

原子核科学研究センター (Center for Nuclear Study) の研究紹介



理学系研究科

郡司 卓

Wien Filter

CNS low-energy radioactive
ion beam separator

F2

beam

F1

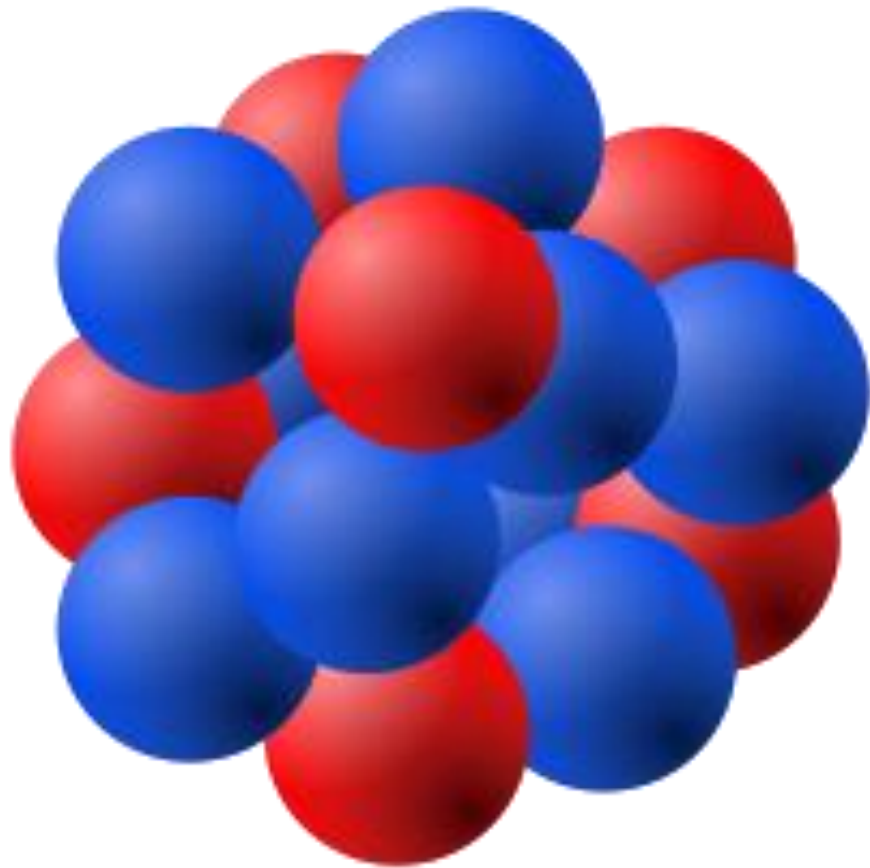
D2

D1

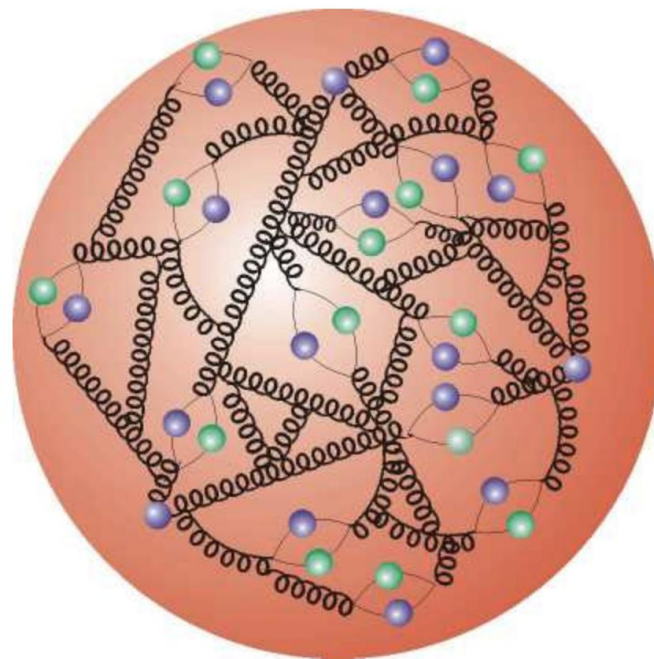
A2 サブコース合同 大学院入試ガイダンス 2022

原子核物理

原子核 = 陽子と中性子の集まり 核子 = クォークとグルーオンの集まり



https://en.wikipedia.org/wiki/Atomic_nucleus



https://www.desy.de/news/news/archive_before_2010/2004/partphys_0710/index_eng.html

原子核物理

- 「クォークや核子の多体系の物理」

マクロな数の要素（量子）が集まり、相互作用をすることによって、初めて発現する現象の探求

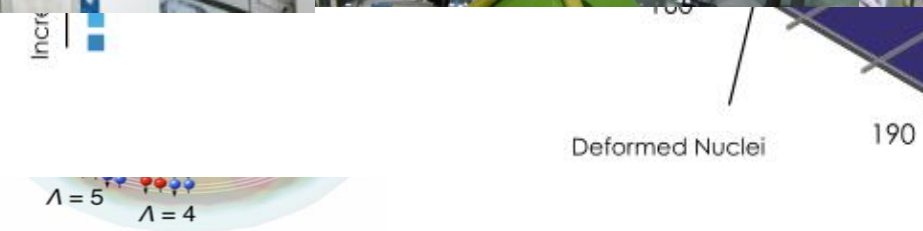
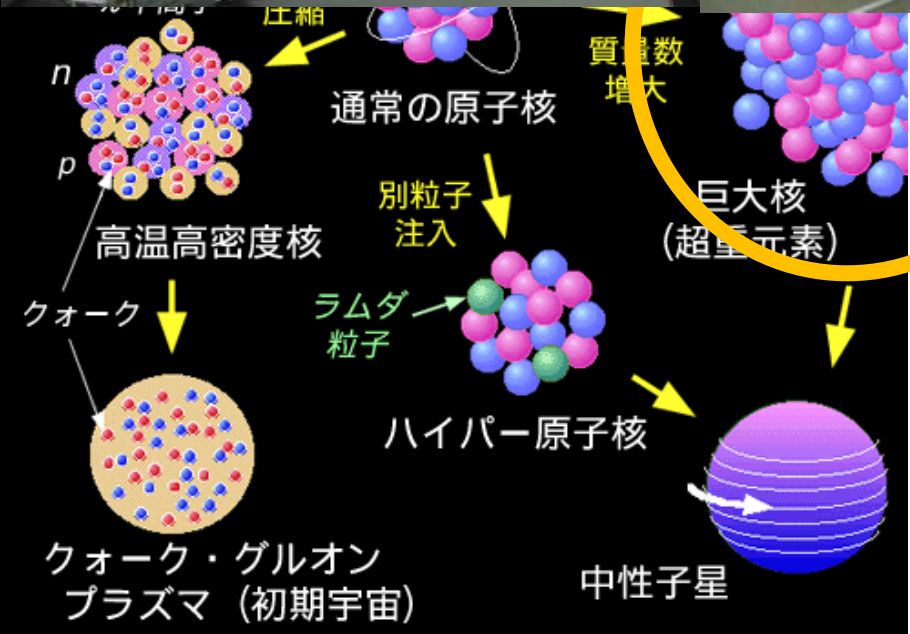
個々の要素の基礎理論(例、量子(色)力学)だけでは記述できない、予想をも超える新たな発見の物理
「多様性と創発性」

多体系がもたらす豊かな現象を解明する

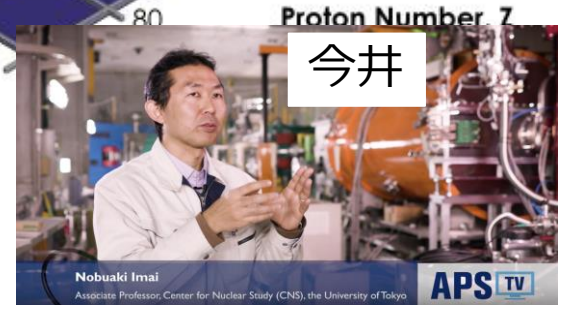
<https://www2.kek.jp/ja/newskek/2005/marapr/J-PARC3.html>

一原子核物理学の最先端

Spontaneous Fission

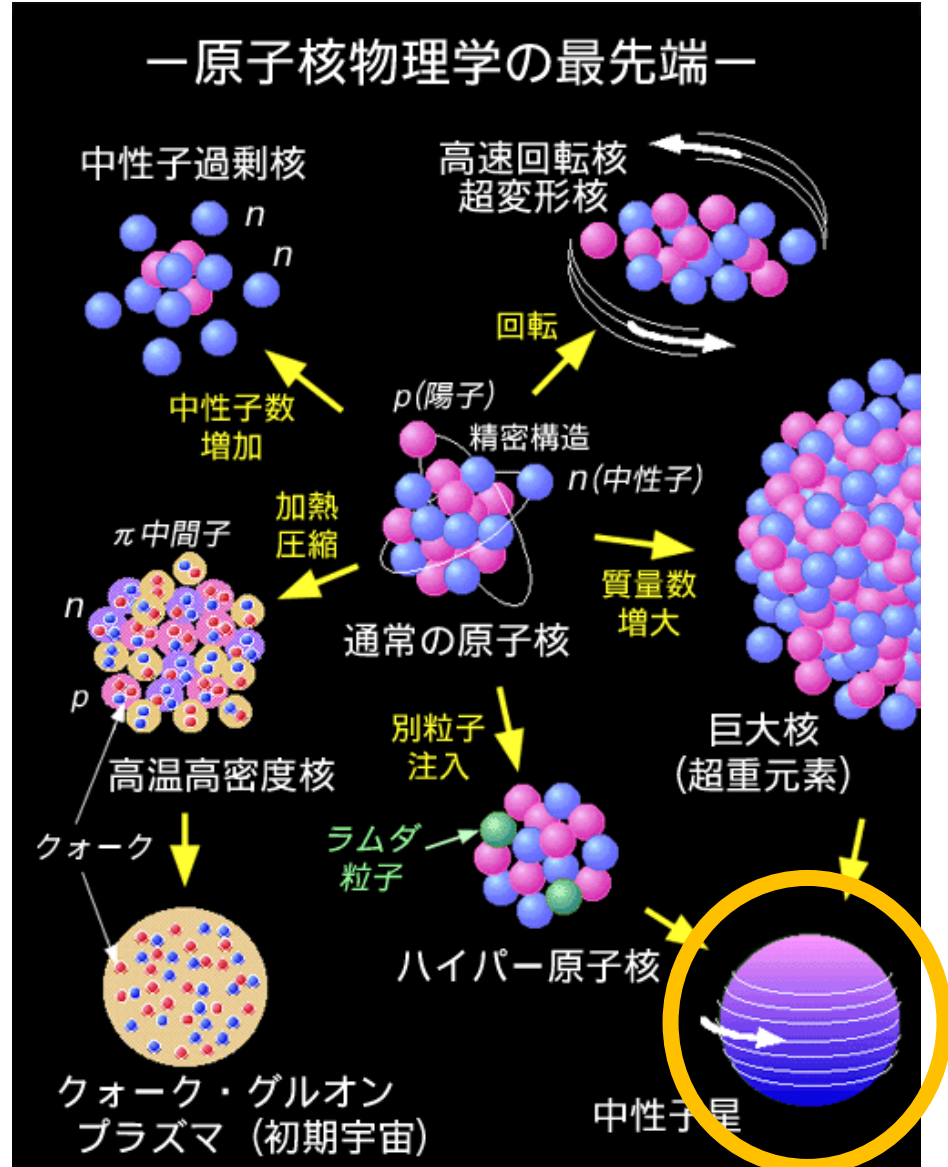


新奇な集団運動の創発
 新しい核構造
 未知の集団モード
 量子相転移
 究極の超重原子核と安定の島



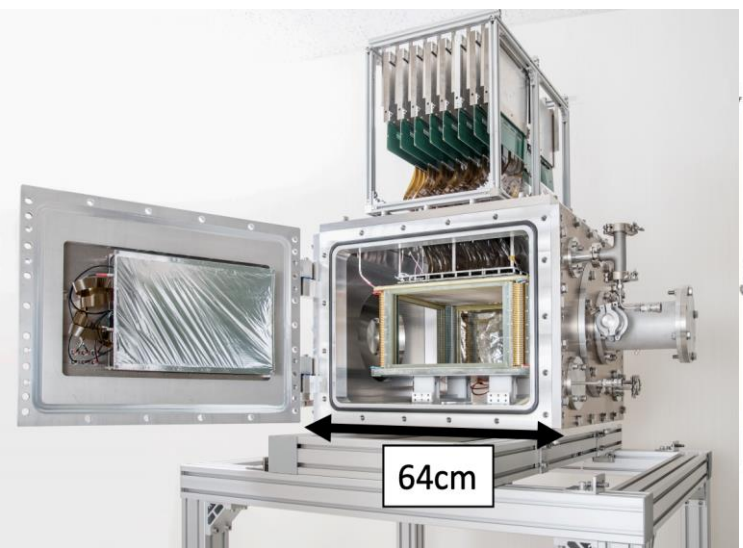
多体系がもたらす豊かな現象を解明する

<https://www2.kek.jp/ja/newskek/2005/marapr/J-PARC3.html>



中性子星の内部構造を原子核反応から理解する

- 原子核の新しい様相
 - 核子対凝縮、超流動
- 原子核の巨視的性質
 - EoS、圧縮率

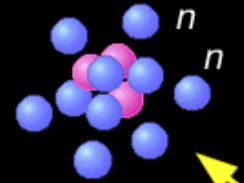


多体系がもたらす豊かな現象を解明する

<https://www2.kek.jp/ja/newskek/2005>

—原子核物理学—

中性子過剰核



中性子数増加

高速超



通常の原子

π 中間子

加熱圧縮

別粒子注入

クォーク

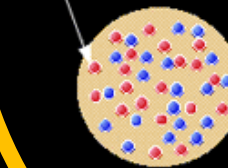
高温高密度核

ラムダ粒子

ハイパー原子核

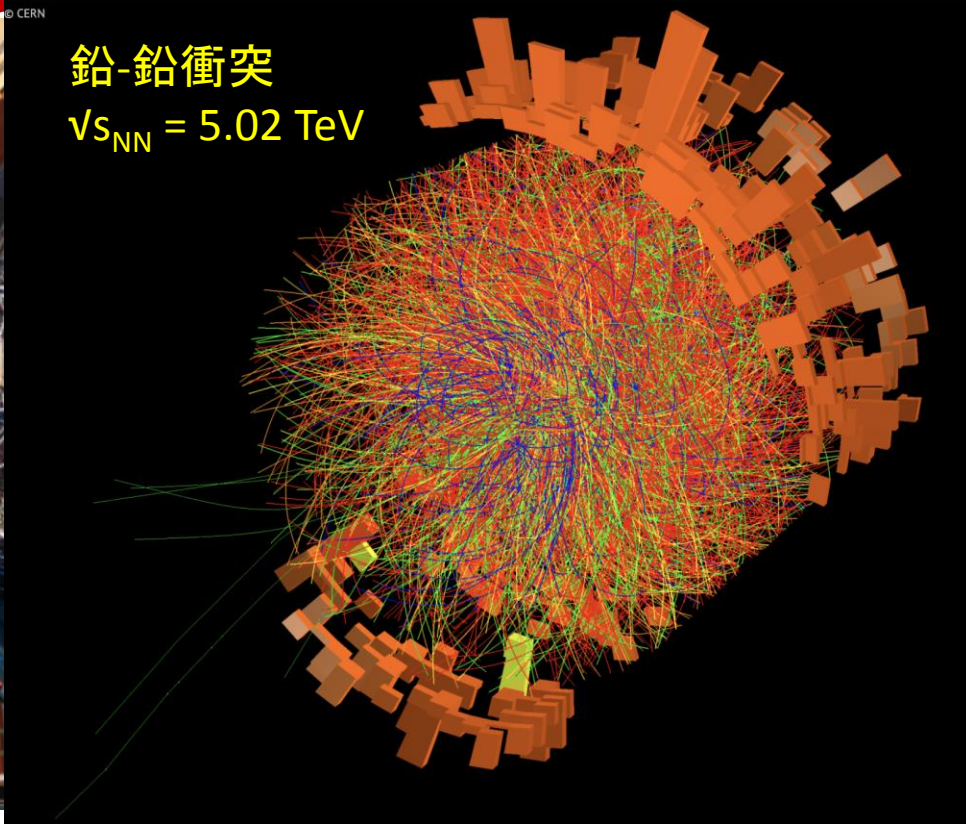
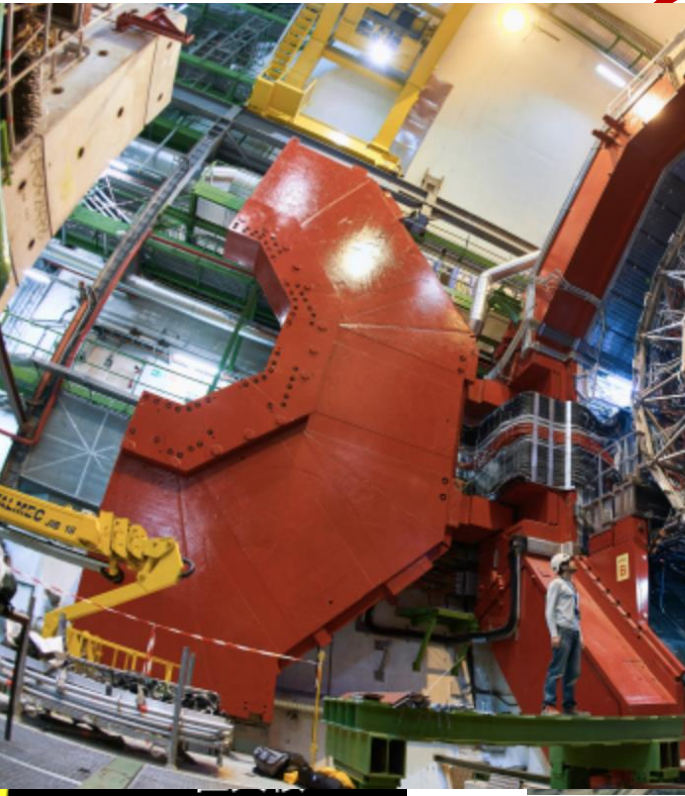
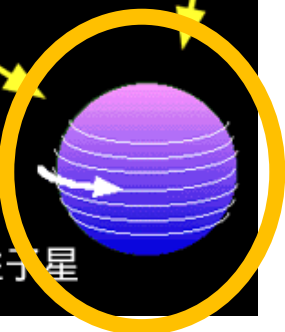
(超重元素)

クォーク



クォーク・グルオンプラズマ (初期宇宙)

中性子星



鉛-鉛衝突

$v_{NN} = 5.02 \text{ TeV}$

高温QGPの物性
高密度QCDの相構造と相転移
新物質相・カラー超伝導相の探索
初期宇宙・中性子星内部構造



郡司



Taku Gunji
Associate Professor, Center for Nuclear Study (CNS), the University of Tokyo

APS TV

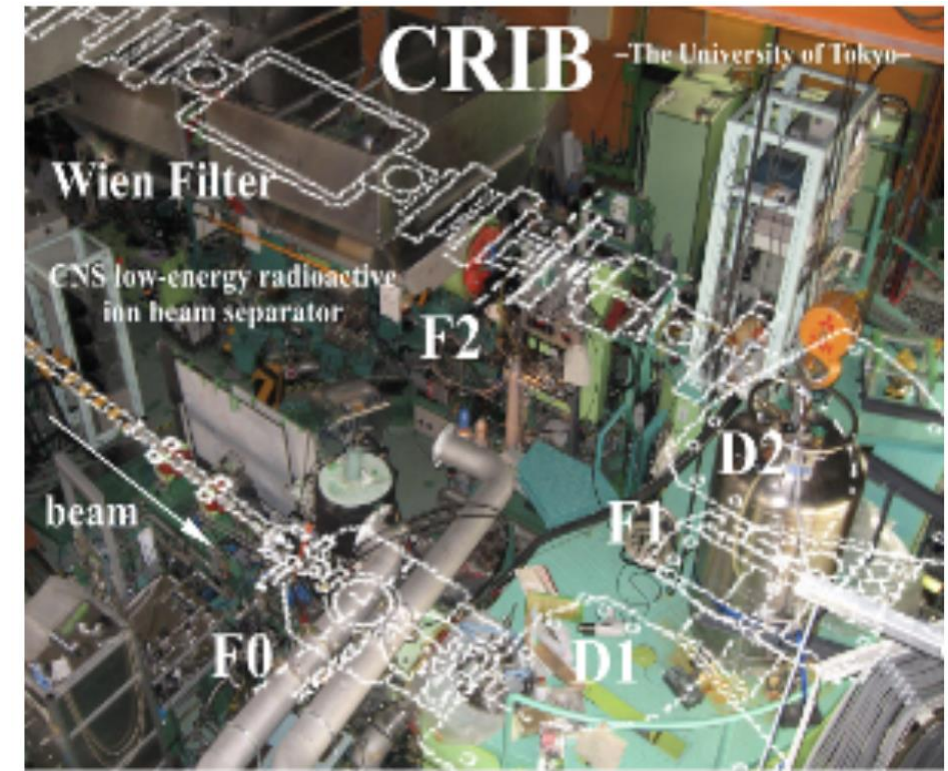
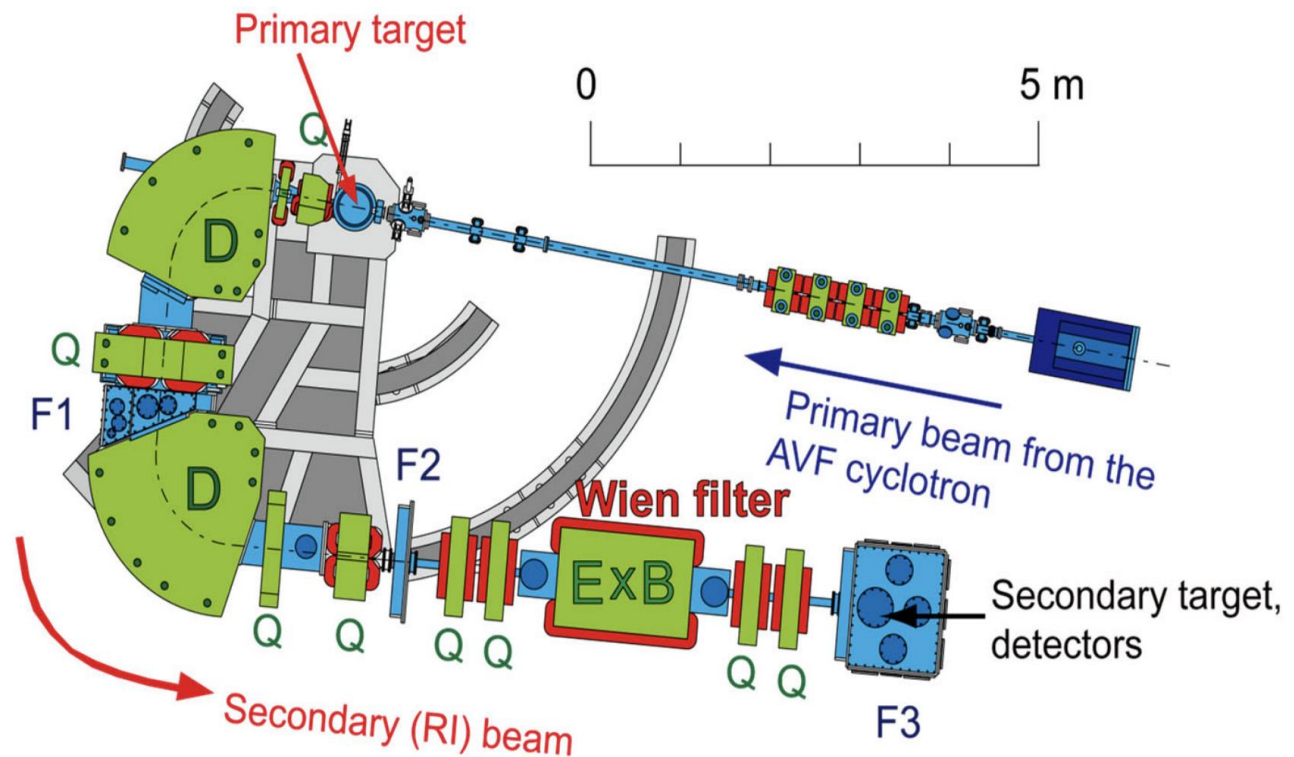
物質優勢宇宙とその創生史の解明

天体における元素合成・エネルギー生成
銀河からやってくるガンマ線の起源

索
題

Radius of the Visible Universe

Quantum
fluctuations



ク
核物

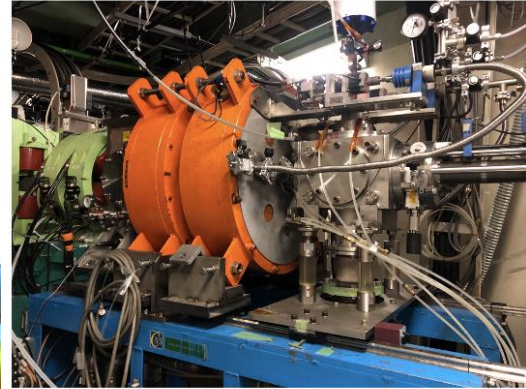
郡



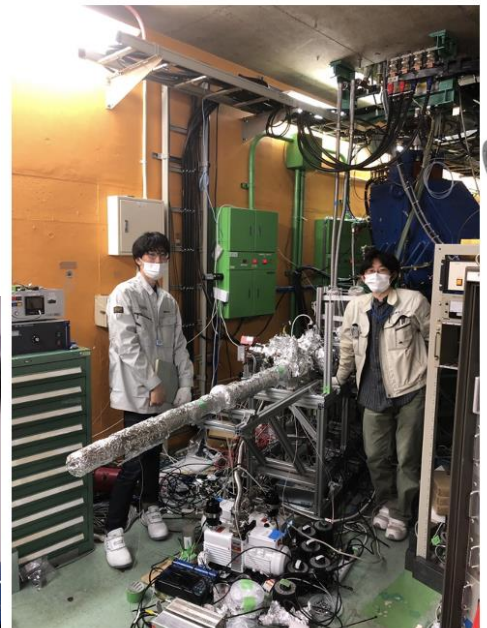
原子核の性質から宇宙の元素の起源へ

物質優勢宇宙とその創生史の解明

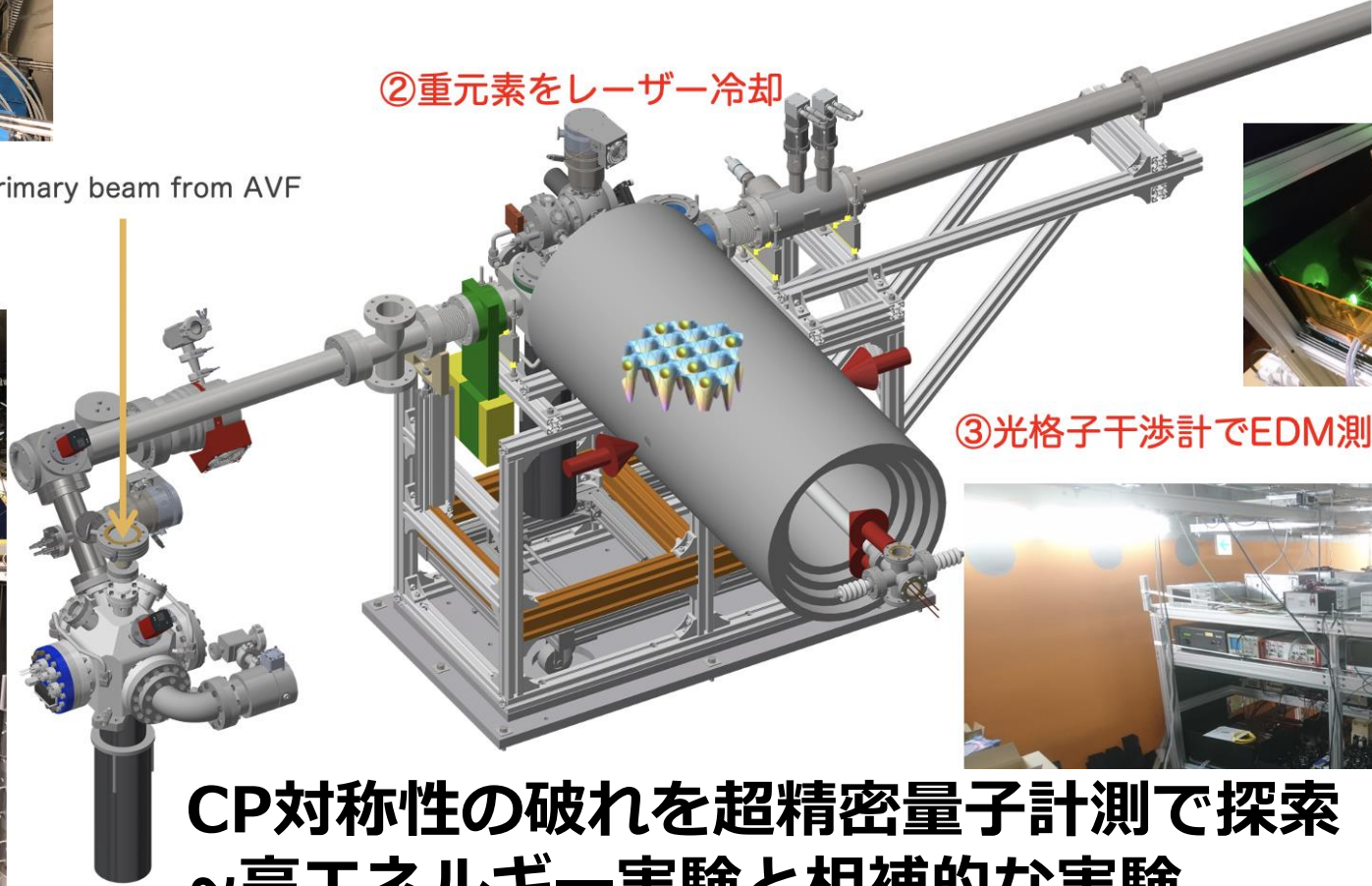
- 原子核反応による重元素生成・レーザー冷却・トラップ
- 光格子干渉計による精密分光実験
- 加速器（イオン源）・レーザー（原子冷却）・量子計測（原子干渉計）の開発



①核融合反応で重元素生成



Primary beam from AVF

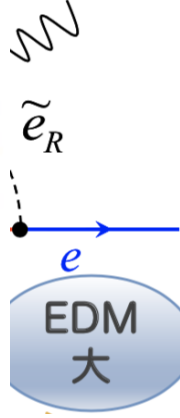


②重元素をレーザー冷却

③光格子干渉計でEDM測定



CP対称性の破れを超精密量子計測で探索
 ~高エネルギー実験と相補的な実験



発見
 顕微鏡
 定~

大学院教育

修士課程：多様な技術の習得

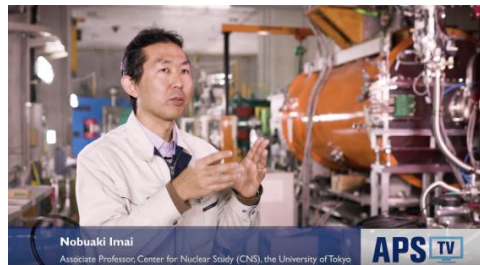
- 実験技術開発、最先端検出器・データ収集系の開発
- 様々な実験への参加（検出器準備、コミッショニング、運用）
- データ解析

博士課程：国際的な研究者への育成

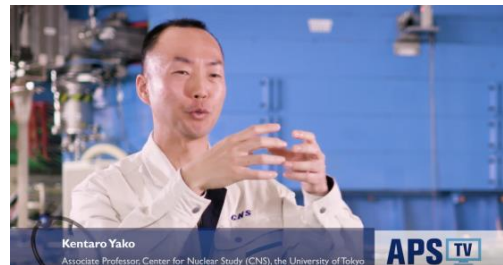
- 本人が主となる実験の立案、開発、コーディネート
- 海外での研究、長期滞在(CERN-ALICE実験)
- 教授2, 准教授3, 講師1
- ポスドク12, 大学院生11



酒見
(基本対称性)



今井
(核構造ダイナミクス)



矢向
(エキゾチック核反応)



郡司
(クォーク物質)



山口
(宇宙核物理)

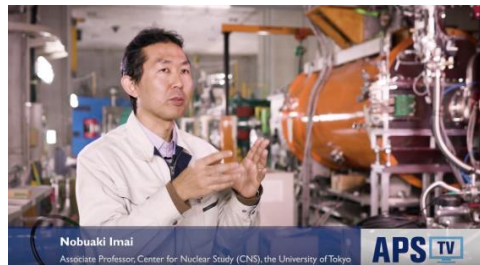
まとめ

原子核科学研究センターの研究

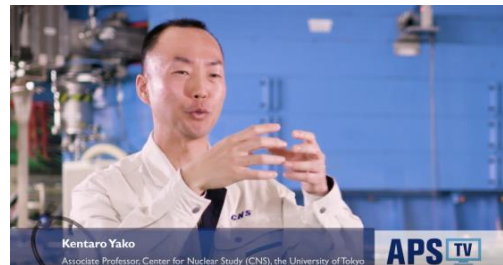
- 原子(eV)~原子核(MeV)~クォーク(GeV-TeV)に至る量子多体系の物理
- **個の要素の重ね合わせでは記述できない、新しい現象・状態・物質の発見と新たな物理法則の探索**
 - クォークから原子に至る様々な階層間の普遍性
 - 宇宙における物質優勢創生史



酒見
(基本対称性)



今井
(核構造ダイナミクス)



矢向
(エキゾチック核反応)



郡司
(クォーク物質)



山口
(宇宙核物理)

最後に

- CNSのホームページ: <https://www.cns.s.u-tokyo.ac.jp>
- 本日のパラレルセッション: <https://indico2.cns.s.u-tokyo.ac.jp/event/158>
- APS-TVによるCNS紹介ビデオ: <https://www.youtube.com/watch?v=UBYXOb1YF9c>

CNS GUIDANCE 2021

What's CNS ???

CNSは、原子核科学研究センターの略称です。東京大学大学院理学系研究科附属の施設として、理化学研究所加速器施設との共同事業を中心に、重イオンビームを用いた原子核物理学や加速器科学など周辺の応用分野を含む重イオン科学の研究を推進しています。また、高エネルギー重イオン衝突実験国際共同研究を推進し、クォーク物理に関する研究も行っています。

物質創成の
起源・進化を探り、
物質階層の普遍性を
解明する

