

様々な観測手段で迫る 宇宙の謎

滝沢元和

(理学部物理学科)

2013年11月29日サイエンスセミナー

本日の問題

[設問0] 今日の日付、名前と学生番号

[設問1] 自分がプロの研究者だとしたらばどの手段で宇宙を観測したいか、理由を含めて5行以内で述べてください。

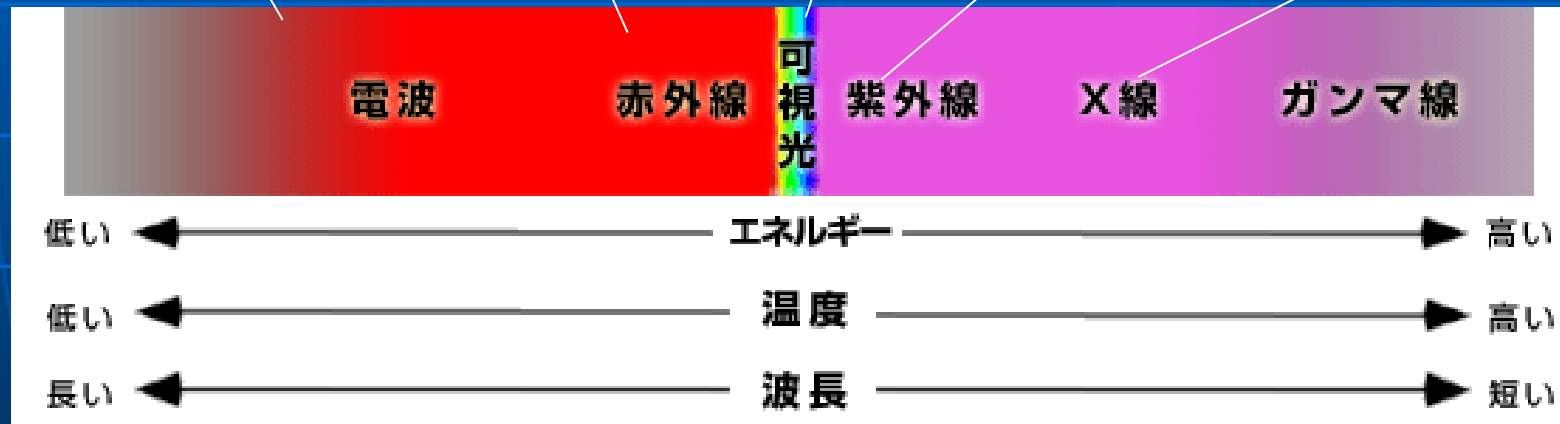
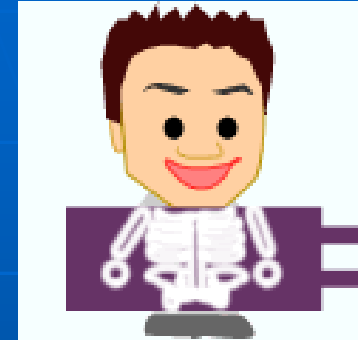
[設問2] 講義の感想

- 今日の授業の最後に提出してください。

本題に入る前に、、、

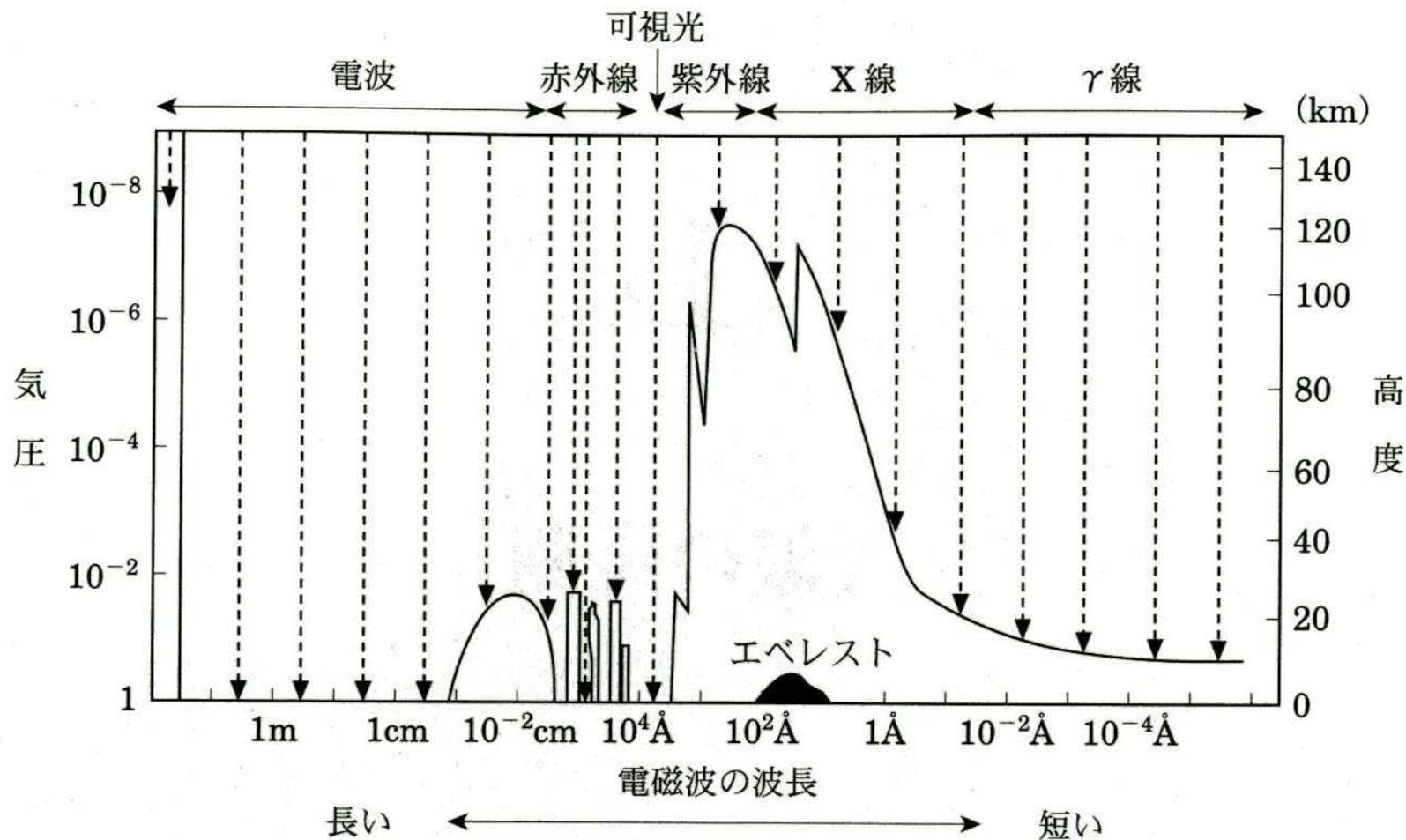
- 講義中でも簡単な質問はwelcomです。
- 最後に質問の時間を設ける予定です。このときは簡単でない質問でもOKです。
- 質問するときは学生番号と名前を最初にいつてください(いい質問ならば加点します。減点はないです。)

宇宙をみる手段：電磁波



電波、赤外線、光、紫外線、X線：みな同じ電磁波の仲間
ただし、波長(エネルギー)が違う====>違う温度の世界が見える。

大気の窓



大気圏外から入った電磁波が到達できる高度

電波、可視光、赤外線の一部は地上まで到達できる。が他の波長では地上までは届かない。

光で見る宇宙

(日没時の)
太陽



- 人類が宇宙を見る最古の手段。
- 数千度—1万度くらいの世界がよくみえる。
 - 太陽
 - 普通の星



M 63 (NGC 5055)

Suprime-Cam (B, V, H α)

Subaru Telescope, National Astronomical Observatory of Japan

June 22, 2000

Copyright © 2000 National Astronomical Observatory of Japan, all rights reserved

太陽のような星が数千億個ぐらい
集まってできた銀河



Galaxy Cluster RX J0152.7-1357

Subaru Telescope, National Astronomical Observatory of Japan
Copyright © 2003, National Astronomical Observatory of Japan, All rights reserved.

銀河が数百個集まってできた銀河団

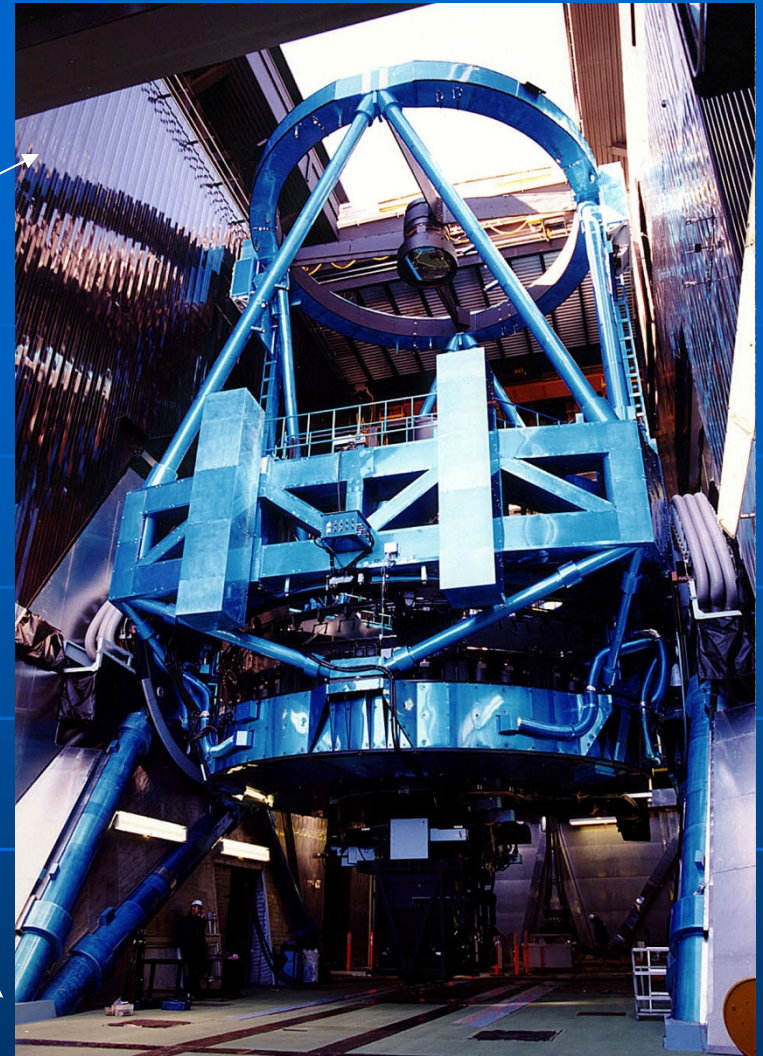
光で宇宙を見る目



ハワイ島マウナケア山頂の巨大望遠鏡群
世界の天文学の最前線基地の一つ

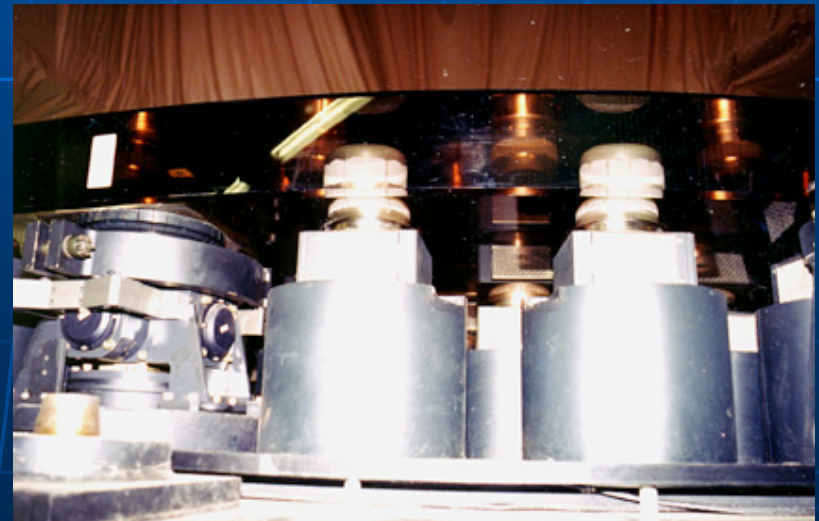
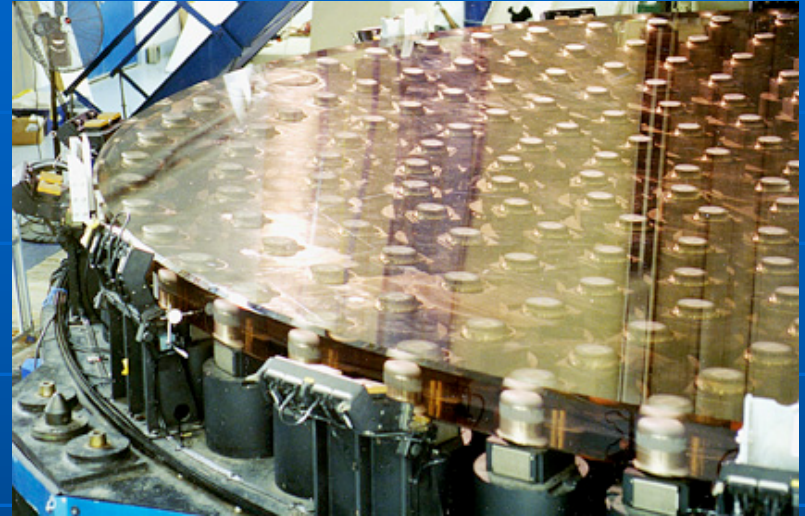


図 1.2 おもな大型望遠鏡の建設地.



すばる望遠鏡(口径8.2m)
世界トップクラスの光学望遠鏡の一つ

- すばるに使われている鏡には特殊な工夫がなされているときいたのですが、、
 - 鏡が大きく(重く)なると自分自身の重さで形が歪む。望遠鏡の向きをかえると形が変化。
 - 頑丈な鏡をつくるのにも限界が。
 - 薄い鏡を裏から多くの(動く)棒で支えて常に一定の形に

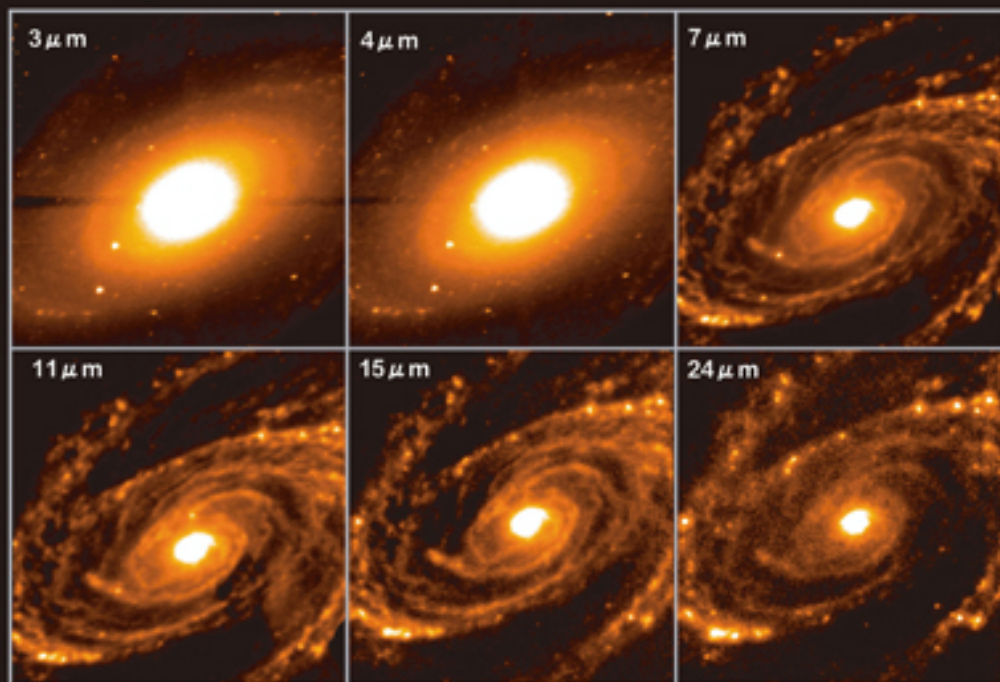


赤外線で見える宇宙

あかり衛星 (2006--2011)



渦巻き銀河M81の近・中間赤外線画像



「あかり」近・中間赤外線カメラ



2006年5月22日

波長によって見えている物が違う。
星、ガス、塵など

- 光よりは低温の世界が見える。
- 軽い星、ガス、チリなど
- 一部は地上からも観測可能
- 人工衛星による観測も

電波で宇宙を見る



野辺山電波観測所45m電波望遠鏡

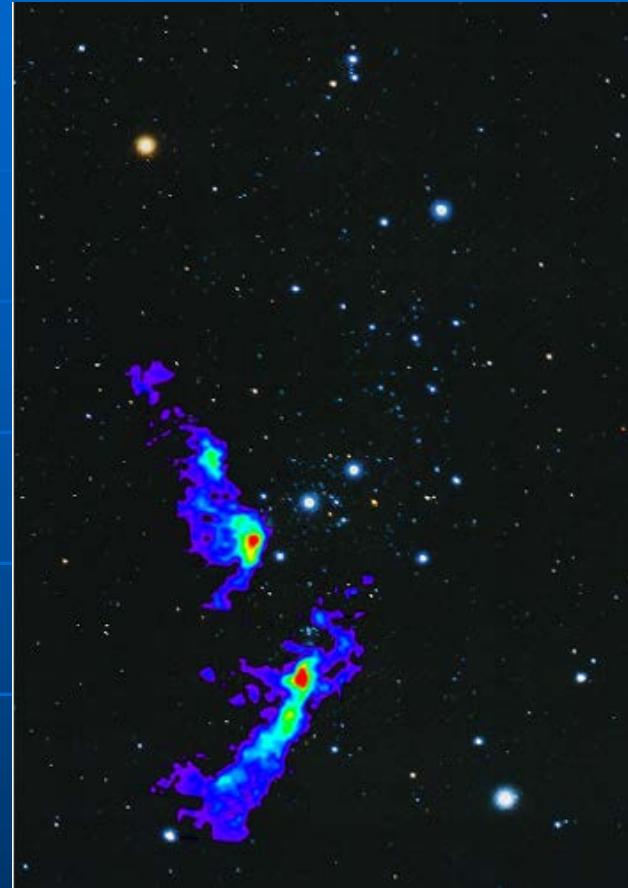
- 電波：光・赤外線よりも波長の長い（振動数の低い）電磁波。
- TV, ラジオ、携帯電話、WiFiなど
- 赤外線よりさらに温度の低い世界が見れる。
（星の材料、星ができつつある場所など）

地球外文明からの通信電波も受かるかも？

電波で見る宇宙



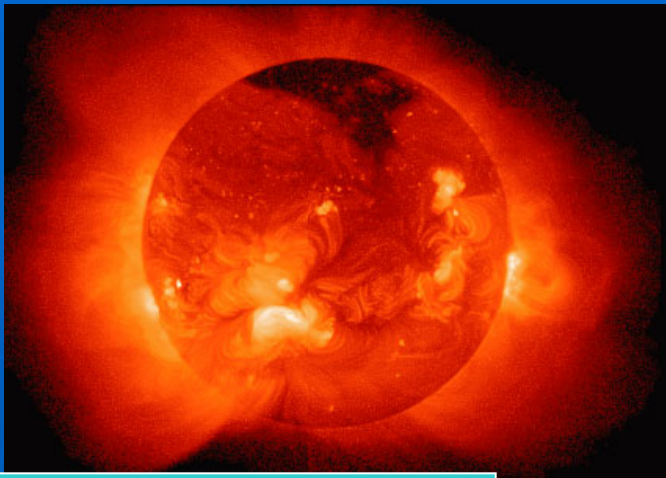
光で見たオリオン座
(数千度の世界)



電波で見たオリオン座
(氷点下100-200度の世界)

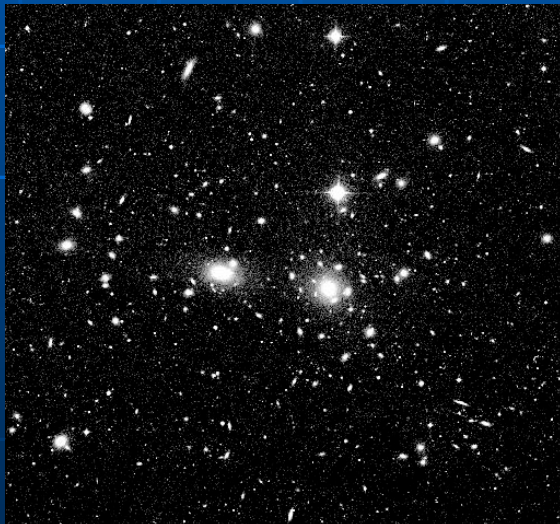
太陽の10万倍もの質量の冷たいガスが存在し、
星になりつつあると考えられている

X線で宇宙を見る

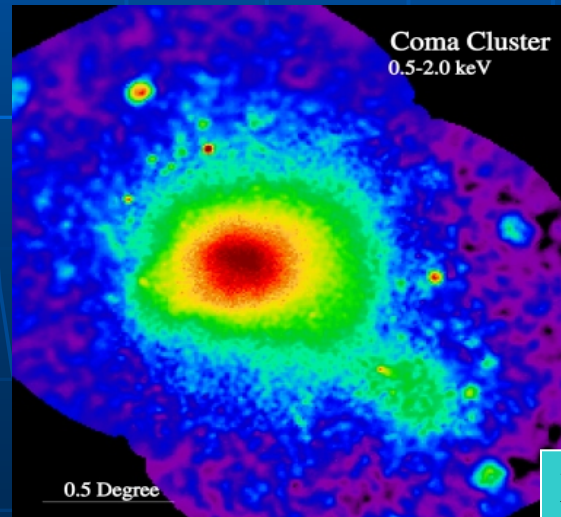


X線で見た太陽
(コロナ、数100万度の世界)
太陽表面自体は約6000度

- X線: 光よりも波長の短い(振動数の高い)電磁波。
- 病院のレントゲン、空港の手荷物検査など
- 光よりも温度の高い世界(数千万〜数億度)がよく見える。
 - 太陽コロナ
 - 銀河団高温ガス
 - 活動銀河中心核
- 2002年ノーベル物理学賞(ジャッコーニ)



光で見た銀河団
(数100個の銀河の集まり)



X線で見た銀河団
(数千万から数億度の高温ガス)

X線で宇宙を見る目

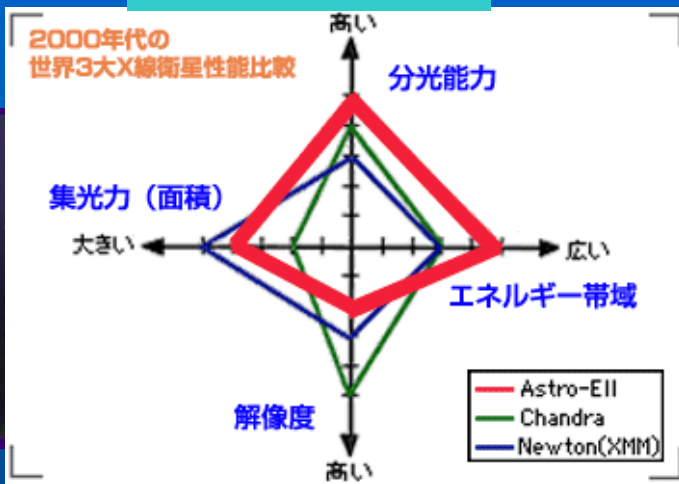


ニュートン(欧)



チャンドラ(米)

すざく(日本)



■ X線は地球大気に吸収されるため、地上までは届かない。

——> 観測装置を大気圏外に持っていくのが必要

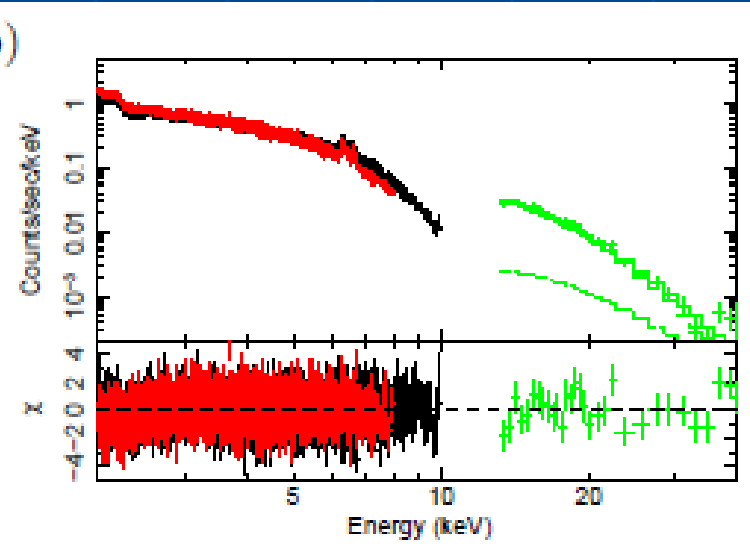
■ 現在、異なった特徴をもった3つの人工衛星が活躍中。

- チャンドラ(高解像度)
- ニュートン(大集光力)
- すざく(広いエネルギー帯域、高エネルギー分解能)

山形大でも「すざく」を用いて銀河団や中性子星の観測をおこなっている。

すざく衛星による Abell 2319 銀河団の広帯域X線エネルギースペクトル (2008年度修了菅原知佳さんの修士論文から)

詳しく調べることで、高温ガスの量、温度、重元素の量、運動状態などがわかる。



ガンマ線で見える 宇宙

フェルミ衛星



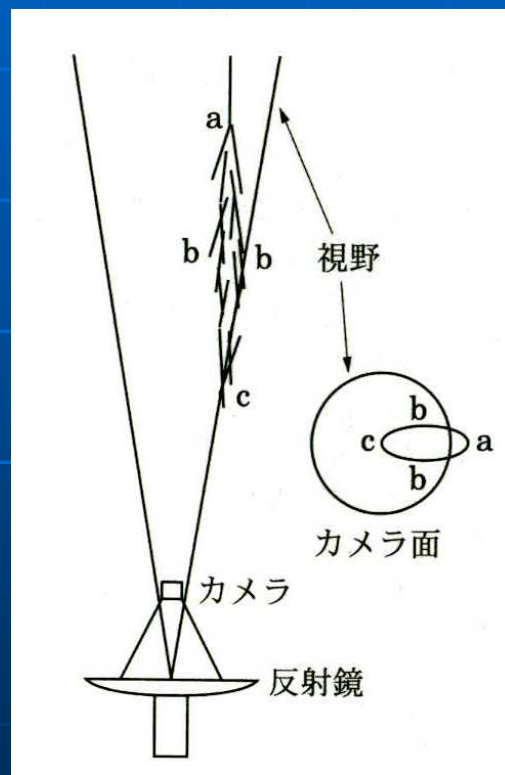
- ガンマ線: X線よりもさらにエネルギーの高い電磁波
- 高エネルギーの電子や陽子、放射性物質などから出てくる。
- 大気を通過できないので人工衛星による観測

フェルミ衛星が見たガンマ線の全天マップ
中央の明るい帯は銀河系の円盤

超高エネルギーガンマ線



カンガルー望遠鏡(日豪)
山形大グループも参加

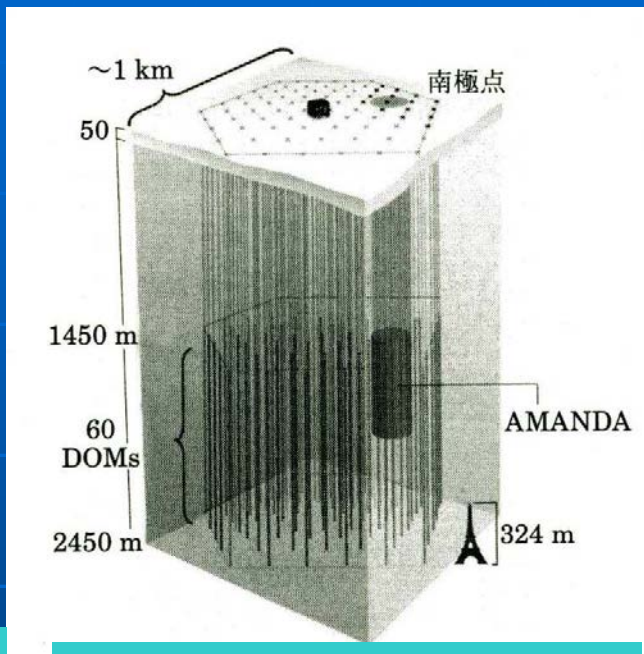
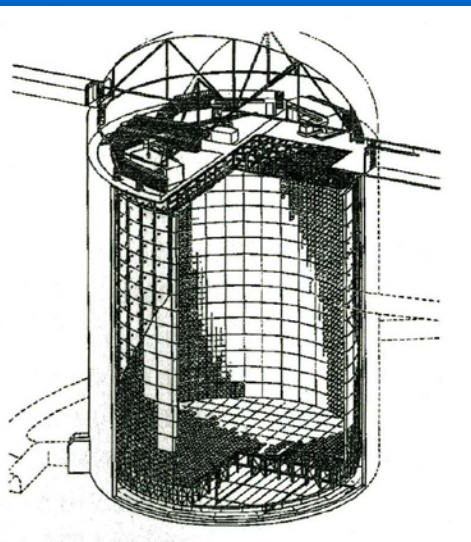


- ガンマ線の中でも特にエネルギーの高いやつ
- エネルギーが高すぎて、巨大な検出器が必要——>人工衛星では大変
- 地球大気と反応して出る特殊な光を見る --->地球の大気を検出器に

電磁波以外の手段

- 宇宙線
 - 宇宙から降ってくる陽子、電子、各種イオンなどの高エネルギー粒子
 - 天体からの重要な情報を持ってはいるが、必ずしもまっすぐとんでくるわけではないので、どこからきたのか起源がはっきりしない。
 - この講義では省略
- ニュートリノ
 - 非常に反応しにくい軽い粒子
 - 反応しにくい＝電磁波では見えないところからの情報も得られる。けど検出しにくい。
- 重力波
 - 時間空間の揺らぎが波となって伝わるもの
 - 強くて激しく時間変動する重力に関係した天体現象の情報が得られる。
 - 検出は大変むづかしい。

ニュートリノ



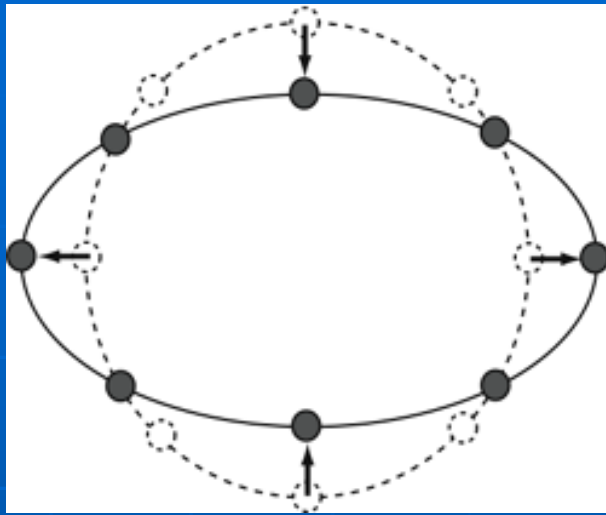
- 核反応などのさいに発生
- 太陽と超新星1987Aからのニュートリノが検出されている(2002年ノーベル物理学賞:小柴昌俊)。
- 電磁波では探ることのできない太陽、恒星、超新星爆発の中心部の情報が得られる。

スーパーカミオカンデ
岐阜県
50000トンの純水を用いたニュートリノ検出器

アイスキューブ
南極点直下の深さ1450mから2450mの位置に光検出器を埋め込む

- ごくわずかな確率でおきる核反応の結果生じる特殊な光を検出。
- 他の粒子による反応をさけるため、地下深くに水タンクなどを埋める。

重力波



- 強い重力場が激しく時間変動すると、時空の変動が波となって伝播。
 - 超新星爆発
 - 中性子星の衝突合体
 - ブラックホールの衝突合体
- まだ直接検出例はない
- 重力理論（一般相対論）の実験的検証という側面も
- 鏡の間をレーザー光を反射させて、その距離の時間変化で検出する実験などが継続中。



TAMA300
国立天文台（東京三鷹）

- 重力波の観測が難しいのはなぜか？
 - 非常にわずかな距離の変化(割合にして 10^{-21} 以下)を測定しなければならないため。
 - 地球と太陽の間の距離が水素原子の大きさぐらい変化するのに相当。
- 検出されれば間違いなく次のノーベル賞に？

まとめ

- 電磁波による観測では、波長毎に様々な宇宙の姿を見ることができる。
 - 電波--赤外線--可視光--X線--ガンマ線
- 電磁波以外の方法でも宇宙の観測を目指して実験がおこなわれている。
 - ニュートリノ
 - 重力波
- 山形大でも主にX線やガンマ線を用いた観測研究が行われている。
- 質問があれば是非どうぞ。

本日の問題

[設問0] 今日の日付、名前と学生番号

[設問1] 自分がプロの研究者だとしたらばどの手段で宇宙を観測したいか、理由を含めて5行以内で述べてください。

[設問2] 講義の感想