

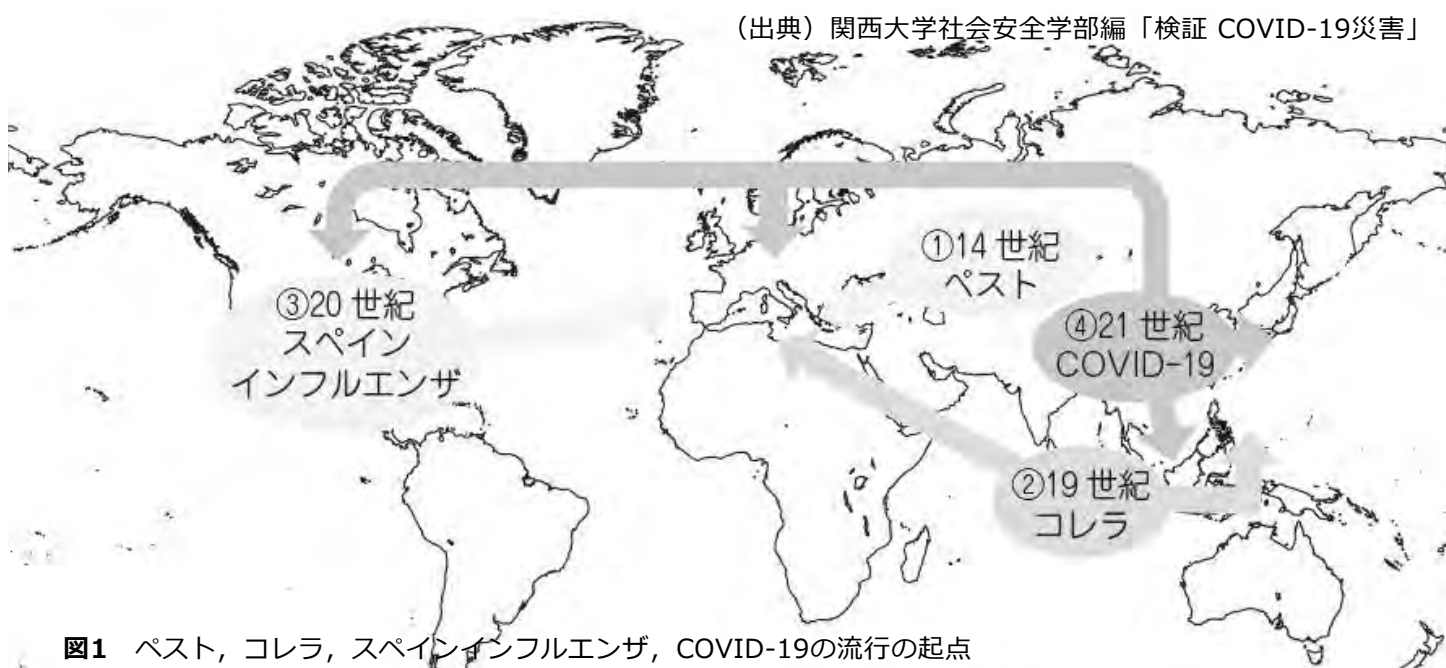


図1 ペスト、コレラ、スペインインフルエンザ、COVID-19の流行の起点

人類は感染症との戦いの歴史であったと言っても過言ではありません。その感染症との戦い方にヒントを得て、かつて交通事故対策が飛躍したように、コロナ禍の経験から、これからの防災・減災を前進させるためのヒントを探ります。



感染症制御の疫学的手法



ジョン・スノウ (1813-1858)

疫学の祖。疾病メカニズムが明らかになっていない1854年、井戸の使用を制御することで、ロンドンで流行していたコレラ患者を減少に導いた。

ロベルト・コッホ (Robert Koch) によってコレラ菌が発見される1883年より30年前。

(参考文献)

Snow, John (1855). On the Mode of Communication of Cholera (2nd ed.). London: John Churchill
三上喜貴・張坤 (2016) . 生活空間の高度リスクマネジメントのためのエビデンス情報基盤構築, 安全安心社会研究, 第6号, pp.35-46.

ペスト 14世紀	コレラ 19世紀	インフルエンザ 20世紀	COVID-19 21世紀
社会段階 農村牧畜社会	前期商工業社会	後期商工業社会	金融情報社会
交通手段 全欧交易網	海洋世界交易網	海陸鉄道交易網	陸海空交易網
社会活動 十字軍遠征	商工業の発達	軍陣	グローバル経済
発生地 中央アジア・東海	ベンガル湾沿岸	米国	中国
対処手段 検疫・衛生観	環境衛生対策	マスク・隔離	移動制限・ワクチン
社会体制 宗教・幕府	公衆衛生誕生	国際連盟成立	世界保健機関

2022/11/1

中国地方建設技術開発交流会

4



疫学的手法の有用性

コレラによる死亡者の居住地を地図上にプロット。その分布と中央にあった井戸の位置関係から、コレラが空気感染ではなく汚染された飲料水による感染だと気づき、この井戸を危険因子だと考え、封鎖。

疾病メカニズムが不明確でも、疫学的手法を用いることで予防できることを示した。

(参考文献)

Snow, John (1855). On the Mode of Communication of Cholera (2nd ed.). London: John Churchill

2022/11/1





感染症制御の疫学的手法



フローレンス・ナイチンゲール（1820-1910）

1854年に勃発したクリミア戦争で、赴いた野戦病院における兵士の死亡率を急速に低下させた。仲間の看護婦らと前線スクタリにある野戦病院にて看護婦として従軍。兵士の死亡率の高さが野戦病院の劣悪な衛生状態（便所掃除を管轄する部署がなかった）にあることを見抜き、そのことを軍指導者らに納得させるため死亡統計を整備。同時に、便所掃除などを徹底し、**衛生状態を改善させ、兵士の死亡率は大幅に低下した**。後に、兵士の死亡原因の多くが負傷ではなく、感染症であったと推測されている。

（参考文献）三上喜貴・張坤：生活空間の高度リスクマネジメントのためのエビデンス情報基盤構築，安全安心社会研究，第6号，pp.35-46，2016。

2022/11/1

中国地方建設技術開発交流会

6



総合的に対策を検討するための枠組み ハドンマトリックス

1960年代に米国道路交通局のエンジニアだったウィリアム・ハドン・ジュニアは、**感染症制御**の分野で使用されていた考え方（医学+疫学）を**傷害制御**の分野（特に、交通事故）に応用（工学+環境因子）。この枠組みに基づいてシートベルト着用などの対策が提案された。

	Host 被害者としての人間	Agent 被害の作用因子	Physical environment 物理環境	Social environment 社会環境
Pre-event 発生前	ドライバー教育，歩行者教育など	ブレーキ点検，車検など	道路環境の整備	飲酒運転や速度超過に対する社会的認識
Event 発生中	エアバッグ，チャイルドシート	割れないフロントガラス，など	ガードレールの衝撃吸収	シートベルト着用に関する認識
Post-Event 発生後	負傷者の一般的覚醒状態（飲酒など）	ガソリン引火防止装置，など	救急システム	外傷センターやリハビリに対する社会的支援

被害発生の諸要因（被害者としての人間，被害の作用因子，環境因子）を横軸に，それらへの対策が作用する時相（発生前，発生中，発生後）を縦軸にした**4要因×3時相**，12個のセルからなるマトリクス

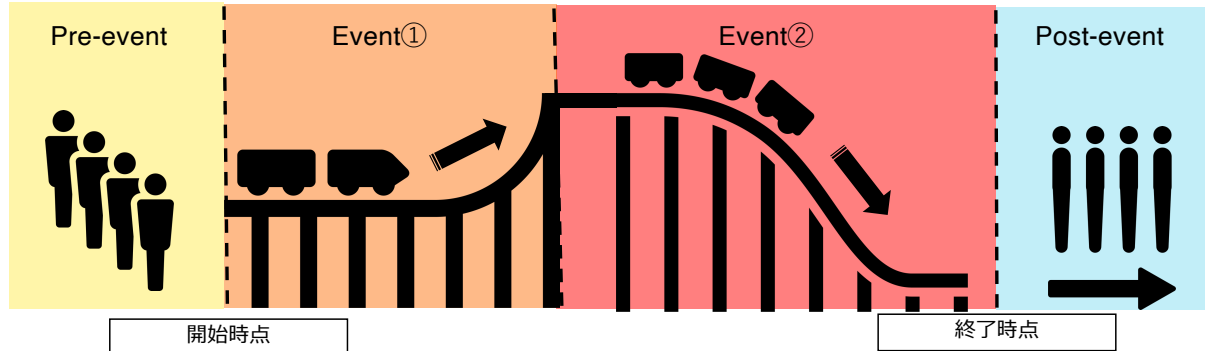
セル内の内容： 今井博之，傷害制御の基本原則，日健教誌，第18巻，第1号，pp.32-40，2010。

7



総合的に対策を検討するための枠組み ハドンマトリックスの発展型

ジェットコースターモデル
時相の再定義



Pre-event : 車両に乗る直前まで

Event① : 車両に乗ってから車両が自由落下する直前まで

Event② : 車両が自由落下を始めてから車両から降りる直前まで

Post-event : 車両を降りた直後から

2022/11/1

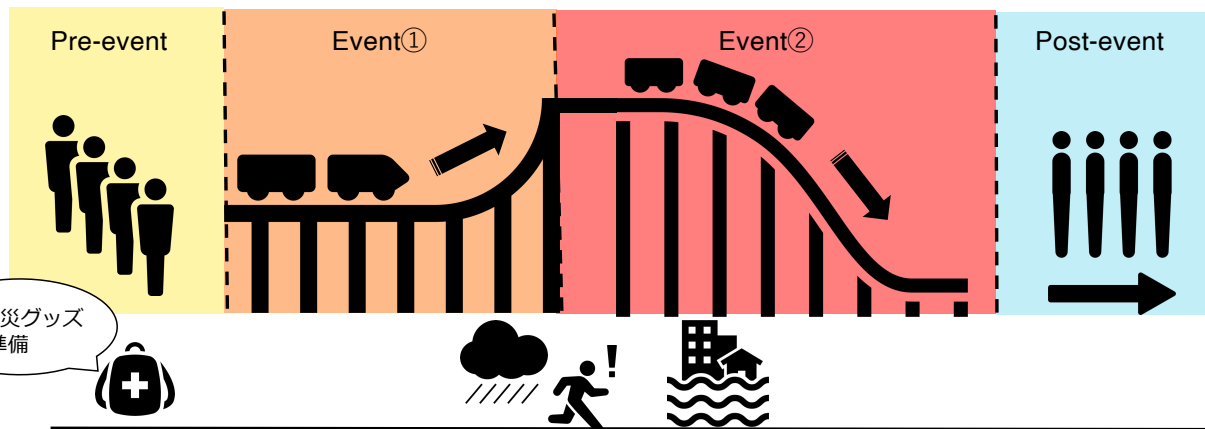
中国地方建設技術開発交流会

8



総合的に対策を検討するための枠組み ハドンマトリックスの発展型

風水害



Pre-event : 雨が降り始める前。風水害に備えている段階。

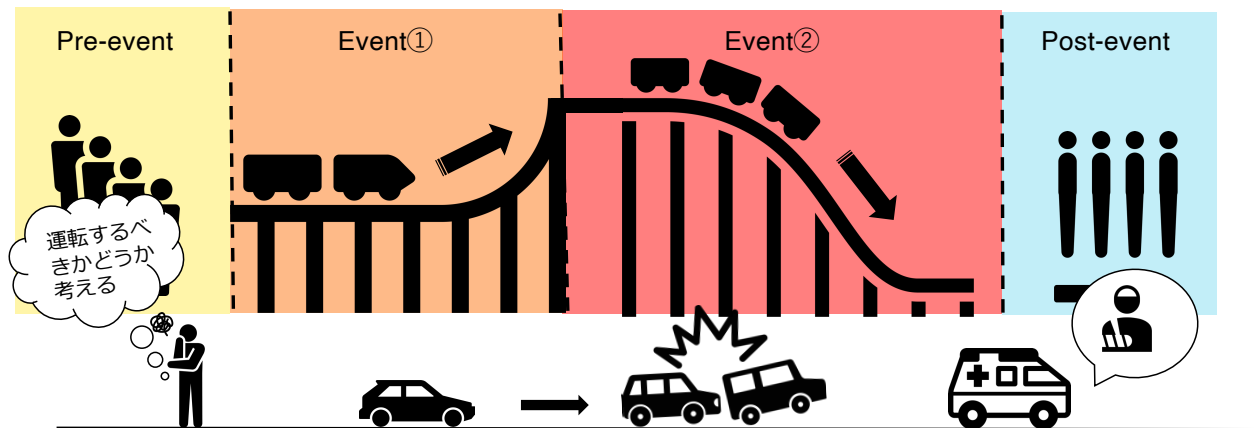
Event① : 雨が降り始めてから切迫避難を余儀なくされる直前まで（期間降水量の測定開始～）

Event② : 切迫避難を始めてから雨が降り止むまで。（～期間降水量の測定終了まで）

Post-event : 雨が降り止んだ後。人命救助。

総合的に対策を検討するための枠組み ハドンマトリックスの発展型

交通事故



Pre-event : 車に乗る前（自分の体調等を考慮して運転できるかどうかを判断できる段階）

Event① : 車を運転している最中で、ブレーキ等で事故を避けることができる段階。

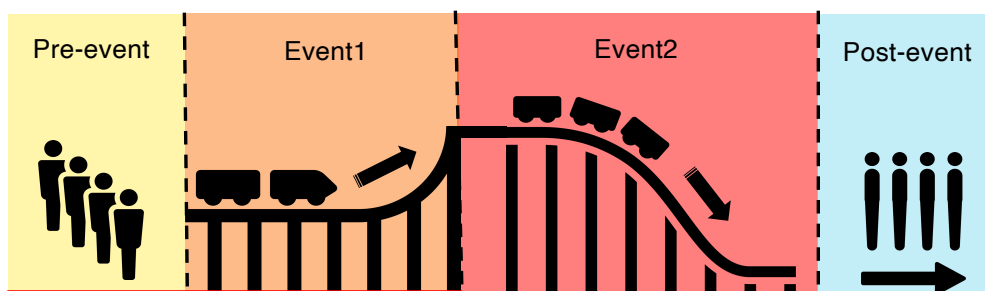
Event② : 車を運転していて、ブレーキを踏んでも避けられない段階。

Post-event : 事故が起きた後（人命救助、被害拡大防止）

10

総合的に対策を検討するための枠組み ハドンマトリックスの発展型

交通事故



評価指標	$\frac{(\text{交通事故件数})}{(\text{車両保有台数})}$ 車両保有台数で正規化	$\frac{(\text{交通事故死者数})}{(\text{交通事故件数})}$ 事故発生件数で正規化
対策の種類	HostとAgentの接触機会を減らし災害の発生をなくす	事象が発生しても死者数を減らす
Host		
Agent		
Environment		

2022/11/1

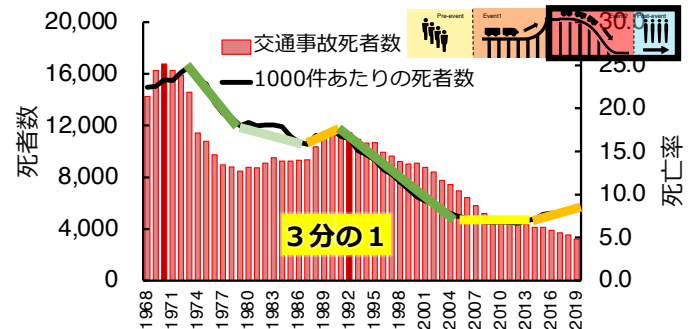
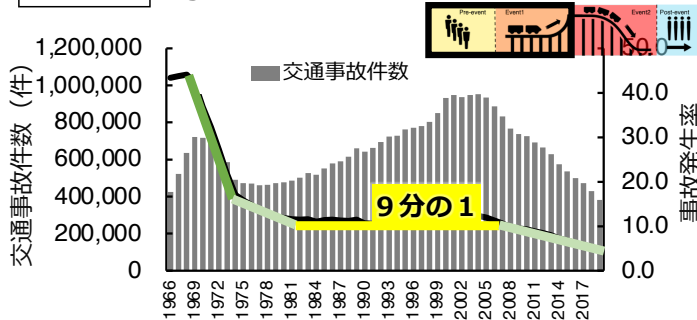
中国地方建設技術開発交流会

11



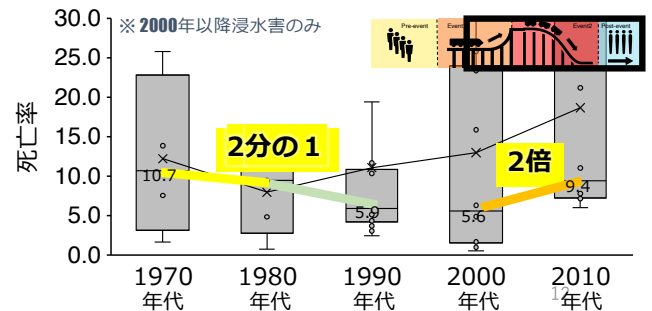
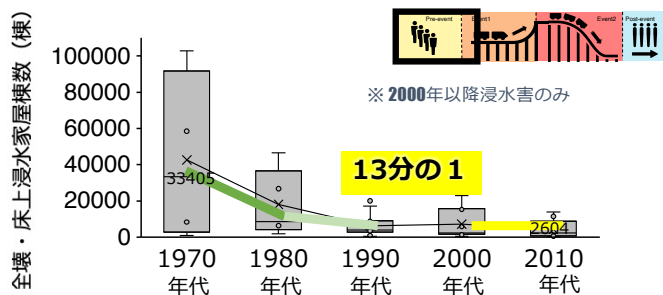
交通事故

Agent :自動車, Host :人



風水害（浸水）

Agent :氾濫水, Host :人



まとめ 受動的対策と能動的対策

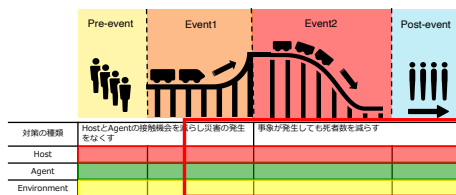


表2 傷害制御の介入策：効果のヒエラルキー

製品の変更 > 環境の変更 > 教育・説得

チャイルド・レジスタン
ト・キャップ

薬棚の施錠

求められる行動規範

エア・バッグ

道路のデザイン

公共広告

火災安全タバコ

煙感知機

学校での防火訓練

教育や説得よりも、環境の変更のほうが高い効果が得られ、さらに製品の変更が最も効果的である。

受動的対策とは、その安全対策を実現するために求められる個人の行動が、より少なく、自動的に安全が確保されるという対策（フロントガラスの性能向上など）

能動的対策とはその個人に求められる行動の量あるいは数が多い対策（シートベルト着用など）

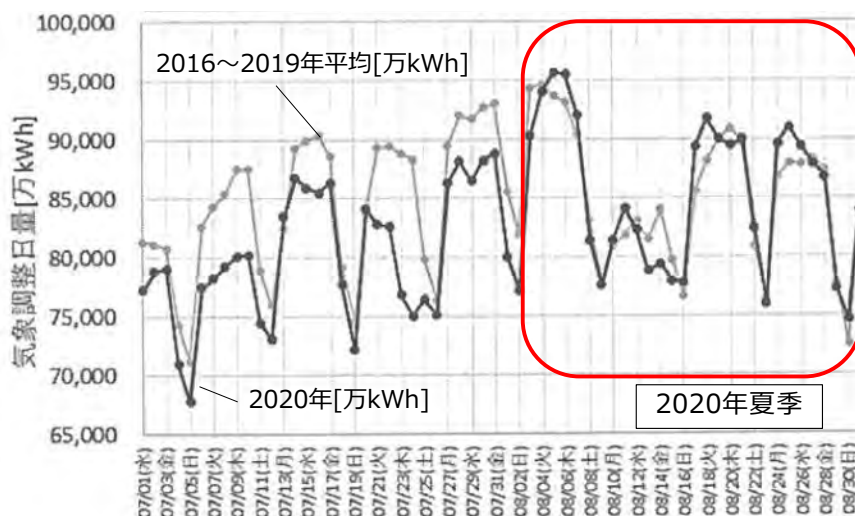
傷害制御においては、その対策がより受動的であればあるほど大きな成果を上げてきた。Hostという要素は最も変化させることが難しく、大きな効果も期待し難い。

傷害制御においては、その困難さをAgentとEnvironmentという要素を変えることと組み合わせて、効果を出してきた。しかしながら、災害対策は、Event1とEvent2において、能動的対策に重点を置きすぎているのではないか。

南海トラフ巨大地震の震源域（想定）



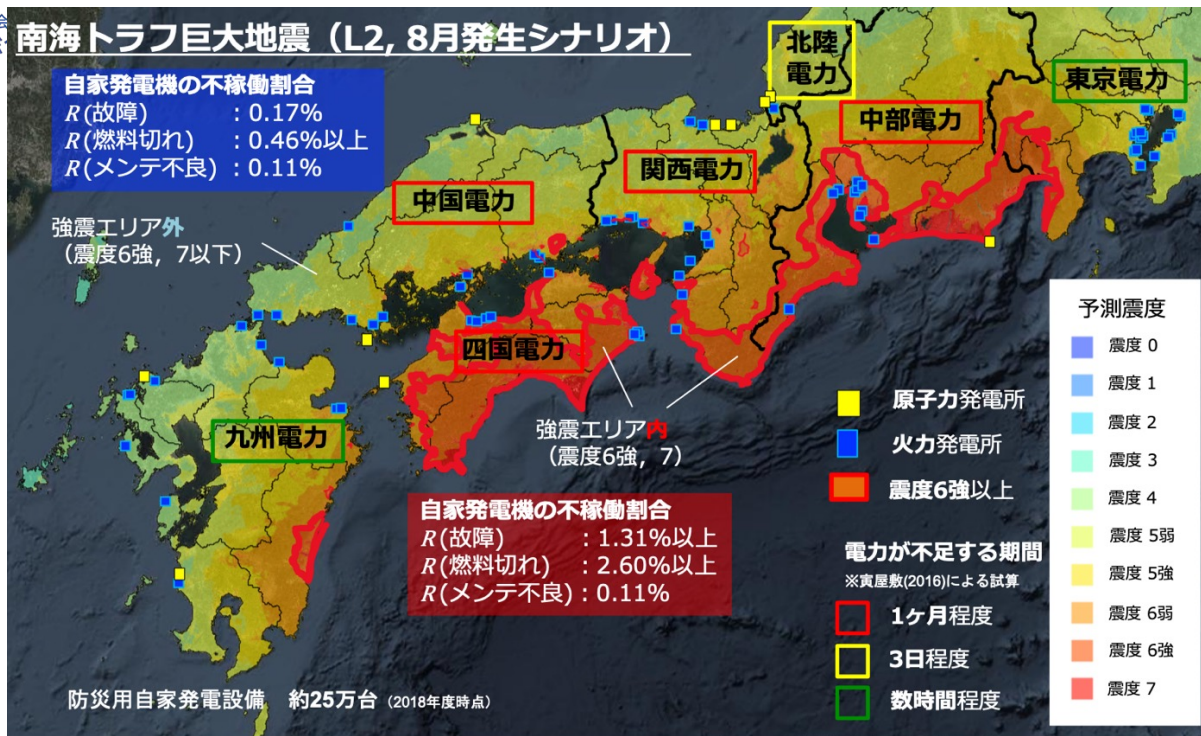
在宅勤務により電力使用量増



- 災害が発生しても、**在宅勤務**や**オンライン授業**を用いることができれば、早期に日常を取り戻せる
- 他方で、**オフィスや学校が完全に停止されなければ、電力使用量は増加する。**

(出典) 篠田・中西・竹田 (2021) 新型コロナウイルス感染症流行拡大の電力需要への影響

南海トラフ巨大地震（L2, 8月発生シナリオ）



2022/11/1

$$\text{※} R(\text{停止要因}) = \frac{(\text{停止要因}) \text{による不始動・異常停止の総数}}{\text{発電機総数}} \times 100$$

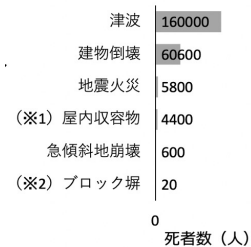
交通

17



直接死
23万人

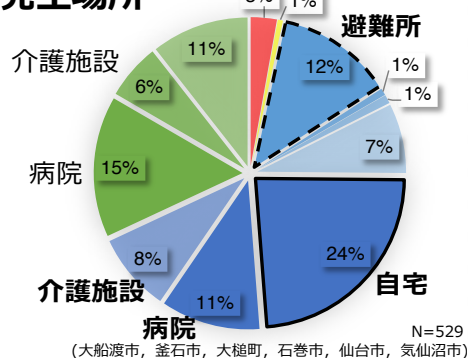
2019年政府想定



関連死
7.1万人

2022/11/1

2011年東日本大震災 発生場所



自宅や病院、介護施設における停電の長期化

3774名

1. 震災発生時にいた場所及びその周辺
2. 避難所等への移動中
- 3-1. 避難所滞在中
- 3-2. 仮設住宅滞在中
- 3-3. 民間賃貸住宅・公営住宅等滞在中
- 3-4. 親戚や知人の家に滞在中
- 3-5. 震災前と同じ居場所滞在中 (自宅等)
- 3-5. 震災前と同じ居場所滞在中 (病院)
- 3-5. 震災前と同じ居場所滞在中 (介護施設等)
4. その他 (病院)
4. その他 (介護施設等)
4. その他 (その他・不明)

- ・ 自宅が避難所の2倍。
- ・ 病院や介護施設での犠牲も多い。

18



南海トラフ巨大地震

災害関連死

奥村研究室試算

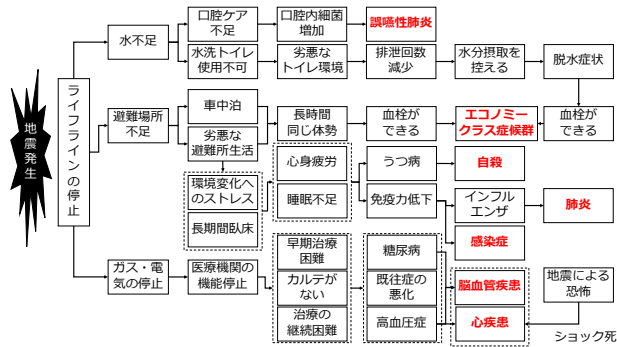
20XX年 南海トラフ巨大地震（最大避難者数 **880万人**） 関連死 **71,000人**※

※ 東日本大震災規模を仮定した場合の推定値

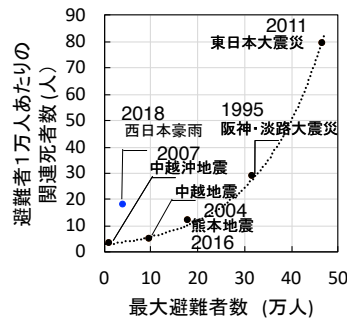
<参考>

2011年 東日本大震災（最大避難者数 **47万人**）

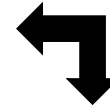
関連死 **3,774人**



関連死発生フロー（過去の災害ベース）



最大避難者数と関連死発生率



建物倒壊による死者を上回る規模

直接死

津波	160000
建物倒壊	60600
地震火災	5800
(※1) 屋内収容物	4400
急傾斜地崩壊	600
(※2) ブロック塀	20
	0
死者数 (人)	