

＊ 準リアルタイム地震情報による被害推定と
スマートフォンを用いた現場復旧支援

ASPIC 建設・不動産研究会 委員
株式会社 構造計画研究所 デザイン工学部
井野 昭夫

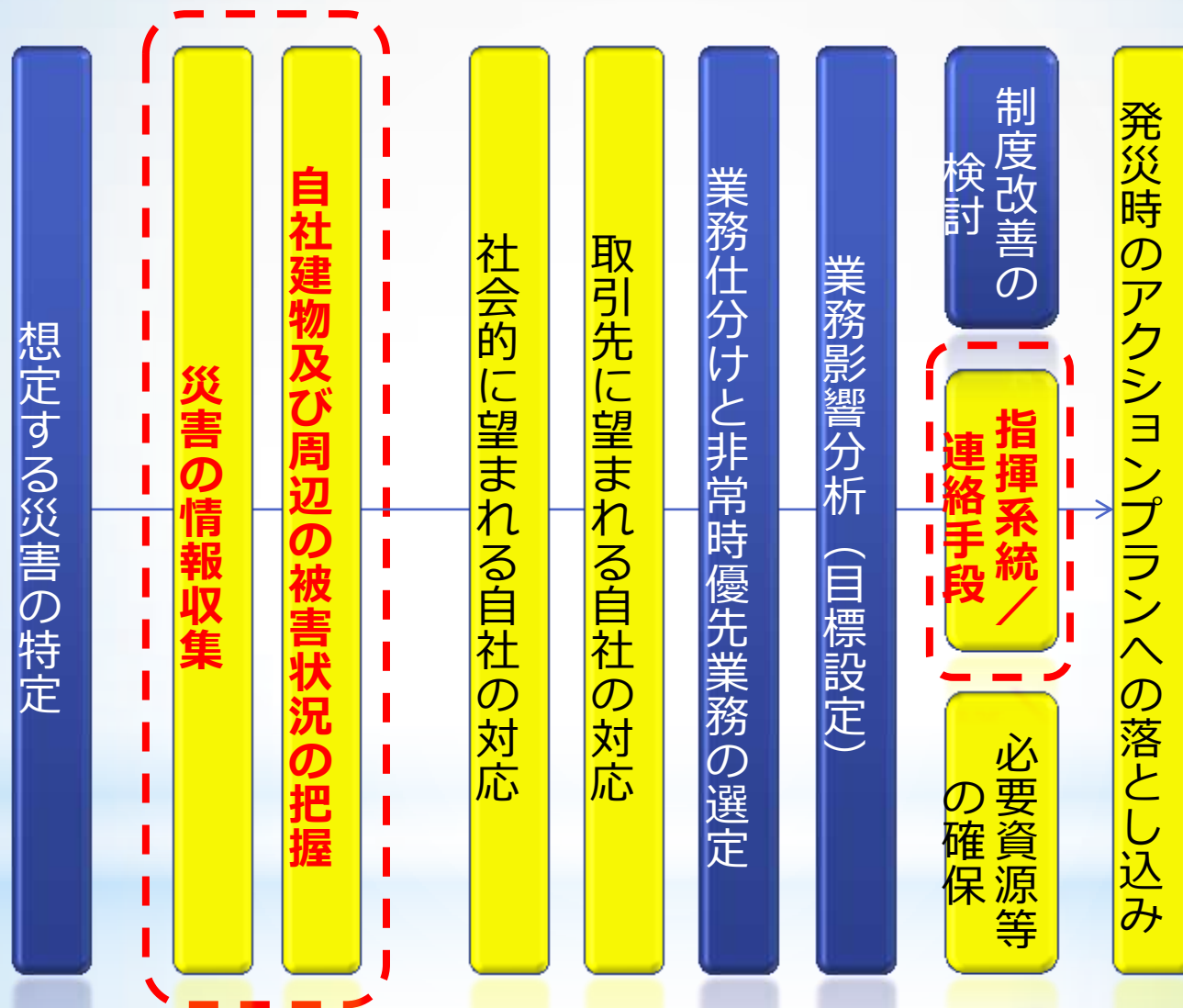
*Agenda

1. 災害対策におけるクラウド活用のメリット
2. 準リアルタイム地震情報による被害推定
3. スマートフォン利用による復旧支援
4. 建設・不動産クラウドのあり方
5. お知らせ



* 災害対策における クラウド活用のメリット

* BCP策定フローとクラウドの適用範囲

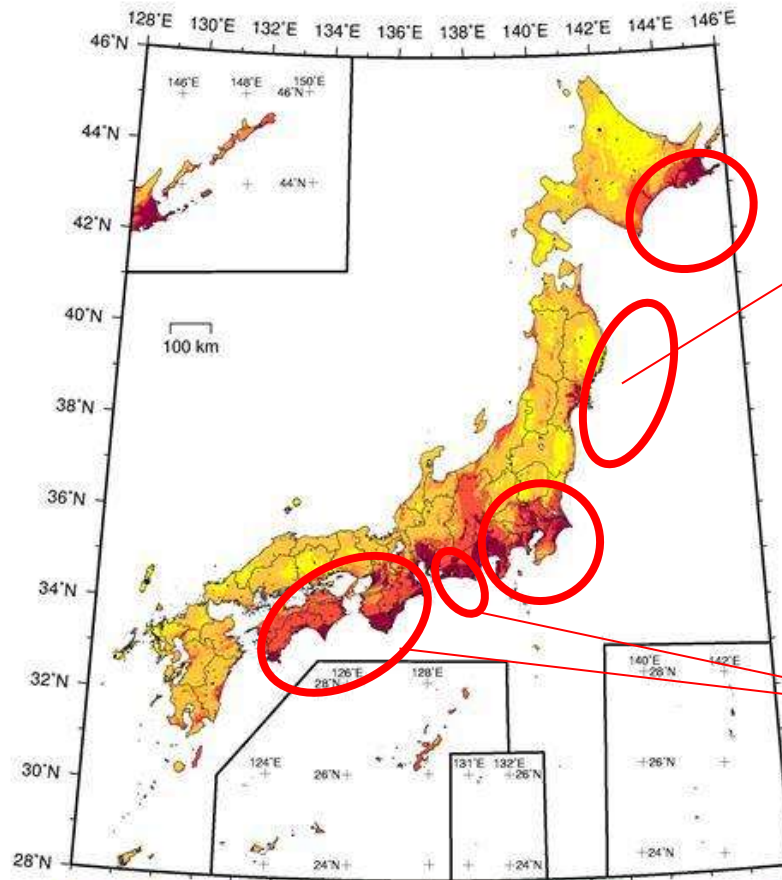


*事業継続を阻害する災害の例



日本では、戦争やテロによる災害よりも、
地震を想定してBCP（事業継続計画）を策定することが多い。

* 大地震の可能性は依然として高い



東北地方太平洋沖地震 M9
(2011.3.11発生)

東海地震 M8 程度(87%参考値)
東南海地震 M8.1前後(70%程度)
南海地震 M8.4前後(60%程度)

<地震動予測地図 2010年版> (文部科学省 地震調査研究推進本部)
今後30年以内に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率 (最大ケース)

首都圏直下型の地震や、東海・東南海地震は必ず起こるものと考え、BCP (事業継続計画) を策定しておくべき。

* 減災対策の実施状況

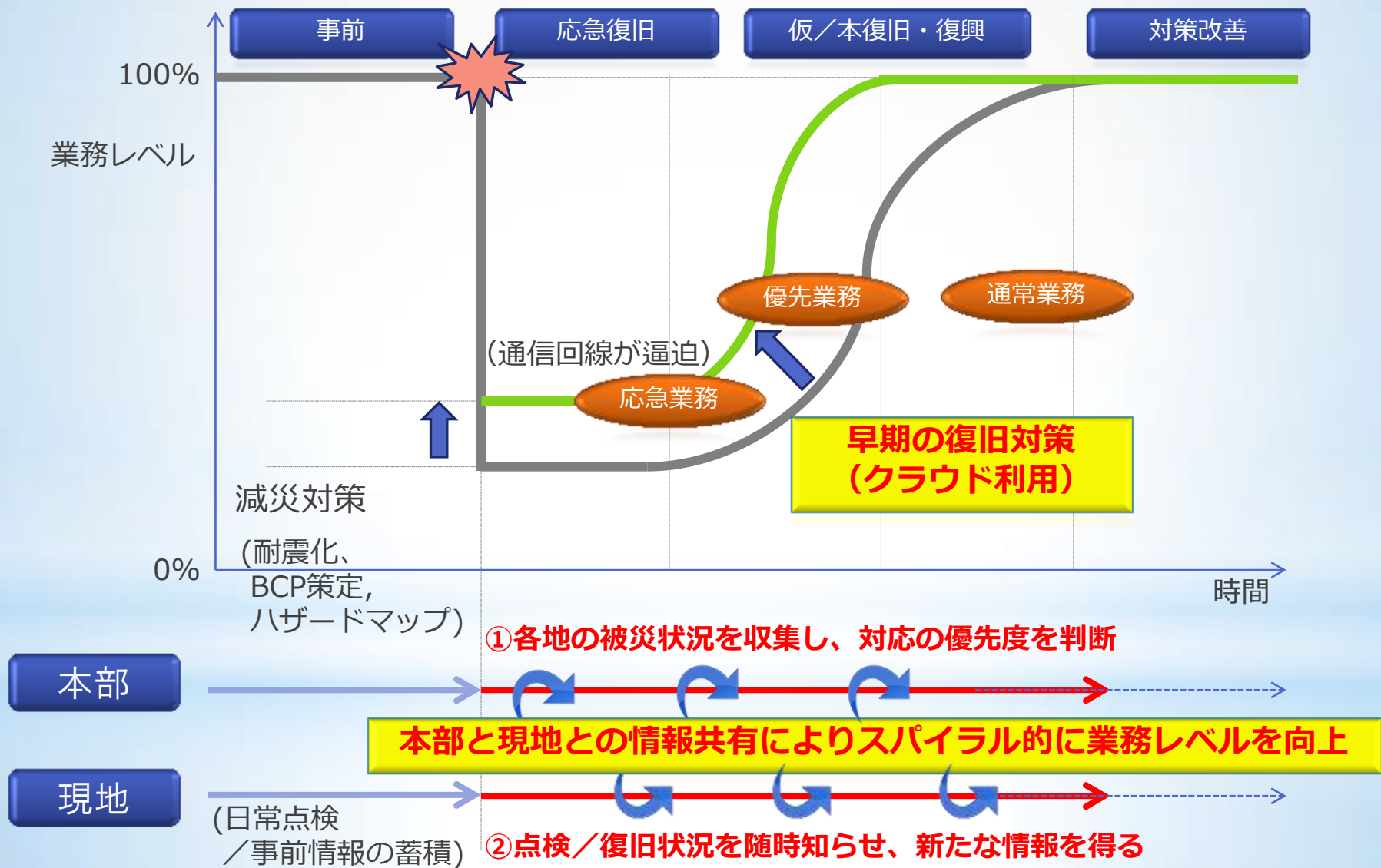
BCP（事業継続計画）策定

<BCP策定率>

- ・ 医療施設「5%」 鉄道「10.8%」 運輸施設「11.8%」
(内閣府2009年 特定分野における事業継続に関する実態調査)
- ・ 欧米企業では6～7割。日本は15%程度
(経産省2008年 ISOの国際標準化と日本の対応)



*大規模災害後の広域的な情報共有



* 災害復旧支援クラウド

(事例 1)
準リアルタイム地震情報による
被害状況の推定サービス



高密度観測網を
活用した点検箇所
絞込み



(事例 2)
スマートフォンを用いた現場復旧
支援サービス



本部・現地の
コミュニケーション



クラウド

企業や組織を
またがった
復旧対応手順の共有



*クラウド利用のメリット<災害時>



すぐに利用可能



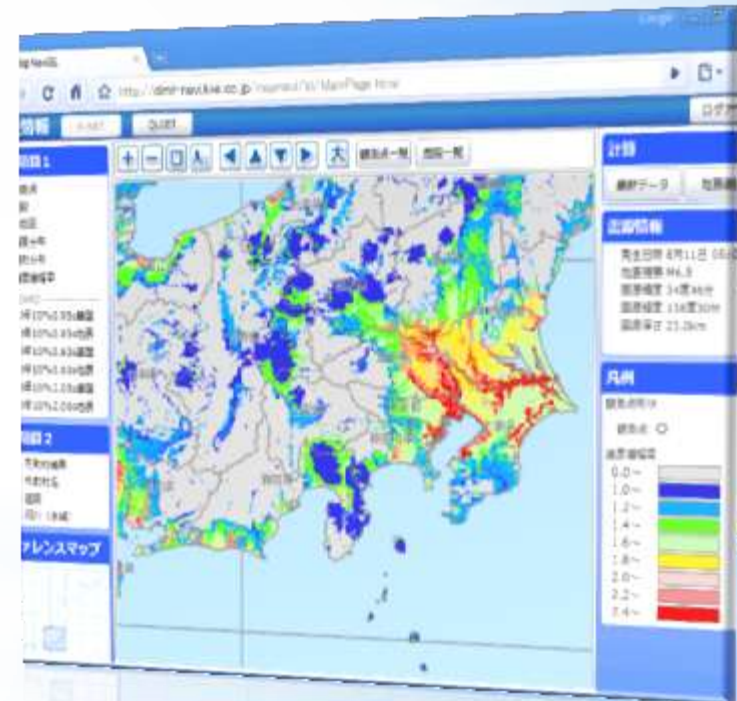
運用コスト低減



データ損失リスク回避

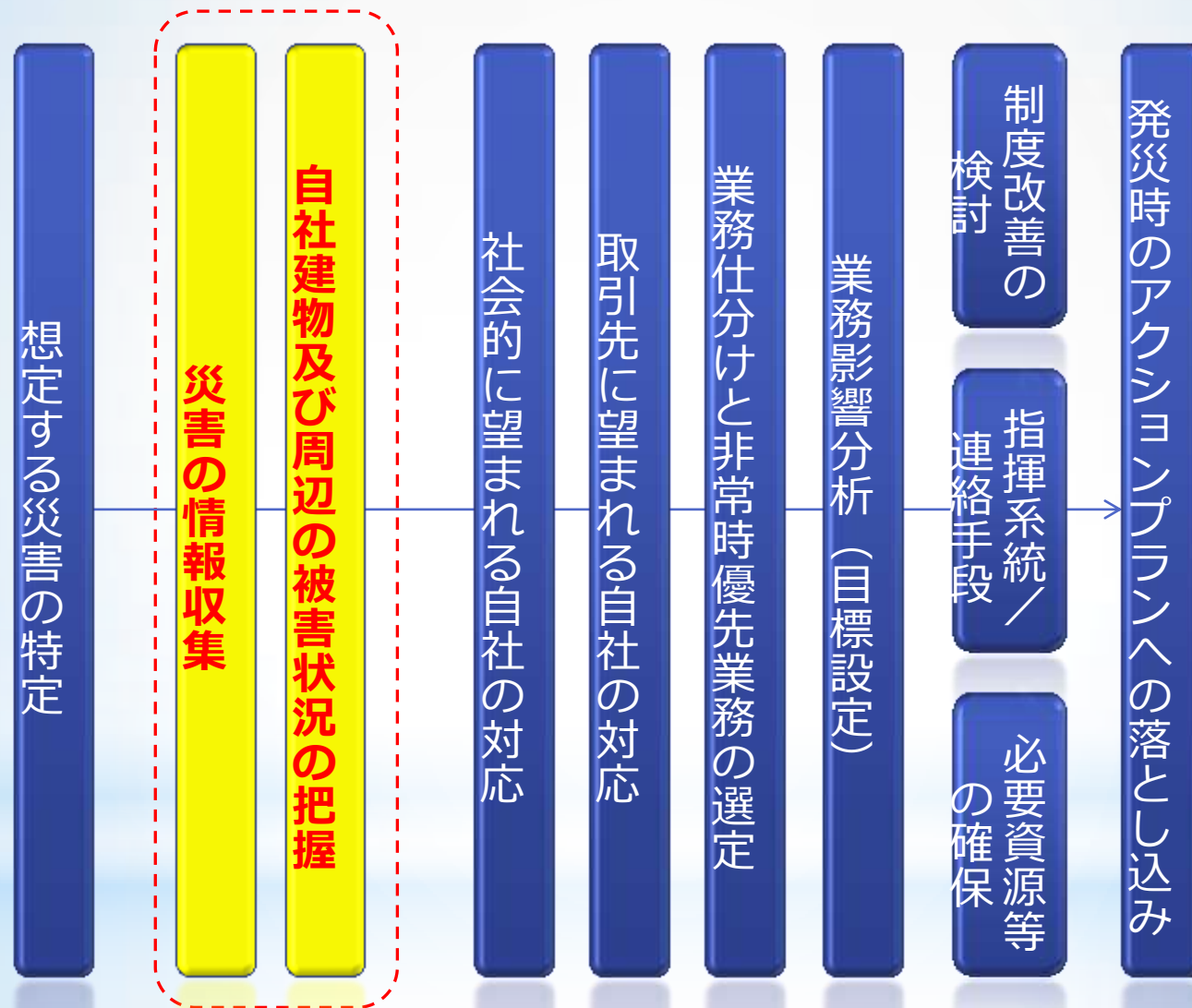


情報共有が可能



*準リアルタイム地震情報による 被害状況の推定

* BCP策定フローと本事例の位置づけ

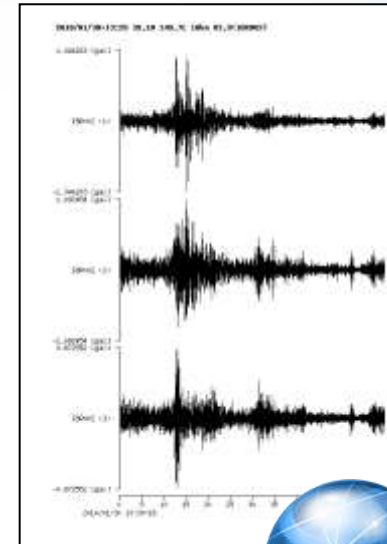
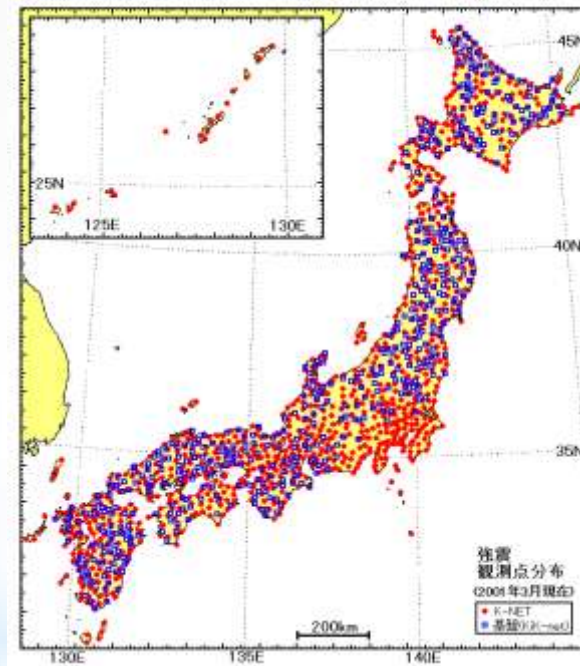


*地震観測網整備と観測データ活用

リアルタイムの地震観測データについては、1995年兵庫県南部地震以来、地震観測網が高密度に整備され、リアルタイムにデータ取得可能となっている。



(防災科学技術研究所
K-NET観測施設)



**クラウドで
準リアルタイムに取得可能**

地震観測データ（K-NET 防災科学技術研究所）

全国に約25kmの間隔で建設した強震観測施設に設置された加速度型デジタル強震計等を使った強震データのインターネット発信システム（観測点は全国1,043か所 2011/08/20時点）

*リアルタイムに取得できる災害データ

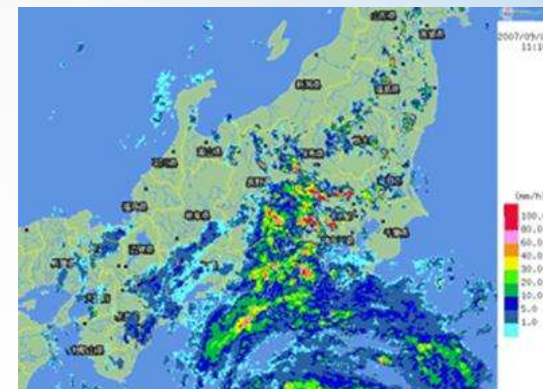


緊急地震速報(気象庁)

(J-ALERT 総務省消防庁)



リアルタイム雨量／水位
(XバンドMPレーダ雨量情報
国交省 川の防災情報)



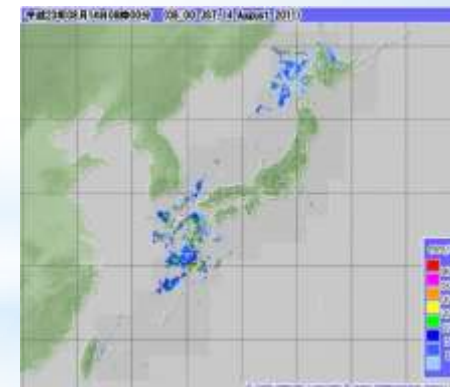
リアルタイム雨量／験潮
(国交省 防災情報提供センター)



地震情報(整圧器に設置)
(SUPREME 東京ガス)



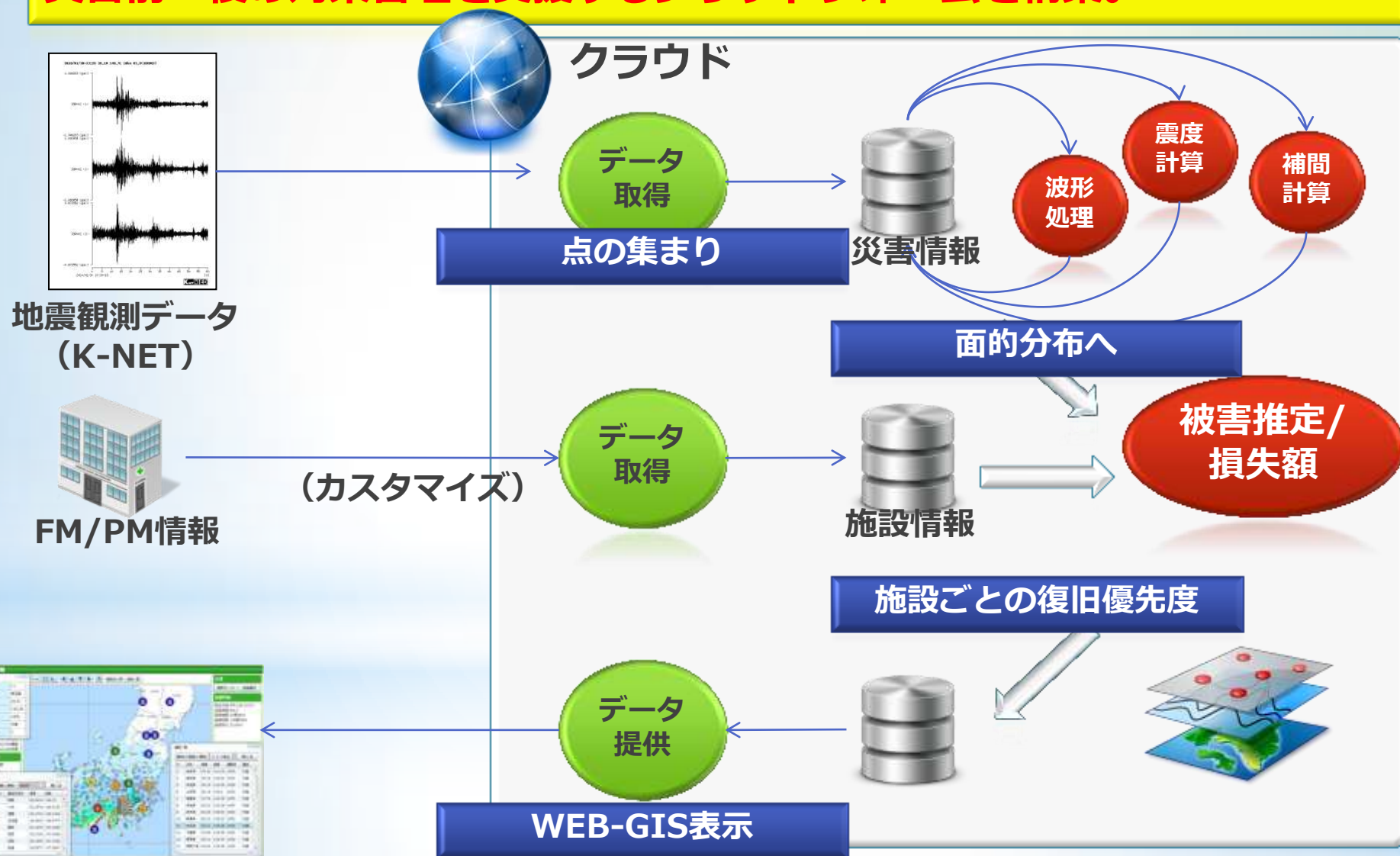
雨量、雷観測情報
(東京電力)



降水量、雷、竜巻
(レーダーナウキャスト 気象庁)

* 地震観測データを利用した事後対応システム

公開されたリアルタイム情報と自社の施設情報を活用した
災害前・後の対策管理を支援するプラットフォームを構築。



*復旧対応の課題に対応

本部



時間が
かかる

リアルタイム
の災害情報と
現地情報収集

コストを
抑える

点検範囲
「全点検」 or
「点検なし」

被害が
読めない

施設の優先度
(被害推定)



**現地の被害状況をできるだけ早期に、
定量的に把握し、復旧の優先度を付けられる**

* 地震観測データを利用した事後対応システム



施設の耐震性評価を行い、状況を一覧表示、マッピングします。

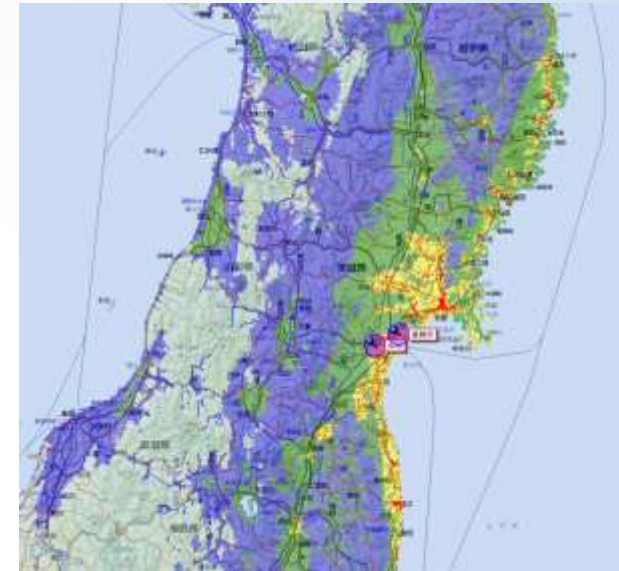
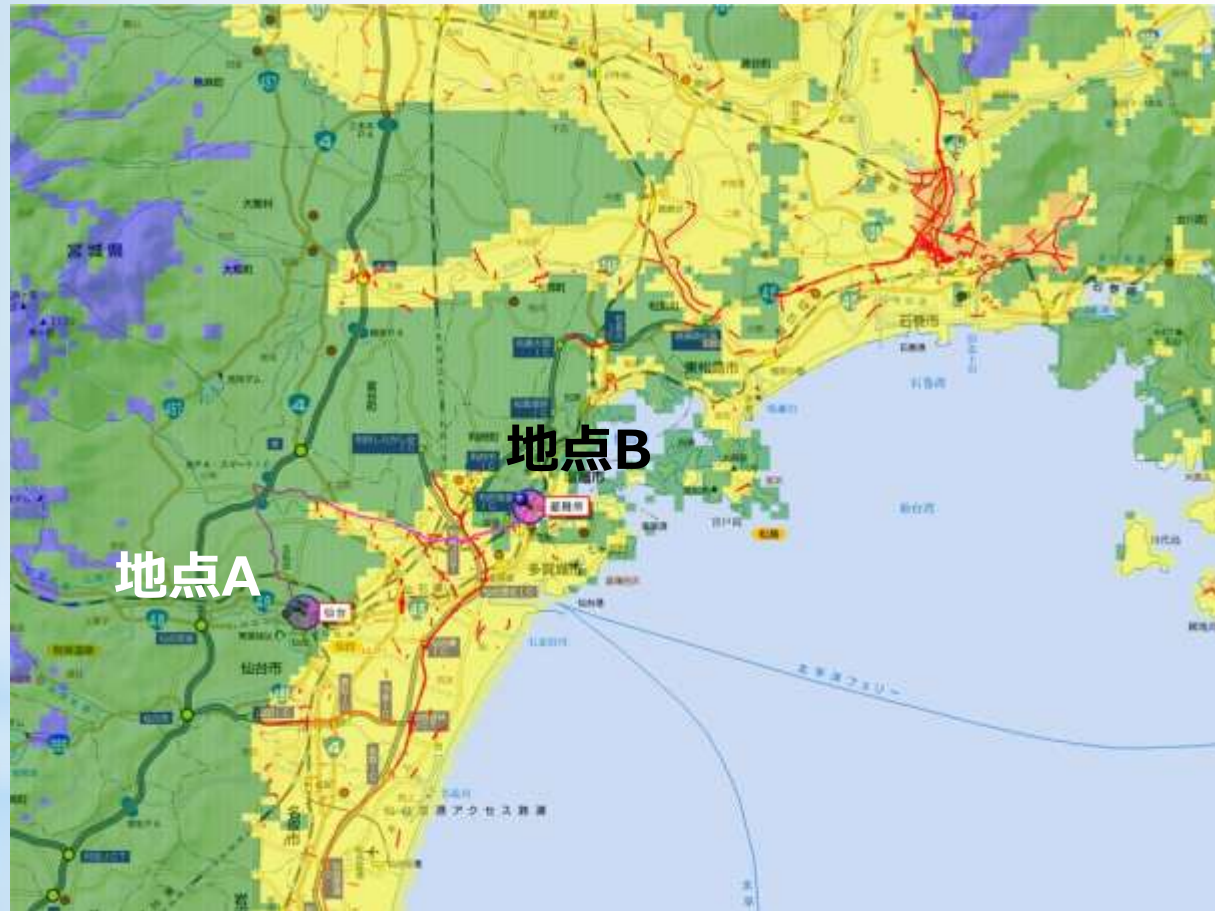
8	茨城県	36.22	140.28	1950	木造	D
9	栃木県	36.33	139.53	1950	木造	D
10	群馬県	36.23	139.03	1950	木造	D
11	埼玉県	35.51	139.38	1950	木造	D
12	千葉県	35.36	140.06	1950	木造	D
13	東京都	35.41	139.45	1950	木造	D
14	神奈川県	35.26	139.38	1950	木造	
15	新潟県	37.55	139.02	1950	木造	D
16	富山県	36.41	137.13	1950	木造	
17	石川県	36.23	136.38	1950	木造	

施設詳細

ID	3
名称	岩手県
緯度	39度25分12秒
経度	141度5分24秒
建築年	1950
構造	木造

被害推定の評価結果を地図上に表示。
社内のPCのほか、スマートフォンからも閲覧可能。

* 東北地方太平洋沖地震データを基にした 道路の被害推定



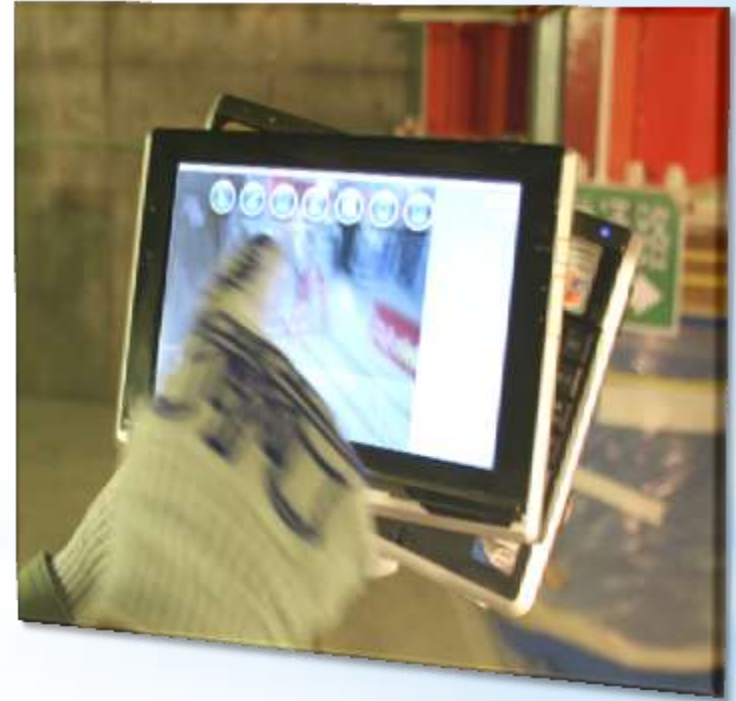
*記録収集から結果表示までの処理時間

*処理時間（波形収集→波形処理→補間計算→DB登録）の検証結果

地震発生日付	地震名	観測点など	処理時間
2005年3月20日	福岡県西方沖地震	299観測点 897波 67,453メッシュ	3分00秒
2008年6月14日	岩手・宮城内陸地震	330観測点 990波 127,866メッシュ	6分13秒
2011年3月11日	東北地方太平洋沖地震	683観測点 2049波 277,953メッシュ	21分21秒

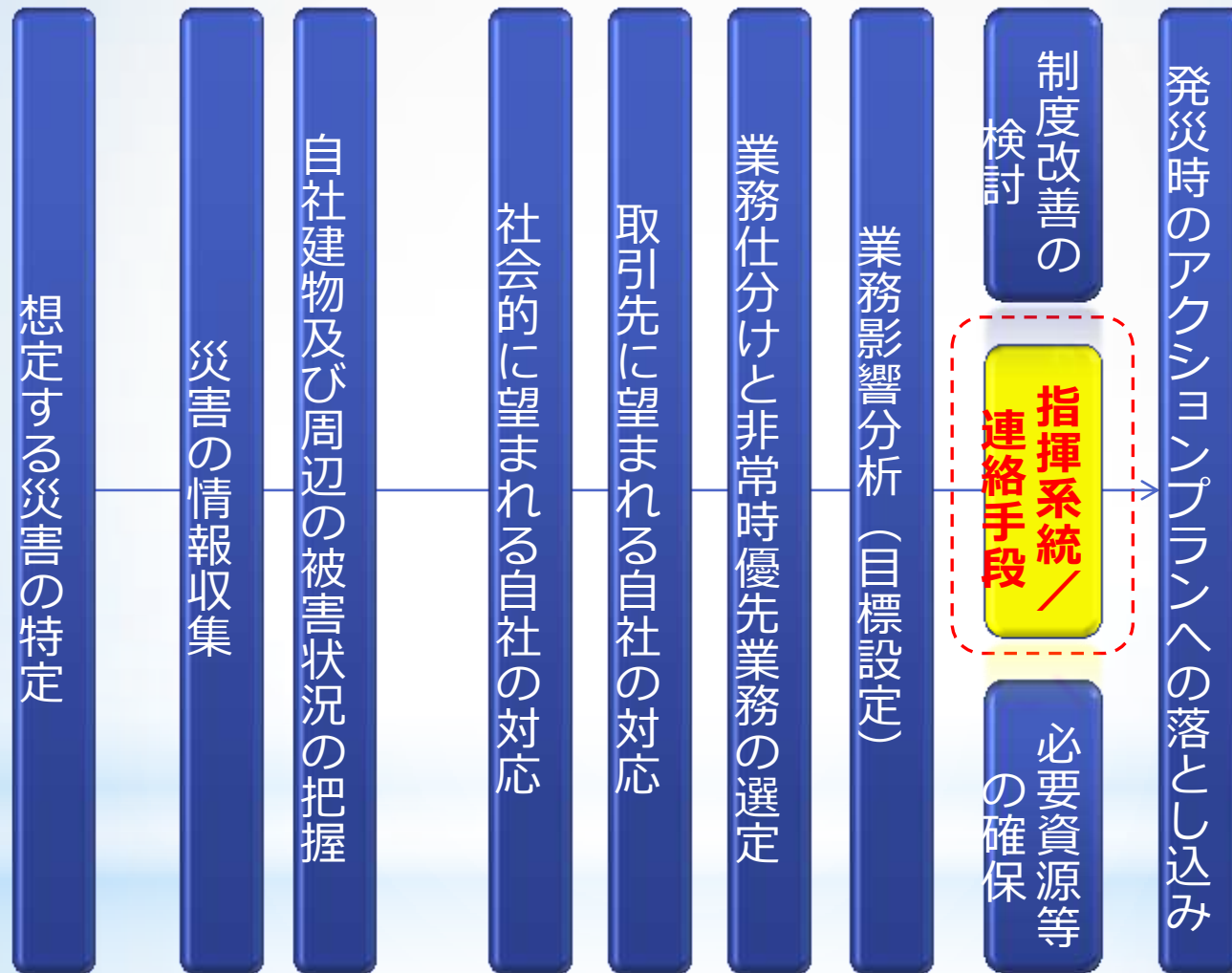
使用マシン : Intel® Xeon® CPU 2.00GHz×2 /メモリ 2.00GB RAM

**地震発生後多少の処理時間を要するため、
「（準）リアルタイム」での情報提供（ただしサーバースペックにより変動）**



* スマートフォンを用いた現場復旧支援

* BCP策定フローと本事例の位置づけ



*スマートフォンを用いた現場復旧支援

遠隔地にいる作業者とのコミュニケーションロスを無くし、
同時に、作業手順の情報蓄積を支援するサービス

コミュニケーション支援

相手が
見ている
もの

会話・音

図面
写真
手順書

現地

本部



PC (Windows, MacOS)

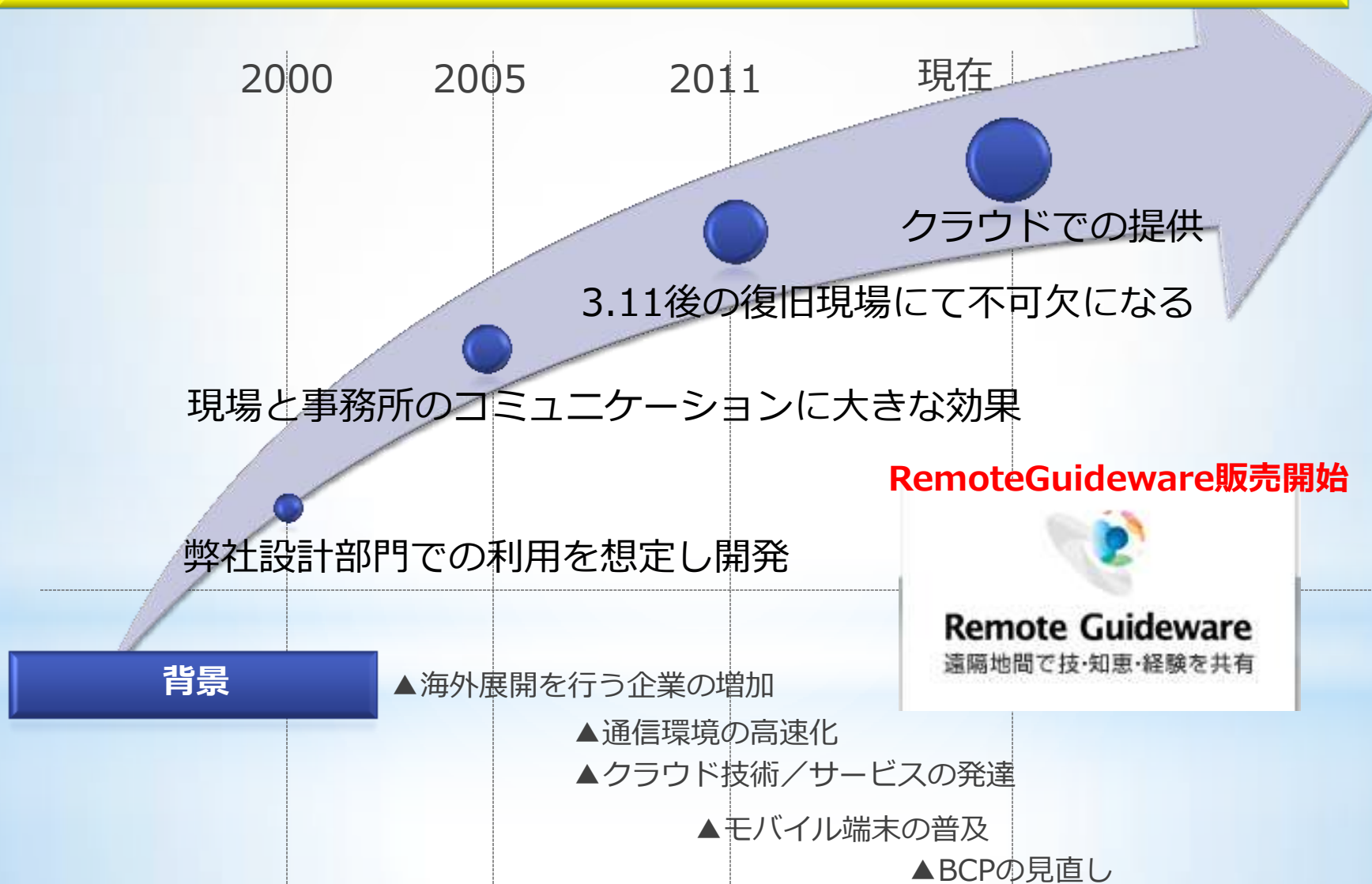
作業履歴の蓄積



TabletPC
SmartPhone

* 社内利用からクラウドサービスへ

ツール開発は、弊社の社内利用目的から始まりクラウドサービス提供へ至る。



* 建設工事現場での活用事例（2002年）

* 上海金融中心プロジェクト（鉄骨検査システム）



©森ビル株式会社 / ©MORI BUILDING CO.,LTD



計画当時、高さ世界一（軒高500m）

現場作業を遠隔から支援し、建物と作業者の安全を確保

業務履歴管理によって確実な作業の確認

* 建設工事現場での活用事例 (2002年)

検査情報の伝達と共有の手段として遠隔作業支援システムを利用

PC画面

固定カメラの映像

FLOOR VIEW



DATA

INSPECTION VIEW

検査 [高力ボルト検査]
検査種類 [1次締付け後検査]
検査日時 [2004/04/25/13:10]
検査者 森ビル [山田, 佐藤]
ゼネコン [空]
ファブ [鈴木, 山本]

検査対象 階 [9]
部材 [太梁]
記号 [023]
柱 []
梁 [X0] [Y1] [Y5]
端部 [Y5]
面 [3]

検査結果 ☐ 合格 ☐ 不合格

コメント
締付不十分
共廻り

ファイル名 [01030515023] 保存



図面エリア

○図面リスト

S-152
S-153
S-154
S-155

○コメントリスト

検査箇所①
検査箇所②
確認済み
未確認

作業者の視線

検査情報・結果入力



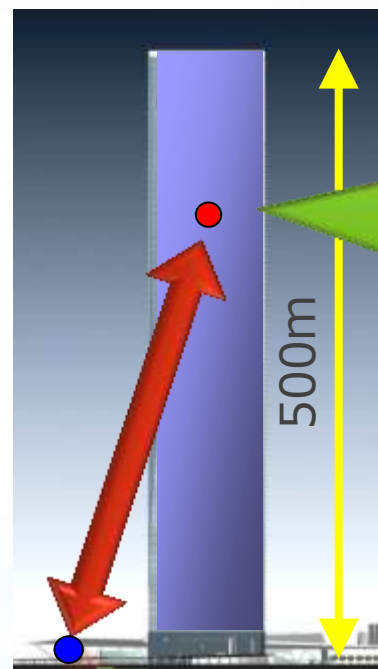
検査フロア



小型PC



IPカメラ



現場事務所



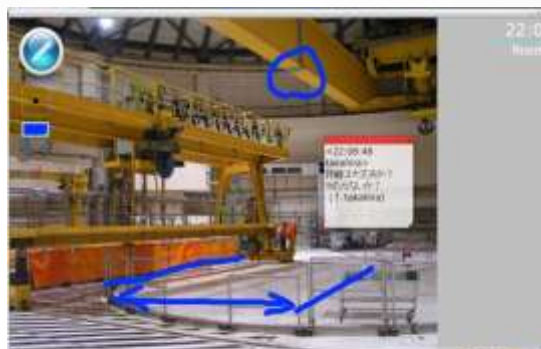
* 震災後の活用事例(2011年)



現地



音声で会話



映像の上から指示を確認



本部



専門（構造）技術者の様子



図面上での指示を現地へ送信



点検の手順を確認／共有

*震災後の活用事例(2011年)



現地



本部

SmartPhone

PC



コミュニケーション支援



クラウドサービス



作業履歴の蓄積



* 現地と繋ぐためのネットワーク構成



現地



本部



OFFLINE

データ収集
ローカル保存

モバイル端末



ONLINE

リアルタイム
コミュニケーション

通信状況によって切替



3G, Wi-Fi
(on Internet)

WiMax, 衛星通信なども可能

インターネット



インターネット



クラウドサービス

PC



* 通信状況に応じたコミュニケーション

現場の通信状況は、場所や条件によって安定しない。
状況に応じて、コミュニケーション方法を利用者側で選択。

通信状況	映像 コミュニケーション	音声 コミュニケーション	文字 コミュニケーション
ONLINE 帯域幅広い	○ (動画, 図面, 写真)	○ (会話, 周辺の音)	○ (掲示板, チャット)
ONLINE 帯域幅狭い (ナローバンド)	×	△	○ (掲示板, チャット)
OFFLINE 不通	× (オフラインで記録し、 オンラインになったタイミングで本部へ送信)		

* 文字のみのコミュニケーション例

メンバーからのメッセージを一覧表示

宛先リストからメンバーを選択

通信回線が逼迫した状況下では
動画共有や音声通話よりもデータ量の小さい文字ベースが有効。

通信状況は予測が難しいため、状況に応じて連絡手段を選ぶ。

よく使う文章（フレーズ）を
リストから選択。

掲示板

15:34 返信する shiro-takeshita

現場の様子を後で写真で送ってください

15:24 返信する kenta-otsuka@

1F店舗の柱に大きな亀裂がありました。

14:25 返信する shiro-takeshita

まず構造面で大きな損傷はありますか

14:23 返信する shiro-takeshita

確認を開始します。

2011/05/13 18:55 返信する kenta-otsuka@

了解しました。

2011/05/13 13:34 返信する shiro-takeshita

明日14時ごろから状況確認を行います。

1日分のメッセージ 1週間分のメッセージ

ユーザリスト

@kke.co.jp

@kke.co.jp

@kke.co.jp

新規ユーザ指定 (aaa@exam

メッセージ送信

宛先: @kke.co.jp

送信したいメッセージを入力

☐ オフラインユーザにメッセージを送信

会話開始

送信

キャンセル...

?

人

* 東日本震災時のシステム検証結果(首都圏)

電話がつながりにくい状況において、
3G回線を使い本サービスのコミュニケーションが可能だった。

場所(時間)	通信キャリア A社		通信キャリア B社		ブロードバンド サービスD社
	3G回線	電話回線	3G回線	電話回線	3G回線
中野区(18時00分)	△	×	△	×	○
新宿区(18時30分)	△	×	△	×	○
文京区(20時00分)	△	×	○	○	○
葛飾区(23時00分)	△	×	○	○	○

○:映像・音声によるコミュニケーションが可能。

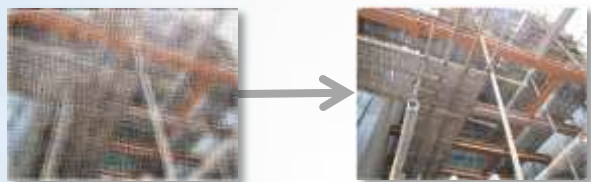
△:通信は確立できたが接続が不安定。文字によるコミュニケーションは可能。

×: 接続不可

*カスタマイズ

プライベートクラウドまたは自社運用環境でカスタマイズ

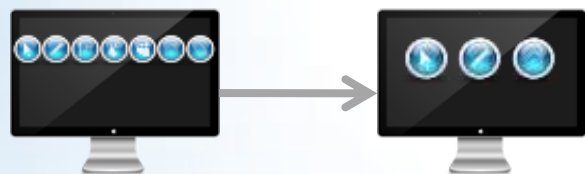
■画像・映像の高解像度化



■記録を基にした作業手順書



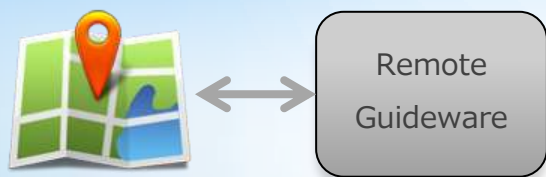
■画面デザイン変更



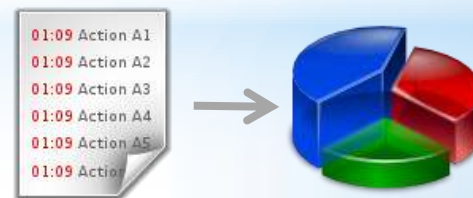
■作業履歴のワークフロー



■GPSやセンサー機器連携



■データ分析と可視化



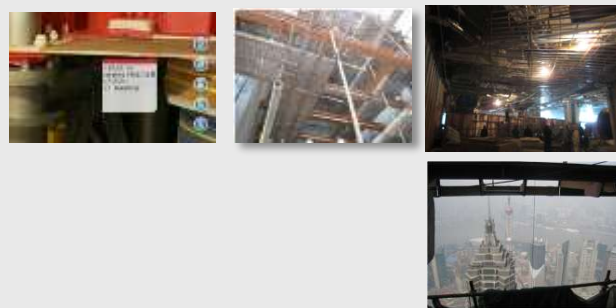
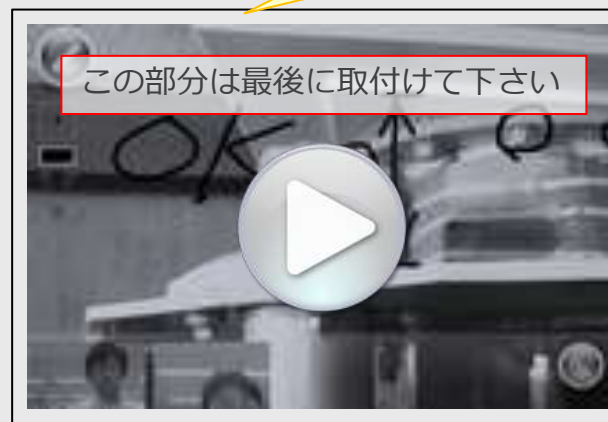
* 記録を基にした作業手順書

災害時の応急復旧・仮復旧・本復旧の各手順を、
活用可能なわかりやすい形に整理／加工して情報蓄積。

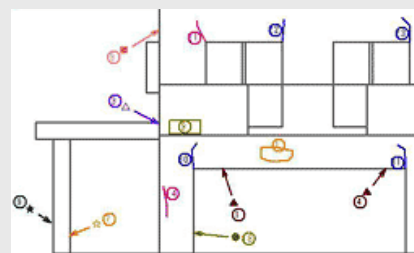
動画・静止画ファイル
のインポート

作業指示内容をメモ
書き

文書・図面ファイルの
インポート



補修手順



積算値	
補修項目	凡例
クラック0.3mm未満	① — ○
クラック0.3mm以上 (Uカット)	① — □



文書

図面

入力日	
記録者	
承認者	

2010年 5月													
日	月	火	水	木	金	土							
25	26	27	28	29	30	1							
2	3	4	5	6	7	8							
9	10	11	12	13	14	15							
16	17	18	19	20	21	22							
23	24	25	26	27	28	29							
30	31	1	2	3	4	5							

OK

作業手順書／チェックリスト化

*復旧支援に貢献（無償サービス提供中）

SmartGuideware（スマート・ガイドウェア）

Remote Guideware
遠隔地間で技・知恵・経験を共有

menu

- HOME
- 機能紹介
- ご活用による付加価値
- よくある質問

無料版 Smart Guideware

R&Dコーナー

ご利用について | プライバシーポリシー | 日本社サイト | 構造計画研究所 KOZO KEIKAKU ENGINEERING Inc.

スマート・ガイドウェア Smart Guideware

HOME > 無料！Smart Guideware

Smart Guideware（スマート・ガイドウェア）とは

この度の東日本大震災の復興は中長期に及ぶものと想定されておりますが、弊社としても微力ながら少しでも復興の一助となれますよう、有料版「Remote Guideware」の新しいラインナップとして「Smart Guideware」を開発いたしました。

個人、法人に限らず、どなたでも無料でお使いいただけます。

類似の他のコミュニケーションツールは、主にお互いの表情を確認するためのものですが、Smart Guidewareは遠方にいる人が「今見ているもの」を可視化しリアルタイムに共有しながら会話することで、これまで伝えることが困難だった微妙なニュアンスを容易に伝えることができるようになります。

特別な機器は必要なく、お使いのWindowsパソコンやスマートフォンにインストールしてお使いいただけます。

以下のフォームにてお申込みを受け付けております。

ご提供ライセンス数は先着順で1,000ユーザー様とさせていただきます
(2011/5/31現在、まだ申込み可能でございます。ご利用いただきたい方はお早目にお申込みください)。

[動作環境はこちら](#)

**復興支援でお使いいただいているものと同様の、
ユーザライセンスを今回、300ユーザほど追加しました。
ご希望の方は、アンケート用紙にチェックを入れてください。**

<http://www4.kke.co.jp/guideware/sg/>

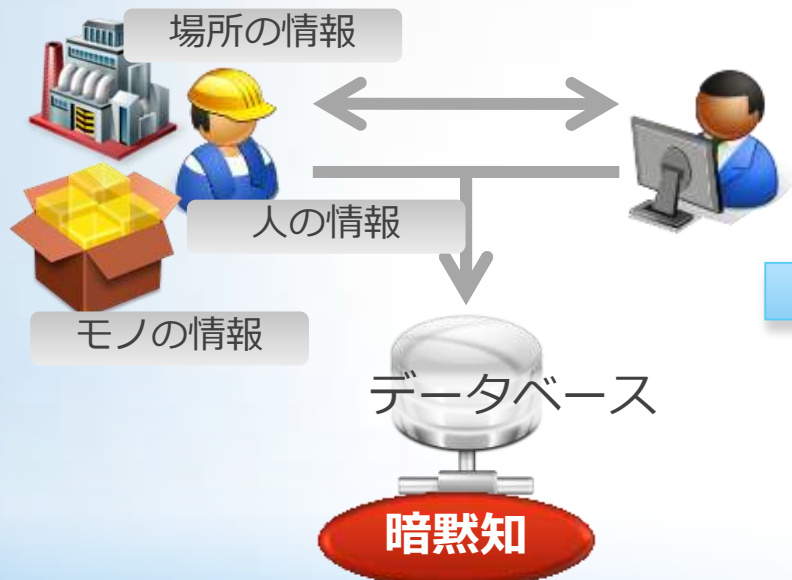


* これからの 建設・不動産クラウドのあり方

* 「Guideware®」 のコンセプト

* 蓄積したノウハウを基にしたガイド機能

* コミュニケーション／ 情報蓄積



点検項目や解決すべき課題と、
その時の人による作業支援情報が、場所の
情報、人の情報、モノの情報と共に蓄積

技術の伝承

* 過去事例を次に活かす



課題解決の手段が、
場所やモノと情報と
が紐付いており、人
が次に何をすべきか
スピーディに判断で
きるようにする

課題を解決するた
めのバックデータ

技術の継承

*建設・不動産クラウドのあるべき姿

日常運用

復旧

日常運用

復旧

■ 情報システムに対するニーズ

経済性重視

ロバスト性重視

経済性重視

ロバスト性重視

■ 作業遠隔支援ASP

施設の定期点検

復旧点検

施設の定期点検

復旧点検

■ プロジェクト管理ASP

建設・施工

緊急対応、復旧

建設・施工

緊急対応、復旧

■ 竣工情報図書管理ASP

改修・維持管理

点検計画、復旧計画

改修・維持管理

点検計画、復旧計画

■ センシング・モニタリング

省エネルギー

被害状況確認

省エネルギー

被害状況確認

建設・不動産クラウド

情報システムを「平時」「有事」両方に使う

*建設・不動産クラウドのあるべき姿

プライベート

パブリック



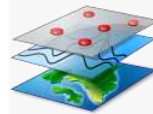
ファシリティデータ、
資産価値



現場状況、センサー
データ



蓄積した技術、経験知



公共施設、インフラ、
地理空間情報



地震観測記録、自然現象、
交通情報



復旧手順（過去事例）



災害時の情報共有化

自社利用
(プライベートクラウド)



社外利用
(パブリッククラウド)



類似事例



緊急時には、
過去の類似事例が参照できる

復旧・復興に役立つ情報は社外で共有し合う

* 自然災害に対するレジリエンス 【Resilience】を高める

- * 大規模な災害に対する備えを万全にする、ことが求められる。
- * しかし、どのような災害に対してもパーフェクトな対策を立てることは困難。



刻々と変化する状況・予期せぬ出来事に対して、
いかに柔軟に対応し、業務を回復するか、が鍵となる。

今回の事例を教訓として活かし、次へ役立てる。

Guideware (ガイドウェア)

*お知らせ



* KKE Vision2011ご案内

発信、工学知。

* 基調講演

- * 東京工業大学 名誉教授／日本建築学会 会長 和田章氏
- * 東日本大震災復興構想会議議長 五百旗頭真氏
- * そのほか、学術・研究機関の第一人者による講演を予定。

* 日程：2011年10月12日～14日

* 場所：ヒルトン東京（西新宿）

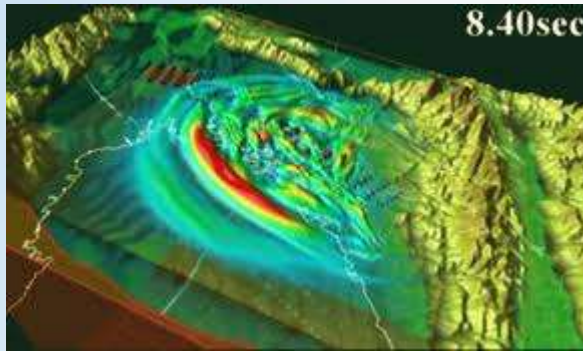
* 参加費：無料

* ご案内サイト

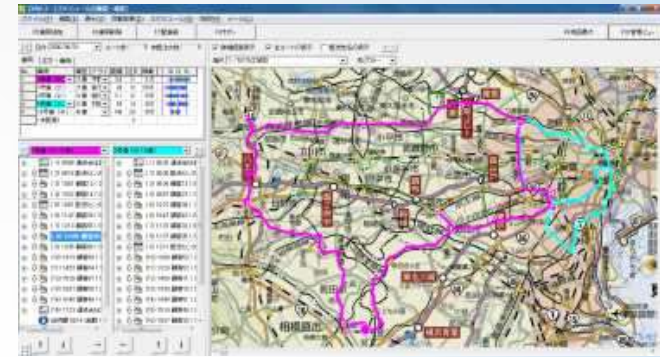
<http://kv2011.kke.co.jp>



* 企業防災セミナー2011（東京）ご案内



長周期地震動による被害予測例



株式会社構造計画研究所

企業防災セミナー2011
～事業継続のために必要なこと～

東北地方太平洋沖地震で特徴的な被害を生じさせた長周期地震動や津波をはじめ、災害リスクへの事前・事後対応に関する最新的话题をご紹介します

* 開催日：2011年6月から全国で開催中。次回は2011年秋を予定

* 場所：次回は東京（中野区）開催予定。

（ご案内は弊社ホームページより配信予定です。）

<http://www.kke.co.jp/>

* 構造計画研究所の防災への取組み

* 周辺の地震環境・敷地地盤の影響を考慮した模擬地震動

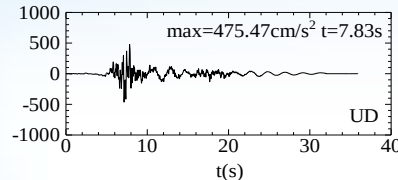
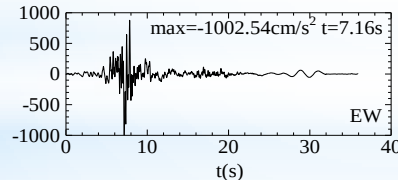
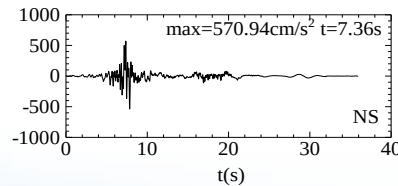
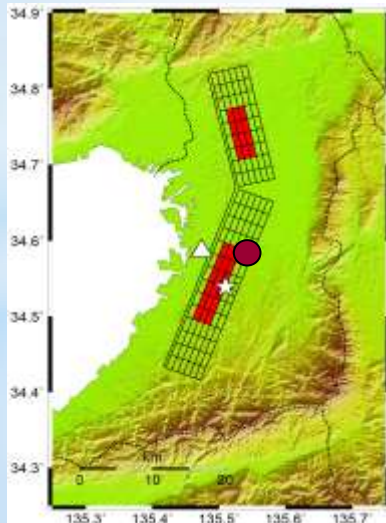
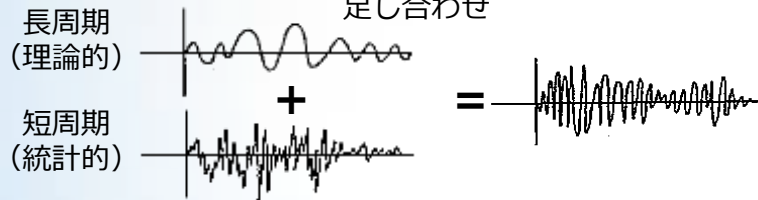
上町断層と大阪平野をモデル化し地震動評価

- 断層パラメータ : レシピ※1に基づき設定
- 手法 : ハイブリッド合成法※2

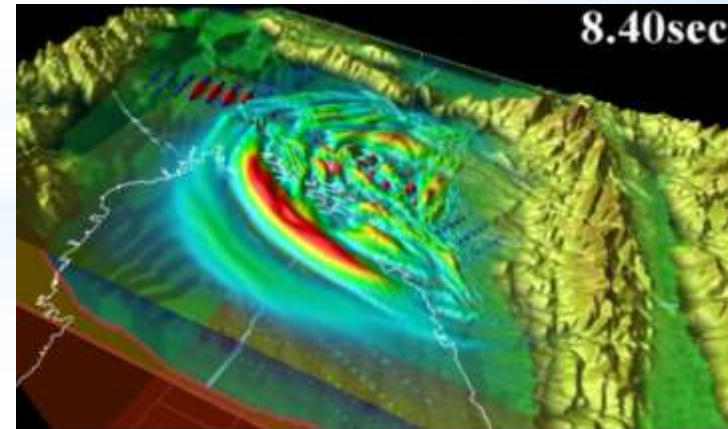
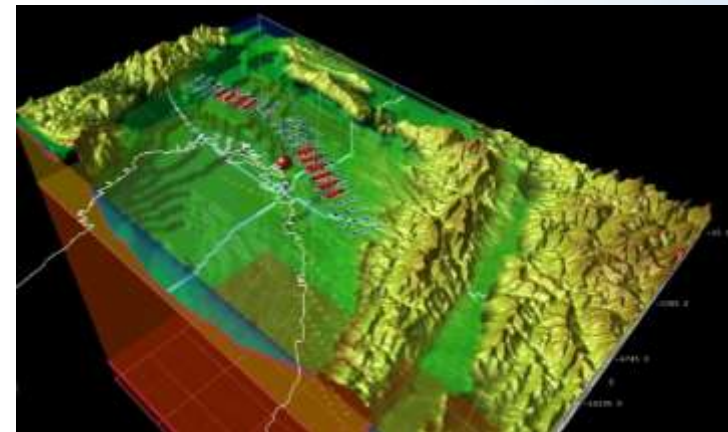
※1地震調査研究推進本部地震調査委員会：震源断層を特定した地震の強震動予測手法（「レシピ」），平成20年4月11日。

※2ハイブリッド合成法

適切な接続周期でフィルタリング、
足し合わせ



強震波形作成の流れ



* 構造計画研究所の防災への取り組み

* 自然現象の予測

* 地震動

経験的手法から断層モデルによる地震動計算まで、各種手法を用意。

* 液状化

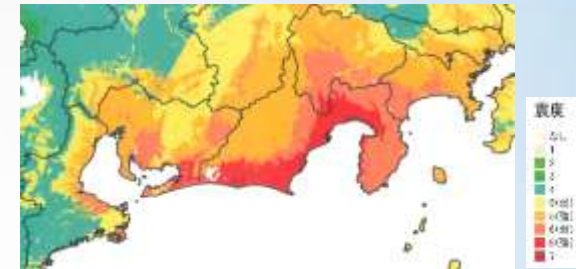
予測された地震動強さと地盤種別から簡便的な評価方法から有効応力解析に基づく方法などが活用可能。

* 斜面崩壊

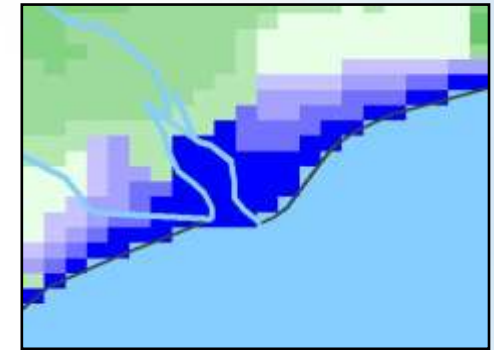
予測された地震動強さから簡便的に評価する方法から、FEMにより斜面をモデル化して動的に斜面のすべりを計算する方法などを活用

* 津波

最大波高・浸水域などを予測。長波方程式を基礎式とした差分法により津波の波高計算や、陸域部への遡上計算を行い、浸水域の評価が可能。



震度分布予測図例



浸水予測図 (浸水ハザードマップ)



津波シミュレーション (最大波高)

* 構造計画研究所の防災への取組み

* 地震による被害予測

* 建物被害

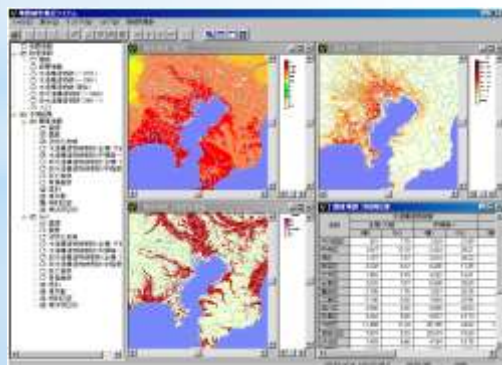
- * 揺れや液状、津波（浸水）による建物被害、火災・延焼による焼失建物、棟数などを予測。また、超高層建物や地下街などの構造物や、役所・学校・病院などの防災拠点となる施設については振動解析などにより個別に被害予測。

* 交通・輸送・ライフライン

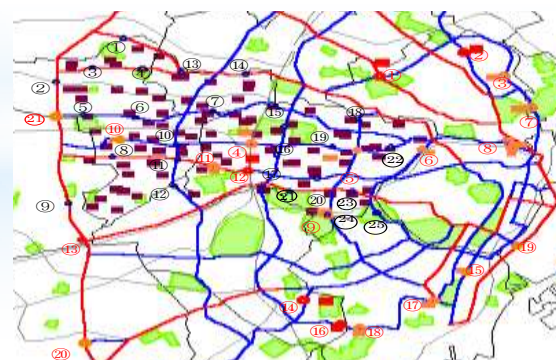
- * 道路、鉄道、港湾、上下水道、ガス、電気、電話などについての被害を予測するとともに、道路・鉄道の機能障害、ライフライン供給支障、復旧日数の推定など機能生活支障について予測。

* 人的被害

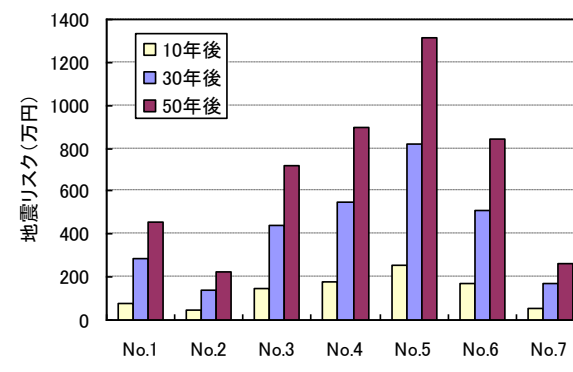
- * 建物の倒壊や延焼などによる死者数、負傷者数、要救出者数などを予測。また、避難者数や帰宅困難者などの推定。



建物の被害予測分布表示例



道路の地震時の損傷確率を計算した例



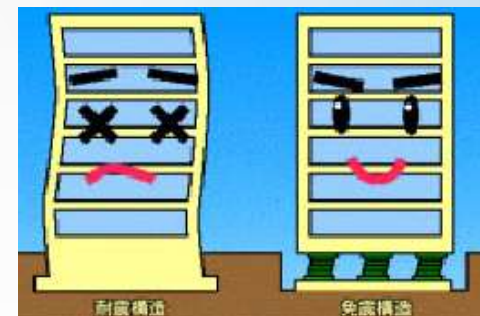
地震リスク（金額）評価例

* 構造計画研究所の防災への取り組み

* 建築物の耐震性能評価 – 耐震診断・耐震補強設計・免制震補強設計 –

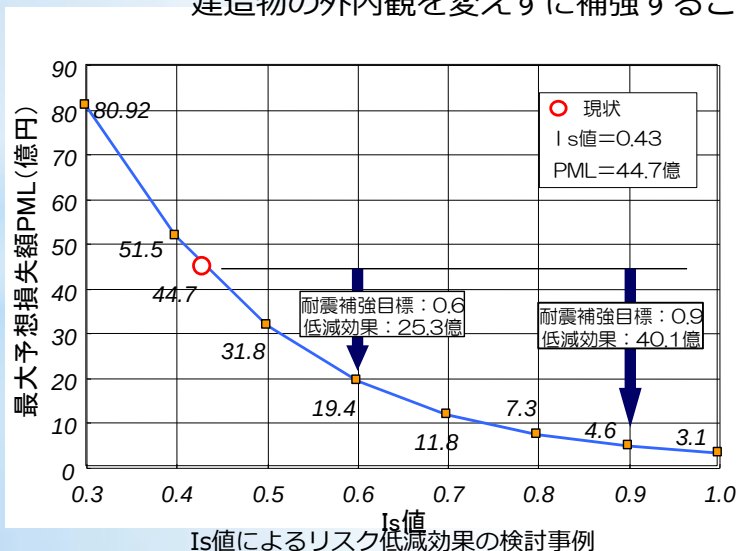
耐震診断

- ◆ **一次診断** 柱や壁が十分に配置されているかどうかのチェックをします。
- ◆ **二次診断** 柱や壁の鉄筋が適切に入れているかどうかのチェックをします。
やや精密な診断になります。
- ◆ **三次診断** 柱や壁に加えて梁の鉄筋も考慮し建物の問題点を精密に診断します。
- ◆ **補強設計** 現在の耐震工学に照らして補強方法の検討を行い改善案を提示します。
また、補強程度の違いによる建物の地震に対するリスクを評価し、
費用対効果を考慮した合理的な耐震対策案を提示します。



補強方法

- ◆ **耐震補強** : 耐震壁などを増やすことにより補強します。
- ◆ **制振補強** : 制振ブレースを設置することにより補強します。
- ◆ **免震補強** : 免震層の設置により補強します。(レトロフィットなど、
建造物の外内観を変えずに補強することが可能です)



オイルダンパー設置例



補強前



補強後

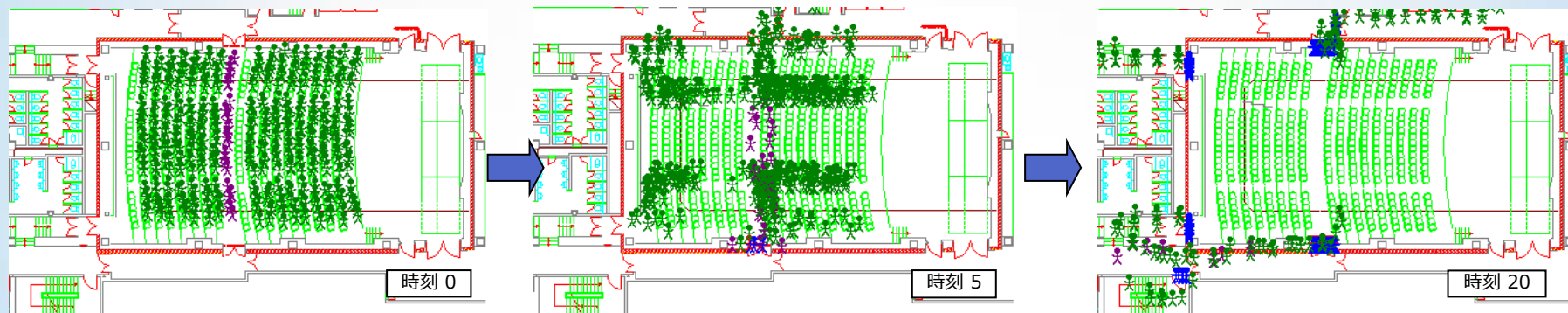
制振ブレース（オイルダンパー）による補強事例

* 構造計画研究所の防災への取り組み

* 屋内の被害シミュレーションと効果的な対策のご提案

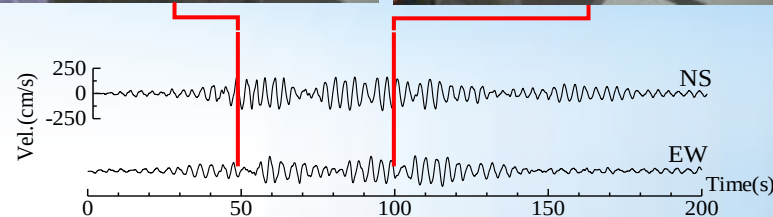
■ VisualSLAMを用いたホール内の避難シミュレーション例

劇場や地下街・百貨店などにおける建物施設内の一斉避難をシミュレーションします。



■ 家具の挙動シミュレーションの例

地震時における収容物の挙動をシミュレーションし、被害を最小限にとどめるための効果的な対策をご提案。



超高層建物上階のオフィスにおける地震時の家具の挙動評価
(東京工業大学翠川研究室との共同研究)

* 大学との連携プロジェクト (一部抜粋)

* 三重大学	津波避難シミュレーション
* 北海道大学	CAD外形抽出
* 九州大学	橋梁の動的不安定問題
* 早稲田大学	不動産金融工学
* 名古屋大学	コンクリート破壊解析
* 熊本大学	立体構造物モデル作成
* 東京工業大学	電波伝搬
* 山口大学	橋梁のサスティナビリティ
* 東京大学	学術創生プロジェクト
* 東京大学	長周期地震動3次元解析
* 東北大学	津波解析シミュレーション
* 電気通信大学	災害時ネットワーク

* 企業理念

提供する価値

大学・研究機関との共同研究
を通して最先端の学問的知見
を蓄積

工学知
(エンジニアリング)

多様な分野の問題へのアプローチ
を通して業界に関する知見と
実践的能力を蓄積

大学・研究機関
海外パートナー

顧客

Science
学問知

Experience
経験知

KKE
組織風土

暗黙知

Ba
組織知

形式知

社員

* 企業プロフィール



大学・研究機関と実業界とをブリッジする
総合エンジニアリング企業

設立	1959年5月6日
代表者	服部 正太
資本金	10億1020万円
従業員	587名(2011/4/1現在)
上場市場	JASDAQ (2000年3月株式公開)

Professional Engineering Design Firm

*まとめ

1. 災害対策におけるクラウド活用のメリット

- * 日本企業に対して事業継続計画の策定／見直しが求められている。
- * 多岐にわたる災害のうち、依然として「地震災害」は高リスク
- * 復旧・復興支援のためにクラウド利用は有効。
- * 日常の備えの段階から適用を検討しておくべき。

2. 準リアルタイム地震情報による被害推定

- * 地震観測網が整備されクラウドによってリアルタイムに取得が可能
- * 公開データと自社データとを被害規模を推定することが可能

3. スマートフォン利用による復旧支援

- * 災害直後の連絡手段の1つの選択肢としてクラウドが利用可能
- * 現在、急速に普及しているスマートフォンなどを使い、現地の状況を知らせるサービス
- * その時の状況と対応方法を記録することも可能

4. 建設・不動産クラウドのあり方

- * 「有事」の時にだけ使うサービスでなく「平時」にも利用できることが望ましい
- * 過去の災害での対応方法を記録し、次に生かすことが必要（ガイドウェア）
- * 災害時には各企業が蓄積しているノウハウを共有して助け合うことが必要

アンケート票もこちらで回収いたします

午前のプログラム会場

*お問合せ先

井野 昭夫（構造計画研究所 デザイン工学部）



03-5342-1132



a_ino@kke.co.jp



<http://www.kke.co.jp/>