

阪神高速道路の サイバーインフラマネジメント の取り組み

— 先進の道路サービスへ —

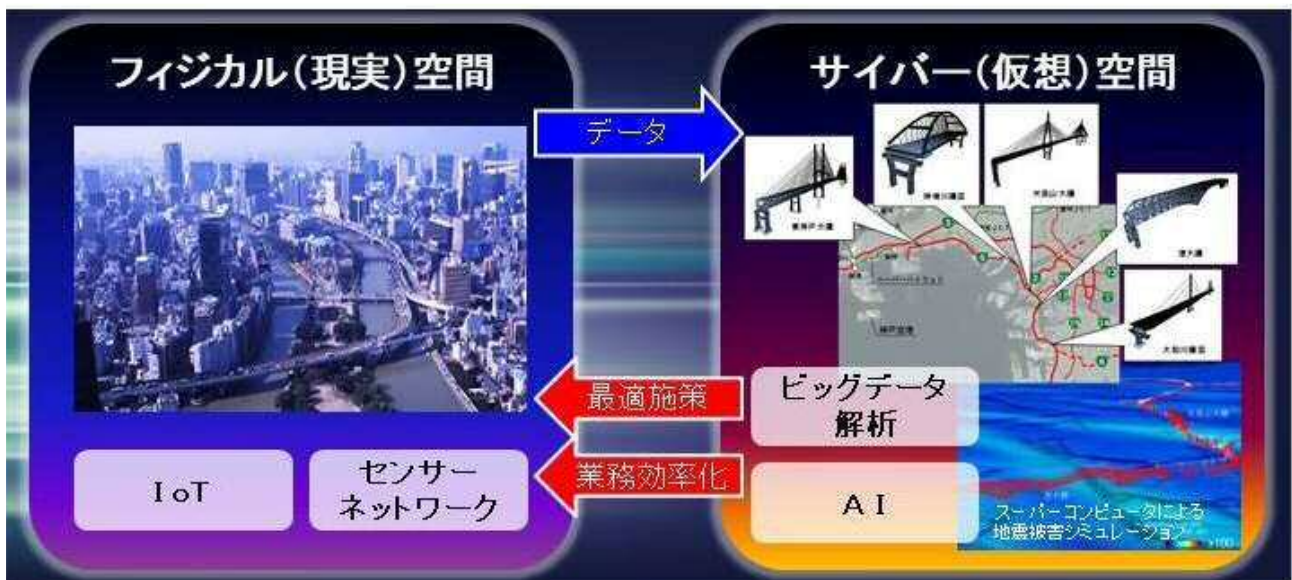
阪神高速道路株式会社
2020年10月1日

サイバーインフラマネジメント

現実空間とサイバー空間の高度な融合

○Society5.0を見据え、仮想空間上に阪神高速道路のインフラ(デジタルツイン3Dモデル)を再現、各種シミュレーションにより、現実空間の道路マネジメントを最適化するサイバーインフラマネジメントを推進します。

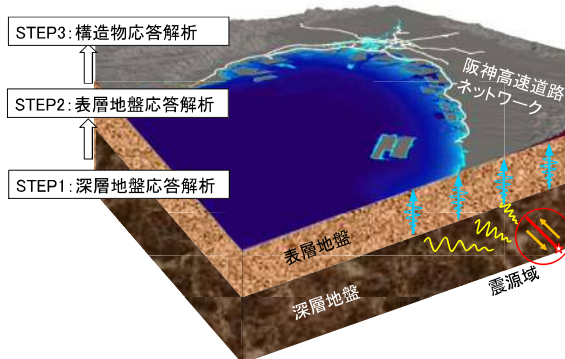
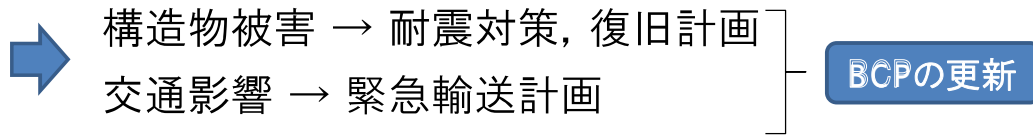
○地震や強風時における構造物の挙動予測による災害時の早期交通機能確保に向けた防災・減災や、構造物の劣化予測による更なる予防保全を目指します。



サイバーインフラマネジメントの概念

今後発生する大規模な地震に備えるためには・・・

- 様々な震源域を想定した地震動シミュレーションにより損傷程度を想定
- 広域ネットワークの地震応答解析により路線・区間単位の損傷程度を評価

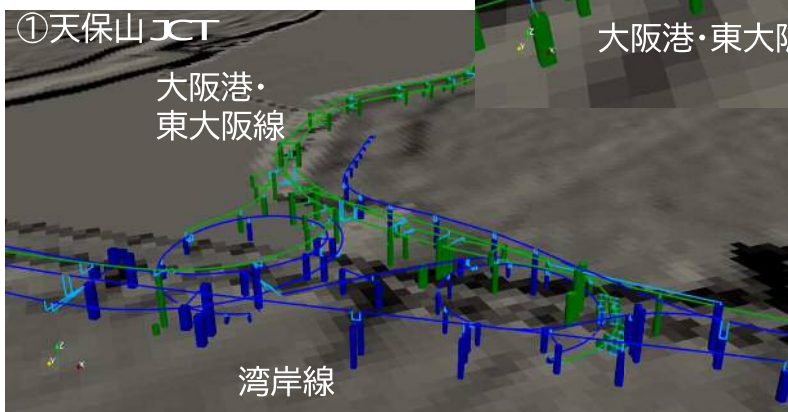
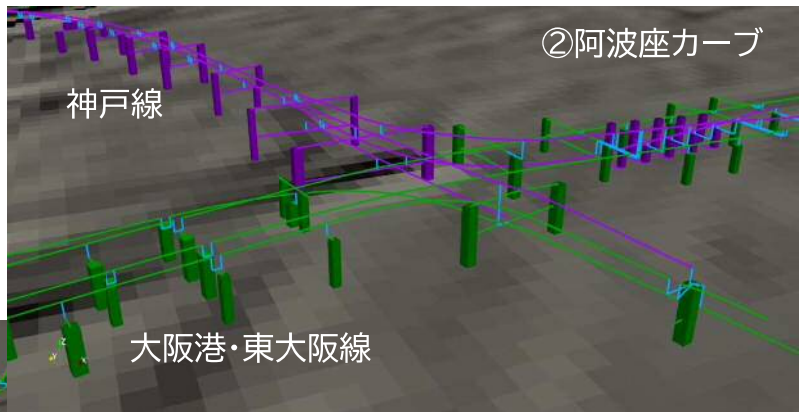


阪神高速道路ネットワーク
地震被害シミュレーション



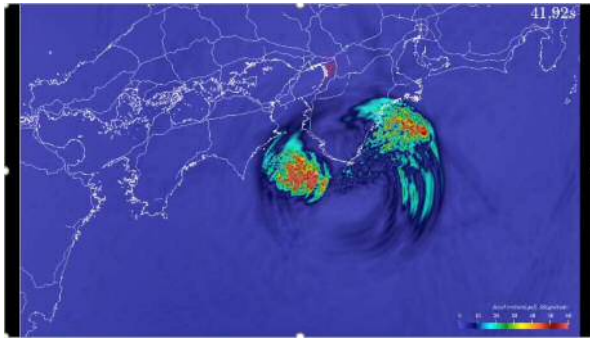
スーパーコンピュータ
「京」

解析モデルの一例(大阪港線・東大阪線)

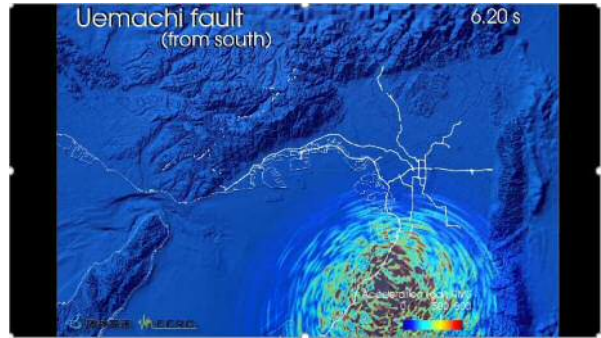


【課題】
構造物の効率的なモデル化
→現状グルーピングモデル

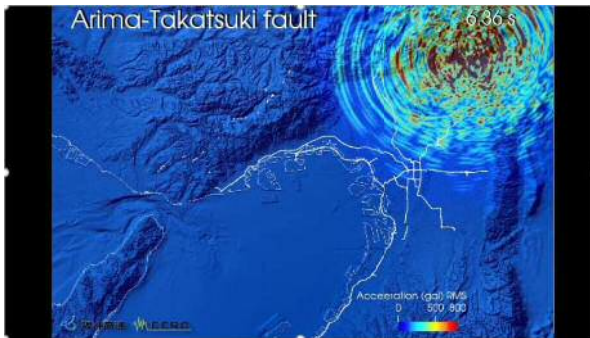
地盤応答解析—様々な震源域の地震シミュレーションが可能



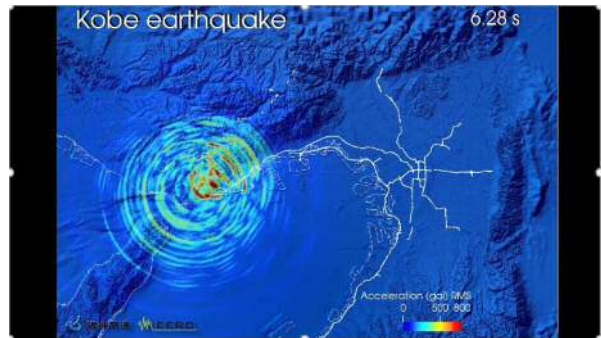
南海トラフ地震



上町断層地震



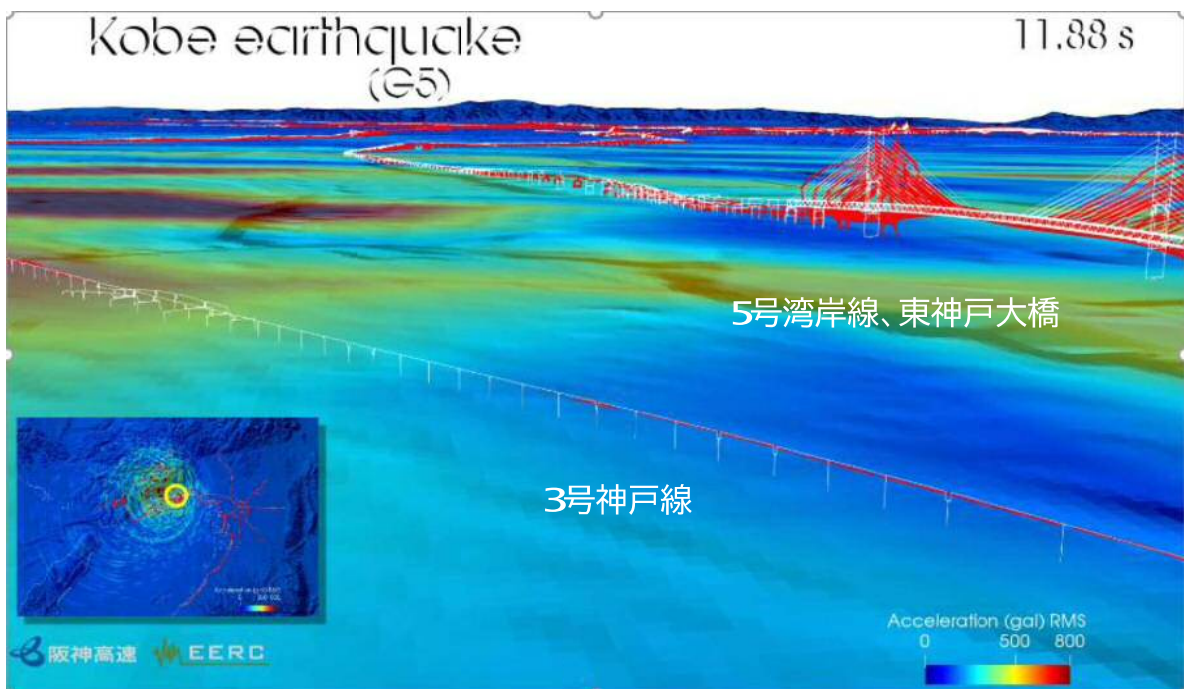
有馬一高槻断層地震



六甲一淡路断層地震

5

構造物応答解析—応答加速度—

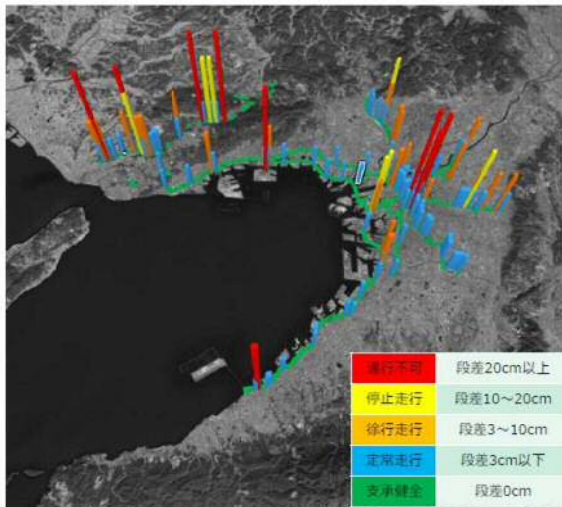


被災当時再現モデル

加速度コンター、地盤変位表示無し、構造物応答変形倍率: 3000倍

6

- 地震時に伸縮継手部に発生する段差等に対応するため、土のう等の軽量段差補修材を本線上PA等に備蓄
- 橋梁ネットワークモデルを用いたシミュレーション結果をもとに、損傷個所の想定、適切な復旧資材の選定、配備計画の策定を行い、応急復旧資材の備蓄推進を図る



地震時シミュレーション結果（一例）



土のう+ゴムマット



ダンバステッキ



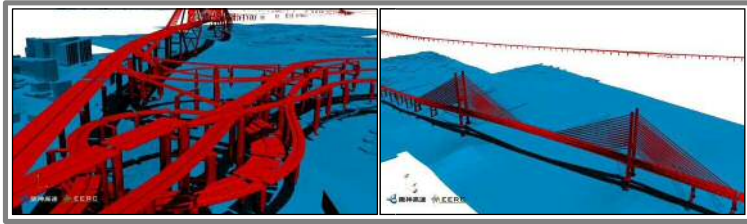
EPSスロープ

各段差の応急復旧に対応できる資材の確認実験状況

→災害時の緊急輸送道路としての機能を確保するため、シミュレーション結果及び確認実験結果から、適切な応急復旧資材の配備計画を策定する

| | 視点 | 広域解析だから見えるモノ | 経営判断・BCPへの反映 |
|---|--------|--|--|
| ↓ | 地震動の視点 | <ul style="list-style-type: none"> 数多くの地震発生シナリオに対する影響評価 | <ul style="list-style-type: none"> 数多くの地震発生シナリオに対するリスク評価 |
| | 構造の視点 | <ul style="list-style-type: none"> 橋梁の構造変化点の耐震性 地盤特性の変化点の耐震性 地震動（応答、位相等）の影響 上記の相乗作用に伴う耐震性（安全性、走行性、復旧性） | <ul style="list-style-type: none"> 路線単位の耐震性を踏まえた耐震補強優先度の設定 緊急復旧のための資材（段差対応の土嚢など）の常備計画（場所等）への反映 応急復旧、本復旧計画 |
| | 施設の視点 | <ul style="list-style-type: none"> 監視カメラ（柱）、照明柱等の耐震性（地震動や構造物の周期に依存） 電気・通信ケーブルの耐震性 | <ul style="list-style-type: none"> 機能確保のための耐震対策 |
| | 交通の視点 | <ul style="list-style-type: none"> 地震時の事故発生状況 地震後の渋滞発生状況 上記に伴う地震後の通行止めランプ・区間 平面街路への交通影響 | <ul style="list-style-type: none"> 緊急輸送計画（代替路等） 事故や渋滞を最小限にするための交通管制（情報板、カーナビ、自動運転車等）への反映 |
| | 経済の視点 | <ul style="list-style-type: none"> 被害による経済損失 復旧に要するコスト・時間 | <ul style="list-style-type: none"> 関西の経済への影響を最小にするための耐震補強対策や復旧計画 |

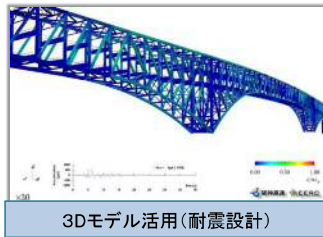
橋梁ネットワークモデル活用



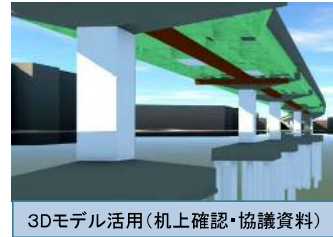
●サイバー空間上のデジタルツインモデルと取得データを連携し分析・知識化しすることにより、大規模更新修繕や補修・補強等の対策判断、損傷や交通事故・渋滞等の原因分析に活用するなど、高度かつ迅速で効率的な技術判断を実現する。



点検結果の重ね合わせ



3Dモデル活用(耐震設計)



3Dモデル活用(机上確認・協議資料)

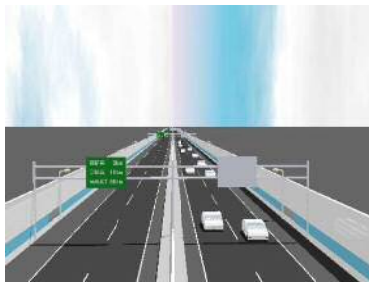
研究ロードマップ

| 項目 | | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 |
|----------|-----------------|---------|------|-------|------|--------|
| 橋脚モデル化 | ファイバー要素(グルーピング) | 全線 | | | | |
| | ファイバー要素(詳細モデル) | | 全線 | | | |
| 地盤モデル化 | 3次元非線形 | プログラム改良 | | 導入 | | |
| 上部構造モデル化 | 3次元カメラ表示 | | | 検討・導入 | | |
| | ファイバー要素(詳細モデル) | | | | | モデル化着手 |
| 活用① | 地震応答解析 | | 傾向把握 | | 対策検討 | |
| | 固有値解析 | | 傾向把握 | | 対策検討 | |
| 活用② | 点検結果貼付 | | 長大橋 | 全線 | | |
| | 上部耐震解析 | | | | 活用 | |

- 橋梁ネットワークモデルの地震応答シミュレーションをもとに、道路上の車両挙動および交通流への影響を検討する。



ドライビングシミュレータ
(京都大学 宇野研究室)



車両挙動シミュレーション
(京都大学 清野研究室)

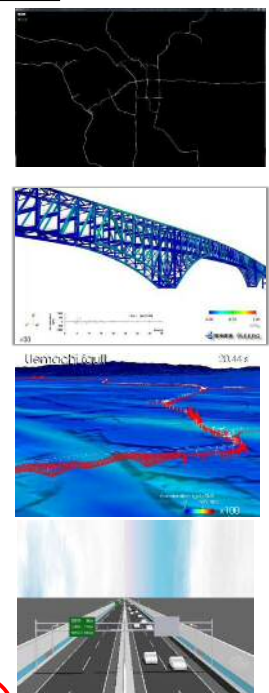
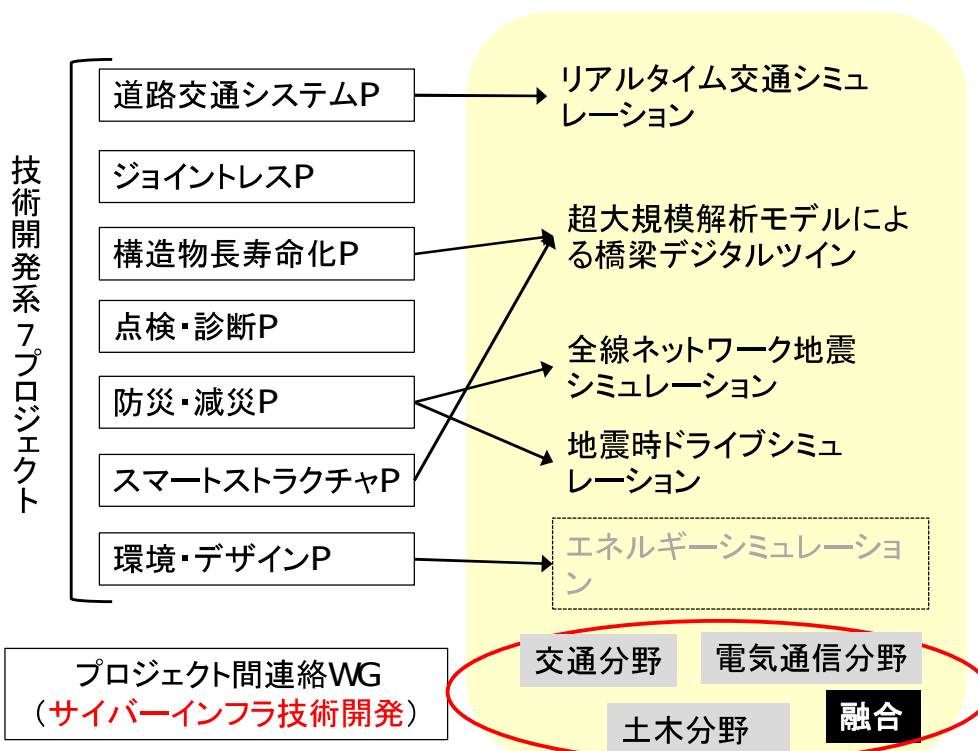


交通流シミュレーション(東京大学 羽藤研究室)

- 事故発生箇所、渋滞発生箇所から緊急輸送道路としての機能を評価

サイバーインフラマネジメントの推進(1)

サイバーインフラ技術開発検討状況 (各プロジェクト内)

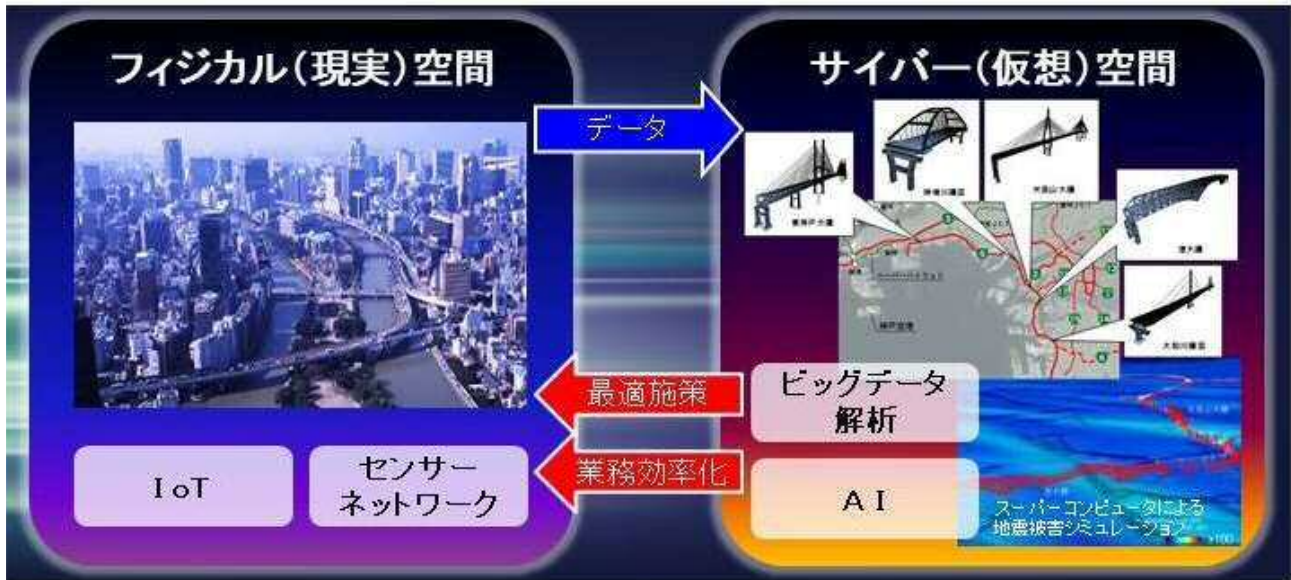


サイバーインフラマネジメント【再掲】

現実空間とサイバー空間の高度な融合

○Society5.0を見据え、仮想空間上に阪神高速道路のインフラ(デジタルツイン3Dモデル)を再現、各種シミュレーションにより、現実空間の道路マネジメントを最適化するサイバーインフラマネジメントを推進します。

○地震や強風時における構造物の挙動予測による災害時の早期交通機能確保に向けた防災・減災や、構造物の劣化予測による更なる予防保全を目指します。



サイバーインフラマネジメントの概念