



REIC ニュース

No.11
2018 Oct

特定非営利活動法人
リアルタイム地震・防災情報利用協議会



この度の、平成30年北海道胆振東部地震により被災されました多くの方々に、心よりお見舞い申し上げますとともに、一日も早い復興をお祈り申し上げます。

本号では、航空写真による熊本地震の被害調査について、REIC賛助会員でもある東京工業大学 松岡昌志教授の寄稿を掲載いたします。

コンテンツ

◆ 特集（別刷）：2016年熊本地震後の航空写真を用いたDeep Learningによる建物被害推定

東京工業大学 環境・社会理工学院 教授 松岡昌志

◆ REIC活動報告：日本防災産業会議、防災科学技術研究所と合同プレスリリース

◆ REIC活動報告：平成30年度 第2回 デ活シンポジウム，イザ！カエルキャラバン！in 上野

◆ 事務局より

◆ REIC調査報告：平成30年北海道胆振東部地震

REIC理事長 大保直人

◆ 地震データ：2018年7月～9月



REIC活動報告：日本防災産業会議、防災科学技術研究所と合同プレスリリース

REICは、日本防災産業会議と国立研究開発法人防災科学技術研究所と合同で、8月31日付で「地震時の各拠点の建物被害推定情報、会員企業に即時配信 防災科研の研究成果を活用」と題し、プレスリリースを行いました。

日本防災産業会議(以下、防災産業会議)は、会員企業26社、連携機関4団体(2018年8月現在)から成る産官学の横断的メンバーで設立され、防災産業の一層の育成強化や防災分野でのイノベーション創出を進め、国内および国際社会が求める防災対策・危機管理ニーズに積極的に応えることを活動目的としている団体です。昨年10月にREICが立ち上げた「ハザード・リスク実験コンソーシアム」に、防災産業会議は今年6月から参画しました。

防災産業会議は、同機関の配信実験に登録した会員にむけて、地震発生10～15分後に、各拠点の地震被害推定情報を、REICのサーバーから会員企業宛にメール配信し、各拠点の被害情報把握や事業継続計画(BCP)、災害対応支援などの産業別のニーズに応じた立案・実施に役立てるようにしました。さらに、鹿島建設株式会社が開発したソフトウェアシステムを利用し、参加会員企業の登録拠点ごとの構造被害判定や被害発生確率、推定震度、地表最大速度、地表最大加速度などをわかりやすいリストの形で表示できるようにしました。

プレスリリースの内容については、REICホームページにPDFデータを掲載していますので、そちらをご参照ください。



日本防災産業会議

Disaster Risk Reduction Industry Conference of Japan



●「平成30年度 第2回 デ活シンポジウム」パネルディスカッション報告

国立研究開発法人防災科学技術研究所(以下、防災科研という)が主催する、「平成30年度 第2回 デ活シンポジウム」が、9月19日(水)に全国町村会館ホールにて開催されました。本年第2回のシンポジウムでは、「マルチデータインテグレーションシステムによる首都圏の詳細な地震動の把握に向けて」と題し、地震観測データなどの利活用について、企業担当者と防災科研の研究者からのプレゼンテーションのほか、パネルディスカッションが行われました。このパネルディスカッションには、REIC大保直人理事長が登壇しました。

パネルディスカッションは、「多様なデータの統合による社会的な共通価値の創出に向けて」と題して行われました。モデレーターは、首都圏レジリエンスプロジェクト(forR)総括でもある東京大学地震研究所 平田直教授が務められました。この中で、データの共通価値について意見交換がされ、REIC大保理事長からは、これまで民間企業等がデータを構築するため費用を投じてきたことを踏まえると、データを共有するにはある程度の対価が必要であることや、そのデータを集約するための組織の必要性について提言されました。

本シンポジウム パネルディスカッションの報告は、REICホームページにも掲載していますので、詳細等は、そちらをご参照ください。



平成30年 第2回 デ活シンポジウム



パネルディスカッション

●「イザ！カエルキャラバン！in 上野」報告

9月22日(土)に、「イザ！カエルキャラバン in 上野」が台東区社会福祉協議会にて開催されました。REICは本事業に協力して3年目になります。今年も子供たちの防災体験プログラムとして「防災クイズ」と「防災紙芝居」を行いました。

開催日当日の午前中に雨が降っていたこともあり、「防災クイズ」では、特に台風や豪雨に関するクイズに関心が集まりました。難しい内容のクイズには、保護者の方も一緒に参加いただき、防災について家族みんなで考えることの重要性についても理解いただきました。NPOとして、地域へ貢献することの第一歩となる活動でもあるこのイベントには、今後も積極的に参画していく予定です。



イザ！カエルキャラバン！in 上野

事務局より

●「第18回 国土セイフティネットシンポジウム」のご案内

【総合テーマ】 日本経済を直撃する巨大災害リスク ～ 企業に求められる災害への備え ～

特別講演に、名古屋工業大学 社会工学専攻経営システム分野 渡辺研司教授をお招きいたします。また、パネルディスカッションにより企業側と研究側の意見交換も行われます。参加お申込みは、第23回「震災対策技術展_横浜」のホームページから11月下旬頃より受付いたします。

日 程：平成31年2月7日(木) 13:00～17:00
会 場：パシフィコ横浜 アネックスホール I・J会場
主 催：国立研究開発法人防災科学技術研究所

特定非営利活動法人リアルタイム地震・防災情報利用協議会



「震災対策技術展」横浜ホームページ
<https://www.shinsaiepo.com/yokohama/>

☞ 上記イベントの詳細につきましては、随時、メールマガジン・REICホームページ・Facebookにてご案内いたします。

REIC調査報告：平成30年北海道胆振東部地震

北海道胆振東部地震は、2018年9月6日3時7分に、胆振地方中東部を震源とし、マグニチュード 6.7(暫定値)、震源の深さは37 km(暫定値)の地震で、厚真町で震度7、安平町・むかわ町で震度6強、千歳市・日高町・平取町・札幌市東区で震度6弱を観測した¹⁾。

過去に胆振地方中東部では、2017年7月1日23時45分に、マグニチュード5.1、震源の深さ27 kmの地震が発生し、安平町で最大震度5弱を観測している。

今回の地震では、厚真町の斜面崩壊、札幌市清田区の液状化被害(2003年十勝地震でも液状化が発生)および火力発電所の緊急停止²⁾により約295万戸の停電が発生した。住宅の全壊数は、札幌市48棟、江別市1棟、北広島市13棟、厚真町44棟、安平町63棟、むかわ町17、北海道内の45市町村において最大57,138戸の断水が発生した³⁾。

9月23日に、むかわ町、厚真町および安平町を訪問した。

むかわ町の道の駅「むかわ四季の館」は、ボランティアセンター兼避難所として利用されていた。この施設の周辺では、地盤が約5cmの沈下、また水路の周辺地盤では、約10cmの沈下が発生していた。

むかわ町内では建物被害が発生しており、手付かずの状況であった。図-1は建物被害の一例を示す。鵒川の堤防の天端に発生した亀裂はブルーシートでカバーされていた(図-2参照)。なお橋梁の被害は目視では確認できなかった。

むかわ町から安平町を繋ぐ10号線沿いの被害状況は、厚真町周辺では斜面崩壊、道路路肩の被害の復旧状況が数多く確認できた。

むかわ町から厚真町、安平町に抜ける10号線では、橋梁取付け部の段差の補修跡、道路路肩被害の補修跡、および斜面崩壊が数多く発生していた。図-3は、厚真町豊沢で道路補修後に約15cm道路のずれが発生し、この延長上に存在する倉庫の被害を示す。なおここは、Googleのストリートビューによれば地震前から道路にずれが発生していたようである。

図-4は安平町でのマンホールの浮き上がり被害、この道路に沿ってマンホール被害が発生していた。

苫小牧東港では、護岸周辺に液状化の噴砂後が確認できたが、建屋近傍の被害の詳細は確認できなかった。

参考文献

- 1) 気象庁:「平成30年北海道胆振東部地震」について(第7報)
- 2) 北海道電力:停電の状況について(2018年9月6日6時現在)
- 3) 内閣府:平成30年北海道胆振東部地震に係る被害状況等について(2018年9月27日18時現在)



図-1 むかわ町での建屋の被害



図-2 鵒川堤防の被害ブルーシート



図-3(a) 10号道路のずれ



図-3(b) 倒壊した倉庫



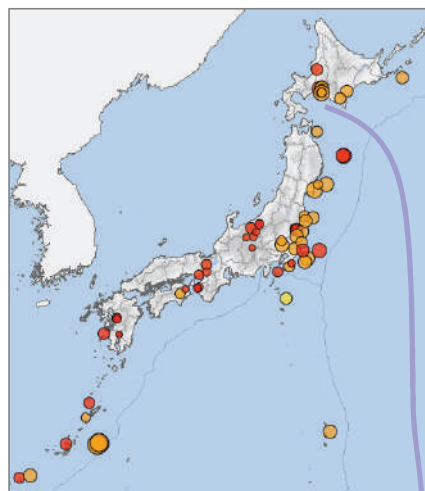
図-4 安平町での水道の被害状況

地震データ：2018年7月～9月

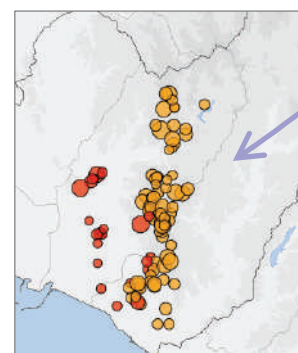
地震データ：2018年7月～9月 震度4以上

発生日	発生時間	震央地名	緯度	経度	深さ	M	最大震度
9月30日	17:54	日高地方西部	42° 32.9' N	141° 59.3' E	37km	M4.9	4
9月18日	17:11	埼玉県南部	36° 02.9' N	139° 47.9' E	77km	M4.3	4
9月17日	2:51	胆振地方中東部	42° 43.0' N	141° 51.7' E	28km	M4.6	4
9月14日	6:54	胆振地方中東部	42° 40.6' N	141° 57.1' E	26km	M4.6	4
9月12日	18:24	胆振地方中東部	42° 40.5' N	141° 59.1' E	33km	M4.5	4
9月11日	19:07	胆振地方中東部	42° 49.2' N	141° 59.7' E	34km	M4.2	4
9月11日	4:58	胆振地方中東部	42° 42.7' N	142° 00.3' E	31km	M4.5	4
9月10日	23:58	千葉県南東沖	35° 03.9' N	140° 13.5' E	35km	M4.7	4
9月9日	22:55	胆振地方中東部	42° 46.8' N	141° 59.0' E	35km	M4.9	4
9月8日	18:21	胆振地方中東部	42° 41.7' N	141° 58.1' E	34km	M4.2	4
9月7日	22:43	胆振地方中東部	42° 44.7' N	142° 01.3' E	36km	M4.4	4
9月7日	13:25	胆振地方中東部	42° 42.0' N	141° 58.2' E	35km	M4.5	4
9月6日	6:11	胆振地方中東部	42° 40.2' N	142° 00.9' E	38km	M5.4	5弱
9月6日	6:04	胆振地方中東部	42° 41.1' N	141° 59.5' E	31km	M4.4	4
9月6日	4:10	胆振地方中東部	42° 40.7' N	141° 59.3' E	32km	M4.7	4
9月6日	3:32	胆振地方中東部	42° 43.4' N	141° 59.9' E	34km	M4.6	4
9月6日	3:23	胆振地方中東部	42° 47.8' N	141° 58.5' E	32km	M4.8	4
9月6日	3:20	胆振地方中東部	42° 34.3' N	141° 56.9' E	36km	M5.5	4
9月6日	3:17	胆振地方中東部	42° 37.6' N	141° 57.8' E	33km	M4.7	4
9月6日	3:07	胆振地方中東部	42° 41.4' N	142° 00.4' E	37km	M6.7	7
9月5日	5:11	茨城県沖	36° 28.5' N	141° 20.2' E	60km	M5.5	4
8月22日	18:23	熊本県熊本地方	32° 42.8' N	130° 39.7' E	12km	M4.1	4
8月11日	6:11	福島県沖	37° 09.4' N	141° 11.7' E	20km	M5.0	4
7月31日	17:42	福島県沖	37° 09.3' N	141° 13.7' E	21km	M5.8	4
7月25日	7:31	熊本県熊本地方	32° 43.3' N	130° 47.8' E	5km	M4.4	4
7月17日	4:34	茨城県沖	36° 25.8' N	140° 41.5' E	52km	M4.8	4
7月16日	2:13	日高地方東部	42° 19.2' N	142° 59.8' E	55km	M4.9	4
7月7日	20:23	千葉県東方沖	35° 09.9' N	140° 35.5' E	57km	M6.0	5弱

地震データ：2018年7月～9月 震度1以上



胆振地方中東部：2018年7月～9月 震度1以上



- 深さ 0～30km
- 深さ 30km～100km
- 深さ 100km～300km
- 深さ 300km～

気象庁「震度データベース」による、2018年7月～9月末までの地震データを掲載します。

上記リストは、震度4以上の地震を発生日順で列記しています。

右上地図は、震度1以上の地震の発生場所を記しています。

なお、この間に発令された緊急地震速報は、警報：3回（千葉県東方沖、胆振地方中東部：2回）、予報：271回となります。

9月6日に発生した北海道胆振地方中東部の地震は、最大震度7を計測し、期間中に100を超える有感地震がありました。

また、上記リストには載らないものの、沖縄本島近海では、9月15日以降 M3以上の地震が多数発生し、緊急地震速報予報が46回発令されています。

編集後記

REICニュースの発送にあたり、皆様のイベント開催告知や新商品等のPRなどのご案内が可能です。資料同封のご希望ございましたら、事務局までお気軽にご相談ください。秋の夜長、たまには夜空をゆっくり眺めて、空駆ける天馬ペガスス座を探してみてもいかがでしょうか。



REICニュース No.11

編集・発行 特定非営利活動法人 リアルタイム地震・防災情報利用協議会

〒111-0054 東京都台東区鳥越2-7-4 エス・アイビル4F

TEL: 03-5829-6368 FAX: 03-3865-1844

URL: <http://www.real-time.jp/> E-Mail: reic_jimukyoku0305@eq7realtime.org

発行日 2018年10月

※本文記事・写真等は許可無く複製、配布することを禁じます。

2016 年熊本地震後の航空写真を用いた Deep Learning による建物被害推定

東京工業大学 環境・社会理工学院
教授 松岡 昌志

地震による建物被災状況の迅速な把握は、復旧・復興計画、生活再建の判断材料になるために重要である。被災状況の調査は、調査員に知識や経験が求められ、ほとんどの場合、現地に赴くこととなるため時間がかかる。一方、建物被害を早急に推定する方法として、被災地を観測した人工衛星や航空機からの画像を用いた目視判読やテキスト解析等の画像処理があるが、多大な時間と労力が必要であったり、抽出できる建物被害が甚大なものに限られたりするなど実用化には課題が残る。近年、機械学習のひとつである Deep Learning と呼ばれる手法が画像や音声認識などの分野で注目を集めている。その中でも、畳み込みニューラルネットワーク（以下、CNN）は人と同等かそれを上回る精度で物体カテゴリ認識が可能であるとの報告がある。そこで、本報では、2016 年熊本地震発生後に被災地の建物を撮影した航空写真の画像と、その画像に基づき目視判読した被害程度を CNN で学習させ、現地調査による被害程度との比較を行った研究について紹介する。

まず、益城町の約 3,500 棟を対象に、EMS-98¹を参考にして建物の被害程度（D1～D5）を航空写真から目視で判読した。この内、D0（無被害）と D5（大破）の約 1,000 棟の画像を CNN に入力し、画像から 2 クラス（D0 か D5）に判別するモデルを作成した（モデルの判別精度は約 90%）。なお、このモデルは画像を入力した際に、写っている建物の被害程度について、D5 の確率が何パーセントかを表す指標（確信度）も出力する。そこで、約 3,500 棟の建物の画像にモデルを適用して、現地調査による被害程度（D0～D6、なお、D6 は倒壊）と CNN 確信度の関係を調べたところ（図 1(a) 参照）、確信度を用いることで D0 や D5、D6 は精度よく判別できることがわかる。しかし、D2～D4 のような小中程度の被害については確信度の中央値や四分位範囲が示すように判別することが困難である。詳細な判別が出来ない大きな原因は画像に写っている被害箇所は限られているからである。

そこで、画像からは判断できない被害状況を補足する目的で、建物の立地場所における計測震度（QuiQuake²から推定）から震度画像を作成して、航空写真と一緒に CNN に学習させて、判別モデルを再構築した。モデルによる確信度と現地調査による被害程度を図 1(b)に示す。D2～D4 について、確信度の中央値や四分位範囲は被害程度に応じてやや違いがみられ、Mann-Whitney U test³による有意差検定からは、隣り合う被害程度との間で確信度には有意な差があることがわかった。作成した判別モデルを益城町の航空写真に適用し、建物ごとに確信度を求めた結果を図 2 に示す。現地調査による被害分布との対応は比較的よい。

¹ European Macroseismic Scale 1998 の略で、European Seismological Commission が提案する建物被害程度の分類基準

² 国立研究開発法人産業技術総合研究所が開発、運用している地震動マップ即時推定システム (<https://gbank.gsj.jp/QuiQuake/>)

³ ノンパラメトリックなデータに対する有意差検定手法のひとつ

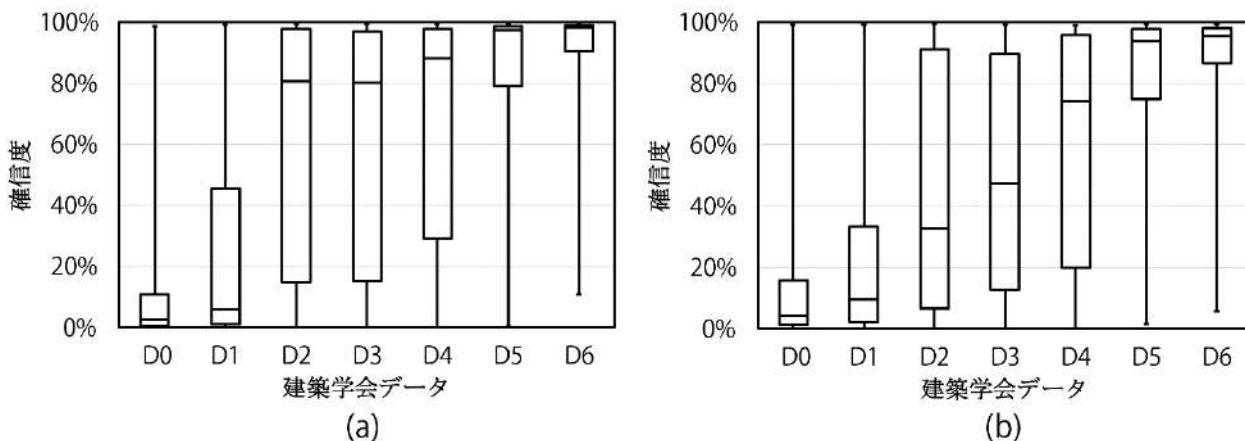


図1 CNNによる確信度と現地調査による被害程度の関係
(a) 航空写真のみ利用, (b) 航空写真と震度情報を利用

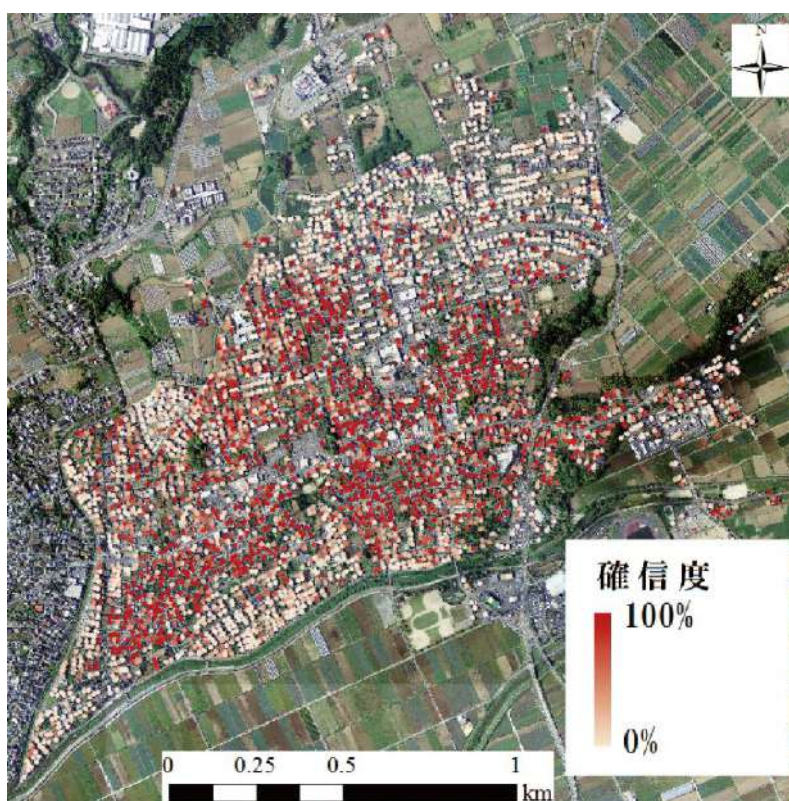


図2 CNNによる確信度の分布（航空写真と震度情報を利用）

以上より、地震発生後に得られる航空写真から、被災地域の一部の被害情報をCNNで学習させ、その判別モデルを用いて被災地全域の建物被害を推定できる可能性があることを示した。南海トラフ巨大地震のように被災地が広域になる場合に、被害程度の情報を早期に推定する方法として有効と考えられる。

謝辞：本研究は釜ヶ谷悠馬氏の修士論文の一部である。また、航空写真は株式会社パスコから、益城町の建物調査データは日本建築学会九州支部から提供を受けている。記して謝意を表する。