

ハイパーカミオカンデ計画 の 測定器準備

令和7年度 東京大学宇宙線研 共同利用研究成果発表会

2026.Jan.27

ICRR 神岡施設 竹本康浩

on behalf of Hyper-Kamiokande Collaboration

共同利用研究費

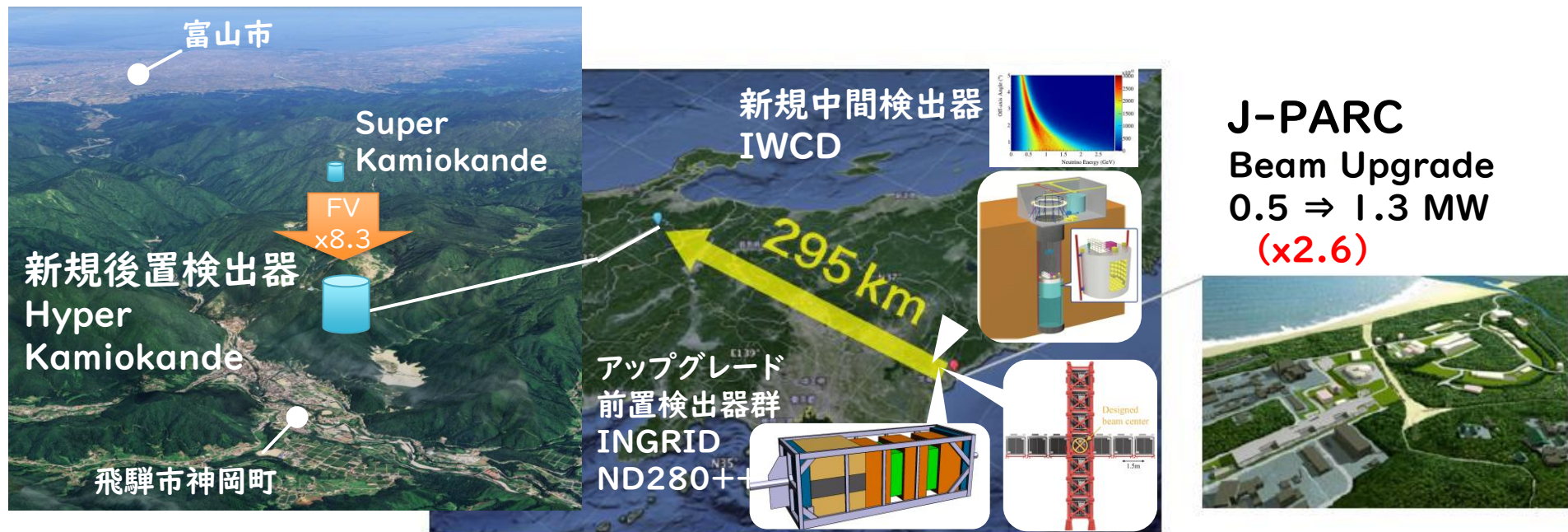
ハイパーカミオカンデ実験のための共同利用研究費

- Hyper-Kamiokande (塩澤, 宇宙線研神岡施設)
 - 査定額 5万円
 - 旅費 5万円
- PMT R&D for next generation experiments (西村, 慶応大学)
 - 査定額 35万円
 - 物品費 15万円
 - 旅費 20万円

研究費はハイパーカミオカンデプロジェクトに有効に使用されました。
ご支援ありがとうございます。

- 発表1 「ハイパーカミオカンデ計画の測定器準備」
- 発表2 「ハイパーカミオカンデ計画の推進」 Guillaume Pronost (29日午後)

ハイパーカミオカンデ (HK) プロジェクト



- 第3世代水チェレンコフ検出器
 - Hyper-Kamiokande : SKの8.3倍統計
- ビームアップグレード
 - T2K時の2.6倍のニュートリノビーム強度
- 新orアップグレード 前置+中間検出器
 - 系統誤差の低減

大統計・広エネルギー帯域での精密測定

- ニュートリノ振動
 - 大気ニュートリノ + ニュートリノビーム
 - CPV, 質量階層構造, θ_{23} octant
- 核子崩壊-大統一理論
- ニュートリノ天文学
 - 太陽・超新星・背景超新星ニュートリノ
 - 暗黒物質
- 新物理探索

HKコラボレーション

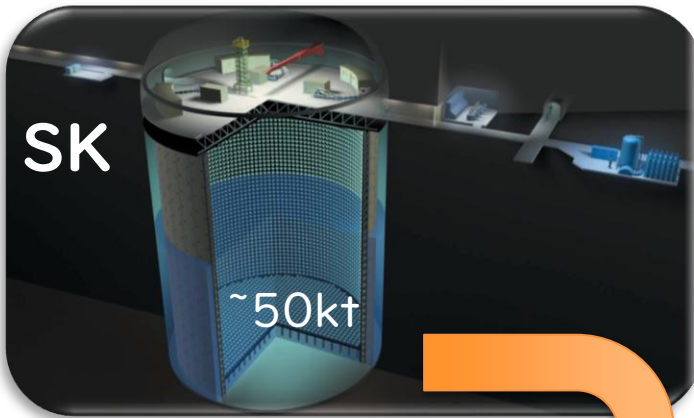
2025夏



参加国:23ヵ国 / 参加機関:103 / 研究者:~650名

(2025.10)

地下巨大水チェレンコフ検出器



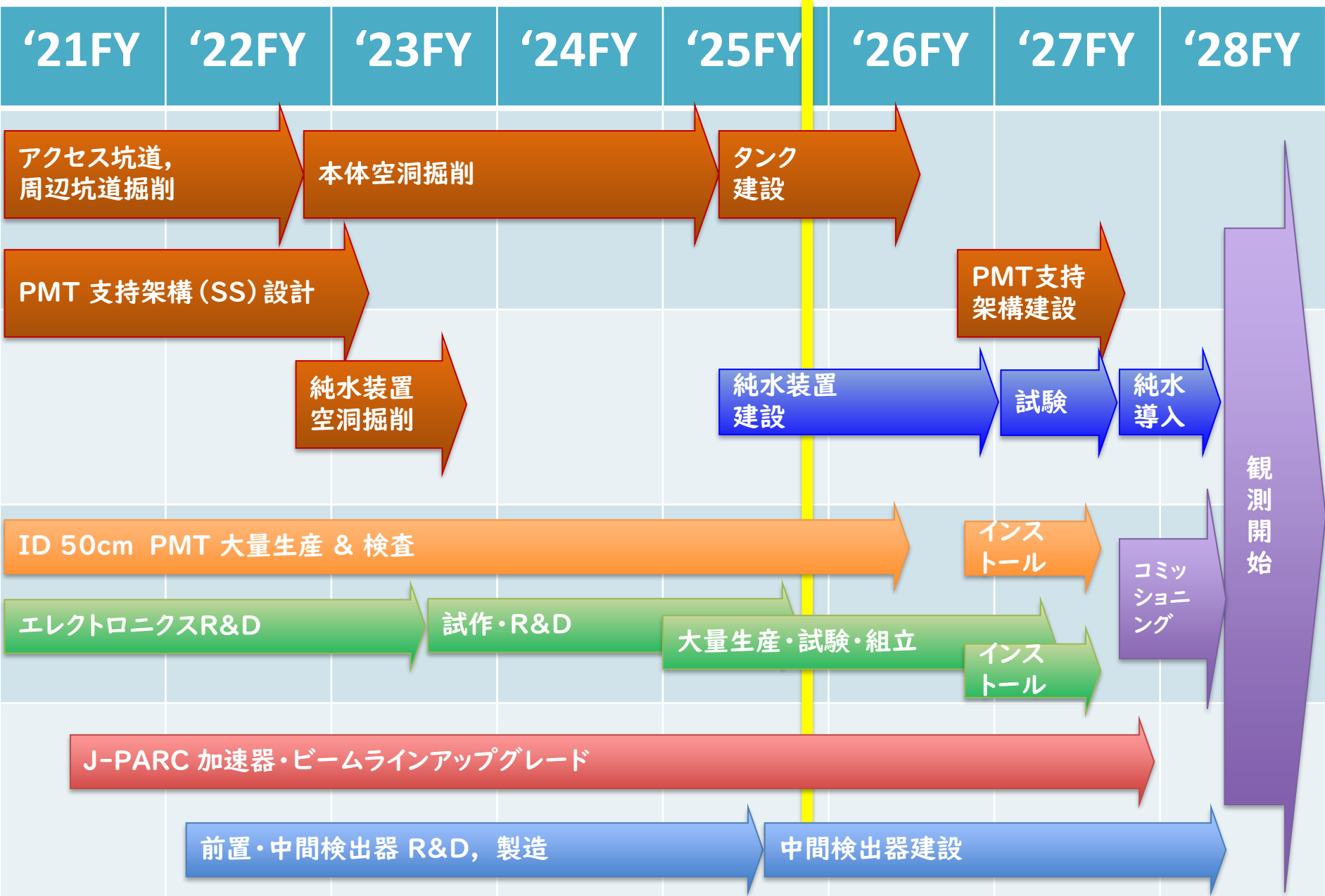
	SK	HK
検出器地中深さ	1000m	650m
水槽サイズ	$\phi 39.3\text{m} \times 41.4\text{m}$	$\phi 68\text{m} \times 72\text{m}$
内部検出器 (ID)	$\phi 33.8\text{m} \times 36.2\text{m}$ 32.5 k-m ³	$\phi 64.8\text{m} \times 65.8\text{m}$ 217 k-m ³
有効体積	22.5 k-ton	188.4 k-ton
ID光電被覆率	40%	20%(x2効率, 分解能)

x8.4



	SK	HK
OD	2m	1m
ID	2m	1.5m
To-wall		

プロジェクトタイムライン



坑道掘削・空洞掘削



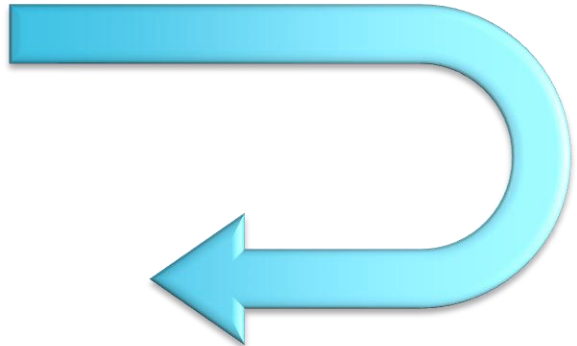
2021.5.28 着工式典



アクセス坑道掘削



アクセス坑道掘削・舗装



2022.7.1ドーム中心到達



2024.8.5円筒部掘削-37m



円筒部掘削-12m



φ62m x 17m
2023.10.3ドーム掘削完了

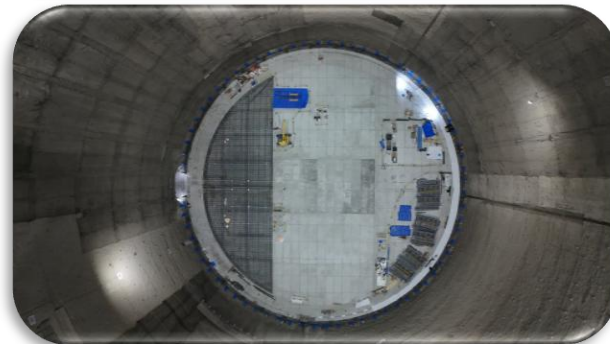
空洞掘削・タンク建設



2025.7.31 空洞掘削完了



2025.6.28
見学会



底部ライニング
配筋
50cm厚
コンクリート打設



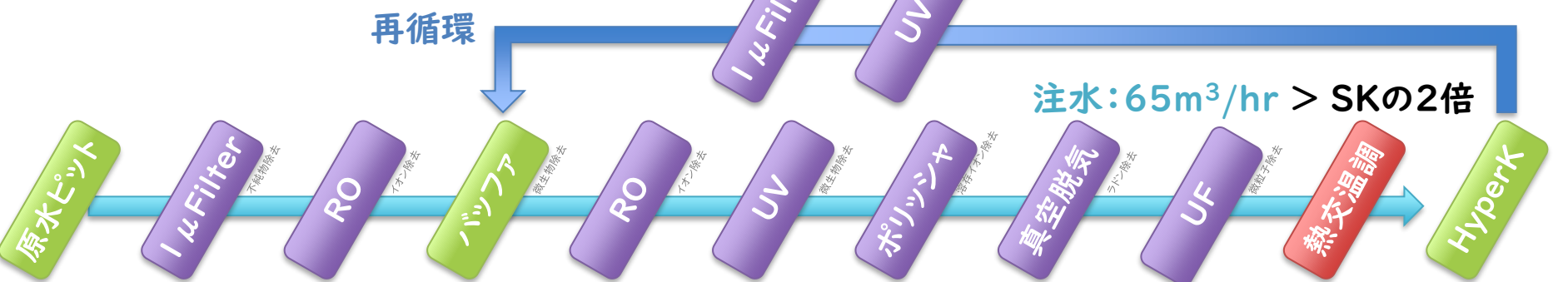
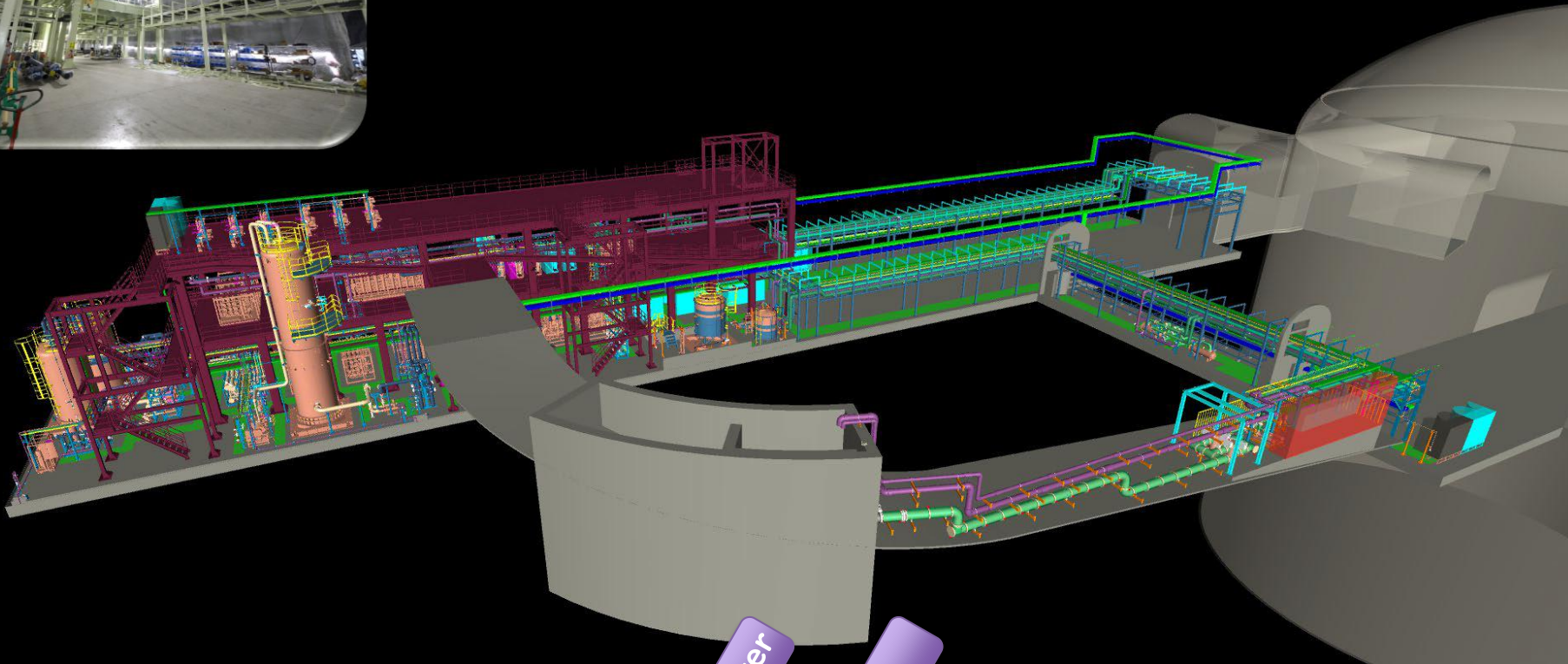
側部ライニング
建設
・配筋
・SUS板溶接
・流し込みコン

⇒2026.8完了予定

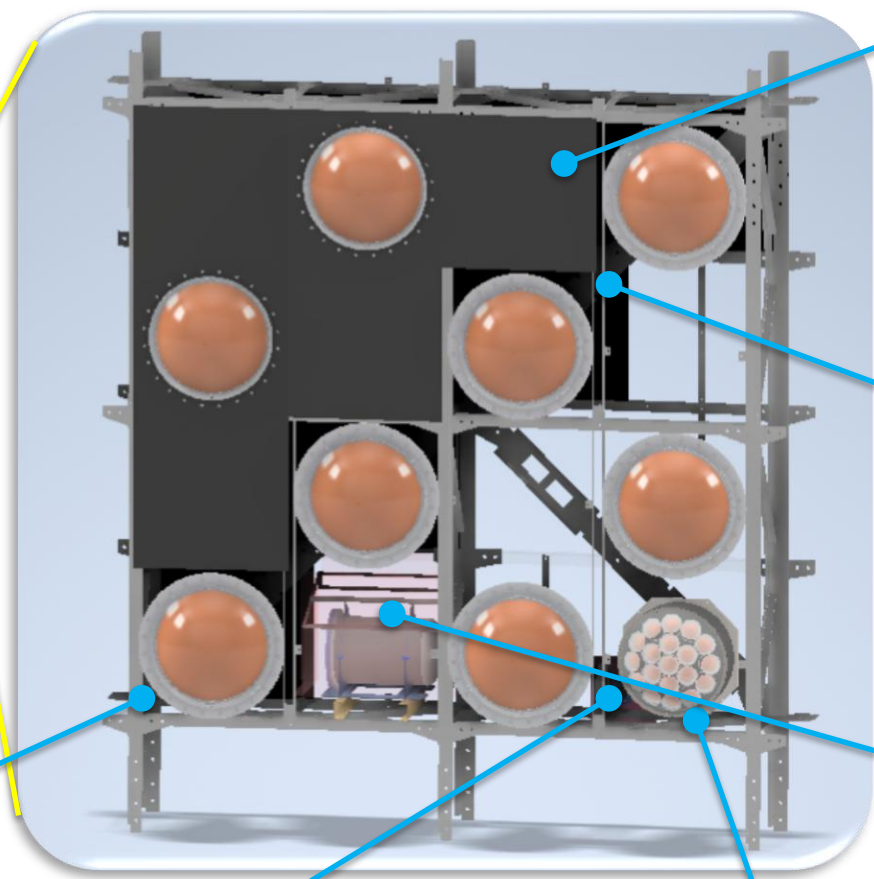
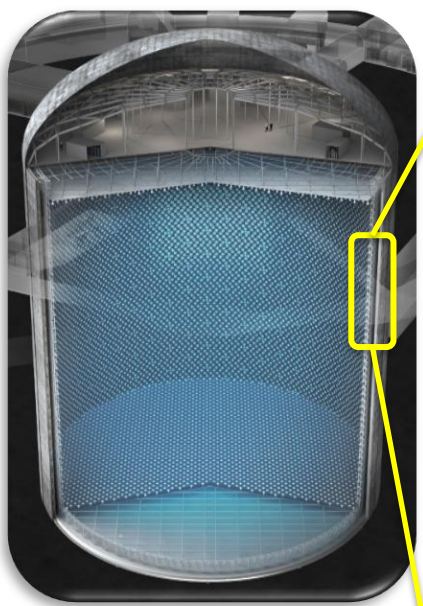
純水製造装置の準備状況



2025.7.30 建設開始
 2025.9.17 ステージ建設完了
 各装置設置中 ⇒ 2027.11注水開始予定



検出器内コンポーネント



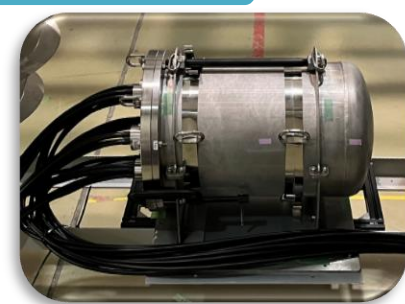
ID壁 Black Sheet



OD壁 黒/白 Tyvek



水中エレクトロニクス容器 988個

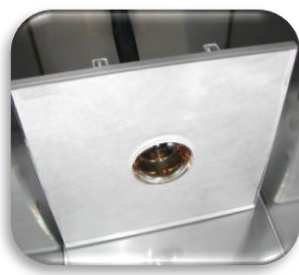


ID 50cm PMT



浜松ホトニクス
R12860-22
19704個
20% 被覆
(倍に増量可)

OD PMT



浜松ホトニクス
R14374 (3")
~3560個

ID mPMT

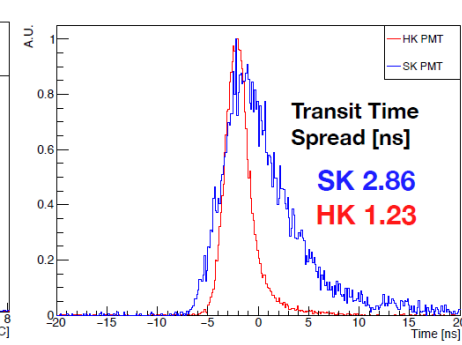
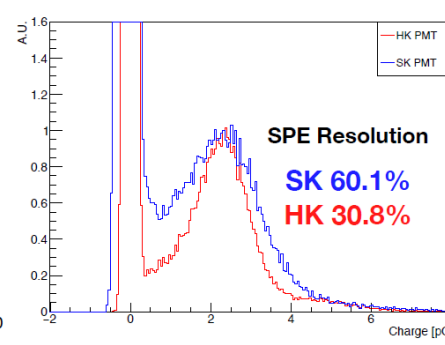
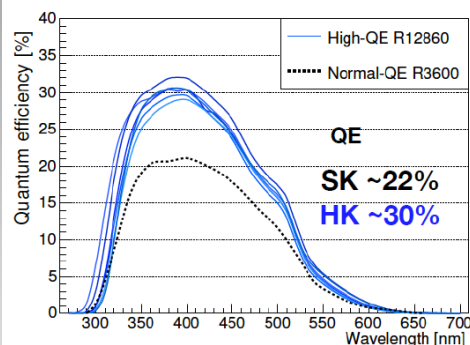


浜松ホトニクス
R14374 (3")x19
808個



ID 50cm PMTの準備状況

RI 2860



Box & Line PMT

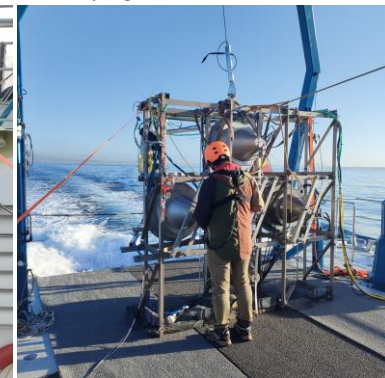
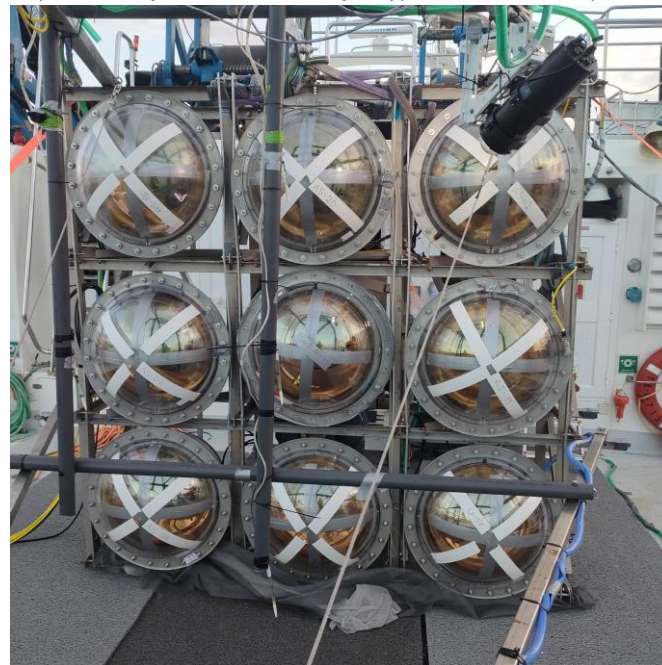
- (Q.E.+C.E), T分解能, Q分解能, SPE P/V比 \approx x2 of SK
- 低 dark : 4kHz \sim SK \Rightarrow LowE sensitivity



20500本の納入は
2026.5月で完了予定

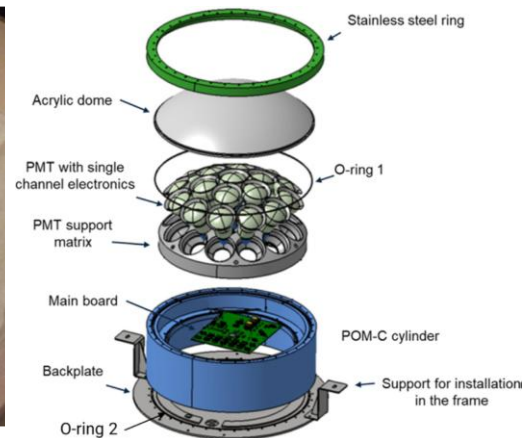
- 目視 & 信号試験
- 信号性能, 安定性試験
- \sim 1か月 \times 100本安定性試験
- \sim 2年長期試験
- SKでの運用 (2019 \sim)

<https://lsc-canfranc.es/en/successful-hyper-kamiokande-implosion-test-campaign/>



10気圧下で連鎖爆縮を防止可能なSUS+アクリルカバーの開発に成功

ID mPMTの準備状況

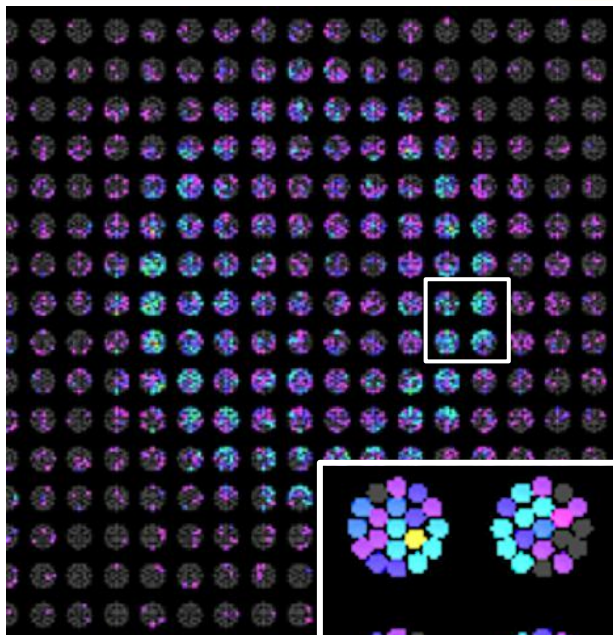


50cm ϕ mPMT

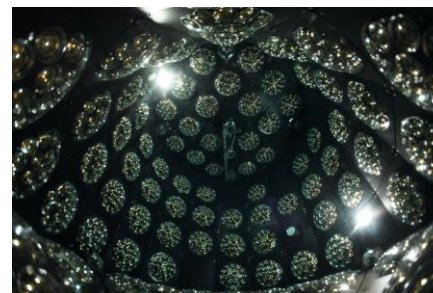
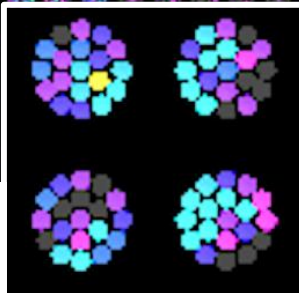
- 19x3" PMTs : 50cm PMTに対して時間分解能x2
- 入射角に対して高い感度
- マルチリング事象の分離 → 陽子崩壊, ν 振動
- ID壁付近のBG低減 → FV拡張

LED-mPMT

- 5個のPMTをLEDシステムに置換 (サブナノ秒拡散or絞り)
- 水パラメータ (透過度等) の測定 → 系統誤差の低減

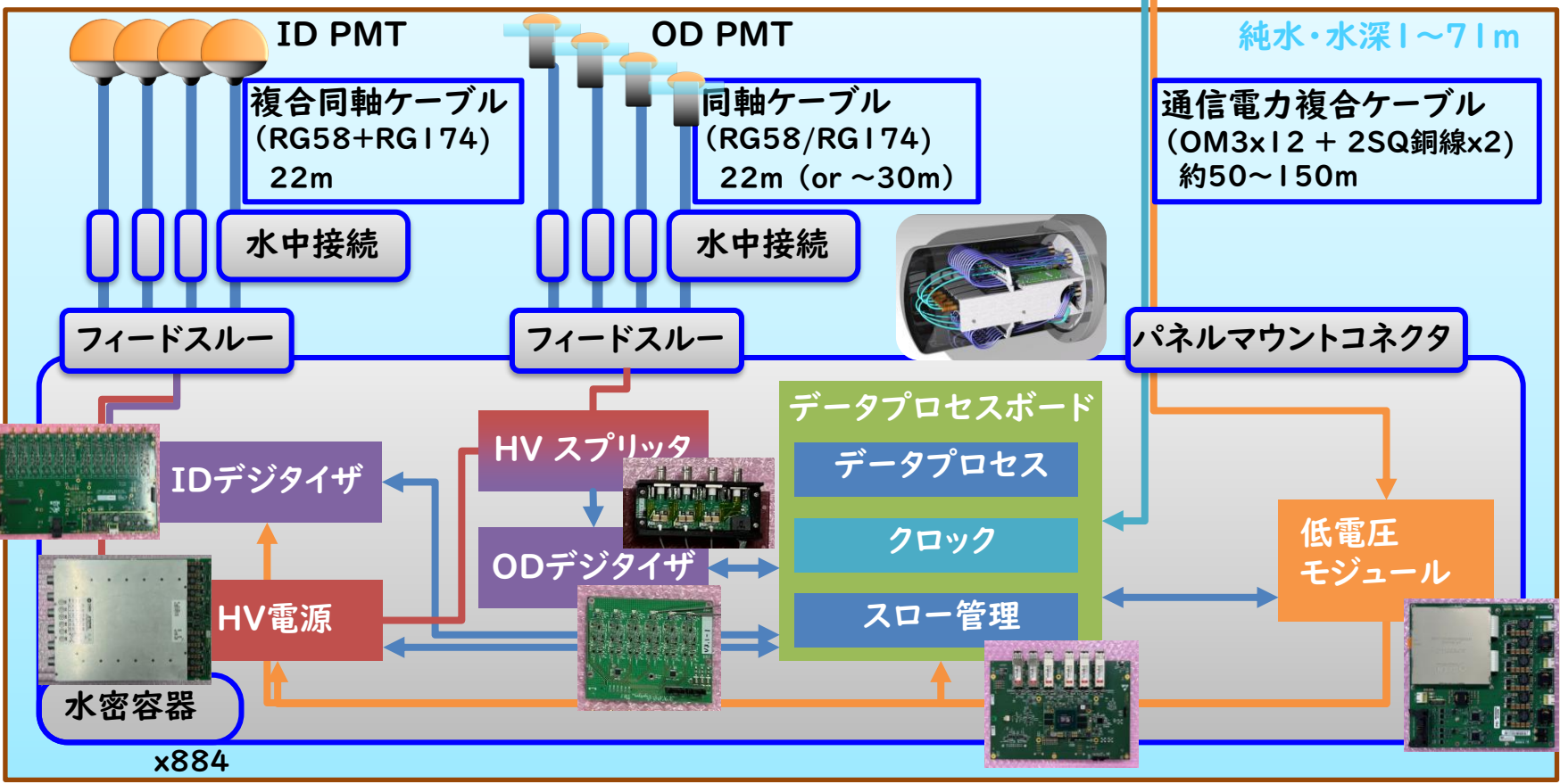
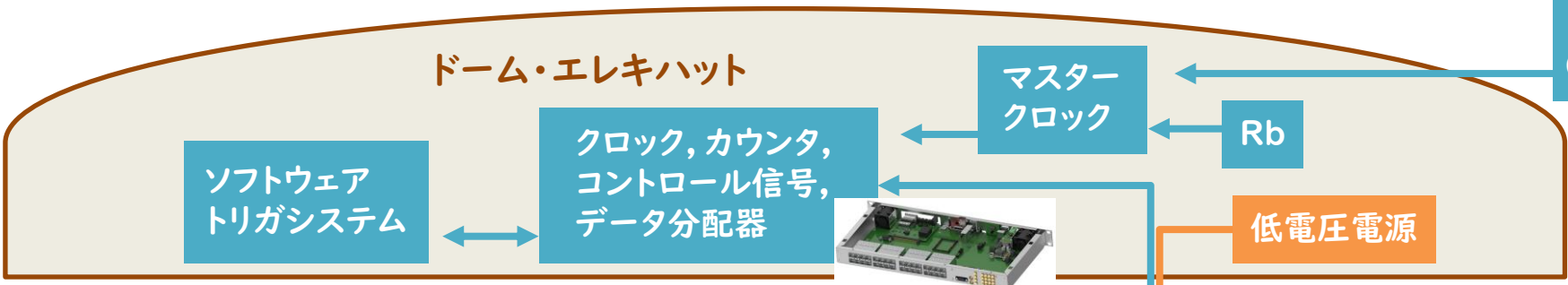


中間検出器MC



WCTE実験@CERNで実証
量産中

DAQ エレクトロニクス

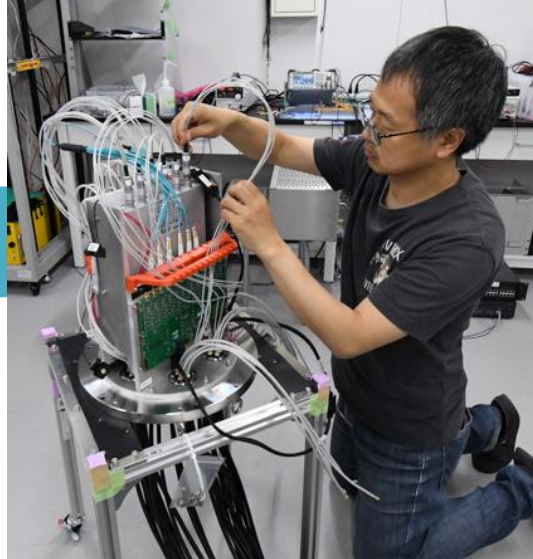


DAQ エレクトロニクス

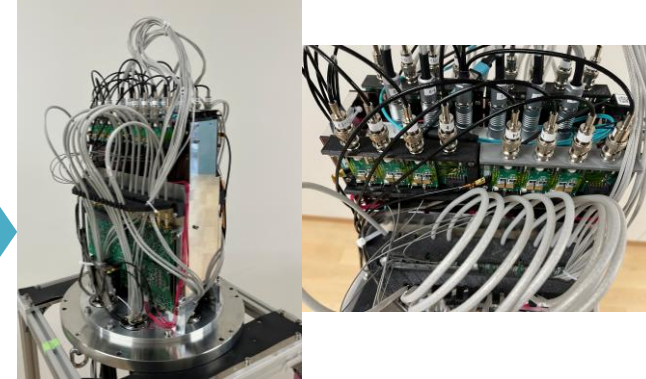
容器フランジ
フィードスルー (FT) 設置



内部配線
エレキスタンド結合



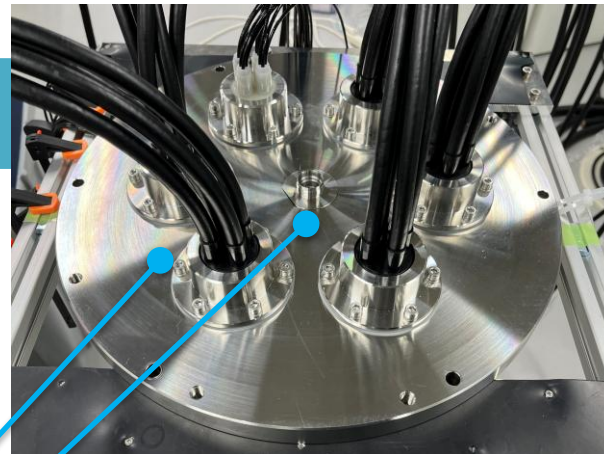
FT 配線



水中容器



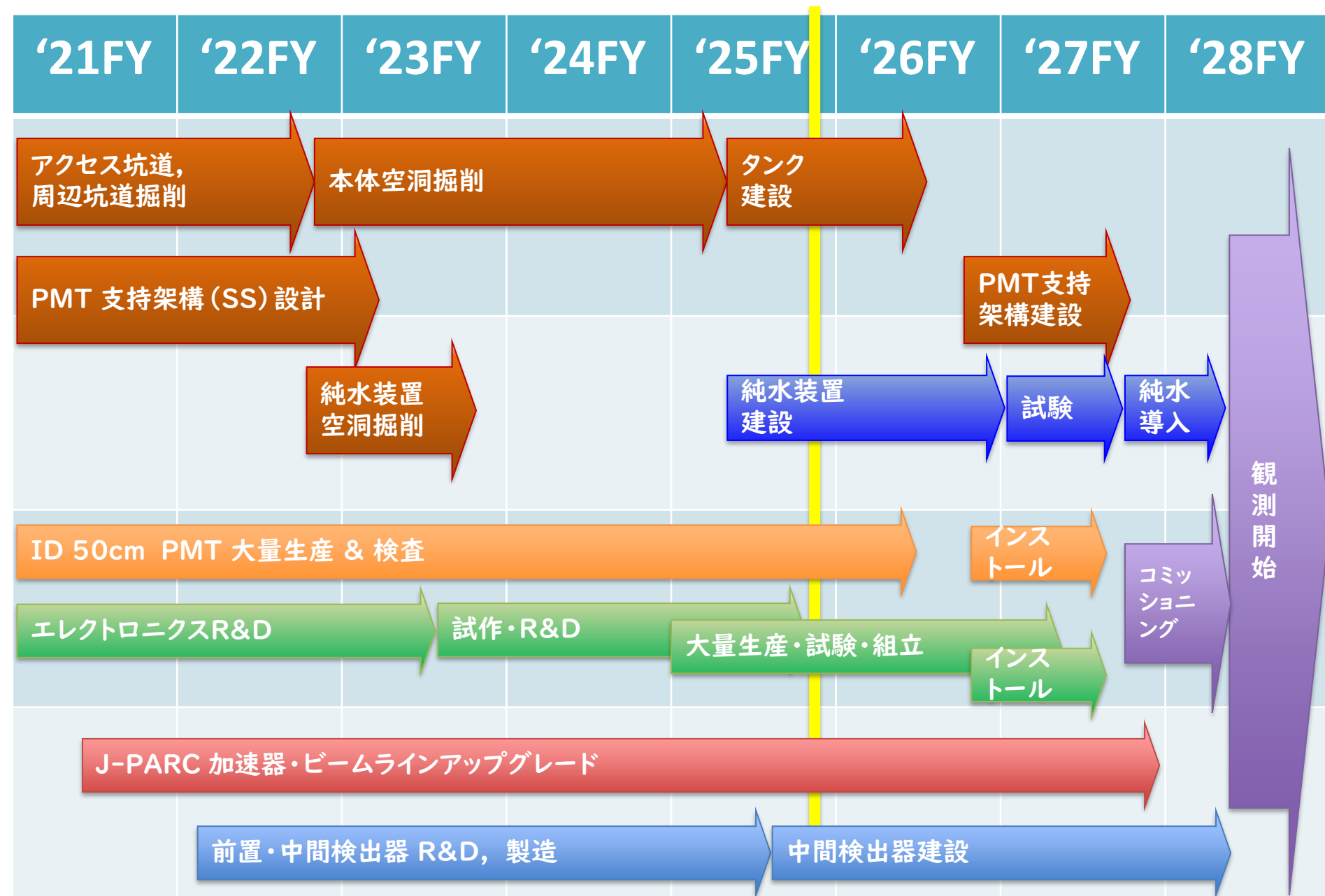
冷却水槽 (~15°C)



PMTケーブルFT
通信電力ケーブルFT

- エレキの安定動作, 閉空間でのノイズ評価, 冷却性能等を確認 (ノイズHit<1Hz @ 1/6 pe.@26°C)
- 容器内空気が, ケーブル外皮を通して, 真空脱気された水へ脱気される問題が判明
- HKドームに接続される通信電力ケーブルに空気供給パイプを追加. 常に給気>>脱気を実現.
- 構成要素すべて量産開始, 6月からCERNで組立

プロジェクトタイムライン



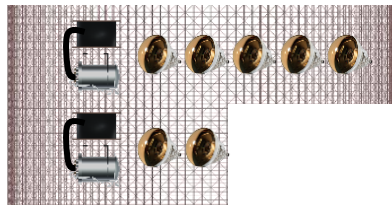
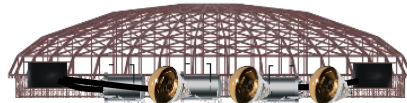
PMT支持架構築建設 & インストール

屋根部建設

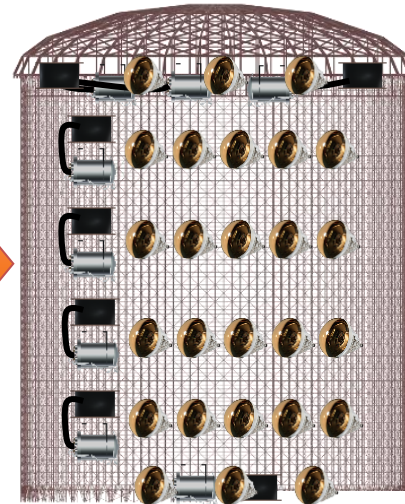
- 1.PMT架構組み立て
- 2.PMTインストール
- 3.容器インストール
- 4.PMTケーブル配線
- 5.簡易試験試験
- 6.PMTケーブル接続
- 7.通信ケーブル配線
- 8.暗室試験
- 9.Tyvek施工
- 10.BS施工



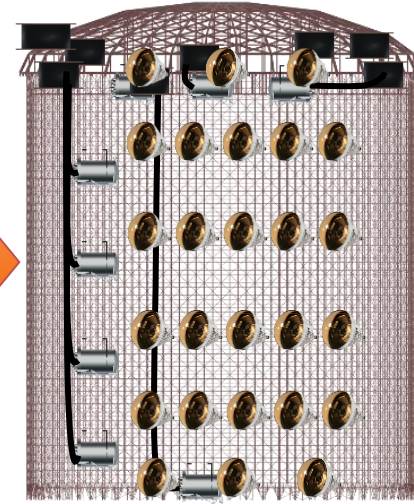
屋根部ジャッキアップ 側部4段ごと建設



底部建設



通信電力ケーブル配線

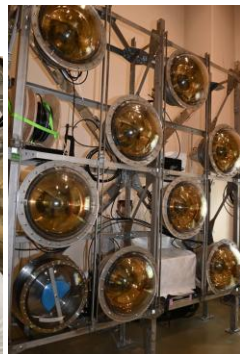


~160PMT/日
1.5カ月

192PMT/日
2.2カ月

~160PMT/日
1.5カ月

全体で~9カ月



詳細プロセス、
シフト分担等
検討中

まとめ

- Hyper Kamiokande 実験は2028年の観測開始に向けて佳境にあります。
- 2025FYは全ての検出器項目でR&Dから量産に移行しました
- 2026FYはインストールに向けた各測定器の試験, アセンブリに続いて, 実際のインストールが開始されます
- 引き続きご支援よろしく願いいたします。