

基礎原子核実験(民井)グループ

民井 淳

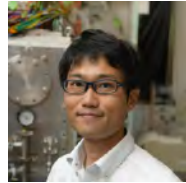
核物理研究センター

理学研究科物理学専攻・放射線科学基盤機構兼任

2025.1.22

研究室メンバー

2021年度発足



民井淳(教授)



大田晋輔(准教授)

田中純貴(助教)



Viet Van Hoang Nguyen(特任研究員)

岩崎遼太(M2)

笹川陽平(M1)

柴北洋明(M1)

鈴木佑生丸(B4)

陳鳳儀(B4)

西岡翔(B4)

小林美花(秘書)

協力: 核物理研究センター



小林信之(准教授) データ収集基盤室



吉田賢市(准教授) 原子核理論

物理学専攻

基礎原子核実験G

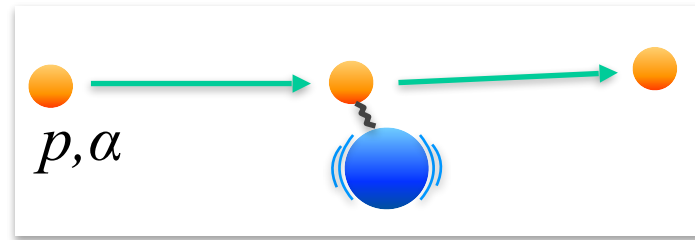
核物理研究センター

豊中分室

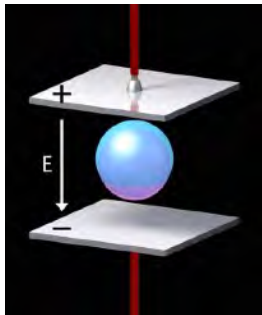
研究内容

- 電磁・弱・強の3つの相互作用が働く原子核の世界を理解する
- 宇宙の歴史は重力によって方向づけられた核反応の進化の歴史

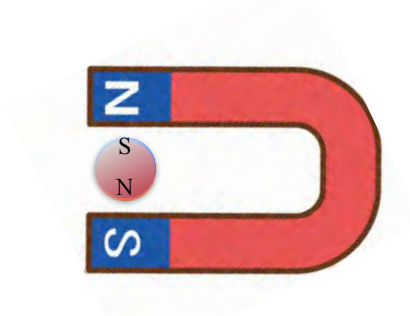
原子核の外場に対する反応を調べる



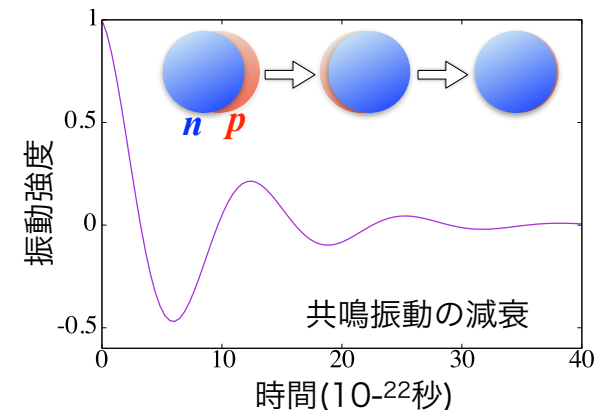
電氣的性質(電気分極率)



磁氣的性質(磁気感受率)

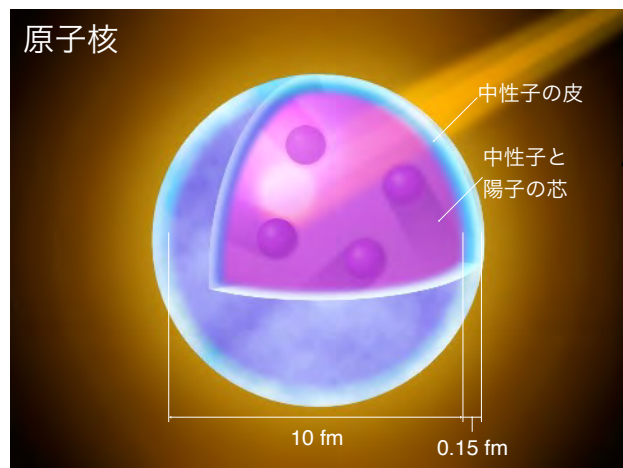


流体的性質(粘性率)



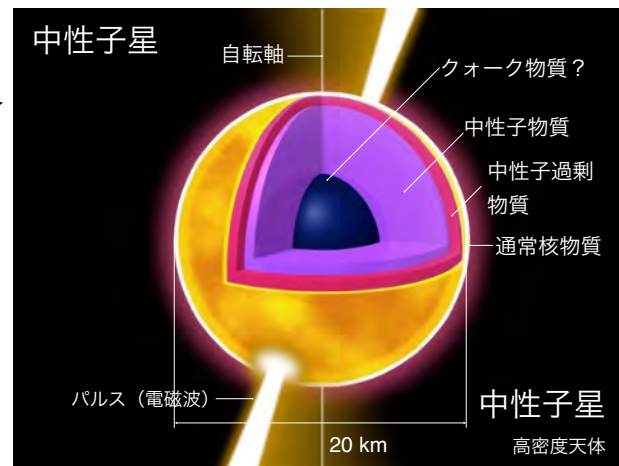
原子核の反応から天体現象を調べる

原子核の外場に対する反応を調べることで
中性子星の大きさや性質を知る

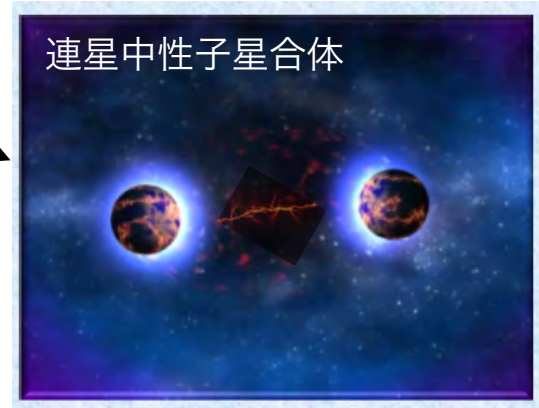


10^{18} 倍

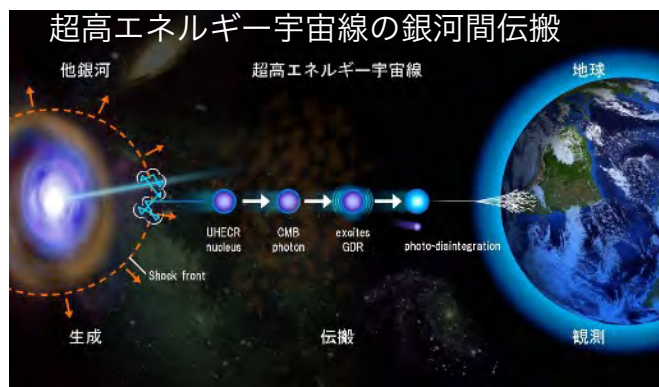
中性子星
の大きさ



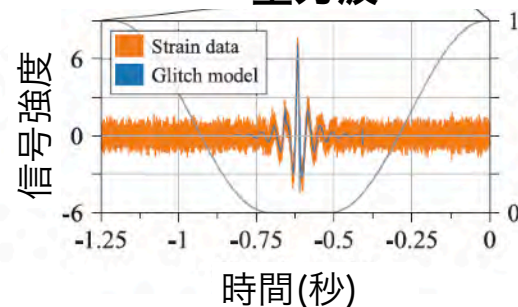
中性子星
の変形



光の吸収・分解



重力波

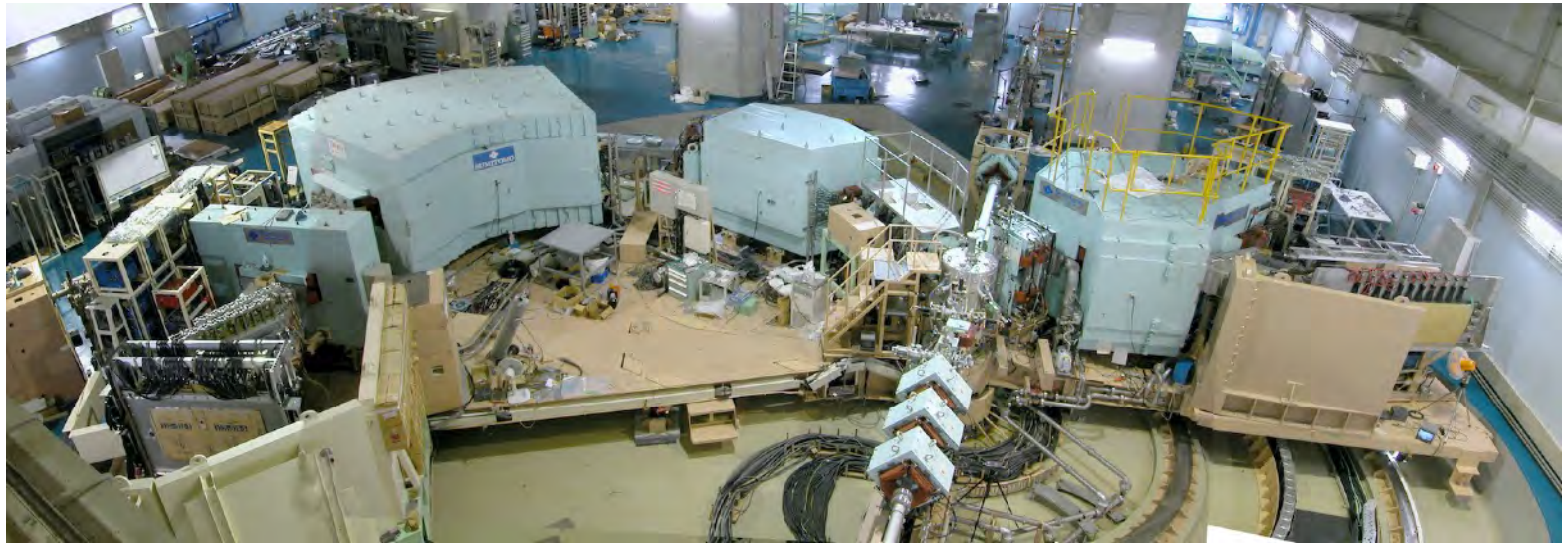


スペクトロメータ

サイクロترون施設@吹田

グランドライデン

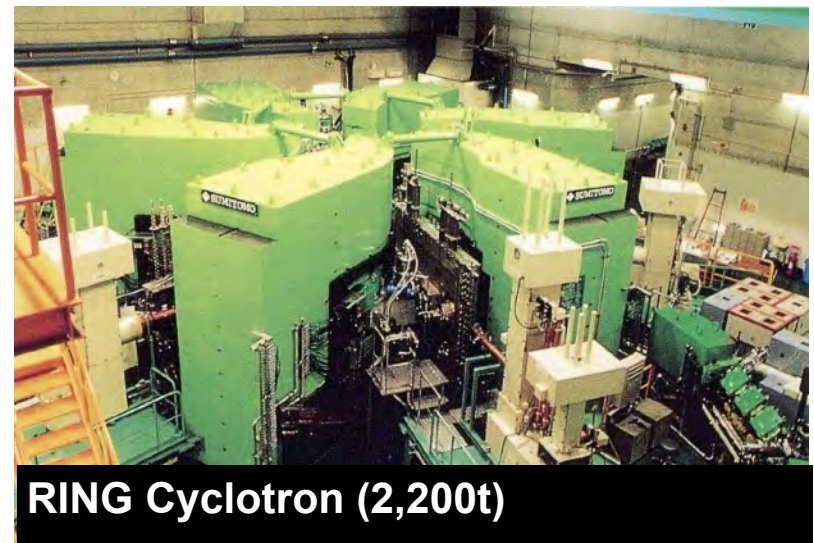
大口径



ガンマ検出器



サイクロترون加速器



特別研究内容

- 超高エネルギー宇宙線の銀河間飛行中の光分解反応(PANDORA)
- 核子の世界の多様性と普遍性～中性子星の内部構造解明
 - a) 核子の世界の超流動・超伝導
 - b) 原子核と宇宙をつなぐ状態方程式
- 原子核核表面に α 粒子が出現することを検証する
- 高強度レーザープラズマ内の核反応とガンマ線放射
- 量子計測イメージング、高速データ収集システムの開発

学生さんの興味に従って研究内容の方向を決める方針

加速器を用いた実験・装置開発が中心

核物理研究センター(RCNP)の協力

データ収集基盤室 (小林信之准教授)

原子核理論 (吉田賢市准教授)

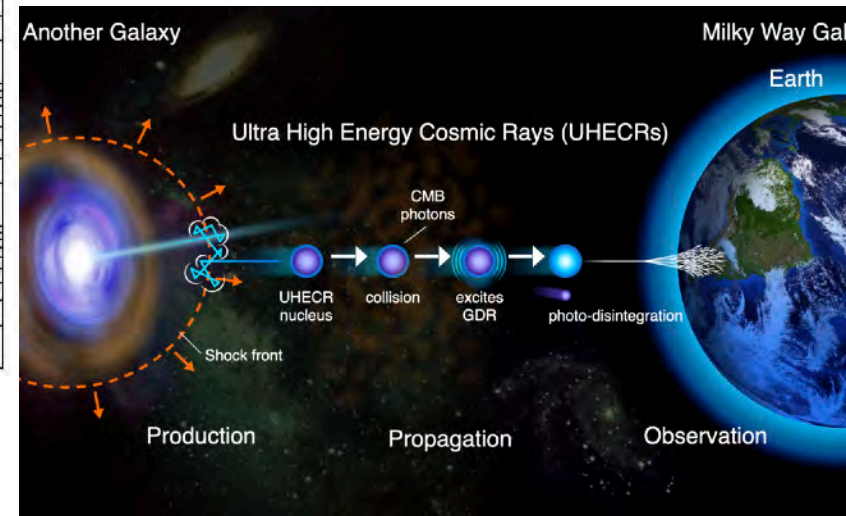
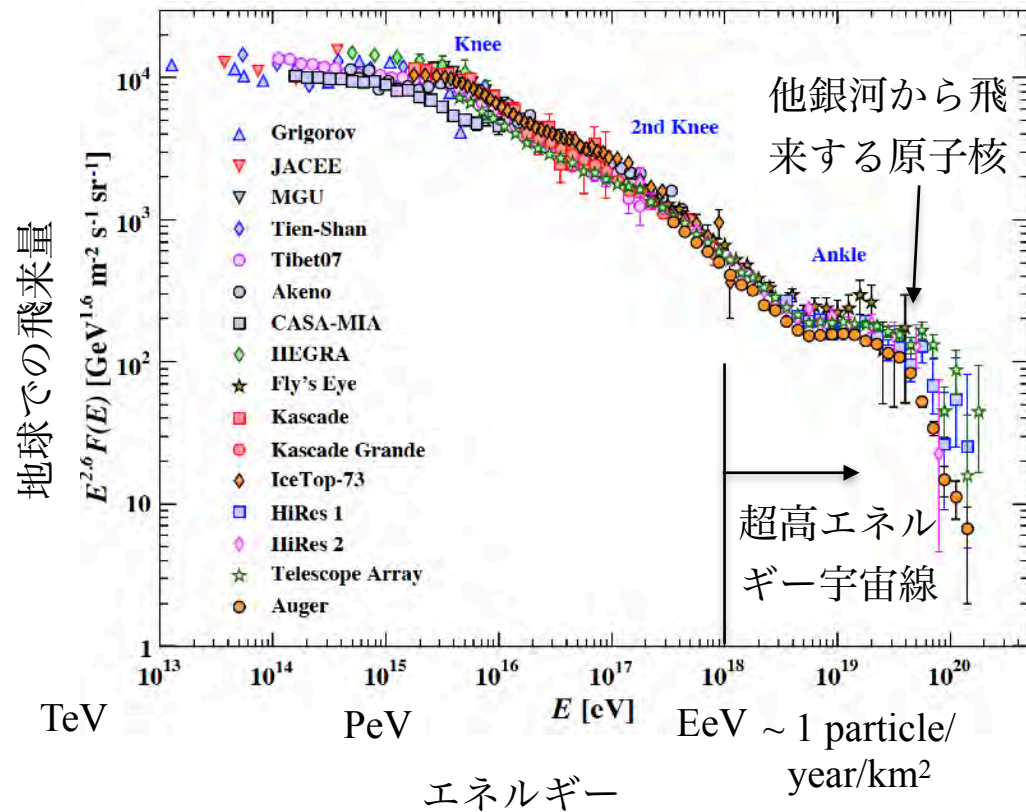
超高エネルギー宇宙線の銀河間飛行 PANDORA プロジェクト



民井 淳

生成天体と地上観測をつなぐ

CMB:宇宙マイクロ波背景放射

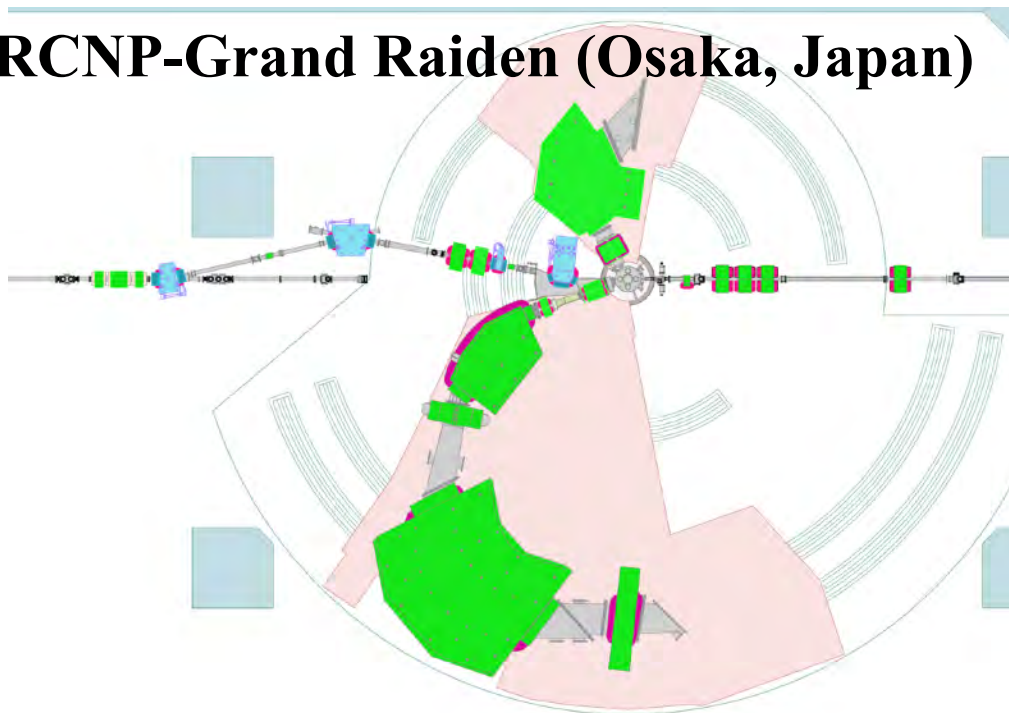


地球に飛来するまでに光核反応
で質量とエネルギーを失う

PANDORA Project

Photo-Absorption of Nuclei and Decay Observation for Reactions in Astrophysics

RCNP-Grand Raiden (Osaka, Japan)



first exp. Sep-Oct, 2023@RCNP
国内15名国外31名参加

ELI-NP (Romania)



iThemba LABS South Africa



日本、仏、独、伊、米、蘭、
ルーマニア、南ア、ベルギー、
印、中

核子の世界の物質相の多様性と普遍性を解き明かす ～中性子星の内部構造を見据えて～



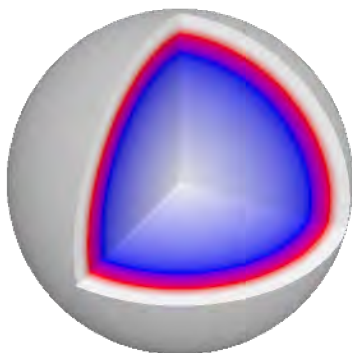
物質：ある構成要素がたくさん（アボガドロ数くらい）集まってできたもの（巨視的多体系）。
宇宙を広く見ると物質の構成要素は元素だけとは限らない！

太陽：水素と電子のプラズマ（いわゆる水素ガスとは異なる）

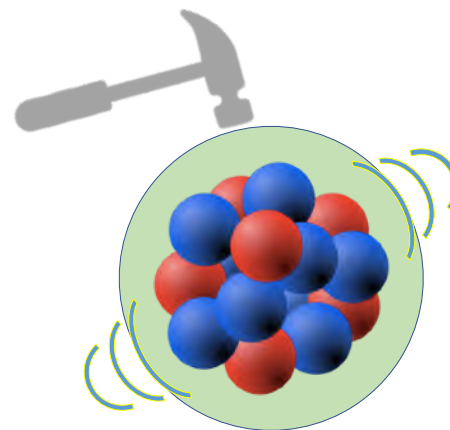
中性子星：中性子を中心にハドロン・レプトン

クオーク星：クオークだらけ？

巨視的多体系の性質は普遍的か？多様性を持つか？物質科学の核心に迫る道筋を核子系で開拓する。



加速器実験



中性子星の重さ=半径の関数？
どのくらい押しつぶされないか？

内部はさまざまな超流動？

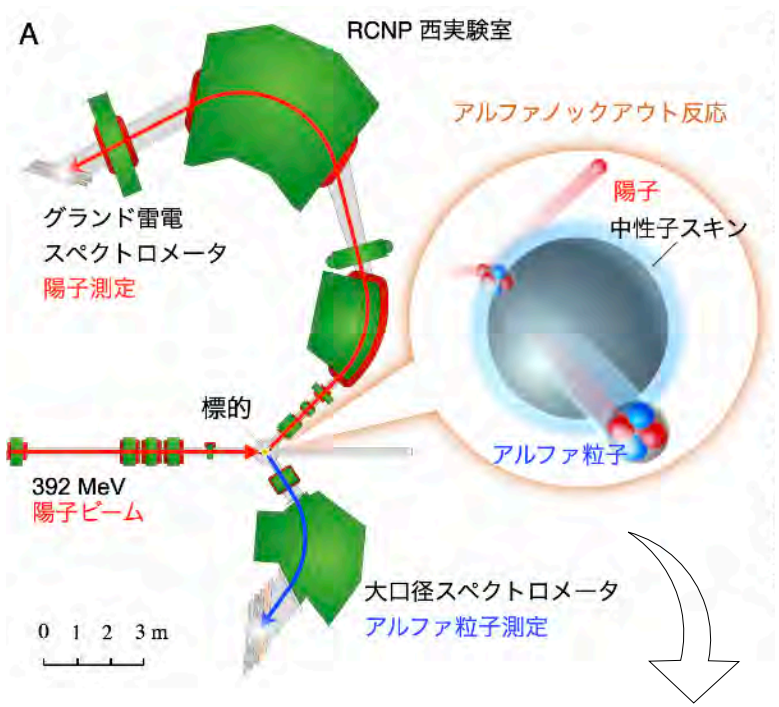
密度を揺らす

クーパー対密度を揺らす

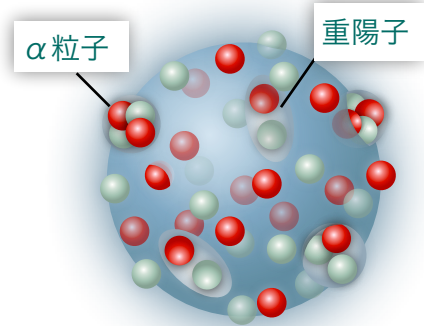
原子核中の音速（固さ）？

原子核表面からアルファ粒子を叩き出す! ~ 原子核新常識の確立を目指して ~

吹田RCNPにおける実験セットアップ



原子核の新常識





原子核の
古い常識



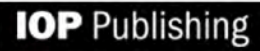
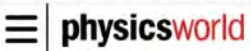
田中純貴

最近までアルファ粒子が原子核表面に析出することは分かっていませんでした。様々な原子核の表面にアルファ粒子を発見して、この現象が、あらゆる原子核に共通の普遍的な性質であるという新常識の確立を目指します。

新常識により見えてくる新たな物質観



世界注目のデータを発信！



Today's headlines 26 Jan 2021



PARTICLE AND NUCLEAR | RESEARCH UPDATE

Alpha clusters found on neutron-rich surfaces of nuclei

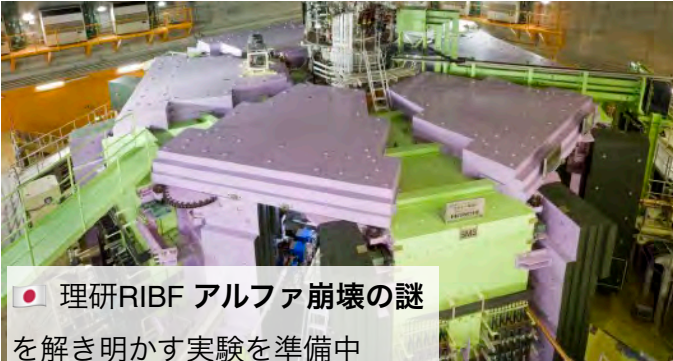


Science

WIDE EYE

SHUT

吹田RCNP加速器施設や理化学研究所のRIビームファクトリーを駆使して世界をリードする研究成果を出す



理研RIBF アルファ崩壊の謎

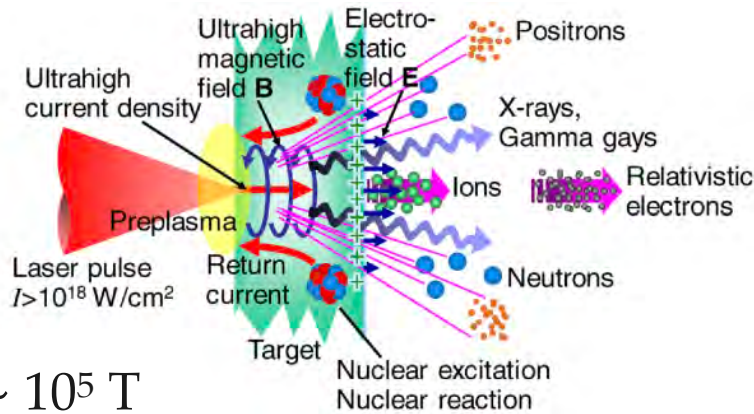
を解き明かす実験を準備中

高強度レーザープラズマ中の核反応



民井 淳

超高強度のレーザーを固体に照射すると高温プラズマが生じる



- ・ 超高磁場 $\sim 10^5$ T
- ・ 超高電場 $\sim 10^{13}$ V/m
- ・ 固体密度に近いイオン密度

高強度レーザープラズマからのガンマ線検出
極端環境下での核反応を調べる



J-KAREN-P
関西光科学研究所(QST)



製作@名大



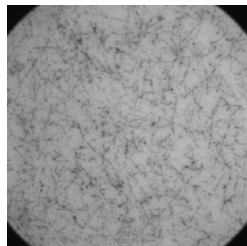
実験@京都



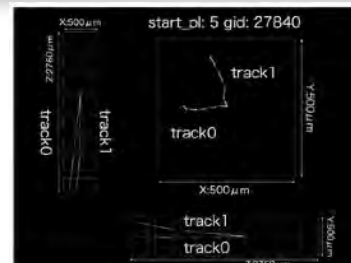
現像@岐阜大



解析@名大



原子核乾板(エマルジョン)



飛跡の検出(e^+e^- 対生成)

核反応を用いた三次元イメージング技術を開発する

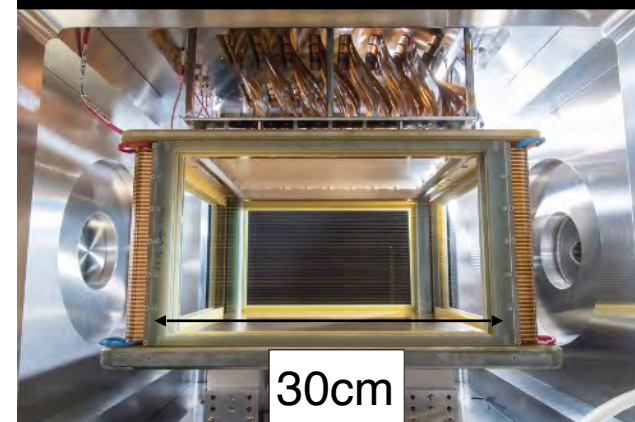


大田 晋輔

電荷を持たない粒子の測定は医学、工学応用に重要！
適度に透過し、適度に反応する

例) X線によるレントゲン、構造構造解析、中性子による非破壊検査、ガンマ線による土壌汚染検査、ミューオンによる地質・構造調査など
近年は中性子線によるがん治療応用も(BNCT)。

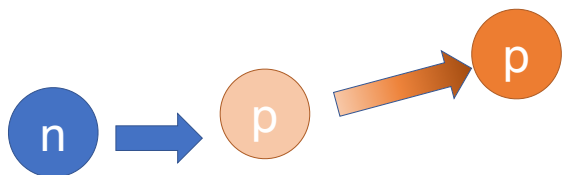
核反応三次元カメラの心臓部



TPC検出器@豊中

しかし、中性子線のエネルギー・空間分布の測定手法がない。
中性子線の素性を明らかにするイメージング装置を開発したい。

中性子は原子核反応を用いて陽子に変換することで検出可能。



核反応三次元カメラを用いることで、中性子線の三次元イメージングを目指す。

現在、基礎となるエネルギー測定を進めている

来れ！オタクたち！



大田晋輔 小林信之

将来



物理もいいけど、実験技術も磨きたい…
そんなあなたにデータ収集基盤室！



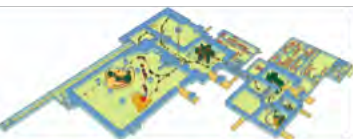
アットホームな
職場です！



世界でも有数のデータ
収集系開発拠点

技術導入
先の例

RCNP
サイクロトロン実験施設



J-PARC
Japan Proton Accelerator Research Complex
MARQスペクトロメータ

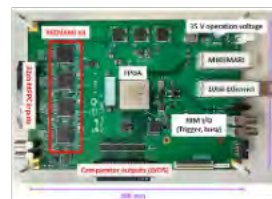


SPring8
LEPS2

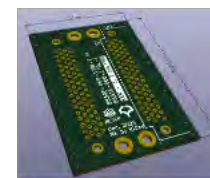


研究・開発項目

- ✓ 加速器実験で用いる最先端の
超高速データ収集系ソフトウェア
- ✓ 電子回路といったハードウェア etc…



速度検出器用基板
評価テスト &
FPGA開発



インピーダンス
評価基板製造

プログラム言語

Python, C++, JavaScript, etc…



設計ソフトウェア

KiCad, Fusion 360, OrCAD etc…



一般ソフトウェア

MS office, Adobe Suite, etc…



習得
可能な
スキル

手に職 → 進学・就職に有利
→ 研究者への近道

ライバルに差をつけろ!!

Contact: 民井研 小林信之、大田晋輔

核物理研究センター (実験時など)



豊中キャンパス(通常)

同位体科学棟
(研究室訪問)
H棟から徒歩2分!



吹田キャンパス



実験作業



海外グループとの共同実験

歓迎

研究室訪問1/28(火),29(水)

その他個別訪問・リモート・問い合わせも
歓迎します。

tamii@rcnp.osaka-u.ac.jp



物理学が好きで、自分の力でフロンティアの研究に挑戦したい!

研究室旅行₁₅

という気概のある学生さんを求む