

これまでとこれから

- なぜ観測的宇宙論だったのか
- 最近の興味と結果

2022、Aug.25 天文夏の学校

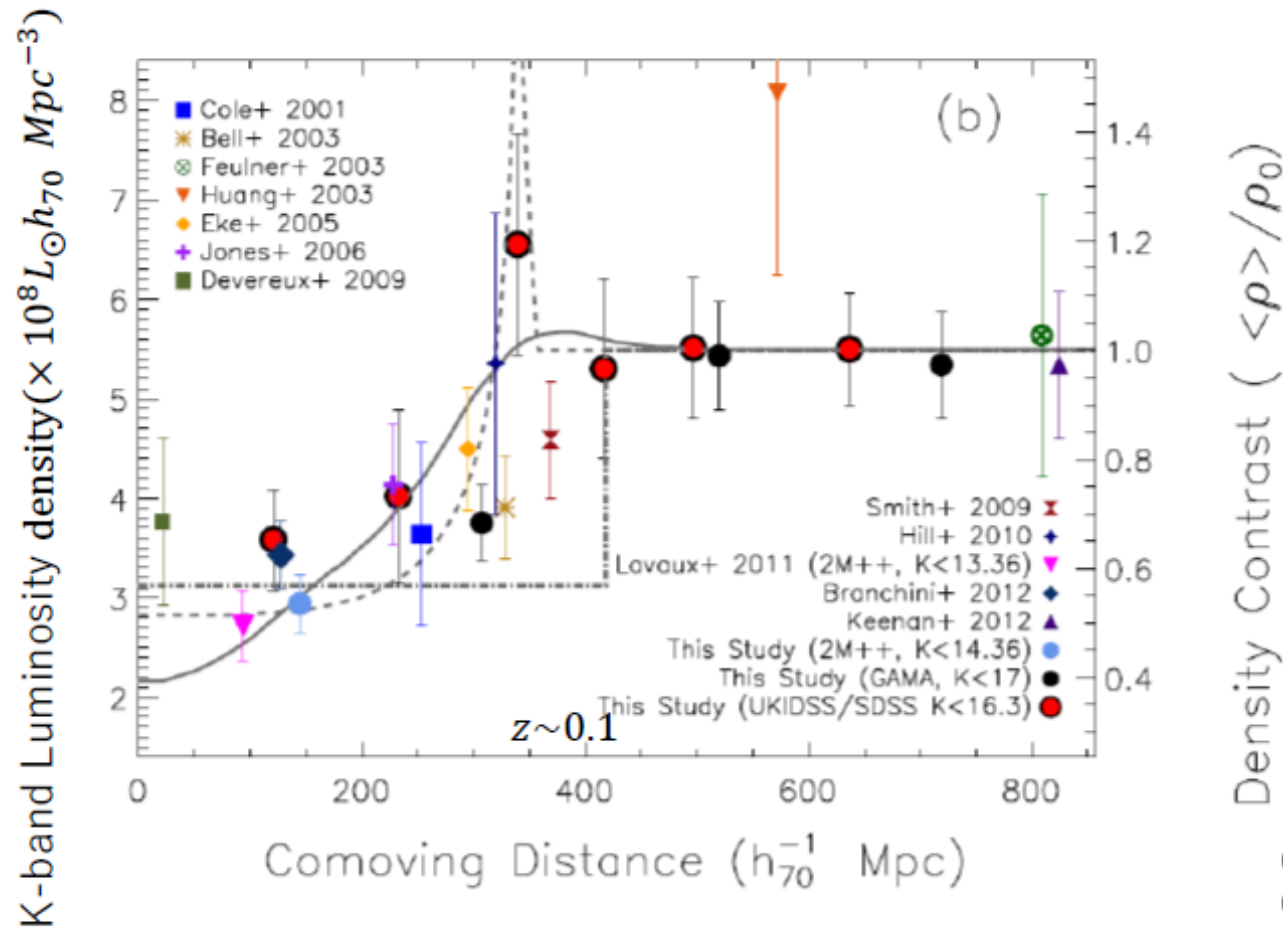
二間瀬、京産大

これまで

- 1981 Ph.D Supervisor B.F. Schutz
Gravitational radiation reaction in GR
1974 PRS1913+16
~1980 GW by 2.5pN ! ?? By J. Ehlers
- Post-doc 1981~1987
MPA(Ehlers), Wasgington Univ.(Will), Cardiff(Schutz)
- 1987~1995 Hirosaki Univ.
1990 E. Turner, M. Fukugita $\rightarrow \Lambda$ by GL statistic
 $\Lambda \rightarrow$ Perturbation of DeSitter + Anti-DeSitter
m-z relation of SNIa (Hamana) } 後悔：徹底的にやっておけば…
- 1995~2016 Tohoku Univ (M. Tosa)
First professor of astronomy who does not know astronomy
1999 Subaru First light $\rightarrow$ weak lens
Post-docでMPAにいたころ院生で知っていた. Schneider を呼んで教えてもらった

今とこれから

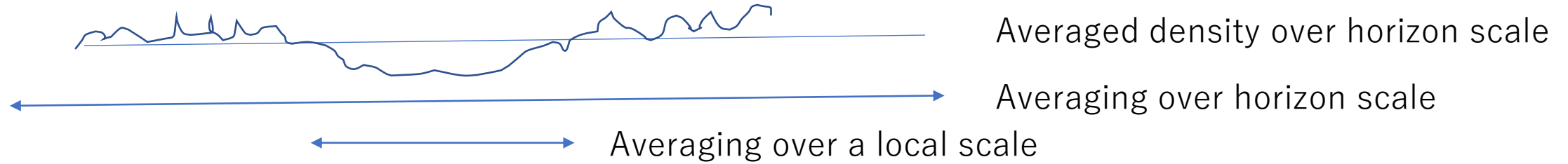
- Hubble tension GRの枠内で非一様性で解決できないか？



by Keenan, Barger and Cowie, ApJ, 775 (2014)

Weak lensing of Voids show low density region. by K. Umetsu

Averaging of Einstein Equation



Friedmann Universe appears as the result of averaging

$$ds^2 = -(1 + 2A) dt^2 + a^2 (\gamma_{ij} + 2E_{|ij} + 2F\delta_{ij}) (dx^i + B^{|i}dt) (dx^j + B^{|j}dt)$$

After averaging Einstein equation

$$\left(\frac{\dot{a}_D}{a_D}\right)^2 + \frac{10\langle\Delta\phi\rangle_D}{9a_D^2} = \frac{8\pi G}{3}\langle\rho\rangle_{Dm} + \frac{\Lambda}{3}$$

$$\frac{\ddot{a}_D}{a_D} = -\frac{4\pi G}{3}\langle\rho\rangle_{Dm} + \frac{\Lambda}{3}$$

$$K_{\text{eff}} = \frac{10\langle\Delta\phi\rangle_D}{9} = \frac{5}{3}\Omega_{m0}H_0^2\langle Q_+\rangle_D$$

$$\mathcal{D} \equiv Q_+(x)D_+(t). \quad \text{Density contrast}$$

where

$$H_{D0} = H_0 \left(1 - \frac{1}{3}f(t_0)\langle\delta\rangle_{Dt_0}\right) > H_0 \quad \text{when } \delta < 0$$

- JWST+TMT+.....



➡ Higher-order
weak lensing

観測の進展

Spaceからの観測は小さく淡い天体が
多数、それらの形状は単純ではない

単純な統計量が増加（誰でもできる）
より精密な理論（理論家の存在意義）

Flexion

$$\beta = \theta - \partial\Phi(\theta),$$

$$d\beta = (1 - \kappa) d\theta - \gamma_L d\theta^* - \frac{1}{4} \left(2F_L d\theta_0^2 + F_L^* d\theta_2^2 + G_L d\theta_{-2}^2 \right)$$

$$\begin{aligned} \kappa &\equiv \frac{1}{2} \partial\partial^*\Phi \quad \text{convergence} & F_L &\equiv \partial\partial\partial^*\Phi \quad \text{First flexion} \\ \gamma_L &\equiv \frac{1}{2} \partial\partial\Phi, \quad \text{shear} & G_L &\equiv \partial\partial\partial\Phi. \quad \text{Second flexion} \end{aligned}$$

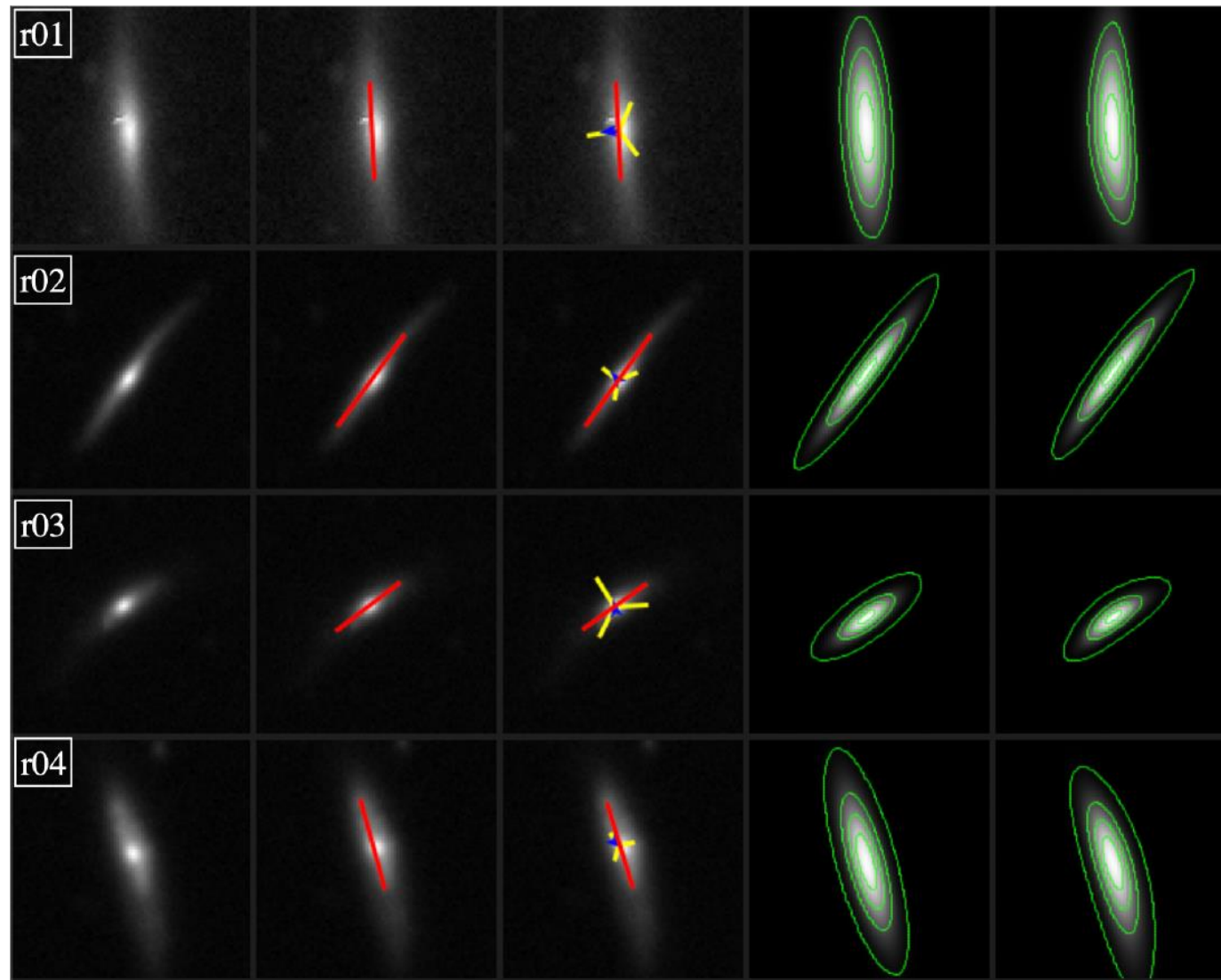
Shape measurement: Multipole moments

$$\mathcal{M}_M^N = \int d^2\theta J(\theta) \left(d\theta - g_C d\theta^* - \frac{1}{4} \left(2\mathcal{F}_C d\theta_0^2 + \mathcal{H}_C d\theta_2^2 + \mathcal{G}_C d\theta_{-2}^2 \right) \right)_M^N A(\theta) W(d\theta)$$

$$\mathcal{F}_L = \frac{3 \langle \mathcal{F}_{E'} \rangle - \langle g_C \rangle \langle \mathcal{F}_{E'} \rangle^*}{9 - |\langle g_C \rangle|^2}$$

$$\mathcal{G}_L = \langle \mathcal{G}_{E'} \rangle - \langle g_C \rangle \frac{(6 - |\langle g_C \rangle|^2) \langle \mathcal{F}_{E'} \rangle + \langle g_C \rangle \langle \mathcal{F}_{E'} \rangle^*}{9 - |\langle g_C \rangle|^2},$$

ここに現れるすべての量はshear,
1st. and 3rd flexion で表される

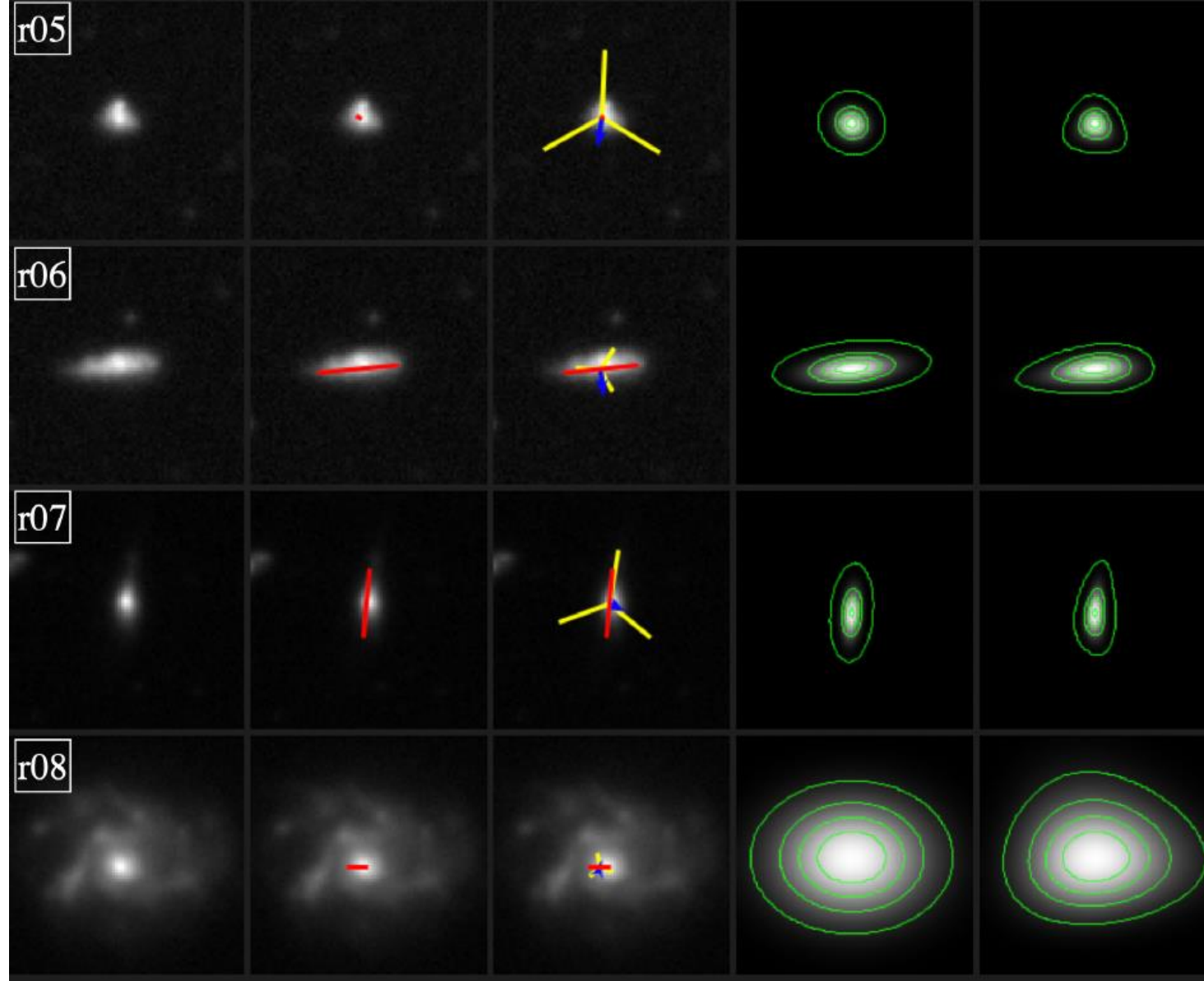


Y. Okura and T.F
MNRAS in press

Shear(ERA)は高次がないとして測定
Shear(FIRE)はshearとflexionを同時測定
形状によっては10%程度結果は違う



label	RA(α)	DEC(δ)	radius	ERA shear	FIRE shear	FIRE 1st flexion	FIRE 2nd flexion
r01	10:13:54.8943	-01:57:43.0774	6.889	-0.6307-0.0671i	-0.6298-0.0696i	-0.0123-0.0013i	-0.0187-0.0072i
r02	16:12:14.8949	+56:44:17.1208	3.722	-0.2313+0.7186i	-0.2355+0.7053i	-0.0059+0.0060i	0.0056+0.0129i
r03	11:13:47.0297	-01:55:25.1553	3.595	0.1558+0.5084i	0.1481+0.4955i	-0.0009+0.0046i	0.0219+0.0034i
r04	12:58:01.9188	-01:54:07.5197	5.913	-0.5271-0.3087i	-0.4976-0.3157i	0.0028-0.0023i	0.0087+0.0055i



r05	16:03:23.3183	+54:34:27.3041	3.464	0.0286-0.0348i	0.0046-0.0308i	-0.0031-0.0197i	-0.0037-0.0435i
r06	16:04:36.7630	+55:22:33.6183	4.465	0.5217+0.0942i	0.4824+0.0874i	0.0017-0.0180i	-0.0159+0.0025i
r07	16:11:59.4176	+54:55:30.7773	3.051	-0.4529+0.0718i	-0.4440+0.0638i	0.0102-0.0059i	-0.0169-0.0306i
r08	10:14:35.7885	-01:46:43.0972	13.849	0.1387+0.0003i	0.1481+0.0112i	0.0015+0.0049i	0.0057-0.0070i

- あまり先を考えずに、やりたいことができることをやる
- 芋づる式に関連することが出てくるので、面白くないと思っても5年後、10年後思いがけず重要になるかもしれないので徹底的にやる
- あなたが理論家なら、新しい観測装置が出たらより精密なより高次の理論を考える。
- 分野によるだろうが、日本の将来は悲観的にしか思えない。
Permanent positionは外国の方が条件面も将来的な生活も日本よりいい。積極的に外国で職を得ることを考える