原発集辺地域を対象とした大規模避難計画と地域防災計画に関する研究

金沢大学　理工学域環境デザイン学類　学生会員　○杉沢　聡美
金沢大学　理工研究域環境デザイン学系　フェロー　髙山　純一
金沢大学　理工研究域環境デザイン学系　正会員　中山晶一朗

1. 研究の背景

2011 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震および津波に伴い，東京電力福島第一原子力発電所において，放射性物質が外部へ漏洩する事故が発生した．この事故は過去に例のない，想定を超えた規模の事故へと発展し，対応の遅れなどから大きな混乱が生じた．

この原発事故により，原子力発電所周辺 20km 圏内の住民に避難指示が出され，過去に例のない大規模な避難が行われた．しかし事故当時の防災計画ではこのような大規模な事故は想定されておらず，避難の対象も原発 10km 圏内までしか考えられていなかった．避難の際に発生した問題として，原子力災害時の対策拠点となるオフサイトセンターが機能しなかったこと，病院や介護施設等にいる寝たきりの人の避難手段や避難先の確保が困難だったこと，などが挙げられる．

福島第一原子力発電所の事故を受け，原子力災害に係る防災計画の見直しが行われた．従来は原発から半径 8~10km のみを「防災対策を重点的に充実すべき地域の範囲」(EPZ)と定め事故の対応が考えられていたが，新しく半径 5km の「放射性物質の放出前に直ちに避難する区域」(PAZ)と，半径 5~30km の「緊急時に避難や屋内退避ができるよう準備する区域」(UPZ)が設けられた．

2. 研究の目的

本研究では石川県志賀原子力発電所周辺地域を対象として，避難時の交通状況をシミュレーションする．これにより，避難に要する時間や避難時に渋滞が激しくなる地点を把握し，より効率的な避難計画を検討することを目的とする．また，避難開始時間帯や自家用車利用率などを変化させてシミュレーションを行うことで，より渋滞が生じにくく効率的な避難計画を検討する．

3. 研究の手法

(1) シミュレーション内容

本研究のシミュレーションの対象地域は，国が定める PAZ や UPZ を考慮し，石川県志賀原子力発電所を中心とした半径 30km 圏内とする．

シミュレーションの際には，各自治体が用意するバスによる避難，住民が独自に行う自家用車での避難，自力での避難が困難な災害時要援護者用の別途車両による避難，の発生を仮定する．

渋滞等が発生した箇所においては，円滑な避難が可能となるように OD を変化させてシミュレーションを繰り返し，効率的な避難計画の検討の参考にする．

(2) 使用するシミュレーション

本研究で実施するシミュレーションには「Sakura」[1)]というミクロ交通シミュレーションソフトを使用する．この Sakura はピリオディック・スキャニング方式を採用しているミクロ交通シミュレーションプログラムである．この方式は刻々と変化する交通状態を算出することによって個々の車両がそれぞれ個別の意志を持って行動するものである．

このシミュレーションプログラム上に対象地域の道路網や交通環境を再現する事で，災害時の車両の運用に対して考察を行う．

(3) 共通条件設定

シミュレーションでは，いくつもの災害シナリオを用意するが，共通条件として石川県地域防災計画・原子力防災計画編[2)]等をもとに，以下のように設定した．

石川県の計画ではほとんどの住民が自家用車で避難を行うことが想定されている．また周辺地域住民へのアンケート調査より，避難時の自家用車利用率は 55~85％になると推定された．そこで自家用車利用率を 55％，65％，75％，85％の 4 パターン用意し，比較を行う．

要援護者数の推定は，同じくアンケート調査より，7.2％とする．

災害の発生時刻は夜間を想定し，全住民が自宅からの避難を行うとする．

(4) 原発周辺半径 5㎞ 圏内のシミュレーション

まずは原発周辺半径 5km 圏内のシミュレーションを行った．自家用車が発生する時刻，バスが発生する

時刻，要援護者用の車両が発生する時刻をそれぞれ設定してシミュレーションを行った．全車両が原発周辺5km の範囲外へ出た時点で避難完了とする．道路網は図 1 に示す．図中の円は志賀原発を中心とした半径30km の範囲を示し，道路網は志賀原発から半径 20km 範囲内まで作成したものである．通過交通は考慮していない．

避難完了時刻は，自家用車利用率 55%，65%，75%，85%のどの場合でも大きな差はなかった．しかしどの場合でも使われる経路とそうでない経路の差が大きく，一部の道路に車両が集中してしまった．実際の避難時には少しの渋滞でも住民の混乱を招く恐れがあり，車両をうまく分散させる工夫が必要である．

(5) 原発周辺半径 20㎞ 圏内のシミュレーション

続いて原発周辺半径 20km 圏内のシミュレーションを行った．同じく自家用車利用率は 4 パターン用意したが，その他のバス・要援護者用車両を加える前に，自家用車のみを発生させたシミュレーションを行った．同じく図 1 の道路網を用い，全車両が一番端のノードに到着した時点で避難完了とする．また 20km 圏内に一斉に避難指示が出たとし，避難指示から 1 時間以内に全車両が出発すると想定した．通過交通は考慮していない．

避難完了時刻は，自家用車利用率 55%のものと 85%のものでは 40 分程度の差が出た．自家用車利用率 85%の場合では，避難開始から完了まで 2 時間 55 分かかっている．前述のとおり避難開始から 1 時間以内に全車両が出発するよう設定したので，最後に範囲外へ出た車両は，少なくとも 1 時間 55 分かけて避難していることになる．またどの場合でも，何箇所かで大きな渋滞が見られた．20km の距離を移動するにはかなり長い時間がかかっており，渋滞の影響が出ていると考えられる．

車両の挙動を見ると，やはり使われる経路とそうでない経路の差が大きく，特に西側の海岸沿いに南下する道路で大きな渋滞が発生した．シミュレーション上では，渋滞を避けて迂回する車両が一時的に原発方向へ近づいていく様子も見られた．これはどの自家用車利用率の場合でも同様である．避難経路を変更するか，海沿いの人口が多い地域に集中的に避難バスを出すなどの検討が必要である．

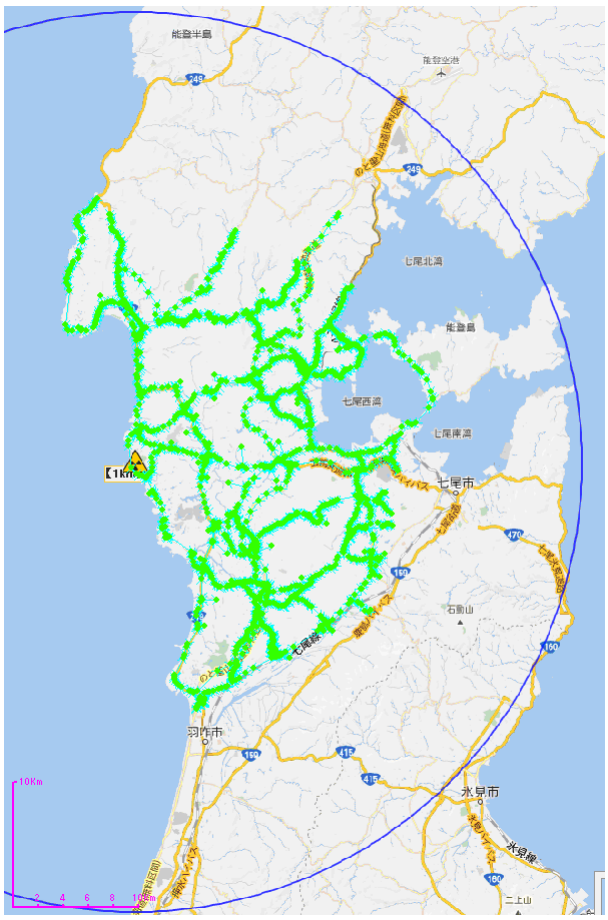

図 1　道路網

4.　まとめ

本研究では，原子力発電所災害を想定した避難計画の策定支援を目的に，石川県志賀原子力発電所を対象として検討を行った．現段階では，避難範囲が増えると自家用車利用率による避難完了時刻の遅れが大きくなることが分かった．原発からの距離ごとに避難開始のタイミングをずらすなどして，影響を小さくする必要があると考えられる．また，渋滞が起こりやすい経路の把握もできた．経路の変更や効率的なバスの利用で解消できないか，検討する必要がある．対象範囲を拡大したシミュレーションや，より詳細な設定のシミュレーションについては講演時に発表する．

参考文献

1)株式会社ニュージェック

http://www.jacic.or.jp/feature/company/015newjec/newjec_2.htm

2)石川県地域防災計画・原子力防災計画編

http://open.fdma.go.jp/chiikibousai/pub/doc/find