

ペトリネットによる背景画像上での地震時避難シナリオのシミュレーション法

金沢大学・学生員 高野龍一, 同 曾根岳志 金沢大学・正員 木俣昇

1. まえがき

地震時対応として、避難場所・避難経路・避難指示などを定めた避難計画が策定されるとともに、その点検と定着化を目的に避難訓練がなされてきている。地震災害時には、建物やブロック塀の倒壊による障害や、火災延焼による避難路の閉塞等が発生する。これらをいかにして計画と訓練に反映させるかが急務である。本研究では、事象の組み込み性に優れたペトリネットシミュレータを、対象地域の避難路情報の参照性に有利な背景画像上で適用することで、この課題の支援可能性を検討する。

2. ペトリネットによる避難シミュレーションの基本表現法

図-1 は、災害発生による避難者の避難行動を模式化した図である。この基本枠組みによる避難行動のシミュレーション化には、①～④の基本部分のモデル化が必要となる。ここでは、このモデルのペトリネット表現化を行う。

ペトリネットとは、図-2、図-3 に示すようなもので、プレース(○)、トークン(●)、トランジション(|)，アーク(入出力：→，抑止：…)を要素とする一種のグラフ形式による

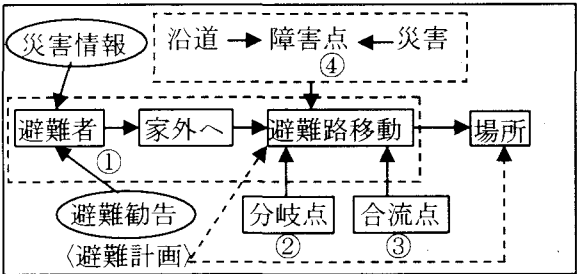


図-1 避難シナリオシミュレーションの基本枠組み

対象系の視覚的な記述形式をいう。状態推移は、全ての入力プレースにトークンがマーキングされていて、かつ全ての抑止プレースにトークンが存在しないときトランジションが発火し、トークンのマーキング状態が推移することによって表示される。

図-2 の(1)は、図-1 の①の基本ネットである。t1 は、避難開始の事象で、このトランジションが発火する条件は、避難者の存在 p1 と、避難勧告ないしは避難指示 p2 の両プレースにトークンマーキングされることである。t1 の発火後、トークンは屋外 p3 へ、さらに避難路 p4 へ推移する。図-2 の(2)は、(1)の p2 を精緻化したモデルであり、避難行動開始が避難勧告ないしは指示の解釈に影響されることを示し、t4 の生成トランジションと t5 の選択トランジションによって、確率的な記述がなされている。このネットは、(1)の基本ネットにプレース p2 を介して結合することができることも判る。

図-1 の他の基本ネットの事例を図-3 に示す。②は、分岐点での避難者の行動を表現したものであり、生成・選択トランジションによってどちらの方向へ避難するか判断をするものである。③は、交差点での合流部分モデルであり、④は、避難者が障害の発見によって、進むか戻るかを判断し、行動するモデルである。

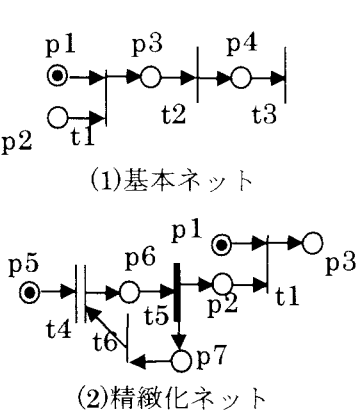


図-2 避難開始と移動ネット

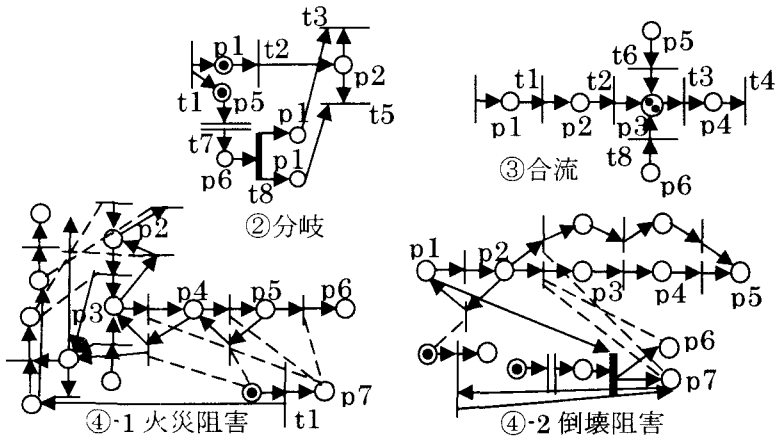


図-3 その他の基本部分ネット例

3. 背景画像上での避難シナリオシミュレーション法

ここでは、図-4に示す対象地区の電子地図を背景画像として、その避難シナリオネットの構築手順を示す。まずこの背景画像から、本地区の避難場所(馬場小学校)を確認し、そこへの避難路(グレー表示)の抽出を行う。次に対象とする避難者(●)を想定し、避難経路沿いに2.で示した基本部分ネットを選定し、結合化することで基本シナリオネットを構築する。構築された基本シナリオネットは、即時シミュレーション実行が可能であり、この段階でも避難状況の再検討に利用できるという利点を持っている。

この基本シナリオでは、避難者は指定経路を経て避難場所へ整然と移動することが想定されている。しかし、地震時には、建物倒壊や火災等の種々の障害が発生するだろう。それらは、対象地域の背景画像に加えて、避難経路に沿って収集された周辺画像と、過去の震災時の被害状況の参照画像から想起できる。建物倒壊が地震発生直後に起きるのに対して、火災はある時間後に障害となり、図-3の④-1と④-2では、その違いも組み入れてある。

これらの障害の反映化は、障害の部分ネットを、ペトリネットの特徴である要素間の結合性を活かし、上述の基本シナリオネットに組み込むことで行える。具体的には、背景画像上で、障害箇所を確認しながら、障害部分ネットの結合化が行えるようになっている。この拡張・修正後のネットも、プログラムの変更なしで即時シミュレーション実行が可能で、この特性を活かすことで障害の想起とその反映化を住民参加型で支援することができるだろう。

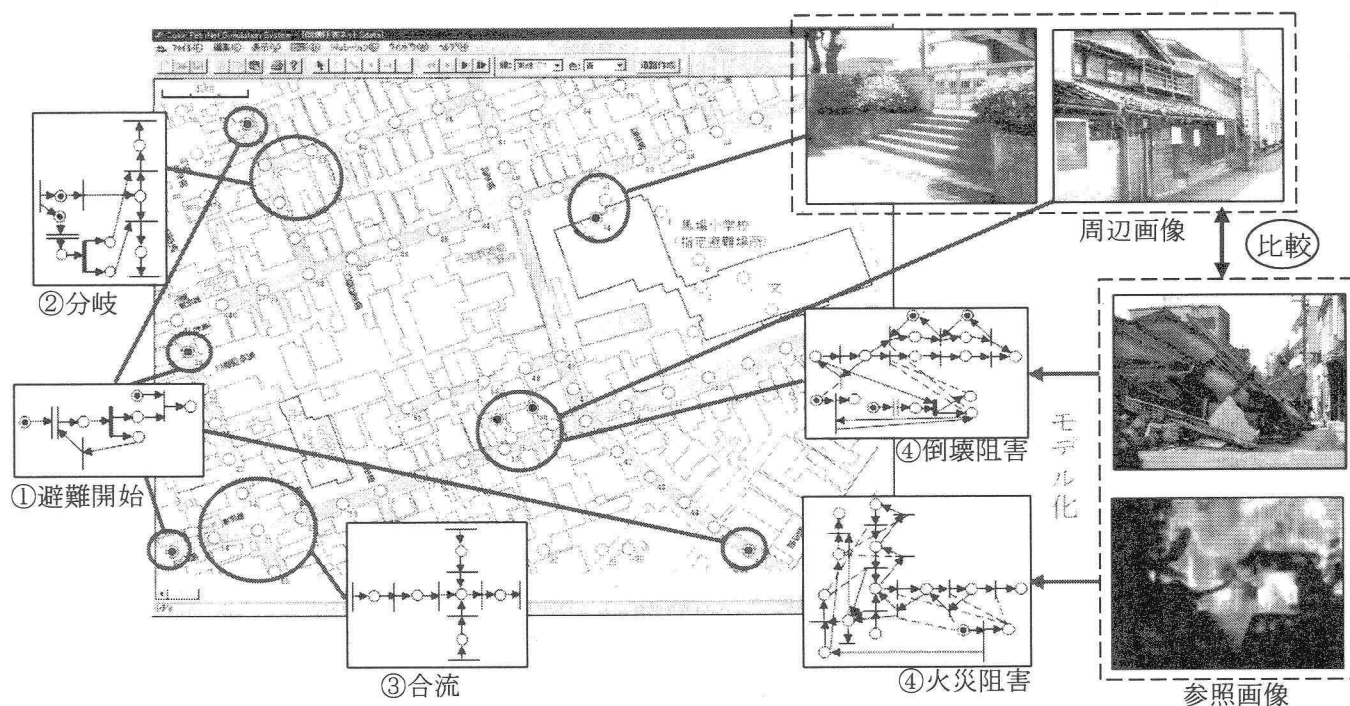


図-4 障害要因の想起と背景画像上でのネット構築

4. あとがき

背景画像上でネットを構築し、部分ネットの結合化によってシナリオの成長を促し、変容する対象空間での避難行動や避難路の状況を表現化出来た。課題として、対象領域の拡大、個人特性の表現化、各種パラメータの検討が挙げられる。さらに火災が時間経過によって拡大するため、延焼の影響の表現化も課題である。

参考文献

木俣, 曾根: ペトリネットによる背景画像上での建物内避難シナリオシミュレーション研究, 土木計画学会・講演集 Vol.30(201)