

筑波大学 宇宙史研究センター 活動報告

久野成夫

1. 2020年度後期活動報告・2021年度活動予定
2. 2020年度前期-2021年度 部門活動概要

1. 2020年度後期 活動報告 2021年度 活動予定

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)

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

構成教員:29名、連携教員:26名、研究員:5名
[CA6名、海外unitPI2名、副PI1名]

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)、吉田拓生(pCA:福井大)、池上陽一(pCA: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(p)

構成教員:小澤 颯(p)、中條達也(ap)、Norbert Novitzky(a海外ユニット副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海外ユニットPI:Utrecht大)、

Marco van Leeuwen(p海外ユニットPI: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:広大)、

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:広大)、齋藤武彦(p客員:理研)、

山口由高(ap客員: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(p)、武内勇司(ap)、新田冬夢(a)、廣瀬茂輝(a)、金 信弘(p特命)

連携教員:西堀英治(p)、冨田成夫(ap)、近藤剛弘(ap)、倉知郁生(特別p:D&S Co.Ltd.)、中村浩二(a:KEK)

CA:筑波大学とのクロス・アポイントメント教員

会議関係(1)

・運営委員会

- ・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
- ・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)
- ・毎月1回開催(8月を除く)
(新型コロナウイルスのためオンライン)

・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
 - ・ 2020年度第2回 2020年11月30日(全体報告+11講演) オンライン
 - ・ 2021年度第1回 2021年6月25日(全体報告+11講演) オンライン

会議関係(2)

・運営協議会

- ・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
- ・委員:新井康夫教授(KEK)、小林秀行教授(NAOJ)、梅村雅之教授(CCS)、櫻井鉄也教授(C-AIRセンター長)、齋藤一弥教授→服部利明教授(PAS系長)、運営委員会委員
- ・年1回
- ・2020年度運営協議会 2021年3月29日(月)
 - ・ 14:00-15:30 活動報告(公開)
 - ・ 15:30-16:30 運営協議員との議論(非公開)(新型コロナウイルスのため、TCHoUワークショップはオンライン・懇親会は中止)
- ・宇宙史研究センター将来計画への課題
 - ・ 現状のプロジェクトの推進と新分野創設の両立の難しさ
 - ・ 分野間の融合というだけでは弱い。本当に新しいものは偶然生まれてくるものなので、そういう提案が生まれてくるようなセンターにする必要がある。
 - ・ 外部との連携も含めて新機軸を考えてもよいのではないか
 - ・ 将来の人員プランの作成が必要であろう
 - ・ 大学の中期計画が2021年度で終わるので、センターの評価結果がでる2022年の予算が見えず活動が中断する恐れがある
- ・大学院生の確保
 - ・ 教員数のわりに博士課程の学生が少ないのではないか
 - ・ キャリアパスの実績提示
 - ・ センターでRA雇用?
 - ・ 大学フェローシップ

監事監査

令和2年11月26日 15:00-17:00

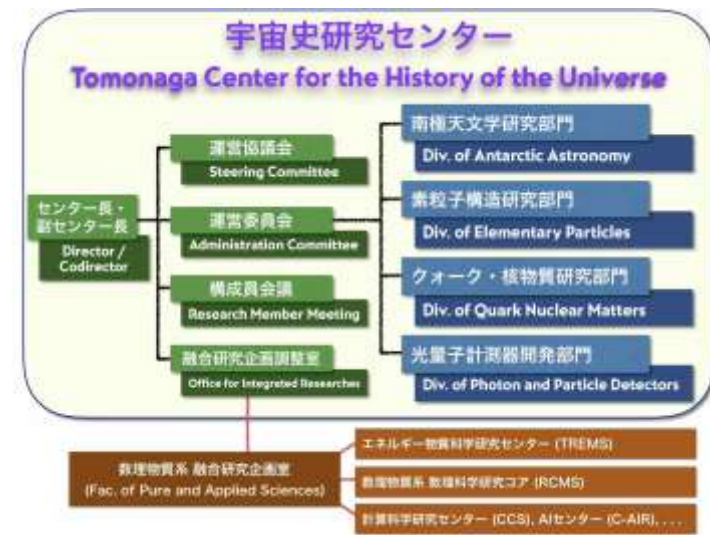
出席者：陰山俊治（監事）、石黒隆之（監査室長）

久野成夫（センター長）、受川史彦（副センター長）

目的

- ・センターの運営状況と課題並びにリスクを把握する。
- ・全学的観点から課題を集約し、執行部や本部における戦略・施策形成にフィードバックを行う。

主な指摘点



運営について

- ・ ガバナンスにあった統一した組織図で運用すべき
- ・ 融合研究企画調整室について、数理物理系融合研究企画室とも連携し機能する体制を構築すべき
- ・ 学外の方について、コンプライアンス、研究公正・研究倫理、情報倫理教育の実施状況をチェックし記録を残すこと

中期計画、年度計画の進捗状況と課題について

- ・ 国際交流の外国人研究者の招へいが目標に達していない
- ・ 学位取得者数は目標値を達成できていない
- ・ 3件の概算要求について、高額で見通しが立っていない

今後について

- ・ 現状では、分野毎の研究に注力している段階で、本センターの5年目以降の計画や将来構想に向けて具体的な検討が行われていない

宇宙史研究センターから

- ・ センターの評価結果がでる2022年の予算が見えず活動が中断する恐れがある

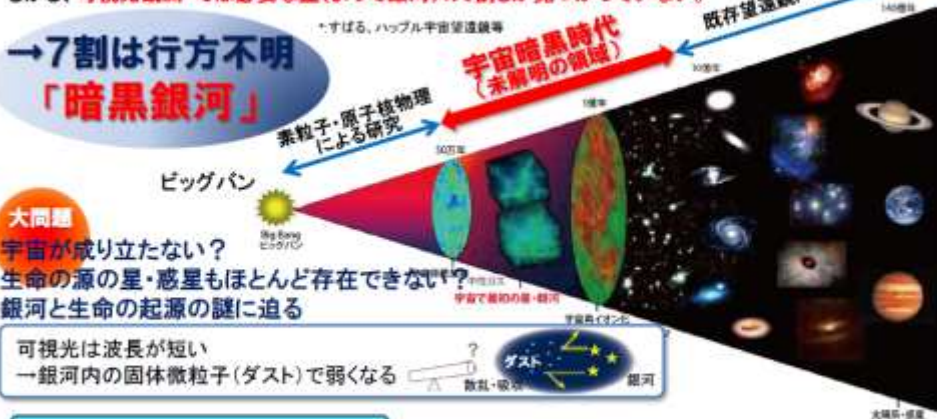
資金獲得・人員要求活動など

令和4年度の概算要求等に向けた事業案

・南極10mテラヘルツ望遠鏡計画

南極望遠鏡による暗黒銀河の解明－南極天文学の創成－

宇宙空間はほぼすべてがプラズマ(電離ガス)。
「プラズマ(電離)化は宇宙暗黒時代の星が発する紫外線による」と考えられている。
しかし、可視光観測*では必要な星(よって銀河)の3割しか見つかっていない。

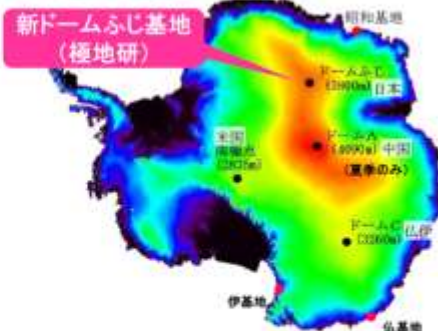


- ①波長が長い
銀河内の固体微粒子(ダスト)をすり抜けて銀河の外へ出る。
- ②銀河は赤外線以最も明るい
宇宙膨張に乗って遠ざかっている遠方銀河から放射された赤外線は、ドップラー効果で地上ではテラヘルツとなる。
- ③テラヘルツでは遠方銀河は暗くならない!
むしろ明るくなることもある。

南極は地上唯一の観測場所

①南極:水蒸気の影響が非常に少ない地上で唯一の場所

- ◆高地(3000m-4000m、空気が薄い)
- ◆極寒の地(気温 $-20^{\circ}\text{C} \sim -80^{\circ}\text{C}$)
→大気中の水蒸気が極めて少ない
- ・宇宙からのテラヘルツが地上で唯一届く
- ・大気放射(ノイズ)が非常に少ない



②新ドームふじ基地(極地研)

→テラヘルツ望遠鏡を設置し
南天掃天観測

南天全体

発見!

遠方銀河 (暗黒銀河)

南極10mテラヘルツ望遠鏡

- 超伝導電波カメラ
2万画素(世界最高水準)
- 超広視野
従来の100倍(世界最大)サーベイが得意

研究集会・セミナー等

研究集会

- 第5回「3次元積層半導体量子イメージセンサ」研究会
 - 2021/2/24 オンライン
 - 95名
- 極地研研究集会「南極テラヘルツ望遠鏡によるサイエンスの検討」
 - 2021/3/15 オンライン
 - 20名
- TCHoHワークショップ:オンライン
 - 南極天文 3/25、素粒子構造 3/23、30、クォーク核物質 3/30、光量子 3/29



宇宙史セミナー

- 2021/2/25 杉浦哲郎氏 (Yahoo Japan, 2018年度博士号取得筑波大学OB)
“ヤフーにおけるサイエンス”
 - オンライン
 - 16名

一般向け広報活動

令和3年度科学技術週間

- オンラインになったため不参加



受賞

- 2021/4/6 文部科学大臣表彰

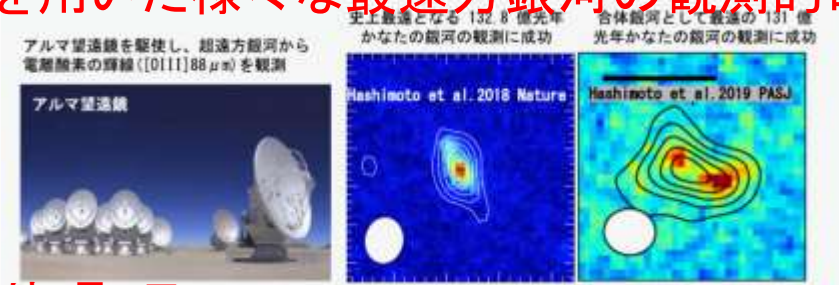
- 原 和彦准教授 科学技術賞

- 「素粒子実験半導体センサーの発展とその社会貢献」



- 橋本拓也助教 若手科学者賞

- 「電離炭素の輝線を用いた様々な最遠方銀河の観測的研究」



令和4年度 推薦締め切り7月5日

- 2020/11/13 第25回大気化学討論会学生優秀発表賞

- 奈良誠大(修士2年 宇宙観測)

- (南極天文学研究部門 笠井客員教授他との共同研究)

- 「超電導サブミリ波リム放射サウンダ(SMILES)の広範囲観測による塩化水素の鉛直分布プロファイルの妥当性検証」



ネットワーク管理

➤ センターweb page を学情メディアセンターが運用するウェブホスティングサービス(WHS)へ移行

- センターWeb: ドメインは、tchou.tomonaga.tsukuba.ac.jp

TCHoU の Web ページの URL は、<https://tchou.tomonaga.tsukuba.ac.jp>

➤ センターメールリングリスト

- センターで使用している @pas.tsukuba.ac.jp のメールアドレス(TCHoU, TCHoU-unei, TCHoU-all等)は、学情センターが運用しているメールリングリストサービス <https://ml.cc.tsukuba.ac.jp/> へ移行
- 学情センターが運用している「メール転送サービス」を使うことで、メールリングリストのメールアドレスを @tchou.tomonaga.tsukuba.ac.jp へ

2021年度活動計画(1)

・ 人事関係

- ・ 海外ユニットPI予定、Kim教授(韓国成均館大)

・ 令和4年度概算要求

- ・ 機能強化経費(活動費)
 - ・ 海外ユニット、研究員等
- ・ 基盤的設備等整備
 - ・ 宇宙史研究に用いる光量子検出器性能試験システム
 - ・ 南極10mテラヘルツ望遠鏡システム

・ TGSW2021(筑波会議のサテライトイベント)

- ・ “Universe Evolution and Matter Origin”
- ・ セッションオーガナイザー: 江角
- ・ 日程: 9月(未定)
- ・ オンライン
- ・ 外国からも講演

宇宙史研究に用いる光量子検出器性能試験システム

Tomonaga Center for the History of the Universe 筑波大学 University of Tsukuba

【設備の概要】
筑波大学では、宇宙史の萌芽部分の研究を積極的に推進させ、生命誕生に至る宇宙の物質創生プロセスの全体的な理解に向けた新たな宇宙分野を開拓することを目的とした国際研究拠点を推進しているところであるが、本研究の柱である「宇宙背景ニュートリノ探査プロジェクト」(宇宙背景ニュートリノ探査プロジェクト)及び「超新星観測プロジェクト」の観測・開発等に用いるための光量子検出器の性能試験を行う設備を整備を行うものである。

宇宙背景ニュートリノ探査プロジェクト
0.3K超低温液体希薄検出器試験システム
設置場所: 1F棟 設置面積: 5m x 5m
He-3検出器型0.3K超低温(地上系を巻く)ロケット実験装置併設作機
ヘリウム配管接続
読み出し回路・データ収集装置

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
検出器アスト用 データ収集・解析装置
読み出し
設置場所: 1F, 1E棟 設置面積: 3m x 3.5m
CPUファーム ストレージ
数十万分の1秒後の宇宙の解明

1/4

宇宙史研究に用いる光量子検出器性能試験システム

Tomonaga Center for the History of the Universe 筑波大学 University of Tsukuba

【設備の概要】
筑波大学では、宇宙史の萌芽部分の研究を積極的に推進させ、生命誕生に至る宇宙の物質創生プロセスの全体的な理解に向けた新たな宇宙分野を開拓することを目的とした国際研究拠点を推進しているところであるが、本研究の柱である「宇宙背景ニュートリノ探査プロジェクト」(宇宙背景ニュートリノ探査プロジェクト)及び「超新星観測プロジェクト」の観測・開発等に用いるための光量子検出器の性能試験を行う設備を整備を行うものである。

高性能シリコン検出器開発プロジェクト
先進シリコン半導体設計・評価システム
設置場所: 3F棟 設置面積: 7m x 7m
VLSI設計
FPGA・ASIC設計
MMIO・FPGA
110nm
LGA DUT
高速データ取得・収集装置
SOI読み出し回路・検出器センサー・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〜テラヘルツ帯系MKID評価システム
設置場所: MKID評価用冷却デューブ 1F棟 3.1K超低温冷却システム
設置面積: 0.5m x 0.5m
ヘリウム配管接続
データ収集装置

2/4

2021年度活動計画(2)

- 2020年度活動報告書作成
 - 7月中に印刷予定
- 宇宙史セミナー
- 構成員会議(6月、11月)
- 運営協議会＋TCHoUワークショップ(3月)



- 研究力強化のための令和3年度特別支援

シーディングプログラム～芽出し肥プロジェクト

- 新たな学問分野の創出に挑戦する独創的、野心的な研究
- 将来的に分野を先導することが期待される研究

3. 2020年度後期-2021年度 部門活動概要

南極天文学研究部門(1)

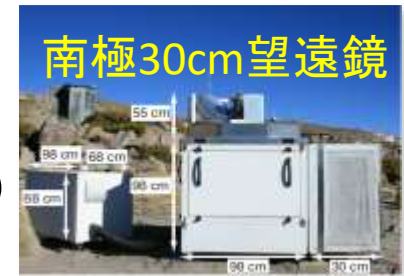
・南極30cmサブミリ望遠鏡:[CI]&CO(J=4-3)銀河面サーベイ

- ・国立極地研究所:南極計画X期(2022年-2027年)一般研究観測

2021年5月 申請(PI:久野)

- ・採択されれば、2023年:昭和基地へ 2024年:新ドームふじへ

- ・広帯域受信機開発(国立天文台と共同研究)
- ・光学ポインティングシステムの開発(JAXAと共同研究)



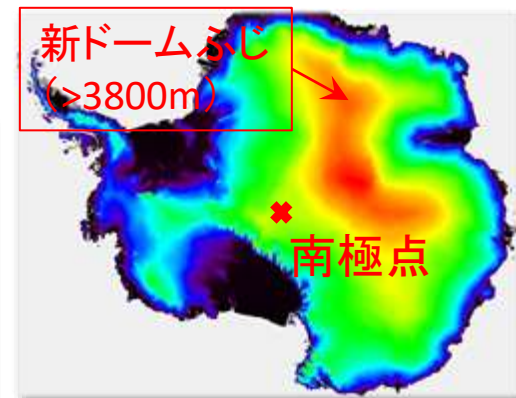
・南極10mテラヘルツ望遠鏡

- ・マスタープラン2023 LOI提出(中型A:大学主導の計画)
- ・サイエンス検討(宇宙理論Gと協力)

・野辺山45m109素子MKIDカメラ

- ・ハイブリッドMKIDの開発
- ・LeKIDsの性能評価(グルノーブル大と共同研究)
- ・45m鏡搭載試験(ハイブリッドMKID)

- ・2021年6月 データ取得 解析中



南極天文学研究部門(2)

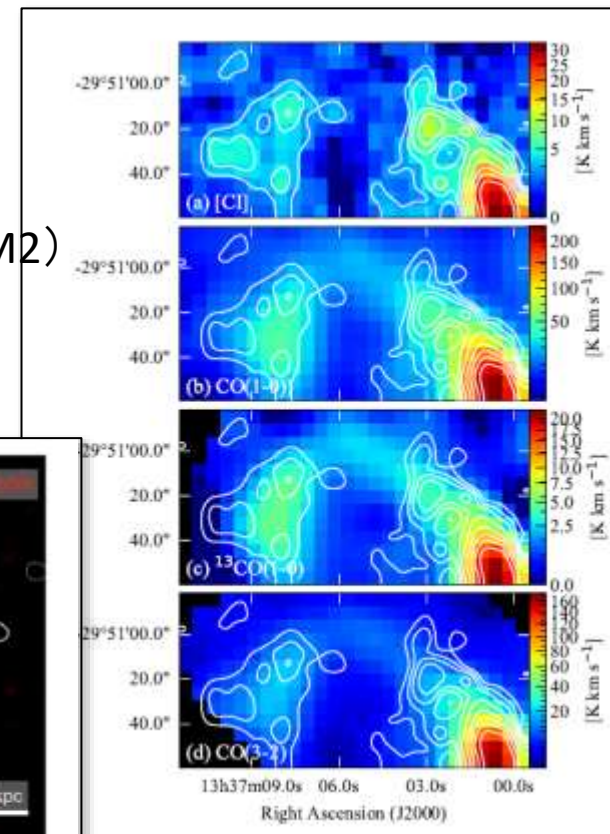
• 既存の装置による観測

- ALMA: $z=8.31$ のLyman break galaxy からのCII輝線およびダスト放射の検出、他
- NRO45m: FUGIN、COMING関係
- ASTE: 近傍銀河M83のCI観測

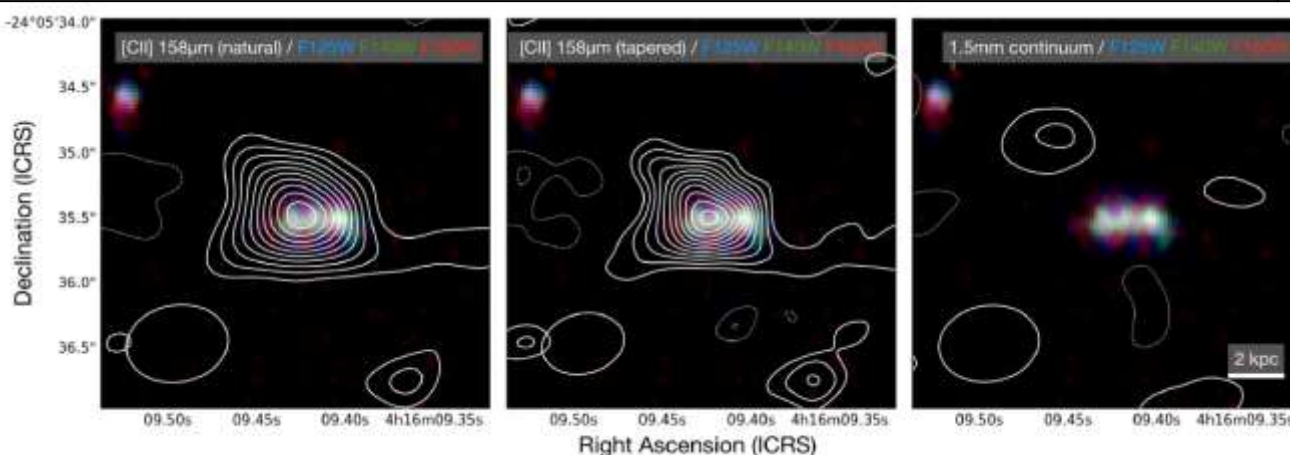
• 受賞

- 文部科学大臣表彰: 橋本拓也助教(若手科学者賞)
- 第25回大気化学討論会学生優秀発表賞: 奈良誠大(M2)

- 2020年度 査読論文: 28件、博士論文: 4件、
共同利用採択(PI): 5件



M83のCI観測
(Miyamoto, Yasuda, Kuno+2021)



$z=8.31$ のLyman break galaxy (Bakx, Tamura, Hashimoto+2021)

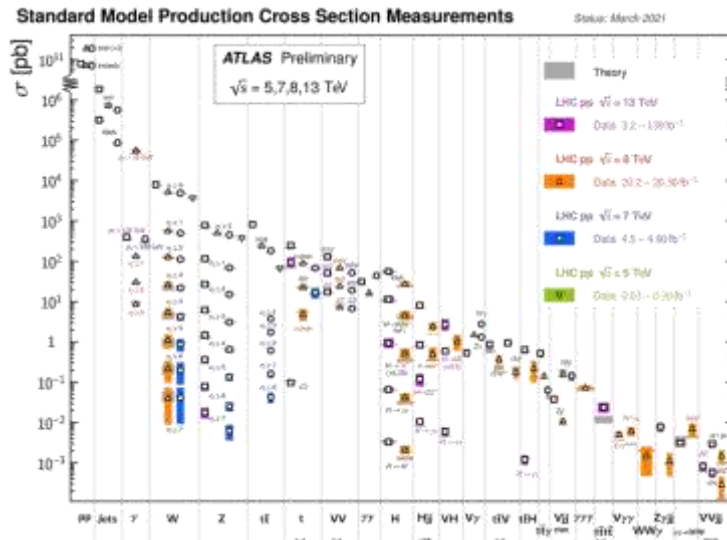
素粒子構造研究部門

LHC/ATLAS実験

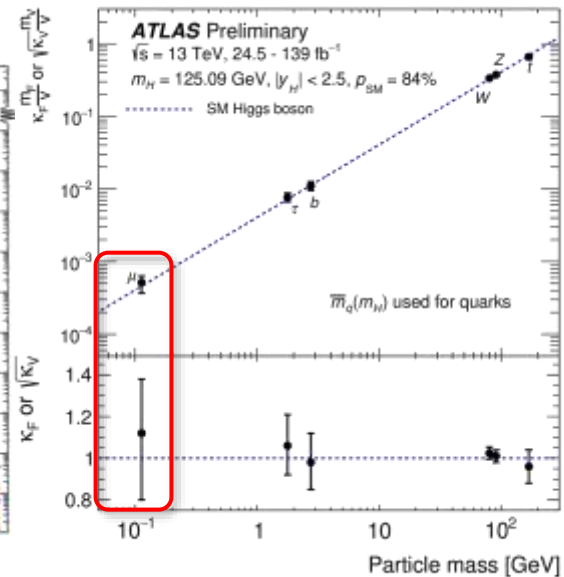
- 重心系エネルギー $\sqrt{s}=13$ TeV での陽子・陽子衝突。
 - 世界最高エネルギー加速器での素粒子実験。現在は長期シャットダウン中
- 2022年に運転再開予定 (COVID-19により、当初の予定から1年延期)
 - Run 3 (2022-24) の加速器運転パラメーターはほぼRun 2と同様
 - エネルギーは13 or 13.5TeV・14TeV運転を狙った調整も進行中
- Run 2 (2015-2018) で取得した 139 fb^{-1} データの解析
 - 標準理論を厳しく検証、さまざまな新しい物理の探索
- 2020年度の成果：論文：79件，国内学会：4件



新しいミュオンチェンバー (NSW) の建設 (2022/3 までにインストール予定)



標準模型過程測定まとめ (2021年春)
0(1fb)の過程も観測し始めている。



$H \rightarrow \mu\mu$ の兆候が初めて見えた!

宇宙背景ニュートリノ崩壊探索COBAND

2021年度の現状, 成果

- 極低温SOI電荷積分型増幅器：昨年度の測定データを元にSOIアンプの次バージョン検討開始
- ロケット実験の望遠鏡光学系：ミラーの一部を試作・評価, 反射防止膜の試作, 反射防止膜設計最適化のためのNb屈折率測定の予備実験中
- Hf-STJでのX線検出に成功, データ解析・論文執筆進行中
- 2020年度～2021年度の成果：国内学会12件, 国際会議1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。

2020年度の成果

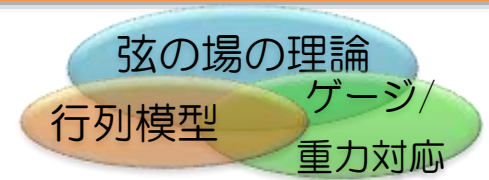
- 論文：4件, 国際会議：4件, 国内学会：6件
 - これまで構築されていなかった非臨界弦の場の理論を構築した
 - 弦理論の正則化（行列正則化）の性質を調べ、その一般化を与えた
 - 非可換空間上のラプラシアンの一般的な構成法を与えた

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

- 行列模型を用いたエンタングルメントエントロピーの計算
- 米谷模型
- 弦の場の理論の古典解と旗状態
- 弦の場の理論と確率過程量子化

超弦理論



クォーク・核物質研究部門

格子QCDの研究

- ・ 格子QCD第一原理シミュレーションによるQCD物質の熱力学特性
- ・ Gradient flowに基づくSFtX法を用いた有限温度QCD
- ・ クエンチQCDの潜熱とSFtX法における2重外挿の順序依存性
- ・ ゼロ温度高密度領域におけるNambu-Jona-Lasinioモデルの1次相転移
- ・ 1次のカイラル相転移を確認 → 有限密度QCDハバードモデルの相構造解析

クォーク・グルーオン・プラズマの研究

- ・ LHC-ALICE実験におけるジェット、重クォーク、光子の研究
- ・ RHIC-STAR実験におけるビームエネルギー走査実験、臨界点探索、固定標的実験
- ・ ALICE-FoCal検出器による前方領域光子測定のためのアップグレード
- ・ J-PARC E16 pA衝突実験、HIMAC高密度核物質実験

元素合成の研究

- ・ 稀少RIリング@RIBF (理化学研究所)
- ・ 中性子過剰領域、陽子過剰領域における、不安定核の質量測定
- ・ 2021年4月に2度目のNi領域の質量測定実験を遂行
質量分解能を決める等時性度かの向上 (質量データを解析中)
- ・ 2021年秋にSn領域の質量測定実験を行う予定

Cumulants of net baryon-number fluctuations
from lattice QCD

(大野浩史、筑波大) 10:40～

Small system flow at RHIC and LHC experiments

(轟木貴人、筑波大) 14:00～

CRIBの低エネルギー不安定核ビームを使った最近の天体核反応研究成

(山口英斉、東大CNS) 15:20～

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

他の研究部門

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、融合研究、新しい計測器のアイデア創出、計測機技術の産業社会への応用を推進

構成教員：原和彦(部門長)、江角晋一、武内勇司、金信弘、廣瀬茂輝、新田冬夢
連携教員：西堀栄治、富田成夫、近藤剛弘、倉知郁夫(D&S)、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
日米科学技術協力：(LGAD/SOI： 代表 中村)
日仏FJPLL：(LGAD： 代表 中村)

廣瀬氏(素粒子実験G)、新田氏(宇宙観測G)が構成教員に参加
倉知氏(前KEK特別教授)は退職後引き続き連携教員を継続

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/廣瀬）

文科省フロンティア事業に採択+

ATLAS新学術（応募中）

FJPPL（2021採択）

Silicon-on-insulator検出器（原/倉知）

LGAD検出器

科研費B(原/中村)；1716万(2019-2023)

科研費B(中村/原)；1742万(2021-2024)

新学術公募(中村)；1118万(2021~2023)

LGAD+testbeam(SOI)

日米科学事業(中村/原) 600万円x3年(2021~)

今年度の光量子予算

- SOI用センサーとDAQ
- LGAD用短パルスレーザー

HL-LHC用シリコン検出器：

- ストリップ型センサー(KEK/筑波大)初期量産を経て、7月より3.5年間の量産を開始する。QC/QAを継続する
- ピクセル型モジュール(ATLAS-Jpn)今年度初期量産、量産2022-2025。センサー、モジュール化のQC/QA

Silicon-on-insulator検出器:

- KEK AR-TBに設置する高位置分解能SOIPIXトラッカー
- PDD構造の放射線耐性

(西堀、表面物性TREMS) MYTHENによるハイスループット粉末回析測定

(近藤、表面物性TREMS)

- 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
- 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：

光量子1： 中村浩二(KEK) 新型LGAD検出器が切り拓く次世代飛跡検出器
Next-generation tracking detector explored by the new LGAD sensor

光量子2： 原和彦「宇宙線ミュオン粒子を用いた福島第一原子炉の透視」を振り返って
Review of "Muon radiography of Fukushima Daiichi nuclear debris using cosmic muons"



原
4月14日「科学技術賞」
6月9日「学長表彰」