところから導いていけることを学んだ。

でも、拡散方程式については前日の予習である程度は学んでいたもので、この日はメインは反応拡散方程式として進んだ。エネルギーの低い位置に落ち着きたいとする反応項と、傾きをなくそうとする拡散項からなっていて、解き方としては、それぞれ、常微分方程式の数値計算と、拡散方程式の数値計算を組み合わせたものと同じ。

そのあとは汎関数(引数が関数で、返り値が実数の関数)微分についても学んだ。

反応拡散方程式を解くときは、反応項、拡散項で、挙動が正確に出ることにまず注意して数値計算を作り、それぞれが大丈夫そうで、解けたと判断できた。この後は、新たに課題として出されたTuringの問題を二次元で解くことに取り組んだが、こっちはこの日のうちにはうまくいかなかった。

五日目(最終日)

朝から今まで習ってきた反応拡散方程式の知識を使って、実際にカイメンの数理モデルに使われている数式を題材にどういう挙動を示して、どういう特徴があるグラフが出るのかを考えた。

具体的には、フェイズフィールド(PF)モデルをやったのだが、これはカイメンの体がどこまで、どこからが体外かを表すのに使われている。

午後からは、実際これから、自分たちがどういうことを数理モデルでやっていくのかについての議論をした。最終的な目標を、骨片ありとなしのカイメンそれぞれの数理モデルを組み合わせ、各単一のモデルでは説明できない形状も説明できるようにすること、とした。

それに向かって、骨片周りの物理を理解し、パラメタについても、これからパラメタ同士の的確な関係性を導き出せるように実験を重ねデータを取っていこうということになった。そのために数式を深く理解し、実験と物理の学習を重ね、どちらかに偏らないような研究をしていけたらよいと思う。