

領域略称名：ヒッグス超対称性  
領域番号：441

平成 19 年度科学研究費補助金

「特定領域研究」に係る研究経過等の報告書

「ヒッグス粒子と超対称性の発見が切り拓く

21 世紀の素粒子物理学」

(平成 16 年度～平成 21 年度)

平成 19 年 8 月 15 日

領域代表者 東京大学・大学院理学系研究科・教授 駒宮 幸男

連絡先 東京大学素粒子物理国際研究センター 電話 03-3815-8384

---目次---

1. 要旨.....	2
2. 研究領域の概要.....	3
3. 研究領域の設定目的.....	4
4. 研究領域内の研究の年度毎の進展状況及びこれまでの主な研究成果	5
4.1. 研究項目 A「エネルギーフロンティア LHC 実験」 .....	5
4.2. 研究項目 B「レプトン世代混合で見通す超対称性から超高エネルギーの世界」 .....	5
4.3. 研究項目 C「力の統一と超対称性の理論的研究」 .....	5
5. 研究領域の研究組織と各研究項目の連携状況.....	6
5.1. 研究組織.....	6
5.2. 各研究項目の連携状況.....	10
6. 研究費の使用状況.....	11
7. 研究成果公表の状況.....	12
7.1. ホームページ.....	12
7.2. 発表論文.....	12
7.3. 口頭発表(国際会議).....	19
7.4. 新聞・雑誌など.....	25
8. 総括班評価者による評価の状況.....	26
9. 研究領域の研究を推進する上での問題点と対応策.....	27
10. 今後の研究領域の推進方策.....	28

## 1. 要旨

本特定領域研究は、「ヒッグス粒子と超対称性の発見が切り拓く21世紀の素粒子物理」と題して、平成16年度から21年度までの6年間の研究期間で発足したものである。CERNでの次世代最高エネルギー陽子・陽子コライダーLHCを用いたアトラス実験及びPSIでのミュー粒子稀崩壊探索MEG実験を中軸にすえ、これに深く関わる理論研究の精鋭を全国から総結集したものであり、標準理論を超えた超高エネルギーでの物理に総合的に迫る初めての試みである。21世紀に入り、素粒子の標準理論を超える新粒子や新現象が、最先端加速器実験で発見されるという期待が高まっている。この期待の中心にあるのが、本領域の推進するアトラス実験とMEG実験であり、標準理論を超える新しい素粒子現象を発見すると期待されている。アトラス実験ではヒッグス粒子と超対称性粒子の両方が発見されると期待されている。一方、MEG実験は、超対称性を通じて生ずる $\mu$ 粒子の稀崩壊 $\mu \rightarrow e \gamma$ の探索を行い、荷電レプトンの世代混合の発見を目指す。本領域の目的はこれらの発見と理論的な研究によって、標準理論を超えた素粒子物理学の新しい方向を確立することである。

ヒッグス粒子の発見は、真空の構造がゲージ対称性の破れと質量の起源であることを実証する。また、超対称性は、ゲージ対称性と並ぶ宇宙の基本原則と見做されており、その発見は重力を含む超統一理論に決定的な方向性を与える。これらの発見は必然的に宇宙物理学にも大きな影響を与えるものである。最近の観測から宇宙のエネルギー組成の96%を暗黒物質や暗黒エネルギーが占めていることが判明したが、これらを素粒子物理学によって解明する端緒を開くと期待されている。

これまでの本特定領域研究の展開を略記する。アトラス国際協力実験に関しては、 $\mu$ 粒子トリガーチェンバー、シリコン飛跡測定器、ソレノイド磁石などの重要な測定器システムを担当し、これらを着実に完成させてきた。現在実験開始に向けて最終的な調整を行っている。また、ヒッグス粒子や超対称性粒子探索の準備研究も精力的に進め国際的に高い評価を受けている。ヒッグス粒子の新たな探索方法を考案し、従来難しいと考えられていた軽いヒッグス粒子の発見能力を著しく向上させた。バックグラウンドの評価は、超対称性粒子探索の鍵となる。より正しい方法を用いた研究を行い、バックグラウンドが従来の予測の数倍も寄与することを示し、同時にこれを実験的に評価する方法を考案した。これらの先駆的な研究は、国際会議で発表され、適宜論文として発表されている。激しい国際競争下で国際協力実験を主導する為には、出来るだけ多くの研究者が現地CERNに滞在して研究を行なうことが必要不可欠であり、現在20名程度の研究分担者・協力者がCERNに滞在して実験準備を行っている。一方、MEG実験においては、実験の中核として実験のコンセプトの発案から測定器建設まで国際協同実験を牽引してきた。高感度液体キセノン検出器や特定の運動量の陽電子を高い精度で選び出すコブラ磁石など先駆的な検出器を設計・製作し、高い評価や賞を受けきた。本年中に測定器を完成させ、実験を開始する予定である。測定器の建設と調整、物理解析の為、現地スイスのPSIには10名程度の研究分担者・協力者が滞在して実験を主導している。アトラス実験・MEG実験の計画研究は、理論の計画研究と密な連携をとり、それぞれの実験で期待される物理を最大限に引き出すための実験的・理論的な方法を研究・開発してきた。本特定領域研究の実験・理論の研究者は、実験がまだ始まっていないにもかかわらず、様々な国際学会において基調講演を行なってきた。本年末にはMEG実験が開始され、来年にはいよいよLHCが稼働を始めてアトラス実験が始まる。双方から大きな物理の成果に対して、国際的な期待が大いに高まっている。

## 2. 研究領域の概要

20世紀後半、素粒子物理学に於いて、電弱統一理論と量子色力学を中心として、実験と理論があいまって著しい展開が起り、クォークとレプトンが物質を構成する基本粒子であり、その間に働く3種類の力はゲージ原理に支配されるという「標準理論」が確立した。この標準理論は引き続き、数多くの実験により高い精度で検証され、著しい成功を収めてきた。21世紀に入り、この標準理論を超える新粒子や新現象が、次世代最先端加速器実験で発見されるという期待が高まっている。**将来の素粒子物理の根幹に関わる新粒子や新現象を確実に発見することの出来る実験が、本特定領域研究が推進するアトラス実験とMEG実験である。**次世代最高エネルギー陽子衝突型加速器LHC (Large Hadron Collider) を用いたアトラス実験は2008年に開始され、ヒッグス粒子と超対称性粒子を発見することが期待されている。MEG (Mu-E-Gamma) 実験は、これに先立ち超対称性を通して生ずるミュオン粒子の稀崩壊  $\mu \rightarrow e \gamma$  の探索を開始し、荷電レプトンの世代混合の発見を目指す。

ヒッグス粒子の発見は、宇宙がその初期から相転移を繰り返して現在の宇宙に至ったという宇宙論のシナリオを裏づけると共に、真空の構造がゲージ対称性の破れと質量の起源であることを実証する。また、超対称性は、ゲージ理論と重力理論との統一を目指す超弦理論の試みにおいても最も重要な役割を果たし、ゲージ原理と並ぶ素粒子論の基本原則となる可能性がある。超対称性は破れた形で自然界に存在し、TeV 領域に一群の未発見の超対称性粒子が存在すると考えられている。超対称性粒子の発見は、我々の自然に対する理解に決定的な影響を与えるもので、「反粒子の発見」にも匹敵する重要性を持つものである。

これらの超対称性粒子が存在する場合には、 $\mu \rightarrow e \gamma$  崩壊の分岐比が大きくなり、従来の実験よりも2〜3桁感度の良い MEG 実験で発見することが可能になる。 $\mu \rightarrow e \gamma$  崩壊が実測されれば、標準理論を超えてレプトンセクターの物理の構造を解明する重要な手がかりを与えることとなり、超対称性による大統一をアトラス実験とは別の切口で検証可能である。

アトラスと MEG 実験での成果に基づき、本特定領域研究では、超対称性理論、大統一理論、さらに、超弦理論など超高エネルギー領域の理論の展開を図る。これら二つの実験から、超対称性が自然界に於いてどの様実現されているかの知見が得られ、これは大統一理論や超弦理論などに著しいインパクトをあたえるものである。

この様に本領域は、標準理論を超える現象を確実に発見し、その本質を研究出来る実験と、これに深く関わる理論研究を総集したものであり、標準理論を超えて超高エネルギーでの物理の原理に総合的に迫る初めての試みである。

### 3. 研究領域の設定目的

本特定領域の目的はヒッグス粒子と超対称性の両方を発見し、その性質を詳しく研究することにより、標準理論を超えた新しい素粒子物理学の方向を確立することである。この領域全体の目的のために、各研究項目もそれぞれの目的や当面の目標を設定している。

LHC 加速器は、世界で唯一 TeV 領域の実験を行うことが可能な設備であり、CERN において 2008 年の稼動を目指して建設が進んでいる。研究項目 A の目的はヒッグス粒子と超対称性粒子の直接発見に本質的な貢献をすることである。このため以下の当面の目標を設定した。

- ①. 現地へ赴いて、日本がこれまで製作してきたミューオントリガーチェンバーとトリガー電子回路、シリコン検出器などの最終組み立てとコミッションニングを行う。これを安定して運用し、較正作業を繰り返し行い、質の高いデータを速やかに提供する。
- ②. アトラス実験では、非常に大量の実験データが観測され、CERN の計算機だけでは処理出来ない為、最先端の GRID 技術を駆使して、各国に分散設置した計算機を用いて解析を行う。これは新しい取り組みであり、この準備を含め、「発見の物理」に貢献できる解析システムを完成させる。
- ③. ヒッグス粒子や超対称性粒子などの研究は厳しい国際競争のもとで行われる。検出器の状態に関する情報や、最先端の物理解析に関する情報は、現地 CERN に集中する。これらの研究を主導的に行う為に、研究者を現地に派遣し、諸外国の研究者と議論を重ね、研究を推進する体制を構築する。

研究項目 B の MEG 実験では、標準理論では起こり得ないミュー粒子の電子とガンマ線への崩壊 ( $\mu \rightarrow e\gamma$  崩壊) を、力の大統一やニュートリノ振動から予想される極微の分岐比まで探索、測定することが目的である。このためには、毎秒  $10^8$  ものミュー粒子が崩壊する中から  $\mu \rightarrow e\gamma$  崩壊を見つけ出すための、特殊な磁場勾配を持ったソレノイド電磁石による陽電子スペクトロメータ COBRA を完成させ、エネルギー・位置・時間測定精度の優れた新しいタイプの液体キセノン検出器を完成させ、測定器を完成させることが当面の目標である。この研究で得られる結果をアトラス実験の結果と総合して解析することにより、超対称性の物理のみならず、超高エネルギーに存在する新しい物理について、実験的に迫る。

実験項目 C の大きな目的は、アトラス実験や MEG 実験で期待されている成果を踏まえながら、統一理論と超対称性の理論的研究を行い、21 世紀の素粒子物理学の方向を決め、統一理論を始めとする超高エネルギーでの物理に飛躍的な進歩をもたらすことである。当面の目標としては、アトラス実験や MEG 実験で検証可能な様々な物理を提示し、可能な統一的な描像を示すことである。

## 4. 研究領域内の研究の年度毎の進展状況及びこれまでの主な研究成果

### 4.1. 研究項目 A 「エネルギーフロンティア LHC 実験」

LHC 加速器の建設が当初計画よりやや遅れ、実験開始が 2008 年となったが、アトラス検出器の建設は概ね順調に進んできている。日本グループが分担するシリコン飛跡検出器とミュオントリガー検出器は、2004～2005 年度に地上での組立てと試験が行われ、2006～2007 年度に地下実験ホール内への設置およびそれに続いての検出器コミッショニングが計画通りに進んでいる。データ解析システムに関しては、試験評価用計算機システムを導入し、LHC 実験共通の基盤となる LHC Computing Grid のサイトとして、ミドルウェアの導入・運用を 2004 年以來行ってきた。これらの経験をもとに、2006 年度には地域解析センター計算機システムを導入し、同システム上でのアトラス実験データ解析ソフトウェアの開発整備を進めている。

アトラス検出器を用いた物理解析の準備研究に関しては、2004 年度より本実験で行う解析方法の検証・研究を行い、2006 年度よりこれらをまとめた「Readiness Report」の作成を行っている。超対称性探索においては、重要なバックグラウンドや検出器の理解を進め、発見に至る道のりの研究を系統的に行った。ヒッグス粒子探索に関しても、ベクターボゾン融合によるヒッグス粒子生成過程のうち、特にヒッグスが  $\tau$  粒子対や光子対に崩壊するモードで、ヒッグス粒子発見能力を大きく向上させる研究を行った。これらの研究における日本グループの貢献は非常に高い評価を受けており、Readiness Report の作成においても、これらの部分の編集責任を担っている。

### 4.2. 研究項目 B 「レプトン世代混合で見通す超対称性から超高エネルギーの世界」

MEG 実験は、2004 年度はプロトタイプによる液体キセノンガンマ線測定器の最終ビーム試験を実施して必要な性能を実証し、実機の建設を開始した。2005 年度にはミュオン粒子ビームラインが完成、ビームラインソレノイド電磁石と共に陽電子スペクトロメータ電磁石コブラの磁場測定を行った。さらに 2006 年度にかけて、液体キセノン測定器用光電子増倍管約 1000 本の低温性能試験を行った。並行して、各種実験モニターシステム、冷凍機システム、液体キセノン循環純化システムを開発・製作した。2006 年度後半には、ビームラインを最終調整して毎秒  $10^8$  個に迫るミュオン粒子を薄膜ターゲットに静止させ、ドリフトチェンバーとタイミングカウンターの一部をコブラ内に設置して、陽電子スペクトロメータの試験運転を実施した。2007 年度早々には製作が遅れていた液体キセノン用断熱真空容器が完成し、現在測定器の組み立て作業を進めている。9 月には全実験装置が完成し、試験運転後校正データを取得して、その後本格的なデータ収集に入る予定である。データ解析の準備も並行して進めている。

なお、液体キセノン測定器の開発研究に関しては高い評価を受けており、本領域研究者が 2005 年度文部科学大臣表彰科学技術賞、2006 年度高エネルギー加速器科学研究奨励会小柴賞を受賞した。

一方理論研究では、超対称理論におけるフレーバーの破れについて、一般にレプトンセクターの方がクォークセクターより実験感度が高いことを示すなど、MEG 実験の重要性を再確認した他、基礎となる理論模型構築や宇宙論的観点からの研究も精力的に進めた。

### 4.3. 研究項目 C 「力の統一と超対称性の理論的研究」

研究項目 C では、超弦理論、新しいタイプの超対称の破れ機構に基づいた超対称模型の構築、余次元模型、リトルヒッグス模型等の幅広い研究が行われた。特徴的な取り組みとして、宇宙論、フレーバー物理、コライダー現象論の関連という視点からの研究が精力的に行われたことがあげられる。

## 5. 研究領域の研究組織と各研究項目の連携状況

### 5.1. 研究組織

#### 総括班

研究代表者	東京大学・大学院理学系研究科・教授	駒宮 幸男
研究分担者	東京大学・素粒子物理国際研究センター・教授 (広報担当)	坂本 宏
	神戸大学・大学院理学研究科・教授	川越 清以
	高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・教授	岩崎 博行
	高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・教授	野尻 美保子
	東京大学・素粒子物理国際研究センター・教授	森 俊則
	東北大学・大学院理学研究科・教授	山口 昌弘
	京都大学・基礎物理学研究所・所長	江口 徹
	北海道大学・大学院理学研究院・教授	石川 健三
	九州大学・大学院理学研究院・教授	井上 研三
	高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・教授	岡田 安弘
	東京大学・大学院理学系研究科・准教授 (事務担当)	浅井 祥仁
研究協力者	高エネルギー加速器研究機構・機構長 (評価担当)	鈴木 厚人
	東京大学・大学院理学系研究科・教授 (評価担当)	柳田 勉

### 研究項目 A「エネルギーフロンティア LHC 実験」

#### A01「アトラス検出器を用いたヒッグス粒子の発見」

研究代表者	東京大学・素粒子物理国際研究センター・教授	坂本 宏
研究分担者	東京大学・素粒子物理国際研究センター・教授	小林 富雄
	東京大学・素粒子物理国際研究センター・准教授	真下 哲郎
	東京大学・大学院理学系研究科・准教授	浅井 祥仁
	東京大学・素粒子物理国際研究センター・助教	上田 郁夫
	東京大学・素粒子物理国際研究センター・助教	金谷 奈央子
	鳴門教育大学・学校教育部・教授	吉田 肇
	立命館大学・情報理工学部・教授	田中 覚

#### A02「アトラス検出器を用いた超対称性の発見」

研究代表者	神戸大学・大学院理学研究科・教授	川越 清以
研究分担者	神戸大学・大学院理学研究科・教授	武田 廣
	神戸大学・大学院理学研究科・准教授	藏重 久弥
	神戸大学・大学院理学研究科・准教授	山崎 祐司
	神戸大学・大学院理学研究科・助教	越智 敦彦
	神戸大学・大学院工学研究科・准教授	本間 康浩
	東京大学・素粒子物理国際研究センター・准教授	川本 辰男
	高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・助教	田中 秀治

### A03 「アトラス実験での精密測定と標準理論を超えた物理の研究」

研究代表者	高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・教授	岩崎 博行
研究分担者	高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・教授	近藤 敬比古
	高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・准教授	尼子 勝哉
	高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・准教授	佐々木 修
	高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・講師	寺田 進
	高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・准教授	新井 康夫
	高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・研究機関講師	池上 陽一
	高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・助教	陣内 修
	高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・助教	東城 順治
	高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・博士研究員	小曾根 健嗣
	岡山大学・理学部・教授	中野 逸夫
	京都教育大学・教育学部・准教授	高嶋 隆一
	筑波大学・数理物質科学研究科・講師	原 和彦
	信州大学・理学部・准教授	長谷川 庸司
	広島工業大学・工学部・准教授	長坂 康史
	長崎総合科学大学・工学部・准教授	下島 真

### A04 「素粒子模型構築への LHC 実験のインパクト」

研究代表者	高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・教授	野尻 美保子
研究分担者	京都大学大学院・理学研究科・准教授	小林 達夫

## 研究項目 B 「レプトン世代混合で見通す超対称性から超高エネルギーの世界」

### B01 「ミュー粒子稀崩壊探索実験 MEG で迫る超対称性大統一理論」

研究代表者	東京大学・素粒子物理国際研究センター・教授	森 俊則
研究分担者	高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・名誉教授	真木 晶弘
	高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・教授	春山 富義
	東京大学・素粒子物理国際研究センター・助教	三原 智
	東京大学・素粒子物理国際研究センター・助教	大谷 航
	慶應義塾大学・医学部・助教	寺沢 和洋
	東京大学・素粒子物理国際研究センター・助教	岩本 敏幸

### B02 「超対称理論における世代構造とレプトン・フレーバーの破れの研究」

研究代表者	東北大学・大学院理学研究科・教授	山口 昌弘
研究分担者	東北大学・大学院理学研究科・准教授	諸井 健夫
	東北大学・大学院理学研究科・助教	山田 洋一



## 研究項目 C 「力の統一と超対称性の理論研究」

### C01 「超弦理論のコンパクト化に基づく標準模型へのアプローチ」

研究代表者	京都大学・基礎物理学研究所・所長	江口 徹
研究分担者	東京工業大学・大学院理工学研究科・准教授	伊藤 克司
	東京大学・大学院理学系研究科・助教	菅原 祐二

### C02 「超対称ゲージ理論と精密測定 of 物理」

研究代表者	北海道大学・大学院理学研究院・教授	石川 健三
研究分担者	北海道大学・大学院理学研究院・准教授	鈴木 久男
	北海道大学・大学院理学研究院・講師	末廣 一彦

### C03 「時空構造と統一理論」

研究代表者	九州大学・大学院理学研究院・教授	井上 研三
研究分担者	京都大学・大学院理学研究科・助教	吉岡 興一

### C04 「超対称模型の現象論的研究」

研究代表者	高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・教授	岡田 安弘
研究分担者	高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所・助教	岡田 宣親

公募研究(平成 17 年度)		
(1) ヒッグス粒子の早期発見のためのハドロン崩壊したタウ粒子識別の研究	田中 純一	東京大学・素粒子物理国際研究センター
(2) リニアコライダー実験用バーテックス検出器のための全空乏型 CCD の開発研究	杉本 康博	高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所
(3) リニアコライダー用スピン偏極電子源の開発	中西 彊	名古屋大学・大学院理学系研究科
(4) SuperLHC 計画実現のための超伝導 4 極マグネットの開発	土屋 清澄	高エネルギー加速器研究機構
(5) MEG 実験に用いる液体キセノンシンチレータの液相循環式純化装置の開発	山田 秀衛	東京大学・素粒子物理国際研究センター
(6) 液体キセノン用小型パルス管冷凍機の系内ガス不純物対策による長期安定性の研究	笠見 勝裕	高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所
(7) 超対称性模型におけるフレーバーの物理の研究	久野 純治	東京大学・宇宙線研究所
(8) 極低温中性子を用いた時間反転奇非対称性の精密測定 of 理論的検討	窪田 高弘	大阪大学・大学院理学研究科
(9) 超対称的な場の理論の構成的な定式化と素粒子の世代問題-究極の粒子像-	宗 博人	新潟大学・大学院自然科学系研究科
(10) ゲージ・ヒッグス統一理論におけるヒッグス粒子	細谷 裕	大阪大学・大学院理学研究科
(11) 超対称模型に伴うタウレプトンの LFV 過程の現象論的研究と将来実験での検証	兼村 晋哉	大阪大学・大学院理学研究科
(12) NMSSM のヒッグス粒子と電弱相転移	舟久保 公一	佐賀大学・理工学部

公募研究(平成 18-19 年度)		
(1) ILCバーテックス検出器のための全空乏型高精細画素 CCDの放射線耐性の研究	杉本 康博	高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所
(2) 光子対へ崩壊するヒッグスボゾンのアトラス検出器による早期発見	神前 純一	高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所
(3) マイクロTPCを用いた超対称性暗黒物質直接検出の為に地上・地下実験による基礎研究	身内 賢太郎	京都大学・理学研究科
(4) アトラス実験でのTeVミューオンによる余剰次元の発見	田中 礼三郎	岡山大学・自然科学研究科
(5) SuperLHC計画のための高磁場超伝導マグネットの開発研究	土屋 清澄	高エネルギー加速器研究機構・加速器研究施設
(6) アイソトープを使った中性子ビームと測定器の中性子応答の研究	稲垣 隆雄	高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所
(7) レプトンフレーバーを破る実験の新しい可能性とそこから探る標準理論を越える物理の研究	佐藤 丈	埼玉大学・理学部
(8) 超対称性理論におけるフレーバーの物理の研究	久野 純治	東京大学・宇宙線研究所
(9) 格子カイラルフェルミオンが可能にする超対称性模型の精密検証	橋本 省二	高エネルギー加速器研究機構・素粒子原子核研究所
(10) Extra dimensionの物理とヒッグス粒子の起源	稲見 武夫	中央大学・理工学部
(11) ヒッグス自己4点結合に現れる新物理学の模型の効果とその線形加速器での検証可能性	兼村 晋哉	大阪大学・理学系研究科

## 5.2. 各研究項目の連携状況

アトラス実験やMEG実験でのヒッグスや超対称性粒子などの発見を通して、新しい素粒子物理学への突破口を切り開き、実験、理論一丸となって、これを押しひろげ、統一理論やシーソー機構、超弦理論などの超高エネルギーでの物理を探り、21世紀の新しい素粒子物理学の方向性を決める。この為、研究組織としては「エネルギーフロンティアLHC実験」(研究項目A アトラス実験)、「レプトン世代混合で見通す超対称性から超高エネルギーの世界」(研究項目B MEG実験)、「力の統一と超対称性の理論研究」(研究項目C 理論研究)の3つの研究項目を立て特定領域研究を構成した。アトラス実験とMEG実験は超対称性の発見と研究を通して大統一理論への突破口を開くという共通の物理の研究目的を持ち、アトラス実験での超対称性の直接探索とMEGでの荷電レプトン世代混合を通しての超対称性の間接探索を同じスイスのCERNとPSIの現地で情報を共有して研究を展開している。アトラス実験・MEG実験は、理論研究と密な連携をとり、それぞれの実験で期待される物理を最大限に引き出すための実験的・理論的な方法を研究してきた。さらに、アトラスとMEG実験の開始後は、実験が切り拓いた新しい物理を、理論研究によって21世紀の素粒子物理学の方向を確立し、新たなパラダイムへと転換する。研究項目内の計画研究は上の表のように組織されている。

アトラスとMEG実験での研究をさらに大きく広げるため、関連する分野の実験、理論表面での研究を広く公募しこれを強力に推進してきた。将来の研究に繋がる本研究領域と関連する萌芽的な研究や、リニアコライダーなどの将来の先鋭的な加速器実験における実験を主体的に提案するための測定器開発などの研究、宇宙物理学への加速器実験測定器の応用なども公募研究には含まれている。

## 6. 研究費の使用状況

### 1. アトラス実験(A01,A02,A03)

十数名の研究者の長期派遣と、多数の研究者が重要な局面でCERNに短期の滞在を行った。これらの研究者は測定器建設に従事するとともに、物理解析の準備作業を主導的に推進している。日本の研究者の活躍がアトラス実験内部で高く評価されている背景には、現地CERNで、直接目に見える形で建設や準備研究に従事しているからであり、本領域の研究費が重要な役割を果たしている。下表にあるように経費の約8割を旅費として使用している。

アトラスの様な国際共同実験において、若い研究者が研究に従事することは、国際的視野に立った研究者を育成するという観点から極めて重要である。将来有為な若手研究者を本領域の研究費で採用している。またデータ解析に用いられる巨大計算機システムの構築と運用には専門の研究支援サービスの外注が必要でありその費用にも用いられている。アトラス実験では測定器建設及びデータ解析用計算機システムの購入などは別経費でまかなっている。

### 2. MEG 実験関係(B01)

主に液体キセノンガンマ線測定器関連の物品購入に多く使用した。他には、海外での実験のため海外旅費にかなり使用している。物品のうち主要なものは、キセノン検出器のシンチレーション光読み出しに使用する光電子増倍管 (R9869) と、キセノン用冷凍機やキセノン貯蔵容器、フィードスルー付真空フランジ、キセノン循環システムなどの低温および真空機器である。これらの多くはMEG実験用に特別に開発したものである。また、データ解析用に計算機システムの購入も行った。今後実験の開始に向けて、実験の運転・維持経費に加えて、現地に長期滞在して実験研究に従事するため、研究費の大半を海外旅費に使用する予定である。

### 3. 理論関係(A04,B02,C01,C02,C03,C04)

理論系計画研究班の研究費の使用状況の特徴としては、一つには有能な若手研究者を研究員として雇用し研究を促進することがなされている。現在まで理論系計画研究班でのべ十数名が雇用されている。経費の半分近くが謝金として使用されている。また、長期滞在型研究会を開催し研究者の活発な議論を引き起こすなど特徴的な活動も行われている。

3年間に 使用した額	アトラス実験		MEG 実験		理論関係	
	使用額(千円)	比率(%)	使用額(千円)	比率(%)	使用額(千円)	比率(%)
物品費	26,880	10.0	206,413	82.2	6,958	12.3
旅費	212,987	79.0	31,801	12.7	21,978	38.8
謝金など	13,186	4.9	3,983	1.6	26,879	47.5
その他	16,547	6.1	8,792	3.5	784	1.4
合計	269,600		250,990		56,599	

(表)特定領域で平成16年から平成18年にかけて使用された経費内訳

## 7. 研究成果公表の状況

### 7.1. ホームページ

領域のホームページは <http://www.icepp.s.u-tokyo.ac.jp/tokutei/>にあり、領域で行う研究会等の情報の掲示の他、各計画研究の概要や活動状況を掲示している。各計画研究班で用意したホームページへもこちらからリンクがある。

### 7.2. 発表論文

- [1] “PROSPECTS FOR THE SEARCH FOR A STANDARD MODEL HIGGS BOSON IN ATLAS USING VECTOR BOSON FUSION”, S. Asai et al., Eur. Phys. J. C32S2(2004) 19-54.
- [2] “STUDY OF BLACK HOLES WITH THE ATLAS DETECTOR AT THE LHC”, J. Tanaka, T. Yamamura, S. Asai, J. Kanzaki, Eur. Phys. J. C41(2005) 19-33.
- [3] “A basic R&D for an analysis framework distributed on wide area network”, M. Ishino, S. Kawabata, T. Kawamoto, T. Kobayashi, A. Manabe, T. Mashimo, H. Matsumoto, Y. Morita, H. Sakamoto, T. Sasaki, H. Sato, J. Tanaka, I. Ueda, Y. Watase, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 534(2004)70-75.
- [4] “Data grid deployment for high energy physics in Japan”, H. Sakamoto, Computer Physics Communications 177(2007)239-242.
- [5] “STUDY OF THE SLEPTON NON-UNIVERSALITY AT THE CERN LARGE HADRON COLLIDER.”, T. Goto, K. Kawagoe, M. M. Nojiri, Phys. Rev. D70:075016, 2004, Erratum-ibid. D71:059902,2005.
- [6] “A NEW SUSY MASS RECONSTRUCTION METHOD AT THE CERN LHC”, K. Kawagoe, M. M. Nojiri, G. Polesello, Phys. Rev. D71:035008,2005.
- [7] “Discovery of supersymmetry with degenerate mass spectrum”, Kiyotomo Kawagoe, Mihoko M. Nojiri, Phys. Rev. D74:115011,2006.
- [8] “PHYSICS INTERPLAY OF THE LHC AND THE ILC”, By LHC/LC Study Group (G. Weiglein, K. Kawagoe et al.), Phys.Rept.426:47-358,2006.
- [9] “THE TRIGGER CHAMBERS OF THE ATLAS MUON SPECTROMETER: PRODUCTION AND TESTS”.  
A. Aloisio, H. Iwasaki et al.. Nucl.Instrum.Meth.A535:265-271, 2004.
- [10] “TECHNIQUES DEVELOPED FOR THE ATLAS THIN GAP CHAMBERS MASS PRODUCTION IN JAPAN”, S. Tanaka, H. Iwasaki, T. Kondo, M. Ikeno, O. Sasaki, H. Ohshita, Y. Miyazaki, Y. Nakagawa, T. Takeshita, K. Ishii, Y. Arataki, Y. Homma, H. Kurashige, M. Nozaki, A. Ochi, T. Sugimoto, H. Takeda, T. Bando, M. Ishino, T. Kobayashi, H. Nanjo, G. Mikenberg, M. Shoa, C. Yokoyama et al., IEEE Trans. Nucl. Sci. 51:934-938, 2004.
- [11] “Beam tests of ATLAS SCT silicon strip detector modules”, F. Campabadal, S. Terada et al., Nuclear Instruments & Methods in Physics Research **A538**(2005)384.
- [12] “Beam splash effects on ATLAS silicon microstrip detectors evaluated using 1-w Nd:YAG laser”, K. Hara et al., Nuclear Instruments & Methods in Physics Research **A541**(2005)15.

- [13] “Novel p-stop structure in n-side of silicon microstrip detector”, Y. Unno, S. Terada et al., Nuclear Instruments & Methods in Physics Research **A541**(2005)40.
- [14] “Design and development of a work robot to place ATLAS SCT modules onto barrel cylinders”, S. Terada et al., Nuclear Instruments & Methods in Physics Research **A541**(2005)144.
- [15] “Application of Cu-polyimide flex circuit and Al-on-glass pitch ada@ter for the ATLAS SCT barrel hybrid”, Y. Unno, S. Terada et al., Nuclear Instruments & Methods in Physics Research **A541**(2005)286.
- [16] “Radiation Qualification of Electronics Components Used for the ATLAS Level-1 Muon Endcap Trigger System”, R. Ichimiya, O. Sasaki et al., IEEE Transactions on Nuclear Science **52**(2005)1061.
- [17] “Performance of irradiated n<sup>+</sup>-on-p silicon microstrip sensors”, K. Hara et al. Nuclear Instruments & Methods in Physics Research **A565**(2006)538-542.
- [18] “The Barrel Modules of the ATLAS SemiConductor Tracker”, A. Abdesselam, S. Terada et al. Nuclear Instruments & Methods in Physics Research **A568**(2006)642-671.
- [19] ” Robotic mounting of ATLAS barrel SCT modules”, R.B. Nickerson, S. Terada et al. Nuclear Instruments & Methods in Physics Research **A568**(2006)686-691.
- [20] “Silicon sensor development for the ATLAS upgrade for SLHC”, Y. Unno, Nuclear Instruments & Methods in Physics Research **A569**(2006)41-47.
- [21] “The ATLAS semiconductor tracker end-cap module”, A. Abdesselam, S. Terada et al, Nuclear Instruments & Methods in Physics Research **A575**(2007)353-389.
- [22] “The Silicon microstrip sensors of the ATLAS semiconductor tracker”, A. Ahmad, S. Terada et al., Nuclear Instruments & Methods in Physics Research **A578**(2007)98-118.
- [23] “Initial-state parton shower kinematics for NLO event generators”, S. Odaka, Y. Kurihara, e-Print: hep-ph/0702138.
- [24] “The study of squark(L) squark(L) production at LHC in the  $l^\pm - l^\pm$ - channel and sensitivity to other models”, M. M. Nojiri and M. Takeuchi, Phys. Rev. D76:015009, 2007.
- [25] “Hunting for the Top Partner in the Littlest Higgs Model with T-parity at the LHC”, S. Matsumoto, M. M. Nojiri and D. Nomura, Phys. Rev. D75:055006, 2007.
- [26] “Prospects to Study a Long-Lived Charged Next Lightest Supersymmetric Particle at the LHC,” K. Hamaguchi, M. M. Nojiri and A. de Roeck, JHEP 0703:046, 2007.
- [27] “Supersymmetry parameter analysis: SPA convention and project”, J. A. Aguilar-Saavedra, M. M. Nojiri et al., Eur. Phys. J. C **46**, 43 (2006).
- [28] “Dark matter direct detection in electron accelerators”, J. Hisano, M. Nagai, M. M. Nojiri and M. Senami, Phys. Rev. D**73**, 031701 (2006).
- [29] “Constraining dark matter in the MSSM at the LHC”, M. M. Nojiri, G. Polesello and D. R. Tovey, JHEP **0603**, 063 (2006).
- [30] “Non-perturbative effect on dark matter annihilation and gamma ray signature from galactic center”, J. Hisano, S. Matsumoto, M. M. Nojiri and O. Saito, Phys. Rev. D **71**, 063528 (2005).
- [31] “Mass and cross-section measurements of chargino at linear colliders in large tan(beta) case”, Y. Kato, K. Fujii, T. Kamon, V. Khotilovich and M. M. Nojiri, Phys. Lett. B **611**, 223 (2005).
- [32] “A study of late decaying charged particles at future colliders”, K. Hamaguchi, Y. Kuno, T. Nakaya and M. M. Nojiri, Phys. Rev. D **70**, 115007 (2004).
- [33] “Direct detection of the Wino- and Higgsino-like neutralino dark matters at one-loop level”, J. Hisano, S.

- Matsumoto, M. M. Nojiri and O. Saito, Phys. Rev. D **71**, 015007 (2005).
- [34] “SUSY parameter determination in combined analyses at LHC/LC”, K. Desch, J. Kalinowski, G. Moortgat-Pick, M. M. Nojiri and G. Polesello, JHEP. **0402**, 035 (2004).
- [35] “Study of the gauge mediation signal with non-pointing photons at the CERN LHC”, K. Kawagoe, T. Kobayashi, M. M. Nojiri and A. Ochi, Phys. Rev. D **69**, 035003 (2004).
- [36] “Explosive dark matter annihilation”, J. Hisano, S. Matsumoto and M. M. Nojiri, Phys. Rev. Lett. **92**, 031303 (2004).
- [37] “Intra-Landau level polarization effects for striped Hall gas”, T. Aoyama, K. Ishikawa, Y. Ishizuka, and N. Maeda, Phys. Rev. B **70**, 035314 (2004).
- [38] “Neutrino Oscillations in the intermediate states:(II) Wave Packets”, K. Ishikawa, A. Asahara, T. Shimomura and T. Yabuki, Prog. Theor. Phys. **113**, No 2 (2005).
- [39] “Generalized S-matrix in Mixed Representation”, K. Ishikawa and T. Shimomura, Prog. Theor. Phys. **114** 1201-1234 (2005).
- [40] “Impurity Non-preserving 3-point corrections of BMN Operators from PP-wave holography II: Fermionic excitations”, S. Donashi, Nucl. Physics. B **756**, 171-206 (2006).
- [41] “Open String Amplitudes in Various Gauges”, Hiroyuki Fuji, Shinsaku Nakayama, Hisao Suzuki, JHEP01 (2007) 011.
- [42] “Anisotropic ground states of the quantum Hall system with currents”, Kazumi Tsuda, Nobuki Maeda, and Kenzo Ishikawa, Physical Review B **76**, 045334 (2007).
- [43] “Integrable Cosmological Models From Higher Dimensional Einstein Equations”, Masakazu Sano, Hisao Suzuki (2007) Phys. Rev. D to be published.
- [44] “超弦理論における量子異常とその相殺のメカニズム”, 鈴木久男, 数理科学, **7**, 27-33, (2005).
- [45] “超弦理論の厳密解を予言した超対称ゲージ理論の厳密計算,” 鈴木久男, 数理科学, **3**, 56-62, (2006).
- [46] “Radiative stabilization of warped space”, Tatsuo Kobayashi and Koichi Yoshioka, JHEP 0411 (2004) 024.
- [47] “Asymmetry and minimality of quark mass matrices”, Nobuhiro Uekusa, Atsushi Watanabe and Koichi Yoshioka, Phys. Rev. D **71** (2005) 094024.
- [48] “A Bottom-up approach to moduli dynamics in heavy gravitino scenario: Superpotential, soft terms and sparticle mass spectrum”, Motoi Endo, Masahiro Yamaguchi and Koichi Yoshioka, Phys. Rev. D **72** (2005) 015004.
- [49] “Discrete flavor symmetry, dynamical mass textures, and grand unification”, Naoyuki Haba and Koichi Yoshioka, Nucl. Phys. B **739** (2006) 254.
- [50] “Minimal archi-texture for neutrino mass matrices”, Atsushi Watanabe and Koichi Yoshioka, JHEP 0605 (2006) 044.
- [51] “Twisted flavors and tri/bi-maximal neutrino mixing”, Naoyuki Haba, Atsushi Watanabe and Koichi Yoshioka, Phys. Rev. Lett. **97** (2006) 041601.
- [52] “Neutrino-induced Electroweak Symmetry Breaking in Supersymmetric SO(10) Unification”, Kenzo Inoue, Kentaro Kojima and Koichi Yoshioka, JHEP 0607 (2006) 032.
- [53] “Flavor Symmetry and Vacuum Aligned Mass Textures”, Satoru Kaneko, Hideyuki Sawanaka, Takaya Shingai, Morimitsu Tanimoto and Koichi Yoshioka, Prog. Theor. Phys. **117** (2007) 161.
- [54] “Low-energy variety of asymmetric SUSY flavor structure”, Kenzo Inoue, Kentaro Kojima and Koichi Yoshioka, Phys. Lett. B **644** (2007) 172.

- [55] “Soft Supersymmetry Breaking at Heavy Chiral Threshold”, Hiroyuki Matsuura, Hiroaki Nakano and Koichi Yoshioka, Prog. Theor. Phys.117 (2007) 395.
- [56] “Probing flavor structure in unified theory with scalar spectroscopy”, Kenzo Inoue, Kentaro Kojima and Koichi Yoshioka, JHEP 07 (2007) 027.
- [57] “Holographic Construction of Technicolor Theory”, Takayuki Hirayama and Koichi Yoshioka, e-Print: arXiv:0705.3533 [hep-ph]
- [58] “Probing the flavor structure of supersymmetry breaking with rare B-processes: A Beyond leading order analysis”, John Foster, Ken-ichi Okumura and Leszek Roszkowski, JHEP 0508 (2005) 094.
- [59] “Little SUSY hierarchy in mixed modulus-anomaly mediation”, Kiwoon Choi, Kwang Sik Jeong, Tatsuo Kobayashi and Ken-ichi Okumura, Phys. Lett. B633 (2006) 355.
- [60] “Current and future limits on general flavor violation in  $b \rightarrow s$  transitions in minimal supersymmetry”, John Foster, Ken-ichi Okumura and Leszek Roszkowski, JHEP 0603 (2006) 044.
- [61] “Phenomenology of mixed modulus-anomaly mediation in fluxed string compactifications and brane models”, K. Okumura, Prepared for 11th International Symposium on Particles, Strings and Cosmology (PASCOS 2005), Gyeongju, Korea, 30 May - 4 Jun 2005 AIP Conf. Proc.805 (2006) 330.
- [62] “New Constraints on SUSY Flavour Mixing in Light of Recent Measurements at the Tevatron”, John Foster, Ken-ichi Okumura and Leszek Roszkowski, Phys. Lett. B641 (2006) 452.
- [63] “Neutralino dark matter in mirage mediation”, Kiwoon Choi, Kang Young Lee, Yasuhiro Shimizu, Yeong Gyun Kim and Ken-ichi Okumura, JCAP 0612 (2006) 017.
- [64] “Relic abundance and detection prospects of neutralino dark matter in mirage mediation”, Ken-ichi Okumura, Talk given at International Workshop on the Dark Side of the Universe, Madrid, Spain, 20-24 Jun 2006. AIP Conf. Proc. 878 (2006) 67.
- [65] “Mirage unification at TeV scale and natural electroweak symmetry breaking in minimal supersymmetry”, Ken-ichi Okumura, Presented at SUSY06: 14th International Conference on Supersymmetry and the Unification of Fundamental Interactions, Irvine, California, 12-17 Jun 2006. AIP Conf. Proc. 903 (2007) 361.
- [66] “TeV Scale Mirage Mediation and Natural Little SUSY Hierarchy”, Kiwoon Choi, Kwang Sik Jeong, Tatsuo Kobayashi and Ken-ichi Okumura, Phys. Rev. D75 (2007) 095012.
- [67] “Recent measurements of CP asymmetries of  $B \rightarrow \Phi K_0$  and  $B \rightarrow \eta' K(S)$  at B-factories suggest new CP violation in left-handed squark mixing”, M. Endo, S. Mishima and M. Yamaguchi, Phys. Lett. B **609** (2005) 95.
- [68] “Neutralino dark matter from heavy gravitino decay”, K. Kohri, M. Yamaguchi and J. Yokoyama, Phys. Rev. D **72** (2005) 083510.
- [69] “A bottom-up approach to moduli dynamics in heavy gravitino scenario: Superpotential, soft terms and sparticle mass spectrum”, M. Endo, M. Yamaguchi and K. Yoshioka, Phys. Rev. D **72** (2005) 015004.
- [70] “Hierarchical mass structure of fermions in warped extra dimension”, S. Chang, C.S. Kim and M. Yamaguchi, Phys. Rev. D **73** (2006) 033002.
- [71] “Gravitational Kaluza-Klein modes in warped superstring compactification”, T. Noguchi, M. Yamaguchi and M. Yamashita, Phys. Lett. B **636** (2006) 221.
- [72] “Gravitino production from heavy moduli decay and cosmological moduli problem revived”, S. Nakamura and M. Yamaguchi, Phys. Lett. B **638** (2006) 389.
- [73] “Gravitinos from heavy scalar decay”, T. Asaka, S. Nakamura and M. Yamaguchi, Phys. Rev. D **74** (2006)

023520.

- [74] “Four-dimensional effective M-theory on a singular  $G(2)$  manifold”, L.B. Anderson, A.B. Barrett, A. Lukas and M. Yamaguchi, Phys. Rev. D **74** (2006) 086008.
- [75] “The masses of weakly-coupled scalar fields in the early universe”, D. H. Lyth and T. Moroi, JHEP **0405** (2004) 004.
- [76] “Hadronic decay of late-decaying particles and big-bang nucleosynthesis”, M. Kawasaki, K. Kohri and T. Moroi, Phys. Lett. B **625** (2005) 7.
- [77] “Curvaton scenario with Affleck-Dine baryogenesis”, M. Ikegami and T. Moroi, Phys. Rev. D **70** (2004) 083515.
- [78] “Big-bang nucleosynthesis and hadronic decay of long-lived massive particles”, M. Kawasaki, K. Kohri and T. Moroi, Phys. Rev. D **71** (2005) 083502.
- [79] “Relaxing constraints on inflation models with curvaton”, T. Moroi, T. Takahashi and Y. Toyoda, Phys. Rev. D **72** (2005) 023502.
- [80] “Dark matter and baryon asymmetry of the universe in large-cutoff supergravity”, M. Ibe, T. Moroi and T. Yanagida, Phys. Lett. B **620** (2005) 9.
- [81] “Implications of the curvaton on inflationary cosmology”, T. Moroi and T. Takahashi, Phys. Rev. D **72** (2005) 023505.
- [82] “Reconstructing dark matter density with  $e^+ e^-$  linear collider in focus-point supersymmetry”, T. Moroi, Y. Shimizu and A. Yotsuyanagi, Phys. Lett. B **625** (2005) 79.
- [83] “Big-bang nucleosynthesis with unstable gravitino and upper bound on the reheating temperature”, K. Kohri, T. Moroi and A. Yotsuyanagi, Phys. Rev. D **73** (2006) 123511.
- [84] “Supersymmetric heavy Higgses at  $e^+ e^-$  linear collider and dark-matter physics”, T. Moroi and Y. Shimizu, Phys. Rev. D **72** (2005) 115012.
- [85] “Right-handed sneutrino as cold dark matter”, T. Asaka, K. Ishiwata and T. Moroi, Phys. Rev. D **73** (2006) 051301.
- [86] “QCD correction to neutralino annihilation process and dark matter density in supersymmetric models”, T. Moroi, Y. Sumino and A. Yotsuyanagi, Phys. Rev. D **74** (2006) 015016.
- [87] “Cosmological constraints on gravitino LSP scenario with sneutrino NLSP”, T. Kanzaki, M. Kawasaki, K. Kohri and T. Moroi, Phys. Rev. D **75** (2007) 025011.
- [88] “Possible signals of Wino LSP at the Large Hadron Collider”, M. Ibe, T. Moroi and T. T. Yanagida, Phys. Lett. B **644** (2007) 355.
- [89] “Right-handed sneutrino as cold dark matter of the universe”, T. Asaka, K. Ishiwata and T. Moroi, Phys. Rev. D **75** (2007) 065001.
- [90] “Big-Bang Nucleosynthesis with Long-Lived Charged Slepton”, M. Kawasaki, K. Kohri and T. Moroi, Phys. Lett. B **649** (2007) 436.
- [91] “Full one-loop corrections to SUSY Higgs boson decays into charginos”, H. Eberl, W. Majerotto, and Y. Yamada, Phys. Lett. B **597** (2004) 275-284 [hep-ph/0405187].
- [92] “Two-loop SUSY QCD correction to the gluino pole mass”, Y. Yamada, Phys. Lett. B **623** (2005) 104-110 [hep-ph/0506262].
- [93] “Supersymmetry Parameter Analysis: SPA Convention and Project”, J. A. Aguilar-Saavedra, Y. Yamada et al., Eur. Phys. J. C **46** (2006) 43-60 [hep-ph/0511344].



- [94] “Two-loop SUSY QCD correction to the gluino pole mass”, Y. Yamada, Nucl. Phys. Proc. Suppl. **157** (2006) 167--171 [hep-ph/0601263].
- [95] “Rigid Limit in N=2 Supergravity and Weak-Gravity Conjecture”, T. Eguchi and Y. Tachikawa, arXiv:0706.2114 [hep-th].
- [96] “Liouville field, modular forms and elliptic genera”, T. Eguchi, Y. Sugawara and A. Taormina, JHEP **0703**, 119 (2007). [arXiv:hep-th/0611338].
- [97] “Distribution of flux vacua around singular points in Calabi-Yau moduli”, T. Eguchi and Y. Tachikawa, JHEP **0601**, 100 (2006) [arXiv:hep-th/0510061].
- [98] “Conifold type singularities, N = 2 Liouville and SL(2,R)/U(1) theories”, T. Eguchi and Y. Sugawara, JHEP **0501**, 027 (2005) [arXiv:hep-th/0411041].
- [99] “Modular bootstrap of boundary N = 2 Liouville theory”, T. Eguchi, Comptes Rendus Physique **6**, 209 (2005) [arXiv:hep-th/0409266].
- [100] “SL(2,R)/U(1) supercoset and elliptic genera of non-compact Calabi-Yau manifolds”, T. Eguchi and Y. Sugawara, JHEP **0405** (2004) 014 [arXiv:hep-th/0403193].
- [101] “Seiberg-Witten curve for E-string theory”, T. Eguchi and K. Sakai, Prog. Theor. Phys. Suppl. **152** (2004) 15.
- [102] “Deformation of Super Yang-Mills Theories in R-R 3-form Background”, K. Ito, H. Nakajima and S. Sasaki, arXiv:0705.3532 [hep-th].
- [103] “Deformation of N = 4 super Yang-Mills theory in graviphoton background”, K. Ito, Y. Kobayashi and S. Sasaki, JHEP **0704**, 011 (2007) [arXiv:hep-th/0612267].
- [104] “Non(anti)commutative N = 2 supersymmetric gauge theory from superstrings in the graviphoton background”, K. Ito and S. Sasaki, JHEP **0611**, 004 (2006) [arXiv:hep-th/0608143].
- [105] “Central charges in non(anti)commutative N = 2 supersymmetric U(N) gauge theory” K. Ito and H. Nakajima, Phys. Lett. B **633**, 776 (2006) [arXiv:hep-th/0511241].
- [106] “Non(anti)commutative N = 2 supersymmetric U(N) gauge theory and deformed instanton equations”, K. Ito and H. Nakajima, Phys. Lett. B **629**, 93 (2005) [arXiv:hep-th/0508052].
- [107] “Non(anti)commutative N = (1,1/2) supersymmetric U(1) gauge theory”, T. Araki, K. Ito and A. Ohtsuka, JHEP **0505**, 074 (2005) [arXiv:hep-th/0503224].
- [108] “Deformed supersymmetry in non(anti)commutative N = 2 supersymmetric U(1) gauge theory”, T. Araki, K. Ito and A. Ohtsuka, Phys. Lett. B **606**, 202 (2005) [arXiv:hep-th/0410203].
- [109] “Singlet deformation and non(anti)commutative N = 2 supersymmetric U(1) gauge theory”, T. Araki and K. Ito, Phys. Lett. B **595**, 513 (2004) [arXiv:hep-th/0404250].
- [110] “Aspects of infalling D-branes in two-dimensional black hole”, Y. Sugawara, Mod. Phys. Lett. A **22**, 83 (2007).
- [111] “The nothing at the beginning of the universe made precise”, Y. Nakayama, S. J. Rey and Y. Sugawara, arXiv:hep-th/0606127.
- [112] “Unitarity meets channel-duality for rolling / decaying D-branes”, Y. Nakayama, S. J. Rey and Y. Sugawara, JHEP **0608**, 014 (2006) [arXiv:hep-th/0605013].
- [113] “D-Brane Falling Into 2d Black-Hole And Closed String Radiation”, Y. Sugawara, AIP Conf. Proc. **805**, 374 (2006).
- [114] “D-brane propagation in two-dimensional black hole geometries”, Y. Nakayama, S. J. Rey and Y. Sugawara,

- JHEP **0509**, 020 (2005) [arXiv:hep-th/0507040].
- [115] “Boundary states for the rolling D-branes in NS5 background”, Y. Nakayama, Y. Sugawara and H. Takayanagi, JHEP **0407**, 020 (2004) [arXiv:hep-th/0406173].
- [116] “Pouliot type duality via a-maximization”, T. Kawano, Y. Ookouchi, Y. Tachikawa and F. Yagi, Nucl. Phys. B **735**, 1 (2006) [arXiv:hep-th/0509230].
- [117] “Towards p-adic string in constant B-field”, D. Ghoshal and T. Kawano, Nucl. Phys. B **710**, 577 (2005) [arXiv:hep-th/0409311].
- [118] “Meta-stable Vacuum in Spontaneously Broken N=2 Supersymmetric Gauge Theory”, M. Arai, C. Montonen, N. Okada and S. Sasaki, arXiv:0708.0668 [hep-th].
- [119] “Unparticle physics and Higgs phenomenology”, T. Kikuchi and N. Okada, arXiv:0707.0893 [hep-ph].
- [120] “Higgs Boson Mass From Gauge-Higgs Unification”, I. Gogoladze, N. Okada and Q. Shafi, arXiv:0705.3035 [hep-ph], to be published in Phys. Lett. B.
- [121] “Dark Matter in Gauge Mediation from Emergent Supersymmetry”, S. P. Ng and N. Okada, arXiv:0705.2258 [hep-ph].
- [122] “Natural Realizations of Seesaw in Mini-Warped Minimal SO(10)”, R. N. Mohapatra, N. Okada and H. B. Yu, Phys. Rev. D **76**, 015013 (2007).
- [123] “Solving problems of 4D minimal SO(10) model in a warped extra dimension”, T. Fukuyama, T. Kikuchi and N. Okada, Phys. Rev. D **75**, 075020 (2007).
- [124] “Top quark spin correlations in the Randall-Sundrum model at the CERN Large Hadron Collider”, M. Arai, N. Okada, K. Smolek and V. Simak, Phys. Rev. D **75**, 095008 (2007).
- [125] “A 3 X 2 texture for neutrino oscillations and leptogenesis”, B. Brahmachari and N. Okada, arXiv:hep-ph/0612079.
- [126] “Lepton Flavour Violating tau Decays in the Left-Right Symmetric Model”, A. G. Akeroyd, M. Aoki and Y. Okada, Phys. Rev. D **76**, 013004 (2007).
- [127] “Low scale gravity mediation with warped extra dimension and collider phenomenology on the hidden sector”, H. Itoh, N. Okada and T. Yamashita, Phys. Rev. D **74**, 055005 (2006).
- [128] “D-term contributions to the mixed modulus-anomaly mediated supersymmetry breaking”, T. Fukuyama, T. Kikuchi and N. Okada, Phys. Lett. B **641**, 310 (2006).
- [129] “Cosmic positron signature from dark matter in the littlest Higgs model with T-parity”, M. Asano, S. Matsumoto, N. Okada and Y. Okada, Phys. Rev. D **75**, 063506 (2007).
- [130] “Split-SUSY versus SUSY GUTs”, N. Haba and N. Okada, Prog. Theor. Phys. **116**, 757 (2007).
- [131] “New contribution to dimension five operators on proton decay in anomaly mediation scenario”, N. Haba and N. Okada, arXiv:hep-ph/0601003.
- [132] “Color superconductivity in N = 2 supersymmetric gauge theories”, M. Arai and N. Okada, Phys. Rev. D **74**, 045004 (2006).
- [133] “Gauge mediation from emergent supersymmetry”, H. S. Goh, S. P. Ng and N. Okada, JHEP **0601**, 147 (2006).
- [134] “Effective theoretical approach of gauge-Higgs unification model and its phenomenological applications”, N. Haba, S. Matsumoto, N. Okada and T. Yamashita, JHEP **0602**, 073 (2006).
- [135] “Light wino dark matter in brane world cosmology”, T. Nihei, N. Okada and O. Seto, Phys. Rev. D **73**, 063518 (2006).

- [136] “Gravitational radius stabilization in supersymmetric warped compactification”, N. Maru and N. Okada, arXiv:hep-th/0508113.
- [137] “Thermal leptogenesis in brane world cosmology”, N. Okada and O. Seto, Phys. Rev. D **73**, 063505 (2006).
- [138] “Invisible Technicolor”, N. Haba, N. Kitazawa and N. Okada, arXiv:hep-ph/0504279.
- [139] “Structure of split supersymmetry and simple models”, N. Haba and N. Okada, Prog. Theor. Phys. **114**, 1057 (2006).
- [140] “Higgs masses in the minimal SUSY SO(10) GUT”, T. Fukuyama, A. Ilakovac, T. Kikuchi, S. Meljanac and N. Okada, Phys. Rev. D **72**, 051701 (2005).
- [141] “Perturbative SO(10) grand unification”, D. Chang, T. Fukuyama, Y. Y. Keum, T. Kikuchi and N. Okada, Phys. Rev. D **71**, 095002 (2005).
- [142] “Electroweak baryogenesis and quantum corrections to the triple Higgs boson coupling”, S. Kanemura, Y. Okada and E. Senaha, Phys. Lett. B **606**, 361 (2005).
- [143] “Top spin correlations in theories with large extra-dimensions at the Large Hadron Collider”, M. Arai, N. Okada, K. Smolek and V. Simak, Phys. Rev. D **70**, 115015 (2004).
- [144] “Tauonic B decays in the minimal supersymmetric standard model”, H. Itoh, S. Komine and Y. Okada, Prog. Theor. Phys. **114**, 179 (2005).
- [145] “Neutralino dark matter in brane world cosmology”, T. Nihei, N. Okada and O. Seto, Phys. Rev. D **71**, 063535 (2005).
- [146] “Decoupling supersymmetry / Higgs without fine-tuning”, N. Haba and N. Okada, arXiv:hep-ph/0409113.
- [147] “Higgs coupling constants as a probe of new physics”, S. Kanemura, Y. Okada, E. Senaha and C. P. Yuan, Phys. Rev. D **70**, 115002 (2004).
- [148] “A brane world cosmological solution to the gravitino problem”, N. Okada and O. Seto, Phys. Rev. D **71**, 023517 (2005).
- [149] “Relic density of dark matter in brane world cosmology”, N. Okada and O. Seto, Phys. Rev. D **70**, 083531 (2004).
- [150] “Yukawa coupling structure in intersecting D-brane models”, N. Kitazawa, T. Kobayashi, N. Maru and N. Okada, Eur. Phys. J. C **40**, 579 (2005).
- [151] “Detailed analysis of proton decay rate in the minimal supersymmetric SO(10) model”, T. Fukuyama, A. Ilakovac, T. Kikuchi, S. Meljanac and N. Okada, JHEP **0409**, 052 (2004).
- [152] “SO(10) group theory for the unified model building”, T. Fukuyama, A. Ilakovac, T. Kikuchi, S. Meljanac and N. Okada, J. Math. Phys. **46**, 033505 (2005).
- [153] “Higgs pair production at a linear  $e^+ e^-$  collider in models with large extra dimensions”, N. Delerue, K. Fujii and N. Okada, Phys. Rev. D **70**, 091701 (2004).
- [154] “General formulation for proton decay rate in minimal supersymmetric SO(10) GUT”, T. Fukuyama, A. Ilakovac, T. Kikuchi, S. Meljanac and N. Okada, Eur. Phys. J. C **42**, 191 (2005).
- [155] “R&D work on a liquid-xenon photon detector for MEG experiment at PSI”, S. Mihara, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A **518** (2004) 45-48.
- [156] “Performance of a Prototype of LXe Scintillation Detector System for PET”, F. Nishikido, T. Doke, J. Kikuchi, T. Mori, K. Takizawa and M. Yamamoto, Japanese Journal of Applied Physics **43 - 2** (2004) 779-784.
- [157] “Development of a LXe photon detector - towards the search for a muon rare decay mode at PSI”, S. Mihara, T. Doke, T. Haruyama, K. Kasami, A. Maki, T. Mitsuhashi, T. Mori, H. Nishiguchi, W. Ootani, K. Ozone,

- R. Sawada, S. Suzuki, K. Terasawa, T. Yoshimura, Cryogenics 44 (2004) 223-228.
- [158] “Development of a Thin-wall Superconducting Magnet for the Positron Spectrometer in the MEG Experiment”, W. Ootani, W. Odashima, S. Kimura, T. Kobayashi, Y. Makida, T. Mitsuhashi, S. Mizumaki, R. Ruber and A. Yamamoto, IEEE in Transactions on Applied Superconductivity 14 (2004) 568 - 571.
- [159] “Search for the Lepton Flavor Violating Decay  $\mu \rightarrow e \gamma$  in the MEG Experiment”, S. Yamada, Nuclear Physics B - Proceedings Supplements 144 (2005) 185-188.
- [160] “Absorption of scintillation light in a 100L LXe  $\gamma$ -ray detector and expected detector performance”, A. Baldini, C. Bemporad, F. Ceci, T. Doke, M. Grassi, A.A. Grebenuk, D.N. Grigoriev, T. Haruyama, K. Kasami, J. Kikuchi, A. Maki, T. Mashimo, S. Mihara, T. Mitsuhashi, T. Mori, D. Nicolo, H. Nishiguchi, W. Ootani, K. Ozone\*, A. Papa, R. Pazzi, S. Ritt, R. Sawada, F. Sergiampietri, G. Signorelli, S. Suzuki, K. Terasawa, M. Yamashita, S. Yamashita, T. Yoshimura and Yu. Yuri, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A 545 (2005) 753-764.
- [161] “A radioactive point-source lattice for calibrating and monitoring the LXe calorimeter of the MEG experiment”, A. Baldini, C. Bemporad\*, F. Ceia, S. Dussoni, F. Gatti, M. Grassi, T. Haruyama, Y. Hisamatsu, T. Iwamoto, S. Mihara, T. Mori, D. Nicolo, H. Nishiguchi, W. Ootani, A. Papa, R. Pazzi, R. Sawada, F. Sergiampietri, G. Signorelli, R. Valle and S. Yamada, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A 565 (2006) 589-598.
- [162] “Liquid xenon scintillation calorimetry and Xe optical properties”, Baldini, A.; Bemporad, C.; Ceci, F.; Doke, T.; Grassi, M.; Haruyama, T.; Mihara, S.; Mori, T.; Nicolo, D.; Nishiguchi, H.; Ootani, W.; Ozone, K.; Papa, A.; Pazzi, R.; Sawada, R.; Sergiampietri, F.; Signorelli\*, G.; Suzuki, S.; Terasawa, K., IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation 13 (2006) 547-555.
- [163] “Development of a Method for LXe Purification Using a Cryogenic Centrifugal Pump”, S. Mihara, T. Haruyama, T. Iwamoto, Y. Uchiyama, W. Ootani, K. Kasami, R. Sawada, K. Terasawa, T. Doke, H. Natori, H. Nishiguchi, A. Maki, T. Mori and S. Yamada, Cryogenics 46 (2006) 688-693.
- [164] “MEG - The Experiment to Search for  $\mu \rightarrow e \gamma$ ”, T. Mori, Nuclear Physics B - Proceedings Supplements 169 (2007) 166-173.
- [165] “Neutron sensitivity of thin gap chambers”, H. Nanjo, T. Bando, K. Hasuko, M. Ishino, T. Kobayashi, T. Takemoto, S. Tsuno and B. Ye, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A543 (2005) 441-453
- [166] “New Approach to Texture-zeros with S(3) symmetry”, S. Kaneko, H. Sawanaka, T. Shingai, M. Tanimoto and K. Yoshioka, Prepared for the International Workshop on Neutrino Masses and Mixings, Shizuoka, Japan, 7-19 December 2006, Int. J. Mod. Phys. E16 (2007) 5, 1427

### 7.3. 口頭発表(国際会議)

- [1001] “Nonanticommutative Harmonic Superspace And N=2 Supersymmetric U(1) Gauge Theory”, T. Araki, K. Ito and A. Ohtsuka, Prepared for International Workshop on Noncommutative Geometry and Physics, Yokohama, Japan, 26 Feb - 3 Mar 2004
- [1002] “Liquid Xenon Scintillation Detector for the MEG Experiment”, T. Mori, XeSAT2005, Tokyo, Japan, March, 2005.
- [1003] “Lepton Flavour Violation - Status and Prospects”, T. Mori, The Workshop on the Interplay of Flavour and Collider Physics "Flavour in the Era of the LHC," Geneva, Switzerland, November, 2005.

- [1004] “Lepton Flavor Violating Decays - Review & Outlook”, T. Mori, The Fourth Flavor Physics and CP Violation Conference, Vancouver, Canada, April, 2006.
- [1005] “Low Energy Muon Experiments”, T. Mori, The Eighth International Workshop on Neutrino Factories, Superbeams and Betabeams, Irvine, U.S.A., August, 2006.
- [1006] “MEG - The experiment to search for  $\mu \rightarrow e \gamma$ ”, T. Mori, The ninth International Workshop on Tau Lepton Physics, Pisa, Italy, September, 2006.
- [1007] “Lepton Flavour Violation and Rare Lepton Decays”, T. Mori, International Conference on Heavy Quarks and Leptons, Munich, Germany, October, 2006.
- [1008] “The MEG Experiment - A Search for LFV Decays of Muons at PSI”, T. Mori, Joint Meeting of Pacific Region Particle Physics Communities, Hawaii, U.S.A., October, 2006.
- [1009] “Greeting and purpose of this meeting”, S. Komamiya, International Conference :Discovery of Higgs and Supersymmetry to Pioneer Particle Physics in the 21st Century (November 2005) the University of Tokyo, Japan
- [1010] “Physics and Experiments at the International Linear Collider”, S. Komamiya, German-Japan Year Science Symposium (November 2005), the German Culture Center, Tokyo, Japan
- [1011] “The Summary of the Workshop”, S. Komamiya, International Workshop on Linear Collider Physics and Detectors (February 2007), IHEP, Beijing, China
- [1012] “Impact of LHC and ILC to Elementary Particle Physics and Cosmology”, S. Komamiya, International Symposium on Astronomy and Astrophysics of Extreme Universe, (March 2007), RIKEN, Saitama, Japan
- [1013] “Summary of the Conference”, S. Komamiya, International Conference on Supersymmetry in 2010s (June 2006) Hokkaido University, Japan
- [1014] “Lepton in SUSY signal”, Osamu Jinnouchi, Discoveries of Higgs and Supersymmetry to Pioneer Particle Physics in the 21st Century, 24-25 November 2005, University of Tokyo
- [1015] “SUSY physics with early data - understanding ATLAS detector and backgrounds”, Osamu Jinnouchi, Physics at LHC, 3-8 July 2006, Cracow, Poland
- [1016] “Systematic Study of Micro-Discharge Characteristics of ATLAS SCT Modules”, K. Hara, T. Kuwano, S. Simma, Y. Ikegami, T. Kohriki, S. Terada, Y. Unno, 6th International Hiroshima Symposium on the Development and Application of Semiconductor Tracking Detectors, 11-15 September, 2006, Carmel, Ca., U.S.A
- [1017] “P-bulk Silicon Microstrip Sensors and Irradiation”, Y. Unno et al., 6th International Hiroshima Symposium on the Development and Application of Semiconductor Tracking Detectors, 11-15 September 2006, Carmel, Ca., U.S.A
- [1018] “Hybrid and Module for ATLAS Silicon Tracker from LHC to Super LHC”, S. Terada, T. Kohriki, Y. Ikegami, Y. Unno, K. Hara, T. Inoue, A. Mochizuki, 6th International Hiroshima Symposium on the Development and Application of Semiconductor Tracking Detectors, 11-15 September 2006, Carmel, Ca., U.S.A
- [1019] “Installation and Test of the ATLAS Muon Endcap Trigger Chamber Electronics”, Hiroshi Nomoto, T. Kuwabara, Y. Sugaya, Y. Hasegawa, C. Fukunaga, M. Ishino, H. Sakamoto, S. Kagawa, M. Ikeno, O. Sasaki, Y. Yasu, H. Kurashige and T. Ogata, 12th Workshop on Electronics for LHC and future Experiments, 15-19 September 2006, Valencia, Spain
- [1020] “ATLAS detector status and early physics”, Shuji TANAKA, 21st International Workshop on Weak Interactions and Neutrinos (WIN07), 15th - 20th January, 2007, Kolkata, India
- [1021] “LLL-subtraction and PS kinematics for NLO event generators”, Shigeru Odaka, Les Houches 2007, Physics at TeV Colliders, 11 - 29 June, 2007, Les Houches, France

- [1022] “LHC and ATLAS”, Hiroyuki IWASAKI, Conference on Supersymmetry in 2010's, 20-22 June 2007, Sapporo.
- [1023] “Search for Long-Lived Particles at ATLAS”, Osamu Jinnouchi, Conference on Supersymmetry in 2010's, 20-22 June 2007, Sapporo.
- [1024] “LCG Deployment in Japan”, H. Sakamoto, International Symposium on Grid Computing 2005, April 29<sup>th</sup> 2005, Taipei.
- [1025] “Data Grid Deployment for High Energy Physics in Japan” H. Sakamoto, Conference on Computational Physics 2006, Aug. 29<sup>th</sup> 2006, Gyeongju, Republic of Korea.
- [1026] “Atlas Data Analysis Infrastructure in Japan”, H. Sakamoto, International Symposium on Grid Computing 2006, May 3<sup>rd</sup> 2006, Taipei.
- [1027] “LHC Status”, T. Kobayashi, 1-st Int. Conf. "Discoveries of Higgs and SUSY to Pioneer Particle Physics in the 21st Century", 25.Nov.2005, Univ. of Tokyo, Tokyo, Japan.
- [1028] “Commissioning and Outlook of LHC”, T. Kobayashi, Joint Meeting of Pacific Region Particle Physics Communities : DPF2006+JPS2006, Plenary Talk, 2.Nov.2006, Honolulu, Hawaii, USA.
- [1029] “Status and Outlook of LHC”, T. Kobayashi, INTERNATIONAL WORKSHOP ON THE INTERCONNECTION BETWEEN PARTICLE PHYSICS AND COSMOLOGY, PPC2007, 15.May.2007, TAMU, Texas, USA
- [1030] “S3 higgs potential and texture-zeros in supersymmetric standard models”, S. Kaneko, H. Sawanaka, T. Shingai, M. Tanimoto and K. Yoshioka, Prepared for the International Workshop on Supersymmetry, Electroweak Symmetry Breaking and Particle Cosmology, Pohang, Korea, 23-30 August 2006, e-Print: hep-ph/0611057.
- [1031] “Moduli physics in the heavy gravitino scenario” Koichi Yoshioka, Motoi Endo, Masahiro Yamaguchi, The FIT Workshop "Dynamics and Cosmology of String and Field Theory", August 27, 2005, Fukuoka Institute of Technology, Fukuoka, Japan.
- [1032] “Phenomenology of mixed modulus-anomaly mediation in fluxed string compactifications and brane models”, Ken-ichi Okumura, The 11th International Symposium on Particles, Strings and Cosmology (PASCOS 2005), 30 May - 4 Jun 2005, Gyeongju, Korea.
- [1033] “Sparticle spectrum and EWSB of mixed modulus-anomaly mediation in fluxed string compactification models”, Ken-ichi Okumura, The 13th International Conference on Supersymmetry and Unification of Fundamental Interactions: The Millennium Window to Particle Physics, 18-23 Jul 2005, Durham, England.
- [1034] “Supersymmetric fine-tuning problem and little hierarchy in mixed modulus-anomaly mediation”, Ken-ichi Okumura, Discoveries of Higgs and supersymmetry to pioneer the particle physics in 21st century, November 24-25, 2005, ICEPP Tokyo University, Tokyo, Japan.
- [1035] “Current and future limits on general flavor violation in  $b \rightarrow s$  transitions in minimal supersymmetry”, Ken-ichi Okumura (invited), YongPyong Astro Particle CPV in Topical Physics (APCTP) 2007, February 21-24, 2007, YongPyong, Korea.
- [1036] “Twisted Flavors and Tri-bimaximal Neutrino Mixing”, Atsushi Watanabe, DESY Theory Workshop 2006 : The Dark Universe, September 28, 2006, DESY, Hamburg, Germany.
- [1037] “Twisted Flavors and Tri-bimaximal Neutrino Mixing”, Atsushi Watanabe, DESY Theory Seminar, November 13, 2006, DESY, Hamburg, Germany.
- [1038] “Phenomenological aspects of generation twisted supersymmetric unification”, K. Kojima, Summer Institute 2006 at APCTP, Aug. 23-30 2006, Pohang, Korea.

- [1039] “Liquid Xenon Scintillation Detector for the MEG Experiment”, T. Iwamoto, IEEE NSS/MIC 2004, Rome, Italy, October, 2004.
- [1040] “Liquid Xenon Detector for the MEG Experiment”, T. Iwamoto, The 10<sup>th</sup> Topical Seminar on Innovative Particle and Radiation Detectors (IPRD06), Siena, Italy, October, 2006.
- [1041] “MEG Status and Prospects”, T. Iwamoto, The 6th KEK Topical Conference: Frontiers in Particle Physics and Cosmology (KEKTC6), KEK, Tsukuba, Japan, February, 2007.
- [1042] “Liquid Xenon Calorimetry at the MEG Experiment”, S. Mihara, The CHIPP Workshop on Neutrino Physics, Bern University, Switzerland, October, 2006.
- [1043] “Performance of the Liquid Xenon Scintillation Detector for the MEG Experiment at PSI”, W. Ootani, Applications of Rare Gas Xenon to Science And Technology, Tokyo, Japan, March, 2005.
- [1044] “Performance of the Liquid Xenon Scintillation Detector for the MEG Experiment”, W. Ootani, IEEE NSS/MIC 2006, San Diego, U.S.A., October-November, 2006.
- [1045] “Lepton Flavor search for Violation in  $\mu \rightarrow e\gamma$ ”, W. Ootani, Supersymmetry in 2010's, Sapporo, Japan, June, 2007.
- [1046] “Search for the Lepton Flavor Violating Decay  $\mu \rightarrow e\gamma$  in the MEG Experiment”, S. Yamada, The 8th International Workshop on Tau-Lepton Physics, Tau04, Nara, Japan, September, 2004.
- [1047] “The MEG Positron Spectrometer”, H. Nishiguchi, The 10<sup>th</sup> Topical Seminar on Innovative Particle and Radiation Detectors (IPRD06), Siena, Italy, October, 2006.
- [1048] “Update on the status of MEG”, H. Nishiguchi, The Workshop on the Interplay of Flavour and Collider Physics, "Flavour in the Era of the LHC," Geneva, Switzerland, May, 2006.
- [1049] “The MEG Positron Spectrometer”, H. Nishiguchi, The 11<sup>th</sup> Vienna Conference on Instrumentation, Vienna, Austria, February, 2007.
- [1050] “The MEG experiment at PSI: search for LFV Decay  $\mu \rightarrow e\gamma$ ”, R. Sawada, International Conference “Discoveries of Higgs and Supersymmetry to Pioneer Particle Physics in the 21st Century”, Tokyo, Japan, November, 2005.
- [1051] “Liquid Xenon Gamma Ray Detector for MEG”, R. Sawada, The Eighth International Workshop on Neutrino Factories, Superbeams and Betabeams, Irvine, U.S.A., August, 2006.
- [1052] “Liquid Xenon Gamma Ray Detector for MEG”, R. Sawada, The 11<sup>th</sup> Vienna Conference on Instrumentation, Vienna, Austria, February, 2007.
- [1053] "Development of Photomultiplier for MEG liquid xenon gamma ray detector", Y. Hisamatsu, XeSAT 2005, Tokyo, Japan, March, 2005
- [1054] “MEG: Search for Lepton Flavor Violation Decay  $\mu \rightarrow e\gamma$ ”, Y. Hisamatsu, International School of Subnuclear Physics (Erice Summer School 2006), Erice-Sicily, Italy, August-September, 2006.
- [1055] “Higgs pair production in models with large extra dimensions”, Nobuchika Okada, Nicolas Delerue, Keisuke Fujii, International Linear Collider Workshop ( LCWS04 ), April 19-23, 2004, Paris, France.
- [1056] “Collider Signals of Large Extra Dimension”, Nobuchika Okada, The 7th ACFA Workshop, November 9-12, 2004, Taipei, Taiwan.
- [1057] “Summary on Cosmology Connections Session”, Nobuchika Okada, International Linear Collider Workshop ( LCWS05 ), March 18-22, 2005, Stanford, California, USA.
- [1058] “Summary on Physics Session”, Nobuchika Okada, The 8th ACFA Workshop, July 11-14, 2005, Daegu, Korea.

- [1059] “Summary: Beyond the Standard Model Working Group”, [Nobuchika Okada](#), 2005 Snowmass Workshops, August 14-27, 2005, Snowmass, Colorado, USA.
- [1060] “Brane World Cosmologies”, [Nobuchika Okada](#), IX WORKSHOP ON HIGH ENERGY PHYSICS PHENOMENOLOGY, January 3-14, 2006, Bhubaneswar, India.
- [1061] “Low scale gravity mediation in warped extra dimension and collider phenomenology on hidden sector”, [Nobuchika Okada](#), Hideo Itoh, Toshifumi Yamashita, International Linear Collider Workshop ( LCWS06 ), March 9-13, 2006, Bangalore, India.
- [1062] “New Physics from Higgs self-coupling measurement”, [Yasuhiro Okada](#), Sinya Kanemura, Eibun Senaha, International Conference on Linear Colliders (LCWS 04), April 19-23, 2004, Paris.
- [1063] “Physics at a Linear Collider”, [Yasuhiro Okada](#), 2004 Phenomenology symposium (Pheno 04), April 26-28, 2004, Madison, Wisconsin.
- [1064] “Muon Particle Physics”, [Yasuhiro Okada](#), 6th International Workshop on Neutrino Factories & Superbeams (NuFact 04), July 26-August 1, 2004, Osaka.
- [1065] “Searching for SUSY in B Decays”, [Yasuhiro Okada](#), 2004 SLAC Summer Institute, August 2-13, 2004, SLAC, Menlo Park, CA.
- [1066] “New Physics in B decays”, [Yasuhiro Okada](#), Flavor Physics and CP Violation (FPCP 2004), October 4-9, 2004, Daegu, Korea.
- [1067] “Summary talk for ILC Physics”, [Yasuhiro Okada](#), The 7th ACFA Workshop on Physics and Detector at the Linear Collider (ACFA-LC7), November 9-12, 2004, Taipei.
- [1068] “SUSY and B Physics Observables”, [Yasuhiro Okada](#), Super B Factory Workshop in Hawaii, April 20-22, 2005, Honolulu.
- [1069] “Electroweak Baryogenesis and LC”, [Yasuhiro Okada](#), The 8th ACFA Workshop on Physics and Detector at the Linear Collider, July 11-14, 2005, Daegu, Korea.
- [1070] “Lepton Flavor Violation”, [Yasuhiro Okada](#), The 3rd International Conference on Flavor Physics, October 3-8, 2005, Chung-li, Taiwan.
- [1071] “Prospect after Discoveries of Higgs/SUSY”, [Yasuhiro Okada](#), Discoveries of Higgs and Supersymmetry to Pioneer Particle Physics in the 21st Century, November 24-25, 2005, ICEPP, Tokyo.
- [1072] “Physics Overview”, [Yasuhiro Okada](#), Linear Collider Workshop (LCWS06), March 9-13, 2006, Bangalore, India.
- [1073] “B to(D) tau nu in MSSM”, [Yasuhiro Okada](#), Hideo Itoh, Flavour in the era of the LHC, May 15-17, 2006, CERN, Geneva.
- [1074] “CP violation and CKM (Theory)”, [Yasuhiro Okada](#), The XXXIII International Conference on High Energy Physics, July 26-August 2, 2006, Moscow.
- [1075] “Summary from Theory Community”, [Yasuhiro Okada](#), The international workshop on B factories and new measurements, September 13-14, 2006, KEK, Tsukuba.
- [1076] “Status of Physics DCR”, [Yasuhiro Okada](#), Abdelhak Djouadi, Josesh Lykken, Klaus Moenig, Mark Orglia, Satoru Yamashita, International Linear Collider Workshop (ILC-ECFA), November 6-10, 2006, Valencia.
- [1077] “SUSY breaking studies”, [Yasuhiro Okada](#), Toru Goto, Tetsuo Shindou, Minoru Tanaka, The 2nd international workshop on B factories and new measurements, December 18-19, 2006, Nara.



- [1078] “ILC Physics DCR”, [Yasuhiro Okada](#), Abdelhak Djouadi, Josesh Lykken, Klaus Moenig, Mark Orglia, Satoru Yamashita, 9th ACFA ILC Physics ¥& Detector Workshop and ILC GDE Meeting, February 4-7, 2006, Beijing.
- [1079] “Flavor and Physics beyond the Standard Model”, [Yasuhiro Okada](#), Supersymmetry in 2010's, June 20-22, 2007, Sapporo.
- [1080] “Graviton Kaluza-Klein Modes in Warped Superstring Compactifications”, [Masahiro Yamaguchi](#), Cairo International Conference on High Energy Physics (CICHEP II), January 14 - 17, 2006, German University, Cairo, Egypt.
- [1081] “Heavy Gravitino Cosmology”, [Masahiro Yamaguchi](#), The 11th International Symposium on Particle, Strings, and Cosmology (PASCOS05), May 30 - June 4, 2005, Gyeongju, Korea.
- [1082] “Testing the anomaly-mediated SUSY model at the LHC”, [Takeo Moroi](#), Beyond the Standard Model at the Dawn of the LHC Era, June 25-29, 2007, Eotvos University Budapest, Hungary.
- [1083] “Non-standard supersymmetric dark matter”, [Takeo Moroi](#), Dark Matter Visitor Programme, March 5 - 9, 2007, CERN, Geneva, Switzerland.
- [1084] “Right-handed sneutrino as cold dark matter”, [Takeo Moroi](#), SUSY06, June 12 - 17, 2006, UC Irvine, USA.
- [1085] “Right-handed sneutrino as cold dark matter”, [Takeo Moroi](#), Planck 06, May 29 - June 2, 2006, Paris, France.
- [1086] “Reconstructing the dark matter density with the ILC”, [Takeo Moroi](#), Cairo International Conference on High Energy Physics (CICHEP II), January 14 - 17, 2006, German University, Cairo, Egypt.
- [1087] “Gravitino production in the early universe and its implication to particle cosmology”, [Takeo Moroi](#), The 11th International Symposium on Particle, Strings, and Cosmology, (PASCOS05), May 30 - June 4, 2005, Gyeongju, Korea.
- [1088] “Gravitino Cosmology, Inflation, and Large-Cutoff Supergravity”, [Takeo Moroi](#), The Origin of the Primordial Density Perturbation, March 22-24th, 2005, University of Lancaster, U.K.
- [1089] “Two-loop SUSY QCD correction to the gluino pole mass”, [Youichi Yamada](#), 13th International Conference on Supersymmetry and Unification of Fundamental Interactions (SUSY 2005), July 18-23, 2005, Durham, UK.
- [1090] “Two-loop SUSY QCD correction to the gluino pole mass”, [Youichi Yamada](#), 7th International Symposium on Radiative Corrections (RADCOR 2005), October 2-7 2005, Shonan Village, Kanagawa, Japan.
- [1091] “ $b \rightarrow s \nu \bar{\nu}$  decays in MSSM at large  $\tan(\beta)$ ”, [Youichi Yamada](#) (with Francesca Borzumati), KEK.
- [1092] “Discovery Potential of the SM Higgs at the LHC”, Junichi TANAKA, Tau04 (international workshop on Tau Lepton Physics), September 17, 2004, Nara.
- [1093] “Study of VBF  $H \rightarrow \tau\tau \rightarrow \text{lep} + \text{had}$  including fake backgrounds in the ATLAS experiment”, Junichi TANAKA, Discovery of Higgs and Supersymmetry to Pioneer Particle Physics in the 21th Century, November 24, 2005, ICEPP, Tokyo.
- [1094] “Probing New Physics with the LHC”, Junichi TANAKA, The 15th Workshop on General Relativity and Gravitation(JGRG15), November 29, 2005, Tokyo Institute of Technology, Tokyo.
- [1095] “Light Higgs Discovery Potential with ATLAS, Measurements of Couplings and Impact on Model Discrimination”, Junichi TANAKA, SUSY06, June 12, 2006, UC Irvine, CA., USA.
- [1096] “Performance study of the pixel hybrid photon detectors for LHCb RICH”, [Naoko Kanaya](#), RICH2004, November 30, 2004, Playa del Carmen, Mexico.

- [1097] “Top and B physics prospects”, Naoko Kanaya, ICFP05, October 8, 2005, Chung-li, Taiwan.
- [1098] “Basic Detection Schemes at Colliders and LHC reach in the next five years”, Naoko Kanaya, Pre-SUSY06 Dark Matter Workshop, June 10, 2006, UC Irvine, USA.
- [1099] “SUSY Physics with Early Data: Understanding the ATLAS Detector and the Backgrounds”, Naoko Kanaya, SUSY06, June 13, 2006, UC Irvine, USA.
- [1100] “Expected ETmiss performance In ATLAS & CMS”, Naoko Kanaya, Charged2006, September 15, 2006, Uppsala, Sweden.
- [1101] “Missing ET Performance & Impact on SUSY Physics”, Naoko Kanaya, SUSY2010's, June 21, 2007, Sapporo, Japan.
- [1102] “Strategy for early SUSY searches at the LHC”, Shimpei Yamamoto, SUSY07, June 26, 2007, Karlsruhe, Germany.
- [1103] “Missing Energy Signals at LHC”, Shoji Asai, The LHC Early Phase for ILC, April 12-14, 2007, Chicago, USA.
- [1104] “SM background for SUSY search at ATLAS (ME and fake missing MET)”, Shoji Asai, TeV4LHC, October 20-22, 2005, Chicago, USA.
- [1105] “Backgrounds for SUSY searches”, Shoji Asai, ATLAS Overview Week, October 3-7, 2005, Paris.
- [1106] “Standard Model Background”, Shoji Asai, ATLAS Physics workshop, June 6-11, 2005, Rome.

#### 7.4. 新聞・雑誌など

- [2001] 日経新聞、2006年8月13日 「素粒子実験、なるか新理論」
- [2002] 化学同人発行月刊「化学」、2007年3月号「宇宙誕生直後の謎を探る素粒子物理実験 MEG」
- [2003] 共同通信社、2007年4月配信記事「素粒子から宇宙探れ、根源的理論発見に期待」  
高知新聞、下野新聞、福井新聞、河北新報、山陽新聞、熊本日々新聞、京都新聞に掲載
- [2004] サイエンスウェブ、2006年7月号、「素粒子物理学の未来」
- [2005] 毎日新聞、2007年5月16日「探せヒッグス粒子 世界最強の加速器開発」
- [2006] 高知新聞、2007年3月13日夕刊「地球最大の研究所 CERN」
- [2007] Asahi Shimbun Weekly AERA 2007.2.12, 「ブラックホール生まれるかもー素粒子物理学の最前線」
- [2008] 日刊工業新聞 2007年1月18日、「素粒子物理の新たな幕開け」
- [2009] 朝日新聞 2007年1月5日夕刊、「07年始動「最高」加速器」
- [2010] 産経新聞 2007年1月8日、「ヒッグス粒子を探せ」
- [2011] 子供の科学 2006年9月号、「建設進むアトラス 日本の装置、いよいよ組み立てへ！」
- [2012] 日本経済新聞 2006年7月24日、「質量の解明 高まる期待」
- [2013] 朝日新聞 2005年9月2日、「CERN、巨大グリッドコンピューティング開発中」

## 8. 総括班評価者による評価の状況

総括班評価者には年に一度、各計画研究からの報告書に基づいて計画研究班の進捗状況を説明し、それに対する評価を受けている。以下その評価をまとめる。

### LHC 実験進捗状況について

- ①. 加速器の事故で実験開始が2008年にずれ込んだが、検出器の組み立ては順調に進み、現在コミッショニングが始まっている。前後方ミュオントリガーチェンバー、半導体飛跡検出器、超伝導ソレノイド電磁石などに日本の大きな貢献が評価された。今後のコミッショニングや実際のデータ収集などにも、ますます日本の貢献が期待されている。
- ②. 物理解析の準備においても超対称性研究はじめ、日本が主体となっている研究が数多くみられ、実験全体の中で高い評価を受けている。
- ③. 実験開始に向けて、検出器を運用し、物理の成果を出す為に研究者派遣の重要性はいよいよ高まる。旅費の深刻な不足がみられる。

### MEG 実験進捗状況について

- ①. 実験の鍵となるキセノンカロリメータについては、光電子増倍管や冷凍機、循環純化システム、較正用システムなど、日本の担当する部分は試験も含め予定通り完成したが、イタリアの担当する真空断熱容器の製作が遅れたため、実験スケジュール全体が大きく遅れている。その後日本からの技術協力もあって真空断熱容器は春に完成し、本年秋からの運転開始が可能となっている。
- ②. タイミングカウンターやドリフトチェンバーについては、現在コブラ超伝導電磁石への設置作業が進んでおり、平成19年度中の本実験開始が期待されている。並行して、検出器キャリブレーションや事象再構成、バックグラウンド同定などデータ解析の準備も順調に進行している。
- ③. これから実験の本格的開始に向けて、日本の研究者、特に若手研究者が現地に滞在して実験研究に集中出来るよう、旅費の更なる充実が必要である。

### 理論研究の進捗状況について

計画研究では、超弦理論、超対称模型などの標準模型を超える素粒子模型の構築とその現象論的研究、フレーバー物理、宇宙論との関連など広い分野の研究が展開されている。特に、超対称模型に対する宇宙論からの制限、標準模型を超える模型における暗黒物質の候補の現象論、クォークおよびレプトンセクターのフレーバー物理による新しい物理の探索等のテーマについて精力的に研究が行われている。これらの研究はLHC実験によって解明が始まるTeVスケールの物理と深く関連しており、またLHC実験に対する新しい提案も含まれている。研究成果は多数の論文で発表されている。理論関係の計画研究のうち5つの班でポストドクトラルフェローを採用しているが、研究の推進に特に有効に機能している。また海外から理論研究者を招いて共同研究や研究会の開催を行っているが、このことは広く国内の素粒子理論コミュニティにとって有用である。総合すると、理論研究は、活発な研究により多くの研究成果をあげており、本特定領域の研究の推進に重要な役割を果たしているといえる。

## 9. 研究領域の研究を推進する上での問題点と対応策

LHC 実験開始の遅延：

四重極磁石の事故：本年 3 月 27 日に、KEK と Fermilab が共同で製作し LHC 地下トンネルに据え付けられたビーム収束用の 4 重極マグネットの安全性確認のための高圧力テスト中に破損事故が発生した。この圧力テストで、KEK 製マグネットを支持するサポートが破損してマグネットが動き、マグネット間をつなぐパイプや超伝導線が破壊された。原因はマグネット本体を支持するサポートが弱く、圧力テスト中に生ずる非対称な力に耐えられなかったため、サポートが破損しマグネットが動いたものである。この問題の部分の設計および製作の責任は Fermilab が負っている。

四重極磁石の事故等の理由により、平成 19 年度実験開始予定の計画が約 1 年遅れ、本格的な物理実験が開始されるのは平成 20 年秋以降の予定となった。この遅延の為、本領域研究が終了する平成 21 年度中に期待されるデータ量（積算ルミノシティー）は、数  $\text{fb}^{-1}$  となり、当初の予定の  $10\text{--}30\text{fb}^{-1}$  より少なくなる。このデータ量では、

- (1) ヒッグスの質量が  $140\text{GeV}$  以下の場合、 $4\sigma$  程度の十分な兆候を捕らえることは可能であるが、予定していた  $5\sigma$  の有意さには達しない。（ $140\text{GeV}$  より重い場合は  $5\sigma$  の有意さで発見は可能である。）
- (2) 超対称性粒子の発見能力は、その質量が約  $1.5\text{TeV}$  以下の場合に  $5\sigma$  の発見が可能である。これは、“自然さ”からの要請や暗黒物質を説明する質量領域を十分カバーものであるが、当初の予定の  $2\text{TeV}$  より低い。

これらのルミノシティー不足を補うために、検出器の理解とバックグラウンドの理解を更にすすめ、より高感度での研究を行う。具体的には、実験初期（ルミノシティーが低い）に多数観測されることが期待されているミニマムバイアスと呼ばれる陽子同士のソフト反応や、ジェット事象などを用いて校正や検出器の性能を理解する方法を開発する。超対称性発見で鍵を握る横方向消失エネルギーの測定精度を高める方法の開発や、バックグラウンド評価に起因する系統誤差を抑え、解析の感度を高める研究をすすめている。

また、平成 20 年からの実験をスムーズに立ち上げる為に、宇宙線を用いた検出器のコミッショニングを組織的に行い、安定で信頼のおける運転が実験開始当初から得られる様努める。これらの努力により、平成 20 年秋以降の実データを用いた物理解析が迅速かつ実り豊かなものとなる。

実験開始後、およそ 3～4 年程度で約  $30\text{fb}^{-1}$  のデータ量が期待されている。これは、ヒッグス粒子や超対称性粒子を発見し、その性質を簡単に見極めることが出来るデータ量である。実験開始が約 1 年遅れることになり、平成 21 年度にこのデータ量に到達することは不可能となった。しかし、これらの研究は続けて行うことが是非とも必要であり、我々は研究の継続を強く望んでいる。またその後数年で、最終的に約  $300\text{fb}^{-1}$  のデータを観測する予定である。この圧倒的なデータを用いてヒッグス粒子や超対称性粒子の性質を精密に測定することが可能であり、本領域の設定していた目的を凌いで、より詳しい研究が可能となる。平成 22 年度以降も研究を継続することを強く望んでいる。

## 10. 今後の研究領域の推進方策

平成19, 20年より、MEG、アトラス実験が順次開始され、レプトンフレーバーの破れ、ヒッグス粒子や超対称性粒子の発見といった重要な成果が得られる段階に進んでいくことが期待されている。これらの発見自体が自然科学史上極めて重要なものであることは言うまでもない。この成果を確実なものとする為、実験の計画研究班は、実験が行われる現地に長期滞在し実験を主導的に行っていく。

これらの重要な実験成果が、理論研究の方向性に強く反映され、またそこで得られた新しい知見が物理解析を進めていく上で重要な指針となる。この様に、実験系計画研究と理論系計画研究並びに公募研究のより緊密な共同研究が重要となり、ここで初めて領域としての本領が発揮されてくる。

本領域研究の主要な目的は、

(1) ヒッグス粒子の発見を通して、「質量の起源」を探る。またその起源を理解することで、真空の構造や宇宙がどのような進化をたどって来たかの理解を進める。

(2) 超対称性粒子の発見を通して時空の構造、宇宙の暗黒物質を解明し、レプトンフレーバーの破れと超対称性の発見から、大統一(GUT)の物理を探る。

以上の2点である。それぞれの課題を深く掘り下げていく為に、計画研究・実験/理論の垣根を超えて、研究会を行う計画である。例えば、超対称性粒子を例にとると、(a)アトラス実験で観測された超対称性事象から、超対称性の性質をどのように探るのか？ (b)こうして得られた超対称性に関する知見と、MEG 実験で得られたレプトンフレーバーに関する情報からどのようなGUTに関する知見が得られるか？ (c) GUTに関する知見から宇宙の初期状態に関して何を知ることが出来るか？インフレーションとの整合的な理解が可能か？ (d) 暗黒物質の理解が宇宙の進化の解明へとつながっていくか？ (e)このような研究からどのような時空の構造やストリングモデルが望ましいかの知見が得られるか？ (f) GUTより更に大きな統一、重力まで統一する超統一に関する知見が得られるか？ (g)超対称性粒子の効果が他の実験でどのような効果として観測され、それによって新しい情報が得られる可能性があるか？などの超対称性粒子発見でもたらされる多くの波及効果まで考慮にいれ、超対称性を深く掘り下げていく。これらの成果はアトラス実験での超対称性の性質を探る研究に活かされるのみならず、どのような新しい実験が必要になるかを示唆するものである。これらの研究会は、計画研究・公募研究に限らず、広く国内外の研究者を招いて行う予定であり、本領域研究の課題である「21世紀の素粒子物理学」の方向を決める重要な研究会となる。またこれらの成果をWEBや、学会での特別講演を通して、積極的に公表するようにする。

アトラス実験も MEG 実験も、これらの発見や領域研究終了後も、不断の研究が必要である。この継続的な研究により、「新粒子・新現象の発見から新原理の発見」へと更なる飛躍を遂げることが出来る。この飛躍の土台となる方向性を決める様この領域を推進していくと同時に、継続的な研究が遂行できる環境整備に努める。