



年次研究報告

ANNUAL REPORT OF INSTITUTE OF PHYSICS
THE UNIVERSITY OF TSUKUBA

2013 (平成25) 年度

筑波大学数理物質系物理学域

目 次

— 研 究 活 動 —

I. 素粒子理論グループ	1
【1】格子場の理論	
(1) HPCI 戦略プログラム分野5における研究開発課題	
(2) 格子 QCD によるクォークを自由度とした原子核の直接構成	
(3) K 中間子崩壊振幅の研究	
(4) チャームバリオンの研究	
(5) 有限温度・有限密度 QCD の研究 (WHOT-QCD Collaboration)	
(6) 有限密度 QCD	
(7) 有限温度における $U(1)_A$ 対称性	
(8) 格子 QCD によるバリオン間相互作用の研究 (HAL QCD Collaboration)	
(9) 重いクォークに対する改良型フェルミオン作用	
(10) コンフォーマル理論の研究	
(11) JLDG の改良と運用	
【2】超弦理論	
(1) 弦の場の理論の次元正則化とループ振幅	
(2) 重力理論/ゲージ理論双対性と強結合グルーオン散乱振幅	
【3】高エネルギー・ハドロン物理	
(1) 弦の場の理論の次元正則化とループ振幅	
(2) 重力理論/ゲージ理論双対性と強結合グルーオン散乱振幅	
II. 素粒子実験グループ	24
【1】陽子・反陽子衝突実験 CDF	
【2】LHC ATLAS 実験	
(1) ヒッグス粒子の崩壊と結合定数	
(2) 標準模型を超える物理の探索	
(3) HL-LHC に用いる p 型シリコン検出器の開発	
(4) Silicon-On-Insulator 技術を用いた読み出し一体型ピクセル検出器	
【3】ILC 実験	
【4】超伝導体赤外線検出器の開発	
【5】ミュオンラジオグラフィによる大規模構造体の内部構造透視	
【6】外部資金	
【7】研究発表	
(1) 原著論文	

- (2) 学会・研究会での講演 (国内)
- (3) 国際会議・研究会での口頭発表
- (4) 国際会議・研究会でのポスター発表
- (5) 会議・研究会報告書
- (6) 学位論文

III. 宇宙物理理論グループ…………… 56

- 【1】ダークマターハローの内部構造：コアカusp問題
- 【2】アンドロメダの涙とさざめき
- 【3】銀河ハロー中を漂う巨大ブラックホールへのガス降着とその広波長域放射
- 【4】輻射流体計算による第一世代星形成
- 【5】原始銀河形成と宇宙再電離
- 【6】AGNの輻射にさらされた分子雲の進化
- 【7】一般相対論的N体計算による巨大ブラックホール合体過程
- 【8】The Radio Mode Feedback in Hydra A
- 【9】Modeling the Radio emission of Supernova Remnant 1987A
- 【10】「京」を用いたダークマターシミュレーション
- 【11】Vlasov-Poisson 方程式を用いた大規模構造形成におけるニュートリノの数値シミュレーション
- 【12】GPUを用いた輻射輸送・輻射流体シミュレーションコードの開発
- 【13】ハッブル宇宙望遠鏡の高解像画像を用いた LAE の形態研究 《観測との共同研究》
- 【14】LAEのガス速度構造の研究 《観測との共同研究》
- 【15】星間空間におけるアミノ酸生成と光不斉化の理論的研究《宇宙・生命分野連携》
- 【16】系外惑星における光合成アンテナ機構の研究《宇宙・生命分野連携》

IV. 宇宙観測グループ…………… 78

- 【1】国土地理院つくば 32m 鏡の電波望遠鏡の開発整備と観測
 - (1) 観測システムの開発整備
 - (2) 観測
- 【2】南極天文学の推進
 - (1) 南極望遠鏡の開発
 - (2) 超伝導電波カメラ (MKID) の開発
 - (3) 概算要求等
- 【3】銀河の観測的研究

V. 原子核理論グループ…………… 89

- 【1】時間依存密度汎関数理論 (TDDFT) による物質中の電子ダイナミクス計算
 - (1) 高強度パルス光と誘電体薄膜の相互作用

- (2) 高強度パルス光により透明誘電体に生じる超高速電流の生成メカニズム
- (3) 光破壊メカニズムの解明と閾値予測
- (4) 高強度パルス光による物質の誘電応答変化に対する数値ポンプ・プローブ実験
- (5) ハイブリッド汎関数を用いた電子ダイナミクス計算の GPU 並列計算

【2】原子核の励起状態

- (1) ニュートリノレス二重ベータ崩壊における原子核行列要素の QRPA 計算
- (2) 多 Slater 行列式の重ね合わせによる軽い原子核のクラスター状態の記述
- (3) Gogny 力を用いた時間依存平均場計算
- (4) 励起状態に現れる変形状態とクラスタ相関
- (5) エネルギー変分を用いた断熱核間ポテンシャルの導出と低エネルギー核融合

【3】原子核の反応

- (1) トリプルアルファ反応率の虚時間理論
- (2) TDHF 計算による多核子移行反応の記述

VI. 原子核実験グループ..... 102

【1】低エネルギー原子核実験グループ

- (1) 稀少 RI リングプロジェクトの現状
- (2) 飛行時間検出器の開発
- (3) 核モーメントの符号決定手法の開発
- (4) 理研での核モーメント測定
- (5) 固体水素標的を用いた陽子ドリップライン近傍核の高効率な生成手法の開発と ^{36}Ar , ^{33}Cl の荷電変換断面積測定による荷電核半径の導出
- (6) KISS の開発状況
- (7) $^{45}\text{Sc}+p$ 反応における宇宙元素合成の研究
- (8) 高エネルギーガスキャッチャーのためのイオンサーフィン型 RF カーペットの性能評価
- (9) 福島第一原発事故により放出された ^{129}I の分布と $^{131}\text{I}/^{129}\text{I}$ 比の評価
- (10) 6 MV タンデム加速器システムの導入

【2】高エネルギー原子核実験グループ

- (1) ALICE ダイジェット電磁カロリメータ検出器(DCAL)の現状
- (2) 高時間分解能飛行時間測定器 Muilti-gap Resistive Plate Chamberの開発, Fermilab Test Beam Facilityにおけるテストビーム実験
- (3) LHC-ALICE 実験における $\sqrt{s} = 7$ TeV 陽子・陽子衝突での中性パイ中間子と荷電粒子ジェットの方角相関の研究
- (4) 量子統計干渉効果を用いた重イオン衝突における時空発展の研究
- (5) 高エネルギー重イオン衝突における楕円の方角異方性の精密測定
- (6) 二粒子相関を用いたクオーク・グルーオン・プラズマ(QGP) 流体と内部高運動量パートン相互作用の研究
- (7) ALICE 高度化計画のための前方光子検出器(FOCAL)の開発

- (8) 銅+金衝突における指向型方位角異方性 v_1 のラピディティ依存性の測定
- (9) Direct photon v_2, v_3 at RHIC
- (10) 銅-金衝突における方位角異方性の研究
- (11) ALICE Physics Analysis and Tier-1/2 Workshop
- (12) 識別された荷電ハドロンの楕円方位角異方性のビームエネルギー依存性

VII. 物性理論グループ

VII-1. 非平衡統計物理グループ..... 139

【1】間欠性を呈する流動系の非平衡統計物理

- (1) 充分発達した乱流のマルチフラクタル確率密度関数理論による解析
- (2) δ^∞ 不安定周期軌道のベキ的不安定性とLjapunov指数
- (3) 量子流体乱流の統計法則
- (4) 自己重力流体乱流の統計法則
- (5) 乱流燃焼における燃料密度スペクトルの解析

【2】散逸場の量子論、量子情報物理

- (1) 連続量量子テレポーテーション

VII-2. 量子物性理論..... 143

【1】グラフェン等ディラック電子系におけるトポロジカルな効果と電子相関

- 【2】バルク・エッジ対応の普遍性とその応用
- 【3】トポロジカル秩序の概念とその物性論における応用

VII-3. ナノ量子物性グループ..... 151

【1】非平衡量子ドット系の理論的手法

- (1) 多端子非平衡量子ドット系の解析的摂動計算
- (2) 非平衡量子ドット系の電流保存則

【2】非平衡 Rashba 量子ドット干渉計の電氣的スピン制御

【3】開放量子ドット系の厳密計算

VII-4. ナノ構造物性..... 155

【1】電界下におけるグラファイト系材料の電子物性

- 【2】トポロジカルな欠陥を有するグラフェンの物性解明
- 【3】カーボンナノチューブにおける高効率光電変換

【4】グラフェン-ダイヤモンドハイブリッド構造における多重励起子生成

VII-5. 量子輸送研究..... 163

【1】半導体中のスピンの量子物性と量子情報処理への適用

- (1) 量子ドット中の電子スピンを用いた量子ビットのコヒーレント操作
- (2) 半導体量子ドット系の非平衡量子伝導

【2】環境が量子系にもたらすデコヒーレンスと量子統計	
(1) 量子ドット電荷計による位相緩和	
(2) 超伝導電極を用いたスピン分極の検出	
【3】量子ポンプと時間依存伝導現象	
VIII. 生命物理グループ	170
【1】光合成酸素発生中心の電子状態についての理論的研究	
【2】トレオニン合成酵素の特異的反応機構の理論的解明	
【3】トレオニン合成酵素の基質結合状態解析	
【4】ビタミンD受容体の活性制御機構の解明	
【5】ウリジンシチジンキナーゼの基質特異性についての理論解明	
【6】宇宙生命	
IX. 物性実験グループ	
IX-1. 磁性物性グループ	178
【1】バナジウムポリアニオン系	
(1) $\text{Li}_x\text{V}_3(\text{P}_2\text{O}_7)_3(\text{PO}_4)_2$ ($3 \leq x < 12$)	
(2) $\text{Li}_{9-x}\text{Ag}_x\text{V}_3(\text{P}_2\text{O}_7)_3(\text{PO}_4)_2$ ($0 < x \leq 1$)	
(3) $\text{Ag}_x\text{VP}_2\text{O}_7$ ($0.7 \leq x \leq 1$)	
(4) タボライト型 Li_xVOPO_4 ($0.9 < x \leq 1$) , Li_xVFPO_4 ($0 \leq x \leq 2$)	
(5) ナシコン型 $\text{Na}_x\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ および関連系	
【2】バナジウム酸化物系	
(1) 機能性物質系	
(2) 金属-絶縁体転移系	
(3) 量子スピン系	
【3】コバルト酸化物系	
【4】その他の遷移金属化合物系	
(1) ペロブスカイト格子 SrTiO_3 、六方晶 BaTiO_3	
(2) ペロブスカイト関連格子 Sr_2TiO_4	
(3) 三角格子 Li_xNiO_2	
IX-2. 半導体物性グループ	184
【1】量子ドットの分光研究	
(1) CdS 量子ドットの電荷移動とスピンドィフェージング	
(2) CuInS ₂ 量子ドットの高速キャリアダイナミクス	
(3) ZnO:Ga のトリオン共鳴カー回転	
(4) 同じ原子配置からなる等電子トラップに束縛された励起子の位相緩和	
(5) 単一等電子トラップの共鳴蛍光	
(6) GaAs:N 中の等電子トラップのパーセル効果	

【2】半導体ナノメートル構造の光物性	
(1) 量子ホール系カイラルエッジ状態のスピン分解観測	
(2) 半導体二次元電子系の分数量子ホール領域における発光分光	
(3) 半導体中スピン観測のためのナノ SQUID 走査型顕微鏡の開発	
(4) Si ナノレイヤー・ナノワイヤーの発光分光	
【3】半導体量子構造のスピン光物性	
(1) ZnO 中の Ga に束縛された電子のスピン緩和	
IX-3. 強相関物性グループ	194
【1】6T/C ₆₀ の顕著な電荷移動状態を観測	
【2】低分子有機系太陽電池 SMDPPEH/PC ₇₀ BM の電荷生成ダイナミクス	
【3】低バンドギャップ有機系太陽電池 PTB7/PC ₇₀ BM の電荷生成ダイナミクス	
【4】Na _x CoO ₂ のナトリウムイオン拡散係数	
【5】プルシャンブルー類似体の放電曲線と格子定数	
【6】マンガンプルシャンブルー類似体のリチウムイオンダイナミクスの研究	
【7】プルシャンブルー類似体の放電曲線と格子定数	
【8】ナトリウムイオン電池正極活物質 Na _x M ₂ O ₂ の構造・電子状態の x 依存性	
【9】ナトリウムイオン電池正極活物質 Na _x M ₂ O ₂ の構造物性	
【10】強相関酸化物 LaCo _{1-x} Rh _x O ₃ の構造物性	
【11】プレ戦略イニシアティブに関する活動	
【12】KEK 大学等連携支援事業に関する活動	
IX-4. 表面物性グループ	203
【1】STM 像の数値計算 : Pd(110) 清浄および K 吸着表面	
【2】表面プラズモンのフェムト秒ダイナミクス	
(1) 表面プラズモン波束の金属ナノ構造における光学応答	
(2) フェムト秒マイクロスポットレーザーによる表面プラズモンの励起と可視化	
(3) 長距離伝搬型表面プラズモン導波路の作製、及びその波束ダイナミクスの解明	
(4) 相変化材料 GeTe-Sb ₂ Te ₃ 多層膜構造における表面プラズモンの導波	
(5) フェムト秒レーザー励起光電子顕微鏡法による Au 局在型表面プラズモンの高空間分解観察	
IX-5. 低温物性グループ	215
【1】グラフェンの電気伝導	
(1) グラフェンの歪み効果	
(2) グラフェンの電気伝導特性における電子線照射の影響	
(3) グラフェンの電気伝導に対する電極接続の影響	
【2】金属ナノコンタクトにおける熱現象	
【3】鉄系超伝導体 FeSe _{1-x} Te _x のポイントコンタクトスペクトロスコピー	

- 【4】トンネル接合型マイクロ SQUID
 - (1) SQUID をセンサーとしたプローブ顕微鏡の開発
 - (2) Nb を用いたトンネル接合型マイクロ SQUID の開発
- 【5】石英チューニングフォークを用いた液体ヘリウムの粘性測定
- 【6】グラファイト上ヘリウム薄膜における Dirac 粒子系

X. プラズマ研究グループ..... 223

- 【1】大学法人化に向けての、当該プラズマグループの研究の方針・基本理念
- 【2】プラズマ研究の研究目的と意義・位置づけ
- 【3】研究成果の概要
- 【4】GAMMA 10 における YAG-Thomson 散乱計測による電子温度・密度分布計測
- 【5】エンド・ダイバータ部イメージング干渉計の開発
- 【6】衝突・輻射モデル計算コードの開発及び GAMMA10 不純物スペクトルの解析
- 【7】ガンマ 10 におけるジャイロトロン開発研究と ECRH システム高性能化
- 【8】ガンマ 10 セントラル部における ECH アンテナの開発
- 【9】GAMMA 10 セントラル部におけるイオンエネルギーバランスの解析
- 【10】GAMMA 10 SMBI における粒子供給の最適化
- 【11】高速カメラと複合プローブを用いたセントラル部プラズマの揺動計測
- 【12】タンデムミラー端部を用いたダイバータ模擬研究
- 【13】粒子シミュレーションによる巨視的不安定性の安定化の研究
- 【14】核融合アーカイブズにおける筑波大学プラズマグループとしての活動

— 教 育 活 動 —

XI. 物理教育および物理教育の研究..... 251

- 【1】物理教育
 - (1) 学類教育
 - (2) 大学院教育
- 【2】体験学習
- 【3】カリキュラム関係

— 補 足 資 料 —

大学院資料

- 大学院生・卒業研究生・学振特別研究員 員数表..... 257
- 学位論文取得者一覧..... 258
- 物理学セミナー..... 265

大学院関係経費	266
学系資料	
平成 25 年度科学研究費助成事業	267
平成 25 年度受託研究等	269
平成 25 年度各種受賞等	270
役務分担	271
物理学系人事異動	272
物理学系構成員	273

研 究 活 動

教育活動

補 足 資 料

年次研究報告 筑波大学数理物質系物理学域

2013 (平成25) 年度

発行 2014年10月

発行者 筑波大学数理物質系物理学域

〒305-8571 茨城県つくば市天王台1-1-1

TEL 029-853-4033

FAX 029-853-4492

印刷 谷田部印刷株式会社

ISSN 2187-4824