

仮想実験可能な惑星系シミュレータ

Development of a planetary simulator supporting virtual experiment

平石 高之, 中西 靖典, 曾我真人
Takayuki Hiraishi, Yasunori Nakanishi, Masato Soga

和歌山大学システム工学部
Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

This paper describes a 3D virtual planetary simulator. The 3D virtual planetary simulator can simulate our solar system; the sun and planets. The prominent feature of the system is that the system has two functions. One is a function that guides a learner to an appropriate viewpoint to learn the astronomical phenomenon. The other is a function that enables a learner to do virtual experiment by changing planetary orbit's parameters. The system simulates planets' revolution with correct speed according to Kepler's law in the simulator mode.

1. はじめに

本稿では、三次元仮想空間に構築した惑星系シミュレータについて述べる。特徴としては、学習者が個別学習において、教師なしで能動的にシミュレータを操作しながら学習を進めることを前提として、学習支援機能を組み込んだことである。太陽系や宇宙の大規模構造を仮想空間に構築する試みは、既に、いくつかの事例がある。しかし、学習者が自習形式でシミュレータを使って学ぶことを前提として学習支援機能を組み込んだシミュレータの構築事例はない。

2. 天文学習用のシミュレータに必要とされる学習支援機能

太陽系をドメインとした天文シミュレータを学習支援に用いる場合、そのシミュレータが満たすべき仕様は、次の2つであると考えられる。ひとつは、地球上から観察される天文現象について、太陽系空間の中の適切な場所に視点を置いて観察することにより、その現象にかかわる天体と、その位置関係から、その天文現象の原理を立体的に理解するための支援機能がサポートされていることである。もうひとつは、惑星の運動についての法則を理解するために、仮想実験環境としての機能がサポートされていることである。

そこで、本システムでは、前者の機能として、視線誘導機能をサポートしている。一方、後者の機能として、惑星の軌道パラメータの変更機能をサポートし、仮想実験環境として利用できるようにしている。

3. 視点設定機能と視線誘導機能

3.1 視点設定機能

天文現象を理解するためには、適切な位置に視点を置く必要がある。まず、汎用的な、学習者の能動的な視点設定機能として、視点惑星固定モードと目標惑星固定モードの二つがある(図1)。視点惑星固定モードでは、視点となる惑星と、ターゲットとなる惑星を指定し、視点惑星から見た目標惑星が表示される。その後、視点惑星を固定したまま、目標点を好きな方向に連続的に変えることができる。一方、目標惑星固定モードでは、ある惑星の周りをあらゆる角度から自由に視点を連続的に変え

連絡先: 曾我真人, 和歌山大学システム工学部,
〒640-8510 和歌山市栄谷 930, TEL:073-457-8457,
soga@sys.wakayama-u.ac.jp

て見ることができる。

さらに、磁気センサ IsotrakII を接続すれば、任意の位置に直感的に視点を持って行くことが可能である。

いずれの場合も、画面の右下に小さく表示される惑星系の平面図上で、視点から、見ている範囲を金色の扇形で表示することができ、惑星系全体の中で、どの範囲を学習者が見ているかを容易に知ることができる。

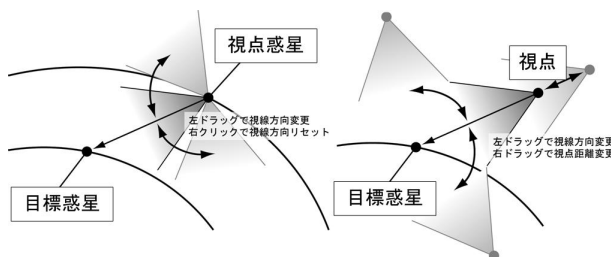


図1. 視点設定機能(視点惑星固定モード(左)と目標惑星固定モード(右))

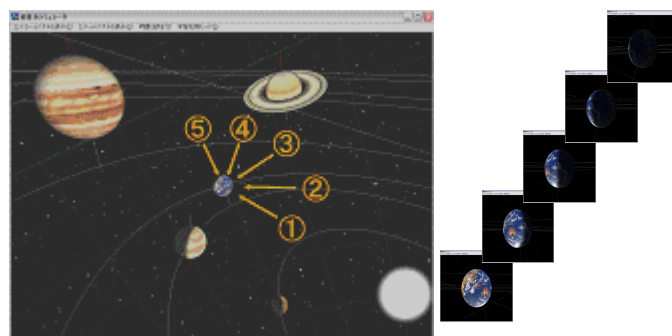


図2. 能動的視線誘導機能(視線ベクトルの提示(左)とその視点から観察される天文現象(右))

3.2 視線誘導機能

特定の天文現象(日食、満ち欠けと内外惑星の関係、土星環消失など)を理解するためには、特定の位置に視点を置く必要がある。これを、初学者に行わせるのは、天文現象の原理を理解していない段階では困難である。そこで、システムが学習者の視点を誘導する視線誘導機能を用意している。視線誘導機能は、二種類用意している。ひとつは、あらかじめ現象を理解

するのに有効な視点系列を組み込み、アニメーション形式で現象を理解させる受動的誘導機能であり、もうひとつは、システムは視点位置のガイドを提示し、学習者自ら視点を操作して、現象を理解する能動的誘導方法(図2)である。

4. 仮想実験環境

仮想実験環境としては、惑星の4つの軌道パラメータ、すなわち、軌道離心率、軌道傾斜角、近日点引数、昇交点黄経を、パネル上のスライドバーで自由に変更し(図3)、ケプラーの法則に従ってシミュレーションすることができる。

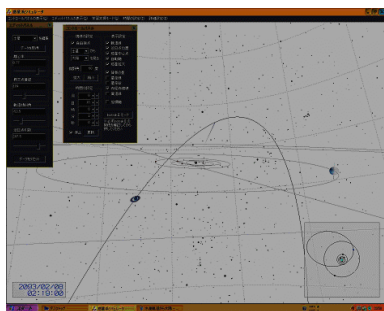


図3. 惑星の軌道変更(土星の軌道を変更)

この仮想実験環境は、他の太陽系シミュレータにはない特徴である。このモードは、学習支援の立場から、次のような使い方が可能である。

(1)4つの軌道パラメータに対応するスライドバーを動かすと、リアルタイムにその変更結果が表示されるので、それぞれの軌道パラメータの意味を学習することが可能である。特に、近日点引数、昇交点黄経の概念は、専門家以外には理解が困難であるが、本システムを使うと、直感的に把握することができる。

(2)ある惑星の離心率を小さくし、細長い楕円軌道にした後に、シミュレーション機能により、その惑星の動きをシミュレートすることにより、ケプラーの第二法則(面積速度一定の法則)を直感的に確認することができる(図4)。

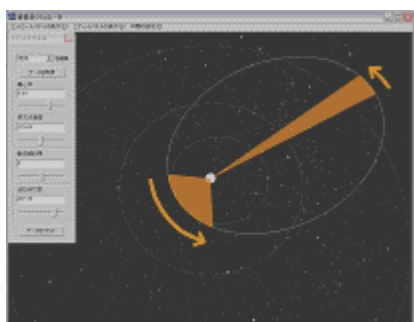


図4. ケプラーの第2法則シミュレーション例

(3)外惑星の離心率や軌道傾斜角を大きく変更すると、周期彗星の軌道と同じような軌道を作ることができる。そして、視点設定機能で、その惑星に視点を設定し、目標点を太陽に固定すると、その惑星から見た太陽の動きをシミュレーションできる。これにより、離心率が大きい惑星では、近日点付近で太陽が高速で星座間を移動すること、軌道傾斜角の大きい惑星では、他の惑星の見かけ上の軌道は、黄道から大きく外れることを学習できる。これは、裏返して考えることにより、我々の地球から太陽と惑星を観察したとき、太陽がほぼ一定の速度で星座間を運動

する理由や、他の惑星の軌道が黄道に沿っていることの原因を考える手がかりになる。

5. 学習支援機能の評価実験

5.1 実験方法

実験は、学習目標を知らない被験者を対象にして、まずは実際にシステムの学習支援モードを操作して、コースウェアを進めてもらう。そして、その後でアンケートに答えてもらう。

ここで、実装した2つの学習項目のうち、「惑星の満ち欠け」は、小中学生を対象としたコースウェアであり、大学生を被験者とするとき正しい評価が行えないため、今回はもうひとつの学習項目である「水星の日面経過」を対象とする。

「水星の日面経過」には、アニメーションを用いたコースウェア(アニメーション編)と、視線誘導を用いたコースウェア(視線誘導編)の2種類がある。そこで、被験者を2つのグループに分け、一つ目のグループは、まずアニメーション編について実験を行ってから、視線誘導編について実験を行ってもらい、もう一つのグループにはその逆の順番で2つのコースウェアについて実験を行ってもらい、そして、それぞれのグループのアンケート結果を比較した。

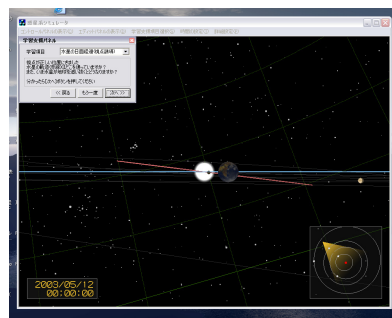


図5. 水星の日面経過のアニメーション

5.2 実験結果

アニメーション編、視線誘導編について、それぞれ単体では、残念ながら完全な学習効果を上げることはできなかったが、視線誘導を用いた説明と、アニメーションを用いた説明をうまく組み合わせれば、より効果的な学習支援が行えると考えられる。

6. おわりに

今後の取り組みとしては、各学習支援項目について、より効果的なコースウェアの設計が課題となる。また、教師などのユーザがコースウェアを自由に設定できることができれば、本システムを、学習支援ツールとして利用しやすくなるのではないかと考える。

参考文献

- [1] 中西靖典, 高関和樹, 岡本卓也, 曾我真人, 視点誘導と軌道パラメータ変更が可能なインタラクティブ惑星系シミュレータ, 情報処理学会インタラクティブセッション 2006, インタラクティブセッション A-132, 2006.3
- [2] 中西靖典, 曾我真人, 仮想実験と視点誘導による学習支援機能を持つインタラクティブ惑星系シミュレータ, 人工知能学会第46回先進的学習科学と工学(ALST)研究会, pp.71-76, 2006.3