

## 1. まえがき

現代の公共計画においては、パブリックインボルブメントや説明的責任が強く求められている。誰もが容易に使える図解手法的な特性は、このような中で、計画支援システムに望まれるものの一つである。著者らの交通流ペトリネットシミュレータの特徴は、非プログラミング性、図的表現性にあり、この特徴をいかにして活かすことが、その意味ではその存在価値そのものに繋がることになる。

本シミュレータでは、対象ネットが構築されれば視覚的なシミュレーションが即実行可能となる。即ち、この意味での非プログラミング性、即時実行性、視覚出力性を活かし、問題認識→計画代替案発想→代替案評価の各プロセスを、連続的・連携的に展開支援するシステム化が目標となる。本研究では、本シミュレータによるシミュレーション手順を示し、この型の支援で課題となる対象交通流の記述ネット構築支援のシステムティック展開法を検討する。

## 2. 交通流ペトリネットシミュレータ実行手順

### (1) シミュレーション実行の基本手順

本シミュレータによるシミュレーション実行の基本手順を図-1に示す。まず、対象交通流のペトリネット記述のネット構造を、Sdataと呼ばれる形式(詳細は後出)でデータファイル化する。次に、ネットの構成要素であるプレースとトランジションを、Sdataから表示されてくるリストをクリックする形で画面配置し、視覚出力用のネットを構築する。要素間のアークは、Sdataから自動描画される。各要素位置は、画面上でのマウス操作で自由に変更する

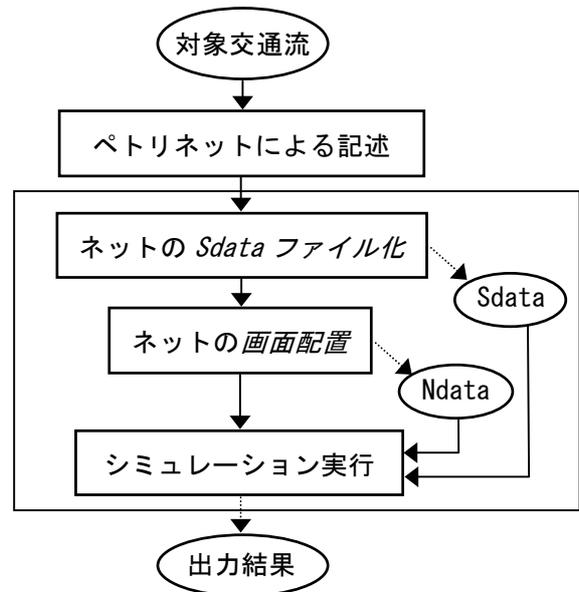


図-1 シミュレーション実行の基本手順

ことができる。

このようにして構築されたネット画面の座標データは、Ndataファイルとして生成され、Sdataと共にペアーとして保存される。

交通量や信号現示時間を変えたシミュレーションは、Sdataファイルのパラメータを変更するだけで出力ネット画面上で実行できる。

### (2) SdataファイルとNdataファイルの形式

Sdataファイルは、対象交通流を記述したペトリネットの構成要素とそれらの関係構造を、一定の形式でデータ化したファイルで、具体事例は、後述の図-4にある。これは、図-3の交通流ネットに対応するもので、PLACE, TRAN, TOKEN, GENE, および generateTranの各項目から出来ている。例えば、プレースについては、抑止、プレースタイマー、マーキング可能トークンカラー種類、表示・非表示、画面表示色が記述され、トランジションについては、入出力関係、トランジションの種類、表示・非表示が記述される。その他の項は、初期状態のト

\*キーワード：交通容量，計画手法論，交通計画評価

\*\*学生員，金沢大学大学院自然科学研究科環境基盤工学専攻

\*\*\*正員，工博，金沢大学教授土木建設工学科

(〒920-0942 金沢市小立野 2-40-20,

Tel.076-234-4914 Fax.076-234-4915)

ークン配置位置，特殊プレースと特殊トランジションの特定化である。

この Sdata 化では，プレースもトランジションも 0 からの通し番号でなければならないという制約が付いている。Sdata は，テキスト形式，Excel ファイルの両形式で作成可能となっている。

Ndata ファイルは，出力画面ネットの座標データが出力されたテキスト形式のファイルである。座標原点(0, 0)は，画面左上で，右方向を x，下方向を y としている。実例は，後出の図-5 にあるが，プレースについては座標位置 x, y のデータ，トランジションについては座標位置 x, y と角度のデータが記述されている。

### 3. 対象記述ネット構築のシステム化

#### (1) 追加・削除によるシステムネットの展開法

交通流ペトリネットシミュレータの展開的支援活用には，問題認識→代替案発想→代替案評価の各プロセスで繰り返し必要となる対象交通流のペトリネット構築を，いかにしてシステムティックに，連続的・連携的に行えるかに懸かっている。

ペトリネットは，単純・共通構造を持ち，ネット間の結合化が可能である。この特徴を利用した対象記述ネットの展開法を図-2 に示す。即ち，各プロセスでの記述対象には，対応する基本交通流が認知できるだろう。そのネットを基盤として，不足部分を蓄積部分ネットから，必要ならば新規開発して追加し，不要な部分は削除することで構築しようというものである。問題認識の段階では，全くの新規開発から出発する必要があるかも知れないが，それ以後は，前のプロセスでのネットが基本ネットとして利用できる。ここでは，この追加と削除の作業を，コンピュータ画面上で行う方法を検討する。

#### (2) 追加・削除作業のシステム化法

##### (a) 追加作業

例として，1 車線道路に歩行者信号を設置する場合を考える。この場合，1 車線道路のネットが基本交通流ネットで，歩行者信号ネットが追加蓄積部分ネットということになる。

本シミュレータでは，Sdata と Ndata の複数のペアーを同時に実行できる。図-3 は，基本交通流ネットと追加部分ネットの同時実行画面である。まず，

各画面は移動可能であり，追加する部分ネットが，基本交通流ネットの追加位置に概よそ来るようにする。このとき，左上の原点も概よそ位置に調整し，両画面の座標データを，それぞれの Ndata として保存しておく。

構築ネットの Sdata の作成には，演算も必要となるために Excel 形式を使用し，基本交通流ネットと追加部分ネットの両 Sdata を，これも図-4 に示すように同時に開く。図-4 の左の実線で囲った部分が前者の Sdata で，右が後者の Sdata である。

構築ネットの Sdata は，この前者の Sdata に後者の Sdata の必要な部分をインポートして，プレース表記部の抑止トランジションの番号，トランジション表記部の入出力プレースの番号，初期トークン配置部のプレースの番号，カラー生成トランジションの番号を修正して作成する。図-4 の破線網描の部分はこの操作の対象範囲を示している。部分ネットの追加に伴い，総プレース数，総トランジション数も変化し，その変更も必要となる。即ち，図-4 の左の実線で囲った部分に破線網描が加わったものが求められる記述対象ネットの Sdata となる。

Ndata の作成も，図-5 に示すように，Excel 形式の両 Ndata を開く。プレース番号，トランジション番号は通し番号なので，基本交通流の番号に続いて追加分伸ばして，追加部分の座標データ(図-5 の右の破線部)をそこにインポートするだけでよい。

##### (b) 削除作業

コンピュータ画面上でネット図と Sdata を開き，ネット図を見て削除部を確認しながら削除作業を行う。ネットの一部分を Sdata から消去すると，通し番号という制約のために番号修正が必要となる。それを避けるために，削除部は Sdata 上に残しておき，関係の切断のみを行う。具体的にはトランジション

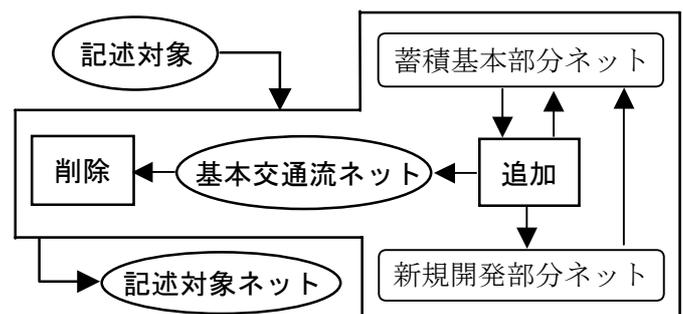


図-2 追加・削除による記述対象ネット展開法

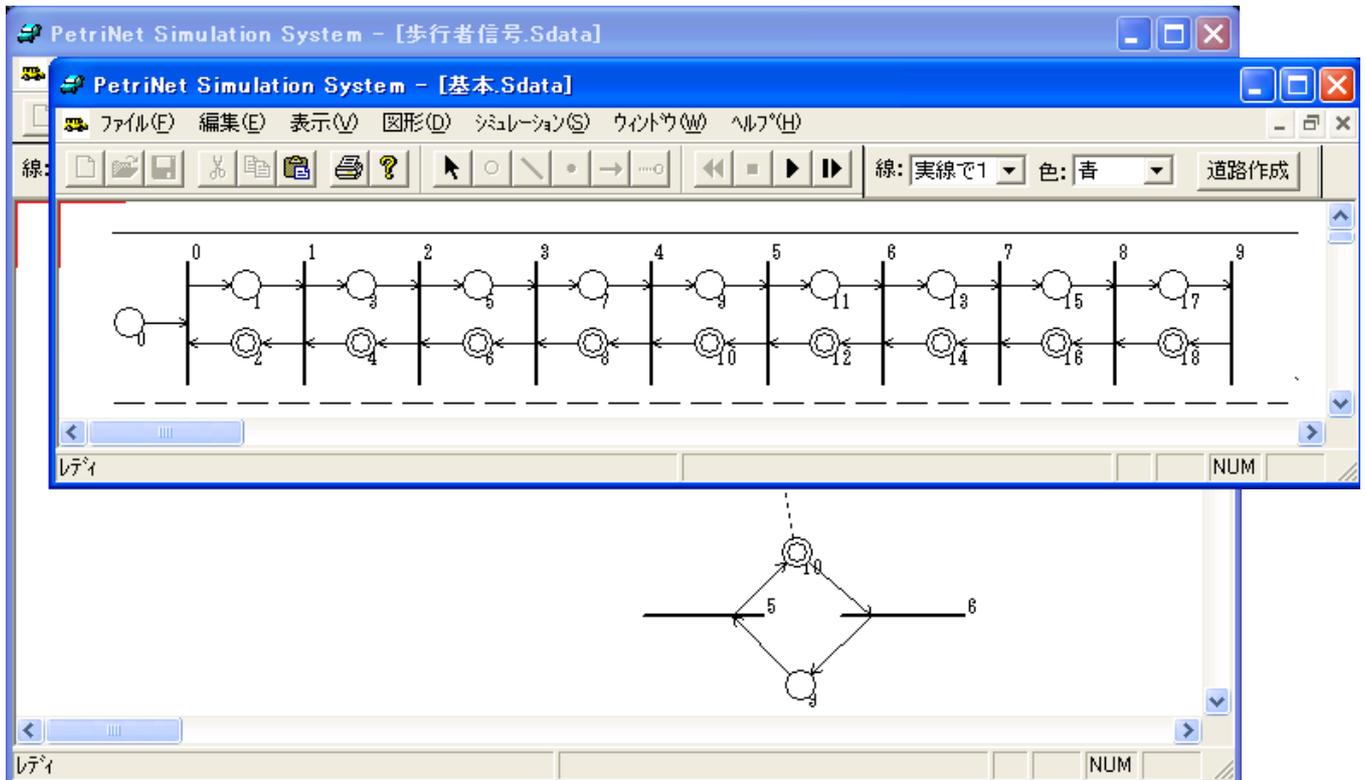


図-3 画面上で基本交通流ネットと追加部分ネットを開き位置調整をした図

記述対象Sdata.xls								歩行者信号Sdata.xls								
	A	B	C	D	E	F	G		A	B	C	D	E	F	G	H
1	PLACE	21						39								
2	-1	-1	0				//発生ブレース	40	TOKEN	100						
3	-1	1	0					41	2	-1						
4	-1	-1	-1					42	4	-1						
5	-1	-2	0					43	6	-1						
6	-1	-1	-1					44	8	-1						
7	-1	-2	0					45	10	-1						
8	-1	-1	-1					46	12	-1						
9	-1	-2	0					47	14	-1						
10	-1	-1	-1					48	16	-1						
11	-1	-2	0					49	18	-1						
12	-1	-1	-1	//P10				50	20	-1						
13	-1	-2	0					51	-2							
14	-1	-1	-1					52								
15	-1	-2	0					53	GENE	1						
16	-1	-1	-1					54	0	10	0.1					
17	-1	-2	0					55	-1							
18	-1	-1	-1					56								
19	-1	-2	0					57	generate	0						
20	-1	-1	-1	//P18				58								
21	-1	60	0	2	1	//信号青		59								
22	5	-1	20	0	2	//信号赤		60								
23	end							61								
24								62								
25	TRAN	12						63								
26	0	2	-1	1	-1	0		64								
27	1	4	-1	2	3	-1	0	65								
28	3	6	-1	4	5	-1	0	66								
29	5	8	-1	6	7	-1	0	67								
30	7	10	-1	8	9	-1	0	68								
31	9	12	-1	10	11	-1	0	69								
32	11	14	-1	12	13	-1	0	70								
33	13	16	-1	14	15	-1	0	71								
34	15	18	-1	16	17	-1	0	72								
35	17	-1	18	-1	0			73								
36	19	-1	20	-1	0			74								
37	20	-1	19	-1	0			75								
38	end							76								
39								77								

図-4 Excel でインポートにより作成した Sdata

記述対象Ndata.xls				歩行者Ndata.xls			
A	B	C	D	A	B	C	D
1	PLAC	E absolut	e position x,y	23			
2	0	55	95	24	TRAN	absolute	position x,y,angle
3	1	145	65	25	0	100	95 90
4	2	145	110	26	1	190	95 90
5	3	235	65	27	2	280	95 90
6	4	235	110	28	3	370	95 90
7	5	325	65	29	4	460	95 90
8	6	325	110	30	5	550	95 90
9	7	415	65	31	6	640	95 90
10	8	415	110	32	7	730	95 90
11	9	505	65	33	8	820	95 90
12	10	505	110	34	9	910	95 90
13	11	595	65	35	10	518	378 -180
14	12	595	110	36	11	673	378 0
15	13	685	65	37			
16	14	685	110	38			
17	15	775	65	39			
18	16	775	110	40			
19	17	865	65	41			
20	18	865	110	42			
21	19	594	432	43			
22	20	591	328	44			
23				45			

図-5 Excel でインポートにより作成した Ndata

の入出力関係を修正することになる。視覚的には削除部を Sdata で非表示設定にすればよい。

### (3) 道路工事に伴う交通対策代替案展開への適用

金沢市笠舞交差点近辺での道路工事を例に計画代替案の展開支援を行った。図-6 に問題認識から 2 つの代替案への展開支援の例を示す。

①では工事区間に対応する車線部の削除と、中央レーンへの合流部の追加を行い、シミュレーションを実行し、渋滞評価を行った。②では渋滞対策の代替案として、主交通流に対する青信号時間の増加化を考え、この対策で影響を受ける交差交通流ネットを追加し、シミュレーションを行った。その結果、主交通流の渋滞の軽減化も小さく、交差交通流への影響が大きく、別の代替案を模索した。

ネット図を見ると、主交通流の一部が手前の信号で流出している。流出先は交差点信号の左折先となっており、③では、この流出路を迂回路とし、出口先の信号部と共に追加し、シミュレーションを実行した。そして、左折車の 60%を迂回させ、信号制御を考慮すれば、旅行時間で 2 倍程度、約 80 秒の増加に抑えることがわかり、有効な代替案 1 つであると判断できた。

## 4. まとめ

ペトリネットの特徴である視覚表現性と非プログラミング型の即時実行性を活かす方向として、連続的・連携的な計画代替案展開支援のシステム化を考

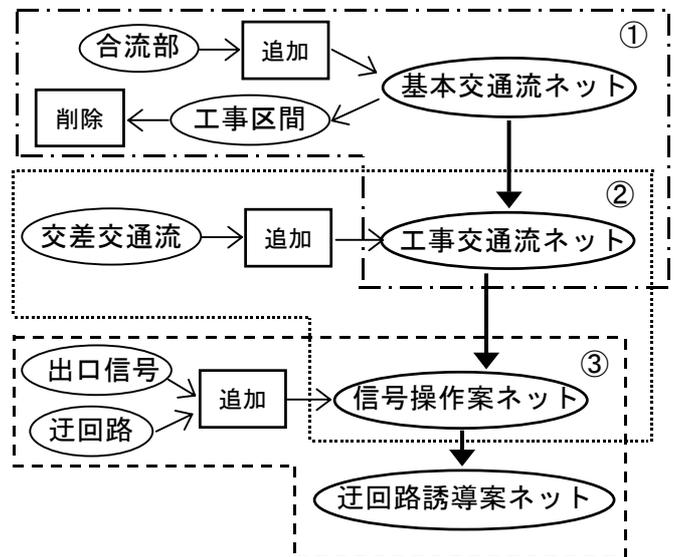


図-6 展開支援例

えた。そして、適用事例によってこの方式が効果的であることを示し、ペトリネットシミュレータの方向性と可能性が一応は示せたと考えている。

今後の課題としては、蓄積部分ネットの強化、ネット展開の際のエラー対策の強化等が挙げられる。

### 参考文献

- 1) 木俣, 高木, 黒川: 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.
- 2) 木俣, 岸野, 白水: 交通流ペトリネットシミュレータの実用化システムの開発, 土木情報システム論文集, 19, pp.31-40, 2000.