

地震時緊急招集計画の検討支援システム開発について

金沢大学 学生員 荒木大晶 南部佳郎 正員 木俣昇 愛媛大学 正員 二神透

1. まえがき

地震時応急計画の一つとして、緊急招集計画が策定されている。この計画は、要員の確保と、災害情報の収集によって、的確で素早い対応を行うことで、種々の面での減災化に、また、その後の復旧計画の策定にも大いに寄与するものである。各自治体は、そのために召集訓練やシナリオによる机上訓練を実施してきている。そこでは、過去の災害事例に学ぶとともに、自治体統合などの社会情勢の組み込みが試みられている。本研究は、この計画では、問題認識から始まり、その共有化と、問題構造の時間軸に沿った検討に至るプロセスの支援が必要であると、ISM法とペトリネットシミュレータによる支援システム開発の可能性について報告する。

2. 緊急招集計画の問題認識の構造化支援法の検討

(1) ISM法による認識の外部化支援システムの概要

われわれは、どのような要素が関係し、それらにどのような関係があるのかという形で、問題認識をしている。ISM法は、図-1に示すようなプロセスでこれらの認識を取り出し、アルゴリズムによって、要素間の関連図として図解し、外部化する。

認識の外部化は、図解が共通の土俵となり、自己との対話にも、他者との対話にも有効となる。著者等は、このプロセスのマルチウインドウ型支援システム開発¹⁾を行ってきた。特徴は、要素間の関係識別に際しては、直接的か間接的かの判断は不要で、関係の有無だけで良く、アルゴリズム側が、推移律を適用し、直接的関係のみで図解するところにある。即ち、問題構造の明確化がなされ、図-1に示すように、この図解を検討し、関係の修正や要素の追加のプロセスを繰り返すことで、さらなる問題認識の共有化と深化を進めることが可能となる。この適用化を以下に示す。

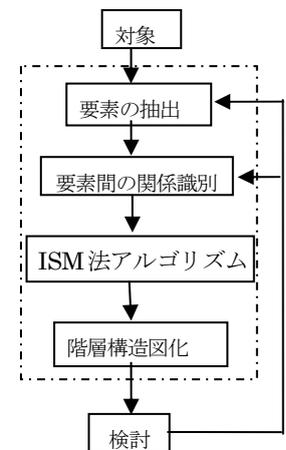


図-1 ISM法のプロセス

(2) 緊急招集計画の問題認識の構造化事例

ここでは、支援システム開発に向けてのアイデアの具象化を目的に、問題認識の構造化例を示す。図-2の左方は、著者らのISMソフトウェア上での「要素抽出」と「関係識別」の実行画面である。大きくは、参集行動には、被害状況と所在地が関係し、所在地は発災時期によって異なる。この所在地問題は、前書きで述べたように、自治体合併による職員の再配置に伴い、重要性を増している。

関係識別は、要素と要素のクリックで、図のように“→”で表示される。このデータが読み込まれ、図-2の右側のような階層の構造グラフとして図化されてくる。ここで、発災時期から認知や所在地から移動時間の“→”は、間接的関係として省かれている。また、階層間を飛び越す関係には“dummy”が挿入されてくる。この表示形も、関係の吟味や要素追加の際のヒントとなる。

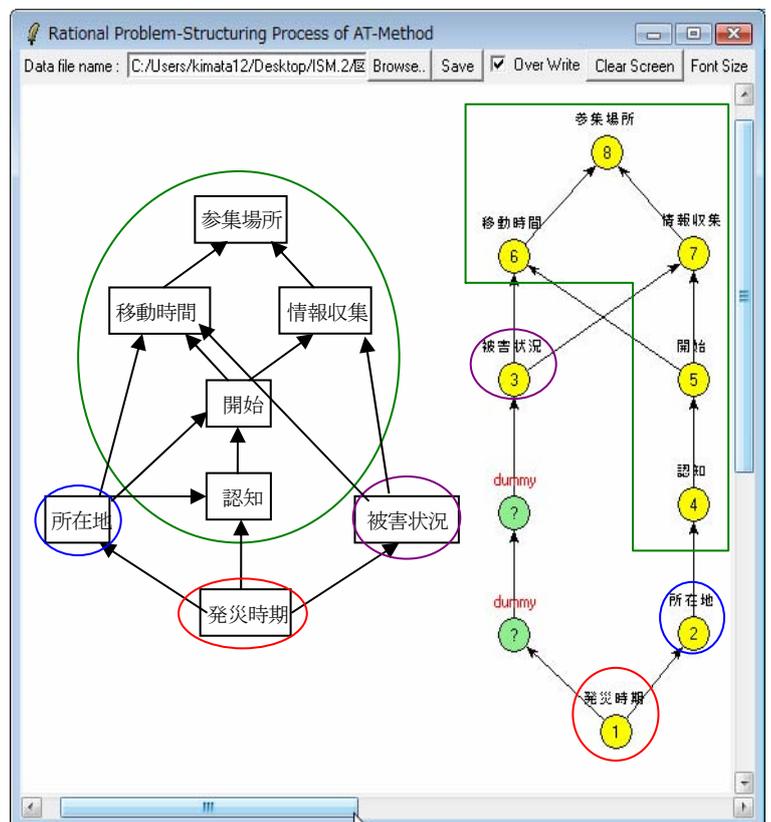


図-2 召集計画の問題認識の構造化

3. ペトリネットシミュレータによるISM図解の動的化支援システム

(1) ペトリネットの概説

ペトリネットとは、図-3に示すように、状態を示すプレース (○) と事象を示すトランジション (|) を要素とし、それらの入出力および抑止関係をアーク (→, …) で記述したグラフ形式であり、プレースへのトークン (●) の配置と、トランジションの発火則によるトークン移動によって、事象生起の連鎖と阻害をシミュレーションするモデル化手法である。トークンにタイマを付与することで、実時間軸上での事象生起の連鎖と阻害の検討支援が可能となる。発火則や開発ソフト等の詳細は、参考文献②に譲る。

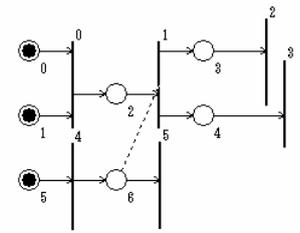


図-3 ペトリネットの例

(2) ISM図解のペトリネット化手法の検討

ISM 図解もペトリネットも、共にノード (要素) 間の関係付けを “→” で記述したグラフ形式の表現法であるが、後者は、プレースとトランジション間のみに関係付けがなされるという大きな差異が存在する。ISM 図解のペトリネット化には、i) ISM 図解の全て要素をプレース (状態) とし、それらの変換系としてトランジションを挿入するか、ii) 要素をその内容より (状態系) か (事象系) に識別し、ペトリネット化するかの2つが考えられる。ここでは、i) の方式でのペトリネット化を示す。

図-4の左方のペトリネット図は、図-2のISM図解の全ての要素をプレース (青色対応) とし、それらの間に変換用のトランジションを挿入し、入出力関係を保持する形で構成したものである (注: 要素番号はISM図解では1から始まるが、ペトリでは0から)。参集までの時間経緯は、各プレースにタイマを想定し、発火則でトークンの推移とその時刻を確認することによって議論することができる。

図-4の右方のペトリネット図は、詳細検討の反映化事例である。ここでの検討は、所在地が発災時期によって異なること、被害状況による移動時間の変化は、参集にとっての阻害要因であることを追加・修正しようとするもので、青色プレースが引き継ぎで、赤表示が追加・修正部分である。このネットへの展開支援は、図-5に示すExcel形式のSdataの編集によって比較的容易に行うことができる。まず、図-5の青色枠の記述部が、図-4の左方のペトリネット図のものである。これに赤枠部を追加し、実行ソフトウェア Petri.exe でこのSdataファイルを開き、追加要素のみの配置を行うことで作成可能となる。コメント欄に示すように、具体的には、発災時期と所在地が細分化され、発災時期を確率化するために、生成・選択トランジションの導入がなされ、移動時間と参集との関係を抑止 (….) とし、そのトークンを消すトランジションの追加がなされている。

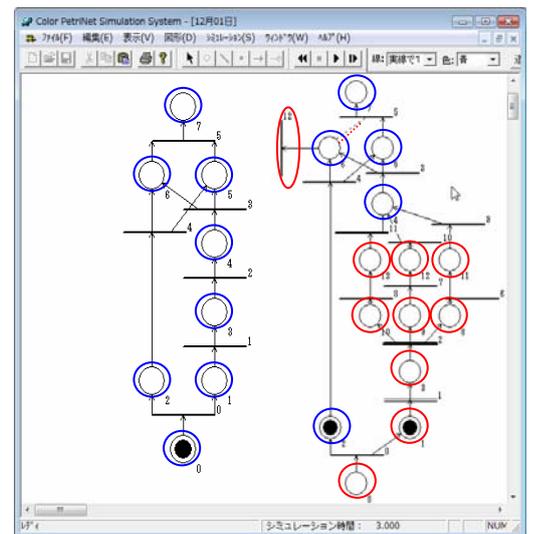


図-4 ISM図のペトリネット化

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB							
1									end									end	-2																
2	PLACE	14							TRAN	13								TOKEN	100	GENE	0	generatranZ	1	1	30	2	30	3	40						
3		-1	3	0	2	2	//P0	発災		0	-1	1	2	-1	0	1	//T0																		
4		-1	3	0	2	2	//P1	生成用		1	-1		3	-1	1	1	//T1																		
5		-1	3	0	2	2	//P2	選択用		3	-1	6	9	10	-1	2	1	//T2																	
6		-1	3	0	2	1	//P3			4	-1	5	6	-1	0	1	//T3																		
7		-1	3	0	2	1	//P4			2	-1	5	6	-1	0	1	//T4																		
8		-1	5	0	2	1	//P5			5	-1		7	-1	0	1	//T5																		
9	5	-1	10	0	2	1	//P6			8	-1		11	-1	0	1	//T6																		
10		-1	3	0	2	1	//P7			9	-1		12	-1	0	1	//T7																		
11		-1	3	1	2	2	//P8	早朝・深夜		10	-1		13	-1	0	1	//T8																		
12		-1	3	2	2	2	//P9	通勤時間帯		11	-1		4	-1	0	1	//T9																		
13		-1	3	3	2	2	//P10	昼間		12	-1		4	-1	0	1	//T10																		
14		-1	3	0	2	2	//P11	自宅		13	-1		4	-1	0	1	//T11																		
15		-1	3	0	2	2	//P12	通勤路上		6	-1			-1	0	1	//T12																		
16		-1	3	0	2	2	//P13	職場																											

図-5 Excel形式Sdataファイルの編集

参考文献

- 1)木俣、竹村：問題認識のためのマルチウィンドウ型支援システム開発、土木学会論文集、No.449/IV-17,203-212,1992.
- 2)木俣、寺西、二神：地震時市街地避難計画のシナリオシミュレーション技術に関する研究、土木計画学研究・論文集、Vol.24 no.2, 223-232, 2007.