



# UC-win/Road for EXODUS

## EXODUS/SMARTFIRE

第9回・UC-win/Road協議会  
Stream-3 会議室 403  
Stream-3 Conference Room 403

2008.05.20  
Pencreach Yoann

## 第1部

# EXODUS & SMARTFIRE



## EXODUS/SMARTFIRE

### 概要

- ・ EXODUS/SMARTFIREソフトウェア
  - 開発・販売元は英国グリニッチ大学のFSEG
  - 日本・中国での販売はFORUM8
- ・ EXODUS: 避難シミュレーション
  - [1996年ライセンス販売開始、現ユーザは30カ国]
  - buildingEXODUS : 建築環境
  - maritimeEXODUS : 海洋環境
  - vrEXODUS : 付属VRツール
- ・ SMARTFIRE: 火災シミュレーション
  - [1998年ライセンス販売開始、現ユーザは16カ国]



## EXODUS/SMARTFIRE

### 代表的な適用事例



A380スーパージャンボ



英国・ミレニアムドーム



エアバス全翼機



英国・アスコット競馬場



スペイン・カナリア埠頭



オーストラリア・競技場



大型客船



歴史的建造物



軍艦



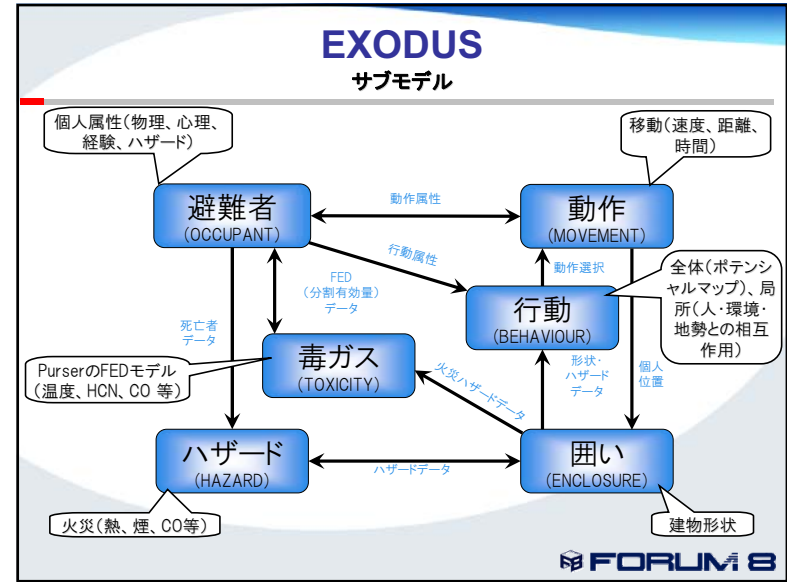
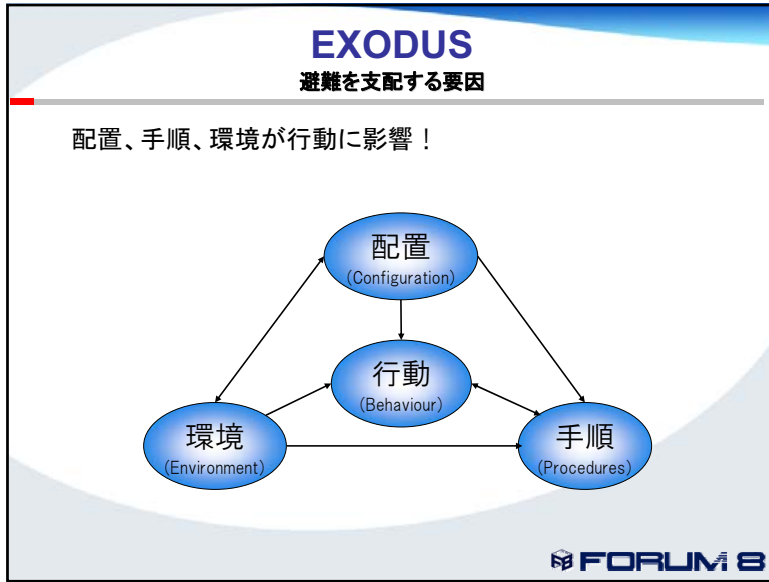
## EXODUS

### 避難を支配する要因

- ・ 配置(Configuration): 出口(数、幅)、移動距離
- ・ 手順(Procedures): 訓練、知識、標識、...
- ・ 環境(Environment): 煙、毒ガス、瓦礫、...
- ・ 行動(Behaviour): 集団特性、反応時間、  
移動速度、集団形成、経路発見...  
(Snow, Carroll and Allgood, 1970)

配置、手順、環境が行動に影響!





## EXODUS

### 操作の流れ

- 形状の作成(Geometry Mode)**  
モデル化する構造を作成
  - (a)相互作用ツールを用いて、スクラッチで構成
  - (b)CADパッケージのDXFファイル読み込み、活用
  - (c)ライブラリケースの利用
- 避難者の設定(Population Mode)**  
避難者グループの作成
  - ・ポピュレーション全体や避難者のサブグループを登録し、ユーザ定義のライブラリから呼び出すことも可能

FORUM 8

## EXODUS

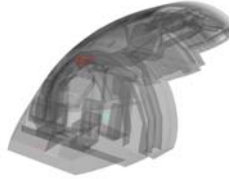
### 操作の流れ

- シナリオの設定(Scenario Mode)**  
出口の能力、出口の可能性、ハザード、構造の位置づけなどのシナリオ操作に使用。
- シミュレーション(Simulation Mode)**  
シミュレーションの実施。(パッチモードでも可能)

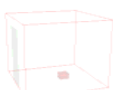
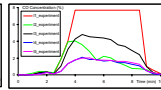
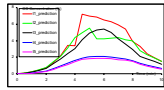
FORUM 8

## SMARTFIRE 火災モデリング

- ・ FEM (有限要素法)・CFD (計算流体動力学)
- ・ 複雑な建物形状に対応
- ・ 熱や煙等の火災生成物を予測
- ・ CO等の毒ガスを概算
- ・ スプリンクラー等の効果を概算



Multi-story building fire surface of T of 100 mC and Smoke

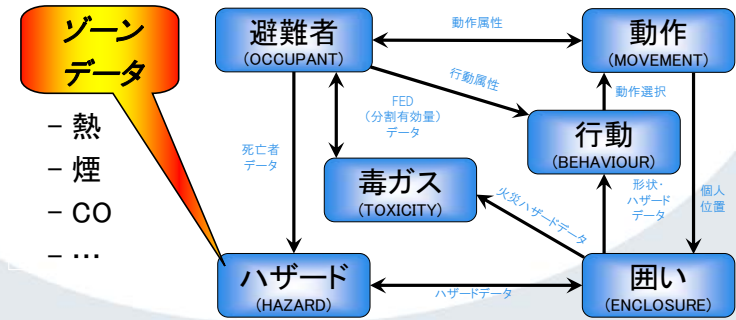


FORUM 8

## SMARTFIREとEXODUSのリンク

SMARTFIRE  
火災データ

EXODUS  
人・火災・建物サブモデル



FORUM 8

## FORUM8によるEXODUS/SMARTFIRE の事例

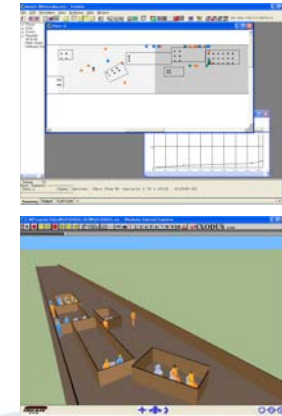
日本坂トンネル火災  
宝塚カラオケボックス火災  
高層ビル火災避難訓練

FORUM 8

## 日本坂トンネル火災

### ・ 事故概要(出典:失敗知識DB)

- 1979年7月11日18:40頃(被害調査:3日後開始)
- 死者7人、負傷者2人、消失車両173台
- 東名高速道路下り線日本坂トンネル内で発生  
(トンネル全長2045m、2車線、現在は上り線右ルート)
- 焼津市側出口より約400m地点で車両火災発生、後続車両に延焼(トラック4台・乗用車2台の追突事故で乗用車が出火)

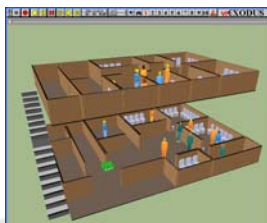
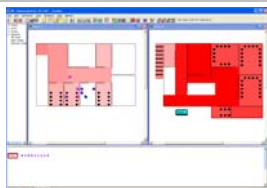


FORUM 8

## 宝塚カラオケボックス火災

### ・ 事故概要(出典:国住指第2857号、2007/1/23)

- 2007年1月20日18:35頃(覚知～鎮火:約1時間)
- 死者3人、負傷者5人(重傷1、中等症4)
- 事務所兼倉庫(建物用途)
  - ・ 鉄骨造、地上2階建、建築面積13.8m<sup>2</sup>、延面積198.6m<sup>2</sup>
  - ・ 焼損面積99.3m<sup>2</sup>(半焼)
- 報道情報
  - ・ 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。



FORUM 8

## 高層ビル火災避難訓練

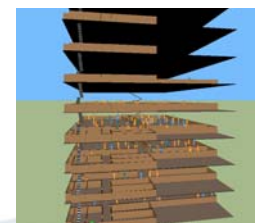
### ・ 参考建物(中目黒GTタワー)

- 階数: 25フロア(2～3Fは階段のみ)
- 人数: 計1,800人(約80人/フロア)



### ・ 建物等の設定条件

- 階数: 13フロア(階段フロアなし)
- フロア内部部屋割り(GTタワー5～25Fのものを参照)
- 人数: 60人/フロア
- 出火地点1F



FORUM 8

## 青島膠州湾トンネルプロジェクト

中国 上海日浦情報技術有限公司

トンネル建設におけるVRシミュレーションの利用と、EXODUS、SMARTFIREでシミュレーションを行った結果をUC-win/Roadで表現しました。プロジェクト背景: 青島膠州湾トンネルの工事は青島市の主な町と補助的な町が繋がる重要な街道であります。このトンネルの建設は端境期を根本的に解決することができ、西部の投資環境を大いに改善して、急速に新区の経済を発展を促し、新港と旧港の優位を補い合って、全体の利益を高めます。青島膠州湾トンネルは国際大都市を実現するために重要な役割を果たしています。



FORUM 8

## 開発予定

### buildingEXODUS

リリース予定	バージョン	機能
2008年後半	Ver.4.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>・エスカレータ</li> <li>・常時における人の循環シミュレーションの強化(旅程機能の種類と特性)</li> <li>・スクリプト機能</li> <li>・EXODUSとSMARTFIREの連携強化</li> <li>・サインとの相互作用</li> <li>・反応時間分布の記述強化</li> <li>・追跡機能</li> </ul>
2009年前半	Ver.4.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>・エレベータ</li> </ul>

### maritimeEXODUS

リリース予定	バージョン	機能
2008年前半	Ver.4.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>・SMARTFIREとの連携</li> <li>・クルーと乗客の旅程を明確にするスクリプト機能</li> <li>・人口密集地の自動</li> </ul>

### SMARTFIRE

リリース予定	バージョン	機能
2008年前半	Ver.4.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>・データゾーン仕様、手順の改善</li> <li>・正方形ではない形状でのメッシュモーフィングの強化(例:道路や鉄道用トンネル)</li> <li>・毒性モデルの追加(CO、CO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>)</li> <li>・壁相互作用を考慮したHClリリースモデル</li> <li>・スプリンクラーモデル</li> <li>・明視距離の2D表示機能</li> <li>・放射モニターポイントの追加</li> <li>・ユーザ定義部材対応</li> <li>・メッシュ生成前でのメッシュルール修正</li> </ul>
2009年前半	Ver.4.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>・エレベータ</li> </ul>

FORUM 8

## 第2部


# UC-win/Roadとの連携



## 技術とVR

### 目的


- ・ 共通認識を得るため
- ・ 技術者でない方にプレゼンテーション
  - 責任者、管理者、一般市民...
- ・ 教育とトレーニング
  - 避難方法の説明、危険の説明...
- ・ 怪我や死亡のおそれがある現実空間では困難な実験をVRで行う



## UC-win/Road for EXODUS

### 目的

- ・ EXODUSの解析結果を高度な3次元VRシミュレーションで表現する。
- ・ 建物や歩行者の動きをよりリアルに見せる、プレゼンテーションを支援する。



## UC-win/Road for EXODUS

### 機能

**解析空間の表現**

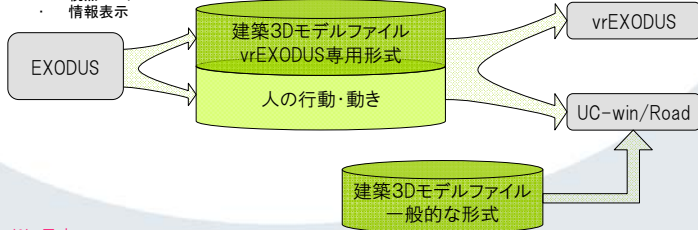
- ・ vrEXODUS形式ファイルをUC-win/Roadにインポートし、簡易なモデルを自動生成する
- ・ 建築モデルを3Dモデリングツールで作成/編集し、3DSファイル形式でインポート

**人の動きの表現**

- ・ 建築モデルの座標系に合わせてEXODUSから歩行者の動きを読み込む
- ・ md3キャラクターを利用し、UC-win/RoadでVRシミュレーションを行う
- ・ 自動LOD(表示詳細度の自動調整)

**プレゼンテーション機能**


- ・ 視点スクリプト
- ・ 視点モード
- ・ 情報表示



```

    graph LR
      EXODUS[EXODUS] --> vrEXODUS[vrEXODUS]
      EXODUS --> UCwinRoad[UC-win/Road]
      vrEXODUS --> UCwinRoad
      Model[建築3Dモデルファイル  
一般的な形式] --> UCwinRoad
      Model --> vrEXODUS
      Model --> Motion[人の行動・動き]
      Motion --> vrEXODUS
      Motion --> UCwinRoad
  
```

※ 予定



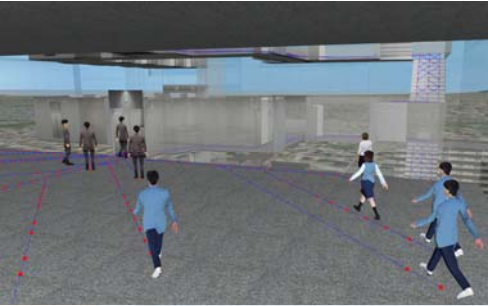
## UC-win/Road for EXODUS

### 建物モデル連携

建築3Dモデルファイル  
vrEXODUS専用形式

フロア毎に

- ・ 高さ
- ・ 壁の配置と高さ
- ・ 非常口サインの位置
- ・ 階段の位置



※ 予定

**FORUM 8**



## UC-win/Road for EXODUS

### 人間モデル連携

人の行動・動き

行動をベースにしたデータ形式→md3

- ・ 位置情報
- ・ 静止状態
- ・ 体調
- ・ 移動中
  - 目的地
  - 体の向き
  - 速度
  - 進み方

LOD

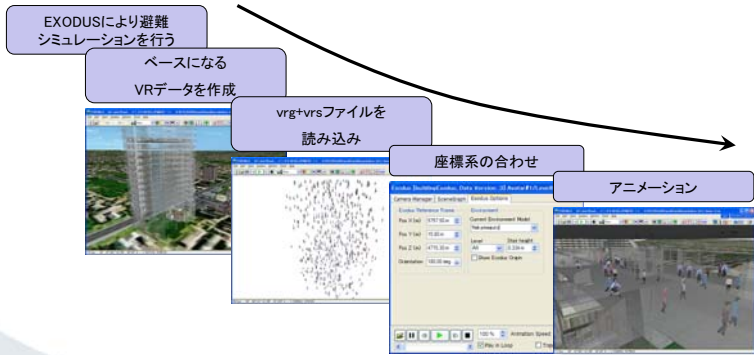
- ・ モデルの視野角によりLODの自動切替
- ・ 簡易な板モデル表示
- ・ 視点方向によって適切なテクスチャを使用

※ 予定

**FORUM 8**

## UC-win/Road for EXODUS

### 操作の流れ



EXODUSにより避難シミュレーションを行う

ベースになるVRデータを作成

vrg+vrsファイルを読み込み

座標系の合わせ

アニメーション

**FORUM 8**

## UC-win/Road for SMARTFIRE (予定)

### 目的

- ・ SMARTFIREの解析結果を高度な3次元VRシミュレーションで表現
  - 煙の現実的な表現
  - 熱の表現
- ・ 火災状態をよりリアルに見せる、プレゼンテーションを支援

**FORUM 8**

## UC-win/Road for SMARTFIRE (予定)

### 建物モデル連携

#### 建物モデル

- ・ SMARTFIREから建物モデルを読み込む
- ・ より精度の高い建物モデルを読み込む
- ・ 解析結果の簡易な表現とリアルな表現の切り替え

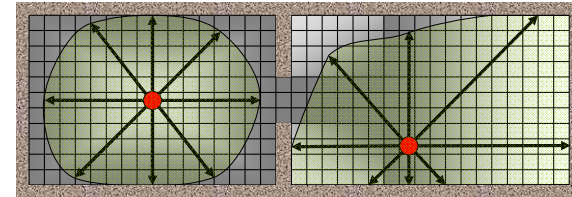


## UC-win/Road for SMARTFIRE (予定)

### 煙モデルの連携

#### 煙の表現

- ・ 解析データのある時刻において視点からの見え方を計算し、煙密度と視認性を表現
- ・ レイトレーシング法により、メッシュごとの煙密度から視認性を算出



## UC-win/Road for EXODUS

### 今後の目標

- 日本国内適用プロジェクトの技術蓄積  
(避難VRのトンネル防災プロジェクト適用)
- 東京消防庁ソフト認定  
(火災・避難解析の同等性検証)
- ◆ VR-Studioを視野に入れた展開
  - 広域避難計画、シミュレーションへの適用
  - 交通モデルとのトータルな解析モデルの提供

