“Mesurements of the Hubble Constant: Tensions in Perspective”
W. L. Freedman et al. (arXiv: 2106.15656)

GAゼミ@202238 関野葵

【アブスト】

Tip of Red Giant Branch (TRGB) method のキャリブレーションを複数組み合わせ、 the Carnegie Supernova Project (CSP) のIa型超新星のサンプルに適用し、ハッブル定数H_0の値を求めた。この結果はΛCDMの推定H_0と系統的に大きな差はなく、Cepheidのキャリブレーションから求められたH_0と2σ以内で一致した。TRGBによる距離決定はCepheidよりもMetallicity効果が理論的に理解されており、crowdingやblendingの効果も問題にならないため、Cepheidのデータの系統的な誤差がTRGBとの違いをもたらしていると考えられる。

【オリジナリティ】

Ia型超新星で距離がわかっている銀河のTRGB法によるH_0決定。

【ゴール】

遠方でのTRGB距離のキャリブレーション、ハッブル定数の不一致の解決。

【主な結果】

図1：TRGBゼロキャリブレーションとSN Ia較正の結果をまとめた全体フローチャート。LMCとSMCは分離型食連星(DEB)距離から、NGC4258は水メーザー距離から、銀河系の球状星団はDEB距離とGaia EDR3からキャリブレーションを行った。$H_0 = 69.8 \pm 0.6(stat) \pm 1.6(sys)$ を採用。

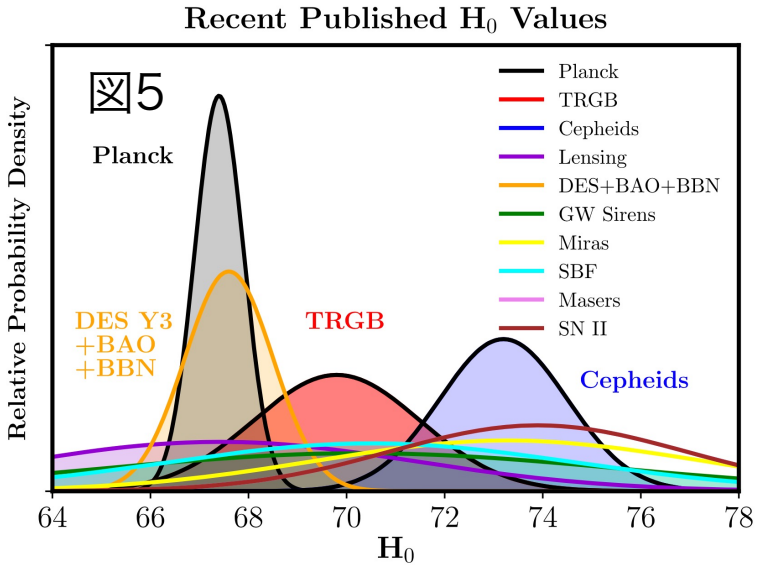
図2：青色は、 Stretch Value s_{BV} > 0.5 かつ (B - V) < 0.5 の遅い減衰で、“slowblue ”とラベル付けされている。オレンジ色に見えるのは、赤色の高速減衰型、緑色に見えるのは、TRGB距離を測定した近傍の銀河。
左上：CSPのSNe Iaの全サンプルの赤方偏移の数分布。右上：Stretch数分布。右下：ホスト銀河の質量の数分布。
Stretch Valueと色の関係から、TRGBの分布はより青く遅い減衰の分布に一致する。

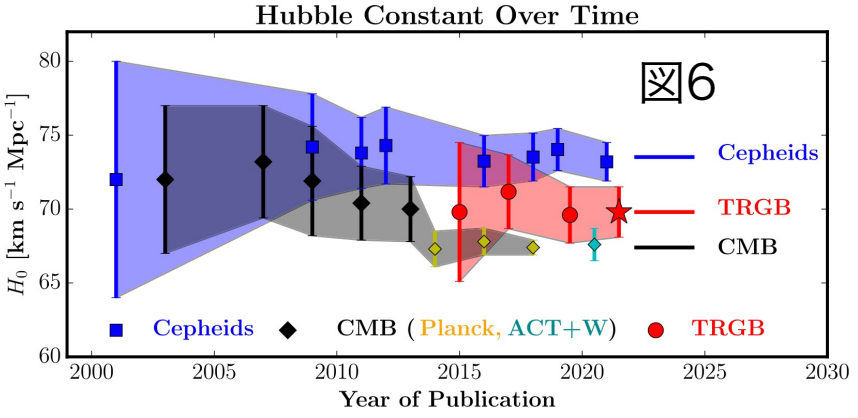
図3：各天体のTRGBから求めたH_0の値PDF。

図4：46個の銀河球状星団のサンプルに基づく、RGBの合成CMD。

図5：様々な方法で求められたH_0の値のPDF。初期宇宙モデルとローカル宇宙での値が不一致なことが明らか。ローカル宇宙の中でもCepheidとTRGBで値が一致しない。

図6：過去20年のCepheid, TRGB, CMBに基づくH_0の比較。TRGBはCMBとCepheidの値が離れていくなか中立な値を示す。





【コメント】

Gaia DR3やJames Webb Space Telescope(JWST)のサンプルでのTRGB, Cepheidのキャリブレーションがどうなるか確認したい。

図1

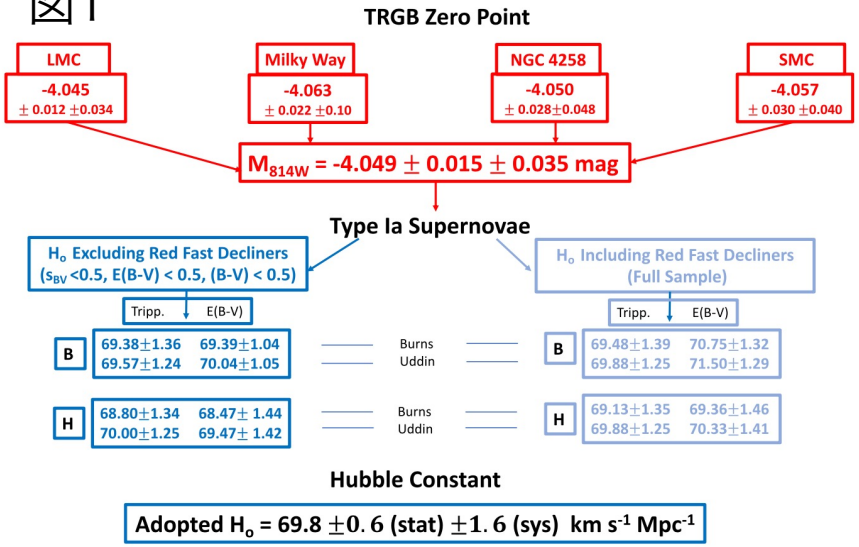

TRGB Zero Point
LMC
-4.045
± 0.012 ±0.034
Milky Way
-4.063
± 0.022 ±0.10
NGC 4258
-4.050
± 0.028±0.048
SMC
-4.057
± 0.030 ±0.040
M814W = -4.049 ± 0.015 ± 0.035 mag
Type Ia Supernovae
H0 Excluding Red Fast Decliners
(sBV <0.5, E(B-V) < 0.5, (B-V) < 0.5)
H0 Including Red Fast Decliners
(Full Sample)
Tripp.
E(B-V)
B
69.38±1.36 69.39±1.04
69.57±1.24 70.04±1.05
Burns
Uddin
69.48±1.39 70.75±1.32
69.88±1.25 71.50±1.29
H
68.80±1.34 68.47± 1.44
70.00±1.25 69.47± 1.42
69.13±1.35 69.36±1.46
69.88±1.25 70.33±1.41
Hubble Constant
Adopted H0 = 69.8 ±0. 6 (stat) ±1. 6 (sys) km s-1 Mpc-1

図2

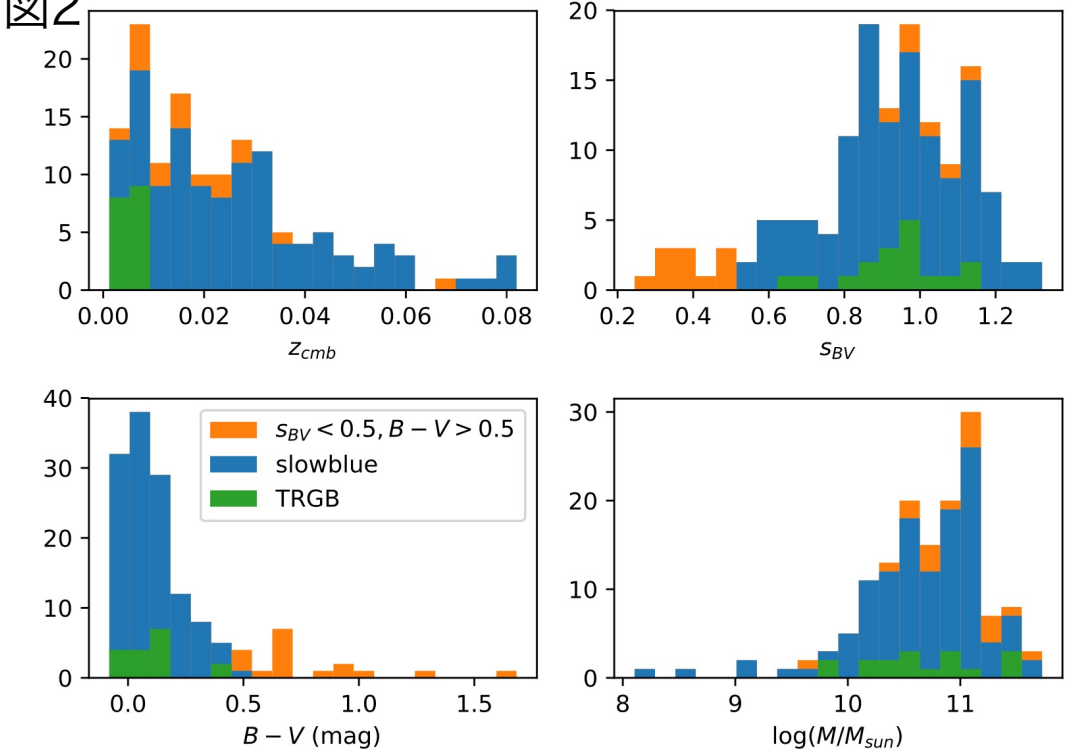

zcmb
sBV
sBV < 0.5, B − V > 0.5
slowblue
TRGB
B − V (mag)
log(M/Msun)

図3

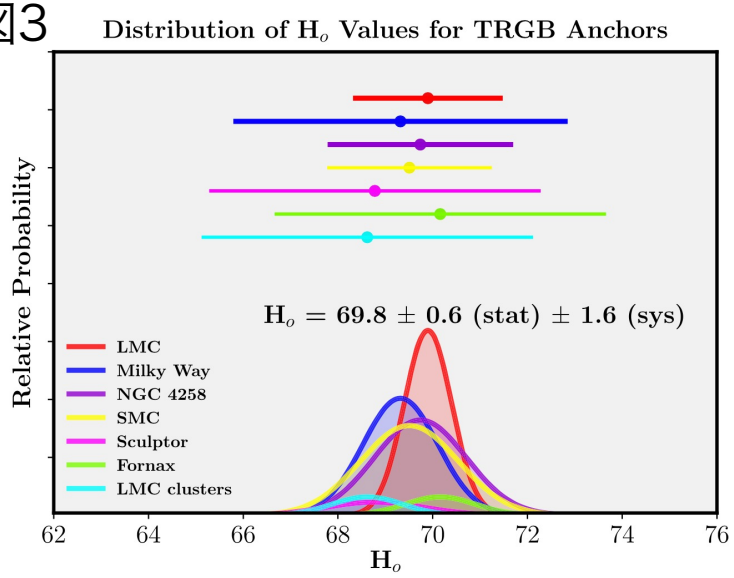
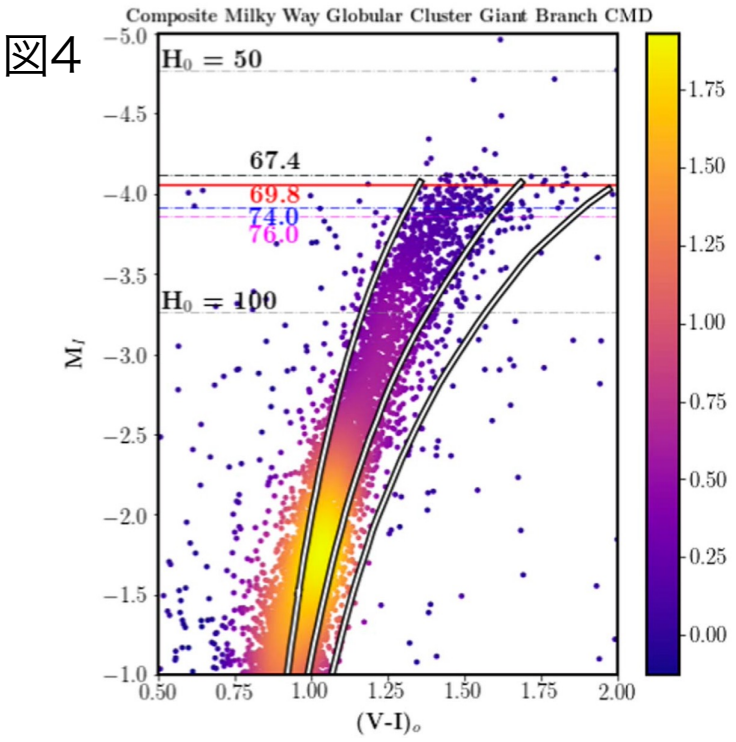

Distribution of Ho Values for TRGB Anchors
Relative Probability
Ho = 69.8 ± 0.6 (stat) ± 1.6 (sys)
LMC
Milky Way
NGC 4258
SMC
Sculptor
Fornax
LMC clusters
Ho

図4


Composite Milky Way Globular Cluster Giant Branch CMD
H0 = 50
67.4
69.8
74.0
76.0
H0 = 100
MI
(V-I)o