

| <b>Table 1</b>                                                                                                                                                                                                                  |                                    |                                      |                                  |                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| Environmental correlates of three categories of physical activity by multinomial logistic regression model without interaction term among total respondents ( <i>n</i> =434, Shimane, Japan, 2006)                              |                                    |                                      |                                  |                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                 | Insufficiently active <sup>a</sup> |                                      | Sufficiently active <sup>a</sup> |                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                 | Crude OR<br>(95% CI)               | Adjusted OR <sup>b</sup><br>(95% CI) | Crude OR<br>(95% CI)             | Adjusted OR <sup>b</sup><br>(95% CI) |
| <Perceived environments>                                                                                                                                                                                                        |                                    |                                      |                                  |                                      |
| Residential density                                                                                                                                                                                                             |                                    |                                      |                                  |                                      |
| high                                                                                                                                                                                                                            | 0.91 (0.25-3.29)                   | 0.78 (0.21-2.89)                     | 0.73 (0.31-1.72)                 | 0.81 (0.33-1.96)                     |
| low                                                                                                                                                                                                                             | 1.00                               | 1.00                                 | 1.00                             | 1.00                                 |
| Access to shops                                                                                                                                                                                                                 |                                    |                                      |                                  |                                      |
| good                                                                                                                                                                                                                            | 1.89 (0.96-3.71)†                  | 1.88 (0.92-3.83)†                    | 0.88 (0.59-1.33)                 | 1.14 (0.72-1.80)                     |
| poor                                                                                                                                                                                                                            | 1.00                               | 1.00                                 | 1.00                             | 1.00                                 |
| Access to public transport                                                                                                                                                                                                      |                                    |                                      |                                  |                                      |
| good                                                                                                                                                                                                                            | 2.60 (1.35-5.03)**                 | 2.53 (1.29-4.97)**                   | 1.49 (0.99-2.26)†                | 1.57 (1.01-2.44)*                    |
| poor                                                                                                                                                                                                                            | 1.00                               | 1.00                                 | 1.00                             | 1.00                                 |
| Access to recreational facilities                                                                                                                                                                                               |                                    |                                      |                                  |                                      |
| good                                                                                                                                                                                                                            | 2.55 (1.31-4.95)**                 | 2.26 (1.15-4.47)*                    | 1.15 (0.76-1.74)                 | 1.17 (0.75-1.81)                     |
| poor                                                                                                                                                                                                                            | 1.00                               | 1.00                                 | 1.00                             | 1.00                                 |
| Sidewalks                                                                                                                                                                                                                       |                                    |                                      |                                  |                                      |
| Yes                                                                                                                                                                                                                             | 1.15 (0.60-2.17)                   | 1.09 (0.57-2.11)                     | 1.27 (0.84-1.93)                 | 1.35 (0.87-2.10)                     |
| No                                                                                                                                                                                                                              | 1.00                               | 1.00                                 | 1.00                             | 1.00                                 |
| Bike lanes                                                                                                                                                                                                                      |                                    |                                      |                                  |                                      |
| Yes                                                                                                                                                                                                                             | 1.73 (0.91-3.29)†                  | 1.87 (0.96-3.62)†                    | 1.78 (1.18-2.71)**               | 2.05 (1.30-3.22)**                   |
| No                                                                                                                                                                                                                              | 1.00                               | 1.00                                 | 1.00                             | 1.00                                 |
| Aesthetics                                                                                                                                                                                                                      |                                    |                                      |                                  |                                      |
| good                                                                                                                                                                                                                            | 0.84 (0.43-1.62)                   | 0.76 (0.39-1.48)                     | 1.74 (1.15-2.63)**               | 1.69 (1.09-2.63)*                    |
| poor                                                                                                                                                                                                                            | 1.00                               | 1.00                                 | 1.00                             | 1.00                                 |
| Seeing people being active                                                                                                                                                                                                      |                                    |                                      |                                  |                                      |
| Yes                                                                                                                                                                                                                             | 1.36 (0.71-2.59)                   | 1.35 (0.70-2.61)                     | 1.00 (0.67-1.51)                 | 1.16 (0.75-1.80)                     |
| No                                                                                                                                                                                                                              | 1.00                               | 1.00                                 | 1.00                             | 1.00                                 |
| Safety from crime                                                                                                                                                                                                               |                                    |                                      |                                  |                                      |
| Yes                                                                                                                                                                                                                             | 0.53 (0.26-1.09)†                  | 0.58 (0.28-1.20)                     | 1.02 (0.67-1.56)                 | 1.10 (0.70-1.72)                     |
| No                                                                                                                                                                                                                              | 1.00                               | 1.00                                 | 1.00                             | 1.00                                 |
| Traffic safety                                                                                                                                                                                                                  |                                    |                                      |                                  |                                      |
| Yes                                                                                                                                                                                                                             | 1.82 (0.87-3.80)                   | 1.64 (0.77-3.49)                     | 0.90 (0.59-1.38)                 | 0.93 (0.59-1.47)                     |
| No                                                                                                                                                                                                                              | 1.00                               | 1.00                                 | 1.00                             | 1.00                                 |
| Household motor vehicles                                                                                                                                                                                                        |                                    |                                      |                                  |                                      |
| 0-2                                                                                                                                                                                                                             | 1.17 (0.59-2.33)                   | 1.06 (0.52-2.16)                     | 0.92 (0.60-1.41)                 | 0.82 (0.52-1.31)                     |
| 3+                                                                                                                                                                                                                              | 1.00                               | 1.00                                 | 1.00                             | 1.00                                 |
| <Objective environments>                                                                                                                                                                                                        |                                    |                                      |                                  |                                      |
| Distance to train station (m)                                                                                                                                                                                                   |                                    |                                      |                                  |                                      |
| close (≤1147)                                                                                                                                                                                                                   | 2.32 (1.06-5.07)*                  | 2.13 (0.94-4.81)†                    | 0.95 (0.56-1.60)                 | 1.02 (0.58-1.80)                     |
| moderate (1148-4515)                                                                                                                                                                                                            | 0.70 (0.28-1.74)                   | 0.62 (0.24-1.56)                     | 0.72 (0.43-1.19)                 | 0.72 (0.42-1.24)                     |
| far (4516+)                                                                                                                                                                                                                     | 1.00                               | 1.00                                 | 1.00                             | 1.00                                 |
| Distance to bus stop (m)                                                                                                                                                                                                        |                                    |                                      |                                  |                                      |
| close (≤95)                                                                                                                                                                                                                     | 1.17 (0.52-2.67)                   | 1.07 (0.46-2.51)                     | 0.86 (0.51-1.47)                 | 1.01 (0.57-1.79)                     |
| moderate (96-236)                                                                                                                                                                                                               | 1.22 (0.54-2.77)                   | 1.12 (0.49-2.60)                     | 1.03 (0.61-1.74)                 | 1.17 (0.68-2.04)                     |
| far (237+)                                                                                                                                                                                                                      | 1.00                               | 1.00                                 | 1.00                             | 1.00                                 |
| Frequency of bus service                                                                                                                                                                                                        |                                    |                                      |                                  |                                      |
| high (10+)                                                                                                                                                                                                                      | 2.11 (1.02-4.36)*                  | 1.90 (0.89-4.04)†                    | 0.96 (0.59-1.56)                 | 1.05 (0.63-1.77)                     |
| moderate (5-9)                                                                                                                                                                                                                  | 2.56 (1.05-6.27)*                  | 2.25 (0.90-5.60)†                    | 1.30 (0.70-2.44)                 | 1.32 (0.69-2.54)                     |
| low (≤4)                                                                                                                                                                                                                        | 1.00                               | 1.00                                 | 1.00                             | 1.00                                 |
| Convenience of bus service <sup>c</sup>                                                                                                                                                                                         |                                    |                                      |                                  |                                      |
| high                                                                                                                                                                                                                            | 2.55 (1.15-5.67)*                  | 2.21 (0.96-5.09)†                    | 0.95 (0.55-1.62)                 | 1.07 (0.60-1.92)                     |
| moderate                                                                                                                                                                                                                        | 1.35 (0.60-3.05)                   | 1.25 (0.55-2.88)                     | 0.83 (0.51-1.36)                 | 0.86 (0.51-1.45)                     |
| low                                                                                                                                                                                                                             | 1.00                               | 1.00                                 | 1.00                             | 1.00                                 |
| Note. Sample sizes vary due to missing values.                                                                                                                                                                                  |                                    |                                      |                                  |                                      |
| <sup>a</sup> Reference category is inactive.                                                                                                                                                                                    |                                    |                                      |                                  |                                      |
| <sup>b</sup> Odds ratios (ORs) and 95% confidence intervals (CIs) are adjusted for age, body mass index, general state of health, household economy, and engaged in farming. † <i>P</i> <.10, * <i>P</i> <.05, ** <i>P</i> <.01 |                                    |                                      |                                  |                                      |
| <sup>c</sup> See Figure 1 for category definitions.                                                                                                                                                                             |                                    |                                      |                                  |                                      |

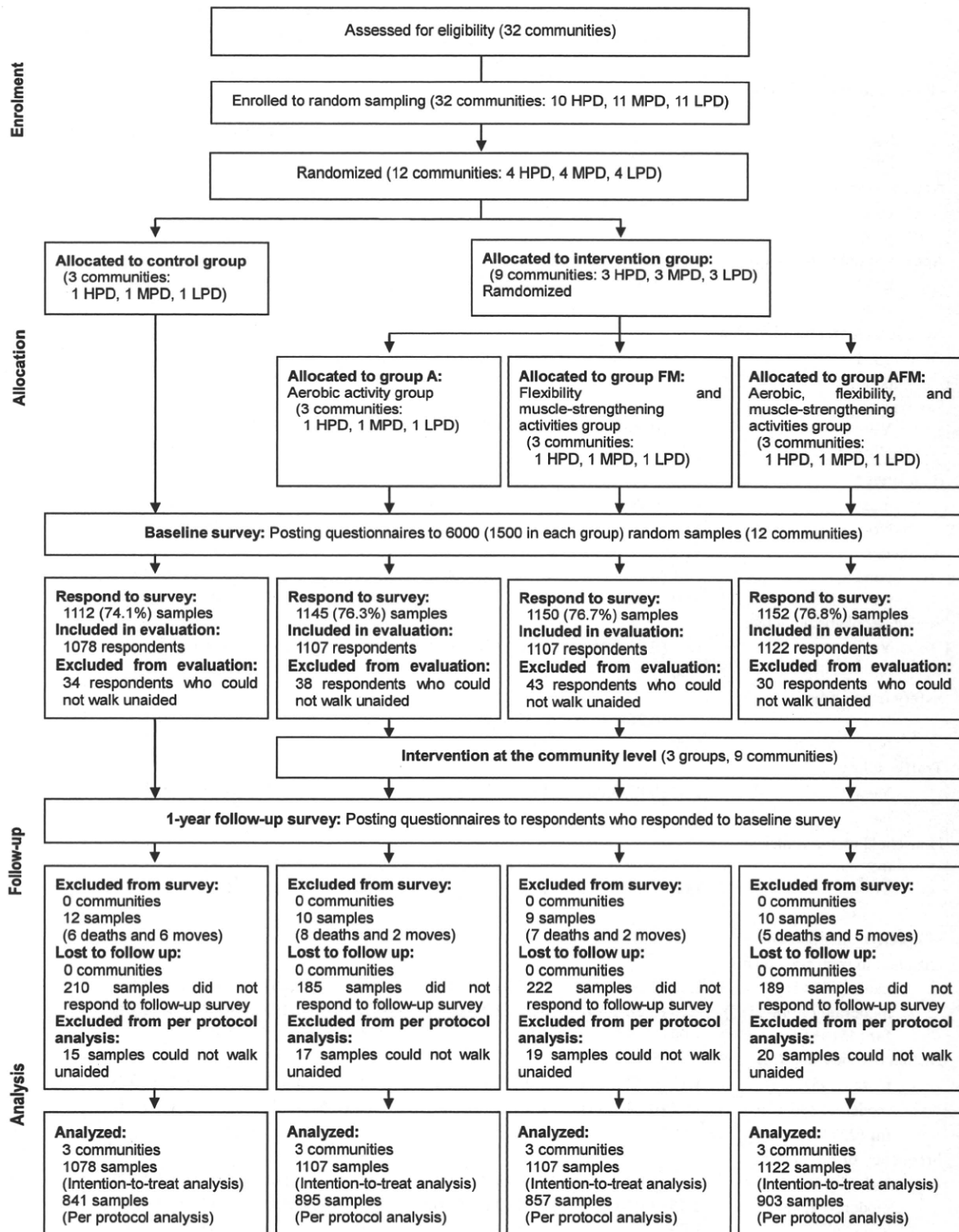


Figure 4. Flowchart of trial process. HPD: high population density; MPD: middle population density; LPD: low population density

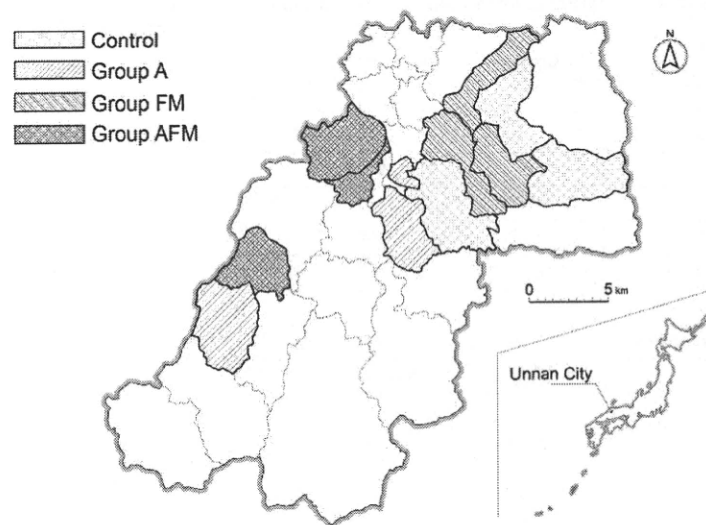


Figure 5. The locations of study areas (Unnan City, Shimane, Japan). Group A: aerobic activity group; Group FM: flexibility and muscle-strengthening activities group; Group AFM: aerobic, flexibility, and muscle-strengthening activities group



Figure 6. Poster and banner

Figure 7. Education (encouragement) delivery and the promotion of the encouragement by lay health workers

**Table 2. Baseline characteristics of participants randomly selected from communities. Figures are numbers (percentages) unless stated otherwise**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Control     | Intervention |             |             |             | P value* |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|----------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |             |              | Group A     | Group FM    | Group AFM   |          |
| Cluster                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |             |              |             |             |             |          |
| No of clusters                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 3           | 9            | 3           | 3           | 3           |          |
| No of residents                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 5235        | 14721        | 3700        | 5553        | 5468        |          |
| No of residents aged 40-79 years                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2917        | 7493         | 2132        | 2743        | 2618        |          |
| Mean (SD) population density (/km <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 131 (137)   | 273 (371)    | 433 (641)   | 145 (46)    | 240 (268)   |          |
| Participants (eligible respondents)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |             |              |             |             |             |          |
| No of participants (eligible response rate)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1078 (71.9) | 3336 (74.1)  | 1107 (73.8) | 1107 (73.8) | 1122 (74.8) |          |
| Male                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 510 (47.3)  | 1540 (46.2)  | 522 (47.2)  | 517 (46.7)  | 501 (44.7)  | 0.51     |
| Age (years):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             |              |             |             |             |          |
| Mean (SD)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 61.0 (10.6) | 60.7 (10.5)  | 61.2 (10.7) | 60.1 (10.4) | 60.6 (10.5) | 0.29     |
| 40-59                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 471 (43.7)  | 1514 (45.4)  | 477 (43.1)  | 522 (47.2)  | 515 (45.9)  | 0.33     |
| 60-79                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 607 (56.3)  | 1822 (54.6)  | 630 (56.9)  | 585 (52.8)  | 607 (54.1)  |          |
| Body mass index (kg/m <sup>2</sup> ):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |             |              |             |             |             |          |
| Mean (SD)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 22.5 (3.2)  | 22.6 (3.1)   | 22.8 (3.2)  | 22.3 (2.9)  | 22.6 (3.0)  | 0.68     |
| <18.5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 88 (8.5)    | 232 (7.2)    | 64 (6.0)    | 90 (8.4)    | 78 (7.1)    | 0.27     |
| 18.5?-<25                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 747 (72.5)  | 2359 (73.1)  | 773 (73.1)  | 808 (75.2)  | 778 (71.1)  |          |
| 25?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 196 (19.0)  | 637 (19.7)   | 221 (20.9)  | 177 (16.5)  | 239 (21.8)  |          |
| Self-rated health:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |             |              |             |             |             |          |
| Very good/good                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 878 (81.9)  | 2722 (82.7)  | 885 (80.8)  | 902 (83.0)  | 935 (84.3)  | 0.20     |
| Poor/very poor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 194 (18.1)  | 569 (17.3)   | 210 (19.2)  | 185 (17.0)  | 174 (15.7)  |          |
| Mean (SD) years of education                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 11.5 (2.3)  | 11.5 (2.4)   | 11.5 (2.4)  | 11.4 (2.3)  | 11.5 (2.5)  | 0.72     |
| Employed                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 695 (69.6)  | 2101 (68.7)  | 665 (64.6)  | 711 (70.0)  | 725 (71.6)  | 0.58     |
| Engagement in farming                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 547 (51.9)  | 1602 (49.0)  | 461 (42.3)  | 622 (57.7)  | 519 (47.2)  | 0.10     |
| Presence of chronic conditions†                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 659 (61.1)  | 2059 (61.7)  | 679 (61.3)  | 673 (60.8)  | 707 (63.0)  | 0.73     |
| Regular physical activity‡                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 584 (60.8)  | 1777 (61.6)  | 635 (64.9)  | 530 (56.4)  | 612 (63.4)  | 0.65     |
| Total walking time (mins/week):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |             |              |             |             |             |          |
| Median (interquartile range)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 70 (0-210)  | 70 (0-210)   | 85 (0-220)  | 60 (0-180)  | 60 (0-210)  | 0.64     |
| 150?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 331 (36.4)  | 976 (36.3)   | 361 (38.7)  | 290 (33.0)  | 325 (37.0)  | 0.96     |
| Flexibility activity:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |             |              |             |             |             |          |
| Daily                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 253 (24.3)  | 772 (23.7)   | 276 (25.8)  | 214 (19.8)  | 282 (25.7)  | 0.48     |
| Not daily but occasionally                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 466 (44.8)  | 1550 (47.7)  | 525 (49.1)  | 519 (47.9)  | 506 (46.1)  |          |
| Not at all                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 321 (30.9)  | 929 (28.6)   | 269 (25.1)  | 350 (32.3)  | 310 (28.2)  |          |
| Muscle-strengthening activity (days/week):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |             |              |             |             |             |          |
| Median (interquartile range)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0 (0-3)     | 0 (0-3)      | 0 (0-3)     | 0 (0-2)     | 0 (0-3)     | 0.21     |
| 2?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 351 (34.0)  | 1080 (35.5)  | 389 (37.8)  | 310 (30.7)  | 381 (38.0)  | 0.38     |
| Chronic musculoskeletal pain§:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |             |              |             |             |             |          |
| Shoulder                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 166 (16.3)  | 565 (18.3)   | 181 (17.5)  | 205 (20.1)  | 179 (17.2)  | 0.14     |
| Low back                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 142 (13.8)  | 457 (14.4)   | 150 (14.2)  | 157 (15.0)  | 150 (14.1)  | 0.61     |
| Knee                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 98 (9.4)    | 372 (11.5)   | 122 (11.4)  | 125 (11.7)  | 125 (11.5)  | 0.06     |
| Group A = aerobic activity; Group FM = flexibility and muscle-strengthening activities; Group AFM = aerobic, flexibility, and muscle-strengthening activities.                                                                                                                                                                                                                          |             |              |             |             |             |          |
| Sample sizes vary due to missing values.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |             |             |          |
| *Comparison between control and intervention groups using chi-square test for binary variables and Mann-Whitney U -test for categorical and continuous variables with non-normal distribution.                                                                                                                                                                                          |             |              |             |             |             |          |
| †Having following conditions: hypertension, hyperlipidemia, diabetes, hyperuricemia, cerebrovascular disease, heart disease, kidney and urologic diseases, liver disease, gastrointestinal disease, endocrine disease, cancer.                                                                                                                                                          |             |              |             |             |             |          |
| ‡Engagement in regular aerobic, flexibility, and/or muscle-strengthening activities. If respondents meet any one of three following conditions, the respondents are defined as "engaging in regular physical activity": (1) engaging in 150 min./w. or more of walking, (2) engaging in daily flexibility activity, or (3) engaging 2 or more d./w. in muscle-strengthening activities. |             |              |             |             |             |          |
| §Current pain lasting longer than 3 months within the past 12 months.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |             |              |             |             |             |          |

| Table 3. Change in regular physical activity from baseline to 1-year follow-up                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                   |                        |                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------|---------------------------------|---------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Control<br>No (%) | Intervention<br>No (%) | Adjusted odds ratio*<br>(95%CI) | P value |
| Regular physical activity†                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                   |                        |                                 |         |
| Engaging at follow-up                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 452 (60.0)        | 1418 (58.7)            | 0.96 (0.82-1.11)                | 0.56    |
| Change from not engaging to engaging at follow-up                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 75 (29.1)         | 220 (28.4)             |                                 |         |
| *Adjusted for sex, age, body mass index, self-rated health, years of education, employment status, engagement in farming, chronic low back and knee pain, the presence of other chronic conditions, category of population density of each cluster, and outcome variable at baseline, and clustering effects.                                                                           |                   |                        |                                 |         |
| †Engagement in regular aerobic, flexibility, and/or muscle-strengthening activities. If respondents meet any one of three following conditions, the respondents are defined as "engaging in regular physical activity": (1) engaging in 150 min./w. or more of walking, (2) engaging in daily flexibility activity, or (3) engaging 2 or more d./w. in muscle-strengthening activities. |                   |                        |                                 |         |

| Table 4. Changes in physical activity from baseline to 1-year follow-up by intervention allocation                                                                                                                                                                                                                                                                                      |            |            |                                  |            |                                  |            |                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|----------------------------------|------------|----------------------------------|------------|----------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Control    | Group A    |                                  | Group FM   |                                  | Group AFM  |                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | No (%)     | No (%)     | Effect size*<br>(95%CI), P value | No (%)     | Effect size*<br>(95%CI), P value | No (%)     | Effect size*<br>(95%CI), P value |
| Regular physical activity†                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |            |            |                                  |            |                                  |            |                                  |
| Engaging at follow-up                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 452 (60.0) | 492 (60.3) | 1.01¶ (0.84-1.22), 0.92          | 436 (55.8) | 0.91¶ (0.75-1.11), 0.35          | 490 (59.9) | 0.94¶ (0.77-1.13), 0.48          |
| Change from not engaging to engaging at follow-up                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 75 (29.1)  | 73 (30.4)  |                                  | 73 (25.3)  |                                  | 74 (30.0)  |                                  |
| Specific physical activity                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |            |            |                                  |            |                                  |            |                                  |
| Total walking time (mins/week):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |            |            |                                  |            |                                  |            |                                  |
| Median (IQR) change                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 0 (-60-50) | 0 (-70-40) | 29.2**, 0.034                    |            |                                  | 0 (-50-40) | 0.21**, 0.99                     |
| 150? at follow-up                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 242 (35.1) | 279 (36.1) | 1.05¶ (0.87-1.27), 0.60          |            |                                  | 256 (34.0) | 0.93¶ (0.77-1.13), 0.46          |
| Change from not 150? to 150? at follow-up                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 77 (19.7)  | 73 (18.1)  |                                  |            |                                  | 70 (17.5)  |                                  |
| Flexibility activity:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |            |            |                                  |            |                                  |            |                                  |
| Daily at follow-up                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 189 (22.9) |            |                                  | 167 (19.6) | 0.96¶ (0.76-1.21), 0.72          | 209 (23.4) | 1.03¶ (0.82-1.28), 0.81          |
| Change from not daily to daily at follow-up                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 69 (11.6)  |            |                                  | 66 (10.0)  |                                  | 71 (11.1)  |                                  |
| Muscle-strengthening activity (days/week):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |            |            |                                  |            |                                  |            |                                  |
| Median (IQR) change                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 0 (0-0)    |            |                                  | 0 (0-0)    | -0.18**, 0.049                   | 0 (-1-0)   | 0.11**, 0.36                     |
| 2? at follow-up                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 260 (32.5) |            |                                  | 225 (27.4) | 0.83¶ (0.67-1.03), 0.092         | 314 (36.5) | 1.11¶ (0.91-1.35), 0.30          |
| Change from not 2? to 2? at follow-up                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 69 (14.1)  |            |                                  | 67 (13.0)  |                                  | 89 (18.9)  |                                  |
| IQR=interquartile range                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |            |            |                                  |            |                                  |            |                                  |
| *Effect size estimates adjusted for sex, age, body mass index, self-rated health, years of education, employment status, engagement in farming, chronic low back and knee pain, the presence of other chronic conditions, category of population density of each cluster, and outcome variable at baseline, and clustering effects.                                                     |            |            |                                  |            |                                  |            |                                  |
| †Engagement in regular aerobic, flexibility, and/or muscle-strengthening activities. If respondents meet any one of three following conditions, the respondents are defined as "engaging in regular physical activity": (1) engaging in 150 min./w. or more of walking, (2) engaging in daily flexibility activity, or (3) engaging 2 or more d./w. in muscle-strengthening activities. |            |            |                                  |            |                                  |            |                                  |
| ¶Odds ratio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |            |            |                                  |            |                                  |            |                                  |
| **Linear regression coefficient                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |            |            |                                  |            |                                  |            |                                  |

Table 5. Suggestions from this study

表5. 本研究の成果をもとにした提案

|                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>1. 今後の研究の方向性</b></p>          | <p><b>【地域介入研究の実施によるエビデンスの蓄積】</b></p> <p>①様々な地域におけるポピュレーション・レベルでの身体活動量への影響を評価した介入研究の実施</p> <p>—出来るだけ質の高い研究デザインであることが望ましい</p> <p>②特に、環境の変化(環境への介入)を含む研究の実施</p> <p>—土木・都市計画分野等と公衆衛生学分野の協働体制が確立すれば、環境変化の影響を評価する機会が生まれる</p> <p>③(柔軟運動や筋力増強運動など)様々な種類の身体活動を促進する地域介入研究の実施</p>                |
| <p><b>2. 今後の施策の方向性</b></p>          | <p><b>【環境整備に関わる多分野協働体制の確立】</b></p> <p>①研究者レベル(例:土木・都市計画分野—公衆衛生学分野)</p> <p>—学会間の交流と共同研究事業の活性化</p> <p>—国・地方自治体レベルでのコミュニティ・ワイド・キャンペーンの主導</p> <p>②国レベル(例:厚生労働省—国土交通省)</p> <p>—次期健康づくり計画における省庁間ワーキング・グループの設立</p> <p>③地方自治体レベル(例:健康福祉部—建設部)</p> <p>—各種計画(健康増進計画、都市計画)の策定・実施・評価プロセスに相互参画</p> |
| <p><b>3. 健康づくり計画の目標項目に関する提案</b></p> | <p><b>【多分野協働を促進する目標の設定】</b></p> <p>①国レベル目標</p> <p>—省庁間連携・協働の努力目標を設定</p> <p>②地方自治体レベル目標</p> <p>—健康増進計画の策定に都市計画分野・交通政策分野等の担当者が参画し、実施内容についても担当を持つ市町村、都道府県の割合が増えるよう目標を設定</p>                                                                                                              |

## 健康配慮に基づく交通行動変容についての研究

分担研究者 藤井 聡 京都大学大学院工学研究科 教授

### 研究要旨

まず、本研究では、交通手段と肥満傾向との関連についての情報を提供することで、自動車を利用する傾向を削減できるかどうかを確認するための実験を行った。実験の結果、自動車利用に伴う健康リスク情報を提供することで、自動車利用から他のより健康的な手段へと転換する可能性が示唆された。

つぎに、医学分野における身体活動と健康に関する研究と、土木分野での健康に関する研究を整理することにより、異分野協働に向けての論点整理を行った。その結果、医学分野では膨大な研究結果から身体活動と疾患との関係について包括的な分析がなされているが、土木分野においては交通行動と疾患、健康リスクとの関係について包括的な分析がなされていない。そのため、健康に関する詳細なデータを用いて、交通行動と疾患との関係性を明確化することが、医学分野との異分野協働、健康に配慮した交通行動を模索する上で重要と考えられる。

以上のことから、健康に関する詳細なデータを用いて、交通行動と疾患との関係性を分析する研究が必要であり、その研究を推進するためには土木と医学の医工連携の研究体制が必要であると考えられる。

### A. 研究目的

自動車利用よりも、公共交通や自転車、徒歩の方が健康に良好な行動である。しかし、この事実を適切に認識している個人は必ずしも多数では無いかもしれない。あるいは、一定程度理解していたとしても、それを理由に普段の自動車利用を削減しようと考えたことが無いケースも考えられる。

こうした認識に基づいて、本研究では、自動車利用者に自動車利用よりも、公共交通や自転車、徒歩の方が健康に良好な行動である旨をデータを用いて説得的に情報提供した上で、車利用からの行動変容を呼びかけた上で、いくつかの心理尺度を測定した。なお、この実証的検

証は、京都大学桂キャンパスの学生、ならびに、その周辺住民を対象に行った、モビリティ・マネジメント施策（情報を提供することを通じて、自動車利用から他の交通手段への行動変容を促し、それを通じて、交通渋滞や地球温暖化問題の緩和、ならびに、公共交通の活性化を図る行政施策のこと。なお、今回の取り組みは、国土交通省近畿運輸局の補助の下、京都市の行政施策として実施されたものである）において実施されたものである。

また、モビリティ・マネジメントを含めた交通行動は、医学分野からも注目されている。特に、病気を未然に防ぐ予防医学、公衆衛生学の分野において注目されており、モータリゼー

ションの進展や都市構造の変化に伴う歩く機会の減少が重要な論点となっている。それらは、実際に10年前と比較すると、平成9年度国民健康栄養調査では8851±4997歩であったものが、平成19年度国民健康栄養調査では7896±3944歩に減少していることから、その重要性が認識されてきている。加えて、医学では運動と肥満等との関係について研究が蓄積されている。しかし、交通行動と健康に着目した研究は、医学分野でも皆無である。

そこで、本研究では、医学分野における身体活動と健康に関する研究を簡単に整理し、さらに土木分野での健康に関する研究を整理することにより、異分野協働に向けての論点を整理することも目的とする。

## B. 方法

まず、図1に示すような対象者に対してアンケートを実施した。

また、アンケートの折には、図2に示したような、既往研究で示されているBMIと通勤交通手段との関係を記述したグラフ1)を提供した絵腕、図2の様な、行動変容意向を聞いた。

またこれにあわせて、図3の様な、環境影響と環境配慮行動との関係についての情報を提供し、その上で、行動変容意図を尋ねた。

図1 目的・対象者

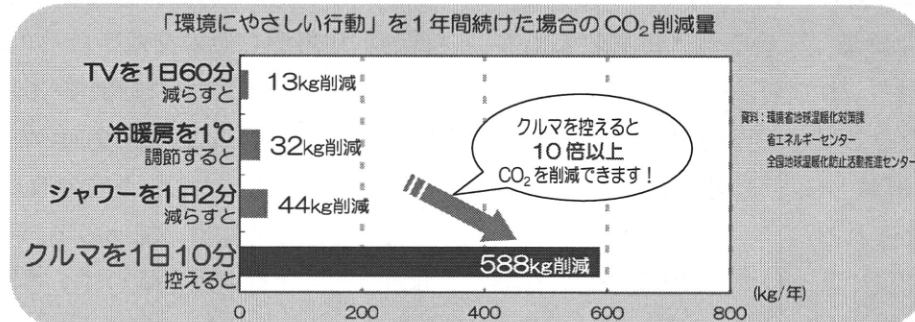
- 京都大学桂キャンパス教職員、学生及び桂坂地域住民向けに、クルマ利用から公共交通等利用への転換を図る。
- 桂坂地域の公共交通であるバス、実証実験を実施する電動自転車によるレンタサイクルシステムについて、特に周知・広報を実施し、利用促進を図る。

| 対象     | 配布・回収方法                    | 配布枚数                         | 回収数               | 回収率              |
|--------|----------------------------|------------------------------|-------------------|------------------|
| 桂坂地域住民 | 市政協力委員による配布<br>郵送回収(調査会社宛) | 7232人<br>(3616世帯)            | 1936人<br>(1375世帯) | 26.8%<br>(38.1%) |
| 京大関係者  | いずれも、学内便                   | 2198人<br>教職員670人<br>学生1,528人 | 326人(注)           | 14.8%            |

※うち、99人は現在集計中につき、以降の分析は227人を対象としている。

●配布日 平成21年12月15日(市民しんぶん 区版と同時に配布)

(1)「環境にやさしい行動」は色々ありますが、中でも「クルマを控える」ことが格段に効果的です。下に示すように、クルマを1日10分控えると、節電等よりも何十倍も多くのCO<sub>2</sub>が削減できます。



このことを踏まえると、「地球温暖化」の対策のためには、クルマをできるだけ控えた方が良いと思いますか？

- ☐ とても強くそう思う
- ☐ そう思う
- ☐ 少しそう思う
- ☐ 全くそう思わない

図2 提供した情報と質問項目(健康情報)

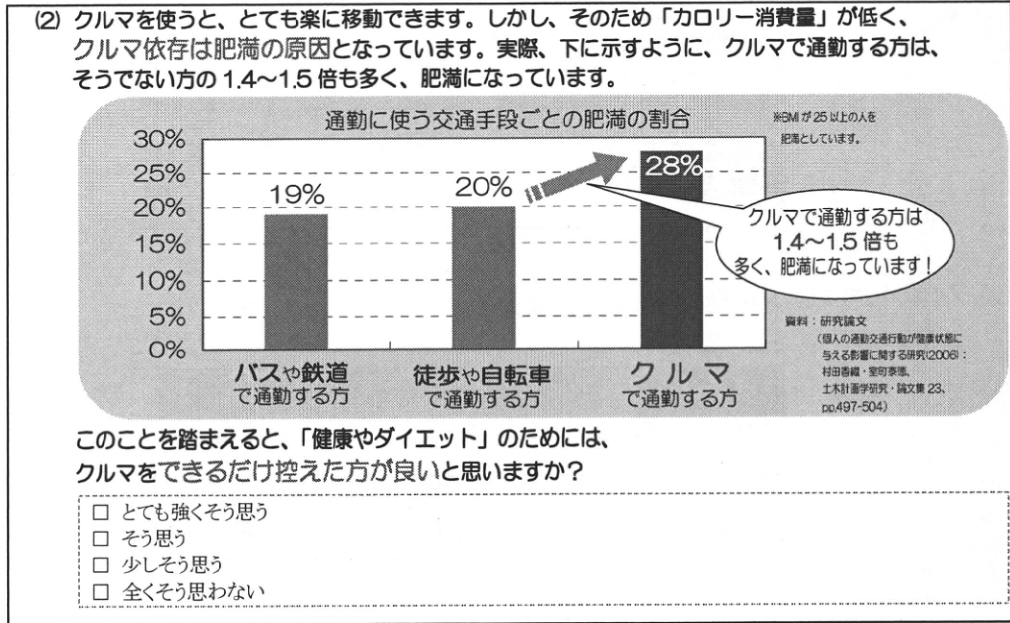


図3 提供した情報と質問項目（環境情報）

つぎに、既往研究のレビューを行った。身体活動と健康に関する研究と理論は、行動医学において1950年代から非常に活発に研究されてきている。そのため、全ての研究を包括的にレビューすることは困難である。そのため、今回は行動医学における研究成果のレビューを行っている書籍を用いて整理することとする。一方で、土木分野における健康問題は、近年注目されてきたものの未だ多くの研究が蓄積されているとはいえない。そこで、交通行動と健康の関係についての研究、さらにはその知見を用いて実際に人々の行動変容を促す施策に関する研究及びその効果を検証している研究について整理していくこととする。

### C. 研究結果

まず、アンケート調査より得られた結果を、図4に示す。この図より、以下の傾向を読み取ることができる。

- 1) 京大生も一般の居住者も、環境や健康のためにクルマ利用を削減しようとする意図を幾ばくかでも持っている人が、大半である。
- 2) ただし、非常に強いクルマ利用削減意図を

持っているのは、全体の2割前後である。

3) クルマ利用の削減意図は、京大生よりも一般の居住者の方が概して高い。

4) 「健康情報」の方が、「環境情報」よりもクルマ削減意図を誘発する効果が小さい。

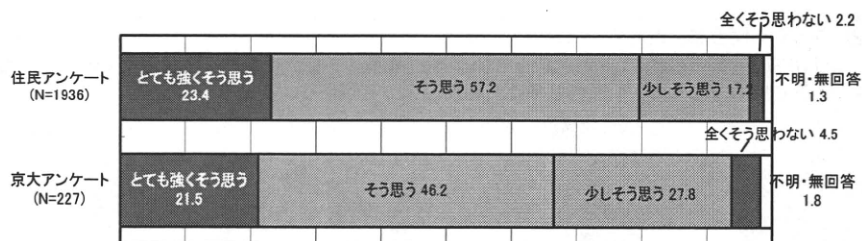
5) ただし、一般の居住者については、両者の効果の差は、それほど大きなものではない。

6) 一方で、京大生については、両者の差はより顕著である。これは、若年層においては、肥満化のリスクがあまり深刻なものではないことを反映したものであると考えられる。

つぎに、既往研究についてまとめていく。身体活動と健康に関する研究と理論は、行動医学において非常に活発に研究されてきている。それらの膨大な研究成果は、James F.Sallisらの書籍<sup>3)</sup>やU.S.Department of Health and Human Servicesの報告書<sup>4)</sup>等にまとめられている。例えば、James F.Sallisら<sup>3)</sup>は、身体活動が成人の健康に及ぼす主な影響について表1のようにまとめている。この表から、身体活動が寿命を増加させるという強い根拠があるが、一方でLDLコレステロールとは関連していないことがわかる。つまり、身体活動と関係

「地球温暖化対策」の為に、クルマをできるだけ控えようと思うか

地球温暖化対策のために「クルマを控える」ことは良いと思うか？



「健康・ダイエット」の為に、クルマをできるだけ控えようと思うか

健康やダイエットのために「クルマを控える」ことは良いと思うか？



図 4 調査結果

表 1 身体活動と疾患との関係<sup>1)</sup>

| 疾患                                                    | 関係  |
|-------------------------------------------------------|-----|
| 寿命 (Longevity)                                        | ↑↑↑ |
| HDL コレステロール(HDL cholesterol)                          | ↑↑  |
| インシュリン感受性(Insulin sensitivity)                        | ↑↑  |
| 免疫機能(Immune functioning)                              | ↑↑  |
| 筋骨格傷害(Musculoskeletal injuries)                       | ↑   |
| LDL コレステロール(LDL cholesterol)                          | 0   |
| 前立腺がん(Prostate cancer)                                | ⇔   |
| 乳がん(Breast cancer)                                    | ↓   |
| 骨関節炎(Osteoarthritis)                                  | ↓   |
| 血圧(Blood pressure)                                    | ↓↓  |
| 体脂肪(Body fat)                                         | ↓↓  |
| 内臓脂肪(Central body fat)                                | ↓↓  |
| 大腸がん(Colon cancer)                                    | ↓↓  |
| 冠動脈性心疾患 (Coronary heart disease)                      | ↓↓↓ |
| インスリン非依存性糖尿病(Non-insulin-dependent diabetes mellitus) | ↓↓↓ |

注) 関連していない：0

一貫していない関連あるいは極めて限定的なデータ：⇔

身体活動がこの変数を増加させるといういくつかの根拠：↑

身体活動がこの変数を増加させるという中程度の根拠：↑↑

身体活動がこの変数を増加させるという多くの研究からの強い根拠：↑↑↑

身体活動がこの変数を減少させるといういくつかの根拠：↓

身体活動がこの変数を減少させるという中程度の根拠：↓↓

身体活動がこの変数を減少させるという多くの研究からの強い根拠：↓↓↓

の強い疾患、関係の弱い疾患が存在していることがわかる。

以上のような身体活動と健康との関係を踏まえて、近年、土木計画の分野において健康問

題が注目され、研究されている。村田らの研究

<sup>5)</sup>では、公共交通通勤者における通勤時の歩数が 8,000 歩を超える割合は約 64%，自動車通勤者の通勤時の歩数が約 7.5%という結果であ

り、公共交通による通勤者の方が自動車による通勤者よりも歩数が多くなる傾向を明らかにしている。さらに、村田ら<sup>5)</sup>は、BMIが25kg/m<sup>2</sup>未満の割合は公共交通通勤者が約81%であることに比べ、自動車通勤者は約72%であり、自動車通勤者の方がBMI理想値を取る割合が低いことを明らかにしている。つまり、日常的な通勤交通行動における自動車と公共交通の手段選択は、個人の肥満度に影響していることを明らかにしている。

さらに、難波らの研究<sup>6)</sup>によると、通勤時に自転車、徒歩、鉄道、バスを利用している人は自動車利用者よりも通勤時における身体活動量を増加させるだけでなく、直接的には無関係であるはずの非通勤時における身体活動量さえも増加させるということを明らかにしている。つまり、自動車通勤者の通勤交通手段を公共交通に転換させることで、通勤時だけでなく、非通勤時においても身体活動量等において健康に対して好ましい方向へと変化することが予想される。

一方で、電車等の公共交通手段での通勤は身体活動量が高いという好ましい一面だけでなく、混雑度等の通勤条件からストレスを感じる可能性も考えられる。そこで、国土交通政策研究所では、鉄道や自動車、航空機等の交通手段とストレスとの関係性を分析している。篠原ら<sup>7)</sup>は、鉄道を利用して通勤している20～50歳代を対象として、唾液や尿といった生理学的ストレス指標や心理指標を用いて分析している。

その結果、生理学的指標の週内変動から、金曜日の通勤者はストレスに対する抵抗力が高く、ストレスを感じにくい可能性が示唆されている。一方で、通勤混雑度が高い被験者は、朝のストレス度が高い傾向にあり、判断力等の認知機能に影響を及ぼしている可能性も示唆されている。さらに、篠原ら<sup>8)</sup>は、自動車を利用して通勤している20～60歳代を対象として、

自動車からバスや電車、徒歩に交通手段を転換させたときのストレスの変化についての分析も行っている。その結果、交通手段を転換させると、主観的に感じるストレスを増大させるが、身体への生理学的なストレスはそれほど変化しないことが示唆された。しかし、被験者が6名と非常に少ないため、統計的な議論をすることは難しいものと考えられる。

これらの交通行動と健康との関係の知見を援用した交通施策の研究も盛んに行われてきている。我が国ではモータリゼーションの進展に伴い、自動車保有台数が年々増加している<sup>9)</sup>。自動車利用が増加したことで交通行動の自由度が高まり、利便性が向上したが、一方で、交通渋滞などの交通問題や地球環境問題等が発生している。そこで、近年、個人へのコミュニケーションを通して自発的な交通行動変容を促す手法であるモビリティマネジメント(以下MM)の研究が盛んに行われ、その実務への導入も進められている。MMは、環境問題やコスト等、様々な情報を提供することにより、自発的な交通行動の変容を促す施策である。その中で、健康に関する情報を動機付けとしたMMは、中井、谷口らの一連の研究<sup>10)・15)</sup>と瀬戸らの研究<sup>16)</sup>がある。

中井ら<sup>10)・15)</sup>は、健康のために日常生活の中で歩行量増加を促し、合わせて自動車依存から脱却するための方策として個人の動機に直接働きかける新しいMMのモデルの開発を目的とし、広島県福山市でモニター112人(TFP群85人、制御群27人)を対象にMMを実施した。特に、従来のMMあるいはTFPが環境を主とした多様な動機づけによるものであるのに対して、中井ら<sup>10)・15)</sup>は、個人の健康意識に働きかけた純粋な行動変容の効果を測定している点が特徴である。また、1個1000円程度の一般的な万歩計を用いて個人の歩行量をアンリンドトリップや活動内容を含めて詳細に調査

する歩行量実態調査を実施している点も特徴である。事前事後で計4日間の歩行量実態調査を行った結果、事前歩行量において1日の歩行量が1万歩以下の被験者は、事後調査において3000歩程度の大きく歩行量が増加していることが明らかになった。つまり、1日1万歩を超えるような歩行量の多い被験者よりも歩行量の少ない被験者に対しての歩行量増加効果が高い可能性が示唆されている。また、歩行量増加要因として、買い物や食事といった私的目的での外出の増加や通勤帰宅の交通手段変容といった要因が指摘されている。

一方で、瀬戸ら<sup>16)</sup>は、健康に関する情報をMMに用いることで、これまでの施策より効果的に自動車利用の削減を図ることができるのではないかとする仮説のもと、実験を行い、健康に関する情報提供の有効性について検討することを目的にMMを実施している。また、血液検査を指標の変化を計測ためだけでなく、被験者への詳細な健康情報提供のための手段として位置付け、用いている点も注目すべき点である。その結果、身体測定および血液検査においては、運動期間の前後で特筆すべき変化は見られず、活動量調査においては予想に反して歩数の減少という結果が得られている。さらに身体活動量、運動量に関しては10~20kcal程度の増加という結果も得られている。交通行動調査の結果としては、トリップ数でみると自動車の割合が82.2%から66.7%に減少という結果が示されている。また、トリップ数に通勤・通学の距離を掛け合わせた人キロベースでみた場合も同様の傾向があり、運動期間前後で71.5%から37.6%に大きく減少している。このことから、比較的長い距離の通勤・通学において自動車利用からの転換が起きたことが示唆されている。健康指標への望ましい変化を把握できなかった要因としては、調査条件の不統一、調査期間の短さを挙げている。

以上において、健康に着目したMM施策を整理してきた。その中で、歩行量や交通手段の選択率等を指標として、その施策効果を検討していることがわかる。しかし、近年、健康改善による効果を金銭換算する試みが行われている。例えば、村田ら<sup>5)</sup>は、通勤交通手段を転換することを仮定した場合の健康便益を約20万円/人・年と推計している。さらに、中井ら<sup>12)</sup>は、健康促進に向けた都市整備等の影響について、シナリオ分析を用いて検討している。その中で、健康まちづくりは、社会保障費の増加につながる可能性を示唆しており、年金等の社会保障体系の在り方についての議論の必要性を指摘している。

#### D. 考察

以上の実証的検証では、これらの情報提供によって、実際にどれだけ行動が変わるのかを検証したものではない。そのデータについては、現在、事後調査を実施して取得中である。

ただし、既往研究より、こうしたデータの提供で実際に1割~3割程度の自動車利用が削減されていることが知られており<sup>2)</sup>、今回もそうした効果が得られることはほぼ間違いないものと考えられる。

また、今回の医学分野及び土木分野の既往研究のレビューから、土木分野において基礎となるデータが不足している可能性が考えられる。つまり、医学分野では、膨大な研究結果から表1のような身体活動と疾患との関係について包括的に分析されているが、土木分野においては、村田ら<sup>5)</sup>の通勤交通手段転換実験の際の血液検査のデータや、中井、谷口らの歩行量実態調査のデータ<sup>10)・15)</sup>の分析結果に基づいているものと考えられる。しかし、村田ら<sup>5)</sup>は、総コレステロール、HDLコレステロール、LDLコレステロール、ヘモグロビンA1c、BMIという5つの指標のみを用いて分析しており、より多

くの指標を用いて分析することで交通行動と疾患との関係性を明確化することが必要であると考えられる。

## E. 結論

こうした点を踏まえると、クルマ利用に伴う健康リスク情報を提供することで、クルマ利用行動が削減され、より健康的な交通行動を誘発する可能性があることが、本研究より示されたものと考えられる。

ただし、

・その効果は、若年層よりも、非若年層の方が高い。

・それ故、若年層においては、環境リスク情報の方が健康リスク情報よりも効果的であるものの、非若年層においてはほぼ同様の効果が期待できる

ものと考えられる。

また、健康に関する詳細なデータを用いて、交通行動と疾患との関係性を明確化することが、医学分野との異分野協働、健康に配慮した交通行動を模索する上で重要と考えられる。

以上のことから、今後必要な研究課題を表2にまとめる。

表2 今後必要な研究課題

| 研究課題                               | 内容                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 都市交通計画と予防医学との連携の重要性                | 都市交通計画は、その都市の人々の、普段の交通行動習慣を大きく規定するものである。そして、普段の交通行動習慣は、人々の健康状態を大きく規定しているものである。については、予防医学的目的を持った都市交通計画を推進することは、人々の健康増進において不可欠である。都市交通のかたちと交通行動習慣との関連については都市交通計画研究の分野にて長く研究されてきているものの、交通行動と健康状態との関連については、十分な研究蓄積があるとは言い難い。については、その点の実証研究の推進が急務である。                                          |
| 交通行動変容実務（モビリティ・マネジメント）における健康的側面の重視 | 都市交通計画分野ではモビリティ・マネジメント施策が近年、研究され、実務でも活用されている。モビリティ・マネジメント施策とは、情報を提供することを通じて、自動車利用から他の交通手段への行動変容を促し、それを通じて、交通渋滞や地球温暖化問題の緩和、ならびに、公共交通の活性化を図るコミュニケーション施策のことである。その際、若い女性や中年の男性等、健康に関心の高い方に対して、健康情報は有効なテーマと考えられる。そのため、モビリティ・マネジメント実務及びモビリティ・マネジメントの効率性向上のための研究において、医学的知見を反映していくことは重要であると考えられる。 |
| 都市整備における健康便益の導入の可能性                | 交通行動と健康に関する関連が明らかになれば、健康を促進する都市整備が進められると考えられる。しかし、その際には村田ら5)や中井ら12)が指摘している健康便益を考慮して、都市整備を行うことが必要と考えられるが、現行の社会保障体系では健康を促進する都市整備が社会保障費の増加につながる可能性も指摘されており、年金等の社会保障体系の在り方について議論することが必要と考えられる。                                                                                                |

## 参考文献

- 1) 室町 泰徳(2008)通勤者の交通手段選択と健康, IATSS Review, 33 (3), pp. 253-259.
- 2) 藤井 聡・谷口綾子 (共著) モビリティ・マネジメント入門: ~「人と社会」を中心に据えた新しい交通戦略~, 学芸出版社, 2008.
- 3) James F.Sallis, Neville G.Owen: Physical Activity and Behavioral Medicine, Sage Publications, 1998
- 4) U.S.Department of Health and Human Services: Physical Activity and Health-A Report of the Surgeon General, International Medical Publishing, 2004
- 5) 村田香織, 室町泰徳: 個人の通勤交通行動が健康状態に与える影響に関する研究, 土木計画学研究・論文集, No.23, 2006
- 6) 難波孝太, 室町泰徳: 都市環境が徒歩行動と健康に与える影響に関する研究, 都市計画論文集, Vol42, pp925-930, 2007
- 7) 篠原 菊紀, 蹴場 秀男: 交通の健康学的影響に関する研究, PRI review (16), 2-9, 2005
- 8) 篠原 菊紀, 蹴場 秀男: 交通の健康学的影響に関する研究, PRI review (20), 10-17, 2006
- 9) (財)自動車検査登録情報協会ホームページ:  
<http://www.airia.or.jp/number/index2.html>
- 10) 中井祥太, 谷口守, 松中亮治, 森田淳一: 歩行量増加を目的とした健康意識に基づく TFP の提案とその実施効果分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.34, 2006
- 11) 谷口守, 松中亮治, 中井祥太: 健康増進のための歩行量実態調査とその行動群別特性分析への応用, 土木計画学研究・論文集, No23, 2006
- 12) 中井祥太, 谷口守, 松中亮治: 健康歩行量 TFP が社会保障・都市整備費軽減に及ぼす影響, 土木計画学研究・講演集 No35, CD-ROM, 2007
- 13) 谷口守, 松中亮治, 中井祥太: 健康まちづくりのための地区別歩交換機特性—実測調査と住宅地タイプ別居住者歩行量の推定—, 地域学研究, Vol36, No3, pp589-602, 2007
- 14) 中井祥太, 谷口守, 松中亮治: 健康意識に働きかける MM の有効性—万歩計を用いた健康歩行量 TFP を通じて—, 土木学会論文集 D, Vol64, No1, pp45-54, 2008
- 15) 谷口守, 中井祥太: 歩行促進による健康まちづくりの効果分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.39, 2009
- 16) 瀬戸祐介, 大森宣暁, 原田昇: 健康に着目した交通手段転換に関する研究, 第27回交通工学研究発表会論文報告集, pp.333-336, 2007

## F. 健康危険情報

該当なし.

## G. 研究発表

1. 論文発表
- 1) Gärling, T., Fujii, S. (2009) Travel behavior modification: Theory, methods, and programs, In Ryuichi Kitamura, Toshio Yoshii, and Toshiyuki Yamamoto (Eds.), The Expanding Sphere of Travel Behaviour Research, Selected Papers from the 11th International Conference on Travel Behaviour Research, Emerald, pp. 98-128.
- 2) Fujii, S. (2009), Retrospectives and perspectives on travel behavioral

- modification research: A report of “behaviour modification” workshop. In Ryuichi Kitamura, Toshio Yoshii, and Toshiyuki Yamamoto (Eds.), The Expanding Sphere of Travel Behaviour Research, Selected Papers from the 11th International Conference on Travel Behaviour Research, Emerald, pp. 98-128.
- 3) Fujii, S. Bamberg, S. Friman., M. and Grling, T. (2009) Are effects of travel feedback programs correctly assessed? *Transportmetrica*, 5 (1), pp. 43 - 57
  - 4) 鈴木春菜, 藤井聡: 地方都市における郊外型大型店出店が消費行動及び地域愛着に与える影響について~愛知県豊橋市と香川県高松市を事例として~, 土木計画学研究・論文集, 26 (2), pp.307-314, 2009.
  - 5) 太田裕之, 藤井聡, 遠藤弘太郎, 土居厚司: 人々の心理要因に着目したカーシェアリングの効果的な加入促進に対する研究, 土木計画学研究・論文集, 26 (5), pp.941-946, 2009.
  - 6) 谷口 綾子・浅見 知秀・藤井 聡・石田東生: 公共交通配慮型居住地選択に向けた説得的コミュニケーションの効果分析, 土木学会論文集D , 65 (4) , pp. 441-448, 2009.
  - 7) 谷口綾子・藤井聡: 社会的ジレンマでの協力的行動を記述する「階層的規範活性化モデル」の提案~理論的検討と交通・環境・まちづくり問題への適用~, 土木学会論文集D , 65 (4) , pp. 432-440, 2009.
  - 8) 宮川愛由・村尾俊道・萩原剛・小西章仁・藤井 聡: 職場モビリティ・マネジメントにおける「交通面談」の取り組み, 運輸政策研究, 12, (1), pp. 36-44, 2009.
  - 9) 藤井 聡, 唐木清志, 松村暢彦, 谷口綾子, 原文宏, 高橋勝美: モビリティ・マネジメント教育一日常移動場面のジレンマを題材としたシティズンシップ教育一, 土木学会教育論文集, 1, pp. 25-32, 2009.
- ## 2. 学会発表
- 1) 矢野晋哉, 高山光正, 仲尾謙二, 藤井聡: 事業所を核としたカーシェアリングの普及に関する研究~京都府のカーシェアリング実験事例~, 土木計画学研究・講演集, CD-ROM, vol. 39, 2009.
  - 2) 太田裕之, 藤井聡: 「エコカー」購入が走行距離に与える影響に関する研究, 土木計画学研究・講演集, CD-ROM, vol. 39, 2009.
  - 3) 宮崎秀夫, 永田盛士, 宮川愛由, 東徹, 藤井聡: 京都市総合交通戦略におけるモビリティ・マネジメント行動計画策定の取組, 土木計画学研究・講演集, CD-ROM, vol. 39, 2009.
  - 4) 宮川愛由, 木村裕, 田中均, 藤井聡: 京都市におけるまちなかの賑わいに資するモビリティ・マネジメントの試み, 土木計画学研究・講演集, CD-ROM, vol. 39, 2009.
  - 5) 鈴木春菜, 藤井聡: 買い物モビリティ・マネジメントが地域でのまちづくり活力増進に及ぼす効果について, 土木計画学研究・講演集, CD-ROM, vol. 39, 2009.
  - 6) 浅見知秀, 谷口綾子, 藤井聡, 石田東生: 引っ越しMMとバス利用促進MMの相互作用によるバス利用促進効果分析, 土木計画学研究・講演集, CD-ROM, vol. 39, 2009.
  - 7) 野俣光孝, 池田大一郎, 萩原剛, 中村俊之, 矢部努, 牧村和彦, 藤井聡: モビリティ・マネジメントによる「エコ通勤」の推進と昨年度の成果について, 第四回日本モビリティ・マネジメント会議講演概要集, p. 33, 2009.
  - 8) 佐藤貴行, 中島廣長, 堀雅清, 若林拓史,

- 藤井聡, 藤島寛, 神田佑亮: 京都府全域を対象とした免許更新時モビリティ・マネジメントの取組と費用対効果分析, 第四回日本モビリティ・マネジメント会議講演概要集, p. 36, 2009.
- 9) 鈴木春菜, 藤井聡: 「買い物モビリティ・マネジメント」の態度・行動変容効果について～福岡県朝倉市での地元商店活性化コミュニケーション実験の効果検証～, 第四回日本モビリティ・マネジメント会議講演概要集, p. 42, 2009.
- 10) 宮川愛由, 木村裕, 田中均, 藤井聡: 京都市における「まちなかの賑わい」に資するモビリティ・マネジメントの試み, 第四回日本モビリティ・マネジメント会議講演概要集, p. 44, 2009.
- 11) 大路健志, 永田盛士, 宮川愛由, 東徹, 藤井聡: 京都市総合交通戦略におけるモビリティ・マネジメント行動計画策定の取組, 第四回日本モビリティ・マネジメント会議講演概要集, p. 55, 2009.
- 12) 堀雅清, 前田勝, 永池孝二, 野田泰弘, 伊東真吾, 藤井聡: 鉄道事業者と行政の協働によるモビリティ・マネジメントの取組について～宇治職場モビリティ・マネジメントの継続的取組～, 第四回日本モビリティ・マネジメント会議講演概要集, p. 56, 2009.
- 13) 岩田典久, 山口雅己, 前田欣也, 寺内洋明, 藤井聡: 公共交通マップを活用した転入者モビリティ・マネジメント (転入者 MM) の取り組み, 第四回日本モビリティ・マネジメント会議講演概要集, p. 59, 2009.
- 14) 酒井弘, 渡邊敦, 森泉勝也, 依田京子, 藤井聡: クルマ依存の低い都市部におけるMM実施の効果, 第四回日本モビリティ・マネジメント会議講演概要集, p. 63, 2009.
- 15) 田村英樹, 岩辺路由, 勝又一, 鈴木成幸, 藤原邦生, 加納真人, 藤井聡, 稲原宏, 福本大輔, 加藤昌樹, 平見憲司, 須永大介, 高橋勝美: 大規模ワンショット TFP による居住者の交通行動変容特性について～西遠都市圏総合都市交通体系調査における分析結果報告～, 第四回日本モビリティ・マネジメント会議講演概要集, p. 76, 2009.
- 16) 田村英樹, 岩辺路由, 勝又一, 鈴木成幸, 藤原邦生, 加納真人, 藤井聡, 平見憲司, 福本大輔, 佐野薫, 須永大介, 高橋勝美: 西遠都市圏総合都市交通体系調査における事業所関連交通実態調査の実施による事業所の「エコ通勤・エコ業務交通」への意識と実施意向について, 第四回日本モビリティ・マネジメント会議講演概要集, p. 87, 2009.
- 17) 小澤友記子, 石原洋, 大藤武彦, 藤井聡: 「かしこいクルマの使い方」を通じた高速道路利用促進効果の検証～阪神高速道路における環境・安全対策のための MM プロジェクト～, 第四回日本モビリティ・マネジメント会議講演概要集, p. 89, 2009.
- 18) 仲尾謙二, 矢野晋哉, 高山光正, 藤井聡: 京都府庁周辺におけるカーシェアリングの導入可能性調査の概要について, 第四回日本モビリティ・マネジメント会議講演概要集, p. 90, 2009.
- H. 知的財産権の出願・登録状況**  
該当なし.

## 身体活動環境と関連した都市計画のあり方ー保健・医療との接点

分担研究者 室町 泰徳 東京工業大学総合理工学研究科  
人間環境システム専攻 准教授

### 研究要旨

本研究では、保健・医療分野において目標とされている身体活動の向上とこれを促進する環境の創出に対して、都市計画、都市交通計画により貢献する可能性を検討することを目的としている。まず、内外の研究事例の一部をレビューしながら、我が国の都市計画、あるいは都市交通計画における都市環境と健康問題の位置づけに関して検討した。その結果、総じて、我が国における都市環境と健康問題に対する位置付けは低く、海外で進められている費用便益分析における健康便益の組み込みを、今後我が国でも検討する必要がある点が明らかとなった。また、身体活動をともなう交通行動を阻害していると考えられる自動車利用に着目し、これと人口密度やその他の都市環境要因などとの相互関係を分析した。分析結果から、全体として個人・世帯要因の影響力は強いものの、自動車保有や自動車利用距離に対しては人口密度が一定の影響力を有し、人口密度コントロールによる身体活動を伴う交通手段の促進可能性が示された。

### A. 研究目的

本研究では、保健・医療分野において目標とされている身体活動の向上とこれを促進する環境の創出に対して、都市計画、都市交通計画により貢献する可能性を検討することを目的としている。

具体的には、第一に、内外の都市計画、都市交通計画分野における身体活動、健康に関連する研究事例の一部をレビューしながら、我が国の都市計画、あるいは都市交通計画における都市環境と健康問題の位置づけに関して検討することを目的としている。海外では都市計画、あるいは都市交通計画において都市環境と健康問題の相互関係が精力的に議論されているが、我が国における議論はまだそれほど多くはない状況にあると考えられる。

第二に、徒歩や自転車利用などの身体活動を伴う交通手段利用を促進する都市計画、都市交

通計画への手がかりを得るため、2008年に人口密度を含む都市環境が異なる住宅地の居住者を対象とした交通行動と健康に関するアンケート調査を実施し、調査対象地区の都市環境要因、被験者の交通時と非交通時における行動などに関する調査データを取得している。本研究では、身体活動をともなう交通行動、すなわち徒歩や自転車利用を阻害していると考えられる自動車利用に着目し、これと密度コントロールの中心的指標となる人口密度やその他の都市環境要因などとの相互関係を分析した。さらに、分析結果を踏まえ、我が国の都市計画、あるいは都市交通計画における都市環境と健康問題の位置づけに関して検討することを目的としている。

### B. 方法

第一の目的に対しては、海外の研究事例にお

いて都市環境と健康との間の因果関係に関する議論や都市環境整備による身体活動を伴う徒歩や自転車などの交通手段利用へのインパクト評価などが数多く成されている。特に、一部の国では健康便益を都市交通プロジェクトの評価に組み込むことを検討しており、これにより比較的大きな便益が捕捉される可能性があることが示唆されている。これらの点に着目して、既存の研究をレビューすることとした。

第二の目的に対しては、東京都市圏内の住宅地を対象としたポスティング配布・郵送回収形式のアンケート調査を、2008年12月～2009年1月にかけて実施しており、その中では、通勤通学交通行動に関する項目（交通手段・時間・頻度、自動車保有、自動車利用量、歩量等）、居住地域周辺の歩きやすさの感覚、個人属性に関する項目（年齢、性別、職業等）などを尋ねている。アンケートの配布枚数は各調査地区に対し1,000票（全27地区、1地区のみ400票）、合計26,400票である。回収総数は2,404票であり、有効回収率は9.1%であった。本調査データを分析し、身体活動をともなう交通行動、すなわち徒歩や自転車利用を阻害していると考えられる自動車利用と密度コントロールの中心的指標となる人口密度やその他の都市環境要因などとの相互関係を分析した。

なお、自動車利用に関する分析においては、分析の従属変数には自動車保有台数、自動車分担、年間自動車利用距離を用いた。独立変数は第1水準変数と第2水準変数からなり、第1水準変数はアンケート調査から取得した個人要因と世帯要因からなる。第2水準変数は国勢調査、事業所統計、各対象自治体のデータおよびGISデータより取得した調査対象ゾーンごとの都市環境要因により構成される。以上を用いて、自動車利用を従属変数としたマルチレベルモデルの推定を行った。なお、参考のため、人口密度を唯一の独立変数とする人口密度単

独モデルも推定を行っている。

### C. 研究結果

第一の目的に関しては、これまでに英国をはじめ、米国、ノルウェー等多くの国において、健康増進のために歩道、自転車専用路ネットワークの整備や政策の見直しに関する研究が行われ、それらの研究の一部では、新たな歩道・自転車専用路ネットワーク、駐輪場等の整備のための投資、自動車交通依存の緩和政策の評価方法として、費用便益分析が用いられていることがわかった。費用便益分析においては、交通手段を自動車から徒歩・自転車利用へ転換することによって変化する交通事故の危険性に関する費用等と、身体活動が増加した結果として得られる健康増進の便益を、如何にして金銭価値で表し、分析に組み込むかが課題とされている。既に、英国<sup>1)</sup>、WHO<sup>2)</sup>などが健康増進の便益を費用便益分析に組み込むためのマニュアルを準備している。

ノルウェーにおける研究例<sup>3)</sup>では、健康状態に関するコスト減少分として、重度の疾病（長期入院を要する疾病、死亡確率の高い疾病やそれに繋がる生活習慣病）、あるいは軽度の疾病（短期休養で治る疾病、風邪等）を徒歩・自転車利用の促進によりどれだけ予防・緩和することができるかが算出されている。その結果、いずれの都市においても重度の疾病を予防する効果が特に大きいことがわかった。この結果から、個人の交通行動において徒歩・自転車利用を促進することによる健康状態への影響は、大きいものと考えられる。

第二の目的に関しては、自動車保有台数を対象としたモデルでは、人口密度単独モデルと比較して、人口密度の影響の有意性は低下し、その影響は有意水準10%で有意に負であった。その一方で、各調査対象地区の最寄駅からの距離や東京都心からの距離の影響がそれぞれ有

意水準 10%および 5%で有意であり、またその係数の値はいずれも正であった。人口密度と最寄駅からの距離、および人口密度と東京都心からの距離の間には負の相関関係が存在していることから、人口密度と自動車利用との関係性の一部が都心や最寄駅からの距離と自動車保有台数との関係性で説明できる可能性があることが示唆された。また、個人・世帯属性の一戸建てダミーや世帯規模も自動車保有台数に対し有意に正の影響力を有していた。一戸建て居住は駐車スペースを確保しやすく自動車保有および管理を比較的容易にしていることが考えられる。また、世帯人員による同一のトリップが生じる可能性が大きい大規模世帯では自動車利用志向が比較的強く、同時に一戸建て居住を好む傾向が考えられ、自動車保有台数の増加につながっているものと推測される。一戸建て居住は集合住宅居住と比較してより低密度な住宅地を形成することから、一戸建て居住に伴う自動車保有の増加が人口密度と自動車保有との負の相互関係を導く一因であることが示唆された。

自動車分担を対象としたモデルでは、人口密度を含めいずれの都市環境要因も自動車分担に対して有意な影響力はないとの結果に至り、通勤通学目的において自動車を使用するか否かはひとえに個人・世帯要因が寄与していると言える。その中では居住年数が自動車分担に対して有意に負の影響を与えていた。新たな土地における居住では、交通ネットワークに対する知識不足から公共交通機関を回避し自動車利用を愛好する可能性が指摘された。

自動車利用距離を対象としたモデルにおいては、人口密度は有意水準 5%で有意に負の影響力を有していた。個人・世帯要因では男性ダミーおよび就業就学者ダミーが有意水準 1%で有意に正の影響力を有していた。男性ダミーと就業就学者ダミーの間には正の相関があり、通

勤通学行動が自動車利用距離増加に寄与する大きなファクターとなっているとともに、男性ダミーが自動車利用距離と正に有意な影響力を有する一因になっていると示唆された。

#### D. 考察

第一の目的に関しては、総じて、我が国の都市交通計画分野、および都市計画分野における都市環境と健康問題に対する位置付けは低く、都市交通プロジェクトの評価において健康便益が組み込まれた例や便益評価手法自体を検討した例は、モビリティマネジメントなどの少数の例外を除いてほとんどないことが明らかとなった。一方、公衆衛生分野では、この主題に関する研究蓄積が進んでおり、都市交通計画や都市計画分野が学ぶべき点も少なくないように思われる。また、海外の研究事例においては都市環境と健康との間の因果関係、健康便益を都市交通プロジェクトの評価に組み込む際の課題に関する検討が精力的に進められていることがわかった。最近では、Cavil et al.<sup>4)</sup>により、徒歩や自転車利用に関わるインフラ整備や政策の健康便益の評価に関する包括的なレビューが発表されており、そこでは研究目的に合致する 4264 本の資料から 16 本を選定し、それらの対象国、評価手法、対象交通手段（徒歩、自転車）、対象人口、費用項目（インフラ整備・維持管理、交通事故など）、健康便益項目（死亡、罹病、肥満など）、評価結果などが詳細に調査されている。選定された資料における費用便益比は、-0.4 から 32.5 まで分布しており、ほとんどが正の費用便益比となっていた。したがって、徒歩や自転車利用に関わるインフラ整備や政策を健康便益を含めた費用便益分析により評価した場合、良好な結果が得られる可能性が高くなるであろう。

第二の目的に関しては、人口密度は単独でモデルに投入された場合には自動車利用に関す

るいずれの従属変数に対しても有意に負の影響力を有していた。独立変数を拡張したモデルにおいては、人口密度は自動車保有台数や自動車利用距離に対しては有意性は低下しつつも有意な影響力を保っていたが、自動車分担に対しては有意ではなかった。このことから、自動車分担に対しては都市環境より個人・世帯要因や嗜好が大きく関与し、自動車保有台数や自動車利用距離は人口密度や道路形状など都市環境要因にも左右される可能性があることが示唆された。自動車保有台数に関しては都心からの距離や最寄駅からの距離が有意な影響力を示しており、公共交通機関の整備が自動車利用の抑制に寄与する可能性があることが示されたとともに、人口密度と自動車利用との関係性の一部が都心や最寄駅からの距離で説明できる可能性があることが示唆された。

## E. 結論

本研究では、まず、内外の研究事例の一部をレビューしながら、我が国の都市計画、あるいは都市交通計画における都市環境と健康問題の位置づけに関して検討した。総じて、我が国の都市計画分野、および都市交通計画分野における都市環境と健康問題に対する位置付けは低いと言える。海外で進められている歩道・自転車専用路の整備などを対象とした費用便益分析における健康便益の組み込みに関しては、比較的大きな便益が捕捉される可能性が高く、今後我が国でも検討する必要性が生じるであろう。

また、アンケート調査とマルチレベルモデルによる分析を通じ、自動車利用に影響を与える個人・世帯要因および都市環境要因の推定を試みた。その結果、人口密度を単独でモデルに投入した場合には自動車利用に関する 3 つの指標全てに対して人口密度が有意な影響力を示していたが、独立変数を拡張した場合には各自

自動車利用変数に対する人口密度の有意性は低下し、自動車分担に対しては有意性が認められなかった。このことから、自動車保有や自動車利用距離に対しては都市環境要因が一定の影響力を有しているものの、全体として個人・世帯要因の影響力は強く、特に自動車分担に対しては個人要因が大きく作用していることが指摘された。

本研究は全体的に比較的密度が高く公共交通も発達した東京都市圏のみを対象としたアンケート調査データを用いた。そのため全体として比較的類似したサンプルとなり、人口密度は高めに、自動車利用は低めに偏っていた可能性がある。地区間の差異をより考慮した分析を行うためには、低密度な地方部におけるデータの導入が必要であると考えられる。

最後に、自動車利用を表す従属変数と人口密度との関係は、個人・世帯要因や他の都市環境要因を独立変数として加えた場合、弱まる傾向にあることを指摘したが、一方で、関係が全く無くなるわけでもない。本研究はクロスセクションデータを対象としているため、変数間の因果関係を検討することは困難であるが、個人・世帯要因や他都市環境要因では説明のつかない人口密度の影響が存在する可能性もある。都市計画制度において、密度コントロールは重要な計画内容の 1 つとなっており、必ずしも因果関係のメカニズムは明らかになっていないものの、人口密度をコントロールすることにより、自動車利用を抑制し、身体活動を伴う交通手段の選択を促進することの可能性は、さらに検討する価値が存在するものと考えられる。

## 参考文献

- 1) UK Department for Transport: Guidance on the Appraisal of Walking and Cycling Schemes. Transport Analysis Guidance (TAG) Unit 3.14.1.,