

ICT 利用における「待つ」行為への満足度
ー主観評価プロセスのモデル構築ー

2016 年度

筑波大学大学院

人間総合科学研究科 心理学専攻

博士論文

新井田 統

要約

ICT 利用時に発生する待ち時間は、通信サービス利用時に感じる不満の最大の要因の一つであり、無線通信技術のめざましい発達の前でもこの問題は解決されていない。この待ち時間の問題に対して、従来は物理的待ち時間の短縮を行う工学研究や、心理的時間の短縮を目指す心理学研究が進められてきた。待ち時間の問題は、無線通信の提供価値である「いつでも・どこでも」利用可能であることが、むしろ利用行動の同期性を高めていることが原因であり、人の心理や行動の特性によって引き起こされている側面が強い。そこで本研究では、待ち時間発生時の人の心理プロセスを理解することで、待ち時間問題に新しいアプローチをもたらすことを目的として、待ち時間に対する満足度評価を行う心理的プロセスに着目し、ICT 機器利用時の待ち時間に対する満足度を主観的に評価するプロセスについてモデル構築を目指した。

従来研究が解決できていない課題を基に、以下の4つの研究課題を設定した。

- RQ1 ICT 利用時の待つ行為を対象として、生態学的妥当性を考慮しつつ安定したデータの取得は可能か。
- RQ2 既存のモデルとの整合性を保ちつつも、よりも広範な事象を説明可能なモデルは構築できるか。
- RQ3 待ち時間に対する満足度はいかなる意味を持つ指標か。
- RQ4 待ち時間に対する満足度評価の内的モデル構築により、待ち時間問題に対する効果的な解消方法を新たに提案可能か。

本論文は、上記研究課題の設定を行った第一部（第1章）以降4部構成となっている。第二部は理論編として、ICT 利用時の待ち時間に対する主観品質評価のモデル構築に向けた理論的検討について述べた。本研究では、複数の評価実験を通じて探索的にモデル構築を進めてきた。このため、各実験の内容には深く立ち入らず、モデル構築における理論的な流れを解説した（第2章）。第三部は実証編として、RQ-1に対応する実験手法に関する検討

(第3章)と、RQ-2とRQ-3に対応したモデル構築に関する実験結果の詳細(第4章～第7章)についてまとめた。第四部は応用編として、RQ-4に対応する構築したモデルをベースにした具体的な待ち時間解消方略の提案とその評価を纏めた(第8章)。最後にこれらの結果をまとめ、本研究の意義について第5部にて解説した(第9章)。

第2章においては、満足度評価に基づく内的プロセスのモデル構築過程について論じた。出発点として、工学的な通信品質に関する代表的な取り組みであるQoE研究のオピニオン評価を取り上げ、その問題点として内的プロセスに言及していないことを指摘した。内的プロセスをブラックボックス化して評価した場合、設定パラメータがどのようなプロセスで満足度評価に影響しているのかを議論できず、設定する複数要因間の関係などが議論できない。そこで、満足度の古典的モデルである、期待不一致モデル(Oliver, 1980)モデルに基づくプロセスモデルを構築し、実験によってそのプロセスの特徴を分析した。

実験実施に先立ち、実験システムの開発【研究1】とその妥当性【研究2】と安定性【研究3】の評価を行った。このシステムは、研究開始時期の主たる携帯電話端末であったフィーチャーホンを用いて実験を実施可能である。Web Scriptを用いて画面遷移を模した動画(PAC)を実験刺激とすることで、通信環境の変化と無関係に待ち時間の長さを統制可能である。ウェブ調査会社と連携して実験参加者を募り、インターネット越しにPACを配信することで、参加者が普段使用している環境(端末を含む)で実験可能であり、従来行われていた実験室実験より生態学的妥当性の高い実験環境を構築できる。このシステムの性能を評価したところ、安定して妥当性の高い評価結果が得られることが明らかになった。

本システムを用いて、提案したプロセスモデルの実験的評価を行った。第4章は主に期待品質の特徴について分析した。異なるアプリケーションを用いた評価実験【研究4】や、異なる解像度の映像を用いた映像配信サービスを模した実験【研究5】を行った。これらを通じて、期待品質はサービス毎に異なって存在しているが、似た特徴を持つサービスをある程度グルーピングしていると推定される結果が得られた。更に、ネットワークの通信状況の

悪化を事前に知らせることの影響を評価【研究 6】したところ、事前に通信状況の悪化を知っている場合に待ち時間に対してやや寛容な満足度評価を行うことが分かった。これは期待品質が状況に応じて調整可能であることを示している。

第 5 章においては、経験品質が期待品質を形成するプロセスについて検討した。期待不一致モデルに基づく満足度評価のプロセスモデルは、経験品質の累積によって期待品質が決定されるとしている。このモデルに、更に Helson (1947) の順応水準理論に基づき、経験品質から期待品質が形成される過程は、平均化の機能が存在すると仮定した。待ち時間を何度も連続して経験してから、そのセット全体の評価を行うデータセット評価により連続経験状況下における満足度評価の特徴を分析【研究 7】した。その結果、平均 15 秒程度までの、比較的短い待ち時間においては順応水準理論が成り立つ結果が得られた。これにより、連続経験状況下では、期待品質は経験品質の平均化のプロセスによって形成されるとする仮定が支持された。更に、利用頻度の影響を評価【研究 8】したところ、利用頻度が低い群と高い群では待ち時間に対して不寛容な評価を行い、中程度の利用頻度の群において寛容な結果となる事が明らかになった。更に電子メールの送信状況で、添付ファイルのあるメールを送信する際の待ち時間評価に、添付ファイルの無いメールの待ち時間評価の利用頻度が影響していると考えられる結果が得られ、類似の利用プロセスを持つサービス感で、期待品質が干渉する可能性があることが明らかとなった。また、普段の利用において感じている満足感と、単発の満足度評価の関係性を分析【研究 9】したところ、満足感の質問に「非常に不満」と回答した群は、満足度評価が非常に不寛容な結果となる事が明らかとなった。これは、期待品質が経験品質の累積以外からも影響を受けている可能性が示されたと考えられる。これらの結果から、ICT 利用時の待つ行為の特徴である、何度も繰り返し行われるという動作において、満足度評価プロセスがどのような特徴を持つかが明らかとなった。

次に、経験品質の形成に強く影響していると考えられる、心理的時間を考慮したプロセスモデルを形成し、待つ行為の結果得られた価値が一定であるとする仮定の下で、対数関数

を回帰式とした数理モデルが、提案したプロセスモデルの満足度評価過程と整合性があることを明らかにした【研究 10】。これにより、これまでは複数名から集めていたデータから得られた MOS のフィッティングに使用していた回帰式が、個人個人のデータのフィッティングに用いることに妥当性があることを示した。

心理的時間を考慮したモデルを基にして、心理的時間の伸縮が満足度評価に影響していることを明らかにした【研究 11】。更に、心理的時間の伸縮を操作するため、待ち時間中に表示されるプログレスバーのタイプを変化させる実験を行ったところ、言語的見積もりでは経過時間を長く見積もった連続変化条件において、満足度が最も高くなるという結果が得られた【研究 12】。

これらの結果を受けて、人とネットワークの相互作用 (**Human-Network Interaction**) というコンセプトを提案し、待ち時間をネットワークの混雑状況を理解する情報として位置付け、待ち時間から得られる情報に基づき自らの行動を適切に制御することで、待ち時間に対する不満を解消していく方法の検討に着手した。第 7 章では、待ち課題と読み課題の二重課題環境を設定して、待ち時間に対する満足度を上昇させる手法を検討した。まずはシングルタスクのフィーチャーホンにおいて、待ち時間中にテキストを提示する手法を評価した【研究 13】。この手法で満足度は大きく向上した。更に、マルチタスクが可能なスマートホンを用いて、待ち課題と読み課題をマルチタブ状態にした評価を行った【研究 14】。その結果、満足度が向上するだけで無く、タブスワップを行う群はしない群と比較して待ち時間に対してより不寛容な評価をすることが明らかとなった。これにより、待つ行為に不満を感じている人は、その状況に対応するために行動を起こす現象が見られ、HNI のコンセプトに基づく行動が確認された。

第 8 章では、これまでの成果に基づき、待ち時間の解消に向けた応用研究について報告した。まず 7 章で確認できた二重課題状況下での参加者の行動の特徴を考慮して、二重課題環境下で実際に利用者の注意が向いている課題に通信ネットワークのリソースを割り当

てる方法を検討した。【研究 14】で取得した行動データを用いた数値シミュレーションにより効果が確認されたため、テストシステムを作成して評価を行ったところ、フィールドトリアルでも想定通りの結果が得られた。次に、HNI のコンセプトを更に進めて、普段の利用状況を可視化したデータをフィードバックすることで、より通信状態の良いネットワークを利用する行動が促進されることを目指したアプリケーションを開発した【研究 16】。本アプリケーションは効果は限定的ではあったものの、想定するユーザ動線に沿った行動が増加したことを確認した。

第 9 章で研究を総括した結果、設定した研究課題のうち、RQ-1～RQ-3 は解決したと考えられる。RQ-4 については効果が限定的であり、より効果的な手法の開発は今後の検討課題である。

目次

第一部 序論

第1章 研究課題の設定

1.1 背景	2
1.2 問題の所在	6
1.3 先行研究	8
1.4 本研究が対象とする研究課題	16
1.5 本論文の構成	21

第二部 理論編

第2章 内的モデルの構築

2.1 モデル化の目的と要求条件	23
2.2 満足度評価の従来モデルとその問題点	31
2.3 満足度評価のプロセスモデル構築	42
2.4 数理モデルの導入と心理的時間の考慮	45
2.5 Human-Network Interaction に基づくプロセスモデルの提案	52

第三部 実証編

第3章 評価手法の検討

3.1 これまでの QoE 測定手法の課題	60
3.2 評価システムの開発【研究1】	61
3.3 評価手法の妥当性検討【研究2】	68
3.4 データ取得の信頼性検討【研究3】	77
3.5 全体考察	86

第4章 期待品質の影響

4.1 アプリケーション種別の影響【研究4】	87
4.2 コンテンツ品質の影響【研究5】	98
4.3 通信状況の事前通知の効果【研究6】	109

第5章 経験品質が期待品質を形成するプロセス

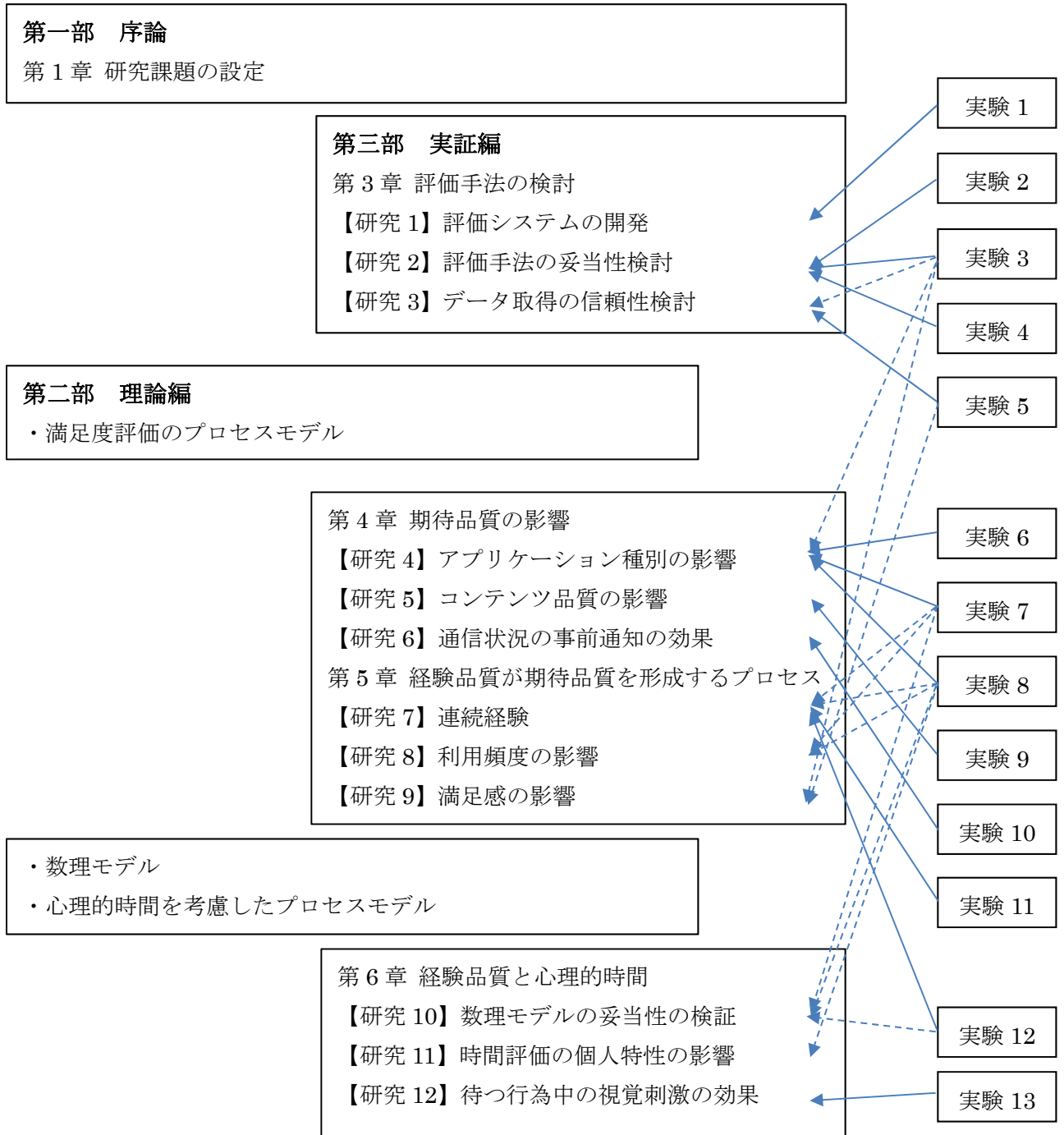
5.1 連続経験【研究7】	113
5.2 利用頻度の影響【研究8】	126
5.3 満足感の影響【研究9】	133
5.4 全体考察	137

第6章 経験品質と心理的時間

6.1 数理モデルの妥当性の検証【研究10】	138
6.2 時間評価の個人特性の影響【研究11】	143
6.3 待つ行為中の視覚刺激の効果【研究12】	147

第7章 HNIに基づく状況理解と行動管理	
7.1 二重課題状況での待つ行為【研究13】	151
7.2 二重課題状況下での行動管理【研究14】	161
第四部 応用編	
第8章 待ち時間の解消に向けた応用研究	
8.1 二重課題状況下での通信速度制御【研究15】	173
8.2 利用状況可視化による行動変容【研究16】	182
第五部 総合考察	
第9章 総合考察	
9.1 本研究で得られた知見	201
9.2 モデルの展開	204
9.3 研究の意義と今後の展望	209
9.4 心理学と工学の学際研究の立場から	211
引用文献	214
本論文を構成する研究の業績目録	225
謝辞	231

本研究の構成



・ Human-Network Interaction に基づくプロセスモデル

第 7 章 HNI に基づく状況理解と行動管理

【研究 13】二重課題状況での待つ行為

【研究 14】二重課題状況での行動管理

実験 14

実験 15

第四部 応用編

第 8 章 待ち時間の解消に向けた応用研究

【研究 15】二重課題状況での通信速度制御

【研究 16】利用状況の可視化による行動変容

実験 16

実験 17

第五部 総合考察

第 9 章 総合考察

研究と実験の関係（研究 12・実験 13 まで）

実験 番号	実験条件	研究番号											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
実験 1	評価端末	フィーチャーホン											
	評価システム	市販端末											
	評価サービス	無し											
	備考	ハードウェア性能評価	○										
実験 2	評価端末	PC（フィーチャーホン疑似）		○									
	評価システム	調査会社システム・パネル											
	評価サービス	Web トップページ											
	備考	無し											
実験 3	評価端末	フィーチャーホン											
	評価システム	提案システム，調査会社パネル											
	評価サービス	Web トップページ，第 1 実査 ダウンロード		○	○	○							
	備考	満足感								○			
実験 4	評価端末	フィーチャーホン											
	評価システム	提案システム，調査会社パネル											
	評価サービス	Web トップページ											
	備考	実施場所を指定		○									

			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
実験 5	評価端末 評価手法 評価サービス 備考	フィーチャーホン 提案システム，調査会社パネル Web トップページ，第 2 実査 満足感			○						○			
実験 6	評価端末 評価手法 評価サービス 備考	フィーチャーホン 提案システム，調査会社パネル 音声電話発呼 無し				○								
実験 7	評価端末 評価手法 評価サービス 備考	フィーチャーホン 提案システム，調査会社パネル 電子メール送信（添付有） 個別評価 データセット評価 質問：利用頻度				○			○		○			
実験 8	評価端末 評価手法 評価サービス 備考	フィーチャーホン 提案システム，調査会社パネル 電子メール送信（添付無） 個別評価 データセット評価 質問：利用頻度 言語的見積もり				○			○		○			○

			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
実験 9	評価端末 評価手法 評価サービス 備考	PC (スマートフォン疑似) 実験室実験 動画配信サービス 無し						○						
実験 10	評価端末 評価手法 評価サービス 備考	フィーチャーホン 提案システム, 調査会社パネル 電子メール (添付有) 通信状況の事前通知							○					
実験 11	評価端末 評価手法 評価サービス 備考	フィーチャーホン 提案システム, 調査会社パネル Web トップページ データセット評価								○				
実験 12	評価端末 評価手法 評価サービス 備考	フィーチャーホン 提案システム, 調査会社パネル Web リンク遷移 データセット評価 再生法								○			○	
実験 13	評価端末 評価手法 評価サービス 備考	フィーチャーホン 提案システム, 社員 電子メール送信 (添付有) 画面表示 (プログレスバー)												○

第一部 序論

第1章

研究課題の設定

1.1. 背景

我々の日常生活は高機能な人工物に満ち溢れている。特に，インターネット元年と呼ばれる 1995 年以降のインターネットサービス及びパーソナルコンピュータ（PC）の家庭内への普及や，1999 年の i-mode に代表される携帯電話 IP 接続サービスの開始，2008 年の iPhone 3G の発売によるスマートホン¹の登場を経て，ICT（Information and communication technologies）端末が広く普及した。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（以下ネットワーク）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（Weiser, 1999）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。こうして生活に次々ともたらされる高

¹ 様々な定義があるが，本稿ではタッチパネルによる操作が可能で，インターネットへの接続機能を持つ携帯電話端末とする。

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。

通信サービス（以下サービス）として最も古くから利用されているものは電信と電話である。こうしたサービスは回線交換と呼ばれるシステムを利用しており、サービス提供時に接続された 2 点間で回線を占有して信号を送る。その後、インターネットを介したサービスの提供が開始された。インターネットは、回線交換システムとは異なり、パケット通信システムにより提供されている。このシステムでは、2 点間の回線を占有して通信する方法ではなく、デジタル化された通信信号をパケットと呼ばれる送信単位に小分けにして、相互接続されたルータで都度その行き先を決めながら送信元から受信元へと送る。

いずれのシステムにおいても、待ち時間は主に二つの要因で発生する。一つは端末の情報を処理する速度が遅いことであり、もう一つはネットワークの情報を送る速度が遅いことである。一つ目の要因は、ICT 端末の処理能力不足に起因する。端末の計算能力や表示能力が要求に対して不足することで待ち時間が発生する。二つ目の要因は、利用可能な通信システム（以下システム）の容量を、利用者が要求する通信トラヒック（以下トラヒック）の量が超えたときに発生する。

回線交換システムでは、2 点間の接続を占有できる総数に上限があり、システム容量を超えた数の回線接続要求は接続に失敗する。このためシステムの利用者数が増加した場合には、接続の成功率が下がっていく。これに対してパケット通信システムは、回線を占有する利用者はおらず、全ての利用者でシステムを共有してパケットの送受信を行う。このため利用者数が増加した場合には、接続の成功率が下がるのではなく、シス

テムの特定箇所にトラヒ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。これは道路に大量の車が集中したときの交通渋滞と類似した現象と言える。

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。前述の通り、利用者の増加が待ち時間の増加に繋がるパケット通信システムの特徴に加えて、音声通話サービスと比べて非同期系サービスでは 1 度の利用で何度もネットワークへのアクセスを行うため、待つ行為を経験する頻度が高まったことも要因である。

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。スマートホン 1 台あたりのトラヒック需要は、フィーチャーホン²に対して 18 倍程度あると推計される（総務省，2012）。

こうしたトラヒックの量的な増加に加えて、その発生パターンにも ICT の高度化は影響を与える。無線通信システムの普及と高度化により、人々はいつでも・どこでも自身の欲求に従ってサービスを利用することが可能となり、人々のサービス利用行動は時間と空間という二つの制約から解放された。こうして制約が取り除かれることで利用行動の自由度

² 様々な定義があるが、本稿ではハードウェアキーボードを備えた、限定的なインターネットへの接続機能を持った携帯電話端末とする。

が増し、利用場所や利用時間が拡散することで平準化され、トラヒックの集中的な発生が少なくなっていくと予想されるが、実際にはそうはならない。ICTの利用に対する時間・空間といった物理的制約が解消され、一人一台の所有が進み個人化した結果、利用行動は利用者の置かれた心理的・社会的・文化的状況により強く依存するようになった。その結果、集団として類似性の高い行動に連動したサービス利用が増加し、時間的・空間的に偏在化したトラヒックを発生させて輻輳状態を助長し、待ち時間を増加させる。実際に、お正月の挨拶メールや、テレビ番組に反応して投稿されるコメントなどの時間的に集中した利用行動や、交通機関やイベント会場での空間的に集中した利用行動により輻輳が発生する例が日常的に見られる。ICTの高度化によって人をシステムの持つ時間と空間の制約から解放した結果、その欲求や行動の類似性により新たな時間と場所の制約を生んでいると言える。

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。特に、ピーク時のトラヒック量が多く未利用時間が長く存在するシステムは利用効率が悪く、トラヒックが遍在化した状況への対応はコストが高い。なぜなら、システムへの投資額はピーク時のトラヒック量により決定されるためである。また、待ち時間問題の解消は利用者に利便性をもたらすものの、それによる利用料金の増加を利用者は必ずしも是認するとは限らず、待ち時間問題の解消が収益の増加に繋がるという保障は無い。このため、サービス提供者側のビジネスの観点からは、利用者からの待ち時間の減少に対する要求と、提供コストとの間のバランスを取る必要がある。

このように、現在主流のインターネットサービスがパケット交換システムであること、ICTの高度化による技術的な進化がむしろ待ち時間の増加に繋がる行動を促す可能性があること、提供者側の視点からは実現コストの問題で無条件に利用者の要求に応えられないことから、待ち時間の発生は今後も継続的に通信サービスの主たる課題となり続けると予想される。

1.2. 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。携帯電話会社の顧客満足度調査を毎年発表している J.D.Power の報告によれば (J.D.Power, 2016)、総合満足度へ影響を与える要因として、「通信品質・エリア」(24%)、「提供サービス」(22%)、「各種費用」(21%)、「電話機」(16%)、「アフターサポート」(11%)、「電話機購入経験」(5%)と6つを挙げている(括弧内は J.D.Power が独自に算出する影響度)。待ち時間の発生は、通信品質の劣化に繋がり、携帯電話事業の満足度に影響を及ぼす。

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 (2002 篠原・三好訳 2002) 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。また、ISO 9241-11 (1998) においてもユーザビリティを構成する3つの要因として「efficiency」「effectiveness(有

効さ)」「satisfaction」の3つが規定されている。評価方法としては、例えば有効さは正答率、効率性は所要時間、満足度については主観評価尺度などが用いられる(黒須・山岡・小松原・早川・若松, 2007)。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いなどの「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。

提供者の観点からは、サービス利用時に利用者が実行するタスクの効率性や有効さが減少すること自体は直接的な問題ではない。これらの現象が起こることで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ルティが下がることが問題となる。一般に、サービスについてこのような満足度とロイヤルティの関係性が成立する。例えば小野(2016)では、日本版顧客満足度指数(JCSI)データの分析を行い、利用者が知覚する品質や価値といった要因が顧客満足に繋がり、この顧客満足が推奨意向やスイッチングコストの上昇、更には将来への再利用意向であるロイヤルティに繋がるという拡張型累積的顧客満足モデルを提示した。また、Kim, Park, & Jeong (2004)は、通信事業におけるロイヤルティをモデル化し、顧客満足がロイヤルティに強く影響することを、質問紙を用いて示した。

市場が成熟してゆく中で、新たなテクノロジーを求める利用者よりも、自らが持つ課題の解決策や便利さを求める利用者の割合が増え、ユーザ経験(user experience)の重要性が増すと Norman (1998 岡本・安村・伊賀訳 2000)は指摘した。携帯電話の普及はいまや100%を超え(総務

省，2015)，一人一台以上保有する状態となった。市場の成熟と顧客満足重視の傾向は相関するとも言われており（佐藤，2010），満足度の指標としての重要性は今後益々増していくと考えられる。

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が感じることによる主観的満足度の低下という形で，サービスの利用者と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）に着目する。

1.3. 先行研究

待ち時間問題に対しては，様々な視点からアプローチすることが可能である。以下に待ち時間問題の解消に関連する既存のアプローチについて先行研究と共に示す。

1.3.1. 物理的待ち時間長の短縮

待ち時間問題に対する最も直接的な解消方法は，発生する待ち時間の物理的な長さを短縮するというアプローチである。待ち時間の物理的な長さの短縮がサービス利用時の満足度の向上に繋がることは明らかである。例えば工学分野においては，病院の受付や銀行の ATM などでの待ち時間問題について，待ち行列理論（Kleinrock & Gail, 1996）を用いて，訪れる人の数と，処理を行う人的・設備的資源の最適化の問題として，その最小化が数学的に検討されてきた。

ICT サービスに対象を絞っても、物理的な待ち時間長を短くする方法は様々な方法がある。ICT サービスは、様々な機器がお互いに連携をして提供されている極めて複雑なシステムである。こうした複雑なシステム上でのサービス開発を柔軟に行うため、システムの機能を階層構造で分割し、お互いのインタフェースを規定することで、階層毎に互換性が高い開発環境が提供されている。例えば、OSI 参照モデル (ITU, 1993) では通信機能を 7 つの階層に分けて定義しており、各階層がその上下の階層との間でやり取りする情報を規定することで機能モジュールを組み合わせて開発することを想定している。無線通信システムでは、1979 年に始まったアナログシステムの第 1 世代携帯電話が、デジタルシステムである第 2 世代へと変わり、更に通信帯域を広くした第 3 世代、第 4 世代携帯電話とシステムの開発が行われた。システムの世代が進むにつれ、低位層では通信帯域を広げて転送速度を速め (鹿倉, 2013; 星野・西尾・今村, 2013)、中間層ではより効率の良いデータ伝送のプロトコルや制御方式の開発により処理速度を高め (北添, 2013; 高橋・ハプサリウリ, 2013)、更に上位層では音声や映像を圧縮する技術によりデータ量を減らす技術の開発が進められた。これらは、待ち時間問題に対する技術シーズを中心としたアプローチと言える。

1.3.2. 心理的時間長の短縮

これに対して、人に関する研究知見を利用した待ち時間問題解消へのアプローチも考えられる。その一つとして、心理的時間からのアプローチがある。人が感じる時間は、心理的時間と呼ばれ、時計で計測される絶対時間とは異なるものとして、心理学研究の対象とされてきた。

人は、時間特有の感覚器官をもっておらず（神宮，1996），経過する時間の中で起こる事象の変化や継起を基礎として，時間を捉えていると考えられる。松田（1996a）は，心理的時間を，“さまざまな感覚モダリティで捉えられた事象の，変化や継起の側面の抽出と統合という認知的処理過程を経て心的に構成されたもの”とした。待ち時間においても物理的な待ち時間長とは異なるものとして心理的な待ち時間長を検討することができ，その短縮が満足度の向上に繋がる。

心理的時間の研究の中で特にその長さを対象としたものに，時間知覚と時間評価がある。対象とする時間の長さに違いはあるものの，時間知覚も時間評価も，心理的時間の長さに対する認知的過程からの影響を研究対象としており，これまでに幾つかのモデルが検討された。特に時間の経験に付随して人が受ける様々な情報の処理に基づいて時間の長さの評価が行われるとするモデルとして，変化モデル（Fraisse, 1984），注意モデル（Hicks, Miller, Gaes, & Bierman, 1977），短期記憶負荷モデル（Fortin & Rousseau, 1987），状況依存の2重過程モデル（Block & Zakay, 1996），文脈変化モデル（Block, 1989）（モデルの分類は，松田（1996b）による）などがある。これらの研究により，絶対時間に対して過大もしくは過小に時間を見積もる現象を引き起こす，認知処理の特徴が明らかにされた。

これらの研究を利用することにより，同じ物理的な待ち時間長であっても，心理的時間長としては短くなる方法を検討することが可能となる。例えば，待ち時間中のICT端末の画面表示の操作として，Harrison, Yeo, & Hudson（2010）は，待ち時間中に表示するプログレスバーの視覚表現によって，時間長の知覚が変わることを示した。周藤・菊地（2009）では，静止，段階，連続と三つの異なるプログレスバーを提示後に，再

生法によって時間評価を行ったところ、連続的な形式でのプログレスバーの表示が待ち時間を長く感じさせることを報告している。これらは、認知される変化の数が多いと時間を長く評価するとする **Fraisse** の変化モデルを応用したアプローチと言える。また、種子島・中村（2015）では、時間的な切迫感がある状況では予想時間を長く評価する結果が報告された。柏木・三好・江口・矢守・山崎（2008）では、時間的切迫感の有無を要因として待ち時間に対する満足度の評価を行い、短い待ち時間では切迫感のある方が満足度が高く、長い待ち時間では逆に低くなることを報告した。このように、心理的時間の長さを短くするもしくは長くなることを抑える対処方略が検討されている。

ICT 利用以外での身の回りで発生する待つ行為としては、例えば病院における診察の順番や、エレベーターの到着、カスタマーサービスの電話相談窓口などもある。待っている間は、時間が長く感じられたり、焦ってイライラしたりと、時間経過に付随して起こる心的過程が、状況や文脈の認知から影響を受けることがよく知られており、その解消を目指した研究が行われた。例えば、エレベーターを対象とした制御システムの開発（**匹田, 2005**）において、物理的な待ち時間の長さを短くする効率的なかごの制御方法だけでなく、待ち時間の発生や予報はずれ、満員などの要因による待つ行為に対する利用者のイライラ感も考慮した制御方法の開発が進められた。電話相談窓口を対象としたものとしては、待ち時間中に流す、音楽や謝罪の言葉などのフィラー（**filler**）が、許容可能な待ち時間に与える影響について検討された結果がある（**Antonides, Verhoef, & van Aalst, 2002; Municho & Rafaeli, 2007; North, Hargreaves, & McKendrick (1999)**）。病院の外来待合室を対象としたものとして、待ち時間における感情の因子の特定（**福岡, 2016**）

や進行状況掲示板の効果測定（松森・松橋・軽米・古川，2014）などの研究も行われた。

1.3.3. 満足度の定量化による適切な方略の選定

前項までで、物理的もしくは心理的な待ち時間の長さを短くするアプローチについて概説した。その手法は数多く存在するため、実施の際には最適な方略を選択することが課題となる。1.1 節で述べたように、提供者の観点からは、利用者からの待ち時間の減少に対する要求と提供コストとの間のトレードオフの関係を考慮する必要がある。トレードオフの関係において最適な条件を選択するには、提供コストと待ち時間の減少に対する要求を、それぞれ定量化して比較する必要がある。提供コストは金銭的な指標で定量化することが可能であるため、課題は利用者の要求の定量化である。

この通信サービス利用者の要求を定量化するアプローチについては、通信工学の分野でネットワークやサービスの品質評価という観点から長らく研究されてきた。最も古くから利用されていたサービスである音声電話においては、交換機の性能により決まる接続の成功率（呼接続率）や接続までの待ち時間の長さ、回線上での信号劣化に基づく音質の変化が品質評価の対象であった。このうち、電話の信号劣化に基づく音質の変化は、利用者の主観に基づき規定された。定量化された品質は、通信事業者が自身の提供するサービスに対する内的な基準として使用されるだけでなく、サービスの国際接続において各国の事業者間で合意するための基準としても用いられた。特に主観品質については評価方法が異なる場合には異なる値が得られることから、国際機関である ITU

Table 1-1
ACR の評価カテゴリ

カテゴリ	評点
非常に良い (Excellent)	5
良い (Good)	4
普通 (Fair)	3
悪い (Poor)	2
上に悪い (Bad)	1

(International Telecommunication Union) において評価手順の国際標準化が活発に行われた。その結果として、音声電話に関する測定法を規定した ITU-T P.800 (ITU, 1996a) や、映像品質の評価手順として ITU-T P.910 (ITU, 1996b) をはじめとする多くの勧告 (e. g. ITU, 2002) が作成された。

これらの標準化された主観品質を測定する基本的な手法としては、提示したサンプルに対して、視聴者が 5 段階で主観的な満足度を絶対評価する絶対範疇尺度法 (Absolute Category Rating: ACR) や、レファレンスと比べて相対評価を行う妨害範疇尺度法 (Degradation Category Rating: DCR) などがある。測定したデータについては、その平均値として平均オピニオン評点 (Mean Opinion Score: MOS) を算出して評価を行う。例えば ACR では Table 1-1 に示す 5 件法のカテゴリを用いている。

インターネットで用いられているパケット通信方式では、通信品質は主観的な満足度ではなくネットワーク上で客観的に測定される値によって規定できる。特に良く用いられるものは、ネットワークの性能を示すスループットや遅延、ジッタ、パケットロス率などを指標である。こ

うした値は QoS (Quality of Service) と呼ばれており、ネットワークの品質を示す一つの指標として使用されている。これに対して主観的な品質に対する基準も Web サイトの設計現場などでは必要とされ、8 秒ルール (Zona Research, 2001) などが参照された。更に、インターネットサービスが生活の様々な領域に浸透する中で、主観品質の状況依存性を考慮した利用者の体感品質 (QoE: Quality of Experience) に基づいて評価する方法が注目された(阿部・石橋・吉野, 2008 ; 林・高橋・吉野, 2008)。

ここで、ITU-T Appendix I to P.10/G.100 (ITU, 2007) において、QoE は以下のように定義される³。

The overall acceptability of an application or service, as perceived subjectively by the end-user.

NOTES

- 1 Quality of Experience includes the complete end-to-end system effects (client, terminal, network, services infrastructure, etc).
- 2 Overall acceptability may be influenced by user expectations and context.

本定義においては、QoE に基づく品質評価では、実際に経験した状況を利用者がどのように受け入れるかを主観的に評価することで、品質を規定するとされた。更に、QoE 評価においては、利用者が持つ期待や、

³ 2017 年 3 月現在、ITU において ITU-T P.10/G.100 の改訂が進められており、新たな QoE の定義として” Quality of experience (QoE) is the degree of delight or annoyance of the user of an application or service.”が提案され、議論が行われている。

利用者の置かれている状況の影響も考慮に入れるとされており、利用者を取り巻く環境や心理的状況をも考慮した品質評価基準へと拡張された。こうした定義に基づき、前述の音声や映像に対する主観品質評価の方法論を援用する形で様々なサービスに対する QoE の測定方法が検討された。ITU における評価手続きの標準化も進められ、PC によるウェブサイト接続を対象とした ITU-T G.1030 (ITU, 2005) が勧告された。

こうした考えに基づき、様々な要因を設定して主観的満足度を評価する研究が行われた。インターネットにより様々なサービスが提供されたことで、ウェブサイトアクセス (Okamoto & Hayashi, 2002) や動画配信サービス利用 (江口・三好・矢守・山崎, 2009), コンテンツのダウンロード (片山・出雲・東野・塚本・小牧, 2007) など異なるサービスを対象とした研究が行われた。QoE は、利用のコンテキストを考慮することとされているため、タイムプレッシャのある状況 (柏木ら, 2008) や端末のユーザビリティ (Concejero, Patrocinio, & Merino, 2008), 通信回線の違い (小長谷・三好, 2014), 料金支払額 (片山ら, 2007; Liu, Ngu, & Zeng, 2004), ネットワークのメンタルモデル (Bouch, Kuchinsky, & Bhatti, 2000) など、QoE に影響を与えると想定される要因を様々な設定して研究が行われた。また、QoE を評価する指標として、満足度以外も検討され、例えば Okamoto & Hayashi (2002) では支払意志額 (WTP: Willingness to pay) が用いられた。これらの研究は、実験室における実験の結果を用いているが、普段の携帯電話利用を対象にした研究も行われている。Ickin, Wac, & Fiedler (2012) は、端末のログ、ESM (Experience Sampling Method), インタビューを組み合わせた定性・定量融合法により、日常利用での QoE の評価を行った。これらの研究により、QoE の向上に向けたシステム開発に採用する技術

の選定などにおいて、適切な方略の選定を進めることが可能となる。

1.4. 本研究が対象とする研究課題

1.3 節で挙げた先行研究の成果は、待ち時間問題の解決に資するものであるが、実際の問題解決を想定した場合に更なる知見が必要とされる。

物理的な待ち時間長の低減を目指す技術的アプローチは、満足度の向上に直接的な効果が見込まれる。しかし、問題解決への対策がシステムの性能向上だけとなり、狭い領域から局所最適な解決策を選択している可能性が否定できない。より広い検索空間から状況に応じた最適解を選択するには、人に関する研究の知見を導入して、ハードウェアの性能向上だけでなく、使いやすさなどサービス設計を異なる視点から検討する必要がある。

心理的時間の研究は、利用者の視点から待ち時間を検討する上で有用な要因を数多く明らかにした。ここで、その待ち時間問題への応用では、待ち時間長の増加に対して経験する不満が単調に増加するという、直感的な関係を前提としている。しかし、例えば南部・原田（2011）は、動画視聴を対象とした実験により、長く感じたかどうかという主観的な時間長の評価と、実際にかかった時間を推定する行為は、異なる認知メカニズムを経ていることを示唆する結果を報告している。これは、待つ行為に対する満足度評価を、待ち時間の心理的な長さの単純な関数として表すことができない可能性を示しており、心理的時間以外の観点からも、待ち時間に対する満足度へ影響を与える要因を探り、満足度および心理的時間との関係性を分析する必要がある。

産業応用の観点からは、待ち時間に対する満足度の定量化を行ってき

た工学分野における通信品質評価の検討は、待ち時間に対する満足度に影響を与える要因の特定において一定の成果を上げた。しかし、QoEの定義は広く、含まれる要因が多数考えられるため、1.3.3.項に示した通り工学的な研究では様々な要因を設定して探索的にQoEの定量化が行われている。数多くの研究が行われてはいるものの、それらの研究間の関連性は強くなく、研究の積み上げが体系的な理論の構築に向かっていない。また文脈（Context）という高次な認知機能が影響する要因を考慮した評価間では、満足度やWPTなど共通の評価指標を用いていてもその比較が難しいという問題がある。この原因としては、これらのQoEに関連する研究では、その背景となる心的なプロセスに言及していないため、設定した条件が評価結果にどのように影響したか説明ができず、一般化が難しいという点が挙げられる。このため、実験を行った環境を含めて、評価時に設定した条件以外への結果の適用が保障できないという問題がある。待ち時間問題における心的プロセスは、心理学研究において一部説明が行われている。Houston, Bettencourt, & Wenger (1998)では、待ち時間とサービス品質に関連する項目として、知覚された待ち時間、待ち時間の受容性、負の影響、サービス品質の評価と、評価の時間的な流れに沿ったプロセスを提示している。

これらの問題に対応しつつICT利用時の待ち時間問題の解消を行うには、待ち時間問題を利用者の視点から捉え、評価を行う環境も含めて、待ち時間中の利用者の心的プロセスを包括的に理解することが必要となる。本研究では、待ち時間問題解決へのより汎用性の高い枠組みの提供を目的として、これまでの体感品質（QoE）研究や心理的時間のアプローチを基礎に、以下の4つの研究課題を設定して研究を行った。

1.4.1. 測定データの妥当性と安定性

通信品質評価においては、品質に影響を与えると推察される要因を規定・操作し、実験室環境で他の要因を一定に統制した形で実験データを収集する。安定した測定データを得るためには要因の統制は有効であるが、人の感じる主観的な品質の状況依存性を論じるには、各種要因をいかに実験的に制御しつつ、生態学的妥当性を有する環境を設定するかを考慮する必要がある。実利用環境からあまりにかけ離れた実験環境で収集されたデータは、仮に安定した結果を得ることができたとしても、実際の生活環境下での経験を正しく反映した結果であるという証明が困難となる可能性が高く、汎用性の高い枠組みを提供する上で問題となる。このため、生態学的妥当性を考慮した実験手法を考案して、測定データの安定性を評価する必要がある。そこで以下の研究課題を設定した。

RQ1 ICT利用時の待つ行為を対象として、生態学的妥当性を考慮しつつ安定したデータの取得は可能か。

1.4.2. 内的モデルの不在

通信品質研究においては、主観的な評価に影響を与えると推察される要因を設定して、満足度へ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において考慮すべき要因を数多く明らかにしてきた。心理学の分野で待ち時間に対する不満解消の検討を行った Antonides, Verhoef, & van Aalst (2002) は、待つ過程において提示したフィルターを要因として、その影響を時間評価と主観評価の二つの指標に対して定量的に示し、コールセンターでの待ち時間解消への具体的

な対策を論じた。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、内的モデルを想定せずに個別の要因の影響をその都度評価する方法で得られた結果を積み上げても、汎用的な知見に至ることは難しい。また、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、研究成果の応用においてコストが高くなるという問題がある。RQ-1 が解決され、妥当かつ安定したデータの取得が可能になったとしても、評価結果の汎用性は実験室から生活環境へと広がるに留まり、要因を超えた適用を保障するわけではない。待ち時間問題の解消を対象とした研究知見が異なる要因にも援用可能であるかは、その心的プロセスの類似性に関する検討が必要である。

更に内的モデルの不在は、過去の研究における評価指標の意味を曖昧にしている。例えば主観品質評価に関連する多くの研究において、5件法や7件法による「満足度」が指標として用いられているが、満足度を指標とすることの意味については議論されないままである。共通化した指標の導入は、問題解消方略の比較には有効であるが、その指標の解釈を誤れば方略の運用を誤る可能性がある。

これらの問題に対応するために、本研究では、QoE研究の基礎となる満足度の主観評価に焦点を当ててその心的プロセスを分析し、心理的時間の研究成果を考慮しつつできるだけ広汎な状況に適用可能なモデルの構築を目指した。これまでの心理学的研究から、待つ行為が心理的時間と何らかの関係を持つことは明らかであるが、その他に関与する要因

も非常に多く、そのすべてを考慮した普遍的なモデルの作成は困難と考えられる。しかし構築するモデルの対象と利用目的を限定することで、一定程度汎用的なモデルの形成が可能であると考えられる。また内的モデルの構築を通じて、待つ行為に対する満足度の意味について考察を行うことが可能になると考える。これより、以下の2つの研究課題を設定した。

RQ2 既存のモデルとの整合性を保ちつつも、よりも広範な事象を説明可能なモデルは構築できるか。

RQ3 待ち時間に対する満足度はいかなる意味を持つ指標か。

1.4.3. 研究応用の観点からのモデルの有用性

内的モデルの不在は、待ち時間問題への対処方略も限定的なものに留めてきた。要因を設定して得られた評価結果に基づきネットワークの設計を行う場合には、得られた満足度から品質基準値を設定し、その値を下回らないようにシステム設計を行う以外に対処方略がない。**RQ-2** と **RQ-3** が解決されることで、利用者の視点からみた ICT 機器利用時の待つ行為への理解が深まると考えられる。それ自体が構築したモデルの有用性を示しているが、研究応用の観点からは品質基準値の策定以外の効果的な方略の提案が期待される。構築したモデルの有用性は、研究応用の視点からも評価する必要がある。そこで、以下の研究課題を設定した。

RQ4 待ち時間に対する満足度評価の内的モデル構築により、待ち時間問題に対する効果的な解消方法を新たに提案可能か。

1.5. 本論文の構成

本論文は、大きく五つのパートで構成される。第一部は研究課題を設定した本章（第 1 章）である。第二部は理論編として、ICT 利用時の待ち時間に対する主観品質評価のモデル構築に向けた理論的検討について述べた。本研究では、複数の評価実験を通じて探索的にモデル構築を進めてきた。このため、各実験の内容には深く立ち入らず、モデル構築における理論的な流れを解説した（第 2 章）。第三部は実証編として、RQ-1 に対応する実験手法に関する検討（第 3 章）と、RQ-2 と RQ-3 に対応したモデル構築に関する実験結果の詳細（第 4 章～第 7 章）についてまとめた。第四部は応用編として、RQ-4 に対応する構築したモデルをベースにした具体的な待ち時間解消方略の提案とその評価をまとめた（第 8 章）。最後にこれらの結果をまとめ、本研究の意義について第五部にて解説した（第 9 章）。

第二部 理論編

第2章

内的モデルの構築

2.1. モデル化の目的と要求条件

本章では、ICT 利用時の待ち時間に対する満足度評価プロセスのモデル構築の、理論的検討の結果を述べる。本研究では、4章以降に示す複数の評価実験を通じて探索的にモデル構築を進めた。本章では各実験の内容には深く立ち入らず、モデル構築の検討における理論的な流れを述べる。

本章では、まず定量化された満足度を利用した通信ネットワーク分野での工学応用の例を挙げ、モデル構築に対する要求を明らかにする。次に、モデル構築に対する要求を俯瞰して理解するため、モデル化のフレームワークを検討する。その後、フレームワークに基づきこれまでのQoE研究や本研究におけるモデル化の位置付けを示すと共に、その詳細を述べる。

2.1.1. モデル化の目的

モデル化の定義は様々あるが、ここでは「複雑なシステムや現実の物事から、その本質（あるいは理想状態）を抽出し、図や模型、数式などの形式に表現したもの」（山崎，2007）を採用する。モデル化は、複雑

な事象をまとめたり、解釈したりすることで本質を抽出し、単純化・抽象化して表現・記述する活動である。その目的は、現象の本質を表現することだけではなく、現象の捉え方の枠組みを示すことにもある。このため大きな意味でのモデル化の目的は、複雑な事象を或る側面から理解することで、現象を再現・操作可能にすること、そしてその結果として他者とも思考の枠組みを共有可能にすることと言えるだろう。

本研究は、ICT利用時の待ち時間に対する満足度の主観評価を行う心的過程のモデル構築を目的としている。その心的過程は複雑であるが、本章におけるモデルの構築を通じて“待つ行為”や“満足度の評価”の理解を深め、心理学分野における新たな知見の提供のみならず、工学応用における有用なフレームワークの作成を目指す。

2.1.2. モデル構築の要求条件

モデル化には様々な対象や方法があり、その構築においては目的に応じて適切なものを選択する必要がある。適切なモデルの選択のためには、その適用先での要求条件を把握して、モデルを特徴付けるパラメータを抽出する必要がある。本研究では、ネットワークで発生する待ち時間問題の解消を目標としており、その直接的な応用先は、ネットワークの設計や制御、運用などの技術分野になる。ネットワークの“設計”とは、ネットワークシステムの開発において、設備の種類や数量、その接続方法を、提供するサービスに求められる機能や品質などに基づき事前に決定する作業である。ネットワークの“制御”は、サービス提供中に利用状況の変化に対してシステム上の様々なパラメータを適応させるシステムの動作である。その仕組み自体は開発前に決定されている必要がある、

実行はサービス提供中に行われる。ネットワークの“運用”は、開発されたシステムが適切に動作しているかを監視し、トラブルが発生した際には復旧を行う作業である。運用の手法も開発前に事前に決定してその仕組みを作り込んでおく必要がある。本項では、これらの適応技術分野における先行研究を調査し、待ち時間に対する満足度評価プロセスのモデル化に対する要求条件を明らかにする。

ネットワークの設計

ネットワーク設計の基本的な目的の一つが容量設計である。ネットワーク設備は複数の利用者によって共有されており、各設備には複数の端末で送受信されるトラフィックが集まり、利用者の行動に応じてその量は確率的に変動する。トラフィック量がシステムの容量を超える瞬間に、繋がらない、待ち時間が発生するなどの問題が起こる。このため容量設計の基本的な考え方は、提供するサービスの品質基準値を設定して、それを下回らないように容量を確保するというものである。ここで設計時に必要な情報は、品質基準値と時間的なトラフィック変動パターンのモデルである。

回線交換型のシステム上での音声電話を例にとって説明をする。回線交換型のシステムでは、利用者が通信を行う際に通信の要求（呼）をシステムに対して送り（発呼）、その要求が認められれば通信相手と接続される（着呼）。古典的なトラフィックモデルは、個々の利用者の発呼が時間軸上でランダムに発生すると仮定し、複数の利用者が接続する通信設備側では呼の到着率がポアソン分布に従い、呼の保留時間が指数分布に従うというモデルである（笠原，2002）。このモデルに従って、発生する呼量に対して、許容する接続失敗率を基準値として設定することで、

システムとして必要な容量が設計する。パケット通信においては、音声電話以外の通信も発生するため、より複雑なトラフィックモデルが必要とされるが、基本的な考え方は変わらない。

時間的なトラフィック変動パターンが明らかになれば、次に品質基準値の適切さが問題になる。品質基準値としては、例えば ITU (2012) において、幾つかのインターネットサービスに対してパケット損失率や回線速度などの QoS の基準値が標準化された。更に品質基準値として主観的満足度を考慮した設計も検討されており、Fiedler, Hossfeld, & Tran-Gia (2010) では QoS と QoE の対応関係をモデル化してマッピングする方法が示された。一般的には、通信速度 (QoS) と満足度 (QoE) との関係性を測定し、例えば 5 件法で取得した MOS=3.0 に対応する通信速度が 200kbps (bits per second) であったとすれば、品質基準値を「200kbps を 10^{-3} の確率以上では下回らない」と決めて、容量を設定するといった方法が取られる。

こうした容量設計では、基準値を設定するための 200kbps や 10^{-3} といった値を数値で得ることが要求される。利用者が不特定多数であることが想定されるシステムの設計においては、利用者毎に個別設定してシステムの容量を設計することが困難であるため、複数のユーザに対して共通の基準値が必要となる。ネットワークの設計では、容量設計の他に通信手順 (プロトコル) や、ネットワーク機能の配置などの検討も行われる。これらを検討するには、トラフィックを発生させる行動 (以下、通信行動) について、ユーザ全体の統計的な特徴に加えて、シミュレーションによりシステム動作の検証を行うための、個人の特徴を記述する必要がある。

ネットワークの制御

ネットワークの制御は、システム上で変更可能なパラメータを状況に応じて適応させることで、システムを最適化することが目的となる。ICT 利用環境においては、その制御する対象が二つ考えられる。一つはシステムで、もう一つは利用者である。システムを制御対象とすることは、利用者の状況に合わせてシステムを制御することを意味する。無線通信システムでは、古くは受信信号の CIR(carrier to interference ratio 搬送波対干渉波比)を最大化する方法 (Maximum CIR) (Ofuji, Abeta, & Sawahashi, 2003) や、接続された利用者に順番に割り当てる方法 (Round Robin) (Kleinrock, 1967) が使われていたが、その後利用直後は速い通信速度を設定し、利用時間が長くなるにつれて通信速度を漸減させる方法 (Proportional Fairness) (Jalali, Padovani, & Pankaj, 2000) などが使われ、徐々にシステム効率だけではなく利用者の状況が考慮されるようになった。例えば Liu et al. (2004) では、支払う料金に応じて通信品質を制御するモデルとそれに基づく制御方式を提案している。Bouch & Sasse (1999) は、支払料金での制御においては、利用者が品質を予測できることが必要であり、フィードバックを含めたモデルを提案している。Khan, Sun, Jammeh, & Ifeachor (2010) では、利用者の QoE に応じて無線通信システムで提供される通信速度を制御する方法が示され、満足度を考慮したシステムの制御方法が示された。

これに対して利用者を制御対象とする方法は、システムの状況を利用者へフィードバックすることにより、その行動や心理の変容を促す方法である。例えば Murase, Motoyoshi, Sonoda, & Katto (2013) では、携帯電話システムと無線 LAN システムが同時にサービスを提供する環境下で、出発地と目的地の間の複数の移動経路において、通信速度と移

動時間の二つのパラメータによって経路を利用者が選択する手法が提案された。この方法では、通信速度と移動時間の両方に対して満足度を定量化することで、経路の比較を行っている。また Harrison et al.(2010)では、心理的な待ち時間長のより短いプログレスバーの設計方法が示されており、待ち時間長と満足度の関係を変化させる方法が考えられる。

制御対象がシステムであれ利用者であれ、利用環境やシステムパラメータと利用者の心的状態や行動との関係をモデル化する必要がある。また工学的な手法で制御を行う場合、システムが理解可能な具体的な数値がモデルから得られる形が望ましい。ここでシステムや人の制御において、複数の利用者に対して共通のモデルを適用することは可能であるが、利用者の状況の変化を考慮してより細やかな制御を行うためには、各利用者に対して個別のモデルを作成する必要がある。またシステム利用の状況依存性を考慮する場合は、人の心理や行動に影響を与える要因とメカニズムを明らかにして、定量的に影響度を示すことや、シミュレーションによる検証も要求される。

ネットワークの運用

ネットワークの運用は、システムの状況を監視して現在の状況を適切に理解して問題を未然に防ぎ、問題が発生した際にはより速く復旧させることが目的となる。運用の規模によるが、多くはシステム利用者全体の状況の把握を行い、障害の発生などの問題を検知する。このため、ネットワークから得られる指標と、利用者の状態を示す指標との関係が定量的に示される必要がある。

2.1.3. モデル分類のフレームワーク

前項で述べたとおり，ネットワークシステムの設計・制御・運用の研究開発においては，データの収集，統計解析，モデル化というプロセスを経て得られた基準値や心理的メカニズムを考慮して，数理解析やシミュレーションでネットワークの設計，制御，運用のための技術開発が望まれる。このため，個人もしくは集団を対象として，要因間のメカニズムを把握した上で，その効果を定量的に理解する必要がある。本項では，上記の要求条件を俯瞰的に捉えてその位置づけを理解するため，モデルを分類するフレームワークを提示する。モデルを特徴付けるパラメータを抽出して，待ち時間に対する満足度評価プロセスに関するモデル構築の際に考慮すべき項目を考察した。

モデル化の対象

人の活動のモデル化においては，誰のどのような振る舞いをモデル化するかという，対象の限定が必要となる。前項で述べた産業応用の観点からは，その対象として個人と集団の二つが考えられる。通信システムは，大量の利用者が同時に接続するシステムであり，特にその設計においては集団を対象としたモデルが必要とされる。利用者が置かれた環境に適応させる場合には，個人の特徴や環境をパラメータとして取り込んだモデルが必要となる。ここで土場（2004）は，社会を対象とする数理社会学の分野におけるモデル化に対して，マイクロ／メゾ／マクロという分類範囲と行為／過程／構造という分析枠組みを示して様々なモデルを分類している。通信ネットワーク上で活動する人も，個人と集団の二つの側面を持つある種の社会と見做すことができる。そこでこの分類を援用すると，個人（マイクロ）と集団（マクロ）に加えて，集団内の構

成員間の相互作用を考慮するメゾ集団のモデル化が考えられる。これまでの工学応用においては、利用者同士の相互作用を考慮した方法の提案は少ないが、今後人を対象としたネットワーク制御を検討する上では必要になると考えられる。また本研究では、モデル構築の対象としている人の活動は待ち時間に対する満足度評価という行為であるが、満足度評価に影響を与えている要因を特定してその関係を記述するためには、その行為を支えている背景構造のモデル化も必要となる。このため、モデル化の対象を、個人／メゾ集団／集団、及び行為／構造の項目を組み合わせることで設定する。

モデル化の形式と表記方法

満足度評価のモデル化をどのような形式で行うかも検討する必要がある。設計における基準値の作成や、運用におけるシステム状態の把握においては、様々な要因と満足度との関係性とその相関特性が定量的に把握できれば十分である。これに対して、制御を行う場合には、各要因が満足度に影響を与えるメカニズムを説明し、因果関係を理解する必要がある。それらの表記方法としては、文章での記述や図、数式などが考えられる。数式で表現するモデルでは、直接数値を扱うことが可能であるため、設計や制御を行う工学的な解決策や、その効果を検証するためのコンピュータシミュレーションで利用しやすい。これに対して、図で可視化するモデルは理解がし易く複雑な構造の把握には有効な手段である。実際のモデル化においては、それらを組み合わせて、要因間の関係を図示する要因モデル、その影響のメカニズムを図示するプロセスモデル、それらを数式で表現する数理モデルの種別を設定する。

2.2. 満足度評価の従来モデルとその問題点

本節では，従来の QoE 研究におけるモデル化について延べると共にその問題点を指摘し，新たなモデル構築について検討する。

2.2.1. QoE 研究における MOS 推定モデル

体感品質を考慮したネットワークの設計などで用いられる，平均オピニオン評価結果の回帰式を用いた MOS 推定モデルについて説明する。本モデルは，2.1.3 項での議論に従えば，個人もしくは集団を対象とした数理モデルに分類される。一般には複数の実験参加者から集めたデータを用いるため，集団を対象にしたものである。但し，一人の参加者から集めたデータで個人のモデルを作成することも可能である。

フィーチャーホン利用時の待ち時間に対する満足度について，平均オピニオン評価を行った 4.1 節の結果へ本モデルを適用した結果を Figure 2-1 に示す。平均オピニオン評価では，5 件法などで評価した主観的な満足度を平均して MOS を算出し，その比較によって各条件の特徴を分析する。4.1 節では，「Web トップページ」「ダウンロード」「音声電話発呼」「電子メール送信（添付有）」「電子メール送信（添付無）」の 5 種類のアプリケーションについて評価した。Figure 2-1 では，測定値から求められた MOS に加えて，対数関数での回帰式を示している。

Figure 2-1 では回帰式として対数関数を用いているが，べき関数を用いて回帰式を求めている例もある（Fiedler et al., 2010）。QoE の評価を行った過去の研究事例においても，ほとんどの結果が対数回帰もしくはべき乗回帰に従うとしている。Figure 2-1 に示した測定結果の内，4.1.3 節の実験 8 における電子メール送信（添付無）条件の結果について

て、異なる 4 つの手法で回帰式を求めた結果を Figure 2-2 に示し、それぞれの回帰式の算出結果を Table 2-2 に示す。

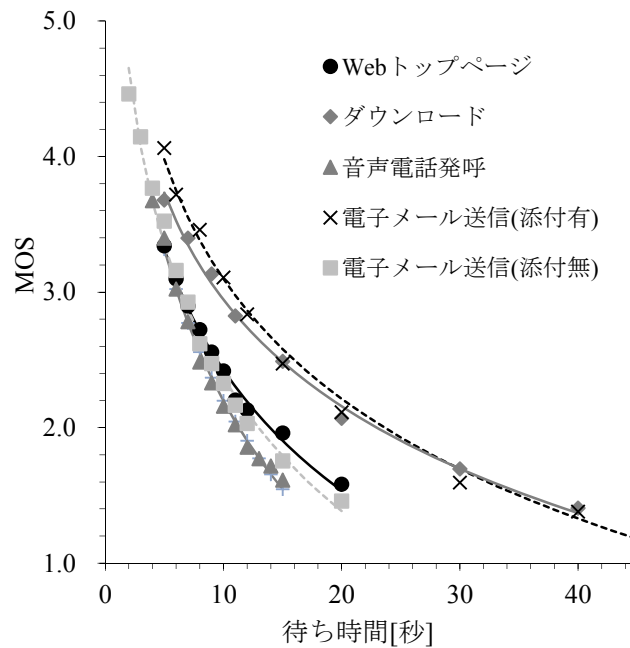


Figure2-1 フィーチャーホンによる 5 種類のアプリケーションの、待ち時間に対する MOS (各線は対数関数により求めた回帰式を示す)。

Table2-1

対数関数による回帰式のパラメータ。

評価対象条件	傾き	切片	決定係数 (R^2)
Web トップページ	-1.18	5.23	0.9967
音声電話発呼	-1.61	5.91	0.9948
ダウンロード	-1.14	5.56	0.9959
電子メール送信 (添付有)	-1.28	6.03	0.9921
電子メール送信 (添付無)	-1.42	5.64	0.9893

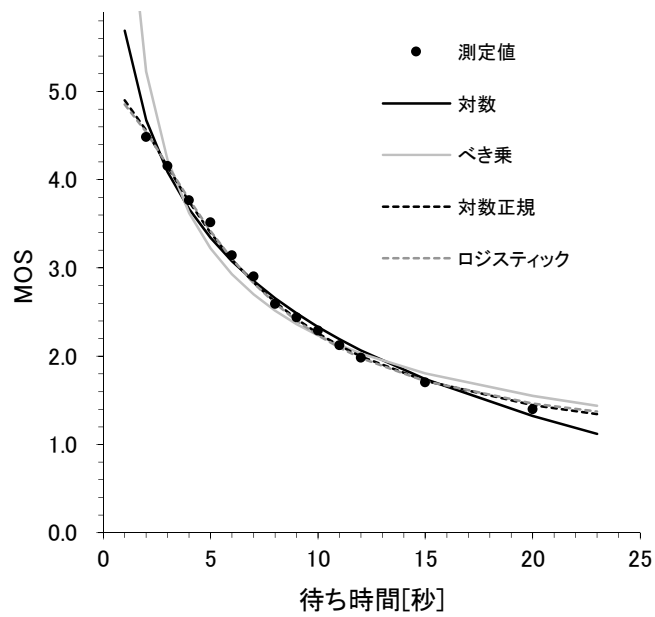


Figure2-2 フィーチャーホンによる電子メール送信（添付無）条件での、待ち時間長に対する MOS の回帰式。

Table2-2
4 種類の回帰式における係数の算出結果。

回帰モデル	α	β	平均二乗誤差
対数回帰	-1.46	5.69	0.0090
べき乗回帰	-0.53	7.54	0.0617
対数正規回帰	-1.77	3.27	0.0024
ロジスティック回帰	-1.06	1.96	0.0023

ここで、各回帰式の求め方を説明する。まず、対数回帰は式(2-1)において最小二乗法で係数 α 、 β を算出して回帰式を求める。

$$S(t) = \alpha \ln(t) + \beta. \quad \text{式(2-1)}$$

ただし、 $S(t)$ は待ち時間の長さ t における MOS である。

べき乗回帰は、式(2-2)において最小二乗法で α と β を算出し、回帰式を求める。

$$S(t) = \beta t^\alpha. \quad \text{式(2-2)}$$

対数回帰やべき乗回帰は当てはまりが良いが、待ち時間が非常に短い場合や長い場合には実測値との乖離が大きくなるという問題がある。これは、評価における天井効果や床効果の影響であると考えられる。そこで、MOS の最大値や最小値付近での高い整合性が求められる場合は、最大値と最小値に漸近する特性を持つ対数正規関数やロジスティック関数などのシグモイド型の曲線となる関数を用いることもある。

対数正規関数とロジスティック関数による回帰モデルの計算方法を以下に示す。満足度を X 件法で評価したと仮定した場合、測定値 $S(t)$ を $S'(t) = (S(t) - 1)/(X - 1)$ と変数変換して $0 \leq S'(t) \leq 1$ の値に標準化を行う。こうして求められた $S'(t)$ に対して、対数正規回帰では式(2-3)、ロジスティック回帰では式(2-4)により、係数 α 、 β を最小二乗法により求める。

$$S'(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\alpha + \beta \ln(t)} \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right) dx, \quad \text{式(2-3)}$$

$$S'(t) = \frac{1}{1 + \exp(-(\alpha + \beta t))}. \quad \text{式(2-4)}$$

対数正規回帰では、式(2-6)の標準正規分布の確率分布関数 $F(z)$ の逆関数により $S'(t)$ の値を変換して、式(2-5)を用いて係数 α 、 β を求める。

$$F^{-1}(S'(t)) = \alpha + \beta \ln(t), \quad \text{式(2-5)}$$

$$F(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^z \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right) dx. \quad \text{式(2-6)}$$

またロジスティック回帰では、式(2-8)のロジット関数 $\text{logit}(x)$ を用いて $S'(t)$ の対数オッズを求め、式(2-7)を用いて係数 α 、 β を求める。

$$\text{logit}(S'(t)) = \alpha + \beta t, \quad \text{式(2-7)}$$

$$\text{logit}(x) = \ln \frac{x}{1-x}. \quad \text{式(2-8)}$$

Table 2-1 に示すとおり、これらの実験結果では、 R^2 がいずれも 1 に極めて近い値となっており、主観品質の平均値である MOS と待ち時間の長さが高い相関を示した。この分析方法は、様々な主観品質評価データに対して回帰式の当てはまりが非常に良いことが知られている。オピニオン評価で得られるデータは順序尺度であるため、厳密な意味においては加減算を行う事はできない。しかし、回帰式の導出が最小二乗法により容易に行え、高い決定係数が得られることから、待ち時間長を離散的に設定して得た実験結果から、任意の待ち時間長における主観評価値を推定することができる。例えば Figure 2-1 に示す評価結果や、その他の研究において得られる評価結果から、待ち時間に対する満足度が最も寛容でない条件にシステム全体の基準値を設定することで、サービスへの満足度が低下するリスクを回避することができる。このような利便性から、ネットワーク設計における基準値作成などで多用されている。

2.2.2. 回答分布の数理モデル

2.2.1 項で説明をした MOS 推定モデルは，その有用さから多用されている。このモデルの指標である満足度の平均値は，異なる実験間の比較には有用な指標であるが，絶対値としての意味は規定しづらい。主観品質評価の実験結果から，設計あるいは運用段階で利用することを想定すると，なんらかの判断に基づいて基準値を設定する必要がある。ここで，回答の分布自体を推定することができれば，「ユーザが不満足と回答する確率を 30%以下とする」といった品質基準値を設定することができ，より直感的に理解可能となる。本項では対数正規回帰により回答分布を推定するモデルについて説明を行う。この手法も，集団を対象とした数理モデルに分類される。

本手法は， X 件法で待ち時間に対する主観評価を行った際に，実験参加者からの回答が i ($i = 1, 2, \dots, X$) 以下となる確率が，対数正規分布に従うことを仮定して得られるモデルである。まず式(2-9)により，待ち時間 t において回答が l となる確率 $P_l(t)$ を求める。

$$P_l(t) = N_l(t) / \sum_{i=1}^X N_i(t). \quad \text{式(2-9)}$$

但し， $N_l(t)$ は待ち時間 t において回答が l となる数である。 $P_l(t)$ を用いて回答が i 以下となる確率 $\sum_{l=1}^i P_l(t)$ を算出し，式(2-6)に示す標準正規分布の確率分布関数の逆関数を用いて変数変換を行い，式(2-10)により回答 i に対する係数 α_i ， β_i を最小二乗法により求める。

$$F^{-1} \left(\sum_{l=1}^i P_l(t) \right) = \alpha_i + \beta_i \ln(t). \quad \text{式(2-10)}$$

ロジスティック回帰を適用する場合は、式(2-8)に示したロジット関数を用いて式(2-11)により係数 α_i 、 β_i を求める。

$$\text{logit}\left(\sum_{l=1}^i P_l(t)\right) = \alpha_i + \beta_i \ln(t). \quad \text{式(2-11)}$$

Figure2-3 に、4.1.3 節の実験 8 における電子メール送信（添付無）条件での待ち時間に対する回答確率を示す。この実験結果に対して、回答分布推定モデルによる分析を行った結果を Figure 2-4 に示す。各曲線の平均二乗誤差は 0.0026~0.0012 に収まっており、良くフィッティングされていることが分かる。

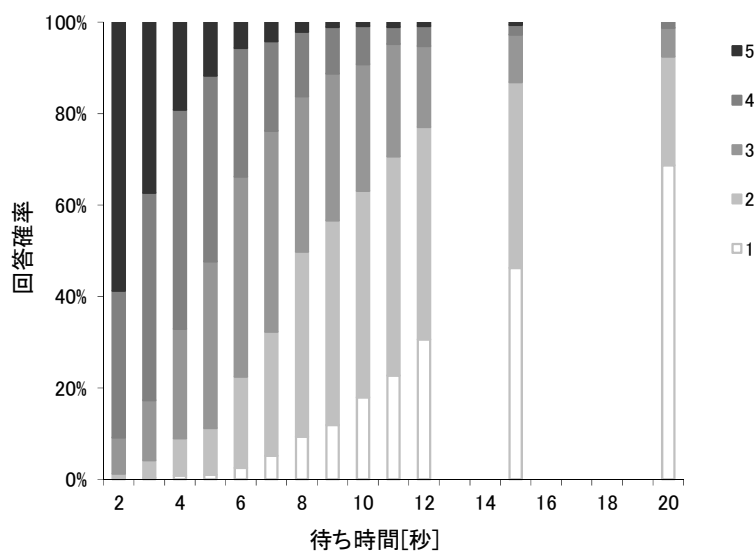
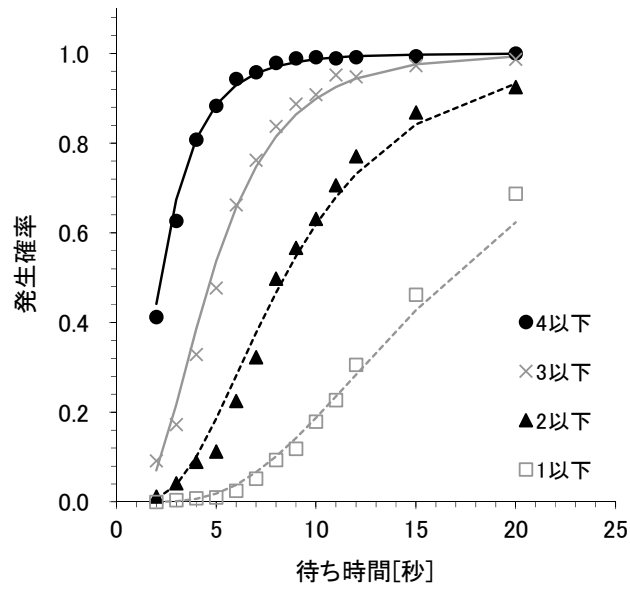
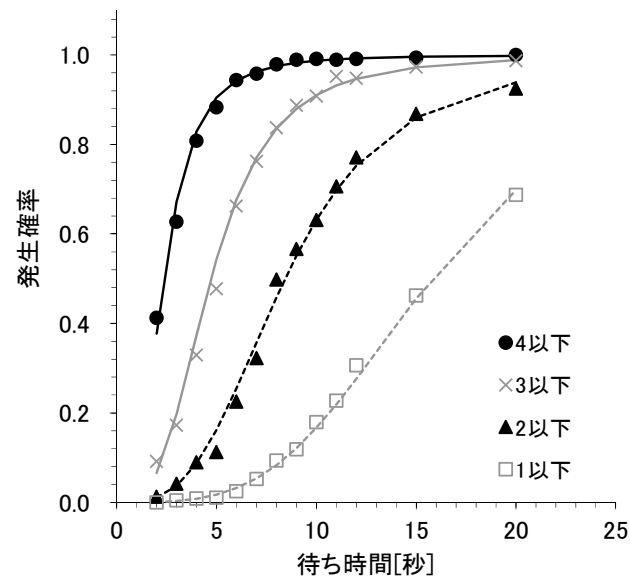


Figure2-3 待ち時間に対する 5 件法での満足度回答比率（フィーチャーホンによる電子メール送信（添付無）条件）。



(a) 対数正規回帰



(b) ロジスティック回帰

Figure2-4 回答分布の回帰式による推定結果（フィーチャーホンによる電子メール送信（添付無）条件）。

2.2.3. 従来手法の問題

2.2.1 項および 2.2.2 項で述べた従来手法におけるモデル化は、複数の実験参加者からデータを収集してモデルを形成している。このことから、2.1.3 項の議論により設定したモデル分類のフレームワークに基づけば、集団を対象にした数理モデルとなる。但し、本手法を個人から集めたデータに対して適用することで、個人を対象としたモデルの作成も可能である。数理モデルで記述されていることから、任意の待ち時間に対する満足度や回答分布を推定することが可能である。また、異なる条件で取得されたデータ間の比較にも有効である。

ここで、MOS 評価における回帰式として対数関数やべき関数を用いる手法は、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と考えられる。Stevens は、「感覚量が刺激のべき乗に比例する」とする Stevens のべき法則を提案した (Stevens, 1957)。また、E. H. Weber は、標準刺激の強度と刺激の弁別閾 (丁度可知差異: just noticeable difference (JND)) が比例するとする Weber の法則を提唱し、G. T. Fechner は、これに基づき「感覚の強さは、刺激の強さの対数に比例して増加する」とする Fechner の法則を提唱した (Fechner, 1948)。

Stevens のべき法則や Fechner の法則は、視覚や聴覚など五感の反応に対する実験結果から経験的に得られたものである。これらの研究では、人に感覚受容器が存在することが前提となっており、その受容器で受ける感覚の強さが対象となっている。Stevens は感覚について、異なる感覚受容器が受ける質的な違いのあるメタセティック (metathetic) と、同じ感覚受容器が受ける量的な違いのあるプロセティック (prothetic)

とに分け、プロセティック連続体において Stevens のべき法則が成り立つとしている。また Weber の法則も中程度の刺激を与えられたプロセティック連続体において近似的に成り立つとされている。

このような、感覚受容器を想定したプロセスを待ち時間に対する満足度評価の心理プロセスの説明として利用することはできない。例えば回帰式として対数関数を用いて分析を行うということは、刺激の強さを待ち時間の長さ、感覚の強さを満足度として Fechner の法則を援用し、「満足度は、待ち時間の長さの対数に比例して増加する」とする仮定を置いたことになる。しかし、オピニオン評価はカテゴリー判断の法則 (Thurstone, 1927; Torgerson, 1958) に基づく系列カテゴリー法で行われる間接法による尺度構成であり、Stevens のべき法則や Fechner の法則の導出の際に行われるマグネチュード推定法などの直接法とは評価方法自体が異なる。また待ち時間という刺激は、心理的時間の観点からは異なる感覚モダリティへの入力を認知的に処理した結果として受容されるものであり、量的な違いに着目したプロセティック連続体の受容器を想定することは適切ではない。

このことから、MOS 推定モデルにおいて対数回帰やべき乗回帰は良く当てはまるが、これはその主観評価における心理プロセスが、感覚器への刺激に対する心的反応と同じプロセスであるからではない。回答分布推定モデルにおいても、数値のフィッティングを目的としており、対数正規回帰やロジスティック回帰に従う理由は考慮されていない。QoE 研究においては、様々な要因を設定して待ち時間と満足度の関係を求めた結果にこれらのモデルが適用されているが、その背景となっている心的プロセスは考慮されておらず、Figure 2-5 に示すような要因モデルを前提として、数理モデルと組み合わせて分析していると言える。

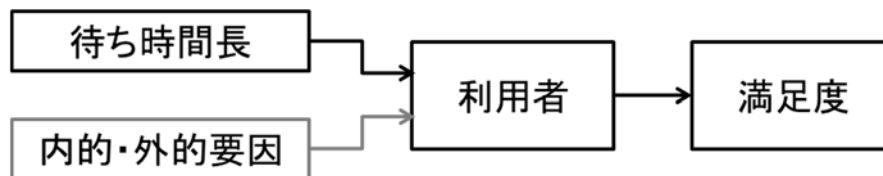


Figure2-5 従来の QoE 研究において想定されている要因モデル。

このように、QoE 研究における従来モデルの適用においては、集団・個人のいずれに対しても人が待ち時間に対する満足度を評価するメカニズムは論じられておらず、満足度という指標がどのような内的プロセスに基づき何を測定しているかは明らかにされていない。また、満足度評価の内的プロセスが議論されていないため、設定した条件が評価結果にどのように影響したか説明ができず、評価結果の一般化が難しい。更にネットワークの制御の観点からも、個人の利用状況に応じた制御を行うためには、その内的プロセスのメカニズムを記述する必要がある。このため、MOS 推定モデルや回答分布推定モデルと同様に数理モデルでの記述を行い、かつ内的プロセスを記述したプロセスモデルと組み合わせる分析手法が必要である。

本研究では、二つの研究課題，“RQ2－既存のモデルとの整合性を保ちつつも、よりも広範な事象を説明可能なモデルは構築できるか。”，“RQ3－待ち時間に対する満足度はいかなる意味を持つ指標か。”の解決のため、個人もしくは集団を対象としたプロセスモデルと数理モデルを組合せたモデルを構築することを目指した。従来モデルではプロセスモデルを想定せずに数理モデルを適用しているが、本研究ではまずプロセスモデルを検討し、それを考慮した形で改めて数理モデルの作成を行った。

2.3. 満足度評価のプロセスモデル構築

第1章で述べたとおり、満足度はサービスの利用者と提供者の双方にとって重要な指標であり、特に経営やマーケティングの分野で研究が行われている。本節では、これらの研究を援用して待ち時間に対する満足度の主観評価の内的プロセスに対するプロセスモデルを形成する。

満足度評価に関しては様々な研究があり、高橋（1998）は消費者満足研究の基本的分析的枠組みとして、Figure 2-6 に示す要素間の関係から3つの枠組みを挙げている。一つ目は「満足度源泉解明型研究」で、満足状態のパフォーマンスや先行状態と満足・不満足の関係に着目している（図中①）。それらの間にある心理プロセスには立ち入らないため、要因モデルに分類される。二つ目は、プロセスモデルに相当する「満足形成プロセス解明型研究」で、満足・不満足が得られる心理プロセスに着目をする（図中②）。最後は「満足の帰結解明型研究」で満足・不満足とその帰結である利用者の行動との関係に着目する（図中③）。これもまた要因モデルと言える。

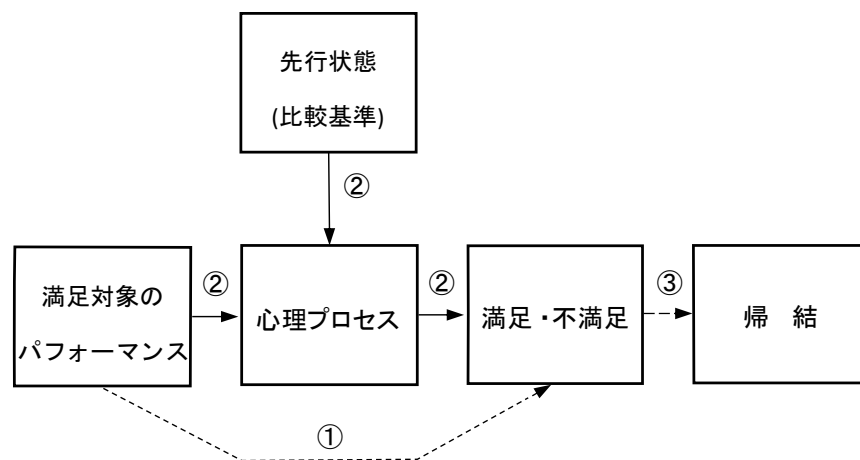


Figure2-6 満足研究の基本的分析枠組み（高橋，1996）。

本研究では、満足度評価の心理プロセスに立ち入ったモデルの作成を目指しているため、満足形成プロセス解明型研究の枠組みで検討した。このモデルにおける基本的な考え方は、期待不一致モデル (expectation disconfirmation theory) (Oliver, 1980) である。これは、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。過去の利用経験が無い場合には期待水準の存在を仮定できないが、ICT 利用時の待ち時間については日常的な利用を想定できることから、過去の経験に基づき期待水準が形成されるとするモデルを置くことに妥当性がある。Figure 2-7 に、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基本プロセスモデルを示す。ここでは、期待水準を期待品質、パフォーマンスを経験品質と表現した。更に、経験品質から期待品質が形成される過程を、人は多くの刺激を受けた際の中立的な刺激を判断できるとした Helson (1947) の順応水準理論 (Adaptation Level Theory) に基づいて平均化のプロセスを仮定した。図内の「行動」は、満足の帰結解明型研究を考慮して、満足度の帰結として含めた。

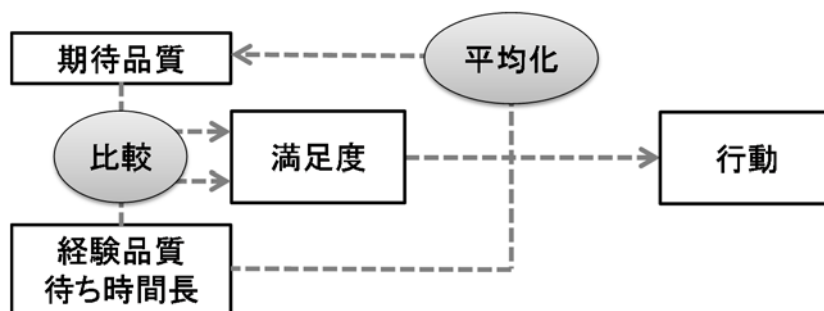


Figure2-7 期待不一致モデルに基づく待つ行為における満足度評価の基本プロセスモデル。

期待順応理論に基づき期待品質が経験品質の平均によって得られるとする仮説は、5.1節の評価結果により検証した。5.1節では、複数の待ち時間をセットにして連続的に経験した後に、セット全体の満足度を評価するデータセット評価を行った。実験は、フィーチャーホンによるWebトップページ、電子メール送信（添付有）、電子メール送信（添付無）、リンク遷移の4つの異なる条件で行った。結果をTable 2-3に示す。表中の個別推定は、1回の待ち時間の体験に対して都度回答を行う個別評価の結果に対して回帰式（リンク遷移のみ指数回帰、残る3つは対数回帰）を求め、平均待ち時間に相当する満足度推定値を算出したものである。表に示されるとおり、待ち時間の分布を様々に変化させた条件下において、個別推定の値がデータセット評価と近い値となった。このことから、待ち時間の長さが異なる複数の刺激を受けた場合に、時間の長さを平均化する機能の存在が支持されていると考えられる。

本プロセスモデルを適用することで、満足度評価実験において設定する内的・外的要因が影響を与える先として、「期待品質」「経験品質」「比較」「経験品質から期待品質が形成される過程」などのプロセスに分けて検討することが可能となる。これにより、待ち時間問題を解決する手法の研究を、様々な内的・外的要因を試行的に設定して評価するという手法から、プロセスモデルに基づいて影響を与える要因を選定して評価を行う、戦略的な研究手法へと転換することができる。また、設定する内的・外的要因間のプロセスとしての類似性を論じることが可能になり、関連する研究との比較を行えるようになる。

Table2-3

フィーチャーホンにおける4種類のアプリケーションに対する個別推定とデータセット評価の結果。

条件	データセット評価での待ち時間の設定[秒] (括弧内は平均値)	個別推定	データセット
Web トップページ	9,9,10,10,10,10,10,11,11 (10.0)	2.42	2.43
	4,6,6,6,6,6,6,25,25 (10.0)	2.43	2.40
	6,7,8,9,10,11,12,13,14 (10.0)	2.43	2.38
電子メール送信 (添付有)	8,8,10,12,14,18,25,35,45 (19.4)	1.89	2.25
	8,8,8,10,10,12,14,16,18 (11.6)	2.73	2.91
	3,4,4,4,4,5,5,6,7 (4.7)	4.12	4.06
電子メール送信 (添付無)	4,5,5,5,6, 6,7,8,9 (6.1)	3.07	3.07
	3,4,4,4,4,5,5,6,7 (4.7)	3.44	3.45
	1,2,2,2,2,3,3,4,5 (2.7)	4.23	4.25
リンク遷移	3,3,3,3,6,6,6,9,9,12 (6.0)	3.28	2.93
	3,3,6,6,6,9,9,12,15,18 (8.7)	2.90	2.51
	3,6,9,9,12,12,12,15,15,18 (9.9)	2.74	2.36
	3,6,9,9,12,12,12,15,15,18 (11.1)	2.44	1.97
	3,6,9,12,12,15,15,15,18,18 (12.3)	2.34	1.97
	9,12,12,15,15,15,18,18,18,18 (15.0)	2.04	1.80
	3,3,3,3,3,3,3,3,3,3 (3.0)	3.91	4.03
	6,6,6,6,6,6 (6.0)	2.85	2.63
18,18,18 (18.0)	1.71	2.04	

2.4. 数理モデルの導入と心理的時間の考慮

Figure 2-7 のプロセスモデルに対応する数理モデルを形成するため、図中の比較プロセスをより詳細に検討した。 i 回目の経験品質を X_i で表すと、期待品質は X_i の平均 \bar{X} で表され、満足度 S_i は以下の式で表される。

$$S_i = H(X_i, \bar{X}). \quad \text{式(2-12)}$$

ここで関数 $H(\cdot)$ は「比較」を表す関数である。

ここで比較のプロセスは、期待品質と経験品質の比較を行う。待ち時間に対する主観評価を行う内的プロセスにおいて、品質はかけたコストである待ち時間の長さに加えて、その結果得られた価値によって決定されると考えられる。4.1節において、フィーチャーホン上での5種類のアプリケーションに対して待ち時間に対する満足度評価を行い、Figure 2-1に示すとおりアプリケーション毎に異なる特性が得られることを示した。また4.2節において、異なる解像度の動画に対する満足度評価を行い、解像度の違いにより待ち時間に対する満足度が変化することを示した。これらの結果は、待ち時間に対する品質が待ち時間の長さに加えて、待つ行為の結果として何を得たかが影響することを示している。このことから本研究では、待つ行為における品質を「待ち時間の長さ t とその結果得られた価値 v で決まる」と規定する。また、4.1節、4.2節のいずれの実験においても、待ち時間と設定パラメータの主効果は有意であり、交互作用は見られなかった。このことから、待つ行為における品質 X_i は t と v の関数であり、価値 v を或る値に設定した場合の品質は時間のみ関数となると仮定して $x_v(t)$ と表現する。この仮定から、ある価値 v が得られると想定される状況での待つ行為に対する満足度 S_v は、時間の関数として式(2-13)で表現される。

$$S_v(t) = H(x_v(t), \bar{x}_v). \quad \text{式(2-13)}$$

但し、 \bar{x}_v は $x_v(t)$ を平均化した値である。これ以降、Figure 2-7のモデルにおいて、価値 v が異なる場合は異なる期待品質を形成すると仮定し、比較の内的プロセスを価値 v が一定の条件のもとで期待する待ち時間長と経験する待ち時間長の比較として捉えることとして議論を進める。

2.2節でも指摘したとおり、オピニオン評価における満足度評価は、系列カテゴリー法によるものである。本研究では、系列カテゴリー法で

取得されたデータに対する分析のモデルであるカテゴリー判断の法則を用いて数理モデルの構築を進める。これ以降は 5 件法での系列カテゴリー法を想定して、中心となる評価値を 3 として議論を行う。

過去の経験品質を平均して得られる期待品質において、満足度評価値は 3 となる。この期待品質に対して、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。系列カテゴリー法で測定したデータについては、設定した刺激に対して選択されたカテゴリーの値を用いて、最小二乗法や最尤法に基づきカテゴリー境界を求めてモデル化を行う。しかしこの方法は、データに基づきフィッティングを行っているという意味においては従来の QoE 研究と変わらない。実際に、深谷（2011）では映像コンテンツを用いた遠隔学習環境下で映像品質に対する評価を系列カテゴリー法で求めて数理モデルを作成しているが、その評価プロセスには言及していない。

待ち時間の比較は、物理的待ち時間長に対して形成される心理的待ち時間長の比較によって行われると考えられる。心理的待ち時間長に基づくカテゴリー判断は、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が行われる。ここで藤崎（2006）は、時間評価における弁別閾について実験結果の報告を行っている。1kHz の純音を聞かせる条件と空虚空間での条件下で弁別能を測定して、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は弁別閾の間に、Weber の法則が成り立つことを示した。この結果は、より短い時間の刺激に対しては、細かい差異を弁別することが可能であることを示している。また、岡本（岡本，1993；岡本，2006）は、「弁別閾の表現であるウェーバー比を用いた精神測定関数と、感覚の強さによる

弁別力の表現であるサー斯顿流のモデルとを組み合わせることにより」、刺激の弁別性を示す感覚量の分散が一定であるとの仮説の元で、刺激量とその分散の間にウェーバーの法則が成り立つ場合には、物理量と感覚量の関係が対数関数に従うことを導出している。これらの考察に基づき、Figure 2-7における「比較」のプロセスは、カテゴリー判断の法則に従い行われ、各カテゴリー境界の値が物理的待ち時間長と対数関数の関係にあるとするモデルを想定することができる。

待ち時間に対して 5 件法での系列カテゴリー法で求めた満足度データに対する各カテゴリー境界の値は、一般的には設定した刺激に対して選択された満足度の値の累積比率と累積確率との差に基づき算出する。各刺激に対して多くの反応値が得られている場合はこの方法で問題は無いが、各刺激に対する反応値が少ない場合には求めることができない。例えば、複数の実験参加者が参加する実験において、各実験参加者から一つの待ち時間長に対して一つの回答しか得ていない場合には、集団としてのカテゴリー境界を求めることは可能であるが、実験参加者毎のカテゴリー境界を求めることは困難である。この場合は、各カテゴリー境界の値が物理的待ち時間長と対数関数の関係にあるとする上記のモデルに従い、刺激値である待ち時間長と測定値である満足度との対数回帰を当てはめて求める方法が有用である。

上記の考え方にに基づき、式(2-13)に示す期待品質と経験品質の比較におけるカテゴリー境界値を、刺激である物理的待ち時間長と反応である満足度との対数回帰式によって求めるとする。式(2-1)に価値 v と期待品質 \bar{x}_v を導入して変形をすると、以下の式が得られる。

$$S_v(t) = \alpha\{\ln(t) - \bar{x}_v\} + S_0. \quad \text{式(2-14)}$$

但し、

$$S_0 = \alpha \bar{x}_v + \beta. \quad \text{式(2-15)}$$

ここで、5.1節における実験結果では、Table 2-3に示すとおり個別推定とデータセット評価の結果が近い値を示している。ここで個別推定は、一回の待ち時間の体験に対して都度回答を行う個別評価の結果から回帰式を求め、経験した待ち時間の平均値に対応する満足度の値を、導出した回帰式から推定したものである。過去に経験した待ち時間の平均値 \bar{t} に対応する満足度が得られたことから、期待品質は時間平均から求められると想定され、以下の式が導ける。

$$S_v(t) = \alpha \{ \ln(t) - \ln(\bar{t}) \} + S_0. \quad \text{式(2-16)}$$

ここで S_0 は t が \bar{t} であるときの満足度を示すことから、満足度を5件法で評価した場合には、中立な満足度の値である3となる。これより、式(2-16)において $S_v(t) = 1.5, 2.5, 3.5, 4.5$ となる t の値を求めることで、カテゴリー境界を求めることができる。この式においては、 α は境界値の並びを示す特徴を表すパラメータとなる。 α は基本的には負の値を示し、その絶対値が大きい場合は物理的待ち時間長に対して、カテゴリー境界が密に並ぶことを意味する。

Figure 2-7 に対して、時間評価において物理的時間から心理的時間が形成されるという基本的な事実のみを含め、Figure 2-8 に示すプロセスモデルを提案する。ここまでの満足形成プロセス解明型研究の枠組みにおける期待不一致モデルを出発点として、Figure 2-8 に示すプロセスモデルと、式(2-16)に示す数理モデルの関係を明らかにした。ここまでの議論に基づけば、MOS 評価における回帰式としては対数関数を用いることが適切であると考えられる。そして式(2-1)の対数関数を特徴付け

るパラメータは α と β であるが、式(2-16)により α と \bar{t} に対応づけられた。導出過程から、 α が「比較」のプロセスの特徴を示し、 \bar{t} が「期待品質」にそれぞれ対応する。これより、各実験結果について対数関数による回帰式を求めることで、実験において設定されたパラメータが、比較のプロセスと期待品質のどちらに影響を与えているか判断できる。

また、式(2-16)はカテゴリー境界の関係式を示したものであるが、その導出プロセスから利用者の回答の推定モデルとしても用いることができる。この場合は、カテゴリー境界によって満足度の回答を決める際に、個人の特徴を示す変動項が存在すると考え、利用者を示すパラメータ u を用いて、以下の式となる。

$$S_{u,v}(t) = \alpha_u \{ \ln(t) - \ln(\bar{t}_u) \} + S_0 + \varepsilon_u \quad \text{式(2-17)}$$

利用者毎に α_u と \bar{t}_u 、 ε_u を与え、物理的待ち時間長 t に対する $S_{u,v}(t)$ を求めてその値とカテゴリー境界値を比較して満足度を算出するモデルを使用することができる。これにより、個別の利用者の満足度に対する反応をシミュレーション上で評価することが可能となる。

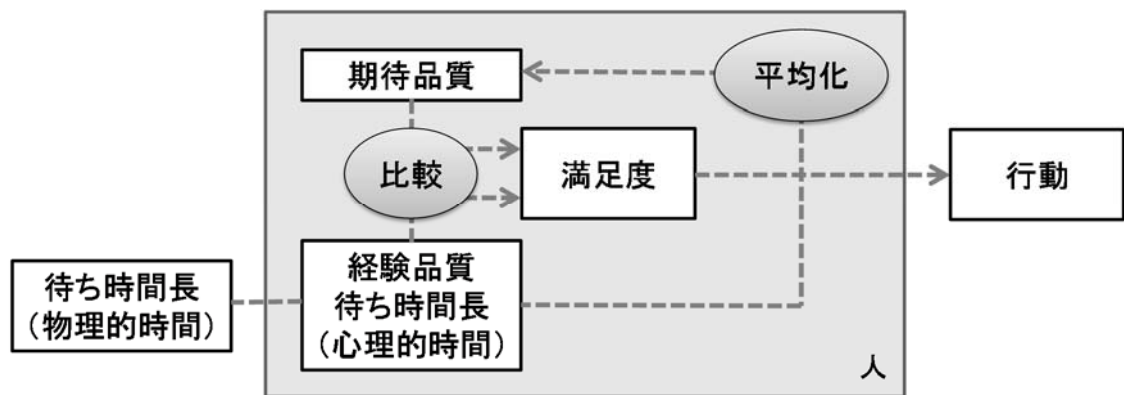


Figure2-8 心理的時間を考慮した満足度評価のプロセスモデル。

2.5. Human-Network Interaction に基づくプロセスモデルの提案

2.5.1. Human-Network Interaction

2.4 節で提案したプロセスモデルに基づけば、心理的時間の長短により待ち時間に対する満足度が変化することが予想される。6.3 節において、待ち時間中に回転する砂時計と 2 種類のプログレスバーを表示して待ち時間の心理的な長さを操作する実験を行った。結果を Table 2-4 と Figure 2-9 に示す。田山（2012）では、運動刺激と静止刺激では運動刺激において時間がより長く知覚されることが示された。また、周藤ら（2009）は、静止、段階、連続と三つの異なるプログレスバーを提示した条件において、連続的な形式でのプログレスバーの表示が最も待ち時間を長く感じさせることを報告した。これより本実験においては、フィーチャーホンによる電子メール送信（添付有）条件において、経過時間中に 25% ずつ 4 回だけ変化が起こる段階変化のプログレスバーと、1% ずつ 100 回変化が起こる連続変化のプログレスバーの 2 種類の条件を設定した。段階変化条件では連続変化条件よりも心理的時間の短く感じて、満足度が向上すると仮定した。Table 2-4 に示す主観的満足度評価と同時に行った言語見積法による経過時間評価課題の結果は本仮説を支持し、段階変化条件は連続変化条件に対していずれの提示時間に対しても時間評価の結果は短くなった。しかし、いずれの待ち時間でも連続変化条件が段階変化条件よりも満足度が高いという結果が得られた。この結果、「短く感じられた」段階変化条件の満足度が、「長く感じられている」連続変化条件の満足度より低くなっており待ち時間に対する満足度は、Figure 2-8 に示す心理的時間を考慮したモデルでは十分に表現することができないことが明らかとなった。

Table2-4

フィーチャーホンによる電子メール送信（添付有）条件において，異なる視覚効果を提示した際の言語的見積り法による時間知覚の結果。

	連続変化	段階変化	表示無し
5 秒提示	5.68 秒	4.91 秒	5.15 秒
10 秒提示	9.47 秒	8.81 秒	9.82 秒

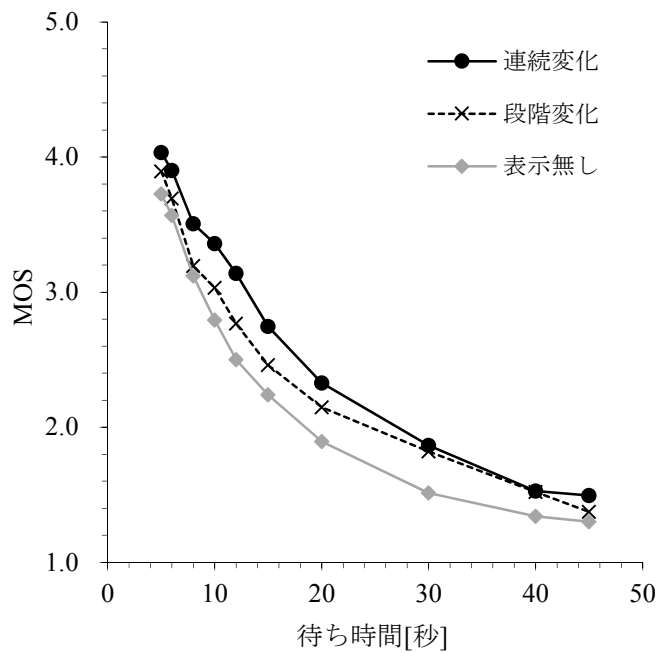


Figure2-9 フィーチャーホンによる電子メール送信（添付有）条件において，異なる画面表示を提示した際の主観的満足度評価結果。

上記の結果を受け、待ち時間に対する満足度は、心理的時間としての待ち時間長と、過去の経験に基づき形成される期待品質との比較のみによって決定されるわけではないことが明らかとなった。ここで改めて待つ行為について考えてみると、ここまで説明をした待ち時間に対する満足度の測定手法には、現実の通信サービス利用場面での重要な側面が欠けている。これらの手法では、ICT サービス利用者は待ち時間に対して満足や不満などの心的反応を起こす静的な評価者として扱われている。しかし実際には、ユーザはネットワーク品質の変化に対応して、不満を解消する行動を積極的に取る主体的で動的な存在である。ネットワークに接続された ICT 機器の利用中に待ち時間が発生した際には、利用者はサービスの品質が要求を満たしていないと不満を持ちながら待つだけでなく、再接続する、しばらく中断する、他のサービスに移る、携帯電話の利用をやめて本を読むなど、状況に合わせて活動の調整を行う。待つ行為をサービス利用行動全体の中に含まれる活動と位置付け、それをきっかけに行動を適切に制御することで行動全体の最適化を行うという立場である。このような動的な行動の分析には、相互作用を考慮した評価が必要である。

待つ行為を ICT 機器の利用行動全体の中で位置付けることで、待ち時間はネットワーク利用状況において行動を適切制御するための、利用状態を示す情報と捉えることができる。この視点から通信行動を分析するには、人と通信ネットワークの間における待ち時間を介した相互作用について考える必要がある。人とネットワークの相互作用を考えるため、認知的人工物(Norman, 1986 野島訳 1992) の概念を導入する。D. A. Norman は、認知的人工物を以下のように定義した。

“A cognitive artifact is an artificial device designed to maintain, display, or operate upon information in order to serve a representational function.”

(表現機能を目的とし、情報の保持、表示、および操作を可能にすることを目的としてデザインされた人工の道具)

ネットワークを認知的人工物として捉えれば、それが状態を示す何らかの情報を保持して、その情報を利用者に提示し、かつ利用者からの操作が可能であるようにデザインされているということとなる。この考え方に基づき、人が ICT 端末を通してネットワークとのインタラクションを図る、Human-Network Interaction (HNI) というコンセプトを提案する。その概念図を Figure 2-10 に示す。このコンセプトに基づけば、待ち時間をネットワークの状態を提示する情報として捉え、人とネットワークの相互作用の観点から満足度評価のプロセスを分析することとなる。ネットワークの状態を利用者へ提示し、利用者の行動に応じてネットワークの状態が適切に変化することで、次の適切な行動を促すことができれば、そのネットワークは利用者から“使いやすい”と認識され、その結果として待ち時間に対する満足度が変化すると考えられる。

2.5.2. 実行機能を含むプロセスモデル

HNI のコンセプトを考慮すると、ネットワークとの相互作用において自らの心理状態や行動を制御する機能の存在が仮定できる。このことから、Figure 2-10 に示すプロセスモデルに認知の実行機能を含めた Figure 2-11 に示すモデルが考えられる。このモデルにおいては、待つ

行為中に付随して起こる満足度評価のプロセス以外に、並行して起こる
その他プロセスを考慮している。その他のプロセスとは、別の満足度評
価のプロセスだけでなく、本を読む、対話するなどの行動により発生す
る心的プロセスも含む。実行機能は、これらの心的プロセスから様々な
フィードバックを受けて状況を理解し、それらのプロセスを制御する。
また、満足度評価のプロセスに対しても、何らかの影響を与えると考え
られ、相互作用により満足度評価プロセスそのものを制御していると考え
られる。

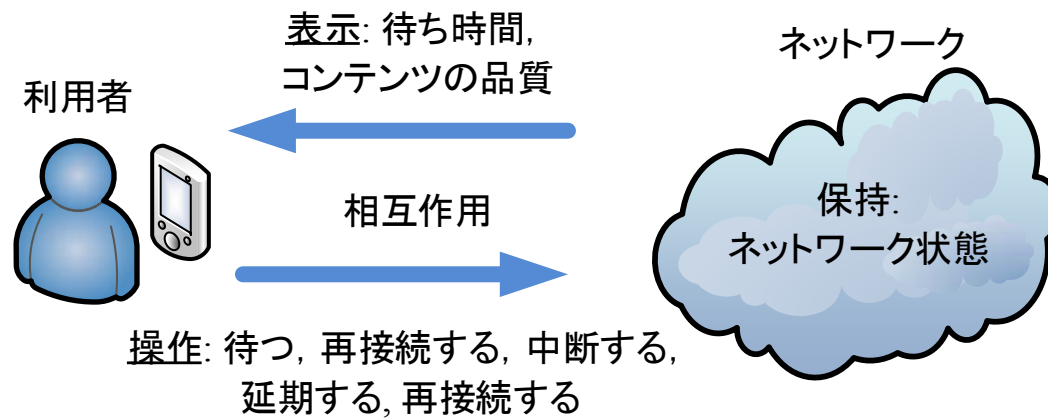


Figure2-10 認知的人工物の考え方に基づく Human-Network Interaction の概念図。

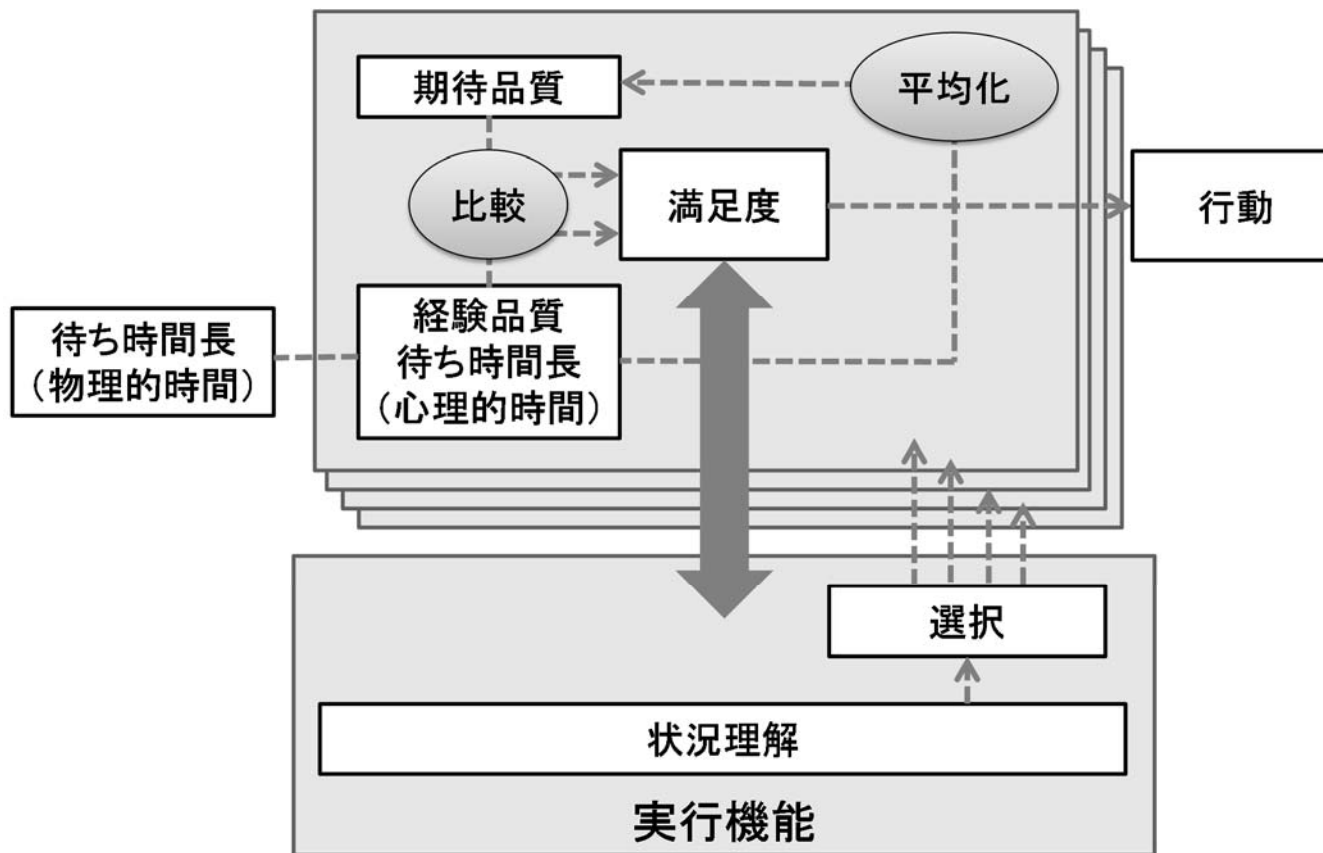


Figure2-11 実行機能を考慮した待ち時間に対する主観的満足度評価のプロセスモデル。

第三部 実証編

第3章

評価手法の検討

3.1. これまでの QoE 測定手法の課題

ネットワークの体感品質評価においては、評価対象となる要因を規定・操作し、実験室環境でその他の要因を一定に統制した形で、待つ行為に対する満足度を5件法などで測定する手法がとられている。例えば音声電話の通信品質評価においては、雑音レベルや音圧などの条件を統制する。また、映像品質の評価では、部屋の明るさや画面との距離などの条件を統制する。ここで QoE の定義に基づけば、サービスに対して利用者が感じる品質を、周辺環境からの影響も含めて包括的に評価する必要がある、特に各種の状況要因をいかに実験的に制御しつつ、生態学的妥当性を有する環境を設定するかを考慮する必要がある。実利用環境からあまりにかけ離れた実験環境での実験データは、仮に安定した結果を得ることができたとしても、実際の利用環境下での経験を正しく反映した結果であるという証明が困難となる可能性が高い。また、結果を工学的問題解決にも利用するためには、利用者全体を母集団としてその効果を検証していくことが必要であり、そのためには、一定程度、実験参加者の数も重要な要因となる。

3.2. 評価システムの開発【研究 1】

3.2.1. 評価システムの概要

こうした問題を解決しつつ実現可能な評価方法の一つが、実際の通信システム上で通信速度や遅延を制御して行う評価方法である (Liston & Zegura, 2001)。実験システムの構成例を Figure 3-1 に示す (Fukumoto, Niida, & Ano, 2013)。本システムは、通信ネットワーク上に QoS 制御機能を持たせて、実際のインターネットサービスを使用して評価を行う方法である。ここでは、プロキシサーバに網制限の機能を持たせ、端末からプロキシを経由してインターネットへ接続させることで、QoS を統制した実験が可能となる。実際のネットワークを使用しているため、実在するコンテンツを対象にした実験が可能であり、コンテンツ利用の文脈が重要な実験に適している。しかし、利用するネットワークを劣化させることで実験条件を制御するため、実際のネットワークよりも高品質な条件は評価できない。また、近年増加してきた複雑な機能を持つ Web サービスにおいては、表示画面がサーバ側の制御によって変化するため、繰り返し同じ条件での実験をすることが困難な場合がある。

もう一つの評価手法は、対象サービスのコンテンツを模擬的に作成し、その画面遷移を制御するものである。繰り返し同じ条件で実験を行うことが可能であることや、実在するネットワークの性能を超える環境を模擬的に実現できることなどのメリットがある。しかし、コンテンツを利用する文脈が重要である場合は、画面遷移のパターンを数多く作る必要があり、実験環境の整備は難しくなる。

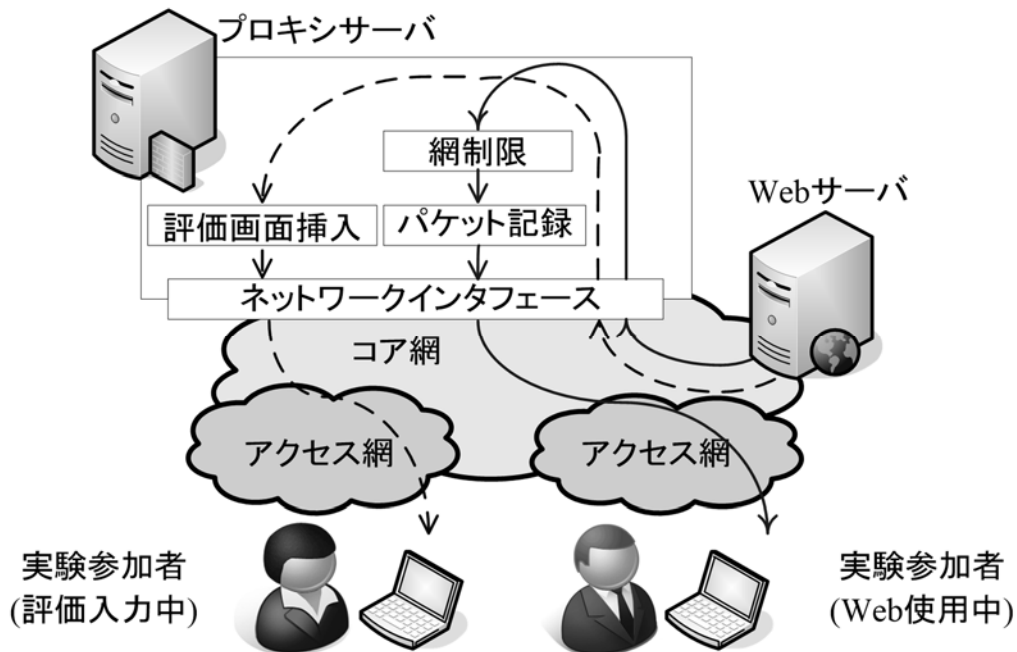


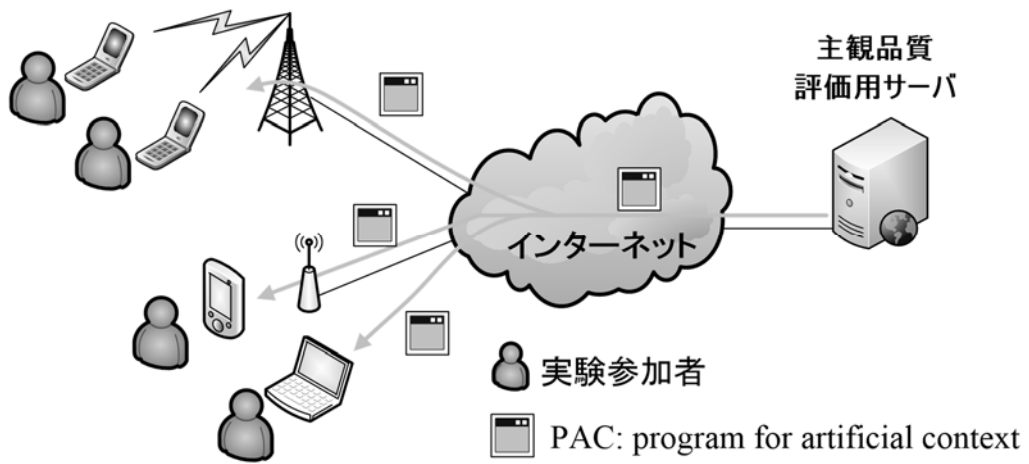
Figure3-1 プロキシ機能を利用した評価システムの構成。

これらを考慮して、待ち時間に対する満足度評価を行う実験システムとして、一般利用環境下で待ち時間に対する満足度を評価するための実験システムを開発した。評価システムの構成図を Figure 3-2 に示す。また、本評価システムを用いた際のシーケンスの流れを Figure 3-3 に示す。本評価システムでは、実験参加者は、自分自身の ICT 端末に実験課題が含まれた評価用プログラム（PAC：Program for Artificial Context）を導入して実験を行い、実験結果をネットワーク経由で返送する。このため、“実験参加者が自分の都合のよい時間に都合のよい場所で”，自分自身が通常使っている端末を利用して課題を実施することができるのみならず、より普段の状況に近い環境で実験を行うことが可能である。また、スクリプト言語を使用して作成された評価用プログラムは、画面遷移にかかる時間を含めたコンテンツを予めダウンロードして再生をしていることから、実験参加者の通信環

境に関わらず待ち時間を実験的に統制した利用状況を模擬的に作り出すことができる。さらに、ネットワークを介してデータの収集が行えるため、大量の回答を得ることが比較的容易である。

インターネットの普及により増加した、電子メールや Web ブラウジング、動画や音楽のストリーミングサービスなどの非同期型サービスでは、スループットが QoE に強く影響を与えるとされる。ここで利用者はスループットを直接体感する訳では無く、Web ブラウジングであればページ切り替え時間、ストリーミングであればコンテンツ再生までの時間など、待ち時間を通じてネットワーク品質を体感する。このため、本システムでは待ち時間前後の表示画面を用意し、その間の待ち時間を統制した刺激映像を、Web スクリプトを用いて作成している。Web スクリプトでは、コンテンツをいつどのようなタイミングで再生・表示するかを細かく制御できるため、実際の待ち時間を模擬したアプリケーションの動作を実験参加者に経験させることができる。待ち時間を統制することで、結果的にスループットを統制した環境を間接的に実現していると言える。

シミュレーション型の評価実験をこうした実利用環境で行う試みは稀であり、統制不能な要因が結果に影響を与える可能性も考えられる。このため、提案システムを用いた実験が、操作対象である独立変数・待ち時間が従属変数である満足度に与える影響を安定的に評価可能であることを実証することは重要である。このため提案した評価システムにより得られる結果を分析し、手法の信頼性を評価することを目的とした。



(a) 全体構成図



(b) PAC の画面遷移

Figure3-2 Web スクリプトを利用した評価システムの構成。

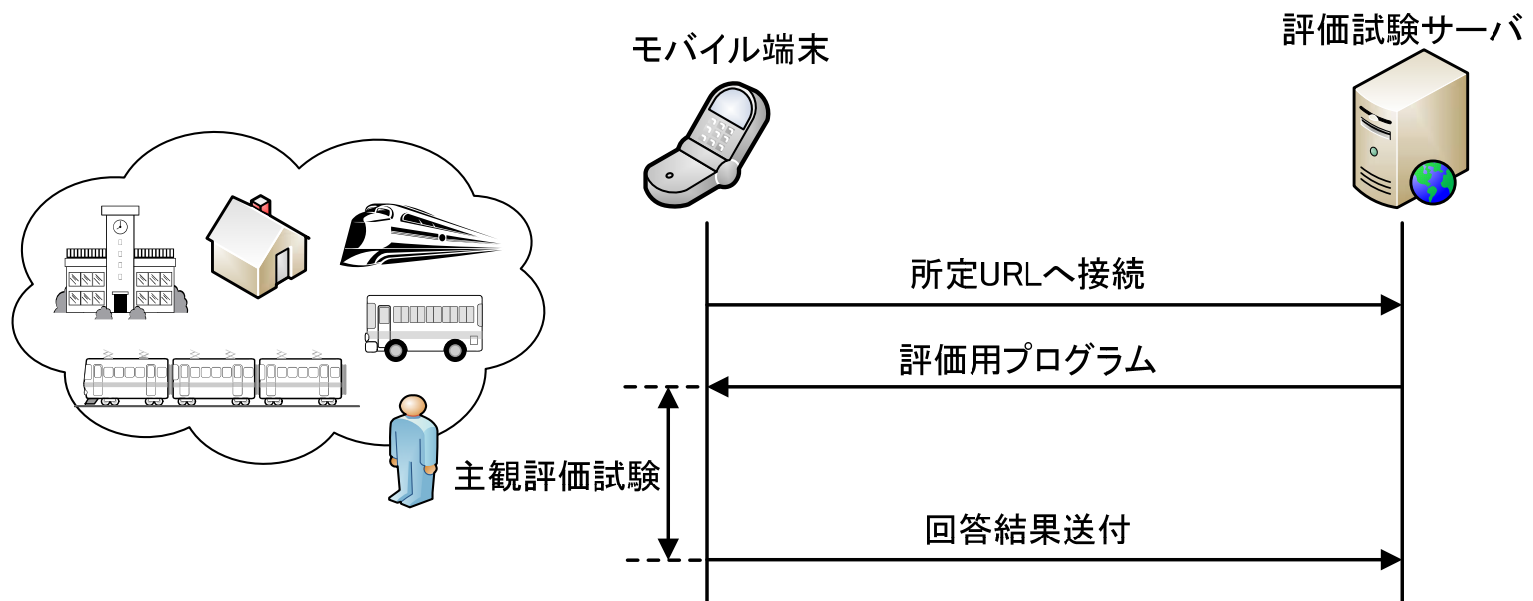


Figure3-3 開発した評価システムのシーケンスの流れ。

3.2.2. 評価システムの性能評価（実験 1）

ICT 利用時の待つ行為の評価においては、待ち時間に関する条件の統制が最も重要な要因であり、そのため評価システムの時間制御の精度が問題となる。こうした評価を行う認知心理学実験において、PC を用いて刺激を提示する手法は一般的に用いられているが、本提案システムのようにフィーチャーホン上で **Web-script** を用いた評価システムによる評価手法については先例が少なく、検討されていないため、フィーチャーホンのハードウェア性能が評価に十分であるかの評価が必要である。そこで予備実験として、提案システムの時間分解能についての評価を行った。

手続き

時間分解能を評価するため、Flash Lite で作成をした実験刺激を、4 種類の異なるフィーチャーホン端末（au iida G9, au W63SA, DoCoMo N905i, Softbank 912T）を用いて再生をして、その画面遷移をハイスピードビデオカメラにて撮影し、オフラインで再生状況をフレーム単位で分析した。実験では、画面が転換する間隔設定値を 7 水準（0.1, 0.2, 0.5, 0.8, 1.0, 2.0, 3.0 秒）定め、各設定値に対して、それぞれの端末で 10 回の再生を行った。

結果と考察

結果を Table 3-1 に示す。表中には平均と標準偏差に加えて、設定値との差分を示すため設定値と測定値内の最大値及び最小値との差、および $\sqrt{\mu_2}$ （設定値周りの二次モーメントの累乗根、設定値を中心としたバラつきの指標となる）を示した。設定値は **Web-script** を作成する際に画面遷移にかかる時間として設定した値である。また、測定値

は、撮影された映像をフレーム毎に確認して、画面転換開始から終了までのフレーム数にフレームレートを積算して算出した。

測定値について端末種別（4）と設定値（7）を要因とする2要因分散分析を行ったところ、端末種別（ $F(3, 252)=123, p<.001$ ）と設定値（ $F(6, 252)=38697, p<.001$ ）の主効果のいずれもが有意であり、併せて端末種別と設定値の交互作用（ $F(18, 252)=3.22, p<.001$ ）も有意であった。これより、測定値が設定した時間長や使用する端末により差があることが示された。

しかし、設定された時間長に対して標準偏差が単調増加とはなっておらず、設定時間長を長くした場合に誤差が累積して大きくなるような問題は発生していない。また、設定値に対して最大で300msecのズレ（設定値2秒）が発生しているものの、標準偏差が0.072秒以内、 $\sqrt{\mu_2}$ でも0.15秒以内に収まっており、データのバラツキが小さい安定した結果が得られている。1秒以上の設定値に限れば、誤差は10%以内に収まっており、端末による変動を考慮しても、秒オーダーでの実験には問題なく利用可能であると言える。

Table3-1

フィーチャーホンを用いた実験における、
PACでの設定値と評価端末での測定値。

設定値[秒]	測定値 平均	測定値 標準偏差	$\sqrt{\mu_2}$	最大値 －設定値	設定値 －最小値
0.1	0.19	0.040	0.095	0.14	0.01
0.2	0.27	0.043	0.081	0.13	0.02
0.5	0.54	0.049	0.066	0.16	0.05
0.8	0.82	0.048	0.053	0.13	0.05
1.0	0.99	0.062	0.062	0.11	0.10
2.0	2.13	0.072	0.15	0.30	0.05
3.0	3.09	0.061	0.11	0.23	0.03

3.3. 評価手法の妥当性検討【研究 2】

3.3.1. 実験端末の違いの影響

概要

提案システムはフィーチャーホン上で Web-script により統制された待ち時間の実験刺激を実験参加者に提示する。心理的時間の関連研究では、時間評価は様々な要因に影響を受けると考えられており、待ち時間への認知プロセスにも評価環境は大きな影響を与えると考えられる。このため、提案した評価システムによる評価において、PC とフィーチャーホンの 2 種類の端末で行われる実験の違いを把握するため、評価実験を行った。

実験参加者と手続き：PC を用いた評価実験（実験 2）

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り、性別と年代（10 代，20 代，30 代，40 代，50 代）によるリソースタイプの属性絞り込み方式⁴（大隈，2002）により、各セグメントに含まれる参加者数がほぼ等しくなるよう統制した。参加者数は男性 338 名，女性 255 名の計 593 名であった。Table 3-2 に各セグメントの参加者数を示す。参加者には規定の謝金が支払われた。

実験は、PC 上でフィーチャーホンでの利用を模した画面を作成し、フィーチャーホンを用いた Web サイトへの接続を模擬した PAC を、実験参加者の PC へ配信して行った。独立変数として待ち時間長を 10 水準（5，6，7，8，9，10，11，12，15，20 秒）設定し、参加者毎に

⁴ リソースタイプとは「WWW 上での広告・告知によって調査協力の意志のある者を募って登録し（リソース化）、その中から実査の対象を選ぶ。」方式であり、告知が不特定多数に公開されている方法ではない。また、促成絞り込み方式とは「調査対象を特定の性、年齢、職業などで絞り込み、条件を満たす該当者に調査依頼の依頼電子メールや Web 調査票を送る方法。」であり、完全な無作為抽出とは異なる方法である。（大隈，2002）

ランダムに表示して、トップページ（最初に表示されるページ）が表示されるまでの待ち時間に対する満足度評価課題を実施した（Web トップページ条件）。トップページ表示完了メッセージの表示直後に、「あなたが携帯電話でインターネットを利用するときに、この動画の接続時間でトップページに接続されるとするとどのように感じますか。」として、5件法（5：非常に満足，4：満足：3：どちらでもない，2：不満，1：非常に不満）⁵で回答を求めた。全ての課題を全参加者が実施する参加者内要因計画で実施した。

実験参加者には、実験を実施する場所と時間は特に指定せず、参加者の任意とした。全ての待ち時間に対する満足度評価後に、普段の利用における満足度や、PCでのインターネット接続利用時間、携帯電話の主な利用場所、利用目的、利用料金などの質問への回答を求めた。なお、回答はネットワークを介して返送された。

実験参加者と手続き：フィーチャーホンを用いた評価実験（実験 3-1）

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り、性別と年代（10代，20代，30代，40代，50代）によるリソースタイプの属性絞り込み方式により、各セグメントに含まれる参加者数がほぼ等しくなるよう統制した。参加者数は男性 175 名，女性 230 名の 405 名であった。Table 3-3 に各セグメントの参加者数を示す。参加者には規定の謝金が支払われた。

実験は、フィーチャーホンを用いた Web トップページ条件と、インターネット上のコンテンツのダウンロードが開始されるまでの待ち時間に対する満足度評価（ダウンロード条件）の二つの条件を設定した PAC を、実験参加者のフィーチャーホンへ配信して行った。

⁵ 特に断りが無い限り、本論文における待ち時間に対する満足度の 5 件法の回答項目は、ここに示したものと同一ものを使用する。

Web トップページ条件では，独立変数として待ち時間長を 10 水準（5，6，7，8，9，10，11，12，15，20 秒）設定し，条件内で参加者毎にランダムに表示して，トップページが表示されるまでの待ち時間に対する満足度評価課題を実施した。トップページ表示完了メッセージの表示直後に，「ページ表示までの時間について，満足度を選択してください」として，5 件法にて回答を求めた。ダウンロード条件では，独立変数として待ち時間長を 8 水準（5，7，9，11，15，20，30 秒）設定し，条件内で参加者毎にランダムに表示して，ダウンロード開始を知らせる画面の表示直後に「ダウンロード開始までの時間について，満足度を選択してください」として，5 件法にて回答を求めた。全ての課題を全参加者が実施する参加者内要因計画で実施した。

実験参加者には，実験を実施する場所と時間は特に指定せず，参加者の任意とした。全ての待ち時間に対する満足度評価後に，携帯電話でのインターネット接続回数，普段の Web アクセスに対する満足度，実験を実施した場所などの質問への回答を求めた。

Table3-2

PC を用いた，フィーチャーホンを模擬した
Web トップページ条件の実験参加者数。

	10代	20代	30代	40代	50代	合計
男性	62	69	71	66	70	338
女性	55	52	53	49	46	255

Table3-3

フィーチャーホンをういた Web トップページ条件と，
コンテンツダウンロード条件の実験参加者数。

	10代	20代	30代	40代	50代	合計
男性	30	45	34	38	28	175
女性	40	57	43	50	40	230

結果

上記の二つの実験のうち、PCによる実験2と、フィーチャーホンによる実験3のWebトップページ条件によって得られたMOSをFigure 3-4に示す。待機時間が5秒の場合は、両評価結果に有意な差が認められなかったものの、それ以外については有意な差が認められた。フィーチャーホン端末を用いた場合、PCでフィーチャーホン環境を模擬した場合に比べて全体的に寛容な評価結果であり、最大で0.28程度の乖離が生じていることが確認された。また、全ての待ち時間に対する満足度評価後に回答を求めた質問項目の一つである「回答場所」において、フィーチャーホンで実験を実施した405名中303名(75%)が自宅と答えており、フィーチャーホンによる実験参加者が外出先で実験を行っている比率は少なく、二つの実験における利用環境は大きく違わないと想定される。このため、これらの乖離は、利用端末の違いにより生じたと考えるのが妥当である。端末上で模擬されている状況はフィーチャーホンによる動作であるが、より速いインターネット環境で接続されたPC上で行ったことにより、待ち時間に対する評価が厳しくなったと考えられる。

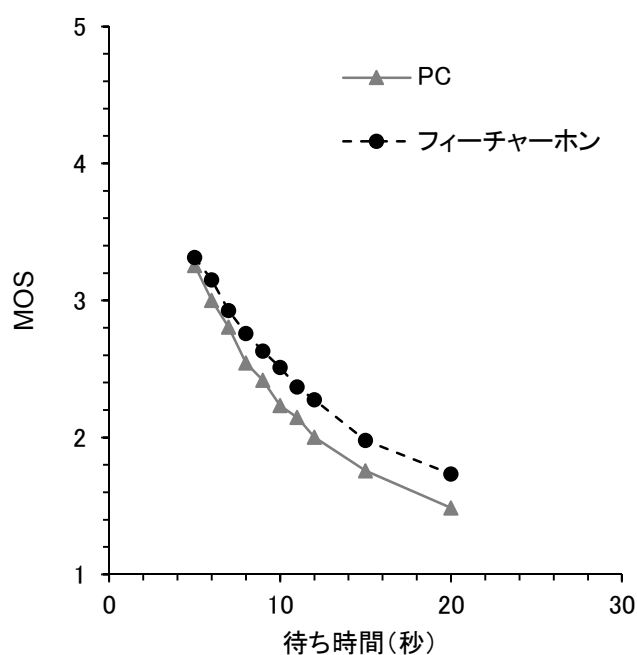


Figure3-4 PC とフィーチャーホンを評価端末とした，Web トップページ条件での待ち時間に対する満足度評価。

3.3.2. 実験実施場所の影響（実験 4）

概要

前項では，実験を行う端末の違いについて検討を行い，PC よりもフィーチャーホンにおける評価で待ち時間に対する寛容度が減少することが明らかとなった。次に，実験室で行われる場合と，一般利用環境と同様の環境で行われる場合の違いを把握するため，実験参加者の自宅，および公共交通機関，指定された実験室の三箇所において同一の評価プログラムを用いて，評価実験を実施した。

実験参加者

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り性別と年代（10代，20代，30代，40代）によるリソース

タイプの属性絞り込み方式により、各セグメントに含まれる参加者数がほぼ等しくなるよう統制した。実験参加者数は男性 120 名、女性 120 名の計 240 名で、実験場所である自宅、公共交通機関、実験室の三カ所の 6 通りの順序の条件に対して、参加者数がほぼ等しくなるよう統制した。3 カ所全てでの回答を行わなかった 34 名を除く 206 名を評価対象とした。Table 3-4 に各条件の参加者数を示す。参加者には規定の謝金が支払われた。

手続き

実験は、フィーチャーホンを用いたウェブサイトへのアクセスにおいて、特定のサイトからリンクをクリックして次のサイトへ移動する状況を模擬した Web リンク遷移条件の PAC を、実験参加者のフィーチャーホンへ配信して行った。独立変数として待ち時間長を 14 水準（1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 20 秒）設定し、参加者毎にランダムに 2 セット表示して、リンク遷移完了直後にリンク遷移にかかった待ち時間について 5 件法にて満足度の回答を求めた。全ての課題を全参加者が実施する参加者内要因計画で実施した。全ての待ち時間に対する満足度評価後に、普段主に利用する通信機器や、フィーチャーホンでのインターネット接続利用時間などの質問への回答を求めた。なお、回答はネットワークを介して返送された。

実験参加者は、所属する条件に応じて実験場所が指定され、実験室以外では任意の時間に実験を実施した。回答は、ネットワークを介して返送された。なお、実験室以外は、指定の場所で実験が行われていることを確認はしていない。

結果

6 つの条件で、最初に行った実施場所の結果のみを抽出した評価結果を Figure 3-5 に示す。つまり、条件 1, 2 の参加者については自宅、

条件 3, 4 の参加者については公共交通機関, 条件 5, 6 の参加者については実験室での結果を示している。実験室での満足度が高く, 自宅での満足度が低く評価されている。待ち時間長 (14) と実験場所 (3) を要因とした 2 要因分散分析の結果, 待ち時間長 ($F(12, 460)=236.71, p<.01$) ならびに実験場所 ($F(2, 471)=5.11, p<.01$) が有意であった。また待ち時間長 \times 実験場所の交互作用が有意であった ($F(24, 922)=1.86, p<.01$)。実験場所の群ごとの待ち時間に対する満足度について単純主効果検定を行った結果, すべての群で待ち時間長は有意な単純主効果を示したが, 実験場所については実験室群と他の 2 群の間にのみ有意な差が見られた。

次に, 6 つの条件で全ての結果を用いた評価結果を, Figure 3-6 に示す。この図に示されるように, Figure 3-5 で見られた実施場所による満足度の差が消失している。これは, 実験を繰り返し行うことで, 実験参加者の評価値が安定していき, 実施場所の影響を弱めていると考えられる。

Table3-4

実験場所を変化させる条件下で、フィーチャーホンを
用いた Web リンク遷移条件の実験参加者数。

	条件 1	条件 2	条件 3	条件 4	条件 5	条件 6	合計
男性	17	17	16	17	17	17	102
女性	17	17	17	19	17	17	104

但し、各条件での実験場所は以下の通りの順序である。

条件 1：自宅→公共交通機関→会場

条件 2：自宅→会場→公共交通機関

条件 3：公共交通機関→自宅→会場

条件 4：公共交通機関→会場→自宅

条件 5：会場→自宅→公共交通機関

条件 6：会場→公共交通機関→自宅

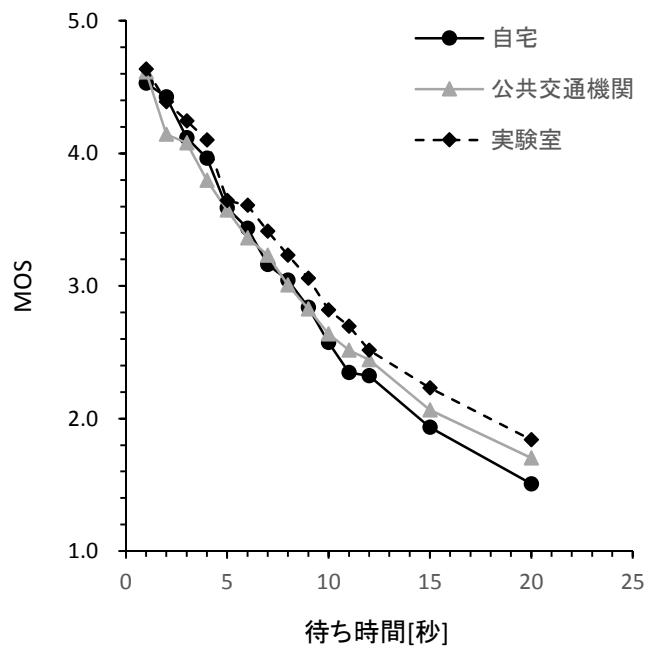


Figure3-5 実験場所を変化させる条件下で、フィーチャーホンを
用いた Web リンク遷移条件の実験結果（最初に実施した実験のみ）。

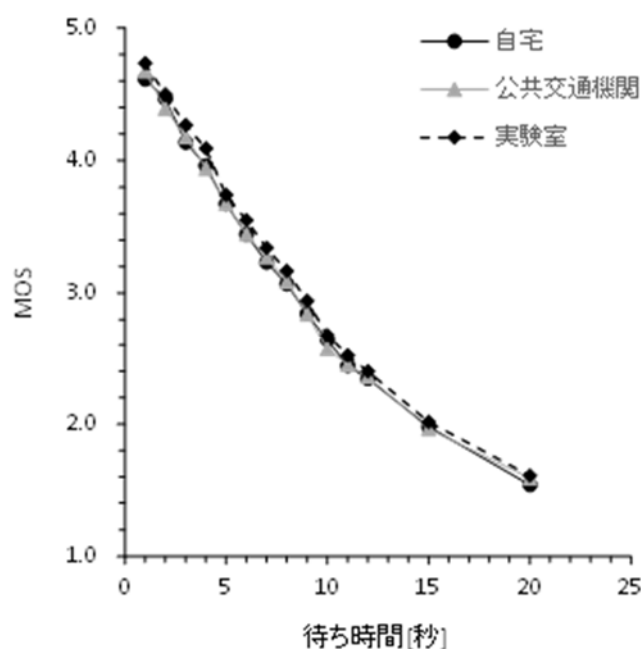


Figure3-6 実験場所を変化させる条件下で、フィーチャーホンを利用した Web リンク遷移条件の実験結果（全ての実験を含む）。

3.3.3. 端末及び実験場所の違いに対する考察

利用端末と利用場所という環境特性が、待ち時間満足度評価に影響を与えることが明らかとなった。これらの結果より、フィーチャーホンという実際に利用する端末を、普段実際に利用する環境で実験を実施することが妥当であることが示された。

利用場所の違いが MOS に与える影響は平均の差として現れ、データの散らばりへの影響は無いことが明らかとなった。自宅と公共交通機関の結果には有意差は無かったものの、実験室環境においては、有意に高い満足度が得られている。こうした結果が得られた理由としては、二つの原因が考えられる。一つは、実験室内の特殊な状況が引き起こす課題への集中の低下である。実験室では、約 70 名の参加者が

一堂に会して、パーティションで区切られた机の中で実験が行われているため、通常あまり経験することのない状況であると言える。このため、実験課題以外にも注意が向けられてしまい、時間評価に影響が出たと考えられる。これは、松田（1996a）の4要因乗法モデルにおける、「時間経過に注意を集中する程度」にあたる要因であると考えられる。もう一つの要因は観察者効果である。心理実験において、評価者の存在が評価結果に影響を及ぼし、実験参加者が評価者の意に沿う結果へとバイアスが掛かることが知られている。

これらの要因により、通常利用からかけ離れた実験室実験の結果は、一般利用を想定している自宅条件や公共交通機関条件と異なる結果となったと考えられ、実験結果を一般的な携帯電話利用に適用するには、より実環境に近い条件での評価の必要性が明らかになった。但し、評価を何度も繰り返すことにより、実施場所の影響は弱まっていくことも明らかになった。自宅と公共交通機関における評価結果に違いがなかったことから、以降の実験における実験場所は実験参加者の任意とすることとした。

3.4. データ取得の信頼性検討【研究 3】

概要

本論文においては、複数の実験結果を比較してモデルの構築を行う。これは、異なる場所と時期に異なる群によって実施された実験結果が安定して取得できることを前提としている。本研究では、異なる時期に異なる実験参加者群に対して行った同一の実験を比較することで、再現法による本手法の信頼性を検討することとした。ここで、実験全体を示す“実験”や、一つ一つの課題の実行を示す“試行”などとの混乱を避けるために、新たに「実査」という言葉を設け、本節ではこ

れ以降二回行われた実験を“第 1 実査”“第 2 実査”とする。なお、第 1 実査は 3.3.1.節の実験 3 の結果を使用している（実験 3-2）。

吉村（2001）によれば、インターネット調査の参加者は 20 代後半から 40 代前半で女性より男性が多く、生活の中でインターネットが占める割合が大きい人が多いとされている。こうした実験参加者の特性、すなわち性別や年齢、インターネットサービスの利用頻度が、提案する評価手法へ与える影響についても併せて評価した。

実験参加者：第 2 実査（実験 5）

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り、性別と年代（10 代，20 代，30 代，40 代，50 代）によるリソースタイプの属性絞り込み方式により、各セグメントに含まれる参加者数がほぼ等しくなるよう統制した。実験は、第 1 実査の約 2 ヶ月に、異なるウェブ調査会社により参加者の募集が行われて実施された。実験参加者数は男性 135 名，女性 140 名の計 275 名であった。Table 3-5 に各セグメントの参加者数を示す。参加者には規定の謝金が支払われた。

手続き：第 2 実査（実験 5）

2 回の実査は、ほぼ同一の課題と同一の手続きで行われた。実験は、フィーチャーホンを用いた Web トップページ条件で、PAC を実験参加者の端末へ配信して行った。独立変数として待ち時間長を 10 水準（5，6，7，8，9，10，11，12，15，20 秒）設定し、参加者毎にランダムに表示して、トップページが表示されるまでの待ち時間に対する満足度評価課題を実施した。トップページ表示完了メッセージの表示直後に、「ページ表示までの時間について、満足度を選択してください」として、5 件法にて回答を求めた。全ての課題を全参加者が実施

する参加者内要因計画で実施した。

実験参加者には、実験を実施する場所と時間は特に指定せず、参加者の任意とした。全ての待ち時間に対する満足度評価が全て終了した後、携帯電話によるウェブサイト接続の利用頻度と、満足感（「携帯電話のインターネットにアクセスするとき、トップページへの接続時間に対してどの程度満足されていますか。」）などの質問への回答を求めた。

結果

実査要因の影響を評価した。実査ごとの、待ち時間に対する満足度の平均と分散を **Figure 3-7** に示す。回答された満足度について、待ち時間長（10；参加者内要因）と実査要因（2；参加者間要因）による2要因混合型分散分析を行った。その結果、待ち時間長の主効果は有意（ $F(9, 6102)=471.26, p<.001, \eta^2=.41$ ）（ただし η^2 は編相関比）であったが、実査の主効果（ $F(1, 678)=1.81, p=.18$ ）は有意でなかった。また、待ち時間長と実査の交互作用は有意傾向を示した（ $F(9, 6102)=1.80, p=.064, \eta^2=.003$ ）。単純主効果検定の結果は、11, 12, 20秒の待ち時間において、実査の水準間に有意な差があり、いずれも第1実査の満足度が高かった。更に Levene の等分散性の検定を行ったところ、全ての待ち時間長において、等分散性の仮説は棄却されなかった（5%水準）。

Table3-5第2実査の実験参加者数（フィーチャーホンを用いたWebトップページ条件）。

	10代	20代	30代	40代	50代	合計
男性	27	30	27	24	27	135
女性	28	28	32	27	25	140

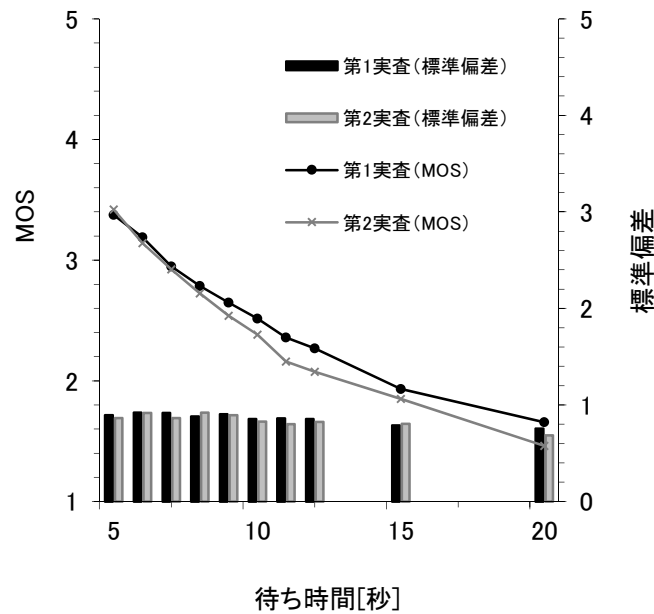


Figure3-7 各実査条件における，フィーチャーホンをを用いた Web トップページ条件の MOS と標準偏差

次に，満足度評価と各種属性との関係を明らかにするため，実査と待ち時間長に，属性パラメータのうち一つを加えた 3 要因分散分析を，属性パラメータを変えて行った。

まず，性別を属性パラメータとして分析を行った。分析の結果，二次の交互作用は有意でなく ($F < 1.0$)，一次の交互作用については，待ち時間長と性別の交互作用が有意 ($F(9, 6084) = 2.98, p = .002, \eta^2 = .004$) で，待ち時間長と実査 ($F(9, 6084) = 1.87, p = .051, \eta^2 = .003$) および性別と実査 ($F(1, 676) = 2.72, p = .10, \eta^2 = .004$) は有意傾向であった。また主効果については，待ち時間長のみ有意 ($F(9, 6084) = 465.89, p < .001, \eta^2 = .41$) であり，実査 ($F(1, 676) = 1.35, p = .25$) および性別 ($F < 1.0$) は有意でなかった。待ち時間長と性別の交互作用が有意であったため，単純主効果検定を行った結果，待ち時間長が 8 秒の点のみで，男性と女性の間有意な差が見られた。男性は待ち時間長が 8

秒と 9 秒の間のみ有意差が消失しており，女性は待ち時間長が 11 秒と 12 秒の間で有意差が消失していた。性別での群分けによる，待ち時間に対する MOS を Figure 3-8 に示す。

有意傾向であった待ち時間長と実査の交互作用について単純主効果検定を行ったところ，待ち時間長が 11，20 秒の点において，実査水準間に有意な差が見られ，いずれも第 1 実査の満足度が高かった。また，性別と実査の交互作用に対する単純主効果検定の結果は，女性のみ実査水準間で有意な差が存在し，第 1 実査での満足度が第 2 実査での値よりも高かった。

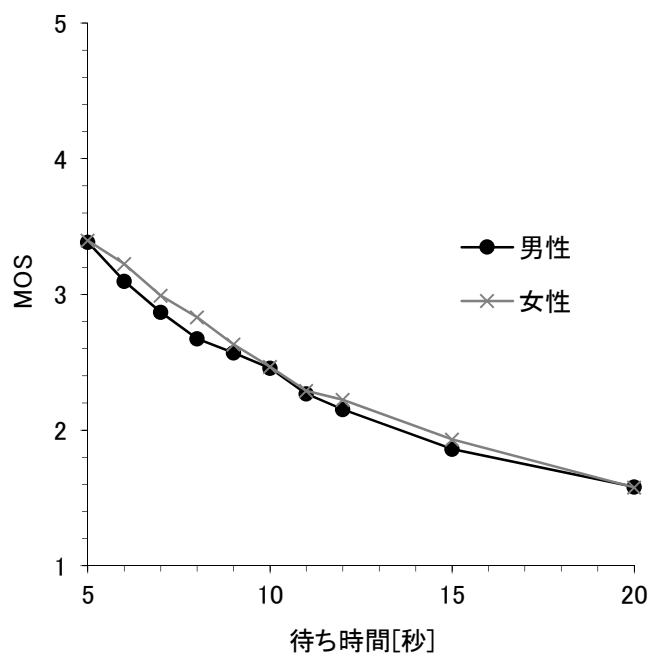


Figure3-8 各性別における待ち時間に対する MOS。

次に、年代を属性パラメータとして分析を行った。各年代の実験参加者数は、二つの実査を合わせて10代（15-19歳）が125名、20代（20-29歳，以降同様）が160名、30代が136名、40代が139名、50代が120名であった。分析の結果、一次の交互作用のうち、待ち時間長と実査のみ有意傾向が見られ（ $F(9, 6030) = 1.75, p = .072, \eta^2 = .003$ ），実査と年代（ $F(4, 670) = 1.59, p = .18$ ）および年代と待ち時間長（ $F < 1$ ）は有意でなかった。また、二次の交互作用についても有意ではないという結果となった（ $F < 1$ ）。それぞれの要因の主効果については、待ち時間長のみ有意（ $F(9, 6030) = 463.70, p < .001, \eta^2 = .41$ ）であり、実査（ $F(1, 670) = 1.86, p = .17$ ）および年代（ $F < 1$ ）は有意でなかった。年代で群分けをしたMOSをFigure 3-9に示す。

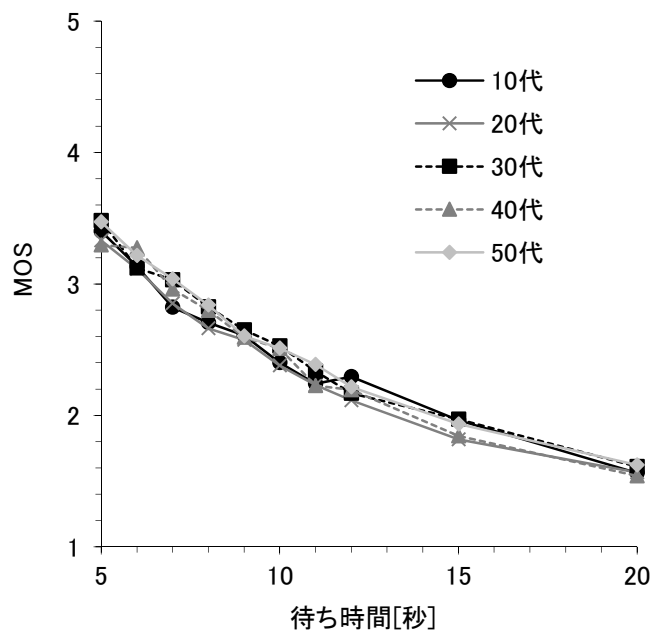


Figure3-9 各年代における待ち時間に対する MOS

次に、携帯電話によるウェブ利用頻度を属性パラメータとした分析を行った。実査と利用頻度のクロス集計の結果を、Table 3-6に示す。第2実査では、月に1-3回程度以下の回答が無いため、1日1回程度以下を全てまとめて5つの利用頻度群を構成し、カイ二乗検定を行ったところ、有意な結果が得られた ($\chi^2(4) = 187.95, p < .001$)。すなわち1回目に比べ、2回目の参加者はより頻繁にネットワーク利用を体験しているものと考えられた。

Table3-6
 普段の生活における携帯電話によるウェブ利用頻度

利用頻度	第1回	第2回	合計
1日10回以上	121	214	335
1日6-9回程度	46	38	84
1日4-5回程度	58	11	69
1日2-3回程度	73	7	80
1日1回程度	23	4	27
週に1-3回程度	38	1	39
月に1-3回程度	17	0	17
ほとんど利用していない	29	0	29
合計	405	275	680

そこで、利用頻度（5）を要因に加え、待ち時間と実査による 3 要因分散分析を行った。利用頻度での群分けによる、待ち時間に対する MOS の結果を Figure 3-10 に示す。待ち時間長と実査 ($F(9, 6030) = 1.11, p = .35$) および実査と利用頻度 ($F < 1$)、利用頻度と待ち時間長 ($F < 1$) のいずれの一次の交互作用も有意でなかった。また、二次の交互作用も有意ではなかった ($F < 1$)。更に、それぞれの要因の主効果については、待ち時間長のみ有意 ($F(9, 6030) = 138.22, p < .001, \eta^2 = .17$) であり、実査 ($F < 1$) および利用頻度 ($F(4, 670) = 1.88, p = .11$) は有意でなかった。

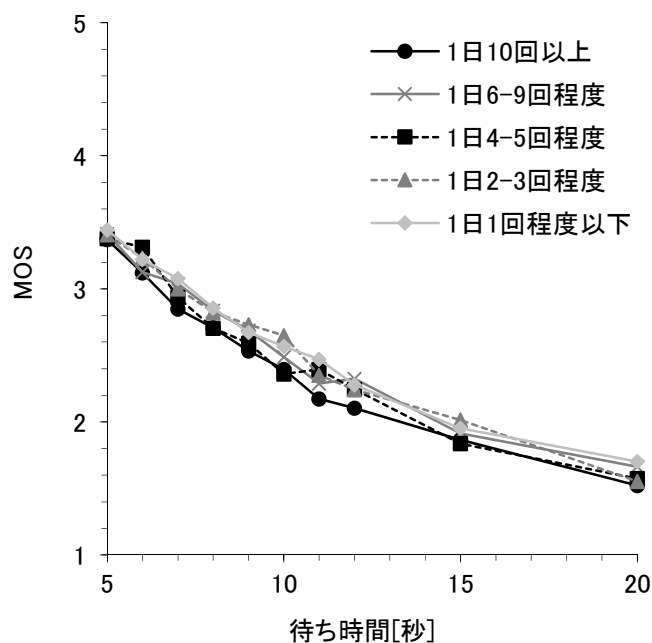


Figure3-10 各利用頻度における待ち時間に対する MOS。

考察

本実験では、開発した評価システムを用いた実験の安定性を検討するため、異なるパネルに対して行われた二回の実査について結果の比較を行った。分析の結果、実査要因の主効果および交互作用は、同時に測定した属性パラメータの影響を考慮しても、5%水準で有意な差は得られておらず、提案システムを用いた評価手法による実験は、待ち時間に対する満足度の評価を行う上では、再現性のある結果が得られたと言えよう。

ただし、2要因分散分析の交互作用において有意傾向が見られており、特に11秒以上の長い待ち時間において実査間に違いが見られている。ここで、性別を加えた3要因分散分析の単純主効果検定において、第2実査での女性参加者の評価が、第1実査に対して低くなっていることから、両者が関連しあっている可能性も示唆される。しかし、2要因分散分析および性別を加えた3要因分散分析のいずれにおいても、効果量 $\eta^2=.003\sim.004$ と小さく、その影響は限定的であると考えられる。

それぞれの実査においては、性別・年代はある程度統制されており、通常満足度の分布にも差は無い。ただ、ウェブの利用頻度については違いが見られ、「1日10回以上」利用する参加者が、第1実査では約30%であるのに対して、第2実査の参加者は75%以上が集中している。今回の評価では、利用頻度の効果は見えていないが、「1日10回以上」利用する中での分布の違いが影響している可能性がある。実際、第4章に示す結果では、携帯電話を用いた電子メールの送信頻度の差が、待ち時間に対する満足度評価に影響を与えるという結果が報告されている。

これらの結果より、提案手法により収集されたデータについて詳細な分析を行うことで、一定の信頼性を示し、またそこで示される諸特

性との関連性から待ち時間評価の特性を報告した。本手法では、利用者が普段 ICT を利用している環境で実験が可能であり、かつ評価対象となる待ち時間を統制可能である。実験において同一の実験を異なる実験参加者群に対して行い比較した結果、実験室実験と比較して生態学的妥当性が高く、かつ多くの回答を比較的容易に集めることが可能な、有効な手法であることが明らかとなったといえよう。

3.5. 全体考察

本章では、待ち時間に対する満足度を評価する上で、生態学的妥当性を考慮しつつ安定したデータの取得を目的に評価システムを開発し、その性能評価を行った。結果として、実際に利用していない端末を利用することや、実利用環境とは異なる実験室にて行うことで、満足度の値に変化が生まれることを明らかにした。このことは、本評価システムを利用することに妥当性があることを示している。更に異なる二つの群で行った同じ評価結果の比較により、開発した評価システムによる評価結果が安定していることを示した。

年代については満足度への影響が見られなかったが、性別に関しては僅かに差が見られている。また、実験場所については実験室とその他の条件についてのみ影響が見られた。これらの結果から今後の実験における属性絞り込み方式による実験参加者の選定は、引き続き行うこととする。また場所については実験者の任意で問題がない。但しこれは、一定数以上の実験参加者が集まることが前提だと思われるため、これ以降の研究においても、多くの実験参加者からの回答を得る形を取ることにした。

第4章

期待品質の影響

本章では、2.3 節で提案した期待不一致モデルをベースとした期待品質と経験品質の比較に基づく満足度評価モデルにおける、期待品質の持つ特徴とその影響について論じる。携帯電話端末上では様々なサービスが提供されており、経験する待ち時間の長さはサービス毎に異なる分布を持つ。ここで、期待品質が全てのサービスに対して共通で一つだけ存在するとすれば、待ち時間の長いサービスの満足度は相対的に低くなる。これに対して、幾つかの異なる期待品質が存在するとすれば、同じ待ち時間に対して異なる満足度を示すことになる。本章では、フィーチャーホンでの5つの異なるアプリケーションの利用場面や、スマートホンでの異なる解像度が提供される映像配信サービスの利用場面を想定した評価実験の結果に基づき、期待品質の影響について考察した結果を報告する。

4.1. アプリケーション種別の影響【研究4】

第3章で開発した手法を用いて、フィーチャーホンでの5種類のアプリケーションに対して、待ち時間に対する満足度の評価を実施した。設定したアプリ種別は、フィーチャーホン専用のウェブサイトへアクセスした際のトップページが表示されるまでの待ち時間（Web トップ

ページ条件), サーバからファイルをダウンロードする際のダウンロード開始までの待ち時間(ダウンロード条件), 音声電話を発呼する際の呼び出し音が鳴るまでの待ち時間(音声電話発呼条件), 添付ファイルが有る電子メールの送信が完了するまでの待ち時間(電子メール送信(添付有)条件), 添付ファイルの無い電子メールの送信が完了するまでの待ち時間(電子メール送信(添付無)条件)の5つの条件である。Web トップページ条件とダウンロード条件については, 3.3節の実験3の結果を用いた(実験3-3)。

4.1.1. 音声電話発呼条件(実験6)

概要

フィーチャーホンで音声電話を発呼する際の呼び出し音が鳴るまでの待ち時間待ち時間について評価実験を行った。

実験参加者

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り, 性別と年代(10代, 20代, 30代, 40代, 50代)によるリソースタイプの属性絞り込み方式により, 各セグメントに含まれる参加者数がほぼ等しくなるよう統制した。参加者数は男性125名, 女性141名の計266名であった。Table 4-1に各セグメントの参加者数を示す。参加者には規定の謝金が支払われた。

Table4-1

フィーチャーホンでの音声発呼条件の実験参加者数。

	10代	20代	30代	40代	50代	合計
男性	18	30	29	23	25	125
女性	40	34	25	24	18	141

手続き

実験は、フィーチャーホンを用いて音声電話の発呼をする状況を模擬した PAC を、実験参加者のフィーチャーホンへ配信して行った。独立変数として待ち時間を 12 水準（4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 秒）設定し、参加者毎にランダムに表示して、音声発呼が開始される呼び出し音が鳴るまでの待ち時間に対する満足度評価課題を実施した。呼び出し音が鳴った直後に、「呼び出し音が鳴るまでの時間について満足度を選択してください」として、5 件法で回答を求めた。全ての課題を全参加者が実施する参加者内要因計画で実施した。

実験参加者には、実験を実施する場所と時間は特に指定せず、参加者の任意とした。全ての待ち時間に対する満足度評価後に、フィーチャーホンによる音声電話の利用回数や、普段の通話サービスに対する満足度などの質問への回答を求めた。

4.1.2. 電子メール送信（添付有）条件の実験（実験 7）

概要

フィーチャーホンにて添付ファイルの有る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実験を行った。

実験参加者

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り、性別と年代（10 代，20 代，30 代，40 代，50 代）によるリソースタイプの属性絞り込み方式により、各セグメントに含まれる参加者数がほぼ等しくなるよう統制した。参加者数は男性 245 名，女性 220 名の計 445 名であった。Table 4-3 に各セグメントの参加者数を示す。参加者には規定の謝金が支払われた。

手続き

実験は、フィーチャーホンで添付ファイルの有る電子メールを送信する状況を模擬した PAC を、実験参加者のフィーチャーホンへ配信して行った。参加者は、実験用プログラム（PAC）を自分の携帯電話にダウンロードし、各人の都合のよい時間・場所で実験を実施した。課題は、添付ファイルの有る電子メールを携帯電話で送信する際の、「送信開始」ボタン押下から送信完了メッセージ表示までの待ち時間を経験し、満足度を 5 件法で回答を求めた。PAC の画面遷移を Figure 4-1 に示す。Figure 4-2 は、送信開始時の表示画面を示す。この画面は、Figure 4-1 の画面 1 に相当するものである。

実験では、提示された待ち時間に対して一回ずつ個別に満足度を回答させる試験（個別評価）と、9 個の待ち時間から構成されたデータセットを経験してからセット全体の満足度を回答させる試験（データセット評価）を行った。個別評価では、独立変数として待ち時間を 10 水準（5, 6, 8, 10, 12, 15, 20, 30, 40, 45 秒）設定し、参加者毎にランダムに表示して、トップページが表示されるまでの待ち時間に対する満足度評価課題を実施した。送信完了メッセージの表示直後に、「送信完了までの待ち時間について評価してください」として、5 件法にて回答を求めた。データセット評価の詳細は、5.1 節で述べる。全ての課題を全参加者が実施する参加者内要因計画で実施した。

実験参加者には、実験を実施する場所と時間は特に指定せず、参加者の任意とした。全ての待ち時間に対する満足度評価後に、普段の利用における満足度や、PC でのインターネット接続利用時間、携帯電話の主な利用場所、利用目的、利用料金などの質問への回答を求めた。なお、回答はネットワークを介して返送された。

Table4-2

フィーチャーホンでの電子メール送信
 (添付有) 条件の実験参加者数。

	10代	20代	30代	40代	50代	合計
男性	51	46	47	54	47	245
女性	45	41	40	46	48	220



Figure4-1 電子メール送信条件の画面遷移図



Figure4-2 電子メール送信 (添付有) 条件の画面 1。画像が添付されていることを示している。

4.1.3. 電子メール送信（添付無）条件の実験（実験 8）

概要

4.1.1.項で行った実験条件と利用時の認知プロセスが極めて似ていると考えられる，フィーチャーホンにて“ファイルが添付されていない”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実験を行った。

実験参加者

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自発的参加者であり，性別と年代（10代，20代，30代，40代，50代）によるリソースタイプの属性絞り込み方式により，各セグメントに含まれる参加者数がほぼ等しくなるよう統制した。参加者数は男性 252名，女性 240名の計 492名であった。Table 4-3 に各セグメントの参加者数を示す。参加者には規定の謝金が支払われた。

手続き

実験の手続きは，4.1.2.項とほぼ同様である。異なる点は，ファイルが添付されていない電子メールを携帯電話で送信する際の，「送信開始」ボタン押下から送信完了メッセージ表示までの待ち時間を経験し，満足度を 5 件法で回答するということである。送信における画面遷移は，Figure 4-1 に示すとおりである。

Table4-3
フィーチャーホンを用いた電子メール送信
（添付無）条件の実験参加者数

	10代	20代	30代	40代	50代	合計
男性	45	54	53	48	52	252
女性	43	50	51	47	49	240

個別評価では、独立変数として待ち時間を 13 水準（2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 20 秒）設定し、参加者毎にランダムに表示して、電子メールの「送信開始」ボタン押下から送信完了メッセージ表示までの待ち時間に対する満足度評価課題を実施した。送信完了メッセージの表示直後に、「送信完了までの待ち時間について評価してください」として、5 件法にて回答を求めた。データセット評価の詳細は、5.1 節で述べる。全ての課題を全参加者が実施する参加者内要因計画で実施した。

実験参加者には、実験を実施する場所と時間は特に指定せず、参加者の任意とした。全ての待ち時間に対する満足度評価後に、添付ファイルの有る電子メールと無い電子メールのそれぞれの送信頻度などの質問への回答を求めた。

4.1.4. アプリケーション種別の比較と考察

電子メール送信における添付ファイルの有無の比較

利用時の心的プロセスが最も似ていると考えられる電子メール送信（添付有）条件と電子メール送信（添付無）の二つの実験結果を、サービス種別（2）と、両評価実験に共通して設定された 13 種の待ち時間長を要因とした 2 要因分散分析を行った。その結果、待ち時間長（ $F(12, 460)=236.71, p<.01$ ）、ならびにサービス種別（ $F(2, 471)=5.11, p<.01$ ）の双方の主効果が有意であった。この結果より、携帯電話によるメールサービスにおいて、添付ファイルの有り／無しによって待ち時間満足度が異なるという結果が得られた。添付ファイルの有り／無しは、普段経験している待ち時間が異なるため、その経験が同様の待ち時間においても、異なる満足度を示したと言える。

5 条件の比較

Figure 4-3 に 5 つの条件全ての評価結果を比較して示す。全てのアプリケーションで、待ち時間が増加すると満足度が低下するという共通した特徴が見られている。また、Figure 4-3 では、アプリケーションは大きく二つのカテゴリーに分かれている。第 1 カテゴリーは、電子メール送信（添付有）条件とダウンロード条件である。これらのアプリケーションは、普段の利用において比較的長い待ち時間を経験していると考えられるアプリケーションである。第 2 カテゴリーはウェブサイトアクセス条件と音声電話発呼条件、電子メール送信（添付無）条件である。第 1 カテゴリーと比較して、普段の利用において比較的短い待ち時間を経験していると考えられるアプリケーションである。

二つのカテゴリーの特徴をより詳細に分析するために、各アプリケーションの測定結果に対して、MOS 推定モデルの対数回帰式により傾きと切片、 R^2 を求めた。Table 4-4 に結果を示す。更に、それぞれのアプリケーションに対して対数回帰で求められた傾きと切片の関係を分析した。結果を Figure 4-4 に示す。この図には、二つのカテゴリーに分けて傾きと切片の値に対して線形回帰で回帰式を表示した。それぞれ、以下の式で求められた。

$$Int_{\#1} = -4.18Grad_{\#1} + 0.79 \quad \text{式(4-1)}$$

$$Int_{\#2} = -1.73Grad_{\#2} + 3.13 \quad \text{式(4-2)}$$

但し、 $Int_{\#1}$ と $Int_{\#2}$ 、 $Grad_{\#1}$ と $Grad_{\#2}$ はそれぞれのカテゴリーにおける切片と傾きである。式(4-1)と(4-2)から、それぞれのカテゴリーにおける MOS ($MOS_{\#1}$ と $MOS_{\#2}$) は以下のように表現できる。

$$MOS_{\#1} = \alpha_{\#1} \ln(t) + (-4.18\alpha_{\#1} + 0.79) \quad \text{式(4-3)}$$

$$MOS_{\#2} = \alpha_{\#2} \ln(t) + (-1.73\alpha_{\#2} + 3.13) \quad \text{式(4-4)}$$

ここで $\alpha_{\#1}$ と $\alpha_{\#2}$ はそれぞれのカテゴリーに含まれるアプリを特徴付けるパラメータであり、 t は待ち時間長である。ここで、式(4-1)と(4-3)から、第1カテゴリーにおいては、 $\ln(t) = 4.18$ の時に $\alpha_{\#1}$ の値にかかわらず $MOS_{\#1} = 0.79$ の値を取る。第2カテゴリーについても同様の考え方を行うことで、それぞれのカテゴリーにおいて、 $\alpha_{\#1}$ と $\alpha_{\#2}$ の値にかかわらず、下記の式で表される点を通ることが分かる。

$$(MOS_{\#1}, t) = (0.79, 65.4sec) \quad \text{式(4-5)}$$

$$(MOS_{\#2}, t) = (3.13, 5.64sec) \quad \text{式(4-6)}$$

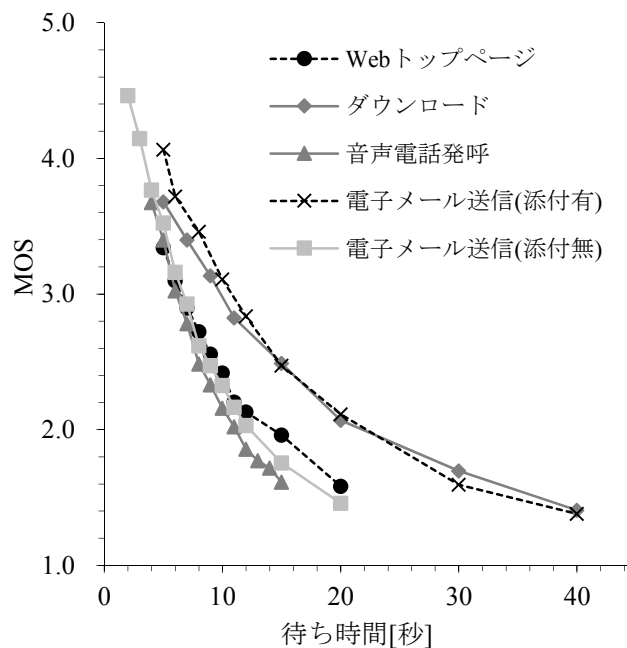


Figure4-3 フィーチャーホン上の各種アプリケーションにおける、待ち時間に対する MOS。

Table4-4

フィーチャーホン上の各種アプリケーションにおける、
待ち時間に対する満足度評価の対数回帰式と R^2 。

アプリケーション	対数回帰式と R^2
Web トップページ	MOS=-1.18ln(t)+5.23 $R^2=0.9967$
ダウンロード	MOS=-1.14ln(t)+5.56 $R^2=0.99593$
音声電話発呼	MOS=-1.61ln(t)+5.91 $R^2=0.99484$
電子メール送信 (添付有)	MOS=-1.28ln(t)+6.03 $R^2=0.99206$
電子メール送信 (添付無)	MOS=-1.42ln(t)+5.64 $R^2=0.98925$

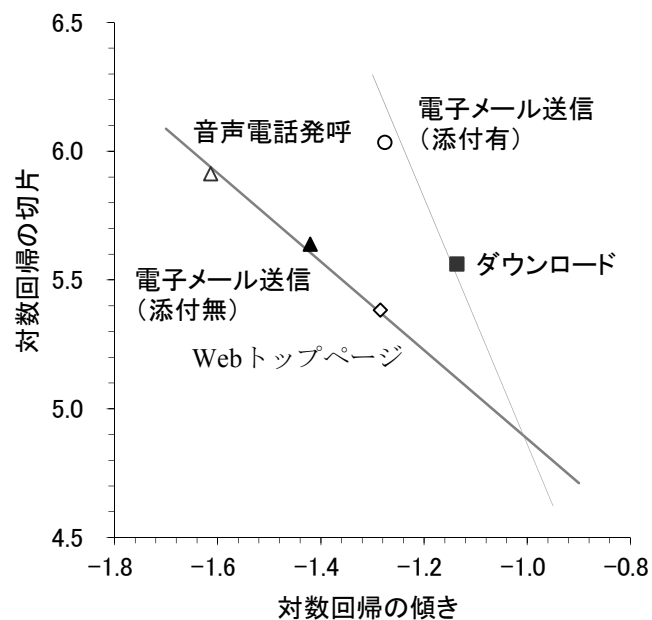


Figure4-4 アプリケーションの傾きと切片の関係。

考察

4.1.3.節の結果と共に、異なるアプリケーションに対して、異なる満足度が得られていることが確認された。電子メールの送信において、添付ファイルの有無による満足度を比較することで、統計的に有意な差が得られており、普段の経験に基づいて時間が長くかかることを想定していることが影響していると推察される結果が得られた。

また5つのアプリケーションが大きく二つのカテゴリーに分けられる結果が得られている。これには二つの要因が考えられる。一つ目の要因は、普段の利用で経験する待ち時間が、実際に比較的長い待ち時間と短い待ち時間の二つに分かれていることである。無線サービスのネットワーク接続における処理を考えた場合、通信要求が出た後にまず端末の認証などのプロセスが実行され、その後送信するファイルをパケットに分けて送信をする2段階の処理が行われる。第2カテゴリーのサービスでは送信するファイルのサイズが小さいため第2段階の処理にほとんど時間がかからず、待ち時間は第1段階の処理時間が支配的な要因となる。これに対して第1カテゴリーのサービスは、送信するファイルのサイズが大きく、第2段階の処理が待ち時間の長さに対する支配的な要因となる。第1段階の処理が5~6秒かかるとすると、第2カテゴリーのサービスにおいて5.64秒でMOS≒3となる共通点が見られていることに説明がつく。また第2カテゴリーについては、普段の経験が送信するファイルサイズによって大きく変動するため、期待品質の分散が大きく、65.4秒でMOS=1に漸近するという共通点が見られたと考えられる。

もう一つの要因は、アプリケーション毎に異なる期待長を全て記憶することが困難であるため、認知資源の節約のために比較的早い反応があるアプリケーションと、遅い反応があるアプリケーションとに分けて期待長を保持して処理しているということである。この考え方に

基づけば、MOS 推定モデルは存在する全てのアプリケーションに対して形成する必要は無く、よく利用されるアプリケーションから二種類程度算出し、他のアプリケーションではそれにより代替できると考えられる。

4.2. コンテンツ品質の影響【研究 5】(実験 9)

概要

本節では、期待品質として待つ行為の結果として得られるコンテンツの価値が与える影響を分析するため、動画サービスを対象として待ち時間に対する満足度の評価を行った。動画サービスを対象としたのは、解像度を用いることでコンテンツの価値を数値で示すことができるためである。映像品質の主要なパラメータは、解像度とフレームレートである。解像度もしくはフレームレートが上がれば映像コンテンツのファイルサイズは大きくなり、回線速度が十分に確保できていない場合には、再生までに待ち時間がかかったり映像が途切れたりすることで、利用者の満足度が低下する。このため、解像度とフレームレートのトレードオフ関係の分析 (McCarthy, Sasse, & Miras., 2004) や、チャンネル変更時の待ち時間の分析 (Fleury, 2011) など、映像コンテンツに対する利用者の観点からの分析は数多く行われている。また、提供者の観点からも、携帯動画配信サービスに対する要求帯域について分析 (Knoche & McCarthy, 2005) やコンテンツ配信システムにおけるプライオリティ制御 (Nomura, Yamori, Takahashi, Miyoshi, & Tanaka, 2001) など数多くの研究がなされている。本節では、映像品質を決めるパラメータとして解像度と待ち時間の長さの二つのパラメータと満足度評価の結果から、待つ行為の結果として得られたコンテンツの価値が満足度評価プロセスに与える影響を分析する。

実験参加者

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り、性別と年代（10代、20代、30代、40代）によるリソースタイプの属性絞り込み方式により、各セグメントに含まれる参加者数がほぼ等しくなるよう統制した。参加者数は男性 55 名、女性 54 名の計 109 名であった。Table 4-5 に各セグメントの参加者数を示す。参加者には、参加者には規定の謝金が支払われた。

手続き

評価用の映像は、ITU-R BT.1210 (ITU, 2004) で標準化されている HDTV 用のテスト映像を圧縮して作成した。評価映像は European Market (No.7) である。本実験では、第 3 章の開発システムとは異なり、1600×900 の 13.1 インチモニターを搭載したノート PC を用いて実験室での実験を行った。将来導入されることが予想される高解像度のモバイル端末を想定しており、評価時点で上記スペックを満たすスマートホン端末が存在しなかったためである。PC 画面上で同じサイズで再生されながら、仮想的には異なる解像度の評価映像を作成するため、原映像を非圧縮コーデックにより 3 種の解像度（480×270 : 270p, 852×480 : 480p, 1280×720 : 720p）をもつ AVI ファイルへと変換し、その後最大解像度（720p）へと非圧縮コーデックにより再変換した。本映像の前に、2 種類の画面表示について再生までの待ち時間を模擬した映像を付加することで、統制された 4 水準の待ち時間長（5, 10, 15, 20 秒）を持つ評価用映像を作成した。待ち時間を模擬した映像には、一般的な映像配信サービスでよく見られる黒い背景画面のみの BL (Black) 条件と、白いローディングサークルを表示する LC (Loading Circle) の二つの画面表示要因を設けた。

Figure 4-5 に評価プロセスを示す。作成された 24 種の映像（待ち

時間 4 水準×解像度 3 水準×画面表示 2 水準) の全ての組合せの再生順序を、参加者毎にランダムに割り当て、全ての課題を全参加者が実施する 3 要因参加者内要因計画で実施した。評価は、各映像再生後に動画サービスの「全体満足度」、「映像の綺麗さ」、「動画開始までの待ち時間」の 3 つの指標に対して 5 件法で回答を求めた。全ての条件に対する満足度評価後に、属性調査および映像サービスへの選好などについて質問紙調査を行った。映像サービスへの選好では、低解像度の映像を短い待ち時間で提供されるサービスと、高解像度の映像を長い待ち時間で提供されるサービスのどちらを好むかについて、5 件法(5: 非常に好む, 4: 好む, 3 どちらとも言えない, 2: 好まない, 1: 全く好まない) にて回答を求めた。

Table4-5
PC を用いたスマートフォンによる映像配信
サービス利用を模擬した実験参加者数。

	10代	20代	30代	40代	合計
男性	14	13	14	14	55
女性	11	15	13	15	54

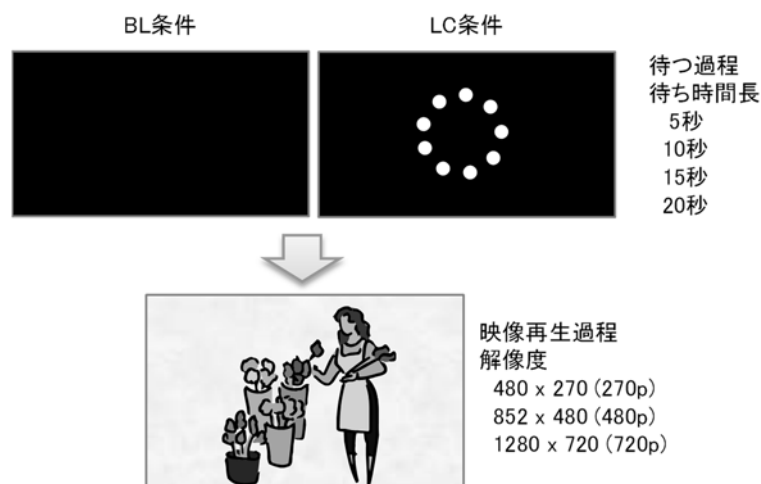


Figure4-5 PC を用いたスマートフォンによる映像配信サービス利用を模擬した評価実験の刺激映像の再生プロセス。

結果と考察 1：動画開始までの待ち時間の満足度評価

Figure 4-6 に、動画開始までの待ち時間に対する MOS を、解像度 (3) × 画面表示 (2) により 6 群にグループ化して算出した結果を示す。待ち時間長 (4) と解像度 (3)、画面表示 (2) の 3 要因分散分析の結果、待ち時間長 ($F(3, 324)=515.2, p<.001$) と解像度 ($F(2, 216)=16.3, p<.001$) の主効果、さらに画面表示条件と解像度条件の交互作用 ($F(2, 216)=3.06, p=.049$) が 5% 水準で有意であった。その他の主効果と交互作用では有意な差は見られなかった。

待ち時間の増加に伴う満足度の低下については、多重比較の結果全ての水準間で有意な差が得られた。解像度について多重比較を行った結果、低解像度(270)はその他の解像度に対して有意に低い満足度となっていた。なお、解像度と画面表示の交互作用について単純主効果検定を行ったところ、中解像度(480)においてのみ、LC 条件が BL 条件に対して有意に高い満足度となった。

実験により、待ち時間に対する満足度が、再生された映像の解像度の影響を受けるという結果が得られた。本実験では、映像の解像度は参加者には事前に知らされていない。このため本結果は、待つ行為の長さに対する満足度評価が、待つ行為の結果得られた価値からも影響を受けることを示したと言える。実際、満足度評価後に行った質問紙調査における「綺麗な動画の再生開始には時間がかかることが多い」との設問に対して、94 名 (86%) の参加者が“そう思う”と回答しており、参加者が事前に持っていた、解像度と待ち時間のトレードオフの関係に対する知識を用いて判断したと考えられる。

画面表示の主効果は見られず、ローディングサークルの表示は、第 5 章のプログレスバーの表示と比較して限定的な効果となった。これは、ローディングサークルには、待ち時間完了までの予測に資する情報が埋め込まれていないことが原因と推察される。また、上述した解

像度が待ち時間に対する満足度へ与える影響が強いため、ローディングサークルの効果が消失したとも考えられる。しかし、中解像度については、限定的にローディングサークルの効果が現れた。これは、待ち時間対策として行われる画面表示変更の効果もまた、「待つ行為の結果得られた価値」による影響を受けていることを示唆していると考えられる。

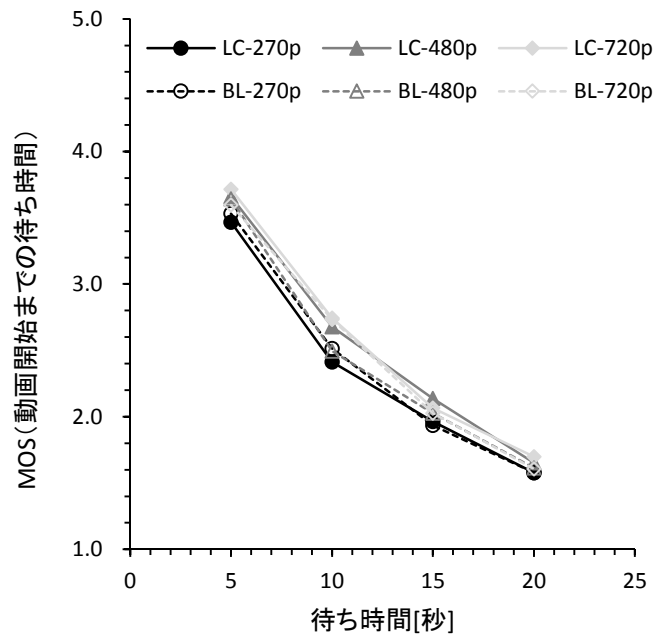


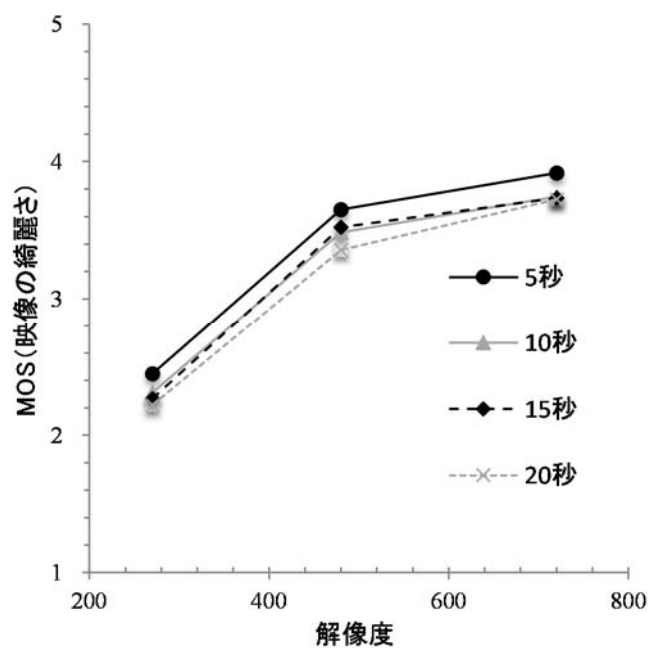
Figure4-6 解像度×画面表示による群分けにおける待ち時間に対するMOS

結果と考察 2：その他の評価指標の評価

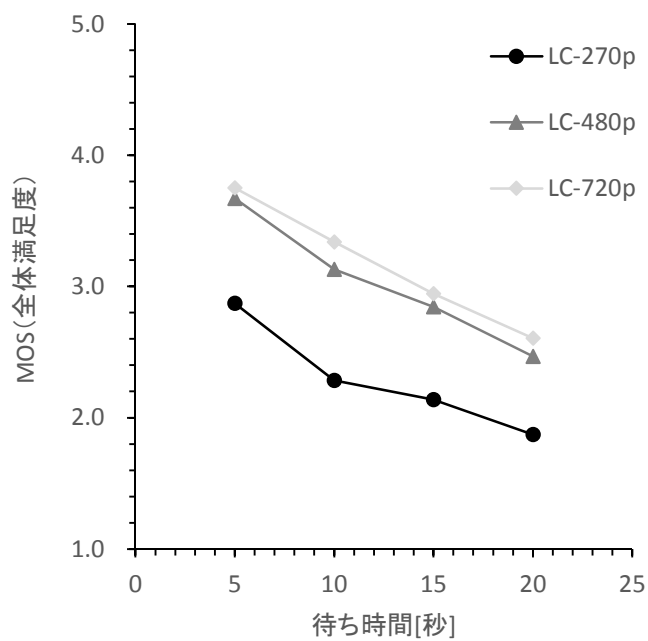
Figure 4-7 に、実験で用いた 3 つの評価指標のうち、(a) 全体満足度、(b) 映像の綺麗さに対する MOS を解像度要因別に算出した結果を示す。前述の評価において画面表示要因の影響が小さかったことから、以降の分析では、一般に利用される映像配信サービスと同様の、LC 条件の結果に対してのみ分析を行う。

まず「映像の綺麗さ」について分析を行った。待ち時間長 (4) と解像度 (3) の 2 要因分散分析の結果、待ち時間長 ($F(3, 324)=10.5, p<.001$) と解像度 ($F(2, 216)=328.7, p<.001$) の主効果、さらに待ち時間長と解像度の交互作用 ($F(6, 648)=.484, p=.004$) が 5% 水準で有意であった。3 つの指標の内の解像度の影響が最も強く、特に低解像度において評価値が低くなっている。これに対して、待ち時間の増加の影響は小さいものの、分散分析の多重比較の結果でも、5 秒 - 10 秒、5 秒 - 15 秒、5 秒 - 20 秒、10 秒 - 20 秒の間に、5% 水準で差が有意である。僅かながら待ち時間の増加が映像の綺麗さに対する評価へ影響を与えている。

「全体満足度」については、待ち時間と解像度の両方から影響を受けている。待ち時間長 (4) と解像度 (3) の 2 要因分散分析の結果、待ち時間長 ($F(3, 324)=174.1, p<.001$) と解像度 ($F(2, 216) =184.6, p<.001$) の主効果、さらに待ち時間長と解像度の交互作用 ($F(6, 648)=2.2, p=.040$) が 5% 水準で有意であった。待ち時間の増加に伴う満足度の低下と、解像度の上昇に伴う満足度の上昇のいずれについても、多重比較の結果全ての水準間で有意な差が得られた。なお、解像度条件と表示条件の交互作用について単純主効果検定を行ったところ、低解像度 (270p) は他の解像度に対して全ての条件で有意に低い満足度を示しているが、高解像度と中解像度は、待ち時間が 10 秒の時のみ差が有意であった。



(a) 待ち時間長における解像度に対する映像の綺麗さの MOS



(b) 解像度別の待ち時間長に対する全体満足度の MOS

Figure4-7 PC を用いたスマートフォンによる映像配信サービス利用を模擬した評価実験の各指標の評価結果

今回の分析では、映像の綺麗さの満足度に対して、待ち時間長が影響するとする結果が得られた。前述した結果で見られた、動画開始までの待ち時間への満足度に対して解像度が影響を与えていた要因と同じく、利用者は解像度と待ち時間の間にトレードオフの関係があることを理解していたためであると考えられる。動画サービスに対する総合的な満足感が、待ち時間条件の効果と解像度条件の効果の両方を組み合わせたような結果となったことは想定通りであった。実験参加者は、映像配信サービスにおける待ち時間と解像度のトレードオフの関係性を正しく理解していると推察される。

結果と考察 3：動画配信サービスに対する選好の影響

実験参加者の動画配信サービスに対する選好への回答をパラメータとして追加して分析を行った。実験参加者をサービスへの選好に基づき群分けを行った。5件法でのそれぞれの水準に対する回答者数は、それぞれ 12 名 (5)、18 名 (4)、24 名 (3)、39 名 (2)、16 名 (1) であった。分析のため、5 および 4 と回答した参加者を解像度選好群、3 と回答した参加者をニュートラル群、2 及び 1 と回答した参加者を待ち時間選好群と群分けした。

Figure 4-8 に、動画開始までの待ち時間に対する MOS を、解像度 (3) × 選好 (3) により 9 群にグループ化して算出した結果を示す。待ち時間長 (4) と解像度、選好による 3 要因分散分析を行ったところ、待ち時間長 ($F(3, 318) = 343.2, p < .001$) と解像度 ($F(2, 212) = 11.7, p < .001$) の主効果が 5% 水準で有意であった。選好の主効果は優位傾向 ($F(2, 106) = 2.62, p = .077$) であった。また、交互作用はいずれも有意ではなかった。選好について下位検定を行ったところ、解像度選好群と時間選好群の間の差のみ有意であった。

Figure 4-9 に、動画開始までの待ち時間に対する MOS を、解像度

×選好により 9 群にグループ化して算出した結果を示す。待ち時間長と解像度、選好による 3 要因分散分析を行ったところ、待ち時間長 ($F(3, 318) = 162.0, p < .001$) と解像度 ($F(2, 212) = 153.9, p < .001$) の主効果が有意であった。また、解像度と選好の交互作用が有意であった ($F(4, 212) = 3.26, p = .012$)。選好の主効果 ($F(2, 106) = 1.68, p = .192$) およびその他の交互作用は有意ではなかった。交互作用の見られた解像度と選好の間において下位検定を行ったところ、時間選好群およびニュートラル群の中解像度と高解像度における差のみ有意でなかった。

動画開始までの待ち時間に対する MOS の結果において、時間選好群では解像度選好群に見られるような、高い解像度の動画において MOS が高くなるという結果は得られなかった。全体満足度においては、時間選好群とニュートラル群で解像度の間の差が消失するなど、選好要因に対して同様の傾向が見られている。解像度選好群や時間選好群といった群分けを行った質問は、全ての満足度評価課題が終了してから回答を行っており、事前に申請したことによる効果ではない。こうしたことから、映像配信サービスに対する選好の利用者の自己認識が、満足度に評価実験においても確認された。動画配信サービスのデザインにおいて、事前の自己申請のみで満足度を高めることができる可能性がある。

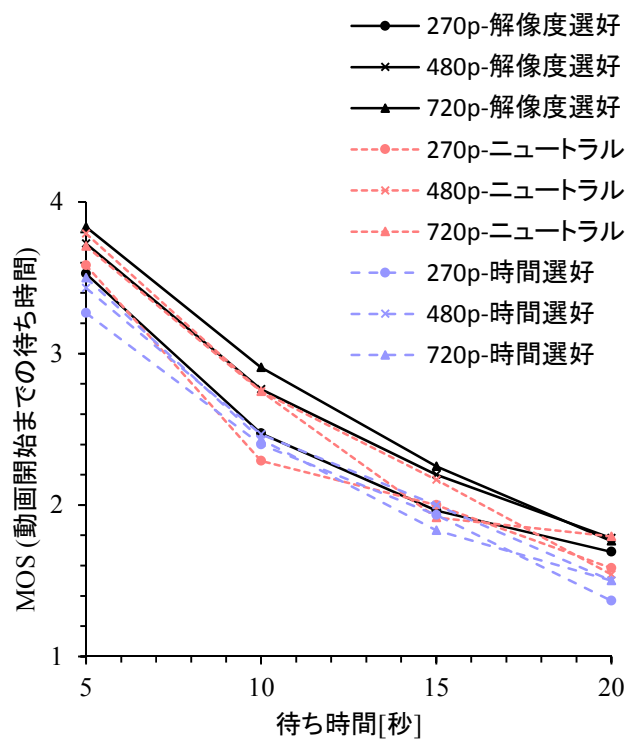


Figure4-8 PC を用いたスマートフォンによる映像配信サービス利用を模擬した評価実験の動画開始までの待ち時間の評価結果（動画サービスへの選好を含む）

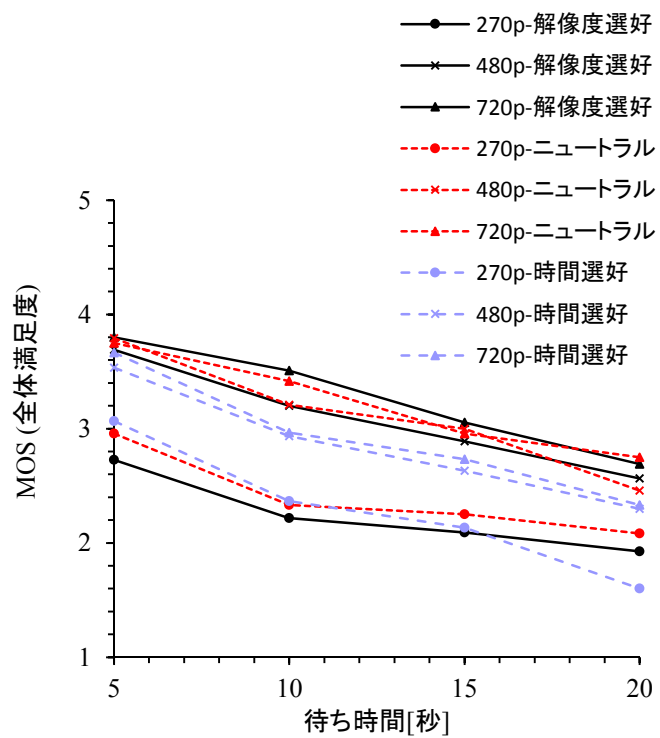


Figure4-9 PC を用いたスマートフォンによる映像配信サービス利用を模擬した評価実験の全体満足度の評価結果（動画サービスへの選好を含む）

4.3. 通信状況の事前通知の効果【研究 6】(実験 10)

概要

待ち時間の長さを変動している可能性を事前に通知されている場合には、期待品質が伸縮することで、満足度評価の結果が変化することが予測される。そこで、通信状態に関する情報を条件とした実験を実施した。

実験参加者

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り、性別と年代（10代，20代，30代，40代，50代）によるリソースタイプの属性絞り込み方式により、各セグメントに含まれる参加者数がほぼ等しくなるよう統制した。参加者数は男性 240 名，女性 240 名の計 480 名であった。Table 4-6 に各セグメントの参加者数を示す。参加者には規定の謝金が支払われた。

手続き

実験は、フィーチャーホンを用いた添付ファイルのある電子メールを送信する状況を模擬した PAC を、実験参加者のフィーチャーホンへ配信して行った。独立変数として通信状態について事前に「現在の回線状況に問題はありません」と文章で提示する問題無条件(woP)，「ただいま回線が混み合っております」と文章で提示する問題有条件(wP)，「回線が混み合っておりご迷惑をおかけしております。申し訳ありません」と文章および謝罪をする女性の画像を表示する謝罪条件(wA)の 3 水準を事前状況提示として設定した。Figure 4-10 に各条件での表示画面を示す。さらに処理の進み具合を画面上に 4 分割したバーの断続的な変化で示す段階変化条件(dPB)と、連続的に変化するバーで示す連続変化条件(cPB)の進行表示要因を 2 水準設けた。待ち時間は

5水準（4, 6, 8, 10, 12秒）設定し、事前状況提示（3）、進行表示（2）、待ち時間長（5）の計30条件を参加者毎にランダムに表示して、電子メールを携帯電話で送信する際の、「送信開始」ボタン押下から送信完了メッセージ表示までの満足度評価課題を実施した。送信完了メッセージの表示直後に、「送信完了までの待ち時間について評価してください」として、5件法にて回答を求めた。全ての課題を全参加者が実施する参加者内要因計画で実施した。

実験参加者には、実験を実施する場所と時間は特に指定せず、参加者の任意とした。なお、回答はネットワークを介して返送された。

Table4-6

フィーチャーホンを用いた電子メール送信（添付有）
条件の評価実験参加者数（通信状況の事前提示有り）。

	10代	20代	30代	40代	合計
男性	48	48	48	48	240
女性	48	48	48	48	240

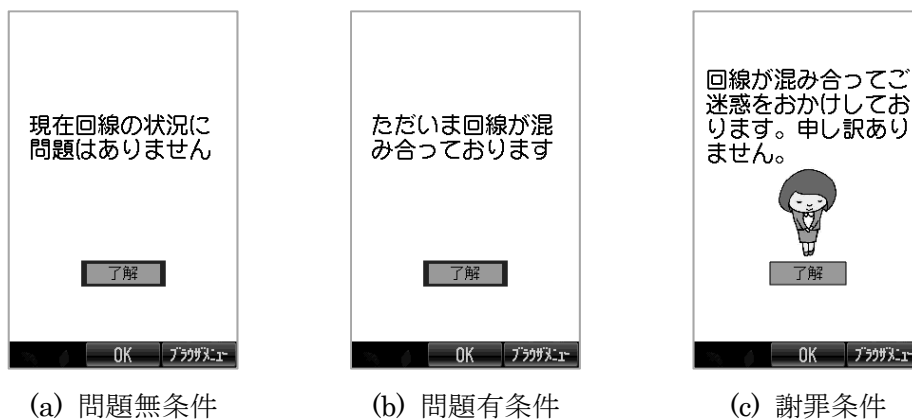


Figure4-10 通信状況の事前提示における表示画面。

結果

Figure 4-11 に待ち時間に対する MOS を，事前状況提示（3）×進行表示（2）により 6 群にグループ化して算出した結果を示す。事前状況提示と進行表示，待ち時間条件（5）の 3 要因分散分析の結果，3 要因の交互作用は有意でなかった ($F(8, 3832) = 1.23, p = .275$)。2 要因の交互作用は，事前状況提示と待ち時間長の交互作用 ($F(8, 3832) = 2.82, p = .004$) のみ有意であり，事前状況提示と進行表示 ($F(2, 958) = 1.03, p = .358$) および進行表示と待ち時間長 ($F(4, 1916) = 1.68, p = .152$) の交互作用は有意でなかった。主効果については，事前状況提示 ($F(2, 958) = 17.0, p < .001$)，進行表示 ($F(1, 479) = 30.4, p < .001$)，待ち時間長 ($F(4, 1916) = 84.7, p < .001$) の全てが有意であった。

待ち時間の主効果は，待ち時間が長くなるにつれて満足度が低下することが分かった。また進行表示の主効果は，連続変化が段階変化よりも満足度が高く，事前状況提示は，謝罪条件，問題有条件，問題無条件の順に満足度が高かった。事前状況提示と待ち時間長に有意な交互作用が見られたため単純主効果を分析したところ，4 秒の待ち時間では事前提示の条件間に差が無く，6 秒では謝罪条件が他の条件に対して満足度が高くなったのに対して，8 秒以上では問題無条件のみが他の 2 条件よりも満足度が低くなっていた。

考察

本研究の結果から，待ち時間に対する満足度が，通信状況の事前提示からの影響を受けることが明らかとなった。さらに，予め通信状態が悪いことを事前提示することで，通信状態に問題が無いことを示している条件よりも高い満足度になったことは，送信が完了するまでの予測時間に影響を与えたためと推測される。待ち時間があまり長くない 6 秒において限定的に有意差が得られた現象ではあるものの，謝罪

を含めることで満足度の上昇が見られたことは、謝罪により態度的側面に変化が見られ、満足度表出に影響を与えたと考えられる。

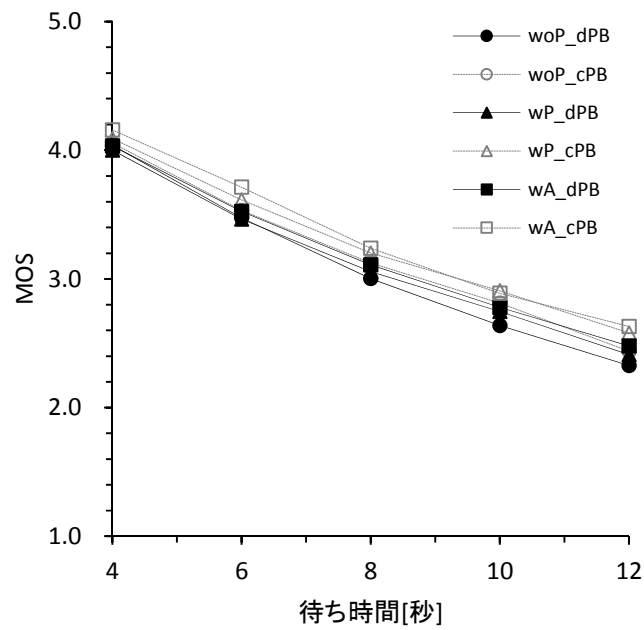


Figure4-11 事前通知を行った際の待ち時間に対する MOS。

第5章

経験品質が期待品質を形成するプロセス

本章では、2.3 節で提案した期待不一致モデルをベースとした期待品質と経験品質の比較に基づく満足度評価モデルにおける、経験品質が期待品質を形成するプロセスの持つ特徴とその影響について論じる。携帯電話を用いたインターネットアクセスにおける待つ行為の経験が、病院の待合室やコールセンター、エレベータなどこれまで心理学で扱われてきた待ち時間の発生が問題となる対象と大きく異なる特徴は、毎日何度も繰り返し経験することである。このため、経験品質から期待品質が形成されるプロセスにおいて、待ち時間を連続して経験をすること、および利用頻度の違いについて、評価実験の結果に基づきその影響を考察した。

5.1. 連続経験【研究7】

5.1.1. 電子メール送信における連続経験（実験 7-2, 8-2）

概要

電子メール送信を連続して経験を行った際の満足度評価について分析を行った。分析データは、第4章における実験7と8のデータセット評価の結果である。

実験参加者と手続き

フィーチャーホンの主要なモバイル通信サービスであった、電子メールについて、添付ファイルの有る場合と無い場合について送信完了までの待ち時間を評価した。実験参加者数は 4.1.2 節および 4.1.3 節に記載したとおり、添付ファイルの有る条件では 445 名で、添付ファイルの無い条件では 492 名である。実験では、各サービスについて、提示された待ち時間に対して個別に満足度を回答させる試験(個別評価)と、9 個の待ち時間から構成されたデータセット 3 種類についてそれぞれ満足度を回答させる試験(データセット評価)を行った。本項で分析の対象となるデータセット評価での待ち時間は、Table 5-1 と Table 5-2 にそれぞれ示した 3 種類のデータセットについて、待ち時間をランダムに割りあて、9 回の待ち時間を経験した後に個別評価同様に、5 件法にて回答するよう教示した。

結果

電子メール送信（添付有）／（添付無）条件での個別評価とデータセット評価の結果を Figure 5-1 に示す。添付無し条件でのデータセット A, B, C の MOS はそれぞれ 3.1, 3.5, 4.3 となった。個別評価の結果に対して対数回帰による MOS 推定モデルを用いて、データセットで提示した 9 つの待ち時間長の平均値における MOS を算出すると、データセット A, B, C でそれぞれ 3.1, 3.4, 4.2 となり、平均待ち時間長における個別評価の MOS とほぼ一致していることが確認できた。添付有条件では、データセット A, B, C の MOS はそれぞれ 1.9, 2.7, 4.1 となった。MOS 推定モデルから算出した値はそれぞれ 2.3, 2.9, 4.1 となり、平均待ち時間が 19.4 秒と長く標準偏差も 13.0 と大きいデータセット A で個別評価に対してデータセット評価の MOS が低くなっているものの、両者は非常に近い値を示している。

Table5-1

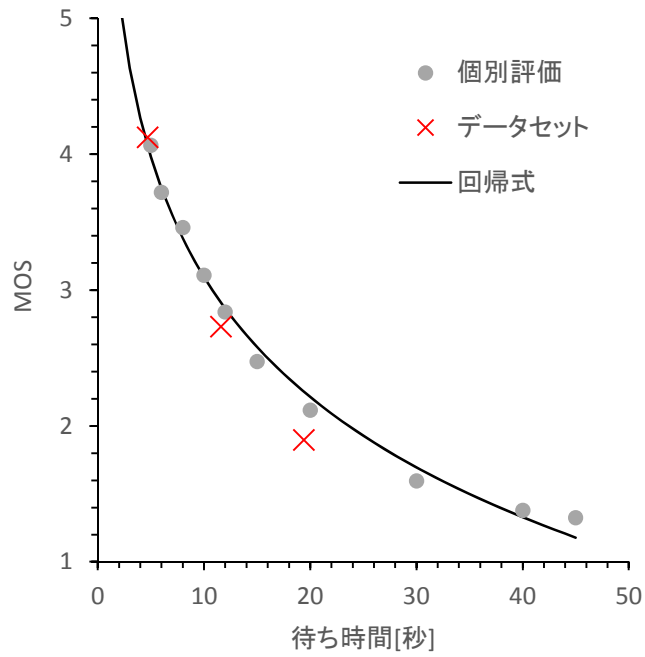
フィーチャーホンによる電子メール送信（添付有）条件での
データセット評価の待ち時間長の割り当て（表内の数は出現回数）。

	3s	4s	5s	6s	7s	8s	10s	12s	14s	16s	18s	25s	35s	45s	平均	標準偏差
データセットA						2	1	1	1	-	1	1	1	1	19.4s	13.0
データセットB						3	2	1	1	1	1				11.6s	3.71
データセットC	1	4	2	1	1										4.7s	1.22

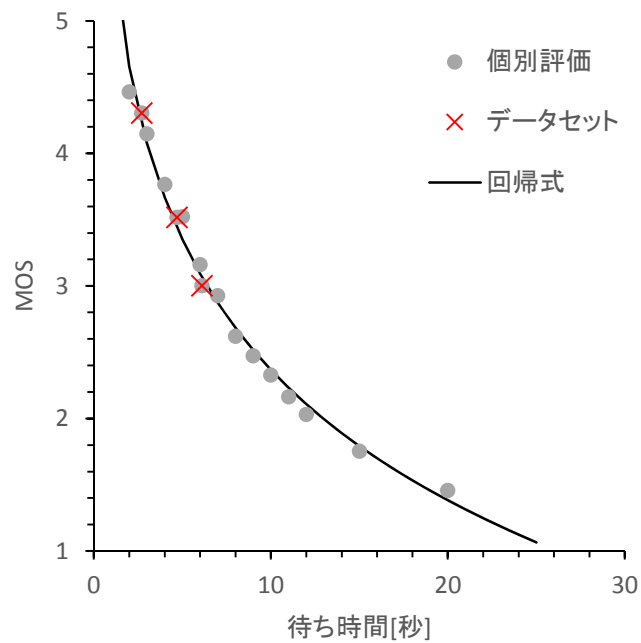
Table5-2

フィーチャーホンによる電子メール送信（添付無）条件での
データセット評価の待ち時間長の割り当て（表内の数は出現回数）。

	1s	2s	3s	4s	5s	6s	7s	8s	9s	平均	標準偏差
データセットA				1	3	2	1	1	1	6.1s	1.61
データセットB			1	4	2	1	1			4.7s	1.22
データセットC	1	4	2	1	1					2.7s	1.22



(a) 電子メール送信（添付有）条件



(b) 電子メール送信（添付無）条件

Figure5-1 フィーチャーホンによる電子メール送信条件での、個別評価とデータセット評価の待ち時間に対する MOS。

5.1.2. Web トップページ条件における連続経験（実験 9）

概要

フィーチャーホンによる Web トップページへの接続を連続して行った際の満足度評価について分析を行った。本項で説明するデータセット評価は、同じくフィーチャーホンによる Web トップページ条件の評価を行った第 3 章の実験 5 と同じ時期に同じ調査会社で行った。個別評価とデータセットは異なる参加者群から取得している。本項の分析における個別評価のデータは、実験 5 の結果を用いる。

実験参加者と手続き

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り、性別と年代（10 代，20 代，30 代，40 代，50 代）によるリソースタイプの属性絞り込み方式により、各セグメントに含まれる参加者数がほぼ等しくなるよう統制した。参加者数は男性 205 名，女性 208 名の計 413 名であった。Table 5-3 に各セグメントの参加者数を示す。参加者には規定の謝金が支払われた。

実験は、フィーチャーホンを用いたインターネット接続する状況を模擬した PAC を、実験参加者のフィーチャーホンへ配信して行った。本実験では、Table 5-4 に示す 9 つの待ち時間から構成されたデータセット 3 種類について、トップページが表示されるまでの待ち時間を 9 回経験した後、満足度評価を 5 件法にて求めた。データセット内では、設定された待ち時間は参加者毎にランダムに提示される。全ての課題を全参加者が実施する参加者内要因計画で実施した。実験参加者には、実験を実施する場所と時間は特に指定せず、参加者の任意とした。

Table5-3

フィーチャーホンによる Web トップページ条件での
データセット評価実験の参加者数。

	10代	20代	30代	40代	50代	合計
男性	36	43	41	41	44	205
女性	40	40	44	40	44	208

Table5-4

フィーチャーホンによる Web トップページ条件での
データセット評価の待ち時間長の割り当て（表内の数は出現回数）。

	4s	6s	7s	8s	9s	10s	11s	12s	13s	14s	25s	平均	標準偏差
データセット A					2	5	2					10.0s	0.71
データセット B	1	6									2	10.0s	8.53
データセット C		1	1	1	1	1	1	1	1	1		10.0s	2.74

結果

Web トップページ条件での個別評価とデータセット評価の結果を Figure 5-2 に示す。データセット A, B, C の MOS はそれぞれ 2.4, 2.4, 2.4 となった。個別評価の結果に対して対数回帰による MOS 推定モデルを用いて、データセットで提示した 9 個の待ち時間の平均値である 10 秒における MOS を算出すると 2.4 となり、平均待ち時間長における個別評価の MOS と一致していることが確認できた。

本実験では、実験 7, 8 とは異なり、データセットで提示する待ち時間の平均値を 10 秒に揃え、標準偏差を変化させる条件に設定した。その結果、0.71~8.53 と標準偏差を変化させたが、データセット評価の値には影響が無かった。

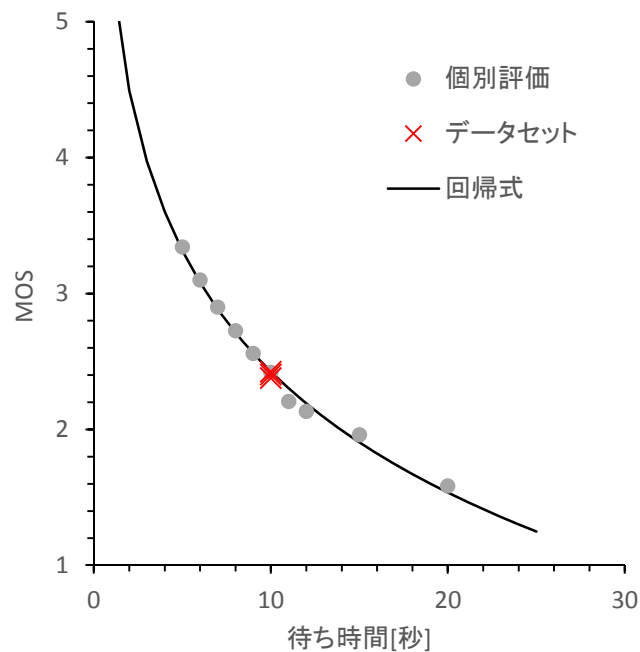


Figure5-2 フィーチャーホンによる Web トップページ条件での、個別評価とデータセット評価の待ち時間に対する MOS。

5.1.3. リンク遷移における連続経験（実験 12）

概要

5.1.1.項と 5.1.2.項における実験では，それぞれ電子メール送信条件と Web トップページ条件を対象に実験を行った。これらは，通常は連続した動作として行われることが少ない。例えば電子メールは送信までにメールを書く時間が存在し，数秒おきにメール送信を連続して行うことはまれである。Web トップページ条件についても，ウェブアクセスの最初に行われるものであり，連続してトップページに何度もアクセスをするという行動は少ないと考えられる。そこで連続動作として最も多く見られると想定されるウェブサイト閲覧時のリンク遷移を対象に，連続動作の評価実験を行った。

実験参加者

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り，性別と年代（10代，20代，30代，40代，50代）によるリソースタイプの属性絞り込み方式により，各セグメントに含まれる参加者数がほぼ等しくなるよう統制した。参加者数は男性 266 名，女性 270 名の計 536 名であった。Table 5-5 に各セグメントの参加者数を示す。参加者には規定の謝金が支払われた。

Table5-5
フィーチャーホンによる Web リンク
遷移条件の実験参加者数。

	10代	20代	30代	40代	50代	合計
男性	54	52	55	48	57	266
女性	49	64	58	48	51	270

手続き

実験は、フィーチャーホンをを用いて Web ブラウジングをする際のリンク遷移を行う状況を模擬した PAC を、実験参加者のフィーチャーホンへ配信して行った。実験においては、1 回毎のリンク遷移時間に対して満足度評価を実施する個別評価と、複数回のリンク遷移を連続して経験してから、試行全体に対する満足度評価を行うデータセット評価、及び 4 つのアプリケーションに対して普段経験している待ち時間の長さを再生法で評価する実験を行った。再生法での実験については、6.1 節で詳述する。

実験は連続する 3 日間にわたって実施された。個別評価においては、独立変数として待ち時間を 14 水準 (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 20 秒) 設定し、参加者毎にランダムに表示して、毎日 14 個の待ち時間に対する個別評価を実施した。データセット評価は個別評価後に行われ、Table 5-6 に示すとおり待ち時間長が全試行同一条件となる Set1 を 3 種類と、試行間でバラつきがある Set2 を 6 種類実施した。Table 5-6 の実施日の列に示されるとおり、実施日毎に実施するセットは固定されており、同日内での順番は実験参加者毎にランダムな順序とした。実験参加者は 1 日に 14 回の個別評価と 3 回のデータセット評価の計 17 回の待ち時間に対する満足度評価を行った。満足度評価は、リンク遷移完了直後にリンク遷移にかかった待ち時間について 5 件法にて回答を求めた。全ての課題を全参加者が実施する参加者内要因計画で実施した。

実験参加者には、実験を実施する場所と時間は特に指定せず、参加者の任意とした。全ての待ち時間に対する満足度評価後に、普段の利用における満足度や、PC でのインターネット接続利用時間、携帯電話の主な利用場所、利用目的、利用料金などの質問への回答を求めた。

Table5-6

フィーチャーホンによる Web リンク遷移条件での
データセット評価の待ち時間長の割り当て
(表内の数は出現回数)。

セット名	実施日	3s	6s	9s	12s	15s	18s	平均
Set1-1	初日	10						3.0s
Set 1-2	2日目			6				9.0s
Set 1-3	3日目						3	18.0s
Set 2-1	初日	4	3	2	1			6.0s
Set 2-2	2日目	2	3	2	1	1	1	8.7s
Set 2-3	3日目	1	2	3	2	1	1	9.9s
Set 2-4	初日	1	1	2	3	2	1	11.1s
Set 2-5	2日目	1	1	1	2	3	2	12.3s
Set 2-6	3日目			1	2	3	4	15.0s

結果

Figure 5-3 に結果を示す。横軸は、個別評価においては設定した待ち時間長で、データセット評価においては平均待ち時間を示している。縦軸は待ち時間に対する満足度の MOS を示している。

まず、個別評価について分析を行った。待ち時間長 (14) と実施日 (3) による 2 要因分散分析を行ったところ、待ち時間長 ($F(13, 6955) = 2162.8, p < .001$) と実施日 ($F(2, 1070) = 27.7, p < .001$) の主効果、及びそれらの交互作用 ($F(26, 13910) = 2.3, p < .001$) がいずれも有意となった。待ち時間の増加に伴い満足度が低下し、実施日が進むにつれて満足度が向上している。また、多重比較の結果、以下の点が明らかとなった。

1. 待ち時間長が 1 秒と 20 秒を除く全域で初日と 3 日目に有意な差が見られた。
2. 初日と二日目の間では、10 秒以下の短い待ち時間領域において有意な差が多く見られた。

3. 二日目と三日目の間では、12秒以上の長い待ち時間領域において有意な差が多く見られた。

次に、同一秒数の個別評価(3, 9秒)が行われている Set1-1 と Set1-2 について、個別評価との比較を行った。個別評価を行った3日間の実施日に Set1 を加えた4水準を評価パターン要因として、待ち時間との2要因分散分析により評価したところ、待ち時間長 ($F(1, 535) = 2440.4, p < .001$) と評価パターン ($F(3, 1605) = 20.1, p < .001$) の主効果は有意であったが、交互作用は有意でなかった ($F(3, 1605) = 1.7, p = .166$)。単純主効果検定の結果、Set1 は初日の結果とは有意差がなく、2, 3日目とは有意差があった。

更に、Set2 と個別評価との比較を行った。個別評価は各セットの平均待ち時間を四捨五入した値を選択した。2要因分散分析の結果、待ち時間長 ($F(5, 2675) = 1035.2, p < .001$) と評価パターン ($F(3, 1605) = 100.2, p < .001$) の主効果、および交互作用 ($F(15, 8025) = 5.2, p < .001$) の全てに有意な差が見られた。多重比較の結果、個別評価の実施日間には上記の通りの傾向が見られ、セット評価については待ち時間の全域において全ての実施日の個別評価に対して有意に低い満足度が得られた。

5.1.4. 考察

4つの条件に対して、個別評価とデータセット評価の比較を行った。それぞれが異なる特徴を示している。電子メール送信(添付有)条件では、データセットの平均待ち時間が長く標準偏差が大きい条件で、個別評価よりもデータセット評価の満足度が低くなった。これに対して、電子メール送信(添付無)条件では、データセットの平均待ち時間長と同じ待ち時間での個別評価と一致する MOS が得られた。

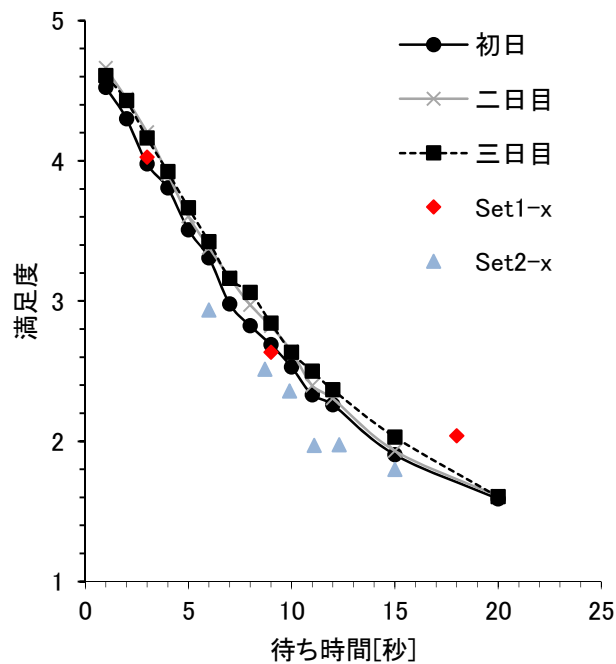


Figure5-3 フィーチャーホンによる Web リンク遷移条件での，実施日×セット種別の個別評価とデータセット評価の MOS。

更に Web トップページ評価においては，平均値が等しいデータセットでは，標準偏差の値にかかわらず MOS が等しくなるという結果が得られた。これらの結果を総合すると，10 秒程度までの平均待ち時間長のデータセットは，個別評価と同じ MOS となるが，20 秒程度まで平均待ち時間長が延びると，個別評価よりもデータセット評価の MOS が低くなる。電子メール送信（添付有）条件のデータセット評価の MOS が低くなったデータセット A では，30 秒～40 秒の待ち時間が 2 つ含まれており，この影響が大きかったとも考えられる。短い待ち時間の経験では不満の影響が残らないが，長い待ち時間を経験した場合にはその影響が見られると考えられる。これは反復して経験をする場合には悪い印象に全体の印象が引きずられて悪化するとした Baumeister et al. (2001) の見解と一致する。実験結果からは，その境界は 25 秒程度にあると想定される。

Web リンク遷移条件は、これらの 3 つのサービスとは異なる特徴を示した。個別評価については、複数の日をまたいで反復評価を行うことにより満足度が上昇して行くことが分かった。評価が進むに連れて満足度の上昇が見られていることは、通常利用時の期待値に対して、提示刺激の平均時間が 8.1 秒と長いため、評価が進むにつれ提示された刺激の平均値を期待値とした評価へとシフトしたためと推定される。また、待ち時間に対する満足度評価においては、一般的に短い待ち時間領域での感度の方が高いため、初日から二日目においては、シフトが短い待ち時間領域から生じたと解釈できる。反復することで評価実験に慣れ、評価が安定してくる現象は、第 3 章の実験場所の影響を評価した実験 4 でも見られた傾向である。

データセット評価の結果が、電子メール送信条件や Web トップページ条件とは異なる特徴を示した理由として、ネットワーク悪化の原因を帰属させる先が異なるということが考えられる。これまでに、ネットワークシステムに対するメンタルモデルの違いが、ネットワーク上で発生した問題の原因帰属に影響を与えることが報告されている（上村・新井田・中村・原田，2011）。前述したとおり、電子メール送信や Web トップページアクセスは、連続して行われることがまれな経験である。このため、電子メール送信条件や Web トップページ条件においては、接続が悪い原因を利用環境に帰属させ、互いに相関しない個別の問題だと捉えるのに対し、Web リンク遷移条件ではネットワークもしくはサーバに原因を帰属させ、個別の問題の集合ではなく、「一つながりの操作として」行われる中での待ち時間変動と受け止められたために、要素的な悪い印象が全体に悪印象を与えた可能性が考えられる。

これらの結果から、反復した満足度評価から、連続動作におけるデ

ータセット評価に特徴的な現象が確認された。データセット評価においては、悪印象の経験が全体印象に与える影響が、一つのパスだけではなく、アプリケーションの種類によって異なる可能性が示された。これらの結果は、サービスにおいて発生する待つ行為を制御できる可能性と、サービス毎にデザインする必要性があることを示している。

また、Reeves & Nass (1996 細馬訳 2001) においては、メディアに対する評価にも社会的な配慮としての礼儀正しさ (politeness) が関与すると考えられている。このため、満足度評価を繰り返すと、満足度評価が寛容になる現象は、特定端末について評価を繰り返すことで「より親しく」なり、その結果、評価がポジティブな方向に変化したとの解釈も可能である。しかし、本実験においては実験参加者が普段利用している携帯電話端末を用いているため、端末に対する印象は安定していると考えられ、3日間の実験で大きな変化が生ずるとは考えにくい。また端末自体ではなく「この端末でこの実験プログラムに対する」社会的配慮が生ずるか否か、すなわち特定プログラムを「人と等価なもの」として認識するか否かについてはこれまでのところ知見がないため、こうした「社会心理学的な」メカニズムが介在しているか否かについては今後の検討の課題となる。

5.2. 利用頻度の影響【研究 8】

本節では連続する経験の頻度が期待品質に与える影響を分析する。4.1.2 節および 4.1.3 節で分析した実験 7, 8 においては、全ての待ち時間刺激に対する満足度評価が完了した後、幾つかの質問項目への回答を求めた。本項では、この中の普段の電子メールの送信頻度を群分けのパラメータとして再分析を行った。実験参加者と手続きの詳細は、4.1.2 節および 4.1.3 節に記述した。

5.2.1. 電子メール送信（添付無）条件（実験 7-3）

結果

まず利用頻度要因の群分けを行った。利用頻度に関する質問紙の結果について、回答数が全体の 15%に満たない水準を隣接する水準と統合して、Table 5-7 に示す 4つのカテゴリーに分類した。利用頻度と男女の出現数についてカイ二乗検定を行ったところ、有意な結果が得られた ($\chi_2(3, N = 492) = 9.150, p = .027$)。その結果、女性は男性よりも電子メールの送信頻度が高かった。また同様に利用頻度と年齢の出現数についてカイ二乗検定を行ったところ、有意な結果が得られた ($\chi_2(12, N = 492) = 26.5, p = .009$)。若年層は高齢者と比べてより利用頻度が高かった。

Figure 5-4 に待ち時間に対する MOS の結果を示す。利用頻度 (4) と性別 (2) と待ち時間長 (13) を要因とする 3 要因分散分析を行ったところ、待ち時間長の主効果が有意となり、待ち時間が長くなるほど MOS が低下することが明らかとなった ($F(12, 5808) = 937.4, p < .001$)。しかし、利用頻度 ($F(3, 484) = 1.07, p = .360$) と性別 ($F(1, 484) = 1.22, p = .270$) の主効果は有意では無かった。利用頻度と性別、待ち時間長の交互作用は有意では無かった ($F(36, 5808) = 1.05, p = .391$) が、待ち時間長と利用頻度の交互作用は有意であった ($F(36, 5808) = 1.63, p = .010$)。多重比較の結果、短い待ち時間 (2-5 秒) では有意な差があるが、長い待ち時間 (6 秒以上) では有意な差が得られなかった。また、利用頻度と性別の交互作用も有意であり ($F(36, 5808) = 1.63, p = .010$)、極低頻度グループにおいてのみ女性が男性に対して高い MOS となった。しかし、待ち時間長と性別の交互作用は有意ではなかった ($F(12, 5808) = .612, p = .834$)。

Table5-7

添付ファイル無し電子メール送信
頻度に対する回答に基づく群分け。

利用頻度	男性	女性	総数
高頻度 (1日 11通以上)	82	79	161
中頻度 (1日 6-10通)	34	50	84
低頻度 (1日 3-5通)	47	52	99
極低頻度 (1日 2通以下)	89	59	148

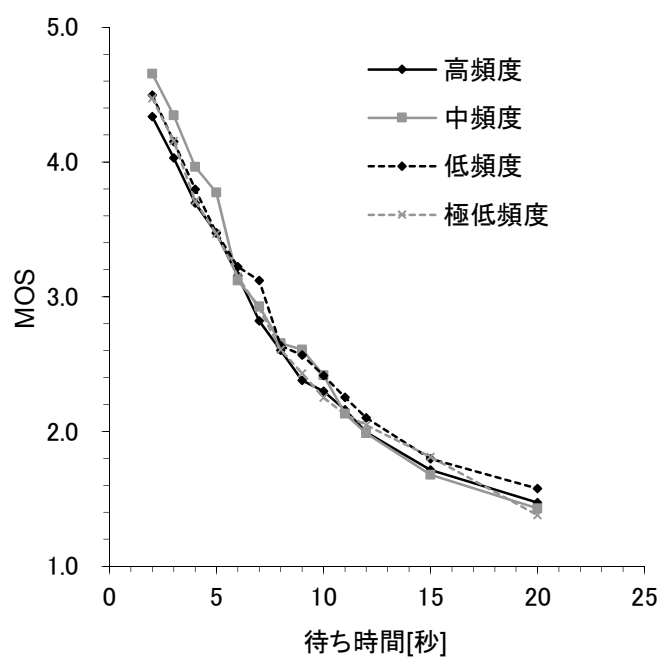


Figure5-4 フィーチャーホンによる電子メール送信（添付無）条件での、利用頻度群別の待ち時間に対する MOS。

次に利用頻度と年代、待ち時間長を要因とする 3 要因分散分析を行った。待ち時間長の主効果 ($F(12, 5664) = 897.2, p < .001$) と、待ち時間長と利用頻度の交互作用 ($F(36, 5664) = 1.90, p = .001$) が有意となった。年代の主効果 ($F(4, 472) = .643, p = .632$) と、利用頻度と年代、待ち時間長の交互作用は有意ではなかった ($F(144, 5664) = .859, p = .886$) が、待ち時間長と年代の交互作用は有意であった ($F(48, 5664) = 1.46, p = .020$)。多重比較の結果、非常に短い待ち時間 (2-3 秒) と長い待ち時間 (8 秒以上) において MOS に有意な差が見られたが、年代に関連する差は見られなかった。

全体の傾向として、短い待ち時間の領域において、利用頻度が低頻度から中頻度上がると MOS が高くなり、更に高頻度になると MOS が低くなるという傾向が見られた。これは極低頻度のグループでも同じ傾向が見られた。

考察

利用頻度により MOS が変化するという結果が得られた。この結果は、利用頻度が性別や年代により異なることが影響しているとも考えられる。しかし、3 要因分散分析の結果では、性別と年代の主効果は有意ではなかった。このため、利用頻度により MOS が変化していると考えられる。2.3.2.節で議論した認知モデルに基づけば、待ち時間の長さに基づく期待品質と経験品質の比較により満足度表出される。今回の実験では、待ち時間の長さに基づく経験品質に影響を及ぼすと考えられる心理的時間の変化を引き起こす要因に偏りはないと考えられるため、利用経験が期待品質に影響していると考えることが妥当である。

利用頻度による期待品質の形成は 2 つのフェーズに分けて考えることができる。利用頻度が低い利用者は、待ち時間に対する期待品質を

明確に持っていないため、何もせずに数秒程度待たされることに対して不満を感じる。利用頻度が上がるにつれて、経験に基づき期待品質が形成されるため、満足度が上昇すると考えられる。次のフェーズとして、更に利用頻度が上昇すると期待品質は心理的時間において短くなる。これは Fraisse (1984)の時間知覚のモデルにより説明することができる。Fraisse (1984)によれば、時間経過中に認知する変化の数が少ないほど時間の長さを短く感じるとしている。利用頻度が高い人は、メール送信の経験を多く行う中で作業をスキーマ化して行うようになり、作業内で知覚する変化が少なくなることで時間を短く見積もるようになり、結果として期待品質が短くなっていると考えられる。

5.2.2. 添付ファイル有りのメール送信（実験 8-3）

結果

利用頻度に関する質問紙の回答について、前項と同じ方法で 8 つの水準を 4 つの群に分類した。前の分析において性別と年代が効果を持たなかったことから、本結果の分析では、利用頻度と待ち時間の 2 要因の関係のみに着目をして分析を行った。2 要因分散分析の結果、待ち時間長の主効果は有意であった ($F(9, 4149) = 1010.2, p < .001$)。しかし、利用頻度の主効果 ($F(3, 461) = .646, p = .586$) と交互作用 ($F(27, 4149) = .854, p = .681$) は有意な結果とはならなかった。

この分析結果は、添付ファイル無しの結果から得られた仮説を支持しなかった。しかし、この結果は利用頻度のグループ分けによるものとも考えられる。前項の結果に寄れば、高頻度での MOS の低下は、期待品質を形成する認知プロセスによるものと考えられる。しかし、前項と同じ方法でカテゴリー化した場合は、実験参加者が添付ファイル有りのメールを送信する頻度は高頻度でも 1 日 1 回以上程度となり

十分な頻度とは言えない。そこでカテゴリー化の手法を再検討した。

探索的な解析により，利用頻度を Table 5-8 に示す 4 つのカテゴリーに分類した。Figure 5-5 に待ち時間長に対する MOS の変化を示す。2 要因の分散分析の結果，待ち時間長の主効果は有意であった ($F(9, 4149) = 401.2, p < .001$)。さらに，利用頻度の主効果も有意 ($F(3, 461) = 3.942, p = .009$) となり，中頻度における MOS が他の頻度よりも有意に高くなった。また，交互作用は有意でなかった ($F(27, 4149) = .1.02, p = .437$)

考察

利用頻度のカテゴリーを変化させることにより，中頻度で MOS が最大となるという前項と同じ結果が得られた。しかし，前項と本実験では二つ異なる点が有る。一つ目の相違点は最大の MOS を得られる頻度が前項では 6 から 10 通であるのに対して，本実験では，1 日 4～5 通となっている。二つ目の違いは，前項で見られた極低頻度（ほとんど利用しない）人において MOS が上昇する傾向が本実験では見られなくなったことである。

これらの結果は，同じ原因によって起こっていると考えられる。Table 5-8 に添付ファイルの有条件で行った実験において，同時に質問紙で聞いていた添付ファイル無しのメールの利用頻度とクロス集計をした結果を示す。この表に示されるとおり，ほとんどの実験参加者が添付ファイル無しのメールを添付ファイル有りのメールよりも高い頻度で送っている。この結果は，添付ファイルの無いメールの利用経験が，添付ファイル有りのメールの待ち時間の長さにおける期待品質の形成に影響していることを示唆している。この結果は，類似した利用経験が期待品質の形成においては一つの経験としてまとまっている可能性を示唆している。

Table5-8

添付無／添付有の電子メール送信頻度のクロス集計表。

利用頻度	添付ファイル有り				
	1日 6通以上	1日 4-5通	1日 3通以下	ほとんど 経験が無い	
添付ファイル無し	1日 11通以上	31	9	69	10
	1日 6-10通	6	6	54	5
	1日 3-5通	2	4	81	16
	1日 2通以下	1	1	107	48
	ほとんど経験が無い	1	0	5	9
総計	41	20	316	88	

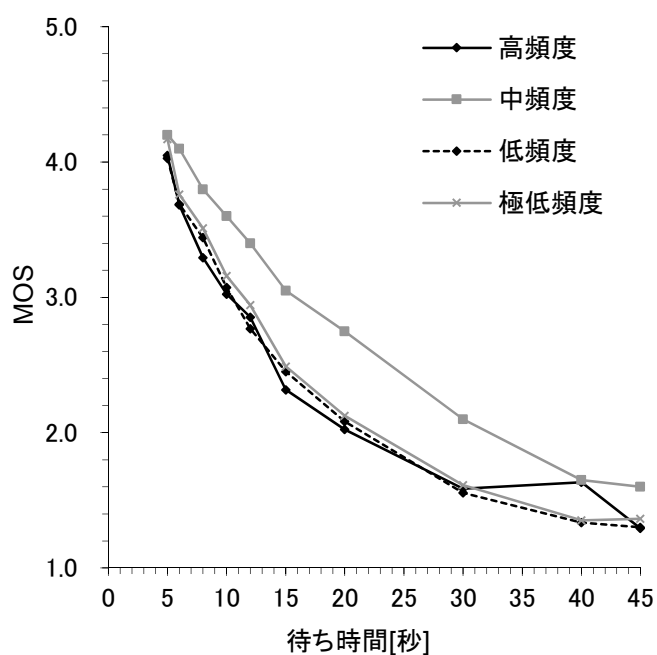


Figure5-5 フィーチャーホンによる電子メール送信（添付有）条件での、利用頻度群別の待ち時間に対する MOS。

5.2.3. 考察

添付有／添付無の電子メール送信を模擬した評価実験の結果の再分析により、利用経験が待ち時間の期待品質の形成に影響することが明らかとなった。待ち時間に対する満足度が、中程度の利用頻度において最大となり、期待品質の形成が利用頻度の増加に対して二つのフェーズに別れている可能性が有ることを示した。利用初期は利用頻度が増加するに従い待ち時間に対する満足度が寛容になってゆくが、更に頻度が増えると不寛容になるというプロセスである可能性がある。また、類似のサービスの利用体験が、期待品質の形成に影響することを示唆する結果も得られた。これは、4.1 節で分析を行ったアプリケーション種別の違いの影響とは異なる影響である。4.1 節では、同程度の待ち時間を経験するアプリケーション毎にカテゴリー化している可能性があることを述べたが、本節で見られた現象は利用のプロセスが類似しているサービス間での影響である。待つ行為を記憶して満足度評価の際に期待品質として記憶から読み出す際に、干渉をしていると考えられる。

5.3. 満足感の影響【研究 9】(実験 3-4, 5-2)

概要

ここまでの分析を通じて、経験品質から期待品質が形成されるプロセスを支える仕組みとして、連続して複数回経験した待つ行為から、平均的な経験の記憶を保持できる機能が存在していると推定できる。但し、5.1 節の結果で見られたとおり、非常に長い待ち時間を経験した場合などの不満を持った場合には、待ち時間評価のプロセスに影響を与える。このような、過去に行った満足度評価結果が現在の満足度評価に与える影響を分析する。ここで、過去に行った満足度評価の記

憶と、現在行っている満足度評価のプロセスとを分けて考えるため、過去に行った満足度評価の記憶を本論文では“満足感”と呼ぶ。

本節で分析対象とするデータは、実験 3 と実験 5 の合成データである。このデータは、開発した評価システムで取得されたデータの妥当性評価のため、第 3 章において第 1 実査および第 2 実査として取得されたデータである。本項では、この中の普段の満足感をパラメータに加えて再分析を行った。

実験参加者と手続き

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り、性別と年代によるリソースタイプの属性絞り込み方式により、各セグメントに含まれる参加者数がほぼ等しくなるよう統制した。実験参加者数は男性 135 名、女性 140 名の計 275 名であった。参加者には規定の謝金が支払われた。

実験は、フィーチャーホンをでの Web トップページ条件で、待ち時間を 10 水準（5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 20 秒）設定して行った。全ての課題を全参加者が実施する参加者内要因計画で実施した。実験参加者には、全ての待ち時間に対する満足度評価が全て終了した後、幾つかの質問をしており、その一つが、満足感（「携帯電話のインターネットにアクセスするとき、トップページへの接続時間に対してどの程度満足されていますか。」）である。実験参加者と手続きの詳細は、3.4 節に記述した。

結果

携帯電話によるウェブサイト接続の満足感を属性要因として分析を行った。実験 3 を第 1 実査、実験 5 を第 2 実査とする実査条件と満足感のクロス集計の結果に対してカイ二乗検定を行ったところ、有意

な結果は得られなかった ($\chi^2(4) < 1$)。また、満足感を加えた待ち時間長 (13) と実査 (2) による 3 要因分散分析を行ったところ、待ち時間と実査 ($F < 1$) および実査と満足感 ($F(4, 670) = 1.32, p = .26$)、満足感と待ち時間長 ($F(36, 6030) = 1.04, p = .40$) のいずれの一次の交互作用も有意でなかった。また、二次の交互作用も有意ではなかった ($F(36, 6030) = 1.30, p = .111$)。それぞれの条件の主効果については、待ち時間長 ($F(9, 6030) = 147.53, p < .001, \eta^2 = .18$) および満足感 ($F(4, 670) = 15.01, p < .001, \eta^2 = .082$) が有意であり、実査 ($F < 1$) は有意でなかった。満足感での群分けによる、待ち時間に対する満足度を Figure 5-6 に示す。

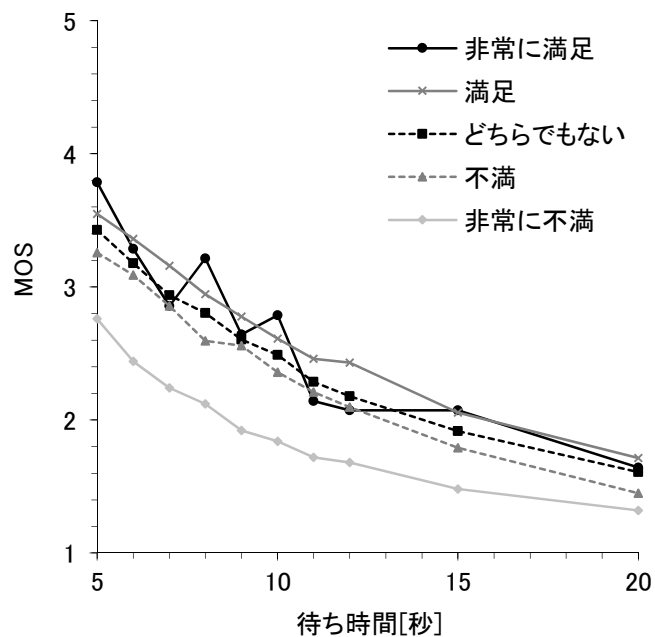


Figure5-6 フィーチャーホンによる Web トップページ条件での、満足感群別の待ち時間に対する MOS。

考察

待ち時間に対する満足度評価は、満足感からの影響を受けており、特に満足感の質問に対して「非常に不満」と回答している群の待ち時間に対する満足度が低くなっている。これまで検討してきたように、過去の経験から平均的な待ち時間の長さを推定し、それを期待品質として満足度評価を行っているとするならば、満足感は中庸な評価（5件法であれば3）になるはずである。なぜならば、経験品質の平均が期待品質を形成するとすれば、普段の利用における経験品質は、期待品質を中心として満足にも不満にも同程度分布して存在していると考えられるからである。

満足感として非常に不満、もしくは非常に満足と回答している参加者は、過去の経験品質の平均として期待品質を形成するプロセスとは異なるプロセスで期待品質を形成していると考えられる。それには二つの要因が考えられる。一つは他に経験している類似のサービスと比較をして不満を感じている場合である。例えばインターネットへの接続を行う際にPCの利用が多い人は、そこでの経験品質と比較することで満足感の評価が低くなる可能性がある。

もう一つは過去の利用経験の中で非常に不満を感じた記憶が強く残り、満足感を低くしている場合である。これは、5.1節における連続経験の評価においても、非常に長い待ち時間が含まれた条件でのデータセット評価の満足度が、個別評価と比較して低くなるという現象が見られていることと共通する。これは、反復して経験をする場合には悪い印象に全体の印象が引きずられて悪化するとした Baumeister et al. (2001) の見解とも一致する考え方である。この場合、過去の経験品質の平均的な状態を記憶していたとしても、普段の経験品質に対して不満であるとする評価が下されているため、満足度評価の結果が低くなる。

いずれの場合も、実際の経験品質に加えて「自分の経験品質はこうあるべき」とする規範意識によって期待品質の形成に影響を与えていると考えられる。

5.4. 全体考察

本章では、期待不一致モデルをベースとした期待品質と経験品質の比較に基づく満足度評価モデルを仮定して、経験品質が期待品質を形成するプロセスの分析を行った。連続経験の分析結果より、経験品質の平均として期待品質が形成されるとする Helson (1947) の順応水準理論に基づく平均化のプロセスの存在を支持する結果が得られた。

利用頻度の評価結果からは、長期的な利用における満足度評価プロセスの変化に対する知見が得られた。経験品質から期待品質が形成されるプロセスは、大きくは平均化の機能として捉えることができるが、その体験する頻度によって変化が起こることが明らかとなった。

また、満足感の評価結果からは、このプロセスとは異なる内的プロセスが影響している可能性があることが明らかとなった。これまでのプロセスモデルでは、経験品質に平均化の機能を経由して期待品質が作られるとしていたが、これに加えて、過去の経験に基づく満足感も期待品質の形成に影響を与えることを考慮する必要がある。更に上記の議論で述べたように、規範意識の影響も考慮する必要がある。これらを考慮したモデル化については、2.4 節にて述べている。

第6章

経験品質と心理的時間

ここまで、2.3 節で提案した期待不一致モデルをベースとした期待品質と経験品質の比較に基づく満足度評価モデルの、二つの機能の特徴を論じてきた。本章では、2.4 節で議論した数理モデルと心理的時間を考慮したプロセスモデルについて論じる。提案した数理モデルの妥当性を検証するため、再生法によって評価した待ち時間の長さ、これまでに行ってきた満足度評価実験との比較を行った。更に、心理的時間を考慮したプロセスモデルについて検証するために、心理的時間の長さを操作した環境で行った実験に基づき、提案モデルを考察した結果を報告する。

6.1. 数理モデルの妥当性の検証【研究 10】(実験 12-2)

概要

4.1 節で示した携帯電話を用いた電子メール送信（添付有）／電子メール送信（添付無）の 2 条件における待ち時間満足度評価の結果に対して、2.3.2 項で論じた数理モデルを用いて求めたカテゴリー境界の値について、再生法で評価した結果との比較により、その妥当性を検討した。

実験参加者

本実験は、実験 12 (5.1.3 節) と同時に行われた。参加者数は男性 266 名、女性 270 名の計 536 名で、リソースタイプの属性絞り込み方式により、性別と年代の各セグメントに含まれる参加者数がほぼ等しくなるよう統制した。

手続き

第 3 章の実験システムを用いて、参加者は各人の都合のよい時間・場所で実験用プログラムをダウンロードして、個人の端末を用いて実験を実施した。実験参加者に対して、携帯電話を用いた電子メールについて、送信開始ボタンを押した後、「待ち時間として普通である」と感じる時間長で再度ボタンを押すことを求めた。このボタン操作間の時間を測定することで、メール送信に対して期待する待ち時間長を測定した。

結果

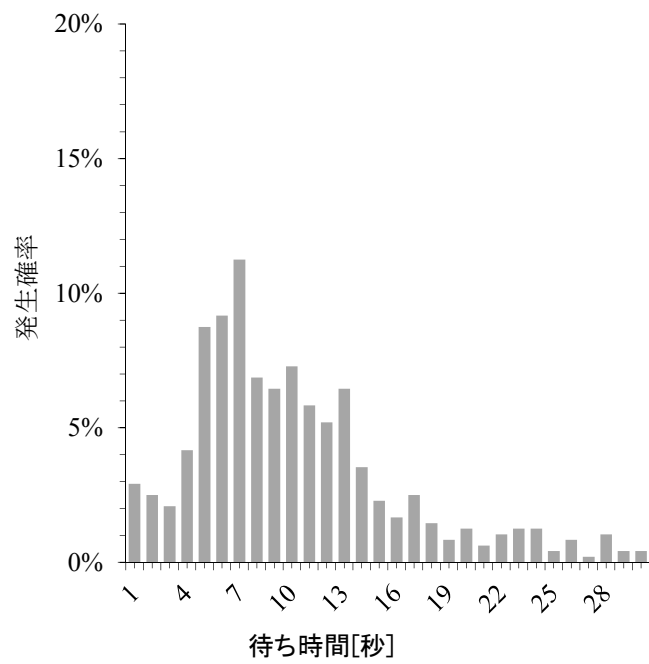
再生法で得られた待ち時間長のヒストグラムを、Figure 6-1 に示す。添付無条件での平均は 4.36 秒 (SD = 2.54)、添付有条件では平均 8.28 秒 (SD = 5.60) となった。Figure 6-2 に添付有と添付無のそれぞれの条件における、待ち時間に対する期待値の累積確率分布を示す。実測値は今回の実験で得られた値である。併せて式(2-15)における S_0 が 2.5, 3.0, 3.5 である場合の $\ln(\bar{t})$ を実験参加者毎に求め、その累積確率分布を示した。

添付無条件での推定値の平均は 4.88 秒 (SD = 2.20)、添付有条件での推定値の平均は 8.12 秒 (SD = 4.55) となった。実測値について Levene の等分散性の検定を行った結果、添付有 ($F(991) = 5.77, p = .016$) / 添付無 ($F(1003) = 6.76, p = .009$) の両条件とも等分散性

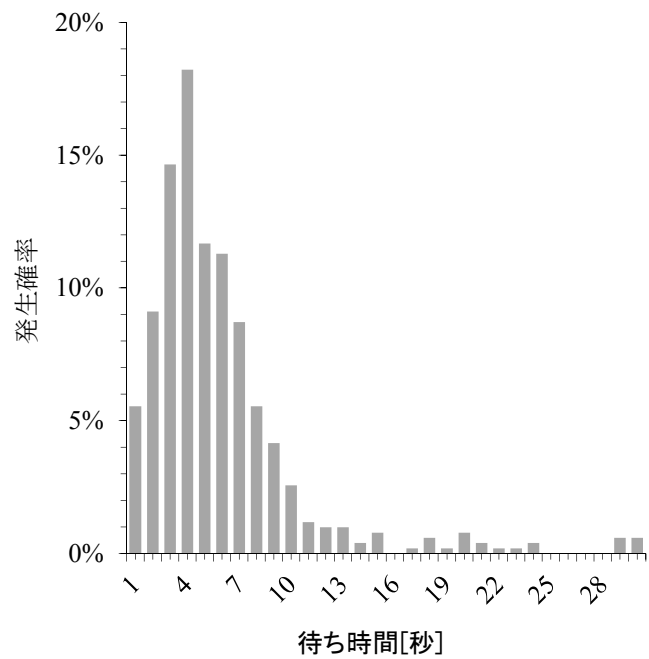
の仮説が棄却された。また、実測値と推定値について t 検定を行ったところ、添付有条件では平均値の差は有意でなかった ($t(988.6) < 1$) が、添付無条件では平均値の差が有意 ($t(1002.4) = 3.46, p = .001$) となった。

考察

満足度評価実験から得られたデータを数理モデル化により推定した推定値と、期待する待ち時間長を再生法で直接評価した実験結果を比較した。添付有／添付無の両条件で、実測値が推定値と類似した分布となった。 $S_0 = 3.0$ ではなく 3.5 となったことは、数理モデルを形成する際に想定している心理連続の反応において、普通 = 3 となるカテゴリ判断を行う際の閾値が、 3.5 となっているためと推察される。添付無条件において平均値の差が有意となったものの、推定値と実測値の累積確率分布が類似した結果となったことは、2.3 節で論じた数理モデルを用いて求めたカテゴリ境界の値の妥当性が一定程度検証され、待つ行為の結果得られる価値が一定であるとする条件下においては、満足度評価が待ち時間の数理モデルにより得られることが確認された。

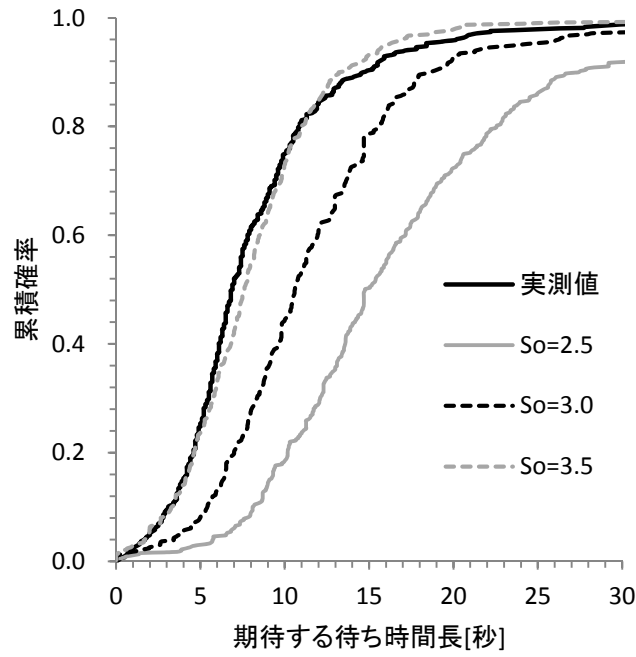


(a) 電子メール送信（添付有）

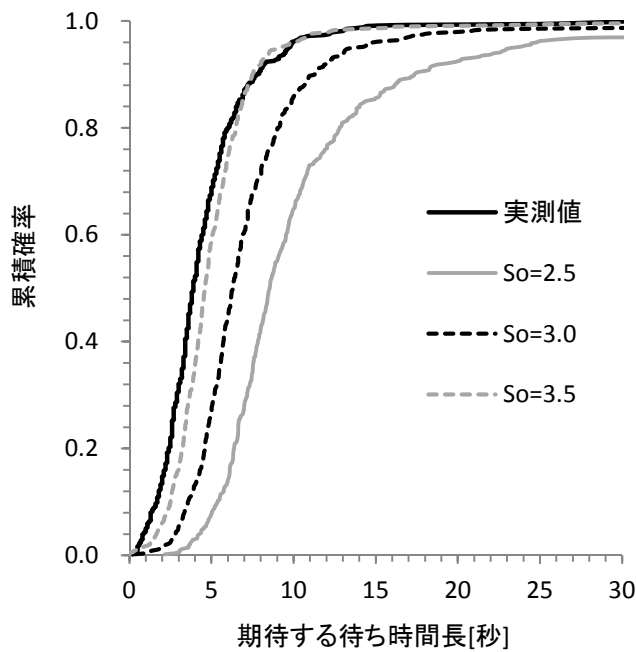


(b) 電子メール送信（添付無）

Figure6-1 フィーチャーホンによる電子メール送信条件での、再生法で評価した普段経験している待ち時間長のヒストグラム



(a) 電子メール送信（添付有）



(b) 電子メール送信（添付無）

Figure6-2 フィーチャーホンによる電子メール送信条件での、期待する待ち時間長の累積確率分布関数（実測値と推定値の比較）

6.2. 時間評価の個人特性の影響【研究 11】(実験 8-4)

概要

本実験は、第 4 章における実験 8 を再分析した結果である。フィーチャーホンを用いた実験により、言語的見積もり法による経過時間評価及びメール利用経験と、待ち時間満足度との関係を分析した。待ち時間に対する満足度評価に対して、時間評価に対する利用者の個人特性が持つ影響を評価した。

実験参加者

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り、性別と年代（10 代，20 代，30 代，40 代，50 代）によるリソースタイプの属性絞り込み方式により、各セグメントに含まれる参加者数がほぼ等しくなるよう統制した。実験参加者数は 4.1.2 節に記載したとおり 445 名である。参加者には規定の謝金が支払われた。詳細は 4.1.2 節に記載した。

手続き

第 3 章のシステムを使用し、実験参加者本人が自分の都合のよい時間に都合のよい場所で実験を行った。実験に用いた刺激は、携帯電話を用いた電子メールの送信状態を模擬し、送信開始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動画を配信した。経過時間評価課題では、メール送信時の待ち時間（5 秒と 10 秒）について、「メールの送信にかかったと思う時間を入力して下さい」として主観的な経過時間を秒数(整数)で回答させた。満足度評価課題については 4.1.2 節に記載したとおりである。

結果

基準を満たさない回答 12 件(男女 6 名ずつ)を除く、480 名分について分析を行った。経過時間評価課題の平均評価値は、それぞれ 5.05 秒(SD1.60)、9.43 秒(SD 2.96)となり、5 秒に対する評価と比較して、10 秒に対する評価は、平均値が短くなる傾向が見られた。実時間が長くなると評価時間が短くなる傾向は、周藤ら(2009)と同様である。実経過時間が 5/10 秒という「切りのよい」数であったため、「実経過時間と同じ秒数」の回答が多かった。回答秒数を元に参加者を群分けするため、実経過時間より短い秒数を回答した参加者群(5S/10S)、同じ秒数を回答した群(5J,10J)、より長い秒数を回答した群(5L,10L)としたところ、5 秒評価課題ではそれぞれ 142 名、248 名、90 名、10 秒評価課題では 205 名、212 名、63 名となった。5 秒課題と 10 秒課題の結果のクロス集計表を Table 6-1 に示す。

Table6-1

言語的見積もり法による評価回答者数のクロス集計表。

	10S 群	10J 群	10L 群	計
5S 群	93	39	10	142
10S 群	89	130	29	248
10L 群	23	43	24	90
計	205	212	63	480

5 秒と 10 秒の二つの経過時間評価課題の回答結果による群分け（5 秒評要因，10 秒評要因）と，待ち時間長（13）を要因とした 3 要因分散分析の結果，待ち時間長（ $F(12, 460)=236.71, p<.01$ ）ならびに 5 秒評価要因が有意であった（ $F(2, 471)=5.11, p<.01$ ）。また待ち時間条件×5 秒評価要因の交互作用が有意であった（ $F(24, 922)=1.86 p<.01$ ）。5 秒評価要因での群分けによる，待ち時間に対する満足度の結果を Figure 6-3 に示す。単純主効果検定の結果，すべての群で待ち時間条件は有意な単純主効果を示したが，5 秒評価要因については，短い待ち時間区間においてのみ，5L 群と他 2 群の間にのみ有意な差が見られた。10 秒評価要因の主効果ならびに交互作用はいずれも有意でなかった。短い経過時間であっても短か目に評価する群は，携帯電話利用時の待ち時間に対する満足度評価が厳しいこと，10 秒という長めの時間についての時間推定については満足度に直接は影響を及ぼさないことが示されたといえよう。

時間経過の評価とは独立に個人差を構成しうる要因として，対象行動自体の経験の効果を検討するため，5.2 節でも分析を行った参加者のメール利用頻度を要因とする分析を行った。まず，携帯電話によるメール送信頻度に対する回答から，参加者を三群に区分した添付有／添付無の両条件が高頻度な H 群 99 名，両条件で低頻度名 L 群 120 名，その他を M 群 261 名とした）。経過時間評価の規定因を検討するため，実験参加者の性別・年齢との関係を χ^2 検定により検討したが，いずれの属性とも有意な関係を示さなかった。そこで送信頻度（3）との関係を分析したところ，有意な関係性があり（ $\chi^2(4)=11.85, p<.05$ ），高頻度利用者が 5L 群に多く存在していることが示された。この結果，送信頻度は，直接に満足度に影響を与えるのみならず，経過時間評価を介した形でも影響を与えている可能性が示唆された。

考察

以上の結果より，短時間の経過時間評価とメール利用頻度という個人的特性が，待ち時間満足度に影響を与えていることが示された。実生活の中で携帯電話でのメール利用経験の高い群では，全体に満足度が低下すると同時に，短時間の経過時間評価が長くなり，その結果，特に短時間での待ち時間満足度を低下させる傾向が見られた。

今回の実験結果から，実際の利用経験が低頻度から中頻度に変化する中では，待つという刺激に対する慣れにより満足度の上昇が起こり，更に高頻度に変化すると，経過時間評価が長くなり，満足度が低下すると考えられる。

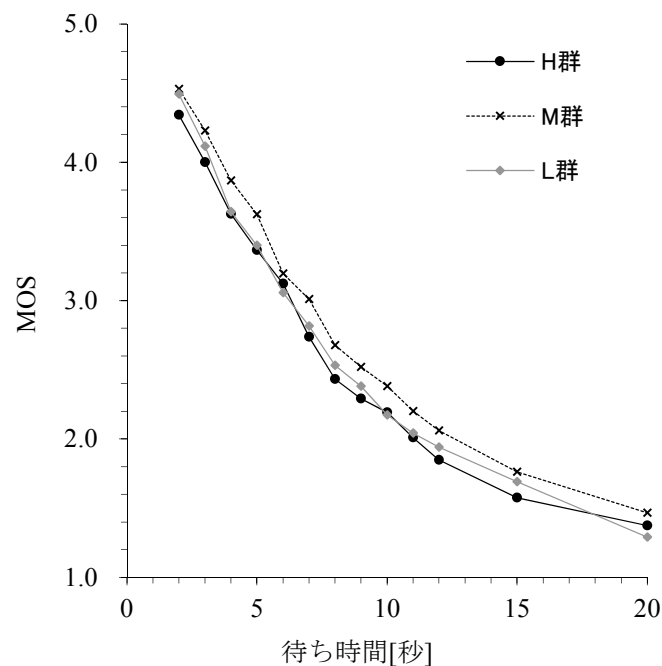


Figure6-3 時間評価群による待ち時間満足度の変化。

6.3. 待つ行為中の視覚刺激の効果【研究 12】(実験 13)

本節では、2.3.2.項で論じた心理的時間を考慮したモデルに基づき、待ち時間問題を心理的時間の観点から解消する手法を検討する。具体的には、フィーチャーホンによる電子メール送信状況において、時間経過状況を画面表示により利用者へフィードバックする仕組みを実現し、心理的時間を短縮する観点から画面デザインの検討を行う。

概要

各参加者の携帯電話上で、統制された待ち時間を実現する環境を設定し、経過時間評価および待ち時間に対する満足度評価を実施した。実験要因として、時間経過の表示方式を連続変化、段階変化、表示無しの3条件で設定した。表示無し条件では、画面上には回転する砂時計が表示された。

実験参加者

実験参加者は、通信会社の社員およびその家族に対する募集に対して自発的に応募した150名を対象とした。性別と年代による属性絞り込み方式は行っていない。参加者の平均年齢は35.9歳(SD 8.92, レンジ=11-59)である。また、参加者への謝金の支払いは行っていない。

手続き

参加者は登録後にPACを自分の携帯電話にダウンロードし、各人の都合のよい時間・場所で実験を実施した。実験は、携帯電話を用いた電子メールについて「送信開始」ボタン押す動作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を経験し、評価するものであった。その際、画面に処理の進み具合を(a)連続的に変化するバーで示す連続変化、(b)4分割したバーの段階的な変化で示す段階変化、(c)表示をし

ない表示なし，の各条件を設け，全ての課題を全参加者が実施した。3つの画面表示は(c)(b)(a)の順で固定して実施した。実験の内，経過時間評価課題では，提示時間（5秒/10秒の各1試行）について，実際にかかったと感じた秒数を数値で回答する言語的見積法にて行った。満足度評価は，10水準の待ち時間（5，6，8，10，12，15，20，30，40，45）をランダムに割り当て，送信完了メッセージ表示直後に5件法でその試行での満足度の回答を求めた。

結果

各待ち時間での MOS を，画面表示の条件毎に算出した結果を Figure 6-4 に示す。画面表示（3）と待ち時間長（10）の2要因分散分析の結果，画面表示の主効果（ $F(2, 298)=31.4, p<.01$ ），待ち時間長的主効果（ $F(9, 1341)=684.1, p<.01$ ），さらにこれらの交互作用（ $F(18, 2682)=3.3, p<.01$ ）が有意であった。いずれの待ち時間でも連続変化条件において満足度が最も高く，表示なし条件が最も低くなっていた。6-8秒の短い待ち時間では段階変化条件と表示なし条件の間には有意な差が無く，待ち時間が長い30-45秒では，連続変化と段階変化の間の有意差が消失した。

言語的見積もり法による経過時間評価の平均値(Table 6-2)について同様に2要因分散分析を実施した結果，画面表示の主効果（ $F(2, 298)=7.6, p<.01$ ），提示時間的主効果（ $F(1, 149)=733.2, p<.01$ ），さらにこれらの交互作用（ $F(2, 298)=4.9, p<.01$ ）が有意となった。いずれの提示時間においても，表示なし条件において，最も実時間に近い値が得られている。連続変化条件においては，表示なし条件と比較して5秒提示下では長く知覚し，10秒提示下では差が無いのに対し，段階変化条件では，5秒提示下で差が無く，10秒提示下では短く見積もっている。

考察

本研究の結果、満足度に影響を与えていると考えられる心的時間、すなわち知覚された経過時間では、提示時間が短い場合に時間を長く知覚し、提示時間が長い場合には短く知覚していること、また段階変化条件で最も短く感じられるという結果が得られた。これらの結果は周藤ら（2009）と同様である。心的時間の関数として満足度が得られるのであれば、「短く感じられた」段階変化条件の満足度が最も高くなるものと考えられるが、結果としては特に短い待ち時間については「長く感じられている」連続変化条件の方が、待ち時間に対する満足度が高いことが示された。また表示なし条件と段階変化条件の比較では、経過時間の段階表示により知覚時間を短縮する効果は見られているものの、満足度に対してそれ以上の効果は持たないと考えられる。連続変化する経過時間表示が、待ち時間をより長く感じさせながらも満足度を高くする現象は、状況の予測可能性によるものと考えられる。

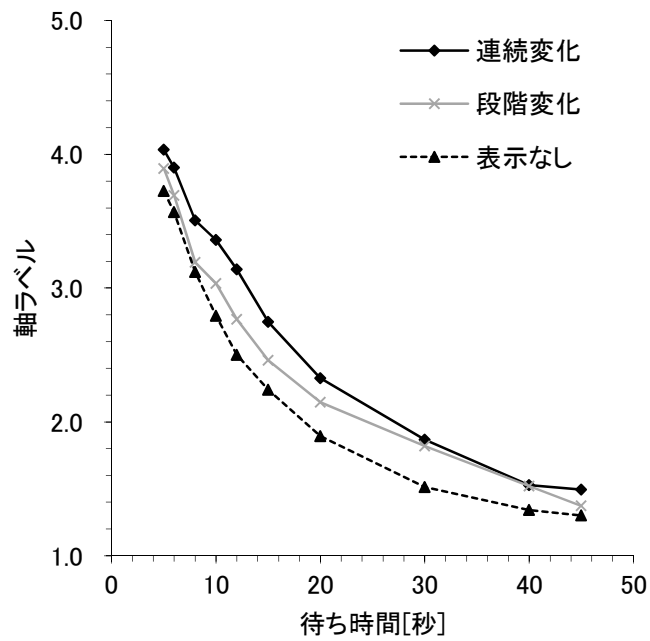


Figure6-4 フィーチャーホンのメール送信条件（添付有）による，画面表示条件における待ち時間に対する MOS の変化

Table6-2

フィーチャーホンのメール送信条件（添付有）による，
言語的見積もり法による時間知覚の結果

	連続変化	段階変化	表示無し
5 秒提示	5.68 秒	4.91 秒	5.15 秒
10 秒提示	9.47 秒	8.81 秒	9.82 秒

第7章

HNI に基づく状況理解と行動管理

第6章での議論により、心理的時間を考慮した満足度評価のプロセスモデルと数理モデルの適用限界が明らかとなった。これを考慮し、2.4章においては Human·Network Interaction のコンセプトに基づき実行機能を考慮したプロセスモデルを提案した。本章では、このプロセスモデルの考え方に基づいて、待つ行為をサービスの終了を待つ“待ち課題”と、その間に表示される画面表示を確認する“読み課題”の二重課題状況にして、利用者が二つの課題を適切に選択することで、待ち時間問題の解消に対する認知的方略を支援する仕組みについて検討した。

7.1. 二重課題状況での待つ行為【研究 13】(実験 14)

概要

本節では、携帯電話利用中に発生する待ち時間に、時間繋ぎ (Time Filler) のコンテンツを表示することによって、待ち課題と読み課題の二重課題状況下で待ち時間に対する不満を低減するサービスを想定して、表示される時間繋ぎが待ち時間満足度へ与える影響について分析をした。

実験参加者

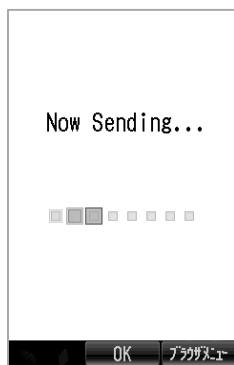
実験参加者は、ウェブ調査会社の募集に対して自発的に応募した参加者であり、性別と年代（10代，20代，30代，40代，50代）によるリソースタイプの属性絞り込み方式により、各セグメントに含まれる参加者数が48名になるよう統制した。これにより参加者数は男性240名，女性240名の計480名となった。参加者には規定の謝金が支払われた。

手続き

本実験では、フィーチャーホンによる電子メール送信（添付有）条件での、送信が完了するまでの待ち時間に対する満足度を5件法にて評価を求めた。待つ行為中に表示する時間繋ぎは、周期的な変化により動作の継続を示すローディングバー（以下LB），完了までの経過状態を1%ずつ示す連続変化のプログレスバー（連続変化PB），完了までの経過状態を25%ずつ示す段階変化のプログレスバー（段階変化PB），LBと雑学テキストの同時表示（LB（雑学表示）），連続変化PBと雑学の同時表示（連続変化PB（雑学表示））の5種類を用いた。時間繋ぎを画面に表示した例をFigure 7-1に示す。雑学は12種類用意し、ランダムな順に表示した。表示した雑学は、章末に参考資料として添付した。送信中に表示する5種類の画面のそれぞれについて、送信完了までの待ち時間長を4，6，8，10，12秒の5水準を設定し、ランダムな順に提示した。一人の実験参加者が、25パターン全てについて満足度評価を行う，参加者内要因計画で実施した。

待ち時間に対する満足度評価に加えて、LB（雑学表示）条件を除く4条件について、4秒の待ち時間長を提示したて言語見積もりによる時間評価を行った。さらに、全ての満足度評価課題終了後に、提示された雑学について二つの質問への回答を求めた。一つは読了度で、「E

メールの送信中に文章が提示されていましたが、内容を読まれましたか？」として、5件法（5：全て最後まで読んだ、4：内容によっては最後まで読んだ、3：送信が完了するまでは読んだ、2：ほとんど読まなかった、1：全く読まなかった）で回答を求めた。さらに上記の設問に1と回答した人以外に、表示されたテキストへの選好を「表示された文章の内容についてどのように感じられましたか？」として、5件法（5：非常に面白かった、4：面白かった、3：普通、2：面白くなかった、1：全く面白くなかった）で回答を求めた。



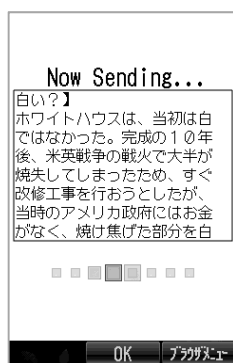
(a) LB



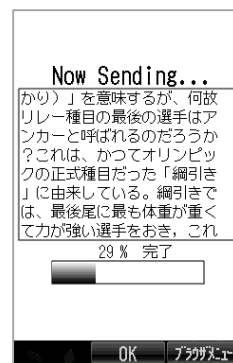
(b) 連続変化 PB



(c) 段階変化 PB



(d) LB (雑学表示)



(e) 連続変化 PB (雑学表示)

Figure7-1 フィーチャーホンによる電子メール送信（添付有）条件での、送信待ち時間中に表示される時間繋ぎ。

結果

Figure 7-2 に時間繋ぎ条件別の待ち時間に対する MOS を示す。待ち時間長 (5) と時間繋ぎ (5) による 2 要因分散分析の結果、待ち時間長 ($F(4, 7664) = 890.1, p < .001$) と時間繋ぎ ($F(4, 7664) = 45.1, p < .001$) の主効果、及びそれらの交互作用 ($F(16, 7664) = 17.8, p < .001$) がいずれも有意となった。多重比較の結果、以下の点が明らかとなった。

- 1) 連続変化 PB (雑学表示) が、6–12 秒の待ち時間において、最も高い満足度を示した
- 2) LB と段階変化 PB は、6–12 秒において有意な差が無かった。これは、6 章の結果を追認するものである。
- 3) 連続変化 PB (雑学表示) は、連続変化 PB に対して 4–6 秒において差が有意でなく 8–12 秒において有意に高い満足度を示した。
- 4) 連続変化 PB は、LB (雑学表示) に対して 4–6 秒において有意に高い満足度を示し、8 秒では差が有意でなく、10–12 秒においては有意に低い満足度となった。

次に、時間繋ぎの表示が時間評価に与える影響を評価するため、言語見積もりによる回答について分析した。4 秒提示状況での言語見積もりの回答に提示時間の 3 倍にあたる 12 秒よりも大きい回答が含まれる 29 名 (男性 15 名, 女性 14 名) を除く 451 名分について分析を行った。各時間繋ぎ表示時における回答の平均値を Figure 7-3 に示す。時間繋ぎを要因とする分散分析の結果、時間繋ぎの主効果は有意となった ($F(3, 1350) = 22.4, p < .001$)。多重比較の結果、LB と段階変化 PB で推定値がより短い値となり、更にそれらの間および連続変化 PB と連続変化 PB (雑学表示) 間においては有意な差が見られず、それ以外の組み合わせでは有意な差が見られた。

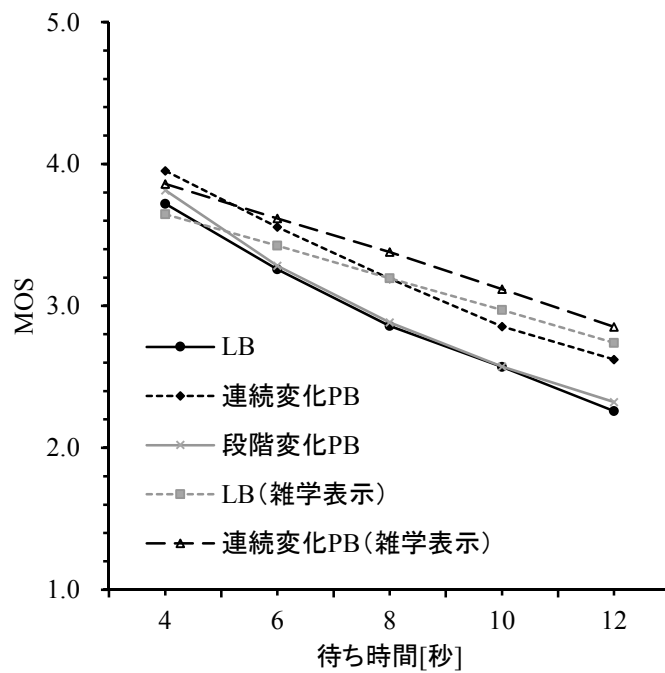


Figure7-2 フィーチャーホンによる電子メール送信（添付有）条件での、時間繋ぎ条件別の待ち時間に対する MOS。

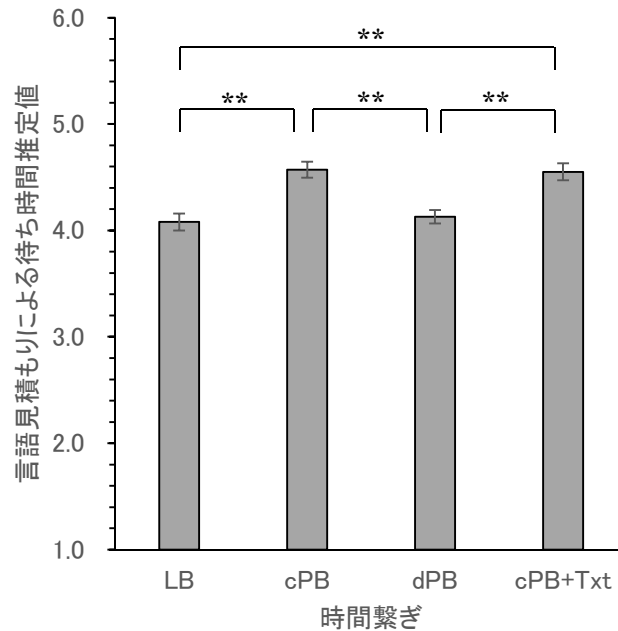


Figure7-3 4秒提示における言語見積りによる待ち時間長の推定値（エラーバーは標準誤差。 ** $p < .001$ 。 図中 dPB は段階変化, cPB は連続変化 PB, cPB+Txt は連続変化 PB（雑学表示））。

Table7-1

テキスト選好と読了度のクロス集計表。

	テキスト選好				
	1	2	3	4	5
1: 全く読まなかった	7				
2: ほとんど読まなかった	5	12	22	1	0
3: 送信完了まで	0	11	39	26	1
4: 内容次第	1	7	88	110	15
5: 読了	0	3	34	67	31

雑学の表示が与える影響の分析を行うため、満足度と同時に回答された、表示された雑学の読了度と内容に対する選好（テキスト選好）を要因とする分析を行った。二つの質問への回答をクロス集計した結果を Table 7-1 に示す。雑学を読んでいる実験参加者はテキスト選好で面白いと回答する率が高く、テキスト選好で面白くないと回答している参加者の多くは雑学を読んでいない。二つの質問への回答の相関係数が .565 と高く、類似の傾向を示していると考えられるため、これ以降はテキスト選好を分析要因とする。回答数の少ない“全く面白くなかった”という項目への回答を、“面白くなかった”の項目に含め、読了度で「1: 全く読まなかった」と回答した 7 名を除いた 473 名について分析を行った。

Figure 7-4 に、連続変化 PB（雑学表示）条件における、テキスト選好での群分けによる待ち時間に対する MOS を示す。待ち時間長（5）とテキスト選好（4）を要因とする 2 要因分散分析を行ったところ、待ち時間（ $F(4, 1876) = 91.0, p < .001$ ）とテキスト選好（ $F(3, 469) = 22.2, p < .001$ ）の主効果は有意であり、これらの交互作用は有意でなかった（ $F(12, 1876) = 1.53, p = .107$ ）。表示された雑学に対して面白かったと回答した実験参加者ほど、待ち時間の長さに関わらず待ち

時間評価において高い満足度を示した。

比較のため、雑学表示のない連続変化 PB 条件での、テキスト選好の影響を分析した。Figure 7-5 に、連続変化 PB 条件におけるテキスト選好での群分けによる待ち時間に対する MOS を示す。2 要因分散分析の結果、待ち時間の主効果は有意 ($F(4, 1876) = 224.5, p < .001$) であったが、テキスト選好の主効果は有意でなかった ($F(3, 469) = 1.67, p = .174$) と、これらの交互作用 ($F(12, 1876) = 1.48, p = .124$) は有意でなかった。これより、テキスト選好への回答が、雑学を表示した際の待ち時間に対する満足度にも影響を与えており、雑学を表示していない実験においては効果が無いことが確認された。

考察

以上の結果より、時間繋ぎの画面表示が待ち時間に対する満足度評価に影響を与えていることが示された。Figure 7-2 に示す結果より、一般的に利用される時間繋ぎ (LB や PB) に加えて、雑学を同時に表示することで、満足度が上昇することが明らかとなった。ここで、LB や PB の表示は、待ち時間の長さに関わらず一定の効果をもたらしているのに対して、雑学表示の効果は長い待ち時間に限定されている。これは、雑学を読むために必要な時間が影響を与えていると考えられる。本実験で表示した雑学は約 150 文字程度の分量を持ち、読み切るのに数秒を要する。読み終わるまでに必要な時間が待ち時間よりも長い場合に不満を感じることで、MOS の低下が起こると考えられる。

Figure 7-3 に示す言語見積もりによる経過時間の推定を行った結果において、LB と段階変化 PB において言語見積もりによる経過時間推定値が短くなり、連続変化 PB において長くなっている結果は、6.3 節の結果と同様の傾向を示している。ただし、6.3 節においては段階変化 PB においては提示した待ち時間より推定値が短くなったが、

本実験では全ての条件で提示した4秒の待ち時間より推定値は長くなり、6.3節とは異なる結果となった。これは、6.3節の実験13では、提示時間がきりの良い5秒であったため回答が5秒に集中したが、本実験では4秒提示としたことで、その影響が無くなったためと考えられる。

また、Figure 7-3に示す言語見積りによる待ち時間長の推定を行った結果から、経過時間の推定には雑学表示による影響は見られず、PB表示のみが影響を与えている結果となった。Block & Zakay(1997)の注意ゲートモデルでは、時間経過に注意が向けられない間は心理的時間のカウントが蓄積されず、心理的時間が進まないと説明している。ICT利用場面を想定して画面表示を操作した実験(篠原・林・新井田, 2012)でもこの現象は確認されており、テキストを表示することでマグニチュード推定法による時間評価の結果が短くなると報告されている。このことから、雑学表示により経過時間の推定値が短くなることが予想されたが、本実験ではその効果は見られなかった。

篠原ら(2012)では、画面に提示するテキストのスクロールを自動送りする条件と、実験参加者が手動でマウスをクリックする条件を比較し、自動送り条件では経過時間の長さとは無関係な経過時間の推定を行い、手動送り条件では経過時間に応じた長さを推定しているという結果が得られている。更に篠原・新井田(2013)では、スクロールとは無関係なタッピング動作でも同様の効果があることを確認しており、身体的な動作が経過時間の推定に関わる内的プロセスに影響することを示唆する結果が報告されている。本実験では表示テキストのスクロールを手動で行い、さらにプログレスバーを同時に表示することで、2重課題状況での待ち課題への注意が完全に失われず、経過時間の推定に関わる内的プロセスが、表示されたテキストを読む行為と並

行して動作していたと考えられる。

Figure 7-4 の結果からは、表示されたテキストへの選好が満足度評価に強く影響している結果が得られた。しかし、Table 7-1 に示す通り、面白くないと回答した群の参加者は、最後まで雑学を読んでいない割合が高く、一概に表示するコンテンツへの選好が影響をしているとは言えない。むしろ待ち時間に対する強い不満が、雑学の表示に対する不満を引き起こし、雑学に対して負の態度を示したと考える方が適切だと考える。

これらの結果から、待ち課題と読み課題の2重課題状況下において、雑学表示により満足度が上昇することが確認され、更にその原因が待ち課題から注意がそらされたことで経過時間を短く感じられたためではないことが示された。6.3 節におけるプログレスバーの効果と合わせて、待ち時間に対する満足度評価が、経過時間の長さのみでは行われていないことが再度確認された。待ち時間に対する主観的な満足度評価の心的プロセスが、心理的時間の長さを推定するプロセスとは異なるプロセスから影響を受けていることが再度確かめられた。

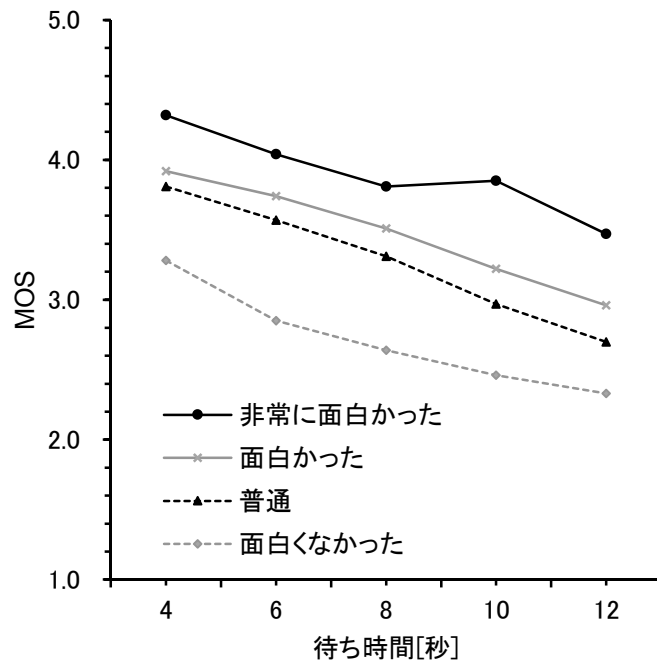


Figure7-4 フィーチャーホンによる電子メール送信（添付有）条件での、テキスト選好群別の待ち時間に対する MOS（連続変化 PB（雑学表示）条件）

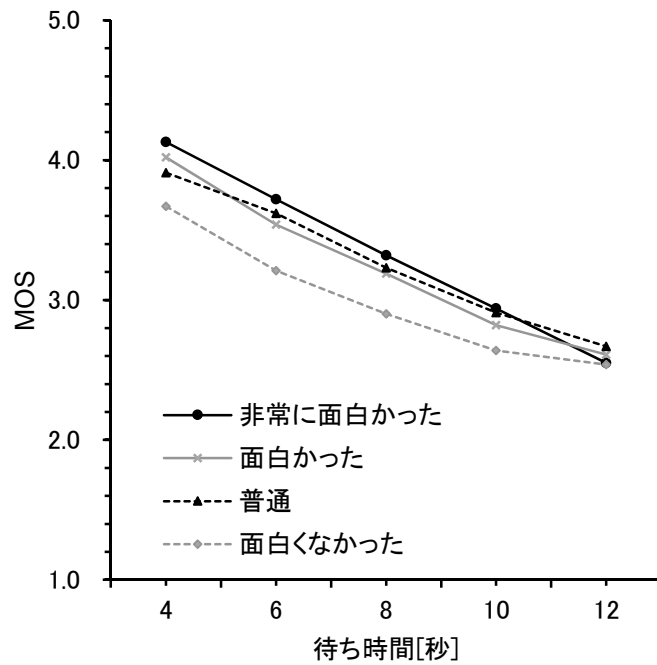


Figure7-5 フィーチャーホンによる電子メール送信（添付有）条件での、テキスト選好群別の待ち時間に対する MOS（連続変化 PB 条件）

7.2. 二重課題状況下での行動管理【研究 14】(実験 15)

概要

スマートホンの普及に伴い，マルチタブブラウザを利用して，待ち時間中に幾つかのタブを並行して利用する方略が用いられる利用場面が増加した。本節では，フィーチャーホンを用いた 7.1 節の場面設定とは異なり，サービスの終了を待つ“待ち課題”と，その間に表示される画面表示を確認する“読み課題”を異なるタブに割り当てた二重課題状況を模擬し，待ち時間に対する満足度と課題の入替行動との関係を分析した。

実験参加者

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り，性別と年代（10代，20代，30代，40代，50代）によるリソースタイプの属性絞り込み方式により，各セグメントに含まれる参加者数がほぼ等しくなるよう統制した。これにより参加者数は男性 224 名，女性 176 名の計 400 名となった。参加者には規定の謝金が支払われた。

手続き

スマートホンを用いて動画ファイルをダウンロードする際の，ダウンロードが完了するまでの待ち時間に対する満足度を，5 件法を用いて評価させた。実験では，スマートホン（Android OS）用の PAC を作成した。この PAC は，Figure 7-6 に示すようにタブブラウザを想定しており，あるタブ（Figure 7-6 (a)のタブ B）で動画ファイルをダウンロードしつつ，別のタブ（Figure 7-6 (a)のタブ A）で Web サイトを閲覧する状況を模擬している。また，Figure 7-6 (b)に示すように，実験参加者はタブのタッチ操作により任意のタイミングでフォア

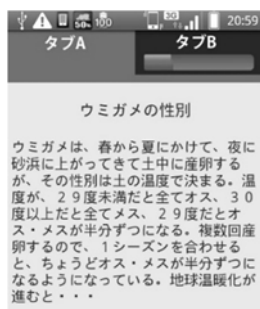
グラウンド・タブ⁶(以下 FG) とバックグラウンド・タブ⁷(以下 BG) を入れ替えることが可能である。ただし、FG/BG の入れ替えにより、動画ダウンロード速度が変化するなどの効果は一切無いものとした。尚、デフォルトでは、タブ A が FG、タブ B が BG である。

本実験における画面遷移の様子を Figure 7-7 に示す。Figure 7-7 の画面 1 に示すように、タブ B において動画のダウンロードが進行し、所定時間経過後に画面 2 に示すように「ダウンロード完了」というメッセージが表示される。ただし、ダウンロードが完了しても自動的にタブ B が FG になることはない。実験参加者は、画面 3 に示すように、タッチ操作によりタブ B を能動的に FG にし、さらに「次へ」ボタンをタッチすることにより、画面 4 に示す満足度評価画面に進む。

要因として、タブ A に表示するテキスト、およびタブ B に表示するプログレスバーの有無について Figure 7-8 に示すマルチタブ 4 パターンとシングルタブ 1 パターンの合計 5 パターンを設定した。マルチタブはそれぞれ、「タブ A：雑学＋タブ B：連続変化 PB（雑学＋連続変化 PB 条件）」、「タブ A：雑学＋タブ B：表示無し（雑学のみ条件）」、「タブ A：川柳＋タブ B：連続変化 PB（川柳＋連続変化 PB 条件）」、「タブ A：川柳＋タブ B：表示無し（川柳のみ条件）」である。雑学は 7.1 節と同じものをランダムに選択して使用した。これは通常で読む場合には個人差はあるものの概ね 12 秒前後の時間を要する。川柳は五・七・五の文言であり、読み終わるまでに 2 秒程度の時間を要する。シングルタブ条件は、連続変化 PB のみを画面に提示した。各実験条件とも、動画ファイルのダウンロードに要する待ち時間長として 4、10、15、20、25 秒の 5 水準を設定した。

⁶ 端末からの操作を受け付ける状態のタブ。利用者の注意を最も強く引いていると考えられる。

⁷ フォアグラウンド以外のタブ。



(a) 画面構成



(b) FG/BG の入れ替え

Figure7-6 スマートホンによるマルチタブ環境下を想定した実験における PAC の表示画面。

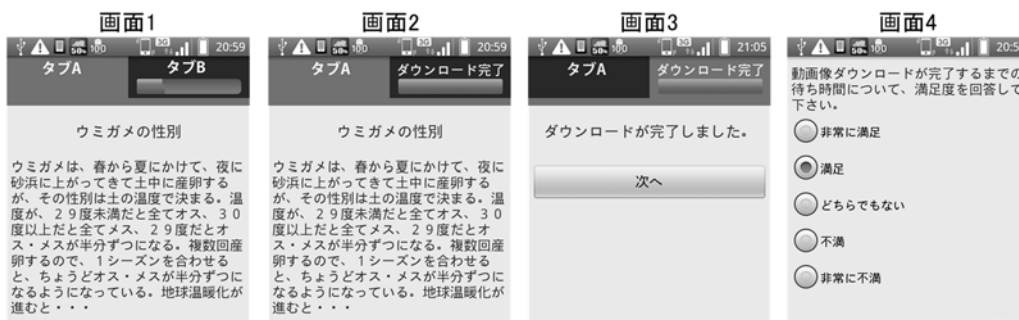


Figure7-7 スマートホンによるマルチタブ環境下を想定した実験における PAC の画面遷移。

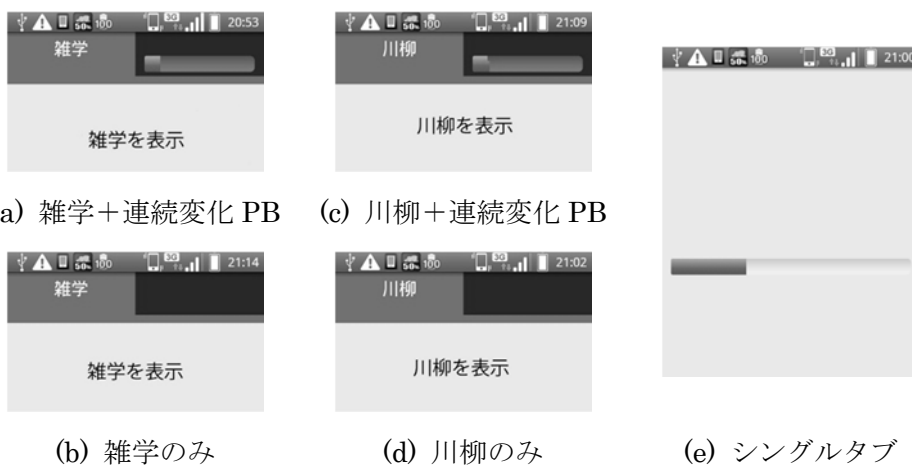


Figure7-8 スマートホンによるマルチタブ環境下を想定した実験における各実験条件における表示画面。

結果

動画ファイルのダウンロードが完了するまでの、表示画面条件別の待ち時間に対する満足度評価結果を Figure 7-9 に示す。待ち時間(5)と表示画面(5)を要因とする2要因分散分析を行った結果、待ち時間長 ($F(4, 6384) = 820.7, p < .001$) と表示画面 ($F(4, 6384) = 267.6, p < .001$) の主効果は有意であった。また、これらの交互作用も有意であった ($F(16, 6384) = 14.6, p < .001$)。前節で述べた実験の結果と同様の傾向を示しており、プログレスバーを表示することにより待ち時間に対する評価が寛容になり、更にタブ A に雑学を表示することで、シングルタブ条件に比べて待ち時間に対する満足度が大きく向上した。これに対して、川柳を表示した条件はいずれも満足度が低下した。

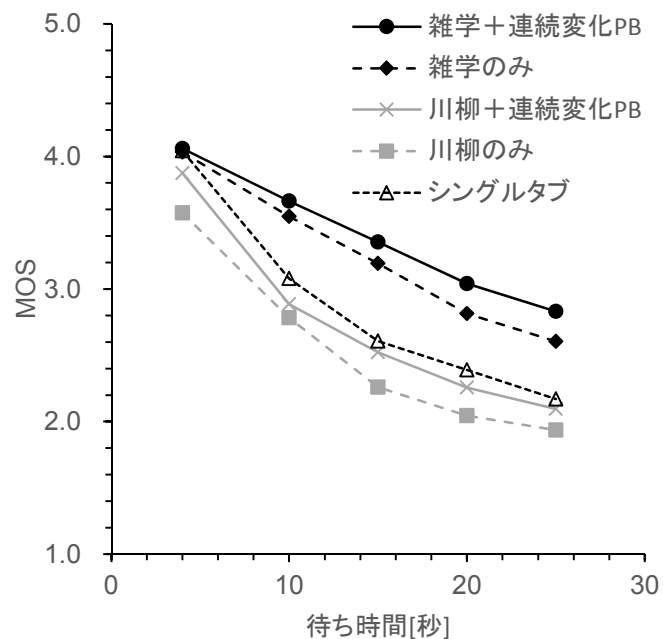


Figure7-9 スマートホンによるマルチタブ環境下におけるダウンロード条件での、画面表示条件別の待ち時間に対する MOS。

次に、待ち時間中にタブのタッチ操作により FG/BG の入れ替えを行った回数について、実験参加者全体の平均値を算出した結果を Figure 7-10 に示す。本結果に対して、待ち時間（5）と表示画面（5）を要因とする 2 要因分散分析を行ったところ、待ち時間長 ($F(4, 4788) = 86.9, p < .001$) と表示画面 ($F(3, 4788) = 118.5, p < .001$) の主効果は有意であった。また、これらの交互作用も有意であった ($F(12, 4788) = 16.6, p < .001$)。待ち時間が長くなるにつれ、FG/BG の入れ替え回数は増加している。また、連続変化 PB の表示が行われることで、表示がある条件に比べて FG/BG の入れ替え回数が有意に少ない値となっている。

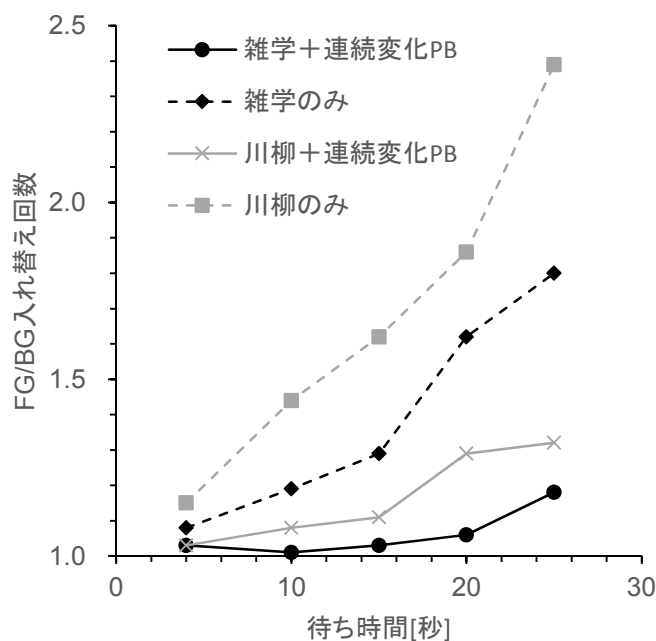


Figure7-10 スマートホンによるマルチタブ環境下におけるダウンロード条件での、画面表示条件別の FG/BG 入れ替え回数。

最後に、待ち時間中に 1 回以上 FG/BG の入れ替えを行ったグループと行わなかったグループに群分けし、グループ毎に待ち時間に対する満足度を算出した結果を Figure 7-11 に示す。Figure 7-10 の結果が示すとおり、雑学+連続変化 PB 条件と川柳+連続変化 PB 条件では FG/BG の入れ替えを行った実験参加者が非常に少なかった。このため、雑学のみ条件と川柳のみ条件を分析対象とした。Figure 7-11 に示す結果から、FG/BG の入れ替えを行ったグループは、入れ替えを行わなかったグループに比べて待ち時間に対する満足度が低いことが確認された。

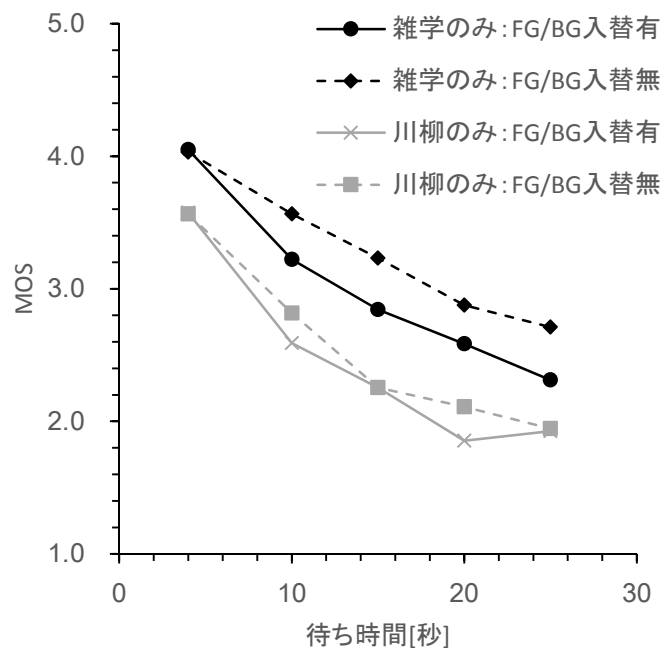


Figure7-11 スマートホンによるマルチタブ環境下におけるダウンロード条件での、表示画面×FG/BG 入替有無による群別の待ち時間に対する MOS。

考察

6.3 節および 7.1 節では、待ち時間中の画面に様々なコンテンツの表示を行うことによる、待ち時間に対する満足度の影響を評価した。本節では、フィーチャーホン利用を前提としていたこれまでの実験とは異なり、スマートフォンを利用したマルチタブ状況での評価を行い、利用者のタブの切り替え行動のデータを取得することで、利用者が課題を制御する行為を分析した。

プログレスバーの効果や雑学表示の効果は、前節までの結果と整合したものとなった。プログレスバーに加えて雑学を表示することで、特に長い待ち時間長において満足度の上昇が見られた。シングルタブでプログレスバーのみを表示した条件との比較により、7.1 節では設定しなかった雑学のみを表示する条件においても、満足度が上昇することが確認された。

雑学に加えて連続変化 PB を表示した条件では、テキストを読んでいたと考えられる 12 秒以下ではほとんどタブの切り替え動作が見られなかった。川柳と連続変化 PB が表示された条件では、短い待ち時間長においてもタブの切り替え動作が見られていることから、提示されたテキストを読む課題に注意が向いていたと考えられる。これに対して、雑学や川柳のみを表示した条件では、短い待ち時間長からタブの切り替え動作が増加しており、待ち課題の進行状況が確認できない状況では、テキストが表示されていてもタブの切り替えにより状況の確認が行われている。このことは、プログレスバーの表示が、雑学が表示された状態においても待ち課題の進行状況を確認する機能として働いていることを示唆している。つまり、待つ行為中の 2 重課題状況では、待ち課題に対して注意を一定程度向けており、プログレスバーの確認やタブの切り替えにより、進行状況を確認していると考えられる。

テキストのみを表示した条件において、タブの切り替え動作を行った群は、行わなかった群に対してより低い満足度を示した。タブの切り替え動作は進行状況の確認をする行動であり、待ち課題へ注意が強く向いていることを示していると考えられる。つまり、待ち時間に対する主観評価のプロセスにおいては、待ち課題の進行状況へ注意が強く向けられると、待ち時間に対する不満が大きくなると考えられる。これは、7.1 節の結果から、経過時間を長く感じる事が理由ではなく、時間の経過に対して感じる不満が強くなるためだと考えられる。

テキストの提示により満足度が上昇した結果から、テキストの表示により待ち課題を BG へ移すことで、より長い待ち時間でも満足度の低下が抑えられることが示された。これは、待ち時間問題の解消に向けたサービス制御方式を実現するにあたって、利用者がサービスを BG で利用する場合については計算機リソースや割り当て帯域を通常より小さく設定しても満足度に与える影響は比較的強く抑えることができるかと予想される結果である。ただし、川柳を提示した条件で、シングルタブで連続変化 PB を表示した条件よりも満足度が低下したことから、コンテンツの内容が大きく影響する。また、HNI のコンセプトに基づけば、テキストやプログレスバーの表示は、利用者が待つ行為の状況確認を能動的に制御するため情報やコンテンツの提示である。このため、テキストの提示によりサービス利用の中断を行った場合には、逆に満足度を大きく低下させてしまう可能性がある。このため、利用者の端末と連携してサービス利用状況を正確に把握する必要があると言える。

第 7 章 参考資料（提示した雑学）

【1】 落石注意（155 文字）

「落石注意」の道路標識は、「落ちてくる石」に注意を促しているのではなく、「落ちている石」に注意を促している。この道路標識（警戒標識）の正式名称は「落石のおそれあり」。石が落ちてくるような場所では「落石注意」ではなく、「落石頭上注意」という表示になる。そもそも、石が落ちてくるような危険な場所は、通行止めになる。

【2】 ウミガメの性別（153 文字）

ウミガメは、春から夏にかけて、夜に砂浜に上がってきて土中に産卵するが、その性別は土の温度で決まる。温度が、29 度未満だと全てオス、30 度以上だと全てメス、29 度だとオス・メスが半分ずつになる。複数回産卵するので、1 シーズンを合わせると、ちょうどオス・メスが半分ずつになるようになっている。地球温暖化が進むと・・・

【3】 ビールは何故大量に飲める？（152 文字）

水はダメなのに、何故かビールはジョッキで何杯も飲めるという人がいるのは何故か？これはビールと水では、吸収のされ方が違うため。ビールを飲むと、含まれるアルコールと炭酸ガスが胃を刺激して、ビールを小腸へと送りこむ。このため、腸で吸収されて尿になる。水は、胃袋から腸へ少しずつしか送られず、大量の水は飲めない。

【4】 衆議院は参議院より大事？（141 文字）

衆議院にあって参議院にないものがある。それは、防災頭巾。衆議院の本会議場の椅子の下には、防災頭巾が備え付けられている。これは、衆議院本会議場の天井にステンドグラスがあるため。地震などでステンドグラスが壊れた場合、降ってくるガラスの破片から防災頭巾で議員の身を守ろうというわけである。

【5】カップラーメンの待ち時間はなぜ3分？（156文字）

技術的には1分で食べられるカップラーメンは作れる。しかし、3分待たされることで、さらにお腹がへり、よりおいしく食べられるということで3分に設定されている。これが1分では、早すぎて食べるぞという気分が盛り上がってこないらしい。逆に、5分では長すぎてイライラするという。3分は、そうした消費者心理の研究の成果である。

【6】学ランのランって何？（142文字）

江戸時代、日本に来たオランダ人が着ていた詰襟の服のことを、日本人はランダと読んでいた。明治時代に入り、学生が詰襟の制服を着るようになると、それを見た周囲の人々は「学生用のランダ」と呼び始めるようになり、それが短くなって「学ラン」となった。つまり、学ランのランは、オランダのランである。

【7】アイスクリームは太りにくい？（149文字）

アイスクリームは高カロリーで、いかにも太りそうだが、実は意外とそうでもない。食べた時に一時的に体温が下がるため、体は体温を元に戻そうとする。このときにカロリーの一部が使われるので、すべてのカロリーが体に吸収されずに済むというわけ。ただし、高カロリーであることには変わりはないので、食べすぎには注意。

【8】ホワイトハウスはなぜ白い？（152文字）

ホワイトハウスは、当初は白ではなかった。完成の10年後、米英戦争の戦火で大半が焼失してしまったため、すぐ改修工事を行おうとしたが、当時のアメリカ政府にはお金がなく、焼け焦げた部分を白ペンキで隠してしまった。これが国民に好評で、正式に改修工事が行われた後も真っ白な外観は保たれて、現在にも受け継がれている。

【9】三角定規の真ん中の穴（148文字）

三角定規の穴には、幾つかの役目がある。まずは、空気を抜くこと。紙と定規との間に空気が入って定規が浮いてしまっは、まっすぐな

線が引きにくいいため、空気を抜き、定規と紙を密着させる。次に、定規の変形を防ぐこと。プラスチックは夏の暑さで伸び、冬の寒さで縮む性質があるので、穴がその伸縮を調節してくれる。

【10】 チャキチャキの江戸っ子（153文字）

「チャキチャキの江戸っ子」という言い方があるが、このチャキチャキには漢字がある。それは「嫡々」。この「嫡」という漢字には、「嫡子（ちやくし）」や「嫡流（ちやくりゅう）」という言葉にあるとおり、正しい跡取りの血筋を意味する。このため、チャキチャキの江戸っ子とは、正当で純粋な江戸っ子であることを意味している。

【11】 最終走者は何故アンカー？（149文字）

アンカーとは英語で「錨（いかり）」を意味するが、何故リレー種目の最後の選手はアンカーと呼ばれるのだろうか？これは、かつてオリンピックの正式種目だった「綱引き」に由来している。綱引きでは、最後尾に最も体重が重くて力が強い選手をおき、これをアンカーと呼んだことから、リレー種目でも使われるようになった。

【12】 切り札の選手は何故エース？（150文字）

エースという言葉は、メジャーリーグで活躍したアーリー・ブレイナーという選手のあだ名、エイサ（Asa）に由来すると言われている。彼は、1869年に、チームが行った全69試合中65勝を挙げるという凄い記録を持ち、これ以降良い投手を「エイサのようだ」と形容するようになり、現在では切り札となる人物をこう呼ぶようになった。

第四部 応用編

第8章

待ち時間の解消に向けた応用研究

第7章までの実験結果に基づき、待ち時間をICT利用行動全体の中におけるネットワークからのフィードバック情報と位置付け、利用者が自らの行動を制御する行動の結果として満足度を捉える Human-Network Interaction のコンセプトの妥当性を検証した。本章では、このコンセプトに基づいた工学応用について述べる。

8.1. 二重課題状況下での通信速度制御【研究15】(実験16)

7章における結果によれば、二重課題状況下において、待ち課題と読み課題の二つの課題を提示することで、待ち課題を単一で提示した場合よりも許容できる待ち時間長が長くなること、待ち課題に注意が強く向くと満足度が低下することが明らかとなった。これは、通信品質が低下した際にも、ユーザの認知的方略により直接不満に繋がらない行動を利用者が選択できる機能を持たせることで、人とネットワークの相互作用の観点からネットワークの使いやすさが向上し、体感品質を維持できる可能性を示唆している。このことから、通信サービス利用時におけるユーザの行動特性に着目して、満足度の観点から通信帯域や計算機リソースを適切に配分しサービス制御を行う方式を提案した。提案方式の基本機能を実装したプロトタイプシステムを用い

て主観評価試験を行った。

8.1.1. サービスフレームワークの提案

Figure 8-1 に、二重課題に代表されるマルチタスク環境下で、利用者の認知的方略をサポートするサービス制御フレームワークの概略図を示す。サービスをマルチタスクとして利用する場合において、サービスを FG と BG に分類する。サービスが BG である場合、FG の場合に比べてサービス利用状況の進捗に対する関心が低下し、その結果利用者の許容できる待ち時間が長くなり、サービス品質の劣化に対して寛容になると考えられる。この特徴を利用して、利用するアプリケーションの種類や利用状態 (FG か BG か) に基づいて、端末側あるいはネットワーク側で適切なリソース制御を行うことにより、ユーザ満足度の低下を最小限に抑えつつ必要なサービス制御を実施することが可能であると考えられる。

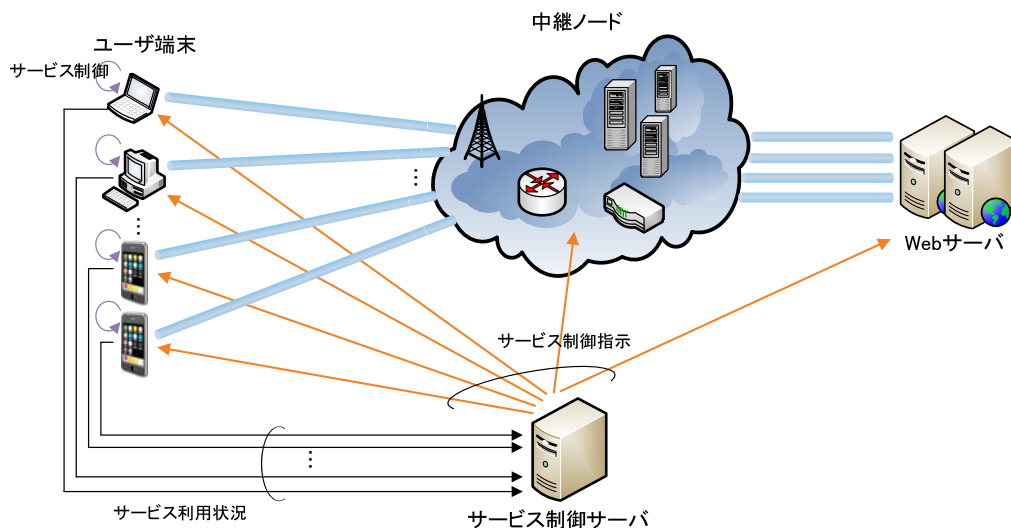


Figure8-1 マルチタスク環境下でのサービス制御フレームワーク。

8.1.2. 評価実験に基づくシミュレーションによる検討

提案方式の効果について、7.2 節の結果を用いてコンピュータシミュレーションによって確認した。ここでは、提案方式を用いることによって、どの程度のトラフィック量削減が可能であるかを確認した。このシミュレーションでは、1000 人の利用者がコンテンツファイルをダウンロードするためにウェブブラウジングを行っている状況を想定した。シミュレーション条件を Table 8-1 に示す。ダウンロードするファイルのサイズを 1.0Mbyte に設定した。ここで MOS の目標値を 3.0 に設定し、許容可能な待ち時間の長さを条件 1 で 20 秒、条件 5 で 5 秒と決定した。これより、利用者が待ち課題を FG にしている場合は 20 秒、BG にしている間は 5 秒の目標値が設定される。これは、回線速度を待ち課題が FG の場合には 800kbps、BG の場合には 400kbps に設定することに相当する。

7.2 節の実験データから、400 名の実験参加者が FG と BG を入れ替えるタイミングに関する行動データが得られた。この行動データを元に、Figure 8-2 に示すようなトラフィック発生パターンを作成した。例えばユーザ#1 は待ち課題を BG にし続け、最初から最後まで 400kbps で通信を行っている。ユーザ#2 や#3 は、待ち課題を時々 FG にしているため、そのタイミングで 800kbps の通信速度を要求する。ここでトラフィック発生の 400 パターンの中に、同じパターンが発生している可能性は排除していない。

ここで、Figure 8-3 に示す異なる 3 つのアクセスパターンを考える。全て正規分布に従っており、それぞれ(a)は平均 20 秒で標準偏差が 7 秒、(b)は平均 20 秒で標準偏差が 5 秒、(c)は平均が 20 秒で標準偏差が 2 秒となっている。アクセスパターンとは、あるシステムに対して接続をするユーザ数の分を示している。例えばアクセスパターン

(a)では、0秒から数名のユーザがアクセスを開始し、その後時間が経つにつれてアクセスするユーザ数が増加していき、20秒をピークにして減少に向かう。それぞれのアクセスパターンとなるユーザの総数をおおよそ均等に揃えるため、それぞれ974, 979, 991とした。それぞれのアクセスパターンに対して、行動パターンユーザ#nがランダムに選ばれて、それらを多重化して各時点での要求トラヒックの総量が決定される。

Figure 8-4 にシミュレーションの結果を示す。提案方式によって、要求トラヒックのピーク値が減少していることが分かる。その減少の度合いはトラヒックパターンによって異なり、より集中してトラヒックが発生するパターン(c)の方が、よりトラヒックが平準化して発生するパターン(a)よりも要求トラヒックのピーク値が大きく減少した。これは、待ち課題と読み課題の二重課題環境下で、待ち課題がBGになった場合に通信速度を800kbpsから400kbpsへ落とすことによる効果が、ユーザの多重数が多いときほど効果が有ることを示している。このシミュレーションの結果により、提案方式が利用者の満足度を一定にしながらトラヒックの時間的な集中を避ける効果があることが明らかとなった。

Table8-1

数理シミュレーションにおける条件

パラメータ	値
コンテンツのファイルサイズ	1.0 MByte
要求スループット	400 kbps (BG タスク) 800 kbps (FG タスク)

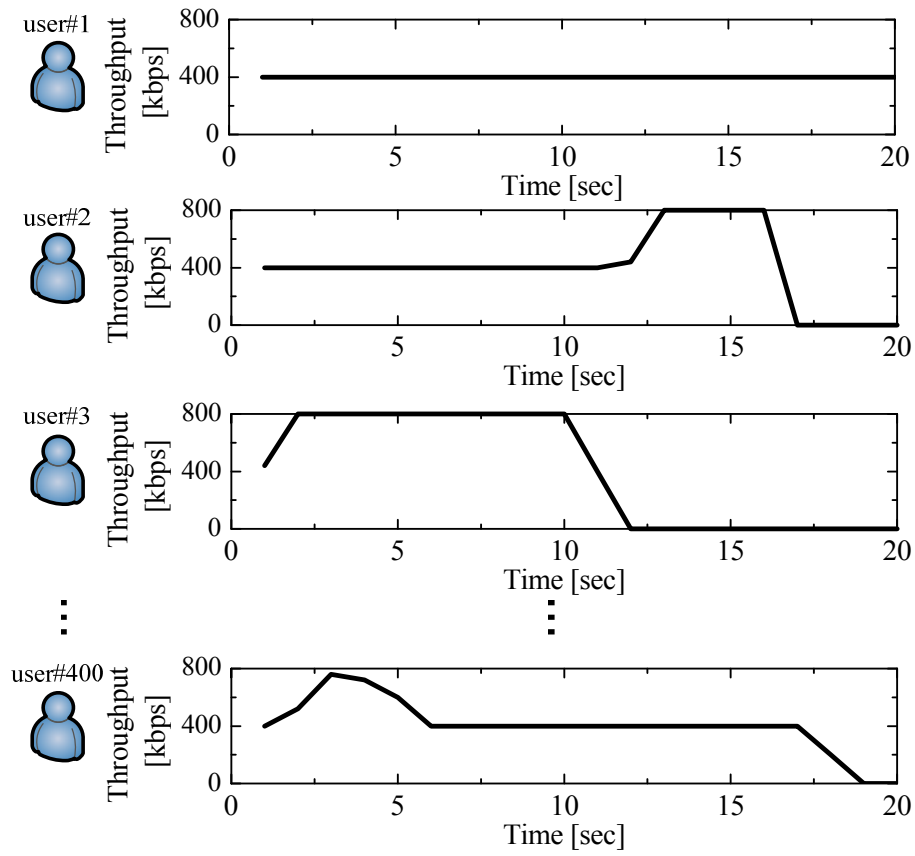


Figure8-2 Example of traffic generation pattern

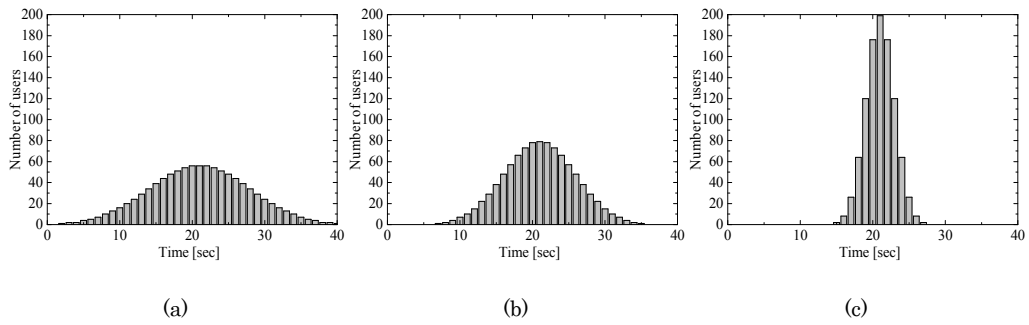


Figure8-3 シミュレーションに用いたアクセスパターン

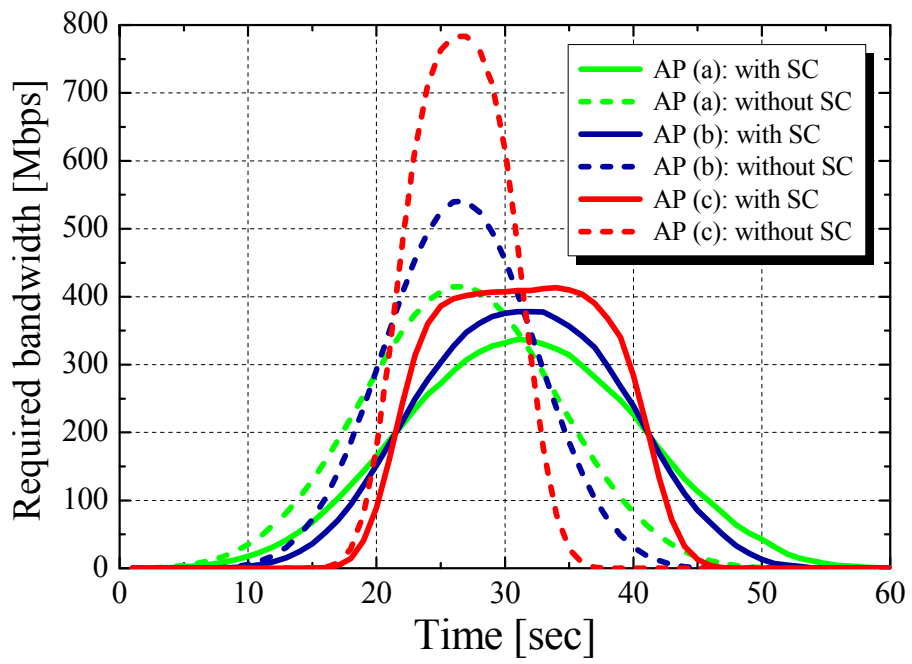


Figure8-4 数理シミュレーションの結果

8.1.3. 評価試験（実験 16）

概要

7.2 節の心理実験の結果に基づき行った前項の数理シミュレーションにより，FG と BG を認識して利用者へのスループットを変化させる手法に効果があるとの結果が得られた。そこで，Figure 8-5 に示す評価環境を構築し，実利用環境下で提案方式の効果を測定した。

実験参加者

日常的にスマートフォンを利用している 10 代～50 代までのユーザ 100 名(男性 50 名，女性 50 名)が参加した。

手続き

実験参加者には，Figure 8-4 に示す環境下において，ユーザ端末としてプロトタイプ端末を用いて本評価試験用に構築した Web サーバにアクセスさせた。Web サーバでは，Figure 8-6 に示すような口コミサイトが運営されており，実験参加者には，ダウンロードボタンをタッチすることにより動画像コンテンツ(2.0MByte)のダウンロードを開始し，ダウンロードが完了するまでの間，当該動画像に関する口コミを閲覧しつつ待機するよう教示した。サービス制御サーバには，制御ポリシーとして，動画ダウンロードサービスを BG で利用する際のスループットを 5 条件（200，400，600，800，1000kbps）設定し，実験参加者にランダムな順で提示した。実験参加者には，条件毎に，動画ダウンロード速度に対する満足度，およびダウンロードの進捗が気になったかどうか（DL 進捗への意識）をそれぞれ 5 件法で回答を求めた。

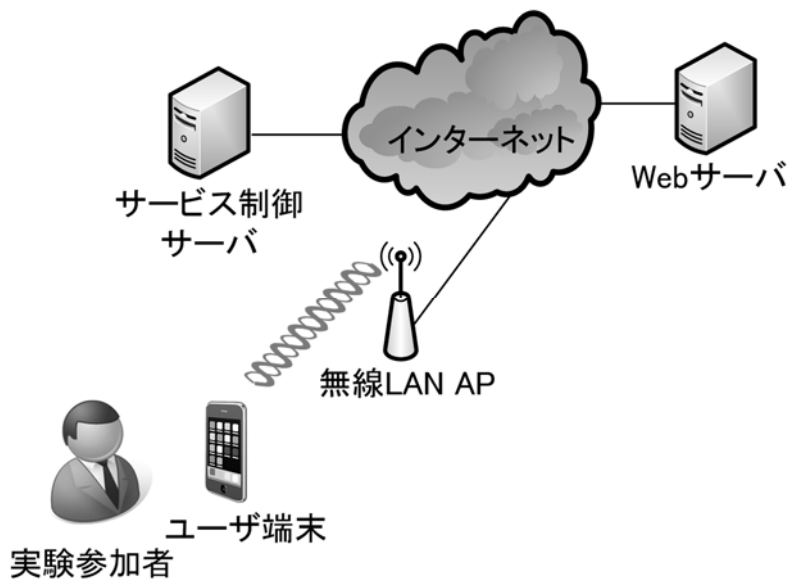


Figure8-5 FG/BG の切り替えにより通信速度を変化させる方式の評価試験環境。



Figure8-6 FG/BG の切り替えにより通信速度を変化させる方式の評価用 Web サイト。

結果

結果を Figure 8-7 に示す。分散分析を行った結果、DL 速度に対する満足度は 600, 800, 1000kbps の場合において有意な差が確認されなかった。DL の進捗に対する意識についても同様の結果であった。これらの結果から、BG タスクのスループットは、40%程度絞った場合においても満足度に与える影響は小さく、提案方式によるサービス制御が有効であることが確認された。

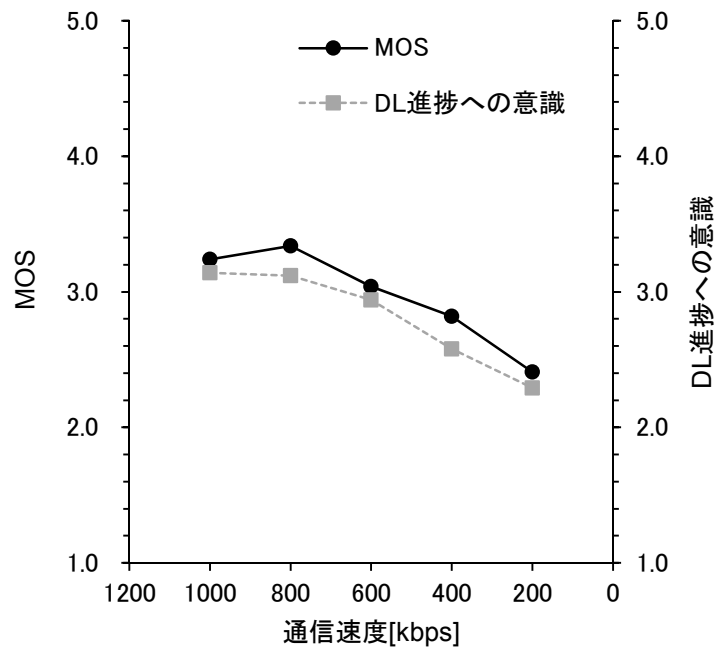


Figure8-7 BG タスクのスループットと主観評価結果

8.2. 利用状況の可視化による行動変容【研究 16】(実験 17)

概要

人とネットワークの相互作用（HNI）の観点からは、ネットワーク状態や利用履歴の可視化が、使いやすいネットワークを設計する上で重要な要素となる。ユーザの生活内でネットワーク状況を予測可能にすることで、ネットワーク状態が良い場所での利用を促し、結果的に設備利用率の向上に繋がる可能性がある。矢守・于・山形・田中（2012）では、質問紙による調査により、通信品質と、その品質を得るために移動しても良いと思う距離（WTM：Willingness to Move）の関係を定量的に明らかにし、通信速度を増加させるために一定程度のコストを払う人がいることを示している。

本章では、ネットワークの使いやすさという観点を考慮して、ネットワークの選択を行う行動について検討を行った。使いやすいネットワークとは、ユーザがネットワークの状態を容易に把握でき、問題が発生した際には、ユーザの取った行動により問題が解決されるように設計されたネットワークである。こうした考えを拡張して、ネットワークの特徴を理解することで、利用者が更に積極的に行動を変容させる仕組みの提供する手法について検討した。

提案コンセプト

提案コンセプトは、利用者に過去のネットワーク利用履歴を提示することにより、適切な無線ネットワークの選択を支援するというものである。スマートホンの利用においては、3G、LTE、Wi-Fi、WiMAXなど複数の無線サービスを利用することができる。無線ネットワークの状況は利用時間や場所により変動し、その変動の仕方は無線サービスによって異なる。例えば、移動環境での利用では3GやLTEが最も高

速かつ安定した無線サービスであることが多いが、利用者の自宅や職場、学校などの静止環境では Wi-Fi の方がより高速である場合がある。このときは Wi-Fi を利用することで高速なインターネット接続環境が実現できる。これにより、利用者個人がより速い無線サービスを利用することができるようになるだけでなく、無線サービス間でトラフィックを按分することが可能になるため、無線サービス毎のトラフィック量のピークを抑えることができる可能性がある。このような、利用者個人にもネットワーク全体にとっても望ましい利用者の行動として、Figure 8-5 に示す動線を想定した。

しかし、多くの利用者はどの無線サービスを利用しているかについて意識的ではなく、適切な時間と場所で特定の無線サービスを選択する行動を取る人は多くない。ほとんどの利用者は、同じ無線サービスを使い続けるか端末の自動選択機能に任せている。この行動を変えるためには、Figure 8-8 の動線におけるトラフィックの“予防的抑制”や“対処的抑制”さらに無線環境悪化時に利用するコンテンツをダウンロードする“他ネットワークでの予防的トラフィックの発生”を促進するために、「アプリケーションでの状況確認」を定期的に行う必要がある。このため、ネットワークの状況を利用者にフィードバックするだけでなく、その利用履歴を適切に可視化すると共に、無線ネットワークの選択的な利用を動機づける機能が求められる。そこで以下の二つの機能を持つコンセプトを提案した。一つ目は「過去の無線ネットワークを経由したトラフィック量を感覚的に理解可能であること」。二つ目は「能動的な無線ネットワークの選択を促進すること」。このコンセプトに基づき Android 端末上でプロトタイプアプリケーションを作成して、フィールド実験を行った。

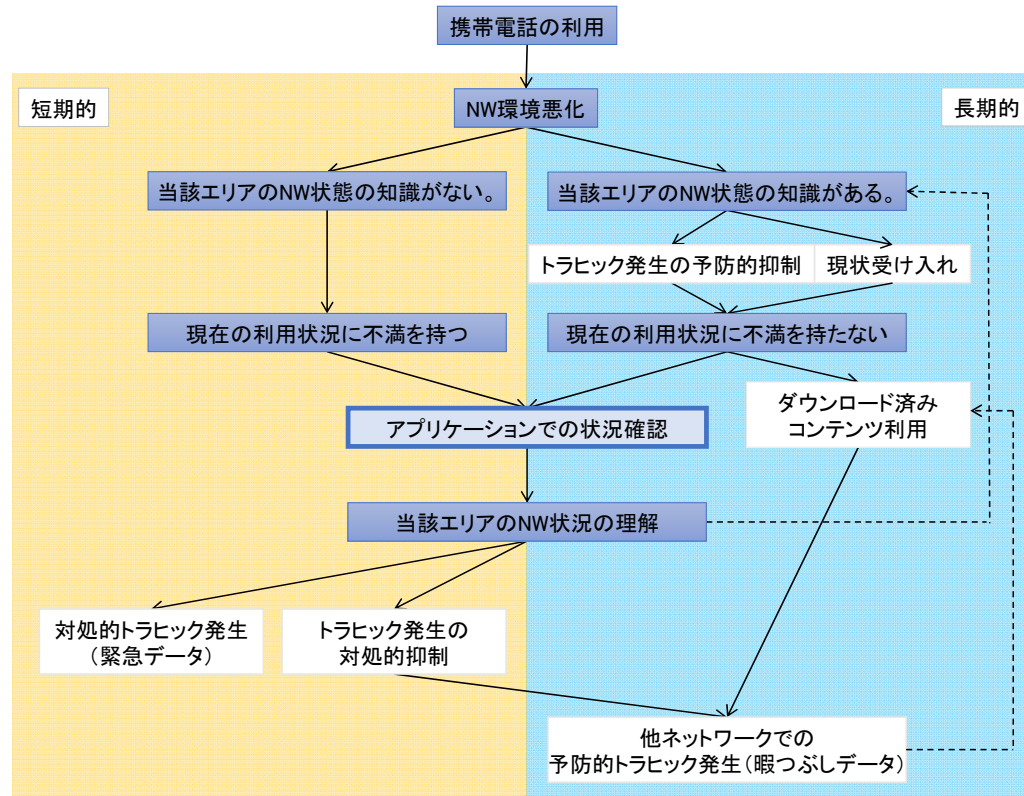


Figure8-8 複数の無線ネットワークを利用する環境での想定する利用者の動線。

8.2.1. 第 1 回実装

アプリケーション概要

まず無線サービスの違いを意識的に行うために、Wi-Fi が利用できる環境において Wi-Fi の利用行動を促すことを目的としたアプリケーションを作成した。第 1 回実装では、街づくりゲームに類似としたデザインを行った。Wi-Fi を経由したトラフィック量に応じて、街のパーツが増加していく機能を持たせた。Figure 8-9 に作成したプロトタイプアプリケーションの表示画面例を示す。ユーザは、画面上のパーツが広がっていくことにより、Wi-Fi を利用した量を理解することができる。本アプリケーションは、ゲームと言うよりはエンターテインメントであると言える。なぜなら、ユーザは直接的に街のパーツを制御することはできず、パーツの増加は Wi-Fi を経由したトラフィック量により間接的に実現するためである。しかし、ユーザは日々のネットワーク利用行動により街が変化することを確認することはできるため、その行動に影響を与えると考えた。本アプリを楽しむことで、ネットワークの利用状態をチェックする行動を起こすモチベーションを高めることが狙いである。その意味では、行動変容の基本的な考え方は、“ゲーミフィケーション” (Deterding, Khaled, & Nacke, 2011) に基づいていると言える。

本アプリケーションでは、街のパーツは、Wi-Fi を経由して通信を行ったトラフィックの累積的な量によって決定されている。初期状態は、画面全体が海として表示される。Wi-Fi を経由した累積トラフィック量が増加すると共に、画面内に街のパーツが配置されていく。街のパーツは約 100 種類用意されており、アルゴリズムに基づきパーツが選択されて画面上に配置される。街のパーツは、スマートホン上で利用したアプリケーションにより選択される。このアプリケーションの中で

街を大きくするモチベーションを通じて、Wi-Fiに自発的に接続をする機会を増やすことを期待した。ユーザは街が発展していく状態をエンターテイメントとして楽しみつつ、速い通信速度を体験することが可能となる。

実験参加者

本アプリケーションを用いて、フィールドテストを行った。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31名（男性19名，女性12名）である。年齢は、20-34歳で、普段からスマートフォンを日常的に利用している人であった。参加者に対して所定の謝金が支払われた。

手続き

作成したアプリケーションを自らのスマートフォンにインストールし、1週間自由に利用をした後に下記の質問へ回答を求めた。

Q1：アプリはWi-Fiの接続履歴の確認に役立ちましたか？

（5：役立った，4：やや役立った，3：どちらでもない，
2：あまり役立たなかった，1：役立たなかった）

Q2：ウィジェット/アプリを利用することで、ご自宅でWi-FiをONにする機会は増えましたか？

（3：増えた，2：変わらない，1：減った）

Q3：ウィジェット/アプリを利用することで、ご自宅以外でWi-FiをONにする機会は増えましたか？

（Q2と同じ）

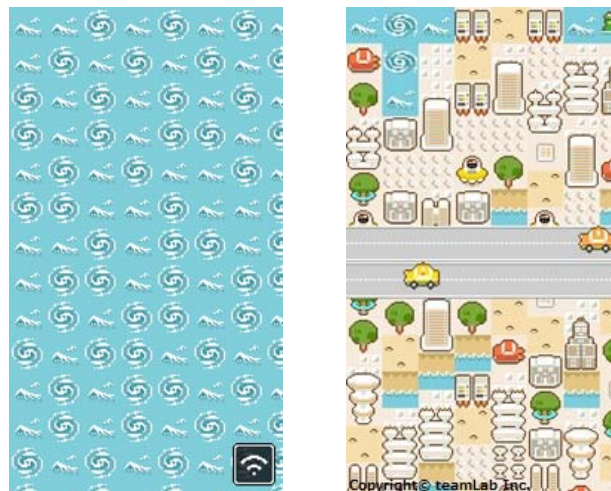
Q4：本アプリを今後も使い続けたいと思いますか？

（5：思う，4：やや思う，3：どちらとも言えない，2：あまり
思わない，1：思わない）

結果と考察

Table 8-2 に結果を示す。参加者の 19.4%が「Q1：アプリは Wi-Fi の接続履歴の確認に役立ちましたか？」という質問に対して肯定的な回答をした。また，71.0%の参加者がアプリを利用することで，自宅以外で Wi-Fi を ON にする機会が増えたと回答した。

Table 8-3 に各質問項目間の相関値を示す。Q1 は Q3 および Q4 と弱い相関を示した。実装したアプリケーションによって Wi-Fi の利用履歴を理解できたと感じた人は，自宅外での Wi-Fi 利用を増加させ，本アプリケーションの継続利用の意志が高かったことを示している。しかし，継続利用に対して好意的な反応を示した実験参加者は 22.6% に留まっている。アプリケーションの利用が行動を変容させる効果があることは確認されたものの，その効果は限定的なものであるという結果となった。



(a) 初期状態

(b) 利用途中状態

Figure8-9 第1回実装のアプリケーション画面表示例。

Table8-2
各質問項目への回答比率

質問項目	回答				
	5	4	3	2	1
Q1 (アプリの有用性)	6.5%	12.9%	38.7%	29.0%	12.9%
Q2 (自宅での Wi-Fi 利用の増加)			9.7%	90.3%	0.0%
Q3 (自宅外での Wi-Fi 利用の増加)			71.0%	29.0%	0.0%
Q4 (継続利用の意志)	0.0%	22.6%	12.9%	38.7%	25.8%

Table8-3
各質問項目間の相関値

質問項目	Q1	Q2	Q3	Q4
Q1 (アプリの有用性)	1	.09	.36*	.36*
Q2 (自宅での Wi-Fi 利用の増加)		1	.21	.20
Q3 (自宅外での Wi-Fi 利用の増加)			1	.26
Q4 (継続利用の意志)				1

8.2.2. 第 2 回実装

アプリケーション概要

第 1 回実装を用いた評価実験により，ネットワークの利用履歴を可視化することで，通信行動が変容することが確認できた。しかし，その効果が限定的であったため，行動変容の効果を高めるデザインの変更を行った。第 1 回実装の評価実験の参加者からは，街のパーツの増加する速度で Wi-Fi 利用量を見積もることが難しかったというフィードバックがあった。こうした意見をもつ実験参加者は，むしろトラヒック量の変化を直接的に反映した画面の変化を望んでいた。

これに基づき画面のデザイン変更を行った。Figure 8-10 に第 2 回実装の画面デザインを示す。本デザインでは，二つの新しい機能を加えた。一つは累積トラヒック量を直接的に示すインジケータの追加である。インジケータは二つ追加されており，一つは画面中心に配置された“樹タイプ”で，もう一つは画面上部に配置された“バータイプ”である。アプリ利用者は，第 1 回実装よりも容易に累積トラヒック量を確認することができる。二つ目の追加機能は，SNS (Social Network Service) との連携である。街のマップ上に，Twitter でフォローしているユーザを配置することで，本アプリを起動する回数を増やすことを期待した。

実験参加者

本アプリケーションを用いて，第 2 回の評価実験を実施した。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 32 名（男性 18 名，女性 14 名）である。参加者は 20-33 歳で，全て Android スマートホンユーザで，日常的にスマートホンを利用している。参加者には規定の謝金が支払われた。

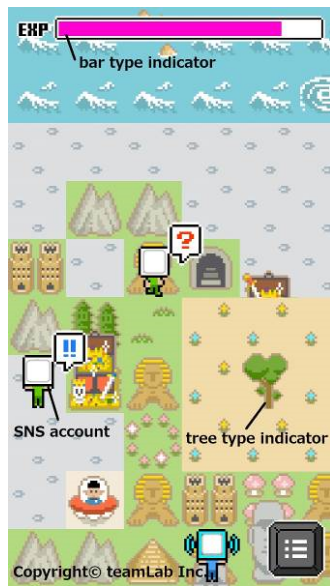


Figure8-10 第2回実装のアプリケーション画面表示例。

手続き

本アプリケーションを1週間利用した後、質問紙への回答を求めた。質問項目として、第1回実装の評価実験の4つの項目に、以下のQ5を追加した。

Q5：本アプリ/ウィジェットを楽しく利用できましたか？

(5：楽しかった，4：やや楽しかった，3：どちらでもない，
2：ややつまらなかった，1：つまらなかった)

結果と考察

各質問項目への回答比率を、Table 8-4 に示す。画面デザインの変更を行ったことで、「アプリはWi-Fiの接続履歴の確認に役立ちましたか？」という質問に肯定的な回答をした人は、第1回実装の19.4%から31.2%に増加した。また、参加者の21.9%が自宅と外出先でのWi-Fi利用が増加したと回答し、また28%の参加者が自宅もしくは外出先でのWi-Fi利用が増加したと回答した。

Table 8-5 に質問項目毎の相関値を示す。宅内で Wi-Fi を ON にする機会の増加と継続利用意向の間で、0.45 という中程度の相関が得られている。また、継続利用意向はアプリ利用の楽しさと 0.74 と強い相関が得られている。アプリケーションの楽しさが、直接 Wi-Fi 利用の増加に繋がらなかったのは、アプリケーションそのものを利用するだけで楽しかった人は、アプリケーションの楽しさが、Wi-Fi を ON にする動機づけに繋がらなかったためと考えられる。実際に、継続利用意向とアプリケーションの楽しさは強い相関が得られており、アプリケーションだけを楽しんだ人が一定程度いたことを示していると考えられる。

自宅での Wi-Fi 利用の増加と継続利用意向との間で中程度の相関が得られたことは、アプリケーションを上手に利用できたと考えたことから、アプリケーションの利用に意義があったと感じ、継続利用意向に繋がったと推察される。これらの結果から、ネットワークの利用履歴を可視化して利用者に提示することで、利用行動が変容することが確認できた。

Table8-4
各質問項目への回答比率

質問項目	回答				
	5	4	3	2	1
Q1 (アプリの有用性)	3.1%	28.1%	15.6%	21.9%	31.3%
Q2 (自宅での Wi-Fi 利用の増加)	-	-	21.9%	75.0%	3.1%
Q3 (自宅外での Wi-Fi 利用の増加)	-	-	21.9%	78.1%	0.0%
Q4 (継続利用の意志)	6.3%	25.0%	15.6%	21.9%	31.3%
Q5 (利用を楽しめた)	15.6%	31.3%	12.5%	15.6%	25.0%

Table8-5
各質問項目間の相関値

質問項目	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
Q1 (アプリの有用性)	1	.05	-.03	.62*	.55*
Q2 (自宅での Wi-Fi 利用の増加)	-	1	.60**	.45*	.20
Q3 (自宅外での Wi-Fi 利用の増加)	-	-	1	.13	.01
Q4 (継続利用の意志)	-	-	-	1	.74*
Q5 (利用を楽しめた)	-	-	-	-	1

8.2.3. 第 3 回実装

アプリケーション概要

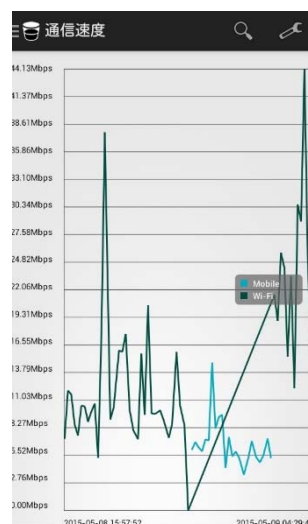
第 2 回実装の評価実験の結果から、アプリケーションによって Wi-Fi の利用量を確認できていると感じた参加者は、アプリケーションに対して好意的になり、使い続けたいと感じていることが明らかになった。しかし、第 1 回実装の評価実験では見られていた、Wi-Fi の利用量を確認できていると感じたとの回答と、Wi-Fi の利用が増加したとの回答の間の相関が消失した。

第 2 回実装の実験参加者のうち 5 名へのインタビューを行ったところ、ネットワークの品質が画面上に表示されていた方が望ましいとのコメントがあった。通信状態を直接比較できた方が、利用ネットワークを変更する気持ちが強くなるとの意見であった。質問紙やインタビューの回答を分析し、アプリケーションのデザインを再度変更した。

Figure 8-11 に第 3 回実装の画面デザインを示す。第 3 回実装では、メイン画面の他にサブ画面を用意した。Figure 8-11 (a) はメイン画面（以下“WiFi Town”）である。メイン画面は緑色とオレンジ色の二つのエリアに分かれている。緑エリアは Wi-Fi の利用量に基づき変化する領域で、オレンジエリアは 3G/LTE の利用量に基づき変化をするエリアである。このデザインにより、ユーザは Wi-Fi と 3G/LTE での累積トラフィック量を直接的に比較することが可能となる。それぞれのエリアでは、3 つの異なる色のパーツがスマートフォン上で利用をしたアプリケーションに応じて配置される。青色パーツは動画系アプリで、黄色パーツはブラウジング、赤色パーツは SNS を利用することで増加していく。この機能により、ユーザはそれぞれのアプリをどのネットワーク上でどの程度の量を利用したかを直感的に把握することができる。



(a) 「WiFi Town」の画面



(b) 「通信速度」の画面

Figure8-11 第3回実装のアプリケーション画面表示例。

二つ目の機能は、“mobile”（3G/LTE）と Wi-Fi でのスループットを表示する機能（以下“通信速度”）である。Figure 8-11 (b)に画面デザインを示す。利用しているネットワークのスループットを直接可視化することで、ネットワーク変更行動を増加させる狙いがある。

第1回および2回の実装と比較して、エンターテインメントの要素は減少した。しかし、直接的なフィードバックを行うことで自発的な Wi-Fi への接続が増加することが期待できる。

実験参加者

本アプリケーションを用いて、第3回の評価実験を実施した。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85名（男性71名、女性14名）である。参加者は20-33歳で、全てAndroidスマートフォンユーザーで、日常的にスマートフォンを利用している。参加者には規定の謝金が支払われた。

手続き

本アプリケーションのベースとなる機能を持つモジュールをインストールしてから 1 週間後に、「WiFi Town」と「通信速度」をインストールし、1 週間利用した後に質問紙への回答を求めた。質問項目は第 1, 2 回実装の評価実験とは異なり、「WiFi Town」と「通信速度」のそれぞれについて回答を求めた。また、Q5 として推奨度の評価を加えた。

Q1-1: 「WiFi Town」はネットワーク利用状況の確認に役立ちましたか？

(5: 役立った, 4: やや役立った, 3: どちらでもない, 2: あまり役立たなかった, 1: 役立たなかった)

Q1-2: 「通信速度」はネットワークの回線速度の確認に役立ちましたか？

(Q1-1 と同じ)

Q2: 「WiFi Town」と「通信速度」を利用することで、ご自宅で Wi-Fi を ON にする機会は増えましたか？

(3: 増えた, 2: 変わらない, 1: 減った)

Q3: 「WiFi Town」と「通信速度」を利用することで、ご自宅以外で Wi-Fi を ON にする機会は増えましたか？

(Q2 と同じ)

Q4-1: 「WiFi Town」を今後も使い続けたいと思いますか？

(5: 思う, 4: やや思う, 3: どちらとも言えない, 2: あまり思わない, 1: 思わない)

Q4-2: 「通信速度」を今後も使い続けたいと思いますか？

(Q4-1 と同じ)

Q5-1: 「WiFi Town」を友人や知人に勧める可能性がどれくらいありますか？

(11 件法で、「勧める可能性が全くない」～「勧める可能性が非常に高い」)

Q5-2 : 「WiFi Town」を友人や知人に勧める可能性がどれくらいありますか？

(Q5-1 と同じ)

結果と考察

各質問項目への回答比率を、Table 8-6 に示す。画面デザインの変更を行ったことで、「「WiFi Town」はネットワーク利用状況の確認に役立ちましたか？」という質問に肯定的な回答をした人は、第 1 回実装の 19.4%、第 2 回実装の 31.2%に対して、18.8%と減少した。「通信速度」に対する同様の質問項目へ肯定的な回答をした人も 17.6%に留まっている。自宅での Wi-Fi 利用が増加したと回答した参加者は 9.4%となり、第 1 回実装の 9.7%と同程度で、第 2 回実装での 21.9%から大幅に減少した。また、自宅外での Wi-Fi 利用の増加も、第 1 回実装の 71.0%、第 2 回実装の 21.9%を大きく下回る 9.4%に留まった。推奨度については、NPS (Net Promotor Score) の算出に倣って (Reichheld, 2003)、0~6 の批判者、7~8 の中立者、9-10 の推奨者に分けて算出をしたところ、いずれのアプリケーションについても批判者が 94.1%と高くなった。自由記述の項目を確認すると、「電池の消費が大きい」とする意見が多かった。端末で送受信されるトラヒック量を監視する必要があったため、アプリケーションが常時起動している必要があることから、電力消費が増加してしまったことが原因であると考えられる。また、大きな電力消費をしながら得られる情報が少ないという意見もあり、コストとメリットのバランスが取れていなかったことが、こうした結果に繋がったと考えられる。

Table 8-7に「WiFi Town」と「通信速度」のそれぞれについて、質問項目毎の相関値を示す。アプリケーションの有用性と、自宅内および外出先での Wi-Fi を ON にする機会の増加が、第 2 回実装の評価実験ではほとんど相関が見られなかったが、今回の実験では自宅内での増加との間に、それぞれ 0.26 と 0.36 という中程度の相関が得られた。また、有用性と継続利用意向の間の相関は、第 1 回実装の 0.36 より大きく向上し、第 2 回実装の 0.62 と同程度の 0.62～0.64 と強い相関が得られている。

Table8-6
各質問項目への回答比率

質問項目	回答				
	5	4	3	2	1
Q1-1 (WiFi Town の有用性)	5.9%	12.9%	35.3%	27.1%	18.8%
Q1-2 (通信速度の有用性)	9.4%	17.6%	36.5%	23.5%	12.9%
Q2 (自宅での Wi-Fi 利用の増加)	-	-	9.4%	90.6%	0.0%
Q3 (自宅外での Wi-Fi 利用の増加)	-	-	9.4%	89.4%	1.2%
Q4-1 (WiFi Town の継続利用の意志)	3.5%	12.9%	32.9%	14.1%	36.5%
Q4-2 (通信速度の継続利用の意志)	4.7%	16.5%	29.4%	14.1%	35.3%
Q5-1 (WiFi Town の推奨度)	-	-	0.0%	5.9%	94.1%
Q5-2 (通信速度の推奨度)	-	-	0.0%	5.9%	94.1%

Table8-7
「WiFi Town」に対する各質問項目間の相関値

質問項目	Q1	Q2	Q3	Q4
Q1 (WiFi Town の有用性)	1	.26*	.16	.62**
Q2 (自宅での Wi-Fi 利用の増加)	-	1	.81**	.42*
Q3 (自宅外での Wi-Fi 利用の増加)	-	-	1	.40*
Q4 (WiFi Town の継続利用の意志)	-	-	-	1

Table8-8
「通信速度」に対する各質問項目間の相関値

質問項目	Q1	Q2	Q3	Q4
Q1 (通信速度の有用性)	1	.36**	.26	.64**
Q2 (自宅での Wi-Fi 利用の増加)	-	1	.81**	.38**
Q3 (自宅外での Wi-Fi 利用の増加)	-	-	1	.33**
Q4 (通信速度の継続利用の意志)	-	-	-	1

8.2.4. 全体考察

提案したコンセプトに基づいてアプリケーションのプロトタイプを実装して評価実験を行った。第1回目の実装は、Wi-Fiの利用によって街が広がってゆくというエンターテインメント性のあるアプリケーションとした。第2回目の実装では、第1回実装の評価実験の参加者へのインタビューで指摘された、利用量の変化が認識しづらいという問題を解決するためインジケータを装着し、SNSとの連携によりアプリの利用回数の向上を目指した。第3回実装ではエンターテインメント性を抑えて、Wi-Fiの利用状況を理解し易くする機能を充実させた。第1回から第3回の評価実験において、アプリケーションの有用性については、ポジティブな回答をした実験参加者の比率が19.4%, 31.2%, 18.8%/27.0%と、第2回実装が最も高い結果となった。第3回実装が低くなった理由は、8.2.6節で考察したとおり電力消費が大きかったことが影響していると考えられ、この問題を解消することで更に上昇する可能性がある。

有用性と、Wi-Fi利用の増加、継続利用意向との間の関係は、第1回実装から第2回実装において、有用性と継続利用意向との相関が上昇したものの、有用性とWi-Fi利用の増加の間の相関性が消失した。第3回実装では、有用性と継続利用意向との相関を第2回実装と同程度まで維持しつつ、有用性とWi-Fi利用の増加の間の相関が第1回実装と同程度まで上昇した。このことは、アプリケーションのデザインの変更により、通信ネットワークの状況をフィードバックすることで、自らの行動を変容させるという提案コンセプトに沿った使い方を実験参加者がしていることを示唆していると考えられる。

第五部

総合考察

第9章

総合考察

本研究では、ICT 機器を利用する際に発生する待ち時間を対象に、その満足度を主観的に評価するプロセスについてモデル構築を行った。本研究は、フィーチャーホン用 IP 通信サービスの全盛期に開始された。当時の携帯電話の人口普及率は 95.0%（総務省，2015）であり、イノベーション普及理論（Rogers, 1962）におけるラガード層にまで普及が進んだ時期であった。成熟産業に対する Norman（1998）の主張に従うように、新たなサービスの開発と並んで、携帯電話サービスへの満足度向上が通信事業者にとって大きな課題となる中で研究を開始した。

本研究以前の ICT 利用時の待ち時間間の解消に向けた研究は、主に工学の分野で主観品質の定量化の枠組みで検討されてきた。本研究もこのアプローチの一つである QoE（体感品質）の研究として開始し、心理学的なアプローチを経てモデルの構築に至っている。このため、QoE 研究の基本的な手法である要因を設定した満足度評価実験とモデル構築を並行して進める探索的な方法論を取っている。本章では、こうした研究活動の全体の流れを追いつつ、研究全体に対する総合的な考察を行う。

9.1. 本研究で得られた知見

本研究では、第 1 章において以下に示す 4 つの研究課題を設定した。

RQ1 ICT 利用時の待つ行為を対象として、生態学的妥当を考慮しつつ安定したデータの取得は可能か。

RQ2 既存のモデルとの整合性を保ちつつも、よりも広範な事象を説明可能なモデルは構築できるか。

RQ3 待ち時間に対する満足度はいかなる意味を持つ指標か。

RQ4 待ち時間に対する満足度評価の内的モデル構築により、待ち時間問題に対する効果的な解消方法を新たに提案可能か。

これらの研究課題に分けて、本研究で得られた知見をまとめる。

9.1.1. 評価システムの有効性

本研究では、移動通信サービスを想定して、実験参加者が日常生活している環境での実験が実施可能なシステムを開発し、その性能評価を行った。第 3 章で示した実験の結果から、本評価に用いる上で当時普及していたフィーチャーホンのハードウェアとしての性能が十分であること、実験室と実利用環境では異なる結果が得られること、実験場所と時間を統制せずとも、安定した評価結果が得られることを明らかにした。これにより、RQ-1 は解決できたと考える。

現在はスマートフォンが広く普及しており、今回の開発で用いた、フィーチャーホン用の Web scrip を用いた PAC ではなく、異なる方式での PAC の開発が必要となる。第 8 章で行ったタブの入れ替えを含む実験 15 では、Android スマートホン用の PAC を作成して評価を行った。この実験で有効な結果が得られたことから、画面遷移を統制することで待ち時間を模擬的に体験させる本手法の有効性は、対象がスマートフォンであっても失われていないと考えられる。また、実験 12 では再生法で期待する待ち時間の長さをボタン操作で測定し、実験 15 ではタブの入れ

替え動作のログを取得して有効な結果を得ている。これらのことは、実利用環境下で待ち時間の主観評価を行う際だけでなく、実利用環境で利用者が取る行動のデータ取得においても、本手法が有効であることを示している。本手法は、実利用環境で待ち時間を統制するという目的においてのみならず、本研究で提案した、人とネットワークのインタラクションの中で待つ行為の評価を行うというアプローチにおいても、有効な実験手段であると言える。

9.1.2. 待ち時間に対する満足度評価のモデル構築

第 1 章で述べたとおり、これまでの ICT 利用時の待ち時間に対する研究では、そのプロセスには言及せずに回帰式を用いてデータのフィッティングを行うモデルが使用されてきた。本研究では、第 2 章において、待ち時間に対する満足度評価のプロセスモデルの形成について述べた。基本プロセスモデルは、Figure 2-7 に示すとおり、待ち時間に対する主観的満足度評価が、期待品質と経験品質の比較という基本的なプロセスにおいて判断され、更に経験品質が記憶となって期待品質の形成に寄与するという、フィードバックを持つループ型のプロセスである。このモデルは、Oliver (1980) の期待不一致モデルに基づいている。

第 2 章において、提案したプロセスモデルと、対数関数を用いた回帰式による数理モデルとの関係を明らかにした。カテゴリー判断の法則をベースとした解釈により、これまで集団に対する MOS 推定においてのみ妥当だと考えられていた対数関数による回帰式が、個人の満足度の推定においても妥当であることを示した。また数理モデルの導出過程において、回帰式に基づく分析は待つ行為の結果得られる価値が一定であるとの条件下でのみ有効であることを示し、待ち時間をパラメータとして

評価する“満足度”の位置づけを明確化した。これにより，RQ-2 と RQ-3 は解決できたと考える。

9.1.3. 工学応用の新たな展開

第7章以降では，待ち時間をネットワークとのインタラクションにおける情報と捉える Human-Network Interaction というコンセプトの基に，これまでの待ち時間に対する満足度評価の考え方とは異なるアプローチで待ち時間問題への解消に向けた検討を行った。

待つ行為の2重課題化による待ち時間問題の解消については，利用者のタブ入れ替え行動に応じて通信レートを制御する方法を提案し，その有効性を確認した。また，利用状況可視化による行動変容においては，3G/LTE と Wi-Fi での通信の違いを強く意識させることにより，Wi-Fi での通信利用を増加することを確認した。しかし，まだその効果は限定的であり，実用化には更に効果を高める必要がある。こうした点から，RQ-4 については，本研究の知見を生かして，今後も更なる検討が必要とされる。

9.2. モデルの展開

9.2.1. プロセスモデルの展開

第4章と第5章の評価結果から，ICT 利用時の待つ行為と待ち時間に対する満足度評価の関係について，仮説を述べる。

第4章と第5章の結果より，満足度評価における期待品質は，過去の経験品質に基づき形成される。このため，異なるサービスに対しては異なる期待品質が形成されるが，現在携帯電話を利用したサービスの数は

膨大であり、その全てに対して期待品質を作ることは現実的でない。このため、各利用者がそれぞれの経験に基づき幾つかのカテゴリーに分かれた期待品質を持っていると考えられる。第4章では2つのカテゴリーに分かれるとする結果が得られている。ここで、第5章における利用頻度の分析結果からは、電子メール送信（添付無）条件での電子メールの利用頻度が、添付有条件の電子メールの送信状況における満足度評価に影響するとした結果が得られた。また、第5章の満足感が満足度評価に与える影響の分析では、平均化された普段の経験品質の異なる期待品質を持つ利用者が存在し、その原因として普段利用しているより環境の良いサービスの体験が影響している可能性を指摘した。また、第5章で行った通信状況の事前提示が満足度に与える影響においては、これまでに経験をしたことが無いであろう謝罪の提示に効果が有ったことから、経験品質の記憶だけでなく、期待品質の形成においては知識による調整機能もあると考えられる。これらの結果から、体験品質の記憶におけるカテゴリー化は、曖昧なものであり、状況に応じて近い経験の記憶が結びつき期待品質を形成し、更に調整をしながら満足度評価が行われると考えた方が妥当であると考えられる。

第4章と第5章の結果を総合すると、以下のように待つ行為と待ち時間に対する満足度評価の関係を捉えることができる。ネットワークに接続されたICT機器の利用において、その操作回数は1日に100を超えることも珍しくない。その全ての待ち時間に対して、満足か不満かの意志決定をしている人は少ないと考えられる。このため、通常のICT利用における待つ行為では、満足度評価というプロセスを経ずに、経験品質が記憶に残っていくことになる。この記憶された経験品質は、様々な知識によってカテゴリー化されていく。前述の通り、カテゴリー化は曖昧

なものではあるが、高リテラシー層は、待ち時間の長さに影響を与える要因を理解しているため、知識を用いてより細かく分類することができる可能性もある。これに対して、低リテラシー層は状況の違いを認識できないため経験のみに基づいて分類をすることになる。元々確率的に変動する待ち時間において、経験のみに基づいて細かいカテゴリー分けをすることは困難であり、その結果として2・3程度のカテゴリーに分類されると想定される。

普段のICT利用において経験する全ての待ち時間に対して満足か不満かの判断をすることはないとしたが、まれに満足／不満足かの判断をすることがあると考えられる。それは、非常に長い待ち時間が発生して不満を感じたときや、非常に速い反応があつて満足した時である。このときは、本研究で提案したプロセスモデルに基づき満足度の判断が行われる。ここで判断された満足度も記憶に残ることになる。

本研究で行う待ち時間に対する満足度評価は、こうした日々の待つ行為を経て積み重なった経験品質や満足度の記憶を、ある条件を設定して経験させた待ち時間との比較において、期待品質として呼び出して行っている。実験参加者は、アプリケーションの種別やコンテンツ品質などによりカテゴリー分けされた期待品質を、事前に提示されたネットワークの通信状況の情報などを用いて調整して期待品質として利用し、実験環境での経験品質と比較する。

こうした考えに基づき、本研究で提案した満足度評価のプロセスモデルを、通常のICT利用時に発生する待つ行為の中に埋め込まれた行為であると考えれば、Figure 9-1に示すモデルが考えられる。

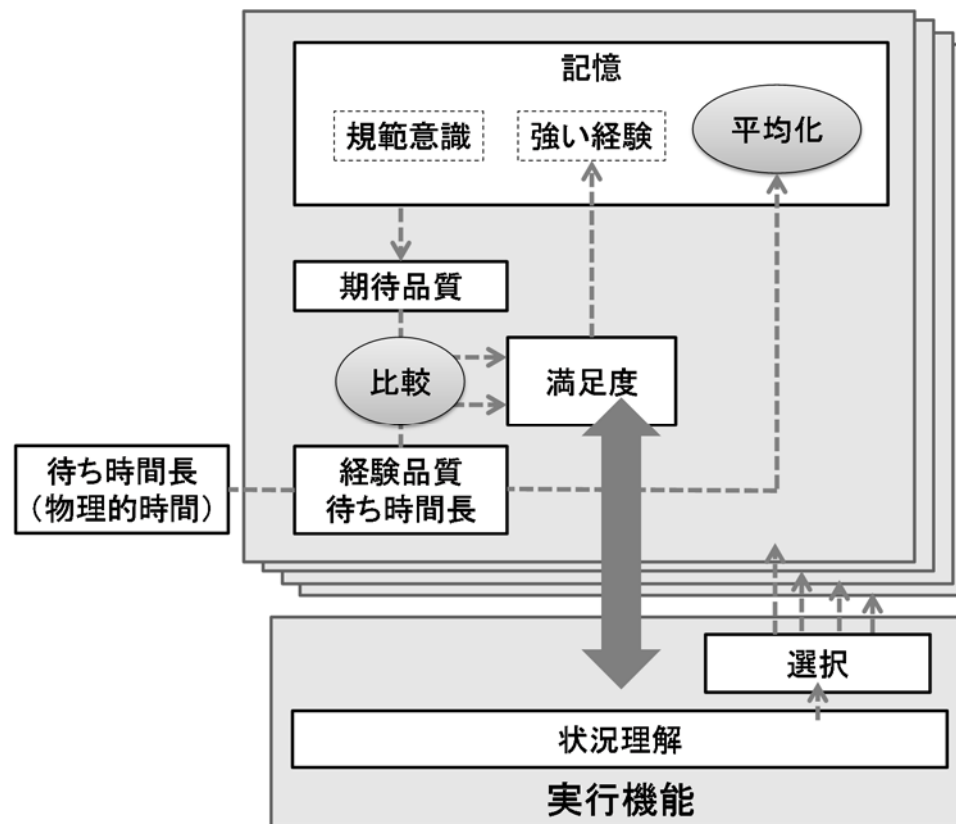


Figure9-1 待つ行為に埋め込まれた満足度評価プロセスのモデル。

9.2.2. 数理モデルの展開

本研究では、待ち時間に対する満足度評価の内的モデルとして、プロセスモデルと数理モデルの組合せを提案している。ここで数理モデルの作成においては、構築されたプロセスモデルを出発点として数理モデルの解釈を行い、ウェーバー比に基づく古典的な対数回帰のモデルをそのまま援用する形で数理モデルの作成を行っている。そのメリットとして、解釈が容易であることや、評価に用いるパラメータが少ないこと、そこから派生してシミュレーション用のユーザモデルを形成しやすいことなどが挙げられる。

また、今回のモデルではカテゴリー判断の法則におけるカテゴリー境界が対数関数に従って配置されるとする特徴に基づいてモデルの構築を行ったが、カテゴリー境界を可変としたモデル化も可能である。ただし、カテゴリー境界を可変として実験データから最小二乗法や最尤法で求めるには、待ち時間刺激に対して複数のデータが必要となる。これに対して本研究で導出した数理モデルは、一つの待ち時間刺激に対して一つのデータしか取得していない利用者個人のデータにも適用可能というメリットがある。

このように、対数回帰を用いた数理モデルにはメリットがあるが、現状他のモデルとの比較が十分に行われているとは言い難く、今後より良いモデルの検討が必要である。

今回のモデル化は、複数の人から集めたデータを平均として扱うモデルから、各個人の特性に着目をしたモデルの展開と言える。こうした方法として近年注目を浴びる、項目反応理論（豊田，2002）の適用が考えられる。項目反応理論ではテスト理論として、各参加者の能力などを定量化して評価することができる。待ち時間に対する許容度を個人の能力

と捉えれば、項目反応理論を適用した分析が可能となる。また、他の高度化したモデルの適用も考えられる。例えば江口ら（2009）は共分散構造の成長曲線モデルを用いて QoE モデルの構築を行っている。これらにより高度化されたモデルを用いることで、複雑な要因間の分析が可能になるため、モデルの高度化に向けた更なる検討が必要である。

9.3. 研究の意義と今後の展望

本研究では、工学的な取り組みであった ICT 利用時の満足度評価という研究へ心理学的な観点からアプローチすることで、待ち時間問題の解消に向けた QoE 研究に、新たな枠組みを示すことができた。

本研究は常に産業応用の観点を持って進めてきた。通信システムの設計や制御、運用に資するデータを測定するためには、測定データの絶対値に拘る必要があり、生態学的妥当性の高さは重要な要件であった。このため、実験室を離れた環境で安定した測定ができることを示したことは意義がある。但し、実環境で行った実験は全て 200 名以上の参加者がいた。より効率的に評価を実施するためには、安定して評価できる人数を明らかにすることが必要とされる。また、前節でも述べたとおり、ICT の高度化に歩調を合わせて評価システムの高度化を進めることも必要となるだろう。本研究でも、利用者の行動ログを取る手法を用いたが、IoT の普及を通じて複数の端末を連携して使用するような行動が増えてくることも予想され、既存の評価手法の精緻化だけでなく、新たな環境における評価システムの開発などの今後の展開が期待される。

Human-Network Interaction というコンセプトは、利用者を待ち時間という刺激に静的に反応する人という捉え方から、ICT 利用行動において待ち時間を手がかりに自らの行動を制御する動的な人という捉え

方へと変換した。工学分野で検討されてきた **QoE**（体感品質）という考え方は、技術中心で検討されてきた研究を人間中心で検討するきっかけを与えたという意味で重要な転換点であった。しかし、システムから見た利用者の特徴の定量化という考え方は、利用者の視点に立つ考え方としては十分ではない。本研究を通じて、利用者の視点から見た行動の中に品質を位置付けることができるようになり、よりユーザ視点の強い研究アプローチが可能となったことの意義は大きい。

HNI のコンセプトは、今後の研究・開発のアプローチに二つの大きな変化を起こすことが可能になったと考えている。一つは研究手法の変化である。待ち時間中の認知プロセスをモデル化することで、待ち時間問題を解決する手法の研究を、様々なパラメータを試行的に設定して評価するという研究手法から、認知プロセスに基づいてパラメータを選定して評価を行う、戦略的な研究手法へと転換することができる。もう一つは、通信サービスの品質管理手法の変化である。これまでの、事前に決めた基準値をベースとする設計中心の考え方から、利用者の状況に応じた制御を行う運用中心の考え方へと転換可能になる。本研究をきっかけとして、**ICT** 利用時の待ち時間問題に対する研究に大きな変化が生まれることを期待したい。**HNI** のコンセプトにより、ネットワークの設計は、主観的満足度の定量化による **planning** から、利用者自らが行動を制御して使いやすさを実現する **design** へと新しい展開が期待される。

HNI のコンセプトに基づく次の展開として、満足度と利用者のその後の行動との関係を明らかにする研究が考えられる。**Krishnan & Sitaraman (2012)** では、実際に利用されているシステムからパッシブに測定したトラヒックデータの分析から、待ち時間の長さや切断行動に関する分析を行っている。期待効用理論によれば、不確実な状況におけ

る意志決定において、人は期待できる効用を最大化するように行動する。確率的に変動する待ち時間という不確実な状況において、どれだけ待ってもコンテンツにアクセスできない、アクセスしてもスムーズに使えないこと等が予見される場合には、期待効用が低いと判断して不満を覚える前に切断動作を行っている可能性がある。パッシブに計測したトラフィックデータの分析例として、ウェブサイトのダウンロードのスループットに対する通信の継続率の研究がある (Koto, Fukumoto, Niida, Yokota, Arakawa, & Murata, 2014)。この研究では、切断率はスループットが下がるにつれて増加することが示されている。更にスループットと満足度を評価した実験結果と比較することで、切断率と満足度との間に、極めて高い相関があることを示した。人とネットワークの相互作用を考える上で、操作の過程である行動の分析は、主観品質の客観的データからの推定という意味からも期待したい。

9.4. 心理学と工学の学際研究の立場から

最後に、本研究を学際研究の立場から俯瞰的に活動を振り返る、第8章においては、本研究によって得られた知見から派生した工学応用について述べている。この開発は、研究13のみで得られたものではなく、複数の実験結果の分析と新たな仮説生成、再実験というプロセスを経て生まれた。こうした方法は、ヒューマンセンタードデザイン (Human Centered Design: HCD) (ISO, 1999) の考え方に基づくサービス開発と位置付けられる。HCDは、「インタラクティブシステムの利用に焦点をあて、人間工学やユーザビリティの知識や技法を使って、そのシステムをより使いやすくすることを目指すシステム設計開発のアプローチ」(参照先)であり、そのプロセスは Figure 9-2 で表現される。

本研究は、携帯電話利用者からの意見に基づき満足度の低下が問題であると考え（利用状況の把握と明示）、システム提供コストを考慮しつつ満足度の最大化を目指すとした（ユーザと組織の要求事項の明示）。第4章の実験を通じて心理的時間の低減による解決が有効という仮説を立て、研究12でプログレスバーによる満足度の向上を提案し（設計による解決案の作成）、評価実験を行ったところ（要求事項に対する設計の評価）、要求事項を満足していないことが明らかとなった。その結果を受けて HNI というコンセプトを提案して新たな仮説を作成し、Time Filler による課題の解決を目指してプロトタイプを作成し、評価を行った（研究13）。そこスマートホンへの対応という新たな要求事項が付与され、マルチタブ操作による通信速度の制御という仮説を生成した。それを研究14で確かめた上で、最終的な開発を行いその性能を実証している。

近年は HCD やデザイン思考（Plattner, 2010）に基づくサービス開発に注目が集まっている。利用者の視点からサービスを理解し、サービス改善や新サービスの開発を行うこれらのアプローチは、工学的なアプローチだけでなく、心理学との親和性が高いと考えられる。しかし、多くの場合、HCD プロセスにおいては既に心理学で得られた知見を工学的に活用する活動が多く、心理学者の立場から、新たな心理学的知見を得る研究対象として考えることは難しい。

本研究では、満足度という指標を研究の中心に据えることにより、工学応用と心理学研究を両立させつつ、HCD プロセスが適切に実行できたと考えられる。待ち時間に対する満足度評価の心的プロセスをより詳細に分析するには、他の指標を用いて研究を行うことも有効であると考えられるが、新たに作成した指標が応用の現場で説得力を持たなければ、

研究と開発の連携したサイクルを継続的に回していくことが困難になる可能性が高い。学際研究における共通言語としての評価指標の重要性について、今後も検討を続けたい。

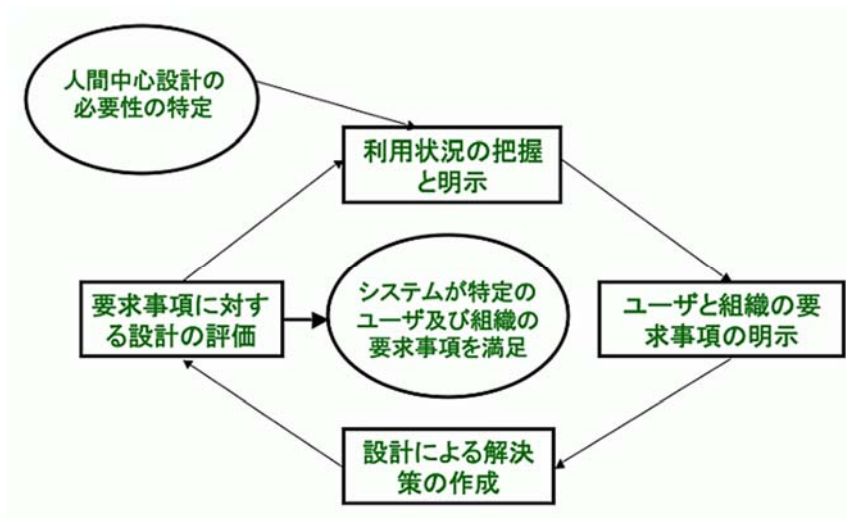


Figure9-2 インタラクティブシステムの人間中心設計プロセス (JIS Z 8530:2000, 2000)

引用文献

- 阿部 威郎・石橋 豊・吉野 秀明 (2008). 次世代のサービス品質技術動向 電子情報通信学会誌, *91* (2), 82-86.
- Antonides, G., Verhoef, P. C., & van Aalst, M. (2002). Consumer perception and evaluation of waiting time: A field experiment. *Journal of Consumer Psychology, 12* (3), 193-202.
- Baumeister, R. F., Bratslavsky, E., Finkenauer, C., & Vohs, K. D., (2011). Bad is stronger than good. *Review of General Psychology, 5* (4), 323-370.
- Block, R. A. (1989). A contextualistic view of time and mind. In J. T. Fraster (Ed.), *Time and Mind: Interdisciplinary Issues* (pp.61-79). Madison, CT: International Universities Press.
- Block, R. A., & Zakay, D. (1996). Models of psychological time revisited. In H. Helfrich (ed.), *Time and Mind*. (pp.171-195). Kirkland, WA: Hogrefe & Huber.
- Bouch, A., Kuchinsky, A., & Bhatti, N. (2000). Quality is in the eye of the beholder: Meeting users' requirements for internet quality of service. *Proceedings of CHI 2000*, 297-304.
- Bouch, A., & Sasse, M. A. (1999). Network quality of service: What do users need. *Proceedings of IDC '99, 22*, 21-23.
- Concejero, P., Patrocinio, J., & Merino D. (2008). Usability evaluation of mobile services. *ICIN 2008*. Retrieved from http://www.academia.edu/download/43623624/Usability_evaluation_of_mobile_services20160311-25750-1mqgrm.pdf (March 17, 2017.)

- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: defining gamification. *Proceeding of MindTrek '11*, 9-15.
- 土場 学 (2004). 第 1 章, 日本数理社会学会 (監修), 土場 学, 小林 盾, 佐藤 嘉倫, 数土 直紀, 三隅 一人, 渡辺 勉 (編) 社会を“モデル”でみる—数理社会学への招待 (pp.1-19) 勁草書房.
- 江口 真人・三好 匠・矢守 恭子・山崎 達也 (2009). 遅延条件とコンテンツに対する選好を考慮した共分散構造分析による QoE モデルの構築 電子情報通信学会論文誌, *J92-B*(12), 1810-1822.
- Fechner, G. T. (1966). *Elements of psychophysics* (D. H. Howes & E. G. Boring Eds., H. E. Adler Trans.). New York: Holt, Rinehart and Winston. (Original work published 1860)
- Fiedler, M., Hossfeld, T., & Tran-Gia, P. (2010). A generic quantitative relationship between quality of experience and quality of service. *IEEE Network*, *24* (2), 36-41.
- Fleury, A., Pedersen, J. S., & Larsen, L.B. (2011). Acceptable channel switching delays for mobile TV. *Proceeding of EuroITV '11*, 195-198.
- Fraisse, P. (1984). Perception and estimation of time. *Annual Review of Psychology*, *35*, 1-36.
- 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
- 深谷 和義 (2011). IP ネットワーク上でのマルチメディア遠隔学習の QoE 評価に関する研究 名古屋工業大学博士論文.

- 福岡 欣治 (2016). 病院での待ち時間に対する態度と, 待ち時間を過ごす際の感情
—医療系大学生への調査による予備的検討— 川崎医療福祉学会誌, *25*(2), 315-
322.
- Fukumoto, N., Niida, S., & Ano, S. (2013). Network quality effect on QoE of IP-
based services 電子情報通信学会技術研究報告, *113*(240), 63-68.
- Fortin, C., & Rousseau, R. (1987). Time estimation as an index of processing
demand in memory search. *Perception & Psychophysics*, *42*(4), 377-382.
- Harrison, C., Yeo, Z., & Hudson, S.E. (2010). Faster progress bars: Manipulating
perceived duration with visual augmentations. *Proceeding of CHI 2010*, 1545-
1548.
- 林 孝典・高橋 玲・吉野 明 (2008). マルチメディア通信サービスの QoE 評価技術
に関する動向と課題 電子情報通信学会論文誌, *J91-A*(6), 600-612.
- Helson, H. (1947). Adaptation-level as frame of reference for prediction of
psychophysical data. *The American Journal of Psychology*, *60*(1), 1-29.
- Hicks, R. E., Miller, G. W., Gaes, G., & Bierman, K. (1977). Concurrent processing
demands and the experience of time passing. *The American Journal of
Psychology*, *90*(3), 431-446.
- 匹田 志朗 (2005). エレベーター制御の最新技術動向 紙パ技協誌 (紙パルプ技術協
会発行), *59*(3), 330-335.
- 星野 正幸・西尾 昭彦・今村 大地 (2013). LTE-Advanced 主要無線インタフェース
技術 電子情報通信学会誌, *96*(3), 175-181.
- Houston, M. B., Bettencourt, L. A., & Wenger, S. (1998). The relationship between
waiting in a service queue and evaluations of service quality: A field theory
perspective. *Psychology & Marketing*, *15*(8), 735-753.

- Ickin, S., Wac, K., & Fiedler, M. (2012). Factors influencing quality of experience of commonly used mobile applications. *IEEE Communications Magazine*, 50 (4), 48-56.
- ISO (1998), ISO 9241-11:1998 Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) -- Part 11: Guidance on usability.
- ISO (1999). ISO 13407 Human-Centered Design Process for Interactive Systems.
- ITU (1993). ITU-T Recommendation Q.1400 Architecture framework for the development of signalling and OA&M protocols using OSI concepts.
- ITU (1996a). ITU-T Recommendation P.800 Methods for subjective determination of transmission quality.
- ITU (1996b). ITU-T Recommendation P.910 Subjective video quality assessment methods for multimedia applications.
- ITU (2002). Recommendation ITU-R BT.500-11 Methodology for subjective assessment of the quality of television picture.
- ITU (2004). Recommendation ITU-R BT.1210 Test materials to be used in subjective assessment.
- ITU (2005). ITU-T Recommendation G.1030 Estimating end-to-end performance in IP networks for data applications.
- ITU (2007). ITU-T Appendix I to P.10/G.100 Definition of QoE.
- ITU (2012), ITU-T Recommendation Y.1541 Network performance objectives for IP-based services.
- Jalali, A., Padovani R., & Pankaj, R. (2000). Data throughput of CDMA-HDR a high efficiency high data rate personal communication wireless system, *Proceedings of VTC2000-Spring*, 3, 1854-1858.

- J.D.Power (2016). 2016年日本携帯電話サービス顧客満足度調査 J.D.Power
Retrieved from http://japan.jdpower.com/sites/default/files/2016_japan_mobile_phone_service_satisfaction_j_fn.pdf (2017年3月17日)
- 神宮 英夫 (1996). 時間知覚 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.36-84) 北大路 書房.
- 笠原 正治 (2002). インターネットトラヒックモデリング：通信トラヒック理論からインターネット設計理論へ 電子情報通信学会技術報告, 101 (647), 25-30.
- 柏木 聡子・三好 匠・江口 真人・矢守 恭子・山崎 達也 (2008). タイムプレッシャが QoE に与える影響 平成 20 年度電子情報通信学会東京支部学生会研究発表会, 97.
- 片山 洋明・出雲 伸幸・東野 武史・塚本 勝俊・小牧 省三 (2008). 携帯電話サービス利用料金に対するユーザ効用の測定とユーザ効用に応じた無線リソースマネージメントの提案 電子情報通信学会技術報告, 107(150), 61-66.
- Khan, A., Sun, L., Jammeh, E., & Ifeachor, E. (2010). Quality of experience-driven adaptation scheme for video applications over wireless networks. *IET Communications*, 4 (11), 1337-1347.
- Kim, M. K., Park, M. C., & Jeong, D. H. (2004). The effects of customer satisfaction and switching barrier on customer loyalty in Korean mobile telecommunication services. *Telecommunications Policy*, 28(2), 145-159.
- 北添 正人 (2013). LTE の無線制御プロトコル 電子情報通信学会誌, 96(3), 156-163.
- Kleinrock, L. (1967). Time-shared systems: A theoretical treatment. *Journal of the ACM*, 14 (2), 242-261.

- Kleinrock, L., & Gail, R. (1996). *Queuing systems: Problems and solutions*. New York: John Wiley & Sons, Inc..
- Knoche, H. & McCarthy, J.D. (2005). Design requirements for mobile TV. *Proceedings of MobileHCI 2005*, 69-76.
- 小長谷 真也・三好 匠 (2014). 通信回線の違いがユーザ体感品質に与える影響分析
電子情報通信学会技術報告, 114 (209), 49-52.
- Koto, H., Fukumoto, N., Niida, S., Yokota, H., Arakawa, S., & Murata, M. (2014).
Users' reaction to network quality during web browsing on smartphones.
Proceeding of ITC 2014, 1-9.
- Krishnan, S. S., & Sitaraman, R. K. (2012). Video stream quality impacts viewer
behavior: inferring causality using quasi-experimental designs, *Proceedings of
IMC '12*, 211-224.
- 黒須 正明・山岡 俊樹・小松原 明哲・早川 誠二・若松 正晴 (編) (2007). ユーザ
ビリティハンドブック 共立出版
- Liston, R., & Zegura, E. (2001). Using a proxy to measure client-side web
performance. *Web Caching and Content Delivery*, 267-280.
- Liu, Y., Ngu, A. H., & Zeng, L. Z. (2004). QoS computation and policing in dynamic
Web service selection. *Proceedings of WWW 2004 on Alternate Track Papers
& Posters*, 66-73.
- 松田 文子 (1996a). 現代のアウグスティヌス 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.2-
30) 北大路書房
- 松田 文子 (1996b). 心理的時間の複雑性 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.88-
145) 北大路書房

- 松森 美穂・松橋 法子・軽米 玲香・古川 照美 (2014). 外来患者における心理的待ち時間短縮のための進行状況掲示板の効果 保健科学研究, 4, 17-23.
- McCarthy, J., Sasse, M.A., & Miras, D. (2004). Sharp or smooth? Comparing the effects of quantization vs. frame rate for streamed video. *Proceedings of CHI 2004*, 535-542.
- Munichor, N., & Rafaeli, A. (2007). Numbers or apologies? Customer reactions to telephone waiting time fillers. *Journal of Applied Psychology*, 92(2), 511-518.
- Murase, T., Motoyoshi, G., Sonoda, K., & Katto J. (2013). Quality of service of mobile users for longcut routes with congested access points. *Proceedings of ACM ICUIMC '13*, 40.
- 南部 美砂子・原田 悦子 (2011). 映像視聴における時間推定と主観的長さ評価の差異：映像評価・心理特性との関係 筑波大学心理学研究, 41, 11-16.
- 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)
- Nomura, K., Yamori, K., Takahashi, E., Miyoshi, T., & Tanaka, Y. (2001). Waiting time versus utility to download images. *Proceedings of APSITT 2001*, 128-132.
- Norman, D. A. (1986). Cognitive Engineering, In D. Norman and S. Draper (Eds.) *User centered system design: New perspective on human computer interaction*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Inc., 31-62.
- (野島久雄 (訳), “認知的な人工物,” 認知科学ハンドブック, 安西祐一郎ほか (編), pp.52-64, 共立出版, 東京, 1992.)
- Norman, D. A. (1998). *The invisible computer: Why good products can fail, the personal computer is so complex, and information appliances are the solution*.

Cambridge: The MIT Press.

(ノーマン D.A. 岡本 明・安村 通晃・伊賀 聡一郎 (訳) (2009), インビジブルコンピュータ PC から情報アプライアンスへ 改題新装版 新曜社)

North, A. C., Hargreaves, D. J., & McKendrick, J. (1999). Music and on-hold waiting time. *British Journal of Psychology*, *90*, 161-164.

Ofuji, Y., Abeta, S., & Sawahashi, M. (2003). Comparison of packet scheduling algorithm focusing on user throughput in high speed downlink packet access. *IEICE Transaction on Communications*, *86*(1), 132-141.

Okamoto, T., & Hayashi, T. (2002). Analysis of service provider's profit by modeling customer's willingness to pay for IP QoS. *Proceedings of GLOBECOM'02*, *2*, 1549-1553.

岡本 安晴 (1993). 弁別閾と間隔尺度 基礎心理学研究, *12*, 60 (第 12 回大会発表要旨).

岡本 安晴 (2006). 計量心理学 培風館

Oliver, R. L. (1980). A cognitive model of the antecedents and consequences of satisfaction decisions. *Journal of Marketing Research*, 460-469.

小野 譲司 (2016). サービス・エクセレンスと顧客戦略: 累積的顧客満足モデルによる分析 流通研究, *18*(2), 3-31.

大隈 昇 (2002). インターネット調査の適用可能性と限界 —データ科学の視点からの考察— 行動計量学, *29*, 20-44.

Plattner, H. (2010). An Introduction to Design Thinking Process Guide. The Institute of Design at Stanford. Retrieved from http://avid.org/document_s/NatCon/2015%20Presentations%20and%20Handouts/An%20Introduction%20to%20Design%20Thinking%20PROCESS%20GUIDE_Handout.pdf

(March 18, 2017.)

Reeves, B., & Nass, C. (1996). *The media equation: How people treat computers, television, and new media like real people and places*. NY: Cambridge University Press.

(細馬 宏通 (訳) (2001). 人はなぜコンピューターを人間として扱うか:「メディアの等式」の心理学 翔泳社)

Reichheld, F. F. (2003). The one number you need to grow. *Harvard Business Review*, 81 (12), 46-55.

Rogers, E. M. (1962). *Diffusion of Innovations*. Free Press. Retrieved from <https://teddykw2.files.wordpress.com/2012/07/everett-m-rogers-diffusion-of-innovations.pdf> (March 17, 2017.)

佐藤 正弘 (2010). 顧客満足研究の歴史的変遷 商学論集, 57(1), 29-58.

周藤 純・菊地 正 (2009). プログレスバーによる経過時間の表示が時間知覚に及ぼす影響 日本認知心理学会第7回大会論文集, P1-09.

鹿倉 義一 (2013). LTE の主要無線アクセス技術 電子情報通信学会誌, 96(3), 150-155.

篠原 一光・新井田 統 (2013). 待機中の情報提示と行為が待機時間の知覚に及ぼす影響 日本応用心理学会第80回記念大会発表論文集, 135.

篠原 一光・林 芙美・新井田 統 (2012). 経過時間の主観的評価に影響する待機中の情報表示 モバイル'12 研究論文集, 99-100.

総務省 (2012). 移動通信トラヒックの将来動向について 無線 LAN ビジネス研究会 (第7回) 配布資料.

総務省 (2015). 情報通信白書.

(<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h27/html/nc372110.html>)

- Stevens, S. S. (1957). On the psychophysical law. *Psychology Review*, 64 (3), 153-181.
- 高橋 秀明, ハプサリ ウリ A. (2013). LTE/LTE-Advanced 制御方式の高機能化 電子情報通信学会誌, 96 (3), 168-174.
- 高橋 郁夫 (1998). 買物行動における消費者満足プロセス 三田商学研究, 41 (1), 85-99.
- 種子島 健一・中村 奈良江 (2015). 時間的切迫感が時間の見積もりに与える影響—予想時間評価の認知過程解明の一助— 日本認知心理学会第13回大会論文集, P-1-36.
- 田山 忠行 (2012). 運動刺激と静止刺激に対する時間評価: 異なる刺激と実験方法による比較 北海道大学文学研究科紀要, 138, 63-99.
- Thurstone, L. L. (1927). A law of comparative judgement. *Psychological Review*, 34, 273-286.
- Torgerson, W. S. (1958). *Theory and methods of scaling*. New York: Wiley.
- 豊田秀樹 (2002) 項目反応理論—入門編— 朝倉書店
- 上村 郷志・新井田 統・中村 元・原田 悦子 (2011). 通信サービス利用時における繋がりにくさの原因帰属とメンタルモデルとの関係について 日本認知科学会第28回大会発表論文集, O5-4.
- Weiser, M. (1999). The computer for the 21st century. *Mobile Computing and Communications Review*, 3 (3), 3-11.
- 山崎 真湖人 (2007). モデル 『ユーザビリティハンドブック』編集委員会 (編) ユーザビリティハンドブック (pp.653) 共立出版
- 矢守 恭子・于 冰・山形 俊介・田中 良明 (2012). 無線データ通信サービスにおける通信品質と移動行動の関係分析 電子情報通信学会技術報告, 112 (119), 11-16.

吉村 宰 (2001). インターネット調査にみられる回答者像, その特性 統計数理, 49
(1), 223-229.

Zakay, D., & Block, R. A. (1997). Temporal cognition. *Current Directions in
Psychological Science*, 6(1), 12-16.

Zona Research (2001). The Need for Speed II. *Zona Market Bulletin*, 5.

本論文を構成する研究の業績目録

査読付き論文

- Uemura, S., Niida, S., & Nakamura, H. (2011). A Web script-based field evaluation method to assess subjective quality of mobile services. *IEICE transactions on communications*, *94*(3), 639-648. 【研究 1】
- Niida, S., Harada, E. T., Uemura, S., & Nakamura, H. (2011). Effect of using frequency on evaluation of waiting time when using ICT. *Psychologia*, *54*, 96-106. 【研究 8】
- Niida, S., Uemura, S., & Harada, E. T. (2013). Design requirements for improving QoE of web service using time-fillers. *IEICE Transactions on Communications*, *96*(8), 2069-2075. 【研究 13】
- Niida, S., Uemura, S., & Ano, S. (2015). A service design method for transmission rate control in multitasking that takes attention shift into account. *IEICE Transactions on Communications*, *98*(1), 71-78. 【研究 14, 研究 15】
- Niida, S., Tsugawa, S., Suganuma, M., & Wakamiya, N. (in press). A Survey on modeling of human states in communication behavior. *IEICE Transactions on Communications*. 【第 2 章】

紀要論文

- 新井田 統・上村 郷志・原田 悦子 (2012). Web-script を用いた待ち時間評価システム —信頼性評価と特性分析— 筑波大学心理学研究, *44*, 33-38.
【研究 2, 研究 3, 研究 9】

解説記事等

- Niida, S., Uemura, S., & Nakamura, H. (2010a). Mobile services -User tolerance for waiting time-. *IEEE Vehicular Technology Magazine*, 5, 61-67. 【研究 4】
- 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, 94 (3), 226-231.

査読付き国際学術会議プロシーディング

- Niida, S., Uemura, S., Nakamura, H., & Harada E. T. (2011). Field study of a waiting-time filler delivery system. *Proceedings of MobileHCI 2011*, 177-180.
- Niida, S., Uemura, S., & Ano, S. (2012). User study of the subjective quality of mobile streaming service. *Proceedings of MobileHCI 2012*, 83-88. 【研究 5】
- Niida, S., Yokota, H., and Ano, S. (2014). Communication behavior modification - Application for promoting Wi-Fi network usage by visualizing usage history. *Proceedings of CENTRIC 2014*, 95-98. 【研究 16】

口頭発表 (国外)

- Niida, S., Uemura, S., & Nakamura, H. (2010b). Experimental analysis of factors impacting on user tolerance of waiting time for mobile services. *Paper Presented at World Wireless Research Forum 24th meeting*.

口頭発表 (国内)

- 新井田 統・上村 郷志・福元 徳広・中村 元 (2009). モバイルサービス統合品質評価手法の検討: 人間中心設計によるアプローチ 電子情報通信学会技術研究報告, 109(191), 21-26.

- 新井田 統・上村 郷志・福元 徳広・中村 元 (2010). 内観評価指標を用いた待ち時間満足度評価手法の一検討 電子情報通信学会 2010 年総合大会講演論文集, B-11-21.
- Niida, S., Uemura, S., & Nakamura, H. (2010c). A study of application classification considering effect of waiting time on user satisfaction 電子情報通信学会技術研究報告, *110*(21), 83-87.
- 新井田 統・上村 郷志・中村 元 (2010a). 人の心理・行動に着目したコミュニケーションの評価 電子情報通信学会技術研究報告, *110*(116), 49-54.
- 新井田 統・上村 郷志・中村 元 (2010b). Web-script を用いた主観品質評価システムの時間分解能と再現性 電子情報通信学会 2010 年ソサイエティ大会講演論文集, BS-5-6. 【研究 1】
- 新井田 統・上村 郷志・中村 元 (2010c). 回答分布に基づく待ち時間満足度推定モデル HCG シンポジウム 2010 論文集, 31-35.
- Niida, S., Uemura, S., & Nakamura, H. (2011). Method for deriving regression formula for response distribution of user satisfaction considering waiting time 電子情報通信学会 2011 年総合大会講演論文集, BS-4-6.
- 新井田 統・原田 悦子・上村 郷志・中村 元 (2011). 待ち時間に対する満足度回答モデルの検討 電子情報通信学会技術研究報告, *111* (60), 19-24.
- 新井田 統・上村 郷志・中村 元・原田 悦子 (2011). 待ち時間に対する満足度回答モデルの特性評価 電子情報通信学会 2011 年ソサイエティ大会講演論文集, B-11-7.
- 新井田 統・中村 元・原田 悦子 (2011). ICT 利用時の待つ行為の分析とサービス設計 電子情報通信学会第 1 回 CBE 研究会発表資料集, 38-43.
- 新井田 統・上村 郷志・原田 悦子 (2011). ユーザ特性が待ち時間に対する満足度回答モデルに与える影響 HCG シンポジウム 2011 論文集, 14-18. 【研究 10】

- 新井田 統 (2011). 利用行動を考慮した通信サービス品質の評価 電子情報通信学会
2011年総合大会講演論文集, BHP-1-2.
- 新井田 統・原田 悦子 (2012a). マルチタスクによる注意制御と待つ行為の関係 電
子情報通信学会第4回CBE研究会発表資料集, 11-15.
- 新井田 統・原田 悦子 (2012b). ストリーミングサービスの品質に待つ行為が与える
影響 シンポジウムモバイル'13講演論文集, 177-178.
- 新井田 統・福元 徳広・阿野 茂浩 (2013), 体感品質を考慮したネットワーク設計指
標に関する検討 電子情報通信学会技術研究報告, *113*(6), 29-33.
- 新井田 統・上村 郷志・阿野 茂浩 (2013). 人間中心設計によるマルチタスク環境で
の帯域制御手法の開発 HCGシンポジウム2013論文集, 191-195.
- 新井田 統・小頭 秀行・福元 徳広・上村 郷志・阿野 茂浩 (2014). ヒューマンネッ
トワークインタラクションを考慮したネットワークの設計 電子情報通信学会
技術報告, *114*(110), 7-12.
- 新井田 統 (2015). 通信行動分析の工学応用に関する研究概要 電子情報通信学会技
術報告, *115*(130), 63-67.
- 新井田 統 (2016). 通信行動の分析と通信ネットワークの設計 将来ネットワーク科
学リサーチシンポジウム2016 Retrieved from [http://www.ntt.co.jp/qos/fnsr
2016/slides/6_niida.pdf](http://www.ntt.co.jp/qos/fnsr2016/slides/6_niida.pdf) (2017年3月26日)
- 新井田 統 (2016). 通信行動のモデル化とその応用 電子情報通信学会2016年総合
大会講演論文集, BI-6-4.
- 新井田 統 (2016). 人の通信行動のモデル化に関する研究概要 電子情報通信学会第
10回CBE研究会発表資料集, 1-4.
- 新井田 統・小頭 秀行 (2016). インタラクション分析に基づく通信ネットワークの
設計 日本OR学会 待ち行列(部会)第264回.

新井田 統 (2017). 通信行動下のユーザ心理と行動のモデル化 第3回コミュニケーションクオリティ (CQ) 基礎講座ワークショップ講演資料集.

新井田 統 (2017). モデル化から考える通信行動工学のこれから 電子情報通信学会第11回CBE研究会発表資料集.

ポスター発表 (国外)

Niida, S., Nakamura, S., Moroga, T., Harada, E. T., & Uemura, S. (2012). Satisfaction evaluation and time perception for waiting time in ICT usage under dual task situation. *Paper presented at CogSci 2012.*

Niida, S. & Harada, E. T. (2016). Analysis of cognitive process while waiting during ICT use. *Paper presented at ICP 2016.*

ポスター発表 (国内)

上村 郷志・新井田 統・中村 元 (2009). モバイル通信サービスの長期利用評価に関する考察 電子情報通信学会 QoS ワークショップ, 50-51. 【研究 7】

新井田 統・上村 郷志・中村 元 (2010d). 経過時間評価特性が待ち時間満足度を与える影響 日本認知科学会第27回大会発表論文集, 840-841. 【研究 11】

新井田 統・上村 郷志・中村 元 (2010e). 時間経過表示が時間知覚, 待ち時間満足度を与える影響 日本心理学会第74回大会発表論文集, 603. 【研究 12】

新井田 統・上村 郷志・原田 悦子・中村 元 (2011). 時間繋ぎが待ち時間満足度を与える影響 日本認知科学会第28回大会発表論文集, 633-635.

新井田 統・原田 悦子・上村 郷志 (2012). 通信状況の事前通知が待ち時間に対する満足度へ与える影響 日本認知心理学会第10回大会論文集, P5-19. 【研究 6】

新井田 統・原田 悦子 (2012a). 映像品質が動画配信の待ち時間満足度を与える影響 日本心理学会第76回大会発表論文集, 3PMA12.

新井田 統・原田 悦子 (2012b). 待ち時間満足度評価を繰り返す：反復の効果と連続

動作 日本認知科学会第 29 回大会発表論文集, 750-753.

新井田 統・原田 悦子 (2013). 待つ行為への満足度に待ち時間期待値が与える影響

日本認知心理学会第 11 回大会論文集, P3-14. 【研究 10】

著書

新井田 統 (2015). 通信行動とユーザ心理のモデル化 村田 正幸・成瀬 誠 (編) 情

報ネットワーク科学入門 (pp.154-166), コロナ社.

謝辞

本博士論文は、筑波大学大学院 人間総合科学研究科 心理学専攻における6年間の研究活動の未完成しました。完成に至るまでには、大変に多くの方々のご支援を賜りました。ここに感謝の気持ちを添えてご芳名を記します。

同専攻教授 原田悦子先生には、私がそれまでに行っていた工学研究を辞め、新たな研究テーマとして「気持ちの良い通信」を掲げて研究を開始した頃より、共同研究を通じて5年間、大学院での指導教員として6年間ご指導していただきました。新たなテーマで研究を開始した当初、心理学について何も知らなかった私が博士論文の執筆まで行えたことは、原田先生のお力添え無くしてはなし得ないことでした。博士論文の執筆が思うように進まない中、原田先生の粘り強いご指導を頂けたことに深謝いたします。学際研究を進める上での心構えや視点の持ち方などご指導を通じて得たものは多く、今後の研究者人生の大きな糧となると確信しています。

同専攻教授 茂呂雄二先生並びに准教授 宇佐美慧先生には、副指導教員として私に足りなかった視点を示していただき、論文の執筆に有益なご指導を賜りました。感謝申し上げます。

本研究は、筑波大学に加えて共同研究先、私の所属機関である KDDI および KDDI 総合研究所の支援を受けて行われました。共同研究者であった大阪大学教授 篠原一光先生からは、研究遂行にあたり有益なご助言をいただきました。感謝いたします。更に、KDDI および KDDI 総合研究所の関係者である阿野茂浩氏、中村元氏、横田英俊氏、大内良久氏、福元徳広氏、上村郷志氏、川島優子氏、小頭秀行氏、花家綾香氏の協力

無しには、この研究を10年も続けることはできなかつたでしょう。感謝いたします。また、研究に対するディスカッションをしていただいた筑波大学 原田研究室の皆さまと KDDI 総合研究所の同僚、そして6年間の長きに渡る大学院生活で暖かい励ましの声を下さった大学院同期の皆さんに御礼申し上げます。

本論文の執筆に向けて、長い期間研究に多くの時間を費やしてきました。この活動は家族の支援なしに進めることはできませんでした。特に妻 里美は、究、哲、真緒、穂の4人の子供を抱えながら、博士論文執筆に向けて多くの時間を費やすことに理解を示し、私の研究生活を支えてくれました。最後に家族に最大限の感謝を示して謝辞といたします。

2017年3月 自宅にて