

リアルタイム被害推定システム及び 府省庁連携防災情報共有システム「SIP4D」と 今後の展開（その1）

～リアルタイム被害推定・災害情報収集
・分析・利活用システム開発～

防災科学技術研究所 藤原広行

課題⑤の研究開発目標

- ◆ 地震動については、**関東・東海地域を対象とした地域詳細版リアルタイム被害推定・状況把握システム**を構築する。
- ◆ 課題①、②と連携し、**対象地域における津波、豪雨を対象としたリアルタイム被害推定・状況把握システム**を構築する。
- ◆ 他の研究課題・「**気象災害軽減イノベーションハブ**」の研究成果との連携を図る。

リアルタイム被害推定・状況把握システム

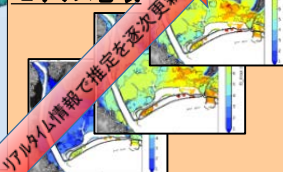
リアルタイム被害推定

地震 対象: 全国

津波・豪雨

対象:
モデル地域

関東・東海地域
詳細・高精度化



250mメッシュ

推定の高精度化の検討

地震被害: 地震動及び
建物の周期特性を考慮

人工知能の研究開発(予定)
3次元地図(モデル構築) +
大規模地震動シミュレーション

建物被害推定

人的被害推定

津波/豪雨浸水被害

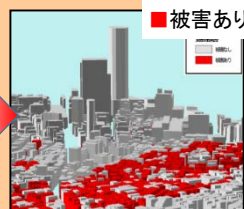
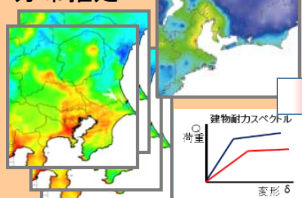
社会実装 自治体や民間企業での活用の促進

3次元地盤モデルの構築

関東・東海地域を対象とした地域詳細版プロトタイプ
システム(地震)

周期特性を考慮した地震動
分布推定

被害推定のイメージ



被害状況把握

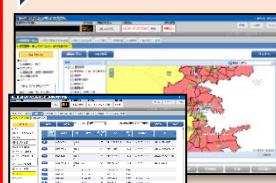
各府省庁や関係機関等で集約される被害状況に
関する情報を取り入れ、推定情報の高精度化、被
害状況の把握



課題④: 情報共有・利活用システム

- ・SIP4D
- ・防災情報サービスPF

災害対応支援のための利活用システム



ユーザーに応じたカスタマイズ

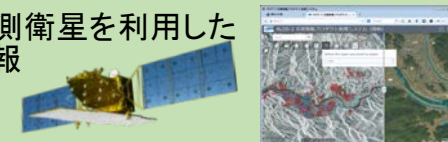
実証実験による機
能・連携の検証



被害状況に関する情報

災害情報収集システム

地球観測衛星を利用した
災害情報



ソーシャルメディアを用
いた災害状況要約情報
(共同研究)



インフラ被災情報

インフラ施設の被害
予測の試行データ

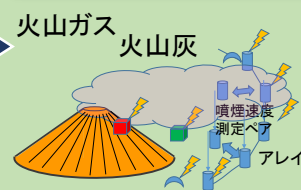


カメラ・SAR画像等
より得られる施設被
害情報



AIによる自動抽出機能の開発

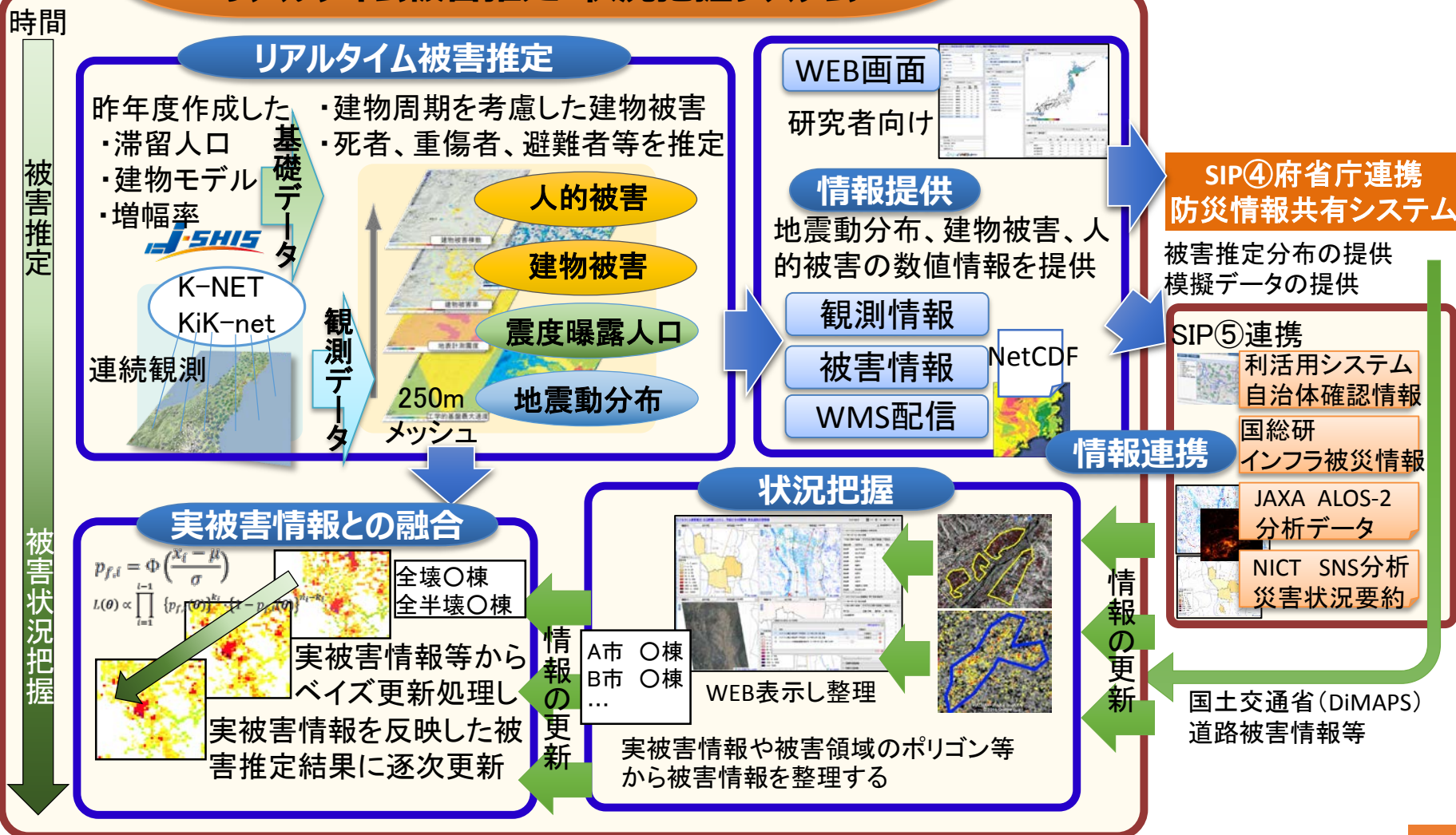
火山ガス等のリアルタイムモニタリング技術開発



野外における運
用試験・実証実験

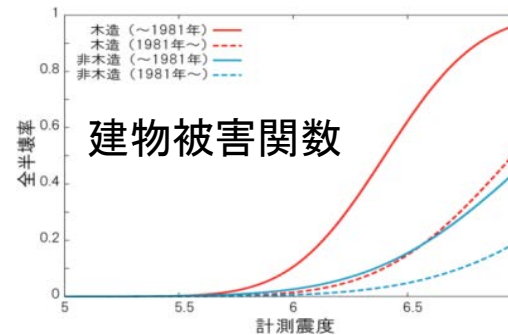
地震動による被害を対象とした全国を概観する リアルタイム被害推定・状況把握システムの完成

地震動による被害を対象とした全国を概観する リアルタイム被害推定・状況把握システム



地震動から建物被害推定までの流れ

地震発生の際に応じて
夜間・昼間・時間帯別人口
を選択
各震度階の揺れに遭遇し
た人口をメッシュ毎に抽出



5種類の組み合わせ
の被害関数

推定結果に幅

データ処理の流れ

震度遭遇人口分布・
建物被害棟数

人口分布・建物分布

地表計測震度

浅部地盤増幅率

工学的基盤最大速度

J-SHIS増幅率

広域地盤モデルに基づく
増幅率(関東、東海地域)

最大速度増幅率

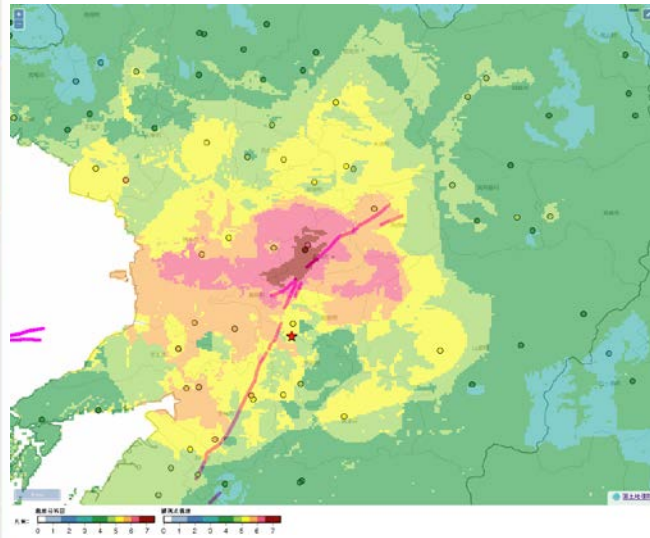
地震動

基礎データ

熊本地震への対応

4/14 前震:M6.5地震

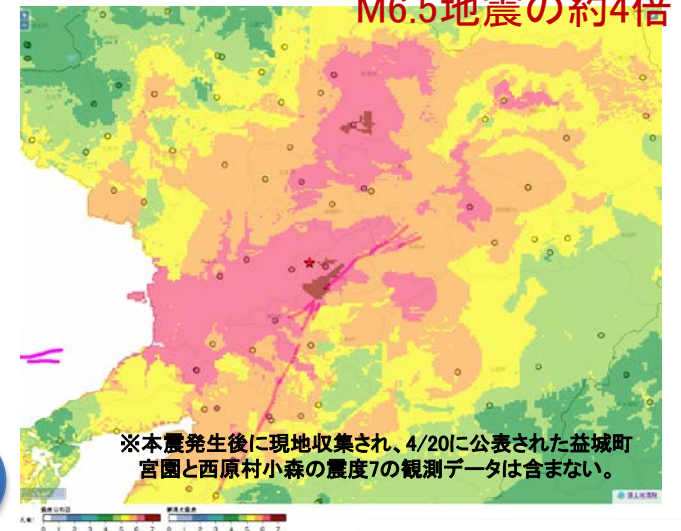
- ・地震発生後29秒後から情報発信を開始
- ・10分程度で建物被害を推定



推定震度

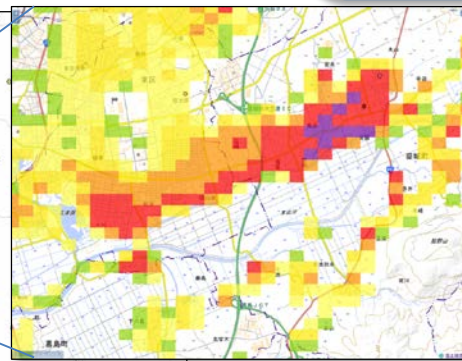
4/16 本震:M7.3地震

- ・地震発生後29秒後から情報発信を開始
- ・11分程度で建物被害を推定

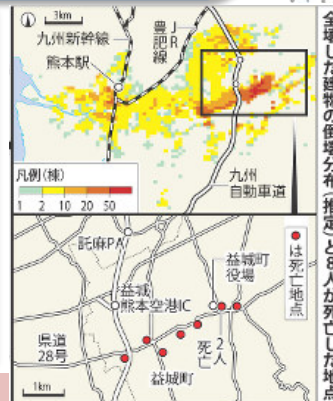


推定全壊棟数

4/15防災科研クライシスレスポンスサイトより公開

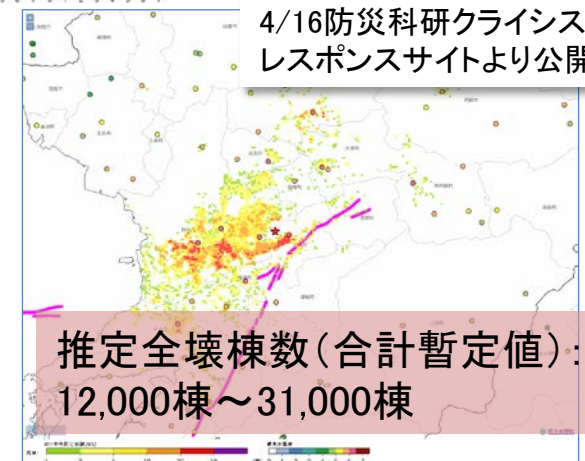


推定全壊棟数(合計暫定値):
6,000棟~14,000棟



~毎日新聞4月16日朝刊~

4/16防災科研クライシスレスポンスサイトより公開



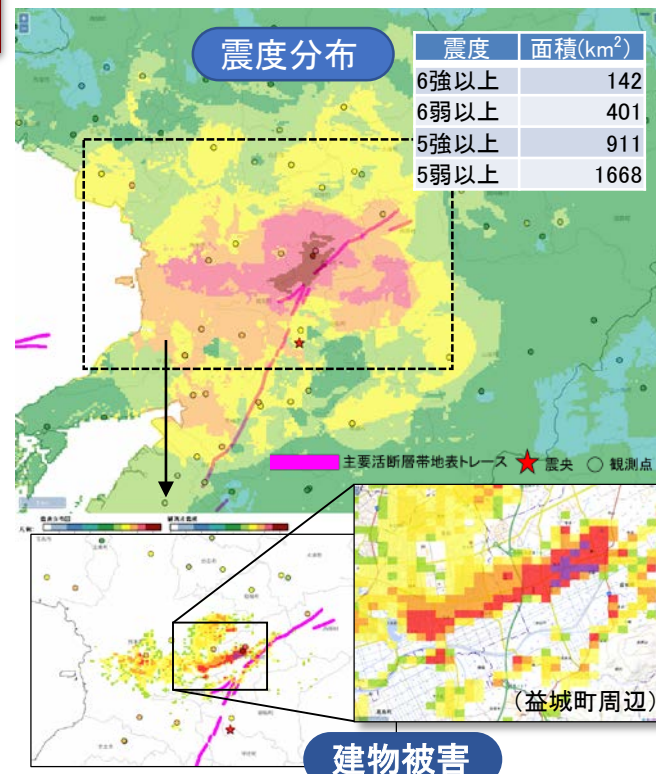
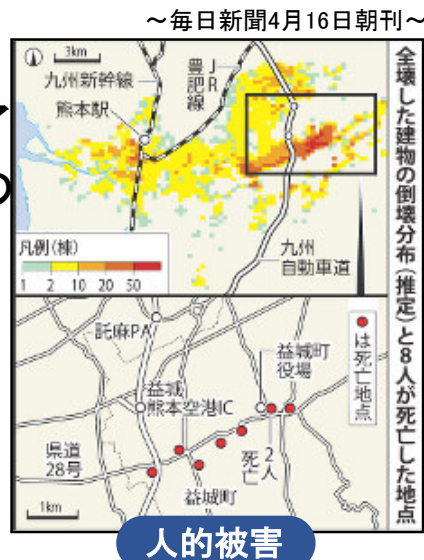
推定全壊棟数(合計暫定値):
12,000棟~31,000棟

※推定に前の地震の影響は考慮していない。

熊本地震対応

■リアルタイム被害推定・状況把握(SIP⑤)

- 熊本地震(M6.5地震):
地震発生から29秒後から情報発信を開始し、10分程度で被害報の提供完了
- 本震(M7.3地震):11分程度で被害報の提供完了
- 建物被害の空間分布は実被害に整合
- 防災科研からは、リアルタイム被害推定情報⑤を情報共有システム④を経由して災害関係機関に提供



課題

- ・建物被害レベルの過大評価
- ・連続地震の建物への影響考慮

▲リアルタイム被害推定システムによる推定結果(M6.5地震)

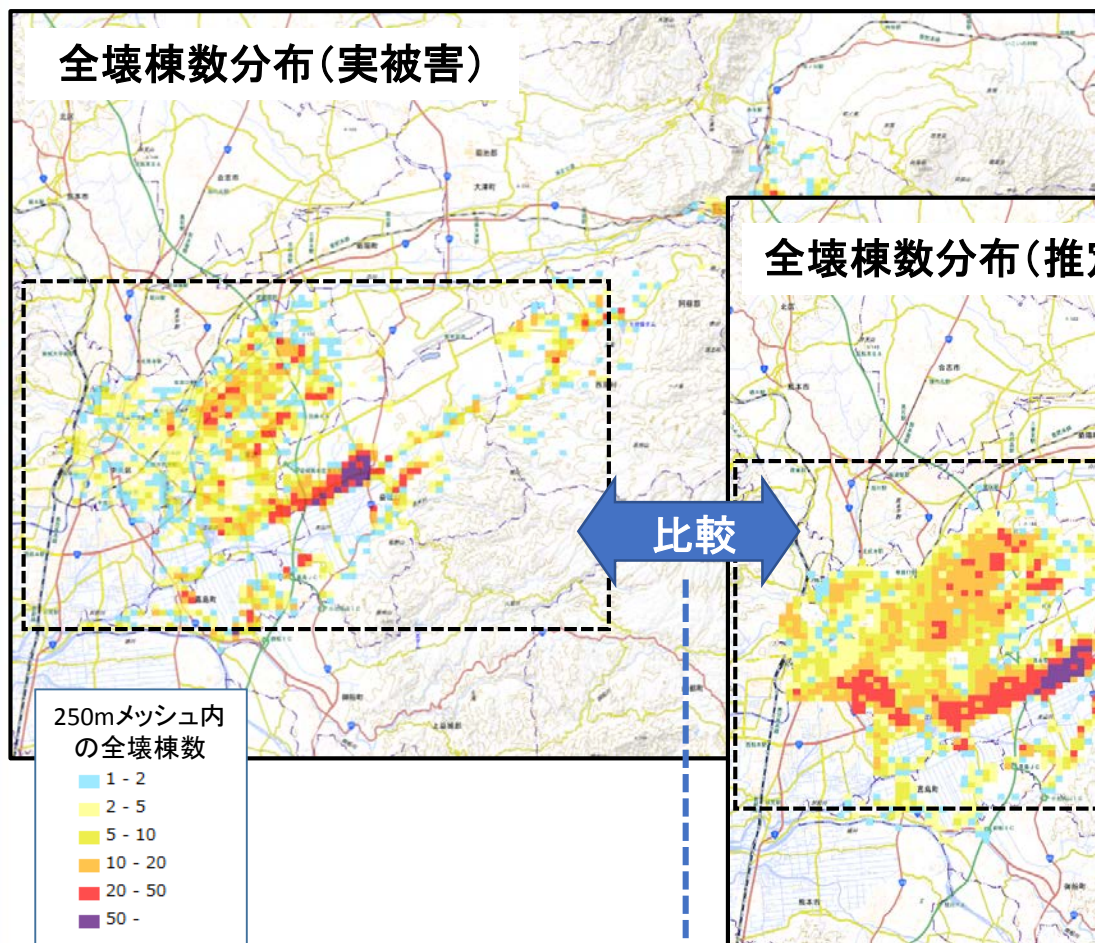


▲熊本地震における被害推定活用の流れ

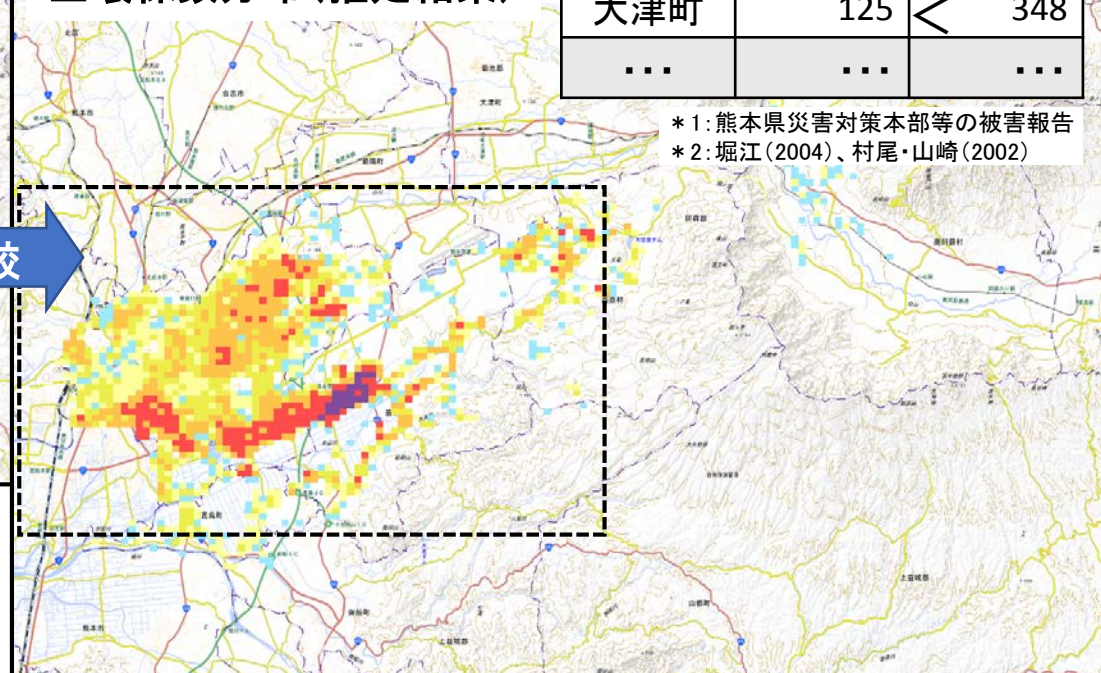
実建物被害と推定建物被害の分布の比較

▼構築したデータデータベースを元に実被害分布図を作成

建物の実被害と推定の比較の一例(棟数)



全壊棟数分布(推定結果)



* 1: 熊本県災害対策本部等の被害報告
* 2: 堀江(2004)、村尾・山崎(2002)

地域	実被害* ¹	推定* ²
熊本市	2,438	< 9,577
益城町	2,714	≒ 2,900
西原村	505	< 669
大津町	125	< 348
...	...	...

- ・定性的な建物被害の空間分布は、実際の被害状況と調和的である。
- ・被害レベルの評価が過大傾向にある。

熊本地震の被害を踏まえた即時被害推定技術の高度化

【概要】

熊本地震による建物等の被害に関するデータ収集及びデータベース化に基づくシステムの高度化、及び繰り返し地震に対する住宅を中心とした中低層の建物被害予測手法の開発。

【航空写真分析】

航空機撮影した垂直写真及び斜め写真等を収集、被害家屋を判読する。



【道路走行画像分析】

車上にカメラを搭載した車両による道路沿道の画像等を収集し、沿道の被害家屋を判読する。



【現地調査データ等分析】

現地で行われた被害調査データ等を収集し、建物の属性(位置、種別、年代等)と突合させる。



データベース構築



【リアルタイム被害推定・状況把握システムの高度化】

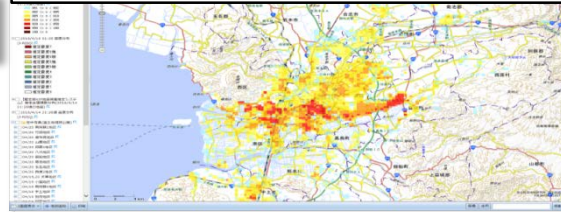
分析結果と建物被害推定結果の比較検証等を実施し、建物被害推定手法の改良を行い、リアルタイム地震被害推定・状況把握システムの高度化を図る。



比較検証

高度化

リアルタイム建物被害推定結果



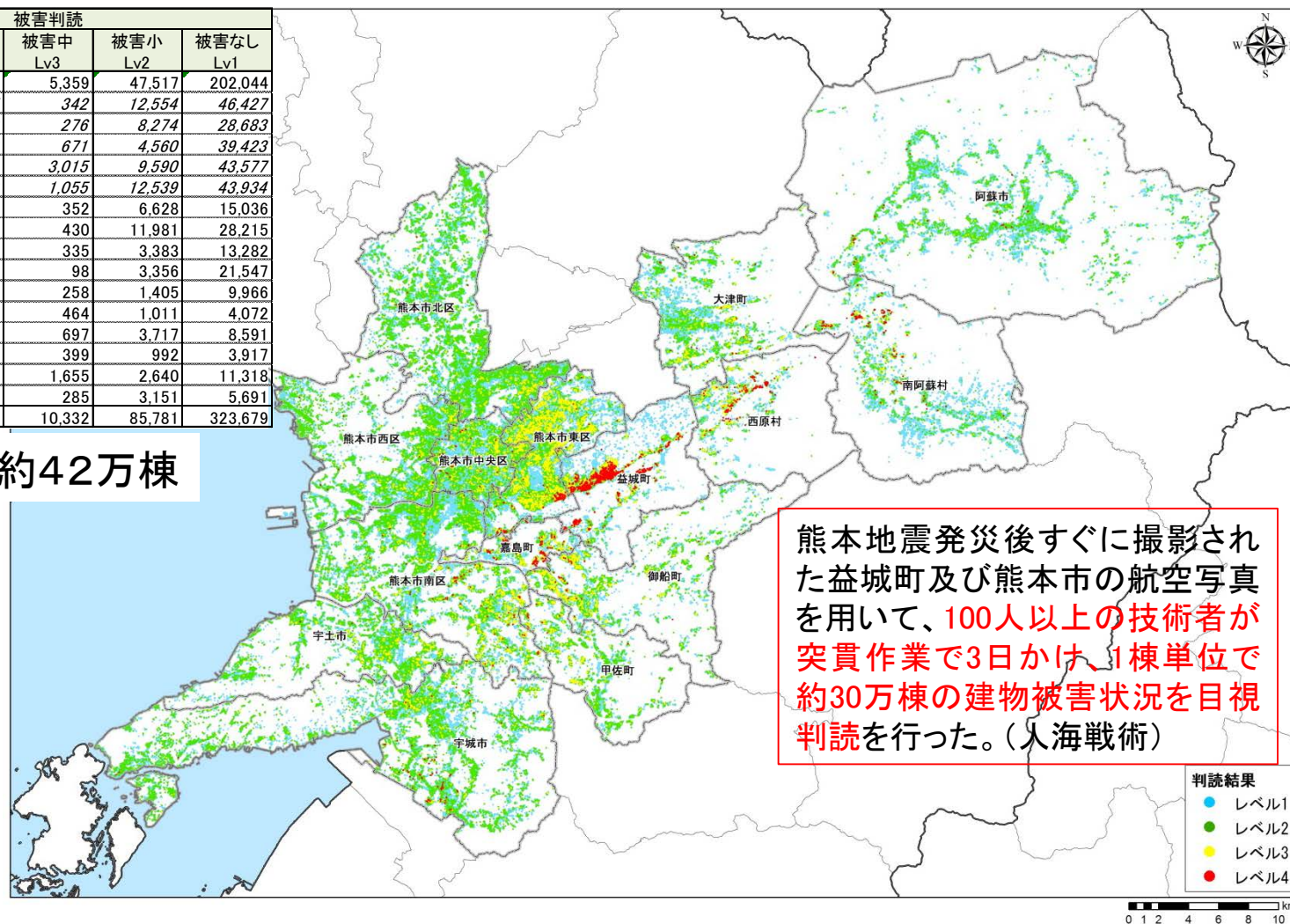
熊本地震の建物被害航空写真判読調査

【本震後の建物被害分布】

建物被害の分布を俯瞰すると、レベル4(被害大)の建物は、震度7を観測した益城町及び西原村に集中的に分布していた。レベル4(被害大)の建物は約2,400棟であり、益城町が約60%を占める。

市区町村	被害判読				
	Lv3+4 (C)	被害大 Lv4	被害中 Lv3	被害小 Lv2	被害なし Lv1
熊本市	5,637	278	5,359	47,517	202,044
北区	347	5	342	12,554	40,427
西区	286	10	276	8,274	28,683
中央区	703	32	671	4,560	39,423
東区	3,166	151	3,015	9,590	43,577
南区	1,135	80	1,055	12,539	43,934
宇土市	354	2	352	6,628	15,036
宇城市	514	84	430	11,981	28,215
大津町	358	23	335	3,383	13,282
阿蘇市	132	34	98	3,356	21,547
南阿蘇村	417	159	258	1,405	9,966
西原村	647	183	464	1,011	4,072
御船町	734	37	697	3,717	8,591
嘉島町	578	179	399	992	3,917
益城町	3,121	1,466	1,655	2,640	11,318
甲佐町	303	18	285	3,151	5,691
合計	12,795	2,463	10,332	85,781	323,679

判読棟数: 約42万棟



建物被害関数の改良検討(過大評価の改善・繰返し揺れの影響の考慮)

■熊本地震の被害調査結果を基に、既往の建物被害関数の改良を図る。

過大評価の改善

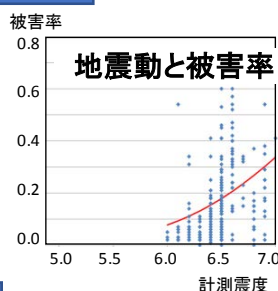
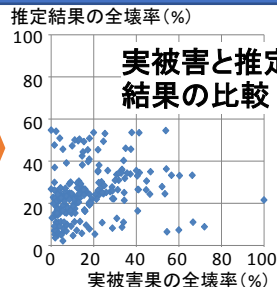
実被害と推定結果と比較



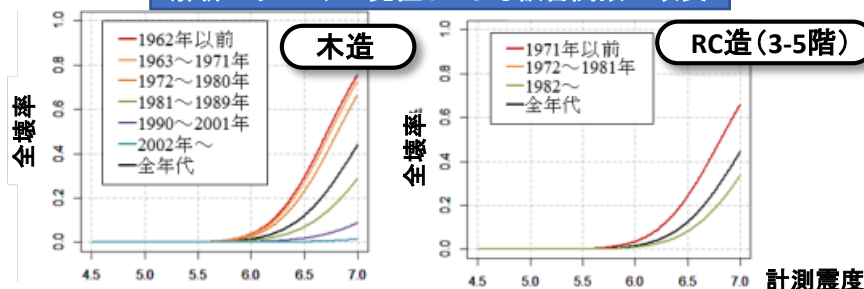
既往地震も含めたDBの評価・分析

既往地震 DB

- ・中越
- ・岩手宮城内陸
- ・東北地方太平洋沖



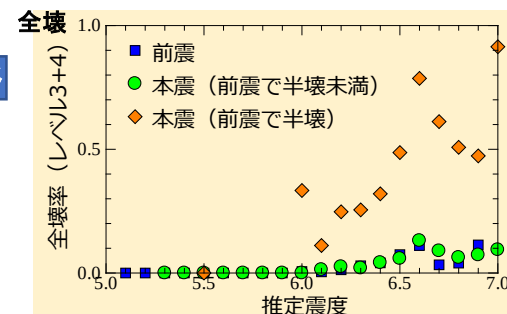
解析パラメータの見直しによる被害関数の改良



繰返し揺れによる影響の考慮

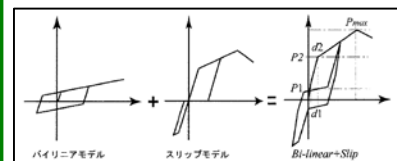
前震と本震による被害の推移

▶前震で半壊程度の被害を生じた住宅が本震を受けたとき、同程度の揺れでも全壊率が大きく上昇(◇)



建物被害推定方法の検討

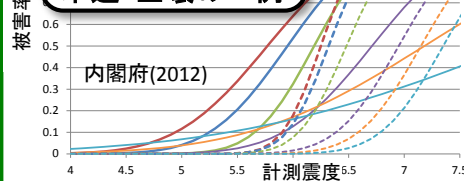
▶半壊した住宅がその後の地震で全壊する確率を評価できる被害関数の開発



▲半壊した建物構造モデルに種々のレベルの地震動を入力して解析

被害関数の構築

木造・全壊の一例



- 繰返し 旧築年(1962年以前)
- 繰返し 中築年①(1963-71年)
- 繰返し 中築年②(1972-80年)
- 繰返し 新築年①(1981-89年)
- 繰返し 新築年②(1990-2001年)
- 繰返し 新築年③(2001年以後)
- 旧築年(1962年以前)
- 中築年①(1963-71年)
- 中築年②(1972-80年)
- 内閣府2012 新築年①(1981-89年)
- 内閣府2012 新築年②(1990-2001年)
- 内閣府2012 新築年③(2001年以後)

繰返し考慮
繰返し考慮なし

地震災害における建物の被害推定精度の向上

地域詳細版地震被害推定システムの開発

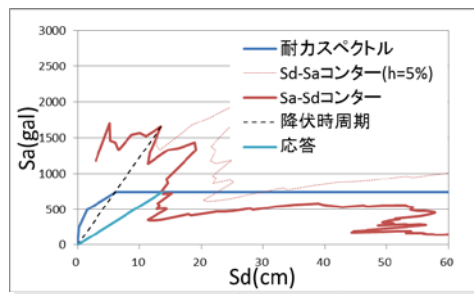
関東及び東海地域で構築する地下構造モデル及び強震連続観測データを用いた地震動の周期特性を考慮した面的な地震動推定、個別建物モデルを用いた建物の周期特性を考慮した地域詳細版被害推定システムの開発を進める。

◆個別建物モデル

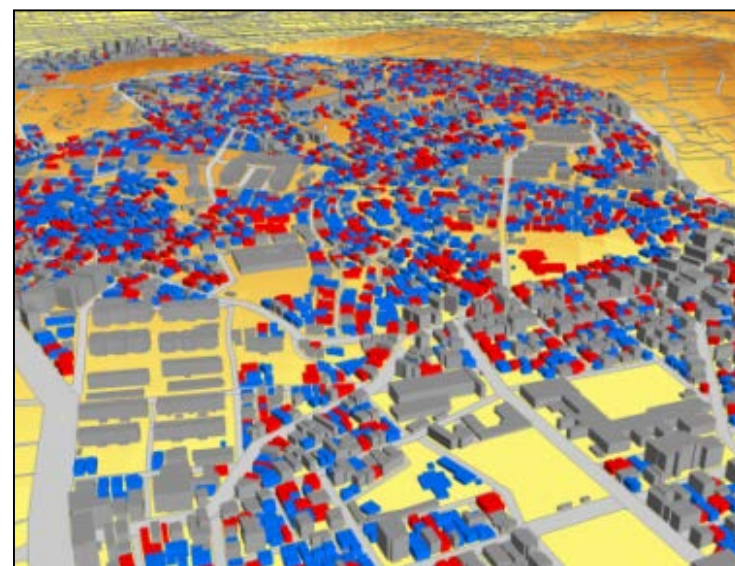
建物タイプ分類別に復元力特性をモデル化



耐カスペクトル法による
個別建物被害の推定

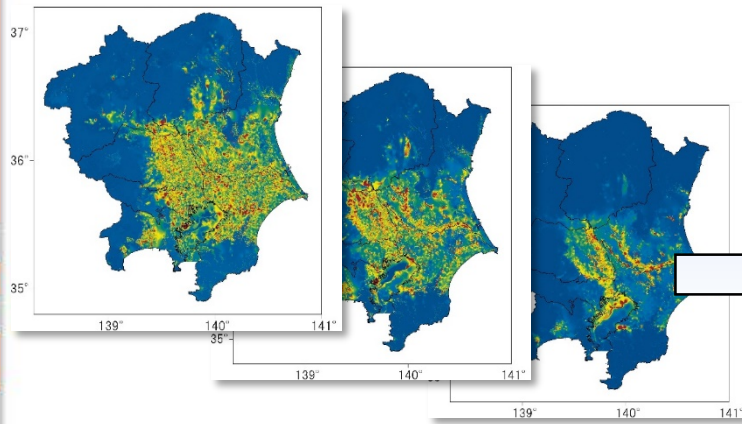


個別建物レベルでのきめ細かい被害推定



◆広域地盤モデル

地震動の周期特性を考慮した
面的な推定が可能



◆強震連続観測データ



震度、最大加速度に加えて、
周期毎の震動に関する情報をリアルタイムに
伝送

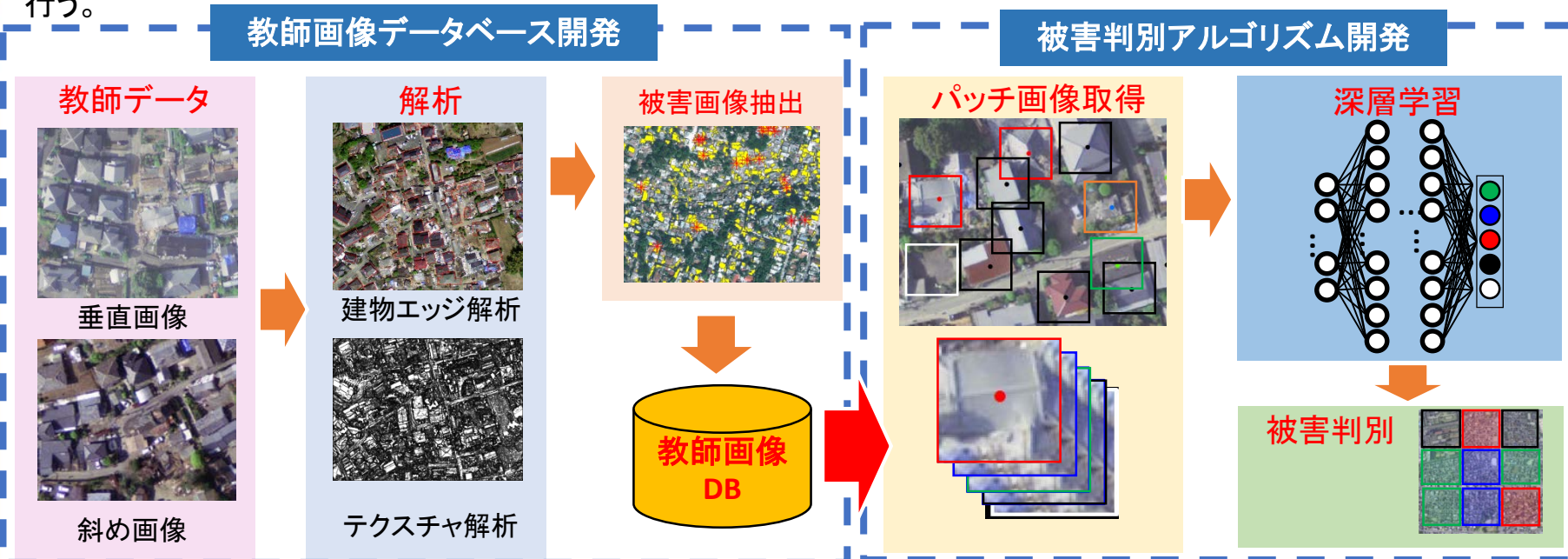
画像情報への深層学習適用による建物被災状況判別手法の開発

■ 背景

- 内閣府による南海トラフ巨大地震の被害想定では揺れにより約62～135万棟に及ぶ全壊建物数が予想されており、広域災害から復旧・復興を進めるためには迅速な被害状況把握が重要である。
- 2016年熊本地震において、航空写真を用いた建物被害状況把握の有効性が示された。
- 人工知能研究の分野ではDeep Learning(深層学習)等の機械学習手法が開発され、画像認識をはじめ各分野で注目を集めている。

■ 事業概要

熊本地震において取得された航空写真等を用い、被災度判定チャートに基づく人間の判定方法を深層学習を用いてシステムに学習させ、大量の調査データから建物被害を半自動、あるいは自動的に判別する手法の開発を行う。



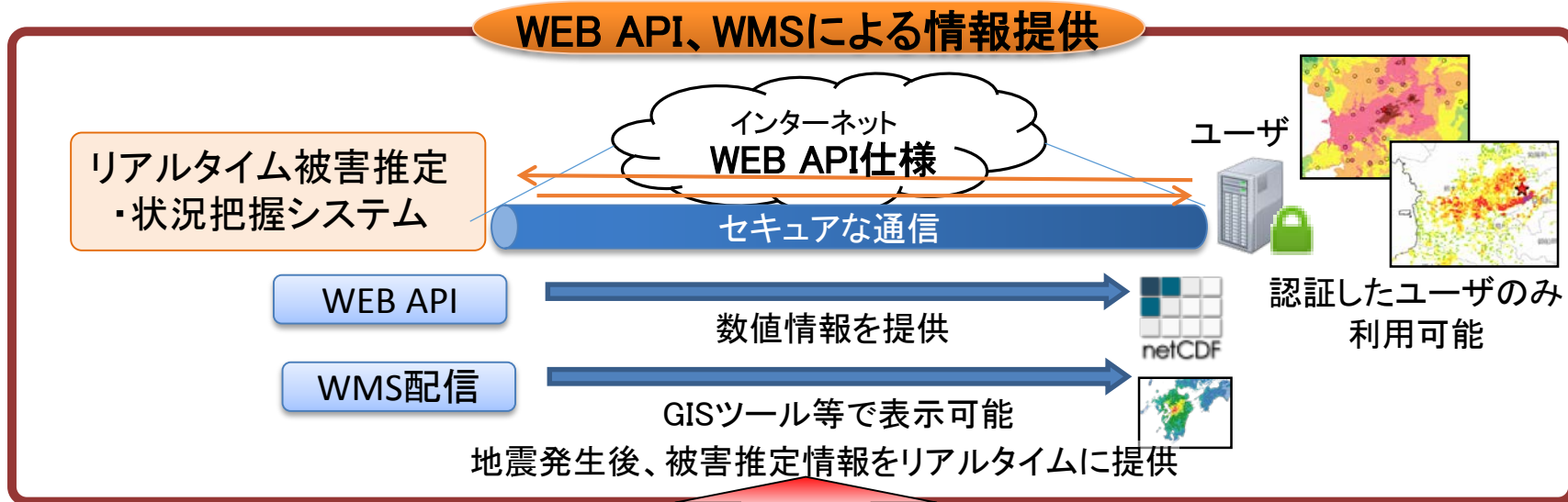
■ 期待される効果

巨大地震により広域にわたり建物被害が発生した場合に、被害状況を迅速に把握可能にすることで、発災後の対応の適切な意思決定に資するとともに、被害認定調査の優先順位付けや罹災証明発行効率化等の復旧・復興活動に資する。

被害推定情報の提供 (WEB API、WMS)

リアルタイム被害推定・状況把握システムより、各種地震動分布、震度曝露人口、建物被害推定結果(全壊、全半壊棟数)、人的被害推定結果を、WEB APIを用い、2次利用可能な数値データとして提供している。

WEB API、WMSによる情報提供



地震被害推定情報(地震動分布、建物被害、人的被害)

提供データ

2種類の地盤増幅率:



地震動分布

地表	震度
	最大速度
	最大加速度
	SI値
工学的基盤	最大速度
	最大加速度

震度曝露人口

5弱以上、5強以上、	250mメッシュ
6弱以上、6強以上	都道府県別
× 昼間・夜間・発生時	市区町村別

建物被害

全壊・全半壊棟数	250mメッシュ
× 構造物 × 年代等	都道府県別
	市区町村別

建物被害は、建物周期を考慮した被害関数等を追加し、7種類の手法による推定結果を提供する。
人的被害は、中央防災(2012)等の手法による被害結果を提供する。

人的被害

死者、重傷者、 負傷者、避難者等	250mメッシュ
	都道府県別
	市区町村別

災害情報の流れと社会における活用のイメージ

SIP⑤ (被害推定・状況把握システム)



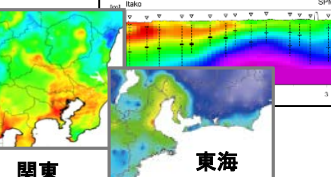
リアルタイム被害推定

地震

K-NET・KiK-net

連続観測

3次元地盤モデル



関東

東海

推定震度分布

建物被害推定

人的被害推定

津波／豪雨

津波/豪雨浸水被害

推定

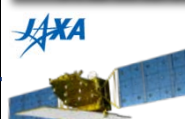
融合

推定の高精度化

関係機関からの災害情報データ

災害情報収集システム

インフラ被災情報



地球観測衛星を利用した災害情報



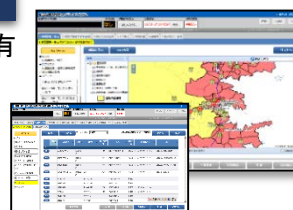
SNSを用いた災害状況要約情報



カメラ・SAR画像等より得られる施設被害情報

利活用システム

- ・国と自治体等の情報共有
- ・意思決定支援機能



コンソーシアム



テストフィールドの提供

防災情報の利活用

BCP (事業継続計画)

商品企画

CSR (企業責任)

付加価値創成

民間企業

研究機関

市町村

都道府県

SIP4D



(府省庁連携防災情報共有システム)

建物被害推定データ

避難者数・避難所情報

道路交通規制状況

統合加工処理による情報作成

災害対応の迅速化・円滑化

府省庁

政府災対

内閣府

国交省

地理院

厚労省

農水省

…等

防災科研クライシスレスポンスサイト (NIED-CRS)

