


2007.11.25 天文教育研究会

海王星 1846-2011

—海王星、太陽を一周—
大阪市立科学館 加藤賢一



0. なぜ今、海王星か？

<1>発見劇自体が面白い！
<2>時代の流れの象徴

- ・ 発見 1846年9月23日
- ・ 一周 164.774年、 2011年6月に一周
- ・ フロー依存型社会からストック依存型社会へ
- ・ 産業革命=エネルギー革命 1750-1850

この大きな時代の変革を海王星は見ていた！
海王星を見て、この歴史を振り返り、次の時代に思いを！

宇宙と人間・・・加藤賢一 2

1. 海王星発見劇

- ・ とても有名なので、・・・

宇宙と人間・・・加藤賢一 3

天王星の発見とその衝撃

- ・ 1781年 W ハーシェル(1738-1822)



宇宙と人間・・・加藤賢一 4

チチウス・ボーデの法則

デデウス (1766)		-1781	1781	1801	1846	1930
$0.4+0.3 \times 0$	=0.4	0.39				
$0.4+0.3 \times 1$	=0.7	0.72				
$0.4+0.3 \times 2$	=1.0	1.0				
$0.4+0.3 \times 2 \times 2$	=1.6	1.5				
$0.4+0.3 \times 2 \times 2 \times 2$	=2.8	---		2.8		
$0.4+0.3 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$	=5.2	5.2				
$0.4+0.3 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$	=10.0	9.6				
$0.4+0.3 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$	=19.6	---	19.2			
$0.4+0.3 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$	=38.8	---			30.1	39.5

宇宙と人間・・・加藤賢一 5

天王星の奇妙な動きから海王星発見まで(1)

- ・ 1690.12.23 フラムステッド、天王星観測 (最初の観測)
- ・ 1781.3.13. **ハーシェル、天王星発見**
- ・ 1784 ウルム、フォン・ツァハ、フィクスルミネルら運行表
- ・ 1790 ドランブル、天王星運行表発表
- ・ 1795.5. ラランデ、海王星を観測
- ・ 1801 小惑星セレス発見
- ・ 1820頃 プーバーの運行表
- ・ 1834 T.J.ハッセイ、エアリーに超天王星の検出可能性を打診
- ・ 1837 プーバーの運行表改訂
- ・ 1839 ルペリエ、最初の天文学論文「惑星軌道の永年変化について」
- ・ 1841.6.26. アダムス、ケンブリッジの書店でエアリーの報告を読む
- ・ 1843.1 **アダムス、天王星研究に着手**
- ・ 1843.10 アダムス予備的な解を得る
- ・ 1843.10 ルペリエ、論文「水星の軌道とその摂動に関する新しい決定」
- ・ 1844.1. アダムス、2回目の分析

宇宙と人間・・・加藤賢一 6

天王星の奇妙な動きから海王星発見まで(2)

- 1845. 9. アダムス、新しい解をチャリスへ。エアリーに会いに(出張中)。ルベリエ、天王星研究に着手
- 1845. 10. 21. アダムス、再訪問するも面会できず。エアリー、ダウスにアダムスの結果を伝える。ダウスはラッセルに
- 1845. 11. 5. エアリー、アダムスに手紙。天王星外惑星を間接的に否定
- 1845. 11. 10. ルベリエ、第一論文「天王星の理論について」
- 1845. 12. 4-6. エアリー、アダムスに会うも何も話さず
- 1845. 12. エアリー、ルベリエの第一論文を読み、重要な研究と認識
- 1846. 8. 1. **ルベリエ、第二論文。超天王星の位置を予告**
- 1846. 6. 23. エアリー、第二論文を受け取る
- 1846. 6. 26. エアリー、ルベリエに手紙。超天王星の半径を聞く
- 1846. 6. 29. エアリー、チャリス、Jハーシェルの報告。エアリー、超天王星探索を提案。アダムスとルベリエの類似性を認識
- 1846. 7. 1. エアリー、ルベリエからの手紙を受け。エアリー、超天王星確信。しかし、探索には不熱心
- 1846. 7. 2. エアリー、ケンブリッジ大学を訪問。肝心の話はせず
- 1846. 7. 9. エアリー、チャリスに手紙。超海王星探索を要請

天王星の奇妙な動きから海王星発見まで(3)

- 1846. 7. 18. チャリス、エアリーに返答。掃天を約束
- 1846. 7. 29. チャリス、観測開始
- 1846. 8. 12. チャリス、第4夜、海王星を見るも気づかず
- 1846. 8. 米海軍天文台のウォーカーがルベリエの第2論文を読み、探索を計画、しかし実現せず
- 1846. 8. 31. ルベリエ、第3論文。超海王星の詳しい特徴を示す
- 1846. 9. 2. アダムス、エアリーに手紙。6度目の位置推算を同封
- 1846. 9. ルベリエ、ガレに手紙。探索を要請
- 1846. 9. 23. **ガレ、ルベリエからの手紙を受け取り、調査、発見**
- 1846. 9. 24. ガレ、エンケ、逆行を確認。視直径3.2秒と測定
- 1846. 9. 25. ガレ、ルベリエに発見したものの手紙。ヤヌスという名前を提案
- 1846. 9. 26. エンケ、ANIに報告を送る
- 1846. 9. 29. チャリス、第3論文を読み、予想位置を調べ、円盤状天体を認め、未確認に終る
- エアリー、ドイツで発見を知る

海王星発見の後

- 1846. 10. 1. ロンドンタイムスに海王星発見が載る。チェリス、観測を見返し、7-30、8-12、8-4に観測していたことが判明。9-29の円盤像も海王星であったことを知る
- 1846. 10. 3. J.ハーシェル、「アセノウム」誌にアダムスの研究を紹介
- 1846. 10. 5. ルベリエにフランス国王からレジオンドヌール勲章
- 1846. 10. 10. ラッセル、衛星トリトン発見、1847年7月に確認
- 1846. 10. 14. **エアリー、ルベリエに手紙。アダムスの研究を紹介**
- 1846. 10. 14. エアリー、アダムスに研究の公表について許可を求める
- 1846. 10. 17. チャリス、「アセノウム」誌にケンブリッジでの観測を解説
- 1846. 10. 19. アラゴ、科学アカデミーで英国勢を激しく非難
- 1846. 10. 21. エアリー、アダムスの研究に熱心なことを手紙で弁明
- 1846. 11. 13. エアリー、王立協会で弁明。チャリス、アダムスも論文発表
- 1846. 11. 30. アダムス、ロンドン王立協会からコプリー賞を受賞

ルベリエ(1811-1877)



パリ天文台



ルベリエ資料

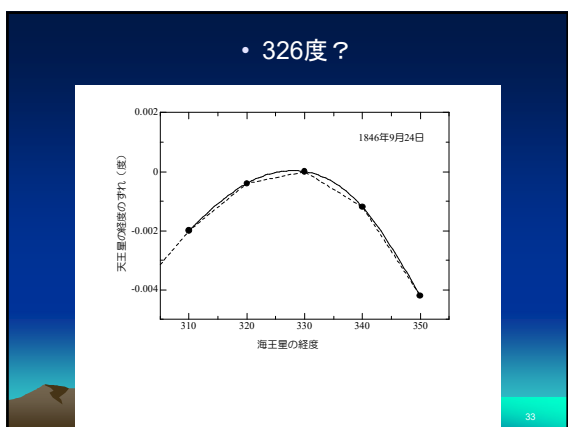
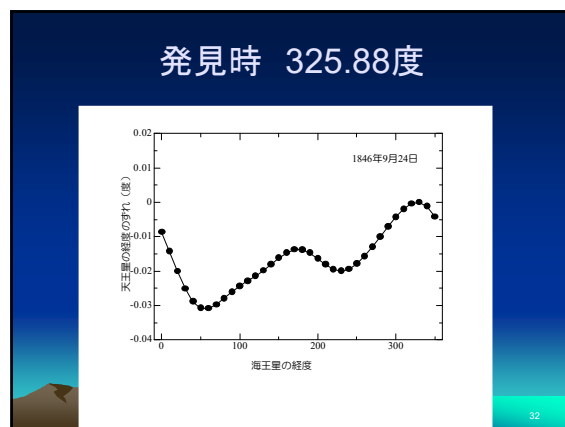



```

* ALJF-QMDOVAG21.TPI
* ELGAT-QMDOVAG21.TPI
* EMSAT-QMDOVAG21.TPI
* ALGAT-QMDOVAG21.TPI
* ELURA-QMDOVAG21.TPI
* EMURA-QMDOVAG21.TPI
* ALURA-QMDOVAG21.TPI
* ELNEP-QMDOVAG21.TPI
* EMNEP-QMDOVAG21.TPI
* ALNEP-QMDOVAG21.TPI
* ELPLU-QMDOVAG21.TPI
* EMPLU-QMDOVAG21.TPI
* ALPLU-QMDOVAG21.TPI
* RETURN
* END
    
```

• 海王星がある場所にあったとすると、その時の天王星の位置は？ 真の位置とのずれは？

宇宙と人間・・・加藤賢一 31



答えが分っているからできた

注意

- 天王星の軌道計算ができるようになって、答えが分っているからできたこと。
- こんな簡単にルベリエやアダムスがやったわけではないのでご注意ください！

宇宙と人間・・・加藤賢一 34

4. 海王星を最初に見た日本人は？

- 福沢諭吉
- 『訓蒙窮理図解』
- 1868 (明治1)年
- 太陽系の惑星は8と
- 後の「物理階梯」の元

宇宙と人間・・・加藤賢一 35

終

宇宙と人間・・・加藤賢一 36

フロー依存型社会、ストック依存型社会と地球システム

太陽光 → 大気 → 地球

熱 ← 宇宙 → 地球

海大陸

生物 人間

新しいエネルギー源

宇宙と人間...加藤賢一 37

現在の物理学、化学、天文学、工学の基礎が

	物理学	化学	天文学
1650-1700	フックの法則 光の反射、屈折、回折 万有引力	理科年表に記載なし	太陽黒点 プリンキピア 光速度
1700-1750	ベルヌーイの定理 最小作用の法則 ライデン壺	元素の発見 ボイルの法則	楕円星 恒星の固有運動 先行差
1750-1800	凝縮、熱容量の発見 クーロンの法則 解析力学	燃焼、質量不変、 塩素、一酸化炭素、酸化水素の発見 1781 酸素と水素から水を	天王星発見 太陽系の空間運動
1800-1850	光の干渉、屈折、三原色 ハミルトンの原理 電磁誘導、ファラデー	有機化合物の認識(ベンゼン) 各種の元素発見(フラスチックも) 分子論、気体運動の法則	小惑星発見 恒星雲 天王星発見
1850-1900	熱力学の完成 電磁場の方程式 陸極線の発見	原子スペクトル分析法 化合物の合成 元素の周期表、液化	恒星スペクトル分類 ヘリウムの発見 分光連星

宇宙と人間...加藤賢一 38

天体の力学から天体の物理学へ

	天体力学の発展史	同時代のできごと
1666-1687	ニュートン、プリンキピア、万有引力	1667 バリ天文台 1676 グリニッジ天文台 1700 ベルリン天文台
1743頃	クレーロー、ランデ摂動計算	1745 章動の発見 1746 月の運動論(オイラー) 1746 彗星の放物線軌道決定法(ボスコビッチ)
1753	オイラー、定数変化法	1757 月と金星の質量計算(クレーロー) 1757 地動説解禁(ベネディクト14世) 1767 イギリス、航海暦創刊
1788	ラグランジュ「解析力学」 3体問題、定数変化法、他	1766 テチウス・ボーデの法則 1781 天王星の発見 1798 万有引力定数、
1799-1825	ラプラス「天体力学」	1801 小惑星セレスの発見、ガウスの軌道論 1806 ルジャンドル、ガウスら 1820 プーアール、天王星のずれ指摘 1820 ケンブリッジ大学天文台

宇宙と人間...加藤賢一 39

1. 劇的な発見への道筋

- 天王星の位置の奇妙なずれから大きさや位置が推定され、その通り発見された。1846年
— ニュートンの運動法則の勝利！
- しかし、同時に運動法則に頼る宇宙探求は爛熟期を迎え、その歴史の終焉を告げるものでもあった。
- その背景には、産業革命(1750-1850)の後、本格的な工業化社会が到来し、新しい物理学や工学が発展してきたことがあった

宇宙と人間...加藤賢一 40

エアリー

宇宙と人間...加藤賢一 41

チャリス

宇宙と人間...加藤賢一 42

海王星発見劇の現場を訪ねて

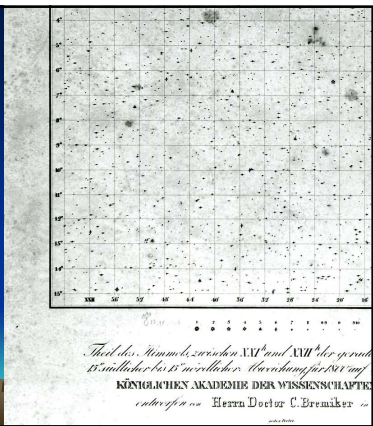


ビクトル・ユーゴー宅



ブレミケル 星図

発見位置:



ケンブリッジ大学



ケンブリッジ大学図書館



明治の小学校の教科書「物理階梯」

・ 明治9年、片山淳吉、種本カッケンボウス

