

交通流ペトリネットシミュレータによるバスターミナル運用代替案の表現化研究\*  
Study on Representation of Bus Terminal Planning Alternative  
by Traffic Petri-Net Simulator

松井 竜太郎\*\*・木俣 昇\*\*\*

By Ryutaro MATSUI \*\*・Noboru KIMATA \*\*\*

## 1. まえがき

都市渋滞問題の解決策として、バス交通シフトによる需要転換が検討されている。バスターミナルの整備や、バス専用レーンやバス優先信号によるバス優先策等がその一環として検討されている。交通問題の緩和に大きな効果が期待できる。著者らは、視覚的なネットモデルで対象交通流を記述し、シミュレーションを実行する交通流ペトリネットシミュレータの開発を行ってきた。このシミュレータは、プレースによる車両の空間占有性を直接、記述する点に特徴があり、それを活かして、バスの道路時空間の占有化に関するアイデアの発想とその効果の支援を行ってきた。

本論文では、バスの出発点・終結点であるバスターミナルの整備問題を取り上げ、限られたバスターミナル空間での諸運用代替案のペトリネット表現化を目的とする。

## 2. バス交通のペトリネット表現概要

### (1) 混在流のペトリネット表現

本シミュレータでは、道路を 6.7m の閉塞区間に分割し、プレースとランジションとプレース上のトークンで構成されるネットモデルで交通流の記述・表現化を行う。図-1 は、一般車とバスの一車線の混合流の基本モデルである。まず、中央の は閉塞区間の空きを表すプレースである。次に、下段の

は、“一般車の存在”を表すプレースである。そして、上段の が“バスの存在”を表すプレースとなっている。

一般車と大型車であるバスのサイズの違いについては、一般車には“空間の空き”のプレースが一個対応させ、バスには“空間の空き”を 2 個対応させることで、空間占有性の違いとして表現している。

ペトリネットシミュレータにおける車両の走行特性は、可変プレースタイマによるタイマ更新ルール (Vptimer) によって表現される。一般車のプレースは (-2) で、バスは (-3) で定義されており、それぞれに対して、車速とその更新率が異なる Vptimer 表を与えることにより、その違いを表現している。

ターミナル内のバスをみの交通流ネットでは、(-3) の型のプレースをみのネットで構成されることになる。

### (2) 混在到着流のペトリネット

混在流での車両到着は、車両の発生間隔をポアソン分布で生成する発生プレース (ネット左端の ) を 2 個用いて行う。即ち、図-1 の左端上にバスの発生プレースを、左端下に一般車の発生プレースを配置し、“バスの存在”を意味するプレースから一般

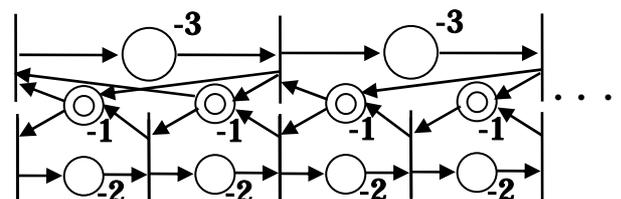


図-1 混在流ネット

\*キーワード：システム計画，公共交通計画，ターミナル計画

\*\*学生員，工学士，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，金沢大学工学部土木建設工学科 教授

(〒920-0942 金沢市小立野 2-40-20,  
Tel.076-234-4914 Fax.076-234-4915  
E-mail [kimata@t.kanazawa-u.ac.jp](mailto:kimata@t.kanazawa-u.ac.jp))

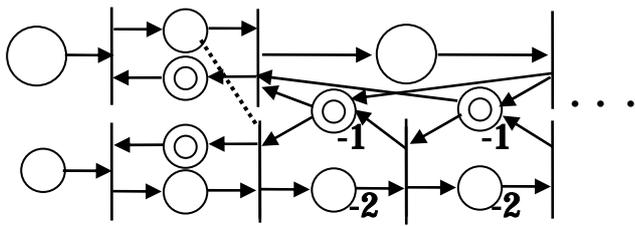


図-2 混在到着流ネット

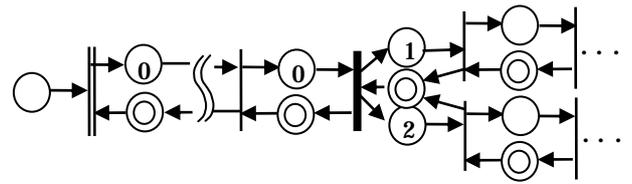


図-3 GTとSTによるバスの行先制御

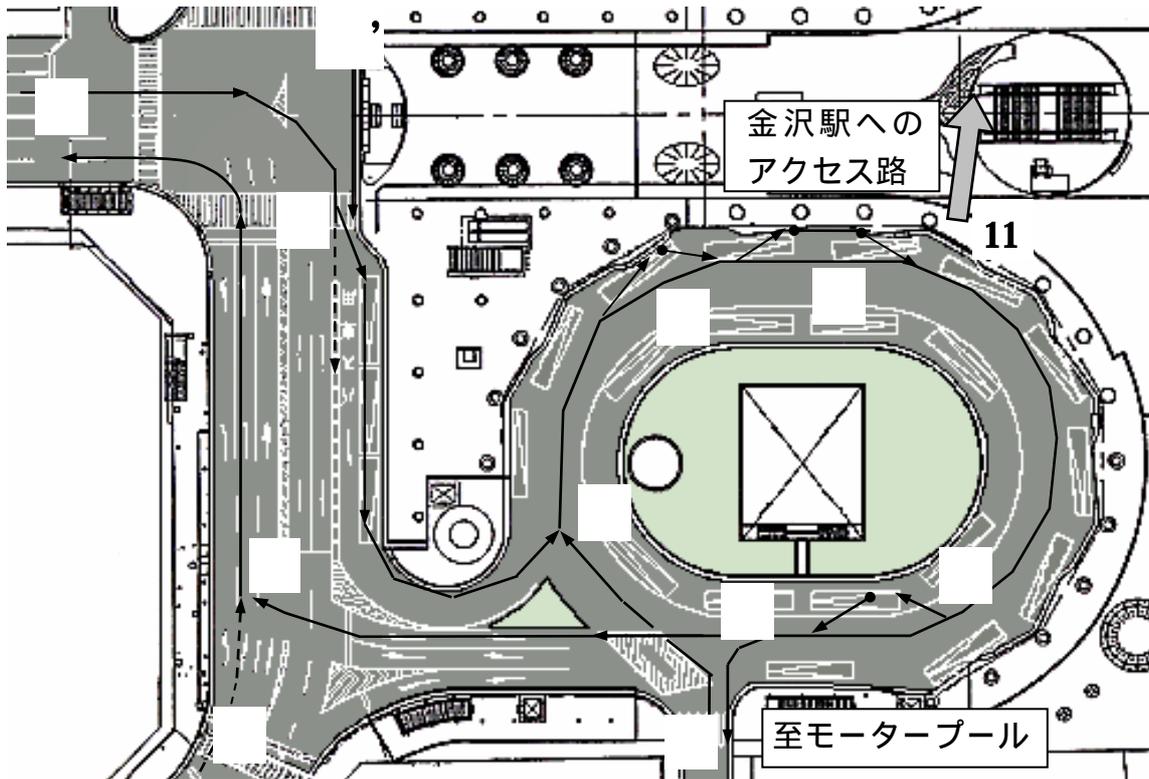


図-4 金沢駅東口近辺の画像

車の進行”を意味するトランジションに抑止を掛けている。これは、同時発火に伴うトラブルの可能性を排除する工夫で、ここではバス発生を優先するネットとなっている。しかし、どちらを優先にしても、交通量が、一般車・1800(台/時間)でバス・100(台/時間)程度まであれば、バス、一般車の想定交通量の生成には影響が出ないことを確かめている。

### (3) 車両の行き先指定のペトリネット

バスには行き先があり、それによってターミナル内での挙動が異なる。この行き先付与と基本的な制御方法を図-3に示す。図-3に二重線で示すトランジションは、カラー生成トランジション(GT)で、太線で示すトランジションは、カラー選択トランジシ

ョン(ST)である。このGTにより、生成されるトークンカラーにより、バスの行き先属性を、まず付与する。STは、トークンカラーに応じて出力プレースを選択するトランジションで、図-3では、2つのカラー(行き先1と2)に応じて、バスの進行を制御するネットとなっている。即ち、図-3のGTでカラー(1)が生成された場合、GTの出力先はカラー(1)の属性をもった上段のプレースになる。GTで生成されたカラーの種類と個数は、STの出力先のプレースに対応させる必要がある。各カラー生成率は、行き先バスの交通量に対応して設定することになる。

またGTとSTの間には閉塞区間をいくつでも設けることができ、GTで生成したカラー属性は、そ

の間の車両スペースのカラー属性を(0)とすることによりを継続することができる。

### 3. バスターミナル運用代替案のネット表現

#### (1) 背景画像上での基本交通流の設定

図-4は、金沢駅東口バスターミナルとその出入口付近の画像である。まず、この上に基本交通流の動線を記入する。そして、そのペトリネット表現化に際してポイントとなる部分に番号を振って、整理したものが表-1である。この動線と番号に沿って説明をする。

まずと①は、ターミナルへの到着交通流である。2の(2)で説明した混在流の到着ネットが使用できる。②は、バスがターミナル空間へ分岐する部分である。これも、2の(3)で説明した。③は、バスとバスの合流で、一般車と一般車の合流と同形式になる。④については後ほどネットを示す。⑤はの拡張となる。⑥も一般車の分岐と同形式となる。

⑦は、モータープールからのバスの定時出発である。スペースへの初期配置とタイマー設定によって構成することができる。⑧は、一般車みの到着交通流ネットが使用できる。⑨は、バスが一般車と合流するネットで、基本的には混合流ネットへの接続で表現できる。

表-1の11は、乗降客流ネットで、駅からと駅への人の流れを表現している。これについては未着手である。

#### (2) 基本部分ネットの概要

図-5は、の乗車バスネットを示したものである。図-5において、下段ののスペースは“バスの通行”を示し、のスペースは“乗車バス”を示す。中段のトークンがマーキングされている二つのスペースがそれぞれの“空間の空き”を表すものである。乗車バスネットでは、GTとSTによって指定された乗車場に向かうか、そのまま通り過ぎるかが制御される。

図-5の太線のトランジションはSTで、その出力先のスペースは2個あるが、空間の空きを表すプレ

表-1 ターミナルの基本部分ネット

図番号	ネットモデル	備考
	混在流到着	2-(2)で説明
	分岐	混在流ネットからバス流ネットの分岐
	バス合流	バス流ネットの合流
	乗車バス	図-4
	降車バス	の拡張
	待機バス分岐	の拡張
	出発バス分岐	出発かモータープールかの選択
	定時出発	初期配置による時間指定で出発
	一般車到着	の一般車みのネット
	出発バス合流	本線と合流
11	乗降客流	駅からと駅へ向かう人の流れ

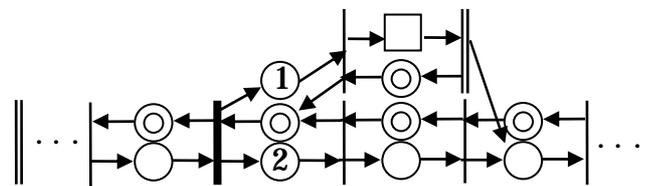


図-5 乗車サービスネット

ースは1個としており、選択先の2つスペースは同一空間である。

各乗車バスを選択するためのカラーの生成は、図-4のの定時出発ネット内で行う。ターミナルでは、方面別に乗車バスが設定されており、時刻表に合わせて、各乗車バスに対応するカラーを生成する必要がある。

#### (3) 運用代替案の考察

前項で挙げた基本部分ネットを、バスターミナルの背景画像上で実空間に合せる形で、配置し、結合することで、シミュレーション可能な運用代替案の表現化ネットが構築できる。表-2に、ターミナル運用に関する代替案例を示す。

基本代替案は、駅前バスターミナルの特性より、鉄道との接続性に関するものである。代替案は、バスから鉄道への乗り継ぎ客の利便性が、逆に、鉄道からバスへの乗り継ぎ客の利便性を重視するかに分かれる。この代替案の表現ネット化では、降車バスの空きスペースを探索するネットの工夫が必要になる。

は、ターミナルスペースの制約が強く、その中

表-2 運用代替案

運用代替案例	
	乗車バスと降車バスの分離運用
	乗・降バス一部混用運用
	信号制御によるバス優先出発

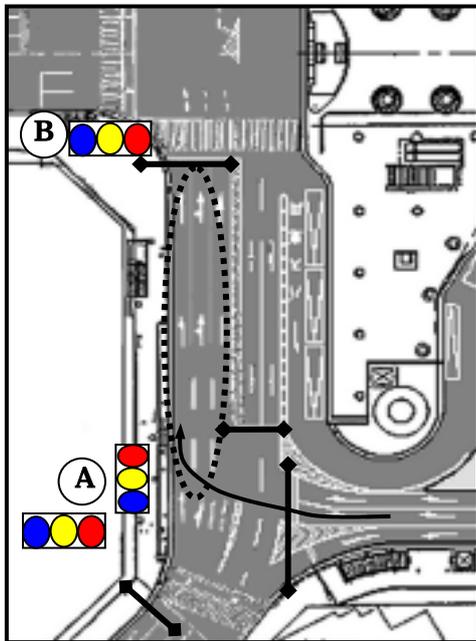


図-6 出発流バスの優先策

で効率的な運用をしようとする代替案である。指定乗車バスを持つ出発便の待機方法の表現化が問題となる。

は、ターミナル内ではなく、ターミナルからの出発に関する代替案で、図-6 に示す信号 A,B との連携により、バスが発車する際に、点線で囲った部分の路線には一般車がない状態をつくりだし、バスの発車をスムーズに行えるようにして、先の信号交差点の先頭位置に出すという案である。このシミュレーションネットについては、ターミナルとは独立させた形ではあるが、すでに完成しているので、ターミナルと結合させて、ターミナル内での交通流を含めてシミュレートする必要がある。

#### 4. あとがき

本研究では著者らの交通流ペトリネットシミュレータを、バスターミナルの運用代替案の表現化を行うための研究と考えられる運用代替案ネットの構築についての考察をした。

運用代替案ネットの構築方法として、金沢駅東口のバスターミナルを例に、必要な部分ネットを作成し、これらを運用代替案に合わせて結合していく方法を提案した。また3つの代替案例を挙げたが、乗・降バスの分離運用か、一部混用運用に関しては、3-(3)で挙げた課題とともに、運用代替案を評価するためにバスに乗降する客のネット及び、鉄道に往来する人の流れのネットを表現化する必要がある。

#### 参考文献

- 1) 交通技術委員会: 第7回交通技術セミナーテキスト, 交通工学研究会, 1998
- 2) 小原, 坂本, 久保田, 他: tiss-NET によるバス優先方策の効果分析, 土木計画学研究・論文集, 16, 927-932, 1999.
- 3) 鈴木, 坂本, 久保田: tiss-NET によるバス優先策総合評価システムの開発, 土木計画学研究・論文集, 17, 885-892, 2000.
- 4) 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, 31~40, 2000.
- 5) 木俣, 横山, 西村: ミクロ交通流のペトリネットシミュレータの検証に関する基礎的研究, 土木計画学研究・論文集, 18, 755-762, 2001.9.
- 6) 木俣, 西村, 四藤: バス交通流シミュレーションへのペトリネットシミュレータの適用化研究, 土木計画学研究・論文集, 19, 793-802, 2002.9.