

バス路線図のデフォルメがわかりやすさに及ぼす影響

福岡大学工学部社会デザイン工学科 辰巳 浩, 吉城 秀治, 堤 香代子, 長友 陸, 奥村 友利愛

1. はじめに

路線バスは人々にとって身近な移動手段であり、公共交通機関として誰にでも使いやすいものであることが望まれる。しかしながら、基本的な情報が利用者にわかりやすい形で提供されておらず、バスに乗る際の心理的抵抗が大きいと指摘される状況にある¹⁾。そのような中、先行研究²⁾ではバス路線図のわかりやすさについて検討しているが、路線図のデフォルメとわかりやすさの関係については明らかにされていない。このデフォルメに関して、バス事業者はバス停やバス車内など限られたスペース内に路線図を提示しているため、路線網を変形(デフォルメ)して表記する場合が多く、実際の地理的感覚とは異なる場合にわかりやすさには違いが生じるものと考えられる。そこで本研究では、路線図のデフォルメが人々のわかりやすさに及ぼす影響について明らかにすることを目的とする。

2. デフォルメに関する路線図の実態把握

(1) 調査概要

路線図のデフォルメの要素として角減化率、曲線化率、縮尺、方位変化、縦・横・斜めの基軸化の7項目について、路線図内のバス停数が最も多い1路線を取り出して計測を行った。調査の対象は、全国に最も多く存在する背景に地図がない202件の路線図である。その整理結果を表1に示す。

(2) デフォルメに関する路線図の類型化

表1に示した調査項目に基づいて路線図の類型化を行うために、全国における路線図の特徴をクラスター分析を用いて整理した。その結果、202件の路線図を6グループに類型化でき、その結果を表2に示す。各パターンにおける路線図の特徴は、パターン1はサンプル数が多く最も一般的なデフォルメがなされているグループであるといえ、基軸の3軸が揃っているのが特徴である。次にパターン2は斜めの軸がなく縦横に揃っているのが特徴である。パターン3の特徴としては方位変化がなされていること、パターン4は角減化率が非常に高く、始点から終点までを直線で表記する路線図が多いことが挙げられる。そして、パターン5は曲線化率が高いグループ、パターン6はデフォルメの項目の割合が全体的に低く、デフォルメされていないものが多いグループとの特徴がみとれる。

(3) 実験に用いる路線図の作成

表2に示すようにデフォルメの種類を6パターンに分類できることから、各パターンの特徴を表3に示す。その特徴を表す路線図を用意するために、デフォルメがされていないパターン6より抽出した西武バス(株)の路線図(図2)をもとに、A3サイズにバス停数131個、路線数17本、フォントサイズ9pt、路線の凡例あり、地図要素なし、路線の色は原本通りの路線図を作成した。その作成した路線図の路線部分を図3に示す。なお、実態把握の中で整理した「縮尺」は、有意差がみられたものの再現が困難であるため、この項目については全パターン同一とした。

3. 経路探索による評価実験

(1) 実験方法

まず被験者に出発地と目的地が記載された地図を確認してもらう。その後、調査員が24型PC画面に路線図を提示し、被験者に出発地から目的地までの経路探索を行ってもらう。経路探索の終了直後に路線図の印象についても回答してもらう一連の調査を、6パターン繰り返し行う。6パターンの路線図の提示順はランダムとした。なお、本研究の分析手順を図1に示す。

本研究では、既存研究をもとに路線図のわかりやすさを測るための評価項目を決定しており、挙動に関する評価項目は「探索時間」「地図を見返す回数」「画面を動かす回数」「拡大縮小回数」「カーソルの移動距離」、意識に関する評価項目については、SD法を用いた形容詞対18項目の5段階評価による「路線図の印象」とした。なお、被験者は実験に用いる路線図のエリアに土地勘を持たない大学生30人を対象とした。

(2) 実験結果

図3に実験結果の一部と、図4にSD法の結果を示す。探索時間については統計的な有意差はみられず、デフォルメ度合いが変化してもほとんど同じということがわかった。一方で、意識に関する項目のほうがパターンによって差があり、パターン3のように方位変化がなされている路線図は最も「見にくい」路線図であることが明らかとなった。また、パターン5のように曲線化して表記することは「やわらかい」という印象を与えるものと考えられる。

意識に関する評価についてはSD法に用いた18項目に対して因子分析を行った。その結果を表4に示す。共通性の推定値が小さい4形容詞対は除き、固有値が1以上となる第3因子までを採用し、印象に対する評価項目を可読性因子、信頼性因子、温和性因子の3因子からなるとした。そして、被験者30人の6パターンの実験データ計180件の3つの因子得点を用いて、3因子について各パターンの平均値を求めた。その結果を表5の下段に示す。

印象に関する評価では可読性と温和性の項目で有意差がみられた。パターン3は可読性の因子得点の平均値が最も低く、これは方位変化がなされており地図と全く異なる方向に路線が伸びていることから「見にくい」との回答が多かった。一方で、パターン4は可読性の因子得点の平均値が最も高く、これは横一直線に路線を並べることで「すっきりした」という印象を与えたものと考えられる。そして、パターン5は温和性の因子得点が高くなっており、これは角に丸みをつける曲線化がなされていることで「やわらかい」という印象を与えたと推測される。挙動に関する項目はどの項目でも統計的な有意差はみられないことから、デフォルメの程度を変えても挙動については変化しないといえる。

路線図のデフォルメと評価項目との関係を明らかにするために相関分析を行った。その結果を表6に示す。ここでも挙動に関する評価項目では有意差はみられず、意識に関する項目についてのみデフォルメの度合いによって有意差がみられた。

続いて、わかりやすさの総合指標を得るために評価項目のデータに対して主成分分析を行った。その結果得られた第1主成分の主成分負荷量を図5に示す。図より、マイナス方向の主成分負荷量をわかりやすい路線図であると定義すると(例えば、可読性が増えるほどわかりやすい)、可読性と温和性の主成分負荷量の数値が高く、わかりやすさは挙動よりも主に意識によって決定していることが窺える。そして主成分分析の結果、第1主成分を総合指標として捉えることができることから、この主成分得点を路線図のわかりやすさを示す総合得点とした。この総合得点は値が低いほどわかりやすいということを表す。さらに実験に用いた各パターンの平均総合得点を求めたところ、パターン1が最も低い得点となっており、わかりやすい路線図であることがわかった。また、パターン1を基準値1.0としてわかりにくさの度合いを算出したところ、表7に示すように方位変化しているパターン3は2.2倍わかりにくいことが明らかとなった。

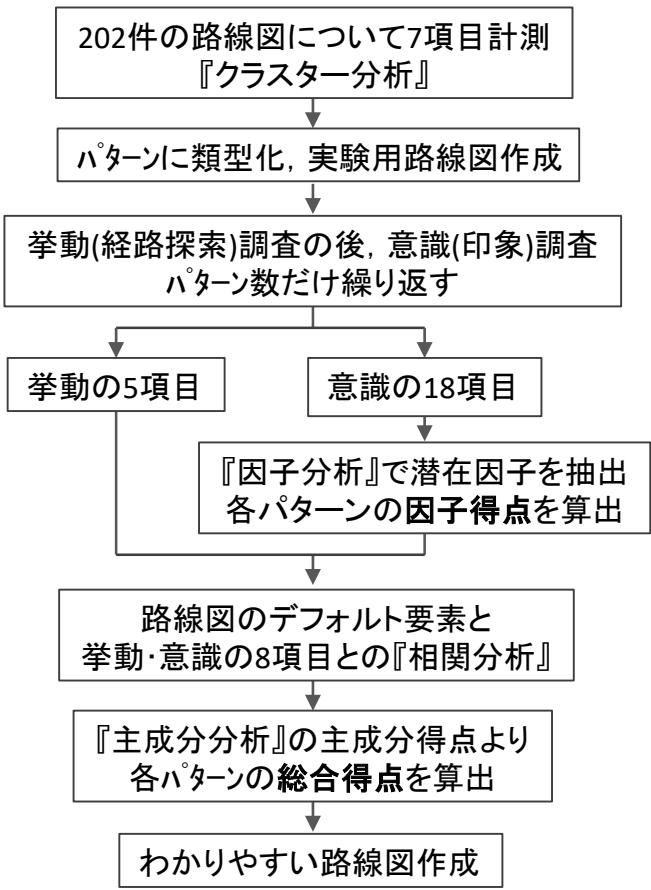


図1 本研究の分析の流れ

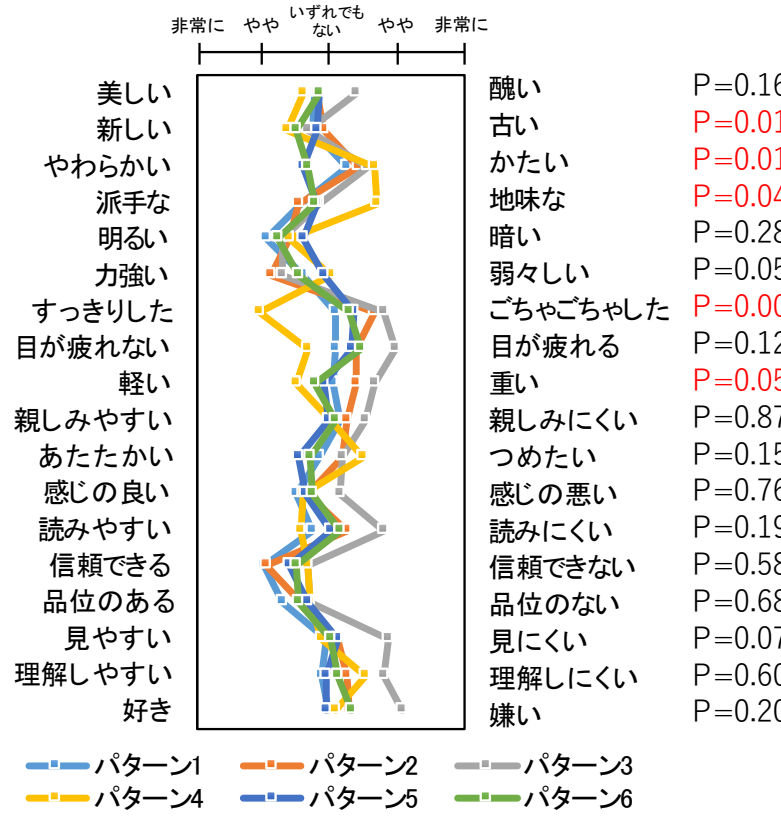


図4 意識に関するSD法のプロフィール曲線とP値

表3 路線図のパターンの特徴と路線図作成時の要素

パターン	特徴	既成路線図の特徴	実験に用いる作成路線図の特徴
パターン1		全国に最も多くみられる一般的なもので基軸の3軸が揃っている	縦・横・斜めの軸を揃えたもの
パターン2		基軸の縦・横の2軸が揃っている	縦・横の軸を揃えたもの
パターン3		方位変化がなされている	縦・横の軸を揃えたものを180度回転
パターン4		始点から終点までを直線で表記する路線図が多い	1路線を横方向一直線に並べたもの
パターン5		角に丸みのある路線図が多い	角を曲線化したもの
パターン6		路線のデフォルメがされていない路線図が多い	西武バス(株)の路線図の原本通り

表4 因子分析結果

形容詞対	因子1 (可読性)	因子2 (信頼性)	因子3 (温和性)
すっきりした 目が見えやすい	0.933	0.082	-0.411
見やすい	0.771	-0.048	0.175
読みやすい	0.745	-0.274	0.186
読みやすい	0.639	0.115	0.174
読みやすい	0.597	0.258	0.152
読みやすい	0.523	0.116	0.202
信頼できる	-0.096	0.690	0.077
品位のある	0.008	0.654	-0.084
感じのよい	0.246	0.542	0.049
あたかも	-0.107	0.228	0.623
やわらかい	0.062	-0.119	0.622
美しい	0.442	0.247	0.070
親しみやすい	0.427	0.050	0.392
好き	0.416	0.136	0.373
固有値	6.63	1.30	1.19
寄与率	47.36%	9.31%	8.53%
累積寄与率	47.36%	56.66%	65.19%

表5 挙動に関する実験結果と意識に関する因子得点

項目	P値	パターン1	パターン2	パターン3	パターン4	パターン5	パターン6
探索時間	0.540	33.45秒	35.37秒	44.34秒	47.71秒	42.76秒	45.09秒
地図を見返す回数	0.561	2.0回	1.9回	2.6回	2.7回	2.4回	2.3回
画面を動かす回数	0.909	1.1回	1.4回	1.0回	1.7回	1.0回	1.3回
拡大縮小回数	0.884	0.5回	0.5回	0.6回	0.7回	0.5回	0.6回
カーソルの移動距離	0.839	132.9回	152.6回	152.3回	175.6回	143.5回	141.3回
可読性	0.002**	0.147	-0.150	-0.521	0.488	0.032	0.004
信頼性	0.197	0.282	0.093	-0.313	-0.052	0.029	-0.039
温和性	0.008**	0.121	-0.023	-0.360	-0.289	0.350	0.201

(**1%有意水準, *5%有意水準)

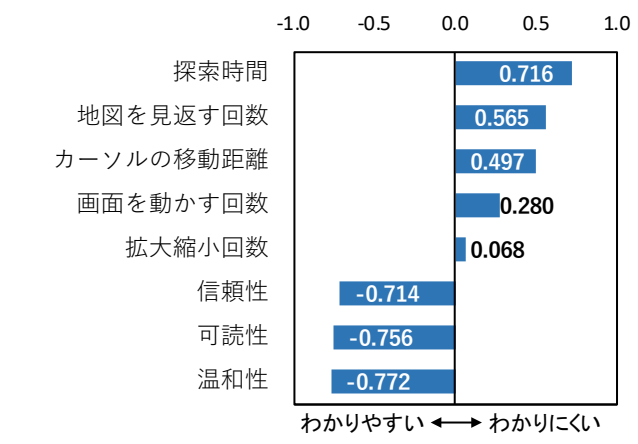


図5 第1主成分の主成分負荷量

表7 各パターンの総合得点とわかりやすさ順位

路線図	得点	わかりやすさ総合得点	わかりにくさ順位	路線図の特徴
パターン1	-0.468	1.0	1位	縦・横・斜めの3軸揃え
パターン6	-0.134	1.3	2位	西武バス(株)の原本通り
パターン5	-0.127	1.3	3位	角を曲線化
パターン2	-0.121	1.3	4位	縦・横の2軸揃え
パターン4	0.082	1.5	5位	1路線を横方向に一直線
パターン3	0.749	2.2	6位	縦・横の2軸揃えを180度回転

4. まとめ

本研究では、バス路線図のデフォルメが人々のわかりやすさに及ぼす影響について明らかにしてきた。まず路線図のデフォルメに関する実態把握を行い、全国の路線図のデフォルメの種類を6パターンに分類することができた。さらに、各パターンの路線図に対する評価実験を行い、デフォルメとわかりやすさの関係性について明らかにした。表7より、縦横斜めの3軸が揃っているパターン1が最もわかりやすく、一方で方位変化がなされているパターン3が最もわかりにくいという結果になった。これより、軸は3軸揃っているものがわかりやすく、また、方向感覚に影響を与える方位変化は控えるほうがわかりやすい路線図といえる。図6に本研究の結果を反映した路線図を提案する。

表1 既存路線図のデフォルメ要素の計測結果

デフォルメ要素	集計結果
角減化率 (n=202)	なし 8(4.0%) 20%未満 81(40.1%) 20%以上40%未満 78(38.6%) 40%以上60%未満 20(9.9%) 60%以上80%未満 5(2.5%) 80%以上100%未満 2(1.0%) 100%以上 8(4.0%)
曲線化率 (n=202)	なし 183(90.6%) 20%未満 11(5.4%) 20%以上40%未満 7(3.5%) 40%以上 1(0.5%)
縮尺 (n=202)	1.0E-05未満 60(29.7%) 1.0E-05~ 2.0E-05~ 3.0E-05~ 4.0E-05~ 5.0E-05~ 6.0E-05~ 7.0E-05以上 65(32.2%) 37(18.3%) 18(8.9%) 7(3.5%) 5(2.5%) 5(2.5%) 5(2.5%)
方位変化 (n=202)	あり 33(16.3%) なし 169(83.7%)
基軸化・縦 (n=202)	あり 187(92.6%) なし 15(7.4%)
基軸化・横 (n=202)	あり 196(97.0%) なし 6(3.0%)
基軸化・斜め (n=202)	あり 110(54.5%) なし 92(45.5%)



図2 参考にした西武バス(株)の路線図

表2 既存路線図のデフォルメ要素の計測結果

デフォルメ要素		検定結果 (P値)	パターン1 (n=78)	パターン2 (n=64)	パターン3 (n=30)	パターン4 (n=13)	パターン5 (n=11)	パターン6 (n=6)	全体 (n=202)
量的 デー タ	角減化率 ^{注3)}	9.0E-22**	21.03%	23.53%	26.02%	126.06%	16.34%	37.16%	29.54%
	曲線化率 ^{注4)}	4.5E-82**	0.15%	0.13%	0.09%	0.00%	26.83%	0.00%	1.57%
	縮尺(zkm/Zkm) ^{注5)}	0.024*	1.66E-05	2.01E-05	2.90E-05	1.35E-05	2.37E-05	2.32E-05	1.99E-05
質的 デー タ	方位変化 ^{注6)} ■あり □なし	9.5E-38**	100%***	100%***	100%***	15% 85%	100%	17% 83%	16% 84%
	注7) 基軸化 縦 ■あり □なし 横 ■あり □なし 斜め ■あり □なし	8.9E-17**	100%**	100%**	93% 7%	46% 54%***	82% 18%	33% 67%***	93% 7%
		1.1E-41**	100%*	100%	100%	100%	100%	100%***	97% 3%
		1.3E-31**	100%***	100%***	47% 53%	31% 69%	100%***	50% 50%	54% 46%

注1) 量的データの項目については一元配置分散分析、質的データの項目については独立性の検定結果を示している。

注2) 量的データの値は、各グループの平均値を示している。

注3) 実路線では交差点を左右折する角を路線図上では減らして表記している箇所数 / 1路線の全バス停間の個数

注4) 実路線では直線であるものを路線図上では曲線で表記しているバス停間の個数 / 1路線の全バス停間の個数

注5) 路線図をA4サイズに換算した際の始点から終点までの直線距離Zkm / 実路線の始点から終点までの直線距離Zkm

注6) 北が上としたときの実路線における運行ルートの始点から終点までの方位に対して、路線図上ではそれを90度以上180度以下に回転して表記されているものを方位変化ありとする。

注7) 路線図上で路線が縦・横・斜め方向にそれぞれ2本以上が平行となっていれば基軸化ありとする。路線図上に1路線しかない場合は、紙面に対して平行であれば基軸化ありとする。

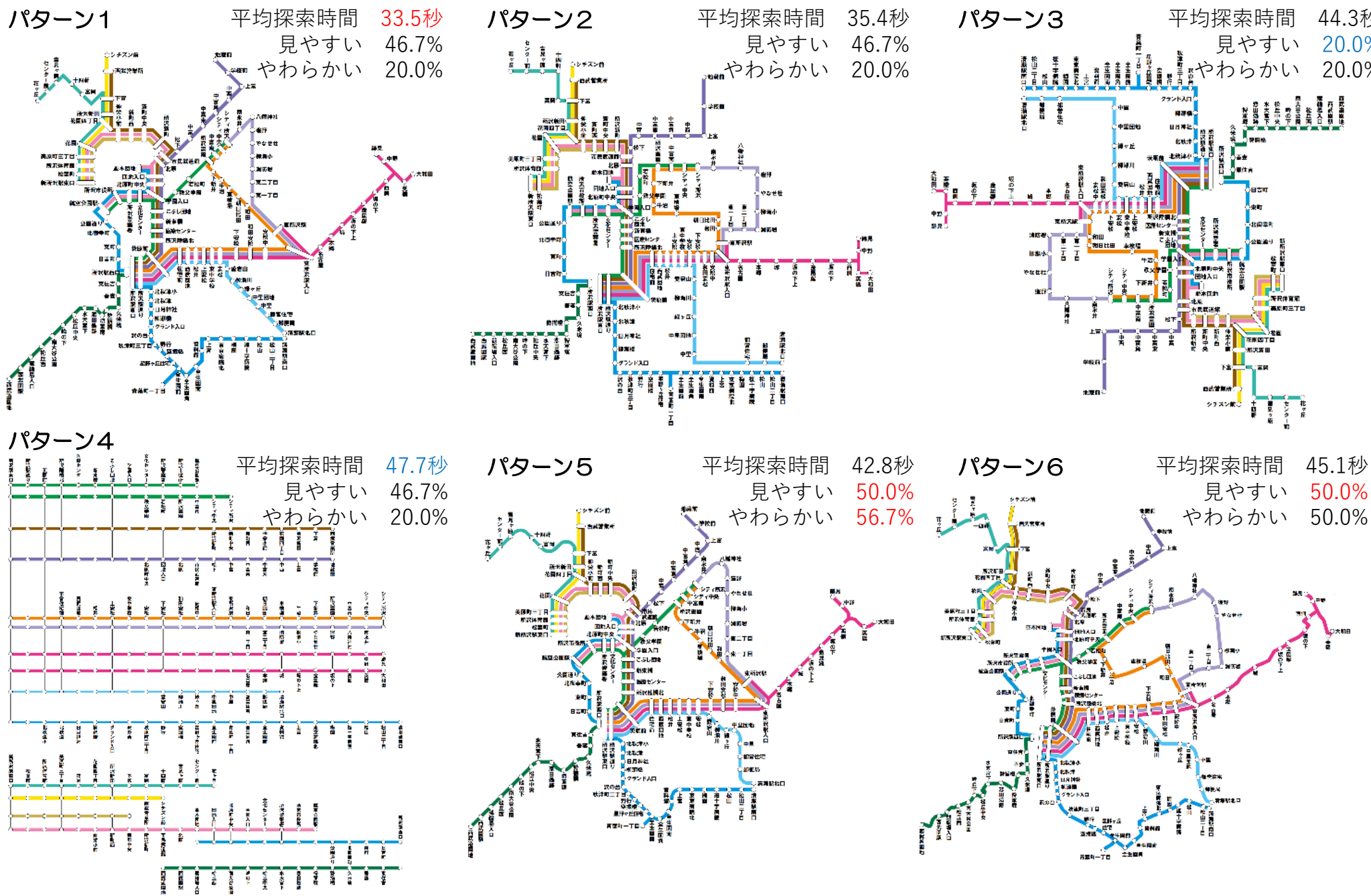


図3 西武バス(株)の路線図をベースとして作成した実験用路線図と実験結果(一部)

表6 評価項目とデフォルト要素との相関分析の結果

評価項目	探索時間	地図を見返す回数	画面を動かす回数	拡大縮小回数	カーソルの移動距離	可読性	信頼性	温和性
量的データ								
角減化率	+0.449	+0.340	+0.919	+0.334	+0.218	+0.001**	-0.837	-0.059
曲線化率	+0.524	+0.734	-0.986	-0.630	-0.765	+0.990	+0.980	+0.025*
方位変化	+0.212	+0.340	-0.977	-0.907	-0.897	-0.005**	-0.068	-0.738
基軸化								
縦	-0.266	-0.359	-0.918	-0.796	-0.699	-0.012*	+0.880	-0.138
横	-0.897	+0.962	-0.939	-0.946	+0.688	-0.893	+0.882	-0.116
斜め	-0.559	-0.791	-0.754	-0.383	-0.382	+0.424	+0.129	+0.017*

(**1%有意水準, *5%有意水準)

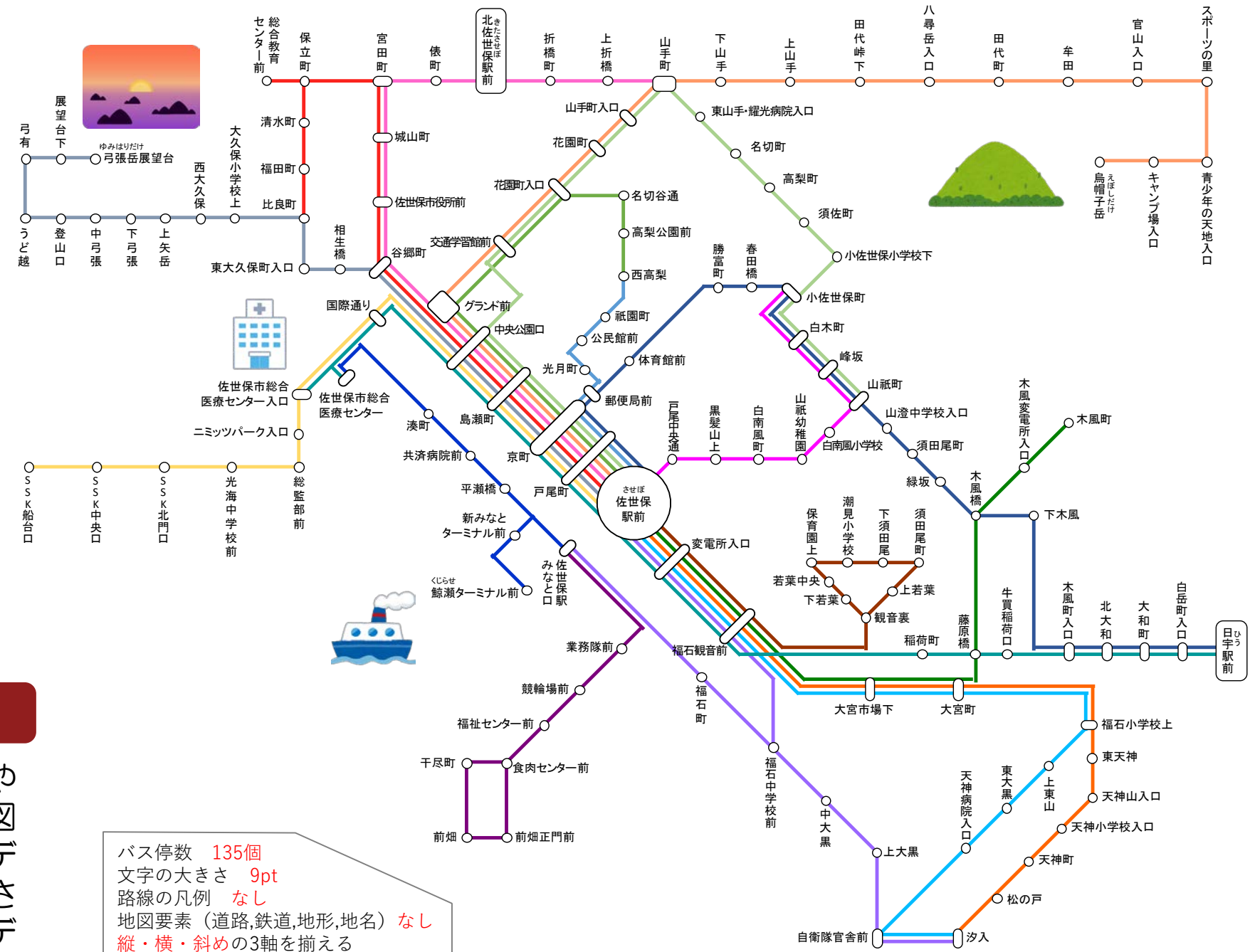


図6 佐世保市交通局の既存路線図をケーススタディとして提案する路線図

参考文献

- 国土交通省: 魅力あるバス事業のあり方研究会「中間とりまとめ」, 2005.
- 奥村友利愛, 吉城秀治, 辰巳浩ら: バス路線図の実態把握と評価に関する研究, 土木学会論文集D3, Vol.75, No.5, pp.1911-1922, 2019.
- 西武バス(株): 路線バス, 所沢営業所バス路線案内図, <http://www.seibus.co.jp/> (2017年10月17日閲覧)

