

渋滞・バス遅延解消に向けたICカード・バスロケ・感知器・プローブの複合データ分析 ～熊本都市圏における年末金曜夕方の渋滞解消への挑戦～

太田 恒平¹・伊藤 昌毅²

¹ (株)トラフィックブレイン

(〒101-0047 東京都千代田区内神田3-2-9 SPビル2F) E-mail: kohei-ota@t-brain.jp

² 東京大学大学院情報理工学系研究科 E-mail: ito.masaki@sict.i.u-tokyo.ac.jp

鉄軌道が未発達な日本の地方都市では、道路渋滞及びそれに伴うバス遅延は今日も解消していない重要な課題である。とりわけ雨の日や年末の金曜などは、数十分単位の深刻なバス遅延が起きている。

そこで本研究では、熊本都市圏における渋滞・バス遅延解消を目的に、ICカード・バスロケ・感知器・プローブの各データを用いて、道路の交通量とバス遅延および車の旅行速度との関係を明らかにした。その結果、交通量が約1割減少すればラッシュ時の渋滞が無くなることがわかった。また年末金曜夕方は週を経るごとに遅延が悪化しており、12/24には日中の交通量が約1割増加したことで、夕方には車の旅行速度が平均8km/h程度に低下し、バスは中央値で30分と年間最高の遅延が起きていることがわかった。これらの結果を踏まえて、公共交通の運賃割引や、少しの交通量の削減が大幅な渋滞削減につながることを活かした、TDMによる渋滞・バス遅延解消策を検討する。

Key Words : urban transportation, traffic jam, bus, big data, TDM,

1. はじめに

鉄軌道が未発達な日本の地方都市では、道路渋滞及びそれに伴うバス遅延は今日も解消していない重要な課題である。とりわけ雨の日や年末の金曜などは、数十分単位の深刻なバス遅延が起きている。バスロケデータを用いたダイヤ改善により慢性的な遅延は解消できたり、変動には対応できないため、渋滞自体の解消策が期待される。

そこで本研究では、熊本都市圏における渋滞・バス遅延解消を目的に、ICカード・バスロケ・感知器・プローブの各データを用いて、道路の交通量とバス遅延および車の旅行速度との関係を明らかにする。これらの結果を踏まえて、公共交通の運賃割引や、少しの交通量の削減が大幅な渋滞削減につながることを活かした、TDMによる渋滞・バス遅延解消策を検討する。

2. 本研究で用いたデータ

本研究で用いたデータを表1に示す。課題解決対象のバス遅延には、バスロケーションシステムの運行実績データを用いる。遅延の要因データとして、バス利用者数にはICカードの乗車人員、車の速度には乗用車のプローブ旅行速度、天候には降水量データを用いた。また渋滞の要因データとして、感知器による断面交通量データを用いた。

バス共同経営推進室とは、熊本県内の大手バス事業者5社の連合組織であり、バスロケおよびICカードシステムを統一して導入しているため、それらのデータについても一括して扱える。

表1 分析に用いたデータ

交通	種類	情報源	提供元	地域	期間
バス	遅延	バスロケ (運行実績)	バス共同経営推進室	熊本県内	2021/04~2022/03
バス	利用者数	ICカード (乗車人員)	バス共同経営推進室	熊本県内	2021/11~2022/12
乗用車	速度	プローブ (旅行速度)	ホンダ	熊本市中央区	2021/11~2022/12
自動車	交通量	感知器 (断面交通量)	日本道路交通情報センター	熊本市中央区	2021/11~2022/12
-	天候	降水量	気象庁	熊本地方気象台	2021/11~2022/12

3. バスの遅延時間

(1) 時間帯別の遅延時間

まず、時間帯別の遅延時間を図 2 に示す。始発時間帯とは、便毎の起点時刻を 1 時間ごとに丸めた値である。最大遅延時間とは、便毎の起点から終点までの遅延時間の最大値であり、その中央値とは、対象期間・時間帯に含まれる全便の最大遅延時間の中央値である。

最大遅延時間中央値のピークは平日 7 時台 (6.8 分) および平日 17 時台 (6.7 分) であった。

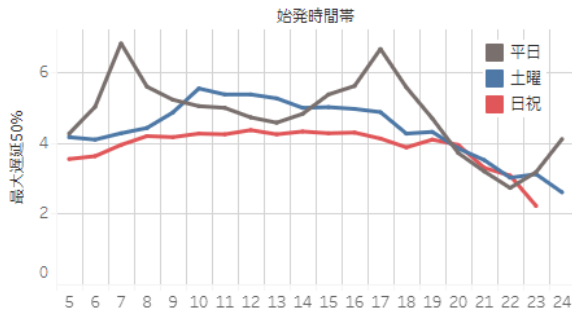


図 2 始発時間帯別の最大遅延時間中央値

(2) 年間の推移

平日の 7, 17 時台発における最大遅延時間中央値の日

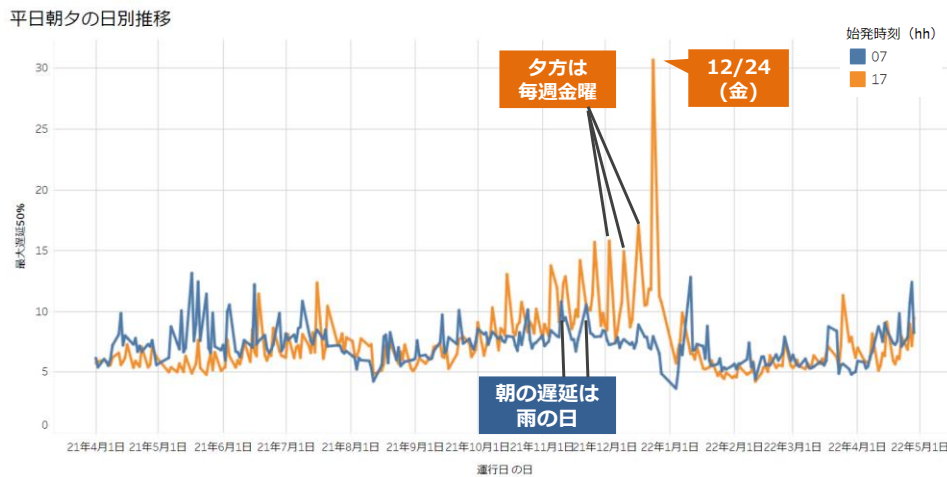
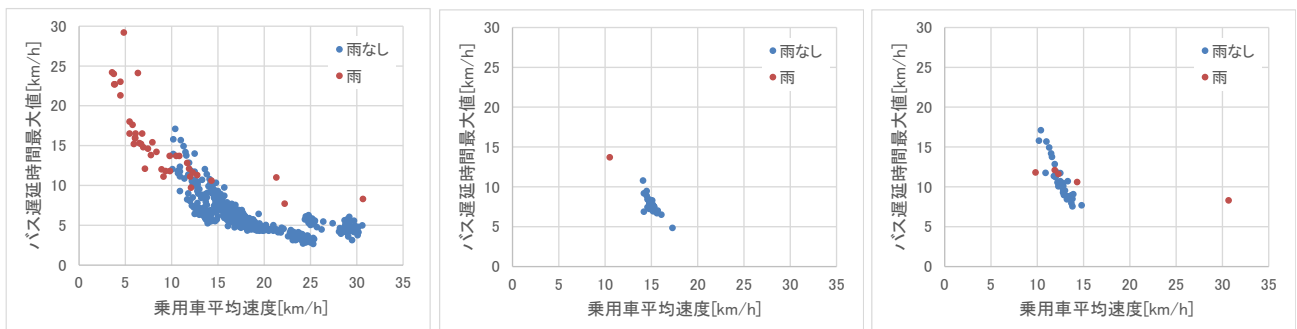


図 1 平日朝夕の最大遅延時間中央値の年間推移



平日 5-21 時台

平日 7 時台

平日 17 時台

図 3 バスの最大遅延中央値 (熊本県内) と乗用車平均速度 (熊本市中央区) の関係 (2021 年 11-12 月)

別推移を図 1 に示す。

17 時台発については、12/24(金)に最大値 (31 分) となり、その他の週も含め年末の金曜日に毎週大きな遅延が生じていた。12/24 は、年末、金曜日、クリスマスイブ、雨天 (16~19 時) が重なり、大きな遅延につながったと考えられる。

7 時台発については、2021 年 11~12 月の降雨データと比較したところ、10 分以上の遅れが発生していた日はいずれも雨天であった。

4. 年末のバス遅延と渋滞の関係

バスの最大遅延中央値 (熊本県内) と乗用車の平均旅行速度 (熊本市中央区) の関係を図 3 に示す。平日 7, 17 時台のいずれも、乗用車の速度とバス遅延には負の相関がある。バスのダイヤは時間帯ごとの遅延が予めある程度織り込まれていることに留意は必要だが、平日 5~21 時台を通じて負の相関があるほか、雨の日は雨無しの日と比べ速度低下・遅延増加が大きいことがわかる。雨無しの日に乗用車の平均旅行速度 20km/h 以上であれば、現行の時刻表であってもバスの遅延時間は概ね 5 分以下に抑えられる。

表 2 平均断面交通量と乗用車平均旅行速度の比較表 (熊本市中央区, 2021 年 11-12 月)

※乗用車速度の太字: 雨天

date	w	平均断面交通量[h]																				乗用車平均旅行速度[km/h]																			
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21						
12月1日	水	119	352	721	743	688	663	671	666	667	684	704	712	753	721	569	393	325	29	25	15	14	17	15	16	18	18	18	18	17	13	13	20	23	23						
12月2日	木	111	330	702	735	701	664	676	663	659	680	700	735	759	710	577	416	305	30	25	15	14	17	19	19	20	20	19	17	16	13	14	20	24	25						
12月3日	金	116	339	712	742	709	687	679	677	687	699	728	734	727	717	659	483	363	29	25	15	14	17	18	18	19	19	18	17	14	10	10	15	22	24						
12月4日	土	113	253	514	631	660	712	738	727	729	731	740	731	739	700	557	406	348	29	27	23	21	19	17	16	15	15	15	16	15	13	14	18	23	24						
12月5日	日	79	138	288	434	564	619	690	691	681	662	684	681	658	573	440	351	274	29	29	27	24	21	18	17	17	18	19	18	17	17	19	23	24	25						
12月6日	月	115	348	705	727	674	669	668	643	655	687	699	715	749	711	562	392	288	29	25	15	14	18	19	19	19	19	19	18	17	14	14	21	24	25						
12月7日	火	114	336	706	716	699	676	665	651	660	676	698	710	755	715	572	403	303	30	25	15	14	18	19	19	20	19	19	18	17	14	14	20	23	25						
12月8日	水	110	336	713	731	689	677	677	661	666	679	707	728	758	720	576	411	318	29	25	15	15	18	19	19	19	19	19	17	16	13	13	20	23	25						
12月9日	木	108	328	699	735	706	684	682	667	678	683	711	737	752	705	604	433	328	30	25	15	14	17	18	19	19	19	18	17	15	13	13	18	23	25						
12月10日	金	121	346	720	747	714	722	699	698	694	714	734	756	755	727	648	496	387	28	25	15	14	17	17	17	18	18	17	16	14	11	11	16	22	23						
12月11日	土	113	243	486	614	675	710	722	713	741	720	734	744	738	690	568	430	357	29	27	24	21	19	16	16	16	15	15	14	14	13	14	17	22	23						
12月12日	日	83	139	296	469	597	638	668	680	678	683	685	686	647	548	432	363	275	29	28	27	24	21	19	19	18	17	17	18	17	17	18	20	22	24	26					
12月13日	月	128	359	725	741	691	695	687	673	669	698	716	730	764	728	578	395	296	29	25	15	14	18	19	19	20	20	18	17	16	13	14	20	24	25						
12月14日	火	114	331	712	730	681	676	681	663	671	685	701	728	754	711	600	458	327	30	25	15	14	18	19	19	19	19	18	18	16	13	12	13	18	24						
12月15日	水	107	336	706	729	680	698	699	686	682	703	727	734	758	726	590	424	326	30	25	15	14	18	18	18	19	18	17	15	13	12	12	19	23	24						
12月16日	木	113	333	720	748	725	719	712	705	693	711	713	717	721	699	629	264	334	29	25	15	14	16	16	17	18	18	17	15	14	11	10	14	21	23						
12月17日	金	114	341	704	747	722	707	715	711	717	718	728	760	759	724	663	487	384	30	25	15	13	16	16	17	17	18	17	15	13	10	10	14	21	23						
12月18日	土	115	254	508	619	675	722	710	733	736	735	740	732	732	697	570	436	357	28	27	23	21	19	17	16	15	15	15	15	12	13	17	21	23							
12月19日	日	85	142	276	441	552	620	653	680	690	670	692	691	664	564	435	356	280	29	28	26	24	22	19	19	18	18	17	17	17	19	23	24	25							
12月20日	月	116	343	701	720	683	676	687	686	694	708	717	736	752	697	596	403	300	29	25	15	14	18	18	18	19	18	17	16	15	13	13	19	24	25						
12月21日	火	115	330	694	705	687	703	689	674	677	689	700	730	749	721	598	408	326	30	25	15	14	17	18	18	19	19	18	17	15	12	13	19	23	24						
12月22日	水	113	322	679	708	683	705	703	693	697	710	723	742	752	722	604	421	328	29	25	16	14	18	17	17	17	18	17	16	15	12	12	19	23	24						
12月23日	木	114	321	688	730	712	715	713	710	705	731	737	738	753	718	628	449	342	30	26	14	14	16	17	17	17	18	16	16	14	11	11	17	23	24						
12月24日	金	114	324	682	719	708	741	748	738	738	756	770	745	699	678	649	502	353	30	25	15	14	16	15	14	15	15	14	13	11	8	8	11	19	24						
12月25日	土	112	242	477	594	646	712	738	737	735	734	745	739	719	657	512	410	338	28	27	24	21	19	17	16	15	15	16	15	14	14	17	21	23	24						
12月26日	日	80	141	278	439	529	604	651	658	641	634	659	674	648	533	437	360	286	28	28	26	24	22	20	20	20	19	20	19	18	18	20	23	25	25						
12月27日	月	112	319	687	712	687	694	724	734	729	738	743	765	751	729	603	412	309	30	26	16	15	18	16	15	16	16	15	15	14	12	12	17	23	24						
12月28日	火	108	292	656	706	663	705	726	720	719	720	738	752	755	724	599	426	330	30	26	17	17	19	18	17	17	17	17	16	15	13	13	18	23	24						
12月29日	水	107	216	444	533	611	676	707	711	680	679	694	694	685	639	499	384	316	29	28	24	22	20	18	17	17	16	16	17	14	14	18	22	24							
12月30日	木	104	163	323	451	559	655	686	675	675	683	690	674	657	580	447	350	294	29	28	25	23	20	18	18	19	19	18	18	18	17	18	21	23	24						
12月31日	金	91	130	208	319	442	582	655	647	637	639	607	564	505	398	277	208	175	28	27	26	25	22	20	19	20	20	20	20	21	22	22	25	26	26						

5. 年末の渋滞と交通量の関係

車の速度低下の主要因は交通量の増加と考えられる。そこで、熊本市中央区に存在する感知器の断面交通量の平均値と、乗用車の平均旅行速度の比較を表 2 に示す。

平日の朝ピークと日中の違いに着目すると、朝の交通量は 740 台/h 前後なのに対し、日中は 680 台/h 前後となっている。約 1 割の交通量の差がピーク渋滞を作り出し、日中の速度 19km/h 程度を 14km/h 程度に低下させていることがわかる。

12/24(金)は、10~16 時台以降の交通量が他の平日に比べ 5~10%増加しており、それに伴い速度も低下している。とりわけ 16 時以降は夕ピークに降雨も重なり、速度は 8km/h に大きく低下している。

12/28(火)は、平日ではあるが既に年末休暇を取る人が多いと見られ、交通量の朝ピークが 706 台/h と低いことで朝の速度低下も発生していない。

このような面的な交通量と速度の関係を図 4 に示したところ、交通量増加に伴い速度が低下し、交通量のピーク付近では速度が大きく低下するという典型的な QV の関係性が明らかとなった。雨無しの日を対象に、交通量 ±5 台/h の範囲で速度の移動平均を取ったところ、交通量がピークの 750 台/h から 1 割減の 675 台/h に抑制できれば、速度は 13.4km/h から 18.2km/h へと 36%向上することがわかった。

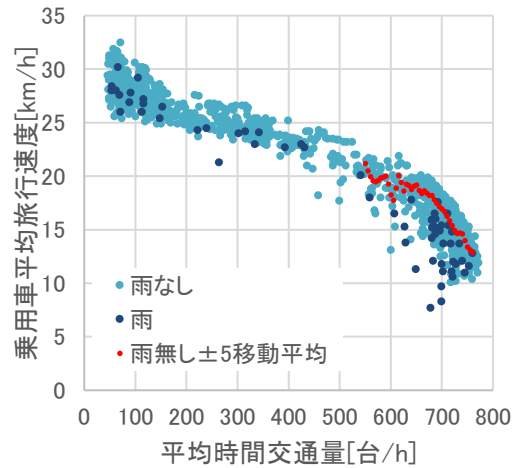


図 4 平均時間交通量と乗用車平均旅行速度の QV 図

6. 年末金曜渋滞対策の検討

本研究で主題とした年末金曜夕方のような交通需要の変動に伴う渋滞・遅延については、道路整備のような恒常的なハード策などの対策よりも、道路交通需要の抑制・分散や公共交通への転換などの対策を一時的に行う方が効率的と考えられる。

渋滞対策および公共交通の利用促進策の一例として、2019年9月14日(土)に行われた「熊本県内バス・電車無料の日」では、公共交通の利用が 2.5 倍となり、渋滞長も抑えることができた²⁾。また、同事例を参考に岡山市が 2021 年 12 月 10 日(金)に行った「路線バス・路面電車

の運賃無料 DAY」では、平日ながら 1.6 倍に公共交通が増加した³⁾。

同様の大幅な運賃割引策を熊本においても年末金曜に実施することで、増加する私用需要が自動車から公共交通に転換し、渋滞の発生を抑えられると考えられる。そこで熊本市では 2022 年 9 月補正予算にて年度内の無料デーを事業化した。しかし、交通事業者との調整の結果、割引時間を朝ピーク後に絞ったとしても、平日は輸送力逼迫、増発余地不足の懸念があることから、2022 年度においては旧来通り土休日に実施する方向で検討中である。今後、平日において大胆な TDM を実施可能とするには、交通事業者の運転手や車両に余裕を持たせるような長期策も前提として必要と考えられる。

7. さいごに

(1) まとめ

本研究では、熊本都市圏を対象に、バスの遅延時間、乗用車の速度、断面交通量、降雨のデータを複合的に分析した。その結果、乗用車の速度低下に伴うバスの遅延増大、交通量の増加に伴う乗用車の速度低下、降雨に伴う乗用車の速度低下の関係を定量的に明らかにできた。

特に 12/24(金)を筆頭に年末金曜には夕方のバスの遅延が年間で最大となっており、その原因が通常の 5~10%の交通量増加と降雨であることが分かった。さらに、TDM 策として公共交通無料デーの実施可能性について検討した。

(2) 今後の課題

渋滞・遅延改善の社会実装に向け、本研究においても触れた公共交通無料デーなど、道路整備だけに頼らない TDM 策の可能性について検討を深めていきたい。

謝辞: 本研究成果は、国立研究開発法人情報通信研究機構の委託研究により得られたものです。

参考文献

- 1) 太田：バスロケデータを基にした路線バスの遅延対策ダイヤ改正，土木計画学研究・講演集，Vol.57，2018
- 2) 今釜：「熊本県内バス・電車無料の日」が交通とまちに与えた多面的効果，土木学会論文集 D3，Vol.77/No.1，2021
- 3) 岡山市：路線バス・路面電車の運賃無料 DAY の実施結果について，
<https://www.city.okayama.jp/shisei/cmsfiles/contents/0000034/34312/20211227kotsu.pdf>，2021