

グループの時空間制約を考慮したジョイントアクセシビリティに関する研究 —COVID-19 対策下における学生の余暇活動を対象として— A Study on Joint Accessibility Considering Spatio-Temporal Constraints of Groups

東京大学工学部都市工学科都市計画コース 03-200127 稲垣航

Methods utilizing social network analysis are now being used in the field of transportation planning, and research targeting leisure activities related to social networks has been conducted in Japan. In addition, leisure activities often involve more than one person, and models for evaluating accessibility targeting multiple persons have been created. Furthermore, the global COVID-19 pandemic has brought changes in people's lives, such as limiting business hours and transitioning to online activities as a countermeasure against its transmission. In this study, I evaluated the joint accessibility of a group eating-out activity, using data from a survey of university students. Differences in accessibility due to infection control measures caused by the COVID - 19 pandemic and the composition of the group were analyzed as well. The results showed a significant decrease in accessibility in the situation of having dinner after club activities which lasted until 9:00 p.m. In addition, we found that the benefits of face-to-face classes were greater when members lived far from the group's base of activity, such as a college campus.

1. 研究の背景

Kowald ら [1]曰く、従来の交通計画は仕事関連の移動が主な対象であり、ゾーンごとに集計したモデルを用いた移動の分析手法が主流であった。しかし、余暇活動を目的とした移動の重要度・注目度の高まりや非集計モデルの発展により、個人属性や移動コストだけでなく移動主体の社会的な環境の影響を考慮した詳細な分析が可能になった。これにより、社会的ネットワークの分析を用いた交通計画の手法が近年利用され始めている。

また、近年複数の主体が参加する活動のアクセシビリティ評価の必要性が高まっている。時空間制約をもとに活動機会への参加のしやすさであるアクセシビリティを評価するモデルは数多くあるが、活動主体一人を対象にするものが多い。これに対し、交通分野において注目度の高まっている余暇活動は、複数の活動主体が共同で参加する機会が少なくない [2]。そのため、余暇活動の分析にあたって、複数主体の参加する活動のアクセシビリティを評価する枠組みの発展は必須であると言える。

さらに、2020 年以降、新型コロナウイルス感染対策の影響により、飲食店に対する営業時間短縮要請、終電時刻の繰り上げ、オンライン会議ツールの利用増加といった人々の活動に対する制限や変化が生じた。これらのことから従来のスタイルでの余暇活動を行うことが難しくなったことが予想される。

2. 既往研究

2.1 社会的ネットワークと余暇活動の関係の分析

日本においても社会的ネットワークに着目した交通分野における研究がなされてきている。Parady ら [3]は、被験者の社会的ネットワーク、社会的交流、外出先での余暇活動の関係を分析し、対面および ICT 上での交流頻度と距離やその他の要因との関係を共分散構造分析モデルによって明らかにしている。さらに Parady ら [4]によると、5ヶ国から集めた7つのデータセットを利用し、対面および ICT を用いた社会的交流頻度のパターンの共通点・相違点、個人やネットワークとの関連性、その効果の程度について明ら

かにしている。

2.2 同伴活動の実態

銭ら [5]によると、日本において1日の自宅外の活動の中で同伴活動の割合は平日で約4割、週末で約6割を占めている。したがって、外出先で行う活動を分析する際、活動主体単独の移動や活動についてのみ着目するのではなく、共同で活動を行う複数の主体の関係から分析を行う必要がある。

2.3 グループを対象としたアクセシビリティ評価

先述の通り、時空間制約に基づいたモデルやアクセシビリティを評価するモデルは、主に利用可能な交通手段を一つだけ持つ一人の活動主体を対象にしている。一方で、利用可能な交通手段が異なる複数の活動主体が共同で活動に参加する機会は数多く存在する。これを踏まえ、Neutens ら [2]は、時空間制約に基づき複数の主体が参加する活動機会を三次元の時空間プリズムとして表現する枠組みを提案した。さらに、Neutens ら [6]は、時空間制約に基づき複数人が共同で活動を行う際のある場所へのアクセシビリティを評価する「ジョイントアクセシビリティ(以下 JA)」の枠組みを提唱している。この指標は、ある地点における施設の魅力、活動参加者の移動時間、参加者全員が参加可能な時間の長さを変数として、ある地点に対して複数人のグループにおけるアクセシビリティを評価するものである。

3. 本研究の目的

ここまで述べたように社会的ネットワークとの結びつきから交流や余暇活動に関する分析をしている研究は存在する。一方、外出活動において他者を同伴する活動の割合は高く、複数人で行う余暇活動についてのアクセシビリティを評価した研究は少ない。そこで本研究では、Neutens ら [6]の複数人の活動におけるアクセシビリティを評価するモデルを利用し、実際の学生を対象として複数の活動主体が参加する余暇活動における JA を評価する。さらに、そのアクセシビリティが新型コロナウイルス感染対策下での活動に対する制限や生活の変化の影響をどの程度受けたか、またそれらの制限や生活変化の間の違いやグループの構成

メンバーによる影響の違いを明らかにすることを目的とする。

4. 研究手法

4.1 JA の概要

Neutens らの方法による JA の評価には、(1)活動に参加するメンバーの活動スケジュール、(2)活動を実行可能な場所の分布、(3)アンカーポイントから各活動場所への移動時間、の3つの変数が必要である。このうち(1)の活動スケジュールは、メンバーの行う時間的・空間的に固定された活動の情報を含み、その時間および地点が固定的なアンカーポイントとなる。

ある地点に対する具体的な JA の値 A は式(1)によって求められる。

$$A = \exp(\alpha \ln a + \beta \ln T - \lambda t) \quad (1)$$

式(1)内の a 、 T 、 t はそれぞれ地点の魅力度、滞在可能時間(min)、活動の前後の移動時間の合計値のメンバー間の平均(min)であり、 α 、 β 、 λ はそれぞれに対応するパラメータである。

4.2 本研究における JA の計算方法

本研究では、以下の①②をアンカーポイントに設定し、対象地域内の各地点で活動を行うことができる滞在可能時間を算出する。

①個人の意思で場所、時間を変更することが難しい活動(義務的な活動。例：部活動、アルバイト、就職活動、大学の講義)の地点と開始時刻および終了時刻

②終電時刻から計算した帰宅時間および睡眠時間・外出にかかる準備時間を考慮した自宅からの出発時間(場所は自宅とする)

また、複数人が共同で行う余暇活動のうち対象を会食に限定し、2~3 人のグループが会食を行うことを想定し、対象地域を 100m メッシュに分割し、各メッシュを一つの地点とする。さらに、メッシュの魅力度として飲食店の店舗数を採用する。具体的には、グルメレビューサイト「食べログ」に掲載されている飲食店のデータをスクレイピングし、各飲食店に紐づけられた住所の情報を Google Maps Platform Geocoding API を用いてジオコーディングした。これを GIS 上でメッシュごとの店舗数に集計した。

本研究における計算手順は以下の通りである。まず、個人の活動スケジュールから余暇活動に費やすことのできる時間の幅を導出する。アンカーポイントの時刻および、アンカーポイントから会食場所への移動時間を NAVITIME Reachable API を用いて算出し、それによって各メンバーがその地点で余暇活動に費やすことのできる時間の開始・終了時刻が定まる。さらに、グループ全体で会食を行うことのできる時間の幅 T を求めることができる。以上より、移動時間 t と滞在可能時間 T の値を求め、会食場所の魅力度 a と共に式(1)に代入することで、JA の値を求めることがで

きる。

なお、社交を目的とする会食の性質上、会食時間が短すぎる場合は成立しにくい。また、会食時間が長すぎても、時間の増加による JA への影響はほとんどないと考えるのが自然である。このため、滞在可能時間 T の上限値、下限値を設定し、上限値を上回る場合は T をその上限値とし、下限値を下回る場合は会食が成立しないものとした。

5. 調査

5.1 調査概要

JA の評価を行うにあたって、東京大学スケート部アイスホッケー部門の3、4年生(2021年度時点)の部員12人を対象とした。必要なデータを収集するため、以下の第1部~第4部から構成される調査を行った。

(第1部) 日常生活の時間に関する質問

最寄りもしくは利用頻度の高い自宅周辺の駅と自宅からの所要時間、最低限確保したい・十分と感じる睡眠時間、起床してから外出にかかる最短の準備時間を質問し、起床および外出準備に関わるアンカーポイントを定める基準とした。また、社交を目的とした会食に最低限必要な時間および十分満足な時間を質問し、滞在可能時間 T の上限、下限の基準とした。

(第2部) 移動・活動に関するダイアリー調査

2021年11月26日から12月2日までの7日間の移動、外出先およびオンライン上での活動に関する情報をダイアリー形式で調査した。このスケジュールからアンカーポイントを決定するため、各活動が空間的・時間的に固定的な活動(義務的な活動)であったかどうか、そして各活動の開始・終了時刻を尋ねた。また、コロナ禍前後での JA の変化をシミュレーションするため、オンライン上で行った活動は別途、記入欄を設けた。

(第3部) 活動の参加形式に関する調査

コロナ前後での対面-オンライン活動の変化をシミュレーションするため、講義の受講形式の変化を調査した。また、そのほかの活動についてもコロナ禍によってオンラインで行われるようになったか、そうであった場合に行われていた場所、対面形式で行われているがコロナ禍以前と比較した頻度・活動時間の変化についても尋ねた。

(第4部) 会食場所決定に関する SP 調査

Neutens らが提案したモデルを本研究に適用した際、高い JA を持つ地点が実際にグループで活動を行う場所として選択されるかという整合性を確かめるため、2~3 人のグループに対して仮想の状況下における会食場所の決定を求める SP 調査をインタビュー形式で実施した。

5.2 JA の計算結果と SP 調査の会食場所候補の整合性

本節では、調査第4部で行った SP 調査から実際に選択される会食場所と、4.2 節で説明した方法で算出したジョイントアクセシビリティの高い地点が一致するかの検証を行う。SP 調査は各メンバー間で意見の優劣がつかうことがないよう学年をまたいだグループ分けを避け、大学3年生の3

人グループ A および大学 4 年生 2 人のグループ B に対して行った。

グループ A には部活動やその他の義務的な活動のない休日に集まるスケジュール下で、グループ B には各メンバーが平日に講義やアルバイトなどの義務的活動に参加した後、18:00 以降に会食を行うスケジュール下で、それぞれ会食を行うことを想定してもらい、鉄道駅周辺エリアを単位として場所の決定を求めた。グループ A の会食場所は、横浜、新宿、渋谷、町田が候補に挙げられた。最終的に会食を行う場所として新宿が選択された。グループ B 内で会食場所の候補として挙げられたのは、渋谷、新宿、本郷三丁目および東大前、東京であった。最終的に会食場所として選択した場所は渋谷であった。

次に、各グループの JA の値との整合性の確認を行う。グループ A における上位のメッシュの最寄り駅は順に町田駅、横浜駅、新宿駅であった。最終的に選ばれた新宿駅は JA 最大とならなかったが、これらは調査時に挙げられた候補とおよそ一致していた。グループ B について見ると、最上位は渋谷駅となり最終的に決定した場所と一致するが、次いで菊名駅、日吉駅、武蔵小杉駅、横浜駅と、候補地として挙げられなかった駅が上位であった。これらの地点で JA の値が大きくなったのは、メンバーのアンカーポイントの中間地点付近にあたりメンバーの移動時間が短く、制限が少ないため十分に滞在時間を確保することができたことが要因である。SP 調査時にこれらの地点が候補に挙げられなかったのは、二人が会食前に本郷キャンパスや渋谷の比較的近くで活動を行っており、その付近で会食を行うこと

が念頭に置かれていたことや、その活動場所付近から離れた場所ではそれぞれの定期券外の範囲となり追加の乗車料金を支払うことになることが理由として挙げられる。このような金銭費用の要素は JA に影響する要因として考慮されておらず、限界・課題として挙げられる。

5.3 パラメータの検討、感度分析

一つの JA の値によって、ある地点の JA の絶対的な評価をすることは難しい。式(1)の JA の値を本研究に適用し、ある地点と他の地点の JA を比較した相対的な評価を行うため、パラメータの検討が必要である。そのため、Neutens らの提案する値や、その他の値で JA の感度分析を行った結果と SP 調査の結果を考慮し、本研究では $\alpha=0.5/100$, $\beta=0.7/100$, $\lambda=0.9/100$ をパラメータとして採用した。

6. シナリオ分析

本章では、調査対象者の中から 3 人のグループを 2 つ抽出し、2 つの会食スケジュールを対象に、コロナ禍での制約シナリオ下での JA の差異を分析する。グループ分けは、部活動と授業が行われる本郷および駒場キャンパスからおよそ 20km 圏内に自宅のある都心グループと、そのグループの一人を 20km 圏外の郊外に住むメンバーに入れ替えた都心郊外グループを用意する。これにより、各制約下における地理的に自宅の分布が異なるグループ間の比較を行う。

6.1 授業後会食のケース

本節では、部活動のない日に各メンバーが本郷キャンパスもしくは自宅(オンライン)で授業を受けた後に会食を行うケースについて検討する。次節で扱う部活動後の会食は

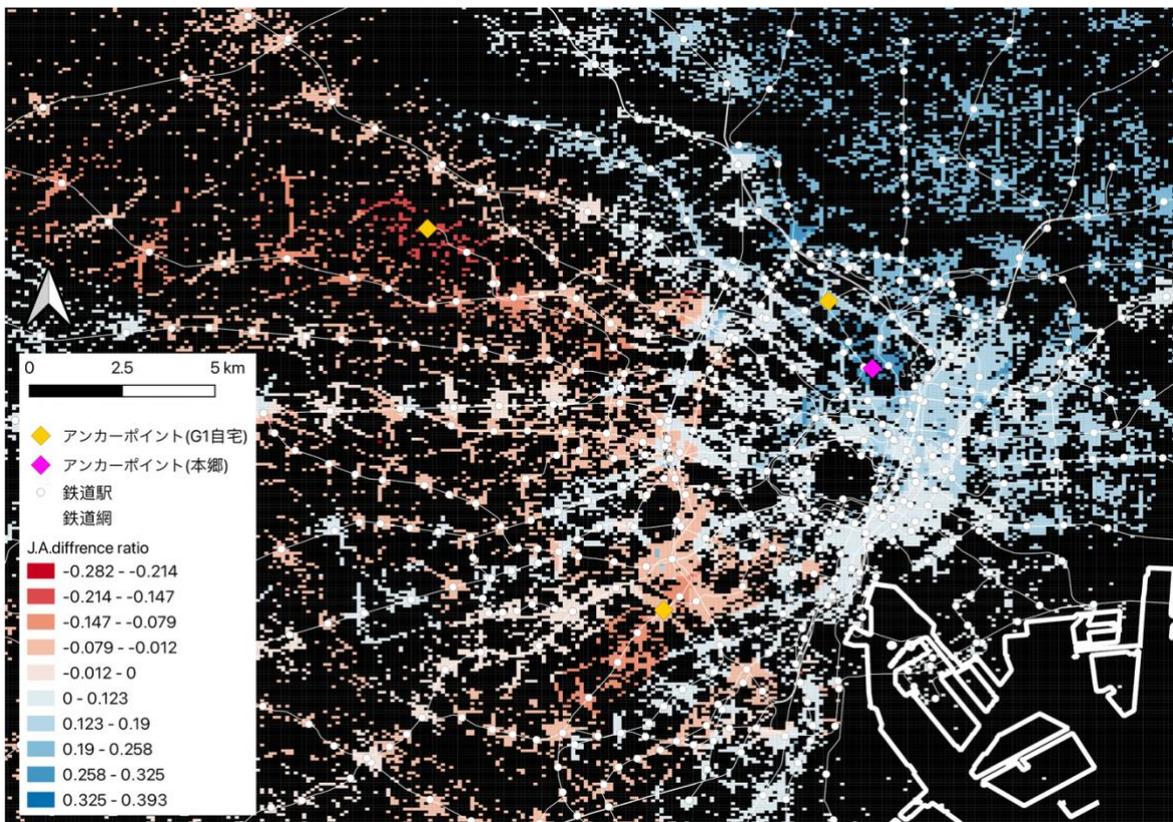


図 1 対面シナリオ JA 変化率の空間分布 (都心グループ)

ど頻度は高くないが、同じキャンパスに滞在していることにより会食の可能性が考えられるケースである。調査実施時の2021年11月時点の状況をベースシナリオとし、営業時間・終電時刻・授業の参加形式(対面 or オンライン)の観点から設定した下記の4つのシナリオとの比較を行う。

1. 飲食店の営業時間を20時まで短縮(20時シナリオ)
2. 飲食店の営業時間を22時まで短縮(22時シナリオ)
3. 終電時刻をコロナウイルス流行以前の時間に延長する(終電シナリオ)
4. オンライン形式で授業を受けていた場合、キャンパス内で対面で受講することに変更する(対面シナリオ)

3.について、本研究では各メンバーの自宅最寄り駅に最終列車が到着する時刻を終電時刻として採用し、利用するデータの制約から終電時刻を全メンバーの最寄り駅に対して一律15分繰り上げた。また、会食の時間を上記の1~4の影響をより大きく受ける夕食に限定し、会食可能な時間を18時以降に設定して計算を行った。

まず、都心グループの計算結果について示す。ベースシナリオを基準としシナリオごとに値の分布の変化を見ると、20時シナリオはJAの低い階級のメッシュが大幅に少なくなっていることがわかった。これは、営業時間内に十分な滞在時間を確保できない遠方の地点で会食を行うことができなくなったためである。

対面シナリオでは、値の分布に大きな変化はないが、最大値を含め全体の値が大きくなる方向に遷移した。また、

ベースシナリオからの変化率の空間分布(図1)を見るとメンバー全員が授業を受ける本郷キャンパスを中心にJAが増加しており、本郷キャンパスから離れたメンバーの自宅付近ではJAが減少していることがわかる。これは、メンバーが同地点で集まることで移動時間が短縮され、より集まりやすくなったことを表しており、一方で各メンバーの自宅付近では他のメンバーの移動時間が増えるため集まりにくくなる。

ベースシナリオとの間で変化が見られた営業時間20時のシナリオと対面授業シナリオを比較すると、営業時間の短縮はJAの合計値が、対面授業のシナリオではJAの最大値および地理的な分布が変化しており対照的である。つまり、営業時間短縮のように単に滞在時間を短くする制約では、会食場所の選択肢を狭める効果があり、対面シナリオのように同じコミュニティにおいて同じ場所で活動することは会食場所として優先的に選ばれる場所をより集まりやすくする効果があると言える。

また、グループ間でJAの計算結果を比較すると、変化の傾向に差が見られたのは対面シナリオであった。図2は都心・郊外グループのベースシナリオからのJAの変化率の空間分布を示している。都心グループ・都心・郊外グループのJAの値の分布を比較するとどちらもJAの高いメッシュの数が増えたが、最大値に関しては都心・郊外グループではベースシナリオの約1.2倍と高い。これは他の条件が変わらないとすれば移動時間 t が21.5分削減されたことに相当し、都心グループで6.4分の削減と比べ大きく増加してい

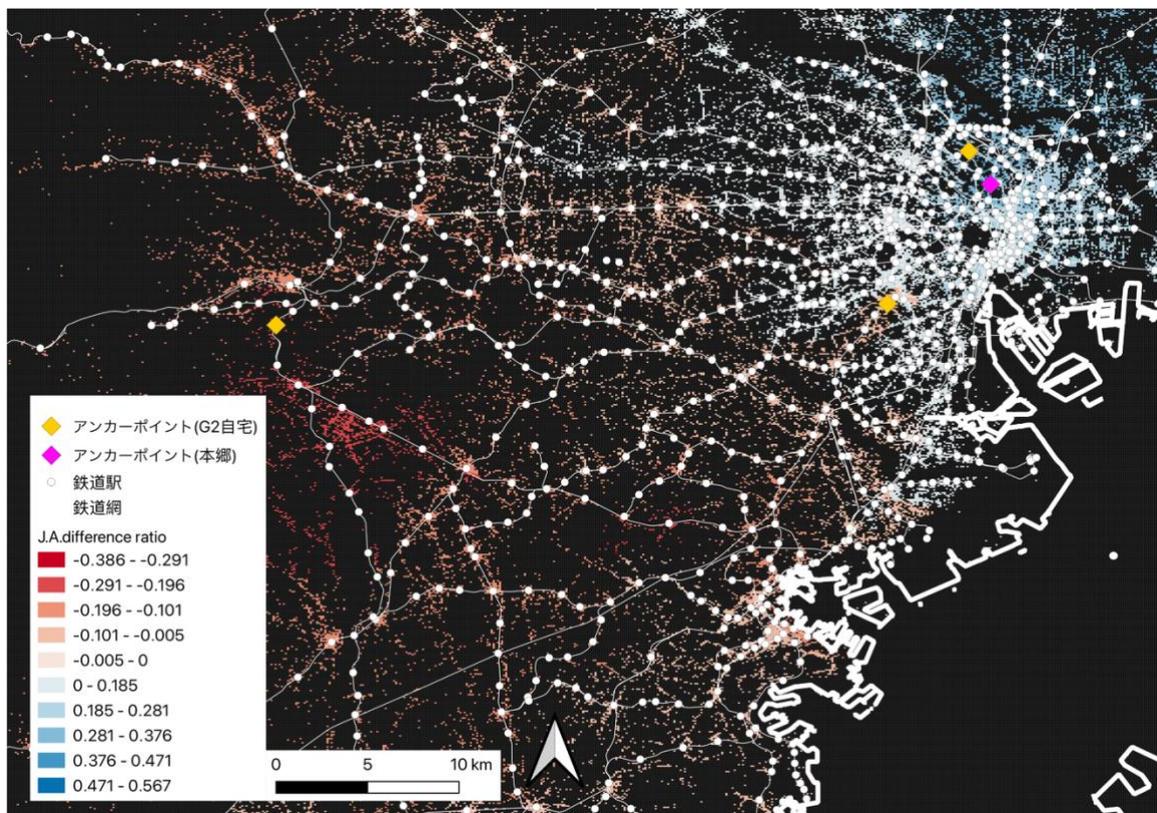


図2 対面シナリオ JA 変化率の空間分布 (都心・郊外グループ)

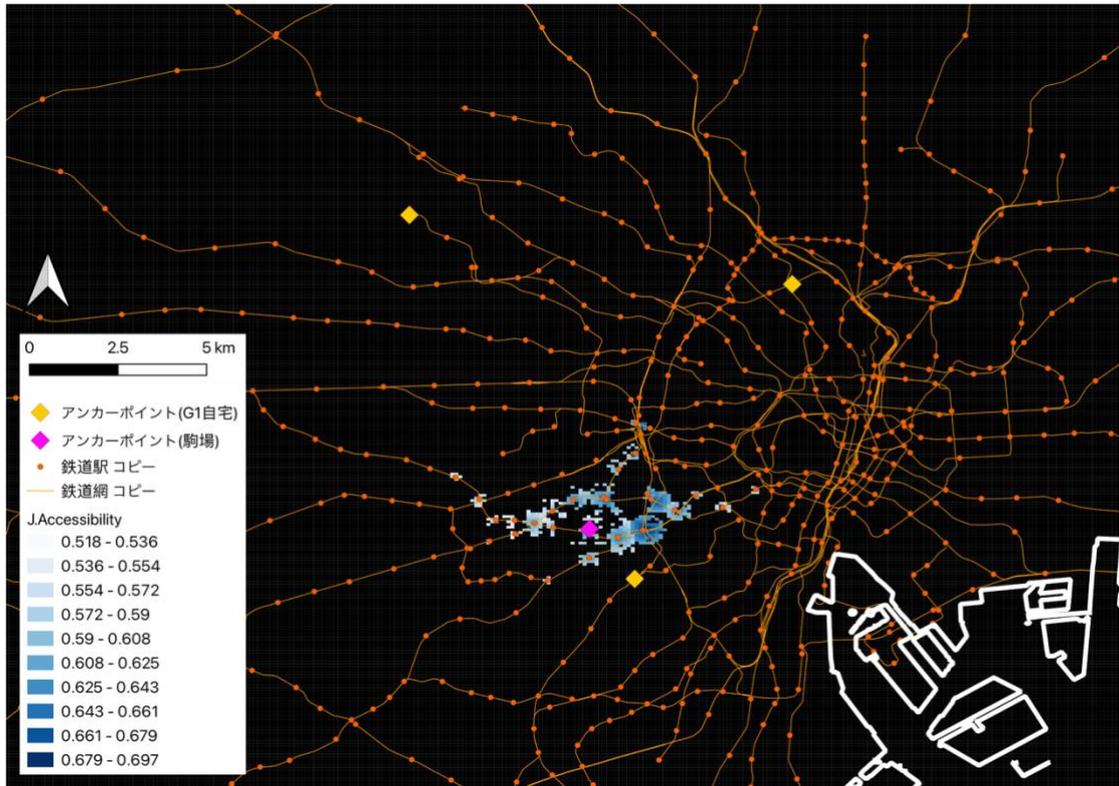


図3 22時シナリオ JAの空間分布(都心グループ)

る。この原因は、郊外に住むメンバーがキャンパス内で授業を受けることで移動時間を大幅に短縮できることである。つまり、オンライン形式でのみ授業を開講していた時期では会食を行うために集まりにくくなっていたことがわかる。

6.2 部活動後会食のケース

本節では、駒場キャンパスにてメンバー全員で部活動を行った後、会食を行うスケジュールを想定する。3.1節と同様に調査実施時の2021年11月時点を基準とし、営業時間・終電時刻の観点から下記の2つの制約シナリオを設定した。なお、このケースでは部活動が21時に終了するため、営業時間の短縮は22時までの制限のみ採用する。

1. 飲食店の営業時間を22時まで短縮(22時シナリオ)
2. 終電時間をコロナウイルス流行以前の時間に延長する(終電シナリオ)

この会食スケジュールで変化の大きかったシナリオは営業時間22時シナリオである。都心グループのJAの空間分布(図3)を見ると、全員が集まって部活動を行う駒場東大前周辺の駅を最寄りとするメッシュに限定されており、会食を行うことのできる地理的な範囲は非常に狭くなっている。JAの合計値はベースシナリオ比約2.5%と極めて低く、JA最大となるメッシュの滞在可能時間は約42分となり、ベースシナリオの約132分から大幅に減少している。このように、調査対象のような活動時間の遅いグループでは営業時間の短縮のような滞在時間を大きく制限するものの影響を受けやすく、飲食店の営業時間が22時に緩和された時期でも会食による交流の機会が大幅に制限されていたことがわかる。

さらに、グループ間での比較を行う。都心-郊外グループの各制限下でのベースシナリオからの変化は、営業時間制限により会食可能な範囲が大きく制限されるという傾向を示し、都心グループと同様である。変化の大きい営業時間短縮シナリオのJA合計値について、他のシナリオの最大値・合計値と同様にグループ間で変化の割合にほとんど差がなく、三人の中で一人が遠方に住んでいるグループの集まりやすさへの影響は、三人全員が比較的近い都心圏内に住むグループへの影響とさほど変わらなかった。以上のことから、メンバーが部活動を行った後に会食を行う日程の場合の営業時間の短縮は、グループメンバーの構成によらず著しくJAを低下させていることがわかる。

7. 結論と今後の課題

7.1 結論

本研究では、授業後・部活動後の学生の会食という余暇活動のJAに、新型コロナウイルス感染対策下での制限やオンライン上での活動などの生活の変化がどの程度影響したかを評価した。特定のスケジュール下で会食を行う際のJAを、営業時間・終電時刻の制限および授業形式の変更を想定したシナリオごとに算出し、それぞれの影響の比較および会食を行うグループのメンバーの構成間での影響の比較を行った。

JAに特に大きな変化をもたらしたシナリオは、部活動後に会食を行うスケジュール下で営業時間が22時に短縮したシナリオであった。このシナリオでは、部活動を行う駒場キャンパス周辺地域のみで会食可能な場所が制限され、

部員間での交流が制限されていたことがわかる。また、授業後に会食を行うスケジュールにおいて、全員が対面で授業を受ける場合、キャンパスから離れた郊外に住むメンバーがいる方がより JA が高まり、会食という交流機会を生むことがわかった。

7.2 今後の課題

本研究では場所の魅力度の変数を食べログのデータに基づく 100m メッシュごとの飲食店舗数とし、移動時間の変数を NAVITIME Reachable API を利用し算出したが、これらのデータを活用したことによる限界がある。まず、本研究では食べログのデータの営業時間の情報を使用しなかったため、滞在可能時間の精緻な算出が難しかったこと。また、各駅に最終列車が到着する時刻から帰宅の出発地点の終電時刻を算出しており、その最終列車の到着時刻について上下線の時刻の遅い方面を採用しているため、正確な終電時刻ではない。このように JA に入力する変数により正確な数値を用いることで改善する余地がある。

また、本研究において想定した活動主体の組み合わせは、所属するコミュニティの拠点となる大学のキャンパスに近い場所に住む都心グループとキャンパスから離れた郊外に住むメンバーも含む都心-郊外グループの 2 つのみであった。この 2 グループのみでは想定したシナリオのシミュレーションとして不十分であり、全員が郊外に住むグループなど、より多くのグループの組み合わせを比較する必要がある。

さらに、Neutens ら [6]の言及するように JA の計算モデルにおけるパラメータの設定が課題としてあげられる。本研究では移転する計算モデルがある程度、実際に会食場所として選択される地点と整合するのかを検証し、感度分析を行いパラメータを定めたが、データに即してパラメータを推定することは今後の課題である。

参考文献

- [1] M. Kowald , K. W. Axhausen, *Social Networks and Travel Behavior*, Ashgate Publishing Company, 2015.
- [2] T. Neutense, F. Witlox, N. Van De Weghe , P. H. De , “ Space - time opportunities for multiple agents: a constraint - based approach,” *International Journal of Geographical Information Science*, 2007.
- [3] G. Parady, . G. Katayama, H. Yamazaki, T. Yamanami, K. Takami , N. Harata, “Analysis of social networks, social interactions, and out - of - home leisure activity generation: Evidence from Japan,” *Transportation* 46, 537–562 2019
- [4] G. Parady, A. Frei, M. Kowald, S. Guidon, M. Wicki, P. van den Berg, J.-A. Carrasco, T. Arentze, H. Timmermans , B. Wellman, T. Takami, N. Harata , K. Axhausen, “A comparative study of social interaction frequencies among social network members in five countries,”*J.Transport geogr.* 90 2021.
- [5] 銭 祺輝, G. Parady, 高見 淳史, 原田 昇, “日本における自宅外同伴活動の実態と特徴および潜在的ニーズとの関係に関する研究,” 2019.
- [6] T. Neutens, T. Schwanen, F. Witlox , P. D. Maeyer, “My space or your space? Towards a measure of joint accessibility,” *Computers, Environment and Urban Systems* 32, 2008.