

HLW 処分のリスクコミュニケーションのための Web システムの構築 と実験評価

下田 宏* 宇田 旭伸 若林靖永 (京都大学)
久郷 明秀 (関西電力)
伊藤 京子 (大阪大学)

Construction of Web System for Risk Communication of HLW and its Experimental Evaluation

Hiroshi Shimoda*, Akibumu Uda, Yasunaga Wakabayashi (Kyoto University)

Akihide Kugo (Kansai Electric Power Company)

Kyoko Ito (Osaka University)

In this study, a concept of "Affective Interface" was introduced to promote risk communication for geological disposal of high level radioactive waste (HLW) and a web system was developed according to the concept. Then the web system opened to the public in order to promote them to understand the importance of the plan for HLW disposal, and the effectiveness of the web system was evaluated by the analysis of access and the result of questionnaires.

キーワード：高レベル放射性廃棄物，リスクコミュニケーション，アフェクティブインタフェース，Web システム，公開実験
(High Level Radioactive Waste, Risk Communication, Affective Interface, Web System, Experiment Open to the Public)

1. はじめに

現在、原子力発電で生産される電力は、日本の全発電量の 30%を超えており、安定して供給できる電力としてエネルギーセキュリティ上、重要な役割を担っている。さらに、CO₂ 排出量の少ない原子力発電は、地球温暖化対策の切り札と位置付けられている。日本の場合、この原子力発電で使い終わった燃料のうち、再利用できない物質は高レベル放射性廃棄物(High-Level Radioactive Waste; 以下 HLW)として処分されることになっている。この HLW の処分に関しては、現在、実現可能で最も安全な方法として、30 年間で 50 年間貯蔵冷却後、深い地層中に処分(地層処分)することが最も適切であるという結論が出され、現在処分地の候補を募集している段階である。しかし、実際には、HLW 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をほとんどの者が危険だと考えている⁽¹⁾。HLW の処理の必要性、地層処分の判断の正当性についての理解が広がり、処分地の選定に受容がすすむことが大きな課題となっており、そのために HLW の地層処分に関するリスクコミュニケーションを一層進めていくことが必要である。

そこで本研究では、このリスクコミュニケーションを促

進めるため、理性と感情をうまく融合させたアフェクティブコミュニケーションの概念を提案し、このアフェクティブコミュニケーションにしたがって HLW 処分事業への納得を促進する Web システムを構築することを目的とする。この Web システムは表情豊かな 2 体のキャラクタがデータや事例を元に HLW 処分事業に納得していく部分と専門家の発言する電子掲示板(Bulletin Board System; 以下 BBS)等から構成される。本研究は、この Web サイトを実験的に公開し評価することで、HLW の地層処分問題への社会的認知、理解、合意形成促進に資するものである。

2. アフェクティブコミュニケーションの導入

2.1 アフェクティブコミュニケーションとその特徴

リスクとは工学的に評価できるものであるが人々のリスク認知は恐るしさや未知性という感覚的な要因に左右される⁽²⁾。そこで、人々が自然に自発的に理解し直感的に納得するため、図 2.1 に示すような理性と感情をうまく融合させたコミュニケーションである「アフェクティブコミュニケーション」の実現を目指す。

ここでの納得は興味、受諾、協力行動の順に高まっていく概念であると考えた。具体的には人がある事柄 A に納得

するには、事柄 A に興味を持つことから始まり、事柄 A のうち事象 B のみ納得するという部分的な受諾や、事柄 A の全体的な概念に納得するという総論的な受諾を経る。その後その事柄 A に積極的に協力行動を行っていくものと考えた。

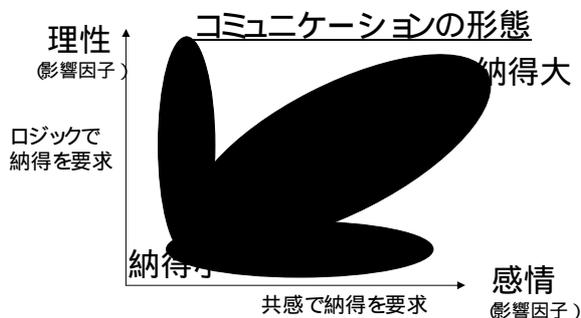


図 2.1 アフェクティブコミュニケーション

またこの納得は規範活性化理論とも表 2.1 のような関係があると考えられる。規範活性化理論に従って達成される社会協力行動に至るまでには「重要性の認知」、「当事者意識」、「自己責任」、「代償認知の克服」の 4 つのステップを達成する必要があるが、アフェクティブコミュニケーションでの納得は規範活性化理論の各ステップの達成を促進するものである。

表 2.1 納得と規範活性化理論の関係

納得へのステージ	規範活性化理論
興味・関心	重要性認知 当事者意識
消極的納得（受諾）	自己責任感
積極的納得（協力行動）	代償認知

2.2 アフェクティブコミュニケーションに基づく Web システムの構築

Web システムは、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・クライアント構成とする。この Web システムの特徴は以下の 3 つである。

- ・ 環境倫理コンテンツで環境倫理と規範活性化理論を用いる
- ・ 対話を行うキャラクタ 2 体に顔表情を付加する
- ・ BBS で HLW の専門家が発言する

まず、閲覧者の思考・内省を促すことで、単なる説得型のコミュニケーションではなく、自発的な協力行動、社会参加を促すことを環境倫理コンテンツの目標とする。加えて社会的協力行動を喚起するための条件を問題にした「規範活性化」理論(1.重要性の認知、2.非有効性認知の克服(当事者意識)、3.自己責任の認知、4.代償認知の克服、5.行為の認知(道徳意識の活性化))の流れにそったストーリーを制作した。

次に、閲覧者の共感を促すとともに、HLW 処分問題のポ

イントをわかりやすく提供するために対話を行う顔表情を付加したキャラクタ 2 体を実装した。

最後に BBS は、市民相互、あるいは専門家(事業者等)と市民との交流の場であり、感情的側面もふくむコミュニケーションをすすめる場としての役割がある。本 BBS においては、専門家がリードするのではなく、あくまでも市民の持つ不安を理解する、質問、疑問に答える、間違った事実に基づく議論の是正というようなことについて、自発的な判断にもとづいて専門家が発言するものとする。

構築した Web システムの構成を図 2.2 に示す。

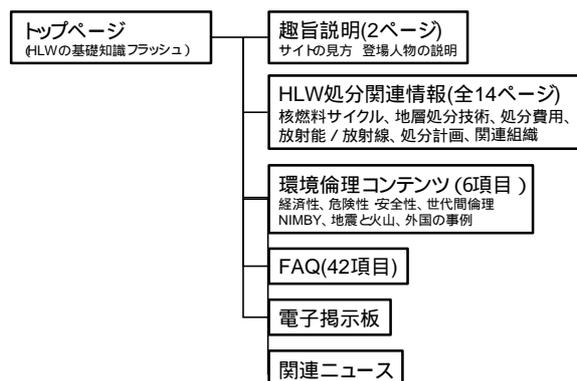


図 2.2 構築した Web システムの構成

トップページは HLW の基礎知識を示すアニメーションと環境倫理コンテンツへのリンクが張られている。趣旨説明は Web サイトの趣旨及び環境倫理コンテンツで登場するキャラクタの説明が掲載されている。HLW 処分関連情報は、主に HLW の関連知識を提供するもので RIHD(Risk Communication Model for HLW Disposal)モデル³⁾に従い構築されている。よくある質問 (Frequently Asked Question: 以下 FAQ)は、原子力発電環境整備機構や経済産業省のホームページに掲載されているより詳細な HLW の関連知識へのリンクが張られており、ある事項に興味や関心を持った場合、その事項について更なる情報の入手や知識の獲得ができるためのものである。関連ニュースは 3 章で述べる公開期間中に起こった HLW 処分の関連ニュースを掲載するものであり、現実感を高めるためのものである。BBS は、HLW 専門家(事業者)が BBS に参加しており、専門家と市民双方の意見交流により双方の考え方や態度を理解するとともに、双方の態度変容を促すためのものである。本研究は BBS で発言する専門家の共感度を高めることにより納得の達成度の向上を目指す。環境倫理コンテンツは、パブリックコメントのテキストマイニングで得た 6 つのトピックをベースに規範活性化理論に沿った会話を提供するものであり、読者の内省を促し協力行動を促進することを目的としている。環境倫理コンテンツの製作の際には以下の 3 つをポイントとしている。

- ・ 環境倫理と規範活性化理論
- ・ 対話型の両面提示

・ アフェクティブインタフェース

具体的には、図 2.3 に示すように、2 体のキャラクターが会話している様子をアニメーションで提示する。これらのキャラクターは、同調要因の 1 つである group exerting pressure⁽⁴⁾を形成することで共感を誘起するために、(1)日常生活の中のコネクタ役(専門家ではないが、地層処分に興味を持つ市民)と(ii)一般市民の立場をとっている。



図 2.3 環境倫理コンテンツの例

また、この 2 体のキャラクターは、会話の内容に応じて、図 2.4 のように表情を変化させる。この表情は、Ekman の 6 つの基本表情⁽⁵⁾をもとに Yamada の線形図形⁽⁶⁾を参考に作成した。これにより、アフェクティブコミュニケーションの目的である共感を誘起しやすくしている。



図 2.4 キャラクタの表情

さらに、図 2.3 に示したように、会話中に出てくる話題に関連する図やデータを同時に表示することで内容精緻の効果を加えて、話題の親近感を高めるとともに、自然で抵抗感のない思考パターンの構築と事実に基づく客観性を付与した。

3. 公開実験

3.1 公開実験の目的

上記のようにして構築した Web システムを公開し、広く市民、原子力関係者に活用してもらい、アクセスログやアンケートから Web システムを評価し、問題点とさらなる改

良点を抽出することを目的とする。

3.2 公開実験の方法

公開期間は 2005 年 10 月 26 日～2005 年 11 月 30 日であった。原子力に関心の高い層に公開実験を告知するために、公開日を原子力の日に合わせ、ワークショップを開催した。また、Web システムの存在を知ってもらうための方策として、新聞記事を書いてもらったり、有名サイトからのリンクの登録を行った。また、公開実験の期間中は、BBS に専門家として原子力関係者 3 名を配置し、市民からの質問に対する回答や誤った議論の訂正を依頼した。

評価の方法は、アクセスログ、BBS の書き込み、アンケートによる。すなわち、まずリンク元や閲覧ページなどのアクセスログを取得し、広告の効果や興味のあるページやアクセス日時を調べる。次に BBS の書き込みを調べることで HLW 処分の興味のあるトピックを調べる。最後にアンケートでは性別・職業・生年月日・知識・住所などの項目をフェイスシートで尋ねることで閲覧者の属性を調べ、Web システムのよかったページと理解の役立ち度を聞き Web システムの個別の効果を調べ、規範活性化理論に関する質問を聞き納得の達成度を調べ、最後に原子力の意識と Web システムの評価を自由記述でたずねた。これらのアンケートで尋ねたアンケート項目と質問文の例を表 3.1 に示す。

表 3.1 アンケート項目と質問文の例

アンケート項目	質問文
経済性の役立ち度	「燃料の再処理には 18 兆 8 千億円かかる！」は、高レベル放射性廃棄物処分問題の理解に役立ちましたか？
安全性・危険性の役立ち度	「青森県六ヶ所村には燃やしても消えない危険な HLW がある！」は、高レベル放射性廃棄物処分問題の理解に役立ちましたか？
世代間倫理の役立ち度	「HLW は 1000 年以上も放射線を出し続ける！」は、高レベル放射性廃棄物処分問題の理解に役立ちましたか？
重要性の認知	高レベル放射性廃棄物の処分問題は、重要な問題だと思いますか？
当事者意識	高レベル放射性廃棄物の処分問題に、自分も関係していると思いますか？
自己責任感	高レベル放射性廃棄物の処分問題は、自分にも責任があると思いますか？
代償認知の克服	自分が住んでいる地域に、高レベル放射性廃棄物の処分場ができることに賛成ですか？

3.3 公開実験の結果

(1) アクセス数とアクセス人数

アクセス数とは Web システムにアクセスされた回数であり、その延べ数を数える。また、アクセス人数はアクセスして閲覧者の人数である。

まず、アクセス人数についてクッキーを保存したパソコ

ンとして数えると 1742 人であった。そのうちクッキーを保存しない設定にしている人は 1 ページ閲覧するごとに別人と捉えられることから 2 ページ以上閲覧しているクッキーを数えると 532 あった。一方 IP アドレスをベースに数えるとアクセス人数は 741 人であった。そのうちクッキーが同一で異なるプロバイダから入っている人を除去すると 555 人となり、その後 1 ページ以上閲覧している人を数えると 510 人であった。その後検索ロボットを除外して算出したアクセス人数は 469 人であった。

次に、各ページのアクセス数を表 3.2 に示す。ページビューの合計は 7556 であり、トップページを除くと、BBS へのアクセス数が最も多かった。なお、経済性(テーマ 1)から外国の事例(テーマ 6)の環境倫理コンテンツのアクセス数は、各テーマの最後のページまで見られた回数のみカウントしたが、経済性(テーマ 1)から外国の事例(テーマ 6)にかけて減少傾向が見られ閲覧者に全てのテーマを読む気を起こさせることができず、今後の課題として残された。

表 3.2 各ページへのアクセス数

ページ	閲覧数	ページ	閲覧数
トップページ	2312	経済性(テーマ 1)	136
BBS	1560	安全性・危険性(テーマ 2)	95
他のサイト	769	世代間倫理(テーマ 3)	75
解説ページ	566	NIMBY(テーマ 4)	71
サイトについて	173	地震・火山(テーマ 5)	67
解説ページ目次	170	外国の事例(テーマ 6)	69
FAQ	140	関連ニュース	56
初めての方へ	117		

(2)BBS の発言

BBS の発言総数は 86、発言者総数は 22 人、スレッド数は 10 であった。そのうち本研究プロジェクトの関係者の発言総数は 37、発言者は 6 人であった。また専門家の発言総数は 14、発言者は 4 人であった。

話題は BBS の著作権の扱いやリンクの積極活用などの Web システム改善案や対話形式の不信感という Web サイトに対する不満のような Web システムそのものを話題にするスレッドが 3 つあった。また、HLW の色や重さなどの HLW そのものや密集した処分の形態の正当性や処分場の立候補地が出なかったときの対処法などについての素朴な疑問とその回答という形式をとるスレッドが 3 つあった。

また、パーゼル条約の成立のいきさつを鑑みた HLW の処理を自国内ですべきか否かの議論や、古代遺跡と地層処分に関連性の不確かさから地層処分の設計思想の議論など深い専門的な知識に基づく議論のやり取りをするスレッドが 2 つあった。

発言数が 30 と最も発言数が多かったスレッドは滋賀県余呉町の立候補検討とその断念を起点とし、立候補地が出なかった時にどうすべきかを制度面から綿密な議論を経て金

銭面での援助がよいとする結論に落ち着くという流れをとった処分の実施に関する話題であった。

HLW 処分に関する話題の多くは発言の質量ともに水準が高く高度な議論が展開された。これは原子力の専門家が集まるワークショップで公開実験の宣伝をし、そのワークショップ参加者が多く集まったためであると考えられる。

(3) アンケートの結果

アンケート回答者総数は 41 人(男 38 人、女 3 人)であった。20 代 30 代及び会社員と学生が多かったが、幅広い年齢層からの回答を得た。

環境倫理コンテンツ・キャラクタ・BBS の HLW 処分への役立ち度の回答の平均値と標準偏差を表 3.3 に示す。なお、ページを読んでいることを前提にしている質問は該当ページを読んでいない回答者の回答を有効回答から除去し、該当ページを読んでいる回答者のみを有効回答者とした。回答方法は、とてもそう思うを 5、どちらともいえないを 3、まったくそう思わないを 1 とした。

表 3.3 アンケートの結果

アンケート項目	有効回答	平均	標準偏差
経済性の役立ち度	26	4.23	0.59
安全性・危険性の役立ち度	25	4.04	0.73
世代間倫理の役立ち度	23	4.13	0.76
NIMBY の役立ち度	22	4.00	0.76
地震・火山の役立ち度	22	4.05	0.65
外国の事例の役立ち度	21	4.19	0.68
環境倫理コンテンツの役立ち度	27	4.09	0.55
キャラクタへの好感度	27	3.48	0.85
BBS の専門家の役立ち度	27	3.63	0.88

表 3.3 より、環境倫理コンテンツの 6 テーマの役立ち度は、ほぼ同じで有用であると捉えられていることが分かる。また、全ての質問において「どちらともいえない」を示す 3 以上の平均を得ており Web システムは役立つと評価された。

一方、規範活性化理論の各ステップ到達度の得点を図 3.1 に示す。すべての質問項目で閲覧前後に有意差があり作成した Web システムは HLW 処分に対する納得度を一定の水準まで高めることができる効果があると考えられる。

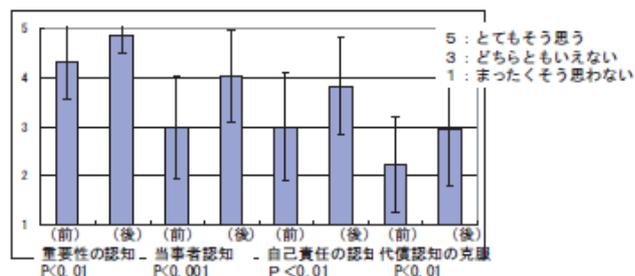


表 3.4 HLW 処分への意識の回答者の分類

	クラスタ 1	クラスタ 2	クラスタ 3	クラスタ 4	クラスタ 5	クラスタ 6
サンプル数	3	3	4	3	2	2
構成要素数	17	17	23	14	17	9
上位 1	知識*	原子力発電*	原子力*	安全*	処分場*	現在*
上位 2	コミュニケーション*	国民全員*	議論*	BBS*	設置*	自分*
上位 3	興味*	重要	廃棄物*	技術的*	土地*	国
上位 4	正確*	生活	クリーン	保管*	処分*	住む

*は p<0.05 で有意差があったことを示す

図 3.1 規範活性化理論の到達度

さらに、「高レベル放射性廃棄物の処分問題に関して、どのようにお考えですか？ 自由にお書きください。」という質問に対する回答の自由記述文をテキストマイニングにより分析した。なお、この質問の回答者総数は 20 人であった。まず、自由記述文を日本語形態素解析ソフト(Word-Miner Ver.1.1)を使用して分かち書き処理した。次に、名詞・形容詞・動詞・形容動詞の抽出や同義語の置換、接尾語の統一を行った。その後、代表的な主要意見を抽出するために、2 回以上使用された語句を抽出した。最後にサンプルごとの構成要素のクラスタ分析により「はずれ語」を 9 語抽出し削除した。その結果、20 件・602 語(延べ 1,690 語)の意見から回答者の意識を代表する用語として 17 件・48 語(延べ 158 語)を分析対象とした。そして、これらの語句を使った対応分析で回答者を 6 つのクラスタに分類した。各クラスタのサンプル数と構成要素数と検定値が高い構成要素を表 3.4 に示す。これらのクラスタは以下のように解釈できる。

- ・ クラスタ 1: 処分のための社会受容形成の必要性
- ・ クラスタ 2: 原子力発電の国民的な重要性認知の必要性
- ・ クラスタ 3: 原子力の議論の必要性
- ・ クラスタ 4: 原子力の保管上の技術的問題
- ・ クラスタ 5: 処分地建設関連
- ・ クラスタ 6: 自分の問題と捉える

これより、原子力の議論の必要性や処分のための社会受容形成などの処分事業を実施する側の立場に立った意見を述べている回答者から自分の問題と捉えだした回答者までみられ、幅広い回答者層が認められた。

続いて、Web システム閲覧前の原子力の知識程度と Web システムの環境倫理コンテンツの閲覧度を変数に加えて対応分析を行った結果を図 3.2 と表 3.5 および表 3.6 に示す。図中の大きい黒丸は対応分析の変数でウェブサイトの環境倫理コンテンツ部分を(1)全て閲覧した人、(2)一部閲覧した人、(3)閲覧しなかった人という 3 通りと、(a)閲覧前に専門的知識があった人、(b)知識が並であった人、(c)知識がなかった人の 3 通りのクロス集計の結果である。

図 3.2 よりウェブサイトを閲覧せず、知識もなかった回答者が 1 軸の負方向で独立しており、ウェブサイトを閲覧すれば知識のない人でも HLW の捉え方が変化することが認

められた。また 1 軸は閲覧の度合いにおおよそ比例する軸であり 2 軸は閲覧前の知識程度におおよそ比例する軸であると考えられる。

1 軸の正方向は興味を誘起することやコミュニケーションの必要性を述べており、負方向は国が真剣に解決しないと自分に影響が及ぶと述べており、ウェブサイトを閲覧せず、知識もなかった回答者の発言が多くを占めている。1 軸から問題への意識の違いが伺える。2 軸の正方向は解決の必要性を述べており、負方向は自分の問題と意識したこと

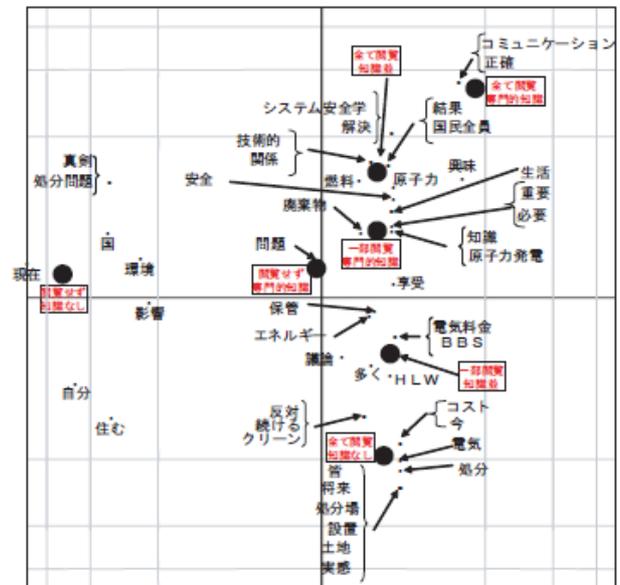


図 3.2 HLW への意識の布置図(知識・ウェブサイト閲覧度別)

表 3.5 原子力の意見の知識・閲覧度別の対応分析の結果

	固有値	寄与率	累積寄与率
1	0.524	23.6	23.6
2	0.468	21.1	44.6
3	0.458	20.1	65.2
4	0.356	16.0	81.2
5	0.290	13.0	94.3
6	0.128	5.74	100.0

以上より、ウェブサイトを閲覧することで国が解決すべきで解決できるだろう問題という考えから自分にもかかわ

り解決への努力が必要であるという考えに変わる効果があると考えられる。また、Web システムを読み知識がなかった回答者はまだ自分の問題と捉え始めたばかりであるが知識があった回答者は解決策を考えており立場の違いが伺える。

表 3.6 HLW への意識の 1 軸と 2 軸の上位要素

上位	構成要素	1 軸	構成要素	2 軸
1	興味	0.769	コミュニケーション	1.817
2	コミュニケーション	0.747	正確	1.817
3	正確	0.747	システム安全学	1.067
4	コスト	0.322	解決	1.067
5	今	0.322	関係	0.763
6	電気	0.322	技術的	0.763
7	処分	0.321	結果	0.734
8	皆	0.321	国民全員	0.734
9	実感	0.321	興味	0.623
10	処分場	0.321	燃料	0.611
下位	構成要素	1 軸	構成要素	2 軸
10	議論	0.063	コスト	-0.810
9	問題	-0.008	今	-0.810
8	影響	-1.096	電気	-0.980
7	環境	-1.212	処分	-1.116
6	住む	-1.633	皆	-1.321
5	処分問題	-1.656	実感	-1.321
4	真剣	-1.656	処分場	-1.321
3	国	-1.672	将来	-1.321
2	自分	-2.285	設置	-1.321
1	現在	-3.588	土地	-1.321

4. まとめと今後の課題

本研究では、HLW 地層処分問題について自発的に理解し直感的に納得するためにアフェクティブコミュニケーションの概念を導入し、それに従い Web システムを構築した。そして、広く社会に一般市民が原子力事業者の計画している HLW 地層処分事業の重要性を理解するために Web システムを公開した。公開実験の結果、アンケート結果から環境倫理コンテンツは HLW 処分の理解に役立つことと Web システムの閲覧により地層処分事業に対する納得が進むことが分かった。地層処分に対する意識の自由記述文のテキストマイニングから知識がなくても Web システムを閲覧すれば自分に関わる問題と捉えるようになることが分かった。一方で、アクセス数が少なく、Web サイトそのものの魅力の向上や Web システムの広告方法を吟味する必要があることがわかった。

今後の課題として、Web サイトそのものの魅力の向上や Web システムの広告の適切なタイミングと内容を吟味する

必要性や BBS での発言を引き出す努力の必要性が挙げられる。本研究で作成した Web システムは、候補地地域での議論においても、市民間等でのコミュニケーションの土台づくりに資することが期待される。本 Web システムが切実に HLW 処分問題に直面する市民にとっても意義があるかどうか、本 Web システムの活用を提案していくことが求められる。

文 献

- (1) 田中豊: “リスク研究誌”, Vol.10 pp.45-52 (1998)
- (2) P. Slovic: “Perception of Risk”, Science, 236, pp.280-285 (1987)
- (3) 宇田旭伸, 下田宏, 若林靖永, 伊藤京子, 吉川榮和: “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”, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2004 論文集, pp.1095-1100 (2004)
- (4) Ash, S.E: “Opinions and Social pressure”, Scientific American, pp.31-35 (1955).
- (5) Ekman: “表情分析入門”, 誠信書房 (1987).
- (6) Yamada, H.: “Visual information for categorizing facial expression of emotions. Applied Cognitive Psychology”, No.7, pp.257-270(1993).