

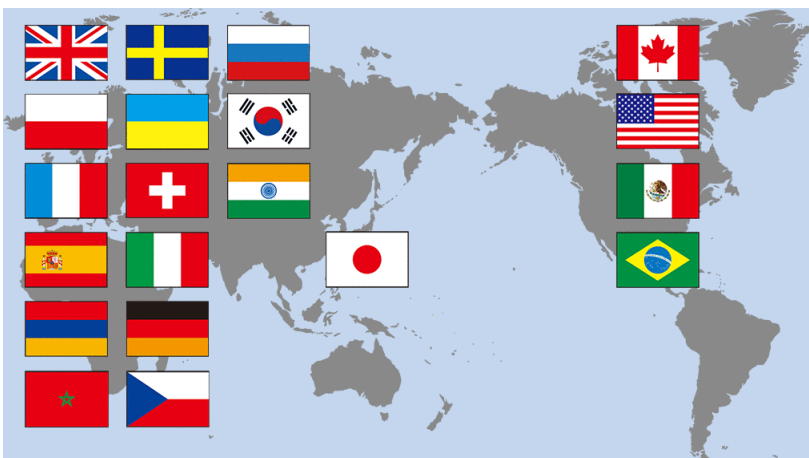
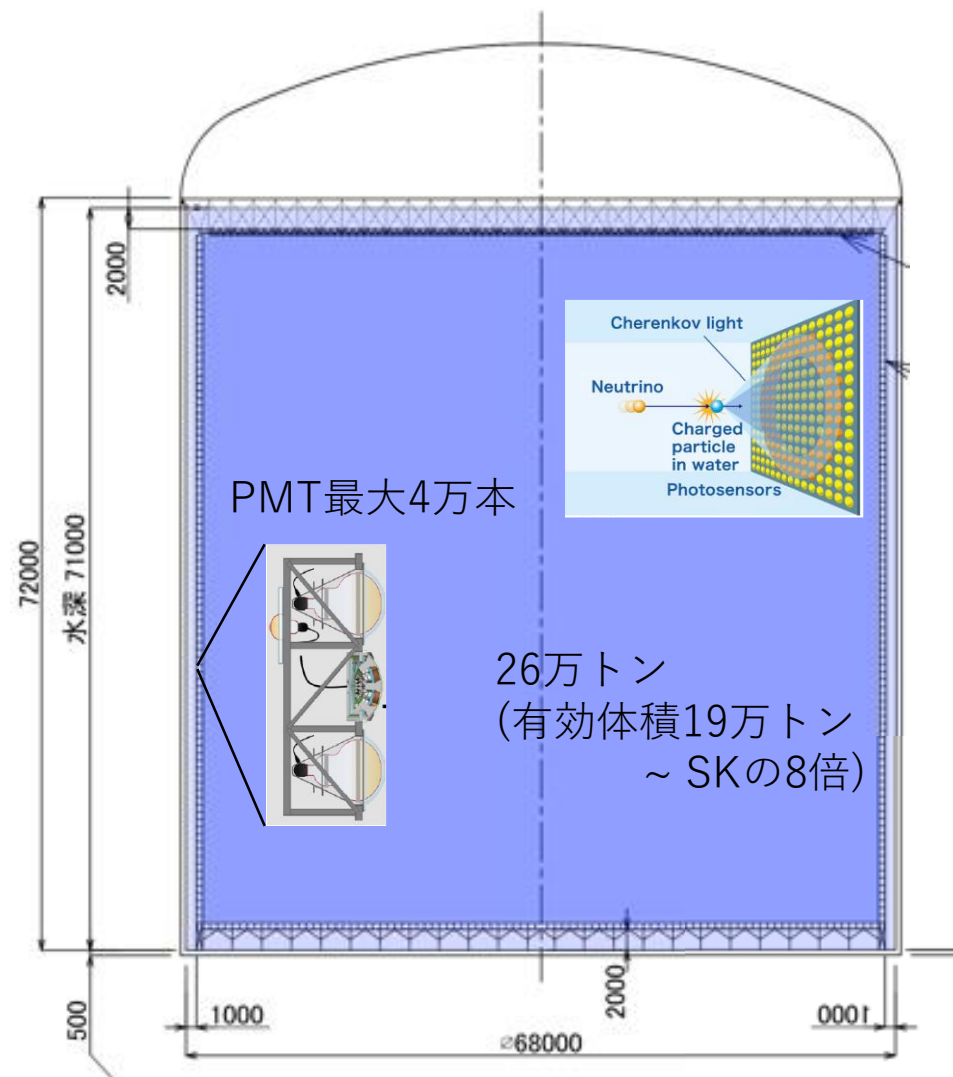
ハイパーカミオカンデ 計画の推進

片岡洋介
(宇宙線研)

ハイパーカミオカンデ

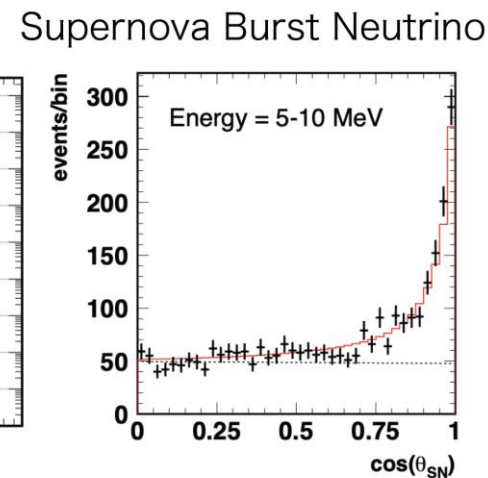
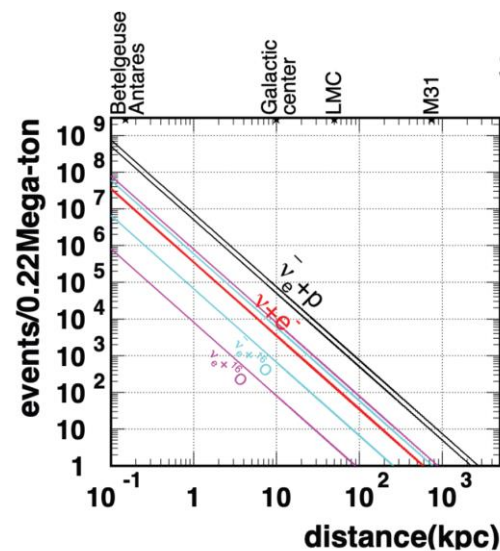
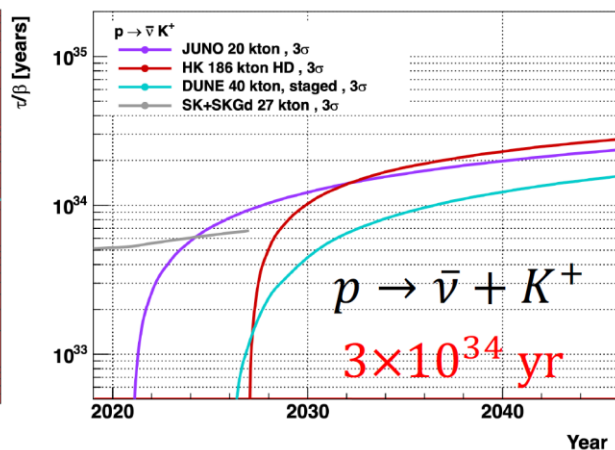
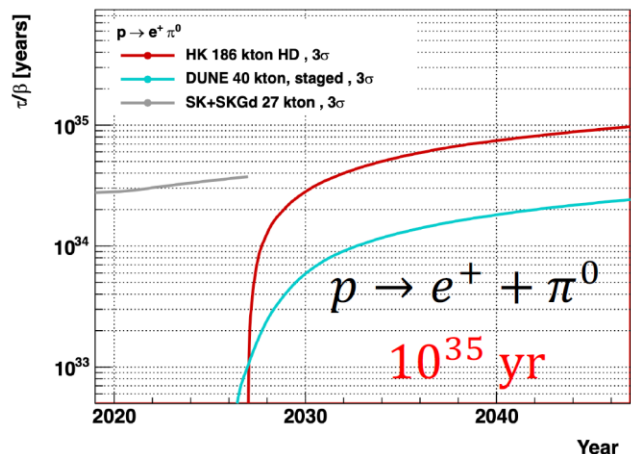
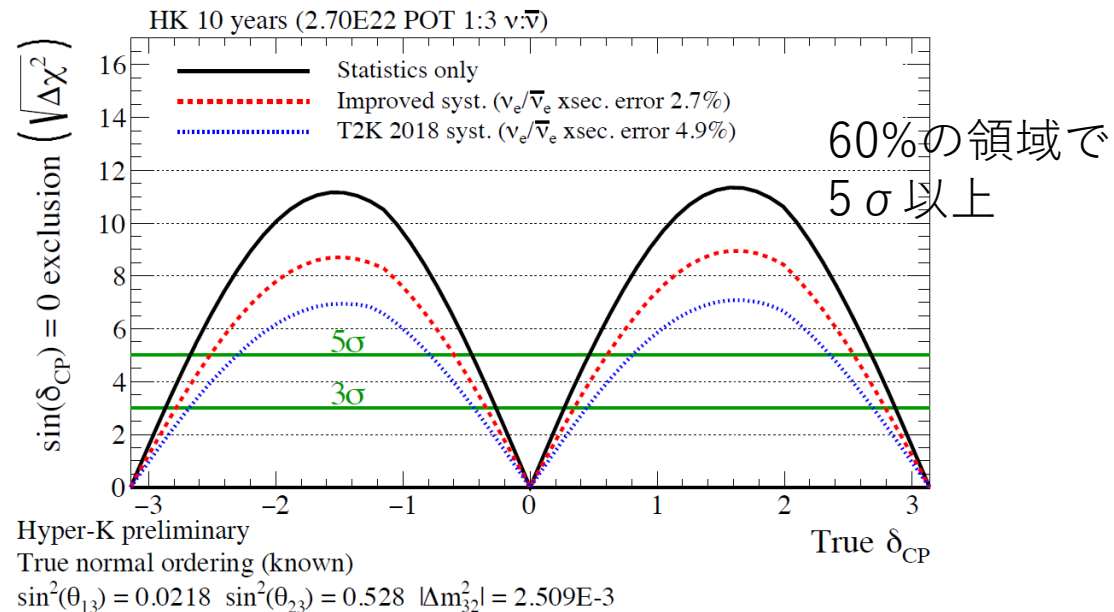
ハイパーカミオカンデ検出器

- 26万トンの水タンクを擁する次世代ニュートリノ検出器
- J-PARC加速器と連携してT2K実験の30倍のニュートリノ
- 世界20ヶ国、約500人が参加する国際共同実験
- 2020年から建設開始、2027年度から観測開始予定



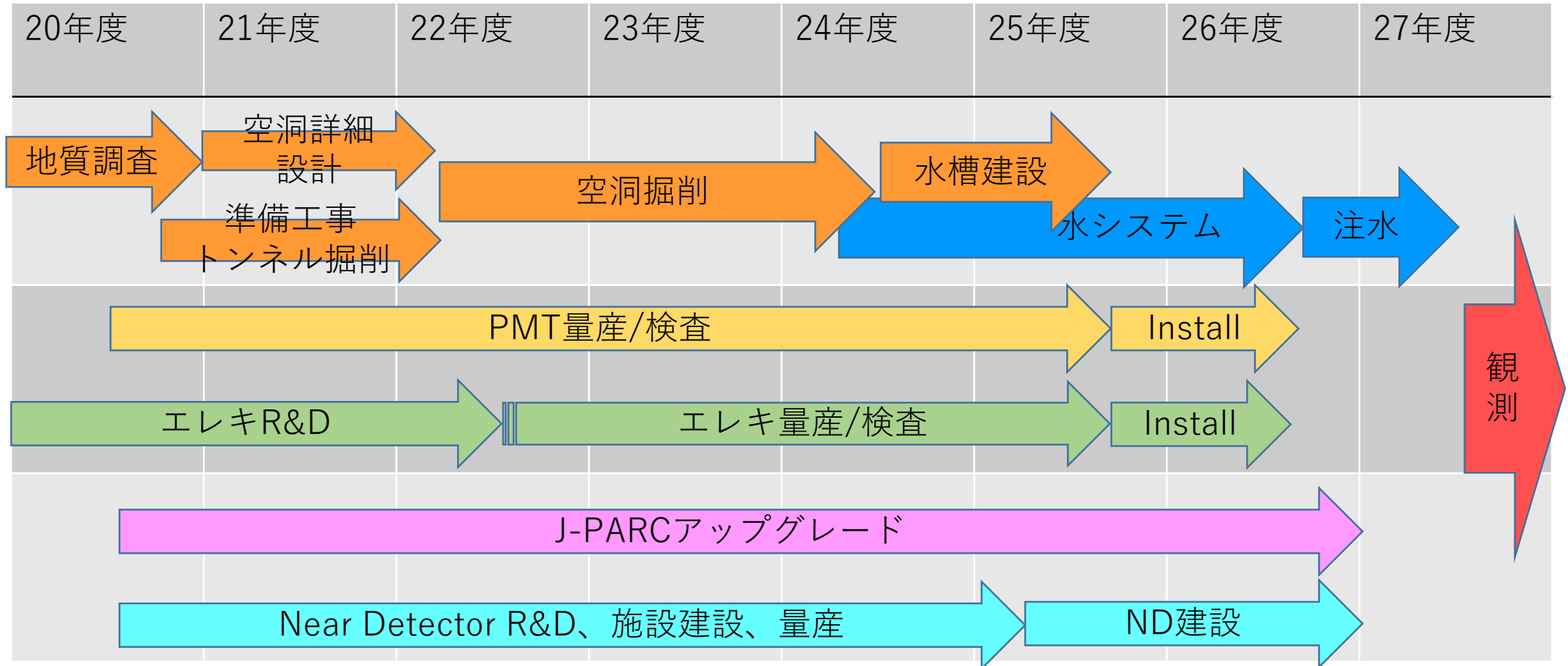
期待される物理

- ニュートリノ物理
 - CP対称性の破れの測定
 - ニュートリノ質量の順番の決定
- 宇宙ニュートリノの観測
 - 超新星爆発ニュートリノ
 - 超新星背景ニュートリノ
 - 太陽ニュートリノ
- 陽子崩壊探索



建設スケジュール

いまここ



建設状況

HKサイト(SK南8km 二十五山地下)



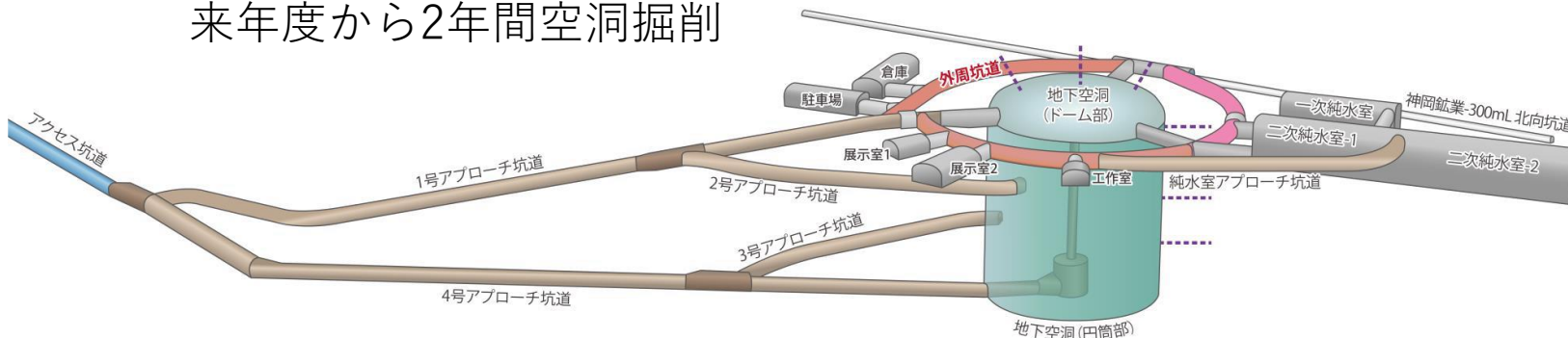
いまここ、年度内に完了予定



アクセストンネル



来年度から2年間空洞掘削



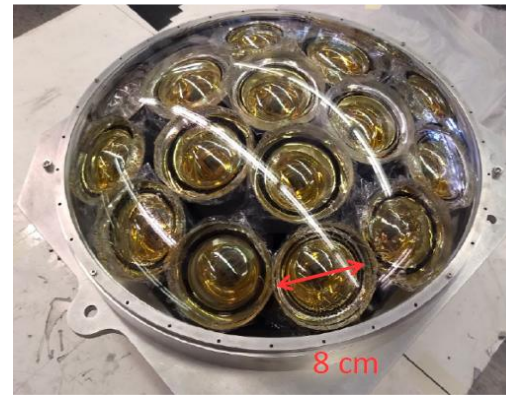
HK PMT

Box&Line PMT



- 新型20" PMT
- 浜松ホトニクス製
- 最大4万本 (壁面最大40%)
- 量産開始(月産300本)

multi-PMT



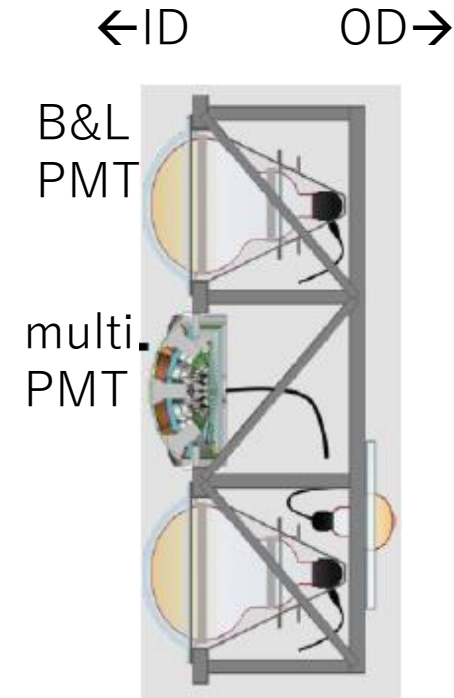
- 3" PMT x 19本 (20" ケース)
- 海外グループが主導
- ~5000本(数未決定)
- 前置検出器IWCDにも使用

OD PMT



- 外水槽用3" PMT
- 海外グループ主導
- 約10000本
- WLSプレートを装着

PMTの配置



OD
PMT

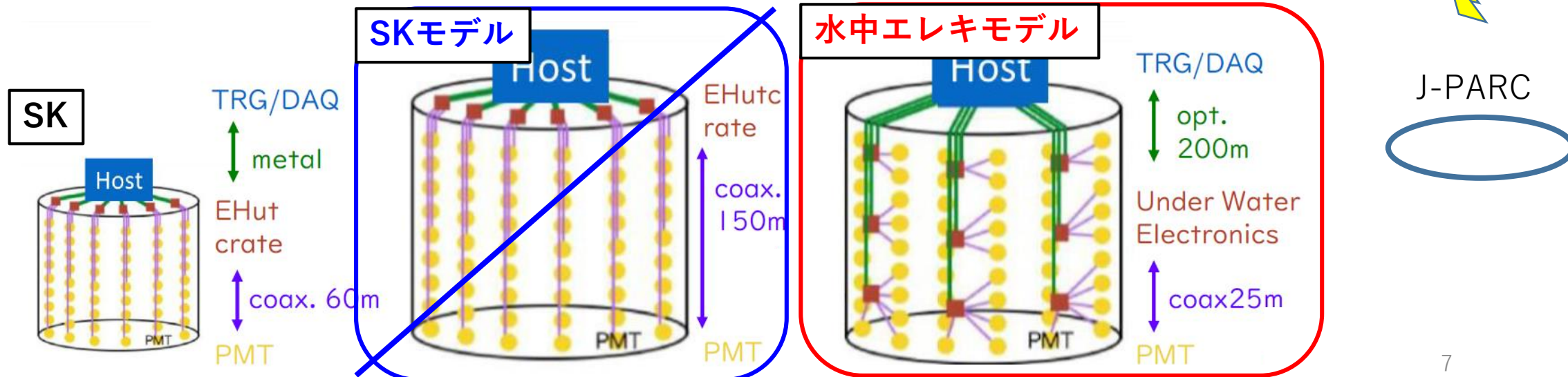
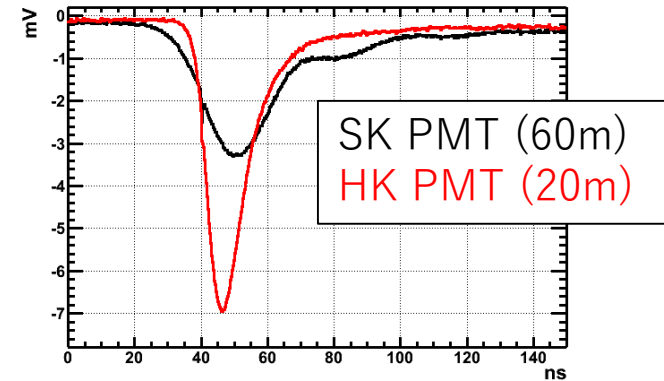
PMT開発 & 量産については次の報告
佐藤和史 「ハイパーカミオカンデ光検出器の準備状況」

エレクトロニクス

要求仕様

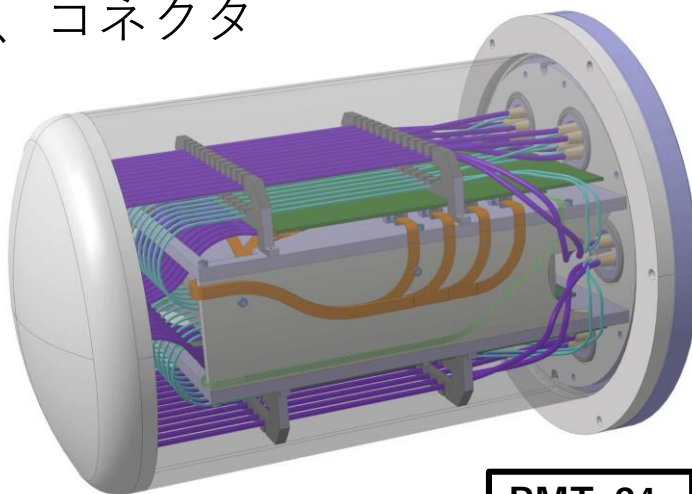
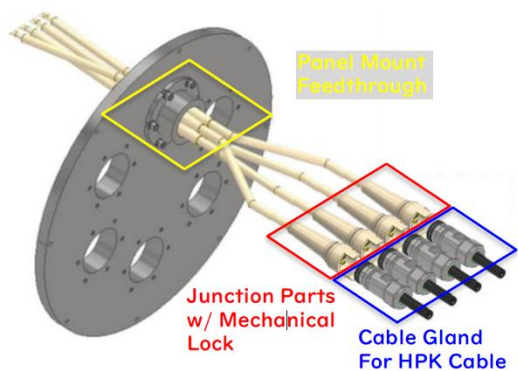
- 新型PMTに最適化（振幅2倍、分解能1/2、最大4万本）
- 超新星バーストを確実に記録（近傍超新星～200M event）
- フロントエンドエレキ同期（<TDC分解能100ps）、J-PARC同期
- 信号の劣化・ケーブル重量を軽減するためフロントエンドエレキを水中に設置
→ 大きなチャレンジ（防水耐圧、排熱、故障率、リモート制御）

PMT波形



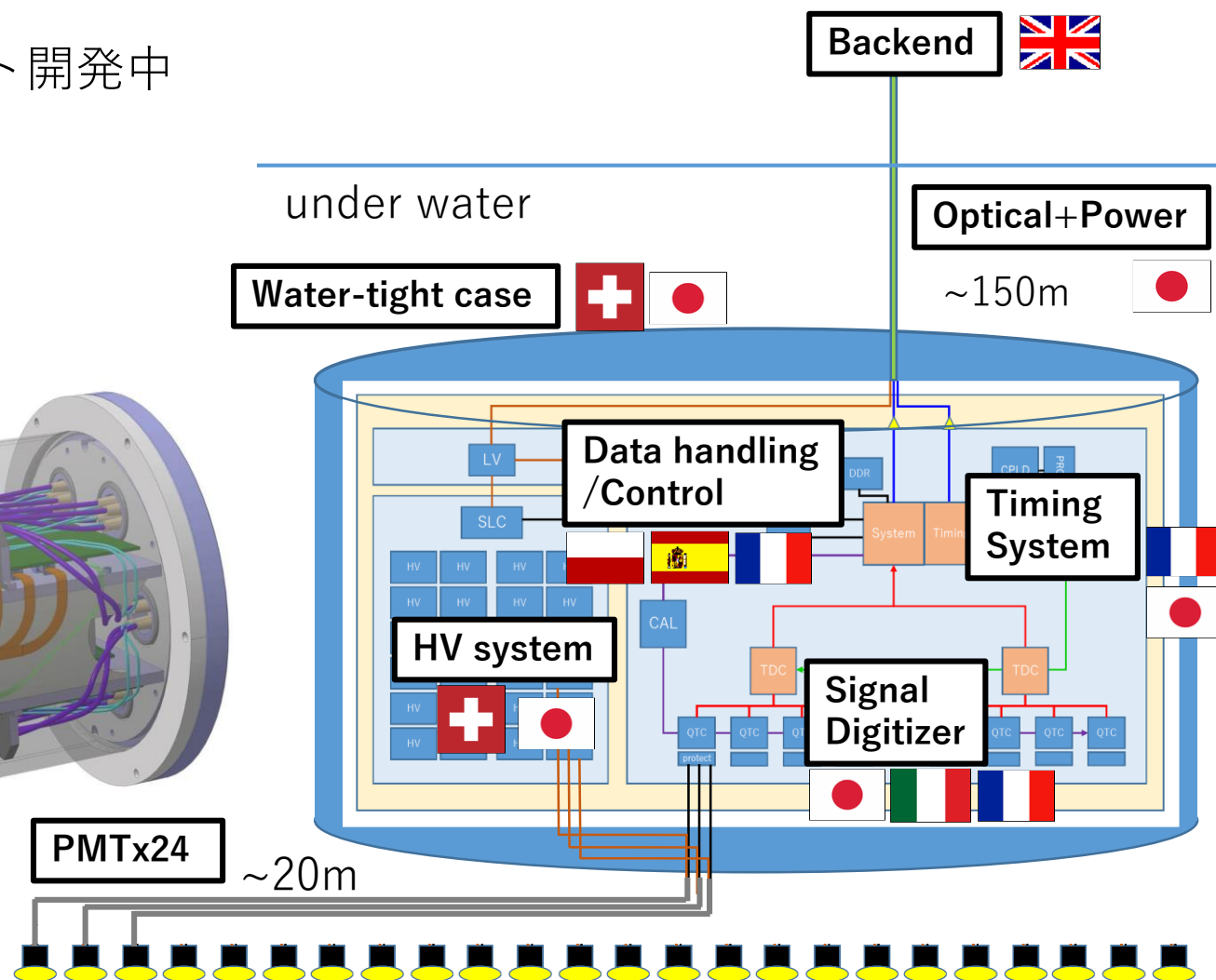
フロントエンドエレキ

- 約1000台の防水ケースに収めて水中設置
- 海外グループと連携、並行してコンポーネント開発中
 - Signal Digitizer 
 - Data Handling/Control 
 - Timing System 
 - HV system 
 - 防水ケース、ケーブル、コネクタ



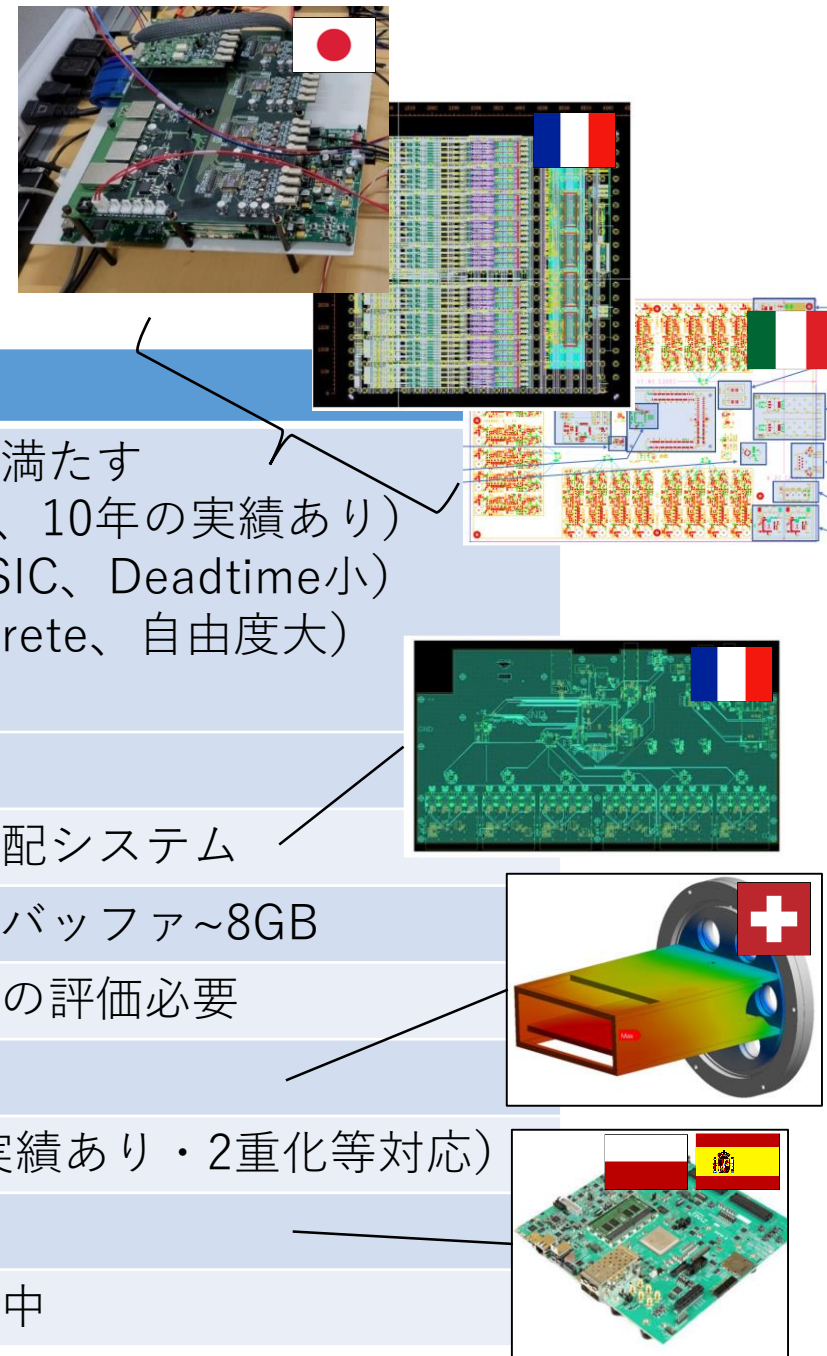
- 2022年度中にデザインを確定して量産へ

フロントエンドエレキコンポーネント



開発状況

- ◎プロトタイプで実証済
- 設計済・プロトタイプ化
- △設計中・検討中



	要求性能	開発状況
Digitizer性能	ダイナミックレンジ~2500pC	3つの案、基本要求満たす ◎日本案 (SK ASIC、10年の実績あり) ○フランス案 (新ASIC、Deadtime小) ○イタリア案 (Discrete、自由度大) 2022年中に決定
	リニアリティ<+-1%	
	分解能<<PMT(Q~10%, T~1ns)	
	Deadtime<1 μs	
HV性能	~SK	◎
Timing同期	<100ps	○GPSを基にした分配システム
データ処理性能	近傍SN~200M ev/10s	◎フロントエンドでバッファ~8GB
防水耐圧性能	1MPa	△設計済だが実機での評価必要
消費電力排熱	<100W	△排熱手法検討中
故障率	<1%/年	△各部見積中 (SK実績あり・2重化等対応)
制御	リモート	○
量産見通し	~2年で1000台	△半導体入手性調査中

プロトタイプ試験

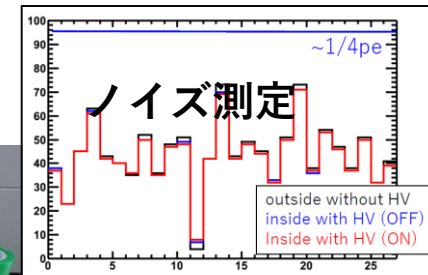
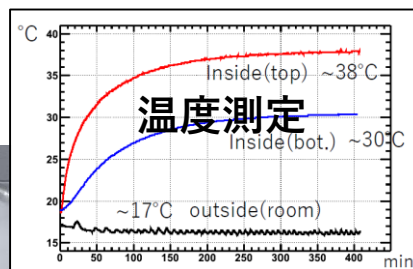
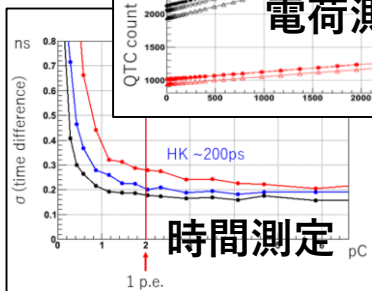
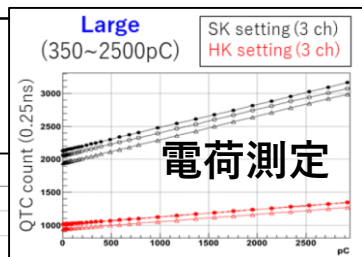
- 個別評価ほぼ完了

防水ケース内プロトタイプ

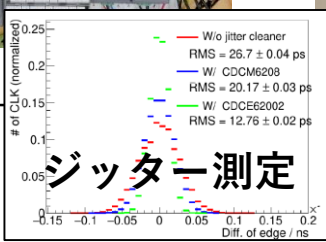
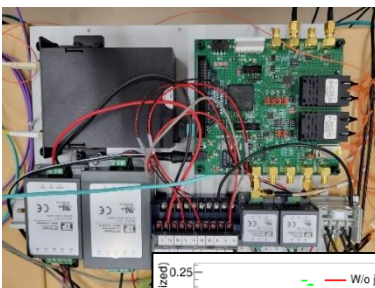
→ 統合試験へ

(スライステスト、排熱設計、ノイズ干渉、電源グラウンド等)

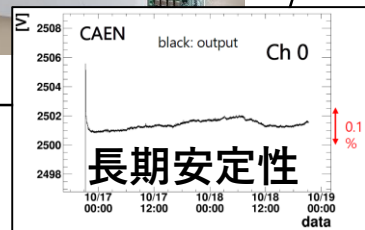
Digitizer prototype



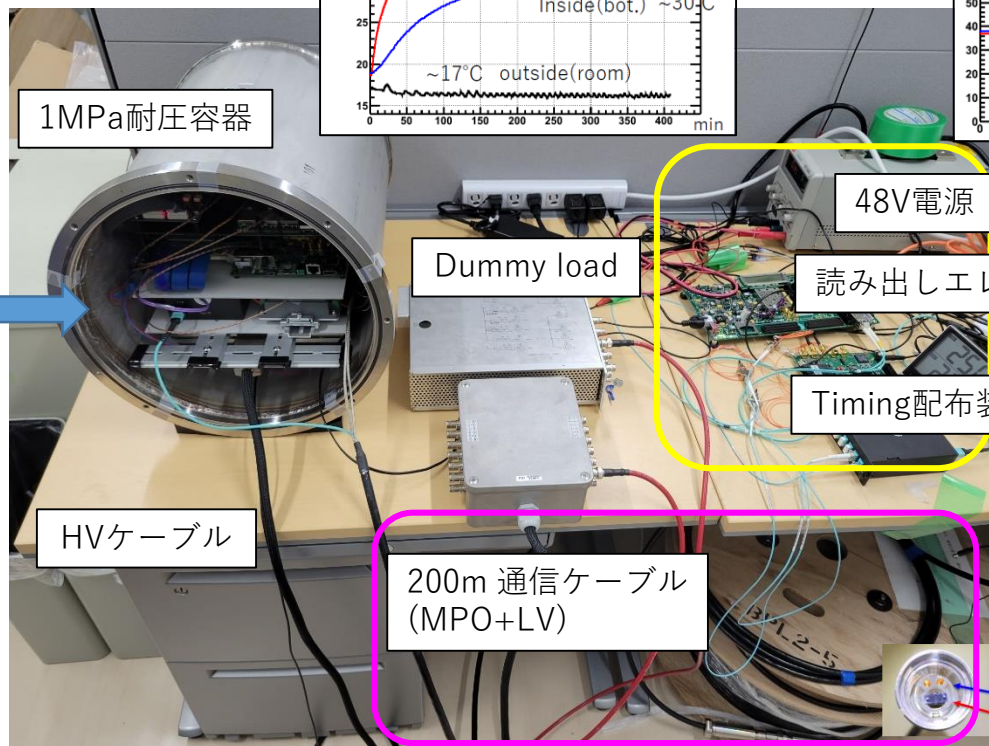
Timing module, 電源



HV prototype



1MPa耐圧容器



Dummy load

48V電源

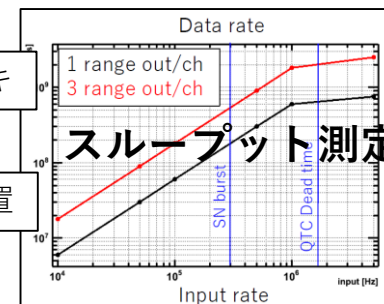
読み出しエレキ

Timing配布装置

HVケーブル

200m 通信ケーブル (MPO+LV)

防水コネクタ



Socket

PWR

MPO

まとめ

- ハイパーカミオカンデ実験は
2027年度の観測開始に向けて建設を進めている
 - 建設サイトではアクセストンネル掘削ほぼ完了、空洞掘削へ
 - PMTは順調に量産中 → 次の報告
 - エレキは開発の最終段階、来年度デザインを確定し、量産へ