

LiteBIRD

Lite (Light) Satellite for the Studies of **B**-mode Polarization and
Inflation from Cosmic Background **R**adiation **D**etection

計画の現状

羽澄昌史 (KEK/Kavli IPMU)

LiteBIRD (ライトバード) – 熱いビッグバン以前の宇宙を探索する宇宙マイクロ波背景放射偏光観測衛星

概要

人類にとって根源的な問いに答える

- ◆ 宇宙誕生の瞬間とは？
- ◆ 宇宙・時空を創るルールブック (究極理論)とは？

「宇宙のインフレーション仮説」 (佐藤勝彦自然科学研究機構長等が提案)は、熱いビッグバン以前の宇宙に関する最有力仮説。原始重力波の存在を予言。

原始重力波は宇宙マイクロ波背景放射 (CMB) の偏光マップに「指紋」の様な痕跡 (Bモードと呼ばれる)を残す。

LiteBIRDはスペースからの観測でのみ可能な「指紋」の全天精査を行い、インフレーション仮説を徹底検証する。

- スピンレート: 0.1rpm
- 50～320GHzの間で6バンド観測
- 角度分解能: 30分角@150GHz

LiteBIRD (ライトバード)
インフレーション仮説の
徹底検証

地上観測等で「指紋」の証拠が得られた場合、全天精査に向けた国際競争と緊急度はさらに高まる。

宇宙マイクロ波背景放射

インフレーション

LiteBIRD working group

121 members, international and interdisciplinary.

JAXA

宇都宮 真
岡本 篤
河野 功
坂井 真一郎
佐藤 洋一
篠崎 慶亮
杉田 寛之
竹井 洋
西城 邦俊
西堀 俊幸
野田 篤司
福家 英之
松浦 周二
松原 英雄
松村 知岳
満田 和久
山崎 典子
吉田 哲也
四元 和彦
和田 武彦

大阪大

黒宮 章太
高倉 理
高野 恵介
中嶋 誠

大阪府大

井上 将徳
岡田 望
小川 英夫
木村 公洋
高津 湊

岡山太

石野 宏和
岡本 晃範
喜田 洋介
樹林 敦子
岐部 佳朗
山田 要介

核融合研

高田 卓

Kavli IPMU

片山 伸彦
菅井 肇
西野 玄記

KEK

岡村 崇弘
小栗 秀悟
木村 誠宏
郡 和範
佐藤 伸明
鈴木 敏一
田島 治
茅根 裕司
都丸 隆行
長崎 岳人
永田 竜
羽澄 昌史(PI)
長谷川 雅也
服部 香里
森井 秀樹
吉田 光宏

甲南大

大田 泉

国立天文台

稲谷 順司
鹿島 伸悟
唐津 謙一
関口 繁之
関根 正和
関本 裕太郎
新田 冬夢
野口 卓
A. Dominjon
S. Shu

埼玉大

成瀬 雅人

NICT

鵜澤 佳徳

総研大

秋葉 祥希
石塚 光
井上 優貴
瀬川 優子
富田 望
渡辺 広記

筑波大

永井 誠

東工大

松岡 聡
R. Chendra

東北大

服部 誠
森嶋 隆裕

名古屋大

市来 淨與

横浜国大

入江 郁也
中村 正吾
夏目 浩太
藤野 琢郎
水上 邦義
山下 徹

理研

大谷 知行
美馬 覚

APC Paris

R. Stompor

CU Boulder

N. Halverson

McGill U.

M. Dobbs

MPA

小松 英一郎

NIST

G. Hilton
J. Hubmayr

Stanford U.

並河 俊弥
K. Irwin
C.-L. Kuo

UC Berkeley / LBNL

日下 曉人
鈴木 有春
堀 泰斗
J. Borrill
A. Cukierman
T. de Haan
J. Errard
N. Goeckner-wald
P. Harvey
C. Hill
W. Holzapfel
O. Jeong
A. Lee(US PI)
E. Linder
P. Richards
U. Seljak
B. Sherwin
P. Turin
B. Westbrook
N. Whitehorn

UC San Diego

K. Arnold
T. Elleot
B. Keating
G. Rebeiz

JAXA engineers

CMB exp.

X-ray
astrophysicists

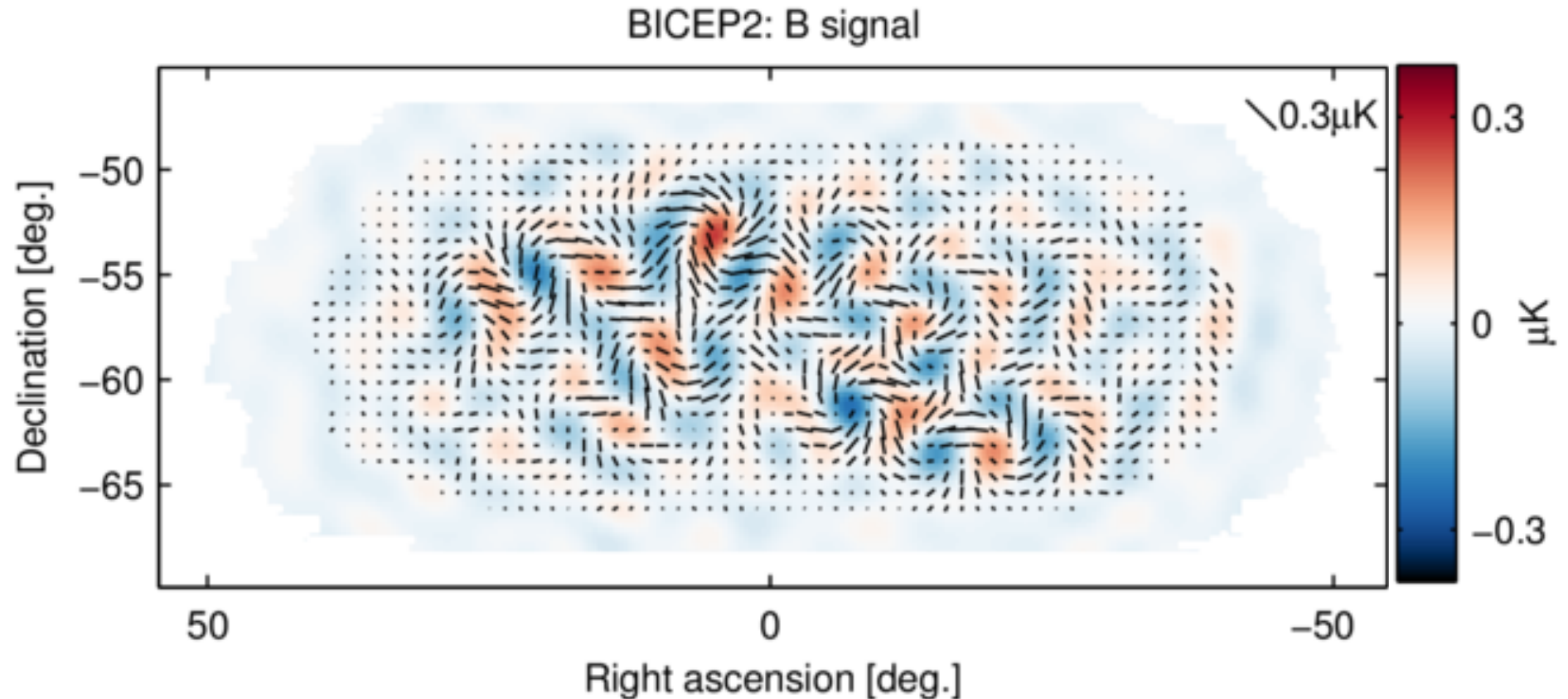
IR astronomers

Superconducting
detector

年表

- 2008: LiteBIRDワーキンググループ設立
- 2012: 新カテゴリー“missions for fundamental physics”宇宙理学委員会で承認
- 2013: 宇宙科学・探査ロードマップの基本的な考え方
 - 「原始重力波の痕跡である宇宙マイクロ波背景放射の偏光B-mode観測など、新たな手段により、インフレーション機構による宇宙創成シナリオを検証する。」
- 2014:
 - 「学術会議マスタープラン2014」にて、27重点大型研究計画の1つに選定(3月)
 - 「文部科学省ロードマップ2014」にてLiteBIRD計画が新規10計画の一つに採択。重要性和緊急性で最高のa評価を得た。(8月)
 - 米国LiteBIRDグループがNASAMOを受けて「U.S. Participation in the LiteBIRD Cosmic Microwave Background Polarization Survey」を正式提案(12月)
- 2015: LiteBIRDミッション提案(2月)

BICEP2: Bモードマップ (2014)



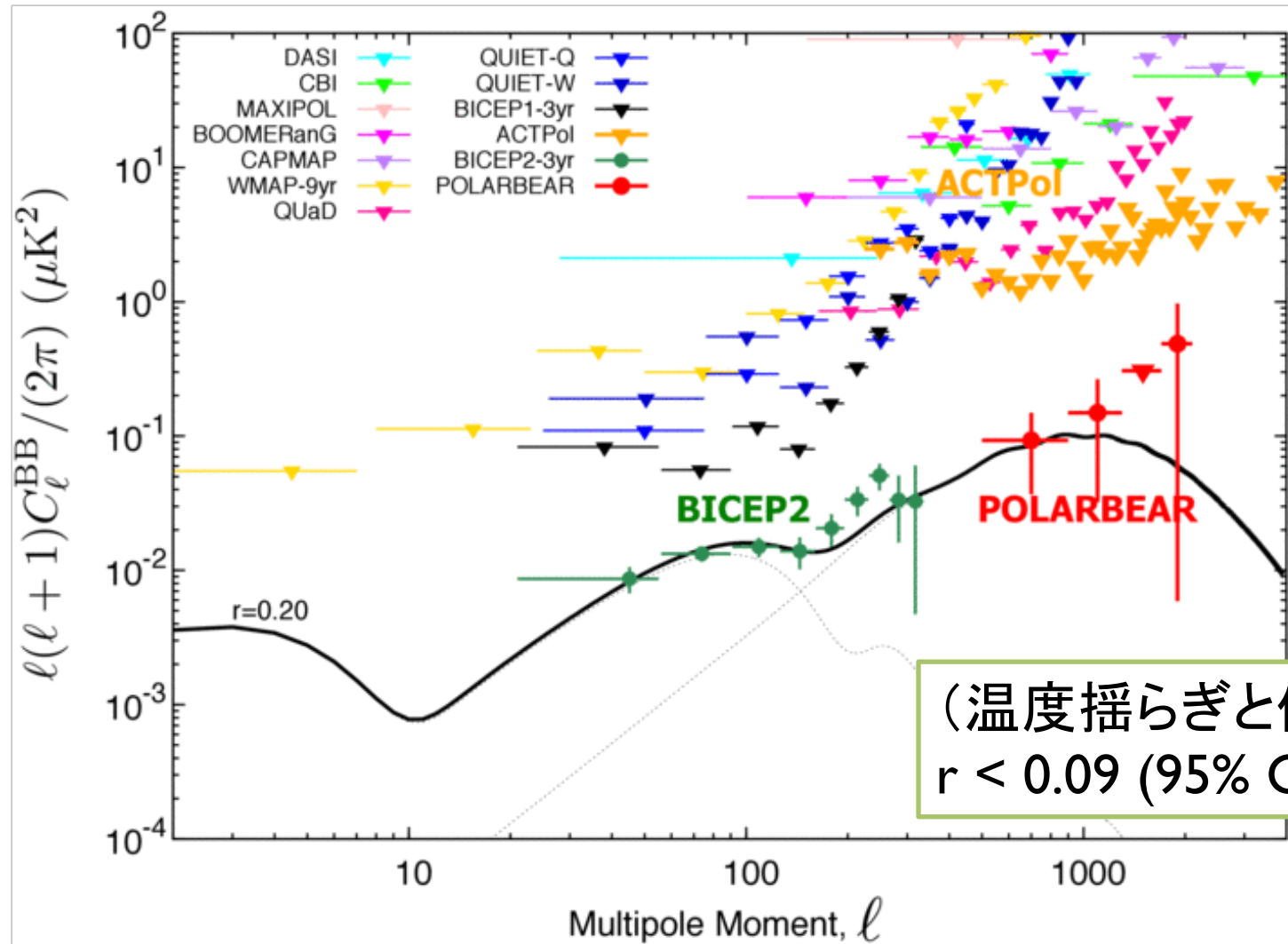
青・赤はその場所での渦巻き度を示す。揺らぎ(場所によって青かったり赤かったりしていること)の観測に成功している。BICEP2グループはこれが原始重力波によるものだと主張。

→ しかし、その後のプランク衛星の観測により、銀河ダストの効果と判明

Bモードパワースペクトル

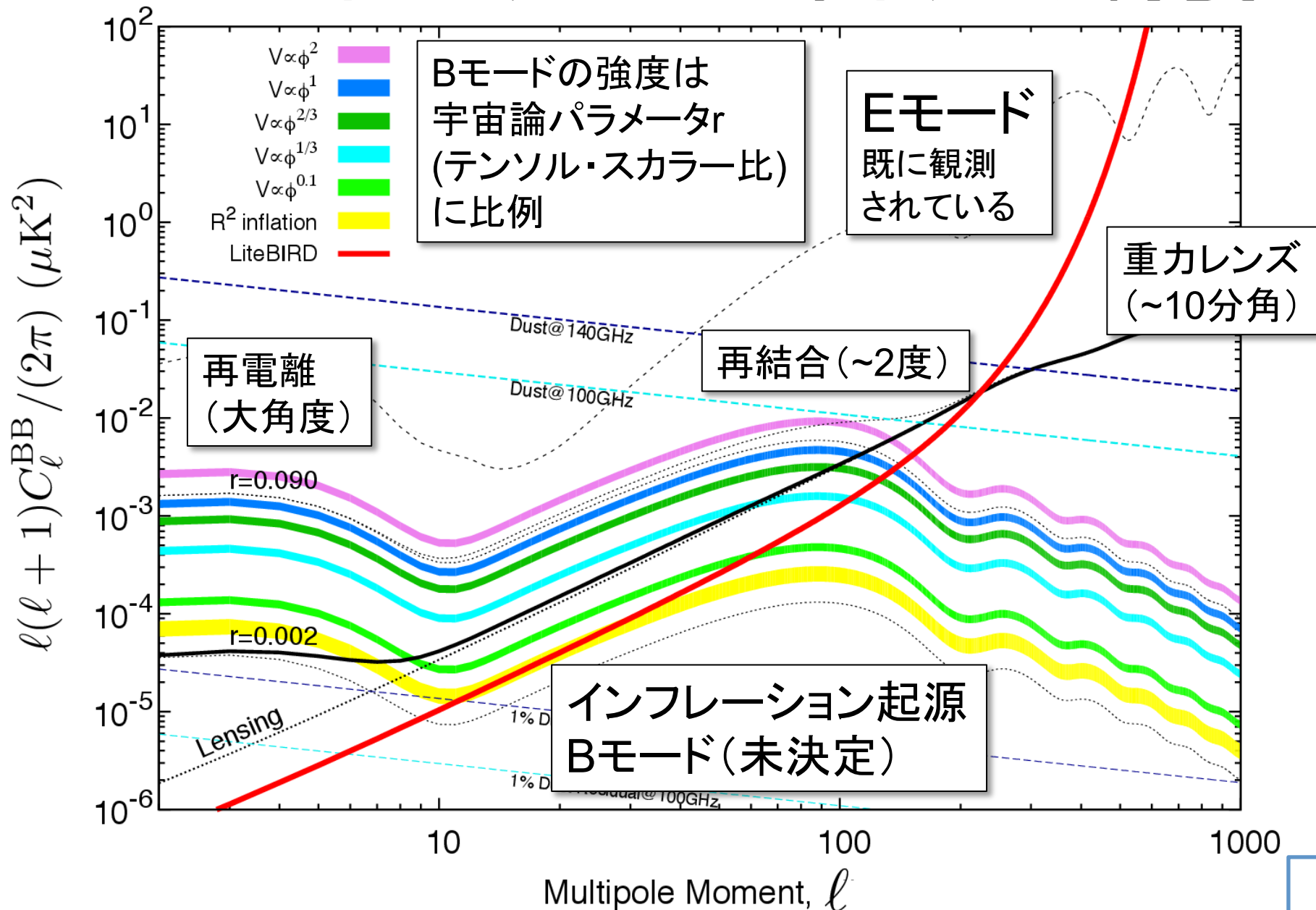
2014 Mar. – 2015 Feb.

Plot by
Yuji Chinone



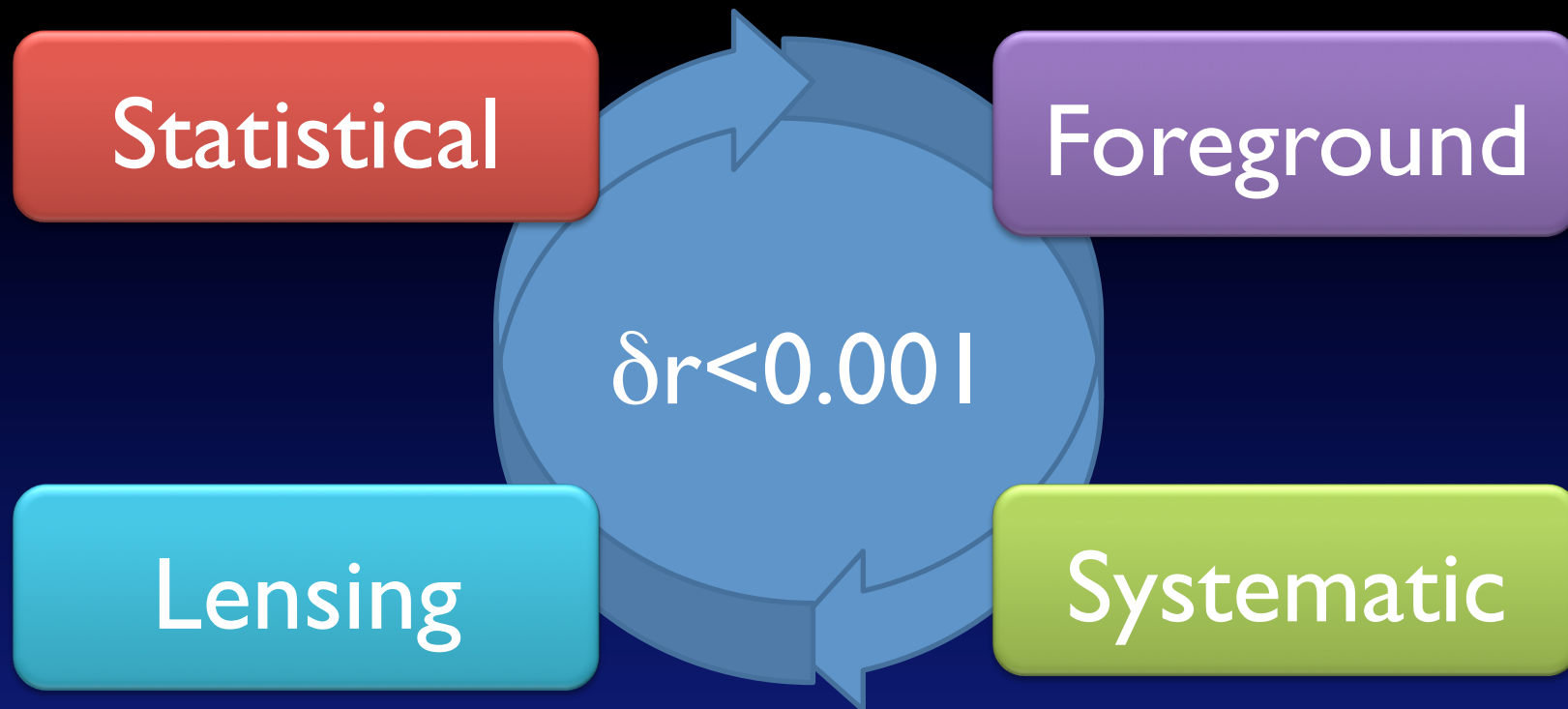
(温度揺らぎと併せて)
 $r < 0.09$ (95% C.L.)

Bモードパワースペクトルの特長

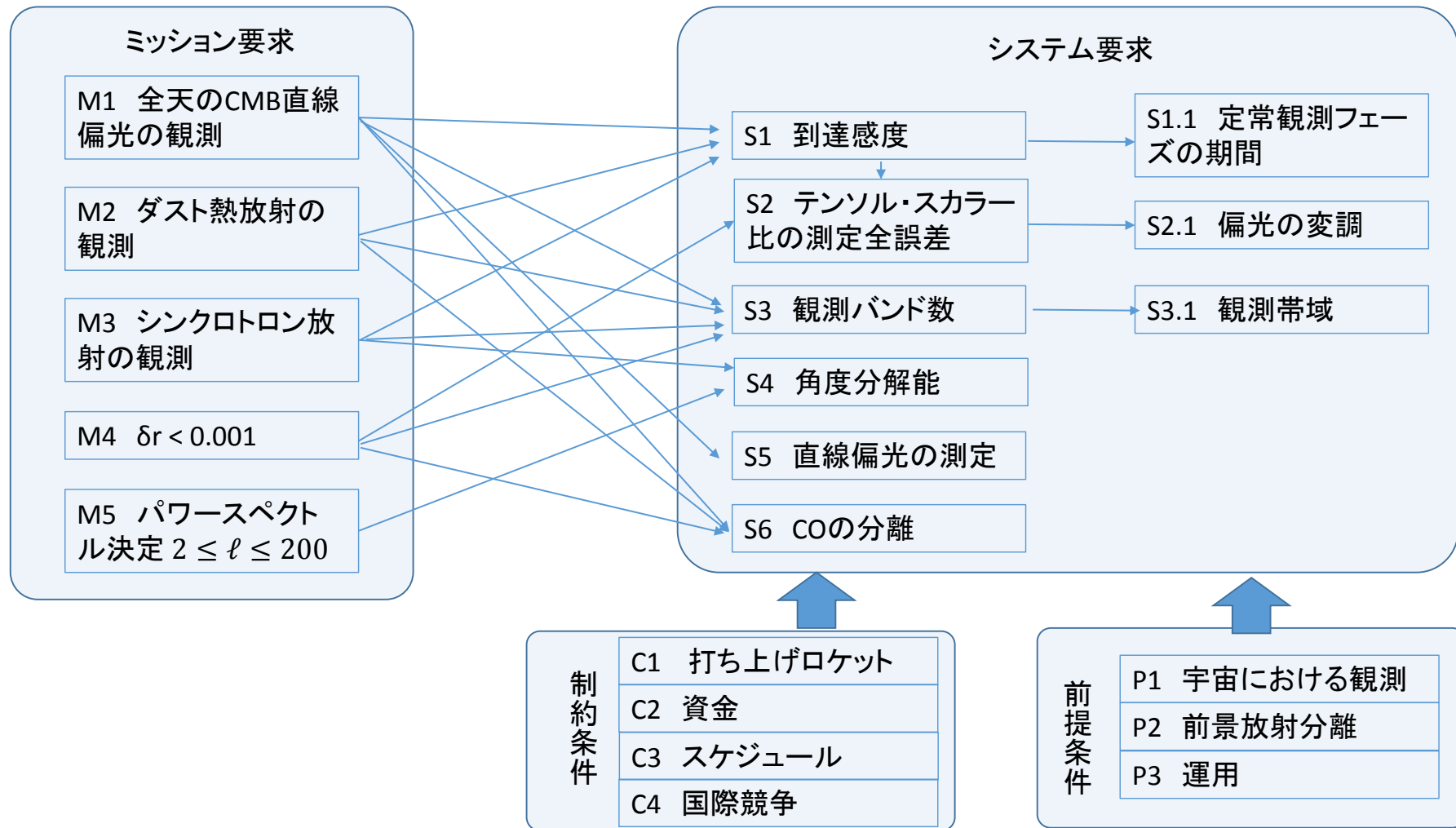


LiteBIRDのフルサクセス条件

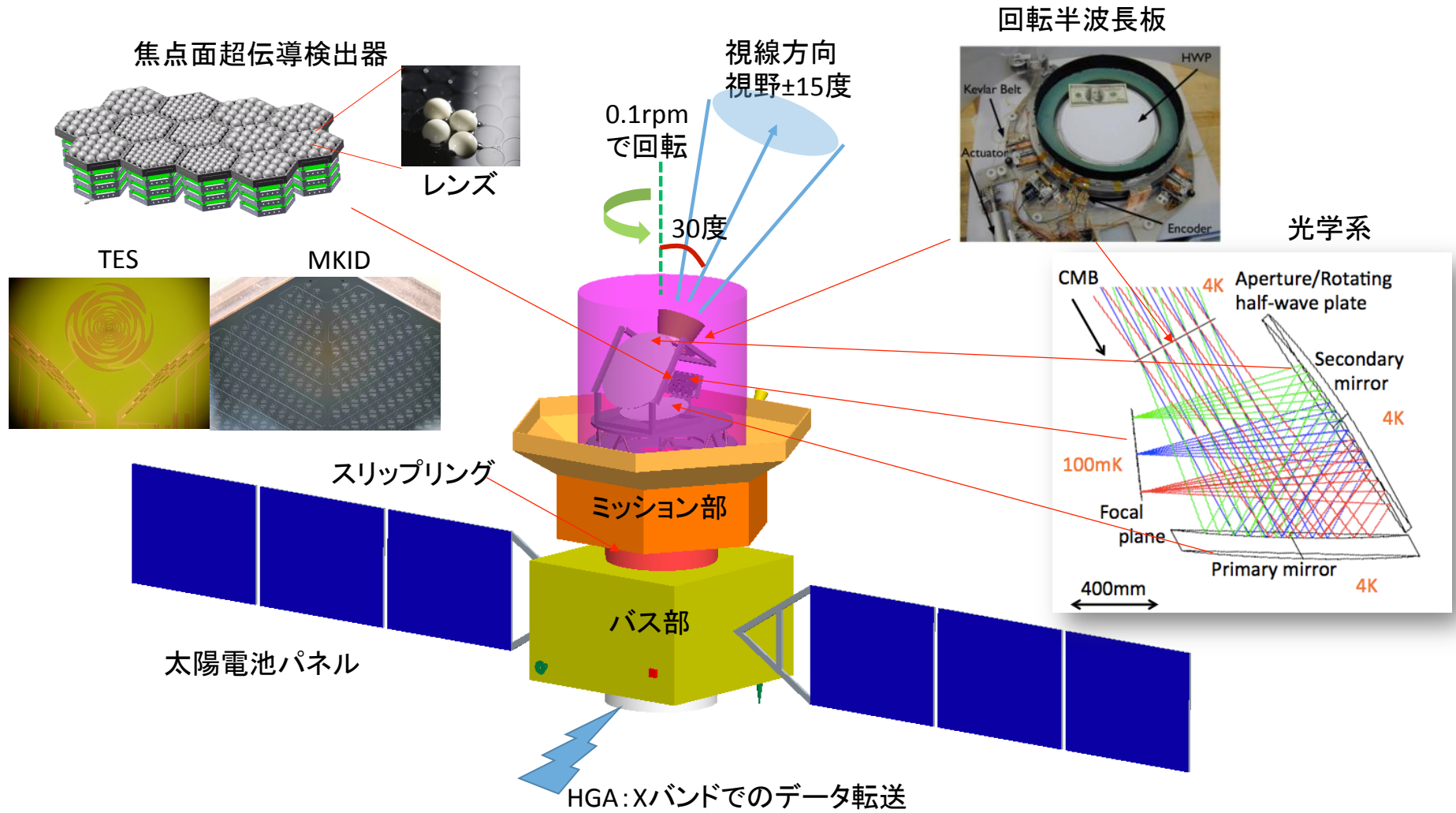
CMB直線偏光の全天・大角度の観測を行い、
原始重力波強度パラメータ r (テンソル・スカラー比)の
全誤差 δr について $\delta r < 0.001$ を達成する。



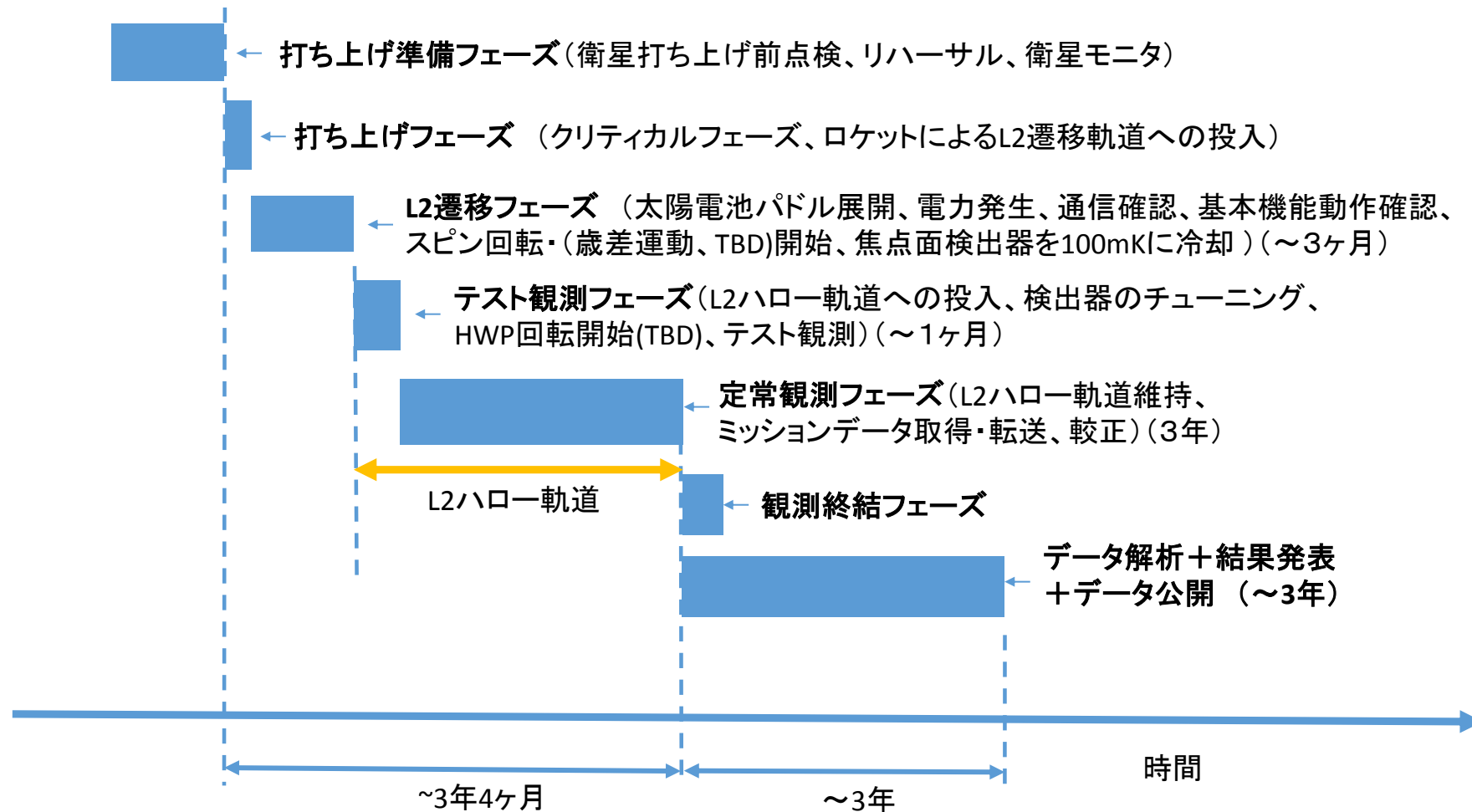
ミッション・システム要求



衛星システム例



運用スケジュール(案)



国際情勢

- 米国：
 - PIXIE(地球周回):2017年頃提案の可能性あり
→最速で2023年打ち上げ
 - 地上大望遠鏡CMB-S4:2025年頃
 - ヨーロッパ：
 - 2013年:PRISMをL class missionとして提案し、不採択
 - 2015年1月:CORe+をM4に提案
- 
- 2020年代前半にLiteBIRDを打ち上げることが出来れば上記計画に先んじる可能性大
 - 緊急度は高く、我が国がリードするチャンス
 - 先んじられた場合には大魚を逃がす恐れ

おわりに：期待される成果

ビッグバン以前の観測による成果

原始重力波の発見



新しい学問分野(量子時空の宇宙物理学)の誕生

Yes



No

代表的インフレーション宇宙モデルが棄却され、
観測による究極理論候補の選別が重要となる

理論予想と一致



人類の世界観に革命
(例：誕生と終焉を繰り返す宇宙)

Yes



No

インフレーション宇宙の証明 → 佐藤勝彦先生ノーベル賞

天文観測による多彩な成果

- 銀河系・銀河系ハロー・局所銀河群磁場の構造及び起源の解明
- 星間ダスト組成分布及び整列機構の解明
- 宇宙再電離史の詳細決定と再電離機構の解明
- Galactic Haze emissionの起源の解明
- 超高精度ミリ波サブミリ波偏光全天探査によるセレンディピタスな発見

国民が興奮し、
誇りとするような
人類共有の
「知の資産」を生む