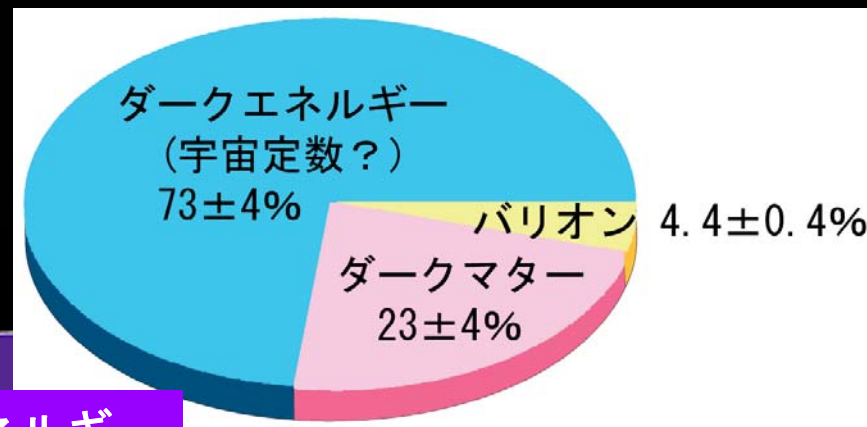


ダークエネルギーと WFMOS

2000年代



第2回すばる戦略WG

国立天文台

2006年2月2日

1990年代

1980年代

1970年代

ダークエネルギー

バリオン以外の
ダークマター

光を出さない
バリオン

星・銀河(バリオン)

東京大学大学院
理学系研究科物理学専攻
須藤 靖

前置き： 私の個人的立場

- R.EllisをPIとするWF MOS概念設計検討グループに入っているので、**意見にバイアスがかかっている可能性は否定できない**
- しかし、最近の私自身の研究は、宇宙論パラメータに関するものよりも、系外惑星に関するものに比重が移っていることも事実
 - 2002年度から2006年度に、PIあるいは主要なco-Iとしてのすばる観測申請は5回認められているが、すべて系外惑星観測に関するもの
- したがって、例えば惑星観測かWF MOSか、といった二者択一的な議論には絶対反対で、奇麗事に思われるかもしれないが少なくともこの2テーマに関しては、あくまで共存共栄の道をめざしたいと考えている

宇宙観は本当に進化したか？

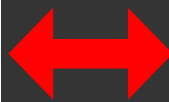
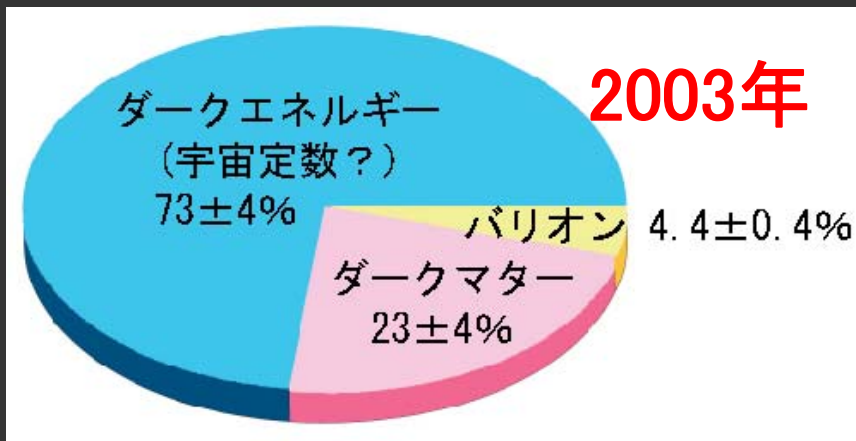
古代エジプト



古代中国



古代インド



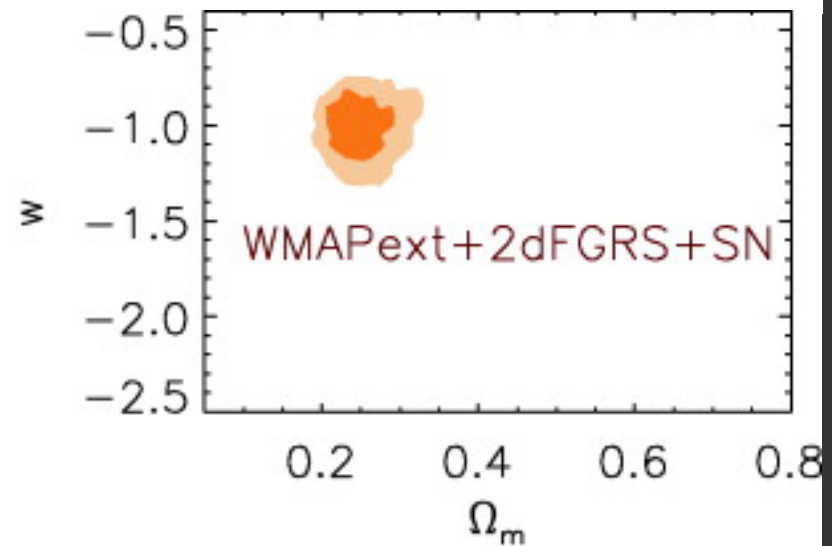
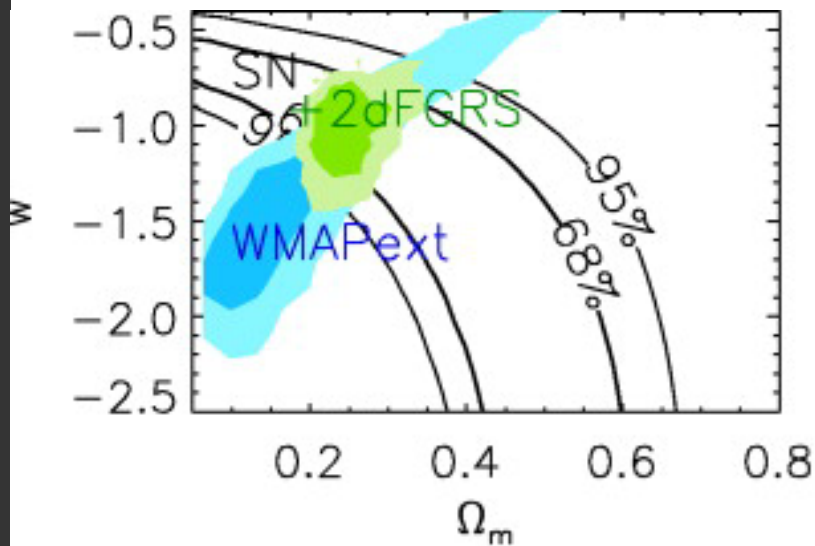
ダークエネルギー—探査観測の意義

- **宇宙は本当に加速膨張しているか**
 - 観測的な系統誤差？
 - 超新星データに対する、ダストや進化効果の存在？
- **ダークエネルギーか？一般相対論の限界か？**
 - 宇宙論的スケールでの自然法則の一般相対論からのずれをダークエネルギーの存在と誤解しているだけ？
 - 仮にそうならば、ダークエネルギーの存在以上に重要な科学的 (>> 物理学的) 大発見！
- **もし、ダークエネルギーが実在するならば、それは宇宙定数か？**
 - その実効的な状態方程式は？
 - 理論の論文は無数にあるが、意味のあるものはない
 - 現時点では、天文観測以外で解明する手段はない

現状のまとめ：ダークエネルギーは宇宙定数か？

- **ダークエネルギーの状態方程式**（現時点では物理ではない、単なるパラメトリゼーション）
 - $p=w\rho \Rightarrow \rho(t) \propto a(t)^{-3(w+1)}$
 - $w=-1$: 宇宙定数
 - $-1 < w < -1/3$: (一般の)ダークエネルギー
- **WMAP+others $\Rightarrow w = -0.98 \pm 0.12$**

Spergel et al. ApJS 148(2003)175

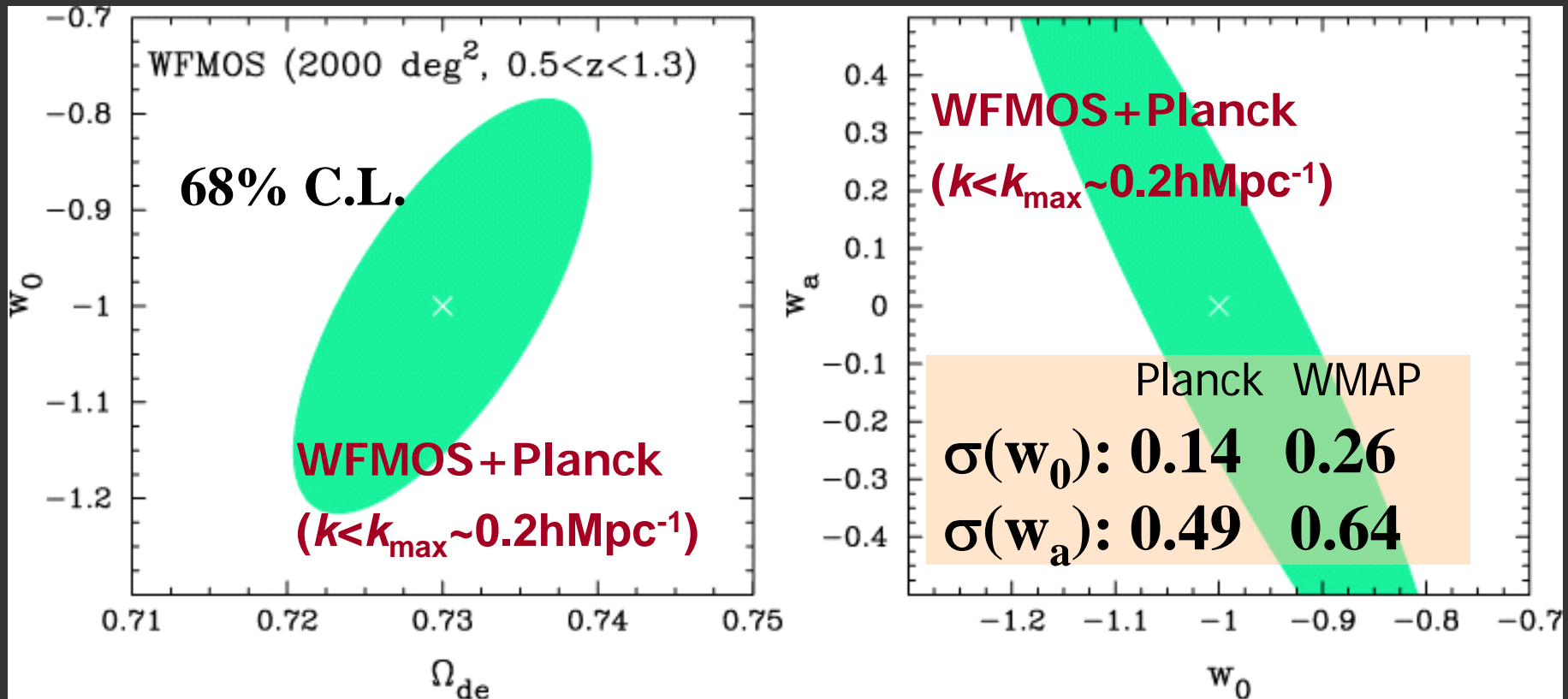


ダークエネルギー観測からみたWF MOSの概要

- すばる主焦点に口径 1.5° の広視野カメラ
- 4000天体分光器による赤方偏移サーベイ
 - $0.5 < z < 1.3$: emission line galaxies
 - 2×10^6 個/2000平方度 \Rightarrow 1400ポインティング(900時間)
 - $2.3 < z < 3.3$: Lyman-break galaxies
 - 6×10^5 個/300平方度 \Rightarrow 200ポインティング(800時間)
- 銀河空間分布のバリオン振動スケールを決定し、 $H(z)$, $D_A(z)$ を1%レベルで決定
- w , dw/dz を $\pm 5\%$, $\pm 25\%$ の精度で決定
 - \Rightarrow ダークエネルギーを観測的に絞り込む

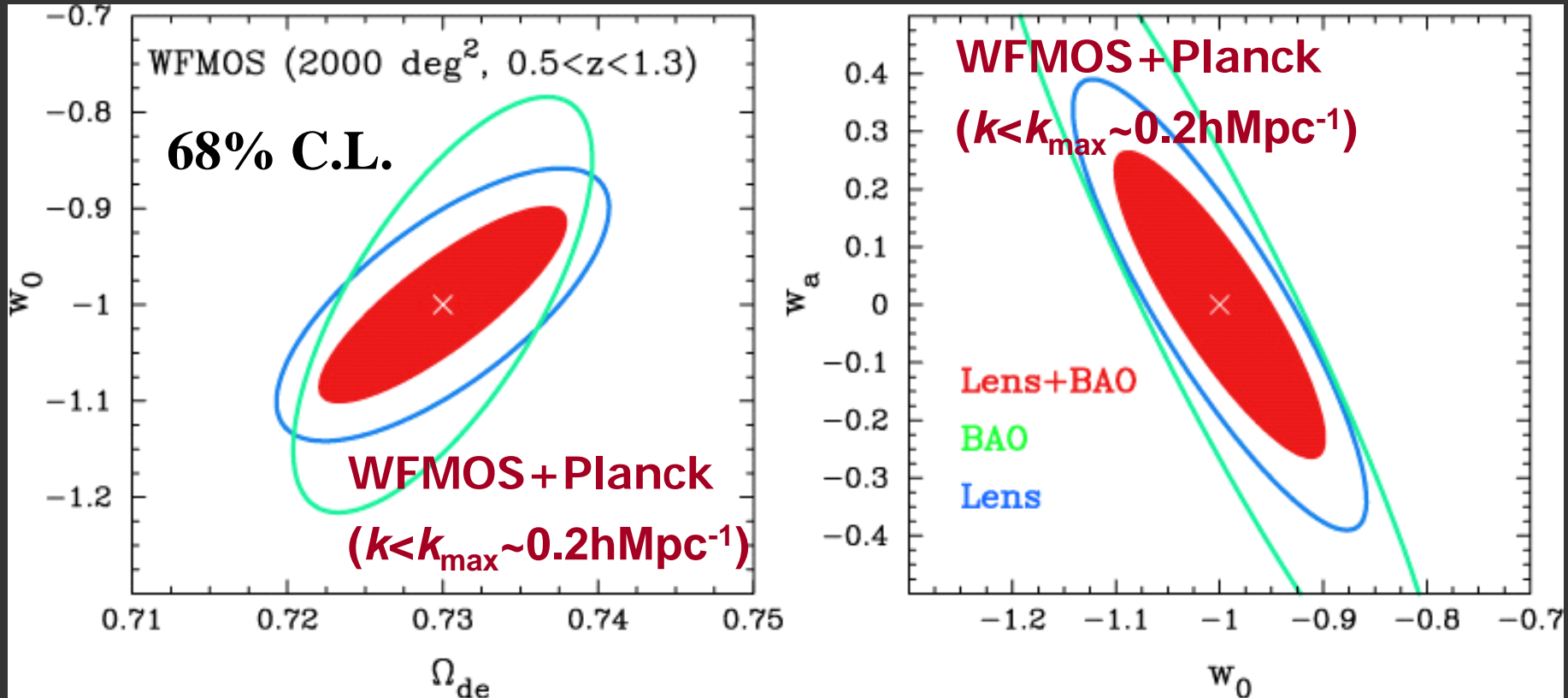
予想される結果 (1)

- WFMOS サーベイ + CMBデータによるprior
- $0.5 < z < 1.3$, 2000 deg^2 , $n_g \sim 0.3/\text{arcmin}^2$



予想される結果 (2)

- WFMOS サーベイ + プランク衛星データ + Hyper-Suprime weak lensing (WFMOSデータによる測光 z の較正後)



	BAO	WL	BAO+WL
$\sigma(w_0)$:	0.14	0.09	0.07
$\sigma(w_a)$:	0.49	0.26	0.18

(東北大 高田昌広)

他のダークエネルギー将来計画

- **DES: Dark Energy Survey**
 - 5000平方度の測光サーベイ@チリ4m
 - 2009年にサーベイ開始を目指す
- **LSST: Large Synoptic Survey Telescope**
 - 20000平方度の測光サーベイ@メキシコ/チリ8.4m
 - 2013年にサーベイ開始を目指す
- **JDEM: Joint Dark Energy Mission (NASA+DOE)**
 - スペースミッション
 - $0.5 < z < 1.7$ の超新星サーベイ
 - SNAP: SuperNova Acceleration Probe
 - Destiny: Dark Energy Space Telescope

WF MOSの意義

- **ダークエネルギー問題に対して重要な天文学的貢献をなすことが期待できる**
 - 測光観測サーベイの提案は数多くあるが、この規模の分光観測サーベイ提案は他に存在しない
 - HyperSuprime-Camとの相補性が高く、互いにその成果を充分に引き出しあう相乗効果が期待できる (target selection, weak lensing)
- **ダークエネルギーを念頭においた計画ではあるが、実質的にはSDSSを高赤方偏移にひろげているだけ(つまり、天文学の自然な発展形)という考え方もできる**
 - 物理のコミュニティーから天文に対する予算を増やす
 - ダークエネルギーにこだわらない広い天文学的研究が可能になるはずで、この機会を**利用する**という発想が大切／得策
 - ある割合を高分散分光器にして惑星探査・フォローアップなどにも使えないか？

満たすべき条件

- サイエンスの結果を出す段階で、日本が十分貢献できること。少なくとも論文の半分はPASJに出版することが目標。
- (夜数の割り当ての問題は別として)他のプロジェクトが今までと同じように遂行できるように十分配慮すること
- 予算の節減に最大限努力し、ある割合は競争的資金でカバーすること(ただし、ある程度マッチングファンド的なものは天文台に期待せざるを得まい)

結論

- この計画が真剣に検討されていることこそ、すばるの実績が認められている証拠に他ならず、日本として誇るべき事実
- 今後の8m望遠鏡の国際的共有・有効利用の先鞭をきるという意味においても画期的
- **上述の問題点がクリアされることを前提として、HyperSuprime+WF MOSを前向きに検討して欲しい**
 - 「慎重な検討の結果見送る」判断は簡単であるが、もしもダークエネルギー≠宇宙定数という示唆が得られれば、歴史に残る「すばる」の成果となることは間違いない
 - ただし、ダークエネルギー問題にどのような解答が得られるかはあくまでも結果論
 - 仮に、宇宙定数である可能性が高まった「だけ」に終わったとしても、達成された誤差の値を評価すべき
 - もちろん、ダークエネルギー＝宇宙定数という描像が確立されたとすればそれは単純に「予想通り」という以上の大きな意義を持つことは忘れてはならない(自戒をこめて、、、)