

# エスカ地下駐車場における 入出庫シミュレーション

中村 栄治<sup>1</sup>・小池 則満<sup>2</sup>・松河 剛司<sup>3</sup>・成澤 守<sup>4</sup>

<sup>1</sup>正会員 愛知工業大学教授 情報科学部情報科学科 (〒470-0392 愛知県豊田市八草町 1247)  
E-mail: eiji-nakamura@aitech.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 愛知工業大学教授 工学部土木工学科 (〒470-0392 愛知県豊田市八草町 1247)  
E-mail: koike123@aitech.ac.jp

<sup>3</sup>非会員 愛知工業大学准教授 情報科学部情報科学科 (〒470-0392 愛知県豊田市八草町 1247)  
E-mail: matsukawa@aitech.ac.jp

<sup>4</sup>正会員 株式会社エスカ 施設部 (〒453-0015 愛知県名古屋市中村区椿町 7 番 1 号)  
E-mail: narusawa@esca-sc.com

名古屋駅西口に位置するエスカ地下駐車場は、その南北両端に入出庫路を配置することで駐車場の利用者へ便宜を図ってきたが、リニア中央新幹線の工事に伴い 2017 年 10 月より北入出庫路を閉鎖せざるを得ず、工事が完了するまで一時的に南入出庫路のみでの営業を続けている。本稿では、エスカと並走する幹線道路からの駐車場へのアクセス時間を評価基準として、北入出庫路の閉鎖が駐車場の利便性にどのように影響を与えているかを交通シミュレータを使い検証した。かつて北入出庫路を使うことができていた利用者は、現在では南入出庫路へと迂回する必要がある。迂回路には北入出庫路への経路にはなかった幹線道路上の複数の交差点が含まれることになり、交差点での信号待ちなどで、以前に比べ 3 倍ほどのアクセス時間がかかるようになっていたことが明らかになった。

**Key Words:** underground parking facility, traffic flow simulation, Chuo Shinkansen, 3D simulation

## 1. はじめに

名古屋駅新幹線ホームの西側に隣接するエスカは 1971 年に開業し、3 万 m<sup>2</sup>に及ぶ総床面積を持つ地下街（地下 1 階）と、その直下（地下 2 階）に車両を 295 台収容できる地下駐車場から構成される商業施設である<sup>1)</sup>。図-1 に示すように、地下駐車場の北端と南端には、地上の道路と地下の駐車場を車両が行き来できるよう入出庫路が個別に設置されていたが、リニア中央新幹線の建設<sup>2)</sup>に伴う開削工事区間と北入出庫路が干渉するために（図-1 の二重線がリニア中央新幹線の軌道）、北入出庫路は撤去に備えて 2017 年 10 月に閉鎖された。開削工事が完了し、北入出庫路が原状回復されるまで、南入出庫路のみでの駐車場の営業がしばらく続くことになる。

すべての車両の入出庫を担うことになった南入出庫路であるが、その構造が非常に特徴的である。南入出庫路を 3 次元レーザで計測して得られた点群データを図-2

に示す<sup>3)</sup>。この螺旋状車路は、地上から地下へと向かう入庫路と、地下から地上へと向かう出庫路から構成されているが、それら車路が垂直方向に互いに入れ子となるように二重螺旋を描いている。螺旋の上端が道路と接続している地上入庫口および地上出庫口となり、螺旋の下端が駐車場への地下入庫口および出庫口となっている。駐車場の南側隣接地区には商業ビルが密集しているため、コンパクトに入出庫路を作る必要性から、螺旋状の入出庫路が設置されたと推測される。一方、撤去予定の北入出庫路の形状は南入出庫路とは大きく異なり、駐車場の北側隣接地区では南側のようなスペースの制限がないために、図-3 の点群データに示すように、直線的でシンブルな Y 字構造になっている。Y 字の上端が道路と接続している地上入庫口と地上出庫口となり、Y 字下端が駐車場への入庫口と出庫口になっている。

これら 2 つの入出庫路の違いは形状ばかりでなく、幹線道路からのアクセス性にも違いが見られる。図-4 に

示すように、北入庫路は片道 3～4 車線からなる幹線道路（椿町線：北進路と南進路をそれぞれ破線で表示）と直接つながっているが、南入庫路へは椿町線と信号を経てつながる側道を介したアクセスとなっている（地上入庫口は図-4 の★で示す）。つまり、北入庫路は南入庫路より幹線道路へのアクセス性において利便性が高い入庫路であるといえる。

北入庫路の有無がエスカ駐車場の利便性にどの程度影響を与えるかを把握するために、駐車場へのアクセス性の観点から交通シミュレータ Vissim<sup>®</sup>を使い定量的な分析を行った。幹線道路である椿町線の交通状況はアクセス性を評価する上で重要な要素となるため、車両通行台数や交差点での歩行横断者数を考慮するとともに、信号現示と信号制御パラメータ<sup>9)</sup>を反映したシミュレーションを行った。



図-1 エスカ地下駐車場と名古屋駅



図-2 南入庫路（北西から南東へと見通す）

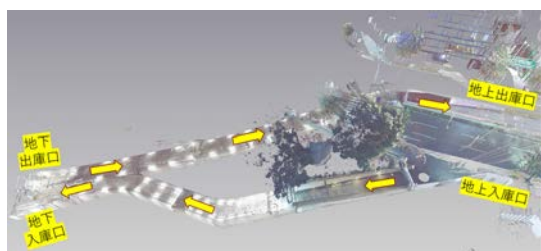


図-3 北入庫路（斜め上から見下ろす）

## 2. エスカ地下駐車場周辺の交通環境

### (1) 幹線道路の交通信号と車両交通量

エスカ地下駐車場への主要アクセス路となっている椿町線において、シミュレーションに反映した信号機が設置されている 5 つの交差点を図-5 に示す。①～⑤の番号がそれぞれの交差点を表している。交差点①においては、南北に走る椿町線と東西に走る幹線道路である名古屋津島線が直交している。

これら 2 つの幹線道路での車両の交通量は名古屋市により 5 年ごとに計測され公開されているため<sup>9)</sup>、シミュレーションに取り入れることができた。図-5 において、断面 A（椿町線：交差点②と③の間の二重線）における



図-4 地下駐車場と幹線道路



図-5 交通信号と車両発生地点



1 時間当たりの北進車両数と南進車両数は、それぞれ 525 台と 607 台である。断面 B（名古屋津島線：太閤通三郵便局前の二重線）における 1 時間当たりの東進車両数と西進車両数は、それぞれ 904 台と 819 台である。いずれも 2015 年の平日（水曜か木曜）の午後 2 時台の計測値である。

## (2) 信号現示と信号制御パラメータ

交差点①～⑤について、信号現示と信号制御パラメータ（サイクルタイム、スプリット、オフセット）<sup>9</sup>を調査した。調査日時は 2019 年 7 月 28 日金曜日の 14 時～16 時である。交差点①～④のサイクルタイムは全て 165 秒であり、交差点⑤のサイクルタイムのみ 120 秒であった。一例として、交差点③の信号現示階梯図を図-6 に示す。信号現示 1 は南北方向の車両の動き（灯器 1V）と歩行者の動き（灯器 1P）を示し、信号現示 2 は東方向の車両の動き（灯器 2V）と歩行者の動き（灯器 2P）を示している。

交差点③の信号階梯表を図-7 に示す。現示 1 と現示 2 は共に 5 ステップからなる。車両用灯器である 1V と 2V は青（G）から黄（Y）を経て赤（R）へと変わるサイクルである。一方、歩行者用灯器である 1P と 2P は青から赤へは青点滅（GB）を経て変わるサイクルである。ステップ 5 とステップ 10 において、すべての灯器が 3 秒間赤となっているが、交差点から車両を一掃するためのクリアランス時間に該当する。

## 3. シミュレーションの準備

### (1) 車両の発生と交差点での分流割合

シミュレーションにおいて、車両は図-5 に示す合計 9

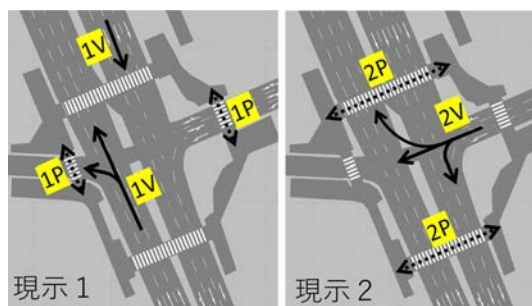


図-6 信号現示階梯図（交差点③）

|         | 現示 1 |    |   |   |   | 現示 2 |    |    |   |    |
|---------|------|----|---|---|---|------|----|----|---|----|
| 灯器/ステップ | 1    | 2  | 3 | 4 | 5 | 6    | 7  | 8  | 9 | 10 |
| 1V      |      | G  |   | Y |   |      |    |    | R |    |
| 2V      |      |    |   | R |   |      | G  |    | Y | R  |
| 1P      | G    | GB |   |   |   |      | R  |    |   |    |
| 2P      |      |    | R |   |   | G    | GB |    | R |    |
| ステップ秒数  | 69   | 8  | 2 | 5 | 3 | 51   | 8  | 12 | 4 | 3  |

図-7 信号現示階梯表（交差点③）

つの地点（[1]～[9]）から発生させた。発生地点番号に付随する矢印（⇒）は、発生した車両が走行する方向を表している。

交差点において車両の右左折および直進により、車両の分流が発生する。どのような割合で車両が分流するかを、信号のスプリットタイムと車線数から算出した。その結果を図-8 に示す。南北に走る椿町線における車両の分流について、分流比率（左折：直進：右折）を表す数字が各交差点に記入してある。例えば、南から交差点①へ侵入する車両については、左折が 3、直進が 4、右折が 2 の割合であるため、比率表示は 3:4:2 となっている。比率表示においてゼロになっている項は、その方向へ車両が進むことができないことを表している。例えば、北から交差点③へ侵入する車両について、右左折が禁止されているため、比率表示は 0:1:0 となる。

### (2) 横断歩道と右左折車両

エスカ周辺交通環境の特徴として、地上歩行者が多く、歩車分離でない信号においては横断歩道を渡る歩行者に右左折車両は進路を譲る必要があるため、車両の一時的な滞留が発生することである。このように発生する車両の滞留が、椿町線およびその支線を利用する車両の流れに影響を与えるため、シミュレーションにおいて交差点における車両と歩行者との干渉を考慮した。

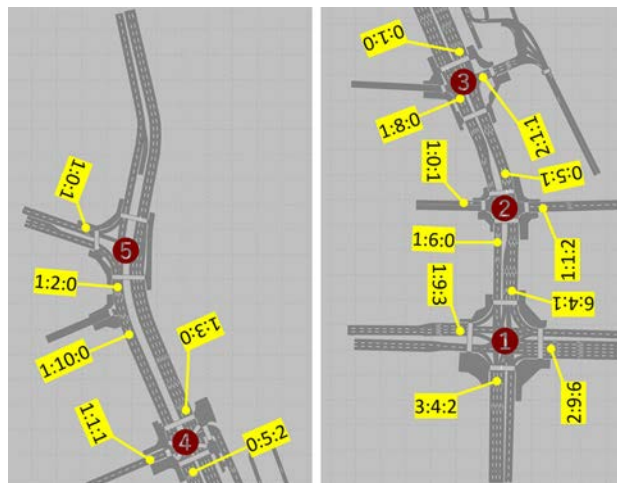


図-8 交差点での車両分流割合



図-9 横断歩道と右左折車両（交差点③）

図-9 に一例を示す。交差点③においては椿町線を東西に渡る歩行者が多くいるが、歩車分離となっておらず、図-9 に示すように、右左折車両の流れが歩行者の流れにより停滞することが多い。このような現状をシミュレーションに反映するために、破線で示す歩道領域から歩行者を発生させ、発生領域と横断歩道により接続する対岸の歩行者領域へと向かうよう歩行者のルート設定を行った。交差点③の例においては、歩行者は灯器 1P と灯器 2P (図-7) に従って横断歩道を渡る設定である。

### (3) 地下駐車場の車路と駐車スペースの関係

図-10 に地下駐車場を示す。右端に北側入庫路、左端に南側入庫路が位置する構図となっている。駐車場内は一方通行であり、進行方向は矢印(⇒)で示すとおりである。図-11 に示すように、南北両方の入出庫路が利用できた当時では、北側入出庫路からの入庫車両が最短距離で北側入出庫路から出庫する場合(赤色実線)、破線で囲った範囲の駐車スペースを利用することができた。一方、南側入出庫路からの入庫車両が最短距離で南側入出庫路から出庫する場合(黄色実線)、二重線で囲った範囲の駐車スペースを利用することができた。北側入出庫路が閉鎖されている現在では、南側入出庫路から入庫した車両が図-11 に示す北側入出庫路カバーエリア内の駐車スペースを利用する場合には、図-12 の破線部分が示すように、駐車場内を余分に走行せざるを得なくなっている。

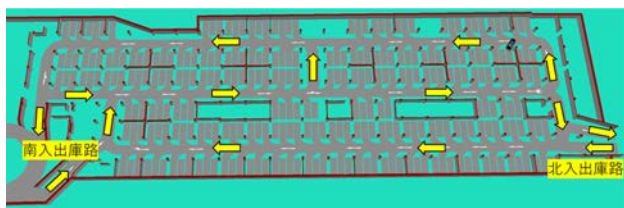


図-10 地下駐車場と車路 1

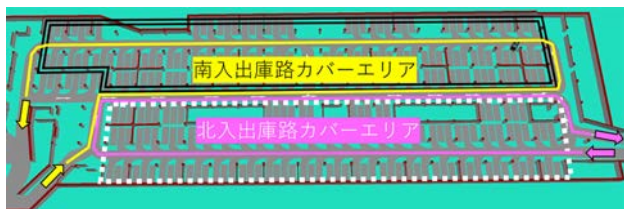


図-11 南北入出庫路のカバーエリア

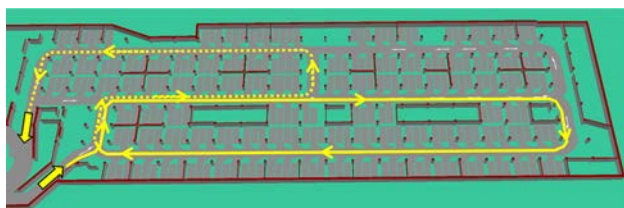


図-12 南入出庫路による代替走行ルート

## 4. シミュレーションとその結果

### (1) 車両数と歩行者数

9つの地点(図-5: [1]~[9])での1時間あたりに発生する車両数を図-13に示す。これらの発生車両数は、断面Aと断面B(図-5)において名古屋市により計測された車両数とほぼ等しくなるよう、各交差点での車両の分流比率(図-8)に基づいて計算した。ただし、後述するエスカ地下駐車場を利用する車両は、図-13に示す台数には含まれていない。

5つの交差点(図-8)において、横断歩道を渡る歩行者の流れを図-14に示す。交差点④は最も歩行者が多い交差点であるため、横断歩道がスクランブル方式になっている。その他の交差点では、一般的な車路を横切り対岸の歩道へとつながる横断歩道が設置されている。図-14においては、歩行者の横断方向が矢印と方角を表すアルファベットで示してある。例えば、交差点①において、北進する歩行者は1Nと2Nが付随した矢印で示してある。交差点④においては、歩道を南西から北東に斜めに横切る歩行者の流れはNEが付随した矢印で示してある。

各交差点での1時間あたりの横断歩行者数を図-15に示す。例えば、交差点①において、北進する歩行者は110名(1N)と130名(2N)である。交差点④での西進する

| 地点 | [1] | [2] | [3] | [4] | [5] | [6] | [7] | [8] | [9] |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 台数 | 730 | 904 | 980 | 60  | 140 | 120 | 50  | 130 | 630 |

図-13 各地点での発生車両数

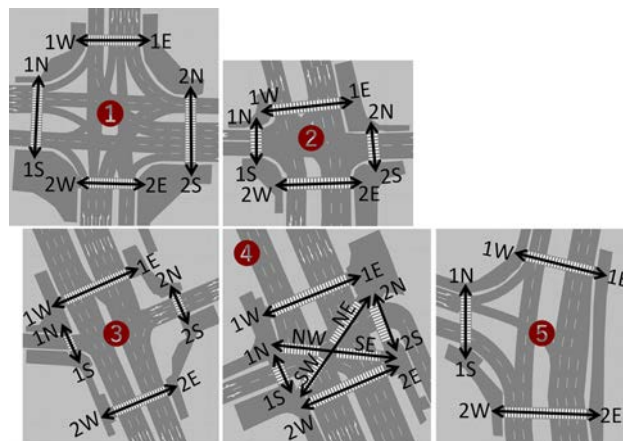


図-14 交差点での歩行者の流れ

| 交差点① |     |     |     |     |     |     |     | 交差点② |     |     |     |     |     |     |     |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1N   | 1S  | 2N  | 2S  | 1E  | 1W  | 2E  | 2W  | 1N   | 1S  | 2N  | 2S  | 1E  | 1W  | 2E  | 2W  |
| 150  | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 200  | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| 交差点③ |     |     |     |     |     |     |     | 交差点④ |     |     |     |     |     |     |     |
| 1N   | 1S  | 2N  | 2S  | 1E  | 1W  | 2E  | 2W  | 1N   | 1S  | 2N  | 2S  | 1E  | 1W  | 2E  | 2W  |
| 300  | 200 | 220 | 150 | 200 | 150 | 300 | 580 | 700  | 460 | 90  | 570 | 670 | 570 | 300 | 460 |
| 交差点⑤ |     |     |     |     |     |     |     | 交差点⑥ |     |     |     |     |     |     |     |
| NE   | NW  | SE  | SW  |     |     |     |     | 1N   | 1S  |     |     | 1E  | 1W  | 2E  | 2W  |
| 200  | 50  | 70  | 60  |     |     |     |     | 470  | 640 |     |     | 60  | 50  | 230 | 50  |

図-15 各交差点での横断歩道利用者数



歩行者（1W）が900名と際立って多いことがわかる。図-15に示す歩行者数は2019年7月28日金曜日の14時～16時の現地調査によるものである。

## (2) 地下駐車場利用車両数と経路

地下駐車場を利用する車両は、そうでない車両（図-13に示した車両）とは別に発生させた。1時間あたり40台の車両が駐車場を出入りする前提でシミュレーションを行った。南北両方の出入庫路が利用できていた時期と、南入出庫路のみが利用できる現在とでは、駐車場を利用する車両の駐車場へのアクセルルートが異なるため、以下に述べる2つのケースに分けて必要な条件を設定した。

### a) 南北入出庫路が共に利用できる場合

北入出庫を利用する車両を1時間あたり16台（全体の4割）、南入出庫路を利用する車両を1時間あたり24台（全体の6割）と設定した。北入出庫路を利用する車両は、往路として地点[9]（図-5）で発生し、椿町線を南下して北地上入庫口（図-16）から地下駐車場へと向かうよう設定した。復路は北地上出庫口（図-16）から椿町線へと合流して地点[9]まで戻るよう設定した。以後この往復経路をR9と呼ぶことにする。

南入出庫路を利用する車両は合計24台であるが、4か所の地点（図-5の[1]、[2]、[3]、[8]）から1時間あたり各4台の割合で発生するように設定にした。それらの経路

の詳細を順に述べる。地点[1]から発生した車両は椿町線を北上して交差点④（図-16）で右折して支線に入り南下して南地上入庫口から駐車場へと向かう（往路）。復路は南地上出庫口から支線道路へと乗り入れ、交差点③（図-16）で左折して地点[1]へと戻る（復路）。以後この往復経路をR1と呼ぶことにする。

地点[2]から発生した車両は名古屋津島線を交差点①まで東進し（図-5）、この交差点を左折する。これより先はR1と同じである（往路）。復路は交差点①までR1と同じ経路であり、この交差点で右折して地点[2]に戻る（復路）。以後この往復経路をR2と呼ぶことにする。

地点[3]から発生した車両は名古屋津島線を交差点①まで西進し（図-5）、この交差点を右折する。これより先はR1と同じである（往路）。復路は交差点①までR1と同じ経路であり、この交差点で左折して地点[2]に戻る（復路）。以後この往復経路をR3と呼ぶことにする。

地点[8]から発生した車両は交差点⑤（図-5）右折して椿町線を交差点④まで南下し、この交差点を左折する。これより先はR1と同じである（往路）。復路は交差点③（図-16）で右折して椿町線を北上し、交差点⑤で左折して地点[8]まで戻る（復路）。以後この往復経路をR8と呼ぶことにする。

### b) 南入出庫路のみが利用できる場合

南入出庫路のみが利用できる現在では、かつて北入出

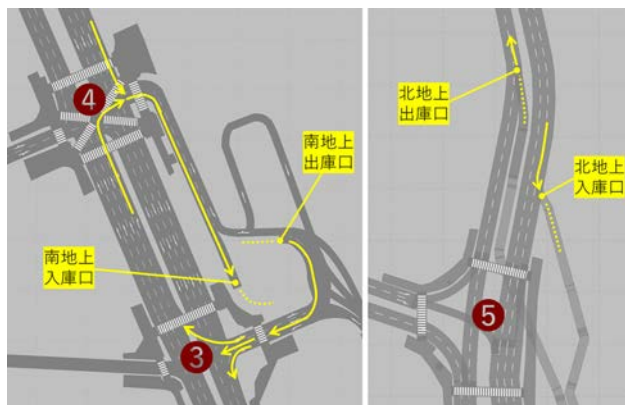


図-16 地上入出庫口と車両アクセス経路

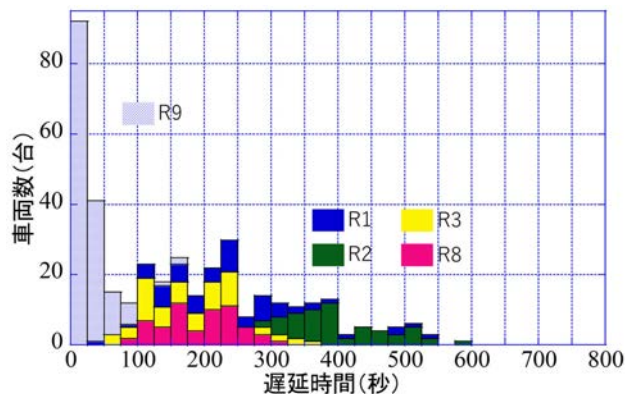


図-18 遅延時間分布（北入出庫路が利用できる場合）

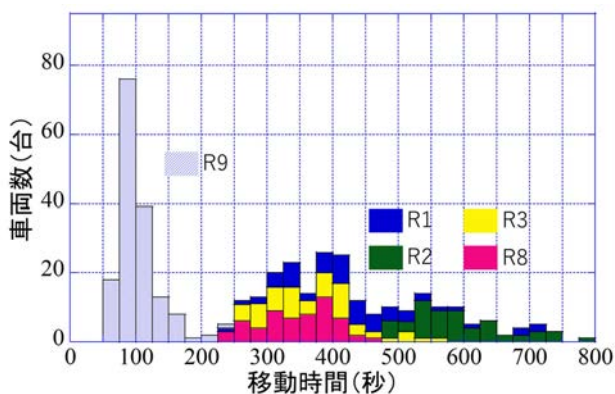


図-17 移動時間分布（北入出庫路が利用できる場合）

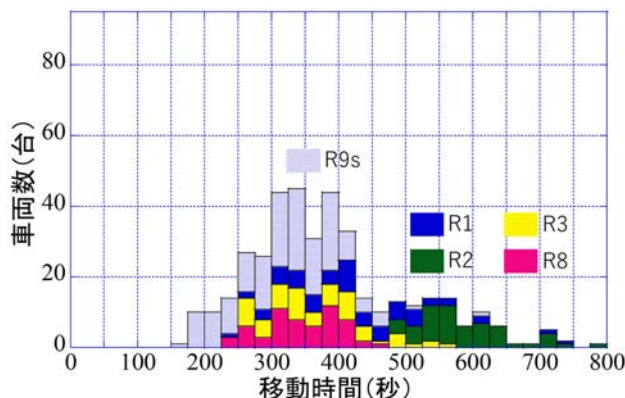


図-19 移動時間分布（南入出庫路のみの場合）

庫路を利用していた車両がたどっていた経路（R9）が、現在においては、南入出庫路を利用する経路に変更されたと考えてよい。その他の経路（R1, R2, R3, R8）は過去も現在も南入出庫路を利用する経路に変わりはない。

かつて経路 R9 を使っていた車両は、北入出庫路が利用できないため、椿町線を交差点④まで南下し、この交差点を左折して南地上入庫口へと向かう経路をたどることになる（往路：図-16）。復路は R8 と途中まで同じであり、交差点⑤（図-5）を直進して地点[9]へ戻ることになる（復路）。以後この往復経路を R9s と呼ぶことにする。経路 R9s を利用する車両数は R9 と同様、1 時間あたり 16 台とした。

### (3) シミュレーション結果

北入出庫路の閉鎖が地下駐車場の利便性にどのように影響を与えているかを分析するために、6 つの経路（R1, R2, R3, R8, R9, R9s）において、発生地点から地下入庫口に到着するまでの時間（往路）と、地下出庫口から発生地点に到着するまでの時間（復路）を合計した往復に要する時間をシミュレーションにより算出した。10 時間分に相当するシミュレーションを行った。

#### a) アクセス性における南北入出庫路の特徴

図-17 に北入出庫路が利用できる場合の往復に要する移動時間のヒストグラムを示す。横軸は移動時間（秒）であり、各ビンの幅は 25 秒である。縦軸はそのビンに該当する移動時間を要した車両の度数（台）である。ハッチングのビンは北入出庫路を利用する経路 R9 での移動時間の度数であり、南入出庫路を利用する 4 つの経路（R1, R2, R3, R8）での移動時間の度数は 4 種類の異なる色のビンで示してある。

図-17 から明らかなように、北入出庫路を利用する車両（R9）の移動時間（平均：101 秒）は、南入出庫路を利用する車両（R1, R2, R3, R8）の移動時間（平均：436 秒）に比べ、極めて短いことがわかる。この理由は、経路 R9 には交差点が含まれていないが、他の 4 つの経路（R1, R2, R3, R8）には複数の交差点が含まれているため、交差点での信号待ち時間と、横断歩道を渡る歩行者を優先することによる右左折車両による渋滞が原因となり、移動時間に大差が生じていると考えられる。

具体的にどの程度、これらの原因により遅延が発生するかを図-18 のヒストグラムに示す。横軸は遅延時間（秒）であり、ビン幅は 25 秒である。経路 R9 での平均遅延時間は 22 秒であり、他の 4 つの経路（R1, R2, R3, R8）での平均遅延時間は 257 秒である。

このことから、北入出庫路は南入出庫路比べ時間的アクセス性が良く、利便性に優れているといえる。

#### b) 北入出庫路の機能を南入出庫路が担う場合

図-19 に南入出庫路のみが利用できる場合の移動時間のヒストグラムを示す。ビンが色付けされているのは 4 つの経路（R1, R2, R3, R8）であり、ハッチングされているビンは北入出庫路が利用できないために、南入出庫路の利用へと経路変更になった経路 R9s である。

図-19 を図-17 と比べることで、経路 R9 から経路 R9s への変更により、移動時間が大きく増加していることが容易にわかる。かつて交差点を含まない経路であった R9 は、今や他の 4 つの経路（R1, R2, R3, R8）と同様、複数の交差点を含む経路と変わらなくなっているため、大幅な移動時間の増加となっている。具体的には、経路 R9s の移動時間の平均が 320 秒であるため、約 3 倍の増加である。

北入出庫路を利用していたユーザにとっては、北入出庫路が再度利用できるようになるまで、利便性の低下を許容せざるを得ない状況であることがわかる。

## 5. おわりに

名古屋駅新幹線ホームに隣接するエスカの地下駐車場について、リニア中央新幹線の工事により南北の 2 か所の入出庫路が南入出庫路 1 か所へと工事完了まで一時的に減少することが、どの程度駐車場の利用者に対して影響を与えるかを利便性の面からシミュレーションにより検証した。エスカと平行に南北に走る幹線道路から駐車場へのアクセス時間を評価基準にした。かつて北入出庫路を利用していたユーザは、北入出庫路の閉鎖により、現在は南入出庫路まで迂回する必要がある。その経路には複数の交差点が含まれるため、北入出庫路を利用していた当時より、現在ではアクセス時間が 3 倍程度に増加していることが明らかになった。

## 参考文献

- 1) 廣井悠，地下街減災研究会：知らざる地下街，河出書房新社，2018.
- 2) JR 東海：リニア中央新幹線の工事計画，[https:// linear-chuo-shinkansen.jrcentral.co.jp/ plan/](https://linear-chuo-shinkansen.jrcentral.co.jp/plan/)，（アクセス 2019.9）
- 3) 中村栄治，山本義幸，成澤守，沼川清久：螺旋状地下構造物の 3 次元レーザ計測による現状把握～エスカ地下駐車場を例として～，地下空間シンポジウム論文・報告集，第 24 巻，土木学会，pp. 42-45，2019.
- 4) PTV Group:Vissim, [http://vision-traffic.ptvgroup.com/jp/ 製品/ptv-vissim/](http://vision-traffic.ptvgroup.com/jp/製品/ptv-vissim/)，（アクセス 2019.9）
- 5) 交通工学研究会：改訂交通信号の手引き，丸善，2006.
- 6) 名古屋市：平成 27 年度名古屋市一般交通量概況 全国道路・街路交通情勢調査報告書（道路個通センサス），2015.

## TRAFFIC FLOW SIMULATION IN ESCA UNDERGROUND PARKING FACILITY

Eiji NAKAMURA, Norimitsu KOIKE, Tsuyoshi MATSUKAWA ,  
Mamoru NARUSAWA

This report describes traffic flow simulation results performed for a parking facility of underground mall called ESCA located in the west region of Nagoya Station. The parking facility, one floor beneath the shopping area of ESCA, originally had two ramps, one in its north edge and the other in its south edge. In the ongoing construction activities of the Chuo Shinkansen maglev line, the north edge ramp was closed two years ago and the south edge ramp is the only one that allows vehicles to go in and out of the parking facility until the north edge ramp is in operation again in some future. By focusing on the accessibility to the parking facility from the main street that runs parallelly along ESCA, how this closure of the north edge ramp affects the parking facility users is analyzed via traffic flow simulations. It is found that the travel time of vehicles coming from north regions of ESCA, that were able to use the north edge ramp before, increases by three times in average due to making a detour to the south edge ramp.