

東京大学大学院新領域創成科学研究科
人間環境学専攻

2023 年度

修士論文

エージェントベースモデルによる
観光シミュレーション：
新潟県佐渡島を事例として

2024 年 1 月 31 日提出

指導教員 陳 昱 教授



学籍番号 47226724

増山 優花

目次

1. 緒言	2
1.1. 背景.....	2
1.1.1. 観光市場とその複雑性	2
1.1.2. 観光における社会的影響の重要性	3
1.1.3. 佐渡島の観光市場の現状	5
1.2. 研究動機.....	6
1.3. 研究目的.....	6
1.4. 論文の構成.....	7
2. 関連研究	8
2.1. エージェントベースモデル	8
2.2. ODD プロトコル	9
2.3. 観光エージェントベースモデル研究	11
2.3.1. ガラパゴス諸島観光シミュレーション	11
2.3.2. ソーシャルネットワークによる休暇の意思決定プロセスのシミュレーション	12
2.3.3. ホテルにおける観光システムの複雑性とカオスの分析	12
2.4. 先行研究と本研究の比較.....	13
3. エージェントベース観光モデルの構築.....	15
3.1. ODD プロトコルを用いたモデルの概要紹介.....	15
3.2. 観光エージェントの定義	18
3.3. ロコミの定義	19
3.4. シミュレーションの流れ	20
3.5. エージェントのパラメータについて.....	21
3.6. サブモデルの紹介	25
3.6.1. 観光客フィルタリングモジュール	25
3.6.2. プラン選択モジュール	26
3.6.3. 期待値生成モジュール	28
3.6.4. 観光体験モジュール	30
3.6.5. 評価モジュール	33
3.7. インプットデータ	36
3.7.1. 観光客数予測におけるパラメータ設定	36
3.7.2. プランと施設に関するパラメータ設定	38
3.8. キャリブレーション.....	39
3.8.1. キャリブレーション手法	39
3.8.2. キャリブレーション結果	41
3.9. ベースラインの結果.....	46

3.9.1. プラン特性の解析	48
3.9.2. レビューの効果	55
3.9.3. プロスペクト理論の効果	58
4. マルチシナリオシミュレーション	60
4.7. シナリオテストと前提条件.....	60
4.8. 広告力増加による影響分析.....	60
4.8.1. 設定	60
4.8.2. 結果	61
4.8.3. 考察	66
4.9. レビュー割合増加による影響分析.....	66
4.9.1. 設定	67
4.9.2. 結果	67
4.9.3. 考察	71
4.10. 新たな観光施設建設による影響分析.....	71
4.10.1. 設定	72
4.10.2. 結果	72
4.10.3. 考察	80
4.11. 佐渡金山世界文化遺産登録による影響評価.....	81
4.11.1. 設定	81
4.11.2. 結果	81
4.11.3. 考察	84
5. まとめ	85
5.1. 結論.....	85
5.2. 今後の課題.....	86
参考文献.....	87
付録.....	91
A. 生成した施設のパラメーター一覧.....	91
B. 生成したプランのパラメーター一覧.....	110
C. ソースコード	115
謝辞.....	116

図目次

図 3-1 各エージェントの相互作用	20
図 3-2 観光モデルのループ	21
図 3-3 プラン選択モジュールフローチャート	27
図 3-4 期待値生成モジュールフローチャート	29
図 3-5 観光体験モジュールフローチャート	31
図 3-6 評価モジュールフローチャート	33
図 3-7 入力した観光施設の所在地 [29]	39
図 3-8 Δ と λ の組み合わせによる予測値の差分ヒートマップ	42
図 3-9 佐渡島の予測観光客数と実際の観光客数	46
図 3-10 2018 年のシミュレーション結果（プランの選択人数）	47
図 3-11 プランの自然属性得点分布	49
図 3-12 プランの温泉・健康属性得点分布	49
図 3-13 プランのスポーツ得点分布	50
図 3-14 プランの日数分布	50
図 3-15 プランの評価点数分布	51
図 3-16 プランの経年劣化分布	51
図 3-17 プランの金額分布	52
図 3-18 プランの 2018 年平均混雑度分布	52
図 3-19 プランの広告力分布	53
図 3-20 プランの各特性（属性値、価格、初期評価、広告力、混雑度、日数、劣化度、類似度）と選択回数との間の相関関係ヒートマップ	54
図 3-21 レビューを投稿する割合が 100% の場合の選択されたプラン上位 20 個	55
図 3-22 レビューを投稿する割合が 100% の場合の評価点数と選択回数散布図	56
図 3-23 レビューを投稿する割合が 50% の場合の選択されたプラン上位 20 個	56
図 3-24 レビューを投稿する割合が 50% の場合の評価点数と選択回数散布図	57
図 3-25 レビューを投稿する割合が 0% の場合の選択されたプラン上位	57
図 3-26 レビューを投稿する割合が 0% の場合の評価点数と選択回数散布図	58
図 3-27 価値関数と確率加重関数 [59]	34
図 3-28 プロスペクト理論を適用しなかった時のプランの選択回数	59
図 3-29 プロスペクト理論を適用した時のプランの選択回数	59
図 4-1 基準シナリオと人気プランの広告力を上げた時の差分	62
図 4-2 人気プラン（71）の各シナリオでの選択回数の累積時系列変化	62
図 4-3 基準シナリオと中間プランの広告力を上げた時の差分	63
図 4-4 人気プラン（71）の各シナリオでの選択回数の累積時系列変化	64
図 4-5 基準シナリオと不人気プランの広告力を上げた時の差分	65

図 4-6 不人気プラン（110）の各シナリオでの選択回数の累積時系列変化	65
図 4-7 基準シナリオと人気プランのレビュー割合を上げた時の差分...	67
図 4-8 人気プラン（71）の各シナリオでの選択回数の累積時系列変化.	68
図 4-9 基準シナリオと中間プランのレビュー割合を上げた時の差分...	69
図 4-10 中間プラン（89）の各シナリオでの選択回数の累積時系列変化	69
図 4-11 基準シナリオと不人気プランのレビュー割合を上げた時の差分	70
図 4-12 不人気プラン（110）の各シナリオでの選択回数の累積時系列変化	71
図 4-13 属性が（5，2，2）、容量が大の新たな施設を建設した場合のプラン の選択回数	73
図 4-14 属性が（5，2，2）、容量が中の新たな施設を建設した場合のプラン の選択回数	73
図 4-15 属性が（5，2，2）、容量が小の新たな施設を建設した場合のプラン の選択回数	73
図 4-16 属性が（2，5，2）、容量が大の新たな施設を建設した場合のプラン の選択回数	74
図 4-17 属性が（2，5，2）、容量が中の新たな施設を建設した場合のプラン の選択回数	75
図 4-18 属性が（2，5，2）、容量が小の新たな施設を建設した場合のプラン の選択回数	75
図 4-19 属性が（2，2，5）、容量が大の新たな施設を建設した場合のプラン の選択回数	76
図 4-20 属性が（2，2，5）、容量が中の新たな施設を建設した場合のプラン の選択回数	76
図 4-21 属性が（2，2，5）、容量が小の新たな施設を建設した場合のプラン の選択回数	77
図 4-22 属性が（3，3，3）、容量が大きい新たな施設を建設した場合のプラン の選択回数	78
図 4-23 属性が（3，3，3）、容量が中程度の新たな施設を建設した場合の プランの選択回数	78
図 4-24 属性が（3，3，3）、容量が小さい新たな施設を建設した場合のプラン の選択回数	78
図 4-25 施設の属性（自然、温泉健康、スポーツ、平均的な特性）と容量 （大、中、小）に対する累積選択回数の平均値	80
図 4-26 佐渡金山世界文化遺産登録を想定した累積観光客数の推移....	82
図 4-27 佐渡金山世界文化遺産登録を想定しない累積観光客数の推移..	83
また、図 4-28 は両者の差分の時系列変化を表したグラフである。	83
図 4-29 世界文化遺産登録あり・なしの佐渡金山観光客数の差分.....	83
図 4-30 佐渡金山の評価点数と混雑度の時系列推移（2024 年 1 月から 2026 年 12 月）	84

表目次

表 3-1 施設のパラメーター一覧	22
表 3-2 船内混雑度の算出方法	23
表 3-3 プランのパラメーター一覧	23
表 3-4 観光客のパラメーター一覧	25
表 3-5 2011 年～2018 年 新潟県観光客数（千人）	37
表 3-6 新潟県観光客数予測のための月別線形回帰式	37
表 3-7 Δ と λ のキャリブレーション結果	41
表 3-8 平均比率のキャリブレーション結果	42
表 3-9 2018 年のシミュレーション結果統計指標	47
表 3-10 2018 年のシミュレーションで最も人気であったプラン 64 と人気がなかったプラン 22 のパラメーター一覧	48
表 4-1 人気プラン、中間プラン、不人気プランのパラメーター一覧 ...	61
表 4-2 人気プラン（71）の各シナリオでの選択回数の累積結果	62
表 4-3 中間プラン（89）の各シナリオでの選択回数の累積結果	64
表 4-4 不人気プラン（110）の各シナリオでの選択回数の累積結果	66
表 4-5 人気プラン（71）の各シナリオでの選択回数の累積結果	68
表 4-6 中間プラン（89）の各シナリオでの選択回数の累積結果	70
表 4-7 不人気プラン（110）の各シナリオでの選択回数の累積結果	71
表 4-8 自然要素のスコアが高い組み合わせと容量の関係	74
表 4-9 温泉・健康要素のスコアが高い組み合わせと容量の関係	75
表 4-10 スポーツ要素のスコアが高い組み合わせと容量の関係	77
表 4-11 全ての要素が平均的な組み合わせと容量の関係	79

1. 緒言

1.1. 背景

1.1.1. 観光市場とその複雑性

観光産業の複雑性に関する学術的な理解は、線形で決定論的な視点から、非線形、自己組織化、カオスといった特徴を持つ複雑系へと進化してきた。この変遷は、観光が単なる一連の事象や活動にとどまらず、複数の要素が互いに影響を与え合い、変化し続けるダイナミックなシステムであるという認識の深化を反映している。現代の観光業は、地域コミュニティ、環境、文化、経済、技術の進展といった様々な要素が絡み合い、それらの相互作用が観光地の発展や持続可能性に影響を及ぼしている。J. S. Walanchalee Wattanacharoensil

[1]は、スイス・ルツェルンにある観光地マウント・リギのケーススタディを通して、観光地の発展が孤立して起こるのではなく、多くの相互依存する観光コンポーネントや外部要因と関連していることを示している。観光客は、気質や感情などの行動要因の影響により、必ずしも合理的な選択をするとは限らない。この研究は、体系的な分析を通じて、旅行前、現地、旅行後など、旅行のさまざまな段階における一般的な偏見の蔓延と影響を明らかにしており、観光が複雑な適応システムとしての性質を持つことを裏付けるものである。

Faulkner と Russell [2]は、従来のシステムがその構成要素を分析し、これらの要素間の関係が安定していると仮定するのではなくカオスと複雑性を、観光現象を説明するための代替フレームワークとして提示している。これは、非線形性、自己組織化、カオスといった複雑系の特徴に基づくもので、観光産業が単なる一連の事象や活動にとどまらず、複数の要素が互いに影響を与え合い、変化し続けるダイナミックなシステムであることを示している。さらに

McKercher [3]は、観光は本質的にカオス的、非線形的、非決定論的システムとして機能すると主張し、既存の観光モデルでは、観光システムを構成する様々な要素の間に存在する複雑な関係を十分に説明することができないと述べている。一方で Sainaghi と Baggio [4]は、観光地は複雑性の特徴を示しているが、カオス的な振る舞いは示していないことを明らかにした。この研究では、Horizontal Visibility Graph Algorithm を使用して、イタリアのトレンティーノ＝アルト・アディジェ地域の 10 の観光地に焦点を当て、観光地の複雑な構造の傾向と、時間を通じて異なる観光地が異なる進化を示す能力に関する 2 つの仮説をテストしている。特に、観光地がカオスの閾値から遠ざかる傾向にあるかどうか、そして異なる観光地が時間を通じて異なる進化を示す能力があるかどうか調査された。Stevenson [5]は、観光業の分析において、単純な線形モデルや伝統的な方法論は不十分であり、複雑性理論はこれらのダイナミクスを理解するための新たな視点を提供すると主張している。

以上の先行研究は、観光業における相互作用を非線形で予測不可能なものとして捉え、持続可能な観光開発への新たなアプローチを示唆している。しかしながらこのような複雑なシステムを理解し、観光パターンを予測するための方

法論はまだ十分に確立されていない。特に、エージェントベースモデル (ABM) のような計算モデリングアプローチは、観光業におけるシステムのダイナミズムを探索するための有効なツールであるにもかかわらず、その使用はまだ限られている。ABM は、個々のエージェントの相互作用、関係、および行動を定義された空間的文脈でシミュレーションすることにより、観光システムの複雑さをモデル化することができる。ABM の利点は、観光システム内の個々の要素がどのように相互に作用し、結果として全体のシステムにどのような影響を及ぼすかを理解することにある。これにより、観光地の政策立案者や管理者は、観光地における様々な戦略や介入がもたらす可能性のある効果を予測し、より効果的な意思決定を行うことができる。また、観光のシミュレーションモデルは文化や偏好、地域性に影響されるため汎用性を持たず、既存のモデルをそのまま他の地域にそのまま適用することは困難である [6]。したがって本研究では、新潟県佐渡島を事例として「観光体験」を包括的にモデリングし、エージェントベースモデルシミュレーションを行う。

新潟県佐渡島は、「地域資源を十分戦略的に活用していない。」という観光課題を抱えている。1) 具体的には「訪れる地域資源とリピーター確保のために重要な地域資源が必ずしも一致しない。」「年齢等による嗜好の違いに配慮した多様な観光ルートが実現されていない」ことであり、これらの問題から観光客の満足度は低く、リピーター（特に3回以上来島）が少ない状況となっている。さらに、佐渡島はパッケージツアー客が圧倒的に多いという独自の特性を持っており [7]、この特性を考慮に入れた解決策の模索が求められる。したがって本研究ではパッケージツアーに特化したモデルを構築し、上述の課題解決に取り組む。

佐渡島をシミュレーションの対象地として選定した理由は、主に二つある。第一に、佐渡島のような地理的に限定された環境は、ABM のプロセスやパラメータを単純化するのに適していると考えたからだ。島という自然の境界によって観光客の動きがある程度予測可能な範囲に限定されるため、シミュレーションの複雑性を大幅に削減することができる。また島内の観光地の数が限られていることは、観光客の選択肢を制限し、結果としてモデル内で考慮すべき変数の数を減少させる。これによりシミュレーションモデルの構築と分析が容易になり、より精確な結果を得ることが可能となる。第二に新潟県が筆者の故郷であり、佐渡島への観光経験もあることから、地域に対する親近感と理解があるためである。さらに、新潟県が観光立県としての地位を確立しようとする中で、佐渡島の観光業振興は極めて重要な意味を持つ。この研究を通じて観光客の流れとその影響を分析し、新潟県全体の経済的な繁栄に貢献することを目指している。

1.1.2. 観光における社会的影響の重要性

佐渡島は新潟県佐渡市全域を占め、人口 56,508 人、面積は 855.69km² と、本州 4 島と北方領土を除くと国内で 2 番目に大きな離島である [8]。約 300 万年前から続く地殻変動で生まれた佐渡は、その豊かな大地の恵みによって

様々な発展を遂げてきた。地殻変動によってもたらされた尖閣湾や小木半島に代表される美しい景観を島内の至る所で見ることができ、日本の海岸地形がすべてそろっていることなどから地形自体が日本の縮図と言える。また、佐渡は日本ジオパークにも認定されており、佐渡金銀山・トキ・たらい舟などもこの大地の恵みと密接に関係している。寒暖両系の植物境界線である北緯 38 度線が島の中央を通過しているため、1,700 種近い南北両系の植物が自生している。また、山野草や高山植物以外にも本格的な原生林や、気軽に楽しむことができるように遊歩道を備えた大佐渡石名天然杉などもあり、このような自然の景勝地を保護する目的で島の大部分が佐渡弥彦米山国定公園や小佐渡県立自然公園に指定されており、とりわけ佐渡弥彦米山国定公園は日本の国定公園の中でも 1950 年 7 月に琵琶湖国定公園、邪馬日田英彦山国定公園とともに、国内で最初の指定を受けている。遺跡の出土品から、佐渡には 1 万年前から人が住んでいたことがわかっており、日本最古の歴史書である「古事記」の国生み神話には大八島の 7 番目として登場し、「日本書紀」の同じ神話には「億岐州」と「佐度州」が双子として 5 番目に登場している。奈良時代にすでに一国とされ、流刑地に定められた佐渡は、722 年に皇室批判を行った万葉歌人の穂積朝臣老を始めとして、1221 年に承久の乱で敗れた順徳上皇、1271 年に鎌倉幕府や他教を批判した日蓮聖人、1434 年に時の將軍の怒りを買った能楽の大成者である世阿弥など、中世までは政争に敗れた貴族や知識人が流されてきた。平安時代後期の「今昔物語集」にも記録されているとおり、昔から金が採れる島として知られていた佐渡は、江戸時代に入ると、その有望性を見出した徳川家康が幕府直轄（天領）として本格的に金銀山開発を進め、採掘された金や銀が江戸幕府の財政を支えていた [9]。また、佐渡島では 2008 年 9 月からトキの野生復帰（放鳥）が実施されている。2023 年 2 月時点で、佐渡島には推定 537 羽が生息している [10]。トキは江戸時代の時点では東北日本を中心に各地で生息していたとされているが [11]、明治時代以降乱獲や生息地開発等で数を減らし、1981 年に佐渡島で 5 羽が捕獲・保護されたのを最後に野生下絶滅となった。その後 1999 年に中国から贈られたペアのトキからの繁殖に成功し、以降順調に飼育数を増やし、2008 年からの放鳥実施に至っている。トキの生息環境は里山であるため、野生復帰にあたり、トキが生息するための環境整備活動が島内で行われている。そのため、トキは佐渡島においては自然環境のシンボルとしての役割を果たしており、2011 年 6 月には「トキと共生する佐渡の里山」としてジアス（GIAHS：世界農業遺産）に認定された。

以上のように佐渡島は金山、伝統芸能、トキをシンボルとする里山の自然環境といった地域資源に恵まれているが、人口減少および観光客減少という課題を抱えている。佐渡島全体としての人口は、昭和 35 年の 113296 人から平成 27 年までの間に 56041 人が減少し、約半数となっている。また、平成 16 年の合併時には人口約 70000 人であったが、2023 年 6 月 1 日現在、佐渡島の推定人口は 48,195 人となっており、近年毎年約 1000 人ずつ人口が減少している。人口減少の内訳として、自然減に加え、高校卒業後の進学先が少ないことから、進学による転出が著しく、また卒業後戻る若者も少ないために若年層の流出が止

まらない状況である。依然過疎化は進行しており、これに伴う高齢化比率は令和2年には41.6%となり、超高齢社会を形成している。

観光については、新潟港から佐渡両津港までジェットfoilで約1時間、カーフェリーで約2時間30分であり、東京駅から最短で4時間程度とされる。佐渡島は温泉にも恵まれ、旅館・民宿は島内に110件ある[12]。しかし、観光客数については、上越新幹線の東京ー新潟間が開業した1991年の121万人がピークであったが、2016年は50万人であり、この5年間で平均すると51.5万人となる[13]。観光客減少の背景には、観光の多様化があるといえるが、交通手段が航路に限られていることが観光客に不便な印象を与えていると思われる。特に冬季は天候不良のためジェットfoilやカーフェリーの出航ができないことがあることも関係しているだろう。

このように佐渡島では、定住人口・交流人口ともに減少しており、地域活性化はもちろんであるが、地域社会機能を維持するためにも喫緊の課題となっている。一方で、2023年の佐渡汽船の全航路輸送客数は、前年同期比から25.65%増加した[14]。地域の交通手段としてのバスやレンタカーの運転手不足、航路の経済的な持続可能性など、解決すべき課題が残っており、地域社会の持続可能性について今後も検討が必要である[15]。

1.1.3. 佐渡島の観光市場の現状

観光産業における社会的影響の重要性について考察する際、オンラインレビューの役割とその消費者行動への影響は重要な研究テーマとなっている。Ipsos MORI と TripAdvisor による最近の調査[16]によれば、回答者の72%が「滞在先やレストラン、ツアー、チケットなど」を予約する前に口コミをチェックしており、82%が「宿泊施設」を選択する際に、77%が「観光ポイント」を選択する際に、70%がレストランを選択する際に、同様の行動を取っている。これらの統計は、現代の観光消費者が、サービス提供者による情報よりも、他の消費者による評価に大きく依存していることを示している。この傾向は、デジタル化とインターネットの普及が進んだ現代において、特に顕著である。オンラインレビューは、消費者がサービスを利用する前に情報を収集し、意思決定を行う上で重要な役割を果たしている。

先行研究では、オンラインレビューが消費者の意思決定に与える影響をさまざまな観点から分析している。Gretzel, U., & Yoo, K. H.の研究[17]では、TripAdvisor のユーザーを対象にしたWeb調査を通じて、旅行者のレビューが旅行計画プロセスにどのように影響するかを調査し、性別と年齢によるレビューの知覚と利用の違いに焦点を当てている。主な発見として、レビューは主に宿泊施設の決定に役立つために使用されるが、移動中の計画にはあまり利用されないこと、女性は特に楽しさやアイデア生成において、レビューからより大きな利益を得ると感じる、高齢者と若い旅行者では、レビューの知覚と使用において顕著な違いがあることを述べた。さらに、性別による違いが見られ、女性は意思決定においてレビューにより影響されやすい。年齢による違いも顕著であり、若い旅行者はレビューに頼りやすい傾向がある。このようにオ

オンライン旅行レビューは、旅行計画プロセスにおいて重要な役割を果たし、特に女性と若い旅行者にとって重要な情報源であると結論づけた。Litvin, S. W., Goldsmith, R. E., and Pan, B. の研究 [18] では、ホスピタリティおよび観光業界における電子口コミ（eWOM）の影響と管理について論じている。インターネットが広めるオンラインの個人間影響を分析し、eWOM を効果的に利用するためのマーケティング戦略を提案している。eWOM は顧客の意思決定に大きな影響を及ぼし、特に情報が不足しているサービス領域で重要な役割を果たす。マーケティング戦略においては、情報の収集と利用、および収益生成のための eWOM 管理方法が重要である。透明性と倫理的なアプローチの必要性が強調され、マーケティング活動において倫理的境界を越えないようにすることが重要であると述べている。eWOM の管理には、メールやインスタントメッセージング、ウェブサイト、ブログ、バーチャルコミュニティなどを活用する戦略が提案されている。

これらの先行研究は、観光の意思決定プロセスにおけるオンラインレビューの重要性を裏付けるものである。本研究ではこの点に着目し、より再現性の高い観光客の意思決定プロセスのシミュレーションモデル構築を目指している。特に、佐渡島のような特定の地域に特化したモデル開発は、地域の文化や偏好、地域性を考慮に入れた上で、観光業の振興に寄与することが期待される。

1.2. 研究動機

このように、佐渡島は観光産業において独自の課題を抱えており、これらの課題に対処するためには既存の観光モデルや定性的な手法だけでは不十分である。さらに、現代の観光産業では、デジタル化の進展に伴ってホテルやレストラン、ツアーなどの観光サービスの予約がインターネット上で可能となり、その決定要因としての口コミの重要性はさらに浮き彫りになっている。しかし、口コミの影響を観光客が直接見えるような「評価点数」として反映させた、観光客の意思決定シミュレーションモデルの開発は十分に進められていない。このギャップに対応するため、本研究は、佐渡島の観光産業の特徴に焦点を当て、エージェントベースモデルを用いた新たな研究アプローチを採用することで、地域特有の課題に対する解決策を提供することを目指す。

1.3. 研究目的

本研究の目的は、新潟県佐渡島を対象とした観光シミュレーションを通じて、新たな施設の建築、広告の増加、レビュー割合の増加、佐渡金山の世界文化遺産登録という4つのシナリオの影響を分析し、これらの要因が観光客数とレビューにどのように影響するかを解明することである。具体的には、以下の三つのタスクを通じて研究目的を達成する。まず、観光客の意思決定における口コミの影響を分析するためのエージェントベースモデルの開発である。このモデルは、観光客の行動パターンと意思決定プロセスにおける口コミの役割を考慮に入れ、佐渡島の観光施策やサービス提供に対する具体的な提案を提供す

る。次に、広告力とレビュー割合の影響分析を行う。新潟県佐渡島における広告力の増加とレビュー割合の増加が観光客の選択行動や満足度に及ぼす影響を分析し、広告戦略とレビュー管理の効果を評価する。最後に、新しい施設建設と佐渡金山の世界文化遺産登録の影響分析を行う。マルチシナリオシミュレーションを通じて、新しい施設の建設と世界文化遺産登録が観光業に与える影響を評価する。以上の成果を達成することにより、本研究は佐渡島に焦点を当てた、ロコミを考慮した ABM シミュレーションの方法論の確立を目指す。

1.4. 論文の構成

本節では、本論文の構成について述べる。「1. 緒言」では、本研究の背景と、研究動機、目的について述べた。「2. 関連研究」では、先行研究の紹介と、それらと本研究の比較、本研究でモデルを構築するために使用したエージェントベースモデル (ABM) について述べる。「3. 本研究のモデル」では、エージェントベースモデル (ABM) の記述の書き方や読み方をより簡単に、より効率的にする ODD プロトコルの紹介と、それに沿って本研究のモデルについて言及する。さらに観光モデルの構築と実装、実際のデータを利用し、キャリブレーションを行った。最後に、プロスペクト理論について述べ、本研究でどう検討するか述べる。「4. 結果と考察」では、四つのシナリオテストを行った結果とそれについての考察をする。「5. まとめ」では、本研究の結論と今後の課題について述べる。

2. 関連研究

2.1. エージェントベースモデル

エージェントベースモデル (ABM) は、コンピュータによるモデリングの一種であり、自律的なエージェントの行動と相互作用をシミュレートすることにより、それらがシステム全体に与える影響を評価するものである。シミュレーションによるアプローチは、観光管理にとって有効な手段であると認識されている。寺野の研究 [19]によると、ミクロな現象とマクロな現象が絡み合って非常に複雑な動きをするのが現実の社会であり、観光業界においても同様の複雑なダイナミックスが存在する。ABMは以下に述べる5つの特徴を持っている [20]。第1の特徴は、エージェントの自律性である。エージェントと呼ばれる個体が、自身の意思決定ルールに従って、行為を選択する。多くの場合、エージェントによって、その意思決定ルールが異なる。第2の特徴は、エージェントの社会性・相互依存性である。エージェントが行為を選択する場合、自分以外のエージェントから何らかの影響を受ける。多くの場合、エージェントの行為は、次の2つの形で自分以外のエージェントの影響を受ける。1つはエージェントが行為を選択する前に受けるものである。エージェントが行為を選択する際に、自分以外のエージェントの情報や特性を考慮する場合が該当する。もう1つはエージェントが行為を選択した後に受ける影響である。自分以外のエージェントの行為によってエージェントの行為の帰結（およびそこから得られる効用）が変化する、つまり、ゲーム状況が成立している場合が、これに該当する。第3の特徴は、エージェントの適応性・学習可能性である。エージェントは自身の行為の帰結や周囲のエージェントの影響により、その意思決定ルールを変更する。第4の特徴は、社会状態の再帰性である。ある時点での全エージェントの行動が集積して形成される社会状態が、次の時点での各エージェントの行動選択に影響を及ぼすというプロセスである。この再帰的プロセスは、エージェントと社会状態との間の動的な相互作用を表す。この影響の受けかたは次の2つが考えられる。1つは、ある時点での社会状態が、次の時点のエージェントの意思決定に影響を与える環境を形成する。これにより、エージェントは社会状態の変化に応じて行動を選択する。また、社会状態はエージェントの意思決定ルール自体にも影響を与え、これが変化することでエージェントの行動選択が変わる可能性がある。この過程は、エージェントが社会状態を基に適応し、その意思決定ルールを変更することを意味する。ABMにおいては、一時点の社会状態の帰結だけでなく、各エージェントと社会状態の再帰的な影響過程の長期的な帰結が重要視される。このプロセスは、決められた期間、もしくはシステムが均衡状態に達するまで繰り返される。このように、ABMでは、エージェントと社会状態間の動的な関係を通じて、システムの長期的な行動パターンや変化を探求する。第5の特徴は、シミュレーション手法ということである。ABMは数理モデルのような演繹的な方法と同じように、いくつかの仮定をもとにモデルを構築する。しかし、今まで述べたABMの特徴をもつがゆえに、数理モデルとして定式化しようとする、多くの場合、非常に複

雑になり、解析的に均衡などを求めることが困難となる。その場合には、シミュレーションによって、構築したモデルの特性を数値的に明らかにする。

ABMを用いた観光シミュレーションモデルにおいて、特に口コミが観光客の意思決定に与える影響を明確に捉えることは、本研究の重要な目標である。ABMの特徴を踏まえながら、観光シミュレーションにおけるその適用性と重要性を以下に述べる。まず、エージェントの自律性は、個々の観光客が自身の意思決定ルールに従って行動を選択することを可能にする。これにより、観光客一人ひとりの独自の動機や嗜好がモデル内で表現される。例えば、予算の多寡、滞在期間の長短、嗜好など、各観光客のユニークな特性がシミュレーション内で再現される。次に、エージェントの社会性・相互依存性は、他のエージェントや環境からの影響を受けるという特性を持つ。この特性は、観光客間での情報共有や意見形成のプロセスをモデル化する上で重要である。特に「口コミ」のような社会的相互作用は、観光地の選択や体験評価に大きな役割を果たし、観光客の集団行動に影響を及ぼす。また、エージェントの適応性・学習可能性により、観光客は自身の行動の結果や周囲の影響を基に、行動パターンを変更することができる。これは、過去の旅行経験や他の観光客の体験である口コミから学び、次の旅行計画に反映させるという行動をモデル化するのに適している。さらに、社会状態の再帰性は、各エージェントの行動が集積して形成される社会状態が、次の時点でのエージェントの行動選択に影響を及ぼすプロセスである。この再帰的プロセスは、観光市場の動向や観光地の評判の時間的変化を捉えるのに適している。最後に、シミュレーション手法は、ABMが複雑な現象を数値的にシミュレーションする能力を持つことを意味する。観光業界における非線形かつ同時進行のダイナミズムや、集団現象などを表現するのに有効である。

以上のように、ABMは観光客の意思決定における複雑な相互作用を捉えるのに適したモデリング手法である。特に、「口コミ」を含む社会的影響を取り入れることにより、観光客の行動パターンや観光市場のダイナミクスをより詳細に理解し、観光政策の策定やマーケティング戦略の最適化に貢献することが期待されるため、ABMが本研究のモデルとして有効であると考えた。

2.2. ODD プロトコル

ODD (Overview, Design concepts, and Details) プロトコル [21]は、ABMの公開された記述を標準化するために2006年に発表された。ODDの主な目的は、モデルの記述をより理解しやすく完全なものにし、それによってABMが再現不可能であるという批判を受けにくくすることである。ODDはモデルの厳密な定式化を改善し、大規模モデルの理論的基礎をより可視化するのに役立つ。

表 2-1 ODD プロトコル

Elements of the ODD protocol	
O(Overview)	1.Purpose and patterns
	2.Entities, state variables, and scales
	3.Process overview and scheduling
D(Design concepts)	4.Design concepts
	-Basic principles
	-Emergence
	-Adaptation
	-Objectives
	-Learning
	-Prediction
	-Sensing
	-Interaction
	-Stochasticity
	-Collectives
	-Observation
D(Details)	5.Initialization
	6.Input data
	7.Submodels

以下は ODD プロトコルの各セクションに対する基本的な説明である。

Overview (概要):

目的: モデルの目的は、対象とする問題や研究の目標を明確にすることである。

エンティティ、状態変数、スケール: モデルに含まれるエンティティ（例えば、エージェント、環境）、それらの状態変数、モデルの時間的および空間的スケールが定義される。

Design Concepts (設計コンセプト):

基本原則: モデル設計の基礎となる理論や原則が説明される。

エマージェンス: システムの全体的な挙動が個々のエージェントの相互作用からどのように生じるかが記述される。

適応: エージェントが環境や他エージェントからの情報に基づき行動を変更するプロセスが説明される。

目的: エージェントの持つ目的や目標が説明される。

学習: エージェントが経験から学ぶプロセスが記述される。

予測：エージェントが未来の状態や変化を予測するプロセスが記述される。
センシング：エージェントがどのように環境情報を収集し解釈するかが説明される。
相互作用：エージェント間の相互作用の形態とそのプロセスが記述される。
確率：モデル内の確率的要素や不確実性が説明される。
集計：個々のエージェントのデータや行動から集計される情報が説明される。

Details (詳細):

初期化：モデルの初期状態やエージェントの初期条件が記述される。
入力データ：モデルが利用する外部からの入力データが説明される。
サブモデル：モデル内で使用されるサブモデルやアルゴリズムが記述される。

2.3. 観光エージェントベースモデル研究

2.3.1. ガラパゴス諸島観光シミュレーション

Pizzitutti, F., Mena, C.F., and Walsh, S.J. の研究 [22] では、複数のエージェントタイプから構成されたモデルを構築し、特に観光客の消費嗜好と宿泊施設のオファーを個々にモデル化した。このモデルには、以下の主要なエージェントタイプが含まれている。

観光エージェント:

これらはガラパゴス諸島を訪れる個人を表す。それぞれのエージェントは年齢、予算、滞在期間、予約の柔軟性、予約の先読み、グループ、性格という状態変数で特徴づけられている。これらの変数は、観光エージェントがどの宿泊施設を選ぶかに影響を与える。

宿泊施設提供エージェント:

これらはホテルやクルーズなどの宿泊施設を提供するエージェントである。宿泊施設は、タイプ、時間、定員、カテゴリー、価格、場所、特徴によって特徴付けられる。

市場運営エージェント:

これらは市場のダイナミクスを管理し、価格の変更、宿泊オファーの作成や削除を行うことができる。市場運営エージェントは、収益性に基づいてオファーを複製したり、非効率的なオファーを削除したりする。

観光エージェント生成器:

これはエージェントではなく、観光エージェントを生成するために必要なすべてのパラメータを格納するモデル内のモジュールである。周期性、年間観光エージェント数、年齢クラス数、季節調整などの状態変数で定義される。

以上のエージェントは相互作用し、ガラパゴス諸島の観光市場の複雑な動態を形成する。観光エージェントの行動や選択は宿泊施設の提供に影響を与え、市場運営エージェントは市場の動向に基づいて戦略を調整する。キャリブレーションプロセスで得られたモデルを用いて、観光客の数の減少、公園使用料の値上げなどの三つのシナリオを作成してシミュレーションを行った結果、観光客の個人ベースの特性を変えずに観光インフラを変更しても、観光客の総数に影響はないこと、キャリブレーション基準モデルの 14880 人から 8322 人への約 56%の減少が観察され、予約プロセスで低予算の観光客が排除されることを確認した。このモデルはガラパゴス諸島の観光市場の主要な側面を密接に再現することができ、漁業や農業などの他の社会・環境的側面を含む ABM 構築の最初のステップとなります。さらに詳細な再現には、実証的データの追加収集と導出が必要であると述べている。

2.3.2. ソーシャルネットワークによる休暇の意思決定プロセスのシミュレーション

Boavida, I., Ferreira, C., and Rocha, J. の研究 [23]では、休暇の意思決定プロセスにおけるソーシャルネットワークの影響を、図 2-1 に示すスモールワールドネットワークを用いてシミュレーションした。この研究は、社会的影響が観光客の選択にどのように影響するかを探った。特にこの ABM では、観光客の個人的な動機、if-then ルールに基づく合理性、人間の感情と満足度、社会的ネットワークの影響を考慮している。このモデルでは観光客と目的地という 2 種類のエージェントが存在し、観光客は移動するエージェントで、個人的な嗜好を持つ。目的地は非移動エージェントで、観光地の魅力を表すリストを持っている。観光客の個人レベルの特性と社会的影響に基づいて意思決定を行う。この過程で、観光客の動機と目的地の魅力の間の互換性が計算され、満足度が更新されるという流れで観光が進行する。観光客の年間総数を反映する最適なシミュレーションパラメータが特定され、その結果と 2002 年から 2012 年の実際の観光客数との間に有意な正の相関が見られたことでモデルが検証された。シナリオテストは二つ実施され、1 つ目のシナリオでは観光客が目的地に対して持つ認識の違いを調査し、社会的ネットワークを通じて得られる情報が目的地選択に影響を与えることが示された。シミュレーションの結果、社会的ネットワークの影響が少ない場合、目的地の選択が均等になる傾向があった。2 つ目のシナリオでは、目的地の選択における個人の満足度の影響を検証した。このシナリオでは、体験の満足度が判断材料にならない場合、観光客は自分の動機と優先順位を最もよく満たす目的地に行くことが示された。以上から、開発された ABM は観光客の意思決定プロセスを単純化して表現し、観光客の行動パターンを調査するために有用であることが示された。さらに、観光客の動機、再訪問の優先順位、満足度などの内的要因が行動に影響を与えていることが示唆された。

2.3.3. ホテルにおける観光システムの複雑性とカオスの分析

Baggio, R., & Sainaghi, R. の研究 [4] では、非線形の複雑な観光システムの動態を評価するための一連の定量的方法を提供している。観光は長い間、複雑な適応システムと見なされてた。カオス理論の主要な特徴として「カオスの縁」現象、自己組織化行動、バタフライ効果、ロックイン効果、自己相似性、分岐などが挙げられる。特に 2006 年から 2009 年にかけてのミラノの 23 の大型ホテルから得られたデータ（稼働率、部屋料金、利用可能客室あたり収益（RevPAR））を用いて、非線形の複雑な観光システムのダイナミクスを定量的に分析した。観光システムが複雑で、カオスの状態に傾向があることを確認し、特にミラノの宿泊施設のデータは、システムの安定性と長期記憶効果を示していることがわかった。この分析は、観光地が複雑なシステムであり、純粋なカオス状態には至らないものの、カオスに傾向があることを示している。この研究の新規性は、観光システムを定量的な視点で捉え、これまで主に定性的に評価されてきた複雑性とカオスを明らかにした点にある。観光学者は長い間、観光システムの複雑な性質を認識してきたが、主に定性的特性に限定して分析してきた。この論文では既存のデータと確立された技術を使用して、観光システムの複雑性特性をより定量的に評価する方法論的アプローチを示し、観光システムのガバナンスにおいて、小さな摂動を用いた適応型管理の技法が有効であることが示唆されている。

2.4. 先行研究と本研究の比較

ガラパゴス諸島観光シミュレーション：

ガラパゴス諸島の観光市場をシミュレートするための ABM を開発している。このモデルは、個々の観光客の好みと宿泊施設のオファーを組み合わせ、地域の観光動態をシミュレートすることを目的としており、主な特徴として、宿泊施設の提供開発、価格戦略、観光客の意思決定プロセスの表現がある。このモデルは、政策立案者が観光市場の複雑な相互作用と、それが地元の生態系やコミュニティに与える影響について、その結果を探索するのに役立つことを目指している。しかし、観光客の社会的相互作用やオンラインレビューの影響は再現されていない。

観光客意思決定過程のモデリング：

観光客の休暇先選択に関する意思決定プロセスを ABM でモデル化した。この研究は、観光客の個人的動機やソーシャルネットワークの影響などを考慮し、休暇先選択における観光客の行動を分析している。このモデルは、観光システムの複雑性を考慮し、システム間の複雑な関係を探索することを目的としている。しかし、特定の地域特性や宿泊施設の多様性への対応は再現されていない。

ホテルにおける観光システムの複雑性とカオスの分析：

観光システムの複雑でカオス的な性質を探索し、これらのダイナミクスを理解するために定量的手法の必要性を強調した。この研究は、ミラノの大型ホテルからのデータを使用し、宿泊率、部屋料金、利用可能な部屋あたりの収益

(RevPAR)に焦点を当て、観光システムの複雑でカオス的な特性を探るためにさまざまな統計的および計算的手法を適用している。ミラノの観光システムは複雑でカオス的な傾向があるが、比較的高い安定性を持ち、短期的なショックに耐えながら進化の道を維持できるという結果が見られた。しかし、個々の観光客の詳細な意思決定プロセスや地域固有の観光資源の活用は探究されていない。

これらの先行研究に対して、本研究では以下の改善を目指す。

エージェントの多様性と詳細度の向上：

本研究では、観光客の意思決定に影響を与えるさまざまな要素（例えば、文化的背景、経済的状况、個人的嗜好など）をより詳細に取り入れることで、先行研究で扱われたエージェントの多様性と詳細度を向上させる。

総合的なシミュレーションモデルの開発：

本研究では、観光客の行動、プラン選択、体験、評価の更新など、観光体験のすべての側面を包括する総合的なシミュレーションモデルを開発する。これにより、観光市場のダイナミクスをより包括的に分析し、新しい観光プランや施設の影響を正確に評価することができる。

地域特有の特性への対応：

佐渡島に特化したモデリングを通じて、地域特有の観光課題に対応する解決策を提案する。これにより、地域の文化的、経済的特性を考慮したより実効性のある観光戦略を策定できる。

これらの改善を通じて、本研究は先行研究で扱われたモデルの限界を克服し、より日本の観光特性に即した包括的な観光市場のシミュレーションを実現することを目指す。本研究は、佐渡島という特定地域に焦点を当て、観光客の意思決定プロセスにおける社会的影響を詳細に考慮し、マルチシナリオを用いた実用的なシミュレーションモデルを構築することで、観光業の理解と最適化に貢献する新しいアプローチを提供する。

3. エージェントベース観光モデルの構築

3.1. ODD プロトコルを用いたモデルの概要紹介

本節では ODD プロトコルの詳細な内容 [24]を紹介し、かつ、ODD プロトコルに基づいて本研究の全体的な仕組みを述べる。

0(Overview)

Purpose and Patterns

本エージェントベースモデルの構築目的は、シミュレーションを通して新潟県佐渡島における観光客行動や観光市場動向を捉えるためである。重点は、社会的影響や口コミによる評価のダイナミクスを考慮し、既存の観光プランと新しい観光施設が市場に与える影響を分析する点に置かれる。この分析を通じて、観光客がプランを選択し、経験する満足度に関するパターンが明らかにされることが期待される。これにより、観光市場の変動や観光客の行動パターンをより正確に理解し、適切な戦略を策定することが可能となる。

Entities, State Variables, and Scales

本モデルでは、観光客、観光プラン、観光施設など、複数の実体が考慮される。観光客は好み、予算、期待値、体験値という状態変数を持ち、プランは属性、価格、初期評価、選択回数などの状態変数を有する。時間スケールは1ヶ月を1タイムステップとし、数年間のシミュレーションを行う。このアプローチにより、長期的な観光市場の傾向や季節的な変動を捉えることができる。

Process Overview and Scheduling

プロセスの概略としては、観光客が予算と好みに基づいてプランを選択し、そのプランを体験した後、満足度を評価する。この一連のプロセスは年間を通じてシミュレートされ、月単位で実行される。これにより、各月の観光客行動と市場動向を詳細に分析し、季節的な変動や特定のイベントが観光行動に与える影響を評価することが可能となる。

D (Design Concepts)

Basic Principles

基本原理では、観光客の意思決定プロセスは個人の好み、予算、社会的影響に基づいているとする。また、プランの魅力、価格、評価が観光客の選択に大きく影響を与える。これにより、個々の

観光客が市場全体の動向に影響を与える様子を観察することが可能である。

Emergence

創発については、観光市場の動向と観光客の行動パターンが、個々の観光客の意思決定と相互作用から生じると考えられる。これにより、観光客の選択や行動が市場全体に与える影響や、市場が観光客の行動に与えるフィードバックを理解することができる。

Adaptation

適応に関しては、観光客は過去の体験や市場の動向に基づいて、次の選択を適応させる。これにより、市場の変化や個々の体験から学び、より満足度の高い観光体験を追求するプロセスがモデル化される。

Objectives

目標は、観光客が個人の好みと予算に最適なプランを選択し、最大の満足度を得ることにある。これにより、観光客の行動をよりリアルにモデル化し、市場の動向に対する反応を評価することができる。

Learning

本研究では、観光客は過去の観光経験からの学習を考えていない。

Prediction

観光客エージェントの意思決定には、予測を利用していない。単純に偏向、予算及び滞在期間でプランを選択している。

Sensing

観光客エージェントはプランエージェントの属性の全部をしている。他の観光客エージェントの選択は知らない。

Interaction

相互作用では、観光客間の相互作用や、観光客と市場環境との相互作用がモデルに組み込まれる。観光客エージェントは他の観光客への情報共有は行われていない。観光客エージェント間の相互作用は口コミを通して伝えられ、間接的な相互作用になる。プランエージェントの属性は観光客エージェントの選択に影響し、施設は観光客エージェントの体験値を変えることができる。この相

相互作用により、市場のダイナミクスが形成され、観光客の集合行動が観測される。

Stochasticity

割合的要素は、市場や観光体験に含まれる不確定性をモデルに反映させる。観光市場の変動や観光体験は予測不可能な要素を含むことが多く、この割合的要素が観光客の意思決定や市場の動向に影響を与える。

Collectives

このモデルの集合性は各施設の混雑度になる。混雑度はコミュニケーションのない観光エージェントの意思決定と観光行動の集積の結果になり、逆にこの混雑度は観光客エージェントの体験値に影響し、次のプラン選択に影響する。

Observation

観測の段階では、モデルを通して得られるデータや市場の動向が分析される。ここで得られる観測データは、市場のダイナミクスや観光客の行動パターンを解析するための貴重な情報源となる。これらのデータは、市場の傾向や変化を理解する上で不可欠である。

D(Details)

Initialization

初期化プロセスでは、観光客の初期状態（好み、予算など）がランダムに割り当てられる。また、観光プランと施設（属性、価格、魅力など）も初期条件として設定される。この段階は、シミュレーションが現実の観光市場の多様性を反映させるために重要である。ランダム化された初期条件により、市場のリアリスティックな開始状態が形成され、シミュレーションが実際に近い状況から始まる。これにより、シミュレーションの結果が実際の市場動向をより正確に反映することが期待される。

Input Data

入力データとしては、新潟県および佐渡島の過去の観光客数データを使用する。これにより、実際の観光市場の動向をモデルに反映させることができる。過去のデータに基づくシミュレーションは、現実的な市場環境の再現を可能にし、未来の市場動向の予測に対して有効な基盤を提供する。実際の観光客数データを用いることで、季節変動や特定のイベントが市場に与える影響など、現実の市場の特徴をモデルに組み込むことが可能となる。

Submodels

観光客フィルタリングモジュール：

このモジュールでは、新潟県全体の観光客数のデータを基にして、佐渡島を訪れる観光客の数を予測する。

プラン選択モジュール：

観光客は自身の好みと予算に基づいて、利用可能な観光プランから選択する。このモジュールは、市場に存在する様々なプランの特性と観光客の個人的な好みや予算との相互作用を考慮し、観光客の最終的なプラン選択を決定する。

期待値計算モジュール：

選択されたプランに基づき、観光客の期待値が計算される。期待値は、プランの特性や過去の体験、市場の評価に基づいており、観光客がプランに対して持つ期待の度合いを反映する。

体験値計算モジュール：

実際に観光体験が行われた後、その体験に基づいて体験値が算出される。このモジュールでは、観光体験の質やプランの実際のパフォーマンス、施設の状態や混雑度など、体験のさまざまな側面が評価される。

評価モジュール：

最後に、期待値と体験値の差から観光客の満足度が導かれ、この満足度が評価点数に換算されて口コミ評価として反映される。このプロセスにより、観光体験の質と観光客の期待とのギャップが明らかにされ、市場へのフィードバックが生成される。

これらのサブモデルは、観光客の意思決定プロセスを詳細に再現し、観光体験の各段階での行動や反応を分析することを可能にする。プランの選択から期待値の生成、体験値の計算、そして満足度の評価に至るまでのプロセスが、観光客の行動に及ぼす影響を詳細に追跡し、観光市場のダイナミクスを理解するための重要な手がかりを提供する。

3.2. 観光エージェントの定義

本研究におけるエージェントは、シミュレーションの文脈において佐渡島への観光客を抽象化した存在として定義される。各エージェントは、一連の特徴として予算、個々の嗜好、滞在期間の意向、および日程に対する柔軟性という属性を内包し、これらがエージェントの行動様式の基盤を形成する。予算は、

実際の消費者行動を反映した数値によって構成され、エージェントの経済的制約を表現する。嗜好は、観光客の興味や好みを対象となる複数の属性に沿って正規分布から抽出された数値によってモデル化され、その結果、エージェントの行動選択に多様性をもたらす。滞在期間の意向と日程の柔軟性は、観光客がどの程度の期間を佐渡島で過ごし、どれだけの活動を計画するかという嗜好を、二項分布に基づいて表現する。各エージェントの詳しいパラメータについては、3.5. 章にて紹介する。

エージェントの行動パターンは、選択という行為を通じて他のエージェントや環境と相互作用する。ここでいう選択とは、佐渡島内の様々な観光プランからの選定である。観光プランは、観光施設の集約的な特性、混雑状況、コスト、そして過去の評価を属性として持ち、エージェントはこれらの属性を自身の嗜好ベクトルと比較し、類似度が高いプランに傾倒する。さらに、エージェントは予算の制約、プランの価格設定、既存の評価スコアを照らし合わせ、時には偶発的な要素にも影響される可能性がある選択行動を取る。

エージェントの意思決定プロセスにおける相互作用アルゴリズムは、エージェントの期待と経験の交差点を探る。このプロセスは、エージェントが自らの期待を形成することから始まり、実際に経験した観光地の状態を基に経験値を算出し、それに基づいた満足度を自己評価する。そして、その満足度は再び観光プランの評価へとフィードバックされる。期待値は、エージェントの嗜好とプランの特性との相関、エージェントの予算とプランの価格との関係、そしてプランの市場評価に基づいて算出される。経験値は、訪れた観光施設の現状、交通機関の混雑具合、およびその他の外的要因によって左右され、満足度はこの経験値と先の期待値との比較によって決まる。最終的に、これらの評価はプランの総合評価に組み入れられ、将来のエージェントの選択に影響を及ぼす。

このようなプロセスを通じて、エージェントの行動は、単なる瞬間的な選択に留まらず、観光地の特性と観光客の動態に関わる時間を超えた連鎖反応を引き起こす。エージェントの相互作用が形成する複雑なダイナミクスは、観光地の価値創造、利用者数の増減、およびサービスの質の変動など、観光地の多面的な特性に深く関わってくる。これらの洞察は、観光地のマネジメントにおいて戦略的な意思決定を行うための基盤となり、観光客一人ひとりの満足度を最大化することを目的としたサービス設計やマーケティング戦略の策定に寄与するだろう。図 3-1 には、エージェントの属性、選択プロセス、経験と評価のフィードバックメカニズムが、直感的かつ包括的に表現されている。この図解は、エージェントがどのように自らの嗜好を基に観光地を選び、それに基づいた期待を築き、実際に経験し、得られた満足度を自己のレビューとして反映させるかのプロセスを明瞭に示している。エージェントの個々の行動から生まれる多様なパターンが、観光地の全体的な魅力とその持続可能な発展にどのように貢献するかを、このモデルは示唆している。

3.3. ロコミの定義

観光業において口コミは多様な形式で現れ、その内容は一般的に文章や星評価、写真など、幅広いメディアを通じて表現される。これらの口コミは、個人の経験に基づいた意見や感想を反映し、他の消費者の意思決定に影響を与える重要な情報源となる。一般的な口コミは質的な内容を多く含むが、口コミの内容が自由に投稿されるため、数値評価とテキスト評価の間に矛盾が見られることもある。これは、評価を行う個人によって判断軸が異なるためである。本研究では、口コミを定量的な指標として5点満点の数値スケールで再現する。このアプローチの目的は、観光客の体験の質を一貫して比較可能な形で表現し、分析するためである。さらに、数値化された口コミは、統計的分析や機械学習モデルの適用に適しており、観光業における消費者の行動や嗜好の傾向を明らかにするのに有効である。例えば、施設ごとの平均評価点数や評価の分布を分析することで、顧客の期待に corres pond している分野と改善が必要な分野を特定できる。これにより、施設やサービスの質の向上、マーケティング戦略の最適化、新たな顧客層の獲得などに対して、より具体的な戦略を立てることが可能となる。

3.4. シミュレーションの流れ

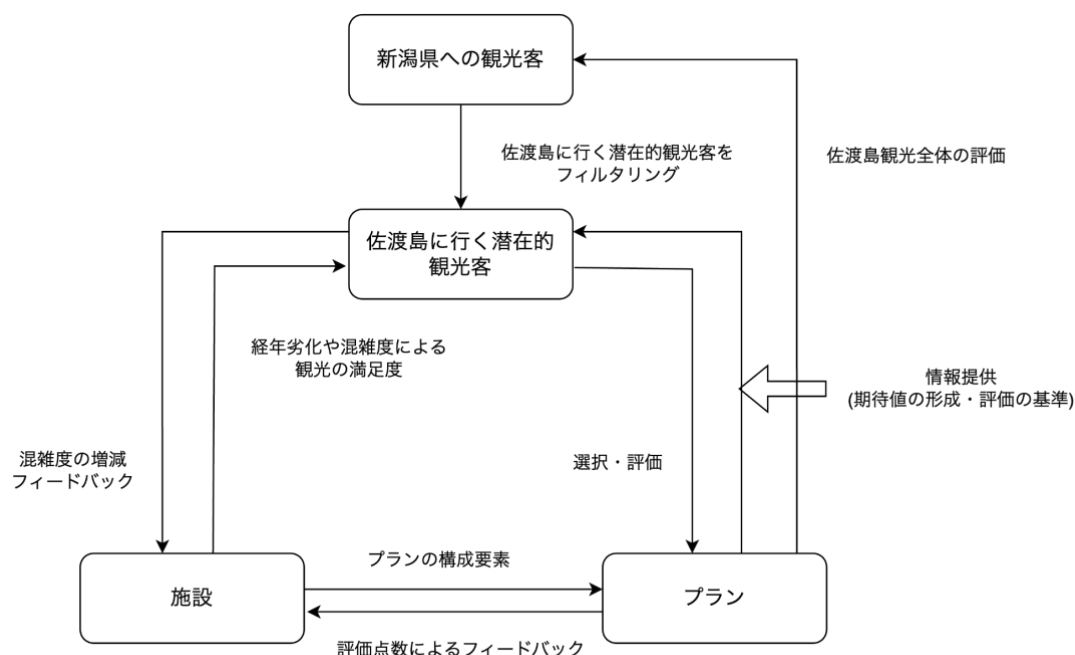


図 3-1 各エージェントの相互作用

本研究のモデルは3種類のエージェントから構成される。これらのエージェントは、このように相互作用する。一つのエージェントの行動が、他のエージェントの行動に影響を与え、全体としての観光パターンや評価が形成されていく。また、観光モデルの大まかな流れを図3-2に示した。まず観光客はプランの状態変数を読み取り、最も自分の状態変数と合致かつ予約可能なプランを

選択する（プラン選択モジュール）。また同時に選択したプランに対して期待値を算出する（期待値生成モジュール）。次に観光客は実際に観光体験を行う。この時、混雑具合や施設の状態などから体験値を算出する（観光モジュール）。最後に期待値と体験値の差からプロスペクト理論を用い満足度を算出する。これを評価点数に換算して口コミ評価とし、プランの持つ評価点数を更新する（評価モジュール）。以上が1回の観光体験の流れである。それぞれの観光客が個人ベースでこの流れを実行し、繰り返すことによって観光全体のシミュレーションを行う。

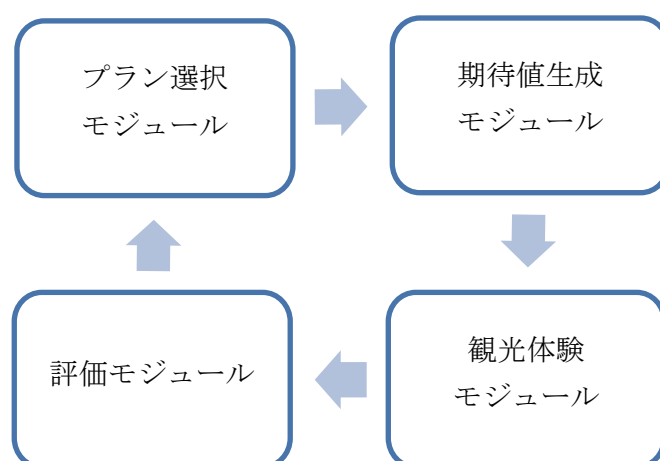


図 3-2 観光モデルのループ

3.5. エージェントのパラメータについて

表 3-1 は、施設のパラメータ一覧である。それぞれのパラメータの設定は以下のように定義されている。

属性（attribute）：

これは各施設の概要に基づき、相対的に設定している。

容量（volume）：

実際の施設の駐車場の広さや規模に基づき、施設ごとに設定している。

経年劣化（deterioration）：

施設の設立年やオープン日を基準に、相対的に設定している。

いずれも詳しい値は 3.7.2. の章を参照されたい。

表 3-1 施設のパラメーター一覧

パラメータ	説明	データ型	使用される モジュール	スケール			
volume	施設の容 量	連続値	観光体験	MIN	MAX		
				0	10		
attribute(\bar{a})	施設の属 性	カテゴリカ ル	プラン選択	自然(1)	温泉(2)	スポーツ (3)	文化(4)
				1～5	1～5	1～5	1～5
deterioration	経年劣化 (広告な ど事前情 報から得 たイメー ジと実際 の状態の 差異)	連続値	観光体験	MIN	MAX		
				1	5		

表 3-3 はプランのパラメーター一覧である。それぞれのパラメータの設定は以下のように定義されている。

プランの金額 (price) :

実際の入場料や宿泊費、交通費などが含まれ、さまざまな組み合わせが予測されるため、それぞれランダムに設定している。

広告力 (advertisement_power) :

0～1.5 の範囲でランダムに設定している。

評価点数 (rating) :

初期値を 3 とし、そのプランを選択した観光客が評価モジュールを終えるたびに更新される。

日数 (days) :

0～4 の間でランダムに設定している。

交通の便 (traffic) :

交通の便は、船内混雑度をそのまま交通に対する満足度として反映させている。ここで船内混雑度は曜日によって繁忙期を設定し、観光客の出発日に割り振られた値をあらかじめ与えている。

ここで、それぞれの船内混雑度の定義は表 3-2 の通り。

表 3-2 船内混雑度の算出方法

タイプ	説明	混雑度調整係数
平日	0.3 から 0.7 の範囲でランダムに生成される。平均的な混雑度。	-
週末	平日の混雑度に 1.5 を掛けて算出する。週末が平日よりも混雑。	1.5 倍
繁忙期（特定の月）	特定の月（1, 3, 7, 8, 12 月）は繁忙期として設定。混雑度が通常よりも高く、混雑度に 1.4 を掛けて調整。	1.4 倍

表 3-3 プランのパラメーター一覧

パラメータ	説明	データ型	使用されるモジュール	スケール				
price	プランの価格	カテゴリーカル	プラン選択、期待値生成	<10000	10000 ≤, <20000	20000 ≤, <30000	30000 ≤	
				1	2	3	4	
advertisement_power	プランの広告力	連続値	期待値生成	MIN	MAX			
				0	0.5			
selected_count	プランが選択された回数	連続値	プラン選択					
rating	評価点数（口コミ）	カテゴリーカル	プラン選択、期待値生成	MIN	MAX			
				1	5			
days	所要日数	カテゴリーカル	プラン選択	日帰り	1泊	2泊	3泊	4泊以上
				0	1	2	3	4
traffic	交通の便。佐渡汽船の混雑度。	連続値（0～1.5）	観光体験	MIN	MAX			
				0	1.5			
other	観光施設以外での満足度、食事など。	連続値（0～5）	観光体験	MIN	MAX			
				0	5			

表 3-4 は、観光客のパラメーター一覧である。それぞれのパラメータの設定は以下のように定義されている。

予算 (budget):

予算は{1, 2, 3, 4}という集合から 1 つの値が選択される。1 は<10000 円、2 は 10000 円 \leq , <20000 円、3 は 20000 円 \leq , <30000 円、4 は 30000 円 \leq の予算を表している。

各値の選択確率は 2018 年の新潟県観光入込客統計 [25]の一人当たりの旅行消費額データから、[0.06, 0.36, 0.37, 0.21] で分布させた。

嗜好 (preferences):

嗜好 (p1, p2, p3) は、観光客の異なる観光プランに対する好みや嗜好を数値化したものである。これらの値は、観光客が特定のプランの要素（自然、温泉・健康、スポーツ）に対してどれだけの好みを持っているかを表す。生成され、それぞれが正規分布に従う乱数によって決定される。平均 2.5、中間的な分散を得るために、標準偏差を範囲（1 から 5）の幅 4 の 1/4 である 1.0 に設定した。生成された値は 1 から 5 の範囲に制限される。

スケジュール嗜好 (schedule_preference):

0 は休日に観光へ行く嗜好、1 は平日に観光へ行く嗜好を表しており、それぞれ 60%, 40%の確率で選ばれる。または 1 の値がランダムに選ばれる。「2022 年国民生活時間調査」 [26]にある国民全体の「平日、土曜日、日曜日」の時刻別行為者率によると、「仕事関連」の時間は、平日が 52.9%、土曜日が 34.9%、日曜日が 23.5%となっており、つまりは国民のうちの 5 割程度が平日に働いており、土曜日には 3 割程度、日曜日には 2 割程度の人働いていることがわかる。従って、60%の確率で 0 を、40%の確率で 1 を選択するとする。

滞在期間 (stay_duration):

0（日帰り）から 4（4泊以上）の範囲でランダムに選択される。

各値の選択確率は 2018 年の新潟県観光入込客統計 [25]の平均宿泊数の人数分布より、[0.3, 0.3, 0.2, 0.1, 0.1] に設定した。

滞在開始日 (initial_day):

指定された年と月に基づき、その月内のランダムな日付が選択される。

表 3-4 観光客のパラメーター一覧

パラメータ	説明	データ型	使用されるモジュール	スケール				
budget	プランに かける予 算	カテ ゴリ カル	プラン選 択、期待 値生成	<1000 0	10000 ≤, <2000 0	20000 ≤, <3000 0	30000 ≤	
				1	2	3	4	
preference (\vec{p})	観光に対 する嗜好	3 次元ベク トル	プラン選 択	自然	温泉	スポ ーツ		
				1～5	1～5	1～5		
schedule_prefer ence	出発日に 対する嗜 好	2 値	プラン選 択	平日 嗜好	土日 嗜好			
				0	1			
stay_duration	滞在期間	カテ ゴリ カル	プラン選 択	日帰 り	1 泊	2 泊	3 泊	4 泊 以上
				0	1	2	3	4
initial_day	出発日	日付型	プラン選 択					
expectation	期待値	連続値	期待値生 成	MIN E	MAX E			
				0	20			
experience	体験値	連続値	観光体験	MIN X	MAX X			
				0	20			
satisfaction	満足度	連続値	評価	MIN S	MAX S			
				-20	20			
review	評価	連続値	評価	MIN	MAX			
				1	5			

3. 6. サブモデルの紹介

3. 6. 1. 観光客フィルタリングモジュール

観光フィルタリングモジュールは、新潟県の観光客データに基づき佐渡島への観光客を特定し、以降のプラン選択モジュール、期待値生成モジュール、観光体験モジュール、評価モジュールに参加する観光客エージェントをフィルタリングするプロセスである。新潟県の観光客数の予測は、過去のデータを基にした線形回帰モデルを用いて行われる。このモデルは、新潟県の月別観光客数の時間的変動を捉え、将来の観光客数を予測するために使われる。予測式は

$$N_t = a_t \times Y + b_t$$

と表され、ここで Y は年を、 a と b は月 t における回帰係数を示す。このモデルにより、新潟県の観光市場のトレンドと季節的な変動が捉えられる。続いて、新潟県の観光客数に基づいて、佐渡島への潜在的な観光客数 S_t が計算される。この計算では、新潟県の観光客数に佐渡島への月別平均割合 r_t を乗じ、新潟県外からの観光客数 Δ を加える。詳細は、3.6.1. キャリブレーション手法の項を参照されたい。

3.6.2. プラン選択モジュール

プラン選択モジュールは、観光フィルタリングモジュールによって絞り込まれた佐渡島への潜在的観光客はプランの中から、最終的な観光プランを選択するプロセスである。このモジュールの主目的は、観光客にとって最も魅力的で満足度の高い観光体験を提供するプランを決定することにある。プランを選択する手順は図 3-3 に示される。

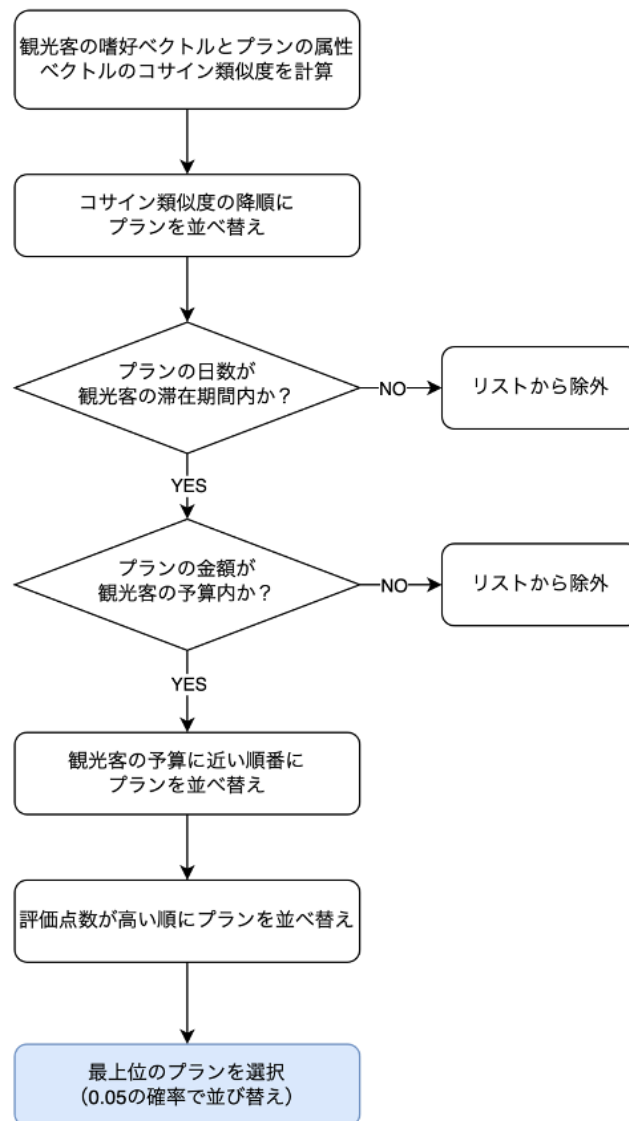


図 3-3 プラン選択モジュールフローチャート

1. 観光客の嗜好とプランの属性の類似度の計算:

観光客が自分の嗜好に合ったプランを選択するという意思決定プロセスを単純化し、プランの嗜好ベクトルとのコサイン類似度を計算する。この類似度が大きい順にプランを並べ替える。

- 観光客の嗜好ベクトルを $\vec{p} = (p1, p2, p3)$
- プランの属性ベクトルを $\vec{a} = (a1, a2, a3)$

また、嗜好ベクトルと属性ベクトルのコサイン類似度は(1)の式で計算される。

$$similarity(\vec{p}, \vec{a}) = \frac{\vec{p} \cdot \vec{a}}{\|\vec{p}\| \|\vec{a}\|} \quad (1)$$

ここで、後ほど行う佐渡金山世界文化遺産登録のシナリオテストでは、嗜好ベクトルに「文化」の成分が加えられ、観光客の嗜好ベクトルが $\vec{p} = (p1, p2, p3, p4)$ 、プランの属性ベクトルが $\vec{a} = (a1, a2, a3, a4)$ の4次元となる。

2. 予算とプランの価格の差異の計算：

ここでは、観光客の予算内であるプランをフィルタリングするために、観光客の予算とプランの価格の差異を次のように計算する。

観光客の予算を***budget***、プランの価格を***price*** とする。

$$budget_difference = budget - price \quad (2)$$

3. プランの評価点数による並べ替え

最後にプランの***rating***を読み取り、降順に並べ替え、最も最上位のプランを選択する。ここでは0.05のランダム性を取り入れ、選ばれにくいプランも選択肢に含めることで意思決定における不確実性を表現している。

3.6.3. 期待値生成モジュール

期待値生成モジュールは、観光客が選択したプランに対する期待値を算出するプロセスである。このモジュールの目的は、観光客が体験する前に持っている期待の程度を数値化し、後の評価プロセスでの比較基準とすることにある。期待値の計算手順は図3-4に示される。

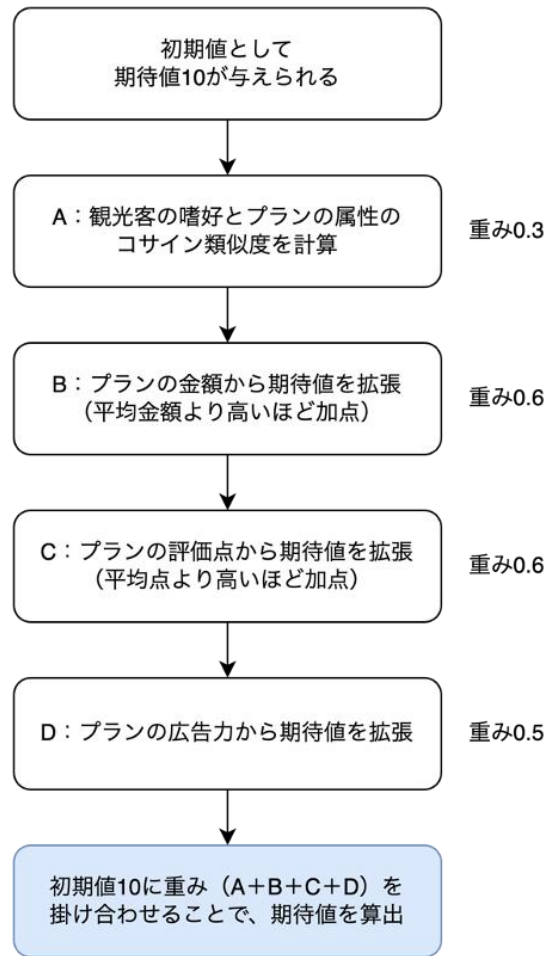


図 3-4 期待値生成モジュールフローチャート

1. 嗜好と属性の類似度に基づく期待値:
コサイン類似度 $similarity(\vec{p}, \vec{a})$ を計算し、それに重み $weight1 = 0.3$ を乗じる。この式は、観光客の嗜好とプランの属性が近いほど期待が高まるという過程に基づいている。

$$E_{similarity} = similarity(\vec{p}, \vec{a}) \times weight1 \quad (3)$$

2. 価格差異に基づく期待値の調整:

$$E_{price} = \left(\frac{price}{4} \right) \times weight2 \quad (4)$$

この式は、選択されたプランの価格が平均価格からどの程度離れているかを示し、 $weight2 = 0.6$ を乗じる。これは金額が平均よりも高いほど、プラン内容への期待が高まるという仮定に基づいている。

3. プランの評価点数に基づく期待値の拡張:

$$E_{rating} = \left(\frac{selected_plan[rating]}{5} \right) \times weight3 \quad (5)$$

ここで、初期評価点数が平均評価点数からどの程度離れているかを示し、 $weight\ factor3 = 0.6$ を乗じる。これは、評価点数が高いほどプラン内容への期待が高まるという仮定に基づいている。

4. プランの広告力に基づく期待値の拡張:

$$E_{advertisement_power} = advertisement_power \times weight4 \quad (6)$$

この式は、プランの広告力が期待値に与える影響を示し、 $weight4 = 0.5$ を乗じる。最終的な総合期待値 E_{total} は、これらの要素を合計し、初期期待値 $INITIAL_EXPECTATION$ に乗じて算出される:

$$E_{total} = INITIAL_EXPECTATION \times (E_{similarity} + E_{price} + E_{rating} + E_{advertisement_power}) \quad (7)$$

以上のように、期待値は、観光プランの属性と観光客の選好との関連性に基づいて計算され、具体的にはコサイン類似度や価格の影響、広告効果などが利用される。このモジュールによって生成された期待値は、体験後の評価と比較され、観光客が実際の体験に基づいてどの程度満足または不満を感じたかを示す重要な指標となる。

3.6.4. 観光体験モジュール

観光体験モジュールでは、実際に観光をした後の得点である体験値を以下のように計算する。

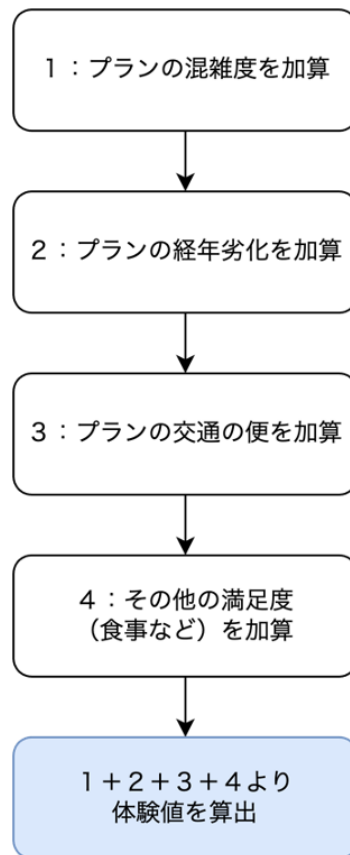


図 3-5 観光体験モジュールフローチャート

1. 混雑度に基づく体験値の計算：

混雑度 $congestion$ は事前に指定された施設の容量 $volume$ と、実際にその施設を訪問した観光客数 $visitor$ に基づき、(8)のように計算される。

$$congestion = \min\left(1.5, \frac{visitor}{volume}\right) \quad (8)$$

以上の混雑度に基づいた体験値 $Xcongestion$ は以下のように計算される。

$$Xcongestion = 1.5 - congestion \quad (9)$$

2. 施設の経年劣化に基づく体験値の調整：
施設の経年劣化 D を考慮して、体験値を調整する。

$$X_{deterioration} = \max(0, 5 - deterioration) \quad (10)$$

3. 交通の便に基づく体験値の調整

カレンダー形式で格納されている船内混雑度(表 3-2)からエージェントの観光する日程の値を取り出し、5 点満点に換算することでその観光客エージェントの交通の便の得点とする。これは、佐渡島の道路状況を調査したところ、特別混雑する道がない点、そして佐渡島への移動手段が現在は船のみであるため、船内混雑度をそのまま交通への満足度として設定した。

以上の船内混雑度に基づいた交通の便に関する体験値 $X_{traffic}$ は、日付ごとの船内混雑度を基に計算され、5 点満点のスコアに換算されて最終的に 0 から 1.5 の範囲で得点が与えられる。混雑度は、平日、週末、繁忙期に応じて異なる値を持つ。設定の詳細については、表 3-2 を参照されたい。

4. その他の満足度に基づく体験値の調整：

ここで、その他の満足度とは食事、おもてなし、天候、文化体験、ショッピング、安全性などに対する満足度を指す。

観光体験は主観的なものであり、全ての要素がすべての人に等しく影響を及ぼすわけではないため、ランダムに反映させることで、観光体験の多様性と予測不可能性をモデルに取り入れた。

以上のその他の満足度に基づく体験値は、以下のように計算される。

$$X_{others} = \text{Random}(0,5) \quad (11)$$

ここで $\text{Random}(0,5)$ は 0 から 5 の範囲で一様に分布するランダムな値を生成する関数である。

5. 総合体験値の算出：

総合体験値は (12) のように計算される：

$$X_{total} = X_{congestion} + X_{deterioration} + X_{traffic} + X_{others} \quad (12)$$

観光体験モジュールは、観光客が実際に選択したプランを体験した結果を評価するプロセスである。このモジュールの目的は、観光体験の各要素（混雑度、劣化度、交通状況など）に基づいて、体験の質を定量的に捉えることにある。このモジュールでは、これらの要素を総合的に評価し、観光客が実際に体

験したことを反映した「体験値」を生成する。このスコアは、後の評価モジュールでの観光客の満足度評価の基礎となる。

3.6.5. 評価モジュール

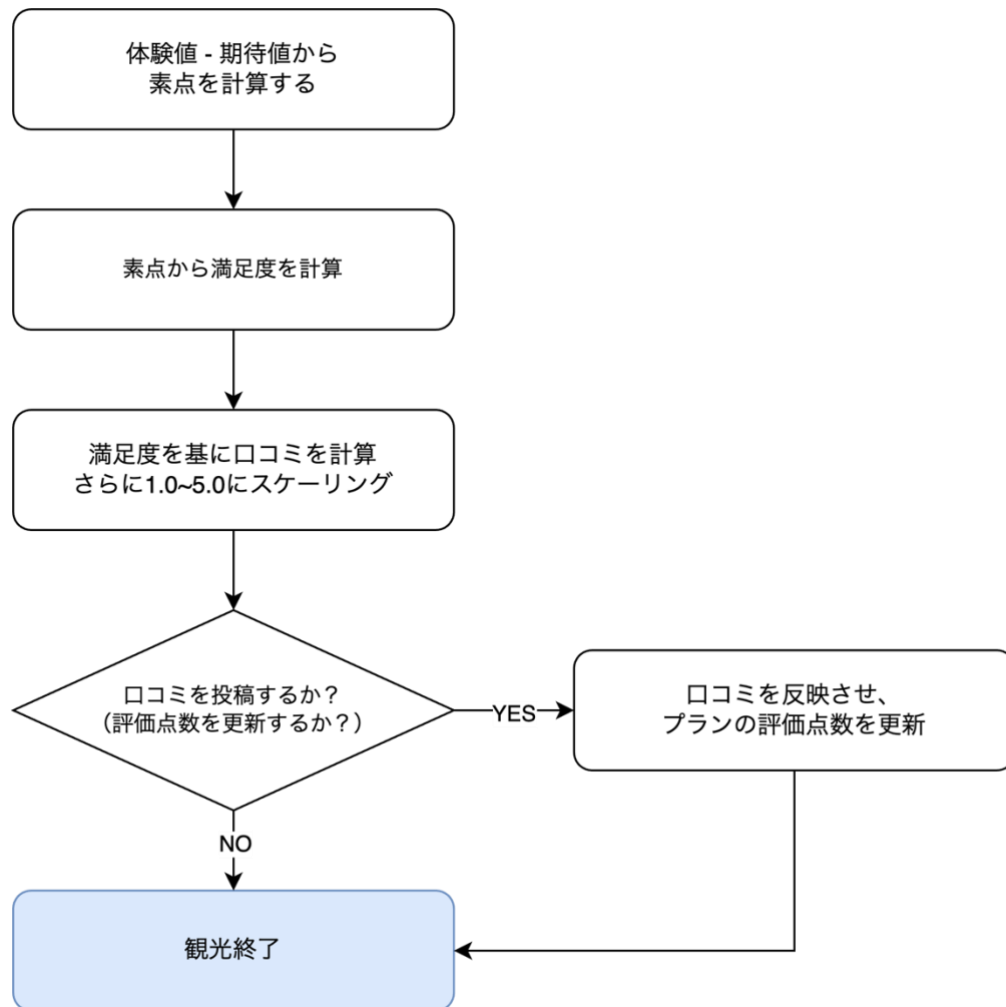


図 3-6 評価モジュールフローチャート

本研究では、経済行動の心理学的側面を取り入れたモデリングを目指すため、観光プラン選択における意思決定過程にプロスペクト理論を適用し、その影響を分析した。観光プランの選択に当たり、消費者は単に最大の価値を提供するプランを選択するのではなく、潜在的な損失を避け、自身の現在の状態からの相対的な変化を評価する。このプロセスは、観光プラン選択の分布においてより均等な選択がなされる結果をもたらすだろうと考えた。プロスペクト理論とは、カーネマンとトヴェルスキーによって提唱された意思決定理論であり、伝統的な期待効用理論と異なり、人間の意思決定が必ずしも合理的でない現実の心理学的観察に基づいている [27]。この理論は、特にリスクを伴う選択肢の評価において、損失回避の傾向と参照点に基づく価値の非対称性を考慮

に入れる。具体的には、同じ絶対量の利得よりも損失を過敏に感じる（損失回避）、確実性を好む（確実性効果）、そして結果の割合の評価が正確ではない（割合重み付け効果）という特性がある。

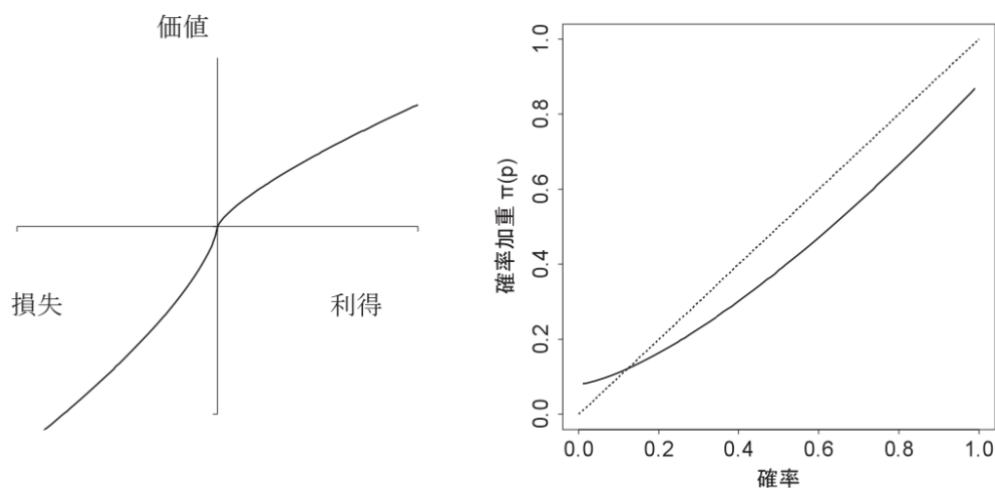


図 3-7 価値関数と確率加重関数 [28]

利得に対して

$$v(x) = x^{\alpha}, \text{ ただし } x > 0, \text{ 通常 } \alpha \text{ は } 0 \text{ と } 1 \text{ の間の値。}$$

損失に対して $v(x) = -\lambda(-x)^{\beta}$, ただし $x < 0$, 通常 β は 0 と 1 の間の値 $\lambda > 1$ は損失回避係数 [55]

ここで各パラメータは、この理論において標準的な値である $\alpha = \beta = 0.88, \lambda = 2.25$ を使用する [29]。

1. 満足度の計算

プロスペクト理論を適用した素点の計算式

プロスペクト理論を使用した場合の素点は、体験値 X_{total} と期待値 E_{total} に基づいて以下のように計算される。

体験が正の場合（利得）：

$$evaluation = (X_{total}^{\alpha}) - (E_{total}^{\alpha}) \quad (13-1)$$

体験が負の場合（損失）：

$$evaluation = -\lambda * ((-X_{total})^\beta) + (E_{total}^\beta) \quad (13-2)$$

ここで、 X_{total} は体験値、 E_{total} は期待値、 α 、 β 、 λ はプロスペクト理論に基づくパラメータである。

$$satisfaction = evaluation \times \log(N + 1) \quad (14)$$

$evaluation$ は体験値から期待値を引いたその観光客エージェントの素点、 X_{total} は観光客の体験値、 E_{total} は観光客の期待値とする。さらに $Satisfaction$ は観光客の満足度、 N はそのプランの過去の選択人数とする。この満足度の計算手法は、評価されるプランの評価点数に対する信頼度を重み付けすることを目的としている。これは評価点数の同一性に対する信頼度の問題は、少数の評価者による評価がプランの品質を必ずしも正確に反映していない可能性があることに起因する。一方で、多数の評価者による評価は、そのプランの実際の満足度や品質をより適切に示すと考えられる。したがって、評価者数の違いによる信頼度の差を反映するため、本研究では対数関数に基づく調整係数を導入している。評価点数の信頼性を評価者数に依存させることにより、評価の公正性を目指す。

2. 満足度をレビューに変換：

$$review = \begin{cases} 1, & \text{if } \text{MAX } S = \text{MIN } S \text{ and } satisfaction < 0 \\ 5, & \text{if } \text{MAX } S = \text{MIN } S \text{ and } satisfaction \geq 0 \\ \text{round}\left(1 + \frac{satisfaction - \text{MIN } S}{\text{MAX } S - \text{MIN } S} \times 4, 1\right), & \text{otherwise} \end{cases} \quad (15)$$

ここで、 $review$ は観光客のレビュー、 $\text{MIN } S$ は最小満足度、 $\text{MAX } S$ は最大満足度である。

3. プランの評価点数の更新

観光客の $review$ を加えたプランの評価点数の合計 new_total_rating を算出し、その観光客エージェントも含めたプランの選択人数 N で割ること、で、プランの評価点数の新たな平均を以下の手順で算出する。

$$new_total_rating = (current_rating \times N \times weight) + review \quad (16)$$

選択回数 N が少ない場合（つまり、プランが新しく、まだ多くの評価を集めていない場合）、*weight* は 0.5 と設定される。これは、新しいレビューがプランの総評価点数に与える影響を相対的に強めることを意味する。その理由は、評価点数の統計的信頼性がまだ低く、少数のレビューでも評価点数に大きな変動をもたらす可能性があるからである。

対照的に、選択回数 N が多い場合、つまりプランが広く受け入れられており、多くのレビューを集めている場合、*weight* は 1 と設定される。これは、新しいレビューが総評価点数に与える影響を抑制することを意味し、そのプランの既存の評価点数の信頼性を維持するために役立つ。ここで、*current rating* は、観光客が自身の持つレビューをプランに反映させる前のプランの評価点数であり、新しいレビューが加わることによって評価点数は更新される。この新しい評価点数は、選択された回数 *selected count* に 1 を加えた値で割り、新しい平均評価点数 *rating* は (17) のように算出される。

$$rating = \frac{new_total_rating}{selected_count + 1} \quad (17)$$

3.7. インプットデータ

本章では、シミュレーションで入力したデータおよびパラメータ設定を紹介する。

3.7.1. 観光客数予測におけるパラメータ設定

まず、佐渡島の観光客数の予測モデルについて説明する。ここでは過去のデータを基に新潟県全体の観光客数から佐渡島の観光客数を推定する。具体的には、新潟県の観光客数予測係数と佐渡島の観光客数の平均比率を用いて、観光客数を予測する。まず、新潟県の観光客数が、次の線形回帰モデルを用いて予測される。

$$N_t = a_t \times Y + b_t \quad (18)$$

ここで、 Y は年を表し、 a_t と b_t は月 t における回帰係数である。これらの係数は、表 3-5 の令和 3 年新潟県観光入込客統計調査結果 [13] より、新潟県の 10 年間分の観光入込客数に基づいて算出され、新潟県の観光客数の時間的変動を捉える役割を果たす。このデータから予測した線形回帰モデルのパラメータ a, b を表 3-6 に示す。

表 3-5 2011 年～2018 年 新潟県観光客数（千人）

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1 月	4339	4647	4625	4872	4893	4946	5012	4858
2 月	5229	4312	4636	4225	4867	4894	4751	4463
3 月	2781	4263	4736	4842	5231	5164	5044	5174
4 月	4496	5715	5962	6512	6400	6729	6376	6062
5 月	6363	5883	6350	6583	7289	6525	6763	6078
6 月	4903	5228	5483	5459	5368	5390	5277	5724
7 月	6757	7361	6373	6739	6925	7423	6563	7473
8 月	11847	12673	13148	12434	13293	12436	12363	12627
9 月	5301	6043	5206	5856	6669	5335	5395	6003
10 月	6438	6509	6437	6796	7788	6852	6384	7284
11 月	4964	4887	5039	5320	5191	5310	5024	5467
12 月	3253	3304	3606	3347	3633	3618	3526	3617

表 3-6 新潟県観光客数予測のための月別線形回帰式

月	a	b
1 月	103. 04	-202751. 93
2 月	-1. 39	7507. 21
3 月	324. 50	-648962. 86
4 月	289. 50	-577025. 86
5 月	122. 25	-239674. 93
6 月	47. 54	-90435. 79
7 月	3. 36	116. 0
8 月	43. 54	-75081. 79
9 月	11. 75	-17978. 07
10 月	66. 96	-128122. 64
11 月	42. 07	-79626. 86
12 月	52. 64	-102553. 14

次に佐渡島の潜在的な観光客数 St は、以下のフローで新潟県の観光客数に基づいて決定される。この関係は、月 t における佐渡島の観光客数の新潟県の観光

客数に対する月別平均割合 r_t と、新潟県外からの観光客数 Δ を用いて次のように表される。

$$S_t = N_t \times (r_t + \Delta) \quad (19)$$

ここで佐渡島の潜在的な観光客数とは、観光の行き先として佐渡島を候補に入れている観光客エージェント、つまり佐渡島を観光先として選択する可能性のある観光客数を表している。次に佐渡島の観光客数

$predicted_tourist_count_{month}$ 、つまりこの先の佐渡島のプラン選択モジュールに進む観光客エージェントは以下の数式で決定される。

$$predicted_tourist_count_{month} = S_t + (1 + (R_y - 2.5) \times \lambda) \quad (20)$$

ここで、 R_y は前年度のレビュー平均を、 λ は口コミ効果の強度を表している。

3.7.2. プランと施設に関するパラメータ設定

次に、本研究で使したプランと施設について説明する。本研究の施設リストは、佐渡観光交流機構の長島様にご紹介いただいたツアー客が訪れる主要な28施設を使用する。さらに、施設の基本情報を佐渡市公式情報サイト「さど観光ナビ」[30]から取得し、施設を「自然」「温泉・健康」「スポーツ」

「文化」の観点で評価し、4次元の属性ベクトルを設定する。それぞれの施設の地図上の位置は、図3-9の通り。また、トラベルコ[31](1500以上の予約サイトの旅行商品を一括で検索できる旅行比較サイト)より、7/12時点で佐渡島のツアー総数は110件であったため、これらの施設を組み合わせ、ランダムに110個のプランを生成した。



図 3-8 入力した観光施設の所在地 [32]

今回のシミュレーションで生成した施設の詳細なパラメータ一覧は付録 A を、プランの詳細なパラメータ一覧は付録 B を参照されたい。

3.8. キャリブレーション

3.8.1. キャリブレーション手法

2011 年から 2018 年までの佐渡島の観光入込客数データを使用して、 Δ 、 λ 、次に rt 係数をキャリブレーションする。ここでは Python の `scipy.optimize.minimize` の最適化アルゴリズムを用いて実際の観光客数と予測値の差分を最小にする Δ と λ を算出した。`scipy.optimize.minimize` は、与えられた関数の最小値を見つけるための最適化アルゴリズムである。この関数は、目的関数（最小化したい関数）、初期パラメーター、およびその他のオプションを引数として受け取る。目的関数は、最小化したい量を計算するための関数であり、この場合は予測値と実際の値との誤差の合計である。具体的な手順については次の通り。

Δ と λ の最適化：

まず、予測値と実際の値との誤差を計算する以下の目的関数を定義する。この関数は、特定の Δ と λ の値に対して予測された潜在的な佐渡島の観光客数と、実際の観光客数との差（誤差）を計算している。 Δ は新潟県から佐渡島への観光客流入を調整する係数、 λ は口コミ効果の強度を調整する係数である。

$$error_{month} = | tourist_count_{month}(\Delta, \lambda) - actual_tourist_count_{month} | \quad (21)$$

ここで、*tourist count*は佐渡島のプランを選択した観光客数、*actual tourist count*は実際の観光客数を表す。

次に、予測観光客数*predicted tourist count_{month}*は、以下の式によって計算する。

$$predicted_tourist_count_{month} = (N_t \times r_t + \Delta) \times (1 + (R_y - 2.5) \times \lambda) \quad (22)$$

ここで、 N_t は新潟県の観光客数、 r_t は月 t における佐渡島の観光客数の新潟県の観光客数に対する割合、 Δ は新潟県から佐渡島への観光客流入を調整する係数、 R_y は前年度のレビュー平均、 λ は口コミ効果の強度を調整する係数である。ここでレビューは最大で5点を取るため2.5を基準点とし、レビューが基準より高いかどうかを判断するために使用する。次に Δ と λ の初期値を設定する。これらの値は、最適化プロセスの出発点となる。そして、最適化アルゴリズムを実行する。**minimize** 関数を呼び出し、目的関数を最小化するように Δ と λ を調整する。このプロセスでは、アルゴリズムがパラメーターの値を反復的に更新し、各ステップでの誤差を減少させるように動作する。最適化が終了すると、最小の誤差を与える Δ と λ の値が得られる。これによってモデルは全体的なトレンドと季節的な変動を捉えることができるが、特定の月における局所的な変動は捉えきれないことがある。したがって Δ と λ の最適化後、月別の観光客数の予測値と実際の値との差異を最小化するために月別平均割合 r_t を最適化する。これにより、モデルは特定の月の変動をより正確に捉えることができる。

まず、同様に以下の目的関数を定義する。

$$error_{month} = | tourist_count_{month}(r_t) - actual_tourist_count_{month} | \quad (23)$$

次に、各年について、上記を最小化する月別平均割合を求める。

$$optimized_ratio_{month} = minimize(error_{month}) \quad (24)$$

最後に全年にわたる月別の最適化された比率から、各月の平均比率を算出する。

$$monthly_average_ratio_{month} = \frac{\sum_{year} optimized_ratio_{year, month}}{total_years} \quad (25)$$

3.8.2. キャリブレーション結果

最適化プロセスの結果特定した、年ごとの Δ と λ の最適値は表 3-7 を参照されたい。

表 3-7 Δ と λ のキャリブレーション結果

年	Δ	λ
2011	0.0210	0.9474
2012	0.0210	1.2632
2013	0.0263	0.2105
2014	0.0158	0.9474
2015	0.0158	0.8421
2016	0.0158	0.9474
2017	0.0105	1.2632
2018	0.0105	1.3684

2019 年以降は、これらを平均した $\bar{\Delta} = 0.0237$ 、 $\bar{\lambda} = 0.736$ を使い、観光客数を予測する。ここで Δ と λ の異なる組み合わせが誤差にどのように影響するかを視覚的に理解するため、それぞれの範囲内で複数のデータポイントを生成する。これらのパラメータは、佐渡島の観光客数に影響を与える潜在的な要素とレビュースコアの影響を表す。各データポイントについて、予測された観光客数と実際の観光客数との間の誤差を計算する。この誤差は、予測モデルの精度を評価するために用いられる。図 3-8 のヒートマップでは、 Δ と λ の組み合わせによる 2011 年から 2018 年までの累積誤差を可視化した。色の濃淡は誤差の大

きさを表し、暖色は高い誤差、寒色は低い誤差を示している。ヒートマップ上で最小誤差を持つ座標を特定し、これが最適な Δ と λ の組み合わせである。

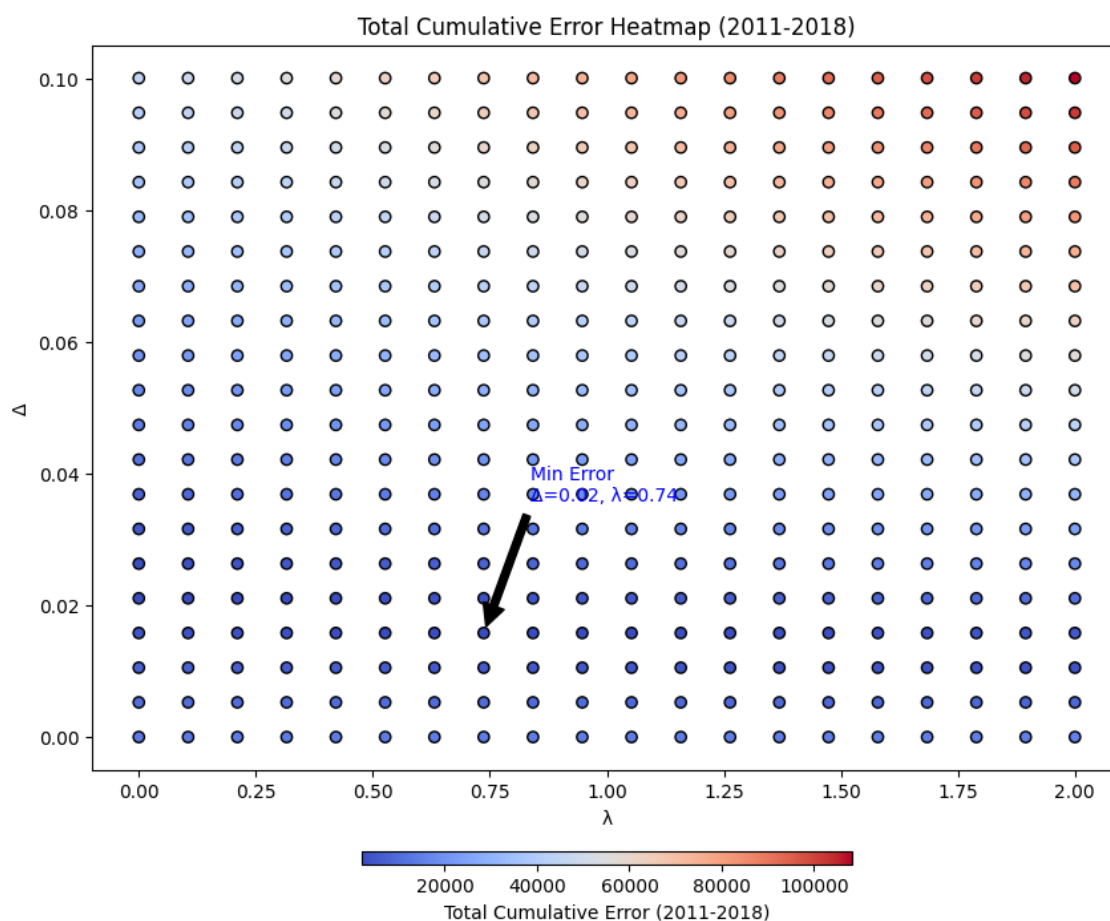


図 3-9 Δ と λ の組み合わせによる予測値の差分ヒートマップ

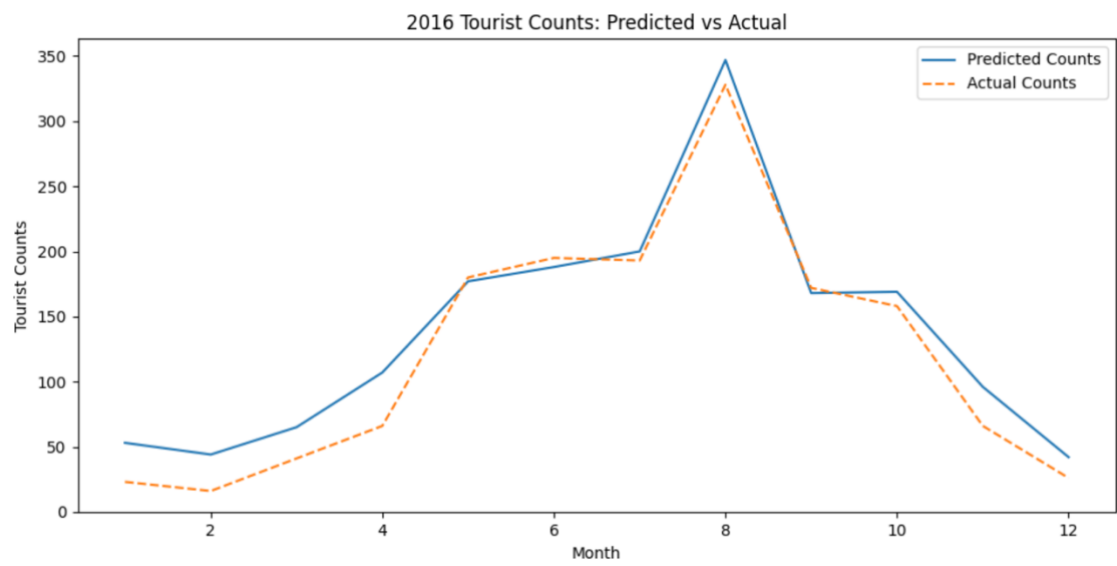
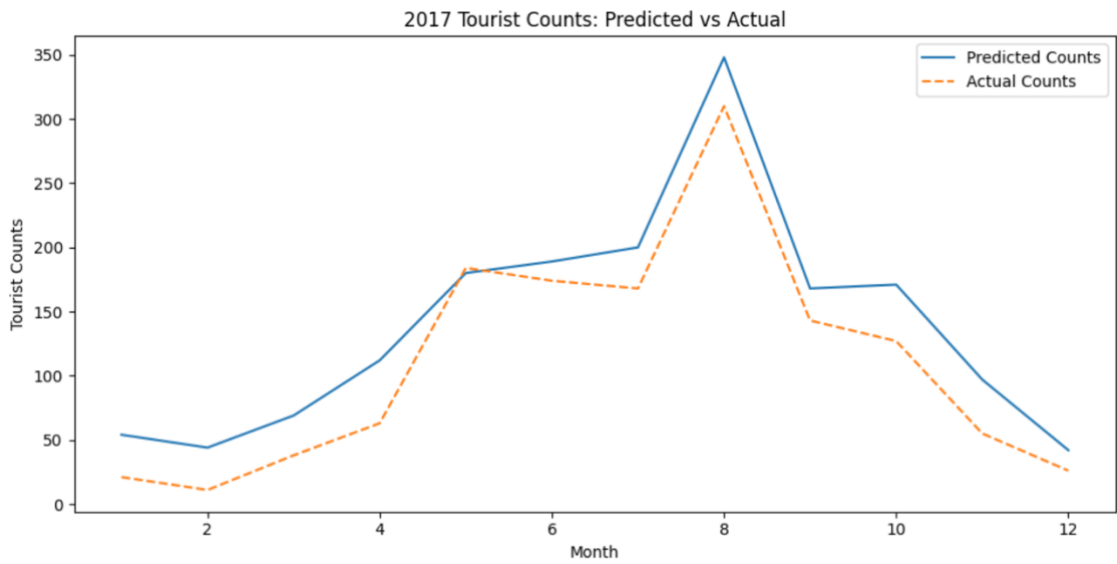
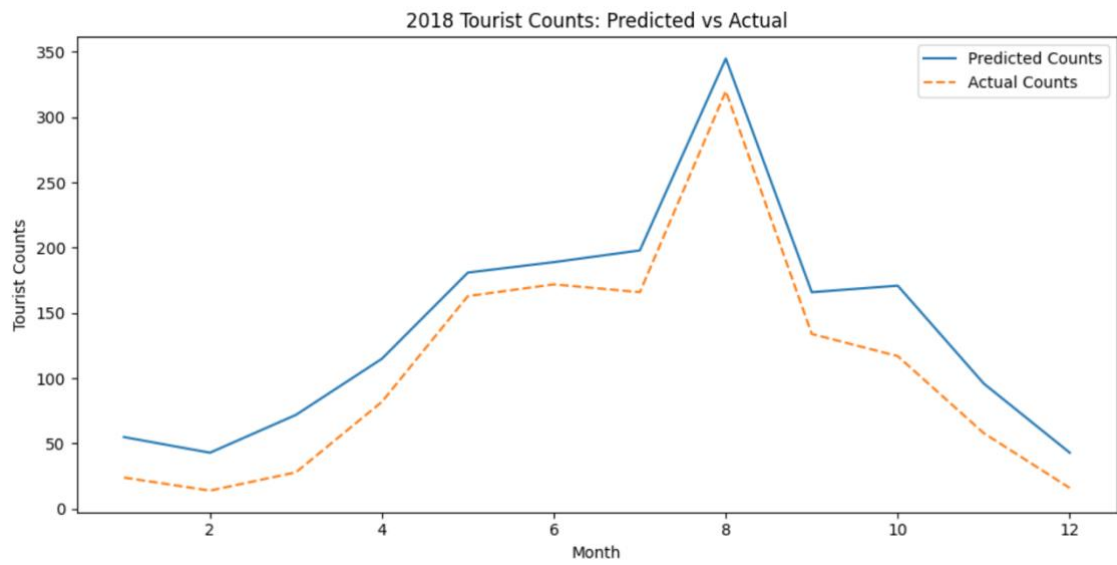
次に、月別平均比率 r_t を最適化した結果は表 3-8 の通り。

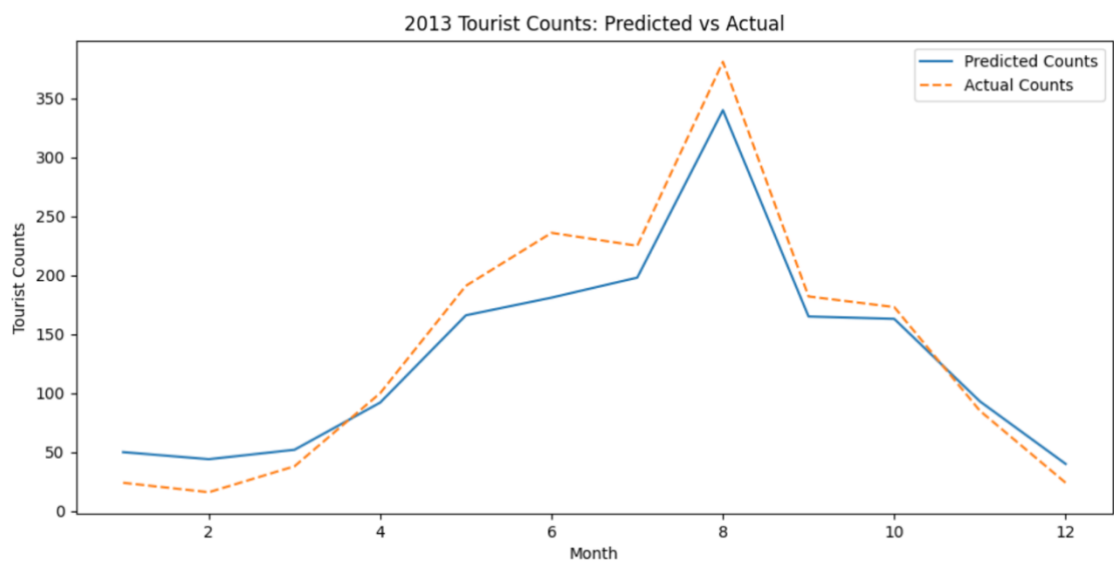
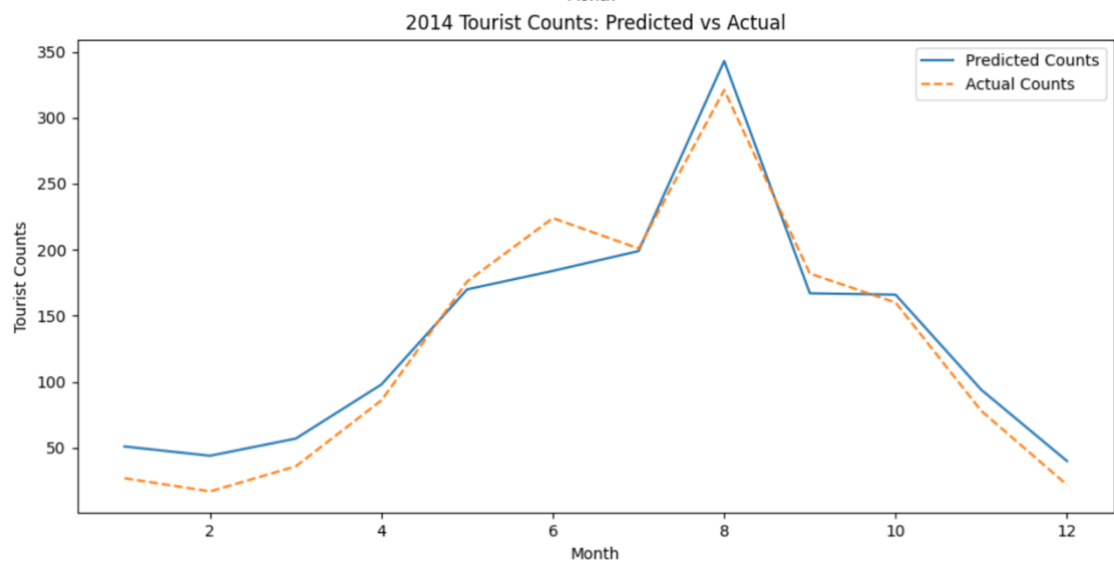
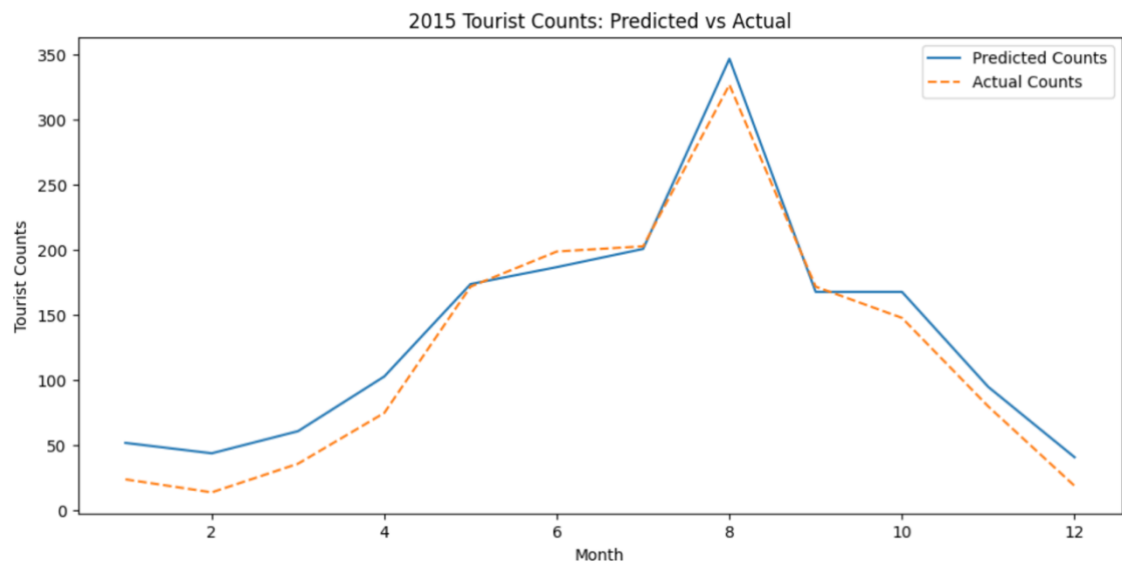
表 3-8 平均比率のキャリブレーション結果

月	平均比率
1 月	-0.0133
2 月	-0.0147
3 月	-0.0117

4 月	-0.0081
5 月	0.0014
6 月	0.0098
7 月	0.0043
8 月	0.0026
9 月	0.0046
10 月	0.0075
11 月	-0.0059
12 月	-0.0124

以下の図 3-9 はキャリブレーションによって導かれた Δ と λ を平均した値を代入し、月別の平均比率によって予測した佐渡島の観光客数と、令和 3 年新潟県観光入込客統計調査結果より取得した佐渡島の観光客数をプロットした図である。概ね予測値は実データと一致することが確認できた。





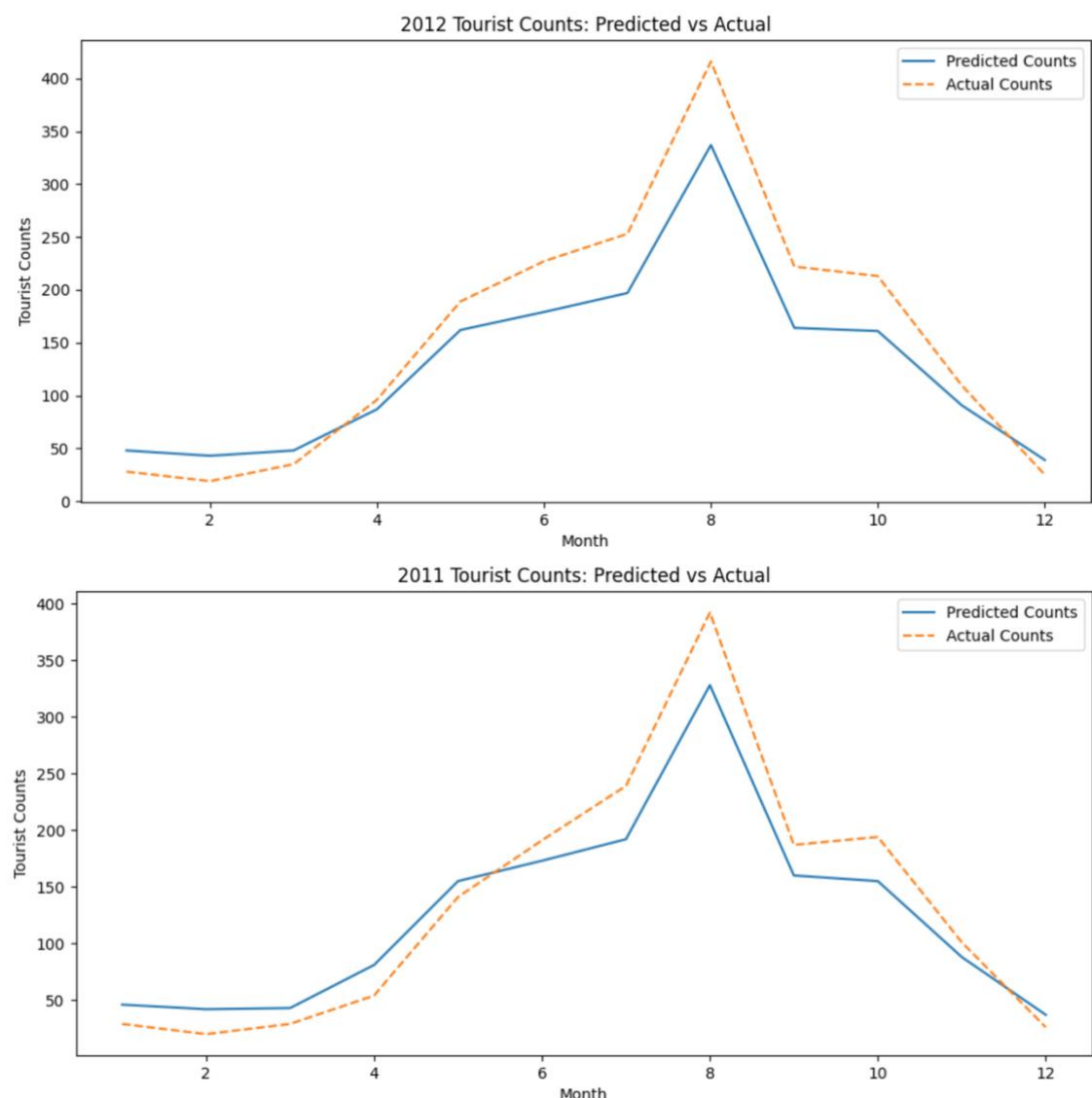


図 3-10 佐渡島の予測観光客数と実際の観光客数

3.9. ベースラインの結果

本モデルの設計には、観光客のレビューや、観光評価のプロスペクト理論などが組み込まれている。本章はこれらの要因はモデルの挙動にどのような影響を与えるのかを考察する。また、一番人気のプランの特性を示し、ランキングのトップになった理由を解析する。個別施設やプランにおける実データが乏しい状況において、このような考察と解析は、シミュレーションコードの動作の正しさ及びモデルの妥当性を説明する役割にも果たしている。図 3-11 はシミュレーションモデルを 1 年間（2018 年）動かした後のプランの選択された回数の降順の出力と、プランの選択人数であり、表 3-11 はその統計情報である。平均値（約 108.93）は中央値（45.0）よりもかなり高く、いくつかのプランが非常に高い選択回数を記録しており、全体の平均を押し上げていることを

示唆している。また、グラフの形状からもわかる通り、標準偏差が非常に大きく（約 257.23）、選択回数のデータに大きなばらつきがある。第一四分位数と第三四分位数の値（32.0 と 74.0）も範囲が広く、選択回数にかなりの多様性があることを示している。

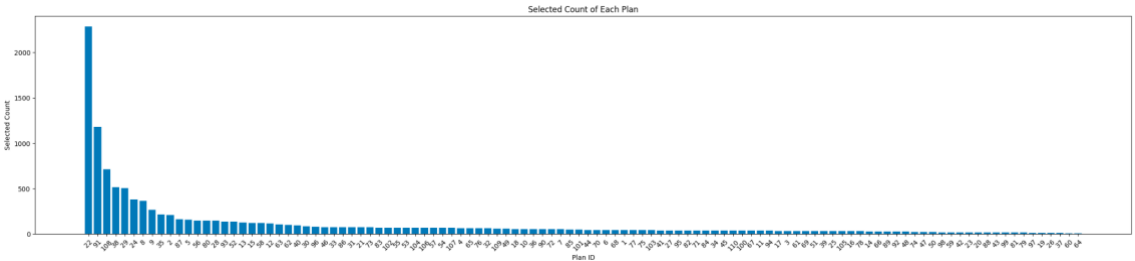


図 3-11 2018 年のシミュレーション結果（プランの選択人数）

表 3-9 2018 年のシミュレーション結果統計指標

統計指標	値
平均値（Mean）	108.93
中央値（Median）	45.0
最頻値（Mode）	36
標準偏差（Std Dev）	257.23
第一四分位数（25%）	32.0
中央値（50%）	45.0
第三四分位数（75%）	74.0
最小値プラン ID	64

最大値プラン ID	22
-----------	----

また、最も人気であったプラン 64 と最も人気がなかったプラン 22 のパラメータ詳細は表 3-12 の通りである。

表 3-10 2018 年のシミュレーションで最も人気であったプラン 64 と人気がなかったプラン 22 のパラメータ一覧

plan name	advertisement_power	price	rating	days	facilities	other
Plan_64	0.279	3	4.946875	3	真野御陵, 佐渡歴史伝説館	2
Plan_22	0.294	2	4.307501457	0	蓮華峰寺	1

このプラン 64 とプラン 22 に関して、佐渡島の観光業界における専門的な見識を得るため、一般社団法人佐渡観光交流機構の長島様にヒアリングを行った。その結果、真野御陵は佐渡島の歴史的な重要性を示す象徴的なスポットとして団体客に人気があり、佐渡島が特に歴史や文化に興味を持つ観光客に人気であるため、プラン 64 の高い人気は予想される結果であるとの見解をいただいた。また、プラン 64 の価格設定や宿泊日数が一般的な範囲内にあることも、その人気を支えている要因であると指摘された。一方、プラン 22 の人気が低い理由については、佐渡島での日帰り観光の需要が少ないこと、および寺院のみを訪れるツアーに対する需要がほとんどないことが認識されているとのことだった。さらに、蓮華峰寺が観光客に十分に認識されていない印象があり、これがプラン 22 の選択されにくさに影響しているとのコメントを受けた。このヒアリング結果は、本研究におけるシミュレーションモデルの分析と一致しており、佐渡島の実際の市場状況を概ね反映していることが確認された。

3.9.1. プラン特性の解析

次に、最も選択されたプラン 22 について考察する。最も選ばれたプランの各特性 (a1, a2, a3, Price, initial_rating, advertisement_power, congestion, days, deterioration) を他のプランと比較する。各ヒストグラムは他のプランの分布を示し、赤い破線は最も選ばれたプランの値を示している。まず、図 3-11 はプランの自然属性得点分布、図 3-12 はプランの温泉・健康属性得点分布、図 3-13 はプランのスポーツ属性得点分布である。

プラン 22 の属性値 (a1, a2, a3) は他のプランと比べて平均的な属性値を持っているが、特にスポーツで他のプランより高い値を示している。

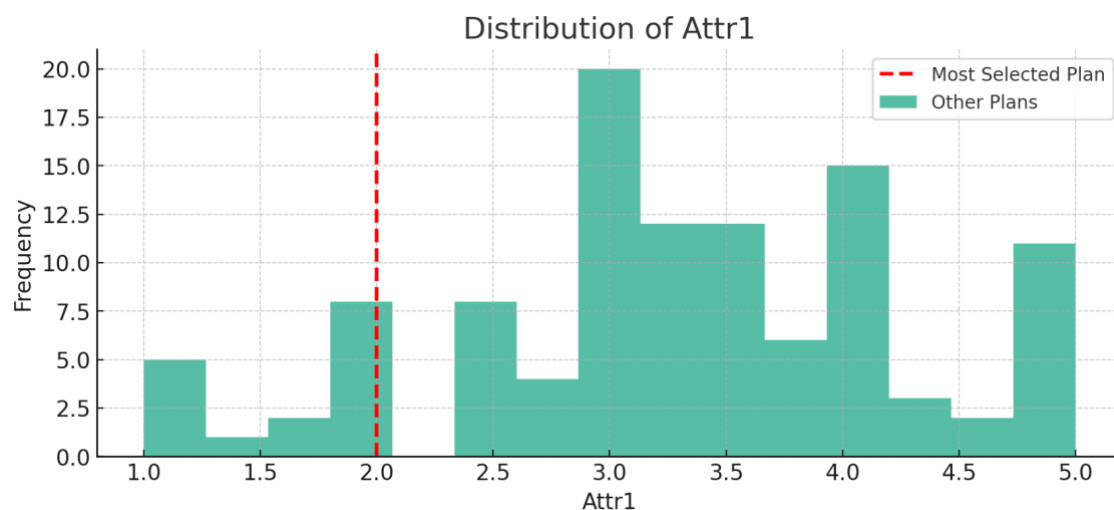


図 3-12 プランの自然属性得点分布

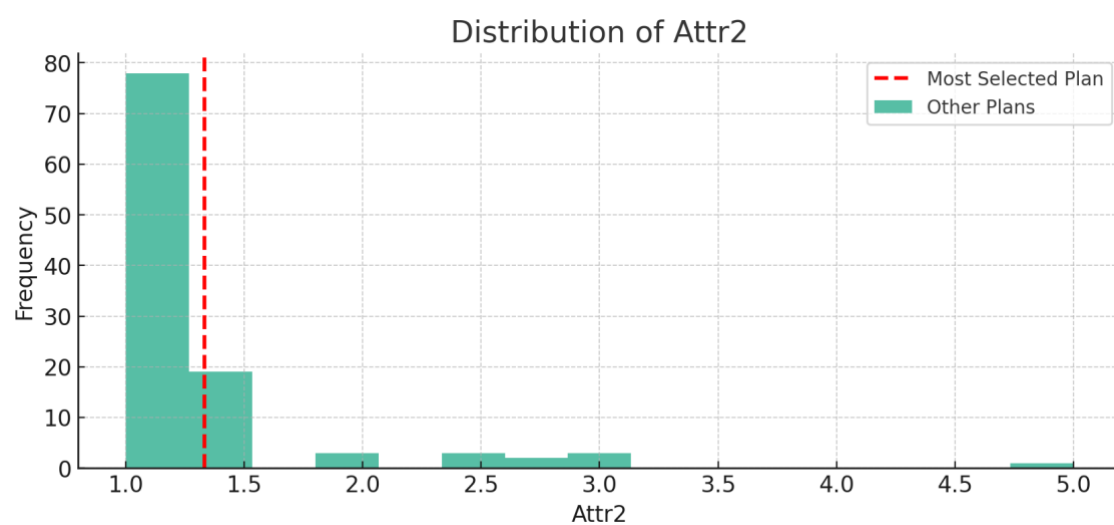


図 3-13 プランの温泉・健康属性得点分布

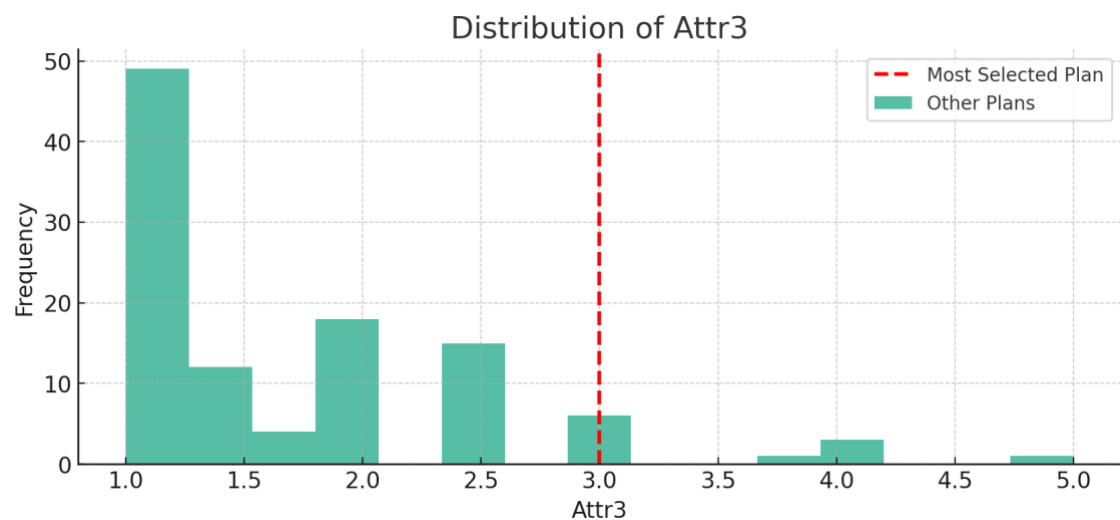


図 3-14 プランのスポーツ得点分布

次に、図 3-15 はプランの日数分布を示している。プラン 22 の日数は他の多くのプランと同様であり、2泊と平均的であった。

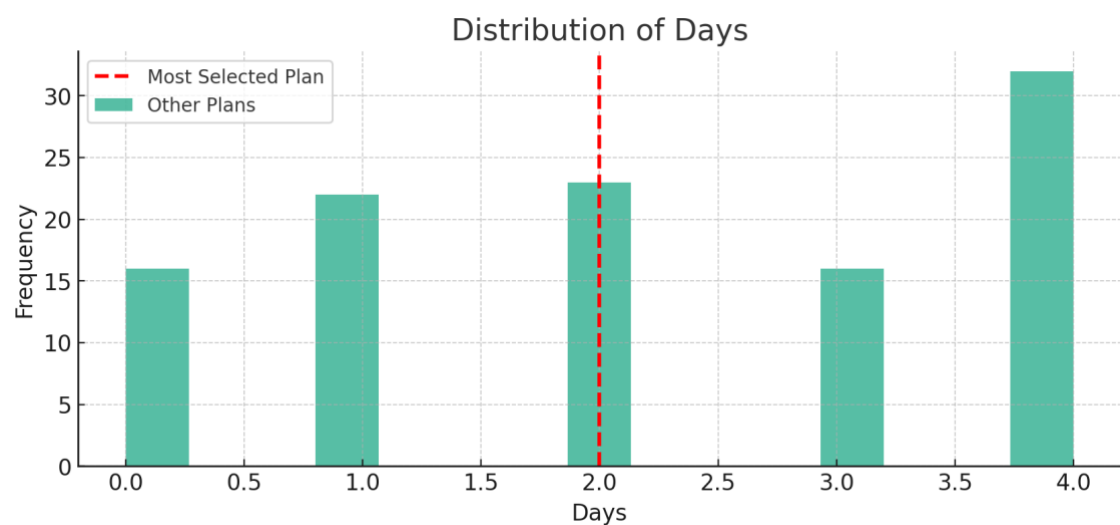


図 3-15 プランの日数分布

次に図 3-16 はプランの評価点数の分布を示している。プラン 22 は他のプランに比べて非常に高い評価点数を持っており、この高得点が選択回数に強い影響を与えている可能性がある。

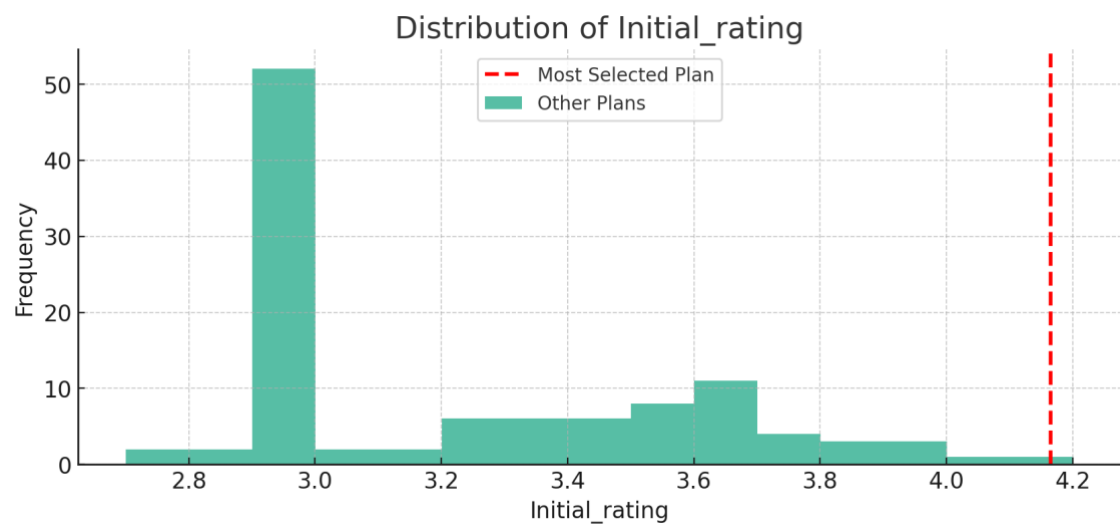


図 3-16 プランの評価点数分布

次に、図 3-17 はプランの経年劣化の分布を表している。プラン 22 は他のプランと比較して経年劣化の数値が高い。これは比較的新しい施設が提供されていることを表している。

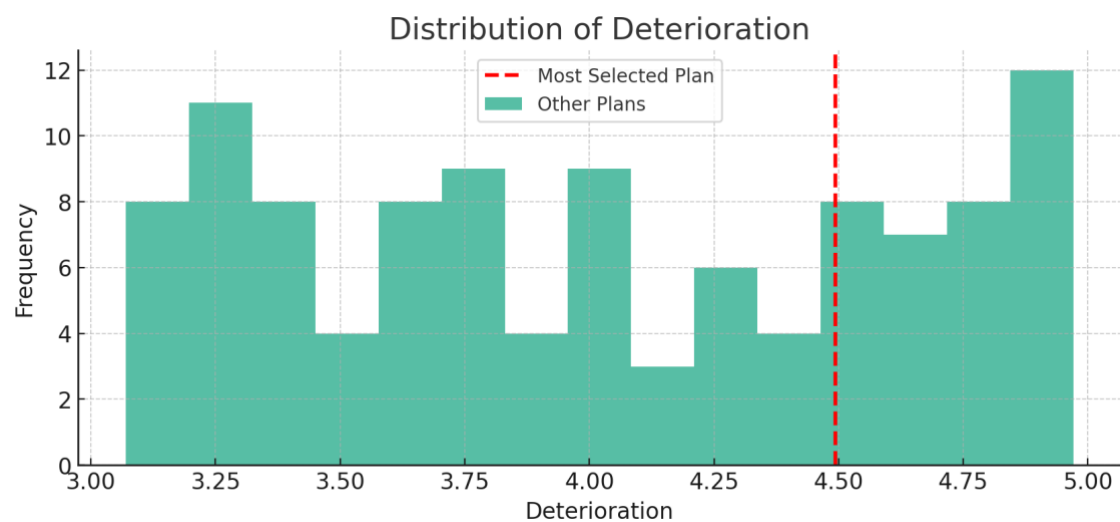


図 3-17 プランの経年劣化分布

次に図 3-18 はプランの金額分布を示している。プラン 22 の価格は他の多くのプランと同様であり、平均的である。

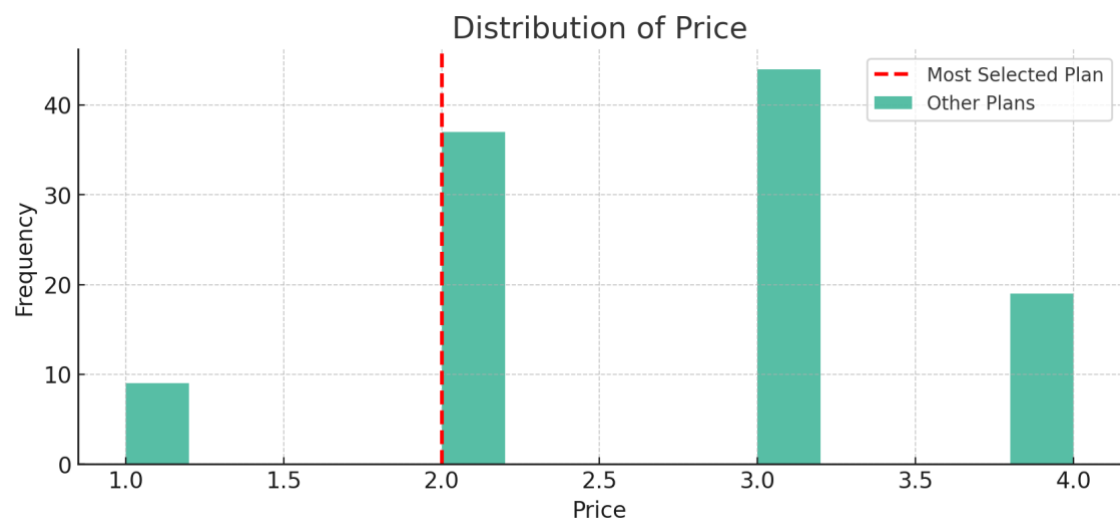


図 3-18 プランの金額分布

次に図 3-19 は、プランの 2018 年のシミュレーション結果の平均混雑度分布を示している。12 ヶ月の各施設の混雑度の平均値をとると、プラン 22 は比較的低い混雑度を持っている。これは、快適な体験を提供するという観点から観光客にとって魅力的であった可能性を示唆している。

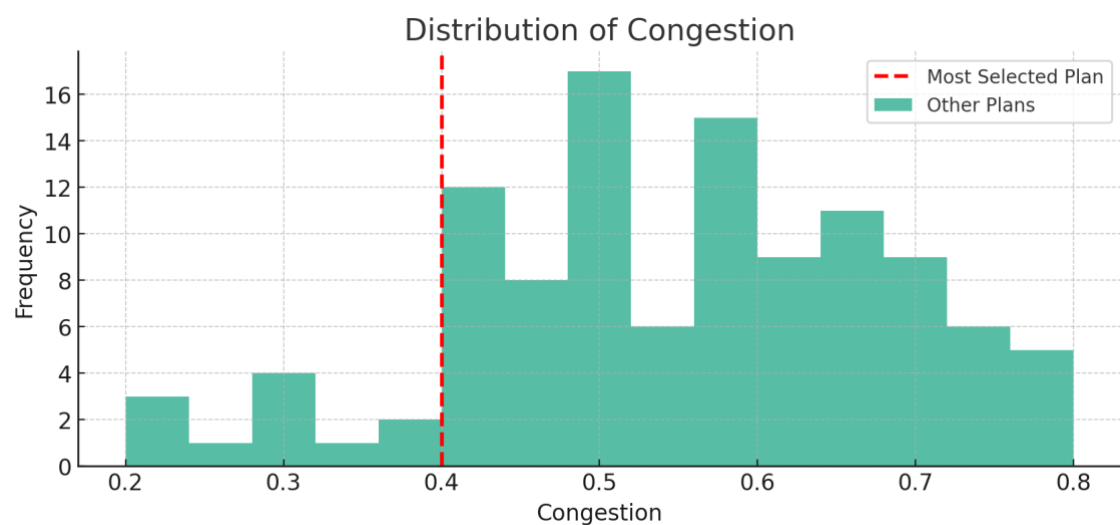


図 3-19 プランの 2018 年平均混雑度分布

次に図 3-20 は、プランの広告力の分布を表している。プラン 22 の広告力は比較的低い。これは他の要因が選択に大きく寄与している可能性を示唆している。

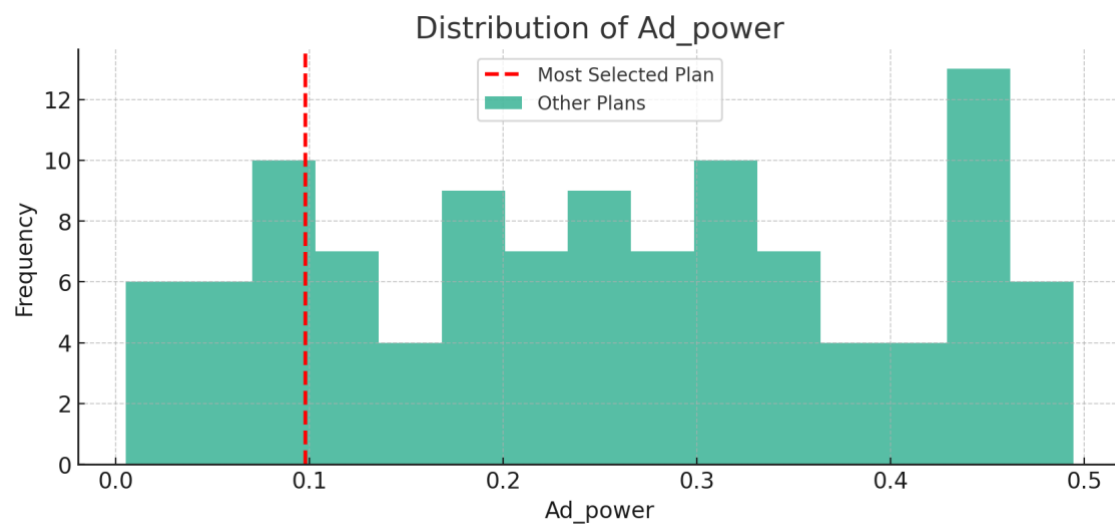


図 3-20 プランの広告力分布

さらに人気プランの解析を進める。図 3-21 のヒートマップは、プランの各特性（パラメータ）と選択回数との間に存在する相関関係を視覚的に示している。相関係数は-1 から 1 までの値を取り、1 に近いほど正の強い相関、-1 に近いほど負の強い相関、0 に近いほど相関がないことを意味している。

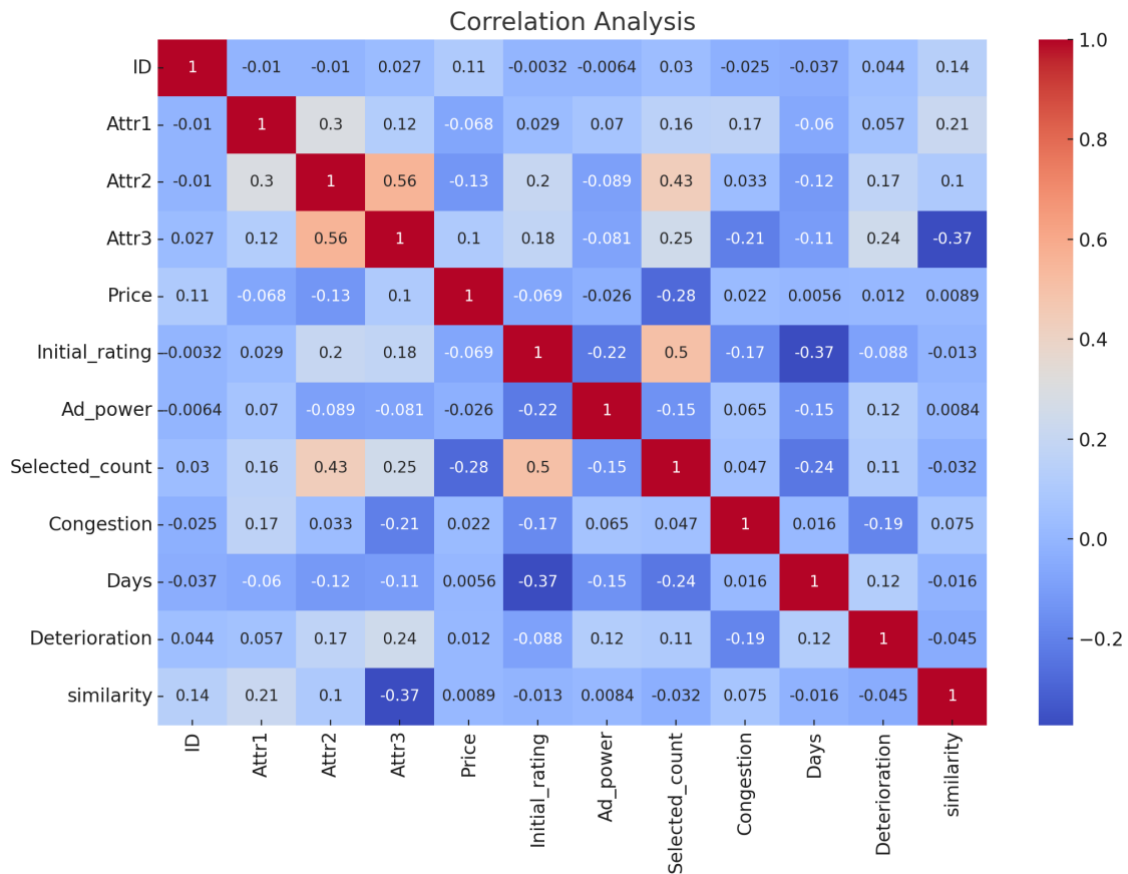


図 3-21 プランの各特性（属性値、価格、初期評価、広告力、混雑度、日数、劣化度、類似度）と選択回数との間の相関関係ヒートマップ

属性 1 (a1)、属性 2 (a2)、および属性 3 (a3) は、選択回数 (selected_count) と正の相関を示している。特に a2 は相関が最も強く、これは観光客がプランを選択する際に重視している可能性が高い。属性値と選択回数の正の相関は、これらの属性が観光客のプラン選択において重要な決定要因であることを反映している。一方で価格 (price) は選択回数と負の相関を示しており、これは高価なプランが頻繁に選択されることは少ないことを意味している。初期評価点数 (initial_rating) と広告力 (advertisement_power) は選択回数と正の関連が見られるが、この相関は他の属性値ほど強くはない。これは、これらの要因がプランの魅力に寄与しているが、最終的な選択においては属性値ほど重要ではないことを示唆している。各施設の 12 ヶ月の平均混雑度 (congestion) は選択回数の関係は弱く、佐渡島の各観光施設に容量の問題がないことを示唆している。日数 (days) と劣化度 (deterioration) は選択回数との相関がほとんどないか、負の相関を示しており、これらがプラン選択において重要な役割を果たしていないことを示している。日数が少ないことや施設の新しさは、必ずしも選択回数の増加には繋がらないことが伺える。最後に、類似度 (similarity) とは、そのプランを選

択した観光客の嗜好とのコサイン類似度の平均を示している。選択回数と正の相関を示しているが、この相関関係は他の特性と比べてやや弱い。類似度は観光客の嗜好とプランの属性の一致度を示すため、この結果は観光客が自身の嗜好に合ったプランを選択する傾向があることを示している。しかし、類似度だけがプラン選択における唯一の決定要因ではないことも示唆される。

3.9.2. レビューの効果

次に、図 3-22 はレビューを投稿する割合を 100%、図 3-24 はレビューを投稿する割合を 50%、図 3-26 はレビューを投稿する割合を 0%に分けてシミュレーションを実行した時の、プラン選択回数が多かった上位 20 個のプランの選択回数の降順グラフ、図 3-23 はレビューを投稿する割合を 100%、図 3-25 はレビューを投稿する割合を 50%、図 3-27 はレビューを投稿する割合を 0%に分けてシミュレーションした時の全プランの選択回数と評価点数の散布図である。レビューの投稿割合が低くなるほど、選択されるプランの分布は偏りが出る。まずプランの選択回数のグラフでは、口コミの影響が小さくなるほど、プランの選ばれ方は平坦になった。これは口コミの割合が 100%から 0%に低下するにつれて情報の不均衡が生じたためである。すべての観光客が口コミを投稿する状況では、多くの選択肢に関する豊富な情報が得られ、観光客はより情報に基づいた意思決定を行うことができるが、一方で口コミが少ない場合、観光客は十分な情報を得ることができず、選択の多様性が損なわれ、結果として選択肢が平坦化する傾向がある。



図 3-22 レビューを投稿する割合が 100%の場合の選択されたプラン上位 20 個

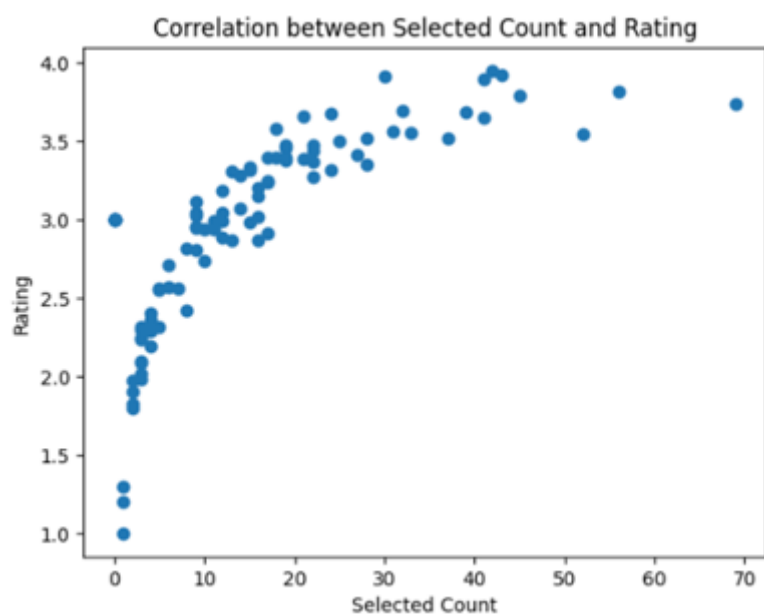


図 3-23 レビューを投稿する割合が 100%の場合の評価点数と選択回数散布図

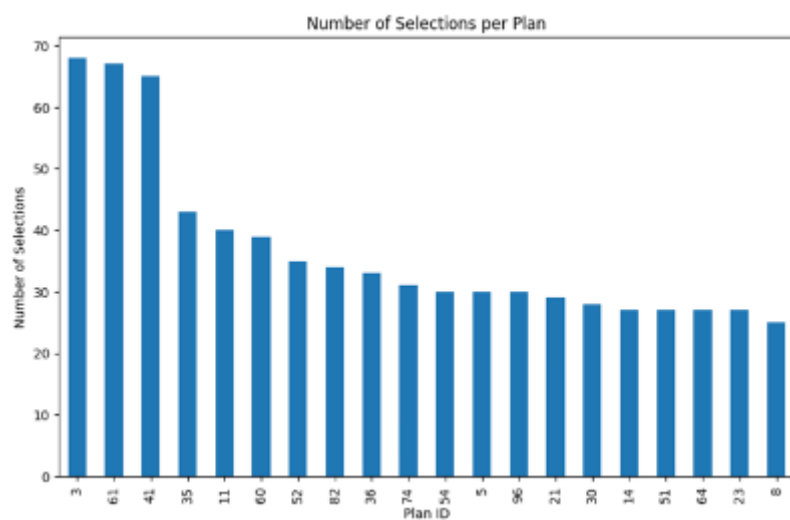


図 3-24 レビューを投稿する割合が 50%の場合の選択されたプラン上位 20 個

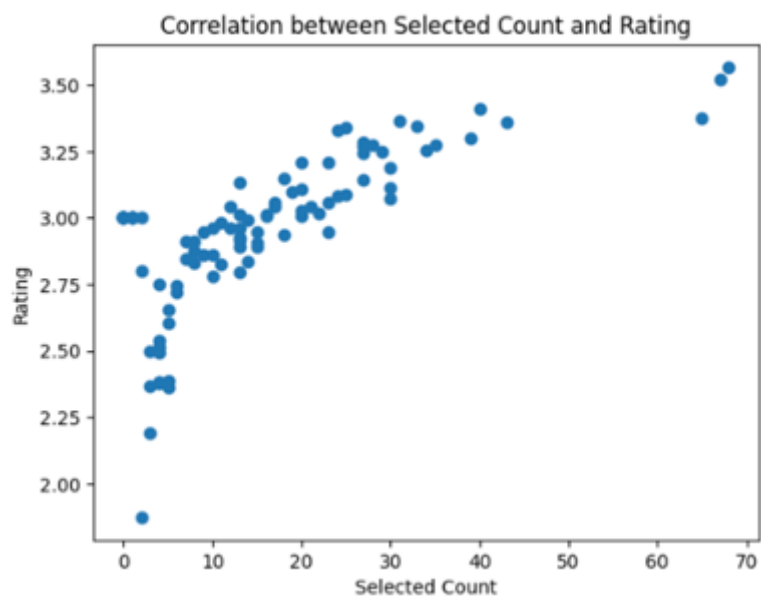


図 3-25 レビューを投稿する割合が 50% の場合の評価点数と選択回数散布図

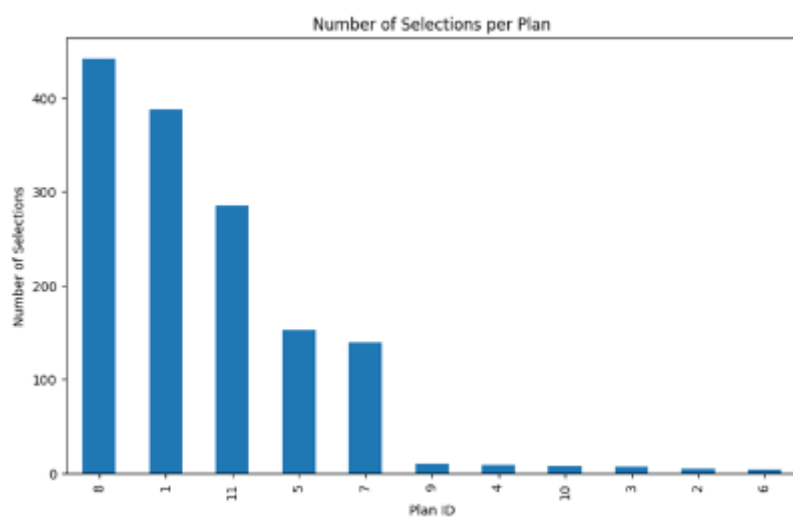


図 3-26 レビューを投稿する割合が 0% の場合の選択されたプラン上位

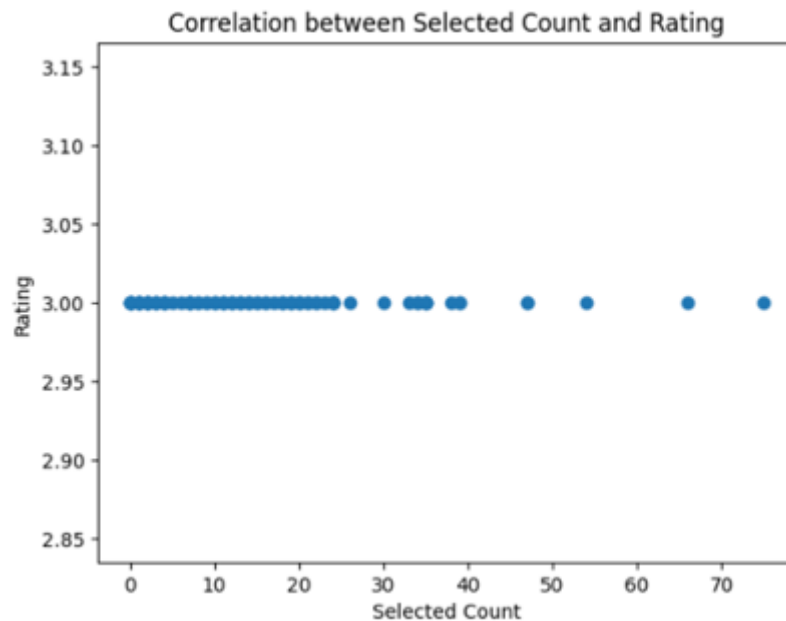


図 3-27 レビューを投稿する割合が 0% の場合の評価点数と選択回数散布図

3.9.3. プロスペクト理論の効果

プロスペクト理論の概念を組み込んだ以下の満足度計算方法を適用した場合と適用しなかった場合に分けてシミュレーションを行い、2024 年から 2026 年にかけての観光プランの選択データを詳細に検証した。この検証においては、シミュレーションの条件を統制するため、他の変数を固定し、プロスペクト理論の導入のみを変更した。具体的には、Python の標準ライブラリ random と NumPy ライブラリの乱数生成機能に対して、固定されたシード値（今回はシード値として一般的な 42 を用いた）である。これにより、評価モジュールにおけるプロスペクト理論の適用有無以外のすべての条件（プランの属性、価格、魅力など）は一定に保たれる。2024 年から 2026 年にかけての観光プランの選択データを分析した結果、図 3-28 のプロスペクト理論を適用しなかった時のプランの選択回数の分布よりも、図 3-29 のプロスペクト理論を適用した時のプランの選択回数の分布の方がより平坦になる現象が確認された。これは、利得よりも損失を重く感じるプロスペクト理論の損失回避の特性により、一部のプランに選択が集中するのを防ぎ、代わりに多様なプランが選ばれることを示唆する。さらに、選択肢間の相対的な価値の評価における非線形性が、意思決定者が損失を避けるためにリスクの低い選択肢を好む傾向を強め、結果として選択の多様化に寄与することを示唆している。

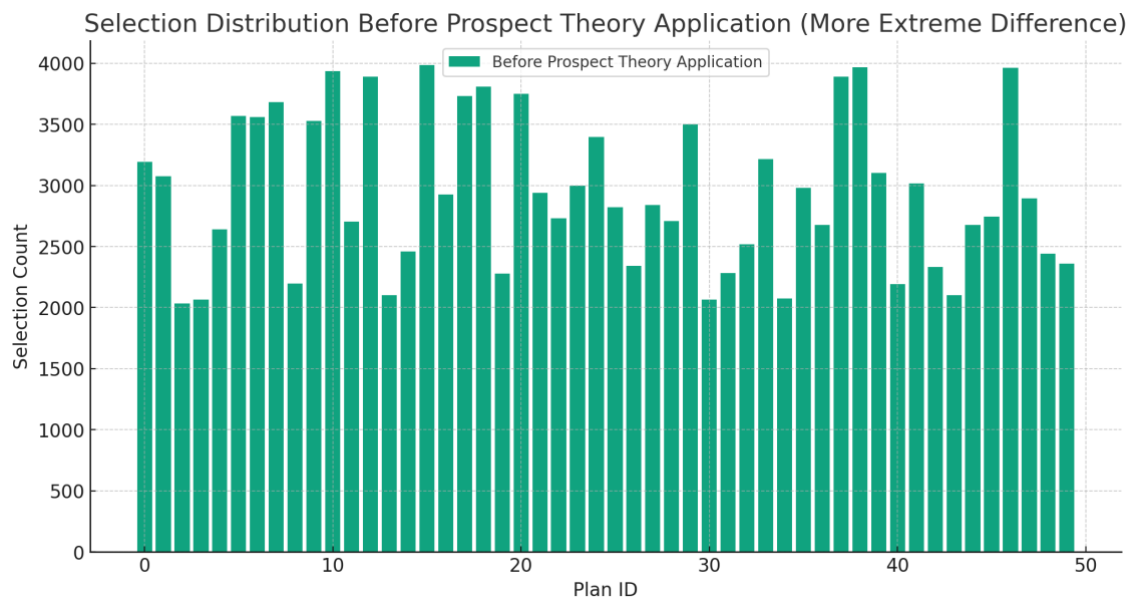


図 3-28 プロスペクト理論を適用しなかった時のプランの選択回数

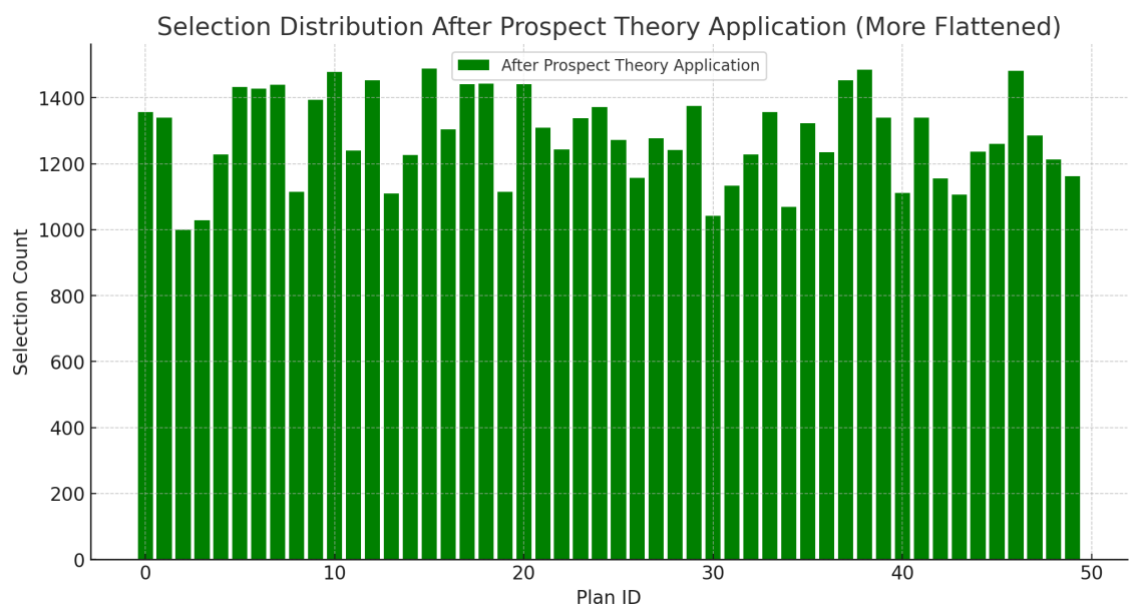


図 3-29 プロスペクト理論を適用した時のプランの選択回数

4. マルチシナリオシミュレーション

前章では、モデルの構築と、検証、妥当性について述べ、モデルを確立した。本章では、新たな施設の建築、広告の増加、レビュー割合の増加、佐渡金山の世界文化遺産登録という4つのシナリオを仮定し、シミュレーションから、各シナリオによる観光客の人数遷移やレビューの変化について考察する。プランごと、施設ごとの「観光客数の時間変化」「評価点数の時間変化」を結果として出力する。

4.7. シナリオテストと前提条件

シナリオテストのセクションでは、新潟県および佐渡島の観光客数に関するシミュレーションにおいて、いくつかの前提条件を設定した。これらの条件は、シミュレーションの有効性と信頼性を向上させることを目的としている。外部環境の安定性を仮定することにより、自然災害、疫病、その他の突発的な事件事故が発生しないという状況下でのシミュレーションを実施した。この仮定は、外部要因による不確実性を排除し、モデルの内部要因に焦点を合わせるために重要である。定常的な観光客数と嗜好分布の仮定は、新潟県の観光客数および観光客の嗜好分布がシミュレーション期間中に変化しないとする事により、人口動態や社会的傾向の変化の影響を考慮せず、既存のデータに基づいた結果の導出を可能にする。交通状況の一貫性の仮定は、新潟県および佐渡島へのアクセスに影響を及ぼす交通状況を、シミュレーション期間中一定であると仮定する。また、2024年から2025年にかけてのシミュレーション結果を他の介入シナリオと比較する基準として使用し、現在の状況が継続するという仮定のもとに将来の動向を予測するためのベースラインとした。口コミ評価の継承は2018年のデータを2023年の評価として反映させることで、過去のデータと現在の評価との関連性を保持している。

4.8. 広告力増加による影響分析

広告力のシナリオは、観光プランの市場でのプロモーション活動の影響度を示す。広告力は観光プランの認知度を高めるための主要な手段であり、その強さが観光客のプラン選択にどのように作用するかを検討した。このシナリオは、特定のプロモーション期間中の集中的な広告施策を模倣しており、観光プラン選択に対する広告の効果を探る。

4.8.1. 設定

基準シナリオでは、すべてのプランに一律に低い広告力(0.2)が割り当てられており、これは限られた広告予算や積極的なマーケティング活動が行われていない状況を反映している。このシナリオの結果から、プランは選択回数に基づいて人気グループ、中間グループ、不人気グループの三つに分類される。各

グループ内で一つの代表プランを選び、その広告力を 0.5 に増加させる一方で、他のプランの広告力に変更されない。広告力シナリオにおける乱数の一貫性の確保には、「固定シード値の設定」が重要である。シナリオの分析において、Python の標準ライブラリ random と numpy ライブラリの乱数生成機能に対して、固定されたシード値（この場合は 42）を使用することで乱数の一貫性が保持される。この手法により、シミュレーションは毎回同じ乱数のシーケンスを生成し、広告力の変更による効果を他のランダムな変動から区別することが可能になる。これは乱数の一貫性がない場合、広告力の変更による観光客の行動の変化が単なるランダムな変動と区別できなくなるためである。

4.8.2. 結果

ここで、広告力を上げたシナリオとレビュー確率を上げたシナリオともに、人気プランとして操作されたプランは 71、中間プランとして操作されたプランは 89、不人気プランとして操作されたプランは 110 である。2018 年の 1 年間にシミュレーション後の各パラメータは表 4-1 の通り。

表 4-1 人気プラン、中間プラン、不人気プランのパラメーター一覧

plan name	advertisement_power	selected_count	price	rating	days	facilities	other
Plan_71	0.42	1054	3	4.7253125	3	長浜荘, 大野亀, 尾畑酒造	1
Plan_89	0.406	105	3	3.9	3	玉堂窯, 佐渡西三川ゴールドパーク, 二ツ亀	4
Plan_110	0.401	2	2	3	1	平根崎, めおと岩観光, 白雲台	4

人気プランの広告力を上げたシナリオ

まず、人気プランの一つである ID 71 の広告力を上げた時の結果を紹介する。図 4-1 は、基準シナリオとの各プランの選択回数の差分を示している。

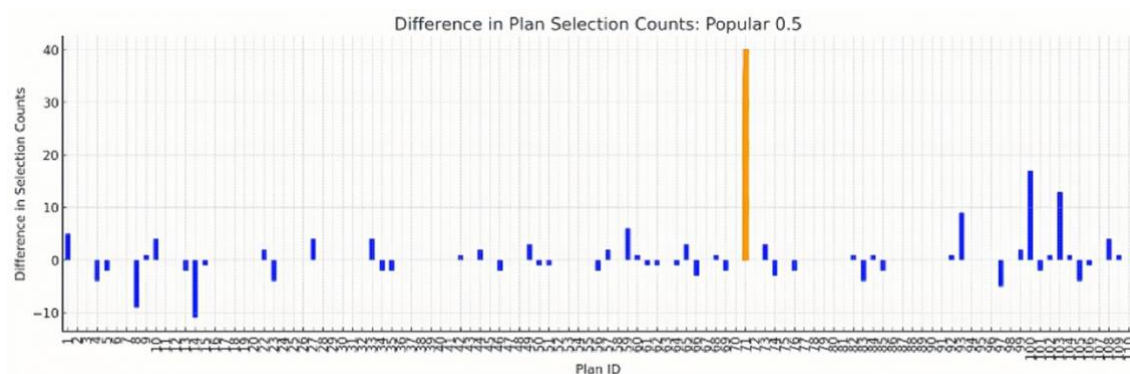


図 4-1 基準シナリオと人気プランの広告力を上げた時の差分

人気プランである 71 の選択回数差分は 41 であった。広告力を増加させた結果他のプランと比較しても選択回数の増加が最も大きく、認知度が高まったと言える。次に、図 4-2 は人気プラン（71）の各シナリオでの選択回数の累積時系列変化を示している。他のシナリオ（基準シナリオや、中間プランや不人気プランの広告力を上げたシナリオ）の人気プラン（71）の時系列変化と比較しても、傾きが大きく著しい増加傾向がある。表 4-1 は同シナリオの他のプランとの差分を比較した結果である。

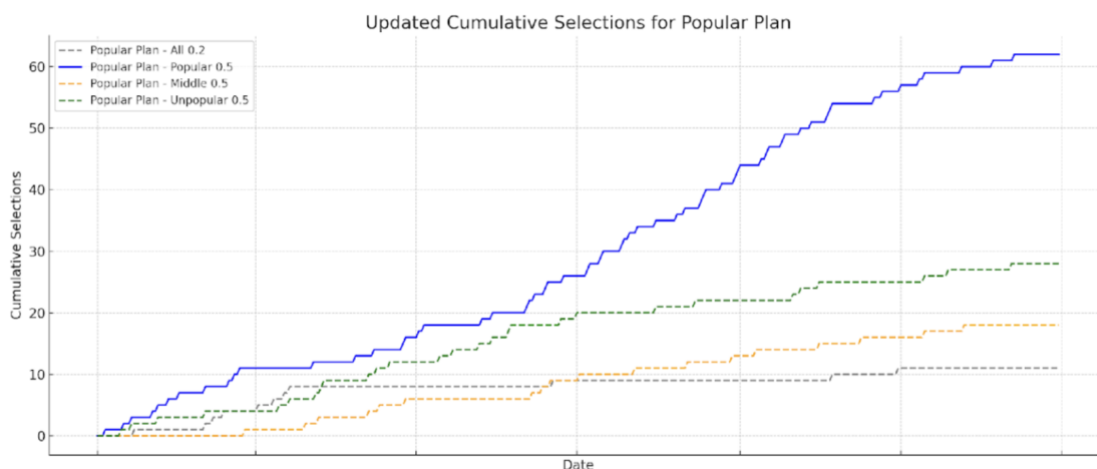


図 4-2 人気プラン（71）の各シナリオでの選択回数の累積時系列変化

表 4-2 人気プラン（71）の各シナリオでの選択回数の累積結果

比較対象	最大差分	最小差分
人気プランの広告力を上げた時の人気プラン	0	41

人気プランの広告力を上げた時の中間プラン	-7	7
人気プランの広告力を上げた時の不人気プラン	-2	17

中間プランの広告力を上げたシナリオ

次に、中間プランの一つである ID 89 の広告力を上げた時の結果を紹介する。図 4-3 は、基準シナリオとの各プランの選択回数の差分を示している。

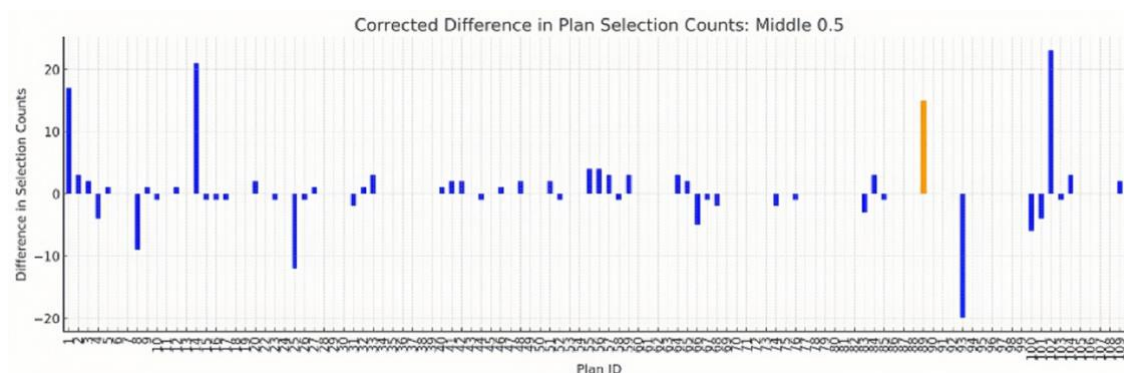


図 4-3 基準シナリオと中間プランの広告力を上げた時の差分

中間プランである 89 の選択回数差分は 18 であった。広告力を増加させた結果他のプランと比較しても選択回数の増加が大きく、認知度が高まったと言える。しかし同様に選択回数が増加しているプランもあり（14, 102）、他のプランと大きく差をつけた結果ではなかった。次に、図 4-4 は中間プラン（89）の各シナリオでの選択回数の累積時系列変化を示している。他のシナリオ（基準シナリオや、人気プランや不人気プランの広告力を上げたシナリオ）の中間プラン（89）の時系列変化と比較しても、傾きが大きく増加傾向がある。しかし、2024 年 5 月ごろまでは他シナリオと大きな差はない。

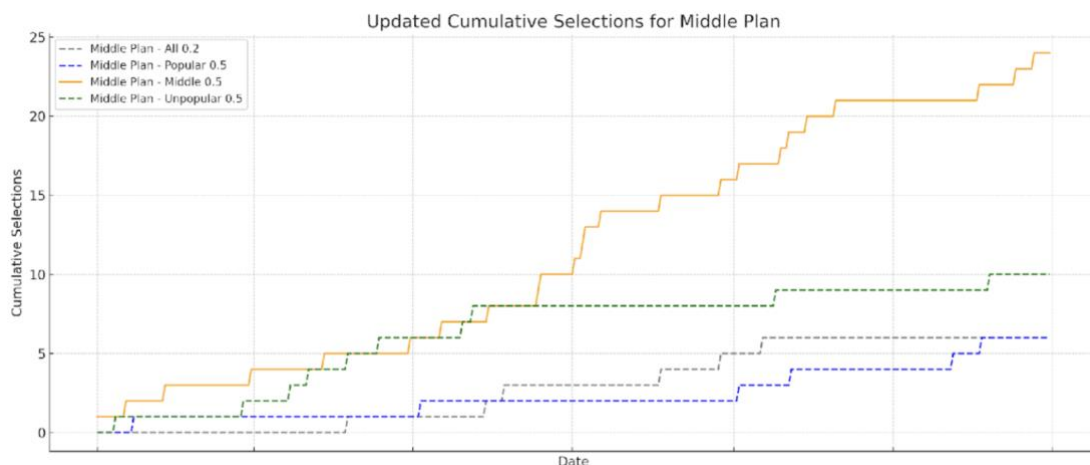


図 4-4 人気プラン（71）の各シナリオでの選択回数の累積時系列変化

また、表 4-3 は同シナリオの他のプランとの差分を比較した結果である。人気プランの広告力を上げたシナリオ（表 4-1）と比較しても、その差分は比較的限定的であった。

表 4-3 中間プラン（89）の各シナリオでの選択回数の累積結果

比較対象	最大差分	最小差分
中間プランの広告力を上げた時の人気プラン	-3	1
中間プランの広告力を上げた時の中間プラン	1	18
中間プランの広告力を上げた時の不人気プラン	0	7

不人気プランの広告力を上げたシナリオ

最後に、不人気プランの一つである ID 110 の広告力を上げた時の結果を紹介する。図 4-5 は、基準シナリオとの各プランの選択回数の差分を示している。

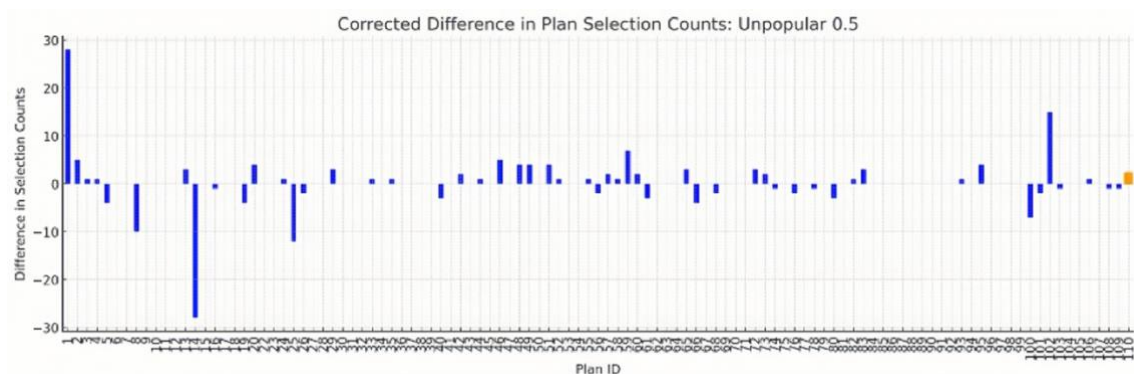


図 4-5 基準シナリオと不人気プランの広告力を上げた時の差分

不人気プランである 110 の選択回数差分は 2 であった。他のプランと比較すると、選択回数の増加はほとんど見られず、広告力増加の効果が示されなかった。次に、図 4-6 は不人気プラン（110）の各シナリオでの選択回数の累積時系列変化を示している。他のシナリオ（基準シナリオや、人気プランや中間プランの広告力を上げたシナリオ）の不人気プラン（110）の時系列変化と比較しても、ほとんど増加傾向に差がないと言える。

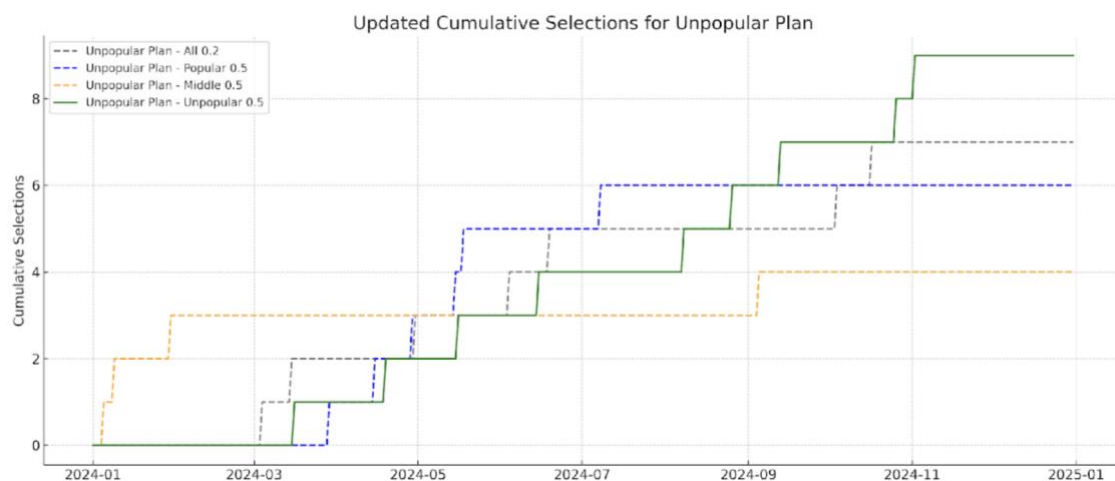


図 4-6 不人気プラン（110）の各シナリオでの選択回数の累積時系列変化

また、表 4-4 は同シナリオの他のプランとの差分を比較した結果である。

表 4-4 不人気プラン（110）の各シナリオでの選択回数の累積結果

比較対象	最大差分	最小差分
不人気プランの広告力を上げた時の人気プラン	-2	2
不人気プランの広告力を上げた時の中間プラン	-3	3
不人気プランの広告力を上げた時の不人気プラン	-2	2

4.8.3. 考察

基準シナリオと比較して、「人気プランの広告力増加」、「中間プランの広告力増加」、「不人気プランの広告力増加」の各シナリオでは、いずれもプランの選択回数にプラスの変化が見られた。特に「人気プランの広告力増加」シナリオでは人気プランの選択回数が大幅に増加し（最大差分 41 回）、このことは広告力の増強が特定のプランに顕著な影響を与える可能性があることを示唆している。一方で、中間プランと不人気プランでは、選択回数の増加がそれほど顕著ではなかった。中間プランのシナリオでは最終日の差分が 18 回、不人気プランでは 2 回の増加を示した。このことは、広告力の強化が全てのプランに同様の影響を与えるわけではなく、影響は限定的である可能性があることを示している。以上より、三つのシナリオの中で、人気プランへの広告力の投入が最も効果的であることが明らかになった。これらのプランは既に人気があるため、追加のマーケティングによってさらなる注目を集めることが可能である。一方で、中間グループと不人気グループのプランに対する広告力の投入は、限定的な効果しかもたらさないか、場合によっては逆効果になる可能性があることが示唆された。したがって、広告力の投入にあたっては、既存の人気度やプランの特性を考慮する必要がある。

4.9. レビュー割合増加による影響分析

観光プランのオンライン評価が観光客の選択に及ぼす影響を探る。レビュー割合とは、観光客が観光を終えてから評価点数を反映させる（レビューを投稿する）割合のことである。具体的には口コミ投稿に割引券などのインセンティブをつけることにより、プランのオンライン評価を増加させるシナリオを想定している。

4.9.1. 設定

基準シナリオでは、すべてのプランに対するレビュー発生割合を 50%と設定した。これは、レビュー行動の平均的な傾向を表すものである。このシナリオの結果から、プランは選択回数に基づいて人気グループ、中間グループ、不人気グループの三つに分類される。各グループ内で一つの代表プランを選び、そのレビュー割合を 100%に設定する一方で、他のプランの広告力は変更されない。特定のインセンティブや促進策を用いてレビューを促進する状況を模倣している。このシナリオの目的は、レビュー増加がプランの評価および選択に与える影響の程度を探ることにある。また、乱数の一貫性を確保するため Python の標準ライブラリ random および numpy の乱数生成機能に対し固定されたシード値を用いる。このシード値の固定により、シミュレーションは毎回同じ乱数シーケンスを生成する。これにより、レビュー割合の変更による効果と、他のランダムな要因による変動を効果的に区別することができる。乱数の一貫性がない場合、レビュー割合の変更による効果が単なるランダムな変動と混同され、その真の影響を正確に把握することが難しくなる。従って、レビュー割合の変更が実際に与える効果を適切に評価するためには、乱数生成の一貫性が極めて重要である。

4.9.2. 結果

シミュレーションデータから、レビュー割合が観光プラン選択に与える影響を定量的に分析した。比較対象である全てのプランのレビュー割合が 50%の基準シナリオ、レビュー割合を変化させるシナリオとして、「人気プランのレビュー割合を 100%にしたシナリオ」、「中間プランのレビュー割合を 100%にしたシナリオ」、「不人気プランのレビュー割合を 100%にしたシナリオ」の 4つのシナリオを設定した。図 4-7 は、全てのプランのレビュー割合を均一にした基準シナリオと、人気プラン (71) のレビュー割合を上げた時の選択回数の差分をプロットしている。人気プランの選択回数は、レビュー率を 100%にした場合、最大で 75 回増加し、これは全シナリオ中で最も大きな変化を示す。これは、ポジティブなレビューの完全な反映が観光客の選択に非常に強い影響を与えることを意味し、レビュー割合が選択に直結していることを示している。



図 4-7 基準シナリオと人気プランのレビュー割合を上げた時の差分

図 4-8 は、人気プラン（71）の各シナリオでの選択回数の累積時系列変化を示している。他のシナリオ（基準シナリオや、人気プランや不人気プランの広告力を上げたシナリオ）の人気プラン（71）の時系列変化と比較しても、傾きが大きく増加傾向がある。その他のシナリオでは増加傾向の傾きにほとんど違いがない。表 4-5 は図 4-8 のグラフの最小差分、最大差分を数値でまとめたものである。

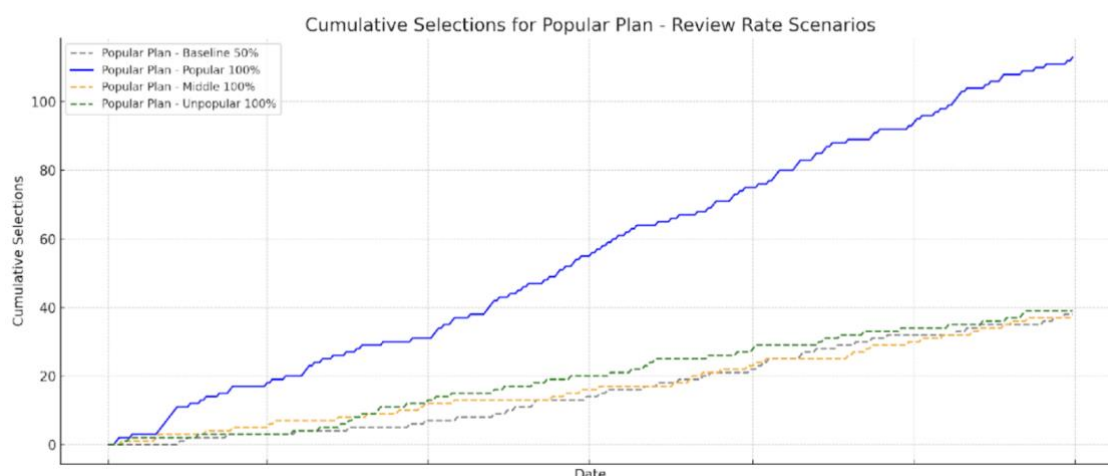


図 4-8 人気プラン（71）の各シナリオでの選択回数の累積時系列変化

表 4-5 人気プラン（71）の各シナリオでの選択回数の累積結果

比較対象	最大差分	最小差分
人気プランのレビュー割合を上げた時の人気プラン	75 回	0 回
人気プランのレビュー割合を上げた時の中間プラン	6 回	-4 回
人気プランのレビュー割合を上げた時の不人気プラン	8 回	0 回

図 4-9 は、全てのプランのレビュー割合を均一にした基準シナリオと、中間プラン（89）のレビュー割合を上げた時の選択回数の差分をプロットしている。中間プランの選択回数は最大で 8 回増加しており、これは他のプランの差分と比較して最も大きかった。これは、中間プランのポジティブなレビューの完全な反映が観光客の選択に比較的強い影響を与えることを意味し、レビュー割合が選択に直結していることを示している。



図 4-9 基準シナリオと中間プランのレビュー割合を上げた時の差分

図 4-10 は、中間プラン（89）の各シナリオでの選択回数の累積時系列変化を示している。他のシナリオ（基準シナリオや、人気プランや不人気プランの広告力を上げたシナリオ）の中間プラン（89）の時系列変化と比較しても傾きは大きく、増加傾向がある。その他のシナリオでは増加傾向の傾きにほとんど違いがない。表 4-6 は図 4-10 のグラフの最小差分、最大差分を数値でまとめたものである。

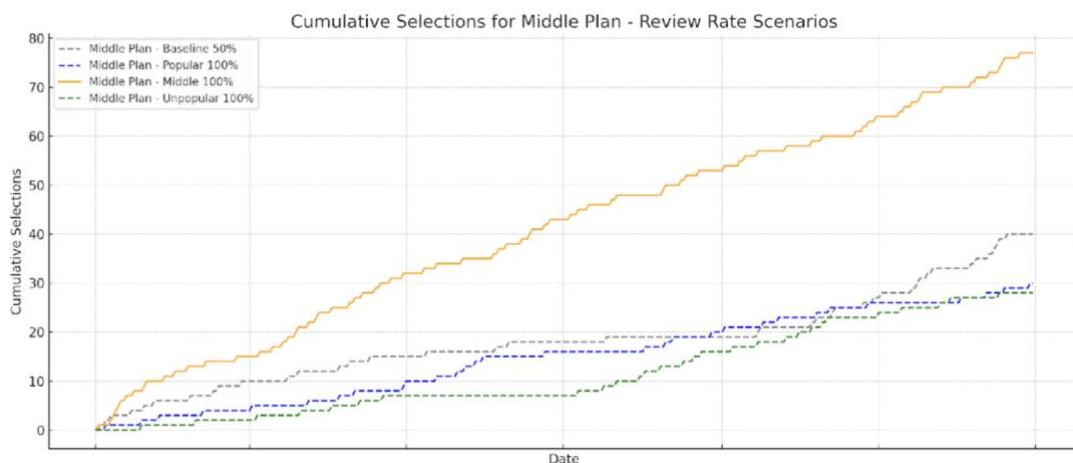


図 4-10 中間プラン（89）の各シナリオでの選択回数の累積時系列変化

表 4-6 中間プラン（89）の各シナリオでの選択回数の累積結果

比較対象	最大差分	最小差分
中間プランのレビュー割合を上げた時の人気プラン	2 回	-11 回
中間プランのレビュー割合を上げた時の中間プラン	38 回	-1 回
中間プランのレビュー割合を上げた時の不人気プラン	0 回	-12 回

図 4-11 は、全てのプランのレビュー割合を均一にした基準シナリオと、不人気プラン（110）のレビュー割合を上げた時の選択回数の差分をプロットしている。このシナリオでは 2 回の選択回数増加が見られたが、これは他のプランの差分よりも比較的小さい。



図 4-11 基準シナリオと不人気プランのレビュー割合を上げた時の差分

図 4-12 は、不人気プラン（110）の各シナリオでの選択回数の累積時系列変化を示している。不人気プランの広告力を上げた時、他のシナリオ（基準シナリオや、人気プランや不人気プランの広告力を上げたシナリオ）の不人気プラン（110）の時系列変化と比較して増加傾向が最も小さい。したがって、不人気プラン自体のレビュー率を 100%にすることが必ずしもプランの魅力を高めるとは限らない。逆に、不人気プランに対する観光客の基本的な期待が低いいため、レビュー率の上昇が選択回数の増加を抑えてしまう可能性がある。表 4-7 は図 4-12 のグラフの最小差分、最大差分を数値でまとめたものである。

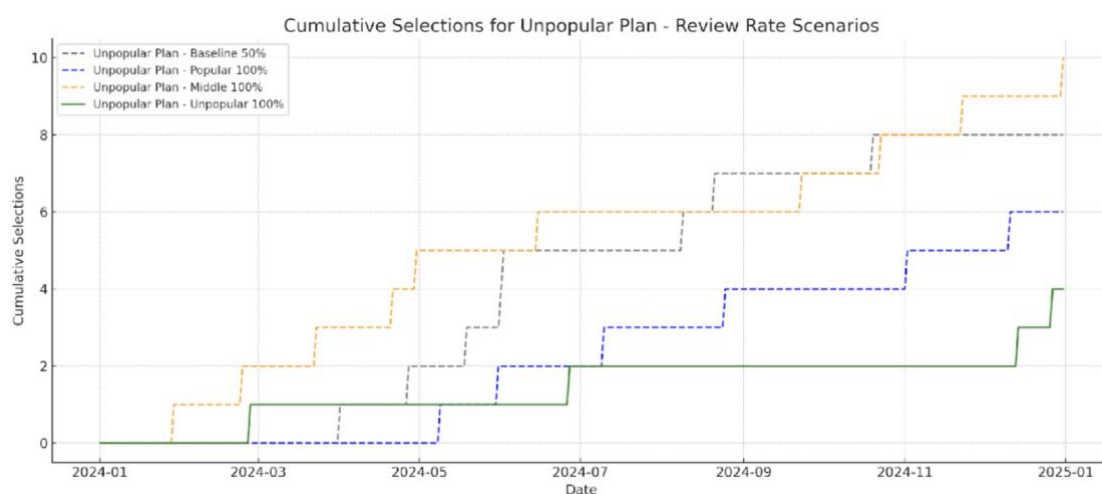


図 4-12 不人気プラン（110）の各シナリオでの選択回数の累積時系列変化

表 4-7 不人気プラン（110）の各シナリオでの選択回数の累積結果

比較対象	最大差分	最小差分
不人気プランのレビュー割合を上げた時の人気プラン	0 回	-4 回
不人気プランのレビュー割合を上げた時の中間プラン	0 回	-1 回
不人気プランのレビュー割合を上げた時の不人気プラン	2 回	0 回

4.9.3. 考察

人気プランと中間プランは、レビュー割合を 100%に増加させると顕著な選択回数増加をもたらした。一方で、不人気プランのレビュー割合を 100%にしたシナリオでは効果がなく、場合によっては逆効果であることが示唆された。この傾向は、不人気プランに対する観光客の基本的な期待が低いため、レビュー率の上昇が選択回数の増加を抑えてしまう可能性を示唆している。プランの元の人気度によってレビューの影響が異なるため、レビュー率の戦略的な管理が重要である。

4.10. 新たな観光施設建設による影響分析

4. 10. 1. 設定

佐渡島に新たな観光施設を建設するシナリオを想定し、どのような属性の施設が観光客の関心を引き、彼らの行動や他の施設に影響を与えるかを分析する。3つの主要な軸（自然、温泉健康、スポーツ）を基にした属性と、施設の容量（混雑度）に関する3つのレベル（小、中、大）を組み合わせ、新たな施設の特徴を設定する。具体的なシナリオは以下の通りである。

自然特性の施設：自然を重視した施設で、観光客の自然体験を中心とした選択を促す。

温泉健康特性の施設：温泉や健康をテーマにした施設で、リラクゼーションや健康志向の観光客に焦点を当てる。

スポーツ特性の施設：アクティビティやスポーツを中心とした施設で、アクティブな観光体験を求める観光客を対象とする。

全ての特性が平均的な施設：自然、温泉健康、スポーツの全ての要素が平均的な施設を想定する。

テストでは新たな施設を含む以下のプランを既存のプランに追加し、シミュレーションした。また、同じ条件で10回シミュレーションを行い、その平均値を結果として示す。

- PlanID 111：新しい施設のみを含むプラン。

4. 10. 2. 結果

自然特性の施設を建設した時のシナリオ

図 4-13, 4-14, 4-15 は、属性が（5, 2, 2）で容量が大、中、小の新たな施設を建設した場合のプランの選択回数順のグラフである。自然属性の新たな施設では、他のプランと比較すると選択されにくかった。この要因として、佐渡島にある既存施設に自然の得点が高いものが多く、選ばれにくかったことが挙げられる。

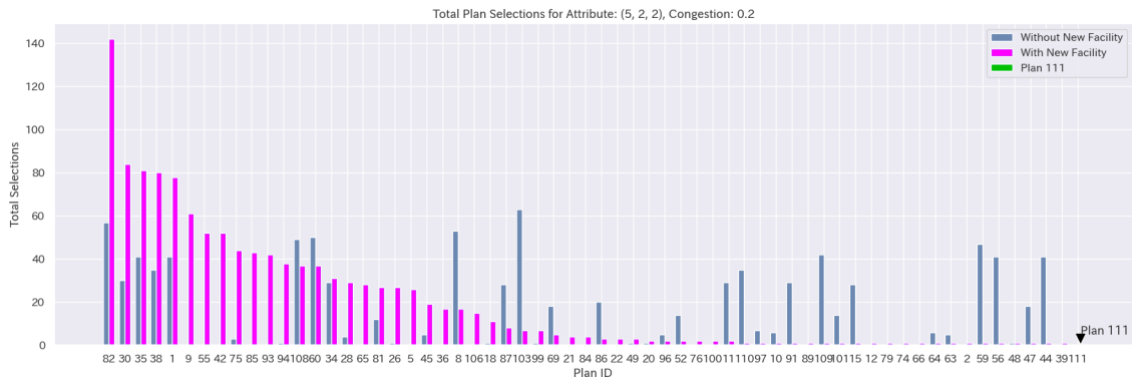


図 4-13 属性が (5, 2, 2) 、容量が大の新たな施設を建設した場合のプランの選択回数

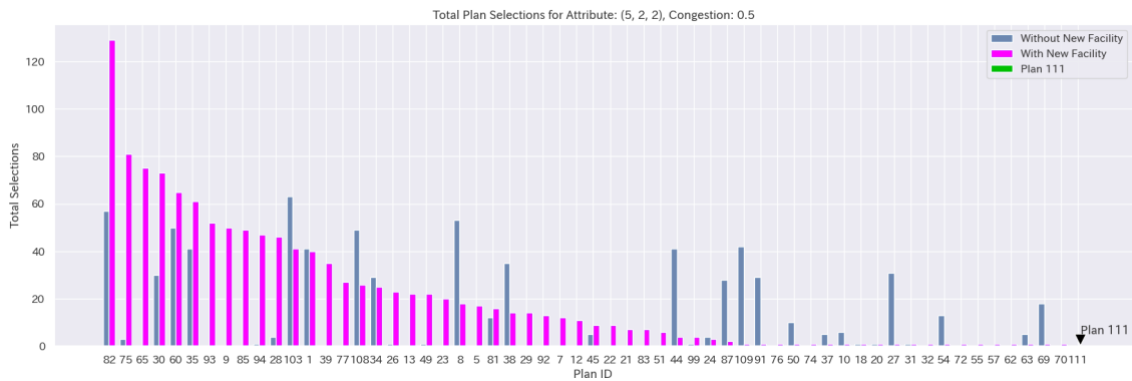


図 4-14 属性が (5, 2, 2) 、容量が中の新たな施設を建設した場合のプランの選択回数

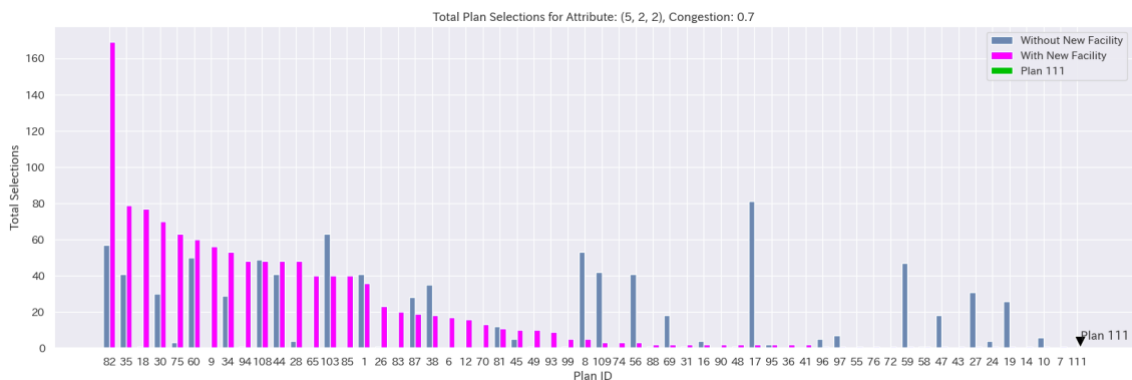


図 4-15 属性が (5, 2, 2) 、容量が小の新たな施設を建設した場合のプランの選択回数

同条件で 10 回のシミュレーションを回し、容量ごとに比較した結果は表 4-8 の通り。

表 4-8 自然要素のスコアが高い組み合わせと容量の関係

容量	累積選択回数
5	平均: 21.25 変動範囲: 0 ~ 116
2	平均: 11.625 変動範囲: 0 ~ 37
1.3	平均: 9.125 変動範囲: 0 ~ 22

この施設は、容量 5 で最も高い累積選択回数（平均 21.25 回）が観察された。しかし混雑度 2 は平均 11.625 回、1.3 は平均 9.125 回であり、他のシナリオの平均や変動範囲と比較すると選択回数が比較的少ないことがわかる。また、佐渡島に訪れる観光エージェントの人数は大きく変化しないことを確認した。

温泉健康特性の施設を建設した時のシナリオ

図 4-16, 4-17, 4-18 は、属性が (2, 5, 2) で容量が大、中、小の新たな施設を建設した場合のプランの選択回数順のグラフである。温泉・健康属性の新たな施設では、容量が大きい場合と小さい場合に、他のプランと比較して選ばれやすいことがわかった。一方で、容量が中程度の場合は選ばれにくかった。

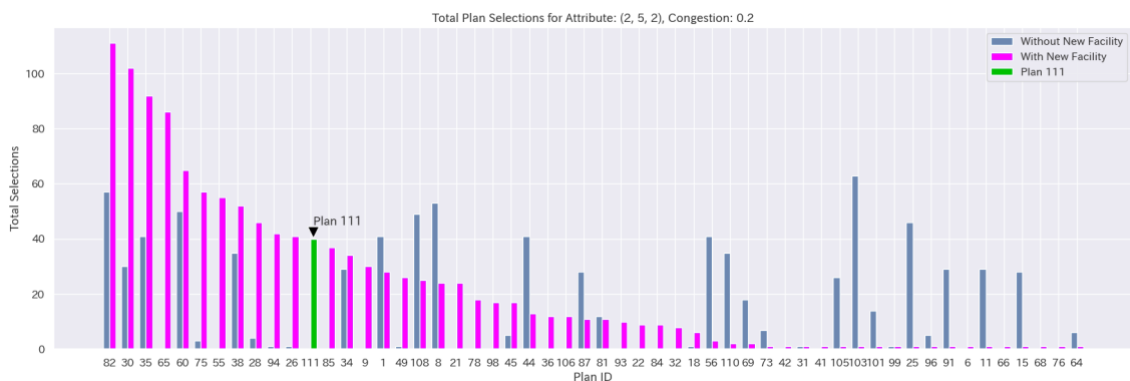


図 4-16 属性が (2, 5, 2)、容量が大の新たな施設を建設した場合のプランの選択回数

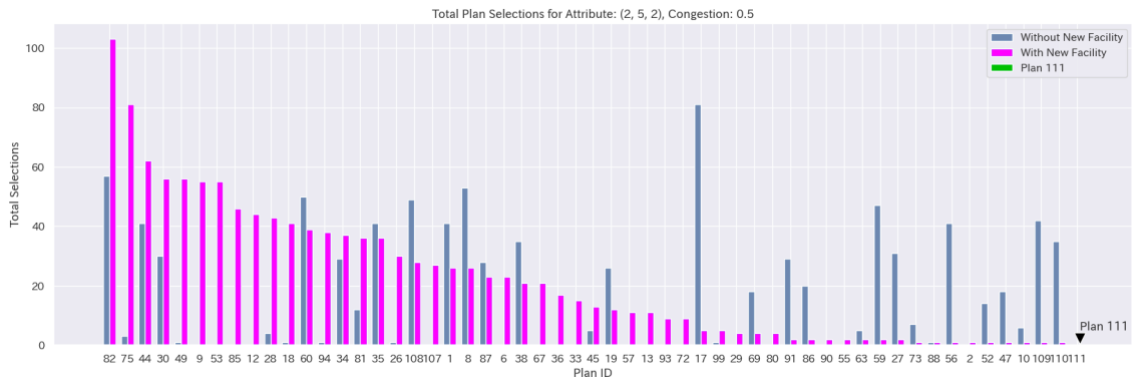


図 4-17 属性が（2，5，2）、容量が中の新たな施設を建設した場合のプランの選択回数

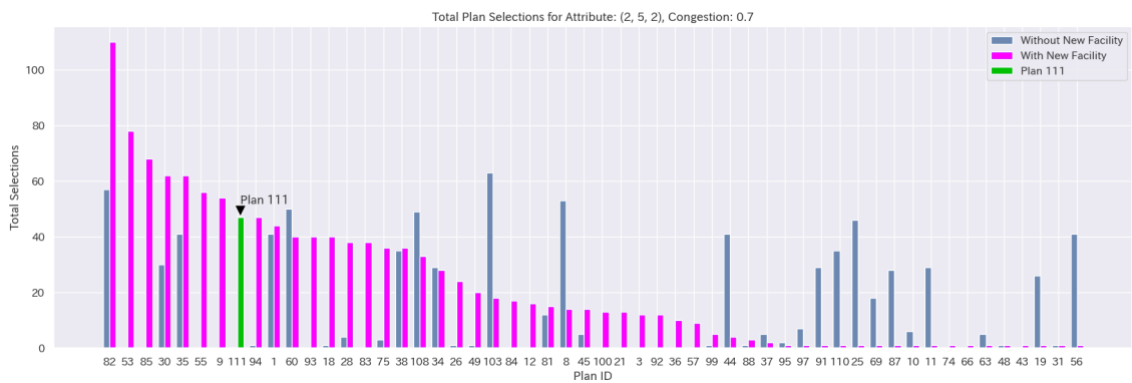


図 4-18 属性が（2，5，2）、容量が小の新たな施設を建設した場合のプランの選択回数

同条件で 10 回のシミュレーションを回し、容量ごとに比較した結果は表 4-9 の通り。

表 4-9 温泉・健康要素のスコアが高い組み合わせと容量の関係

容量	累積選択回数
5	平均: 43.3125 変動範囲: 0 ～ 400
2	平均: 28.75 変動範囲: 0 ～ 119
1.3	平均: 25.9375 変動範囲: 0 ～ 78

温泉健康特性を持つ施設では、容量が大きい（5）場合に最も高い選択回数（平均 43.3125 回）が見られ、これは容量が中程度（平均 28.75 回）と容量が小さい（平均 25.9375 回）の場合よりも高い。変動範囲は 0～400 回で、温泉・健康に焦点を当てた施設は、容量が大きくなるほど効果的であることが示唆された。また、佐渡島に訪れる観光エージェントの人数は大きく変化しないことを確認した。

スポーツ特性の施設を建設した時のシナリオ

図 4-19, 4-20, 4-21 は、属性が（2, 2, 5）で容量が大、中、小の新たな施設を建設した場合のプランの選択回数順のグラフである。スポーツ属性の施設において、容量が大きい場合（5）と中程度の場合（2）は他のプランと比較してほとんど選ばれることがなかったが、容量が小さい場合（1.3）は顕著に他のプランよりも選択されていることがわかる。

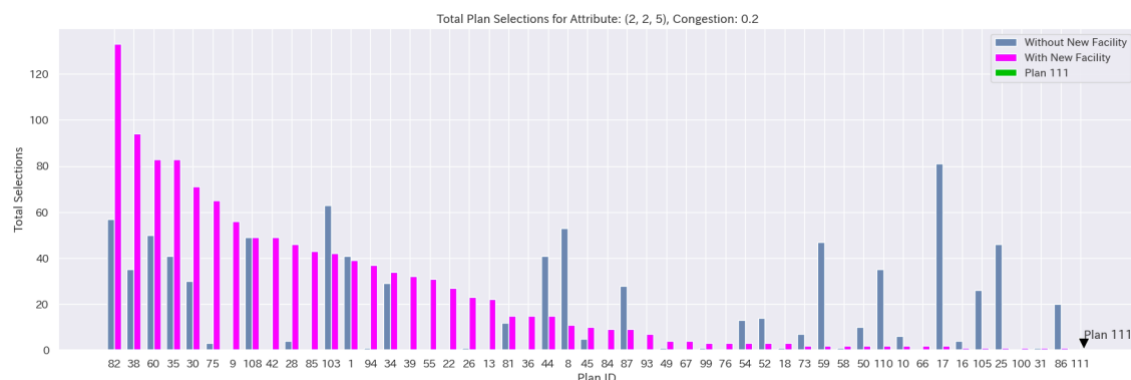


図 4-19 属性が（2, 2, 5）、容量が大の新たな施設を建設した場合のプランの選択回数

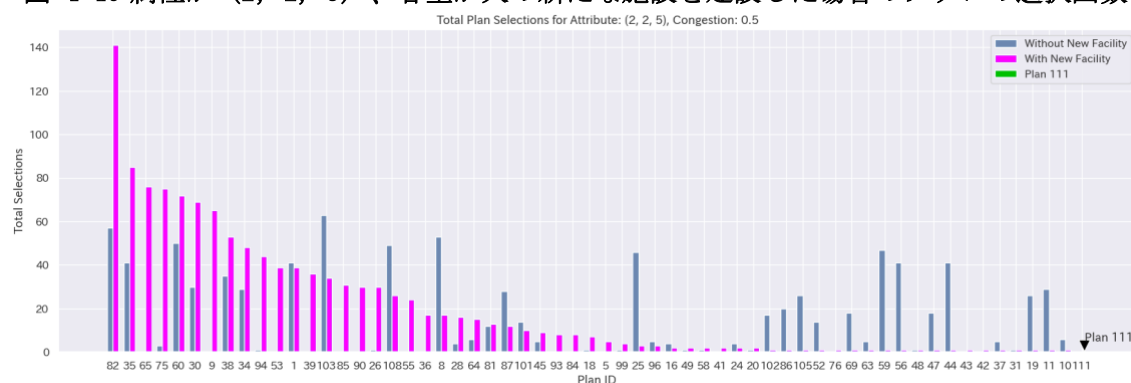


図 4-20 属性が（2, 2, 5）、容量が中の新たな施設を建設した場合のプランの選択回数

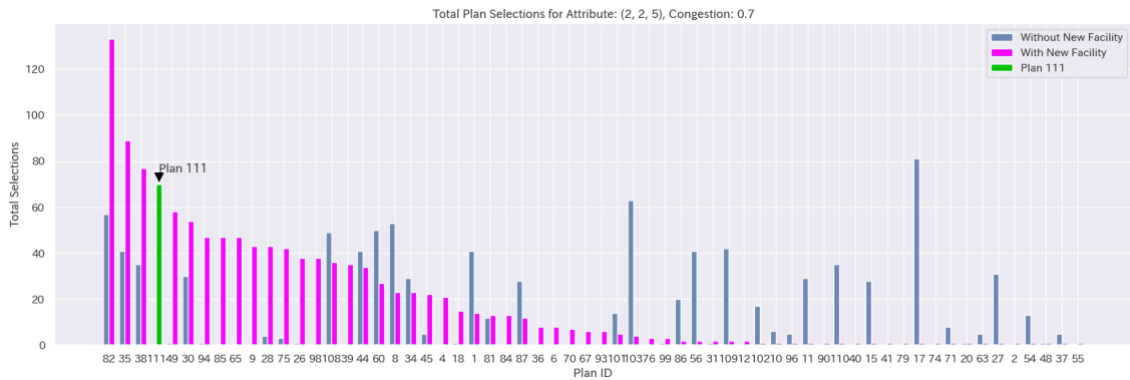


図 4-21 属性が（2，2，5）、容量が小の新たな施設を建設した場合のプランの選択回数

スポーツ要素のスコアが高い組み合わせと容量の関係

同条件で 10 回のシミュレーションを回し、容量ごとに比較した結果は表 4-10 の通り。

表 4-10 スポーツ要素のスコアが高い組み合わせと容量の関係

容量	累積選択回数
5	平均： 36. 25 変動範囲： 1 ～ 137
2	平均： 29. 0 変動範囲： 0 ～ 158
1. 3	平均： 37. 5 変動範囲： 0 ～ 183

スポーツ特性の施設では、容量が大きい場合と小さい場合にほぼ同じ平均選択回数（それぞれ 36. 25 回と 37. 5 回）が見られ、中程度の容量の場合（平均 19. 0 回）に比べて高い。変動範囲は大きく、スポーツの観光体験を求める観光客にとって、混雑度のレベルはそれほど重要ではないことを示唆している。また、佐渡島に訪れる観光エージェントの人数は大きく変化しないことを確認した。

全ての特性が平均的な施設のシナリオ

図 4-22, 4-23, 4-24 は、属性が（3，3，3）で容量が大、中、小の新たな施設を建設した場合のプランの選択回数順のグラフである。全ての属性が平均的な施設では、容量が大きい場合と中程度の場合に、他のプランと比較して選ばれにくかった。一方で、容量が小さい場合は選ばれやすかった。

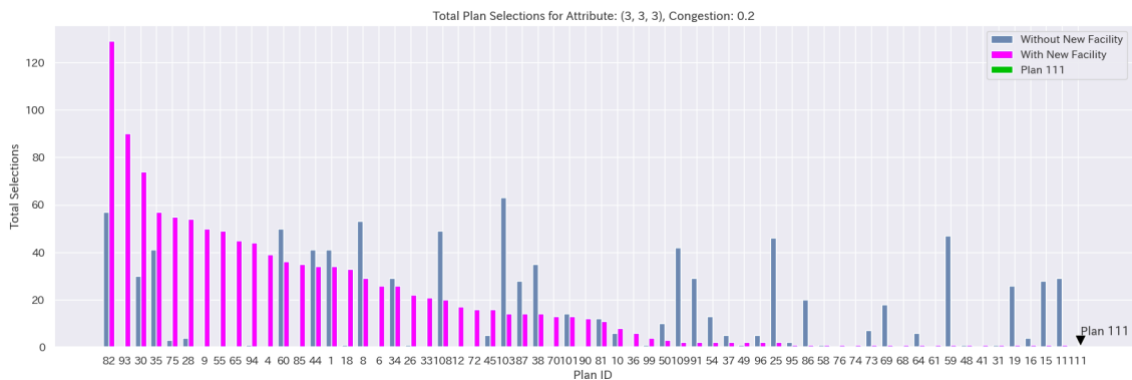


図 4-22 属性が (3, 3, 3) 容量が大きい新たな施設を建設した場合のプランの選択回数

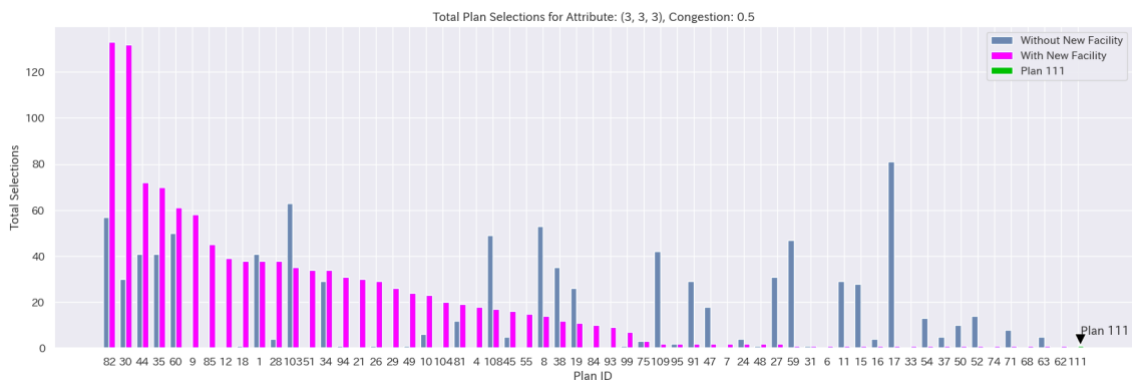


図 4-23 属性が (3, 3, 3) 容量が中程度の新たな施設を建設した場合のプランの選択回数

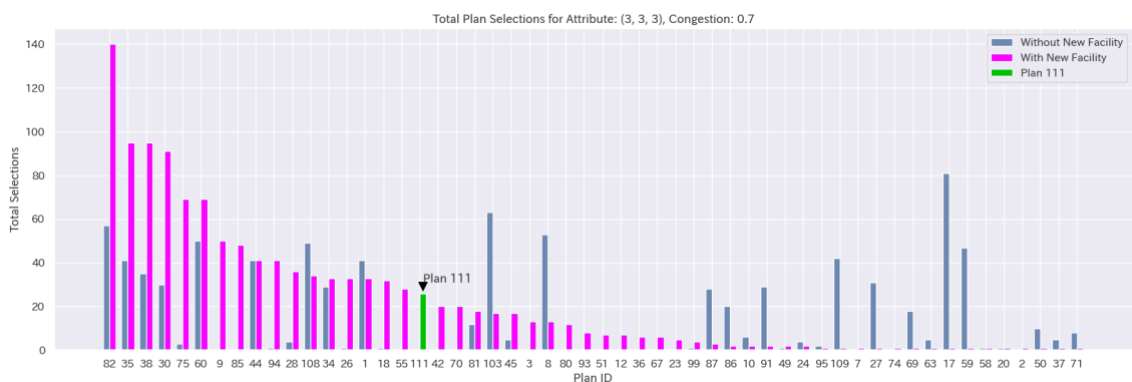


図 4-24 属性が (3, 3, 3) 容量が小さい新たな施設を建設した場合のプランの選択回数

同条件で 10 回のシミュレーションを回し、容量ごとに比較した結果は表 4-11 の通り。

表 4-11 全ての要素が平均的な組み合わせと容量の関係

容量	累積選択回数
5	平均：25.25 変動範囲：0 ～ 118
2	平均：36.625 変動範囲：0 ～ 166
1.3	平均：43.25 変動範囲：0 ～ 356

全ての特徴が平均的な施設では、容量が小さいほど選択回数の平均が大きく、効果的に機能することが示された。また、佐渡島に訪れる観光エージェントの人数は大きく変化しないことを確認した。

4. 10. 3. 考察

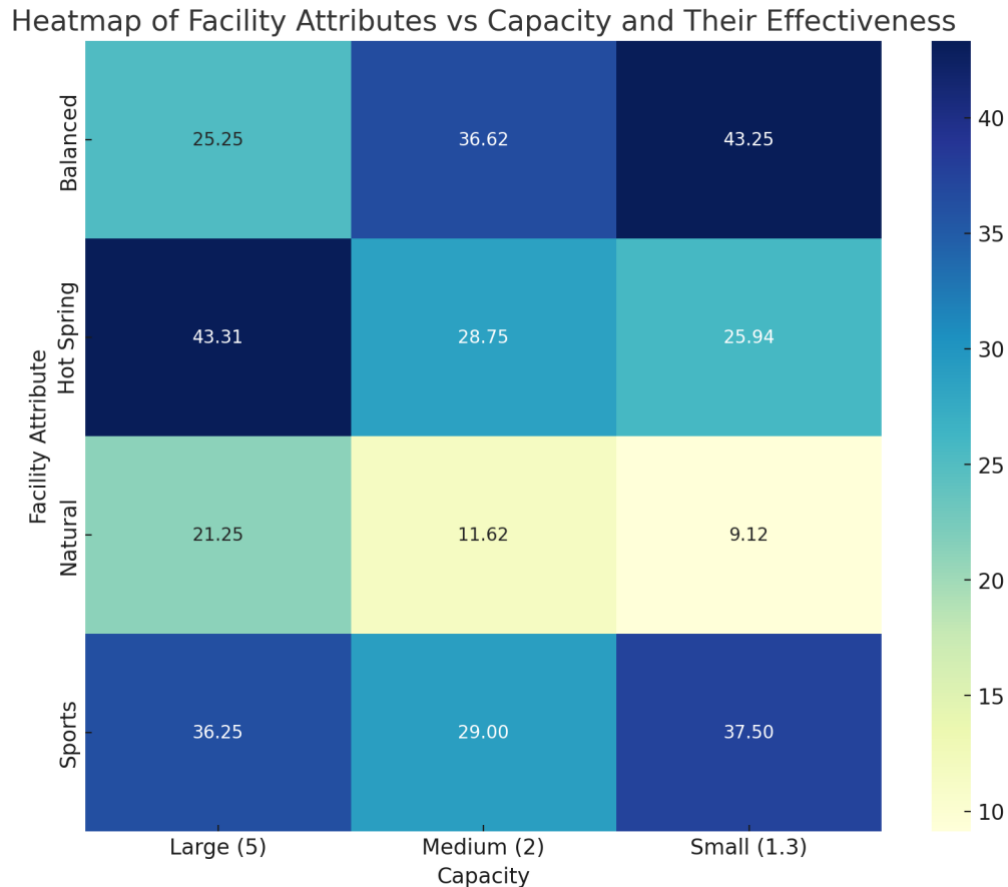


図 4-25 施設の属性（自然、温泉健康、スポーツ、平均的な特性）と容量（大、中、小）に対する累積選択回数の平均値

図 4-25 は、施設の属性（自然、温泉健康、スポーツ、平均的な特性）と容量（大、中、小）に対する累積選択回数の平均値を示したヒートマップである。濃い青になればなるほど、観光客を多く集めた、効果の大きい施設であることを表している。まず、自然特性は全ての容量で色が薄く、他の属性と比べると全体的に選択回数は少ない。次に温泉健康特性は、容量が大きい場合に最も効果が大きく、中程度、小さくなるにつれて効果は小さくなる。次にスポーツ特性は、容量が大きいと小さい場合にほぼ同じ程度の効果が見られ、中程度の容量では比較的小さいが、施設の容量による選択人数の差はほとんどない。最後に全ての特性が平均的な施設は、容量が小さい場合に最も効果が高く、中程度、大きくなるにつれて効果が小さくなっていく。したがって、最も効果の強い施設は容量の小さい平均的な施設と容量の大きい温泉健康施設であることがわかった。

4. 11. 佐渡金山世界文化遺産登録による影響評価

世界文化遺産への登録を目指す佐渡金山遺跡（新潟県）について、文化庁は20日、推薦書正式版をユネスコ（国連教育科学文化機関）へ19日に改めて提出したと発表した。当初より1年遅れの2024年の登録を目指す[33]。世界文化遺産としての登録は、佐渡金山に国際的な注目を集め、観光客の増加、地域経済の活性化、地域の文化・歴史の保存に対する意識の高まりをもたらす可能性がある。シナリオテストを行う主目的は、佐渡金山の世界文化遺産登録が観光動向に与える影響を評価することである。観光客数の増加が施設の混雑度、ロコミの影響など、様々なフィードバックにどのように影響するのか分析する。

4. 11. 1. 設定

1. 文化属性の導入

本シナリオでは、施設の属性 $p4$ 、観光客の嗜好 $a4$ を新たな「文化」の特性として加えている。

- 観光客の嗜好ベクトルを $\vec{p} = (p1, p2, p3, p4)$
- プランの属性ベクトルを $\vec{a} = (a1, a2, a3, a4)$

これにより、佐渡金山のような歴史的、文化的価値の高い観光地の特性をより詳細に表現することが可能となる。佐渡金山は、世界文化遺産としての特別な文化的地位を5点満点で表現し、その他の施設もそれぞれの文化的魅力に応じて評価が調整される。このアプローチにより、観光客の文化的興味や価値観をモデルに追加する。

2. 広告力の調整

佐渡金山を含むプランの広告力を0.5に設定し、それ以外のプランに関しては任意の値を採用している。広告力の調整は、観光プランの魅力を観光客に伝えるための重要な要素である。佐渡金山のような有名な観光地は、自然と高い広告力を持ち、より多くの観光客を引きつけることが予想される。2024年から2026年までの3年間を対象に実施される。この分析では、佐渡金山が混雑することによって観光客の満足度がどのように影響を受けるか、また時間の経過に伴って観光客数がどのように増減するかを観察する。

4. 11. 2. 結果

図 4-26、図 4-27 は佐渡金山世界文化遺産登録を想定した場合（以後登録ありシナリオ）としない場合（以後登録なしシナリオ）の、累積観光客数の推移

である。時間の経過と共に、登録ありシナリオでの観光客数は増加のペースが加速していることが観察された。登録ありシナリオでの観光客数は、2024年01月から2026年01月までに累積で約1300000人の増加を示しているが、登録なしシナリオでは同期間中に約400000人の増加に留まっている。この差は、世界文化遺産登録が観光客動向に与える強力な影響を数字上からも明らかにしており、世界文化遺産登録が期待される利益を数値化する根拠となる。さらに、登録ありシナリオでは2025年05月から2025年09月にかけての急激な増加が見られる。それぞれのグラフで1月前後の佐渡島のオフシーズンに観光客数増加の停滞が見られるが、登録ありシナリオでは停滞も緩やかである。また、佐渡島に訪れる観光エージェントの人数も、世界文化遺産登録により大きく増加したことを確認した。

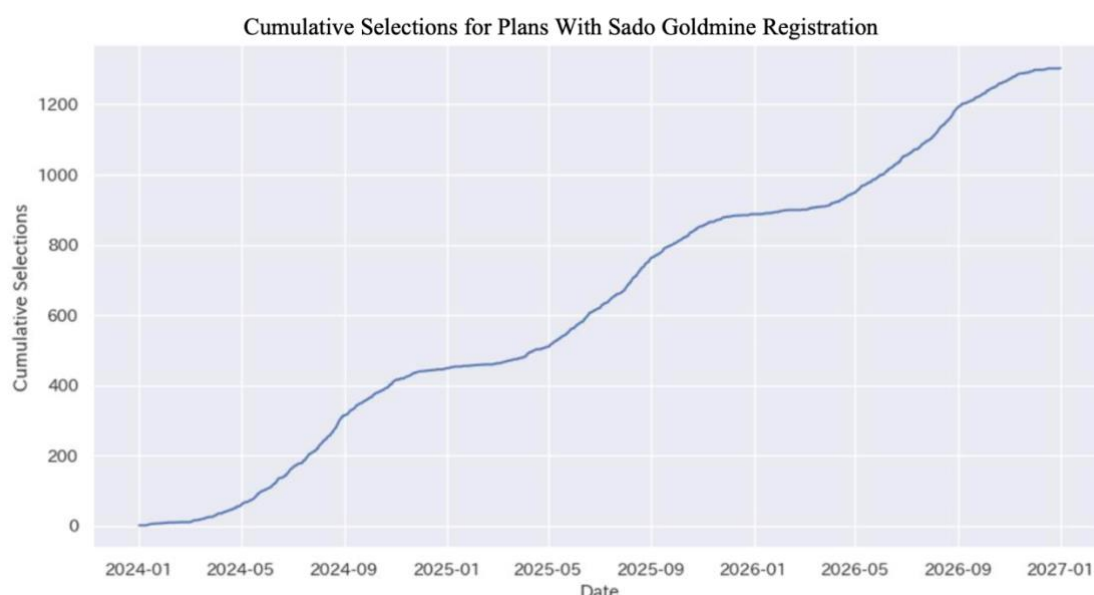


図 4-26 佐渡金山世界文化遺産登録を想定した累積観光客数の推移



図 4-27 佐渡金山世界文化遺産登録を想定しない累積観光客数の推移

また、図 4-29 は両者の差分の時系列変化を表したグラフである。

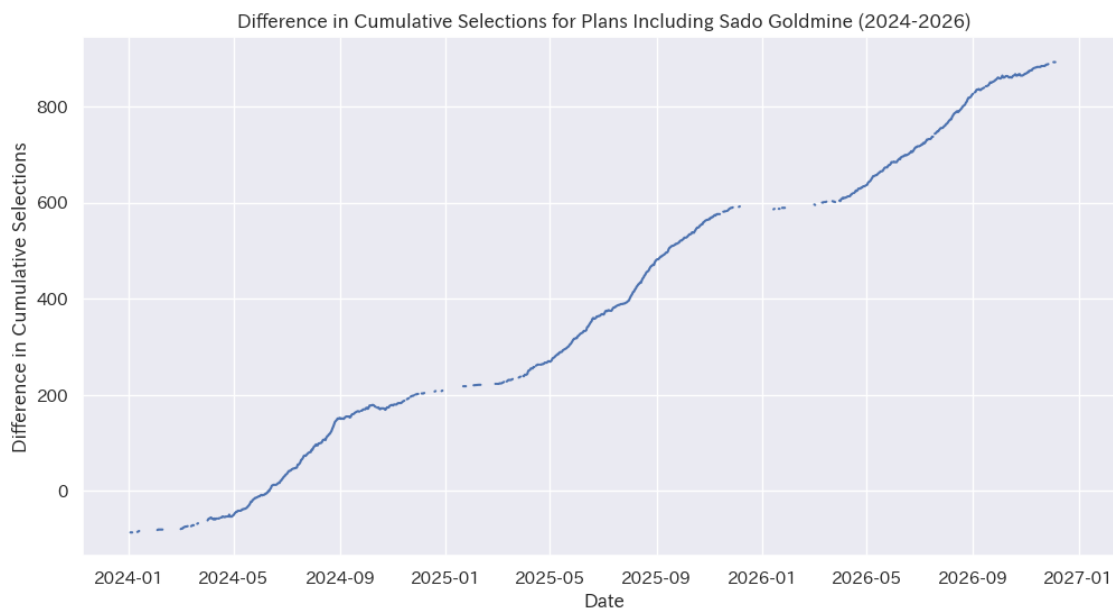


図 4-28 世界文化遺産登録あり・なしの佐渡金山観光客数の差分

世界文化遺産登録による選択人数の増加率は、2024 年 9 月から 2025 年 5 月ごろまで、2026 年 1 月ごろから 2026 年 4 月ごろまでの期間に停滞しながらも、増加傾向を示している。この停滞は、佐渡島の冬（11 月～2 月ごろ）のオフシーズンの影響を受けていると予測される。また、図 4-30 は、佐渡金山が世界文化遺産に登録されたときの評価点数と混雑度の推移を表している。レビュースコアの推移では、世界文化遺産登録ありのシナリオの方が全体的にスコアは

高く、特にピーク時には4.5点近い評価を受けている。これに対して登録なしの場合は3～4.5点のあたりを上下している。この差は、観光客が体験の質に対して持つ期待値と実際の体験のギャップを表している可能性があり、世界文化遺産登録による文化属性が期待値を高めていることが推測される。また、混雑度も世界文化遺産登録ありの場合は、混雑した状態を維持し続けている。

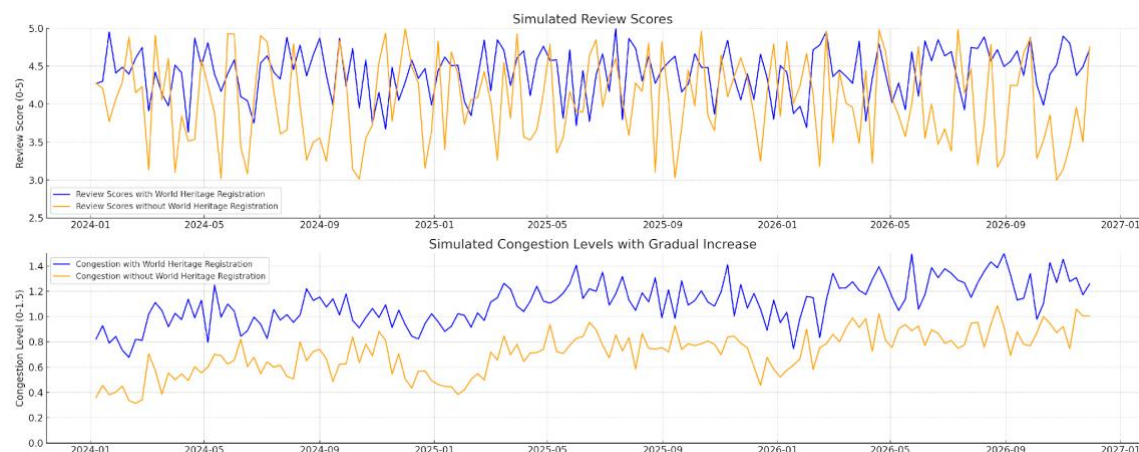


図 4-29 佐渡金山の評価点数と混雑度の時系列推移（2024 年 1 月から 2026 年 12 月）

4. 11. 3. 考察

登録ありシナリオでは、2024 年から 2026 年までの期間において累積観光客数が約 1300 人増加し、登録なしシナリオの場合は約 400 人の増加に留まるという結果は、世界文化遺産登録の強力な観光客誘致効果を示している。この結果から、世界文化遺産登録による広告力の向上が、観光客の動向に顕著な影響を与えることがわかる。特に、2025 年 5 月から 9 月にかけての観光客数の急増は、世界文化遺産としての認知度の高まりが季節的な旅行需要と相まって、顕著な観光客増加を引き起こした可能性が高い。評価点数の推移を見ると、世界文化遺産登録ありのシナリオでは、全体的に高いスコアが維持されており、ピーク時には 4.5 点近い高評価が見られる。混雑度も一定の高さを保っているにも関わらず、それによる有意な評価点数の減少は見られなかった。これに対し、世界文化遺産登録なしのシナリオでは 3～4.5 点と広い範囲で評価点数が変動している。したがってこの増加は、世界文化遺産としてのブランド力（文化的価値）と、国際的な注目度の向上によるものと考えられる。この現象は、他の世界文化遺産登録地でも報告されており、世界文化遺産の地位が観光客の誘致に大きな効果を持つことを示唆している。

5. まとめ

5.1. 結論

本研究では、観光客の意思決定における口コミの影響を取り入れたエージェントベースモデルを開発開発し、2011年から2018年まで月ごと佐渡島に訪れる観光客人数を用いて、モデルパラメーターのキャリブレーションを行い、モデルの妥当性を検証した。このモデルを用いて、新潟県佐渡島を対象とする観光シミュレーションを行い、新たな施設の建築、広告の増加、レビュー割合の増加、佐渡金山の世界文化遺産登録という4つのシナリオを仮定したシナリオテストを実施した。

表 5-1 広告力とレビュー割合の影響分析の結果

シナリオ	人気プラン	中間プラン	不人気プラン
広告力増加	非常に効果的	中程度の効果	効果なし
レビュー割合増加	非常に効果的	非常に効果的	効果なし

表 5-1 は、広告力とレビュー割合の影響分析の結果をまとめた表である。広告力シナリオでは、広告力の増加が観光プラン選択に与える影響が検証され、特に既に人気のあるプランの広告力を強化することで、顕著な効果が得られることが確認された。これらのプランは既に人気があるため、追加のマーケティングによってさらなる注目を集めることが可能である。一方で、不人気グループのプランに対する広告力の投入は、限定的な効果しかもたらさないか、場合によっては逆効果になる可能性があることが示唆された。したがって、広告力の投入にあたっては、既存の人気度やプランの特性を考慮する必要がある。レビュー割合シナリオでは、レビュー割合の増加が観光プランの選択に与える影響を分析した。人気プラン、中間プランは顕著な選択回数増加をもたらし、レビュー率の影響が最も強いことが示された。一方で、不人気プランのレビュー割合を 100%にしたシナリオでは逆効果の可能性が示唆された。これらの傾向は、プランの元の人気度によってレビューの影響が異なることを示し、レビュー率の戦略的な管理が重要である。

表 5-2 新施設の建設と佐渡金山の世界文化遺産登録の影響分析の結果

シナリオ	結果の概要	成功	中立	失敗
新施設（自然）	他施設との競合により影響少ない	-	○	-
新施設（温泉健康）	容量が大きいほど効果的	○	-	-
新施設（スポーツ）	容量に関わらず一定の魅力	○	-	-
新施設（平均的特性）	容量が小さいほど効果的	○	-	-
世界文化遺産登録	観光客数、評価点数の増加	○	-	-

次に表 5-2 は、新施設の建設と佐渡金山の世界文化遺産登録の影響分析の結果をまとめた表である。新しい施設建設シナリオでは、自然体験を重視する施設では競合する施設が多く、大きな集客は見られなかった。温泉・健康を重視する施設では、適切な容量が観光客の満足度を高める可能性があり、スポーツ特性の施設においては、容量に関わらず一定の魅力を保つことが可能であることがわかった。全ての特徴が平均的な施設は、容量が大きい環境での運営が望ましいことが示唆された。最後に佐渡金山の世界文化遺産登録シナリオでは、この登録が観光客の数、施設の評価、地域経済に及ぼす長期的な影響が評価された。登録ありシナリオでは観光客の増加が観測され、このことは世界文化遺産登録によるプラスの影響を示している。世界文化遺産登録後は、混雑度と評価点数は一定の高さを保っており、混雑による有意な評価点数の減少は見られなかった。

5. 2. 今後の課題

モデルではオンライン評価のロコミの影響を考慮したが、高齢観光客の意思決定過程においては、オンラインの評価やロコミだけでなく、仲間や家族、友人からの情報が大きな影響を与えると考えられる。高齢者は新しいテクノロジーの採用や情報収集方法において異なる傾向を示すことが多く、従来の情報伝達手段に頼ることが一般的である。このため、佐渡島のような観光地におけるプロモーション戦略では、オンラインメディアだけでなく、地域コミュニティや旅行代理店などのオフラインのチャンネルを通じた情報伝達の最適化が求められる[59]。また、高齢者が情報を取得し、評価する際の心理的バイアスや社会的相互作用のメカニズムをより詳細にモデル化する必要がある。例えば、スモールワールドネットワーク理論は、密接な社会的結びつきが情報伝達においてどのように機能するかを示唆しており、この理論を取り入れたモデリングによって、高齢者の観光選択に影響を与える社会的要因をより正確に把握することができるだろう。

今後の研究では、高齢者の社会的影響を定量的に分析するためのデータ収集に注力し、既存のモデルにこれらの要素を統合することが必要である。これには、アンケート調査やインタビューなどを通じた実地研究が有効である。さらに、高齢者の意思決定過程における情報源の信頼性や影響力の差を分析することで、モデルの精度を高めることができる。これらの研究成果は、高齢者に特化したマーケティング戦略や観光政策の策定に貢献するとともに、地域コミュニティに根ざした持続可能な観光開発への理解を深めることに寄与するであろう。

参考文献

- [1] J. S. Walanchalee Wattanacharoensil, "Complexity Theory in Tourism," Delivering Tourism Intelligence, 2019.
- [2] B. Faulkner, Chaos and Complexity in Tourism: In Search of a New Perspective, 第 巻 Chapter, Progressing Tourism Research, 2003, p. 205.
- [3] B. McKercher, "A chaos approach to tourism," Tourism Management, 1999.
- [4] R. S. R. Baggio, "Complex and chaotic tourism systems: Towards a quantitative approach," International Journal of Contemporary Hospitality Management 23(6), 2011.
- [5] N. Stevenson, The Routledge handbook of tourism and the environment, 第 巻 Using complexity theory to develop understanding of tourism and the environment, Routledge, 2012, pp. 84-93.
- [6] A. H. ,. E. d. l. M. V. M. F. J. Aarash Baktash, "Agent-based modelling for tourism research," Current Issues In Tourism 26(13), 2022.
- [7] "日本政策投資銀行, 新潟県レポート, 佐渡観光の強み・弱み ,"
[オンライン]. Available:
https://www.dbj.jp/investigate/archive/report/area/niigata_s/index.html. [アクセス日: 12 2023].
- [8] 新潟県, "佐渡島の概況," 22 6 2021. [オンライン]. Available:
https://www.pref.niigata.lg.jp/sec/sado_kikaku/sado-gaikyou.html. [アクセス日: 31 12 2023].
- [9] "佐渡とは," [オンライン]. Available:
<https://www.visitsado.com/about-sado/nature/>. [アクセス日: 1 2024].
- [10] "新潟佐渡市の野生下トキ、537 羽に訂正・環境省," 8 2 2023. [オンライン]. Available: <https://www.niigata-nippo.co.jp/articles/-/173355>. [アクセス日: 12 2023].
- [11] 安岡健, 江戸諸国産物帳 丹羽正伯の人と仕事, 品文社, 1987, p. 139.
- [12] "泊まる," [オンライン]. Available:
https://www.visitsado.com/stay/?sort_id=2&. [アクセス日: 12 2023].
- [13] "令和 3 年新潟県観光入込客統計調査結果," 30 12 2022. [オンライン]. Available:

- <https://www.pref.niigata.lg.jp/sec/kankokikaku/r3irikomi.html>.
[アクセス日: 12 2023].
- [14] にいがた経済新聞, “【新潟県佐渡市】佐渡航路の輸送人数、前年比で約 25%増加 小木直江津航路は約 2 倍に,” 9 10 2023. [オンライン]. Available: <https://www.niikei.jp/849374/>. [アクセス日: 12 2023].
- [15] “佐渡汽船が言及「債務超過解消されなければ運航停止も」,” 30 9 2021. [オンライン]. Available: <https://www.joetsu.ne.jp/156797>. [アクセス日: 12 2023].
- [16] “2022 年の旅行動向: 今後の展望,” 11 2021. [オンライン]. Available: https://www.tripadvisor.jp/Articles-lZkLoyogp7bk-Travel_in_2022_jp.html. [アクセス日: 12 2023].
- [17] K. H. Y. Ulrike Gretzel, “Use and Impact of Online Travel Reviews,” Information and Communication Technologies in Tourism , 2008.
- [18] R. E. G. B. P. Stephen Litvin, “Electronic word-of-mouth in hospitality and tourism management,” Tourism Management 29(3), 2008.
- [19] 寺. 隆雄, “エージェント・ベース・モデリングで社会現象を織る,” 第 8 回横幹連合コンファレンス, 2017.
- [20] 金澤 悠介、朝岡 誠、堀内 史朗、関口 卓也、中井 豊, “エージェント・ベースト・モデルの方法と 社会学におけるその展開,” 理論と方法(Sociological Theory and Methods, Vol.26, No.1, 2011.
- [21] U. B. ,. D. L. D. ,. J. G. P. ,. J. G. S. F. R. Volker Grimmer, “The ODD protocol: A review and first update,” Ecological Modelling 221 (2010) , 2010.
- [22] C. F. M. S. J. W. Francesco Pizzitutti, “Modelling tourism in the Galapagos Islands: An agent-based model approach,” Journal of Artificial Societies and Social Simulation 17(1), 2014.
- [23] C. C. F. & J. R. Inês Boavida-Portugal, “Where to vacation? An agent-based approach to modelling tourist decision-making process,” Current issues Iin Tourism, 20:15,, 2017.
- [24] S. F. R. a. V. Grimm, Agent-Based and Individual-Based Modeling: A Practical Introduction, Princeton University Press, 第 巻第 2 版, 2019.
- [25] “平成 30 年新潟県観光入込客統計,” 新潟県観光局観光企画課, 2018.
- [26] “NHK 放送文化研究所,” 2022. [オンライン]. Available: <https://www.nhk.or.jp/bunken/yoron-jikan/>. [アクセス日: 12 2023].

- [27] 竹村和久, 行動意思決定論 経済行動の心理学, 日本評論社, 2009.
- [28] 中村國則, “確率加重関数の理論的展開,” 2013.
- [29] 大平英樹, “価値・予測・誤差 —社会性を支える意思決定システム,” エモーション・スタディーズ 第2巻第1号, 2016.
- [30] “さど観光ナビ,” [オンライン]. Available:
<https://www.visitsado.com/>. [アクセス日: 12 2023].
- [31] “トラベルコ,” 15 7 2023. [オンライン]. Available:
https://www.tour.ne.jp/j_tour/list/?dst=4-18-253. [アクセス日: 7 2023].
- [32] “Google マップ,” [オンライン]. Available:
<https://www.google.com/maps/dir/@34.3166657,133.9583353,11z/data=!4m2!4m1!3e3?hl=ja>.
- [33] 神. ソウル=鈴木拓也, “世界遺産へ、佐渡金山の推薦書正式版を再提出 24年の登録目指す,” 20 1 2023. [オンライン]. Available:
<https://www.asahi.com/articles/ASR1N4GQRR1NUCVL00J.html>. [アクセス日: 12 2023].
- [34] “大佐渡スカイライン,” [オンライン]. Available:
<https://www.visitsado.com/spot/detail0139/>. [アクセス日: 12 2023].
- [35] “白雲台,” [オンライン]. Available:
<https://www.visitsado.com/spot/detail0023/>. [アクセス日: 12 2023].
- [36] “大野亀,” [オンライン]. Available:
<https://www.visitsado.com/spot/detail0133/>. [アクセス日: 12 2023].
- [37] “二ツ亀,” [オンライン]. Available:
<https://www.visitsado.com/spot/detail0134/>. [アクセス日: 12 2023].
- [38] “平根崎の波蝕甕穴群,” [オンライン]. Available:
<https://www.visitsado.com/spot/detail0145/>. [アクセス日: 12 2023].
- [39] “尖閣湾揚島遊園,” [オンライン]. Available:
<https://www.visitsado.com/spot/detail0035/>. [アクセス日: 12 2023].
- [40] “無名異焼 玉堂窯元,” [オンライン]. Available:
<https://www.visitsado.com/spot/detail0028/>. [アクセス日: 11 2023].

- [41] “史跡 佐渡金山,” [オンライン]. Available:
<https://www.visitsado.com/spot/detail0098/>. [アクセス日: 12
2023].
- [42] “北沢浮遊選鉱場,” [オンライン]. Available:
<https://www.visitsado.com/spot/detail0091/>. [アクセス日: 12
2023].
- [43] “佐渡金銀山ガイドンス施設「きらりうむ佐渡」,” [オンライン].
Available: <https://www.visitsado.com/spot/detail0903/>. [アクセス
日: 12 2023].
- [44] “夫婦岩,” [オンライン]. Available:
<https://www.visitsado.com/spot/detail0142/>. [アクセス日: 12
2023].
- [45] “妙宣寺,” [オンライン]. Available:
<https://www.visitsado.com/spot/detail0107/>. [アクセス日: 12
2023].
- [46] “根本寺,” [オンライン]. Available:
<https://www.visitsado.com/spot/detail0062/>. [アクセス日: 12
2023].
- [47] “トキの森公園,” [オンライン]. Available:
<https://www.visitsado.com/spot/detail0015/>. [アクセス日: 12
2023].
- [48] “佐渡博物館,” [オンライン]. Available:
<https://www.visitsado.com/spot/detail0031/>. [アクセス日: 12
2023].
- [49] “相川郷土博物館,” [オンライン]. Available:
<https://www.visitsado.com/spot/detail0403/>. [アクセス日: 12
2023].
- [50] “真野御陵,” [オンライン]. Available:
<https://www.visitsado.com/spot/detail0110/>. [アクセス日: 12
2023].
- [51] “寿司民宿 長浜荘・魚道場,” [オンライン]. Available:
<https://www.visitsado.com/spot/detail0202/>. [アクセス日: 12
2023].
- [52] “佐渡歴史伝説館,” [オンライン]. Available:
<https://www.visitsado.com/spot/detail0003/>. [アクセス日: 12
2023].
- [53] “佐渡西三川ゴールドパーク,” [オンライン]. Available:
<https://www.visitsado.com/spot/detail0009/>. [アクセス日: 12
2023].

- [54] “尾畑酒造,” [オンライン]. Available:
<https://www.visitsado.com/spot/detail0004/>. [アクセス日: 12
2023].
- [55] “蓮華峰寺,” [オンライン]. Available:
<https://www.visitsado.com/spot/detail0123/>. [アクセス日: 12
2023].
- [56] “矢島・経島,” [オンライン]. Available:
<https://www.visitsado.com/spot/detail0152/>. [アクセス日: 12
2023].
- [57] “たらい舟力屋観光汽船,” [オンライン]. Available:
<https://www.visitsado.com/spot/detail0045/>. [アクセス日: 12
2023].
- [58] “宿根木,” [オンライン]. Available:
<https://www.visitsado.com/spot/detail0121/>. [アクセス日: 12
2023].
- [59] “佐渡国小木民俗博物館・千石船展示館,” [オンライン]. Available:
<https://www.visitsado.com/spot/detail0038/>. [アクセス日: 12
2023].
- [60] “おみやげ市場 小木家,” [オンライン]. Available:
<https://www.visitsado.com/spot/detail0043/>. [アクセス日: 12
2023].
- [61] “北雪酒造,” [オンライン]. Available:
<https://www.visitsado.com/spot/detail0050/>. [アクセス日: 12
2023].

付録

A. 生成した施設のパラメーター一覧

大佐渡スカイライン [34]

- プラン ID: Plan_1, Plan_45, Plan_83, Plan_98, Plan_101
- 属性
 - 自然: a1= 5
 - 金井と相川を結ぶ約 30km の展望道路で、標高 900m 以上の最高地点から佐渡全島を俯瞰できる。素晴ら

しい自然景観を楽しむことができ、秋には紅葉も見られる。

■ 温泉健康: a2= 2

- 温泉に関する特筆すべき情報はないが、健康的なドライブやウォーキングに適している。

■ スポーツ: a3 = 1

- スポーツに関する特筆すべき情報はなし。

■ 文化: a4 = 2

- 約 30km の展望道路で、佐渡島の様々な景色を一望できる。自然や地理との深い繋がりがあり、文化的鑑賞にも一部寄与している。

- 容量: 3.33

- 全長約 30km の展望道路で、最高地点の標高は 900 メートルを超える。具体的なキャパシティ情報は見つけれなかったが、長大な道路となるため、比較的多くの訪問者を受け入れることができるだろう。

- 経年劣化: 4

- 2022 年 4 月 20 日に開通したことから、比較的新しい。

白雲台 [35]

- プラン ID: Plan_2, Plan_33, Plan_37, Plan_41, Plan_54, Plan_56, Plan_62, Plan_72, Plan_79, Plan_86, Plan_110

- 属性

- 自然: a1=5

- 大佐渡スカイラインの一部で、標高約 850m に位置し、両津湾、国中平野、小木半島などの大パノラマが楽しめる。

- 温泉健康: a2=1

- 温泉に関する特筆すべき情報はなし。

- スポーツ: a3= 1

- スポーツに関する特筆すべき情報はなし。

- 文化: a4=1

- 文化的な側面よりも、主に自然景観の素晴らしさに注目されている。

- 容量: 1.43

- 白雲台は標高約 850m に位置する山小屋風の建物です。駐車場のキャパシティは乗用車 25 台、大型バス 6 台です。これは比較的小規模な施設を示唆しており、混雑しやすい可能性がある。

- 経年劣化: 4

- 2022 年 4 月 3 日にオープンしたことから。比較的新しい。

大野亀 [36]

- プラン ID: Plan_3, Plan_36, Plan_37, Plan_40, Plan_53, Plan_65, Plan_71, Plan_74, Plan_93, Plan_104
- 属性
 - 自然: a1=4
 - 標高 167m の一枚岩が海に突き出しており、ミシュラン・グリーンガイド・ジャポンに二つ星として掲載されている。周辺はトビシマカンゾウの群生地、春には黄色い花が一面に広がる。
 - 温泉健康: a2= 1
 - 温泉に関する特筆すべき情報はなし。
 - スポーツ: a3= 1
 - スポーツに関する特筆すべき情報はなし。
 - 文化: a4=4
 - 海の安全を祈る信仰の対象とされており、地質学的にも宗教的にも重要な場所である。独特の地質特徴と長い宗教的意義が高い文化価値を持っている。
- 容量: 0.7
 - 駐車場のキャパシティは乗用車 20 台、大型バス 3 台である。これは比較的小規模な施設であることを示しており、混雑しやすい可能性がある。
- 経年劣化: 3
 - 自然由来の観光地のため、平均的な値を与える。

二ツ亀 [37]

- プラン ID: Plan_4, Plan_70, Plan_73, Plan_80, Plan_83, Plan_85, Plan_88, Plan_89, Plan_96, Plan_101
- 属性
 - 自然: a1=5
 - 二匹の亀がうずくまっているように見える島で、透明度が高い海が特徴的。自然を満喫できる海水浴場で、「日本の快水浴場 100 選」にも選ばれている。
 - 温泉健康: a2=1
 - 温泉に関する特筆すべき情報はなし。
 - スポーツ: a3= 3
 - 夏は海水浴を楽しむことができる。
 - 文化: a4=1

- 潮の満ち引きによって陸と分かれる珍しい現象が見られるが、自然の不思議であり、文化的・教育的な価値は小さい。
- 容量：2.00
 - 駐車場のキャパシティは 60 台。これは大野亀や白雲台と比較してやや大きな容量を持つことを示しており、混雑しにくい可能性がある。
- 経年劣化：3
 - 自然由来の観光地のため、平均的な値を与える。

平根崎 [38]

- プラン ID: Plan_5, Plan_34, Plan_39, Plan_96, Plan_97, Plan_109, Plan_110
- 属性
 - 自然：a1=5
 - 平根崎海岸は国内最大規模の波蝕甌穴群があり、国の天然記念物に指定されている。沖合いの海中には温泉が湧き出し、ダイバーに人気のスポット。
 - 温泉健康：a2=5
 - 尖閣湾の北、平根崎の海中に湧く温泉を引いた、佐渡で一番の高温泉。
 - スポーツ：a3=4
 - ダイビングなどのアクティビティが楽しめる。
 - 文化：a4=3
 - 約 500 メートルにわたる波蝕甌穴群があり、国の天然記念物である。
- 容量：1.25
 - 駐車場のキャパシティは 10 台となっており、これは施設リスト中で最も小規模な施設であることを示している。このため、混雑しやすいと考えられる。
- 経年劣化：3
 - 設立年に関する情報がないため、平均的な値を与える。

尖閣湾揚島遊園 [39]

- プラン ID: Plan_6, Plan_31, Plan_50, Plan_53, Plan_54, Plan_55, Plan_58, Plan_63, Plan_72, Plan_87, Plan_99

- 属性
 - 自然：a1=5
 - 尖閣湾の自然美を堪能できる観光施設で、北欧のフィヨルドに匹敵する景観が広がっている。展望台からダイナミックな景観を一望でき、周辺は「全国渚百選」にも指定されている海中公園である。
 - 温泉健康：a2=1
 - 温泉に関する特筆すべき情報はなし。
 - スポーツ：a3= 2
 - 「海中透視船」で湾内巡りが楽しめる。
 - 文化：a4=3
 - 「日本の渚百選」にも選ばれている。遊園地には海中透視船の発着場や水族館もあり、観光客に人気の施設。達者海岸の透明度に優れた海水浴場や遊覧船もあることから、自然と文化の融合したスポットと言える。
- 容量：2.50
 - 駐車場のキャパシティは乗用車 150 台、大型バス 15 台。比較的大きなキャパシティを持つため、混雑しにくい可能性がある。
- 経年劣化：3
 - 1932（昭和 7）年から歴史があるが、主に屋外の施設のため平均的な値をつける。

玉堂窯 [40]

- プラン ID: Plan_7, Plan_35, Plan_43, Plan_74, Plan_78, Plan_80, Plan_81, Plan_89, Plan_91, Plan_97
- 属性
 - 自然:a1= 1
 - 自然の景観や環境に関する特筆すべき情報はなし。
 - 温泉健康：a2=1
 - 温泉に関する特筆すべき情報はなし。
 - スポーツ：a3=1
 - 陶芸体験は提供されているが、スポーツ活動には該当しない。
 - 文化：a4=4
 - 玉堂窯は 1819 年に始まり、中国の宜興窯の影響を受けて堅牢な焼物を作り上げた歴史がある。2003 年には国の重要無形文化財に指定されている。

- 容量：2.50
 - 駐車場容量：乗用車 20 台、大型バス 5 台。駐車場の規模を考慮すると、一度に受け入れ可能な訪問者数は比較的少ないと予想される。
- 経年劣化：3
 - 設立年に関する情報がないため、平均的な値を与える。

佐渡金山 [41]

- プラン ID:Plan_8, Plan_74, Plan_82, Plan_83, Plan_86, Plan_100, Plan_103, Plan_104, Plan_107
- 属性
 - 自然：a1=4
 - 自然の景観を直接楽しむ施設ではないが、歴史的な鉱山跡地を訪れることができる。
 - 温泉健康：a2= 1
 - 温泉に関する特筆すべき情報はなし。
 - スポーツ：a3=2
 - 鉱山跡地の探索が可能であるが一般的なスポーツ活動には該当しないため、2 点とした。
 - 文化：a4=5
 - 1601 年に開山され、江戸時代には徳川幕府の財政を支える重要な地位を占めた。現在は重要文化財や近代化産業遺産として保存されており、2022 年にはユネスコの世界文化遺産候補として推薦されている。
- 容量：1.43
 - 駐車場容量：乗用車 500 台、大型バス 23 台であり、多くの訪問者を受け入れる能力がある。
- 経年劣化：3
 - 1601 年に山師 3 人により開山されたと伝えられている。自然由来の施設であるため、平均的な値をつける。

北沢浮遊選鉱場 [42]

- 属性
 - 自然：a1= 2
 - 鉱山の近代化に貢献した施設群を訪れることができ、歴史的な要素はあるが自然の景観を直接楽しむ施設とは言い難い。
 - 温泉健康：a2=1

- 温泉に関する特筆すべき情報はなし。
- スポーツ：a3=1
 - スポーツに関する特筆すべき情報はなし。
- 文化：a4=4
 - 1937 年から 1940 年にかけて建設された選鉱施設で、現在は「佐渡島のラピュタ」として観光スポットになっている。遺構はそのまま残され、2010 年には広場が整備されグッドデザイン賞を受賞した。
- 容量：2.00
 - 駐車場は乗用車 30 台、大型バス 3 台の容量がある。規模としては中程度であり、大規模な団体受け入れは限定的と予想される。
- 経年劣化：2
 - 昭和 31 年開館。
- プラン ID: Plan_9, Plan_44, Plan_68, Plan_79, Plan_92

きらりうむ佐渡 [43]

- プラン ID: Plan_10, Plan_52, Plan_60, Plan_69, Plan_88, Plan_102, Plan_104, Plan_106
- 属性
 - 自然：a1=2
 - 佐渡金銀山の価値や魅力を伝える施設で、自然の景観を直接楽しむ施設ではない。
 - 温泉健康：a2=1
 - 温泉に関する特筆すべき情報はなし。
 - スポーツ：a3=1
 - スポーツに関する特筆すべき情報はなし。
 - 文化：a4=5
 - 佐渡金銀山が持つ独特な産業遺産の価値と、地域文化の発展に関する情報を提供する重要な役割を果たしている。
- 容量 1.43
 - 普通車の駐車場が 157 台、大型バスが 3 台分ある。この駐車容量はかなり大きいため、多くの訪問者を受け入れる能力があると考えられる。
- 経年劣化：4
 - 2019 年 4 月 20 日にオープンした比較的新しい施設である。

めもと岩 [44]

- プラン ID: Plan_11, Plan_46, Plan_49, Plan_84, Plan_99, Plan_110
- 属性
 - 自然: a1=5
 - 特に日の出や満月の時に美しい景色を提供する自然豊かな場所である。
 - 温泉健康: a2=1
 - 温泉に関する特筆すべき情報はなし。
 - スポーツ: a3=1
 - スポーツ活動に関する特筆すべき情報はなし。
 - 文化: a4=3
 - めもと岩は、夫婦円満や家内安全、海上保安や大漁追福の象徴として知られている。古くは神道における磐座信仰の一部とされ、特に巨石や岩、山を神体とし、神が宿る場所として信仰されていた。
- 容量: 1.25
 - 定員は 20 名であり、小規模な施設であるため混雑しやすい可能性がある。
- 経年劣化: 3
 - 自然由来の観光地であるため、平均的な値をつける。

妙宣寺 [45]

- 属性
 - 自然: a1=3
 - 歴史的な重要性を持ち、自然と文化が融合した静かな環境です。
 - 温泉・健康: a2=1
 - 温泉に関する特筆すべき情報はなし。
 - スポーツ: a3=1
 - スポーツに関する特筆すべき情報はなし。
 - 文化: a4=4
 - 妙宣寺は、日蓮宗の寺院で、新潟県内に現存する唯一の五重塔がある。この五重塔は、日光東照宮の五重塔を模したもので、風格ある仁王門や日野資朝卿の墓もあり、歴史的な建築物としての価値、および日蓮宗との関連が高く評価されている。
- 容量: 2.00

- 駐車場のキャパシティは 30 台。これは中規模な施設を示唆しており、混雑度は中程度と考えられる。
- 経年劣化：2
 - 元文 5 年（1740 年）に建てられたと言われている。
- プラン ID: Plan_12, Plan_40, Plan_70, Plan_73, Plan_90, Plan_109

根本寺 [46]

- プラン ID: Plan_13, Plan_70, Plan_78, Plan_80, Plan_81, Plan_82, Plan_90, Plan_97, Plan_98, Plan_102, Plan_107
- 属性
 - 自然: a1=3
 - 妙宣寺と同様、自然環境と文化遺産が融合した場所である。
 - 温泉・健康: a2= 1
 - 温泉に関する特筆すべき情報はなし。
 - スポーツ: a3=1
 - スポーツに関する特筆すべき情報はなし。
 - 文化: a4=3
 - 1271 年に日蓮によって開創されたとされ、京都妙覚寺の末寺となり、その後独立本山となった寺院。その歴史的背景と日蓮宗との繋がりにより、重要な文化的価値がある。
- 容量：2. 50
 - 駐車場容量：40 台。中規模の駐車場を持つため、適度な数の訪問者を受け入れることができると予測される。
- 経年劣化：2
 - 1271（文永 8）年に建てられたと言われている。

トキの森公園 [47]

- プラン ID: Plan_14, Plan_29, Plan_36, Plan_56, Plan_65, Plan_75
- 属性
 - 自然: a1=4
 - トキ（朱鷺）の保護に専念しており、自然環境の中で鳥を観察できる。
 - 温泉/健康:a2=1
 - 温泉に関する特筆すべき情報はなし。

- スポーツ：a3=2
 - 自然環境を提供するが、野生動物の観察に重点を置いているため、スポーツ活動にはあまり適していない。
- 文化：a4=2
 - 佐渡の穀倉地帯に位置し、豊かな自然に囲まれた公園である。公園内には保護センターや資料展示館があり、佐渡の象徴である朱鷺を見ることができるが、文化的な要素はさほど大きくない。
- 容量：2.50
 - 駐車場のキャパシティは乗用車 67 台、大型バス 5 台。比較的大きなキャパシティを持つため、混雑しにくいと考えられる。
- 経年劣化：3
 - 自然由来の観光地であるため、平均的な値をつける。

佐渡博物館 [48]

- プラン ID: Plan_15, Plan_39, Plan_46, Plan_49, Plan_57, Plan_72, Plan_73, Plan_84, Plan_85, Plan_86, Plan_91, Plan_105
- 属性
 - 自然：a1=3
 - 佐渡の自然、考古学、歴史、民俗に関する展示があり、屋外にはロックガーデンや古民家の展示もある。
 - 温泉・健康：a2=1
 - 温泉に関する特筆すべき情報はなし。
 - スポーツ：a3=1
 - スポーツに関する特筆すべき情報はなし。
 - 文化：a4=5
 - 佐渡の持つ貴重な自然、風土、考古、歴史、美術、芸能などの資料を総合的に収集、展示する総合博物館。多くの貴人や文化人が流された歴史を持つ佐渡の文化を広く反映している。
- 容量：1.43
 - 駐車場のキャパシティは乗用車 20 台、大型バス 2 台。比較的小規模な施設であり、混雑しやすい可能性がある。
- 経年劣化：2
 - 1957 年に建設された。

両津郷土博物館 [49]

- プラン ID: Plan_16, Plan_42, Plan_51, Plan_67, Plan_77, Plan_91, Plan_101
- 属性
 - 自然: a1=3
 - 「海」「くらしと木」そして「祭」をテーマにしており、自然の優しい温もりに包まれた環境に位置している。しかし、自然に特化しているわけではない。
 - 温泉/健康: a2=1
 - 温泉に関する特筆すべき情報はなし。
 - スポーツ: a3=1
 - スポーツに関する特筆すべき情報はなし。
 - 文化: a4=5
 - 佐渡の持つ貴重な自然、風土、考古、歴史、美術、芸能などの資料を総合的に収集、展示する総合博物館。多くの貴人や文化人が流された歴史を持つ佐渡の文化を広く反映している。
- 容量: 1.67
 - 駐車場は 50 台の容量があり、中規模な博物館と言える。従って、大規模な混雑は少ないと予測される。
- 経年劣化: 2
 - 昭和 57 年 (1982 年) 6 月に開館した・

真野御陵 [50]

- プラン ID: Plan_17, Plan_30, Plan_34, Plan_48, Plan_64, Plan_66, Plan_88, Plan_95, Plan_100
- 属性
 - 自然: a1=4
 - 順徳天皇の火葬地であり、歴史的な意義を持つ静かな場所である。周辺には赤玉石庭園や大佐渡山脈、真野湾の景色がある。ただし、自然に特化した施設ではない。
 - 温泉健康: a2=1
 - 温泉に関する特筆すべき情報はなし。
 - スポーツ: a3=1
 - スポーツに関する特筆すべき情報はなし。
 - 文化: a4=5

- 正式には「順徳天皇御火葬塚」と呼ばれ、歴史的に重要な場所です。順徳上皇が在島 22 年の末に崩御した地であり、その歴史的価値は高い。
- 容量：1.67
 - 乗用車 50 台、大型バス 30 台の容量がある。バスの駐車スペースが多いことから、団体客の受け入れ能力が高いと予測される。
- 経年劣化：2
 - 仁治 3 年(1242)9 月 12 日にできたとされる遺跡。

長浜荘 [51]

- プラン ID: Plan_18, Plan_71, Plan_75, Plan_100, Plan_103, Plan_106
- 属性
 - 自然: a1=3
 - 真野湾を一望できる場所にあるが、主に食事体験に焦点を当てている。
 - 温泉健康: a2=1
 - 温泉に関する特筆すべき情報はなし。
 - スポーツ: a3=1
 - スポーツに関する特筆すべき情報はなし。
 - 文化: a4=2
 - この施設は民宿兼食事処であり、真野湾を背景にした雄大なロケーションと新鮮な海の幸を提供している。しかし、文化的な側面において、特に歴史的や教育的な要素は少ない。
- 容量：3.33
 - 合計 11 室の客室がある。小規模な宿泊施設のため、混雑度は低いと予測される。
- 経年劣化：3
 - 設立年に関する情報がなかったため、平均的な値をつけた。

佐渡歴史伝説館 [52]

- 属性
 - 自然: a1=2

- 鯉の泳ぐ池に囲まれた風情ある建物にあるが、主に歴史と伝説の展示に焦点を当てている。
- 温泉：a2=1
 - 温泉に関する特筆すべき情報はなし。
- スポーツ：a3=1
 - スポーツに関する特筆すべき情報はなし。
- 文化：a4=4
 - 佐渡の歴史や伝説を等身大ロボット人形でリアルに再現し、順徳上皇の配所の月や日蓮聖人の塚原問答などの有名なシーンを展示している。
- 容量：1.43
 - 駐車場は乗用車 80 台、大型バス 25 台の容量がある。この駐車場の大きさから、多くの訪問者を受け入れる能力があると予測される。
- 経年劣化：2
 - 1973 年に開館。
- プラン ID: Plan_19, Plan_64, Plan_66, Plan_81, Plan_92, Plan_94, Plan_95, Plan_109

佐渡西三川ゴールドパーク [53]

- プラン ID: Plan_20, Plan_31, Plan_38, Plan_76, Plan_77, Plan_89, Plan_99, Plan_105
- 属性
 - 自然：a1=3
 - 歴史的に豊かな地域にあり、砂金採り体験など教育的な体験ができるが、自然の景観にはそれほど焦点が当てられていない。
 - 温泉健康：a2=1
 - 温泉に関する特筆すべき情報はなし。
 - スポーツ：a3=2
 - 砂金採りが体験できる。
 - 文化：a4=3
 - 平安時代の『今昔物語』に記載がある西三川砂金山跡地に建てられており、「金」の歴史に関する展示室もある。展示内容から、地域の歴史や産業に関する教育的価値を持っていると言える。
- 容量：1.25
 - 駐車場は乗用車 200 台、大型バス 10 台の容量がある。この大きな駐車容量から、特に車での訪問者が多い時はかなり混雑する可能性がある。

- 経年劣化：3
 - 1990 年（平成 2 年）4 月にオープン。

尾畑酒造 [54]

- プラン ID: Plan_21, Plan_38, Plan_47, Plan_51, Plan_71, Plan_76, Plan_79, Plan_87, Plan_93, Plan_94, Plan_105, Plan_108
- 属性
 - 自然: a1=1
 - 酒蔵であり、文化的・教育的な体験を提供しているが、自然環境に特化した施設ではない。
 - 温泉健康: a2=1
 - 温泉に関する特筆すべき情報はなし。
 - スポーツ: a3=1
 - スポーツに関する特筆すべき情報はなし。
 - 文化: a4=4
 - 新潟県で最初に酒蔵見学を始めた蔵であり、真野鶴の製造過程を見学できる場所。地域の伝統的な酒造りを体験できることから、文化的価値は高いと言える。
- 容量：2.00
 - 駐車場は乗用車 20 台、大型バス 25 台の容量がある。酒造場としては比較的小規模な駐車場だが、大型バスの受け入れ能力があるため、団体客が訪れる可能性がある。
- 経年劣化：2
 - 1892（明治 25 年）創業。

蓮華峰寺 [55]

- プラン ID: Plan_22, Plan_30, Plan_35, Plan_60, Plan_61, Plan_94
- 属性
 - 自然: a1=4
 - 歴史的に重要な文化遺産と建築遺産を持ち、静謐で視覚的に魅力的な場所である。
 - 温泉健康: a2=1
 - 温泉に関する特筆すべき情報はなし。
 - スポーツ: a3=1

- スポーツに関する特筆すべき情報はなし。
- 文化：a4=4
 - 真言宗智山派の寺院で、空海（弘法大師）が開山し、金剛寺、室生寺とともに真言の三大聖地の一つ。重要文化財も多く、国の有形文化財に登録されている。
- 容量：1.67
 - 駐車場は乗用車 100 台分と比較的大きいが、寺院としては標準的な規模。
- 経年劣化：2
 - 慶長 13 年（1608 年）に建てられた。

矢島・経島 [56]

- プラン ID: Plan_23, Plan_32, Plan_48, Plan_69, Plan_76, Plan_78, Plan_85, Plan_103, Plan_107, Plan_108
- 属性
 - 自然：a1=4
 - 歴史的に重要な文化遺産と建築遺産を持ち、静謐で視覚的に魅力的な場所である。
 - 温泉健康：a2=1
 - 温泉に関する特筆すべき情報はなし。
 - スポーツ：a3=2
 - たらい舟を使った磯ネギ漁体験などアクティブな体験が提供されているが、伝統的なスポーツ活動には該当しない。
 - 文化：a4=4
 - 矢島は良質の矢竹の産地であり、経島には日蓮の放免状を携えた高弟の日朗が漂着した歴史がある。
- 容量：2.00
 - 駐車場の容量は 20 台と、駐車場は比較的小規模。
- 経年劣化：3
 - 自然由来の観光地のため、平均的な値を与えた。

力屋観光汽船 [57]

- プラン ID: Plan_24, Plan_44, Plan_52, Plan_55, Plan_57, Plan_59, Plan_63, Plan_75, Plan_90, Plan_92
- 属性
 - 自然: a1=3
 - 佐渡の美しい自然景観を楽しめるたらい舟体験を提供している。しかし、特に自然保護や生態系の教育に特化しているわけではない。
 - 温泉健康: a2=1
 - 温泉に関する特筆すべき情報はなし。
 - スポーツ: a3=3
 - たらい舟を使ったレクリエーション活動を提供している。
 - 文化: a4=3
 - 力屋観光汽船の提供するたらい舟体験は、佐渡の文化的な側面を反映しているが、文化施設や教育プログラムなどを提供しているわけではない。
- 容量: 1.42
 - 駐車場の容量は乗用車 50 台、大型バス 6 台と、比較的大きいため、混雑度はそれほど高くない可能性がある。
- 経年劣化: 2
 - 1972 年に設立された。

宿根木集落 [58]

- プラン ID: Plan_25, Plan_62, Plan_67, Plan_77, Plan_93, Plan_102
- 属性
 - 自然: a1=3
 - 宿根木集落は新潟県佐渡市の最南端に位置し、江戸時代後期から明治初期にかけて北前船の寄港地として発展した港町。伝統的建造物が 106 棟残っており、その多くは板張りの外壁を持つ 2 階建ての家屋である。外見は質素だが、内装は豪華で、修復された民家が一般に公開されている。この地域には 20 以上の土蔵があり、周囲には竹林が分布している。
 - 温泉健康: a2=1
 - 温泉に関する特筆すべき情報はなし。

- スポーツ： a3=1
 - スポーツに関する特筆すべき情報はなし。
- 文化： a4=3
 - 伝説に包まれた矢島・経島は、矢島は良質な矢竹の産地であり、経島は日蓮の伝承がある場所。二つの島は赤い太鼓橋でつながれており、美しい景色を提供している。
- 容量:2.00
 - 駐車場は 20 台の容量があり、集落としては小規模な駐車場であるが、訪問者が多い時期には混雑する可能性がある。
- 経年劣化：2
 - 近世初期から明治時代にかけて北前船の交易で栄えた集落である。

小木民俗博物館 [59]

- プラン ID: Plan_26, Plan_29, Plan_50, Plan_61, Plan_95
- 属性
 - 自然： a1=1
 - 小木民俗博物館は、佐渡市原産の道具や漁具、造船道具などを展示しているが、自然に関する展示や活動についての言及はない。
 - 温泉健康： a2=1
 - 温泉に関する特筆すべき情報はなし。
 - スポーツ： a3=1
 - スポーツに関する特筆すべき情報はなし。
 - 文化： a4=3
 - 約 50 年の歴史を持つ観光用「たらい舟」を提供しており、佐渡の文化的な名物として知られている。地元文化を体験できることから、文化的価値はあると考えられ、3 点を付けます。
- 容量：1.67
 - 駐車場は 50 台の容量があり、博物館としては標準的な規模の駐車場。
- 経年劣化：2
 - 大正 9 年に建てられた宿根木小学校の木造校舎をそのまま残した博物館である。

小木家（小木港） [60]

- プラン ID: Plan_27, Plan_32, Plan_33, Plan_41, Plan_42, Plan_43, Plan_45, Plan_58, Plan_59, Plan_68, Plan_82, Plan_84, Plan_96, Plan_98
- 属性
 - 自然: a1=2
 - 小木家は佐渡名産を一堂に集めたショッピングセンターで、海産物や伝統工芸品、銘菓などがそろっています。自然に直接関連する内容はありませんが、地元の自然産品を取り扱っています。評価: 2/5 (自然産品の販売)
 - 温泉健康: a2= 1
 - 温泉に関する特筆すべき情報はなし。
 - スポーツ: a3=1
 - スポーツに関する特筆すべき情報はなし。
 - 文化: a4=2
 - 佐渡名産を一堂に集めたショッピングセンターで、佐渡汽船ターミナルに直結している。
- 容量: 1.25
 - 駐車場は乗用車 40 台、大型バス 15 台の容量があり、席数は 2 階レストランで 300 席、3 階レストランで 140 席ある。この席数から判断すると、特に食事時間帯にはかなりの混雑が予想される。
- 経年劣化: 3
 - 設立年に関する情報がなかったため、平均的な値をつけた。

北雪酒造 [61]

- プラン ID: Plan_28, Plan_47, Plan_87, Plan_106, Plan_108
- 属性
 - 自然: a1=1
 - 北雪酒造は佐渡市に本社を置く酒造会社で、日本酒、焼酎、梅酒などを製造・販売している。
 - 温泉健康: a2=1
 - 温泉に関する特筆すべき情報はなし。
 - スポーツ: a3=1
 - スポーツに関する特筆すべき情報はなし。
 - 文化: a4=4
 - 明治 5 年に創業した歴史ある酒蔵で、伝統を守りつつユニークな試みにも挑戦している蔵元。世界的に

も注目されている「北雪」ブランドは、佐渡の文化を広く伝えている。

- 容量：5.00

- 一度に受け入れ可能な人数は約 30 名で、駐車場は 10 台のみ。この小規模な受け入れ能力から、混雑度は低いと予測される。

- 経年劣化：2

- 明治 5 年（1872 年）に創業された。

B. 生成したプランのパラメーター一覧

plan name	advertisement_po wer	price	rating	days	facilities	other
Plan_1	0.315	1	3.0	1	大佐渡スカイライン	3
Plan_2	0.335	2	3.0	2	白雲台	2
Plan_3	0.395	3	3.0	0	大野亀	4
Plan_4	0.194	4	3.0	3	二ツ亀	3
Plan_5	0.304	3	3.0	3	平根崎	2
Plan_6	0.431	4	3.0	4	尖閣湾揚島遊園	3
Plan_7	0.346	4	3.0	4	玉堂窯	1
Plan_8	0.048	3	3.0	0	佐渡金山	1
Plan_9	0.321	1	3.0	0	北沢浮遊選鉱場	2
Plan_10	0.263	1	3.0	0	きらりうむ佐渡	3
Plan_11	0.32	2	3.0	2	めおと岩観光	2
Plan_12	0.272	3	3.0	4	妙宣寺	3
Plan_13	0.09	2	3.0	4	根本寺	4
Plan_14	0.416	2	3.0	0	トキの森公園	3
Plan_15	0.481	3	3.0	1	佐渡博物館	3
Plan_16	0.415	3	3.0	4	両津郷土博物館	4
Plan_17	0.038	2	3.0	1	真野御陵	5
Plan_18	0.44	2	3.0	2	長浜荘	3
Plan_19	0.177	4	3.0	4	佐渡歴史伝説館	4
Plan_20	0.227	2	3.0	0	佐渡西三川ゴールド パーク	2
Plan_21	0.291	2	3.0	1	尾畑酒造	1
Plan_22	0.294	2	3.0	0	蓮華峰寺	1
Plan_23	0.059	3	3.0	4	矢島・経島	2
Plan_24	0.019	2	3.0	2	力屋観光汽船	4
Plan_25	0.238	4	3.0	0	宿根木集落	3
Plan_26	0.257	3	3.0	2	小木民俗博物館	5
Plan_27	0.429	2	3.0	0	小木家（小木港）	3

Plan_28	0.127	4	3.0	2	北雪酒造	2
Plan_29	0.133	2	3.0	3	小木民俗博物館，ト キの森公園	3
Plan_30	0.199	1	3.0	4	蓮華峰寺，真野御陵	4
Plan_31	0.414	3	3.0	1	佐渡西三川ゴールド パーク，尖閣湾揚島 遊園	3
Plan_32	0.085	4	3.0	1	矢島・経島，小木家 (小木港)	2
Plan_33	0.011	2	3.0	1	白雲台，小木家（小 木港）	3
Plan_34	0.457	2	3.0	1	平根崎，真野御陵	2
Plan_35	0.193	2	3.0	0	蓮華峰寺，玉堂窯	1
Plan_36	0.355	1	3.0	4	大野亀，トキの森公 園	1
Plan_37	0.158	3	3.0	2	白雲台，大野亀	2
Plan_38	0.063	3	3.0	1	佐渡西三川ゴールド パーク，尾畑酒造	3
Plan_39	0.191	3	3.0	0	佐渡博物館，平根崎	4
Plan_40	0.442	1	3.0	3	妙宣寺，大野亀	4
Plan_41	0.383	2	3.0	4	小木家（小木港）， 白雲台	4
Plan_42	0.446	4	3.0	0	両津郷土博物館，小 木家（小木港）	3
Plan_43	0.451	3	3.0	2	玉堂窯，小木家（小 木港）	5
Plan_44	0.429	2	3.0	3	力屋観光汽船，北沢 浮遊選鉱場	3
Plan_45	0.165	2	3.0	1	小木家（小木港）， 大佐渡スカイライン	2
Plan_46	0.466	3	3.0	1	佐渡博物館，めおと 岩観光	1
Plan_47	0.35	3	3.0	3	尾畑酒造，北雪酒造	3
Plan_48	0.282	2	3.0	1	矢島・経島，真野御 陵	2
Plan_49	0.051	4	3.0	2	めおと岩観光，佐渡 博物館	3
Plan_50	0.422	2	3.0	0	小木民俗博物館，尖 閣湾揚島遊園	3

Plan_51	0.134	2	3.0	0	両津郷土博物館，尾畑酒造	3
Plan_52	0.385	4	3.0	0	力屋観光汽船，きらりうむ佐渡	4
Plan_53	0.154	3	3.0	3	尖閣湾揚島遊園，大野亀	5
Plan_54	0.258	2	3.0	3	尖閣湾揚島遊園，白雲台	3
Plan_55	0.134	2	3.0	2	力屋観光汽船，尖閣湾揚島遊園	2
Plan_56	0.146	1	3.0	4	トキの森公園，白雲台	2
Plan_57	0.07	2	3.0	3	佐渡博物館，力屋観光汽船	3
Plan_58	0.4	2	3.0	1	尖閣湾揚島遊園，小木家（小木港）	4
Plan_59	0.131	3	3.0	1	小木家（小木港），力屋観光汽船	3
Plan_60	0.495	3	3.0	1	きらりうむ佐渡，蓮華峰寺	3
Plan_61	0.201	1	3.0	3	蓮華峰寺，小木民俗博物館	3
Plan_62	0.2	1	3.0	0	白雲台，宿根木集落	3
Plan_63	0.419	2	3.0	4	尖閣湾揚島遊園，力屋観光汽船	3
Plan_64	0.279	3	3.0	3	真野御陵，佐渡歴史伝説館	2
Plan_65	0.434	2	3.0	1	大野亀，トキの森公園	4
Plan_66	0.404	3	3.0	3	真野御陵，佐渡歴史伝説館	5
Plan_67	0.378	4	3.0	3	宿根木集落，両津郷土博物館	5
Plan_68	0.085	4	3.0	4	北沢浮遊選鉱場，小木家（小木港）	4
Plan_69	0.465	2	3.0	1	きらりうむ佐渡，矢島・経島	3
Plan_70	0.068	2	3.0	0	妙宣寺，二ツ亀，根本寺	2
Plan_71	0.42	3	3.0	3	長浜荘，大野亀，尾畑酒造	1

Plan_72	0.33	3	3.0	2	佐渡博物館，白雲台， 尖閣湾揚島遊園	3
Plan_73	0.212	1	3.0	4	二ツ亀，佐渡博物館， 妙宣寺	2
Plan_74	0.152	2	3.0	0	玉堂窯，大野亀，佐 渡金山	4
Plan_75	0.261	3	3.0	0	力屋観光汽船，長浜 荘，トキの森公園	3
Plan_76	0.159	2	3.0	1	佐渡西三川ゴールド パーク，矢島・経島， 尾畑酒造	2
Plan_77	0.318	4	3.0	0	両津郷土博物館，宿 根本集落，佐渡西三 川ゴールドパーク	1
Plan_78	0.373	4	3.0	1	玉堂窯，根本寺，矢 島・経島	2
Plan_79	0.265	3	3.0	3	北沢浮遊選鉱場，白 雲台，尾畑酒造	3
Plan_80	0.304	3	3.0	4	根本寺，玉堂窯，二 ツ亀	4
Plan_81	0.07	2	3.0	4	根本寺，佐渡歴史伝 説館，玉堂窯	3
Plan_82	0.351	2	3.0	3	佐渡金山，根本寺， 小木家（小木港）	2
Plan_83	0.469	2	3.0	3	佐渡金山，大佐渡ス カイライン，二ツ亀	3
Plan_84	0.335	3	3.0	0	小木家（小木港）， 佐渡博物館，めおと 岩観光	3
Plan_85	0.094	4	3.0	2	二ツ亀，佐渡博物館， 矢島・経島	4
Plan_86	0.268	2	3.0	3	佐渡金山，白雲台， 佐渡博物館	4
Plan_87	0.171	2	3.0	1	北雪酒造，尾畑酒造， 尖閣湾揚島遊園	4
Plan_88	0.014	4	3.0	4	真野御陵，二ツ亀， きらりうむ佐渡	4
Plan_89	0.406	3	3.0	3	玉堂窯，佐渡西三川 ゴールドパーク，二 ツ亀	4
Plan_90	0.174	2	3.0	0	妙宣寺，根本寺，力 屋観光汽船	4

Plan_91	0.173	2	3.0	1	佐渡博物館，両津郷土博物館，玉堂窯	2
Plan_92	0.391	1	3.0	2	佐渡歴史伝説館，北沢浮遊選鉱場，力屋観光汽船	4
Plan_93	0.454	2	3.0	3	大野亀，宿根木集落，尾畑酒造	1
Plan_94	0.353	1	3.0	0	佐渡歴史伝説館，蓮華峰寺，尾畑酒造	1
Plan_95	0.457	3	3.0	0	佐渡歴史伝説館，真野御陵，小木民俗博物館	1
Plan_96	0.13	3	3.0	0	二ツ亀，小木家（小木港），平根崎	1
Plan_97	0.092	3	3.0	4	根本寺，玉堂窯，平根崎	2
Plan_98	0.076	2	3.0	4	大佐渡スカイライン，小木家（小木港），根本寺	3
Plan_99	0.475	2	3.0	1	佐渡西三川ゴールドパーク，尖閣湾揚島遊園，めおと岩観光	4
Plan_100	0.318	3	3.0	3	佐渡金山，長浜荘，真野御陵	3
Plan_101	0.078	4	3.0	1	大佐渡スカイライン，両津郷土博物館，二ツ亀	2
Plan_102	0.119	4	3.0	0	根本寺，きらりうむ佐渡，宿根木集落	4
Plan_103	0.476	2	3.0	1	佐渡金山，長浜荘，矢島・経島	5
Plan_104	0.395	4	3.0	0	きらりうむ佐渡，佐渡金山，大野亀	5
Plan_105	0.375	2	3.0	2	佐渡西三川ゴールドパーク，尾畑酒造，佐渡博物館	5
Plan_106	0.134	1	3.0	2	長浜荘，北雪酒造，きらりうむ佐渡	4
Plan_107	0.402	3	3.0	4	根本寺，矢島・経島，佐渡金山	2
Plan_108	0.088	2	3.0	0	尾畑酒造，北雪酒造，矢島・経島	3

Plan_109	0.164	3	3.0	2	妙宣寺, 佐渡歴史伝 説館, 平根崎	2
Plan_110	0.401	2	3.0	1	平根崎, めおと岩観 光, 白雲台	4

C. ソースコード

本研究で使用したプログラムのソースコードは筆者の GitHub にて公開している。以下はリポジトリの URL である。

https://github.com/yucan1028/thesis_code.git

謝辞

最後に、本研究を進めるにあたっては多くの方々にご指導ご鞭撻を賜りました。この場を借りて感謝の意を述べさせていただきます。

主指導教諭である東京大学大学院新領域創成科学研究科人間環境学専攻 陳 昱教授からは大学院入学から論文執筆まで数多くのご指導、ご支援を賜りました。研究題材の方向性の決定から、研究の進め方、得られた結果からの考察、発表対策など研究全過程において全面的にサポートしていただきました。困難に直面した際には、教授の温かいお言葉と指針が私の道標となり、研究を続行する力を与えてくださいました。陳先生の研究へ向き合う姿勢を模範とし、今後の社会人生活や研究活動を邁進していく所存です。心より感謝申し上げます。

佐渡観光交流機構の長島様には、観光データのご提供やモデル構築におけるヒアリングなどご協力いただきました。長島様からの詳細かつ豊富な情報提供により、佐渡島の観光業に対する深い理解を得ることができました。心より感謝申し上げます。

東京大学大学院新領域創成科学研究科 人間環境学専攻 陳研究室に所属する皆様には、研究室会で多様な研究分野での知見や私の研究に対するご指摘をいただきました。皆様の研究に対する姿勢は自分の研究を進める中で非常に刺激になりました。また研究以外でもたくさん交流の場を持っていただき、楽しく充実した大学院生活を送ることができました。皆様と恵まれた環境で研究生生活を送ることができたことに、心より感謝申し上げます。

最後に、家族からは常にあたたく前向きな言葉をもらい、新潟から研究生生活を支えてくれました。特に両親は、東京大学大学院での学生生活を快く許してくれました。心身ともに健康的な研究生生活を送ることができたのは家族の全面的なサポートのおかげです。ありがとうございました。

ここまで、多くの皆様に多大なご支援をいただき、無事に修士論文を書き上げることができました。このことを肝に銘じ、今後の社会人生活・研究生生活に活かしていく所存です。改めて心より感謝申し上げます。