

令和 6 年 6 月 8 日現在

機関番号：32641

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K12033

研究課題名（和文）感性的な意思決定プロセスを数理的にモデル化するための概念設計

研究課題名（英文）Conceptual design for mathematically modeling affective decision-making processes

研究代表者

庄司 裕子（Shoji, Hiroko）

中央大学・理工学部・教授

研究者番号：30286174

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、決定木を用いて意思決定プロセスをモデリングする方法を提案した。次に、意思決定の事例を収集するため模擬実験をおこなった。そして、実験結果に決定木によるモデリング手法を適用した。得られた決定木によって、人によって異なる感性の違いを視覚的に把握することができた。最後に、商品に対するこだわりの有無による決定木のノード数の差異を比較検討し、感性の違いが決定木の構造の違いに反映されていることを統計的検定に基づき確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

提案手法によって意思決定プロセスを決定木で表現することにより、意思決定に反映される個々人の感性の違いを視覚化することが可能となった。また、決定木表現を用いたことにより機械学習を適用して選好の予測や情報推薦への応用が可能となった。本研究の知見は、今後感性的な思考プロセスに対して機械学習を適用して学習や予測がおこなえる可能性を創出するための基礎的知見として社会的にも有意義である。

研究成果の概要（英文）：In this study, first, we proposed a method for modeling the decision-making process using decision trees. Next, we conducted a simulation experiment to collect decision-making examples. We then applied a decision tree modeling method to the experimental results. The resulting decision trees made it possible to visually grasp the differences in sensibilities that vary from person to person. Finally, we compared the difference in the number of nodes in the decision tree depending on whether or not people had product preferences, and confirmed through statistical testing that differences in sensibilities were reflected in the differences in the decision tree structure.

研究分野：感性情報処理

キーワード：意思決定 感性モデル 決定木

1. 研究開始当初の背景

(1) 研究の背景と必要性

意思決定とは、選択可能な多数の選択肢から自分の判断基準に沿って選択するものを決めるプロセスである。人は生活の中で様々な意思決定を迫られる。膨大な情報がある中で迅速な意思決定が求められる現代社会では、意思決定の効果的な支援手法が求められている。意思決定に関する従来研究では、意思決定者の判断基準を静的なものと捉え、判断基準の充足度が最大となるように合理的に解を示して意思決定を支援しようとするものが多い。合理的に解を決定する手法としてよく用いられるのが、T.L.Saatyにより提案された階層分析法(AHP)である[1]。AHPは評価基準の重要度を定量的に測定することで合理性を示し意思決定を導く手法であり、多くの意思決定支援システムに適用されている[2]。しかしながらモッテルリーニは、意思決定者の判断基準は状況によって動的に変化するものであり、実際の意思決定は感情的におこなわれるものであると指摘している[3]。合理的な意思決定の支援手法は「静的な判断基準」に基づいた意思決定を支援するものであり、意思決定者がその時々々の状況や気分で「感性」に基づいた意思決定し、充足感を感じられる解を導き出すことができないという問題点が挙げられる。この問題点を解決するためには、判断基準の動的な変化を伴う感性的な意思決定プロセスの構造を捉えることが必要である。

(2) 関連研究の動向と本研究の意義

カーネマンとトベルスキーによって展開されたプロスペクト理論[4]によれば、人間の意思決定に際しては様々な認知バイアスがある。認知バイアスにより意思決定には非線形性があり状況によって変化することはよく知られている。特に感性的な意思決定においては、期待に対する効用が客観的に判断できず意思決定の判断基準が定まりにくく、認知バイアスの影響も大きく不合理とも言える意思決定がなされる[5]。このように、意思決定における感性的な側面の重要性は観察・指摘されてきているものの、感性的な意思決定プロセスに関する理論的な枠組みやモデルは提案されていない。本研究は、感性的な意思決定プロセスをモデル化し、その構造を明らかにするチャレンジングな研究である。また本研究は、数理的なモデル化に向けた指標を抽出して定量的に評価するという点で独自性がある。

感性的な意思決定では、意思決定者はその時々々の気分や状況によって主観的に選択をおこなうため、意思決定の判断基準は必ずしも固定的ではなく動的に変化する。例えば日々の食事の献立作成や服装コーディネートを選択などのように、同種の意思決定を繰り返しおこなう場合には、前回までに選択した内容が次の意思決定に影響する。どんなに好きなものでも、同じものが続けば飽きるという人は多い。従来の合理的な意思決定を前提とした意思決定支援手法では感性的な側面を考慮してこなかった。よって本研究は、感性的な意思決定においては判断基準が動的に変化することを前提とし、意思決定プロセスを決定木で表現し、その形状が意思決定者の感性を反映していると捉える点で独創性がある。

本研究によって感性的な意思決定プロセスをモデル化し、その数理的なモデル化に向けた指標を抽出して定量的に評価することができれば、充足度の高い感性的な意思決定の支援手法の提案が期待できる。さらに意思決定支援システムや情報推薦システムの効果を定量的に評価することが可能となり、感性的な意思決定支援のためのビジネスに発展させる可能性も有している。AI技術の発展がめざましい現代社会において、理屈では説明できない感性的な意思決定を支援するためのインタラクション手法に対する需要はむしろ増加しており、感性的な意思決定プロセスをモデル化し定量的に評価するという本研究の目的は、社会的な意義も大きいと考えられる。

2. 研究の目的

(1) 達成すべき研究目的

本研究では、「感性的な意思決定プロセスの特徴とは何か」を明らかにすることを学術的「問い」として設定した。本研究では、意思決定の判断基準が曖昧もしくは動的に変化するような場合を感性的な意思決定と呼ぶ。そして上記の学術的「問い」に答えるため、本研究では以下の2点を研究目的とした。

感性的な意思決定プロセスの事例を収集し、決定木を用いてモデル化する。

色々な決定木の構造を比較し、構造の違いを生む要素を抽出し定量的に評価する。

(2) 具体的な研究項目

上掲の研究目的2点を達成するために、4年間の研究期間(当初は3年間の予定であったがコロナ禍により1年延長)で下記の項目について研究に取り組むこととした。

感性的な意思決定プロセスの事例を収集する。

決定木を用いて感性的な意思決定プロセスをモデル化する。

色々な決定木の構造を比較し、特徴の違いを明らかにする。
 決定木の構造の違いを生む感性特徴量を抽出する。
 抽出した感性特徴量の妥当性評価をおこなう。

3. 研究の方法

(1) 感性的な意思決定プロセスの事例収集

主に衣服や装飾品などのファッション商品を対象とし、多数ある選択候補の中からいくつかの判断基準に基づいて候補を絞っていき最終的に一つを選択するような意思決定の事例を収集する。このような意思決定はオンラインショッピングなど通常の意思決定でもよく見られる現象であり、設定としては妥当であると考えられる。同じ商品を複数回選んでもらい、状況による変化についても事例収集する。この段階では定性的な分析を通して、どのような意思決定がおこなわれるのか、複数回の意思決定で一人の意思決定にはどの程度ばらつきが出るのかを検討する。

(2) 決定木を用いた感性的な意思決定プロセスのモデル化

収集した意思決定プロセス事例について、判断基準に基づく選択の順序を決定木のパスと考えて、意思決定プロセスを決定木として表現するという設定を試みる。決定木はノードに属性を、アークに値を取る。値は単一なものでも集合でも成り立つ。葉は選択肢(複数の場合含む)を表す。このように設定すると1回の意思決定プロセスが1つの決定木として表される。

(3) 色々な決定木の構造比較による特徴把握

ある人が同一商品を色々な条件で選んだ場合の決定木を属性の順番が重要でない場合はまとめると木を一つにマージすることができる。マージされた決定木は、その商品に対する個々人の感性の違いを反映していると推定される。得られた決定木によって、人によって異なる感性の違いを視覚的に把握する。

(4) 決定木の構造の違いを生む感性特徴量の抽出

様々な決定木のノード数、葉の数、分岐の多寡、階層の深さなどを比較検討し、決定木の構造の違いを生む特徴量を抽出して定量的に評価する。また、構造の違いを生む人間側の要素は何かを抽出する。これにより、感性的な意思決定においてどのような要素が判断基準の変化に影響を与えるのか、定量的な評価をおこなうことが可能となる。

(5) 抽出した感性特徴量の妥当性評価

最後に、抽出した決定木の特徴量を整理して定量的な評価をおこない、抽出された特徴量の評価指標としての妥当性を検討する。有用な特徴量が抽出されれば、この知見をもとに個人の少ない経験をもとに効果的に成長する学習手法の提案へと応用することが期待される。

4. 研究成果

(1) 実験による意思決定プロセスの事例収集

意思決定の例題として商品選択(腕時計)を想定した模擬購買実験を行った。20名の実験協力者(大学生または大学院生)について、200個ある時計の中から1つを選ぶ実験課題をおこなってもらった。商品選択の際には、価格、ベルトの色、文字盤の色、3つの属性を判断基準として絞り込みを行ってもらおうよう指示した。意思決定者は計3回の絞り込みの結果、残っているものの中から最終的に最も好きな1つを選択する。絞り込みの条件は3つ(価格、ベルト色、文字盤色)あるため、順番を入れ替えると6通りの順列が存在する。そこで実験協力者には6通りそれぞれの絞り込み順序で計6回の選択をしてもらった。

表1 時計の商品リスト(一部抜粋)

No	Brand	Name	Design	Price	Plate Color	Belt Color	Belt Type	Limited Item	Water-proof	Average Month Difference	Belt Width (cm)	Plate Diameter
1	Paul Smith	PS by Paul Smith Watch		¥27,000	Blue	Blue	2	1	5	20	1.8	3.4
2	Paul Smith	PS by Paul Smith Watch		¥32,400	Black	Black	2	1	5	20	1.8	3.4
3	Paul Smith	Closed Eyes Mens Watch		¥33,480	White	Brown	2	0	10	20	1.9	3.5

(2) 決定木を用いた感性的な意思決定プロセスの視覚表現

本研究では、多数ある選択候補の中から、いくつかの判断基準に基づいて候補を絞っていき最終的に一つを選択するような意思決定を対象とした。まず、判断基準に基づく選択の順序を決定木のパスと考えると、意思決定プロセスを決定木として表現するという設定を試みた。決定木はノードに属性を、アークに値を取る。値は単一なものでも集合(区間値含む)でも成り立つ。葉(最下部ノード)は選択肢(複数の場合含む)を表す。このように設定すると1回の商品選択プロセス(すなわち意思決定プロセス)が1つの決定木として表される。得られる決定木は人によって違い、また、条件によっても変わる。つまり「ある人が、ある条件である意思決定をおこなった場合の感性」を表す。ある人が同一商品を色々な条件で選んだ場合の決定木をマージすることもできる。決定木のマージ手順、ノードのまとめ方を説明する。属性の順番が重要でない場合はまとめることにする。マージされた決定木は、その商品に対する個々人の感性の違いを反映していると推定される。

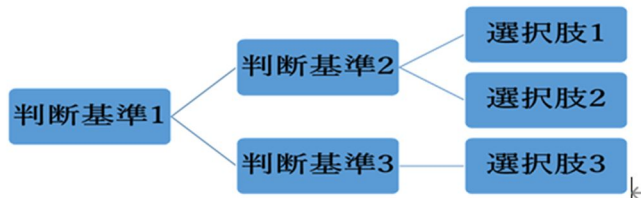


図1 1回の意思決定プロセスを1つの決定木で表現すると決定木にその意思決定者の感性が反映される

(3) 意思決定者の感性による決定木の特徴比較

20名の実験協力者のほとんどは、6回の選択で複数の商品を選択した(結果がばらけた)。どの程度ばらけたかは、人によって異なった。時計にこだわりがあると答えた人より、ないと答えた人のほうがばらけ度合いが大きかった。下図に、時計にこだわりがある人となない人の6回の意思決定を1つの決定木で表現した例を示す。左側はこだわりがあると答えた人の例であり、右側はこだわりがないと答えた人の例である。こだわりがある人は欲しい商品のイメージが明確化されているため6回の意思決定結果のばらけ度合いが少ないことから、枝分かれの少ない細めの決定木で表現されている。一方、こだわりがない人は欲しい商品のイメージが不確定なために6回の結果が大きくばらつくことから、枝分かれの大きい幅広い決定木で表現されている。このように、2つの図を見ると、時計の選び方に関する感性の違いを決定木によって視覚化できた。

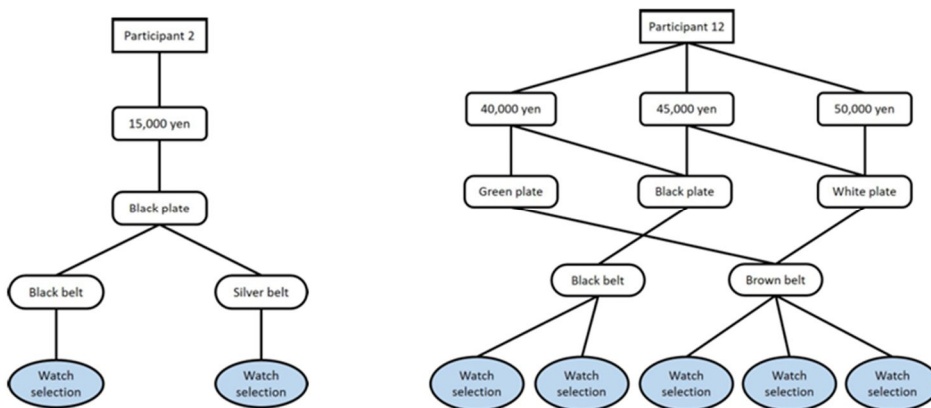


図2 実験結果の決定木表現例

左：時計にこだわりがあると答えた人の決定木例
右：時計にこだわりがないと答えた人の決定木例

本研究では、被験者20名をこだわりの有無によって2つに分け、それぞれの決定木の特徴について考察した。20人の被験者全部の決定木に関する数値的な比較をおこなった。こだわりがあるグループのほうが決定木上のノード数が少なかった。リーフ数には有意な差異は見られなかった。属性値と商品選択数の関係について、こだわりがある人となない人について差があるかどうかを調べるため、ノンパラメトリックの代表値の差の検定であるマンホイットニーのU検定(ウィルコクソンの順位和検定)をおこなった。本研究では大小ではなく差異があるか否かを検定するため片側検定を用いた。検定結果のp値は以下にまとめた通りである。この結果から、こだわりがある人はない人に比べて決定木上の価格帯、文字盤の色に関するノード数が少ない傾

向にあることが見出された。こだわりがある人は好みがはっきりしているため、複数回選択をおこなっても判断基準の変化しにくいためだと考えられる。

< 検定結果の p 値 >

- ・ 価格帯 片側 : 0.031 < 0.05
- ・ 文字盤の色 片側 : 0.026 < 0.05
- ・ ベルトの色 片側 : 0.399 > 0.05
- ・ 商品選択 片側 : 0.066 > 0.05

(4) まとめと今後の展望

本研究では、決定木を用いて意思決定プロセスをモデリングする方法を提案した。次に、意思決定の事例を収集するため模擬実験をおこなった。そして、実験結果に決定木によるモデリング手法を適用した。得られた決定木によって、人によって異なる感性の違いを視覚的に把握することができた。最後に、商品に対するこだわりの有無による決定木のノード数の差異を比較検討し、感性の違いが決定木の構造の違いに反映されていることを確認した。

本研究の提案手法によって意思決定プロセスを決定木で表現することにより、意思決定に反映される個々人の感性の違いを視覚化することが可能となった。また、決定木表現を用いたことにより機械学習を適用して選好の予測や情報推薦への応用が可能となった。本研究の知見は、今後感性的な思考プロセスに対して機械学習を適用して学習や予測がおこなえる可能性を創出するための基礎的知見として社会的にも有意義である。

< 引用文献 >

Saaty, T.L.: The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill, 1981.

藤本和則: 知の科学 意思決定支援とネットビジネス, オーム社, 2005.

マッテオ・モッテルリーニ: 経済は感情で動く はじめての行動経済学, 紀伊國屋書店, 2008.

Kahneman, D. and Tversky, A.: Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk, *Econometrica*, XLVII, 263-291, 1979.

ダン・アリエリー: 不合理だからうまくいく 行動経済学で「人を動かす」, 早川書房, 2014.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 HAMADA Yuri, TOMA Sota, TAKAHASHI Naoki, SHOJI Hiroko	4. 巻 21
2. 論文標題 Analysis and Feature Extraction of Situation-dependent Product Selection Using Earphones as an Example	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 International Journal of Affective Engineering	6. 最初と最後の頁 85 ~ 91
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5057/ijae.IJAE-D-21-00014	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 TAKAHASHI Naoki, SAKAMOTO Takashi, SHOJI Hiroko, KATO Toshikazu	4. 巻 21
2. 論文標題 Analysis of Impression from Design of Store Interior with Color Features Extracted by Semantic Segmentation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 International Journal of Affective Engineering	6. 最初と最後の頁 137 ~ 142
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5057/ijae.IJAE-D-21-00020	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Hamada Y., Toma S., Takahashi N., Shoji H.	4. 巻 21
2. 論文標題 Analysis and Feature Extraction of Situation-dependent Product Selection Using Earphones as an Example	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 International Journal of Affective Engineering	6. 最初と最後の頁 to appear
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5057/ijae.IJAE-D-21-00014	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 高橋直己, 上野舞夕, 浜田百合, 庄司裕子	4. 巻 21
2. 論文標題 絵文字を用いた文章における感情伝達効果に関する研究	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本感性工学会論文誌	6. 最初と最後の頁 135-142
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5057/jjske.TJSKE-D-21-00040	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 浜田百合, 高橋直己, 庄司裕子	4. 巻 21
2. 論文標題 オンラインと対面による合意形成プロセスの比較	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本感性工学会論文誌	6. 最初と最後の頁 41-48
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5057/jjske.TJSKE-D-21-00027	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 高橋直己, 浜田百合, 眞保祐樹, 庄司裕子	4. 巻 20
2. 論文標題 音楽フェス画像の感性評価構造と性格の関係	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本感性工学会論文誌	6. 最初と最後の頁 337-345
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5057/jjske.TJSKE-D-21-00004	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shoji H., Hamada, Y., Inoue, A.	4. 巻 19
2. 論文標題 Kansei Decision Tree: Proposal of a Modeling Method for Decision-making Processes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Affective Engineering	6. 最初と最後の頁 227-234
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5057/ijae.TJSKE-D-20-00030	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計15件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 5件)

1. 発表者名 Naoki Takahashi, Yuri Hamada, Hiroko Shoji
2. 発表標題 When Do People Purchase a Product of Color Which They Do Not Like?
3. 学会等名 HCI International 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hiroko Shoji, Naoki Takahashi, Yuri Hamada
2. 発表標題 Analysis of an actors' emotions and audience's impression of facial expression
3. 学会等名 AHFE2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 浜田百合、永田敦也、高橋直己、庄司裕子
2. 発表標題 状況と性格による飲食店選択傾向の違い
3. 学会等名 第24回日本感性工学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高橋直己、田中貴大、浜田百合、庄司裕子
2. 発表標題 A Model of Kansei Evaluation in Home-interior Photographs Focusing on Hierarchical Structure of Kansei
3. 学会等名 第24回日本感性工学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 浜田百合、高橋直己、庄司裕子
2. 発表標題 オンライン集団討論プロセスのモデル化と可視化
3. 学会等名 第24回日本感性工学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 朱怡罪、高橋直己、浜田百合、庄司裕子
2. 発表標題 Tシャツに対する印象評価の日中比較
3. 学会等名 第24回日本感性工学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 朱怡罪、高橋直己、浜田百合、庄司裕子
2. 発表標題 Tシャツに対する印象とデザイン要素の関係についての日中比較
3. 学会等名 第18回日本感性工学会春季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Hamada Y., Nagata A., Takahashi N., Shoji H.
2. 発表標題 Differences in Product Selection Depend on Situations: Using Eyeglasses as an Example
3. 学会等名 HCI International 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 野田佳穂里, 浜田百合, 高橋直己, 庄司裕子
2. 発表標題 ベイジアンネットワークを用いたファッション商品購入者の感性モデル構築
3. 学会等名 第17回日本感性工学会春季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田中貴大, 高橋直己, 浜田百合, 庄司裕子
2. 発表標題 住空間画像の感性評価構造に対する性格特性による差異
3. 学会等名 第17回日本感性工学会春季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 野田佳穂里, 浜田百合, 高橋直己, 庄司裕子
2. 発表標題 商品レビューデータを用いた購買者の感性のモデル化
3. 学会等名 第23回日本感性工学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田中貴大, 高橋直己, 浜田百合, 庄司裕子
2. 発表標題 住空間画像に対する感性評価構造の性格特性による差異
3. 学会等名 第23回日本感性工学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hamada, Y., Toma, S., Takahashi, N., Shoji H.
2. 発表標題 Differences in Product Selection Depends on Situations: Using Earphones as an Example
3. 学会等名 7th International Symposium on Affective Science and Engineering (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takahashi, N., Shoji, H., Sakamoto, T., Kato, T.
2. 発表標題 Estimation of impression of store interior design based on color features extracted using object segmentation
3. 学会等名 7th International Symposium on Affective Science and Engineering (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 庄司裕子, 浜田百合, 井上敦
2. 発表標題 Kansei Decision Tree: Proposal of a Modeling Method for Decision-Making Processes
3. 学会等名 第22回日本感性工学会大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------