

実験名：

スーパーカミオカンデ、ハイパーカミオカンデ、T2K

研究テーマ：

大気・加速器ニュートリノ実験と陽子崩壊探索

塩澤 真人

神岡宇宙素粒子研究施設（神岡地区）

- 中畑雅行, 塩澤真人, 森山茂栄, 早戸良成, 関谷洋之, 中山祥英

宇宙ニュートリノ観測情報融合センター（柏キャンパス）

- 梶田隆章, 奥村公宏

ニュートリノ振動の研究

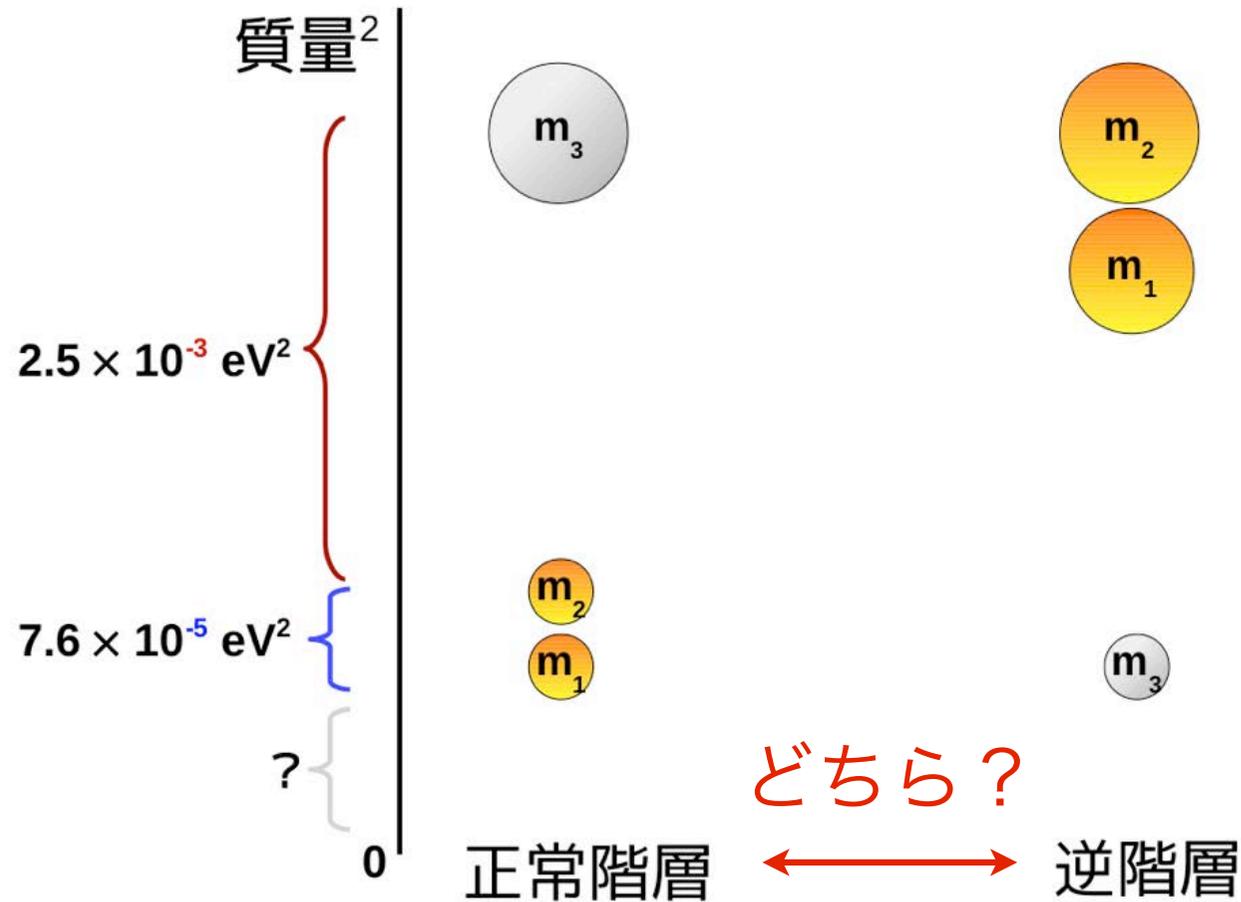
- 標準理論を超える物理の証拠
 - 極端に軽い質量 → 標準模型ヒッグス以外の未知の質量生成機構
 - 大きな世代間混合 → 未知の対称性。

- 今後の研究課題

- 宇宙の物質起源に果たした役割？ ← CP対称性の破れの測定
- 世代の起源？大統一理論との関係？ ← 質量の順番の決定を含む精密測定

SK(-Gd), T2K(-Gd), HKの研究課題

ニュートリノの質量階層構造とは

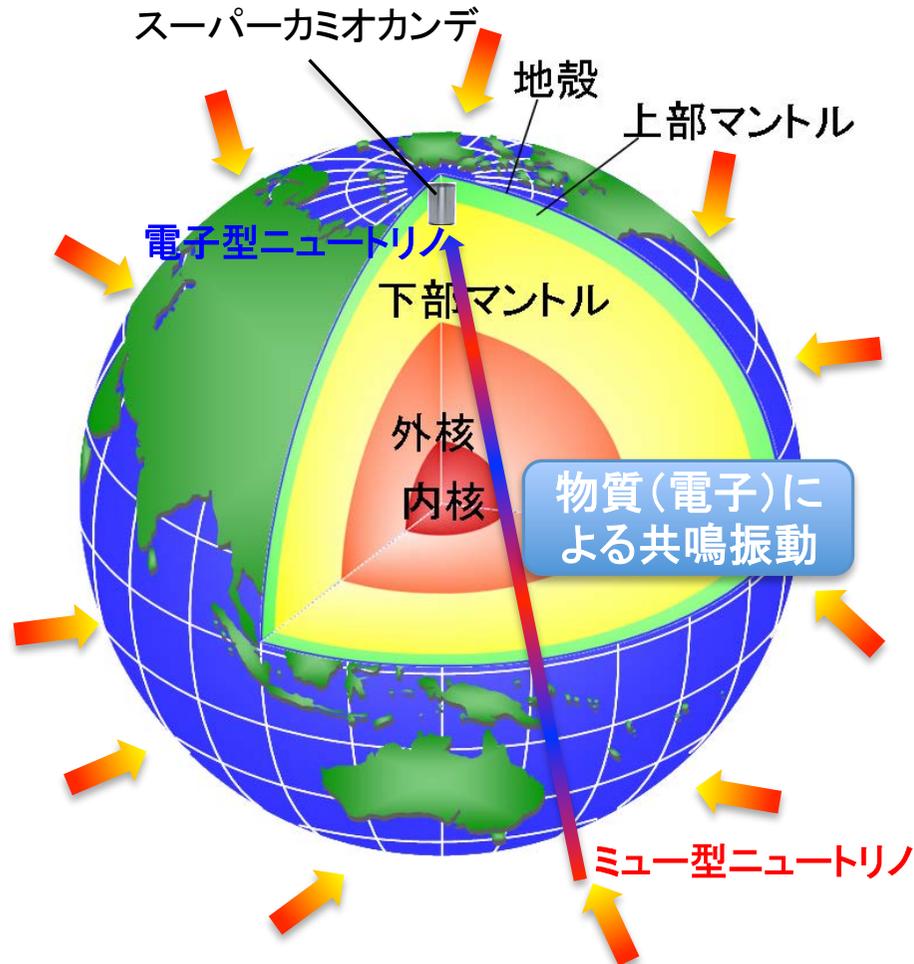


- 質量の起源の理解へ
- 世代の起源、大統一理論にも関係するはず

大気ニュートリノ

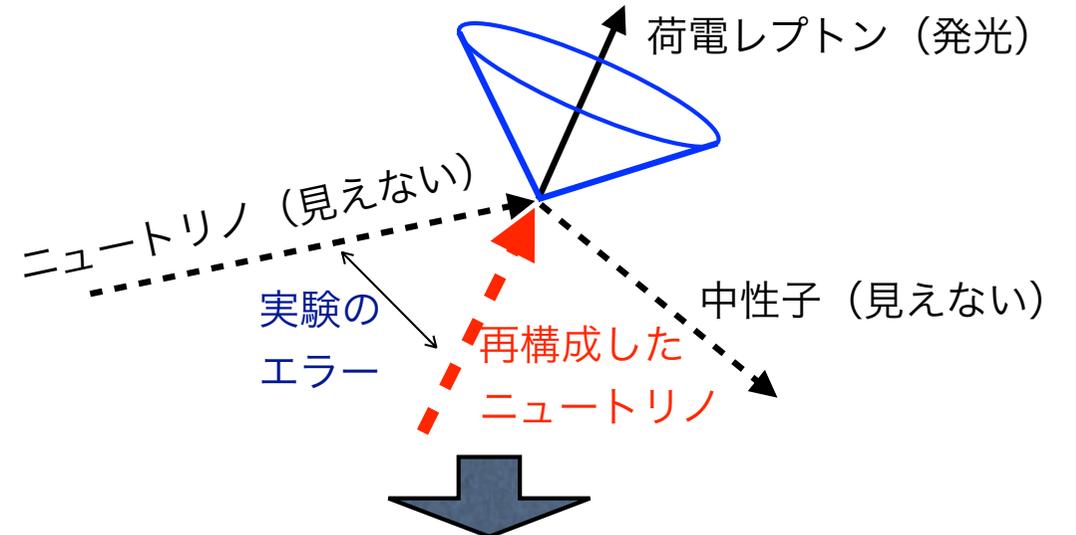
● 質量の順番を決定する

- 地球の高密度物質によるニュートリノ振動の変調を調べる
- ガドリニウム（中性子タグ）を活用、観測量を増やすことが鍵

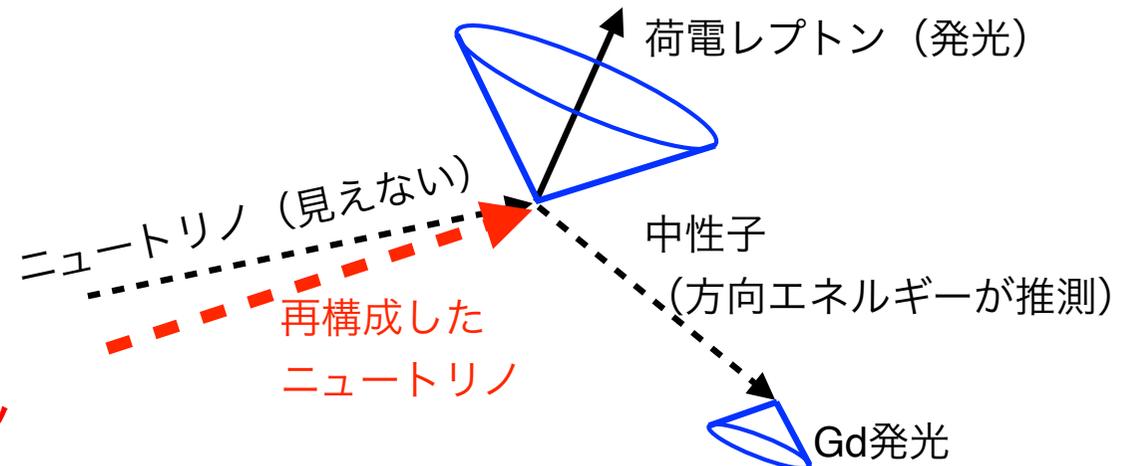


● 観測の高度化が鍵になる

- ガドリニウム（中性子タグ）を活用



新しいニュートリノ振動実験



T2K (Tokai-to-Kamioka)



Super-Kamiokande
(ICRR, Univ. Tokyo)



J-PARC Main Ring
(KEK-JAEA, Tokai)

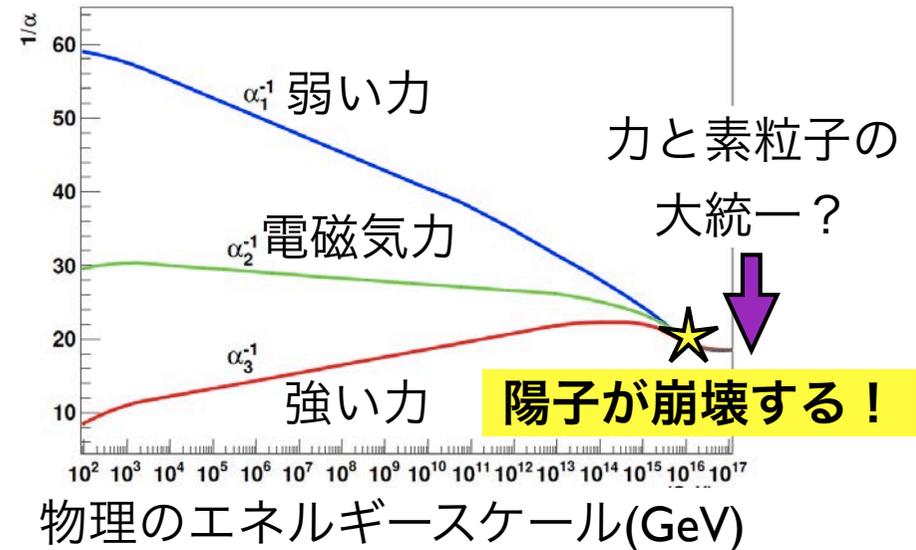


- 高精度ニュートリノ振動実験
 - エネルギー(0.65GeV), 飛行距離(295km), ミュー型ニュートリノビーム、反ニュートリノビームも
- ビームパワー増強プラン (300kW→500kW→1MW超へ)

陽子（核子）崩壊の探索

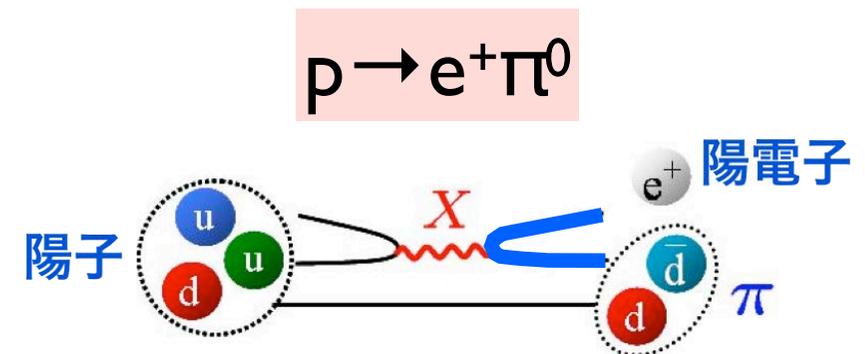
● 大統一理論（仮説）

- 3つの力の統一&物質素粒子（レプトン・クォーク）の統一
- 間接的証拠：結合定数が $\sim 10^{16}\text{GeV}$ で一点に集まる、中性水素元素、軽いニュートリノ質量を自然に説明できる

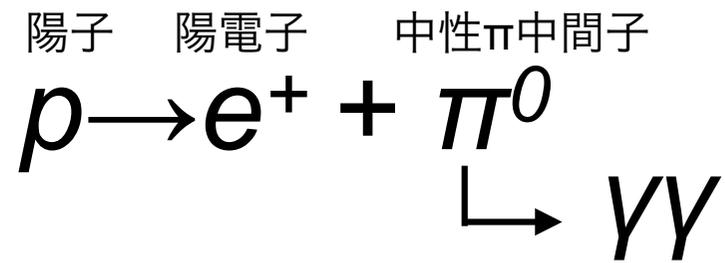


● 陽子崩壊の発見→測定へ

- レプトン・クォーク間の直接遷移を見る→大統一の直接証拠
- SKは 10^{34} 年の感度に到達、いつ発見されてもおかしくない。HK $\sim 10^{35}$ 年。



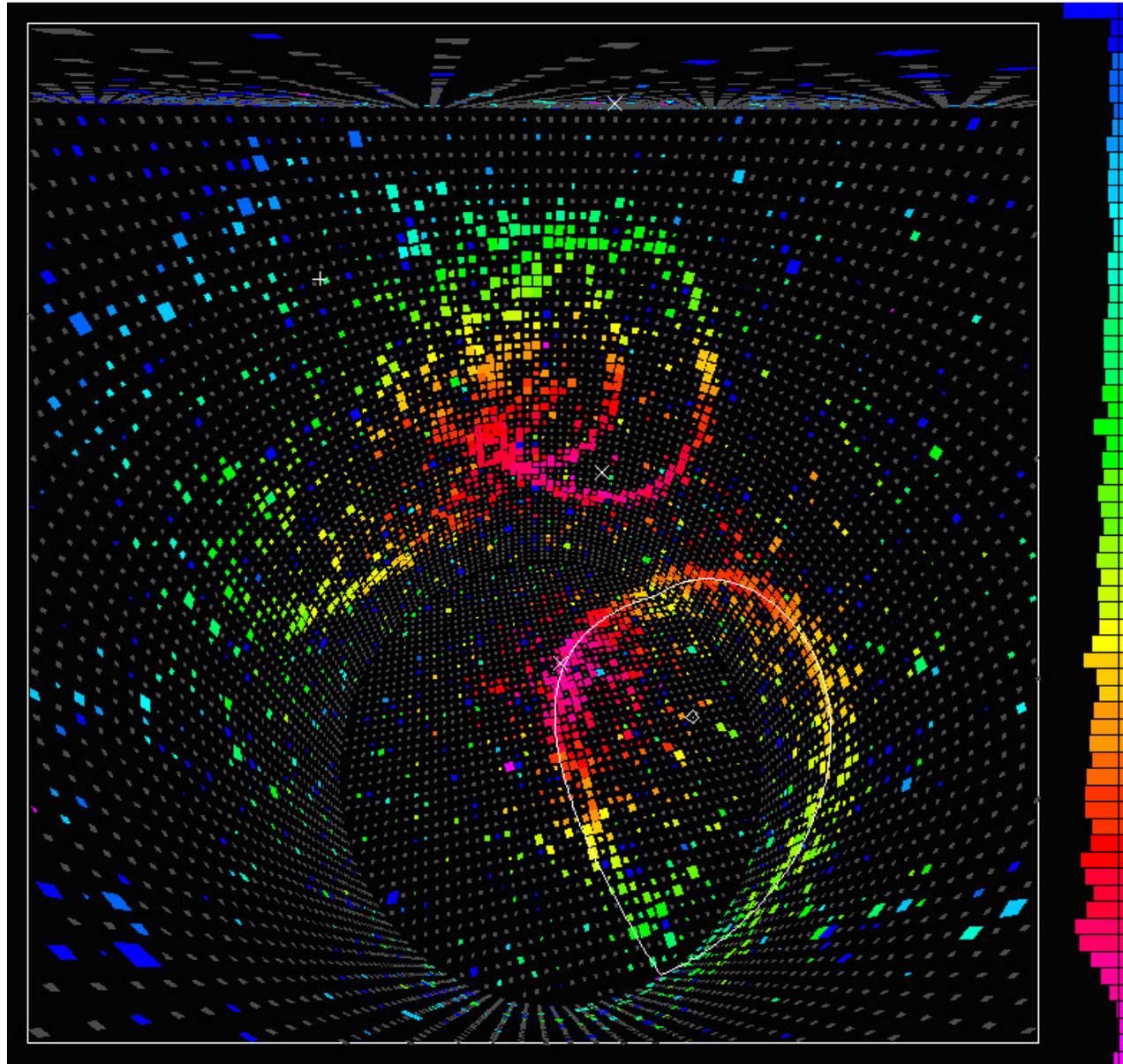
$$\Gamma(p \rightarrow e^+ \pi^0) \sim \frac{g^4 m_p^5}{M_X^4}$$



スーパーカミオカンデ：
2.2万トンの水～**10³⁴個**
の陽子を監視する世界最
高感度の装置。

今後の課題

- 2020年からガドリニウム導入→バックグラウンド低減により発見能力向上。
- まだ解析していない崩壊モードの探索も。



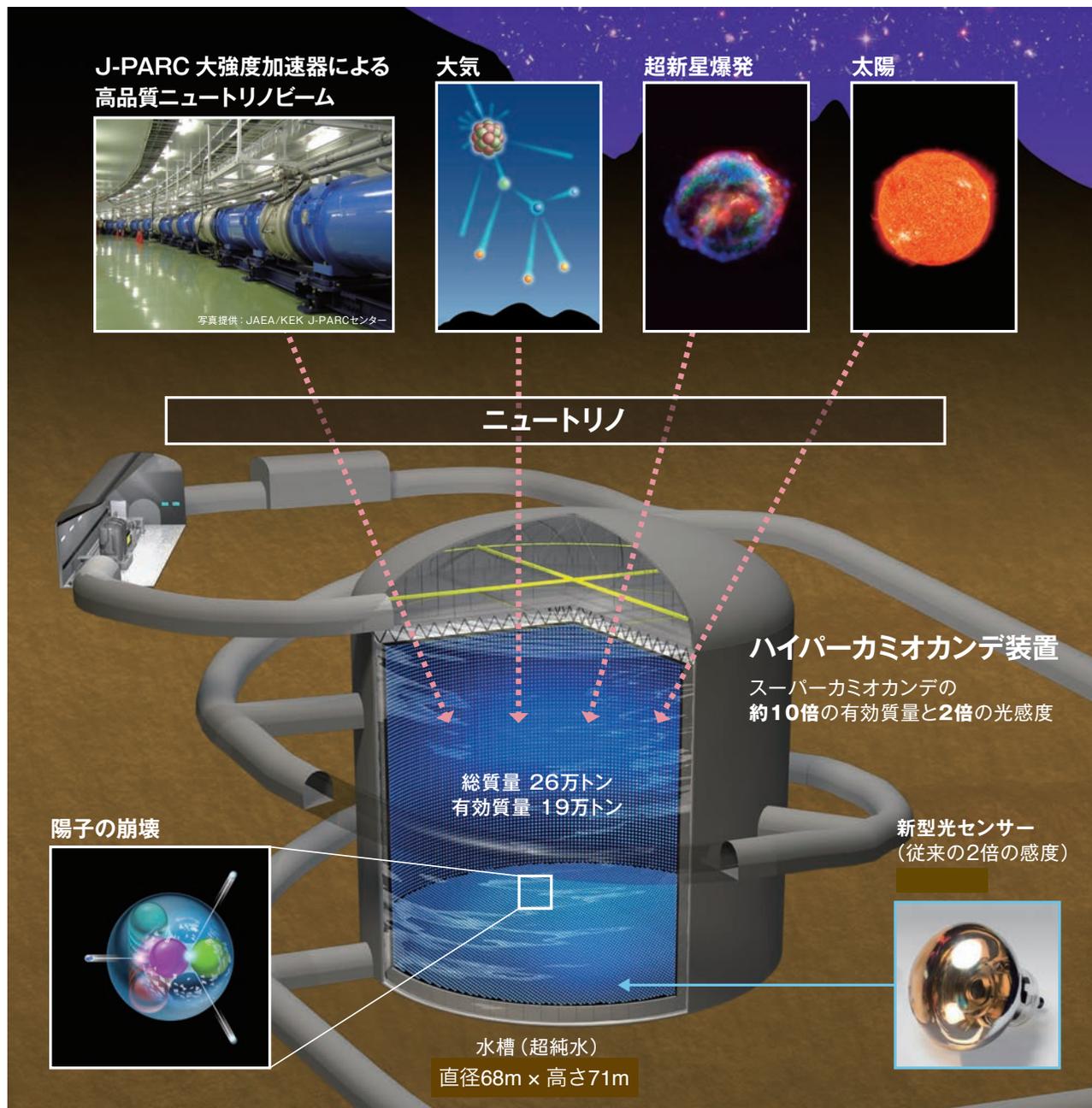
次期計画：ハイパーカミオカンデ

有効質量19万トン
(SKの8.4倍)

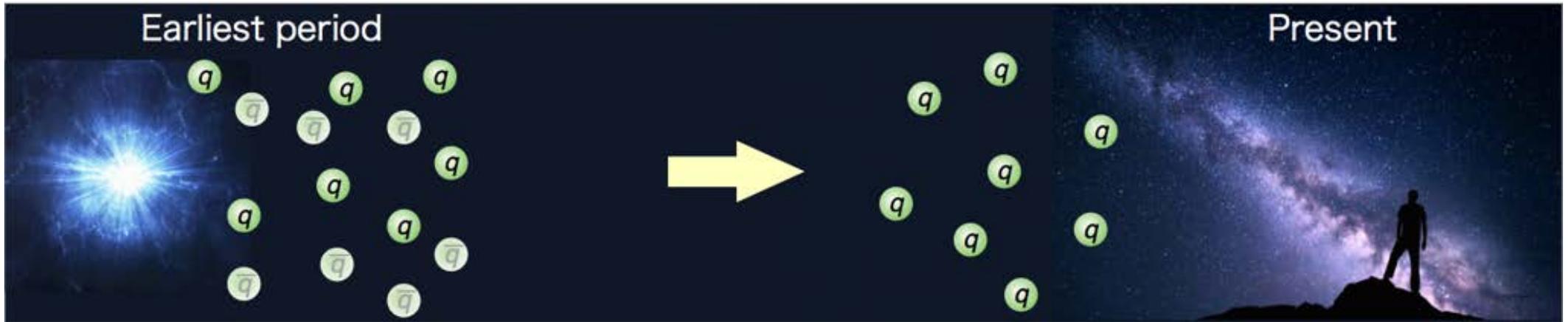
J-PARC ニュートリ
ノビームも約2.5倍

CP非対称性の発見
と精密測定、ニュー
トリノ天文学の発
展、陽子崩壊の発見

2020~2026年建設
2027年観測開始



CP対称性の破れ



- CP対称性の破れは、物質優勢宇宙を作るための3つの条件（サハロフの条件）のうちの一つ
- ニュートリノのCPの破れ (J_{CP}) の大きさは、クォークに比べて3桁大きい可能性がある

→宇宙の物質起源の謎に必要なCPの破れは、ニュートリノだけで十分かもしれない。

2021年5月28日 着工式

ナビゲーションスキップ
お問い合わせ

志ある卓越。 東京大学
The University of Tokyo

Language

東京大学基金

サイト内検索 教員検索

HOME

UTokyo FOCUS

大学案内 学部・大学院等 入学案内 教育・学生生活 研究活動 社会連携 産学連携 国際交流 卒業生

UTokyo FOCUS
ハイパーカミオカンデの着工記念式典を開催

東京大学
The University of Tokyo

Hyper-Kamiokande Groundbreaking Ceremony

ICRP
Institute for Cosmic and Ray Studies
University of Tokyo
宇宙線

COVID-19対応 新型コロナウイルス感染症に関する対応について

NOTICES

2021年5月10日 令和3年度東京大学入学式 総長式辞の公開

2021年4月28日 令和2年度東京大学入学者歓迎式典のお知らせ（延期開催の予定）

東京大学ホームページトップ

高感度光電子増倍管

挑戦：SKをサイズ・性能で超える検出器の実現

日本中心：

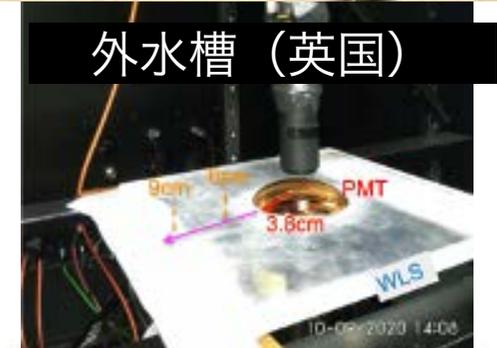
50cm口径PMT約20,000本

2倍の性能を持つ

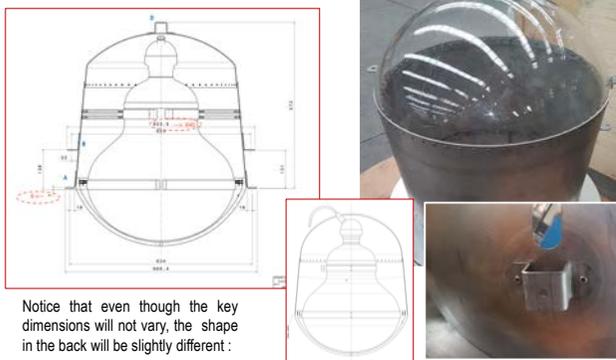
海外中心：

PMTカバー

外水槽用PMT、(New)マルチPMTモジュールなど



Following slides illustrate some of the ancillary activities works on attachment Cover-to-Structure (!)



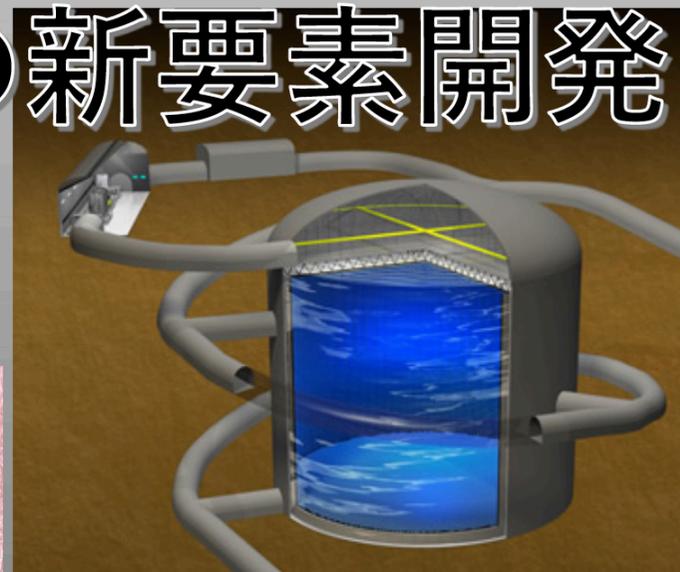
マルチPMT (カナダ、ポーランド、イタリア、チェコ、メキシコ)

Hyper-K DAQ – 多くの新要素開発



2万～4万本の超高感度, 高速
光電子増倍管 (PMT)

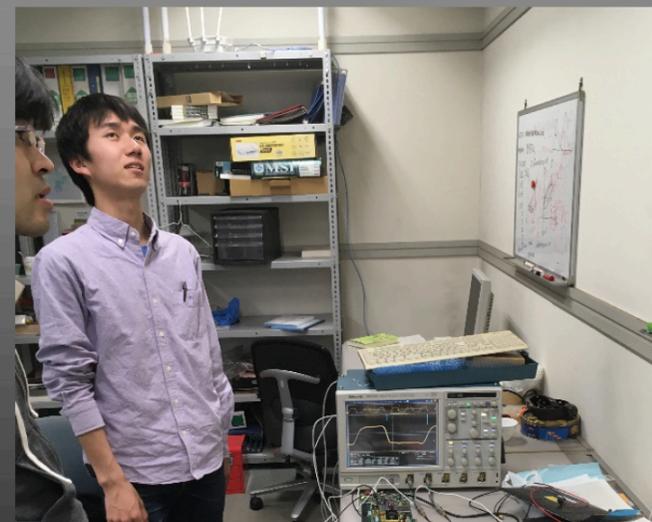
1ナノ秒の時間分解能
超高性能PMTを活かす
水中近接 電荷時間 観測回路
PMTを駆動する2千V電圧生成回路



水中電子回路を保護する
高耐圧水密ハウジングや
ケーブルフィードスルー開発

学生, 教員, 大学, 国を超えた開発
システムデザイン議論,
デジタルロジック開発, 測定, 評価など
(例)

10ピコ秒の高精度で
100mの範囲に分散する
千以上の回路を同期する
クロック回路の開発, 評価の様子



今後~5年で目指す研究課題

- スーパーカミオカンデ (Gd) 、 T2Kビーム強度化により
 - ニュートリノのCPの破れの発見
 - 質量階層構造の決定
 - 陽子崩壊現象の発見
 - 他
- ハイパーカミオカンデの開発、建設