

# SFC の路線バスの利用需要と輸送キャパシティの解明 —郊外型キャンパスの1モデルとしてとらえる”バス列”問題—

○司隆\* 佐藤雅明\*\* 伊藤昌毅\*\*\* 村井純\*\*\*\*

\*慶應義塾大学 環境情報学部 \*\*慶應義塾大学政策・メディア研究科 特任准教授

\*\*\*東京大学 生産技術研究所 \*\*\*\*慶應義塾大学 環境情報学部

\*tantan@sfc.wide.ad.jp, \*\*saikawa@sfc.wide.ad.jp, \*\*\*mito@iis.u-tokyo.ac.jp, \*\*\*\*jun@sfc.wide.ad.jp

キーワード：混雑、交通、需要調査、交通需要

## 1 動機

慶應義塾大学湘南藤沢キャンパス(以下 SFC)は、最寄り駅の湘南台駅から3.7kmほど離れた場所にある郊外型のキャンパスである。駅からの徒歩での通学は難しく、交通手段として路線バスや自転車を利用する生徒が多い。要する時間は、交通状況にもよるが通常は路線バスで10~15分で程である。SFCには学生が約4800人、教員が約150人在籍している。才学敷地内には慶應義塾大学湘南藤沢中・高等部(以下 SFC 中高)があり、約1200人の生徒と教員が在籍している。SFC 中高の生徒は許可制で自転車通学ができるが、自転車通学の生徒は皆無に等しい。通学で使用される交通手段は路線バスがほとんどである。そのため、特に SFC 中高生の授業開始前の8:00頃は路線バスの積み残しが約300人になることもある。この様子を図1に示す。



図1 湘南台駅での待ち行列の風景

本研究では、SFCへ行く路線バス、神奈川中央交通湘南台23系統にどれほどの輸送容量があり、どのように平準化すれば全員が遅刻しないかの解明を目指した。そのため、バス停の付近で利用者の総数と搭乗者数を実地で測り、各バスに何人乗車して、何人の積み残しがあるかを明らかにした。

## 2 先行研究

神奈川中央交通(2013)[1]によると、湘南台駅は、平成11年の横浜市営地下鉄線・相鉄いずみ野線の延伸以来、利用者数が5万人(平成10年)から10万人(平成14年)へと倍増した。特に朝の8

時台のピーク時には、バス停に並ぶ人が250人近くに達し、満員運行を行っても、約180人もの人がバス停に残るといった状況であった。その一方、駅前のバスロータリーでは、収容台数が少ないことから慢性的に交通渋滞が発生しており、必要数のバスがロータリーに入れないといった事象が頻発していた。また、交通不便地域等からの自家用車による送迎で、駅周辺道路に深刻な渋滞がおこっていたことが調査されている。その結果として、「湘南台駅西口~慶応大学」間(約4.2km)には、ノンステップ連節バス『ツインライナー』4両導入され、更に公共車両優先システム『PTPS』を整備して輸送力の強化、速達性・定時性の強化を図った。

また杉山(2007)[2]はバスの混雑の解消のために、時刻表ダイヤの見直しの検討をおこなった結果、見直しについては困難であると結論づけている。そこから得られた知見は

- ①混雑時間をピンポイントで特定するのは困難であること
- ②それに伴い最も混雑する時間を予測しツインライナーを配置すること、無駄のないダイヤ改正が困難であること
- ③バス利用者が詰めないケースも見られ、特にツインライナーでは乗車率が低いこと

を挙げた。

### 2.1 時刻表 web アプリの変遷

現在存在が確認できている時刻表などのアプリケーションは以下の3つである。

#### 1、2006年「Come Kamo」[2]

主な機能としてネットワークカメラで撮影したバス停の静止画像、現在から1時間後までのバス出発時間が瞬時に把握出来る時計、大まかな混雑状況が分かる時刻表を用意している。2016年10月22日現在ネットワークカメラ以外のものが運用されている。

#### 2、2011年1月18日「sfcbus.com」[3]

主な機能として、位置情報を取得して現在地に一番近いバス停からの時刻表を自動的に切り替えて表示、駅に向かうバスでは、主要な路線への乗換案内を表示、バス1本ごとの混雑指数を推測して表示というサービスが有志で企画されていて運用されていた。現在は運用されていない。

### 3、2012年5月19日「bustimer」[4]

主な機能として、時刻表表示、GPSを使った出発地自動判別にも対応、運行スケジュールの変更にもワンクリックで対応（更新）することが挙げられる。

これらの機能をまとめると表1のようになる。

表1 今までの時刻表webアプリの機能

	1	2	3
現在も動作	○	△	○
次のバスが分かる	○	○	○
バス内の混雑状況予測	×	○	×
スマホファースト	×	○	○
現在地に近い時刻表表示	×	○	○
湘南台駅での乗換案内	×	○	×
バス外の待ち行列の予測	×	△	×

※2005年の改定以来バス会社が大幅なダイヤ改正をしていないため、正常に作動するものが多い。

### 3 調査手法

SFCで行われた「インターネット」という火曜日3限の授業でSFCの学生234人に対し登下校の交通手段についてアンケートを実施した。

また4月から6月の間、毎週火曜日の8:30頃から、1限へ向かう大学生が通う時間帯に、バス停付近でバスに乗り込む人数、積み残しの人数と行列の長さを、積み残しがなくなるまでカウントした。

### 4 結果

#### 4.1 アンケート調査の結果

2016年5月29日(火)の3限の授業「インターネット」でアンケートを実施した。質問紙形式で特にSFCの最寄り駅からSFCに移動すること、SFCにどのくらいとどまっているかということについて調査を行った。このアンケートはSFCの学生234人から回答があり、構成比は、男性64%、女性36%でSFCの男女比にほぼ一致するが、学年は1年生75%、2年生19%、3年生5%、4年生1%となっており、1年生に偏っている傾向があることに留意していただきたい。

このアンケートから、以下のことが判明した、

- ① SFCの生徒の通学時間は平均1時間21分で、

首都圏の大学の平均通学時間より長い。SFCの通学時間の平均と首都圏の大学の平均通学時間の比較を図2に示す。

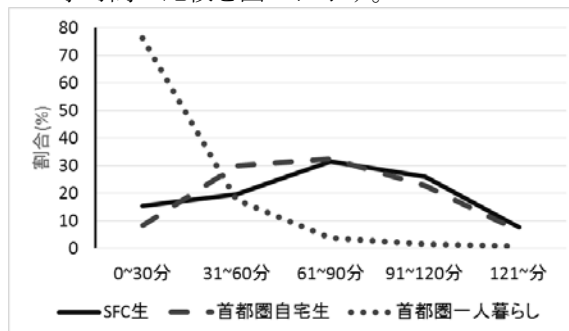


図2 SFC生の通学時間

独立行政法人 日本学生支援機構「平成24年度学生生活調査」[5]によると、首都圏の大学の平均通学は自宅から1時間7分、一人暮らしだと16分となっている。郊外キャンパスやバスでの移動があるため31~60分でキャンパスまで行くことのできる学生が少ないことが分かる。

- ② 晴天では72%、雨天では80%の学生が湘南台駅からSFCへの移動にバスを利用する。この傾向を図3に示す。

経由駅	辻堂		相鉄	小田急	他	駅利用なし・無回答
	10%	28%	39%	2	17%	
	湘南台 77%					
晴天	辻堂 6%	自転車 2%	バス 70%+2%		自転車 5%	他無答 8%
雨天	辻堂 6%	他 2%	バス 75%+5%		自転車 2%	他無答 8%

図3 SFC生の最寄り駅からの移動方法

図3からは辻堂駅からの利用が少ないことも読み取れる。湘南台からでも辻堂からでもSFCに向かえる人を辻堂に回す策を考えるという案もある。

- ③ 雨天の場合自転車ユーザーはバスに乗ってくる事が予想される。自転車のユーザーを増やすことによってバスの混雑状況を改善するという案もあるが、図2から自転車を使うという案は雨の時も利用してもらえない案までを考えないと根本的な混雑解消には結びつかないだろう。
- ④ 学年が上がるとSFCに通う日数が減っていく。この傾向を図4に示す。SFCの履修制度により、研究プロジェクトを除いて、半期20単位までしか卒業要件にかかわる履

修申告ができない。よくなっている。図4より初学期は決められた必修修単位を履修することが多いため、1年生は週に5日学校に来ることが多いが、2年生になると週3~4日になる人が増えてくる。

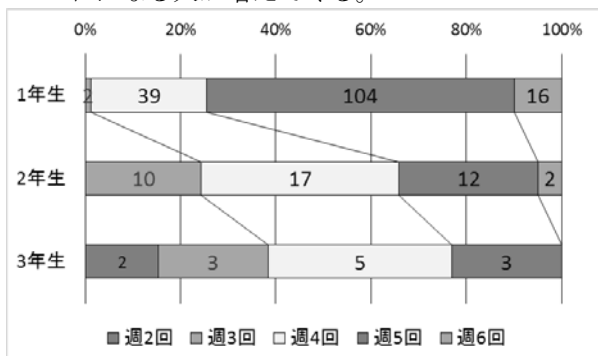


図4 週何日 SFCに通っているか

#### 4.2 実地調査の結果

実地調査では 7:50 頃から 8:24 までのバスには SFC 中高生約 800 人が利用するため大学生が乗る余地はほとんどない。そのためバスで通学する大学生は 8:28 以降のバスに乗らざるを得なくなるということが分かっている。

図5に並んでいる人数と行列の長さの関係を示す。並んでいる人数と行列の長さの関係は比例して、平均して 10m に約 16 人の人間が並んでいる。大学生はほとんど 1 列で並ぶため、行列の長さで待ち行列にいる人数の値が正の相関関係にある。各地点での値の平均の決定係数(R<sup>2</sup>値)は 0.995 と極めて高い値となっている。

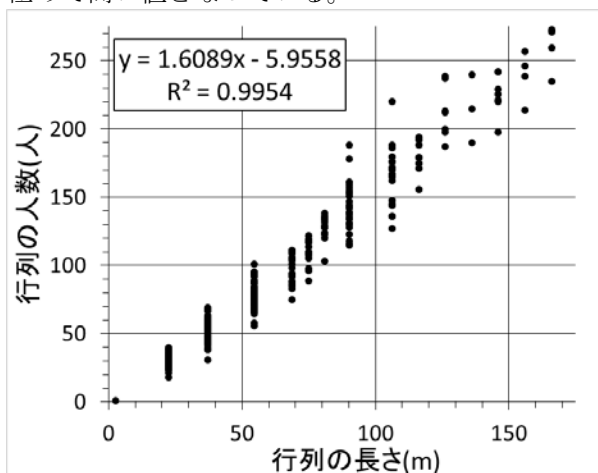


図5 並んでいる人数と行列の長さの関係

次に満員の乗車人数を数えた。連節バスの満員乗車人数の平均は 91.5 人、定員は 127 人である。その他のバスの満員乗車人数は平均 54.4 人、定員は型番の差はあるが約 77 人であることが分かった。ここでは積み残しがあるにもかかわらず発車したバスのことを満

員と呼ぶことにする。つまりバスが空いている状態で発車してしまってもバスに並ぶ待ち行列が 10 人前後できていればそのバスは満員と捉える。

連節バスは図6より満員乗車人数平均 91.5 人最大値が 122 人で、最小値が 70 人となっている。杉山が指摘した通り、連節バスは定員から比較すると、定員の半分くらいであっても満員だと判断されてしまうこともあることが分かった。

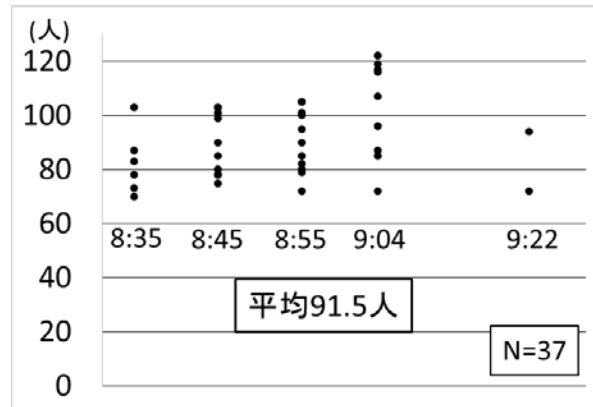


図6 接続バスの満員の乗車人数

その他のバスは車番や、ノンステップバス否かなどの差で最大乗車人数に差はあるが、ここでは一律に考える。図7に路線バスの満員時の乗車人数を示す。図7から、最大値が 71 人、最小値が 39 人、全体の平均値が 54.7 人という結果が見て取れる。特に混雑する 9:08、10:50 の平均値は 58.9、59.4 人となった。授業が始まる 20 分ほど前に最も混雑していることが分かる。

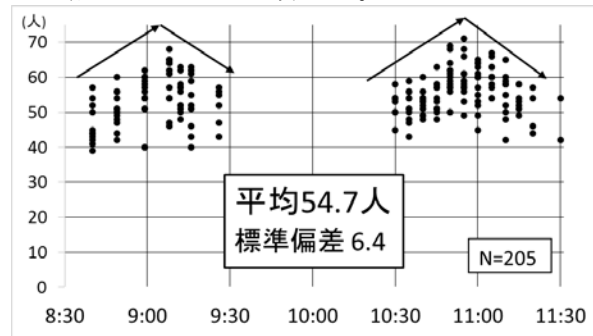


図7 路線バスの満員時の乗車人数

#### 5 考察

路線バスの満員時の乗車人数を加算することによって、一定の時間の範囲における輸送人数を算出することが可能となる。表2は1限に向かうためのバスの輸送容量を表している。平均輸送人数とは満員のバスの平均値である。最大輸送人数とはそれぞれの時間に発車した満員のバスの最大値を足しあげたものである。大学生が通える 8:28 から1限に間に合う境目の時刻である 9:08 までをそれぞれ足しあげてみると理論上平均で 632 人、最大で 748 人輸送できることが分かった。

表 2 1 限履修時の輸送容量

	バスの時刻表	平均輸送人数	最大輸送人数
1	8:28	54	68
2	8:35	139	171
3	8:40	185	228
4	8:45	274	331
5	8:49	325	391
6	8:55	416	496
7	8:59	470	558
8	9:04	573	680
9	9:08	632	748
10	9:12	687	811
11	9:16	740	874
12	9:22	823	968
13	9:26	875	1025

表 3 では大学の授業調査よりその時限での各授業の履修者の合計を算出し、バス通学する大学生の割合を掛けた値を示している。つまり 1 限に間に合いたいと考えている人数である。この値と最大輸送人数を比較すると月~木曜日の 1 限は通学者数のほうが多く、履修者全員が 1 限行く場合、間に合わない人が必ず出てくるという結果となった。

表 3 各時限履修者のバス通学の人数

時限		月	火	水	木	金
1 限	春前半	880	880	872	1011	657
1 限	春後半	869	667	798	687	683

## 6 結論

SFC は、現在のところ湘南台駅からのバス輸送で遅刻者が出て仕方がないキャンパスと言える。大学生の授業受講に対する意欲に応えるためにも、なんらかの早急な改善策が必要であると考えられる。具体的には、湘南台から SFC に行くまでの方法を変えて輸送容量を増やす、あるいは湘南台から SFC に行くまでの人員を減らすなどが考えられる。

輸送容量を増やすためには鉄道を通す、マイカーのユーザーを増やすなどが考えられる。鉄道は交通政策審議会(2016)[6]でいずみ野線の延伸(湘南台から倉見)という題目で湘南台から慶応大学 SFC 周辺までの区間の計画が載ることになった。マイカーを利用し、マイカーを増やすことで乗り合いサービスも可能となってくるだろう。

人員を減らすには入学者数を減らす、1 限の履修者を減らす、衛星授業を取り入れる等が挙げられる。また湘南台駅付近以外からのユーザーを増やすことで混雑の分散が容易になると考えられる。

## 7 今後の研究の流れ

本研究では SFC へ行く路線バスにどれほどの輸

送容量があり、どのように平準化すれば全員が遅刻しないかの解明を目指し、実地での調査をおこない、実データの分析を行った。これにより、混雑時間のピンポイントでの予測は、ある一定の範囲において可能であることが分かった。今後はこの結果をもとに学生の移動モデルを作り、より混まない方向や手法への経路誘導を実現したいと考えている。

## 8 参考文献

[1] 神奈川県中央交通 (2013) 連節バス「ツインライナー」の導入について

<http://www.mlit.go.jp/common/001020738.pdf>

[2] 杉山 公一郎(2007) 「バス通学の快適化を目的とした Web ページの基盤作成」

<http://jre.sfc.keio.ac.jp/final/sugiyama.pdf>

[3] 「sfcbus.com」(2011) <http://sfcbus.com/>

[4] 「SFC バスタイマー」(2012)

<http://hack.sfc.keioac.jp/bustimer/>

[5] 「日本学生支援機構」(2012)

[http://www.jasso.go.jp/about/statistics/gakusei\\_chosa/2012.html](http://www.jasso.go.jp/about/statistics/gakusei_chosa/2012.html)

[6] 交通政策審議会(2016)「鉄道ネットワークのプロジェクトの検討結果」

<https://www.mlit.go.jp/common/001138590.pdf>