

京都大学工学部 正員 工博 半谷栄二
京都大学大学院 学生員 〇西藤立雄

ランダム・ウォークによる自動車の運行状態を、計算機で再現する方法は、先の学会で三浦氏が報告されたところであるが、この結果は推定した駐車時間に対して移動時間を材料変更した結果、5時間半が適当であることが判明している。しかも、O.D.表9区について81ヶ所のうち5~6ヶ所が実際のO.D.表と計算値とに間に差がある。そのほとんどが右京区と伏見区の間であり、その原因を調べる為に、移動時間を各点について変動させてみた。まず差異のある伏見区について移動時間を3時間、他区は6時間として計算した結果を表に示すと次のとおりである。但し乗用車についてのみ

表-1 移動時間変動した場合 上段 実測値と計算値の比率
下段 計算値

	北区	上京区	左京区	中京区	東山区	下京区	南区	右京区	伏見区
北区	2687 ^{1.27}	2273 ^{1.09}	1810 ^{1.27}	2396 ^{0.85}	527 ^{1.71}	1469 ^{0.83}	567 ^{1.29}	394 ^{0.49}	201 ^{2.51}
上京区	1662 ^{0.88}	4552 ^{0.97}	2561 ^{0.92}	4809 ^{1.08}	1243 ^{1.02}	3933 ^{1.00}	431 ^{1.15}	955 ^{1.15}	369 ^{1.78}
左京区	1251 ^{0.94}	2813 ^{1.10}	6288 ^{0.90}	3246 ^{0.82}	2683 ^{0.88}	3719 ^{1.07}	194 ^{1.76}	344 ^{1.62}	122 ^{5.55}
中京区	2301 ^{0.82}	4231 ^{0.86}	3500 ^{0.89}	10851 ^{0.92}	4915 ^{1.11}	9867 ^{0.91}	1430 ^{0.97}	1254 ^{0.99}	884 ^{1.15}
東山区	511 ^{1.14}	1097 ^{0.83}	2461 ^{0.91}	4440 ^{0.97}	7478 ^{0.91}	5855 ^{1.17}	828 ^{1.02}	662 ^{1.68}	582 ^{0.76}
下京区	1228 ^{1.00}	4025 ^{1.10}	2871 ^{0.98}	10105 ^{0.98}	5114 ^{0.94}	16163 ^{0.98}	2766 ^{1.92}	1204 ^{0.69}	1102 ^{1.21}
南区	260 ^{0.85}	417 ^{1.42}	391 ^{1.26}	1549 ^{1.12}	789 ^{1.16}	4016 ^{1.15}	2152 ^{0.73}	408 ^{1.80}	541 ^{0.64}
右京区	1166 ^{1.29}	899 ^{1.22}	525 ^{1.74}	2303 ^{1.18}	455 ^{2.69}	1276 ^{0.92}	300 ^{0.70}	1930 ^{0.89}	501 ^{2.77}
伏見区	226 ^{1.92}	408 ^{1.37}	295 ^{1.33}	517 ^{0.95}	463 ^{0.75}	877 ^{0.95}	1694 ^{1.40}	497 ^{6.81}	3634 ^{1.63}
	0.0621	0.1090	0.1092	0.2117	0.1246	0.2483	0.0524	0.0468	0.0420

この結果からは、伏見区にだけ移動時間の変動は他区よりもその交通量の影響がみられる。次に駐車時間の変動は、市内の混雑度および駐車の実態を考慮して推定した値であるので検討を加え、伏見区右京区について修正して、計算したものが表-2である。

右京・伏見間の交通量は、実際の値と計算値とではその差が絶対数で数百台であるが、その比率は10倍をこえている。そこで、もう一度モデルに検討を加えると、各区から出発する車の台数は、出発地での保有台数全体を1台が代表して運行している。そこで1台の車が1台通過れば、その車の出発地での保有台数全体が通ったものと計算されている。

表-2 駐車時間と変動させた場合 上段 実測値と計算値の比率
下段 計算値

	北区	上京区	左京区	中京区	東山区	下京区	南区	右京区	伏見区
北区	2463 ^{1.16}	2330 ^{1.10}	1227 ^{0.86}	2180 ^{0.78}	367 ^{1.19}	1514 ^{0.85}	485 ^{1.10}	732 ^{0.90}	201 ^{2.51}
上京区	1625 ^{0.88}	4059 ^{0.86}	2402 ^{0.87}	4297 ^{0.97}	1226 ^{1.00}	3805 ^{0.97}	427 ^{1.14}	923 ^{1.11}	464 ^{2.24}
左京区	1323 ^{0.99}	2122 ^{0.88}	6088 ^{0.87}	3276 ^{0.83}	2773 ^{0.91}	3583 ^{1.05}	286 ^{2.60}	325 ^{1.53}	380 ^{17.23}
中京区	2260 ^{0.81}	4020 ^{0.81}	3569 ^{0.91}	11570 ^{0.97}	9320 ^{0.97}	9562 ^{0.88}	1305 ^{0.89}	923 ^{0.67}	811 ^{1.06}
東山区	328 ^{0.73}	1248 ^{0.99}	2653 ^{0.98}	4293 ^{0.93}	6911 ^{0.94}	5366 ^{0.88}	791 ^{0.98}	548 ^{1.38}	585 ^{1.05}
下京区	1778 ^{1.03}	3509 ^{0.99}	3120 ^{1.06}	9104 ^{0.89}	5043 ^{0.93}	15337 ^{0.93}	3288 ^{1.00}	1533 ^{0.87}	592 ^{0.63}
南区	400 ^{0.89}	548 ^{1.86}	464 ^{1.49}	1339 ^{0.97}	629 ^{0.92}	4053 ^{1.16}	2633 ^{0.90}	386 ^{1.70}	726 ^{0.83}
右京区	826 ^{0.91}	963 ^{1.31}	396 ^{1.20}	3326 ^{1.19}	407 ^{2.41}	1379 ^{0.99}	604 ^{1.47}	2363 ^{1.09}	521 ^{2.68}
伏見区	195 ^{1.65}	308 ^{1.04}	178 ^{0.80}	709 ^{1.31}	626 ^{1.02}	623 ^{0.88}	855 ^{1.10}	426 ^{5.84}	2218 ^{0.99}
	0.0614	0.1054	0.1102	0.2144	0.1223	0.2479	0.0551	0.0447	0.0357

次の段階として、保有台数100台を1台に代表させて運行した結果は表-3のとおりである。これは1台1台の自動車を運行させる前段階であり、2. 先のモデルに比べより現実に近い運行状態を示すものと考えられる。さらに50台に1台あるいは10台に1台の割合で代表させてシミュレートしてみた。ここで考えるべきことは、その計算に要する時間が増大することと要求される精度であり、その要求度に応じて、20台に1台ある（10台に1台を運行させることを判定しなければならぬ）ことである。京都市の場合は最終的に10台を1台で代表させ、10日分の平均乗降時間5.5時間を10回計算してその平均1日分を表に示している。

表-3. 保有台数100台を1台に代表させた場合 (10日間の平均)

	北区	上京区	左京区	中京区	東山区	下京区	南区	石京区	伏見区
北区	2,920	2,540	1,790	2,740	400	1,720	440	420	390
上京区	1,990	4,430	2,720	4,850	1,120	3,730	490	890	480
左京区	1,180	2,490	6,870	2,710	2,710	3,680	230	340	250
中京区	2,820	4,750	3,630	10,630	4,640	10,040	1,420	1,030	780
東山区	460	1,290	2,580	4,190	7,200	5,230	930	570	600
下京区	1,980	3,570	2,980	10,040	5,080	15,950	2,600	1,560	1,010
南区	330	400	280	1,610	680	3,800	2,850	390	570
石京区	1,200	910	450	2,150	450	1,020	460	1,680	480
伏見区	240	460	300	510	610	890	890	250	2,630
	0.0692	0.1099	0.1139	0.2133	0.1207	0.2430	0.0544	0.0376	0.0379

次に考えることは、右車区・伏見区に一体どれほどの台数の車がくると期待できるかである。このことはタクシーの例で述べると、い地区で乗る客とj地区で乗る客とが指示する行先に全く関連性はない。したがって遷移確率があるものは、前の段階での確率には無関係であるので、マルコフ過程が考えられる。この過程では多段階にわたる、2階返したとき、収束することになり、211。よって、2遷移行列からその極限行列を連立方程式で解ける。すなわち遷移確率で与えられる行列
$$\begin{pmatrix} p_{11} & p_{12} & p_{13} & \dots & p_{1n} \\ p_{21} & p_{22} & p_{23} & \dots & p_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{n1} & p_{n2} & p_{n3} & \dots & p_{nn} \end{pmatrix}$$
 によって
$$\begin{pmatrix} w_1 & w_2 & \dots & w_n \\ w_1 & w_2 & \dots & w_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_1 & w_2 & \dots & w_n \end{pmatrix}$$
 1: 収束することから次の方程式が成立つ。

$$\begin{cases} w_1 = p_{11}w_1 + p_{12}w_2 + \dots + p_{1n}w_n \\ w_2 = p_{21}w_1 + p_{22}w_2 + \dots + p_{2n}w_n \\ \dots \\ w_n = p_{n1}w_1 + p_{n2}w_2 + \dots + p_{nn}w_n \\ w_1 + w_2 + \dots + w_n = 1 \end{cases}$$

これから求めた値は 0.0604, 0.1065, 0.1132, 0.2185, 0.1273, 0.2432, 0.0554, 0.0405, 0.0370 であり、 $w_1, w_2, \dots, w_n$ の解であり、実際に計算した O.D. 表からその様子を調べたものが右に、表の最下段に示しているところであり、収束した状態を示していることわかる。したがって、これから求める期待値はタクシー数も考えれば妥当な数値を示している。

次に将来推定に必要なのは、遷移確率、保有数、駐車時間などの推定が必要である。これらについては講演時に発表する予定である。