

# 本日はご来場どうもありがとうございます



$$\int \frac{k^2}{\sqrt{k^2 + m_\nu^2(\bar{\chi})}} \left( \frac{1}{2} + n_\nu \right) dk$$

$$\ddot{\phi} + 3H\dot{\phi} + V'(\phi) = 0$$

$$= 8\pi G T_\nu$$

$$\left( \frac{T_c}{10^{14} \text{ TeV}} \right)^4 \left( \frac{m_\nu}{10^{16} \text{ GeV}} \right)$$

$$\frac{\delta T(\theta, \phi)}{T_0} = \sum_{l, m} a_{lm} Y_{lm}(\theta, \phi)$$



東京大学 大学院  
理学系研究科・理学部  
SCHOOL OF SCIENCE, THE UNIVERSITY OF TOKYO

JSPS 日本学術振興会

**先端研究拠点事業**

JSPS Core-to-Core Program

暗黒エネルギー研究国際ネットワーク

2007年6月8日(金)

東京大学大学院理学系研究科附属ビッグバン宇宙国際研究センター

第二回公開講演会

## 宇宙の進化とダークエネルギー

17:30-17:50 須藤靖 (東京大学大学院理学系研究科)  
ダークエネルギーの概説・講師紹介

17:50-19:00 David Spergel  
(プリンストン大学宇宙科学教室)

***Taking the Universe's Baby Picture***

# 2006年12月22日第一回公開講演会 @東大理学部小柴ホール



**RESCEU**

Research Center for the Early Universe  
School of Science, The University of Tokyo  
Tokyo, 113-0033, Japan

東京大学大学院理学系研究科附属  
ビッグバン宇宙国際研究センター公開講演会

# 宇宙最大のなぞ：ダークエネルギー

●日時 2006年12月22日(金)

# 暗黒エネルギー研究国際ネットワーク

JSPS 日本学術振興会

## 先端研究拠点事業

JSPS Core-to-Core Program

暗黒エネルギー研究国際ネットワーク

2007年4月  
～2009年3月



### 英国

エジンバラ大学  
王立天文台

ポーツマス大学  
オックスフォード大学  
ロンドン大学

東京大学  
ビッグバン宇宙  
国際研究センター

東北大学

国立天文台

広島大学

京都大学

名古屋大学

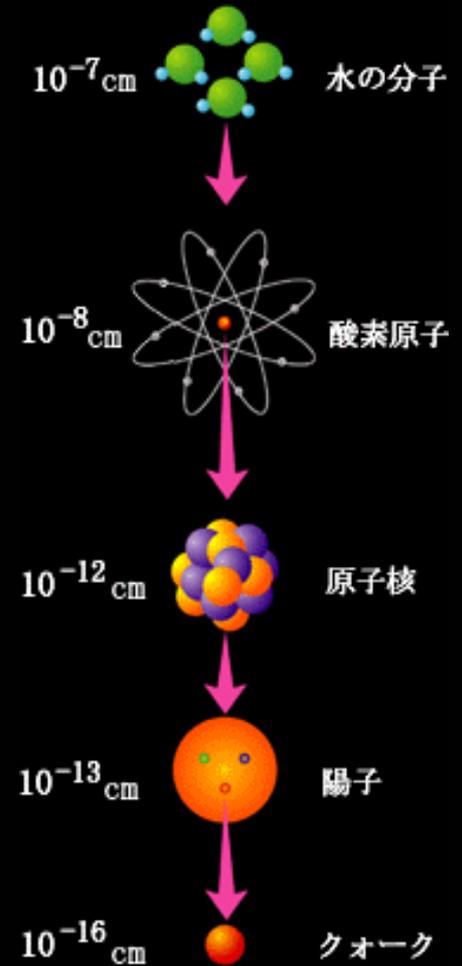
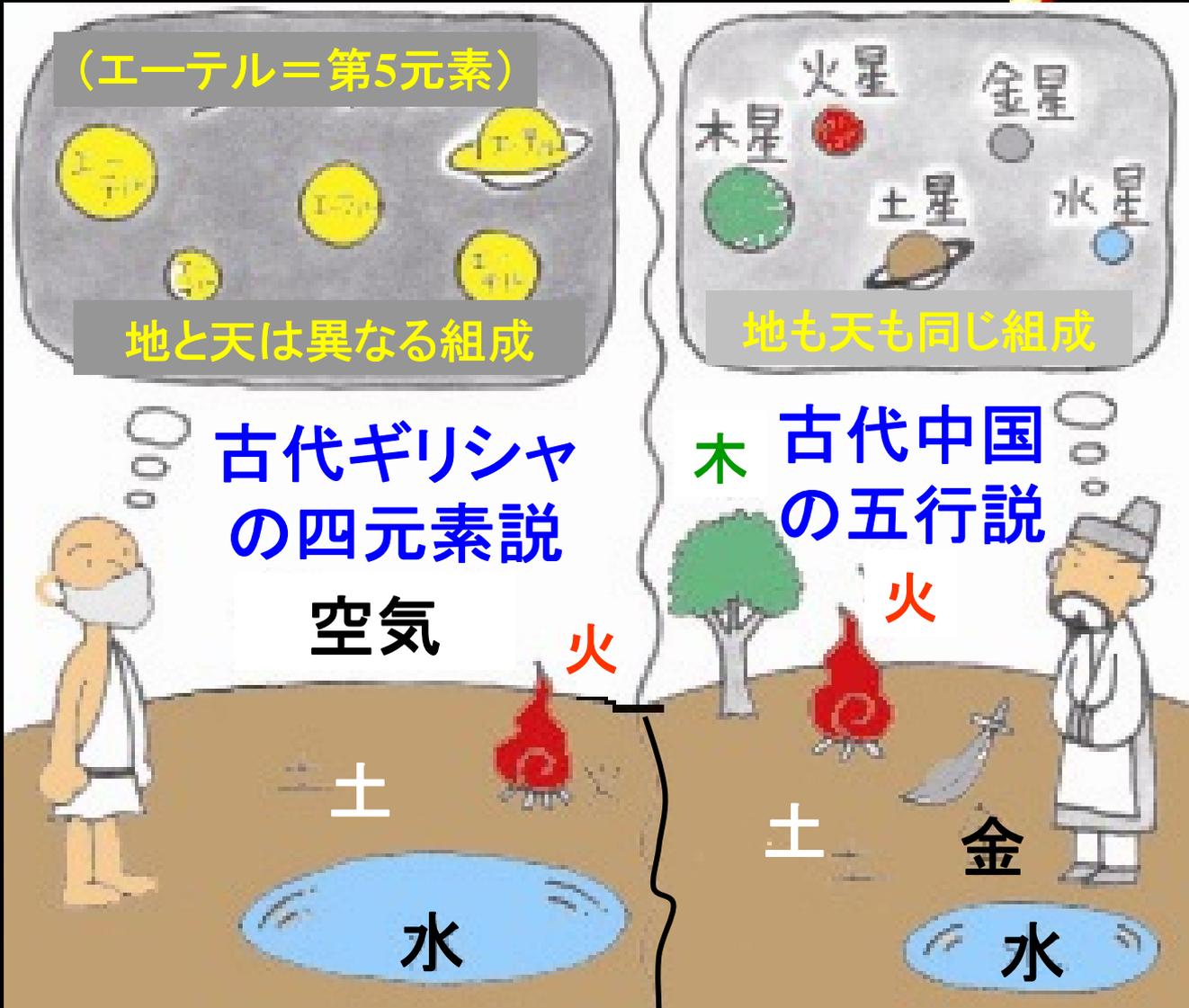
### 米国

カリフォルニア  
工科大学  
天文学教室

プリンストン大学  
宇宙科学教室

マサチューセッツ工科大学  
宇宙望遠鏡研究所  
シカゴ大学

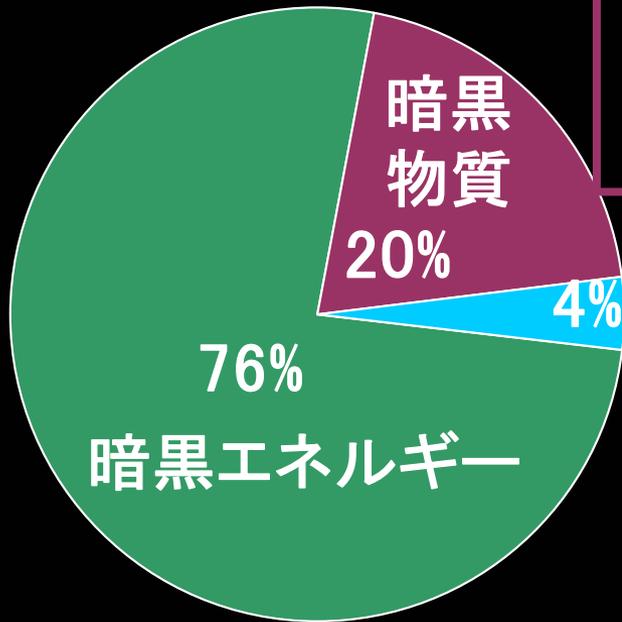
# 自然界に思いをはせる



(いずれも 須藤靖「ものの大きさ」図1.1より)

# 宇宙は何からできている？

## 宇宙の組成



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

通常物質 (バリオン=通常元素)

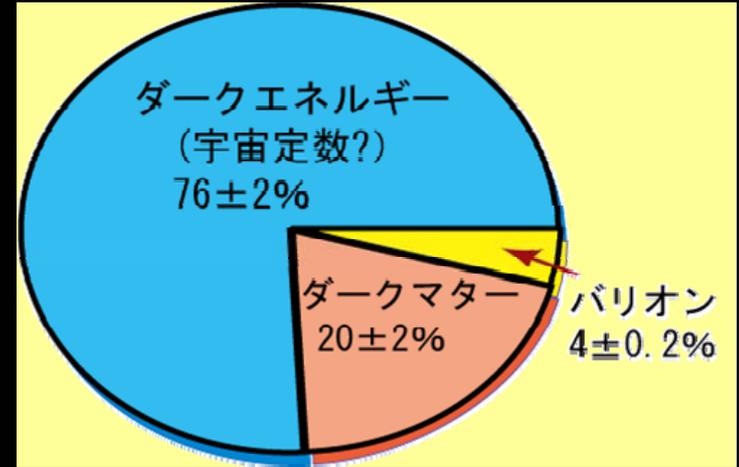
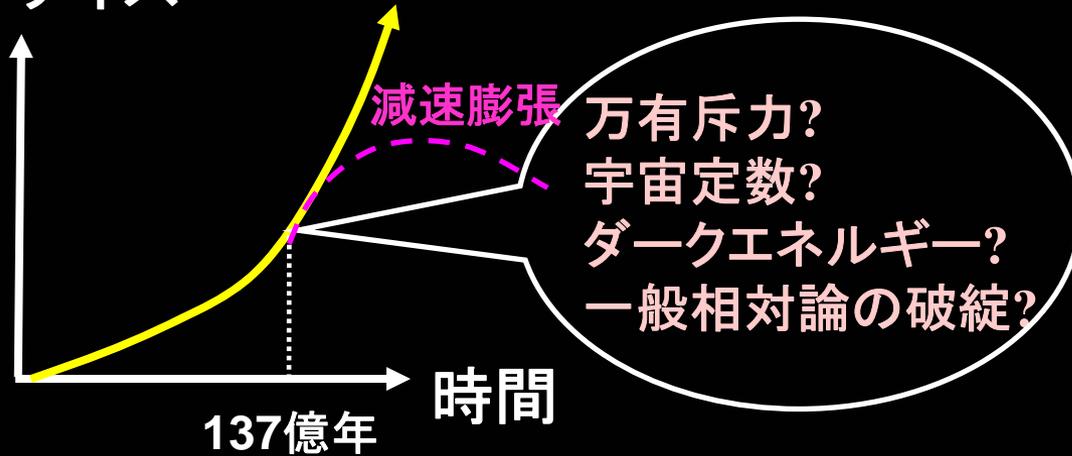
- 宇宙空間を一様に満たしているエネルギーが宇宙の主成分！
- 万有斥力(負の圧力)
- アインシュタインの宇宙定数？

- 元素をつくっているもの(主に、陽子と中性子)
- 現時点で知られている物質(の質量)は実質的にはすべてバリオン

# ダークエネルギーと21世紀の物理

宇宙の  
サイズ

宇宙の加速膨張



## ■ 宇宙の加速膨張の原因は何か？

- 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

## ■ いずれであろうと21世紀の物理学を切り拓く鍵

# 講師紹介：デイビッド スパーゲル氏

- 1961年3月25日 米国ニューヨーク州生まれ
- 1982年 プリンストン大学学部卒業
- 1985年 ハーバード大学大学院卒業 ph.D
- プリンストン高等研究所を経て、1997年よりプリンストン大学教授
- 現在、宇宙科学教室主任教授
- 主な受賞

Alfred P. Sloan Research Fellow (1988-1992)  
NSF Presidential Young Investigator Award (1988-1993)  
Helen B. Warner Prize (1994)  
Bart Bok Prize (1994)  
AAS Second Century Lecturer (2000)  
Time Magazine: “One of America’s Top Scientists” (2001)  
MacArthur Fellowship (2001)  
National Academy of Sciences (2007)  
ISI Highly Cited Scientist (2007)

# タイム誌が選んだ 米国ベストサイエンティストの一人



David Spergel

## ASTROPHYSICS

Photograph for TIME by Ted Thai

### Interactive:

See Spergel's [interactive portfolio](#)

### Related stories:

[NASA probe launched for trip back to the future](#)

## Profile

### Mr. Universe ミスター宇宙

His restless intellect has taken David Spergel to the beginning of time and the edge of space — and back again

By Michael D. Lemonick

(TIME) -- David Spergel watched with particular interest one balmy afternoon this past June when a Delta rocket roared into space from Cape Canaveral, carrying an 1,800-pound satellite on a mission to probe the outer edges of the universe. Not only did the 40-year-old Princeton astrophysicist expect to spend the next few months deciphering the data that the Microwave Anisotropy Probe (MAP) beams back from space but he was also part of the team that dreamed up the mission and designed the satellite that would carry it out.

# WMAP (ウィルキンソンマイクロ波非等方性探査機)

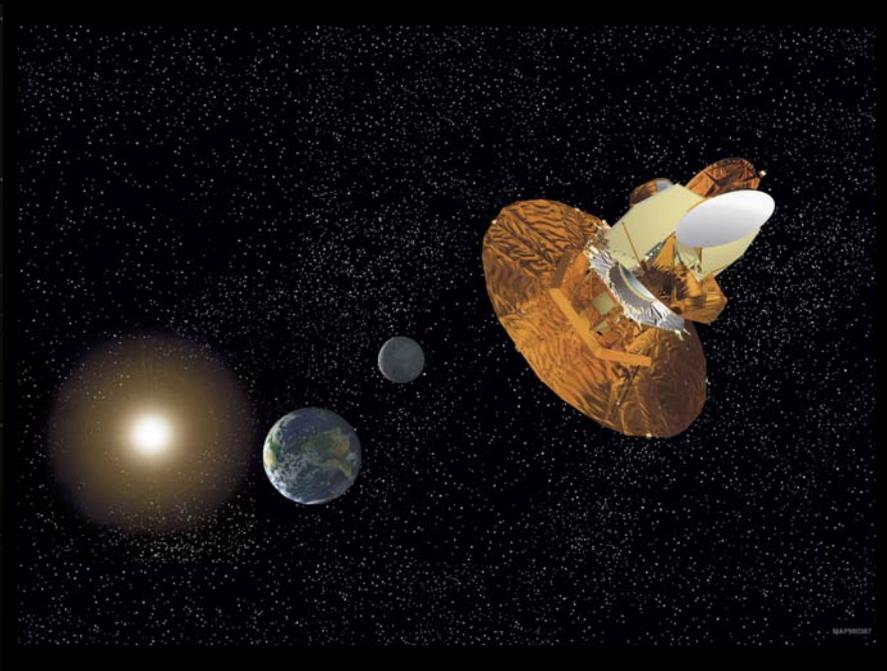
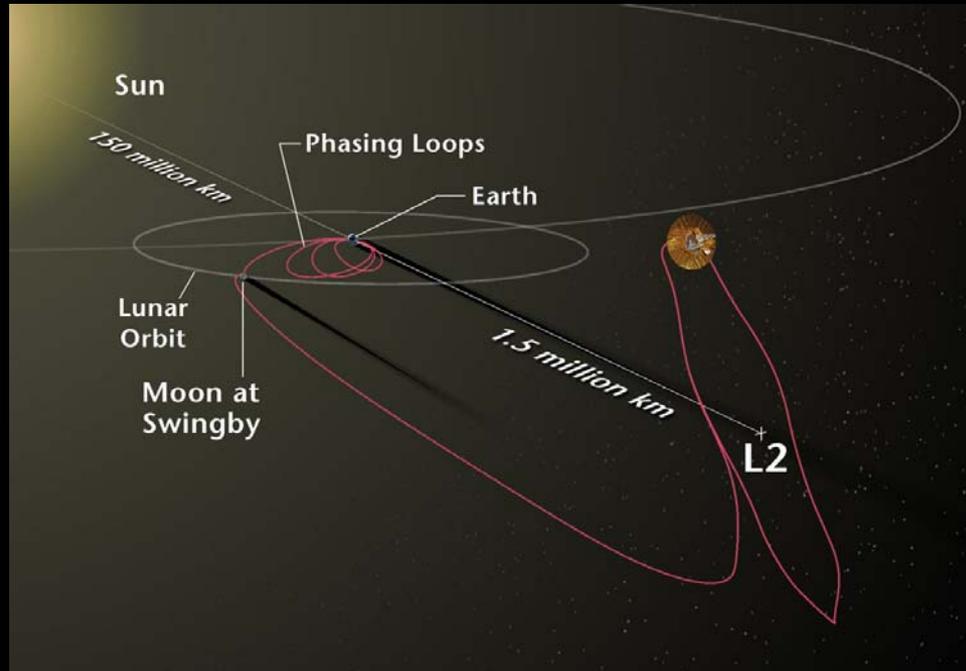
2001年6月30日 15:46:46  
米国東海岸標準時間  
打ち上げ



**NASA/WMAP**  
サイエンスチーム提供

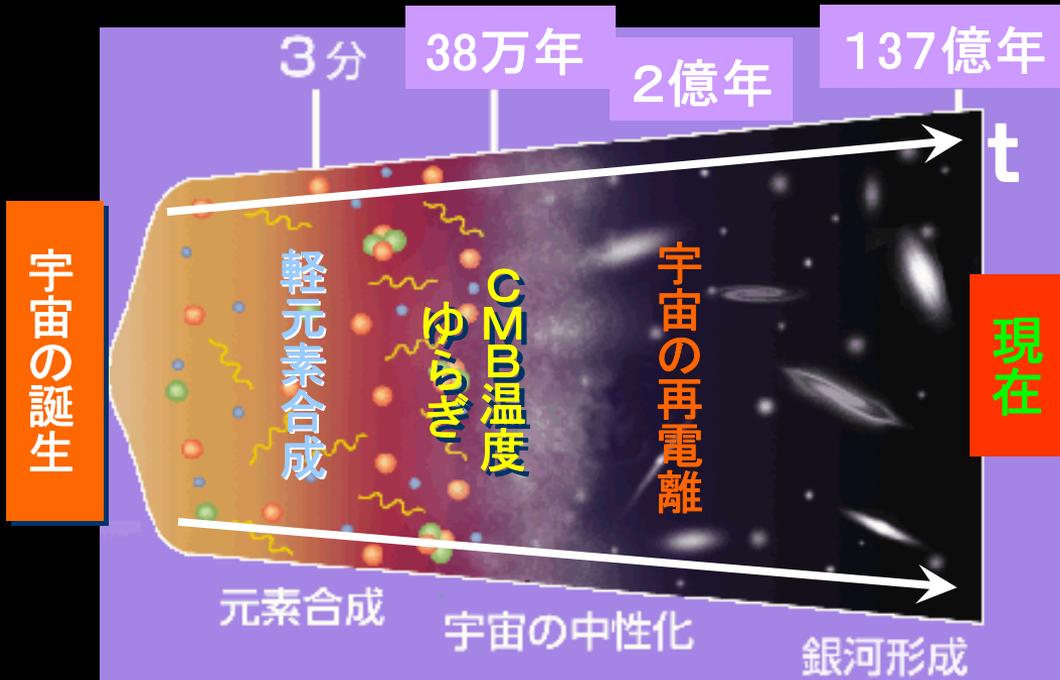
<http://lambda.gsfc.nasa.gov>

# WMAP打ち上げ



# 宇宙マイクロ波背景輻射 (CMB)

CMBは、晴れ上がり直後の宇宙を満たしていた電磁波の名残り  
(今から137億年前の宇宙の光の化石)



CMB:

*Cosmic Microwave Background*

## ■ 宇宙の晴れ上がり

- 誕生後約38万年で温度が3000度程度に下がった宇宙で、電子と陽子が結合して水素原子となる
- この宇宙の中性化により、宇宙は電磁波に対して透明となる

量子ゆらぎの生成

第一世代天体の誕生

銀河の形成

銀河団の形成

宇宙の大構造

# 旧約聖書 創世記 天地創造

- 初めに、神は天地を創造された。
- 地は混沌であって、闇が深淵の面にあり、神の霊が水の面を動いていた。
- 神は言われた。「光あれ。」(*let there be light*)  
こうして、光があった。

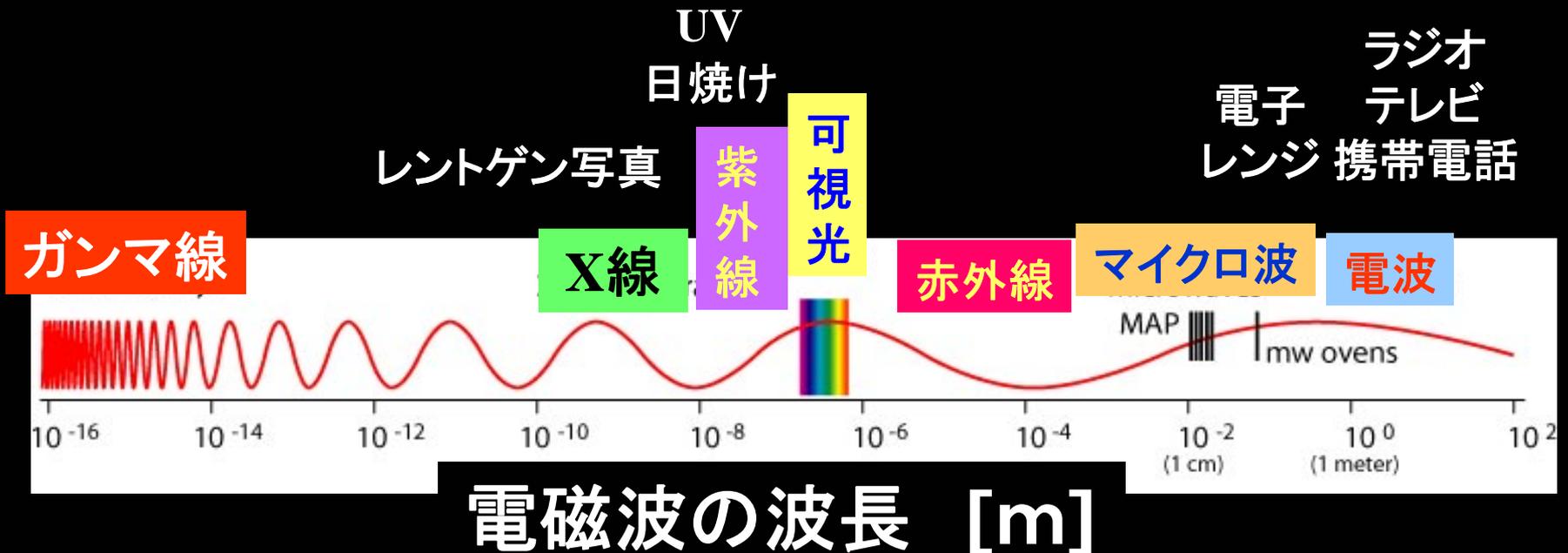
カリフォルニア大学  
バークレー校のロゴ



# マイクロ波とは？：電磁波の名前と波長

通常、「光」と呼ばれているものは、電磁波と呼ばれる波の一種である。これらは波長に応じて異なる名前をもつ。現代の天文学ではこれらすべての波長を駆使した観測を行っている。

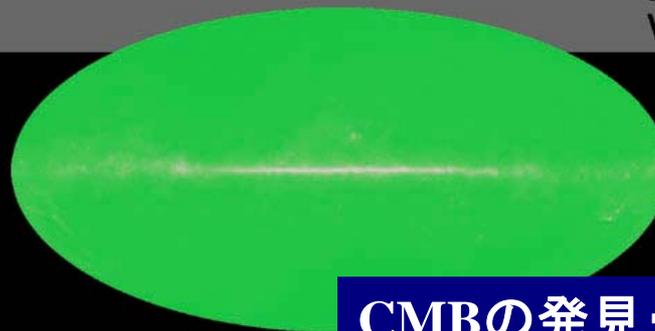
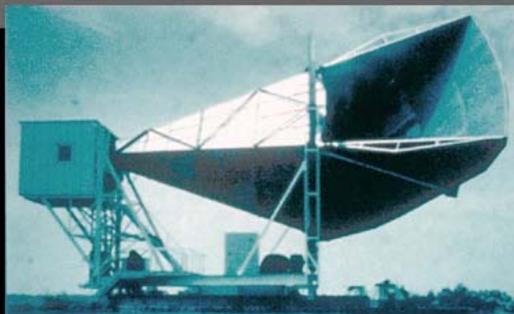
マイクロ波は、波長1mm(300GHz)から1m(300MHz)の領域で極超短波とも呼ばれる。電波望遠鏡は主としてこの波長域を利用する。



# CMB 温度ゆらぎ地図の変遷

1965

Penzias and  
Wilson



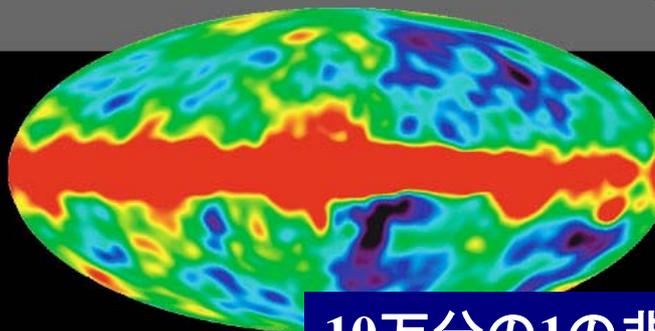
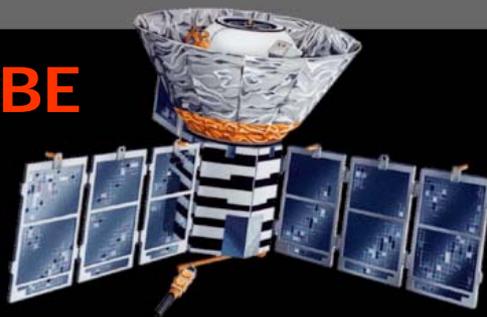
1978年  
ノーベル物理学賞  
ペンジラス、ウィルソン

CMBの発見・宇宙の等方性

1992

COBE

COBE



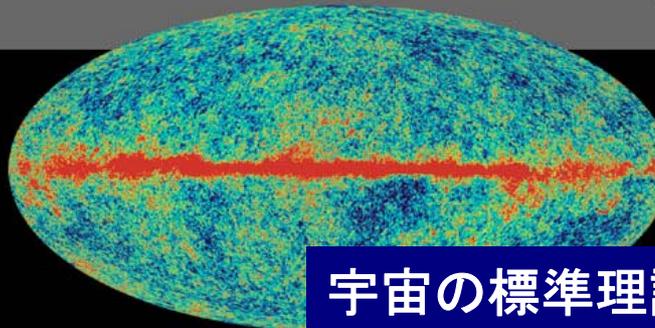
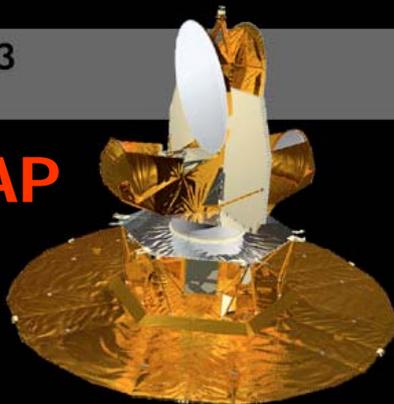
2006年  
ノーベル物理学賞  
マザー、スムート

10万分の1の非等方性発見

2003

WMAP

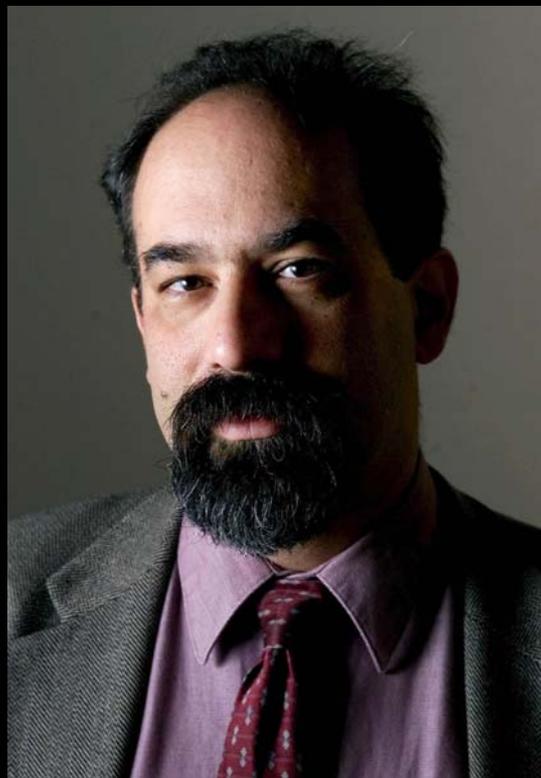
WMAP



20XX年  
ノーベル物理学賞  
???

宇宙の標準理論の確立  
宇宙の組成(ダークエネルギー)

ではスパーゲル先生にご登場願います



どうぞ拍手で  
お迎えください

