

京都精華大学 基礎講義

自然科学論B

～宇宙科学と人文社会科学・芸術表現～

担当教員：磯部 洋明(いそべ ひろあき)

京都大学宇宙総合学研究ユニット・特定講師

京都精華大学・非常勤講師

第2回 2010年4月20日

Powers of ten

<http://www.youtube.com/watch?v=wTwvkGjsNEY>

YouTube 検索 | ランキング | アップロー

POWERS OF TEN - 10 の冪乗 (日本語字幕つき)

unmei99 17 件の動画



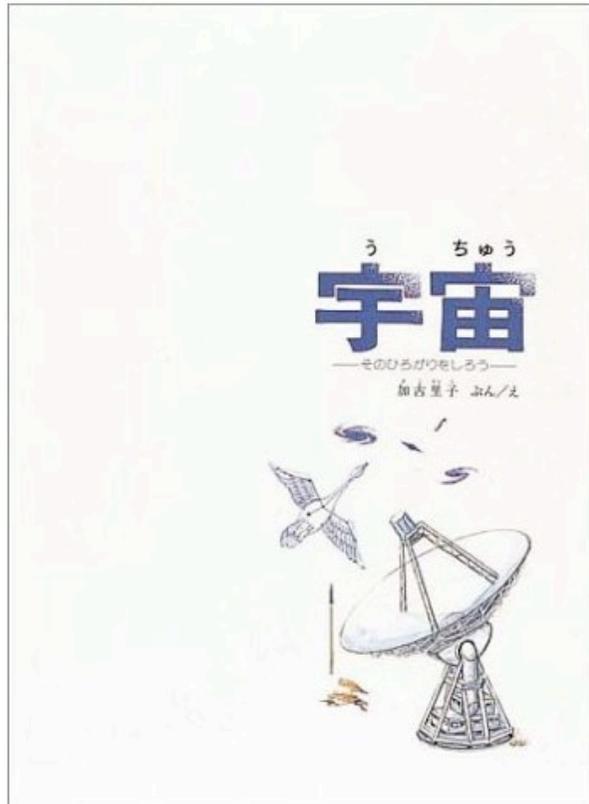
POWERS OF TEN (更新版) へ移行 (click) >>

0:00 / 9:35 360p

unmei99 — 2008年03月31日 — 参考 Cosmic View-National Astronomical Observatory of Japan (国立天文台) <http://4d2u.nao.ac.jp/html/...> (1)Kees Boeke ... **80,428** 再生回数

参考文献

- 宇宙 —そのひろがりをしろう—
加古里子ぶん／え 福音館書店



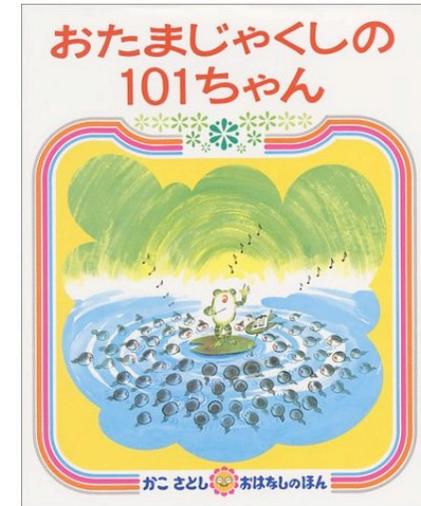
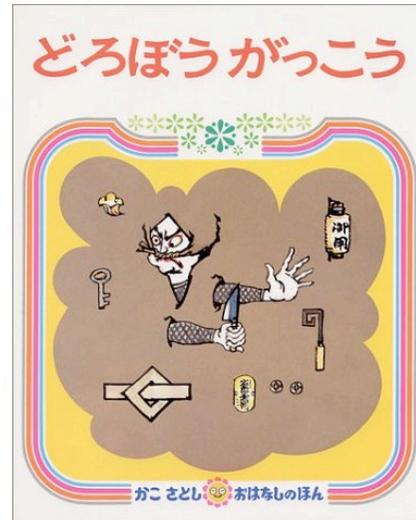
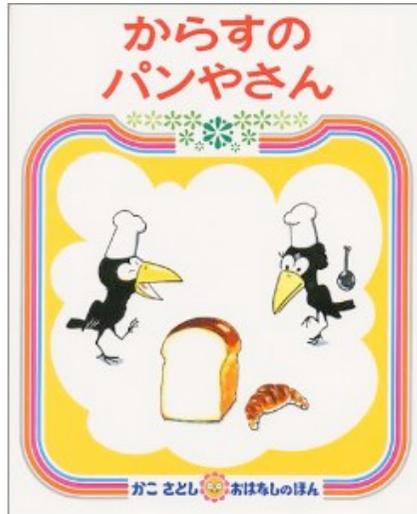
私が最初に宇宙に興味を持ったきっかけとなった絵本。

今になって読み返してみると、かなり専門的なことまで書いてある。

講義では書画カメラで中身を紹介します。
著作権の問題があるのでここには載せません。

京都精華大学の図書館(情報館)にはなかったなので、置いてもらうよう頼んでおきました。

(余談ですが)
加古里子(かこさとし)の絵本



偕成社



福音館書店

東京大学工学部卒業、
工学博士の絵本作家。

宇宙に端はある？宇宙の外側はどうなってる？

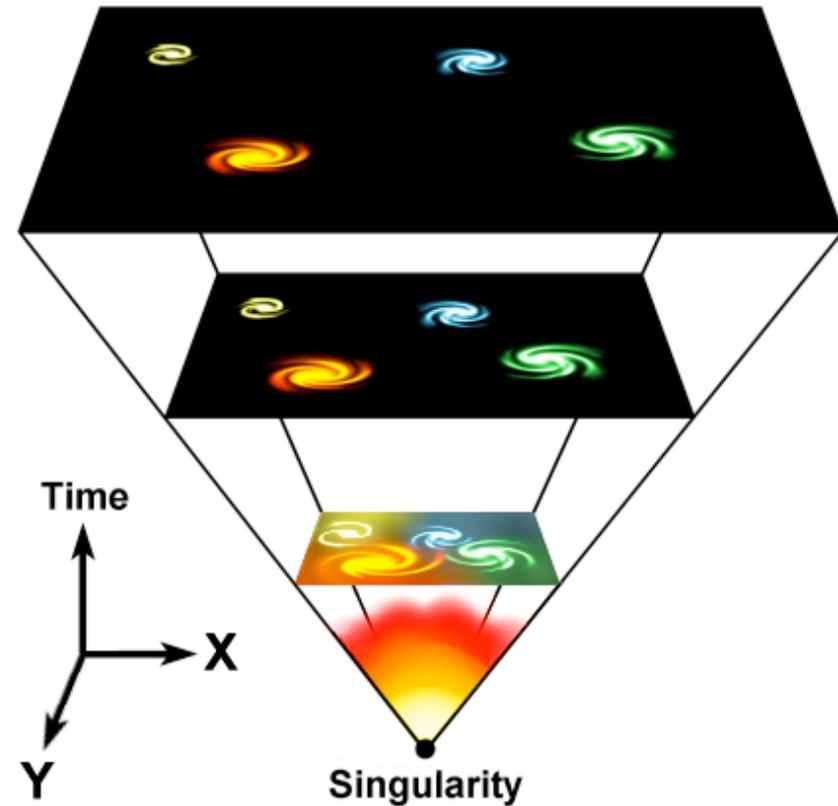
- 地球の表面(2次元)に端はない
- 地球の表面の大きさは有限
- これを3次元に拡張したと思って下さい(形を想像するのは多分ムリ)



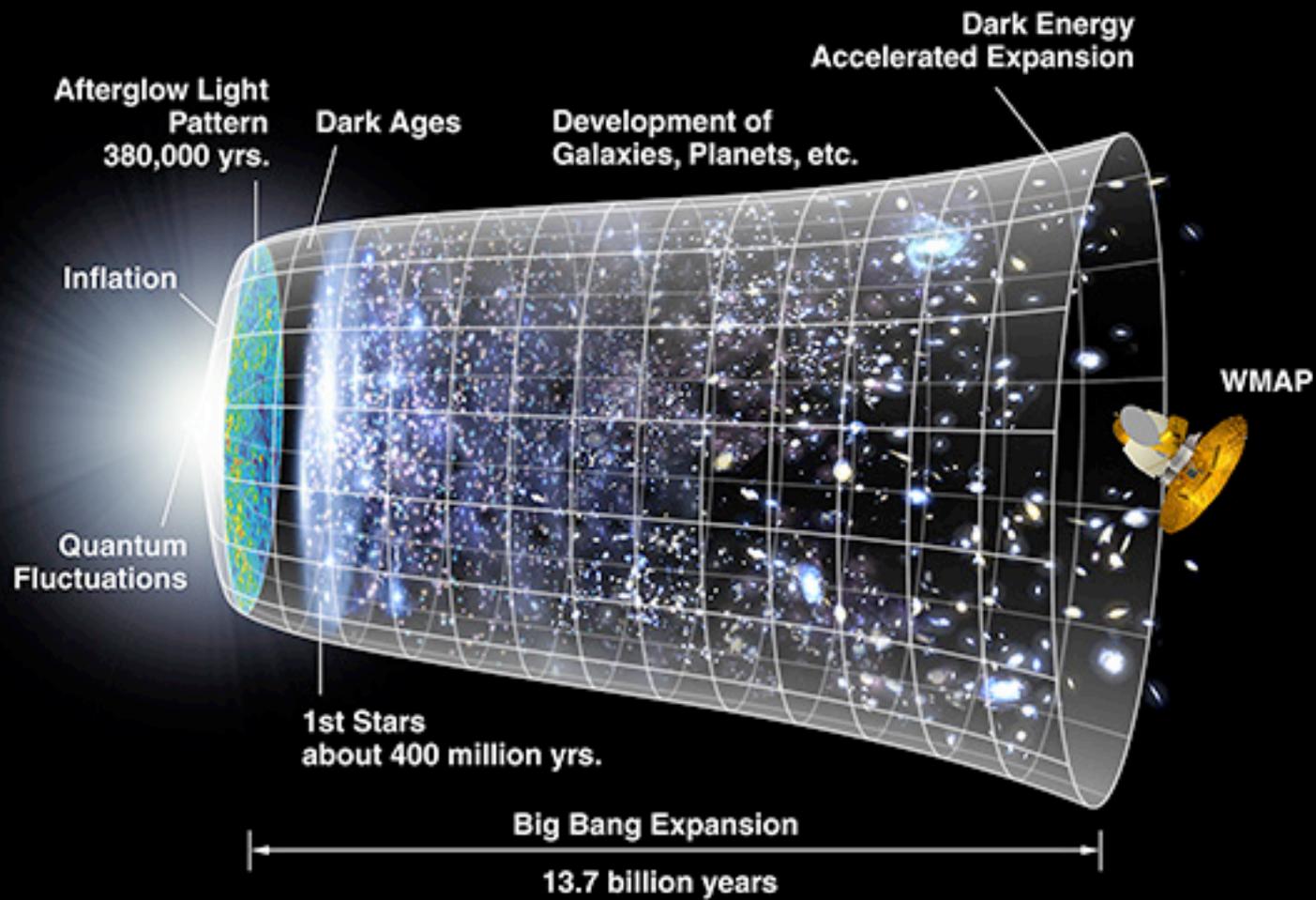
NASA

宇宙は膨張している

- 観測的発見：遠くの銀河ほど（太陽系から）速く遠ざかっている(E. Hubble, 1920年代)
- ということは昔は今より小さかった
- => 宇宙には始まりがあった！



From Wikipedia Commons

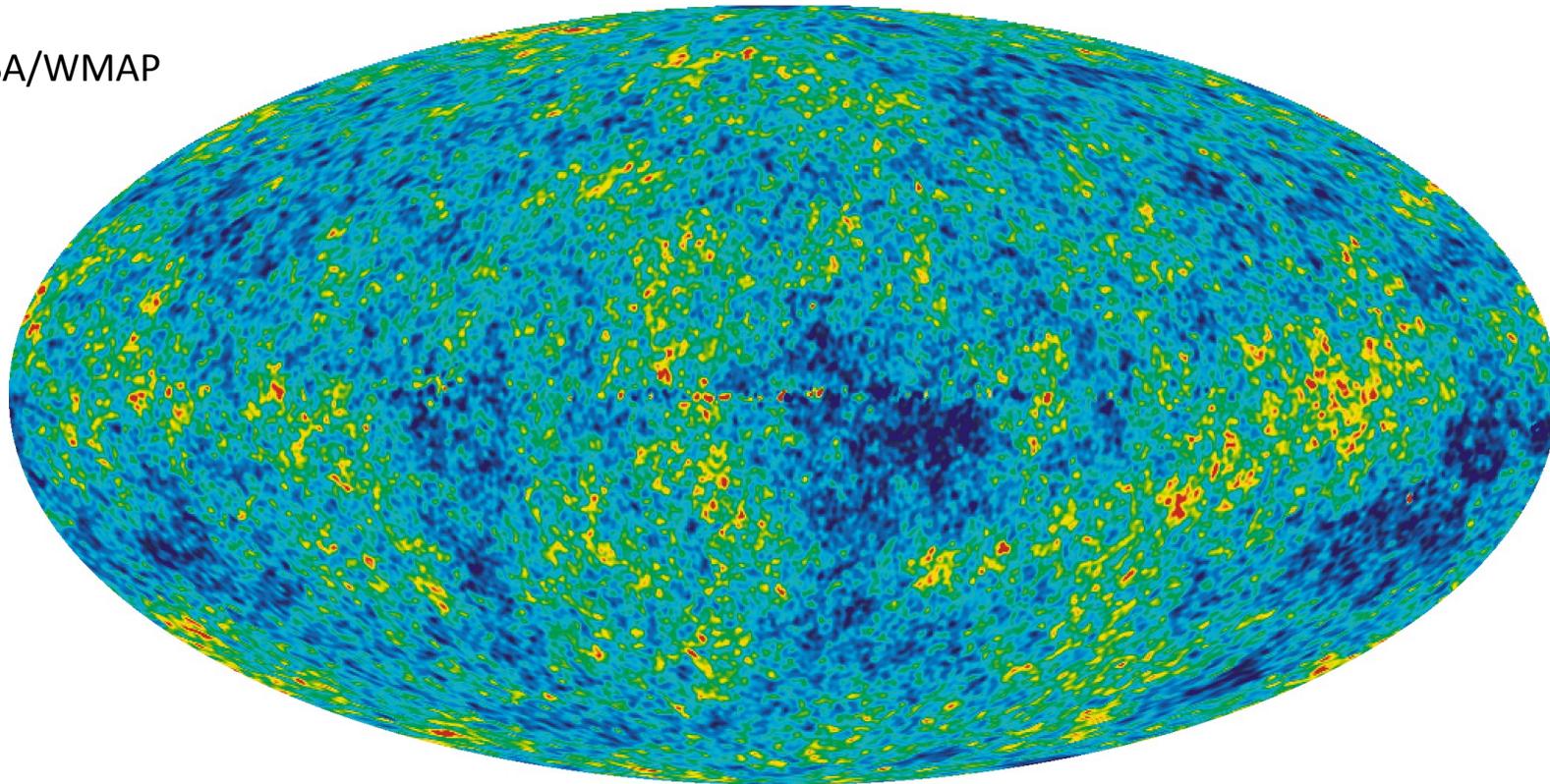


ビッグバン宇宙論

- 現在の宇宙が膨張しているなら、昔の宇宙は今より小さかった
- ⇒宇宙はほとんど一点の、超高温高圧の状態から生まれた... ビッグバン(ジョージ・ガモフ 1948)
- 膨張速度が分かれば、逆算すれば宇宙の年齢がわかる。
- 最新の観測結果では、宇宙の年齢は約137億年

ビッグバンの名残：宇宙背景放射

NASA/WMAP



-200 $T(\mu\text{K})$ +200 WMAP 5-year

- 絶対温度で約2.7度(約マイナス270度)に相当する電波が宇宙空間に満ちている
- 超高温のビッグバンから膨張によって冷えたなごり

温度って何？

- 物質は小さな粒子(原子、または原子がくっついた分子)からできている。
- 一つ一つの粒子はバラバラに動き回っている。
- 温度が高い＝粒子の平均的な速度が速い＝エネルギーが大きい
- 温度が低い＝粒子の平均的な速度が遅い＝エネルギーが小さい

- 粒子の運動が完全に止まった状態＝>絶対温度0(単位はケルビン, K)
- 0K = 摂氏 -273.15

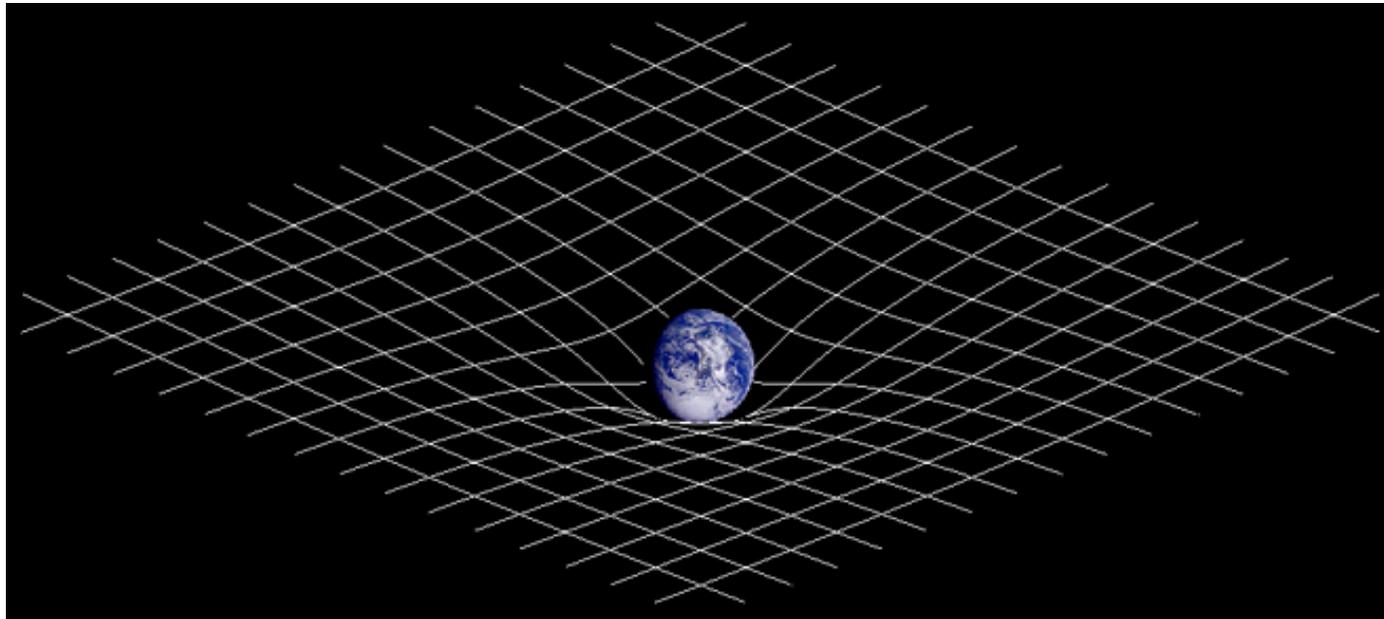
問題： 摂氏80度のサウナには入れるのに、摂氏80度の湯につかると火傷する。なぜか？

アインシュタインの一般相対性理論 (A. Einstein, 1916)

アインシュタイン方程式＝時空のゆがみ具合を表す方程式

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}Rg_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4}T_{\mu\nu}$$

空間のゆがみ具合 = 宇宙の物質(エネルギー)の分布



From Wikipedia Commons

一般相対性理論は時空と重力の理論。時空がゆがんでいる⇒重力を感じる

アインシュタインの宇宙項

- アインシュタイン方程式を解くと、宇宙は自分自身の重力でつぶれてしまう、という解が出てくる
- 宇宙は時間的に変化しない、というのが当時の宇宙観。アインシュタインでさえも、「変動する宇宙」という描像を当初受け入れられなかった。

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} R g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$$

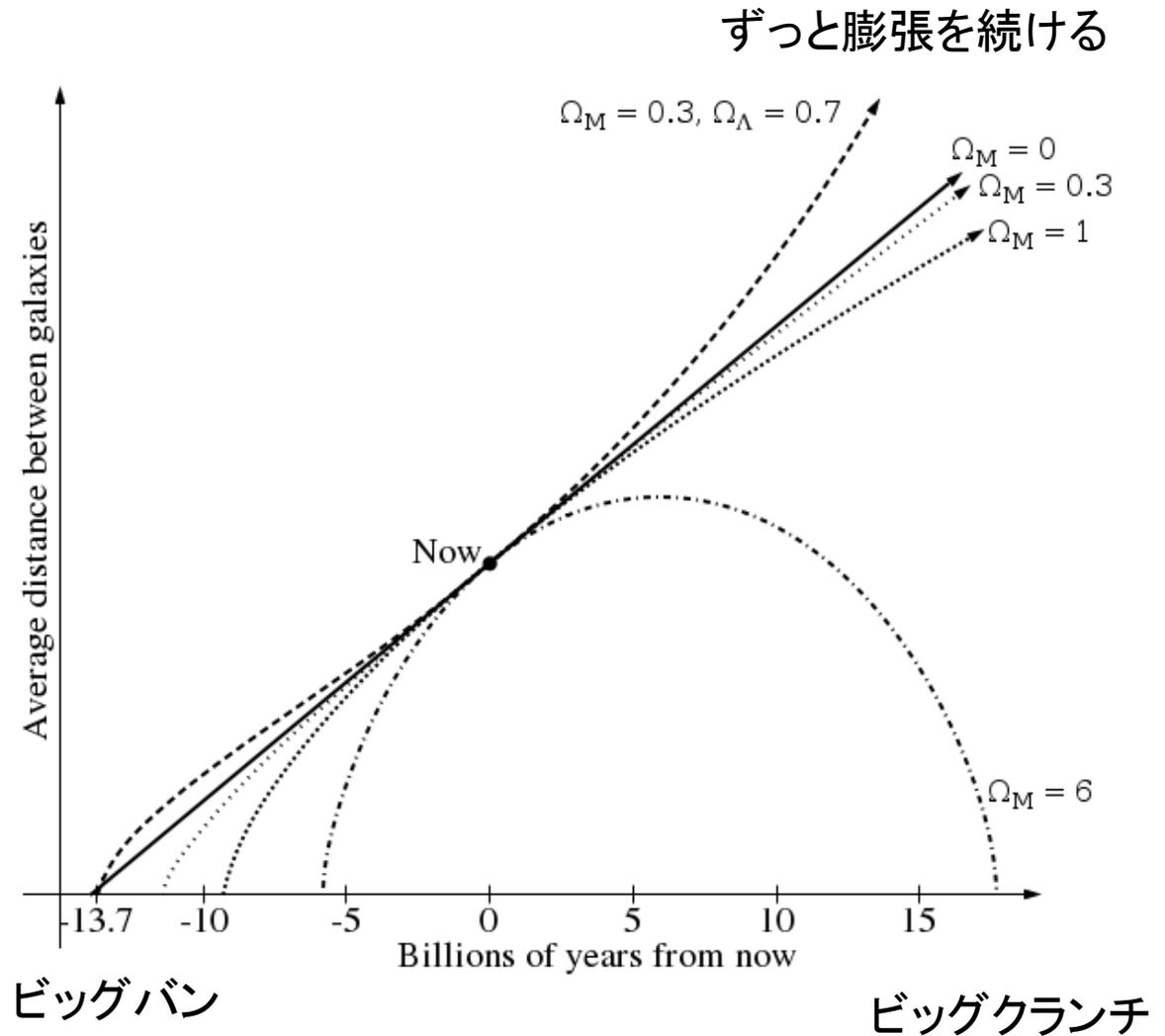
宇宙項

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} R g_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$$

- アインシュタインは宇宙をなんとか「静止」させるため、収縮させる引力につりあうような反発力の項(宇宙項)を方程式に付け足した。
- 後に宇宙が実際には静止していないことがわかり、「人生最大の誤りだった」と述べた

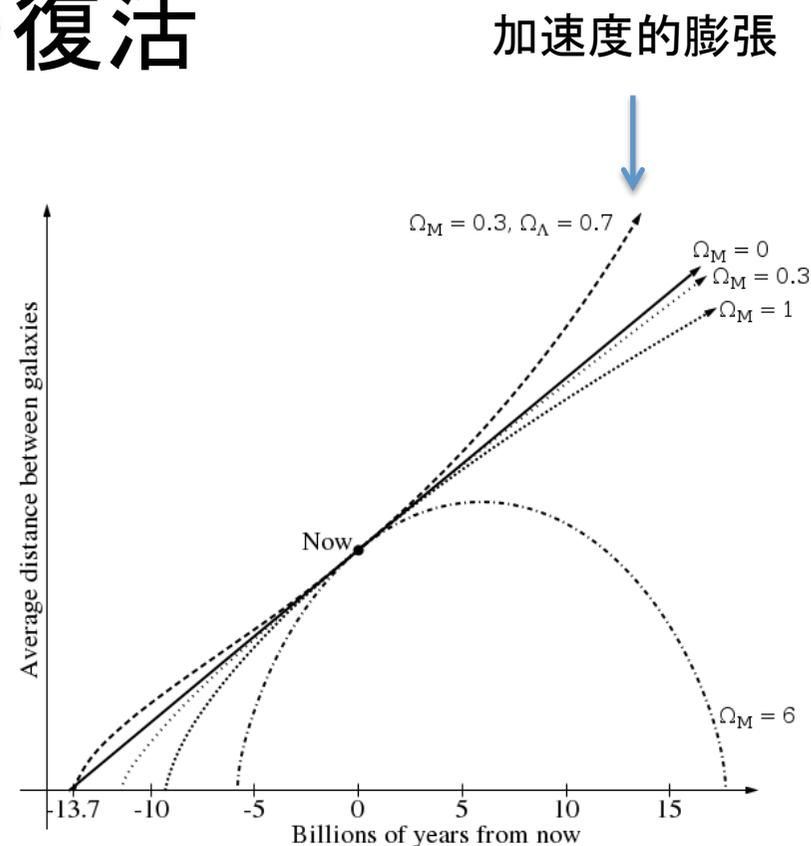
膨張宇宙解

- アインシュタイン方程式の解には、膨張を続けるものや、いつか収縮に転じて再び1点にまで縮むものがある(フリードマン、ルメートル 1920年代)
- ずっと膨張するか、いつか収縮に転じるかは、宇宙に含まれている物質(エネルギー)の量で決まる。

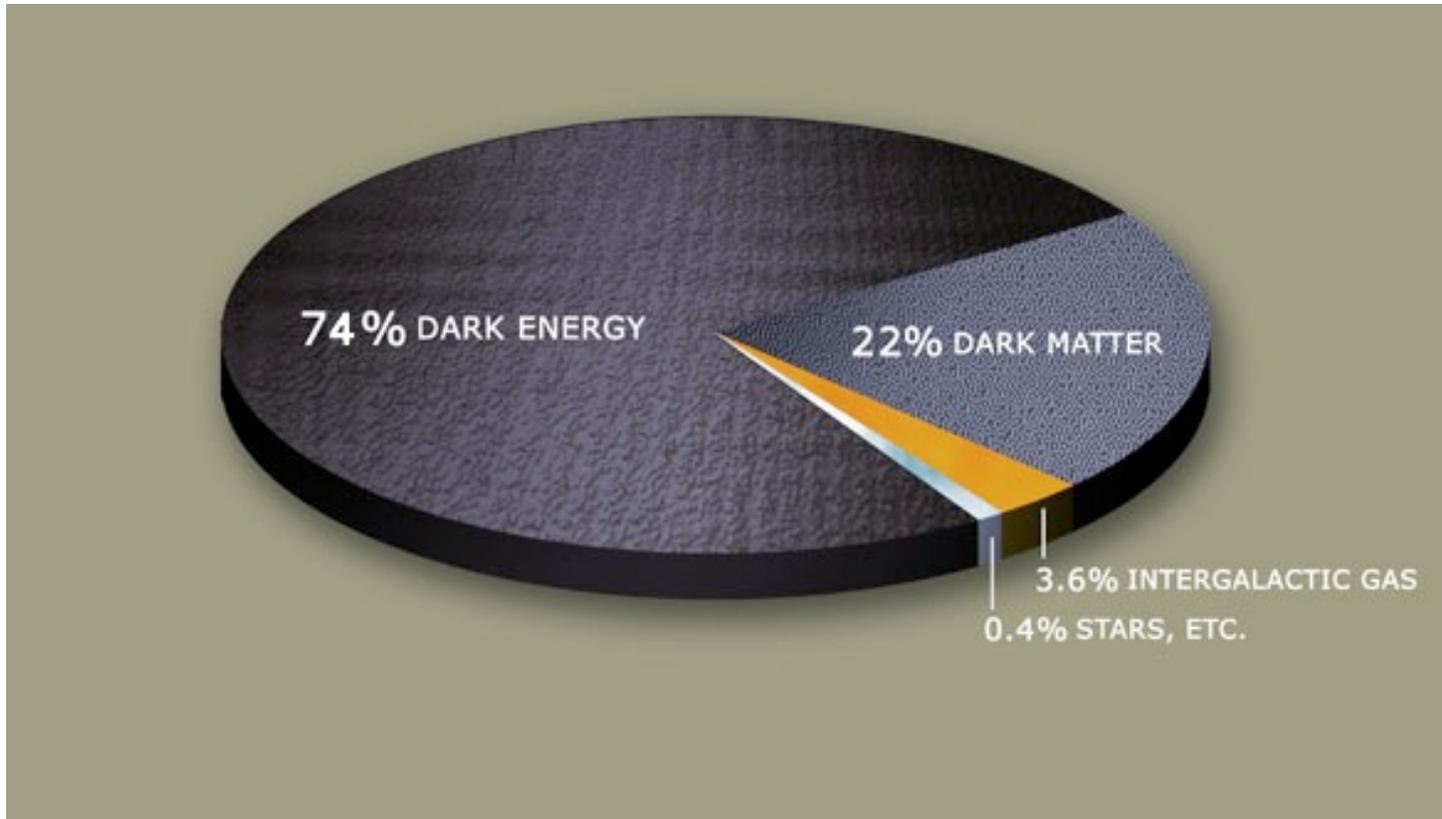


宇宙項の復活

- 最新の観測では、宇宙は加速度的に膨張しているらしい。
- 膨張を加速させる力(反発力)がある！ => 宇宙項
- 正体がよくわからないので「ダークエネルギー」と呼ぶ



宇宙は何からできているか



- 見えている物質(星、星間ガスなど)は宇宙全体の物質のほんの4%
- 22%がダークマター(正体不明)
- 残りは全てダークエネルギー(真空のエネルギー、宇宙項のもと)

ダークマターの正体

- 候補1：普通の物質だが暗くて見えないモノ。ほとんど光らない星、チリなど。
 - Massive Compact Halo Objects => MACHO(マッコヨ)
- ある種の素粒子(未発見のモノを含む)
 - Weakly Interacting Massive Particles => WIMP(弱虫)
- ダークマターの正体説明は現代天文学・物理学の最大の課題の一つ。

振動宇宙論

- 収縮に転じた宇宙がビッグクランチを経て再び膨張に転じる
=> 永遠に繰り返す？
 - 仏教的な輪廻転生宇宙観に近い？
- 観測的証拠はないが、ある種の理論(超ひも理論)からそう
いうことがあり得ることは提唱されている
- ただし、最新の観測結果によると、宇宙は永久に膨張を続け
るっぽいけど、、、

振動宇宙論をアクセサリーにデザイン

京セラジュエリーコンペの授賞式

京セラ×京都精華大×京大宇宙ユニット ジュエリーデザインコンペ2009



2009
京セラとの
共同企画
Jewelry
design
competition
ジュエリーデザインコンペティション

京セラ（株）との共創により、ジュエリーデザインコンペティションを実施します。受賞者には京セラ本社で開催する表彰式への参加および京セラ美術館での作品展示の機会があるほか、最優秀賞・優秀賞受賞作品に対しプロトタイプ作品が制作されます。自分のアイデアやデザインが実現するチャンスです。京セラの新しい文化を創造する魅力的なデザインの応募を期待しています。この企画は、京都精華大学との連携事業「宇宙とアート」プロジェクトの一環として開催します。

今年「世界天文年」にあたることになり、「宇宙」をテーマとします。惑星、銀河、ブラックホール、ロケット、人工衛星、宇宙人、星雲、深遠鏡など、宇宙から連想されるイメージや、実際の天体画像や科学的な知識を取り入れたもの、未来の宇宙生活をイメージしたデザインなど、宇宙をテーマにした自由な発想の作品を募集します。作品には以下の1,2のいずれかの材料を選択して考えてください。

- 人工宝石を用いたアクセサリーのデザイン
リング、ペンダント、ブレスレット、ピアス、イヤリング、ブローチなど。
- 京都オパールを用いた自由な商品デザイン
京都オパールは粉末や薄くスライスすることが可能です。素材を自由に活用し、これまでの宝石・アクセサリーのみならず新たな方向性を探る自由な発想で「宇宙」を表現してください。
※優秀作品は商品化の可能性があります。
※人工宝石と京都オパールの詳細は京都精華大学のHPをご覧ください。
→URL:<http://stu.kyoto-seika.ac.jp/news/detail/257.php>

【募集対象】 京都大学の在学生、京都精華大学の在学生

【表彰】
〈最優秀賞〉1点 副賞：プロトタイプ作品
〈優秀賞〉3点 副賞：プロトタイプ作品
〈入選〉5点 副賞：京セラ セラミック商品

【審査員】 京セラ関係者、京都大学教員、京都精華大学教員

【応募方法】
A4サイズの用紙に下記内容を記載してください。1作品につき1枚使用してください。
(複数作品応募可能です)

《表面》説明図（イラスト、デザイン画、アイデアスケッチ等 言葉での補足も可能）
《裏面》①人工宝石・京都オパールのどちらを選択したか
②作品タイトル
③デザイン主旨（コンセプト、ターゲット層、使用事例等）
④学籍番号・氏名・携帯電話・メールアドレス

【募集スケジュール】
●募集締切 10月30日（金）提出先：理学部1号館3階336号室/天文台分室
○審査結果発表 11月中旬（予定）
○表彰式・展覧会 2010年1月中旬（予定）

【応募先・問合せ先】
■京都大学/宇宙総合学研究所ユニット（問い合わせ） ■京都精華大学/企画課（電話） 西111
TEL: (075) 581-1235 TEL: (075) 700-5205
MAIL: kos@kwasen.kyoto-u.ac.jp MAIL: nihokaw@kyoto-seika.ac.jp

【主催】株式会社京セラ、京都精華大学、京都大学宇宙総合学研究所ユニット



京セラジュエリーコンペの授賞式に行ってきました。

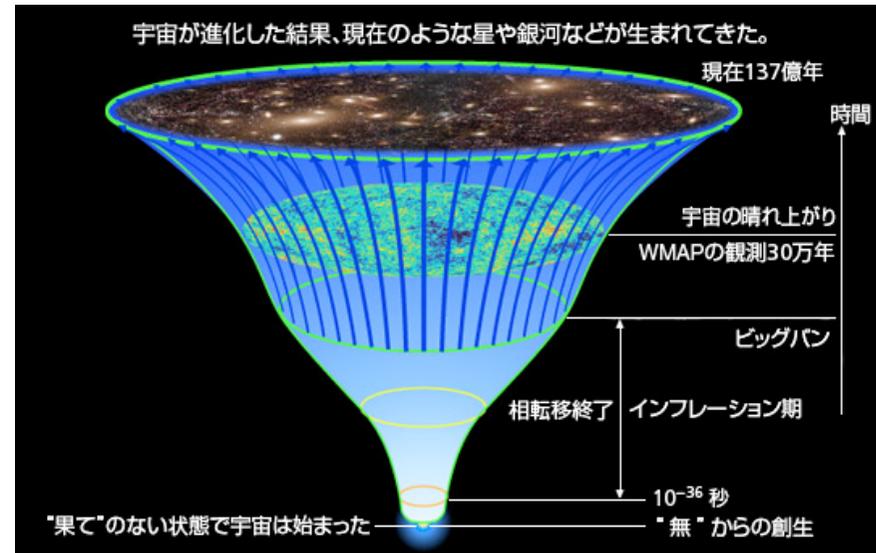
最優秀賞の受賞者は岡本くん(映像・3回生)。

最優秀賞: samsara
セイカブログより

<http://seika-sekai.jp/?p=5211>

宇宙は何から生まれたのか？～現在の理解

- 宇宙は「無」から生まれた
- 「無」にもゆらぎがある
- 「無」のゆらぎが、ある時「真空の相転移」を起こし、急激に広がった（インフレーション：佐藤勝彦ら）
- 「真空の相転移」が起きて潜熱が解放されて云々...（難解）



(なぜか)ニコンのHPより

多元宇宙 (multiverse)

- uni(一つの)-verseに対して multi(複数の)-verse
- 我々の宇宙と同じような(又はかなり違った)宇宙が他にもたくさんある？
- 理論的にはあり得る。しかし外の宇宙の情報は「原理的に」知り得ない
- 決して知覚できないものを存在していると言えるか？ 哲学的問題。



宇宙の外側の影響？最近のニュースから

- Dark flow (暗黒流動)
- 数百個の銀河団が時速数百万kmで同じ方向に流れている(観測的証拠)
- 宇宙の外から引っ張られている？=>これは不正確
- 宇宙の初期、まだ隣の宇宙の影響があった時代の名残をみている?(Kashlinskyら、2010)
- **まだそうと決まったわけではない**

ナショナルジオグラフィック ニュース

ニューストップ | 動物 | 古代の世界 | 環境 | 文化 | 科学&宇宙 | 風変わりニュース

暗黒流動、“宇宙の外側”の証拠を発見



John Roach
for National Geographic News
March 23, 2010



写真を拡大

印刷用ページ

友人に教える

宇宙には「暗黒流動（ダークフロー）」という壮大な運動原理が働いているとする理論がある。宇宙の外側に存在する観測不能な未知の構造が引き起こしているという考えだが、その裏付けとなる新研究が発表された。

まず2008年に、科学者たちが「数百個の銀河団が時速360万キロで同方向に流れている」という発見を報告した。この不可解な動き、暗黒流動は、宇宙の質量分布に関する現在のモデルでは説明がつかない・・・

[記事全文 >](#)

物理学の法則とは

- 原理＝「世界はこういうもの」
 - 例：質量(重さ)を持った物体は、距離の2乗に反比例する強さで互いに引き合う
 - (つまり、距離が2倍になると引力は1/4になる)
- 定理＝原理から導きだせるもの
 - 例：太陽の周りを回る惑星の軌道は楕円型になる

画像の利用について



月に沈む火星(花山天文台)

S. Fujinami

NASAのホームページより抜粋

http://www.nasa.gov/audience/formedia/features/MP_Photo_Guidelines.html

- NASA still images; audio files; video; and computer files used in the rendition of 3-dimensional models, such as texture maps and polygon data in any format, generally are **not copyrighted**. You may use NASA imagery, video, audio, and data files used for the rendition of 3-dimensional models for educational or informational purposes, including photo collections, textbooks, public exhibits, computer graphical simulations and Internet Web pages. This general permission extends to personal Web pages... 中略... If the NASA material is to be used for commercial purposes, especially including advertisements, it must not explicitly or implicitly convey NASA's endorsement of commercial goods or services.

要約すると、

- NASAのウェブページにある画像等は著作権で保護されていない(すべてパブリックの財産であるという認識)
- 商用もOK。ただし”NASAが認めている”と言うのはNG
- **NASAのロゴの使用だけは非常に厳しく制限されているので注意**

ハッブル望遠鏡の画像サイトより抜粋

http://hubblesite.org/about_us/copyright.php

- Material credited to STScI on this site was created, authored, and/or prepared for NASA under Contract NAS5-26555. Unless otherwise specifically stated, **no claim to copyright is being asserted** by STScI and it may be freely used as in the public domain in accordance with NASA's contract. However, it is requested that in any subsequent use of this work NASA and STScI be given appropriate acknowledgement. STScI further requests voluntary reporting of all use, derivative creation, and other alteration of this work. Such reporting should be sent to copyright@stsci.edu.

画像・映像利用：日本の機関の場合

- 以下のようなケースが多い(例：JAXA、国立天文台)
 - 個人での利用、授業のような教育活動での利用はOK
 - それ以外の利用は申請書を提出する
 - 営利目的は不可、あるいは有償
- 「芸術目的利用」は事実上想定外
 - ユーザー側から要望があれば使える可能性はある。興味ある人は私に相談して下さい
- 科学者の側は基本的にどんどん使って欲しいと思っています
 - ただし実際に利用する時は、ホームページなどの説明を読み、適切な手続きを踏んで利用すること
 - 分からなければ相談して下さい