

G P S乗降カウンターを用いたコミュニティバスの利用分析と運行計画策定に関する研究*

Study on Passenger Analysis and Operation Planning of Community Bus by using Passenger Counter Synchronized GPS Data*

徳永 幸之**・千葉 真***・鈴木 明宏****・神尾 敬*****・飯田 修章*****

By Yoshiyuki TOKUNAGA**・Makoto CHIBA***・Akihiro SUZUKI****・Kei KAMIO*****・Nobuaki IIDA *****

1. はじめに

生活交通の確保を目的としたコミュニティバスの運営においては、公費が投入されていることもあり、継続的なモニタリングに基づく評価と改善が必要とされている¹⁾。近年では、バスカードやセンサー、GPS を用いて乗降者数や運行時刻データを常時収集している事業者もあるが²⁾³⁾⁴⁾、大都市圏などの一部事業者にとどまり⁵⁾、小規模な事業者や市町村などでは調査員が添乗して調査する方法に頼らざるを得ないのが現状である。調査員による調査では、調査員の確保や表計算ソフトへの入力作業などでコストがかかることから、年に 1.2 日分のデータしか収集できないのが一般的である。しかし、通院や買物といった生活交通は毎日定常的ではないことから、利用者数が比較的少ない路線では 1.2 日分のデータだけでは実態を正確に把握したとは言い難い。

そこで、本研究では比較的需要の少ないコミュニティバス等を対象として、より低コストでバス停毎の乗降者数や発着時刻などのデータを常時収集可能な装置を開発し、そのデータを用いた利用実態分析と運行計画策定を支援するシステムを開発することを目的とした。

2. G P S乗降カウンターの仕組みと利用データ集計

(1) G P S乗降カウンターの仕組み

開発したバス乗降カウンターの主な仕様を表1に、外観図を図1、設置状況を図2に示す。大きさは運転席の狭いスペースに設置でき、かつ運転手が装置を見ずにスイッチを確実に押せるサイズとした。本体下部に磁石がついており、バス運転席スペースのドライバーが操作しやすいところに磁力で固定する。装置には GPS(Sirf Star)、乗降用カウントスイッチ、マーキングスイッチ、miniSDカード、補助電源としてニッケル水素蓄電池及びその充電回路が内蔵されている。記録するデータは、GPS情報（日付、

時刻、緯度、経度、速度、方向）、乗降カウント数、マーキング（異常発生などの記録用）であり、1秒間隔で記録される。乗降カウントは、乗降及び成人、高齢者、小学生の別にカウントできるようにしているが、その分類方法は調査内容により変更可能である（表示ラベルはシールで変更可能）。データ記録媒体としては、miniSDメモ리카ードを使用しているため、その記憶容量（現状最大4GB）により約1ヶ月分のデータを蓄積可能である。電源は、基本的にはバスのバッテリーから取るが、アイドリングストップ時など予期せぬ電源オフに対応するため、ニッケル水素蓄電池も内蔵している。ニッケル水素蓄電池の充電はメインスイッチオン時に行われる。

表1 GPS乗降カウンター仕様

大きさ	縦 132 [mm] 横 110 [mm] 高さ 46 [mm] 重さ 550 [g]	
センサ	GPS (Sirf Star)	
カウントスイッチ	6種類	
マーキングスイッチ	1種類	
記録媒体	miniSD カード (16MB~4GB)	
サンプリングタイム	1秒	
電源	外部電源 (5~24V) , ニッケル水素蓄電池	

図1 GPS乗降カウンター外観



図2 設置状況

*キーワード：公共交通計画，公共交通運用

**正員，博（工），宮城大学事業構想学部事業計画学科
（〒981-3298 宮城県大和町学苑1，TEL/FAX 022-377-8349）

***正員，パシフィックコンサルタンツ（株）

****非会員，修（情），（株）アイ・ティ・リサーチ

*****非会員，パシフィックコンサルタンツ（株）

*****非会員，国土交通省政策統括官付参事官室課長補佐

3. GPS乗降カウンター実証実験の実施概要

実証実験は、平成20年4月より、新たなコミュニティバスを運行開始した宮城県名取市内臨空地区で、本格運行前の約1ヶ月にわたり行った。特に、本地区は路線民間バス会社路線10路線のうち5路線が廃止され、また、仙台空港アクセス鉄道開業により、公共交通環境が大きく変化した地区である。表3に実証実験の概要、図5に対象路線を示す。

表3 実証実験の概要

実験地区	宮城県名取市臨空地区
実験期間	平成20年2月21日~3月18日(1ヶ月間)
実験路線	宮農線、北釜線、北釜美田園駅線、下増田線、閉上美田園駅線
対象車両等	中型路線バス車両2台、参加乗務員約30人



図5 実験路線

4. GPS乗降カウンター実証実験の結果・分析

実験対象路線の中から、一例として路線距離の長い北釜線の乗車の特性、遅延特性等を示す。

(1) 日別停留所別乗車人数

北釜線の日別停留所別乗車人員をみると、北釜、北釜北バス停あわせて7.8人/日、小学校のある下増田公民館前で5.3人/日である。名取駅前の乗車人員は1.4人/日である。(表4)

表4 北釜線の日別乗車人員

バス停	2月																		3月																		計	平均
	21日	22日	23日	24日	25日	26日	27日	28日	29日	1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日	8日	9日	10日	11日	12日	13日	14日	15日	16日	17日	18日											
北釜	9	9	1	0	8	9	10	8	9	12	0	0	10	8	10	7	1	0	6	8	8	8	9	0	6	0	2	158	5.9									
北釜北	3	3	0	0	2	3	3	3	3	0	0	5	1	2	2	2	0	0	3	3	3	3	3	1	0	2	0	50	1.9									
宮城農高入口	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0.1									
西峰塚	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0.0									
辻	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0									
谷地中前	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.1									
下増田公民館前	10	9	0	0	7	2	3	13	8	0	0	7	8	10	9	9	0	0	8	9	7	6	10	0	5	3	143	5.3										
本村下区公会堂前	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0									
薬師前	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.1									
矢畑	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0									
名取市民体育館前	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0									
名取市役所前	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	0.1									
増田小学校前	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0									
増田公民館前	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	9	0.3										
名取駅入口	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.1										
名取駅前	1	3	0	0	5	4	0	2	1	0	0	3	0	2	0	1	0	0	2	4	2	3	0	0	0	1	4	38	1.4									

(2) 年齢3区分別停留所別乗車人数

(1)と同様、北釜線の年齢3区分別乗車人員をみると、平均で、小学生が11.2人/日、高齢者が1.7人/日、成人が2.5人/日である。ほとんどが小学生の通学目的利用であることがわかる。(図6)



図6 停留所別年齢3区分別乗車人員

(3) 運行時刻遅延状況

ダイヤ上の設定時刻に対し、遅延は1分程度発生している。なお、始発の名取駅前ダイヤより早い観測時刻があるが、これは発車前に乗った乗客をカウントしたものであり早発ではない。(表5)

表5 北釜線の遅延状況

[北釜線] (平日)			
バス停	ダイヤ時刻	観測時刻	時間差
北釜	8:00	7:59	-0:01
北釜北	8:01	8:01	0:00
宮城農高入口	8:02	8:03	0:01
下増田公民館前	8:08	8:10	0:02
名取駅前	8:22	8:22	0:00
下増田公民館前	15:14	15:15	0:01
北釜	15:22	15:23	0:01
名取駅前	16:10	16:05	-0:05
増田公民館前	16:12	16:12	0:00
名取市役所前	16:16	16:16	0:00
薬師前	16:22	16:21	-0:01
下増田公民館前	16:24	16:23	-0:01
北釜	16:32	16:33	0:01

(4) 運行計画・改良のための支援資料作成

北釜線の乗車人数が、当初計画に達しなかったことに加え、関連調査として実施した利用ニーズをもとに、以下の運行計画改良案を提案した。

- ・利用者から、通院に利用するために、昼の便の運行要望がでているため、北釜美田園駅線を名取エアリ・名取駅に延長運転する形で平日 1.5 便、休日 1 便増便する。
(平日：上りは北釜発 6 時 45 分発、9 時 10 分発、下りは名取駅 13 時 28 分発を増発)
- ・乗務員より現行の運行ダイヤの所要時間 20 分が短いとの意見が多いため、22 分*に延長する。

5. 実験結果の考察

(1) GPS 乗降カウンターデータの有効性

GPS 乗降カウンターの乗降データを、調査員が乗車して乗車人員のカウントをおこなう従来の調査手法(図7)と比較した結果、同じ値が得られ、乗務員に押印忘れない限り、乗降カウントは正確であることが分かった。ただし、10人以上の乗降がある場合など、必ずしも停車中に押していないことがあるため、留意が必要である。

一方、遅延時間の計測も途中バス停は特に問題ないが、始発時は、発車前の乗客乗車時に随時カウンターが押されるため、発車時刻の特定アルゴリズムを組み込む必要がある。また、今回はなかったが、フリー乗降区間の取扱いについても今後検討が必要である。

なお、GPS 乗降バスカウンターは、年齢階層(高齢者、成人、小学生)別乗降カウントと遅延時間データのための収集であり、運行ルート(バス停の設置位置変更を含む)の改善や運行時刻の改善などの改良につなげるためには、乗務員ヒアリングや利用者ヒアリングより得られた結果についても十分考慮する必要がある。



図7 調査員による乗降カウント

(2) GPS 乗降カウンターデータ集計手順

現在は、SD カード上の収集データを Excel 形式に変換する作業を手作業で行っているため、集計に手間がかかる。今後、汎用化するためには、集計フォーマットに従ったデータ変換・加工プログラムを開発する必要がある。

(3) 運行計画作成・改良への活用

GPS 乗降カウンターによって得られた乗降データや遅延データは、乗務員やバス利用者ヒアリングから得られ

る乗務員の乗客やバス運行状況に対する意見、バス利用者の満足度や改善要望などと組み合わせると、運行計画の改善へ充分活用が可能であると考えられる。(図8)

一方、GPS 乗降カウンターで得られたデータは、より高度な運行計画への活用やコミュニティバスの利用状況の市民への説明などのために図化し、よりわかりやすく、説得力のあるものにする必要がある。現時点では、その作業を手作業で行う必要があり、GIS による自動出力など、より高度なバス運行計画資料作成が可能となる分析ソフト開発についても今後検討が必要である。

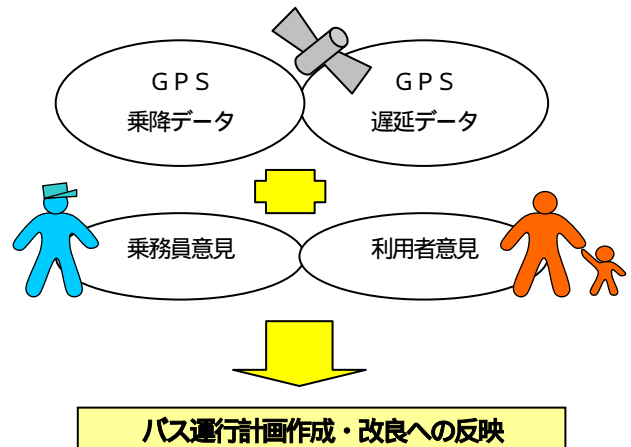


図8 バス運行計画・改良への反映

5. おわりに

本研究で開発したGPSカウンターにより、低コストで常時乗降及び運行データを収集することが可能となった。しかし、現在は手作業によるデータ処理に時間を要するため、集計の自動化を図るとともに、データ分析に基づくコミュニティバス運行計画支援のシステム構築を進めていきたい。最後に、実験にあたり調査機会を提供して頂いた国土交通省東北運輸局及び名取市に謝意を表す。

参考文献

- 1) 板谷和也, 橋本成仁, 三村泰広, 瀬尾和寛: 自治体バスのモニタリング・評価制度に関する基礎的研究, 土木計画学研究・講演集, Vol. 35, CD-ROM, 2007
- 2) 岡村敏之, 藤原章正: 共通プリペイドカードデータを用いた公共交通機関の需要特性分析, 交通工学研究会論文報告集, No. 22, pp. 265-268, 2002
- 3) 谷島賢, 坂本邦宏, 久保田尚: データに基づく持続可能な路線バス事業に関する研究, 土木計画学研究・講演集, Vol. 36, CD-ROM, 2007
- 4) 徳永幸之・兼田雅晴: トラフィックレコーダデータに基づく大学生のバス利用離れの要因分析, 土木計画学研究・講演集, Vol. 37, CD-ROM, 2008
- 5) 高瀬知彦, 高見淳史, 大森宣暁, 原田昇: バス路線再編の可能性とバス路線再編計画評価のためのデータの入手可能性, 土木計画学研究・講演集, Vol. 36, CD-ROM, 2007