

航空ビデオ撮影による微視的交通流解析に関する研究

Microscopic traffic flow analysis by aviation video photography

北見工業大学大学院 ○学生員 北條 洋史 (Hiroshi Houjou)
 北見工業大学大学院 大西 康文 (Yasuhumi Oonishi)
 北見工業大学 正員 川村 彰 (Akira Kawamura)
 北見工業大学 正員 高橋 清 (Kiyoshi Takahashi)

1. はじめに

交通流調査は道路交通計画に必要な不可欠であり、主に地上観測機器を用いた調査と、航空写真撮影による調査がなされている。地上観測機器には通過車両を自動的に観測するトラフィックカウンターや、速度調査に用いられる速度測定器、ビデオカメラによる路線の横方向の定点観測などがある。航空写真撮影は、使用機材として固定翼の軽飛行機やヘリコプターを用い、連続撮影または隔時撮影された鉛直写真による交通現象の解析がこれまでなされてきた。前者の調査方法は定期的にデータの集計がなされているが、交通流の動的把握には不十分な点が多い。そのため、航空機を用いた交通流調査の必要性が増している。

昨年、一昨年のモーターグライダーによる交通流調査により基礎的な交通流の指標として、交通量、交通密度、走行速度などのデータが得られた。本研究では北見市に着目した都市内交通流特性、微視的交通流現象の把握を主たる目的とした。

2. 調査概要

2.1. 交通量常時観測データ

航空ビデオ撮影の準備資料として、平成11年度、平成12年度交通量常時観測月表をもとに、北見市三輪の季節変動(図-1)、曜日変動(図-2)、24時間変動(図-3)を求め、路線の交通特性を把握した。結果より、交通量の時間変動は年々同じパターンが繰り返されることがわかり、24時間変動では朝夕の通勤に交通量の増加がみられる。

また、交通量の実態調査を把握するため、朝の出勤時における交通量の詳細を測定した。午前8時~9時の交通量が多く、三輪では8時00分~15分がピーク15分交通量(図-4)となった。

ピーク時係数 (peak hour factor ; PHF)

$$= \text{ピーク時間交通量} / 4 (\text{ピーク15分交通量})$$

によって定義され、 $0 < \text{PHF} \leq 1$ の範囲の値をもつ、ピーク時係数はその値が1に近いほど時間変動が小さく、交通流が時間的に均等化していることを示している。

北見市(三輪)のピーク15分交通量は435台となり、という結果が得られた。

ピーク時係数(PHF)は0.76という結果が得られた。

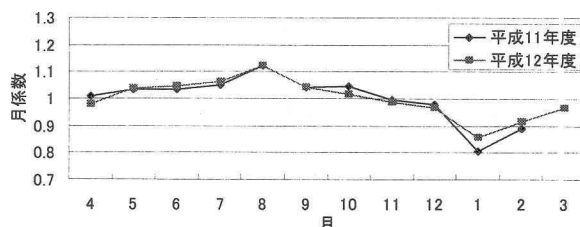


図-1 月変動

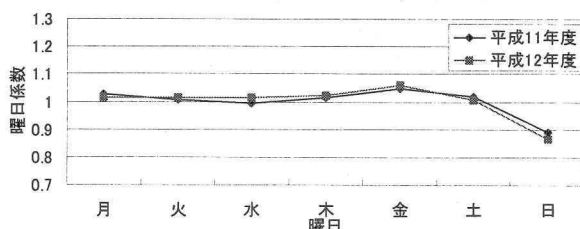


図-2 曜日変動

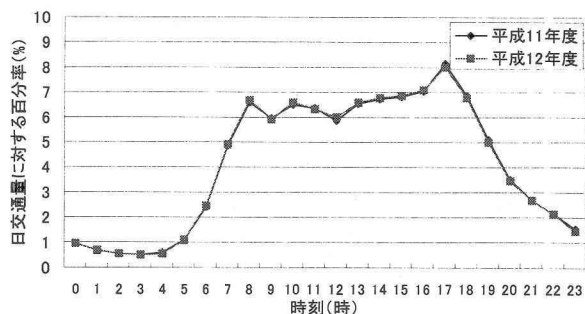


図-3 24時間変動

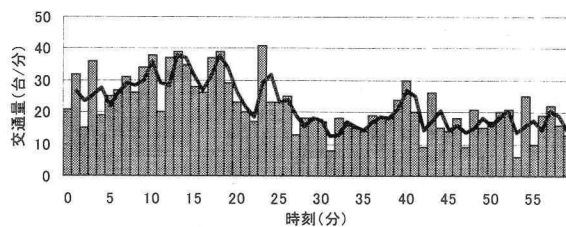


図-4 三輪の交通量(8時~9時)

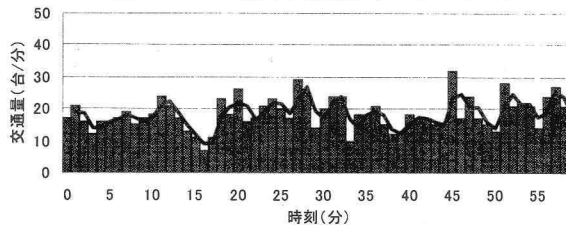


図-5 三輪の交通量(9時~10時)

2.2. 撮影日程

日時：平成 14 年 12 月 6 日 (金) 午前 8 時～9 時

使用機材：ホフマン H36 デイモナ

撮影方法：対象路線をビデオカメラにより映像を確認しながら撮影

撮影対象路線：(図-6)

- 東西方向 (国道 39 号線、夕陽ヶ丘通り、南大通り)
- 南北方向 (緑園通り、とん田通り、西 4 号線、西 6 号線)
- 北見環状線
- 飛行高度：1000ft (300m)
- 飛行速度：130Km/h

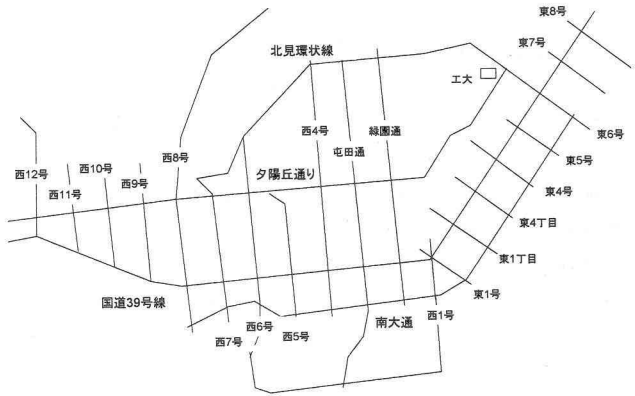


図-6 撮影対象道路

3. 解析

撮影画像をパソコン上に静止画として取り込むためのソフトとして、PhotoDV を使用し画像処理を行う。Image Tracker PTV による自動追跡に適した、3 フレーム/秒で静止画像を取り込むことにする。BMP ファイルから MV ファイルを生成し、Image Tracker PTV より連続画像中の複数の車両を追跡し絶対座標 (XY 座標) を算出する。実距離算定のため、静止画像で明瞭に識別できるもの (建物、駐車している車) を標定点としてトレースして XY 座標を算出する。補正計算を行うとともに、車両の移動距離と経過時間から走行速度を求める。同様に車両間の XY 座標から車頭間隔を求める。車両台数と区間距離より、交通密度を計測する。速度変化と経過時間から加速度を求める。図-7 は Image Tracker による画像処理画面である。本研究では各値を以下のように設定した。

トレーサの大きさ：14～20Pixel

追跡半径：80Pixel

最低検出強度：0.8

1 秒間のコマ数：3 コマ/秒

平滑化処理：ON

スケール設定：中央線の白線部を 5.0m (ライン設定)



図-7 Image Tracker による処理画面

4. 都市内交通流特性

国道 39 号線を主要交差点で区切り (区間距離: 約 0.6km) 区間ごとの走行速度、交通密度、交通量を算出した (表-1)。

- ・車両台数：東方向と西方向の路線に交互に増加が見られる。他路線からの国道 39 号線への流入と、信号機による交通量の調整のものと考えられる。
- ・走行速度：交差点の多い緑園通～東 1 丁目で減少が見られる。実際、車両台数における停止している車両が他の区間より多かった。
- ・交通密度：区間距離が 0.6km 前後のため車両台数と同様の特性が現れた。比較的顕著な増減は見られなかった。北見駅前の東 1 丁目～東 4 丁目が高く、次いで西 6 号～とん田通で高くなっている。郊外部の東 6 号から交通密度の減少が見られる。
- ・交通量：西 11 号～西 9 号、東 4 号～東 5 号が最も多く、東 1 号付近では交通量が減少している。

表-1 各区間の交通流特性

区間	区間距離 (km)	車両台数 (台)		走行速度 (km/h)		交通密度 (台/km)		交通量 (台/h)	
		西	東	西	東	西	東	西	東
西 12 号～西 11 号	0.7	10	19	37.4	43.0	14.3	13.6	534.0	580.2
西 11 号～西 10 号	0.6	9	26	48.7	41.2	12.9	21.7	626.3	852.1
		17	35.0	15.0	28.3	712.2	992.1		
西 10 号～西 9 号	0.6	12	29	54.3	41.4	20.0	24.2	1085.8	945.9
		17	28.4	28.3	16.7	806.1	479.3		
西 9 号～西 8 号	0.6	10	17	28.8	36.5	16.7	14.2	479.3	497.7
		7	44.2	11.7	516.0	16.7	14.2		
西 8 号～西 7 号	0.6	20	26	11.9	17.0	33.3	21.7	396.4	308.3
		6	22.0	10.0	202.2	10.0	21.7		
西 7 号～西 6 号	0.6	3	16	41.4	43.3	5.0	13.3	206.9	593.1
		13	45.2	21.7	979.3	21.7	13.3		
西 6 号～西 5 号	0.6	20	31	15.1	24.9	33.3	25.8	505.0	569.5
		11	34.6	18.3	634.1	18.3	25.8		
西 5 号～西 4 号	0.6	21	30	13.3	15.2	35.0	25.0	465.0	361.0
		9	17.1	15.0	256.9	15.0	25.0		
西 4 号～とん田通	0.6	4	30	28.3	25.5	6.7	25.0	175.4	623.7
		26	24.7	43.3	1072.0	43.3	25.0		
とん田通～緑園通	0.6	21	28	22.8	31.3	35.0	23.3	798.6	631.6
		7	39.8	11.7	464.7	11.7	23.3		
緑園通～西 1 号	0.6	9	25	17.9	17.1	15.0	20.8	268.5	351.0
		16	16.3	26.7	433.5	16.3	20.8		
東 1 号～東 1 丁目	0.7	13	30	11.7	10.7	18.6	21.4	217.8	226.3
		17	9.7	24.3	234.7	9.7	21.4		
東 1 丁目～東 4 丁目	0.5	8	30	21.7	21.2	16.0	30.0	347.5	630.3
		22	20.8	44.0	913.2	20.8	30.0		
東 4 丁目～東 4 号	0.5	2	17	25.6	28.6	4.0	17.0	102.5	526.1
		15	31.7	30.0	949.6	31.7	17.0		
東 4 号～東 5 号	0.6	12	29	36.0	37.2	20.0	24.2	719.7	904.9
		17	38.5	28.3	1090.1	38.5	24.2		
東 5 号～東 6 号	0.6	4	20	43.3	43.7	6.7	16.7	288.5	732.0
		16	44.1	26.7	1175.5	44.1	16.7		
東 6 号～東 7 号	0.6	9	11	13.9	20.3	15.0	9.2	208.0	148.6
		2	26.8	3.3	89.2	2	9.2		
東 7 号～東 8 号	0.6	0	16	—	—	—	—	—	—
		16	33.4	33.4	890.5	33.4	—		

4.1. 国道 39 号線の走行速度分布

道路上の各車はそれぞれ自由な意志で動いており、しかも他の交通による影響のため必ずしも均一な速度で走っているとは限らないので、多くの車両の速度を測定すると通常かなりのばらつきがみられる。従って、交通全体の速度特性は平均速度だけでなくこのばらつきの程度をあわせて表現する必要がある。走行速度分布をヒストグラムで示した(図-8)。0~10km/hの停止車両またはそれに近い速度で走行している車両を除くと、40km/hを中心に山形に分布することがわかる。台数比率は最も高い2.5~5km/hで14.8%、次いで40~42.5km/hで9.1%である。

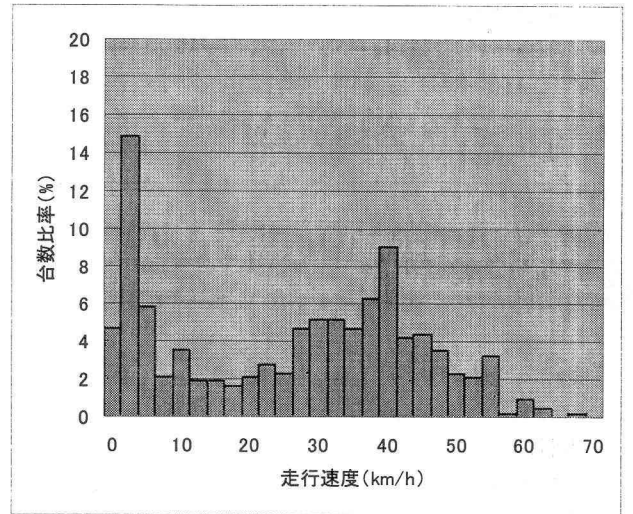


図-8 走行速度分布

5. 微視的交通流現象

5.1. 追従モデル

道路を走行する車両は、前方走行車両、特に直前の車両の挙動の影響を大きく受ける。このため、道路の延長方向に何台かの車両が列をなして走行しているとき、列の途中で生じた走行の乱れは後方車両に順に伝播していく。

いま、道路の延長方向に多数の車両が列をなして走行しており、また、追い越しが禁止されているものとする。このとき、前方走行車両が速度変化を起こしたなら、運転者は安全を保つため自己の車両の速度を調整し、安全な車頭間隔を保持しようとする。

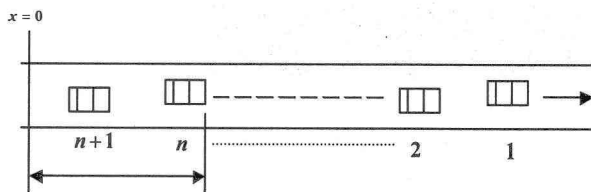


図-9 車両の追従

このような追従運動を次の微分方程式で表現した。

$$\ddot{x}_{n+1}(t) = \lambda [\dot{x}_n(t) - \dot{x}_{n+1}(t)] \dots \dots \textcircled{1}$$

ここで、 $x_n(t)$: 第n番目の車両の距離

$\dot{x}_n(t)$: 第n番目の車両の速度

$\ddot{x}_n(t)$: 第n番目の車両の加速度

λ : 定数

5.2. 交通密度とλの比較

本研究では①を変形させた

$$\lambda = \ddot{x}_{n+1}(t) / [\dot{x}_n(t) - \dot{x}_{n+1}(t)]$$

によりλを求めた。

追従車両の加速度、直前車両と当該車両の速度差は Image Tracker PTV により得られた座標 (X, Y ファイル) により求めた。追従車両と直前車両がデジタルビデオカメラのモニターディスプレイに映しだされている時間 (1~6 秒度) を加速度の経過時間としλを求めた (図-10)。

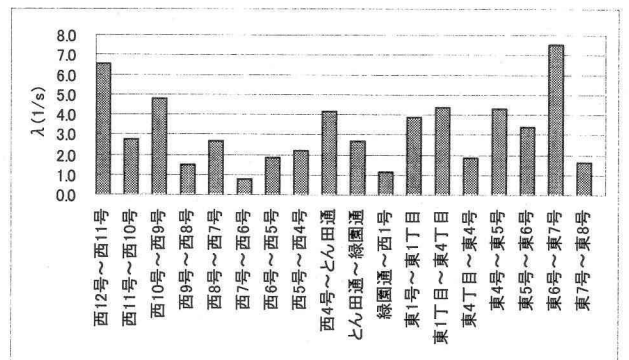


図-10 各区間のλの数値

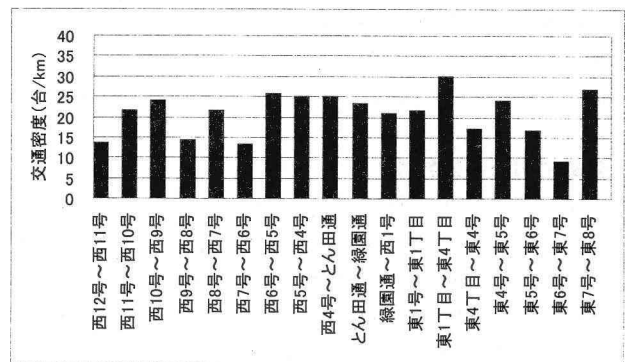


図-11 交通密度

λは運転者の前車からの刺激に反応する強さであることから、λの数値が交通密度(図-11)に相似すると予測した。しかし、λに交通密度が強い関連性を示さなかった。理由として以下のことが考えられる。

- 追従運動ではない車両データである負のλを削除したため
 - 加速度、前後車両の速度差の算出方法。
 - λの数値の追従モデルにおける範囲の設定。
- 追従運動をしていない車両の解析についてが課題である。

5.3. 車頭間隔とλの関連性

車頭間隔が小さくなると、前車からの刺激に反応する強さを示すλの値が大きくなると予測した。各車両を散布図で表した(図-12)。

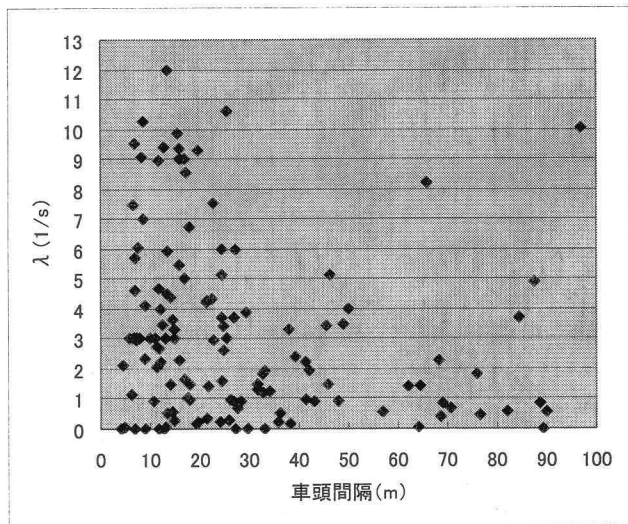


図-12 車頭間隔とλ

車頭間隔が大きくなると前車からの刺激が弱まりλは小さい値をとる。車頭間隔が小さく追従運動が行われている所では、λにばらつきがみられた。

6. まとめ

本研究では以下のような結果が得られた。

- ・解析範囲を広げることにより微視的交通流解析を試みる事ができた。本研究では特にλの値に注目して解析を進めたが、全ての車両が追従モデルにあてはまる走行状況とは限らなく、各車両の映しだされている撮影時間が異なるため、前後車両の速度差から反応後の加速度までの経過時間が一様ではなかった。しかし、λと車両の交通状況など、例えば交差点付近の車群に限定するなどの場合わけをすると同様のデータが得られるのではないかと考える。
- ・出勤時における国道39号線の交通流特性(走行速度・交通密度・交通量)を区間ごとに把握した。また、交通流特性を色分けにより視覚的に把握し易い地図を作成することができた。

今後の課題として

- ・夕陽ヶ丘通、南大通などの他路線の交通流特性把握と、国道39号線との比較をし、北見市街地の交通流特性マップを作成する。
- ・追従運動を前提とした撮影方法の検討。郊外の信号などにより停止することのない路線の車群を長時間撮影し、車群内の車両の交通特性などを把握する。
- ・本研究では撮影されなかった追い越しによる車両の交通特性の把握。

参考文献

- 1) 交通工学研究会：交通工学ハンドブック(技報堂)
- 2) 佐佐木 綱、飯田 恭敬：交通工学(国民科学社)
- 3) 塙 克郎、高田 邦道、木戸 伴雄：交通調査マニュアル(鹿島出版会)
- 4) 福本 武明、荻野 正嗣、櫛田 祐次、佐野 正典、嵯峨 晃、和田 安彦：測量学(朝倉書店)
- 5) 内田一郎、鬼塚克忠：道路工学(森北出版)
- 6) 大蔵 泉：交通工学(コロナ社)
- 7) 北海道開発局建設部道路計画課：交通量常時観測集計報告書(平成7年度)
- 8) 北條 洋史、大西 康文、川村 彰、高橋 清：モーターライダーを利用した交通量調査の有効性に関する研究、土木学会第57回年次学術講演会講演概要集IV-357
- 9) 大西 康文、井上 要人、川村 彰、高橋 清：航空ビデオ撮影による交通量調査に関する基礎的研究
- 10) 網走開発建設部：平成13年度 道路現況図