

千葉工業大学

博士学位論文

ユーザ視点の先進的 IT システム構築のための
研究開発と人間中心設計適用に関する研究

平成 27 年 3 月

渚（河野） 泉

論文要旨

ユーザ視点の先進的 IT システム構築のための 研究開発と人間中心設計適用に関する研究

インターネット普及後のコンピュータを使った情報システム (IT システム) の世界では、ユーザが一部の人から一般の人へ広がり、使う場面も限定的な業務から日常の様々な場面へ広がった。そこで、IT システムを使いやすく魅力的にするユーザ視点の IT システムの開発が重要になっている。ユーザ視点の IT システムの開発のためには、使いやすさを向上させるための新しい技術の研究開発が必要である。また、ユーザ視点の IT システムの開発のためには、人間中心設計プロセスの適用が重要である。人間中心設計は実践的な IT システム開発への適用は進んでいるが、新規技術の研究をもとにした先進的な IT システムの開発には、あまり適用されていない。研究開発された新規技術を人にとって価値ある成果につなげるためには、先進的な IT システムへの人間中心設計適用を検討することが必要である。

本研究の目的は、使いやすく魅力的なユーザ視点の先進的 IT システムを構築するために、①使いやすさを向上させる技術を研究することと、②先進的 IT システムへの人間中心設計の適用可能性を分析することである。インターネット普及後の IT システムは、Web の発展、大量で多様な情報の流通、携帯端末や公共の場に設置された端末の多様性などの特徴がある。本研究の研究対象は、Web 利用の普及と情報爆発という背景から、情報検索と Web サイトの使いやすさを、また公共端末の普及という背景から ATM の使いやすさの領域を扱う。

研究方法は、本研究の第一の目的である、①使いやすさを向上させる技術の研究に向けて、情報検索の使いやすさ向上のために、大量の情報の中からユーザがほしい情報にアクセスできるための「対話型情報ナビゲーション」の研究と、Web サイトの使いやすさ向上のために、Web サイトの品質を管理するための「Web サイト診断システム」の研究を行う。

また、本研究の第二の目的である、②先進的 IT システムへの人間中心設計の適用可能性の分析に向けては、はじめに人間中心設計の適用が進んでいる実践的 IT システムについて、人間中心設計に基づいた開発プロセスを分析する。実践的 IT システムの分析対象は、「コンビニ ATM」を取り上げる。また、企業で人間中心設計が適用された複数の実践的 IT システムについて、人間中心設計の適用効果を分析する。次に、先進的な IT システムの研究プロセスを人間中心設計のプロセスで分析する。先進的な IT システムの分析は、「対話型情報ナビゲーション」と「Web サイト診断システム」の 2 つを対象とする。これらを踏まえて、先進的 IT システムと実践的 IT システムの人間中心設計適用の違いを明らかにし、

先進的 IT システムへの人間中心設計適用方法を考察する。

第 1 章「序論」は、本研究の背景、関連研究、本研究で設定した研究目的と研究方法について述べた。

第 2 章「対話型情報ナビゲーションの研究」は、本研究の第一の目的である①使いやすさを向上させる技術の研究に向けて行った。インターネット普及後の IT システムの使いやすさに影響が大きい、情報検索の使いやすさを向上させる技術として、インターネット上にある商品や店舗情報などの大量の情報の中からユーザが欲しい情報にアクセスできるためのナビゲーション技術を研究した。研究目的は、街中でレストランを探すなどユーザ要求があいまいで、モバイル端末を持ち歩く状況でほしい情報を簡単に手に入れるための技術を研究することである。方式として、状況に応じて、コンテンツに対する着目点を提示して、ユーザの情報検索を支援する「状況による着目点の生成」と、ユーザとシステムとの対話によって欲しい情報にたどりつかせる「対話型ナビゲーション」を提案した。ユーザの置かれている状況に応じて着目点の優先度を計算し、ユーザを対話的にナビゲーションする方式を開発し、携帯電話でのレストラン検索システムを試作して、従来手法と比較実験した。実験の結果、対話型情報ナビゲーションでは、検索目的が曖昧な場面で、情報発見率（有効性）や発見した情報への満足度が向上し、情報検索の使いやすさ向上に有効であることがわかった。

第 3 章「Web サイト診断システムの研究」は、本研究の第一の目的である①使いやすさを向上させる技術の研究に向けて行った。インターネット普及後の IT システムの使いやすさに影響が大きい、Web サイトの使いやすさを向上させる技術として、大規模 Web サイトの使いやすさを維持・管理するための、Web サイトを自動分析・診断する技術を研究した。Web サイト診断のために、Web サイトで発生する論理的なリンク不整合を自動検出する技術を開発し、大規模 Web サイトに数千のリンク不整合が放置されている管理の実態を明らかにした。実験結果をもとに Web サイト診断システムへの要件をヒアリングし、問題に対する修正方針の明示と原因分析という多面的な分析が重要であることを明らかにした。ヒアリングで明らかになったシステム要件をもとに、リンク不整合検出機能と多面的分析機能（不整合数別分析、ページビュー別分析、ディレクトリ別分析）をもつ Web サイト診断システムを提案・開発した。Web サイト診断システムを使って、一つの企業 Web サイトの社外サイトを定期的にチェックしたところ、不整合比率 0.1～0.2%台に削減（他社サイト 1%台）と、管理の問題発見ができ、Web サイトの使いやすさに対する有効性を検証できた。

第 4 章「実践的 IT システムの人間中心設計プロセスによる分析」は、本研究の第二の目的である、②先進的 IT システムへの人間中心設計の適用可能性の分析に向けて行った。人間中心設計を適用した実践的な IT システムの代表例としてコンビニ ATM をとりあげ、その開発プロセスを分析した。分析対象としたコンビニ ATM は、開発当初から人間中心設計が適用され、2013 年には設置台数が全国で 18000 台を超えている実践的 IT システムの代表例といえる。より多くの人に使いやすいユニバーサルデザインを目指して開発された。

人間中心設計プロセスに従い、「利用状況の理解と明確化」では、従来機種の評価によりニーズを把握した。「ユーザの要求事項の明確化」では、従来機種のユーザ評価で達成すべき項目を洗い出し、ユーザ要求とビジネス要求から、ターゲットユーザを設定し、誰にでも使いやすく、安心・安全に利用してもらうという目標を明確化した。「デザインによる解決案の作成」では、ペーパープロトタイプやラフスケッチで関係者の情報共有や合意形成を行った。「評価」では、ユニバーサルデザインチェックを行い、ユーザ視点の評価を行った。人間中心設計を適用した結果、視覚障害のあるユーザ、車いすのユーザ、海外からのユーザなど誰もが簡単に使え、操作しやすい画面をもつコンビニ ATM が開発でき、全国で利用されている実践的な IT システムが実現できた。

第 5 章「実践的 IT システムの人間中心設計適用効果の分析」は、本研究の第二の目的である②先進的 IT システムへの人間中心設計の適用可能性の分析に向けて行った。企業の中で取り組まれた実践的 IT システムの開発について、人間中心設計を適用した効果を測定する手法を提案し、企業で人間中心設計を適用した実践的 IT システムのプロジェクトにおける人間中心設計の効果を明らかにした。効果分析手法の特徴は、1)人間中心設計の活動内容と効果の対応を明確化、2)定量的分析と定性的分析の組み合わせ、3)定量分析における開発効率化に関する推定値算出、4)定性分析における、効果の仮説を作成である。企業で人間中心設計を適用した 22 事例のうちアンケートの回答があった 17 事例で、人間中心設計の適用について、社内効果（売上貢献、開発効率化、品質向上）、お客様への効果（エンドユーザ視点の業務効率・満足度向上、経営者視点での業務効率・満足度向上）が確認できた。また、提案した効果測定手法の有効性も確認できた。

第 6 章「先進的 IT システムの人間中心設計プロセスによる分析」は、本研究の第二の目的である、②先進的 IT システムへの人間中心設計の適用可能性の分析に向けて行った。先進的な IT システムである「対話型情報ナビゲーション」と「Web サイト診断システム」の研究プロセスを人間中心設計プロセスで分析した。分析対象とした先進的 IT システムの研究は、人間中心設計に基づいて実施されたものではないが、使いやすい IT システムのために人の視点にたって進められた研究であったため、研究活動を人間中心設計のプロセスに対応づけることができた。

第 7 章「先進的 IT システムにおける人間中心設計適用方法の考察」では、先進的な IT システムに人間中心設計を取り入れる方法を明らかにするため、先進的 IT システムと実践的 IT システムの人間中心設計を適用方法の違いを分析した。「利用状況の理解と明確化」のステップでは、先進的 IT システムでは世の中にはないものを生み出すために、人の行動モデルや新技術の適用実験による仮説など概念的な利用場面を想定し、利用状況を把握する必要があることがわかった。「ユーザの要求事項の明確化」のステップでは、ユーザ要求の具体化のためには、理想的な利用場面を想定する必要がある、人間中心設計のユーザ体験を構想・提案する手法を利用することで、研究開発においてもより良いアイデアを出せる可能性があることがわかった。「デザインによる解決案の作成」のステップでは、プロトタ

イプの作成目的の違いとして、ユーザにとっての価値確認と実現可能性検証という 2 つがあるため、作成期間や方法などを考慮し目的に応じてプロトタイプを使い分ける必要があることがわかった。「評価」のステップでは、研究開発では技術の有効性を定量的に評価することが重視され、研究の初期段階では、研究者以外の意見を取り入れた評価を実施することは少ないが、研究初期のアイデアレベルで、ユーザの価値評価を取り入れることが重要であることがわかった。

第 8 章「結論」では、本論文の結論をまとめた。目的①の使いやすさを向上させる技術の研究に向けては、インターネット普及後の IT システムの使いやすさに影響の大きい情報検索と Web システムの使いやすさの向上のために、(1)大量の情報の中からユーザがほしい情報にアクセスするための「対話型情報ナビゲーション」の研究と、(2)大規模 Web サイトの品質を維持・管理するための「Web サイト診断システム」の研究を行い、使いやすさを向上させる技術の有効性を検証できた。目的②の先進的 IT システムへの人間中心設計の適用可能性の分析にむけては、先進的な IT システムの研究開発内容を人間中心設計のプロセスに従って分析し、先進的 IT システムの研究内容が人間中心設計で実施する活動と類似の性質をもつ部分が多いことがわかった。その上で、先進的 IT システムと実践的 IT システムの人間中心設計適用の違いを明らかにし、先進的 IT システムへの人間中心設計適用方法について、人間中心設計プロセスのステップごとの留意点を示すことができた。

Abstract

Research and the application of HCD for innovative IT system development

Since the spread of internet, users of IT system, information technology system, have been expanded from limited to common people at various scenes. It is important to develop easy-to-use and attractive IT system from user's perspective. In order to develop user's perspective system research of new technologies and a development process are needed. Human centered design (HCD) is useful for a development of easy-to-use practical IT system, but HCD isn't popular to develop innovative IT system in research area. The purpose of this thesis is 1) to research new technologies about search and Web and 2) to analyze the application of HCD to a research area in order to develop innovative IT system from user's perspective.

In chapter 1, this research's background, purpose and method are described.

In chapter 2, information navigation method is studied to help users succeed in searching information on mobiles. The proposal method presents to users a focus facet by analyzing context about contents, users and dialog. The focus facet is presented each time users refine a search. We evaluated our method compared to a traditional search method. In our experiments, a user's load for setting some keywords of our method is lower than the traditional search method. Users can experience greater search success and satisfaction using our method than the traditional search method.

In chapter 3, diagnosis of web sites method is studied to improve web site usability. The proposal method is detecting logical bad links. The investigation of realistic conditions of link integrity on enterprise web site clarified the demand to web site diagnosis system. The web site diagnosis system had multidimensional analysis functions that clarify the causes of the problem and correcting policy. The analysis was applied an enterprise web site, and it was useful to improve the web site quality.

In chapter 4, the development process and method of a practical IT system which is an automated teller machine (ATM) in a convenience store is clarified for comparison to an innovative IT system. Engineers understood user needs by evaluations of existent ATM, set a goal based on user needs and business needs, built a consensus using some kinds of prototypes, and evaluated the prototypes by some test users or a checklist.

In chapter 5, cost benefits of HCD for practical IT systems are analyzed. The proposal

method for analyzing cost benefits of HCD is a combination of quantitative analysis and qualitative analysis. Seventeen practical IT system projects were analyzed by the method, so benefits to development organization and benefits to customer's organization and end users were confirmed in these projects.

In chapter 6, the research process of innovative IT systems which are information navigation and web diagnosis system are analyzed from HCD perspective. The process and contents of the two researches were similar to HCD process and method, because they were the research for easy-to-use and useful system.

In chapter 7, the differences of the application of HCD between innovative IT system and practical IT system are clarified. For innovative IT system, suppositions of usage scenes based on making human actions and contexts are important to "understand and specify the context of use". Drawing ideal world about dialog between a user and system is important to "specify the user requirements", so some kinds of HCD methods about observation and idea generation could be useful. It was found that two types of prototypes were needed to "produce design solutions to meet user requirements" for innovative IT system, one is to confirm user's values and the other is to examine feasibility of technology. It was also found that evaluation incorporating user's perspective should be executed in early research phase to "evaluate the designs against requirements".

In chapter 8, this research's result is described.

目次

論文要旨	1
Abstract	5
目次	7
第 1 章 序論	1
1.1 はじめに	2
1.2 研究の背景.....	2
1.3 関連研究	3
1.3.1 情報検索の使いやすさに関する研究	3
1.3.2 Web ユーザビリティと Web サイト分析の研究	4
1.3.3 実践的 IT システムへの人間中心設計適用の研究.....	5
1.4 研究の目的.....	6
1.5 研究の方法.....	8
1.6 本論文の構成	10
1.7 用語の定義.....	10
第 2 章 対話型情報ナビゲーションの研究.....	13
2.1 はじめに	14
2.1.1 第 2 章の背景	14
2.1.2 第 2 章の目的	14
2.1.3 第 2 章の研究の方法	14
2.2 対話型情報ナビゲーション（フェーズ 1）の研究内容.....	15
2.2.1 対話型情報ナビゲーション(フェーズ 1)の研究目標.....	15
2.2.2 対話型情報ナビゲーション（フェーズ 1）の方式提案	16
2.2.3 対話型情報ナビゲーション（フェーズ 1）の試作	17

2.3 対話型情報ナビゲーション(フェーズ2)の研究内容	18
2.3.1 研究課題.....	18
2.3.2 対話型情報ナビゲーション(フェーズ2)の基本コンセプト	18
2.3.2.1 状況に適応した着目点の提示.....	18
2.3.2.2 対話的なナビゲーション	19
2.3.3 対話型情報ナビゲーション(フェーズ2)の方式開発	20
2.3.3.1 処理の流れ	20
2.3.3.2 状況による検索軸ランキング	20
2.3.3.3 着目点の繰り返し生成.....	21
2.3.4 携帯電話むけレストラン検索システムの開発	22
2.3.4.1 「大まかな傾向を知る」検索戦略.....	23
2.3.4.2 「早く絞る」検索戦略.....	24
2.3.4.3 レストラン検索システムの動作例.....	25
2.3.5 対話型情報ナビゲーション(フェーズ2)の評価実験	26
2.3.5.1 評価指標.....	26
2.3.5.2 実験1 条件列举方式との比較.....	27
2.3.5.3 実験2 ファセットナビゲーション方式との比較.....	29
2.3.5.4 評価実験結果	29
2.3.5.5 考察	31
2.3.6 対話型情報ナビゲーション (フェーズ2) の研究内容のまとめ	35
2.4 第2章の結論.....	35
第3章 Web サイト診断システム の研究	36
3.1 はじめに	37
3.1.1 第3章の背景	37
3.1.2 第3章の目的	37
3.1.3 第3章の研究の方法	38
3.2 Web サイト診断システムの研究内容	38
3.2.1 基本技術 (リンク不整合検出技術) の提案	38
3.2.1.1 研究課題.....	38
3.2.1.2 論理的な不整合の種類と検出ルール(アルゴリズム開発).....	39

3.2.1.3 実態調査.....	40
3.2.2 Web サイト診断システムに対する要件抽出.....	44
3.2.2.1 Web サイト診断システムへの要件抽出	44
3.2.2.2 多面的分析の方式提案.....	44
3.2.3 Web サイト診断システムの提案と開発.....	45
3.2.4 Web サイト診断システムの企業サイトへの適用.....	47
3.2.4.1 適用サイトと結果.....	47
3.2.4.2 考察.....	48
3.3 第3章の結論.....	49
第4章 実践的 IT システムの 人間中心設計プロセスによる分析.....	50
4.1 はじめに	51
4.1.1 第4章の背景	51
4.1.2 第4章の目的	52
4.1.3 第4章の研究の方法.....	52
4.2 コンビニ ATM の人間中心設計プロセスによる分析.....	52
4.2.1 利用状況の理解と明確化.....	53
4.2.2 ユーザの要求事項の明確化.....	54
4.2.3 デザインによる解決案の作成.....	54
4.2.4 評価.....	55
4.2.5 コンビニATMの使いやすさ	57
4.3 第4章の結論.....	61
第5章 実践的 IT システムの 人間中心設計適用効果の分析.....	63
5.1 はじめに	64
5.1.1 第5章の背景	64
5.1.2 第5章の目的	64
5.1.3 第5章の研究の方法.....	65
5.2 人間中心設計効果分析に必要な視点の提案.....	65

5.2.1	活動内容と対応付けた効果の明確化	65
5.2.2	定量分析と定性分析	66
5.2.2.1	定量的な分析	66
5.2.2.2	定性的な分析	67
5.3	人間中心設計効果分析の方法の提案	67
5.3.1	活動と効果を対応づける事例作成とヒアリング	67
5.3.2	定量分析と定性分析の組み合わせ	68
5.3.3	定量分析のための推定値の収集	68
5.3.4	定性分析のための効果仮説の作成	69
5.4	人間中心設計効果分析の実施	71
5.4.1	適用プロジェクト	71
5.4.2	効果測定の実施手順	71
5.5	人間中心設計適用の効果	74
5.5.1	効果分析の結果	74
5.5.2	効果測定方法の有効性	76
5.6	第 5 章の結論	78
第 6 章	先進的 IT システムの 人間中心設計プロセスによる分析	79
6.1	はじめに	80
6.1.1	第 6 章の背景	80
6.1.2	第 6 章の目的	80
6.1.3	第 6 章の研究の方法	80
6.2	対話型情報ナビゲーション(フェーズ 1)の人間中心設計プロセスによる分析	81
6.2.1	利用状況の理解と明確化	81
6.2.2	ユーザの要求事項の明確化	82
6.2.3	デザインによる解決案の作成	84
6.2.4	評価	85

6.2.5 対話型情報ナビゲーション(フェーズ1)の人間中心設計プロセスによる分析まとめ	86
6.3 対話型情報ナビゲーション(フェーズ2)の人間中心設計プロセスによる分析	87
6.3.1 利用状況の理解と明確化	87
6.3.2 ユーザの要求事項の明確化	88
6.3.3 デザインによる解決案の作成	88
6.3.4 評価	90
6.3.5 対話型情報ナビゲーション (フェーズ2) の人間中心設計プロセスによる分析まとめ	91
6.4 Web サイト診断システムの人間中心設計プロセスによる分析	92
6.4.1 利用状況の理解と明確化	93
6.4.2 ユーザの要求事項の明確化	94
6.4.3 デザインによる解決案の作成	95
6.4.4 評価	95
6.4.5 Web サイト診断システムの人間中心設計プロセスによる分析まとめ	95
6.5 第6章の結論	96
第7章 先進的 IT システムにおける人間中心設計適用方法の考察	99
7.1 はじめに	100
7.1.1 第7章の目的	100
7.1.2 第7章の研究の方法	100
7.2 先進的 IT システムと実践的 IT システムの 人間中心設計の比較	100
7.3 先進的 IT システムにおける人間中心設計適用方法の考察	102
7.4 第7章の結論	104
第8章 結論	106
8.1 各章の結論	107
8.2 本研究の結論	109

8.3 今後の展望.....	110
構成論文	111
発表論文	112
参考文献	115
謝辞	119

第1章 序論

1.1 はじめに

本章では、本研究全体の概要について説明する。本研究を始めるに至った背景、関連研究、研究の目的、研究方法、本論文の構成と、本論文で使用している用語の定義を述べる。

1.2 研究の背景

コンピュータを使った情報システム（IT システム）の世界では、1990 年代後半のインターネットの普及により急激な変化が起こった。Web の発展により膨大な情報が世の中にあふれ、IT システムは、一部の人々が仕事で限定的に利用していたものから、一般の人々が広く利用するものになった。現在の IT システムは、一般の人々が様々な情報にアクセスするための Web サイトから、情報案内など公共の場で使われるシステムや、プロフェッショナルのユーザが複雑な業務に利用するシステムまで多岐にわたっている。これらの IT システムの利用範囲の拡大に伴って、IT システムを誰にでも使いやすくするというユーザ視点の IT システムの開発が重要になっている。

Web の発展により、それ以前にくらべて人々は欲しい情報を簡単に入手できる時代になった。Web サイトが登場した初期の頃は、手作りで Web ページを作成し、ボランティア的に運営がされており、Web サイトの使いやすさについて取沙汰されることは少なかった。しかし、インターネット上で商品売買が行われるようになり、Web サイトは企業にとって顧客との接点という役割が増してくるにつれて、Web サイトの使いやすさである「ウェブ・ユーザビリティ」が必要になってきた。またサイトの運営側にとっても、Web サイトのコンテンツや情報を品質管理するための Web サイト分析方法やツールが必要になってきた[1]。

また、Web の発展により膨大な情報が世の中にあふれるようになるにつれて、情報検索の重要性も増してきた。Web 以前の情報検索は、法律家補助員や図書館員など高度な教育を受けた限られた人々が利用するものであった[2]。しかし、インターネットの利用が一般に広がるにしたがって、特別に教育を受けていない一般の人々が検索を利用するようになってきた。また、検索対象となる情報も論文や書誌情報やニュース記事などから、様々な商品情報や店舗情報など多岐にわたってきた。さらに、検索する人々の欲求も特定の情報を探すという目的が明確なものから、インターネット上で商品を検索したりブラウジングしたりしながら絞り込んでいくというように目的が曖昧な場合も増えてきた。このような場面で人々が欲しい情報を簡単に見つけられるようにするために、情報検索にも使いやすさが重要になり、情報検索のためのユーザインタフェースの研究も多く行われるようになってきた。

インターネット普及後の時代において、使いやすく先進的な IT システムを構築するためには、情報検索と Web システムの分野で、使いやすさを向上させるための新しい技術の研究開発が必要となっていた。

また、IT システムの使いやすさを向上させるためには、ユーザ視点で開発を行うプロセスも必要である。ユーザ視点のシステム開発手法としては、人間中心設計（Human Centered Design）が知られている[3]。人間中心設計は ISO9241-210 で「対話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」と定義されている。人間中心設計はパソコンやスマートフォンなどのデジタル情報機器が普及し、機器の操作が複雑になって、使いこなせない人が増えてきた社会において、消費者や利用者に満足する製品を届けるための取り組みとして、実践的な IT システム開発現場への適用が浸透してきている [4, 5, 6, 7, 8]。

一方、先進的な IT システムを生み出す研究開発の現場では、先進的な技術開発を行うことに重点がおかれており、ユーザ視点を取り入れた開発プロセスはあまり浸透していない。これまでの業務や生活を変えることができる革新的な IT システムを開発するためには、新しい技術や考え方が人にとってどういう価値があるかを考えることが重要である。先進的な IT システムの研究においても人間中心設計を活用することによって、ユーザ視点の使いやすいシステムを開発できる可能性がある。

1.3 関連研究

誰にでも使いやすく魅力的なユーザ視点の先進的な IT システムを開発するためには、①使いやすさを向上させる技術を研究開発することと、②先進的な IT システムへの人間中心設計適用可能性を考えることが重要である。

第一の使いやすさを向上させる技術について、インターネット普及後の時代において IT システムの使いやすさに影響が大きい、「情報検索の使いやすさに関する研究」と Web システムの使いやすさを向上させる「Web ユーザビリティと Web サイト分析の研究」について関連する研究を概説する。

また、第二の先進的な IT システムの開発プロセスへの人間中心設計の適用可能性の分析については、人間中心設計の適用が進んでいる実践的 IT システムへの人間中心設計適用について関連する研究を概説する。

1.3.1 情報検索の使いやすさに関する研究

情報検索の使いやすさについては、Shneiderman らの論文で、検索ユーザインタフェースに広く適用できるデザインの際の重要な点が明らかにされた[10]。Marti らはこれをもとに、検索ユーザインタフェースに特化したデザインガイドラインを下記のように紹介している[2]。

- ・有益なフィードバックを提供する
- ・ユーザのコントロールと自動的な制御のバランスをとる
- ・短期記憶の負荷を軽減する

- ・ショートカットを提供する
- ・エラーを減らす
- ・細部の重要性を理解する
- ・美的意識の重要性を理解する

この中で「短期記憶に対する負荷の減少」というガイドラインは、情報が豊富なインタフェースにとって重要であり、インターネットが発展した世界では留意する必要がある。文献[2]では「短期記憶に対する負荷の減少」のガイドラインの背景にある考えは、ユーザの記憶や思考に依存するのではなく、関連する情報を常に見せていくものである、と記載されている。そして「短期記憶に対する負荷の減少」のガイドラインを検索インタフェースに応用した方法の一つとして、「ナビゲーションと検索の統合」が挙げられている。ナビゲーションとは、検索結果の提示後に、検索結果を改善する入力インタフェースとして情報の構造や分類などを提示し、ユーザの情報探索を支援する方法である。

検索ナビゲーションの研究の代表的な1つとして、ファセットナビゲーションの研究がある。ファセットナビゲーションとは、情報に対する切り口であるファセットを使って、検索結果と同時に表示されるファセットを使って情報の絞り込みを行うことができる方式である。ファセットナビゲーションの代表的な研究である Flamenco プロジェクトの研究では、Hearst らにより Web サイトナビゲーションにおけるファセット分類システムの重要性が示され、日常的な利用者のためのファセットナビゲーションを支援する様々なユーザインタフェースが設計、研究されている[11, 12, 13]。ファセットナビゲーションが優れているとユーザは検索窓に入力をせずとも容易に情報を絞ることができるため、ユーザビリティ調査でも有効性が示されている。

情報検索の使いやすさについて代表的な研究を概観したところ、検索とナビゲーションを統合して、ユーザの情報探索を支援することの重要であることがわかった。インターネット上のショッピングサイトや情報提供サイトには、大量の情報が存在しているが、このような背景から、大量の情報の中からユーザが欲しい情報にアクセスできることを支援するナビゲーション技術が重要になっていると言える。

1.3.2 Web ユーザビリティと Web サイト分析の研究

Web サイトの使いやすさについては、Nielsen によって 2000 年に執筆された「ウェブ・ユーザビリティ、顧客を逃がさないサイトづくりの秘訣」でその重要性が述べられている。ここでは、インターネット社会におけるユーザビリティの重要性が記載されている[1]。従来の商品売買では、顧客は商品の購入後にユーザビリティを体験するのに対して、Web の世界ではユーザビリティが悪ければ顧客は逃げてしまうため、インターネット社会では、「支払の前にユーザビリティありき」という法則が成り立つと述べ、Web ユーザビリティの重要性が指摘されている。

また Web サイトの使いやすさについては、Web サイト構築時にデザインガイドを考慮する以外に、Web サイトが完成した後の分析、評価による改善も重要になっている。Web サイトの分析、評価方法には、下記に示すように、大きく、人手による方法(1)と、自動分析・診断の方法(2)(3)(4)がある。また(2)~(4)の方法を組み合わせ Web サイト全体の品質を診断するもの(5)がある。

- (1)人手で評価するもの
- (2)ログを解析してユーザ行動を推測しサイトを改善するもの
- (3)Web サイトのページを解析して問題点を抽出するもの
- (4)Web サイトの構造を解析して問題点を抽出するもの
- (5)Web サイトの品質に対する指標を定義し、Web サイトを診断するもの

(1)の人手による評価方法には、テストユーザを使ったユーザビリティテスト、アンケートや専門家によるヒューリスティック評価の方法がある。サイトが大規模になるにつれて、人手による方法はコストがかかるため、自動分析・診断の技術が研究開発されてきている。

自動分析の方法である(2)のログ解析によるユーザ行動の推測は、サーバやパケットデータやブラウザからの取得データを解析し、ページビュー、滞在時間、ユニークユーザ数、クリックストリームなどのユーザ行動を分析するものである。サイトへのアクセス数という直接的な効果を見ることができるため、多くの製品が開発・販売されている[14,15]。

自動分析の方法である(3)のページ解析による問題抽出の代表的なものとしては、HTML をチェックしてアクセシビリティ診断をする製品や研究事例がある[16]。

自動分析の方法である(4)の Web サイトの構造解析による問題抽出の代表的な方法は、Web サイト内でユーザの目的に沿ったページ遷移が可能かどうかをサイトの構造面からチェックする方法である。構造面の適切さを診断するために、ユーザのページ遷移をモデル化したり(パスシミュレーション)[17,18]、構造をわかりやすく視覚化し設計時に役立てる手法・ツールが研究されている[19]。

(5)の Web サイト診断は、(2)から(4)の解析技術をもとに Web サイト全体の品質を診断する。具体的には、サイトの品質に対して、リンク属性や操作時間、ページやサイトのプロファイル（テキスト、リンク、グラフィックなど）などを指標として定義し、それら指標をベースに Web サイトの品質を数値的に表して、Web サイト品質を診断する[20,21]。

Web サイトの使いやすさについて代表的な研究を概観したところ、従来の Web サイトの構造解析や品質診断は、典型例を分析、あるいは特定ケースのみを分析するアプローチである一方、Web サイトの規模が増大し、閲覧者も多様になっていくにしたがって、サイト全体を網羅的に分析するアプローチが必要になってきていることがわかった。このような背景から、使いやすい Web サイトの構築や運用管理のために、大規模 Web サイトを自動分析・診断する技術の重要性が高まっていると言える。

1.3.3 実践的 IT システムへの人間中心設計適用の研究

IT システムの使いやすさを向上させるためには、ユーザ視点で開発行うプロセスが必要である。ユーザ視点のシステム開発手法としては、人間中心設計（Human Centered Design: 人間中心設計）が知られている[3]。人間中心設計の考え方は 1999 年に制定された ISO13407 で国際規格化され、ISO13407 はその後 ISO9241-210 へ改訂された。ISO9241-210 で人間中心設計は「対話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」と定義されている。

人間中心設計のプロセスアプローチは、使いやすさに関して、設計開発の流れをよくすることによって結果の質を高めていこうとするものである。プロセスアプローチの特徴は、個々の製品やシステムデザインの善し悪しよりも、多様な製品やシステムがデザインされる一連の活動群に注目する点にある。

IT システムが複雑化し使いこなせない人が増えてくるという問題が顕著になるにしたがって、IT システム構築へ人間中心設計を適用する事例が増えてきた。

IT システムの構築を行う代表的な企業である NEC では、人間中心設計の実践は、1980 年代のヒューマンインタフェースの研究開発を端緒にして、1990 年代の視覚障害者に配慮した ATM 端末などの開発や 2000 年から取り組まれた Web アクセシビリティへの対応など、ユニバーサルデザインの活動へ適用が活発に行われた。その後、空港のフライトインフォメーションシステム等のアクセシビリティ向上や、サーバ管理ソフトウェア等のユーザビリティ向上や、プロジェクターの商品企画によるイノベーションを創造など、広く IT システムへ適用した事例が報告されている[4]。また、2014 年には、高度な社会インフラを提供する「社会ソリューション」に対して人間中心設計を適用した事例が報告されている[5]。

IT システムの構築を行う他の代表的な企業である富士通においても、2008 年に良質な製品・サービスをお客様に提供するために、製品・サービスの企画段階から、開発、デリバリ後のフォローまでを人間中心設計視点で行う重要性について報告されている[6]。また 2013 年には、デザイン対象をプロダクトからサービスに拡大し、ビジネスの上流における課題解決やビジョン創造に適用した事例が報告されている[7]。

IT システムの構築を行う他の代表的な企業である日立製作所においても、鉄道車両、掃除機、大規模システムプラント向けシステムなど広く実践の場で、人間中心設計を基礎としたエクスペリエンスデザインの事例が報告されている[8]。

このように実践的な IT システム構築の現場へ人間中心設計の適用が進んでいる一方で、先進的な IT システムを生み出す研究開発の現場においては、デンソー[9]などの少数の取り組みが見られるものの、人間中心設計の適用が普及しているとは言えない。これまでの業務や生活を変えることができる先進的な IT システムを開発するためには、新しい技術や考え方が人にとってどういう価値があるかを考えることが重要である。このような背景から、先進的 IT システムの開発プロセスへの人間中心設計の適用方法を考えることが重要であると言える。

1.4 研究の目的

本研究の目的は、誰にでも使いやすく魅力的なユーザ視点の先進的 IT システムを構築するために、①使いやすさを向上させる技術を研究開発することと、②先進的 IT システムへの人間中心設計の適用可能性を分析することである。

インターネット普及後の IT システムは、Web の発展、大量で多様な情報の流通、携帯端末や

公共の場に設置された端末の多様性などの特徴がある。本研究の研究対象は、Web 利用の普及と情報爆発という背景から、情報検索と Web サイトの使いやすさを、また公共端末の普及という背景から、ATM のインターフェースの使いやすさの領域を扱う（図 1-1）。

本研究の第一の目的である①使いやすさを向上させる技術の研究に向けて、(1)情報検索の使いやすさ向上のために、大量の情報の中からユーザがほしい情報にアクセスするための「対話型情報ナビゲーション」の研究と、(2)Web サイトの使いやすさ向上のために、Web サイトの品質を管理するための「Web サイト診断システム」の研究を行う。

情報検索の使いやすさについては、豊富な情報に対して、ユーザの記憶や思考に依存するのではなく、関連する情報を常に見せていくという使いやすさのガイドライン「短期記憶に対する負荷の減少」の中で、検索結果の後に、情報の構造や分類を示したナビゲーションに接して情報探索を進めるナビゲーションの考え方について深耕する。本研究では、インターネット上にある様々な商品情報や店舗情報など、大量の情報の中からユーザが欲しい情報にアクセスできるためのナビゲーション技術を研究することを目的とする。

Web サイトの使いやすさについては、Web サイトが完成した後の分析・診断技術に注目する。使いやすい Web サイトの構築や運用管理のために、大規模 Web サイトを自動分析・診断する技術の重要性が高まっている。そこで、Web サイト全体を網羅的に分析する構造解析技術と、Web サイト全体の品質を診断する Web サイト診断技術を研究する。本研究では、Web サイトを使いやすくするために、Web サイト構造解析技術の一つとして、Web サイトで発生する各種のリンク不整合の自動検出技術と、検出された不整合を使って Web サイトの問題発見とその原因を分析する Web サイト診断システムを研究する。

本研究の第二の目的である、②先進的 IT システムへの人間中心設計の適用可能性の分析に向けては、比較として人間中心設計の適用が進んでいる実践的 IT システムについて、人間中心設計に基づいた開発プロセスを分析する。実践的 IT システムの分析対象は、「コンビニ ATM」を取り上げる。また、企業で人間中心設計が適用された複数の実践的 IT システムにおいて、人間中心設計の適用が効果をあげているかを分析する。次に、先進的な IT システムの研究プロセスを人間中心設計のプロセスで分析する。先進的な IT システムの分析は、「対話型情報ナビゲーション」と「Web サイト診断システム」を対象とする。これらを踏まえて、先進的 IT システムと実践的 IT システムの人間中心設計適用の違いを明らかにし、先進的 IT システムへの人間中心設計適用方法を考察する。

＜研究対象＞		
	インターネット普及前	インターネット普及後
使う人	限定された人	広く一般の人
使う場面	特定業務	日常生活（Web閲覧、検索、予約、申請、買い物等）
情報	少量・限定	大量・多様
端末	コンピュータ	コンピュータ、携帯端末、公共端末（券売機、ATM等）
		<ul style="list-style-type: none">• Web利用の普及、情報爆発、 →情報検索、Webサイトの使いやすさ(研究開発)• 公共端末の普及 →ATMの使いやすさ(HCD適用事例)
		3

図 1-1 研究対象

1.5 研究の方法

本研究の第一の目的である①使いやすさを向上させる技術の研究に向けて、(1) 情報検索の使いやすさ向上のために、大量の情報の中からユーザがほしい情報にアクセスするための「対話型情報ナビゲーション」の研究と、(2) Web システムの使いやすさを向上のために、Web サイトの品質を管理するための「Web サイト診断システム」の研究を行う。

対話型情報ナビゲーション研究では、ユーザの曖昧な目的の明確化を支援すること、携帯電話のように限定された表示領域において容易に検索できることをナビゲーションの目標に研究を進める。その理由としては、一つは、インターネット上にある様々な商品情報や店舗情報など大量の情報の中からユーザが欲しい情報を探す場面を考えると、従来の目的が特定された情報を検索する場合と比較して、検索目的が曖昧なことが多く、ユーザの目的の明確化を支援することが必要であるからである。また、検索を利用する場面を考えると、従来のオフィスでコンピュータを使って書誌情報など特定の情報を検索する場合と比較して、街中で携帯電話などを使って、商品情報や店舗情報を検索することが多くなっており、画面サイズなどで端末の制約が操作を困難にしているためである。

Web サイト診断システム研究では、Web サイト構造解析技術の一つとして、リンク不整合検出技術を研究する。また、検出された不整合を使って Web サイトの問題発見とその原因を分析する Web サイト診断システムを研究する。

次に、本研究の第二の目的である、②先進的 IT システムへの人間中心設計の適用可能性の分析に向けては、はじめに人間中心設計プロセスの適用が進んでいる実践的 IT システムの開発内容について、人間中心設計プロセスからみた特徴を分析する。実践的 IT システムの分析は、「コンビニ ATM」を対象とする。分析対象としたコンビニ ATM は、より多くの人に使いやすいユニバー

サルデザインの実現を目指して開発された。開発当初から人間中心設計が適用され、2013年には設置台数が全国で18000台を超えている実践的ITシステムの代表例である。また、企業で人間中心設計が適用された複数の実践的ITシステムにおいて、人間中心設計の適用効果を分析する。

次に、先進的なITシステムの研究である「対話型情報ナビゲーション」と「Webサイト診断システム」を対象に、研究プロセスを人間中心設計プロセスで分析する。対象とした研究は、人間中心設計プロセスを直接意識して実施されたものではないが、使いやすいITシステムを開発するための研究であり、その研究開発プロセスには人間中心設計プロセスと共通の内容が含まれることが考えられる。一方で、新規技術開発を行うにあたって、従来の人間中心設計とは異なる取り組みを実施していたことも考えられる。これらの分析結果を踏まえて、先進的ITシステムと実践的ITシステムの人間中心設計適用の違いを明らかにし、先進的ITシステムへの人間中心設計の適用方法を考察する。研究方法の全体像を図1-2に示す。

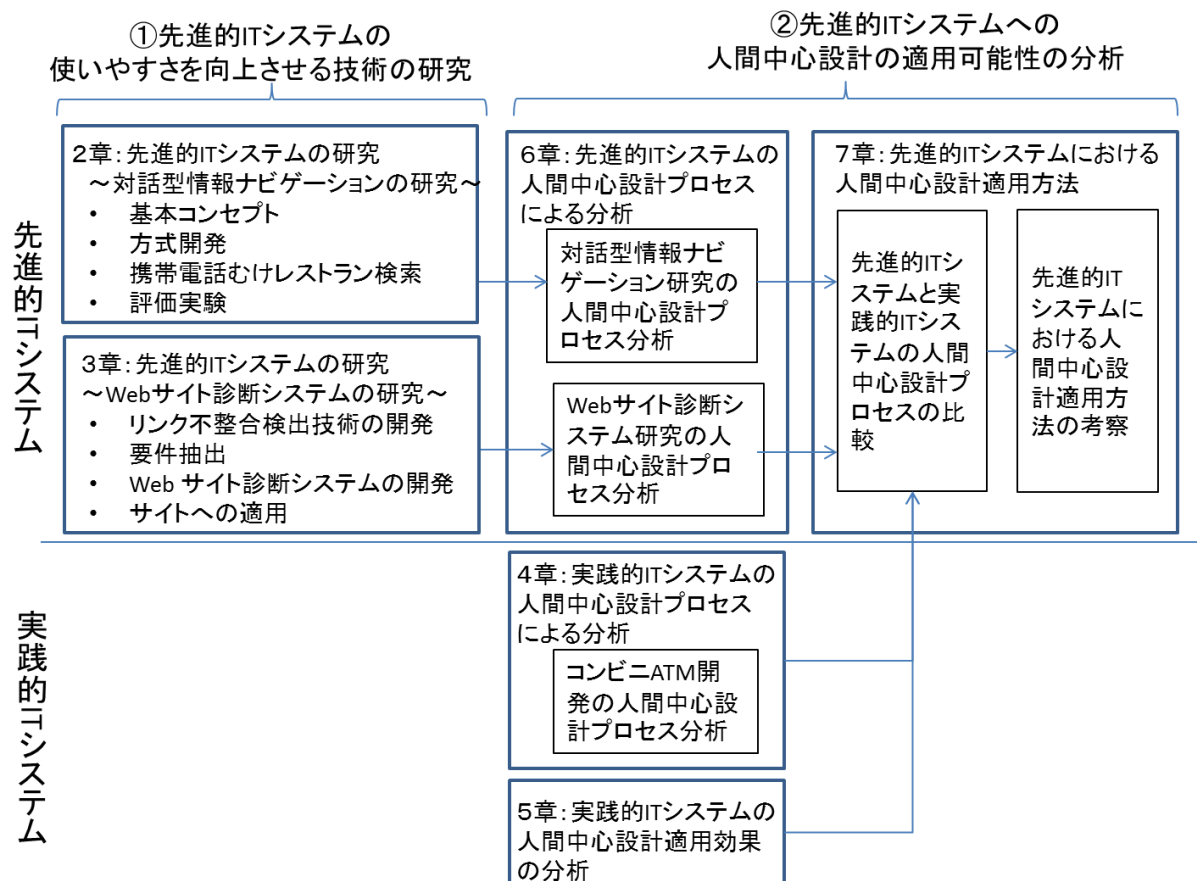


図 1-2 研究方法の全体像

1.6 本論文の構成

本論文の2章及び3章では、本研究の第一の目的である「使いやすさを向上させる技術の研究」に向けて、情報検索とWebシステムの使いやすさを向上の研究について述べる。

本論文の2章では、情報検索の使いやすさ向上のために、大量の情報の中からユーザがほしい情報にアクセスするための対話型情報ナビゲーションの研究について述べる。

本論文の3章では、Webサイトの使いやすさ向上のために、Webサイトの品質を管理するためのWebサイト診断システムの研究について述べる。

本論文の4章では、本研究の第二の目的である「先進的ITシステムへの人間中心設計の適用可能性の分析」に向けて、先進的なITシステムの研究開発事例との比較対象として、人間中心設計適用が進んでいる実践的なITシステム開発「コンビニATM」の開発内容を人間中心設計のプロセスに従ってその特徴を明らかにする。

本論文の5章では、本研究の第二の目的である「先進的ITシステムへの人間中心設計の適用可能性の分析」に向けて、企業の中で人間中心設計を適用した複数の実践的なITシステム開発において、人間中心設計を適用したことによる効果を分析する。

本論文の6章では、本研究の第二の目的である「先進的ITシステムへの人間中心設計の適用可能性の分析」に向けて、企業の中で取り組まれた先進的なITシステムの研究開発事例として、2章と3章で述べた「対話型情報ナビゲーション」と「Webサイト診断システム」の研究事例を人間中心設計のプロセスに従って分析する。

本論文の7章では、4章から6章の分析から、先進的ITシステムと実践的ITシステムの人間中心設計適用の違いを明らかにし、先進的ITシステムの人間中心設計適用方法について考察する。

1.7 用語の定義

(1) IT システム

コンピュータによる情報処理によって情報の高度な処理（変換、蓄積、共有など）を可能にするシステムを示す。

(2) ユーザ視点の IT システム

技術視点ではなく人の視点にたって開発された、魅力的で使いやすいシステムを示す。

(3) 先進的な IT システム

新規技術の研究をもとに開発した、世の中になかった先進的なITシステムを示す。

(4) 実践的な IT システム

実社会で運用することを目的に開発した実践的なITシステムを示す。

先進的ITシステムと実践的ITシステムの特徴を表1-1に示す。

表 1-1 先進的 IT システムと実践的 IT システムの特徴

	先進的ITシステム	実践的ITシステム
担当部門	研究開発部門	事業開発部門
目標	世の中にない新しいシステムを開発	<ul style="list-style-type: none"> 既存システムをより優れた製品へ改良 他社優位性のある製品を開発
流通形態	<ul style="list-style-type: none"> 販売されていない 実運用されていない 試験的に公開されているケースもある 	<ul style="list-style-type: none"> 販売されている 実運用されている
実現形態	特徴的な機能が動作しているプロトタイプ	全機能がエラーを起こすことなく動作している製品
開発方法	新技術をもとに開発	既存製品の改良
品質保証	品質保証されていない	品質保証されている

(5) 使いやすさ（ユーザビリティ）

ISO9241-210 では、使いやすさ（ユーザビリティ）は、「特定のユーザが、特定の目標を達成するために、特定の利用コンテキスト（脈絡）において使う、システム、製品またはサービスの、有効性、効率および満足 の程度」と定義されている。

(6) 人間中心設計

人間中心設計の考え方は 1999 年に制定された ISO13407 で国際規格化され、ISO13407 はその後 ISO9241-210 へ改訂された。ISO9241-210 で人間中心設計は「対話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」と定義されている。

ISO9241-210 では、人間中心設計の原則を下記の 6 つを定義している。

- (a) ユーザやタスク、環境に対する明確な理解にもとづいてデザインする
- (b) 設計や開発の期間を通してユーザを取り込む
- (c) 設計は人間中心的な評価によって駆動され、また洗練される
- (d) プロセスは反復的である
- (e) 設計はユーザエクスペリエンスの全体に焦点をあてる
- (f) 設計チームには多様な専門領域の技能と見方を取り込む

また、人間中心設計を実行するメリットとして下記の 7 つを挙げている。

- (a) ユーザの生産性や組織の作業効率を向上できる
- (b) 理解しやすく使いやすくなることにより、訓練やサポート費用が削減される
- (c) 多様な能力をもった人々へのユーザビリティを高めることでアクセシビリティが向上する
- (d) ユーザエクスペリエンスが改善される
- (e) 不快感やストレスが緩和される

- (f) ブランドイメージを向上させるような形で競争力がつく
- (g) サステナビリティという目標にも貢献する

人間中心設計のプロセスは図 1-3 に示すように、ISO9241-210 によって下記の 4 つが定義されている。

- ①利用状況の理解と明確化
- ②ユーザの要求事項の明確化
- ③デザインによる解決案の作成
- ④評価

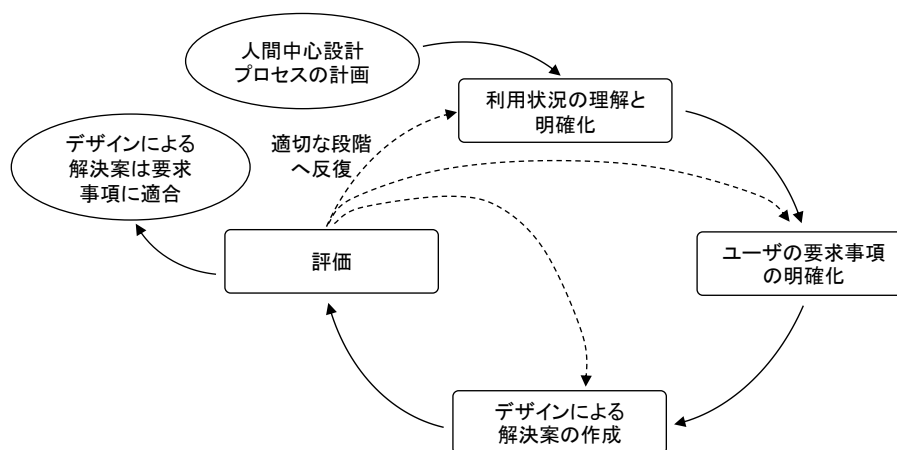


図 1-3 ISO9241-210 における HCD プロセス

第2章 対話型情報ナビゲーションの 研究

2.1 はじめに

使いやすく魅力的なユーザ視点の先進的 IT システムを開発するために、インターネット普及後の IT システムの使いやすさに影響が大きい、情報検索の使いやすさを向上させるための技術について研究開発を行う。インターネット上にある様々な商品情報や店舗情報など、大量の情報の中からユーザが欲しい情報を簡単に見つけることができるためのナビゲーション技術を研究開発する。

2.1.1 第2章の背景

対話型情報ナビゲーションの研究は、2003 年に研究テーマを立ち上げ、研究領域の設定から試作までを行い(フェーズ1)、2004 年から 2007 年までは、事業部門も交えてモバイル領域など複数の領域における実用化研究を行った(フェーズ2)。研究立ち上げ時の 2003 年は、パソコンではグーグルが普及してキーワードを入力する検索が広く利用されており、携帯電話ではインターネットを利用し始めた頃であった。携帯端末自体は画面も狭く情報の閲覧や端末の操作は、現在のスマートホンと比べると非常に困難であった。

大量の情報が世の中にあふれている時代に入っており、ユーザが情報にアクセスするための手段として検索技術や推薦技術が研究されていた。対話型情報ナビゲーションは、大量の情報の中からユーザが欲しい情報を簡単に見つけることができることを目指して、ナビゲーション技術を研究開発した。

2.1.2 第2章の目的

本章の目的は、情報検索の使いやすさを向上させるための技術について研究開発を行うことである。情報検索の使いやすさについては、豊富な情報に対して、ユーザの記憶や思考に依存するのではなく、関連する情報を常に見せていくという使いやすさのガイドライン「短期記憶に対する負荷の減少」の中で、検索結果の後に、情報の構造や分類を示したナビゲーションに接して情報探索を進めるナビゲーションの考え方について深耕する。本研究では、インターネット上にある様々な商品情報や店舗情報など、大量の情報の中からユーザが欲しい情報を簡単に見つけることができるためのナビゲーション技術を研究することを目的とする。

2.1.3 第2章の研究の方法

対話型情報ナビゲーションの研究開発プロセスを、研究立ち上げフェーズの「フェーズ1」と、実用化研究フェーズの「フェーズ2」に分けて研究を進めた。

研究立ち上げフェーズの「フェーズ1」では、大量の情報が世の中にあふれている時代に、ユーザが欲しい情報を簡単に見つけることができるようにするためには、どんなことができればよ

いのか、どんな技術が必要かという研究課題の設定や、研究対象領域の明確化を行った。また、プロトタイプを開発し、ユーザとシステムとの対話によって欲しい情報にたどりつかせる対話的なナビゲーションと、状況に応じて着目点をランキングして提示し、ユーザに情報の探し方を教えるというコンセプトを研究の基本コンセプトをまとめた。

実用化研究フェーズの「フェーズ2」では、フェーズ1で、研究領域の設定や有効性のある程度見極めた後、実用的な研究として、画面の狭さや通信速度の制約などで望みの検索結果を得ることが難しい、モバイル端末の利用を対象にした対話型情報ナビゲーションの研究開発を行った。コンセプトの整理、方式開発、システム開発とユーザ評価を行った。

2.2 対話型情報ナビゲーション（フェーズ1）の研究内容

2.2.1 対話型情報ナビゲーション（フェーズ1）の研究目標

インターネット上で様々な商品情報や店舗情報があふれている時代においては、ユーザが特定の情報を明確な目的を持って探すシーンよりも、要求が曖昧な状態で情報を探すシーンが増えてきた。情報を探するための技術である検索は従来、論文検索や特許検索など目的がはっきりした場面で使われる技術であった。しかし、インターネット上での検索の利用場面が広がるにしたがって、街中でレストランを探したり、ショッピングサイトでプレゼントを探したりする場合など、検索を行う際にユーザの要求が曖昧な場面が増えてきた。欲しい情報が曖昧な場合、適切なキーワードを思いついて1回の検索で適切な結果を得ることは難しい。ユーザは検索結果を見ながら、その情報のもつ性質を理解し、要求を具体化する。そして何回かの検索操作を繰り返して、情報を絞りこむ。この過程は、情報（コンテンツ）そのものを探すというよりも、情報を探するための手がかりである情報の「着目点」を探しているともいえる。情報は多面的な属性をもっており、どの属性を重視するかが「着目点」を決めることになる。重視する属性を決めるのは、人が置かれている状況によって変わる。例えば、人とお店を探す場合を考えると、現在自分がいる位置から近い“場所”にあるお店を探そう、車に乗っているから“駐車場”の有無を重視してお店を探そう、財布にあまりお金がないから“価格”を重視してお店を探そう、初めて訪れた場所で「周囲にどんなお店があるかな？」と考えて、周囲で特徴的な属性を重視してお店を探そう、などの行動をとる。この時に重視している場所、駐車場、価格等が情報の属性であり、人が置かれている状況によって、情報を探するために重視する属性（着目点）が変わっているといえる。

このように人が情報を探す際の自然なやりとりを実現することを目標に、対話型情報ナビゲーションでは、ユーザとシステムとの対話によって、ユーザ要求が曖昧な場合にでも大量の情報の中から欲しい情報を簡単に見つけることができる技術の研究を目指す。

2.2.2 対話型情報ナビゲーション（フェーズ1）の方式提案

対話型情報ナビゲーションでは、ユーザをとりまく状況（コンテキスト）やコンテンツの属性（メタ情報）によって、情報の探し方である着目点を教えるナビゲーション方式を提案する。

コンテキストとは、ユーザが車に乗っているかどうかや、現在位置や時間などの「環境コンテキスト」、ユーザの嗜好などの「ユーザコンテキスト」、対話履歴などの「対話コンテキスト」が考えられる。図 2-1 に示すように、例えば、ユーザが車にのっているというコンテキストを利用して、駐車場の有無でコンテンツを検索し、「車にのっていますね。駐車場がないお店で良いですか？」のように、情報の探し方（着目点）を教えることを実現する。また、現在いる場所の周囲にあるコンテンツの属性分布を利用して、「大まかな傾向をお知らせします。中華が多いです。中華のお店で良いですか？」のように情報の探し方（着目点）を教えることを実現する。また、ユーザの嗜好や履歴などの「ユーザコンテキスト」や「対話コンテキスト」を利用して、例えば、ユーザが地酒が好きであるコンテキストが得られれば「地酒といえば〇〇が有名です。」のように情報の探し方（着目点）を教えることを実現する。情報の探し方（着目点）は、情報がもつ複数の属性（コンテンツのメタ情報）から、ユーザコンテキストや環境コンテキストによって、重視する属性をランキングして決定する。このランキング方式を対話戦略とよぶ。

上記を実現するための方式を図 2-2 に示す。コンテキストをユーザ意図解析部で解析し、情報の探し方（着目点）を対話戦略決定エンジンで選択し、情報推薦エンジンで対話戦略に従ったコンテンツを検索して、対話生成部でユーザにコンテンツを推薦する方式を提案する。

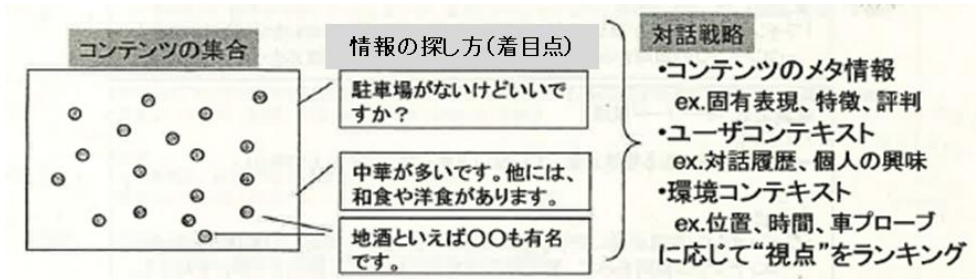


図 2-1 情報の探し方である着目点を教えるナビゲーション

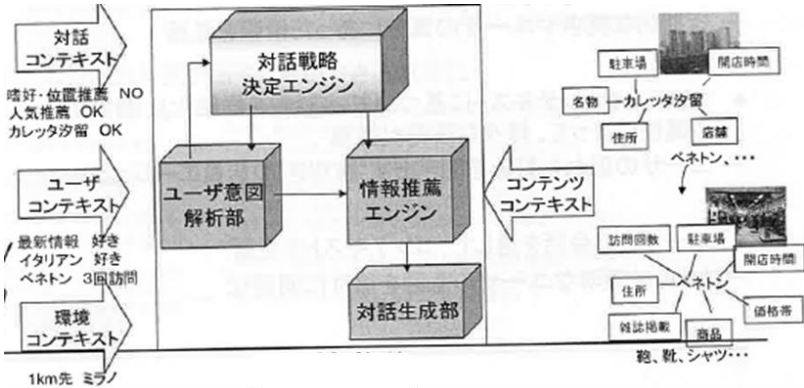


図 2-2 対話型情報ナビゲーション(フェーズ1)の方式提案

2.2.3 対話型情報ナビゲーション（フェーズ1）の試作

レストランのデータベースをコンテンツとして、システムが対話文を出力し、ユーザが回答を選択するプロトタイプを開発した（図 2-3）。プロトタイプ開発の目的は、システムの出力とユーザの選択が自然につながるかどうかを、実際のデータを使って確認することである。

内部のアルゴリズムの自然さを確認することが主な目的であるため、検索条件などのユーザの選択と、時間や場所など可変のコンテキストとを入力可能にし、検索結果と情報の探し方（着目点）を説明する対話文とをテキストベースで確認できるシステムを開発した。

システムは、コンテキストに応じて情報の探し方（着目点）を決定し、レストランのデータベースを検索し、コンテンツの検索結果と対話文をユーザに出力する。

システムから「外国料理が多いです。ほかには、和食、喫茶、甘味があります。どれにしますか？」のような対話文とレストランのコンテンツが出力され、ユーザは回答を選択し、望みの結果が得られるまで対話を継続する。

また、プロトタイプでは、アルゴリズムの修正を容易にするために、検索軸のランキング結果など内部の計算結果も表示して確認できるようにした。

研究に携わっていた研究者数名で、プロトタイプを動かしながら、不自然な動作がないかを確認し、アルゴリズム修正を行った。

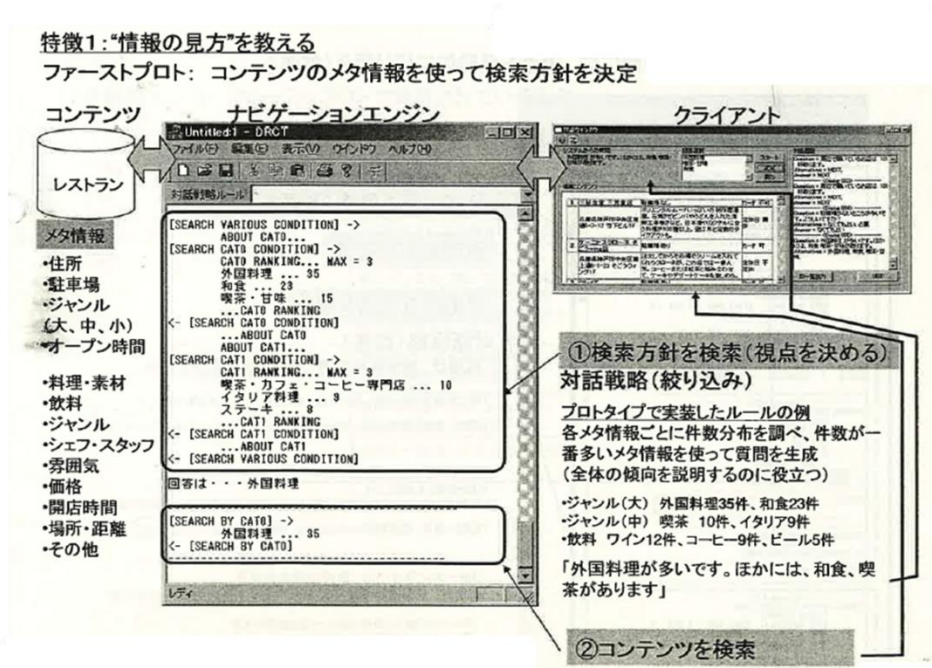


図 2-3 「対話型情報ナビゲーション(フェーズ1)」の試作

2.3 対話型情報ナビゲーション(フェーズ2)の研究内容

研究立ち上げのフェーズ1で、研究領域の設定や有効性のある程度見極めた後、実用的な研究フェーズ2として、画面の狭さや通信速度の制約などで望みの検索結果を得ることが難しい、モバイル端末の利用を対象にした対話型情報ナビゲーションの研究開発を行った。コンセプトの整理、方式開発、システム開発とユーザ評価を行った。

2.3.1 研究課題

インターネットの普及により、商品情報や店舗情報など膨大な情報が氾濫し、その中から欲しい情報を探す検索システムが多くの人々に利用されている。これらの情報はPCから検索されるだけでなく、携帯電話から検索される場面も増えてきている。例えば、レストランなどは、事前にPCで検索するだけでなく、街中で携帯電話を使って探すことも多い。しかし、携帯電話での検索は、画面や通信速度などの端末の制約から問題が多い。画面が小さいために情報の一覧性が低く、検索条件を設定したり、大量の検索結果を見ることは困難である。通信速度が遅いため、検索のやり直し作業に負担を感じ、途中であきらめることも考えられる。また、街中でレストランを探すようなタスクは、店名がわかっていてキーワード検索できるケースは少なく、ユーザ自身の要求が曖昧なために検索条件の設定が難しいことも問題となる。そこで、携帯電話における情報検索のための新方式として「対話型情報ナビゲーション」を提案する。

対話型情報ナビゲーションでは、検索対象に対する着目点として検索条件候補を提示して、限定された表示領域における検索を支援し、ユーザの検索目的が曖昧な場合でも、対話的に検索結果を絞り込んで欲しい情報を得ることを支援する。

2.3.2 対話型情報ナビゲーション(フェーズ2)の基本コンセプト

対話型情報ナビゲーションの達成すべき目標は、

目標1：携帯電話のような限定された表示領域におけるユーザの検索条件設定を支援し、ユーザに欲しい情報を見つけさせること

目標2：ユーザの曖昧な目的の明確化を支援して、ユーザに欲しい情報を見つけさせることの2つである。この2つを達成するために、着目点の提示と対話的なナビゲーションを提案する。

2.3.2.1 状況に適応した着目点の提示

はじめに目標1を達成するために必要な要件とアイデアを述べる。情報は多面的な属性をっており、情報を探す際にはそれぞれの属性を決定しながら絞り込むことが必要である。例えば、レストランを探す場合には、ジャンルや場所や価格などの複数の属性の中で自分が重視する条件

を選択して決定する。

携帯電話のような小さい画面では、すべての属性を一覧することは困難なため、様々な情報の属性のうち何に着目するかを決定することが重要である。そこで、様々な属性の中から優先的に検索条件として利用する属性（検索条件候補）を「着目点」と考え、ユーザのおかれている状況によって異なる着目点を提示することを提案する。検索時の着目点に影響を与える状況として、コンテンツ状況、ユーザ状況と対話状況とを利用することを提案する。以下に、それぞれの状況について説明する。

コンテンツ状況

検索条件が作れない理由の1つに、検索対象に対する知識の不足があり[1]、検索対象の特徴を捉えることは重要である。そこで、検索対象コンテンツの中で特徴的な属性に着目点とすることを提案する。例えば、周りのほとんどのお店が中華料理であるという属性分布の偏りの特徴を捉えたり、ある属性で選択するとお店が0件になってしまうというコンテンツ数の特徴を捉えることが考えられる。

ユーザ状況

ユーザを取り巻く実世界の状況によっても、検索の着目点は変わる。例えば、携帯電話を使って街中でレストランを探す場合、“ユーザの現在位置”や“現在時刻”などの状況にあわせて、お店の位置や開店時間に着目して検索すると、近くの開店している店が素早く探せて効率的である。また、車に乗ってレストランを探す場合には、“乗車中”などの状況にあわせて、駐車場の有無から着目して検索すると、駐車場が無いお店を見つけた後、再度駐車場があるお店を探し直すというような無駄がなくなる。ユーザが効率よく望みの情報を見つけるために、ユーザ状況に合った属性を着目点とすることを提案する。

対話状況

検索結果に望みの情報が見つからない場合、同じ属性で検索を続けるよりも、違う属性から検索の方が、視点が変わり情報を見つけやすいと考えられる。例えば、レストランを検索していて、ジャンルを和食にしても中華にしても良いお店が見つからない場合に、視点を変えて雰囲気に着目すると、「夜景が見える店」のように全く別の属性で良いお店を見つけられるかもしれない。そこで、システムから提示した検索条件と、ユーザの選択条件という対話の履歴を状況として捉え、対話状況に応じて着目点を提示することを提案する。

このように、ユーザが情報を探すときには、コンテンツの状況やユーザを取り巻く状況や対話の状況によって着目点が変わってくる。そこでシステムが状況に合わせて着目点を提示し、検索条件の設定を支援する仕組みを提案する。

2.3.2.2 対話的なナビゲーション

次に目標2を達成するために必要な要件とアイデアを述べる。検索目的が曖昧な場合、検索結果を見ながら、検索条件を追加していき徐々に情報を絞り込む方法が有効である。検索結果をみて情報の性質を理解することで、要求が具体化されたり新たな興味が生まれたりして検索目的が明確化されるためである[2]。そこで、ユーザの曖昧な目的を明確化するために、システムがまず着目点となる検索条件を提示してユーザに検索を行わせ、検索結果に対してさらに新たな着目点

を提示するという対話的なナビゲーションを提案する。

検索試行と結果確認という試行錯誤は、検索目的の明確化に有効であるが、ユーザが何度も検索を繰り返し、欲しい情報に徐々に近づいているのでなければ、試行錯誤に負担を感じて、操作を途中でやめてしまう恐れがある。通信速度の遅い携帯電話では、特に負担が強く感じられることが予想される。そこで、着目点の生成理由を説明する対話文や、検索結果の件数情報を提示して、結果を予測させるナビゲーションを行い、無駄なやり直しが少ない試行錯誤の支援を提案する。

また、ユーザが検索作業を行っている際には、何らかの検索の方針（戦略）に従って作業を進めていることが考えられる。例えば、検索しはじめて情報の内容がよくわからない間は、情報の性質を捉えながら探すことが考えられる。しかし、検索回数が増えてくるとなるべく早く探したいと思ったり、ある程度検索結果が絞り込まれると関連情報も探したいと思ったりすることがある。試行錯誤の質を向上させるためには、検索戦略を複数用意し、検索戦略に応じた着目点を提示すればよく、検索戦略に沿った対話的なナビゲーションを提案する。

2.3.3 対話型情報ナビゲーション(フェーズ2)の方式開発

対話型情報ナビゲーションは、検索対象コンテンツに対して着目点となる検索条件候補と、検索結果の件数情報と、着目点の生成理由を説明する対話文を提示する。図 2-4 に示す例では、100 件のレストランに対してジャンルの中食、洋食、焼肉という検索条件候補が着目点として提示されている。以下に本方式の処理の流れと主な特徴である状況による検索軸ランキング、着目点の繰り返し生成について述べる。

2.3.3.1 処理の流れ

対話型情報ナビゲーションは、1 つの情報に対して複数の独立したカテゴリ体系を定義した“ファセット分類型[3]”のコンテンツを対象としている。提案方式では、コンテンツにつけられたファセットを検索軸と考える。例えば、レストランコンテンツに対しては、図 2-5 に示すようにジャンルや雰囲気は各検索軸となる。検索軸内の各属性は、ジャンル軸の中の和食、洋食のように 1 つのコンテンツに 1 つ与えられる場合と、雰囲気軸の中の女性向け、夜景のように 1 つのコンテンツに複数与えられる場合とがある。

図 2-4 に示すように着目点は、1) コンテンツに設定された検索軸を状況によってランキングし、2) 優先度が最も高い検索軸から、画面に表示可能な数の検索条件を選択し、3) 検索軸の選択理由を示す対話文を生成するという処理の流れを経て、ユーザに提示される。ユーザによって着目点から検索条件が選択されると、システムはコンテンツ検索を行って結果を提示し、その検索結果を対象に再び着目点を生成して対話的にナビゲーションを行う。

2.3.3.2 状況による検索軸ランキング

各検索軸についてコンテンツ状況、ユーザ状況、対話状況のそれぞれから評価値を求め、3 つの評価値を使って検索軸をランキングする。検索軸をランキングするための評価値計算方法を検

索戦略と呼ぶ。検索戦略は次のルールに従う。

- (1) 各検索軸に含まれる属性とコンテンツ数によってコンテンツの分布状態を求め、各検索軸の評価値とする。検索対象の中でどういう属性が目立っているか、どういう属性が均等に分布しているかを判断するため、各検索軸について属性の偏り具合や均一性を計算し、検索軸の評価値とする。
- (2) ユーザ状況と関連した検索軸の評価値を高くする。ユーザ状況とは、GPSなどで取得したユーザ位置や現在時刻などユーザを取り巻く様々な情報である。ユーザの状況にあった着目点から提示するために、ユーザ状況と関連した検索軸の評価値を高くして、優先的に実行する。例えば、“ユーザの現在位置”という状況と距離の検索軸を関連づけておくと、ユーザの位置が取得できる場合は、現在地からの距離で探す検索軸を優先的に実行する。
- (3) 対話に利用した検索軸の評価値を一旦低くし、対話が進むにつれて徐々に上げる。同じ検索軸で検索が続くことを避けるため、ユーザが検索条件を選択すると、次の対話ではその検索条件が含まれる検索軸の評価値を下げ、別の検索軸を優先して実行する。また一度ユーザに提示した検索軸でも、対話ごとに評価値を上げていき、対話が進むと再度着目点として提示する。

2.3.3.3 着目点の繰り返し生成

対話型情報ナビゲーションは、状況に応じて着目点を生成し、ユーザの選択した検索条件によって検索結果を提示する。提案方式では、試行錯誤を支援するため、検索結果に対して着目点を繰り返し生成する。検索結果を検索対象コンテンツとして分布状態を再計算してコンテンツ状況を更新し、その時点までの対話履歴を使って対話状況を更新して、検索軸をランキングし着目点を生成する。

検索軸の評価値計算は検索戦略としてルール化した。対話型情報ナビゲーションでは、検索方針1つを検索戦略に対応づけ、複数の検索戦略を定義可能にした。そのため、ユーザは、様々な検索方針に合わせた探し方ができる。検索戦略は、検索開始時に設定するだけでなく、検索途中でも切り替え可能にし、ユーザは検索に行き詰まりを覚えた時には、検索の方針を変えて着目点を提示させることができる。

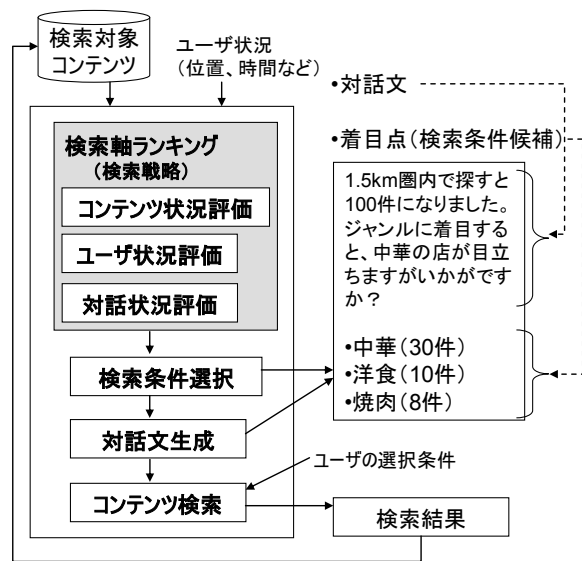


図 2-4 対話型情報ナビゲーションの枠組み

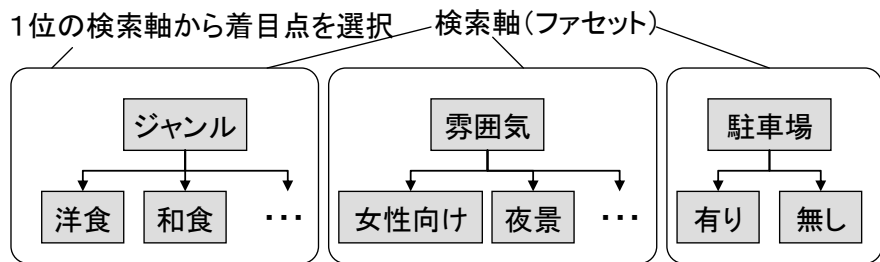


図 2-5 ファセット(検索軸)から着目点を選択

2.3.4 携帯電話むけレストラン検索システムの開発

携帯電話からレストランを探すためのアプリケーションシステムを開発した。約 4500 件のレストランデータに対して、9 種類の検索軸（場所と時間、駐車場、価格、設備、サービス、料理、雰囲気、大ジャンル、中ジャンル）と、4 種類のユーザ状況（ユーザの現在位置、現在時刻、車に乗っているかどうか、所持金）を設定した。設定したユーザ状況は、携帯電話への GPS や電子マネー機能の搭載により将来的に自動取得可能と考えているが、試作システムでは手動で各値を入力した。検索軸をランキングするための計算方法である検索戦略については、ユーザのレストラン検索の進め方を考えて 2 種類用意した。1 つは、周囲にどういうお店があるのかよくわかっていない時に利用することを想定して、検索結果の特徴を捉えられる着目点を提示する「大まかな傾向を知る」検索戦略である。もう 1 つは、なるべく早くお店を決定するための「早く絞る」検索戦略である。それぞれの検索戦略について検索軸のランキング方法について述べる。

2.3.4.1 「大まかな傾向を知る」検索戦略

「大まかな傾向を知る」検索戦略では、式(1)に示すように、コンテンツ状況、ユーザ状況、対話状況を使って各軸の評価値を求め、最も評価値の高い検索軸を選択する。

$$E_i = C_i \times U_i \times D_i \quad \dots \text{式(1)}$$

ここで、 E_i は検索軸 i の評価値、 C_i は検索軸 i のコンテンツ状況による評価値、 U_i は検索軸 i のユーザ状況による評価値、 D_i は検索軸 i の対話状況による評価値である。

「大まかな傾向を知る」検索戦略のコンテンツ状況による評価値は、検索軸ごとに属性の分布を調べ、他の属性と較べて突出した属性を持っている検索軸を優先させる。周囲のお店の中で、極端に偏った特徴をもつお店が集まっている場合、まず、その特徴をユーザに知らせてユーザの判断を求めるため、例えば、周囲に和食のお店が多くを占めているという特徴がある場合には、ジャンル軸に着目して検索が進められる。評価値は式(2)に示ように、コンテンツ件数の最も多い属性とそれ以外の属性とのコンテンツ数の差の平均値となる。

$$C_i = \frac{\sum_j^{m_i} (N_{i,\max} - N_{i,j})^2}{m_i} \quad \dots \text{式(2)}$$

$$N_{i,\max} = \max(N_{i,j})$$

ここで m_i は検索対象コンテンツについて検索軸 i に属する属性数、 $N_{i,j}$ は検索軸 i における属性 j のコンテンツ数を、検索軸 i の全属性のコンテンツ数の総和で正規化したものである。図2-6(A)に示す例では、雰囲気軸よりもジャンル軸の評価値が高くなる。

ユーザ状況による評価値は、ユーザの現在位置、現在時刻が設定されると検索軸「場所と時間」が、乗車中が設定されると検索軸「駐車場」が、所持金が設定されると検索軸「価格」が優先して実行されるように固定値を設定した ($U_{\text{場所と時間}}=1.8$ 、 $U_{\text{駐車場}}=1.5$ 、 $U_{\text{価格}}=1.3$ 、 $U_{\text{その他の軸}}=1$)。

対話状況による評価値は、一度利用された検索軸の評価値を下げ、対話ごとに評価値が上がるよう式(3)を用いた。

$$D_i = \begin{cases} \alpha_i \times n_i & \alpha_i \times n_i < 1 \\ 1 & \alpha_i \times n_i \geq 1 \end{cases} \quad \dots \text{式(3)}$$

ここで、 n_i は、検索軸 i の利用時点からの対話回数（利用時点で $n_i=0$ ）、 α_i は対話回数ごとに上がる評価値の傾きで本システムでは $\alpha_i = 0.01$ とした。

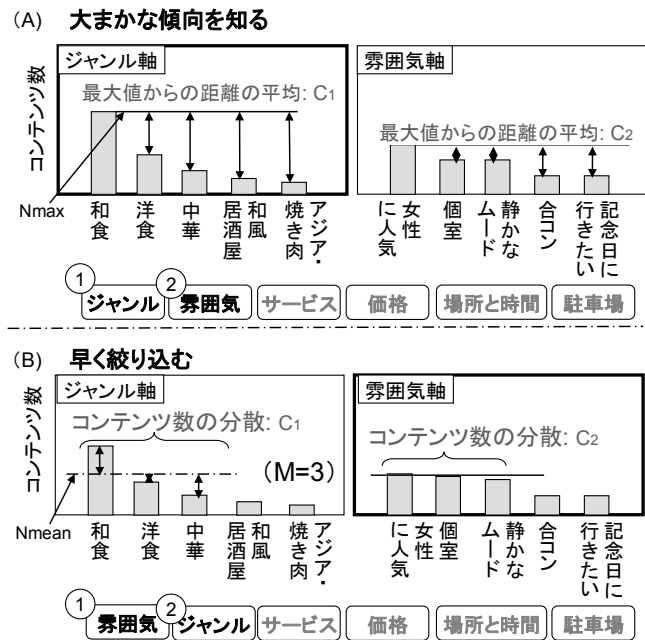


図 2-6 コンテンツ分布に基づくランキング

2.3.4.2 「早く絞る」検索戦略

「早く絞る」検索戦略でも、「大まかな傾向を知る」検索戦略と同様に、式(1)を使って検索軸を評価する。ユーザ状況による評価値と対話状況による評価値も、「大まかな傾向を知る」検索戦略と同様の式を用いる。

「早く絞る」検索戦略のコンテンツ状況による評価値は、検索軸ごとに属性の分布を調べ、コンテンツ数に偏りの少ない属性をもつ検索軸を優先させる。小画面で限られた数の選択肢を表示する際に、1回の対話で確実に絞り込める検索軸を着目点とする。

「早く絞る」検索戦略における、評価値は式(4)で求める。各検索軸のコンテンツ数上位M個の属性について評価値を求め、コンテンツ数の分散が小さくなるほど評価値が高くなるようにする。Mは画面に表示する検索条件候補数から決定する。

$$C_i = \exp(-\sum_k^M (N_{i,mean} - N_{i,k})^2 / M) \dots \text{式(4)}$$

$$N_{i,mean} = \sum_k^M N_{i,k} / M$$

ここで、 $N_{i,k}$ は検索軸iにおける属性kのコンテンツ数を、検索軸iの上位M個の属性のコンテンツ数の総和で正規化したものである。

図2-6 (B)ではジャンル軸よりも雰囲気軸の評価値の値が高くなる。

コンテンツ状況による評価値は、検索軸内の属性間の分布を比較しており、必ずしも検索結果数が絞り込まれることを保証していない。しかし、レストランデータでは、1つの属性のコンテンツ数は、全コンテンツの最大50%程度であり、実質問題になることはないと考えられる。

2.3.4.3 レストラン検索システムの動作例

システムの動作例を説明する。図 2-7 (A) に示すように、ユーザの現在位置と時刻を設定し、検索戦略「大まかな傾向を知る（この辺りを大まかに教えます）」を設定して検索を開始する。ユーザ状況である現在位置と時刻がわかっているため「場所と時間」の検索軸の優先度が上がり、図 2-7 (B) に示すように、「京都駅周辺 2km 圏内で探すと、106 件に絞り込めます」という対話文と、距離に関する検索条件が提示される。このとき、システム内部ではユーザの現在位置近くで現在開店しているお店が自動検索され、検索条件の中の距離“2km”や、件数“106 件”が求められている。

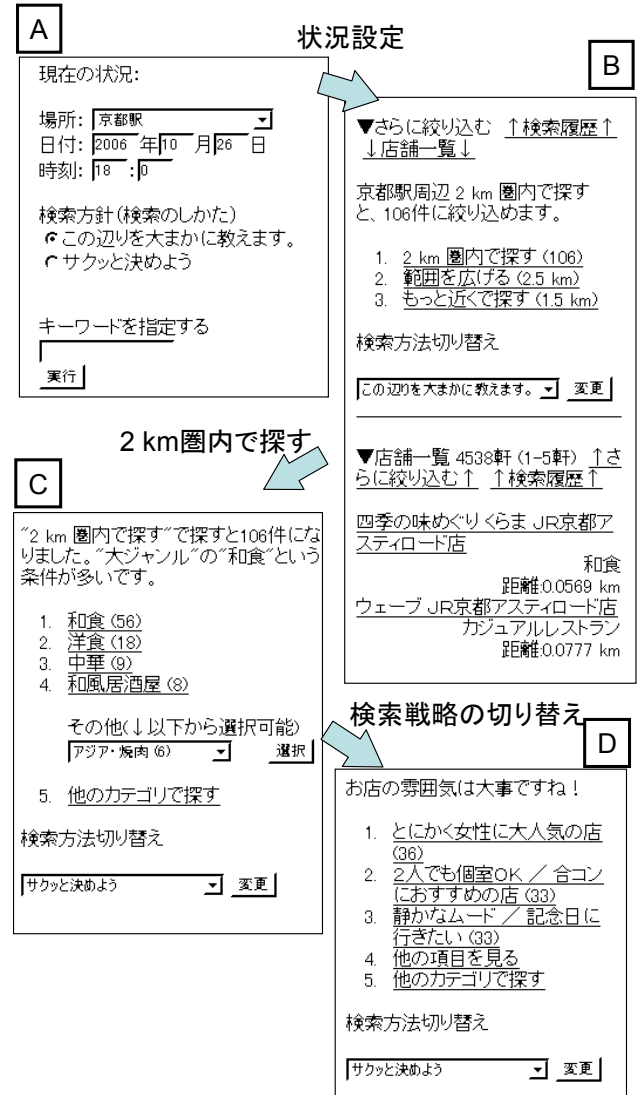


図 2-7 レストラン検索システムの動作例

ユーザが提示された条件「2km 圏内で探す」を選択すると、図 2-7 (C) に示すように、検索結果 106 件に対して、さらに検索条件が提示される。「大まかな傾向を知る」検索戦略では、最も突出した属性をもつ検索軸の優先度が上がり、「和食」という属性が突出しているジャンルの検索軸

を使って、「大ジャンルの和食という条件が多いです」という対話文と、検索条件が提示される。同じ検索対象に対して、検索に時間をかけたくない場合は、検索戦略を「早く絞る（サクッと決めよう）」に切り替えることができる。「早く絞る」検索戦略では、検索軸ごとに属性の分布を調べて、コンテンツ数の偏りが少ない検索軸の優先度が上がる。図 2-7 (D) に示すように、検索対象 106 件の中で雰囲気の検索軸の優先度が上がり、雰囲気に関する検索条件が生成される。

2.3.5 対話型情報ナビゲーション(フェーズ2)の評価実験

対話型情報ナビゲーションの有効性を、1) 目標 1 (検索条件の設定支援) と目標 2 (曖昧な目的の明確化支援) の総合的な達成度として、満足できる情報が見つけれられるか、2) 目標 2 の達成度として試行錯誤の質はどうか、3) 目標 1 の達成度として検索軸のランキングにより検索条件の選択負荷が低減されるか、という 3 つの観点から評価する。比較対象として、従来技術を用いた 2 つの実験システムを試作した。一つは状況に依らず常に同じ条件が表示され、対話を繰り返しても条件が変わらない「条件列举方式」、もう一つは検索結果が 0 件にならない検索条件が対話的に生成される「ファセットナビゲーション方式」である。

2.3.5.1 評価指標

評価指標について述べる。

(1) 情報発見率(有効性)と満足度

対話型情報ナビゲーションは、探索的な検索を支援して、欲しい情報を見つけさせるシステムである。検索前に欲しい情報を定義できない場合もあり、正解データを設定して検索結果と正解データを比較する適合率や再現率などの評価指標は適切とはいえない。そこで、1 回の検索タスク毎にユーザに欲しい情報が見つかったどうかを質問し、タスク実行数に対して情報が発見できたタスク数の割合を「情報発見率」と定義し、これを指標とした。見つかった情報が検索前に想定していた情報かどうかには関係なく、ユーザが見つかったと回答した場合を“発見”と考える。本実験では、情報発見率を測定するため、検索タスク実行の際に、お店を見つけることを必須とせず、「良いお店が見つからなかったり、途中でいやになった時にはやめて下さい」という指示を与える。これは、日常生活でレストランを検索する場合に自然に行っている行動と考える。

さらに、見つかった情報に対してどれくらい満足したかを表す「満足度」を指標とする。これは同じ“発見”でも、妥協して見つけた情報と、満足して見つけた情報との違いを調べるためである。本実験の満足度は、アンケートでユーザに見つかったお店への満足度を質問し、評価点 1 点から 5 点で回答してもらう。お店が見つからなかった場合、0 点として計算する。

(2) 検索試行数と検索修正率(効率)

検索過程における検索試行と結果確認という試行錯誤の質を評価する。試行錯誤の指標として、検索試行数と検索修正率を用いる。検索試行数は、検索結果に影響を与える操作の合計数であり、検索条件の追加や削除や変更などの操作数を合計して求める。検索修正率は、検索操作の中で検索をやり直す割合であり、タスク実行中に設定した検索条件の数に対して、一度設定した条件を削除した数の割合を求める。検索修正率が高い場合は、試行錯誤の中で無駄な条件設定の割合が

多く、試行錯誤の質は低いといえる。

(3) 検索条件の選択負荷(効率)

携帯電話のような小さい画面では、情報をもつ様々な属性の中で、ユーザが重視する条件を探して選択するための負荷が大きくなる点が問題となる。従来技術では検索軸の表示順序は固定的であるのに対して、対話型情報ナビゲーションでは、状況によって検索軸をランキングして検索条件選択の負荷低減を狙っている。検索条件の選択負荷を評価する指標として、検索軸の切替操作数を用いる。

2.3.5.2 実験1 条件列举方式との比較

対話型情報ナビゲーションと条件列举方式を、情報発見率と満足度、試行錯誤の質の観点から比較評価する。検索条件の選択負荷については、検索軸ランキングの有無以外に、2つのシステムで条件選択操作のUI上の違いがあって比較しにくいいため実験1では対象にしない。

実験1のシステムの画面を、図2-8に示す。対話型情報ナビゲーションも条件列举方式も同じ情報をもつデータベースへ接続し、検索結果を画面上部に表示し、検索条件を画面下部で設定するよう統一した。実験は、20～40代の被験者16名に対して実施した。被験者は、普段からPCや携帯電話を使っているが、特にインターネットや検索の専門家ではない人を対象とした。

検索目的が曖昧な場合における対話型情報ナビゲーションの有効性を評価するため、検索目的の抽象度によってレベル分けした実験タスクを用意した。被験者には、両システムについて検索目的の抽象度が違う5つの検索タスク(T1～T5)を実行してもらう。

実験タスクの例を図2-9に示す。検索目的が曖昧なタスクT1から検索目的が具体的なタスクT5までを用意した。T1とT2は、日時と場所のみを設定しているタスクで、T1は今すぐ探すような場面、T2は少し先の予定をじっくり探すような場면을想定している。T3は日時と場所に加えて車で移動中という場면을設定している。T4は日時と場所に加えて、1つの検索条件をイメージさせる(図2-9の場合は予算)場면을設定し、T5は日時と場所に加えて、2つの検索条件をイメージさせる(図2-9の場合は小さい子供、個室)場면을設定している。T1からT5を1つのタスクセットとし、場面を変えた複数のタスクセットを用意した。

被験者には、各タスクを実行してお店が見つかった時、もしくは見つからずに諦める時には、タスク終了のボタンを押してもらう。タスクが1つ完了するたびに、お店が見つかったかどうかや満足度などのアンケートに回答してもらい、5つの検索タスクが終了した時点で、次のシステムへ移ってもらった。2つの検索システムの実施順序は被験者によって入れ替え、各システムで別のタスクセットを割り当てた。実験結果は、アンケート回答とシステムが出力する操作ログとから集計した。

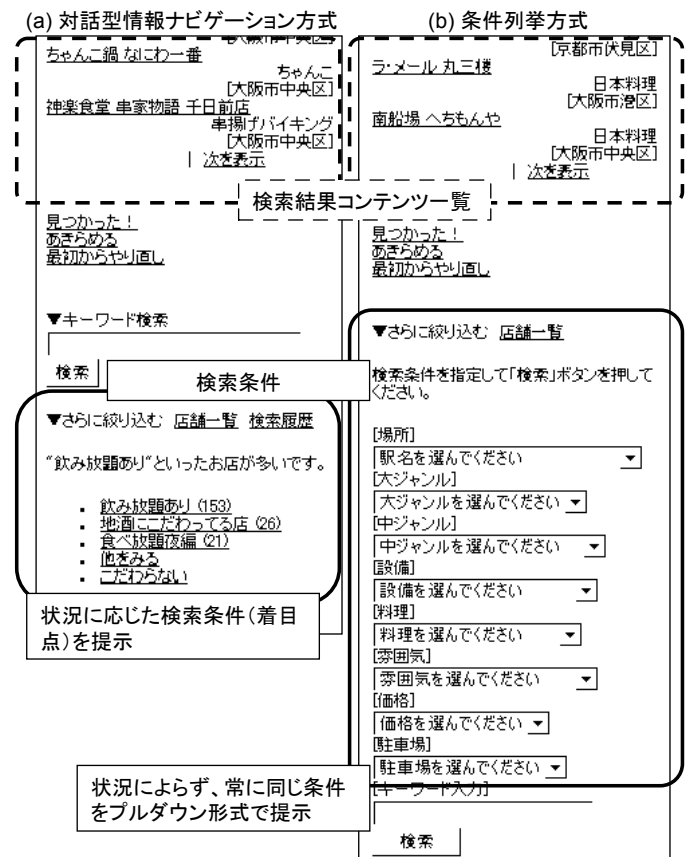


図 2-8 対話型情報ナビゲーション方式と条件列挙方式の実験システムの画面

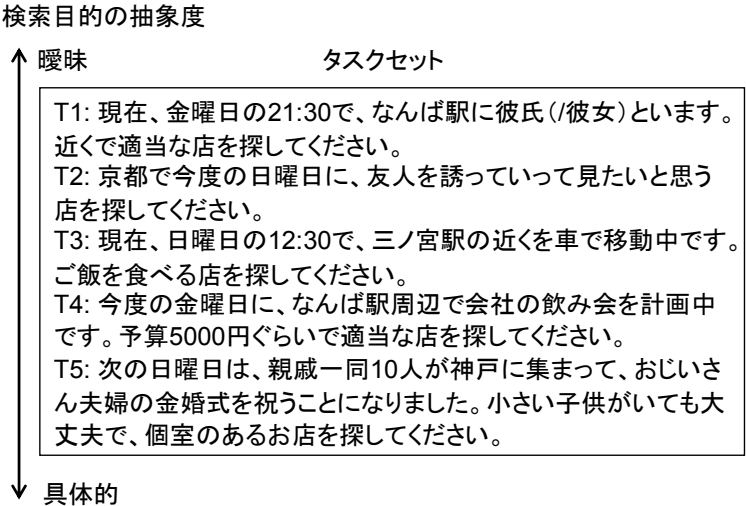


図 2-9 検索目的の抽象度別に設定したタスク例

2.3.5.3 実験2 ファセットナビゲーション方式との比較

検索結果に合わせて条件を自動生成する検索方式としてファセットナビゲーションがある[3][4]。ファセットナビゲーションは、絞り込み結果が0件にならない条件を含むファセット（検索軸）を一覧表示し、検索条件が選択されるごとに対話的に、検索条件を生成して表示する技術である。ファセットナビゲーションはPCでは有効な検索支援技術であるが、携帯電話では通信量や画面サイズの問題から全ての検索軸を一覧表示できず、検索軸を切り替えるための操作が発生し、負荷が高くなることが予想される。そこで、状況によって検索軸をランキングする対話型情報ナビゲーションと、検索軸の表示順序が固定的なファセットナビゲーション方式について、検索条件の選択負荷を比較する。評価指標として、1タスクあたりの検索軸切替数を用いる。また2つのシステムを、情報発見率と満足度、試行錯誤の質の観点からも比較する。

実験2の対話型情報ナビゲーションのシステムは、実験1と同様である。ファセットナビゲーション方式では、検索軸1つ分の検索条件を表示し、検索軸の切り替え操作が行われるごとに別の検索軸を表示する。検索軸の表示順序はアイウエオ順に固定した。

実験2は、20～30代の被験者5名に対して実施し、実験1で使った検索タスクT1、T3、T5を両システムで実行してもらう。

2.3.5.4 評価実験結果

2.3.5.4.1 条件列举方式との比較（情報発見率と満足度）

情報発見率をタスクレベル別と、全タスクで集計した結果を表2-1に示す。全タスクの情報発見率は、条件列举方式が78%に対して、対話型情報ナビゲーションが87%と約10%高かった。また、全タスクの満足度は、条件列举方式が2.80に対して、対話型情報ナビゲーションは3.42と約0.6ポイント高かった。表2-1の満足度のpは、t検定（両側）の確率を示しており、2つの方式に有意差が見られた（ $p < 0.05$ ）。情報発見率と満足度がともに、従来方式よりも対話型情報ナビゲーションの方が高く、ユーザが欲しい情報を見つけるのに役だったと考えられる。

表2-1の情報発見率をタスクレベル別に見ると、T2を除く全タスクレベルで対話型情報ナビゲーションの情報発見率が条件列举方式より高く、より詳細に見ると、T1では対話型情報ナビゲーションの情報発見率が条件列举方式より25%高いのに対して、T5ではその差は4%と小さくなっていた。また、満足度をタスクレベル別に見ると、T1でのみ有意差が見られた。そこで、対話型情報ナビゲーションは従来方式と較べて、検索目的が曖昧な場合に特に情報を見つけやすいといえる。

2.3.5.4.2 条件列举方式との比較（検索試行数と検索修正率）

表2-2に検索試行数と検索修正率を示す。対話型情報ナビゲーションについては、検索戦略別にそれぞれ集計した値も示す。

対話型情報ナビゲーションの検索試行数は3.45回と条件列举方式2.16回に較べて多く、検索修正率は8.9%と条件列举方式の37.4%よりかなり小さくなっていた。条件列举方式は、検索のやり直しが多いが、検索試行数は約2回と少ないため、やり直し作業が負担になって、ユーザが検

索途中でやめていることが予想される。

対話型情報ナビゲーションにおける検索戦略別の検索試行数は、「大まかな傾向を示す」では 3.9 回、「早く絞り込む」では 2.0 回になっていた。検索修正率は、「大まかな傾向を示す」では 5.9%、「早く絞り込む」では 16.7% になっていた。すなわち、大まかな傾向を知る検索戦略では、検索試行を約 4 回繰り返している中で検索のやり直しは少なく、早く絞り込む検索戦略では、検索試行が半分の約 2 回と早く絞り込まれているが、検索のやり直しは大まかな傾向を知る戦略よりやや増えていた。

2.3.5.4.3 ファセットナビゲーション方式との比較

表 2-3 に対話型情報ナビゲーションとファセットナビゲーション方式の検索軸切替数を示す。また情報発見率、満足度、検索試行数、検索修正率も示す。対話型情報ナビゲーション検索軸切替数は 0.8 回とファセットナビゲーション方式 1.7 回に較べて少なく、検索軸選択の操作負荷が低減できている。

検索修正率は対話型情報ナビゲーション 7.3%とファセットナビゲーション方式の 18.4%より小さく、情報発見率は対話型情報ナビゲーション 100%とファセットナビゲーション方式 87%より高くなっていた。満足度と検索試行数には有意差はみられなかった。

表 2-1 条件列举方式との比較(情報発見率と満足度)

情報発見率	検索目的の抽象度					全タスク
	曖昧				具体的	
方式	T1	T2	T3	T4	T5	
対話型	94%	88%	100%	81%	75%	87%
条件列举	69%	94%	88%	64%	71%	78%

満足度(5段階評価)						
方式	T1	T2	T3	T4	T5	全タスク
対話型	3.69	3.31	3.93	3.33	2.87	3.42
条件列举	2.38	3.44	3.19	2.36	2.57	2.80
p	0.04	0.77	0.23	0.10	0.76	0.03

表 2-2 条件列举方式との比較(検索試行数と修正率)

方式	検索 試行数	検索 修正率
対話型	3.45回	8.9%
条件列举	2.16回	37.4%

対話型情報ナビゲーション(検索戦略別)

検索戦略	タスク数	検索 試行数	検索 修正率
大まか	42	3.90回	5.9%
早く	27	2.00回	16.7%
大まか+早く	6	6.83回	15.6%

表 2-3 ファセットナビゲーション方式との比較

方式	検索軸 切替数	情報 発見率	満足度	検索 試行数	検索 修正率
対話型	0.8回	100%	3.73	3.1回	7.3%
ファセット	1.7回	87%	3.47	3.0回	18.4%

2.3.5.5 考察

対話型情報ナビゲーションが、条件列举方式より情報発見率が高くなった点を考察する。被験者へ対話型情報ナビゲーションの使いたいシーンを質問したところ、「行きたいお店が決まっていないとき」「知らないところでお店を決めるとき」「誰かに決めて欲しいとき」などが挙げられていた。これらのシーンはユーザの欲しい情報が曖昧で、条件列举方式では検索条件の設定が難しいときである。このようなシーンで、従来ではお店を見つけられずにあきらめていたものが、対話型情報ナビゲーションが提示した着目点を利用することで情報発見率が上がったと考えられる。また対話型情報ナビゲーションでは、満足度も条件列举方式に比べ高かった。被験者へのアンケートでは、対話型情報ナビゲーションに対し「新たな発見があり楽しい」「いろいろ知ることができて楽しい」などの意見があった。対話型情報ナビゲーションの場合、ユーザはシステムが提示した検索条件を選択して検索結果を得るというプロセスを楽しんでいる。そのため、検索開始時

の目的とは多少違ったとしても、ユーザ自身が納得できるお店を見つけることができ満足度が高くなったと考えられる。一方、条件列举方式では、ユーザ自身が設定した検索条件で、検索結果が 0 件になってしまうとユーザはストレスを感じてしまい、新たに検索条件を設定して見つかったお店に対しては、ある程度妥協してお店を決定してしまうようだった。そのため、見つけたお店への満足度が低くなったと考えられる。

次に、対話型情報ナビゲーションの試行錯誤の様子について考察する。表 2-1 に示したように、対話型情報ナビゲーションの大まかな傾向を知る検索戦略では、条件列举方式よりも検索をやり直すことが少なく、検索試行と結果確認を多く繰り返している。

その理由を実験結果の例から考察する。図 2-10 は、友人となんばで飲み会をするための店を探すというタスク（T2）における 2 つの方式の実験結果ログである。条件列举方式では、1 回目場所と大ジャンルの条件を設定し、場所の条件を変更して結果を絞り込み 0 件になった時点で、場所と大ジャンルの条件を変更し、検索結果が増えすぎたため、結局 2 回目の検索条件に戻している。条件設定後の検索結果の様子がわからないため、ユーザはやみくもに条件設定し、修正回数が多くなっている。この実験例では、ユーザが見つけたお店の満足度は 1 と低く妥協した発見だったと言える。一方、対話型情報ナビゲーションでは、場所、料理、中ジャンル、雰囲気と検索条件を追加して徐々に検索結果を絞り込んでおり、検索条件の修正は一度もない。図 2-11 にこの実験例におけるシステムからの提示条件を示すように、ユーザはシステムが提示する検索条件に従って条件を追加している。対話型情報ナビゲーションでは、検索結果を確認しながら徐々に検索条件を追加して、やり直しの少ない検索の試行錯誤が実現できている。

また、対話型情報ナビゲーションの 4 回目で雰囲気による検索を実行している。このユーザは、検索前に探すお店への希望やイメージは特にないと答えており、はじめから雰囲気にこだわってお店を探していたわけではなかった。検索結果を絞り込む毎に提示された着目点によって、新たな興味がおこりお店を発見できたと判断できる。

早く絞り込む検索戦略の試行錯誤の様子についても詳細に見る。表 2-2 に示したように、早く絞り込む戦略では、大まかな傾向を知る検索戦略より、検索試行数が少なく早く結果を得られていた。大まかな傾向を知る検索戦略より条件修正率はやや高くなっていたが、条件列举方式よりは低かった。条件列举方式に比べると、提示された着目点で検索結果を確認できるため検索のやり直しは減っているが、早く絞るという目的に沿って提示された検索条件は、時にはユーザの意図に沿わないこともあり、大まかな検索戦略よりはやり直しが増えたと思われる。

次に、実験 2 の対話型情報ナビゲーションとファセットナビゲーション方式の比較から検索軸のランキングについて考察する。表 2-3 に示したように、対話型情報ナビゲーションの検索軸の切替数は、ファセットナビゲーション方式の約半分になっていた。ユーザの意見でも、「(ファセットナビゲーションでは) 大ジャンルを条件にするまで、何回も切り替えないといけないのが大変」などが挙げられており、対話型情報ナビゲーションの検索軸のランキングが有効に働いているといえる。さらに、実験中のファセットナビゲーション方式の操作を見ると、前述の意見を述べたユーザのように目的の検索軸まで切替操作を行うユーザがいる一方、始めの 2、3 種類の検索軸から検索条件を選択しているユーザも多かった。ファセットナビゲーション方式の検索修正率が対話型情報ナビゲーションより高いのは、あまり良いと思わない検索条件でも、表示された検

索軸の中からとりあえず選択し、後で修正しているためと考えられる。そのため、携帯電話のような端末では、ユーザに検索を続けさせるために、検索軸をランキングして状況にあった検索条件を選択させることが重要と考えられる。

条件列举方式

	場所	大ジャンル	結果数
1回目	なんば駅 1km 圏内	洋風居酒屋	19件
2回目	なんば駅 500m圏内	洋風居酒屋	12件
3回目	なんば駅 100m圏内	洋風居酒屋	0件
4回目	なんば駅 500m圏内	和風居酒屋	101件
5回目	なんば駅 500m圏内	洋風居酒屋	12件

対話型情報ナビゲーション方式

	場所	料理	中ジャンル	雰囲気	結果数
A 1回目	なんば駅 1 km圏内				708件
B 2回目	なんば駅 1 km圏内	飲み放題 あり			349件
C 3回目	なんば駅 1 km圏内	飲み放題 あり	和風居酒屋		69件
D 4回目	なんば駅 1 km圏内	飲み放題 あり	和風居酒屋	女性に大 人気	17件

図 2-10 対話型情報ナビゲーションと条件列举方式における検索条件の設定の様子

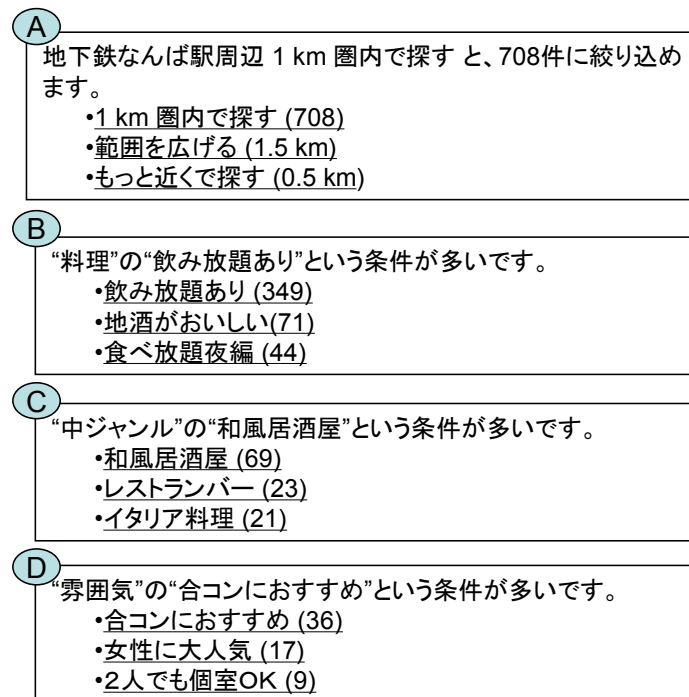


図 2-11 対話型情報ナビゲーションの提示条件

実験 2 で比較対象としたファセットナビゲーションは、検索結果に合わせて、絞り込み結果が 0 件にならない条件を含むファセットを一覧表示する。これに対し、提案した対話型情報ナビゲーションでは、ファセット（検索軸）自体を状況によってランキングしている。そのため、情報に対する属性が増えてもユーザが検索条件の選択に迷うことがない。特に携帯電話のような小画面の端末では表示数が限られているため、絞り込んだ検索条件を提示できる点はメリットがある。

一回の検索で最終的な結果を得るのではなく、検索を繰り返し行い、結果をユーザの要求に近づける方法として適合フィードバック方法がある[5]。適合フィードバックでは、ユーザがコンテンツに対して適合か不適合かの評価を行い、コンテンツの特徴ベクトルから検索式を生成する。適合フィードバックは複数の特徴が含まれているコンテンツを評価するため、ユーザの意図が不明確になることが考えられるが、対話型情報ナビゲーションでは、検索結果の中からユーザに判断を行わせる検索条件を選択して直接評価を求められる。

試行錯誤的にデータを分析する探索的データ分析も、ユーザがシステムに質問して、得られた結果を吟味し、新たな関心の元で再質問するという試行錯誤のアプローチをとっている[6]。文献[6]は、データを可視化し分析する点に主眼がおかれているが、提案システムでは、システムが着目すべき検索条件を提示し、情報を見つけさせる点に主眼をおいている。

検索条件を入力すると、追加キーワードが表示される技術としては、例えば Google Suggest[7] が知られている。Google Suggest は、人気のあるキーワードを集計して入力されたキーワードと関連性の高い候補を挙げる。検索条件候補が提示される点は同じ枠組みであるが、対話型情報ナビゲーションでは、検索結果の特徴やユーザ状況に合わせて検索条件候補を生成する点が異なる。

また、ユーザの状況やプロフィールを利用して、ユーザが検索条件を入力しなくても検索が自動的に行われるクエリーフリー検索の研究事例がある。例えば、ユーザが現在入力しているテキ

ストや[8]、ユーザのコンテキスト（位置、付近にいる人、書いた文書のタイトル、書いた文書のテキスト）を元にメールなどの文書を検索する 研究である[9]。しかし、自動で検索された結果に対して、ユーザは決めつけ感を感じてしまうこともある。対話型情報ナビゲーションでは、ユーザの状況を使ってシステムが自動的に検索条件を決定できる場合でも、ユーザに対話的に問い合わせ確認を取ることで、ユーザに納得感を与えることが出来る。

2.3.6 対話型情報ナビゲーション（フェーズ2）の研究内容のまとめ

検索対象に対して、着目点となる検索条件候補と、着目点の生成理由を説明する対話文とを提示する対話型情報ナビゲーションを開発した。コンテンツ状況、ユーザ状況と対話状況の評価値を使って、検索軸の優先順位を計算し、着目点を生成する。携帯電話上のレストラン検索システムを試作し、従来手法と比較実験したところ、本手法では、情報発見率と満足度が向上し、ユーザが満足出来る情報を見つけられることがわかった。また、検索のやり直しが少なく、検索試行と結果確認という試行錯誤が滞りなく進められ、検索前に明確な要求をもっていない場合にも情報を発見できることがわかった。また、検索軸のランキングにより検索軸の切替数が減り、携帯電話でも負荷が少なく操作できることがわかった。

2.4 第2章の結論

本研究の第一の目的である①使いやすさを向上させる技術の研究に向けて行った、第2章「対話型情報ナビゲーション」の研究の結論について述べる。

インターネット普及後の時代において IT システムの使いやすさに影響が大きい、情報検索の使いやすさを向上させるための技術について研究開発を研究対象とした。その中で、インターネット上にある様々な商品情報や店舗情報など、大量の情報の中からユーザが欲しい情報にアクセスできるためのナビゲーション技術を研究開発した。

研究目的は、街中でレストランを探すなどユーザ要求があいまいで、モバイル端末を持ち歩く状況でほしい情報を簡単に手に入れるための技術を研究することである。方式として、状況に応じて、コンテンツに対する着目点を提示して、ユーザの情報検索を支援する「状況による着目点の生成」と、ユーザとシステムとの対話によって欲しい情報にたどりつかせる「対話型ナビゲーション」を提案した。ユーザの置かれている状況に応じて着目点の優先度を計算し、ユーザを対話的にナビゲーションする方式を開発し、携帯電話でのレストラン検索システムを試作して、従来手法と比較実験した。実験の結果、対話型情報ナビゲーションでは、検索目的が曖昧な場面で、情報発見率（有効性）や発見した情報への満足度が向上し、情報検索の使いやすさ向上に有効であることがわかった。

第3章 Web サイト診断システム の研究

3.1 はじめに

使いやすく魅力的なユーザ視点の先進的 IT システムを開発するために、インターネット普及後 IT システムの使いやすさに影響が大きい、Web サイトの使いやすさを向上させるための技術について研究開発を行う。

Web サイトの使いやすさについては、Web サイトが完成した後の分析・診断技術に注目し、使いやすい Web サイトの構築や運用管理のために、大規模 Web サイトを自動分析・診断する技術を研究する。本研究では、Web サイト構造解析技術の一つとして、Web サイトで発生する各種のリンク不整合の自動検出技術と、検出された不整合を使って Web サイトの問題発見とその原因を分析する Web サイト診断システムの研究について述べる。

3.1.1 第3章の背景

インターネットの普及に伴い企業の Web サイトは、顧客との接点として、製品情報の紹介、企業メッセージ伝達、保守・サポート情報の伝達など様々な役割を担う重要な地位を占めてきている。Web サイトの使いやすさを高め、それを維持・管理することは企業にとって非常に重要である。そのため、使いやすい Web サイトを構築し、それを維持・管理するために、Web サイトの問題とその管理方法を分析する Web サイト診断システムが必要になってきている。

Web サイトの分析・診断方法としては、人手によるユーザビリティテストが挙げられるが、コストが非常に高い。一方で自動分析・診断の方法としては、ログ分析、パスシミュレーション分析、ガイドライン一致度評価などが研究・実用化されている。

ログ分析は、サイト訪問者のログの統計をとり、ある典型的なタスクを達成するための利用者の行動を追跡したり、多くの利用者がたどる経路を可視化したりする方法である。パスシミュレーション分析は、サイト構造とリンクのアンカー文字列から得られるパスを用いて、典型的なタスクを達成するために利用者が必要とする操作回数や時間を推定する方法である。ガイドライン一致度評価は、HTML の文法チェックや、特定のデザインガイドラインとの一致度を評価する方法である。これら従来の Web サイト構造・品質診断は、典型例を分析する、あるいは特定ケースのみを分析するアプローチである。一方、Web サイトの規模が増大し、閲覧者も多様になっていくに従って、サイト全体を網羅的に分析するアプローチが不可欠となっている。

3.1.2 第3章の目的

本章の目的は、Web サイトの使いやすさを向上させるための技術について研究開発を行うことである。Web サイトの管理者が、使いやすい Web サイトを維持・管理するために Web サイトの問題発見とその原因を分析する Web サイト診断システムを研究開発する。

3.1.3 第3章の研究の方法

Web サイト診断システムの研究方法について述べる。本研究では、はじめに、Web サイトで発生する各種のリンク不整合を検出する基本技術を提案する。リンク不整合とはデッドリンクや間違いリンクなどのように、サイト閲覧者が期待する効果とは異なる結果をもたらすリンクのことである。本技術を使って大規模企業 Web サイトにおけるリンク不整合発生の実態調査を行い、Web サイト診断システムに対する要件抽出のヒアリングを行う。次に、ヒアリングより明らかになった要件をもとに、リンク不整合の問題を解決し Web サイトの品質を分析・診断する多面的分析技術の研究を行う。Web サイト診断システムが Web サイトの使いやすさ向上へ有効かどうかを検証するため、大規模企業 Web サイトへ適用実験を行う。

3.2 Web サイト診断システムの研究内容

3.2.1 基本技術（リンク不整合検出技術）の提案

3.2.1.1 研究課題

インターネットの普及に伴って顧客や株主に対する情報発信の窓口として Web サイトを構築する企業が増えている。企業の顔ともいえる企業 Web サイトは、より新鮮で詳細な情報を利用者に提供するために、頻繁に更新を繰り返しながら巨大化している。そのため、サイトの品質を保つことが難しくなっている。サイトの品質低下に伴って発生する問題として顕著なのが、デッドリンクや間違いリンクなどのように、本来意図された効果とは異なる結果をもたらしてしまうリンク不整合である。リンク不整合の問題は古くから重要視されており、ジョージア工科大学による WWW ユーザーサーベイ[1]では、Web 利用上の重大な問題点として、「デッドリンク」が3位に入っている。また、Pitkow ら[2]は、AOL のサーバのログに残ったエラーから、リクエストされたリンクの 5~8%がデッドリンクであることを報告している。リンク不整合が多いと利用者の不満は高まり、サイトだけでなくその企業への信頼感も損ねることになりかねない。

リンク不整合は、大きく物理的不整合と、論理的不整合の2種類に分けることができる。物理的不整合とは、デッドリンクのように文書にアクセスした時点で物理的なエラーが発生する不整合である。物理的不整合は、このエラーを検知できれば発見が容易であるため、検出ツールも数多くリリースされている[3, 4]。また、検出だけでなく、リンク切れを自動修正する研究[5, 6]も数多くなされている。一方、論理的不整合は、間違った製品情報やサービスへのリンクなど、物理的にはアクセス可能であっても、論理的な誤りを生じている不整合である。これら論理的不整合は、文書にアクセスした時点でエラーは発生しないため、エラー検知に基づく従来の検出ツールでは発見できない。このような論理的不整合の検出方法として Buchanan ら[7]は、アンカー文字列とリンク先ページの内容の意味的な整合性を判定するツールを開発しているが、適用範囲は

150 ページ以下の小規模サイトに止まっている。また、従来はリンク不整合を検出しても対処療法的にそれを修正するだけであり、サイト管理上の問題点について考察されることはあまりなかった。

そこで本研究では、複数ページ間でのリンク元、リンク先、アンカー文字列の同一性と仲間外れに着目して論理的な不整合を効率よく検出する方法を提案する。また、本技術を適用して代表的な大規模企業 Web サイトにおけるリンク不整合発生の実態調査を行う。

3.2.1.2 論理的な不整合の種類と検出ルール(アルゴリズム開発)

論理的な不整合の種類と検出ルールについて述べる。

(1) 論理的な不整合の種類

人手によるチェックに基づく予備実験の結果、論理的な不整合を次の 3 種類に分類した。

(A) 間違いリンク

間違いリンクは、アンカー文字列から期待される内容と、リンク先の文書の内容が異なるリンクである。間違いリンクの例を図 3-1 に示す。図 3-1 では、Page C、D、E からアンカー文字列「Y4100」で、製品 Y4100 の詳細情報である Page A へ正しくリンクが張られている。ところが、Page F からはアンカー文字列「Y4100」で製品 X3100 の詳細情報である Page B へ間違っ

(B) リンク元表記の不統一

同一文書を指す複数のリンクのアンカー文字列にゆらぎがあると、利用者が混乱する原因となる。英語・漢字・仮名遣いなどの文字のゆらぎのほかに、アンカー文字列のスペルミスや「新着情報」「お知らせ」のように類似の意味を持つ用語の混乱などもリンク元表記の不統一に含む。

(C) 幽霊リンク

幽霊リンクは、HTML では<A>タグでリンクが設定されているにもかかわらず、アンカー文字列が設定されていないリンクである。サイト管理者はブラウザで目視確認できないが、検索エンジンで用いられる Web クローラはリンク先のページに容易にアクセスできてしまう。そのため、リンク先に機密情報や古い価格情報などが指定されていると、管理者の気づかないところでそれらの情報が検索エンジンにインデックスされてしまう可能性がある。

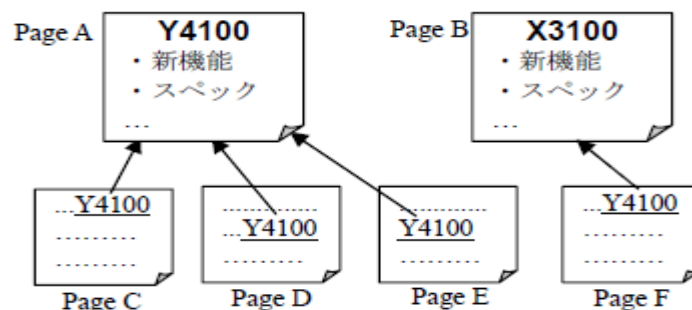


図 3-1 間違いリンクの例

(2) 論理的な不整合の検出ルール

(1) で述べた 3 種類の論理的な不整合の検出方法として、複数ページ間でのリンク元、リンク先、アンカー文字列の同一性と仲間外れに着目する方法を提案する。図 3-1 のような間違いリンクの場合、アンカー文字列が「Y4100」であるリンクをグループ化すると、リンク先は 3 件が文書 A であり、1 件だけが文書 B で仲間外れになる。つまり、(1) アンカー文字列が同一であるにもかかわらずリンク先の文書が仲間外れになるリンクは間違いリンクである可能性があると仮定できる。また、(2) リンク先が同一であるにもかかわらずアンカー文字列が異なるリンク、(3) 同一文書内のリンクのうちリンク先文書が同一であるにもかかわらずアンカー文字列が異なるリンク、(4) 同一文書内のリンクのうちアンカー文字列が同一であるにもかかわらずリンク先文書が異なるリンク、も間違いリンクの可能性がある。

同様に、リンク元表記の不統一も間違いリンクと同じ(1)～(4)のルールで検出できる。さらに、(5) アンカー文字列がヌル文字やスペースのみのリンクは幽霊リンクとして検出できる。論理的な不整合の検出方法として、他にも、個別のリンクについてアンカー文字列とリンク先文書の内容を比較する方法や、文書とリンクの関係の時系列変化を観察する方法なども検討した。しかし、提案方式では、リンクをグループ化することにより、(i) 論理的に正しいリンクと間違っているリンクを明確に区別できる、(ii) 一度のチェックで同じ種類の不整合をまとめて検出できる、という利点がある。従って提案手法では、大規模サイトでも効率よくチェックすることができる。

3.2.1.3 実態調査

企業の Web サイトにおけるリンク不整合の実態調査について実験方法と結果を述べる。

(1) 実験方法

提案方式を実装した実験システムを構築し、実際の企業 Web サイトにおけるリンク不整合発生の実態調査を行った。診断対象としたサイトは、電気・輸送用機器・食料品・サービスなど、異なる業種における様々な規模の企業 Web サイト 12 件で、実験期間は 2002 年 5 月 17 日～2003 年 9 月 26 日までである。リンク不整合の検出は次の手順で行った。

- 1) 診断対象のサイトの全文書を Web クローラで取得する。この時、エラーを発生したリンクは物理的な不整合として計数した。
- 2) 全文書に含まれる各リンクについて、リンク元文書、リンク先文書、アンカー文字列をデータベースに格納する。
- 3) 前節の不整合検出ルール (1) ～ (5) に該当するリンクをデータベースから抽出する。
- 4) 抽出されたリンクを目視確認し、(a) 修正が必須な不整合か、(b) 不整合だが些細なので修正は必要としないか、(c) 不整合でないかを判定する。例えば、「e-mail」と「E-mail」のような表現の揺れなど、大きな問題にはならないと思われる不整合は(b)に分類した。また、検出ルール(5)で検出されたリンクは自動的に(a)に分類した。また、手順 1 で物理エラーが発生したリンクを物理的な不整合としてカウントした。

論理的な不整合検出ルール(1)に該当するリンク情報の例を表 3-1 に示す。表 3-1 は、アンカー文字列が「Y4100」であるリンクをグループ化しており、そのうちリンク先が Page A のリンクが 2570 件、リンク先が Page B のリンクが 55 件となっている。Page C は 2570 件のリンクのうち

任意に選んだ代表のリンク元文書であり、Page F は 55 件のリンクのうち任意に選んだ代表のリンク元文書である。

手順 4 の目視確認では、まず Page C を開いてアンカー文字列「Y4100」のリンクをクリックする。リンク先として Page A が問題なければ、これら 2570 件のリンクは正しいと判定される。次に、Page F を開いてアンカー文字列「Y4100」のリンクをクリックし、リンク先として Page B が間違っていれば、これら 55 件のリンクを修正が必須な不整合と判定する。

最終的に、(a)と分類されたリンクを論理的不整合として計数した。なお、検出ルール of 包含関係によって重複して不整合とされたリンクは除いてある。

表 3-1 論理的不整合検出ルールに該当するリンク情報の例

リンク数	リンク元	リンク先	アンカー文字列
2570	Page C	Page A (Y4100 製品情報)	Y4100
55	Page F	Page B (X3100 製品情報)	Y4100

(2) 各企業 Web サイトにおけるリンク不整合結果

実験の結果、実際の企業 Web サイトに驚くほど多数のリンク不整合が存在していることが明らかになった。表 3-2 に、各企業 Web サイトで検出されたリンク不整合の件数を示す。表 3-2 では、ページ数は Web クローラで取得できた Web サイトのページ数であり、この順番で Web サイトを並べてある。また、リンク数は、取得したページから抽出されたリンクの数である。物理的不整合は、前節の手順(1)で検出された物理的不整合の件数、論理的不整合は、前節の手順(4)で(a)修正が必須な不整合と判定されたリンクの数である。

物理的・論理的不整合の検出数はサイトの規模に依存しており、ページ数が 5000 件を超えるサイトでは、物理的・論理的不整合の総和が 1000 件を超えるサイトが 7 サイト中 6 サイトもあった。個別のサイトを見る限りでは、あるサイトでは物理的不整合が多かったり、別のサイトでは論理的不整合が多かったりと偏りが見られる。しかし、12 サイト全体で見つかった物理的不整合の合計は 13903 件に対して、論理的不整合の合計は 15254 件であった。従って、物理的不整合だけでなく論理的不整合も同様に重要な問題であるといえる。

今回の調査に要した目視確認の回数は 1 サイト当たり平均 737 回で、これにより平均 58027 件のリンクの整合性を判定できた。従って、リンクを 1 件ずつ人手でチェックするのに比べて検出効率は約 79 倍(=58027/737)であった。これは、4 節の実験手順で示したように、1 度のチェックで複数のリンクをまとめてチェックできるからである。提案方式を使うことによって、大規模サイトにおけるリンクの整合性を効率よくチェックすることができたとと言える。

また、12 サイトにおける 1 ページ当りの平均不整合合計は 0.28 件(=29157/102687)であった。これは、3～4 ページに 1 件の割合で、何らかの不整合が含まれていることを示唆している。

表 3-2 各企業 Web サイトにおけるリンク不整合

サイト	ページ数	リンク数	物理的 不整合	論理的 不整合	不整合 合計
A	18,389	1,263,562	2,766	2,287	5,053
B	17,900	372,322	494	4,570	5,064
C	16,560	151,195	1,086	3,135	4,221
D	16,393	219,318	330	556	886
E	12,161	221,430	1,511	711	2,222
F	8,430	191,437	7,236	1,277	8,513
G	5,450	49,141	39	1,276	1,315
H	4,072	52,701	358	430	788
I	1,532	9,977	78	8	86
J	1,130	35,796	0	873	873
K	339	11,798	4	21	25
L	331	7,026	1	110	111
合計	102,687	2,585,703	13,903	15,254	29,157

(3) 検出されたリンク不整合の具体例

実際の企業 Web サイトで検出されたリンク不整合の実例として、Web サイト運営上の観点から特に注目すべき 4 種類のケースについて、詳しく説明する。

(A) ページテンプレート中の不整合

ページテンプレートとは、サイト全体を通じてレイアウトの一貫性を保つために使われる Web ページの構成部品である。ページテンプレートは、サイトの内のどのページでも同じ部品が使いまわしされるため、元になるテンプレートが間違っていると、多数のリンク不整合を発生させる原因ともなる。例えばサイト E では、424 件ものページでフッタ部分の「Privacy Policy」へのリンクがデッドリンクになっていた。また、サイト C でもフッタ部の複数のリンクが全て間違っているページが 20 件程度見つかっている。パンくずリストやローカルナビゲーション内のリンクで、本来飛ぶべき階層とは異なる階層へリンクする間違いや、異なる製品情報へ間違ってリンクするケースが、サイト E、H、J、K など、複数のサイトで見つかった。また、サイト F の 7236 件の物理的不整合のうち、約 1000 件がページテンプレート中であった。

また、サイト G では、画像とテキストからなるリンクのリストで、テキストの方のリンク先は正しいのに、画像のリンク先がリストの前の項目と同じままであるために間違っているリンクが見つかった。これは、リンクをコピー&ペーストして編集した際に、画像のリンク先を変更する

のを忘れたことが原因であると考えられる。ページテンプレートだけでなく、このような部品の使いまわしには注意が必要である。

(B)用語のあいまいな定義が原因の不整合

2 節(B)リンク元表記の不統一の例でも触れたが、用語の定義があいまいであったり、サイト管理者間でコンセンサスが十分にとれてなかったりすると、リンクの一貫性が保てないために、利用者を混乱に陥れることになる。サイト E では、グローバルナビゲーションの中に「新着情報」というリンクがあるが、5000 件以上は「新着情報」のページにリンクしているのに対し、169 件が「イベント・セミナー」へのリンクになっていた。さらに、同じグローバルナビゲーション中の「お知らせ」というリンクは、5000 件以上が「イベント・セミナー」へのリンクになっているのに対し、289 件が「プレスリリース」へのリンクになっていた。これらは、「新着情報」「お知らせ」「プレスリリース」「イベント・セミナー」など、新しい情報を提供するような意味を漠然と表すアンカー文字列であるために、一部のサイト管理者が勘違いして間違ったページにリンクしてしまったのだと考えられる。

その他のサイトのケースでは、サイト I では、IR 情報提供のページで、「貸借対照表」へのリンクを「四半期業績レポート」へ間違っしてリンクしていた。また、サイト J でも「News」と「Press Release」とを混同しているリンクが見られた。このような不整合に対しては、類似の情報をまとめてひとつのコンテンツとして扱うか、各用語の意味を細かく定義し、各サイト管理者に徹底させるなどの施策が必要である。

(C)サイトリニューアル時に発生する不整合

企業 Web サイトでは、規模やトラフィックが拡大すると、時々大幅なリニューアルが行われる。サイトリニューアルでは、必ずしもサイト全体のページが一度に全部置き換わるわけではない。むしろ、企業の組織編制の変化に追従してサイトの一部の構成が組み変わったり、特定のコンテンツが独立して別のサーバで運営されるようになったりするような場合が多い。そのため、リニューアルで新しく置き換わるページと、リニューアルでも変化しないページの間で不整合が大量に発生することになる。

最も顕著な例がサイト F であり、7236 件のデッドリンクのうち、80%以上がサイトリニューアル後、旧コンテンツのメンテナンスを放棄しているために発生している。サイト F では、以前はプレスリリースや製品情報などを一つのサーバでまとめて運営していた。ところがある時、製品情報を新規サーバに移して独立に運営するようになったが、この時、旧サーバに残ったコンテンツ内のリンクを修正しなかったため、大量のデッドリンクが発生することになってしまった。また、サイト E でも、サイトリニューアル直後に新旧タイトルのアンカー文字列を持つリンクが混在する不整合が観察された。本ツールでは、サイトリニューアル時の大規模なリンク関係の変更もチェックすることができる。

(D)デッドリンクの隠蔽

表 3-2 では、サイト J における物理的不整合は 0 件であった。確かに、ページ収集中に「404 Not Found」に相当するエラーは 1 件も出ていなかった。しかし、論理的不整合のチェック時に、アンカー文字列で示された内容が含まれないのにトップページにリダイレクトされるリンクが数件見つかった。試しに、サイト J 内ででたらめな URL を指定してみてもエラーにはならず、トッ

ページへリダイレクトされた。つまり、このサイトでは、問い合わせのあった URL がない場合でもエラーを返さず、代わりにトップページへリダイレクトするように HTTP サーバを設定していたことになる。クローラのログを確認したところ、リンク先が存在しないためにリダイレクトされているリンクは 58 件であった。

この「デッドリンクの隠蔽」はリンク不整合対策としては、次の 2 つの点で良くない方法である。一つ目は、アクセスログなどを見ない限り、サイト管理者自身もデッドリンクの存在に気づかないために、デッドリンクが放置されてしまうこと。もう一つは、デッドリンクと分からないサイト閲覧者が、リダイレクトされたトップページで、本来はないはずの情報を探すために時間を費やさなければならないからである。本ツールでは、このようなケースも検出可能である。

3.2.2 Web サイト診断システムに対する要件抽出

リンク不整合技術を使った Web 診断システムを開発するために、ポータルサイトの構築・運営の現場担当者などにヒアリングして要件を明確化し、リンク不整合を多面的に分析できる Web 診断システムを開発した。

3.2.2.1 Web サイト診断システムへの要件抽出

実験により、企業サイトに多くのリンク不整合が存在しており、実験システムにより効率的に検出可能であることがわかった。この結果をポータルサイトの構築・運営の現場担当者や Web サイトのコンサルティング業務担当者へ示してヒアリングを行い、使いやすい Web サイトを維持、管理するための Web サイト診断システムへの要件を明らかにした。ヒアリングの結果、2 つの要件があがった。

1) 大量のリンク不整合を効率的に修正する方針を示す必要がある。

リンク不整合はサイト訪問者の目的達成を阻み、商品購入を中断させたり企業イメージの低下を引き起こすこともあるため、迅速な修正が必要である。しかし、大規模 Web サイトは、複数部門による管理、頻繁な更新、限られた工数という制約下で運用されており、多数のリンク不整合を修正するのは容易ではない。そこで、不整合結果を分析し、効率的に修正する方針を示す必要がある。

2) リンク不整合の原因となる Web サイトの問題点を分析する必要がある。

リンク不整合を検出し、それを修正するだけでは対処療法的であって一時の改善効果しか望めない。そこで、検出されたリンク不整合をもとに、その原因となったサイト構築・運営における根本的な問題を分析する必要がある。根本となる原因を明らかにすることができれば、それを改善するための方法を提案できるようになるためである。

3.2.2.2 多面的分析の方式提案

ヒアリングの結果わかった修正方針の提示と原因分析を可能にするための方式を検討し、リンク不整合の問題点を多面的に分析する機能を提案する[8]。多面的分析機能をいれることで修正方針を決定し、原因を分析する。多面的分析機能の方式について述べる。

(1) 効率的な修正方針の提示

- ・限られた時間で総数を減らす

不整合総数を少ない工数で短期間のうちに減らすことは最も重要である。そのためには、不整合数を種類別に集計し、数の多い問題から解決していく事が有効である。同じアンカー文字列と同じリンク先をもった不整合の中で、そのサイトで多く発生している不整合を特定することで、効率的な修正が可能になる。そこで不整合数別（グループ内のページ数別）の分析機能を入れる。

- ・致命的な問題を優先的に直す

限られた工数では、数多くの不整合のうち重要なページにある不整合から優先的に修正していくことも重要な方針である。重要なページとは、アクセス数の多いページや、トップページからの階層が浅いページなどが考えられる。これらのページにある不整合は、訪問者の目につきやすく悪い印象を与えやすい。修正優先順位を決めるため、不整合のページビュー別分析機能、階層別分析機能を入れる。

(2) 原因分析

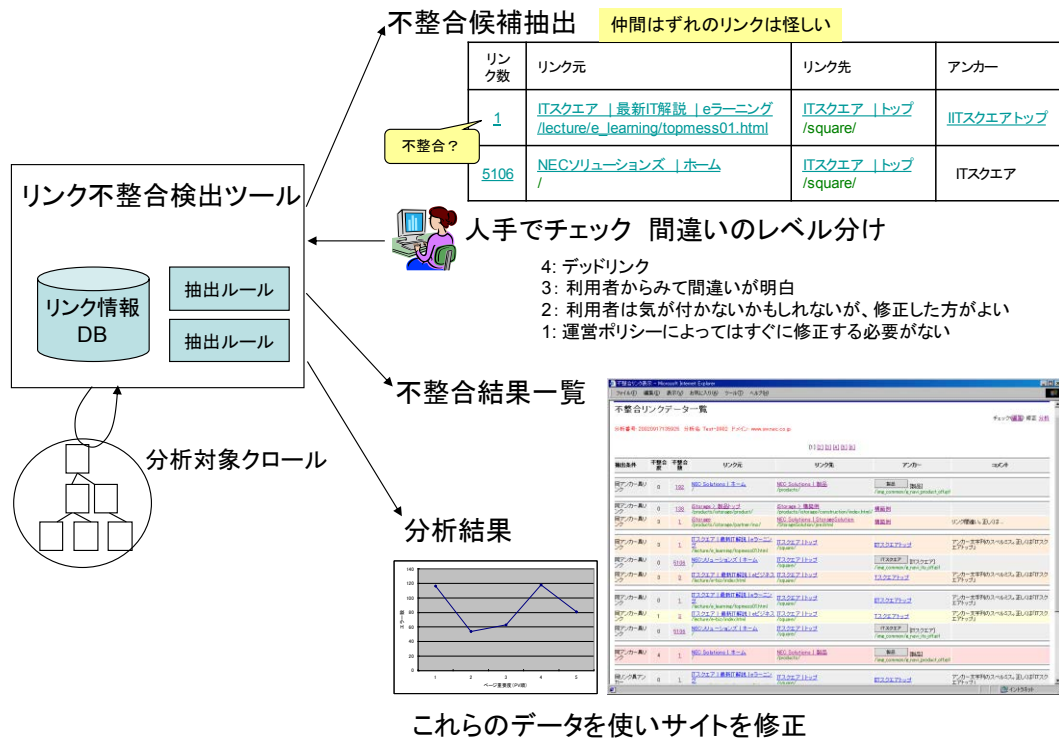
- ・ページ管理部門の特定

検出されたリンク不整合をもとに、その原因となったサイト構築・運営における根本的な問題を分析するために、リンク不整合とサイト管理方法や体制との関連性について仮説を設定して分析機能を決定した。

リンク不整合の起こっているページ管理部門を特定できれば、その組織が用意しているテンプレート、外注先からの受け入れテスト、外注先へのコンテンツに対する指示などの問題が明らかになると考えられる。Web サイトの管理部門とディレクトリは関連していることが多いので、ディレクトリ別分析機能を入れる。

3.2.3 Web サイト診断システムの提案と開発

リンク不整合検出機能と多面的分析機能をもつ Web サイト診断システムを提案、開発した（図 3-2）。リンク不整合検出は、1)クローラによる Web ページ収集、2)リンクの属性情報抽出、3)ルールによる不整合検出、4)検出結果の不整合レベル入力の手順で行う。多面的分析機能は、図 3-3 に示すように検出された不整合について、不整合数の多い順に表示することで不整合数別の分析が可能になっている。また、ページビュー別分析、階層別分析、ディレクトリ別分析のためのグラフ表示ができ、修正方針の決定や原因分析を行うことができる。



これらのデータを使いサイトを修正

図 3-2 Web サイト診断システム

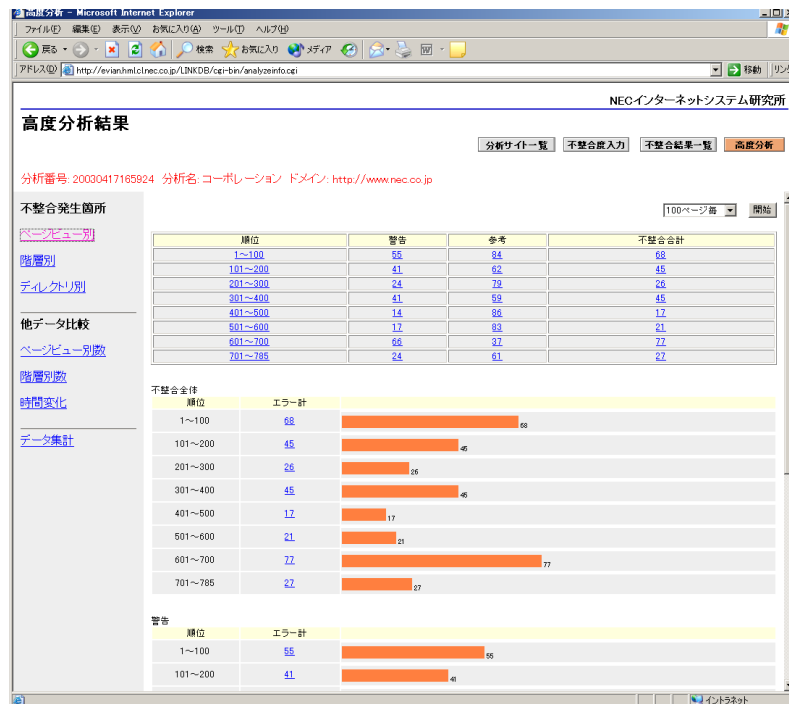


図 3-3 多面的分析機能

3.2.4 Web サイト診断システムの企業サイトへの適用

3.2.4.1 適用サイトと結果

Web サイト診断システムの有効性を検証するために、2003 年 7 月から 10 月にかけて、企業サイトへ Web サイト診断システムのリンク不整合検査と多面的分析を行った。対象サイトとしては、NEC の社外むけ 2 サイトを選定した。対象サイトの選定理由は、NEC の社外むけサイトは 1 万ページを超える大規模サイトであり、サイトリニューアルも頻繁に行っており、サイト品質維持の効率化が重要になっていたためである。対象サイトについて、月 1 回の定期的なリンク不整合検査と多面的分析を行って、その結果をサイト管理者へフィードバックしサイト改善へ役立てた。また、サイトリニューアル直後にも検査/分析を実施した。

また、比較のために対象サイトの分析期間と同時期（2003 年 7 月から 10 月）に、大規模サイトをもつ他の企業や自治体サイトのリンク不整合実態を検査した。

企業や自治体サイトのリンク不整合実態を検査した結果、表 3-3 のように多くの物理的不整合と論理的不整合が存在していた。ページ総数はクロウラで収集したページ数、リンク総数は収集したページから抽出したリンク数で、リンク総数が約 10 万以上の大規模サイトの結果を示している。リンク総数に対する不整合総数の比率を見ると、この規模のサイトには平均して 1%程度の不整合が存在していることがわかる。

一方で、Web サイト診断システムのリンク不整合検査と多面的分析を適用した対象サイトについては、表 3-4 のように、不整合比率 0.1 ～ 0.2%台という、同規模のサイトよりかなり少ない状態を維持できた。リニューアル直後に一時的に増加したリンク不整合への素早い修正も可能であった。

表 3-3 企業・自治体サイトのリンク不整合結果

Web サイト	ページ 総数	リンク 総数	物理的 不整合	論理的 不整合	不整合 総数	不整合 比率
企業A	22,940	737,293	6,447	2,059	8,506	1.15%
企業B	19,019	165,245	805	672	1,477	0.89%
企業C	4,741	139,384	653	53	706	0.51%
企業D	3,853	107,888	422	227	649	0.60%
自治体A	10,753	221,197	2,272	1,160	3,432	1.55%
自治体B	12,302	96,067	980	573	1,553	1.62%

調査時期 2003年7月～10月

表 3-4 Web サイト診断システム適用サイトのリンク不整合結果

Web サイト	ページ 総数	リンク 総数	物理的 不整合	論理的 不整合	不整合 総数	不整合 比率
A(7月)	16,743	232,685	320	197	517	0.24%
A(10月)	15,974	212,005	349	222	571	0.25%
B(7月)	16,215	335,932	526	399	925	0.28%
B(リニュー アル直後)	17,059	340,329	585	2,938	3,523	1.04%
B(10月)	20,022	495,310	341	221	566	0.11%

調査時期 2003年7月～10月

3.2.4.2 考察

Web サイト診断システムを適用した企業サイトについて考察する。定期的なリンク不整合検査と多面的分析を行った結果、サイトの管理状態や組織の問題が特定でき、サイトの品質改善に役立てることができた。不整合結果の多面的分析により、どのような問題が発見され、改善に役だったかを述べる。

1) 不整合数による分析

不整合数別分析により、Copyright や PrivacyPolicy というフッタに不整合(174 件)が多く発生するケースが見つかった。ヘッダ、フッタ、メニューなどはサイトの共通部品のため、多くの不整合を引き起こす場合がある。リニューアル直後の分析では、リンク先のページタイトルがリニューアルで変更されたが、アンカー文字列がリニューアル前のタイトルのままという不整合(548 件)が多く見つかった。これらの問題は1つの原因で多くの不整合が発生しており、修正しやすく改善効果が高かった。

2) ページビューによる分析

ページビュー別分析により、アクセス数の多いページにもリンク不整合が多く発生するケースが見つかった(図 3-4)。これは、アクセス数の多いページは更新頻度が高いために起こったと考えられる。これらの不整合は、修正優先度の高い不整合としてサイト管理者に通知した。

3) ディレクトリによる分析

ディレクトリ別分析により、1つのディレクトリに全体の56%の不整合が集中するケースが見つかった。サイト管理者に問題を指摘したところ、このディレクトリは管理部門が別になっており、サイト全体に行っているはずのデッドリンク(物理的不整合)のチェックから漏れていたため、不整合が多く発生していることがわかった。ディレクトリ別分析により、管理体制に関する原因特定ができた。

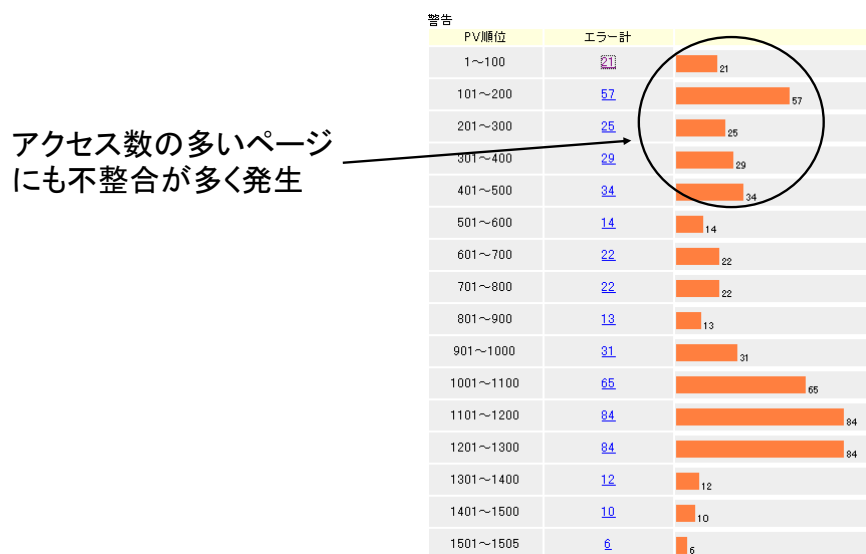


図 3-4 ページビュー別リンク不整合結果

3.3 第3章の結論

本研究の第一の目的である①使いやすさを向上させる技術の研究に向けて行った、第3章「Web サイト診断システム」の研究の結論について述べる。

使いやすく魅力的な先進的な IT システムを開発するために、インターネット普及後の IT システムの使いやすさに影響が大きい、Web サイトの使いやすさを向上させるための技術について研究開発を行った。

使いやすい Web サイトを構築するためには、Web サイトの分析・診断技術が重要である。特に、大規模 Web サイトの品質を保つためには、Web サイトの構築や運用管理のために、Web サイトを自動分析・診断する技術の研究が必要である。本研究では、Web サイトで発生する各種のリンク不整合を検出することによって、Web サイトの品質を分析・診断し、改善提案へつなげる Web サイト診断システムの研究を行った。

はじめに、Web サイトで発生する論理的なリンク不整合を自動検出する技術を開発し、大規模 Web サイトに数千のリンク不整合が放置されている管理の実態を明らかにした。実験結果をもとに Web サイト診断システムへの要件をヒアリングし、効率的な修正方針の明示と原因分析という多面的な分析が重要であることを明らかにした。

次に、Web サイト診断システムへの要件をもとに、リンク不整合検出機能と多面的分析機能（不整合数別分析、ページビュー別分析、ディレクトリ別分析）をもつ Web サイト診断システムを提案、開発した。大規模 Web サイトを運営している NEC の社外サイトへ定期的に適用したところ、不整合比率 0.1~0.2%台に削減（他社サイト 1%台）でき、Web サイトの使いやすさ向上へ効果があった。

第4章 実践的 IT システムの 人間中心設計プロセスによる分析

4.1 はじめに

使いやすく魅力的なユーザ視点の IT システムの開発のためには、人間中心設計プロセスの適用が重要である。一般の人々が日常的に利用する Web サイトのデザインや携帯電話のアプリケーション、また初めて来た人が簡単に使えることが要求される公共の場に設置された情報端末や ATM など、現在市場で実運用されている実践的 IT システムには、人間中心設計が適用された事例が多い [1,2]。

一方で、新規技術の研究をもとにした先進的な IT システムの開発には、人間中心設計はあまり適用されていない。研究開発では、使う人にとっての価値よりも、技術の新規性を重視しがちであるが、先進的な IT システムの研究においても、人の視点で価値を考える人間中心設計プロセスの適用を検討し、新規技術を実用化したユーザ視点の IT システムの開発につなげることが重要である。

先進的な IT システムの開発への人間中心設計の適用方法を提案するためには、人間中心設計の適用が進んでいる実践的 IT システムのプロセスの分析が貢献すると考えられる。本章では、人間中心設計を適用した実践的な IT システムの代表例としてコンビニ ATM をとりあげ、プロセスごとの開発内容を分析する。コンビニ ATM は、コンビニエンスストア（以下、コンビニ）に設置された ATM サービスであり、コンビニの利用者層の広がりとともに、誰もが身近で簡単に使えるユニバーサルデザインが要求されている。分析対象とした NEC と株式会社セブン銀行で共同開発されたコンビニ ATM は、開発当初から人間中心設計が適用され、2013 年には設置台数が全国で 18000 台を超えている実践的 IT システムの代表例といえる。

4.1.1 第 4 章の背景

コンビニエンスストアは人々の生活スタイルを大きく変え、24 時間安心して活動できる社会を支えてきた。近年では単にものを売る商業空間にとどまらず、犯罪防止のための地域連携や災害時の帰宅支援ステーションのような社会的機能を担うようになった。銀行の ATM は、1990 年代の大規模な銀行再編の影響で、店舗とともに統廃合が行われた。このため、近所から ATM が無くなった利用者より「もっと近くて便利なところで利用したい」という声が上がっていた。コンビニの ATM サービスは、このような利用者に応えるように 1998 年にはじまり、ATM が無いコンビニが珍しいというほど普及した。

以前は、コンビニで買い物をするのは若い単身者というイメージがあったが、近年では、重くかさ張る大量の買い物が苦手な高齢者や女性にも、総菜から生活雑貨まで必要量だけ購入できるコンビニの便利さが広く認知されるようになった。コンビニの利用者層は時代とともに広がり、外国人、障がいがあるかたなどの来店機会が増えた。NEC と株式会社セブン銀行で共同開発された多機能小型 ATM は、より多くの人に使いやすいユニバーサルデザインを実現することを目指して人間中心設計を適用して開発された事例である [3]。

4.1.2 第4章の目的

本章の目的は、人間中心設計を適用した実践的 IT システムの開発プロセスを分析することである。分析対象のコンビニ ATM は、より多くの人に使いやすいユニバーサルデザインの実現を目指して開発され、開発当初から人間中心設計が適用され、2013 年には設置台数が全国で 18000 台を超えている実践的 IT システムの代表例である。本コンビニ ATM のシステム開発プロセスを人間中心設計の観点で分析する。

4.1.3 第4章の研究の方法

人間中心設計が適用されたコンビニ ATM のシステム開発内容について、人間中心設計の4つのステップである「利用状況の理解と明確化」「ユーザの要求事項の明確化」「デザインによる解決案の作成」「評価」に従って、開発プロセスを対応づけて活動の詳細を分析する。また、開発の成果として、コンビニ ATM の使いやすさについて述べる。

4.2 コンビニ ATM の人間中心設計プロセスによる分析

コンビニ ATM は NEC と株式会社セブン銀行とで共同開発されたプロジェクトである。より多くの人に使いやすいユニバーサルデザインを実現することを目指した。具体的には、視覚障害のあるユーザ、海外のユーザ、高齢のユーザなど誰もが便利に、安心・安全に利用できることを目指した。

使いやすい IT システムの開発のために、コンビニ ATM の開発には人間中心設計を適用した。システム開発プロセスを人間中心設計プロセスと関連づけると図 4-1 のようになる。本節では、人間中心設計プロセスに従って、システム開発内容を分析する。

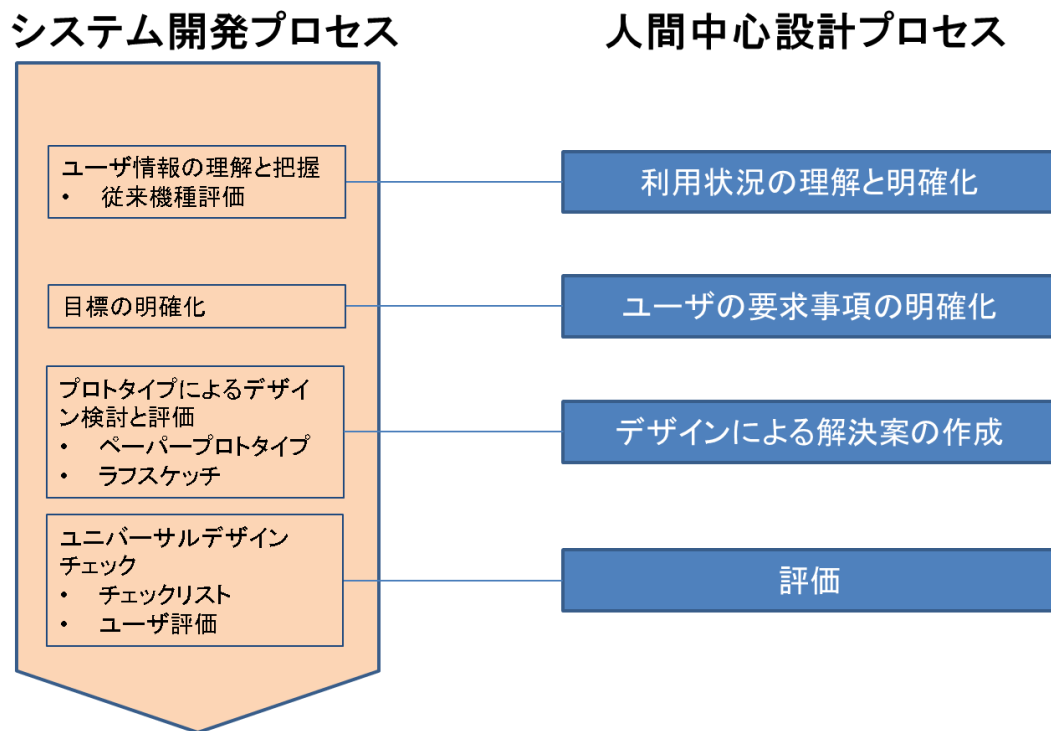


図 4-1 コンビニ ATM の開発内容と人間中心設計プロセス

4.2.1 利用状況の理解と明確化

コンビニ ATM の開発では、ユーザ情報の理解と把握のために、従来の ATM のユーザ評価を実施し、ハードウェア面、ソフトウェア面での操作性の評価・検証を行った(図 4-2)。

ユーザ評価の内容は、実際の ATM を使いユーザに一連の操作をしてもらい、使いやすいと感じた点やスムーズに操作できなかった点、使いにくいと感じた点や改善して欲しい点などを挙げてもらった。このユーザ評価を新型 ATM 開発への重要なユーザ情報とした。

対象となるユーザの利用状況を把握するために、現行システムの評価を行ったことで、ユーザの課題やニーズを抽出できた。



図 4-2 従来型(第 2 世代)ATM のユーザ評価

4.2.2 ユーザの要求事項の明確化

コンビニ ATM の開発では、従来機のユーザ評価で達成すべき項目の洗い出しを行うことで目標設定をおこなった。前述のユーザ評価の結果から、新型 ATM の開発においては、従来の ATM で評判の良かった、視覚障害のあるユーザや、海外からのユーザへの対応に加え、車いすを利用しているユーザや、高齢のユーザ、ATM 操作に慣れていないユーザなど誰にでも使いやすく、さらに安心・安全に利用してもらうことを目標にした。

4.2.3 デザインによる解決案の作成

コンビニ ATM の開発では、設計による解決策としてプロトタイプによるデザイン検討と評価を行った。最初に、開発企業側のデザイナー、開発者、企画、営業、顧客企業側のプロジェクト関係者が、お互いに情報やイメージを共有しながら、使いやすさのアイデアを検討するために、実物大の簡易ペーパープロトタイプを作成した(図 4-3)。この初期段階から、ATM を利用するユーザだけでなく保守点検をする人も対象にして、使いやすさについて検討を行った。

実物大のペーパープロトタイプを用いて、ユーザ評価の結果を考慮に入れながら、数多くのラフスケッチを作成し、使いやすさや、操作性のアイデアを膨らませた。

全体のデザイン検討から、操作画面（ディスプレイ）やセカンドディスプレイ（通常の操作画面とは別の上部にある画面で、金融機関のお知らせやキャンペーンなどの情報を表示する。）の位置や形状、ユニバーサルデザインのアイデア展開など、最初はできる限りアイデアや発想を広げた。

次に、数多くのアイデアから、顧客視点、ビジネス視点の両側面を考慮して、プライオリティをつけながらアイデアを整理・統合していった。そして方向性を集約しながら更に、詳細を詰めたペーパープロトタイプを数点作成し、ユーザ評価・検証を行って完成度を高めた(図 4-4)。

画面設計においても、グループインタビュー調査でユーザの意向を把握した上で、サンプル画面を複数作成し、ユーザ評価を行って、画面デザインを決定した。画面イメージやアニメーション、サウンドは必ず ATM に表示、再生し、実機と同じ環境で確認した。

事前の評価、アイデア抽出、モックアップ確認など、あらゆるプロセスで関係者が情報共有し、各プロセスでの合意形成がスムーズに行われた。



図 4-3 実物大の簡易ペーパープロトタイプ



図6 詳細検討用のペーパープロトタイプ

図 4-4 詳細検討用のペーパープロトタイプ

4.2.4 評価

コンビニ ATM の開発では、評価として、ユニバーサルデザインチェックを開発プロセスの随所で実施した。

高齢者・障害者 J I S などをもとに構成したユニバーサルデザインチェックリストを作成し(図 4-5)、ポイント毎にチェックリストを活用して、達成度合いを確認しながら開発を実施した。また、全盲、妊婦、車いす、色弱のかたなどの様々なユーザを想定した評価を行った(図 4-6)。

画面については、作成したサンプル画面のデモと従来画面との比較評価を、実体験に近い装置環境を用意したうえで実施した。評価は、ATM 操作が苦手な 50 代以上のユーザ 8 名で実施した。サンプル画面は、8 名全員から従来画面よりも使いやすいとの評価が得られた。



図 4-5 ユニバーサルデザインチェックリスト



全盲ユーザー想定



妊婦ユーザー想定



車いすユーザー想定



シミュレーションゴーグルによる色弱
ユーザー、白内障ユーザー想定

図 4-6 様々なユーザを想定した評価

4.2.5 コンビニATMの使いやすさ

人間中心設計プロセスにより開発されたコンビニATMの使いやすさの特徴について述べる。

(1)視覚障害のあるユーザへの対応

視覚障害のあるユーザも、インターホンのテンキー操作と音声ガイダンスシステムにより一人で操作が可能になっている。第三者によるいたずら防止のため、インターホンによる取引を選択した時点で、本体側のタッチパネルやテンキーの操作ができなくなるようにしている。

開発に際しては、全盲及び弱視のユーザに、アンケート調査、インタビューを実施して利用意向を把握し、視覚障がいのあるユーザに実際にガイダンスを聞いてもらって、フローは分かりやすいか、音声は聞きとりやすいか、再生速度は適切かといった評価を行った(図4-7)。



図 4-7 音声ガイダンスのユーザ評価

(2)海外からのユーザへの対応

海外からのユーザにも便利に利用していただけるよう、海外発行の約40億枚以上のカードが利用可能としている。操作は英語・韓国語・中国語・ポルトガル語の4カ国語の音声と画面で対応し、明細票も4カ国語に対応している。

(3)車いすのユーザへの対応

新型ATMは従来の機種よりも全体の高さが23cm低くなり、よりコンパクトになっている。車いすのユーザにもより使いやすいように、セカンドディスプレイ、操作画面（ディスプレイ）やインターホン、入力ボタンの位置を下げることで視認性と操作性を向上させた(図4-8)。

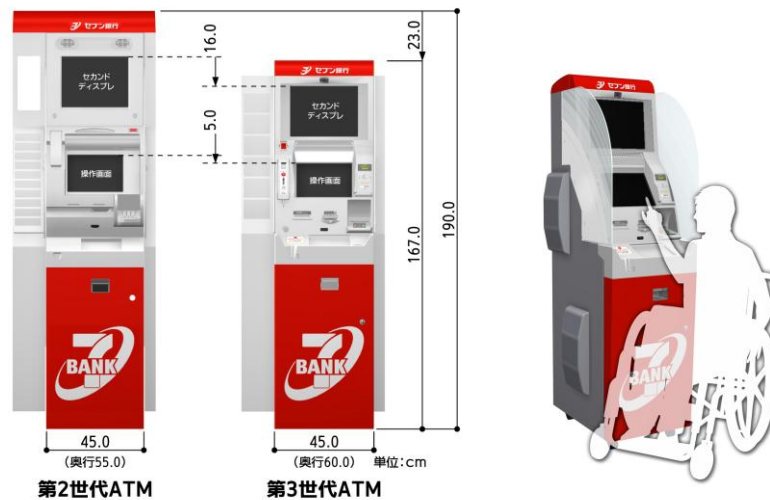


図 4-8 車いすのユーザにも使いやすいコンパクトなデザイン

(4)誰にでも使いやすい対応

高齢のユーザや、ATM の操作に慣れていないユーザ等誰にでも使いやすい対応について述べる

- ・人にやさしい UD フォントの採用

日本は、女性の約 4 人に 1 人、男性の約 5 人に 1 人が 65 歳以上の超高齢社会を迎えている。高齢者の増加により、視力が低下したり、物が見えにくくなっている人が増えている。視力の低下した人でも、見やすく、分かりやすいように、表示文字にユニバーサルデザインフォント（NEC 製 FA UD ゴシック）を採用している(図 4-9)。

- ・使いやすい画面デザイン

ATM 操作に慣れていないユーザでも戸惑うことなく利用できるよう ATM 取引画面の文字を大きく、文章を短くして、見やすさを向上させた(図 4-10)。また、ユーザの操作をサポートするアニメーションを表示することで、使いやすさを向上させた。たとえば、次に操作するボタンを点滅させてお知らせするほか、明細票、カード、紙幣が下方に動くアニメーションでユーザの注意をひき取り忘れを防止するようになっている（図 4-11）。

セブン銀行 ATM はユーザがカードを入れるとそれぞれの提携金融機関のオリジナルデザインの画面に切り替わる。違和感なく安心して利用してもらうための配慮である。これまで文字の色は原則黒で、背景の色は各提携金融機関によって異なっていたが、色の組み合わせによって読みづらい場合もあった。そこで、白地の背景を文字の下に入れて、背景がどんな色でも読みやすくした(図 4-12)。

より多くのユーザに利用しやすい色づかいが認められ、銀行など預貯金金融機関及び証券会社の取引画面(利用時間・手数料などの案内を除く)について、カラーユニバーサルデザイン認証を取得している。

- ・ボタン押下音、効果音の改善

心地よく、安心・安全に利用いただけるよう、音の改善にも力を入れた。取り忘れ防止を鮮明にするための効果音や音声を作成した。また、全体の音声ガイダンスや、ボタン押下、画面遷移

での効果音を見直し、ユーザの操作シーンに合わせた効果的なサウンドを作成した。例えば、音声ガイダンスには「柔らかい開始音」を付け、[確認] ボタンには順調に進んでいるイメージや達成感、通常ボタンにはやさしさ、広がりイメージした音を付けている。注意を喚起する効果音は、1 回目はやさしく、2 回目は強めで引き止めるようなイメージ、などテーマを決めて作成した。

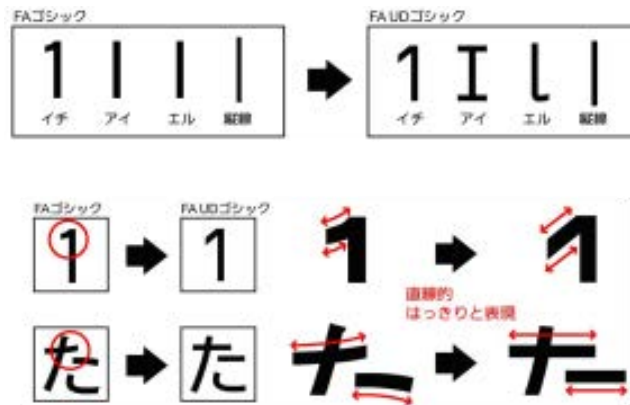
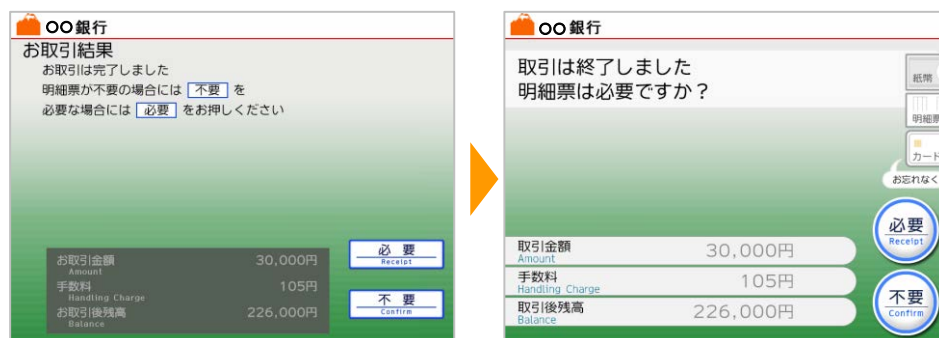
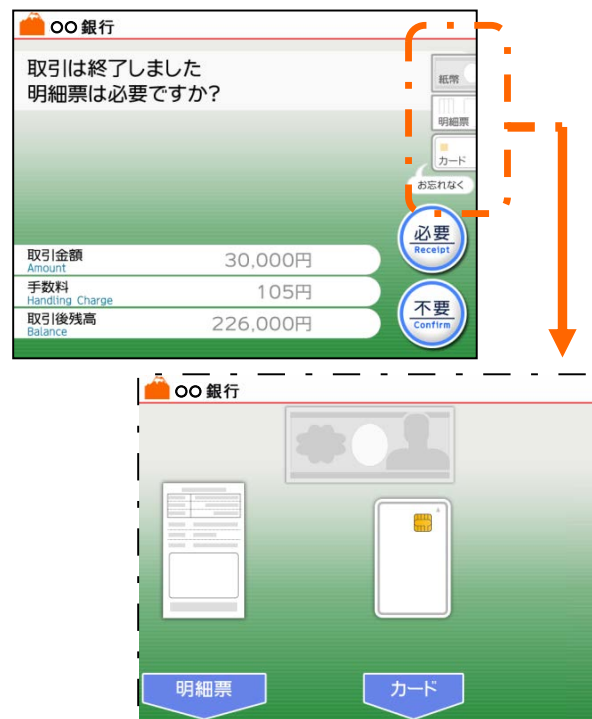


図 4-9 ユニバーサルデザインフォント



図 4-10 文字を大きくした ATM 取引画面の例



(5)安心・安全のセキュリティ強化

プライバシーの向上をめざして、様々なデザイン検討を行った。外部との仕切りになる「ついたて」は、使っている人には仕切られている印象を与え、外の人には圧迫感を与えないデザインであることを考慮した。操作画面の位置や角度を変更したことで、ついたてに守られる空間の広さが約 2 倍に広がり、周囲から画面や操作が見えづらくなり、プライバシー確保が強化できた (図 4-13)。

ユーザに、より安心して利用していただけるよう、カードや紙幣などを受けとらずに立ち去った際には、新機能の取り忘れ防止センサーが感知して、「お忘れ物にご注意ください」と音声で知らせる。更に、取り忘れへの注意をより鮮明にするため第 2 スピーカーを追加している。また、取り忘れ時や警報発生時にその状況を記録するカメラを新たに ATM 上部に設置し、セキュリティの強化を図った (図 4-14)。

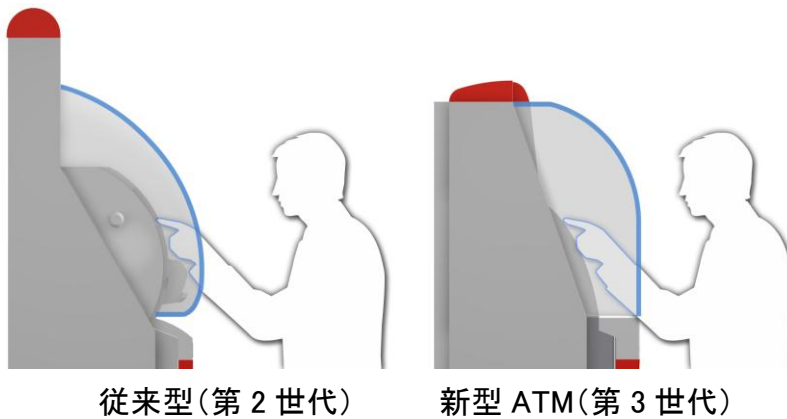


図 4-13 プライバシーを確保するついでたてのデザイン

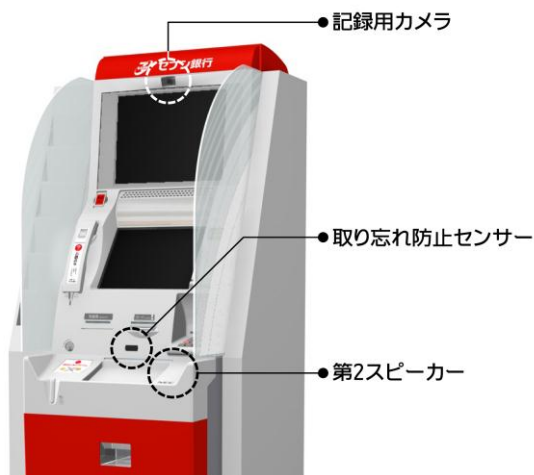


図 4-14 新型ATMの新機能

4.3 第4章の結論

人間中心設計を適用した実践的な IT システムの代表例としてコンビニ ATM をとりあげ、その開発内容を人間中心設計プロセスに従って分析した（表 4-1）。開発当初から人間中心設計が適用された分析対象のコンビニ ATM は、2013 年には設置台数が全国で 18000 台を超えている実践的 IT システムの代表例である。より多くの人に使いやすいユニバーサルデザインを目指して開発された。

コンビニ ATM の開発では、人間中心設計の「利用状況の理解と明確化」のステップでは、従来

機種の評価によりニーズを把握した。

「ユーザの要求事項の明確化」のステップでは、従来機のユーザ評価で達成すべき項目を洗い出し、ユーザ要求とビジネス要求から、ターゲットユーザを視覚紹介のあるユーザ、海外からのユーザ、車いすを利用しているユーザ、高齢のユーザ、ATM 操作に慣れていないユーザと設定し、誰にでも使いやすく、安心・安全に利用してもらうという要求仕様を明確化した。

「デザインによる解決案の作成」のステップでは、ペーパープロトタイプやラフスケッチで、アイデア展開、関係者の情報共有や合意形成、サンプル画面による方向性決定を行った。

「評価」のステップでは、開発プロセスの随所でユニバーサルデザインチェックを行い、様々なエンドユーザを想定した評価を行った。

表 4-1 実践的 IT システムの開発内容の人間中心設計視点の分析

人間中心設計 プロセス	実践的ITシステム開発 コンビニATM
利用状況の理 解と明確化	従来機種の評価によりニーズを把握
ユーザの要求 事項の明確化	・従来機のユーザ評価で達成すべき項 目を洗い出し ・ユーザ要求とビジネス要求から要求 仕様を明確化
デザインによる 解決案の作成	プロトタイプによるデザイン検討と評価 ・アイデア展開 ・関係者と情報共有、合意形成 ・サンプル画面による方向性決定
評価	・様々なエンドユーザを想定した評価 (ユニバーサルデザインチェック)

第5章 実践的 IT システムの 人間中心設計適用効果の分析

5.1 はじめに

使いやすく魅力的なユーザ視点の IT システムの開発のためには、人間中心設計プロセスの適用が重要である。現在市場で実運用されている実践的 IT システムには、人間中心設計が適用された事例が多いのに対して、新規技術の研究をもとにした先進的な IT システムの開発には、人間中心設計はあまり適用されていない。実践的 IT システムに対して人間中心設計の適用が進んでいるのは、人間中心設計の適用が開発したシステムに対して、様々な効果を上げているためと考えられる。そこで、実践的 IT システムに人間中心設計と適用した効果を分析する。

本章では、企業で開発された実践的 IT システムについて、人間中心設計を適用した効果を測定する手法を提案し、実際のプロジェクト 22 事例について提案手法を適用して得られた人間中心設計の効果について述べる。ここでは、本章の背景、目的と、方法について述べる。

5.1.1 第 5 章の背景

近年 IT システムの普及はめざましく、家庭、職場、公共の場において、社会インフラとして重要度が増している。IT システムの開発においては、ユーザニーズをとらえた商品企画や、業務効率の向上やヒューマンエラーの削減を目的とした操作設計などの重要性が高まっている。これらを実現するために人間中心設計は有効な手法である。企業の製品開発へ人間中心設計を適用するためには、開発者やマネジメント層など、社内の人々に人間中心設計の必要性を認識してもらい、開発プロセスにとりいれてもらうことが必要である。しかしながら、人間中心設計の導入は、既存の開発プロセスにない新しい活動を行うことなので、その投資対効果を示すことが重要になる。

これまでに、人間中心設計の投資対効果を示すためのモデルが提案されてきている[1]。これらのモデルには、人間中心設計の適用によって効果が見込まれる項目について記載されている。例えば、開発部門にとっての効果として、工数削減、仕様の優先度づけ、後戻り削減が挙げられている。また、マーケティングやセールス部門にとっての効果として、競争優位性の向上、CS 向上が挙げられており、カスタマーサポート部門にとっての効果として、製品サポートコストの削減、エンドユーザの教育の削減が挙げられている。さらには、顧客やエンドユーザにとっての効果としては、生産性の向上や、サポート工数の削減が挙げられている。

企業内の具体的なプロジェクトにおいてこれらの効果項目を明らかにするためには、測定方法が示される必要があるが、その方法は明らかになっていない。本章では、人間中心設計の効果を測定する手法を提案し、企業内で行われた実プロジェクトについて手法を適用した結果、得られた人間中心設計の効果と提案手法の有用性について述べる。

5.1.2 第 5 章の目的

本章の目的は、先進的な IT システムへの人間中心設計適用方法を考えるために、人間中心設計の適用が進んでいる実践的 IT システムについて、人間中心設計適用の効果を明らかにすることである。企業の中で取り組まれた実践的 IT システムの開発について、人間中心設計を適用した効果

を測定する手法を提案し、実際のプロジェクトにおける人間中心設計の効果を明らかにする。

5.1.3 第5章の研究の方法

はじめに、実践的 IT システムの開発において人間中心設計を適用した効果を測定する手法を提案する。人間中心設計の効果を分析するために必要な視点を挙げ、それぞれに対して測定方法を提案する。

次に、企業で人間中心設計を適用した実践的 IT システムのプロジェクトについて、効果測定を実施する。対象企業は多くの IT システムを構築している NEC とし、実際のプロジェクト 22 事例を分析する。プロジェクトの領域は、NEC の事業領域に合わせたソフトウェアやハードウェアの開発のほか、両者を対象にしたコンセプト開発などを対象にする。また、人間中心設計の適用フェーズについても、商品やサービスの企画やシステム提案などの上流フェーズでの適用から、要件定義、設計、開発フェーズでの適用まで、企画・開発の様々なフェーズを対象にして効果を分析する。

効果測定を実施しアンケートの回答があった 17 事例について、人間中心設計の適用効果をまとめ、また効果分析の手法の有効性を確認する。

5.2 人間中心設計効果分析に必要な視点の提案

5.2.1 活動内容と対応付けた効果の明確化

人間中心設計効果分析に必要な視点についての仮説 1 を述べる。

（仮説 1）人間中心設計の活動は、その効果を示したい社内の開発者やマネジメント層にとっては、あまり馴染みのない活動である。そのため、まず人間中心設計がどんな内容のもので、どのくらいのコストがかかるのかを明らかにし、その上で、人間中心設計の活動と生み出された価値との関係を明らかにする「活動内容と対応付けた効果の明確化」が重要である。また、人間中心設計の効果は、顧客やエンドユーザなどお客様への効果と、開発部門やセールス部門など社内への効果と、大きく 2 つに分けられるので、誰にとってどんな価値を生み出したのかを明らかにすることも重要である。以下に明らかにすべき点を記述する。

<活動内容>

- 1) どんな人間中心設計活動をやったのか？
- 2) 人間中心設計に対する投資額はいくらか？（その活動にはいくらかかったのか？）

<効果>

- 3) 誰にとっての効果なのか？
- 4) どんな効果があったのか？

5.2.2 定量分析と定性分析

人間中心設計効果分析に必要な視点についての仮説 2、3、4 を述べる。

(仮説 2) 人間中心設計の効果をわかりやすく示し、必要性の認識につなげるためには、できるだけ効果を数値化する定量的な分析が重要である。しかし、効果の中には、数値を測ることができない項目や、数値だけでは根拠が足りない項目もあるので、定量的な分析と定性的な分析と組み合わせることが重要である。

(仮説 3) 定量分析については、実際の開発現場においては、条件を揃えて数値の計測やそれらを比較することが難しいケースが多いため、推定値をだす工夫が必要である。

(仮説 4) 定性的な分析については、効果項目についてあらかじめ仮説を作成し、関係者やお客様が明確に意識していない効果も、もれなく引き出すことが重要である。

5.2.2.1 定量的な分析

定量的な分析は、社内効果とお客様への効果の 2 つの項目に対して実施することが重要である。以下にそれぞれについて述べる。

(1) 社内への効果

・売り上げへの貢献

社内への効果として、最もわかりやすいのは売上への貢献額を言うことである。人間中心設計への投資額とその製品の受注金額は、数値を明らかにできる。ただし、受注には人間中心設計実践による品質向上や顧客満足などの要因以外に様々な要因が関係しているため、人間中心設計との関係性は定性的な分析で補足する必要がある。

・開発効率化

従来研究において、人間中心設計の実践は、開発工数の削減や後戻りの削減など、開発効率化につながることが言われている。しかし、これらの効果を実際のプロジェクトの開発期間や開発費用によって測定し、コスト削減額を算出することは困難である。なぜならば、同じプロジェクトで、人間中心設計を実践していない場合と、実践した場合とを比較するわけではないので、実際にはどれくらい期間や費用が削減するかは測定できないためである。これらの数値を測定するためには、開発者に人間中心設計を実践していない場合を想定してもらい、どれくらいの期間や費用が削減されたかを質問することで、数値を収集する必要がある。その推定値を裏付けるためには、開発者のコメントを関連づけるなどの、定性的な分析と合わせることも重要である。

・品質向上と業務効率化

人間中心設計の実践は、製品のユーザビリティ品質、すなわち、製品の有効性、効率、満足度を向上させる。ユーザビリティ向上効果は、ユーザ評価実験で明らかにすることができ、例えば、操作時間やエラー数等で測定することができる。そこで、品質向上効果は、ある程度数値化可能である。

(2) お客様への効果

・業務効率化

品質向上効果による操作時間の短縮やエラー数の削減は、お客様の業務の効率を向上させる。

ユーザビリティ向上による業務効率化の効果については、電子政府システムにおけるユーザビリティ向上効果の考え方[2]にも記載されているように、業務にかかわる人数、労働時間、単金などを使って、コストの削減額をシミュレーションできる。

品質向上効果も業務効率向上効果も、満足度やユーザビリティ品質以外の実感は数値で出しにくいため、ユーザへヒアリングするなど、定性的な分析と組み合わせることも重要である。

5.2.2.2 定性的な分析

売上への貢献、開発効率化、品質向上、業務効率化に関する効果は、プロジェクトに関わった人間中心設計の専門家や、開発者や営業などの人へヒアリングし、開発者がどのような効果を感じたか、お客様がどのような価値を感じていたかを分析する。その際、人間中心設計に関わる定性的な効果は、開発者もお客様も明確に意識していないことも多いので、効果項目についてあらかじめ仮説を作成し、もれなくコメントを引き出すことが重要である。

効果項目は以下のものが考えられる[3]。

(1) 社内への効果

i) 売り上げへの貢献

ii) 開発効率化

適切な要求把握、開発効率化

iii) 品質向上

他社差別化、統一性、ユーザビリティ品質

(2) お客様への効果

i) エンドユーザへの効果

業務効率（時間、エラー数）、満足度

ii) 経営者視点での効果

業務効率(コスト)、教育、問い合わせ、保守

ブランド価値、満足度

5.3 人間中心設計効果分析の方法の提案

5.3.1 活動と効果を対応づける事例作成とヒアリング

仮説1に基づいた分析方法を提案する。活動内容に対応した効果を関係者から引き出すために、まず実施プロジェクトの人間中心設計の活動プロセスを資料化し、その内容を関係者で共有した後に、効果についてヒアリングする。具体的な進め方としては、事前準備として、人間中心設計を担当した専門家が、活動プロセスと、プロジェクトにおける効果を記載した事例資料を作成する。その後、事例資料を使って、プロジェクトの関係者へヒアリングを行う。人間中心設計担当

者からプロジェクト関係者に、事例資料に記載されている人間中心設計開発プロセスを説明し、よかったと感じた点を話してもらうことで、活動と効果を対応づける。次に、事例資料にかかれた効果について、プロジェクト関係者に確認し、開発プロセスの説明の際に聞いた効果も反映させながら、両方で内容を修正する。

5.3.2 定量分析と定性分析の組み合わせ

仮説 2 に基づいた分析方法を提案する。定量分析では、売り上げへの貢献に関する受注金額、開発効率化に関するコスト削減の推定値、品質向上に関する操作時間やエラー数、お客様への効果として、業務効率化に関する時間やコストなどを数値で示す。定性分析では、その数値を補足し、また数値で表されない効果を関係者のコメントとして示す。定量分析と定性分析の組み合わせを表 5-1 にまとめる。

表 5-1 定量分析と定性分析

	定量分析	定性分析
社内への効果		
売上貢献	受注金額、貢献金額	貢献内容
開発効率化	コスト削減額の推定値	開発期間や要求把握に関する実感
品質向上	操作時間やエラー数等	満足度、他社差別化に関する実感
お客様への効果（エンドユーザ）		
業務効率向上	業務効率（時間、エラー数など）	満足度に関する実感等
お客様への効果（経営者）		
業務効率向上	業務効率（コスト）	満足度に関する実感等

5.3.3 定量分析のための推定値の収集

仮説 3 に基づいた分析方法を提案する。開発工数の削減や後戻りの削減など、開発効率化を証明する数値を算出するために、開発者にまず人間中心設計の活用により、従来の開発と比較して何がうまくいったかを、項目を細分化して聞く。次に、該当する項目について、人間中心設計を活用せずに行った従来の同等プロジェクトでは、どれくらい時間や費用がかかったかを記入してもらう。この数値は、あくまでも開発者の推定値になるが、項目を細分化することで、できるだけ正確な値に近づけようと考えた。質問例を以下に記載する。

< 定量分析のための質問 >

Q：人間中心設計の活用により、従来よりうまくできた項目を選んでください。

1. 利用シーンの具体化

2. アイデアの創出/具体化
3. コンセプト設計
4. 客先のニーズ抽出・整理
5. ユーザ像の設定
6. ユーザの利用状況把握・分析
7. ユーザビリティ課題の抽出(評価)
8. プロトタイプ作成
9. SW:画面分類/パターン化/テンプレート
10. HW:プロトタイプ/可動モックアップ/外観確認モックアップ
11. 標準・基準・開発指示書
12. ユニバーサルデザイン対応(規格への対応)

Q:上記の該当項目を人間中心設計を活用せずに行うと、どれくらいかかったと思いますか？

時間 ()

費用 ()

時間と費用をかけてもできない

5.3.4 定性分析のための効果仮説の作成

仮説4に基づいた分析方法を提案する。開発者やお客様が人間中心設計に関わる効果を明確に意識していない場合でも、効果をもれなく引き出すためには、効果の仮説が必要である。そこで、過去の文献[4-9]を参照しながら、社内で人間中心設計を実践してきたプロジェクトで聞かれたさまざまな効果を効果項目ごとに洗い出し、効果の仮説を作成した。各プロジェクトの関係者にこれらの仮説が該当するかどうかをヒアリングする。定性分析のための質問例を示す。

<定性分析のための質問>

1) 社内への効果

Q:当社にとってどういう効果があったか聞かせて下さい。

i) 売り上げへの貢献

- ・提案支援

(例)基準書の提出、規格準拠など必須要件への対応ができた。

- ・顧客満足

(例)お客様から、好意的なコメントを頂けた。

ii) 開発効率化

- ・適切な要求把握・仕様

(例)お客様も気づいていない潜在課題を引き出せた。

- ・開発効率化(合意形成)

(例)客先との意見調整、目標合意がスムーズになった。

(例)開発関係者間の意見調整、目標の合意がスムーズになった。

- ・開発効率化（部品）
（例）ソフトウェアの UI 標準を決めたため、開発者の負担が減った。
（例）ハードウェアのデザイン指示書を作成することで、機化工部品開発が効率化された。
- ・開発効率化（開発者マインド）
（例）ユーザの利用状況を把握することにより、開発している機能の必要性が理解でき、開発者のモチベーションが向上した。
- ・開発効率化（リスク回避）
（例）画面イメージが早期に確定したため、最後に大幅に変更が入るリスクを回避できた。

iii) 品質向上

- ・他社差別化
（例）他社と差別化できるコンセプトやデザインや機能が創出できた。
- ・統一感
（例）一貫性のある UI ができた。
（例）統一感のある外観デザインができた。
- ・ユーザビリティ品質
（例）学習しやすさが向上した。
（例）間違いにくさが向上した。
（例）記憶のしやすさが向上した。
（例）効率性が向上した。
（例）主観的満足度が向上した。

2) お客様への効果

Q：お客様にとってどういう効果があったか聞かせて下さい。

- i) エンドユーザ視点（効率、有効性、満足度）
 - ・作業者の効率向上
（例）作業者の作業時間が削減できた。
（例）作業者の習熟時間を削減できた。
 - ・作業者のエラー削減（有効性）
（例）作業者が操作ミスを起こす危険性を減らすことができた。
 - ・作業者の満足度向上
（例）お客様（作業者）から、好意的なコメントを頂けた。（コメント例：使いやすい、わかりやすい、格好いい、疲れない等）
- ii) 経営者視点
 - ・教育コスト
（例）教育コストを削減できた。（直感的な操作が実現できたため、など）
（例）アルバイトや派遣などの初心者でも使えるようになった。
 - ・問い合わせ
（例）操作の問い合わせを減らせた。

- ・保守
(例)保守の時間が減少できた。
- ・ブランド
(例)使いやすさやデザインにより商品のブランド価値をあげられた。

5.4 人間中心設計効果分析の実施

5.4.1 適用プロジェクト

企業で人間中心設計を適用した実践的 IT システムのプロジェクトについて、効果測定を実施した。対象企業は多くの IT システムを構築している NEC とし、実際のプロジェクト 22 事例を分析した。プロジェクトの領域は、商品やサービスの企画やシステム提案などの上流フェーズで人間中心設計を実施したものや、要件定義、設計、開発などのフェーズで人間中心設計を実施したものなど、開発のさまざまな工程で人間中心設計が効果を発揮したと思われるプロジェクトを選択した。また、NEC の事業領域に合わせて、ソフトウェアやハードウェアの開発のほか、両者を対象にしたコンセプト開発など、様々な領域から偏りのないようプロジェクトを選択した。

5.4.2 効果測定の実施手順

5.3 節で述べた方法を図 5-1 に示す手順で、社内プロジェクトに対する効果の測定を行った。まず、事前準備として、人間中心設計を担当した専門家と、効果の分析者が、図 5-2 に示す事例シートを作成した。事例シートは、①概要、②人間中心設計適用の目的や背景、③人間中心設計の開発プロセスの目次と参加したメンバーの役割、④それぞれの人間中心設計の開発プロセスの詳細、⑤お客様への効果、⑥社内への効果、⑦人間中心設計の開発費用およびスケジュールのフォーマットで構成される。人間中心設計適用の目的や背景や開発プロセスは、プロジェクトでの実施内容に従い記載した。効果については、5.3.4 節に記載した効果の仮説や開発者がプロジェクト実施時に話していたこと等を参考にしながら、暫定情報として記載した。人間中心設計の開発費用とスケジュールは、効果が投入コストに対して見合うものであったかどうかをプロジェクト関係者へ確認するために用意した。

別の事前準備として、ユーザインタフェース (UI) の改良を実施した一部のプロジェクトについては、ユーザ評価実験を行い、UI 改良前後の操作時間やエラー数の比較を行った。さらにこれらの数値から、年間の作業削減時間や金額を算出し、事例シートのお客様にとっての効果の項目に記載した。

次に、事例シートを使って、プロジェクトの関係者へのヒアリングを行った。プロジェクトの関係者とは、人間中心設計の実施の際に事業部門側で窓口となった開発者や企画者と、プロジェ

クトの進捗や予算管理を行っているプロジェクトマネージャーを指す。

ヒアリングの手順は、始めに効果の分析者から主旨説明と、事例シートに記載されているプロジェクトの概要、人間中心設計適用の目的や背景を説明し、認識違いがないかを確認した。続けて、人間中心設計を担当した専門家から、人間中心設計の開発プロセスを詳細に説明し、認識違いがないかを確認した上で、活動内容について、どのように感じたか、何がよかったか、これまでの開発と違った点は何かなどを質問した。このように、人間中心設計の開発プロセスの確認と質問を行うことで、活動と効果を関連づけてヒアリングすることができる。

次に、事例シートに人間中心設計の担当者が暫定情報として記載したお客様への効果と社内への効果について、プロジェクト関係者にそれぞれ確認した。前に行った開発プロセスの説明の際に聞いた効果も反映させながら、両方で効果の内容を修正した。

ヒアリングの最後には、5.3.3 節および 5.3.4 節で述べた質問をまとめたアンケートシートを使って、該当する効果を聞いた。アンケートシートのイメージを図 5-3 に示す。シートを見ながら質問を行い、ヒアリングの際に確認できた効果については該当する旨の確認のみを行い、ヒアリングの際に話題にならなかった項目については、改めて内容をヒアリングした。シートへの記載は効果の分析者が行った。また、定量分析のための推定値については、これまでのプロジェクトで同等レベルの成果を得ようとした場合と比較するよう、質問の意図を説明しながら、人間中心設計による開発コスト削減効果を聞いた。数値情報については、その場で回答を得られない場合は、後で情報を提供してもらった。

事例シートを使った人間中心設計プロセスの説明、効果の確認、アンケートシートを使った効果の確認を通して、ヒアリングは、全体で約 2 時間で実施した。参加者は、プロジェクト関係者が 1 ～ 3 名、人間中心設計の担当者が 1 ～ 2 名、効果分析者が 1 ～ 4 名で実施した。

ヒアリング結果を反映させて事例シートを修正し、再度プロジェクト関係者へ確認し、事例シートを完成させた。

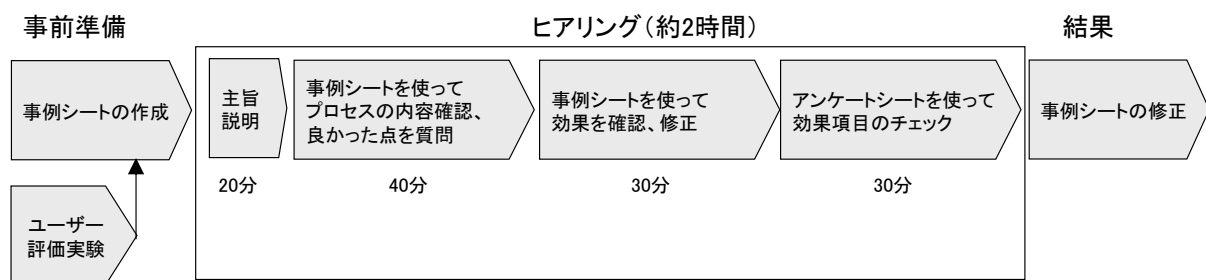


図 5-1 効果測定の実践手順

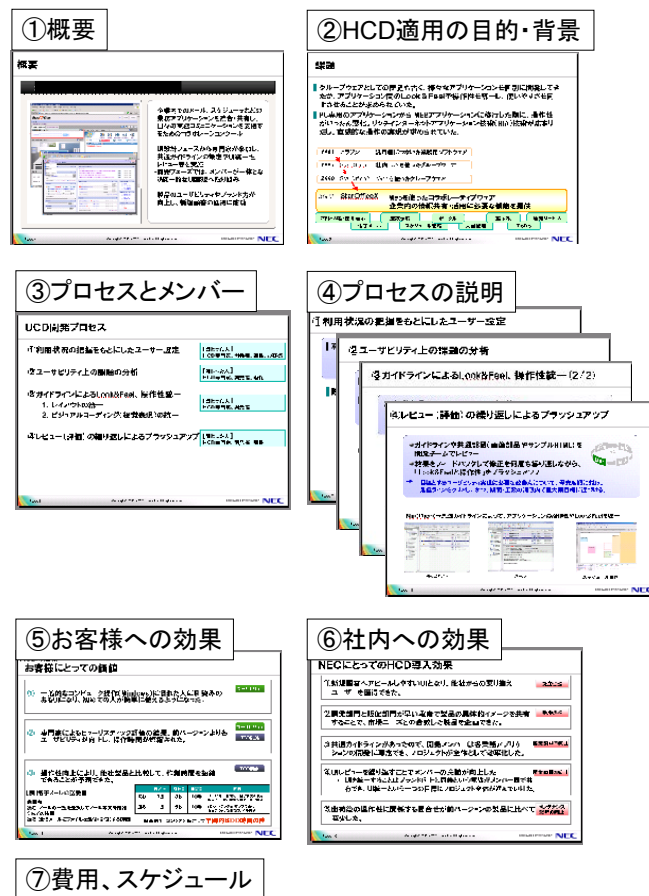


図 5-2 事例シート

◆ お客様にとってどのような効果があったかを聞かせてください。

① 作業者の効率向上

	回答チェック	対象
No1. 作業者の作業時間が削減できた。 (直感的で、ステップ数が少ない操作が実現できたため、など)	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> 対象 <input type="checkbox"/> 対象外
No2. 作業者の習熟時間を削減できた。 (直感的な操作、操作に統一性があるため、など)	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> 対象 <input type="checkbox"/> 対象外

② 作業者のエラー削減 (有効性)

	回答チェック	対象
No3. 作業者が操作ミスを起こす危険性を減らすことができた。	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> 対象 <input type="checkbox"/> 対象外

③ 作業者の満足度向上

	回答チェック	対象
No4. お客様 (作業者) から、好意的なコメントを頂いた。 コメント例: 使いやすい、わかりやすい、格好いい、疲れない コメント内容: ()	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> 対象 <input type="checkbox"/> 対象外

④ 経営的な効果

	回答チェック	対象
No5. 教育コストを削減できた。 (直感的な操作が実現できたため、など)	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> 対象 <input type="checkbox"/> 対象外
No6. アルバイトや派遣などの初心者でも使えるようになった。	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> 対象 <input type="checkbox"/> 対象外
No7. 使いやすいさやデザインにより商品のブランド価値をあげられた。	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> 対象 <input type="checkbox"/> 対象外
No8. 操作の問い合わせを減らせた。	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> 対象 <input type="checkbox"/> 対象外
No9. 保守の時間が減少できた。	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	<input type="checkbox"/> 対象 <input type="checkbox"/> 対象外

図 5-3 アンケートシート

5.5 人間中心設計適用の効果

5.5.1 効果分析の結果

人間中心設計適用の効果分析の結果を全体傾向と代表的な効果例として述べる。

(1) 全体傾向

ヒアリングした 22 のプロジェクトのうち、アンケートを回収できた 17 事例の結果を表 5-2 に示す。各プロジェクトについて、人間中心設計を適用した領域と開発フェーズを記載している。適用領域は、商品やサービスのコンセプトを企画、提案したものを「コンセプト」、おもに画面やユーザインタフェースを対象にデザインしたものを「ソフトウェア」、おもにプロダクトの外観を対象にデザインしたものを「ハードウェア」として記載している。また開発フェーズとして、商品やサービスの企画段階を「企画」、お客様への提案段階を「提案」、要求事項を整理し仕様を決定する段階を「要件定義」、仕様書や設計書を作成する段階を「設計」、ソフトウェアのコーディングやハードウェアを開発する段階を「開発」として記載している。

社内への効果として売上貢献、開発効率、品質向上の項目と、お客様への効果としてエンドユーザ視点の業務効率・満足度向上、経営者視点での業務効率・満足度向上の項目ごとに、アンケートの質問に対して、「効果あり」という回答があれば「○」をつけた。5.3.4 節で記載したように、各項目に複数の質問が存在するが、一つでも該当があれば効果ありとしている。表 5-2 において、回答で、定量的な数値が記載されたプロジェクトについては「◎」をつけ、プロジェクトがその効果について「対象外」と回答された場合は「－」をつけた。

表 5-2 に示すように、すべてのプロジェクトが、売上貢献から業務効率向上までの大半の効果項目について、効果ありと回答され、プロジェクトの関係者が人間中心設計による効果を感じていることがわかる。一方で、効果について対象外とされた箇所は、大きく 2 つの理由が挙げられた。(A) はコンセプトの提案や企画で効果が「対象外」とされたプロジェクトである。これらのプロジェクトでは、ヒアリング時点では、画面や物があるわけではないので、品質向上や業務効率向上についてはわからないという理由で対象外という回答であった。(B) は、要件定義や設計・開発段階のプロジェクトで、受注貢献の効果が「対象外」とされたものである。これらのプロジェクトは、すでにお客様から受注した案件に人間中心設計を適用したため、受注貢献の効果は「対象外」とされた。しかし、受注済みのプロジェクトについても、要件定義時のお客様の要求把握や合意形成がスムーズに進んだことによる顧客満足の効果は見られ、売上貢献へ間接的な効果が見られた。なお、プロジェクト番号 16 については、他の商品と組み合わせて販売することが多いため、単独での売り上げ貢献や業務効率向上の効果はわからないという理由で、「対象外」の項目が多くなった。

(2) 代表的な効果例

プロジェクトにヒアリングした結果は、それぞれの事例ごとに、お客様への効果と社内への効果に分けて数個ずつ記載した。実際に得られた効果の中で、開発者やマネジメント層にアピール

しやすい顕著な効果を示す（具体的なプロジェクト名や一部の数値は、社外秘のため伏せる）。

・売り上げへの貢献

システム提案に関するプロジェクトにおいて、オブザベーションなどの人間中心設計手法を使って、お客様のお客様であるエンドユーザ視点で課題を抽出し、お客さまのビジネス価値を高めるコンセプトを提案した。その結果、既設メーカーを抑えて、新規のシステム案件を受注できた。受注金額（X 億円）とともに、人間中心設計活動に基づいて作成されたシステムコンセプトが、提案コンペの際に評価された点を効果として記載した。

・開発効率化

大規模なシステムリニューアル時の UI 開発プロジェクトにおいて、お客様の要望を視覚化しながら整理する人間中心設計手法を使った。その結果、従来の開発よりも、アイデアの創出や具体化に関して 10 人×2～3 ヶ月程度の作業ロスが改善できた。この数値は、開発者の推定値として出されたものだが、開発者自身が非常に高い効果を感じていることがわかった。

・品質向上と業務効率化

業務システムの UI について、アプリケーション間の操作性を統一し、直感的な操作を可能にした。その結果、他社の同等製品と比較して作業時間を短縮できることが予測できた。1 日に行うある操作の時間が 8 秒短縮できた場合、システムを操作するユーザ数が 1000 名とすると、年間の作業時間は約 800 時間短縮でき、お客様の業務効率化として効果を記載した。

表 5-2 プロジェクトにおける効果

PJ番号	適用領域	フェーズ	社内				社外	
			売上貢献		開発 効率化	品質 向上	エンドユーザ 業務効率 満足	経営者 業務効率 満足
			顧客満足	受注貢献				
1	コンセプト	提案	○	◎	○	○	○	○
2	コンセプト	提案	○	◎	○	—	—	—
3	コンセプト	企画	○	◎	○	○	○	—
4	コンセプト ソフトウェア	提案	○	◎	○	○	○	○
5	コンセプト ソフトウェア	企画 要件定義 設計・開発	○	◎	○	○	○	○
6	ソフトウェア	企画 要件定義	○	◎	○	○	○	—
7	ソフトウェア	要件定義 設計・開発	○	— B	◎	○	○	○
8	ソフトウェア	要件定義 設計・開発	○	—	○	○	○	○
9	ソフトウェア	要件定義 設計	○	○	○	○	○	○
10	ソフトウェア	設計	○	—	◎	○	○	○
11	ソフトウェア	設計	○	—	○	○	○	○
12	ソフトウェア	要件定義 設計	○	○	◎	○	○	○
13	ソフトウェア	設計・開発	○	○	○	○	○	○
14	ソフトウェア	設計・開発	—	◎	◎	○	○	○
15	ハードウェア	企画 設計・開発	○	◎	○	○	○	○
16	ハードウェア	企画 設計・開発	—	—	○	○	—	○
17	ハードウェア	企画 設計・開発	○	◎	○	○	○	○

◎ 効果あり（定量値あり）、○ 効果あり、— 対象外

5.5.2 効果測定方法の有効性

本節では、提案した効果測定方法の有効性について考察する。

- ・活動内容と効果の対応づけについて

開発プロセスと合わせて効果をヒアリングしたため、事例シートに、効果を人間中心設計の活動と結びつけて記載できた。これにより、効果に裏付けがでて、信憑性につながっている。例えば、5.5.1 節で述べた 10 人×2～3 ヶ月程度の作業ロス改善という効果の一因は、開発プロセスで、図 5-4 のように、開発者とお客様との合意形成のプロセスが改善されたために生じたことがわかる。このように、具体的な作業内容がわかることで、開発者にとって効果が信じられるものになり、人間中心設計へ取り組みたいという意欲につながった。

- ・定量分析と定性分析の組み合わせについて

売り上げへの貢献に記載したように、受注金額という数値だけでなく、何が評価されたのか、お客様の声などを効果として記載することで、説得力がでた。数値単体では、人間中心設計がどの程度貢献しているのかよくかわからない場合でも、定性的な分析結果と組み合わせることで効果を伝えることができた。

- ・定量分析のための推定値の収集について

効果の項目を細分化して、人間中心設計を活用せずにその項目を行うときの時間や費用を推定してもらう方法で、いくつかのプロジェクトから、具体的な数値の回答を得ることができた。しかし、多くのプロジェクトにおいては、「時間と費用をかけてもできない」という回答が選択された。例えば、あるプロジェクトで、これまでは技術者を対象に問題や要望をヒアリングしていたが、人間中心設計で利用者像を明確にし、運用者にもヒアリングすることで、運用面の課題と解決策がわかったという効果があった。このプロジェクトの開発者に時間や費用の推定値を質問したところ、従来は、運用者へのヒアリング自体を思いつかないもので、同様のことはできなかったという回答であり、このように、人間中心設計を使わなかったときと使ったときで、同等のアウトプットを想定できない場合は、開発期間や費用の削減効果を数値では出せなかった。このような場合に、定量的な効果をどのように算出するかは今後の課題である。

- ・効果仮説を使った効果の定性分析について

効果の仮説は、事前準備の際に、人間中心設計の担当者と効果の分析者が事例シートに暫定的な効果を記載する際に役だった。人間中心設計の担当者自身があまり意識していない効果でも、仮説の項目を見て、効果を記載することができた。

また、お客様への効果と社内への効果を分けることで、開発している対象物が良くなるという品質向上効果やお客様の業務効率や満足度向上という、比較的意识されやすい効果だけでなく、人間中心設計プロセスを進めている際の、開発効率化などの効果も整理して考えることができた。さらに、ヒアリングの最後に、アンケートシートを使って効果を確認することで、事例シートだけでヒアリングしていた項目以外の効果も抽出することができた。

作成した事例資料は、社内のイントラサイトでダウンロード可能にして公開しており、公開から約 2 ヶ月で約 1000 件ダウンロードされた。また掲載した事例を見て、人間中心設計に取り組みたいという具体的な問い合わせも増えた。社内の教育では、受講者の事業領域、抱えている課題と効果に近いと思われる事例を紹介することで、人間中心設計への理解や取り組みへの意欲が深まっている。本手法を使って人間中心設計の効果を明らかにすることは、社内の人間に人間中心設計の必要性を認識してもらうために有効である。

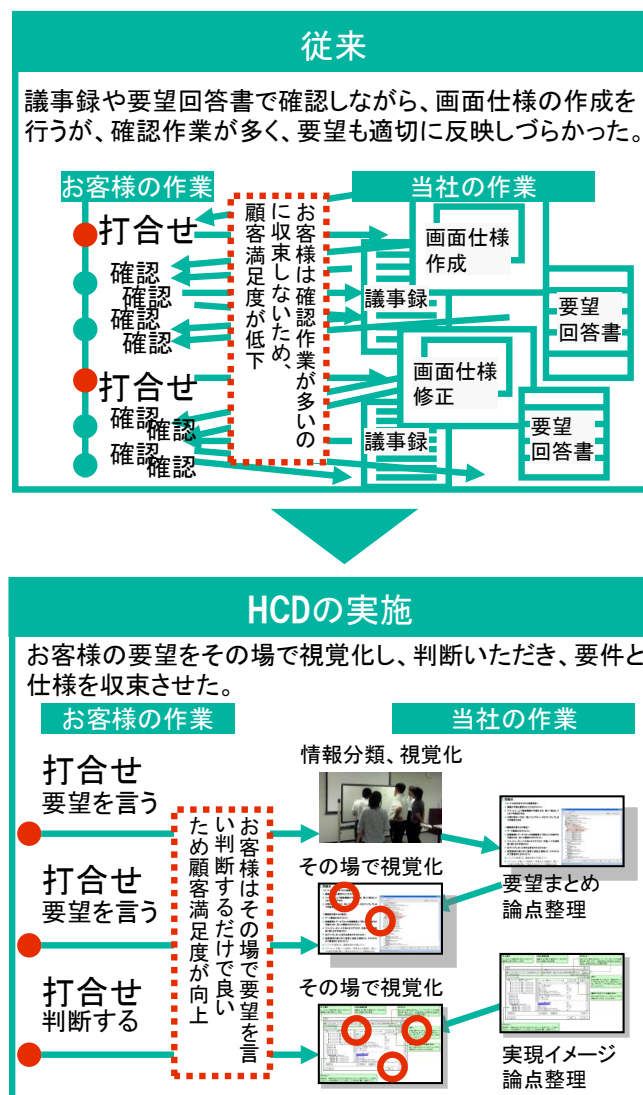


図 5-4 開発プロセスの改良例

5.6 第 5 章の結論

企業の中で取り組まれた実践的 IT システムの開発について、人間中心設計を適用した効果を測定する手法を提案し、一つの企業の人間中心設計を適用した実践的 IT システムのプロジェクトにおける人間中心設計の効果を明らかにした。

効果分析手法の特徴は、1)人間中心設計の活動内容と効果の対応を明確化、2)定量的分析と定性的分析の組み合わせ、3)定量分析における開発効率化に関する推定値算出、4)定性分析における、効果の仮説を作成である。

人間中心設計を適用した 22 事例のうちアンケートの回答があった 17 事例で、人間中心設計の適用について、社内効果（売上貢献、開発効率化、品質向上）、お客様への効果（エンドユーザ視点の業務効率・満足度向上、経営者視点での業務効率・満足度向上）が確認できた。また、提案した効果測定手法の有効性も確認できた。

第6章 先進的 IT システムの 人間中心設計プロセスによる分析

6.1 はじめに

本章では、本研究の第二の目的である②先進的 IT システムへの人間中心設計適用可能性の分析にむけて、先進的 IT システムの人間中心設計プロセスによる分析を行う。先進的な IT システムの分析は、2 章で述べた「対話型情報ナビゲーション」と 3 章で述べた「Web サイト診断システム」の 2 つを対象とする。先進的な IT システムの研究内容を、人間中心設計プロセスと対応づけて分析する。

6.1.1 第 6 章の背景

使いやすい IT システムを開発するためには、ユーザ視点で開発行うプロセスが必要である。ユーザ視点のシステム開発手法としては、人間中心設計（Human Centered Design）が知られている。4 章および 5 章で述べたように、実践的なシステム開発への人間中心設計プロセスの適用は浸透し、また適用による効果をあげている。一方、研究開発の現場においては、先進的な技術開発を行うことが主目的であり、ユーザ視点を取り入れた開発プロセスはあまり浸透していない。しかし、これまでの業務や生活を変えることができる革新的な IT システムにつながる技術を開発するためには、新しい技術や考え方が人にとってどのような価値があるかを考えることが重要であり、研究開発のプロセスにユーザ視点を取り入れることが必要と考えられる。

6.1.2 第 6 章の目的

使いやすい先進的な IT システムを開発するためには、新しい技術や考え方が人にとってどのような価値があることを考えることが重要である。本章の目的は、先進的 IT システムの研究プロセスを分析し、先進的な IT システムにユーザ視点の開発プロセスである人間中心設計を取り入れる可能性を分析する。

6.1.3 第 6 章の研究の方法

2 章で述べた対話型情報ナビゲーションの研究と 3 章で述べた Web サイト診断システムの研究は人間中心設計プロセスを直接意識して実施されたものではないが、使いやすい IT システムを開発するための研究であり、その研究開発プロセスには人間中心設計プロセスと共通の内容が含まれることが考えられる。一方で、新規技術開発を行うにあたって、従来の人間中心設計とは異なる取組みを実施していたことも考えられる。そこで、第 6 章では、2 章と 3 章で述べた先進的な IT システムの研究プロセスを、人間中心設計のプロセスに従って分析し、その特徴を明らかにする。

6.2 対話型情報ナビゲーション(フェーズ1)の 人間中心設計プロセスによる分析

「対話型情報ナビゲーション(フェーズ1)」の研究開発プロセスは、2.2 節で述べたように、研究課題の明確化、基本コンセプトの設定、方式提案、プロトタイプ開発と、アルゴリズム修正という流れで進められた。この研究プロセスを、人間中心設計のプロセスと関連付けると図 6-1 のようになる。本節では、人間中心設計プロセスに従って、研究プロセスを分析する。

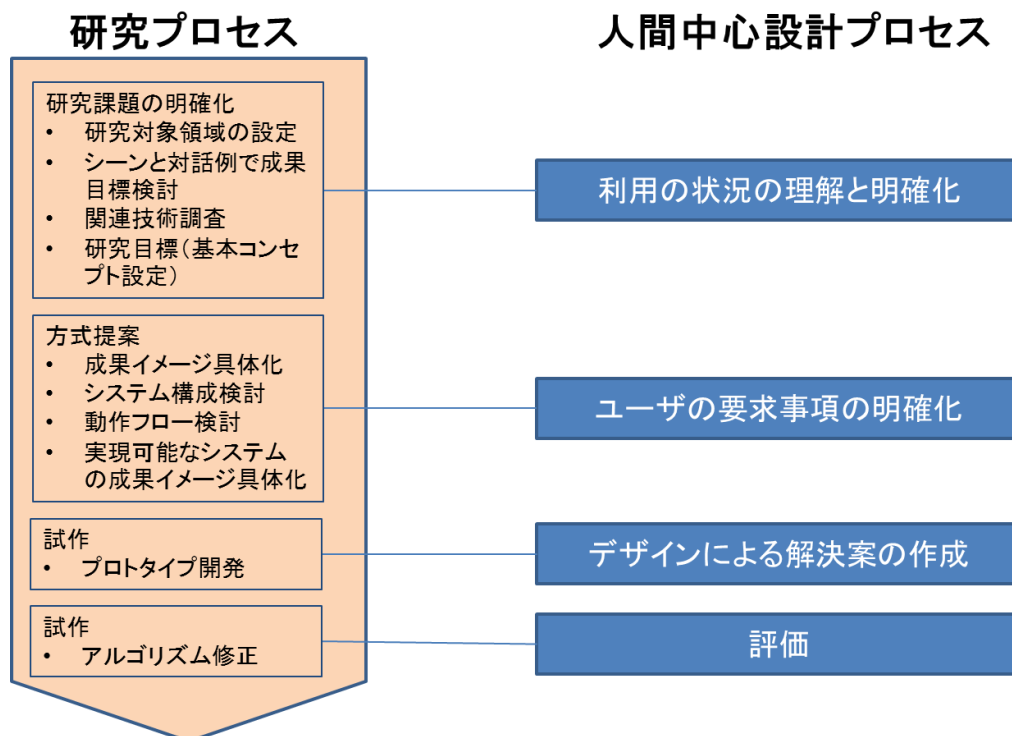


図 6-1 対話型情報ナビゲーション(フェーズ1)の研究内容と人間中心設計プロセス

6.2.1 利用状況の理解と明確化

対話型情報ナビゲーションの研究では、研究課題の明確化のために、研究対象領域の設定、シーンと対話例による成果目標検討、関連技術調査と、研究目標の設定を行った。これが人間中心設計のプロセスの「利用状況の理解と明確化」のステップに相当する(図 6-2)。

研究対象領域としては大まかに、「推薦、検索、ユーザ適応、対話、UI」と設定し、こんなことを実現したいというシーンと対話例を作成して、研究の成果イメージをメンバーで共有した。対話例は、買い物で洋服を探すシーンや、車の中でお店や情報を探すシーンで、ユーザがどんな風にコンテンツを探したり、どのように薦められるとうれしいかを考えた。その上で、関連する研究調査を行い、技術領域の定義や、現状の技術で解決されていない課題を明らかにし、研究課題を明確化し研究目標を設定した。

【利用状況の理解と明確化】

シーンと対話例を使って、ユーザが情報を探す際にうれしい利用状況を把握

研究対象領域の設定

(推薦、検索、ユーザ適応、対話、UI)

シーンと対話例で成果目標検討「こんなことを実現したい」
買い物で洋服を探すシーン、車の中でお店を探すシーン
ユーザとシステムの対話例

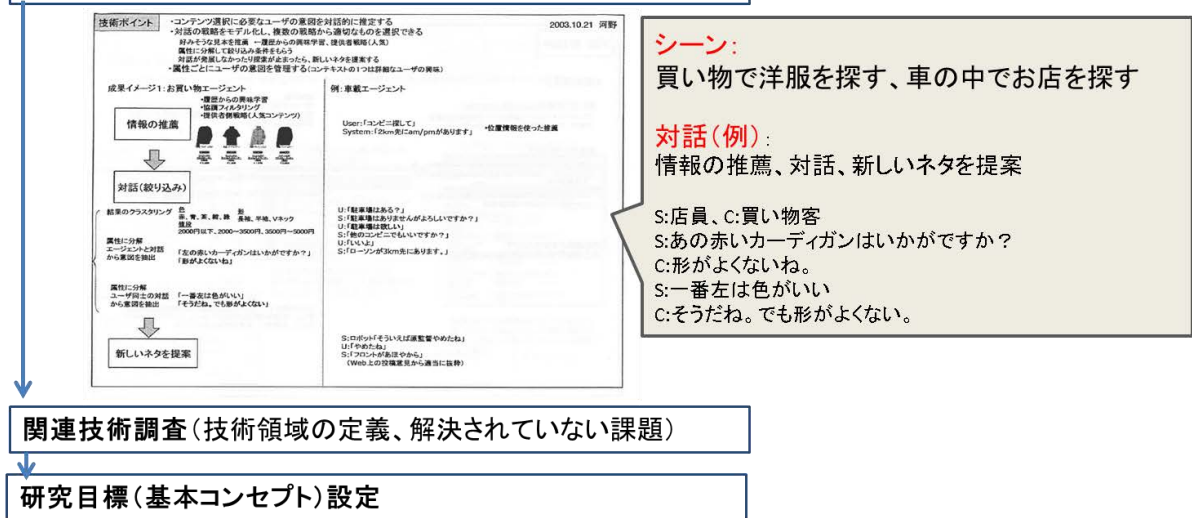


図 6-2 対話型情報ナビゲーション(フェーズ1)の
利用状況の理解と明確化

人間中心設計における「利用状況の理解と明確化」のステップでは、想定する業務やシステムに対するユーザの利用状況を分析する。また、新規商品の企画や開発に人間中心設計を利用する場合は、既存のシステムの分析だけではなく関連するフィールドの観察を行うなどして、ユーザの課題やニーズを抽出する。対話型情報ナビゲーションでは、シーンと対話例を使って、ユーザが情報を探す際にうれしい利用状況を把握した点が、人間中心設計の「利用状況の理解と明確化」に相当する。

6.2.2 ユーザの要求事項の明確化

対話型情報ナビゲーションの研究では、研究目標（基本コンセプト）を実現するために、成果イメージの具体化を行った。次に、成果イメージを実現するためのシステム構成と動作フローを検討した。さらに、実現可能なシステムのできる対話例を作成して成果イメージを再度具体化した。これらを踏まえて、システムの基本の動作方式を決定した。これらの研究活動が人間中心設計のプロセスの「ユーザの要求事項の明確化」のステップに相当する（図 6-3）。

【ユーザ要求事項の明確化】成果イメージの具体化

- ・ 理想の対話例でユーザ要求を明確化
- ・ 理想の対話例と実現できる対話例の比較により、システムの要求仕様を決定

成果イメージの具体化

目標
ぶらっと立ち寄った買い物の隠れた好み聞き出して、商品を買わせる腕利きの店員

店舗で行われるこんなやりとりを実現させたい

まずは興味対象を聞いてみる
『新作』つながりで促してみる
財布の別の特徴を聞き出す
同じ特徴で違うカテゴリの商品を勧める
靴と靴で共通の属性の商品を勧める
結局、財布とは全然違うものを買った(始めからワンピースを買いたい電脳も無い、途中の「色がいい」という検索要求も無効になっている。でも本人は大満足)

お客何となく財布を眺めている
「その財布、最近買った新作なんですよ。財布をお探しですか？」
「いえ、別にそういうわけじゃないんですが。」
「この辺りのセーターも今日入ってきたばかりなんです」
「はい、お客、セーターには興味なさそう」
「その財布がやっぱり気になりますか？」
「なんとなく、色がいいなーと思って」
「染色方法が独自のもので、靴も同じシリーズがあるんですよ」
「確かに、靴もいいですねー。でも、財布も靴も最近買ったばかりだし…」
「これイタリアのデザイナーが作っていて、このワンピースもそうなんです」
「あー、それいいですね。ちょっと見てみます」

システムの目標(例): ぶらっと立ち寄った買い物の隠れた好み聞き出し、商品を買わせる腕利きの店員

理想の対話(例) S:店員、C:買い物客
S: その財布、最近買った新作なんですよ。財布をお探しですか？
C: いえ別にそういうわけじゃないんですが。
S: このセーターも今日入ってきたばかりなんです(新作で勧める)

システム構成・動作フロー検討

どのような技術を組み合わせれば実現できるか

対話コンテキスト
場所・位置情報
天気・気温
人混み
OK
キャンセル
OK

ユーザコンテキスト
最新情報
好き
イタリアン
好き
ベネチアン
3日間

環境
コンテキスト

対話戦略決定エンジン
情報推薦エンジン
対話生成部

対話コンテキスト
場所・位置情報
天気・気温
人混み
OK
キャンセル
OK

ユーザコンテキスト
最新情報
好き
イタリアン
好き
ベネチアン
3日間

環境
コンテキスト

対話戦略決定エンジン
情報推薦エンジン
対話生成部

対話コンテキスト
場所・位置情報
天気・気温
人混み
OK
キャンセル
OK

ユーザコンテキスト
最新情報
好き
イタリアン
好き
ベネチアン
3日間

環境
コンテキスト

対話戦略決定エンジン
情報推薦エンジン
対話生成部

実現できる対話(例) S:システム、U:ユーザ
S: ルート沿いで今あいているレストランを探します。
S: あいているお店が70件あります。
イタリア料理が多いです。そのほかに和食、中華があります。どれにしますか？
U: イタリア

図 6-3 対話型情報ナビゲーション(フェーズ1)の
ユーザの要求事項の明確化

はじめに成果イメージを具体化するために、1)実現したいシステムの目標を、商品を探す手助けをする店員の特徴として記載し、また、2)店員と買い物客(ユーザ)との理想的な対話例も挙げた。さらに、3)買い物客(ユーザ)がものを探すときにどのように知りたいのか、人からどのように教えてほしいのかという検索戦略を考えた。

1)システムの目標(例):

ぶらっと立ち寄った買い物の隠れた好み聞き出して、商品を買わせる腕利きの店員

2)理想の対話(例): S:店員、C:買い物客

S:その財布、最近買った新作なんですよ。財布をお探しですか？

C:いえ別にそういうわけじゃないんですが。

S:このセーターも今日入ってきたばかりなんです(新作つながりで勧める)

C:はい(セーターに興味なさそう)

S:その財布がやっぱり気になりますか？

C:色がいいなーと思って(財布の別の特徴を聞き出す)

S:染色が独自で靴も同じシリーズがあるんですよ(同じ特徴で違うカテゴリの商品を勧める)

3)検索戦略(例):

とにかく自動で教えて欲しい vs. 要求したときにだけ教えて欲しい

素早く教えて欲しい vs. 色々知りたい

自分の好みのものを教えて欲しい vs. 意外性のある情報が欲しい

要点だけ教えて欲しい vs. わかりやすく教えて欲しい

次にこの成果イメージの実現方法を考えるために、システム構成と動作フローを検討した。大まかなシステム構成図を記載し、どのような技術を組み合わせれば実現できるのかを検討した。そして、各ブロックが何をするものかという特徴と、ブロックのインプットとアウトプットを記載して、各ブロックで開発すべき技術内容の目標レベルを認識し、実現可能性を見極めていった。その上で、詳細なシステム構成と動作フローを記載して具体的なシステムの動作方式を検討した。

実現可能なシステムの動作が想定された後には、実現可能なシステムでできる対話例を作成して成果イメージを再度具体化した。対話例を作成することで、システムによって提供される情報がユーザにとってうれしいかどうかを確認した。これらを踏まえて、システムの基本の動作本式を決定した。

人間中心設計における「ユーザの要求事項の明確化」のステップでは、ユーザ要求を整理し、目標を設定し、ユーザの要求からシステム仕様を作成する。対話型情報ナビゲーションでは、実現したいシステムの目標を、商品を探す手助けをする店員の特徴として記載し、ユーザがナビゲーションしてほしいと考える「ユーザとシステムとの理想の対話例」でユーザ要求を明確化した点が、人間中心設計の「ユーザの要求事項の明確化」に相当する。また、理想の対話例と実現できる対話例の比較することで、システムの要求仕様を決定することができた。

このステップでは、研究目標の設定をしており、理想と実現可能性の両方を見ながら進めることが重要である。そのため、多くのアイデアをだして可能性を広げておくことが重要である。実際の研究では、「対話例」をベースに成果イメージを議論していたが、人間中心設計においては、ユーザ体験を構想・提案する手法として複数の手法が用いられる[1, 2]。たとえば、シーンに近い現場の「観察」して発想の着眼点を得たり、ユーザの体験やニーズを「エクスペリエンスマップ」や「シナリオ」などで整理して発想を得る方法などである。これらの様々な「発想手法」を利用することで、研究開発においてもより良いアイデアを出せる可能性がある。また、ユーザ視点での価値を検討するという観点から見ると、実現可能なシステムの動作が想定された後に、作成する対話例の評価が重要である。実際の研究では、これらのフェーズは研究メンバーだけで確認を進めており、他者から見た評価を行うことで、より優れた要求仕様の作成につなげられる可能性がある。

6.2.3 デザインによる解決案の作成

対話型情報ナビゲーションの研究では、ユーザの入力に対して、システムの出力が自然な結果かどうか、実際のデータを使って確認するためにプロトタイプを開発した。これが人間中心設計のプロセスの「デザインによる解決案の作成」のステップに相当する（図 6-4）。

人間中心設計における「デザインによる解決案の作成」では、なるべく簡易なプロトタイプを作成し、次の評価プロセスでそのシステムがユーザにとっての価値を確認する。

対話型情報ナビゲーションの研究においては、入出力内容の自然さや計算速度（反応の自然さ）を確認するために、プロトタイプを開発した。自然な入出力や反応が実現できるかどうかはユー

ザにとっての価値を確認するという目的と同時に、実現可能性検証という目的ももっていた。

プロトタイプは、入力（検索条件などのユーザの選択と、時間や場所など可変のユーザコンテキスト）と、出力（検索結果と検索の着目点を説明する対話文）をテキストベースで確認できる簡易なシステムとしており、これらが人間中心設計の「デザインによる解決案の作成」のステップに相当する。さらに、プロトタイプでは検索軸のランキング結果など内部の計算結果も表示して、アルゴリズムの修正を容易して改良を繰り返した点が人間中心設計の「設計による解決案と評価の繰り返し」のステップに相当する。

【デザインによる解決案の作成】

2つの目的(ユーザにとっての価値確認、実現可能性検証)でプロトタイプ開発

【評価】 研究者による解決案と評価の繰り返し

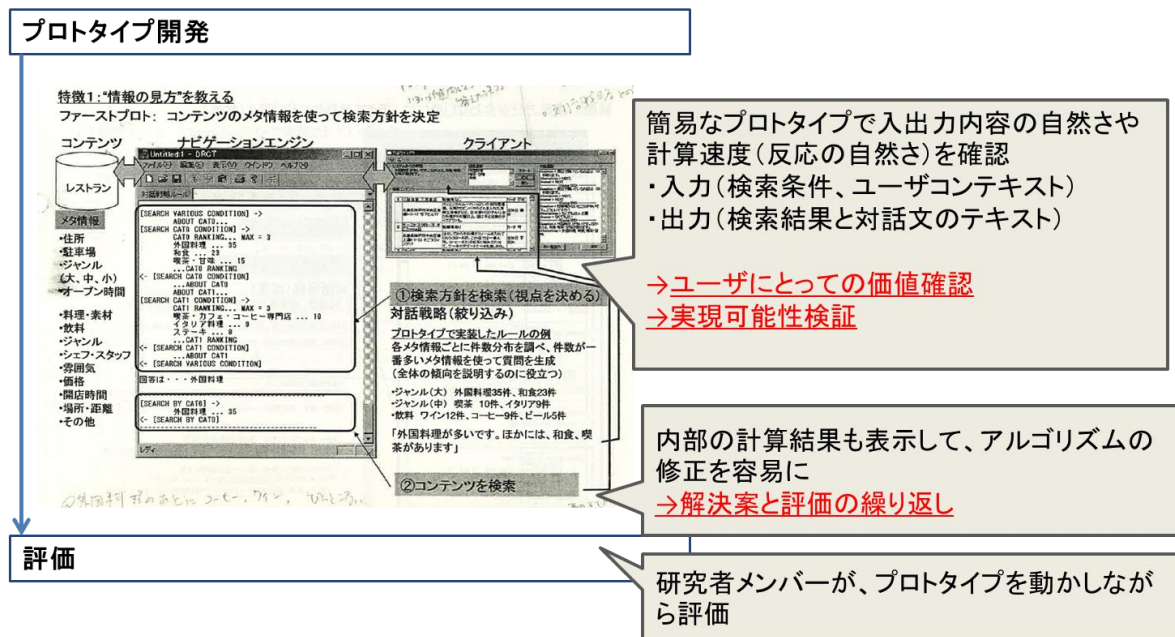


図 6-4 対話型情報ナビゲーション(フェーズ1)の
デザインによる解決案の作成・評価

6.2.4 評価

対話型情報ナビゲーションの研究では、研究に携わっていた研究者数名で、プロトタイプを動かしながら、不自然な動作がないかを確認して評価を行いアルゴリズムの修正を行った。これが人間中心設計のプロセスの「評価」のステップに相当する(図 6-4)。

人間中心設計における「デザインによる解決案の作成」と「評価」のステップでは、簡単なプロトタイプを作成し、それに対するユーザ評価を実施する。

対話型情報ナビゲーションの研究開発では、アルゴリズムの修正を行いやすいような簡易なプロトタイプを用いて、システムの出力がユーザにとって自然かどうかを評価した点が、人間中心

設計の「デザインによる解決案の作成」と「評価」の繰り返しに相当する。

研究者によって開発と評価を同時に行ったため、素早くアルゴリズムを改良していった点はよかったが、関係者だけの評価に加えて、研究の初期において研究システムにユーザ視点の価値評価を行えるとより優れたシステム開発が可能になると予想できる。

6.2.5 対話型情報ナビゲーション(フェーズ1)の人間中心設計プロセスによる分析まとめ

対話型情報ナビゲーション(フェーズ1)の研究内容を人間中心設計プロセスに従って分析した結果、次のような対応づけができることがわかった。

人間中心設計における「利用状況の理解と明確化」のステップでは、想定する業務やシステムに対するユーザの利用状況を分析する。また、新規商品の企画や開発に人間中心設計を利用する場合は、既存のシステムの分析だけではなく関連するフィールドの観察を行うなどして、ユーザの課題やニーズを抽出する。対話型情報ナビゲーション(フェーズ1)では、シーンと対話例を使って、ユーザが情報を探す際にうれしい利用状況を把握した点が、人間中心設計の「利用状況の理解と明確化」のステップに相当する。

人間中心設計における「ユーザの要求事項の明確化」のステップでは、ユーザ要求を整理し、目標を設定し、ユーザの要求からシステム仕様を作成する。対話型情報ナビゲーション(フェーズ1)では、実現したいシステムの目標を、商品を探す手助けをする店員の特徴として記載し、ユーザがナビゲーションしてほしいと考える「ユーザとシステムとの理想の対話例」でユーザ要求を明確化した点や、理想の対話例と実現できる対話例の比較することで、システムの要求仕様を決定した点が、人間中心設計の「ユーザの要求事項の明確化」に相当する。

人間中心設計における「デザインによる解決案の作成」と「評価」のステップでは、簡単なプロトタイプを作成し、それに対するユーザ評価を実施する。対話型情報ナビゲーションの研究開発では、アルゴリズムの修正を行いやすいような簡易なプロトタイプを用いて、システムの出力がユーザにとって自然かどうかを評価した点が、人間中心設計の「設計による解決」と「評価」の繰り返しに相当する。

一方、対話型情報ナビゲーション研究を人間中心設計プロセスに従って分析した結果、次のような可能性があることもわかった。

「ユーザの要求事項の明確化」のステップは研究の目標設定であり、理想と実現可能性の両方を見ながら進めることが必要である。そのため、多くのアイデアをだして可能性を広げておくことが重要である。実際の研究では、「対話例」をベースに成果イメージを議論していたが、人間中心設計においてユーザ体験を構想・提案するために用いられる様々な手法を利用することで、研究開発においてもより良いアイデアを出せた可能性がある。

また、方式提案やアルゴリズム開発のフェーズにおける評価を、研究メンバーだけの評価に加えて、研究の初期からユーザ視点の価値評価を行えるとより優れたシステム開発につながる可能性がある。

6.3 対話型情報ナビゲーション(フェーズ2)の 人間中心設計プロセスによる分析

モバイルを対象とした「対話型情報ナビゲーション(フェーズ2)」の研究開発プロセスは、2.3節で述べたように、基本コンセプトの設定、方式提案、携帯電話むけレストラン検索システムの開発、評価実験という流れで進められた。この研究プロセスを、人間中心設計のプロセスと関連付けると図 6-5 のようになる。本節では、人間中心設計プロセスに従って研究プロセスを分析する。

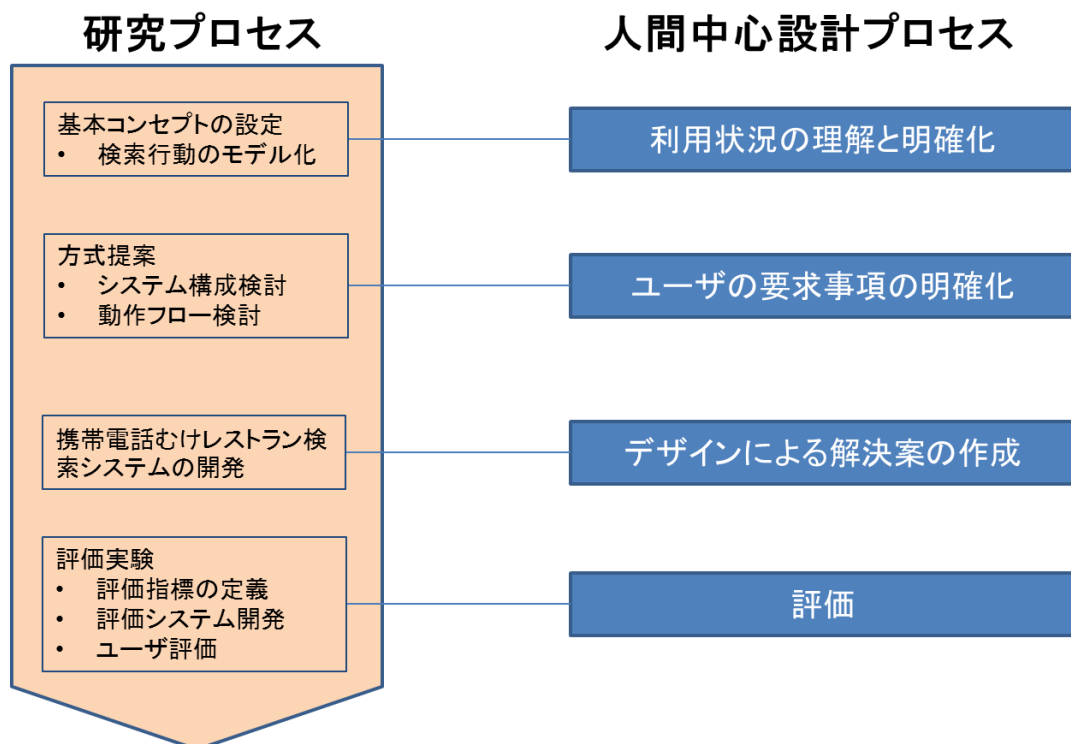


図 6-5 対話型情報ナビゲーション(フェーズ2)の研究内容と人間中心設計プロセス

6.3.1 利用状況の理解と明確化

対話型情報ナビゲーション(フェーズ2)の研究では、基本コンセプトの作成のために人の検索行動をモデル化した。これが人間中心設計のプロセスの「利用状況の理解と明確化」のステップに相当する(図 6-6)。

フェーズ1での検討をもとにして、検索時の着目点に影響を与える状況として、ユーザ状況、対話状況、コンテンツ状況を考えて、ユーザの行動をモデル化した。街中でレストランを探す場合、車に乗っている場合は駐車場の有無を一番に知りたいだろう、財布にお金がない場合は価格をまず気にするだろう、などのように、人がものを探す際にどのようなことを考えるかという検索行動をモデル化し、その場合に何ができたらしめたいかというあるべき姿を基本コンセプトと

して作成した。

人間中心設計の「利用状況の理解と明確化」のステップでは、想定されている具体的な業務やシステムに対するユーザの利用状況を分析し、ユーザの課題やニーズを抽出する。対話型情報ナビゲーション(フェーズ2)では、人の行動や感情、人を取りまく状況など、抽象度の高い人の行動をモデル化しユーザの利用状況を把握した点が人間中心設計の「利用状況の理解と明確化」のステップに相当する。

【利用状況の理解と明確化】

人の行動や人を取りまく状況などをモデル化し、ユーザの利用状況を把握

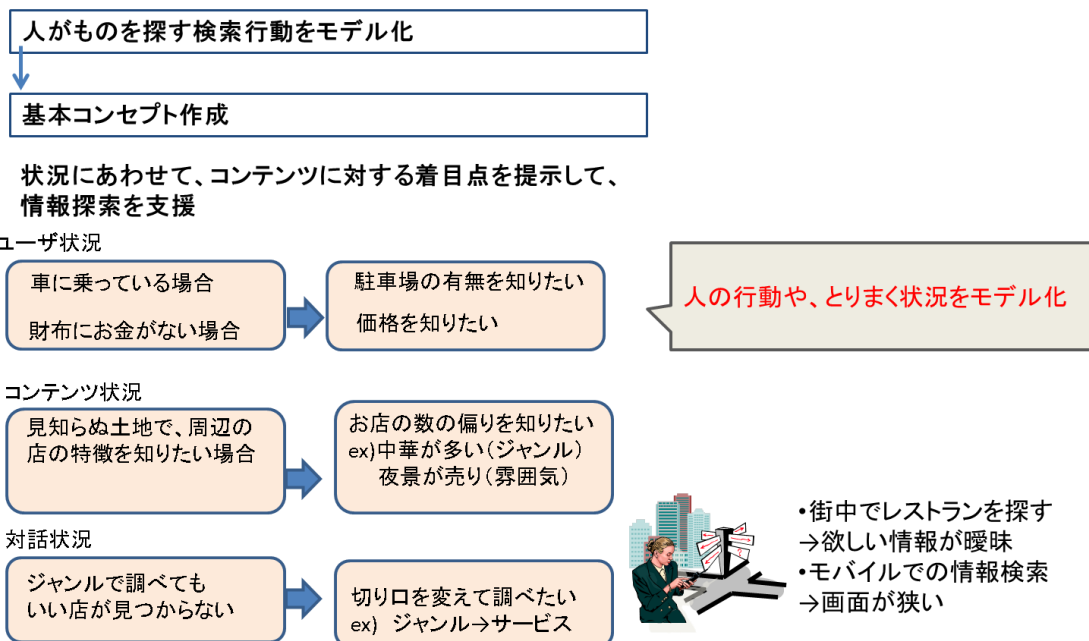


図 6-6 モバイル向け対話型情報ナビゲーションの
利用状況の理解と明確化

6.3.2 ユーザの要求事項の明確化

対話型情報ナビゲーション(フェーズ2)の研究では、フェーズ1の方式検討を元にして、モバイル向けシステムのシステム構成と動作フローを検討して開発すべき仕様を作成した。これが人間中心設計プロセスの「ユーザの要求事項の明確化」のステップに相当する(図6-7)。

フェーズ1の各ステップと、フェーズ2の実用研究フェーズのコンセプト作成によって主要なユーザ要求は整理されていたため、主にモバイル端末で動作させる際の要求を追加検討した。

6.3.3 デザインによる解決案の作成

対話型情報ナビゲーション(フェーズ2)の研究では、携帯電話からレストランを探すためのアプリ

リケーションシステムを開発した。これが人間中心設計プロセスの「デザインによる解決案の作成」のステップに相当する（図 6-7）。

対話型情報ナビゲーション(フェーズ 2)の研究においては、実際のレストランデータを使ったプロトタイプを開発することで、入出力内容の自然さや計算速度（反応の自然さ）を確認した。ここで、プロトタイプの開発は、ユーザにとっての価値確認と、実現可能性検証という 2 つの目的をもっていた。一つ目は、人の行動をモデル化した基本コンセプトに基づくシステムがユーザにとって価値があるかどうかを確認することであった。二つ目は、実現可能性の検証であり、技術開発目標の設定であった。コンセプトを実現する技術が実現できそうか、どれくらいの研究期間があればよいかを見極めることが重要であった。一つ目と二つ目の目的は密接に結びついており、ユーザにとって価値があると確認できたことを技術開発目標とすることが重要であった。また、実現できる見込みのある技術を使った成果イメージをプロトタイピングし、ユーザにとっての価値を確認することが重要であった。

人間中心設計におけるプロトタイプは、主に、ユーザにとっての価値確認のために用いられ、なるべく簡易に素早く開発し、評価と改良を繰り返すことが重要となる。対話型情報ナビゲーション(フェーズ 2)では、携帯電話向けレストラン検索システムのプロトタイプ開発が、人間中心設計プロセスの「デザインによる解決案の作成」のステップに相当する。しかし、そのプロトタイプ開発の目的は、通常の間中心設計のプロトタイプ開発の目的とは、異なる特徴をもっていた。研究開発においては、ユーザにとっての価値確認のためのプロトタイプは、早期に時間をかけず作成し、設計者による思い込みを後の評価で排除することが重要であり、一方で、実現可能性検証を行うためのプロトタイプは、先進技術を取りいれて開発見込みを立てることが重要である。実現可能性検証のためのプロトタイプは、開発難易度が高く時間もかかる。研究開発におけるプロトタイプは、2 つの目的の違いを意識して、プロトタイプを使い分ける必要がある。

【デザインによる解決案の作成】

2つの目的(ユーザにとっての価値確認、実現可能性検証)でプロトタイプ開発

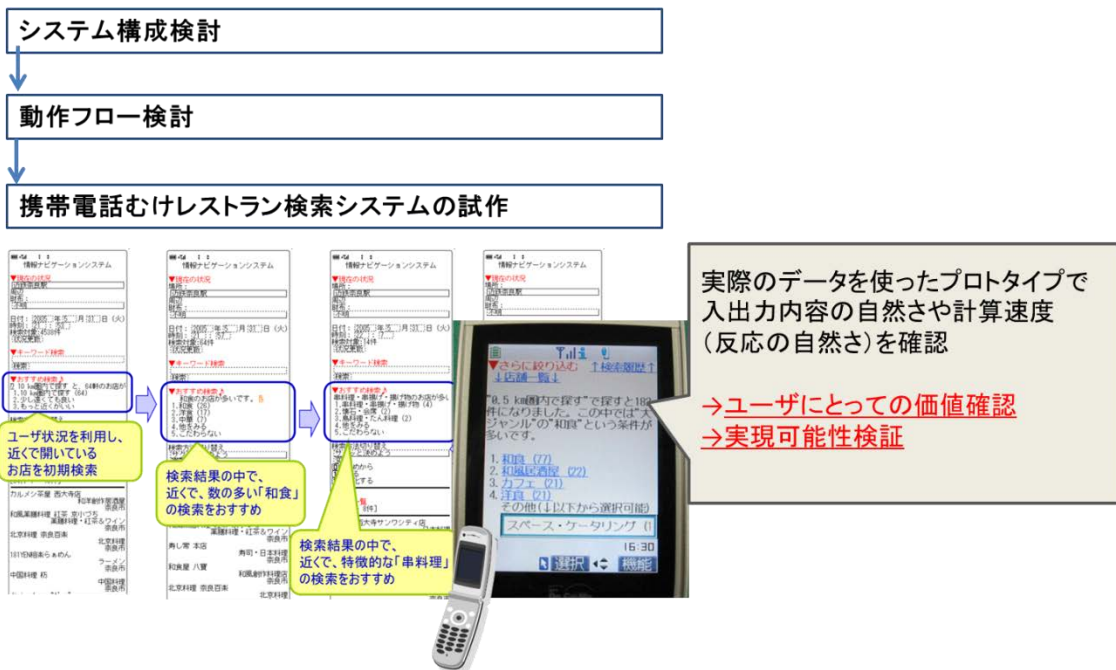


図 6-7 モバイル向け対話型情報ナビゲーションの
ユーザの要求事項の明確化・デザインによる解決案の作成

6.3.4 評価

対話型情報ナビゲーション(フェーズ2)では、技術の有効性を定量的に評価するため、使いやすさの評価指標を定義し、従来の検索方式と比較する評価システムを開発し、ユーザ評価実験を行った。これが人間中心設計プロセスの「評価」のステップに相当する(図6-8)。また、使いやすさの評価指標(有効性、効率、満足度)を使ってユーザ評価を行ったことで、システムが情報検索の使いやすさ向上に有効であるかどうかというユーザ視点の評価を実施できた。

【評価】

- ・ 技術の有効性を示すための定量評価(評価指標の定義、評価システム開発、ユーザ評価)
- ・ ユーザ視点の評価(使いやすさ評価指標の定義、ユーザ評価)

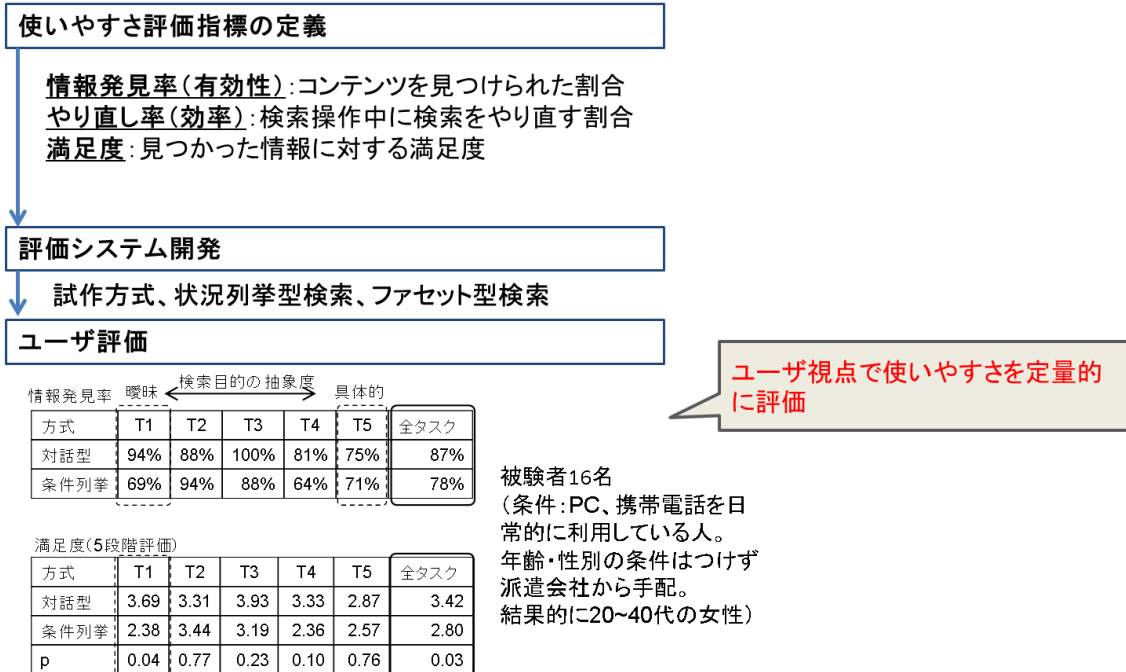


図 6-8 モバイル向け対話型情報ナビゲーションの評価

6.3.5 対話型情報ナビゲーション（フェーズ2）の人間中心設計プロセスによる分析まとめ

対話型情報ナビゲーション（フェーズ2）の研究内容を人間中心設計プロセスに従って分析した結果、次のような対応づけができることがわかった。

人間中心設計の「利用状況の理解と明確化」のステップでは、想定されている具体的な業務やシステムに対する、ユーザの利用状況を分析し、ユーザの課題やニーズを抽出する。対話型情報ナビゲーション（フェーズ2）では、人の行動や感情、人を取りまく状況など、抽象度の高い人の行動をモデル化しユーザ利用状況を把握した点が、人間中心設計の「利用状況の理解と明確化」のステップに相当する。

人間中心設計における「デザインによる解決案の作成」のステップでは、ユーザにとっての価値確認のために、なるべく簡易なプロトタイプを素早く開発し、評価と改良を繰り返すことが重要となる。対話型情報ナビゲーション(フェーズ2)の開発では、携帯電話向けレストラン検索システムのプロトタイプ開発が、人間中心設計プロセスの「デザインによる解決案の作成」のステップに相当する。しかし、そのプロトタイプ開発の目的は、通常の人間中心設計のプロトタイプ開発の目的とは、異なる特徴をもっていた。研究開発においては、ユーザにとっての価値確認のためのプロトタイプは、早期に時間をかけず作成し、設計者による思い込みを後の評価で排除す

ることが重要であり、一方で、実現可能性検証を行うためのプロトタイプは、先進技術を取り入れて開発見込みを立てることが重要である。実現可能性検証のためのプロトタイプは、開発難易度が高く時間もかかる。研究開発におけるプロトタイプは、2つの目的の違いを意識して、プロトタイプを使い分ける必要がある。

人間中心設計における「評価」のステップでは、ユーザにとっての価値を確認するユーザ視点の評価が重要になる。対話型情報ナビゲーション（フェーズ2）では、使いやすさの評価指標を定義し、従来の検索方式と比較する評価システムを開発し、ユーザ評価実験を行ったことが、人間中心設計プロセスの「評価」のステップに相当すると考えられる。ここでは、技術の有効性の評価と同時に、使いやすさの評価指標（有効性、効率、満足度）を使ってユーザ評価を行ったことで、システムが情報検索の使いやすさ向上に有効であるかどうかという、ユーザ視点の評価を実施できた。

6.4 Web サイト診断システムの人間中心設計プロセスによる分析

「Web サイト診断システム」の研究開発プロセスは、3.2 節で述べたように、基本技術の提案と調査、Web サイト診断に対する要件抽出、Web サイト診断システムの開発と、Web サイト診断システムの企業サイトへの適用という流れで進められた。この研究プロセスを、人間中心設計のプロセスと関連付けると図 6-9 のようになる。本節では、人間中心設計プロセスに従って、研究プロセスを分析する。

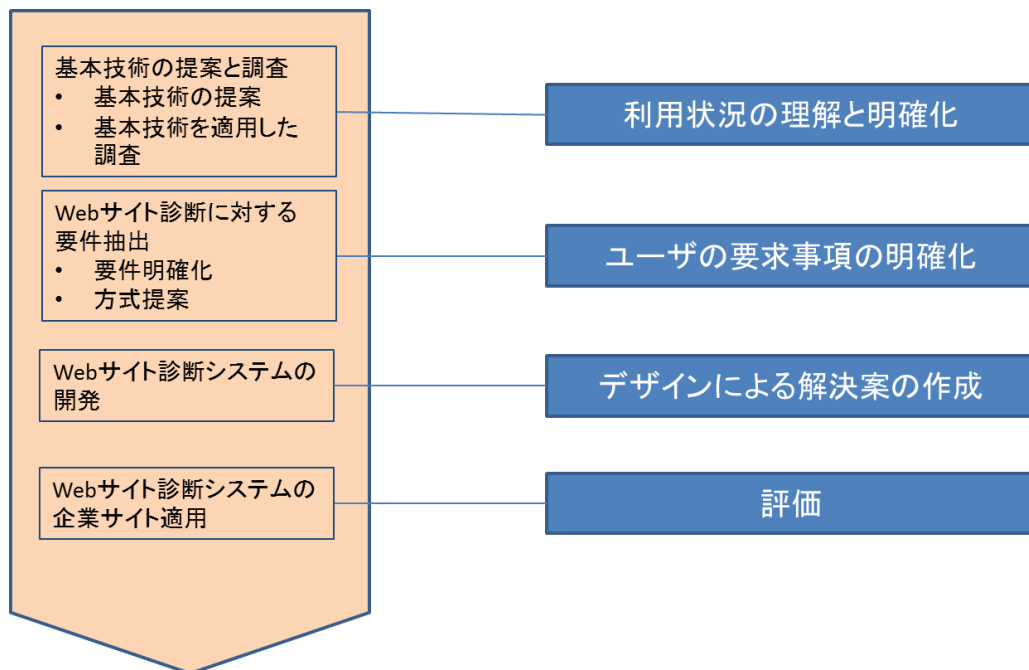


図 6-9 Web サイト診断システムの研究内容と人間中心設計プロセス

6.4.1 利用状況の理解と明確化

Web サイト診断システムの研究では、基本技術として「論理的な不整合」というリンク不整合を検出するアルゴリズムを開発し、大規模な企業 Web サイトに基本技術を適用し、多くのリンク不整合が存在していることを把握した。これが、人間中心設計プロセスの「利用状況の理解と明確化」のステップにあたる（図 6-10）。

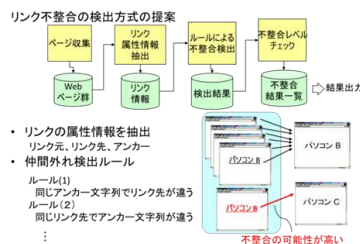
論理的な不整合は、間違ったページへのリンクなど物理的にはアクセス可能であっても、論理的な誤りを生じている不整合であり、従来のサイト管理システムでは検出できない。論理的な不整合を検出するためのルールを複数提案し、サイトへ適用しながら、どのようなルールで、どの程度の論理的な不整合が検出されるかを実験しながらアルゴリズムを開発した。その結果、実際の企業 Web サイトに多くのリンク不整合が存在していることを明らかにすることができた。Web サイト診断の研究では、新技術を適用した調査により Web サイトの管理の実態を把握した点が、人間中心設計の「利用状況の理解と明確化」のステップに相当する。

【利用状況の理解と明確化】

新技術を適用した調査によりWebサイトの管理の実態を把握

基本技術の提案

新技術（リンク不整合検出技術）の提案



基本技術を適用した調査

大規模Webサイトに多数のリンク不整合が存在

サイト	ページ数	リンク数	物理的 不整合	論理的 不整合	不整合 合計
A	18,389	1,263,562	2,766	2,287	5,053
B	17,900	372,322	494	4,570	5,064
C	16,560	151,195	1,086	3,135	4,221
D	16,393	219,318	330	556	886
E	12,161	221,430	1,511	711	2,222
F	8,430	191,437	7,236	1,277	8,513
G	5,450	49,141	39	1,276	1,315
H	4,072	52,701	358	430	788
I	1,532	9,977	78	8	86
J	1,130	35,796	0	873	873
K	339	11,798	4	21	25
L	331	7,026	1	110	111
合計	102,687	2,585,703	13,903	15,254	29,157

ページ数
5000以上
7件

不整合合計
1000件以上
6件

新技術（リンク不整合検出技術）を
適用した調査により、Webサイトに
多数のリンク不整合が存在しているこ
とを把握

図 6-10 Web サイト診断システムの利用状況の理解と明確化

6.4.2 ユーザの要求事項の明確化

Web サイト診断システムの研究では、企業サイトに多くのリンク不整合が存在している結果をポータルサイトの運営現場担当者へ提示し、品質のよい Web サイトを維持するための要件を明確化し、その要件を解決する方式を検討した。これが人間中心設計プロセスの「ユーザの要求事項の明確化」のステップにあたる（図 6-11）。

新技術により抽出できた課題を明示することで、Web サイトの運営者やコンサルティング業務担当者と、Web サイト診断について議論を行うことは、ユーザや組織の潜在的な要望を引き出すのに有効であった。これらの潜在的な要望については、システム開発の難易度で優先度を整理した。実現可能な分析機能については、システムの要求仕様として整理し、今後の技術開発が必要なものは、研究課題として設定した。

Web サイト診断システムの研究では、新技術の適用実験結果を使ったヒアリングにより要求仕様を明確化できた点が、「ユーザの要求事項の明確化」に相当する。

【ユーザ要求事項の明確化】

新技術の適用実験結果を使ったヒアリングによりシステムの要求仕様を決定

【デザインによる解決案の作成】【評価】

プロトタイプ開発と、Webサイトの使いやすさ評価

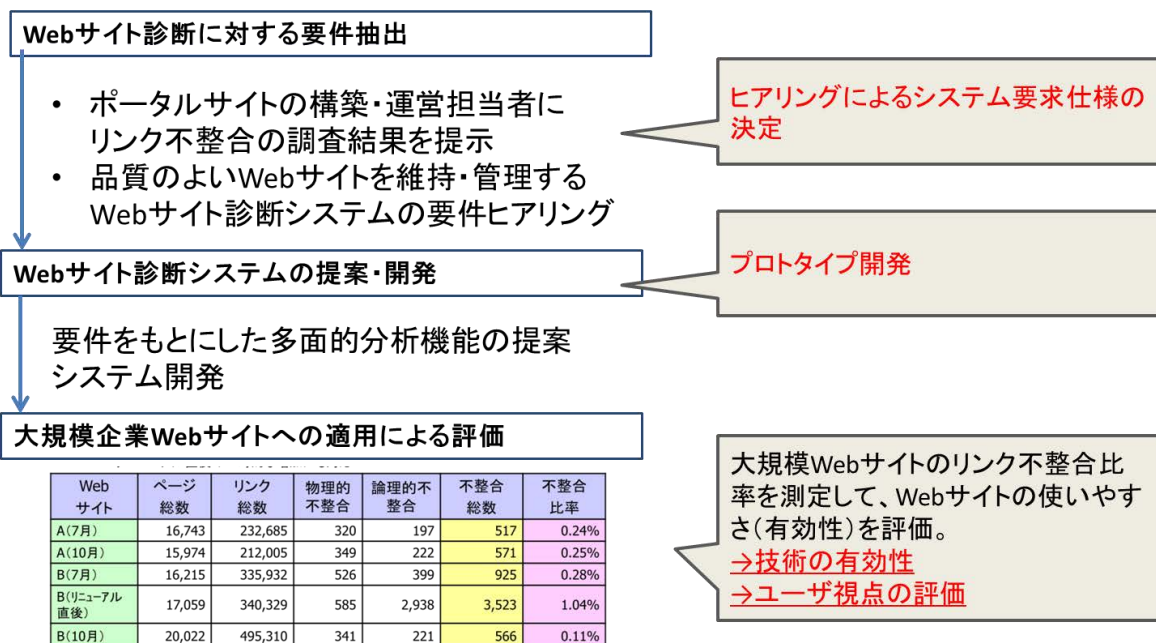


図 6-11 Web サイト診断システムの
ユーザ要求事項の明確化・デザインによる解決案の作成・評価

6.4.3 デザインによる解決案の作成

Web サイト診断システムの研究では、リンク不整合検出機能と多面的分析機能をもつ Web サイト診断システムを開発した。これが人間中心設計プロセスの「デザインによる解決案の作成」のステップにあたる（図 6-11）。

ヒアリングで抽出した Web サイト診断の分析機能に対する要件に対して、多面的分析機能を提案し、プロトタイプを開発した。プロトタイプは、大規模 Web サイトを自動分析・診断するという技術の実現可能性検証と、大規模 Web サイトの使いやすさの維持・管理というユーザにとっての価値を確認するという目的をもっていた。

6.4.4 評価

Web サイト診断システムの研究では、大規模企業 Web サイト（NEC の社外公開サイト 2 サイト）に定期的なリンク不整合検査と多面的分析によるサイト改善を行った。これが人間中心設計プロセスの「評価」のステップにあたる（図 6-11）。

大規模 Web サイトのリンク不整合比率を測定し、多面的分析機能がどのような問題を発見し、サイトの品質改善に有効であるかを評価することで、大規模 Web サイトの自動分析・診断という技術の有効性評価と、大規模 Web サイトの使いやすさの維持・管理というユーザ視点の評価ができた。

6.4.5 Web サイト診断システムの人間中心設計プロセスによる分析まとめ

Web サイト診断システムの研究内容を人間中心設計プロセスに従って分析した結果、次のような対応づけができることがわかった。

Web サイト診断システムの研究では、新技術を適用した調査により Web サイトの管理の実態を把握した点が、人間中心設計プロセスの「利用状況の理解と明確化」のステップに相当する。そして、新技術の適用実験結果を使ったヒアリングにより要求仕様を明確化した点が、「ユーザの要求事項の明確化」のステップに相当する。

Web サイト診断システムの研究では、リンク不整合検出機能と多面的分析機能をもつ Web サイト診断システムを開発した点が、人間中心設計プロセスの「デザインによる解決案の作成」のステップに相当する。ここでプロトタイプは、大規模 Web サイトを自動分析・診断するという技術の実現可能性検証と、大規模 Web サイトの使いやすさの維持・管理というユーザにとっての価値を確認するという目的をもっていた。

Web サイト診断システムの研究では、大規模企業 Web サイトに定期的なリンク不整合検査と多面的分析によるサイト改善を行った点が、人間中心設計プロセスの「評価」のステップに相当する。評価のプロセスでは、大規模 Web サイトの自動分析・診断という技術の有効性評価と、大規模 Web サイトの使いやすさの維持・管理というユーザ視点の評価を行った。

6.5 第 6 章の結論

本研究の第二の目的である、②先進的 IT システムへの人間中心設計の適用可能性の分析に向けて行った、第 6 章「先進的 IT システムの人間中心設計プロセスによる分析」の結論を述べる。先進的な IT システムの分析は、「対話型情報ナビゲーション（フェーズ 1、フェーズ 2）」と「Web サイト診断システム」を対象とした。先進的 IT システムの研究プロセスを人間中心設計プロセスに関連付けた内容を表 6-1 にまとめた。さらに、先進的 IT システムの研究内容を、人間中心設計視点で分析した内容を、表 6-2 にまとめた。それぞれの先進的 IT システムの研究は、人間中心設計に基づいて実施されたものではないが、使いやすい IT システムを開発するための研究であり、研究内容が人間中心設計で実施する活動と同等と解釈できるものが多かった。

表 6-1 先進的 IT システムの研究内容と人間中心設計プロセス

人間中心設計 プロセス	先進的ITシステム研究 対話型情報ナビゲーション(フェーズ1)	先進的ITシステム研究 対話型情報ナビゲーション(フェーズ2)	先進的ITシステム研究 Webサイト診断システム
利用状況の理解 と明確化	研究課題の設定 ・ 研究対象領域の設定 ・ シーンと対話例で成果 目標を検討 ・ 関連技術調査 ・ 研究目標(基本コンセ プト)設定	基本コンセプトの設定 ・ 検索行動のモデル化	基本技術の提案と調査 ・ 基本技術の提案 ・ 基本技術を適用した 調査
ユーザの要求事 項の明確化	方式提案 ・ 成果イメージ具体化 ・ システム構成検討 ・ 動作フロー検討 ・ 実現可能なシステム の成果イメージ 具体化	方式提案 ・ システム構成検討 ・ 動作フロー検討	Webサイト診断に対する 要件抽出 ・ ヒアリングによる要件 明確化 ・ 方式提案
デザインによる 解決案の作成	試作 ・ プロトタイプ開発	携帯電話むけレストラン 検索システムの開発	Webサイト診断システム の開発
評価	試作 ・ アルゴリズム修正	評価実験 ・ 評価指標の定義 ・ 評価システム開発 ・ ユーザー評価	WEbサイト診断システム の企業サイト適用

表 6-2 に示すように、人間中心設計の「利用状況の理解と明確化」のステップに対しては、対話型情報ナビゲーション（フェーズ 1）の研究では、シーンと対話例を想定し、ユーザが情報を探す際にうれしい利用状況を把握した活動が対応づけられる。また、対話型情報ナビゲーション（フェーズ 2）の研究では、人の行動をモデル化しユーザの利用状況を把握した活動が対応づけ

られる。Web サイト診断システムの研究では、新技術を適用した調査により Web サイトの管理の実態を把握した活動が対応づけられる。

人間中心設計の「ユーザの要求事項の明確化」のステップに対しては、対話型情報ナビゲーション（フェーズ1）では、実現したいシステムの目標を、商品を探す手助けをする店員の特徴として記載し、ユーザがナビゲーションしてほしいと考えるユーザとシステムとの理想の対話例でユーザ要求を明確化した点や、理想の対話例と実現できる対話例の比較しながらシステムの要求仕様を決定した活動が対応づけられる。また、Web サイト診断システムの研究では、新技術の適用実験結果を使ったヒアリングにより要求仕様を明確化した活動が対応づけられる。

「ユーザの要求事項の明確化」のステップでは研究目標の設定をしており、理想と実現可能性の両方を見ながら進めることが必要である。そのため、多くのアイデアをだして可能性を広げておくことが重要である。対話型情報ナビゲーション（フェーズ1）の研究では、「対話例」をベースに成果イメージを議論していたが、人間中心設計においてユーザ体験を構想・提案するために用いられる様々な手法を利用することで、研究開発においてもより良いアイデアを出せる可能性がある。

人間中心設計の「デザインによる解決案の作成」のステップに対しては、対話型情報ナビゲーション（フェーズ1）の研究では、アルゴリズムの修正を行いやすい簡易なプロトタイプを開発した活動が対応づけられる。対話型情報ナビゲーション（フェーズ2）の研究では携帯電話むけレストラン検索システムのプロトタイプを開発した活動が対応づけられる。Web サイト診断システムの研究では、リンク不整合検出機能と多面的分析機能をもつ Web サイト診断システムを開発した活動が対応づけられる。どの研究においても、プロトタイプ開発の目的は、ユーザにとっての価値確認と、実現可能性検証（技術目標の設定）という2つの目的をもっていた。

先進的 IT システムの研究において試作したプロトタイプでは、ユーザにとっての価値確認のためのプロトタイプは、早期に時間をかけず作成し、設計者による思い込みを後の評価で排除することが重要であり、実現可能性検証を行うためのプロトタイプは、先進技術を取り入れて開発見込みを立てることが重要である。実現可能性検証のためのプロトタイプは、開発難易度が高く時間もかかる。先進的 IT システムの研究開発におけるプロトタイプは、2つの目的の違いを意識して、プロトタイプを使い分けるとより良いシステム開発が可能になる可能性がある。

人間中心設計の「評価」のステップに対しては、対話型情報ナビゲーション（フェーズ1）の研究では、アルゴリズムの修正を行いやすい簡易なプロトタイプを用いて、入出力や反応速度がユーザにとって自然かどうかを評価した活動が対応づけられる。対話型情報ナビゲーション（フェーズ2）では、使いやすさの評価指標を定義し、従来の検索方式と比較する評価システムを開発し、ユーザ評価実験を行った活動が対応づけられる。ここでは、技術の有効性の評価と同時に、使いやすさの評価指標（有効性、効率、満足度）を使ってユーザ評価を行って、情報検索の使いやすさ向上というユーザ視点の評価を実施した。Web サイト診断システムの研究では、大規模企業 Web サイトに定期的なリンク不整合検査と多面的分析によるサイト改善を行った活動が対応づけられる。ここでは、大規模 Web サイトの自動分析・診断という技術の有効性評価と、大規模 Web サイトの使いやすさの維持・管理というユーザ視点の評価を実施した。

先進的 IT システムの研究の初期のフェーズにおいては、研究者のみで技術の実現可能性やユー

ザにとっての価値を評価し、プロトタイプ開発の改善の繰り返しを行った。研究がある程度進むと、技術の有効性の定量的な評価と、使いやすさというユーザ視点の評価を行った。研究初期フェーズにおいて、研究者以外のメンバーをいれて、ユーザ視点の評価を行えるとより優れたシステム開発が可能になる可能性がある。

表 6-2 先進的 IT システムの研究内容の人間中心設計視点の分析

人間中心設計 プロセス	先進的ITシステム研究 対話型情報ナビゲーション (フェーズ1)	先進的ITシステム研究 対話型情報ナビゲーション (フェーズ2)	先進的ITシステム研究 Webサイト診断システム
利用状況の 理解と明確化	シーンと対話例を想定し、 利用状況を把握	人の行動をモデル化し、 利用状況を把握	新技術の適用実験によりWebサイトの管理の実態を把握
ユーザの要求 事項の明確化	<ul style="list-style-type: none"> 理想の対話例でユーザ要求を明確化 理想の対話例と実現できる対話例を比較しながらシステムの要求仕様を決定 	主要な要求はフェーズ1で整理	新技術の適用実験結果を使ったヒアリングによりシステムの要求仕様を決定
デザインによる 解決案の作成	2つの目的をもったプロトタイプの開発 <ul style="list-style-type: none"> ユーザにとっての価値確認 実現可能性検証(技術目標の設定) 	2つの目的をもったプロトタイプの開発 <ul style="list-style-type: none"> ユーザにとっての価値確認 実現可能性検証(技術目標の設定) 	2つの目的をもったプロトタイプの開発 <ul style="list-style-type: none"> ユーザにとっての価値確認 実現可能性検証(技術目標の設定)
評価	<ul style="list-style-type: none"> 研究者による評価 入出力や反応速度の自然さ 	<ul style="list-style-type: none"> 技術の有効性を示す定量評価 ユーザ視点の評価(使いやすさ) 	<ul style="list-style-type: none"> 技術の有効性を示す定量評価 ユーザ視点の評価(使いやすさ)

第7章 先進的 IT システムにおける 人間中心設計適用方法の考察

7.1 はじめに

本章では先進的 IT システムにおける人間中心設計適用方法を考えるために、4 章から 6 章の分析から、先進的 IT システムと実践的 IT システムの人間中心設計適用方法の違いを明らかにする。

7.1.1 第 7 章の目的

本章の目的は、先進的な IT システムを生み出す研究開発の現場に、ユーザ視点の開発プロセスである人間中心設計を取り入れる方法を明らかにするために、先進的 IT システムと実践的 IT システムの人間中心設計適用の違いを分析することである。

企業の中で取り組まれた先進的な IT システムの研究プロセスを人間中心設計プロセスで分析し、人間中心設計の適用が進んでいる実践的な IT システム開発と比較して、先進的 IT システムにおいて、人間中心設計プロセスを実施する際に留意すべき点を明らかにする。

7.1.2 第 7 章の研究の方法

6 章の「対話型情報ナビゲーション」と「Web サイト診断システム」を対象にした先進的 IT システムの人間中心設計プロセスのステップごとの分析結果と、4 章の「コンビニ ATM」を対象にした実践的 IT システムの人間中心設計プロセスのステップごとの分析結果を比較する。また、5 章で明らかになった、企業で人間中心設計が適用された複数の実践的 IT システムの人間中心設計の適用効果も対象にする。実践的な IT システムと先進的な IT システムの人間中心設計視点でみた開発内容の違いを分析し、ユーザ視点を取り入れた先進的 IT システム構築への人間中心設計適用方法を考察する。

7.2 先進的 IT システムと実践的 IT システムの人間中心設計の比較

6 章で分析した先進的 IT システムの研究内容の人間中心設計視点の分析結果（表 6-2）と、4 章で分析した実践的 IT システムの開発内容の人間中心設計視点の分析結果（表 4-1）及び 5 章の効果分析の結果をまとめて、表 7-1 に、先進的 IT システムと実践的 IT システムの人間中心設計視点の活動の比較を示す。

先進的な IT システムにおける人間中心設計の「利用状況の理解と明確化」のステップでは、対話型情報ナビゲーション（フェーズ 1）の研究のように、シーンと対話例を使ってユーザの利用状況を把握したり、対話型情報ナビゲーション（フェーズ 2）の研究のように、人の行動をモデル化しユーザの利用状況を把握したり、Web サイト診断システムのように、新技術を適用した調

査により Web サイトの管理の実態を把握した。一方で、実践的な IT システムの「利用状況の理解と明確化」のステップでは、コンビニ ATM の開発のように、従来機種の評価によりユーザのニーズを把握した。

先進的な IT システムにおける人間中心設計の「ユーザの要求事項の明確化」のステップでは、対話型情報ナビゲーション（フェーズ 1）のように、理想の対話例でユーザ要求を明確化し、理想の対話例と実現できる対話例を比較しながらシステムの要求仕様を決定したり、Web サイト診断システムの研究のように、新技術の適用実験結果を使ったヒアリングにより要求仕様を明確化した。一方で、実践的な IT システムの「利用状況の理解と明確化」のステップでは、コンビニ ATM の開発のように、従来機のユーザ評価で達成すべき項目を洗い出し、ユーザ要求とビジネス要求から要求仕様を明確化した。

先進的な IT システムにおける人間中心設計の「デザインによる解決案の作成」のステップでは、どの研究においても、ユーザにとっての価値確認と、実現可能性検証（技術目標の設定）という 2 つの目的をもったプロトタイプを開発した。一方で、実践的な IT システムの「デザインによる解決案の作成」のステップでは、コンビニ ATM の開発のように、プロトタイプによって、アイデア展開、関係者との情報共有、方向性決定を行った。

先進的な IT システムの人間中心設計の「評価」のステップでは、対話型情報ナビゲーション（フェーズ 1）の研究のように、入出力や反応速度がユーザにとって自然かどうかを研究者によって評価したり、対話型情報ナビゲーション（フェーズ 2）や Web サイト診断システムの研究のように、技術の有効性の評価と、使いやすさというユーザ視点の評価を行った。一方で、実践的な IT システムの「評価」のステップでは、コンビニ ATM の開発のように、様々なエンドユーザ視点の評価を行ったり、また、5 章の効果分析で明らかになったように、お客様の経営者視点での評価や、社内の営業視点や開発者視点の評価も行った。

表 7-1 先進的 IT システムと実践的 IT システムの人間中心設計視点の活動

人間中心設計プロセス	先進的ITシステム研究 対話型情報ナビゲーション(フェーズ1)	先進的ITシステム研究 対話型情報ナビゲーション(フェーズ2)	先進的ITシステム研究 Webサイト診断システム	実践的ITシステム開発 コンビニATM、効果分析
利用状況の理解と明確化	シーンと対話例を想定し、利用状況を把握	人の行動をモデル化し、利用状況を把握	新技術の適用実験によりWebサイトの管理の実態を把握	従来機種の評価によりニーズを把握
ユーザの要求事項の明確化	<ul style="list-style-type: none"> 理想の対話例でユーザ要求を明確化 理想の対話例と実現できる対話例を比較しながらシステムの要求仕様を決定 	主要な要求はフェーズ1で整理	新技術の適用実験結果を使ったヒアリングによりシステムの要求仕様を決定	<ul style="list-style-type: none"> 従来機のユーザ評価で達成すべき項目を洗い出し ユーザ要求とビジネス要求から要求仕様を明確化
デザインによる解決案の作成	2つの目的をもったプロトタイプの開発 <ul style="list-style-type: none"> ユーザにとっての価値確認 実現可能性検証(技術目標の設定) 	2つの目的をもったプロトタイプの開発 <ul style="list-style-type: none"> ユーザにとっての価値確認 実現可能性検証(技術目標の設定) 	2つの目的をもったプロトタイプの開発 <ul style="list-style-type: none"> ユーザにとっての価値確認 実現可能性検証(技術目標の設定) 	プロトタイプによるデザイン検討と評価 <ul style="list-style-type: none"> アイデア展開 関係者と情報共有 方向性決定
評価	<ul style="list-style-type: none"> 研究者による評価 入出力や反応速度の自然さ 	<ul style="list-style-type: none"> 技術の有効性を示す定量評価 ユーザ視点の評価(使いやすさ) 	<ul style="list-style-type: none"> 技術の有効性を示す定量評価 ユーザ視点の評価(使いやすさ) 	<ul style="list-style-type: none"> 様々なエンドユーザ視点の評価(ユニバーサルデザインチェック) 経営者視点の評価 開発者視点の評価

7.3 先進的 IT システムにおける人間中心設計適用方法の考察

ユーザ視点を取り入れた先進的 IT システム構築のための人間中心設計の適用方法について考察する。7.2 節での比較結果から、先進的 IT システムと実践的 IT システムの人間中心設計適用の違いについて述べる（図 7-1）。

「利用状況の理解と明確化」のステップでは、実践的システムでは従来機種の評価など具体的な利用場面を設定し利用状況を把握しているのに対して、先進的 IT システムでは、シーンと対話例や人の行動モデルなどの概念的な利用場面の想定や、新技術の適用実験結果という仮説から利用状況を把握している。

「ユーザの要求事項の明確化」のステップでは、実践的 IT システムでは評価結果など具体的な改善要求によりユーザ要求を明確化し、またユーザ要求とビジネス要求を比較しながら要求仕様を決定しているのに対して、先進的 IT システムでは、概念的、理想的な利用場面や実験結果からユーザ要求を具体化し、さらにユーザ要求と実現可能性を比較しながら要求仕様を決定している。

「デザインによる解決案の作成」のステップでは、実践的 IT システムでは、プロトタイプによって、ユーザ価値の確認にむけて関係者と情報共有しているのに対して、先進的 IT システムでは

プロトタイプによって、ユーザにとっての価値確認と技術の実現可能性検証を行っている。

「評価」のステップでは、実践的 IT システムでは、ユーザ視点の評価のほか、経営者視点、開発者視点の効果も評価し、ユーザテストをしているのに対して、先進的 IT システムでは、技術の有効性を重視して評価している。指標の設定にユーザ視点を入れることはできるが、初期段階で研究者のみで評価している。

人間中心設計プロセス	先進的ITシステム研究 対話型情報ナビゲーション(フェーズ1)	先進的ITシステム研究 対話型情報ナビゲーション(フェーズ2)	先進的ITシステム研究 Webサイト診断システム	実践的ITシステム開発 コンビニATM、効果分析
利用状況の理解と明確化	シーンと対話例を提示し、利用状況を把握している。	概念的な利用場面を想定し、利用状況を把握している。		具体的な利用場面を設定し、利用状況を把握している。
ユーザの要求事項の明確化	<ul style="list-style-type: none"> 理想の対話例でユーザ要求を明確化 理想の対話例でユーザ要求を明確化しながらシステム仕様を決定 	<ul style="list-style-type: none"> 世の中にないものに対するユーザ要求を具体化するために、概念的、理想的な利用場面の想定や実験結果を利用している。 ユーザ要求と、実現可能性を比較しながら要求仕様を決定している。 		<ul style="list-style-type: none"> 評価結果など具体的な改善要求により、ユーザ要求を明確化している。 ユーザ要求と、ビジネス要求を比較しながら要求仕様を決定している。
デザインによる解決案の作成	2つの目的をもつプロトタイプを開発	プロトタイプによって、ユーザにとっての価値確認と、実現可能性検証を行っている。		プロトタイプによって、関係者と情報共有し、ユーザ価値の確認を行っている。
評価	<ul style="list-style-type: none"> 研究者による評価 入出力や反の自然さ 	技術の有効性を評価している。初期段階では、研究者のみで評価している。		エンドユーザ視点の評価の他、経営者視点、開発者視点の評価もしている。

図 7-1 先進的 IT システムと実践的 IT システムの人間中心設計適用の違い

先進的 IT システムと実践的 IT システムの人間中心設計適用の違いをもとにして、先進的 IT システムの人間中心設計適用方法について、人間中心設計プロセスのステップごとに考察する。

(1) 利用状況の理解と明確化

先進的 IT システムでは、世の中にないものを生み出すために、概念的な利用場面を想定し、利用状況を把握する必要がある。人の行動や人を取り巻く状況などのモデルを作ったり、新技術の適用実験による仮説によって利用場面を想定したりする必要がある。

(2) ユーザ要求事項の明確化

先進的 IT システムでは、世の中にないものに対するユーザ要求を具体化するために、概念的・理想的な利用場面の想定や実験結果を利用する必要がある。また、ユーザ要求と、システムの実現可能性との両者を比較しながら要求仕様を決定することも重要である。

「ユーザの要求事項の明確化」のステップでは研究目標の設定をしており、理想と実現可能性

の両方を見ながら進めることが必要である。そのため、多くのアイデアをだして可能性を広げておくことが重要である。例えば、対話型情報ナビゲーション（フェーズ 1）の研究では、「対話例」をベースに成果イメージを議論していたが、理想的な利用場面を想定する方法として、人間中心設計のユーザ体験を構想・提案する手法を利用することで、研究開発においてもより良いアイデアを出せる可能性がある。人間中心設計のユーザ体験を構想・提案する手法としては、例えば、シーンに近い現場を「観察」して発想の着眼点を得たり、ユーザの体験やニーズを「エクスペリエンスマップ」や「シナリオ」などで整理して発想を得る方法などの活用が考えられる。

(3) デザインによる解決案の作成

先進的 IT システムでは、ユーザにとっての価値確認の他に、実現可能性検証という目的をもったプロトタイプを開発する必要がある。ユーザにとっての価値確認のためのプロトタイプは、早期に時間をかけず作成し、設計者による思い込みを後の評価で排除することが重要である。一方、実現可能性検証を行うためのプロトタイプは、先進技術を取りいれて開発見込みを立てることが目的であり、開発難易度が高く、時間もかかる分設計者の思い入れが強くなることも多い。両者の目的を明確に意識して、プロトタイプを使い分ける必要がある。

(4) 評価

研究開発では、新たに開発した技術の有効性を定量的に評価することが重視される。定量的な評価は、評価指標の定義、評価システムの開発、実験設計、ユーザ評価の実施に時間がかかる。そこに至るまでの研究の初期段階では、研究者以外の意見を取り入れる評価を実施することは少ないが、研究の初期のアイデアレベルで、ユーザの価値評価を取り入れることが重要である。

7.4 第 7 章の結論

第 7 章では、先進的な IT システムを生み出す研究開発の現場に、ユーザ視点の開発プロセスである人間中心設計を取り入れる方法を明らかにするために、先進的 IT システムと実践的 IT システムの人間中心設計適用の違いを分析し、先進的 IT システムの人間中心設計適用方法について考察した。

第 6 章で分析したように、先進的な IT システムの研究内容は人間中心設計で実施する活動と同等と解釈できるものが多く、先進的 IT システムに対しても人間中心設計を適用できる可能性がわかった。その適用方法は、実践的 IT システムで使われている人間中心設計といくつかの違いがあり、人間中心設計プロセスごとに留意すべき点があることがわかった。先進的 IT システムへの人間中心設計の適用方法について述べる。

「利用状況の理解と明確化」のステップでは、人の行動モデルや新技術の適用実験による仮説など、概念的な利用場面を想定し、利用状況を把握する必要があることがわかった。

「ユーザ要求事項の明確化」のステップでは、ユーザ要求の具体化のためには、理想的な利用場面を想定する必要があることがわかった。理想的な利用場面を想定する方法として、人間中心設計のユーザ体験を構想・提案する手法を利用することで、研究開発においてもより良いアイデアを出せる可能性がある。

「デザインによる解決案の作成」のステップでは、プロトタイプを作成目的の違いとして、ユーザにとっての価値確認と実現可能性検証という2つがあるため、作成期間や方法などを考慮し目的に応じてプロトタイプを使い分ける必要があることがわかった。

「評価」のステップでは、研究開発では技術の有効性を定量的に評価することが重視され、研究の初期段階では、研究者以外の意見を取り入れた評価を実施することは少ないが、研究初期のアイデアレベルで、ユーザの価値評価を取り入れることが重要であることがわかった。

第8章 結論

第 8 章では、これまで各章で調査・分析した結論を整理し、本研究の目的に対する結論をまとめる。

8.1 各章の結論

本研究の目的は、誰にでも使いやすく魅力的なユーザ視点の先進的 IT システムを構築するために、①使いやすさを向上させる技術を研究開発することと、②先進的 IT システムへの人間中心設計の適用方法を分析することである。目的①に対して 2、3 章を実施し、目的②に対して 4、5、6、7 章を実施した。

第 2 章「対話型情報ナビゲーション」の研究の結論について述べる。本研究の第一の目的である①使いやすさを向上させる技術の研究に向けて、インターネット普及後の IT システムの使いやすさに影響が大きい、情報検索の使いやすさを向上させる技術として、インターネット上にある商品や店舗情報などの大量の情報の中からユーザが欲しい情報にアクセスできるためのナビゲーション技術を研究した。研究目的は、街中でレストランを探すなどユーザ要求があいまいで、モバイル端末を持ち歩く状況でほしい情報を簡単に手に入れるための技術を研究することである。方式として、状況に応じて、コンテンツに対する着目点を提示して、ユーザの情報検索を支援する「状況による着目点の生成」と、ユーザとシステムとの対話によって欲しい情報にたどりつかせる「対話型ナビゲーション」を提案した。ユーザの置かれている状況に応じて着目点の優先度を計算し、ユーザを対話的にナビゲーションする方式を開発し、携帯電話でのレストラン検索システムを試作して、従来手法と比較実験した。実験の結果、対話型情報ナビゲーションでは、検索目的が曖昧な場面で、情報発見率（有効性）や発見した情報への満足度が向上し、情報検索の使いやすさ向上に有効であることがわかった。

第 3 章「Web サイト診断システム」の研究の結論について述べる。本研究の第一の目的である①使いやすさを向上させる技術の研究に向けて、Web サイトの使いやすさを向上させる技術として、Web サイトで発生する論理的なリンク不整合を検出し、Web サイトの品質を分析・診断し、改善提案へつなげる Web サイト診断システムの研究を行った。Web サイトで発生する論理的なリンク不整合を自動検出する技術を開発し、大規模 Web サイトに数千のリンク不整合が放置されている管理の実態を明らかにした。実験結果をもとに Web サイト診断システムへの要件をヒアリングし、問題に対する修正方針の明示と原因分析という多面的分析機能を備えた Web サイト診断システムを開発した。企業 Web サイトへ定期的に適用したところ、不整合比率 0.1～0.2%台に削減（他社サイト 1%台）し問題を分析でき、Web サイトの使いやすさ向上へ効果があった。

第 4 章「実践的 IT システムの人間中心設計プロセスによる分析」の結論について述べる。本研究の第二の目的である、②先進的 IT システムへの人間中心設計の適用可能性の分析に向けて、人間中心設計を適用した実践的な IT システムの代表例としてコンビニ ATM をとりあげ、その開発プロセスを分析した。人間中心設計プロセスの「利用状況の理解と明確化」では、従来機種の評価によりニーズを把握した。「ユーザの要求事項の明確化」では、ユーザ要求とビジネス要求から、

ターゲットユーザを視覚紹介のあるユーザ、海外からのユーザ、車いすを利用しているユーザ、高齢のユーザ、ATM 操作に慣れていないユーザと設定し、誰にでも使いやすく、安心・安全に利用してもらうという要求仕様を明確化した。「デザインによる解決案の作成」では、ペーパープロトタイプやラフスケッチで関係者の情報共有や合意形成を行った。「評価」では、ユニバーサルデザインチェックを行い、ユーザ視点の評価を行った。人間中心設計を適用した結果、視覚障害のあるユーザ、車いすのユーザ、海外からのユーザなど誰もが簡単に使え、操作しやすい画面をもつコンビニ ATM が開発でき、全国で利用されている実践的な IT システムが実現できた。

第5章「実践的 IT システムの人間中心設計適用効果の分析」の結論について述べる。本研究の第二の目的に向けて、企業の中で取り組まれた実践的 IT システムの開発について、人間中心設計を適用した効果を測定する手法を提案し、企業で人間中心設計を適用した実践的 IT システムのプロジェクトにおける人間中心設計の効果を明らかにした。一つの企業で人間中心設計を適用した22事例のうちアンケートの回答があった17事例で、人間中心設計の適用について、社内効果（売上貢献、開発効率化、品質向上）、お客様への効果（エンドユーザ視点の業務効率・満足度向上、経営者視点での業務効率・満足度向上）が確認できた。また、提案した効果測定手法の有効性も確認できた。

第6章「先進的 IT システムの人間中心設計プロセスによる分析」の結論について述べる。本研究の第二の目的に向けて、先進的な IT システムである「対話型情報ナビゲーション」と「Web サイト診断システム」の研究プロセスを人間中心設計プロセスで分析した。先進的 IT システムの研究内容を人間中心設計プロセスごとに分解してまとめ、先進的 IT システムの研究内容を、人間中心設計視点で解釈した活動として分析した。それぞれの先進的 IT システムの研究は、人間中心設計に基づいて実施されたものではないが、使いやすい IT システムを開発するための研究であり、研究内容について人間中心設計で実施する活動と類似の性質をもつと解釈できる部分が多かった。

第7章「先進的 IT システムにおける人間中心設計適用方法の考察」の結論について述べる。4章から6章の分析から、先進的 IT システムと実践的 IT システムの人間中心設計適用の違いを明らかにし、先進的 IT システムの人間中心設計適用方法について考察した。「利用状況の理解と明確化」のプロセスでは、人の行動や人を取り巻く状況などのモデルを作ったり、新技術の適用実験による仮説によって利用場面を想定したりする必要があることがわかった。「ユーザ要求事項の明確化」のプロセスでは、ユーザ要求の具体化のためには、理想の世界を描く方法が必要であり、人間中心設計の現場観察や発想手法などの様々な手法が活用できることがわかった。「デザインによる解決案の作成」では、プロトタイプの作成目的の違いとして、ユーザにとっての価値確認と実現可能性検証という2つがあるため、作成期間や方法などを考慮し目的に応じてプロトタイプを使い分ける必要があることがわかった。「評価」のプロセスでは、研究開発では技術の有効性を定量的に評価することが重視され、研究の初期段階では、研究者以外の意見を取り入れた評価を実施することは少ないが、研究初期のアイデアレベルで、ユーザの価値評価を取り入れることが重要であることがわかった。

8.2 本研究の結論

本研究の目的は、誰にでも使いやすく魅力的なユーザ視点の先進的 IT システムを構築するために、①使いやすさを向上させる技術を研究開発することと、②先進的 IT システムへの人間中心設計の適用方法を分析することである。目的①に対して 2, 3 章を実施し、目的②に対して 4, 5, 6, 7 章を実施した。

目的①の使いやすさを向上させる技術の研究に向けては、(1)インターネット普及後の情報が膨大になっている時代において、情報検索の使いやすさの向上のために、大量の情報の中からユーザがほしい情報にスムーズにアクセスできるための「対話型情報ナビゲーション」の研究と、(2)大規模 Web サイトの使いやすさを維持・管理するための「Web サイト診断システム」の研究を行った。

使いやすさを向上させる技術の研究

- ・ 「対話型情報ナビゲーション」の研究では、ユーザ要求があいまいで、モバイル端末を持ち歩く状況下で、欲しい情報を簡単に手に入れたいというニーズに対して、ユーザの状況に応じて情報の着目点の優先度を計算し、ユーザに情報の探し方を教えるナビゲーション方式を開発し、有効性（情報発見率）、効率（検索修正率）、満足度が向上する評価結果を得て、使いやすさに対する有効性を検証できた。
- ・ 「Web サイト診断システム」の研究では、大規模 Web サイトの使いやすさを維持・管理するための、Web サイトを自動分析・診断する技術を研究し、Web サイトのリンク不整合を削減して Web サイトの使いやすさ（有効性）を向上させた。Web サイト診断の適用実験により、リンク不整合比率 0.1～0.2%台に削減（他社サイト 1%台）でき、Web サイトの使いやすさに対する有効性を検証できた。

使いやすさを向上させる技術を研究開発はできたが、残された課題として、新規に研究された技術を実用化し、ユーザ視点の IT システムを開発することがある。そのためには、新技術をもとに開発するシステムが、使う人にとって本当に価値があるかどうかを見極める必要がある。研究開発では、使う人にとっての価値よりも、技術の新規性を重視しがちだが、研究開発においても人の視点で価値を考えることが重要であり、そのためには、人間中心設計プロセスの適用を検討する必要がある。

目的②の先進的 IT システムへの人間中心設計の適用可能性の分析にむけては、先進的な IT システムの研究開発内容と、人間中心設計の適用が進んでいる実践的 IT システムの開発内容を、人間中心設計のプロセスに従って分析した。先進的 IT システムの研究は、人間中心設計に基づいて実施されたものではないが、使いやすい IT システムを開発するための研究であり、研究内容について人間中心設計で実施する活動と類似の性質をもつと解釈できる部分が多かった。その上で、先進的 IT システムと実践的 IT システムの人間中心設計適用の違いを明らかにし、先進的 IT システムへの人間中心設計適用方法について、ステップごとの留意点を示すことができた。

先進的 IT システムへの人間中心設計適用方法

- ・ 「利用状況の理解と明確化」のステップでは、人の行動モデルや新技術の適用実験による仮説など、概念的な利用場面を想定し、利用状況を把握する必要があることがわかった。
- ・ 「ユーザ要求事項の明確化」のステップでは、ユーザ要求の具体化のためには、理想的な利用場面を想定する必要があることがわかった。人間中心設計の現場観察や発想手法などの様々な手法が活用できる可能性がある。
- ・ 「デザインによる解決案の作成」のステップでは、プロトタイプを作成目的の違いとして、ユーザにとっての価値確認と実現可能性検証という2つがあるため、作成期間や方法などを考慮し目的に応じてプロトタイプを使い分ける必要があることがわかった。
- ・ 「評価」のステップでは、研究開発では技術の有効性を定量的に評価することが重視され、研究の初期段階では、研究者以外の意見を取り入れた評価を実施することは少ないが、研究初期のアイデアレベルで、ユーザの価値評価を取り入れることが重要であることがわかった。

8.3 今後の展望

近年、多くの企業でイノベーションの重要性が盛んに謳われ、イノベーションを起こすための方法が探求されている。イノベーションとは、「これまでのモノ・仕組みなどに対して全く新しい技術や考え方を取り入れて新たな価値を生み出して社会的に大きな変化を起こすこと」である。企業の中でイノベーションを起こす役割を担う部門としては、先進的な技術開発を行う研究開発部門が挙げられる。従来の研究開発では、高速化、大容量化などの指標が明確な技術进行研究することで技術革新を起こし、世の中を変えることができていた。しかし、近年の世界でイノベーションを実現するためには、先進的な技術を開発するのと同時に、技術や考え方が”人”にとってどういう価値があるかを明らかにし、これまでの業務や生活を変えるビジネスを起こしていくことが重要である。そのためには、研究プロセスにユーザ視点を取り入れることが必要になり、観察、発想、試作を繰り返す「デザイン思考」や、人の視点で価値を考えて設計による解決を繰り返す「人間中心設計」を取り入れることが必要となる。

本研究のはじめに述べたように、人間中心設計は実践的な IT システムの開発への適用は進んでいるが、現状の研究開発の場ではあまり使われていない。今後は、本研究で考察した先進的 IT システムへの人間中心設計適用方法を、研究開発の場で実践し、新規に研究された技術を実用化し、ユーザに価値のあるイノベティブな IT システムの構築につなげていくことが重要である。

構成論文

1. 社会ソリューション事業におけるユーザー中心設計 ATMの開発事例 【4章】
デザイン学会作品集, 第19巻第19号通巻19号, pp.50-55, 2013
河野泉、山岡和彦、太田知見、松田崇
2. A proposal and validation of cost benefit analysis method of User-Centered Design 【5章】
Proceedings of the 5th International Congress of International Association of
Societies of Design Research(IASDR), pp.3568-3577, 2013
Izumi Kohno, Hiroko Yasu, Satoshi Sugawara, Masahiro Nishikawa
3. 状況に応じた着目点提示によるモバイル向け対話型情報ナビゲーション 【2章】
情報処理学会論文誌, Vol.48 No.3, pp.1186-1196, 2007
河野泉、宮崎陽司、原雅樹、池上輝哉
4. サイト品質管理のためのリンク不整合検出 【3章】
日本データベース学会 Letters, Vol.3. No.1, pp.45-48, 2004
河合英紀、河野泉、石黒義英、福島俊一

発表論文

<関連する査読論文>

1. 河野泉、西川昌宏、福本岳也、小澤直樹、松田崇：ソーシャルバリューデザインの全社推進活動(社会価値の創造に貢献するソーシャルバリューデザイン特集)、NEC 技報、Vol.66 No.3、pp99-102、2014
2. 河野泉、山岡和彦、太田知見、松田崇：社会ソリューション事業におけるユーザー中心設計 ATM の開発事例、デザイン学会作品集、第 19 巻第 19 号通巻 19 号、 pp.50-55、2013
3. Izumi Kohno, Hiroko Yasu, Satoshi Sugawara, Masahiro Nishikawa : “A proposal and validation of cost benefit analysis method of User-Centered Design”, Proceedings of the 5th International Congress of International Association of Societies of Design Research(IASDR), pp.3568-3577, 2013
4. 河野泉、安浩子、菅原暁、西川昌宏：IT システム開発へのユーザー中心設計の適用効果分析手法の提案、人間中心設計推進機構・機構誌 8・9(1・1), pp.19-26, 2013
5. Izumi Kohno, Hiroko Yasu, Satoshi Sugawara, Masahiro Nishikawa: “Pragmatic Approach to Cost Benefit Analysis of User Centered Design”, Design, User Experience, and Usability. Design Philosophy, Methods, and Tools Lecture Notes in Computer Science Volume 8012, pp 525-534, 2013
6. Izumi Kohno, Hiromi Fujii: “User-Centered Approach for NEC Product Development”, HCI International 2011 – Posters’ Extended Abstracts, Communications in Computer and Information Science Volume 173, pp 48-52, 2011
7. 河野泉、小林雅幸、飯田淳、藤井浩美：ユーザー中心設計の全社推進活動（ユーザー中心設計による人と地球にやさしい商品の開発特集）、NEC 技報、Vol.64 No.2、pp15-18、2011
8. Izumi Kohno, Yoji Miyazaki, Teruya Ikegami, Masaki Hara, Koji Kida : “InfoCruise:Information Navigation Using a Focus Facet Based on Context” , International Journal On Advances in Intelligent Systems, vol 2, no 1, pp.1-11, 2009
9. Izumi Kohno, Yoji Miyazaki, Teruya Ikegami, Masaki Hara: “InfoCruise: Information Navigation Presenting a Focus Facet Based on Context”, First International Conference on Advances in Computer-Human Interaction, pp.45-52, 2008
10. 河野泉、宮崎陽司：検索を効率化する情報ナビゲーション技術（ヒューマンインタフェース特集）、NEC 技報、Vol.61 No.2、pp61-64、2008
11. 河野泉、宮崎陽司、原雅樹、池上輝哉：状況に応じた着目点提示によるモバイル向け対話型情報ナビゲーション、情報処理学会論文誌, Vol.48 No.3, pp.1186-1196, 2007

12. 広瀬敏久、西川昌宏、河野泉、安浩子：イノベーションを創出するソーシャルバリューデザイン(社会価値の創造に貢献するソーシャルバリューデザイン特集)、NEC 技報、Vol.66 No.3、pp19-21、2014
13. 安浩子、岩田直子、山崎綾、河野泉：社会ソリューションの開発に向けたコラボレーティブ UX デザイン手法 (社会価値の創造に貢献するソーシャルバリューデザイン特集)、NEC 技報、Vol.66 No.3、pp22-25、2014
14. Hiroko Yasu, Naoko Iwata, Izumi Kohno: “Collaborative User Experience Design Methods for Enterprise System”, Human-Computer Interaction. Human-Centred Design Approaches, Methods, Tools, and Environments Lecture Notes in Computer Science Volume 8004, pp 146-155, 2013
15. 安浩子、岩田直子、山崎綾、河野泉：エンタープライズシステムのユーザエクスペリエンスを向上させるコラボレーティブデザイン手法の提案、人間中心設計推進機構・機構誌 8・9(1・1), pp.41-45, 2013
16. 河合英紀、河野泉、石黒義英、福島俊一：サイト品質管理のためのリンク不整合検出、日本データベース学会 Letters, Vol.3. No.1, pp.45-48, 2004

<関連する著書>

1. 河野泉、山岡和彦、織田晃：人間中心設計の国内事例 (HCD ライブラリー第 3 巻) 第一章 NEC における HCD へのアプローチと事例、近代科学社、2014

<関連する口頭発表>

1. 河野泉、山崎和彦：HCD 視点による研究開発プロセスの分析、人間中心設計推進機構 HCD 研究発表会予稿集 2014 春、pp.5-8、2014
2. 河野泉、安浩子、菅原暁、西川昌宏：UCD 効果分析のための実践的アプローチ、人間中心設計推進機構 HCD 研究発表会予稿集 2012、pp.34-40、2012
3. 河野泉、宮崎陽司：検索時の状況に合わせた重要キーワードを提示する事例検索ナビゲーション、情報処理学会ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI)、Vol.2007 No.68、pp71-78、2007
4. 河野泉、宮崎陽司、原雅樹：対話型情報ナビゲーションシステムの開発、情報科学技術フォーラム一般講演論文(FIT)、2005
5. 河野泉、河合英紀、石黒義英、福島俊一：リンク不整合検出による Web サイト診断-不整合結果の多面的分析-、情報処理学会第 66 回全国大会、pp.4-33-4-34、2004
6. 谷川 由紀子、河野 泉、吉田 悠、福住 伸一：システム開発プロセスにおける人間中心設計適用効果分析フレームワークの提案、ヒューマンインタフェースシンポジウム、1321L、2012
7. 岡城純孝、河野泉、宮崎陽司：階層分類されたコンテンツ検索のためのキーワードナビゲーションの提案、情報処理学会 ヒューマンコンピュータインタラクション研究会 (HCI)

No.28 p.69-75、2009

8. 宮崎陽司、河野泉：状況依存型検索のための検索状態引継方式の提案、情報科学技術フォーラム一般講演論文集(FIT)、pp309-310、2007
9. 宮崎陽司、河野泉、池上輝哉：携帯端末向け検索ナビゲーションシステムの開発と評価、情報科学技術フォーラム一般講演論文集(FIT)、pp503-504、2006
10. 河合英紀、河野泉、石黒義英、福島俊一：リンク不整合検出による Web サイト診断・論理的な不整合の自動検出、情報処理学会第 66 回全国大会、2004

<その他の査読論文・口頭発表>

1. Izumi Kohno, Shujun Yoshizaka, Shinichi Uwakubo: "Systematic approach for creating animated character interfaces", Multimedia and Expo, 2000. ICME 2000. 2000 IEEE International Conference, Volume 1, pp231-234, 2000
2. 西村健士、岩沢透、河野泉：感情豊かな音声対話を行うエージェントシステムの開発（音声ヒューマンインタフェース特集）、NEC 技報, Vol.53 No.6、pp25-29、2000
3. 河野泉、池邊亮志、和氣早苗、上窪真一、岩沢透、西村健士：感情表現を用いた対話システム EDS の開発(1)：システム概要と感情モデル、ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI) 研究報告、Vol.2000 No.61、pp43-48、2000
4. 池邊亮志、河野泉、和氣早苗、上窪真一、岩沢透、西村健士：感情表現を用いた対話システム EDS の開発(2)：感情表現とシステム評価、ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI) 研究報告、Vol.2000 No.61、pp49-56、2000
5. 和氣早苗、池邊亮志、河野泉、上窪真一、福住伸一：感情表現手段としての非言語音に関する実験報告、ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI) 研究報告、Vol.2000 No.61、pp 57 - 64、2000
6. 河野泉、吉坂主旬、上窪真一：擬人化キャラクタによる情報伝達、人工知能学会全国大会論文集、Vol 13、pp. 139-142、1999
7. 河野泉、久寿居大、吉坂主旬、上窪真一：擬人化キャラクタを利用した知的対話システム、情報処理学会研究報告. HI, ヒューマンインタフェース研究会報告 98(95), pp19-24, 1998
8. 河野泉、吉坂主旬、上窪真一：擬人化キャラクタインタフェース構築支援：キャラクタコンポーザの開発、情報処理学会全国大会講演論文集 第 54 回平成 9 年前期(4), pp87-88, 1997

参考文献

第1章 序論

1. ヤコブニールセン(著)、篠原稔和(著)、グエル(翻訳)：ウェブ・ユーザビリティ顧客を逃がさないサイトづくりの秘訣、エムディエヌコーポレーション、2000
2. Marti A. Hearst(著)、角谷和俊(監訳)、田中克己(監訳)、大島裕明(翻訳)、岡本真(翻訳)、加藤誠(翻訳)、北山大輔(翻訳)、山本岳洋(翻訳)、小林竜己(翻訳)、是津耕司(翻訳)、山本祐輔(翻訳)、中島伸介(翻訳)、宮森恒(翻訳)、鈴木優(翻訳)、中村聡史(翻訳)：情報検索のためのユーザインタフェース、共立出版、2011
3. 黒須正明(著、編集)、松原幸行(編集)、八木大彦(編集)、山崎和彦(編集)：人間中心設計の基礎(HCD ライブラリー(第1巻))、近代科学社、2013
4. 日本電気(株)：ユーザー中心設計による人と地球にやさしい商品の開発特集、NEC 技報 Vol.64 No.2、2011
<http://jpn.nec.com/techrep/journal/g11/n02/g1102pa.html>
5. 日本電気(株)：社会価値の創造に貢献するソーシャルバリューデザイン特集、NEC 技報 Vol.66 No.3、2014
<http://jpn.nec.com/techrep/journal/g13/n03/g1303pa.html>
6. 富士通(株)：特集「ヒューマンセンタード・デザイン」、雑誌 FUJITSU Vol.59 No.6、2008
<http://jp.fujitsu.com/about/magazine/backnumber/vol59-6.html>
7. 富士通(株)：特集「イノベーションデザイン」、雑誌 FUJITSU Vol.64 No.2、2013
<http://jp.fujitsu.com/about/magazine/backnumber/vol64-2.html>
8. (株)日立製作所：特集「社会イノベーションを支えるエクスペリエンスデザイン」、日立評論、2011年11月号、2011
http://digital.hitachihyoron.com/digital/search_pdf/2011/11.html
9. 中村耕治、山崎和彦：研究開発における人間中心設計手法の活用、HCD-Net 2013 研究発表会予稿集、pp.54-57、2013
10. Ben Shneiderman, Don Byrd and W. Bruce Croft: "Clarifying Search: A User-Interface Framework for Text Searches", D-Lib Magazine, 1997
11. Marti A. Hearst: "Next generation Web search: Setting our sites", IEEE Data Engineering Bulletin 23, 3, pp.38-48, 2000
12. Ka-Ping Yee, Kirsten Swearingen, Kevin Li: "Faceted metadata for image search and browsing", CHI '03 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, pp.401-408, 2003
13. Marti A. Hearst: "Design Recommendations for Hierarchical Faceted Search Interfaces", in the ACM SIGIR Workshop on Faceted Search (SIGIR2006), 2006
14. Jason I. Hong, James A. Landay: "WebQuilt: a framework for capturing and visualizing

- the web experience”, Proceedings of the 10th international conference on World Wide Web(WWW'01), pp. 717-724, 2001
15. NIST(National Institute of Standards and Technology:“WebVIP”
<http://zing.ncsl.nist.gov/WebTools/WebVIP/overview.html>
 16. 総務省：みんなのアクセシビリティ評価ツール： miChecker
http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/b_free/miChecker_download.html
 17. ED H.Chi, Peter Piroli, Kim Chen, James Pitkow: “Using information scent to model user information needs and actions and the Web”, Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'01), pp. 490-497, 2001
 18. 北島宗雄：ウェブ認知ウォークスルーによるウェブサイトユーザビリティの評価、日本フアイジ学会,14,5, pp.14-28, 2002
 19. 野村総合研究所：Web サイトの解析と可視化 ridual
<http://sourceforge.jp/projects/ridual/>
 20. Melody Y. Ivory and Marti A. Hearst.: “Statistical Profiles of Highly-Rated Web Sites”, In ACM Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI Letters, pp. 367-374., 2002
 21. Melody Y. Ivory, Rashmi Sinha, and Marti A. Hearst.: “Empirically Validated Web Page Design Metrics”, In CHI 2001, ACM Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI Letters 3(1), 2001.

第2章 対話型情報ナビゲーションの研究

1. Ryen W. White, Bill Kules, Steven M. Drucker, m.c. schraefel, "SPECIAL ISSUE: Supporting exploratory search", Communications of the ACM, Volume49, Issue4, pp. 36-39, 2006
2. 庄司裕子、森幹彦、松下光範：曖昧な思考を精緻化するためのインタラクションデザイン、知能と情報, Vol.15, No.5, pp.515-524 , 2003
3. Ka-Ping Yee, Kirsten Swearingen, Kevin Li, “Faceted metadata for image search and browsing”, CHI '03 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, pp.401-408, 2003
4. Endeca:
http://www.oracle.com/webfolder/ux/applications/uxd/endeca/content/library/en/home/topics/faceted_navigation.html
5. J. J. Rocchio: “Relevance feedback in information retrieval”, In the SMART Retrieval System - Experiments in Automatic Document Processing, pp. 313-323 , 1971
6. 松下光範、中小路久美代、山本恭裕、加藤恒昭：探索的データ分析における“自然なやりとり”の実現に向けて -インタラクティブ可視化システム InTREND-、インタラクション 2003、情報処理学会シンポジウムシリーズ Vol.2003、No.7、pp.99-106、2003
7. Google Suggest: <https://support.google.com/websearch/answer/106230?hl=en>

8. Bradley Rhodes, Thad Starner: "The Remembrance Agent: A continuously running automated information retrieval system", The Proceedings of The First International Conference on The Practical Application of Intelligent Agents and Multi Agent Technology (PAAM '96), pp. 487-495 , 1996
9. Bradley Rhodes: "Using Physical Context for Just-in-Time Information Retrieval", IEEE Transactions on Computers, Vol. 52, No. 8, pp. 1011-1014 , 2003

第3章 Web サイト診断システムの研究

1. Graphics, Visualization, & Usability Center, GVU's Tenth WWW User Survey, Question 11, "Problems Using the Web", 1998
http://www.gvu.gatech.edu/user_surveys/survey-1998-10/graphs/use/q11.htm
2. Jim Pitkow: "Web Characterization Activity - Answers to the W3C HTTP-NGs Protocol Design Group's Questions", World Wide Web Consortium, 1998
<http://www.w3.org/WCA/Reports/1998-01-PDG-answers.htm>
3. Watchfire, <http://www.cast.org/learningtools/Bobby/index.html>
4. LinkScan, <http://www.elsop.com/linkscan/>
5. Helen Ashman: "Electronic Document Addressing – Dealing with Change", ACM Computing Surveys (CSUR), Volume 32 Issue 3, pp.201-212, 2000
6. Seung-Taek Park, David Pennock, Lee Giles, Robert Krovetz: "Analysis of Lexical Signatures for Finding Lost or Related Documents", Proceedings of the 25th Annual International ACM-SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval, pp.11-18, 2002.
7. G. Buchanan, G. Marsden, H. Thimbleby: "Meaningful Link Verification for Management and Maintenance of Web Sites", In Proceedings of the 8th International World Wide Web Conference (WWW8), pp.170–171, 1999
8. 河野泉、河合英紀、石黒義英、福島俊一：リンク不整合検出による Web サイト診断-不整合結果の多面的分析-、情報処理学会第 66 回全国大会、pp.4-33-4-34、2004

第4章 実践的 IT システムの人間中心設計プロセスによる分析

1. 入江亨、松永圭吾、永野行紀：携帯電話「らくらくホン」におけるユニバーサルデザインへの取り組み、雑誌 FUJITSU Vol.56 No.2、pp.146-152、2013
2. 山岡和彦、太田知見、松田崇、日名子直崇、藤田茂樹、平岡応治：お客さま視点での利便性と環境性能を追求した新型 ATM の開発、NEC 技報 Vol.64 No.2、pp.40-44、2011
3. 太田知見、松田崇、村田憲仁、日名子直崇、藤田茂樹：社会インフラとしてのコンビニ ATM の取り組み、NEC 技報 Vol.66 No.3、pp.56-59、2014

第5章 実践的 IT システムの人間中心設計適用効果の分析

1. Mikko Rajanen: "Usability Cost-benefit models – Different Approach to Usability Benefit

- Analysis”, In proceedings of 26th Information System Research Seminar In Scandinavia (IRIS26) , 2003
2. 電子政府ユーザビリティガイドライン (付属文書)、各府省情報化統括責任者 (CIO) 連絡会、2009
http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/guide/security/kaisai_h21/dai37/h210701gl_f.pdf
 3. 谷川由紀子、河野泉、吉田遥、福住伸一：システム開発プロセスにおける人間中心設計適用効果分析フレームワークの提案、ヒューマンインタフェース学会ヒューマンインタフェースシンポジウム論文集、pp.137-142 、2012
 4. Kate Ehrlich, Janice Anne Rohn: "Cost justification of usability engineering: a vendors's perspective", Cost-Justifying Usability, Academic Press, pp.73-110,1994
 5. Deborah J. Mayhew, Marilyn Mantei: "A Basic Framework for Cost-Justifying Usability Engineering", Cost-Justifying Usability, Academic Press, pp.9-43,1994
 6. Mary C. Harrison, Richard L. Henneman, Louis A. Blatt: "Design of a Human Factors Cost-Justification Tool", Cost-Justifying Usability, Academic Press, pp.203-241 ,1994
 7. Randolph G. Bias (Editor), Deborah J. Mayhew (Editor): "Cost-Justifying Usability, Second Edition: An Update for the Internet Age, Second Edition (Interactive Technologies)", Morgan Kaufmann 2 edition, 2005
 8. Lesley Trenner (Author), Joanna Bawa (Author): "The Politics of Usability: A Practical Guide to Designing Usable Systems in Industry (Practitioner Series) Paperback", Springer-Verlag New York, 1998
 9. Patrick W. Jordan (Editor), B. Thomas (Editor), Ian Lyall McClelland (Editor), Bernard Weerdmeester (Editor): "Usability Evaluation In Industry Paperback", CRC Press, 1996

第6章 先進的 IT システム研究の人間中心設計プロセスによる分析

1. 認定人間中心設計専門家コンピタンスマップ,
http://www.hcdnet.org/certified/docs/competence_map2014.pdf
2. 山崎和彦 (著)、上田義弘 (著)、郷健太郎 (著)、高橋克実 (著)、早川誠二 (著)、柳田宏治 (著) : エクスペリエンスビジョン、丸善、2012

謝辞

本研究の遂行並びに本論文をまとめるにあたり、ご懇切なるご指導ご鞭撻を賜りました千葉工業大学大学院の山崎和彦教授に心よりお礼申し上げます。

千葉工業大学大学院の上原勝名誉教授、三澤哲夫教授、長尾徹教授、大阪市立大学大学院の岡田明教授、芝浦工業大学の吉武良治教授には、本論文を査読して頂くとともに、貴重なご助言を賜り、心より感謝申し上げます。

対話型情報ナビゲーションの研究では、NEC の研究所にて共に研究に携わった、宮崎陽司氏、原雅樹氏、池上輝哉氏、喜田弘司氏には深く感謝いたします。一から研究を立ち上げて、多くの議論を重ね、様々な試作品を開発しながら研究を進めたことが、本論文の柱となりました。Web サイト診断システムの研究では、NEC の研究所にて共に研究に携わった、河合英紀氏、石黒義英氏、上司であり研究を指導いただいた福島俊一氏に深く感謝いたします。多くの研究を指導いただいた福住伸一氏をはじめ、研究を共に進めた同僚と、良好な研究環境を提供していただいた NEC の研究所の皆様には深く感謝いたします。

コンビニ ATM の研究では、NEC のデザイン部門で、素晴らしい製品を世の中に出すべく日夜活動を行っている山岡和彦氏、太田知見氏、松田崇氏に深く感謝いたします。具体的な優れた事例に触れることで多くの示唆を得ることができ、本論文の分析結果を得ることができました。

人間中心設計の効果分析の研究では、NEC のデザイン戦略部門で共に活動を進めた安浩子氏、菅原暁氏、西川昌宏氏に深く感謝いたします。全社のデザイン戦略、マネジメントの活動を手探りで進める中、皆様の強力なパワーで事例の収集と分析を進めたことが、本論文のもう一つの柱となりました。

本論文は、このように多くの方々のご指導、ご支援をもとに達成されたものであり、ここに謹んで御礼申し上げます。

最後に、いつも暖かく見守ってくれ、仕事と論文執筆の両立を応援し続けてくれた家族にも感謝いたします。