

# 緊急事態時を想定した超高速施工システムとサプライチェーンの概念設計

(一財) 大成学術財団 第6回 研究成果発表会  
2024年10月24日

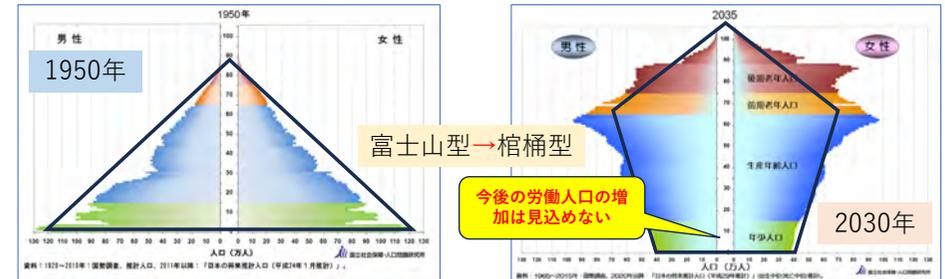
- 遠藤 和義 (工学院大学建築学部 教授)
- 岩村 雅人 (工学院大学建築学部 教授)
- 尾門 智志 (工学院大学建築学部 非常勤講師)

# 研究の背景

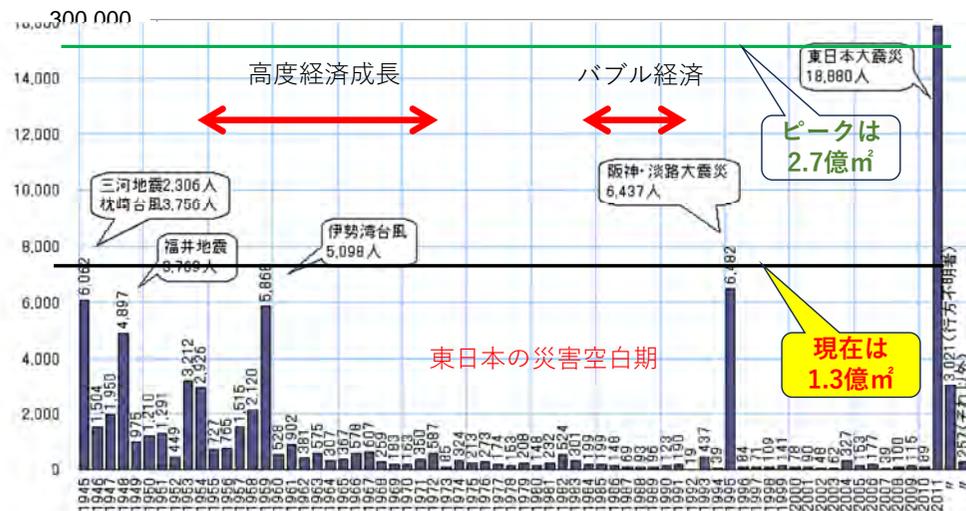
- 大規模災害(地震、気候変動、パンデミック等)の多発



- 人手不足、高齢化→生産システム再構築の必要



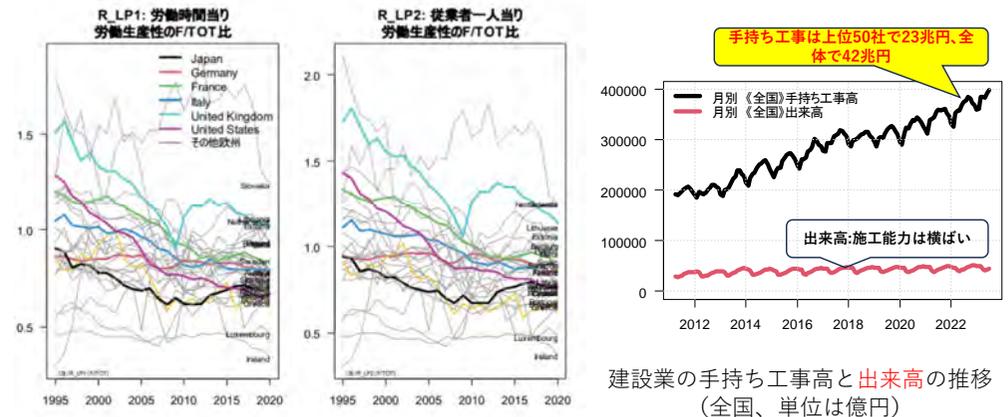
# 東日本の災害空白期と経済成長期のシンクロニシティ



(注) 1945年は主な災害による死者・行方不明者(理科年表による)。46～52年は日本気象災害年報、53～62年は警察庁資料

# 研究の背景

- 建設業の生産性は相対的に低い  
→ 雇用のセーフティーネットとしての限界と終焉  
→ 建設業は発注者・他産業を現状待たせている



建設業の生産性/全産業の生産性は1を大きく割る

# 海外の状況は荒唐無稽か？

中国の湖北省武漢市で新型コロナウイルス専門病院として、整備開始から10日後に稼働した「火神山医院」。延べ床面積3万3900m<sup>2</sup>、ベッド数1000床の巨大施設が驚く間に出来上がった様子は、世界を驚かせた。技術的な側面からこのプロジェクトを分析した場合、日本でも同様の施設を建てることは可能なのだろうか。日経クロステックでは、数多くの病院整備で建設コンサルタントを務めてきたプラスPM（大阪市）に火神山医院の分析を依頼した。



プロジェクト開始から10日で建設された中国一完成した「火神山医院」。建設現場などで撮影された「コンクリートハウス」を積み重ねたつくりになっている。（写真：日経クロステック）

プラスPMストラクチャー・マネジメント（CM）部の馬渡康隆氏は、「火神山医院の建設過程を写真や映像で検証すると、日本でも同じような医療施設を突貫工事で建てることは、技術的に可能だ」と言う。

馬渡氏は、「火神山医院の構造は、建設現場で作業員の休憩所などに利用される

中国の湖北省武漢市で新型コロナウイルス専門病院として、整備開始から10日後に稼働した「火神山医院」。延べ床面積3万3900m<sup>2</sup>、ベッド数1000床の巨大施設が



Structure Installation: 20 Days  
Interior Decoration: 180 Days

S30 Apartment  
Location: Xiangyin, China  
Floor: 30  
Building Area: 57,312 m<sup>2</sup>  
Year of Construction: 2012  
Structure Installation: 20 Days  
Interior Decoration: 180 Days  
Application: Dormitory

DfMAという潮流(OSM、MMC等含む)  
Design for Manufacture and Assembly



NOV 30 - DEC 1, 2023

Examination Of The Key Issues Relating To Progress on The Adoption of Modern Methods of Construction (MMC), Digital Technologies and Innovation across Europe

# 施工高速化の手法

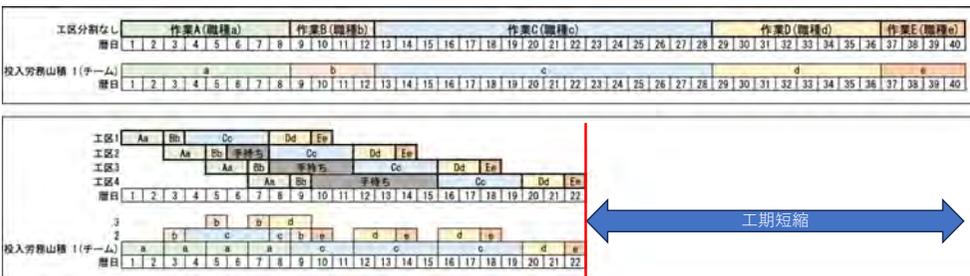
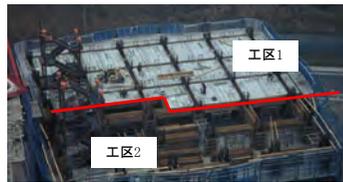
- ① 突貫工事：労務量増(人数、時間)：Q↓C↑S↓
- ② 作業の短縮：労務↑、資機材↑、プレファブ化
- ③ 工区分割の導入（並行作業）



投入労務を2倍にして工期短縮 → 人手不足で困難

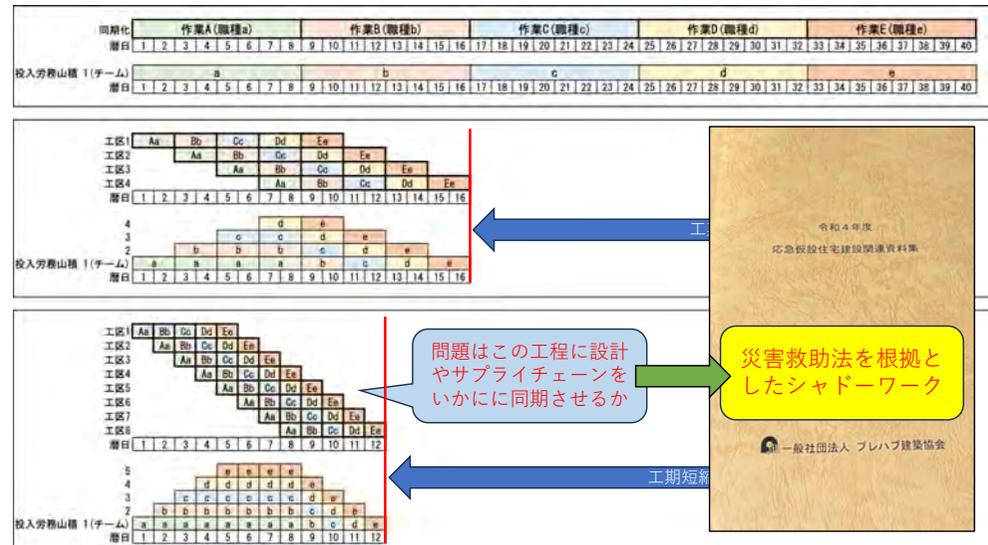
# 施工高速化の手法

- ① 突貫工事：労務量増(人数、時間)：Q↓C↑S↓
- ② 作業の短縮：労務↑、資機材↑、プレファブ化
- ③ 工区分割の導入（並行作業）



# 施工高速化の手法

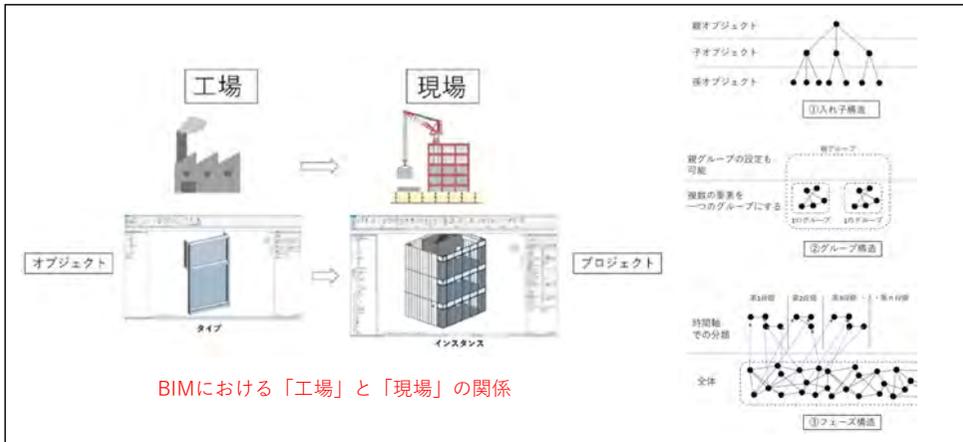
- ④ 工区分割 + 同期化(全ての作業の作業日数を同一化)



問題はこの工程に設計やサプライチェーンをいかに同期させるか

災害救助法を根拠としたシャドーワーク

# Building Information Modeling導入



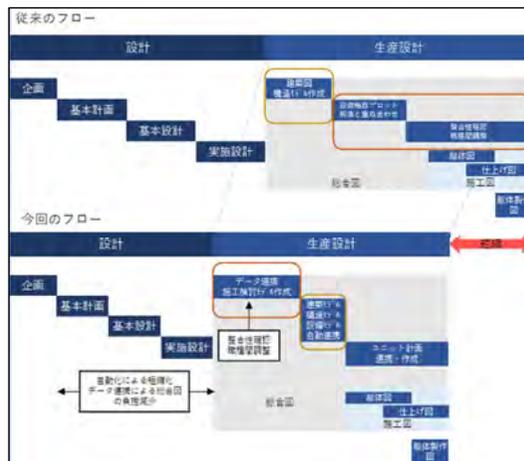
本研究チームが進めてきたBIMの構造的特性、「群」機能を適用

# サプライチェーンの概念設計

- 緊急事態下における医療施設を具体的題材とし、BIMの構造的特性を活用しながら、**建築生産ワークフローの高速化検討の手順を示す。**
- 検討方法は以下のステップによる。
  - (1) ワークフローの検討
  - (2) 病院機能の分類とユニット手法の検討
  - (3) BIMモデルの作成とユニットカタログ化
  - (4) ゾーニング検討手法とユニット自動配置手法の整備
  - (5) 設計検討ユニットへの置き換えとパーツ化の検討

## ワークフローの高速化

- ① 設計段階の高速化：機能単位をユニットモデル化「**カタログ**」の整備
- ② 生産設計段階の高速化：**設計検討ユニット**によるユニット化・パーツ化
- ③ 施工段階の高速化：意匠・構造・設備一体の**ユニット・プレファブ**



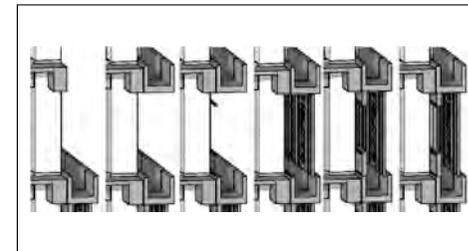
ワークフローの高速化

## 設計検討ユニット

### 施工ユニット

現実のユニットとして製作可能なものを再現

- 施工ユニットオブジェクト活用メリット例
- ・運搬・揚重・設置等の具体的な検討を迅速化
  - ・ユニット製作期間を容易に算出
  - ・変更時のコスト検討にも迅速に対応

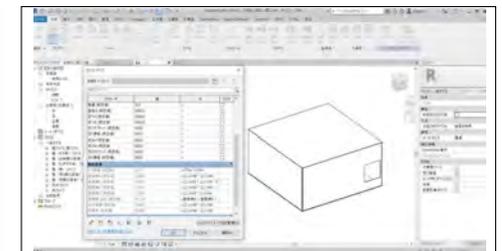


施工ユニットオブジェクト例  
～PCa化モデル～

### 設計検討ユニット

現実の世界ではユニット化し得ないものも対象

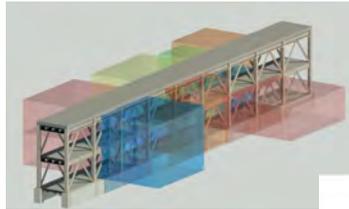
設計検討ユニットオブジェクト例 ～部屋ユニットモデル～



設計検討ユニットオブジェクト例  
～部屋ユニットモデル～

# 病院機能の分類とユニット手法の検討

- 病院のゾーニング・動線計画の整理を基に、建物機能構成の単純化
- 主要動線・主要設備ルートを集約した「センターコリドー」の設定
- センターコリドーから分岐する機能ゾーニングごとのユニット化

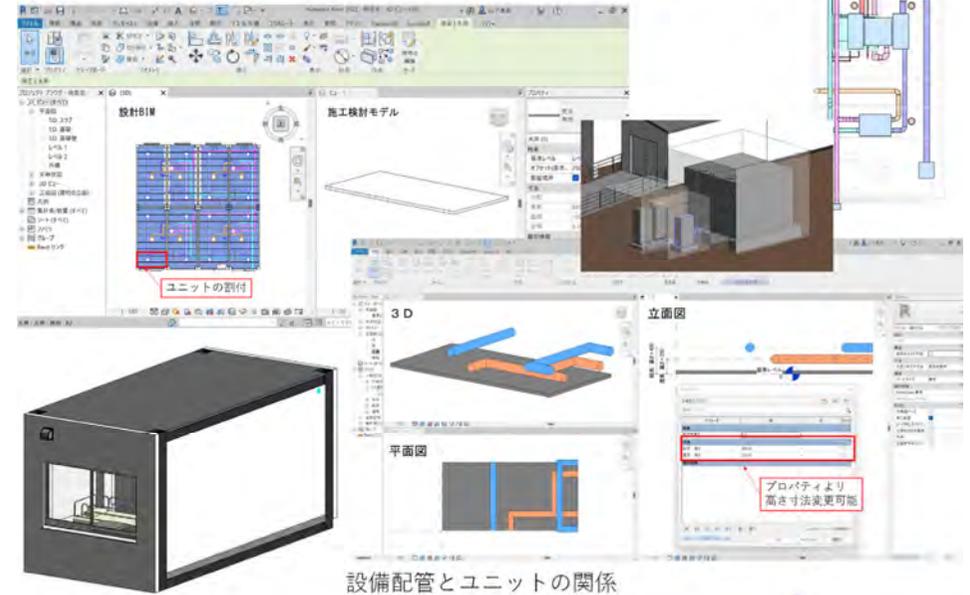


センターコリドーと機能ユニットのイメージ図



センターコリドー概念図

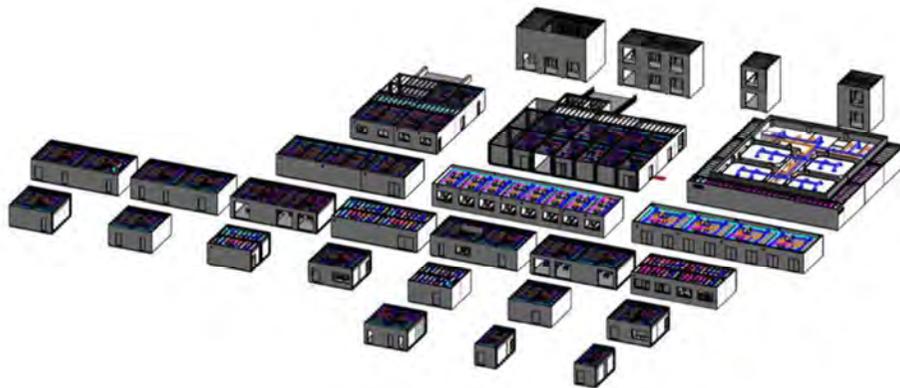
# ユニット等の設計の実際



設備配管とユニットの関係

# BIMモデル作成とユニットカタログ化

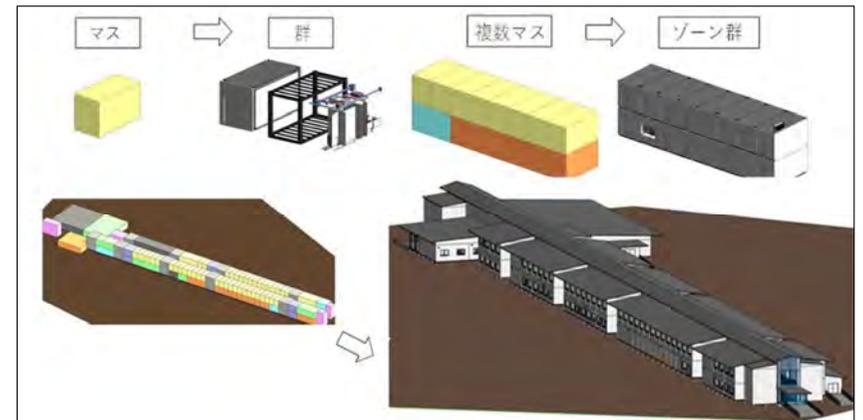
- 標準的なプランに基づいて意匠・構造・設備BIMモデルを作成
- グループ機能を利用して「群」を設定し、性能など仕様情報も付加
- “群”を、BIMのプロジェクト空間に並べて「カタログ」化



カタログ化したユニット群

# ゾーニングとユニット自動配置

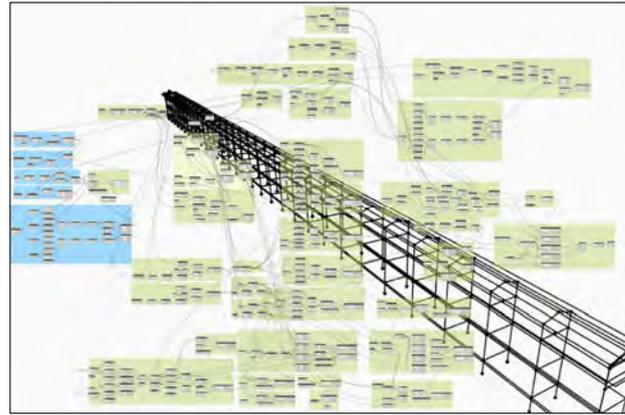
- 設計初期にはボリュームモデルを用いてゾーニング検討を迅速化
- ゾーニングプランが固まったところでゾーンモデルに置き換え
- プログラミングを用いて自動化し、配置検討には多目的最適化導入



ボリュームモデルから、ゾーンモデルへの置き換え

# ゾーニングとユニット自動配置

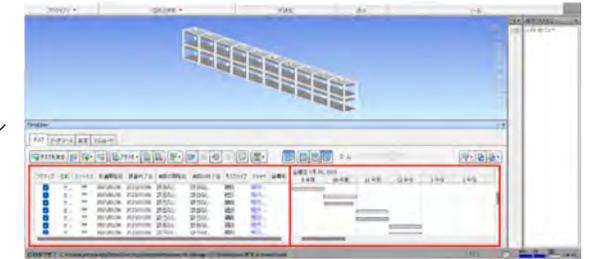
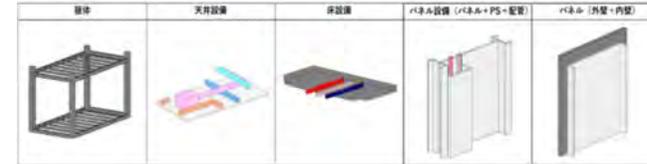
- 設計初期には**ボリュームモデル**を用いてゾーニング検討を迅速化
- ゾーニングプランが固まったところで**ゾーンモデル**に置き換え
- プログラミングを用いて**自動化**し、配置検討には多目的最適化導入



Dynamoを用いたユニット配置のプログラム

# 設計検討ユニットへの置き換えとパーツ化の検討

- ユニット施工、プレファブ化の検討では、**設計検討ユニット**を活用
- **単一のカテゴリーのモデルに置き換える**ことで、意匠・構造・設備
- モデルの分割・一体化作業がし易くなり、**パーツ化の検討を迅速化**



施工パーツ化と4Dシミュレーション

# 研究の成果

- 超高速施工のニーズと背景の整理
- 超高速施工の手法の整理
- 超高速施工に同期したBIMによるワークフローの高速化の検討
- BIMによるユニット生成を用いたカタログ化と空間の自動配置の検討



景観シミュレーションソフト (Lumion) への連携