

筑波大学 宇宙史研究センター

久野成夫

1. 2019年度 第2回構成員会議 議事メモ(案)
2. 宇宙史研究センターについて
3. 2019年度後期全体活動報告・2020年度活動予定
4. 2019年度後期部門活動概要

1. 2019年度 第2回構成員会議 議事メモ(案)

宇宙史研究センター2019年度第2回構成員会議・成果報告会

日時: 2019年11月21日(木)9:30-17:30

場所: 自然B114

出席者: 金谷、受川、久野、武内、江角、原、ほか(計28名)

1. 前回議事メモ確認:

2. 宇宙史研究センター概要(金谷)

3. 2019年度前期活動概要(金谷)

4. 2019年度前期各部門活動報告

*素粒子構造研究部門(武内)

*クォーク・核物質研究部門(江角)

*南極天文学研究部門(久野)

*光量子計測器開発部門(原)

5. 審議・報告事項

*人事関連報告: 人事異動報告と合わせて、卓越研究員の採用手続きが進行中である旨報告された。

*2019年度の卓越大学院への申請(「138億年の進化・相転移に学ぶ、ダ・ヴィンチ型人材育成プログラム」コーディネータ: 重田育照教授(CCS, 生命物理))が学振で不採択となったこと、2020年度に改めて申請する為に作業が進められていることが報告された。

*2019/05/11 金信弘特命教授: 成和記念財団「金萬有学術賞」、2019/06/15 CDFグループ: ヨーロッパ物理学会2019HEP賞

*予算関係報告: 受川副センター長よりセンター予算について報告され、承認された。

6. 各プロジェクト成果報告(11講演)

2. 宇宙史研究センターについて

Tomonaga Center for the History of the Universe

【重点育成研究拠点活動計画書(平成30年提出)より抜粋】

- ・宇宙史研究に集中した独立センターとして国際的視認性を上げ、ハブとしての求心力を強化することにより、宇宙史分野の国際共同研究拠点形成を加速する。宇宙の創生と物質・生命の起源の解明に向けて、筑波大学が主導している素粒子・原子核・宇宙分野の研究を宇宙史の統一的理解の観点から接合し、新たな学問分野を創出・牽引することをミッションとする。第3期中期目標・中期計画に掲げられているように、分野融合型の領域を開拓し、研究機能の再編成と国際性の強化により、卓越した知の創造拠点として世界トップレベルの研究を展開することを目指す。

筑波大学先端研究センター群

• R1: 世界級研究拠点

- 世界的にトップレベルの研究業績を有し、当該研究分野において、世界的な共同研究等の中核的拠点となりうる拠点
 - 計算科学研究センター、 生存ダイナミクス研究センター

• R2: 全国級研究拠点

- 全国的にトップレベルの研究業績を有し、世界級研究拠点を目指す拠点
 - 下田臨海実験センター、 つくば機能植物イノベーション研究センター、 プラズマ研究センター、 地中海・北アフリカ研究センター、 サイバニクス研究センター、 アイソトープ環境動態研究センター、 人工知能科学センター、 陽子線医学利用研究センター

• R3: 重点育成研究拠点

- 重点的な育成により、全国級研究拠点を目指す拠点
 - 宇宙史研究センター、 山岳科学センター、 微生物サステナビリティ研究センター、 ヒューマン・ハイ・パフォーマンス先端研究センター、 トランスポーダー医学研究センター、 エネルギー物質科学研究センター

• それぞれの級に応じた重点的かつ戦略的な資源配分

筑波大学研究センターの評価

- 5年毎の評価(3年目に中間評価)で級を決定
 - 今年度は3年目の中間評価(2018年度、2019年度の業績)
- 評価基準
 - ① 活動計画の取組状況
 - ② 研究水準
 - ③ 設定した「評価指標(KPI)」の達成状況と設定したベンチマークに基づく改善状況

目標値(活動計画書に記載:2022年度時点)(かっこは2017年度実績)

- 研究成果等
 - 査読付き学術雑誌論文=150本/年以上 (134本/年)
 - 国際会議・研究会における研究成果発表=50回/年以上 (39回/年)
 - top 10%以上の学術雑誌論文=60本/年以上 (51本/年)
- 国際交流状況
 - 研究者の海外派遣=40人/年以上 (34人/年)
 - 外国人研究者の招へい=20人/年以上 (16人/年)
- 情報発信・広報活動
 - 研究者以外対象シンポジウム等の実施=10件/年以上 (6/年)
 - 国際シンポジウム等への参加=20件/年以上 (12件/年)
- 大学院教育との連携
 - 学位取得者数=5人以上 (4人)

ロードマップ(令和元年度ー令和2年度)

【重点育成研究拠点活動計画書(平成30年提出)】

・南極天文学研究部門

- ・ 南極10m望遠鏡の予算獲得
- ・ 南極テラヘルツ望遠鏡実現に向けた技術開発
- ・ 既存の装置による観測的研究

・素粒子構造研究部門

- ・ 欧州CERN研究所のLHC ATLAS実験における世界最高エネルギーでの素粒子反応による研究
- ・ LHC加速器およびATLAS検出器の増強
- ・ COBAND実験:遠赤外域に対して世界最高感度を持つ光検出器の開発・実用化
- ・ COBAND観測ロケット実験の提案

・クォーク・核物質研究部門

- ・ 理研の稀少RIリングを使って測定したNi領域(Rプロセスの第一ピーク)の質量測定解析
- ・ Sn領域(Rプロセス第二ピーク)の質量測定を開始
- ・ RHIC加速器を用いたビームエネルギー走査実験によるQCD臨界点と1次相転移の探索研究

・光量子計測器開発部門

- ・ KEKトリスタンのARに電子テストビーム施設を整備
- ・ SOI先端検出器設計開発をKEKと協力して推進

ロードマップ(令和3年度ー令和4年度)

【重点育成研究拠点活動計画書(平成30年提出)】

・南極天文学研究部門

- ・南極10m望遠鏡の予算獲得
- ・南極テラヘルツ望遠鏡の運用にむけた体制の構築
- ・筑波大構内での望遠鏡建設・性能試験の準備
- ・既存の装置による観測的研究

・素粒子構造研究部門

- ・LHC ATLAS実験による重心系エネルギー14TeVでの陽子・陽子衝突実験を開始
- ・衝突データを解析し、標準模型を超える物理の探索
- ・2026年頃に予定されるLHC加速器の輝度増強に向けたATLAS内部飛跡検出器の開発
- ・COBAND実験: 観測ロケット実験のエレクトロニクス、冷凍機、光学系の開発・製作
- ・COBAND実験で開発した検出器による暗黒物質探索への応用や他分野への応用

・クォーク・核物質研究部門

- ・Ni領域、Sn領域(Rプロセスの第一、第二ピーク)の質量解析
- ・Rプロセス領域の質量測定
- ・RHIC加速器を用いるビームエネルギー走査実験による臨界点探索と、固定標的実験を含む高密度クォーク核物質の研究
- ・LHC加速器を用いたALICE実験の将来計画であるFOCAL検出器の実現に向けた計画を推進

・光量子計測器開発部門

- ・KEKトリスタンのARに電子テストビーム施設の運用を開始
- ・SOI先端検出器設計開発をKEKと協力して推進

3. 2019年度後期 全体活動報告 2020年度 活動予定

人事関係

- センター長：久野成夫 教授（南極天文学研究部門長兼任）
- 副センター長：受川史彦 教授
- 卓越研究員公募：橋本拓也 助教 2019/12（南極天文）
- 戦略的分野拡充：野中俊宏 助教 2020/3/1（クォーク・核）
廣瀬茂輝 助教 2020/3/16（素粒子）
- 科研費(江角)：轟木貴人 助教 2020/5/1（クォーク・核）
- 海外教育研究ユニット招致：
 - Soo-Bong Kim教授 ソウル国立大⇒成均館大学（素粒子）（手続き中）
- 金谷和至 特命教授 2020/4/1（クォーク・核）
- 三明康郎 特命教授 2020/4/1（クォーク・核）
- 連携教員委嘱
 - 中井直正 教授 2020/3までクロスアポ°（南極天文）
 - 笹 公和 准教授（クォーク・核）
 - 森口哲朗 助教（クォーク・核）
- 客員教員
 - 齋藤武彦 客員教授 2020/5/1（クォーク・核）
 - 山口由高 客員准教授 2020/5/1（クォーク・核）

構成教員・連携教員・研究員

センター長：久野成夫(p) 副センター長：受川史彦(p)

構成教員：30名、連携教員：26名、研究員：5名
〔CA6名、海外unitPI3名、副PI1名〕

南極天文学研究部門 部門長：久野成夫(p)

構成教員：新田冬夢(a)、橋本拓也(a)、徂徠和夫(apCA:北大)

連携教員：中井直正(p:関西学院大)、瀬田益道(p:関西学院大)、梅村雅之(p)、笠井康子(p客員:NICT)、西堀俊幸(ap客員:JAXA)、渡邊祥正(ap:芝浦工大)

研究員：高水裕一(CCS)、齋藤弘雄、Salak Dragan

素粒子構造研究部門 部門長：武内勇司(ap)

構成教員：石橋延幸(p)、受川史彦(p)、伊敷吾郎(ap)、原和彦(ap)、佐藤構二(l)、飯田崇史(a)、

廣瀬茂輝(a)、金信弘(p特命)、Soo-Bong Kim(p海外unitPI: 韓国成均館大)、吉田拓生(pCA:福井大)、池上陽一(apCA:KEK)

連携教員：松浦周二(p客員:関西学院大)、佐藤勇二(ap:福井大)

クォーク・核物質研究部門 部門長：江角晋一(ap)

構成教員：小澤 顕(p)、中條達也(l)、Norbert Novitzky(a海外unit副PI)、新井田貴文(a)、野中俊宏(a)、轟木貴人(a)、金谷和至(p特命)、三明康郎(p特命)、山口貴之(apCA:埼玉大)、

小沢恭一郎(apCA:KEK)、佐甲博之(pCA:原研)、Thomas Peitzmann(p海外unitPI: Utrecht大)、Marco van Leeuwen(p海外unitPI: Utrecht大)

連携教員：藏増嘉伸(p)、谷口裕介(ap)、笹公和(ap)、森口哲朗(a)、杉立徹(p客員:廣大)、

濱垣秀樹(p客員:長崎総合科学大)、秋葉康之(p客員:理研)、若杉昌徳(p客員:京大)、永宮正治(p:理研)、郡司卓(ap:東大)、志垣賢太(ap:廣大)、齋藤武彦(p:理研)、山口由高(ap:理研)

研究員：坂井真吾、Ashutosh Kumar Pandey

光量子計測器開発部門 部門長：原和彦(ap)

構成教員：江角晋一(ap)、武内勇司(ap)、金信弘(p特命)

連携教員：西堀英治(p)、富田成夫(ap)、近藤剛弘(ap)、倉知郁生(特別p:KEK)a、中村浩二(a:KEK)

会議関係

・ 構成員会議/成果報告会

- ・ 各種報告・活動報告に基づき、現状認識の共有と方向性の審議・意見交換・分野交流の場として
- ・ 年2回程度開催
 - ・ 2019年度第2回 2019年11月21日(全体報告+11講演)
 - ・ 2020年度第1回 2020年6月15日(全体報告+11講演)

・ 運営委員会

- ・ 運営委員:センター長、副センター長、4部門長、小沢教授(センター長指名)
- ・ センターの事業計画、予算、施設の管理、などに関することを審議・決定
- ・ 毎月1回開催(8月を除く)

・ 運営協議会

- ・ 委員:新井康夫教授(KEK)、小林秀行教授(NAOJ)、梅村雅之教授(CCS)、桜井鉄也教授(C-AIRセンター長)、齋藤一弥教授(PAS系長)、運営委員会委員
- ・ センターの運営方針、研究活動評価、などに関することを協議
- ・ 年1回
 - ・ 2019年度運営協議会 2020年3月24日
 - ・ 分野融合のさらなる促進
 - ・ 教育実績をまとめてアピールすべき
 - ・ 化学分野の取り込み など

(新型コロナウイルスのため、TCHoUワークショップ・懇親会は中止)

研究集会・セミナー等(1)

・研究集会

- ・ 2019/12/21 研究会「テラヘルツ波が拓く新しい宇宙像」
@国立極地研究所 参加者:28名
- ・ 2020/1/27 第4回「3次元積層半導体量子イメージセンサ」研究会
@つくば国際会議場 参加者:58名



- ・ 2020/9 TGSW2020 (Tsukuba Global Science Week)
 - ・ 新型コロナウイルスのため海外から講演者を呼べないので不参加
- ・ 2020/10/2-8 VERTEX2020会議
 - ・ 新型コロナウイルスのため、オンライン



研究集会・セミナー等(2)

宇宙史セミナー

- 2019/11/29 小汐由介氏 (岡山大学)
“Supernova neutrino measurement in Super-Kamiokande and Hyper-Kamiokande”
- 2019/12/13 Prof. Nicolo Cartiglia (INFN, Italy)
“Tracking particles in space and time”
- 2019/12/19 横山 広樹 氏 (Nikhef National institute for subatomic physics)
“High granularity digital calorimeter with MAPS sensor”
- 2020/1/8 Dr. Ashutosh Kumar Pandey (TCHoU)
“Non-identical particle femtoscopy in Pb-Pb collisions at 2.76 TeV with ALICE detector at the LHC”
- 2020/1/10 Prof. Soo-Bong Kim (SNU/TCHoU)
“Detection of coherent reactor neutrino scattering and search for sterile neutrino”
- 2020/1/20 Prof. Nu Xu (Lawrence Berkeley National Laboratory)
“BES2 physics and future”
- 2020/3/27 齋藤武彦氏 (理化学研究所)
“ストレンジネス原子核研究” **新型コロナウイルスのため中止**



一般向け広報活動

- 2020/04/19 科学技術週間 **新型コロナウイルスのため中止**
- 2020/11 筑波大学学園祭「雙峰祭」展示 参加予定

受賞

- Kim Soo-Bong教授(海外教育研究ユニット招致:韓国 成均館大学)
2020年度Ho-Am Prize受賞



資金獲得・人員要求活動など(1)

卓越大学院

- ・ 2018年 筑波大から2件 文科省ヒアリング 不採択
- ・ 2019年 筑波大から1件 不採択
- ・ 2020年 「138億年史学位プログラム」(代表:重田教授)申請中
(筑波大学から5件)

138億年史学位プログラム

3史学、哲学・コミュニケーション・情報技能を
新たなリベラルアーツの学問基盤として**知を再統合**



**異分野の知を融合・転換
する力を養成**

- 前期
- ・ 138億年史基礎教育 (思考力とトランスファラブルスキル養成のためのカリキュラム)
 - ・ 先端情報教育 (統計学・機械学習・AI)
 - ・ グローバルコミュニケーション(英語で議論・プレゼンテーション)
- 後期
- ・ テーラーメイドラボ (t-lab) 制 (各個人の興味に合わせた t-lab)
 - ・ 海外連携拠点での実習
 - ・ 融合キャンプ (教員・大学院生を交えた討論を含む双方向講義)

プログラムの特色・卓越性・国際性

- ▶ 138億年のグランドビューから**未来を創造する卓越人材の育成**
- ▶ **基礎科学を基盤とした新時代のリベラルアーツ教育**
- ▶ **分野接合のスキルと実行力・発信力を涵養する教育体制**
- ▶ **総合大学の広範な学問基盤と大学院のシステム改革との連動**

☆国際共著率・Top10%論文割合 (RU11での研究力比較:2019年実績)

宇宙・物質史学領域:	地球・生命史学領域:	人類・文明史学領域:
✓物理&宇宙分野: 第1位・第4位	✓地球&惑星科学分野: 共に第2位	✓歴史分野: 共に第2位
✓化学分野: 第4位・第2位	✓農業&生物科学分野: 第7位・第5位	✓哲学分野: 共に第2位



資金獲得・人員要求活動など(2)

- 令和2年度学内予算要求

宇宙史研究に用いる光量子検出器性能試験システム

宇宙背景ニュートリノ探索プロジェクト

0.3K冷凍機遠赤外線検出器試験システム

設置場所 1 F棟
設置面積 5 m x 5 m

^3He 吸着型0.3K冷凍機 (光学系を含む)
ロケット実験搭載用試作機

ヘリウム配管接続

読み出し回路・データ収集装置

ビッグバン1秒後の宇宙を解明

クォーク・核物性解明プロジェクト

ガスおよびシリコン検出器性能試験システム

検出器テスト用 読み出し

データ収集・解析装置

回路

設置場所 1 F、1 E棟
設置面積 5 m x 10 m

CPUファーム ストレージ

数十万分の1秒後の宇宙の解明

高機能シリコン検出器開発プロジェクト

先端シリコン半導体設計・評価システム

設置場所 1 F棟
設置面積 7 m x 7 m

VLSI設計

TCADシミュレーション
MWP VLSI
3D積層

CMOS Circuit

物理実験・新産業創生へ

LGAD用
高速データ処理・収集装置

SOI読み出し回路一体型センサー・データ収集装置

天文観測用超伝導検出器開発プロジェクト

ミリ波～テラヘルツ波帯MKID評価システム

設置場所 1 F棟
設置面積 6 m x 6 m

MKID評価用冷却デューワー
0.1 K級希釈冷凍機システム

ヘリウム配管接続

データ収集系

1 Kシリコンレンズ (dia. = 110 mm)

0.65m

0.1K希釈冷凍機

1.4m

超伝導検出器アレイ

4 Kシリコンレンズ (dia. = 400 mm)

望遠鏡焦点面

シリコンレンズアレイ

MKIDアレイ

真空窓 (dia. = 340 mm)

冷却バフフル

資金獲得・人員要求活動など(3)

第4期中期目標を見据えた全学的取組構想調書

- 宇宙史研究センター(朝永センター)の拡充・整備
- 南極10m天文台の実現



Mission:

- 宇宙の創生と物質・生命の起源を数理的手法で研究し、宇宙史の統一的理解と新たな学問分野を創出・牽引
- 筑波大学が中心となって推進している宇宙史関連の大型研究プロジェクトを連結・融合し、宇宙史研究の国際共同研究拠点形成

宇宙史研究と138億年史教育連携の推進:

- 計算科学研究センターと連携して、理論・実験に跨る国際的宇宙史融合研究拠点の構築
- 南極天文台10mテラヘルツ望遠鏡プロジェクトの推進
- COBANDプロジェクトによる宇宙背景ニュートリノ探索
- ATLAS実験によるHiggs精密研究とHL-LHCによるBSM探求
- ALICE実験によるクォーク・グルオン・プラズマの物性解明
- 理研RIBFを用いたR-processと重元素の起源研究

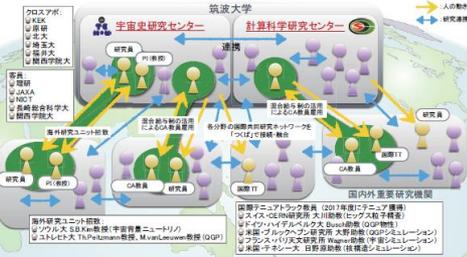
国際共同研究と海外教育・研究ユニットの拠点強化:

- 宇宙史コンソーシアム、南極天文台コンソーシアム、TIA-ACCELERATE
- 宇宙背景ニュートリノ 海外教育・研究ユニット (2016/7発足) : 韓国・ソウル国立大 Soo-Bong Kim教授 (PI) クォーク・グルオン・プラズマ CiC海外教育・研究ユニット (2018/3発足) : オランダ ヌトレヒト大 Thomas Peitzmann教授 (PI) , Marco van Leeuwen教授 (PI) , Norbert Novitzky助教 (副PI)
- 国際会議・宇宙史セミナー・一般向け広報活動



海外研究ユニット担取(研究員、選考会なども活用)と、国際学術アカデミアの活用・研究員の交換、選考会(博士/ポストドク) 教員、教員教員、選考委員も活用した、国際共同研究体制

筑波大学をハブとする密接な研究ネットワークにより、融合研究の国際的展開を牽引



宇宙背景ニュートリノ探索プロジェクト

ビッグバン宇宙誕生の数秒後→ 宇宙背景ニュートリノ (CνB) (cf. 宇宙誕生の30万年後→ 宇宙背景マイクロ波放射(CMB))

- CνBの発見 ⇒ CMB以前の宇宙を初めて観測 ⇒ 宇宙大規模構造や銀河創生の初期条件の解明
- CνBは約100個/cm³と大量に存在: ν崩壊を定量的に観測可能 ⇒ ニュートリノ質量を決定できる唯一の方法
- ロケット・衛星による宇宙背景ニュートリノ探索プロジェクト
- ニュートリノ崩壊からの遠赤外線を、宇宙空間で精密観測
- 新型超伝導検出器SOI-STJ(超伝導トンネル結合素子の開発)

ヒッグス粒子精査プロジェクト

- 宇宙年齢 10¹⁰ 秒: 真空の相転移(ヒッグス電磁縮), 素粒子の質量獲得
- ヒッグス粒子の精査: ヒッグス粒子の数、崩壊モードへの影響、自己結合 ⇒ 質量起源の解明、暗黒物質の存在探査、極限理論を超える物理への応用、素粒子理論の検証
- 超対称粒子、余剰次元などの探求 ⇒ カの起源、時空の起源
- CERN/LHC ATLAS実験による先端素粒子物理学
- シリコ・マイクロストリップ・センサーを用いた高精度検出器の開発・建設

クォーク・核物質物性解明プロジェクト

- 宇宙年齢10⁻⁴秒: クォーク物質(GQP)からハドロン・核物質へ相転移
- 素粒子レベルでの観測の困難 ⇒ 物質創生の初期状態を決定、人間が経験したことがない物質の新たな状態
- 高エネルギー重イオン加速器実験
- クォーク物質(GQP)を地上で実現 "Little Bang" ⇒ 相転移とクォーク物質・核物質の物性を解明 ⇒ 宇宙における物質の初期状態とその進化

不安定核探索プロジェクト

- 宇宙に存在する重元素の起源: 最初の星、銀河誕生(130億年前)以降の超新星爆発、中性子星合体など ⇒ 不安定核の反応プロセス (r-process, s-process) の解明
- 重イオン加速器による不安定核探索とその反応の研究
- 理研RI-BEAM (RIBF)の "稀少RIBF" ⇒ 不安定核の質量/寿命測定
- 第一段階: N=50 ビークの起源の解明、第二段階: N=82、第三段階: N=126

南極天文台プロジェクト

◆ 現在の宇宙: プラズマ状態 < 観測の望遠鏡では、それに必要な観測力30%しか見つかっていない。残り70%の "暗黒宇宙" は、既存の望遠鏡で観測できない宇宙に存在!

◆ テラヘルツ南極望遠鏡による遠宇宙探査プロジェクト

地上最高の天文観測拠点である南極高原地帯のコンコルディア基地ドームCに設置する南極10mテラヘルツ望遠鏡をフランス・イタリアと共同で運営し、国内及び国際的な共同利用に供して、超長距離の観測をはじめとする天文学研究を飛躍的に発展させる。

宇宙史コンソーシアム

筑波大学を中心とする「オージェンチーム」と海外研究者・大学が宇宙史の統一的理解を目指した素粒子・原子核・宇宙物理学の融合研究を推進。

南極天文台コンソーシアム

筑波大学を中心とする韓国・大邱大学・研究機関と海外研究者・大学が超長距離の観測を目的とした南極天文台の建設を目的とする。南極天文台国際共同研究センター

4. 2019年度後期 部門活動概要

南極天文学研究部門(1)

・ 構成員

- ・ Dragan SALAK 研究員 2019/10 着任
- ・ 卓越研究員 橋本拓也 助教 2019/12 着任

・ 南極10mテラヘルツ望遠鏡計画

- ・ 極地研研究集会 「テラヘルツ波が拓く新しい宇宙像」@ 極地研 2019/12/21
- ・ 点格子干渉計: 10mテラヘルツ望遠鏡鏡面測定法(奥村D論2020年4月)
- ・ 南極30cm望遠鏡
 - ・ 国立天文台共同開発研究「南極30cm望遠鏡用500GHz帯広帯域2SB受信機の開発」採択
 - ・ 光学ポインティングシステムの開発

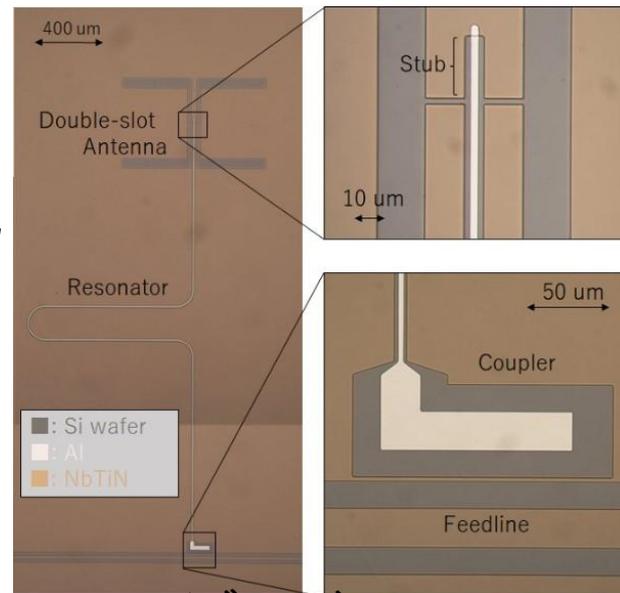
・ 野辺山45m鏡MKIDカメラ(新田講演)

- ・ ハイブリッドMKID素子の開発 国立天文台と共同研究
- ・ LeKIDの性能評価 グルノーブル大・Institut NEELと共同研究



LeMKID

南極30cm望遠鏡



ハイブリッドMKID

南極天文学研究部門(2)

・既存の装置による観測 (ALMA、NRO45m、すばる他)

・銀河系

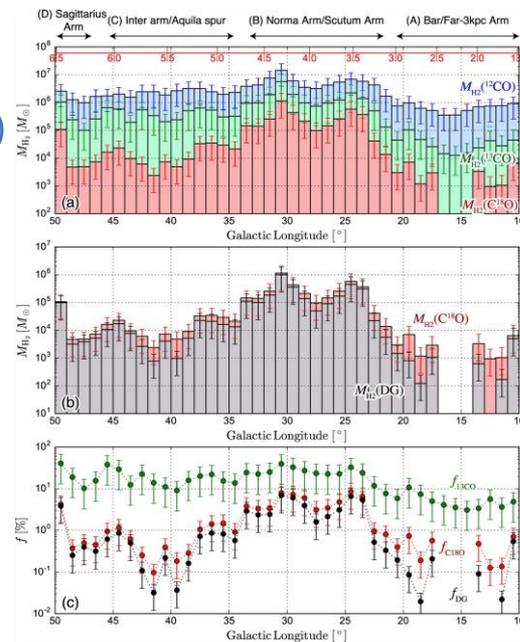
- ・ FUGINプロジェクト: 銀河面のCOサーベイ
- ・ 銀河系内での高密度ガスの割合と銀河構造の関係
- ・ 分子雲の性質の統計的研究

・近傍銀河

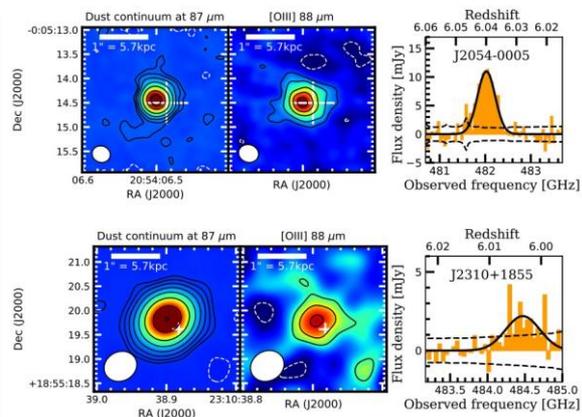
- ・ COMINGプロジェクト: 近傍銀河のCOイメージングサーベイ
- ・ 近傍渦状銀河における分子ガスのフーリエ解析
- ・ 棒渦巻銀河における分子ガスのダイナミクスと星形成の関係

・遠方銀河(橋本講演)

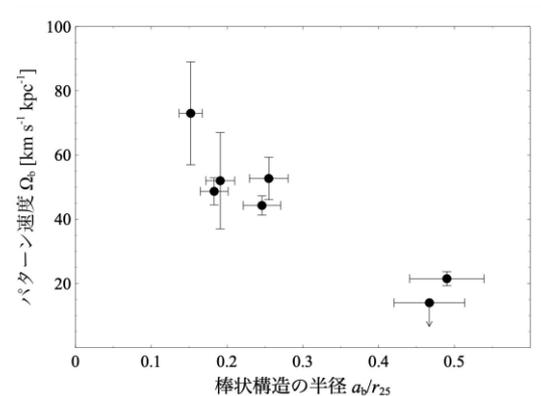
- ・ 128億光年彼方にあるクェーサーからの電離酸素輝線の検出
- ・ 最遠方の老けた銀河候補の発見と宇宙初期の星形成率密度への知見



Torii et al. (2019)



Hashimoto et al. (2019)



Salak et al. (2019)

ATLAS実験

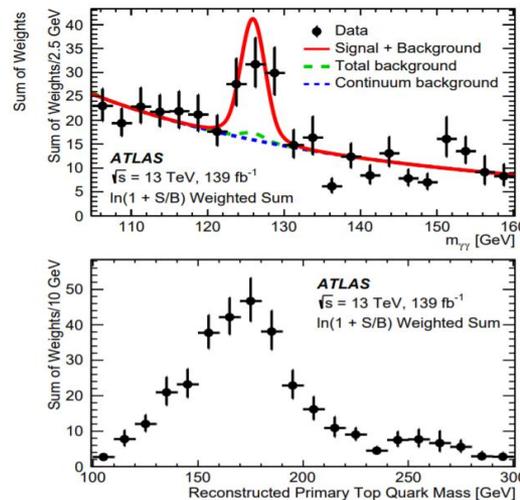
ATLAS実験の現状

- 2021のデータ収集再開に向けて、加速器および検出器のアップグレードが進行中
 - COVID-19によりCERN研究所は約2か月閉鎖されたが、リモート作業などにより遅れは最小限に抑制されている
- Run-2運転期間に収集された全 139fb^{-1} のデータ解析も進行中

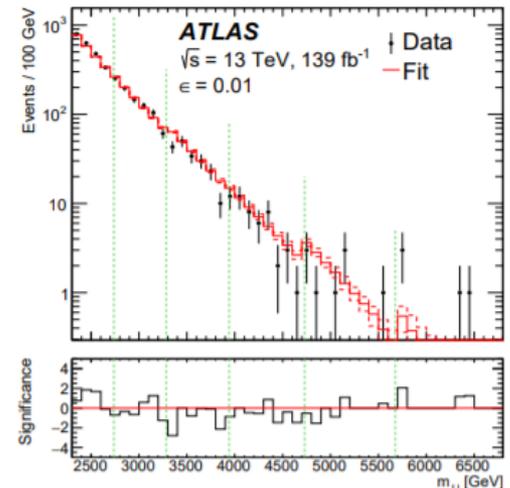
新型ミュオン検出器の製作現場



$H \rightarrow \gamma\gamma$ による ttH 過程の観測



弱い教師あり機械学習を応用した ダイジェット共鳴状態探索



今後の展望：

- Run 2の大統計データに加えて機械学習を積極的に利用し、より厳しい標準模型の検証や、新物理探索を継続している
- 高輝度LHC（2027年～）に向けたシリコン検出器増強（光量子計測部門を参照）

2019年度の現状, 成果

- 極低温SOI電荷積分型増幅器：極低温での動作確認, 実用化レベルでの回路設計段階への移行
- 遠赤外回折格子の試作, 福井大遠赤センターでの検証完了
- ロケット実験の望遠鏡光学系, STJへの集光用ホーン, 反射防止膜の設計・検討開始
- Hf-STJ でのX線検出に成功
- 論文：2件, 国際会議講演：2件, 国内学会：6件

今後の展望：

- 極低温アンプの実用化 (STJ信号の究極の低ノイズ読出しの実現)
- ロケット実験に向けた遠赤外域光学系設計・ロケット搭載冷凍機開発の推進

活動報告

(1)弦の場の理論, (2)行列模型, (3)ゲージ/重力対応という3つの関連するテーマを中心として研究を進めた。

2019年度の成果

- 論文：4件, 国際会議講演：5件, 国内学会：8件
 - 行列正則化の研究
 - 境界を持つ2次元重力理論と行列模型の関係
 - 行列模型と Little string theory の関係

超弦理論



- ゲージ理論における部分的閉じ込め相について
- 非臨界次元の弦の場の理論

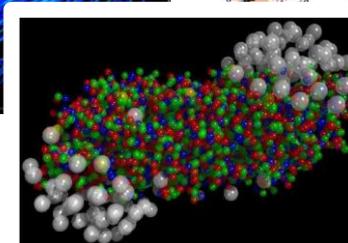
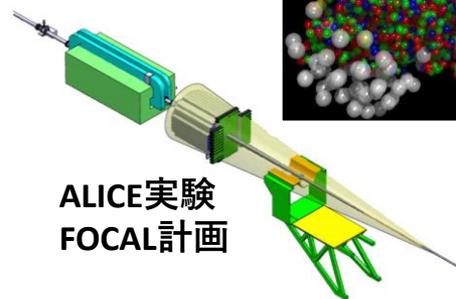
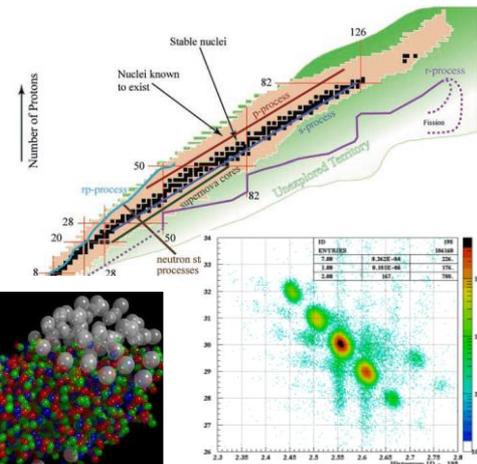
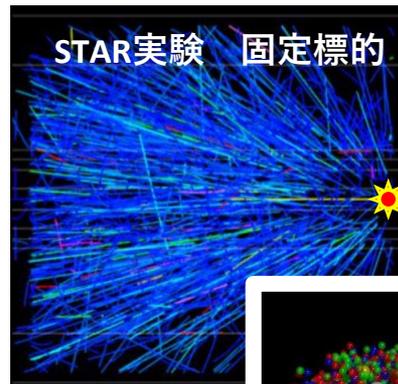
活動計画：引き続き,超弦理論の非摂動的側面の理解に向けて上記テーマの研究を進めていく

具体的な研究課題

- 共形場理論におけるTT変形
- 弦の場の理論と次元正則化
- ゲージ/重力対応の数値的検証
- ローレンツ共変な行列模型の研究
- 弦の場の理論の古典解の研究
- 弦理論の非幾何学的背景時空
- 行列模型における古典極限と幾何学の関係
- 行列模型を用いたM5ブレーンの記述

クォーク・核物質研究部門

- QGP/臨界点研究
 LHC-ALICE実験、RHIC-STAR実験、J-PARC-E18実験
 ビームエネルギー走査実験の遂行
 10時00分 野中俊宏 (筑波大)
- 格子QCD 研究
 クォーク物質の熱力学的特性
 14時00分 金谷和至 (筑波大)
- 宇宙元素合成研究
 不安定核用蓄積リング
 Ni,Sn領域質量測定、寿命測定、陽子過剰領域実験
 15時45分 和田道治 (KEK)



クォーク・核物質研究部門 部門長：江角晋一(ap)

構成教員：小澤 顕(p)、三明康郎(p)、中條達也(l)、Norbert Novitzky(a海外unit副PI)、新井田貴文(a)、
 金谷和至(p)、山口貴之(apCA:埼玉大)、小沢恭一郎(apCA:KEK)、佐甲博之(pCA:原研)、野中俊宏(a)、
 Thomas Peitzmann(p海外unitPI: Utrecht大)、Marco van Leeuwen(p海外unitPI: Utrecht大)

連携教員：藏増嘉伸(p)、谷口裕介(ap)、向井もも(a)、杉立徹(p客員:広大)、笹公和(ap)、森口哲朗(a)、
 濱垣秀樹(p客員:長崎総合科学大)、秋葉康之(p客員:理研)、若杉昌徳(p客員:京大)、

永宮正治(p:理研)、郡司卓(ap:東大)、志垣賢太(ap:広大) 齋藤武彦(p客員:理研)、山口由高(ap客員:理研)
 研究員：高水裕一(CCS)、坂井真吾、Ashutosh Kumar Pandey

CERN-LHC-ALICE実験、BNL-RHIC-STAR実験、原研・KEK J-PARC E16実験などによる高温・高密度クォーク核物質の研究

LHC-ALICE 実験高度化に向けた FoCal プロトタイプの開発と検出器評価用テストベンチの構築

J-PARC E16 実験に向けた MRPC の時間分解能評価

ALICE 実験 FoCal プロジェクト

陽子・陽子 $\sqrt{s} = 5.02$ TeV における荷電ジェットの高運動量

ALICE 実験 鉛・鉛および陽子・陽子衝突 $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV にお

LHC-ALICE 実験 $\sqrt{s} = 13$ TeV 陽子陽子衝突におけるジェット内

ALICE 実験における Pb-Pb $\sqrt{s} = 5.02$ TeV におけるフル・ジェッ

LHC-ALICE 実験における heavy flavour 生成の測定

RHIC-STAR実験 $\sqrt{s_{NN}} = 27$ GeVにおけるEvent Plane DetectorによるCentrality決定

RHIC-STAR 実験における新しい中心衝突度の定義と保存量揺らぎの測定に与える影響

RHIC-STAR 実験における Event Plane Detector を用いた一次の反応平面の分解能測定

RHIC-STAR 実験における Λ 粒子の偏極の測定

局所渦による偏極

RHIC-STAR実験 $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeVにおけるバリオンバリオン相互作用によるdibaryon探索

RHIC-STAR 実験における臨界点探索

理研RIBFにおける宇宙元素合成、学内応用加速器研究

稀少 RI リングでの精密質量や、その測定に用いる飛行時間検出器の開発

陽子ドリップライン核 ^{17}F の反応断面積測定

異なる Si 標的による核偏極の生成

構造材料計測用マイクロビーム分析装置による水素イメージング測定

加速器質量分析法を用いた塩素 ^{36}Cl 測定における低バックグラウンド検出手法の開発

宇宙線生成核種 ^{10}Be と ^{36}Cl の降下フラックス

改良 Wilson クォークを用いた格子 QCD シミュレーションによる有限温度・有限密度QCDの研究

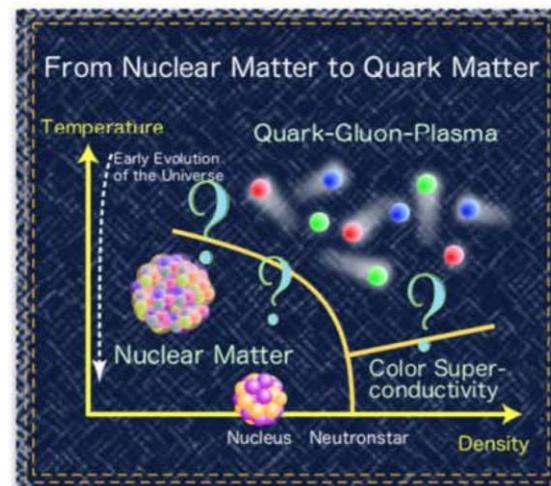
SFTx 法におけるくりこみスケールの研究

SFTx 法を用いた物理点有限温度 (2+1)-flavor QCD の研究

SFTx 法における高次マッチング係数の効果の研究

SFTx 法による PCAC クォーク質量の研究

再重み付け法によるクォークが重い極限近くの $N_f = 2+1$ QCD の相構造の研究



(Kazuyuki Kanaya)

光量子計測器開発部門の活動から



宇宙史研究センター

融合研究企画調整室

各研究部門

光量子計測器開発部門

センター共有の光量子計測機器開発基盤+つくば地区連携大学拠点

筑波大およびつくば研究機関における理工学分野の密接な連携により、計測器開発に関する情報共有、計測器開発の融合共同研究、新しい計測器のアイデアの創出、計測器技術の産業社会応用を推進する。

構成教員: 原和彦(部門長)、江角晋一、武内勇司、金信弘
 連携教員: 西堀栄治、富田成夫、近藤剛弘、倉知郁生(KEK)、中村浩二(KEK)

超伝導検出器の開発、SOIピクセル検出器の開発、
 新型半導体検出器の開発

連携

- TIA-ACCELERATEの筑波大学における活動拠点
- つくば地区他機関との連携

エネルギー物質科学研究センター各部門

TIA-ACCELERATE
 光量子産業応用イニシアティブ

KEK測定器開発室
 産総研 CRAVITY・3D集積システム

TIA光量子計測テーマ

STJ/新型半導体(LGAD)/SOI

TIAかけはしテーマ

究極の広帯域量子イメージセンサ実現を目指して(~SOI: 代表 倉知)

日米科学技術協力

(LGAD/SOI: 代表 中村)

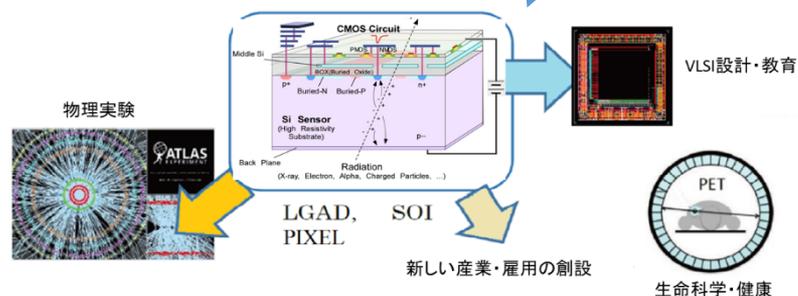
個別には全て取り組んでいるが有機的融合は未整備

✓ センター活動計画中間評価調書から「ロードマップの状況」

- KEK ARへのテストビーム整備
 コミュニティによる議論が開始された
- 新型検出器開発基盤の整備
 SOI-SOFISTで初めての3Dセンサー
 細分型LGADの試作
 の成果をもとに基盤整備を進める

✓ SDGsへの取り組み

Sustainable Development Goals: SDGs



光量子計測器開発部門の活動から



各プロジェクトの概要(素粒子/原子核部門報告も参照ください)

HL-LHC用シリコン検出器(原/中村)

文科省フロンティア事業に採択+ATLAS新学術+FJPL

Silicon-on-insulator検出器(原/倉知)

ILC用SOFISTを開発中+3D積層技術

TIAかけはし 「究極の広帯域量子イメージセンサ実現を目指して」

LGAD検出器(原/中村)

新センサーの試作にむけて

基盤B+新学術(生命応用)

LGAD+testbeam

日米科学事業(中村/原)

光量子1: 原 「4次元飛跡検出器の開発(LGAD)」

* SOIを用いたSTJ読出し回路開発(武内/倉知)

STJ信号読出しに最適化した極低温で使える電荷積分型増幅器をSOIを用いて開発中.

* 新型ゲート形状を持つSOI-FETを3Kの極低温で評価. 極低温特性の向上を確認

MYTHENによるハイスループット粉末回析測定(西堀、表面物性TREMS)

SPing-8の長期利用課題にて、ユニット招致のオーストラリアグループとともにCdTeピクセル検出器の性能評価と効率的利用法の開発を実施中。

(近藤、表面物性TREMS)

Frequency comb heterodyne scanning tunneling spectroscopy

- 単一構造体微細構造の高感度な精密分光手法(FC-HSTS)の開発(論文査読中)
- 紫外線照射で水素放出が誘起されるホウ化水素シートの研究:

Nature論文/プレスリリース/10件以上の新聞報道

光量子2: 近藤剛弘先生 「紫外線照射で水素放出が誘起されるホウ化水素シート」