

## 相対論・宇宙論

7月30日 16:00-18:30

7月31日 14:00-16:00

8月1日 13:00-16:30

## テーマ

### Brand New Step ～ 宇宙のより深い理解に向けて ～

宇宙を根源的な観点から理解したい、ということが、相対論・宇宙論の誕生以来その発展に尽力してきた全ての研究者に共通の願いであると思います。特殊相対論の発見から100年あまりが経過した「相対論・宇宙論の世紀」とも言うべき今日、我々はこの願いの実現に向けて更に歩を進めて行かねばなりません。

ところで現在、LHCの稼働開始、PLANCK衛星の打上といった観測史上重要なイベントが間近に控えています。これらの実験から得られる知見は、暗黒物質・暗黒エネルギー問題、高次元時空の検出など数々の未解決問題に進展をもたらしてくれると期待されます。また相対論が予言する重力波は、重力波天文学という新たな可能性を示唆しました。現在、日米伊で大規模な重力波干渉計計画が遂行中であり、我々はまさにその実現に向けた流れの最中にあるのです。

このように相対論/宇宙論は更なる進歩にむけて理論・実験が一体となった発展が期待される時期にあります。我々若い研究者は、知見を広めてその発展に寄与し、さらに改めて新鮮な目で宇宙における物理現象の本質を見極めていくことが求められています。これを踏まえ本分科会では初期宇宙、観測的宇宙論、相対論の各分野から講師の方々をお招きし、独自の視点を提示していただく予定です。これと合わせて若手各自の研究成果について議論を行い、本分科会が宇宙のより深い理解へ向けての新たな出発の場となるようにしたいと考えております。

招待講師： 早田次郎 氏（京都大学）、石原秀樹 氏（大阪市大）、戸谷友則 氏（京都大）  
 開催期間： 7月30日（月）16:00～18:30（会場：鳳凰ろ）、31日（火）14:00～16:00（会場：鳳凰ろ）  
 8月1日（水）13:00～16:30（会場：鳳凰ろ）  
 講演時間： 招待講演（50分＋質疑応答10分）、一般講演（12分＋質疑応答3分）  
 ポスター講演（1分＋ポスター講演者4～5人終了毎にまとめて質疑応答1分）

7月30日（月）		一般講演（16:00～17:35）	ポスター講演（17:40～18:30）
時刻	講演No.	講演者名（所属）	講演タイトル
16:05	相対01	佐藤 真希（京都大）	超弦理論の効果による背景重力波の円偏極
16:20	相対02	八木 絢外（京都大）	プリヒーティング時に生成される重力波
16:35	相対03	新田 大輔（東北大）	宇宙背景輻射非等方性の3点相関関数
16:50	相対04	鎌田 耕平（東京大）	複数の平坦方向を用いたアフレック・ダイン・バリオン数生成の初期値問題
17:05	相対05	小林 洸（東京大）	Inflation in a Warped Throat
17:20	相対06	山内 大介（京都大）	任意次元におけるZ <sub>2</sub> 対称性を持たないブレーンワールド
17:35	休憩		
17:40	相対P01b	大倉 加奈子（学習院大）	コンパクト化による次元低下のメカニズム
17:41	相対P02a	分部 亮（早稲田大）	時間依存する背景時空での交差するブレーン系の解析
17:42	相対P03a	五月女 誠（学習院大）	高次元宇宙における余剰次元の安定性
17:43	相対P04b	松田 伸哉（東工大）	Bubble of nothingの存在する時空における粒子の運動
17:44	相対P05c	棚橋 典大（京都大）	RS-IIブレーンに局在したブラックホールの時間反転対称な初期データ
17:45	質疑応答（1分）		
17:46	相対P06b	村田 佳樹（京都大）	Fate of Kaluza-Klein Black Holes
17:47	相対P07b	岩田 一浩（名古屋大）	高次元Kerr-(A)dSブラックホールからのホーキング輻射
17:48	相対P08c	浦野 美保（名古屋大）	ブラックリングの力学とその安定性
17:49	相対P09a	堀口 貴充（名古屋大）	帯電した裸の特異点の不安定性
17:50	相対P10b	木村 匡志（大阪市大）	5次元時空における合体するブラックホールの厳密解
17:51	質疑応答（1分）		
17:52	相対P11c	日置 健太（早稲田大）	ブラックホールと裸の特異点の幾何学的な見かけの形状と相違
17:53	相対P12a	岩山 広由（名古屋大）	Hawking輻射の検証に向けて
17:54	相対P13b	山上 歩珠（立教大）	相対論的宇宙モデル
17:55	相対P14c	太田 考一（立教大）	重力波と連星の運動
17:56	相対P15a	田中 友（早稲田大）	ループ量子重力理論の相対論的対象への応用
17:57	質疑応答（1分）		
17:58	休憩		
18:03	相対P16b	大隅 雄司（名古屋大）	情報損失問題と量子情報理論
18:04	相対P17c	川上 逸人（名古屋大）	完全流体の球対称重力崩壊における特異点の構造の判定条件
18:05	相対P18c	田辺 健太郎（京都大）	Kahler moduli インフレーション
18:06	相対P19c	成子 篤（京都大）	複数スロートにおけるブレーンインフレーションとリヒーティング
18:07	相対P20c	古布 諭（大阪大）	2つの場によるインフレーションのNon-Gaussianity
18:08	質疑応答（1分）		
18:09	相対P21a	泉 圭介（京都大）	初期に非ガウシアン性を持つ宇宙論的揺らぎの繰り込み群を用いた評価
18:10	相対P22c	田中 義晴（京都大）	非ガウスの曲率ゆらぎに対する宇宙論的非線形摂動の定式化
18:11	相対P23b	鈴木 良拓（京都大）	CMBゆらぎに対する量子補正の効果
18:12	相対P24a	田中 周太（大阪大）	宇宙初期の密度揺らぎによる重力波背景放射の生成
18:13	相対P25b	前田 悟志（東工大）	インフレーションの密度揺らぎから生じる2次の背景重力波
18:14	質疑応答（1分）		
18:15	相対P26c	黒柳 幸子（名古屋大）	重力波によるインフレーション起源磁場の増幅の可能性
18:16	相対P27a	斎藤 俊（東京大）	CMBの非等方性を用いた、背景重力波のもつ偏極成分の検出方法

18:17	相対P28b	成田 亮太 (筑波大)	バリオン音響振動による宇宙膨張の理解
18:18	相対P29c	西道 啓博 (東京大)	バリオン音響振動による暗黒エネルギーの制限
18:19	相対P30a	菅原 功 (大阪大)	WDM粒子の候補の質量に制限を与える
18:20	質疑応答 (1分)		
18:21	相対P31b	阿部 博之 (大阪市大)	非一様宇宙での光の伝播
18:22	相対P32c	大宮 博之 (立教大)	ハローによる重力マイクロレンズについて
18:23	相対P33a	梅本 直規 (名古屋大)	フォトメトリックレッドシフトサーベイによるダークエネルギーの制限
18:24	相対P34b	徳谷 碧 (名古屋大)	pre-ionizationでの21cm radiationについて
18:25	相対P39a	上原 宏明 (早稲田大学)	加速膨張宇宙におけるBlack Hole解とその性質
18:26	質疑応答 (1分)		
7月31日 (火) 招待講演14:00~16:00			
時刻	講演No.	講演者名 (所属)	講演タイトル
14:00	招待講演	早田 次郎 (京都大)	初期宇宙物理学 --- 時空の起源と構造の探求
15:00	招待講演	石原 秀樹 (大阪市大)	相対論の研究の”おもしろさ”
8月1日 (水) 一般講演 (13:00~16:30) 招待講演 (15:25~16:30)			
時刻	講演No.	講演者名 (所属)	講演タイトル
13:00	相対07	中川 利治 (大阪市大)	回転しているKaluza-Klein black hole
13:15	相対08	孝森 洋介 (大阪市大)	ブラックホール磁気圏の数値的な解析
13:30	相対09	大塚 正士 (早稲田大)	Pioneer anomalyと重力理論
13:45	相対10	伊形 尚久 (大阪市大)	Bose-Einstein凝縮体によるアナロジー宇宙と粒子生成
14:00	相対11	吉田 訓士 (大阪大)	光子の二次摂動から生じる四重極モーメントによるBモード偏光
14:15	相対12	児島 和彦 (東京大)	場を考慮したCMBによるニュートリノ質量の制限
14:30	相対13	住吉 昌直 (京都大)	FMOS Dark Energy Survey
14:45	相対14	成川 達也 (広島大)	弱い重力レンズ統計を用いた重力拡張模型の研究
15:00	相対15	林 昌宏 (名古屋大)	銀河のパワースペクトルを用いたダークエネルギークラスターリングへの制限
15:15	休憩		
15:25	招待講演	戸谷 友則 (京都大)	観測的宇宙論の現状と展望

ポスター掲示のみの発表

発表No.	発表者名 (所属)	発表タイトル
相対P35a	西澤 篤志 (京都大)	100MHz における背景重力波検出のための検出器デザイン
相対P36a	横山 修一郎 (京都大)	インフレーション中に生成される初期揺らぎの非ガウシアン性の評価
相対P37b	恩田 航平 (名古屋大)	ブラックホール磁気圏における波の散乱問題
相対P38c	権田 理 (名古屋大)	非一様宇宙における光度距離-赤方偏移相関の加速膨張的な振る舞い
相対P40b	木下 俊一郎 (東京大)	de Sitterコンパクト化とwarped geometry

発表者	佐藤 真希	所属	京都大学天体核
講演番号	相対 01	発表形態	口頭発表
タイトル	超弦理論的效果による背景重力波の円偏極		
アブストラクト	<p>超弦理論から 4 次元有効作用に導入される項に、Gauss-Bonnet(GB) 項と Chern-Simons(CS) 項がある。この内、CS 項はパリティ対称性を破る項なので、その効果によって背景重力波に円偏極 (左右円偏極の振幅の差異) が誘起される。もし、CS 項が充分大きな円偏極を作り出すのであれば、背景重力波の円偏極を観測することで、超弦理論の検証を行うことができると期待されている。</p> <p>そこで本講演では、GB,CS 両項を考慮した作用において、左右円偏極それぞれの生成・発展を解析し、背景重力波に充分大きな円偏極が引き起こされる可能性がある事を、簡単なモデルを用いて示す。これは、円偏極重力波の観測による、超弦理論検証の可能性が存在する事を示唆している。</p>		
背景知識	<p>背景重力波：インフレーション時の量子揺らぎに起因する重力波で、CMB の如く宇宙に偏在していると考えられている。重力波は貫通力が高いので、インフレーション時の情報を多く含んでおり、この観測によってインフレーション・スケール等の情報が得られると期待されている。</p> <p>円偏極重力波：回転体から生じる重力波に対応する。偏極テンソルは、光子とのアナロジーから、重力波の直交する 2 つの振動モード、即ち + モードと × モードの偏極テンソルの位相を 90 度ずらして足し合わせることで定義される。パリティ対称性が保たれていると、左右円偏極の振幅は等しくなる。</p> <p>Gauss-Bonnet(GB) 項、Chern-Simons(CS) 項：超弦理論から導入される項であり、曲率の二次である。今回の場合、GB 項は背景時空、重力波双方に影響を及ぼし、CS 項は重力波のみに影響を及ぼす。但し、CS 項はパリティ対称性を破る効果を持つのが特徴である。</p>		
参考文献	<p>A. Lue, L. Wang and M. Kamionkowski, Phys. Rev. Lett. 83, 1506(1999).  S. Alexander and J. Martin, Phys. Rev. D71, 063526(2005).  J. Soda, M. Sakagami and S. Kawai, Phys. Lett. B437, 284(1998).</p>		

発表者	八木 絢外	所属	京都大学天体核
講演番号	相対 02	発表形態	口頭発表
タイトル	プリヒーティング時に生成される重力波		
アブストラクト	<p>重力波は透過力がとても高いため、インフレーション起源の背景重力波を観測出来れば、当時の情報をそのまま知ることができると期待されている。多くのモデルにおいて、インフレーションは大きな密度ゆらぎが生じるプレヒーティングという時期を迎えて終了する。本論文では、このプリヒーティング時にとても強い重力波が生成されることを初めて詳細に計算した。まず解析的にこの重力波の振幅および周波数を見積もり、簡単なモデルにおける数値計算と比較した。結果、インフレーション起源よりも4桁ほど大きな振幅を持つ重力波が得られた。また、スペクトルはプレヒーティング時のホライズン・スケールに対応したピークを持つ形になった。インフレーションが TeV スケールで起こったとすると、BBO の観測領域にかかるため、これは重要な検出ターゲットになり得る。本発表は [1] のレビューであり、先行研究は [2] を参照のこと。</p>		
背景知識	<p>用語説明インフレーション：宇宙初期の加速膨張の時期で、インフラトンというスカラー場によって引き起こされると考えられている。やがてインフラトンが輻射に崩壊して終了するが、膨張により冷えた宇宙はこの時再加熱される（リヒーティング）。プレヒーティング：リヒーティングの初期段階（存在するかどうかはモデルによる）。ある種の共鳴がおき、指数関数的な粒子生成が起こる。揺らぎは非線形が効くくらいに成長する。BBO：干渉計を用いた重力波検出器。周波数帯と感度（振幅）は、それぞれ <math>10^{-3} \sim 10^2</math> [Hz]、<math>10^{-18} \sim 10^{-10}</math> である。</p>		
参考文献	<p>[1] Easter R and Lim E A, 2006 JCAP04(2006)010  [2] Khlebnikov S Y and Tkachev I I, 1997, Phys. Rev. D 56 653  [3] Easter R, Giblin J T and Lim E A, 2007, astro-ph/0612294v2  [4] Kofman L, Linde A D and Starobinsky A A, 1994, Phys. Rev. Lett. 73 3195</p>		

発表者	新田 大輔	所属	東北大学
講演番号	相対 03	発表形態	口頭発表
タイトル	宇宙背景輻射非等方性の3点相関関数		
アブストラクト	<p>宇宙のインフレーションは、近年の詳細な宇宙背景輻射（CMB）の温度揺らぎの観測によって、ますます存在が確かなものになってきている。しかしながらインフレーション理論には本当に様々なモデルが提案されており、温度揺らぎのスペクトルからの情報だけでは、モデル制限を行うのは難しい。そこで、新たな情報としてCMB温度揺らぎのバイスペクトル（3点相関関数）が注目されている。バイスペクトルは揺らぎの非線形な成分を見ることになり、インフラトン場が初期にどのような相互作用を受けてきたかという情報を持っているためモデル依存性が大きい。しかし温度揺らぎの非線形成分には、重力の非線形性や光子-バリオン相互作用の非線形性も含まれており、正確な計算にはボルツマン方程式などの2次まで考慮しなければならない。今回はこの温度揺らぎのバイスペクトルの研究について、いくつかの成果を発表する。</p>		
背景知識	<p>インフラトンモデルの非線形性の研究は、主に温度揺らぎの分布がガウス分布からずれるという効果、いわゆる Non-Gaussianity という形でなされてきたが、基本的にはバイスペクトルと同等のものと考えてよいだろう。ただ、バイスペクトルは非線形性を直接見ることになるので、観測量としてはより強力である。現時点では最も精度のよいWMAPのCMBの全天観測からも、ガウス分布からのずれは検出されていない。しかし来年打ち上げ予定のPLANCKでは、ある種のモデルは制限できると期待されている。</p>		
参考文献	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ Non-Gaussianity のレビュー N. Bartolo, et al. Phys. Rept. 402 (2004) 103-266</li> <li>・ ボルツマン方程式の2次 N. Bartolo et al. JCAP, 0605, 010(2006)</li> <li>・ インフレーション起源の非線形性のバイスペクトルの計算例 J. Maldacena, JHEP, 0305, (2003) 013.</li> </ul>		

発表者	鎌田 耕平	所属	東京大学ビッグバンセンター
講演番号	相対 04	発表形態	口頭発表
タイトル	複数の平坦方向を用いたアフレック・ダイン・バリオン数生成の初期値問題		
アブストラクト	超対称性理論に現れるスカラー場のポテンシャルの平坦方向を用いる、アフレック・ダイン機構は宇宙のバリオン・反バリオン非対称性を生み出すシナリオとして有望なもののひとつである。本講演では、複数の平坦方向が同時に働く場合のバリオン数の生成量と、インフレーション中のスカラー場の初期値との関係を明らかにし、アフレック・ダイン・バリオン数生成の有効性を議論する。		
背景知識	<p>バリオン・反バリオン非対称：宇宙には物質ばかりが存在し、反物質がほとんど存在しない。これをバリオン・反バリオン非対称と呼ぶ。素粒子標準理論ではインフレーション理論の枠組で現在の非対称を生み出すことが出来ないことが知られている。</p> <p>超対称性理論：素粒子標準理論を越えた物理として、現在もっとも有望視されている理論のひとつ。この理論では、クォークに対するスクォークなど、すべての粒子にはスピンの1/2ずれたパートナーが存在する。</p> <p>アフレック・ダイン機構：1985年にアフレックとダインが提唱したバリオン・反バリオン非対称を生み出すメカニズム。超対称性理論に現れるバリオン数を持ったスカラー粒子の凝縮を作ることにより、バリオン・反バリオン非対称を生み出す。</p>		
参考文献	<p>Kolb&amp;Turner, The Early Universe, 1990(Westview Press)</p> <p>Affleck &amp; Dine, Nucl.Phys. B249,361(1985)</p> <p>Dine, Randall &amp; Thomas, Nucl Phys B 458 (1996) 291</p> <p>M. Senami and K. Yamamoto, Phys. Rev. D 66 (2002) 035006</p>		

発表者	小林 洸	所属	東京大学宇宙理論研究室
講演番号	相対 05	発表形態	口頭発表
タイトル	Inflation in a Warped Throat		
アブストラクト	宇宙初期においてインフレーションが起こったと考えられてはいるが、しかし実際にインフレーションを起こす機構については未だによく分かっていない。そこで素粒子の統一理論の有力な候補として期待されている超弦理論を用いれば、インフレーションを説明できるかもしれない。特に時空のコンパクト化の方法を示したKKLTシナリオが2003年に提唱されてからは、超弦理論に基づいたインフレーションモデルの研究が活発に行われている。KKLTシナリオにおいては、超弦理論の予測する時空10次元のうちの6次元をフラックスを入れて安定にコンパクト化している。本講演においては、そのようなワープした時空におけるインフレーションモデルについて述べる。		
背景知識	インフレーション宇宙論、超弦理論、KKLTシナリオ		
参考文献	<p>"String Cosmology", James M. Cline, hep-th/0612129</p> <p>"On Inflation in String Theory", Renata Kallosh, hep-th/0702059</p> <p>"de Sitter Vacua in String Theory", Shamit Kachru, Renata Kallosh, Andrei Linde, Sandip P. Trivedi, hep-th/0301240</p>		

発表者	山内 大介	所属	京都大学基礎物理
講演番号	相対 06	発表形態	口頭発表
タイトル	任意次元における $Z_2$ 対称性を持たないブレンワールド		
アブストラクト	我々は今回、ブレンワールドシナリオの枠内において余剰次元1のブレンの前後に $Z_2$ 対称性 (鏡映対称性) を課さない場合における一般的なブレン上の有効アインシュタイン方程式を導出することに成功した。特に、 $Z_2$ 対称性を持たない一般的なブレンにおける接続条件を導出し、ガウス方程式を解くことにより外部曲率の平均を導くことによってこの結果を得ることができる。この接続条件はイスラエルの接続条件と対をなす一般的な接続条件である。このとき、有効アインシュタイン方程式に現れる物質場として今までに発見されなかった新しい非等方場が得られることがわかった。また、この結果は任意の余剰次元を持つブレンを、余剰次元1の $Z_2$ 対称性を持たないブレンとみなすことにより正則化する際に用いることができる。発表の際には、この結果の意義と応用についても議論する。		
背景知識	我々の4次元宇宙が、高次元時空の局所部分空間ではないかという考えは、1980年代よりあった。一方、素粒子論領域において超弦理論の中にD-ブレンというオブジェクトが発見されたことにより、宇宙論における「ブレンワールド」という概念を得た。我々は高次元に埋め込まれた「ブレン」と呼ばれる一種の「膜」の上に張り付いていると考えることにより非常に興味深い宇宙像が得られることがわかってきた。しかし、多くの研究者によって調べられているのは余剰次元が1 (ブレン以外の次元が1つ) のモデルである。その理解に非常に重要な役割を果たしたのは、ブレンの前後に $Z_2$ 対称性 (鏡映対称性) を課した場合での共变的な定式化の存在である。しかし、より一般の場合においては $Z_2$ 対称性はない。よって、ブレンワールドをより理解するためには、一般的な場合での定式化が必要である。		
参考文献	D. Yamauchi and M. Sasaki, “Brane World in Arbitrary Dimensions Without $Z_2$ Symmetry”, arXiv:0705.2443 [gr-qc]. R. A. Battye, B. Carter, A. Mennim and J. P. Uzan, Phys.Rev., D 64, 124007 (2001) [arXiv:hep-th/0105091]. T. Shiromizu, K. i. Maeda and M. Sasaki, Phys.Rev., D 62, 024012 (2000)[arXiv:gr-qc/9910076].		



発表者	大倉 加奈子	所属	その他 学習院大学
講演番号	相対 P01b	発表形態	ポスター発表 + 口頭発表
タイトル	コンパクト化による次元低下のメカニズム		
アブストラクト	高次元時空を与え、その効果が低次元でどう見えるのか考える。余剰次元が $q$ の $(4 + q)$ 次元時空を考えた結果、4次元時空上の有効理論を得る。 $q$ 次元の情報は何らかの形で4次元上で見える。この時、 $q$ 次元空間は安定に存在でき、十分小さくコンパクト化されたものであって欲しい。今回は、 $q=1$ の場合で、余剰次元効果がスカラー場として見えるようなモデルを考える。		
背景知識	加速器実験などから実際の宇宙は高次元である必要があるとされた時に、矛盾なくこの4次元時空を記述する高次元理論が必要になる。統一理論では一般に、4以上の時空次元が予言される。Freund と Rubin のコンパクト化 [1] は、安定性の良い余剰次元を得ることはできた。しかし、4次元時空と $q$ 次元空間の曲率が同程度の大きさになってしまうという問題点があった。我々には余剰次元が見えないということから、余剰次元は十分小さい必要がある。		
参考文献	[1]P. G. O. Freund and M. A. Rubin, Phys.Lett, 97B, 233(1980)		

発表者	分部 亮	所属	早稲田大学（前田/山田研）
講演番号	相対 P02a	発表形態	ポスター発表 + 口頭発表
タイトル	時間依存する背景時空での交差するブレーン系の解析		
アブストラクト	<p>宇宙はかつてインフレーションと呼ばれる加速度膨張期があったことが、近年 WMAP 等による CMB の詳細な観測等によって非常に高い精度で確認されている。インフレーション理論のモデルは約 <math>10^{15}</math> GeV という大統一理論 (GUT) のエネルギー領域を扱うため、GUT スケールやそれに近い高エネルギー領域を扱う素粒子物理学にとっても重要である。この領域を扱う理論として弦理論がある。本研究では、超弦理論の低エネルギー有効理論である超重力理論を用い、D-brane をソースに持つ時空を求めた。特に時間と brane の入った方向にヌル座標系を用いて pp-wave を含む平坦な時空を仮定した。ピアンキ恒等式を自明に満たすよう brane によって作られるゲージ場を仮定した。それらの仮定の下、超対称性を持つように BPS 条件を仮定し、交差する D-brane により、超対称性を持つヌル方向に依存する新たな BPS 解を求めた。</p>		
背景知識	<p>弦理論は 10 及び 11 次元の理論で、そのソリトン解として Dp-brane と呼ばれるものが必然的に存在することが知られている。Dp-brane とはエネルギーが時空の中の空間 p 次元方向に局在している板のようなもので、近年この D-brane を用いた宇宙論が盛んに議論されている。我々の住んでいる宇宙は brane 上にあるといった Randall&amp; Sundrum モデルや、brane のない次元にすんでいると考えるモデル等がある。また、交差する D-brane を考えることによって、<math>SU(3) \times SU(2) \times U(1)</math> の標準模型を再現することが出来ることが分かっている。</p>		
参考文献	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. N. Ohta, K. L. Panigrahi, PRD74 (2006) 126003</li> <li>2. 太田信義：超弦理論・ブレーン・M 理論 (シュプリンガー, 2002)</li> <li>3. J. Polchinski : String theory(Cambridge University Press , 1998)</li> <li>4. 中原幹夫：理論物理学のための幾何学とトポロジー (ピアソン, 2000)</li> <li>5. N.Ohta, Phys.Lett. B403 (1997) 218-224</li> <li>6. N.Ohta, K. L. Panigrahi and S. Siwach, Nucl.Phys. B674 (2003) 306-328; Erratum-ibid. B748 (2006) 309-332</li> <li>7. S. R. Das, J. Michelson, K. Narayan and S. P. Trivedi, PRD75 (2007) 026002</li> </ol>		

発表者	五月女 誠	所属	その他 学習院大学
講演番号	相対 P03a	発表形態	ポスター発表 + 口頭発表
タイトル	高次元宇宙における余剰次元の安定性		
アブストラクト	<p>高次元宇宙における余剰次元の安定性について考える。<math>(4+q)</math>次元の高次元宇宙モデルでは、<math>(4+q)</math>次元の <i>Einstein</i> 方程式を 4次元に制限したものが、4次元の作用から導かれることがわかる。また、余剰 <math>q</math>次元の情報はスカラー <math>\phi</math> が担っている。つまり <math>(4+q)</math>次元の理論が 4次元の重力理論とスカラー場 <math>\phi</math> のポテンシャル <math>V(\phi)</math> に帰着される。余剰次元の安定性はこのポテンシャル <math>V(\phi)</math> で決まる。<i>Freund-Rubin</i> によるコンパクト化では、余剰次元が安定であることがわかっているが、余剰次元と時空が同程度の大きさを持つてしまう問題点があった。</p> <p>今回は非線形シグマモデルを使って、余剰次元が安定であり、上記の問題を解消する宇宙モデルを考えたい。</p>		
背景知識	<p><math>(4+q)</math>次元の高次元宇宙モデルにおいて、我々の住む 4次元時空がどのように実現され、余剰 <math>q</math>次元が見えなくなっているのかというメカニズムを考える必要がある。これを次元のコンパクト化という。<i>Freund</i> と <i>Rubin</i> は、<math>q</math>形式の <i>fieldstrength</i> によって 4次元時空と余剰次元が <i>Einstein</i> 空間の直積になっているコンパクト化を示した [1]。また、余剰次元は安定であることが示されている [2]。</p>		
参考文献	<p>[1]P. G. O. Freund and M. A. Rubin, <i>phys.Lett.</i>, B 97, 233 (1980)  [2]O. DeWolfe, D. Z. Freedman, S. S. Gubser, G. t. Horowitz and I. Mitra, hep-th/0105047</p>		

発表者	松田 伸哉	所属	東京工業大学 宇宙理論研究室
講演番号	相対 P04b	発表形態	ポスター発表 + 口頭発表
タイトル	Bubble of nothing の存在する時空における粒子の運動		
アブストラクト	Bubble of nothing の存在する時空における物理を解析しました。		

発表者	棚橋 典大	所属	京都大学天体核
講演番号	相対 P05c	発表形態	ポスター発表 + 口頭発表
タイトル	RS-II ブレーンに局在したブラックホールの時間反転対称な初期データ		
アブストラクト	<p>ブレーン宇宙モデルの一つである Randall-Sundrum(RS) モデルにおいて、静的なブラックホール (BH) の厳密解は未発見である。この問題に示唆を与えるために、ブレーンに局在した BH の時間反転対称な初期データを、バルク時空を AdS- Schwarzschild 時空に固定し、その中にハミルトニアン拘束条件を満たすようにブレーンを埋め込むことで構成した。結果として、これまで未発見であったバルク曲率スケールよりも大きな BH を含む、3パラメタの初期データの族が得られた。また、バルクの Weyl 曲率の寄与のために、BH 近傍には実効的な物質分布が生じることが分かった。本発表では、この初期データの性質と、この系に BH 熱力学を適用して得られる示唆などについて述べる。</p>		

発表者	村田 佳樹	所属	京都大学天体核
講演番号	相対 P06b	発表形態	ポスター発表 + 口頭発表
タイトル	Fate of Kaluza-Klein Black Holes		
アブストラクト	<p>古典的にはブラックホールは内部から物質を放出することはできない。しかし、量的にはブラックホールは熱的な輻射を出すことが分かる。その輻射によりブラックホールは蒸発していずれ消えてしまうと考えられている。しかし、Kaluza-Klein 時空を考えるとその描像は大きく異なる可能性がある。ブラックホール蒸発により内部空間のダイナミクスが引き起こされるからである。我々は、この内部空間のダイナミクスを考慮に入れて Kaluza-Klein ブラックホールの蒸発過程について調べた。その結果、蒸発が進むにつれて内部空間の大きさが縮んでいくことが分かった。この結果により、蒸発の最終段階では、ブラックホールは我々の時空から切り離されるという全く新しい蒸発過程が示唆される。</p>		
背景知識	<p>超弦理論は、我々の時空は 4 次元ではなく、より高次元であることを予言する。高次元時空が観測されないのは、余剰次元が小さくコンパクト化されているからだと考えられている。このようなコンパクト化された時空のことを Kaluza-Klein 時空といい、その時空上のブラックホールを Kaluza-Klein ブラックホールという。また、小さく丸められた余剰次元は内部空間とよばれる。Kaluza-Klein ブラックホールの蒸発では、この内部空間のダイナミクスも引き起こされる。</p>		
参考文献	<p>Keiju Murata, Jiro Soda, Sugumi Kanno, "Fate of the Kaluza-Klein Black Holes:Evaporation or Excision?", gr-qc/0703029, Phys.Rev. D75, 104017, 2007</p> <p>Keiju Murata, Jiro Soda, Sugumi Kanno, "Evaporating (2+1)-dimensional black strings", gr-qc/0701137</p>		

発表者	岩田 一浩	所属	名古屋大学 CG 研
講演番号	相対 P07b	発表形態	ポスター発表 + 口頭発表
タイトル	高次元 Kerr-(A)dS ブラックホールからのホーキング輻射		
アブストラクト	<p>ブラックホールは量子論を適用することにより熱的な輻射 (ホーキング輻射) をすることが知られている。近年、ホーキング輻射を重力アノマリーの観点から理解できることがわかった。重力アノマリーとはエネルギー運動量保存則の量子レベルでの破れのことである。この手法の利点は、ホライズン上の境界条件のみを必要とし無限遠に対する条件を必要としないのでホーキング輻射がホライズンの性質であることがわかり、また任意の次元に対しても適用できるので、量子重力を考える上で重要な高次元ブラックホールのホーキング輻射もこの手法で求まる。この発表では、Zhibo Xu.etc (2007) をレビューして、最近の観測事実や量子重力への関心の高まりから重要性が増してきた宇宙項が 0 でない時空 ((anti)de Sitter 時空) 上のブラックホールに対してこの手法でホーキング輻射のフラックスを求められることを見る。</p>		

発表者	浦野 美保	所属	名古屋大学 CG 研
講演番号	相対 P08c	発表形態	ポスター発表 + 口頭発表
タイトル	ブラックリングの力学とその安定性		
アブストラクト	<p>近年、重力を含む統一理論の有効理論として高次元の重力理論が盛んに研究されており、これらの理論は宇宙論における問題を解決する上で重要な役割を果たすと考えられている。この高次元理論を背景として Emparan らによって発見されたブラックリング解は、回転を伴う5次元の真空定常な解であり、トーラス状の事象の地平面をもつ。この解の安定性を調べることはブラックリングが物理的過程で作られる可能性を知るうえで重要であるが、その解の複雑さから未だ十分な解析はなされていない。本発表では H.Elvang らの論文 (JHEP0612,074) に基づき、ブラックリングに働く力のつり合いに着目することによって、ブラックリングが横たわる面上に平行な方向の摂動に対しては、安定なブラックリングが存在することを示す。また、その他の考えられる安定性についても議論する。</p>		

発表者	堀口 貴充	所属	名古屋大学 CG 研
講演番号	相対 P09a	発表形態	ポスター発表 + 口頭発表
タイトル	帯電した裸の特異点の不安定性		
アブストラクト	<p>一般相対性理論では時空の曲率が発散する特異点を含んでもよく、ブラックホール (BH) 解で見られる。通常 BH では特異点がホライズンに隠され、遠方の観測者によって観測されることはない。しかし BH の特徴付ける質量・電荷・角運動量のうち質量より他のものの方が大きいよう選ぶとホライズンが消え去り、遠方の観測者が特異点を観測できるようになる。特異点が裸では、物体や光の運動をそれ以上先に決定することができなくなるため、現実として存在してほしく無い。しかし近年帯電した BH に荷電粒子を落とすという物理的試行を行うと BH の電荷が質量より大きくなり裸の特異点ができる恐れがあるという発表があった。そこでこうして作られた裸の特異点が本当に宇宙に存在できるのか検証するため、Gustavo Dotti, Reinald J.Gleiser ら (2007) のレビューを行い、それが線形摂動のもとで安定に存在できるかをみる。</p>		

発表者	木村 匡志	所属	大阪市立大学
講演番号	相対 P10b	発表形態	ポスター発表 + 口頭発表
タイトル	5次元時空における合体するブラックホールの厳密解		
アブストラクト	5次元時空において、通常は、 $S^3$ の位相構造をもつ2体のブラックホールが合体してできるブラックホールの位相構造もまた $S^3$ である。しかし、我々は、漸近構造がレンズ空間となる時空を考えることで、 $S^3$ の位相構造をもつ2体のブラックホールが合体し、レンズ空間の位相構造をもつ1体のブラックホールになる、というプロセスがあることを5次元の宇宙項をもつ Einstein-Maxwell 系の厳密解を求めることで示した。本発表ではこの解の性質について、事象の地平面の数値計算、漸近的平坦な場合との比較、などを行うことで議論する。		
参考文献	H. Ishihara, M. Kimura, K. Matsuno and S. Tomizawa, Phys.Rev.D 74, 047501 (2006). H. Ishihara, M. Kimura and S. Tomizawa, Class. Quant. Grav. 23, L89 (2006).		

発表者	日置 健太	所属	早稲田大学(前田/山田研)
講演番号	相対 P11c	発表形態	ポスター発表 + 口頭発表
タイトル	ブラックホールと裸の特異点の幾何学的な見かけの形状と相違		
アブストラクト	一般相対論は重力を時空の曲がりとして記述する理論である。一般相対論の予想する天体としてブラックホールや裸の特異点は興味深く、強い重力場を持つそれらの天体がどのように観測されるのかを研究しておく事は重要である。その一つに幾何学的な形状として「影」を観測するという可能性がある。強い重力による光の曲がりにより「影」が形成される。ブラックホールは内側から如何なる情報も出られない境界面を持つが、一方、裸の特異点は持たない為に「影」の特徴に違いが表れる。今回、この幾何学的な形状の両者における本質の違いを明らかにする。		

発表者	岩山 広由	所属	名古屋大学 CG 研
講演番号	相対 P12a	発表形態	ポスター発表 + 口頭発表
タイトル	Hawking 輻射の検証に向けて		
アブストラクト	古典論の枠内では Black Hole は何も放射をしない黒い天体だと思われていたが、1974年 Hawking はその周りの時空に場の量子論を適応することにより Black Hole も自身の質量に依存する黒体放射 (Hawking 放射) をしていることを明らかにした。しかしながら、宇宙に存在する太陽質量オーダーの Black Hole に対して黒体放射としての温度 (Hawking 温度) は $10^{-7}K$ となり宇宙背景放射よりも遙かに小さい。そこで、1981年 Unruh が流体を用いて実験室で擬似的に Black Hole 時空を再現する方法 (Acoustic Black Hole) を提唱し、Hawking 輻射の実験的検証の可能性を示唆した。今発表では近年までの Acoustic Black Hole の発展と、新たな Fermi 流体を用いたモデルについて説明する。		

発表者	山上 歩珠	所属	立教大学理論物理
講演番号	相対 P13b	発表形態	ポスター発表 + 口頭発表
タイトル	相対論的宇宙モデル		
アブストラクト	相対論を考慮することで得られる宇宙モデルについての概要の説明を行う。どのモデルについて述べるかはまだ決めてはいないが、モデルの特徴や、モデルに対してのスケールファクターや宇宙年齢について述べたいと思っている。		
背景知識	基本的な一般相対論の教科書にのっている知識。フリードマン方程式やロバートソンウォーカー計量の理解。基本的な宇宙論の知識があれば十分であると思う。		
参考文献	“cosmological physics”, John A. peacock 一般相対論入門 須藤靖		

発表者	太田 考一	所属	立教大学理論物理
講演番号	相対 P14c	発表形態	ポスター発表 + 口頭発表
タイトル	重力波と連星の運動		
アブストラクト	連星の運動から放射される重力波について連星から放射される重力波によつての連星のエネルギーの減少と角運動量の減少を求める。		
背景知識	線形化されたアインシュタイン方程式、ゲージ変換、重力波の四重極公式、		
参考文献	ランダウ・リフシッツ、「場の古典論」(東京図書、1978年) Bernard F. Schutz、「相対論入門 下」(丸善、1988年) 佐々木 節、「一般相対論」(産業図書、1996) P. C. Peters, “Gravitaional Radiation and the Motion of Two Point Masses”, Phys. Rev. B1224 (1964)		

発表者	田中 友	所属	早稲田大学(前田/山田研)
講演番号	相対 P15a	発表形態	ポスター発表 + 口頭発表
タイトル	ループ量子重力理論の相対論的対象への応用		
アブストラクト	Einstein の提唱した一般相対性理論は天体や宇宙などのマクロなスケールでの重力現象を記述する理論である。しかし、Planck スケール程度のミクロなスケールでは重力を正しく記述できない。そこで量子化された重力理論が必要となるが量子効果が大きくなるスケールでは時空のゆらぎが大きく摂動論による扱いは不可能である。そのため、背景時空によらない非摂動的な量子化を考えなくてはならない。近年、非摂動的な重力の量子化法としてループ量子重力理論が提唱された。この理論は、一般相対性理論の正準量子化の試みで拘束系の力学の量子化の手法をとる。面積や体積などが量子化され、それらの量は離散スペクトルを持つことが予言されている。現在、この結果を用いてブラックホールエントロピーの起源や宇宙の初期特異点の回避などの議論がある。今回、ブラックホールなどの相対論的な対象へ応用した。		
参考文献	[1]C. Rovelli, “Quantum Gravity”, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2004 [2]M. Bojowald, “Loop Quantum Cosmology”, Living Rev.Relativity 8 (2005) 11, [gr-qc/0601085]		

発表者	大隅 雄司	所属	名古屋大学 CG 研
講演番号	相対 P16b	発表形態	ポスター発表 + 口頭発表
タイトル	情報損失問題と量子情報理論		
アブストラクト	<p>1976 年、S.W.Hawking はブラックホールが生成・蒸発・消滅する過程において時間反転対称性が成り立たないことを示唆した。つまり、蒸発後の物理系を調べてもブラックホールが出来る前の星の微視的状態は判らないということである。この事実には否定的な見方が多いが、万人が納得できる完全な反論はまだない。2006 年、J.A.Smolin らは純粋な量子情報理論を用いてこの問題を解決できる枠組みを示した。それによると、崩壊前の星の状態は暗号化された情報として放射に乗っており、蒸発の途中だけ調べても判らない。しかし蒸発の最終段階に暗号解読に必要な「鍵」の情報も解放されるので、これも観測すれば星の物理状態が判明する。Smolin らの研究は枠組みだけで具体的な描像がない。今回の発表では、この枠組みに具体的な描像を与えるための第一歩として、鍵がどのようにして解放されるのかについて議論する。</p>		

発表者	川上 逸人	所属	名古屋大学 CG 研
講演番号	相対 P17c	発表形態	ポスター発表 + 口頭発表
タイトル	完全流体の球対称重力崩壊における特異点の構造の判定条件		
アブストラクト	<p>宇宙検閲官仮説によれば重力崩壊によって生じる特異点は事象の地平面に覆われブラックホールになるとされているが、アインシュタイン方程式の解の中には重力崩壊によって事象の地平面に覆われない裸の特異点が生じる解が多数存在する。もし裸の特異点が存在すれば、特異点を観測できることになるので興味深い。重力崩壊ではブラックホールと裸の特異点のどちらが形成されるのか。その第一歩として、我々は orthonormal frame formalism に注目して完全流体の球対称重力崩壊の過程を調べている。そこで最終的に生じる特異点の因果的構造が spacelike、つまりブラックホールが生じるための十分条件を見ることができた。本発表では、その条件式が過去に調べられているモデルと矛盾がないか検証し、重力崩壊の最終状態を決める条件式として使えるかどうか議論する。</p>		



発表者	田辺 健太郎	所属	京都大学基礎物理
講演番号	相対 P18c	発表形態	ポスター発表 + 口頭発表
タイトル	Kahler moduli インフレーション		
アブストラクト	<p>重力を含む統一理論の候補の一つとして弦理論があり、この理論の枠組みの中でインフレーションを実現しようという研究が現在盛んに行われている。しかし、多くの弦理論的インフレーションモデルにおいて fine-tuning、問題等の困難が生じてしまうのが現状である。今回の発表では、超弦理論が含むスカラー場の一つである Kahler moduli を用いたインフレーションモデルについて考察する。結果として、fine-tuning、問題等の困難を回避しつつ、密度揺らぎの spectral index が <math>n=0.960 \sim 0.967</math> となって観測による制限と無矛盾なインフレーションが実現されることが分かった。なお、今回の発表は Conlon、Quevedo らの研究 [1,2,3] のレビューである。</p>		
背景知識	<p>・コンパクト化と moduli：弦理論が無矛盾に定式化されるのは時空の次元が 10 次元のときで、4 次元の物理を記述するには 6 次元のコンパクト化が必要になる。そのコンパクト化空間の大きさや形のパラメタは 4 次元では massless スカラー場として振る舞い、これを moduli という。今回注目する Kahler moduli はコンパクト化空間の体積のパラメタである。このような massless スカラー場は未観測であるため、これに質量を与える機構が必要になる。</p> <p>・弦理論とインフレーション：弦理論には moduli をはじめ多くのスカラー場が存在し、これらを用いたインフレーションモデルが提案されている [4 等]。その多くが抱える問題として、現在の宇宙を実現するために理論のパラメタの fine-tuning が必要であるという問題や、インフレーションが非常に短期間で終了してしまうという問題等がある。</p>		
参考文献	<p>[1] J. P. Conlon and F. Quevedo, “Kahler moduli inflatio”, hep-th/0509012</p> <p>[2] J. P. Conlon, F. Quevedo and K. Suruliz, “Large-volume flux compactifications: moduli spectrum and D3/D7 soft supersymmetry breaking”, hep-th/0505076</p> <p>[3] V. Balasubramanian, P. Berglund, J. P. Conlon and F. Quevedo, “Systematics of moduli stabilisation in Calabi-Yau flux compactifications”, hep-th/0502058</p> <p>[4] S.S. Kachru et al., “Towards inflation in string theory”, hep-th/0308055</p>		

発表者	成子 篤	所属	京都大学基礎物理
講演番号	相対 P19c	発表形態	ポスター発表 + 口頭発表
タイトル	複数スロートにおけるブレーンインフレーションとリヒーティング		
アブストラクト	<p>素粒子の統一理論の候補である超弦理論に基づき、インフレーション理論を構築しようとするのが困難がつきまとう。例えば、単一スロートの D - 反 D 膜インフレーションでは、スロートのスケールはインフレーションのスケールで決まるが、高いスケールで超対称性が破れてしまい観測的制限と矛盾する。だが、複数スロートを導入すればこの問題は解決できる。このモデルでは、宇宙の再加熱に必要なエネルギーは D - 反 D 膜の対消滅によりもたらされうるのだが、複数スロートモデルで、あるスロートで開放されたエネルギーが別のスロートに効率よく移動するかは自明ではなかった。本研究は複数スロートの D - 反 D 膜インフレーションを考え、この場合でも確かに再加熱を起こせることを示し、D - 反 D 膜インフレーションから再加熱までを統一的に考えられることを示した。尚、本発表は Chialva, Shiu &amp; Underwood(2006) のレビューである。</p>		
背景知識	<p>宇宙に目を向けた時、観測事実を説明するには、宇宙初期にスカラー場(インフラトン)で加速的な宇宙膨張(インフレーション)を引き起こし、その後宇宙を温める(再加熱)必要がある。10次元理論である超弦理論(ボゾンとフェルミオンの間に対称性(超対称性)がある弦理論)で4次元世界を記述するには、余剰次元を観測できない程小さく(コンパクト化)する必要がある。また、超弦理論により膜状物体「D膜」の存在が予想されており、D - 反 D 膜間の距離をインフラトンとするのが D - 反 D 膜インフレーションである。そのエネルギースケールはコンパクト化のサイズで決まる為、大変大きくなってしまふ。そこで余剰空間の中に強く歪んだ部分(スロート)を考え、その中でインフレーションを起こすことで、スケールを別に指定できる。D膜間の距離が極めて小さくなった暁には膜の対消滅が起きると予想されており、膜のエネルギーが開放され再加熱が起きる。</p>		
参考文献	<p>S. Kachru et al., "Towards inflation in string theory", JCAP10(2003)013, hep-th/0308055</p> <p>L. Kofman and P. Yi., "Reheating the universe after string theory inflation", Phys. Rev. D72(2005)106001, hep-th/0507257</p> <p>N. Barnaby, C. P. Burgess and J. M. Cline., "Warped reheating in brane-antibrane inflation", JCAP04(2005)007, hep-th/0412040</p> <p>A. R. Frey, A. Mazumdar and R. Myers, "Stringy effects during inflation and reheating", hep-th/0508139</p>		

発表者	古布 諭	所属	大阪大学宇宙進化グループ
講演番号	相対 P20c	発表形態	ポスター発表 + 口頭発表
タイトル	2つの場によるインフレーションの Non-Gaussianity		
アブストラクト	一番単純なインフレーションモデルとしては、1つのスカラー場によるモデルである。しかし、初期宇宙には多くのスカラー場が存在しているはずなので、複数のスカラー場によるモデルを考えるのが、自然である。今回、2つのスカラー場がゆっくり転がっている (slow-roll) インフレーションモデルに対する Non-Gaussianity の大きさを見積もり、観測可能性について議論する。なお、今回の発表は、F. Vernizzi and D. Wands のレビューである。		
背景知識	様々な状況証拠から、インフレーションが起こったと考えられる。インフレーションには様々なモデルがあるが、現在の観測では強い制限を与えることができない。将来、密度ゆらぎの3点相関の観測、すなわち、Non-Gaussianity を観測することでモデルに制限をつけることができると、期待されている。		
参考文献	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ Filippo Vernizzi and David Wands, 2006, J.Cosmol.Astropart.Phys., JCAP0605(2006)019</li> <li>・ A. R. Liddle and D. H. Lyth, Cosmological inflation and large-scale structure (Cambridge University Press, Cambridge, England, 2000)</li> <li>・ J. Maldacena, JHEP, 0305, 013(2003)[arXiv:astro-ph/0210603]</li> </ul>		

発表者	泉 圭介	所属	京都大学天体核
講演番号	相対 P21a	発表形態	ポスター発表 + 口頭発表
タイトル	初期に非ガウシアン性を持つ宇宙論的揺らぎの繰り込み群を用いた評価		
アブストラクト	宇宙論的揺らぎはインフレーション期に作られた量子揺らぎを種として発展している。ホライズンの外では揺らぎは相対論的な線形理論で記述できる。揺らぎがホライズンの中に入ると、発展はニュートン重力で記述でき、あるところでジーンズ不安定性により非線形効果が効きだす。この領域はN体シミュレーションで計算されることが多いが、数値計算は時間がかかるため、解析的にこの領域を扱えると便利である。我々は、解析的に非線形領域を扱う手段として繰り込み群に注目した。ニュートン重力の宇宙論的揺らぎの発展を、経路積分の形に書き直し、場の理論の観点で評価した。さらに先行研究の繰り込み群の手法を、初期に非ガウシアン的な密度揺らぎがある場合に拡張した。初期の非ガウシアンの情報がどれくらい残っているかを調べるために、非線形効果を含んだプロパゲータを計算した。結果、非ガウシアン性が非線形プロパゲータに影響することがわかった。		
参考文献	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keisuke Izumi and Jiro Soda, arXiv:0706.1604 (2007)</li> <li>M. Crocce and R. Scoccimarro, Phys. Rev. D 73,063519 (2006)</li> <li>S. Matarrese and M. Pietroni, arXiv:astro-ph/0702653 (2007)</li> <li>S. Matarrese and M. Pietroni, arXiv:astro-ph/0703563 (2007)</li> </ul>		

発表者	田中 義晴	所属	京都大学基礎物理
講演番号	相対 P22c	発表形態	ポスター発表 + 口頭発表
タイトル	非ガウスの曲率ゆらぎに対する宇宙論的非線形摂動の定式化		
アブストラクト	<p>最近の WMAP 衛星の宇宙背景放射の非等方的温度ゆらぎの観測はインフレーション理論の予測と無矛盾であることが分かっている。その様な状況の中、宇宙背景放射の非等方的ゆらぎの統計性の観測からインフレーションモデルに対して制限をあたえることが世界的に関心を集めている。現在の所、ゆらぎの統計性はガウシアンで無矛盾であることが分かっているが、今後の観測精度の向上によりガウシアンからのずれを検出できる可能性がある。もし、見つければ広くモデルに強い制限を与えることになる。その様に観測が注目される一方、理論側でのゆらぎの統計性の予測のためには宇宙論的非線形摂動の定式化が必要とされるが、その一般的な定式化がまだ十分になされていない。今回、この定式化への我々の試みを紹介する。</p>		

発表者	鈴木 良拓	所属	京都大学天体核
講演番号	相対 P23b	発表形態	ポスター発表 + 口頭発表
タイトル	CMB ゆらぎに対する量子補正の効果		
アブストラクト	<p>現在 WMAP 衛星の観測によって CMB ゆらぎが精度良く観測され、そのデータはインフレーション理論と非常に良く合っていることが分かっています。しかし、そのゆらぎの計算はいままで線型近似の精度まででしか行われておらず、最近高次の量子補正の効果が計算されています。今後観測の精度が上がればこれらの補正が見える、あるいはそれらに制限をつけることが期待出来ます。今回紹介する論文は <math>\lambda\phi^4</math> モデルを用いてゆらぎのパワースペクトルに対する量子効果の補正を計算しています。ここで寄与してくるのがループを含んだダイアグラムの補正で、この項を計算し結果として tree level のスペクトルに対して最大で数%の補正を得ました。さらにインフレーションが長く続くモデルほどこの補正が大きくなるという結果となりました。</p>		
背景知識	<p>CMB(Cosmic Microwave Background; 宇宙背景放射) 宇宙空間の全方向から等方的にやってくるほぼ一様な 2.7K の黒体放射。 CMB ゆらぎ CMB の温度は <math>10^{-5}</math> 程度わずかに非等方的に揺らいでいる。このゆらぎはインフレーション時のインフラトンの密度ゆらぎ、あるいは重力場のゆらぎに起因すると考えられている。 インフレーション理論 宇宙は急激に加速度膨張する時期を経たとする理論。その時、加速度膨張を担うスカラー粒子の存在を仮定し、これをインフラトンと呼ぶ。</p>		
参考文献	<p>・今回紹介する論文 Martin S. Sloth, “On the one loop corrections to inflaton and the CMB anisotropies”, Nuclear Physics B 748(2006)149-169 ・インフレーション理論、CMB ゆらぎについて Mukhanov, “Physical Foundations of Cosmology”</p>		

発表者	田中 周太	所属	大阪大学宇宙進化グループ
講演番号	相対 P24a	発表形態	口頭発表
タイトル	宇宙初期の密度揺らぎによる重力波背景放射の生成		
アブストラクト	<p>近年の CMB(Cosmic Microwave Background) の観測から、十万分の一程度の非常に小さい宇宙初期に形成された宇宙論スケールの密度揺らぎの存在が確認された。この密度揺らぎの性質は線型化された宇宙論的摂動論による予測と見事に一致している。近年、非線型の宇宙論的摂動論の研究が盛んになっている。この高次の摂動を考えると、密度揺らぎをソースとする重力波が生成される。これは必ず存在することが予言されている。本講演では、二次の摂動の計算を行い、輻射優勢期における宇宙初期の密度揺らぎから生成される重力波背景放射の大きさを WMAP の観測結果を用いて見積もる。計算される結果から、将来の計画でのその観測可能性について議論する。なお以上の内容は、論文 (K.Ananda et al, gc-rp/0612013) に基づいて進める。</p>		
背景知識	<p>重力波とは、一般相対論から予言される重力場の揺らぎが空間を伝播する現象で、間接的には観測されている。しかし、直接観測には今なお至っていない。重力波背景放射には、インフレーション起源のものと、宇宙初期の密度揺らぎを起源とするものがある。インフレーション起源のものはインフレーションのモデルに依存するためによくわかっていない。一方、宇宙初期の密度揺らぎを起源とするものは、CMB の観測から宇宙初期の密度揺らぎが観測されている。そのため、高次の宇宙論的摂動論を考えると、確実に存在する。</p>		
参考文献	<p>K. Ananda et al,2006, gc-rp/0612013 V. F. Mukhanov et al, 1992, Phys. Rep.215,203 N. Bartolo et al, 2007, astro-ph/0703496</p>		

発表者	前田 悟志	所属	東京工業大学
講演番号	相対 P25b	発表形態	口頭発表
タイトル	インフレーションの密度揺らぎから生じる2次の背景重力波		
アブストラクト	<p>現在宇宙論では、宇宙初期にインフレーションが起こったことはほぼ確実だと考えられているが、インフレーションを引き起こすモデルは様々なモデルが提唱されており、未だ確実なものは決まっていない。インフレーションによって生じる背景重力波はCMBの偏光に寄与する。今後WMAPのさらなる解析や次世代CMB観測装置Planckなどによる、より精密な観測が期待されることから、最近2次の背景重力波が議論されている。2次の背景重力波は、インフレーションによる密度揺らぎを源として生じるので、単純に1次の背景重力波の自乗のオーダーとは限らない。そこで、2次の背景重力波をきちんと考えて、1次だけでなく、2次の背景重力波も考慮に入れることで、インフレーションのモデルをより強く制限することが出来る。今回は、2次の背景重力波についてK.Ananda et.alの論文とB.Osano et.alの論文を中心にレビューする。</p>		
背景知識	<p>・インフレーションモデル インフレーションとは宇宙初期の加速膨張のことである。インフレーションモデルは、従来のビッグバンモデルの問題点を解決し、成功を収めたかのように思える。しかし、インフレーションモデルにも問題点はある。インフレーションを引き起こすモデルは非常にたくさん提唱されていて、現在の観測では一つに絞ることは出来ていない。 ・背景重力波 重力波は、一般相対性理論で予言されている時空の動的な運動が波として伝わる現象である。未だ直接検出はされていないが、間接的には連星パルサーの周期の変動から見つかっている。背景重力波とは、ビッグバンやインフレーションなどによって生じる宇宙論的なスケールの重力波のことである。Einstein方程式を摂動展開することで、発展方程式が得られ、1次の範囲ではスカラー型・ベクトル型・テンソル型と分けることが出来るが、2次以上では混ざり合っていて分けることが出来ない。</p>		
参考文献	<p>K. N. Ananda et al., "The cosmological gravitational wave background from primordial density perturbations", gr-qc/0612013 B. Osano et al., "Gravitational waves generated by second order effects during inflation", gr-qc/06012108 H. Kodama and M. Sasaki, "Cosmological Perturbation Theory", Prog. Theor. Phys. Suppl, 78, 1(1984)</p>		

発表者	黒柳 幸子	所属	名古屋大学 A 研
講演番号	相対 P26c	発表形態	ポスター発表 + 口頭発表
タイトル	重力波によるインフレーション起源磁場の増幅の可能性		
アブストラクト	<p>現在多くの観測から銀河や銀河団には大きな磁場が付随していることがわかっている。こういった宇宙磁場の起源としてインフレーション期に磁場を生成するモデル等数多くあるが、それらのほとんどは磁場の大きさが観測量に足りていないという問題を抱えている。</p> <p>そこで本研究では重力波と磁場の波が共鳴することで起こる磁場増幅に着目し、特にインフレーション起源の磁場に対する影響を調べた。インフレーションはスケール不変な重力波と磁場の波を両方生成すると理論予想されており、この増幅機構が自然に働くと考えられる。本発表では数値計算による増幅率の見積り結果を示し、インフレーションを起源とする重力波による磁場増幅の可能性について議論する。</p>		

発表者	斎藤 俊	所属	東京大学宇宙理論研究室
講演番号	相対 P27a	発表形態	ポスター発表 + 口頭発表
タイトル	CMB の非等方性を用いた、背景重力波のもつ偏極成分の検出法		
アブストラクト	<p>超弦理論やM理論といった高エネルギー物理学の枠内では、インフレーション期に生成される背景重力波が円偏極成分をもつことが導かれる。本ポスターでは、背景重力波の円偏極成分の存在を仮定し、宇宙マイクロ波背景放射の温度ゆらぎと偏光に現れる特徴的なパワースペクトルについて議論する。さらに、WMA P 3 年目の結果による現在の観測的制限と、次世代観測での検出可能性についても議論する。arXiv:0705.3701[astro-ph]</p>		

発表者	成田 亮太	所属	筑波大学
講演番号	相対 P28b	発表形態	ポスター発表 + 口頭発表
タイトル	バリオン音響振動による宇宙膨張の理解		
アブストラクト	SDSS Luminous Red Galaxies(LRG) sample の大規模分光サーベイ ( $z \sim 0.35$ ) によって得られた相関関数の $100h^{-1}\text{Mpc}$ あたりに、晴れ上がり期の音響振動ゆらぎの形跡と考えられるピーク (バリオン音響振動) が見つかった (Daniel J. Eisenstein et al., 2005)。本講演では、過去の晴れ上がり期の観測 (WMAP など) と今回の観測 (LRG) によって、宇宙の晴れ上がり ( $z \sim 1089$ ) から現在 ( $z \sim 0.35$ ) までの宇宙の膨張則がわかり、ダークエネルギーの性質を知ることができることをレビューする。		
背景知識	COBE による観測によって、宇宙背景放射が $T \simeq 2.73\text{K}$ の黒体輻射であること、 $\sim 10^{-5}$ ほどの温度ゆらぎがあることが発見された。これは宇宙の晴れ上がり期 ( $z \sim 1089$ ) に、宇宙に密度ゆらぎがあったことの証拠になる。その後の WMAP などの高分解能観測によって晴れ上がり期の相関関数が詳細に求められ、音響振動ゆらぎが見つかった。この結果を理論予測でフィッティングすることにより宇宙論パラメータを制限することができ、宇宙のエネルギー構成、曲率、年齢などを見積もることができた。しかし、晴れ上がり期の観測のみでは、宇宙が実際どのように膨張してきたかを知ることはできない。		
参考文献	Eisenstein, D. J., et al., 2005, ApJ, 633, 560 Eisenstein, D. J., et al., 2001, AJ, 122, 2267		

発表者	西道 啓博	所属	東京大学宇宙理論研究室
講演番号	相対 P29c	発表形態	ポスター発表 + 口頭発表
タイトル	バリオン音響振動による暗黒エネルギーの制限		
アブストラクト	我々はバリオン音響振動に対する重力非線形性の影響については高次の摂動論を用いて計算した。この結果、この効果のみでも $w$ の推定に 1% 程度の系統誤差を生む事が分かった。また、摂動論的手法を用いて赤方偏移歪みの影響を取り入れた。本講演ではこれらの結果をまとめて報告する予定である。		



発表者	菅原 功	所属	大阪大学宇宙進化グループ
講演番号	相対 P30a	発表形態	ポスター発表 + 口頭発表
タイトル	WDM 粒子の候補の質量に制限を与える		
アブストラクト	<p>2003 年 WMAP による観測データから、我々の宇宙に存在する物質の構成比として、ダークエネルギーが約 70 %、ダークマターが約 25 %、バリオンが約 5 % であることが分かった。ダークマターの種類としては、理論的に hot と cold の 2 種類が存在することが知られている。宇宙の大規模構造をうまく説明するためのモデルとして、主に cold dark matter(CDM) が存在するとする CDM モデルが一般的に正しいとされている。今回の発表では、「WMAP」と「Lyman-<math>\alpha</math> forest」のデータを用いて、WDM 粒子の候補の質量に対して、<math>m_{WDM} &gt; 550[eV]</math> という制限をつけることが出来たという内容を述べた Viel の論文のレビューを行う。</p>		
背景知識	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ WMAP : ビッグバンから残った宇宙マイクロ波背景放射の微小なゆらぎを研究するための NASA の人工衛星。(オックスフォード天文学辞典より)これによって、晴れ上がり時の密度ゆらぎを観測し、宇宙パラメタが決定される。</li> <li>・ Lyman-<math>\alpha</math> forest : ケーサーのスペクトルにおいて強いライマン <math>\alpha</math> 輝線よりも短い波長の部分に見られる狭い吸収線の密集した系列。観測者とケーサーの間にある低温の水素雲による吸収される。(オックスフォード天文学辞典より)これにより、<math>z \sim 6</math> 以下における水素雲の密度ゆらぎを観測できる。</li> <li>・ CDM モデル : 速度分散が 0 の cold dark matter(CDM) が初期宇宙に存在したと仮定することで、現在までの宇宙の進化を説明するモデル。観測結果から、大筋ではこのモデルが正しいとされている。</li> </ul>		
参考文献	<p>今回レビューを行う論文</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・「Constraining warm dark matter candidates including sterile neutrinos and light gravitinos with WMAP and the Lyman-<math>\alpha</math> forest」Matteo Viel et al., Phys. Rev., D 71, 063534 (2005)</li> </ul> <p>参考にした教科書等</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・『Structure formation in the universe』 T. Padmanabhan (Cambridge)</li> <li>・『The Early Universe』 Kolb, Turner (Westview)</li> <li>・『The Cosmic Microwave Background』 C. H. Lineweaver, J. G. Bartlett et al., (NATO ASI Series C: Mathematical and Physical Sciences - Vol.502)</li> </ul>		

発表者	阿部 博之	所属	大阪市立大学
講演番号	相対 P31b	発表形態	ポスター発表 + 口頭発表
タイトル	非一様宇宙での光の伝播		
アブストラクト	我々の宇宙は、数千万光年程度の大きなスケールで粗視化すると一様等方であるが、数千万年光年以下の小さいスケールでは様々な非一様性がある。一方、我々の宇宙に関する知識の大部分は、宇宙からやってくる電磁波の観測によるものである。それゆえ観測結果を正しく解析するためには、実際の非一様な宇宙を、光がどのように伝播するかということをはっきりと明らかにする必要がある。本発表では、大局的には一様等方であるが局所的に非一様な宇宙モデルを考え、そこでの角径距離と光度距離について調べた論文を（参考文献）をレビューする。さらに、ダストと宇宙ひもが優勢な宇宙を考え、Ia 型超新星の観測との比較を行う予定である。		
背景知識	一般相対論、宇宙ひも Ia 型超新星...超新星でスペクトルに水素の見られないものはI型に分類され、I型の中でも珪素の吸収線が見られるものをIa型超新星という。また、絶対光度と光度減衰の速さに相関があり、光度曲線から絶対光度を求めることができる。そのため、光度距離を決定するための光源として有用である。		
参考文献	E. V. Linder, "Light propagation in generalized Friedmann universe", <i>Astron.Astrophys</i> , 206, 190-198(1988)		

発表者	大宮 博之	所属	立教大学理論物理
講演番号	相対 P32c	発表形態	ポスター発表 + 口頭発表
タイトル	ハローによる重力マイクロレンズについて		
アブストラクト	遠い銀河による重力マイクロレンズの可能性については比較的多く研究されていた。しかし宇宙論的距離による太陽質量レベルの星によるマイクロレンズに対する遠いクエーサの強度の変化のタイムスケールは非常に長い、そこでタイムスケールを短くするためにハローによるマイクロレンズについて考える。		
背景知識	重力レンズ		
参考文献	"BOHDAN PACZYNSKI GRAVITATIONAL MICROLENSING BY THE GALACTIC HALO", <i>THE ASTROPHYSICAL JOURNAL</i> , 304:1-5, 1986, May, 1		

発表者	梅本 直規	所属	名古屋大学 A 研
講演番号	相対 P33a	発表形態	ポスター発表 + 口頭発表
タイトル	フォトメトリックレッドシフトサーベイによるダークエネルギーの制限		
アブストラクト	<p>現在宇宙が加速膨張しているということが Ia 型超新星の観測により示され、現在さまざまな方法でその検証が試みられている。その中に weak lensing survey や BAO による大規模構造を明らかにすることにより加速膨張の原因であるダークエネルギーの性質を制限しようというものがある。構造を知るためには、銀河までの距離を測定する必要がありその方法に、測光 (Photometric) と分光 (spectroscopic) によるものがある。分光は正確に距離を測定できるが、銀河を一つ一つを分光しないといけないので、多くの時間と労力を必要とする。一方、測光では一回でたくさんの銀河を測定できる。しかし距離はそれほど正確ではない。今回は Photometric Redshift Survey でどの程度ダークエネルギーを制限できるかについて考える。</p>		

発表者	徳谷 碧	所属	名古屋大学 A 研
講演番号	相対 P34b	発表形態	ポスター発表 + 口頭発表
タイトル	pre-ionization での 21cm radiation について		
アブストラクト	<p>IGM は宇宙初期には中性で、いくつかの観測から宇宙全体が <math>z \sim 10</math> で電離が始まり <math>z \sim 6</math> で終わったとみられる (reionization)。それ以前 (<math>z \sim 20</math>) に、局所的にソースの回りだけが電離し再び中性になる (pre-ionization) 時期があったと考えられる。この pre-ionization で 21cm radiation がどのように進化するのかを、シミュレーションの結果を用いてみていく。</p>		
参考文献	<p>Furlanetto, Oh, Briggs, 2006 (2006, PhR, 433, 181)  Michael, Piero, Ryan, 2006 (2006, ApJ, 637, 1)</p>		

発表者	上原 宏明	所属	早稲田大学 (前田/山田研)
講演番号	相対 P39a	発表形態	ポスター発表のみ
タイトル	加速膨張宇宙における Black Hole 解とその性質		
アブストラクト	<p>観測結果から宇宙は現在加速膨張していることもわかっている。この加速膨張を起こしているエネルギーがダークエネルギーである。これらの正体は今のところ謎である。</p> <p>ダークエネルギーを完全流体とみなすと状態方程式は <math>p = w\rho</math> であり、<math>w</math> は最近の観測から <math>-1</math> 付近である事が分かっている。しかしこの状態方程式を満たす Einstein 方程式の球対称解は <math>w</math> が <math>-1</math> に等しいときにしか求まっていない。</p> <p>本研究の目的は <math>w = -1 + \epsilon w_1</math> である場合の Einstein 方程式の球対称解を求めることである。</p> <p>この状態方程式のもとで Black hole のまわりの摂動の 1 次のエネルギー密度と圧力の分布を求めた。</p> <p>さらに時空を静的であると仮定し計量も求めた。</p>		

発表者	中川 利治	所属	大阪市立大学
講演番号	相対 07	発表形態	口頭発表
タイトル	回転している Kaluza-Klein black hole		
アブストラクト	<p>静的な 5 次元の Einstein-Maxwell 理論のブラックホール解が H.Ishihara と K.Matsuno によって発見された。そのブラックホールは 5 次元の Einstein-Maxwell 理論での Kaluza-Klein ブラックホールとなっており、ブラックホールから十分に離れたところでは有効的な時空次元が 4 次元となっている。</p> <p>そして去年、Tower Wang が Ishihara-Matsuno 解と同じような漸近構造を持つブラックホール解を発見した。その解は 5 次元真空で漸近的局所平坦な回転している解である。</p> <p>今回は Tower Wang によって発見された解の幾何的構造について議論する。本講では Tower Wang の Nucl. Phys. <b>B 756</b> (2006)86 についてレビューを行う。</p>		
背景知識	<p>統一理論や超紐理論はこの世界が 4 次元よりももっと高次元の世界であることを予言している。またブレーンワールドシナリオより加速器実験にて実験的に検証できる高次元ブラックホールが生成される可能性がある。しかし実際我々の住んでいる世界は 4 次元の理論でよく記述されている。そのためブラックホールの近傍では高次元のように振る舞い、十分離れた所では 4 次元に見える理論が考えられる。</p>		
参考文献	<p>H. Ishihara, K. Matsuno, Prog. Thor. Phys. <b>116</b>. 417(2006)</p> <p>Tower Wang, Nucl. Phys. <b>B 756</b> (2006)86</p>		

発表者	孝森 洋介	所属	大阪市立大学
講演番号	相対 08	発表形態	口頭発表
タイトル	ブラックホール磁気圏の数値的な解析		
アブストラクト	<p>様々な観測から、銀河の中心には巨大なブラックホール (BH) があると考えられている。銀河の中には通常のものに比べて激しい活動性を示すものもあり、銀河中心にある BH がその活動性の起源になっていると思われる。BH からは光さえ出られないので、BH の周りにおけるプラズマとの相互作用によって激しい活動性が生まれると考えられる。プラズマがあればそれによって電磁場が形成されるので電磁場も BH と相互作用するだろう。したがって BH 周りの電磁場を知ることは重要な課題である。BH の周りの電磁場を解くための方程式は以前から知られていたが、解析的にも数値的にも解くのが難しい。しかし、近年 Contopoulos 等によってその方程式を数値的に解く方法の一つが提案された。私は Kerr BH 周りの軸対称定常、Force-free 電磁場を解く数値コードをつくり、その数値的な解析を行った。本講演では私が行った数値解析を紹介する。</p>		
背景知識	<p>&lt; 研究背景 &gt; 銀河の中には狭い領域で激しい活動性を示す活動銀河と呼ばれる銀河がある。活動銀河のエネルギー源としてその中心にある BH が考えられている。BH からエネルギーを得る機構は様々あり、電磁場を使って BH の回転エネルギーを得る B-Z 過程などがある。また、活動銀河にはジェットと呼ばれる特定の方向に伸びたプラズマ流の構造を持つものがありその形成には電磁場が関係していると考えられている。&lt; 用語解説 &gt; Kerr BH : Einstein 方程式の軸対称定常真空解。回転している BH をあらわしている。Force-free : プラズマの慣性を無視するつまり Lorentz 力を 0 にする近似。プラズマの運動エネルギーより磁場のエネルギーが十分大きい時に成り立つ。B-Z 過程 : 磁場で BH の回転にブレーキをかけることによって、BH の回転エネルギーを得る過程。</p>		
参考文献	<p>R. D. Blandford, R. L. Znajek, MNRAS, 179, 433 (1977)  D. Macdonald, K. S. Thorne, MNRAS, 198, 345 (1982)  I. Contopoulos, D. Kazanas, C. Fendt, ApJ, 511, 351 (1999)  D. A. Uzdensky, ApJ, 620, 889 (2005)</p>		

発表者	大麻 正士	所属	早稲田大学 (前田/山田研)
講演番号	相対 09	発表形態	口頭発表
タイトル	Pioneer anomaly と重力理論		
アブストラクト	<p>Pioneer 10/11 号は、70 年代初頭、主に外惑星を調査するために打ち上げられ、長期間に渡り、多くの有用なデータを残した。80 年代初頭、NASA/JPL の調査から、Pioneer 10/11 号共に、太陽方向に想定外の加速度が観測され、その後の研究の結果、20-70AU の間で一定であったことが解っている。この加速度異常は今日“Pioneer Anomaly”と呼ばれ、“Dark Matter”、“Dark Energy”に並び、宇宙論の一連の未解決問題として位置づけられている。本発表では、“Pioneer Anomaly”を主軸に“Modified Gravity”の可能性について言及する。</p>		
背景知識	<p>Pioneer 10/11 号は小惑星帯及び木星/土星圏の調査を目的とした初の外惑星調査の探査機であり、遠距離からの精度の高いトラッキングデータを残した。“Modified Gravity”を統一的に扱う手段として、“Parametrized Post-Newtonian (PPN) formalism”と呼ばれる方法がある。これは、Einstein 重力を含む各種重力理論に現れる post-Newton 効果の比較を行うことで、観測量から理論に制限を与える手法である。“Dark Matter”なしに銀河の回転曲線を説明するよう、運動方程式の変更として取り入れられた“MOdified Newtonian Dynamics (MOND)”を、Lagrangian 理論として Tensor-Vector-Scalar 形式に拡張したものを“Relativistic MOND”と呼ぶ。</p>		
参考文献	<p>J. D. Anderson et al. (2002), “Study of the anomalous acceleration of Pioneer 10 and 11”, PRD 65 082004  O. Bertolami, J. Paramos (2007), “A mission to test the Pioneer anomaly: estimating the main systematic effects”, gr-qc/0702149  C. M. Will (2006) “The Confrontation between General Relativity and Experiment”, Living Rev. Relativity, 9, 3  J. D. Bekenstein (2006), “The modified Newtonian dynamics–MOND and its implications for new physics”, Contemporary Physics, 47, 387</p>		

発表者	伊形 尚久	所属	大阪市立大学
講演番号	相対 10	発表形態	口頭発表
タイトル	Bose-Einstein 凝縮体によるアナロジー宇宙と粒子生成		
アブストラクト	<p>一般に宇宙初期の量子揺らぎが宇宙の構造の起源となっていると考えられている。従って膨張する時空において、量子論的な効果である宇宙論的な粒子生成を調べることは重要なことであるが実験的には研究できない。そこで実験室においてその揺らぎの効果をみるために、流体中の音波を考える。特に流体として Bose-Einstein 凝縮体 (BEC) を用いて、BEC における音波と曲がった時空のスカラー場の波動方程式を対応させることによって、膨張宇宙の計量を構成することができる。本講演では BEC と曲がった時空の類似性を示すとともに、宇宙論的粒子生成を、BEC における擬粒子生成としての理解を示したものをレビューする。</p>		
背景知識	<p>Bose-Einstein 凝縮体：巨視的な数の Bose 粒子が最低エネルギーの量子状態を占めるコヒーレント状態になっている。この凝縮体は Gross-Pitaevskii 方程式で記述され、それは古典流体力学で完全流体の従う方程式とおよそ等価である。</p> <p>effective metric：時空と流体のアナロジーの議論では、一般の時空におけるスカラー場の満たす波動方程式と BEC の摂動の従う方程式が同じ形となることから計量を構成する。</p>		
参考文献	<p>P.O. Fedichev and U. R. Fischer, Phys. Rev. A 69, 033602 (2004). (arXiv:cond-mat/0303063)</p> <p>Uwe R. Fischer, Mod. Phys. Lett. A 19, 1789-1812 (2004). (arXiv:cond-mat/0406086)</p>		

発表者	吉田 訓士	所属	大阪大学宇宙進化グループ
講演番号	相対 11	発表形態	口頭発表
タイトル	光子の二次摂動から生じる四重極モーメントによる B モード偏光		
アブストラクト	<p>現在、WMAP による宇宙背景放射 (CMB) の偏光が観測されている。CMB 偏光には二種類あり、その一つの B モードからインフレーション宇宙の情報が得られる。B モード偏光を生成する要因は様々なものがあるが、本講演では、光子の二次摂動から生じる四重極モーメントによるものを考える。電子・イオンの再結合の時期に、強結合近似のもとで、一次摂動の四重極モーメントは抑制されるが、二次摂動では抑制されずに残る。この四重極によって非等方トムソン散乱されることで偏光が生じる。このことをボルツマン方程式から解き、B モード偏光のパワースペクトルに与える寄与を計算した。この計算結果と、インフレーションモデルから予想される初期背景重力波や、重力レンズ効果によって作られる B モード偏光のパワースペクトルとを比較し、初期背景重力波が B モード偏光から検出できるかを議論する。なお、本講演は N. Bartolo の論文のレビューである。</p>		
背景知識	<p>宇宙論的摂動は一般に、スカラー型・ベクトル型・テンソル型に分けると便利である。現在、一次摂動まででは、ベクトル型摂動はなく、テンソル型摂動は非常に小さいと考えられている。CMB 偏光には E モードと B モードがある。E モードは rotation をとるとゼロになり、B モードは発散をとるとゼロになる特徴がある。B モードは一次までの摂動では、スカラー型摂動からは生じない。しかし、重力レンズ効果によって、E モードから B モードに変換されることで生じる。また、二次摂動まで考慮すると、一次のスカラー型摂動から二次のベクトル型・テンソル型摂動ができる。その結果、B モード偏光が生成される。本講演では、上述のような B モードの二次摂動からの寄与を調べた。</p>		
参考文献	<p>発表論文  N. Bartolo et al., astro-ph/0703386 (2007)</p> <p>参考論文  U. Seljak and M. Zaldarriaga, Phys. Rev. Lett. 78, 2054 (1997)  W. Hu and M. White, Phys. Rev. D 52, 3276 (1995)  N. Bartolo, S. Matarrese and A. Riotto, JCAP, 0701, 019 (2007)</p>		



発表者	児島 和彦	所属	東京大学天文学専攻(三鷹)
講演番号	相対 12	発表形態	口頭発表
タイトル	場を考慮した CMB によるニュートリノ質量の制限		
アブストラクト	<p>ニュートリノ質量に対する制限を得る方法の一つに、輻射にニュートリノを含めたアインシュタイン方程式とボルツマン方程式を連立させて解き、宇宙背景放射 (Cosmic Microwave Background: CMB) の揺らぎの理論値と観測結果と比較する、という手段がある。この方法で得られた結果は、WMAP-3rd の観測結果を用いると、ニュートリノ質量: <math>\sum_{\nu} m_{\nu} &lt; 2\text{eV}</math> 程度となる。しかし、初期宇宙においては、ボルツマン方程式で表されるような衝突以外の物理的效果も考えられており、これによって揺らぎの成長の理論値が変化するので、ニュートリノ質量に対する制限が変化し得る可能性がある。事実、近年の研究で、初期宇宙に磁場が存在していたことが示唆されている。</p> <p>そこで、初期磁場を考慮して CMB 温度揺らぎの理論値を変化させ、ニュートリノ質量の制限に対する影響を考察した。</p>		
背景知識	<p>メトリックとエネルギー運動量テンソルに摂動を与えることにより、摂動に対するアインシュタイン方程式が導かれる。これとボルツマン方程式を考慮することにより、CMB ゆらぎの理論値を計算することができる。ニュートリノ質量をいろいろ変えて計算し、それと観測結果を比較することにより、ニュートリノ質量に対して制限を加えることができる。</p> <p>しかし、ボルツマン方程式で表されるような衝突以外に磁場のような効果を考慮することもでき、本研究では磁場の効果を考慮して CMB からニュートリノ質量を考察する。</p>		
参考文献	<p>D. G. Yamazaki, K. Ichiki, T. Kajino and G. J. Mathews, 2006, ApJ. 646, 719</p> <p>Ma, C. P. &amp; Bertschinger, E., 1995, ApJ. 455, 7</p>		

発表者	住吉 昌直	所属	京都大学宇宙物理・天文台
講演番号	相対 13	発表形態	口頭発表
タイトル	FMOS Dark Energy Survey		
アブストラクト	<p>昨今、WMAP 衛星による観測から、宇宙の構成要素の約 70 %は未知の物質であるダークエネルギーであることが分かった。ダークエネルギーは真空のエネルギーと考えられているが、物理的に理解されてるわけではない。今日、銀河の大規模構造を用いて、観測的にダークエネルギーに制限を与える試みが考えられている。具体的には、銀河の空間分布に見られるバリオン振動を標準物差にすることで、角距離 <math>D_{A(z)}</math> とハッブルパラメータ <math>H(z)</math> を精密に測定し、ダークエネルギーに制限を与えることができる。これを実現するためには、相当数の銀河の赤方偏移を広大な観測範囲に渡って観測しなければならない。本講演では、すばる望遠鏡の FMOS という多天体分光器を用いた、バリオン振動の検出を目的とする大規模サーベイについて紹介する。</p>		
背景知識	<p>WMAP 衛星:宇宙背景放射 (CMB) を精密に測定するための衛星。近年、様々な宇宙論パラメータが WMAP 衛星の結果から正確に決定された。</p> <p>バリオン振動: 銀河分布に見られる <math>\sim 150\text{Mpc}</math> の波長を持つ銀河の大規模構造。宇宙の晴れ上がり前、光子 - バリオン流体の音波モードの痕跡である。</p> <p>FMOS: すばる望遠鏡に取り付けられる 400 天体を同時に分光できる観測装置。銀河を同時に多数分光し、銀河の <math>H\alpha</math> 輝線から、銀河の正確な赤方偏移をえることができる。</p>		
参考文献	<p>Blake, C., &amp; Glazebrook, K., 2003, ApJ, 594, 665</p> <p>Glazebrook, K., &amp; Blake, C., 2005, ApJ, 631, 1</p> <p>Hopkins, A. M., Connolly, A. J., &amp; Szalay, A. S., 2000, AJ, 120, 2843</p>		

発表者	成川 達也	所属	広島大学
講演番号	相対 14	発表形態	口頭発表
タイトル	弱い重力レンズ統計を用いた重力拡張模型の研究		
アブストラクト	<p>近年、弱い重力レンズ統計は、ダークエネルギー研究において、最も注目されているテクニックのひとつである。弱い重力レンズ現象では、光源の銀河の像がレンズ天体によって、微小変形される。そのようなたくさんの銀河の変形を統計的に扱うことによって、ダークエネルギー模型や重力拡張模型に現れるパラメータに制限を与えることができる。本発表では、弱い重力レンズの統計量が、ダークエネルギー模型や重力拡張模型に現れるパラメータにどのように影響されるのかを論じる。また、現在、弱い重力レンズ現象を用いた様々な大規模サーベイが提案されている。将来のサーベイから、理論模型にどのような制限が得られるのかについても話したい。</p>		
背景知識	<p>弱い重力レンズ現象: 銀河団等の構造がなくても、適当に銀河が分布していると、それがレンズ天体となり、その背景にある銀河の像が、弱い重力レンズ効果を受け、微小変形する現象。</p>		
参考文献	<p>Scott Dodelson, "MODERN COSMOLOGY", ACADEMIC PRESS, 2003</p> <p>Luca Amendola, Martin Kunz and Dominico Sapone, "Measuring the dark side(with weak lensing)", arXiv:0704.2421v1[astro-ph]</p>		

発表者	林 昌宏	所属	名古屋大学 A 研
講演番号	相対 15	発表形態	口頭発表
タイトル	銀河のパワースペクトルを用いたダークエネルギークラスタリングへの制限		
アブストラクト	<p>流体としてのダークエネルギーの性質は、状態方程式 <math>p = w\rho</math> (<math>p</math>: 圧力 <math>\rho</math>: 密度) と音速により特徴付けられる。<math>w = -1</math>(宇宙定数) でない場合、音速の地平線の外では圧力が効かず、ダークエネルギーのゆらぎが物質と共に成長する。このことにより、大きなスケールにおいてダークエネルギーのクラスタリングが、銀河のパワースペクトルに影響を与える。よって、将来の大スケール (数百 Mpc) での銀河のパワースペクトルの観測により、ダークエネルギーの性質について制限を与えられることが予想される。特に重要な点は、ダークエネルギーのクラスタリングが見つかれば、ダークエネルギーが宇宙定数となることを棄却できるということである。今回の発表では M. Takada, Phys. Rev. D 74, 043505 (2006) の論文を紹介する。</p>		
背景知識	<p>ダークエネルギー：宇宙背景放射、Ia 型超新星、銀河の赤方偏移などの観測により、宇宙のエネルギー密度の約 7 割が、宇宙の加速膨張を引き起こす謎のエネルギーで占められていることがわかってきた。この謎の成分はダークエネルギーと呼ばれ、状態方程式 <math>w = \rho/p</math> で特徴付けられる。現在の大きな問題は、加速膨張を引き起こすものが、当初考えられていたように宇宙定数 (<math>w = -1</math>) なのか、もしくは時間的・空間的に変化する (<math>w \neq -1</math> でない) ものなのかということである。今回の発表では、この 2 つを区別できる観測的手法を紹介する。パワースペクトル：宇宙の構造の形成には、宇宙原初の小さな密度ゆらぎが、自己重力によって成長して種々の構造ができたときとされる重力不安定説が受け入れられている。線形ゆらぎのパワースペクトルは、密度ゆらぎをフーリエ成分に展開したとき、振幅の 2 乗平均として定義され、ゆらぎの大きさを表す指標となる。</p>		
参考文献	<p>M. Takada, Phys. Rev. D 74, 043505 (2006)  W. Hu, Phys. Rev. D 65, 023003 (2002)  N. Kaiser, Mon. Not. R. Astron. Soc. 227, 1 (1987)  C. Alcock and B. Paczynski, Nature (London) 281, 358 (1979)  H. Kodama and M. Sasaki, Prog. Theor. Phys. Suppl. 78, 1 (1984)  W. Hu and D. Eisenstein, Phys. Rev. D 59, 083509 (1999)</p>		

発表者	西澤 篤志	所属	国立天文台三鷹 京都大学宇宙論
講演番号	相対 P35a	発表形態	ポスター発表 + 口頭発表
タイトル	100MHz における背景重力波検出のための検出器デザイン		
アブストラクト	<p>背景重力波はインフレーション等により宇宙初期に <math>10^{-18} - 10^9</math> Hz の幅広い周波数帯で生成されたと予言されている。近年、レーザー干渉型重力波検出器による直接観測や CMB、パルサータイミング、ドップラートラッキングといった間接的な方法での観測によって背景重力波エネルギー密度に対する上限が与えられている。また将来的には、LISA や DECIGO といった宇宙空間重力波干渉計による観測も計画されている。しかし、これらの上限は <math>10^5</math> Hz 以下の周波数帯でのものであり、<math>10^5</math> Hz 以上での上限は未だ与えられていない。高周波数帯でスペクトルがピークを持つような理論モデルも存在するため、上限を与える事は重要である。現在、国立天文台では <math>10^8</math> Hz での観測計画が進行中であり、本講演では3つの検出器デザインを考案し、感度を比較する事により最適な検出器デザインを決定した。</p>		

発表者	横山 修一郎	所属	京都大学天体核
講演番号	相対 P36a	発表形態	ポスター発表のみ
タイトル	インフレーション中に生成される初期揺らぎの非ガウシアン性の評価		
アブストラクト	<p>近年、初期揺らぎの非ガウシアン性に焦点を当てた研究が盛んにおこなわれている。CMB 観測の将来計画として注目されている PLANCK では、この非ガウシアン性をより精密に評価できると期待されている。そこで本研究では、slow-roll 近似が破れるようなモデルも含めた、さまざまなインフレーションモデルに対して非ガウシアン性の成長を簡単に評価できる方法を紹介する。</p>		

発表者	恩田 航平	所属	名古屋大学 CG 研
講演番号	相対 P37b	発表形態	ポスター発表のみ
タイトル	ブラックホール磁気圏における波の散乱問題		
アブストラクト	<p>ブラックホール磁気圏の非定常的な現象を解析的に明らかにしようとする研究はまだ十分行われていない。特に磁気圏中での MHD 波の散乱現象や MHD 不安定性といった現象は、エネルギー及び角運動量の輸送という観点から、磁気圏の構造に影響を与える重要な問題である。そこで我々はブラックホール磁気圏の線形摂動解析によって上記の問題を研究している。今回は磁気圏中での MHD 波の散乱問題が如何にして決定されるかを説明し、磁気圏中での superradiance といった問題を議論する。</p>		

発表者	権田 理	所属	名古屋大学 CG 研
講演番号	相対 P38c	発表形態	ポスター発表のみ
タイトル	非一様宇宙における光度距離 - 赤方偏移相関の加速膨張的な振る舞い		
アブストラクト	<p>近年超新星爆発の光度と宇宙背景放射の観測により、宇宙が一様等方であると仮定する FRW 宇宙モデルで考える限り、我々の宇宙は加速膨張をしていることが明らかになった。これにより FRW 宇宙モデルで観測を説明するには、斥力的に働いて宇宙を加速させる未知のエネルギー（ダークエネルギー）の存在が必要となった。このダークエネルギーの正体を探る試みはなされているが、いまだ明らかになっていない。一方で、宇宙に非一様性があるときにダークエネルギーなしで光度距離の観測を説明できないか、という方向でも様々な研究がなされている。そこで今回我々は、球対称でダストのみが存在する非一様宇宙モデルを考え、観測される光度距離のデータを再現するようなモデルを作れるかどうか調べた。結果、観測を再現する宇宙モデルを作ることができた。</p>		

発表者	木下 俊一郎	所属	東京大学宇宙理論研究室
講演番号	相対 P40b	発表形態	ポスター発表のみ
タイトル	de Sitter コンパクト化と warped geometry		
アブストラクト	<p>Freund-Rubin compactification は球状にコンパクト化した余剰次元を flux により安定化するモデルである。このようなタイプのコンパクト化のもとで、warp した余剰次元をもつような解の性質について議論する。</p>		