

# カオス理論

理数科2年 片山 龍太郎 櫻内 慎太朗

花石 竜太 矢山 遼 黒土 剛

## 1 主題の理由

私たちは8月理数科サマーセミナーで福岡工業大学に行って、大学の講義を受けた。その中で、カオス理論という理論についての講義を受け、興味があつたため、今回の課題研究のテーマにした。また、実際にインターネットなどで調べてみて非常におもしろい情報を得たので報告したいと思う。

## 2 目的

カオス理論について理解を進め、身近なことからカオス理論について知ってもらいたいと考える。

## 3 仮説

私たちの身近にカオス理論が応用されたことはないのか。まず、カオス理論とは、身近に予測できない複雑かつ不規則な様子を示す現象を数式で表したものである。つまり、自然現象など複雑で不規則な現象を理論的に表したものである。

まず、決定論と非決定論について説明する。決定論とは、世界におけるすべてのことが規則にしたがって決定されているという主張で、すべて必然であるということ。また、現在状態から次に時刻がひとつにきまることである。非決定論とは、世界におけるすべてのことが規則にしたがって決定されているわけではないという主張で、決定論とはまったく逆の考え方である。私たちが住んでいる世界は決定論なのか、非決定論なのかという議論は決着がついていない。その中でカオスはどちらかというと決定論的な規則にしたがっている現象である。また、身近な自然現象を表したもので、雲の動きや波、風、温度などの気象などがあげられる。雲の動きは複雑かつ不規則な様子であるが、数式などを使い表すことができる。

その様子を数式で表すことに、バタフライ効果と呼ばれるものがある。バタフライ効果とは、初期値のごくわずかなずれが、将来の結果に甚大な差を生み出し、結果に大きな違いをもたらすということを詩的に表した表現で、これが雲の動きなど複雑な動きの様子を表すことに使われている。バタフライ効果の名前の由来は、アマゾンを舞う1匹の蝶の羽ばたきが、遠く離れたシカゴに大雨を降らせるところから由来している。端的に言えば、小さな要素の組み合わせでも未来に大きな影響を与える以上、正確な未来予想は不可能という事である。

ここで江戸時代の浮世草子『世間学者氣質(かたぎ)』のなかにあるバタフライ効果を使った話を一

つ紹介しようと思います。風が吹けば桶屋が儲かるといった話です  
最初に大風で土ぼこりが立つ  
すると、土ぼこりが目に入って、盲人が増える  
当時、三味線は盲人が弾いていたので盲人は三味線を買う  
そこで、三味線に使う猫の皮が必要になり、ネコが殺される  
さらに、ネコが減ればネズミが増える  
そして、ネズミは箱をかじる  
そうなると、箱の需要が増え箱屋が儲かる  
これは、はじめのことと関係が浅いものでも影響があるのでバタフライ効果であると言える。  
他にも、北京で蝶が羽ばたくと、ニューヨークで嵐が起るなどがある。  
次に、カオス理論の理論で一つである、自己相似について説明する。  
自己相似とはフラクタルとも呼ばれ、フランスの数学者 ブノワ・マンデルブロが導入した幾何学的概念で、図形の部分と全体が自己相似になっているもののことである。  
フラクタル図形 身近なカオス理論の使用例として、今回はフラクタル図形を書こうと思う。

#### 4 証明

フラクタル図形を書く方法として、コッホ曲線というものを描いてみたいと思う。コッホ曲線は簡単にかけるフラクタル図形である。

書き方は

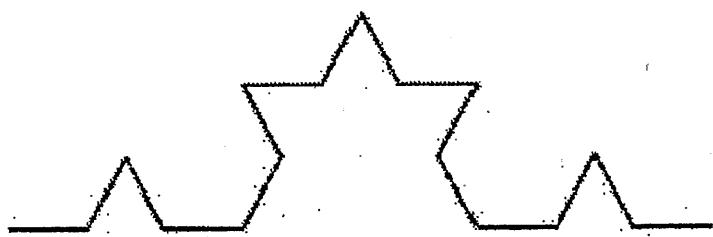
まず、線分を引く。



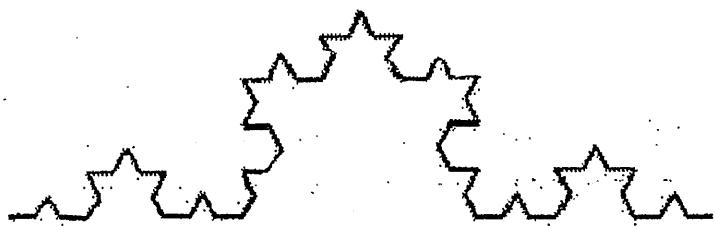
次に、線分を3等分し、中央の線分を1辺とする正三角形を描き、下の辺を消す。



そして、得られた4つに線分に対して同じ操作を繰り返す。



得られた 16 の線分に対して同じ操作を繰り返す。この操作を無限に繰り返すとコッホ曲線になります。



## 5 結果

このコッホ曲線を使うことで簡単にカオス理論の一部を表現することができた。

## 6 考察

カオス理論は、研究者によって定義が様々であり、一言でカオス理論を示すことは難しい。しかし、内容が深く、興味をもって研究することができた。

## 7 まとめ

カオス理論は、予測できない複雑かつ不規則な様子を示す現象を数式で表したもので、雲の動きや波、風、気象や道路における自動車の自然渋滞などの使われていることがわかった。

## 8 感想

カオス理論について調べてみてとても興味深いものばかりで、よりカオス理論について理解を進めたいと思った。今回カオス理論について調べてみていくうちにまだ理解できないと個人があったので、これから調べていきたい。

黒土 剛

研究があまりされていない未知のことだったのでもっと知りたいという好奇心がもてた。課題研究は今後も続けてほしいと思った。

櫻内 慎太郎

身の回りにあるものの気づかないカオス現象がまだたくさんあったりして最新の研究でもわからないことがあったが、私たちはこの課題研究を通して、カオスというものが、なんとなくではあるが理解することができた。

片山 龍太郎

まだ研究の進んでいないが奥深く、日々新たな発見が見出されていくというとても難しいことを学ぶというとても貴重な体験ができてよかったです。

矢山 遼

今回の理数科課題研究で、いろいろなことを知ることができました。カオス理論とか聞いたこともなかったけれど、講義を聴いて興味がわいてきました。これからいろんなことに目をつけて、他にもカオスを見つけ思います。

花石 竜太