

# ペトリネットによる背景画像上でのバスターミナルバース運用代替案シミュレーション研究\*

## Study of Petri Net Simulation for Evaluation of Berth Usage Alternative on Bus Terminal Background Image\*

松井 竜太郎\*\*・木俣 昇\*\*\*

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

### 1. はじめに

バス交通の活性化に向けて、バス優先レーンや優先信号の設置が提案され、実践されてきている。これらは、走行路での活性化策の例であり、ターミナル整備の検討も活性化策として重要である。著者らが開発してきた背景画上のペトリネットシミュレータは、ターミナル空間との対応の下で、種々の計画提案の検討支援を可能とするもので、出発バスの定時性確保の優先策については、ターミナル周辺道路空間の特性との関連でそのシミュレーションを開発し、実効性を示すことができた。

本研究では、ターミナルでの到着バスと出発バスによるバース利用の2つの運用代替案、分離方式型と混合方式型について、それらのシミュレーションをターミナル周辺空間を拡張化し、その背景画像上で構築し、議論し、今後の課題を明らかにすることを目的とする。

### 2. ペトリネットによる背景画像上でのバス交通シミュレーション技術の概要

#### (1) ペトリネットによる車両進行の原理

本シミュレータでは、図-1に示すように、道路を閉塞区間に分割し、プレースとト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・表現化がなされる。各閉塞区間は、“車両の存在”

を示すプレース(ネットの上・下段の )と、“空間の空き”を示すプレース(ネットの中段の )の2つで記述され、“車両の進行”を意味するトランジション(ネット内の|)と矢線で結ばれる。|のプレースが、トランジションへの入力プレース、|のプレースが、トランジションからの出力プレースと呼ばれる。

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(ネットの下段の )には“空間の空き”のプレースが一個対応させ、バス(ネットの上段の )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。

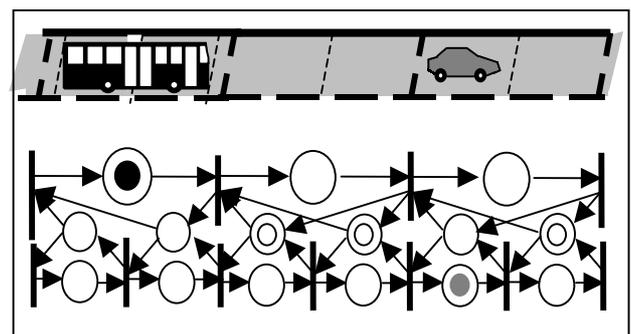


図-1 一般車とバスの混合流ネット

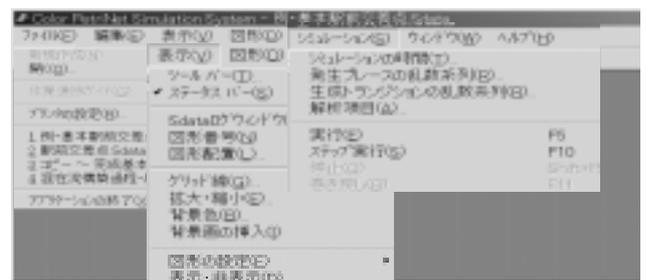


図-2 改良シミュレーションの基本メニュー

\*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，金沢大学大学院自然科学研究科教授

地球科学専攻

(〒920-0942 金沢市小立野 2-40-20，

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

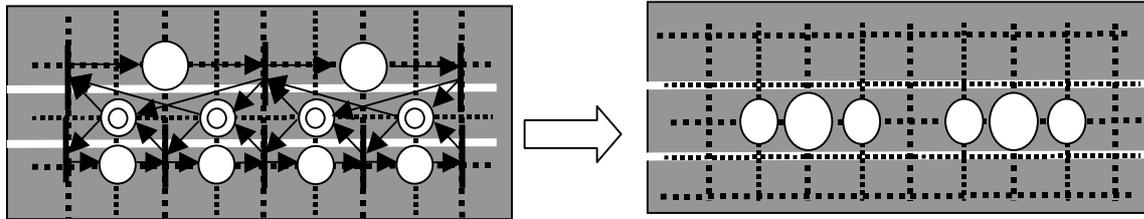


図-3 ネットの操作と表示・非表示による空間対応化

## (2) 背景画像上でのバス交通流の表現法

ネットモデルの持つ視覚性と、これらの空間対応性をより引き出し、既存道路空間の有効活用を支援するために、実道路空間を背景画像として、その上で交通流ネットを記述することが望ましい。図-2は、“背景画像の挿入”の機能を追加した Color Petri-Net Simulation System の基本メニューである。

背景画像の挿入により、実道路空間に対応したネットの構築・配置が行なえるようになった。

ネットの空間対応化については、支援ウィンドウリストにある“グリット線”、“表示・非表示”の機能を用いる。

図-3の左に示すネットは、バスと一般車の混合流の基本ネットモデルで、図-1に示したものである。プレースが縦に3個配置されているが、一車線の交通流のネットモデルである。これを背景画像に対応させるために、グリット線により、閉塞区間長と車線幅を設定し、左の基本ネットのバスと一般車の存在プレースの位置を1車線の道路空間に対応させ、さらに、他の要素をすべて非表示し、車両存在プレースのみを表示させることで、図-3の右のネットができる。

## 3. 背景画面上での混合型利用代替案のシミュレーション開発

### (1) バスターミナルの分離型利用案の空間構成

図-4は金沢駅東口バスターミナルである。ここでは、ターミナル内で乗車サービスを行い、ターミナルを出発するバスと、ターミナルの入口にて降車サービスを行ない、バスプールないしは、待機場へ移動する到着バスがあり、乗降場所を分離して運用している。即ち、ターミナルは乗車場でターミナルの外に降車場が設置されている。この分離型運用法において、ター

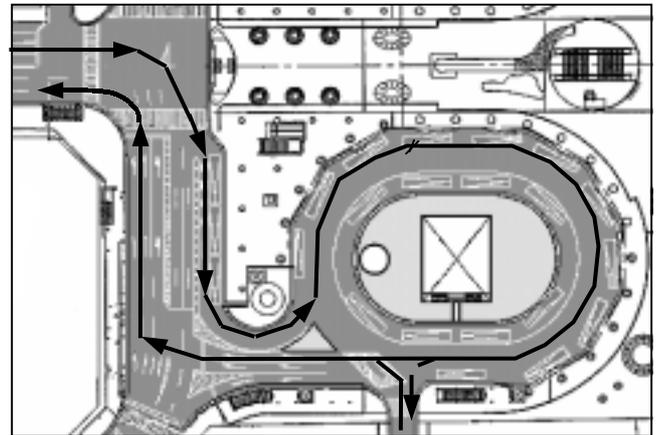


図-4 金沢駅東口バスターミナル

ミナルは乗車専用となるため、ターミナル内の混雑を回避できるので、バス走行の安全性、また出発バスの定時性の確保が期待できる。

ここで問題となるのは、降車場所の容量である。図-4の左方から流入してくる到着バスに対して、降車場所はターミナル入口付近に3バース設置されているが、乗車場所と降車場所を完全に分離することで、降車場所に制約ができる。朝夕のバス交通量多い時間帯になると、降車バースがオーバーフローする可能性があり、降車サービスの低下、到着時刻の遅れが考えられる。

制約条件として、左方から交通に対する青信号の時間は26秒間で、青現示間内での到着バスの流入台数も考慮しなければならない。

本研究では、のターミナル到着バスシミュレーションネットを作成し、到着バスサービスの評価することで、ターミナル分離型利用案の有用性と問題点を検討するものである。

### (2) ペトリネットシミュレータへの到着バス組入れ

本シミュレータでの車両の到着は、発生プレースで表現され、発生プレースは、車両の到着分布に従って

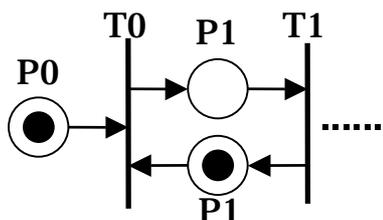


図-5(1) 車両の発生ネット

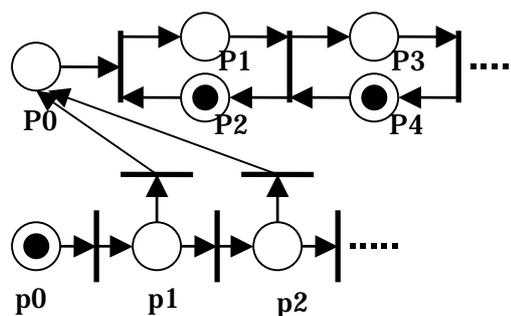


図-5(2) 定時発車ネット



図-6(1) 到着バスシミュレーションネット



図-6(2) ネットの空間対応化

トークンを発生させる．図-5(1)に示すように発生プレース (P0) を車両進行ネットに接続させて，車両の到着をモデル化している．バスの到着については，本研究では，ターミナルに到着するバスについて取り扱うので，バスの到着は，図-5(2)に示す定時発車ネット で表現する．

図-5(2)の P1, P2, P3・・・は車両進行ネットである．p 1, p 2, p 3・・・は定時発車ネットで，p 0 にトークンを初期配置しておき，それぞれのプレースに固定プレースタイムを与えておき，p 1, p 2, ... とタイムを消費する毎に車両が発生するネットである．タイムの設定時間をバスの時刻表からそれぞれの到着時刻の差分を設定してやれば，バスは時刻表通りに到着する．

### (3) 到着バスサービスの評価シミュレーション

到着バスに対する降車バスの容量を考えるため，到着バスシミュレーションネットを構築する．混合型利用代替案シミュレーションネットは，既に開発して

いるが，今回は到着バスサービスを問題としているので，ターミナル内のネットを省略し，到着バスの流入方向を 1 km 程度拡張したシミュレーションネットを構築する．定時発車ネットにおけるバスの到着分布は，ターミナルの 2 区間前のバス停の時刻表をもとに設定することにする．

“背景画像の挿入”により，駅付近の背景画像を利用しネットを構築した．図-6(1)は背景画像に到着バスシミュレーションネットを配置したものある．図-6(2)は表示・非表示により，車両存在プレースのみ表示させたものである．

## 4. あとがき

本研究では，限定された空間であるターミナルの有効活用を目的に，ターミナル分離型利用案について，そのシミュレーションネット構築を試みた．今回作成したシミュレーションネットは，バスの到着を定時発車ネットにより表現したが，その到着分布は，時刻表通りになる．また，ターミナルの 2 区

間前からバスを発生させていたが、この発生場所も十分考える必要がある。

駅前ターミナルの特性から鉄道との接続性も考慮すべきであり、鉄道に近い場所で乗降サービスすることが望ましい。ターミナル運用策には、乗降混合型運用案も考えられ、ターミナル外でのオーバーフローは解消されるが、ターミナル内での到着バスと出発バスと野混雑することで、乗降サービスの低下が考えられる。この問題に対して、ターミナルのITS化が考えられる。

ターミナルいづれにせよシミュレーションネットを作成し、分離型運用案と混合型運用案を評価する必要がある。

## 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.
- 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.