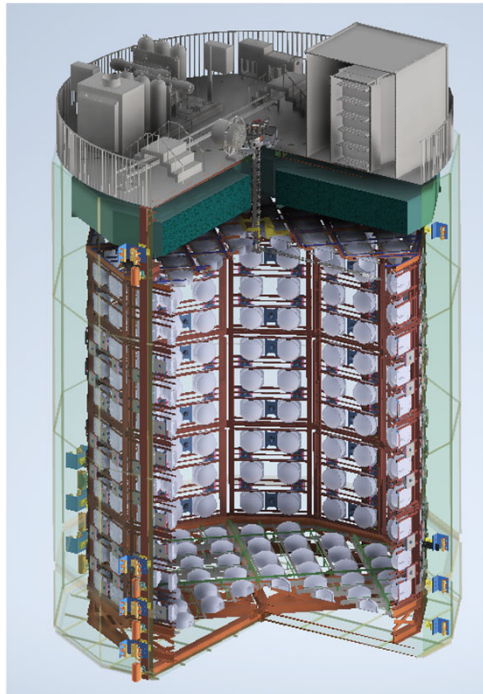
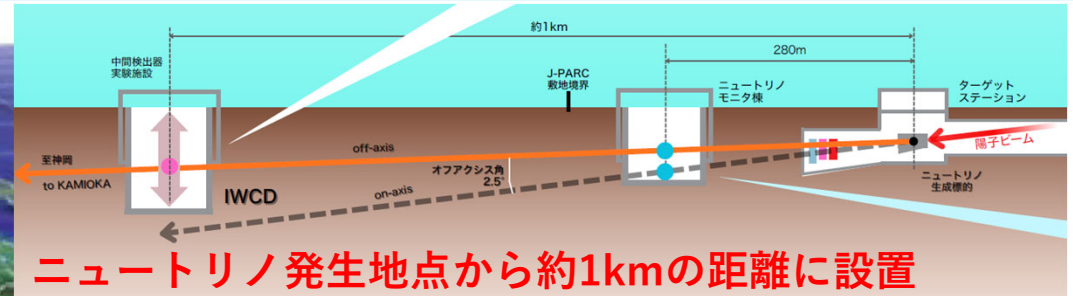
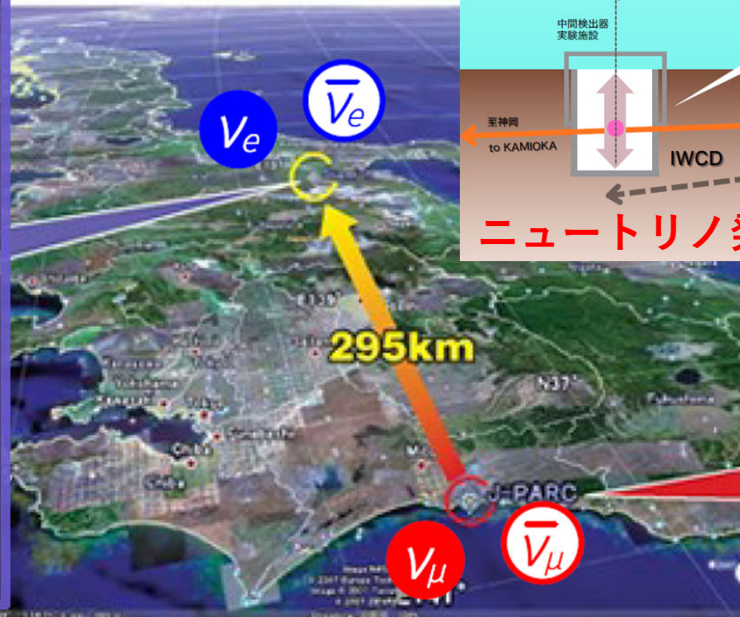
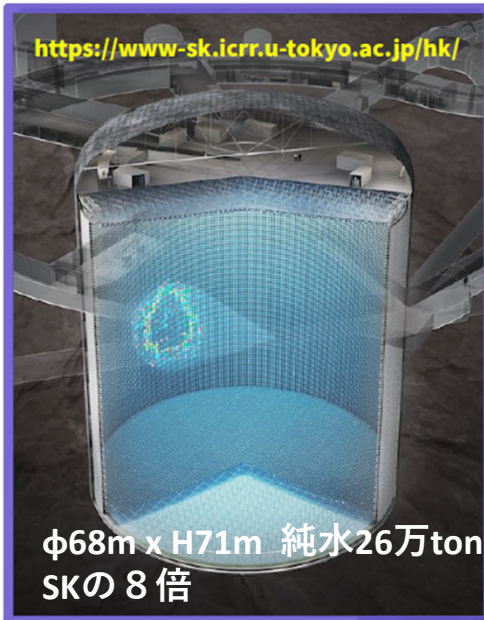


# ハイパーカミオカンデ実験 中間検出器(IWCD)製造について



高エネルギー加速器研究機構  
測定器開発センター  
牧 宗慶

# ハイパーカミオカンデ実験



## ハイパーカミオカンデ(岐阜県神岡町)

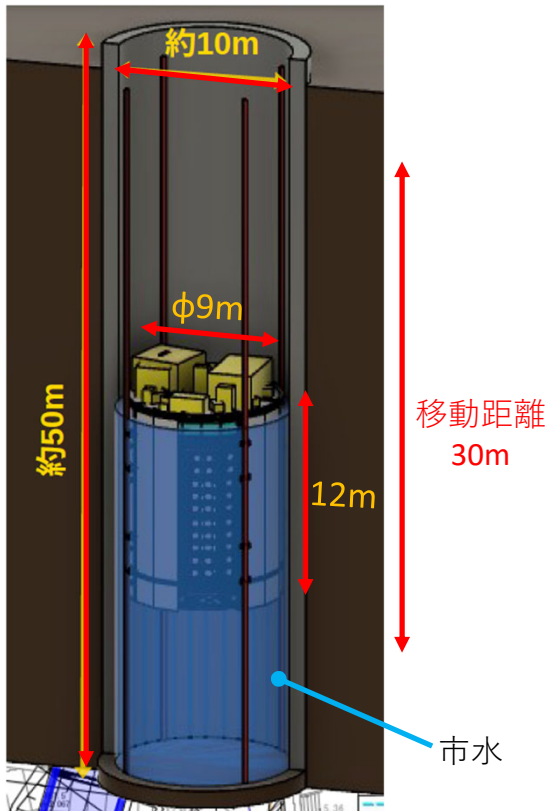
- J-PARCで生成したニュートリノを、中間検出器と295km離れたハイパーカミオカンデで観測することによりニュートリノ振動(リンク)の詳細を解明します



# IWCD(中間検出器)

(InterMediate Water Cherenkov Detector)

- 入射するニュートリノのエネルギーと水が衝突して起こる反応の関係を詳細に調べる（上下移動可能な小型ハイパーカミオカンデ）
- 水位調整で上下方向に移動する水チェレンコフ検出器
- 光電子増倍管を設置した構造体（ $\phi 9\text{m} \times 12\text{m}$ , 85ton）
- 機械構造物としても非常に稀



## 11/5版Yahooニュース

高エネ研 ニュートリノ検出器着工 東海村で28年度観測へ 茨城

11/5(水) 8:00 配信 3 反応 反応 反応 反応 反応



1 / 2



素粒子ニュートリノを観測する次世代装置「ハイパーカミオカンデ」(岐阜県飛騨市)の建設が進む中、高エネルギー加速器研究機構(高エネ研、茨城県つくば市)は4日、同県東海村村松でニュートリノの性質を調べる中間検出器の着工式を開いた。研究者や地元関係者ら約40人が参加し、検出器の運用を通じた宇宙の成り立ちの解明に期待を込めた。2028年度からの測定開始を目指す。

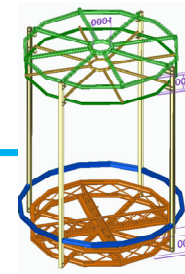
くわ入れを行う高エネルギー加速器研究機構の浅井祥仁機構長(左から3人目)ら=東海村村松

式典で高エネ研の浅井祥仁機構長は「科学的成果を確実にする柱の一つが検出器。10年かかる測定が5年ほどでできる可能性もある」と意義を強調。来賓の山田修村長は「新たな研究成果が生まれ、村の子どもたちが科学に親しむことにつながれば」と期待した。浅井機構長や山田村長らはくわ入れし、工事の安全を祈願した。

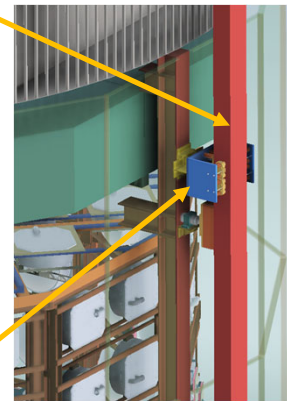
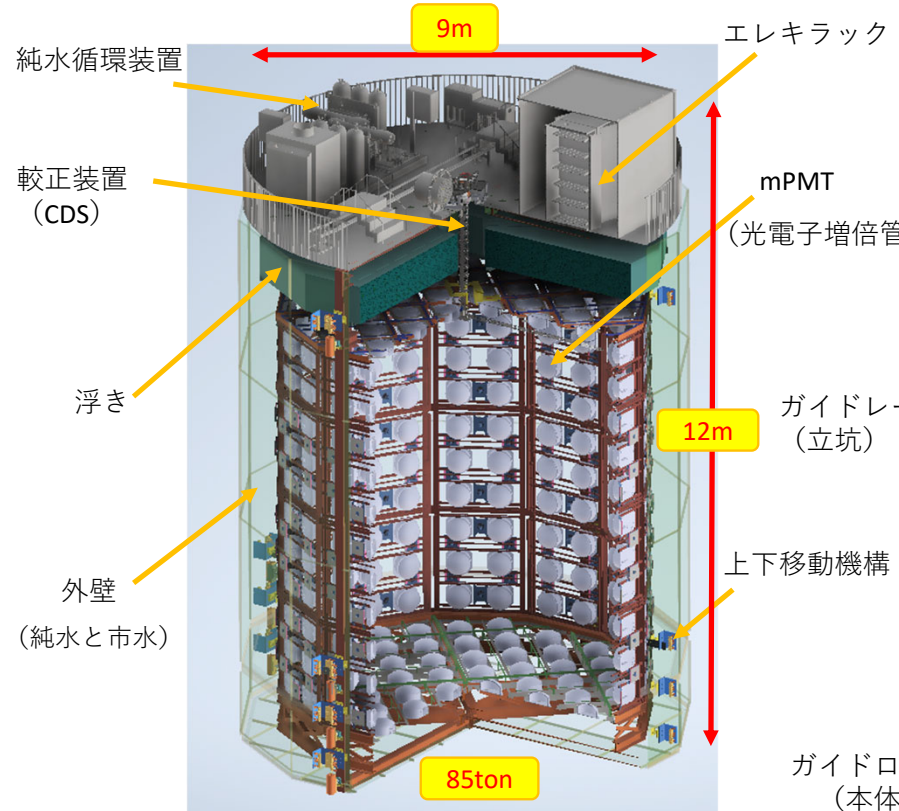
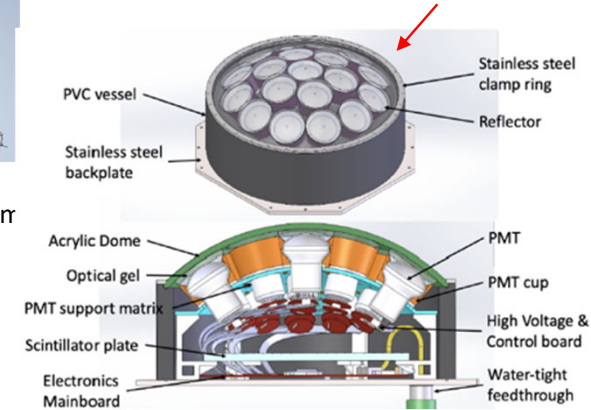
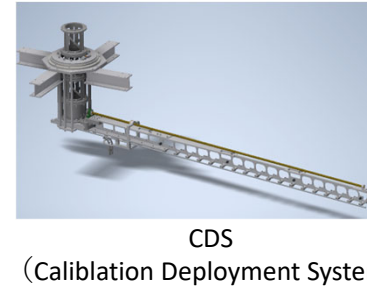
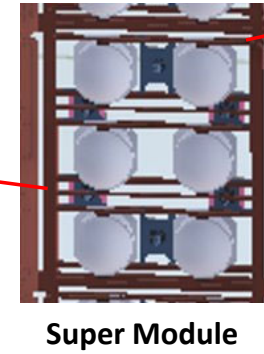
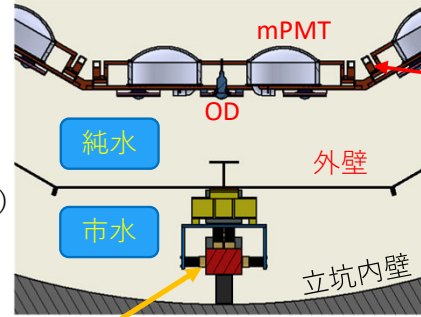
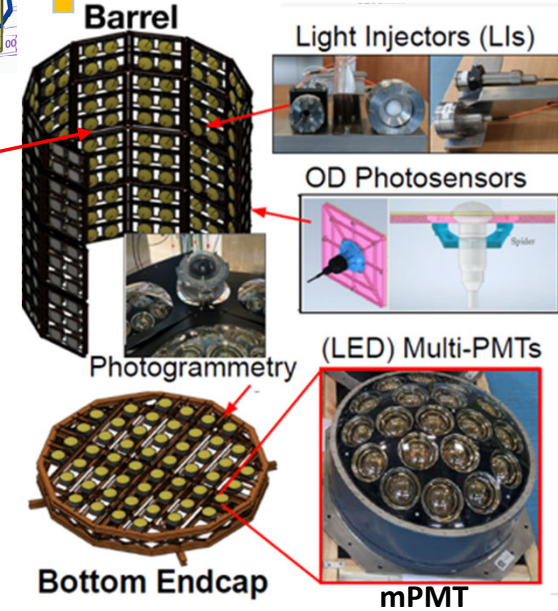
<https://news.yahoo.co.jp/articles/a7c81beb1b024474732ab85f0d349a7ddcdbca96>

# IWCD構造

- ステンレス製構造体
- ベースフレームにユニット化した光検出器(Super Module)を積載
- 上下移動：立坑壁面にガイドレールを設置
- 外壁にて市水と純水を区切る (遮光も)

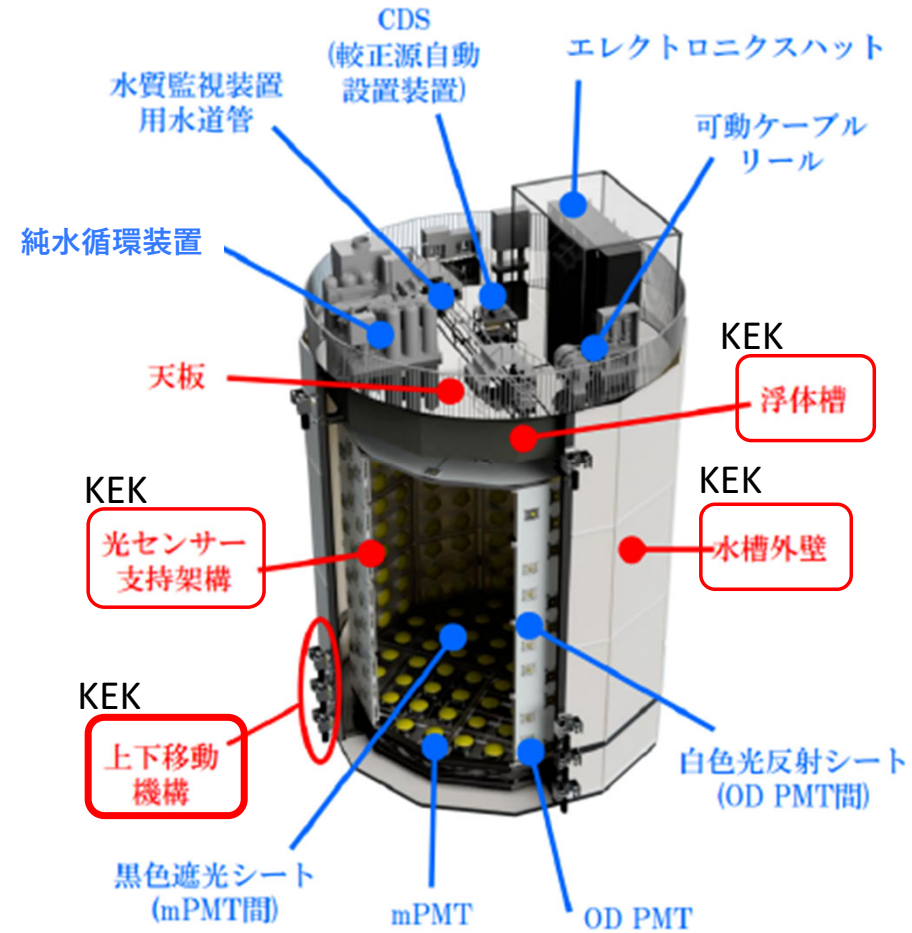


Patrick de Perio, Masaki Ishitsuka



上下移動機構

# 設計進捗



これまでコンポーネント別に各国・グループで検討

**KEKは構造部分の設計・製造を担当**



今年度：メーカーと基本設計及び実施設計を進める

## 製造計画

- |               |               |
|---------------|---------------|
| 2025年度（今年度）   | ：基本・詳細設計（進行中） |
| 2026年度-2027年度 | ：部品製造・資材調達    |
| 2027年度後半      | ：検出器組立・設置     |

# メカグループ設計（これまで）

牧、山岡、吉田

## 構造体の計画設計とモックアップ検討

- 必要機能、配置、寸法の整理
- フレーム構造、移動機構の検討
- 組立・アライメント・設置手順検討
- 耐震解析（断面形状⇔有効空間）
- 製造コスト見積
- モックアップによる試作検討 等



- 課題抽出
- 手戻り、検討漏れ低減
- 詳細設計にスムーズに移行  
⇒ 設計期間短縮、コスト削減

## 計画設計（構造・機能・取合い・組立方法）

The collage illustrates the design and construction process for a large cylindrical structure, likely a particle detector component. It includes:

- 1. ベースフレーム設計**: Design of the base frame, shown as a green and blue skeletal structure.
- 2. 移動装置設計**: Design of the moving mechanism, showing a blue and yellow assembly.
- 3. スーパーモジュール設計**: Design of the super-module, shown as a green cylindrical structure with a top view.
- 4. 隔壁設計**: Design of the partition walls, shown as a vertical section of the structure.
- 5. 組立て手順策定**: Determination of the assembly procedure, shown with a crane and lifting mechanism.
- 6. 浮き構造体設計**: Design of the floating structure, shown as a white cylindrical structure on a base.
- 7. 測量アライメント**: Measurement alignment, shown with a coordinate system (B1-B4, C1-C3, D1-D3) overlaid on the structure.
- 8. 耐震検討**: Seismic analysis, including a time-domain acceleration plot (0-140s) and a frequency-domain response spectrum plot (0.1-100 Hz).
- 9. 見積、概算検討**: Estimation and preliminary review, shown with various technical drawings and a 3D model.
- 10. モックアップ設計**: Mock-up design, shown with a physical model and a 3D rendering.

Additional information from the main diagram:

- 協力前**: Before cooperation, showing a smaller-scale model.
- IWCD**: The main cylindrical structure, with a diameter of **9m** and a height of **12m**.
- 総重量 85トン**: Total weight of 85 tons.

# Super Module モックアップ製作

目的：mPMT周辺取合い、連結部検討

## Super Module

- PMT・ケーブル・シート類をSUS製フレームに取付  
⇒ 検出器をモジュール化したパネル
- 実験グループが組立  
⇒ モジュール毎に較正・管理(KEK敷地内で組立)
- 現地（立坑内）での組立工数削減

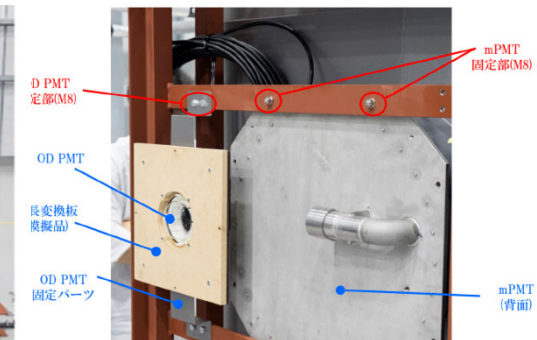
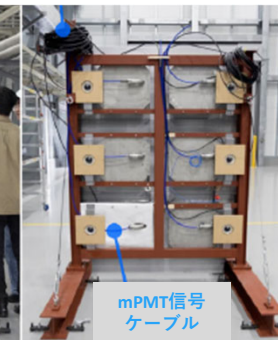
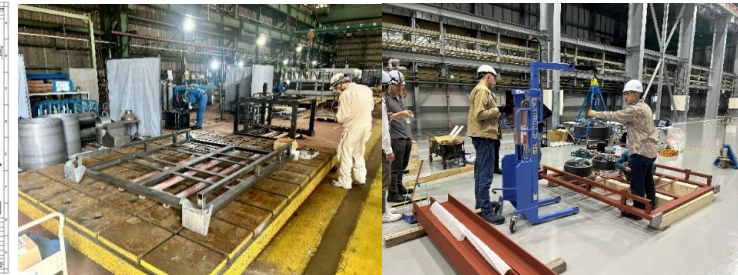
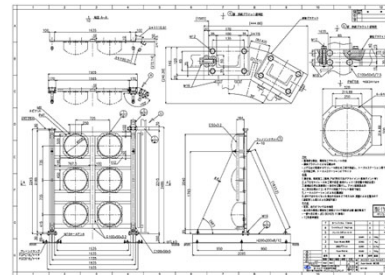
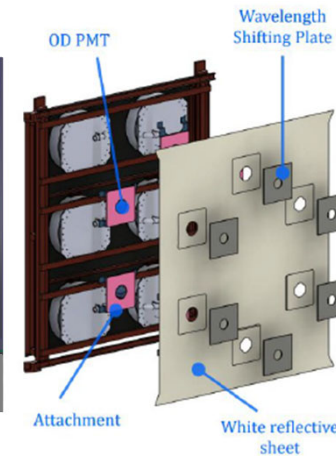
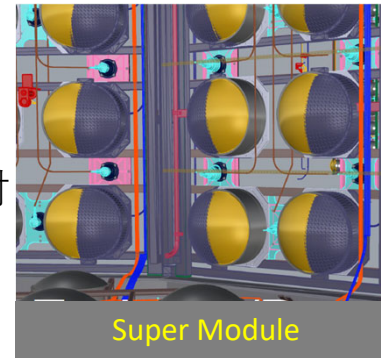
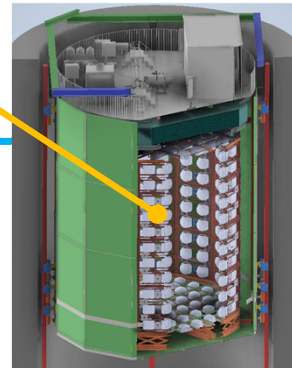
## 検証

- 配管・ケーブルルート
- 検出器・遮光シート等の取合い
- 作業性や組立手順



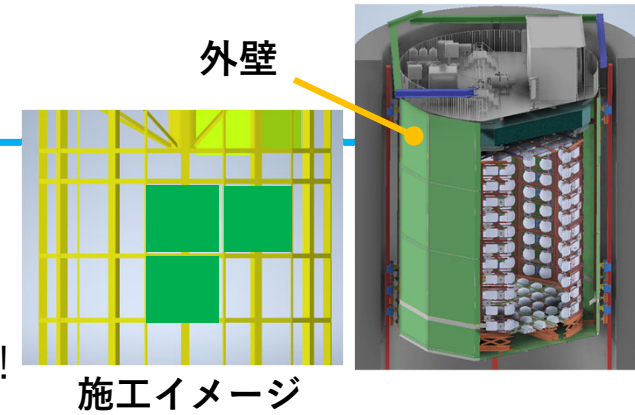
基本設計に反映

Super Module



# 外壁部モックアップ試験 (これから)

目的：外壁部の材料及び水密設計確定



## Point

多少漏れてもよい！経済性優先！  
⇒どこまで材工削減できるか

## 方法

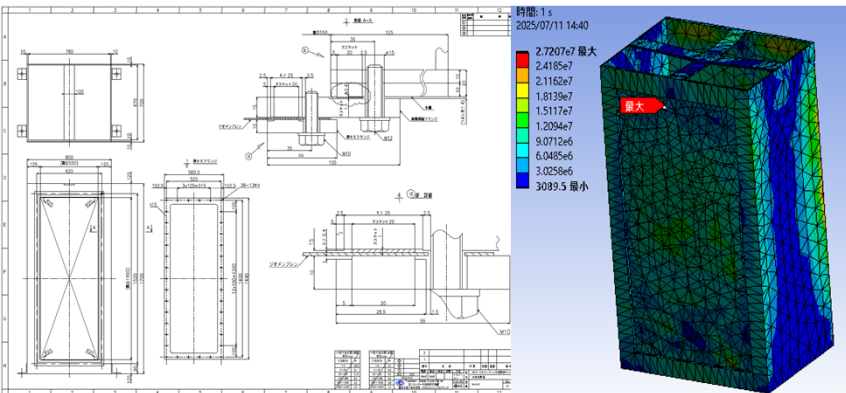
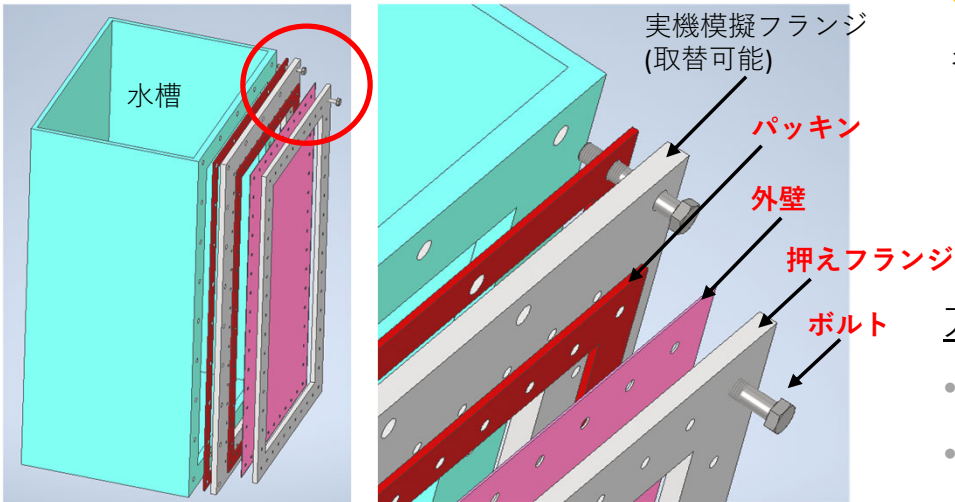
- ・ 静水圧による加圧試験
- ・ 施工条件を変えられる

## 試験

- ・ 外壁材候補 : ジオメンブレン or SUS薄板
- ・ 水槽サイズ : 1mx2mx1m(h)
- ・ 最大加圧 : 8kPa程度
- ・ 漏水量測定 (短期・長期)

### ジオメンブレンとは

- ・ 土木用遮水シート
- ・ 産廃埋立地や貯水池で使用
- ・ 比重約0.98-1,厚み1mm-3mm
- ・ 樹脂製膜材





## 今後の課題（構造体について）

---

- メンテナンスシナリオを含めた全体構造設計（ベースフレームは固まりつつある）
- 外壁部の設計（材料選定、おさまり、施工方法）
- 上下移動機構部の設計
- 徹底的なコスト削減（材料、加工、組立、輸送等）
- 安全な組立施工作業管理（地表・立坑内）