

都心エリアの駐車場のビル間融通を前提にした 整備台数削減と融通台数の関係

磯野 昂士¹・木全 淳平¹・福本 大輔¹・加藤 昌樹¹・渡邊 仁²

¹正会員 一般財団法人計量計画研究所（〒162-0845 東京都新宿区市谷本村町 2-9）

E-mail: kisono@ibs.or.jp, jkimata@ibs.or.jp, dfukumoto@ibs.or.jp, masakikato@ibs.or.jp

²非会員 大手町・丸の内・有楽町地区駐車環境対策協議会
（〒100-0004 東京都千代田区大手町 1-6-1 大手町ビルディング）

E-mail: omu123@vanilla.ocn.ne.jp

大手町・丸の内・有楽町地区では、駐車場の附置義務に関して東京都条例に基づく地域ルールが策定されており、大規模ビルに附設する駐車場について需要予測に基づいた台数で整備が可能になっている。需要予測では、建物の特性等を考慮しながら個別ビルの年間の需要変動を考慮した推計がなされてきた。しかし、異なるビル同士の間で、満車時に一時的に互いのビルの駐車場へ誘導する等の「融通」を前提にすることで、個別ビルの年間変動を相殺し、より少ない整備台数でも需要に対応できる可能性がある。本研究では、融通による削減可能な整備台数、整備台数を削減した場合に生じる融通の量、及び融通を抑えるための工夫の三点について明らかにする。

Key Words: parking capacity, simulation, optimization

1. 研究の背景・目的

大手町・丸の内・有楽町地区（以下、大丸有地区）は、2017年時点で101棟のビルに4,300事業所、28万人の従業員が働く¹日本を代表する国際ビジネス地区である。また、同地区は日本の鉄道網の中心である東京駅と、5路線の地下鉄が利用可能な大手町駅ほか複数の鉄道・地下鉄駅を有しており、鉄道の利便性が極めて高い地域である。このような交通特性を背景に駐車場の附置義務に関しては東京都条例に基づく地域ルールが策定されており、地域や計画建物の特性を考慮した需要予測に基づいた台数で整備することが可能となっている。

大丸有地区における地域ルールに基づく附置義務緩和申請で求められる一般時間貸し駐車場の需要推計では、駐車需要の年間変動を考慮して、対象のビルが年間を通じて需要にほぼ対応できるような駐車場整備台数を求めることが多い²。すなわち、「個々のビルが変動する個々の駐車需要にそれぞれ対応できる分の台数を整備する」という考え方を基本に、需要推計やそれに基づく緩和申請がなされている。

しかし、あるビルの駐車場が特に混雑している時、別のビルの駐車場も同時に混雑しているとは限らない。ビル同士の年間の駐車需要のピークが同時に発生しない限り、仮にあるビルの駐車場が満車であっても他のビルの

駐車場は満車ではない場合がある。したがって、あるビルの駐車場が混雑した時には、入庫しようとする車両を一時的に別のビルの駐車場に入庫させること（以下、この動きを「融通」と呼ぶ）により、ビル同士で駐車需要の年間変動を相殺し合うことができる。これにより、さらに少ない整備台数でも年間の駐車需要に対応できるようになると考えられる。

ただし、この融通が多く発生してしまうことには二つの問題が考えられる。一つは、オペレーションの問題である。あるビルの駐車場が満車になった際、入庫しようとする車両を別のビルの駐車場に誘導するには、何らかの方法による誘導が必要である。融通が多く発生してしまうと、誘導の現場が混乱するリスクがある。もう一つは、利用者の利便を損なう問題である。ビルの駐車場に入庫しようとする車両は、そのビルに用事がある人が多いと考えられるため、別のビルに誘導されるとビル間を歩いて移動しなければならない。このような問題があることから、整備台数を何台削減できるか、ということに加えて、それによりどの程度の融通が生じるか、という整備台数と融通台数の関係について把握しておくことが必要である。

さらに、整備台数を削減すると融通台数は増加すると考えられるが、この融通台数は工夫すれば抑制することができる可能性がある。融通台数を抑える方法に関する

知見が得られれば、融通台数を抑えつつ整備台数をさらに削減できる可能性がある。

なお、ビルの駐車場間が専用の地下車路で接続されている場合は一体の駐車場とみなすことができるため、大量の融通が生じてもオペレーション上の問題は大きくないと考えられる。大丸有地区では地下車路の整備を推奨しており、実際にいくつかのビル間は地下車路で接続されている。地下車路での接続をしながらスムーズに融通を行うためには、駐車場内の分かりやすい満空表示や、車を降りた歩行者への分かりやすい案内や誘導等が重要になると考えられる。しかし、地下車路での接続の効果を必要整備台数の削減につなげる方法は確立していない。

2. 既存研究の整理と本研究のアプローチ

複数の駐車場を取扱い、入庫しようとする車両を誘導することに関していくつかの既存研究が存在する。山本ら（2005）³⁾は、複数の駐車場のネットワーク化による出入口の共有・複数化及び情報提供により駐車場内外の交通流動の最適化を試みている。その結果として、空き駐車マス誘導によるうろつき交通の削減や方面別出口誘導による地区交通への負荷軽減の効果及び必要性が確認されている。橋本ら（2013）⁴⁾は、オークションによって駐車スペースへの割当及び駐車料金の決定を行う駐車場予約システムを提案し、駐車場利用データを用いてシミュレーションを実施している。その結果、支払い意思額の高い利用者に駐車スペースを割り当てることができ、駐車場収入の増加が期待できることを明らかにしている。徳田ら（2015）⁵⁾は、駐車場情報と車両情報をもとに混雑状況の予測と交渉により駐車場の割り当てを行う手法を提案し、エージェントを用いたシミュレーションを実施している。混雑を事前予測して別の駐車場を駐車場管理者が提案することで各車両の駐車場探索時間の削減や総所要時間の減少する車両の増加等の効果が確認されている。中里ら（2020）⁶⁾は、ある駐車場に対して空車スペースができるまで待機し、空車スペースができたなら優先的に駐車できる事前予約システムを考えている。ドライバーの歩行距離制約と満車時に空車スペースが生じるまでの待ち時間を考慮した事前予約システムによる再マッチングを含む駐車場割り当てアルゴリズムを提案している。これらの研究は、いずれも複数の駐車場を考慮し、情報提供によって車両を誘導することを検討したものであるが、それによる整備台数の削減に着目したものではなく、整備台数の削減効果や、整備台数を削減した場合に生じる影響については明らかではない。

櫻井ら（2021）⁷⁾は、駐車場の集約化が歩行距離に与える影響を分析している。神戸市内の地区を対象に駐車

場選択モデルを構築し、既存の駐車場をなくし駐車場利用者が他の駐車場に移動するケースについて複数のシナリオを設定してシミュレーションを実施している。その結果、地区全体の駐車場容量を削減しても地区全体としては全ての車両を収容することが可能であること、各駐車場の利用者の利用実態を考慮して駐車場を組みあわせて集約することで利用者の徒歩距離に与える影響を小さくできることを示している。複数駐車場間の融通は、複数駐車場を一つの駐車場とみなして運用することとも解釈でき、この点では集約駐車場と共通する性質を持つ。しかし、集約駐車場の容量の最小限度や、集約駐車場の容量を大幅に削減した場合の利用者や駐車場管理者への影響、及び利用者や駐車場管理者への影響を低減する運用方法や誘導方法については示されていない。

岩沢ら（2021）⁸⁾は、高速道路休憩施設のうち従来の大型車専用マスを、場内の混雑状況に応じて小型車2台の縦列駐車を認める「兼用マス」に転換することについて、駐車エリア全体の稼働率向上にどれほど影響するかを分析している。休憩施設駐車場の車両利用データを用いた駐車空間再現シミュレーションを実施している。従来は個別に整備していた駐車場を一部兼用する点では本研究で取り扱うビル間の融通と共通しているが、兼用マスによる整備台数削減効果や、専用マス及び兼用マスへの適切な誘導等の運用方法については示されていない。

本研究では、大丸有地区に立地する二つのビルを対象に、一般時間貸し利用の4輪車の融通に関してケーススタディを行う。そして、①融通を前提にすることで整備台数をどの程度削減できるか、②整備台数を削減した場合に融通がどの程度生じるか、③融通を抑える方法は何か、の3点の問題を設定する。そして、大丸有地区に立地する二つの駐車場の入出庫実績データを用いて、集計分析、シミュレーション、融通台数最小化問題の定式化を通して、これらを明らかにすることを目的とする。

3. 分析に用いるデータ

本研究では、大丸有地区に立地する二つのビル（ビルA及びビルB）駐車場の入出庫実績データとして車番認証システムのデータを用いる。車番認証システムでは券種（一般/定期/荷さばき/二輪）や車種（乗用車/貨物車）の情報と共に車両1台1台の入出庫時刻が記録されている。本研究は二つのビル間の4輪車一般時間貸しの融通を検討対象としているため、入出庫データのうち定期貸しや荷さばき利用の車両を除去し、一般時間貸し利用の車両のみを分析対象として用いた。

この入出庫データから、時刻順に入庫台数と出庫台数を積み上げることで、ある時刻において駐車場内に存在す

る車両の台数（本研究ではこれを駐車台数と呼ぶ）を算出することが可能である。

なお、対象期間内に入庫及び出庫している車両のみを計算対象としたため、対象期間開始前に入庫して対象期間開始時にまだ駐車している車両、及び対象終了前に入庫して対象期間終了時にまだ出庫していない車両の駐車台数は考慮できない。しかし、多くの場合駐車時間は 1 日以下であるため、計算期間初期の 1 日間と最後の 1 日間を除けば、概ね実際の駐車台数を再現できていると考えられる。

表-1 2つのビルの分析対象データ

項目	Aビル	Bビル
券種	一般時間貸しのみ	
車種	二輪車を除く全ての車種	
期間	2021年4月1日~2021年9月30日 の間に入庫かつ出庫した車両	
レコード数	49,020 台	17,509 台

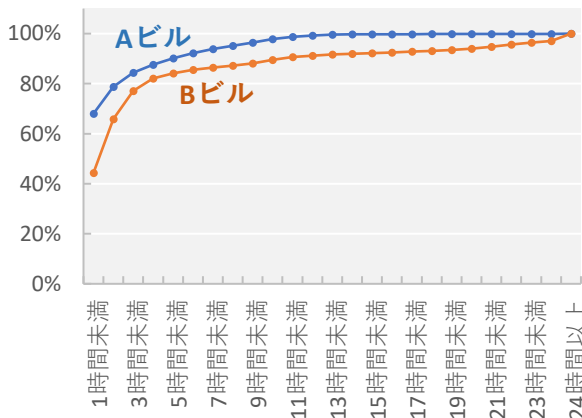


図-1 2ビルの四輪車一般時間貸しの駐車時間分布（累積）

4. 融通による台数削減効果

AビルとBビルの間で融通により必要整備台数を削減できる可能性があるのかどうかを確認するため、Aビル（Bビル）の駐車台数が多いときBビル（Aビル）の駐車台数が多いかどうかを確認する。図-2は、Aビル及びBビルの日別最大駐車台数をプロットしたものである。この図から、一方のビルが混雑している日にもう一方のビルも混雑しているとは限らないことがわかる。なお、同じ日の中でもAビルとBビルがそれぞれ最大駐車台数を記録した時刻が同じとは限らない。

次に、融通により何台まで整備台数を削減できるかを確認する。表-2は、融通有無別の最大駐車台数を比較したものである。「融通なし」の場合は、個別のビルの最大駐車台数に対応するだけの整備台数としなければ需要に

対応することができない。最大駐車台数はAビルで88台、Bビルで54台であるため、Aビルは88台、Bビルは54台、合計で142台の整備が必要になる。一方、「融通あり」の場合は、AビルとBビルを合わせた需要を、AビルとBビルを合わせた整備台数で対応できればよく、合計で114台の整備台数があれば需要に対応できることが分かる。図-2で見たように、AビルのピークとBビルのピークは一致していないことから、両ビル間で需要の年間変動は相殺されるため、「融通なし」よりも「融通あり」の方が必要整備台数が少なくなる。このように、融通によって必要整備台数は削減可能であることが分かった。

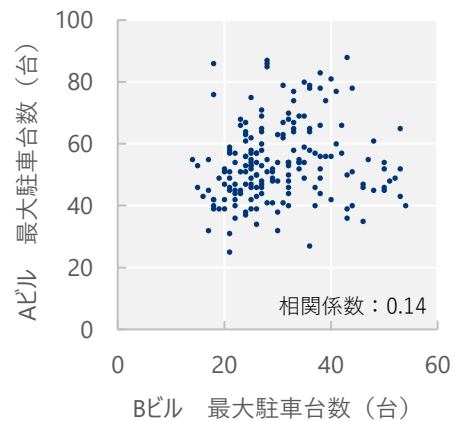


図-2 2ビルの日別ピーク駐車台数（相関係数：0）

表-2 融通有無別のピーク時駐車台数

融通の有無	Aビル	Bビル	計
融通なし (個別に整備台数を確保)	88 台	54 台	142 台
融通あり (両ビル合わせて整備台数を確保)	114 台		114 台

5. 整備台数と融通台数の関係

融通により整備台数を削減しても需要に対応できることが分かった。しかし、第1章で述べたように、整備台数を大幅に削減すると融通が大量に生じる可能性があり、オペレーションの混乱が生じる可能性や、多くの利用者の不便を強いる可能性がある。そこで本章では、実績入出庫データを用いて、整備台数を仮に削減した場合を想定したシミュレーションを行い、融通台数を算出する。

(1) シミュレーションの実施

a) シミュレーションの概要

満車になった時に入庫しようとする車両が融通される、

という現象を表現するため、以下に示す手順でシミュレーションを実施した。

まず実績データを、1 行が 1 入庫あるいは 1 出庫になるよう整形する。これを時刻昇順にソートし、上から順に、次に示す処理を行う。入庫の場合は実績ビルが満車ではないなら実績データで入庫していたビルに入庫、満車であれば別のビルに入庫する。ここで入庫したビルを記録しておき、入庫したビルの駐車台数を 1 台増やす。なお初期の駐車台数は 0 台とする。出庫の場合は入庫していたビルから出庫させ、入庫していたビルの駐車台数を 1 台減らす。これにより、実績データ上で A ビル・B ビルに入庫していた個々の車両が、全く同じ入庫時刻・駐車時間で整備台数を削減した駐車場へ入庫してきたときに融通されるかどうか、を計算することができる。

b) シミュレーションケースの設定

このシミュレーションでは、ビルの整備台数を予め設定する必要がある。ここでは、ビル A は単体で需要に対応できる程度の台数として常に 88 台で固定する。一方、ビル B の整備台数は単体で需要に対応できる台数の 54 台を基準として 2 台減らしたケース、4 台減らしたケースというように、2 台ずつ減らしたケースを設定し、シミュレーションを実施した。A ビルが既に存在し A ビル単体で A ビルの駐車需要に対応できている状況下で B ビルを新たに建設する場合の整備台数の検討、という場面を想定している。

(2) シミュレーションの結果

シミュレーションの結果を図-3 に示す。横軸は整備台数を表しており、右から左にかけて B ビルの整備台数を 2 台ずつ減少させたケースを表している。縦軸は、A ビル→B ビルの融通と B ビル→A ビルの融通の両方の融通台数の合計である。整備台数を削減させるほど融通台数が増加しており、かつ整備台数を減少させるほど整備台数の減少に対する融通台数の増加が大きくなっている。このように、整備台数を大幅に減らすと大量の融通が生じることがわかった。なお、B ビルの整備台数を 26 台まで減少させたケースの融通台数は 2,364 台であり、うち 2,135 台が B ビル→A ビルの融通である。B ビルの総入庫台数は表-1 に示す通り 17,509 台であるため、そのうちの約 12% が A ビルに融通される計算になる。

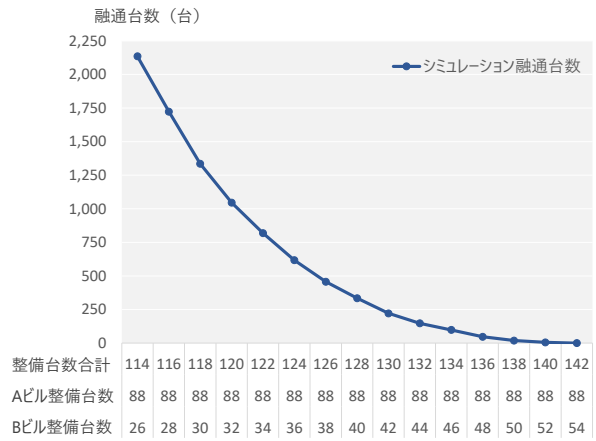


図-3 整備台数と融通台数の関係 (シミュレーション結果)

6. 融通台数を抑える運用方法の工夫の可能性

整備台数を大幅に削減した場合、大量の融通が生じることが分かった。本章では、第 5 章で設定した「満車になったら融通する」という運用よりも融通台数を削減する方法があるか、最大限抑えようとするとどのようになるか、整数線形計画問題を用いて分析を行う。

(1) 整備台数最小化問題の定式化

a) 変数の定義

まず、融通台数最小化問題の定式化で共通して用いる添え字と集合について定義する。車両を $n \in N$ 、駐車場を $i \in Z$ 、時刻を $t \in T$ とする。時刻 t においていずれかの駐車場に駐車している車両の集合を Nt とする。 Nt は、車両の入庫時刻と出庫時刻から予め求めることができる。

操作変数は、車両 n を駐車場 i に入庫させるかどうかを表す $p_{in} = \{0,1\}$ とする。車両 n を駐車場 i に入庫させる場合は 1、そうでない場合は 0 とする。

外生変数は、車両 n を駐車場 i に入庫させる場合の重み w_{in} 、駐車場 i の駐車場容量 (駐車マス数) C_i 、実績の駐車場選択結果 \bar{p}_{in} 、実績データのうち最終の入庫時刻 t_{max} 、実績データにおける車両 n の入庫時刻 t_n 、十分大きい実数 M とする。 \bar{p}_{in} は実績データで車両 n が駐車場 i を選択していた場合は 1、それ以外は 0 とする 0-1 の外生変数である。

b) 目的関数

目的関数を式(1)(2)に示す。車両が融通される場合のみ、重みの分だけの正の値をとる式としている。このように重みを設定することで、先に入庫する車両ほど、融通される場合の重みが大きくなるため、目的関数の値が等しい解が複数生じることを回避できる。このように設定した理由は、実際の運用を考えたとき、事前に混雑を予測して車両を融通させるよりも駐車場が混雑してき

てから融通させるほうが容易と考えたためである。ただし、融通台数最小化が目的であるため、先に入庫する車両を 1 台融通するよりも後から入庫する車両を複数台融通する方が目的関数の値が改善することは避ける必要がある。このため重みの最大値と最小値の比率には 2 未満である必要がある。

$$\min_p \sum_{n \in N} \sum_{i \in Z} w_{in} p_{in} \quad (1)$$

$$w_{in} = \begin{cases} 0 & \text{if } \bar{p}_{in} = 1 \\ 1 + t_{max}/t_n/M & \text{if } \bar{p}_{in} = 0 \end{cases} \quad n \in N, i \in Z \quad (2)$$

c) 制約条件

制約条件を式(3)(4)のように設定した。式(3)は、車両 n はいずれかの駐車場に入庫しなければならないことを意味する。式(4)は容量制約であり、駐車場に駐車している台数は常に駐車場容量以下でなければならないことを意味する。

$$\sum_{i \in Z} p_{in} = 1 \quad \forall n \in N \quad (3)$$

$$\sum_{n \in N_t} p_{in} \leq C_i \quad \forall i \in Z, t \in T \quad (4)$$

(2) 計算設定

本研究では 2 箇所の駐車場 AB 間の融通を考えるため、駐車場集合は $Z = \{A, B\}$ とした。 t_{max} 及び t_n は、例えば 2021 年 4 月 10 日 23:59:00 であれば、 $410+23/24+59/60/24$ として計算した。 M は本研究では 2,000 とした。整備台数の設定は、第 5 章のシミュレーションと同様とした。

(3) 結果

a) 融通台数の比較

図-4 は、シミュレーション結果を示した図-3 に、融通台数最小化問題の解を追加したものである。最小融通台数は、概ねシミュレーションの融通台数の 1/2 程度になっている。このことから、「満車になったら融通する」のではなく何らかの運用上の工夫をすることにより、融通台数を最大で 1/2 程度までおさえられる可能性があることがわかる。

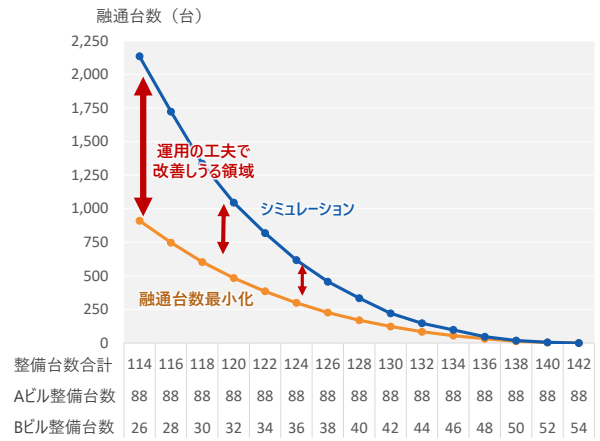


図-4 整備台数と融通台数の関係 (シミュレーション結果及び最小融通台数)

b) 融通された車両の比較

次に、融通台数最小化の最適解ではどのような車両を融通させているのかを確認する。図-5、図-6 は、A ビルの整備台数を 88 台、B ビルの整備台数を 26 台とした場合に全期間で融通された車両 1 台 1 台をプロットしたものであり、横軸は融通された車両の入庫時刻とその日のピーク開始時刻の差分を、縦軸は融通された車両の駐車時間を表している。ここで、ピーク開始時刻とは、実績データにおける各ビルの駐車台数が設定した整備台数にその日初めて達した時刻とした。このため横軸は「融通しなかったならばその日初めて満車になっていたはずの時刻(図中赤線)より前に入庫したか後に入庫したか」を表している。

シミュレーション結果を示した図-5 では、点は全て赤線の右側に存在する。これはシミュレーションでは満車になってから融通が初めて始まるためである。また、駐車時間は概ね 5 時間未満の領域で点が多く存在している。一方で融通台数最小化問題の結果を示した図-6 では、横軸が負で、かつ駐車時間が 10 時間前後の領域に点が多く存在している。このことから、「駐車場が満車になるよりも前に、長時間駐車する車両を予め融通させておく」ということが融通台数最小化問題の最適解になっていることが分かる。

c) 融通台数を抑えられる理由

このような結果となった理由として、ピークの継続時間が考えられる。例として、A ビルの整備台数を 88 台、B ビルの整備台数を 26 台とした場合の、ある 1 日に B ビルに入庫する予定だった車両の入庫時刻と駐車時間を図-7 に示す。図中の 1 本 1 本の横線は実績データにおける個々の車両の入庫時刻から出庫時刻までを表現しており、先に入庫した車両から順に描いている。灰色の横線は融通されなかった車両、色の付いた横線は融通された

車両を表している。縦の赤線は、シミュレーション結果においてその日はじめて満車になった時刻と、おなじくシミュレーション結果においてその日最後に満車が記録された時刻を表している。図中左側はシミュレーション結果を、図中右側は融通台数最小化問題の最適解を示している。どちらも実績データにおいて B ビルに入庫していた車両について描いているため、左右の図は色を除けば同一の図である。左右の図を比較すると、融通台数最小化問題の最適解では、シミュレーションで融通が始まる時刻よりも前に、駐車時間が長い車両を融通していることがわかる。一方シミュレーションでは、短時間駐車車両や長時間駐車車両を断続的に融通している。この日は 8 時頃から 16 時頃までの間に満車が断続的に生じていた。駐車場の混雑が長時間にわたって継続する場合、その間に入庫する車両も多く、シミュレーションではそれらを駐車時間に関わらず全て融通してしまうため、融通台数が多くなる。一方で、融通台数最小化のように、駐車場が混雑し始める前に入庫して混雑が終わってから出庫するような車両を先に融通しておけば、そうでない場合に比べて長時間余裕を確保することに繋がるため、ピークの時間帯に入庫しようとする多くの車両を融通する必要がなくなり、結果的に融通台数が抑えられていると考えられる。

7. まとめと今後の課題

本研究では、大丸有地区に立地する二つのビルを対象に、一般時間貸し利用の四輪車の融通に関してケーススタディを行った。そして、融通を前提にすることで整備台数を一定程度削減可能であること、整備台数を大幅に削減すると大量の融通が生じること、融通台数を抑えるためには駐車場が混雑するよりも前に長時間駐車する車両を予め融通しておくことが有効になりうるということがわかった。

実際の駐車場整備台数の検討に応用していくにあたり、今後の検討課題として以下が挙げられる。

(1) 需要推計への反映に向けた課題

需要推計への反映に向けた課題は二点ある。まず一点目は、実際には常に余力のある駐車場が存在し、これの活用についての検討である。本研究では、2つのビル駐車場がいずれも個別の需要に対応できる最低限の整備台数が整備されている状況を起点としており、融通により駐車需要の年間変動を相殺することで、そこからさらなる整備台数の削減を可能にする、ということを検討した。しかし、ビルの駐車場は実際には余裕をもって整備されている。前述のように、需要推計では個別のビルが年間

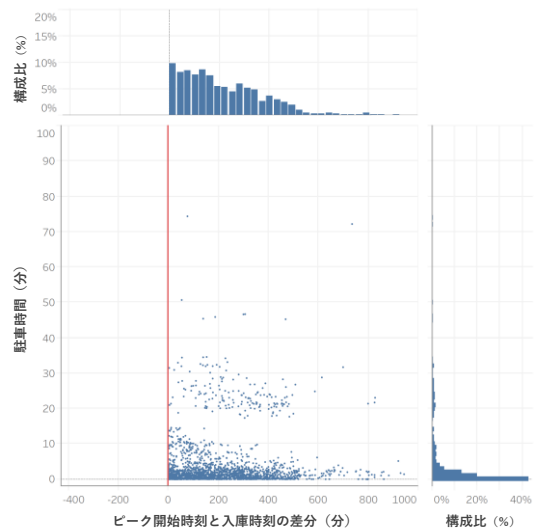


図-5 融通車両の入庫時刻と駐車時間（シミュレーション）

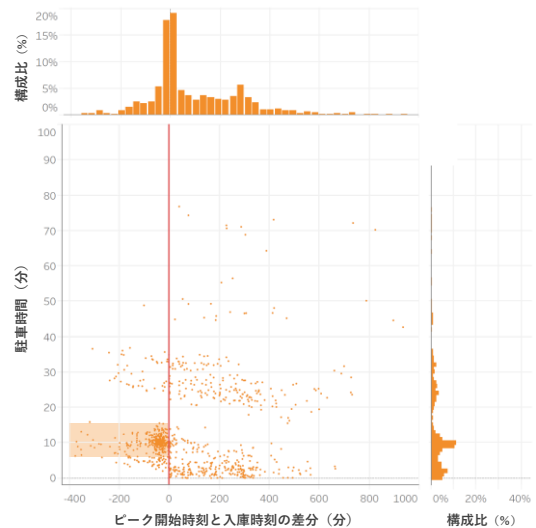


図-6 融通車両の入庫時刻と駐車時間（融通台数最小化）

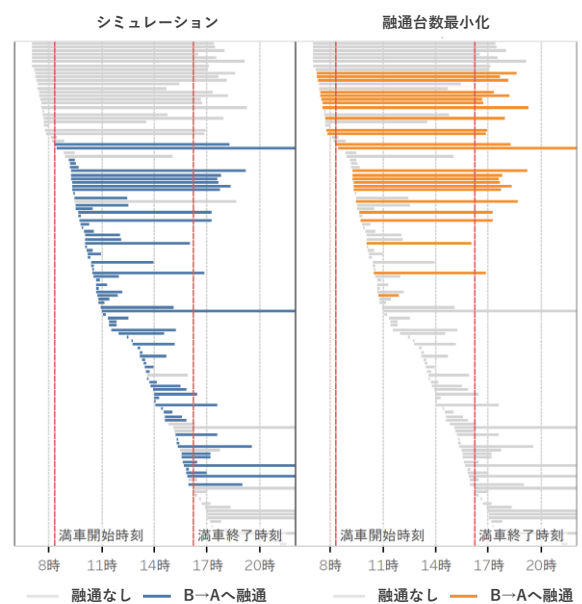


図-7 ある 1 日に入庫した車両の入庫時刻と駐車時間

を通じて需要にほぼ対応できるような駐車場整備台数が推計されているが、実際の整備台数は空間的制約や安全側の判断等により多めに整備されることがある。また需要推計時から需要が低下することにより、今となつては需要に対して駐車場容量が多く、年間を通じて常に余力があるビルが一部存在する。このように余力があるビルの余力の分を、新規に開発するビルの駐車場の融通先として活用することができれば、地区全体でより適切な整備台数が実現できると考えられ、検討が必要である。ただし、これを大規模に実施すると融通台数が大量に生じる点は注意が必要である。

二点目は、新規に開発するビルのデータが存在しないことへの対応である。新規に開発するビルに関しては当然ながら実績の入出庫データは存在しないため、本研究のように計算することは不可能である。本研究で用いた A ビル・B ビルの組み合わせの結果が他のビルにも同様に当てはまるとは限らない。既存ビルの建替えであれば既存ビルのデータを活用できる可能性があるが、対応については検討が必要である。なお、既に存在するビル同士の融通に関しては本研究で示した手法で計算が可能であり、それにより生じる駐車場空きスペースを駐車場以外の用途に転換することは検討可能と考えられる。

(2) 融通台数を抑える現実的手法の検討

本研究では融通台数を抑えるためには駐車場が混雑するよりも前に長時間駐車する車両を予め融通しておくことが有効になりうることを示したが、これはあくまで最適解の特徴のうちの一部である。この方法だけで融通台数をどの程度抑えられるのかは明らかではない。また実際に実行するには、駐車場混雑の事前予測と、長時間駐車車両を対象にした誘導施策が必要である。駐車場混雑の事前予測については、実績入出庫データを用いてどの程度可能か検証することが考えられる。長時間駐車車両を対象にした誘導施策については、例えば駐車場予約サービスを活用したダイナミックプライシング等が考えられるが、実際にどの程度効果があり、その結果としてどの程度全体の融通台数を抑えることができるのか、検討が必要である。

謝辞

本研究は、大手町・丸の内・有楽町地区駐車環境対策協議会からの委託成果を用いてとりまとめたものである。ここに、関係各位へのご協力に深謝申し上げる。

参考文献

- 1) 一般社団法人大手町・丸の内・有楽町地区まちづくり協議会：The Council for Area Development and Management of Otemachi, Marunouchi, and Yurakucho 2021, pp.17, 2021
- 2) 大手町・丸の内・有楽町地区駐車環境対策協議会：駐車施策からみたまちづくり, pp.75-139, 成山堂書店, 2019.
- 3) 山本裕一郎, 久保田尚, 池田正洋, 加藤雅大, 坂本邦宏, 高橋洋二：駐車場内外の交通状況を考慮した総合的な大規模駐車場管理システムの構築に関する研究, 第32回土木計画学研究発表会講演集 CD-ROM, 2005
- 4) 橋本創, 金森亮, 伊藤孝行：駐車場利用データに基づくオークション型駐車場予約システムのシミュレーション評価, 情報処理学会研究報告, Vol.2013-ICS-171, No.23, pp1-7, 2013
- 5) 徳田渉, Miguel A. Lopez-Carmona, 金森亮, 伊藤孝行：車両に対する自動交渉による駐車場割当手法の提案, 情報処理学会研究報告, Vol.2015-ICS-179, No.13, pp1-6, 2015
- 6) 中里拓哉, 滑川徹：事前予約システムによる再マッチングを用いた最適駐車場割当決定, 計測自動制御学会論文集, Vol.57, No.3, pp.185-194, 2020
- 7) 櫻井和輝, 小早川悟, 菊池浩紀, 田部井優也：駐車場利用者の徒歩距離からみた駐車場の集約化の影響分析, 交通工学論文集, Vol.7, No.2, pp.A_151-A_159, 2021
- 8) 岩沢誠・田中伸治・松行美帆子・有吉亮・中村文彦：高速道路休憩施設駐車場における兼用マスの導入効果に関する研究, 第 64 回土木計画学研究発表会・講演集 CD-ROM, 2021