

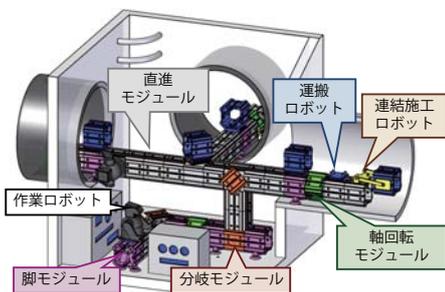
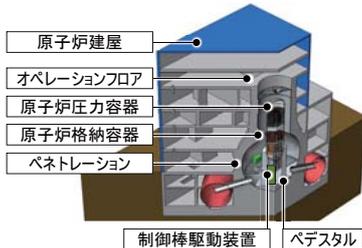
# モジュール分割式軌道構造体の施工計画法の研究

## Construction Planning for Modularized Rail Structure

福井類 ○加藤裕大 中尾政之

### [背景・目的]

1F (福島第一原子力発電所): 可動空間が狭隘/高放射線環境 → **ロボットによる作業代行**への期待  
 燃料デブリ取出し作業: 建屋内部への**繰り返し**アクセス・物資運搬が必要 → ロボットが**容易に移動**できる**環境構築**が必要



モジュール分割式軌道構造体のコンセプト図

#### 【提案手法】モジュール分割式軌道構造体自動施工システム

環境構造化: ロボットの移動・作業環境を**施工ロボット**により整備

【目的】施工すべき経路, 必要な物資・時間を**定量的に見積もれる施工計画法**の開発

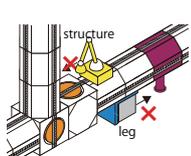
→ 1Fで直近に必要なタスクの施工計画を生成し本システムの優位性を検証

### [モジュール分割式軌道構造体の施工計画法]

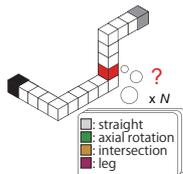


#### 【技術課題】

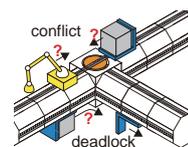
ロボットが移動可能な経路をモジュールが持つ**幾何的制約条件**を考慮して生成



モジュールの型式選定を直進・脚・分岐・軸回転から**現実的な計算量**で決定

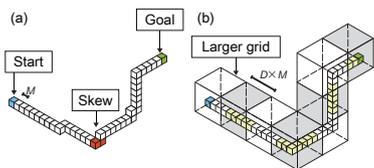


多量の施工ロボット群を**干渉・デッドロック**なく軌道構造体上に配車させる

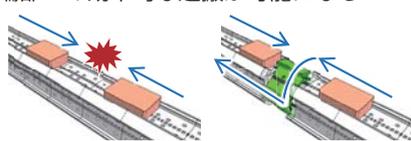


#### 【設計解】

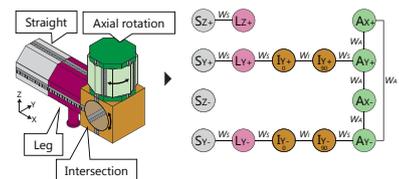
モジュール寸法の整数倍の **voxel** に空間を分割各 voxel で **1回以内**の方向転換を許容しながら初期位置から目標位置まで**パス**を生成



**軸回転モジュール間隔を最小化**する割当て則  
 施工途中の軌道構造体においてロボットの移動経路の**複雑度**を確保することで, モジュールの先端部への効率的な運搬が可能になる



軌道構造体の各面をノードとする**グラフ構造**を生成し, 面の接続・移動時間・施工状態を表現これを用いてロボットの**進行を判定**する



### [実験]

#### 【基本機能検証実験】

##### 【目的・方法】

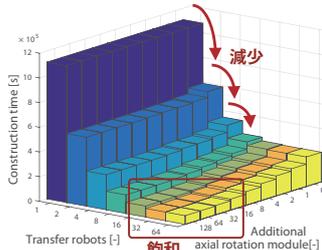
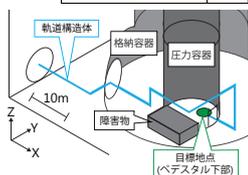
施工計画法の基本動作を検証する**運搬ロボット**台数および**追加軸回転モジュール**個数が施工時間に与える影響を明らかにする

**ペDESTAL下部**に達する模擬経路を設計し, 施工計画を生成させる

##### 【結果・考察】

運搬ロボット・軸回転モジュール増加に伴い**施工時間が減少**  
 → 先端の連結施工ロボットへのモジュール供給が不足すると**施工時間の減少が飽和**する

Structure length [m]	43.5
Total modules [-]	256
Number of corners [-]	7

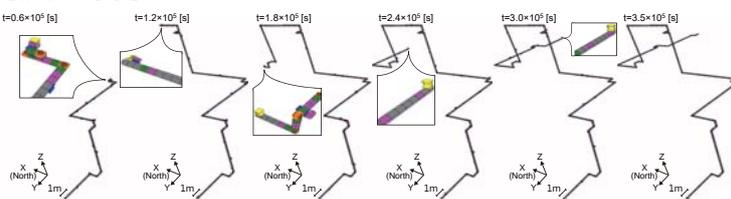


#### 【1F への適用実験】

##### 【目的・方法】

廃炉に向け直近で必要なタスクの施工計画を生成することにより本システムの**優位性**を明らかにする  
 1Fの3号機を想定し, **建屋2階格納容器外周**への物資輸送タスクの施工計画を生成させる

##### 【結果・考察】



軌道構造体の**幾何的制約条件**や**経路の複雑度**に基づいた経験則により型式選定の**探索空間を削減**

**グラフ構造**を用いた進行判定で軌道構造体上のロボットを**干渉なく**移動させることが可能

本システムによるロボットの**移動環境の構築**が有用  
**鉛直移動**や**狭隘部**を含む経路において本システムは既存の災害用ロボット (Quince) と比較して**3.8倍の物資運搬能力**を持つ