

はじめに

2019年8月24日 大阪大学南部ホール

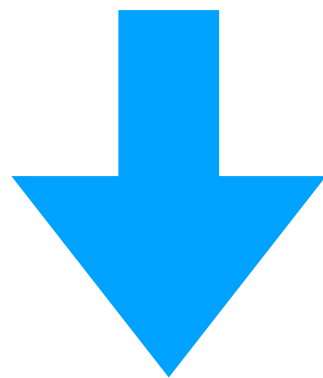
FY2014-2018

宇宙の歴史をひもとく地下素粒子原子核研究

Revealing the history of the universe with
underground particle and nuclear research

「地下素核」

<http://www.lowbg.org/ugnd/>



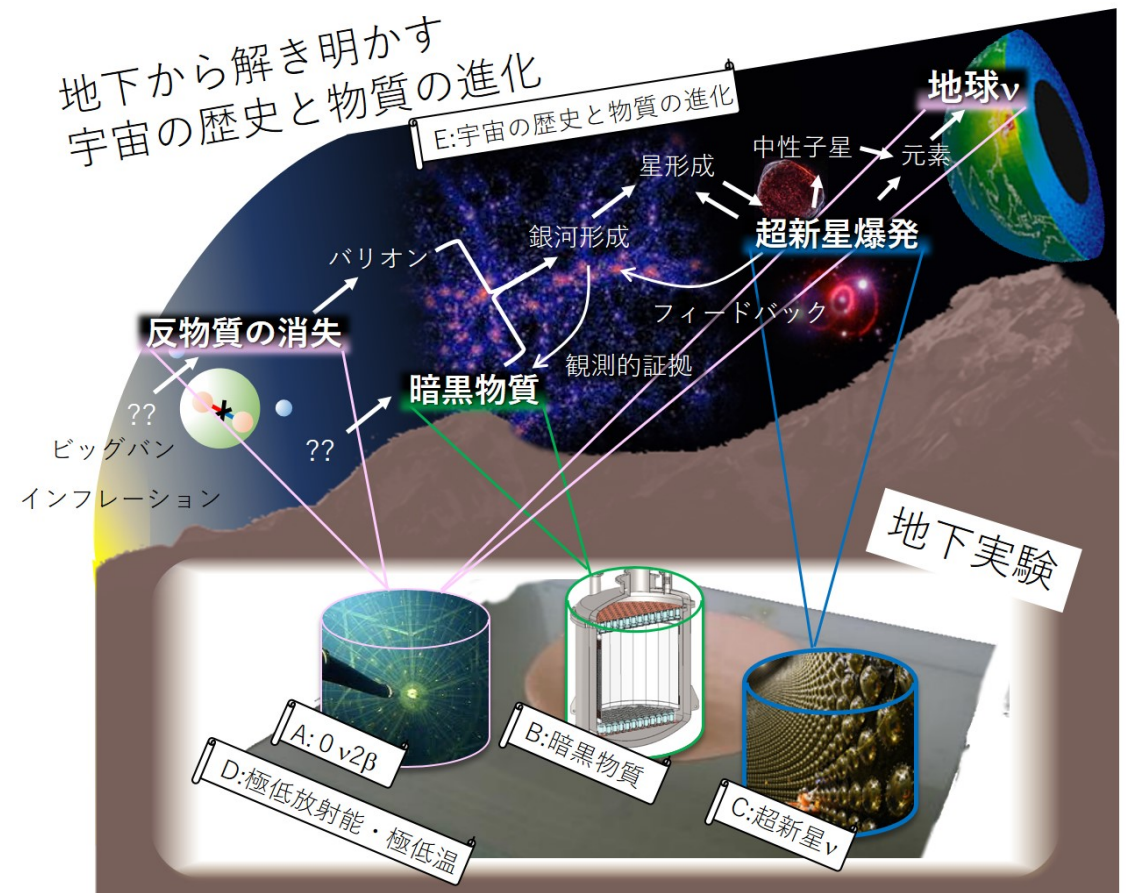
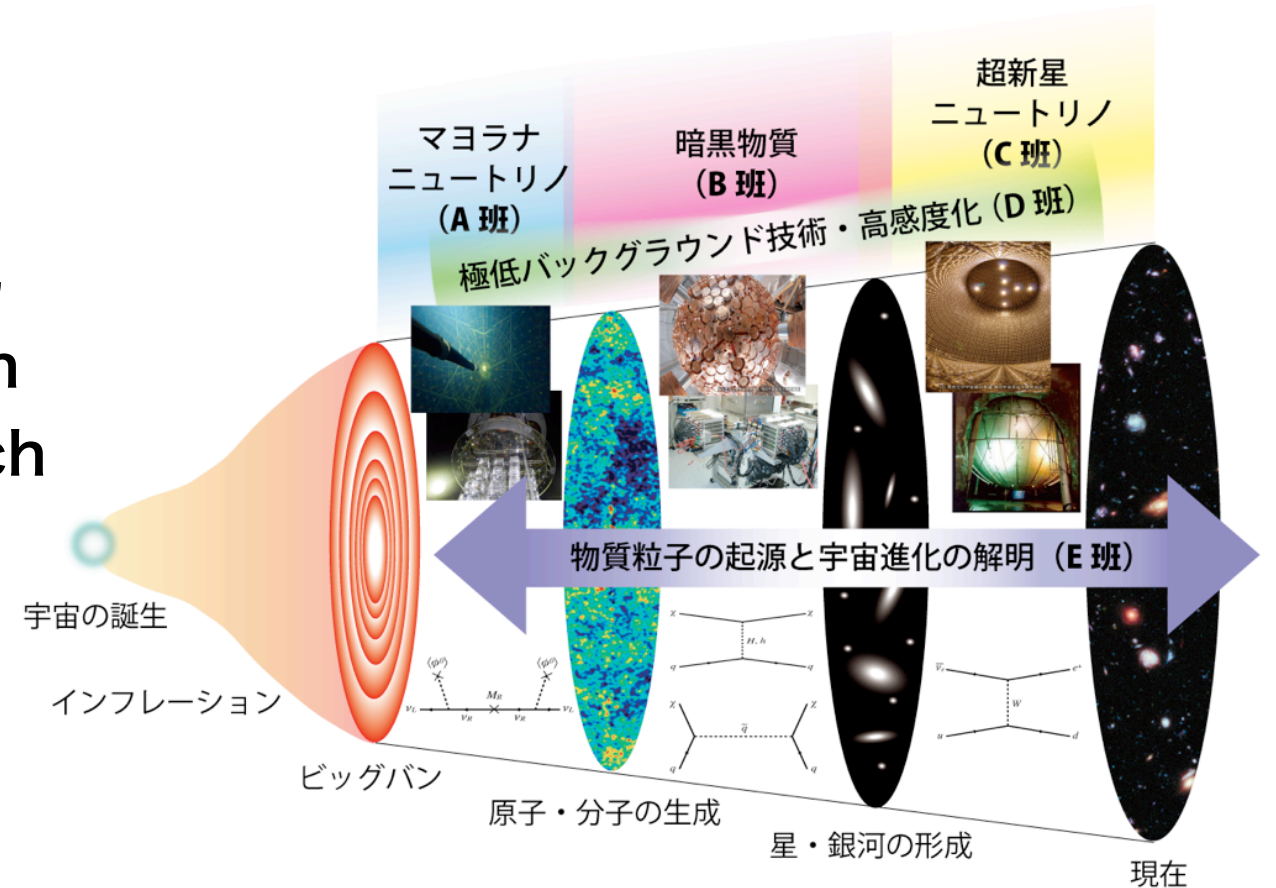
FY2019-2023

地下から解き明かす宇宙の歴史と物質の進化

Unraveling the history of the universe and
matter evolution with
underground particle physics

「地下宇宙」

<http://www.lowbg.org/ugap/>

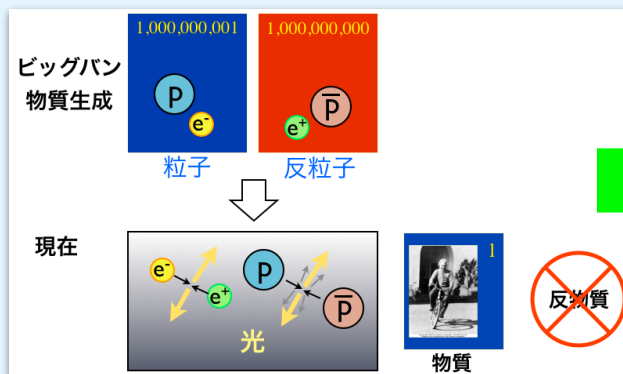


地下宇宙研究の目標と重要性

宇宙の歴史と物質の進化を

$\frac{138\text{億年}}{10^{-37}\text{秒}} = 54\text{桁の時間スケール}$ 、 $\frac{10^{10}\text{GeV}}{2.7\text{K}} = 22\text{桁の温度スケール}$ 、
 $\frac{3\text{Gpc}}{(10^{10}\text{GeV})^{-1}} = 51\text{桁の距離スケール}$ 、を紡いで解き明かす。

誕生



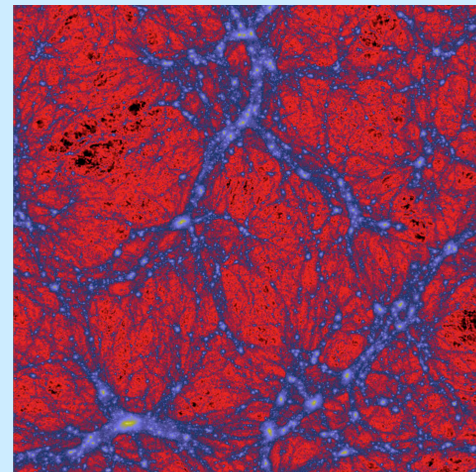
物質生成
ビッグバン元素合成

宇宙物質優勢の謎

物質はどこから
来たのか？

宇宙・素粒子の大問題

成長

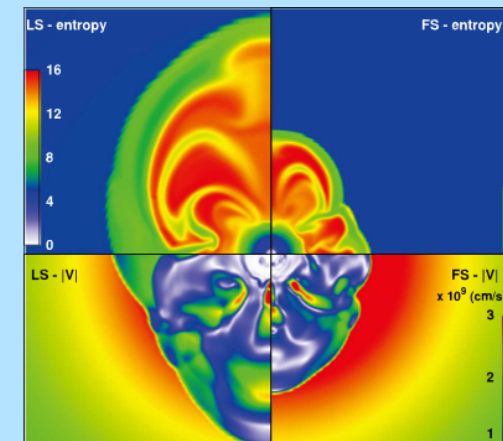


構造形成
銀河形成

暗黒物質の謎

星・銀河はどのように
作られたのか？

爆発

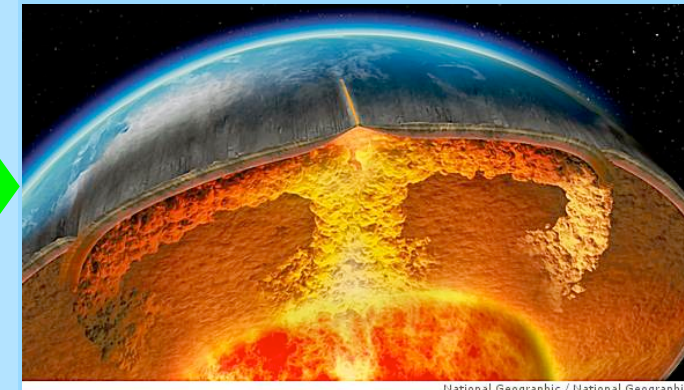


星形成
中重元素・重元素生成
元素の放出・集積

化学進化の謎

元素はどのように
作られたのか？

現在



太陽系形成
地球形成
地球ダイナミクス

地球始源隕石の謎

マントル対流の謎

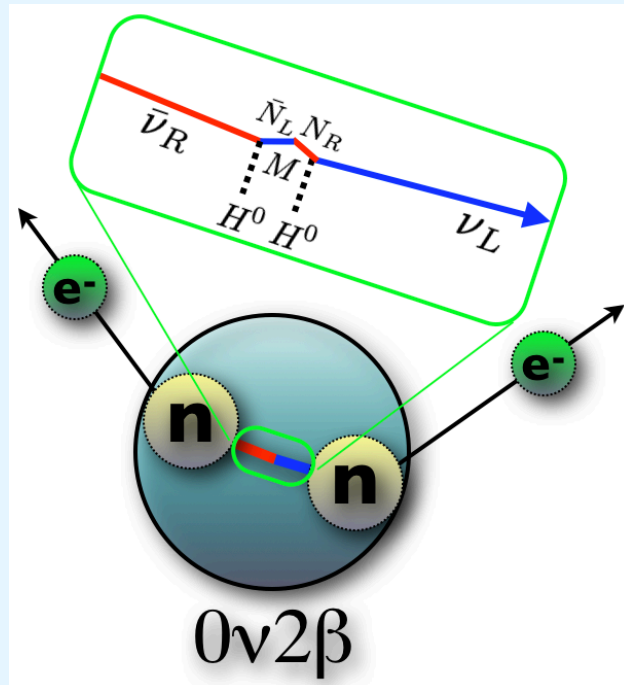
どう地球に行き着いたのか？

地球科学の大問題

地下での宇宙研究は138億年の各時代の重要な研究を展開しています。

誕生

宇宙物質優勢の謎



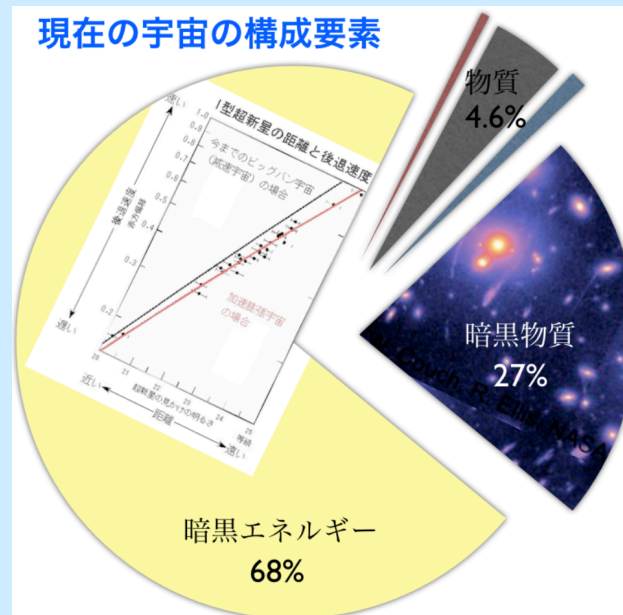
マヨラナ性の検証

唯一現実的な $0\nu 2\beta$ 探索

10^{26} 年以上の寿命

成長

暗黒物質の謎

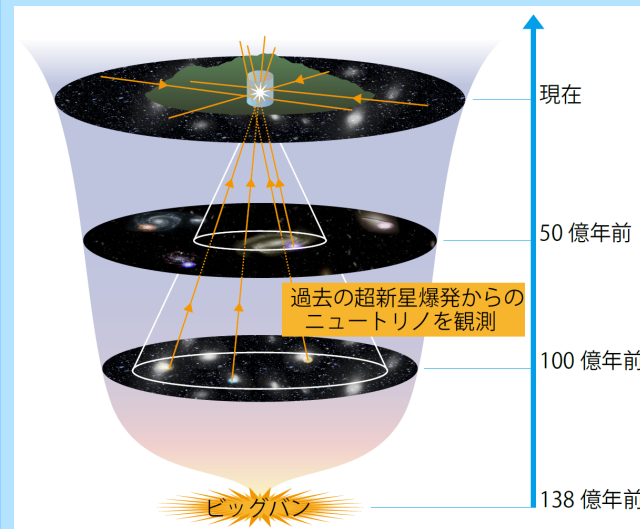


暗黒物質の直接探索

10^{-48}cm^2 の断面積

爆発

化学進化の謎

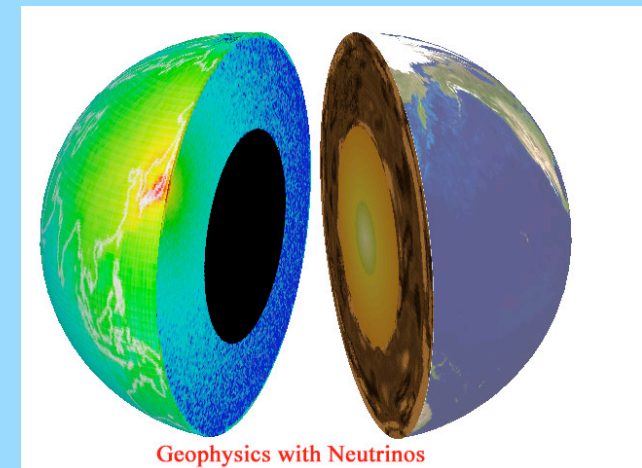


超新星(背景)
ニュートリノ観測

検出が難しいニュートリノの観測

現在

地球始源隕石の謎
マントル対流の謎

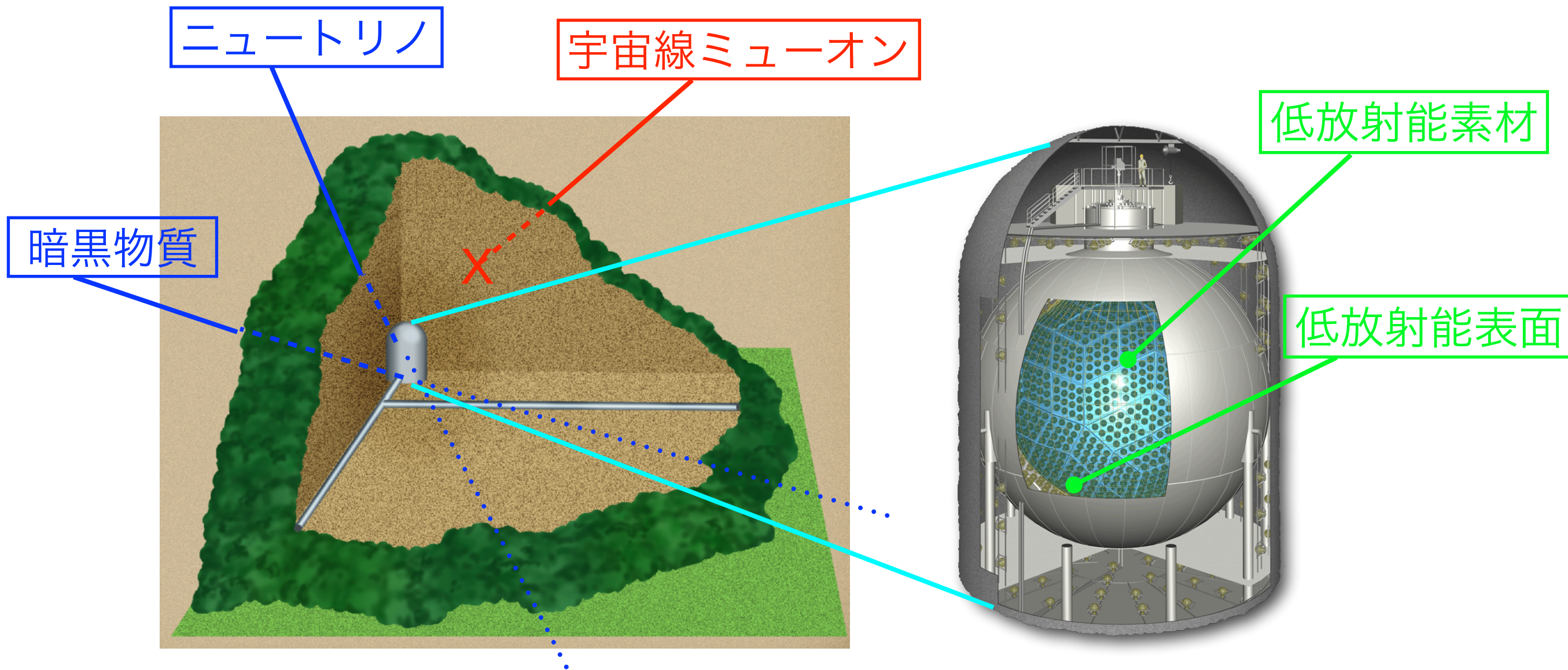


地球ニュートリノ
観測

ニュートリノ：宇宙に最も多い『何でもすり抜ける』中性の物質素粒子
粒子・反粒子の区別が無いかも ⇒ マヨラナ性
暗黒物質：物質を重力でひきよせる光で見えない未発見の素粒子

「地下が重要」？

極低バックグラウンド = 地下 + 極低放射能



極低バックグラウンド + 革新技术 → 将来

低温

高分解能、低閾値

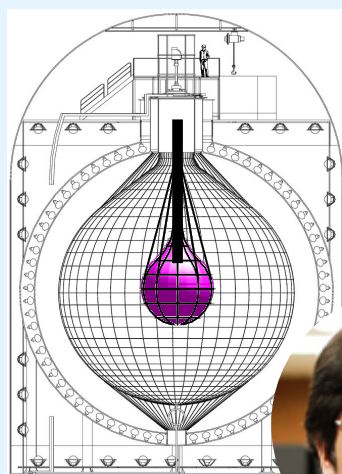
地下宇宙研究領域の構成

地下宇宙研究のトップランナー(世界最高感度)を統合する！

誕生

マヨラナ性の検証
唯一現実的な $0\nu 2\beta$ 探索

KamLAND-Zen
世界最高感度を更新中



A01班



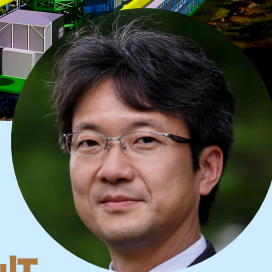
成長

暗黒物質の直接探索

XENONnT
世界トップ



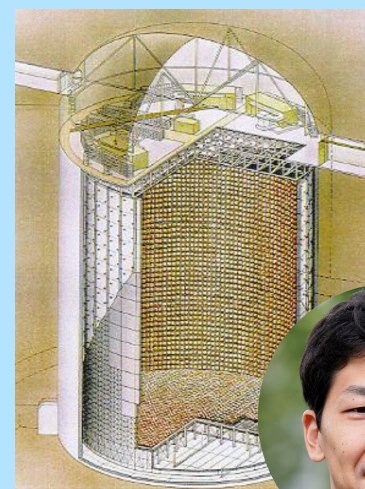
B01班



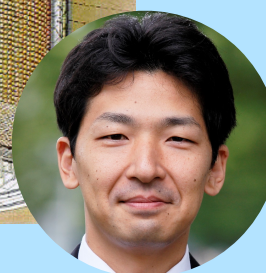
爆発

超新星(背景)
ニュートリノ観測

SK-Gd
世界で独走



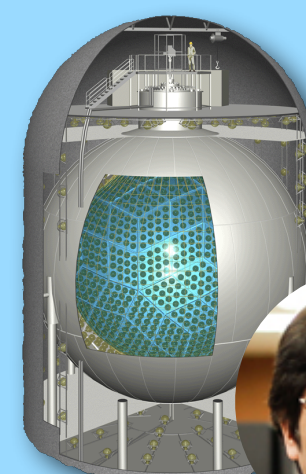
C01班



現在

地球ニュートリノ
観測

KamLAND
開拓者・世界を牽引



A01班



そして、本領域の連携活動で大躍進します。世界初発見へ！

2019年新フェーズ開始

マヨラナ性の世界初
発見を期待

2019年観測開始

暗黒物質の世界初
発見を期待

2020年観測開始

超新星背景 ν の
世界初観測

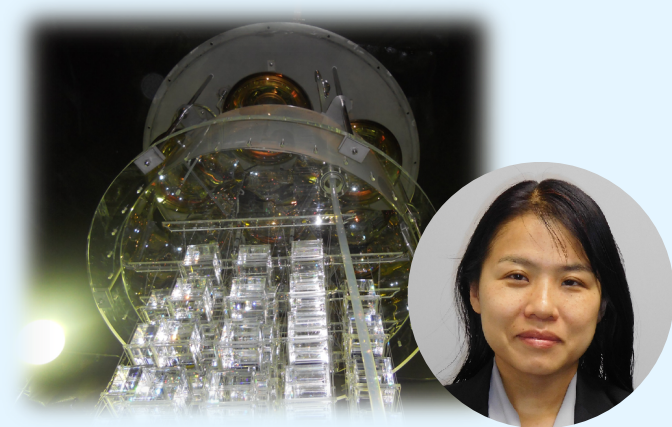
BG源の原発が停止中の
今がチャンス

地球始原隕石の
世界初特定

トップランナーのさらに先を見据える！

誕生

同位体濃縮
極低温蛍光熱量計

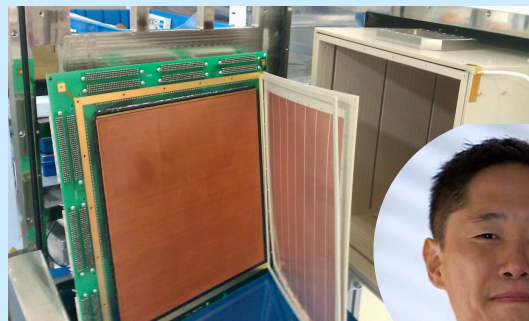


A02班

高出力レーザー技術
粒子識別技術
D02革新技术を応用

成長

方向感度

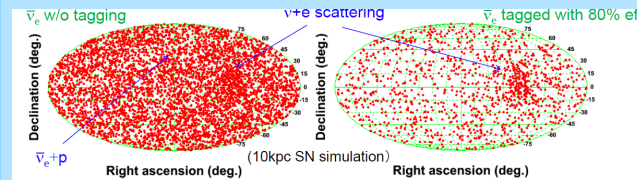


B02班

太陽系運動方向から
くる暗黒物質
現行手法の限界突破

爆発

マルチメッセン
ジャー天文学

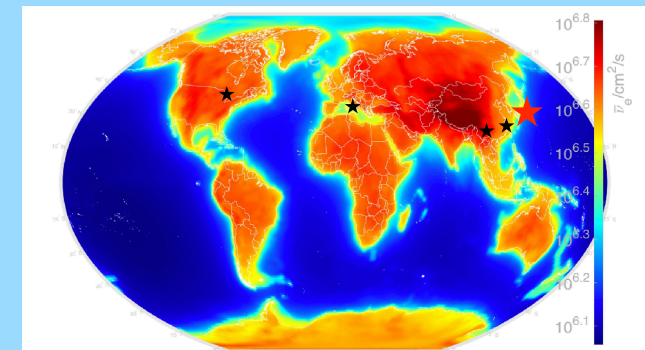


連携通知システムを
構築して事象待ち

ニュートリノ,
電磁波,
重力波
が連携

現在

地球ニュートリノ
観測ネットワーク



既存海外拠点
Borexino (伊)

新規海外拠点
SNO+ (加)
JUNO (中)
JingPing (中)

KamLANDは
大陸棚の端が特徴

共通技術基盤が各実験の世界初発見をサポート

誕生

成長

爆発

現在

D01班

極低放射能**核心**技術の共通基盤化



低BG材料選定 ⇒ 世界最高感度Ge検出器 **new**

ラドンの測定と除去 **世界最高感度**

中性子BGの体系的理解 **new**

データベースで世界に発信 **new**

D02班

極低温での超高分解能・超低閾値**革新**技術で次世代をリード

new



1/10

1/1000

標準階層での
マヨラナ性検証
MMC蛍光熱量計
new

軽い(MeV)
暗黒物質探索
KID多Ch熱量計
new



アクシオン探索
大型高周波低温空洞
new



波及

役に立つ！

テラヘルツイメージング
(医療・セキュリティ)



宇宙観測(CMB, X線)

ν検出器を100分の1に! **ニュートリノ**
マグマ上昇、原子炉監視など **も役に立つ！**

実験的研究における連携

装置の提供

共同研究

ノウハウの提供

中性子測定

キセノン蒸留

スーパークリーン装備

低BGステンレス

液体シンチ
レータ純化

低放射能測定装置

ラドン測定

低BG止水材

ラドン測定

希釈冷凍機

蛍光熱量計

ラドン分析
結晶中不純物分析
表面 α 線検出

公募

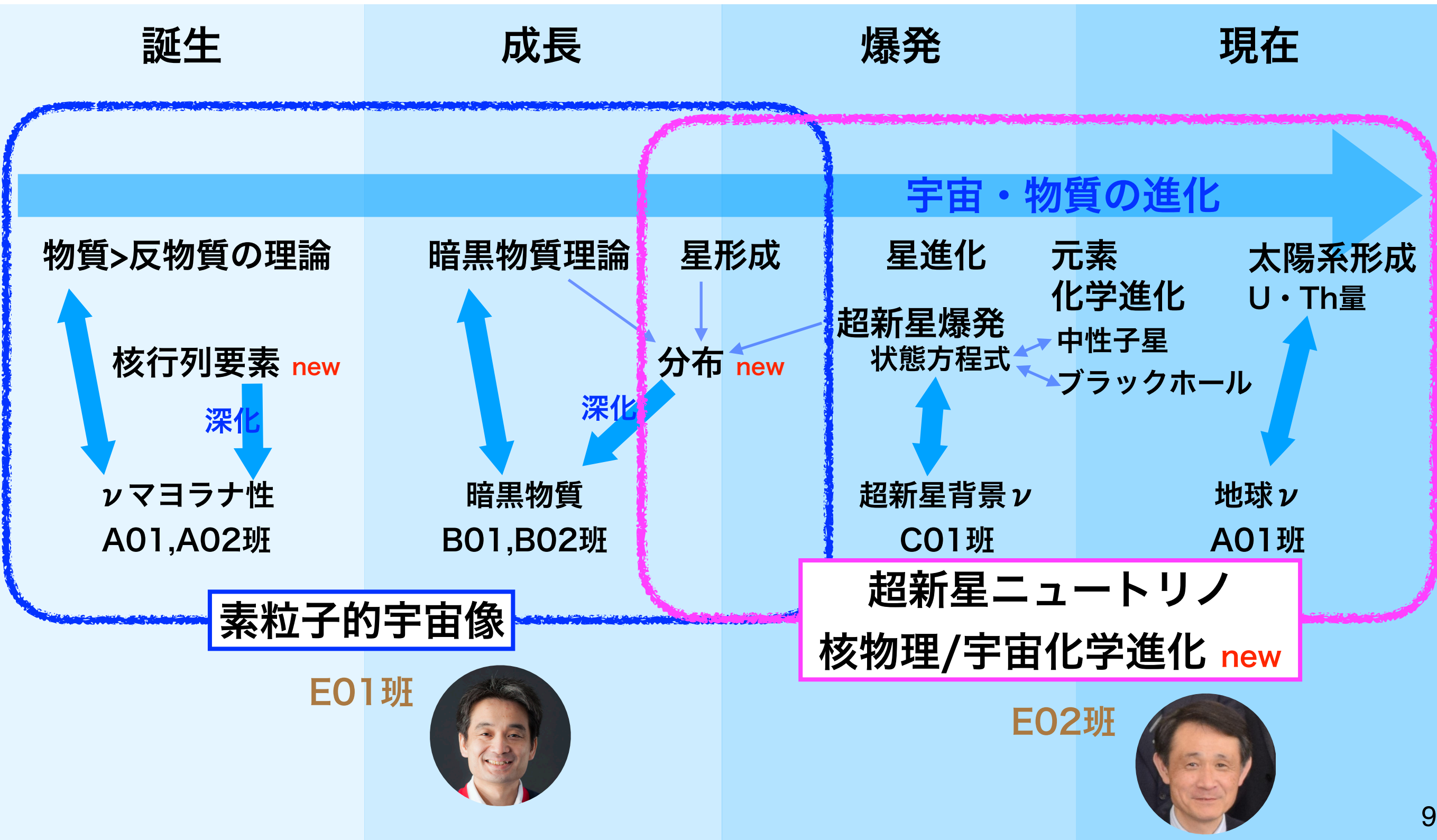
三領域合同研究会
ニュートリノ研究会
超新星ニュートリノ研究会

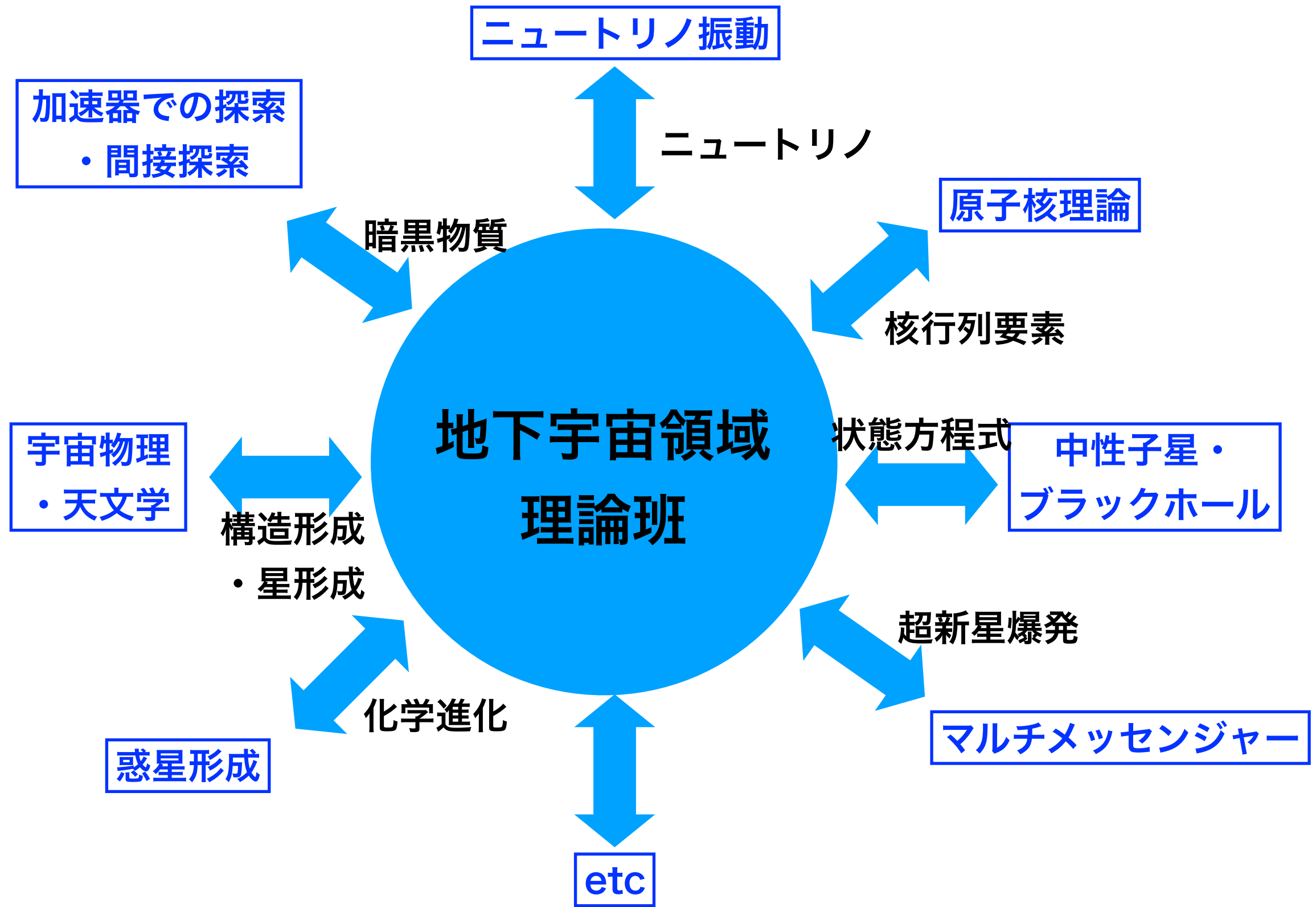
他領域

領域研究会
若手研究会
極低放射能研究会
共同実験スペース構築
(ノウハウが結集)

密接な連携で相乗的な効果 !!

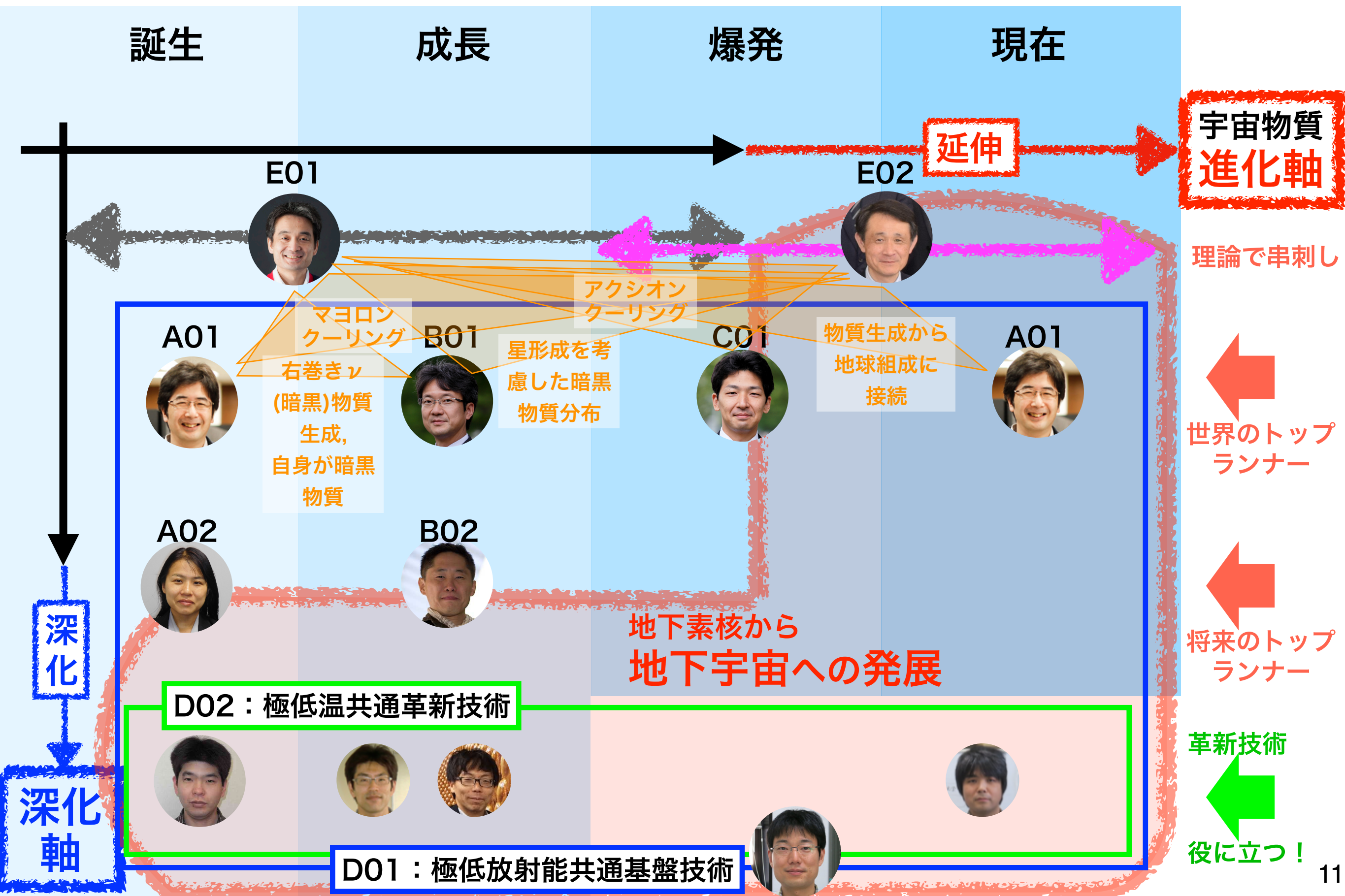
各実験研究を有機的に結合し相乗効果を生む理論研究 宇宙の歴史と物質の進化を串刺しする新しいパラダイム





研究会

New Physics Forum (数ヶ月に1回開催)、超新星研究会(毎年)で、領域外とも融合テーマの開拓



「地下宇宙」領域

9つの計画研究

- A01 逆階層領域でのニュートリノのマヨラナ性の研究
- A02 ^{48}Ca を用いたニュートリノマヨラナ性の研究と次世代高感度化技術開発
- B01 高感度大型装置で推進する暗黒物質直接探索
- B02 方向に感度をもった暗黒物質直接探索
- C01 超新星背景ニュートリノの高感度観測でせまる宇宙星形成の歴史
- D01 極低放射能技術の最先端宇宙素粒子研究への応用
- D02 極低温技術による宇宙素粒子研究の高感度化
- E01 物質の起源を解明する新たな素粒子モデルと初期宇宙進化の理論研究
- E02 超新星ニュートリノと核物理・宇宙化学進化の理論研究

+

公募研究

申請よろしく申し上げます。