

自動車の顧客満足度を改善するための属性の最適化手法の開発

江崎和博[†]

システム製品の開発を成功させるためには、製品に対する顧客の満足度と製品の属性との関係を客観的、定量的に評価する必要がある。先行研究ではシステム製品の品質に関する顧客満足度の市場調査の方法が提案されているが顧客満足度の評価の視点が曖昧という課題があった。又、個々の評価の視点に基づく製品評価の方法は提案されているが、顧客の総合的な満足度とシステム製品の属性との定量的な関係を明らかにした研究も見当たらない。先行研究ではシステム品質モデルの視点からパーソナルコンピュータや自動車などのシステム製品の総顧客満足度を導く方法と総顧客満足度をシステム製品が保有する属性に基づいて推定するモデルの開発を行い、その有効性を検証した。そこで、本論文では、インターネットに書き込まれた軽自動車に対する顧客の不満足意見を収集し、顧客の不満を解消するために製品が実現すべき属性の理想値を推定する手法の開発を試みた。本論文では、その結果と考察について述べる。

Development of Optimization Technique of Attributes of Car for improvement of Customer Satisfaction

KAZUHIRO ESAKI[†]

For the purpose of system product development successfully, it is necessary to evaluate a combination among attributes of system product and customer satisfactions for system objectively and quantitatively. In the precedent study, method of the marketing research of customer satisfactions about a system product has been suggested. However, in these studies, there is a problem that the viewpoint of evaluation of customer satisfactions for a system product is not clear. Also, the method of the individual evaluation of system product based on the viewpoint of individual evaluations has been suggested, but the studies of relationships among attributes of system product and total customer satisfactions for system has not been suggested. On the other hand, in the precedent study, we suggested the integration method of total customer satisfaction of personal computers or cars from the viewpoints of system quality models, and developed the prediction model for total customer satisfaction based on the attributes of system product and inspected the effectiveness of it. Therefore in this paper, we developed the method to estimate the optimization value of attributes of system by using customer satisfactions for the light cars based on the system quality model. Also, we propose the result of verification and the consideration of the effectiveness of methods.

1. はじめに

システム製品の顧客満足度を高めるためには、顧客の不満の原因となる製品の属性を特定し、不満を解消するための製品属性の目標値を製品設計に織り込む必要がある。

先行研究[1-4]では市場調査の結果に基づいて、製品に対する顧客の満足度を評価するためのモデルや、複数の候補の中から顧客の要求に最も適合した製品を選定する方法などを提案している。しかし、顧客の満足度を評価するための視点が類似製品の開発経験や技術力、嗜好などの設計者の資質に依存することから、顧客の満足度を必ずしも適切かつ網羅的に把握できるとは限らないという課題があった。

一方、先行研究[5]ではシステム製品の品質をISO/IEC9126-1:2001[6]の品質モデルの視点から評価する方法を提案しているが、あくまで、概念レベルの提案に留まっていた。そこで、先行研究[7],[11]では、インターネットの口コミ情報に書き込まれたパーソナルコンピュータに対する利用顧客の不満足意見をISO/IEC9126の品質モデルの6つの品質特性別の視点から網羅的に捉えて集約し、導いた品質特性別の顧客満足度の独立性及び妥当性を検証した。

次に、先行研究[8],[9],[12]では、6つの品質特性別に求めた顧客満足度を統合化して、顧客の総合的な満足度を導く方法を提案すると共に、導いた総顧客満足度を製品の属性から推定するモデルを開発し、その有効性を検証した。

さらに、先行研究[13]では、自動車に対する総顧客満足度を先行研究[8]と同様のアプローチで導き、総顧客満足度を自動車の保有する固有の属性から推定するモデルを開発し、その有効性を検証した。しかし、先行研究[13]の手法では、設計段階における製品属性の設計値や、実現された製品属性の実績値から、製品に対する総顧客満足度を推定できるものの、顧客の不満を解消するための製品属性の理想値は推定できない。そこで、本研究では、先行研究[13]とは異なる視点から、軽自動車に対する顧客の不満[16]を解消するための製品属性の理想値（目標値）を推定する手法の開発を試みた。本論文では、その結果と考察について述べる。本研究では先行研究[13]に基づく多変量解析のアプローチを採用した。本論文は2章に顧客満足度の概念、3章に研究の概要、4章に軽自動車に対する顧客の不満を解消するための製品属性の最適値を推定するモデルの開発と、その有効性の検証結果、5章に結論を述べる。

[†] 法政大学 理工学部 経営システム工学科
HOSEI University Faculty of Science and Engineering.

2. 顧客不満足度の概念

2.1 システム品質モデルの概念

本研究では、システム製品に対する顧客の不満を、先行研究[13]と同様に、システム製品の 6 つの品質特性の視点から把握した。

図 1 に JIS_X0129-1:2003(ISO/IEC9126-1:2001)[10]に定義されたシステム製品の品質の 6 つの品質特性（機能性、信頼性、使用性、効率性、保守性及び移植性）を示す。

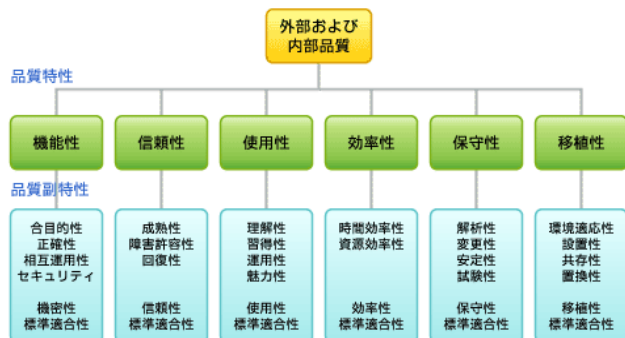


図 1 システム製品の品質モデル-JIS_X0129:2003[10]
Figure 1 System Product Quality Model - JIS_X0129:2003 [10]

以下が 6 つの品質特性の定義である。

- ①**機能性**： 指定された条件の下で利用されるときに、明示的及び暗示的必要性に合致する機能を提供する能力。
- ②**使用性**： 指定された条件の下で利用するとき、利用者にとっての使用しやすさの能力。
- ③**信頼性**： 指定された条件下で利用するとき、指定された能力が維持する能力。
- ④**効率性**： 明示的な条件の下で、適切な性能提供及び必要な資源に関係する能力。
- ⑤**移植性**： ある環境から他の環境に移す際の適応力。
- ⑥**保守性**： メンテナンスや修正しやすさの能力。

さらに、本研究では、顧客の不満を網羅的に捉えるために、先行研究[13]で対象とした製品固有の視点だけでなく、製品に付与された下記に定義する経済性も加えた。

- ⑦**経済性**： コストパフォーマンス

2.2 顧客の不満と品質特性

図 2 に製品の 6 つの品質特性及び経済性の視点から分類した顧客の持つ不満意見と品質特性和顧客満足度の関係を示す。さらに図 2 に、製品の複数の属性と品質特性和顧客満足度の関係を示す。

本研究では、図 2 に示すように、顧客の製品に対する品質特性和顧客満足度の関係と製品の保有する属性には密接な因果関係が存在すると考えた。さらに、顧客の不満意見を 6

つの品質特性の視点から分類することで、6 つの品質特性和顧客満足度の関係と製品の保有する属性には密接な因果関係が存在すると考えた。さらに、顧客の不満意見を 6

つので、本研究では、これらの仮説に基づいて、製品の属性を品質特性和顧客満足度の関係から推定するモデルを開発し、開発したモデルに有意性があれば、推定した属性の推定値には妥当性があると考えた。

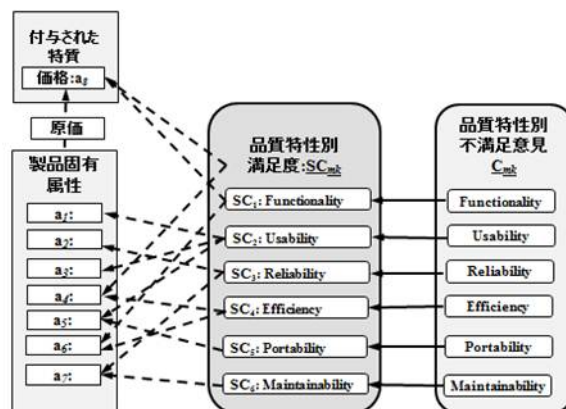


図 2 システム製品の属性と顧客満足度の概念
Figure 2 Concept of attributes of system product and customer satisfaction

3. 研究の概要

3.1 研究の流れ

本研究では図 2 に示すように、品質特性和顧客満足度の関係と製品の保有する属性には密接な因果関係が存在すると考えた。さらに、顧客の不満意見を 6 つの品質特性の視点から分類した顧客の持つ不満意見と品質特性和顧客満足度の関係を示す。さらに図 2 に、製品の複数の属性と品質特性和顧客満足度の関係を示す。

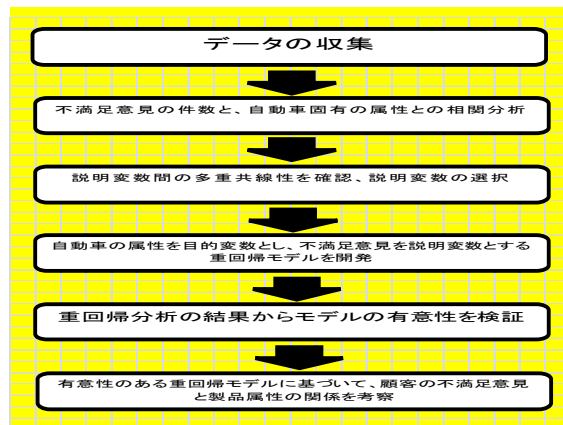


図 3 研究の流れ

3.1 解析の対象データ

本研究ではシステム製品に対する顧客の不満の調査方法として、アンケート調査の代替手段となりうるインターネットサイト価格.com[14]のクチコミ情報に書き込まれた不満足意見に着目した。従来、システム製品に対する顧客満足度の把握は顧客に対するアンケート調査に基づいて実施されており、調査には莫大な時間や費用が費やされている。

一方、近年、インターネットの普及により、流通システム製品の利用者がインターネットのクチコミサイトに書き込んだ製品に対するクレーム情報はアンケート調査の方法に比較して、安価な代替手段になりうると考えた。以上の理由から、本研究では、システム製品に対する顧客満足度を把握するための情報源として、インターネットの口コミに書き込まれた利用顧客のクレーム情報（不満足意見：Customer Un-Satisfaction）に着目した。

次に、本研究では対象となるシステム製品として軽自動車を採用した。自動車業界[15]の国内需要は年々、減少傾向にある。そのような中で、軽自動車は女性、高齢者、若者の利用顧客が多く、国内保有台数は毎年のように増加している。購入の際にはあらゆる車種、機能、情報があり、一度の買い物に膨大な判断材料が必要になる。自動車は高額商品であるため、買い直しは難しく、一旦、購入すると長期間、利用することになる。そのため、消費者は試乗、カタログ等で製品を調査して購入するが、情報収集に限界があり、車選びは難しいと考えられる。そこで、消費者が頼りにするのが、インターネットサイトの購入者による口コミ情報である。もし、軽自動車を利用している購入顧客の意見に不満（クレーム）な情報ばかりが投稿されていたら、購入顧客は購入を手控えるかもしれない。

一方、購入の選択肢に含まれていない製品であっても、口コミ情報に良い情報が投稿されていれば、購入を前向きに検討する可能性がある。従って、今後、製品の販売促進には、インターネットサイトに投稿された口コミ情報から、不満足意見を減らすような製品を開発することが極めて重要と考えられる。

そこで、インターネットに投稿された顧客の不満足意見と軽自動車の保有する属性に着目した。

システム製品として自動車の中でも軽自動車を採用した理由は下記である。

- (1) 自動車の国内の需要は減少傾向にあるが、軽自動車の保有台数推移は毎年のように増加し、研究価値が高い。
- (2) 口コミ情報に含まれる購入顧客の不満足意見のデータ量が多く、研究に必要なデータの確保が期待できる。
- (4) 先行研究[13]で対象とした自動車の車種を軽自動車に絞ることで、より精度の高い推定手法が得られる。

(5) JIS_X0129-1 で定義された 6 つの品質特性に対応する製品特性を有している。

(6) 先行研究のノート型パソコン[8],[9]や自動車[13]の研究成果が軽自動車にも参照できる。

3.2 顧客の不満足意見

本研究では研究対象となる製品に対する顧客の満足度を示す指標として、顧客の不満足意見[16]に着目した。

顧客の不満足意見に着目した理由は以下の 3 点である。

- ①顧客が表明する不満足意見は、顧客の切実な要求を表明していると考えられ、不満足意見を解消することで、製品の満足度を最も効果的に改善できると考えた。
- ②不満足、満足どちらとも言えない意見が多数あり、不満足意見は明確に識別できる。
- ③顧客は製品の事前情報に満足感を抱いて購入という行動に移り、購入後に不満足感を抱くため、既に抱いている満足度は本心に、直接つながりにくいと考えた。

次に、本研究では顧客の不満足意見をできる限り網羅的、客観的に把握するために、JIS_X0129-1-1 の 6 つの品質特性（効率性、機能性、使用性、移植性、信頼性、保守性）の視点からインターネットに書き込まれた不満足意見を収集し、さらに、これらの定性的な不満足意見を 6 つの品質特性の定義に基づいて識別し、6 つの品質特性別の不満足意見に分類した。

本研究は先行研究を引き継いで、インターネットサイトの価格.com のクチコミ情報に含まれる軽自動車に対する 6 つの品質特性に対応する不満足意見の内容を識別し、その件数をカウントした。例えば「乗り心地が悪い」という意見は使用性に分類し、「燃費が悪い」という意見は効率性に関係する意見として分類し、「車内が狭い」というクチコミ情報は使用性に関係する意見として識別した。

一方「乗り心地が固い、柔らかい」という意見は購入者の嗜好であり、「燃費はリッター当たり 10 キロ走る」という意見は不満足か否かの判断ができないため件数としてカウントしなかった。さらに移植性を示すと考えた立体駐車場の適応は軽自動車のために、データがなく解析に使用しなかった。なお、6 つの品質特性に対応する不満足意見の種類を表 1 に示す。

表 1 で、6 つの品質特性に対応する不満足意見の区分は表 1 に示す、①エンジン・パワー、加速性能、②ハンドリング、ブレーキ性能、変速ショックの大きさ（AT、CVT）、③外観のデザイン、④内装（車内空間の広さ、収納スペース、視野の良さ、⑤シートの硬さ、サスペンション性能、⑥ノイズの大きさ、⑦故障の件数、⑧燃費、⑨メーカ対応の良否、⑩価格の計 10 種類である。

表1 インターネットのクチコミ情報から抽出した軽自動車に対する不満意見の数
Table1 Count Number of Opinion of un-satisfactions in the review of internet web site for Light Cars

No		機能性		使用性				信頼性	効率性	保守性	経済性	総計
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	
		エンジン	走行	外装	内装	乗り心地	静寂性	故障頻度		サービス	価格	
		パワー 加速 性能	ハンド リング ブレー キ性能	外観の デザイ ン・色	デザイン 車内空間 の広さ 収納ス ペース	シート の硬さ サスペ ンション 性能	ノイズ の大きさ	故障 件数	燃費	メーカーの 対応		レビュー 総数
<i>i</i>		C_{11i}	C_{12i}	C_{21i}	C_{22i}	C_{23i}	C_{24i}	C_{31i}	C_{41i}	C_{51i}	C_{61i}	RC_i
1	ハスラー	8	14	1	15	40	10	0	4	1	3	721
2	タントカスタム	4	7	5	16	10	4	0	6	0	11	360
3	アルト	4	6	7	9	6	1	0	2	0	3	210
4	S660	16	2	0	11	4	2	0	0	1	4	168
5	キャスト アクティバ	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	10
6	ウェイク	4	6	4	7	10	5	0	5	0	12	216
7	N-BOX	10	11	5	19	15	9	0	8	1	13	417
8	N-WGN カスタム	7	7	6	6	12	9	0	5	0	12	382
9	N-ONE	12	12	6	17	12	16	0	8	2	9	652
10	スペーシアカスタム	4	6	5	12	4	9	0	2	1	5	251
11	N-BOX カスタム	8	13	7	17	8	8	1	10	2	15	441
12	ムーヴカスタム	2	3	3	3	2	2	0	0	0	2	76
13	ムーヴ	0	1	1	3	1	4	0	1	0	1	53
14	ジムニー	2	3	2	13	8	1	0	7	0	6	168
15	スペーシア	8	7	8	16	10	6	0	1	1	1	324
16	エブリイワゴン	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	16
17	ラパン	0	2	1	0	0	0	0	0	0	2	30
18	ワゴンRスティングレー	2	11	5	8	10	7	0	4	1	8	318
19	デイズ	17	13	0	9	10	4	0	5	1	5	389
20	N-BOX SLASH	3	0	2	1	1	0	0	2	0	4	100
21	キャスト スタイル	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	6
22	ミライース	8	12	5	21	22	11	0	5	0	0	399
23	タント	0	1	2	4	1	1	0	2	1	1	89
24	デイズ ルークス	6	7	0	3	2	2	0	4	0	5	128
25	ワゴンR	3	5	7	8	16	1	0	0	1	2	226

C_{mki} : 品質特性別クレーム区分別不満意見の数 m : 品質特性番号 ($m=1\sim6$) k : 品質特性別クレーム区分番号 ($k=1\sim TK_m$, $TK_m=1\sim4$)

表 2 軽自動車の属性データ
Table 2 The Attribute data of the Light Cars

No	項目 単位	製品固有の属性					付与属性
		①	②	③	④	⑤	⑥
		エンジン 最大出力 (ps)	排気量 (cc)	最少回転 半径 (m)	燃費 (km/L)	車高 (mm)	価格 (万円)
<i>I</i>	グレード	a_{1i}	a_{2i}	a_{3i}	a_{4i}	a_{5i}	a_{6i}
1	ハスラー	52	658	4.6	26.0	1665	107
2	タントカスタム	52	658	4.4	28.0	1750	152
3	アルト	52	658	4.2	29.6	1475	84
4	S660	64	658	4.8	24.2	1180	198
5	キャスト アクティバ	52	658	4.7	30.0	1630	122
6	ウェイク	52	658	4.4	25.4	1835	135
7	N-BOX	58	658	4.5	25.6	1780	127
8	N-WGN カスタム	58	658	4.5	29.4	1655	138
9	N-ONE	58	658	4.5	28.4	1610	118
10	スペーシアカスタム	52	658	4.4	30.6	1735	152
11	N-BOX カスタム	58	658	4.5	25.6	1780	152
12	ムーヴカスタム	52	658	4.4	31.0	1630	140
13	ムーヴ	52	658	4.4	27.6	1630	113
14	ジムニー	64	658	4.8	14.8	1680	129
15	スペーシア	52	658	4.4	32.0	1735	127
16	エブリイワゴン	64	658	4.5	16.2	1815	142
17	ラパン	52	658	4.4	29.6	1525	107
18	ワゴンRスティングレー	52	658	4.4	33.0	1660	146
19	デイズ	49	659	4.4	26.0	1620	115
20	N-BOX SLASH	58	658	4.5	25.8	1670	138
21	キャスト スタイル	52	658	4.7	30.0	1600	122
22	ミライース	49	658	4.4	35.2	1490	76
23	タント	52	658	4.4	28.0	1750	122
24	デイズ ルークス	49	659	4.4	26.2	1775	133
25	ワゴンR	52	658	4.4	26.0	1640	107

次に、6つの品質特性別の定量的な顧客の満足度を得るために、表1に示す品質特性別、クレーム区分別の不満足意見の件数をカウントして不満足度を求めた。

なお軽自動車は、大手メーカー毎にモデルチェンジの時期が異なる。従って、販売年度が1年違うだけで性能は変わってしまい、消費者の求める性能も変化する可能性がある。従って、本研究ではクチコミ情報に基づく製品評価の公平性、正確性を確保するために2015年11月18日から11月24日の軽自動車の人気ランキング上位30車種の中からデータとして扱える25車種を採用した。

3.3 軽自動車の属性

軽自動車の属性の候補は多数、存在するが、本研究ではインターネットサイト[15]から情報が得られ、数値化できる軽自動車の固有の基本属性として、表2に示す5項目(①エンジンの最大出力、②排気量、③最少回転半径、④燃費、⑤車高)の属性を採用した。又、先行研究[12]では、製品属性として生産国、メーカーも採用していたが、これ等の属性は定量化の根拠が曖昧なため、解析の誤りを避けるため本研究では解析の対象から除外した。さらに本研究では、軽自動車に付与された属性として⑥価格を採用した。

3.4 定式化

本研究では軽自動車の6つの品質特性に対応する顧客の不満足度： SC_{mki} を、表2に示す各軽自動車別の不満足意見の数： C_{mki} と口コミサイトに書き込まれた意見総数： RC_i から(1)式で導いた。

$$SC_{mki} = \frac{C_{mki}}{RC_i} \quad (1)$$

SC_{mki} ：品質特性別クレーム区分別の顧客の不満足度

C_{mki} ：品質特性別クレーム区分別の顧客の不満足意見数

RC_i ：製品別に口コミサイトに書き込まれた意見の総数

m ：品質特性の番号 ($m=1\sim TM$, $TM=6$)

k ：品質特性別クレーム区分番号 ($k=1\sim TK$, $TK=1\sim 4$)

i ：研究対象とした軽自動車のサンプル番号 ($i=1\sim 25$)

本研究では(1)式で求めた軽自動車の品質特性別区分別の不満足度： SC_{mki} を説明変数とし、軽自動車の6つの属性： a_{ni} を目的変数とする(2)式の重回帰分析を繰り返し、各属性値を推定する最も精度の良いモデルを開発した。

モデルの開発に当たっては、表4に示す顧客不満足度間の独立性を示す相関が弱く、かつ重回帰分析の結果、重相関係数、決定係数、F値及びP値が最も小さい品質特性別区分別の不満足度： SC_{mki} を説明変数として採用した

$$a_{ni} = r_0 + r_1 \times SC_{mki} + r_2 \times SC_{mki} \cdots r_n \times SC_{mki} \quad (2)$$

a_{ni} ：軽自動車毎の属性の推定値

j ：製品属性の番号 ($j=0\sim 6$)

r_n ：偏回帰係数 ($n=0\sim 10$)

SC_{mki} ：品質特性別クレーム区分別の顧客の不満足度

さらに、軽自動車の属性の推定値： a_{ji} と実績値： A_{ji} から(3)式に基づいて相対誤差の平均値を求めた。

$$ea = \sum_{i=1}^N \sqrt{\left((a_{ji} - A_{ji}) / A_{ji} \right)^2} / N \quad (3)$$

ea ：相対誤差の平均値

A_{ji} ：製品属性の実績値

N ：軽自動車のサンプル番号 ($N=25$)

4. 製品属性の理想値を推定するモデルの検証

4.1. 不満足度と製品属性の相関分析

表3は品質特性別区分別顧客満足度： SC_{mki} と軽自動車の属性： a_j 間の相関分析の結果である。表3から、軽自動車の排気量： a_2 、最小回転半径： a_3 、車高： a_5 、価格： a_6 などの属性と一部の品質特性別クレーム区分別の不満足度の間には0.30以上の相関が認められ、顧客の不満足度から一部の製品の属性値を推定できる可能性が認められる。

一般的に相関係数が0.2以下だと無相関、0.4以上は相関があるといわれている[15]。そこで、本研究では相関の有無の閾値を0.2と0.4の中央値の0.3以上とした。

従って、軽自動車の属性を推定するモデルの開発では、これらの属性と相関の強い不満足度を取捨選択して説明変数とした。表4は品質特性別区分別顧客の不満足度： SC_{mki} 相互の相関分析の結果である。表4から、本論文で対象とした軽自動車に対する品質特性別区分別の一部の不満足度の間には相関が認められるものの0.9を越える高い相関は無く、多重共線性は認められない。表5は本研究の対象とした軽自動車の属性： a_j 間の相関分析の結果である。表5から、エンジンの最大出力： a_1 、最小回転半径： a_3 と燃費： a_4 や価格： a_6 などの間には高い相関が認められる。一方、車高： a_5 とその他の属性との間の高い相関は認められない。

4.2 分析結果

表6に軽自動車の属性値： a_j を品質特性別区分別の不満足度： SC_{mki} に基づいて推定するモデルの重回帰分析の結果を示す。排気量： a_2 は、重相関係数が0.8355、決定係数が0.6981である。F値は6.9383 ($F_{(m1=6, m2=18)}(0.01)=4.0146$)、P値は0.0006であり、1%の有意性が認められる。車高： a_5 は、重相関係数が0.5275、決定係数が0.2782である。F値は4.2404 ($F_{(m1=2, m2=22)}(0.05)=3.4434$)、P値は0.0277であり、5%の有意性が認められる。価格： a_6 は重相関係数が0.5294、決定係数が0.2805である。F値は4.2885、P値は0.0267であり、5%の有意性が認められる。

表 3 軽自動車の品質特性別区分別顧客不満足度と属性間の相関分析
Table3 Result of correlation analysis among Attributes of Light Cars and Customer Satisfactions

		単位	機能性		使用性				信頼性	効率性	保守性	価格
			エンジン	走行機能	外装	内装	乗り心地	静寂性			サービス	
			パワー 加速性能	ハンドリング ブレーキ ステアリング 変速ショック	外観の デザイン	車内空間の広さ 収納スペース 視野の 広さ	シート の硬さ サスペンション 性能	ノイズの大きさ	故障の頻度	燃費	メーカー の対応	
a_j	属性	単位	SC_{11i}	SC_{12i}	SC_{21i}	SC_{22i}	SC_{23i}	SC_{24i}	SC_{31i}	SC_{41i}	SC_{61i}	SC_{71i}
a_1	最大出力	(ps)	0.2346	-0.0763	0.0325	0.1581	-0.1756	-0.0309	0.1683	-0.0313	0.0644	0.1102
a_2	排気量	(cc)	0.3893	0.3286	-0.2941	-0.1341	-0.1193	-0.1091	-0.0602	0.0857	-0.0605	0.0699
a_3	最少回転半径	(m)	0.2069	-0.4388	-0.0092	0.0132	0.2005	0.1989	0.0295	0.3184	-0.0005	-0.1151
a_4	燃費	(km/L)	-0.0902	-0.1293	-0.0083	-0.1057	0.0949	0.0563	-0.0823	-0.0792	0.0431	-0.1516
a_5	車高	(mm)	-0.5193	0.1657	0.1202	-0.1826	-0.0491	0.0454	0.1947	0.1853	-0.0543	0.1167
a_6	価格	(万円)	0.4891	-0.0948	-0.1075	0.1370	-0.2584	-0.0116	0.2054	-0.0416	0.2624	0.2688

SC_{mki} : 品質特性別クレーム区分別不満足度意見の数 m : 品質特性番号 ($m=1\sim6$) k : 品質特性別クレーム区分番号 ($k=1\sim TK_m$, $TK_m=1\sim4$)
 i : 対象軽自動車のサンプル番号 ($i=1\sim25$) a_j : 対象軽自動車の属性区分 j : 対象軽自動車の属性番号 ($j=1\sim6$)

表 4 軽自動車の品質特性別区分別顧客不満足度間の相関分析
Table4 Result of correlation analysis among Customer Satisfactions for Light Cars

No			機能性		使用性				信頼性	効率性	保守性	価格
			エンジン	走行機能	外装	内装	乗り心地	静寂性	故障	燃費	サービス	値段
			パワー 加速性能	ハンドリング ブレーキ性能 変速ショック	外観の デザイン	車内空間の広さ 収納 スペース の広さ	シートの硬さ サスペンション 性能	ノイズの大きさ	故障の頻度	燃費	メーカーの対応	
不満足度			SC ₁₁	SC ₁₂	SC ₂₁	SC ₂₂	SC ₂₃	SC ₂₄	SC ₃₁	SC ₄₁	SC ₆₁	SC ₇₁
機能性	エンジン	SC _{11i}	1.0000									
	走行機能	SC _{12i}	-0.0329	1.0000								
使用性	外装	SC _{21i}	-0.4145	0.0643	1.0000							
	内装	SC _{22i}	0.3400	-0.1765	-0.3625	1.0000						
	乗り心地	SC _{23i}	-0.0643	-0.3327	0.3856	0.1248	1.0000					
	静寂性	SC _{24i}	-0.2754	-0.1450	-0.1629	-0.2230	-0.3870	1.0000				
信頼性	故障	SC _{31i}	-0.0079	0.0491	-0.0518	0.0578	-0.1054	-0.0440	1.0000			
効率性	燃費	SC _{41i}	-0.1812	-0.3315	0.5231	-0.0888	0.5884	-0.2667	0.0656	1.0000		
保守性	サービス	SC _{61i}	0.1829	-0.2111	-0.1757	0.3119	-0.1052	-0.1886	0.2074	-0.1361		
経済性	値段	SC _{71i}	0.1379	0.3363	-0.2091	0.0196	-0.2703	-0.3380	0.1435	-0.0219	-0.1875	1.0000

SC_{mki} : 品質特性別クレーム区分別不満足度 m : 品質特性番号 ($m=1\sim6$) k : 品質特性別クレーム区分番号 ($k=1\sim TK_m$, $TK_m=1\sim4$)
 i : 対象軽自動車のサンプル番号 ($i=1\sim25$)

表 5 軽自動車の属性間の相関分析
Table5 Result of correlation analysis among Attributes of Light Cars

			軽自動車の属性					
			固有					付与
			最大出力	排気量	最少回転半径	燃費	車高	価格
a_j	属性	単位	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6
a_1	最大出力	(ps)	1.0000					
a_2	排気量	(cc)	-0.3450	1.0000				
a_3	最少回転半径	(m)	0.5911	-0.1703	1.0000			
a_4	燃費	(km/L)	-0.7098	-0.0853	-0.4450	1.0000		
a_5	車高	(mm)	-0.1184	0.0991	-0.2663	-0.2092	1.0000	
a_6	価格	(万円)	0.5195	-0.0506	0.4121	-0.2838	-0.0209	1.0000

a_j : 対象軽自動車の属性区分 j : 対象軽自動車の属性番号 ($j=1\sim6$)

表 6 軽自動車の属性推定モデルの重回帰分析

Table 6 Multiple regressions analysis of estimation Models for Attributes of Light Car

顧客不満足度			偏回帰係数	軽自動車の属性							
説明変数				a2		a3		a5		a6	
				排気量 (cc)		最小回転半径 (m)		車高 (mm)		価格 (万円)	
品質	区分	SC _{mk}			P 値		P 値		P 値		P 値
		定数	r_0	658.005	-	444.414	-	1705.933	-	111.537	
機能性	エンジン	SC ₁₁	r_1	5.408	1.964	1.9639	0.1888	-3356.756	0.0123	548.382	0.0193
	走行機能	SC ₁₂	r_2	11.376	0.0004		-				
使用性	外装	SC ₂₁	r_3	-9.793	0.0006						
	内装	SC ₂₂	r_4	-4.611	0.0260						
	乗り心地	SC ₂₃	r_5								
	静寂性	SC ₂₄	r_6			1.140	0.1983				
信頼性	故障	SC ₃₁	r_7								
効率性	燃費	SC ₄₁	r_8	10.176	0.0005			626.772	0.6137		
保守性	サービス	SC ₆₁	r_9								
経済性	値段	SC ₇₁	r_{10}	-5.6170	0.0276					282.2585	0.2732
重相関係数		R		0.8355		0.3372		0.5275		0.5296	
決定係数		R ² 乗		0.6981		0.1137		0.2782		0.2805	
検定		F 値		6.9383		1.4108		4.2404		4.2885	
		P 値		0.0006		0.2652		0.0277		0.0267	
F (m_1, m_2) (0.05)				2.6613		3.4434		3.4434		3.4434	
F (m_1, m_2) (0.01)				4.0146		5.7190		5.7190		5.7190	
m_1 =				6		2		2		2	
m_2 =				18		22		22		22	
相対誤差平均				0.0002		0.0213		0.0580		0.1368	

一方、最小回転半径：a₃、重相関係数が 0.3372、決定係数が 0.1137 である。F 値は 1.4108 で有意性は認められないが、相対誤差平均値は 0.0213 (2.13%) となっている。

以上の結果から、軽自動車の一部の属性である排気量：a₃、車高：a₅、価格：a₆ を顧客の品質特性別クレーム区分別の不満足度：SC_{mk} に基づいて推定するモデルの有意性を確認した。ここで、表 6 示す排気量：a₃、車高：a₅、価格：a₆ などの各属性を推定する重回帰式の定数項の値 (排気量：a₃=658(cc)、車高：a₅=1705 (mm)、価格：a₆=111.537 (万円)) が軽自動車に対する顧客の不満を解消するための理想的な設計値となる。

4.3 属性の理想値を推定するモデルの検証

本研究では有意性が認められたモデルを解析対象とした 25 車種の軽自動車のサンプルに適用し、軽自動車の属性：a_j の推定値と実績値の差異分析を行って、提案するモデルの有効性を検証した。表 6 に(3)式に基づいて求めた相対誤差平均値を示す。表 6 から、軽自動車の排気量：a₃ を顧客の品質特性別区分別の不満足度：SC_{mk} に基づいて推定するモデルの相対誤差平均は 0.0002 (0.02%) と高い推定精度が認められる。一方、車高：a₅ を推定するモデルの相対誤差平均は 0.0580 (5.80%)、価格：a₆ を推定するモデルの相対誤差平均は 0.1368 (13.68%) となっている。ここで、車高：a₅ の相対誤差平均値が排気量より大きい原因は説明変数の数が少なく、属性に関係する他の不満要因があるためと考えられる。さらに、価格：a₆ の相対誤差平均値が大きい原因は、価格は軽自動車に付与された属性

であり、製品固有の属性とは異なる市場環境や経営的な理由により決定され、説明変数が少なく、寄与率も低いためと考えられる。

以上の結果から、本論文で提案した軽自動車の属性値：a_j を顧客の不満足度：SC_{mk} に基づいて推定するモデルの有効性及び、不満足度を解消するための製品属性の理想値が得られることを確認した。

5. おわりに

本研究により、顧客のクレームを無くすために求められる軽自動車の属性 (Attribute) の理想値をインターネットの口コミ情報に含まれる顧客の不満足意見から推定するモデルを開発し、その有効性を検証した。又、本研究の結果から軽自動車に対する顧客の不満を無くすためには、a₃：排気量、a₅：車高、a₆：価格などの属性値に着目することの有効性を確認した。

今後の研究課題としては、本論文で提案した、システムの属性値を顧客の不満足度から推定するモデルの改善を目的として、モデルの寄与率を改善するためのサービス特性に関する不満意見を収集し、モデルの適用事例の開発を進めたいと考える。

謝 辞

本研究を進めるにあたり多大な貢献を行った法政大学理工学部経営システム工学科生産システム研究室の篠塚泰成君、石川和樹君に深謝致します。

参考文献

- 1) W.Hom:An Overview of Customer Satisfaction Models, RP Group Proceedings(2000)
- 2) A.A.Jahanshahi,M.A.H.Gashti,S.A.Mirdamadi,K.Nawaser,S.M.S.Khasar:Study the Effects of Customer Service and Product Quality on Customer Satisfaction and Loyalty, International Journal of Humanities and Social Science Vol. 1 No. 7 (2011)
- 3) F.Tarawneh,F.Baharom,J.H.Yahaya,F.Ahmad: Evaluation and Selection COTS Software Process: The State of the Art, International Journal on New Computer Architecture and Their Application (IJNCAA) 1(2),344-357,The Society of Digital Information and Wireless Communications (2011)
- 4) C..Alves,X.Franch,J.P.Carvalho,A.Finkelstein:Using Goals and Quality Models to Support the Matching Analysis During COTS Selection, Proc. of ICCBSS 2005, LNCS 3412,pp.146-156 (2005)
- 5) A.J.Ryan:An Approach To Quantitative Non-Functional Requirements In Software Development, Lawrence Chung, Brian Nixon,Eric Yu, John Mylopoulos, Non-Functional Requirements In Software Engineering, Kluwer Academic Publishers(2000)
- 6) ISO/IEC 9126-1: Software engineering-Product Quality- Part1: Quality model (2001)
- 7) K,Esaki:Verification of Quality Requirement Method, American Journal of Operations Research,Vol.2, No.1, pp.70-79 (2013)
DOI: [10.4236/ajor.2013.31006](https://doi.org/10.4236/ajor.2013.31006)
- 8) K. Esaki, Prediction Models for Total Customer Satisfaction Based on the ISO/IEC9126 System Quality Model, American Journal of Operations Research, vol.3, no.4, pp.393-401 (2013)
DOI: [10.4236/ajor.2013.34037](https://doi.org/10.4236/ajor.2013.34037).
- 9) K.Esaki,Analysis of Influence of Price to Customer Satisfaction Based on the Prediction Models, Intelligent Information Management, vol.5,no.3,pp .93-102 (2013) DOI: [10.4236/iim.2013.53010](https://doi.org/10.4236/iim.2013.53010)
- 10) 日本規格協会:「JIS X0129-1 第 1 部:品質モデル」 (2003)
- 11) 江崎和博:3次元統合価値モデルに基づく要求定義手法の提案, 研究報告 情報システムと社会環境,IPSJ 情報システムと社会環境研究会第 121 回研究発表会,Vol.2012-IS-121, No.2,pp.1-7 (2012)
- 12) 江崎和博:3次元統合価値モデルに基づくシステム品質総合評価指標の提案, 研究報告 情報システムと社会環境,IPSJ 情報システムと社会環境研究会第 124 回研究発表会,Vol.2012-IS-124, No.2,pp.1-7 (2012)
- 13) 江崎和博:システム品質モデルに基づく自動車の顧客満足度推定手法の研究, 電子情報通信学会, 電子情報通信学会論文誌 A, Volume J98-A No.9, pp.563-570, (2015)
- 14) 価格.com (<http://www.kakaku.com>)
- 15) 一般社団法人日本軽自動車工業会(<http://www.jama.or.jp>).
- 16) 武田哲男:顧客不満足度のつかみ方,PHP 研究所 (2004).
- 17) 田口玄一, 真壁肇, 古林隆, 森雅夫: 確率・統計, 日本規格協会 (2011)
- 18) 森口繁一, 品質管理講座 統計の方法, 日本規格協会 (1998)