

# 大規模オープンデータを使った遊動型天体シミュレーション

井上虎<sup>†1</sup> 異竜雅<sup>†1</sup> 鈴木大暁<sup>†1</sup> 速水郁海<sup>†1</sup>  
長岡鼓太郎<sup>†1</sup> 吉澤智<sup>†1</sup> 川合康央<sup>†1</sup>

**概要** : 天体を知るためには、星座早見盤やプラネタリウムなどが用いられるが、これらは地球から見た球面としての宇宙を表すものであり、天体間の相対的な距離感覚を立体的に理解することができない。そこで、3次元空間に星を配置することによって、天体を立体的に捉えたいと考えた。本研究では、天体のオープンデータである Hipparcos 星表と、ゲームエンジン UnrealEngine4 を用い、大規模な宇宙空間内を自由に移動できるシステムを開発したものである。

## 1. はじめに

天体を可視化する際、星座早見盤やプラネタリウムなどの2D球面による表現は、地球から見た相対的な星の位置を知る上では有効である。しかし、これらは星同士の相対的な距離感覚や個々の大きさ、色、見た目などの宇宙の天体に関する立体的な情報を理解することは難しい。現在、主に使用される天体に関する資料は、星座早見盤やプラネタリウムといった宇宙空間を平面として捉えた資料が多く使用されているが、3D空間に恒星や惑星、衛星を再現して天体を表現しているものは、表現方法やコストなどの課題からその事例は少ないものとなっている。そこで、本研究では、VR (Virtual Reality) を用いて宇宙を3D表示することによって、より立体的に宇宙を捉えたいと考え、3次元空間を用いた遊動型天体シミュレーションを開発することとした。

これまでにも、宇宙や星座などを分かりやすく理解するための研究や、教育現場における教材としての研究がなされてきた。文らの研究[1]では、投影するディスプレイを霧にすることによって、霧膜内で映像が多重反射して疑似的な立体を作り出し、宇宙空間を手のひらの上に持っているような感覚が得られるものを開発した。この研究では、霧状のディスプレイの他にも、加速度センサーを用いて映像を切り替えるようにして、宇宙を手元に持っているような没入感を生み出した。しかし、霧ディスプレイの形状上の問題により、映像が円柱形となるため違和感が残ることや、光軸の方向と視線を頭で遮らないようにしなければならない、また、宇宙に関するシナリオを動画形式で霧ディスプレイに表示させているので、加速度センサーでユーザ別に内容が変わってはいるが、基本的にシステム側が用意したストーリーに限定されている、といった課題がある。また、野田の研究[2]では、恒星を回る惑星系を再現し、そこにユーザ操作できる小惑星を配置し、この小惑星をつかんで惑星系に投げ入れることによって、天体の運動を再現するシ

ステムを開発した。このシミュレーションでは、ユーザの頭部に装着したヘッドマウントディスプレイの動きに合わせて視点が移動し、また視野内に表示される仮想の手は、学習者の両手に持つハンドコントローラの動きに追従する。また、惑星や小惑星には軌跡を追加し、どの天体がどのような軌道を描いているかをわかりやすく可視化している。これらは、3次元でのシミュレーションとして、天体運動に関して立体的に理解可能なものとして開発されている。本研究では、立体的な宇宙を、大規模なオープンデータを用いて正確な位置に恒星を再現し、星座などを空間に配置することで、立体の宇宙を可視化するものである。

## 2. システム開発

本研究では、恒星として光源オブジェクトを大規模に配置するため、ゲームエンジン Unreal Engine 4 を開発環境として採用した。ゲームエンジンを使用する優位性は、多くの光源を取り扱う際の画像処理能力である。大量の光源を扱う場合、ゲームエンジンを使用することによって、距離に応じた光源処理の変更を行うことによって、処理速度の向上を図った。本システムでは、多くの光源オブジェクトを表示することとなるため、視点からの距離による表示制限を設けると同時に、LOD (Level of Detail) 処理と呼ばれる距離によってモデルを簡略化することとした。表示制限の固定として現在では目で見える限界距離を表示制限としている。表示制限の範囲更新は、視点場の移動をキーとして行うこととし、視線移動終了時に一斉に更新されるものとし、視点移動中の処理速度低下を回避した。出力としては、VRヘッドマウントディスプレイを使用することによって、再現された宇宙空間を外側から眺めるのではなく、宇宙の中に入り込み、その空間内で視点の移動や回転が可能な形で可視化した(図1)。



図1 視点移動できる宇宙

本システムでは、データベースに恒星の座標データ、温度、大きさ、スペクトル分類、星座線の情報を格納し、これをゲームエンジンでリアルタイムに読み出し、恒星をオブジェクトとして3次元座標空間上に配置している(図2)。データセットに、あらかじめ恒星の情報を入力しておく事によって、位置情報に応じて表示する恒星を決定している。現在のシステムでは、データセットとして、ヨーロッパの高精度位置天文衛星 Hipparcos が観測した恒星の位置を表すオープンデータを使用している[3]。Hipparcos は、欧州宇宙機関によって 1989 年に打ち上げられた世界で最初の高精度位置天文衛星であり、1993年の運用終了までに118,218個の全天恒星を観測した。この観測データを編集し、1997年に発行されたものが、本システムで使用したデータセットである Hipparcos 星表である。このデータセットでは、基本となる恒星の座標データは緯度経度のデータと年周視差として載っているため、この座標データから光年距離を基本に年周視差から距離を求め、2点の極座標を直交座標へと変換することによって恒星を配置するとともに、主要な恒星には星名を表示させることとした(図3)。この恒星の名前を表示するとともに現在名前がついている恒星を一覧として表示しその場所の近くに直接移動することも可能とした。

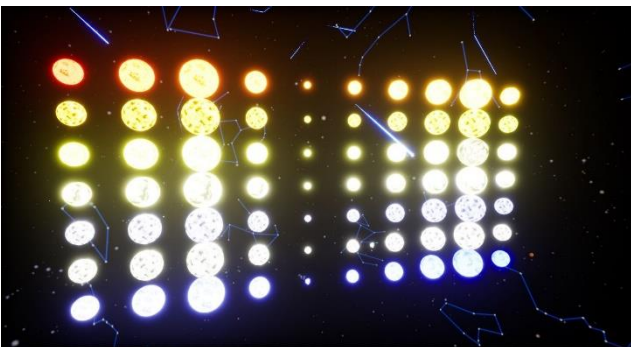


図2 配置される恒星

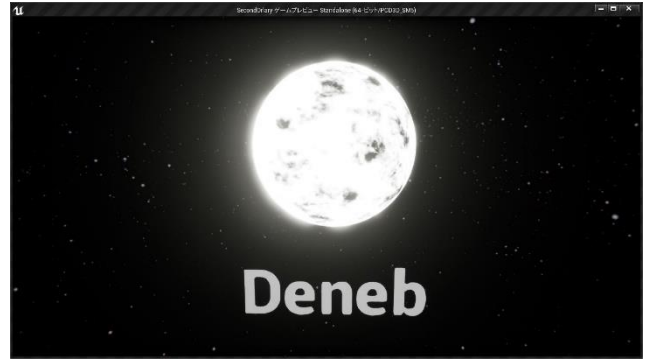


図3 表示されている恒星の名前

また、恒星とともに、星座についても立体的な表示を行うこととした。星座を表す恒星間を結ぶ星座線は、地球から相対的にみられる平面の星座と、実際の恒星と恒星の間を線でつないだ星座線の2種類を用意した。これらは、すべてを表示することも可能であるが、個別表示や非表示など、再生環境に応じて星座線の表示モードを切り替えられるものとした(図4、図5)。

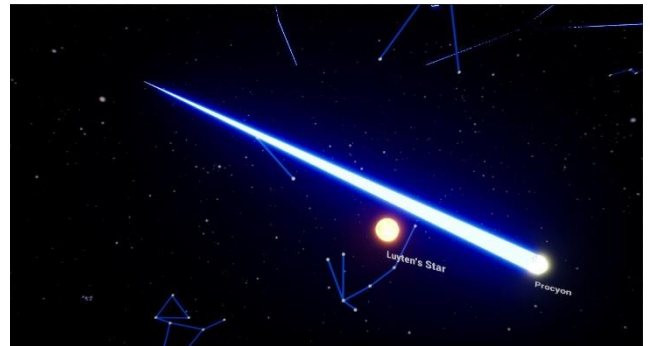


図4 星座線の表示

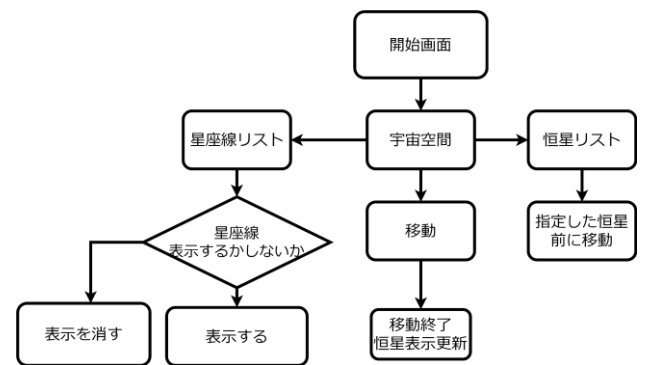


図5 画面遷移図

本システムでは、データベースを CSV 形式に変換し、直接取り込むことによって、異なるデータを設定することが可能であり、各種データセットによる拡張性と汎用性を確保した(図6、図7)。

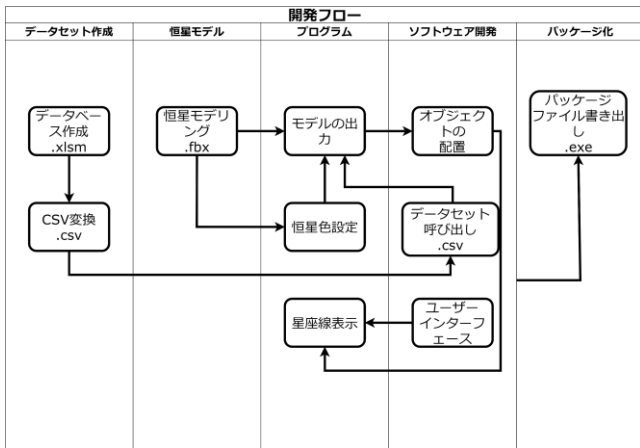


図 6 開発フロー図

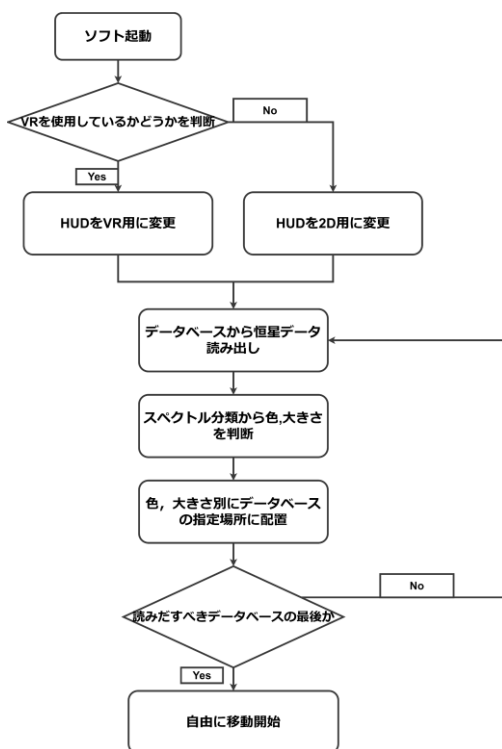


図 7 システム構成図

現在使用している Hipparcos 星表以外にも、非常に大容量になってしまうが、ヨーロッパ宇宙機関による Gaia と呼ばれる位置天文観測専用の宇宙望遠鏡によって作成されたデータセットがある。これは、天の川銀河の星々の正確な位置や距離を測定したガイアカタログ (GaiaDataRelease2) [4]と呼ばれるデータセットとして公開されている。このデータセットでは、約 17 億個の恒星の明るさなどが表記されており、また位置測定の精度が 20~40 マイクロ秒角という極めて細かい値となっているため、正確な色や大きさなど細かいデータを記述している恒星だけでも約 50 万個となっている。しかし、前述した通り、かなり大きなデータベースとなっており、今回の開発では使用を断念している。

また、Gaia 以外にも UCAC 星表と呼ばれるデータも存在している。こちらは、アメリカ海軍天文台が公開している星表であり、16 等級までの恒星が掲載された位置精度が特に優れた星表である。この星表も他の星表と同じく経度緯度によってデータが記述されていることは変わらないが、地上から観測されたものであり、位置天文観測用の宇宙望遠鏡からの測定ではないため、恒星の色や大きさという点での精度としては、Hipparcos 星表や Gaia 星表の方が優れていたため、今回開発システムでは、Hipparcos 星表を使用している。今回開発したシステムは、データセットの拡張が可能なものとして設計を行ったため、将来、ハードウェアの高速化によって、現在の Hipparcos 星表以外の星表と組み合わせることで、星表ごとの良さを組み合わせることが可能であると考えている。今後は、この恒星を表示するシステムに、惑星や衛星などを追加する拡張を行うことによって、より広大な宇宙空間を表現できるように改善を行っていく。

### 3. システム評価

本システムの評価として、20 代の男子大学生 7 名に体験してもらい、体験後にアンケート評価を行った。項目として、宇宙の広大さを感じる事ができたか、操作しやすいか、見やすいか、教材として使えるかの 4 つの設問を用意し、それぞれ 5 段階で評価を行った(表 1)。まず、宇宙の広大さを感じる事については、1 番目のとても感じる事ができたが 57.1%、2 番目の感じる事ができたが 28.6%と、全体的に高い結果となった。操作のしやすさについては、2 番目の操作しやすいが 28.6%、3 番目のどちらともいえないが 71.4%と、今後の改善が必要である結果となった。また、見やすさについては、2 番目の見やすいが 57.1%、3 番目のどちらともいえないが 14.3%、4 番目の見づらいが 28.6%という結果になった。自由記述では、恒星の密度と星座線が明るく見づらいなどの意見があった。最後に、教材として使えるかは、2 番目の使えると思うが 85.7%、どちらともいえないが 14.3%といった結果となった。この結果から、現在のゲームパッドを使用して移動を行うインターフェースに対して、どちらとも言えないという結果が多いことから、他の操作方法の検討が必要であることが分かった。また、恒星自体が見づらいという結果については、実際にヘッドマウントディスプレイを使用して天体を見続ける現状の表示方法の中でも、明るすぎて見づらいという点や、恒星ごとに違いがつかないのか分からないという点、上下左右の方向感覚が分からなくなり目標の星座などを探しづらいという事であり、システムの改善を行っていくこととした。

表1 評価アンケート結果

	良い				悪い
	1	2	3	4	5
宇宙の広大さを感じられたか	57.10%	28.60%	0%	14.30%	0%
操作しやすいか	0%	28.60%	71.40%	0%	0%
見やすいか	0%	57.10%	14.30%	28.60%	0%
教材として使えるか	0%	85.70%	14.30%	0%	0%

#### 4. おわりに

本研究は、星座早見盤やプラネタリウムといった2Dの資料では、宇宙という空間情報を立体的に理解することが難しいという課題を解決するため、ヘッドマウントディスプレイを用いて仮想の宇宙空間に入りこみ、視点を自由に動かして目的の天体を探すといった、遊動型天体シミュレーションの開発を行ったものである。開発環境としてゲームエンジンを使用し、多くの光源を取り扱う処理を行った。また、大量の光源を扱う際、距離に応じた光源処理、モデルの処理の変更を行うこととした。本システムでは、データベースをCSV形式に変換し、直接取り込むことによって、様々なデータセットを設定することが可能であり、システムの拡張性と汎用性を確保した。今後は、この恒星を表示するシステムに惑星や衛星を追加するなどの拡張を行うことによって、より広大な宇宙空間を表現するとともに、操作性や可視性についてインタフェースの改善を行うこととする。

**謝辞** 本研究は JSPS 科研費 JP19K12665 の助成を受けたものです。

#### 参考文献

- [1] 文奈美. Pocket Cosmos～手のひらに宇宙を～. 芸術科学会論文誌, 2004, vol.3, no.4, pp.244-249.
- [2] 野田常雄. 3次元バーチャルリアリティ天文学教材の開発. 久留米工業大学研究報告, 2019, no.41, pp.101-105.
- [3] “HEASARC Catalog Resources Index”.  
<https://heasarc.gsfc.nasa.gov/cgi-bin/W3Browse/w3catindex.pl#STAR%20CATALOGHarker>, (参照 2019-12-19).
- [4] “Gaia Archive”. <http://gea.esac.esa.int/archive/>, (参照 2019-12-19).
- [5] “VizieR”. <http://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR-3?-source=I/322A>, (参照 2019-12-19)