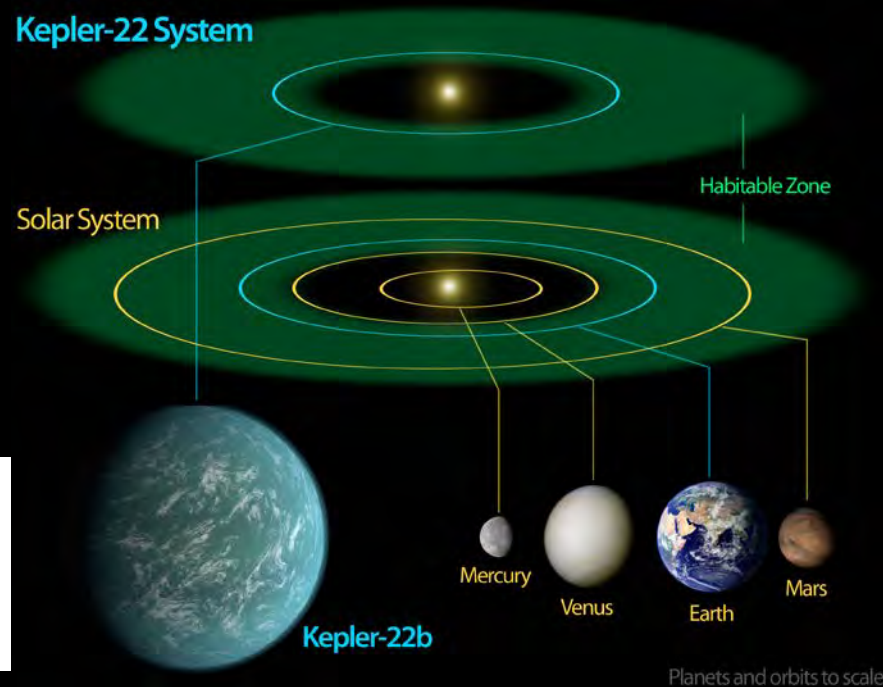
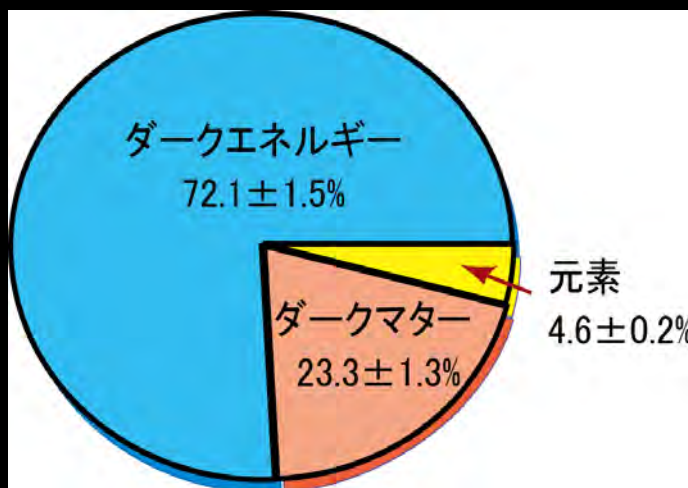


# 天文学者という選択: invaluable > valuable



東京大学 大学院理学系研究科物理学専攻 須藤 靖

2012年10月26日 15:30-17:00@水戸啓明高等学校

第1学年サイエンスフロンティアコース「サイエンス講演会」

# 「天文学者になればよかった」 さだまさし: 私花集〈アンソロジー〉

これほど設計の才能がないなら

天文学者をめざせばよかったよ

バミューダの謎や ピラミッド・パワーに

未確認飛行物体との接近遭遇等々(コンタクト)

それから 新しいすい星に 自分の名を付けてしまおう

そうさそれが僕に 一番お似合の

すてきな仕事じゃないか

星の数かぞえて 夢の数かぞえて

恋人はそう アンドロメダ

# 天文学者の日常：今週の私

	10月22日 月	10月23日 火	10月24日 水	10月25日 木	10月26日 金
7:00-10:00	朝食 メール 講義準備	朝食 メール 論文修正	朝食 メール 講義準備	朝食 メール 学生と議論	朝食 メール 委員会報告準備
10:00-12:00	研究室 セミナー	学術会議 @乃木坂	国際共同研究 のTV会議	委員会 報告準備	人事委員会
13:00-15:30	講義 @駒場	研究室 セミナー	外国人共同研 究者との議論 歯医者	研究室 セミナー	(物理教室会議)
15:30-17:30	講義 @駒場	学生と議論	講義準備	研究室 セミナー	水戸啓明 高校
	外国人共 同研究者と 居酒屋				栗田先生と飲み会

星の数や夢の数をかぞえるだけのすてきな仕事ではないかも？

# 天文学の先生になって良かった事

- 自分の好きな事をやりながら給料をもらえる
- 講義や会議以外は自分で時間を決められる
- 上司がないので気をつかう必要がない
- 残業がない(でも私は毎朝7時から大学で仕事をしています！)
- 接待がなく、好きな人たちだけと飲める
- ネクタイをしなくてよい
- 多くの外国人と友達になれば価値観が広がる
- 毎年新しく若い優秀な学生と接する事ができる

usefulな勉強  
と  
uselessだけど  
invaluableな学問

# 何を学んでおくべきなのか？

- 高校で「学ばされる」科目は役に立つのか？
- 人によって全く異なるだろうが、私の場合
  - 数学と物理(と地学の一部)は不可欠
  - 英語と国語は文献を読み、共同研究者と議論し、研究結果を発表するために極めて重要
  - 化学と生物はあまり要らない(私だけ)
  - 歴史と地理、古文・漢文などは全く不要(私だけ)
- しかし、必要あるいは「狭い意味で役に立つ」事だけを学んでおけばそれで良いのか？
- 何のために学ぶのか？

# 何かを学ぶ理由

- **幸せで楽しい人生を送るため！**
  - 良い会社に入り、安定した収入を得るためではない
  - 人より優れている必要はない
  - 自分がうちこめること、興味を持てるものを見つけられればそれで十分幸せである
  - 生きる目的を見つける
- **学び知る事で、以前は見えなかったものが見える**
  - 自分の世界、人生の可能性が広がる
  - 無理に嫌な事を強制されてやる必要はない
  - 何もせず無駄に時間を過ごしているだけでは、せっかく生まれてきたのにもったいない

# 試験が得意な人≠新しいことを開拓する人

- **大学入学までに行う試験での評価基準**
  - 正解が存在することがわかっている問題を
  - 決められた時間内に
  - 一人だけで何も見ず
  - すべての科目を万遍なく
- **これらは社会の現場とはすべて「矛盾する」**
  - 試験での秀才が必ずしも優れた研究者・社会人になってない
- **人間の才能は1次元に数値化できるものではなく、多次元空間で表現すべきもの**
  - 必ずしも(とびぬけて)優秀である必要はない
  - 何でも良いから余人をもって代えがたい度合いが重要
- **何よりも自分が好き・楽しめることを見つけることが大切**



# invaluable > valuable

- 役に立つ事がすばらしいのは良いとしても、「役に立たない」と「価値がない」は違う
  - 芸術、音楽、文学、恋愛は役に立つのか？
  - でもそれらは生きる理由を与えてくれる
  - **valuable** は、「価値を判断できる」ほど大切、意義深いという意味
  - **Invaluable** は、「もはや価値を判断する事すらできない」ほど重要であるという意味
  - 科学にも**useful**ではなく**useless**だが**invaluable**な分野があって良いはず⇒天文学はその典型

# 生きる意味を与えてくれる天文学！

- **子供時代**：食べる、遊ぶ、家族、友人
- **若者時代**：学ぶ、遊ぶ、働く、恋愛
- **人生中盤**：家族、会社、稼ぐ、子育て、ローン、学ぶ、趣味、介護、様々な形態の恋愛
- **人生終盤**：趣味、学ぶ、読書、自分の世界観を広げる、社会貢献、楽しむ
  - 狭い意味では全く役に立たない天文学が、人生終盤になるほど大きな意義／生き甲斐を与えてくれる
  - 皆さんにはまだ理解されない／共感を呼ばないだろうが、40年もすればわかってくるはず

# やなせたかしの教え： アンパンマン オープニングテーマ



- 作詞：やなせたかし  
なんのために生まれて  
なにをして生きるのか  
こたえられないなんて  
そんなのは いやだ！

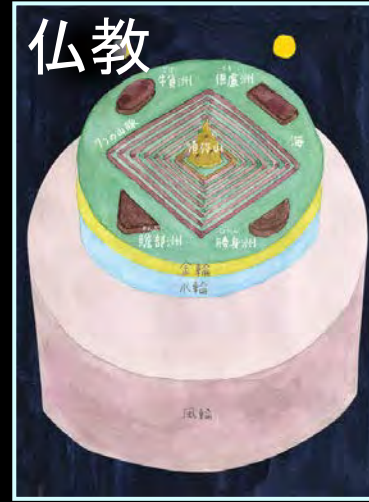


# 天文学の目標:

## 夜空のムコウの世界はどうなっている?

### ■ 宇宙を知り、世界を知る

イラスト: 羽馬有紗



### ■ 直接役に立つわけではなくとも人生を豊かにしてくれる“invaluable”な疑問に挑戦

- 宇宙の果てにある最初の天体を探す
- 生命を宿すもう一つの地球はあるか?
- 宇宙は何からできているか?

# 科学を学ぶ意味

- テストで良い点を取るためではない
- 楽しみながら、すこしでもより自然を理解する
- 世の中の不思議さを認識する
- 当たり前とされていることでも一度は疑ってみる
  - みんなが言っているからではなく自分で納得する
- 本物と偽物を見極める
  - 変な人 (TVに出過ぎる有名人・肩書きだけで中身の無い人・詐欺師・政治家・官僚・大学教員) に騙されない
  - 真実を合理的に理解し納得する
  - 健全な懐疑心をもち、善悪を区別する
- 科学的考え方は狭い意味の科学にとどまらない

# 答えを知るより疑問に思う心が大切



眼は、いつでも思った時にすぐ閉じることができるようにできている。しかし、耳のほうは、自分では自分を閉じることができないようにできている。 **なぜだろう。**

(大正十年三月、渋柿)

寺田寅彦

1878年11月28日～1935年12月31日

高知県出身

東京帝国大学物理学教授





# 夜空のムコウ

見えるもの≠存在するもの

# ロサンゼルスの青空 (2010年6月25日)

- この青空は世界の果てではないのか
- この先に別の世界が広がっているのか



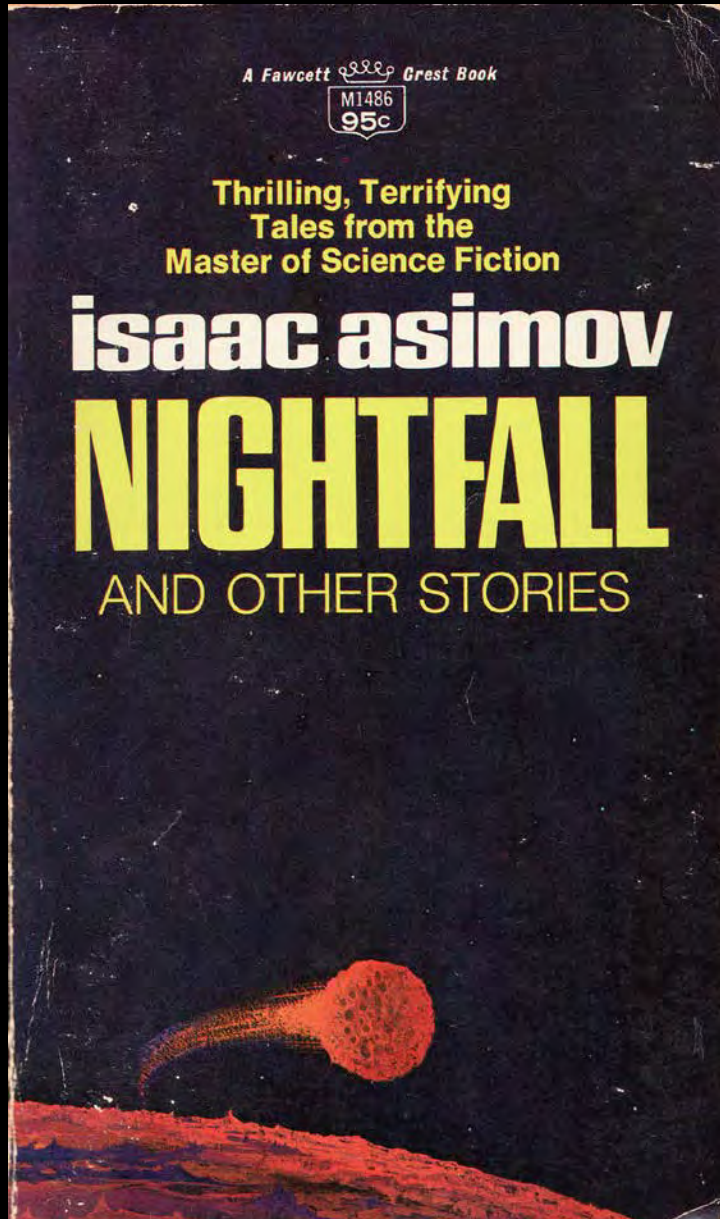
# アイザック・アシモフ著 「夜来たる」



イラスト：羽馬有紗

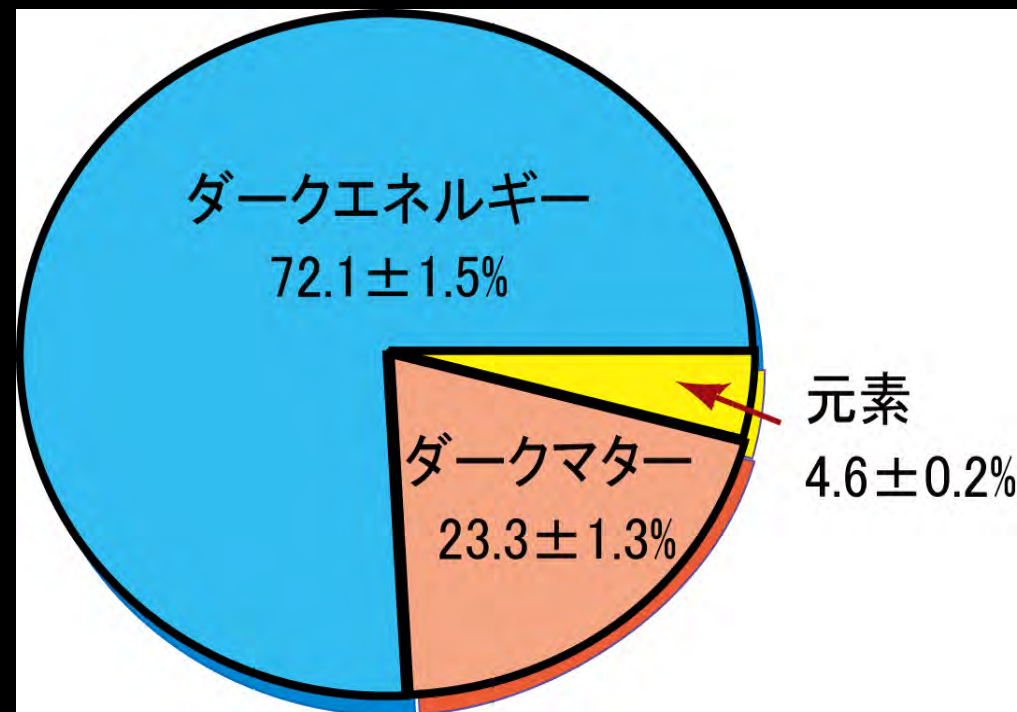
- 2000年に一度しか夜が来ない“地球”の人たち
- 自分たちの“地球”と宇宙との関係は？

# アイザック アシモフ: Nightfall (夜来たる)



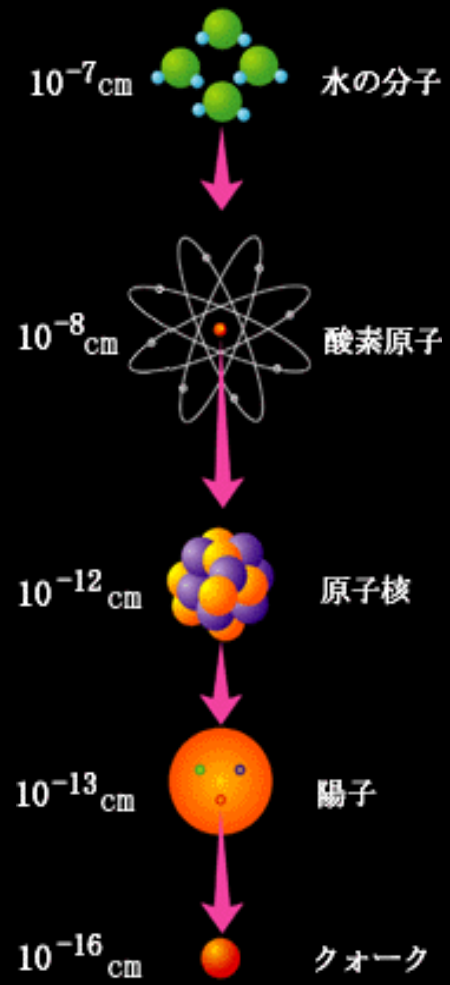
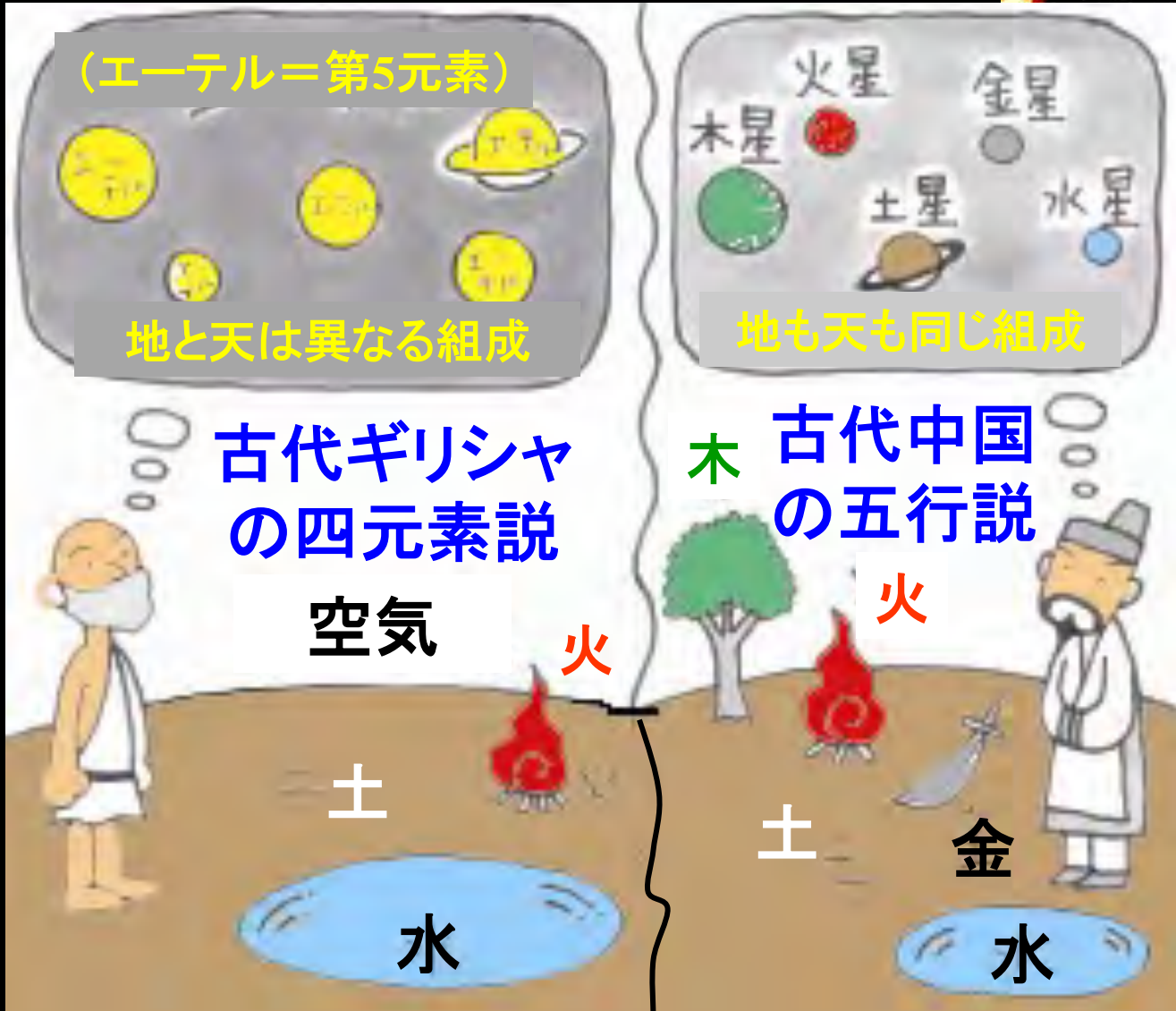
- 夜の存在が外の世界の存在を教えてくれる秀逸な名作
- “Light !” he screamed. Aton, somewhere, was crying, whimpering horribly like a terribly frightened child. *“Stars -- all the Stars -- we didn't know at all. We didn't know anything.”*

# 見えなくとも宇宙を満たしているもの 宇宙のダークエネルギー





# 自然界に思いをはせる



(いずもり よう:須藤靖「ものの大きさ」図1.1より)

# 世界は何からできているのか？

## ■ 古代ギリシャの4元説

- 空気、土、火、水

## ■ 中国の五行説

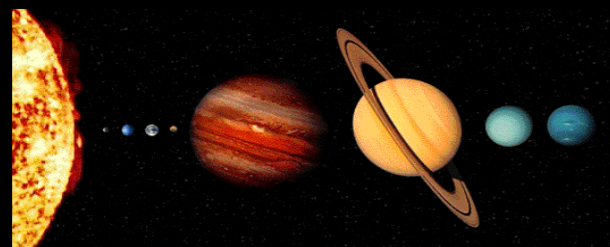
- (木、火、土、金、水)

× (陽、陰)

- これが日本で用いられている惑星と曜日の名前の由来

## ■ 現代物理学

- 分子⇒原子⇒原子核(陽子・中性子)⇒素粒子(電子、ニュートリノ; クォーク・レプトン)



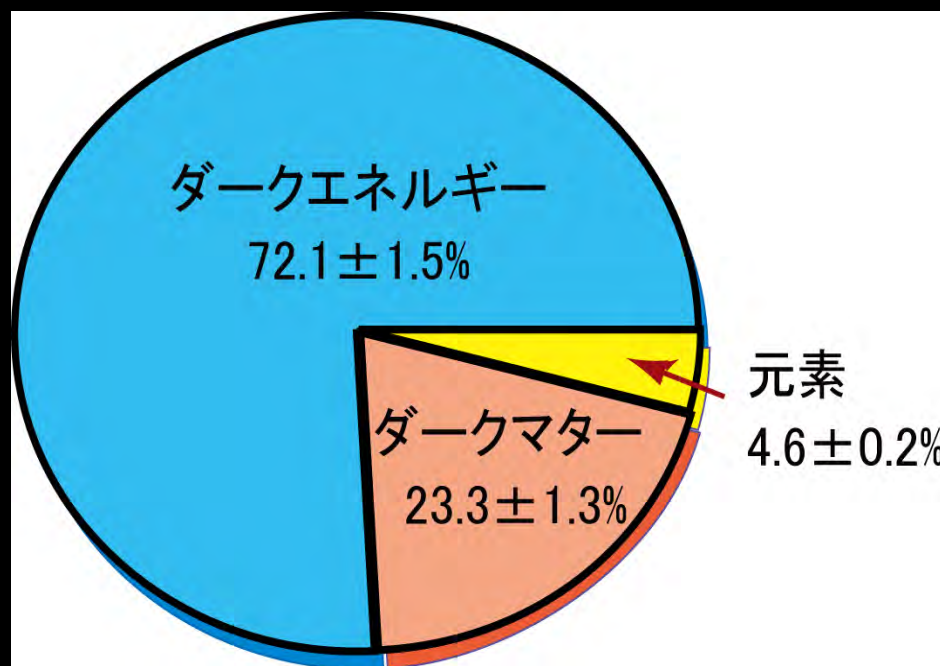
日月火水木金土

	陽	陰
木	きのえ 甲	きのと 乙
火	ひのえ 丙	ひのと 丁
土	つちのえ 戊	つちのと 己
金	かのえ 庚	かのと 辛
水	みずのえ 壬	みずのと 癸

# 宇宙は何からできている？

- 万有斥力(負の圧力)
- アインシュタインの宇宙定数？
- 宇宙空間を一様に満たしている
- ダークマターとは異なり空間的に局在しないが宇宙の主成分

## ダークエネルギー



## 元素

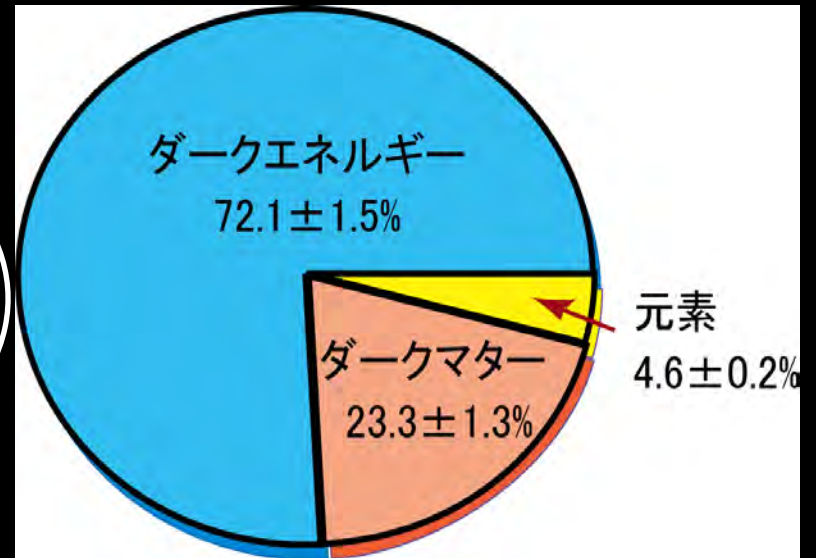
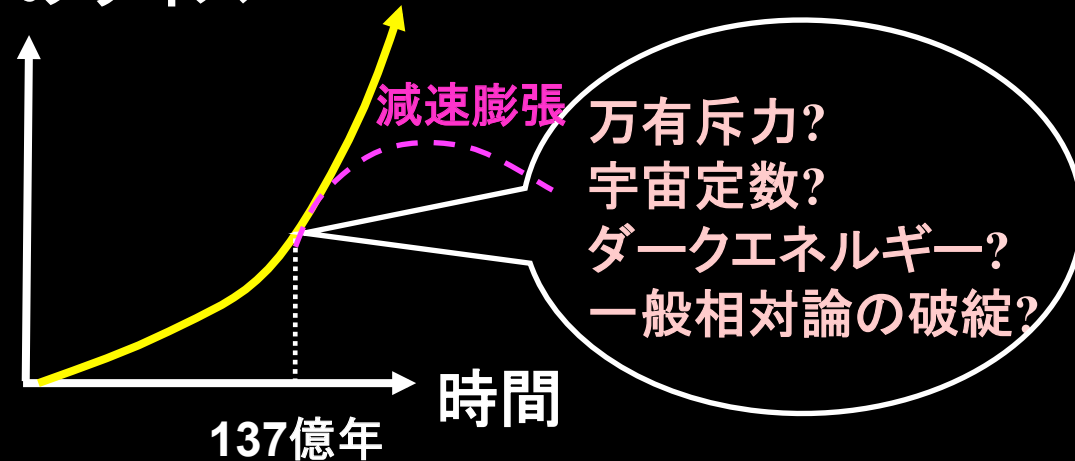
- 現時点で知られている物質は実質的にはすべて元素(陽子と中性子)からなる

## ダークマター

- 銀河・銀河団は星の総和から予想される値の10倍以上の質量
- 未知の素粒子が正体？

# 宇宙の95%以上が正体不明

宇宙のサイズ **宇宙の加速膨張**



## ■ ダークエネルギーの正体は何か？

- 万有斥力を及ぼす奇妙な物質(ダークエネルギー)?
  - アインシュタインの宇宙定数 (1917年)?
  - 「真空」がもつエネルギー? 21世紀のエーテル?
- 宇宙論スケールでの一般相対論(重力法則)の破綻

## ■ 我々は何も知らなかった

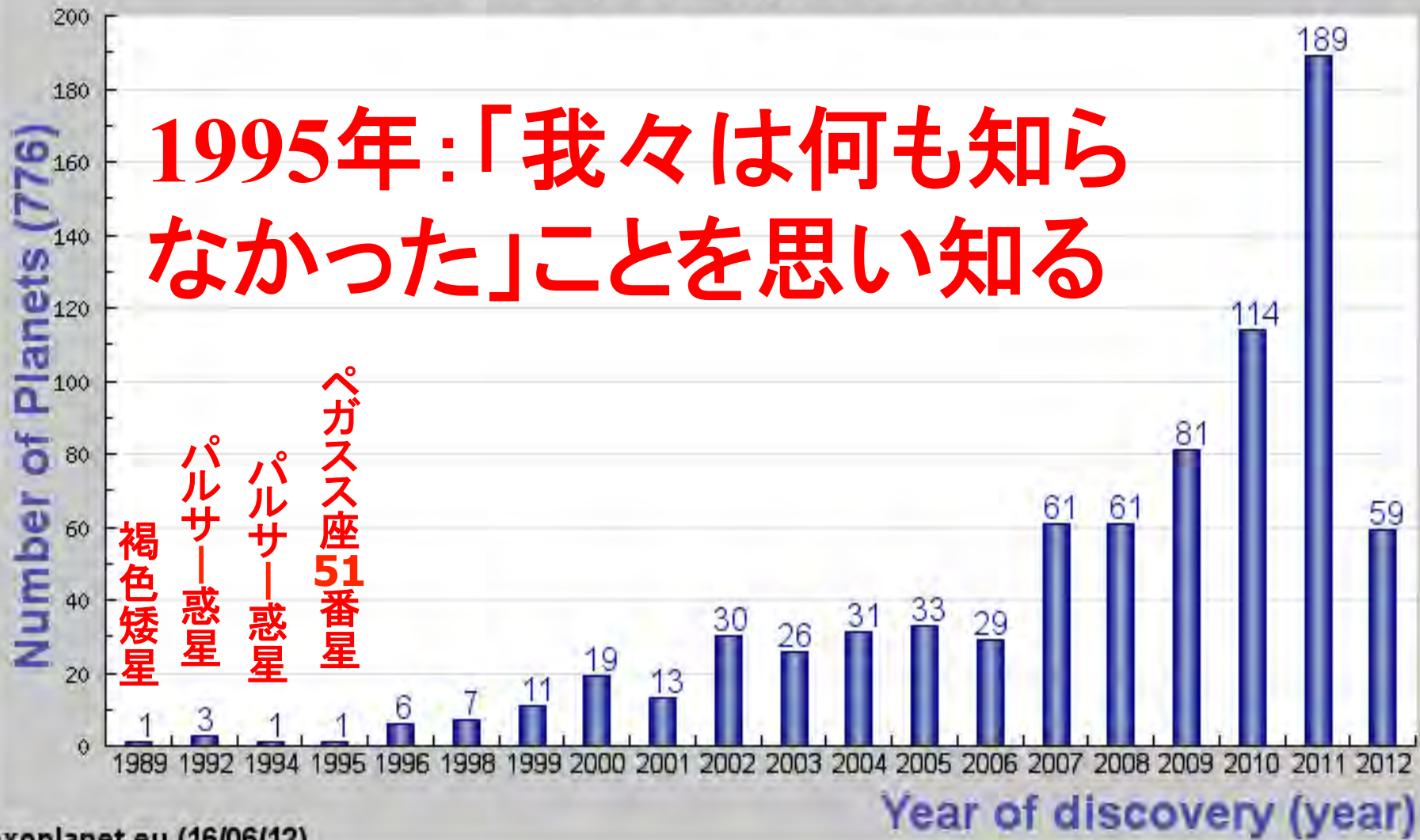
我々の地球の外にある世界

太陽系外惑星



# 太陽系外惑星の発見年表

Number of planets by year of discovery



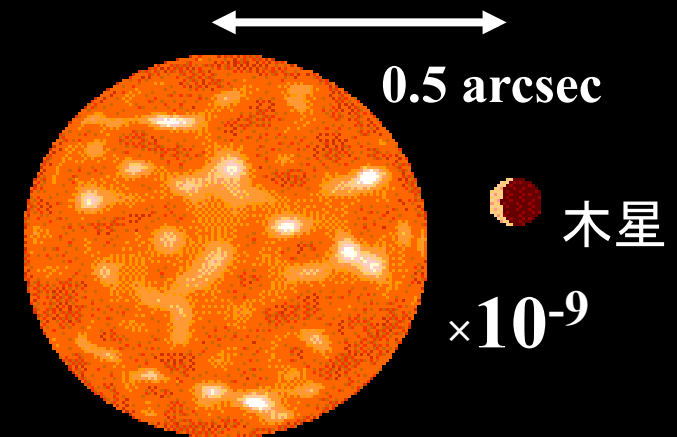
2012年6月16日時点 <http://exoplanet.eu/>

# 惑星は直接見えるか？

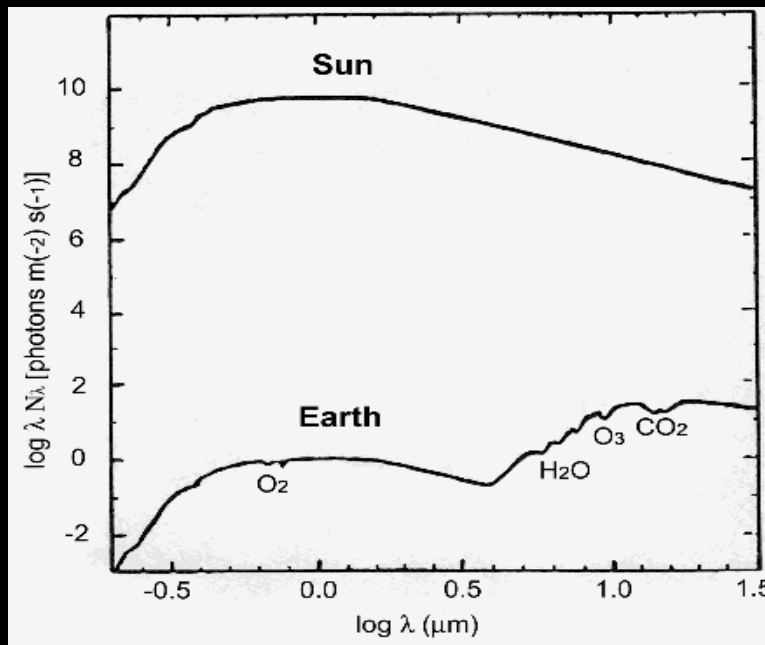
## 30光年先から観測した木星

明るさ: 27等級 (可視域)

主星との角距離: 0.5秒角



太陽

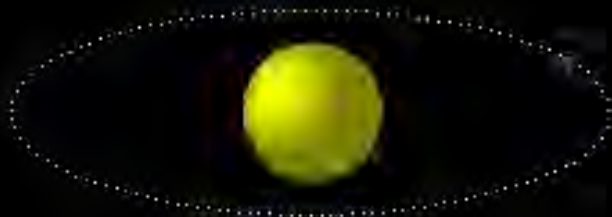


地上から観測できる分解能の大きさ内で、9桁も明るい主星の隣にある27等級の暗い天体を検出する

⇒ ほとんど不可能  
(だった)

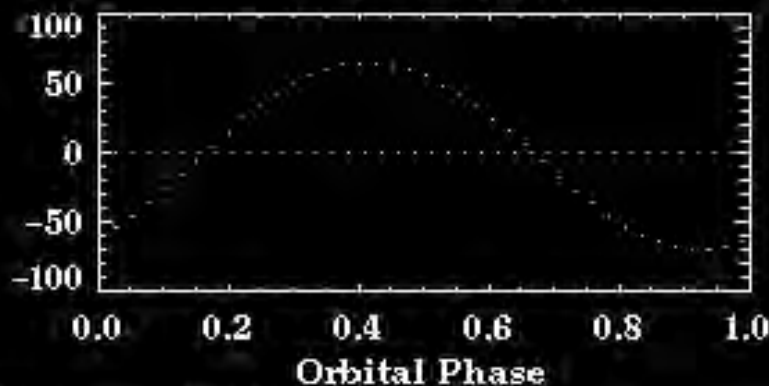
# ではどうやって見つけたのか？

Circular Orbit: rho CrB



$K = 67.4 \text{ m/s}$        $e = 0.03$   
 $\omega = 210.0 \text{ deg.}$        $\sin(i) = 0.3 (*)$

Radial Velocity Curve  
of the Star [m/s]



S.G. Korzennik (CfA, © 1997)

## ■ ドップラー法

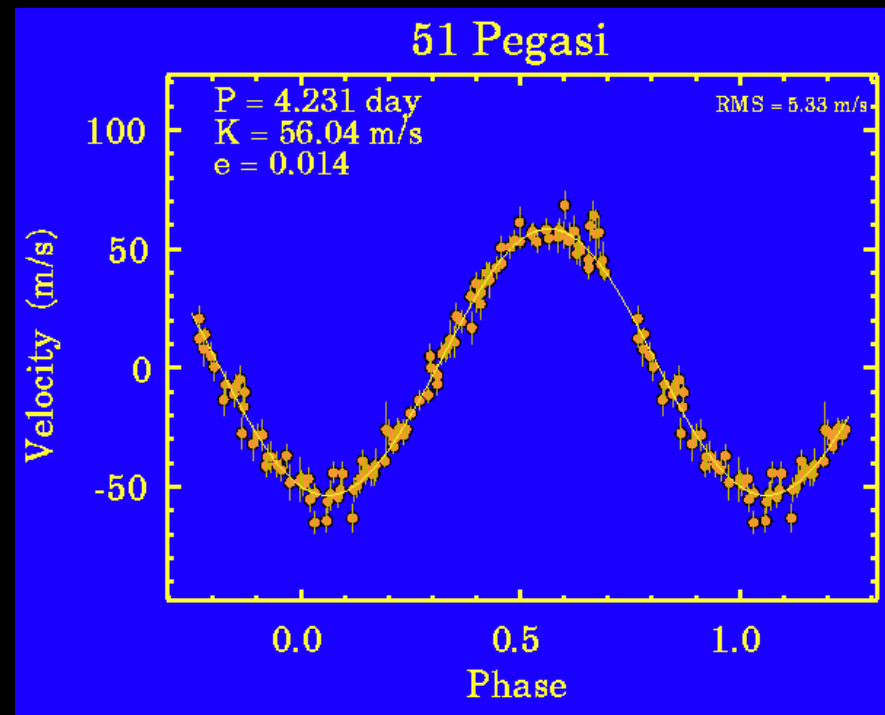
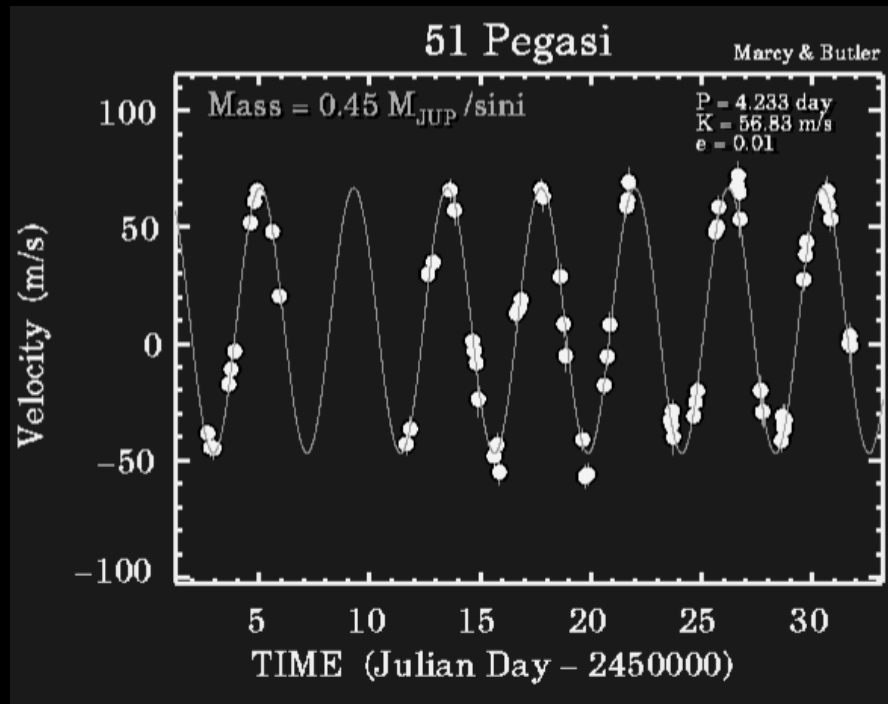
- 中心星の速度が毎秒数十メートル程度、周期的に変動(←ニュートン力学)

## ■ トランジット法

- (運がよければ) 中心星の正面を惑星が横切ることで星の明るさが1パーセント程度周期的に暗くなる

# ペガサス座51番星： 初めての太陽系外惑星 (1995年発表)

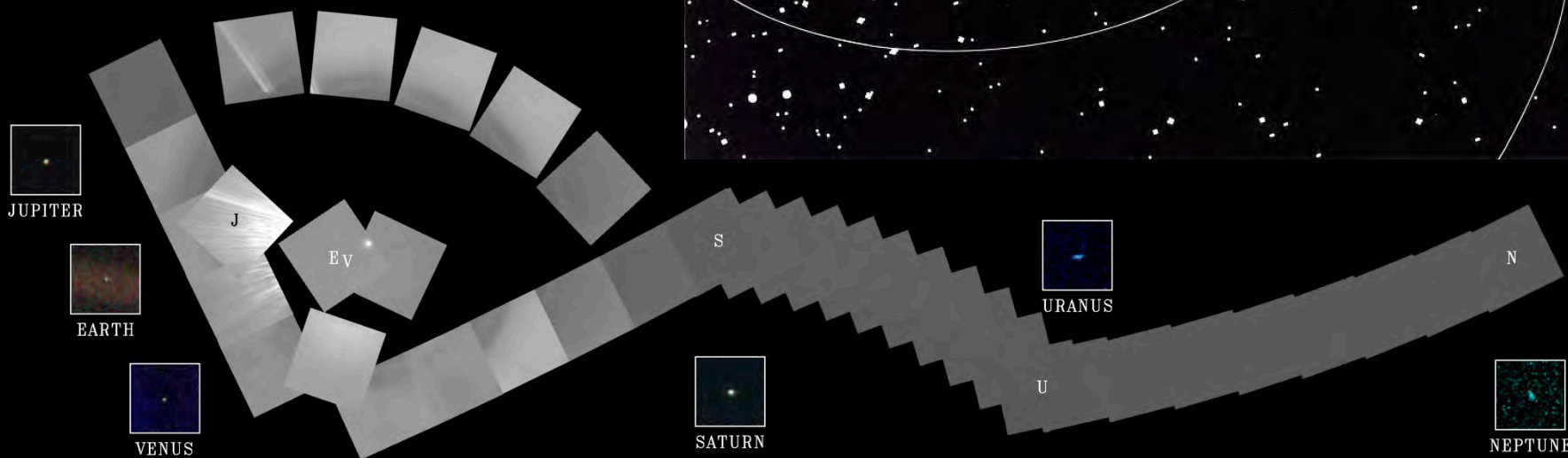
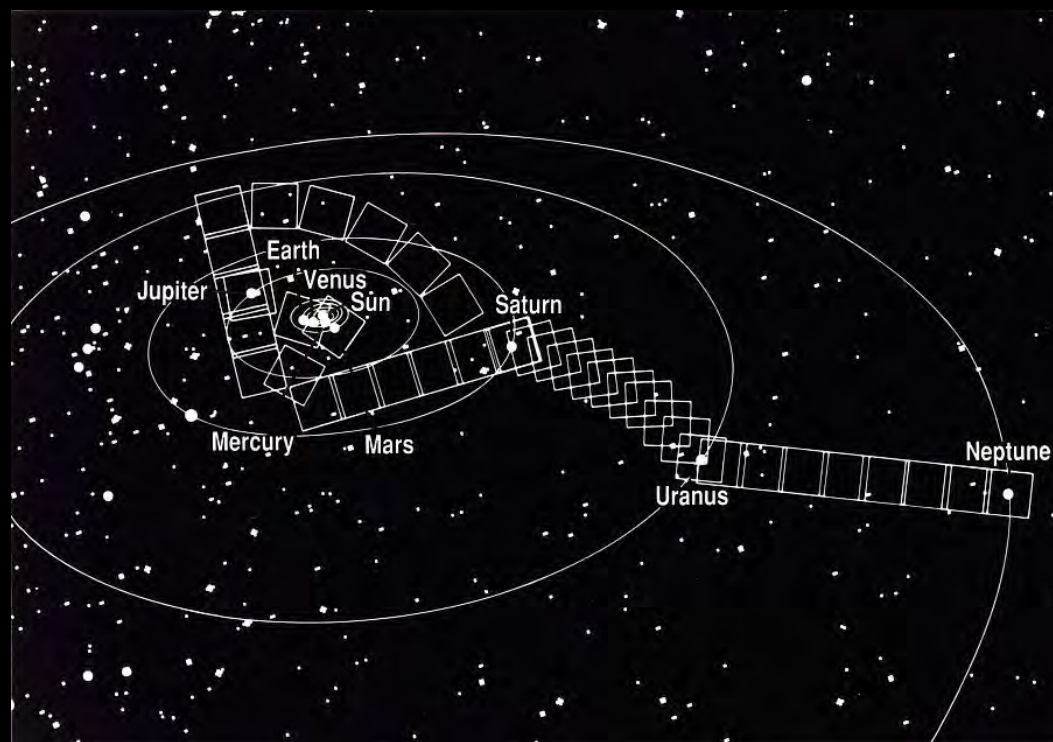
わずか4.2日で一周！



# ボイジャー1号による太陽系内惑星撮像

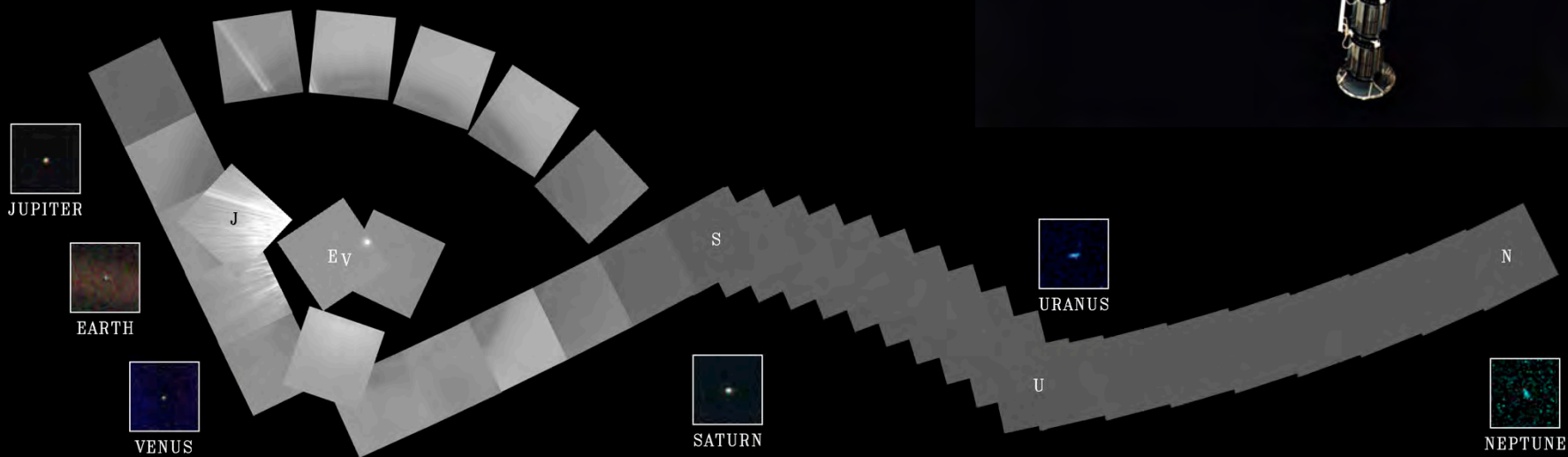
■ 1990年2月14日  
@40AU

■ カールセーガンが  
地球の画像を  
**Pale Blue Dot**  
と命名





# ペイル・ブルー・ドット



# 最初の居住可能地球型惑星？

Kepler-22 System

もう一つの地球？ 生命は存在するのか？

Habitable Zone

Solar System

我々は何も知らなかった



Mercury



Venus



Earth



Mars

Kepler-22b

Presentation by Natalie Batalha, Kepler Deputy Science Team Lead

Planets and orbits to scale

# 4つの太陽を持つ惑星を初確認

- 映画『スター・ウォーズ』に登場する架空の惑星「タトゥイーン」の空には、2つの太陽が昇る。しかし、なんとその2倍、4つの恒星を持つ連星系で、惑星「PH1」の存在が確認された。発見にアマチュア天文家が貢献した点も注目を集めている。
- アメリカにあるイェール大学の惑星天文学者ミーガン・シュワム氏は10月15日、ネバダ州リノで開催されたアメリカ天文学会惑星科学分科会において、「2つの恒星を持つ連星系では、6個の惑星が確認されているが、4つの例が見つかったのは初めてだ」とコメントした。
- 2012年10月17日18時55分



# 最も近い恒星系に地球大の惑星

- スイスのジュネーブ大などの国際研究チームは、太陽系に最も近い恒星系「ケンタウルス座アルファ星」で、地球ほどの大きさの惑星を見つけた。
- ケンタウルス座アルファ星は、恒星が3個ある三重連星系で、地球から約4光年しか離れていない。3個のうち「B星」のそばに、重さが地球の1・13倍ほどの惑星が見つかった。恒星との距離は、地球—太陽の距離の25分の1で、3日強の周期で公転しているという。
- 2012年10月17日11時49分 読売新聞

今日皆さんに伝えたかったこと

「我々は何も知らなかった」ことを思い知る

- 数十年前まで、物理学者は世の中の物質がクォークとレプトンという標準素粒子モデルによって説明しつくせると思い込んでいた
  - 1980年以降の天文学は、それが大間違いで、宇宙の大半は未知の物質からなることを明らかにした
- 太陽系外の星のまわりに惑星が次々と発見されている
  - そこに生命が存在するかどうかはまだわからないが、ひょっとするともう一つの地球があるのかも

# 湯川学の人生観

東野圭吾『真夏の方程式』 文藝春秋社 p.412

- **どんな問題にも答えは必ずある。** だけどそれをすぐに導き出せるとはかぎらない。人生においてもそうだ。今すぐには答えを出せない問題なんて、これから先、いくつも現れるだろう。そのたびに悩むことには価値がある。しかし焦る必要はない。答えを出すためには、自分自身の成長が求められている場合も少なくない。だから人間は学び、努力し、自分を磨かなきゃいけないんだ。



# アンパンマン エンディングテーマ

- 作詞：やなせたかし  
もし自信をなくして  
くじけそうになったら  
いいことだけ  
いいことだけ  
思い出せ

