

プレゼンテーション

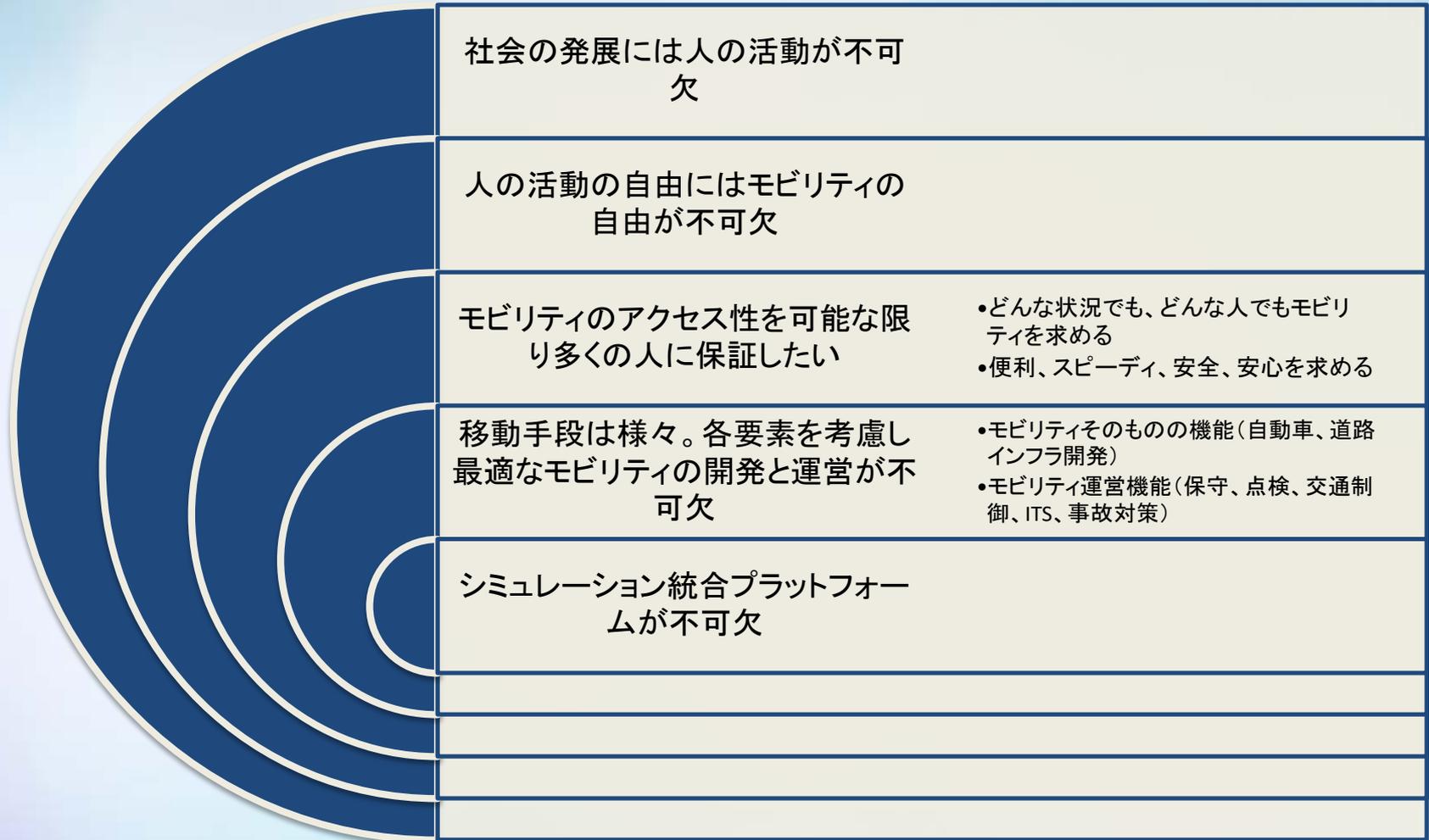
# 「自動運転トータルシミュレーション環境開発」

Development of a Total Simulation Environment for Autonomous Driving

フォーラムエイト 執行役員  
VR開発マネージャ パンクレアシュ ヨアン

Yoann Pencreach

FORUM8 Executive officer, Manager of VR Development





今後の展望



高度な道路形状と路面定義



建物や樹木等による周辺風景を表現



[UC-win/Road Ver.11新機能]影リアルタイム表現、湖沼の簡易波モデル導入



[UC-win/Road Ver.12新機能]64bitネイティブ対応によるより大規模空間への対応



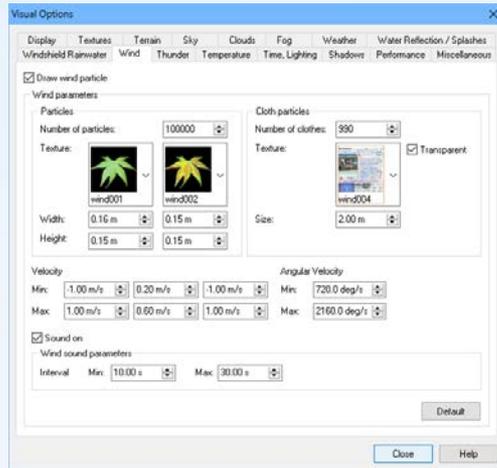
雨、雪、霧、路面反射、雷等の気象表現、悪天候のシミュレーションが可能  
[\[UC-win/Road Ver.13新機能\]](#) 風による葉・布の舞い落ちる表現、雨音



開発事例：

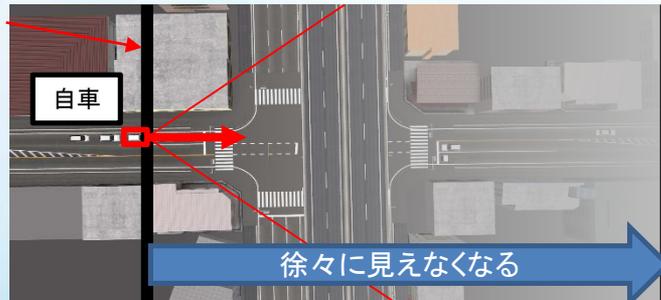
- [波の3D表現と高さ計算](#) (操船シミュレータ)
- 物理量を考慮した光の表現

- 葉や布が舞い落ちる表現  
風粒子(パーティクル)の表現  
粒子の数、速度、角速度、テクスチャの設定



- 霧パラメータUI更新(m単位の表記に対応)

視点からの  
霧開始距離



視点から霧によって完  
全に見えなくなる距離





断面交通量による交通ランダム発生



自動運転アルゴリズムによる交通車両のマイクロシミュレーション

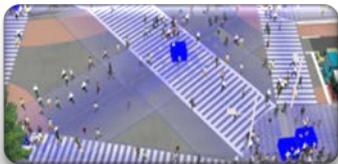


交差点での詳細な交通ルールの定義、ラウンドアバウトへの対応

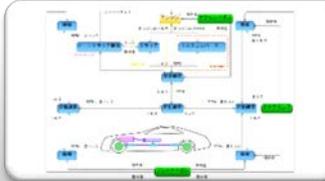


他車両の個別制御

- 速度、車線変更、走行ルート
- [UC-win/Road Ver.12新機能]** 物理量直接入力による車両挙動制御(再現性保証、シナリオ構築の容易性)
- [UC-win/Road Ver.13新機能]** 速度維持アルゴリズムを改善、自動運転アルゴリズムランダム性ON/OFFスイッチ



歩行者表現、群衆シミュレーション



車両の主なパーツをシミュレート:

(1) エンジン (2)トランスミッション(オートとマニュアル) (3)変速装置 (4)ステアリング (5)タイヤ (6)ブレーキ (7)サスペンション

**[UC-win/Road Ver. 12.1]**インテグレーション計算安定性改善



路面シミュレーション: 場所と気象による路面・タイヤ摩擦モデル

•**[UC-win/Road Ver. 12新機能]**縦断線形情報を用いた連続的な路面高さ変化を実現



車両音模擬: エンジン、ローリングノイズ、スリップ・スキッド、風切音...



ADASシミュレーション:

(1) ACC (2)自動運転

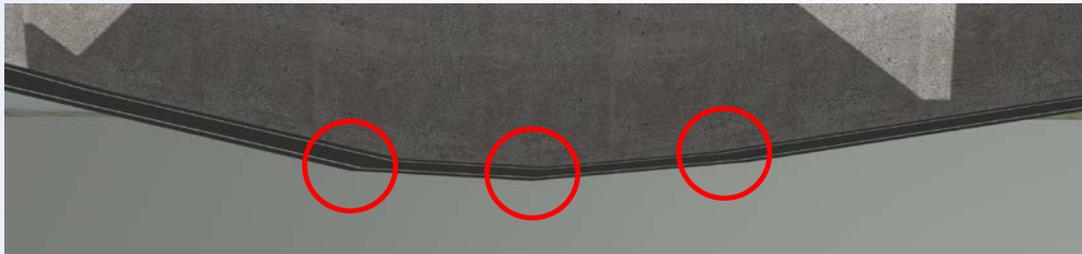


カスタマイズ可能なヘッドアップディスプレイ

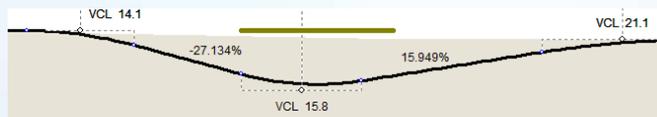
•マスク、エッジブレンディング、視点設定、ステレオ対応



アンダーパス等の勾配変化が急な道路



映像として良しとしたポリゴンの走行路面情報として荒い可能性がある。自車のサスペンションに衝撃を与え走行中に違和感が生じる



リアルタイムに縦断線形情報を利用し補間する



データ編集の手間を掛けずスムーズな勾配変化を実現

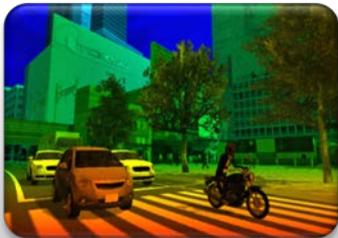


## 車載カメラ定義機能

- 各カメラの位置、画角を設定し、リアルタイムでのレンダリング
- [\[UC-win/Road Ver. 12新機能\]](#) レンズ特性とセンサー解像度による魚眼レンズの様なレンズ歪みシミュレーション



[\[UC-win/Road Ver. 13新機能\]](#) 複数PCのクラスターシステムによるカメラレンダリング処理分担

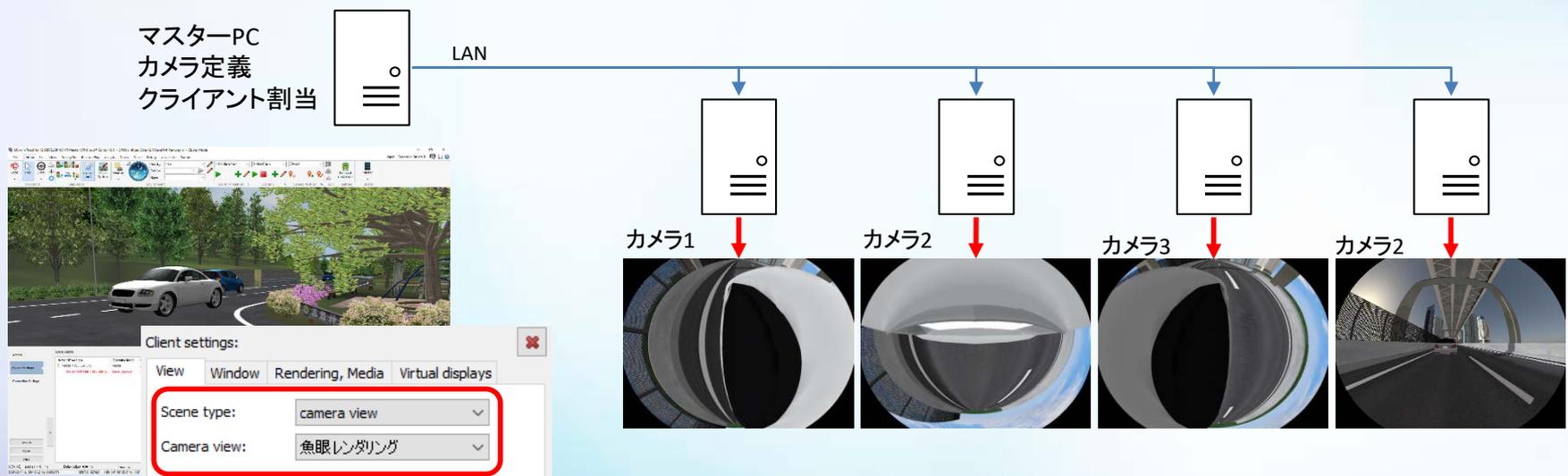


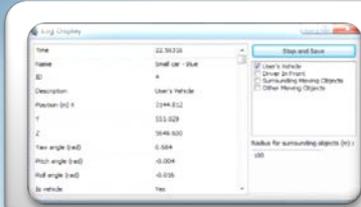
## 開発事例:

- 距離センサーシミュレーション
- オブジェクト認識(歩行者、標識)情報出力

- カメラセンサー基本プラグインクラスター対応
  - カメラパラメータをクラスタークライアントに転送
  - クラスタークライアント側でのカメラシミュレーション

→ レンダリング計算分担し、多くのカメラセンサーを含むシミュレーションが可能になる





UC-win/Road開発キット(SDK)を用いて、サードパーティープログラムと自由に連携し、統合したシミュレーションが可能



車両とセンサーシミュレーションパッケージ連携実績:

- CarSim (車両運動)
- CarMaker (車両運動)
- Prescan (センシング)



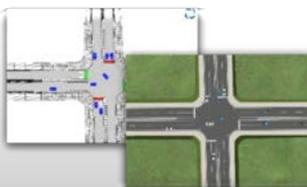
**[UC-win/Road Ver. 12.1新機能]** Matlab Simulink連携プラグイン

- 自車モデルをMatlab側で計算、UC-win/Road側で計算結果を表現
- UC-win/Road側で路面情報を定義し、Matlab Simulinkへ動的に転送



**[UC-win/Road Ver. 12.1新機能]** DSコース変換プラグイン

- 道路平面方向に自由な間隔で車線と横断面の点列データをテキストファイル形式に出力



交通、歩行者

- 外部アプリケーションのリアルタイム連携 (AIMSUN V6)
- 記録データ再生 (VISSIM, S-PARAMICS, EXODUS, OpenMicroSim汎用フォーマット)
- **[UC-win/Road Ver. 13.1新機能]** VISSIM交通シミュレーションリアルタイム連携



[動画](#)

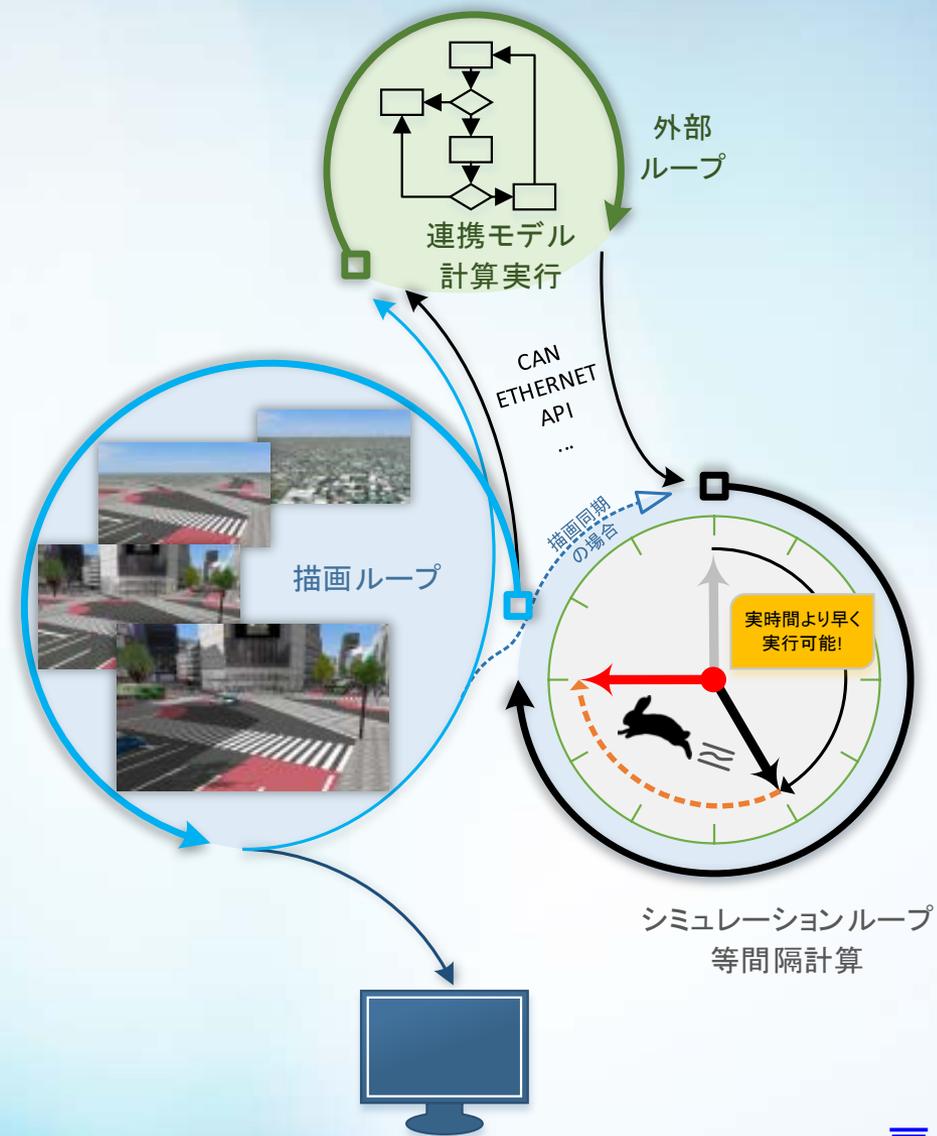
マシン性能とデータ量に応じた可変周期計算

計算周期固定、マシン性能範囲内のリアルタイム処理

マシン性能次第の非リアルタイム高速計算

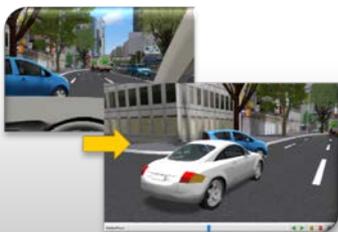
外部タイム実装メカニズム

映像と計算同期・非同期に対応



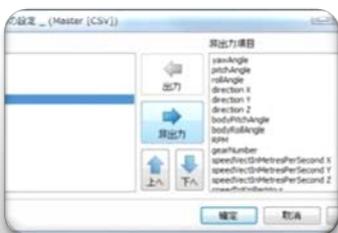


OpenMicroSim.org対応: 他アプリケーションが扱える汎用的なシミュレーション情報の出力と入力再生



リプレー機能: 簡易操作でシミュレーションを再生

- ドライバがどのようなイベントにどのように反応したかを視覚的に検討
- デモ・説明等に活用
- **[UC-win/Road Ver. 13新機能]**全模擬音再生、記録ファイル管理機能



ログ出力機能: 移動物体諸元データの動的出力

- CSVファイル出力、UDP/IPストリーム対応
- **[UC-win/Road Ver. 12新機能]**シナリオ遷移と連動可能なユーザ変数への対応
- **[UC-win/Road Ver. 13新機能]**グラフィカルタイム表示API提供



**[UC-win/Road Ver. 12新機能]**2Dビューによるシミュレーション状況把握

- マップの様に任意の範囲で選択した情報を表示・強調(自車・他車・信号機・制限速度、標識など)
- 自車・他車追従とリポジショニング操作



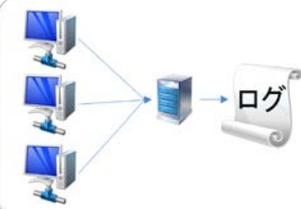
マルチユーザ機能:

複数のシミュレーションシステムを連動し、複数ドライバや参加者が同じ仮想空間を共有する機能



異なる種類のシミュレーションシステムが混在可能:

- 大型・小型のドライブシミュレータ
- HILS等を連携したシミュレータ
- 歩行、電車、操船シミュレータ等



ログ出力対応: 全シミュレータシミュレーション情報の統合と記録



システムカスタマイズ用のシステム間情報同期APIを提供



## マルチディスプレイのシミュレーションシステムに対応

- クラスターシステムによる映像生成分担を実現
- 各ディスプレイの画角や視点詳細設定管理機能、ステレオシステム対応
- ドライバ視点、シミュレータモーションのトラッキングデバイス連携API提供
- ピクチャインピクチャによるミラー表示、映像マスク機能



## パッケージドライブシミュレータハードウェア提供

- コンパクト研究シミュレータ、自転車シミュレータ等
- モーションプラットフォームを用いた中～大型ドライビングシミュレータ
- SENSO-Wheel SD-LC
- その他必要に応じてカスタマイズ可能



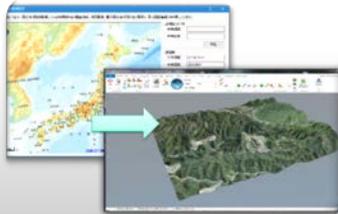
## ECU研究開発用のHILSシステム連携実績

- dSPACE
- ETAS
- その他必要に応じてカスタマイズ可能



## VRヘッドマウントディスプレイ

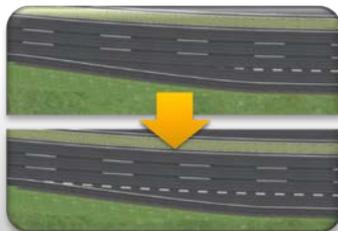
- Oculus Rift
- **[UC-win/Road Ver. 12.1新機能]** HTC Vive
- **[カスタマイズ開発事例]** FOVE (アイトラッキング機能搭載)



## 地形メッシュインポート、地図基盤データインポート機能

- 国土地理院\*、LandXML、GeoTIFFの地形標高データ
- 航空写真(イメージファイル、地理院地図航空写真\*)
- 道路中心線データ(Shapefile, OpenStreetMap)

\*地理院地図オンラインデータインポート可能



## 強力な道路定義と生成ツール

- 道路形状: 平面線形、縦断線形、横断面、車線、交差点
- **[UC-win/Road Ver. 13新機能]**車線定義機能の更なる強化
- 道路付属物: 標識、マーキング、樹木等



## 簡単なマウス操作による景観作成機能

- クリックするだけで建物、信号機、障害物、樹木、煙、旗、歩行者ルートを配置
- 豊富なモデルオンラインライブラリ(RoadDB)
- 背景、湖沼作成
- **[UC-win/Road Ver.12新機能]**“クイックビルディング”作成機能: 3D空間で数クリックで箱モデルを作成
- **[UC-win/Road Ver.13新機能]**森林生成機能の強化



## シナリオ編集

- イベントとイベント発生条件の自由な組み合わせによるシミュレーションの流れを制御
- 豊富なイベント類: 他車・歩行者発生と挙動制御、動画・音声・メッセージ表示、信号機制御、各種記録と再生機能連動制御、稼働モデル制御、気象・時刻などの環境制御...
- 豊富な条件設定: 時間、速度、ユーザ操作、ユーザ変数、距離・相対距離、到達時間、通過点...
- SDKによるカスタマイズが可能

- 3D空間上に建物のフットプリントを作成し、箱モデルを作成
- 一般3Dモデルとして登録され、再編集可能

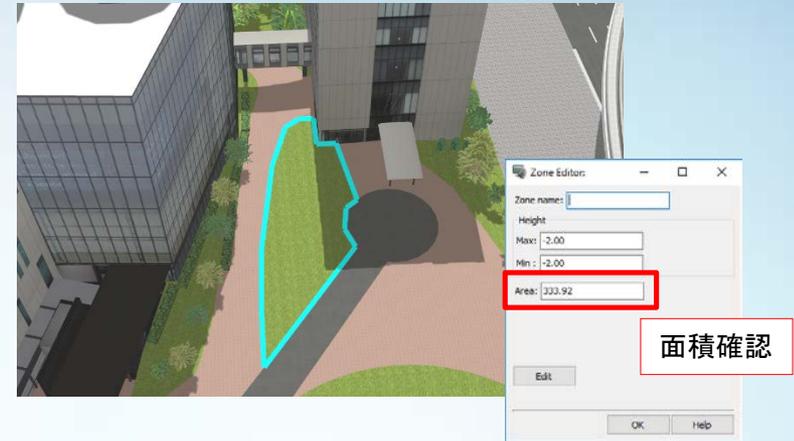


空間配置の素早い検討



街並み簡易作成作業効率向上

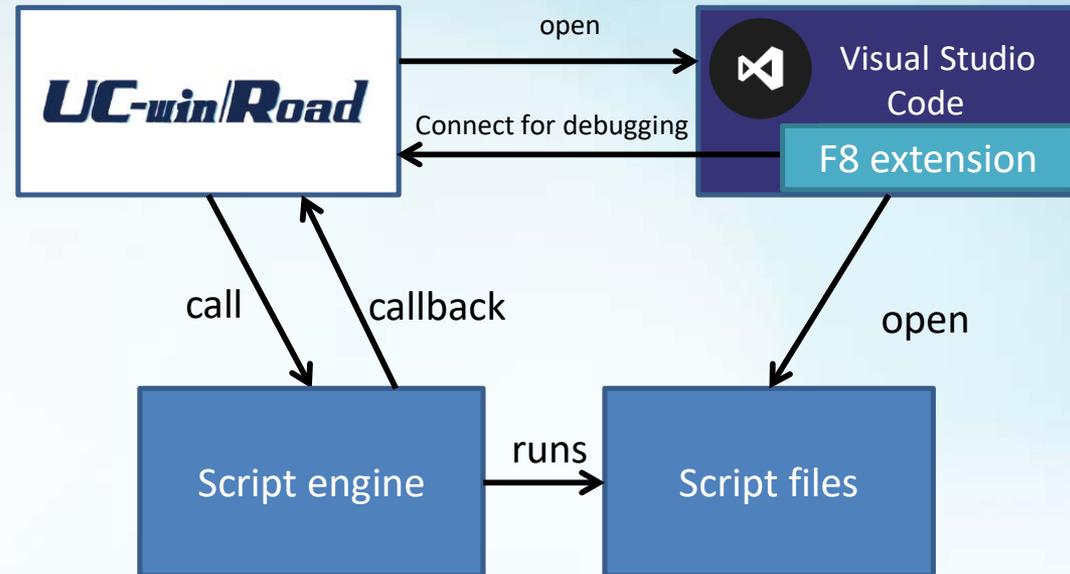
- Zoneオブジェクト
  - 領域を定義、再編集、再表示
  - Zoneオブジェクトから箱モデル、森林を作成
  - Zone面積計算
- 森林作成機能
  - Zone機能を活用したオブジェクト
  - 樹木の種類数の制限なし
  - 一度定義したものを再編集



- Zoneオブジェクト今後の展開
  - 土地、宅地の造成
  - オブジェクト選択・グループ化
  - 土地利用データ活用、区画表示
  - 煙・霧定義

- 自動車
  - 電気自動車運動モデル対応
  - 自動運転アルゴリズムの性能向上
  - ...
- 空間作成機能
  - 交差点路面定義改善
  - 道路分割・再接続
  - 座標値精度向上
  - OSM, 地理院地図データインポート拡張
- 性能
  - 道路生成処理の並列化→生成時間を数倍削減
  - 処理リアルタイム性改善、表示フレームレート向上
  - ...

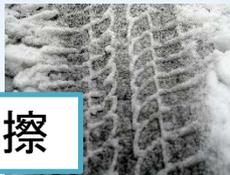
- JavaScript開発言語対応



## – メリット:

- メジャー開発言語、フリー、情報豊富
- 既存Delphi SDKと同等の機能を搭載
- コンパイルが不要、実行時に更新可能(アプリケーション再起動不要)
- UC-win/Roadバージョン非依存
- VRデータのマクロとして使用可能(シナリオなど)

## インフラ ↔ 自動車



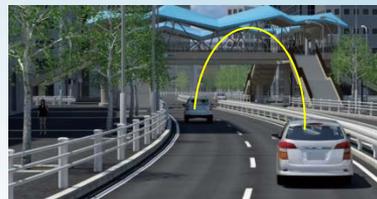
路面摩擦

路面形状

ITSスポット、VICS情報

V2IコミュニケーションADAS

## 自動車 ↔ 自動車



事故防止

追越し

車両の隊列制御

## 自動車 ↔ ドライバ



精密マップ

IoTデータ

路面状況

交通習慣

気象

インフラ保守と改善へのフィードバック

## ドライバ ↔ インフラ

安全？

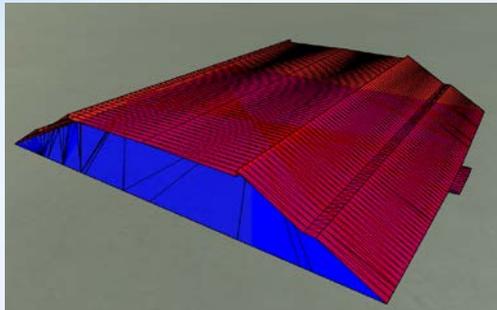
速い？

快適？

移動手段選択肢

コスト

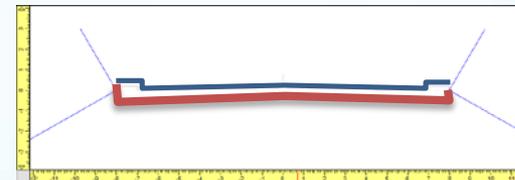
- UC-win/Road 13 土量計算機能:  
道路土工の切土、盛土を3次元の面から体積計算



	既存	UC-win/Road 13 土量計算
計算方法	平均断面法	道路面と地形面から差分を計算
精度	<ul style="list-style-type: none"> <li>測点ごとの横断面から計算するため、良くない</li> <li>道路中心線の曲線は考慮されない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>道路面の生成の時に間隔を設定できる</li> <li>曲線部分を考慮して体積を計算できる</li> </ul>

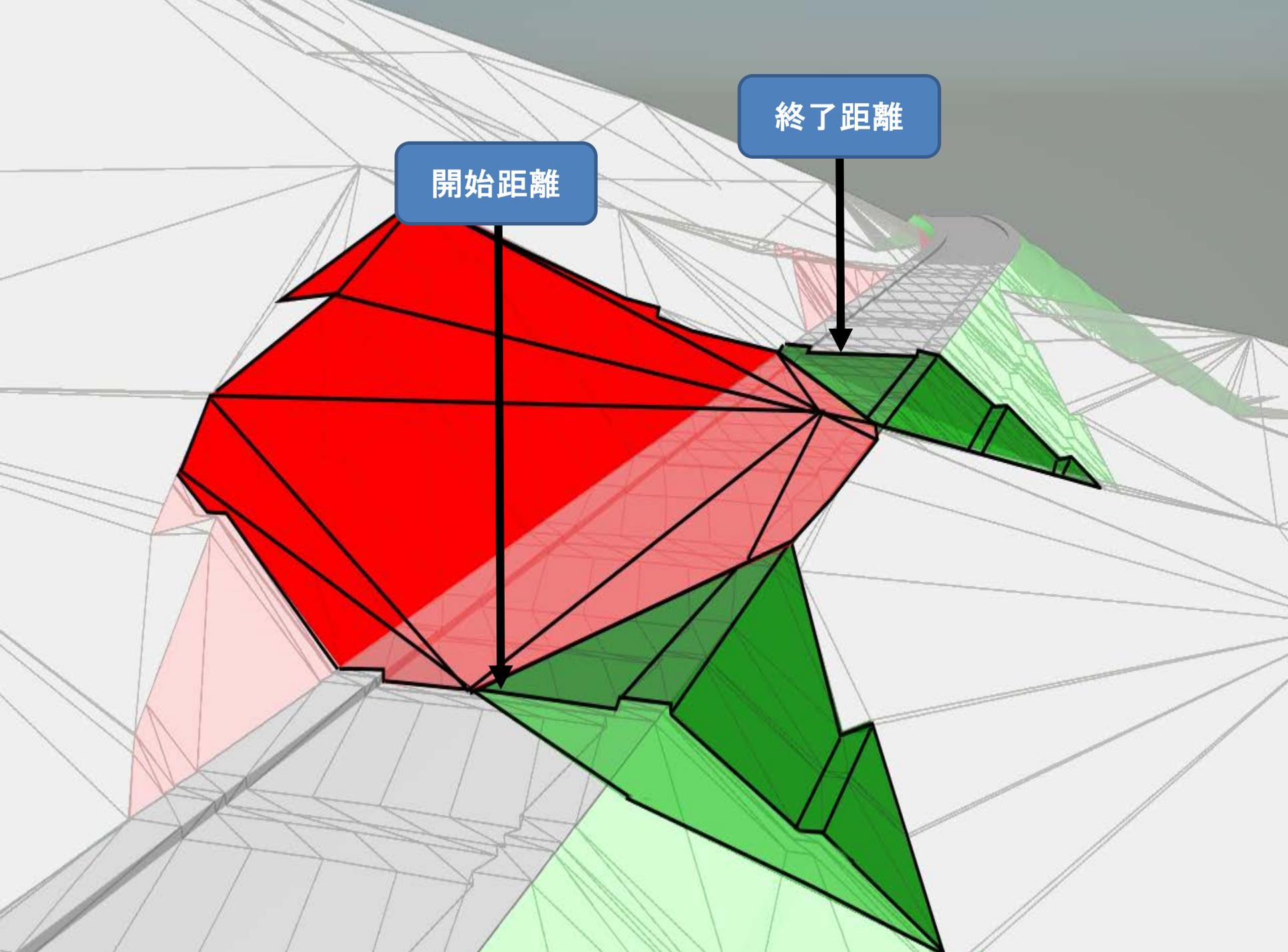
- 土量計算用の断面: 手動設定、自動生成
  - 舗装の厚さを入力し、土量計算用の断面を自動的に作成

舗装厚を入力して自動生成



- 土量計算定義:
  - デフォルト定義を自動作成
  - より詳細な設定が可能 (道路、断面、開始・終了距離)





開始距離

終了距離

2018年春・夏から開始

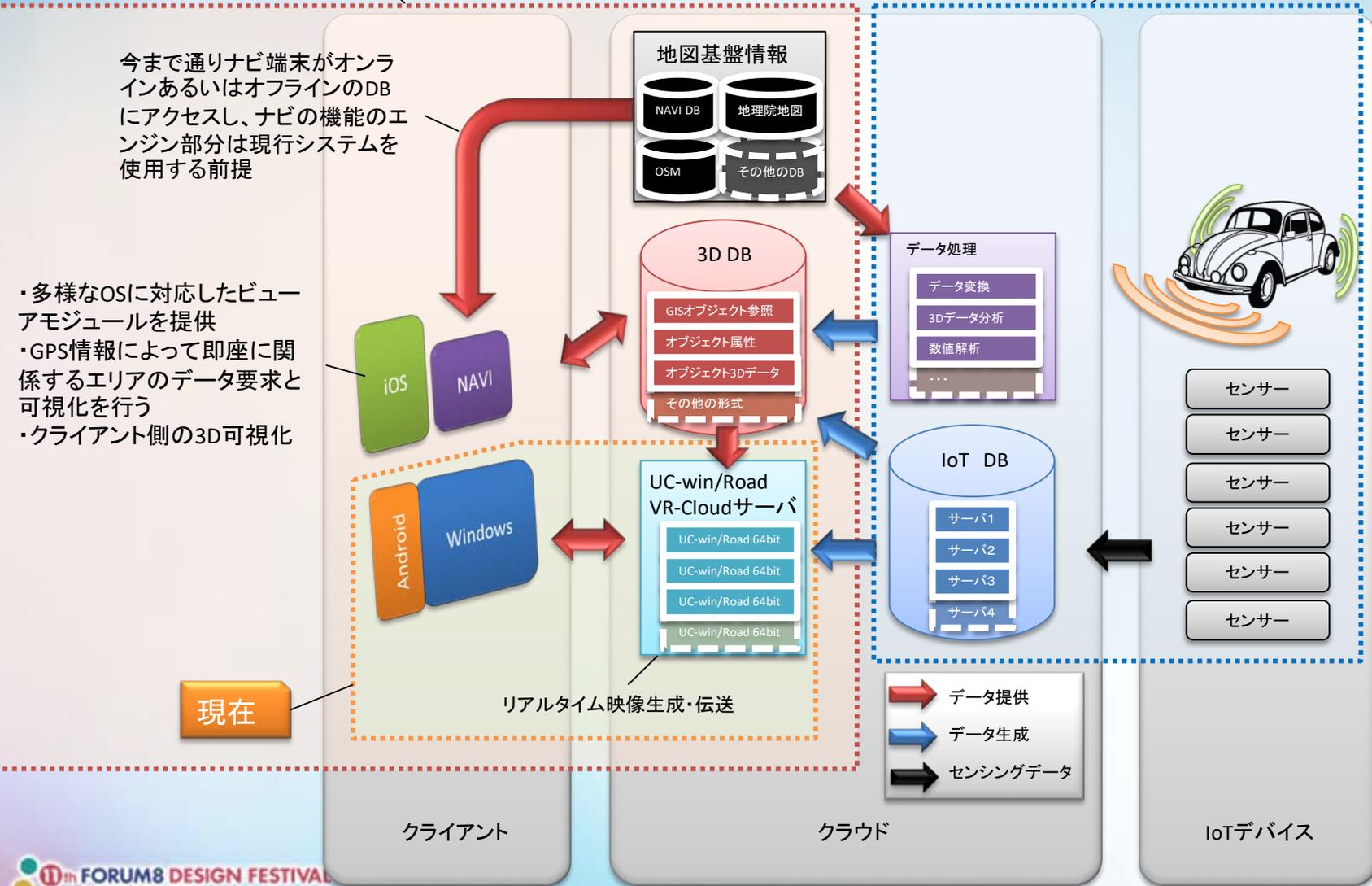
2018年春・夏から提案

今まで通りナビ端末がオンラインあるいはオフラインのDBにアクセスし、ナビの機能のエンジン部分は現行システムを使用する前提

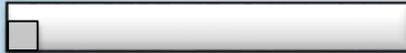
- ・多様なOSに対応したビューアモジュールを提供
- ・GPS情報によって即座に関係するエリアのデータ要求と可視化を行う
- ・クライアント側の3D可視化

現在

リアルタイム映像生成・伝送



## ユーザと権限管理



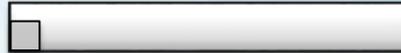
- システム使用者管理(追加、削除、情報編集等)
- パワーユーザ:データ更新、アップロードが可能
- 参照ユーザ:データ閲覧、ダウンロード限定

## プロジェクト管理機能



- プロジェクトの登録、フォルダとファイル管理
- データのクラウドストレージ
- 任意オブジェクト属性対応

## GIS DB連携

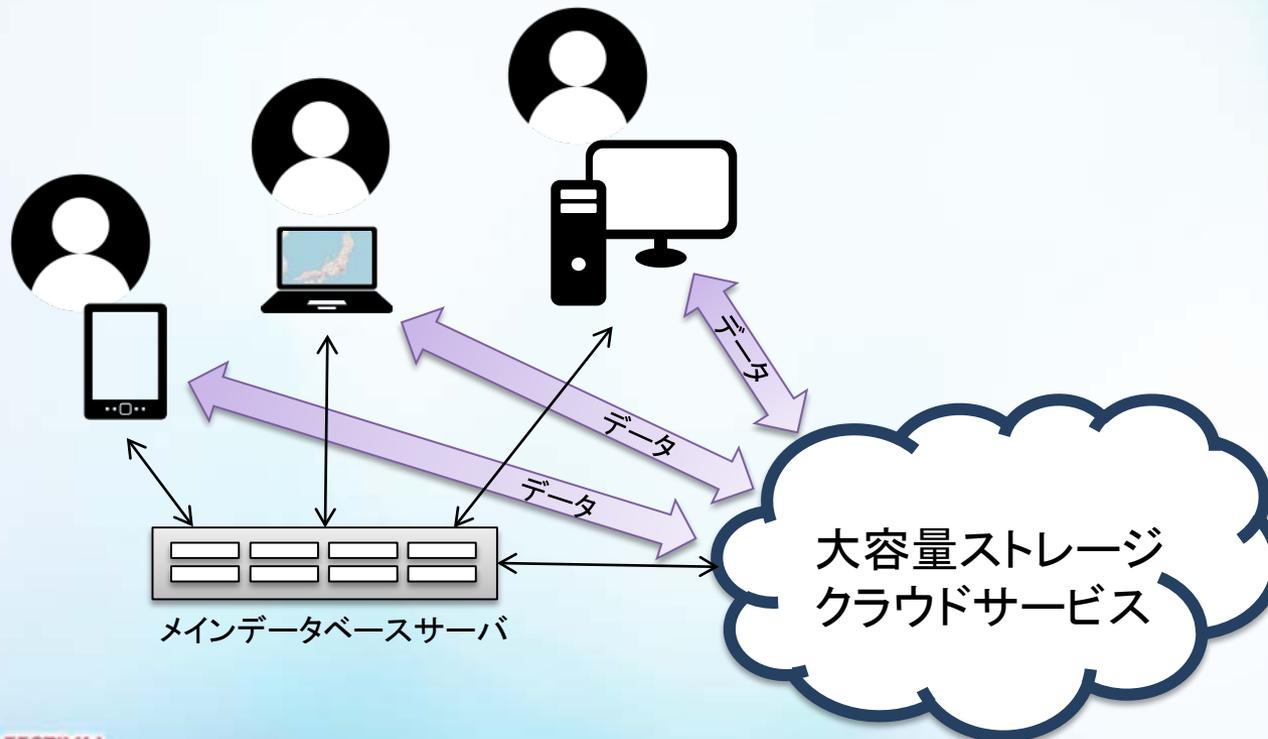


- プロジェクトデータをすべてGIS DB上に連携可能
- 地図上のオブジェクト・フォルダ参照
- 地図上のダウンロード・アップロード、属性確認、検索

## インタフェース



- Webクライアントアクセス(初版2D)
- UC-win/Road連携
- クロスプラットフォーム3Dクライアント(Windows, Android, iOS)
- アプリ開発用の連携インタフェース



ご清聴ありがとうございました