

タイムドーム明石
もっと知りたい！

第2日曜日 天文・宇宙のトビラ

「暗黒宇宙を見て、
世界の摂理を知る」



東京大学大学院理学系研究科物理学専攻

須藤 靖

2013年3月10日 13:00-14:00

タイムドーム明石(中央区立郷土天文館)

「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: とある週の私の生活

	月	火	水	木	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	高校出前講義
	外国人共 同研究者と 居酒屋				高校の先生と 居酒屋

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？

天文学者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時から夕方5時30分まで大学で仕事をしています！残業代)
- 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

**All truths are easy to understand
once they are discovered;
the point is to discover them.**

Hale Telescope at the Palomar Observatory

Photograph of 200-inch Hale telescope and dome.

Image Credits: Peter Sorel and Charles H. Cahill

- Galileo Galilei

2010年10月7日@カリフォルニア工科大学天文学教室講堂

2010年6月25日@ロサンゼルス

空が青いわけ

- 大気は粒子(気体分子)から成る
- レイリー散乱 $\propto (\text{波長})^{-4}$
- 青空は世界の果てなのか
- この先に別の世界が広がっているのか



2011年12月10日22時13分@埼玉県上尾市

夜空が暗いわけ



- オルバーズのパラドックス(夜空は明るいはず)
- 宇宙は有限の過去から始まった
- 光の速度は無限ではない

*If the stars should appear one night in a thousand years,
how would men believe and adore, and preserve for
many generations the remembrance of the city of God?*

Ralph Waldo Emerson



2012年5月21日 7:34@安田講堂前広場

アイザック・アシモフ著 「Nightfall(夜来たる)」



イラスト：羽馬有紗

- 2049年に一度しか夜が来ない“地球”の世界観
- 自分たちの“地球”以外に宇宙はあるか？

青空のムコウには何かがあるのか



「我々は何も知らなかった」
でもこれですべて？

(すばる観測所、田中壺氏撮影)

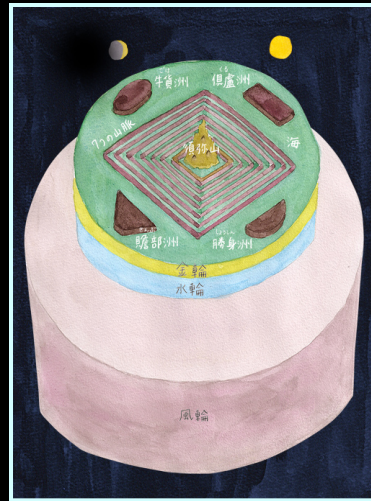
天文学の目標：夜空のムコウの世界

■ 見えない先はどうなっているのか

古代エジプト



仏教



古代インド



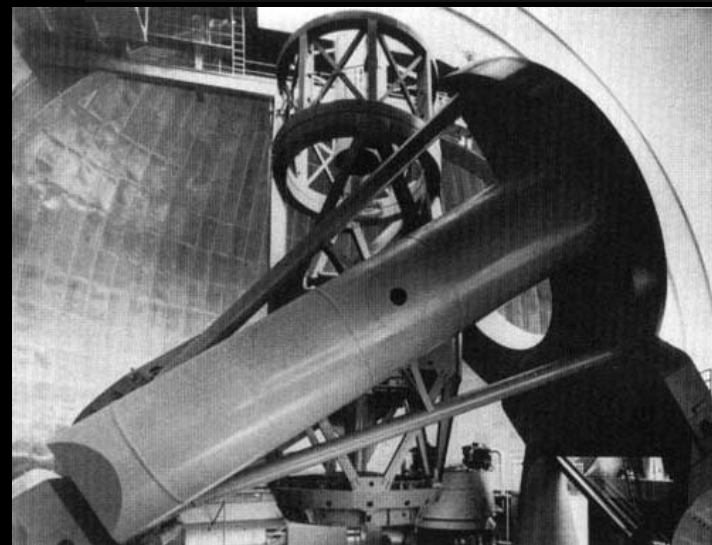
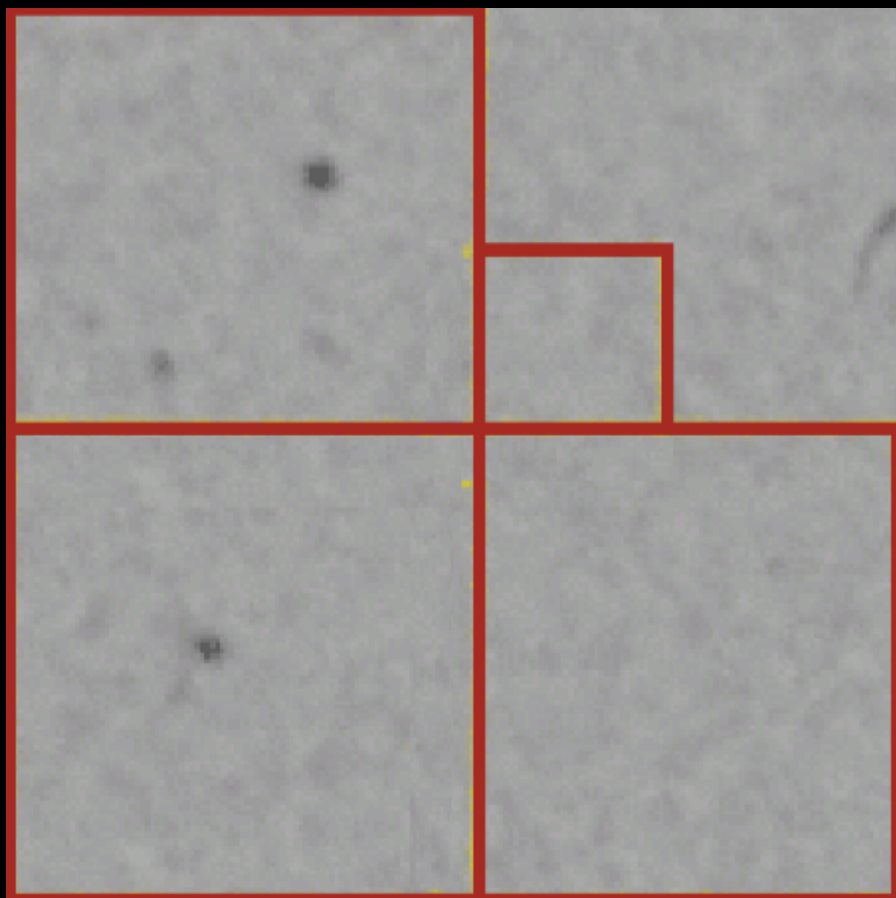
イラスト：羽馬有紗

■ みんな知りたいのに答えが(まだ)ない謎

- 宇宙は何からできているか？
- もう一つの地球はあるか？
- 生物はどうやって生まれたのか？

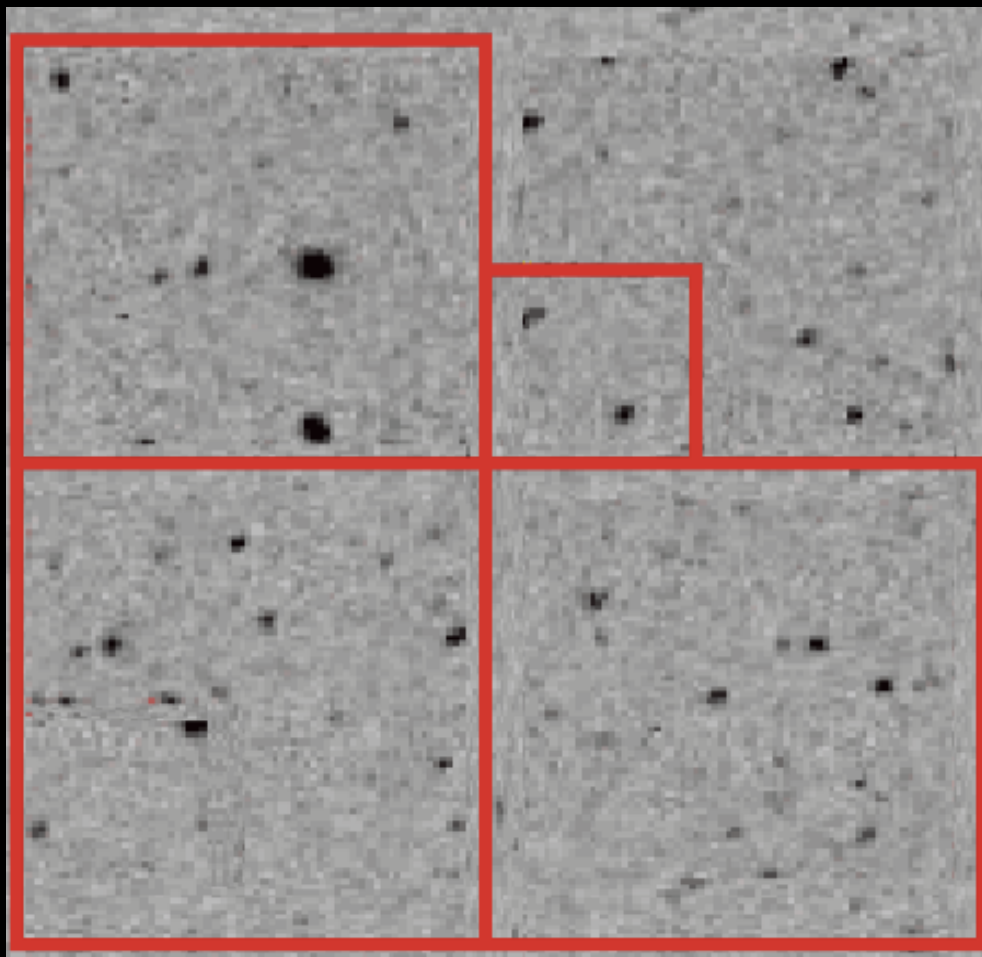


宇宙を見る目の進歩 (1)



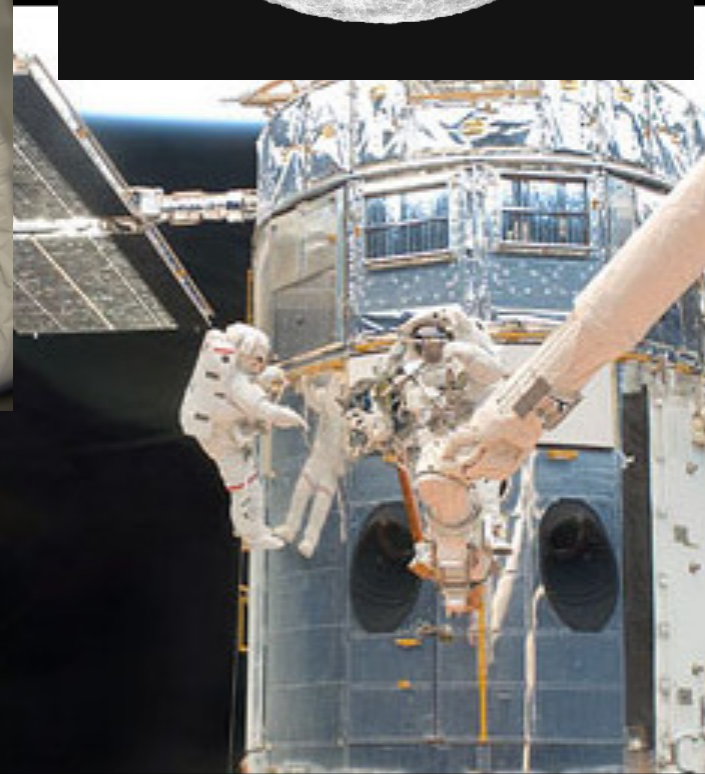
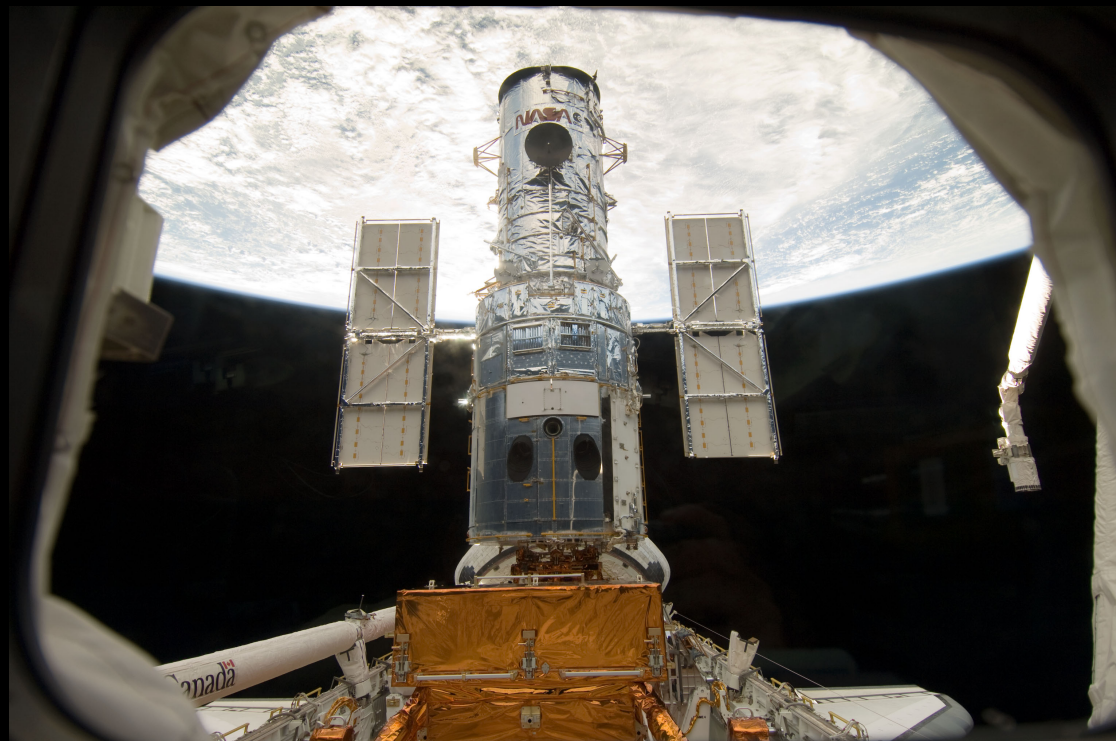
地上5m望遠鏡+写真乾板
100万×人間の眼

宇宙を見る目の進歩 (2)



地上4m望遠鏡+CCD:
100×写真乾板

宇宙を見る目の進歩 (3)



ハッブル宇宙望遠鏡

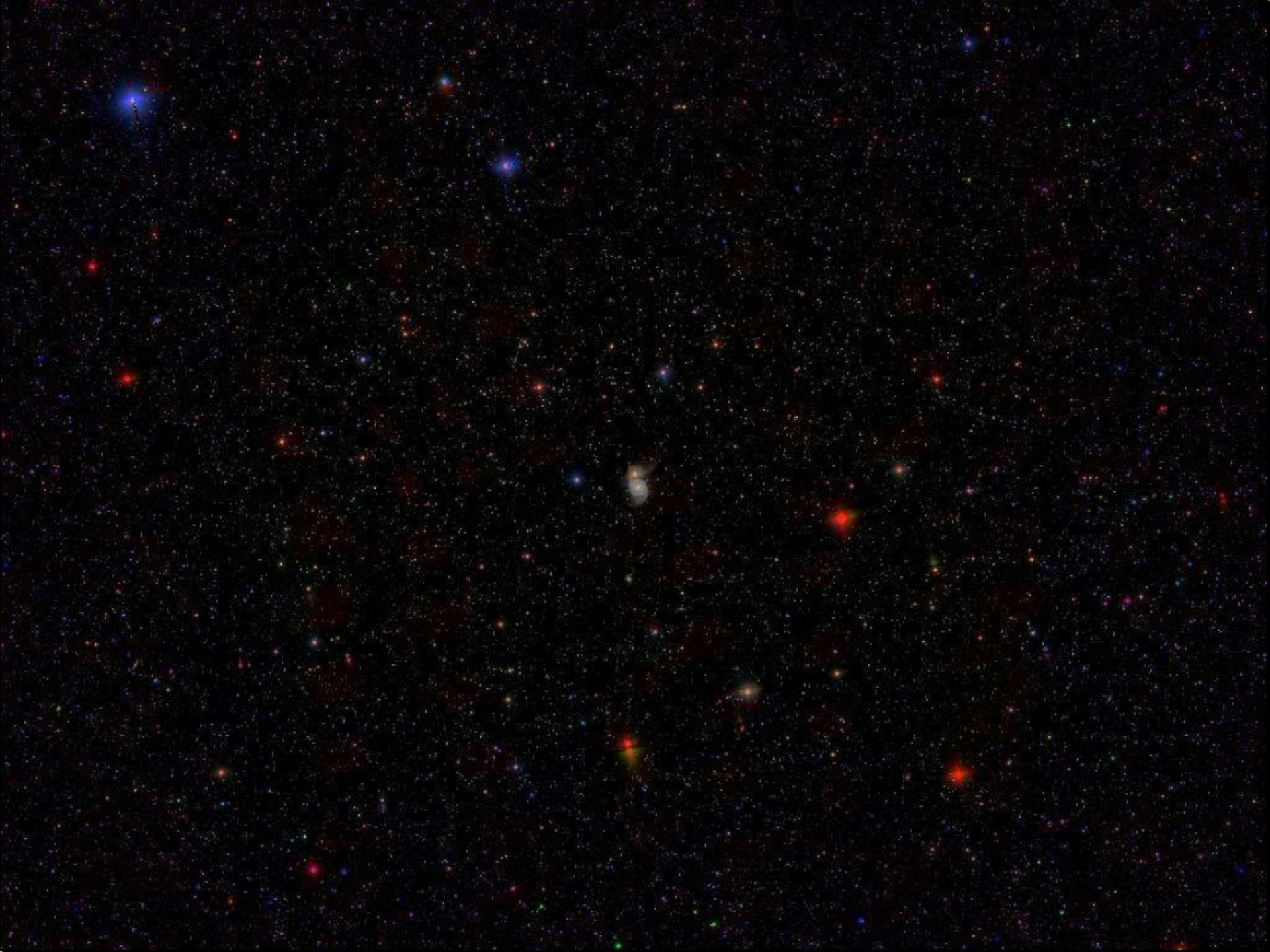


Hubble Deep Field
ST ScI, DPO, January 16, 1996. © Williams and the HDF Team (CT ScI) and NASA

HST WFPC2



ハッブル宇宙望遠鏡+CCD:
1000×地上望遠鏡

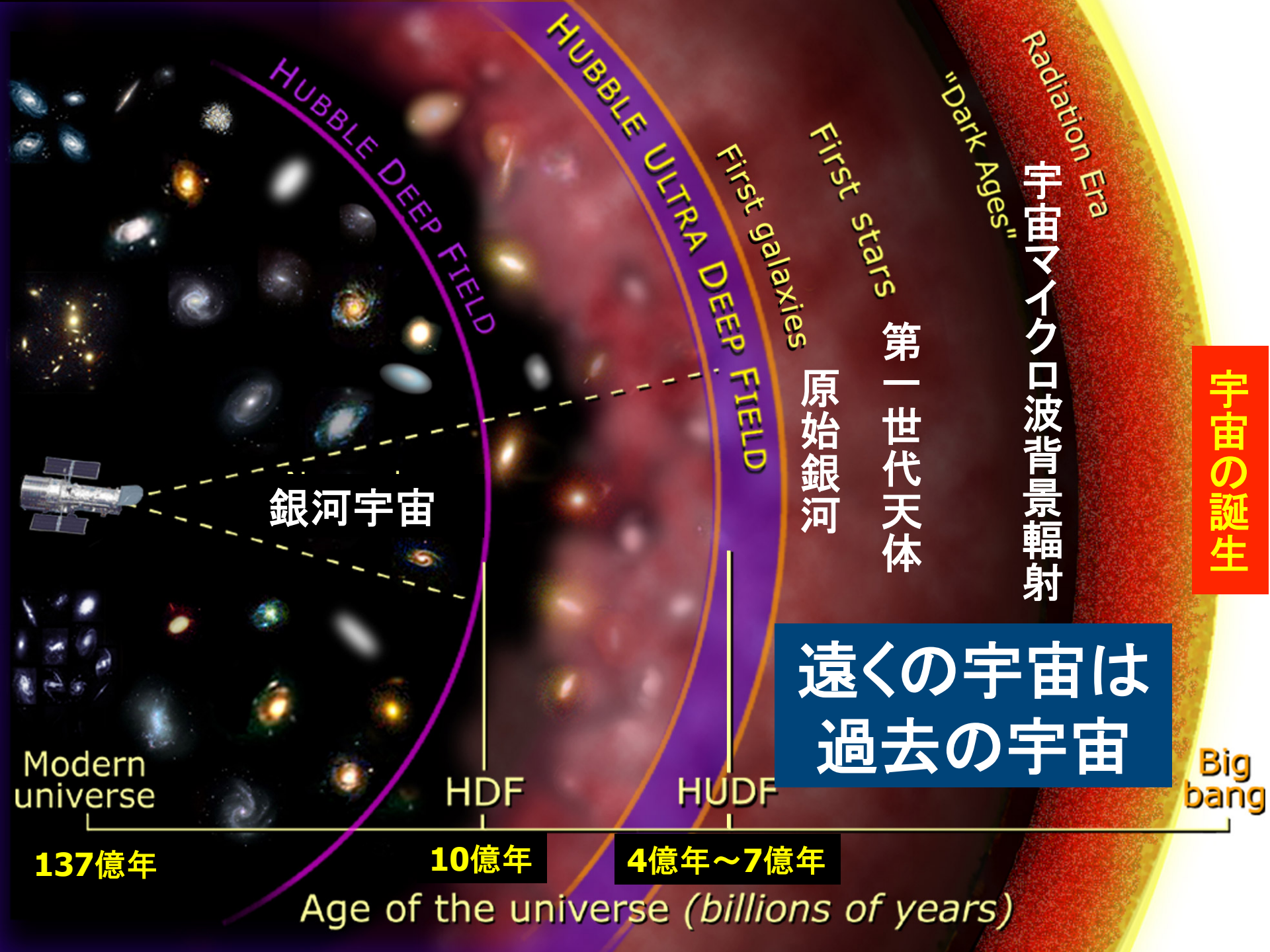












宇宙の誕生

宇宙マイクロ波背景放射

Radiation Era
"Dark Ages"

第一世代天体

First stars

原始銀河

First galaxies

HUBBLE ULTRA DEEP FIELD

HUDF

4億年~7億年

銀河宇宙

HUBBLE DEEP FIELD

HDF

10億年

Modern universe

137億年

Big bang

遠くの宇宙は過去の宇宙

Age of the universe (billions of years)

宇宙のダークマター

- 実は、光り輝く天体の周りには光ることのないダークマターが満ちている
- **ダークマターの存在は、その周囲を通過する光の軌道を変化させる**
 - アインシュタインの一般相対論にもとづく重力レンズ効果によって実証されている
- その正体は、未発見の素粒子であると考えられている(天文学による微視的世界の発見)
- **ダークマターの直接検出は21世紀物理学に残された大きな課題**

重カレンズで「見る」ダークマター



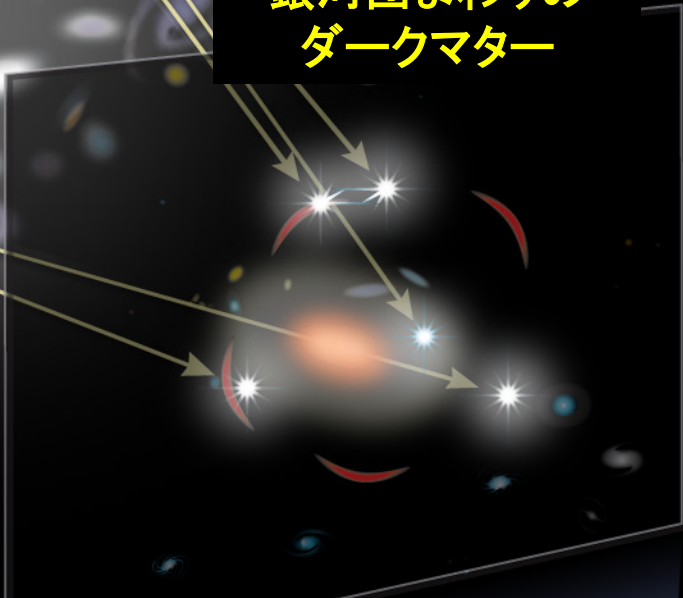
銀河団周辺の重力で光線が曲げられ、
みかけ上5つの異なる天体をつくる
(ダークマターの存在)

98億光年先にある
クエーサー(中心に
ブラックホール)

62億光年先にある
銀河団まわりの
ダークマター



重力レンズ天体
SDSS J1004+4112 :
一般相対論的蜃気楼



ハッブル宇宙望遠鏡で観測した 重カレンズ SDSS J1004+4112

これだけ強く曲げる
ためには大量の質
量の存在が必要

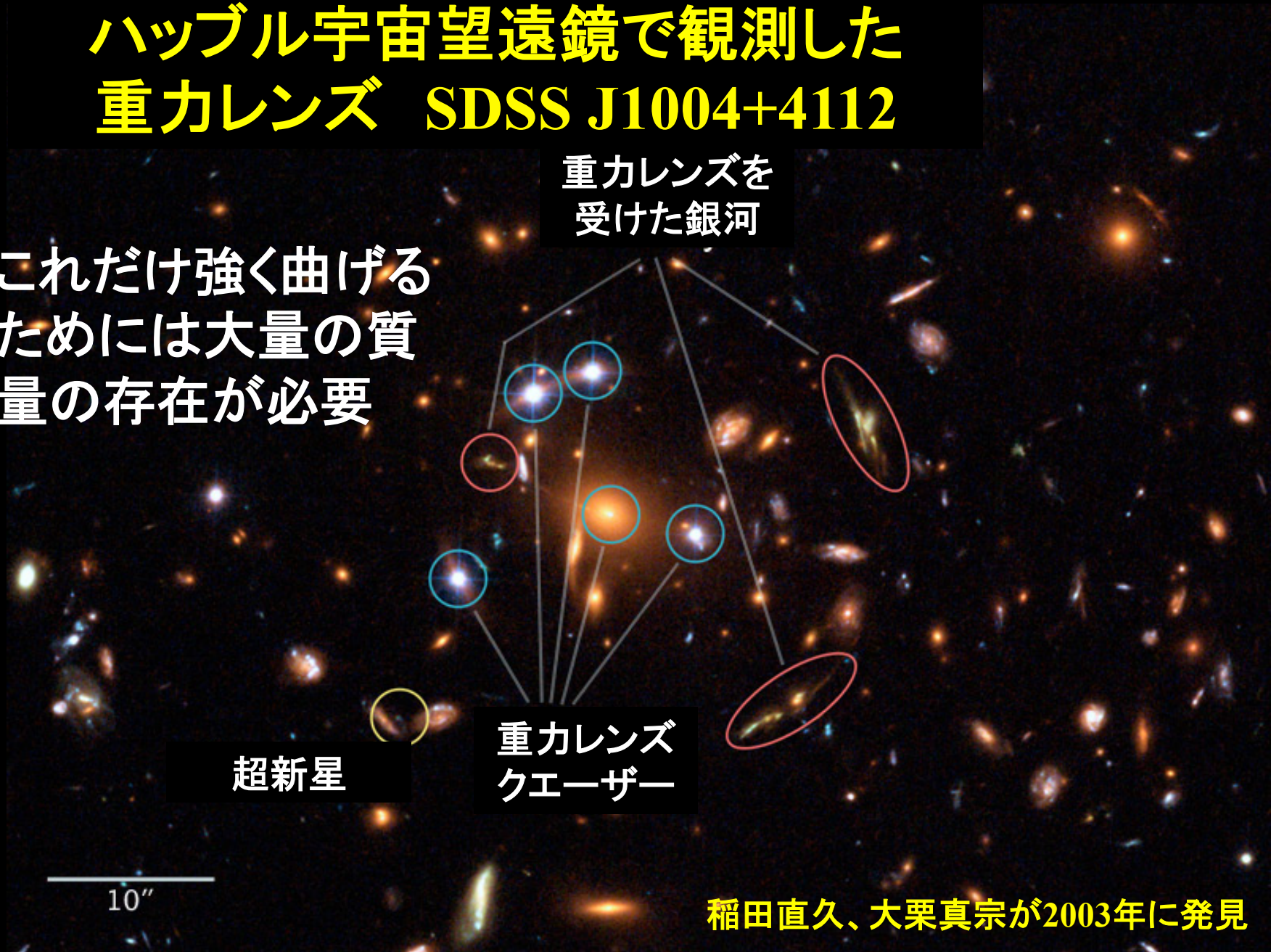
重カレンズを
受けた銀河

重カレンズ
クエーザー

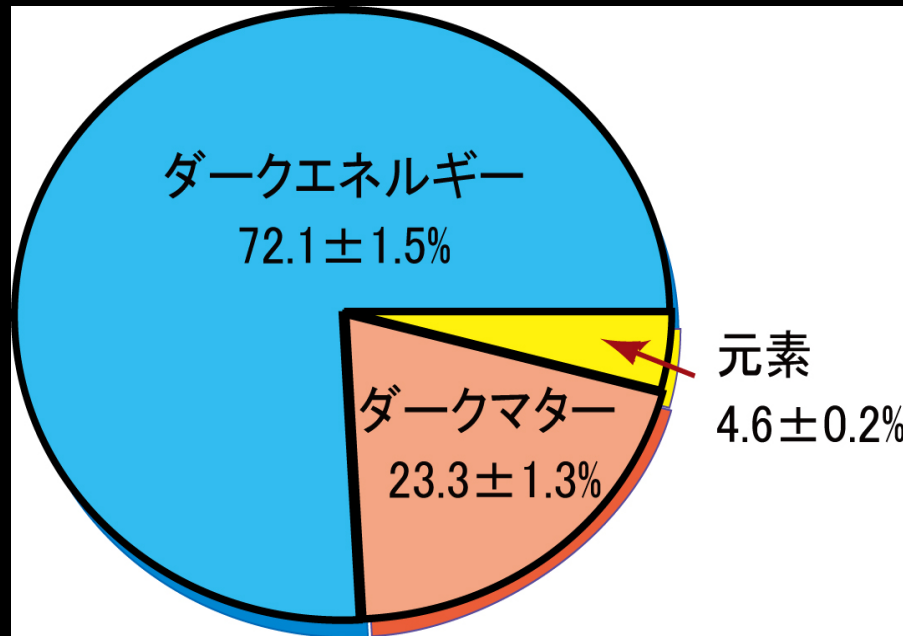
超新星

10''

稲田直久、大栗真宗が2003年に発見



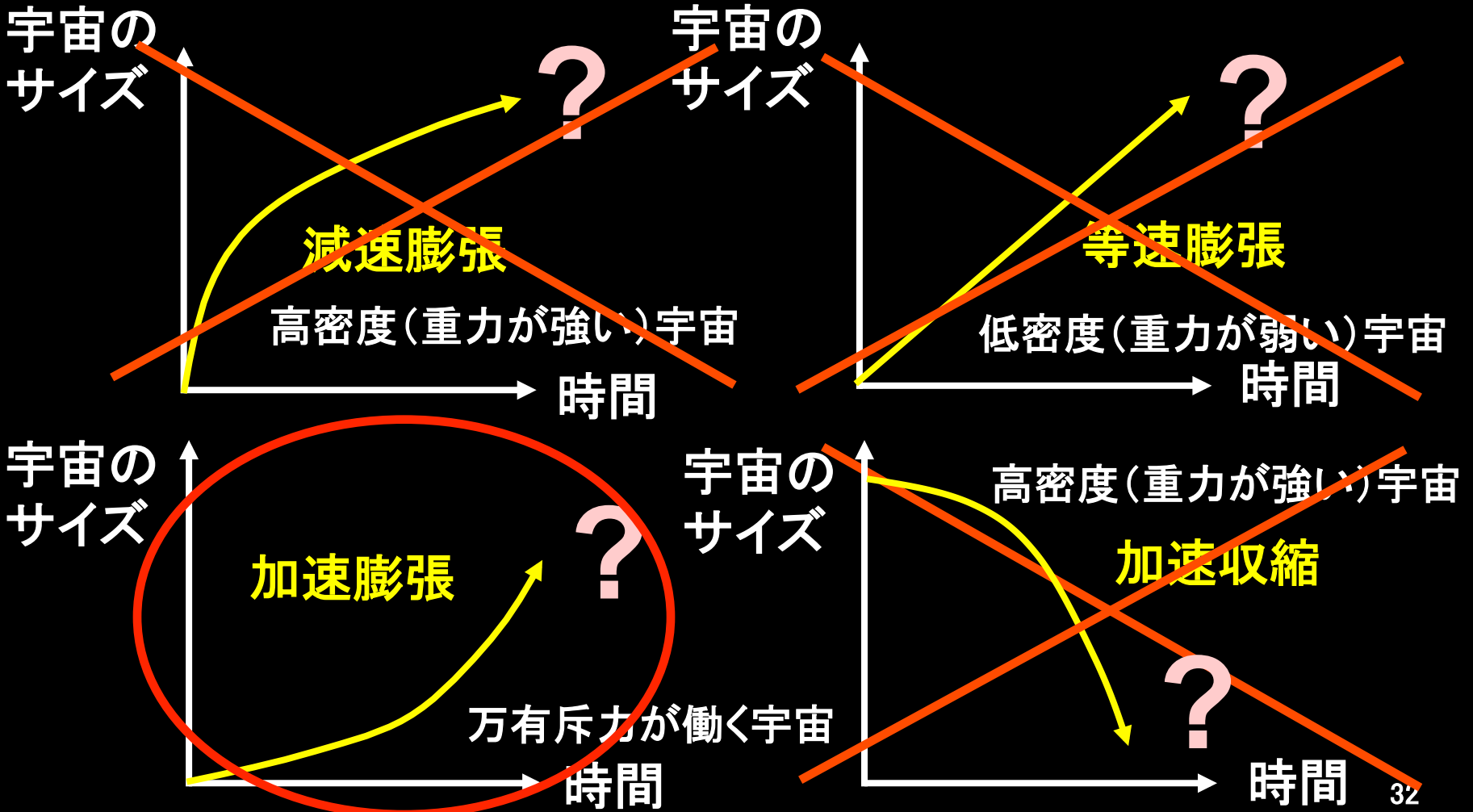
でもダークマターがすべてではない 宇宙はダークエネルギーで満ちている



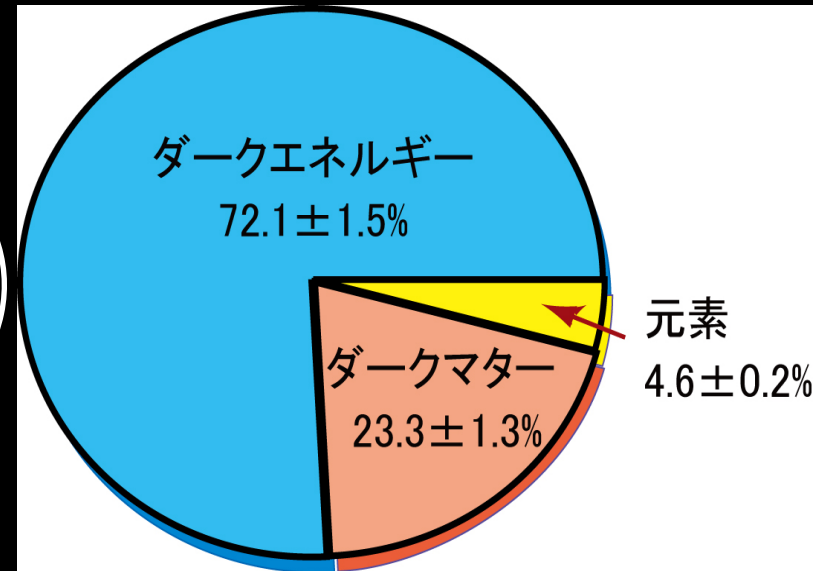
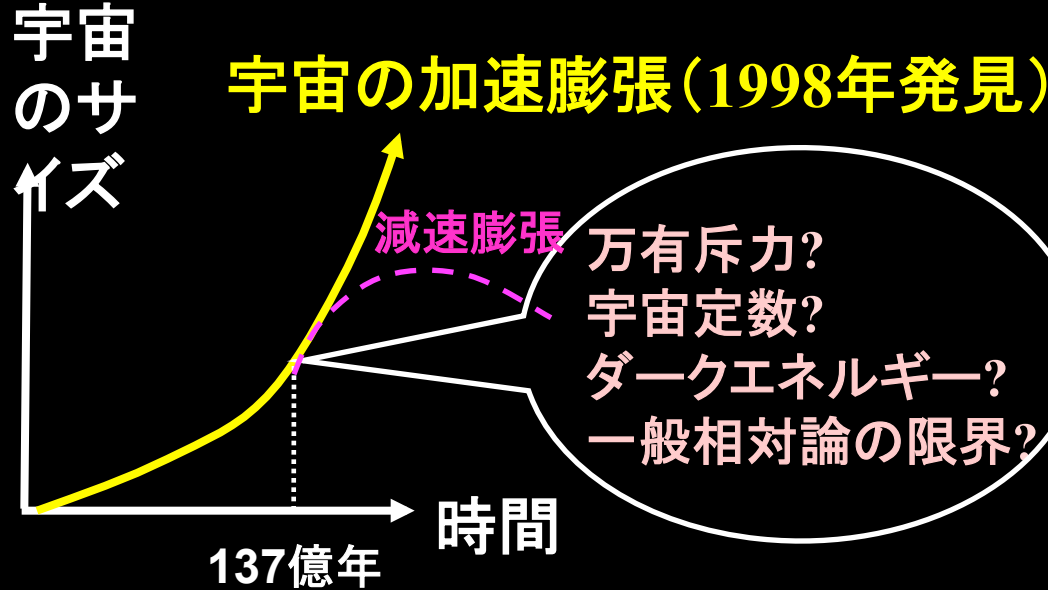
- 宇宙は膨張している(1927年)
- その膨張速度は加速している(1998年)
 - 宇宙を加速させている原因がダークエネルギー
- **宇宙最大の謎**

宇宙の進化とダークエネルギー

- 宇宙の構造と進化の観測を通じて、宇宙の組成を決定する ⇒ 宇宙の未来もわかる

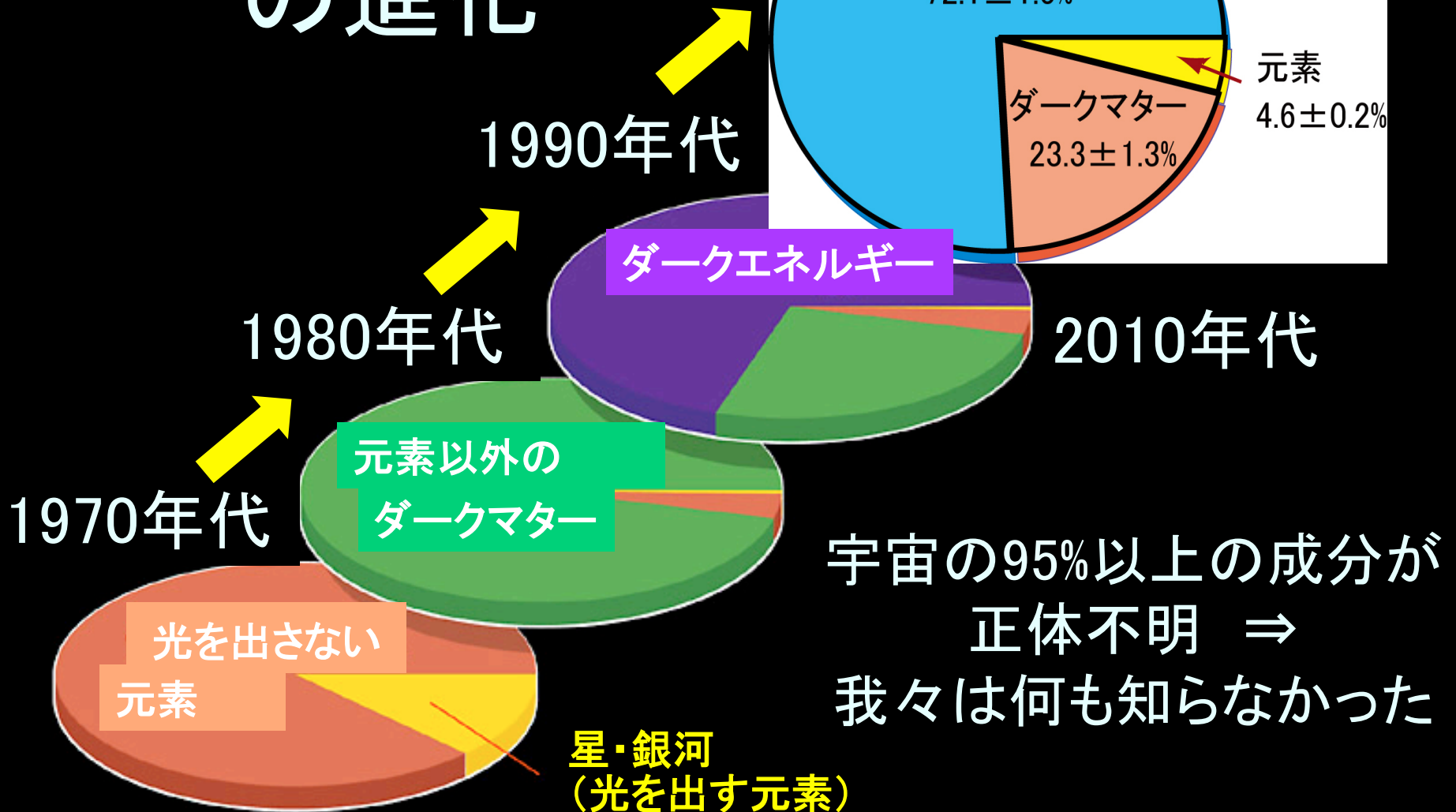


宇宙の96パーセントは正体不明



- ガリレオもアインシュタインも知らなかったこと
 - 万有引力をおよぼす正体不明の物質(ダークマター)
 - 万有引力ではなく万有斥力をおよぼす「正体不明の何か」がもっと大量にある(ダークエネルギー)
- 答えは誰も(まだ)知らない、でもわくわくする疑問

科学的宇宙観 の進化



世界はどこまで理解できるか

- 世界はなぜ摂理や法則にしたがうのか
- 世界をたかが我々のような人間が部分的にでも理解できていることはさらに不思議
 - ネアンデルタール人がそのようなことを成し遂げられるとは思えない
 - 世界を理解するための最低限の知性は何か
 - 我々人間はどこまで世界を理解可能な知性のレベルなのか

みえているものだけがすべてではない



*Mon dessin ne représentait pas un chapeau. Il représentait
un serpent boa qui digérait un éléphant*

大切なものは目に見えない



*J'ai alors dessiné
l'intérieur du serpent boa, afin que les grandes personnes puissent
comprendre. Elles ont toujours besoin d'explications*



この青空のムコウには
無数の星々
がきらめいている

実はこの星空のムコウにも
ダークマター
ダークエネルギー
が満ちている

金子みすず：『星とたんぽぽ』

青いお空のそこふかく
海の小石のそのように
夜がくるまでしずんでる
昼のお星はめにみえぬ
見えぬけれどももあるんだよ
見えぬものでもあるんだよ