

次世代モビリティ開発に向けた感性価値評価 — 移動空間の体験価値創出 —

健康・安全事業部 兼 大阪ラボラトリー 大図 佳子 / 大阪ラボラトリー 佐久間 文

電気自動車や自動運転等の次世代モビリティ開発が活発化するなか、モビリティに求められる価値も変化することが想定され、利用者の感性価値が開発の指標として注目されている。また、車載機能が複雑化し、開発が長期化および高コスト化するため、性能および特性をシミュレーションするモデルベース開発（MBD: Model-Based Development）の重要度が増している。そのため、感性価値評価を取り入れた MBD により、感性価値が付与された次世代モビリティ開発の効率化が可能になると考えられる。本稿では、次世代モビリティ開発への感性価値評価の活用を目指し、移動空間の体験価値創出について述べる。

1 はじめに

自動運転等の技術革新により 100 年に一度の変革期と言われる自動車業界では、次世代モビリティへの新たな価値の付与や、安全、環境に対する機能の付与などの開発が精力的に進められている¹⁾。特に移動は、単なる手段にとどまらず、移動中の体験を通して得られる価値（体験価値）の創造が求められている^{2) 3)}。一方、それに伴う車載機能の複雑化から開発期間の長期化や開発費の増大が課題となっている。これらの課題に対し、より効率的な開発手段として、性能、特性をシミュレーションするモデルベース開発（MBD）の必要性が増している^{4) 5)}。

新たな価値の付与には、ヒトがどう感じるかという利用者の感性に寄り添った設計が必要であり、感性価値評価が重要な役割を果たす。感性価値評価は、製品に対する漠然としたヒトの気持ちや感じ方（感性）を感性工学・心理学・統計学などの「科学」に基づき可視化・数値化するものである^{6) ~ 8)}。自動車分野では、内装材等パーツの触感、車両の乗り心地等、ヒトの感性を指標とした研究事例が報告され^{9) 10)}、モノの形態要素とヒトの心理を定量的に結び付けた感性価値・物性予測システムも提案されている¹¹⁾。この評価で使用される仮説の一つとして感性評価モデル¹²⁾があり、当社もこのモデルに基づき触感予測等の感性評価サービスを提供してきた⁸⁾。これは「外的刺激となる“物理要因”からヒトが何らかの“印象”を受け、そこから“感情”の喚起や“価値判断”が行われる」という階層的な知覚・認知構造を仮定したものである。

MBD にこれらの感性価値評価を取り入れることで、利用者がどう感じるかということと、より感性的な価値を感じる性能や特性を設計段階で予測できることから、利用者が感性的に望む次世代

モビリティ開発の効率化が期待される。人々が体験したことのない未来のモビリティ開発では試作車を具現化しにくいのが、利用者が求める感性価値を探索したうえでその感性価値を最大化する方法が示されるため、設計開発に大きな効果が期待される。

本稿では、次世代モビリティにおける MBD での感性価値評価の活用を目指し、今後ますます重要になると予想される移動する車両内の空間（移動空間）の体験価値を評価した事例を示す¹³⁾。

2 移動空間の体験価値創出のための感性価値評価

2.1 移動における空間の価値について

全ての利用者が車内で自由に過ごせるようになる完全自動運転（レベル 5）に移行するにつれ、移動空間で利用者の求める価値が大きく変化すると想定されるが¹⁴⁾、車両（電車、車）での移動に関する行動と心理に関する既存研究^{15) 16)}では、利用者が移動空間に対して求める価値が明らかになっていない。また、車内設備や広さなどの車内環境（空間要素）と行動と心理との関係性も明らかになっていない。そこで、本検証では、利用者が電車および車の移動空間で過ごす行動により得られる感情とそれに伴い喚起される体験価値を把握することを目的とした。さらに、移動空間に期待される価値に車両空間要素がどのように影響しているかを、通勤電車の例について 1 項で述べた感性評価モデルに基づき考察した。1 項で示した感性評価モデルは主にモノに対して適用されるモデルだが、本検証では評価対象がモノよりコトに近く、移動空間の“体験価値”の評価であることから、空間要素や印象が移動空間内で過ごしている利用者の状態（例：やりたいことに集中できる、眠たくなる）に影響を与え、この状態を経て、

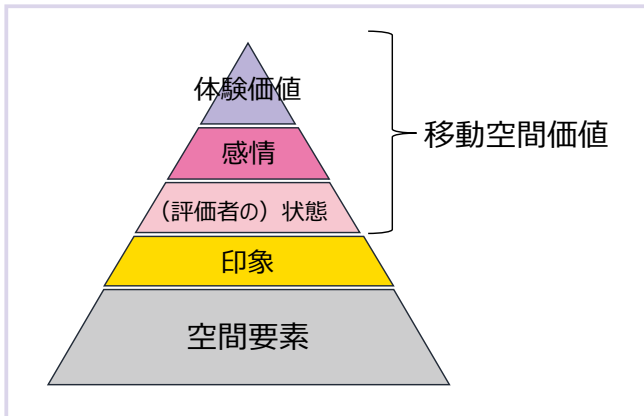


図1 感性価値モデルに基づいた仮説モデル

感情、さらに体験価値が喚起されるという階層的な仮説を設定した。すなわち、階層最下位から「空間要素」、「印象」、「(評価者の) 状態」、「感情」、「体験価値」の感性評価モデル(図1)を仮定し、上位3層を移動空間価値とし解析を行った。

2.2 移動空間価値と空間要素の抽出および構造化

移動車両内の空間要素によって利用者が抱く印象や、それを介し段階的に喚起される利用者の空間で過ごしている状態、行動、感情や体験価値を抽出し、これらの繋がりを定性評価した。

通勤またはプライベートで移動車両を使う会社員15名(男性6名、女性9名)を対象に心理学の分野で広く使われる評価グリッド法¹⁷⁾に基づくインタビューを行った。このインタビュー

手法は、人のニーズを階層的に把握するもので感性価値とその要因がどのように結びついているかを可視化できる。実験参加者が普段利用している車両内での行動を列挙してもらい、行動の動機となる空間要素および自身の状態、行動によって得られる価値についてインタビューを行い、得られた回答をもとに移動車両の空間内での過ごし方に関する評価構造を分析した。車両の利用場面によって利用者の行動や過ごしている状態が異なる可能性を考慮し、通勤場面とプライベートでの外出場面における、普段の過ごし方と理想的な過ごし方について、それぞれインタビューを行った。

インタビューの結果、1755語の評価語が抽出された。これらについて同義と考えられる語を統一し、評価構造可視化システム(Evaluation Structure Visualization: ESV)¹⁸⁾を用いて評価語間の階層構造を評価構造図として可視化した。

通勤場面とプライベート場面の移動空間に対する評価構造図を図2、3に示す。この図は、数学の分野のグラフ理論に基づくネットワーク指標により、言葉の出現頻度や他の言葉とのつながりの多さをもとに要約したものである。評価構造図内に示された言葉(ノード)は図1で示した仮説モデルの分類に基づき色付けした。評価構造図では、左から右のノードに向かうほど具体的事象が抽象的事象を喚起していることを表しており、概ね仮説通りの階層になっていることが明らかになった。図2の通勤場面では、時間を有意義に使えることのほか、ストレスが軽減

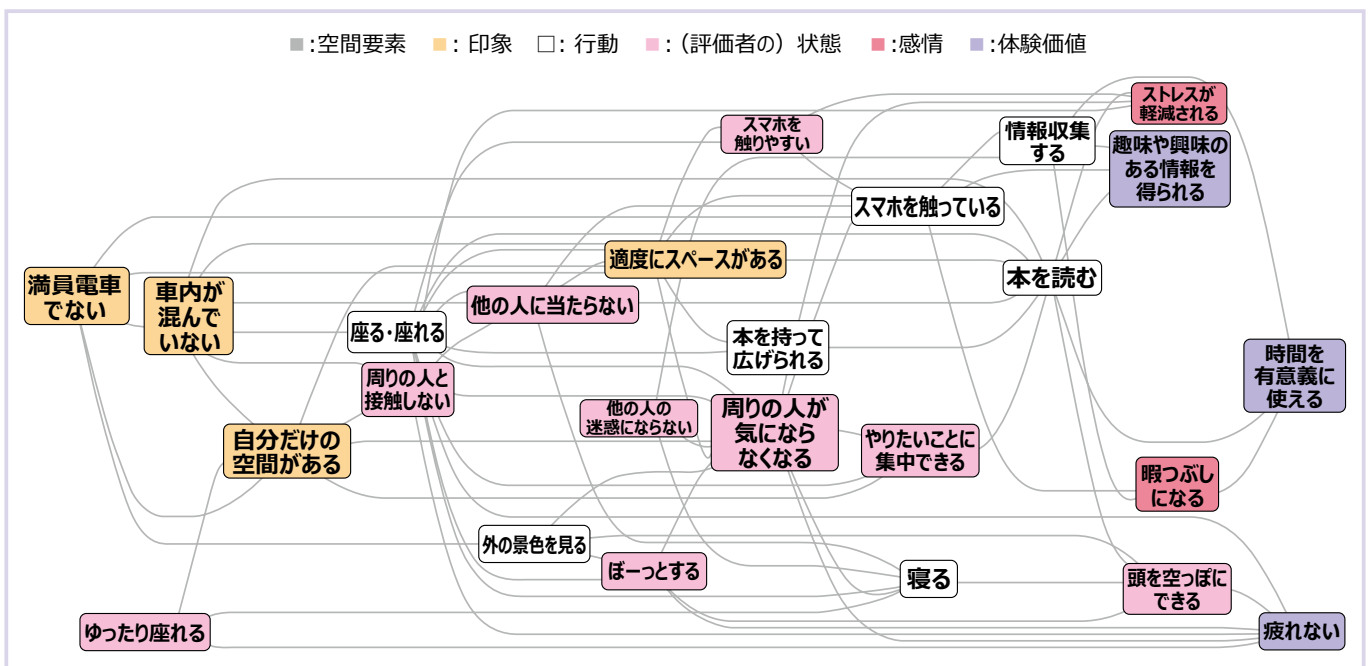


図2 通勤場面における移動空間(電車および車)の評価構造

* グラフ理論を用いて重要度の高いノードとそのつながりを抜粋。文字の大きさは重要度を示す。

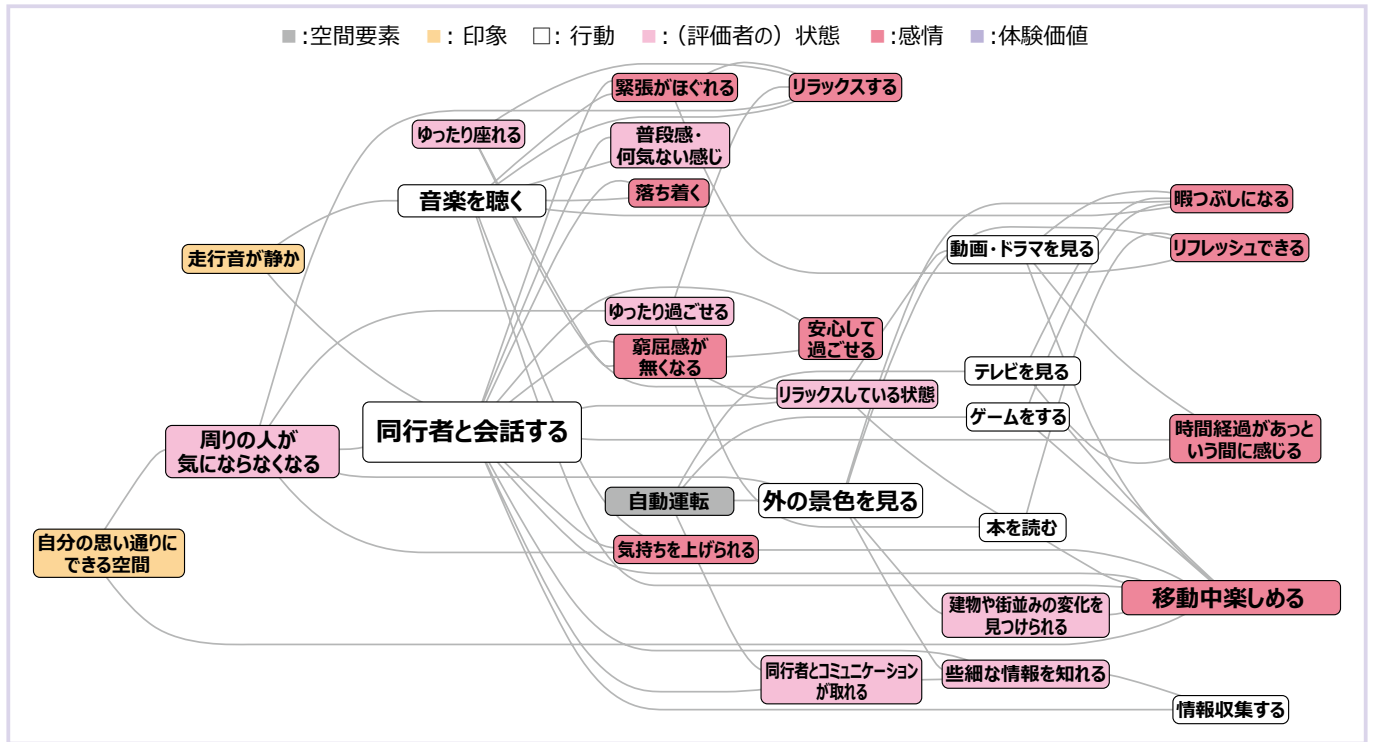


図3 プライベート場面における移動空間（電車および車）の評価構造
 * グラフ理論を用いて重要度の高いノードとそのつながりを抜粋。文字の大きさは重要度を示す。

されること、疲れないことが主な移動空間価値（評価者の状態、感情、体験価値）として抽出された。また、図3のプライベート場面では、通勤場面とは異なり、移動中楽しめることや気持ちを上げられることが主な移動空間価値として抽出され、その他、リフレッシュ・リラックスすることや時間経過があつという間に感じる事が移動空間価値として抽出された。

この解析とは別に、移動車両の違いに着目し電車利用と車利用の評価構造図を解析したところ、求められる価値が異なることが明らかになった。以上の結果から、利用場面と利用車両のそれぞれの価値を把握したうえで車両空間を設計・開発することが重要と考えられる。

2.3 移動空間価値と空間要素の数値化

利用者が移動空間に対して抱く印象や価値に対し、車両空間の各要素がどの程度寄与しているかを定量的に評価するため、図1に示す移動空間価値、印象ならびに空間要素の数値化を行った。将来、完全自動運転が実現された段階の次世代モビリティの車両空間開発を視野に入れ、利用者の運転が不要である電車を次世代モビリティの擬似的な空間の一つとみなして評価対象の代替とした。また、日常的な利用場面として頻度の多い通勤での利用を想定した。

定量評価の評価サンプルとして、窓の大きさ、椅子の向きなど特徴の異なる電車の車内空間画像20種類を選定した。例として一部を図4に示す。

2.2節の結果から、電車での通勤場面における移動空間の価値や移動空間に対する印象を評価語として抽出した。これら評価語を類似した性質ごとに分類し、さらにそれらの性質カテゴリーを代表する語を選定することによって表1-4に示す24語の評価尺度を得た。

これらの尺度を用いて、移動車両を片道20分以上利用して通勤する会社員27名（男性14名、女性13名）を対象に、電車内空間画像20種に対し、主観評価実験（5段階評価のリッカート法）を行った。主観評価はヒトの感じ方を定量化する手法である。

得られた主観評価データについて、図1の階層ごとに因子分析を行い、車内空間における心理要素を抽出した。因子数は平行分析結果と因子の解釈可能性を、因子名は各評価語の因子負荷量を参照して決定した。因子分析の結果を表1-4に示す。因子負荷量の高い箇所（表1-4の太字表記）から因子を解釈し、体験価値は「移動空間の体験価値（有意義な時間・力の蓄積・切り替え・気づきやひらめき）」の1因子、感情は「因子1：楽しい・リフレッシュ」「因子2：落ち着き・リラックス」の2因子、評価者の状態は「正直な気持ちになれる・頭を空っぽにできる」の



図4 車内空間画像

表1 体験価値における因子負荷量

	因子1
目的地までに気力を溜められそう	0.94
ひらめき・気づきの機会になりそう	0.86
時間を有意義に使えそう	0.83
仕事とプライベートの切り替えができそう	0.83
因子寄与	3.0
累積寄与率 (%)	74.8
因子解釈	移動空間の体験価値 (有意義な時間・力の蓄積・切り替え・気づきやひらめき)

表2 感情における因子負荷量

	因子1	因子2
移動を楽しめる	0.76	0.47
リフレッシュできる	0.75	0.56
ストレスが軽減される	0.68	0.62
時間があつという間に感じる	0.64	0.62
落ち着ける	0.50	0.81
リラックスして過ごせる	0.64	0.70
因子寄与	2.7	2.4
累積寄与率 (%)	44.5	85.2
因子解釈	楽しい・リフレッシュ 落ち着き・リラックス	

表3 評価者の状態における因子負荷量

	因子1
やりたいことに集中できる	0.93
自分のための時間が過ごせる	0.92
自分の過ごしたいように過ごせる	0.92
パーソナルスペースが確保できる	0.86
周りの人が気にならない	0.83
何も考えないでいられる・頭を空っぽにできる	0.73
眠たくなる	0.57
因子寄与	4.8
累積寄与率 (%)	69.0
因子解釈	正直な気持ちになれる・頭を空っぽにできる

表4 印象における因子負荷量

	因子1	因子2	因子3
車両が新しい	0.88	0.22	0.17
空間に清潔感がある	0.71	0.31	0.34
一人分の席の幅が広い	0.35	0.82	0.30
座り心地が良い	0.47	0.59	0.33
他の人の音が気にならない	0.13	0.56	0.47
自分の前の空間が広い	0.33	0.50	0.53
外の様子がよく見える	0.32	0.32	0.50
因子寄与	1.9	1.8	1.1
累積寄与率 (%)	26.5	52.6	68.3
因子解釈	新しさ・清潔感	自分だけの空間	眺めの良さ

表5 空間要素における主成分負荷量

No	空間要素	主成分1	主成分2	主成分3	主成分4	主成分5	主成分6
1	窓の大きさ	0.02	-0.24	-0.04	0.10	-0.63	0.05
2	荷物置きの有無	-0.09	-0.28	-0.01	-0.36	-0.15	0.23
3	テーブルの有無	-0.23	0.19	-0.14	0.00	-0.21	-0.17
4	吊革の有無	0.24	-0.23	-0.13	-0.13	-0.08	0.22
5	車内の広さ	0.17	0.08	-0.17	-0.36	-0.24	-0.22
6	通路の広さ	0.29	0.04	0.05	-0.11	-0.10	-0.26
7	広告主張性	0.17	-0.38	0.13	-0.11	0.08	0.04
8	装飾主張性	0.03	0.18	-0.43	-0.32	-0.03	-0.01
9	車内の古さ	0.10	0.14	0.42	-0.07	0.18	0.41
10	一人座席	-0.24	0.29	-0.07	0.05	-0.02	0.11
11	ベンチ座席	0.30	0.07	0.13	-0.03	0.06	-0.20
12	ボックス座席	-0.08	-0.41	-0.31	0.14	0.05	-0.10
13	正面向き (正:正面/負:横)	-0.26	-0.16	-0.05	0.22	0.19	-0.13
14	リクライニングの有無	-0.20	0.14	0.00	-0.14	0.14	-0.53
15	肘置きの有無	-0.30	-0.16	0.04	0.08	0.09	-0.02
16	席の広さ	-0.18	0.01	-0.10	-0.46	0.18	0.18
17	座席の硬さ	0.24	-0.02	-0.23	0.24	0.24	0.02
18	座席の厚み	-0.21	-0.21	0.05	-0.28	0.34	-0.10
19	座席向き統一性	-0.21	0.33	0.20	-0.17	-0.19	0.15
20	座席の丸み	-0.19	-0.06	0.34	0.17	-0.29	-0.14
21	背もたれの長さ	-0.31	-0.08	-0.04	0.03	0.00	0.12
22	窓視認性	-0.22	0.03	-0.34	0.10	-0.10	0.27
23	背もたれ素材 (正:布/負:その他)	-0.17	-0.29	0.30	-0.26	-0.11	-0.20
	主成分解釈	ロングシート	クロスシート	シンプルレトロ	空間の狭さ	窓の小ささ	リクライニングなし

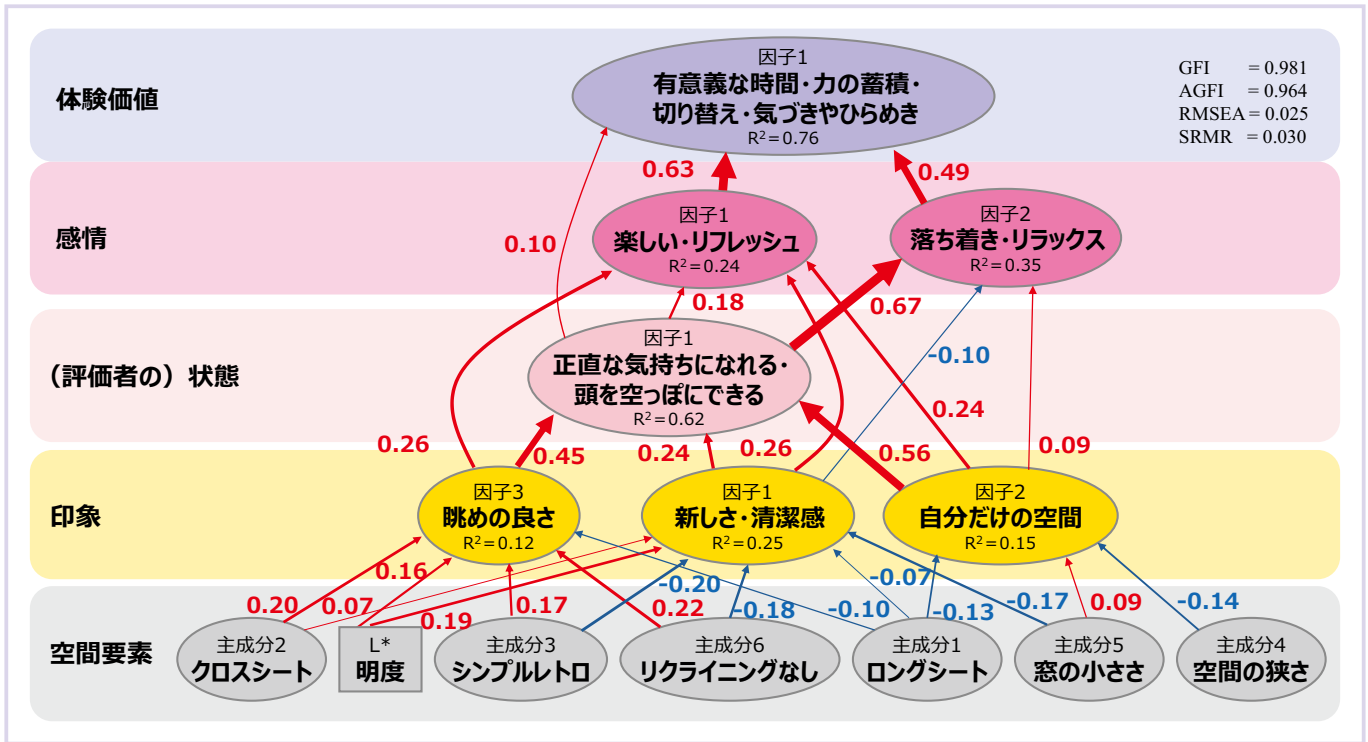


図5 通勤電車利用時の体験価値と空間要素の関係性を示した階層モデル

1 因子、印象は「因子 1：新しさ・清潔感」「因子 2：自分だけの空間」「因子 3：眺めの良さ」の 3 因子が抽出された。

また、空間要素を数値化するため、2.2 節の結果で抽出された移動空間価値に寄与する空間要素を含む計 23 種類の評価尺度を設定した。これらについて、各電車内空間画像に対して複数人の評定で数値化した。さらに、主成分分析によって各要素の意味的性質を集約し、主成分負荷量と解釈可能性も考慮して、6 つの主成分を得た（表 5）。主成分負荷量（特に負荷量絶対値の高い箇所（表 5 の赤色・青色の濃い箇所））を参照し主成分を解釈し、主成分 1 を「ロングシート（進行方向に沿って配置されている座席）」、主成分 2 を「クロスシート（進行方向に向かって配置されている座席）」、主成分 3 を「シンプルレトロ」、主成分 4 を「空間の狭さ」、主成分 5 を「窓の小ささ」、主成分 6 を「リクライニングなし」と解釈して呼称することとした。また、画像の空間内の明るさについて、色の指標の一つ明度（L*）を算出し、次節の階層モデルに組み込む 7 つ目の空間要素として加えた。

2.4 移動空間の階層モデルの構築

移動車両の空間要素と移動空間価値の関係性を定量的に明らかにするため、図 1 の感性評価モデルに基づいて階層モデルの構築を試みた。統計解析手法として、空間要素が印象を介して評価者の状態、感情、体験価値へ階層的に寄与するという因果関係を

考慮するため、共分散構造分析を採用した。モデル構築には 2.3 節で得られた主観評価の因子得点と空間要素の数値を使用した。これらを共分散構造分析に供して得られたパス図を図 5 に示す。モデル精度を表す GFI などの適合度指標の値（図 5）および階層間の各因果関係の解釈に矛盾がないことから、本検証の仮説（空間要素が印象を介して移動空間内で過ごしている評価者の状態に影響を与え、感情や体験価値が階層的に喚起される）によって構築されたモデルが妥当であると結論付けた。得られたモデルから、以下に示すことが分かった。

- 体験価値「有意義な時間・力の蓄積・切り替え・気づきやひらめき」には感情の「楽しい・リフレッシュ」と「落ち着き・リラックス」が強く影響する
- 感情「楽しい・リフレッシュ」には印象である「新しさ・清潔感」、「自分だけの空間」、「眺めの良さ」が強く影響する
- 感情「落ち着き・リラックス」には自身の状態である「正直な気持ちになれる・頭を空っぽにできる」が強く影響する
- 自身の状態「正直な気持ちになれる・頭を空っぽにできる」には印象の「眺めの良さ」、「自分だけの空間」が強く影響する
- 印象「眺めの良さ」には空間要素の「窓の小ささ」や車内広告が無く座席向きが統一された「クロスシート」が強く影響する
- 印象「新しさ・清潔感」には空間要素の「シンプルレトロ」や「明るさ」が強く影響する

- 印象「自分だけの空間」には、「空間の狭さ」や「荷物置き的なさ」などの空間要素が負の影響を与えている

これらのことから、通勤中の移動空間価値を向上させる空間要素として、車窓が良く見えること、一人分の席が広く独立した座席であること、装飾がなく明るく清潔感のあるシンプルな空間であることが特に重要であると推察された。利用者の運転が不要である電車を次世代モビリティの擬似的な空間の一つとみなして階層モデルを構築したが、この知見は、将来自動運転が実現された移動空間にも活かせるものと考えられる。一方、本検証で用いた評価サンプルは車内空間画像であり、これらの画像を見た印象は実際の移動空間でヒトが五感で感じている印象とは乖離している部分があると推察されるため、聴覚や触覚によって得られる情報をいかに含めるかが今後の課題と考えられる。

以上の結果から、階層モデルを用いて移動空間における価値と空間要素の関係性を定量的に示すことで、空間要素によって移動空間価値がどのように喚起されているかを考察することが可能となった。この階層モデルの応用活用として、付与させたい移動空間価値からそれを実現する空間要素を、あるいは、新規デザインの空間要素から移動空間価値を、当該シミュレーションにより具体的な数値として算出することができる。

3 おわりに

本稿では、移動車両の空間設計に感性価値評価を活用することが、移動空間の体験価値創出の一助となる可能性を示した。本検証では、移動空間を題材としたが、モビリティの外観印象、内装材の触感、装備される運転機能の使用感、ドライビングプレジャーを含む自動車開発の様々なテーマで本評価が活用できる。

さらに、MBDのシミュレーションでの応用活用も期待される。自動車業界の急速な変化の中、利用者が真に望む次世代モビリティ開発に向けて感性価値評価を通じて貢献したい。

文献

- 1) 濫江秀明, 柳沢秀吉: 設計工学, **57** (2), 49 (2022).
- 2) 日本自動車工業会: モビリティビジョン2050 (中長期モビリティビジョン改訂版), (2022).
- 3) 片岡紘平, 宮下晶, 湯浅晃, 鋤柄吾朗: 自動車技術, **78** (3), 106 (2024).
- 4) 加藤廣, 松澤邦裕, 松原聖: アドバンスシミュレーション 2023-7, **30**, 127 (2023).
- 5) 大久保英崇, 長谷川貴司, 山本紀輝: マツダ技報, **41**, 50 (2025).
- 6) 長田典子: 電子情報通信学会誌, **102** (9), 873 (2019).
- 7) 大図佳子: SCAS NEWS 2021-I, **53**, 21 (2021).
- 8) 東秀幸, 山本悠: SCAS NEWS 2021-II, **54**, 7 (2021).
- 9) 和田俊幸, 森幸雄, イザ フスナ, モハマド ハシム, 前野隆司, 竹村研治郎: 自動車技術会論文集, **49** (4), 764 (2018).
- 10) 今井将太, 杉本匡史, 片平建史, 山崎陽一, 長田典子, 益田綾子, 岩田小笛, 内山一: 電子情報通信学会技術研究報告 (信学技報), **117** (29), 119 (2017).
- 11) A. Takemoto, K. Tobitani, Y. Tani, T. Fujiwara, Y. Yamazaki, N. Nagata: 2019 IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE) (2019). DOI: 10.1109/ICCE.2019.8661982.
- 12) 片平建史, 武藤和仁, 橋本翔, 飛谷謙介, 長田典子: 日本感性工学会論文誌, **17** (4), 453 (2018).
- 13) 佐久間文, 野崎浩寿, 山本悠, 大図佳子: 自動車技術会2024年秋季大会学術講演会講演予稿集, 論文番号**070** (2024).
- 14) 小松崎諒子, 武田陸, 谷口守: 交通工学論文集, **7** (2), A_307 (2021).
- 15) 高橋伸治, 佐々木康成: マーケティングレビュー, **1** (1), 48 (2020).
- 16) 小松崎諒子, 御手洗陽, 谷口守: 土木学会論文集D3 (土木計画学), **76** (5), I_729 (2021).
- 17) 讚井純一郎: 品質, **33** (3), 13 (2003).
- 18) 竹澤智美, 片平建史, 神吉佑菜, 杉本匡史, 浪田一夫, 長田典子, 千葉正貴, 濱岡和輝, 深津恵, 片岡郷: ヒューマンインターフェース学会論文誌, **23** (3), 337 (2021).

関連技術資料

- 製品・サービス開発のための感性価値評価：
https://www.scas.co.jp/development/scas-news/sn-back-issues/pdf/53/SCASNEWS2021-1_web_p21-22.pdf
- ユーザが望む触感実現のための感性価値評価 — 多次元触感物性計測法の開発と階層モデリングによる触感予測 —：
https://www.scas.co.jp/development/scas-news/sn-back-issues/pdf/54/SCASNEWS2021-2_web_p7-11.pdf
- 感性価値評価における生理・行動計測：
https://www.scas.co.jp/development/scas-news/sn-back-issues/pdf/57/SCASNEWS2023-1_web_p13-14.pdf



大図 佳子
(おおす よしこ)
健康・安全事業部
兼 大阪ラボラトリー



佐久間 文
(さくま あや)
大阪ラボラトリー