

購買行動における組合せ価値創造に関する研究

A Study on Combination Value Creation in Purchasing Behavior

中央大学大学院理工学研究科 経営システム工学専攻 庄司研究室 新藤幸心
Yukimune Shindo

1. はじめに

我々は日々の生活において組合せ最適化問題のたぐいに接することがある。例えば、夕食の献立を考える場面や、部屋のインテリアをそろえる場面、特定の予算内でファッションコーディネート一式をそろえる場面などである。そうしたとき、人はどのように考え、どのような答えを出しているだろうか。

数理的な問題としての組合せ最適化問題について考えると、その多くがNP困難であり、厳密な最適解を求めることは困難であることが知られている。そこで、最適性の保証はなくとも十分精度の高い解を求めるために、欲張り法や局所探索法などの近似解法や、発見的手法（ヒューリスティクス）がよく用いられている。また近年は、多少の時間がかかっても精度の高い解を求めることを目的として、遺伝アルゴリズムやアニーリング法などのメタ戦略（メタヒューリスティクス）の研究が盛んである[1][2][3][4]。

日常生活の組合せ最適化問題において、いちいち前述のような難解な数理アルゴリズムを用いて解を出す人は皆無だろう。しかし、たいいてい場合は短時間のうちに、制約条件を満たして、当人にとってある程度の満足がいく組合せを導き出している。このことから、人間が日常生活において組合せ最適化問題に対処する際、各人は何らかのヒューリスティクスあるいはコンテクストに基づいて意思決定を行い、解を導き出していると推測できる。また、数理問題としての組合せ最適化問題と日常生活における組合せ最適化問題とは大きく異なるところがある。それは、組合せを単なる個々の和として捉えるか、否かである。商品や情報には個々の価値が存在するが、組合せによっては価値が上がったり下がったりする。いわば、 $1+2+3$ が必ずしも 6 にはならず、 10 や 5 になりえるということである。多くの場合、日常生活における組合せ最適化問題の目的は、総合的に見て価値の高い組合せを作ることであり、組合せによる新たな価値創造に着目することは重要である。

消費者の嗜好が多様化した現代において、消費者が多くの選択肢を前にしたときにどういった理由でどの商品を選ぶのか調査することは、商品の企画や販売方法などの観点から不可欠であり、広く行われている。しかし、そういった調査は消費者がボールペンを購入するときや携帯電話を購入するときといった、類似した選択肢から単一の商品を選ぶ場面に限ったものが多い。そのため、多くの選択肢の中から複数の商品を選び取り、当人にとって価値の高い組合せを作る際の思考プロセスや、結果として作られた価値の高い組合せがどのようなものであるか調べ、分析することは非常に有用である。

そこで本研究では、日常生活における組合せ価値創造の例として、複数の商品の組合せを決める意思決定プロセスを観察する。具体的には、身近な例として 300 円分のおやつの購買行動を取り上げる。実験の被験者は普段と同様に買い物を行い、購入した商品の情報や、買い物中の思考プロセスを記述する。そうして得たデータについて、消費者の購買行動における組合せ価値という観点から考察する。

2. 組合せ価値創造の重要性

消費者の購買行動については、消費者の心理的・内的要因が深く影響を及ぼしているとされ、解明へと研究が進められている。そして、古くからマーケティング分野では消費者の購買行動を分析することが重要視されている。代表例としては、POS システムによって収集された顧客のプロファイルデータや購買履歴データに対して、データマイニング技術を用いた顧客の購買行動の分析がある。さらに近年は、消費者の嗜好が多様化しているため、商品の購買にいたる心理や内部状態を今まで以上に深く分析する必要性が生じている。そうした背景を受けて、人間の不確実性を扱うために、条件付き確率をベクトルとノードで表したベイジアンネットワークを用いて消費者行動を分析した研究などが出てきている[5]。

このような研究は類似した選択肢から単一の商品を選ぶ場面に限ったものが多い。しかし、人間が何らかの決断をする際、ケースごとに最良と思われる決め方を決め、それに基づいて判断を下す。そのため、単一の商品を選ぶ場合の意思決定方法と、複数の商品から組み合わせる場合の意思決定方法は異なると考えられる。そこで、消費者が価値の高い組合せを作りあげていく際の内部状態を探ることで、新たな知見が得られるのではないだろうか。意識の有無に関わらず、私たちの日常生活において組合せ価値創造の場面は多く、身近な例としては ①夕食の献立作成 ②予算が定められた買い物 ③部屋のインテリア ④ファッションのコーディネート ⑤旅行のプラン決めなどを挙げることができる。

商品選択において、嗜好が一人ひとり異なることは当然であり、同じ品揃え、同じ目的でも買う商品は異なる。しかし、購入商品や買い物中の思考プロセスなどの具体的な事例を分析することで、商品選択のポイントや考え方の傾向などが明らかになっていくのではないだろうか。そうしたことが明らかになれば、販売者と消費者の双方にメリットがもたらされる。販売者は、陳列や POP などで効果的に商品を組合せて示すことができれば、消費者に商品の新たな価値を気づかせられる。また、組合せに関する新たな推薦方法・システムなどが確立されれば、自身が持っているものを踏まえうえて満

足度の高い商品が欲しいという消費者の期待に応えられるだろう。

3. ナップサック問題における欲張り法

問題解決の科学としてオペレーションズリサーチ (OR) があり、意思決定のための合理的・科学的アプローチの技術として広く使用されている。そして、組織の運営に関わる問題から極めて個人的な問題にまで、さまざまな研究がなされている [6][7]。組合せ最適化も OR の範疇に属すると考えてよいだろう。

ここでは、特定の予算内で価値の高い組合せを作るケースについて、代表的な組合せ最適化問題の一つであるナップサック問題を挙げて考えてみる。以下はナップサック問題の例題である。

問. 以下の表 1 に示す商品群があり、それぞれの満足度と価格が分かっている。予算 300 円でできるだけ満足度を高くするためには、どのような商品の組合せにすればよいか。

表 1: ナップサック問題の例題

商品名	満足度	価格
チョコレート	5	100
せんべい	7	130
マシュマロ	4	80
あめ	2	50
グミ	3	70
ポテトチップス	6	110
チーズ	1	30

この問題の解法が分からなくても、今回のように商品数が少ない場合は、いくつかの組み合わせを試しに作って結果を比較することで最適解にたどり着けるだろう。しかし、商品数が増えるにつれて数え上げることは難しくなり、戦略が必要になってくる。そこで、組合せ最適化問題に対する代表的な近似解法の一つである欲張り法を用いて解いてみる。欲張り法では、満足度を価格で割った値が高い順に商品を選び取って組合せを作る。この値は現実に即して考えると、コストパフォーマンス (CP) と捉えることができるだろう。各商品の CP を求め、値の高い順に商品を並べ替えると以下の表のようになる。

表 2: 例題の計算過程

商品名	満足度	価格	CP	順序
ポテトチップス	6	110	0.055	1
せんべい	7	130	0.054	2
チョコレート	5	100	0.050	3
マシュマロ	4	80	0.050	4
グミ	3	70	0.043	5
あめ	2	50	0.040	6
チーズ	1	30	0.033	7

- ①ポテトチップスを買う
- ②せんべいを買う
- ③予算的にチョコレートなどは買えない
- ④あめを買う

この問題を欲張り法で解くと上記の流れで、290 円で満足度 15 という解が得られる。なお、これが唯一解ではなく、別解も存在する。さらに、同一商品の複数購入を許す場合は、ポテトチップス 2 つとマシュマロ 1 つを購入して、300 円で満足度 16 という解が得られる。

我々が実際に組み合わせで商品を購入する際、欲張り法のように機械的に CP の高い順に選び取っていくわけではない。そのような選び方は、個々は良くても全体としては悪い組合せになってしまい、価値創造とは程遠い。また、すべての商品について逐一 CP を考えることは不可能だろう。しかし日常生活において買い物をする際に、我々はできるだけ安く、できるだけ良い商品を買いたいと考える。その「価格」と「満足度」という点で、この解法は一般消費者の考え方に近いといえる。このことから、組合せ型の購買行動について考える上で、一定の示唆が得られるのではないだろうか。そこで本研究では、この例題に近い状況で実験を行う。

4. ケーススタディ

4.1. 実験方法

「300 円で遠足のおやつを買ってきてください。買ってきたおやつは差し上げます」と被験者に告げる。そして買い物終了後、購入した商品のデータと、買い物中に考えていたことを記述式で回答してもらう。さらに、自由記述では、質・量ともにバラツキが出ると考えられるため、書かれた内容を基にインタビューで掘り下げて表出化を行う。

本実験の被験者は 20 代の男女合わせて 10 人 (A~J) で、実験場所は商品の選択肢が豊富なコンビニエンスストアや大学生協である。また、時間に関して制限は設けなかったが、結果的に平均 15 分程度であった。なお、被験者に対して「遠足」や「おやつ」の定義は行っていないが、飲み物やおやつとして買うことは禁止した。

具体的な調査項目

- ・各商品に対して、商品名、菓子分類、内容量、価格、満足度 (5 点満点)
- ・商品を手にとった順 (買い物カゴに入れた順)、合計価格、買い物全体の満足度 (10 点満点)
- ・買い物中に考えたこと (買い物開始から終了までを時系列に沿って自由記述)
- ・購入後に振り返って感想や反省点を自由記述

4.2. 実験結果

4.2.1. 思考プロセスの記述から分かること

実験を行ったところ、被験者は好みをはじめとして、内容量、カロリーなどのさまざまな基準で商品を選んでいった。その中でも、多くの被験者が共通して「甘いか辛いかな」と「商品の価格と残り予算」を強く意識しながら買い物しているこ

とが分かった。また、すべての被験者はいっぺんに組合せを作るのではなく、手元の商品を振り返りながら次の商品を決めるなど、思考を変遷させつつ組合せを作り上げていることが分かった。以下に、被験者が買い物を行った際の思考プロセスの一例を示す。

●思考プロセスの引用

チョコが好きなので、以前食べておいしかった商品 a をカゴへ入れた。ここでは商品 b と悩んだ。また、180 円以上のチョコは選択肢から外した。次に、甘いものではなく辛いものが欲しいので、商品 c をカゴへ。これも好物。

予算的に、あとは小さいものを買おうと考えた。食べたことはなかったがおいしそうなので、商品 d を選んだ。次に、300 円に近づけるために、商品 e を選んだ。これは、値段調整の意味合いが強い。

4.2.2. 被験者の分類

多くの被験者が買い物中に意識していた「甘いか辛いか」と「商品の価格」および「商品を手にとった順」に着目して被験者の分類を試みたところ、被験者を 2 つのパターンに大別できた。また、各商品に対する満足度もデータを分析する上で重要と思われるので併記する。

●被験者パターン(1)

表 3: 被験者 A によるデータ

A	順	名称	甘辛	価格	満足度
	1	スナック菓子	辛	145	4
	2	チョコレート	甘	103	4
	3	チョコレート	甘	32	3
	4	素材菓子	辛	10	1
	5	チーズ	辛	10	1

表 4: 被験者 F によるデータ

F	順	名称	甘辛	価格	満足度
	1	スナック菓子	辛	124	4
	2	グミ	甘	105	5
	3	チョコレート	甘	42	1
	4	スナック菓子	辛	11	1
	5	スナック菓子	辛	11	1

10 人中 5 人の被験者が共通して示したパターンのデータを、上に 2 人分示す。このグループの被験者は以下の流れで買い物を行う傾向がある。

- ①辛い(甘い)メインのおやつを選ぶ
- ②甘い(辛い)第二のメインのおやつを選ぶ
- ③残り予算を強く意識して埋めていく

表 3 および表 4 で示すデータのように、最初に辛いものを選んだ場合、それを軸として次には甘いものを選んでいく(逆も同様)。その後は、商品への満足度よりも残り予算を強く意識して、合計価格が 300 円に近づくように堅実に商品を選んでいく。このグループの被験者は、味のバランスと、予算という制約をギリギリまで利用することに価値の重きを置いているといえる。

●被験者パターン(2)

表 5: 被験者 E によるデータ

E	順	名称	甘辛	価格	満足度
	1	チョコレート	甘	105	5
	2	あめ	甘	100	3
	3	素材菓子	辛	82	3

表 6: 被験者 J によるデータ

J	順	名称	甘辛	価格	満足度
	1	スナック菓子	辛	42	4
	2	スナック菓子	辛	32	3
	3	クッキー	甘	105	4
	4	あめ	甘	105	4

10 人中 5 人の被験者が共通して示したパターンのデータを、上に 2 人分示す。このグループの被験者は以下の流れで買い物を行う傾向がある。

- ①食べたいと思ったものを 2、3 品選ぶ
- ②全体を見据えながら商品を選んでいく

表 5 および表 6 で示すデータのように、パターン(1)の被験者とは異なり、最初は「甘いか辛いか」などについて考えることはせず、自由に何品か商品を選ぶ。その後、「甘いか辛い」や「大きさ」などのバランスをとるために商品を選んでいく。また、パターン(1)の被験者と比べて、最後まで満足度の高い商品を選んでいくところも大きな違いである。

●再実験

表 7: 被験者 F による 2 回目のデータ

F②	順	名称	甘辛	価格	満足度
	1	スナック菓子	辛	126	5
	2	チョコレート	甘	105	3
	3	スナック菓子	甘	53	1
	4	チョコレート	辛	11	1

表 8: 被験者 J による 2 回目のデータ

J②	順	名称	甘辛	価格	満足度
	1	スナック菓子	辛	53	5
	2	クッキー	甘	84	3
	3	あめ	甘	42	3
	4	スナック菓子	辛	105	4
	5	スナック菓子	辛	10	4

パターン分けの後で、各グループに属する 2 人ずつに再実験を行った。その結果、表 7 および表 8 で示すように、購入商品は変わったが買い方が大きく変わることはなかった。このことから、組合せの作り上げ方は各人に特有のパターンがあると考えられる。

4.2.3. 被験者グループの比較

前述のように、被験者の意思決定プロセスからグループ分けを行った。その 2 つの被験者グループを比べた結果を表 9 に示す。価格の合計に着目すると、グループ(1)は思考プロセスからも分かる通り、グループ(2)よりも予算ギリギリまで買い物を行っていたことが分かる。

次に、総合満足度については差が見られず、両グループとも高い満足感を得ていることが分かる。このことから、両グループの被験者は難解な数理アルゴリズムなど用いなくとも、本人にとって満足度のいく価値の高い組合せを短時間のうちに作り上げていったといえる。また、満足度に差がついていないことから、買い物中の思考プロセスは異なっても優劣があるわけではないといえるだろう。

表 9: 被験者グループの比較

	価格合計	総合満足度
グループ(1) 5人の平均	298	8.6
グループ(2) 5人の平均	286	8.6

4.3. 考察

実験の結果、思考プロセスから、一つ目の商品が二つ目の商品を選ぶ判断基準に影響を与えるなど、逐次、決め方がスイッチしていることが分かる。つまり、広い探索空間の中から商品を選び、その選び取った商品によって次の商品の探索空間に影響を与え、探索空間が狭まる。このようにして、組合せが多くて計算機で解くことが困難な問題に対しても、人間は短時間のうちに、効率よく満足度の高い組合せを導き出していることが分かった。

そして、その際の意思決定プロセスには、いくつかのパターンが見られた。ここでは、「商品価格」や「満足度」の他に「甘いか辛いかな」といった商品の属性・特性への着目があった。これからは、得られたパターンについてさらに検討し、

被験者ごとの個人差について細かく考えることが必要となる。

当然、意思決定プロセスには多少の個人差が存在する。しかし、価値の高い組合せを作り上げる際の各人が有するヒューリスティクスの大筋として 2 つのパターンを見出せたことは重要な意味を持つと言えるだろう。

5. おわりに

本研究では、日常生活における組合せ価値創造の例として、複数の商品の組合せを決める意思決定プロセスを観察した。具体的には、身近な例として 300 円分のおやつのお買行動を取り上げた。その結果、組合せ価値に着目することによって、効率よく満足度の高い意思決定に至るヒューリスティクスが見出された

今後の課題として、まずはサンプル数の増強が挙げられる。また、「思考」にだけ着目するのではなく、買い物を行う者に帯同して「行動」を観察することで新たな発見があると思われる。さらに今後は、消費者に価値の高い組合せを作ることを促すための、組合せのレコメンデーションシステムの作成に挑戦していきたい。具体的には、1 つの商品を選んだら他の商品を自動で選び、組合せを提示するシステムを考えている。そうした支援システムを見据えたうえでも、日常において人間がどのように考え、行動しているのか調べるのが重要となる。

参考文献

- 1) 柳浦睦憲, 茨木俊秀 : 組合せ最適化問題に対するメタ戦略について, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J83-D-I, No.1, pp. 3-25, Jan. 2000
- 2) 柳浦睦憲, 茨木俊秀 : 組合せ最適化—メタ戦略を中心として, 朝倉書店, 2001
- 3) 柳浦睦憲 : 簡単そうで難しい組合せ最適化—身近な話題から—, 数理工学のすすめ (改訂版), 現代数学社, pp. 9-13, 2005
- 4) 久保幹雄, 松井知己 : 組合せ最適化[短編集], 朝倉書店, 1999
- 5) 村上知子, 酢山明弘, 折原良平 : ペイジアンネットワークによる消費者行動分析—消費者の内部状態の解明に向けて—, 電子情報通信学会技術研究報告, 2004
- 6) 今野浩 : 数理決定法入門, 朝倉書店, 1992
- 7) 中村和男, 富山慶典 : 選択の数理, 朝倉書店, 1998