



第19回 フォーラムエイトデザインフェスティバル

# 19th **FORUM8** **DESIGN FESTIVAL** **2025 3DAYS+EVE**

11.19 Wed - 21 Fri All about FORUM8 Products.



**FORUM8**  
主 催: 株式会社フォーラムエイト

■プレゼンテーション

# 「FEM解析ソリューションの最新情報と シミュレーション事例」

“The Latest Information on FEM Analysis Solutions and Simulation Case Study”

フォーラムエイト 解析支援Group長代理  
松山 洋人

Hiroto Matsuyama

Deputy-chief Manager of FORUM8 Analysis Support Group

## ➤ **FEM解析ソリューションの最新機能**

- Engineer's Studio®Ver.12
- FEMLEEGVer.15

## ➤ **シミュレーション事例**

- 浸水氾濫シミュレーション
- 群集シミュレーション
- エネルギーシミュレーション

# FEMソリューションの最新機能

# Engineer's Studio®

2009年2月リリース

3次元積層プレート・ケーブルの動的非線形解析

# Engineer's Studio<sup>TM</sup>

## Engineer's Studio<sup>®</sup>の優れた機能

- ・世界最高水準のコンクリート解析理論、 前川モデルをサポート
- ・新しい解析の提供により、既存設計構造物のバックチェックに活用
- ・ミンドリンプレート、大変形解析など広く構造物解析に適用可能
- ・三角形・四角形メッシュ、減衰要素対応、強力な3Dインターフェース

## 完全な当社独自開発解析ソフトウェア

- ・前川モデルをはじめ様々な解析理論、非線形構成則に対応できる拡張性
- ・計算スピードの大幅な改善や他のAPとの連携など様々な柔軟性
- ・優れたコストパフォーマンスの確保

## Engineer's Studio<sup>®</sup>の使命

社会にとってより良いものになるソフトウェアを目指します

精度良い解析で高品質・安全なインフラ構築に役立ちます

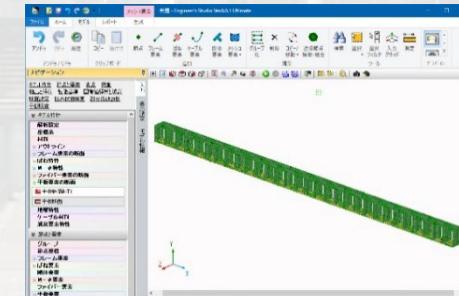
ユーザのビジネスチャンスにつながる新しいソリューションを提供します



Engineer's Studio<sup>®</sup> Engineer's Studio<sup>®</sup> UC-win/FRAME(3D)

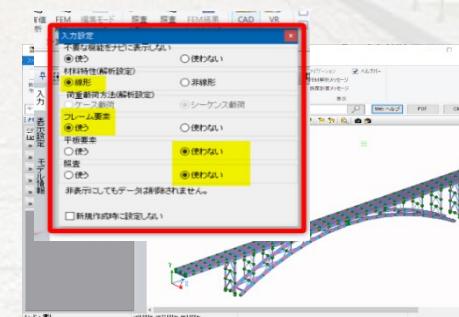
## 64bit版対応

- ・メモリを大量消費する大規模モデルの入力・結果確認が可能に
- ・ページ数の多いレポート(3万ページ等)出力対応



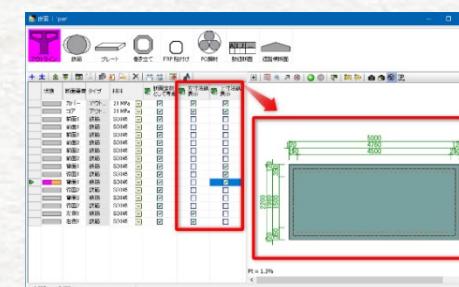
## 入力操作簡素化

- ・作成するモデルの種類に応じてナビゲーションに表示される項目を増減
- ・必要な入力項目のみが表示され、不要な入力項目は隠されます

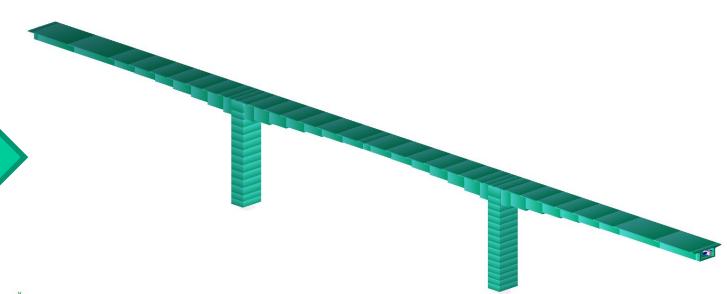
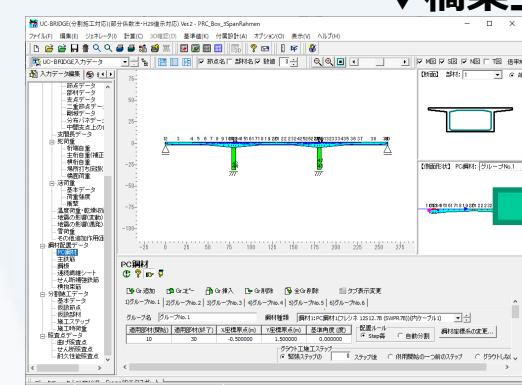
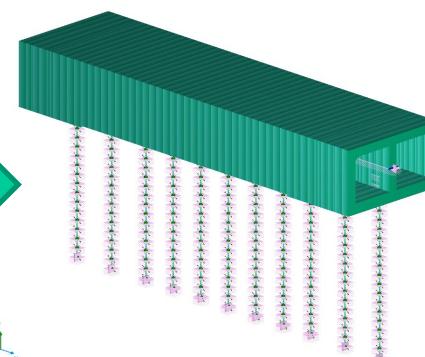
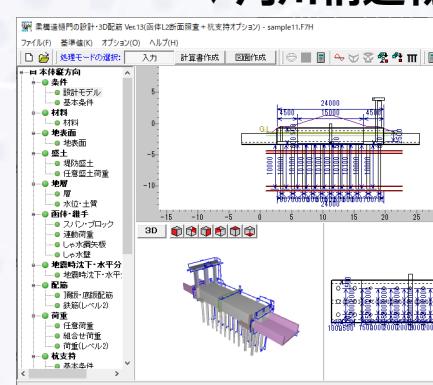
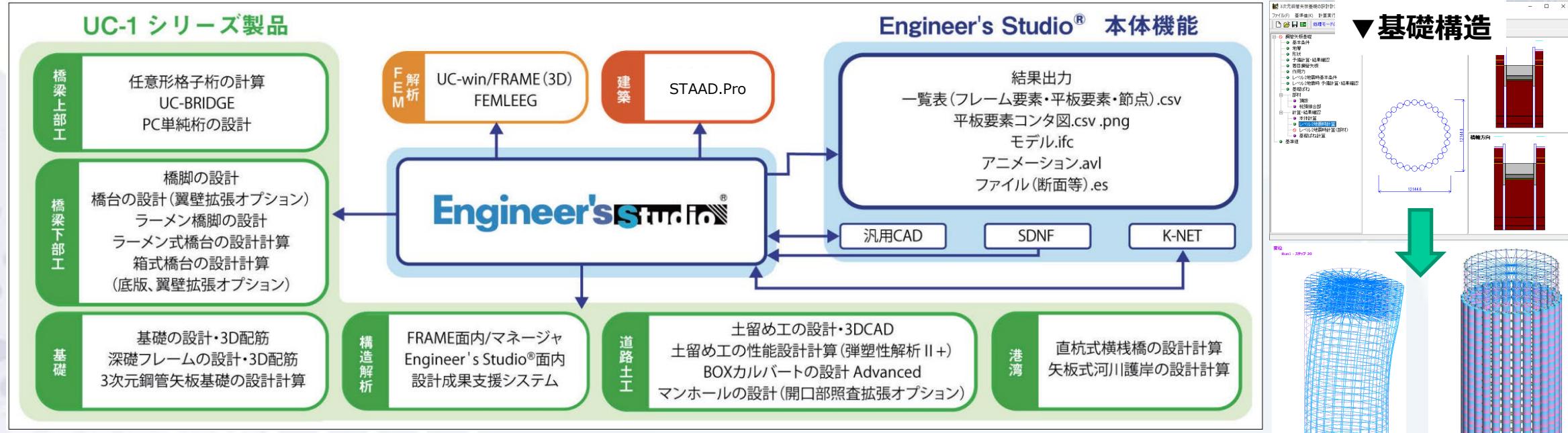


## 鉄筋の配置情報の寸法線表示機能強化

- ・断面サムネイルやレポート出力の断面の図に断面幅や断面高さ、鉄筋の配置情報の寸法線が表示



## UC-1設計プログラムとのデータ連携

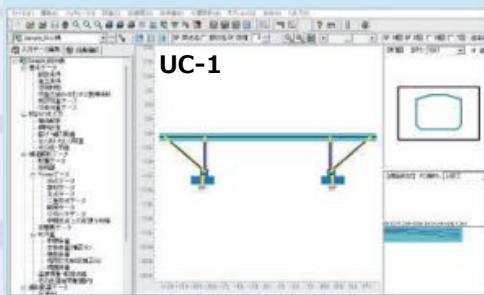


# Engineer's Studio®データエクスポート

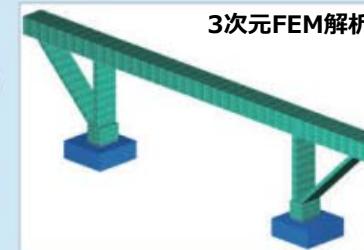
Design.  
Analysis

UC-1設計プログラムよりデータを連携させることで3次元FEM解析まで  
データ連携が可能で解析にも活用が可能

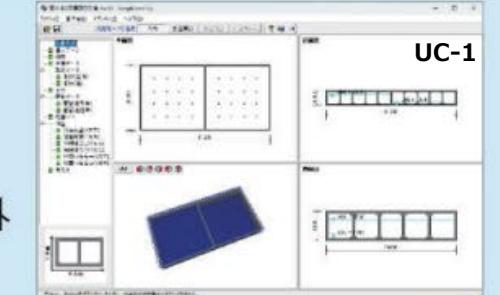
## PC構造（ラーメン橋、斜Π橋、PC梁等）



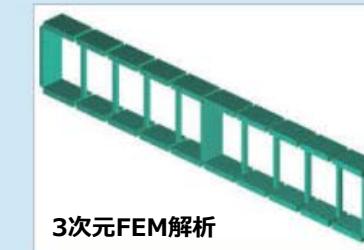
エクスポート  
(プレスとレス含む)  
常時～L2地震時を  
一連で検討



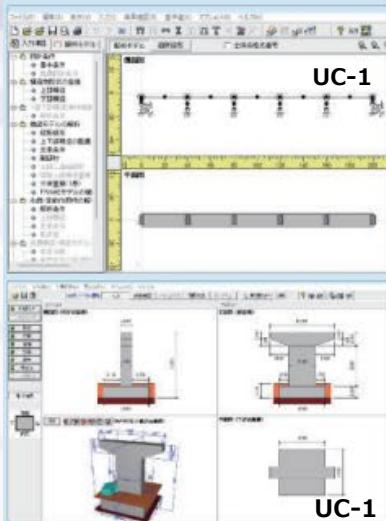
## 河川構造物・水道構造物（柔構造樋門、配水池等）



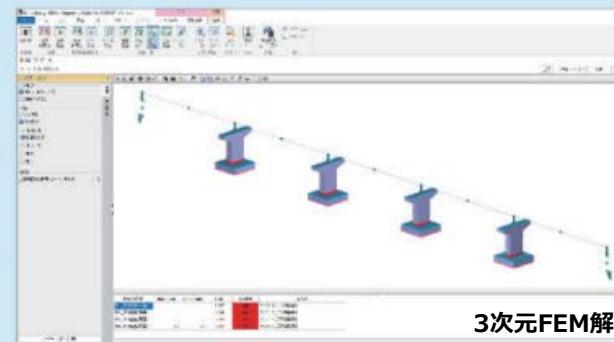
エクスポート  
ピットあり等の適用外  
の構造条件の検討



## 新設・既設・補強 橋梁全体系（橋脚、橋台、基礎等）

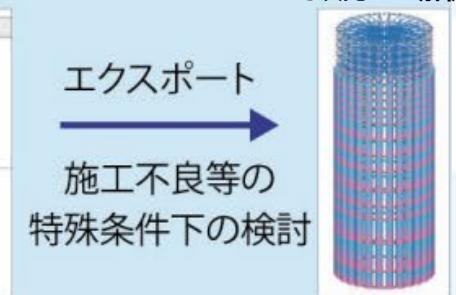
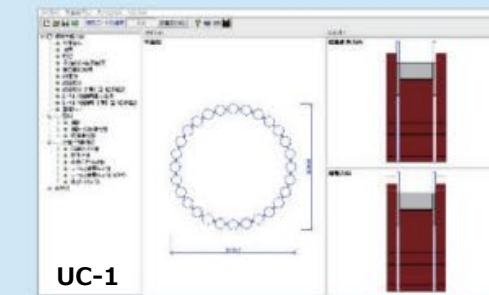


データ連携  
エクスポート  
配筋・補強等の  
トライアル検討

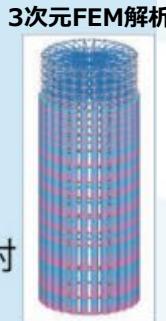


3次元FEM解析

## 各種基礎工法（杭基礎、鋼管矢板基礎等）



エクスポート  
施工不良等の  
特殊条件下の検討



3次元FEM解析

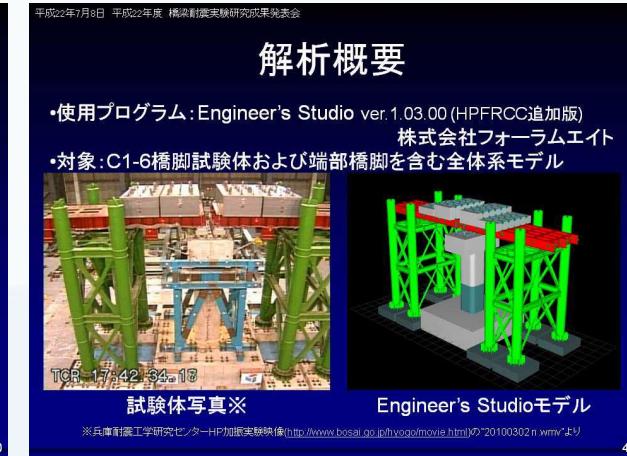
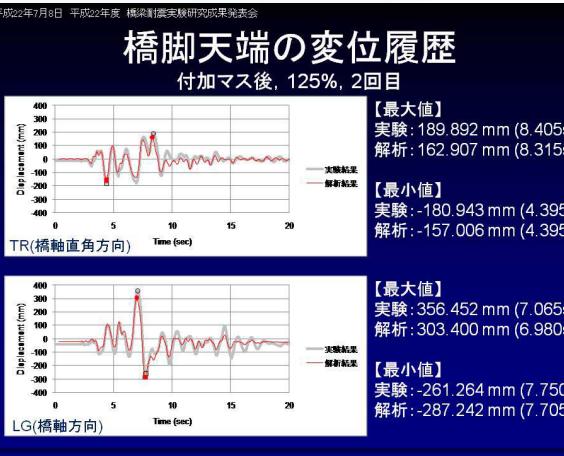
# 事前解析/ブラインド解析コンテスト

Design.  
Analysis

## 2010年：連続優勝!!ブラインド解析コンテスト

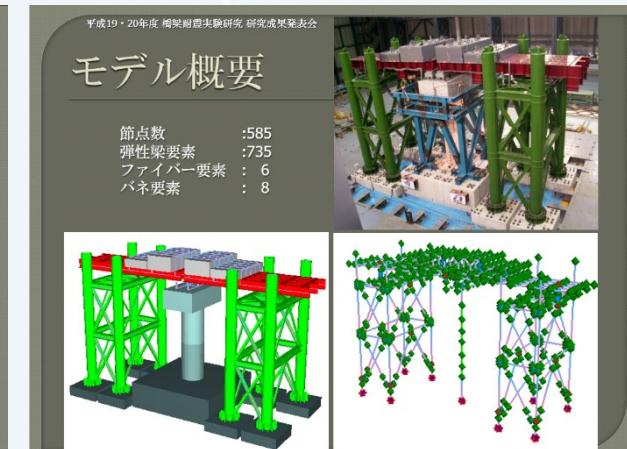
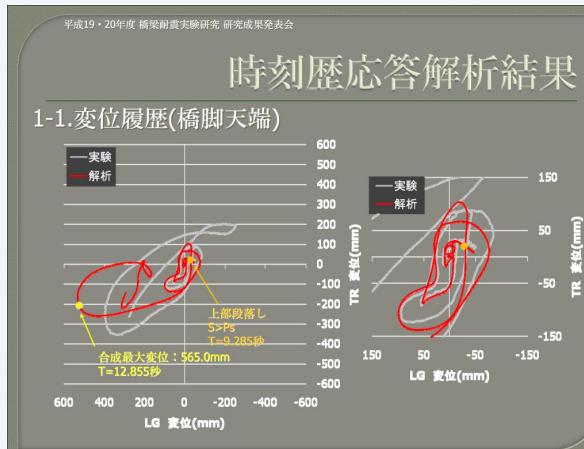
平成22年7月8日、平成22年度橋梁耐震実験研究成果発表会(主催(独)防災科学技術研究所)において実施された「高じん性モルタルを用いた実大橋梁耐震実験の破壊解析 ブラインド解析コンテスト結果発表・表彰」にて、当社社員と東京都市大学 吉川弘道教授の合同チームが優勝者として表彰されました。

解析対象橋脚は柱基部に高じん性モルタル(HPFRCC)を用いたもので、次世代型高耐震RC橋脚として期待されているものです。我々はEngineer's Studio™を用いて解析を行い、高い精度で実験結果を予測することができました。



## 2009年：事前解析コンテスト・ファイバー部門優勝!

平成21年3月5日、実大三次元震動破壊実験施設 (E-ディフェンス) を用いた橋梁耐震実験研究「橋梁は、地震にどこまで耐えられるか？」平成19・20年度橋梁耐震実験研究・研究成果発表会(主催(独)防災科学技術研究所、世界貿易センタービル3階)において実施された「C1-2実験事前解析コンテスト結果発表・表彰」にて、当社UC-win/FRAME(3D)解析支援チームメンバーが優勝者として表彰された。



## Ver11.2.0～11.2.3(2025年11月リリース)

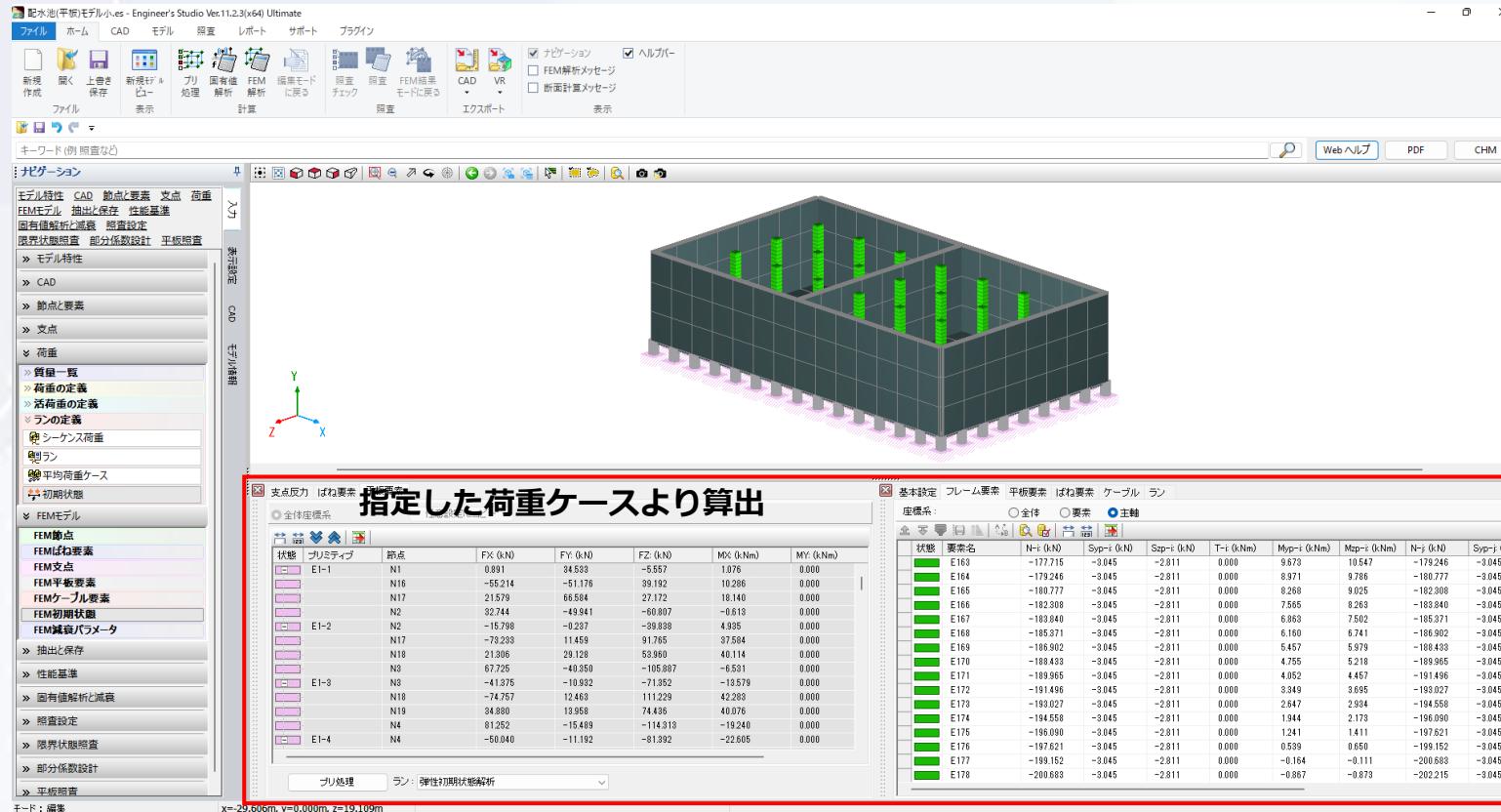
- 平板要素の初期断面力への対応
- リメッシュ要素に対する地盤ばねの自動生成機能の追加
- 固有値解析の機能追加
- 支点反力の支点座標系での表示対応
- 平板荷重の平板静水圧の追加

## Ver12.0.0(開発中)

- プッシュオーバー解析への対応
- 新道路橋示方書への対応

## 平板要素の初期断面力への対応

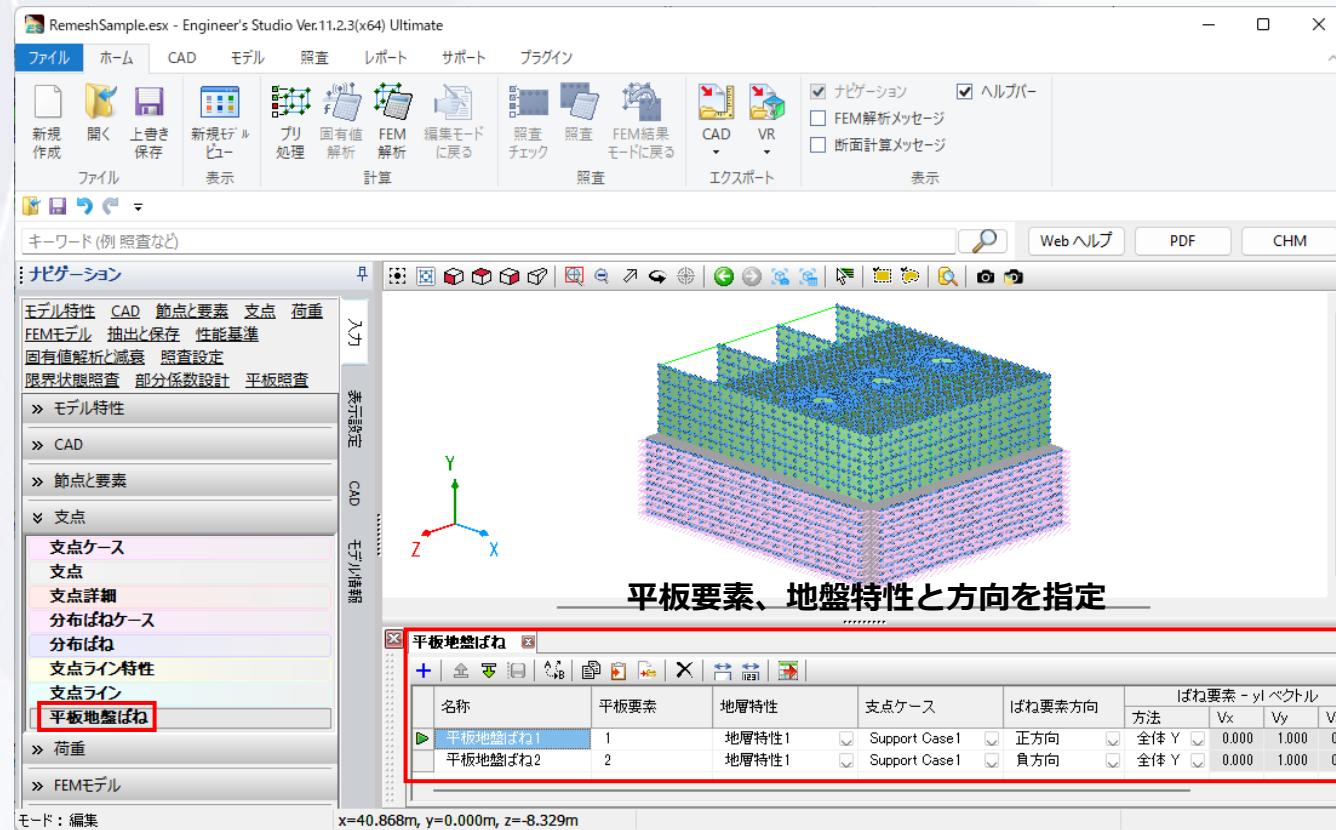
- 平板要素単体だけでなく、フレーム要素+ばね要素+平板要素などの混合モデルにおいても初期断面力を考慮可能



▲平板要素の初期断面力の入力

## リメッシュ要素に対する地盤ばねの自動生成機能の追加

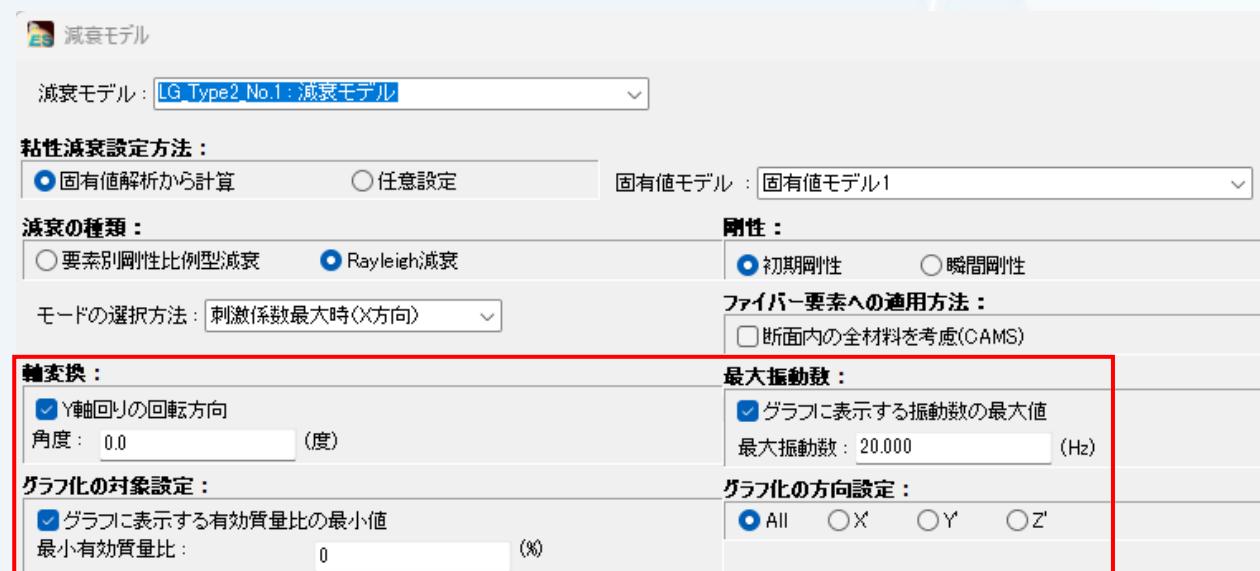
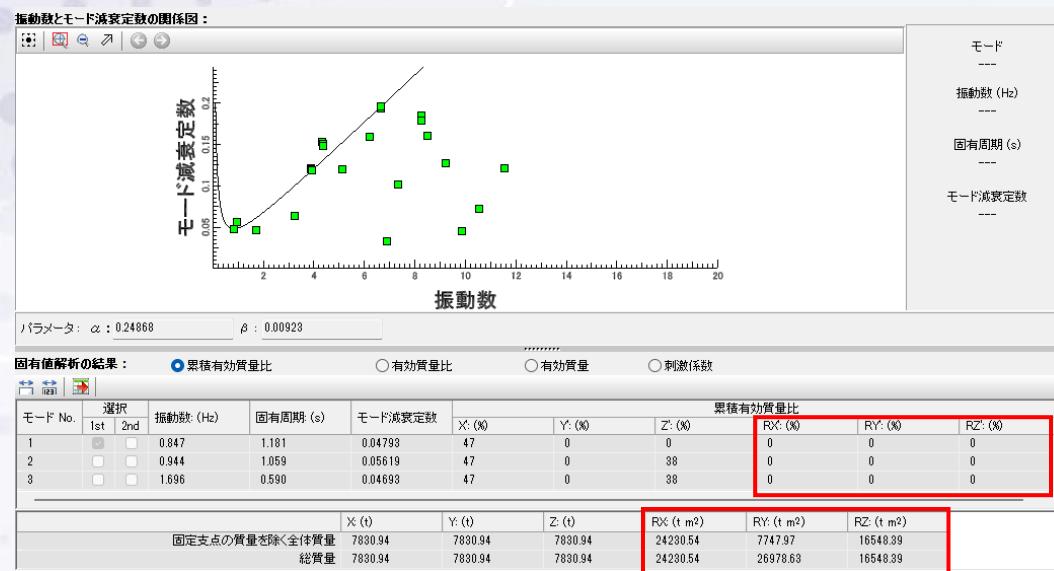
- 従来は未対応のため、リメッシュ要素の活用が難しい場合もあったが、地盤ばねの自動生成機能の追加により、リメッシュ要素の利便性が向上



▲リメッシュ要素の平板地盤ばねの設定

## 固有値解析の機能追加

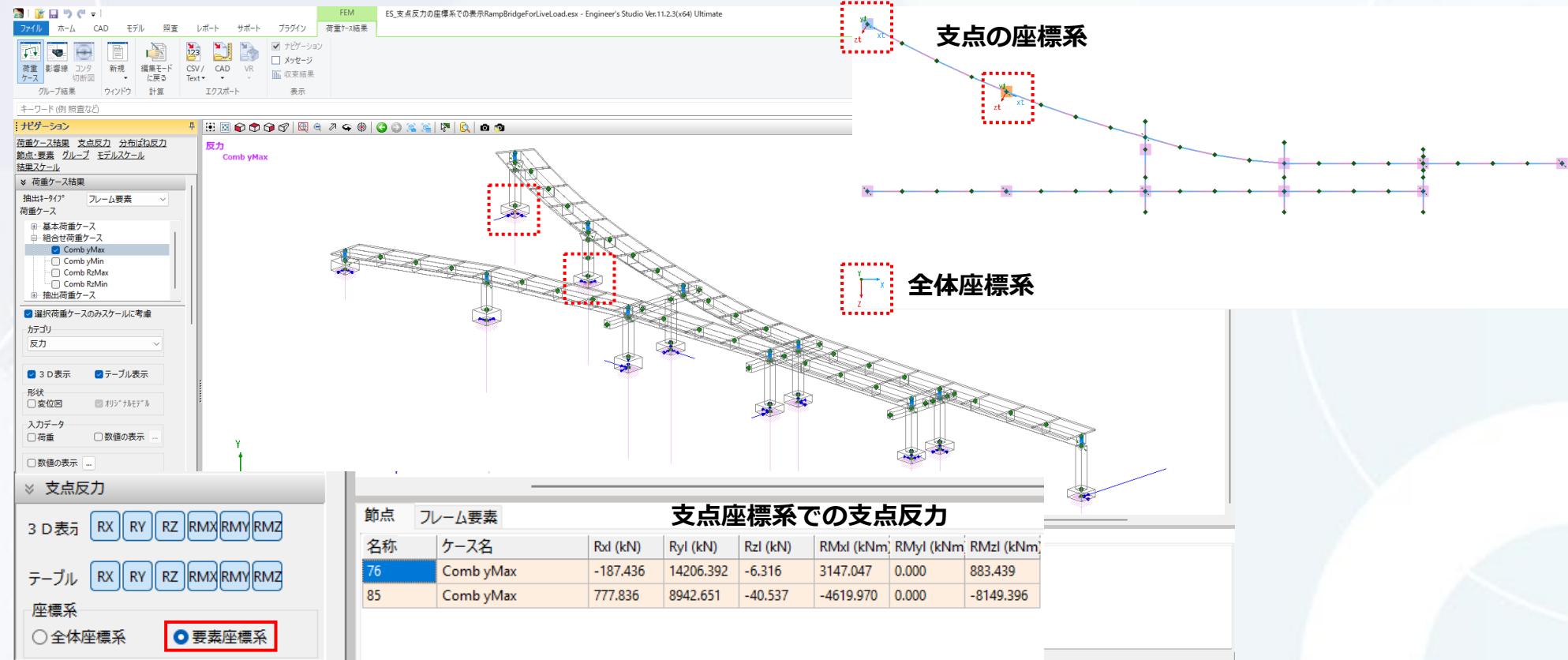
- 回転慣性質量3成分の表示対応
- 結果を表示する座標系の変更機能
- 指定した有効質量比以上のモードのみの表示、指定した座標系のみの結果のグラフ処理を拡張



▲ 固有値解析結果

## 支点反力の支点座標系での表示対応

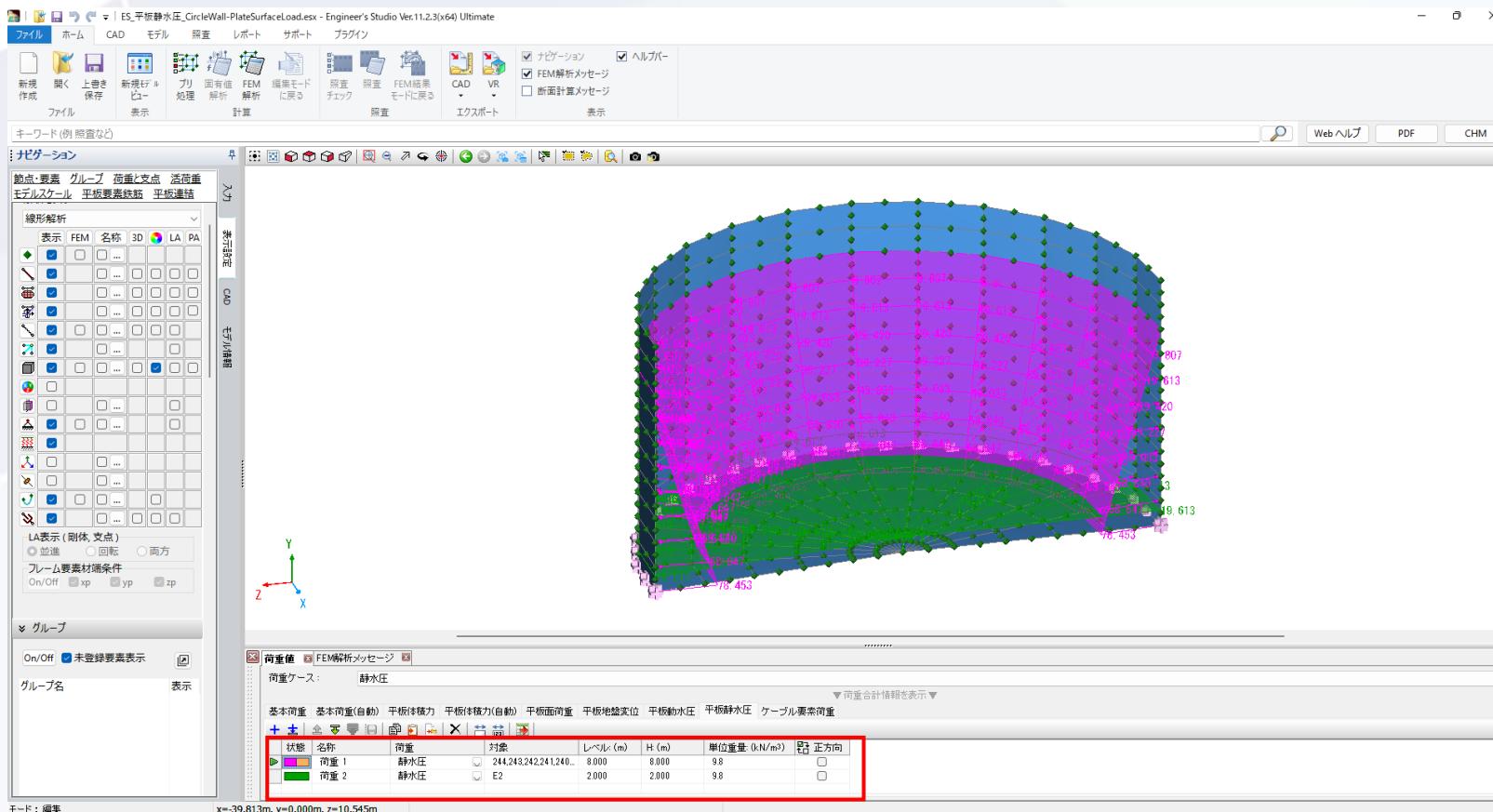
- 曲線橋や斜橋などの全体座標系と支点の座標系が異なる場合の支点反力の確認が可能→基礎照査用の作用力の抽出が容易に



▲支点反力の結果

## 平板荷重の平板静水圧の追加

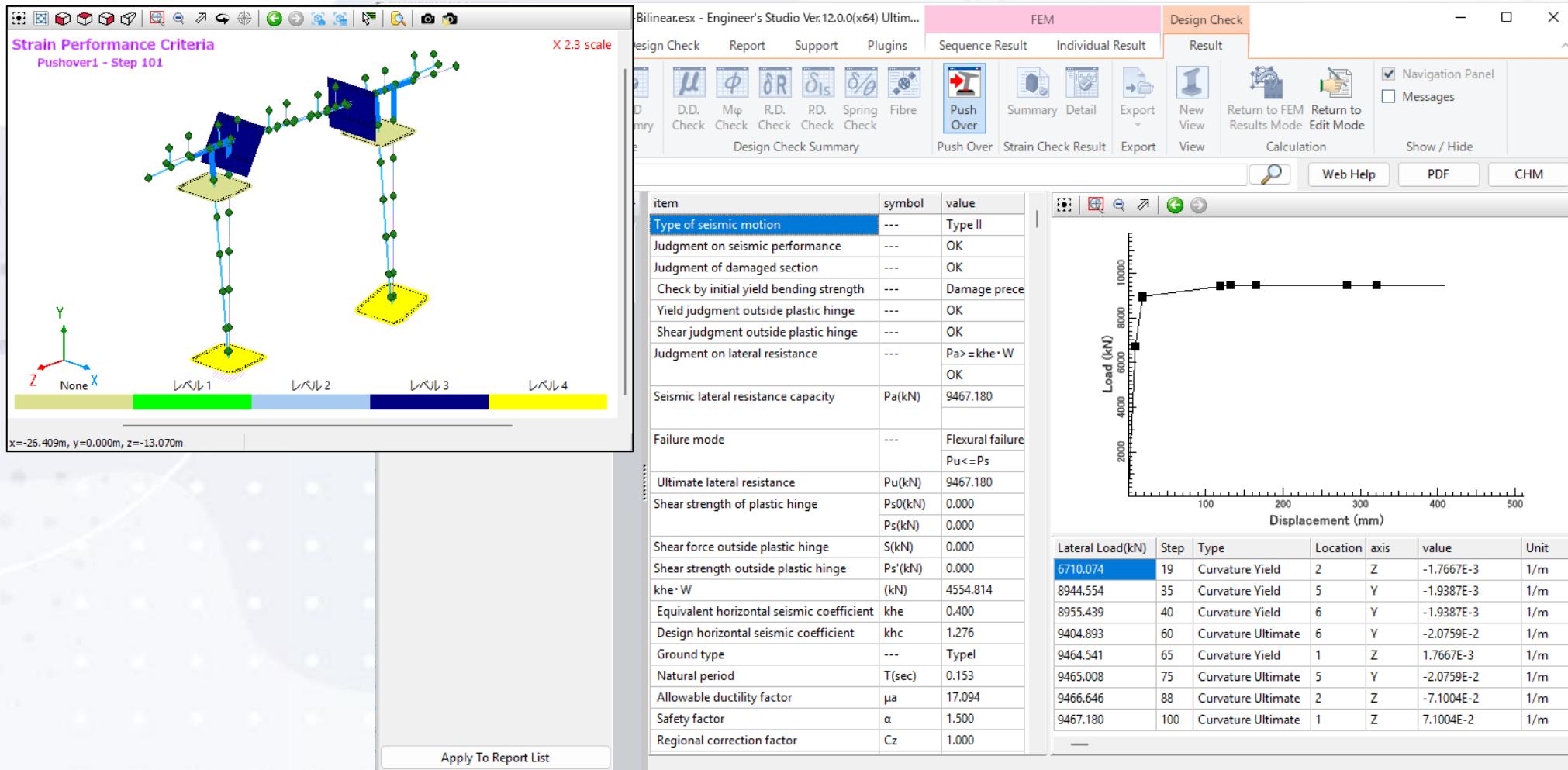
- 水位と深さを入力することで平板要素に静水圧を生成



▲平板静水圧の入力

# Engineer's Studio®Ver.12(開発中)

## プッシュオーバー解析(地震時保有水平耐力法による照査)への対応



▲プッシュオーバー解析結果

## Ver11.2.0～11.2.3(2025年11月リリース)

- 平板要素の初期断面力への対応
- リメッシュ要素に対する地盤ばねの自動生成機能の追加
- 固有値解析の機能追加
- 支点反力の支点座標系での表示対応
- 平板荷重の平板静水圧の追加

## Ver12.0.0(開発中)(1月末リリース予定)

- プッシュオーバー解析への対応
- 新道路橋示方書への対応

# FEMソリューションの最新機能

## FEMLEEG®

## 製品概要

- **有限要素法(FEM)を用いた汎用3次元構造解析システム**

- モデル作成から解析、結果評価を一貫して行えます。
- 一次元から三次元の要素が用意されているので、フレーム構造からソリッド構造まで対応できます。

※同じFEM解析ソフトのEngineer's Studioは一次元・二次元要素

- **解析範囲：線形解析**

- 設計者が手軽に現場でも解析が行えるというコンセプトで開発されており、通常の設計範囲では十分な機能となっています。

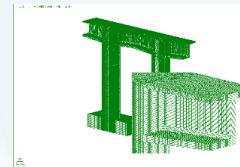
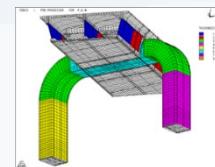
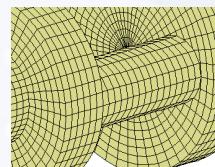
- 構造解析

- 静弾性解析、固有振動解析、時刻歴応答解析、座屈解析 など
    - NO TENSION解析、CAP(Cut and Paste)解析

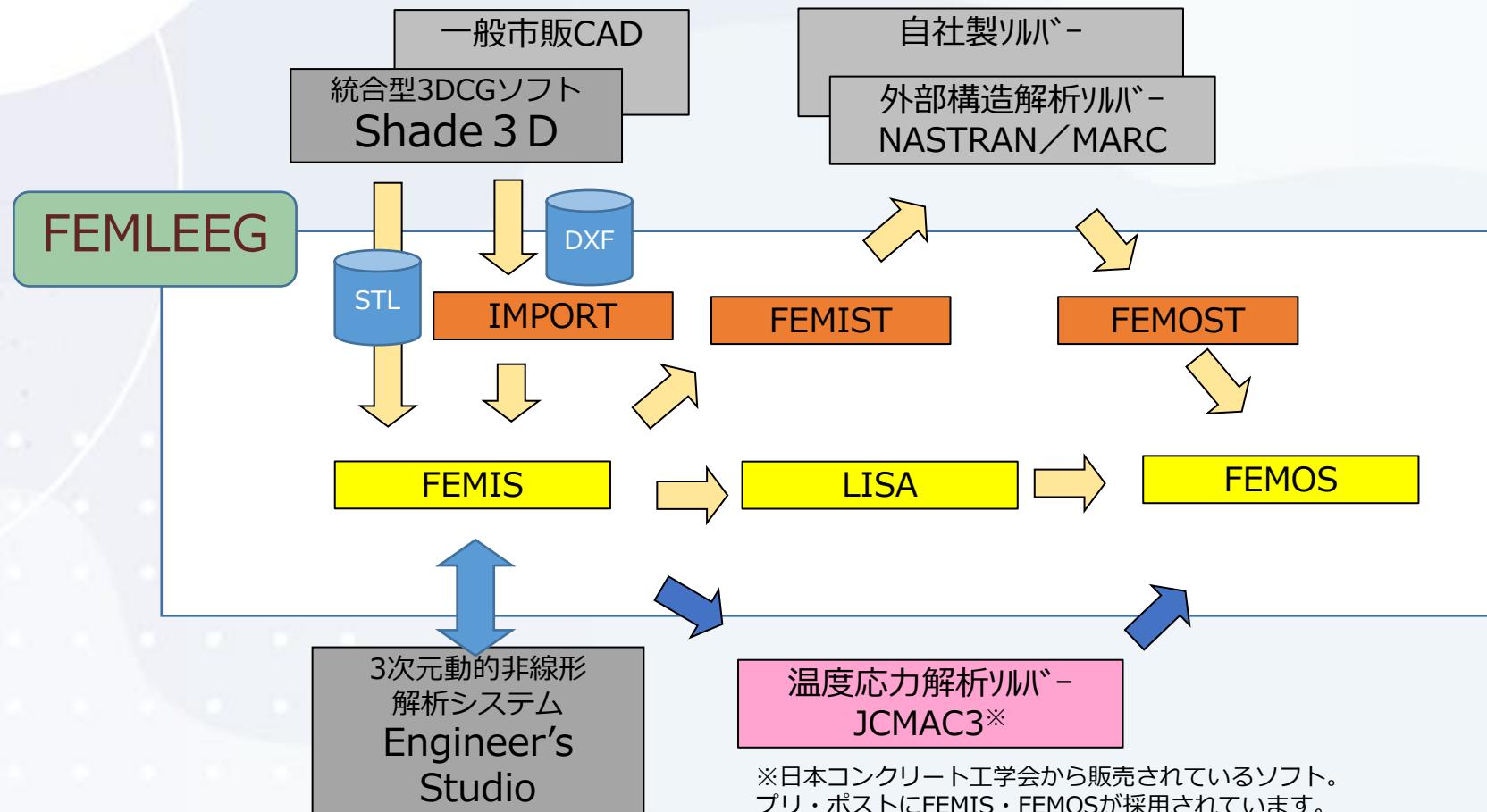
- 伝熱解析

- 定常熱伝導解析、非定常熱伝導解析、伝熱・熱応力連動解析

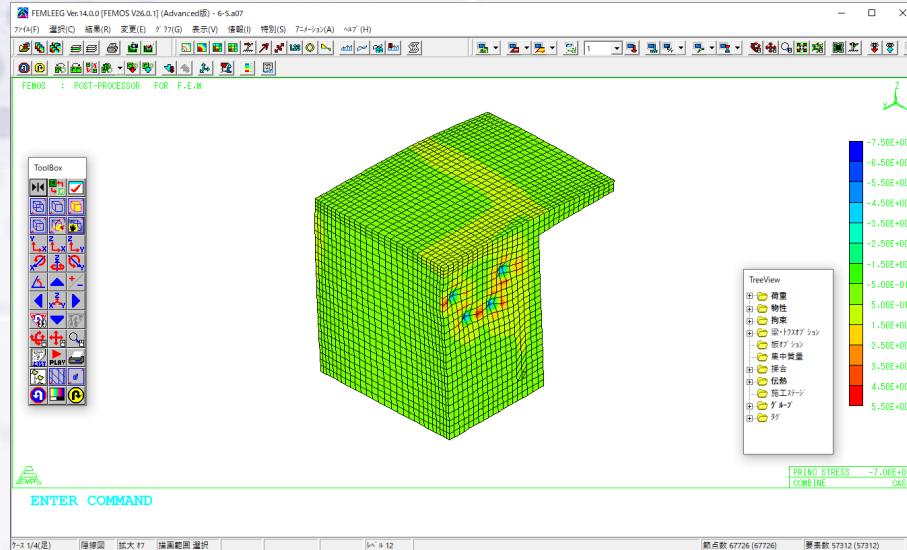
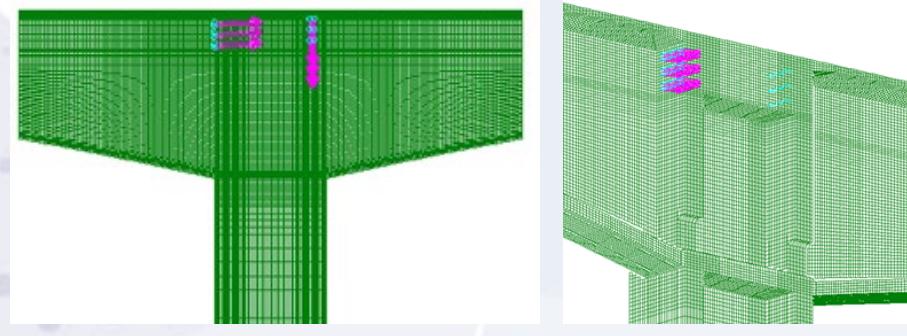
※同じFEM解析ソフトのEngineer's Studioは線形・非線形解析



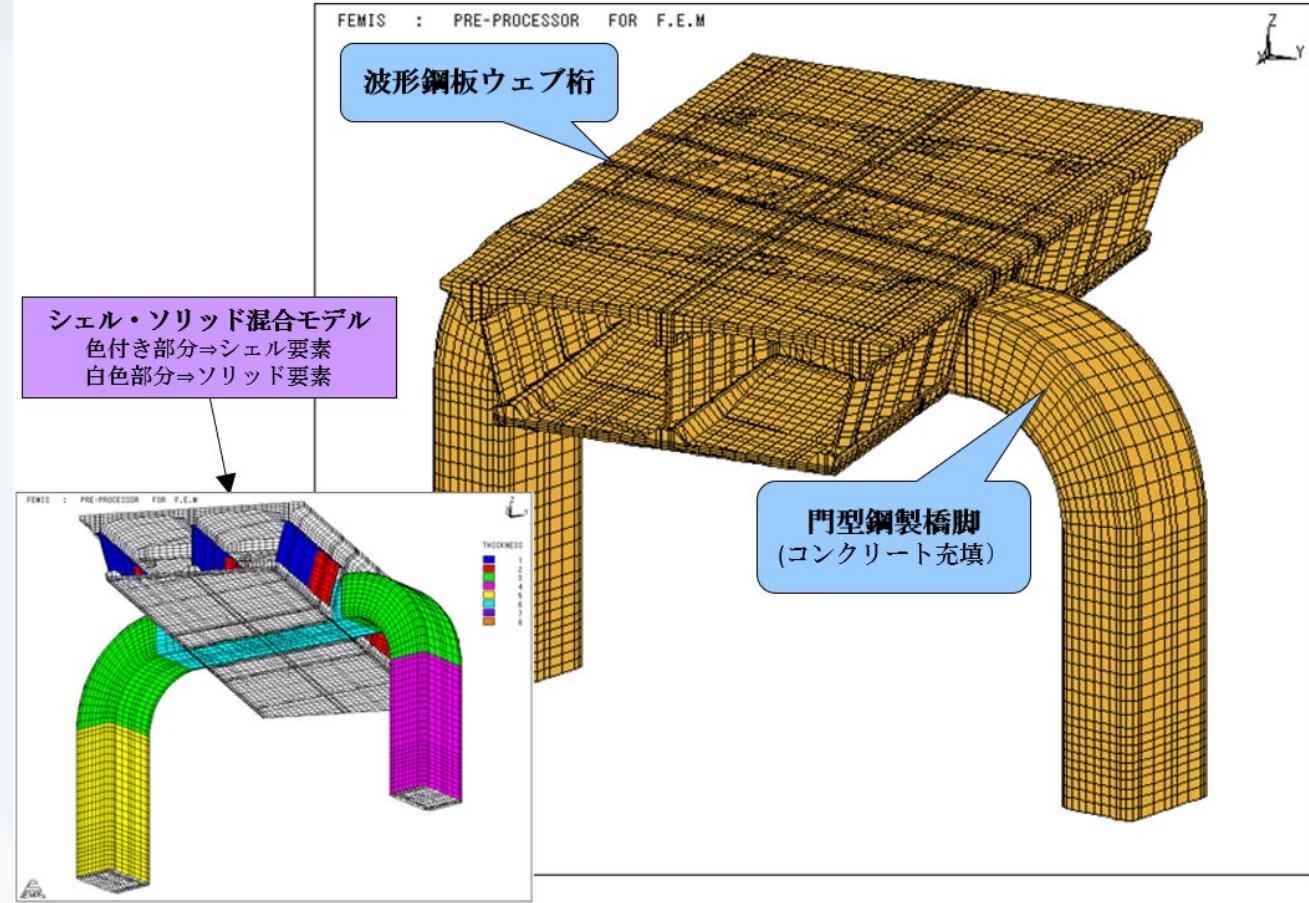
## 他ソフトとの連携



マッシブな構造、複雑な3D構造、局部応力解析などフレーム要素では対応できない、プレート、シェル、ソリッド要素でモデル化が必要な解析で特に効果を発揮



▲柱頭部の定着部

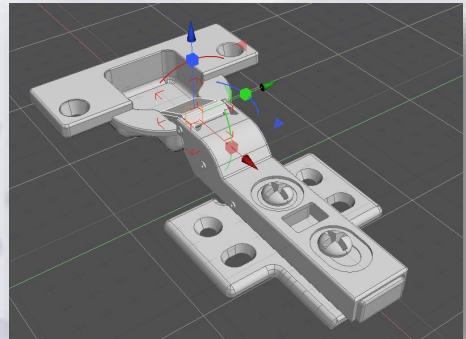


▲上下部一体鋼製橋脚の局部応力解析

# FEMLEEG®Ver.15(開発中)

Design.  
Analysis

## Shade3D連携 国産の統合型3DCG制作ソフト



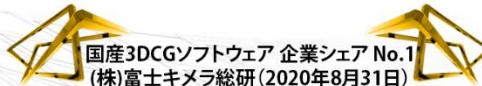
モデリング



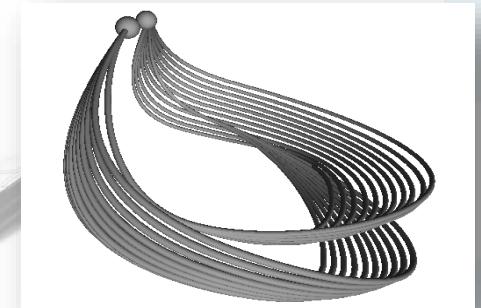
レンダリング



Shade3D Ver.26 リリース!



アニメーション



3Dプリント

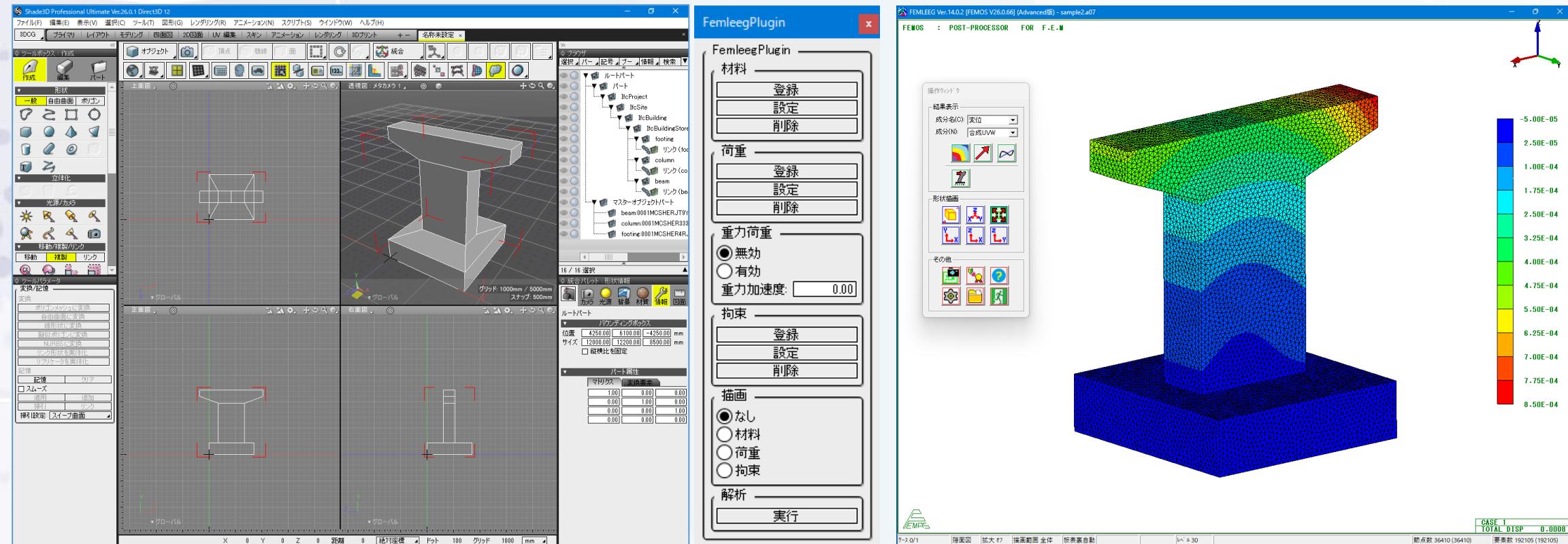
Shade3Dのみで3Dコンテンツの制作が完結、1986年から続く国産ロングセラーソフト

# FEMLEEG®Ver.15(開発中)

Design.  
Analysis

## Shade3D連携

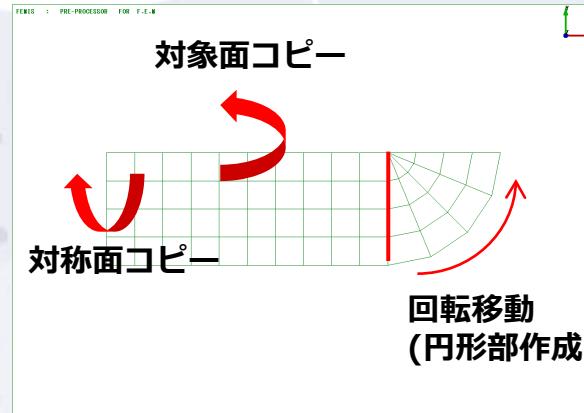
- Shade3D内で作成したモデルにFEM解析用の設定を行い、解析を実行することが可能
- 解析結果はFEMLEEGのポストプロセッサFEMOSで評価



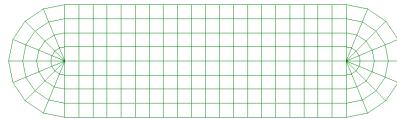
▲Shade3D連携による橋脚モデル

## パターンメッシュに小判型の追加(FEMIS)

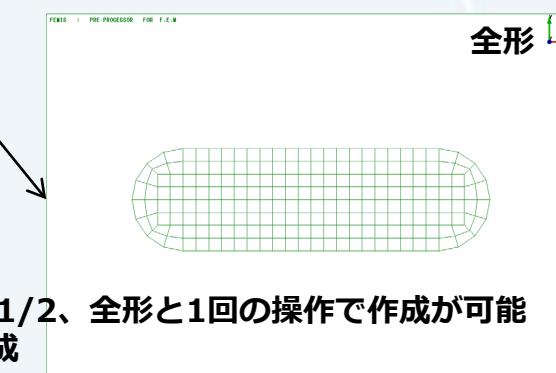
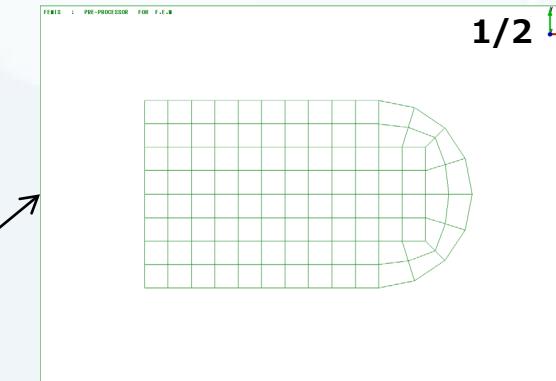
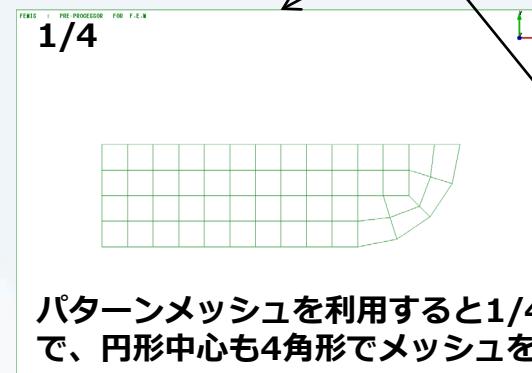
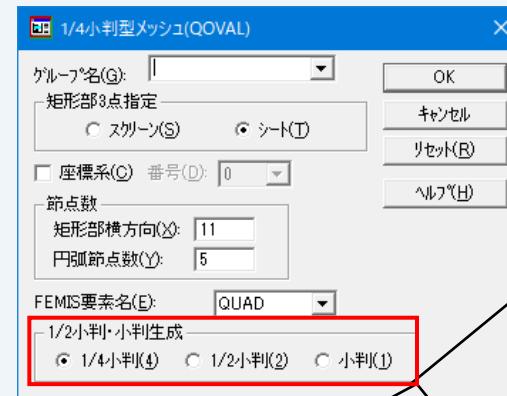
- パターンメッシュに小判型の指定を追加
- 橋脚の柱形状でみられる小判型形状のメッシュを簡単に一括で生成することが可能



従来は矩形部分を作成、矩形辺を回転移動させて円形部を作成、全形にするには対称面コピーの操作も必要



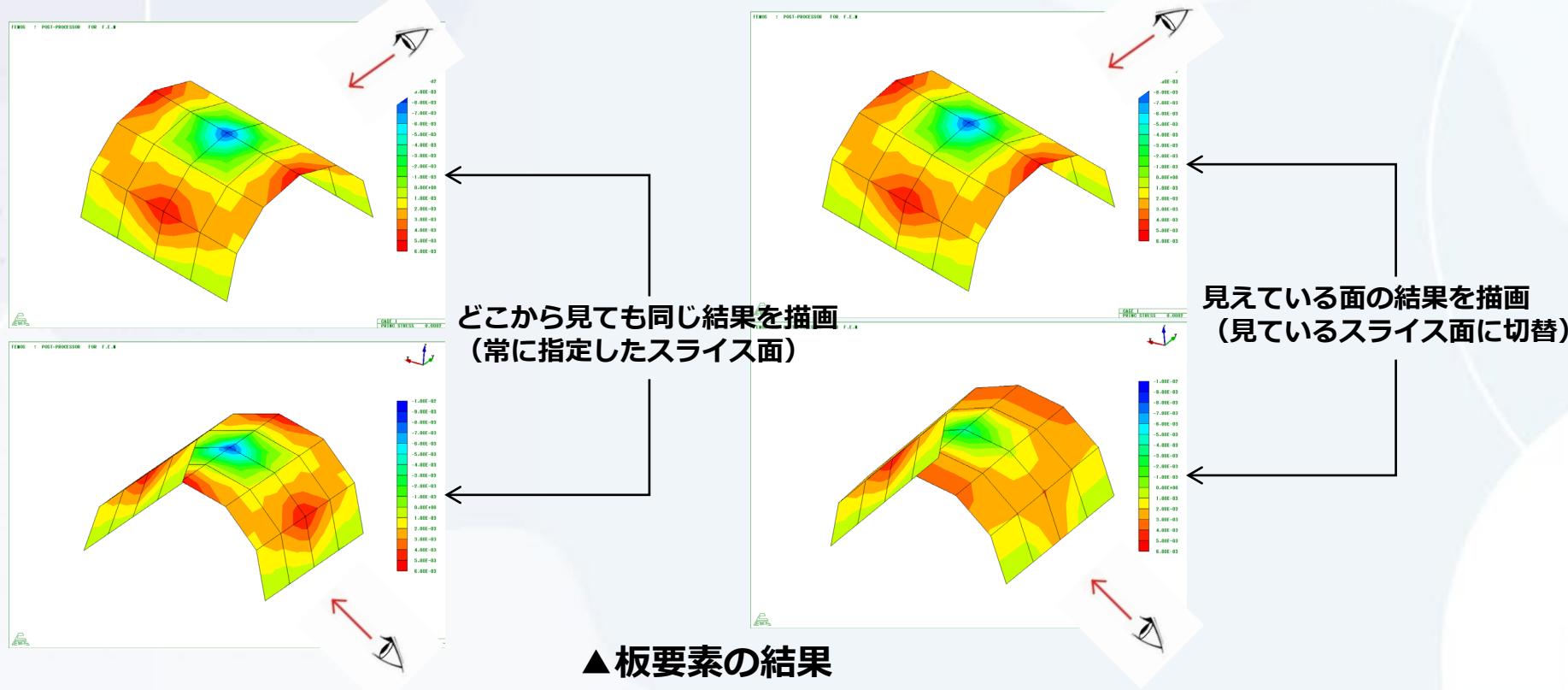
→円形中心はあまり精度の良くない3角形になりがち。



▲小判型の作成方法

## 板要素の自動表裏(スライス面)選択機能の追加(FEMOS)

- 板(プレート/シェル)要素の表裏の解析結果自動選択機能を追加
- 板要素は応力等の結果が表裏に出力され、その結果を見るには表または裏(スライス面)を指定する必要があるが、その切り替えを、見えている面から自動的に行う機能を追加



# シミュレーション事例 浸水氾濫シミュレーション

# 浸水氾濫シミュレーション

Design.  
Analysis



# 浸水氾濫シミュレーション

## 第1回NaRDA審査員特別賞作品

- 工場敷地周辺のより正確な浸水状況を把握するために、詳細な浸水氾濫解析を行い、解析結果を工場のBCP対策にも有効活用

「河川堤防の決壊を考慮した

### 工場敷地氾濫解析」

- 降雨による河川増水時の堤防決壊を想定し工場敷地周辺を対象とした  
浸水氾濫解析により浸水状況を把握

アズビル(株)

**xpswmm**

**NR 河川堤防の決壊を考慮した工場敷地氾濫解析**  
-降雨による河川増水時の堤防決壊を想定し、工場敷地周辺を対象とした浸水氾濫解析により浸水状況を検証-

**アズビル株式会社**

**概要**

当社工場が所在する自治体ホームページにおいて公開されている洪水ハザードマップによると、河川増水時にによる堤防決壊を想定した浸水氾濫予測が過剰に発生しているのではないかと考えられることから、当社工場敷地周辺の詳細な浸水氾濫解析を行うことで、より正確な浸水状況を把握することを目的とする。また、この解析結果を当社工場のBCP対策にも活用する。

**解析対象地域**

解析対象地域は、神奈川県伊勢原市鈴川の中流（環境美化センター付近）から下流方向へ、小田急線を超えて坂川に接する付近までの範囲とする。  
(下図赤枠部分、東西南北に約 3km 四方)

**解説手順**

- 1) 破堤箇所の流出量を推定するため、鈴川水系全体の流出解析を行う。
- 2) 推定された流出量を基にして、工場敷地周辺の氾濫解析を行う。
- 3) 工場敷地の最大浸水深、最大流速、最大ハザード（流速 × 水深）を算出。

**解析モデル**

- 浸水解析範囲 東西・南北に約3km四方
- 地形 國土地理院5mメッシュ標高を使用
- 解析メッシュ 10m×10m
- 降雨条件 50年に一度発生すると想定される降雨（1時間最大雨量94mm～103mm）

**破堤時の流出量**

- 破堤箇所の流出量を推定するため、鈴川水系全体の地形範囲をモデル化。
- 降雨条件は、50年に一度発生すると想定される降雨（1時間最大雨量94mm～103mm）。
- 降雨開始から約3時間後に最大水位 流出量は1434m<sup>3</sup>/s。
- これより大きい流出量400m<sup>3</sup>/s、500m<sup>3</sup>/sの2ケースを追加考慮。
- 3ケースの氾濫解析を実行。
- 公開されている洪水ハザードマップ、同アニメーションとも比較し、類似の氾濫状況を確認。
- 以上より、破堤箇所の初期流出量は不確定要素を考慮し、3ケース中の最大値「500m<sup>3</sup>/s」を採用。

**結果**

- 最大浸水深は0.5m程度  
…つまり下浸水が予測される
- 工場周辺の最大流速は0.7m/s、最大ハザード（流速×水深）は0.2
- 浸水による工場建物への損傷は低いと考えられる

**BCP対策**

- 大きな浸水深の場合  
1階、出荷ヤードの地面を上げ、防水壁の構築など大規模補修工事が必要
- 小さな浸水深の場合  
工のう、止水壁、排水ポンプの配備で対応
- 今回の解析結果を当社工場のBCP対策にも有効活用

**出力結果**

鈴川水系の流出解析  
流出解析時の河川断面と流量  
横断面図（敷地北側通路）

最大浸水深コンタ図 0.0m～0.5m  
横断面図（敷地北側通路）

最大ハザード（流速×水深） 0.2  
最大ハザード（流速×水深） 0.2

**NATIONAL RESILIENCE DESIGN AWARD**

# 浸水氾濫シミュレーション

## 第3回NaRDA審査員特別賞作品

- 陸地に存在する建物のモデル化が津波遡上シミュレーション結果に与える影響を考察し、3DVR空間へ可視化、防災教育での活用を検討

「ソフト防災への活用を念頭に置いた  
浅水長波方程式に基づく  
津波遡上シミュレーション」  
–津波遡上シミュレーション結果に  
与える建物のモデル化の影響–  
大分工業高等専門学校

MOVIE

**NaRDA National Resilience Design Award**

**ソフト防災への活用を念頭に置いた浅水長波方程式に基づく津波遡上シミュレーション  
–津波遡上シミュレーション結果に与える建物のモデル化の影響–**

**大分工業高等専門学校**

**概要**

南アフリカ巨大地震による海潮被害を軽減するためには、住民の防水、減災意識の向上が必要不可欠になると考えられる。よって、より精度の高い津波遡上予測、これを分り易く伝えるための可視化が重要となる。

地震による海岸線の変動量予測には、水深方向に平均流速と静水圧を仮定する浅水長波方程式に基づく解析が行われており、十分な予測精度があると言われている。他方、陸地の津波が遡上して行進するについて、必ずしも津波の伝播が成立しないと考えられ、予測精度が明確になっていないと思われる。しかし、浅水長波方程式は、2次元問題として扱うといふ大きな利点がある。そこで、本稿では、浅水長波方程式に基づく津波遡上問題の予測精度を改善することを目的とし、陸地に存在する建物のモデル化によるシミュレーション結果に与える影響について考察した。また、数値実験の可視化についても検討を行った。

**数値実験結果および考察**

流域全体に一定の粗度係数  $n = 0.025$  を設定

土地利用に応じた粗度係数  $n = 0.06$  を緑の開墾域に設定

水深に応じて変化する粗度係数  $n = \sqrt{\frac{1}{2} \frac{C_0}{g} \frac{H}{100 - H}}$  を赤の開墾域に設定

全ての建物の領域を不透過に設定

**数値実験モデルおよび実験条件の概要**

対象地域	南アフリカ巨大地震時に海潮の大さな津波の発生が予測されている地域
地形	5mマッシュのDEMデータ
建物	SHPファイル
格子サイズ	10m × 10m
格子点数	約108,000点
流入条件	高さ12mの津波を60秒間入力
解析時間	250sec
時間増分	0.005sec

※汎用計算機を用いて解析し、計算時間は約17分であった。

(a)と(b)のモデルの浸水域はほぼ同程度であり、粗度係数の値の大きさが浸水域に与える影響はあまり見られない。(c)と(d)のモデルの浸水域はほぼ同様の結果であるが、オレンジの丸で囲まれた部分では両者の差が表れている。また、(a)と(b)のモデルと比べると、(c)と(d)のモデルの浸水域は広くなっている。建物のモデル化による抵抗力の相違の影響が確認できる。

(a)一様粗度モデル  
(b)相当粗度モデル  
(c)合成等価粗度モデル  
(d)不透過モデル

(a)作成した3次元VRモデル  
(b)可視化した津波遡上の様子

UIC-win/Road でデジタルオルタナ画像を貼り付けて作成した3次元VR空間に数値実験結果を読み込ませることで可視化した。今後は、可視化した動画および静止画を定量的に評価し、沿岸地域の住民や教育機関での防災教育に適用する可視化について検討を行う。

FORUM8 Design Festival 2016

The 3rd National Resilience Design Award

# 浸水氾濫シミュレーション

Design.  
Analysis

## 第6回NaRDA準グランプリ

- 山地河川(急峻な堀込河道)に対して、実現象の再現性を主軸とした洪水氾濫解析を実施し、「見える化」として結果を動画に整理

### 「山地河川における洪水氾濫解析」 – 泛濫水の動的挙動を再現する – (有)エフテック

MOVIE



# 浸水氾濫シミュレーション

## 第10回NaRDA審査員特別賞作品

- ・小規模河川では水害リスクが把握されていない=空白→安全に誤解を与える
- ・小規模河川に対し、現況と改修計画後の浸水氾濫シミュレーションを実施

### 「小規模河川の浸水氾濫解析」 - 浸水氾濫シミュレーションを用いた 水害リスク評価 - (株)溝田設計事務所

[MOVIE](#)

使用製品：xpswmm

株式会社 溝田設計事務所

**概要**

近年の暴雨による大きな河川に限らず小規模河川においても氾濫被害が多発しており、小規模河川に対しては水害リスクが十分に把握されておらず情報が空白のため、リザーブマップとして誤解を与える恐れがあることが課題となっています。これに対し、能大な数の小規模河川を対象に、氾濫形態が複数の形態の場合において比較的簡易な手法により水害リスクを評価する手法も示されているが、氾濫形態が対象から外れる場合は他の氾濫解析手法を適用する必要がある。本検討では小規模河川に対し、現況と改修計画後の河川断面に対し、浸水氾濫シミュレーションを用いて水害リスクについて評価を実施した。

**モデル図および解析条件**

■解析モデル  
河川は1次元(1D)の流れとし、河川が氾濫した後の氾濫流は2次元(2D)の流れとして扱い、それらを逐次連携させて1D/2D統合氾濫解析モデルにより浸水シミュレーションを実施した。

■地形  
国土地理院 5m メッシュ標高データを利用した。

■ノード・リンク  
主に河川断面の変化点にノードを設定し、リンクには現況と改修計画後の河川断面を設定した。

■粗度係数  
土地利用は主に農地が占め、メッシュスケールも小さいことより、農地の導水率の0.02を適用し、河川について、現況は自然河川、自然水路として0.03、改修計画後は改修河川として0.02を適用した。

■降雨条件  
実際雨量よりも現況各地点のハイドログラフをノードへの流入量として与えた。(時間は0時～11時)

■境界条件  
下流での河川に接続され水が流出するため、下流の断面部に境界条件を設けた。

■参考文献  
洪水氾濫対応区域図作成マニュアル(第4版)(H27)  
河川形態技術基準(調査編)(H26)  
水理公式集(H11)

**シミュレーション結果および考察**

シミュレーション結果  
時間 3時間後 6時間後 9時間後

現況 改修

最大水深

現況 改修

浸水氾濫シミュレーションの結果、現況と改修計画後で最大水深および浸水範囲が低減され、時刻盤のシミュレーション結果より浸水発生時刻も遅らせる効果を確認でき、改修計画によって水害リスクを低減できることが確認できた。最大水深だけでなく、時刻盤で浸水深さを評価することは、改修計画に限らず、避難対策(避難場所、避難ルート、避難時間など)を検討する上でも重要な要素であり、改修計画の優先度を決める要素としても活用できるものと考える。

# 浸水氾濫シミュレーション

## 第10回NaRDAグランプリ作品

- 3D都市モデル(PLATEAU)をベースに氾濫シミュレーションを実施
- 3DVRと連携し動くハザードマップとして災害リスクを可視化

「3D都市モデルを活用した  
氾濫シミュレーション」  
-動くハザードマップを利用して  
災害リスクの可視化-  
熊本県 玉名市

MOVIE

使用製品：UC-win/Road,xpswmm

熊本県 玉名市

**概要**

近年、自然災害が激甚化・頻発化・広域化する中で、災害リスクを把握し、事前に社会全体で災害に備える必要性が高まっています。プロジェクトPLATEAUにおいて日本全国の3D都市モデルの整備・活用が進められています。災害に備えるさまざまな情報で、3D都市モデルの重ね合わせは、災害リスクを三案元から2次元で可視化すること等により、災害リスクをわかりやすく直感的に理解でき、住民等の防災意識の向上や避難行動の可視化が可能になります。そこで3次元VR空間上に3D都市モデル(CityGML)を取り込み玉名市のデジタルツツイを構築した上で、3D都市モデルをベースとした氾濫シミュレーションを行い、その結果を3DVR空間上でリアルタイムに再現することにより、災害リスクをわかりやすく可視化し、防災計画や避難路設定への活用を図ります。

**解析条件**

- 地形データ：3D都市モデルの地形データをインポート(5m メッシュの地形データ)
- 解析メッシュ：地形データに基づき同じサイズの5mの解析メッシュを適用
- 粗度係数：粗度係数を変更した結果を比較し、結果に対し影響が小さいことを確認した上で、地形および解析メッシュサイズが適切であることを確認
- 破堤点：想定最大堤防崩壊に対する、新玉名駅および引川防災ステーション整備に影響が大きい菊池川の破堤点
- 流量：想定最大堤防崩壊に対する、破堤越流量を算出し、破堤点からのハイドログラフとして実験(72時間)
- 適用基準：洪水浸水想定区域作成マニュアル(第4版)

**解析モード**

新玉名駅周辺に影響が大きい菊池川の浸水シミュレーションモードについて述べます。

地形データ・3D都市モデルのデータを利用

菊池川

新玉名駅

玉名市役所

破堤点：ハイドログラフを入力

ノード・リンク：排水構造などの各施設の東大エリアに排水管を設定し施設からの排水をモデル化  
地図データの精度が高く、建物を考慮せざると精度が削がれたため、建物等はモデル化していない

**検討結果**

氾濫シミュレーション結果の検討として国土交通省が提供している浸水ナビと結果の比較を行った。  
▼菊池川  
▼1時間後水深

解析結果	・浸水ナビ	解析結果	・浸水ナビ

菊池川深分堤防堤防一致

国土交通省 浸水ナビ(<https://subourunav.gsi.go.jp/>)

ここでは3D都市モデルでの菊池川と1時間後の水深分布結果のみを表示が、各時間別の浸水結果を比較しても全体を追いつけており、加えてより精度の高い3D都市モデルの地形データを利用することにより、盛土が構築することで、盛土を回り込むよう現場実に近い氾濫シミュレーション結果を得ることができます。

本結果を最終的に採用し、主なランドマークや避難場所など避難に必要な情報をも含めて統合的に3DVR空間上にリアルタイムに再現を行った。通常のハザードマップに対し、VRデータでは3DVR空間上で時々刻々と変化する被災状況を確認できる。リアルタイムで被災状況が変化するので、被災状況が変化するごとに、動くハザードマップとして災害リスクを可視化することができます。

▲3DVR空間上に浸水範囲や水位の状況の変化をリアルタイムに表現することにより災害リスクを可視化

**まとめ**

3D都市モデルをベースとした氾濫シミュレーションを行い、その結果を3DVR空間上でリアルタイムに再現することにより、動くハザードマップとして災害リスクの可視化を行った。実証として市民、行政関係者、当該一部市民の方に実際に体験してもらいアンケートを実施した結果、從来に比べ直感的に分かりやすかったという評価を得ることができた。作成したデータを含む事業の成果は引き続き、市民の防災意識の醸成やマイタイムラインの沖合の支援ツールとして、今後も防災庁等で利用を行っていく。今後の準備として、今回は防災のユースケースを対象としているが、今後は人形データとVRを組合せることにより施設や構造物の配備計画などの公需管理、まちづくり、観光振興などの活性化にも活用を図る。

# シミュレーション事例 群集シミュレーション

# EXODUS/SMARTFIRE

- 開発・販売元は英國グリニッヂ大学のFSEG、日本・中国での販売はFORUM8
- EXODUS：避難シミュレーション、非常時、常時の人との動き、行動を評価
- SMARTFIRE：火災シミュレーション
- 人と人、人と火災、人と構造物の相互シミュレートが可能

## ▼代表的な適用事例



▲A380スーパージャンボ



▲エアバス全翼機



▲北京オリンピック



▲シドニーオリンピック



▲大型客船



▲歴史的建造物

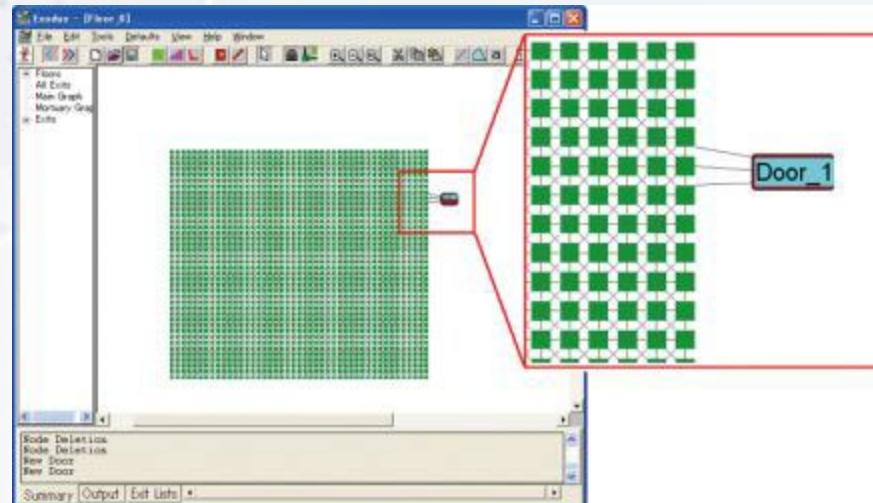


▲軍艦

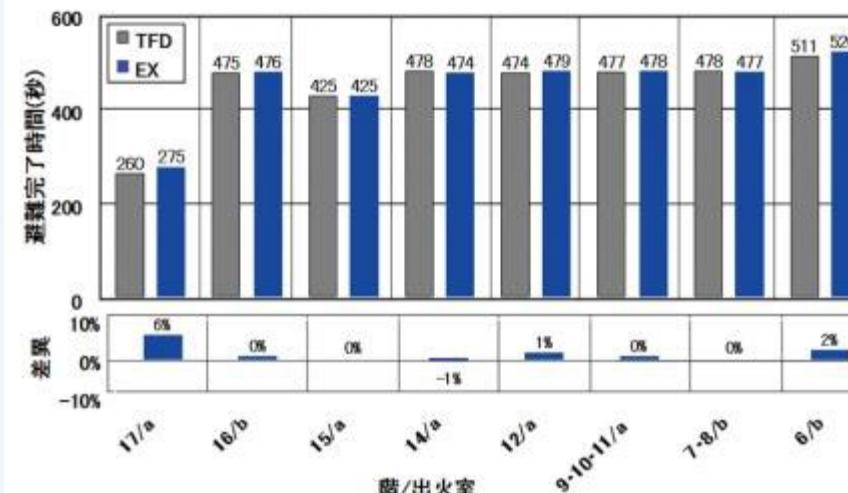
## 東京消防庁認定避難算定方法

- FORUM8では、東京消防庁火災避難シミュレーションとの同等性検討に関する活動を行い、「階避難」に対するEXODUSの認定を取得済
- 東京消防庁の推進する「優マーク制度(優良防火対象物認定表示制度)」を認定するための避難算定方法として、EXODUSが利用可能に

▼同等性検討の一例(階モデル)



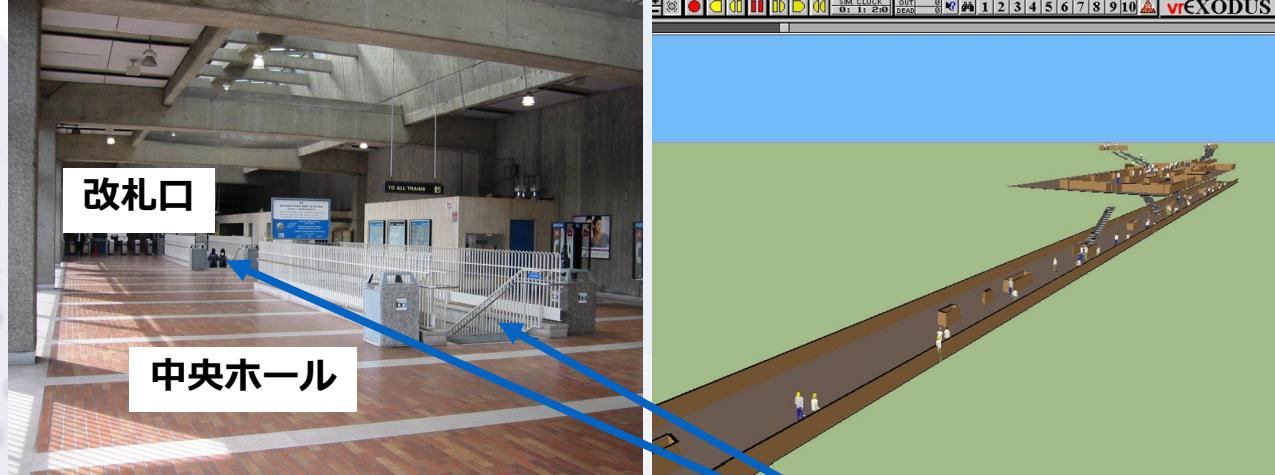
・任意の矩形フロア



・実建物の各フロア(左:東京消防庁、右:EXODUS)

優マーク：火災に強い安全・安心な建物であることを示すマーク

## 解析事例：海外



▲サンフランシスコ地下鉄構内通常時シミュレーション

通常日 20万人/日、  
勤労感謝の日 80万人/日



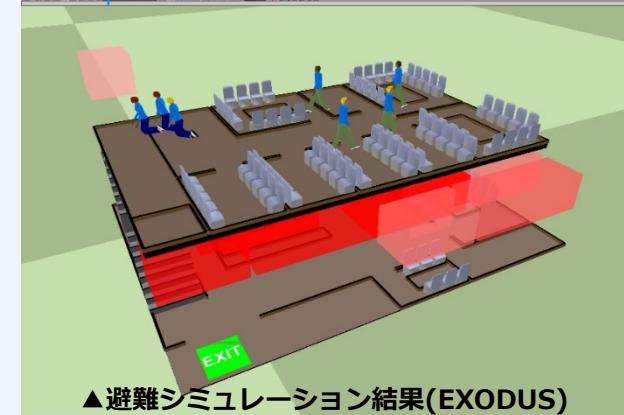
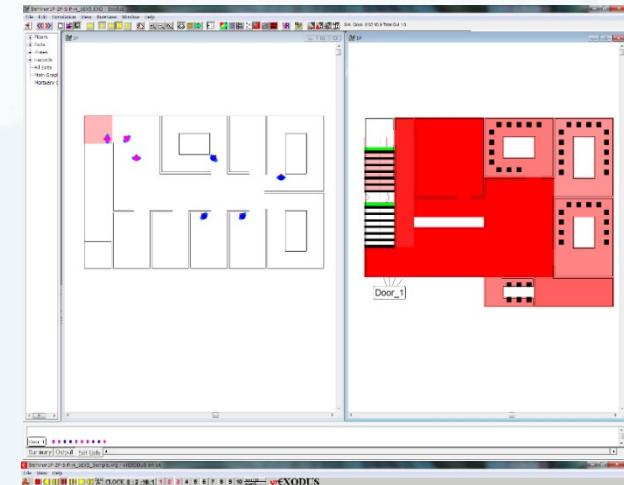
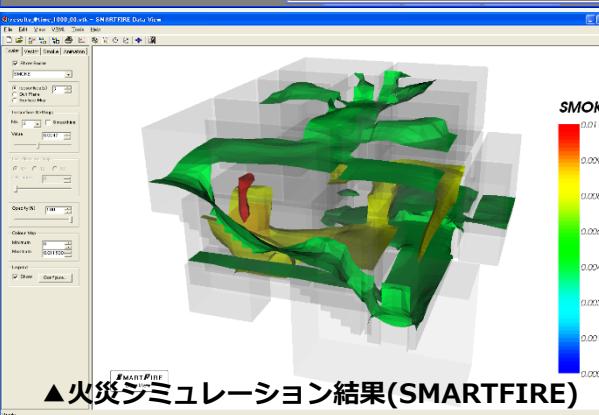
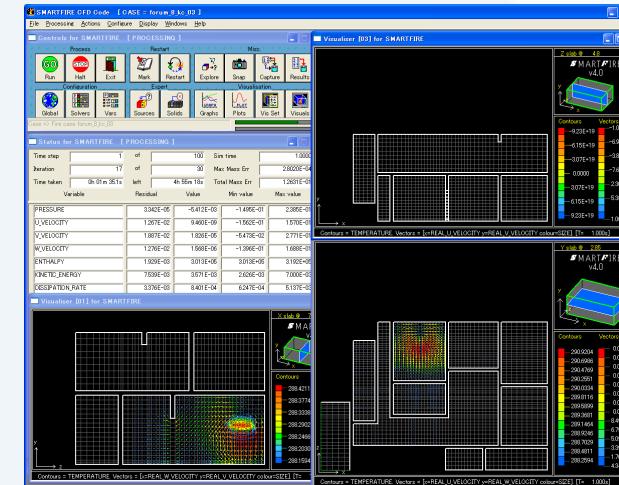
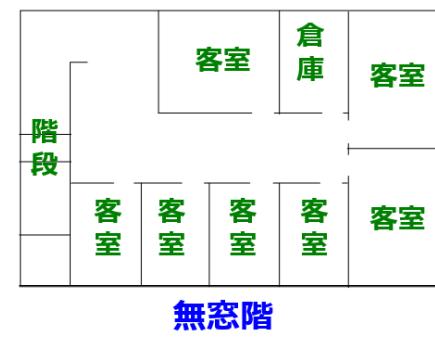
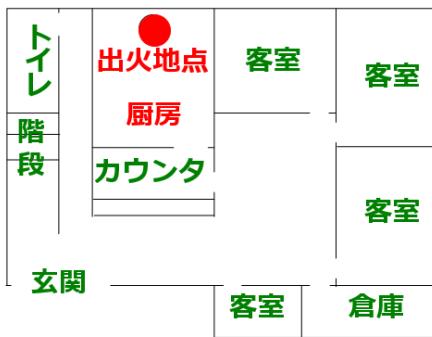
▲北京・王府井通りシミュレーション

## 解析事例：宝塚カラオケボックス火災

- 2007年1月20日発生、死者3人、負傷者5人、2階建てのカラオケ店の1階厨房で女性従業員が揚げ物調理中、目を離したすきに出火し、2階にいた8人が煙にまかれ、逃げ遅れたもの



カラオケボックス内部イメージ



# EXODUS/SMARTFIRE

## 解析事例：品川駅西口(高輪口)の再開発の影響を考慮した群集シミュレーション

- 解析対象：品川駅西口(高輪口)周辺、巨大地震発災時(平日)の群集シミュレーション
  - 避難場所：広域避難場所として高輪三丁目・四丁目・御殿山地区
  - 避難人数：35,560人(一時間当たりの乗降客数)

京浜急行電鉄9,747人、東日本旅客鉄道(JR)25,813人

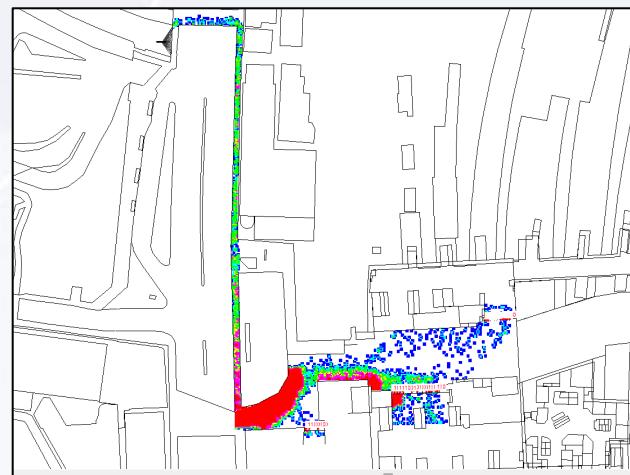


出典：高輪地区防災マップ（港区）GoogleMAP

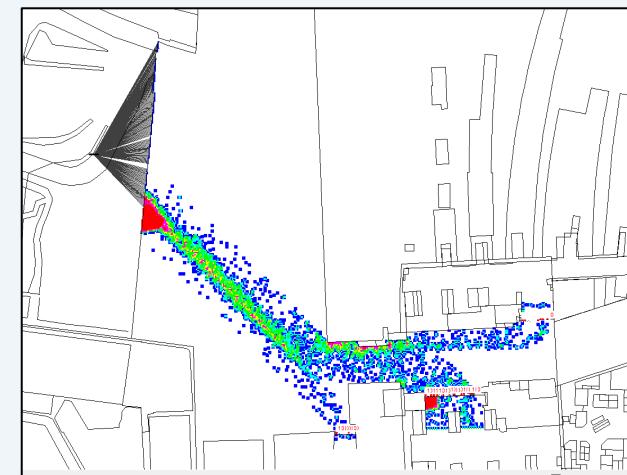
# EXODUS/SMARTFIRE

Design.  
Analysis

再開発の状態の違いによりボトルネックとなる位置や滞留人数が異なり、色々な状況に応じた群集シミュレーションと誘導やう回路等の対策検討が可能



▲再開発中

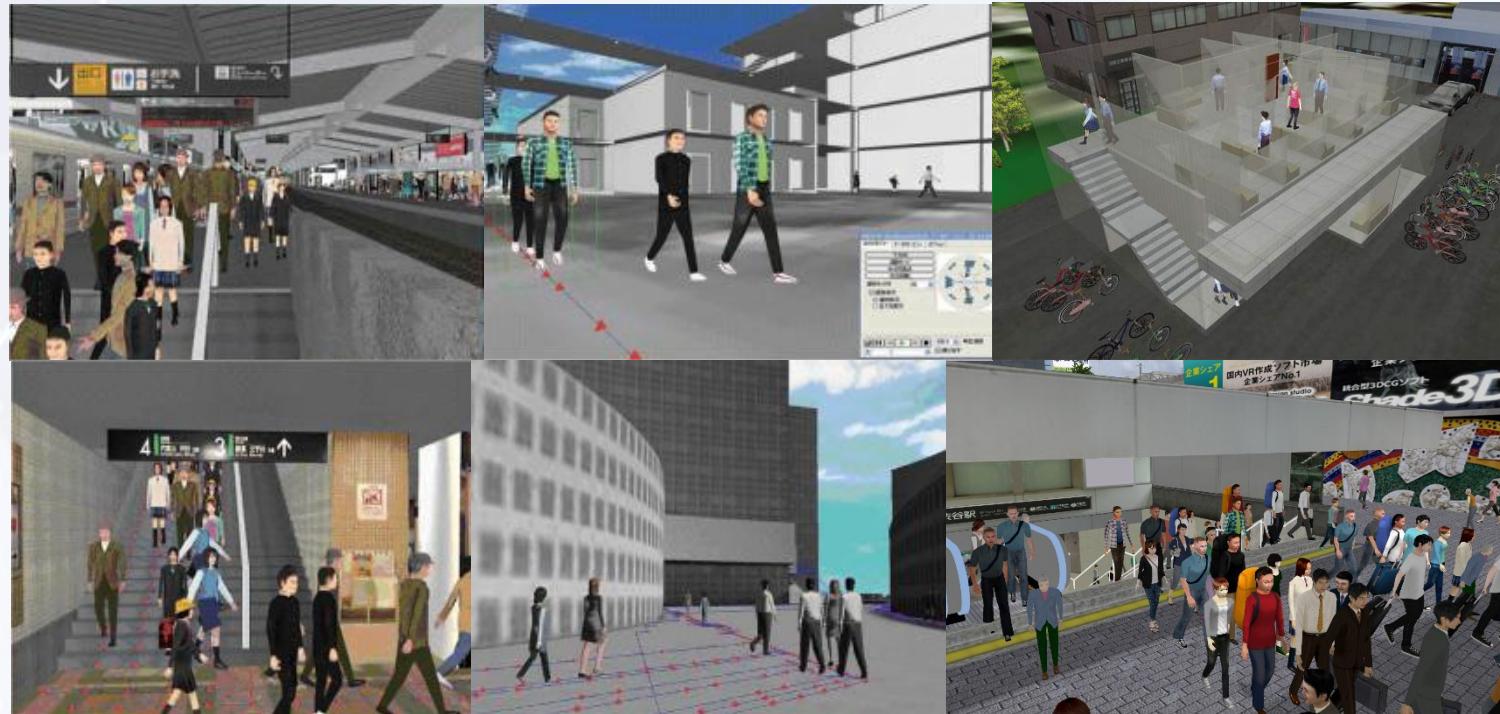


▲再開発後

出典：国道15号品川駅西口駅前広場デザインコンセプト\_国土交通省 関東地方整備局 東京国道事務所

## 群集シミュレーション結果の3DVRによる可視化

- EXODUSで実施した避難解析の結果をUC-win/Roadへ取り込み、3DVR空間上に可視化
- 各個人の避難開始から避難終了までの時間や行動の結果全てが3DVR空間上に反映される



▲群集シミュレーションの可視化

## EXCELLENCE AWARD

準グランプリ 優秀賞

### 大規模災害直後の帰宅困難者等初期避難シミュレーション

台東区を舞台にした3D都市モデルのユースケースとして、災害時における浅草エリアの帰宅困難者避難シミュレーションを実施し、混雑や滞留が予想されるエリアの可視化や対策案の検証を行った。また、本データを地域住民等が参加するワークショップで提示し、避難誘導に関する指針策定の基礎材料として活用している。

東京都台東区



■発災10分後



[a3slist://vrcloud.forum8.co.jp/frbas57k](http://vrcloud.forum8.co.jp/frbas57k)

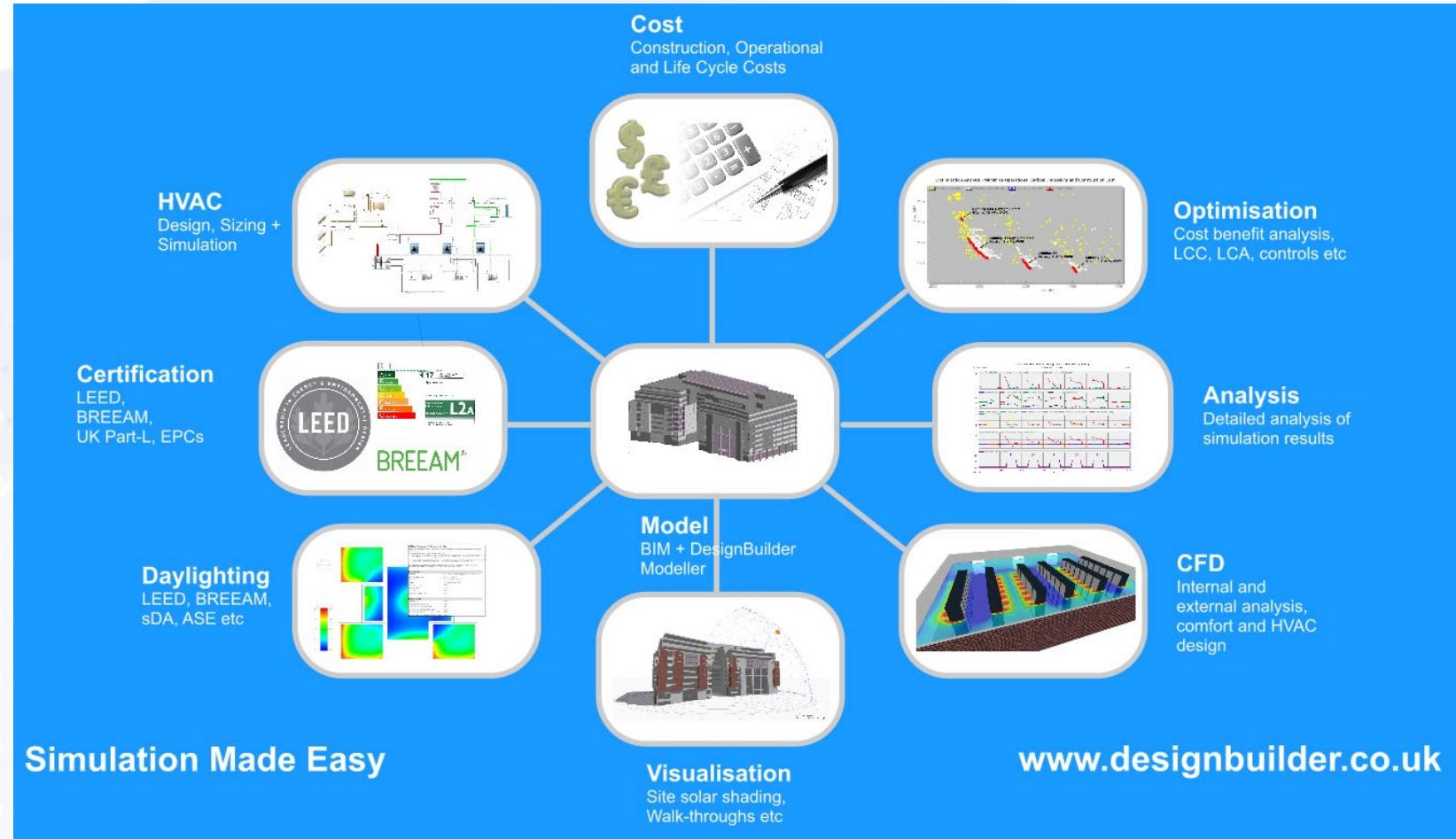
Movie

# シミュレーション事例 エネルギー・シミュレーション

# Design Builder

Design.  
Analysis

建物のエネルギー・シミュレーション・ソフト Design Builder  
1つの3Dモデルから様々なシミュレーションが可能

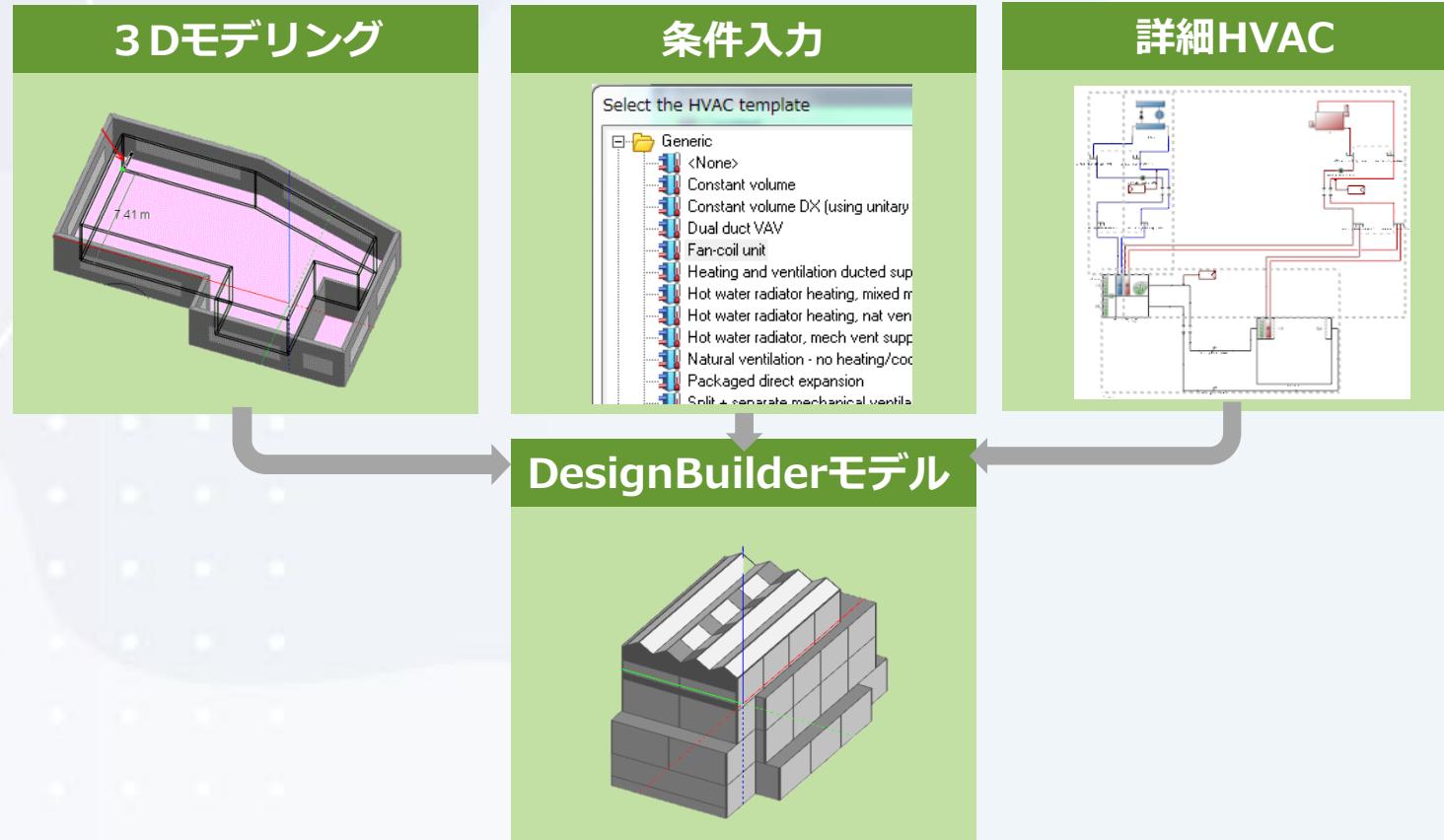


# Design Builder

Design.  
Analysis

## 設計フロー

- OpenGLを使用した モデリング
- 環境条件の入力を支援 するテンプレートおよび空調の系統をモデリングできる詳細HVAC



## 条件入力

- 各部仕様やゾーン内条件を入力
- ASHRAE 90.1の空調設備等を含むテンプレートを利用可能
- 在室人員や窓の開閉のスケジュール等の設定が可能
- 機械換気、自然換気の切替の設定が可能



Activity | 人の活動



Construction | 壁等の各部仕様



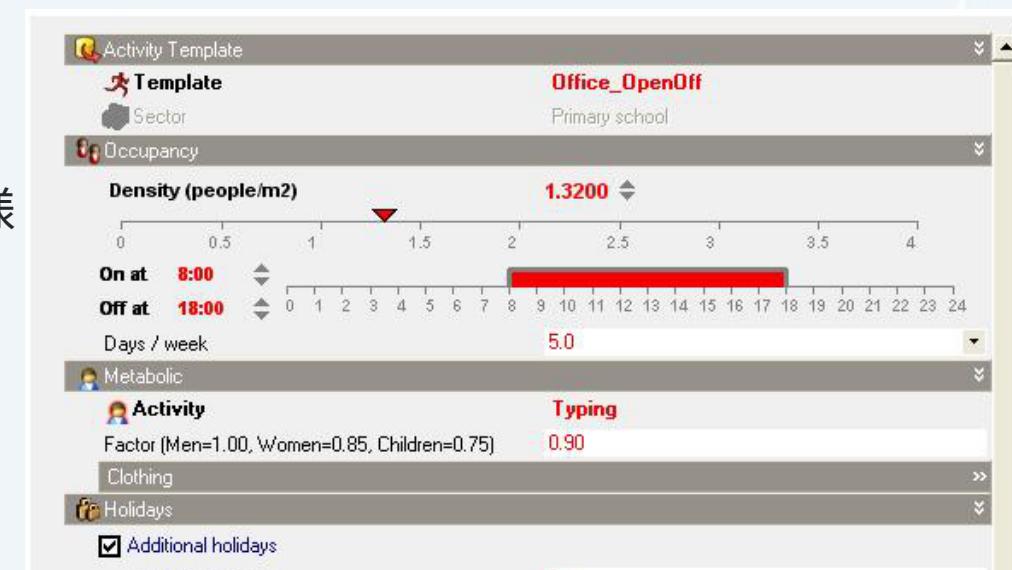
Openings | 開口部



Lighting | 照明

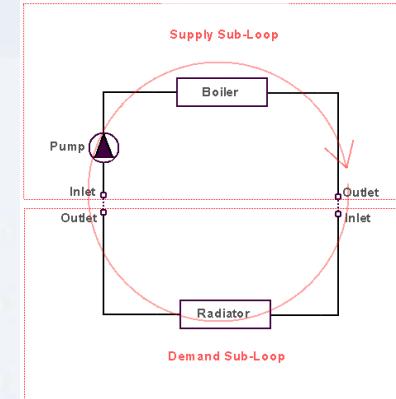


HVAC | 空調システム

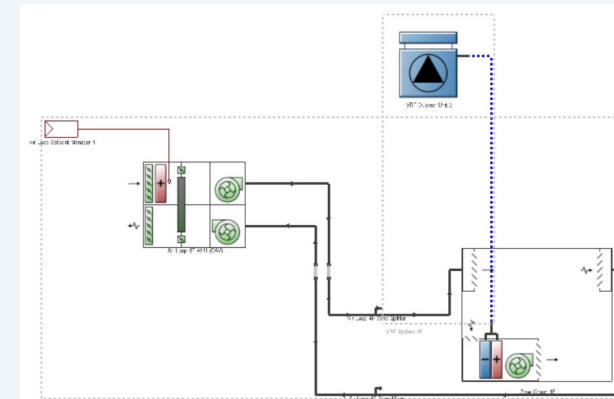


## 詳細HVAC(Heating, Ventilation, Air Conditioning)

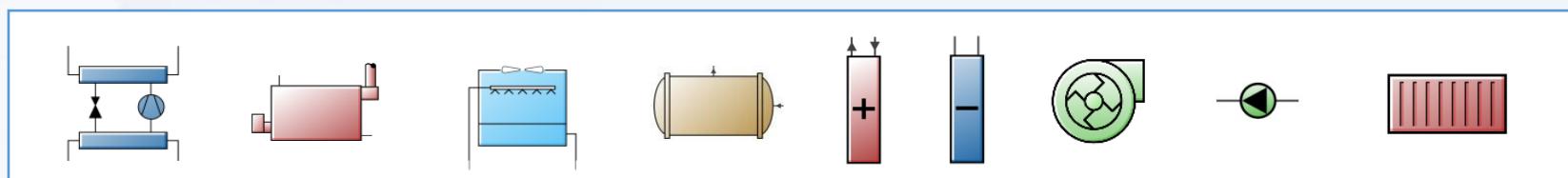
- 詳細な空調系統をモデル化
- EnergyPlusのHVAC Loopsをビジュアル的にモデル化
- 代表的な空調システムのテンプレートを利用可能
- 様々なコンポーネントを組み合わせて使用可能



▲EnergyPlusのHVACループ

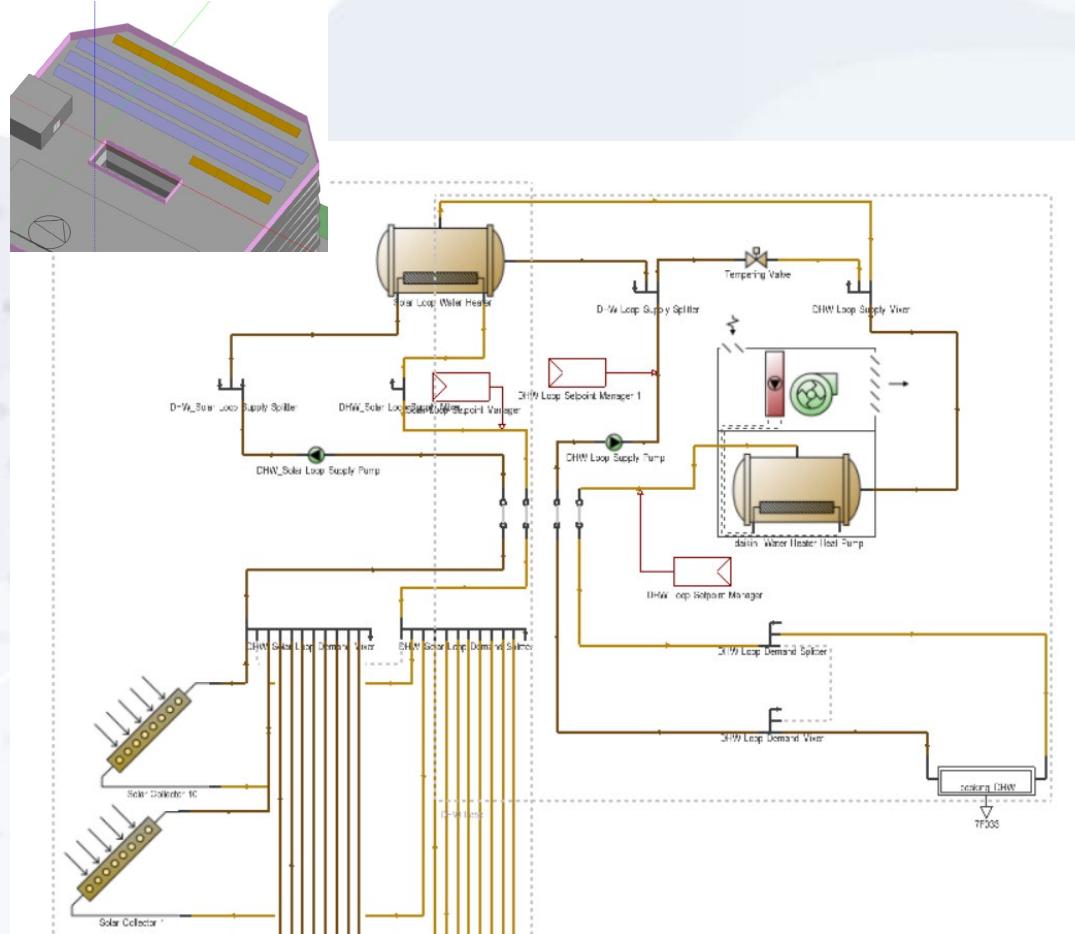


▲HVACシステム エアループ

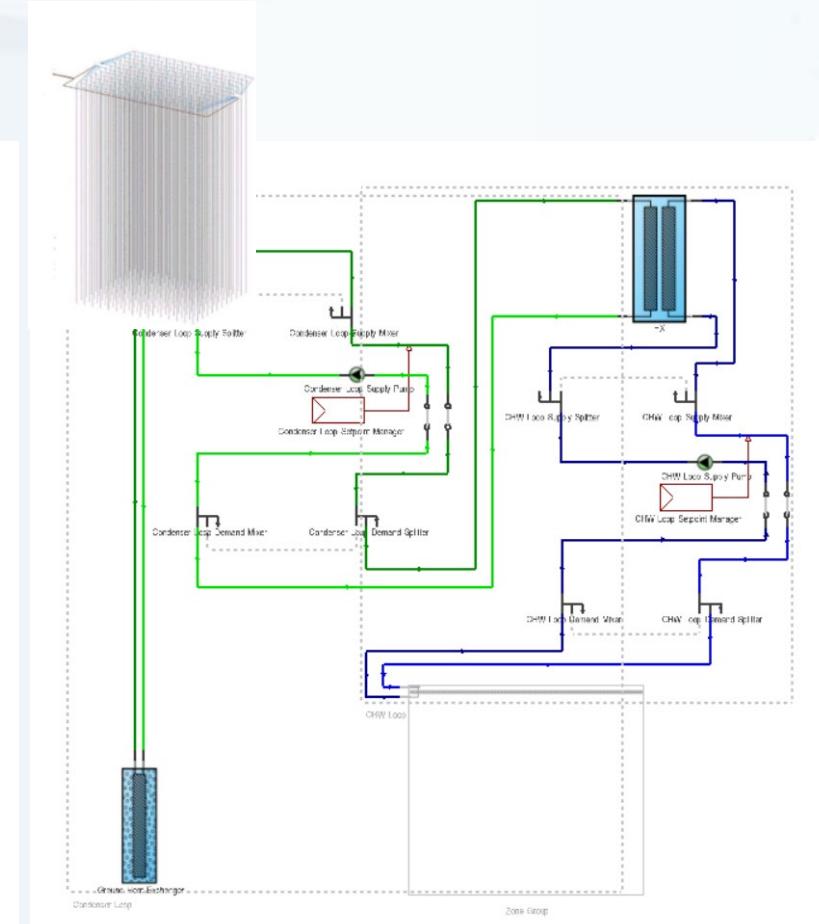


▲詳細HVACのコンポーネント例

## 詳細HVAC(Heating, Ventilation, Air Conditioning)



▲太陽熱集熱温水器



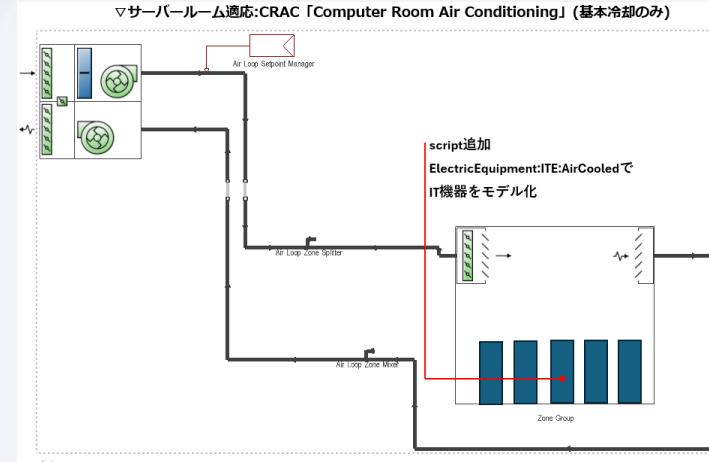
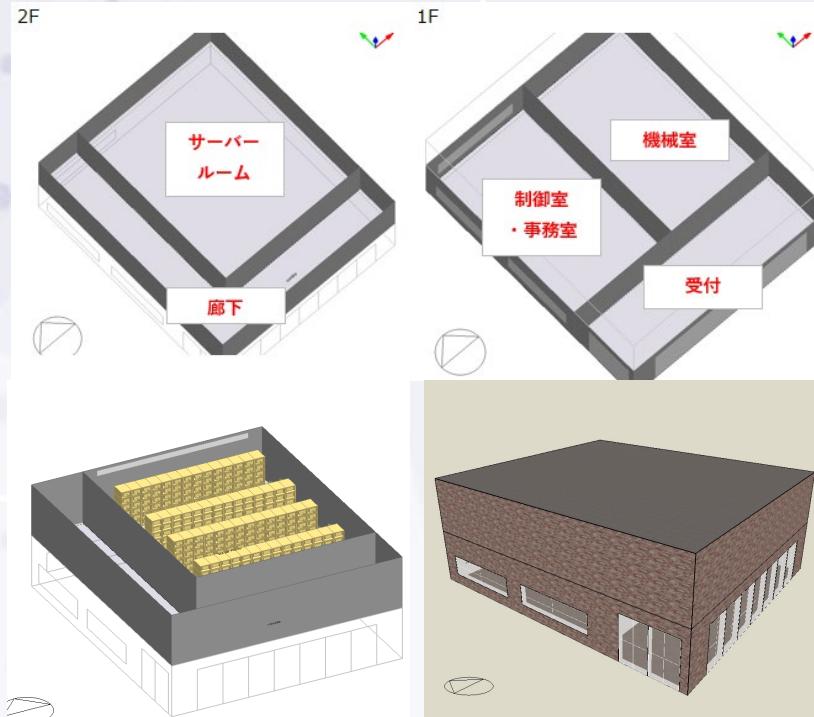
▲地中熱源のコンポーネント

## 解析事例：小型データセンターのエネルギー・シミュレーション

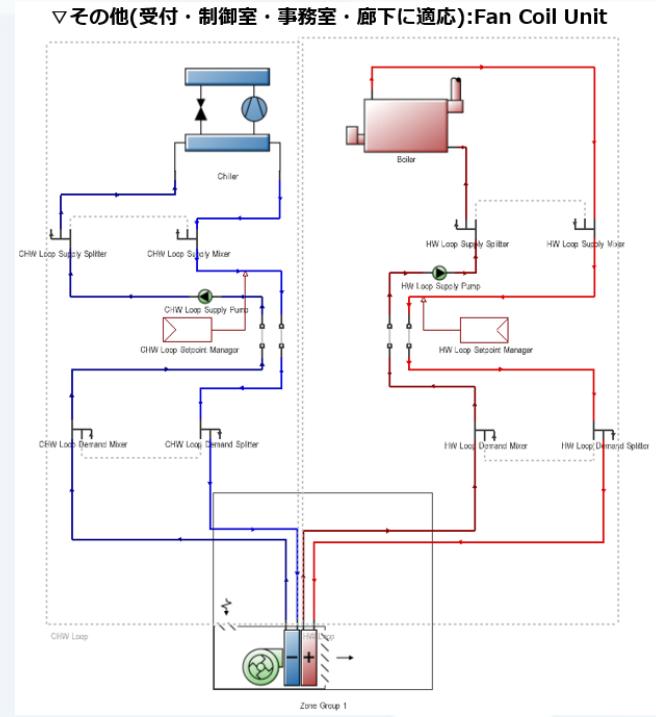
- データセンターではサーバーの高性能化、高密度化やGPUサーバーの普及によって電力消費量が急増しており、環境負荷低減のためエネルギーの効率化、管理が必要となっている
- データセンターにおける電力効率を示す指標としてPUE(Power Usage Effectiveness)があり、 $PUE = [\text{データセンター全体の消費電力(IT機器含む)}] / [\text{IT機器の消費電力}]$ で算出される
- PUE=1.0の状態が全ての電力がサーバー等のIT機器に使用されている理想の状態であるが、実際にはそれ以外の空調等にも電力が必要であり、PUEが1.0に近いほど効率的であることを表す
- 経済産業省資源エネルギー庁では、データセンターにおけるPUE目標値を1.4以下としており、Design Builderをベースに小型データセンターのエネルギー・シミュレーションを実施した

## 解析モデル

- 2階建て小型データセンター(2F:サーバールーム、1F：機会室、制御室等)
- 受付・制御室・事務室・廊下の機器システムは既存のコンポーネントを利用
- サーバールームの機器システムはコンポーネントがないのでスクリプトでモデル化



※ElectricEquipment:ITE:AirCooled  
負荷と温度に応じて消費電力が変化する  
空冷式電気情報技術機器 (ITE) を  
モデル化。

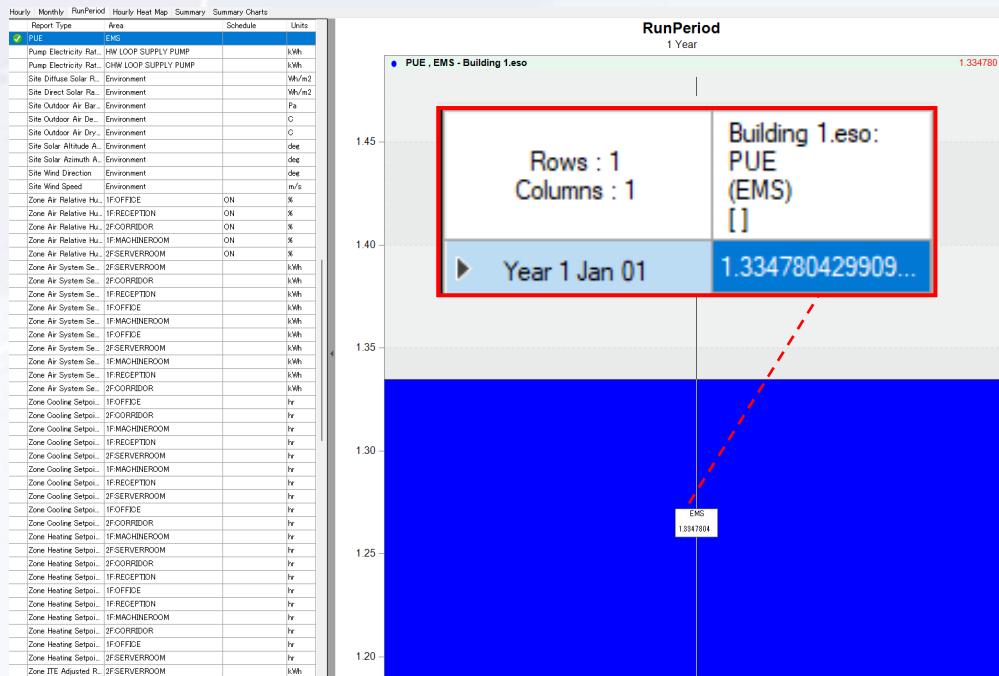


▲解析モデルと詳細HVAC系統図

# Design Builder

## 解析結果

- PUEはソフトで直接確認できないが、別途ファイルビューワーで結果の確認が可能
- シミュレーションの結果、PUE=1.335となり目標値をクリアできている
- システムを変更し更なる効率化を目指す、超過する場合の対策検討としてシミュレーションを活用できる



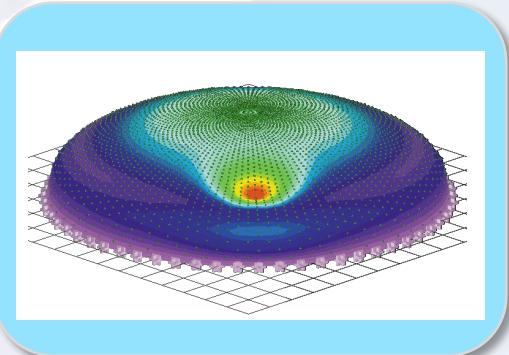
▲PUEの計算値の出力

End Uses By Subcategory		
	Subcategory	Electricity [kWh]
Heating	General	0.00
	Boiler	0.00
	Boiler Parasitic	19.33
Cooling	General	109802.77
Interior Lighting	ELECTRIC EQUIPMENT#1F:OFFICE#GeneralLights	5867.78
	ELECTRIC EQUIPMENT#1F:MACHINEROOM#GeneralLights	9388.45
	ELECTRIC EQUIPMENT#1F:RECEPTION#GeneralLights	4526.42
	ELECTRIC EQUIPMENT#2F:CORRIDOR#GeneralLights	5707.26
	ELECTRIC EQUIPMENT#2F:SERVERROOM#GeneralLights	10565.81
Exterior Lighting	General	0.00
Interior Equipment	ITE-CPU	267328.95
	ITE-Fans	191922.86
	ITE-UPS	45925.18
Exterior Equipment	General	0.00
	Fans	70962.30
Pumps	General	15.04

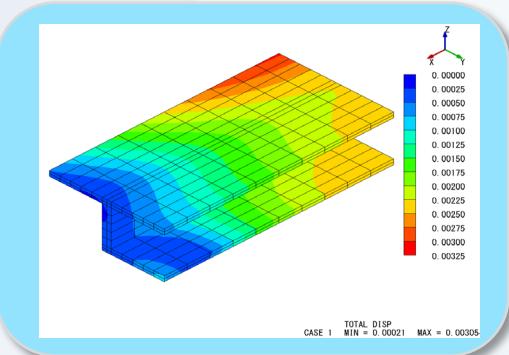
▲消費電力のレポート

# 解析支援サービス

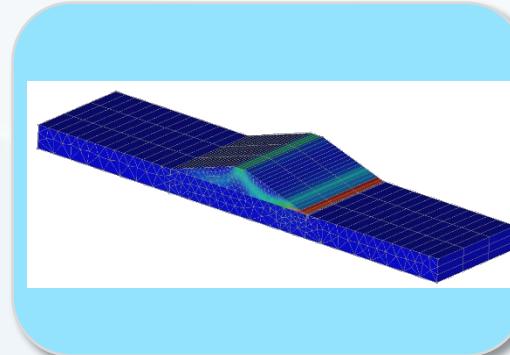
Design.  
Analysis



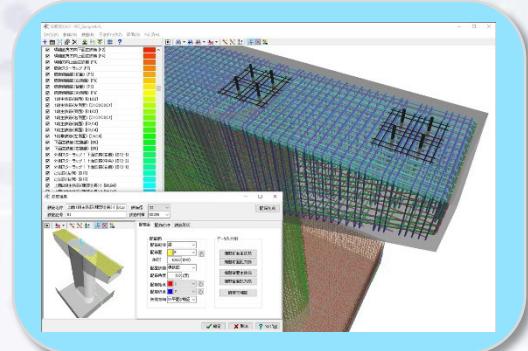
構造FEM解析  
Engineer's Studio®



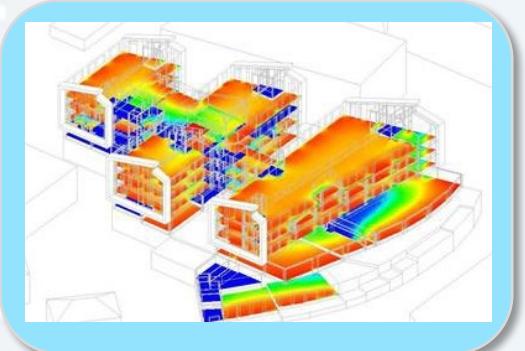
構造、伝熱FEM解析  
FEMLEEG®/JCMAC3



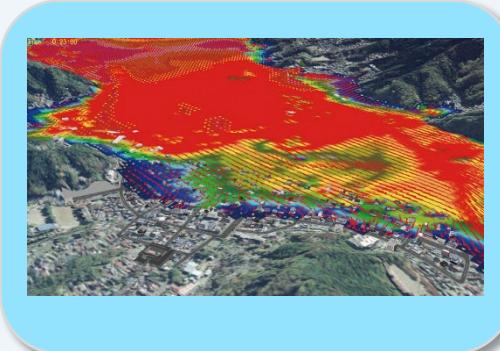
地盤FEM解析



BIM, CIM対応3D図面オプション  
/報告書・図面トータルサービス



建物エネルギー解析  
DesignBuilder



浸水氾濫解析



避難解析  
EXODUS/SMARTFIRE

ご清聴ありがとうございました

■プレゼンテーション

# 「FEM解析ソリューションの最新情報と シミュレーション事例」

“The Latest Information on FEM Analysis Solutions and Simulation Case Study”

フォーラムエイト 解析支援Group長代理  
松山 洋人

Hiroto Matsuyama

Deputy-chief Manager of FORUM8 Analysis Support Group



第19回 フォーラムエイトデザインフェスティバル

# 19th **FORUM8** **DESIGN FESTIVAL** **2025 3DAYS+EVE**

11.19 Wed - 21 Fri All about FORUM8 Products.



**FORUM8**  
主 催: 株式会社フォーラムエイト