

内水氾濫による突発・局所災害の 時系列発生状況の把握と 地域住民への情報伝達方法に関する研究



東京都市大学 建築都市デザイン学部
都市工学科

○伊藤 和也
三上 貴仁

4月から早稲田大学

東京都市大学
TOKYO CITY UNIVERSITY

報告内容

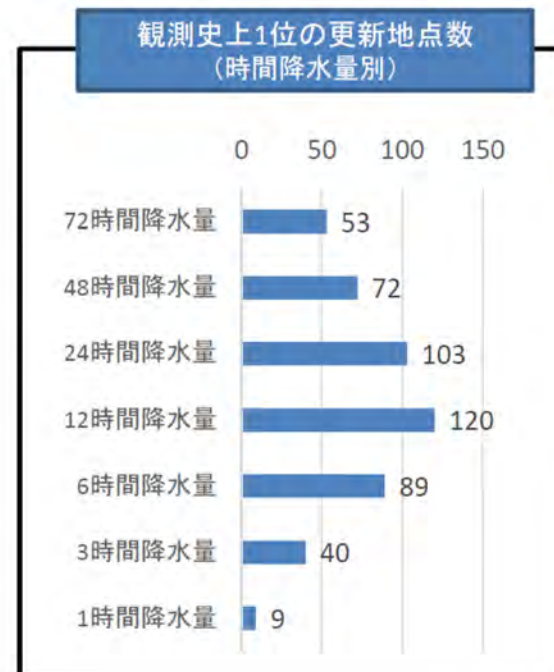
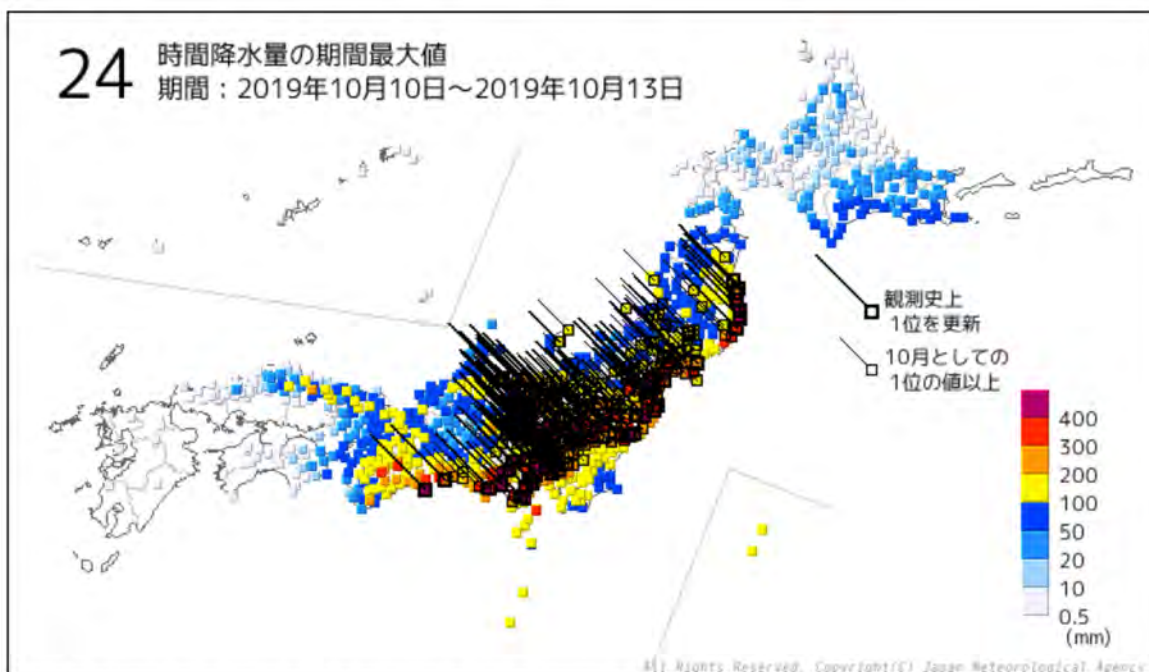
- 令和元年東日本台風の被害概要
- 多摩川(大学周辺)の浸水被害
- 中小河川での水位センサの設置と近隣住民への情報共有システムの構築
- 防犯ビデオによる浸水位, 流向・流速解析結果



令和元年東日本台風による被害

台風19号(ハギビス)の特徴(降雨)

- ✓ 2019年10月12日19時前に大型で強い勢力で伊豆半島に上陸
- ✓ 関東地方を通過し、13日12時に日本の東で温帯低気圧に
- ✓ 総降雨量が箱根で1000mm, 多くの地域で, 3, 6, 12, 24時間降水量の観測史上観測史上1位を更新する記録的な大雨



※気象庁ウェブサイトより作成(特定期間の気象データ:2019年10月10日～2019年10月13日(令和元年台風第19号による大雨と暴風))
※数値は速報値であり、今後変更となる場合がある。

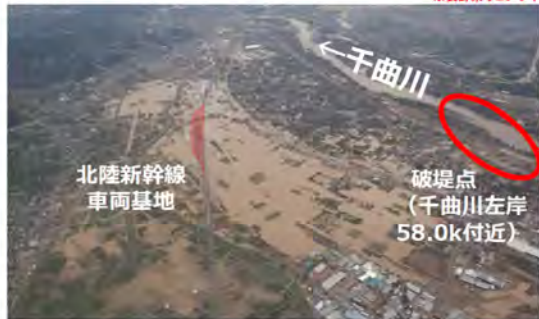
令和元年東日本台風による被害

台風19号(ハギビス)一般被害

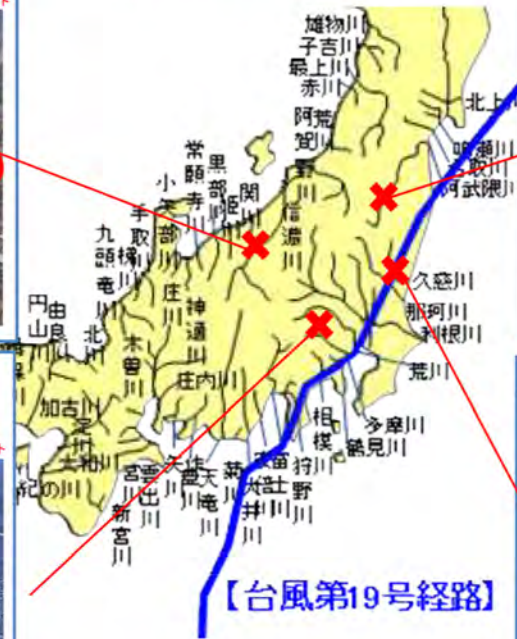
- ✓ 河川の氾濫や土砂災害が発生
- ✓ 死者・行方不明者94名，重傷者42名のほか，家屋の全壊3273棟，半壊28306棟，一部破損35437棟，床上浸水7666棟等

信濃川水系千曲川(長野県長野市)

堤防の決壊等により、約1,360haが浸水。市全体で床上浸水3,305戸、床下浸水1,781戸(11/8※)の家屋被害等が発生。
※長野県ウェブサイト



国管理河川で約25,000haの浸水



阿武隈川系阿武隈川(福島県須賀川市ほか)

堤防の決壊等により、約3,400haが浸水。市全体で床上浸水868戸、床下浸水208戸(11/5※)の家屋被害等が発生。
※須賀川市ウェブサイト



荒川水系越辺川、都幾川(埼玉県川越市ほか)

堤防の決壊等により、約2,220haが浸水。市全体で床上浸水329戸、床下浸水72戸(11/1※)の家屋被害等が発生。
※東松山市ウェブサイト



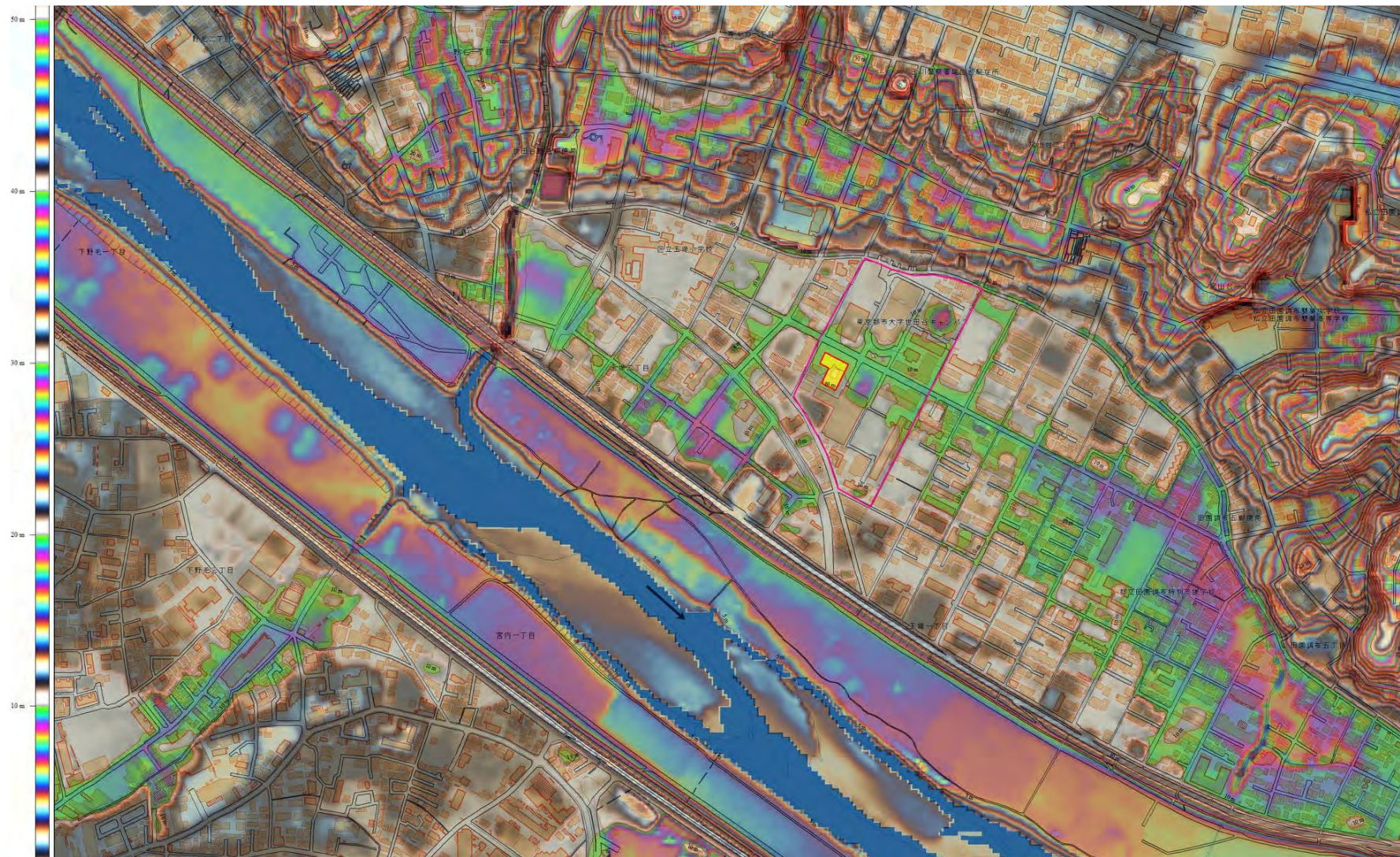
久慈川水系久慈川、里川(茨城県常陸大宮市ほか)

堤防の決壊等により、約1,650haが浸水。市全体で床上浸水475戸、床下浸水87戸(10/15※)の家屋被害等が発生。
※常陸大宮市ウェブサイト



多摩川（大学周辺）の浸水被害

玉堤・田園調布（東京都市大学）地区



多摩川（大学周辺）の浸水被害

玉堤・田園調布（東京都市大学）地区



多摩川（大学周辺）の浸水被害

何故，浸水した？

名称	管理者 (所有者)	全閉作業	全開作業	備考
玉川排水樋管	世田谷区 (国交省)	12日 19:30	13日 1:33	✓ 谷沢川 ✓ 排水ポンプ車稼働 12日18:30-19:15
等々力排水樋門	世田谷区 (都下水道局)	近傍の道路冠水， 強風により操作できず		✓ 等々力雨水幹線 ✓ 停電
上沼部排水樋門	大田区 (都下水道局)	12日 18:00	13日 5:00	✓ ポンプゲート稼働 ✓ 排水ポンプ車稼働 12日17:00-19:00
調布排水樋管	大田区 (国交省)	開閉操作なし ※全開のまま		✓ 工事中のため，当日は 国交省が操作



樋門/樋管の操作は
マニュアル化

多摩川（大学周辺）の浸水被害

東京都市大学 世田谷キャンパス



- ✓ 東京都市大学世田谷キャンパス浸水被害
- ✓ 排水量は約2万トン
- ✓ 10/14～10/26まで学生立ち入り禁止（多くの棟が停電）
- ✓ 10/28から授業再開（A地区通電。B地区停電中）



多摩川（大学周辺）の浸水被害

東京都市大学 世田谷キャンパス



- ✓ 東京都市大学世田谷キャンパス浸水被害
- ✓ 排水量は約2万トン
- ✓ 10/14～10/26まで学生立ち入り禁止（多くの棟が停電）
- ✓ 10/28から授業再開（A地区通電。B地区停電中）



多摩川（大学周辺）の浸水被害

都市工学科3年生の事例研究（浸水深調査）



No. 紙-

浸水深調査シート

● 調査日時 年 月 日 : 頃

● 記入者

● 建物の概況 ⇒ 建物でない場合 ()

・階数: 地上 _____ 階建て ()

・種類: 戸建住宅/集合住宅/店舗/事務所/工場・作業所/その他 ()

・地下: 有り/無し/不明 ⇒ 有りの場合 ()

● 浸水深の計測

※ 浸水深は直近の道路面から浸水時の水位までの高さ (0.01m 単位で読む) とする

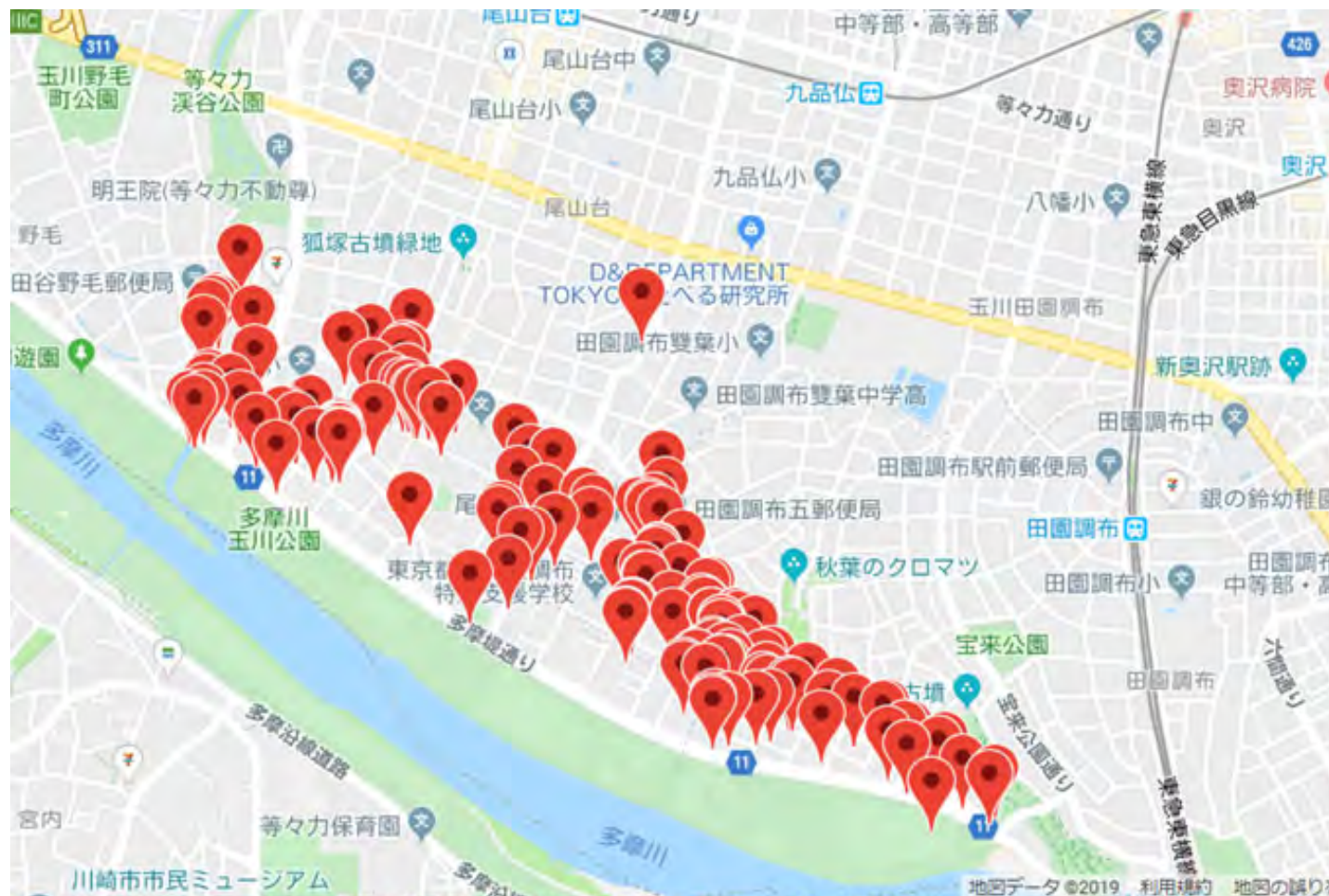
※ 浸水時の水位は壁面等に残された痕跡あるいは住民の証言より判断する

※ 浸水時の水位が判読できる写真とその建物・場所がわかる遠目からの写真の2つを撮影する

● その他 (浸水について調査時に入手した情報があれば記入する)

多摩川（大学周辺）の浸水被害

浸水深調査



位置情報付き写真をアップロードするシステム

浸水深調査 96点について抽出



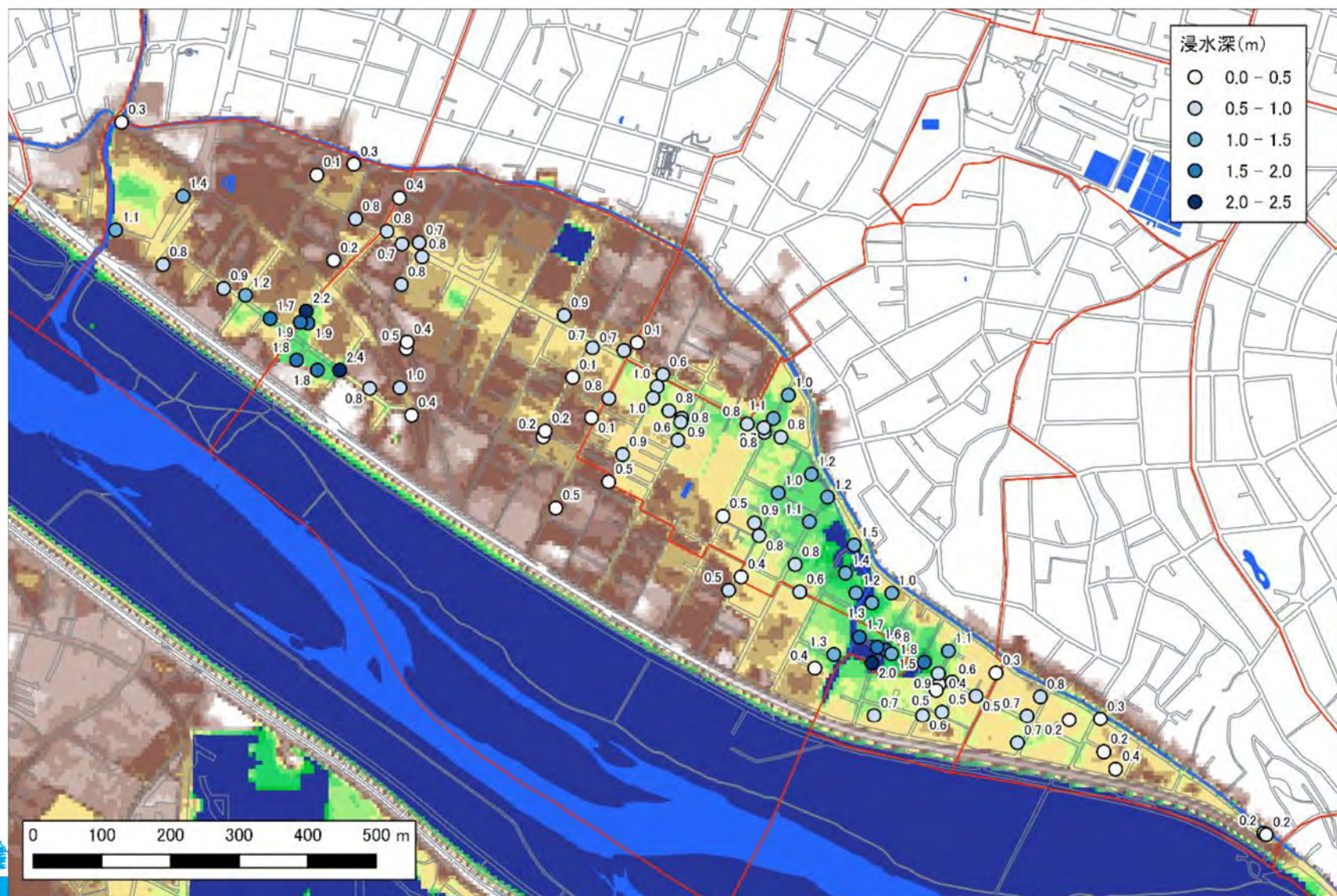
No.	緯度 (北緯)	経度 (東経)	浸水深 (m)	判断 根拠
1	35.597739	139.648497	1.87	証言
2	35.597897	139.648467	2.18	証言
3	35.600367	139.645494	0.32	浸水痕跡
4	35.598955	139.645400	1.12	浸水痕跡
5	35.598503	139.646164	0.84	浸水痕跡
6	35.599400	139.646483	1.42	証言
7	35.598192	139.647142	0.88	証言
8	35.599822	139.649231	0.35	証言
9	35.599383	139.649964	0.37	証言
10	35.598611	139.650331	0.75	浸水痕跡
11	35.598778	139.650008	0.74	浸水痕跡
12	35.598945	139.649767	0.83	証言
13	35.599106	139.649261	0.80	浸水痕跡
14	35.599681	139.648636	0.07	証言
15	35.598103	139.647492	1.17	浸水痕跡
16	35.597797	139.647889	1.70	浸水痕跡
17	35.598247	139.649997	0.78	証言
18	35.597410	139.650081	0.49	証言
19	35.596894	139.649978	0.97	証言
20	35.597255	139.648316	1.80	証言
21	35.597124	139.649008	2.35	証言
22	35.598797	139.650283	0.74	浸水痕跡
23	35.598562	139.648910	0.22	証言
24	35.597751	139.648376	1.86	証言
25	35.597125	139.648650	1.80	証言
26	35.596886	139.649492	0.80	証言
27	35.596535	139.650168	0.37	証言
28	35.597495	139.650093	0.42	証言
29	35.597389	139.653581	0.70	証言
30	35.597847	139.652619	0.88	証言
31	35.597492	139.653794	0.11	証言
32	35.596256	139.652283	0.23	浸水痕跡
33	35.596508	139.653061	0.13	浸水痕跡
34	35.597422	139.653075	0.69	浸水痕跡
35	35.597035	139.652757	0.06	浸水痕跡
36	35.596332	139.652318	0.22	浸水痕跡
37	35.596762	139.653342	0.77	浸水痕跡
38	35.595323	139.652490	0.50	浸水痕跡
39	35.595668	139.653339	0.45	浸水痕跡
40	35.596026	139.653562	0.95	浸水痕跡
41	35.597075	139.654206	0.63	浸水痕跡
42	35.596917	139.654116	0.98	浸水痕跡
43	35.596768	139.654049	0.97	浸水痕跡
44	35.596502	139.654512	0.76	浸水痕跡
45	35.596600	139.654306	0.80	浸水痕跡
46	35.596453	139.654497	0.95	浸水痕跡
47	35.596215	139.654451	0.61	浸水痕跡
48	35.596320	139.655842	0.85	浸水痕跡
49	35.596428	139.655566	0.76	浸水痕跡
50	35.596380	139.655834	0.74	浸水痕跡
51	35.596256	139.656108	0.79	浸水痕跡
52	35.595133	139.655686	0.95	証言
53	35.595220	139.655179	0.50	浸水痕跡
54	35.596808	139.656228	1.02	浸水痕跡
55	35.596503	139.655987	1.12	証言
56	35.595472	139.656861	1.20	浸水痕跡
57	35.595150	139.656569	1.07	浸水痕跡
58	35.594231	139.656417	0.62	浸水痕跡
59	35.594589	139.656342	0.80	浸水痕跡
60	35.595772	139.656600	1.17	浸水痕跡
61	35.593303	139.657578	2.02	浸水痕跡
62	35.593639	139.657378	1.68	浸水痕跡
63	35.594089	139.657578	1.29	浸水痕跡
64	35.594217	139.657897	1.01	浸水痕跡
65	35.594844	139.657289	1.50	浸水痕跡
66	35.594478	139.657150	1.41	浸水痕跡
67	35.594217	139.657319	1.18	浸水痕跡
68	35.593411	139.656967	1.26	浸水痕跡
69	35.593231	139.656661	0.43	浸水痕跡
70	35.594250	139.655272	0.52	浸水痕跡
71	35.594425	139.655472	0.40	浸水痕跡
72	35.594967	139.655761	0.82	浸水痕跡
73	35.595525	139.656067	1.04	浸水痕跡
74	35.593472	139.657803	1.80	証言
75	35.593508	139.657663	1.65	証言
76	35.593022	139.658661	0.43	証言
77	35.593165	139.658647	0.88	証言
78	35.592610	139.657615	0.67	証言
79	35.593460	139.658808	1.11	証言
80	35.593312	139.658422	1.80	浸水痕跡
81	35.593421	139.657895	1.50	浸水痕跡
82	35.593052	139.658867	0.60	浸水痕跡
83	35.592860	139.660289	0.79	浸水痕跡
84	35.592607	139.660075	0.66	浸水痕跡
85	35.593172	139.659576	0.33	証言
86	35.592657	139.658708	0.51	浸水痕跡
87	35.592943	139.658615	0.48	浸水痕跡
88	35.592869	139.659254	0.54	浸水痕跡
89	35.592247	139.659922	0.67	証言
90	35.592611	139.658395	0.59	証言
91	35.592133	139.661312	0.17	証言
92	35.592554	139.660754	0.25	証言
93	35.592568	139.661256	0.30	浸水痕跡
94	35.591073	139.663885	0.25	浸水痕跡
95	35.591909	139.661501	0.38	証言
96	35.591055	139.663926	0.19	浸水痕跡

No.	緯度 (北緯)	経度 (東経)	浸水深 (m)	判断 根拠
49	35.596428	139.655566	0.76	浸水痕跡
50	35.596380	139.655834	0.74	浸水痕跡
51	35.596256	139.656108	0.79	浸水痕跡
52	35.595133	139.655686	0.95	証言
53	35.595220	139.655179	0.50	浸水痕跡
54	35.596808	139.656228	1.02	浸水痕跡
55	35.596503	139.655987	1.12	証言
56	35.595472	139.656861	1.20	浸水痕跡
57	35.595150	139.656569	1.07	浸水痕跡
58	35.594231	139.656417	0.62	浸水痕跡
59	35.594589	139.656342	0.80	浸水痕跡
60	35.595772	139.656600	1.17	浸水痕跡
61	35.593303	139.657578	2.02	浸水痕跡
62	35.593639	139.657378	1.68	浸水痕跡
63	35.594089	139.657578	1.29	浸水痕跡
64	35.594217	139.657897	1.01	浸水痕跡
65	35.594844	139.657289	1.50	浸水痕跡
66	35.594478	139.657150	1.41	浸水痕跡
67	35.594217	139.657319	1.18	浸水痕跡
68	35.593411	139.656967	1.26	浸水痕跡
69	35.593231	139.656661	0.43	浸水痕跡
70	35.594250	139.655272	0.52	浸水痕跡
71	35.594425	139.655472	0.40	浸水痕跡
72	35.594967	139.655761	0.82	浸水痕跡
73	35.595525	139.656067	1.04	浸水痕跡
74	35.593472	139.657803	1.80	証言
75	35.593508	139.657663	1.65	証言
76	35.593022	139.658661	0.43	証言
77	35.593165	139.658647	0.88	証言
78	35.592610	139.657615	0.67	証言
79	35.593460	139.658808	1.11	証言
80	35.593312	139.658422	1.80	浸水痕跡
81	35.593421	139.657895	1.50	浸水痕跡
82	35.593052	139.658867	0.60	浸水痕跡
83	35.592860	139.660289	0.79	浸水痕跡
84	35.592607	139.660075	0.66	浸水痕跡
85	35.593172	139.659576	0.33	証言
86	35.592657	139.658708	0.51	浸水痕跡
87	35.592943	139.658615	0.48	浸水痕跡
88	35.592869	139.659254	0.54	浸水痕跡
89	35.592247	139.659922	0.67	証言
90	35.592611	139.658395	0.59	証言
91	35.592133	139.661312	0.17	証言
92	35.592554	139.660754	0.25	証言
93	35.592568	139.661256	0.30	浸水痕跡
94	35.591073	139.663885	0.25	浸水痕跡
95	35.591909	139.661501	0.38	証言
96	35.591055	139.663926	0.19	浸水痕跡



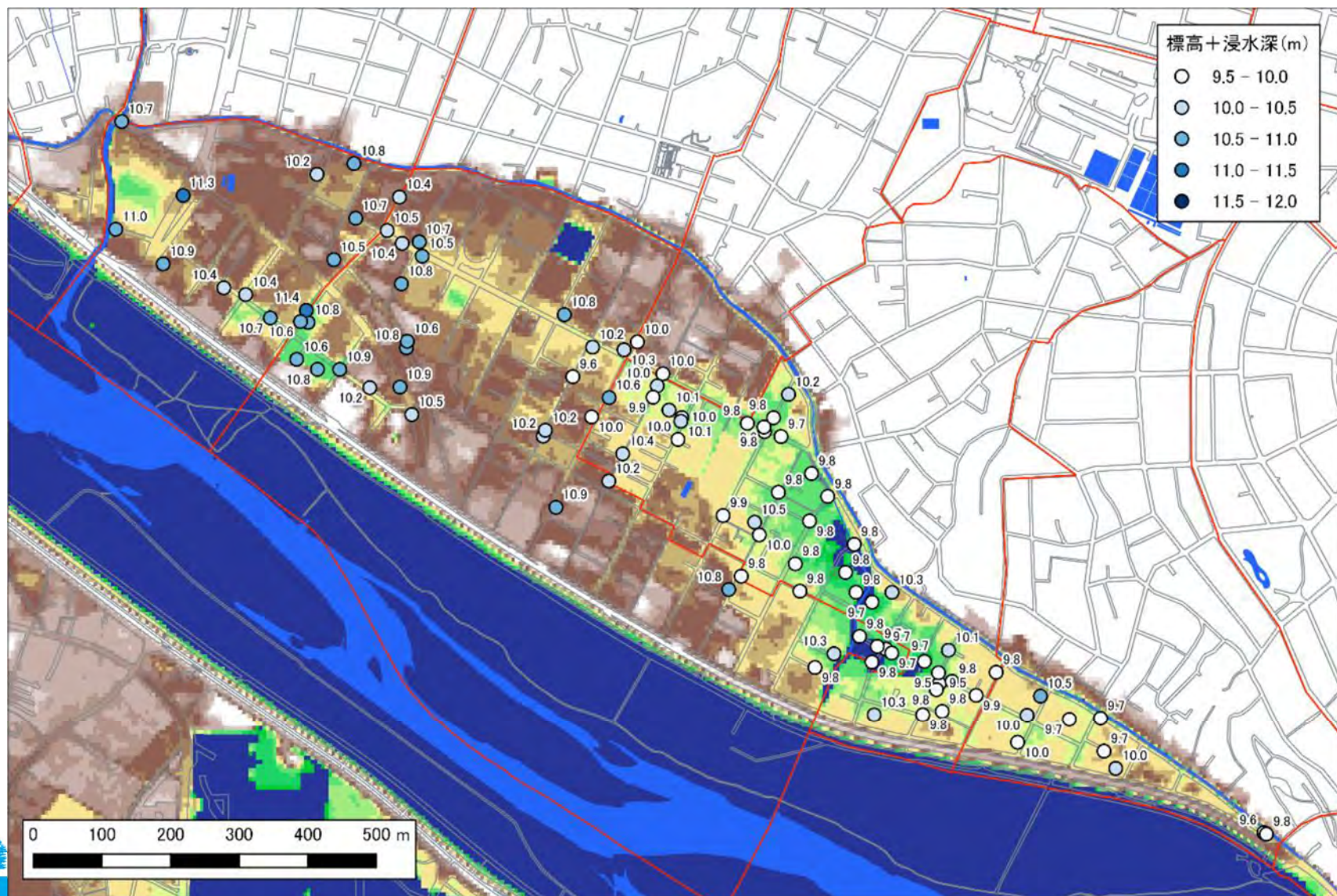
多摩川（大学周辺）の浸水被害

浸水深調査結果（浸水深）



多摩川（大学周辺）の浸水被害

浸水深調査結果（標高＋浸水深）



浸水深調査



自然災害科学 J. JSNDS 39-4 377-390 (2021)

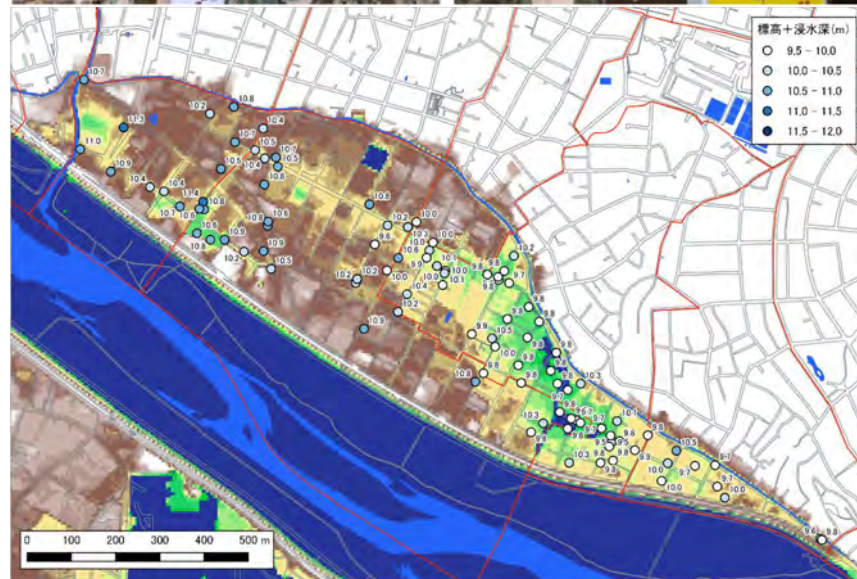
JOURNAL OF JAPAN SOCIETY
FOR NATURAL DISASTER SCIENCE
自然災害科学
Vol. 39, No. 4, 2021



2019年台風19号による世田谷区 および大田区における浸水状況の 調査

三上 貴仁¹・末政 直晃¹・伊藤 和也¹・田中 剛¹

三上貴仁, 末政直晃, 伊藤和也, 田中剛: 2019年台風19号による世田谷区および大田区における浸水状況の調査, 自然災害科学, 39-4, pp.377-390, 2021

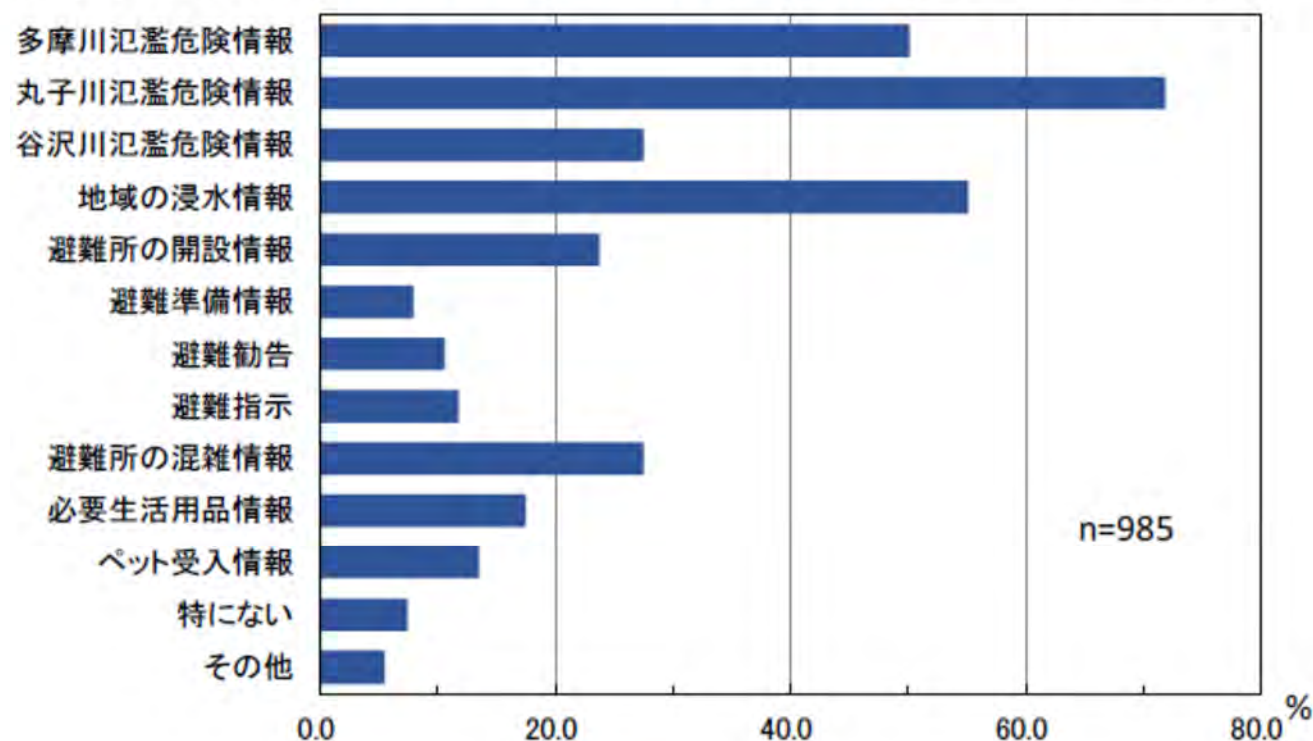


多摩川（大学周辺）の浸水被害



台風19号による避難・被災状況等に関するアンケート調査中間報告書

浸水深調査アンケート（建築都市デザイン学部）



2020年9月30日
東京都市大学防災対策チーム

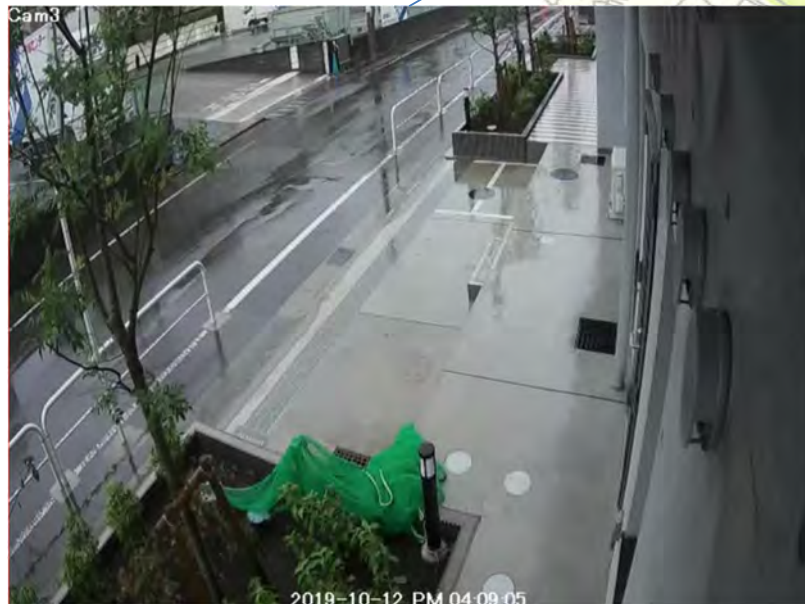
- ✓ 足りなかった情報・分からなかった情報
➔ 丸子川氾濫危険情報(71.9%)・地域の浸水情報(55.1%)

丸子川の水位情報の提供



多摩川（大学周辺）の浸水被害

防犯カメラ映像



研究内容

1. 防犯ビデオの画像解析による流速・流向計算，
時系列での浸水深の把握
2. 中小河川での水位センサの設置と近隣住民への
情報共有システムの構築



防犯ビデオから漂流物のトラッキングによる流速・流向の時間変化の把握



防犯カメラによる浸水深の把握

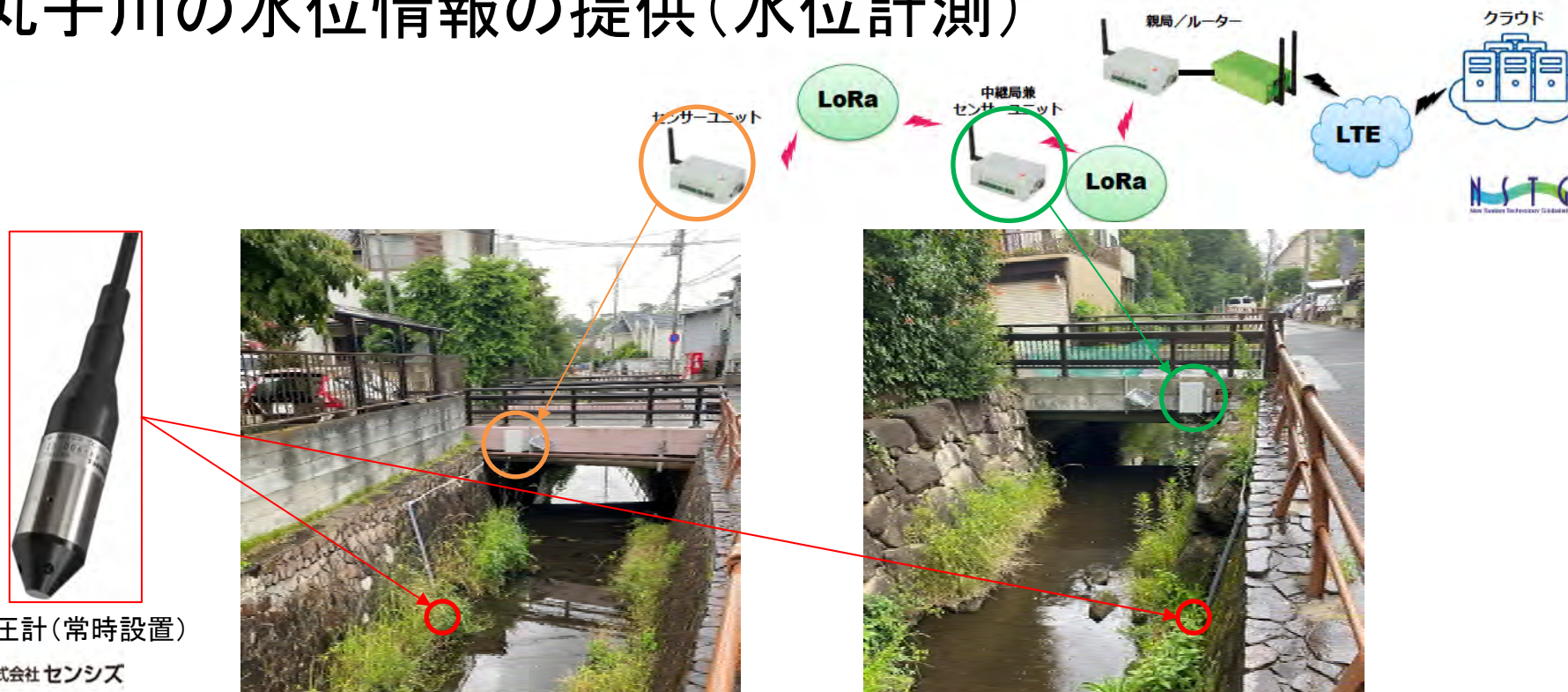


丸子川 2 か所に LoRa 通信による水位計を設置



中小河川での水位センサの設置

丸子川の水位情報の提供(水位計測)



水圧計(常時設置)

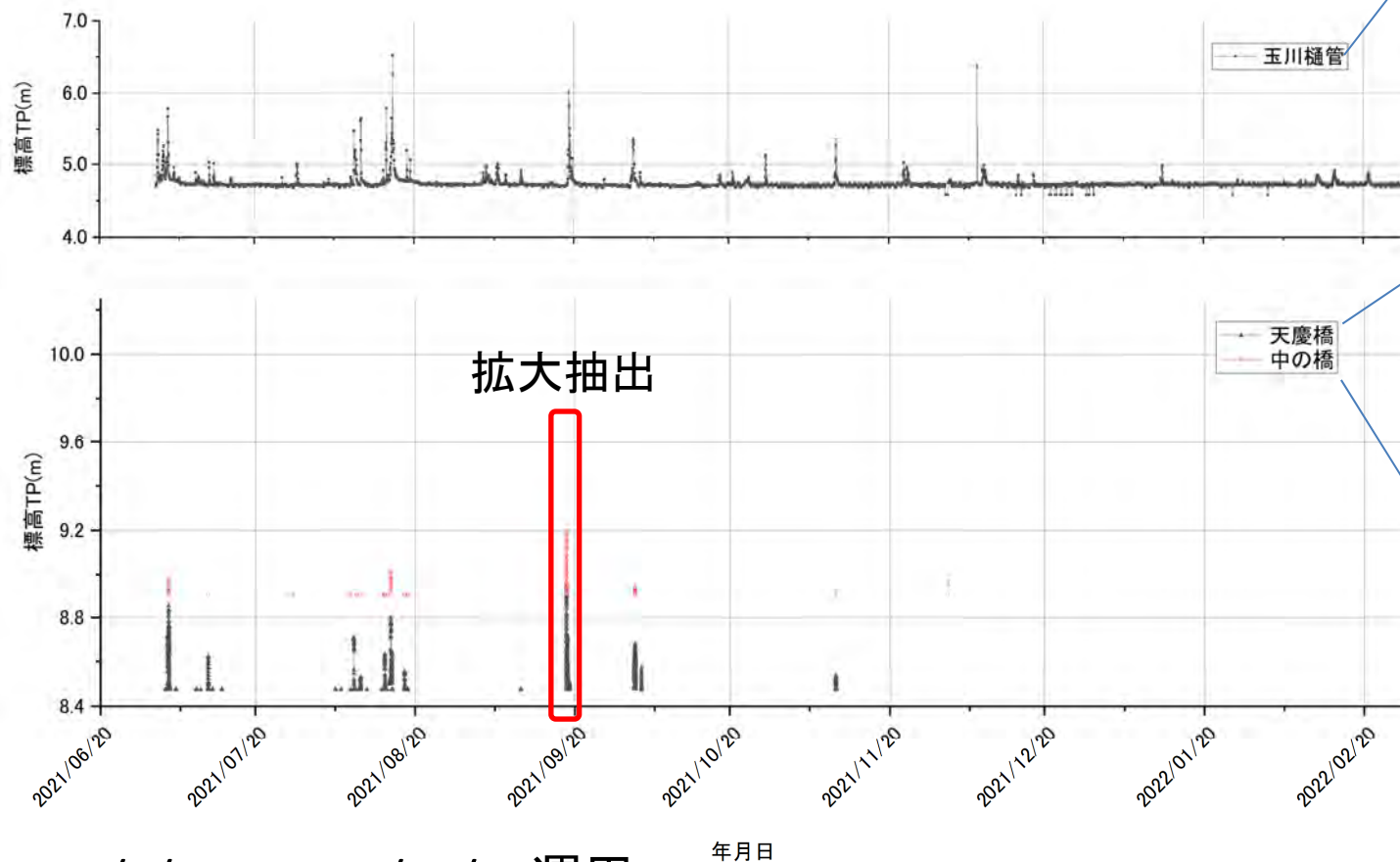
株式会社 センシズ
Sensex

- ✓ 占有許可申請等諸手続き後・設置工事完了
- ✓ 世田谷区の2か所に設置(包括研究協定)
- ✓ LoRa通信にてクラウドにデータ収集・WEB閲覧可能(情報提供)



中小河川での水位センサの設置

丸子川Bの水位情報の提供(水位計測)



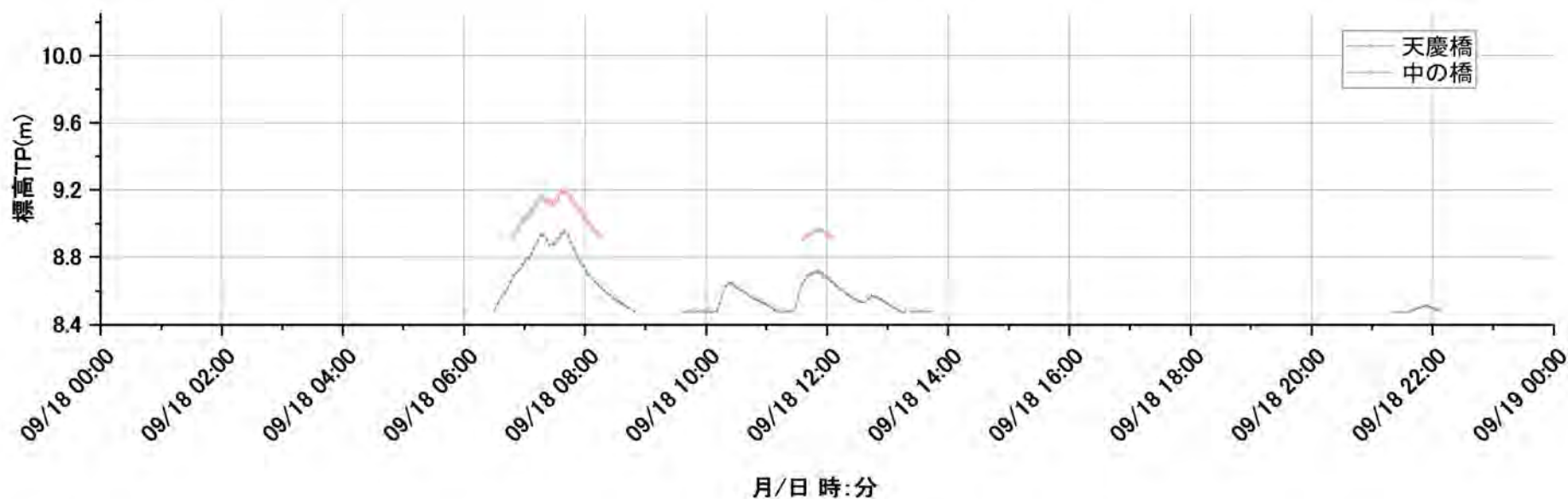
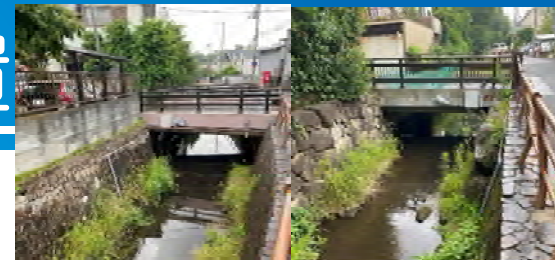
2021/6/20～2022/10/30運用
警報クラスの降雨はなかった。
世田谷区の水水位計(玉川排水樋門)と連動

流域の降雨量を反映したか?



中小河川での水位センサの設置

丸子川の水位情報の提供(水位計測)



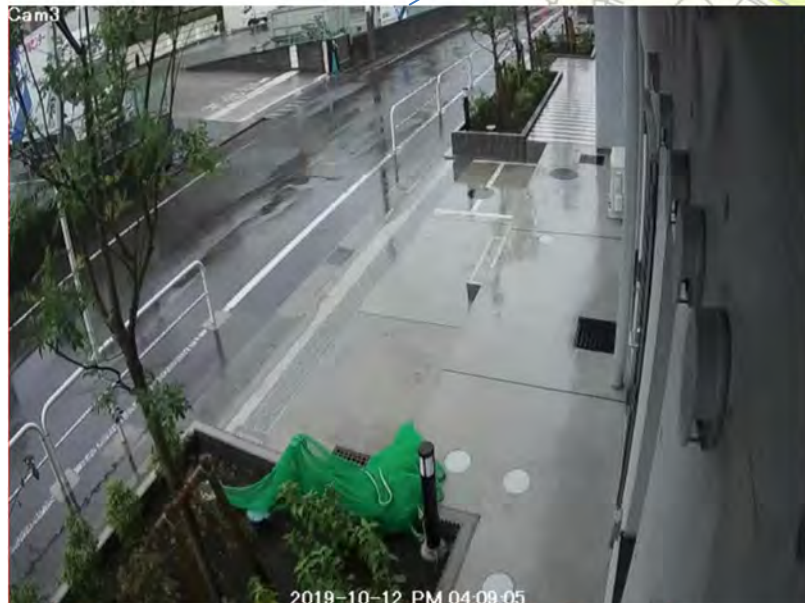
令和3年台風14号 (停滞した前線の影響による大雨)
＜9月18日の水位変化＞

- ✓ 水位計設置位置が河床より上にある
→ 常時の水位計測は行えていない



防犯ビデオによる浸水位の測定結果

映像による浸水深の時系列変化(国際寮・コンビニ前)



映像による浸水深の時系列変化(国際寮)

動画による計測



写真による計測



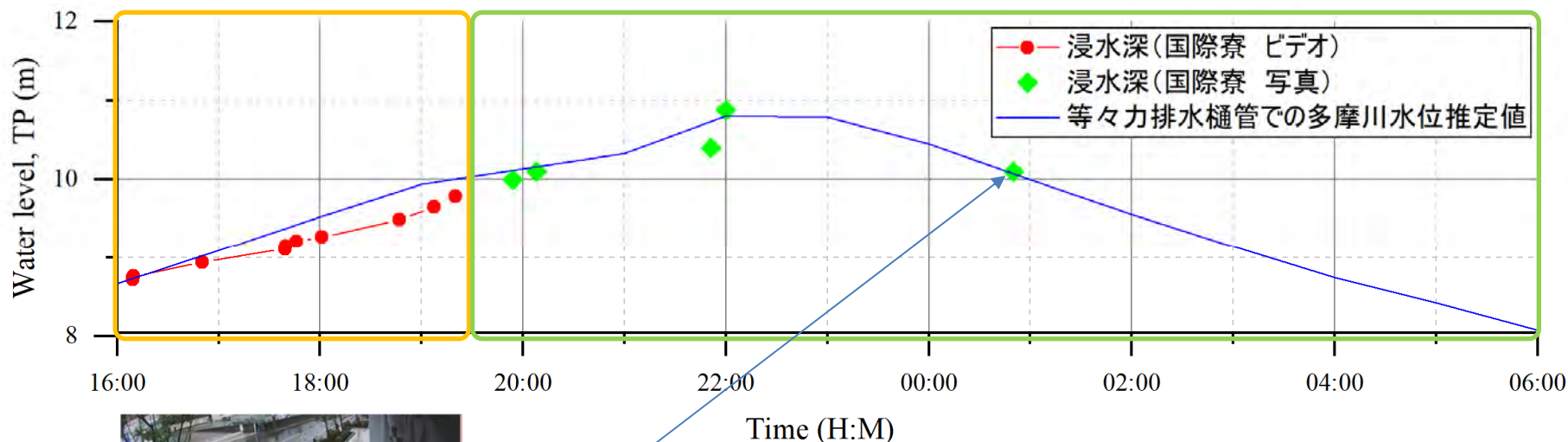
<https://www.nzgs.org/library/damage-caused-by-typhoon-hagibis-in-the-kanto-region-japan-a-quick-report/>



玉堤地区停電



映像による浸水深の時系列変化(国際寮)

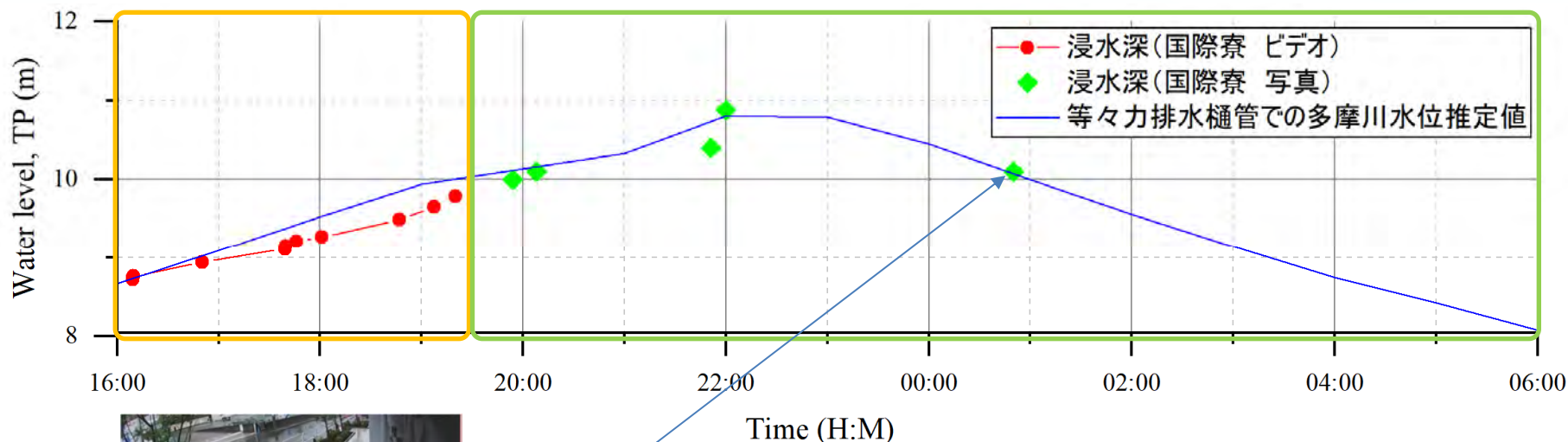


- ✓ 等々力雨水幹線の人孔がTP8.5m
- ✓ 多摩川水位がTP8.5mを超えると浸水発生
- ✓ ビデオと写真の浸水深と等々力排水樋門での多摩川水位推定値がほぼ一致
- ✓ 排水樋門全開のため早く排水

映像による浸水深の時系列変化(国際寮)



映像による浸水深の時系列変化(国際寮)



- ✓ 等々力雨水幹線の人孔がTP8.5m
- ✓ 多摩川水位がTP8.5mを超えると浸水発生
- ✓ ビデオと写真の浸水深と等々力排水樋管での多摩川水位推定値がほぼ一致
- ✓ 排水樋管全開のため早く排水

映像による浸水深の時系列変化(コンビニ前)

動画による計測

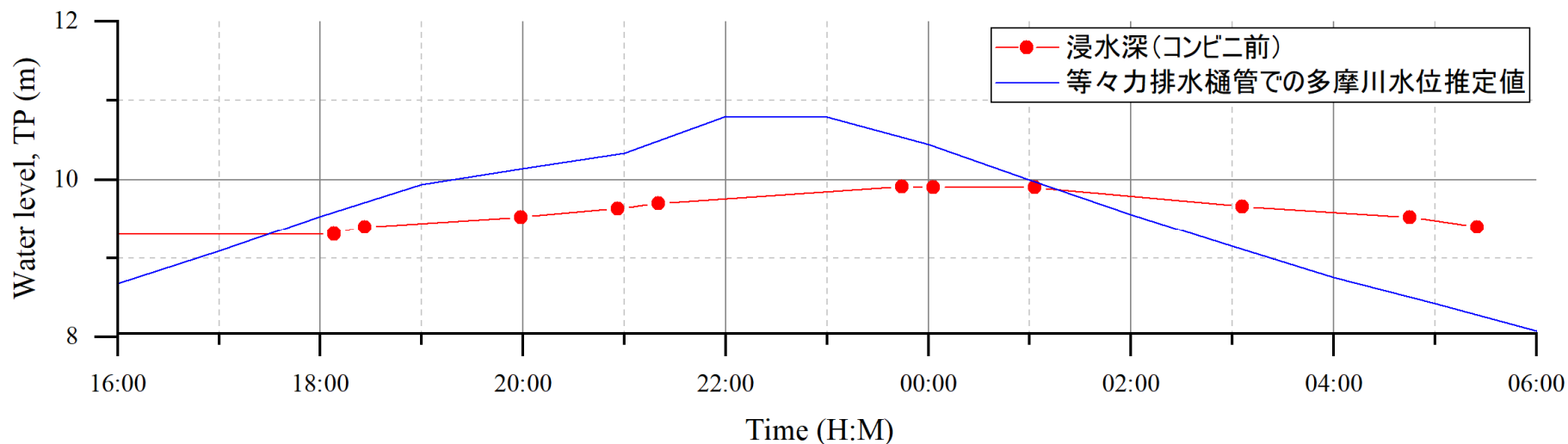


目印になる箇所の高さを計測



動画から浸水深と
時間をプロット

映像による浸水深の時系列変化(コンビニ前)



- ✓ 等々力雨水幹線の人孔がTP9.5m
- ✓ 多摩川水位がTP9.5mを超えると浸水発生
- ✓ ビデオの浸水深と等々力排水樋門での多摩川水位推定値に差がある
- ✓ 田園調布側に流れている



ビデオ動画解析による流向・流速測定

防犯ビデオ映像による流向・流速測定

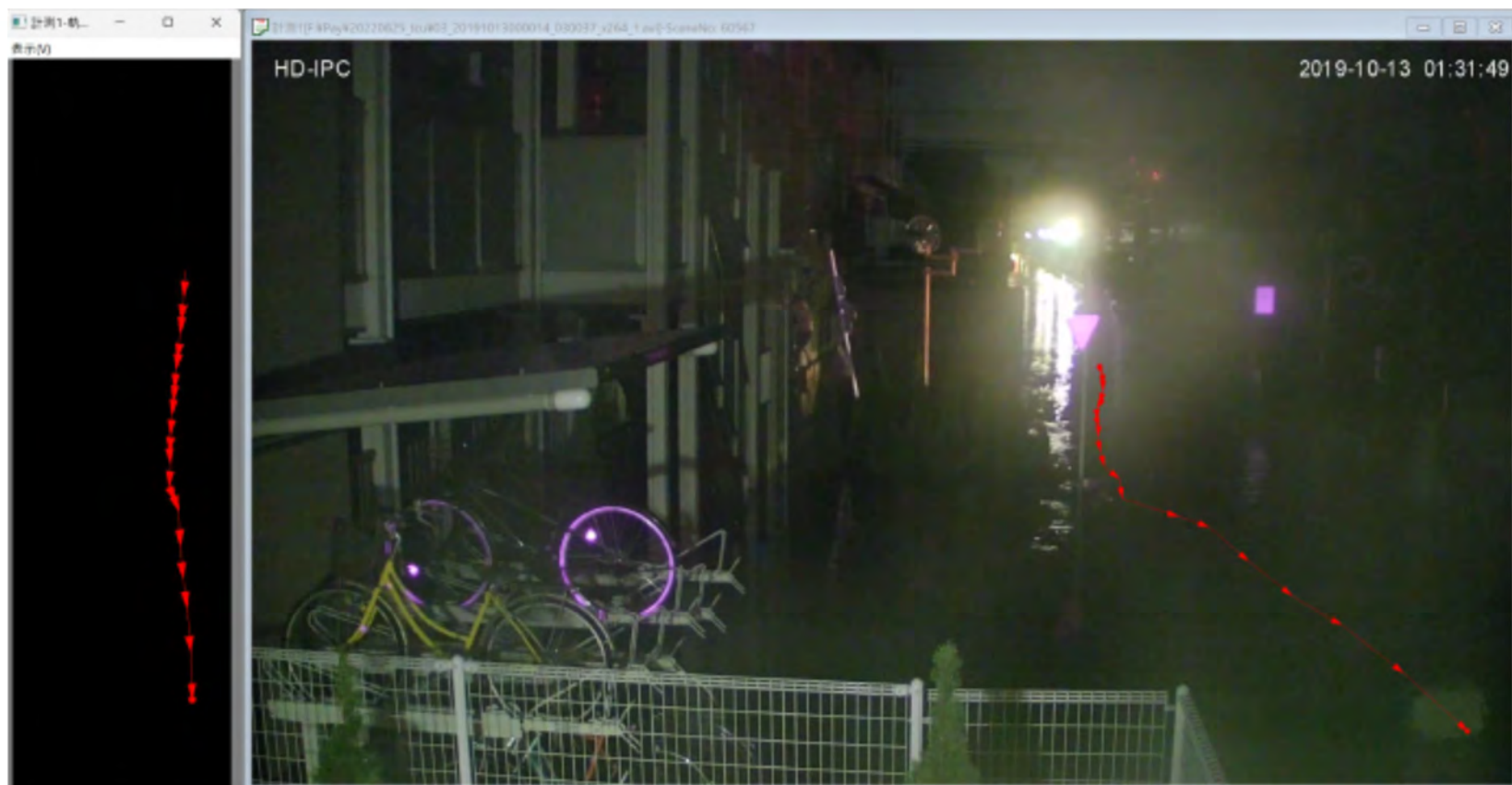


- ✓ ビデオ映像にある漂流物をトラッキング
→ 各時間帯の流向・流速測定 (33点)



ビデオ動画解析による流向・流速測定

防犯ビデオ映像による流向・流速測定

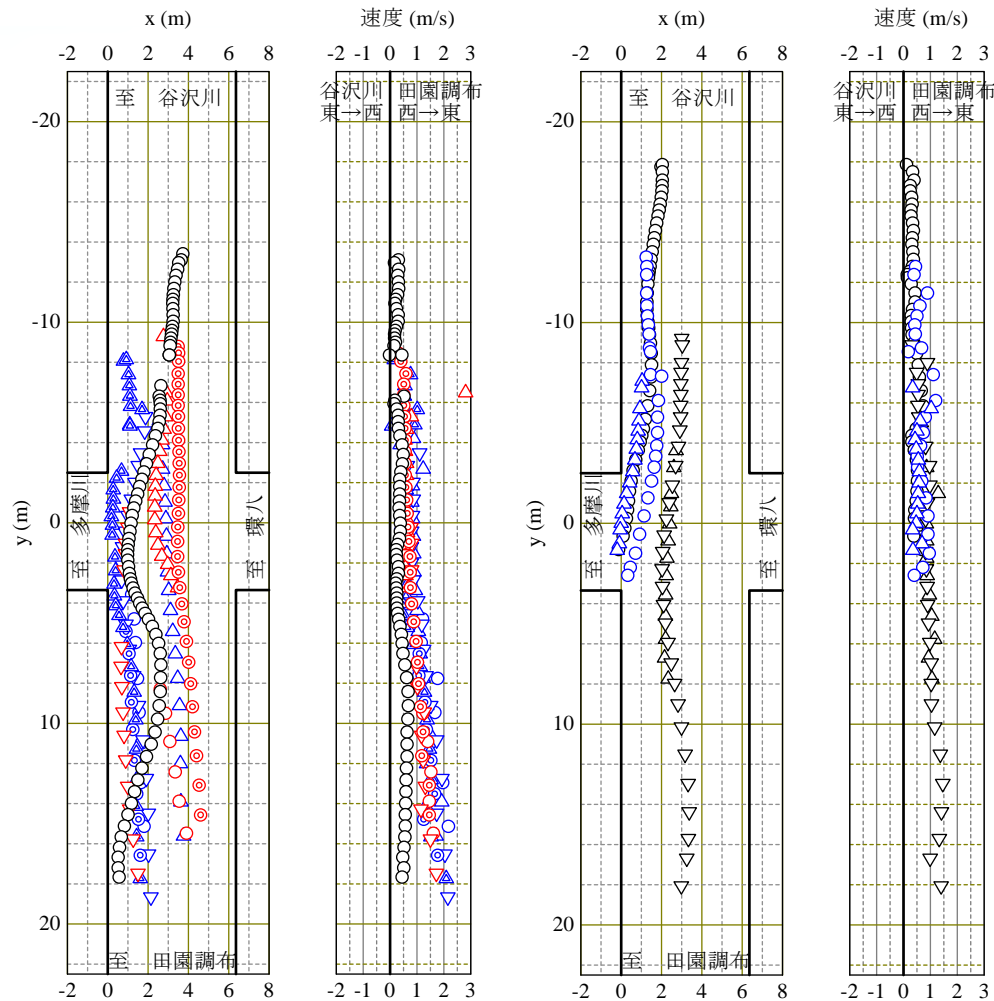


✓ 2次元画像解析MovieTr2D（ライブラリー）



コンビニ前の画像解析による流向・流速

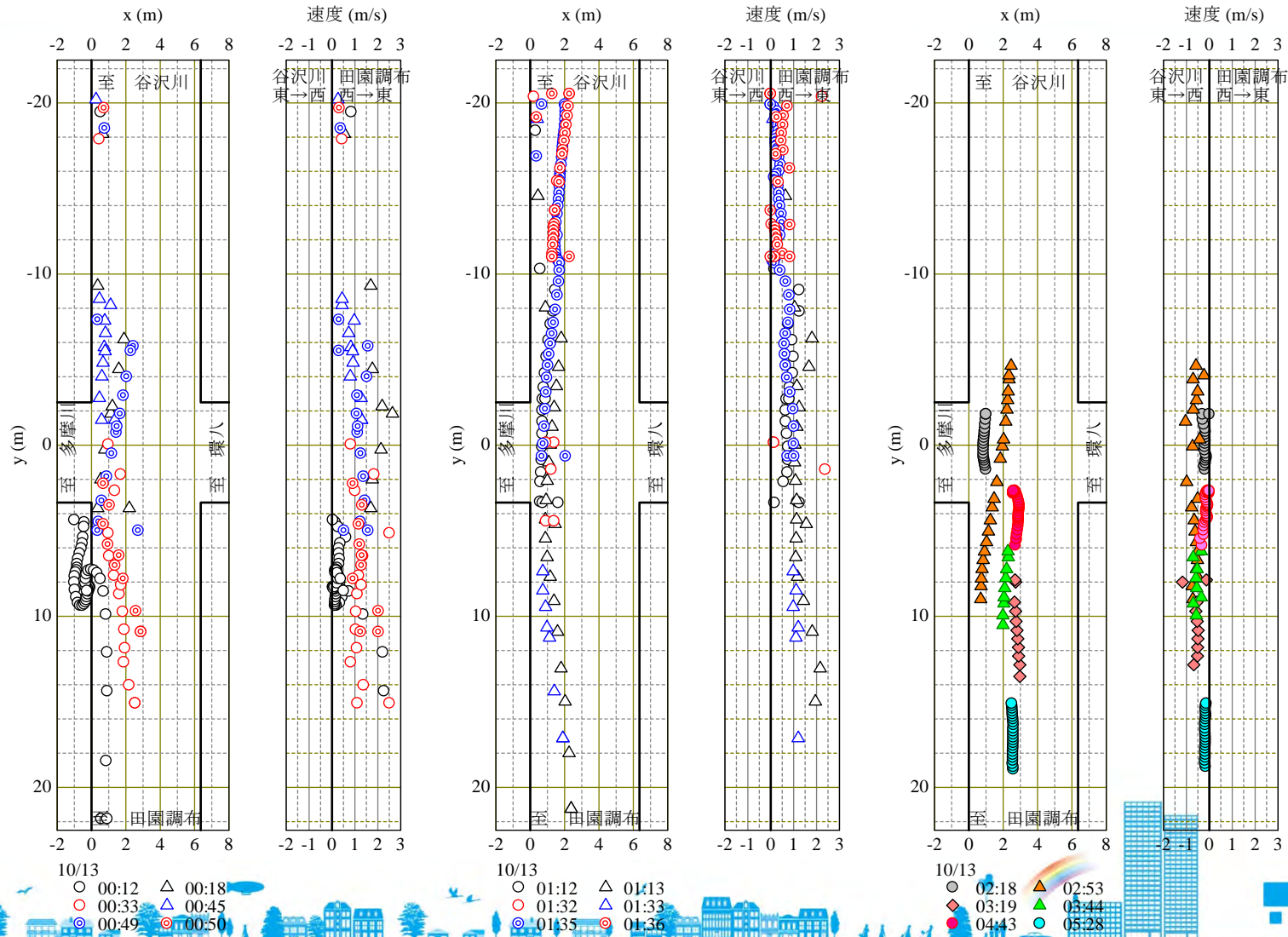
コンビニ前の画像解析による流向・流速解析



- 10/12
- 19:04
 - △ 20:40
 - ▽ 20:44
 - ◇ 20:47
 - 20:58
 - △ 21:04
 - ▽ 21:05
 - ◇ 21:12
 - 21:13
 - △ 21:15
 - ▽ 21:15
 - ◇ 21:28
 - 21:58
 - △ 22:06
 - ▽ 22:11
 - ◇ 22:15

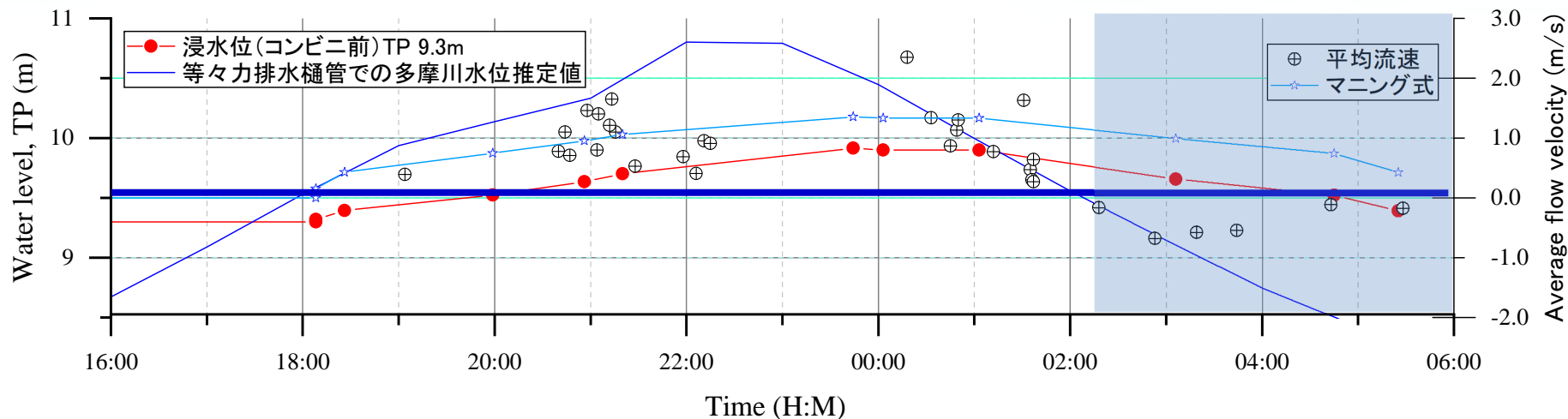
コンビニ前の画像解析による流向・流速

コンビニ前の画像解析による流向・流速解析



コンビニ前の画像解析による流向・流速

コンビニ前の画像解析による**流向**・流速解析

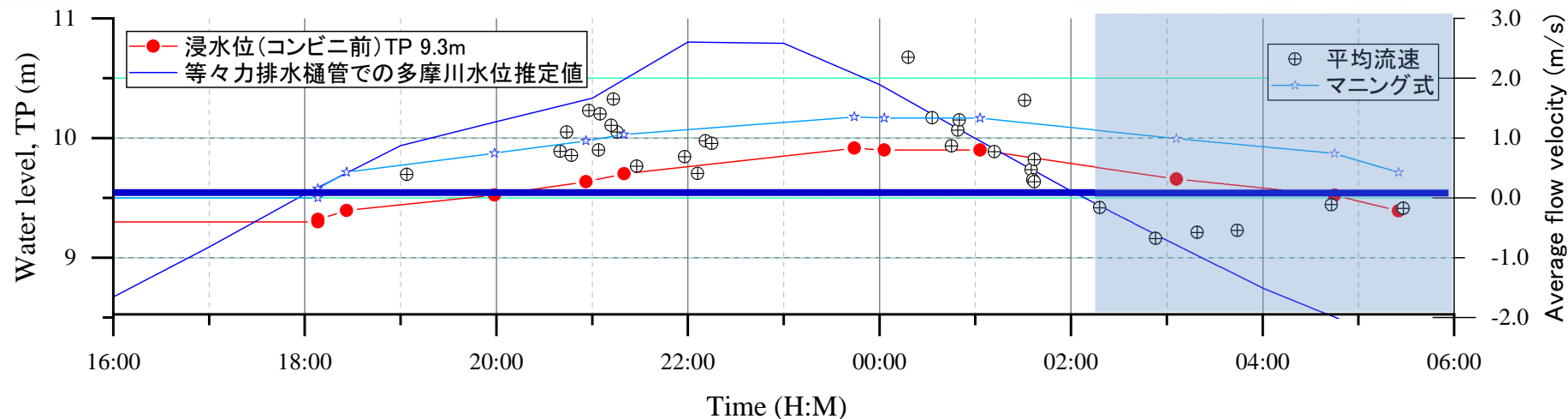


- ✓ 当 初：世田谷区 → 大田区 への水の流れ
- ✓ 2:00以降：大田区 → 世田谷区 への水の流れ
(等々力排水樋管の推定水位がTP9.5~9.3mくらいから)

全開の排水樋管によって多摩川への排水が促進??

コンビニ前の画像解析による流向・流速

コンビニ前の画像解析による流向・**流速**解析



- ✓ 平均流速：最大2.35m/s → 浸水深0.6m時
(既往研究(水野・二瓶)だと歩行限界速度を超過)
- ✓ 1/1000勾配の等流とみなしてマンニング式で計算
→ 実測値のほうが速い傾向
(風による表面の速度増加等の影響??)



まとめ（地域の特徴と地域拠点のあり方）

令和元年東日本台風による東京都市大学世田谷キャンパス周辺の内水氾濫被害について、
→複数の防犯カメラ映像を用いて、時系列の浸水深の計測を行った。

国際寮

- ✓ 全開だった排水樋管地点の多摩川水位と浸水深の時刻歴変化が同じ傾向を示した。

コンビニ前

- ✓ さらに低地の田園調布側への水が流れており、浸水深は深くなかった。



まとめ（地域の特徴と地域拠点のあり方）

令和元年東日本台風による東京都市大学世田谷キャンパス周辺の内水氾濫被害について、
→防犯カメラ映像を用いて、流向・流速の計測を行った。

コンビニ前

- ✓ 漂流物があれば計測可能であった。流速は最大2.4m/s
- ✓ 流速と浸水深から歩行限界速度は超過していた。複数の住民が移動している様子が見られた
- ✓ 多摩川水位推定値が当該箇所よりも低くなると逆流



まとめ（地域の特徴と地域拠点のあり方）



7号館



10号館(1期)

東京都市大学はキャンパス再整備事業の計画段階
被害後に、1階の地盤面を丸子川の浸水想定深TP11.0m
に嵩上げした建築計画に変更して建設を再開
2022年3月に7号館，2022年8月に10号館(1期工事)がそ
れぞれ竣工された

