



## 【所属学会】

- 日本火災学会
- 日本都市計画学会
- 日本災害情報学会
- 日本復興学会
- 日本自然災害学会
- 地域安全学会
- 日本建築学会
- 土木学会
- 日本オペレーションズ・リサーチ学会
- 都市住宅学会
- 日本地震工学会



↑論文等

廣井 悠 / U HIROI

都市防災/都市計画が専門

東京大学教授 / The University of Tokyo, Professor

1978年10月東京生まれ。東京大学大学院・特任助教、名古屋大学減災連携研究センター・准教授等を経て2021年8月より現職。博士(工学)、専門は都市防災、都市計画。平成28年度東京大学卓越研究員、2016-2020年JSTさきがけ研究員(兼任)。受賞に防災功労者・内閣総理大臣表彰、文部科学大臣表彰・科学技術賞、文部科学大臣表彰・若手科学者賞、都市住宅学会学会賞、東京大学工学部Best Teaching Award等。内閣府「首都直下地震帰宅困難者等対策検討委員会」座長等も務める。

# 現在の研究内容

災害調査

被害予測

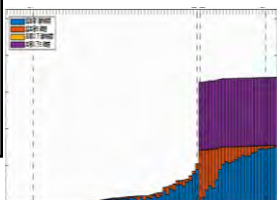
対策・政策・解決策

社会実装

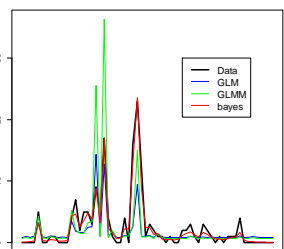
## 1. 災害調査や都市災害の被害予測に関する研究



南海トラフ巨大地震時のエレベータ障害による都市機能喪失人口



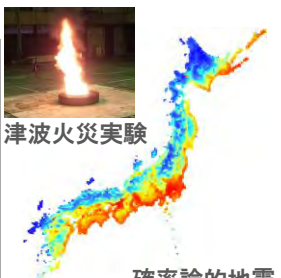
富士山噴火時の首都圏都市機能維持タイムライン



階層ベイズモデルを用いた出火件数予測式(廣井式)



津波火災実験



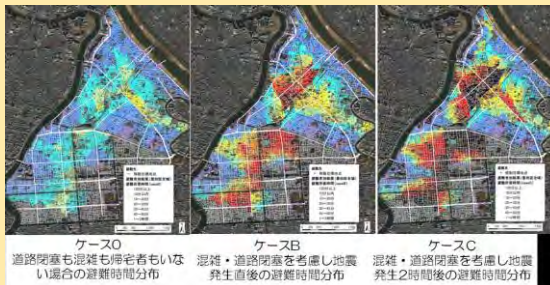
確率的地震出火予測地図

災害調査が主な仕事の一つ。そして、これら災害調査に基づき、地震火災、帰宅困難者対策、都市機能喪失などを対象に、被害予測技術を確立しており、その研究成果は国や自治体の被害想定等に利用されている。

## 2. ORやIOT、AIを活用した都市防災対策に関する研究



大都市大災害時600万人混雑シミュレーション



マルチハザードシミュレーション

避難行動や防災対策の選択行動など、応用数学やEBPMに基づいた防災行動の予測モデルやシミュレーションに関する研究を行っている。特に近年はビックデータや機械学習とAIを用いた災害対応技術に関する研究も行っている。

## 3. 防災まちづくりに関する研究



スポーツ防災プロジェクト



KUG(帰宅困難者支援施設運営ゲーム)



地震火災イメージツール

大都市を中心として「防災まちづくり」「地域防災」に関する実践的な研究を行っており、東京都文京区、東京都中央区、愛知県名古屋市、大阪府大阪市等で現場に入って積極的な実践活動を行っており、その成果を広く社会に展開している。

# 2024.1.1 令和6年能登半島地震

- (1) 日本の市街地は(強風でなくても)まだまだ燃えるし、建物倒壊で人が亡くなる
- (2) 高い高齢化率、道路・水道などインフラの冗長性低下が災害対応を困難に(国力の低下によって、被害が拡大し、復旧・復興も大幅に停滞)
- (3) マルチハザード(様々な現象)と複合災害(時間差)にどう対応するか

関連死を除くと、亡くなり方は阪神・淡路と酷似

## 【都市防災研究者からみた、令和6年能登半島地震で得られた教訓(仮)】

- **既存対策の停滞による大被害**  
→ 甚大な建物被害と木造密集市街地における火災は、阪神淡路大震災の被災様相と酷似。
- **ライフラインの重要性**  
→ 道路や水道などのインフラ被害が災害対応から復旧・復興に至るまで負の影響。広域火災や孤立も発生。停滞する社会で余裕や冗長性をどう設計できるか
- **少子高齢化最先端地域の災害**  
→ 東日本を超える少子高齢化最先端での災害様相は、30年後の日本を先取りとみるべし。
- **マルチハザード/複合災害問題**  
→ 倒壊/火災/津波+水害というマルチハザード対応の必要性



## 輪島市大規模火災現場

まだまだ課題はたくさん！

日本火災学会・地震火災専門委員会、人と防災未来センター・東京大学廣井研究室による調査(20240210-12)によるドローン撮影映像(東京大学ピニエイロ アバウ助教)

# これからの防災はどうなるか？ 「2050年の防災・減災」未来予想図

## 2025 2050 Forecast! 2075



### 【ほぼ確実にあらわれる変化】

1. 少子化による人口減少、
2. 高齢化、
3. 気候変動と地震活動の活発化に伴う自然災害の激甚化、
4. 一部の顕著な都市化、
5. 勤労形態の変化、
6. 食料・水の枯渇、
7. 生成AIの浸透と社会のデジタル化・メタバース化

## 防災減災の未来は、かなり暗い

### 1. 急激な少子高齢化と地域社会の担い手変容

少子高齢化 → 自助の限界 + 共助の機能不全

対応力 ↓

### 2. 逼迫する自治体財政

経済成長の停滞 → 財政悪化 → 何もできない公助

予防力 ↓

### 3. 低成長と市街地更新力の低下

開発圧力を前提とした建物・市街地における予防力強化の限界

### 4. 多様化する災害ニーズ

多様な災害対応ニーズに対応する必要性が叫ばれるが、本当に重要？

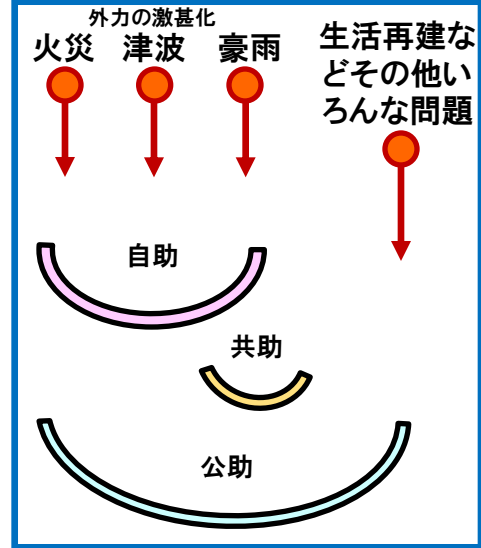
やるべきこと ↑

### 5. 災害リスクの量的・質的変容

災害現象の2極化に伴う、最後の5%対策と低頻度高被害型災害への対処

ソフトへの丸投げ

横山 禎徳先生との議論のなかで作成した将来の防災モデル



問題のピンポン玉をコップで受け止めるイメージ

気候変動や巨大災害リスクなどやるべき問題はますます増えていく反面、自助・共助・公助は縮小し、予防力も対応力も先細っていく未来が待ち受けている。

## ① 予防力を徹底的に向上させる

- ✓ 開発圧力が低下し、老朽化が深刻なわが国では、巨大災害時は災害対応力に限界があり、いまのうちに一丁目一番地である予防力の向上を実現し、直接被害の絶対量を軽減する必要がある。
- ✓ 予算のないなか「賢く」高めるためには？ ポイントは「ボトルネックを冗長に」と「中長期を見据えた曝露量の低減」。

## ② 工学の技術を使って災害対応力を強化する

- ✓ 限られた資源制約のなかで、効率的かつ高度な災害対応を実現する。高度防災人材の育成、要支援者や外国人、避難環境整備、防災DX、そして発災直後に被害状況を迅速に把握してそれをもと災害制御を実現する「防災計画から災害制御へ」。

## ③ 「選択と集中」そして適切な「役割分担」

- ✓ ただし予防力の向上は時間がかかるし、巨大災害時は災害対応力にも限界があり、破綻する危険性も。そのため災害対応のソーシャルジャスティスを明確にし、緊急的に支援が必要な人を確実に守る戦術が必要。住民の避難所運営、在宅避難、帰宅困難対策

# 災害の制御という新しい時代の「防災」

- VUCAの時代(そもそも先が見通しにくい)
- 低頻度高被害型災害への対処(予防力の限界)
- 複合災害への対処(パターンたくさん) というこれから、

ますます

「不確実性への対処」が

必要とされてくる。

このなかで、優先順位をどのように判断すればよいのか？

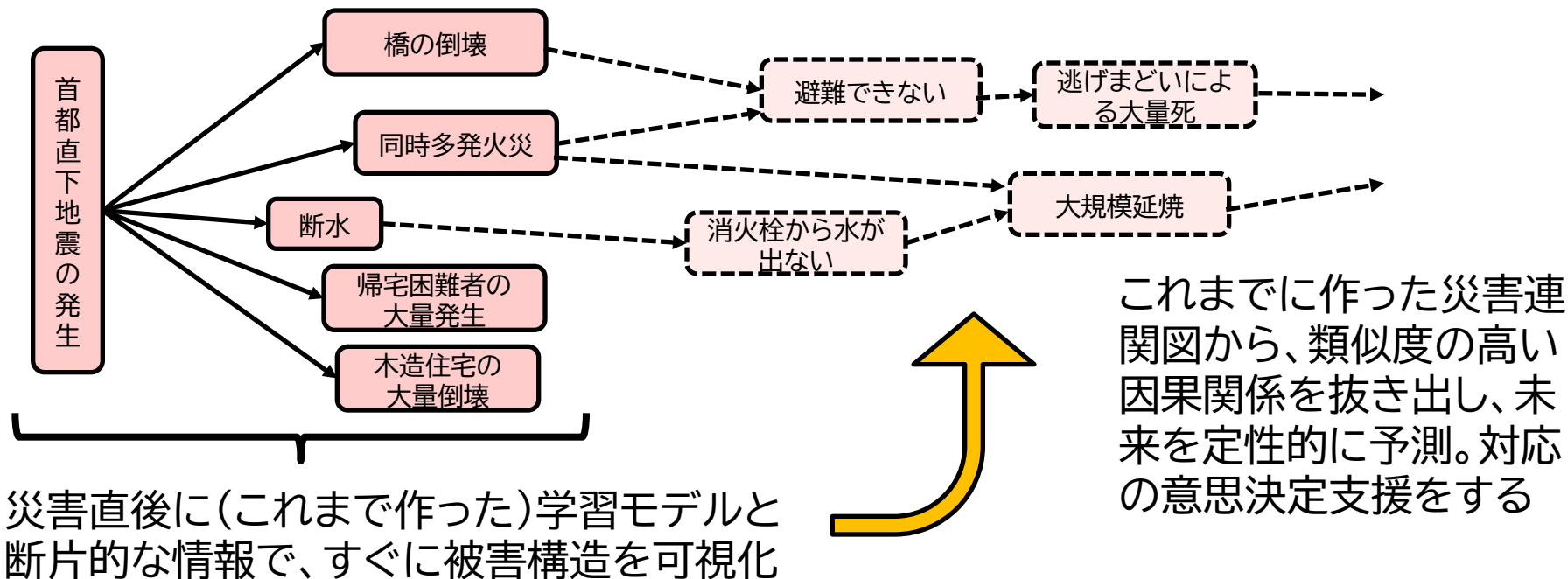
ということで、廣井が最近から提唱しているのが、

「防災計画」から「災害制御」へ

※もちろん「計画」も必要だが、「制御」を前提とした「計画」とすべきではないか？

# ①リアルタイムで次に何が起きるかを推測し対策する研究

## リアルタイム災害制御手法の確立



災害直後に(これまで作った)学習モデルと断片的な情報で、すぐに被害構造を可視化

このようにすれば、これまでの事前に被害を想定してそれを基に対策する「決め打ち」防災から、何かあったらすぐに状況「像」を把握して、先回りで対応する「先手対応」のプロアクティブ防災が可能となるのでは？

テキストデータを自動的に機械学習して災害因果ネットワークを自動的に作り、発災後にリアルタイムで将来の被害増を把握することが可能となった

# ④ 技術開発:「近未来予測型」災害対応DX

原因表現抽出

2024/01/05 11:15

1 2月時点で指定済の予約状況は30%以上、上回っていたが、**能登半島地震に伴う連休**が影響した

---

因果文抽出

in100199

1 2月時点で指定済の予約状況は30%以上、上回っていたが、**能登半島地震に伴う連休**が影響した。このうち北陸新幹線の利用者数は前年同期比1%増の24万1000人。新型コロナウイルス入射前の1.8年度比1.2%減だった。サンダーバード、しらさぎ1.8年度比で下回っている。1日に発生した地震の影響で新幹線と在来線特急は2日まで連休が相次いだ。

---

災害記事読み込

新たに地震を伴った崩落現場で鉄骨コンクリートの沈下なども確認された。夏庄駅からの路線は、当初はコンサバートと呼ばれる油断防止装置内の量だけ想定していたが、夏庄駅本体の一部などからも崩れていたことが分かった。地盤液と湧水などを合わせた圧力(1.23年分にあたる約2万4600リットルを同日午前中に回収した。崩落を伴った崩落現場は鉄骨コンクリートが最大3.5センチメートル沈下していた。今後、詳細に状況を把握して補修するという。1号線で高圧電圧線車を使用する場所付近には救急車の停車ができていた。北陸3線の企業トラブが社内向けの年報あいつなど、1日に発生した能登半島地震を踏まえた顧客対応や地域貢献の重要性を呼びかけた。夏庄の避難を断ることもあった。富山第一銀行の野村充昭氏は4日の仕事始めに「当行のお客様は多岐にわたる被災の被災者や被害者。新幹線に寄り添った対応を」と訴えた。企業は「製造の復旧まで長期に渡る可能性もある」とし、取引先企業を支援するよう呼びかけた。北陸3線、コーポラトリック(富山県高岡市)の福地博司会長は5日、同社社員に対して、能登半島地震に際した上で「清涼飲料ジュースは人々の日常生活に欠かせない。我々の責任は重い」とし、地域の復興に尽力するよう促した。2024年の年明けに「非常食の災害の準備」をテーマとした社員向けセミナーで「社内での被害を最大限に抑えたい」とし、顧客や取引先企業を支援していくことを約束するよう促した。福井商工会議所の八木新一郎会長は5日の冒頭で「被災でつくられた方々にお悔やみ申し上げたい」と述べ、「福井商工会議所がもたらす復興の推進に協力する」と述べ、復興支援に協力する姿勢を改めて示した。現場では「家が壊れていくことが必要」と訴えたのは富山銀行の沖津雄一(フジタトラスト・フォーメーション(DX))の活用で業務を地盤強化し、DXとDX化した。

富山県は5日、能登半島に本社を置く企業数が2023年1月時点で4075社あったと発表し、建設業が36%を占め、サービス業、製造業と続く。能登地方に工場や営業拠点を置く企業もあるが「復興が早いのは能登地方の企業と取引を行う全県の企業にも影響が出る可能性がある」としている。能登半島には石川県の7尾市や輪島市のほか、富山県の氷見市も含まれる。企業数は7尾市が705社で、氷見市の596社、かほく市の498社と続く。23年1月時点での売上高は1兆3018億円で、産業別では製造業が首位で33%、次いでサービス業が16%を占める。製造業では金属加工や食料品製造が多く、伝統工芸品の生産なども含まれる。道路の寸断や断水などで生産や営業を停止している企業もあり、同社は「部品供給の遅延や運送が次第に顕在化する」とみられるとしている。同地域で個人が観光客については「広く影響が出る可能性がある」とみている。

三重県は5日、能登半島地震の被災者に県営住宅を提供すると発表し、9日から先着順で受け付ける。同日市、津市、伊勢市にある住宅計31戸が対象となる。家賃は無料で敷金も免除する。使用開始日が3年超が、2027年3月末までのいずれか1日までに入居できる。希望者は申請書や予約書、履歴(履歴)証明書を送付する。電子メールで両方に送ってほしい。書類を事後提出することもできる。


1日に発生した能登半島地震で、被災地石川県の支援物資輸送で三重県が迅速に動いている。2日に金沢市に大量のブルーシートを到着させ、4日までに飲料水10万リットル、食料品は11万3000食を届けるなど、県の災害物資のほほすべてを提供した。愛知、岐阜、三重、静岡の東海4県や石川、富山、福井の北陸3県、名古屋など9県1市は災害時の応援協定を交わしており、三重県は幹事県を担っている。「災害の発生時には、多くの物資を送ることが必要。職員を遣わって来てくれた。5日の定例会議で、一先駆け知事は被災地支援3取組を明らかにした。「被災で困窮した。応援に動いては、地震が起きた翌日の午後4時過ぎ、三重県庁に災害救助隊の職員が石川県庁と連絡を取り始めた。9県1市は1995年の阪神大震災の、応援協定を結んでおり、員数6以上の企業が被災地支援を応援する見込みだ。翌2日の午前3時には石川県庁へ職員も出動された。2日午前10時ごろに石川県から他の8県1市に対し、食料15万食、飲料水約12万リットル、ブルーシート約6千枚を送ってほしいという要請があった。幹事の三重県は他の県市にも声をかけたが、輸送手段が限られてきたという。三重県は県トラック協会と災害時の協定を結んでおり10台の車を動かして物資を石川県に送った。2日に到着し、協定に加わっていない長野県とも被災地にいち早く届けたい。三重県が送ったブルーシートは2400枚、水や食料品も、県の災害物資にほぼすべて出た。三重県は協定が結ばれたが、目的が異なる場合は別の協定が必要だ。三重県は協定が結ばれたが、目的が異なる場合は別の協定が必要だ。

代表表現要約

原因	能登半島地震に伴う	実行中
結果	連休	実行中

---

因果ネットワーク生成



- 液状化
- 建物全壊
- 火災
- 津波
- 死亡
- 建物倒壊
- スポーツ活動の制限
- 人員不足
- 商品の損傷
- 断水
- 小売店や飲食店の休業
- 配達遅延
- 渋滞
- 救助復旧作業の遅れ
- 土砂崩れ
- 設備損傷
- 余震
- 道路陥没
- 地震
- 道路寸断
- 設備点検が必要になる
- 停電
- 公共交通の連休
- 航空便の欠航
- 人の移動が制限
- 観光施設の休業
- 工場の稼働停止
- 状況確認の遅れ
- 通信障害
- 孤立集落の発生
- 生活基盤施設の稼働停止

➡ 最近では、日付や場所を自動的に抽出する技術も構築し、タイムラインのネットワークを作れるようになった。

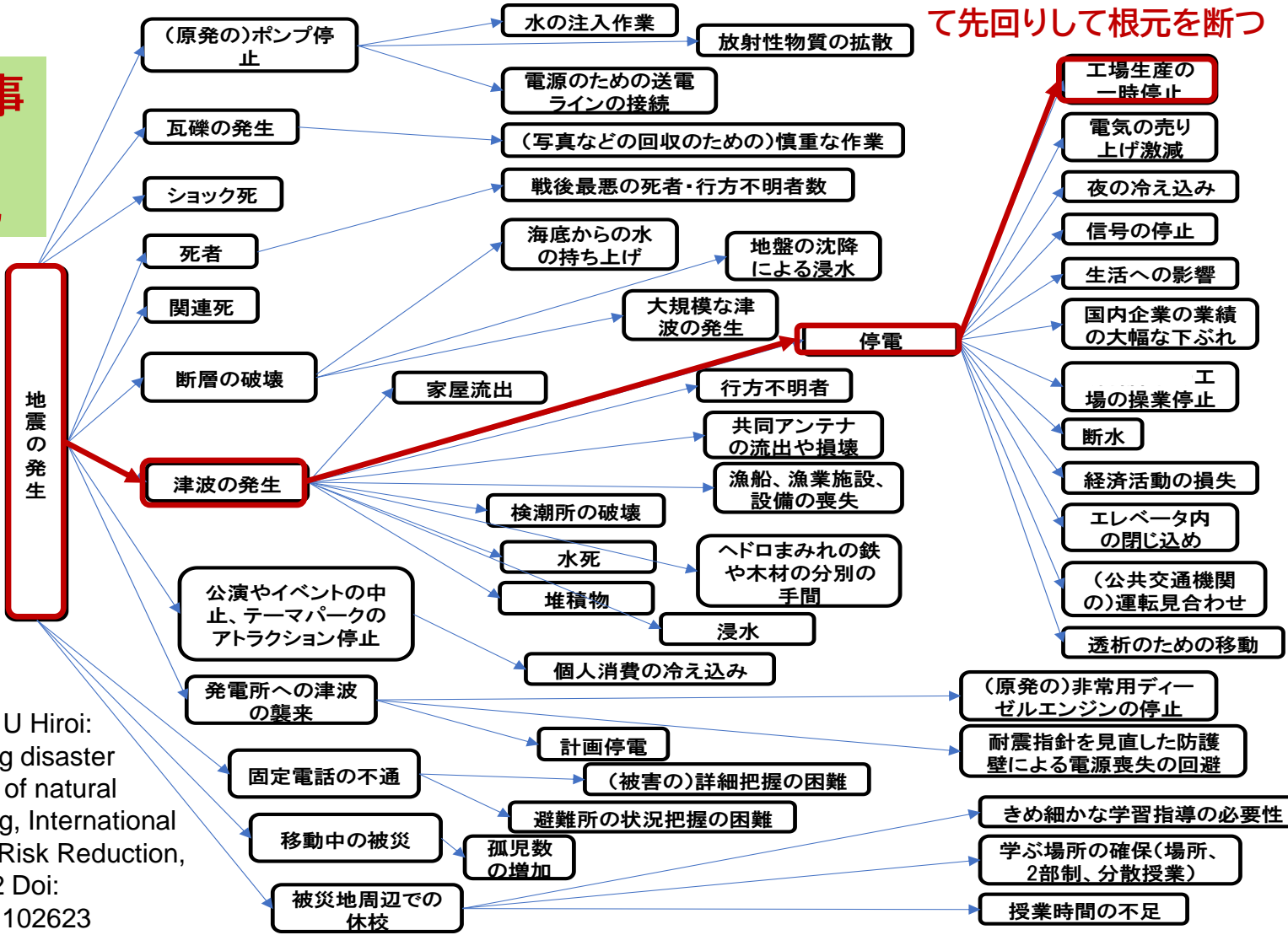
# 技術開発:「近未来予測型」災害対応DX(災害の制御)

東京大学の廣井らは、多量の新聞記事や過去のニュース原稿などから自動的に機械学習で膨大な災害の因果関係を抜き出し、災害発生後にそれを用いてリアルタイムで将来を予測し、災害対応に生かすための即時技術を確認しようとしている。

科研費基盤A:「膨大な災害連鎖現象を発生後に予測し対応策を提示するデータ駆動型災害対応技術の開発」  
(研究代表者:廣井悠)

膨大な災害連鎖データベースをもとに、AIを使って先回りして根元を断つ

## 災害対応・事前防災DXの開発研究



【いただいた資金】  
・JSTさきがけ研究  
・防災対策に資する  
南海トラフ地震調査  
研究プロジェクト

Fumihiko Sakahira, U Hiroi:  
Designing cascading disaster  
networks by means of natural  
language processing, International  
Journal of Disaster Risk Reduction,  
Volume 66, 2021.12 Doi:  
10.1016/j.ijdr.2021.102623

# ②災害制御型地域防災モデル(避難情報判断システム)

人流データと気象、地形、国土数値等の様々なデータを掛け合わせ、データ

ドリブン型の避難オペレーションを構築し、  
**災害制御型地域防災モデルの標準化を目指す**

※NTT防災研究所との共同研究

## ①避難者数の予測モデルの構築



過去災害の調査  
(気象、地形、アンケート等)



過去災害の  
**人流データ**等の  
解析



回帰分析等による  
**避難者数の  
予測モデル**

### 自治体が抱える課題

#### ■背景

- ・人手不足が深刻化し、災害対応に追いつかない
- ・異動で**職員の練度が毎年リセット**されてしまう
- ・どんな対応が正解だったのか**評価する指標がない**

#### ■問題の発生

- ・避難情報発令のエリアを広く設定し、避難が低調
- ・避難情報を発令した後のケアが少なく、逃げ遅れが発生するなど対応が後手に回り、事態が悪化

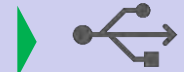
## ②避難状況評価モデルの構築



避難者数  
予測モデル

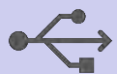


**リアルタイム  
人流データ+他**



**避難状況を  
評価するモデル**

## ③避難情報発出モデル



避難状況  
評価モデル



- レベル5
- レベル4
- レベル3

**避難発令の時期、  
範囲、効果測定、  
再実施可否**を支援

現在、NTT-MEと廣井研究室は共同研究で、ビッグデータを用いた適切な避難者のモニタリングと、状況や地域特性、災害予測の精度等に合わせた避難情報の出し方に関する「避難情報判断支援システム」を研究中。

- **奥能登豪雨災害**の被害の発生個所と人流データ、移動軌跡をGIS上で重ね合わせて表示し、行動を分析した結果、**犠牲者の多くが山間地の小規模河川の急激な氾濫**によるものと判明。さらに自らその**エリアに向かった**ケースが大半。 → 人流制御が可能では？

