

# エレベーターの最適利用を前提とする高層型大学校舎における 講義室割り当ての最適化に関する研究

日大生産工 (院) ○片渕 透子  
日大生産工 岩田伸一郎

## 1. はじめに

近年、社会のグローバル化に対応するため大学キャンパスの都市回帰が進み、高層型大学校舎の再配置計画が増加している。高層建物の移動にはエレベーター設備が必要不可欠である。一般に大学における授業教室割り当ては、教員の授業重複、出講可能日時、移動教室、連続講義、教室の重複利用、授業順序を考慮し、作成される。

授業教室割り当てを作成する際にエレベーター利用を最適に利用することを考慮する仕組みの確立は、高層型大学校舎計画を考える上で必要となる要素であり、高層型大学校舎の利用効率の向上をもたらすことが期待される。

導入の第一段階として、現在の高層型大学校舎講義棟の利用実態を把握する必要がある。

そこで本稿では、高層型大学校舎講義棟における「講義棟の教室利用率」や「エレベーター利用者の挙動」について、日本大学生産工学部の履修登録者データより学科別の学生の時間割モデルを作成し、大学校舎講義棟の利用実態の可視化を行う。

## 2. 研究方法

### 2.1 研究の概要

2章では、ケーススタディをする大学を設定する。

### 2.2 調査する事例設定

高層型大学校舎におけるエレベーターの利用実態を調査するため、高層型大学校舎の計画が増加している都市部に位置することが条件となる。

本稿では、対象として千葉県習志野市に位置する日本大学生産工学部を対象とする。日本大学生産工学部は実籾キャンパスと津田沼キャンパスの2つで、クォーターシステムの下、授業が構成されている。日本大学生産工学部は、工学系の9つの学科が設置されており、実習科目は各学科の実験棟で行われるため、講義棟では講義科目のみが実施される。

### 2.2.1 調査する高層型大学校舎講義棟の事例設定

分析結果を他の学部の講義棟計画でも活用することを想定するため、講義棟専用棟であることが条件となる。

本稿では、調査事例として表1、表2に概要を示す日本大学生産工学部37・39号館(以下、37・39号館)を選定する。37・39号館は工学系7学科の専門科目の講義を行う講義室専用棟として竣工した。どちらも建物の規模に対するエレベーターの設置台数は4台である。講義室専用棟は大学校舎として最も基本的でシンプルな機能の建物で、各学科のカリキュラムや分野の違いによる利用方法の著しい差が生じにくい。そのため、分析結果は一般性を有するものとして考える。

高層講義棟は講義室が一つの棟にまとまっていることが多いため、実際には37・39号館は分離しているが統一させ、14階建ての講義棟と想定し、調査する。(以下モデル講義棟)

表1 37号館の建築概要

建築面積	94,980.23㎡	諸室構成	
延床面積	10,783.66㎡	100人用講義室	12室
階数	地上8階	150人用講義室	16室
構造	鉄骨造	250人用講義室	1室
最高高さ	33.25m	300人用講義室	3室
昇降設備	17人用4台	400人用講義室	1室

表2 39号館の建築概要

建築面積	2,702.26㎡	諸室構成	
敷地面積	93,368.51㎡	120人用講義室	14室
延床面積	13,859.45㎡	150人用講義室	7室
階数	地上6階	225人用講義室	3室
構造	鉄骨造	大型ホール	1室
最高高さ	30.9m	工房・ギャラリー	1室
昇降設備	17人用4台	カフェテリア	1室

### 2.2.2 調査対象者

建物全体における学生の複雑な行動を調査から把握するのは困難であるため、利用実態を

Research on Optimization of Classroom Assignments in High-Rise University Buildings Based on Optimal Use of Elevators

Toko KATAFUCHI, Shinichiro IWATA

履修登録者データから学科別の学生の時間割モデルを作成し、予測する。

### 2.2.3 エレベーターの挙動設定

エレベーターシステムは、表2に示す講義科目専用の講義棟として使用されている37号館のエレベーターを事例とする。

表2 37号館のエレベーター仕様

積載量	1,150kg	最大速度	1.0m/s
定員	17名	かご天井高さ	2,250m
運転操作方式	VFジュブレクスコンプレッサー	トラック	無し
出入口の数	8箇所	定格速度	105m/min
停止階数	1~8階	加速距離	2.6m
戸の型式	コンパネルセンターオープンドア	加速時間	0.7s
出入口寸法	幅1,000m, 高さ2,100m	かごの内法	間口1,800m, 奥行1,500m
昇降道程	28,600m	ローカル区間走行距離	16.2m

## 2.3 既存の計画理論の概要

本稿ではエレベーター利用時の待機ピークを減らすことを目的とするため、「待機人数」、「待機時間」を評価指標とする。

利用者の時刻変動がある場合、ピーク時の待ちあふれの発生を考慮して集中率法がある。利用者ピーク時の5分間に到着する利用者数のどの程度の割合を全設置エレベーターで運ばれるのかを表す値である5分間輸送能力により計画の評価を行う。

$$5\text{分間輸送能力} = N \times 5 \times 60 \times r / R.T.T. \quad (\text{式1})$$

$$\text{平均運転間隔} = R.T.T. / N \quad (\text{式2})$$

$$R.T.T. = Tr + Td + Tp + T1 \quad (\text{式3})$$

r : 乗車数 (出勤時においては、かご定員×0.8)

N : エレベーターの台数

Tr : 走行時間, Td : 戸開閉時間

Tp : 乗客出入り時間, T1 : 損失時間

集中率は専用ビルと貸ビルの使われ方の性格に基づいて目安となる値が異なり、専用ビル25%、貸ビルで15%程度である。大学校舎は、専用ビルとしてこの解法が適用される。式1から5分間輸送能力と平均運転間隔の2つの値はバランスを考えるとエレベーターの計画では必要とされる。

表2に示す37号館のエレベーターの値および、日本エレベーター協会標準値における間口1,000mmの場合の、開閉時間=4.2s, K=0.9を用いることで

Tr=108.7, Td=16.0, Tp=29.9, T1=4.6と求まり、式3よりR.T.T.=159.2となる。

5分間輸送人数は式1より

$$P = 4 \times 5 \times 60 \times 13.6 / 159.2 \approx 102.4 \text{人}$$

と求められる。37号館では、校舎全体で行われる全講義の履修登録者の時間別総和のピークは月曜日の3時限目で、その数は2,667人である。5分間輸送能力が25%に近い値となるためには、この時間の履修登録者の6割弱の学生(102.4/0.25≈410人)がピークの5分間に集中することが想定されていると逆算できる。

## 2.4 高層型大学校舎の利用実態調査

本稿では、高層型大学校舎の利用実態について、講義棟教室の利用率、エレベーター利用者の挙動の2つを調査する。

### 2.4.1 講義棟教室の利用率

37号館で教室利用率の実態調査を行った。調査は2019年1Qの時間割のみ行った。コロナ禍の前でオンデマンド対応の講義がなく、対面講義のみが想定されているため講義棟内で人の移動の最大値を調査できる。調査は1週間のうち、ひと教室最大25コマ、講義を当てはめることができるとし、1週間の講義割り当て数を調査した。

### 2.4.2 エレベーター利用者の挙動

オフィスビルにおけるエレベーターの計画手法に従い、高層型大学校舎講義棟の利用者人数の挙動を確認する。既往研究より講義棟のエレベーター利用は講義間5分前後がピークタイムであることが明らかにされている。日本大学生産工学部では2限と3限の間に昼休みが設けられている。以上のことより、調査する時間は1限前、2限前、2限後、3限前、4限前、5限前、5限後の7種類とする。

本研究ではエレベーター待機時間のピークタイムを抑える事を目的とするため、エレベーターの利用者を待機場所、進行方向別に分け、図3から8に示す。エレベーターのシステム上、待機時間のピークタイムを抑えるには行き先情報より乗車階情報を調査することが必要となる。

考察のための指標として、次の3つの値に分ける。

- ① 「1階からの上昇人数」
- ② 「途中階からの上昇人数」
- ③ 「下降人数」

## 3. 結果と考察

### 3.1. 講義棟教室の利用率

37号館の各教室の週間利用率、曜日別利用率を図1に示す。

週間の講義棟教室の利用率を図1-1に示す。最も利用率が高いのは37-302の18コマである。次に利用率が高いのは37-605の15コマで、階段でのアクセスも許容できる2階教室の利用

率数は4コマで、比較的利用率が低いことが示された。このことより、実際の教室利用を階別にみると、利用率はまばらで、高さ方向で授業教室の割り当ては考慮されていないことが示された。

曜日別の講義棟教室の利用率を図1-2に示す。月曜日の教室使用率が最も高いことが示された。曜日別にみると、月、木曜日の教室利用率が高いことが示された。調査対象である日本大学生産工学部では、講義科目を週の前半に集中的に配置して週の後半に各学科における実習を配置するカリキュラムとなっており、また、教養科目では週二日に分けた講義も設けられているため、月曜日と木曜日の講義棟の利用率が高い。

曜日によって利用率に大きく差があるため、利用率を均等化する操作でもエレベーターの利用ピーク抑える事ができるのではないかと予想できる。

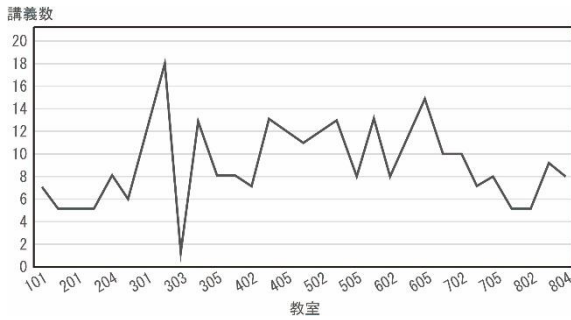


図.1 37号館の講義棟教室の週間利用率

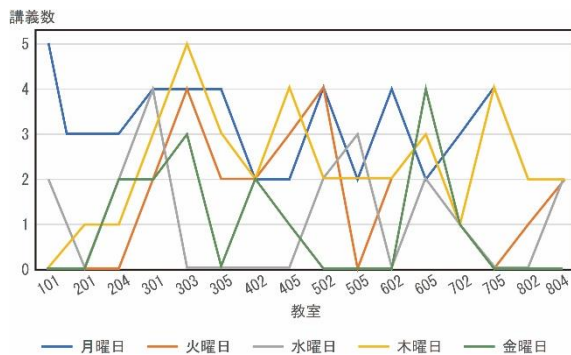


図.2 37号館の講義棟教室の曜日別利用率

### 3.2. エレベーター利用者の挙動

履修登録者数データとモデル時間割から算出した講義棟全体のエレベーター利用者時間別予測人数を示す。週間のエレベーター利用者の挙動を図8に、曜日別のエレベーター利用者の挙動を図3から7に示す。以上の調査結果を3点より比較し、考察する。

- [a] 週間のエレベーター利用者の挙動
- [b] 開講時間別で比較する
- [c] 曜日別で比較する

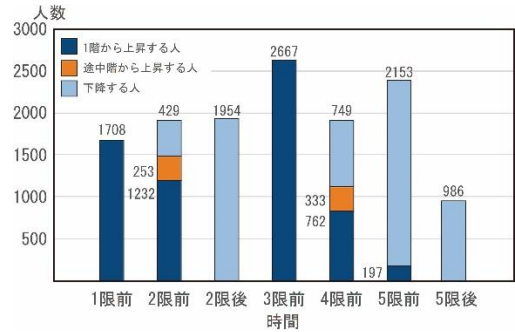


図.3 月曜日のエレベーター利用者の挙動

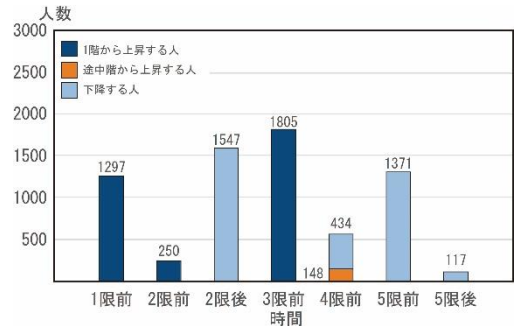


図.4 火曜日のエレベーター利用者の挙動

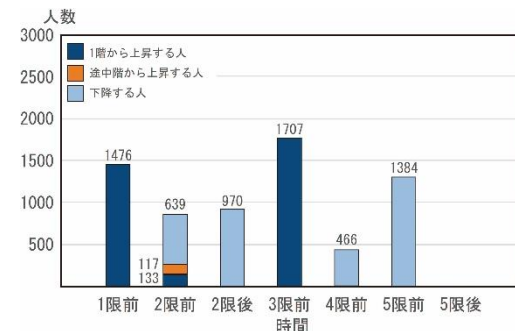


図.5 水曜日のエレベーター利用者の挙動

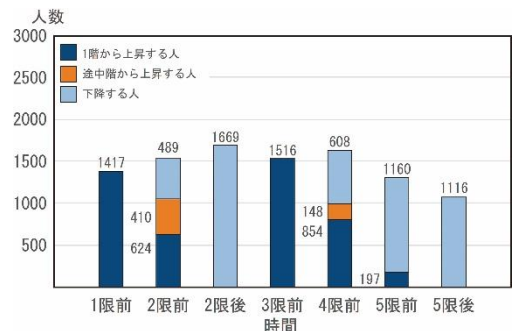


図.6 木曜日のエレベーター利用者の挙動

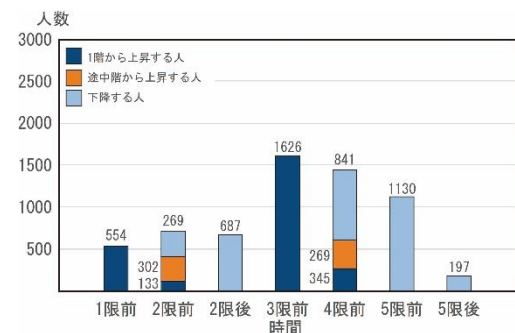


図.7 金曜日のエレベーター利用者の挙動

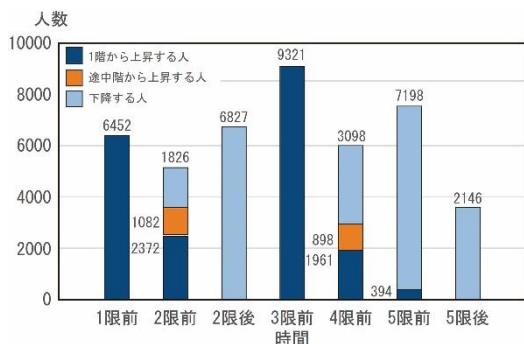


図.8 週間のエレベーター利用者の挙動

### 3.2.1 [a] 週間利用者の挙動の考察

最もエレベーター利用人数が多いのは3限前1階から乗車する学生で9,321人である。次に利用人数が多いのは1限前1階から乗車する学生で、6,452人である。基本的に1・3限前の1階からの上昇方向の利用者がピークであること示された。また、2限後、5限前、5限後は下降方向のエレベーター利用者が大半を占めている。大勢の移動方向が統一していること、時間によって移動方向が変わることが示された。このことから、講義を割り当てる曜日は変えず、開講時間を変える操作でもエレベーター利用のピークの緩和を見込める。

### 3.2.2 [b] 時間別比較の考察

1限前1階からの上昇方向のエレベーター利用者が最も多いのは月曜日の1,708人である。しかし、人数は曜日によってばらつきがある。週間を通して、途中階から上昇する人数が最も多くなるのは2限前である。5限前後では下降方向のエレベーター利用者がほとんどだが、人数には曜日によってばらつきがあることが示される。このことから、講義を割り当てる教室は変えずに、開講曜日を変える操作でもエレベーター利用のピークの緩和を見込める。

### 3.2.3 [c] 曜日別比較の考察

月曜日は講義数が多いことよりエレベーター利用者も多い。週間を通して利用者が多い1・3限前だけでなく、2・4限前のエレベーター利用者も多いことが示されている。火・水曜日は途中階からの上昇方向エレベーター利用者が少ないことから、2コマ連続の講義が配置されていることが予測できる。また、講義を割り当てる曜日は変えずに、開講時間の操作でもエレベーター利用のピークの緩和を見込める。木曜日は途中階から上昇する人数が最も多く、410人である。このことから1コマの講義がそれぞれの時間で配置されていることが予測できる。金曜日は他の曜日と比べ、1限前の上昇方向の

人数が少ない。3・4限に講義が集中していることが予測できる。

## 4. 今後の課題

今後の課題として、エレベーター利用者のすべての要素を考慮し、授業教室割り当てを作成するには、考慮すべき要素が無数に存在するため、次の段階として上昇方向のエレベーター利用者に限定し移動を考慮した時間割り当ての仕組みを作成する。下降方向には階段での移動を選択する場合も想定されるため条件となる要素を減らして検証する。エレベーター利用者の挙動についての調査より下降方向のエレベーター利用者の情報を除き、上昇方向の利用者情報を抽出し、本稿で利用したモデル時間割、モデル講義棟情報を使って授業教室割り当てを作成する。

## 5. まとめ

現在の高層型大学校舎講義棟の利用実態を調査した結果、講義棟と時間割配置の関係は学生の移動を考慮されず、組まれているため、エレベーター利用者が多い時間と少ない時間に極端に差が生じている。また、教室利用率も曜日によって利用率の低い教室があることが示された。

今後、上昇方向のエレベーター利用者に限定し移動を考慮した時間割り当ての仕組みを作成することは、高層型大学校舎利用の向上に十分に実用性があり、高層型大学校舎計画時にも実用性があると予想される。

## 参考文献

- 1) 岡田光正,高橋鷹志,新建築学体系13建築規模論,彰国社,1988
- 2) 藤岡茂,関根雅文,澤村晋次,オフィスビルにおけるエレベーターの輸送能力と建築計画,日本建築学会技術報告集第2号,
- 3) 辻大起,大学の高層校舎におけるエレベーターの利用実態その1-集中率方に基づく考察
- 4) 長岡俊介,大学の高層校舎におけるエレベーターの利用実態その2-階数別受講者数の時間変動-
- 5) 飯泉元気,小峯裕己,高層棟の大学施設におけるエレベーターの交通量実態調査に基づく交通計算の妥当性の検討
- 6) 日本建築学会編,建築と設備技術者のための調査・分析方法,井上書院,2002