

科学研究費新学術領域研究（領域提案型）

# 背景放射で拓く宇宙創成の物理

ニュースレター

第2版： 2011年7月  
<http://cbr.kek.jp/>

## QUIET 実験の初期観測結果

田島治 (KEK)

### QUIET 実験概要 - インフレーション宇宙論の決定的証拠「Bモード」の発見を目指す!

わたしたちが現在存在している宇宙は、超高温・超高密度の火の玉状態（ビッグバン）から、はじまり、約 137 億年かけて現在の大きさの宇宙に膨張したと考えられています。では、ビッグバンの前には何があったのでしょうか？それに答えるのがインフレーション宇宙論です。インフレーション宇宙論によると、宇宙はそのはじまりに、急激な加速膨張を起こしたとされています。その際に生成された原始重力波が宇宙マイクロ波背景放射（CMB）偏光の特殊なパターンである「Bモード」として観測することができます。インフレーションのポテンシャルエネルギーは「 $r$ 」というパラメーターで記述され、Bモードの強度は  $r$  にほぼ比例します。 $r = 0.01 \sim 0.1$  あたりの強度が、主要な理論で有力視されています。

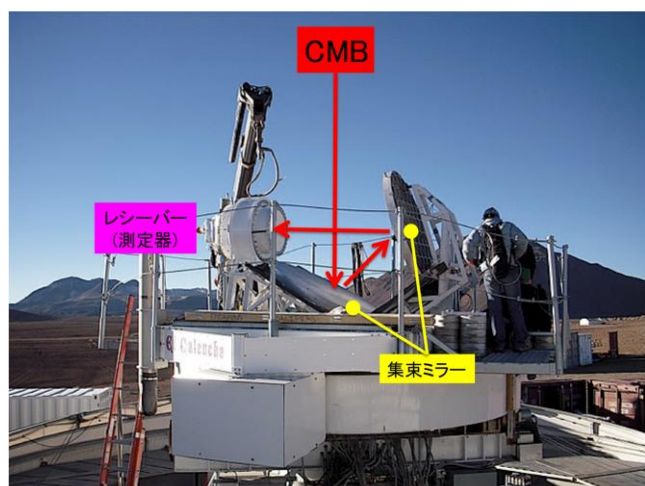
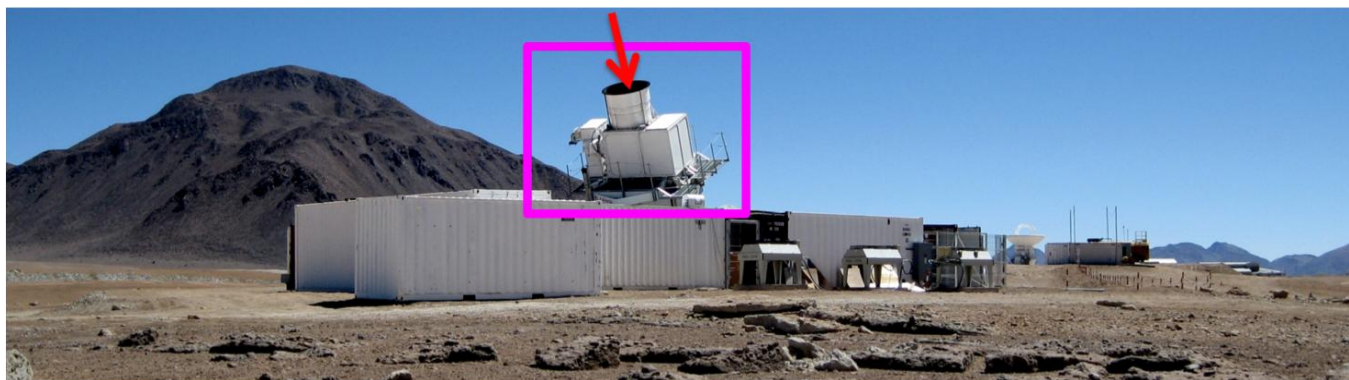


図 1 :  
[上図] QUIET 実験の観測装置と周辺の様子  
[左図] 装置の内部の様子(上図のピンク色の四角で囲まれた部分)

このインフレーション理論の決定的証拠であるBモードの発見を目指して、QUIET実験はCMB偏光の聖密観測を高度5,000mを超えるチリ・アタカマ高地でおこなっています。

QUIET実験は2008年10月から、43GHz帯に感度をもつレシーバー（CMB偏光測定器）を搭載して観測を開始し、10,000時間をこえる観測データを蓄積してきました。2年以上にわたる観測の途中（2009年6月）で、私たちは43GHz帯レシーバーを95GHz帯レシーバーに交換しました。

## 初期観測データによるBモード探索

今回の結果は、はじめに搭載した43GHz帯レシーバーによる観測結果です。観測期間はおよそ8ヶ月、総観測時間の約1/3にあたります。残念ながら、まだBモードの発見には至りませんでした。Bモードに対して世界第二位の上限値( $r < 2.2$  @ 95% C.L.)を与えました。図2はQUIET実験とその他の実験によるBモードの上限値です。現在一位のBICEP実験は2年間の観測結果( $r < 0.73$  @ 95% C.L.)ですので、QUIET実験43GHz帯レシーバー装置の感度はそれと互角であることがわかりました。

QUIET実験の95GHz帯レシーバーは43GHz帯レシーバーよりも約1.5倍優れた感度を実現しています。2010年12月末までの観測データにより、世界最高のBモード探索結果が期待されます。

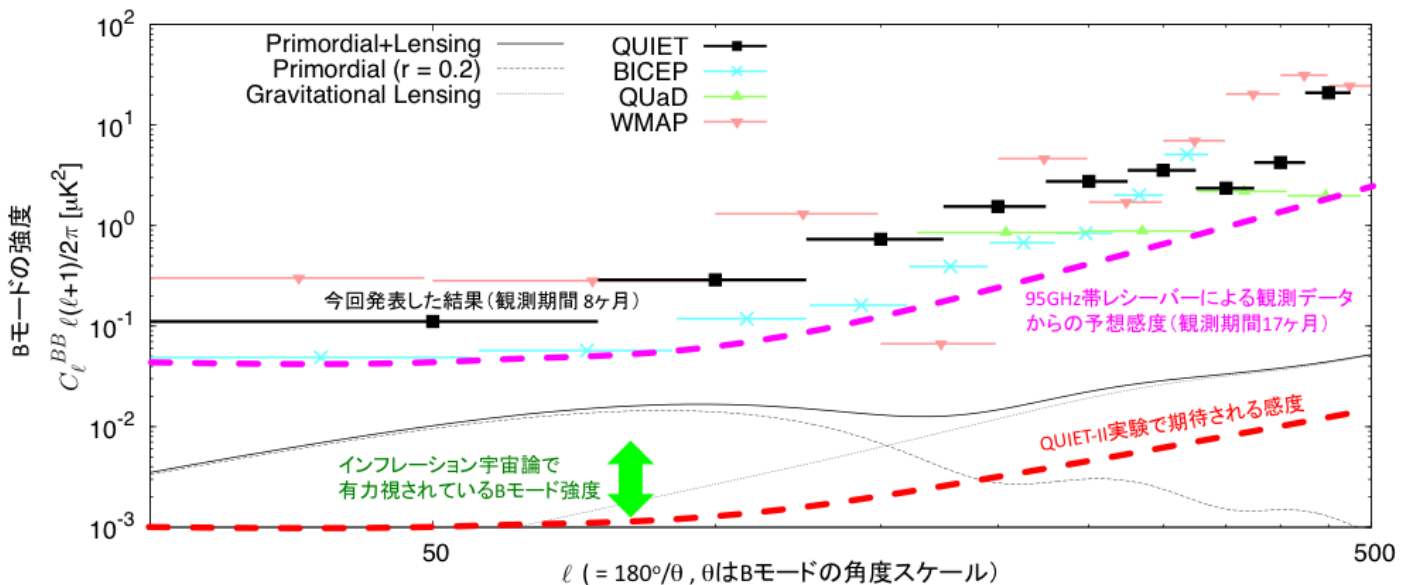


図2： QUIET実験やその他の実験によるBモード探索リミット。43GHz帯レシーバーによる観測データ（観測期間8ヶ月）により、世界第二位のリミットを達成しました。95GHz帯レシーバーによる観測データ（観測期間17ヶ月）により、世界最高のBモード探索感度を達成する見通しです。観測装置のアップグレード（QUIET-II実験）により、有力な理論から期待される強度のBモードを網羅することが可能になります。

## 本格的な B モード探索へ向けて

今回の結果で、もう一つ注目すべき点は、QUIET 実験が系統誤差に対して極めて強固であることを証明したことです。

B モードは極めて微弱な信号です。近い将来、B モードを確実に発見するためには、検出器感度の向上だけでは不十分です。従来の観測実験よりも桁違いに小さな系統誤差を達成する必要があります。図 3 は QUIET 実験が達成した世界最小の系統誤差です。本格的な B モード探索へ向けて、十分な精度であることを証明しました。また、主要な系統誤差の原因は特定されており、既に 95GHz 帯レーザーでの観測に反映されてます。今後の結果ではさらに優れた精度を達成する見通しです。

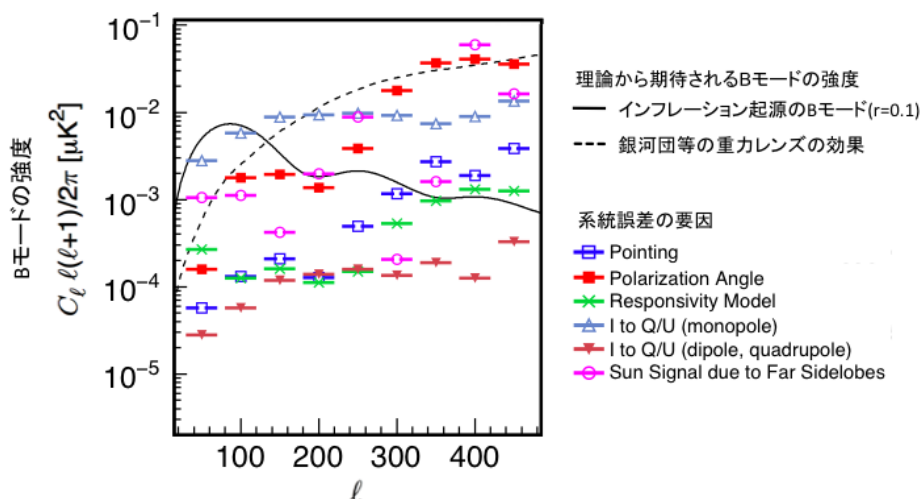


図 3 :

QUIET 実験が達成した世界最小の系統誤差。本格的な B モード探索へ向けて、観測装置の強固さを証明した。

## 今後の発展

$r=0.01$  レベルの B モード探索を目指して、QUIET 実験では検出器の数と感度を向上するアップグレード (QUIET-II 実験) を計画しています。今回の結果から、

1. 実際の観測条件下での QUIET 実験の探索感度
2. 世界最小の系統誤差とそれに対する強固さ

が定量的に確認されました。

QUIET-II 実験により、B モードが発見される日も遠い話ではありません。

### 発表論文 :

“First Season QUIET Observations: Measurements of CMB Polarization Power Spectra at 43 GHz in the Multipole Range  $25 \leq \ell \leq 475$ ”  
QUIET Collaboration, [arXiv:1012.3191]

“Calibration System with Cryogenically-cooled Loads for Cosmic Microwave Background Polarization Detectors”, M. Hasegawa et al.,  
Rev. Sci. Instrum. 81, 054501 [arXiv:1102.4956]

スナップショット ー研究の現場からー



POLARBEAR 望遠鏡



超伝導検出器作成用 MBE 装置

## 2011 年度領域シンポジウム

## プログラム が決定しました。

## July 11 (Mon.)

12:30 -13:00 Registration

13:10 -13:15 Opening

羽澄昌史 (KEK)

「宇宙マイクロ波背景放射偏光測定で探る 超高エネルギー物理」 (A01)

座長: 竹井洋 (JAXA)

13:15 -13:35 全体報告とLiteBIRD

羽澄昌史 (KEK)

13:35 -14:05 QUIET

長谷川雅也 (KEK)

14:05 -14:35 POLARBEAR

松村知岳 (KEK)

14:45 -15:15 Coffee break

「初期宇宙探査のための 超高感度アレイデバイスの研究開発」 (A02)

座長: 赤池宏之 (名古屋大)

15:15 -15:35 計画研究A02の進捗報告

大谷知行 (理研)

15:35 -16:10 CMB観測用 STJ 及び MKIDs の設計・開発及び読出系

吉田光宏 (KEK)

16:10 -16:45 超伝導AI膜を用いたミリ波サブミリ波MKIDカメラの開発

成瀬雅人 (国立天文台・東京大学)

16:45 -17:45 Poster short talk

17:45 -18:30 ポスターセッション

19:00 -21:00 懇親会

## July 12 (Tue.)

座長: 羽澄昌史 (KEK)

9:00 - 9:30 招待講演 「小型科学衛星の可能性」

中川貴雄 (JAXA/ISAS)

9:30 - 10:00 招待講演 「ASTEで見る遠方宇宙と新ミリ波サブミリ波望遠鏡計画」

川邊良平 (NAOJ)

10:00 -10:30 Coffee break

「宇宙赤外線背景放射の観測による ダークエイジの探査」 (A03)

座長: 和田武彦 (JAXA/ISAS)

10:30 -10:55	全体報告および研究計画 (CIBER, CIBER-2, EXZIT他)	松浦周二 (JAXA/ISAS)
10:55 -11:15	近赤外宇宙背景放射観測の最近の状況 (あかり、CIBER)	松本敏雄 (ソウル大)
11:15 -11:30	あかり衛星による宇宙赤外線背景放射の分光観測	津村耕司 (JAXA/ISAS)
11:30 -11:45	可視光宇宙背景放射の検出 : Pioneer10/11から見た宇宙	松岡良樹 (名古屋大)
11:45 -12:00	宇宙背景ニュートリノ崩壊光子の赤外観測の可能性	武内勇司 (筑波大)
12:00 -12:10	若手勉強会活動報告	津村耕司 (JAXA/ISAS)
12:10 -13:30	Lunch	
	「宇宙マイクロ波背景放射と前景放射の高精度成分分離スキームの構築」 (A04)	座長: 町田真美 (九州大)
13:30 -13:45	成分分離精度向上に向けた戦略	服部誠 (東北大)
13:45 -14:15	銀河系内ダスト温度全天マップ作成プロジェクト (仮題)	大坪貴文 (東北大)
14:15 -14:30	MHDシュミレーションによる銀河系磁場モデル作成	服部誠 (東北大)
14:30 -15:00	WMAP全天偏光分布と銀河磁場との関係について	森嶋隆裕 (東北大)
15:00 -15:30	Coffee break	
	「宇宙初期進化の直接観測に基づく究極理論探査」 (A05)	座長: 郡和範 (KEK)
15:30 -15:45	全体報告	小玉英雄 (KEK)
15:45 -16:15	SUGRA宇宙モデルとLarge Field Inflation Model (仮題)	中山和則 (東大)
16:15 -16:45	超弦理論に基づくインフレーションモデルの現状 (仮題)	野澤真人 (KEK)
16:45 -17:00	Discussion	
17:00 -17:10	Closing	

---



赤外線観測 CIBER ロケット実験

### 研究組織

#### 総括班

X00：背景放射で拓く宇宙創成の物理研究の総括

#### 計画研究

A01：宇宙マイクロ波背景放射偏光測定で探る超高エネルギー物理（代表者：羽澄昌史・KEK）

A02：初期宇宙探査のための超高感度アレイデバイスの研究開発（代表者：大谷知行・理研）

A03：宇宙赤外線背景放射の観測によるダークエイジの探査（代表者：松浦周二・JAXA）

A04：宇宙マイクロ波背景放射と前景放射の高精度成分分離スキームの構築（代表者：服部 誠・東北大）

A05：宇宙初期進化の直接観測に基づく究極理論探査（代表者：小玉英雄・KEK）

背景放射で拓く宇宙創成の物理

ニュースレター

発行：2011年7月

編集・発行：「背景放射で拓く宇宙創成の物理」総括班（領域代表：羽澄昌史）

URL：<http://cbr.kek.jp>