

# 世界初の原子を利用した ニュートリノ質量分光プロジェクト について

理学部附属量子宇宙研究センター  
極限量子研究コア

自然科学研究科 中野逸夫

平成23年6月21日

# 特 色

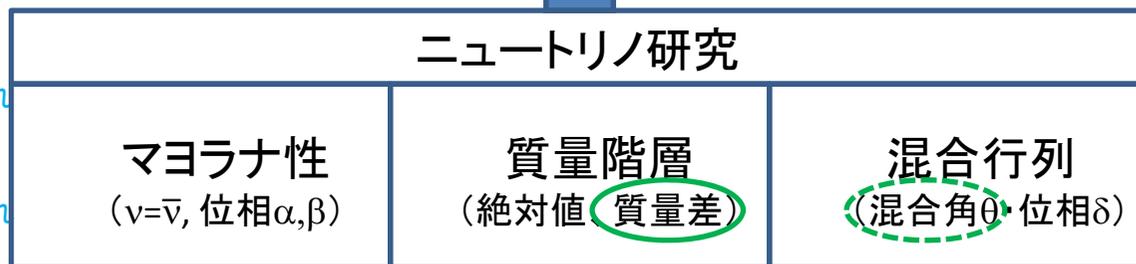
- ニュートリノ研究拠点形成  
(京都大学、近畿大学、UBC(カナダ)、東北大学との大学間連携)
- 我が国発信の原理に基づく研究
- 大学実験室規模で世界的インパクトのある研究
- 次代を担う若手研究者、大学院生等の科学技術研究者人材育成

# ニュートリノ研究の最重要課題と展望

標準模型を越えた宇宙素粒子研究  
(物質優勢宇宙、質量起源、大統一理論の究明)

宇宙論  
と  
素粒子論

他の研究



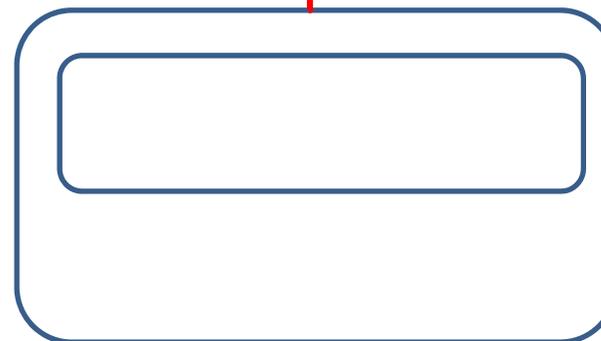
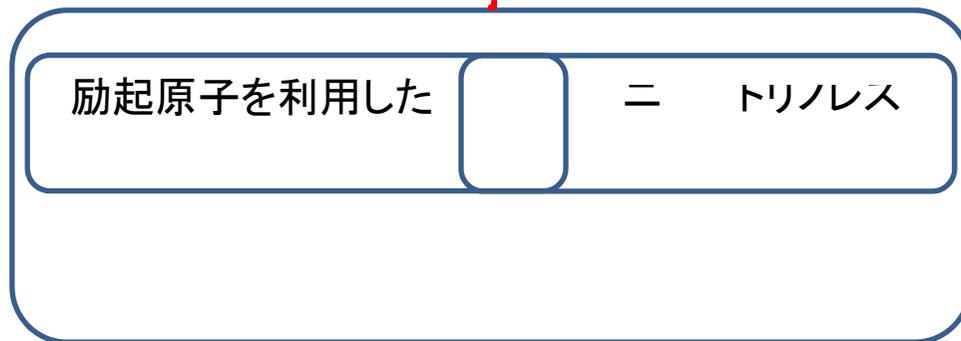
マヨラナ性 →  
レプトン数保存則の破れ

位相が有限 →  
レプトンCP対称性の破れ

ニュートリノ物理  
未知の測定量と

既知の測定量

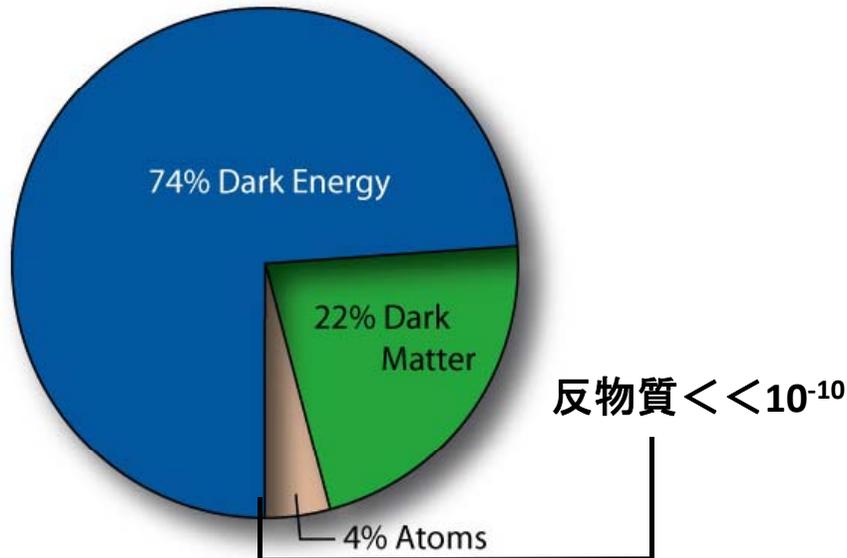
日本が牽引



# 研究目標(1)

ニュートリノ質量構造、特に質量絶対値の決定とマヨラナ性・CP非保存の解明

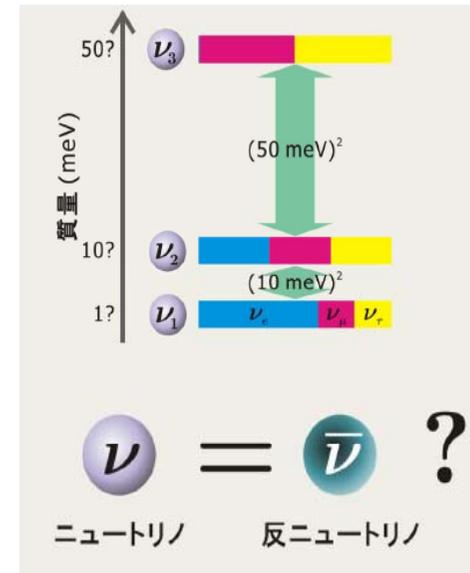
我が国発信の新しい原理に基づく統合的研究  
大規模実験(SK/T2K)と相補的研究



## 宇宙の物質優勢

サハロフの3条件

1. 物質と反物質の物理法則が一定でないこと  
CP非保存
2. 宇宙が始まったときのバリオン数は0であること  
バリオン数非保存
3. 熱平衡からずれがあること

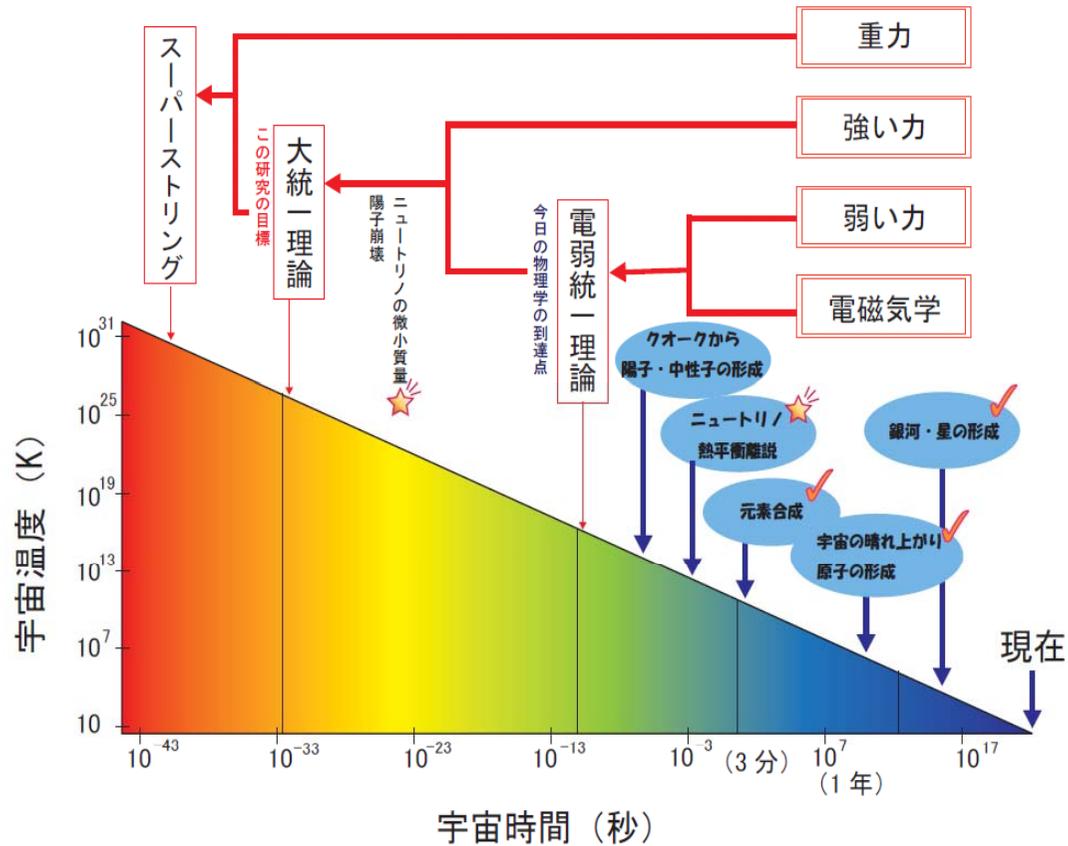


ニュートリノ質量構造とマヨラナ性

ニュートリノがカギ

# 研究目標(2)

## 宇宙開闢の歴史と素粒子



物質優勢宇宙の解明

# 第一期の成果と第二期の目標

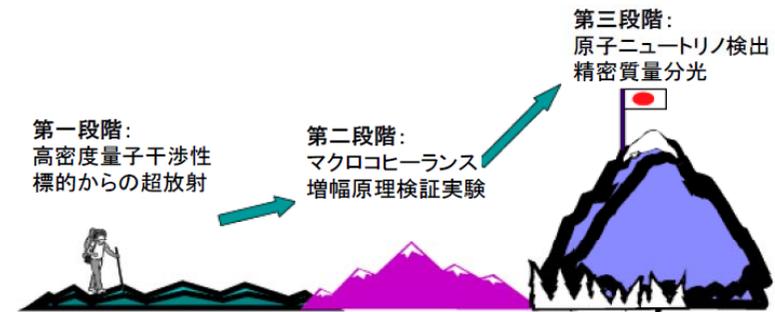
## 第一期成果:

我国発信の新しい原理

- (1) マクロコヒーランス増幅原理の発案と応用
- (2) 励起原子集団を利用したニュートリノ質量精密分光法を提案
- (3) レーザー・超放射観測、ナノ貯蔵標的開発等原子を用いた質量分光の基礎を確立

## 第二期目標:

- (1) マクロコヒーランス増幅原理を実証
- (2) 原子ニュートリノを検出(世界初)
- (3) ニュートリノ精密質量分光分野を創設



第一期

第二期

外部評価

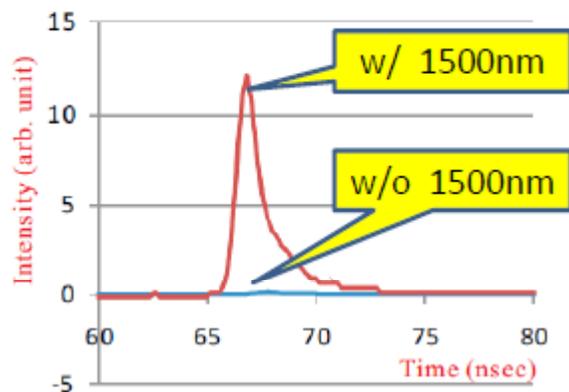
平成22年2月

外部評価結果:「(本研究は)野心的であり、かつ世界最先端の研究計画である。この研究はニュートリノや宇宙論について新たな発見をもたらす機会を与えてくれる。それゆえ今後、更に大きく研究を発展させることが重要であり、それに十分値する研究である」

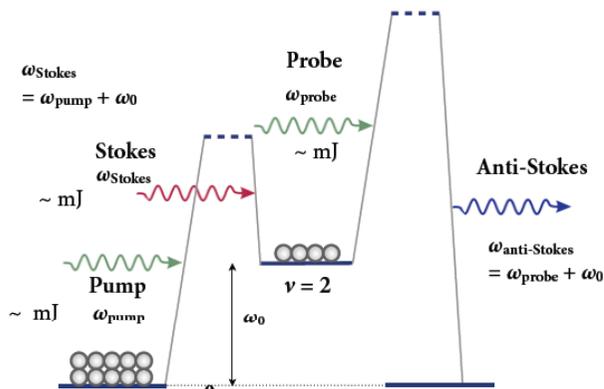
# 実験成果の例

Ba原子レーザー誘発超放射  
の観測に成功(2010年1月)

超放射信号

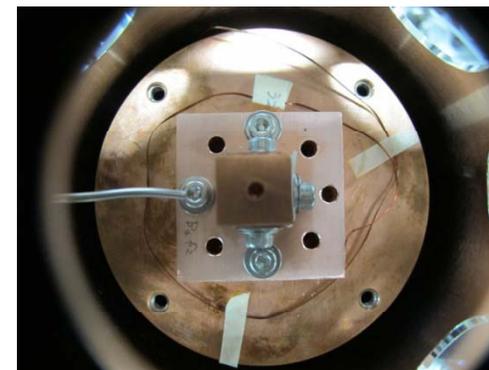


固体パラ水素コヒーラント  
ラマン励起( $\nu=2$  モード)に成功  
(2011年5月)



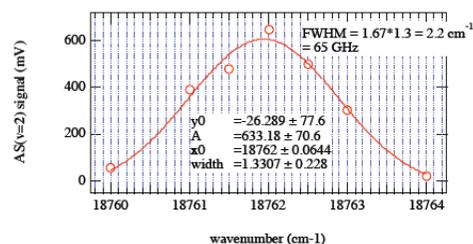
エネルギー準位

HFパラ水素の赤外分光に成功  
2011年4月

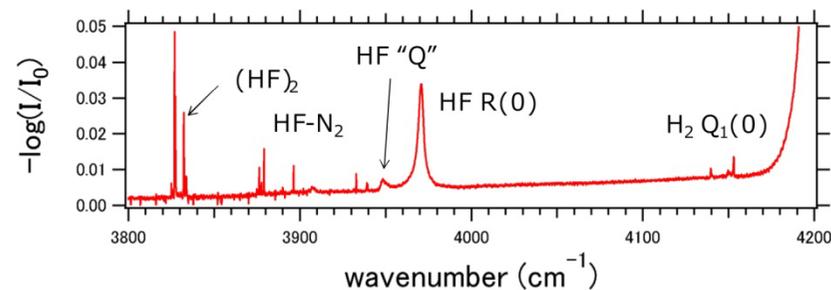


岡山大学

励起スペクトル



吸収スペクトル



# 研究戦略

## 励起原子を利用したニュートリノ質量分光

第一期前進課題

- マクロコヒーランス増幅原理・ニュートリノ質量分光法提案
- マトリックス(分子性結晶@極低温)作成
- 励起Ba原子からの超放射観測
- N@C<sub>60</sub>等ナノ空間貯蔵可能性の研究
- 二光子対超放射観測(世界初)
- 原子ニュートリノ対放出過程の発見(世界初)  
最大ニュートリノ質量( $m_3$ )の上限値 またはその値確定
- ニュートリノ質量精密測定(世界最高感度の達成)  
 $m_2, m_1, \theta_{13}$ , マヨラナ性、マヨラナ位相
- 背景宇宙ニュートリノの検出(開闢最初の3分間の解明)

# 岡山大学研究組織の構築・強化

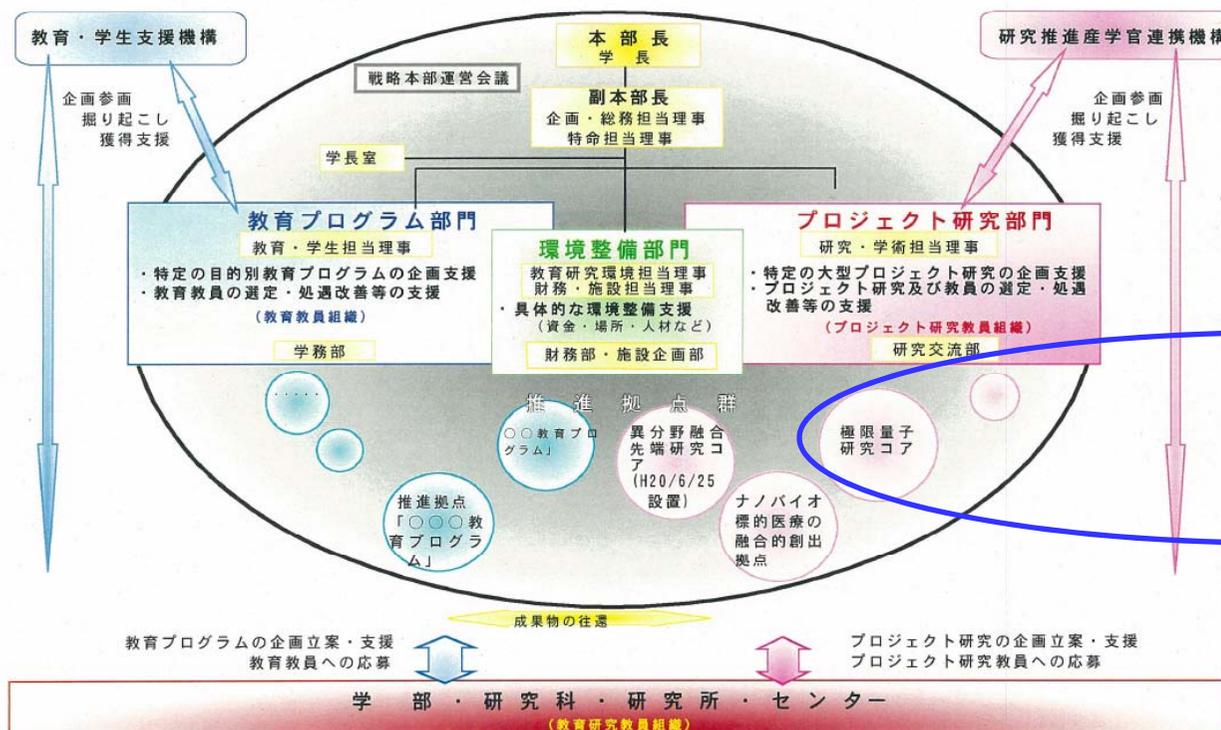


極限量子研究コア  
選考中



量子宇宙研究センター  
2011/7/16 着任予定  
准教授

教育研究プログラム戦略本部の概念図



自然系研究科

理学部附属  
量子宇宙  
研究センター

# 特別教育研究経費

- 量子宇宙物理機関関連事業  
（平成18年度一平成22年度）  
総計240,000,000円強
- 原子を利用した  
ニュートリノ質量分光プロジェクト  
（平成23年度一平成27年度）  
23年度42,000,000円強