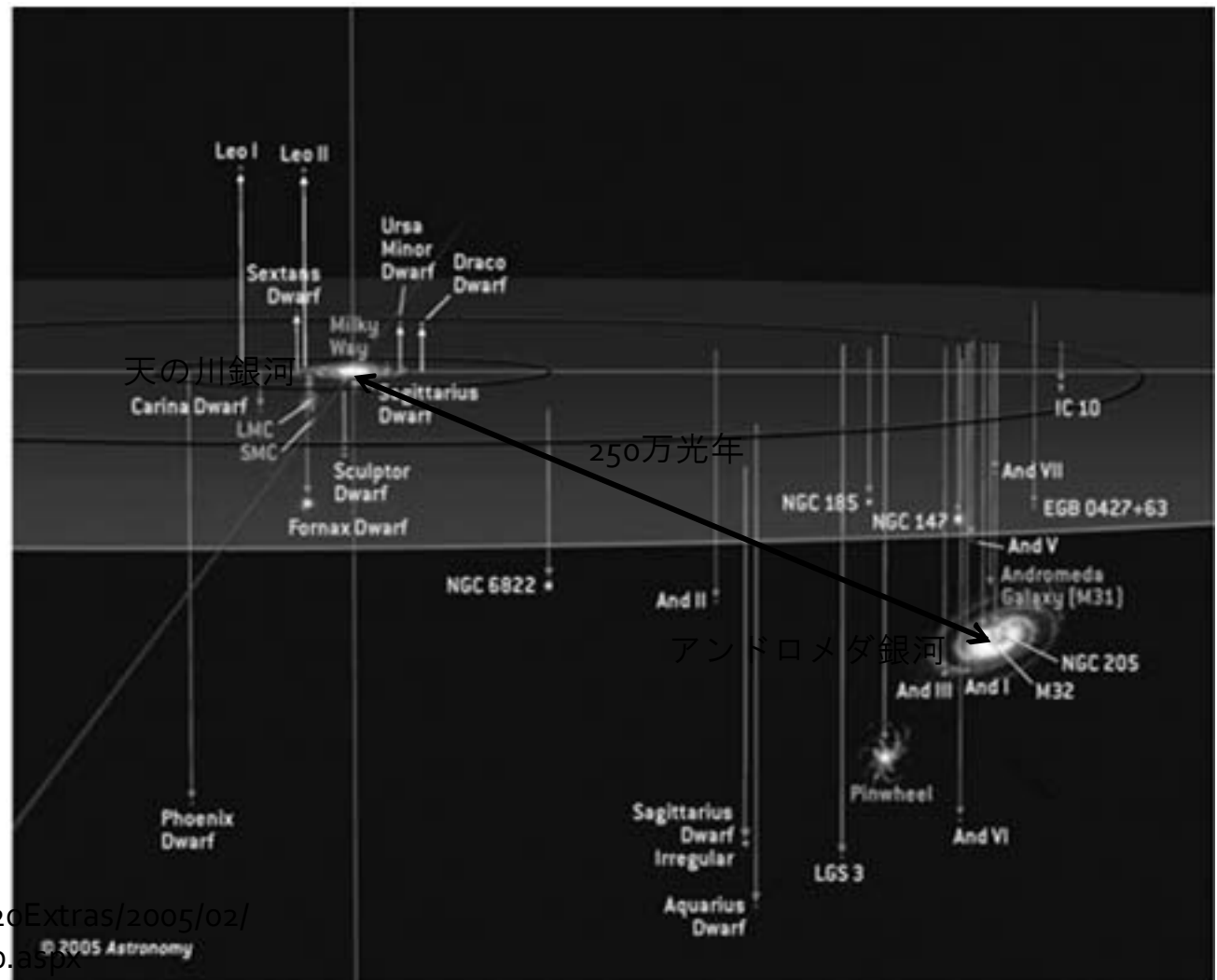


宇宙の構造

銀河団、大規模構造

銀河群

- 数個～数十個の銀河の群れ



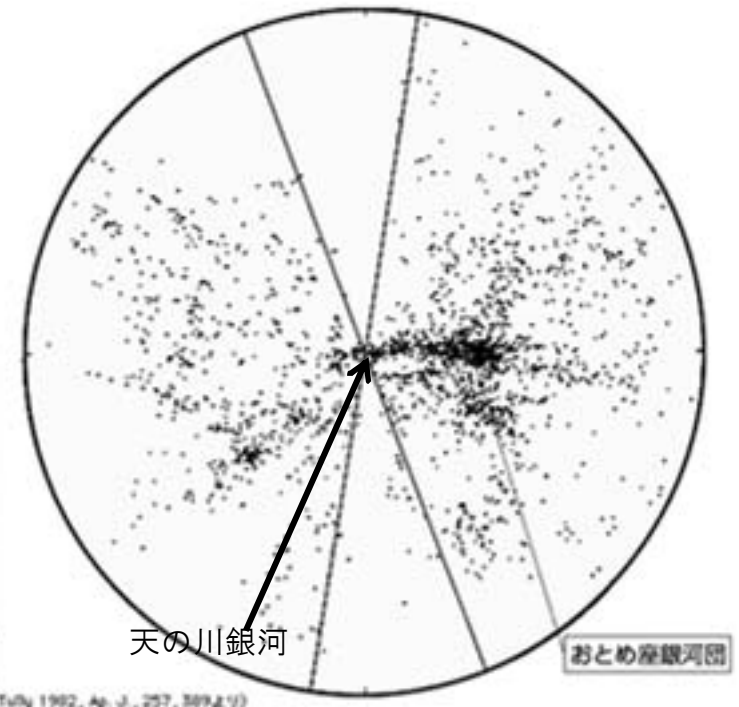
局所銀河群

<http://www.astronomy.com/en/Web%20Extras/2005/02/Dominating%20the%20Local%20Group.aspx>
© 2005 Astronomy

銀河団

- 100個程度以上の集まり

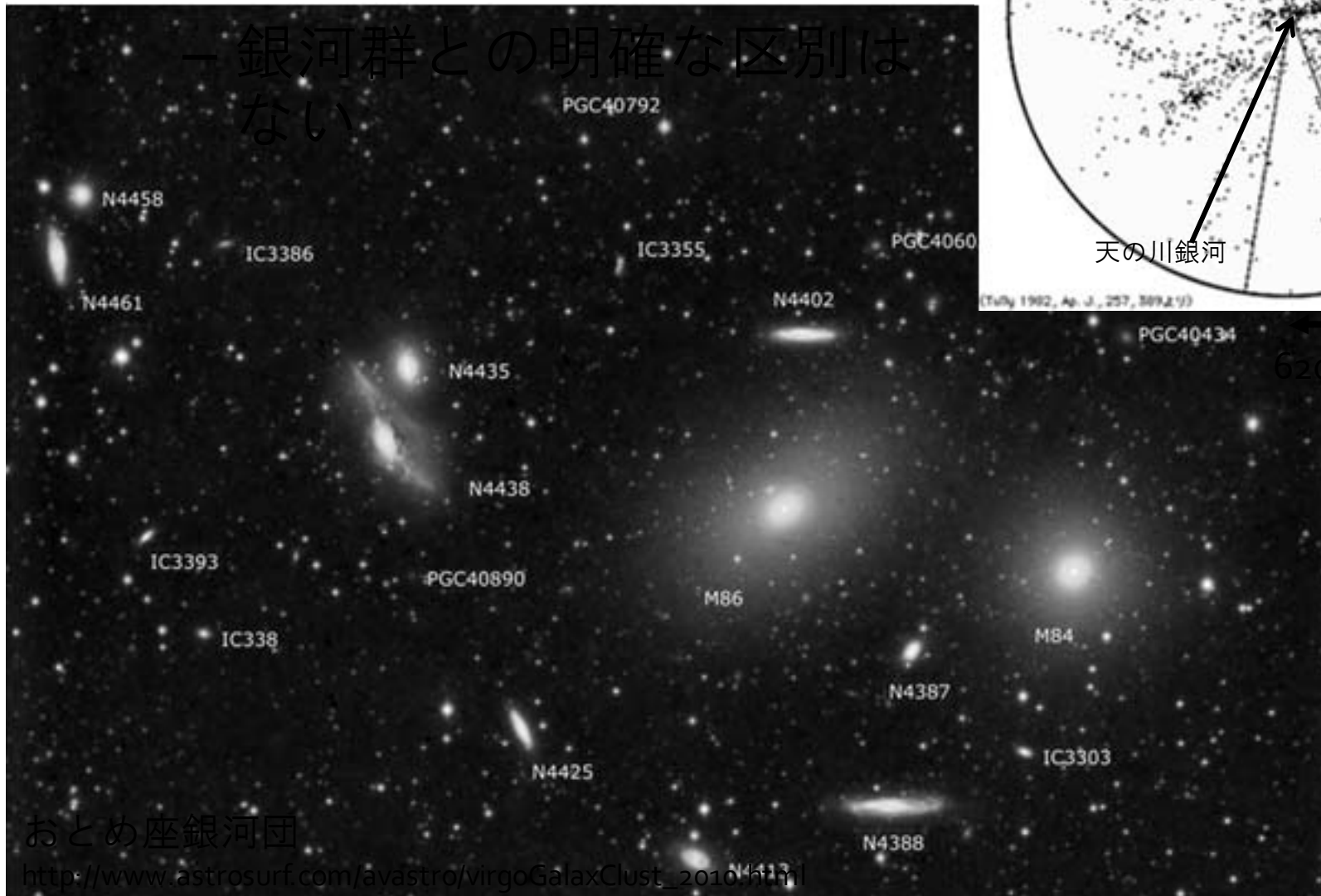
ー 銀河群との明確な区別はない



天の川銀河

おとめ座銀河団

6200万光年

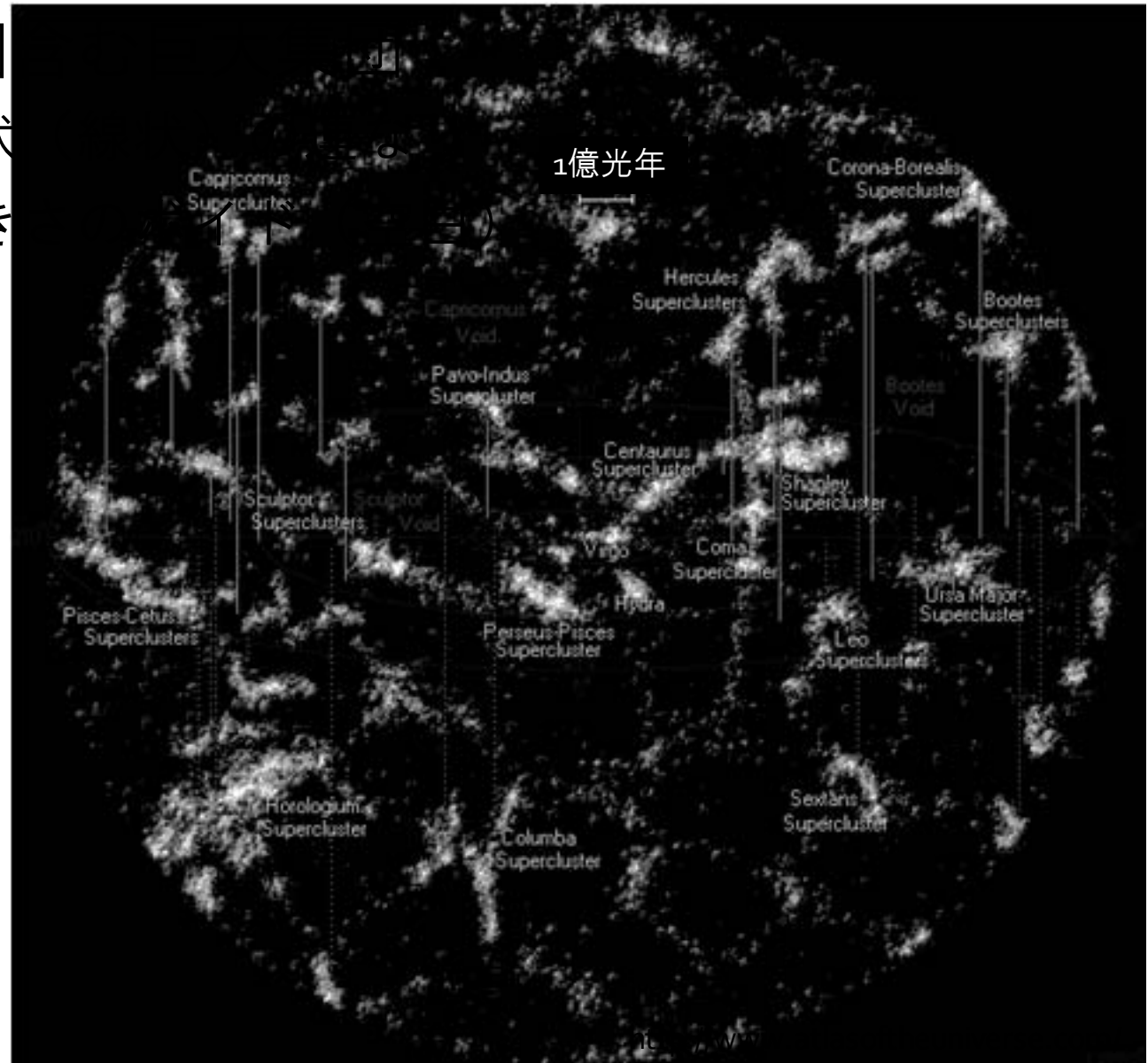


おとめ座銀河団

http://www.astrosurf.com/avastro/virgoGalaxClust_2010.html

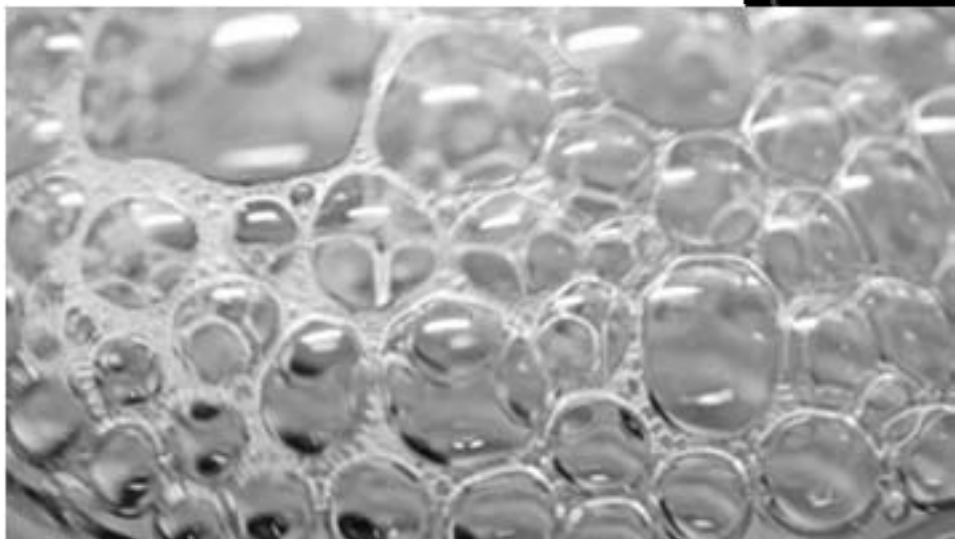
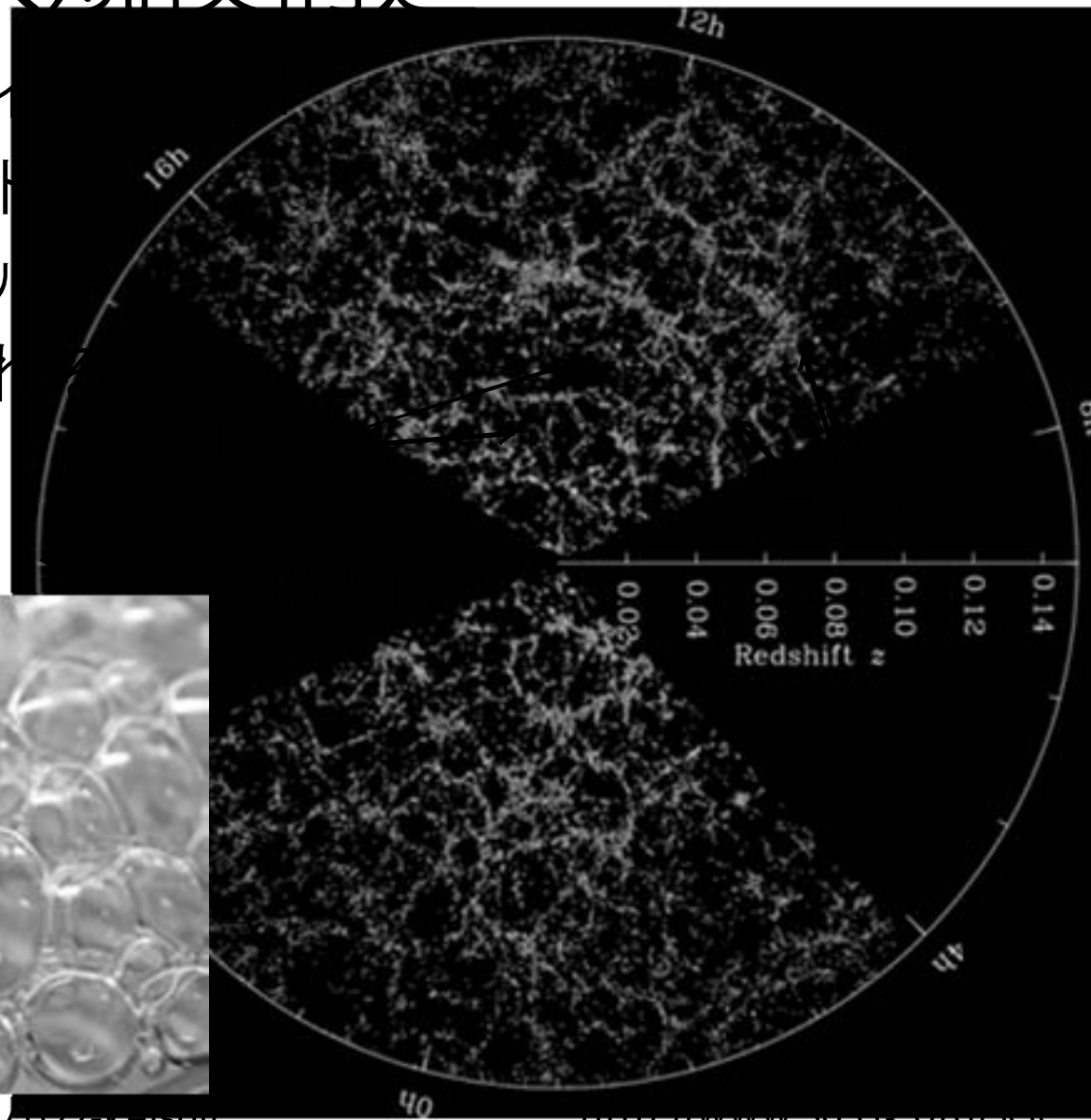
超銀河団

- 銀河団を複数個
 - フィラメント状
 - 同じ程度の大きさもある



大規模構造

- 銀河が連なるフィラメント
- 何も無い、ボイド
– 数億光年スケール
- 泡構造とも呼ばれる

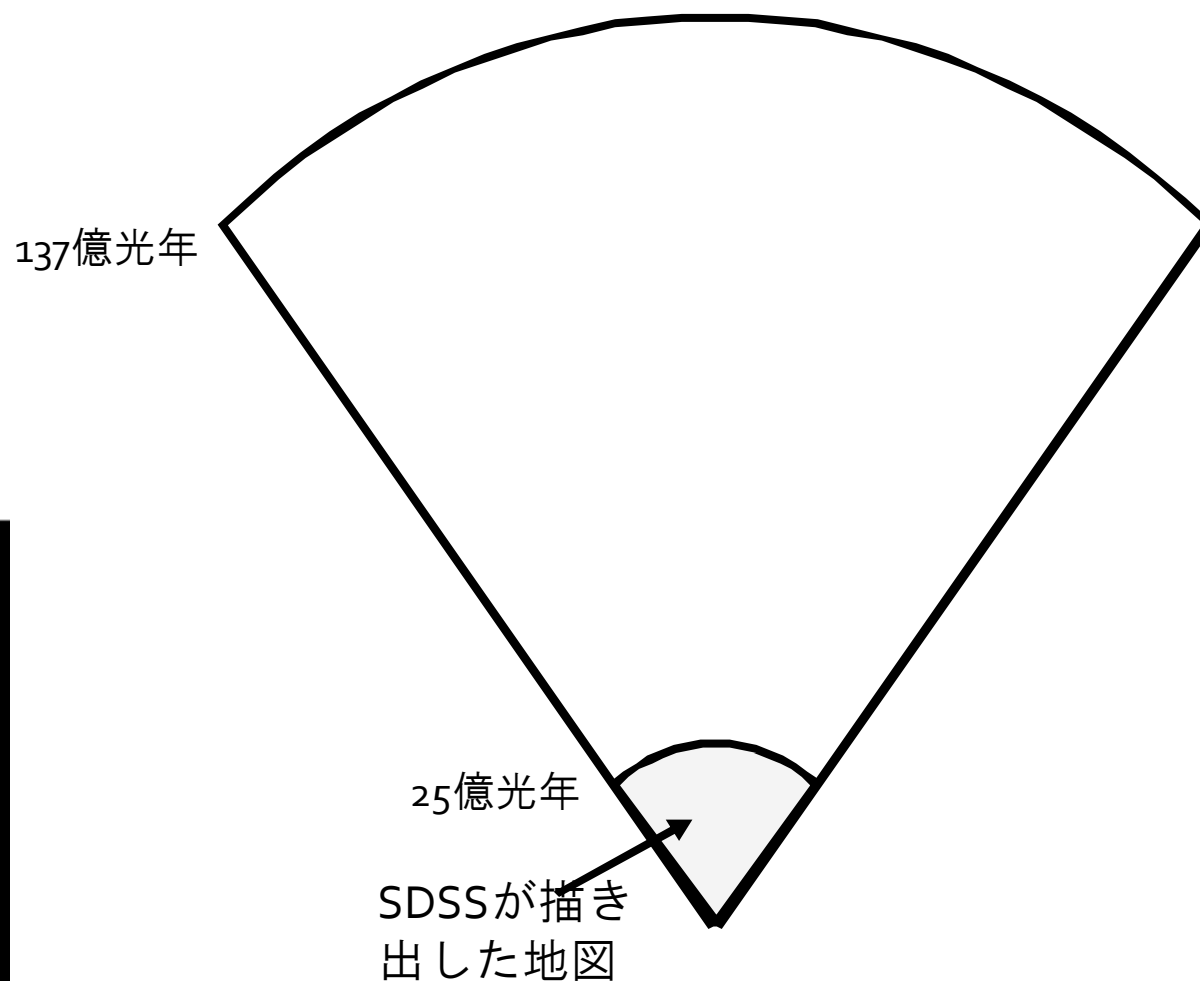
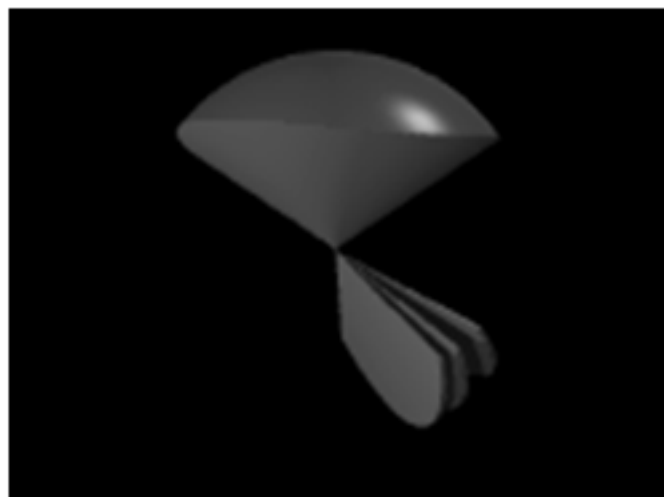


<http://keisui.com/20141213-making-4022-keisui/>

<http://www.sas33.org/sci/>

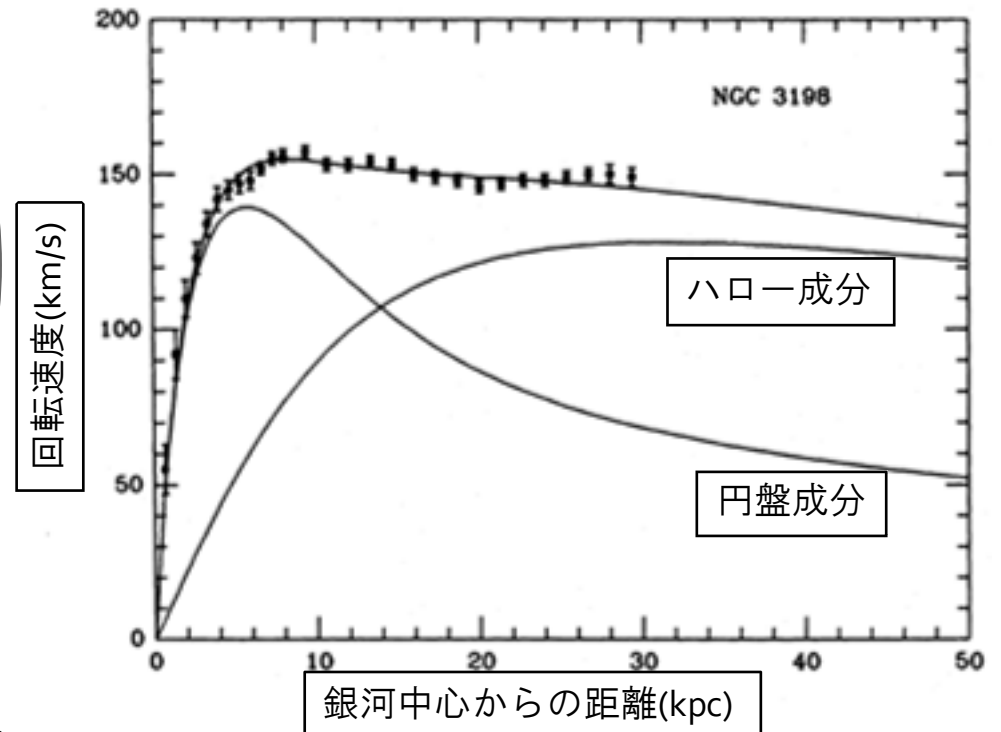
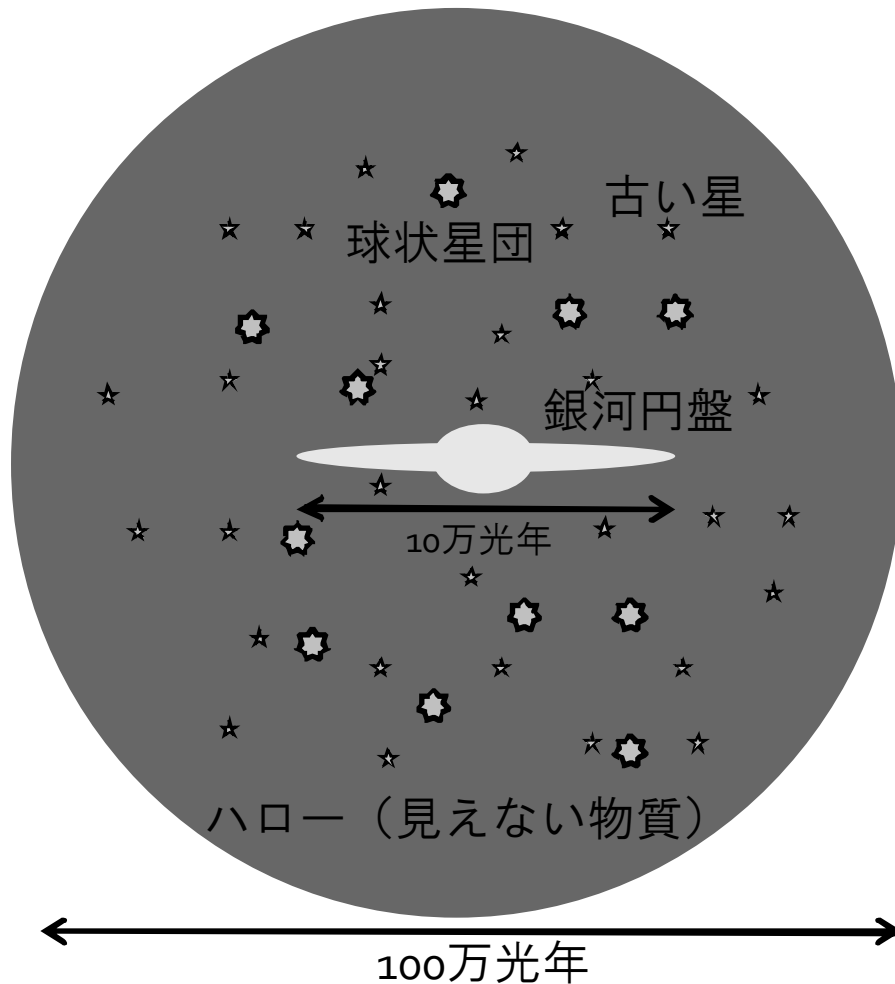
私たちはどこまで知っているのか

- 地図があるのは宇宙のごく一部
- 大部分は空白



ダークマター（暗黒物質）

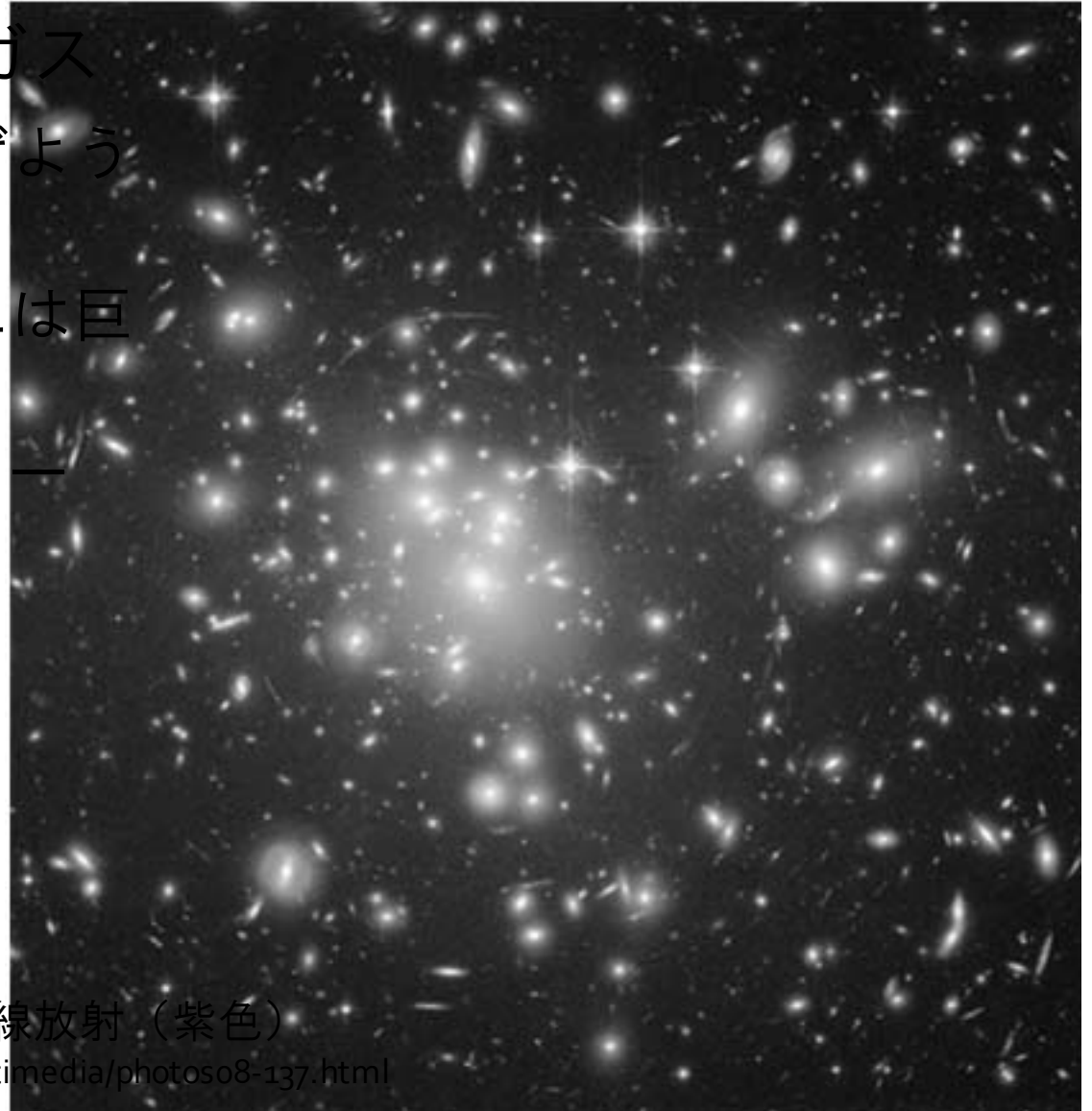
- 銀河のダークマター
 - 光る物質（星やガス）の10倍くらいのダークマター



銀河の回転速度(van Albada et al. 1985, ApJ, 295,305)

銀河団のダークマター

- 高温（数千万度）のガス
 - 熱いため膨張して逃げようとする
 - 銀河団に閉じ込めるには巨大な重力が必要
 - 10倍程度のダークマター

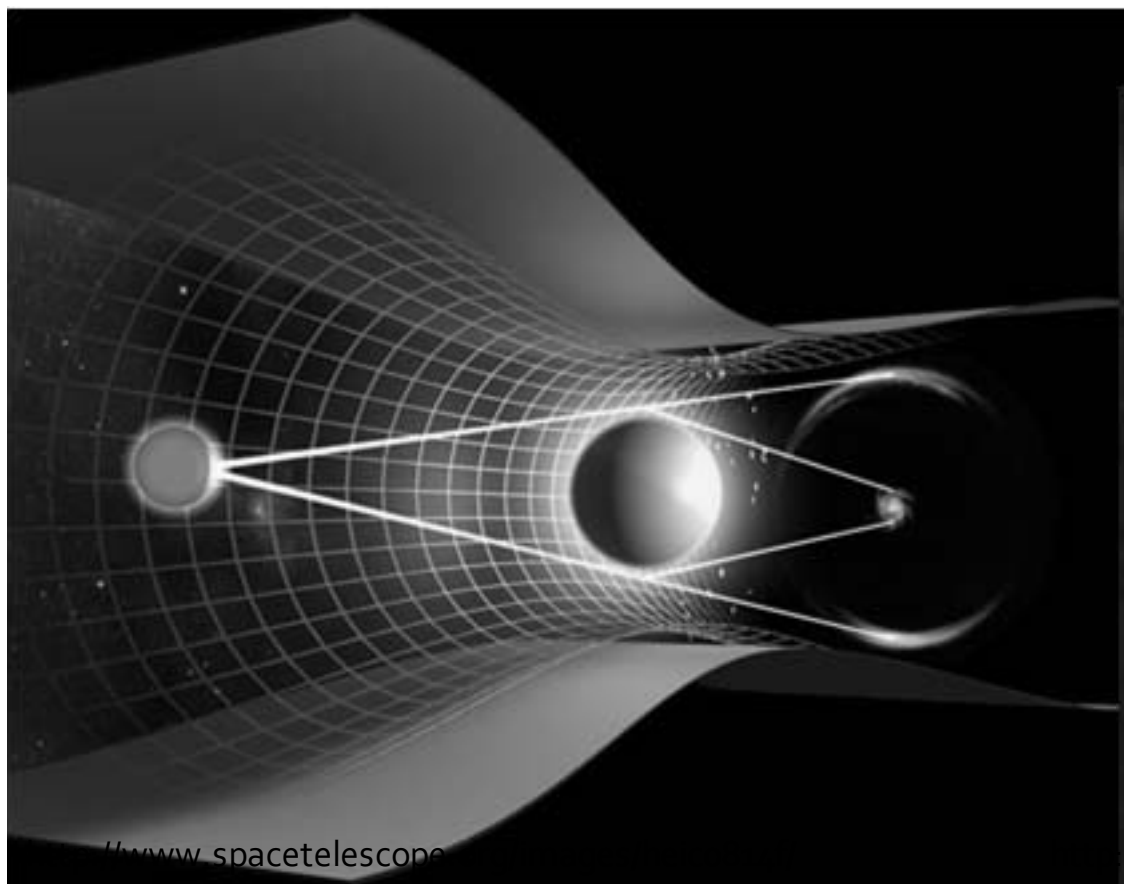


銀河団Abell 1689の高温ガスからのX線放射（紫色）

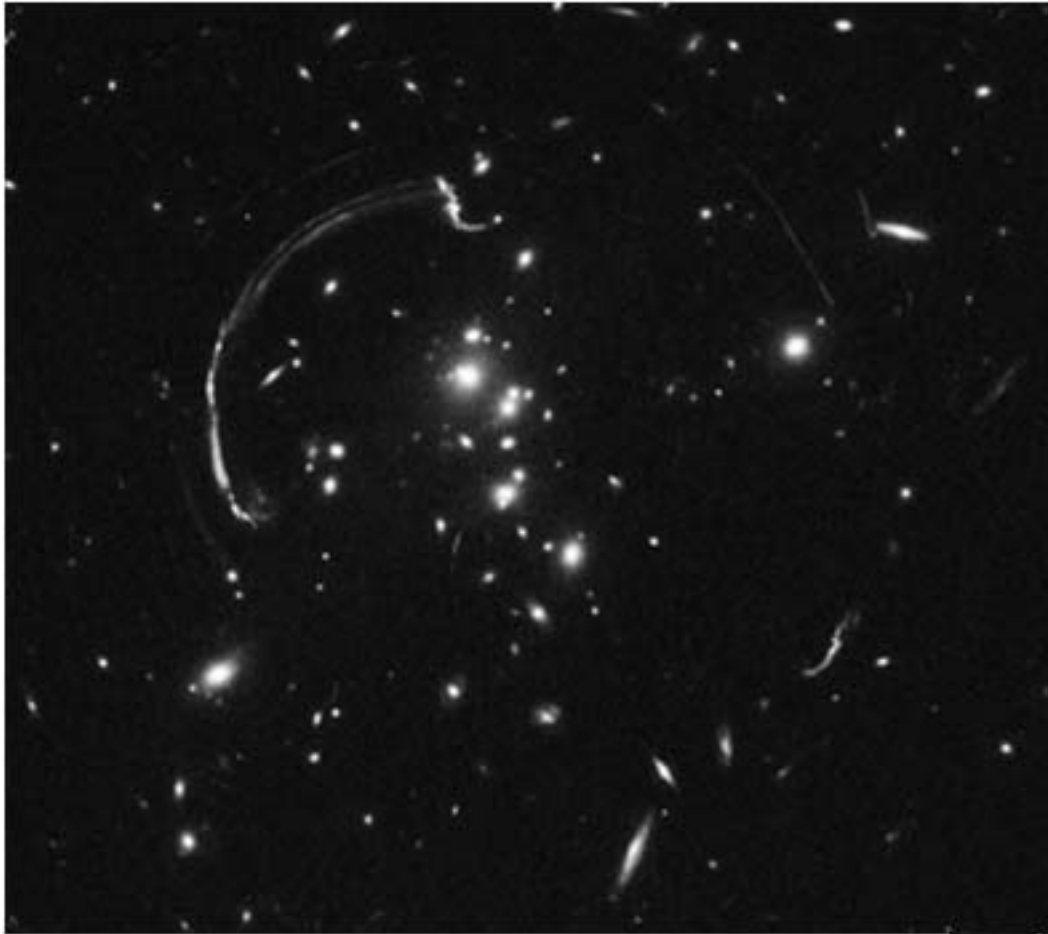
http://www.nasa.gov/mission_pages/chandra/multimedia/photos08-137.html

重力レンズ

- 銀河などの巨大な重力
– 光線が曲がる → レンズ

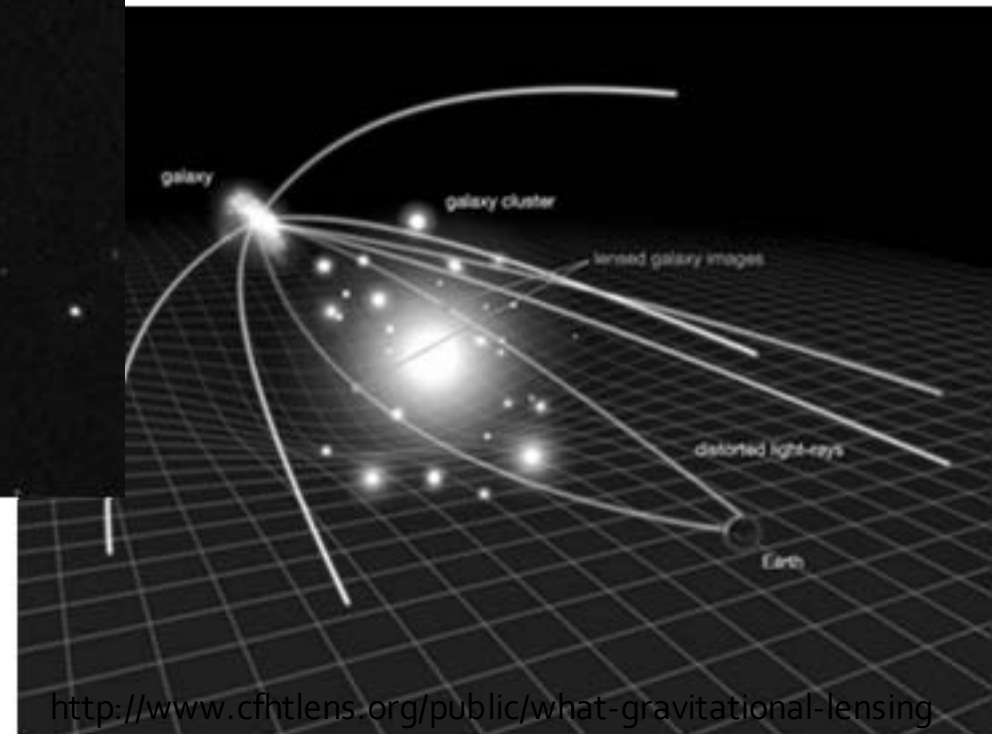


銀河団の重力レンズ



http://www.nasa.gov/mission_pages/hubble/science/magnified-galaxy_prt.htm

ダークマターの重力レンズ



<http://www.cfhtlens.org/public/what-gravitational-lensing>

重力レンズを起こすダークマター

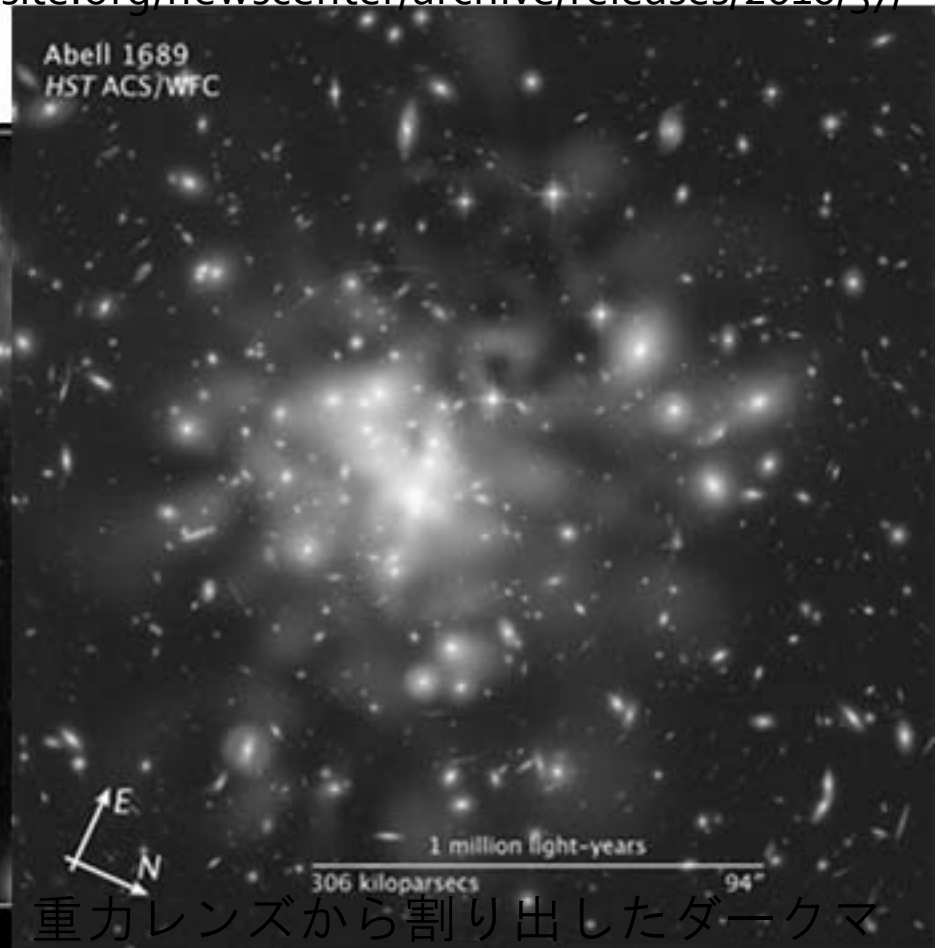
- 銀河団のダークマターは大きな重力レンズ

<http://hubblesite.org/newscenter/archive/releases/2010/37/>



Galaxy Cluster Abell 2218

NASA, A. Fruchter and the ERO Team (STScI) • STScI-PRC00-08



重力レンズから割り出したダークマ

ダークマターが何かはわかっていない

- 見える物質（星、ガス）の10倍くらい
- 見えない普通の物質（ダークバリオン）
 - 暗すぎて見えない星、ガスなど --- 見えている物質と同じくらい
 - 褐色矮星、白色矮星、中性子星、ブラックホール
 - 銀河間に薄く広がるガス
- 光と相互作用しない物質（ダークマター）
 - 普通の物質（見えないのも含めて）の5倍くらい
 - ニュートリノ --- 質量をもつが、総量は少ない
 - 未知の素粒子？

参考文献

- 「現代の天文学₄ 銀河I—銀河と宇宙の階層構造」、谷口義明ほか編、日本評論社
- 「現代宇宙論」、松原隆彦、東京大学出版会
- 「銀河系と銀河宇宙」、岡村定矩、東京大学出版会