

基礎原子核実験(民井)グループ

2022.6.11

民井 淳

放射線科学基盤機構

核物理研究センター・理学研究科物理学専攻兼任

基礎原子核物理グループ

民井グループ(核物理研究センター豊中分室)

超高エネルギー宇宙線、中性子星の構造など自然に潜む
謎に原子核実験を駆使して挑む



教授

民井 淳

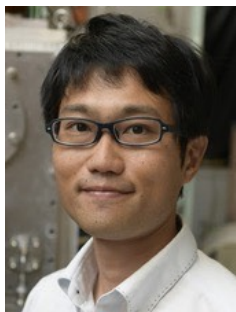
PANDORA Project

超高エネルギー宇宙線

元素合成

レーザープラズマ誘起核反応

電磁気応答と崩壊現象



准教授

大田 晋輔

PHANES Project

核子超流動と状態方程式

磁気分析器

3D核反応カメラ

中性子イメージング



助教

小林 信之

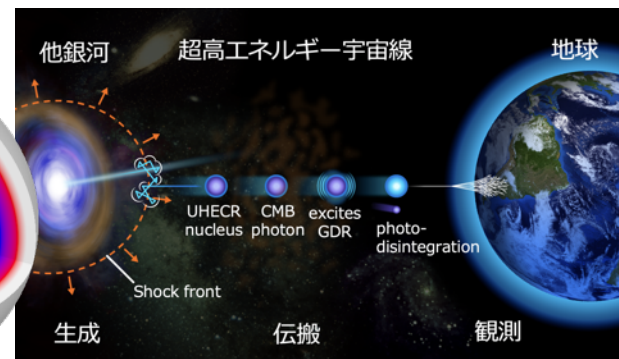
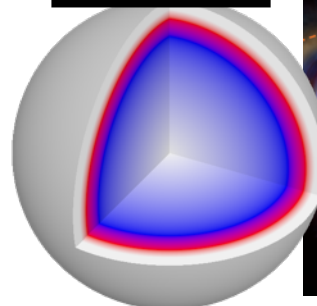
短寿命励起状態分光

高輝度同時計測

磁気分析器

高エネルギーガンマ線測定

中性子星



原子核と宇宙を結ぶ

超高エネルギー宇宙線はどこでどうまわれるのか？

1千兆ワットレーザーで試してみよう

原子核の電磁気応答ってどうなってるの？

宇宙初期の元素量はどうか決まったか？

中性子星(超巨大原子核)のなかでは何が起きているのだろう？

核子の超流動(壁を登る液体)を作ってみよう

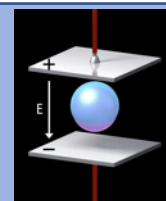
3D核反応カメラで核子物質の硬さを調べよう

中性子イメージングで世の中を見通してみたい

星の中で原子核はどんな形をしているのか？

原子核の短寿命状態の形を見たい

とびでてくる高エネルギーガンマ線を直接捉えたい



基礎原子核物理グループ

民井グループ(核物理研究センター豊中分室)
超高エネルギー宇宙線、中性子星の構造など自然に潜む
謎に原子核実験を駆使して挑む



教授

民井 淳

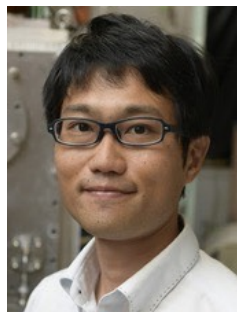
PANDORA Project

超高エネルギー宇宙線

元素合成

レーザープラズマ誘起核反応

電磁気応答と崩壊現象



准教授

大田 晋輔

PHANES Project

核子超流動と状態方程式

磁気分析器

3D核反応カメラ

中性子イメージング



助教

小林 信之

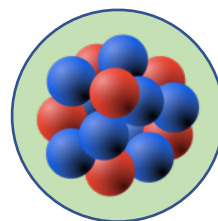
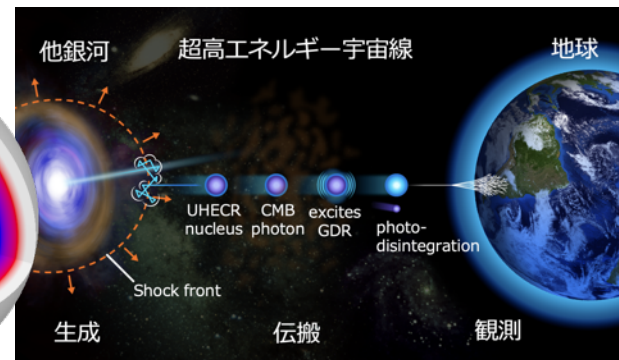
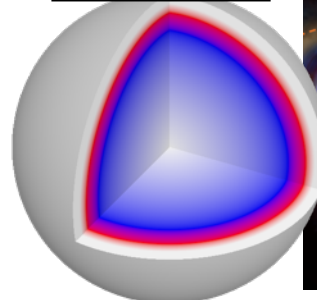
短寿命励起状態分光

高輝度同時計測

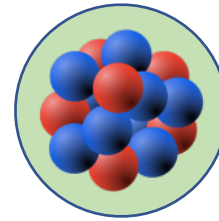
磁気分析器

高エネルギーガンマ線測定

中性子星



原子核実験を駆使する



3D核反応カメラ

アクティブ標的 CAT-M



大型位置検出器

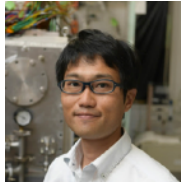


一緒に装置を開発し、原子核実験を行って
自然に潜む謎を解明しましょう

研究室メンバー

2021年度発足

民井淳(教授)



大田晋輔(准教授)

小林信之(助教)



井上梓(教務補佐員)

Viet Van Hoang Nguyen(D3)

新名嶺偉(M2)

井村友紀(B4)

富永浩介(B4)

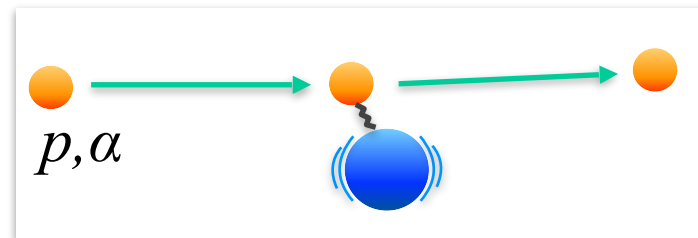
稲生衣里(秘書)

核物理研究センター
豊中分室

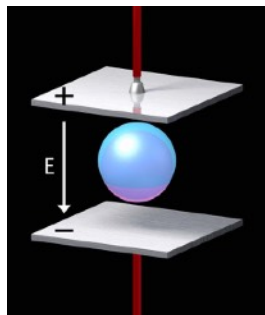
研究内容

- 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

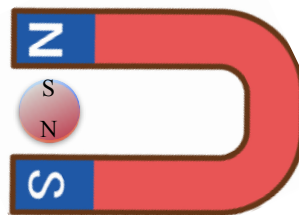
原子核の外場に対する反応を調べる



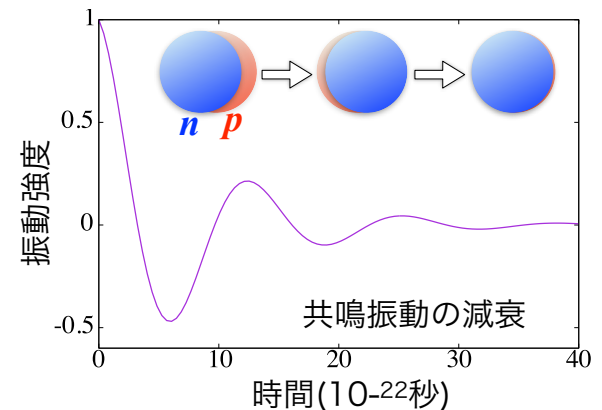
電氣的性質(電気分極率)



磁氣的性質(磁気感受率)

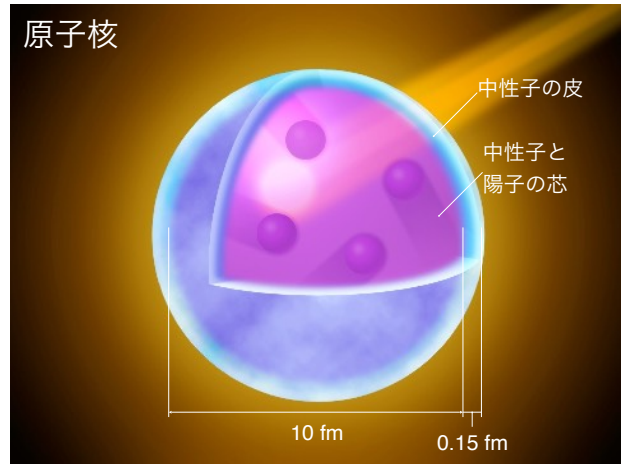


流體的性質(粘性率)



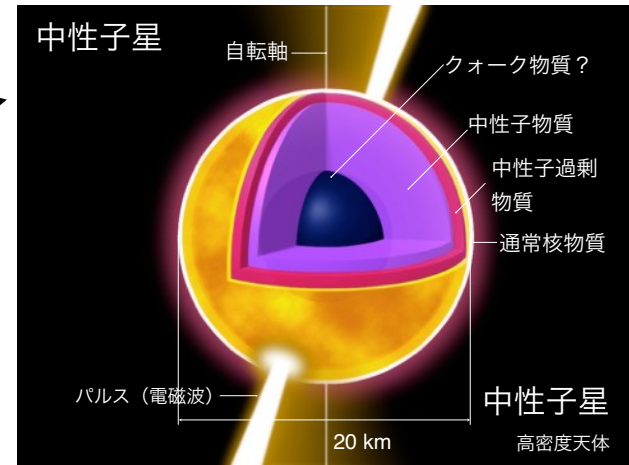
原子核の外場に対する反応を調べる

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

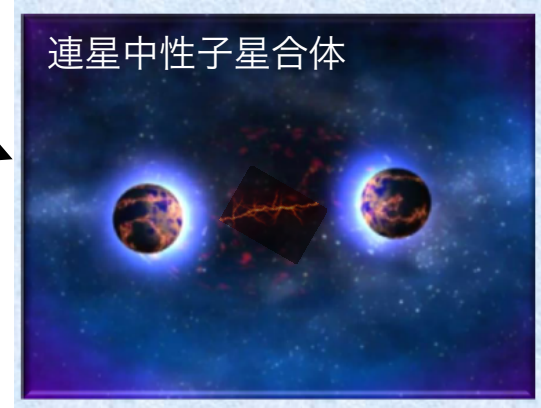


10^{18} 倍

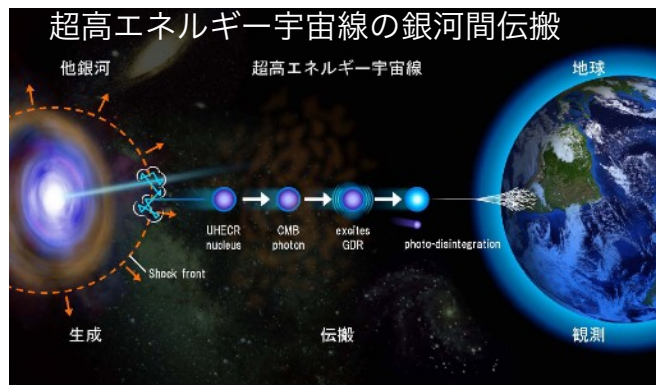
中性子星
の大きさ



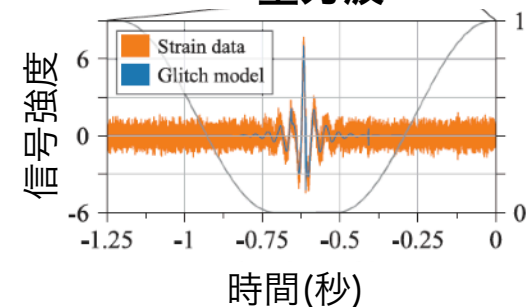
中性子星
の変形



光の吸収・分解

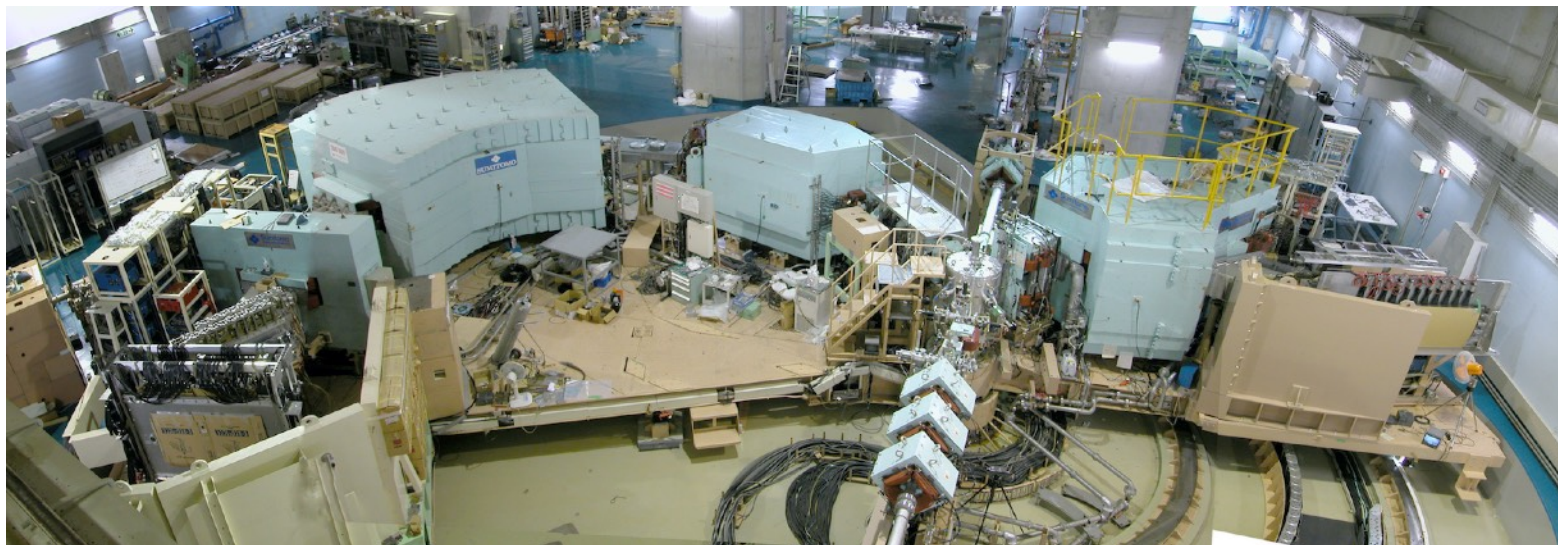


重力波



スペクトロメータ
グランドライデン

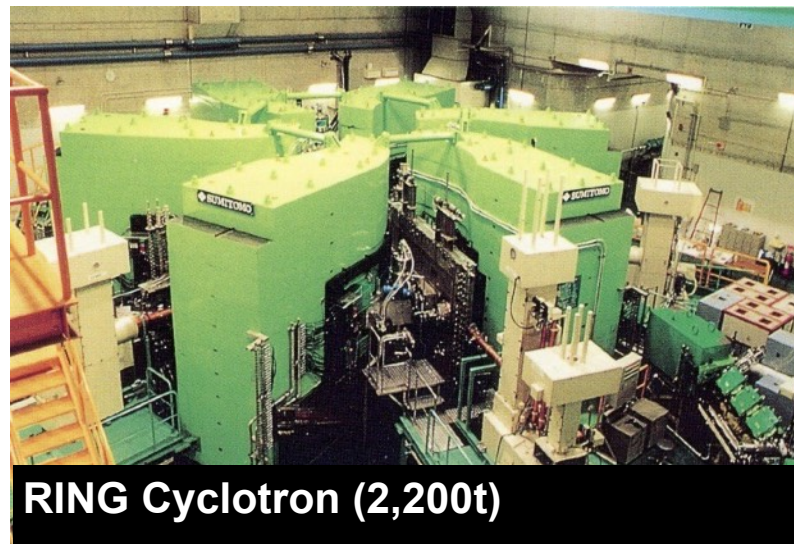
サイクロترون施設@吹田
大口径



ガンマ検出器



サイクロترون加速器



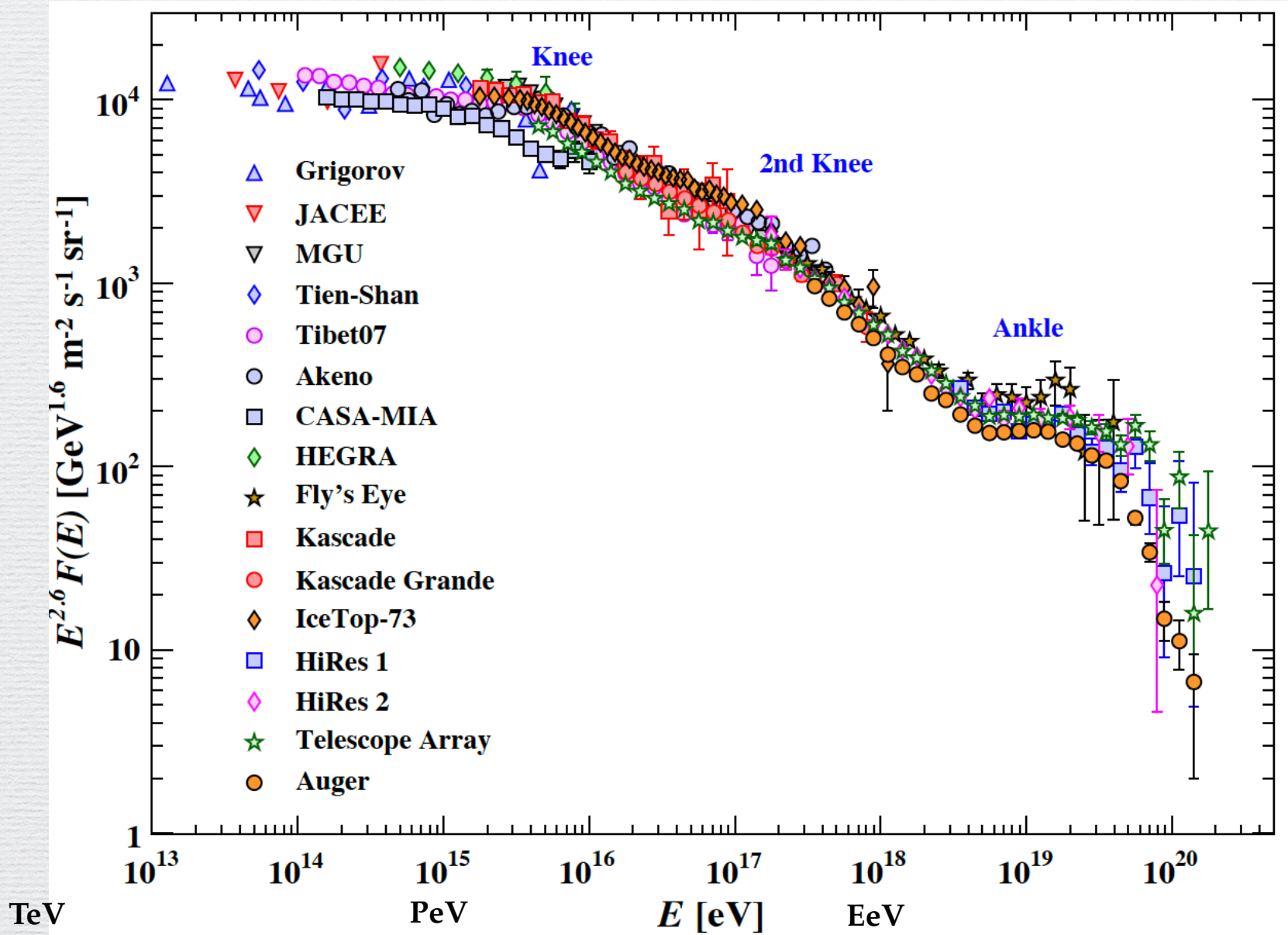
研究内容

- 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
- 高強度レーザープラズマ内での核反応の証拠
- 核反応を用いた三次元イメージング技術

学生さんの興味に従って研究内容を決める方針

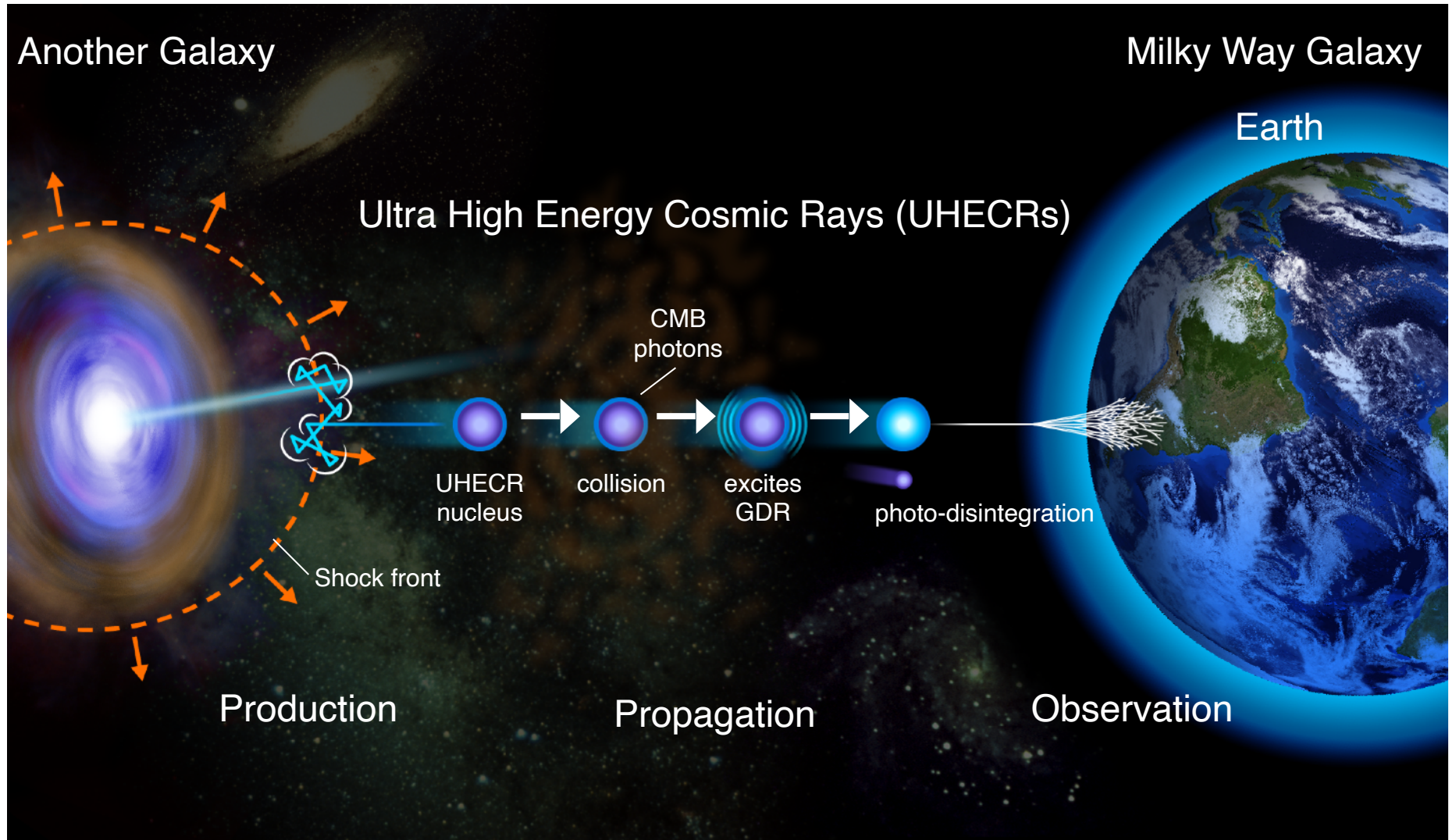
超高エネルギー宇宙線(観測データ)

[PDG2018]



超高エネルギー宇宙線の銀河間飛行

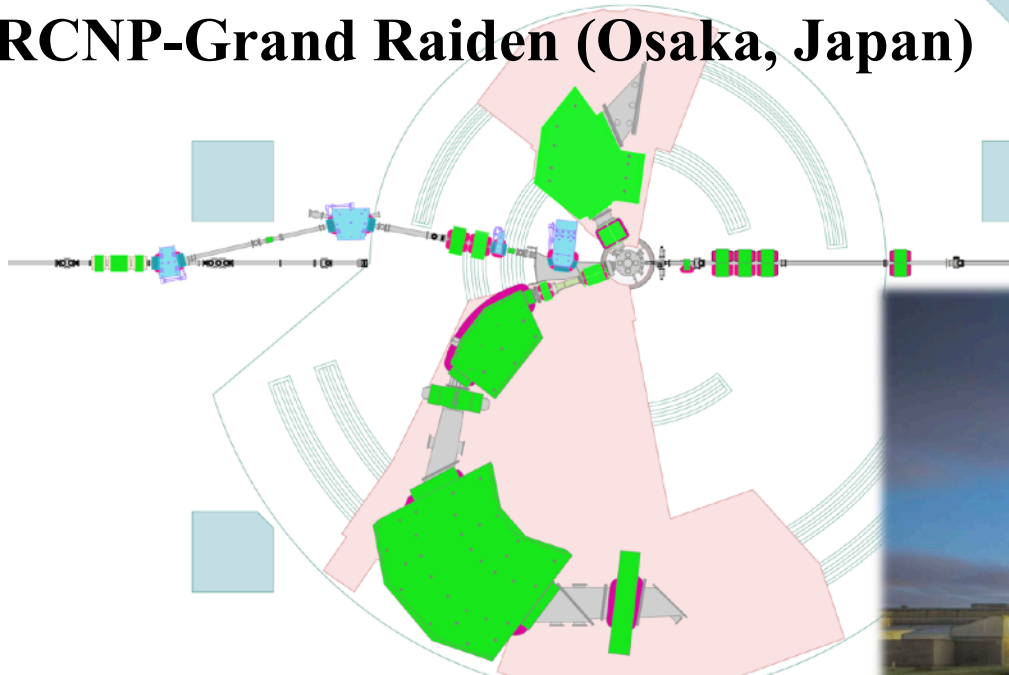
PANDORA プロジェクト



PANDORA Project

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

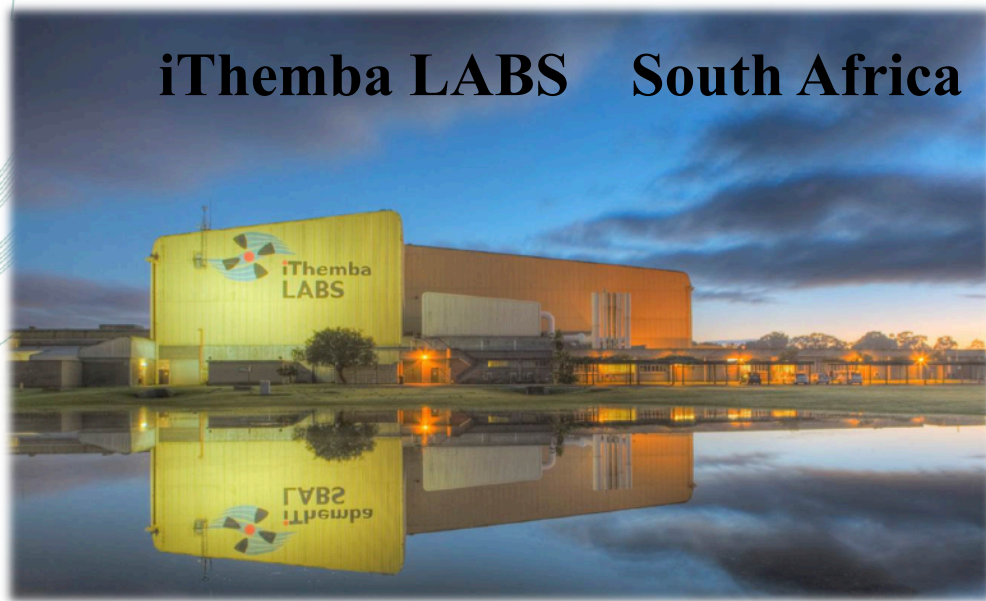
RCNP-Grand Raiden (Osaka, Japan)



ELI-NP (Romania)



iThemba LABS South Africa



日本、仏、独、伊、米、蘭、ルーマニア、南ア、ポーランド、ベルギー、印、中

核子だらけの世界で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～

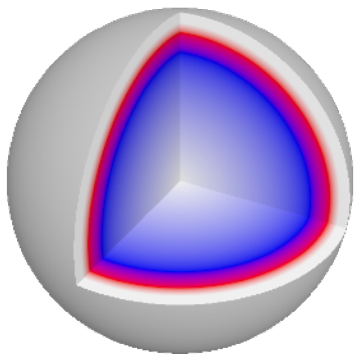
物質：ある構成要素がたくさん（アボガドロ数くらい）集まってできたもの（巨視的多体系）。
宇宙を広く見ると物質の構成要素は元素だけとは限らない！

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）

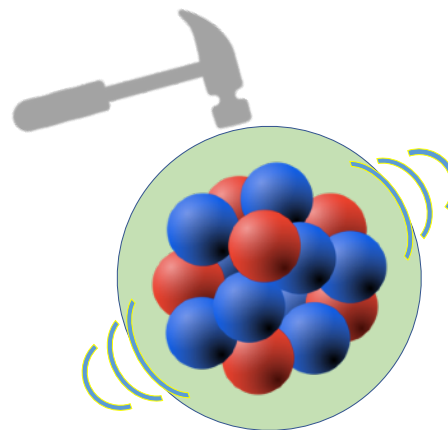
中性子星：中性子を中心にハドロン・レプトン

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？

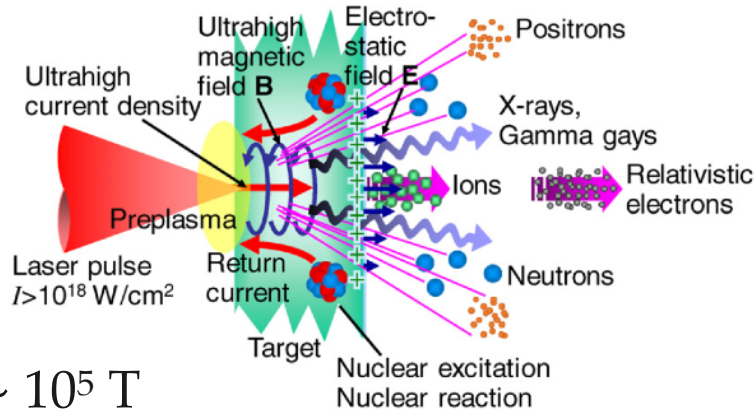
密度を揺らす

クーパー対密度を揺らす

原子核中の音速（固さ）？
南部モードとヒッグスモード
原子核ジョセフソン効果？

高強度レーザープラズマ中の核反応

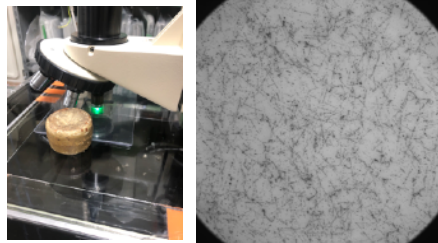
超高強度のレーザーを固体に照射すると高温プラズマが生じる



- ・ 超高磁場 $\sim 10^5 \text{ T}$
- ・ 超高電場 $\sim 10^{13} \text{ V/m}$
- ・ 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手段に

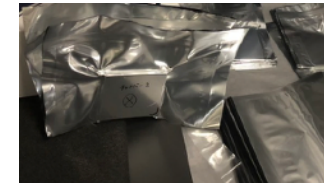
本年度の特別研究



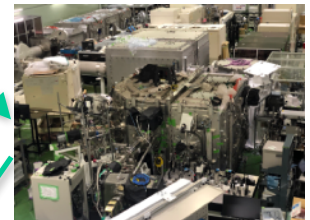
原子核乾板(エマルジョン)



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

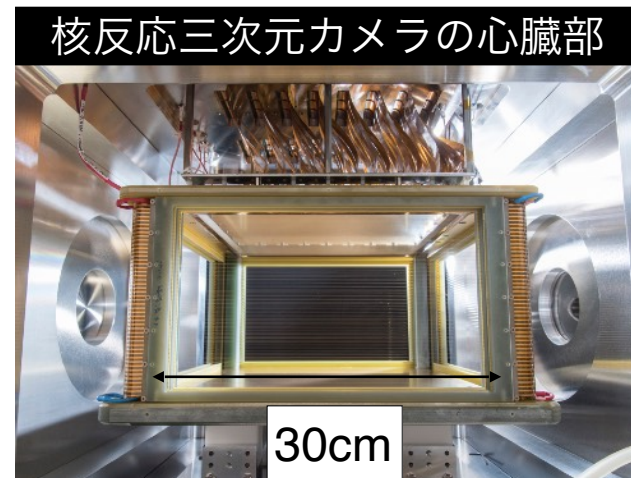


解析@名大

核反応を用いた三次元イメージング技術を開発する

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

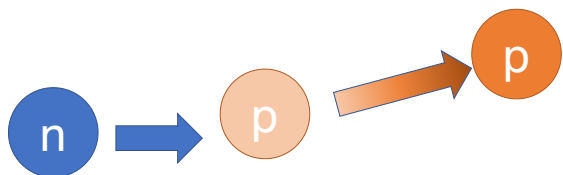
例) X線によるレントゲン、構造構造解析、中性子による非破壊検査、ガンマ線による土壌汚染検査、ミューオンによる地質・構造調査など
近年は中性子線によるがん治療応用も(BNCT)。



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

核物理研究センター (実験時など)



豊中キャンパス(通常)

J棟3F(今)

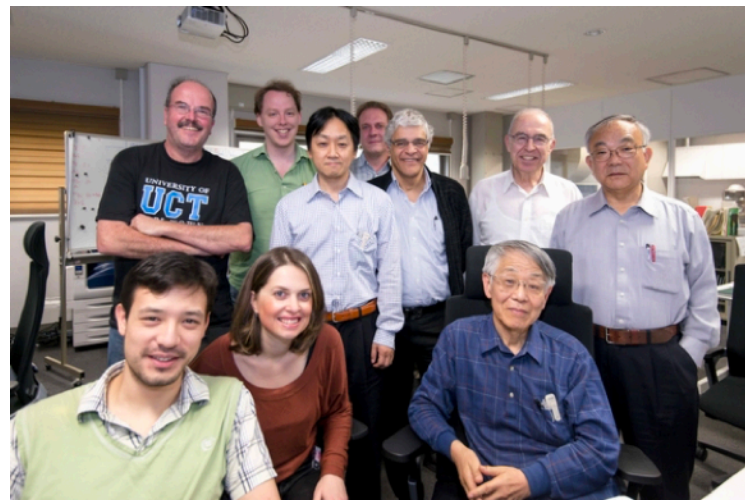
新棟へ移動
4月～



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

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



合同研究室旅行

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!

という学生さんを望む