

消防防災システムの阻害要因のペトリネットシミュレーションに関する基礎的研究

Study on Petri-net Simulation System of Hazard Factors against Fire Prevention Systems

木俣 昇*, 鷺見 育男**

By Noboru KIMATA, Ikuo SUMI

1. まえがき

今般の阪神淡路大地震では、消防システムを始め
としたいいわゆる防災システムは全く機能しなかった
といっても過言ではない。その原因として、” 予想
外の事態云々” ということをしばしば耳にする。し
かし、防災システムとはそもそも異常事態の中で発
動されるものであり、予想外はいわば常態である。
その混乱の中での機能性を検討する力が、防災計画
システムには求められる。その意味では計画側に重
大な欠陥があったことを示唆している。

システム的方法には、同定という概念に代表され
るように、要素についても、それらの間の関係につ
いても確定化指向を強い。通常時の計画に関しては、
この特性は計画案に信頼性を与えるものとなり、シ
ステム論的方法が採用される大きな理由となる。し
かし、上述したように異常時の混乱の中で機能性を
取り扱う防災計画では、それだけでは不十分であり、
要素についても、関係についても、逆に批判的見直
しを促す不確定化力や発想促進化力も求められてい
るといえよう。

「要素」とそれらの間の「関係」から全体に迫る
というシステム論的方法¹⁾には、このような特性が
本来的に備わっている。それを具体的な形で引き出
すために、本論文では、防災計画のシステム論的方
法の1つとして、ペトリネット²⁾による方法論の提
案を試みる。

著者らは、交通渋滞問題に対するペトリネットシ
ミュレーションシステムの開発研究^{3)~5)}を通して、

キーワード：防災計画、計画手法論、システム分析

*正会員 工博 金沢大学教授 工学部土木建設工学科

(〒920 金沢市小立野 2-40-20 TEL 076-234-4914 FAX 076-234-4915)

**学生会員 金沢大学大学院 工学研究科 土木建設工学専攻

(〒920 金沢市小立野 2-40-20 TEL 076-234-4914 FAX 076-234-4915)

この方法論が、

- ①独特の記号によるネットという形での視覚的な
表現系の使用、
- ②そのネット構造の単純性、共通性より発生する
結合化力、
- ③対象記述の表現系とその駆動系アルゴリズムの
分離性

といった特徴を持つことを明らかにしてきている。

これらの諸特徴は、上述した要素や関係の見直しの
促進に有利に働くことが期待される。

より直接的には、本論文では、震害による種々の
防災活動の阻害要因の生起問題を取り上げる。この
問題は、ペトリネットの基本概念的1つである抑止
アークを利用することで、システムの表現化が可能
で、さらに、この表現化の成否が、ペトリネット手
法の導入の原理的可能性と限界を具体的に論じる突
破口となると考えてのことである。

そこで、本論文では、まず、防災活動を制約する
制約型阻害と、活動を不能にする切断型阻害に大別
し、それぞれの型の阻害要因の生起と、それに伴う
混乱の部分ペトリネットモデル化案を提示する。ま
た、この部部ネットレベルでも、阻害事象の事前発
生対策の実施の有無や、阻害発生後の対応策計画の
良否の組み入れといった発想促進化が可能となるこ
ことを示す。次に、災害発生時間帯によっては最大の
阻害要因となる可能性のある、一般車両による緊急
車両の走行阻害の問題を取り上げ、そのペトリネッ
トモデルを提案する。そして、このネットも既開発
の駆動系でシミュレーションが可能であることを確
認し、本方法の原理的可能性の一端を示す。

最後に、これらのモデルを消防防災システムの見
直しに適用した事例研究を示す。具体的には、ペト
リネットによるモデル化の手順を示し、金沢市の一
現場での地震時消防活動のマクロペトリネットモデ

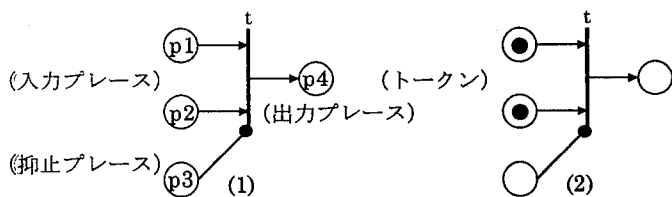


図-1 基本ペトリネットモデル

ルを作成し、阻害要因の影響分析の概念的なシミュレーション事例を示す。

2. 阻害要因のペトリネットによる表現法

(1) ペトリネットの基本概念

ペトリネットの基礎は、C.A. Petri によって提案された概念だが、現在、それからはかなり離れたものまでを差すようになっている²⁾。ここでも拡張されたペトリネットを使用する。まず、本論文で使用するものに限定して、その基礎概念を概説する。

ペトリネットは、事象の生起による状態の推移をネット図で記述する離散系の手法で、図-1の(1)に示すような記号によるネット図が使用される。即ち、事象(t)はトランジションと呼ばれ“|”で表示され、状態($p1 \sim p4$)はブレースと呼ばれ、“○”で表示される。この両者の関係を、図に示す3種類(入力、出力、抑止)のアーキで結合したものがペトリネット図である。このような単純・共通構造を持つ基本ネットが結合化され、全体のシステムネット図が構成されることになる。

具体的な状態は、図-1の(2)に示すように、ネット図のブレースにトークンと呼ばれる“●”をマーキングすることで表現する。このマーキング状態をトランジションの“発火”という駆動アルゴリズムで推移させることで、システムの状態をダイナミックに記述するという方法を取る。そして、この発火も、以下のような非常に単純なルールに従うところにも特徴がある。即ち、

- 1) その入力ブレースの全てにマーキングがなされていて、
- 2) 抑止ブレースには逆に全てマーキングがないときにのみ、当該トランジションは発火し、
- 3) その全ての入力ブレースからトークンを(1個ずつ)取り去り、

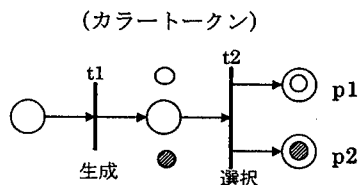


図-2 カラーペトリネットモデル

- 4) 出力ブレースの全てにトークンを(1個ずつ)配置する

という共通のルールである。

時間的記述性の付与は、トークンにブレースタイムを与え、それが切れた時点でマーキング状態となるという処理で可能となる。また、防災計画の場合には、災害規模によって阻害要因の生起状況が異なる。このような問題を取り扱うために、図-2に示すような特殊なトランジションとカラートークンを導入する。即ち、指定された比率でカラートークンを生成する生成トランジション $t1$ と、生成されたトークンのカラーによって出力ブレースを選択する選択トランジション $t2$ の使用である。図-2では、 $t1$ によって、2種類の災害規模を意味するカラートークン(○と●)を、予想される確率を指定し生成し、その結果を $t2$ によって、 $p1$ か $p2$ のいずれかに出力し、その後の状況推移系列が、災害規模に応じて異なるネット例となっている。

(2) 阻害要因の基本ペトリネットモデル

防災システムの発動時には、計画通りの活動を阻害する要因の発生が常に付随する。通常時の火災でも、通報の遅れや、一般車両による緊急車両の走行阻害が発生する可能性がある。地震時には、さらに多種多様な活動阻害要因が発生することになる⁶⁾。

これらの阻害要因は、その阻害度に着目すれば、活動は可能だが計画通りに機能することを阻害する制約型のものと、活動がある期間は全く不可能となる切断型のものとに分けることができるだろう。もちろんこの両者の区別は相対的な面を持っている。この項では、そのような面を含めて、まず、この2つの型の阻害要因のペトリネットによる基本表現法を提案する。

図-3は、上述の制約型阻害要因の基本ペトリネットモデルである。この図では、トランジション $t1$ 、

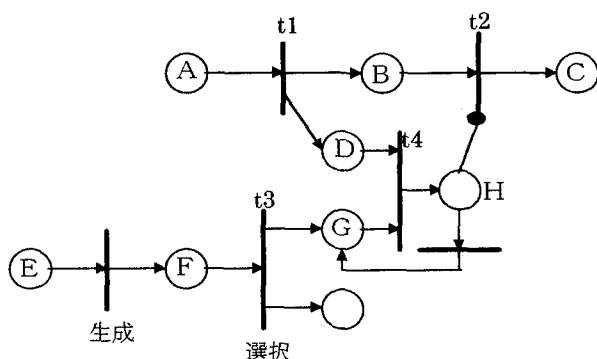


図-3 制約型阻害のペトリネットモデル

t2で示される“計画された活動”が、t4というトランジションの発火で引き起こされる阻害要因の生起状態、プレースHによって制約的阻害を受ける状況をペトリネットモデル化したものである。

まず、このネット図の下方が災害に伴う阻害要因の発生ネットである。このネットでは、本章の(1)で述べた生成トランジションで災害規模に応じたカラートークンが生成され、それが選択トランジション t_3 で判別され、阻害を発生させる規模の場合にはプレース G にトークンがマーキングされるように設定している。そして、このトークンにはタイマは与えないとする。

この状態で、t1 が発火した状況を考える。(1) で概説したように、この発火に伴って t1 の出力ブレースである B と D にトークンがマーキングされる。B のトークンには“計画された活動”，即ち t1 の活動時間をタイマとして与える。一方、D のトークンにはタイマを与えないとすれば、t4 の発火条件（(1) の 1），2）が成立し、t4 は直ちに発火し、H にトークンがマーキングされることになる。図-3 では、このブレースから t2 に抑止アークが伸ばされている。そのために、t2 の発火は抑止され、B のトークンのタイマが切れても、H のトークンのタイマが切れるまでは“計画された活動”の開始が遅延されることになる。さらにいえば、このネット図は、この阻害が t1 の発火毎に以後も繰り返されるモデルとなっている。

図-4は、切断型阻害要因の基本ペトリネットモデルである。こちらでは、図-3とは異なり、阻害要因の生起は、計画的活動の事象の系列とは全く別に行進し、災害規模に応じて生起されたカラート

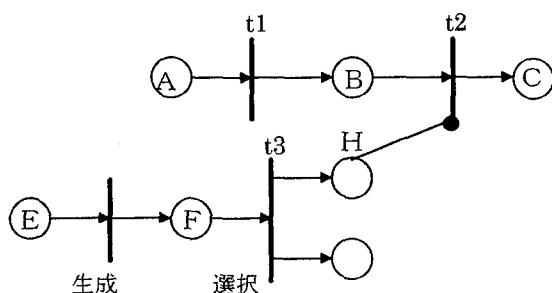


図-4 切断型阻害のペトリネットモデル

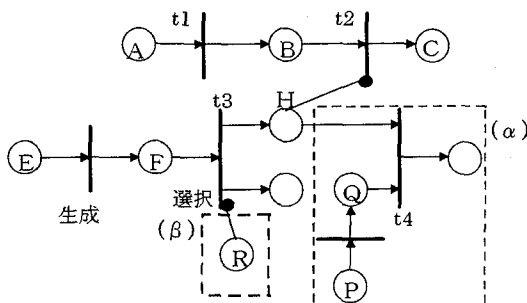


図-5 切断型阻害の対策・復旧ペトリネットモデル

クンが判別され、ブレースHにトークンがマーキングされる。このブレースからトランジション t_2 に抑止アークが伸ばされるネットとなっている。

プレースHは、図-3のネットとは異なり、出力トランジションを持たない。そのために、一度トークンがマーキングされると消えることはなく、その後は、 t_2 は全く発火することができなくなる。その意味で活動が切断的に阻害されてしまうというモデルになっている。

ペトリネットの導入理由として、要素ないしは関係の不確定化、発想促進化力を挙げた。この部分ネットのレベルでも、この特徴を示すことができる。

上で見たように、図-4では、切断型の阻害が一度発生すると、計画的活動は文字通り切断されてしまう。しかし、適切な対応策が取られれば、再開が可能なのが実際であろう。図-5は、図-4に破線部の部分ネットを結合させたものである。破線部(α)は、上述の対応策の部分ネットであり、この結合化によって、阻害と計画活動との関係は不確定化されることになる。

即ち、P を対応策の開始準備状態、t4 を対応策の実施開始、Q を対応策の実行状態とするこのネット

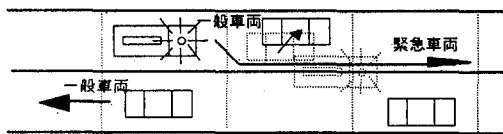


図-6 緊急車両走行の概念図

では、Q上のトークンのタイマが切れた段階で、対応の完了を意味するトランジション $t5$ が発火可能となり、Hのトークンは消えることになる。その結果、抑止が解除され、計画的活動事象 $t2$ を再開させることが可能となる。

また、この切断型阻害要因の事前対策として、例えば液状化現象対策の有無も、簡単に組み入れることができる。破線部 (β) の結合化がそれである。即ち、プレース R へのトークンの配置の有無により、選択トランジション $t3$ への抑止状況を変える工夫をすればよい。しかも、このような変更、あるいは精緻化を行っても、(1) で述べたように、それらのシミュレーションのための駆動系アルゴリズムは変更不要であり、発想や提案を直ちにシミュレーションで検討することが可能となる。この実行性については、後で確認する。

上述の議論で、ここで提案しようとしている方法論の特徴と可能性が一応示せた。それと同時に、プレースタイマが重要な役割を担ってくることも明らかとなった。これについては、具体的な事例に即した調査研究が必要になる。場合によっては、これにもペトリネットによるモデル化が有効となる。次章では、その1例について述べることにする。

3. 緊急車両の走行阻害のペトリネットモデル

(1) 一般車両による走行阻害の基本部分モデル

車社会の今日、緊急車両の計画的走行の阻害要因として、一般車両の存在を軽視することは許されない⁷⁾。ここでは、4. で論じる消防防災活動のマクロペトリネットモデルにおけるプレースタイマの設定を目的に、一般車両が緊急車両走行に与える阻害評価のペトリネットモデルの開発例を示す。

図-6は、片側1車線道路で緊急車両が走行してきた場合の概念図である。一般車両は、後方から走

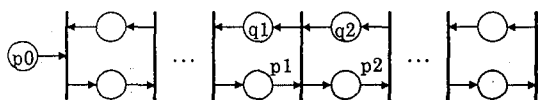


図-7 一般車両の走行部分

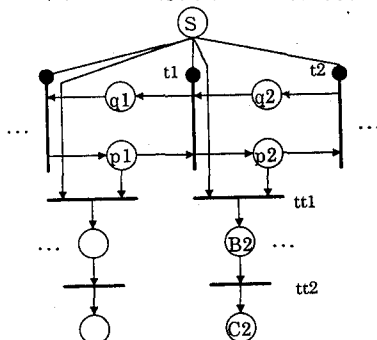


図-8 一般車両路肩移動部分モデル

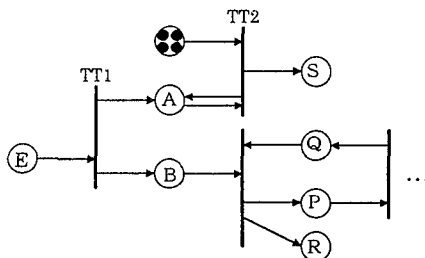


図-9 緊急車両の到着とサイレン部の部分モデル

行してきた緊急車両のサイレンを聞いて、路肩へと移動し、停車する。一方、緊急車両は、一般車両の移動完了によって確保された道路区間を利用して走行することを示している。この概念図を基に、単路部での走行のペトリネットモデルを作成する。

図-7は、著者らの既開発の一般車両の走行のネット図である^{3)~5)}。一般車両の左方から右方への進行を、道路を閉塞区間に分割し、モデル化したもので、 $p0$ で生成されたトークン(一般車両)は、前方閉塞区間(ネット図の上方のプレース)の空きを条件にトランジション、 $\dots t1, t2 \dots$ を発火させて、プレース、 $\dots p1, p2 \dots$ と移動するネットモデルである。これらの一般車両は、緊急車両のサイレンを聞き、路肩へ移動し、停車する。図-8は、この行動部の部分ネットである。即ち、Sは、サイレン音を意味し、そのプレースから一般車両の進行トランジション、 $\dots t1, t2 \dots$ に抑止アークを伸ばす。抑止するトランジションの数は、サイレン音の有効範囲で、消防署でのヒアリングでは、概ね50m、本モ

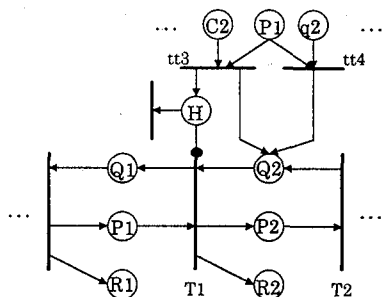


図-10 緊急車両走行の部分モデル

デルでは7閉塞区間となる。このネットの論理を p2 に存在する車両について説明すると、S にトークンがマーキングされると、t2 が抑止され、tt1 が発火する。現象的には、ブレーキを踏み、減速し、路肩への移動開始を意味し、tt2 の発火により最終的には C2 へトークンがマーキングされ停車完了となる。

次に、緊急車両側の部分ネットについて説明する。図-9は、緊急車両の到着 (TT1) と、前出のサイレン (S) のモデル化を示したものである。まず、TT1 の発火に伴い、サイレン音の有効範囲に対応して初期配置されているトークンが TT2 を次々と発火させ、S にマーキングが移る。それと同時に、緊急車両を意味するトークンが B にもマーキングされる。このネットの右下部は、次に述べる図-10 の緊急車両の走行部分のネットの先頭部となる。

図-10では、下方に緊急車両の走行ネットが示されている。プレース $\cdots Q1$, $Q2\cdots$ は緊急車両の走行空間の空き状態を、 $\cdots P1$, $P2\cdots$ は緊急車両の存在状態を示す。このネット図では、一般車両がいない状態と、一般車両が路肩待機の状態では、緊急車両の走行時間に差が出ることも意識したものとなっている。即ち、前者では、図-8のネットの q2 にトークンがマーキングされている。一方、緊急車両が P1 にいるとき、R1 にもトークンはマーキングされる。したがって、この場合には、図-10のネットでは tt4 が発火し、T1 の入力プレース Q2 にトークンがマーキングされるために、次に T1 が発火し、緊急車両は P2 に直ちに走行することになる。後者の場合は、図-8でトークンは C2 に在り、q2 にはない。従って、この場合は、tt3 の方が発火する。そして、Q2 と H の2つにトークンがマーキングされる。T1 は H から抑止を受けている。このトーク

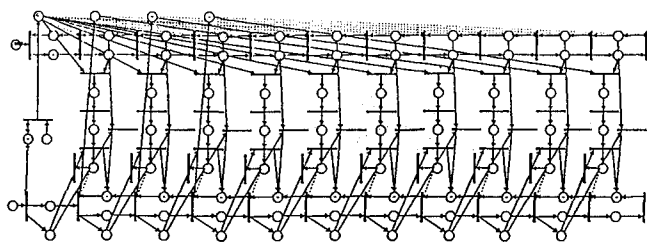


図-11 緊急車両走行のシステムネット図

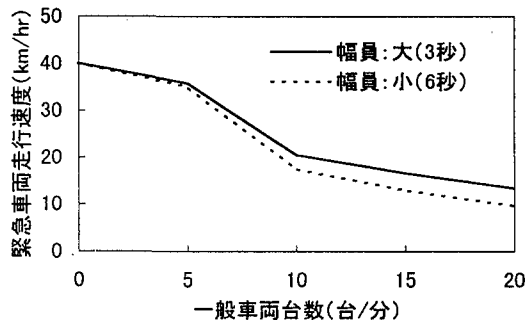


図-12 ミクロシミュレーション結果

ンに、路肩待機に伴って確保可能な空間の大きさに見合う走行抵抗値をタイマとして与えており、その分 T1 の発火はさらに遅れ、緊急車両の走行が阻害されるモデルとなっている。このタイマの利用で、道路幅員の差もモデル化が可能となっている。

(2) 走行阻害度のシミュレーション事例

これらの基本部分ネットを対象道路の閉塞区間分割に沿って結合化することによって、シミュレーションのためのシステムネットが作成されることになる。図-11のシステムネット図は、概ね 67m の単路部の走行ネットで、それを 10 個の閉塞区間に分割して、作成したものである。上部に左方向からの一般車両の走行ネットを、下部に同方向からの緊急車両のネットを配置し、それらの間を図-8～図-10のネットで結合化している。また、サイレンの有効範囲は前述したように7閉塞区間とし、緊急車両の移動とともにサイレンが前方へシフトするようにしている。

前述したように、著者らの開発システムでは、ネットの登録⁵⁾だけで、シミュレーションの実行が可能となる。このことの確認と、一般車両による緊急車両の走行阻害度の基礎的な分析のために、このシステムネットのシミュレーションを実行する。

一般車両の交通量を 0～20 (台/分) で変化させ、

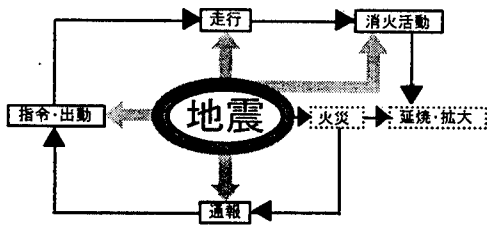


図-13 消防防災システムの概念図

乱数初期値を変更して各ケース5回のシミュレーションを実施した。また、上述の方法で幅員が広いケースと狭いケースをも想定した。いずれのシミュレーションも既開発のシステムで問題なく実施できた。図-12にシミュレーション結果例を示す。

緊急車両の走行速度は、消防計画では40km/hとされている。しかし、一般車両の走行台数が10(台/分)になると計画速度の半分程に低下するという結果になった。また、交通量が增大するほど、道路幅員の差の影響も大きくなるという結果となった。

4. 消防防災システムの障害シミュレーション

(1) 消防防災システムのマクロペトリネットモデルの構成

消防防災システムは、火災発生の通報を受け、消防署に出動指令を発する。それを受けて緊急車両が火災現場へと走行し、現場に到着次第、消化・救助活動を実施する。地震時はいうまでもなく、通常時でもこの各プロセスに種々の障害要因が発生すると考えておく必要がある。この考えを概念的に示したものが図-13である。この視点から消防防災システムの検討のためのマクロペトリネットの開発を行う。この手順を示したものが、図-14である。

まず、対象地域の設定を行う。著者らが緊急車両路の安全性評価研究⁸⁾で取り上げた金沢市を対象地域とし、その中で、火災現場と防災拠点からの走行経路を想定した。具体的には、火災現場は、防災拠点から約2 km離れた、川を挟んだ木造密集地を取り上げる。上述の研究からこのケースでは、緊急車両は、交通量や沿道条件からの評価値が中程度という2区間(840, 720m)の経路と、橋梁があり危険という1区間(520m)の経路を走行することになる。この対象地域に対して、図-13の概念モデルより事象を抽出し、通常時の消防防災システムのマク

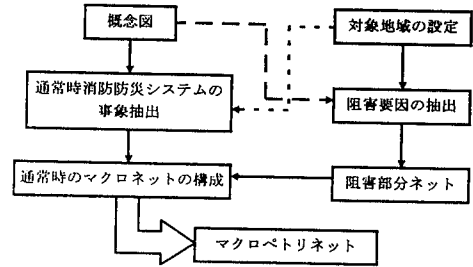


図-14 マクロペトリネットの構成図

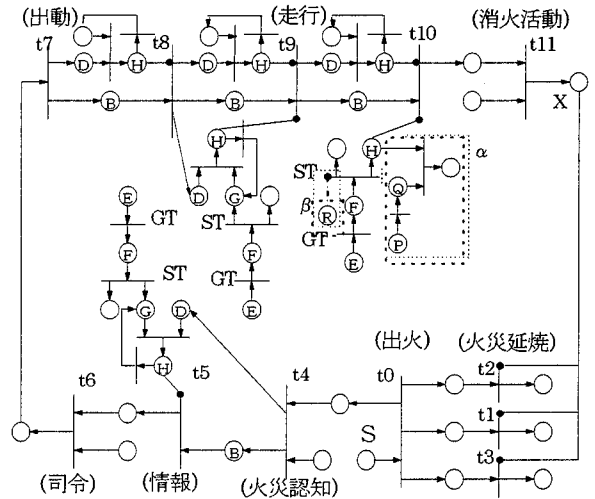


図-15 マクロペトリネットモデル

ロペトリネットモデルを作成する。ここでの障害は、一般車両による制約的障害のみを考え、図-3の障害ネットを使用する。

次に、上述の経路特性などを考慮して、地震時の障害要因を抽出する。ここでは、制約型障害としては通報障害と、経路区間2での沿道建物からの路上散乱物による障害を考え、切断型障害としては経路3での橋梁被害を考える。これらを結合化したものが、図-15である。即ち、図-15は、図-13の概念モデルと相似な形で、外周部に火災発生(t0)を引き金とし、時計回りに消防活動の事象系列のネットを、半時計回りに火災延焼のネットを配置し、中央部にそれらに対する上述の型の障害ネットの結合部を配置している。

この中央部のネットを外したものが、通常時のマクロペトリネットモデルということになる。通常時のシミュレーションは、この障害部の各ネットのプレースEに、初期トークンを配置しない場合にあたる。通常時でも、上述したように一般車両による緊

表－１ マクロシミュレーション条件

	一般車両交通量 (台/分)		
	区間 1	区間 2	区間 3
深夜・早朝	5	5	5
日中	10	15	15

	通信障害	沿道障害	橋梁切断型障害
通常時	なし	なし	なし
日中	50 秒	150 秒	なし

急車両走行への障害が発生する。図－15 では、そのマクロ表現として、3つの走行区間に、図－3に示した制約型障害の部分ネットを組み込んでいる。そして、それぞれのH上のトークンに与えるプレースタイムは、それぞれの区間の交通量によって異なるとして、3.の(2)で開発したモデルによるシミュレーション値で決定する。その意味では3.の(2)のモデルは、ミクロペトリネットと呼べる。

火災延焼部分のネットは、ここでは、出火点からそれぞれ、風下、風横、風上に20m離れた地点への延焼拡大(t_1 , t_2 , t_3)の発生の有無としてモデル化している。そして、それぞれのプレースタイムは、火災延焼シミュレーション⁹⁾あるいは浜田の延焼速度式¹⁰⁾で設定することにする。

緊急車両が現場に到着し、準備作業が整うと消火活動開始される。この状態のとき、図－15のマクロモデルでは、プレースXにトークンがマーキングされる。このプレースよりトランジション t_1 , t_2 , t_3 に抑止アークが伸ばされている。即ち、このネットでは、消火活動が火災の延焼拡大の前に開始可能かどうかを判定するものとなっている。

(2) シミュレーションによる障害分析

前述したように、この方法論では、部分ネットの結合化による拡張性に加え、駆動系の記述系からの分離性による汎用性にも大きな特徴がある。このネットも3.の(2)のシミュレーションと同様に登録だけで実行できる。ここでは、紙面の制約上表－1に示すケースについてのシミュレーション結果のみを報告する。

図－16がこのシミュレーション結果の要約である。網掛け部が間に合わなかったケースである。まず、20m以内の延焼段階で消火活動の開始が可能なケースは、通常時で、交通量の少ない深夜・早朝の



図－16 シミュレーション結果

火災で、かつ風速が2 (m/s) の場合のみという結果になった。深夜・早朝でも風速が10 (m/s) になれば、風下側への延焼阻止には間に合わない。また、風速が2 (m/s) でも、日中の火災では通常時でも、風下側への延焼には間に合わないという結果になっている。

地震時では、通報と路上散乱物による制約型の障害が発生すれば、風速が2 (m/s) と小さく、深夜・早朝の交通量が少ない場合でも、風下への延焼拡大にも間に合わない。日中では、風横への延焼拡大にも間に合わない。風速が10 (m/s) であれば、深夜・早朝でも風横にまで延焼拡大を許し、日中では風上までの延焼するという結果になった。

5. あとがき

防災計画の支援システムには、災害に伴う混乱の取り扱いが強く求められる。本論文では、駆動系と記述系が分離し、結合性、視覚性にも優れたペトリネットを導入することで、そのような支援システムの開発の可能性を検討した。まず、計画された活動を障害する要因のシステム表現が、ペトリネットの抑止アークの活用で可能なこと、その複雑化や発想化も結合性を利用することで可能なこと、さらに、より複雑な一般車両による緊急車両走行の障害も、ペトリネットモデルで表現できることを示した。

次に、それらを結合化することによってさらに大きな消防防災システムのマクロペトリネットも構成できること、そのシミュレーションもネットの登録だけで実行できることなどこの方法論の特徴を確認し、防災計画の批判的見直しの支援に活用可能なこ

とを示すことができたと考えている。もちろん課題も多い。本論文では、防災計画へのペトリネットの導入の可能性を示すための概念的なレベルに留まっており、データの想定、モデルの精緻化を含めて実証的レベルへの発展化が必要となる。本論文の概念的ネットモデルは、その際に必要となる種々の分野の人々との共同研究の批判的出発点となることにこそ意味があるというべきかも知れない。

参考文献

- 1) R. Tomlinson, I. Kiss ed. : Rethinking the Process of Operational Research and Systems Analysis, Pergamon Press, 1984.
- 2) 村田忠夫：ペトリネットの解析と応用，近代科学社，1992.
- 3) 木俣昇，高木秀彰：交通計画のためのペトリネット・シミュレーションシステムに関する研究，土木計画学研究・講演集，No.16（1），pp.127～132，1993.
- 4) 木俣昇，高木秀彰，黒川浩嗣：ペトリネットによる交通流シミュレーションシステムの開発，土木計画学研究・論文集，No.12，pp.691～699，1995.
- 5) 木俣昇，高木秀彰，黒川浩嗣：ペトリネットによる交通流シミュレーションシステムの実用化と応用，土木計画学研究・講演集，No.18（2），pp.197～200，1995.
- 6) 家田仁，上西周子，猪俣隆行，鈴木忠徳：阪神大震災における街路閉塞現象の実態とその影響，第1回都市直下地震災害総合シンポジウム，pp.285～289，1996.
- 7) 宮城県：'78 宮城県沖地震災害の教訓－実態と課題，宝文堂，1980.
- 8) 木俣昇，石橋聡：地震時緊急路網のシステム信頼性評価に関する基礎的研究，土木計画学研究・論文集，No.6，pp.145～152，1988.
- 9) 木俣昇：大震時非難計画のためのメッシュ型火災延焼シミュレーション・システムに関する検証，JORSJ，Vol.30，No.1，pp.59～86，1987.
- 10) 日本火災学会：火災便覧，共立出版株式会社，1984.

消防防災システムの阻害要因のペトリネットシミュレーションに関する基礎的研究

木俣 昇，鷺見育男

本論文は、防災計画システムの方法論として、交通流のミクロシミュレーションに導入したペトリネット手法の適用を試みたものである。具体的には、地震時の阻害要因を制約型と切断型に分け、そのペトリネット表現法を提示している。次に、車社会の今日、軽視できない一般車両による緊急車両の走行阻害の問題を取り上げ、そのミクロペトリネットモデルを作成し、シミュレーションを実施している。最後に、これらの阻害要因ネットを組み入れた消防防災システムのマクロペトリネットを作成し、そのシミュレーションの実行を通して、本方法論の特徴とその可能性を明らかにしている。

Study on Petri-net Simulation System of Hazard Factors against Fire Prevention Systems by Noboru KIMATA, Ikuro SUMI

Disaster Prevention System must be reliable and active in confusion brought by hazards inherent in a big earthquake. In this paper, we propose a new approach based on Petri net methodology to deal with this problem. First, we classify hazards into two types, i.e., restrictive ones to anti-disaster activities and cutting-off to activities and present their fundamental models by Petri net. Second, we develop a micro system net model in which emergency cars run through the traffic congestion and demonstrate the effect of civic cars as their hazard. Third, we construct a macro net for review of fire protection activities in confusion at quake, using connectivity of Petri nets models developed above, and show its potential as a new methodology for disaster prevention planning.