

NIED-NU会

廣井話題提供 「広域避難対策と震災時疎開に関する研究」

名古屋大学准教授 廣井 悠

2015年4月7日(火)

研究の背景

福島からの広域避難と震災関連死



今後の原子力災害からの避難計画

原発避難シミュレーションが最近盛んに行われる

◆茨城県の事例(東海第二発電所)

- PAZ(Precautionary Action Zone: 予防的防護措置: 半径3~5km)に対して避難指示を行い, UPZ(Urgent Protective action planning Zone: 緊急防護措置: 半径5~30km)の60%が自主避難をする時の避難完了時間(PAZ内住民の90%がPAZ, UPZ圏外へ脱出する時間)を計算
- 原則として全員自家用車で避難

◆静岡県の事例(浜岡原子力発電所)

- PAZ及びUPZ(浜岡から31km以内)の全住民28万世帯のうち90%が圏外に避難完了する時間を計算
- 原則として全員自家用車で避難

シミュレーションの前提

- 目的はUPZ圏外の外へ行くこと
- 原則全員が自動車避難
- 複合災害の考慮は限定的
- 段階的避難が前提になっている地域もある
- 避難完了時間(PAZ, UPZ90%など)の計算が主な目的

多様なシナリオで感度分析 (単位: 時間)

ケース内容	PAZ内	PAZ外
道路インバウト (常時通行止)	35.5	39.5
雨天候 (走行速度30%低下)	20.5	21.0
PAZ避難		
PAZ外UPZ内自主避難100% (UPZ一斉避難指示)	19.0	20.5
観光ピーク時 + 特別なイベント時	16.0	19.0
PAZ避難		
PAZ外UPZ内自主避難60%	15.0	17.0
UPZ一斉避難 (自家用車90%)	15.0	16.5
【平日(夜間)】PAZ避難		
PAZ外UPZ内自主避難60%	14.0	16.0
道路インバウト (沿岸部を高速道に誘導)	14.0	15.0
対策案 (PAZ避難優先交通規制)	13.0	14.0
PAZ避難		
PAZ外UPZ内自主避難60%	13.0	13.5

「原発避難計画」の今後の課題

現在は「放射性物質から逃れる」ことが主目的

◆しかし放射性物質から逃れた後も様々な問題

- そもそもUPZ外と言われても、直後にどこに行けばよいかわからない
- 親戚宅/知人宅/避難所/賃貸/ホテルなど様々な避難先を転々とする人も多く、自主避難者は把握すら困難
- 世帯分離が多い、避難先でのいじめ
- 避難先の生活スタイルが合わない
- 仕事の問題や金銭的問題
- 精神的ストレス

など様々な支援を必要とする人が多い

原子力災害に限らず、

災害からの広域避難をどのように支援・計画すればよいか?

はあまり考えられていない

- 避難所はどこにどれだけ確保すればよいか?
- 避難手段(バスなど)の避難支援策はどう検討すればよいか?
- どこでどのような支援(スクリーニングやヨウ素剤含む)が必要か? などを考えたい

→ きめ細かい支援のためには「だれが / どこにいるか」つまり広域避難後の滞在者分布を予測できないと検討できない

(原子力災害に限らず) 広域避難者が 避難直後どこに滞在するか その分布が予測できないか?

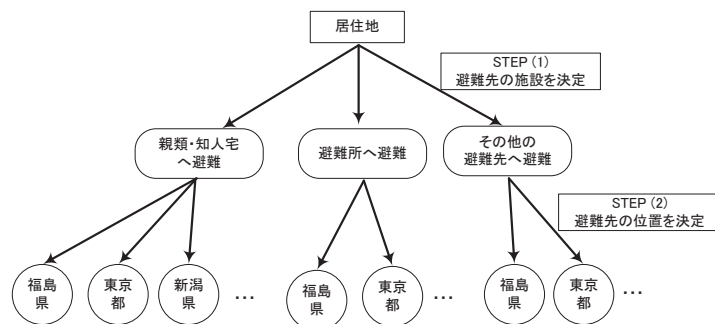
→ 広域避難行動モデル(広域災害時疎開モデル)を提案する
→ 大規模災害からの「疎開」研究の基礎データとする

5

モデリングの方針

□ 広域避難行動を2段階でモデル化する

- 広域避難者の滞在者分布(避難途中で目的地を変えない場合は目的地分布と同じ)を推定したい
- この目的地分布は避難手段/避難先施設/個人属性によって異なる
- 簡単のため避難手段は自動車利用できる場合は自動車を使うとして個人属性として解釈する
- 個人属性を説明変数とした2段階の行動モデルを考える
- 1段階目は避難先の施設を選択する
- 2段階目で避難先の種類ごとに位置を選択する



研究の方法 数理モデル化

6

広域避難行動モデル(疎開モデル)の作成(1)

□ 広域避難行動モデルの1段階目

- ランダム効用理論を用いて避難先施設を選択
- 避難先施設は簡単のため1.親類・知人宅, 2.避難所, 3.その他とする
- 効用関数の確定項は下記の説明変数の線形和とした
- このモデルに調査で得られた避難トリップデータ(最初の避難のみ)あてはめて係数とそのHessian行列を求めることで有意確率およびモデル全体の自由度調整済み尤度比をニュートン・ラプソン法により求めた。
- 任意の個人がどの避難先施設を選択するかが予測できた

$$p_{hk} = \exp[V_{kh}] / \sum_H \exp[V_{kh}]$$

パラメタ推定

$$L^* = \prod_{k \in K} \prod_{h \in H} p_{hk}^{\delta_{hk}}$$

$$L = \ln L^* = \sum_{k \in K} \sum_{h \in H} \delta_{hk} \cdot \ln p_{hk}$$

	親類・知人宅	避難所
自分の運転する車	0.7079**	-0.3761**
親類・知人宅への避難有無	33.62	0.278**
年齢	-0.0100**	-0.0073**
避難区域	-0.0101	2.004**
定数項	-32.19	-0.177
自由度調整済み尤度比	0.25	

広域避難行動モデル(疎開モデル)の作成(2)

□広域避難行動モデルの2段階目

空間相互作用モデル

- 任意の個人がどの避難先施設を選択するかが予測できた
- 次は避難先選択グループごとに避難位置を予測する
- ここで空間相互作用モデルを考えた
- 本検討は福島県からの避難行動のみが対象なので $G_i^\alpha = A_j^\alpha = 1$

$$X_{ij} = \kappa \cdot \eta^\xi \cdot G_i^\alpha A_j^\alpha t_{ij}^\gamma$$

X_{ij} : i - j 間の避難者数

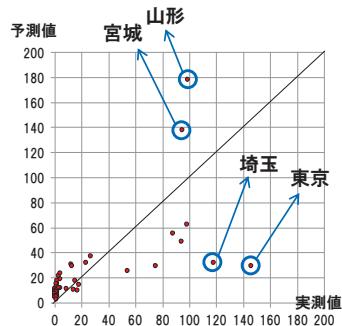
η^ξ : 同一県内パラメータ

ξ : j が福島県なら1, それ以外なら0

G_i^α : i の放出性の尺度(G_i は i における全避難行動の発生量)

A_j^α : j の吸引力の尺度(A_j は j における全避難行動の集中量)

t_{ij} : i - j 間の距離

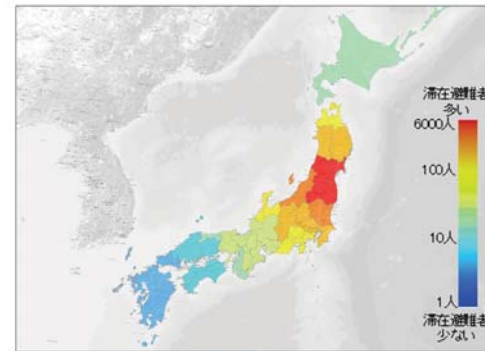


	κ	γ	η	R^2
親類・知人宅への移動	3.960	-1.334	1.219	0.69
避難所への移動	2.179	-0.838	2.331	0.90
その他への移動	2.864	-0.948	1.536	0.80

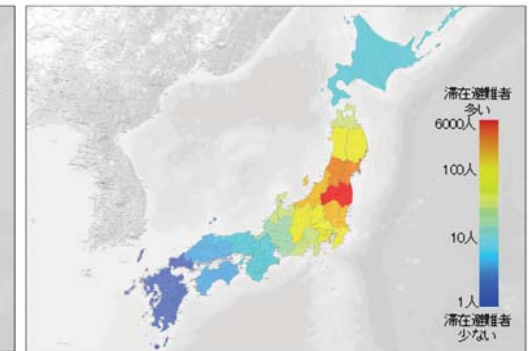
広域避難行動モデル(疎開モデル)の事例

□3.11で福島県の自動車利用率が半分だったら?

- 自動車利用ができずバスなどを利用せざるを得ない
- それゆえ親類・知人宅やその他施設への避難は減少し、避難所への避難が増加し、避難所需要が非常に高まる
- 反対に遠距離の親類・知人宅やホテル、民間賃貸住宅への移動は制限され、結果的に福島県からの広域避難者滞在分布は大きく変化する



モデルによる現状(自動車避難率75.8%)



シミュレーション(自動車避難率37.9%)

本研究のまとめ

◆広域避難行動モデル(広域災害時疎開モデル)の提案

- ・ 避難施設の選択から避難位置を予測する2段階モデルを採用
- ・ 直後避難後の避難所確保など事前対策や支援策の検討に応用
- ・ 今後は大規模災害からの疎開研究の基礎データとして展開
- ・ 数理モデルとしての課題として多数回避難と時間の概念を導入(確率過程の概念を考慮)