

エネルギー科学研究科  
エネルギー社会・環境科学専攻修士論文

高レベル放射性廃棄物の処分をめぐるリスク  
題目： コミュニケーションのためのアフェクティブ  
インタフェースの構築とその評価

指導教員： 吉川 榮和 教授

氏名： 今木 智隆

提出年月日： 平成17年2月9日(木)

# 目次

第 1 章 序論	1
第 2 章 研究の背景と目的	3
2.1 研究の背景と目的	3
2.1.1 高レベル放射性廃棄物処分事業計画とその現状	3
2.2 リスクコミュニケーション	6
2.2.1 リスクコミュニケーションとは	6
2.2.2 ウェブにおけるリスクコミュニケーションの特徴	6
2.3 本研究の目的	7
第 3 章 従来の研究事例と開発の方針	9
3.1 従来研究：高レベル放射性廃棄物処分に関するリスクコミュニケーションシステムの構築と評価実験	9
3.1.1 システム概要と構築モデル	9
3.1.2 評価実験とその結果	10
3.2 本研究における開発の方向性	12
第 4 章 インタフェースの設計開発	14
4.1 アフェクティブインタフェースの定義・概要	14
4.2 ウェブサイト構造	14
4.3 コンテンツにおけるアトラクティブ	16
4.3.1 テキストマイニングによるコンテンツの選定	16
4.3.2 対話型コンテンツの導入	19
4.3.3 規範活性化理論の応用	19
4.4 システムにおけるアトラクティブ	20
4.4.1 ナビゲーションシステムの導入	21
4.4.2 実装仮説モデル	22
4.5 サイトの実装	22

第 5 章 評価実験とその結果	25
5.1 実験の目的	25
5.2 コンテンツ評価実験	26
5.2.1 実験の手法	27
5.2.2 実験の手順	27
5.2.3 実験結果と考察	29
5.2.4 総括と今後の課題	34
5.3 システム評価実験	35
5.3.1 実験の手法	35
5.3.2 実験の手順	35
5.3.3 フェースラボを用いた顔情報の取得と分析	39
5.3.4 BBS における対話	42
5.3.5 実験結果と考察：アンケート結果	46
5.3.6 FaceLab、BBS 分析結果とその考察	51
5.4 総括と今後の課題	66
第 6 章 結論	68
謝 辞	70
参 考 文 献	72

# 目 次

2.1	ガラス固化体	4
2.2	HLW 処分地選定プロセス	5
2.3	リスクコミュニケーションの段階	8
3.1	RIHD モデル	10
3.2	サイト画面例	11
3.3	サイトマップ	12
3.4	キャラクタエージェント・Peedy	12
4.1	ウェブサイト構成	15
4.2	テキストマイニング分析フロー図	17
4.3	クラスタ分析結果	18
4.4	規範活性化理論	20
4.5	ナビゲーション設計仮説モデル	22
4.6	サイトトップページ画面	23
4.7	オープニングムービー画面例	23
4.8	キャラクターナビゲーション導入画面例	24
5.1	プレーンページ画面例 Top Page	26
5.2	プレーンページ画面例 トピックス	27
5.3	コンテンツ評価実験の流れ	28
5.4	コンテンツ実装画面例	29
5.5	システム評価実験の流れ	36
5.6	FaceLab 設置実験室風景	39
5.7	アトラクティブページ平面オブジェクト配置	40
5.8	プレーンページ平面オブジェクト配置	40
5.9	faceLAB 顔モデル作成画面	42
5.10	faceLAB カメラ	43
5.11	実験者用マニュアル(対話前半)	44

5.12 実験者用マニュアル (対話後半) . . . . .	45
5.13 MSN Messenger . . . . .	45
5.14 被験者 A FaceLab データ結果 . . . . .	52
5.15 被験者 B FaceLab データ結果 . . . . .	55
5.16 被験者 C FaceLab データ結果 . . . . .	57
5.17 被験者 D FaceLab データ結果 . . . . .	59
5.18 被験者 E FaceLab データ結果 . . . . .	61
5.19 被験者 F FaceLab データ結果 . . . . .	62
5.20 被験者 G FaceLab データ結果 . . . . .	65

# 表目次

5.1	原子力の安全感	30
5.2	原子力への興味	30
5.3	地層処分に対する興味	31
5.4	地層処分に対する安全感	31
5.5	NIMBY 効果	32
5.6	規範活性化理論	33
5.7	サイトの中立性評価	34
5.8	BBS ログデータ	34
5.9	事前アンケート概要	36
5.10	事後アンケート第一回概要	37
5.11	事後アンケート第二回概要	38
5.12	アニメーションタイムライン	41
5.13	分類番号表	46
5.14	アンケート結果：アトラクティブ閲覧群	49
5.15	アンケート結果：プレーン閲覧群	50
5.16	被験者 A BBS 対話分析結果	53
5.17	被験者 B BBS 対話分析結果	54
5.18	被験者 C BBS 対話分析結果	56
5.19	被験者 D BBS 対話分析結果	58
5.20	被験者 E BBS 対話分析結果	60
5.21	被験者 F BBS 対話分析結果	63
5.22	被験者 G FaceLab データ結果	64

# 第 1 章 序論

5人死亡、6人が重軽傷。2004年8月9日、福井県美浜原発におけるこの大惨事とその後明らかにされたずさんな管理体制、電力会社の対応の問題は、原子力分野における情報公開、リスクコミュニケーションの必要性を改めて浮き彫りにするものであった。

わが国では、資源の有効利用の観点から、原子燃料のリサイクルが進められているが、そこでも再利用することができない高レベル放射性廃棄物については、地層処分によって処理を行うことになっており、現在は最終処分施設の建設に向け、処分地の選定を行っている段階である。

しかし日本では、この高レベル放射性廃棄物に関して十分な情報の提供が行われていないのが現状であり、国民全体の理解と関心も低い。それに加え、冒頭で述べた発電所内での事故、あるいは過去の情報隠蔽の経緯が積み重なった結果、国民の原子力不信はもはや容易に拭い去ることができない状況にある。だが、二酸化炭素排出量の少ない主要エネルギー源として、長期にわたる安全かつ安定的なエネルギー供給のためには原子力事業は必要不可欠であり、事業の永続的な運営のためには、廃棄物処分問題について国民全体が正しい知識を獲得し、納得のいく合意を形成することが重要となる。

そこで本研究では、高レベル放射性廃棄物に関して、事業者と住民の間に立った中立的な視点から人々に広く情報を提供するとともに、原子力、ひいてはエネルギー問題に対しての内発的な思考を促し、社会的問題として議論するための場として、インターネットを用いたオンラインリスクコミュニケーションシステムを構築することを目的とする。まず、情報提供のためのアプローチとして「アトラクティブ」なインタフェースを設計するための指針を提案する。次いで、構築したシステムを用いた被験者実験により、構築モデルとインタフェースの有効性の評価を行う。そして、その評価に基づき、新たにリスクコミュニケーションシステムを設計・構築する際の指針を示す。

本論文では、第2章で、研究の背景として、HLW処分問題、リスクコミュニケーションの現状と課題について述べ、次にその手段としてのオンラインコミュニケーションについて述べる。第3章では、先行研究として、宇田らが構築したリスクコミュニケーションモデルとその評価について述べ、その結果から本研究におけるリスクコミュニ

ケーションシステム構築の方向性を示す。第4章ではその方向性を元にして、アフェクティブなインタフェースを定義し、システム実装のモデルを示す。また、ウェブサイトとして実装された画面例を示す。第5章で、構築したHLWに関するリスクコミュニケーションシステムを使った被験者実験についてその概要と結果を述べ、考察を行う。最後に第6章で、本論文のまとめと今後の課題を述べる。

## 第 2 章 研究の背景と目的

本章では、まず高レベル放射性廃棄物 (High-Level Radioactive Waste; 以下 HLW) の処分の現状について述べる。次に、今日の人々の HLW に対する態度およびリスクコミュニケーションの現状を述べる。最後に、本研究の目的と方法を述べる。

### 2.1 研究の背景と目的

#### 2.1.1 高レベル放射性廃棄物処分事業計画とその現状

わが国では、資源の有効利用の観点から、原子燃料のリサイクルが進められている。その使用済み燃料は、原子力発電所内または原子力発電所外の間貯蔵施設で一定期間貯蔵された後、プルトニウムやウランなど有用な物質は再利用するとともに、再利用できない物質を HLW として処分することが政府の方針として決定しており、処分事業は、2000 年 5 月に成立した「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」(以下、「最終処分法」)に基づき、原子力発電環境整備機構(以下、「原環機構」)が実施することになっている。HLW は、初期の放射能や発熱量が高く、時間とともに放射能が減衰し発熱量も減少する性質を有するが、その後も数万年以上といった長寿命の放射能が残存するため、人間の生活環境から長期間にわたり隔離する必要がある。そのため HLW は、人々の生活環境に影響を及ぼさないよう、地中深くの安定した地層へと、図 2.1 に示すようなガラス固化体として処分される。「特定放射性廃棄物の最終処分に関する計画(案)」では、平成 11 年末までに原子力発電に伴って生じるガラス固化体の量は、約 13300 本とされており、さらに、平成 32 年には約 4 万本に達するものと見込まれている<sup>[1]</sup>。

図 2.2 に示すように、最終処分法では、最終処分施設の建設地を選定するにあたり、概要調査地区の選定、精密調査地区の選定、最終処分施設建設地の選定という三段階の選定プロセスを規定している。処分の実施に際して原環機構は、最初のステップである概要調査地区の選定に向け「特定放射性廃棄物処分の概要調査地区等の選定手順の基本的考え方について」を 2001 年 11 月に公表し、公募により選定を行う考えを示した。そして、2002 年 12 月に HLW の最終処分施設の設置可能性を調査する区域(以下、「応募区域」)を全国の市町村から公募することを開始した。

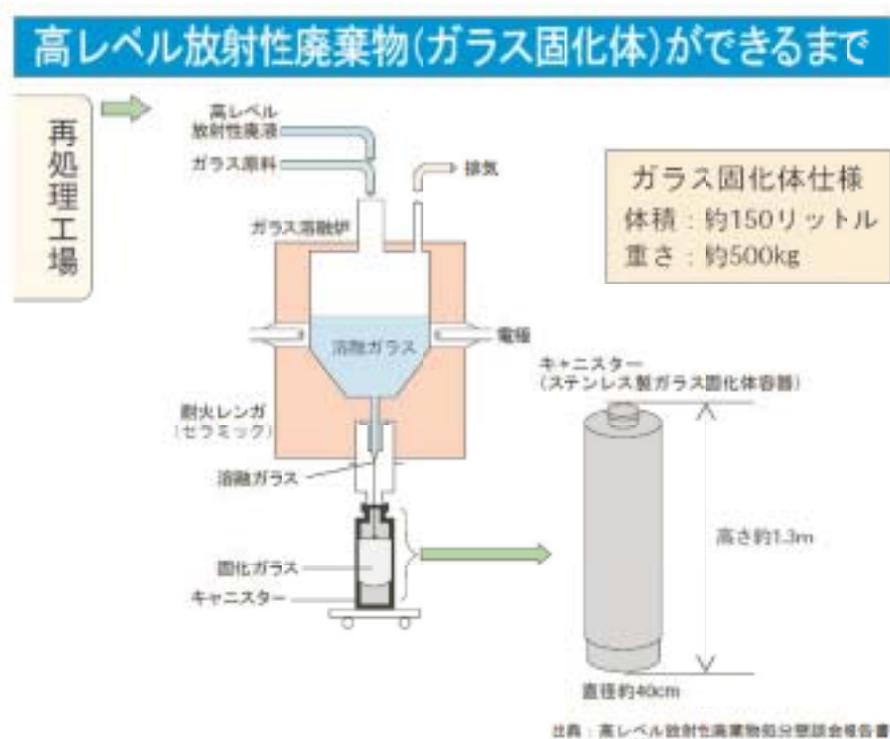


Fig. 2.1: ガラス固化体

HLW 処分事業は、数十年から以上にも及び調査、建設、操業等の段階を経て行われる長期的かつ大規模プロジェクトである。このため、事業の永続的な運営のためには、運営基盤となる処分場の立地地域住民との共生関係の確立が必要不可欠である。しかし、社会的受容という観点から見ると処分事業を取り巻く環境は厳しい状態にある。田中は関東地域の成年男女を対象としたアンケート調査に基づく研究において、日本で発生した HLW の処分場を日本国内に建設すべきかどうかとの質問に対して、6 割以上の方がそう思うと回答する一方で、処分施設が自分の住む地域のすぐ近くに建設されることについてほとんどの者が危険だと考えていることを明らかにしている<sup>[2]</sup>。これを象徴するように、処分場立地に反対する意思表示が各地で起こっている。例えば、第 1 回返還輸送（平成 7 年 2～4 月）において、青森県知事は国に対して青森県を処分地にしないことの確認を要求し、輸送船の接岸を拒否した。また、土岐市の条例では、その目的において「放射能による災害から市民の生命と生活を守り」とうたわれている。

HLW の地層処分に関してのおもなメリット（必要性）は、原子力発電の継続的運用を可能とし、それにより電気エネルギーの安定供給をもたらすという点にあり、これは日本国内すべての人々が享受するものである。これに対して地層処分に対するリスクは、施設周辺地域のみ集中している。そのため、そこにはリスクについてのパー

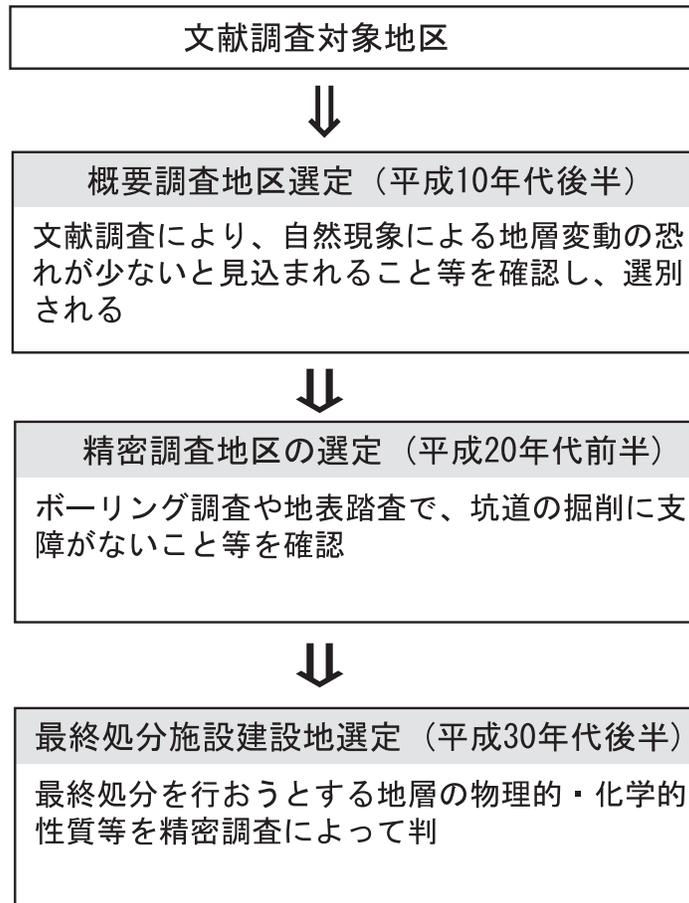


Fig. 2.2: HLW 処分地選定プロセス

セブションギャップが大きく発生している。

上記の問題を解決するためには、1) 処分の必要性・正当性の認識だけでなく、2) リスクコミュニケーションによる正しいリスクの認識を深めることが求められる。

## 2.2 リスクコミュニケーション

### 2.2.1 リスクコミュニケーションとは

リスク学事典によると、リスクコミュニケーションとは、「(あるリスク問題に関して)関係者の参加・参画を進展させながら、リスクの理解とそれへの対処の行動について双方向の交流を進めること」と定義されている。また、木下はリスクコミュニケーションを「ポジティブな側面だけでなく、ネガティブな側面についての情報を公正に伝えて共考するインタラクティブコミュニケーションで、効果の影響過程が、情報の送り手と受け手の相互作用として現れる」としている<sup>[3]</sup>。リスクコミュニケーションについては学問的な定義はなされておらず、その他にも様々な定義がなされているが、それらに共通する考え方として

- 世の中にある「リスク」の情報を正確に伝えること
- リスクを受ける側、リスクを管理する側の双方が正確な情報を共有し、互いに意志疎通を図ること
- リスク管理者側とリスク受容者側の双方で納得のいく合意が得られることを目的とする

といった点が挙げられる。つまり、リスクコミュニケーションとは、リスクを管理する側(専門家であることが多い)からリスクを受ける側(一般の人であることが多い)へリスク情報を伝えるとともに、リスクを受ける側もその情報に関する疑問や意見を管理する側へ伝える双方向のコミュニケーションである。

### 2.2.2 ウェブにおけるリスクコミュニケーションの特徴

電子メディアであるインターネットを用いたウェブ(World Wide Web)におけるコミュニケーションには、以下の特徴がある<sup>[4]</sup>。

- リアルタイムに不特定多数の相手に対し情報を発信、受信することが可能である。

- 電子メディアのもつ情報蓄積や保存の機能によって、相手がそこにいようがいまいが、時間に関係なくコミュニケーションを行うことが可能である（非同期性）。
- 言語情報だけでなく、人の感性に直接訴える映像、音声等を扱うことが可能である。
- 対面的コミュニケーションとは異なり、自分や相手の地位や性別といった個人情報、個人属性とは無関係な自由なコミュニケーションの展開が可能である。

特に、近年のウェブサイトでは通信環境の整備、大容量化に伴い、単なる情報伝達・共有スペース以上の存在として、動的かつインタラクティブなシステムを導入することが可能となっており、情報の共有と意思疎通を図るリスクコミュニケーションのための手段の一つとしての有効性が向上している。

上記の特徴から、ウェブコミュニケーションは、不特定多数の人間による情報共有および初期のインタラクション（意見交換）の範囲について効果があると考えられる。逆に、リスクコミュニケーションの最終目的となる合意の形成のように、深く掘り下げた議論が必要な場合には、人と人との対面コミュニケーションが効果的である。

## 2.3 本研究の目的

本研究では、HLW に関するリスクコミュニケーションを、原子力関係者が一般社会の抱くリスクイメージを理解して一般社会の目線でリスクへの対処行動に結びつけるための共考的情報交流と捉え、人々の間で HLW 処分問題に対する一定レベルの知識共有を達成し、ひいては問題に対する興味を喚起させることで、リスクコミュニケーションを促進するためのウェブシステムの構築を目的とする。

HLW の地層処分問題では、人々の処分問題に関する知識が不足しているのに加え、問題に対する関心が低いことが根本的問題であり、リスクコミュニケーションによる正しいリスクの認識が求められる。しかし現在の日本社会では HLW 処理処分問題自体の認知度が低い。そこで、本研究ではリスクコミュニケーションのステップを、図 2.3 に示す 3 段階に分類し、知識提供説得型の HLW 問題の社会啓蒙、思考内省型のコンテンツ、インタラクティブ型の BBS の 3 段階モデルを提案する。

HLW 処分施設立地に対する賛否に直接結びつく心理的要因はリスク認知である。リスク認知は感覚的であり、自発的に自然に納得できる枠組みであるアフェクティブ・コミュニケーションを行うのが効果的である。

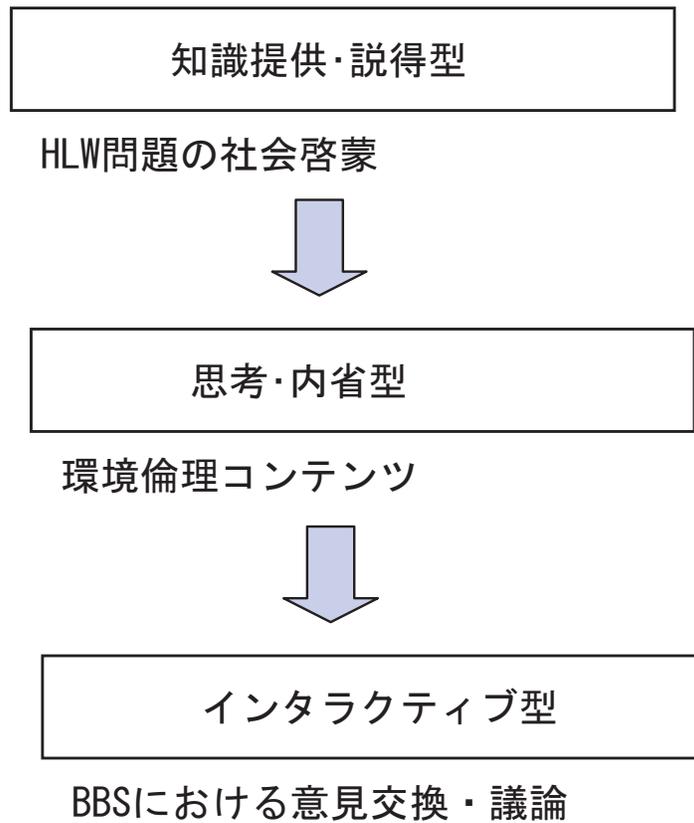


Fig. 2.3: リスクコミュニケーションの段階

具体的には、以下の流れで研究を行う。

1. HLW 処分問題に関するリスクコミュニケーションのためのアフェクティブなウェブシステム構築のための、インタフェース設計モデルを、1) サイト掲載内容 2) システム の両側面から組み上げる。
2. 情報技術の利点を生かし、提案したインタフェースモデルを基にした動的ウェブシステムを設計・構築する。
3. 構築したウェブシステムを使った被験者実験を行い、被験者の主観評価とログ情報のデータ分析を通じて、システムの有効性の評価とこれらを活用する際の課題を考察する。
4. 考察した課題に基づいて、今後新たに HLW に関するオンラインリスクコミュニケーションシステムを設計する際の指針を示す。

## 第 3 章 従来の研究事例と開発の方針

本章では、前章で述べた HLW に関するウェブ上でのリスクコミュニケーションに関する関連研究として、宇田らが 2003 年度に行った研究<sup>[8]</sup>とその結果について述べる。そして、その結果を元に、本研究におけるシステム開発の指針を示す。

### 3.1 従来研究：高レベル放射性廃棄物処分に関するリスクコミュニケーションシステムの構築と評価実験

宇田らは、HLW に関する本格的なリスクコミュニケーションを行う際に、相互の意思疎通を円滑に進めるための準備として、国民全体が HLW に関する知識を獲得することで、国民全体と地層処分実施関係者の HLW の処分に関するパーセプションギャップを縮小させることを目指した高レベル放射性廃棄物に関するリスクコミュニケーションモデル (Risk - Communication Model for HLW Disposal; 以下 RIHD モデル) を構築した。そして、RIHD モデルを情報システムとして試作・実装し、被験者実験によって RIHD モデルおよびシステムの妥当性評価を行った。

#### 3.1.1 システム概要と構築モデル

RIHD モデルの構成を図 3.1 に示す。RIHD モデルは、国民が HLW の処分に対して持続的に安全性を認識することを目的とし、(1) 国民全体を対象とする、(2) インターネットを使う、という 2 点を前提条件として構築されたリスクコミュニケーションモデルである。

RIHD モデルでは、モデルの目的である安全性の持続的な認知を達成するために必要な事項は

1. 技術的安全性の認知
2. 関係者への信頼
3. 持続的な認知

の3項目であるとし、これらの目標を達成するための手段として、Webサーバを核としてWebブラウザをユーザインタフェースとするサーバ・クライアント構成のシステムを実装した。実装画面例を図3.2に、サイトの構成(サイトマップ)を図3.3に示す。実装にあたり、アフェクティブインタフェースの擬人化エージェントとして、VBscriptで制御されるMS Agentのpeedy(Microsoft社)を用いた。peedyの画面表示例を図3.4に示す。peedyは、ディスプレイ上において合計73種類の動作を行うことが可能である。

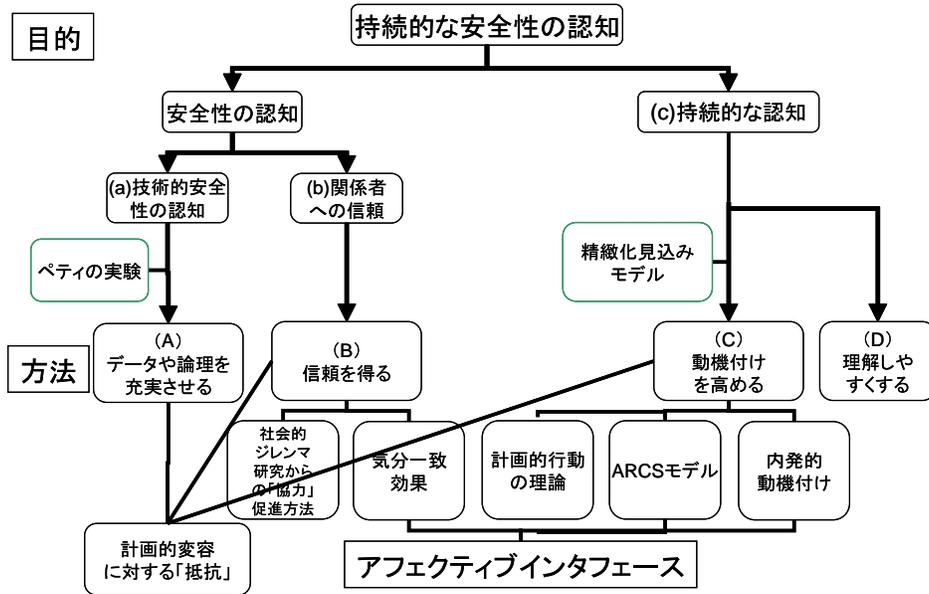


Fig. 3.1: RIHD モデル

### 3.1.2 評価実験とその結果

評価実験では、試作システムを用いた被験者実験を行うことにより、RIHDモデルおよび試作システムの妥当性が調べられた。具体的に調べた項目は「地層処分および原子力に対する試作システム試用前後の態度変化」、「アフェクティブインタフェースの影響」、「RIHDモデルの妥当性」、「処分施設の建設に必要な要件の正当性」、「NIMBYの克服」、「試作システムの評価」、「BBSの効果」である。ここでNIMBYとは、「Not In My Backyard」の略で、原子力などの迷惑施設の必要性は理解しつつも自分の居住地の近くへの建設を拒否する現象である。

平成16年1月4日から平成16年1月13日(10日間)の間、試作システムをウェブ上に公開し、24名の被験者に自宅のPCから試作システムへアクセスしてもらった。ア



Fig. 3.2: サイト画面例

アンケートとBBSの発言記録から分析を行った結論は以下のようなものであった。

- 実験全般から、今回の実験で用いたアフェクティブインタフェースの実現方法には、インストールが難しいなどの問題があり、実用的でないことが示唆された。
- 地層処分および原子力に対する試作システム試用前後の態度変化から、試作システムによって「地層処分の安全性の認知」が上昇したといえる。しかし、「一方的な情報提供型のコミュニケーション」は不満を招くことが示唆された。
- アフェクティブインタフェースの効果の分析から、アフェクティブインタフェースは「理解しやすさ」について有効であることが示唆された。
- RIHDモデルの妥当性の分析から、「安全性の認知」の主要な原因は「技術的安全性の認知」であることが示唆されたが、「持続的な認知」については調べることができなかった。
- 処分施設の建設に必要な要件の正当性およびNIMBYの認知の分析から、「地層処分の安全性の認知」と「原子力の安心」が、建設への受容の主要な要因であることが示唆された。

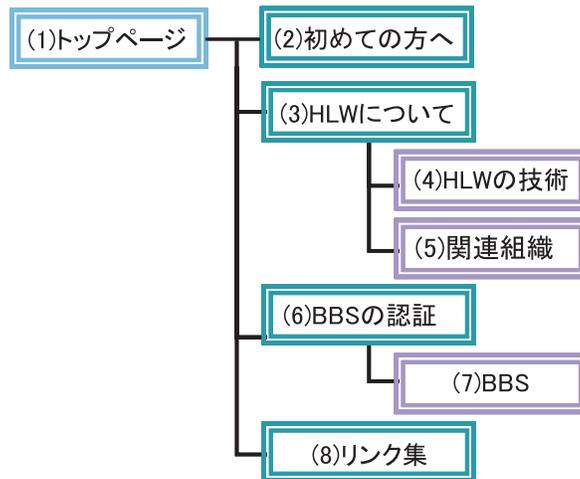


Fig. 3.3: サイトマップ



Fig. 3.4: キャラクターエージェント・Peedy

- BBS の効果の分析から、投稿がもっとも多かった被験者が地層処分に関する認知の上昇度がもっとも高く BBS の必要性が示唆されたが、その他の被験者は BBS を利用しきれず、使用者の知識程度に応じた BBS のカテゴリー分けを行う必要があることが分かった。

今後の展望として、インタラクティブリスクコミュニケーションに向け、モデルの再検証および再構築が必要であると述べられている。

## 3.2 本研究における開発の方向性

宇田らの研究結果より、HLW に関するウェブ上でのリスクコミュニケーションに関してアフェクティブインタフェースの導入は有効であるといえる。しかし、使用時にユーザに負担をかけるインタフェースでは、その効果を阻害することから、ユーザにとって使いやすいシステムの構築が必要である。

また、サイトの掲載内容については、不満を招く結果となった一方的な情報提供を避け、中立的な立場に立った内容提示を心がけるべきであるといえる。

以上の2点を踏まえた上での、具体的なインタフェース内容を次章に記す。

## 第 4 章 インタフェースの設計開発

本章では、前章で述べた指針を基に、具体的なインタフェースの設計について述べる。また、実装されたシステムについて、画面例を交えて内容の説明を行う。

### 4.1 アフェクティブインタフェースの定義・概要

本研究には、「アフェクティブ」とはコミュニケーション全体を通じて良好な感情や態度を形成するという広い問題設定を含む概念であるようであると考える。その中でも、本研究では「アトラクティブ」なシステムの構築に焦点を当てる。「アトラクティブ」とは「アフェクティブ」を構成する一要素であり、具体的には「ある特定のサイトでの体験が魅力的であること、抵抗が少なく能動的にサイトを利用するようになること」と定義する。

本研究では

- コンテンツ（掲載内容）
- システム（見せ方）

の二つのアプローチからアトラクティブなウェブシステムの構築を目指す。

### 4.2 ウェブサイト構造

ウェブサイトの構成を図 4.1 に示す。サイト全体としてのユーザの最終到達目標を BBS に定め、設置する各ページからリンクを張るとともに、主要なコンテンツの節々において、BBS への入場を促す。

以下、各ページについて解説を行う。

**トップページ** ウェブサイトの入り口であるトップページでは、メインコンテンツ、サブコンテンツそれぞれへのリンクを張り、サイトの全内容へとアクセスすることが可能なように画面を構築する。また訪問ユーザは、予備知識を殆どもしくは全く有していない可能性があるため、BBS で議論を行うにあたっての共通ベースとなる知識を提

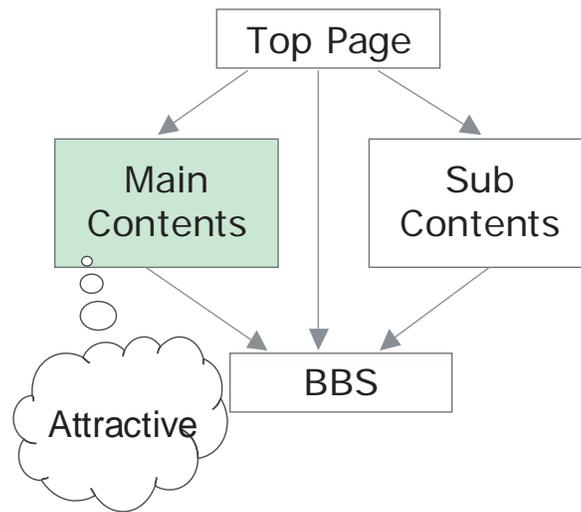


Fig. 4.1: ウェブサイト構成

供する必要がある。そこでトップページには、コンテンツへのリンクとともに、HLWの処分に関する基礎的な内容を説明するオープニングムービーを配置する。

ムービー掲載内容を以下に記す。

- HLW 処分事業の紹介
- 地層処分とガラス固化体について
- 処分事業の現状と安全性・危険性

### メインコンテンツ

サイトの中心となるメインコンテンツには、次節で詳述する環境倫理の観点から選定した6つのトピックスを掲載する。また、この部分について、アトラクティブなシステムを導入し、HLW リスクコミュニケーションに係る主要情報の効果的な提供を目指す。

### サブコンテンツ

メインコンテンツを閲覧し、HLW に対する一定の理解と興味を示したユーザが、疑問点やより深く知りたい箇所について調べることが可能なよう、HLW に関する包括的な知識内容を盛り込む。アトラクティブなシステムの実装は行わない。

具体的には、以下の内容を掲載する。

- HLW の存在とその背景

- 事業主体概要
- 地層処分の概要とその見解
- 倫理観（環境保護、世代間倫理、効用論）
- 社会的ジレンマの事例

### 4.3 コンテンツにおけるアトラクティブ

宇田らの研究より、原子力専門化の一方向的な視点で作られたコンテンツでは、コンテンツは興味を引き付けて閲覧者の知識レベルを上げ、地層処分に対する安全性の認知を高めるといった効果はあるものの、NIMBY意識の改善に至るまでには達しなかった<sup>[8]</sup>。

そこで本研究では、一般の人々と共に考えるという原点に帰ったコミュニケーションにおいて、「数値を用いた説得」といった「合理性を基にした解説によって理解を得る」ことに留まらず、人間の感性に受け入れられる情報の共有を目指し、専門家と一般人が共通して持つ価値である人間の感性を共有できる枠組み・言語として、社会規範、道徳・倫理の導入を行う。そして、HLWに係る社会の多様な議論を環境倫理の思想から整理し、これをメタ認知としてその倫理観からコミュニケーションを図る手段として、

1. テキストマイニングによるコンテンツの選定
2. 対話型コンテンツの導入
3. 規範活性化理論の応用

を行う。また、掲載情報については、推進派と反対派の双方のリンクを張ることにより客観性、中立意識を付与するとともに、多数のリンクを張ることによって自律的な知識獲得を促す。

#### 4.3.1 テキストマイニングによるコンテンツの選定

HLW処分に係る社会全体の認知と合意形成を得るための内発支援的な取組みの一つとして、専門家や一般社会人が互いに自由に意見を述べつつ共考する場を設定することで一般社会人の理解と参加意識を高めていこうとする試みがあり、コンセンサス会議やパブリックコメントなどの制度化も進められている。そこで、このパブリックコ

メントを分析することにより一般社会人の高レベル放射性廃棄物処分に対する意識と関心を把握し、Web上でのコミュニケーションシステムにおける対話の論点として活用することを目的として以下のようなテキストマイニングを行った。

テキストマイニング手法は、近年経済分野で主に商品開発やクレーム処理などに利用されている。しかしながら一般公衆とのリスクコミュニケーションにおいて建設的な議論を進めるために利用された事例は報告されていない。これは市場分野で適用されている手法が記述範囲、テーマが限定されたアンケート形式の自由記述文を対象にすることが多く、比較的語彙や文字数が少なく分析者の意図に沿って容易に分析することができるのに対し、例えばパブリックコメントのように一般公衆の幅広い意見募集においては、完全に自由な記述を前提にしているため、語彙や文章量が多岐に渡り、分析者の目的に沿う容易な処理方法を確立することが困難なためと考えられる。そこで今回は、パブリックコメントの文章を形態素解析および多変量解析によってクラスター化した後、意見提出者の批判的な意識を抽出するためにネガティブな意味を持つ用語に注目してそのクラスターを再分析した。

#### 分析手法

分析は、核燃料サイクル開発機構（JNC）報告書『わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性の評価（案）』（1999）に寄せられた男女41名67件のパブリックコメントを対象とした<sup>[9]</sup>。これを図4.2に示す分析フローで、a. 形態素解析、b. 多変量解析、c. 構文解析、d. 用語検索による文意確認の4ステップに分けて解析を行った。

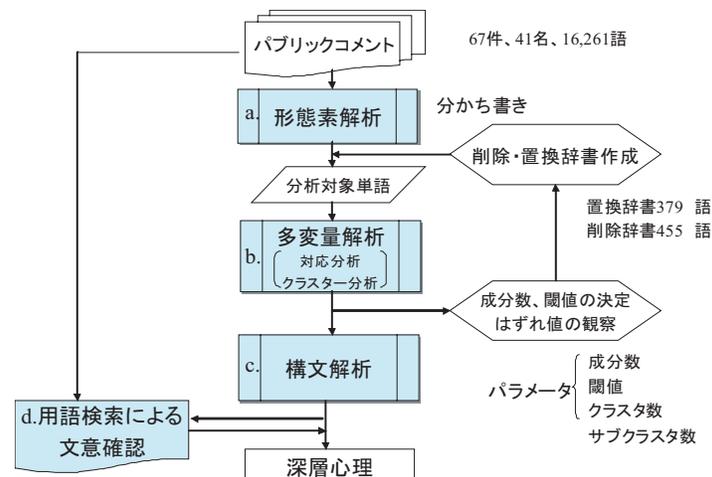


Fig. 4.2: テキストマイニング分析フロー図

## 分析結果

出現頻度 5 回以上の単語 151 語をクラスター分析によって 4 つの群に分け、それをさらにサブクラスターに分類した上で、含まれる用語の相互の関係を明確にすることで文脈構築を容易にすることを目的として、ユークリッド平方距離を用いたワード法による樹形図を作成した。作成した樹形図を図 4.3 に示す。

	クラスター-I <sub>1</sub>	クラスター-I <sub>2</sub>	クラスター-I <sub>3</sub>	クラスター-I <sub>4</sub>
1	HLW	意見	ガラス固化体	科学的
2	サイクル	外国	計算	後世
3	管理	危険	専門部会	保管
4	技術的信頼性	疑問	貯蔵	保証
5	原子力	現在	当面	
6	行政	困難	放射能	
7	国民	場所		
8	再処理	情報		
9	事故	信頼		
10	自然	責任		
11	実際	存在		
12	処分	地下		
13	人間	地震		
14	税金	地層		
15	絶対	地層処分		
16	対応	同様		
17	停止	日本		
18	発生	非常		
19	負担	方法		
20	埋設	問題		
21		唯一		
	構成要素数20 延要素数 328 距離(平方和) 0.373	構成要素数16 延要素数 385 距離(平方和) 0.282	構成要素数6 延要素数 71 距離(平方和) 3.098	構成要素数4 延要素数 65 距離(平方和) 3.483
固有値の総和 5.4				
[クラスター間変動] 0.8		[クラスター数] 4		
[クラスターの総変動] 1.7		[クラスター内変動の総和] 0.9		

Fig. 4.3: クラスタ分析結果

多変量解析および構文解析の結果、クラスター I のサブクラスターから、

- HLW 再処理処分が自然に対して影響を与えないことを担保する技術力と行政に対する不信
- 絶対安全を主張してきた原子力に対する事故リスクや税金などの将来の負担に対する不満
- 諸外国と比較しても日本が地震国であることを意識して、地層処分が果たして最適な選択肢なのか不安
- ガラス固化体に関する安全性危険性に対する不安

- 長期間にわたる保管と管理を伴うことに対する後世への責任を問う世代間倫理

の深層意識を読み取った。

これより、高レベル放射性廃棄物の地層処分に対するパブリックコメントから抽出された意識あるいは関心をもとに一般公衆と Web サイトにおいて話し合うテーマとしてこれらの5つのテーマと、これに加えて本リスクコミュニケーション研究で対象とする社会協力行動を疎外する NIMBY 意識を直接話題にすることとし、次の6つのテーマを Web のコンテンツとして取り上げることとした。

1. 経済性
2. 安全性・危険性
3. 世代間倫理
4. NIMBY 意識
5. 地震と火山
6. 外国の事例

#### 4.3.2 対話型コンテンツの導入

対話方式の説明擬似的人間関係の構築によってユーザの当事者意識を向上させることを目的とする。ある程度知識を得ると信頼を得るためには両面提示の説得が効果を持つことが報告されている<sup>[11]</sup>。これを対話の形に置き換えて、様々な観点を共考する擬似プロセスから自分の態度が形成されることを期待した。そして電子掲示板に書き込みをすることで社会参加し、自分の意見を表明し、他人の意見を聞くことから社会参加が始まると考えた。

#### 4.3.3 規範活性化理論の応用

「個々の人々にとってそれが正当なことであっても、それが集合すると社会的に利益をもたらさなくなることを Dawes は社会的ジレンマと名づけている。これを解決しなければ社会的秩序が保てなくなるとされ、この解決手段として近年、社会協力行動の重要性が再認識されている。社会協力行動を研究テーマとしている Dawes は、社

会協力行動をもたらす心理的な要因として知識、信頼、道徳意識の3つを挙げている [10]。

このうち知識、信頼を得ることについては、宇田らの研究において既にその方策が盛り込まれおり、効果も評価確認されている [8]。しかし道徳意識については具体的な設計は行われていなかった。そこで今年度はこの道徳意識を活性化する方法をコンテンツに取り組むことを目指し、そのための手段として Schwartz の規範活性化理論を応用することとした。

規範活性化理論とは、社会的協力行動を促進するための心理条件として、心理学者の Schwartz が提唱しているモデルである。Schwartz によれば、社会的協力行動に踏み出すには、以下の図 4.4 に示す 5 段階の心理的なステップを登ることが必要となる [11]。先ず「ことの重要性を認知すること」。次に「自分一人位協力しなくても大丈夫だろうと考える誘惑を克服すること」。そして「自分の責任として認知すること」。さらに協力行動に踏み切ったときに伴う「代償を厭わないと決めること」。このようなプロセスを経て初めて社会協力行動という行為が始まる。このような心理的なステップをコンテンツの対話の中で設定し自然に Web サイトを訪れた人がこのステップを登っていきけるよう設計を行った。テキストマイニングによって選定したトピックスのコンテンツ内容を付録 1 に記す。



Fig. 4.4: 規範活性化理論

## 4.4 システムにおけるアトラクティブ

次に、サイトのシステム面におけるアトラクティブ性の導入について述べる。前節のコンテンツ面におけるアトラクティブが、ウェブサイトの掲載内容に関するものであるのに対し、システムにおけるアトラクティブでは、コンテンツの見せ方、すなわち内容の演出方法に焦点を当てる。

#### 4.4.1 ナビゲーションシステムの導入

システムに対する親和性を高め、ユーザの HLW 処分問題に対する興味関心を自然に喚起させることを目的として、キャラクターによるコンテンツ説明（ナビゲーション）を導入する。

Microsoft 製キャラクタエージェントである peedy を導入した宇田らのシステム評価実験より、アフェクティブインタフェースは「理解しやすさ」について有効であることが示唆されたが、その一方で、インストールが難しいなどの問題があり、多くの人々が既存の環境のままで正しく実行できるアフェクティブインタフェースの開発が必要であると結論付けられている [8]。

そこで本研究では、インストールなどの作業をユーザに要求することなしに動作が可能であり、かつ一般的なウェブブラウザ上で広く動作可能なナビゲーションシステムを構築する。以下に、具体的な設計指針を示す。

1. 宇田らの研究において、サイト閲覧者の理解の促進に効果があるとされている、音声とキャラクターのアニメーションによるナビゲーション要素は本研究においても保持する。
2. キャラクターアニメーションを実現する手段として、Flash アニメーションを採用する。Flash は、Macromedia 社が開発した、音声やベクターグラフィックスのアニメーションを組み合わせて Web コンテンツを作成するソフトであり、マウスやキーボードの入力により双方向性を持たせることも可能であることから、本研究システムを作成するソフトとして適切であると判断した。Flash によって作られたファイルを閲覧するには、ウェブブラウザに専用のプラグインとして、Flash Player が必要であるが、現在 Internet Explorer を始めとする主要な Web ブラウザには初期段階で標準装備されており、ユーザにインストールの負担をかけることは殆どないと考えられる。
3. コンテンツが対話型の内容となっているのに伴い、キャラクタを 2 体用意しこれらの会話によってコンテンツの説明を行う形式を採用する。
4. キャラクタは状況に応じた動作を行う。対話形式のアニメーションにおいて、HLW に関する説明の際には、アドバイスを行う振る舞い、疑問を呈する際にはマークの提示とともに手を振るなどの動作を作成した。なお、キャラクタの動作の種類を付録 に示す。

5. ユーザの感性へと訴えかけることが目的とされることから、合成音声の使用は避け、人間の声を Flash アニメーションの中に組み込むことによって音声ナビゲーションを行うものとする。

#### 4.4.2 実装仮説モデル

システム構築における仮想モデルを図 4.5 に示す。システム構築の最終目的を、「ユーザの興味関心の喚起」とし、目的のために本研究で採用する要素に分解することで、ナビゲーションに用いる 7 つの要素を選定した。実装に当たっては、これらの要素を織り込んだシステムを作成することにより、ユーザの興味関心の喚起を促進することを目指す。

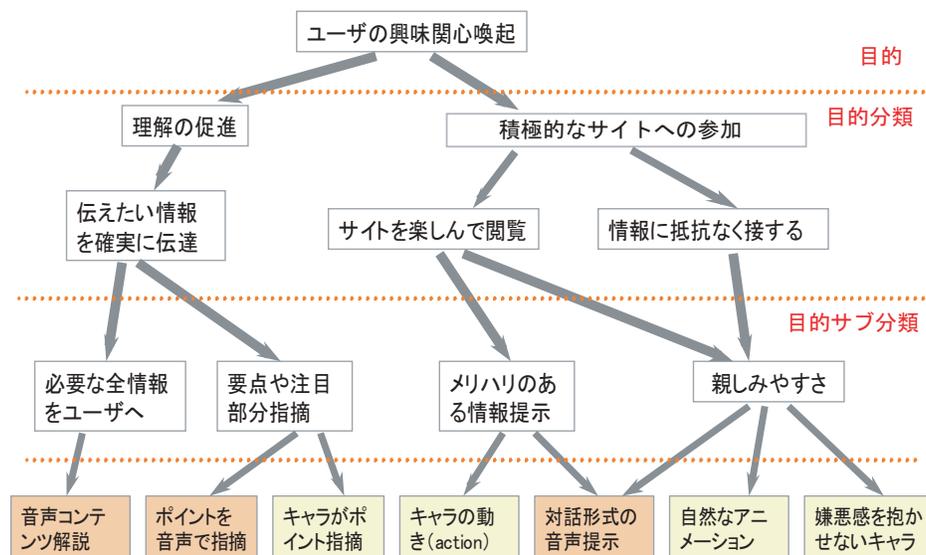


Fig. 4.5: ナビゲーション設計仮説モデル

### 4.5 サイトの実装

コンテンツ、システム両面におけるアトラクティブを導入したサイト実装画面を図 4.6 ~ 図 4.8 に示す。実装環境は、Web サーバを核として Web ブラウザをユーザインタフェースとするサーバ・クライアント構成である。サーバとして用いる PC は Red Hat Linux(CPU: Intel Pentium 4 CPU 2.80GHz, メモリ: 1GB) であり、OS として Red Hat Linux9 を搭載している。また、インターネット経由のアクセスを可能とするために、京都大学の研究教育用基幹ネットワーク (KUINS-II) に 100Mbps の Ethernet を介して

接続している。



Fig. 4.6: サイトトップページ画面



Fig. 4.7: オープニングムービー画面例

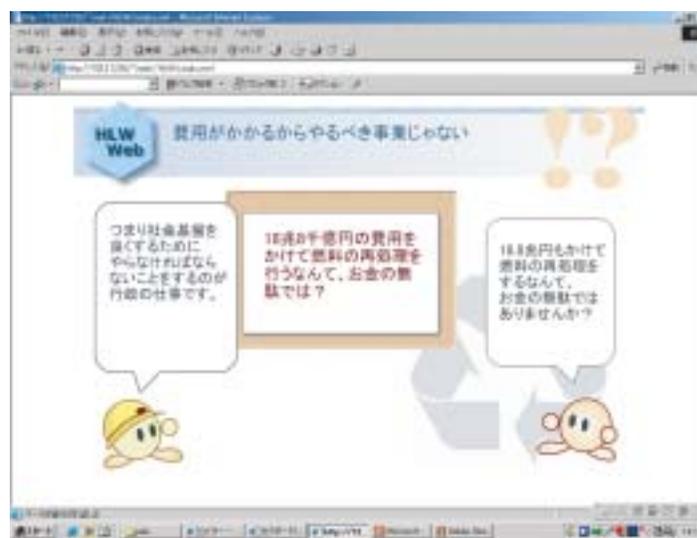


Fig. 4.8: キャラクターナビゲーション導入画面例

## 第 5 章 評価実験とその結果

前章で構築したリスクコミュニケーションシステムを用いて実験を行い、被験者の主観評価、顔・目線情報の分析およびサイト閲覧後の BBS 対話におけるログ情報の分析を通じて、コンテンツおよびシステムの構築モデル、リスクコミュニケーションシステムの有効性評価と、実社会で活用する際の課題を考察する。まず、実験の目的を述べ、次いで実験の方法、被験者、実験の手順、アンケートの内容、分析に用いる指標について述べる。その後、実験の結果、結果の考察を述べ、最後に実験のまとめと今後の課題を述べる。

### 5.1 実験の目的

提案したコンテンツおよびシステムの構築モデルを基にしたリスクコミュニケーションシステムをウェブ上で閲覧できるサイトとしてネットワーク上に設置し、被験者実験により、コンテンツおよびシステムの構築モデル、リスクコミュニケーションシステムの有効性評価と、実社会で活用する課題を考察することを本実験の目的とする。ここで本研究では、コンテンツとシステムの 2 つのアプローチによってアトラクティブなサイトを実装していることから、これらのそれぞれについて別途の評価実験を行うものとした。各アプローチについて、具体的には以下の観点から考察を行う。

#### コンテンツ評価

1. 実験前後アンケート結果および、ウェブ上でのログによってコンテンツの評価を行い、問題点を考察する。対話形式および環境倫理観点を盛り込んだ本研究コンテンツ（以下、対話モード）と、宇田らが作成した情報提供型コンテンツ（以下、解説モード）とを比較することにより、本年度コンテンツの効果を検証する。
2. コンテンツ評価と併せて、地層処分受容促進効果、コンテンツの地層処分受容促進効果の確認を行う。

#### システム評価

1. 実験前後アンケート結果および、ウェブ上での対話ログを主観的パラメータとして評価するとともに、客観・生理的指標として、サイト閲覧時のユーザの視点・眼球運動情報を分析する。
2. 視線・眼球運動の詳細な分析のため、少人数実験形式を採用する。
3. ナビゲーションの効果の検証を行うにあたり、音声およびアニメーションを含まない、静止画とテキストのみによって構成されるページ（以下、プレーンページ）を別途作成し、アトラクティブなシステムが実装されたページ（以下、アトラクティブページ）との比較を行う。プレーンページの画面例を図 5.1 および図 5.2 に示す。



Fig. 5.1: プレーンページ画面例 Top Page

## 5.2 コンテンツ評価実験

社会規範、道徳・倫理の導入を行った対話モードの評価を行うため、解説モードとの比較実験を行った。本節では、実験の内容とパラメータ測定の手法について述べ、次いでシステム評価実験の結果を

1. 事前アンケート・事後アンケートの比較
  2. BBS ログ分析
- の順に述べる。



Fig. 5.2: プレーンページ画面例 トピックス

## 5.2.1 実験の手法

以下に実験期間と環境、実験形態、実験の手順について示す。

### 実験期間

第1回目：平成16年11月30日 13:00-15:30 京都大学物理系第2演習室 被験者：28名

第2回目：平成16年12月22日 15:00-17:30 お茶の水大学理学部研究室 被験者10名

第3回目：平成17年1月12日 10:00-12:30 京都大学物理第3演習室 被験者12名

### 実施形態

インターネット経験、電子掲示板書き込み経験を考慮し、被験者を各グループ5-6名に分け、それぞれ対話モード閲覧グループと解説モード閲覧グループの各1グループが一つの同じ電子掲示板に匿名でログインし、書き込み・閲覧を行った。

## 5.2.2 実験の手順

コンテンツ評価実験フローを図5.3に示す。

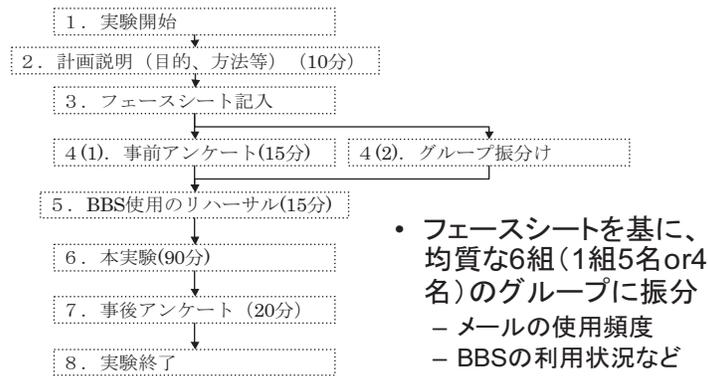


Fig. 5.3: コンテンツ評価実験の流れ

以下、実験の各ステップについてその内容を述べる。なお、実験で使用したフェースシート、事前アンケート、事後アンケートの内容は付録Bに示す。

### フェースシートの記入

被験者のインターネット経験を調べるため、フェースシートによって、日常生活におけるメールの使用頻度やBBSの利用状況を尋ねる。フェースシートの結果から各グループ内の被験者属性が均質になるよう割り振りを行う。

### 事前アンケート

事前アンケートでは、ユーザが初期段階でどの程度HLWについての知識を有しているか、またどの程度関心を抱いているかについて訊ね、事後アンケートと比較することで知識獲得度や興味関心の向上の度合いを調べるのに用いる。

### ウェブサイト閲覧・BBSでの議論

RHIDモデルを実装した解説モードを閲覧するグループと、規範活性化理論を実装した対話モードを閲覧するグループへとユーザを分割する。比較に当たって掲載するコンテンツ内容以外の部分での差異が生じないように、両者のウェブサイトデザインは同じものを採用し、サイト全体として被験者に提供する知識量についても同一に調整した。コンテンツの実装画面例を、図5.4に示す。

ウェブサイトの閲覧からBBSでの議論終了までの実験時間は90分に設定し、その間被験者にはサイト内で自由に行動し、内容を見てもらった。また、外部リンクの参照も可能とし、インターネット上の他サイトへのアクセスも自由に行ったもらった。BBSはテーマごとの議論が可能なスレッド形式を採用した。BBSでの発言内容は全てログとして記録し、対話モード群の発言と解説モード群の発言とを比較する。



Fig. 5.4: コンテンツ実装画面例

## 事後アンケート

事後アンケートでは、サイトの閲覧とBBSでの議論を踏まえ、以下の点についてユーザの変化を調べる。

1. HLW 処分問題や地層処分に対して興味関心がどの程度高まったか、またその過程は規範活性化理論の流れに対応したものであるか
2. NIMBY 意識の向上があったか

### 5.2.3 実験結果と考察

被験者分析対象群を解説モード(前)・解説モード(後)・対話モード(前)・対話モード(後)の4群として分散分析を行った。評価項目ごとに実験結果と考察を述べる。

#### 原子力の安全感

表5.1に「原子力の安全感」についての解析結果を示す。解説モードは地層処分の安全性を説得する説得方で安全意見のみを記述しているのに対し、対話モードは地層処分の安全性の主張とそれに対する反論を掲載する対話式であるのが特徴である。地層処分は原子力のリスク要因のひとつであるが、解説モードモードの被験者は地層処分の肯定的な側面だけが伝えられた。そのために、地層処分というリスクにも安全が担保されている原子力も安全と感じるようになったと考えられる。

#### 原子力に対する興味関心

表5.2に「原子力に対する興味関心」についての解析結果を示す。対話モード群のみが実験前後で平均値が有意に上昇した。対話モード群はHLWの社会参加度が活性化

Table 5.1: 原子力の安全感

水準 1	水準 2	平均値 1	平均値 2	差	P 値	判定
前-対話モード	前-解説モード	3.96	2.88	1.08	0.04	*
前-対話モード	後-対話モード	3.96	4.00	0.04	1.00	
前-対話モード	後-解説モード	3.96	3.61	0.35	0.84	
前-解説モード	後-対話モード	2.88	4.00	1.12	0.04	*
前-解説モード	後-解説モード	2.88	3.61	0.73	0.30	
後-対話モード	後-解説モード	4.00	3.61	0.39	0.80	

することを狙って作成したコンテンツであり、HLW の正当性を主張するデータとデータへの反論が記述されている。HLW の危うさを同時に知ることができた対話モード群は、HLW の関心が高まり、同時に HLW の発生源である原子力発電にも関心が高まったと考えられる。

Table 5.2: 原子力への興味

水準 1	水準 2	平均値 1	平均値 2	差	P 値	判定
前-対話モード	前-解説モード	5.04	5.08	0.04	1.00	
前-対話モード	後-対話モード	5.04	6.36	1.32	0.01	**
前-対話モード	後-解説モード	5.04	5.83	0.79	0.21	
前-解説モード	後-対話モード	5.08	6.36	1.28	0.01	**
前-解説モード	後-解説モード	5.08	5.83	0.75	0.25	
後-対話モード	後-解説モード	6.36	5.83	0.54	0.57	

#### 地層処分に対する興味関心

表 5.3 に「地層処分に対する興味関心」についてのアンケート結果を示す。各郡の分散が等しくなかったため、クラスカルウォリス検定を行った。検定の結果、解説モード群と対話モード群の間には有意差は見られなかった。この原因として、地層処分に関するコンテンツは、両群がともに処分方法の説明であり、情報提供形式の差はあったものの内容としてはほぼ均質なものであったことが考えられる。

Table 5.3: 地層処分に対する興味

水準 1	水準 2	2 乗値	P 値	判定
前-対話モード	前-解説モード	1.54	0.67	
前-対話モード	後-対話モード	8.70	0.03	*
前-対話モード	後-解説モード	1.80	0.61	
前-解説モード	後-対話モード	17.55	0.00	**
前-解説モード	後-解説モード	6.67	0.08	
後-対話モード	後-解説モード	2.58	0.46	

### 地層処分に対する安全感

表 5.4 に「地層処分に対する安全感」についてのアンケート結果を示す。検定の結果、解説モード群のみ安全感が有意に増加していることが分かった。これは、解説モードが事業者側の立場に近い情報提供型の内容であり、一方的とはいえ安全であることを強調するコンテンツであることに対し、対話モード群では反対側（住民側）の意見として不安感や懸念材料も含めた情報提供を行った結果を反映していると思われる。

Table 5.4: 地層処分に対する安全感

水準 1	水準 2	平均値 1	平均値 2	差	P 値	判定
前-対話モード	前-解説モード	3.40	3.12	0.28	0.92	
前-対話モード	後-対話モード	3.40	4.44	1.04	0.08	
前-対話モード	後-解説モード	3.40	4.32	0.92	0.15	
前-解説モード	後-対話モード	3.12	4.44	1.32	0.01	*
前-解説モード	後-解説モード	3.12	4.32	1.20	0.03	*
後-対話モード	後-解説モード	4.44	4.32	0.12	0.99	

### NIMBY 意識の改善効果

対話モード群と解説モード群の間で地層処分に対する NIMBY 意識の改善効果の差があったかどうか確認するため、問 4 の地層処分に対する考えを確認する設問の中から、「必要性は認めるものの新規設置はだめ」、および「必要性は認めるものの近隣設置はだめ」という NIMBY 意識を測定するため、「問 4-6 . 必要性」 - 「問 4-7 . 新規設

置」、「問 4-6 . 必要性」 - 「問 4-8 . 近接設置」の得点差に着目し、それぞれ得点差 I (問 4-7 - 問 4-6)、得点差 II (問 4-8 - 問 4-6) を合成変数として算出し、これをそれぞれ”NIMBY 効果 I”、”NIMBY 効果 II”と名づけた。解析の結果を表 5.5 に示す。対話モード群と解説モード群の間ではアンケート結果に有意差はないが、対話モード群の方では解説モード群に比べ減少幅が大きいことが判明した。

NIMBY 度が対話モード群で実験後に高まる傾向があったことは、対話コンテンツが NIMBY 度を高める要素を持つことを示しており、賛成派と反対派の両側提示手法を用いたコンテンツ設計の効果がもたらした結果である可能性がある。対話コンテンツは中立性を高め、議論参加意識を支援する特性を持つことから、この特性を活かし、さらに受容度を高める内容を練りこむことで一層の NIMBY 度上昇効果を期待することができる。

Table 5.5: NIMBY 効果

	前-対話モード	前-解説モード	後-対話モード	後-解説モード
NIMBY 効果 I	-0.48	-0.88	-1.12	-1.16
NIMBY 効果 II	-1.84	-1.72	-2.44	-2.04

### 規範活性化理論

規範活性化の各ステップに対応する設問構成は以下の通りである。

- ・ 問 5 (1-4) : 問題の重要度認知、問 5 (5-6) は原子力の有用度認知を確認するもので、この二つによって、HLW の問題を考えることは重要なことだと認知したか確認する。
- ・ 問 5 (7) : 自己責任の認知を確認するもので、発生者責任を問う (7) は仮に当人がごみを発生させていると認知していない場合もあると考えられるので、問 6 (3) 「自分も HLW に関係しているか？」の質問と併せて自分も当事者の一人だと認知したか確認する。
- ・ 問 5 (8-12) : 地層処分の受容度を確認するもので、ごみの処分の必要性を認識し、何とかしなければならないので自分に何ができるか？を考えたかどうか確認する。
- ・ 問 5 (13-15) : 地層処分を受入れるとした場合に周辺環境や将来世代に影響を及ぼすかどうかを考えたかどうかを確認するもので、影響度評価 (代償の認知) を確認する。
- ・ 問 5 (16-18) : 社会協力を進めていくために何らかの手立てを考え始めたかどうか

を問うもので、打開策の認知（社会協力行動への心理的なきっかけ）が進んでいるかどうか確認する。

問5と問6.3の各質問項目について「どちらともいえない」～「非常に賛成する」のポジティブな回答は、規範活性化された意識であると考えられる。対話モード群と解説モード群の被験者（各25人）についてこのような回答が得られ、規範活性化状態が継続した被験者の数をステップ毎に示す。

対話モード群では第4ステップまで規範活性化状態が継続していた被験者が25名のうち5名存在していたのに対し、解説モード群では意識が継続したのは第2ステップまでで、全員が第3ステップの「自分の責任として認知すること」まで規範活性化状態にまで到達していない。これは解説モードでは原子力発電の持つ深刻さを伝えることができなかつたためであると考えられる。一方批判的な意見も併せて両面提示する対話モードでは、原子力事業者などに責任を一任できる問題ではないと考えるようになると思われる。

Table 5.6: 規範活性化理論

	第1ステップまで	第2ステップまで	第3ステップまで	第4ステップまで
対話モード	12	11	5	5
解説モード	12	8	0	0

#### サイトの中立性評価

表5.7にサイトの中立性評価解析結果を示す。

質問6(1)「このサイトが賛成派、反対派のどちらだと思うか？」質問6(2)「次にどちらのサイトを見たいと思うか？」に対する回答について対話モード群と解説モード群で比較を行った。評価尺度は最高点の7点が「完全に原子力反対派」、最小点の1点が「完全に原子力賛成派」であり、4点が「中立」である。

アンケートの結果、対話モード群は本サイトを中立と見なし（平均得点3.3）、次回も同じように中立派のサイトを見ようとする傾向がある（平均得点3.8点、 $p=0.245$ ）。これに対し、解説モード群は本サイトを推進派と見なし（平均得点2.3）、次回にはできるだけ中立派のサイトを見たいとする傾向が認められた（平均得点4.2、 $p=0.000 < 0.01$ ）。

対話モードのコンテンツが両面提示手法を基にした対立する意見の掛け合いをベースにして設計したため、被験者は安心して客観的な立場に立って閲覧することができ、中立感を得ることができたものと考えられる。

Table 5.7: サイトの中立性評価

平均値	問 6,1(後)	問 6,2(後)
対話モード	3.28	3.76
解説モード	2.28	4.24

**BBS におけるログ解析結果** BBS における発言記録から、発言数・被レスポンス数・スレッド数のデータを表 5.8 に示す。被レスポンス数とは、自分の発言に対して寄せられた意見数、スレッドは被験者が新しく作った話題（スレッド）数をそれぞれ表す。集計の結果、いずれのパラメータについても有意な差は見られなかった。

Table 5.8: BBS ログデータ

	発言数	被レスポンス数	スレッド
対話モード	66	40	11
解説モード	63	59	17

#### 5.2.4 総括と今後の課題

コンテンツ評価実験結果より、環境倫理の観点を盛り込んだ対話形式コンテンツの実装効果として、以下の内容が確認された。

1. 対話形式の構成を採用することにより、中立的なサイトであるとの印象をユーザに与えることができた。これに対し、解説モードでは、原子力推進派のサイトであるとの印象をユーザに与える結果となった。
2. 地層処分に対する興味関心の喚起に環境倫理コンテンツの導入が効果があることが示唆された。また、サイト閲覧者の NIMBY 意識向上効果も確認された。

BBSにおける対話の状況については、対話モード群と解説モード群に有意な差は見られず、議論の活性化には至らなかった。今後は、サイト内容の見直しを行うとともに、コミュニケーションを促進し、ユーザ間での意見交換を活性化させるためのモデル作りが必要であると考えられる。

## 5.3 システム評価実験

オリジナルキャラクターおよび音声によるナビゲーションの効果を検証するために、アトラクティブページとプレーンページを用意し、両者の比較分析を行う。

### 5.3.1 実験の手法

以下に実験期間、実施形態、被験者について示す。

実験期間 平成17年1月4日から平成16年1月13日

実施形態 京都大学医学部構内先端科学研究棟4Fにおいて、設置したパソコンによって被験者に作業を行ってもらった。実験条件の統制およびパラメータ測定のため、実験は1名ずつに分けて行った。

被験者 被験者は大学生～大学院生合計7人で、内男5人女2人である。被験者選定にあたってはインターネットが使えること、およびHLWに関する研究を行ったことがないことを前提とした。

### 5.3.2 実験の手順

システム評価実験フローを図5.5に示す。

次に、実験の各ステップについて述べる。なお、実験当日に被験者に配布した実験手順書、事前アンケート、事後第一回アンケート、事後第二回アンケートの用紙内容を付録Cに示す。

#### 事前アンケート

事前アンケート概要を表5.9に示す。事前アンケートでは、ユーザが現在HLWに対してどの程度の関心を抱いているのか、およびどの程度の知識を有しているのかを訊ね、ユーザの初期状態を調べる。



Fig. 5.5: システム評価実験の流れ

なお、事前および事後に行う合計3回のアンケートの項目は、それぞれがシステム構築モデルの各要素に対応して作成されており、アンケート回答を分析することでシステムの妥当性を評価する。

Table 5.9: 事前アンケート概要

質問番号	質問内容	形式	対応パラメータ
1	HLW に対する興味関心	7段階評価の択一回答	興味関心
2	知識	8項目から知っているものにチェック	

#### ウェブサイト閲覧 第一回

被験者7名のうち、4名にはアトラクティブページを、3名にはプレーンページを閲覧してもらう。実験条件の統一のため、被験者全員の閲覧内容を統一する。閲覧の手順を示す。

1. サイトのトップページにアクセスし、HLW に関する基礎知識を掲載したオープニングムービー（プレーページ閲覧の場合は、同内容のページ）を閲覧する。

2. 次に、設置されたリンクのうち「費用がかかるからやるべき事業じゃない」をクリックし、トピックスの閲覧を行う。
3. トピックスを最後まで見終わった時点でサイトの閲覧は終了とし、他のページへのアクセスは一切行わないものとする。

手順2の間について、顔の表情や視点情報を取得する。これらパラメータの取得方法については、5.3.3節にて詳述する。

#### 事後アンケート 第一回

事後アンケート 第一回の概要と対応パラメータを表5.10に示す。アトラクティブページ閲覧者とプレーンページ閲覧者との間に獲得知識、サイトから受ける印象や興味関心度の向上における差がどの程度現れるかをアンケートによって調べる。また、サイトを閲覧しての感想を自由記述してもらう。

Table 5.10: 事後アンケート第一回概要

質問番号	質問内容	形式	対応パラメータ
1	HLW に対する興味関心	7段階評価の択一回答	興味関心
2	今後 HLW について調べたいか	7段階評価の択一回答	興味関心
3	知識	7項目の正誤問題	伝えたい情報を的確に伝達
4	サイトの印象	7段階評価の択一回答	サイトを楽しんで閲覧
5	感想	自由記述	

#### BBS 対話

ユーザの発言内容から、キーワード・発言量をログとして取得し、サイト閲覧時のデータと併せて被験者の行動分析に利用する。詳細は、5.3.4節にて述べる。

#### ウェブサイト閲覧 第二回

第一回目にアトラクティブページを閲覧した被験者4名にはプレーンページを、プレーンページを閲覧した被験者3名にはアトラクティブページを見てもらう。全被験者に両方のページを閲覧してもらうことで、アンケートによる両者の直接比較を可能

にすることが目的である。アンケートに繋げるためのステップであるため、ここではデータの取得は行わない。

### 事後アンケート 第二回

事後アンケート 第二回の概要を表 5.11 に示す。これまでのステップで閲覧してもらったアトラクティブ、プレーン両方のページの比較を質問によって直接訊ねる。また、全ユーザがアトラクティブページを閲覧していることから、アトラクティブ、プレーンの優越結果に関わらずアニメーションの効果について訊ねる質問も用意した。

Table 5.11: 事後アンケート第二回概要

質問番号	質問内容	形式	対応パラメータ
1	アニメーションの有無の比較	二者択一回答	
2	アトラクティブページの良かった点	7項目から複数選択	
3	プレーンページの良かった点	4項目から複数選択	
4	音声対話の効果	7段階評価の択一回答	「対話形式の音声提示」と「メリハリのある情報提示」との相関
5	ナビゲーションにより情報を受け入れやすくなるか	7段階評価の択一回答	情報に抵抗なく接する
6	キャラ・音声の説明で要点を把握しやすくなったか	7段階評価の択一回答	「キャラ・音声のポイント指摘」と「要点や注目部分指摘」との相関
5	感想	自由記述	

### 5.3.3 フェースラボを用いた顔情報の取得と分析

第一回目サイト閲覧のうちトピックス内容を被験者が閲覧している間、顔・視点情報を FaceLab を用いて取得する。FaceLab はオーストラリア国立大学 (ANU) のスピンオフ会社である SeeingMachines 社によって開発されたシステムである。このシステムは、2 台のビデオカメラの情報をもとに、自動的にリアルタイムで被験者の頭部運動をトラッキングし、その顔運動を計測することが可能であり、画像から顔の特徴を 3 次元で捉えて抽出・追跡し、時系列情報として情報を出力する FaceLab を設置した実験室風景を図 5.6 に示す。



Fig. 5.6: FaceLab 設置実験室風景

FaceLab から得られる情報のうち、本研究では以下のパラメータを採用する。

1. ディスプレイ上における被験者の視点位置
2. 瞬目数
3. サッケード

サッケード（衝動性眼球運動）とは、目標の位置が突然変化したり、新しい視覚刺激が現れるときに起こる、視軸をその点に向けるきわめて速い眼球運動のことである。随意的に注視点を移す時も同様であり、眼位はステップ状に変化する。

以下、FaceLab の仕様および操作方法について説明する。

空間設定 本研究ではアニメーションに対応した視点位置情報を取得する必要がある。そこで、ディスプレイ上の平面空間を、設計した画面配置に応じて分けし、それぞれに番号を振り分けた。FaceLab側では分けに応じた平面オブジェクトを作成し、視点の乗っているオブジェクト番号を時系列のデータで取得するよう設定を行った。

アトラクティブページ、プレーンページの平面オブジェクト配置をそれぞれ図5.7と図5.8に示す。アトラクティブページのアニメーションは、Flashによって時間統制が行われている。アニメーションの進行タイムラインを表5.12に示す。



Fig. 5.7: アトラクティブページ平面オブジェクト配置

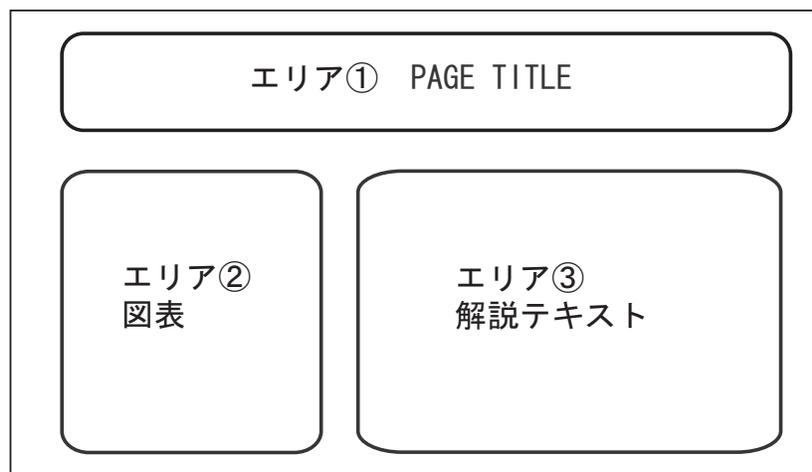


Fig. 5.8: プレーンページ平面オブジェクト配置

顔モデルの作成 顔の画像に対し、所定の個数の特徴点を指定し顔モデルを作成する。特徴点は主導で設定することが可能であり、本研究では目の両端、鼻の穴、唇端部を

Table 5.12: アニメーションタイムライン

時間 (秒)	表示内容
0~3	アニメーション開始
3~10	サブタイトルを示す図表示
10~13	住民側キャラクター登場
13~20	住民側キャラクター発言「18.8兆円もかけて燃料の再処理をするなんて、お金の無駄ではありませんか？」
20~24	事業者側キャラクター登場
24~48	事業者側キャラクター「経済的に成り立たなくても道路や下水道を整備するのと同じです。安定的に、エネルギーを供給すること。つまり社会基盤を良くするためにやらなければならないことをするのが行政の仕事です。18.8兆円はやむを得ません。」
48~50	発言間の間
50~68	住民側キャラクター発言「そこまで言うなら、18.8兆円も掛かると言っても私たちは一人ひとりはずかな金額しか払わなくていいのでしょうか？こんな話は結局、政府と専門家で決めてしまうからあまり関心はないんです。」
68~82	事業者側キャラクター発言「処分費用は電力会社が払います。その金額を払うために、電気料金を月100円程度上乗せします。結局皆で18.8兆円を払うことになります。」
82~93	金銭的話題へ移行(中央の図入れ替え)
93~95	話題移行の間
95~142	住民側キャラクター発言「結局電気料金が高くなって私達の負担になるのですか…。金銭感覚のない政府だから道路公団の高速道路のようにお金を湯水のごとく使いそうです。「止めよう六ヶ所再処理工場」によると、HLW関連の六ヶ所村の施設は作るのに当初予定の3倍かかったようです。18.8兆円だって増えるでしょう。政府や企業に任せておくとだんだんコストが増えて、結局そのつけが自分のところに回ってくるのは嫌です。裏で、儲けてるんでしょ？」
142~145	発言間の間
145~165	事業者側キャラクター発言「18.8兆円は事業全体にかかる金額で、HLWの処分にかかるのは3兆円ですね。3兆円のうち、1.39兆円が施設の建設費で、7270億円が埋設の操業費、8940億円が施設の閉鎖費です。」
165~179	住民側キャラクター発言「結局凄い金額が掛かるのですね。事業を運営するのは大変そうです。ほかのページを見たり、メールで意見を述べたりしてみようかな？」
179~187	キャラ二人が画面中央へ集合。BBSへのリンク提示。

特徴点として用いた。特徴点操作画面例を図5.9に示す。

また、アトラクティブページ閲覧で使用するトピックスのタイムラインを表5.12に示す。プレーンページは、

目線のキャリブレーション 注視方向を決定するために、キャリブレーションを行う。まず、顔モデル作成時、被験者に2台のカメラ(図5.10参照)を交互に凝視してもらい視線方向の取得の設定を行う。次いで、最終的な目線情報キャリブレーションとして別途ディスプレイ上の数点を一定時間ずつ凝視してもらう。

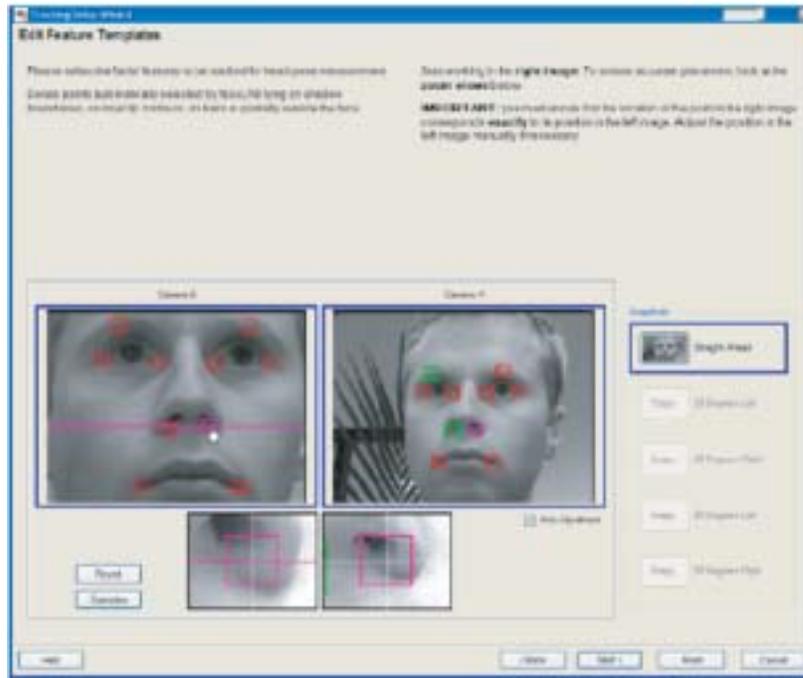


Fig. 5.9: faceLAB 顔モデル作成画面

FaceLab によるデータの取得のためには、カメラの届く範囲に被験者の顔が入っている必要がある。しかし顔を固定した実験では「自然にウェブサイトを閲覧している」状態とは言い難い。そのため、実験時には被験者になるべく一定の姿勢を保つよう依頼し、顔の位置のずれが測定に影響を及ぼす際には適宜実験者側から指示を出し、姿勢の調整を行うこととした。

また、FaceLab には測定精度に誤差があり領域を精確に抽出していないことがある。また、室内の明るさや被験者の目の大きさ、形状によりキャリブレーションが適切に行われないケースもある。そこで、正確な被験者の視点位置を得るため 3 次元ベクトルデータに対して補正を行い、空間のずれを解消したデータを元にして分析を行う。

### 5.3.4 BBS における対話

BBS における対話では、被験者の発言内容から

1. 発言量（平均発言量）
2. キーワード

をパラメータとして採取し、被験者がサイト閲覧を通してどの部分に対して興味を抱いたか、また、HLW 処分問題に大してどのような意見を抱いたかを考察する。また、



Fig. 5.10: faceLAB カメラ

FaceLab によって取得した時系列データと併せて被験者ごとの個別分析を行う。本実験では実験者側と被験者側が 1 対 1 で対話する形式を採用し、実験者側の対話内容をマニュアル化して全被験者に対して同じ対応を行うことにより、実験条件を統制した。実験者側の対応マニュアルを、図 5.11 と図 5.12 に示す。対話の内容は、閲覧トピックスが金銭的内容であることから、「HLW 処分事業には無駄が多いと思いますか？」から開始し、金銭的话题終了後、安全性・危険性的话题と移行する。定められた対話プロセスをこなした後、最後に感想を訊ねて対話の終了とする。ここで、1 対 1 の対話では、

1. リアルタイムに発言結果が画面に反映される
2. スレッドや複数ページの用意の必要がない

という 2 点の理由から、BBS の利用に代わるチャットシステムとして MSN Messenger version.6.2 を採用した。MSN Messenger は、Microsoft 社が開発したオンラインチャットシステムである。MSN Messenger を用いたチャット画面例を図 5.13 に示す。

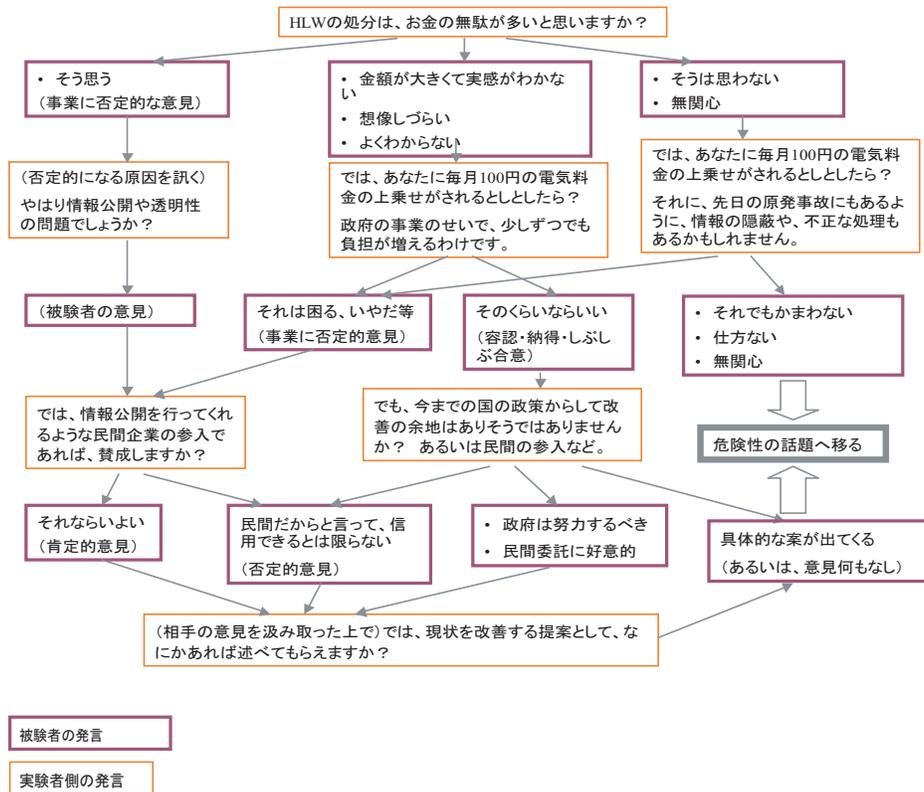


Fig. 5.11: 実験者用マニュアル (対話前半)

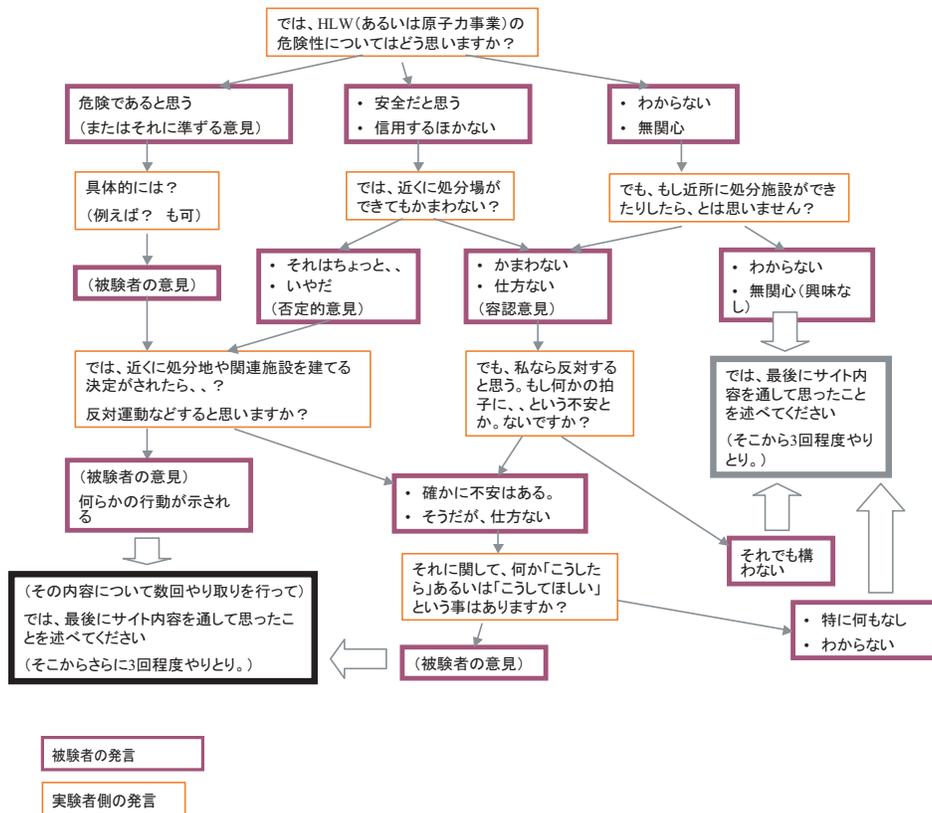


Fig. 5.12: 実験者用マニュアル (対話後半)

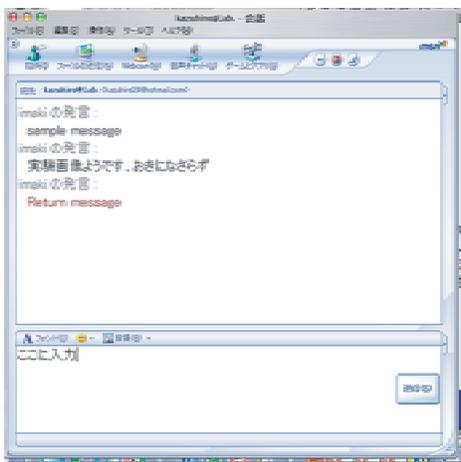


Fig. 5.13: MSN Messenger

Table 5.13: 分類番号表

番号	内容
1	HLW 関連用語、原子力関係用語
2	金銭的な単語（例:18 兆円）
3	政府や事業の信用に関する単語
4	危険性に関する用語
5	その他内容に関連する固有名詞

抽出するキーワードは、実験で被験者に提示したオープニングムービーに掲載されている HLW や地層処分に関する基本知識、金銭的话题トピックスおよび HLW 事業に対する信頼性・危険性の認識を基準としてに 5 つの群に分類した。キーワード分類一覧を表 5.13 に示す。

### 5.3.5 実験結果と考察：アンケート結果

アトラクティブページ閲覧被験者群（被験者 A～D の計 4 名）、プレーンページ閲覧被験者群（被験者 E～G の計 3 名）の事前、事後第一回、事後第二回のアンケート結果を表 5.14 と表 5.15 にそれぞれ示す。

#### アニメーションの有効性

事後第二回アンケート問（1）アトラクティブとプレーンの比較（どちらが楽しかったか）において、閲覧順序を問わず 7 人の被験者全員がアトラクティブを選択した。これを裏付けるように、事後アンケート第一回の問（3）サイトを閲覧しての印象（7 段階評価、1 点が非常に退屈、7 点が非常に楽しい。以下、同様）では、プレーンページ閲覧群が平均値 3 と「普通（4 点）」を下回っているのに対し、アトラクティブ閲覧群では平均値 5 との回答であった。以上より、ナビゲーションの導入はサイト閲覧者に対してより楽しい体験を提供できることが示された。

#### 興味関心の喚起

事前・事後第一回アンケートそれぞれの問（1）興味関心への回答では、7 段階回答で

・アトラクティブページ閲覧群：4.5    4.75

・プレーンページ閲覧群：3.0 3.0

であり、アトラクティブページ閲覧群で若干の上昇が見られたものの、両者ともに値はほぼ同じままであった。これより、ナビゲーションシステムの導入は被験者にとってより楽しいサイト閲覧をもたらしたものの、興味関心の喚起までには至らなかったことが示唆された。ただし、今回の実験が対照比較に主眼を置き、被験者に見せる内容を抑えたことから、提供する情報の絶対量不足が招いた結果である可能性がある。この点については、今後サイト全体の体験を通しての実験によって再検証を行う必要がある。

#### 閲覧による獲得知識

事前アンケートで行った問(2)知識量アンケートでは、アトラクティブページ閲覧群平均点4.5に対しプレーン閲覧群平均6点とプレーングループの方が高い値であったが、事後アンケート第一回に行った問(2)内容正誤判定問題では値が逆転し、7問中の平均正答数はアトラクティブページ閲覧群平均点4.25、プレーン閲覧群平均3点であった。両者の提供情報内容が全く同じであるにもかかわらず、事前の知識量が低いアトラクティブページ閲覧群の内容把握度が高いことは、音声とアニメーションによるキャラクタナビゲーションが内容の理解促進に有効であることを示している。すなわち、ナビゲーションによりサイトを楽しんで閲覧することで、掲載内容に対する理解が促進されたと考えられる。

#### システム構築モデルの妥当性

事後アンケート第二回の回答結果より、ナビゲーションシステム実装仮説モデルの各構成要素が機能しているかを検証する。以下に結果を述べる。

- 問(2)アニメーションのどの点が良かったかでは、全被験者7名中6名が「動きがあることで、ページ閲覧が単調にならない」を、4名が「キャラの動きがあり、見飽きない」を選択した。このことより、キャラクターによる動的ナビゲーションが情報提供に抑揚を与え、ユーザの興味を維持させる方向に作用していることが伺える。しかしその一方で、「音声と吹き出しとが対応して説明するため、内容が理解しやすい」を4名が選択したにもかかわらず「音声ガイドが役立つ」と回答した被験者は1名にとどまり、音声のみの情報提示ではユーザに対するインプレッションが低いことが示唆された。以上より、特に多量の情報を掲載する必要があるHLWについてのウェブサイトでは、動的コンテンツによるナビゲーション

の導入が効果的である一方、音声要素についてはファイルサイズ肥大化による読み込みの長時間化がサイト閲覧者の負担を招くこともあり、補助的なオプションとして利用することが適当であると考えられる。

- 問(4) 対話する形式のナビゲーションが飽きさせない内容説明に繋がったかでは7段階評価の平均値が4.9であり、一定の効果があったとする被験者が過半数を占めた。その反面、被験者Bについては、評価値1「非常に退屈である」との評価であった。被験者Bにその理由を尋ねたところ、「アニメーションのタイミングが遅く間が持たなかった」との回答を得た。また、被験者Cも問(7)の自由記述において「アニメーションがゆっくりで眠気をそそった」としていることから、より効果的な情報提供のためには汎用的に閲覧者が退屈しないスピード、タイミングのアニメーション構成にする必要がある。
- 問(6) ナビゲーションによる情報に自然に接するようになるかでは、7段階評価の平均値が5.6と非常に高い値を示した。HLWのようななじみの薄い話題であっても、キャラ・音声によるナビゲーションによって自然な対話に近い情報提供を行うことが、普段接することの少ない情報に対する抵抗を下げたことが伺える。
- プレーンページ閲覧者群の事後第一回アンケートの自由記述における「話のつながりが良くわからなかった。」「それぞれの意見がどのような立場なのかわかりにくい。」との意見から、文字と画像のみの情報では両面提示の手法で設計されたコンテンツを製作者側の意図に沿ってユーザに伝え切れなかったことが示された。

以上の結果より、本研究で示した情報提供方法のうち、特に「キャラクターの動き」によって「自然な情報提供」を行うことが情報に無理の無い範囲での抑揚を与え、ユーザをコンテンツへと惹き付けるとともに、情報に対して自然に接するよう働きかける効果があることが示された。

ただし、本実験の結果では統計的な有意は示されておらず、妥当性の確立にはさらなる多人数実験によって精確なモデルの検証を行う必要がある。

Table 5.14: アンケート結果：アトラクティブ閲覧群

質問番号	項目	回答	回答	回答	回答	アンケート内容	備考
閲覧ページ：ブレン							
事前アンケート		関山	富田	竹村	平均 (2 択は合計)		
Q01		4	3	2	3	関心	7 段階
Q02	1				3	知識	知っているものにマルをつける
	2				1		
	3				2		
	4				3		
	5				3		
	6				3		
	7				2		
	8				1		
	合計	8	6	4	平均 6		
事後アンケート							
Q01		4	3	2	3	関心	
Q02		3	4	2	3	今後、機会があれば HLW についてより詳しく調べてみようと思いますか？	
Q03		3	3	3	3	サイトの印象	
Q04	1	x		x	1	サイト閲覧で得た知識 (正誤判定)	
	2	x	x		1		
	3	x	x	x	0		
	4				3		
	5	x			2		
	6	x		x	1		
	7		x	x	1		自由記述
	合計	2	4	3	9 (平均 3)	それぞれの意見がどのような立場なのかわかりにくい。	
事後アンケート							
Q01		1	1	1	1	アトラクティブ・ブレン比較	2 択
Q02	1				2	キャラの動きがあり、見飽きない	アニメーション良い点
	2				1	対話形式でわかりやすい	
	3				1	アニメーションのおかげで、より自然に内容が伝わってくる	
	4				2	キャラに親しみを持てる	
	5				1	音声ガイドがあるのが役に立つ	
	6				2	音声と吹き出しとが対応して説明するため、内容が理解しやすい	
	7				3	動きがあることで、ページ閲覧が単調にならない	アニメーションなし良い点
Q03	1					無駄な動きがなく見やすい	
	2					自分のペースで閲覧することが可能である	
	3					文字、内容に集中できる	
	4					同じ箇所を何度も読むことができる	
Q04		6	6	5	5.7	ナビの効果で飽きない説明になっているか	7 段階
Q05		6	5	4	5	キャラの動きが起伏に富んだ説明つながっているか	7 段階
Q06		5	6	6	5.7	アニメーションや音声抵抗を下げているか	7 段階
Q07		4	4	6	4.7	対話形式の効果	7 段階

Table 5.15: アンケート結果：プレーン閲覧群

質問番号	項目	回答	回答	回答	回答	回答	アンケート内容	備考
閲覧ページ：アトラクティブ								
事前アンケート		服部	梅田	久松	米谷	平均 (2 択は合計)		
Q01		4	4	5	5	4.5	関心	7 段階
Q02	1					3	知識	知っているものにマルをつける
	2					2		
	3					1		
	4					3		
	5					4		
	6					3		
	7					1		
	8					1		
	合計	4	6	1	7	平均 4.5		
事後アンケート								
Q01		4	4	6	5	4.75	関心	
Q02		2	4	5	6	3.75	今後、機会があれば HLW についてより詳しく調べてみようと思いますか？	
Q03		5	3	5	7	5	サイトの印象	
Q04	1		x		x	2	サイト閲覧で得た知識 (正誤判定)	
	2	x	x	x		1		
	3	x	x	x		1		
	4	x		x		2		
	5					3		
	6		x	x		2		
	7		x			3		自由記述
	合計	4	2	3	6	15 (平均 4.25)	それぞれの意見がどのような立場なのかわかりにくい。	
事後アンケート								2 択
Q01		1	1	1	1	1	アトラクティブ・プレーン比較	アニメーション良い点
Q02	1					1	キャラの動きがあり、見飽きない	
	2					2	対話形式でわかりやすい	
	3					2	アニメーションのおかげで、より自然に内容が伝わってくる	
	4					1	キャラに親しみを持てる	
	5					1	音声ガイドがあるのが役に立つ	
	6					2	音声と吹き出しとが対応して説明するため、内容が理解しやすい	
	7					3	動きがあることで、ページ閲覧が単調にならない	アニメーションなし良い点
Q03	1						無駄な動きがなく見やすい	
	2						自分のペースで閲覧することが可能である	
	3						文字、内容に集中できる	
	4						同じ箇所を何度も読むことができる	7 段階
Q04		4	1	6	6	4.25	ナビの効果で飽きない説明になっているか	7 段階
Q05		5	4	6	6	5.25	キャラの動きが起伏に富んだ説明つながっているか	7 段階
Q06		6	4	6	5	5.25	アニメーションや音声抵抗を下げているか	7 段階
Q07		5	4	6	5	5	対話形式の効果	7 段階

### 5.3.6 FaceLab、BBS 分析結果とその考察

被験者ごとに、FaceLab による顔情報、BBS ログの解析結果と考察を述べる。考察に当たっては、適宜該当ユーザのアンケート結果も同時に利用する。被験者は、A～D の4人がアトラクティブページ閲覧群、E～G の3人がプレーンページ閲覧群である。

7人の被験者それぞれについて、対話内容および抽出した全キーワード内容は別途付録 F に記した。

#### 被験者 A (アトラクティブページ閲覧)

被験者 A の FaceLab データ結果グラフを図 5.14 に、対話内容の分析結果を表 5.16 にそれぞれ示す。

被験者 A の発言内容より、以下の特徴が読み取れる。

1. 原子力事業に対する反感は薄い (容認的)
2. 金銭的話題についてはあまり興味を示していない
3. チャットの発言量が多く、議論には積極的である。平均発言文字数 60.7 は全ユーザの中でも最多である。

一方、FaceLab の時系列データからは、視点領域がエリア 2 (事業者側キャラクターの説明中) にある時間帯に、サッケードが増加している。これは、原子力事業に対して比較的理解を示す被験者 A が、事業に関して初めて目にする情報に接することにより情報の取り込みが活性化したことを示唆しており、その結果として対話におけるキーワード分類で原子力関連の用語が最も多くなったと考えられる。

また、住民側が電気料金等について政府に対して不満を述べている時間帯 (95 秒～145 秒) では、サッケード数の値が極端に減少しており、これは、事業に対して容認的であること、金銭的話題についてあまり興味がないことの裏付けとなっている。

全体を通じて、サッケード数、瞬目率ともに値の変化が大きく、アニメーションによる情報提示が情報提示に起伏を与えていることを示している。

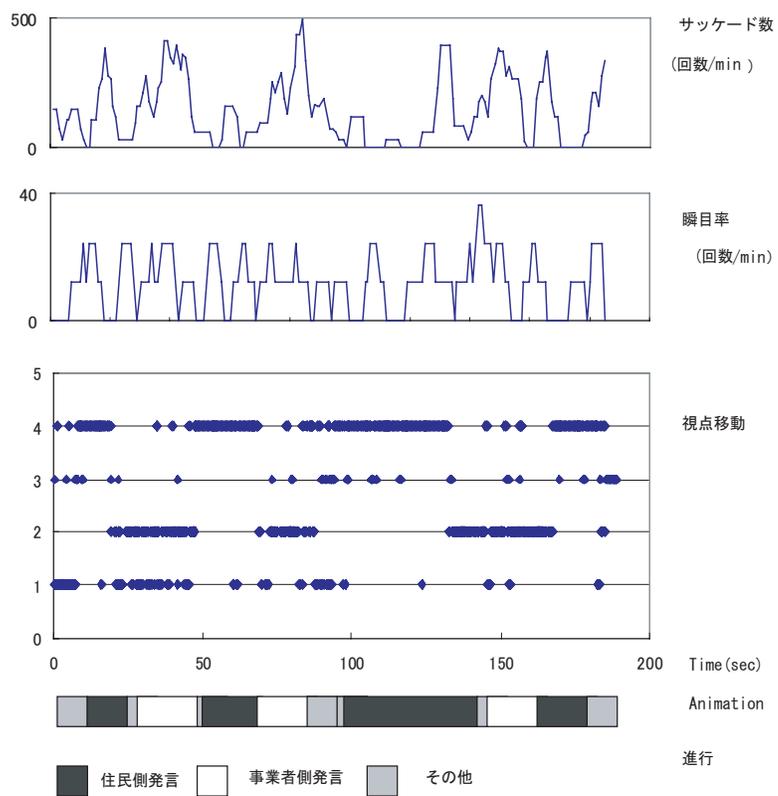


Fig. 5.14: 被験者 A FaceLab データ結果

Table 5.16: 被験者 A BBS 対話分析結果

分類	キーワード数	頻出単語 (回数)
原子力関連	9	原子力発電 (3)
金銭関連	6	18.8 兆円 (3)
政府・事業への信用	7	民間企業 (2)
危険性	6	事故 (3) 危険 (2)
その他	5	エネルギー (2)

## 被験者 B (アトラクティブページ閲覧)

被験者 B の FaceLab データ結果グラフを図 5.15 に、対話内容の分析結果を表 5.17 にそれぞれ示す。

被験者 B は、事後アンケート第一回の自由記述において、「アニメーションの速度が遅く間が持たない」との意見を述べており、事後アンケート第二回についてもアニメーションに対する評価は全被験者中最も低いものであった。それに対応して、FaceLab のグラフでも、アニメーションの開始時に目線が活発に移動したのを除けばサッケード数の値は全体に低く、またグラフの起伏も小さい。さらに、瞬目率についても、大半の時間帯について同一値 (1 分当たり 12 回) となっており、情報の取り込みに積極的でない様子が読み取れる。特に、住民側キャラクターが不信感を募らせた発言を行っているアニメーションの中盤 (50 秒 ~ 142 秒) についてその特徴が顕著であり、問題に対する関心の低さがデータとして示されている。アンケートについても、原子力関係や危険性に関するキーワードが出現しておらず、平均発言文字数も 30.5 と少ない値になっており、FaceLab のデータを裏付ける結果となっている。

Table 5.17: 被験者 B BBS 対話分析結果

分類	キーワード数	頻出単語
原子力関連	1	なし
金銭関連	5	保険 (2)
政府・事業への信用	7	信用 (2)
危険性	1	なし
その他	1	なし

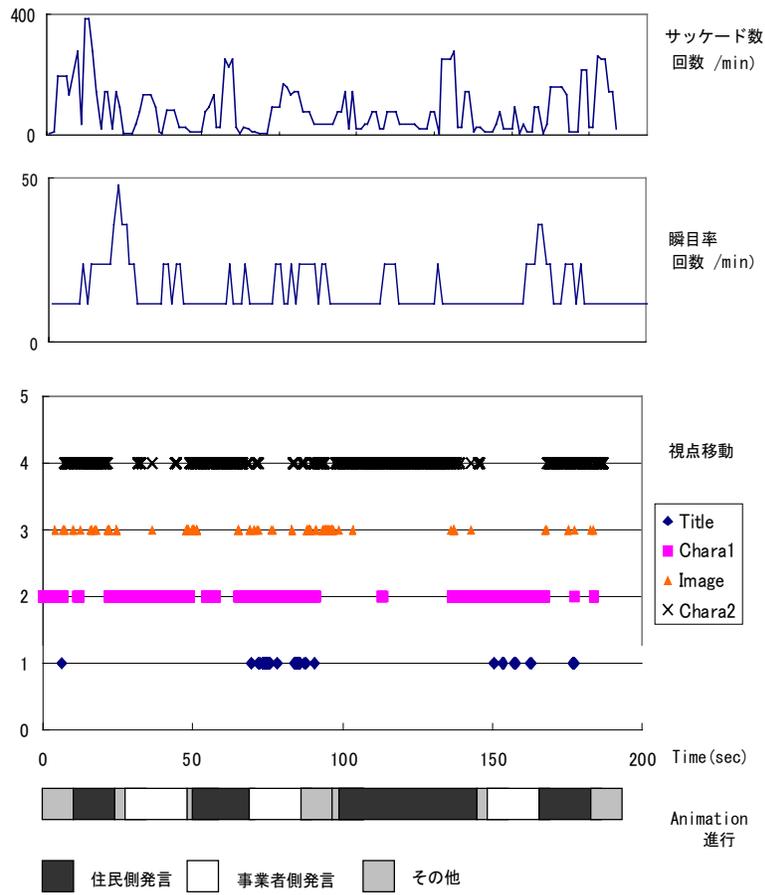


Fig. 5.15: 被験者 B FaceLab データ結果

## 被験者 C (アトラクティブページ閲覧)

被験者 C の FaceLab データ結果グラフを図 5.16 に、対話内容の分析結果を表 5.18 にそれぞれ示す。

対話におけるキーワード分析より、被験者 C の発言から得られたキーワードの大半は、政府・事業への信用に関する単語であり、特に以下の発言記録からは事業に対する強い不信感を読み取ることができる。

- 国の事業であるという点に関しては、不信感がありますね。民間の参入はよい意見だと思います。
- 国のやる仕事に対する信頼性の問題が大きいのではないかと思うので。信頼感を失わない仕事を続ける事が必要だと思います。

平均発言文字数は 31.8 と低い値であるが、これは実験者側の質問に対する同意が多いことが原因であり、不信感をストレートに表現した結果だといえる。また、被験者 C はサイト閲覧を通じて HLW 処分問題に対する興味が高まった唯一の被験者であるが、FaceLab のデータで見ると、画面の動きの激しいアニメーション開始時に常に 30 回未満と、値の低かったサッケード数が、キャラ同士の対話が進むにつれ増加し、中盤には 100 回に近い値を示している。サッケード数の急激な増加は、被験者 C がコンテンツに引き込まれ、より強い興味関心を抱いた結果によるものと考えられる。

全体を通じて、サッケード数、瞬目率ともに値の変化が大きく、アニメーションによる情報提示が情報提示に起伏を与えていることを示している。

Table 5.18: 被験者 C BBS 対話分析結果

分類	キーワード数	頻出単語
原子力関連	1	なし
金銭関連	0	なし
政府・事業への信用	5	信頼 (2)
危険性	0	なし
その他	0	なし

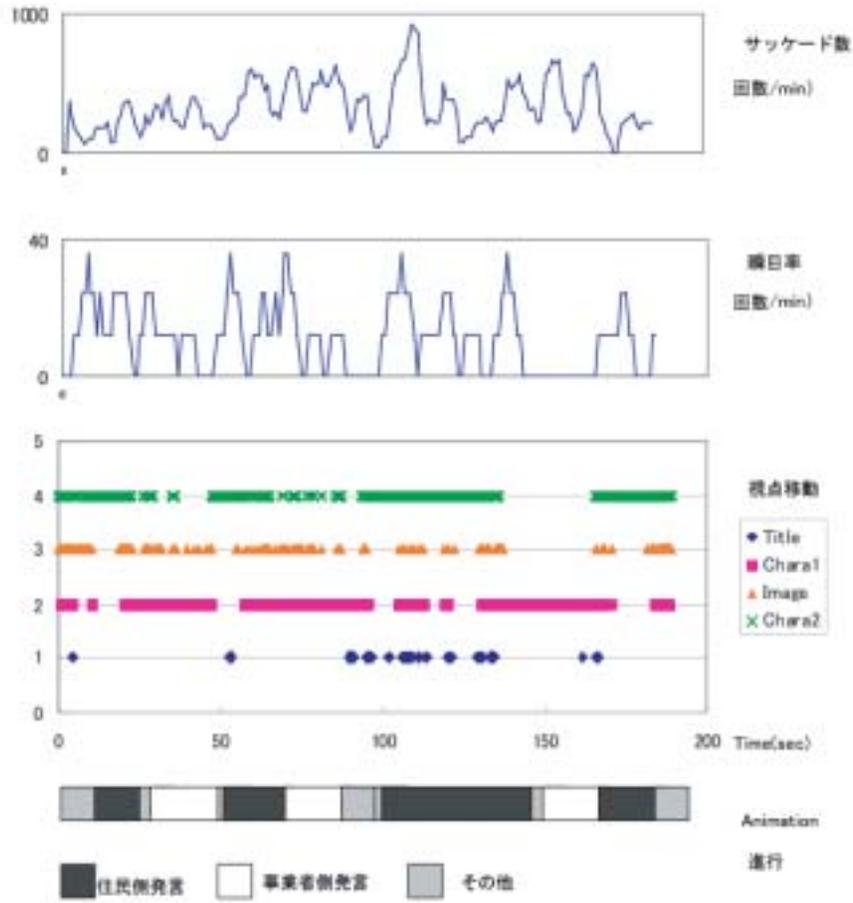


Fig. 5.16: 被験者 C FaceLab データ結果

## 被験者 D (アトラクティブページ閲覧)

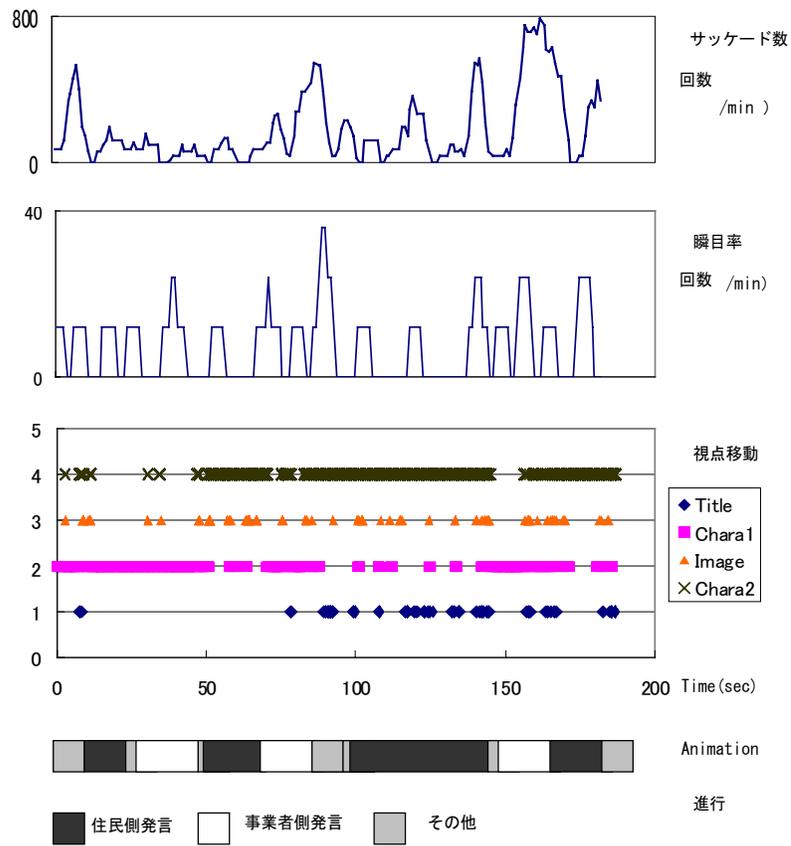
被験者 D の FaceLab データ結果グラフを図 5.17 に、対話内容の分析結果を表 5.19 にそれぞれ示す。

対話の平均文字数が 50 であり、出現キーワード数も 37 と非常に多くサイト閲覧を踏んだ上で活発に議論しようという意思が伺える。対話の最後の感想における「ド素人に HLW について伝えて興味を喚起させるにはいいと思います。基礎知識を持っている人には少し足りないかなと。会話形式はいいと思いました。」との発言からもコンテンツに興味を示していることが分かるが、被験者 D は事前の知識アンケートで 7 項目についてマルを付けており、このことが内容について「少し足りない」という意見に繋がったと考えられる。

一方、FaceLab によるデータを見ると、アニメーション前半と比較してアニメーション後半にサッケード数の上昇が見られる。これは被験者 C についてもみられた傾向であり、アニメーションの進行につれてコンテンツに引き込まれ、より強い興味関心を抱いた結果によるものと考えられる。また、瞬目率については、キャラの動作の切り替えに併せて値が増加する一方、キャラの長い発言の間 (24~48 秒、95~142 秒) は値が低くなっている。キャラの発言中は、集中して内容に見入っていたことが伺える。

Table 5.19: 被験者 D BBS 対話分析結果

分類	キーワード数	頻出単語
原子力関連	1	なし
金銭関連	5	なし
政府・事業への信用	16	公的事業 (3) 政府事業 (2) 引越す (2)
危険性	5	危険 (2)
その他	10	国民 (3)



Time (sec)

Fig. 5.17: 被験者 D FaceLab データ結果

## 被験者 E ( プレーンページ閲覧 )

被験者 E の FaceLab データ結果グラフを図 5.18 に、対話内容の分析結果を表 5.20 にそれぞれ示す。

事前アンケート結果より、被験者 E は基礎知識として訊ねた事項全てについて「知っている」と回答したにもかかわらず、事後第一回アンケートの正誤判定問題では、正解が 7 問中 2 問と全被験者数最も少なかった。ある程度の知識があったことも作用した可能性があるとはいえ、ページ閲覧時の集中力が低く、内容を漠然と読み流してしまったと推測される。FaceLab の目線データでみると、単調にページ閲覧を行っているだけであり、サッケードや瞬目率の値も、ページの切り替え時 ( 33 秒付近 ) で局所的に上昇した以外は常に平坦なグラフ結果となっている。また、平均発言文字数も 34.1 と低い数字になっている。

対話のキーワードは、殆どが政府・事業への信用に関するものとなっており、対話の中でも「情報公開」「納得」といった単語が頻出している。一方、事業主体や金銭的話題については興味が薄く、これが FaceLab の目線データでの眼球運動の低さの一因となっていると思われる。

Table 5.20: 被験者 E BBS 対話分析結果

分類	キーワード数	頻出単語
原子力関連	0	なし
金銭関連	1	なし
政府・事業への信用	9	情報公開 (2) 納得 (2)
危険性	3	なし
その他	5	説明 (3)

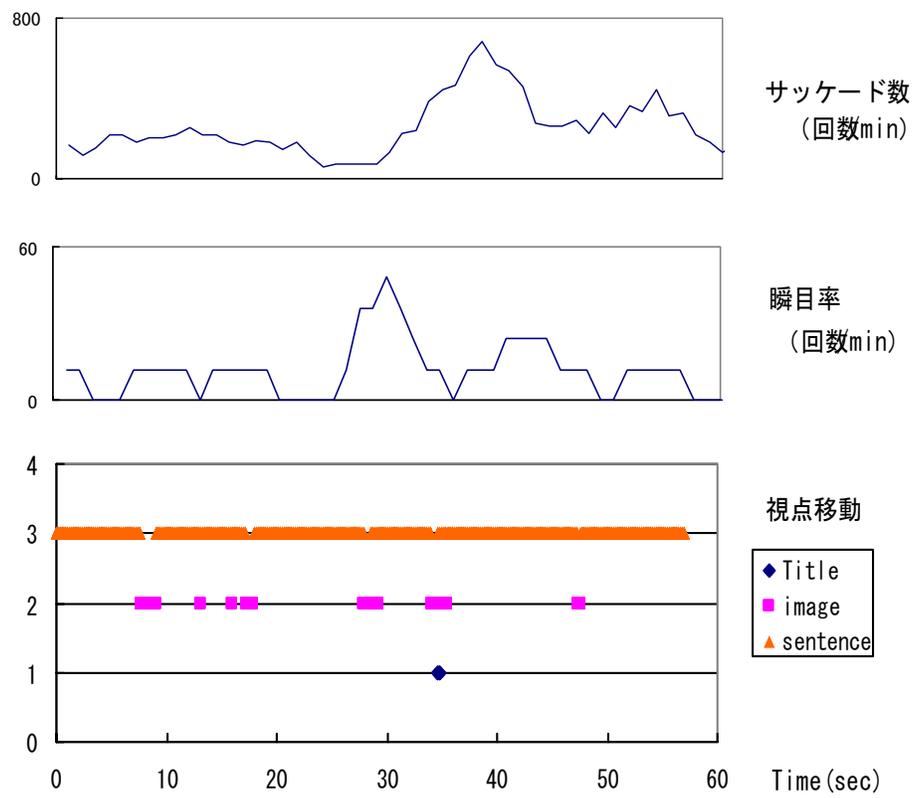


Fig. 5.18: 被験者 E FaceLab データ結果

## 被験者 F (プレーンページ閲覧)

被験者 F の FaceLab データ結果グラフを図 5.19 に、対話内容の分析結果を表??にそれぞれ示す。

FaceLab による分析結果より、閲覧時における目線位置は被験者 E と概ね同様の結果であるが、瞬目率、サッケードの変動の大きさから、眼球運動が活発に行われていることが読み取れる。また、その結果と対応して、平均発言文字数が 45.6、キーワード出現数 19 と議論における発言パラメータ値が上昇している。

事後第一回アンケートにおける自由記述では「二人の話し合いの形式の割には、話のつながりが良くわからなかった。」と述べており、プレーンページによる情報提示では、必要な内容をユーザに伝え切れなかったことが伺える。その一方で、アトラクティブページ閲覧後に行った事後第二回アンケート問 6「ナビゲーションにより自然に情報を受け入れるようになるか」との質問には、7段階中 6点と「非常にそう思う」に近い返答をしており、ナビゲーションの効果を裏付ける結果を得た。

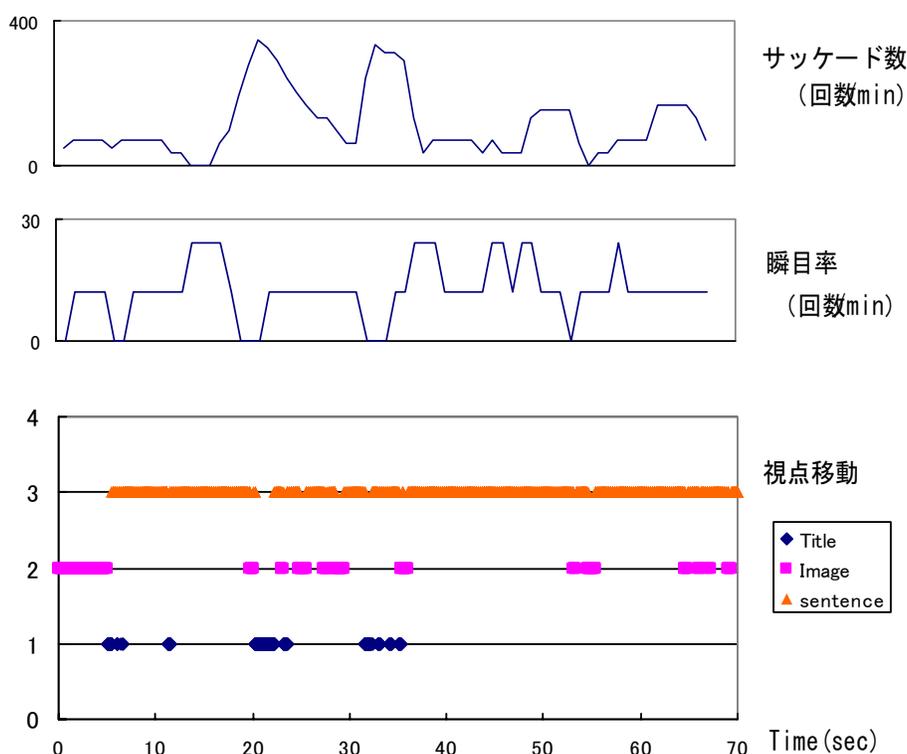


Fig. 5.19: 被験者 F FaceLab データ結果

Table 5.21: 被験者 F BBS 対話分析結果

分類	キーワード数	頻出単語
原子力関連	1	なし
金銭関連	2	なし
政府・事業への信用	8	民間 (2)
危険性	6	危険 (2)
その他	2	なし

## 被験者 G ( プレーンページ閲覧 )

被験者 G の FaceLab データ結果グラフを図 5.20 に、対話内容の分析結果を表 5.22 にそれぞれ示す。

FaceLab のグラフより、画面閲覧開始時および 27 秒 ~ 29 秒で行われたページ切り替え作業を除くほぼ全時間帯について、サッケードの値が 40 未満と非常に低い値となっており、ページ閲覧作業が単調化していることが見て取れる。被験者がサイト閲覧を興味深い、楽しい体験と捉えていないことは事後第一回アンケートにおける、「サイト評価」の回答が、7 段階評価で「3」と低いポイントであったことから分かる。

対話では、やや信用問題に対する意識が強い ( キーワード出現数 7 ) もの、全分類にわたって均等にキーワードが現れている。また、HLW 問題についての興味事態は低い、社会全体としてのエネルギーやごみ処分に関する発言を 3 度にわたって行っており、このことが対話を活性化 ( 平均発言文字数 49.4 ) させる原因となっている。

このデータより、プレーンページによるデータ提供方法では、議論意思のある閲覧者であっても十分な集中力を持って読み進めることを阻害してしまう可能性があることが

Table 5.22: 被験者 G FaceLab データ結果

分類	キーワード数	頻出単語
原子力関連	4	原子力 (2)
金銭関連	2	なし
政府・事業への信用	7	責任 (2) 管理 (2)
危険性	4	危険 (4)
その他	5	なし

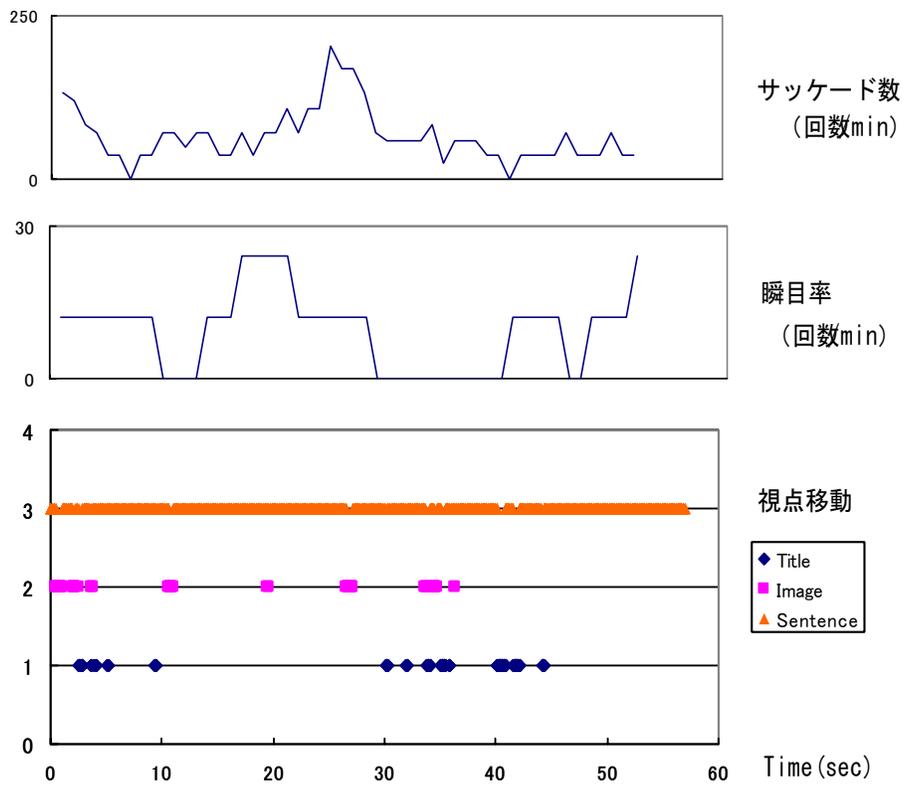


Fig. 5.20: 被験者 G FaceLab データ結果

## アトラクティブページ閲覧群とプレーンページ閲覧群の比較

以上、7名のデータより、アトラクティブページ閲覧群4名はページ閲覧時の眼球運動が激しく、瞬目率、サッケード数ともに値の変化幅が大きい。対照的にプレーンページ閲覧群3名はページ閲覧時のグラフが平坦な傾向にある。これは、アニメーションおよび音声による情報提供がユーザにとって刺激となったことを示しているが、その後の事後第一回アンケート結果において、正誤問題の正答数、ページ評価ともにアトラクティブ閲覧群のほうが高い値であったことから、本研究におけるアトラクティブな情報提供によりユーザをコンテンツに惹き付け、内容の理解を促進することができたと言える。

## 5.4 総括と今後の課題

評価実験から得られたシステム面でのアトラクティブなアプローチ結果を以下にまとめる。

- 仮説モデルに基づいたナビゲーションを実装したアトラクティブサイトによる情報提示によって、音声とテキストによる情報提示と比較して、ユーザをコンテンツに対して惹き付け、内容の理解を促進することができることが示された。
- 仮説モデルにおける7つの情報提供要素の中でも、特に「キャラクターの動き」「キャラクターによる指摘」による効果が認められた。その一方、音声による情報提示は、それ単体での効果が薄いことが示唆された。
- HLWのようななじみの薄い話題であっても、ナビゲーションによって自然な対話に近い情報提供を行うことで、情報に接する際に生じる抵抗感を軽減することが可能であることが示唆された。

このように、対話形式ナビゲーションについては被験者全員から「有効である」との回答結果を得た。その一方、情報の提示について「アニメーションの情報がゆっくりに過ぎる」「グラフを挿入して欲しかった」と複数の被験者が共通して意見を述べている。このことから、今後さらなるリスクコミュニケーションを進めるにあたっての課題として、以下の点が挙げられる。

- 閲覧者の個人差に適応できる情報提示方法として、初期段階でなるべくどの閲覧者に対してもストレスを与えない速度、タイミングでのコンテンツ提供を行うと

共に、必要に応じて閲覧者が自分で内容を早送りやスキップすることが可能な機能を付与する。

- 邪魔にならない範囲で適宜図表の挿入を増やすことで、文字、音声内容の直感的な理解を補助する。
- 被験者から直接意見は無かったものの、Flash ファイルの容量が大きいため、読み込みに時間がかかる、アニメーションが時々荒くなるといった障害が実験中に見受けられた。これは、主に音声ファイルによる負荷が原因と考えられるが、今後は一般的な環境で軽快に動作するシステムとして構成な取り込むファイルについて再検討を行う必要がある。

## 第 6 章 結論

本研究では、人々に対して HLW 処分問題に関する知識を中立的な立場から提供し、さらには人々の HLW 処分問題に対する興味関心を喚起させることで、リスクコミュニケーションを促進する手法の創出を目的とした。そして、リスクコミュニケーションのためのモデルとして、コンテンツおよびシステムの二つのアトラクティブなアプローチを考案し、モデルを元にしたウェブシステムを設計・構築した。そして、その評価を行い、今後省エネ行動支援システムを発展させる際の指針を提案した。

第 2 章では、まず高レベル放射性廃棄物処分事業計画とその現状について述べた後、リスクコミュニケーションの必要性について述べた。次に、リスクコミュニケーションの方法として、ウェブにおけるリスクコミュニケーションの特徴を述べた。そして、人々の間で HLW 処分問題に対する一定レベルの知識共有を達成し、ひいては問題に対する興味を喚起させることで、リスクコミュニケーションを促進するためのウェブシステムの構築を目的とし、具体的な作業の流れを述べた。

第 3 章では、過去の研究事例として宇田らが行った「高レベル放射性廃棄物処分に関するリスクコミュニケーションシステムの構築と評価実験」について述べ、次いでその結果を元に本研究におけるシステム構築の方向性について述べた。

第 4 章では、第 3 章で示した方向性に従い、「コンテンツ」と「システム」の二つのアプローチによるアトラクティブなインタフェース設計モデルを構築し、システムの実装内容について述べた。また、モデルに沿って作られたウェブサイトの実装画面例を示した。

第 5 章では、構築したリスクコミュニケーションシステムを使った被験者実験とその結果について述べた。実験はコンテンツ評価とシステム評価を別途に行い、コンテンツにおける設計モデル、システムにおける設計モデルの評価を行い、今後の課題を考察した。実験結果から、導入したコンテンツについて以下の評価を得た。

- コンテンツにおける環境倫理体系の導入は、サイト閲覧者の興味関心の喚起および NIMBY 意識の向上に一定の成果が見られたものの、BBS 対話における議論の活性化には繋がらなかった。
- 対話形式のコンテンツにより、閲覧者に対して中立的なサイトであるとの印象を

ユーザに与えることができた。

- 地層処分に対する安全感は、解説モードによる情報提供に比べて向上度が低い。

また、システムについては以下の評価を得た。

- キャラクターと音声によるナビゲーションシステムにより、サイト閲覧者の知識獲得を促進することが可能である。
- ナビゲーションの実装要素の中でも、特に「キャラクターが動き」「ポイントを指摘する」ことが閲覧者に対して、サイトの体験に対する好感度をもたらす。
- ナビゲーションによるサイト閲覧を通じて議論意欲が高まり、対話における発言量・キーワード数が増す。
- 一部の閲覧者にとってはアニメーションの速度がゆっくりであるため、間を持て余す結果となった。

また、今後の課題として以下の点で改善が必要であることが示唆された。

1. 議論を活性化させるコンテンツ内容の設計
2. 中立的な立場を維持しつつ、安心感を付与することができるコンテンツの設計
3. ナビゲーションにおけるテンポの改善
4. 図・表を効果的に用いた情報提示手法の構築

以上より、本研究をまとめると、提案したアトラクティブなインタフェース構築モデルに基づいて構築したリスクコミュニケーションシステムは、そのコンテンツ内容によりHLWに対する興味関心を高め、NIMBY意識を向上させることには効果的であることが示された。しかしながら、興味関心の向上が議論の活性化へとはつながらなかった。また、ナビゲーションシステムによりサイト閲覧者の知識獲得を促進するとともに、議論意欲を高めることが可能であることが示唆された。今回のシステム評価実験は、設置場所、対象者に関して1つの実践例として妥当であったが、今後被験者人数を増やし、統計的な分析からのフィードバックを行うことで、より効果的なナビゲーションシステムを構築することが可能になると思われる。また、今後の課題としてコンテンツ面では対話・議論を促進させるモデル作りが、システム面では図表の挿入、情報提供速度の改善が求められる。

# 謝 辞

本研究を進めるにあたり、研究の方向性、実験に対する考察方法など、多岐に亘る御助言を賜り、また論文をまとめる際にも懇切丁寧にご指導頂きました吉川榮和教授に心から感謝いたします。

研究全般に渡り、研究方針の決定から課題の検討まで多岐に亘るご指導を頂きました若林靖永教授に深く感謝いたします。

本研究を進める上で、様々な御助言を賜り、またシステムの構築から評価実験の際には、冷静かつ的確なアドバイスを頂きました下田宏助教授に厚く御礼申し上げます。

ノルウェーに旅立たれるまでの間、システム構築の際の技術的なご指導、そして困ったときにはいつでも温かいご指導を頂きました石井裕剛助手に深く感謝いたします。

研究の方向性、実験方法などに対する的確なご指摘を頂いた伊藤京子大阪大学助手に深く感謝いたします。

システム構築にあたり、その見事なナレーションによりキャラクターに命を吹き込み、ひいては様々な相談に乗って頂いた谷友美女史に心から感謝いたします。

コンテンツ内容の選定およびその評価実験について、多大な助力を頂いた久郷明秀氏に深く感謝します。

システムの構築や論文の執筆にあたり、私の作業負担を軽減に貢献頂いた宇田旭伸氏に深く感謝します。

実験環境の整備、装置のセッティングを始めとして多大な助力を頂いた西村泰典氏に深く感謝します。

論文執筆にあたり、パソコンなどの機器を惜しげもなく提供して下さった前嶋真行氏に深く感謝します。

研究が行き詰った際には快く相談に乗り、鋭いアドバイスと激励を送って頂いた本郷泰司朗氏に心から感謝します。

システム構築にあたり、マシンの設定やプログラミングについての的確な助言を頂いた関山友輝氏に深く感謝します。

論文執筆にあたり、資料作成、データ整備にご協力いただいた富田和弘氏、服部遥子女史、米谷健司氏に深く感謝します。

実験に際して度重なるご助力を賜った、石原研究室の梅田紗野香女史に感謝します。

実験に際して卒論執筆中にも関わらず被験者として協力していただいた竹村顕多朗氏に感謝します。

システム構築にあたり、ユーザビリティ等の重要な概念を叩き込んでいただいた株式会社 Be-Bit 社長遠藤直樹氏に心から感謝します。

多忙な激務の間を縫って、様々な相談に応じていただいた竹中工務店株式会社社員、戸田忠秀氏に心から感謝します。

研究を進めるにあたり、研究室での快適な研究生活を送るために、お世話頂いた吉川万里子秘書、駒井遥秘書ならびに、吉川研究室の学生の皆様に深く感謝いたします。

最後に、いつも陰ながら応援してくれた家族に心から感謝いたします。

## 参考文献

- [1] 特定放射性廃棄物の最終処分に関する計画（案）（通商産業省告示）（2000）
- [2] 田中豊, リスク研究誌, Vol.10 No.1 (1998) pp.45-52
- [3] 木下富雄, 科学技術と人間の共生ーリスク・コミュニケーションの思想と技術 有福考岳編著『環境としての自然・社会・文化』, 京都大学学術出版会,(1997)
- [4] 船津衛, コミュニケーション入門 (有斐閣,1996)
- [5] 下田他, アフェクティブインタフェース研究の現状と将来展望, 計測自動制御学会システム・情報部門シンポジウム 2000 講演論文集 (2000) pp.31-36
- [6] 秋山守座長, 鈴木篤之, 田辺博三, 山形浩史, E.Webb, 第1回HLW安全調査ワークショップ～国内外の動向について～における講演, 原子力安全委員会 (2002)
- [7] 坂本修一, 神田啓治, 高レベル放射性廃棄物処分技術の社会適合性向上のための枠組みとリスクコミュニケーションのあり方, 日本原子力学会和文論文誌, Vol.1 No.2 (2002) pp.228-241
- [8] 宇田他, 高レベル放射性廃棄物処分に関するリスクコミュニケーションシステムの構築と評価実験, 京都大学工学部電子電子工学科卒業論文 (2004)
- [9] わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性-地層処分研究開発第2次取りまとめ, 原子力委員会 (1999)
- [10] Dawes, R.M. , Social dilemmas. Annual Review of Psychology, Vol.31 (1980) pp.169-193
- [11] Lynn, M. & Oldenquist, A. Egoistic and nonegoistic motives in social dilemmas. American Psychologist, vol.41 (1986) pp.529-534.
- [12] Glidewell, J.C. , A theory of induced social change. American Journal of Community Psychology, Vol.4 (1976) pp.227-239

- [13] Worchel, S. , The role of cooperation in reducing intergroup conflict. In S. Worchel & W. G. Austin (Eds.), *Psychology of intergroup relations*. Chicago: Nelson Hall(1986)
- [14] Petty,R.E. & Cacioppo, J.T. , The elaboration likelihood model of persuasion. *Advances in Experimental Social Psychology*, Vol.19 (1986) pp.123-205
- [15] Aizen, I. , From intentions to actions : A theory of planned behavior. In J. Kuhl & J. Beckman(Eds.) *Action-control : From cognition to behavior*. Heidelberg : Springer. (1985)pp.11-39
- [16] Keller, J. M. , Motivational design of instruction. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional-design theories and models: An overview of their current status*. Lawrence Erlbaum Associates, (1983)
- [17] 鈴木克明, 「『魅力ある教材』設計・開発の枠組みについて ARCS動機づけモデルを中心に 」 『教育メディア研究』 Vol.1 No.1 (1995) pp.50 - 61