

卒業論文
アニメーションを含む惑星事典

大阪工業大学
情報科学部 情報科学科
A03-023 植松大樹

目次

1	序論	4
1.1	目的	4
1.2	背景	4
1.3	試み	4
1.4	本論文の構成	5
1.5	アプリケーションの構成	5
2	本アプリの背景となる基礎知識	6
2.1	惑星事典の背景となる基礎知識	6
2.1.1	太陽系の惑星の定義	6
2.2	月の位置と月齢を表示するアプリの背景となる基礎知識	7
2.2.1	月齢	7
2.2.2	月齢計算	7
2.3	系外惑星	8
2.3.1	代表的な系外惑星のリスト	8
2.4	系外惑星の発見方法	8
2.4.1	直接撮像	8
2.4.2	トランジット法	9
2.4.3	重力レンズ法	9
2.4.4	ドップラー法	10
3	惑星事典アプリケーションの解説	11
3.1	惑星の情報	12
3.1.1	各種機能	13
3.2	衛星の位置表示	14
3.2.1	実際のアプリケーション図	15
3.2.2	各種ボタン	16
3.3	月の形、位置、月齢表示	17
3.3.1	実際のアプリケーション図	18
3.3.2	各種ボタン	19
3.4	系外惑星発見方法の解説	20
3.4.1	トランジット法解説アプリケーション	20
3.4.2	重力レンズ法解説アプリケーション	22
3.4.3	ドップラー偏移法解説アプリケーション	24
4	まとめ	27
A	付録	28
A.1	惑星事典のプログラム	28
A.1.1	メニューボタン	28
A.1.2	ジャンプ部分のプログラム	30
A.2	惑星間の質量や半径を比較する機能	30
A.2.1	惑星名を選択するボタン	30

A.2.2	比較する事象選択するボタン	32
A.3	衛星表示のプログラム	33
A.3.1	今日ボタン	33

1 序論

1.1 目的

本研究では、アニメーションを含む惑星事典の作成を行った。多くの人が惑星を知り、宇宙に興味を持つ取っ掛かりになる様なアプリケーションになることを目指した。

多くの人に利用していただく為に、見やすく、操作しやすいもので、対象を中高生向けに設定し作成することを心がけた。

テーマとして惑星を選択した理由は、宇宙に関する情報で身近なものだからである。また、アニメーション作成を目的にした理由は、図説より理解しやすいと考えられるからである。

このアプリケーションを開発するにあたり、以下の点を中心テーマとした。

- 多くの人に宇宙に興味を持って欲しい。
- 教育教材のアプリケーションで教育に貢献したい。
- 基本的な動作をクリックすることのみに統一し、使い易さを重視する。

1.2 背景

昨今、撮影技術や画像解析などの技術の進歩と共に宇宙について、系外惑星や月面に水分子を発見する [1] など新たな発見が多くなされている。

1.3 試み

宇宙に興味がある人も、そうでない人も惑星について容易に理解できるものを作成するように心がけた。今回アプリケーション開発には、Flash を使用した。Flash の利点は、

- 低容量でファイル作成が比較的容易
- Web で公開が容易
- ほとんどの PC で利用可能
- 操作が容易

の4点を挙げることができる。簡単に利用可能なアプリケーションを作成するために今回はこのソフトを使用することとした。

また、アプリケーション作成に利用したソフトウェアは「suzuka」というフリーソフトである。

市販の Adobe 製 Flash 作成ソフトは、機能が充実している反面、高価であるがゆえ、学生は購入しづらい。「suzuka」は、機能は Adobe 製と比較すると、バージョンが4つ古くなってしまうが、フリーソフトなので学生は利用しやすい。

1.4 本論文の構成

本論文の構成は次の通りである。まず、第2章で本アプリの背景となる基礎知識を述べる。第3章では、実際に作成したアプリケーションの説明をする。第4章で今回の研究のまとめを述べ、それ以降の章は参考資料とソースコードを記述する。

1.5 アプリケーションの構成

アプリケーションは大きく分け、太陽系惑星事典と太陽系外惑星事典の2つのコンテンツから構成されている。太陽系惑星事典は、惑星事典本体とアニメーションによる火星、木星の衛星位置表示とアニメーションによる月の位置、形、月齢表示の3つのコンテンツから構成されている。太陽系外惑星事典は、系外惑星の説明、発見の歴史、一覧の表示とアニメーションによる系外惑星発見方法の解説の2つから構成されている。

2 本アプリの背景となる基礎知識

ここでは、本アプリの背景となる基礎知識を述べる。

2.1 惑星事典の背景となる基礎知識

本アプリの中で『惑星事典』部分の背景となる基礎知識。以下の定義により決定した惑星を惑星事典に掲載する。

2.1.1 太陽系の惑星の定義

2006年8月、プラハで開催された国際天文学連合 (IAU) 第26回総会において採択された。それまで明確な定義は存在せず、水星から冥王星までの9つとされていたが、1992年以降、太陽系の外縁部に数多くの天体が発見され、冥王星もこれらの天体群のひとつであることがわかった。さらに2005年に、冥王星よりも大きな天体 (Eris) が存在することが明らかになった。これにより、惑星よりも大きな小惑星が出現してしまった。このことにより、新たに惑星の定義を決定することが検討された [2]。決定された惑星の定義は

1. 太陽系の惑星とは、「太陽の周りを回り」「十分大きな質量を持つために自己重力が固体としての力よりも勝る結果、重力平衡形状を持ち」「その軌道近くから他の天体を排除した」天体である。
2. 太陽系の dwarf planet (準惑星) とは、「太陽の周りを回り」「十分大きな質量を持つために自己重力が固体としての力よりも勝る結果、重力平衡形状を持ち」「その軌道近くから他の天体が排除されない」「衛星でない」天体である。
3. 太陽の周りを公転する、衛星を除いた、上記以外の他の全ての天体は、Small Solar System Bodies (太陽系小天体) と総称する。

である。

この惑星の定義により、惑星 (表1)、準惑星 (表2)、太陽系小天体 (表3) のように分けられた。

なお、この定義は太陽系の星にのみ適用される。

惑星	水星	金星	地球	火星	木星	土星	天王星	海王星
----	----	----	----	----	----	----	-----	-----

表1

準惑星	冥王星	ケレス	エリス	マケマケ	ハウメア
-----	-----	-----	-----	------	------

表2

太陽系小天体	彗星	惑星、準惑星、衛星以外の天体
--------	----	----------------

表3

2.2 月の位置と月齢を表示するアプリの背景となる基礎知識

本アプリ中の『月の位置と月齢の表示』部分の背景となる基礎知識。

2.2.1 月齢

月齢とは、直前の朔の瞬間からの経過時間を日を単位として表したものである。特に、ある日の正午の月齢をその日の月齢と呼ぶこともある。

朔とは、月と太陽が同じ方向になり、月が見えない状態のこと。

2.2.2 月齢計算

月齢の計算方法として、以下の方法がある。なお、日付は新暦である [3]。

1. 西暦年から 11 を引き、その値を 19 で割った余りを求める
2. その値に 11 を掛ける
3. 表 1 に従って値を加える
4. その値に日の値を加える
5. その値を 30 で割った余りが月齢である

式で表すと以下ようになる

$$\text{月齢} = (((\text{西暦年} - 11) \% 19) \times 11 + c + \text{西暦日}) \% 30 \quad (1)$$

なお、式 (1) の c には以下の表 4 より従った値を代入し、「%」は剰余演算子とする。

月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
値	0	2	0	2	2	4	5	6	7	8	9	10

表 4

2.3 系外惑星

系外惑星とは、太陽系外惑星の略称で太陽系にとって系外惑星、つまり太陽系の外にある惑星のことである。現在 429 個の系外惑星が発見されている。(出典 [3]) 更なる系外惑星発見の為に 2009 年 3 月 6 日に NASA が系外惑星探査衛星ケプラーを打ち上げ、2010 年 1 月に 5 つの系外惑星を発見している。

2.3.1 代表的な系外惑星のリスト

代表的な系外惑星を表 5 に示す。なお、表中の LY は光年のことである。

惑星名	距離 (LY)	発見年	解説
ベガス座 51 番星	50.1	1995	初めて発見された系外惑星
OGLE-TR-56b	4892	2002	初めてトランジット法で発見された系外惑星
OGLE-2003-BLG-235Lb	19000	2004	初めて重力レンズ法で発見された系外惑星
2M1207b	170	2004	初めて赤外線直接撮影された系外惑星
フォーマルハント b	25.1	2008	初めて可視光で直接撮影された系外惑星

表 5

2.4 系外惑星の発見方法

太陽系外惑星の発見方法には、直接法と間接法の 2 種類の方法に大きく分けることができる。直接法には、直接撮像という方法がある。間接法には、ドップラー偏移法、トランジット法、重力レンズ法がある。

2.4.1 直接撮像

直接撮像は、その名の通り、惑星自身の光を親星から分離して検出しようとするものである。しかし、親星との光度差が大きいため、親星の極めて微小なもれがあるだけで、惑星は観測できなくなる。

この光度差を解消するために、親星をマスクする方法 (コロナグラフ) や親星付近の部分だけ逆位相の光を重ねて消す方法 (スペックル干渉法) など、いろいろな方法が開発されている [5]。

さらに、画像処理技術の進歩により、現在は直接観測することも可能になっている。2010 年 2 月 1 日現在、直接観測により発見された惑星の個数は 11 個である [4]。

2.4.2 トランジット法

トランジット法は、地球から見て惑星の軌道面がちょうど真横である場合に観測できる方法である。

軌道面がちょうど真横の場合、親星の上を定期的に横切ることになる。惑星の大きさの分の影が親星の光の上に現れるため、見かけ上親星は減光する。この減光により惑星の存在が判明する。減光率を求める式は式(2)の通りである [6]。

$$\text{減光率} = (\text{惑星の半径} / \text{恒星の半径})^2 \quad (2)$$

ただし、地球から見て惑星が親星を通過する確率は非常に小さいと考えられているため、実在する惑星に対し、この方法で見発見できる惑星の割合は小さく、2010年2月1日現在、発見されている割合は全体の16%程度の69個である。

ドップラー法と比べて比較的安価な機材で観測可能であり、アマチュアにも手が届くという利点がある [4]。

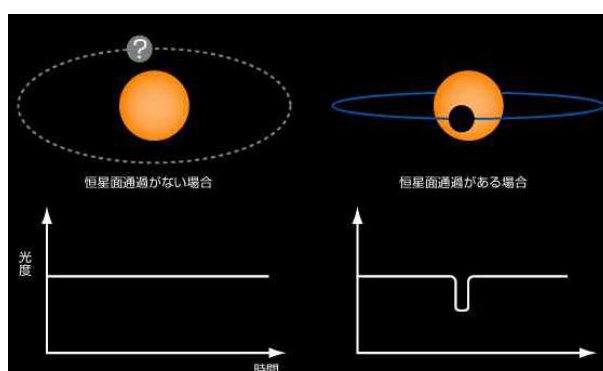


図 1: トランジット法 (出典: [7])

2.4.3 重力レンズ法

重力レンズ法とは、惑星重力による一般相対論重力レンズ効果を使って、惑星を検出する方法である。一般相対論によると質量があるところでは空間が曲がるので光の経路が曲げられてしまって像が歪む。これを重力レンズと呼ぶ。恒星くらいの質量の場合、歪みは小さいので、ある恒星が背後の恒星の前を通過すると、背後の恒星の光が集約されることになり、背後の恒星の増光として観測される。重力レンズはよぎる恒星の明るさには関係しないので、存在確率の高い恒星ほど検出確率も高い [4]。

2010年2月1日現在、この方法で見発見されている系外惑星の個数は10個である [4]。

恒星の光度変化は、前面を通過する惑星と恒星の大きさの差、惑星の質量により異なる。恒星と惑星の大きさの差が小さければ減光する。また、質量の大きな惑星は重力も大きいので重力レンズ効果が起こり、増光する。このため、恒星の前面を惑星が通過するという同じ現象ながら、増光、減光の相反する現象が起こる。

2.4.4 ドップラー法

視線速度法とも呼ばれている。親星のまわりを惑星が公転することで、親星自体もわずかに円軌道を描く。これを地球から観測すると親星があたかもふらついているように見え、これはドップラー偏移として観測できる。これを観測することで惑星を発見することができる。

2010年2月1日現在、発見されている系外惑星の約77%の330個がこの観測法により発見されたものである [4]。

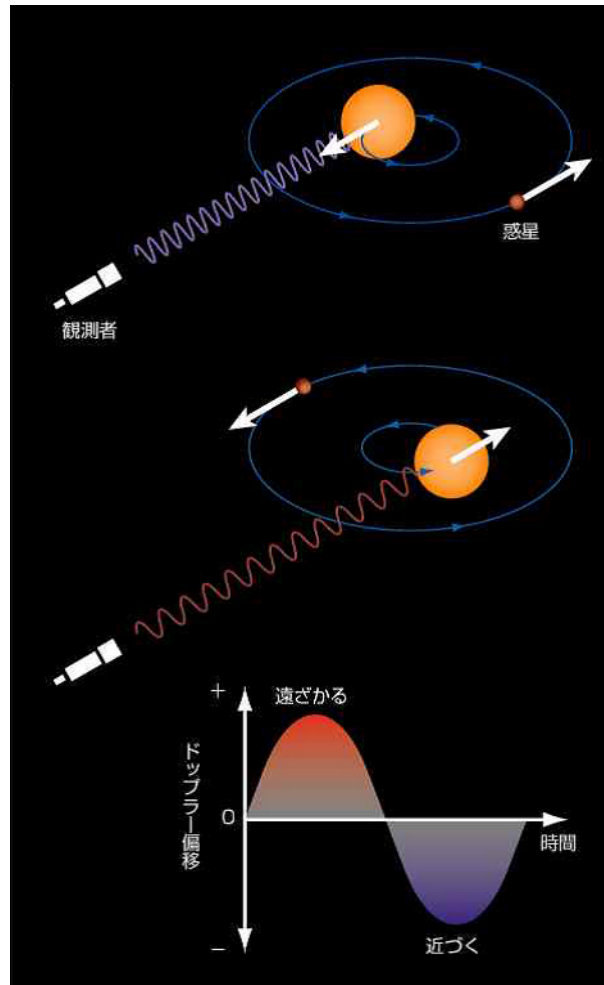


図 2: ドップラー偏移法 (出典: [7])

3 惑星事典アプリケーションの解説

ここでは、作成した惑星事典について解説する。惑星事典の構成は大きく5つに分かれる。

1. 画像と文章による惑星とその衛星、準惑星、太陽についての情報、太陽系惑星の定義を表示
2. アニメーションによる火星と木星の衛星の位置表示
3. アニメーションによる月の位置と月齢の表示
4. 系外惑星の解説と発見の歴史
5. アニメーションと文章による系外惑星発見方法の解説

また、中高生向けに作成をしてある為、専門的な用語を説明するページも作成した。アプリケーション全体のフローチャートを図3で示す。

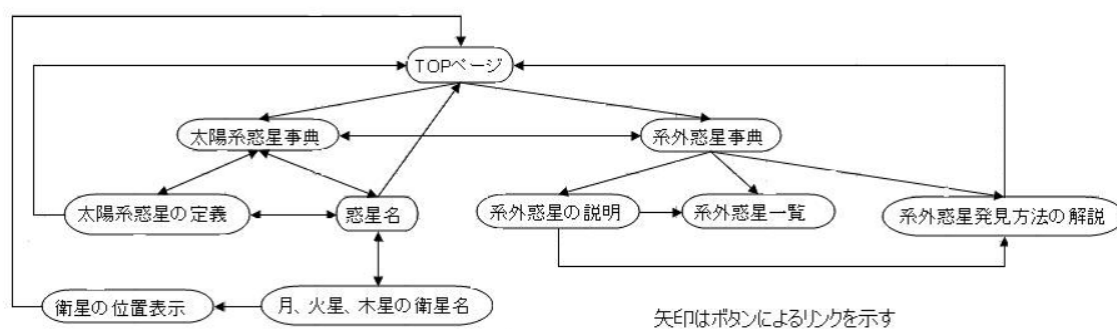


図 3: フローチャート

3.1 惑星の情報

太陽系惑星とその衛星、太陽と冥王星の情報を表示することができる。画面構成は、その星の画像と説明、wikipedia にリンクするボタン、目次へリンクするボタン、惑星間の質量や半径を比較するボタンである。また、火星と木星については、衛星の情報にリンクするボタン、アニメーションによる衛星の位置を表示するアプリにリンクするボタンがある。アプリケーションの例を図4に示す。



図 4: 惑星事典

3.1.1 各種機能

右上のメニューボタンは、他の惑星の情報ページへジャンプすることができるように設置した。



図 5: メニューボタン

左下には、表示した惑星と選択した惑星の惑星の質量、半径、公転周期、自転周期を比較することができる機能を設置した。比較する惑星、比較する事象を選択することにより、その比の数値を表示する。

木星 を と で比較すると、その比は 316.54 倍である。

図 6: 惑星間の質量、半径、公転周期、自転周期を比較する機能

また、火星と木星のページは、アニメーションによる衛星の位置表示アプリにリンクするボタンを装備。

[地球から見た木星とガリレオ衛星](#)

図 7: 衛星の位置表示アプリへのリンクボタン

3.2 衛星の位置表示

地球からの衛星の見え方を表示することができる。画面構成は、左上に現在表示している状態時の日付、中央右寄りに任意の日付を入力することができる枠、各種ボタンを右下に配置。また、アプリケーションのフローチャートを図8に示す。

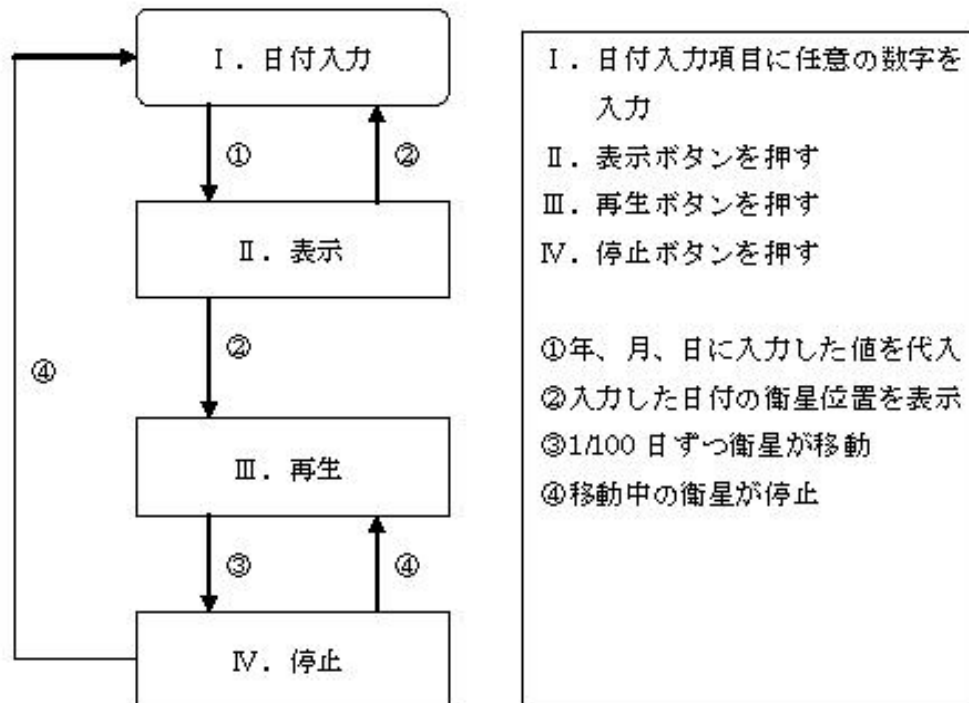


図 8: フローチャート

3.2.1 実際のアプリケーション図

実際に表示される例を図9に示す。



図 9: 木星の衛星の位置表示

衛星の位置は以下の数式により決定する。なお、衛星の公転周期は表6に示す。

衛星の中心の x 座標 = 木星 (火星) の中心の x 座標 + 衛星の公転半径 $\times \cos(2\pi / \text{衛星の公転周期})$

衛星名	イオ	エウロパ	ガニメデ	カリスト	フォボス	ダイモス
公転周期 (日)	1.76	3.55	7.16	16.69	0.32	1.26

表 6

3.2.2 各種ボタン

日付入力枠と今日ボタン

本アプリでは、任意の日付を入力する枠がある。また今日の日付を入力するボタンも設置してある。図 10 で示す。



図 10: 任意の日付を入力する枠、今日ボタン

表示、再生、停止ボタン

入力された任意の日付で表示させたり、衛星を再生、停止させることができるボタン。再生ボタンは衛星の移動と日付表示が進むよう設定してある。図 11 で示す。



図 11: 惑星の位置表示、再生、停止ボタン

惑星事典ボタン

ボタンを押すことで惑星事典にトップに戻る。図 12 で示す。



図 12: 惑星事典ボタン

3.3 月の形、位置、月齢表示

月の位置と形、月齢を表示するアプリケーションは、任意の日付を入力することにより、位置と形、月齢を表示する。このアプリのフローチャートを図 13 に示す。

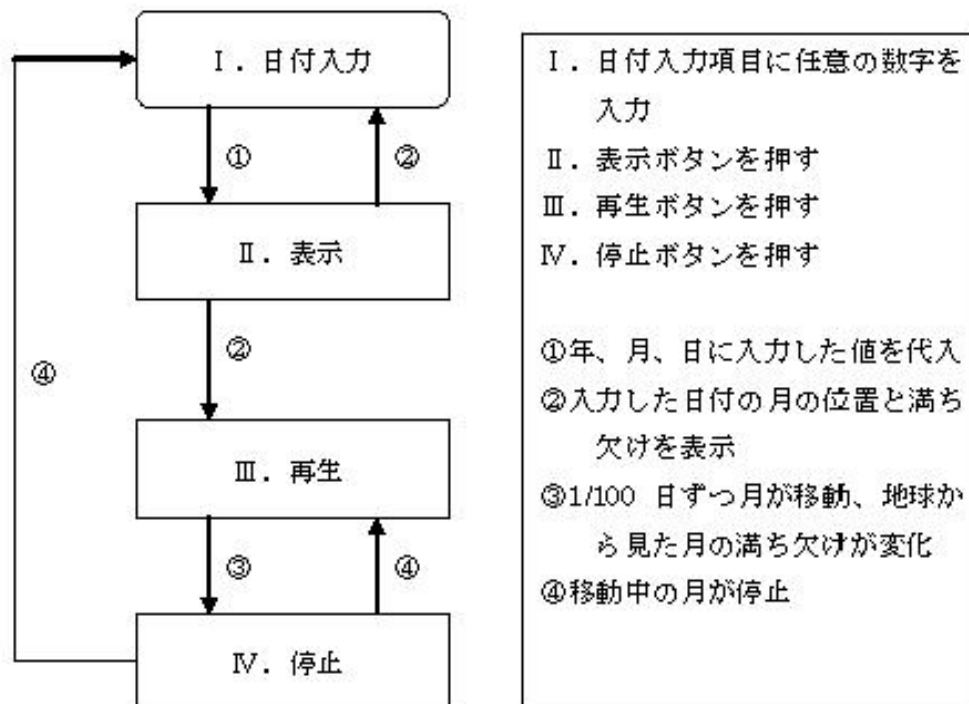


図 13: フローチャート

3.3.1 実際のアプリケーション図

実際に表示される例を図 14 に示す。なお、地球からの月の形を左上の日付の下方に、更にその下方に月齢を表示する。



図 14: 月の位置と形、月齢の表示

$$\text{月の中心の } x \text{ 座標} = \text{地球の中心の } x \text{ 座標} + \text{月の公転半径} \times \cos(2\pi/\text{月の公転周期}) \quad (3)$$

$$\text{月の中心の } y \text{ 座標} = \text{地球の中心の } x \text{ 座標} + \text{月の公転半径} \times \sin(2\pi/\text{月の公転周期}) \quad (4)$$

$$\text{月齢} = (((\text{西暦年} - 11) \% 19) \times 11 + c + \text{西暦日}) \% 30 \quad (5)$$

なお、式 (5) の「%」は余剰演算子で、 c には以下の表 7 より従った値を代入する。

月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
値	0	2	0	2	2	4	5	6	7	8	9	10

表 7

3.3.2 各種ボタン

日付入力枠

本アプリでは、任意の日付を入力する枠がある。図 15 で示す。



図 15: 任意の日付を入力する枠、今日ボタン

今日の月の位置と形、月齢表示ボタン

図 16 に示すボタンを押すことで、今日の月の位置と形、月齢を表示することができる。表示、再生、停止ボタン



図 16: 任意の日付を入力する枠、今日ボタン

入力された任意の日付で表示させたり、月の位置や形、月齢を再生、停止させることができるボタン。再生ボタンを押したときの日付は月の位置と連動して進むよう設定してある。図 17 で示す。



図 17: 惑星の位置表示、再生、停止ボタン

3.4 系外惑星発見方法の解説

ここでは、トランジット法、重力レンズ法、ドップラー偏移法の解説アプリについて説明する。このアプリは、文章とアニメーションから構成されている。

3.4.1 トランジット法解説アプリケーション

トランジット法の解説。アニメーション部分は、惑星が親星を横切ったときに色が変わる部分と、光度変化のイメージグラフである。(図18)

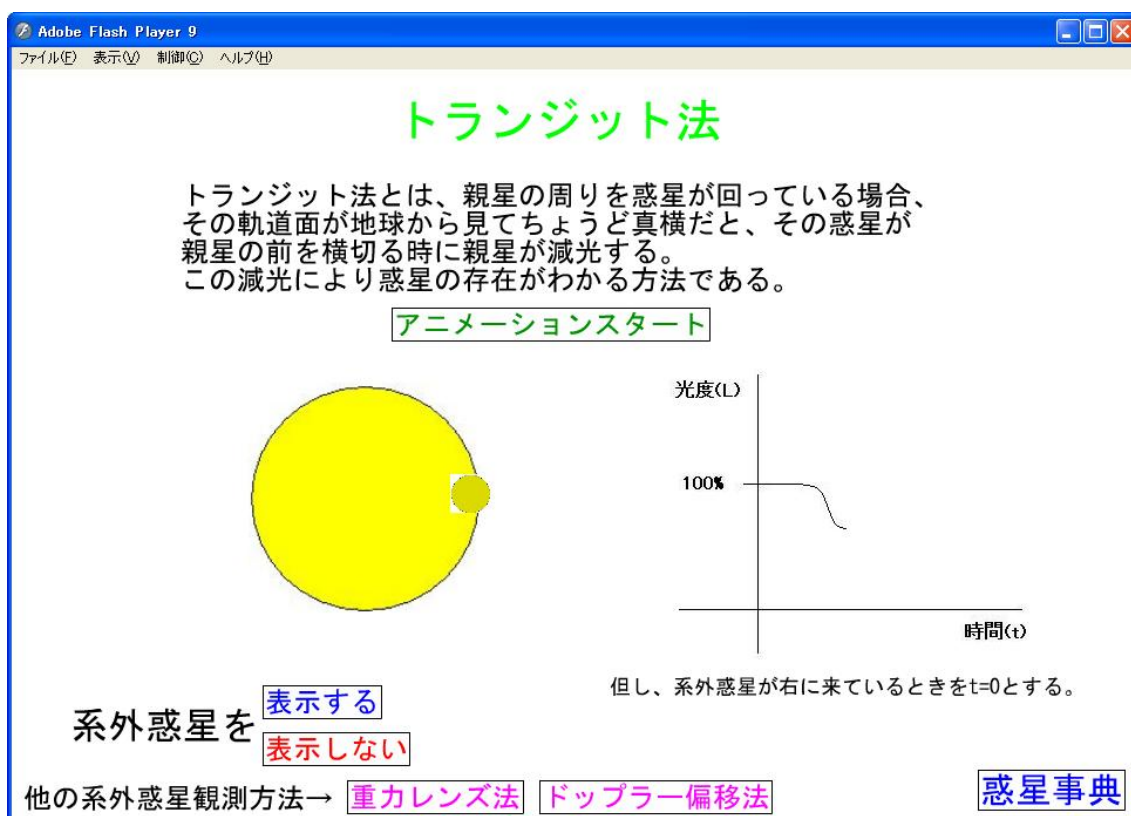


図 18: トランジット法

アニメーションを再生するボタン(図19)を押すことにより、系外惑星の移動と光度変化のイメージグラフの表示が始まります。

アニメーションスタート

図 19: アニメーション開始ボタン

系外惑星を任意で表示、非表示を切り替えるボタンを装備 (図 20)。尚、デフォルト設定は非表示である。



図 20: 系外惑星の表示、非表示ボタン

下部には他の系外惑星発見方法のアニメーションにリンクするボタンを装備 (図 21)。



図 21: 他の系外惑星発見方法のリンクボタン

右上に惑星事典トップへ戻るボタンを装備 (図 22)。



図 22: 惑星事典へ戻るボタン

3.4.2 重力レンズ法解説アプリケーション

重力レンズ法の解説。アニメーション部分は、惑星が親星を横切ったときに色が変化する部分と光度変化のイメージグラフである (図 23)。

図 23: 重力レンズ法

アニメーションを再生するボタン (図 24) を押すことにより、系外惑星の移動と光度変化のイメージグラフの表示が始まります。

アニメーションスタート

図 24: アニメーション開始ボタン

また、系外惑星を任意で表示、非表示を切り替えるボタンを装備 (図 25)。尚、デフォルト設定は非表示である。

系外惑星を

図 25: 系外惑星の表示、非表示ボタン

下部には他の系外惑星発見方法のアニメーションにリンクするボタンを装備 (図 26)。



図 26: 他の系外惑星発見方法のリンクボタン

右上に惑星事典トップへ戻るボタンを装備 (図 27)。

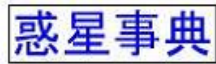


図 27: 惑星事典へ戻るボタン

3.4.3 ドップラー偏移法解説アプリケーション

ドップラー偏移法の解説。アニメーション部分は、1 ページ目に揺れて見える恒星を表示 (図 28)。図 29 に示すボタンを押すことでページ目に移動する。2 ページ目は何故揺れて見えるかの解説と、その揺れにより系外惑星が発見できることの解説を表示 (図 30)。図 31 に示すボタンを押すことで 1 ページ目に戻る。



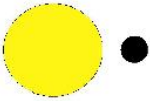
図 28: 揺れて見える恒星

[何故このように見えるかを解説](#)

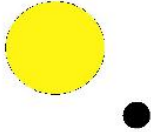
図 29: 2 ページへ移動するボタン

Adobe Flash Player 9
 ファイル(F) 表示(V) 制御(C) ヘルプ(H)

解説



地球から見た図



地球
真上から見た図

親星の見える色が変わったのは、右のアニメーションのように親星のまわりを惑星が公転することで親星自体がわずかに揺れる為、親星を観測した時に光のドップラー効果が起こったからである。つまり、このドップラー偏移を観測することにより、惑星を発見することができるということだ。この系外惑星発見方法を**ドップラー偏移法**といい、視線速度法とも呼ばれている。

[前の画面に戻る](#)

他の系外惑星観測方法→ [トランジット法](#) [重力レンズ法](#) [惑星事典](#)

図 30: 揺れて見える恒星の解説

[前の画面に戻る](#)

図 31: 1 ページへ戻るボタン

下部には他の系外惑星発見方法のアニメーションにリンクするボタンを装備 (図 32)。



図 32: 他の系外惑星発見方法のリンクボタン

右上に惑星事典トップへ戻るボタンを装備 (図 33)。

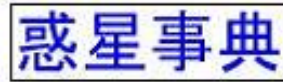


図 33: 惑星事典へ戻るボタン

4 まとめ

今回、惑星事典、アニメーションによる衛星の位置表示、アニメーションによる月の位置と月齢表示、文章による系外惑星の解説と発見の歴史、アニメーションと文章による系外惑星発見方法の解説の5つのアプリを製作した。

解説にアニメーションを利用することにより、図説や文章のみの解説より分かりやすいアプリができた。

今回作成したいずれのアプリも現在の情報をもとに作成されており、今後の新たな発見に対応できないという問題点がある。

また、衛星の位置表示アプリは、1999年以前と2010年以降の誤差が加味されていないため、ずれが生じる問題がある。

対処法としては、情報が更新される度に手動で情報を入力し更新する。

今後の課題として、手動の更新を自動的に更新できるように変更する必要がある。

より多くの人に利用してもらう為に Web 公開を行い、これを機会に宇宙について興味を持っていただけたら幸いである。

謝辞

本論文を作成するにあたって、色々御指導くださった真貝寿明准教授に深く御礼申し上げます。

参考文献

- [1] AstroArts, 「天文ニュース」, (<http://www.astroarts.co.jp/news/index-j.shtml>)
- [2] 国立天文台, 「惑星の定義」, (<http://www.nao.ac.jp/koyomi/topics/html/topics2008.html>)
- [3] 自作月齢計算ソフト, (<http://www2.chokai.ne.jp/assoonas/UC387.HTML>)
- [4] The Extrasolar Planets Encyclopaedia, (<http://exoplanet.eu/catalog.php>)
- [5] 井田茂, 「系外惑星」, 東京大学出版, (2007.6)
- [6] 木曾トランジットサーベイチーム, 「木曾シュミット望遠鏡を用いたトランジット法による系外惑星探索」, (<http://www.nhao.go.jp/nhao/researches/symposium/proceedings/17/07/25>)
- [7] 星ナビ.com, 「アマチュアこそ可能な『トランジット法』で系外惑星を探れ!」, (<http://www.astroarts.co.jp/hoshinavi/magazine/extrasolarplanet/planet2/page2-j.html>)

A 付録

A.1 惑星事典のプログラム

A.1.1 メニューボタン

```
onClipEvent (initialize){
//タブに表示する名称
labels = [];
labels.push("メニュー");
labels.push("目次");
labels.push("惑星定義");
labels.push("惑星名");
labels.push("系外惑星");
labels.push("系外惑星一覧");
labels.push("太陽");
labels.push("水星");
labels.push("金星");
labels.push("地球");
labels.push("火星");
labels.push("木星");
labels.push("土星");
labels.push("天王星");
labels.push("海王星");
labels.push("冥王星");
labels.push("イオ");
labels.push("ガニメデ");
labels.push("カリスト");
labels.push("エウロパ");
labels.push("月");
labels.push("ダイモス");
labels.push("フォボス");
labels.push("");

//表示された名称に対応するページ番号
data = [];
data.push(1);
data.push(2);
data.push(3);
data.push(4);
data.push(6);
data.push(45);
data.push(21);
data.push(22);
data.push(23);
```

```
data.push(24);
data.push(26);
data.push(27);
data.push(28);
data.push(29);
data.push(30);
data.push(31);
data.push(32);
data.push(33);
data.push(34);
data.push(35);
data.push(25);
data.push(36);
data.push(37);
data.push();
```

```
    editable = false;
    rowCount = 8;
}
```

```
    onClipEvent (load){
listenerObj = new Object();
listenerObj.change = this.addEventListener("change", listenerObj);
}
```

A.1.2 ジャンプ部分のプログラム

```
function cbFunc(){  
  
    a = 0;  
a = _root["cd"].selectedItem.data;  
  
    gotoAndStop(a);  
}
```

A.2 惑星間の質量や半径を比較する機能

A.2.1 惑星名を選択するボタン

```
onClipEvent (initialize){  
//タブに表示する名称  
labels = [];  
labels.push("惑星名");  
labels.push("太陽");  
labels.push("水星");  
labels.push("金星");  
labels.push("地球");  
labels.push("火星");  
labels.push("木星");  
labels.push("土星");  
labels.push("天王星");  
labels.push("海王星");  
  
//表示された名称の選択番号  
data = [];  
data.push(0);  
data.push(1);  
data.push(2);  
data.push(3);  
data.push(4);  
data.push(5);  
data.push(6);  
data.push(7);  
data.push(8);  
data.push(9);  
  
    editable = false;  
rowCount = 8;  
}  
onClipEvent (load){
```

```
listenerObj = new Object();  
listenerObj.change = _parent.cfFunc;  
this.addEventListener("change", listenerObj);  
}
```

A.2.2 比較する事象選択するボタン

```
onClipEvent (initialize){
//表示する名称
labels = [];
labels.push("比較するもの");
labels.push("質量比");
labels.push("半径比");
labels.push("自転周期比");
labels.push("公転周期比");

//表示された名称の選択番号
data = [];
data.push(0);
data.push(1);
data.push(2);
data.push(3);
data.push(4);

    editable = false;
    rowCount = 4;
}
onClipEvent (load){
listenerObj = new Object();
listenerObj.change = _parent.cfFunc;
this.addEventListener("change", listenerObj);
}
```


A.3 衛星表示のプログラム

A.3.1 今日ボタン

```
//ボタンを押すとコンピュータ内の日付を出力
on (release) {
dateobj = new Date();
year = dateobj.getFullYear();
month = dateobj.getMonth()+ 1;
day = dateobj.getDate();

    toshi = year;
    tsuki = month;
    hi = day;
}
```