

2011年8月7日
北軽井沢駿台天文講座

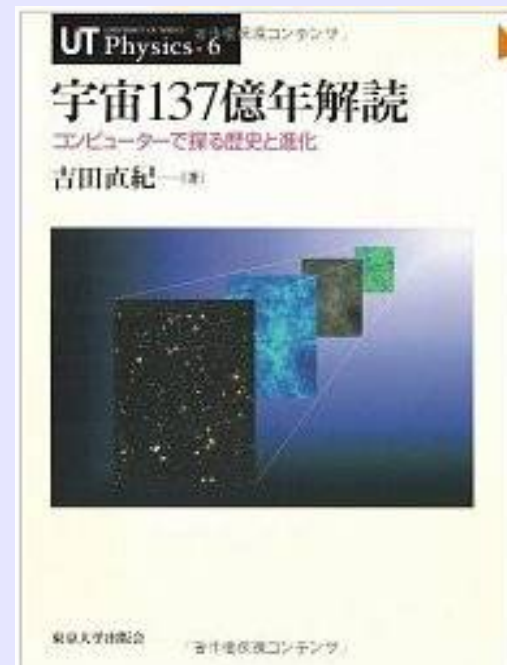
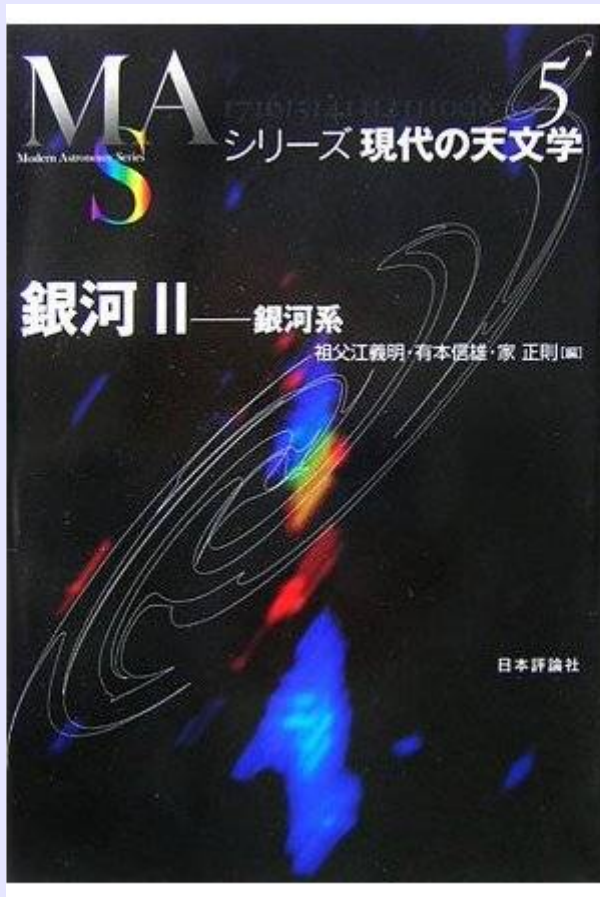
第1回
宇宙のひろがりと
ビッグバン後の初代星

第1回 宇宙のひろがり とビッグバン後の初代星

- 地球の住所: 太陽系/銀河系/局所銀河群/超銀河団/
宇宙の大規模構造
- 宇宙史 I: 構造形成の歴史
- 宇宙で最初の星

参考文献:

- 現代の天文学「銀河 II」祖父江・有本・家(日本評論社)
- 吉田直紀「宇宙137億年解読」(東大出版会)



地球の住所 ～宇宙の階層構造をたどる

宇宙の階層構造

1.地球(惑星)

地球の大きさ：
半径約6400km

スペースシャトルや国際宇宙ス
テーションの高度：
200～600km



宇宙の階層構造

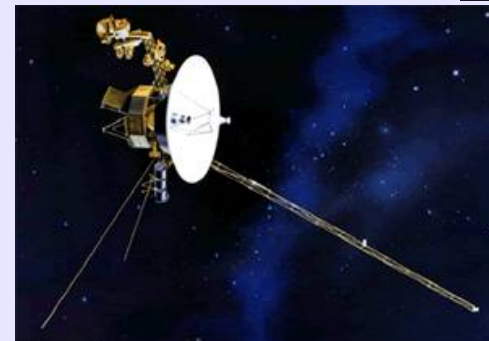
2. 太陽系 (恒星と惑星系)

月まで: 38万km

太陽まで: 1億5000万km

冥王星まで: 太陽から約60億km
(光の速さで約5.5時間)

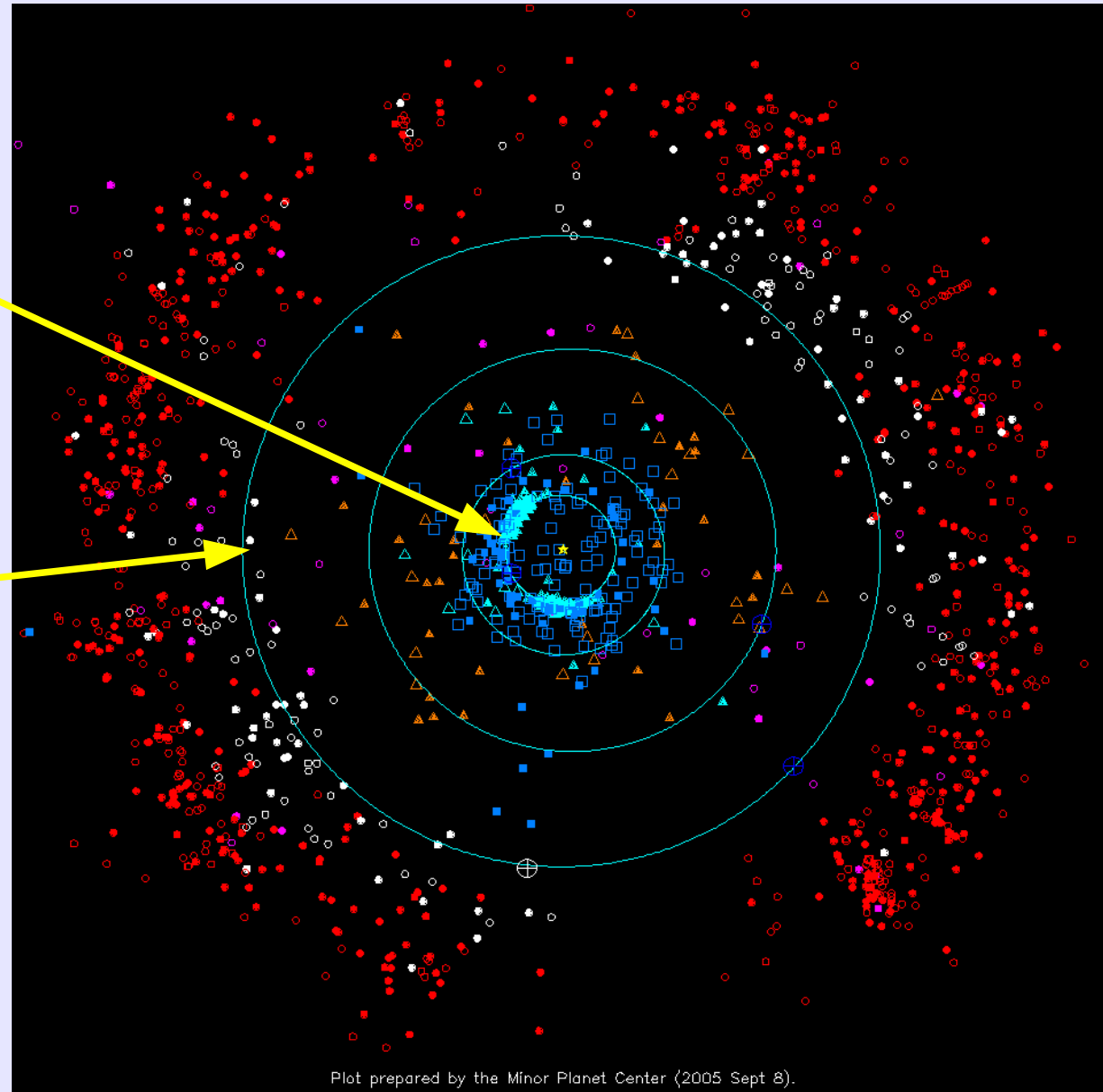
ボイジャー1号(1977年打ち上げ):
太陽から約140億km



太陽系外縁部～カイパーベルト天体

小惑星帯

海王星



宇宙の階層構造

3. 恒星と天の川銀河

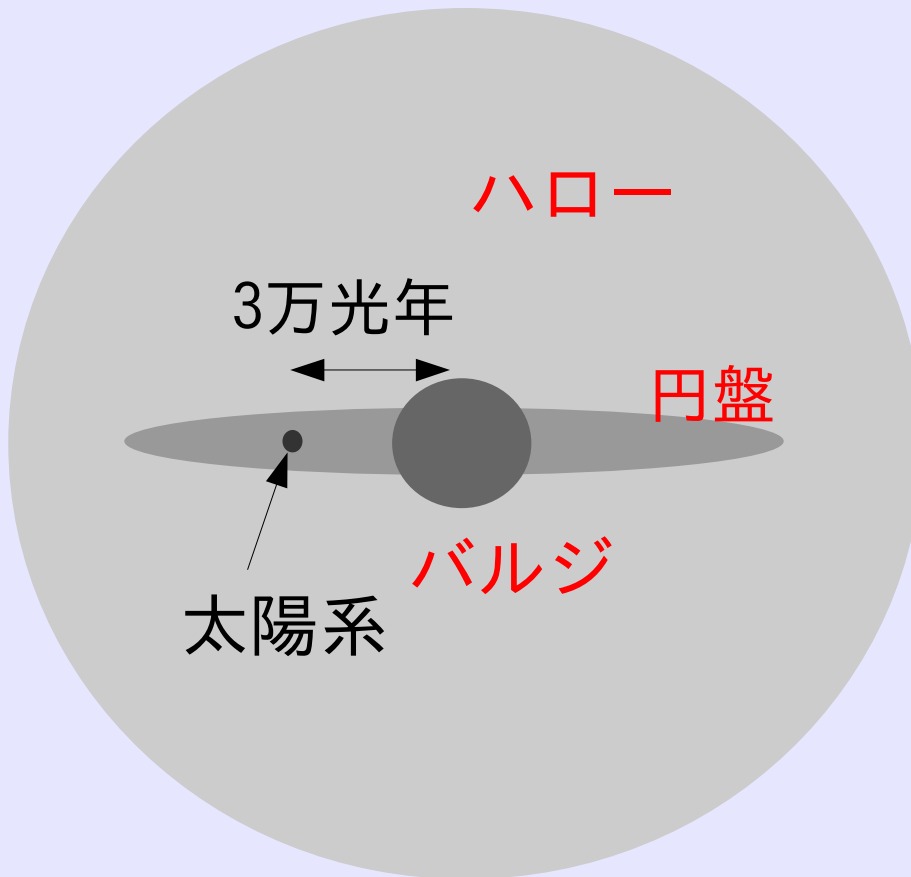
最も近くの恒星：
約4光年(約40兆km)



銀河系(天の川銀河:星の大集団):大き
さ 約10万光年

天の川銀河（銀河系）の構造

渦巻銀河の例：アンドロメダ銀河



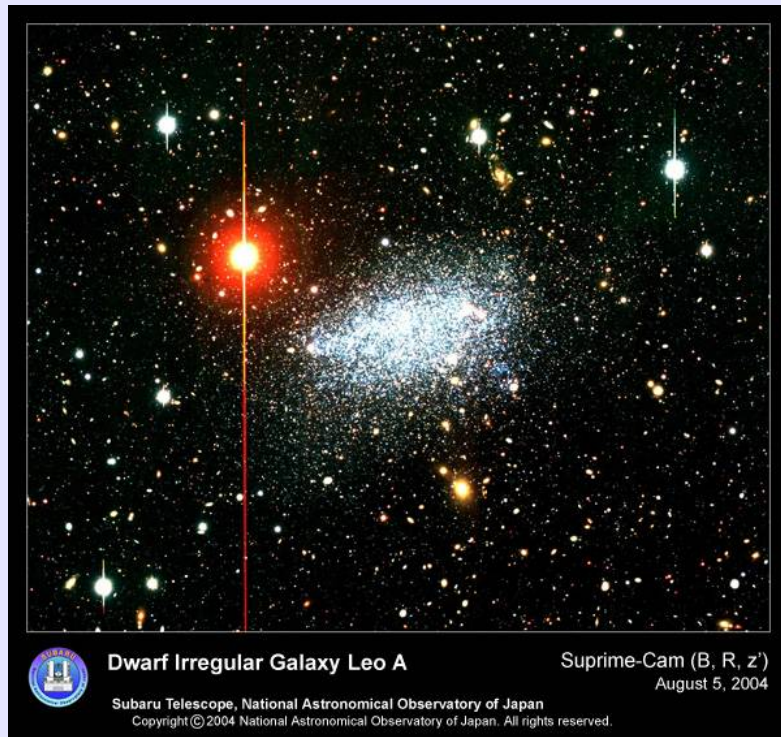
東大木曾観測所シュミット望遠鏡による画像

宇宙の階層構造

4. 銀河系の仲間たち～「局所銀河群」

天の川銀河のまわりの小さな
銀河まで: 10万光年～

となりの大型銀河(アンド
ロメダ銀河)まで:
約250万光年

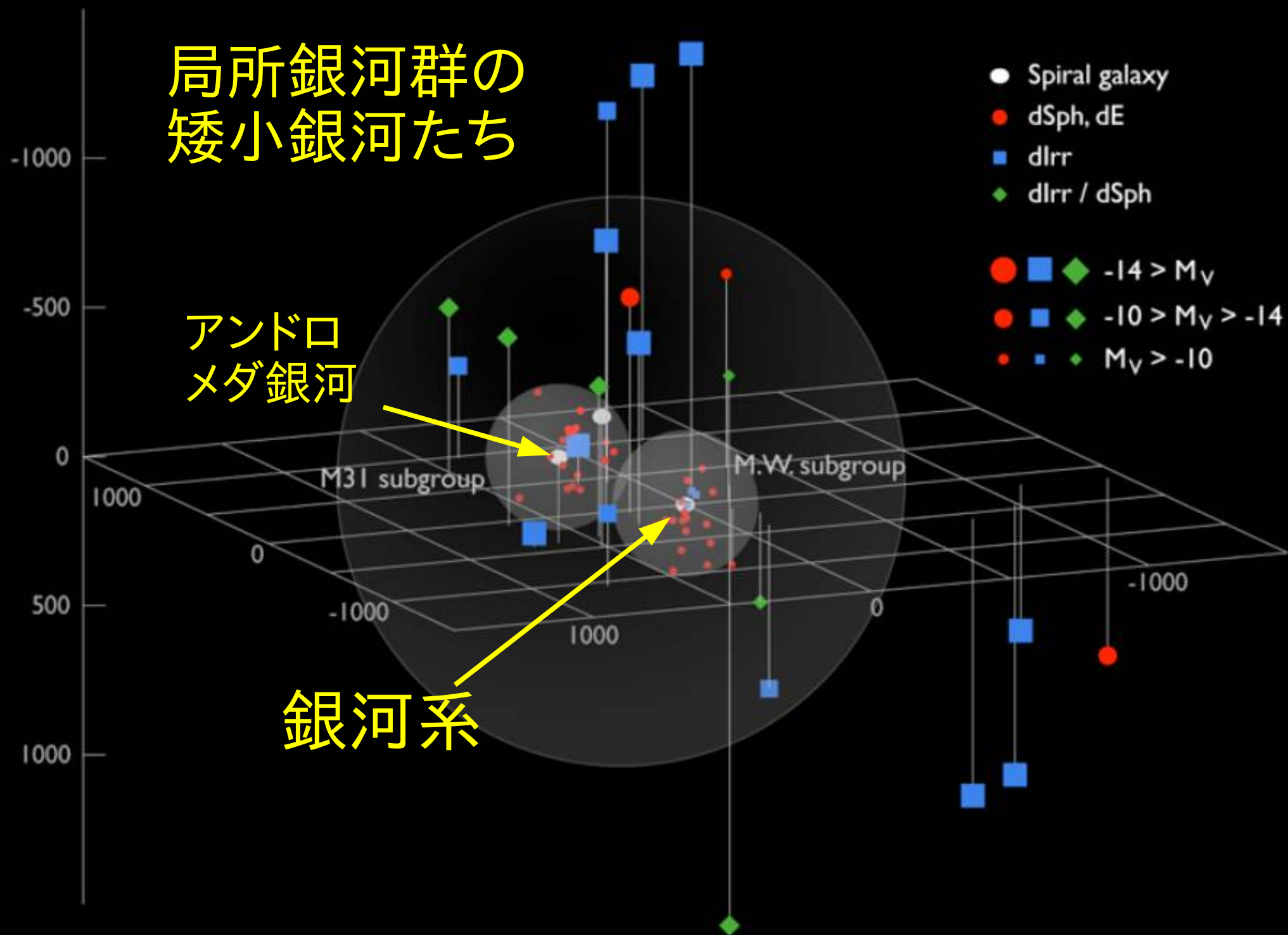


局所銀河群の 矮小銀河たち

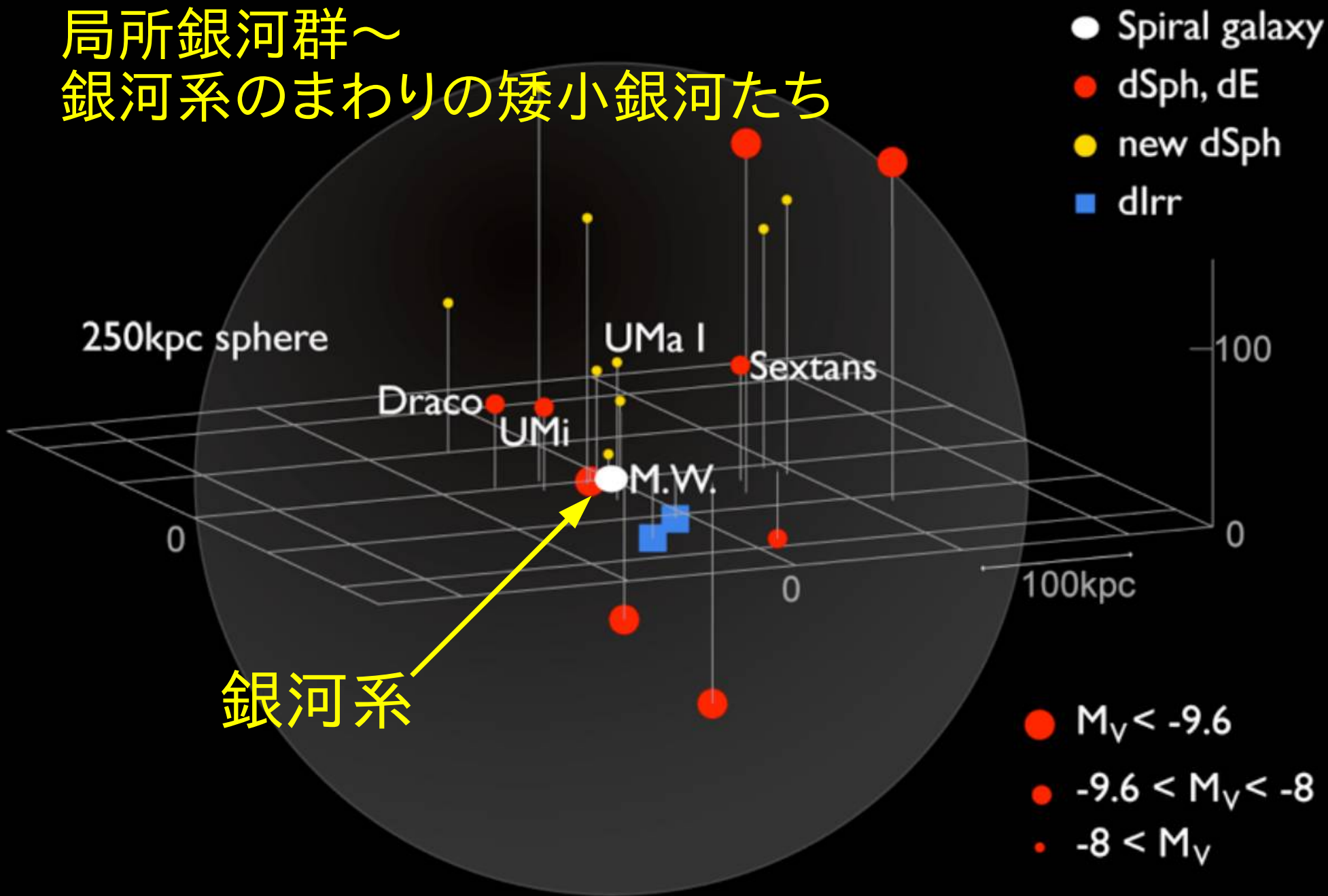
アンドロ
メダ銀河

銀河系

- Spiral galaxy
- dSph, dE
- dlrr
- ◆ dlrr / dSph
- ■ ◆ $-14 > M_V$
- ■ ◆ $-10 > M_V > -14$
- ■ ◆ $M_V > -10$



局所銀河群～ 銀河系のまわりの矮小銀河たち

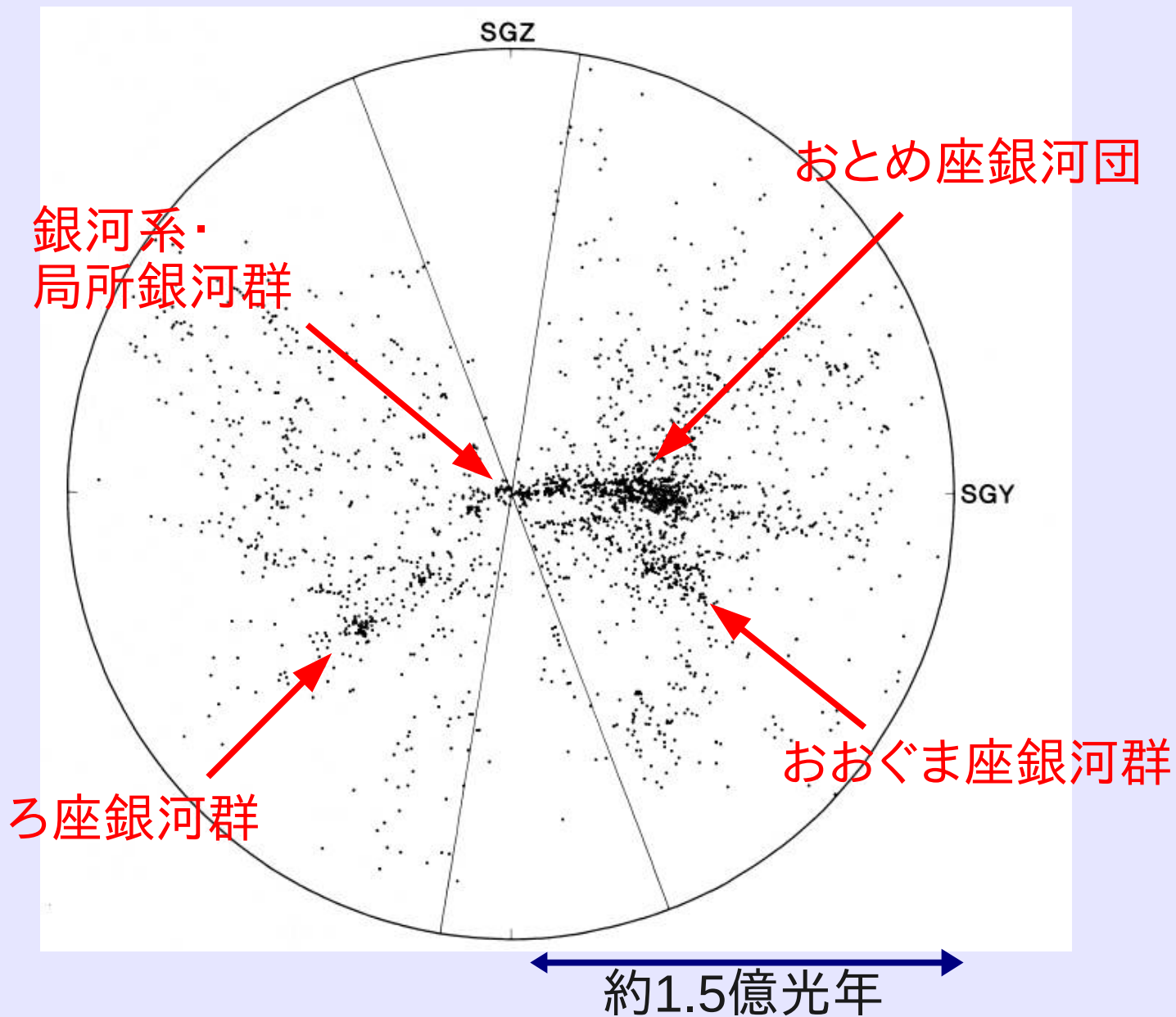


宇宙の階層構造

5. 銀河の大集団～銀河団・超銀河団

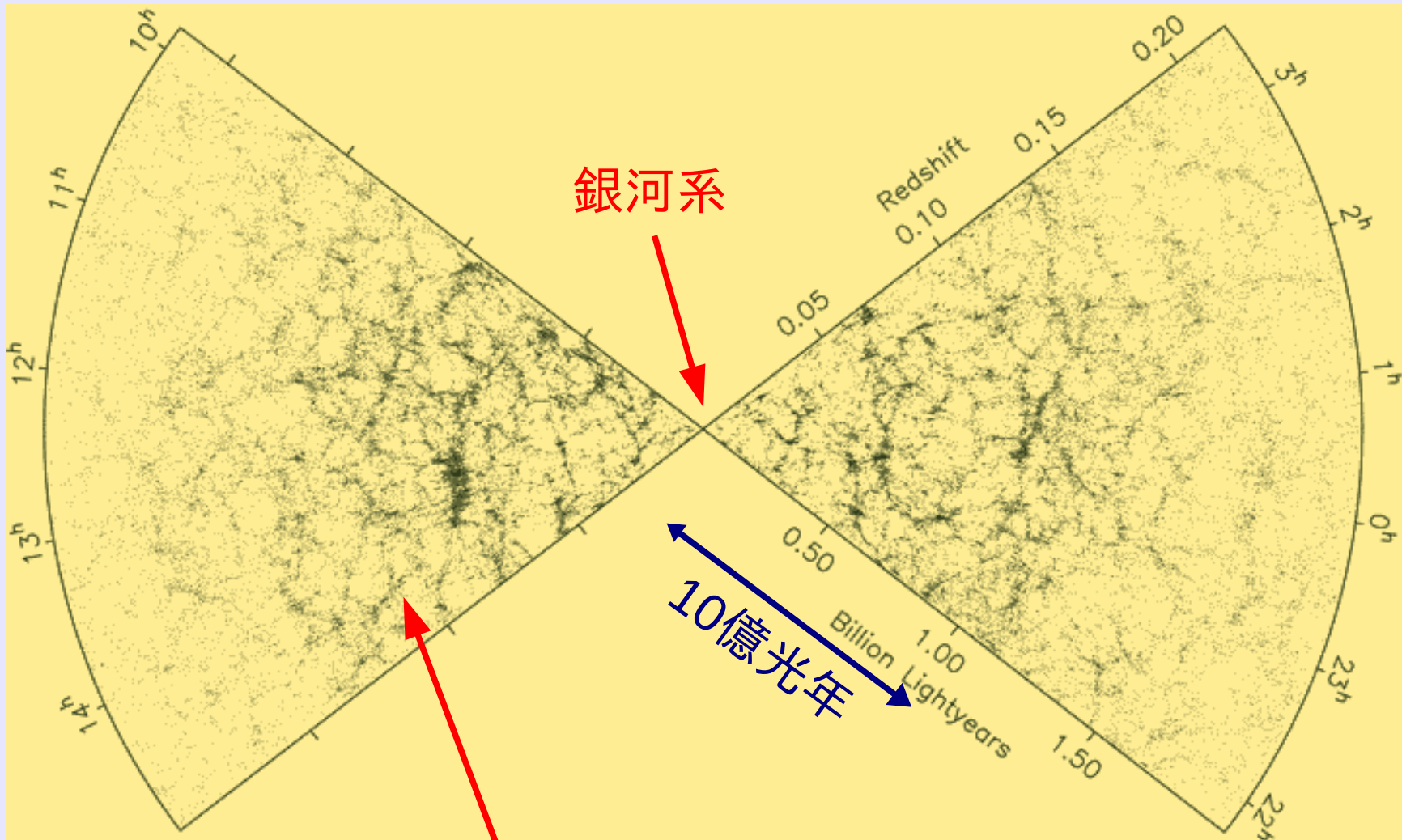


銀河系の属する超銀河団



宇宙の階層構造

6. 銀河がつくる宇宙最大の構造～大規模構造

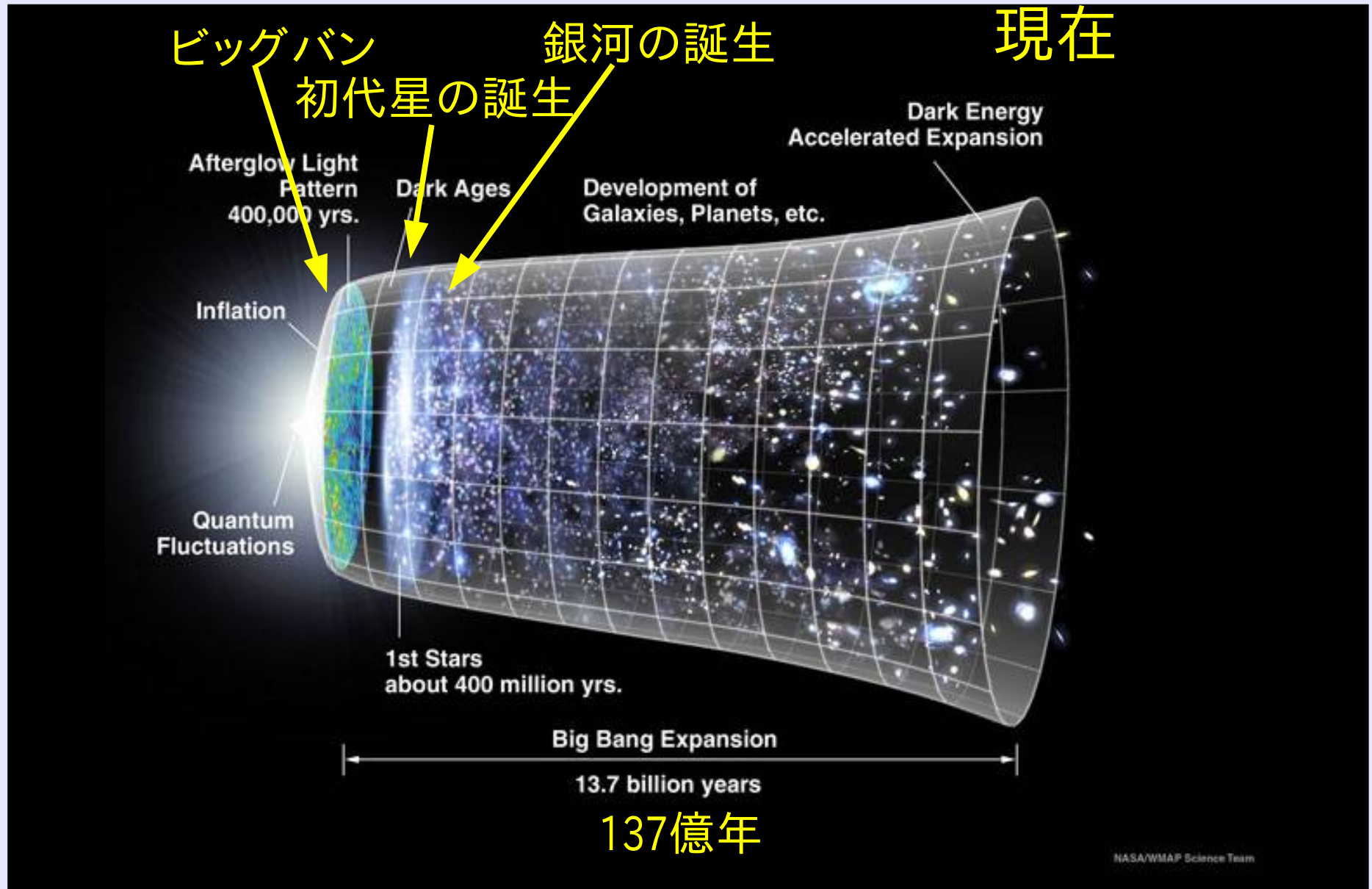


ひとつひとつの点が銀河

宇宙の階層構造～まとめ

	大きさの目安	
	(メートル)	(その他の単位)
銀河団	10^{23}	1000万光年
銀河系	10^{21}	10万光年
近くの星	10^{17}	10光年
太陽系	10^{13}	光の速さで約10時間
恒星(太陽)	10^9	100万キロメートル
惑星(地球)	10^7	1万キロメートル

宇宙のさまざまな天体・構造はいかにつくられたか



(画像:NASAによる)

宇宙史 I. 構造形成の歴史

0	ビッグバン
38万年	「宇宙の晴れ上がり」 (宇宙空間の水素ガスが中性・透明になる)
	「宇宙の暗黒時代」(輝く天体が存在しない)
数億年	最初の星の誕生 銀河形成の開始 銀河団・大規模構造の骨格形成
10億年?	銀河系ハローの形成
90億年	太陽系の形成
140億年	現在

宇宙のさまざまな構造には最初の
10億年くらいが重要な時期だった

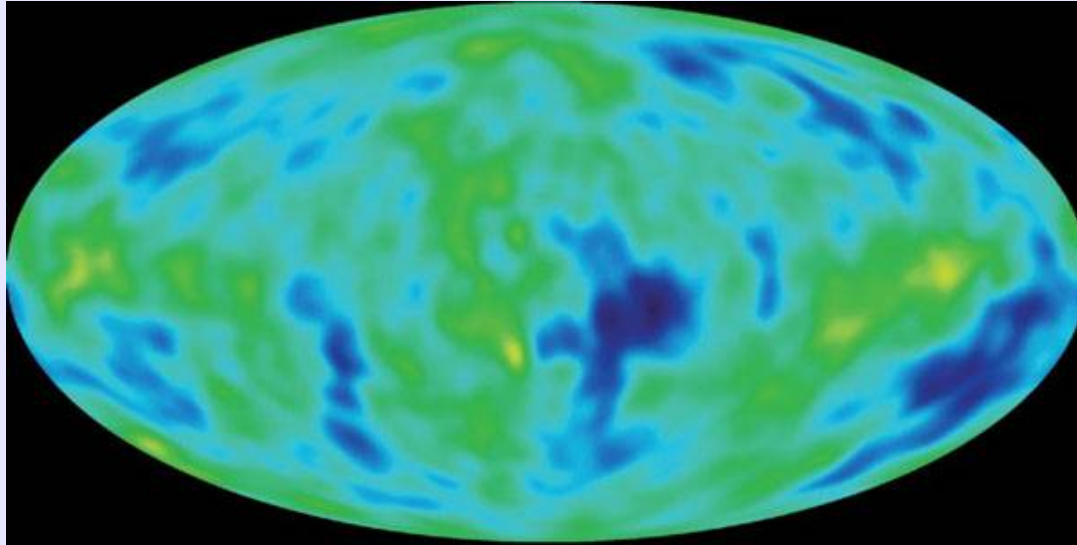
「ビッグバン直後」の宇宙とは

- 高温で高密度、そしてかなり均一な宇宙
- 構成物質は水素、ヘリウムのみ

- 初期には、水素が電離(プラズマ)状態
→ 光が電子に散乱されて透過しない

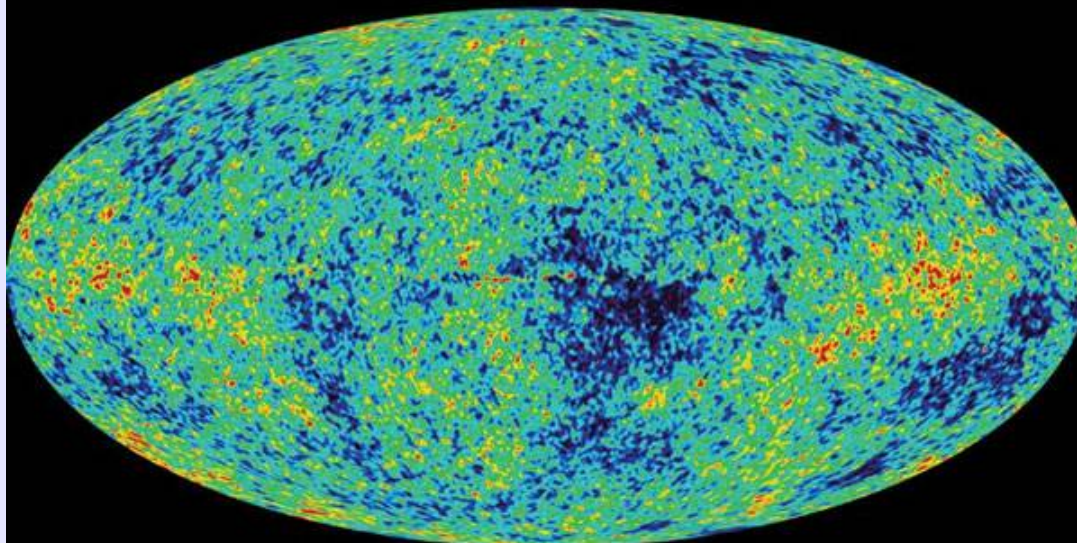
- 宇宙誕生から約38万年後に、水素が中性化
→ 宇宙の晴れ上がり
その時の宇宙の温度(数千度)に対応した放射
が宇宙全体を照らす(宇宙背景放射)

宇宙マイクロ波背景放射 ～放射の温度揺らぎのマップ



COBE衛星
によるマップ

cf.2006年
ノーベル物理学賞
(Mather, Smoot)



WMAP衛星
によるマップ

「宇宙の暗黒時代」～初代星誕生までの数億年

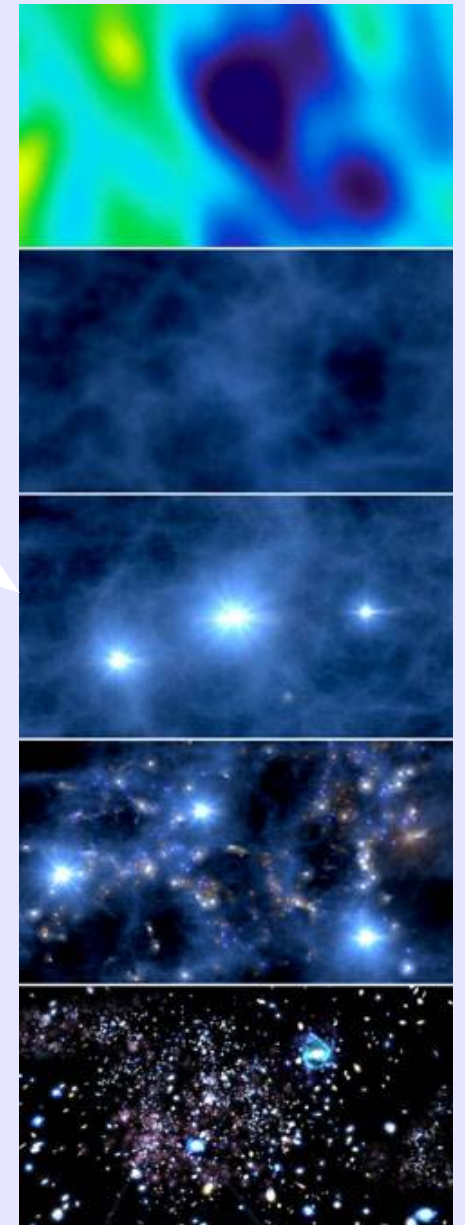
密度（暗黒物質の密度）の高いところに物質が集まり、天体が形成される。

最初は特に密度の高いところから星が生まれたらしい

初代星の誕生までには数億年を要したらしい

初代星の多くは大きな質量をもっていたらしい

計算機シミュレーション
による天体形成の研究



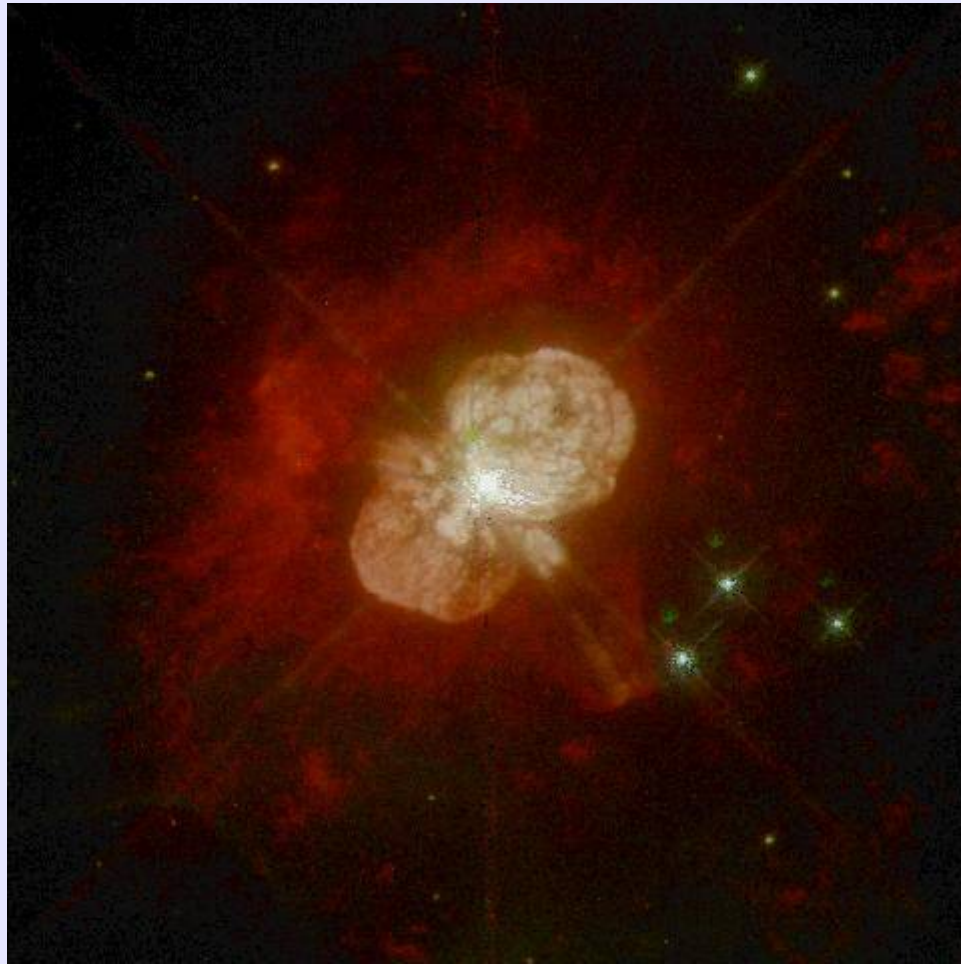
宇宙で最初の星の誕生 ～研究の重要性

- 天体(構造)形成の歴史のなかで画期的なできごと
- 宇宙史のなかで未知の時代(暗黒時代)の解明の鍵
- 宇宙論、星形成、銀河形成などの諸研究の交錯するテーマ

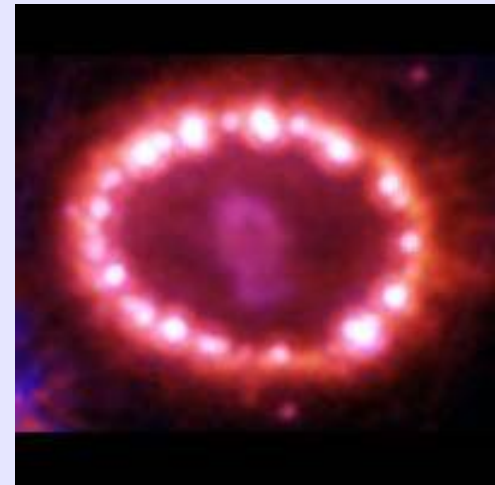
初代星とはどんな星だったか？

最初は(超)大質量星が生まれ、死んでいったらしい

(最後は超新星爆発)

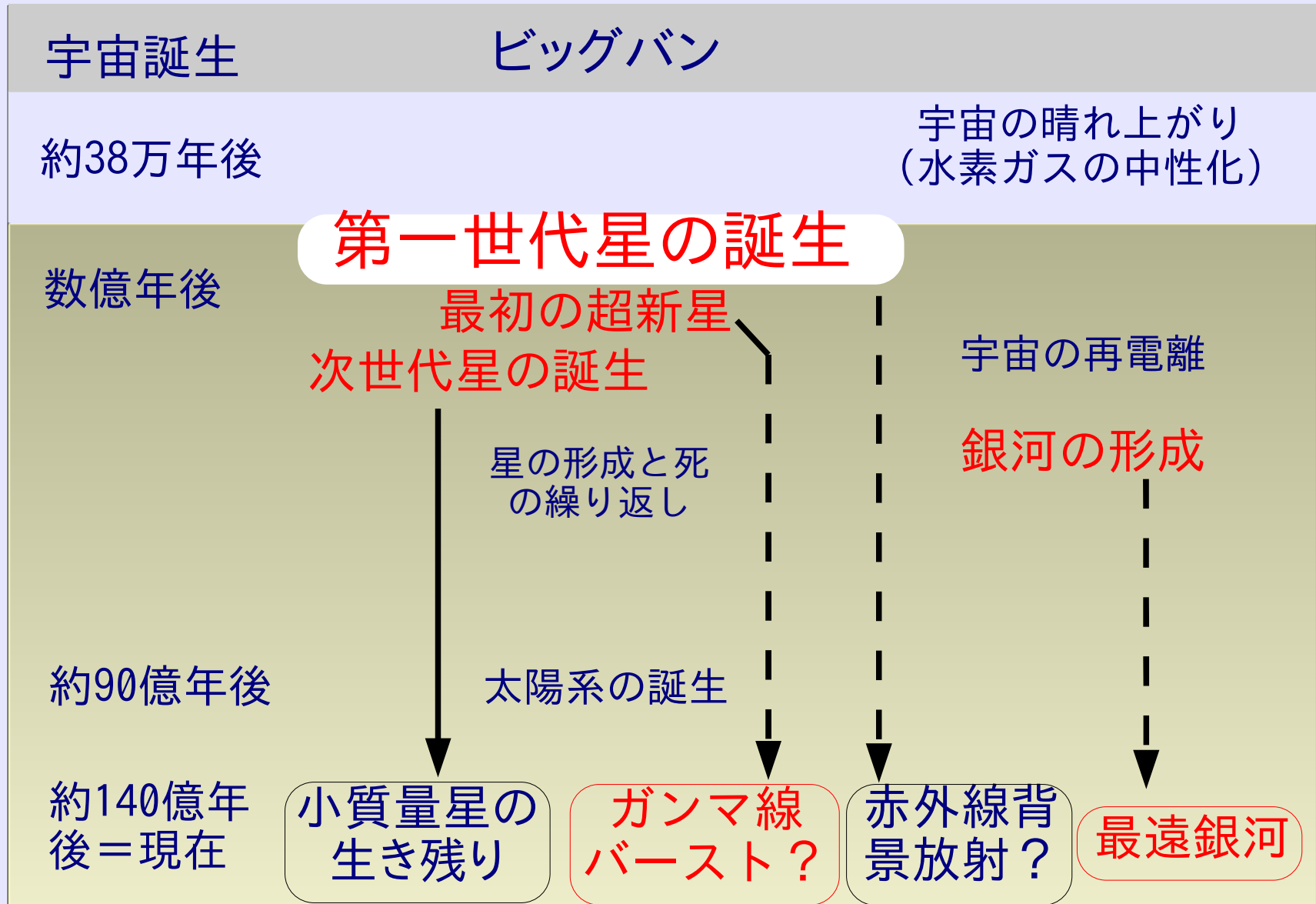


銀河系内の大質量星 η Carinae



超新星1987A
(爆発から17年後)
ハッブル望遠鏡による画像

宇宙の暗黒時代に迫る ～初代星をいかに調べるか？

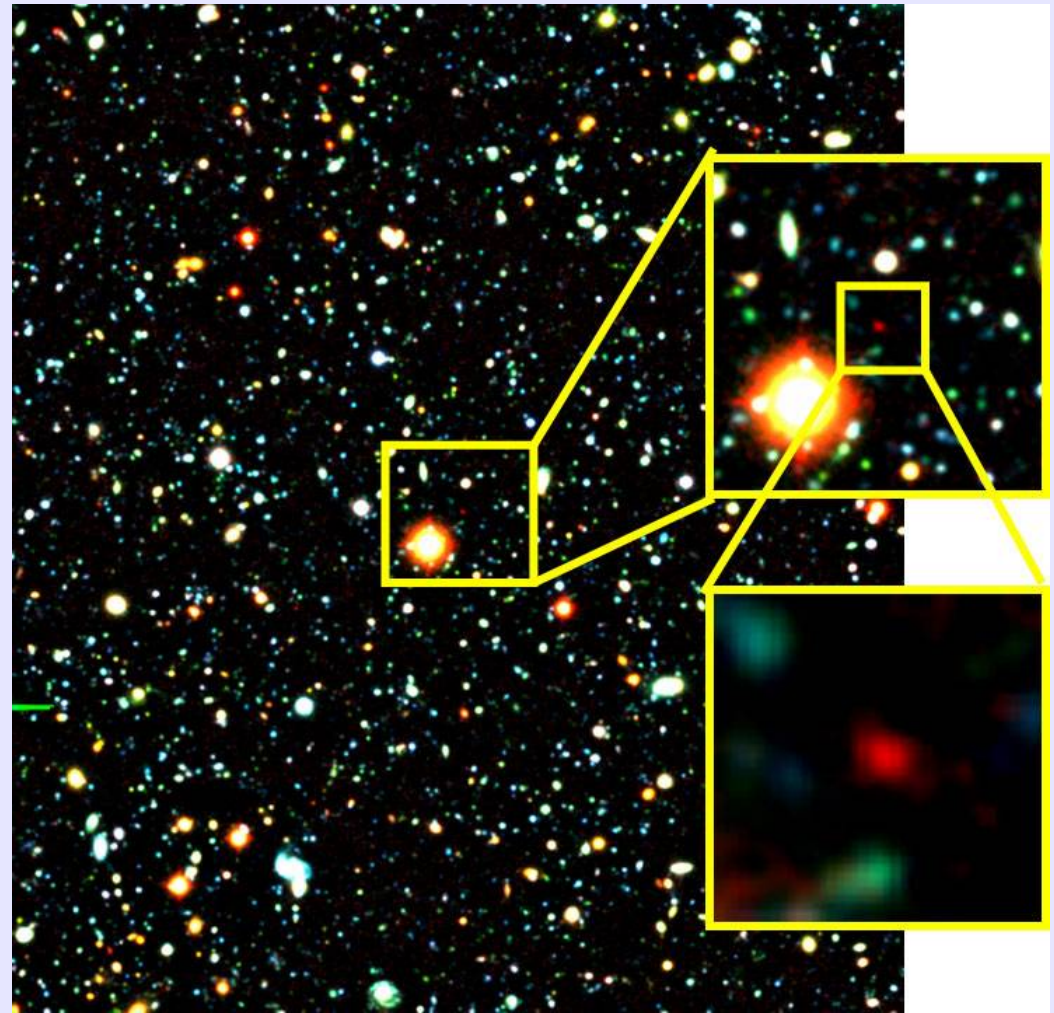


過去の宇宙を調べるには、 遠くの日体を調べればよい

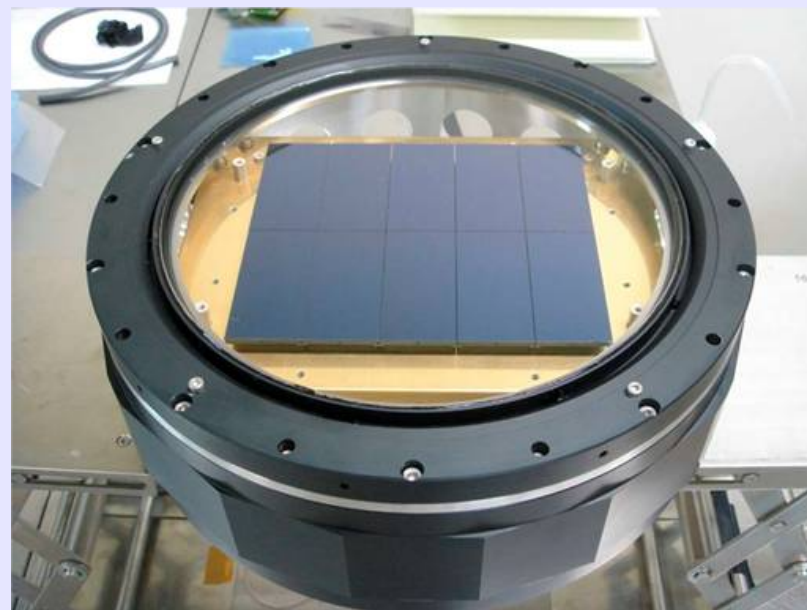
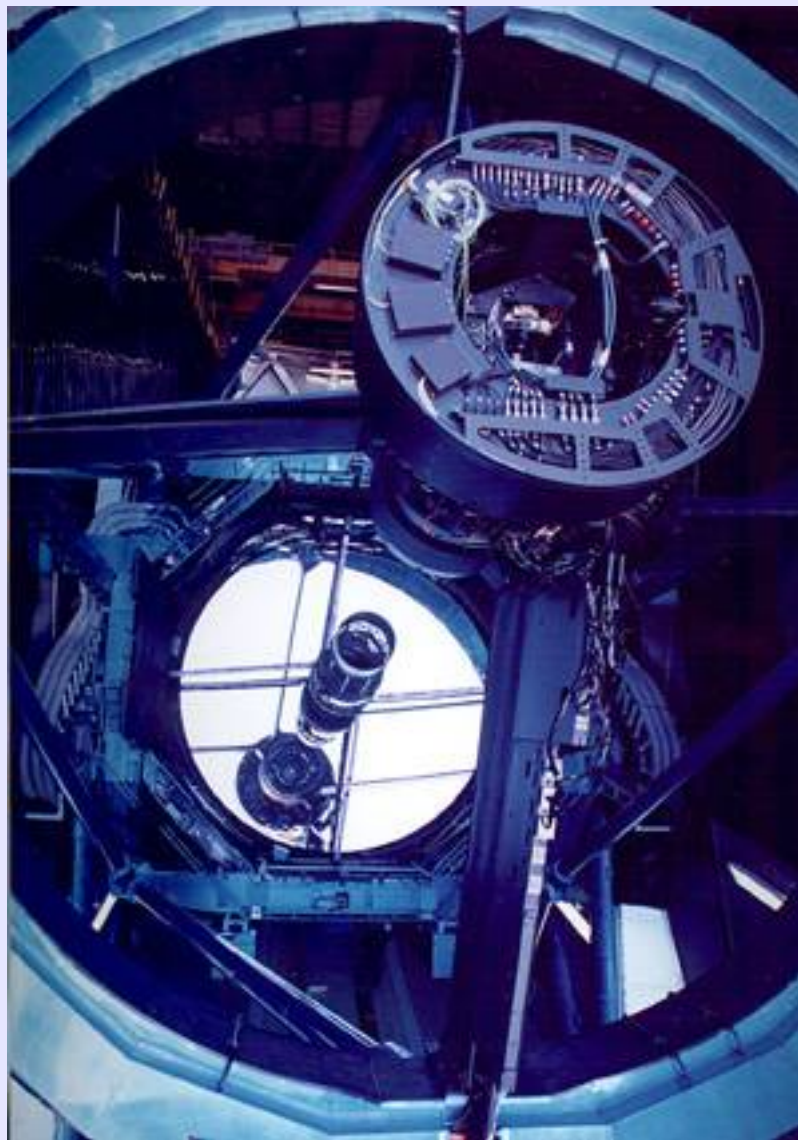
遠方銀河の探査
→宇宙誕生から約7億年
後の銀河がみつかる

このころが銀河形成
のはじまりか？

すばる望遠鏡に
よって発見された
赤方偏移7の銀河



遠方銀河探査などに威力を発揮する すばる望遠鏡主焦点カメラ



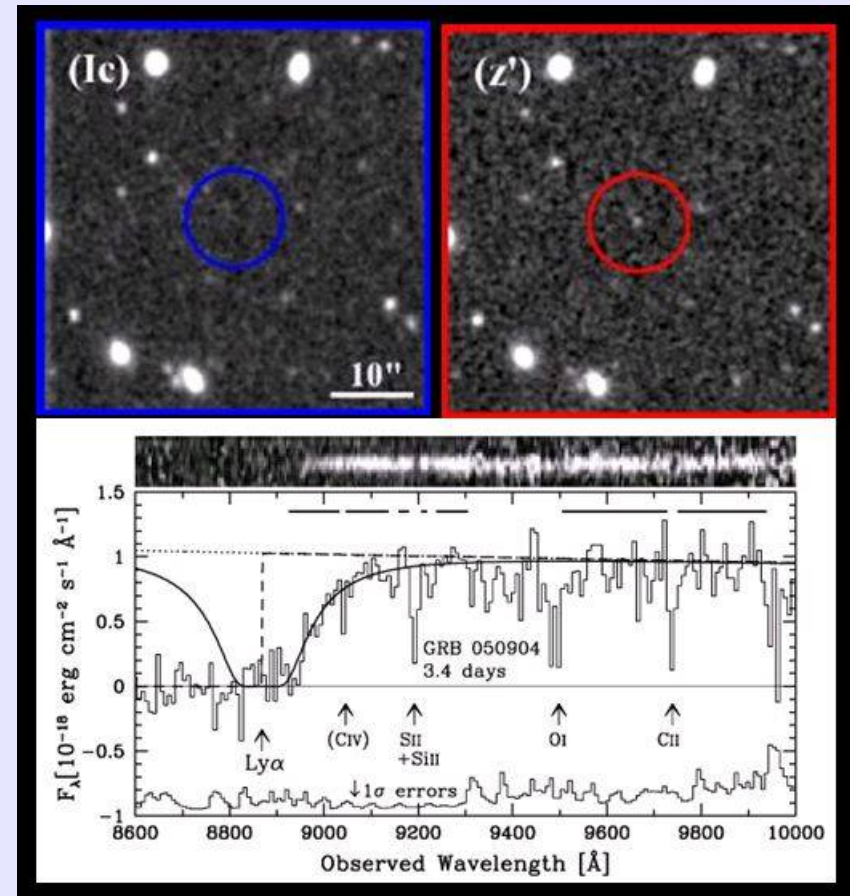
初代星の光を直接とらえられるか？

星が最後に起こす大爆発が引き起こすガンマ線バースト
ならとらえられるかも

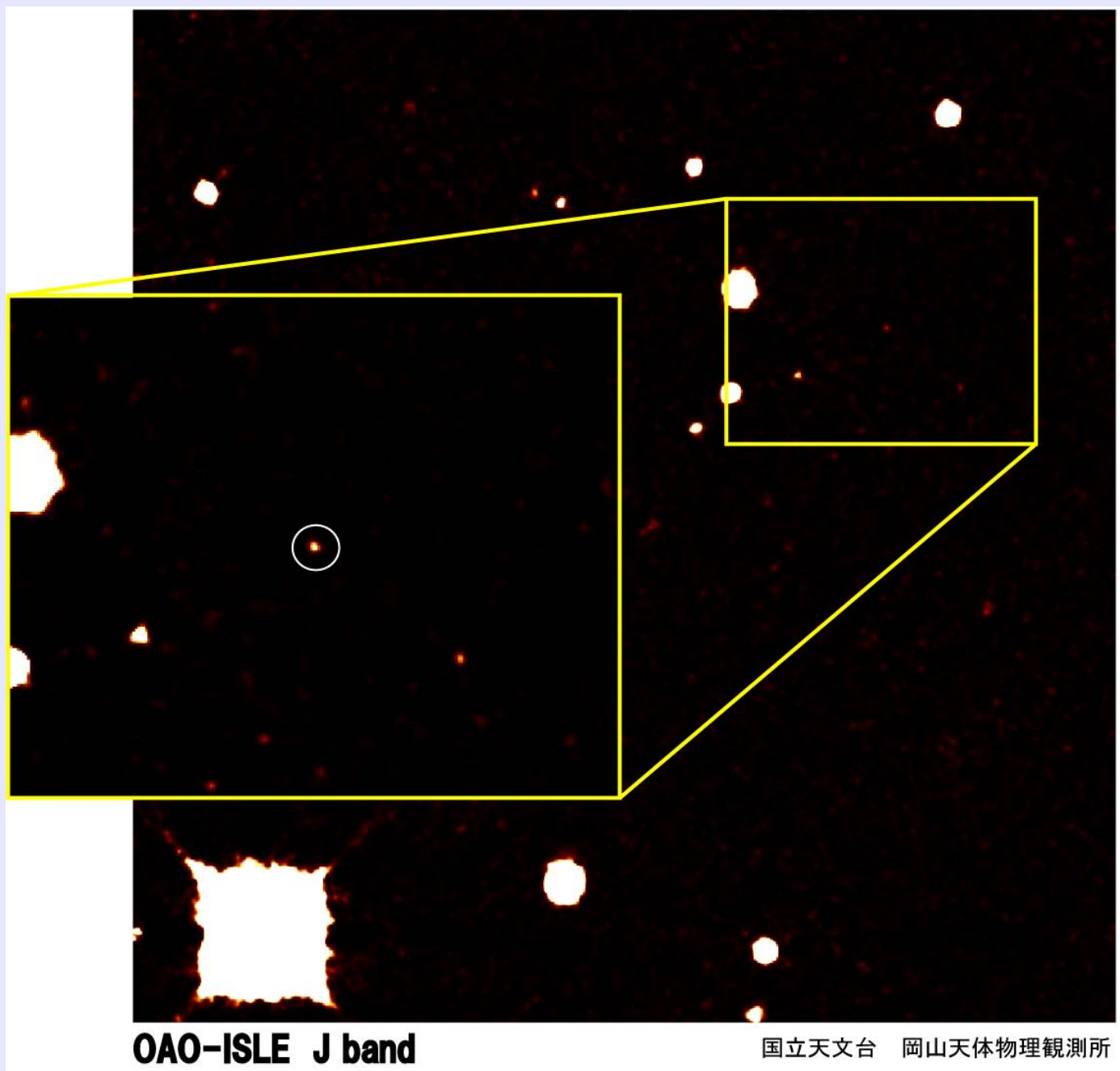


ガンマ線バースト(イラスト)

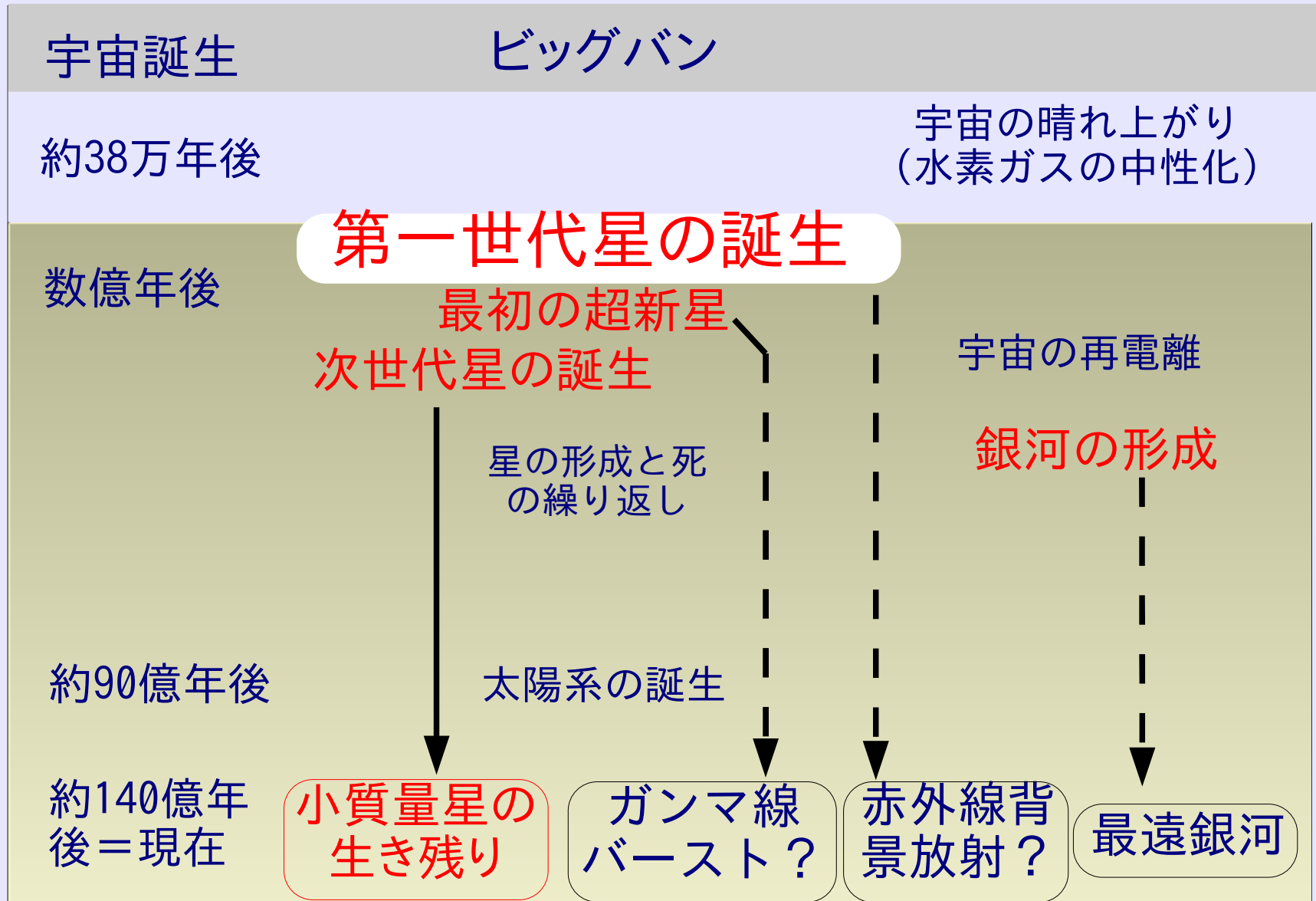
約128億光年かなたの
バーストの分光観測→



測定されたなかで最も遠い γ 線バーストGRB 090423 ($z=8.2$)



宇宙の暗黒時代に迫る ～初代星をいかに調べるか？



宇宙初代星へのもうひとつのアプローチ： 古い星の生き残りを調べる

- 銀河系にも宇宙初期に生まれた非常に古い星が生き残っている
- 星の年齢を正確に見積もるのは難しいので、重元素の含有量の少ない星を宇宙初期の星と考える
→物質の歴史についての知識が不可欠

→くわしくは第3回で

第1回 宇宙のひろがり ビッグバン後の初代星

- 宇宙は星・惑星系/銀河系/局所銀河群/超銀河団/宇宙の大規模構造などの階層構造からなっている。
- 宇宙の「構造形成の歴史」を理解することは宇宙研究の大きな目標のひとつ。(宇宙史の別の側面としては、「物質の歴史」がある。)
- 宇宙の歴史上で、初代星の誕生は重要な節目である。

