

タイムスタンプデータによる津波到達直前の陸前高田市内の状況推定

静岡大学防災総合センター
牛山素行・横幕早季
disaster-i.net

はじめに

- 災害による人的被害の軽減を考える上では、外力が作用する直前の人々の行動を知ることが重要
 - 日本の津波、豪雨災害時の避難行動は、避難勧告地域などを対象とした調査票調査が重ねられている
 - 2000年東海豪雨時の片田らによる調査(群馬大学工学部片田研究室, 2001)
 - 東日本大震災では、自治体の機能喪失、集落自体の消滅などにより従来型の調査が困難
 - デジタルカメラ画像などの時刻記録を含むデータが広く存在していることが従来の大災害との違い
- ↓
- タイムスタンプデータを用いて、津波到達直前の人々の行動や、地域の様子を客観的に推定することを試みた。

調査手法

- 調査対象地
 - 岩手県陸前高田市中心部
- 調査対象時間帯
 - 地震発生から津波到達まで
- 利用資料
 - 時刻が自動的に記録されるデジタルカメラ画像および動画, twitterでの発言
- 収集方法
 - ネット上で公開された動画, 画像
 - 筆者の知人や、現地での聞き取り調査などを通じて、提供者を探索。画像等は提供者匿名, 二次利用なしの条件で収集

利用した画像等

提供者	種類	撮影場所	備考
A	動画	高田町	動画1件はUSTREAMで公開。ほか動画4件
A	画像	高田町	3/11の写真33件
B	動画	米崎町	米崎消防団。Youtubeで公開。
C	画像	気仙町	撮影者は行方不明者。写真2件。
D	画像	気仙町	写真139件。
E	画像	気仙町	写真80件。
F	画像	高田町	写真226件。
G	画像	高田町	写真17件。
H	画像	高田町	刊行物「未来へ伝えたい陸前高田」(タクミ印刷)

本報告で掲示の写真は、特記以外A氏提供のもののみ

時刻補正

A氏Ustream動画



- USATREMでは中継開始時刻は直接記録されない
- 中継開始をtwitter告知→15:24
- 動画開始時刻15:24頃と推定.

時刻補正

B氏youtube動画



- 撮影開始時刻表記なし
- A氏動画と時間的に一部重複. 防災無線が聞き取れるので, 放送内容重複時刻とA氏動画の開始時刻を元に, 開始時刻15:21頃と推定.

時刻補正

A氏デジカメ画像



- A氏地震は時刻のズレを未確認
- 「マイヤ陸前高田店」の屋外型時計の写真. 示時14:52で, 記録時刻も14:52
- 時計機種の確認により, この時計は自動時刻合わせ仕様ではないが, 太陽電池駆動のため地震による停電で停止の可能性低.
- 異なる複数の時計が同程度ずれている可能性は低いと思われる, A氏デジカメ時計は概ね正確と判断.

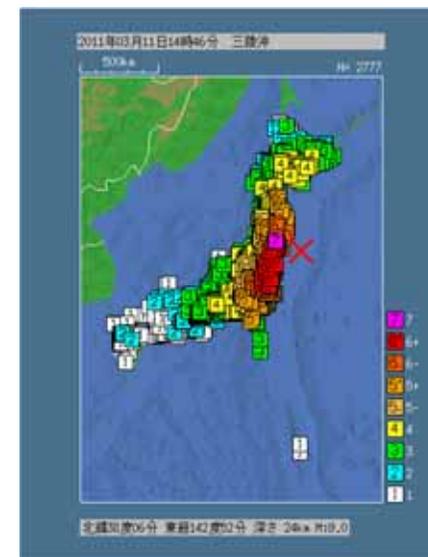
時刻補正

- D氏は時刻のズレを確認, それに従った
 - カメラ時刻マイナス3分
- A,D,E,F,G,Hの画像は, それぞれ近い時刻・近い場所と思われる画像が存在. 相互に補正.
 - E:マイナス3分, F:プラス1分
- おおむね±1分程度の精度は確保と判断

推定された時系列状況

1446 地震発生

- 大船渡市大船渡町で震度6弱
 - 陸前高田市中心部最寄り観測点



1449 大津波警報

津波予報をお知らせします。

[津波予報の発表状況]

▼大津波警報

岩手県
宮城県
福島県

1450 津波情報

津波到達予想時刻・予想される津波の高さに関する情報

岩手県	既に津波到達と予測	3m
宮城県	11日15時00分	6m
福島県	11日15時10分	3m

1446
1447
1448
1449
1450
1451
1452
1453
1454
1455
1456
1457
1458
1459
1500
1501
1502
1503
1504
1505
1506
1507
1508
1509
1510
1511
1512
1513
1514
1515
1516
1517
1518
1519
1520
1521
1522
1523
1524
1525
1526
1527
1528
1529
1530
1531

1452 高田町マイヤ高田店

- 駐車場に車は3台のみ。従業員らしき人17~18名が集まっている。
- 高田街道歩道に従業員でない人2名が立ち話。2名が歩行中。
- 駅前通りとの交差点は信号消灯し、6台程度停車。東行車線は5台程度が走行中



1446
1447
1448
1449
1450
1451
1452
1453
1454
1455
1456
1457
1458
1459
1500
1501
1502
1503
1504
1505
1506
1507
1508
1509
1510
1511
1512
1513
1514
1515
1516
1517
1518
1519
1520
1521
1522
1523
1524
1525
1526
1527
1528
1529
1530
1531

1505 高田町

- 陸前高田市デイサービスセンター「はまなすの家」、職員4名、来所者5~6名が屋外にいる。
- 同所では少なくとも6名が生存(避難者名簿に記載有り)



1446
1447
1448
1449
1450
1451
1452
1453
1454
1455
1456
1457
1458
1459
1500
1501
1502
1503
1504
1505
1506
1507
1508
1509
1510
1511
1512
1513
1514
1515
1516
1517
1518
1519
1520
1521
1522
1523
1524
1525
1526
1527
1528
1529
1530
1531

1509 気仙大橋

- 気仙大橋から海側。潮が引き、気仙川河口付近で河床が見える状態



1446
1447
1448
1449
1450
1451
1452
1453
1454
1455
1456
1457
1458
1459
1500
1501
1502
1503
1504
1505
1506
1507
1508
1509
1510
1511
1512
1513
1514
1515
1516
1517
1518
1519
1520
1521
1522
1523
1524
1525
1526
1527
1528
1529
1530
1531

1514 津波情報

津波到達予想時刻・予想される津波の高さに関する情報

岩手県	津波到達を確認	6m
宮城県	津波到達を確認	10m以上
福島県	11日15時10分	6m

1446
1447
1448
1449
1450
1451
1452
1453
1454
1455
1456
1457
1458
1459
1500
1501
1502
1503
1504
1505
1506
1507
1508
1509
1510
1511
1512
1513
1514
1515
1516
1517
1518
1519
1520
1521
1522
1523
1524
1525
1526
1527
1528
1529
1530
1531

1523 米崎漁港に津波到達

- 米崎漁港内に津波到達, 消防団避難行動開始
- 防災無線「ただいま大津波警報が発表されています.市内各地で津波が押し寄せています. 沿岸住民, 海岸付近にいる人は, 直ちに高台に避難してください。」



1446
1447
1448
1449
1450
1451
1452
1453
1454
1455
1456
1457
1458
1459
1500
1501
1502
1503
1504
1505
1506
1507
1508
1509
1510
1511
1512
1513
1514
1515
1516
1517
1518
1519
1520
1521
1522
1523
1524
1525
1526
1527
1528
1529
1530
1531

1524 津波越流開始

1. 高田松原第二球場 陸閘付近で堤防越流開始
2. 気仙大橋, 橋桁高さまで津波到達



1446
1447
1448
1449
1450
1451
1452
1453
1454
1455
1456
1457
1458
1459
1500
1501
1502
1503
1504
1505
1506
1507
1508
1509
1510
1511
1512
1513
1514
1515
1516
1517
1518
1519
1520
1521
1522
1523
1524
1525
1526
1527
1528
1529
1530
1531

1525 津波内陸部に遡上開始

1. 高田松原東, 国道45号に津波到達
2. 姉齒橋, 橋桁高さまで津波到達
3. 気仙大橋西詰め堤防を津波越流



1446
1447
1448
1449
1450
1451
1452
1453
1454
1455
1456
1457
1458
1459
1500
1501
1502
1503
1504
1505
1506
1507
1508
1509
1510
1511
1512
1513
1514
1515
1516
1517
1518
1519
1520
1521
1522
1523
1524
1525
1526
1527
1528
1529
1530
1531

1525 人の動き

1. ロータス高田付近で車から出入りする人数名
2. 姉齒橋東詰に3名, 西詰に1名
3. 市役所前には数十人規模の人



1446
1447
1448
1449
1450
1451
1452
1453
1454
1455
1456
1457
1458
1459
1500
1501
1502
1503
1504
1505
1506
1507
1508
1509
1510
1511
1512
1513
1514
1515
1516
1517
1518
1519
1520
1521
1522
1523
1524
1525
1526
1527
1528
1529
1530
1531

1525 防災無線

「松原地内において、水門を越えておりますので直ちに避難してください。ただいま、大津波警報が発表されております。松原水門においては、津波が越えておりますので、すぐに避難してください」

- 1522頃の「市内各地で津波が押し寄せています」から「津波が越えております」と表現が変化
- 不定型な表現になったように聞こえる

1446
1447
1448
1449
1450
1451
1452
1453
1454
1455
1456
1457
1458
1459
1500
1501
1502
1503
1504
1505
1506
1507
1508
1509
1510
1511
1512
1513
1514
1515
1516
1517
1518
1519
1520
1521
1522
1523
1524
1525
1526
1527
1528
1529
1530
1531

1526 姉齒橋流失・市役所付近の避難

1. リプル, コメリ北側付近まで津波到達
2. 姉齒橋西側2連流失, 姉齒橋東詰越流
3. 市役所屋上方面から「津波が来てる」といった叫び声, 呼応して公園, 市役所前広場, 道路などから数十人規模の人が市民会館・市役所内に駆け足で移動.



1446
1447
1448
1449
1450
1451
1452
1453
1454
1455
1456
1457
1458
1459
1500
1501
1502
1503
1504
1505
1506
1507
1508
1509
1510
1511
1512
1513
1514
1515
1516
1517
1518
1519
1520
1521
1522
1523
1524
1525
1526
1527
1528
1529
1530
1531

1526 防災無線

「津波が水門を越えております。住民は直ちに避難してください。津波による、津波により、堤防から、津波が越えています。住民は直ちに避難してください。ただいま、気仙川において、津波が越えております。ただいま、気仙川において、津波が越えています、浸水地域にいる人は、直ちに高台に避難してください。ただいま、大津波警報が発表されております、松原水門及び気仙川において津波が越えておりますので、ただちに高台へ避難をしてください。浸水地域にいる人は直ちに避難をお願いします。」

- 気仙川からの越流も告げる。表現もさらに切迫

1446
1447
1448
1449
1450
1451
1452
1453
1454
1455
1456
1457
1458
1459
1500
1501
1502
1503
1504
1505
1506
1507
1508
1509
1510
1511
1512
1513
1514
1515
1516
1517
1518
1519
1520
1521
1522
1523
1524
1525
1526
1527
1528
1529
1530
1531

1527 市役所付近に津波到達

1. 市役所に津波到達, 市民会館前駐車場, 市役所前道路に人影無し.
2. 姉齒橋の全橋桁流失
3. 気仙町・町・町裏付近で家屋が流失し始めた模様



1446
1447
1448
1449
1450
1451
1452
1453
1454
1455
1456
1457
1458
1459
1500
1501
1502
1503
1504
1505
1506
1507
1508
1509
1510
1511
1512
1513
1514
1515
1516
1517
1518
1519
1520
1521
1522
1523
1524
1525
1526
1527
1528
1529
1530
1531

1528 市街全域ほぼ津波到達

1. 高田高校, 市民体育館に津波到達.
2. 気仙大橋流失
3. 市民会館3階まで水没



1446
1447
1448
1449
1450
1451
1452
1453
1454
1455
1456
1457
1458
1459
1500
1501
1502
1503
1504
1505
1506
1507
1508
1509
1510
1511
1512
1513
1514
1515
1516
1517
1518
1519
1520
1521
1522
1523
1524
1525
1526
1527
1528
1529
1530
1531

1529 高田町津波浸水深10m以上

1. 高田高校南側はほぼ水面しか見えない.
2. 気仙町中井に津波到達.
3. 高田松原の松林, ほぼ無くなる.
4. 気仙中は3階屋上を津波が越える.



1446
1447
1448
1449
1450
1451
1452
1453
1454
1455
1456
1457
1458
1459
1500
1501
1502
1503
1504
1505
1506
1507
1508
1509
1510
1511
1512
1513
1514
1515
1516
1517
1518
1519
1520
1521
1522
1523
1524
1525
1526
1527
1528
1529
1530
1531

1529 市役所屋上より



1446
1447
1448
1449
1450
1451
1452
1453
1454
1455
1456
1457
1458
1459
1500
1501
1502
1503
1504
1505
1506
1507
1508
1509
1510
1511
1512
1513
1514
1515
1516
1517
1518
1519
1520
1521
1522
1523
1524
1525
1526
1527
1528
1529
1530
1531

1531 津波情報

津波到達予想時刻・予想される津波の高さに関する情報

岩手県	既に津波到達と予測	10m以上
宮城県	既に津波到達と予測	10m以上
福島県	既に津波到達と予測	10m以上

動画等から推測した陸前高田市の津波到達時刻
静岡大学防災総合センター 牛山素行



数字は15時を省略した分。例:23→15時23分



気仙小学校 児童は全員裏山に避難し無事。同校に避難していた住民には犠牲者

動画等から推測した陸前高田市の津波到達時刻
静岡大学防災総合センター 牛山素行

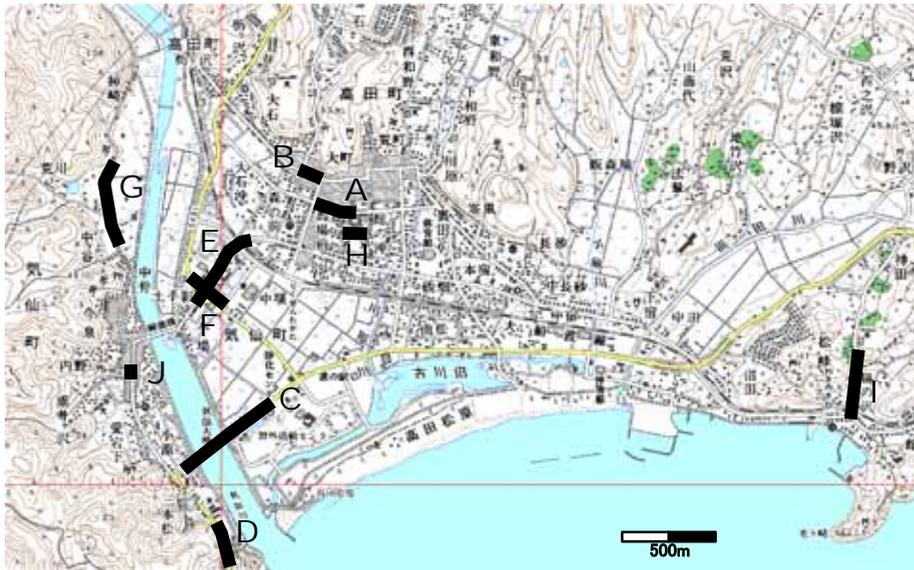


数字は15時を省略した分。例:23→15時23分

この検証の応用例 気仙小学校での裏山避難について

- 児童らは校庭に避難し、その後裏山へ
 - 裏山避難のきっかけ2説
 - 防災無線で津波が堤防を越えたと聞いた
 - 津波が迫るのが見えた
- 防災無線が津波越流を告げたのは1525頃、気仙小付近への津波到達は1527～28頃
- 裏山への二次的避難は2分程度の間判断、実施されたと推定できる

動画等から津波到達直前の道路通行状況を確認できる区間(陸前高田市)
 静岡大学防災総合センター 牛山素行



動画等から津波到達直前の道路通行状況を確認できる区間(陸前高田市)

区間別・確認できる時間帯

静岡大学防災総合センター 牛山素行

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
14:46										
14:47										
14:48										
14:49										
14:50										
14:51										
14:52										
14:53										
14:54										
14:55										
14:56										
14:57										
14:58										
14:59										
15:00										
15:01										
15:02										
15:03										
15:04										
15:05										
15:06										
15:07										
15:08										
15:09										
15:10										
15:11										
15:12										
15:13										
15:14										
15:15										
15:16										
15:17										
15:18										
15:19										
15:20										
15:21										
15:22										
15:23										
15:24										
15:25										
15:26										
15:27										
15:28										
15:29										
15:30										
15:31										
15:32										
15:33										
15:34										
15:35										

- 縦線ハッチング時間帯の通行状況を確認可能。
- 「車数台以上が車間を詰めて停止または続行運転している状況」を仮に「渋滞」と定義した場合に、渋滞が確認できた区間、時間帯を黒塗り
- *1は、当該区間がこの時刻以降津波に覆われ物理的に通行不可能となったことが確認されたことを意味する。

おわりに

- タイムスタンプ付き画像データの収集、解析により、様々な記録が失われた被災地でも、被災状況をかなり詳しく再現できることが確認された。
 - 陸前高田では越流開始から3,4分で市街地全域到達
 - 海岸線に平行して侵入していない。気仙川左岸はやや到達が遅れる
- 聞き取り調査や調査票調査などの、人の記憶に頼る調査では時刻などの客観性の確保に限界があるが、このような時刻情報を併用することによって、聞き取り調査などの質の向上に寄与することが期待される。