

中山間地域の救急・避難計画のためのシナリオシミュレーションの開発*

Development of the scenario simulation for the emergency and refuge planning in the intermediate and mountainous area*

二神 透**・木俣 昇***

By Tohru FUTAGAMI**・Noboru KIMATA***

1. はじめに

先般の新潟中越地震において、中山間地域の集落が孤立し、都市部域外の避難計画・救援支援の問題が炙り出された結果となった。すなわち、従来の防災計画は、人口・社会基盤の集積する都市部や既往災害地域など、限定された地域・状況しか想定していないため、その他の地域あるいは、ステレオタイプから脱却した防災計画を考えることが最も重要であることが明らかになった。このことは、来るべき東南海・南海地震や、各地域の防災計画を想定する上で、都市部以外の地域である中山間地域をも防災計画の対象とすべきであると言った重要な示唆を与えている。周知のとおり、日本の大半は中山間地域であり、全人口の約14%が居住している。この広大な地域に点在する集落に対して、中山間地域の救急・避難を考える場合、都市部と比べて救急・避難計画はどのように異なるかを明らかにする必要がある。避難に関する既存研究に着目すると、様々なモデル¹⁾が提案されているとともに、建物内²⁾、河川洪水域^{3),4)}、津波等⁵⁾、対象とする空間や物理現象は様々である。最近の自然災害の犠牲者の特徴は、高齢者や障害者などのいわゆる災害弱者の占める割合が高く、災害弱者を対象とした避難計画に関する研究^{6),9)}も行われている。しかし、災害弱者の実態調査、意識調査や、車による避難時間をマクロな指標で算定しているに留まっている。それらに対して、著者らの、フィールドを中山間とした個人ベースの救急・避難に関する研究は見られない。

著者らは、高齢者・独居者のための互助型避難の提案、

避難路の移動時間推定のためのプローブデータの活用、きめ細かな、一人一人に対応した救急・避難計画支援を目的とし、情報システムを活用した支援システムの開発を行っている¹⁰⁻¹¹⁾。具体的には、起こりうる災害に対して、一人一人を安全に避難させるためには、時空間の変容と救急・避難に伴う諸課題を明確にし、対策を具体的に表示、実行、そして批判可能なシナリオ・シミュレーションの開発が重要であると考えている。

本論文では、はじめに中山間地域の救急・避難計画の問題点を整理する。そして、対象地域の災害シナリオを想定するためのハザードマップについて述べ、中山間地域の災害リスクと避難シナリオについて基本的な考え方を概説する。つぎに、対象地域の精度の高い航空写真の背景画像を用いてペトリネット・モデルによる基本道路ネットワークならびに世帯情報の作成と、避難の基本となる移動時間の与え方について述べ、阻害や、経路選択といった部分ネットの結合による現象の記述と、シミュレーションの実効性について述べる。つぎに、適用事例では、地震災害による橋脚の損壊に伴う通行不可区間を想定し、徒歩で避難する住民が引き返しのある避難を想定した避難収容時間について報告するとともに、個人属性からみた問題点を整理する。最後に、今後の課題として、避難のタイミングや、駆けつけ避難、移動手段の変更に伴うシナリオを想定した場合の、モデルの考え方と評価・批判について、システムの課題と今後の展望について述べる。

2. 中山間地域の救急・避難計画の課題と災害シナリオ

2.1 中山間地域の救急・避難計画の課題

著者らは、1章で述べたように、中山間地域特有の地形・立地条件をできるだけ情報化することと合わせて住民ベースの情報システムを活用することにより、計画対象者レベルのきめの細かい救急・避難対策が可能となると考えている。また、背景画像を用いたシナリオ・シミュレーションを開発することにより、中山間固有の問題や、情報システムの問題を明確化できると考えている。そこで、本章では、より具体的な救急・避難計画への対

キーワード：地域計画、中山間防災、救急・避難、Petri-Net、シナリオ・シミュレーション

**正員、学博、愛媛大学総合情報メディアセンター

(松山市文京町3, TEL089-927-9837,

FAX089-927-9837) E-mail futagami@dpc.ehime-u.ac.jp

***正員、工博、金沢大学大学院自然科学研究科

土木建設工学科(金沢市小立野2-4-20,

TEL076-234-4914, FAX076-234-4915)

E-mail kimata@t.kanazawa-u.ac.jp

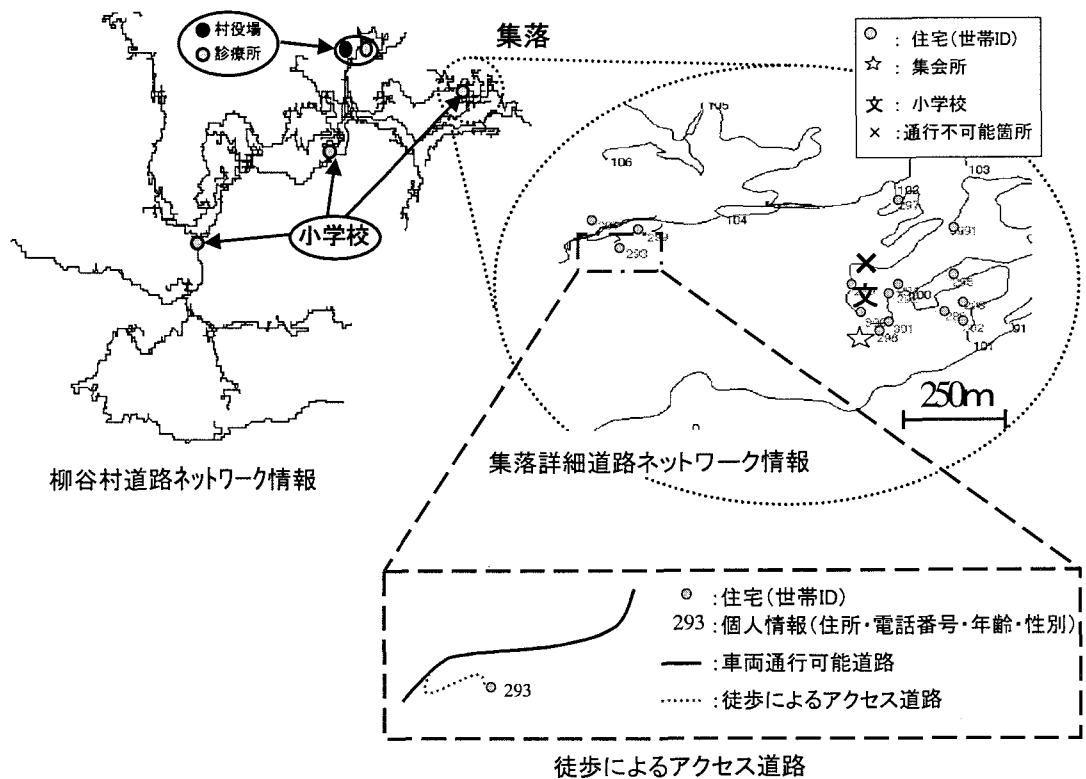


図1 中山間地域の道路ネットワークと集落・避難場所・避難経路

応を図るための情報システムについて、従来の研究を踏まえつつ、図1に示す中山間地域の道路ネットワークと集落・避難場所・避難経路の特徴として問題点と課題を検討・整理する。

図1は、愛媛県旧上浮穴郡柳谷村（現久万高原町柳谷）を中心とするプローブビークルによる道路網と、救急施設・搬送施設の関係並びに、集落の拡大図を示している。この図より、中山間地の救急・避難計画を考える上で、道路ネットワークは重要な情報であるが、都市部と異なる点がいくつかあることがわかる。たとえば、中山間地域では、幹線道路から枝上の集落に道路が連結し、迂回路となる代替経路が少ないこと、集落内では救急車両・一般車両が進入できない場所に住宅が立地している箇所もあり、救急患者の搬送や避難に徒歩を伴う場合もあることがわかる。特に、災害時には、道路の阻害により徒歩による避難を強いられる場合も想定されよう。

以上より、中山間の救急・避難計画を考える場合、移動可能交通手段、移動手段別速度情報、阻害に伴う代替経路と移動手段の変更にもとむ救急・避難時間の推定が鍵となることが理解できよう。

2.2 土砂災害リスクの基本想定

図2は、本稿で対象地域として選定した愛媛県久万高原町柳谷中津地区（旧柳谷村中津）の航空写真¹²⁾である。図中、中央から左上にかけて土砂災害危険渓流があり、右側の集落一体が、地すべり危険地域に指定されており、同地域では、4箇所の急傾斜地危険箇所が指定されている^{13) 14)}。この地域は、松山ー高知を結ぶ国道33号線から、2つのルート経由でアクセス可能であるが、換言すれば、2本の経路しかなく、これらの経路が阻害されれば完全に孤立することになる。また、図2の左上には、集落から離れて3軒からなる小集落が立地している。これらの住民が、図の右側の大集落に避難するとき、土砂災害危険渓流の直下の橋を渡って避難することになり、新たなリスクの発生が考えられる。

上述したように、中山間地域では、豪雨や地震に伴う土砂災害によるリスクが問題となる。豪雨時には、土砂災害危険渓流域からの早急な避難が最優先され、一方、地震時には、時間とともに変化する空間容容に対応した安全な避難場所（集会所・小学校）への安全な避難行動を指示する必要がある。言い換えれば、住民は、顕在化しない、顕在化するであろうリスクに対応して、如何に安全に身を守る行動をとれるかが最も肝要となる。そのためには、土砂災害リスクを想定し、想定したシナリオ

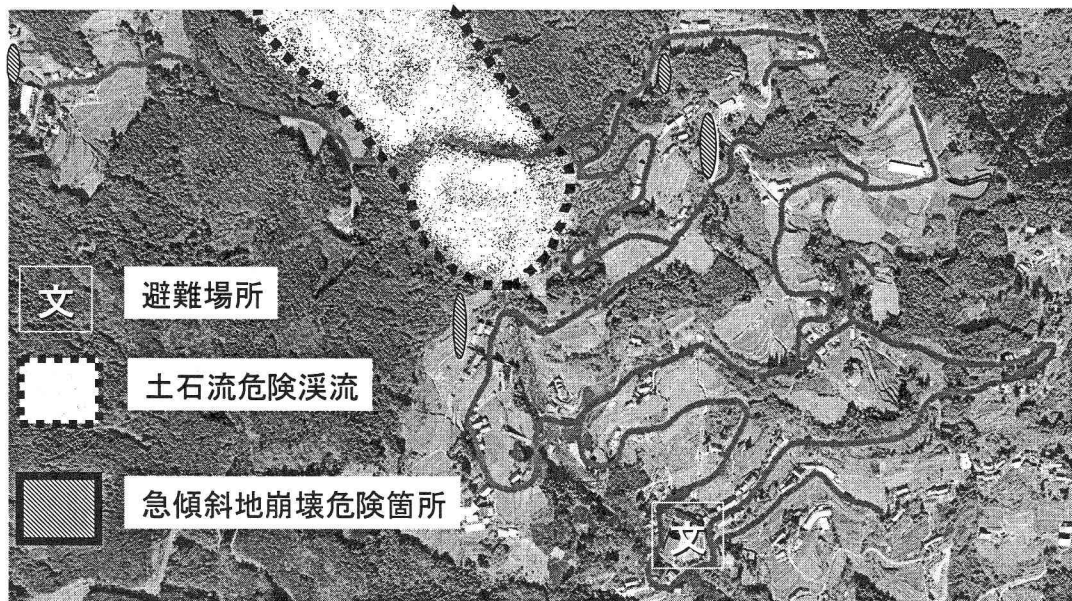


図2 航空写真による背景画像とハザード情報

の基、どのような災害が起きうるのか、そのときどのような阻害要因が働き、どのように避難することが求められるかを明らかにする必要があると考えている。

愛媛県の土砂災害危険箇所に関する資料^{13)・14)}によれば、土砂災害危険箇所は、土石流危険渓流、地滑り危険箇所、急傾斜地崩壊危険箇所に3分類される。豪雨時には、全ての箇所において災害の発生が懸念されるが、被害は限定的となろう。一方、生起確率は低いが、大震時には、地すべり危険箇所、急傾斜地崩壊危険箇所における土砂災害の発生が各箇所でも発生することが予想される。先般の新潟中越地震における山古志村の被害は、土砂災害による道路阻害と集落の孤立といった深刻な被災事例を実証した結果となった。

以上より、中山間地域における避難指示対象者は、土砂災害に伴う緊急路の切断や、避難路の切断に伴う、救急・避難の問題が最重要になること、住民個別に対応可能なシナリオを想定することが適切な救急・避難計画にとって肝要となることが理解できよう。

2.3 共同体による互助シナリオ

中山間地域は、高齢化が進み、独居世帯老人の比率も高く、災害時の避難行動を考える場合、災害弱者の視点を考慮する必要がある。さらに、地形的要因や移動手段の有無など、災害弱者を安全に避難・誘導していくためには、様々なシナリオを想定しなければならない。一方で、中山間地域の住民は、集落単位でコミュニティを形成し、その結びつきは都市部と比べてはるかに強い。例えば、一般的に、都市部の共助による防災は、行政が

主導しながら地域住民の自主防災組織化を促し育成するスタンスが取られている。しかし、久万高原町柳谷支所でのヒアリングを行った結果、集落のコミュニティ自体が自主防災組織であり、新たな組織を作る必要は無く、消防団を中心に災害に備える体制が整っており、この点は都市部と比較すると考え方が大きく異なっている。著者らは、このコミュニティの絆の強さに着目し、集落共同体による互助性を組み入れた避難行動を提案する。具体的には、高齢者を家族に持つ世帯の移動は、家族単位で行うことや、独居世帯老人を集落の住民が責任を持って避難を支援することを提案する。さらに、災害シナリオを想定し、災害状況に応じた避難計画の提案と評価を行いたいと考えている。そのためには、世帯、個人属性、移動時間といった基本ネットを具体的に作成する必要がある。

3. ベトリネットによる救急・避難シナリオの動的表現

3.1 ベトリネットによるシナリオシュミレーション

ベトリネットとは、事象の生起を原因－結果の関係で捉えた離散モデルである。図3上の現象システムの基本モデルに示すように、ある原因が事象を生起させ、その結果が生じ、システムの状態が次々に推移する状態を記述できる。図3下の状態連結図に示すように、ベトリネットは状態をスペースという「○」で、事象をトランジションという「|」で、そして状態と事象の関係をアークという「→」で表わす。さらに、スペース内にトークンという「●」をマーキングすることによって、現象がトークン

の存在するプレースの意味する状態にあることを表わす。

つぎに、状態の推移について述べる。ペトリネットでは、トークンがネット内を移動することによって状態の推移を表現している。トークンはトランジションの発火規則にしたがってネット内を移動する。その様子を図4の障害による発火則の抑止モデルを通して示す。図4の

(a)の状態においてP2からT1に延びている破線を「抑止アーク」と呼び、(a)の状態において、P2がT1の発火を阻害する。P2にトークンがマーキングされている限り、T1が発火することはない。(b)はP2のトークンが移動した為、T1が発火してP3の状態になっている。図5は、避難経路が分かれる地点における経路選択部分ネットを示している。生成トランジション(GT)と選択トランジション(ST)を用いて、確率的な経路選択の状態記述が可能となる。

以上、ペトリネット・モデルは、単純な原理に基づく離散現象記述モデルであるが、本稿で提案する背景画像上での道路ネットワークや、阻害要因のサブネットモデルの構築、人の避難行動の記述など、静的記述情報をシナリオ的に動的記述に即、展開できる点や、計画代替案の評価と批判に即時に対応できる点が、シナリオ・シミュレーションに求められる要件であると考えている。

3.2 ペトリネットによる救急・避難の基本ネット

災害が発生して住民が世帯から避難を行う場合、避難開始ネットが基本となる。避難行動に関しては、過去の災害体験や、情報提供の有無により避難開始のタイミングは異なると報告されているが、本稿では、構成したモデルの基本的動作確認と、阻害要因を組み込んだ場合の事例分析を目的としているため、全ての住民は一斉に避難すると仮定した。一方、中山間特有の幅員の小さな道路では、土石流や地すべり、急傾斜地崩壊危険箇所災害によって車両が通行不可能となる箇所が発生する恐れがある。さらに、車両が進入できない道路については、徒歩による避難を強いられ、代替経路を通る必要があるかもしれない。一方、集落が完全に孤立することも想定されるため、少なくとも集落内で安全に避難するための避難計画を想定する必要がある。このためには、互助型避難を想定することにより、高齢者、独居老人を安全に避難誘導するなど、個々人に対応した防災計画が必要となる。災害時には、時間とともに変容する空間内を、情報収集と意思決定により如何に安全に身を守るかが求められる。すなわち、避難形態と空間移動の時間予測、災害シナリオに基づく、様々なフェーズにおける避難計画代替案の提示と批判を即時反映可能なシステムが有益な情報を与え避難行動を支援することとなる。

徒歩による集会所への避難や、独居老人宅へ住民が駆けつけ、一緒に避難するケース、道路阻害のため迂回

路を通るケース、車両による移動ができないケースなど、様々なシナリオが想定されよう。このとき、歩行速度は、避難者属性や地形的条件を考慮する必要がある。以上

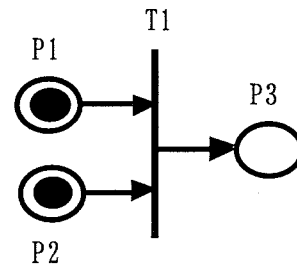
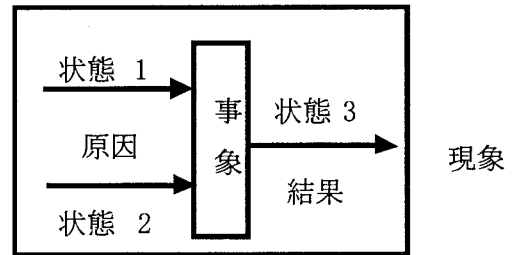
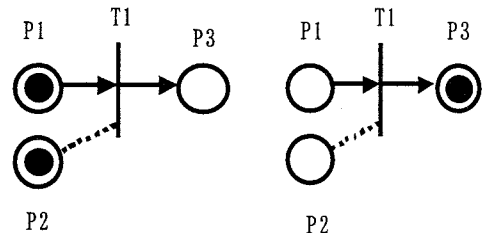


図3 現象の記述とペトリネットの基本構造



a)抑止

b)抑止の解除

図4 障害による発火則の抑止モデル

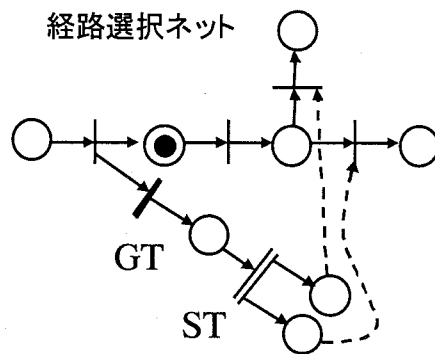


図5 経路選択部分ネット

のように、中山間地域の救急・避難計画を考える上で、地形的要因が阻害要因として重要になることがわかる。これらの要因をペトリネットモデルで記述することにより、シナリオ的なシミュレーションが実行可能となり、シナリオからの逸脱や、道路空間が変容した場合のリスクへの対応が可能となると考えている。そのためには、少なくともペトリネットのサブモデルを組むための十分な図形情報とそれらの精緻化が同時に必要となる。

3.3 背景画像上でのシステムネットの漸近的構築法

(1) 背景画像情報を基礎とする空間情報の収集

2章で述べたように、中山間の救急・避難計画を考える上で、ペトリネットのサブモデルを構築するための背景画像情報がシナリオの現実性と実効性を高めるためには不可欠である。ペトリネット・シミュレータの背景画像を挿入する機能を用いて、地図情報を表示すれば、マクロネットや、ミクロネットを構築する上で、必要な空間情報を抽出することができる。それらの結果、効率的かつ視覚的にサブネットを構築することが可能となる。たとえば、中山間地域の小規模道路の歩行ネットを作成するためには、道路勾配や形状が歩行速度に影響を与えるため、これらの情報を背景画像と同時に取り込む必要がある。ここで、シナリオを設定する上で得られているデータ、背景画像で得られるデータ、周辺画像、徒歩実験データによる経験式より得られるデータを整理する。

- a) プローブデータ：1秒毎の車両の走行速度と位置座標、車両通行不可能な道路の徒歩速度と位置座標、住宅の緯度経度、高度情報、道路勾配情報
- b) 住民情報：世帯位置情報、家族構成、性別、年齢
- c) 航空写真：道路形態情報、家屋位置情報、地形情報、避難場所位置情報
- d) 周辺画像情報：道路状況、道路周辺情報、地形情報に基づく災害シナリオ情報
- e) 勾配と歩行速度に関する実験式（年齢別の補正係数を利用）

次項では、上述したデータを用いながら、背景画像上でのペトリネットの具体的構築について述べる。

(2) サブネットの構築

図6は、2章の図2の航空写真とハザード情報を用いて説明した、大集落から離れた左上の小集落の拡大写真である。この図に、住宅と避難指示対象住民ならびに、移動のためのサブネットを構成する。はじめに、背景画像情報を用いて住宅、道

路（車両・歩行）ネットを記述する。具体的には、この背景画像と、携帯GPSならびにプローブデータを参照し、車両通行区間は道路勾配がある程度一定となる道路マク

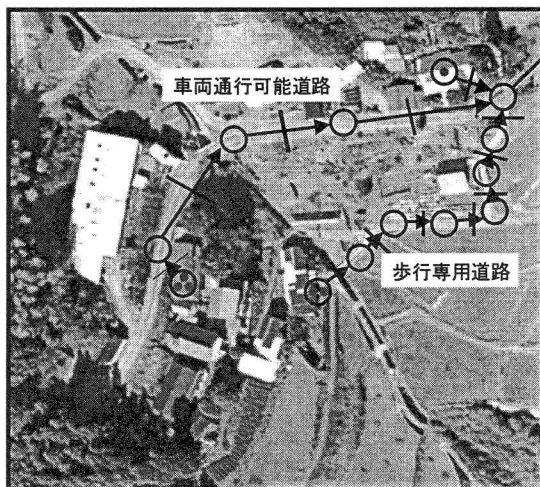


図6 背景画像上の徒歩ネットの作成

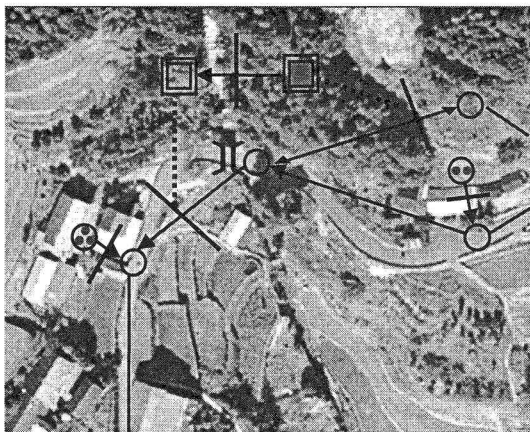


図7 橋梁阻害による引き返しネットの構築

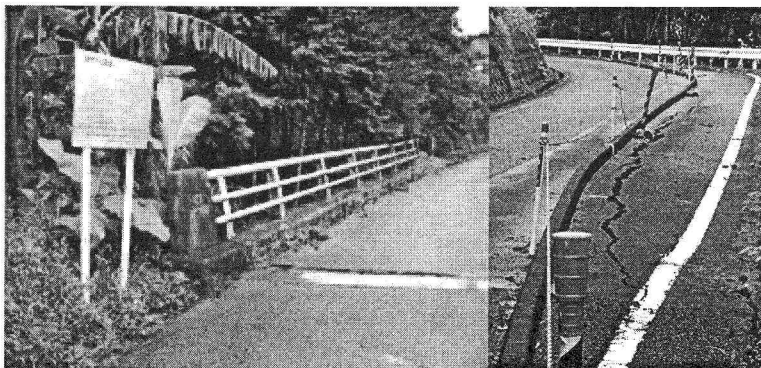


図8 周辺画像（土砂危険溪流下橋梁、集落へのアプローチ道路）

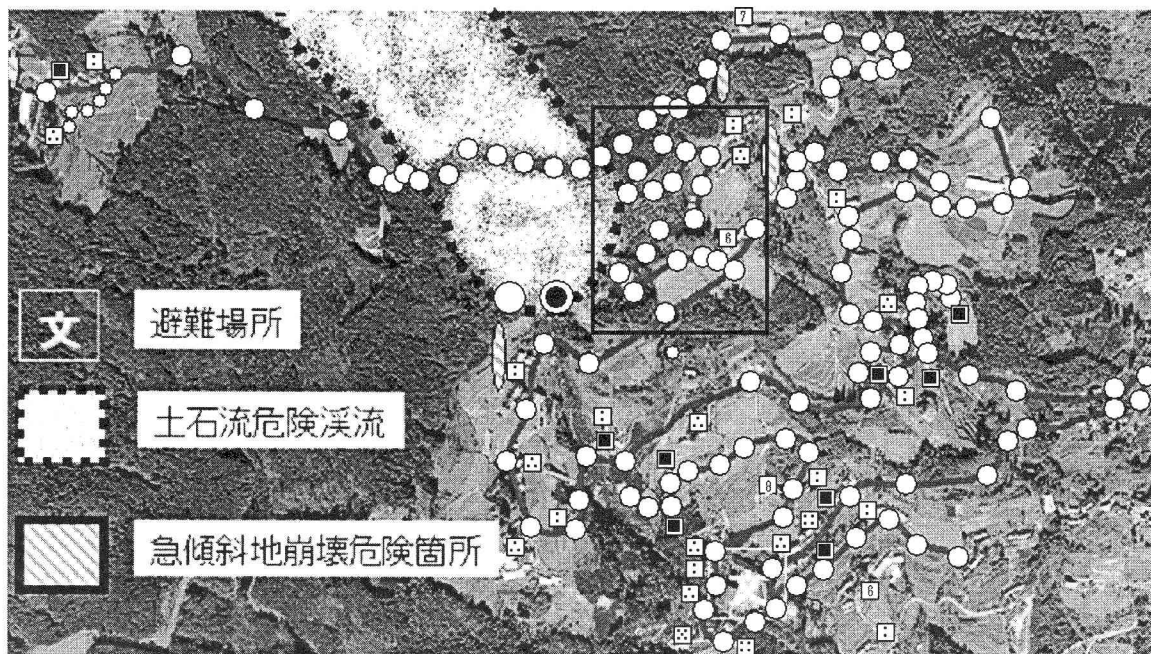


図9 背景画像上のペトリネット（36世帯100人を対象）

ロネットを組み、徒歩でしか通行できない区間については、道路勾配に対応した道路マイクロネットを作成する。住宅については、プローブデータの施設情報・住民データを参照しながら、避難対象指示者をペトリネットの空間データに記述する。このとき、高齢者の年齢をコメント行に記述し、移動手段が徒歩の場合の互助的避難の歩行速度を同時に与えている。

図7は、図2の航空写真中央上の土石流危険溪流下側の西村橋の背景画像である。航空写真では、二次元的な情報しか入手できないため、西村橋周辺の画像や道路周辺画像を同時にデータベース化している。図2のハザード情報と背景画像より、西村橋が通行不可となった場合を想定し、住民は引き返しを伴う避難をするとして、引き返しネットを作成した。図8は、西村橋の周辺画像と、国道33号線から大集落へアプローチする県道の周辺画像を現している。これらの情報は、災害シナリオを設定にリアリティーを持たせるために欠かせない情報であり、データベース化することにより、他の場所の災害シナリオ同定化に活用できると考えている。

以上のように、背景画像と、周辺情報、ハザード情報、プローブデー

タを参照しながら、対象地域のネットを漸的に組んでいく。

4. 避難計画への適用事例と考察

本章では、背景画像上の空間情報ならびに、関連するデータベースを用いて、ペトリネットを作成し、避難計画への適用を試みる。図9は、著者らが開発しているペトリネット・シミュレーター上への、図2の航空写真を挿入した画面である。この背景画像上に、3章で示し

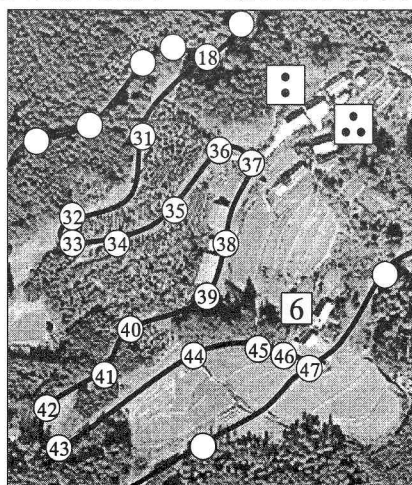


図10 部分の詳細ネット

表1 図10の移動手段別時間一覧

ブレース 番号	距離 (m)	車 (sec)	徒歩 (sec)	下り徒歩 (sec)	登り (sec)
18-31	42.05	5.00	30.04	30.14	
31-32	63.17	7.00	45.12	46.33	
32-33	21.27	3.00	15.20	15.35	
33-34	31.40	6.00	22.43	22.81	
34-35	31.13	4.00	22.24	22.61	
35-36	59.82	7.00	42.73	43.36	
36-37	31.94	5.00	22.82	23.08	
37-38	39.22	5.00	28.01	28.40	
38-39	49.86	6.00	35.62	35.87	
39-40	65.72	8.00	46.94	47.53	
40-41	30.44	4.00	21.74	21.94	
41-42	50.25	6.00	35.89	36.10	
42-43	29.80	6.00	21.28	21.34	
43-44	105.85	11.00	75.61	76.02	
44-45	51.57	6.00	36.83	37.18	
45-46	16.50	3.00	11.79	11.88	
46-47	11.43	2.00	8.17	8.39	
合計	731.42	94.00	522.44	528.33	

のように、各種のデータベースを参照しながら、部分ネットを組み、漸次的に全体のペトリネットを作成した。図10は、図9の全体ネットの図中四角で囲んだ部分の詳細ネットである。表-1は、図10のブレース間の移動時間の一覧である。車の移動時間は、プローブデータを用い、徒歩移動時間については勾配 $\sin \theta$ をパラメータとする登り(V_{as})下り(V_{ds})の時間推定式⁸⁾(1)、(2)による算定時間を示している。

$$V_{as} = -1.1498 \sin^2 \theta - 0.1814 \sin \theta + 1.4028 \text{ m/s (1)}$$

$$V_{ds} = \text{const}(1.4) \text{ m/s (2)}$$

本事例では、東南海・南海地震が発生したことを想定し、国道から大集落へのアプローチ道路が遮断し、集落が孤立したため、画面中央下の小学校へ徒歩で避難するシナリオを想定した。このとき、西村橋が被害を受け通行不可能になった場合と、通行可能な状態を想定した。

画面上の世帯は36、平均年齢56.4歳、独居世帯9、独居世帯平均年齢81.1歳である。避難住民は、徒歩による移動のみとし、歩行速度は世帯の高齢者に合わせて移動する互助型の避難を想定した。ただし、今回、独居世帯への駆けつけネットは考慮していない。図11より、西村橋が通行可能な場合、画面中央下の中津小学校を避難場所とし、徒歩で全員が避難完了するまで、41分かかったことが分かった。一方、西村橋が通行できない場合、橋の手前で引き返すため、避難完了まで48分と、約7分

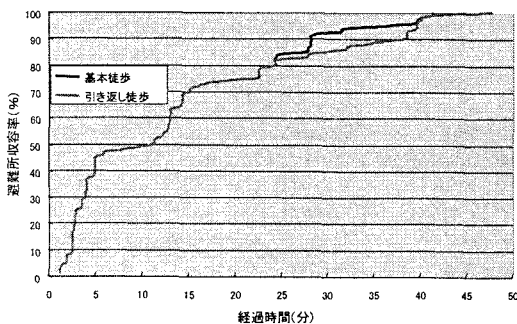


図11 引き返し徒歩による避難収容率

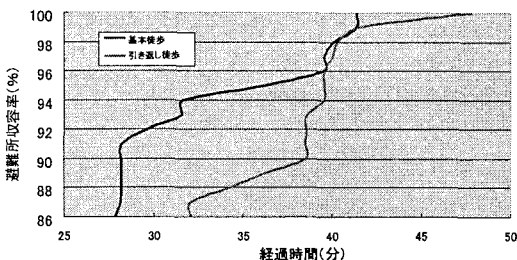


図12 引き返しによる避難収容率詳細図(25分以降)

避難完了が遅れることが分かった。図12の詳細図より、引き返しを伴う場合、避難収容率86%以降に影響を与えていることがわかる。住民データベースを参照すると、図9の左上に位置する世帯の避難時間が、7分遅れていることが分かった。

以上は、地震時に橋梁が障害された場合の計算事例であるが、シミュレータの背景画像上で避難者が刻々と移動する状態を動的に記述できるため、シナリオの逸脱や、批判に対して、ネットを組み替えることにより即時にシミュレーション対応が可能である。

5. おわりに

本稿では、中山間の救急・避難計画のためのシナリオ・シミュレーションを開発するために、中山間地域の救急・避難の問題点を整理した。それらの結果、交通手段別移動時間情報が必要になること、そのためには、道路勾配、実測移動データ、個人情報など、関係するあらゆる情報を収集し、データベース化する必要がある、これらについては著者らの既存研究のデータを活用することにした。一方、現実的な災害シナリオを想定するためには、航空写真、ハザードマップ情報といった背景画像を基礎とした空間情報の融合化が有益であること、ペトリネットを背景画像上で組むことにより、シナリオの現実性およびネット作成の操作性が向上することを示すことができた。

最後に、適用事例を通して、漸次的なサブネットを組みながら全体のネットを組むことが容易であること、道路の障害要因を組み込み、迂回を強いられる場合の避難行動の時間変化をダイナミックに提示可能なシステムであることを示すことができた。以上は、本研究の成果であるが、検討すべき課題も山積している。

今後の課題は、さらなるサブネットの構成と連携化によるシステムの開発、適用事例による問題点の抽出や対応策の検討であると考えている。そのためには、追加調査として、携帯GPSを用いた徒歩可能道路の追加や、住民アンケートによる交通手段の把握、要駆けつけ避難者ならびに駆けつけ者の把握を行う必要があると考えている。これらの情報は、災害時のシナリオの現実性にかかわる情報である。同時に、対象地域を広げ、救急・避難のネットを組み込むとともに、災害現象のペトリネット化を行い、土砂災害発生メカニズムをネット構造として取り込むことにより、災害発生をパラメータとする、救急・避難計画支援情報システムへと展開できると考えている。

最後に、本研究を進めるにあたり、関連するデータの提供ならびに、システム適用事例に貴重なコメントをいただいた愛媛県久万高原町柳谷支所建設課山本係長と

同建設課職員の皆様に心より感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 日本建築学会編：建築・都市計画のためのモデル分析の手法、井上書院、1922.
- 2) 北後明彦、煙の中における人間の避難行動実験（避難経路選択特性及び歩行速度に関する実験的研究）、建築学会論文報告集、No.353、1985.7.
- 3) 片田敏孝、山口宙子、寒澤秀雄：洪水時における高齢者の避難行動と避難援助に関する研究、福祉のまちづくり研究論文集、vol. 4, No. 1, pp. 17-26, 2002.
- 4) 片田敏孝、及川康、田中隆司：災害時における住民への情報伝達シミュレーションモデルの開発、土木学会論文集、No. 625/IV, pp. 1-13, 1999.
- 5) 川村優希、竹内光生：南海地震を想定した要介護者在宅世帯の避難移動手段に関する基礎的研究、土木学会四国支部第十一回技術研究発表会講演概要集、pp. 240-241, 2005.
- 6) 喜多秀行、広坂信秀、盛田哲史：救急医療サービス提供水準の居住地点別評価、土木計画学研究・講演集、No. 17, pp. 843-846, 1995.
- 7) 柏谷増男、佐伯有三、二神透：救急サービス施設の適

正配置による広域統合化に関する研究、土木計画学研究・論文集、No. 17, pp. 179-185, 2000.

- 8) 二神透、柏谷増男、中川周郎、三谷卓摩：プローブビークルを用いた中山間地域の道路ネットワーク作成に関する研究、土木計画学研究・講演集、Vol. 28, 2003.
- 9) 二神透、木俣昇：中山間地域の救急・避難計画支援のための情報システム開発、土木情報利用技術講演集、Vol. 29, pp. 29-32, 2004.
- 10) 二神透、木俣昇：中山間地域の救急・避難計画支援のためのシナリオシミュレーションの開発、土木計画学研究・講演集、Vol. 30, CD-ROM(202), 2004.
- 11) 木俣昇、松井竜太郎：背景画像上でのバス交通計画のペトリネットシミュレーション技術、土木情報利用技術論文集、Vol. 12, pp. 207-216, 2003.
- 12) 愛媛県久万高原町柳谷支所建設課提供
- 13) 愛媛県土木部砂防課提供
- 14) 愛媛県土木部土砂災害危険所マップ、<http://www.pref.ehime.jp/doboku/doboku2/kabetu/sabo/dmap/>
- 15) 日本火災学会編：火災便覧、共立出版、1997.

中山間地域の救急・避難計画のためのシナリオシミュレーションの開発*

二神 透**・木俣 昇***

本稿では、中山間地域の救急・避難計画に着目し、著者らが開発を行っているペトリネット・シミュレータを用い、背景画像上の航空写真の画像データと、プローブデータ、住民情報、ハザードマップを援用することにより、より現実的なシナリオと部分ネットの作成を可能とするシミュレーション開発について述べた。適用事例を通じて、現実的な通行障害シナリオの設定とペトリネットによる漸近的モデル化の実装を具体的に示し、それにとりまう避難行動の変化を動的に示すことができた。

Development of the scenario simulation for the emergency and refuge planning in the intermediate and mountainous area*

By Tohru FUTAGAMI**・Noboru KIMATA***

In this paper, by using the image data of the aerial photograph on a background picture, probe data, residents information, and a hazard map for using the Petri network simulator by which authors are developing paying attention to the emergency and refuge plan of the area in the intermediate and mountainous area described the simulation development which enables creation of a more realistic scenario and a subnet.

Through the application example, mounting of asymptotic modeling by a setup and Petri network of a realistic passing prevention scenario was able to be shown concretely, and change of the refuge action accompanying it was able to be shown dynamically.
