

# 天気とバス利用の関係の調査分析～筑波大学循環線を対象に

グループ演習7班

野澤健三 高梨絵理華 李爍時

アドバイザー教員 鈴木勉

## 1 背景

天気は日常生活に大きく影響を及ぼすが、天気自体はその時にならなければ正確には分からない。この状況が気象予報の登場により変化し、新聞やテレビ等のメディアにより1日や1週間の対策がしやすくなった。ほとんどの気象予報においては観測値と計算機による予測結果が多く用いられ人が予測することは減少しつつあるが、部分的には気象予報も資格を持った人間が気象予報の値を定めている。そのため、場合によっては実測値と予報値に差が生じることや予報が外れることがある。実際の天気と経済との関係について、天候デリバティブとともに研究がなされている。そして様々な保険会社によって代表的な天候とその影響について公表されており、その一例として損保ジャパン日本興亜のものを図1に示す [1]。天気や天候は経済に影響を与えており、そ

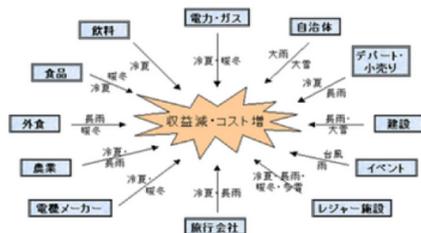


図1: 天気とその影響

の影響の仕組みについて研究が進んでいるが、天気予報のもたらす影響について調べているものは皆無であった。そこで我々は、天気予報のもたらす影響について、様々な影響があると考えられる中で、天気が交通機関に与える影響を調査し、分析を行う。そうすることによって混雑予想や雨天時のバスの遅延を予測することが可能になると考える。

## 2 研究内容

関東鉄道バスより得た筑波大学循環のIC利用者の記録と日本気象協会から過去のつくば市の天気予報のデータと気象庁より過去のつくば市の実天気データを得て統計的処理を行い、天気予報と交通手段との関係を調べる。ここで、気温や降水確率など様々な天気予報の種類があるなかで、比較的關係性が高

いと考えられる観測された天気での降水の有無や降水に関する天気予報の尺度を用い、IC利用者との関係を分析する。また、筑波大学関係者を対象としたアンケート調査を行い、天気予報と天気による通勤通学手段への影響について分析を行う。これらの分析結果を交えて天気予報の交通手段に与える影響を統計的に分析しアンケート調査の評価を行う。

## 3 既存研究

既存研究として重回帰分析を用いて分析を行っている行楽地に与える天候の影響についての研究 [2] や気象情報の消費者行動に与える影響に関してなど天候が与える影響についての既存研究が存在する [3]。しかし、天気予報及び天気が交通機関に与える影響の調査は行われていないため、本研究で扱う。

## 4 インタビュー調査の概要

天気が変わる時、利用する交通手段も変わる可能性がある。天気が変わる時にバスや電車などの公共交通機関を利用することが考えられ、経験的に公共交通機関を利用する乗客が増えている。しかし、実際の天気が変わった場合、その影響はどのくらいかわからない。交通手段の選択に対して、雨の時に傘を準備状況も影響があるはずなので、実際の天気と天気予報による交通手段の選択と傘の準備状況が明らかにするため、筑波大生を対象に普段、雨と突然の雨の時に通学手段についてインタビュー調査を行った。

## 5 インタビュー調査の分析

今回の調査対象は筑波大生として、得られた回答数は30であり、年齢層はすべて20代である。30人の内、ほとんどはカード(ICカードまたは定期券)を使ってバスを利用し、約93.3%である。現金を使う学生が2人(約6.7%)しかない(図2)。

調査結果によって、天気情報の入手媒体と天気予報での重視項目がわかった。図3のように、天気情報を入手する方法について、学生が一番利用する方が天気予報アプリである(約83.3%)。ウェブサイト・検索を利用する学生が43.3%であり、天気予報をあまり気にならない学生が1人しかない。そして、

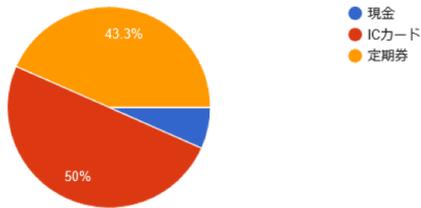


図 2: バス利用時の支払い手段

図 4 に示すように天気予報を見る時、重視する項目は降水確率（約 80 %）と気温（約 73.3 %）である。天気マークを見る人も多く、約 63.3 %であった。降水量や風向、風速などの指標に対して、学生はあまり見ないようだ。つまり、学生に対して、降水確率が気になるが、より具体的な天気データは注意しないと考えられる。

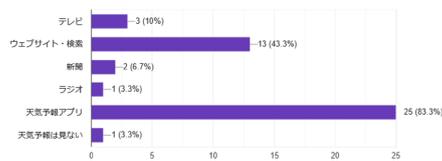


図 3: 天気情報の入手媒体

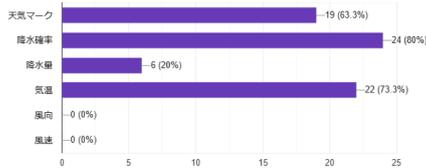


図 4: 予報での重視項目

続いて天気情報と交通手段について、普段（雨が降らない時）バスを利用しない場合（図 5）、自転車や徒歩を選んで通学する学生が一番多く、バスを利用する場合（図 6）に 19 人であって、人数も多い。そしてよく利用する路線（多数は筑波大学循環を利用する）では、片道の通学時間と利用頻度を聞いて、大学地区の周り、宿舎やつくば市内から通学している学生が多いと推測され、バス停までの距離が短い、バス停に行くことが便利であるということが考えられる。

雨が降る時に、バスを除いた場合に徒歩で通学する学生が一番多くなっていて（図 7-図 8）、雨が降る時のバスの利用状況ではバスを利用する学生も多くなっている。それは筑波大学循環に乗る乗客が増えていることが示唆される。雨の時、自転車や自動車を利用する学生が減少し、雨に濡れないように徒歩やバスを選んだ可能性がある。突然の雨の場合、徒歩とバスを選択する学生が一番多く、予報で雨の時と比べて自転車を選擇する学生が少なくなった。それは突然の雨の時に、傘を準備しないので、そのまま

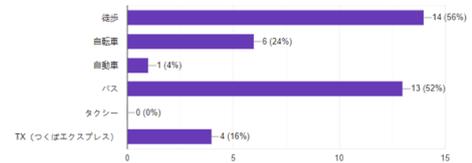


図 5: 普段の時の通学手段（バスを除く）

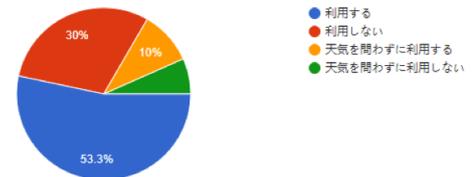


図 6: 普段の時バスを利用する状況

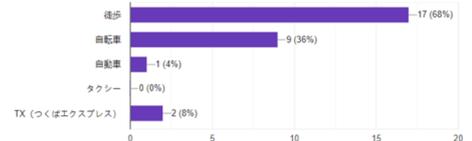


図 7: 雨の時の通学手段（バスを除く）

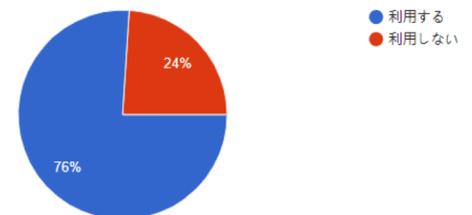


図 8: 雨の時バスを利用する状況

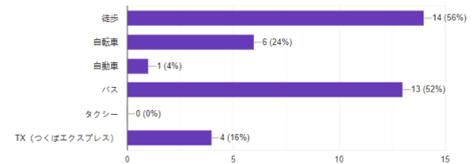


図 9: 突然の雨の時の通学手段

に自転車を乗ると濡れてしまう可能性があつて、自転車をやめると推測される。

そして雨の程度によってバスを利用するか利用しないかの決定も変わるかもしれない。図 10 と図 11 によって、予報で雨（3～10mm）以下の場合バスを利用する学生が突然の雨の場合より減少し、他の状況は変わらないようだ。それは突然の雨の時に、傘などの器具を準備しておらず、濡れないためバスを利用することだと考えられる。しかし、雨（3～10mm）の場合、予報で雨の時に 24 % の学生がバスを利用して、突然の雨の時にバスを利用する学生が 28 % になった。

## 6 天気予報および実天気

天気予報については前日 21 時を初期値とした翌日の 7 時から 24 時までの 1 時間おきの天気予報で、降水量と気温と風速といった項目がある。天気予報と実天気について、予報降水量と観測された降水量において比較を行い降水に関する指標の計算および予報

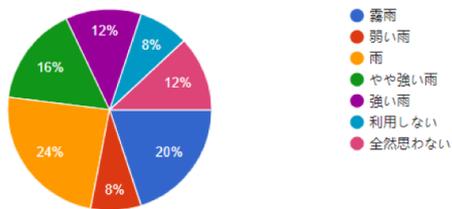


図 10: 予報で雨の程度とバスの利用状況

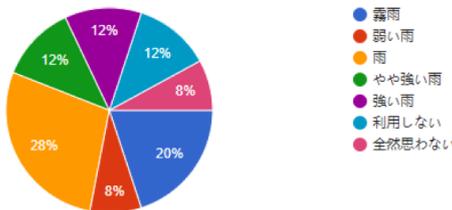


図 11: 突然の雨の程度とバスの利用状況

の天気と観測された天気をそれぞれの分析を行った。

降水に関する指標としては見逃し率と空振り率がある。降水の有無の定義を表 1 に、見逃し率と空振り率の定義について下に示す。

表 1: 降水確率と傘の準備状況

	観測降水量
降水あり	1mm 以上
降水なし	1mm 未満

$$\text{見逃し率} = \frac{\text{降水なしと予報して降水があった回数}}{\text{全予報回数}}$$

$$\text{空振り率} = \frac{\text{降水ありと予報して降水がなかった回数}}{\text{全予報回数}}$$

本研究では天気予報と実天気からこれらの見逃し率と空振り率を 1 時間ごとに着目し、見逃し、空振りしているものに関してをピックアップし、バス乗降車数統計データに当てはめ分析を行う。

まず、バスのデータが 15 か月分であったため直近の 15 か月の天気について、統計的処理を行った。つくば市における雨の特性について、10 月から 4 月にかけては雨が少なく、雨が降る日が約 10 % 以下であった。また 5、6 月では約 25 % 程度で、9 月では約 50 % 程度であった。雨天時にはかなりの高確率で見逃し又は空振りが発生していた。降水のあった日と見逃し又は空振りが発生した日付を記録し、次のバス乗降者数統計データとの関係性を分析していく。また、使用した予報データでは見逃しもしくは空振りのあった日は 15 か月で 70 日あった。

## 7 バス乗降車数統計データ

提供していただいた 2018 年 4 月 1 日から 2019 年 6 月 30 日までの IC 利用者の資料の集計を行い、1 日毎の利用者について筑波大学循環線の右回りと左回りと循環線全体の 3 種類を図 12 に示す。

IC 運賃支払いの導入からの 15ヶ月 (456 日間) の記録について、図 12 からいくつか突発的に利用者が多いことが確認できる。2018 年の 4 月 6 日や 2019 年の 4 月 8 日といった筑波大学の入学式当日や 11 月 3,4 日の雙峰祭の日に突発的に IC 利用者の数が特に増えている。他の利用者が多い日では卒業式前後と夏休み開始直後と 1 月末の推薦入試、2 月末の前期入試、3 月中旬ごろの後期入試といった要因があると考えられる。筑波大学循環線ではバスの利用者数に関し

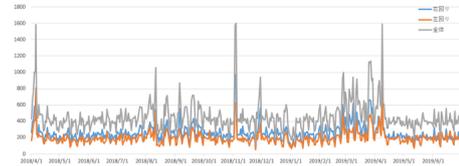


図 12: 循環線利用者数の推移

て全数調査を年に 2,3 度実施しており、その結果について図 13 に示す。図 13 から過去 5 年の調査実施日

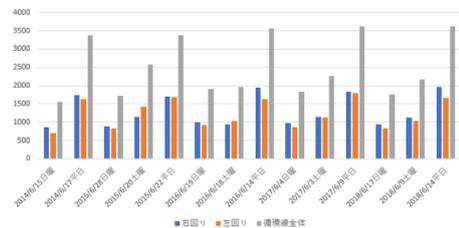


図 13: 循環線利用者全数調査結果

は晴れまたは曇りで、平日では約 3500 人、土日では約 1700 人に筑波大学循環線が利用されている。この全数調査結果と IC カード利用者の記録で同日のものを循環線全体について利用者数の比較結果を表 2 に示す。

6 月については 2 年分の IC 利用者の結果があり、図 12 の IC 利用者の推移では比較的安定している時期であるため、基本的にはバス利用者のうちこの割合で IC 利用者がいると推測する。ただ、筑波大学循環線は筑波大学関係者の利用が非常に多いと考えられ、定期利用者が残りの 8 割程いると推測できる。学生については夏季休業、春季休業で利用者が減少すると考えられ、その他関係者は通年で一定であると推測される。バスの利用者について平日と休日での

表 2: 2018 年全数調査と IC 利用者の比較

	全数調査結果	IC 利用数	割合
6/17	1751	314	0.179326
6/9	2161	407	0.188339
6/14	3630	378	

利用者数の差が大きいため、母数の大きい平日について着目していく。まず、平日における月毎の 1 日平均利用者数と月毎の雨の日の 1 日平均利用者数について図 14 に示す。図 14 における点線はこのデー

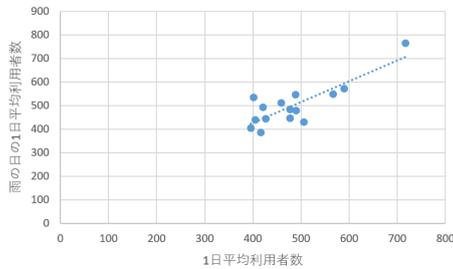


図 14: 月毎の 1 日平均利用者数

タにおける近似直線 ( $y = 0.8864x + 70.441$ ) である。このときの R2 係数は 0.699 で平日における利用者の 1 日平均と雨の日の 1 日平均は関係があるように見えたが、T 検定における P 値の値は 0.26 となり有意差がないと考えられる。

また、平日における月毎の 1 日平均と月毎の見逃しのあった日の 1 日平均と月毎の空振りのあった日の 1 日平均について図 15 に示す。図 15 では横軸に平日の月毎の 1 日平均利用者数とし、縦軸に見逃し又は空振りのあった日の 1 日平均利用者数である。水色の点が見逃しのあった日の 1 日平均利用者数のデータで、オレンジ色の点が空振りのあった日の 1 日平均利用者数のデータである。

図 15 ではどちらも R2 係数は 0.5 未満でデータ間のばらつきが大きく、良い説明変数であるとは言えない。ここで、空振りに関するデータでは 2 つほど空振りの無い月があるので、このデータを外したものを図 16 に示す。図 16 では近似直線 ( $y = 1.013x$

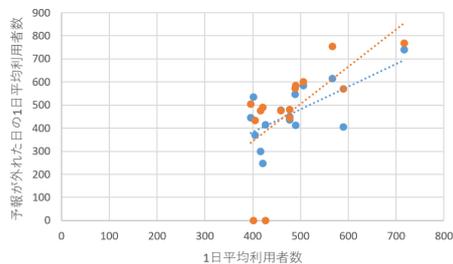


図 15: 月毎の 1 日平均利用者数と見逃しと空振りのあった日の 1 日平均利用者数の相関

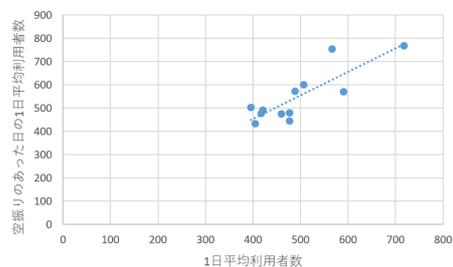


図 16: 月毎の空振りのあった日の 1 日平均

( $+ 50.708$ ) と R2 係数は 0.6949 となり、T 検定における P 値は 0.0048 と十分に小さく有意差があると言える。

## 8 考察

普段筑波大学循環周りでは徒歩や自転車、バスを利用する学生が多く、雨の時には徒歩や自転車をやめてバスを利用する学生も多い。学生に対して天気予報よりも実際の天気が交通手段の選択に影響がある。

突然の雨に対して交通手段としてバスを利用する人の多くは IC 利用者ではなく、定期券の利用者だと考えられる。IC 利用者では雨のある日には乗客数が雨以外の日以上になった月が多いが、定期利用者数の増加数は更に大きいと考えられる。

## 9 結論

関東鉄道バスより得た筑波大学循環の IC 利用者の記録と日本気象協会から過去のつくば市の天気予報のデータと気象庁より得た過去のつくば市の実天気データから統計的処理を行った。また、アンケート調査を行う事によって上記統計的処理との比較を行った。結果、天気とバスの乗降車数データからバスの乗降車数は天気によって変動することが分かった。また、加えてインタビュー調査からも変動が示唆される結果となった。

## 10 今後の課題

本研究では前日予報と実天気の降水量のみで調査を行ったが、前日の天気や当日の気温も影響すると考えられ、これらも考慮しつつ調査分析できると良い。既存研究であったように今後重回帰分析等を用いて更に天気が交通機関に与える影響を細分化し調査する。また、筑波大学循環バスには定期利用者が多い等の特徴が挙げられるため今回は交通 IC カード利用のみであったが定期利用に関しての調査を行い、更に大学で行われているイベント等天候以外の影響も今後は更に考慮していくべきである。

## 11 謝辞

関東鉄道株式会社自動車部のデータ提供に感謝する。日本気象協会のデータ提供に感謝する。

## 参考文献

- [1] 損保ジャパン日本興亜：“主な天候リスクと企業利益の関係”，2014。  
([https://www.sjnk.co.jp/hinsurance/art/weather\\_derivative/mrelation/](https://www.sjnk.co.jp/hinsurance/art/weather_derivative/mrelation/)).
- [2] 厚木麻里. 行楽地に与える天候の影響についての研究. 2017.
- [3] 小山太郎. 気象情報の消費者行動に与える影響について.