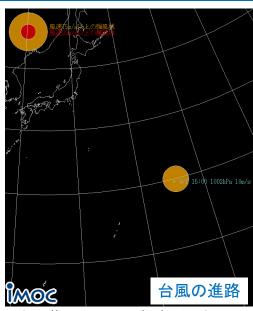
# 令和元年台風15号における千葉県内の 被害状況とライフラインの機能支障

### 千葉大学大学院工学研究院

## 丸山 喜久

1

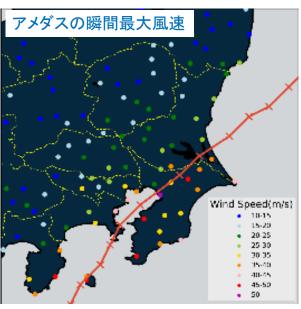
# 令和元年台風15号(令和元年房総半島台風)



https://www.imocwx.com/typ/tyani\_15.htm

#### 9月9日5時前に千葉市に上陸 上陸時の勢力(中心気圧

1 (中心気圧 960hPa・最大風速40m/s) は 関東地方では過去最強クラス



https://jp.weathernews.com/news/28944/

千葉市: 57.5 m/s 木更津市: 49.0 m/s 館山市: 48.8 m/s 成田市: 45.8 m/s

# 被害状況

2019年12月23日時点(消防庁まとめ)

#### 人的被害

#### 住家被害

都道府県	死者	重傷者	全壊	半壊	一部破損	床上浸水
福島県			1			5
茨城県		1	4	84	4,705	
栃木県					3	
埼玉県		1			15	1
千葉県	2*	8	363	3,929	62,986	34
東京都	1		12	68	1,425	13
神奈川県		3	11	76	2,665	68
静岡県				47	480	

\*停電による災害関連死

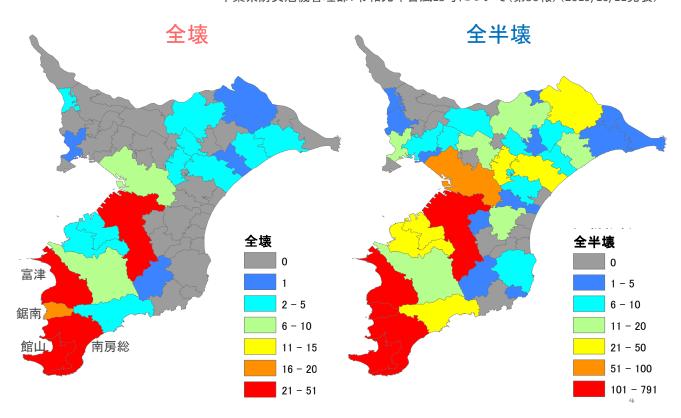
酸素吸入器の停止 停電・断水による熱中症

https://www.asahi.com/articles/ASMDR44FQMDRUDCB00D.html

3

# 千葉県内の建物被害の分布

千葉県防災危機管理部:令和元年台風15号について(第56報)(2019/10/11発表)



# UAVによる撮影(鋸南町岩井袋)



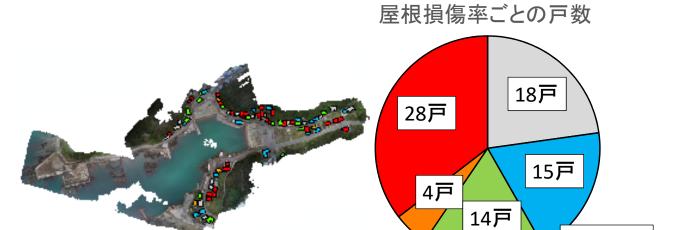






計79戸

# 屋根損傷率の目視判読(鋸南町岩井袋)



屋根損傷率R	R=0%	0%< <i>R</i> <20%	20%≤ <i>R</i> <40%	40%≤ <i>R</i> <50%	<i>R</i> ≥50%
損傷屋根投影面積 全屋根投影面積 ×100%					

## 台風15号による様々な被害



https://www.sankei.com/affairs/news/190910/afr190910



https://www.youtube.com/watch?v=\_EEc1MTb7DM

ゴルフ練習場の ポール倒壊 https://www.asahi.com/

articles/ASM992T0DM9

9UDCB004.html

https://www.sankei.com/region/news/1909 10/rgn1909100034-n1.html



貨物船の走錨事故 (南本牧はま道路)

https://www.asahi.com/articles/ASM9M3C6QM9MULOB001.html

鉄道・バスの運休による 成田空港の孤立



np.co.jp/article/national/list/201909/CK 2019091002000143.html

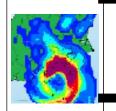
#### 科学研究費助成事業(特別研究促進費) 令和元年台風15号による停電の長期化に伴う影響と風水害に関する総合調査

- ライフライン, 気象, 風工学, 海岸・港湾, 水工学, 航空交通の6分野10テーマに関 する総合調査
- 台風15号による停電の長期化に伴う社会的影響の把握と風水害発生のメカニズム や被害の全貌の解明を目的とする
- 停電災害に対する受容力を高めるための自律対策や、風水害に対する防災・減災 対策に貢献する.

千葉大学, 北海道大学, 東北大学, 金沢大学, 筑波大学 茨城大学, 埼玉大学, 東京工業大学, 慶應義塾大学, 早稲田大学, 中央大学, 日本大学, 東京工芸大学, 横浜 国立大学, 岐阜大学, 京都大学, 大阪市立大学, 神戸大 学, 香川大学, 高知大学, 九州大学, 熊本大学, 防衛大 学校, 防災科学技術研究所, 気象研究所 (25機関, 37名)

②気象

被害拡大の 気象学的要 因の解明



④海岸・港湾 港湾施設の被害調査 海岸・生態系への影響調査 ⑤水工学分野

内水被害に関する調査

(1)ライフライン 長期停電の影響波及構造 と被害・復旧の調査 社会経済・市民生活へ の影響波及の調査

③風工学 建築物被害の実態調査 建築物のリスク分析 2018年台風21号との比較







⑥航空交通

航空交通への 影響と災害対 応マネジメント に関する調査

## 令和元年台風15号による停電の長期化に伴う影響 と風水害に関する総合調査報告書

令和元年 台風15号による停電の長期化に伴う影響と風水害に関する総合調査

研究報告書 これまでの一連の調査研究	<b>減生を取りまとめました</b>	
順次アップロード予定です		
全体ダウンロード		
↑文	PDF	
分割ダウンロード		
まえがき	PDF (0.8MB)	
1. ライフライン分野	PDF (10.6ME)	
2.気象分野	PDF (20.7MB)	
3. 風工学分野	PDF (21.4MB)	
4. 海岸・港湾分野	рон (алма)	
5. 水工学分野	PDF (7.1MB)	
6. 受通分野	PDF (2.7MB)	http://ares.tu.chiba-u.jp/typhoon15

ライフライン分野

- 1-1 台風 15 号による停電被害の概要と災害間比較 能島 暢呂
- 1-2 電力施設の被害と停電状況 永田 茂,鈴木 進吾,須藤 三十三,丸山 喜久
- 1-3 千葉県内の上水道施設への停電の影響 丸山 喜久
- 1-4 通信設備の被害と停電による影響 庄司 学, 永田 茂, 皆川 大雅
- 1-5 停電と断水が医療機能に与えた影響 宮島 昌克, 芹川 由布子
- 1-6 ライフライン停止による生活支障の実態 佐藤 翔輔
- 1-7 企業活動への影響 梶谷 義雄,黒田 望,妹尾淳史,多々納 裕一

## 電力施設の被害

#### 送変電施設の被害

送電設備				変電設備
1	鉄塔	電線	がいし	がいし
倒壊	腕金•部材 変形	素線切れ	破損	破断
2基	2基	2条	1連	1相



No.80 No.79(倒壊)

富津火力発電所と新木更津変電所 を結ぶ66kv系統木内線のNo.78,79 の鉄塔2基が倒壊

地形効果によって局地的に風速が 増速



経済産業省(2019)

# 電力施設の被害

#### 配電施設の被害

	架空線			地中線	
電柱	電線	変圧器	地上	地上機器	ケーブ
(折損・倒	(断線∙混	(損傷∙傾	機器	(損傷∙傾	ル
壊等)	線等)	斜等)	(浸水	斜等)	(損傷
			等)		等)
1,996本	5,529径間	431台	0台	1台	0m

倒木・飛来物による電柱損壊

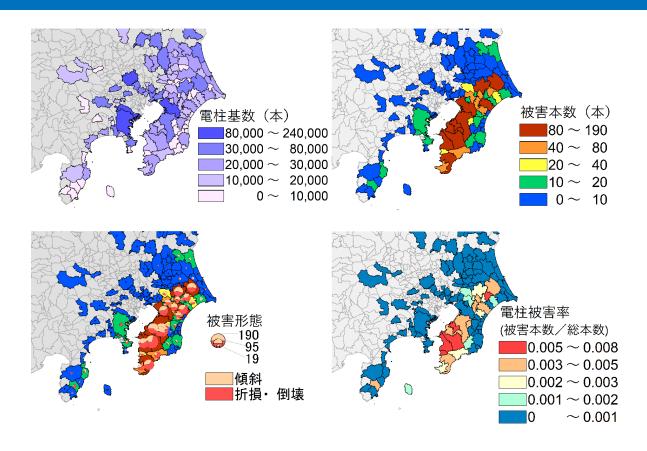
二次被害が原因と断定できない例



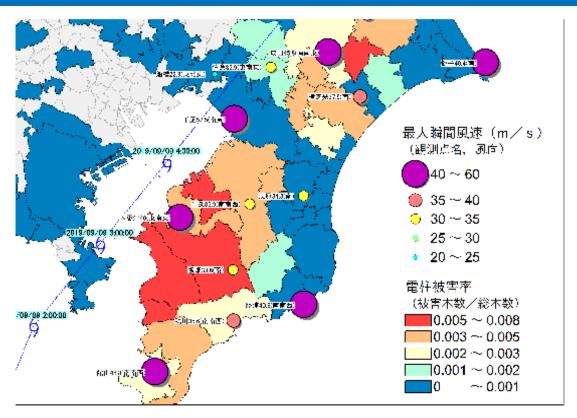




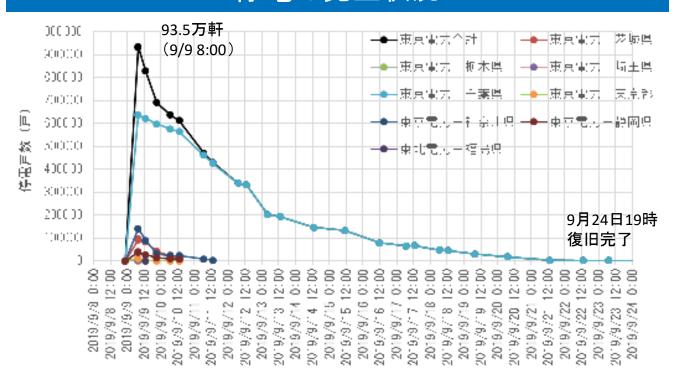
#### 市町ごとの電柱の総本数・被害本数・被害形態別割合・被害率



# 市町ごとの電柱被害率と気象庁の最大瞬間風速

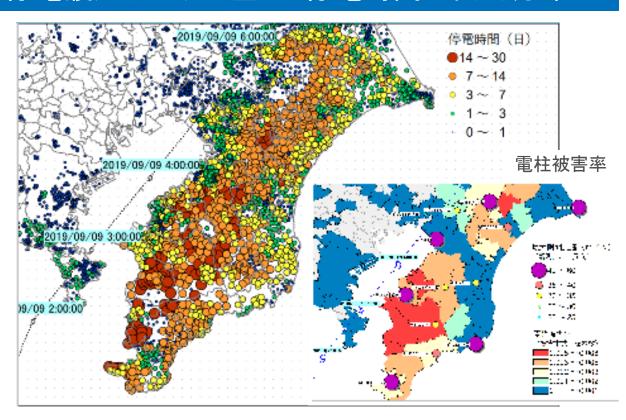


## 停電の発生状況

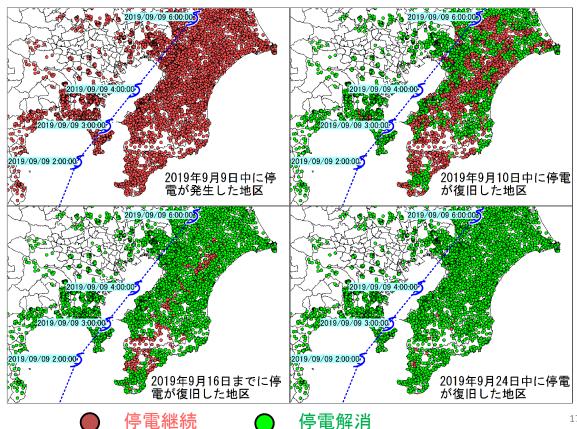


15

## 停電履歴データに基づく停電時間の面的分布

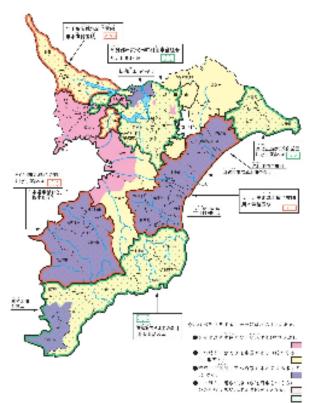


### 台風15号による停電発生地区と停電解消時期の分布



## 千葉県内の断水状況

千葉県内の上水道供給



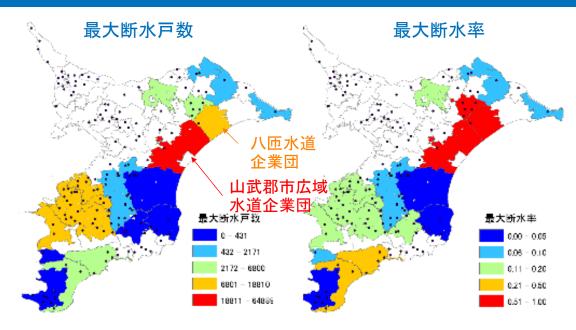
15事業体 22市町で 断水

9/9~25 の17日間

事業体名	給水市町	断水戸数	断水 解消日
市原市	同左	1,313	9/19
	小 計	18,810	9/25
1. 48 4 4 4 4 4	木更津市	60	9/14
かずさ水道広域連合企業団	君津市	14,750	9/25
<u> </u>	袖ケ浦市	2,000	9/14
	富津市	2,000	9/21
成田市	同左	10,800	9/10
香取市	同左	1,708	9/10
多古町	同左	4,080	9/18
銚子市	同左	2,171	9/10
	小 計	15,500	
八匝水道企業団	匝瑳市	12,100	9/10
	横芝光町	3,400	
長生郡市広域	小計	431	9/11
市町村圏組合	長南町	431	3/11

事業体名	給水市町	給水市町 断水戸数		
	小計	64,889		
	東金市	24,927	0/11	
山武郡市広域	九十九里町	5,854		
水道企業団	山武市	10,923	9/11	
	大網白里市	19,384		
	横芝光町	3,801		
大多喜町	同左	400	9/15	
いすみ市	同左	51	9/11	
鴨川市	同左	6,122	9/16	
南房総市	同左	6,800	9/20	
鋸南町	同左	230	9/24	
三芳水道企業団	小 計	169	9/17	
	館山市	140	9/17	
	南房総市	29	9/14	
合計		133,474	-	

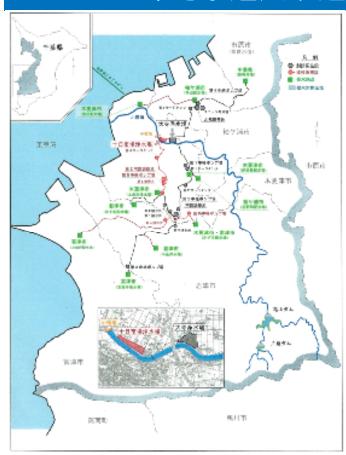
# 千葉県内の最大断水戸数と最大断水率



山武郡市広域水道企業団:ほぼ全戸数である約65,000戸が9月9日から11日にかけて断水.この地域の用水供給事業を担う九十九里地域水道企業団で,一部の浄水場が停電の影響で機能停止に陥ったため.

八<u>匝水道企業団</u>: ほぼ全戸数である15,500戸が9月9日から10日にかけて断水. 九十九里地域水道企業団の用水供給が停止したため. 19

# かずさ水道広域連合企業団の状況



#### 9月9日から25日までの17日間断水

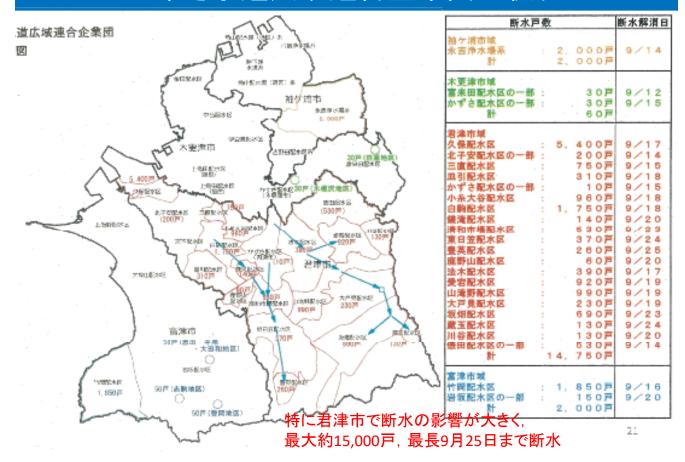
停電の影響で大寺浄水場, 十日市場 浄水場で機能停止

→自家発電施設で復帰

ポンプ場は、自家発電施設の能力だけでは不十分であり、機能停止 →9/14から電源車を接続し、通常の運転に戻った

配水場では停電の影響で、水が自然 流下で流出し、配水池が空になり断水 →電源車を接続するか、復電を待ち、 断水が解消された。

# かずさ水道広域連合企業団の状況

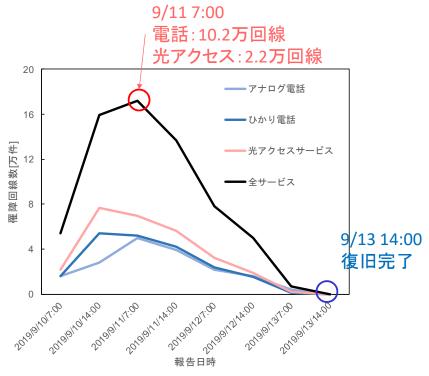


## かずさ水道広域連合企業団の状況



22

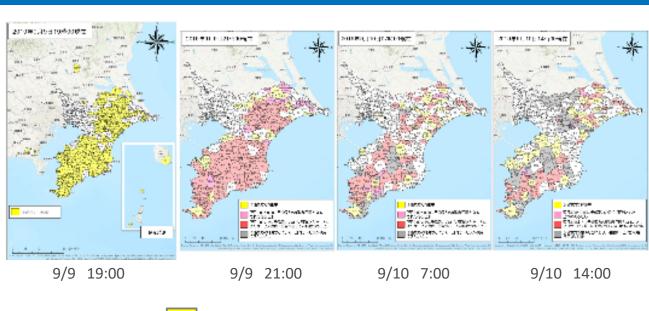
## NTT東日本の固定電話関連の影響回線数の推移



停電(商用電源の枯渇)による通信ビルの機能支障

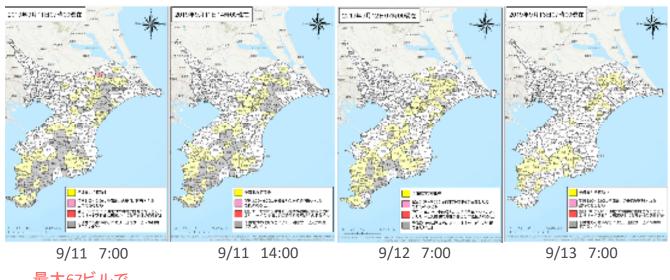
#### 23

# 停電による通信ビル機能の時空間的な影響



- 予備電源で稼動
- 予備電源の維持が困難となるおそれ
- 非常用電源の枯渇により、サービス提供に影響が生じている

## 停電による通信ビル機能の時空間的な影響



最大67ビルで 電源枯渇

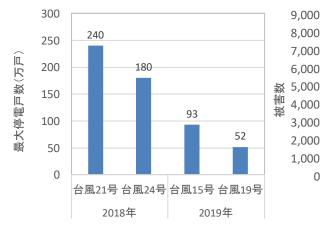
予備電源で稼動

予備電源の維持が困難となるおそれ

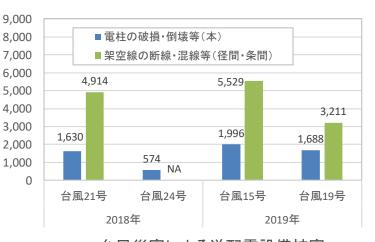
非常用電源の枯渇により、サービス提供に影響が生じている

25

# 電力設備・停電被害の災害間比較



台風災害による最大停電戸数



台風災害による送配電設備被害



2018年台風21号



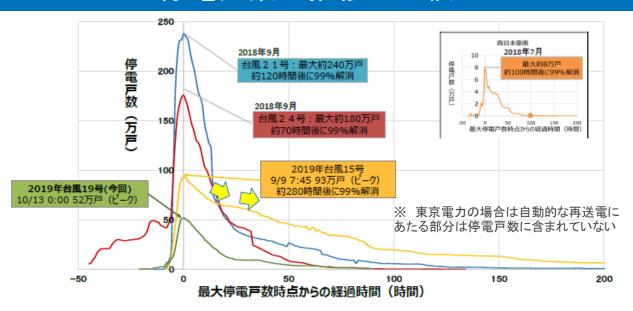
2018年台風24号 中部電力で119万軒以上が停電





2019年台風19号 (令和元年東日本台風)

## 停電戸数の推移の比較



#### 2019年台風15号では一貫して停電解消のペースが遅い

- •被害状況の全容把握に時間を要した
- ・倒木や土砂崩れ等による道路寸断のため進入困難な箇所が多かった

1000

900

800 700

600 500

・他電力応援要員や電源車の指揮体制の確立に時間を要した

27

1995兵庫

→ 2018北海道

→ 2018北海道 — 西日本豪雨
— 2018台風21号 — 2019台風19号
— 2019台風19号

#### 主な地震災害と近年の台風・豪雨災害に おける停電戸数の推移



2019年台風15号以外は、東北地方太平洋沖地震の津波被害地域を除き、約3日 以内には復旧率がほぼ90%に達し、停電は約1週間程度で終息

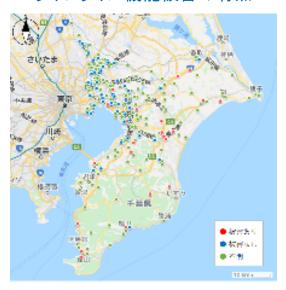
2019年台風15号の復旧進捗の遅さは群を抜いている

### 停電と断水が医療機能に与えた影響

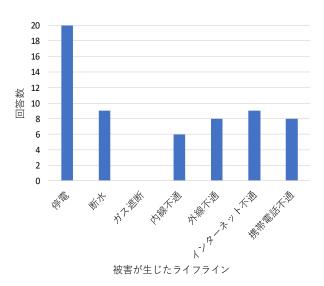
#### ライフライン機能支障が医療機能に及ぼす影響の調査

349医療機関にアンケート調査を実施(回答率: 24.9%)

#### ライフライン機能被害の有無



#### ライフライン機能被害の内容

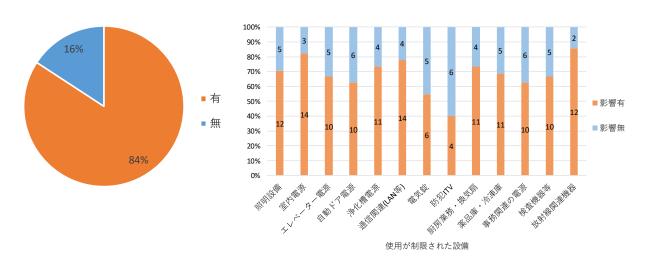


29

## 停電と断水が医療機能に与えた影響

#### 設備の使用制限の有無

#### 医療機能への影響の有無



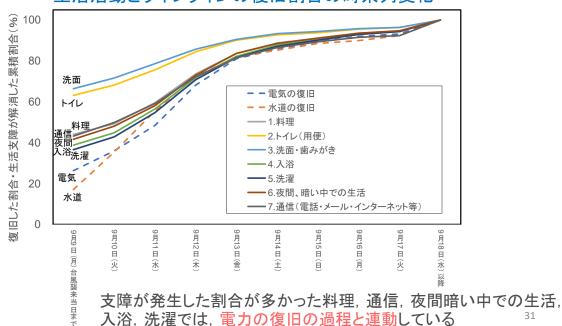
影響率が最も高い設備は放射線関連機器であり、86%となった. 検査機器 や放射線関連機器の使用不可により、外来の診療を制限または休診した と回答した機関が多く、これらの設備が医療機能に与える影響率は高い

### 生活活動とライフラインの復旧割合の時系列変化

#### 停電の長期化やライフライン停止に起因する生活支障の実態調査

市原市, 香取地域, 海匝地域, 山武地域, 君津地域, 安房地域の居住者に対する Webアンケート(有効回答2000サンプル)

#### 生活活動とライフラインの復旧割合の時系列変化



## 企業活動への影響調査

#### 千葉県の企業活動への風水害の影響調査

アンケート 回答数:562事業所(回収率約8.5%)

#### 風水害別の直接被害と平均操業停止日数

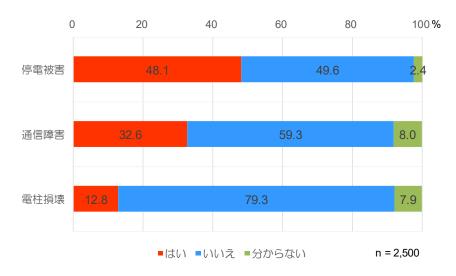
風水害名	直接被害のあった事業所	平均操業停止日数
①房総半島台風	396	7.83
②東日本台風	144	1.98
③台風21号等による大雨	121	3.26

#### 複数の風水害による被災パターン別の事業所の件数

被災パターン	件数
房総半島台風(①)のみ	241
東日本台風(②)のみ	14
台風21号等による大雨(③)のみ	22
1) & (2)	81
1) 23	41
223	7
①, ②, ③全て	66
大きな被害なし	89

### 電柱倒壊・損傷と無電柱化に対する受容意識への影響

災害を経験した広域の地域住民に対する無電柱化の受容意識に関する調査 Webアンケート(有効回答数:2500件)



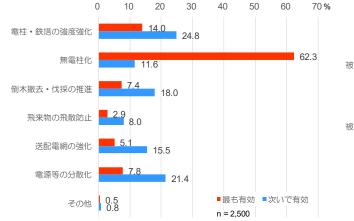
約48%が停電被害,約33%が通信障害の被害を受けている 約13%が住まい周辺で電柱損壊の被害があった

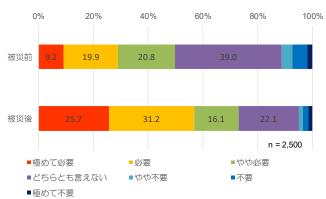
33

### 電柱倒壊・損傷と無電柱化に対する受容意識への影響

#### 再発防止に有効な対応策

#### 被災前後における無電柱化整備推進の 必要性





千葉県全体の無電柱化率は1%程度(平成29年度末)で、全国平均以下 千葉県内の無電柱化整備を推進してレジリエンス強化を図っていくこと が求められる

### 気象分野

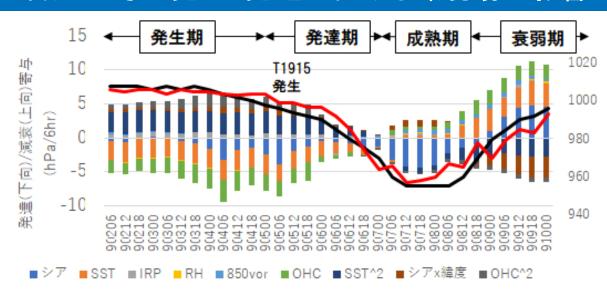
- 2-1 台風 15 号の発生・発達における環境場の影響 筆保 弘徳,及川 義教,永戸 久喜,嶋田 宇大,和田 章義,吉田 龍二, 宮本 佳明
- 2-2 地上観測データを用いた暴風·突風の解析 益子 渉
- 2-3 ドップラーレーダーを用いた台風上陸時の構造変化の解析 嶋田 宇大
- 2-4 超高分解能モデルによる市街地での突風の解析 竹見 哲也
- 2-5 台風 15 号による園芸施設への被害状況を踏まえた再解析風速データの比較 飯塚 聡. 横山 仁. 清水 慎吾. 鈴木 真一
- 2-6 台風 15 号に伴う突風と落雷の空間分布 小林 文明
- 2-7 雷放電活動から見た台風 15 号の盛衰過程 櫻井 南海子, 筆保 弘徳, Paul R. Krehbiel
- 2-8 数値シミュレーションによる2019 年台風 15 号の上陸前の強度・構造変化のメ カニズム

宮本 佳明, 筆保 弘徳, 和田 章義

2-9 東京湾における高波の要因 高野 洋雄

35

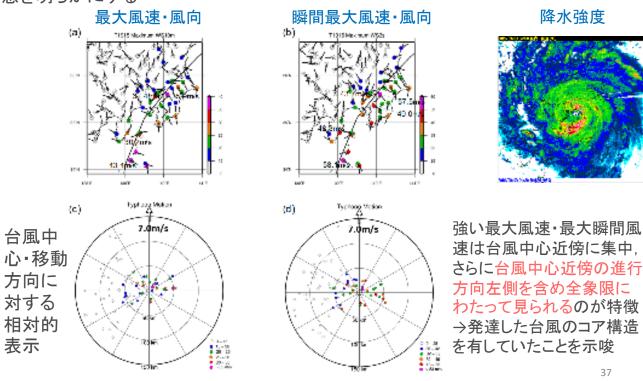
### 台風15号の発生・発達における環境場の影響



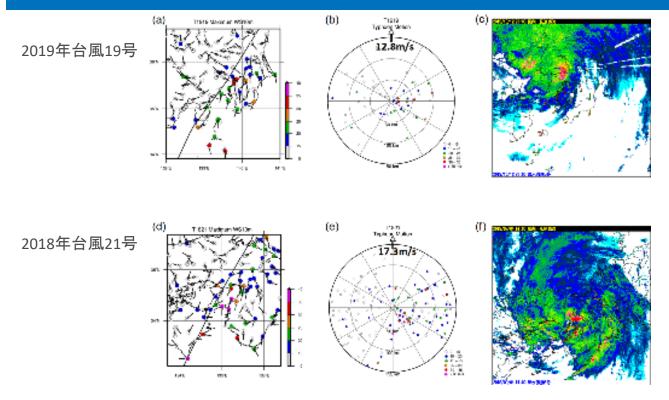
- ・発生期から発達期前半まで台風15号は顕著に発達しなかった
- ・発達期を迎えて台風急速発達(Rapid intensification: RI)が発生(24時間で中心気圧が20hPa下がった). これには高い海面水温(SST)と海洋貯熱量(OHC)という環境場が大きく貢献した
- 成熟期から衰弱期では、衰弱過程が弱くなる環境場であった。
- →観測史上最強クラスの勢力で日本に上陸

## 地上観測データを用いた暴風・突風の解析

気象庁アメダスによる地上観測データ等を用いて、台風15号に伴う暴風・突風の実態を明らかにする



## 地上観測データを用いた暴風・突風の解析



どちらも上陸時には台風の構造は崩れかけていた。2019年台風15号は上陸時でも 発達した成熟期の台風の構造をもっていた 38

### 風工学分野

3-1-1 2019 年台風第 15 号の強風被害分布

友清 衣利子, 野田 稔, 岩下 久人

- 3-1-3 2019 年台風第 15 号による太陽光発電施設の強風被害高森 浩治
- 3-1-4 2019 年台風第 15 号による電力送配電施設などの強風被害 野田 稔,木村 吉郎,中藤 誠二
- 3-1-5 2019 年台風第 15 号による農業用ハウスの強風被害 森山 英樹
- 3-1-6 2019 年台風第 15 号による樹木の強風被害 鈴木 覚, 重永英年, 服部 力
- 3-1-7 2019 年台風第 15 号による強風被害後の住家等の居住環境

大風 翼, 友清 衣利子, 菊本 英紀, 富永禎秀, 玄 英麗, 水谷 国男, 中嶋 唯貴, 西嶋一欽

3-2-1 リモートセンシングによる建築物屋根被害分布の把握

劉ウェン, 丸山喜久, 石井和樹

- 3-2-2 強風による住宅被害状況 友清衣利子, 西嶋一欽
- 3-2-3 住宅の補修状況ならびに火災保険等を活用した補修実態

西嶋一欽, 高橋 徹, 友清衣利子

3-2-4 航空写真を用いた住宅屋根被害の分析

河野祐哉, 西嶋一欽

- 3-2-5 Damage and chemical releases from industrial facilities affected by Typhoon 15 (2019)
  Ana Maria CRUZ, Hiroshi ISHIMARU, Shin-ichi AOKI
- 3-3 2019 年台風 15 号と 2018 年台風 21 号の被害の比較検証 丸山 敬, 西嶋 一欽, 友清 衣利子

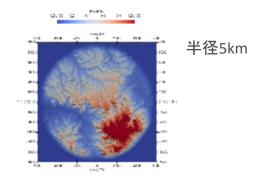
39

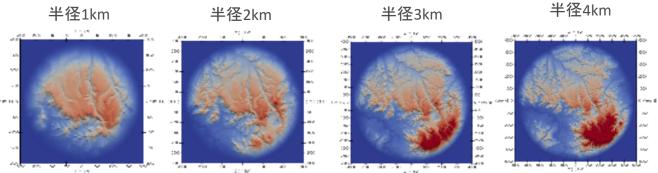
## 送電鉄塔倒壊被害に関する検討



#### 流れ場に対する周辺地形の影響

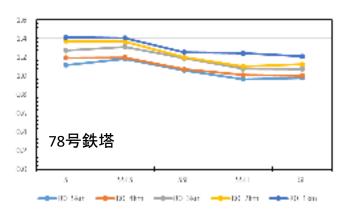
OpenFOAM7.0 simpleFOAM

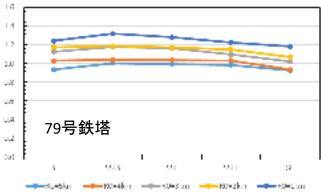




## 送電鉄塔倒壊被害に関する検討

地形なしの平均風速に対する地形ありの平均風速比(地上高さ40m)





- ・地形の再現範囲が狭くなるほど、風速比が高まる →近隣の地形が鉄塔地点の風速を増加させた
- 風向がSまたはSSESの場合に特に78号鉄塔側の基準風速が増加する

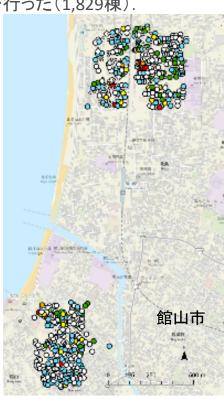
41

# 強風による住宅被害

2019年11月8日から11月11日まで、千葉県鋸南町、南房総市および館山市の一部地域で台風による住宅の現地被害調査を行った(1,829棟).





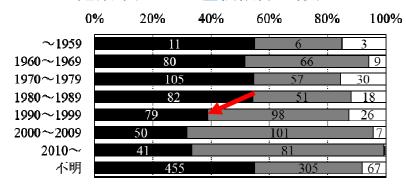


屋根被害程度

42

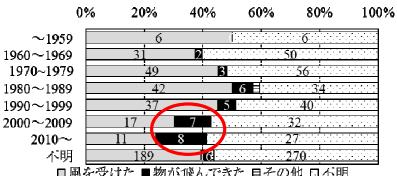
### 強風による住宅被害

#### 建築年代ごとの屋根被害の有無



■屋根被害有 ■屋根被害無 □被害不明

#### 建築年代ごとの屋根被災要因



□風を受けた ■物が飛んできた 目その他 □不明

43

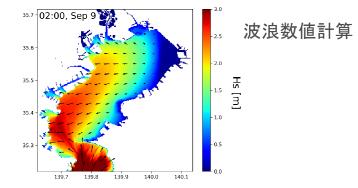
## 海岸•港湾分野

- 4-1-1 神奈川・千葉・茨城の高波被害
  - 高木 泰士, Md Rezuanul ISLAM, Le Tuan ANH, 高橋 篤平, 杉生 高行, 古 川郁貴
- 4-1-2 2019年台風15号による横浜市金沢区福浦地区の高波被害および波浪追算 稲垣 直人 柴山 知也 高畠 知行
- 4-2-1 2019年台風15,19号時の東京湾における船舶の漂流距離の実態と予測計算 徳永 正吾. 黒澤 一真. 渡部 真史. 有川 太郎
- 4-2-2 船舶漂流衝突メカニズムと対策 平石哲也, 飯干 歩, 奥谷哲也
- 4-3-1 堆積岩の挙動とメカニズム 渡部 真史, 清野 聡子, 岩崎 由美子, 有川 太郎

## 神奈川の高波被害







明らかな高波被害が東京湾に面した横浜市中区や金沢区の港湾区域で確認された.

45

# 船舶の漂流被害

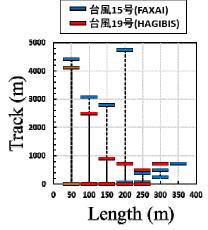
貨物船が強風で走錨し, 南本牧はま道路に衝突

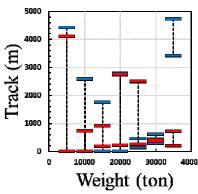




AIS (Automatic Identification System: 船舶自動識別装置)のデータを用いて、台風時の風場や移動速度との関係を分析

#### 船舶の全長および重量と移動距離の関係





台風19号時に比べ、台風15 号時の方が移動距離が長い ことがわかる.これは、台風 15号は移動速度が遅く、長く 湾に停滞しており、結果として 船舶への風の作用時間が長 かったことが挙げられる.

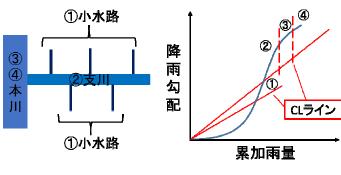
46

## 水工学分野

- 5-1 千葉県における台風 15 号, 19 号, 21 号関連豪雨災害の比較: 降雨特性, 流域特性からみた浸水メカニズムの比較 田中規夫, 小野寺 祐乃
- 5-2 令和元年台風 15 号, 19 号, 21 号時における市川市の水害と避難状況 八木澤 順治

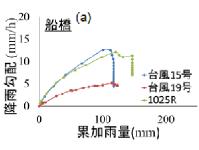
47

## 千葉県における浸水メカニズム

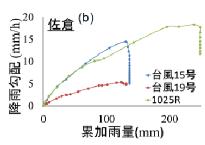


浸水パターンを累加雨量(mm) と降雨勾配(=累加雨量(mm) /降水時間(h))を用いて評価

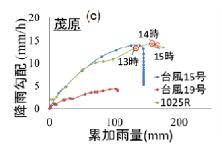
- ①小水路から水が溢れたことによる浸水
- ②支川の氾濫などによる浸水
- ③支川と本川の合流部付近の氾濫などによる浸水
- ④本川の氾濫などによる浸水



台風15号で浸水 1025R(台風21号の大雨)は被害なし



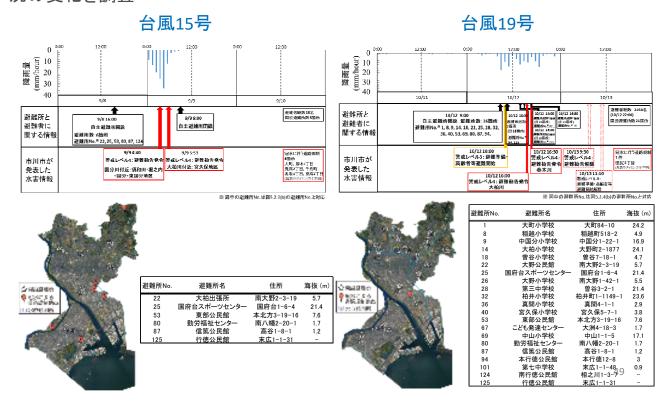
台風15号で浸水 1025Rで浸水・河川氾濫



台風15号で浸水・河川氾濫 1025Rで浸水・河川氾濫

### 千葉県市川市の水害と避難状況

千葉県市川市を対象として, (1) 水害状況と避難状況との比較, (2) 水害間の避難状況の変化を調査



## 航空交通分野

- 6-1 台風 15 号における成田国際空港における利用者滞留問題 竹林 幹雄, 大西 正光, 平田 輝満, 轟 朝幸, 大石 哲
- 6-2 台風 15 号における成田国際空港における航空貨物輸送への影響 竹林 幹雄, 大西 正光, 平田 輝満
- 6-3 台風 15 号における離島交通への影響 竹林 幹雄, 大西 正光

### 成田国際空港における利用者滞留

#### 関係資料・成田空港株式会社へのヒアリングに基づき成田空港会社の対応を整理

- ・台風15号は成田空港に9日夜半から明け方にかけて最接近し、午前3時48分には「飛行場暴風警報」が発令
- ・9日午前6時の時点での平均風速が20.9m/sであり、離発着を行うための施設には特に損傷被害はなく、9日の朝から基本的には離着陸できる状態であった.
- ・成田国際空港BCPに基づく総合対策本部は、暴風警報の発令が未明で<mark>関係人員の</mark>招集が事実上困難
- ・午前7時36分には暴風警報が解除され強風警報に切り替わったことから、本部は立ち上がったもののメンバーが参集しなかった。
- •その後, 風が収まり到着便の受け入れが始まった.

5:

## 航空貨物輸送への影響

#### 2019年9月における港別輸出入額

	•			7,500   1,557   1,577	(単位:百万	河、%)	
		輸出			輸入		
港名	価 額	前年同月比	構成比	価 額	前年同月比	構成比	
全国空港総額	1, 503, 024	95. 9	100.0	1, 778, 062	110. 6	100. 0	
成田空港	865, 400	77. 1	57. 6	1, 203, 248	98. 1	67.7	
羽田空港	29, 556	78. 6	2. 0	97, 656	100. 5	5. 5	
新潟空港	15	170. 4	0.0	20	59. 4	0. 0	
関西空港	502, 423	214. 9	33. 4	348, 313	327. 7	19. 6	
中部空港	73, 45	61.6	4. 9	87, 651	76. 3	4. 9	
福岡空港	20, 849	52. 7	1.4	36, 708	75. 9	2. 1	

成田空港の輸出額は前年同 月比77.1%

一方, 輸入額は前年同月比 98.1%と変化なし

→輸出貨物の一部は、関西空港や新潟空港へ流れたか

成田空港周辺の 物流施設



南エリアが属する芝山町において<mark>倒木による大規模な停電</mark>が発生し、荷物を管理するコンピューターシステム、荷さばき施設、冷凍冷蔵保管などの機能が失われ、一時的に大きな影響が出た.

### まとめ

令和元年台風15号(房総半島台風)によって引き起こされた長期停電や風水害に関する調査結果の一部を報告した.

電力依存社会の抱える脆弱性が次々と露見された.本調査研究は,今回と同様に大規模な停電が懸念される首都直下地震や南海トラフ巨大地震などの地震対策にも非常に重要な知見をもたらすものと考えられる.また,本研究の成果は,近年風水害が頻発し,その被害が激甚化している我が国の防災・減災対策の立案に大きく貢献できるものと期待される.

本研究は、特別研究推進費「令和元年台風15号による停電の長期化に伴う影響と風水害に関する総合調査」(課題番号: 19K24677)の助成を受けて実施したものです。本研究を行うにあたり、関係機関および台風の被害に遭われた方々には、調査等に多大なご協力をいただきました。ここに記して謝意を表します。

53

# ご清聴ありがとうございました