筑波大学
宇宙史研究センター

久野成夫

１．2020年度前期全体活動報告・2020年度活動予定
２．中間評価の評価結果について
３．2020年度前期部門活動概要

1. 2020年度後期　全体活動報告
2020年度　活動予定

構成教員・連携教員・研究員

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〕

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）、渡邉祥正（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）、吉田拓生（pCA：福井大）、池上陽一（pCA：KEK）
（Soo-Bong Kim：p海外ユニットPI予定、韓国成均館大）
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（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、Ashutoh 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）、冨田成夫（ap）、近藤剛弘（ap）、倉知郁生（特別p：KEK）、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

- 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
    - 2020年度運営協議会＋TCHoHワークショップ　2021年3月開催予定
    （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）
- 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） 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1回　2020年6月15日（全体報告＋11講演）
    - 2020年度第2回　2020年11月30日（全体報告＋11講演） オンライン

研究集会・セミナー等

- 研究集会
  - 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
  - 2020/10/5-8　VERTEX2020会議
    - 新型コロナウイルスのため、オンライン
    - 135名（日本人20名）

- 宇宙史セミナー
  - 新型コロナウイルスのため開催できず

一般向け広報活動

・2020/11　筑波大学学園祭「雙峰祭」展示
　新型コロナウイルスのため中止

受賞

・2020年度　東北大金研若手萌芽研究最優秀賞
　飯田崇史助教（素粒子構造部門）

東北大学金属材料研究所
第８回研究部共同利用・共同研究
若手萌芽研究最優秀賞

筑波大学　　飯田　崇史　殿

神戸大学　　水越　慧太　殿
金属材料研究所　吉野　将生　殿

研究題目：二重ベータ崩壊探索用シンチレータ結晶の新規開発

貴殿の標記研究は東北大学金属材料研究所の研究部共同利用・共同研究 若手萌芽研究 令和元年度研究課題の中から優秀な研究であると認めここに表彰いたします

令和２年 １０月６日

東北大学金属材料研究所
所長　古原　忠

資金獲得・人員要求活動など（1）

卓越大学院

・2020年 「138億年史学位プログラム」（代表：重田教授）
（筑波大学から5件） 審査結果：不採択

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
- テーラーメードラボ（*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3年度学内予算要求 （合計138,000千円）

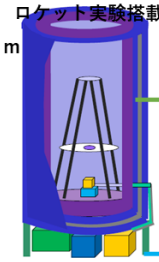
宇宙史研究に用いる光量子検出器性能試験システム

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
１Ｆ棟
設置面積
５ｍ ｘ ５ｍ

^{3}He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



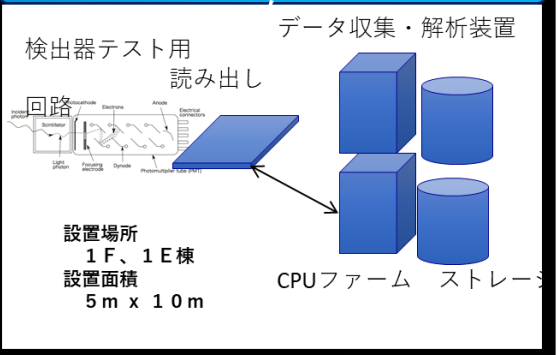
ヘリウム配管接続

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



設置場所
１Ｆ、１Ｅ棟
設置面積
５ｍ ｘ １０ｍ

数十万分の１秒後の宇宙の解明

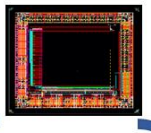
高機能シリコン検出器開発プロジェクト

先端シリコン半導体設計･評価システム

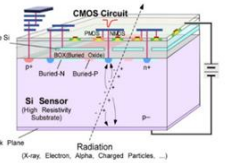
設置場所
１Ｆ棟
設置面積
７ｍ ｘ ７ｍ

ＬＧＡＤ用
高速データ処理・収集装置

ＶＬＳＩ設計



TCADシミュレーション
MWP VLSI
３D積層



物理実験・新産業創生へ

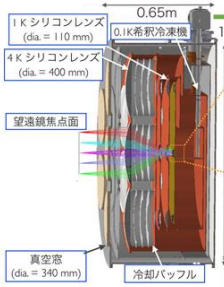
ＳＯＩ読み出し回路一体型センサー・データ収集装置

天文観測用超伝導検出器開発プロジェクト

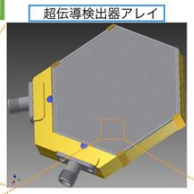
ミリ波～テラヘルツ波帯MKID評価システム

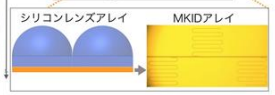
設置場所
１Ｆ棟
設置面積
６ｍ ｘ ６ｍ

MKID評価用冷却デュワー
0.1 K級希釈冷凍機システム



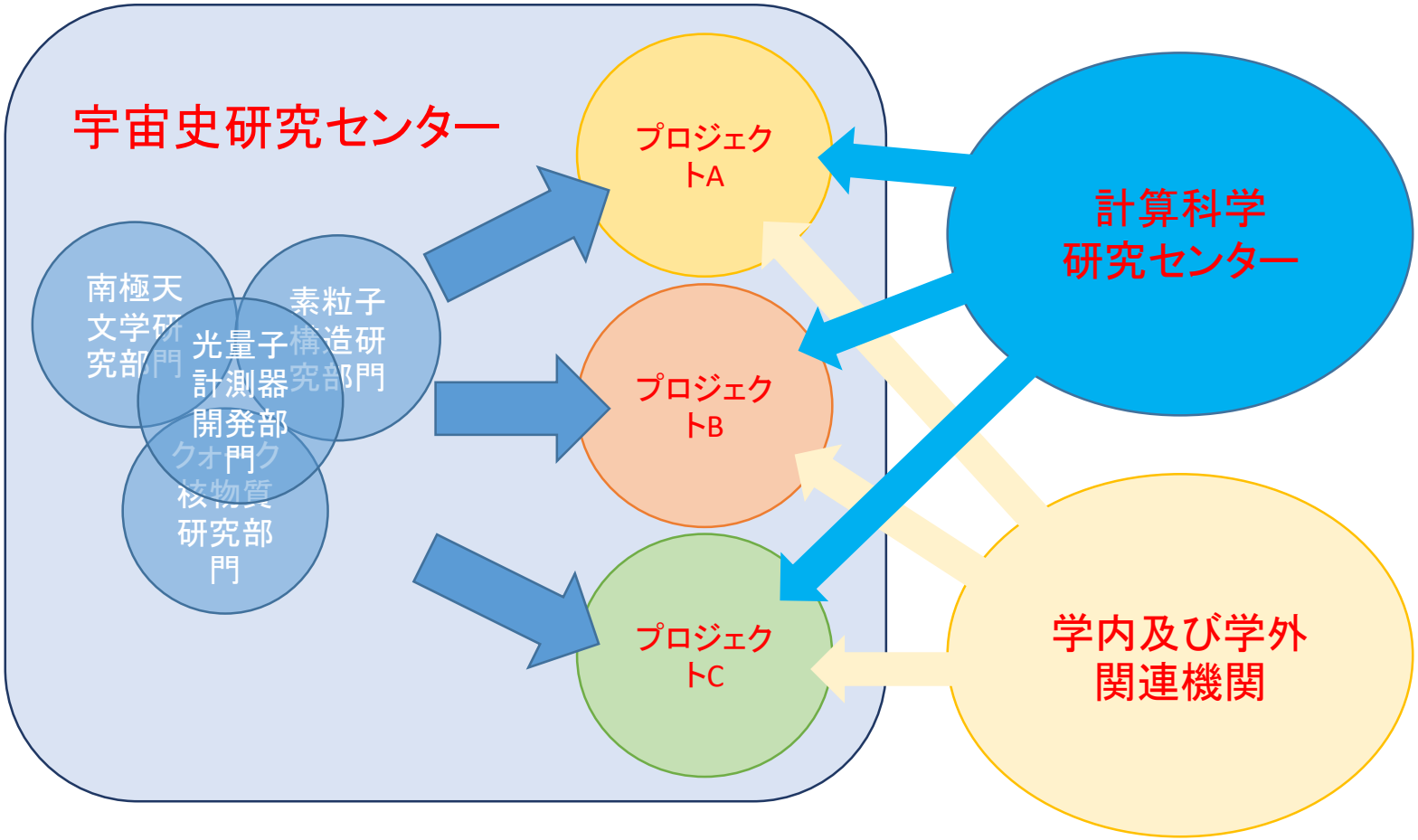
ヘリウム配管接続





データ収集系

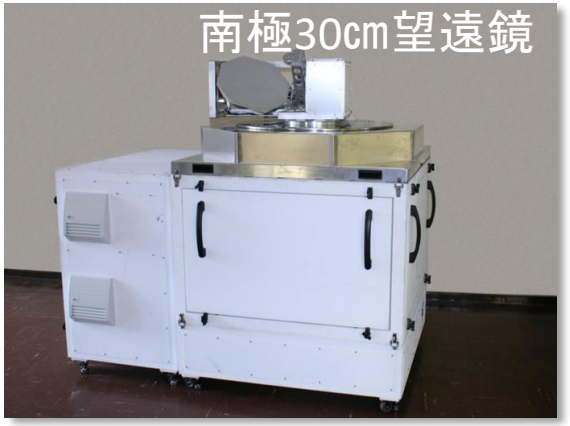
宇宙史研究センターの将来構想について



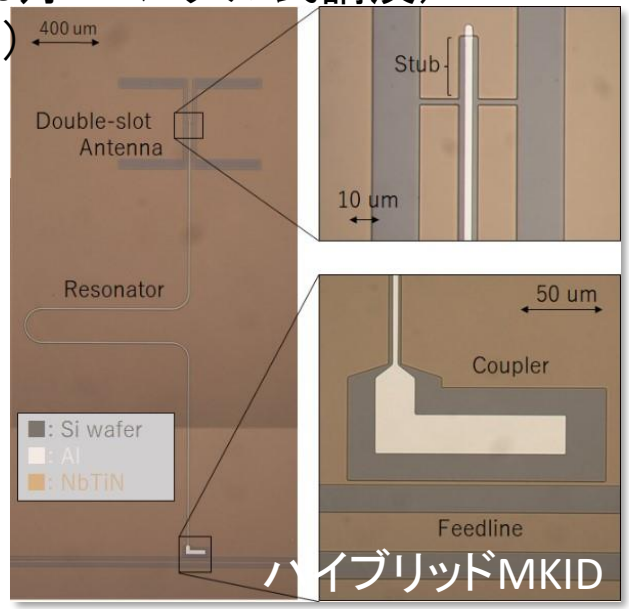
- 部門間の壁を実質的になくし、宇宙史の理解において鍵となるような問題に取り組むプロジェクト
- 計算機センターやその他の関連機関からの参加

３．2020年度前期　部門活動概要

南極天文学研究部門(1)

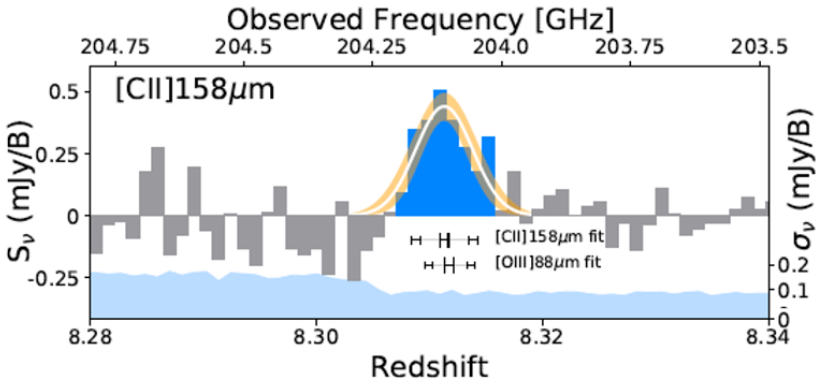


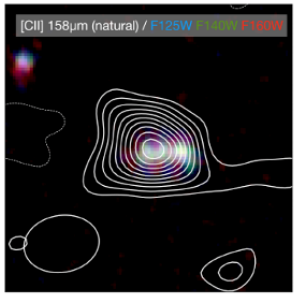
- 南極10mテラヘルツ望遠鏡計画
  - 10mテラヘルツ望遠鏡鏡面測定法
    - 点格子干渉計(奥村D論2020年4月)
    - フェイズリトリーバルホログラフィー(周D論2020年10月)
- 南極30cm望遠鏡
  - 500GHz帯広帯域2SB受信機の開発(国立天文台共同開発研究)
  - 光学ポインティングシステムの開発
  - ドームふじまたはドームCへ
- 野辺山45m鏡MKIDカメラ
  - データ処理パイプラインの開発(マンダルD論2020年10月　マンダル氏講演)
  - ハイブリッドMKID素子の開発(国立天文台と共同研究)
  - LeKIDの性能評価(グルノーブル大・Institut NEELと共同研究)
  - 今年度中に45m鏡に搭載予定



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
      - M16における分子雲衝突による星形成(Nishimura et al. 2020)
      - 銀河系バーエンドの分子雲W43の内部構造と星形成起源(Kohno et al. 2020)
  - 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(徂徠氏講演)
    - ALMAによるM33の分子雲観測(Muraoka et al. 2020, Tokuda et al. 2020)
    - 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(田中D論2020年10月)
  - 遠方銀河
    - ALMAによる遠方銀河の星間媒質 (Bakx et al. 2020 他2編)
    - VLT/MUSE プロジェクト: 最高感度の可視データで探る初代銀河 (Maseda et al. 2020 他2編)
    - Subaru と機械学習で探る近傍極低金属量銀河の性質 (Kojima et al. 2020: プレスリリース)



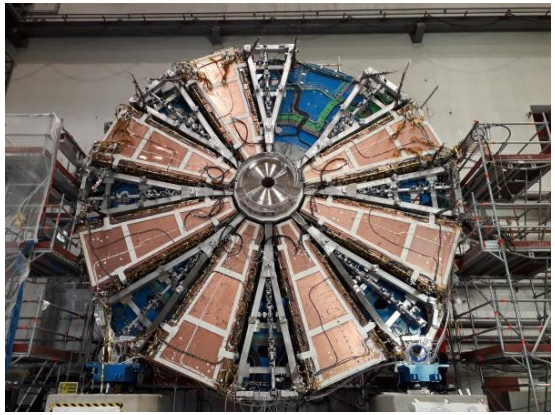


最遠方の炭素輝線記録の樹立 (Bakx et al. 2020)

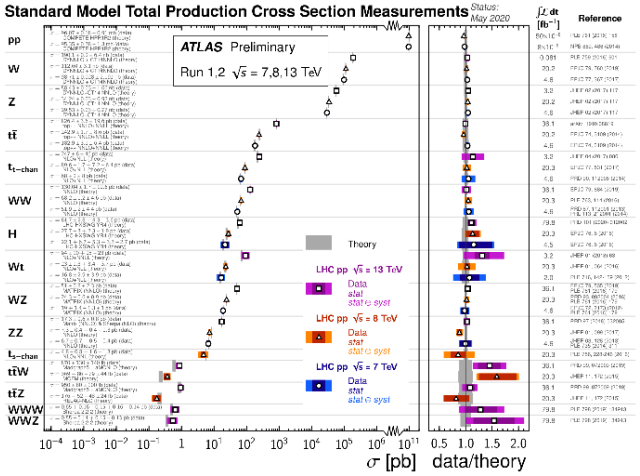
素粒子構造研究部門

LHC/ATLAS実験

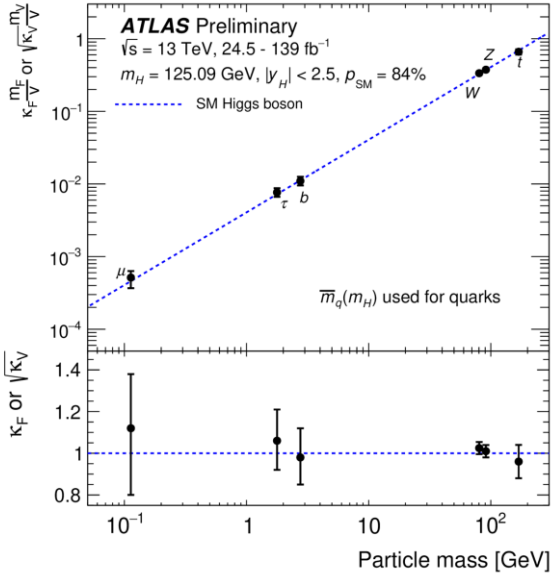
- 重心系エネルギー$\sqrt{s}$=13 TeV　での陽子・陽子衝突。
  - 世界最高エネルギー加速器での素粒子実験。
- 2018年より、アップグレードのシャットダウン中。
  - COVIDの影響で1年間予定を延長し、2021年いっぱいまでシャットダウンの予定。
- Run 2（2015-2018）で取得した $139\ \mathrm{fb}^{-1}$ データの解析。
  - 標準理論を厳しく検証、さまざまな新しい物理の探索。



新しいミューオンチェンバー（NSW）の建設（写真は2020年9月）



さまざまな素粒子過程の断面積を測定することによる標準理論の検証。$O(10\ \mathrm{fb}^{-1})$のプロセスを観測し始めている。



ヒッグス粒子の精密測定により、高精度で標準理論を検証。

宇宙背景ニュートリノ崩壊探索COBAND

2020年度の現状，成果

- 極低温SOI電荷積分型増幅器：高ゲインチャージアンプのテスト中
- ロケット実験の望遠鏡光学系，STJへの集光用ホーン，反射防止膜の試作・予備測定開始
- Hf-STJ でのX線検出に成功，論文（２件）執筆に向けた解析進行中
- 国内学会：2件

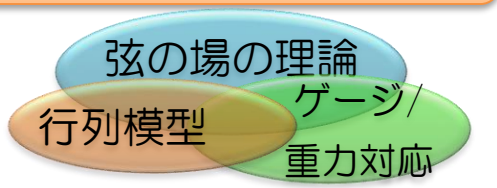
今後の展望：

- ◘ 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

超弦理論

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：２件，国際会議：１件，国内学会：２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
  - 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

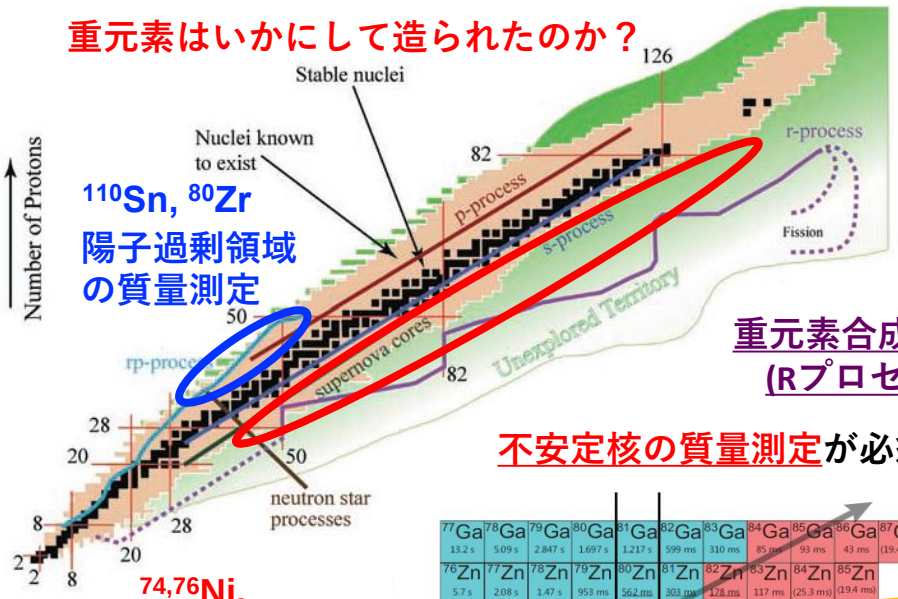
活動計画：引き続き,超弦理論の非摂動的側面の理解に向けて上記テーマの研究を進めていく

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

元素合成の研究

重元素はいかにして造られたのか？

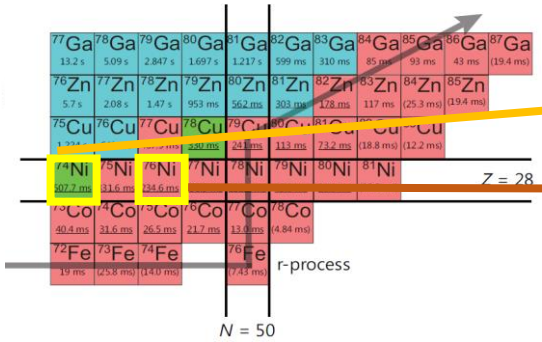


^{110}Sn, ^{80}Zr
陽子過剰領域
の質量測定

^{74,76}Ni,
中性子過剰領域
の質量測定

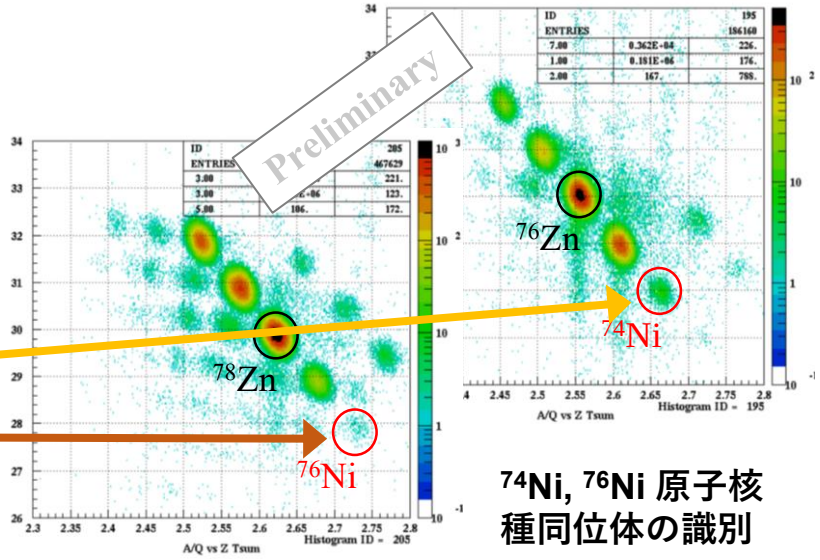
重元素合成仮説
(Rプロセス)

不安定核の質量測定が必須！



稀少RIリング@RIBF

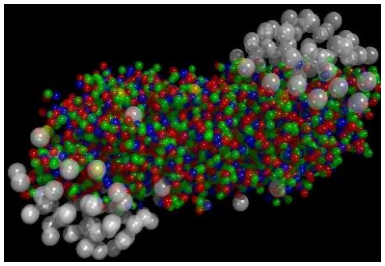
筑波大学が中心となり約10年をかけて製作した、日本初の不安定原子核用の蓄積リングを用いて実験進行中。



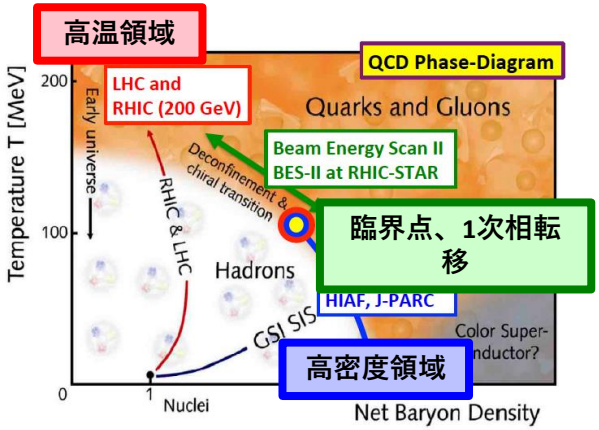
^{74}Ni, ^{76}Ni 原子核
種同位体の識別

クォーク・グルーオン・プラズマの研究

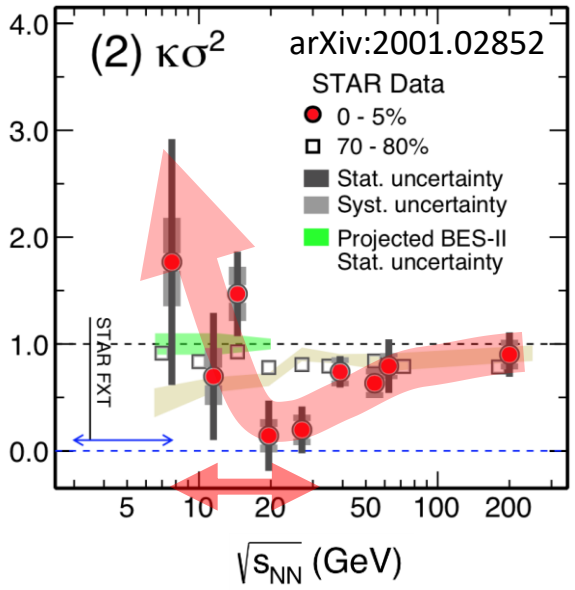
高エネルギー重イオン衝突実験



QCD相図：クォーク・ハドロン相転移

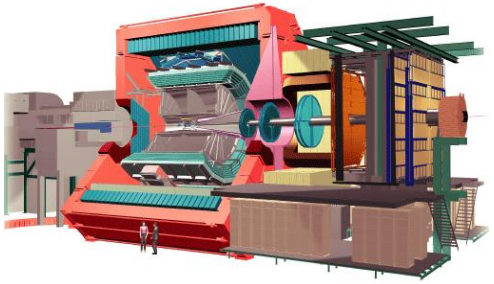


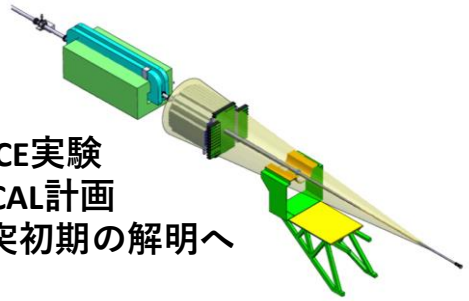
正味陽子分布の高次形状
による臨界点探索



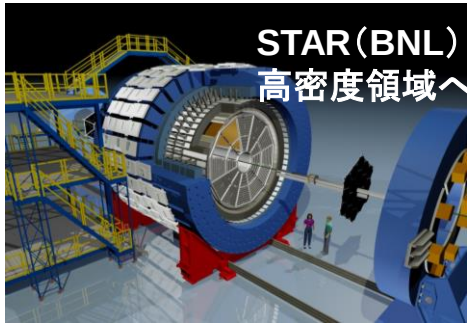
非単調なエネルギー依存性は臨界点による寄与を示唆し、現在、第2期エネルギー走査実験の進行中。（BNL/STAR）

ALICE（CERN) 高温領域へ





ALICE実験
FOCAL計画
衝突初期の解明へ



光量子計測器開発部門の活動から

Tomonaga Center for the History of the Universe
光量子計測器開発部門

2020.11.30
構成員会議

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）

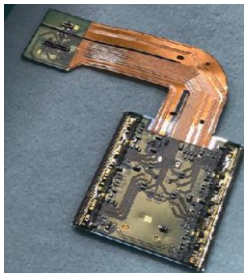
HL-LHC用シリコン検出器（原/中村）
文科省フロンティア事業に採択＋ATLAS新学術+FJPPL
⇒Strip型/pixel型検出器の初期量産*

Silicon-on-insulator検出器（原/倉知）
ILC用SOFIST＋３D積層技術
⇒　KEK AR Testbeam line用トラッカーの設計
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」

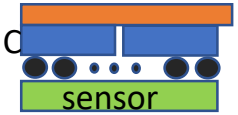
LGAD検出器（原/中村）
新センサーの試作にむけて
基盤B+新学術(生命応用)
⇒試作品の評価中

LGAD+testbeam
日米科学事業（中村/原）
⇒今年度はキャンセル、5月へ

*Pixel型



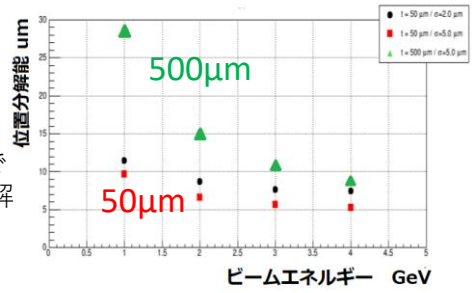
Flex cable



sensor:　FDR OK
bump bond:進行中
⇒PRRへ⇒初期量産

ARテストビームライン整備

SOIで可能な50μm厚でセンサーで高位置分解能トラッカーが可能
(GEANT simulation)



半導体センサーで世界有数のVERTEX2020を実施（組織委員長：原、宇宙史研究センター後援）

光量子１：　中村　「高時間分解能検出器(LGAD)の精密電極化に関する開発」
光量子２：　原　「ATLAS Itkストリップ型検出器の初期量産」