

カーネル（神岡極稀現象研究拠点）について



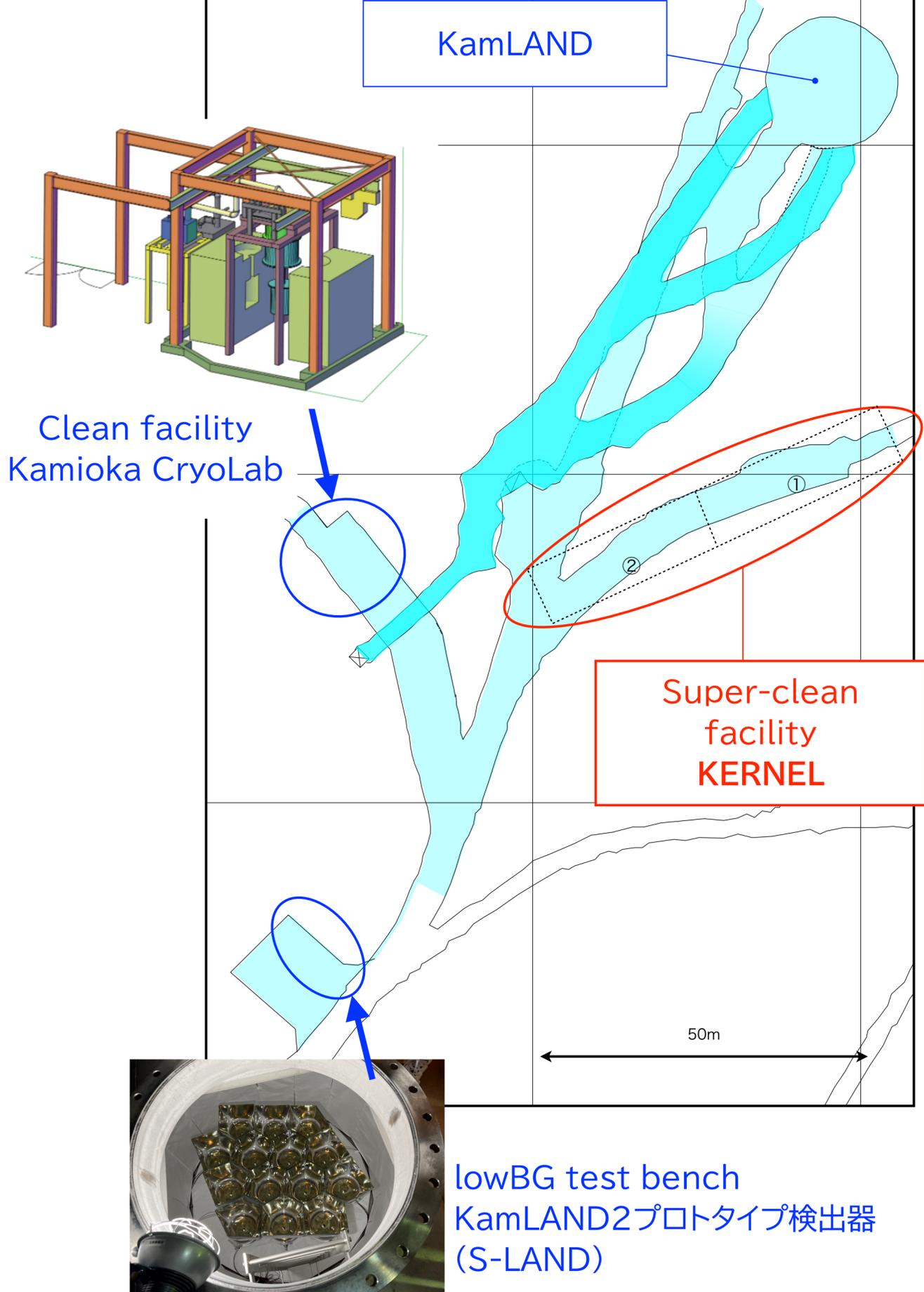
- カーネルの目的
- カーネルの構成要素の紹介
 - 機械室
 - 実験室
 - スーパークリーンルーム
- まとめ

市村 晃一（東北大学 ニュートリノ科学研究センター ichimura@awa.tohoku.ac.jp）

学術変革「地下稀事象」領域研究会

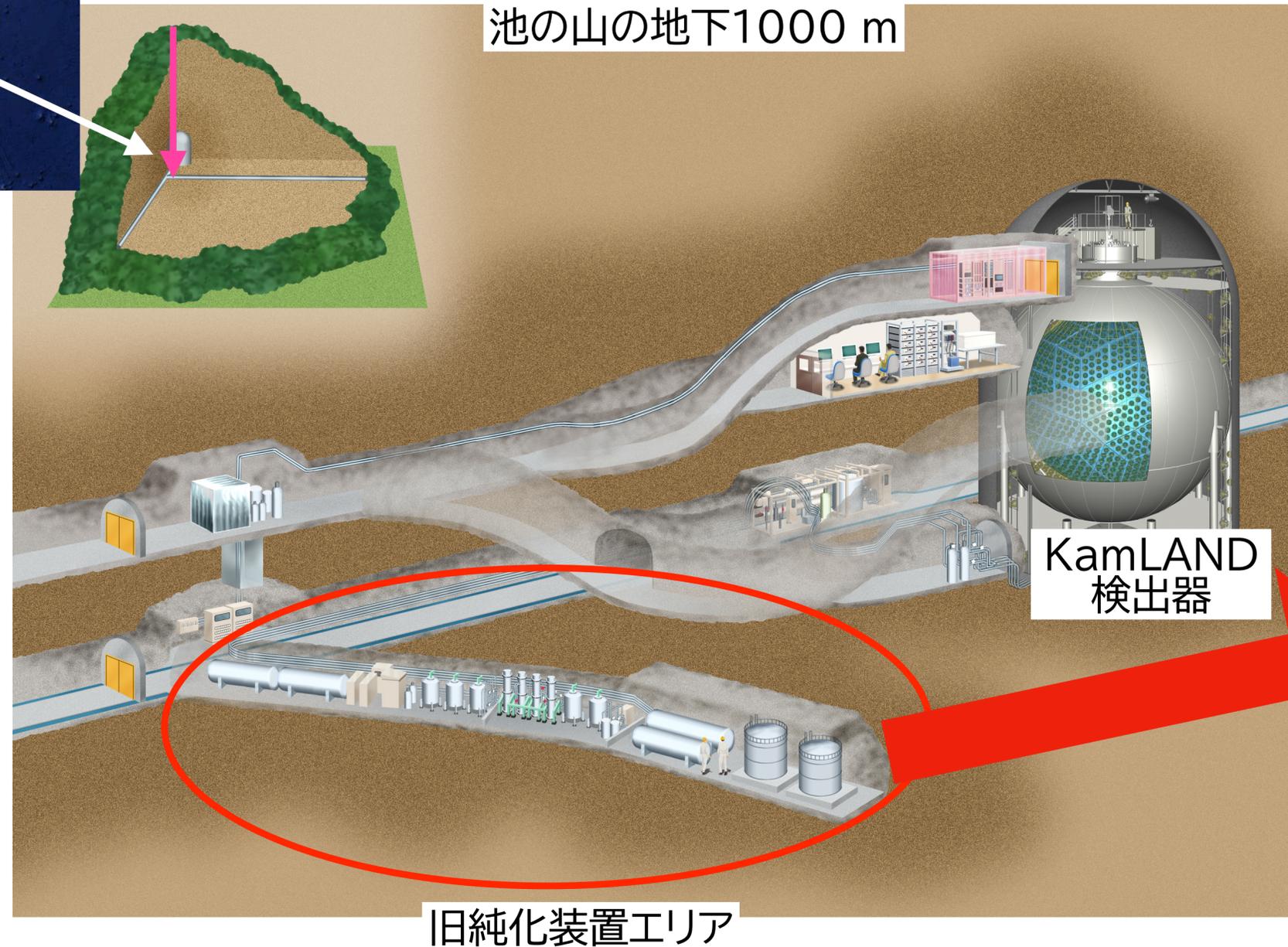
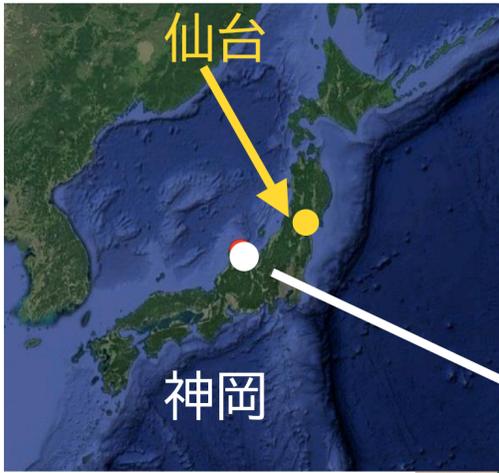
2024年7月5日 大阪大学

カーネル (KERNEL)とは



- 神岡極稀現象研究拠点 (Kamioka Extrremely Rare phenomena and NEutrino research Laboratory) の英語を取ってきたもの
- Kernel : 核とか核心とかを意味する英単語
- これまでの新学術「宇宙の歴史をひもとく地下素粒子原子核研究」「地下から解き明かす宇宙の歴史と物質の進化」での成果をベースに、今年度東北大学RCNSと大阪大学RCNPの大学間連携拠点として発足
- ゆくゆくはLow BGコミュニティの共同利用・研究拠点に
- 長期的なコミュニティの発展のための人材育成や極低放射技術の継承, 技術革新の場として活用していきたい
- KamLAND2-Zenの成功にも必要不可欠

カーネルの場所



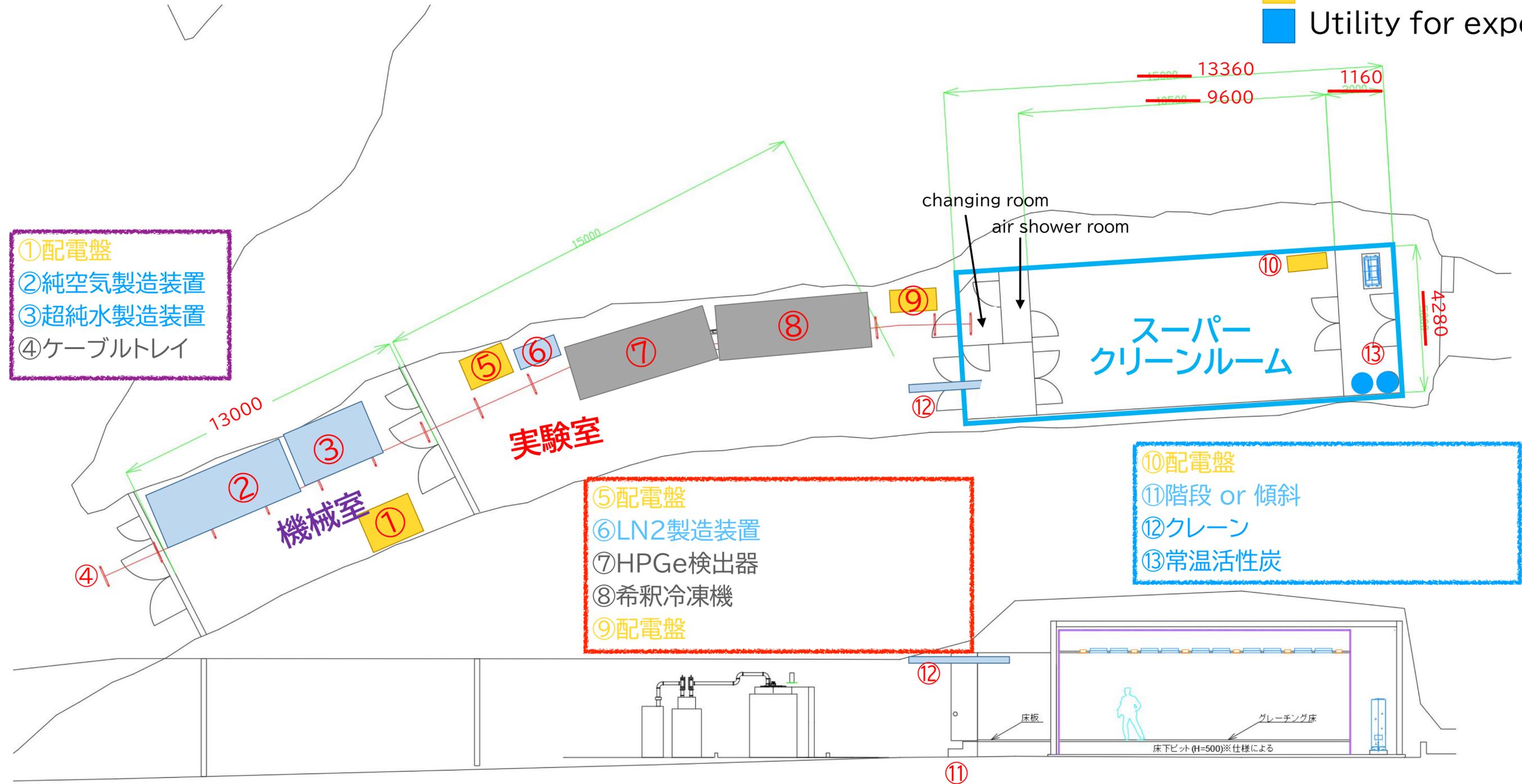
液々抽出関連の純化装置が撤去された後の写真



この旧純化装置エリアがKERNEL施設として整備されます（今年度末までに）

カーネルの構成要素の紹介

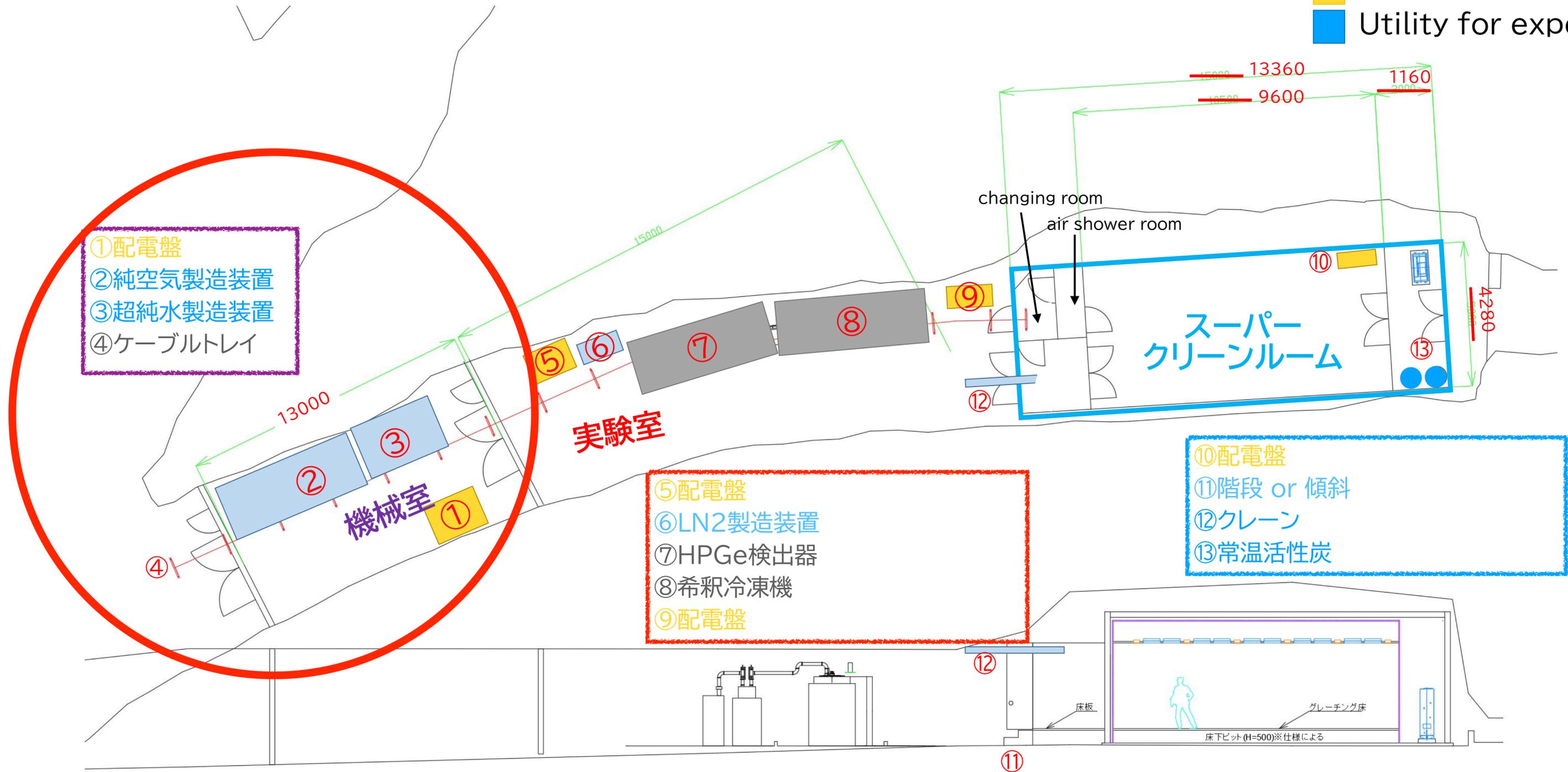
- Experimental apparatus
- Utility for mine safety
- Utility for experiments



- 機械室 (①～④)とスーパークリーンルーム(⑩～⑫)は今年度中に整備
- 実験室 (⑥～⑧)の部分は暫定

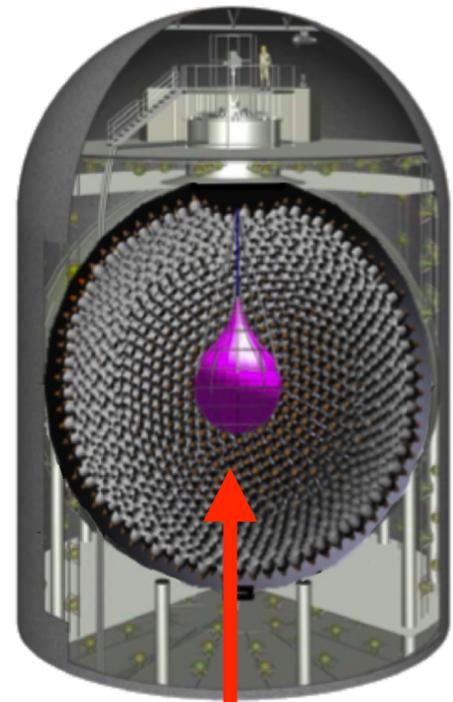
機械室の紹介

- Experimental apparatus
- Utility for mine safety
- Utility for experiments

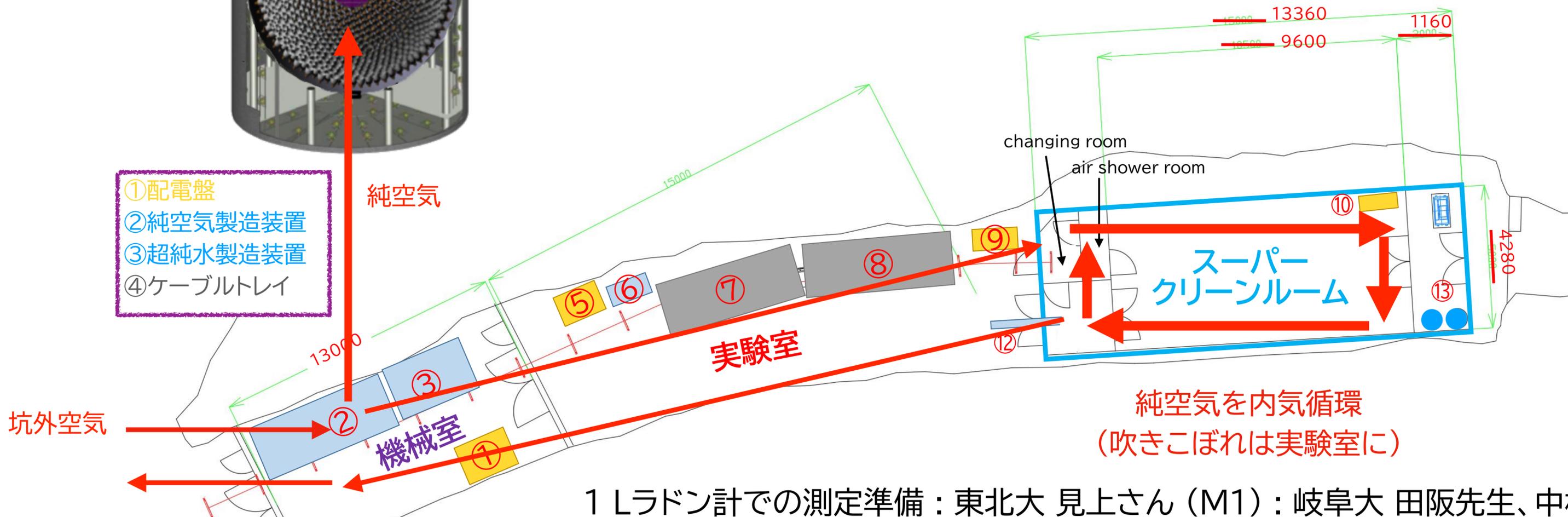


機械室の紹介（純空気製造装置）

KamLAND2(-Zen)検出器
の建設作業

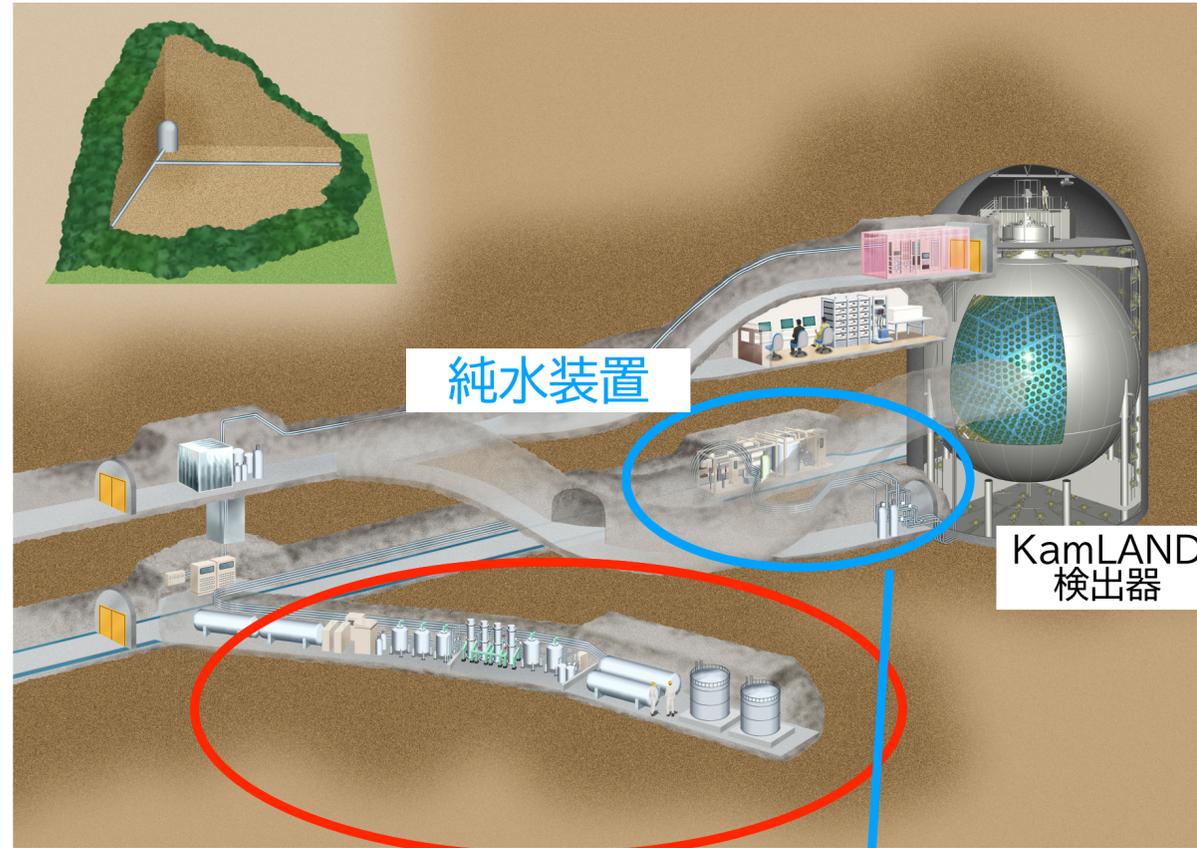


- ~200 m³/hrの坑外空気を~250 kgの活性炭に通す
- KamLAND2 検出器やスーパークリーンルームに供給
- スーパークリーンルーム内では内気循環の予定
- 一部は活性炭等を通したい
- 純空気製造装置の出力空気の高感度ラドン濃度測定や, スーパークリーンルーム内で用いる活性炭等の設計についてD班の人と協力して行っていきたい

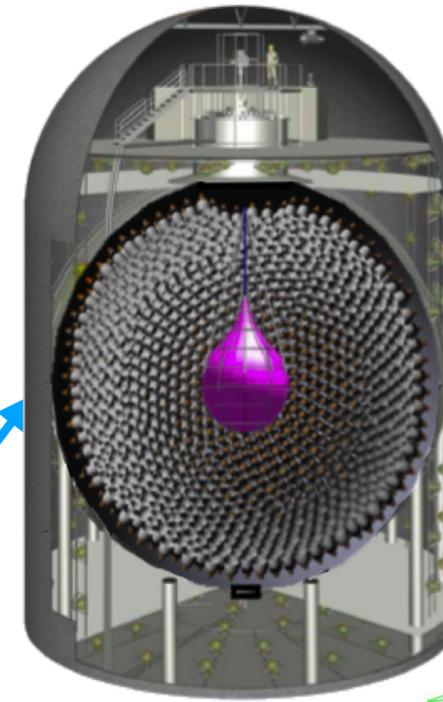


1 Lラドン計での測定準備：東北大 見上さん (M1)：岐阜大 田阪先生、中村先生のご協力

機械室の紹介 (超純水製造装置)



KamLAND2(-Zen)検出器
の建設作業



- 既存施設からのRO水を超純水に
- $\sim 1 \text{ m}^3/\text{hr}$ の超純水製造能力
- $\sim 2 \text{ m}^3$ のタンクからKamLAND2検出器やスーパークリーンルームに供給
- この水中のラドン濃度測定についてもD班のご協力をいただければ、と

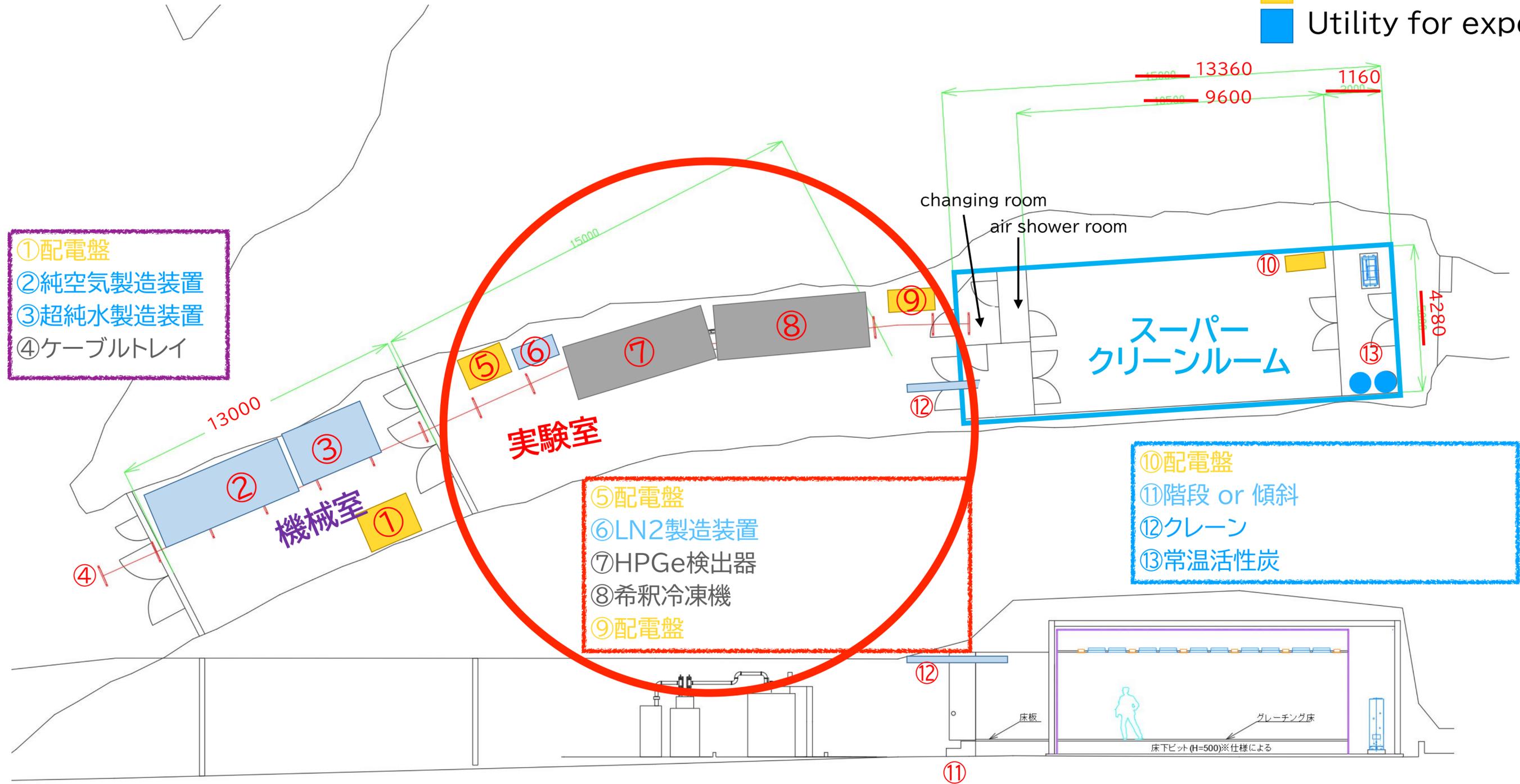
旧第一純化装置エリア (ここがKERNEL エリアに)

- ①配電盤
- ②純空気製造装置
- ③超純水製造装置
- ④ケーブルトレイ



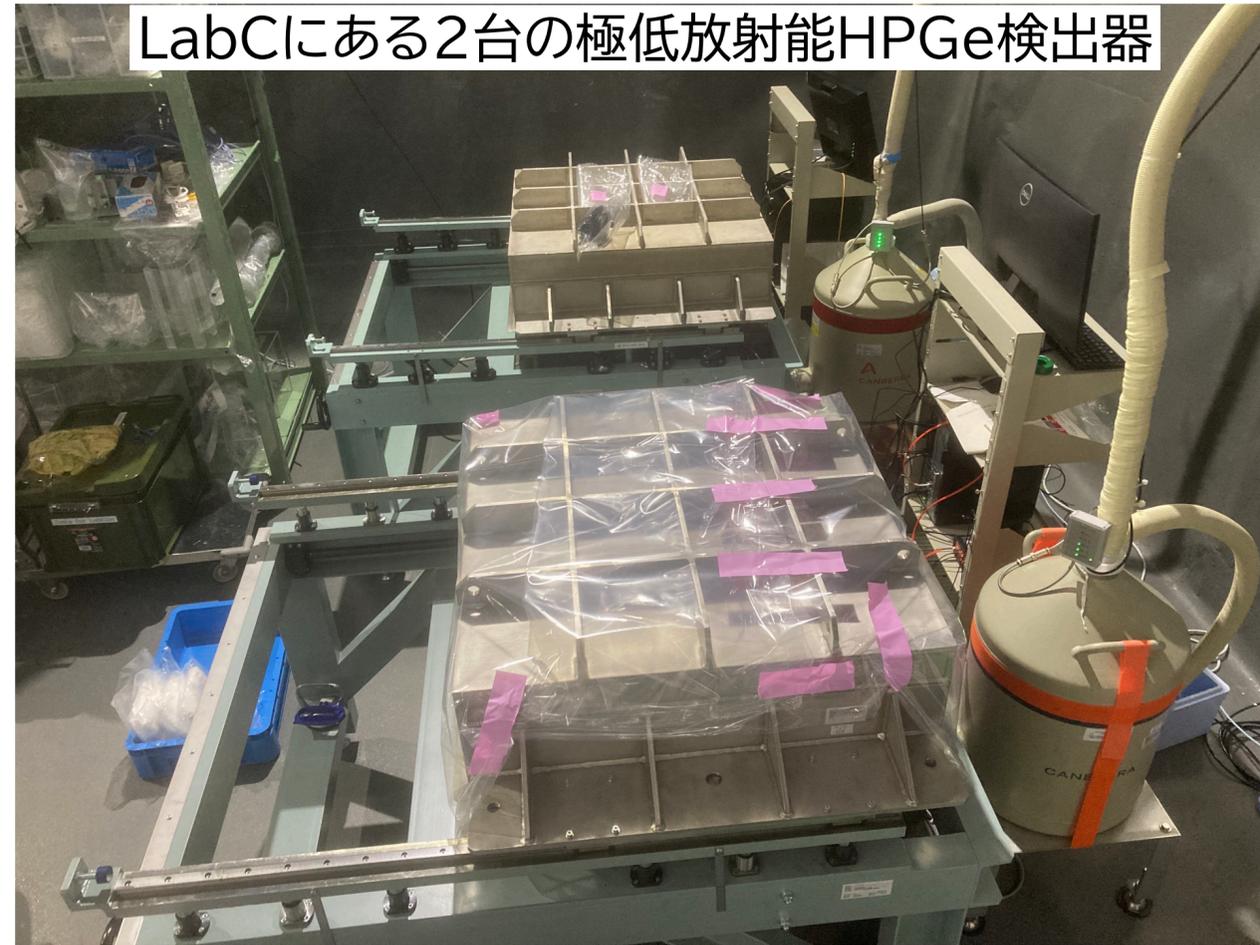
実験室の紹介

- Experimental apparatus
- Utility for mine safety
- Utility for experiments



- この部分は暫定（活用のアイデアは随時募集中）

実験室の用途案(1) 不純物量測定 (HPGe, ICP-MS)



LabCにある2台の極低放射能HPGe検出器

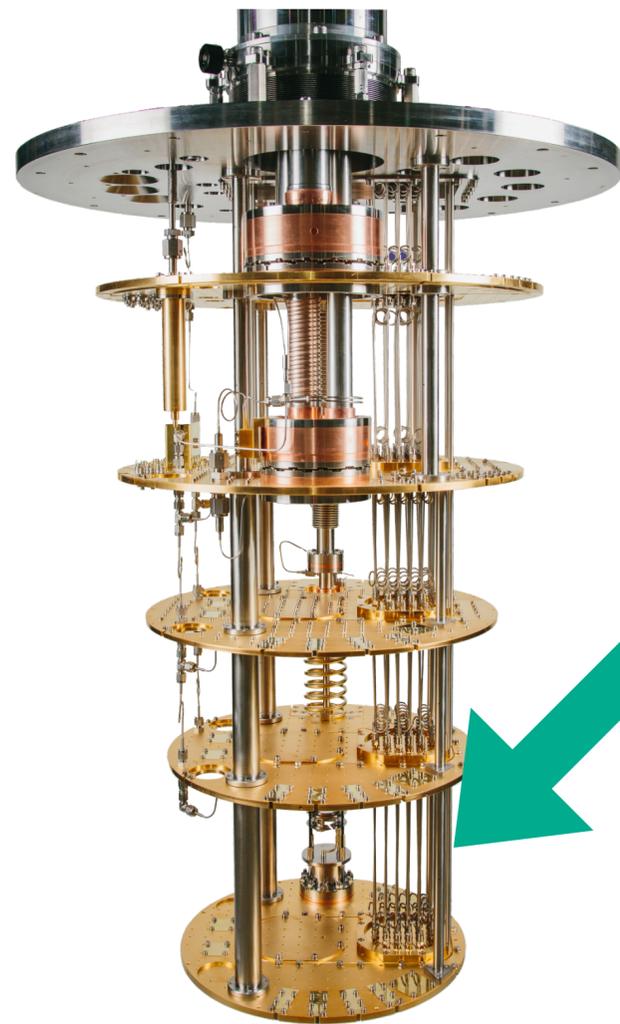


ICP-MS (筑波大 CRIES)

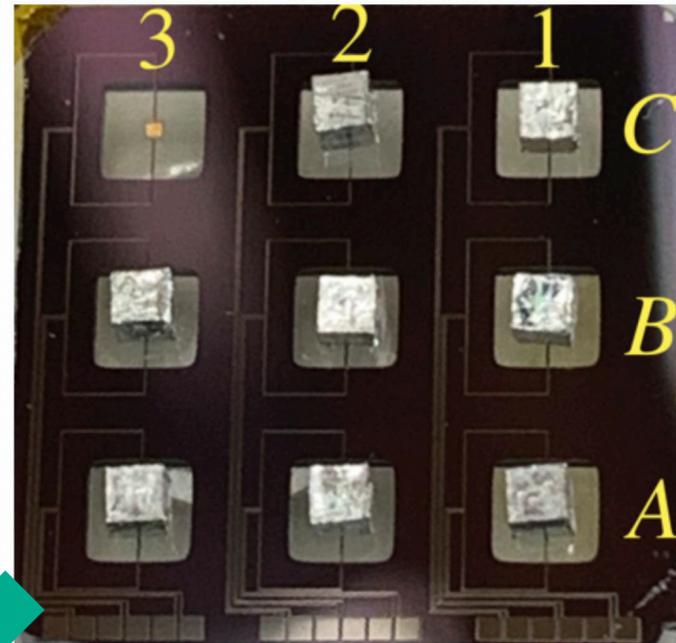
- これまでLow BGコミュニティで様々な極低放射能部材のRI測定結果を発表
- 例: SK-Gdの硫酸ガドリニウム (Ge, ICP-MS), 硫酸ガドリニウム中の ^{226}Ra 測定(ICP-MS), KamLAND2-Zenで使うPENフィルムの材料(HPGe)やフィルム自身(ICP-MS), NEWAGEの μ -PIC (Ge), XMASSのPMT (Ge)など
- 世界トップクラスの極低放射能HPGe検出器の構築も達成, 遮蔽体部材の洗浄方法も確立 (PTEP 123H01, 2023)

➡部材のRI測定の継続 + さらなる高感度測定手法の開発・確立と継承の場

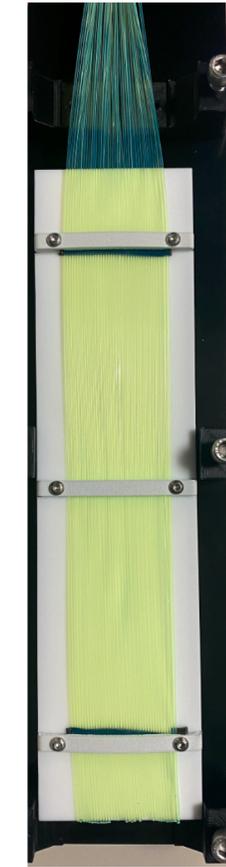
実験室の用途案(2)次世代検出器の開発



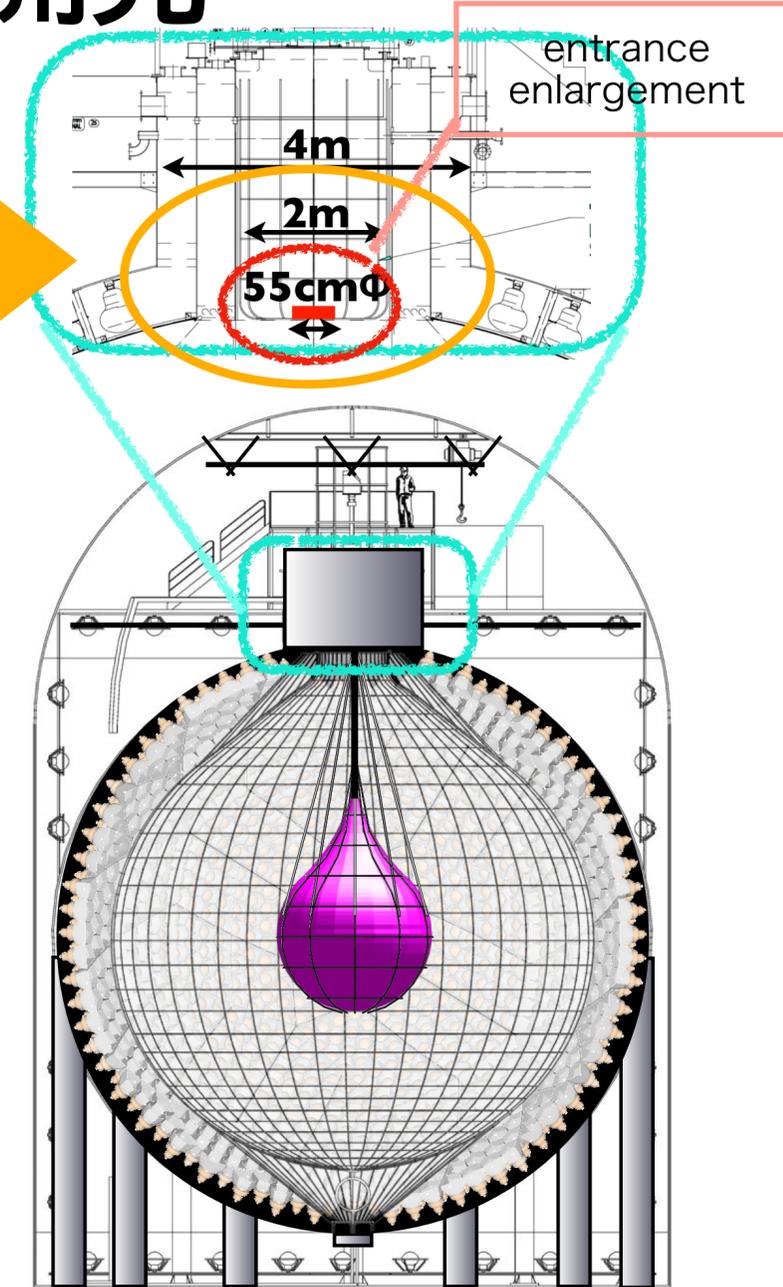
希釈冷凍機



0.8 mm 角 Sn吸収体
8素子 @ 産総研
(スミス ライアンさん
博士論文@東大)



シンチレーションファイバー+ SiPM
(Ref : NEXT実験)



- 例1 : 希釈冷凍機のセンサー開発・極稀事象探索のR & D
 - Kamioka Cryolabと連携しTES, MKID 等の研究開発, ^{112}Sn の2 ν DEC (Q値 1.919 MeV) などの極稀事象探索
- 例2 : KamLAND2-Zenの高感度化に向けたR & D
 - 極低放射能シンチレーションファイバー + SiPM によるKamLAND2検出器 チムニー領域の発光検出の性能向上
- 他にもいい案がありましたらぜひ協力して研究を

スーパークリーンルームの紹介

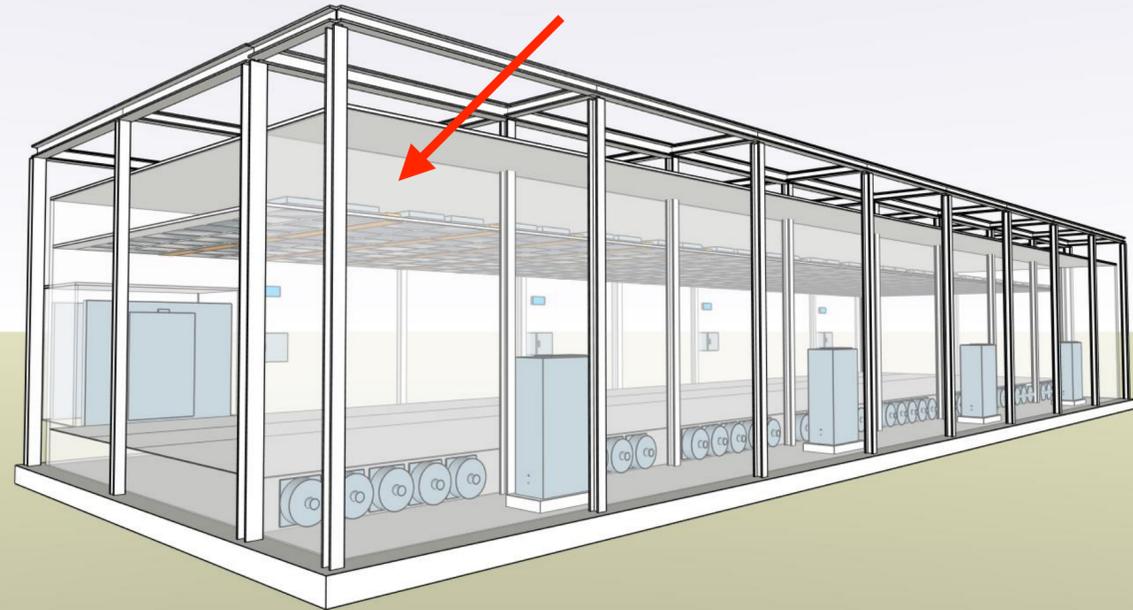
- Experimental apparatus
- Utility for mine safety
- Utility for experiments



スーパークリーンルームの仕様

- ~9.6 m × 4.3 m × 2.4 m , 床面はグレーチング
- ULPAファンフィルター群で ISO 14644-1 class1 クリーン度を達成
 - < 10 particles (size : 0.1 μm) / m^3
 - 東北大学西澤潤一記念研究センター (マイクロシステム融合研究開発センター, <http://www.mu-sic.tohoku.ac.jp/announce.html>)にあるものと同クラス
- Air flow : ~2m/s down-flow
 - 純空気製造装置からの供給 + 内気循環
- エアコン : 温度と湿度のコントロール
 - 例: ミニバルーン製作時は湿度 > 50%を維持

ULPAファンフィルター群



西澤潤一記念研究センター (仙台)

スーパークリーンルームの用途案(1) ミニバルーン製作

①フィルム洗浄



②シーム溶着



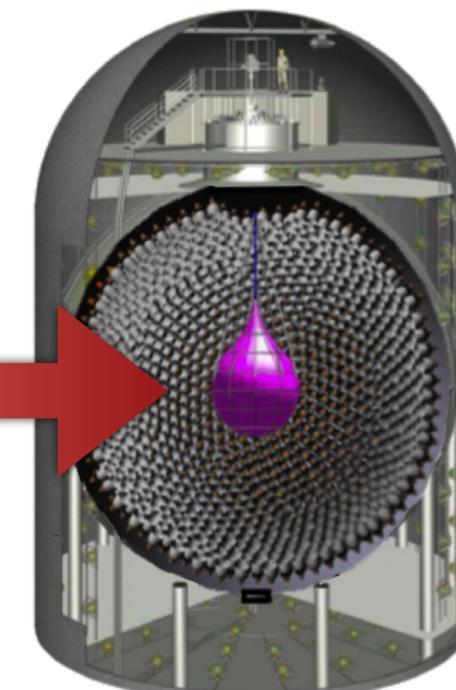
③Heリークテスト + 修復



④折りたたみ



⑤梱包



- KamLAND-Zen800実験で用いた $25\mu\text{m}$ 厚ナイロン製ミニバルーンは西澤潤一記念研究センター（仙台）のクラス1スーパークリーンルームで製作
 - ^{238}U : $(3 \pm 1) \times 10^{-12} \text{ g/g}_{\text{Film}}$
 - ^{232}Th : $(3.8 \pm 0.2) \times 10^{-11} \text{ g/g}_{\text{Film}}$ を達成
- 同様のバルーン製作が、このスーパークリーンルームで可能
- A01班との連携

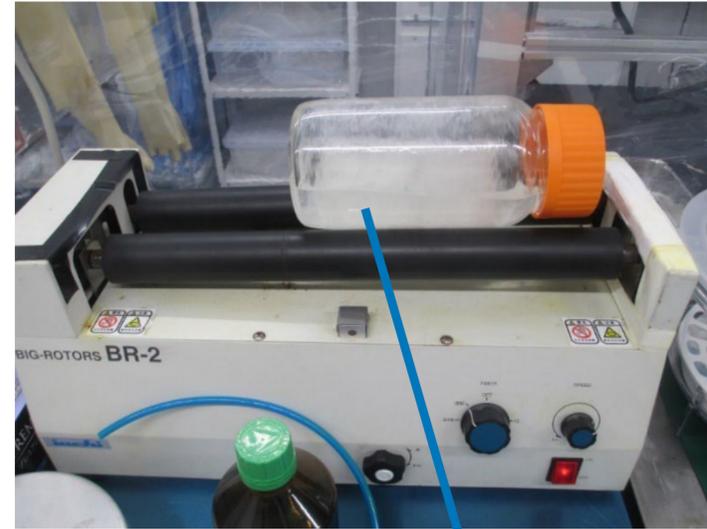
ミニバルーン製作に関する詳細：[JINST 16, P08023 \(2021\)](#)

スーパークリーンルームの用途案(2) 結晶育成、検出器のアセンブル等

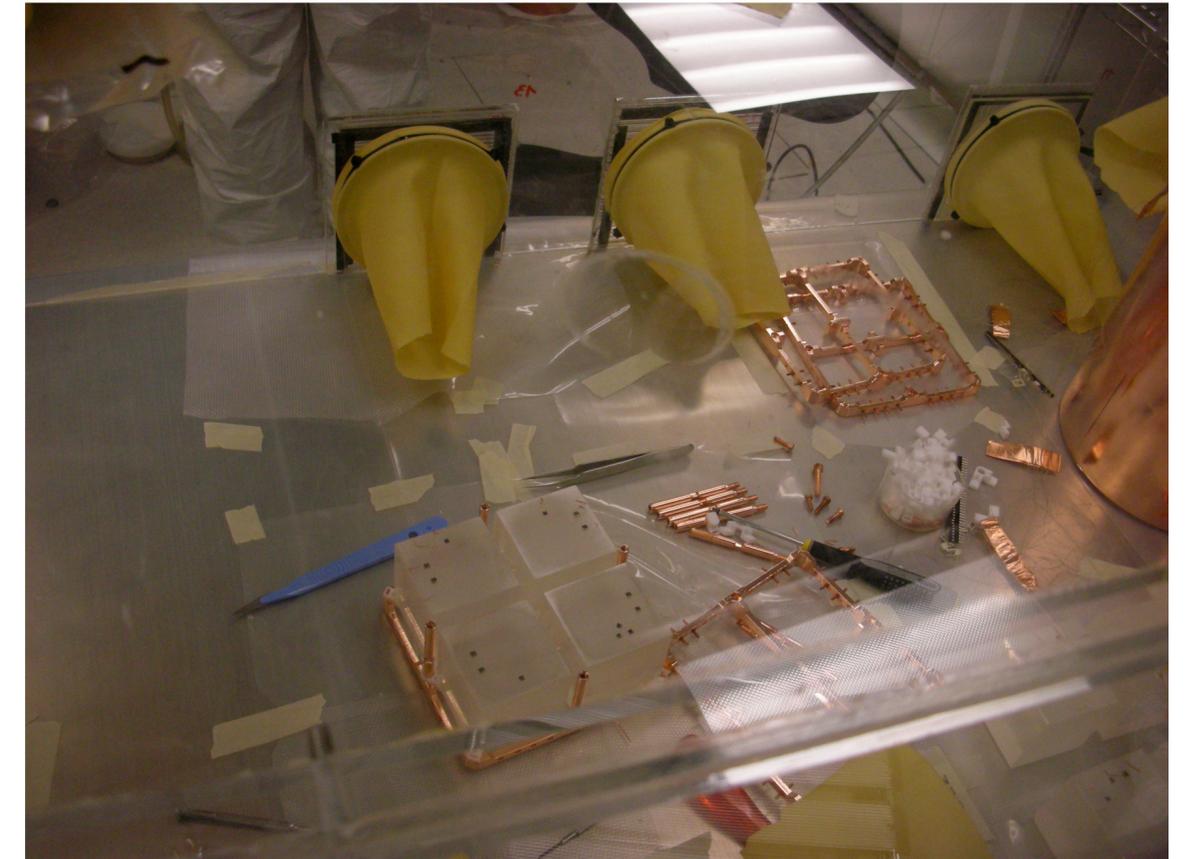


NaIの純化

<https://doi.org/10.1093/ptep/ptab020>



(そこそこ)大型検出器のアセンブルが
glove boxでなくても出来る



- 例えば ①実験室のHPGe、ICP-MS等で結晶材料中のRIを高感度測定 → ②スーパークリーンルームで極低放射能結晶育成、③スーパークリーンルームで検出器のアセンブリ → ④実験室でデータ取得 など
- 結晶の例 (NaI, ZnWO₄, GSO, GAGG, SrI₂ など)
- その他: 超高純度銅 ([SURFのリンク](#)) やPENフィルムの自作 ([Ref](#))
- 他にもいい案がありましたらぜひ協力して研究を



まとめ

2024年6月28日の写真
今年度末にKERNEL施設
純空気製造装置
超純水製造装置
スーパークリーンルーム
などのインフラが整備されます

- 今年度、神岡極稀現象研究拠点（KERNEL）が始動
 - これまでの新学術の研究成果がベース
 - スーパークリーンルーム、実験室、機械室で構成
 - スーパークリーンルーム：クラス1のクリーン度，今年度完成予定
 - 実験室：極低放射能技術の研究開発・継承の場
 - 機械室：KERNEL, KamLAND2に純空気, 超純水を供給：これらの製造装置も今年度完成予定
- ➔ lowBGコミュニティ全体の発展のため，これからの学術変革での研究とも協力し，様々な研究開発の場にしたい