

株)日本水道コンサルタント 正員 小泉 明
 同 上 正員 萩原良巳
 同 上 正員 今田俊彦

1.はじめに 近年、水道普及率の向上に伴なって、水道事業体の主眼は水道施設の拡張・整備に加えて、受益者へのサービス向上、水道施設の効率的維持管理にも向けられてきている。このような状況のもとで、水需要予測の目的も施設計画入力のみにとどまらず、施設管理や経営計画等の情報を含む必要がある。すなわち、水需要の時間的、空間的変動特性を分析して施設管理の情報としたり、種々の政策(料金改正、節水対策等)に対する水利用者の水使用量の変動を分析して経営計画の情報とすること等が重要な課題となる。

以上のことから本稿では、水道行政サービスの基礎情報とすることを目的とし、A市の勤め人世帯を対象として行なったアンケートによる実態調査結果(サンプル数約450)を用いて家庭用水需要の基礎的分析を行なうものである。本稿の構成は、まず2.で水需要影響要因の分析として、水使用特性を表わすアンケート項目の回答パターンを数量化理論Ⅲ類を用いて分析し、各項目の類似性を把握する。ついで3.では水需要影響要因が水需要の変動をどのように規定しているかを数量化理論Ⅰ類により把握する。ここでは、世帯当たり使用水量と一人当たり使用水量(原単位)の両方の構造を分析し、両者の差異も把握する。最後に4.では本稿の分析結果をもとに、水道行政サービスの基礎情報について検討することとする。

2.水需要影響要因の分析 家庭用水需要は、各世帯の水使用行動の差異によって異なっており、また、一世帯をとっても生活形態や意識の変化とともに変動していくものである。ここで、前者を空間的変動、後者を時間的変動と呼ぶこととし、本稿ではアンケート調査による各世帯の水使用特性を用いて水需要の空間的変動を分析する。表-1に水需要要因をその特性別に分類した上で、アンケート項目を整理した結果を示す。そして、水需要影響要因の相互の実態を把握するために、数量化理論Ⅲ類を用いた要因の回答パターンの分析を行ない、図-1に示す結果を得た。ここで、座標上隣接しているカテゴリは同時に回答されやすいことを示しており、要因の空間的配置によってその類似性を把握することができる。

図-1によれば、右側部分には居住者が多く、居住空間も大きく、また、生活水準も高く、水使用量を増加させる要因がたまっている。一方、左側部分には居住空間が狭く、水使用機器も少ないと、水使用量が少ないとされる要因がたまっている。また、中央上部には住環境の悪さを示す要因が配置されている。これらの要因の回答傾向をまとめると以下のようになる。

①. 居住空間と水使用機器保有、使用回数の関連
居住空間大→水使用機器保有、使用回数多い。

居住空間小→水使用機器非保有、使用回数少ない。

②. 居住形態と水使用機器の保有、使用回数の関連

持ち家・非木造一戸→水使用機器保有、使用回数多い。

表-1 アンケート項目の分類

項目番号	項目名	属性	属性	属性	属性
1.	1-1.2.3.4.5.6.7.8.9.10.11.12.13.14.15.16.17.18.19.20.21.22.23.24.25.26.27.28.29.30.31.32.33.34.35.36.37.38.39.40.41.42.43.44.45.46.47.48.49.50.51.52.53.54.55.56.57.58.59.50.60.61.62.63.64.65.66.67.68.69.60.70.71.72.73.74.75.76.77.78.79.70.80.81.82.83.84.85.86.87.88.89.80.90.91.92.93.94.95.96.97.98.99.100.101.102.103.104.105.106.107.108.109.100.110.111.112.113.114.115.116.117.118.119.120.121.122.123.124.125.126.127.128.129.120.130.131.132.133.134.135.136.137.138.139.130.140.141.142.143.144.145.146.147.148.149.140.150.151.152.153.154.155.156.157.158.159.150.160.161.162.163.164.165.166.167.168.169.160.170.171.172.173.174.175.176.177.178.170.180.181.182.183.184.185.186.187.188.180.190.191.192.193.194.195.196.197.198.190.200.201.202.203.204.205.206.207.208.200.210.211.212.213.214.215.216.217.218.210.220.221.222.223.224.225.226.227.228.220.230.231.232.233.234.235.236.237.238.230.240.241.242.243.244.245.246.247.248.240.250.251.252.253.254.255.256.257.258.250.260.261.262.263.264.265.266.267.268.260.270.271.272.273.274.275.276.277.278.270.280.281.282.283.284.285.286.287.288.280.290.291.292.293.294.295.296.297.298.290.300.301.302.303.304.305.306.307.308.300.310.311.312.313.314.315.316.317.318.310.320.321.322.323.324.325.326.327.328.320.330.331.332.333.334.335.336.337.338.330.340.341.342.343.344.345.346.347.348.340.350.351.352.353.354.355.356.357.358.350.360.361.362.363.364.365.366.367.368.360.370.371.372.373.374.375.376.377.378.370.380.381.382.383.384.385.386.387.388.380.390.391.392.393.394.395.396.397.398.390.400.401.402.403.404.405.406.407.408.400.410.411.412.413.414.415.416.417.418.410.420.421.422.423.424.425.426.427.428.420.430.431.432.433.434.435.436.437.438.430.440.441.442.443.444.445.446.447.448.440.450.451.452.453.454.455.456.457.458.450.460.461.462.463.464.465.466.467.468.460.470.471.472.473.474.475.476.477.478.470.480.481.482.483.484.485.486.487.488.480.490.491.492.493.494.495.496.497.498.490.500.501.502.503.504.505.506.507.508.500.510.511.512.513.514.515.516.517.518.510.520.521.522.523.524.525.526.527.528.520.530.531.532.533.534.535.536.537.538.530.540.541.542.543.544.545.546.547.548.540.550.551.552.553.554.555.556.557.558.550.560.561.562.563.564.565.566.567.568.560.570.571.572.573.574.575.576.577.578.570.580.581.582.583.584.585.586.587.588.580.590.591.592.593.594.595.596.597.598.590.600.601.602.603.604.605.606.607.608.600.610.611.612.613.614.615.616.617.618.610.620.621.622.623.624.625.626.627.628.620.630.631.632.633.634.635.636.637.638.630.640.641.642.643.644.645.646.647.648.640.650.651.652.653.654.655.656.657.658.650.660.661.662.663.664.665.666.667.668.660.670.671.672.673.674.675.676.677.678.670.680.681.682.683.684.685.686.687.688.680.690.691.692.693.694.695.696.697.698.690.700.701.702.703.704.705.706.707.708.700.710.711.712.713.714.715.716.717.718.710.720.721.722.723.724.725.726.727.728.720.730.731.732.733.734.735.736.737.738.730.740.741.742.743.744.745.746.747.748.740.750.751.752.753.754.755.756.757.758.750.760.761.762.763.764.765.766.767.768.760.770.771.772.773.774.775.776.777.778.770.780.781.782.783.784.785.786.787.788.780.790.791.792.793.794.795.796.797.798.790.800.801.802.803.804.805.806.807.808.800.810.811.812.813.814.815.816.817.818.810.820.821.822.823.824.825.826.827.828.820.830.831.832.833.834.835.836.837.838.830.840.841.842.843.844.845.846.847.848.840.850.851.852.853.854.855.856.857.858.850.860.861.862.863.864.865.866.867.868.860.870.871.872.873.874.875.876.877.878.870.880.881.882.883.884.885.886.887.888.880.890.891.892.893.894.895.896.897.898.890.900.901.902.903.904.905.906.907.908.900.910.911.912.913.914.915.916.917.918.910.920.921.922.923.924.925.926.927.928.920.930.931.932.933.934.935.936.937.938.930.940.941.942.943.944.945.946.947.948.940.950.951.952.953.954.955.956.957.958.950.960.961.962.963.964.965.966.967.968.960.970.971.972.973.974.975.976.977.978.970.980.981.982.983.984.985.986.987.988.980.990.991.992.993.994.995.996.997.998.990.1000.1001.1002.1003.1004.1005.1006.1007.1008.1000.1010.1011.1012.1013.1014.1015.1016.1017.1018.1010.1020.1021.1022.1023.1024.1025.1026.1027.1028.1020.1030.1031.1032.1033.1034.1035.1036.1037.1038.1030.1040.1041.1042.1043.1044.1045.1046.1047.1048.1040.1050.1051.1052.1053.1054.1055.1056.1057.1058.1050.1060.1061.1062.1063.1064.1065.1066.1067.1068.1060.1070.1071.1072.1073.1074.1075.1076.1077.1078.1070.1080.1081.1082.1083.1084.1085.1086.1087.1088.1080.1090.1091.1092.1093.1094.1095.1096.1097.1098.1090.1100.1101.1102.1103.1104.1105.1106.1107.1108.1100.1110.1111.1112.1113.1114.1115.1116.1117.1118.1110.1120.1121.1122.1123.1124.1125.1126.1127.1128.1120.1130.1131.1132.1133.1134.1135.1136.1137.1138.1130.1140.1141.1142.1143.1144.1145.1146.1147.1148.1140.1150.1151.1152.1153.1154.1155.1156.1157.1158.1150.1160.1161.1162.1163.1164.1165.1166.1167.1168.1160.1170.1171.1172.1173.1174.1175.1176.1177.1178.1170.1180.1181.1182.1183.1184.1185.1186.1187.1188.1180.1190.1191.1192.1193.1194.1195.1196.1197.1198.1190.1200.1201.1202.1203.1204.1205.1206.1207.1208.1200.1210.1211.1212.1213.1214.1215.1216.1217.1218.1210.1220.1221.1222.1223.1224.1225.1226.1227.1228.1220.1230.1231.1232.1233.1234.1235.1236.1237.1238.1230.1240.1241.1242.1243.1244.1245.1246.1247.1248.1240.1250.1251.1252.1253.1254.1255.1256.1257.1258.1250.1260.1261.1262.1263.1264.1265.1266.1267.1268.1260.1270.1271.1272.1273.1274.1275.1276.1277.1278.1270.1280.1281.1282.1283.1284.1285.1286.1287.1288.1280.1290.1291.1292.1293.1294.1295.1296.1297.1298.1290.1300.1301.1302.1303.1304.1305.1306.1307.1308.1300.1310.1311.1312.1313.1314.1315.1316.1317.1318.1310.1320.1321.1322.1323.1324.1325.1326.1327.1328.1320.1330.1331.1332.1333.1334.1335.1336.1337.1338.1330.1340.1341.1342.1343.1344.1345.1346.1347.1348.1340.1350.1351.1352.1353.1354.1355.1356.1357.1358.1350.1360.1361.1362.1363.1364.1365.1366.1367.1368.1360.1370.1371.1372.1373.1374.1375.1376.1377.1378.1370.1380.1381.1382.1383.1384.1385.1386.1387.1388.1380.1390.1391.1392.1393.1394.1395.1396.1397.1398.1390.1400.1401.1402.1403.1404.1405.1406.1407.1408.1400.1410.1411.1412.1413.1414.1415.1416.1417.1418.1410.1420.1421.1422.1423.1424.1425.1426.1427.1428.1420.1430.1431.1432.1433.1434.1435.1436.1437.1438.1430.1440.1441.1442.1443.1444.1445.1446.1447.1448.1440.1450.1451.1452.1453.1454.1455.1456.1457.1458.1450.1460.1461.1462.1463.1464.1465.1466.1467.1468.1460.1470.1471.1472.1473.1474.1475.1476.1477.1478.1470.1480.1481.1482.1483.1484.1485.1486.1487.1488.1480.1490.1491.1492.1493.1494.1495.1496.1497.1498.1490.1500.1501.1502.1503.1504.1505.1506.1507.1508.1500.1510.1511.1512.1513.1514.1515.1516.1517.1518.1510.1520.1521.1522.1523.1524.1525.1526.1527.1528.1520.1530.1531.1532.1533.1534.1535.1536.1537.1538.1530.1540.1541.1542.1543.1544.1545.1546.1547.1548.1540.1550.1551.1552.1553.1554.1555.1556.1557.1558.1550.1560.1561.1562.1563.1564.1565.1566.1567.1568.1560.1570.1571.1572.1573.1574.1575.1576.1577.1578.1570.1580.1581.1582.1583.1584.1585.1586.1587.1588.1580.1590.1591.1592.1593.1594.1595.1596.1597.1598.1590.1600.1601.1602.1603.1604.1605.1606.1607.1608.1600.1610.1611.1612.1613.1614.1615.1616.1617.1618.1610.1620.1621.1622.1623.1624.1625.1626.1627.1628.1620.1630.1631.1632.1633.1634.1635.1636.1637.1638.1630.1640.1641.1642.1643.1644.1645.1646.1647.1648.1640.1650.1651.1652.1653.1654.1655.1656.1657.1658.1650.1660.1661.1662.1663.1664.1665.1666.1667.1668.1660.1670.1671.1672.1673.1674.1675.1676.1677.1678.1670.1680.1681.1682.1683.1684.1685.1686.1687.1688.1680.1690.1691.1692.1693.1694.1695.1696.1697.1698.1690.1700.1701.1702.1703.1704.1705.1706.1707.1708.1700.1710.1711.1712.1713.1714.1715.1716.1717.1718.1710.1720.1721.1722.1723.1724.1725.1726.1727.1728.1720.1730.1731.1732.1733.1734.1735.1736.1737.1738.1730.1740.1741.1742.1743.1744.1745.1746.1747.1748.1740.1750.1751.1752.1753.1754.1755.1756.1757.1758.1750.1760.1761.1762.1763.1764.1765.1766.1767.1768.1760.1770.1771.1772.1773.1774.1775.1776.1777.1778.1770.1780.1781.1782.1783.1784.1785.1786.1787.1788.1780.1790.1791.1792.1793.1794.1795.1796.1797.1798.1790.1800.1801.1802.1803.1804.1805.1806.1807.1808.1800.1810.1811.1812.1813.1814.1815.1816.1817.1818.1810.1820.1821.1822.1823.1824.1825.1826.1827.1828.1820.1830.1831.1832.1833.1834.1835.1836.1837.1838.1830.1840.1841.1842.1843.1844.1845.1846.1847.1848.1840.1850.1851.1852.1853.1854.1855.1856.1857.1858.1850.1860.1861.1862.1863.1864.1865.1866.1867.1868.1860.1870.1871.1872.1873.1874.1875.1876.1877.1878.1870.1880.1881.1882.1883.1884.1885.1886.1887.1888.1880.1890.1891.1892.1893.1894.1895.1896.1897.1898.1890.1900.1901.1902.1903.1904.1905.1906.1907.1908.1900.1910.1911.1912.1913.1914.1915.1916.1917.1918.1910.1920.1921.1922.1923.1924.1925.1926.1927.1928.1920.1930.1931.1932.1933.1934.1935.1936.1937.1938.1930.1940.1941.1942.1943.1944.1945.1946.1947.1948.1940.1950.1951.1952.1953.1954.1955.1956.1957.1958.1950.1960.1961.1962.1963.1964.1965.1966.1967.1968.1960.1970.1971.1972.1973.1974.1975.1976.1977.1978.1970.1980.1981.1982.1983.1984.1985.1986.1987.1988.1980.1990.1991.1992.1993.1994.1995.1996.1997.1998.1990.2000.2001.2002.2003.2004.2005.2006.2007.2008.2000.2010.2011.2012.2013.2014.2015.2016.2017.2018.2010.2020.2021.2022.2023.2024.2025.2026.2027.2028.2020.2030.2031.2032.2033.2034.2035.2036.2037.2038.2030.2040.2041.2042.2043.2044.2045.2046.2047.2048.2040.2050.2051.2052.2053.2054.2055.2056.2057.2058.2050.2060.2061.2062.2063.2064.2065.2066.2067.2068.2060.2070.2071.2072.2073.2074.2075.2076.2077.2078.2070.2080.2081.2082.2083.2084.2085.2086.2087.2088.2080.2090.2091.2092.2093.2094.2095.2096.2097.2098.2090.2100.2101.2102.2103.2104.2105.2106.2107.2108.2100.2110.2111.2112.2113.2114.2115.2116.2117.2118.2110.2120.2121.2122.2123.2124.2125.2126.2127.2128.2120.2130.2131.2132.2133.2134.2135.2136.2137.2138.2130.2140.2141.2142.2143.2144.2145.2146.2147.2148.2140.2150.2151.2152.2153.2154.2155.2156.2157.2158.2150.2160.2161.2162.2163.2164.2165.2166.2167.2168.2160.2170.2171.2172.2173.2174.2175.2176.2177.2178.2170.2180.2181.2182.2183.2184.2185.2186.2187.2188.2180.2190.2191.2192.2193.2194.2195.2196.2197.2198.2190.2200.2201.2202.2203.2204.2205.2206.2207.2208.2200.2210.2211.2212.2213.2214.2215.2216.2217.2218.2210.2220.2221.2222.2223.2224.2225.2226.2227.2228.2220.2230.2231.2232.2233.2234.2235.2236.2237.2238.2230.2240.2241.2242.2243.2244.2245.2246.2247.2248.2240.2250.2251.2252.2253.2254.2255.2256.2257.2258.2250.2260.2261.2262.2263.2264.2265.2266.2267.2268.2260.2270.2271.2272.2273.2274.2275.2276.2277.2278.2270.2280.2281.2282.2283.2284.2285.2286.2287.2288.2280.2290.2291.2292.2293.2294.2295.2296.2297.2298.2290.2300.2301.2302.2303.2304.2305.2306.2307.2308.2300.2310.2311.2312.2313.2314.2315.2316.2317.2318.2310.2320.2321.2322.2323.2324.2325.2326.2327.2328.2320.2330.2331.2332.2333.2334.2335.2336.2337.2338.2330.2340.2341.2342.2343.2344.2345.2346.2347.2348.2340.2350.2351.2352.2353.2354.2355.2356.2357.2358.2350.2360.2361.2362.2363.2364.2365.2366.2367.2368.2360.2370.2371.23				

持家ではなく、共同住宅→水使用機器非保有、使用回数少ない。

③. 意識と居住空間、居住形態、水使用機器の保有、使用回数の関連
水道施設、節水ニュース知らぬ→水多消費型の傾向。

④. 住環境と居住空間、水使用機器との関連は低い。

3. 水需要構造分析 ここでは、2.の水需要影響要因の水需要の変動に対する影響度合について数量化理論I類を用いて分析する。すなわち、使用水量並びに原単位と影響度合との構造化を行ない、これらの構造を比較することにより原単位の特性等を明らかにする。表-2に各分析ケースのレンジ(影響度合)を示すとともに、各要因の変動寄与率(各要因のレンジを全レンジ合計で除した値)を示す。2つの構造分析における変動寄与率を水使用に直接的に関連していると思われる要因に注目して比較すると、使用水量よりも原単位の方が小さくなっているものとして、自動車、水冷式クーラーの保有がある。また、やや小さくなっているものとして洗濯機使用回数、湯沸器の保有があり、ほぼ同じものとしてはシャワー、水洗便所の保有がある。これは、自動車や水冷式クーラーの場合、洗車や冷房が明らかに世帯を単位とした水使用用途であるため、一人当たりの使用量とした原単位の構造分析ではその変動寄与率が低下したものと考えられる。逆に、水洗便所やシャワーは、いずれも個人が使う用途と考えられ、一人当たりの原単位と考えることができるといえよう。以上のように、水使用用途によっては一人当たり原単位として把握するよりもむしろ世帯当たり使用水量として把握する方が良い場合もあると考えられる。たとえば、新規団地の水需要量を把握する際、居住者も限定されてくるため、世帯当たり使用水量の水需要構造式を用いる方が有効となろう。

4. おわりに 2.並びに3.の分析結果をもとに、水道行政サービスの基礎情報を以下の5種に分類して検討した結果を述べる。

①水資源計画：水需要構造分析によって、意識要因が使用水量の変動に大きな影響を与えていたことから、節水P.R.やキャンペーンさらには教育等によって意識を変化させることによる節水の実現可能性を提示し得た。

②施設拡張計画：3.の分析結果をもとに、たとえば、家族数、家の形式、部屋数、風呂回数、洗濯機使用回数、水洗便所の保有、蛇口数の要因による水需要構造式を作成し、この式を用いて将来水量を把握できる。

③施設維持管理計画：2.の分析結果、居住形態、居住空間の大きさと水使用機器の保有や使用回数との関連が深いといえた。したがって、配水コントロール情報と反応の日変動、季節変動パターンの地域特性を、各地域の居住形態、居住空間の傾向を把握することにより設定することも可能となろう。ただし、メータ調査による実測を行ない、検証する必要があることはいうまでもない。

④経営計画：表-2に示した水需要構造分析の結果、水道料金のレンジは使用水量、原単位の場合ともに大きく、それを次々位、6位であった。したがって、今後、水道料金の影響を経営計画情報とするためには水道料金と水需要との関連をより明確に把握していく必要がある。たとえば、料金改正による水価格弹性分析が考えられる。

⑤受益者へのサービス：底面の都合上省略したが、水圧や水質等の各地区別回答パターンにより、水道に対する苦情を把握し、これらを③の計画に考慮することにより改善することができる。

最後に、本稿ではA市における一時的断面の実態調査データをもとに水需要の分析を行なったが、今後毎年に実態調査を行なうことにより、水需要構造や意識等の変動を把握していく必要がある。また、たとえば湯水が生じている地域と、本稿のよう普通状態の地域との比較分析を行ない、水需要構造や意識等の地域的差異を把握する必要もあろう。

[参考文献] 1) 萩原・小泉：水需要予測序説、水道協会雑誌、第529号、1978

表-2 水需要構造分析結果

分類	項目	使用水量	原単位	変動寄与率(%)	
				レンジ(ラウク)	レンジ(ラウフ)
属性	1	218.9	1	—	—
住居	2	89.5	4	62.7	5.20 (7.31)
(建物)	3	95.9	3	66.1	2.64 (7.83)
生活	4	36.6	15	25.8	2.53 (2.99)
水準	5	44.5	12	37.6	3.09 (3.64)
人	6	15.6	25	7.8	2.75 (1.26)
水	7	40.9	13	35.4	2.94 (3.34)
便所	8	14.7	27	9.8	2.4
機器	9	55.3	9	31.8	1.10 (1.21)
10	45.0	11	27.7	12	3.12 (3.68)
11	5.3	31	2.1	31	0.37 (0.43)
12	31.1	16	5.2	26	2.15 (2.42)
13	27.4	12	23.3	14	1.92 (1.45)
14	65.6	8	51.0	5	2.61 (3.70)
15	7.0	30	6.1	25	0.49 (0.58)
意識	16	20.2	23	15.4	21
17	11.5	28	4.9	27	0.80 (0.74)
18	21.4	20	10.4	23	1.87 (1.75)
19	36.7	14	17.7	17	2.54 (3.00)
20	46.1	10	23.0	15	3.20 (3.77)
21	120.3	2	67.3	1	0.33 (0.82)
22	89.4	5	58.9	4	6.19 (7.30)
23	77.5	7	46.9	6	3.37 (6.33)
24	29.0	17	16.3	19	2.01 (2.34)
25	28.6	18	16.6	18	1.98 (2.36)
26	20.9	22	14.7	22	1.45 (1.71)
27	8.7	29	2.6	30	0.61 (0.71)
28	21.4	21	28.2	11	1.49 (1.75)
29	16.8	24	15.7	20	1.17 (1.38)
30	85.1	6	58.5	7	5.89 (6.71)
31	15.1	26	21.1	16	1.05 (1.24)
32	2.6	32	4.3	28	0.18 (0.22)
33	相関係数	0.734	相関係数	0.672	0.55

(注) ()内数字は2の家族数を除いた変動寄与率を示す。