

# 台風の雲のプロシージャルアニメーション

## Procedural animation of typhoon cloud

竹花 永遠  
指導教員 菊池 司

東京工科大学 メディア学部 メディア学科 菊池研究室

本研究は数式やスクリプトを組み合わせることで理想的な台風の映像を生成する仕組みを確立し、3次元コンピュータグラフィックスを用いた映画やゲームでの映像制作分野の一助となることが目的である。本研究ではコンピュータグラフィックス制作ソフトウェアである Houdini を用いて映像制作を行う。

キーワード：台風、プロシージャル、アニメーション

### 1. はじめに

近年、映画やTVアニメ、ゲームなどの様々な分野で3次元コンピュータグラフィックス（以下3DCGとする）を用いた映像制作の事例が増えている。時間の流れや壮大さを演出する際に空模様の変化を印象づけるシーンを含む作品がしばしば見受けられる。本研究では大規模な気象現象の1つとして、台風の雲の変位に注目する。台風の再現映像を生成する仕組みを確立する手段として3DCG制作ツールである Houdini を用いる。また、本研究の目的は映像分野におけるそれぞれの目的に応じた理想的な台風映像制作の一助となることである。

### 2. 台風について

本研究で想定する台風とは、日本において「台風」と呼称される熱帯低気圧が発達したものとする。

気象庁が発表している台風の定義は「東経180度より西の北西太平洋および南シナ海に存在する熱帯低気圧のうち、最大風速が約17m/s以上になったもの」[1]とされている。

### 3. 台風のメカニズム

台風映像の再現にあたって雲の変位の特徴を掴むべくメカニズムの調査分析を行った。台風の発生、発達に最も重要な力として気圧傾度力とコリオリの力がある。

気圧傾度力とは気圧が高い場所から低い場所へ

空気が流れる力の名称である。周囲の大気が熱帯低気圧の中心に向かって流れ込み、逃げ場を失った空気が上空に向かうことで上昇気流が発生する。上昇しきった空気は中心から外側に向かって流れる。以上のことから地表付近の空気や雲は中心に向かって流れ、上空の空気や雲は外側に向かって流れる特徴があることが判明した。

コリオリの力とはメリーゴーランド等の回転する足場や地球の自転のような周囲の環境が回転している場合に生じる慣性力である。台風の場合は地球の自転が原因でコリオリの力が生じる。

地球の自転によるコリオリの力は気圧傾度力に対して垂直に働く。これにより中心に向かうはずの空気の進行方向がずれて回転し始める。また、台風の北側のコリオリの力と南側のコリオリの力では力の大きさが異なる。地球の自転によるコリオリの力は高緯度ほど強く低緯度ほど弱くなる性質を持っている。つまり北側からの気圧傾度力は大きく曲がり南側からの気圧傾度力は比較的小さく曲がる。

台風はコリオリの力の差だけではなく、各方向での要素が一様ではないものが多い。風速や雲の量等、台風映像を再現する上では無視できない要素がいくつもある。Houdiniで自然現象の再現を試みる際にはメカニズムの調査分析を行うことも非常に有益な手段である。

#### 4. 手法

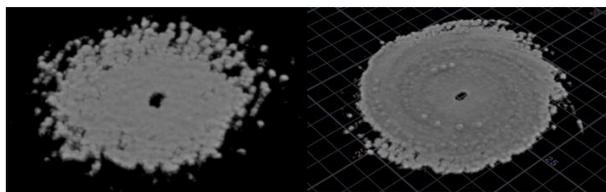
台風映像を生成する仕組みを確立する際に 3DCG 制作ツールの Houdini を用いた。本章では大まかな実装の流れを記述する。

はじめに粒子（パーティクル）を雲に見立てて特徴的な渦運動の再現を目指した。渦運動を再現するにあたっては 2 つのパラメータを用意した。渦の半径方向の力を制御するものと半径方向に垂直な回転方向の力を制御するものである。これらのパラメータに代入する数値を変化させることで、台風の発生期や最盛期等のそれぞれの段階における渦運動の再現を試みた。

また、渦運動を再現したパーティクルをボリュームデータ（内部の情報を含むオブジェクト全体をボクセルで構成されたデータ）に変換しノイズを加えることで雲の外見を表現した。

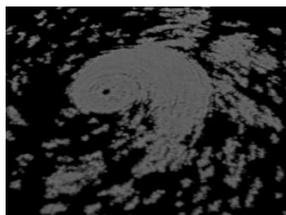
#### 5. 現在の進捗

本章では現在の研究進捗を記述する。現在までの研究段階に応じて再現結果を画像として掲載する（図 1）。図 1-a は前章で述べた 2 つのパラメータのみを用いて試験的に回転制御を行った結果の画像である。図 1-b は 2 つのパラメータの利用に、パーティクルから尾を引くようにパーティクルを複製する処理を加えた。図 1-c は以上に加えて雲がない中心部分（台風の目）の座標を移動させ、周囲にも雲を発生させたものである。



(a)

(b)



(c)

図 1 研究段階に応じた再現結果

#### 6. おわりに

本研究では、数値の変更を行うことで目的に応じた台風映像の生成が可能な仕組みを制作している。映像制作の際には台風のメカニズムの調査分析結果に基づいて理想的な映像の再現を目指している。重要な要素として気圧傾度力やコリオリの力を挙げたが、他にも数多くの要素が複雑に作用しあうことで台風が構成されている。

台風は多くの要素で構成されているために、まだ再現に着手できていない要素やその他の課題が山積している。目下の課題として台風が日本を縦断するように移動する様子、台風の勢力が弱まり温帯（熱帯）低気圧に変化する様子を再現することが挙げられる。台風の移動には太平洋高気圧の存在と、貿易風や偏西風と呼ばれる恒常風が深く関係している。これらの外的要因もパラメータによる制御を行うことができるようにし、理想的な台風映像を容易に生成できる仕組みを完成させることが最終的な目標である。

#### 参考文献

- [1] 国土交通省, 気象庁. “台風について” . <https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/faq/faq14.html>. (2024)
- [2] 上野充, 山口宗彦.” 図解・台風の科学 : 発生・発達の様相から地球温暖化の影響まで”. 講談社, 2012.