

京都大学工学部 佐生工学 正員 山本剛夫, 正員 西田耕之助
京都市街研 正員 高田 進 大阪府公害監視センター 正員 石川義紀

自動車排気による都市大気汚染は年々著しくなっており、わが国においても1965年より排気ガス中の一酸化炭素について3%という規制がなされており1969年10月よりこの規制は2.5%という値に強化される。著者は、この規制のTest cycleとして用いられている4 mode cycleよりも合理的なTest cycleを導き自動車排気による汚染の評価を得ることを目的として、京都市街地における走行modeを検討し¹⁾、走行状態(加速・減速・定速・停止)の組み合わせからマルコフ連鎖を用いて、平均走行サイクルを推定し、結果として6個の走行状態から成る走行様式(6 mode cycle)を導いた。今回、さらに時間の要素を加えた解析により、より精確と思われる走行サイクルを検討した。

自動車が停止の状態から発進して走行すると、走行速度はある一定の確率的な法則に従って変化すると考える。すなわち、ある時間毎の走行速度はマルコフ連鎖を形成するとすると、停止の状態から発進し再び停止の状態に至るまでの時間の期待値は0km/hの状態から0km/hの状態への平均再帰時間であらわされる。京都市内において30通りの走行路線を交差点の交通流の特性にもとづいてランダムにえらび、その路線上を走行した。走行速度はタコグラフにより記録した。走行速度を記録したカートを5秒毎に読みとり、0km/h, 5km/h, 10km/h から60km/hに至る5km/h毎の13の走行速度の状態に対して遷移確率を求めた。これを表-1に示す。この遷移確率行列Pにより、Nステップ進んだときの遷移確率は P^N であらわされる。さらに、Nステップで状態Iからはじめて状態Jに至る確率 $F^{(N)}$ は P^N を用いて

$$F^{(N)}(I, J) = P^N(I, J) - \sum_{v=1}^{N-1} F^{(N-v)}(I, J) \cdot P^v(I, J)$$

によりあらわされる。また、状態Iから状態Jに至る平均待時間

$$\sum_{N=1}^{\infty} \{F^{(N)}(I, J) \cdot N\}$$

であらわされる。0km/hから0km/hに至る遷移確率を図-1に、再帰確率 $F^{(N)}$ を図-2に示す。1ステップの間隔は5秒間である。この遷移確率は約0.1に収束する様子がわかる。再帰的正常な状態のもとでは状態J→状態Jの平均再帰時間は $1/P^N(I, J)_{N \rightarrow \infty}$ で与えられるから、ステップ数10かその平均再帰時間である。1ステップの間隔は5秒であるから平均再帰時間は約50秒である。また、 $\sum_{N=1}^{\infty} N \cdot F^{(N)}(J, J)$

遷移速度 初速度 km/h		表-1 遷移確率 P												
速度 km/h	終速度 km/h	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
0	0	0.0000	0.0996	0.1775	0.1125	0.3896	0.1818	0.0390	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
5	0	0.3333	0.1373	0.1765	0.1569	0.1175	0.0784	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10	0	0.3054	0.0687	0.1908	0.0458	0.2367	0.1221	0.0305	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
15	0	0.2532	0.0253	0.1393	0.0506	0.2911	0.0886	0.1392	0.0127	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20	0	0.2233	0.0200	0.0733	0.0433	0.1500	0.1934	0.1934	0.0800	0.0233	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
25	0	0.1330	0.0183	0.0459	0.0275	0.1239	0.1468	0.2385	0.2064	0.0551	0.0046	0.0000	0.0000	0.0000
30	0	0.0874	0.0000	0.0259	0.0227	0.0938	0.1100	0.2913	0.2977	0.0680	0.0032	0.0000	0.0000	0.0000
35	0	0.0533	0.0000	0.0157	0.0125	0.0595	0.0439	0.1379	0.3511	0.2665	0.0556	0.0000	0.0000	0.0000
40	0	0.0149	0.0030	0.0030	0.0059	0.0595	0.0268	0.0923	0.1190	0.4911	0.1726	0.0119	0.0000	0.0000
45	0	0.0227	0.0000	0.0000	0.0057	0.0455	0.0170	0.0511	0.0398	0.2386	0.4716	0.1023	0.0057	0.0000
50	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0408	0.0204	0.0204	0.0000	0.0816	0.2245	0.4694	0.1429	0.0000
55	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2000	0.3000	0.3000	0.2000
60	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.5000	0.5000	0.0000	0.0000	0.0000

により与えられる平均再帰時間は50ステップまでの和としては9.2であり46秒が与えられる。停止時間は実測値から18秒が平均値であり、この値を平均再帰時間の50秒に加えると68秒の値が得られる。すなわち、1回の走行サイクルの所要時間は68秒とするのが妥当であると考えられる。先に検討した走行サイクル¹⁾では図-4に示す6 mode cycleの結論を得ているが、これは10km/hごとの速度で測定しているので速度変化の詳細はつかめていないが、今回の時間変化の観点から検討した解析では5km/hのきざみで速度を測定しており加速減速時にあける再帰確率および遷移確率の値から、DもしくはE型の走行サイクルの方がより適合すると思われる。即ち、1ステップ(5秒間)では0km/hからの加速としては20km/hへ至る再帰確率Fが最大の値を示し、20km/hからの減速としては0km/hへの減速のFが最大の値を示した。また、40km/hにおいては図-3に示すごとく、1ステップで再帰確率の最大値は約0.5とまわめて大きな値を示し、40km/hにあける定速走行が長くつづくことを意味している。これは20km/hにおいても同様で、40km/hの場合に次ぐ値を示し、20km/hの定速走行もサくとも1ステップはつづき、可能性の大きいことを意味している。以上の様な加速・減速の状況や、1サイクルの継続時間等の結果からみて、図-4のDまたはE型のサイクルがより適当と判断できる。なお、計算には大阪府公害監視センターの電子計算機を使用していただくことに謝意を表す。

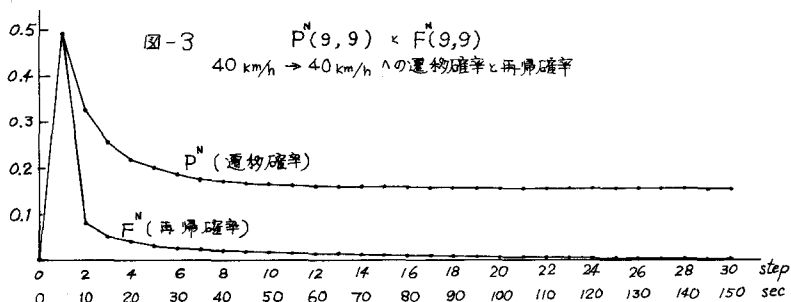
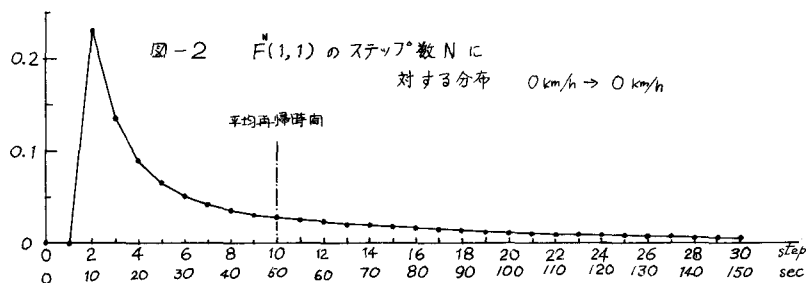
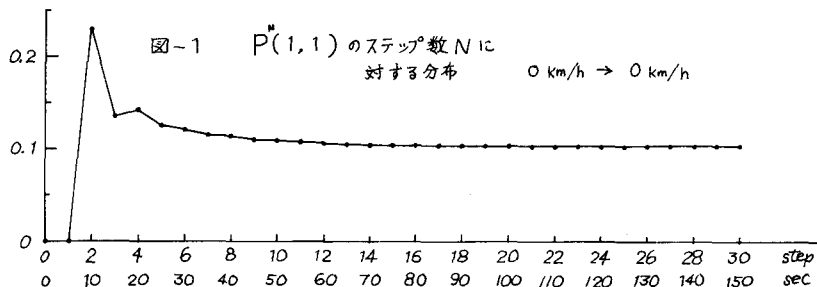


図-4 6 モードサイクル

