

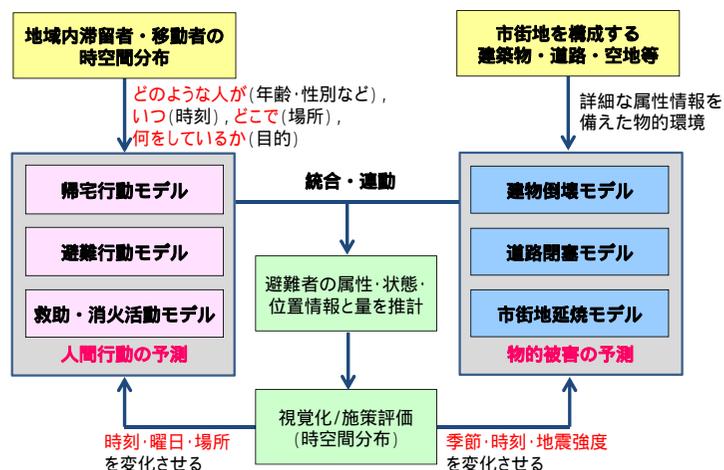
シミュレーションで探る 首都直下地震の様相と備え

東京工業大学 環境・社会理工学院
大佛俊泰

本日のアウトライン

- 木密地域における広域避難と市街地整備の評価
(建物倒壊・道路閉塞・火災延焼・避難行動)
- 同時多発火災に対する消防戦略
(延焼シミュレーションを用いた消防活動支援)
- 道路閉塞が及ぼす影響と情報収集の効果
(緊急車両と情報収集シミュレーション)
- IT技術を活用した防災・減災システムの可能性
(災害情報収集・共有・活用システムの開発)

シミュレーションモデルの概要



木造住宅密集地域における分析例



全壊建物の分布



全壊建物の瓦礫流出



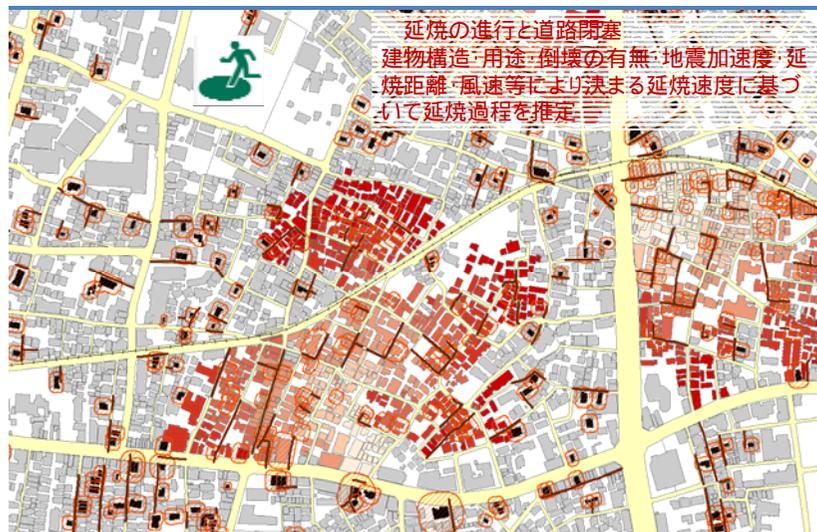
瓦礫による道路閉塞



出火建物の分布



延焼の進行と道路閉塞



広域避難シミュレーションの例



耐震化・不燃化事業の評価

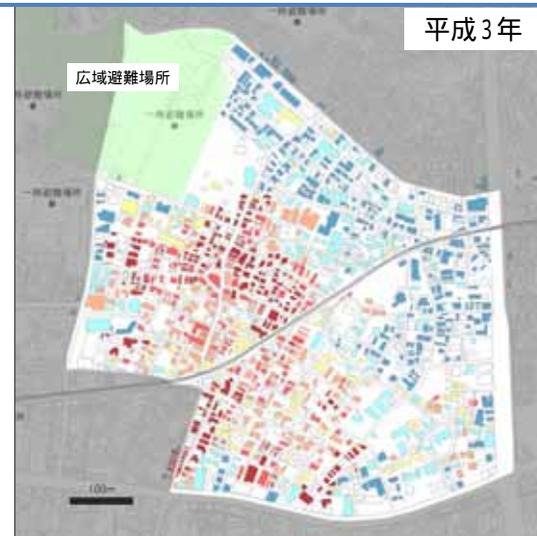
平成3年(1991年)

平成18年(2006年)

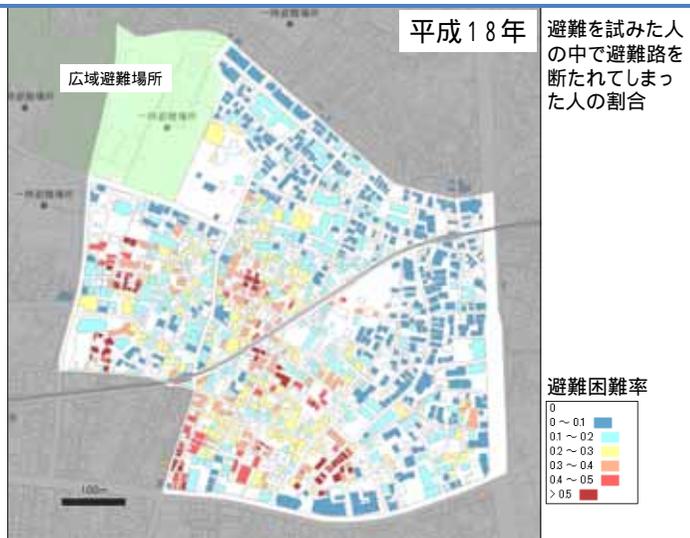


避難困難率

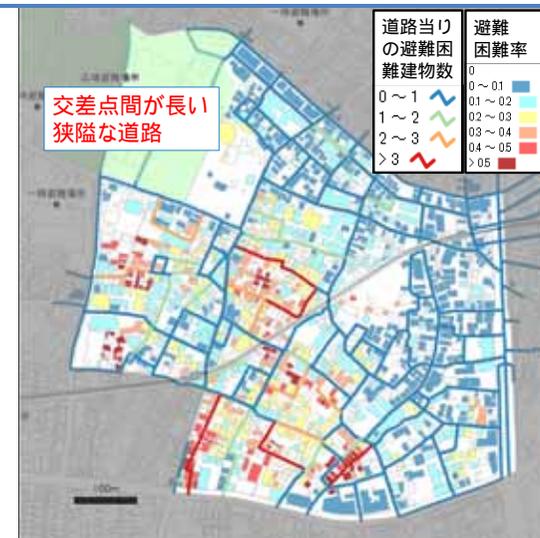
平成3年



避難困難率



道路あたりの避難困難建物数



街路内での閉じ込め

土地・建物の権利者と自治体が協定を締結し(緊急時に)近隣住民が通行することのできる避難路を庭先や建物間に設ける



行き止まり路の解消法



出典: 世田谷区HP

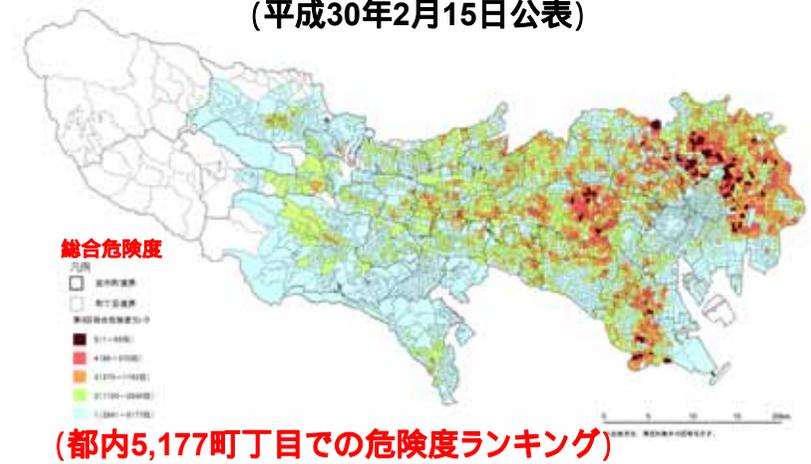
行き止まり路の解消法



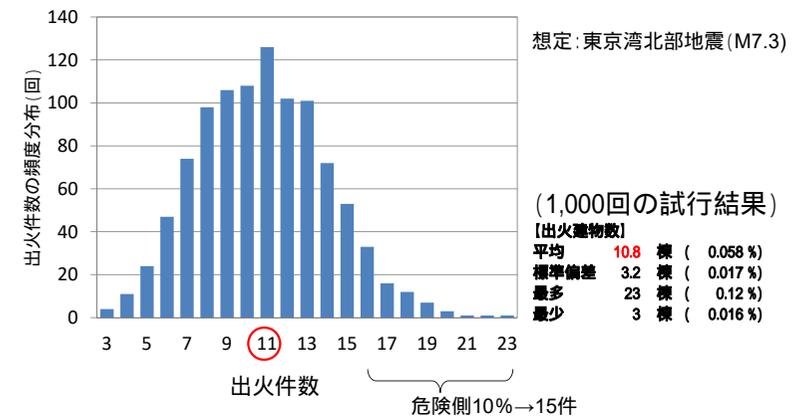
出典：世田谷区HP

地震に関する地域危険度測定調査(第8回)

(平成30年2月15日公表)

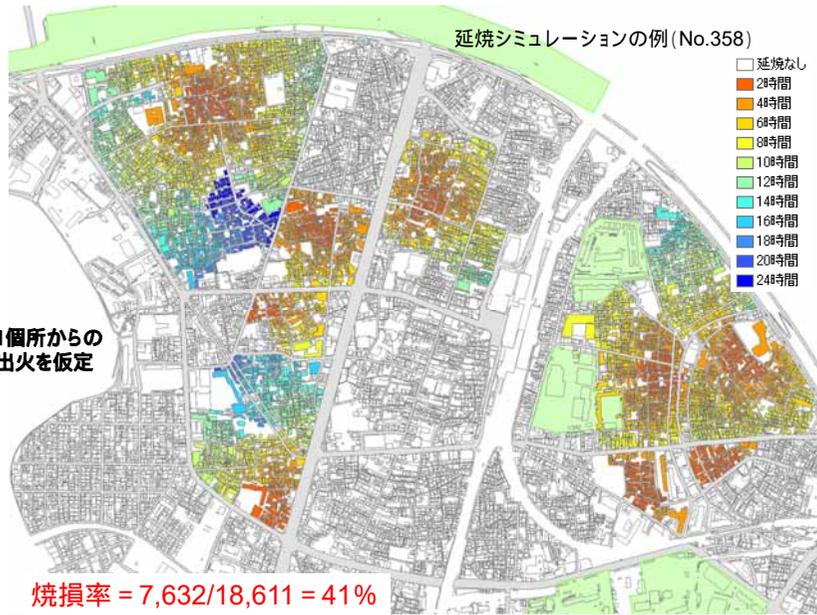


出火件数の推定



出火建物：建物用途・季節・時刻・地震加速度の関数(出火率)を用いて推定
道路閉塞：飛散瓦礫と火災によって通行不能となる道路を推定





糸魚川火災 (2016年12月22日)

焼損棟数144棟 (全焼120棟, 半焼4棟, 部分焼20棟)
 焼損区域面積約40,000m²

出火 平成28年12月22日(木) 10時20分頃
 覚知 平成28年12月22日(木) 10時28分
 鎮圧 平成28年12月22日(木) 20時50分
 鎮火 平成28年12月23日(金) 16時30分



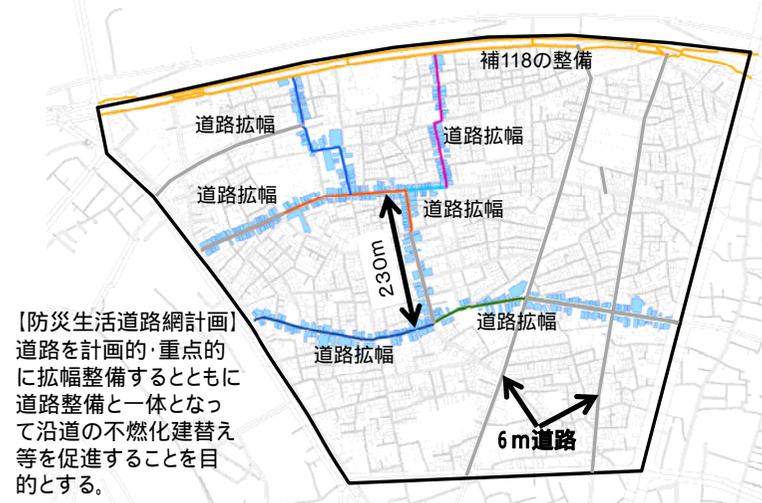
分析対象範囲



防災生活道路(道路拡幅 ~)計画のイメージ



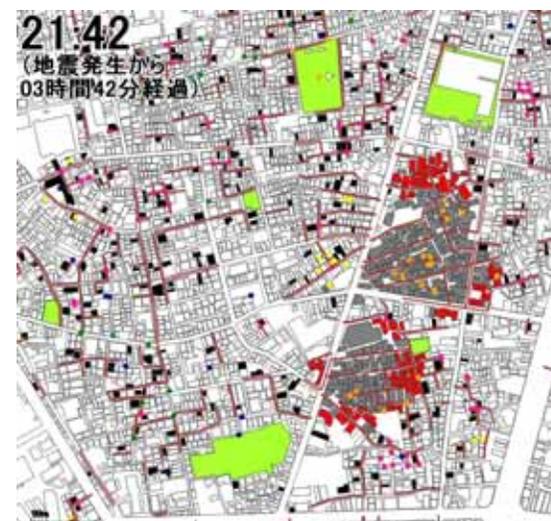
防災生活道路(道路拡幅 ~)計画のイメージ



シミュレーションの想定条件

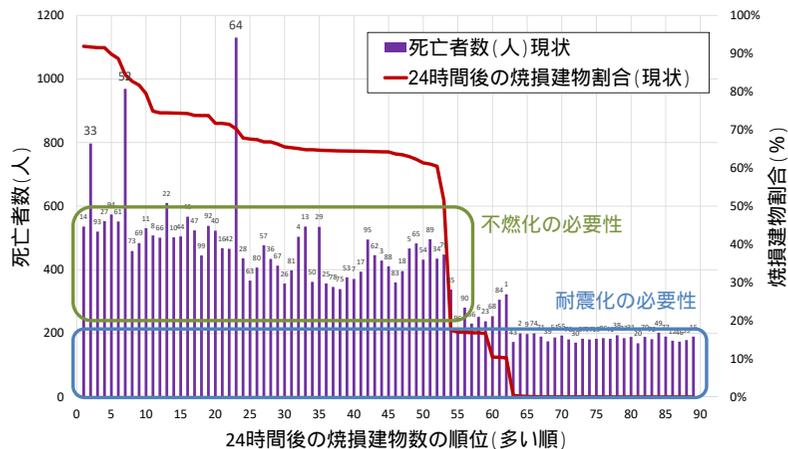
| | |
|----------|-------------------------------|
| 震度(計測震度) | 6強(6.16) |
| 地表面最大速度 | 81.0 cm/sec(kine) |
| 地震加速度 | 828 cm/sec ² (gal) |
| 発災時刻 | 18時(24時間後まで計算) |
| 季節・風向・風速 | 冬季・北風8m/sec |
| 分析対象者の総数 | 13,487人(建物内滞留者・歩行者) |
| 建物の総数 | 4,388棟 |
| 物的被害ケース数 | 90ケース(倒壊・閉塞・出火・延焼) |
| 住民の防災活動 | 救助活動あり・消火活動あり |
| 比較シナリオ | (A)現状 (B)道路拡幅・耐震化・不燃化 |

シミュレーション結果の例(現状)

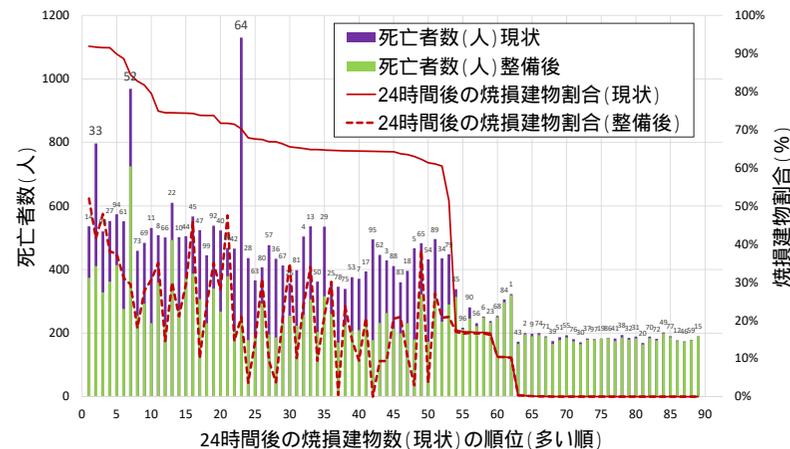


- 一時集合場所
- 全壊建物
- 燃焼中の建物
- 鎮火済みの建物
- 閉塞道路
- 死亡者
- 街路内閉じ込め者
- 建物内閉じ込め者
- 救助活動参加者
- 避難行動中の人

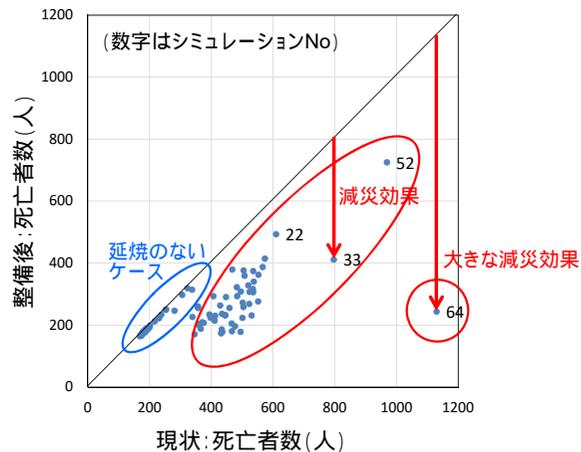
焼損建物割合と死亡者数 (現状)



防災生活道路(道路拡幅 ~)計画の効果



防災生活道路網計画の効果



木造住宅密集地域の課題

不燃化・耐震化が順調に進まない理由

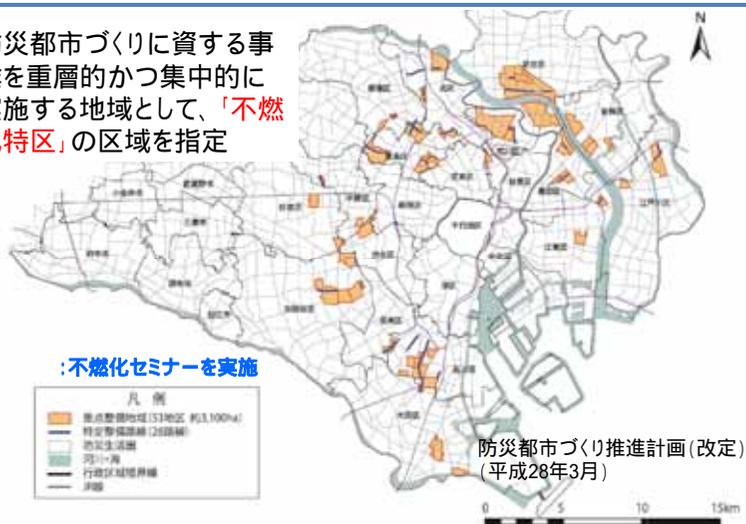
- 社会的課題 借地・借家の権利関係
- 経済的課題 居住者の高齢化
- 工学的課題 事業の施工方法・費用対効果
- 法的課題 狭小敷地・接道義務



危機意識を共有し
対策を評価する手法が必要

重点整備地域・特定整備路線

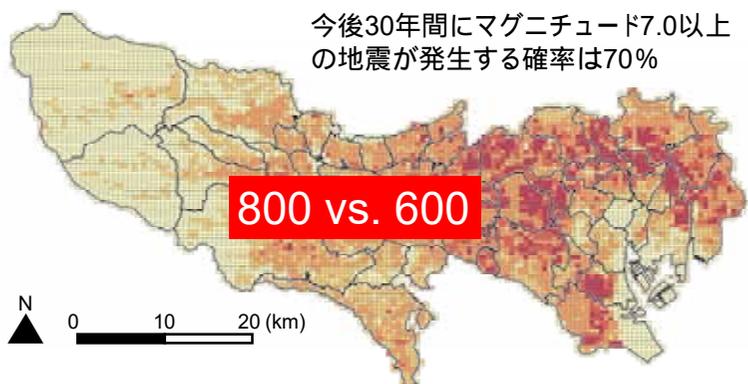
防災都市づくりに資する事業を重層的かつ集中的に実施する地域として、「**不燃化特区**」の区域を指定



本日のアウトライン

- 木密地域における広域避難と市街地整備の評価
(建物倒壊・道路閉塞・火災延焼・避難行動)
- 同時多発火災に対する消防戦略
(延焼シミュレーションを用いた消防活動支援)
- 道路閉塞が及ぼす影響と情報収集の効果
(緊急車両と情報収集シミュレーション)
- IT技術を活用した防災・減災システムの可能性
(災害情報収集・共有・活用システムの開発)

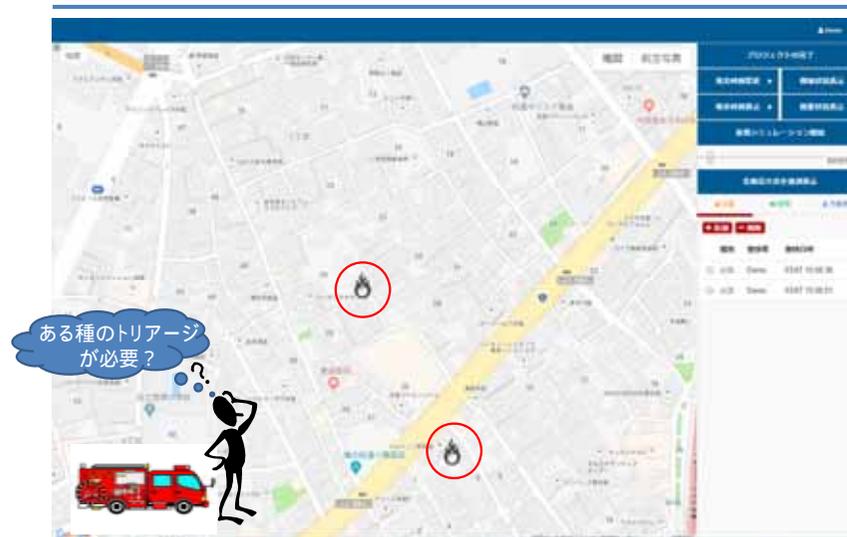
東京都における首都直下地震の被害想定



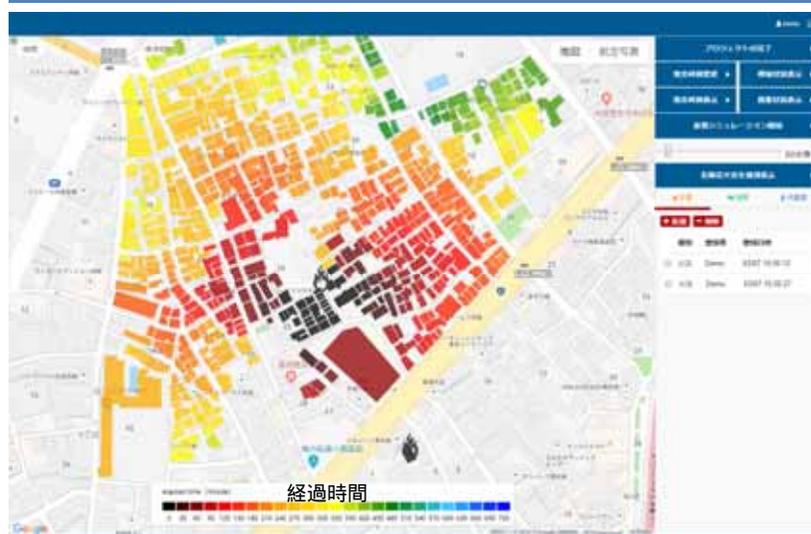
首都直下地震発生時における同時多発火災の出火件数 (東京都, 2013)

➤ 東京消防庁が有するポンプ車の数(可搬ポンプ含む)

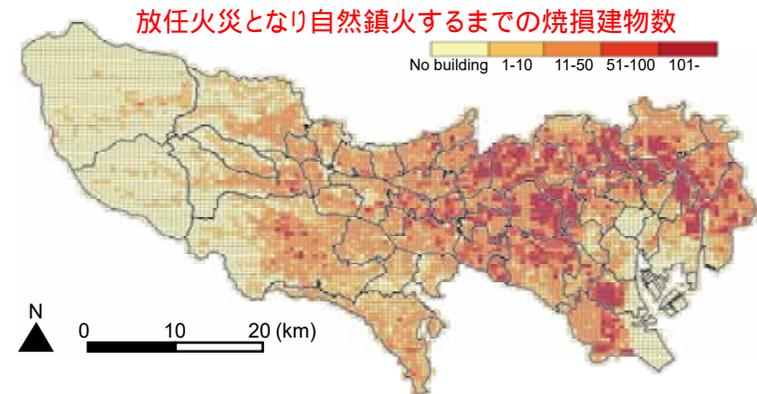
消防隊の出場先決定問題



消防隊の出場先決定問題



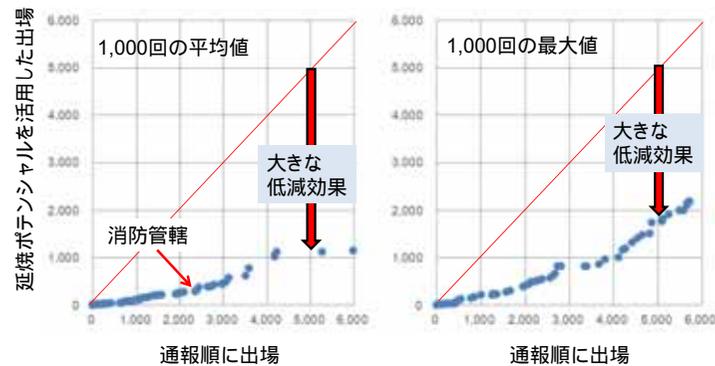
延焼ポテンシャルの空間分布



1. 想定地震 (M7.3, 冬季, 18:00)
2. 北風, 風速 8 m/s
3. 東京都における全建物数 (2,784,123)

焼損建物数の低減効果

消防戦略:
各消防管轄における延焼ポテンシャル (μ, σ) と
出場可能な消防車台数を考慮した消防戦略



本日のアウトライン

- 木密地域における広域避難と市街地整備の評価
(建物倒壊・道路閉塞・火災延焼・避難行動)
- 同時多発火災に対する消防戦略
(延焼シミュレーションを用いた消防活動支援)
- 道路閉塞が及ぼす影響と情報収集の効果
(緊急車両と情報収集シミュレーション)
- IT技術を活用した防災・減災システムの可能性
(災害情報収集・共有・活用システムの開発)

平常時 (閉塞なし)

出場から到着までの所要時間: 2.1分



地震により道路が閉塞した場合

出場から到着までの所要時間: 5.7分

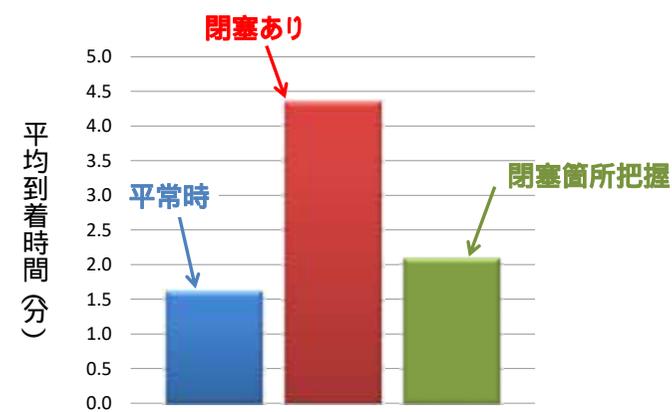


閉塞箇所が分かっている場合

出場から到着までの所要時間: 2.4分



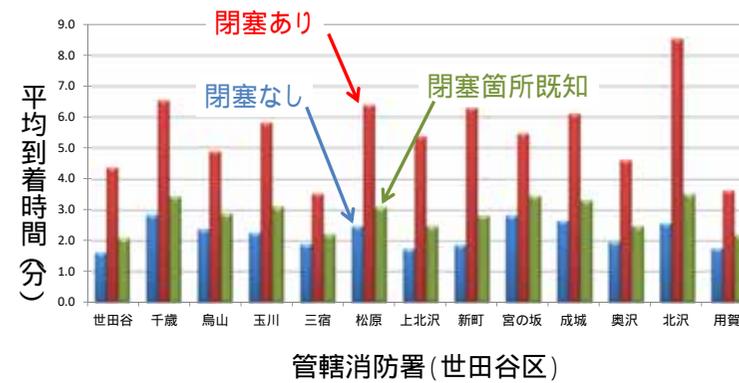
平均到着時間



消防署・派出所の担当範囲



平均到着時間



災害情報収集による緊急車両活動支援

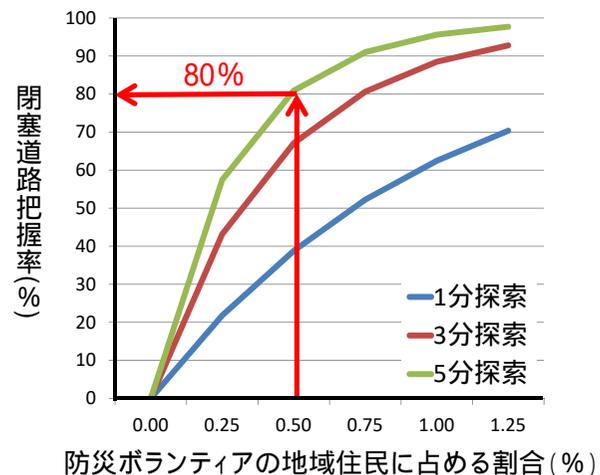


災害情報収集 (0.5%, 5分間)

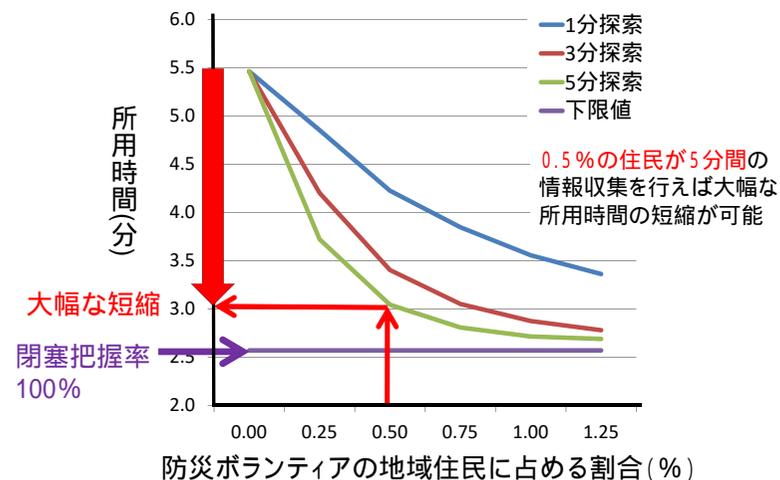
出場から到着までの所要時間: 2.4分



道路閉塞情報の収集効率



道路閉塞情報の収集効果

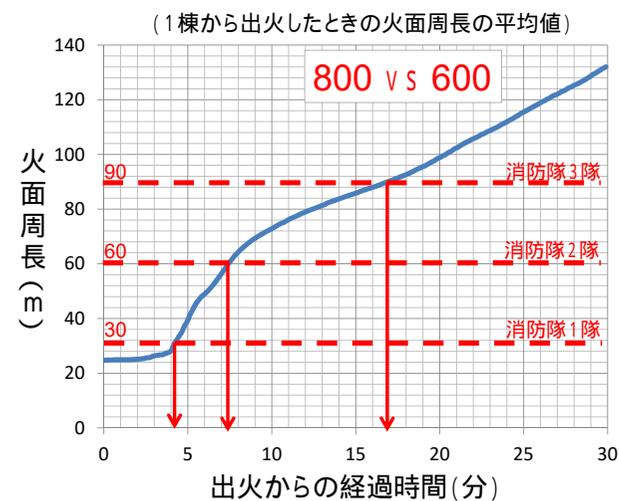


火面周長と消防隊の能力



右図出展: http://www.ddt33.dpri.kyoto-u.ac.jp/katsudou/h14_happyoukai_pdf/h15_0801_6_2.pdf (筑波大学)

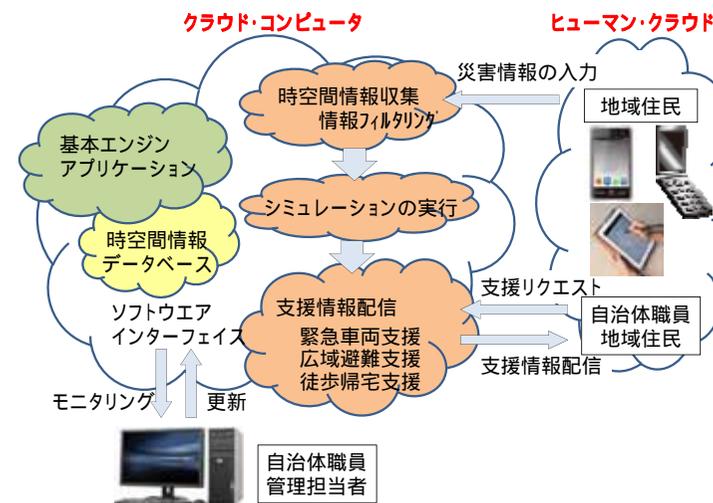
出火からの経過時間と火面周長の関係



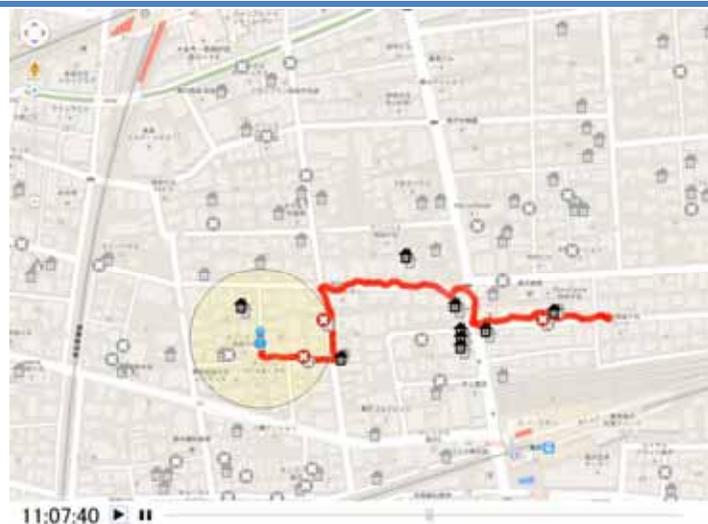
本日のアウトライン

- ▶ 木密地域における広域避難と市街地整備の評価
(建物倒壊・道路閉塞・火災延焼・避難行動)
- ▶ 同時多発火災に対する消防戦略
(延焼シミュレーションを用いた消防活動支援)
- ▶ 道路閉塞が及ぼす影響と情報収集の効果
(緊急車両と情報収集シミュレーション)
- ▶ IT技術を活用した防災・減災システムの可能性
(災害情報収集・共有・活用システムの開発)

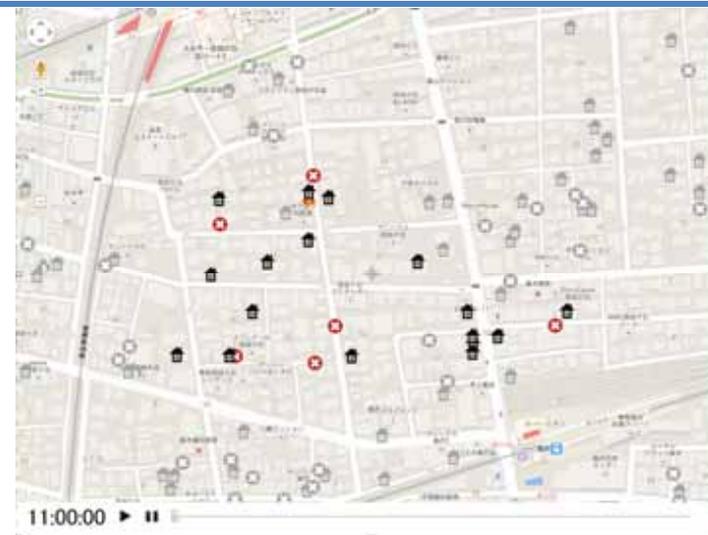
クラウドコンピュータによる減災支援



災害情報収集行動の例



収集された災害情報



投稿情報に基づく延焼シミュレーション



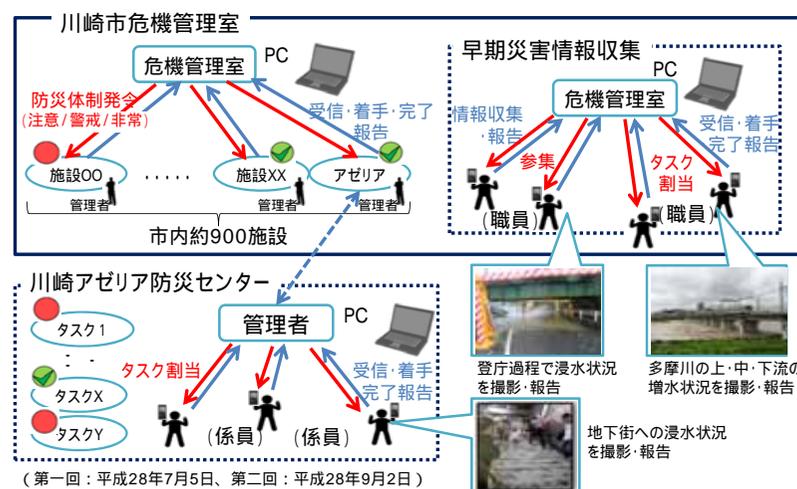
実験参加者の動き (世田谷区全域)



災害種類別投稿数の推移



川崎市危機管理室における実証実験



川崎市危機管理室における実証実験



川崎アゼリア地下街の対応状況

多摩川巡視のモニタリング



市全域の対応状況確認

川崎市危機管理室

下流域の状況確認

川崎アゼリア:JR/京急/バスターミナル接続
規模全国3位(延床面積5.7万㎡、店舗数350店)
通行人数29万人/日

システムの汎用化

<モノ>



災害情報・避難情報をいち早く確実に伝える
事が必要

<ヒト>



日頃から不安を抱える
要援護者の心のケア
<安心>につながる

重症・重篤者
閉じ込め者
要援護者
広域避難

人員・物資のマッチングと地域内巡回支援

災害時の課題

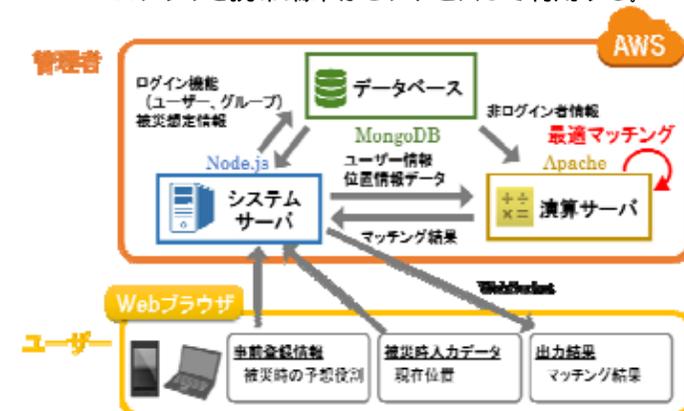
- ✓ 支援者と要支援者の空間的乖離、必要人員・物資の空間的な偏り
- ✓ 家族や事業所等の小さなコミュニティ(グループ)では対応不可能

- ✓ 限られた人員・物資・時間を最大限に活用した災害時活動を支援する方法が必要



地域内巡回支援システム

サーバ(Amazon Web Services:AWS)上に構築したWebアプリを携帯端末からアクセスして利用する。



安否確認フィールド実験(学生:LINE利用)

25か所を4名で巡回



安否確認フィールド実験(シニア:LINE利用)

25か所を4名で巡回

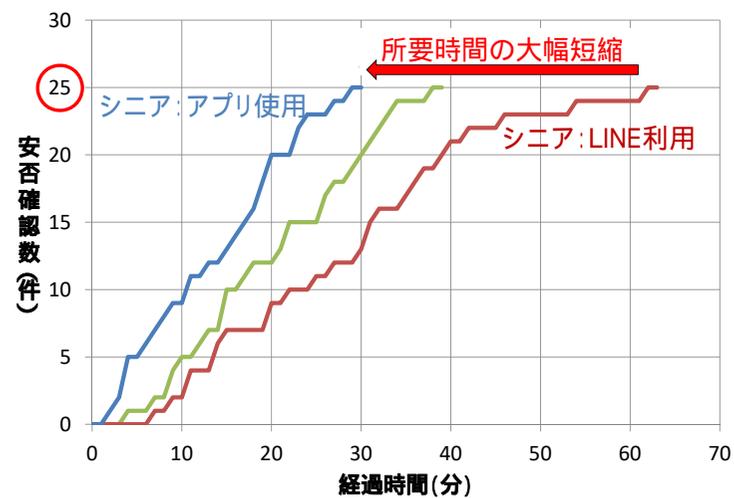


安否確認フィールド実験(シニア:アプリ利用)

25か所を4名で巡回



安否確認の効率の比較

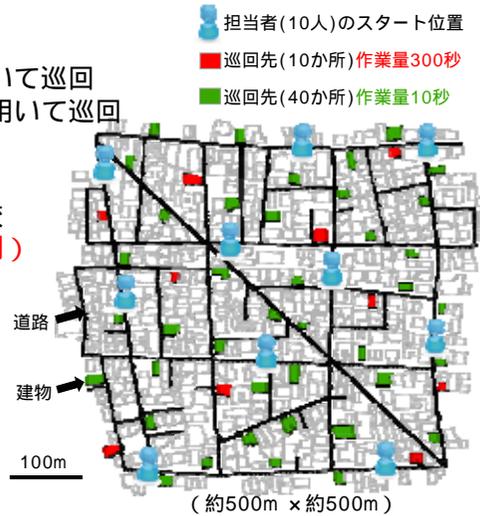


安否確認の効率の比較

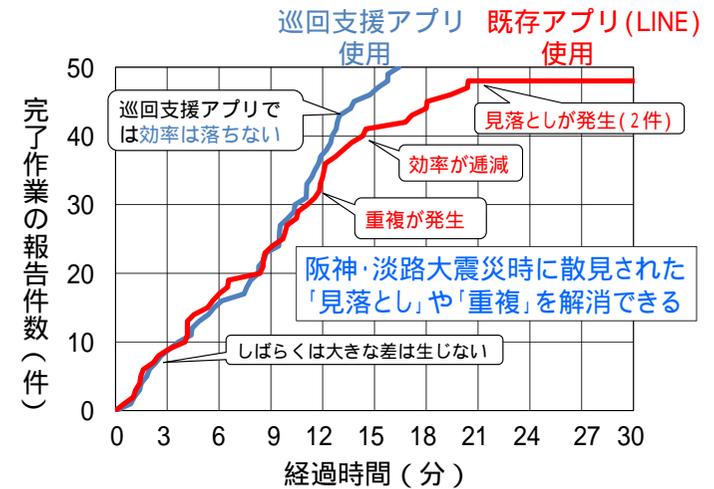
フィールド実験

巡回支援アプリを用いて巡回
既存アプリ(LINE)を用いて巡回

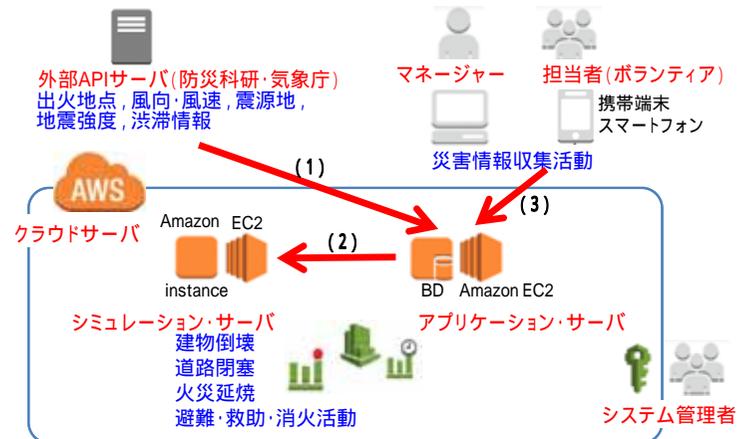
作業完了時間の比較
(移動時間・作業時間)



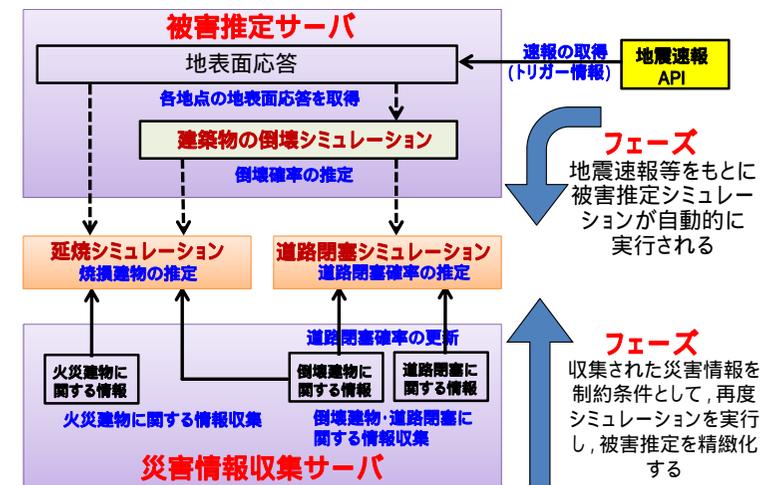
巡回支援アプリの効果



災害情報収集・共有・活用システム



市街地被害シミュレーションと情報更新



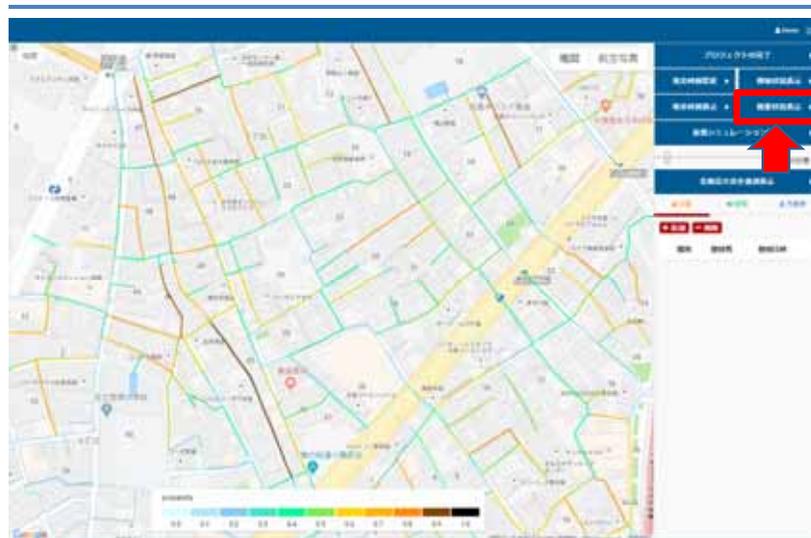
大地震時初動活動支援システムの起動



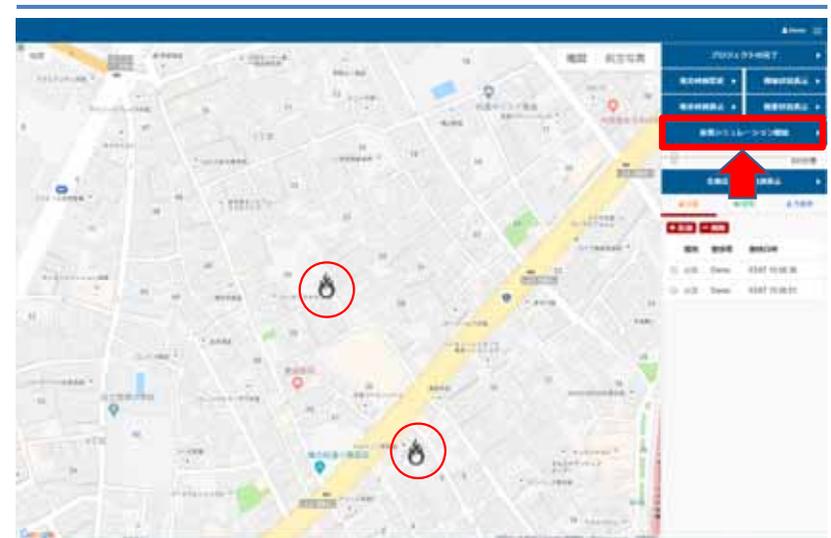
建築倒壊確率の推定



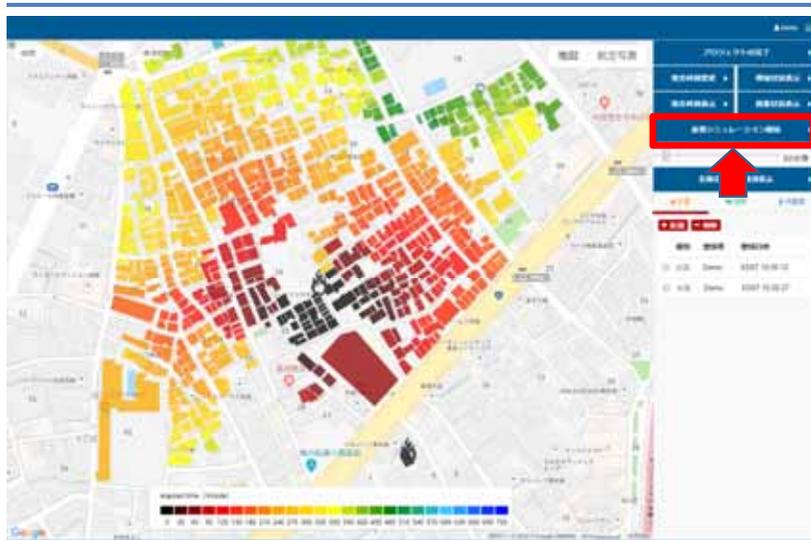
道路閉塞確率の推定



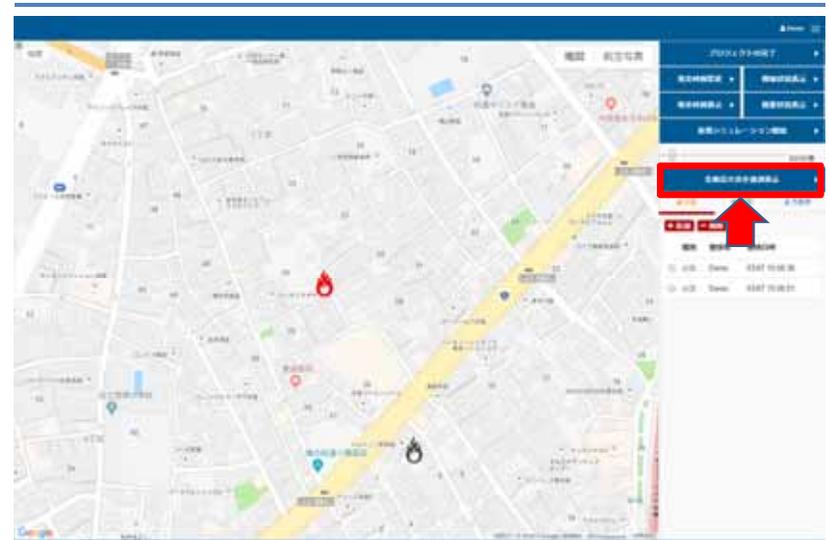
出火建築物に関する情報



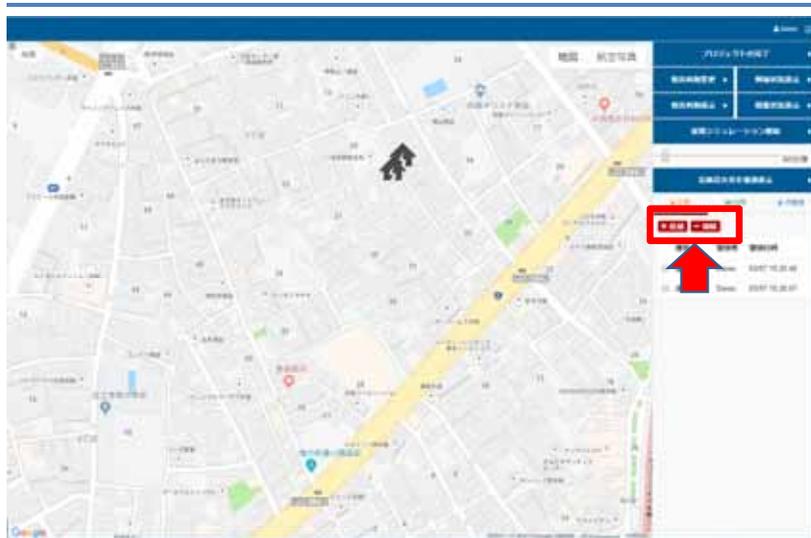
延焼建築物の時空間分布推定



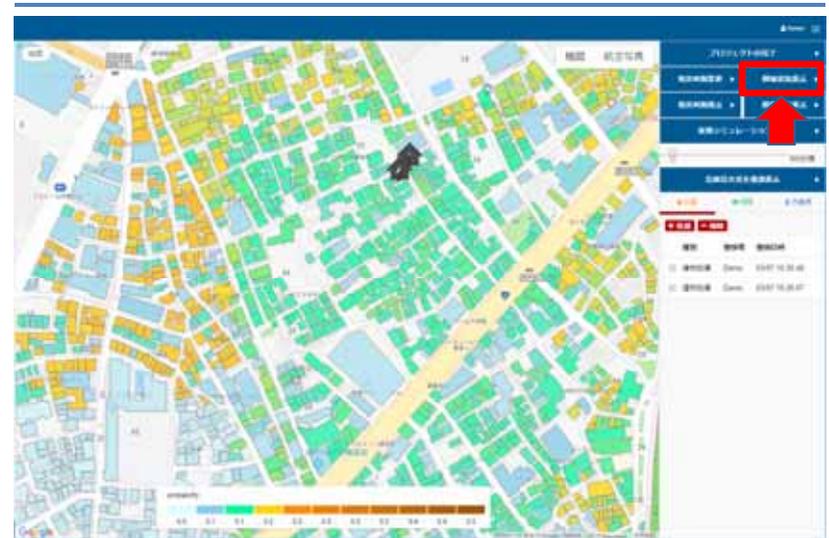
消防隊の出場先決定支援



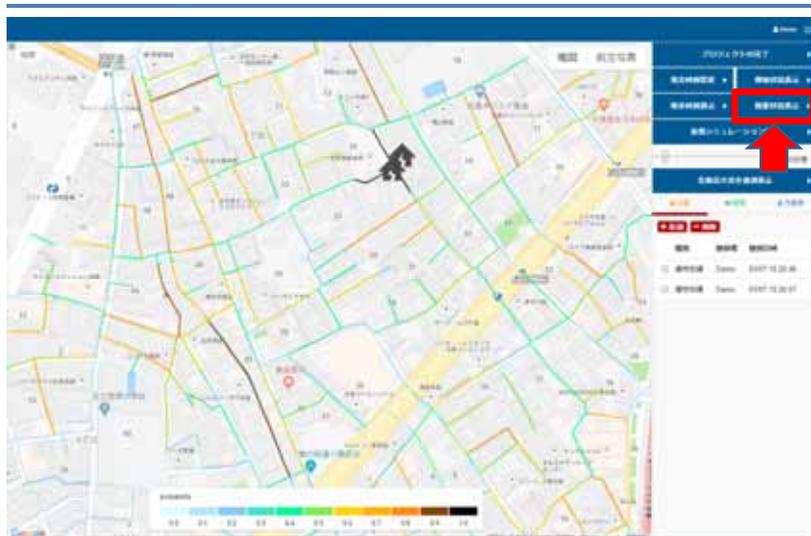
倒壊建築物に関する情報の投稿



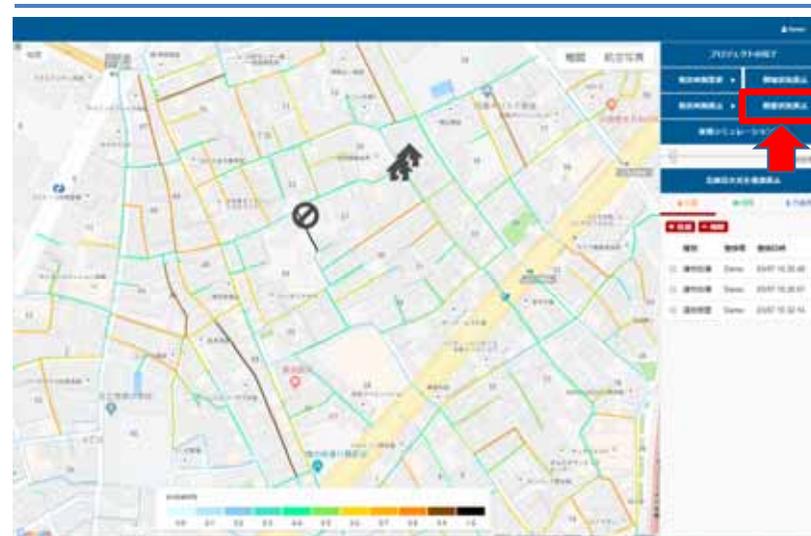
建築倒壊確率の更新



道路閉塞確率の更新



道路閉塞に関する情報の投稿



まとめ

- 木密地域における広域避難と市街地整備の評価
(建物倒壊・道路閉塞・火災延焼・避難行動)
- 同時多発火災に対する消防戦略
(延焼シミュレーションを用いた消防活動支援)
- 道路閉塞が及ぼす影響と情報収集の効果
(緊急車両と情報収集シミュレーション)
- IT技術を活用した防災・減災システムの可能性
(災害情報収集・共有・活用システムの開発)

2021年度 一般社団法人 日本写真測量学会関西支部

特別企画パネルディスカッション 日時:2021年6月25日(金) 15:30 ~ 18:00
「空間情報の観点からの災害の理解, 災害への備え」

シミュレーションで探る 首都直下地震の様相と備え

東京工業大学 環境・社会理工学院
大佛俊泰