

待ち時間に対する満足度評価の心的プロセス  
 - 時間評価の丁度可知差異に基づく理論モデル -  
**Psychological process of satisfaction evaluation  
 considering waiting time:  
 - Theoretical model based on JND of time perception -**

新井田 統<sup>†</sup>, 原田 悦子<sup>‡</sup>  
 Sumaru Niida, Etsuko T. Harada

<sup>†</sup>KDDI総合研究所, <sup>‡</sup>筑波大学  
 KDDI Research, Inc., University of Tsukuba  
 niida@kddi-research.jp

### Abstract

The waiting time problem that occurs when using ICT has been mainly discussed in the engineering field. The result of the subjective satisfaction evaluation indexed by the five point Likert scale is used for the design and control of the network system. However, the meaning of satisfaction index has not been discussed well enough. In this paper, we proposed a theoretical model in which the psychological process of subjective satisfaction assessment for waiting time is based on the detection of the just noticeable difference (JND) of time evaluation. Analysis using the results of the evaluation experiments revealed that the data in two different conditions show the same trend based on the proposed model.

**Keywords** — **Waiting Time, Cognitive Process, JND, Modeling, Satisfaction, Time perception.**

## 1. はじめに

我々の日常生活は高機能な情報機器に満ち溢れている。情報社会化が人々の日常生活へ浸透した結果、個々の人工物としての ICT 機器利用のみならず、通信ネットワークを介した情報トランザクションを含む人工物利用が常態化した。その結果、ウェブサービスやソーシャルネットワーキングサービス (SNS)、マルチメディアサービスなどの多様なコンテンツをスマートホンなどの情報端末上で利用するだけでなく、ユビキタスコンピューティングや IoT (Internet of Things) と呼ばれる、様々なモノがインターネットへ接続される世界観が実現し始めた。

生活に次々ともたらされる高機能な ICT 機器が、その物理的性能を上げ続けているにも関わらず長らく解決ができていない課題の一つとして、操作から情報提示までの待ち時間の発生がある。インターネットで使用されているパケット交換方式では、利用者数が増加した場合にシステムの特長箇所トラフィックが集中して発生することでシステムが混雑 (輻輳) して、データ伝送の待ち時間が増加する。

本研究の対象となっている待ち時間は、インターネットの普及に伴い、Web サービスや電子メールサービス、SNS などの非同期系サービスの利用が増加したことでその発生が課題として顕在化した。待ち時間は、基本的には技術の進展により減少していくと考えられるが、実際には ICT の高度化が必ずしも待ち時間を短くする方向にのみ働いたわけではない。スマートホンやタブレット PC などの高度 ICT 機器は、処理速度の観点からは性能が向上しているものの、大画面化や動画コンテンツなど利用者の要求するラヒック量が多いサービスを増加させ、ネットワークで発生する待ち時間を増加させる要因にもなっている。

待ち時間の発生に対しては、通信事業者が潤沢なシステムリソースを提供することで解消すると考えられるが、システム増強には膨大なコストがかかり、容易に実現できるものではない。そこで我々は、この問題を認知的アプローチによって解決することを目指し[1]、待ち時間に対する満足度を評価する心的プロセスの分析に取り組んでいる。本稿では、待ち時間に対する満足度評価の心的プロセスについて理論モデルを形成し、評価実験データとの比較を行った結果について報告する。

## 2. 満足度評価の内的モデル

### 2.1 問題の所在

待ち時間の発生は、誰にとってどのような問題を引き起こすのであろうか。ネットワークに接続された ICT 端末の利用は人工物を介したサービス利用の一つであることから、更に詳細に検討をするためにその問題をユーザビリティ (usability) の概念を援用して考察する。Nielsen[2]では、ユーザビリティを構成する要因として「learnability (学習しやすさ)」「efficiency (効率性)」「memorability (記憶しやすさ)」「errors (エラー)」「satisfaction (主観的満足度)」の5つが挙げられ

ている。ネットワークに接続された ICT 端末の操作時に待ち時間が発生した場合、まず ICT 端末を使用して行っているタスクの進捗に対して直接的に障害となり「効率性」を落とす。更に、想定外の動作によるボタンの押し間違えなどの「エラー」を発生させ「有効さ」が失われる。その結果、サービス品質の劣化として認知され、利用者の「主観的満足度」を低下させる。ネットワークサービス提供者の観点からは、利用者の主観的満足度が低下し、提供するサービスへのロイヤリティが下がることが問題となる。

このように、ネットワークに接続された ICT 利用時の待ち時間の発生は、十分な機能が提供されていないと利用者を感じることに由来する主観的満足度の低下という形で、サービスの利用者として提供者の双方の立場で問題となる。本研究では、研究成果の産業応用の観点から、利用者として提供者の双方にとって重要な指標である、利用者による主観的満足度（以下満足度）を評価する心理プロセスに着目する。

2.2 理論モデルの構築

ICT 利用時の待ち時間に対する満足度の評価は、主に工学分野における通信品質評価の研究として行われてきた。それらの研究では、待ち時間を含む実験刺激を提示して満足度の回答を求め、その平均値（Mean Opinion Score: MOS）を算出して、ネットワークシステムの設計や制御に利用している。評価の際に、MOS 評価結果への回帰式として対数関数やべき関数を用いた分析が行われているが、視覚や触覚といった感覚の強さを対象とした精神物理学の分野での知見が援用されている方法論を当てはめることの是非についての検討は十分に行われていない。

本稿では、満足度評価の心理プロセスを期待不一致モデル[3]をベースに再検討する。このモデルは、サービスを対象とした評価に用いられるもので、過去の購買活動を通じて期待水準が形成され、それとサービス利用時に知覚されるパフォーマンスとの比較によって満足度が評価されるというモデルである（図1）。ここで、過去の経験により形成される“期待品質”と、満足度評価を行う時点での“経験品質”が共に心理的な時間の長さのみに依存している状況を仮定した場合、5 件法でのリッカート尺度で測定される満足度評価は、期待品質に対してより短く感じた場合に「満足=4」「非常に満足=5」と回答し、長く感じた場合に「不満=2」「非常に不満=1」と回答する心的プロセスとなる。

期待品質となる心理的待ち時間長よりも短いもしくは長いと感じるかどうかの判断を行う際には、心理的時間の長さの評価（時間評価）における、標準となる刺激の長さから弁別可能な最小の差異である丁度可知差異（Just Noticeable Difference, JDN）が問題となる。満足度評価において、JDN よりも短い待ち時間長の差異を検出することはできないと考えれば、満足度の評価は JDN に依存すると仮定できる。図2に JDN に基づく待ち時間長と満足度との関係性を図示する。

藤崎は、3秒以上10数秒の長さにおいて、刺激の強度である物理的時間の長さとして弁別閾の間に、Weber の法則が成り立つことを実験結果に基づき示した[4]。これら結果に基づくと、図2に示すとおり期待品質となる標準的な満足度（5件法で3）が得られる待ち時間長を  $t_M$  とした場合に、それよりも長いと認知可能な時間の長さ  $t_{M-1}$  と、短いと認知可能な時間の長さ  $t_{M+1}$  は、それぞれ以下のように与えられる。

$$t_{M-1} = \frac{1 - \alpha}{1 + \alpha} \times t_M \tag{式(1)}$$

$$t_{M+1} = \frac{1 + \alpha}{1 - \alpha} \times t_M \tag{式(2)}$$

但し、ウェーバー比  $\Delta t/t = \alpha$  とした。

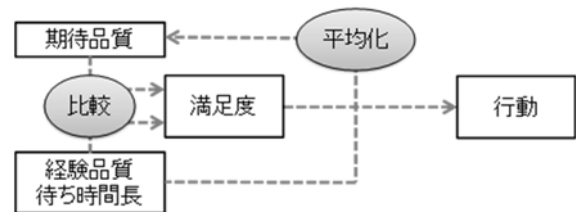


図1 期待不一致モデルに基づく待ち時間に対する満足度評価の心的モデル

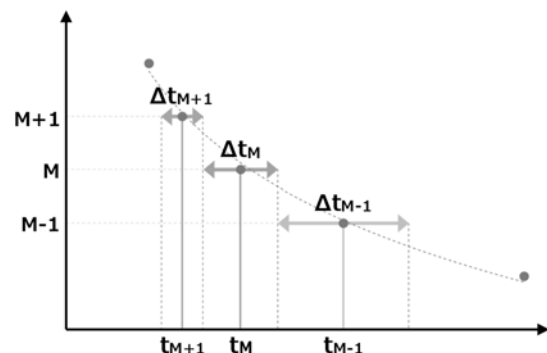


図2 丁度可知差異に基づく待ち時間長と満足度の関係

### 3. 評価

式(1)および(2)により算出した結果と、実験結果との比較を行った結果を図3と4に示す。実験結果においては、Niida, Uemura, & Nakamura[5]に示された、電子メール送信(添付無)条件と、電子メール送信(添付有)条件の二つを示した。これらの評価実験はフィーチャーホンをを用いて行われ、電子メールを送る際の、送信ボタン押下から送信完了のメッセージが表示されるまでの待ち時間について評価を行ったものである。実験参加者はウェブ調査会社の募集に対して自発的に応募した参加者である。参加者数は添付有条件では445名、添付無条件では492名であった。独立変数として、添付有条件では10水準(5, 6, 8, 10, 12, 15, 20, 30, 40, 45秒)、添付無条件では13水準(2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 20秒)の待ち時間長を設定した。

期待不一致モデルとJNDを組み合わせた提案した理論モデルにおいて、満足度の回答が1~5となる値( $t_1 \sim t_5$ )を、添付有条件では $t_3 = 10\text{sec}$ 、添付無条件では $t_3 = 6\text{sec}$ として求めた。藤崎[4]においては、ウェーバー比は定数とならず、 $\Delta t \approx 0.275t - 0.4$ で与えられているが、本稿では探索的にパラメータを調整した結果、 $\Delta t/t = \alpha = 0.35$ において、添付有と添付無の両条件で、式より算出した結果と評価実験の結果が高い一致を示した。

### 4. 考察

工学分野における通信品質研究においては、満足度評価に影響を与えると推察される要因を設定して、その影響を定量的に評価することで、サービスやネットワークの設計・制御において考慮すべき要因を数多く明らかにしてきた。こうした、現実の問題から帰納的に導き出された要因の影響を実証的に評価するアプローチは、研究成果の応用において重要である。しかし、主観的評価に影響を与える要因は多数有り、複数の要因の組合せまで想定した場合には、要因の影響を網羅的に検討することは不可能である。その結果、状況の変化や新しい要因の付加に対して、再度全ての要因を考慮した実験が必要になり、応用研究においてコストが高くなるという問題がある。

筆者らは、これらの問題に認知的アプローチで対応するために、**Human-Network Interaction** というコンセプトを提案している[6]。このコンセプトでは、待ち時間をICT利用全体の中に位置付け、待ち時間を通信

ネットワークの輻輳状態を理解する手がかりとして利用し、変動する通信環境の中で利用者が行動を選択するという相互作用の視点を示している。このコンセプトにおいては、満足度はネットワーク品質と通信行動をつなぐ重要な指標である。満足度評価の心理プロセスをモデル化することは、人がネットワークとの相互作用を通じて適切な行動を選択することで、ICT機器を「使いやすい」と感じるができるサービスやインタフェースの開発において、重要な取り組みとなる。

本稿では、ICT利用時の待ち時間に対する満足度評価のプロセスを、期待不一致モデルと心理的時間長のJNDを組み合わせた理論モデルで説明をした。本モデルに基づき、待ち時間長からMOSの理論値の算出を行い、評価実験による結果と比較したところ高い一致が得られた。これより、本理論モデルにより待ち時間に対する満足度を評価する心的過程が説明可能であることが示された。

本モデルを記述する式においては、ウェーバー比が藤崎[4]とは異なる値となった。これは、参照した評価実験において用いた視覚刺激が、フィーチャーホンによる待ち時間評価という異なる刺激で行われた実験であることが理由であると考えられる。また藤崎[4]は、1kHzの純音を聞かせる条件と空虚空間での条件下でJDNを測定し、異なる結果が得られることを示している。異なる環境においてはJDNが異なる値となるということは、本モデルの適用がJDNの評価が一定の環境に限定されることを示している。しかし、添付有条件と添付無条件という異なる二つの条件を同一のモデルで説明できたことは、これまで異なる数理モデルを当てはめていた条件が、期待品質という一つのパラメータで表現可能であることを示しており、これまでより、応用研究において扱いやすいモデルが示せたと考えられる。また、本モデルでは、平均的な待ち時間の長さが推定できれば、満足度の値が実験で測定されていないアプリケーションに対しても、MOSの理論値を得ることができることを示している。これは、様々なアプリケーションが混在する際の満足度のシミュレーション評価を容易にし、更にネットワーク上で取得可能なログから満足度を推定する手法の開発に繋がると考えられる。

本提案モデルにより満足度評価における心的プロセスが記述されたことで、待つ行為における心的プロセスの分析がより高度化し、応用研究への適用や過去の知見を包括する理論の構築が期待される。

参考文献

- [1] 新井田統・原田悦子, (2011) “高度情報化社会におけるコミュニケーションの分析と理解”, 電子情報通信学会誌, Vol.94, No.3, pp.226-231.
- [2] Nielsen, J. (1994). Usability engineering. Amsterdam: Elsevier. (ニールセン, J. 篠原 稔和 (監訳)・三好 かおる (訳) (2002). ユーザビリティエンジニアリング原論—ユーザーのためのインタフェースデザイン 東京電機大学出版局)
- [3] Oliver, R. L., (1980) “A cognitive model of the antecedents and consequences of satisfaction decisions”, Journal of Marketing Research, pp.460-469.
- [4] 藤崎博也, (1996) “時間弁別とウェーバー比”, 松田文子・甲村和三・山崎勝之・調枝孝治・神宮英夫・平伸二 (編) 心理的時間—その広くて深いなぞ (pp.49-62) 北大路書房
- [5] Niida, S., Uemura, S., & Nakamura, H., (2010) “Mobile services -User tolerance for waiting time-”, IEEE Vehicular Technology Magazine, Vol.5, pp.61-67.
- [6] Niida, S., Uemura, S., & Harada, E. T., (2013) “Design requirements for improving QoE of web service using time-fillers” IEICE Transactions on Communications, Vol.96, No.8, pp.2069-2075.

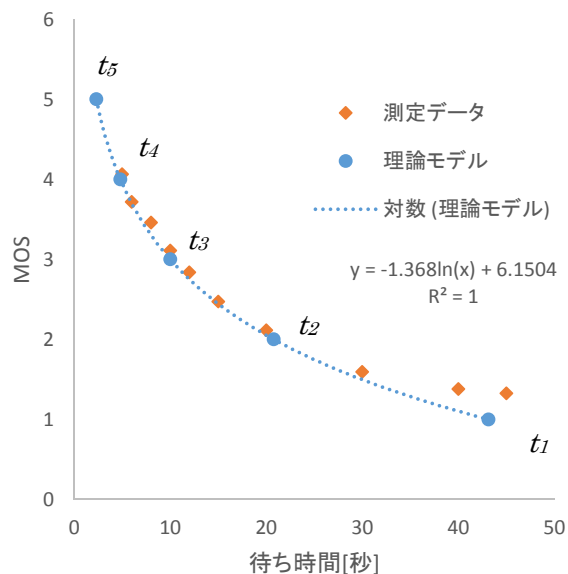


図3 電子メール送信（添付有）条件における実験結果と理論モデルの比較

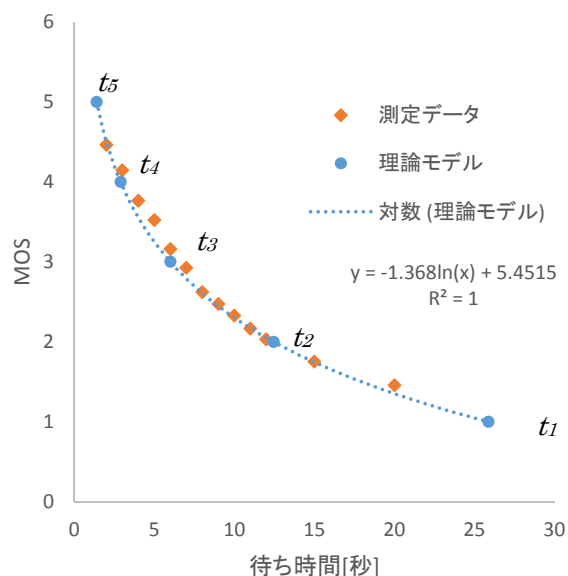


図4 電子メール送信（添付無）条件における実験結果と理論モデルの比較