

## 情報の流れに着目したハイパーリンクへの ゆるやかな制約の導入とその検証

### A study of introducing loose restriction into hyperlink focused on information flow

○須藤 秀紹<sup>†</sup> 川上 浩司<sup>††</sup> 半田 久志<sup>†††</sup>

○Hidetsugu SUTO<sup>†</sup> Hiroshi KAWAKAMI<sup>††</sup> Hisashi HANDA<sup>†††</sup>

<sup>†</sup>秋田公立美術工芸短期大学産業デザイン学科

<sup>††</sup>京都大学大学院情報学研究科

<sup>†††</sup>岡山大学情報工学科

<sup>†</sup>Department of Industrial Design, Akita Municipal Junior College of Arts and Craft

<sup>††</sup>Graduate School of Informatics, Kyoto University

<sup>†††</sup>Department of Information Technology Faculty of Engineering, Okayama University

**キーワード** : ウェブ・デザイン (website designing), ハイパーリンク (hyperlinks), ゆるやかな制約 (loose restriction), チャンネル理論 (channel theory)

**連絡先** : 〒010-1632 秋田市新屋大川町12-3 秋田公立美術工芸短期大学 産業デザイン学科  
須藤 秀紹, Tel.: (018)888-8108, Fax.: (018)888-8109, E-mail: suto@amcac.ac.jp

#### 1. はじめに

ウェブ・サイトのデザイナーを悩ませる原因の一つは、自分の開発したサイトでユーザがどのような行動をとるかが明確ではない点にある。慎重にページ間の構造を作り込んでもユーザはデザイナーの意図を正しく理解してくれるとは限らない。同様にユーザも、無神経に作られたサイトに遭遇したとき、デザイナーの意図を押し量りながらクリックすべき場所を探すことになる。

これらの原因として、ユーザ・デザイナー間でリンクに対する認識が異なることが挙げられる。ハイパーリンクを張る理由は千差万別であるのにも関わらず、リンクには1つの基本タイプしか存在しないからである。その結果ユーザは、デザイナーが意識していたはずの“リンクの意味”を利用して

情報を辿ることができなくなる。そのため、実際の探索対象は有意味な関連性のある意味論的内容が存在している場所<sup>1)</sup>であるにも関わらず、ユーザは形式的で統語論的な記号処理によってクリックすべき場所を決定しなければならない。つまり、ウェブ内部の情報を効率よく検索するには、統語論的な記号処理の技術と意味的な構造を結び付ける能力が求められることになる。

語句の意味を意識したウェブ上の情報検索のための技術として、セマンティック・ウェブやウェブ・オントロジーの分野が研究されている。しかしこれらの分野は、規定しなければならない概念の規模が広大であり、一般の用途への実用化は困難なのが現状である<sup>2)</sup>。そこで本稿では、ハイパーリンクに“ゆるやかな制約”を与えることによって、ユー

ザ・デザイナー双方にリンク先の情報に関して共通の概念を与えることを試みる。これによって情報の流れが明確化され、意味論的な繋がりを意識した情報検索が可能になると期待される。

## 2. ウェブサイトを介した情報伝達における問題点

### 2.1 デザイナーの視点

情報アクセシビリティの観点から、ウェブ内の情報は意味的な結びつきによって構成されることが望ましい。たとえば、ヤフー<sup>3)</sup>に代表されるディレクトリー型検索エンジンは、情報アクセシビリティを考慮した意味的な情報階層構造を独自に構築している。しかし、誰もが手軽に情報発信が可能であるというウェブ・メディアの特性を考えたとき、全ての情報発信者にこのように適切な情報階層構造構築を求めることは困難であると言わざるを得ない。

適切な情報階層構造構築を困難にさせると思われる要因として以下のような項目を挙げることができる。

- 1) 個人の経験差から生じるメンタルモデルの違い。
- 2) 発信しようとする情報に対する知識の違い。
- 3) 更新作業を複数のスタッフが行うため、論理的な構造が次第に崩れて行く。
- 4) そもそも情報の階層構造という概念が無い。

1, 2は前述のウェブ・オントロジーなどの研究分野で解決が目指されている。本稿では、リンクに意味論的構造に基づく制約を与えてデザイナーに階層構造を意識させることによって、3, 4の解決を目指す。

### 2.2 ユーザの視点

一般的なユーザはウェブ上を過ごす時間の多くを、次にクリックするものを探すことに費やす。このとき「本当にこれで正しいのだろうか？」と考えながらのクリックは大きな心的コストを伴う<sup>4)</sup>。つまり情報検索中のユーザは、クリックすべき項目が分からなかったり、クリック後、予想外の情報が表示されたりした場合に大きなストレスを感じるようになる。これらの事態は、ウェブを構築したデザイナーの意図が、うまくユーザに伝わら

なかった場合に発生すると考えられる。

不慣れなユーザがXOOPS<sup>5)</sup>やZOPE<sup>6)</sup>といったCMS (Contents Management System) を用いたサイトや、最近流行しているweblog<sup>7)</sup>サイトを訪れた場合、どこをクリックすれば内部のコンテンツにアクセスできるのかが直感的に分からず悩むことになる。これは、リンクが付けられている項目の多くがバナー広告のように見えることから、企業広告のためのページに移動してしまいそうな印象を受けるためであると考えられる。このときユーザは、リンク先にどのような性質の情報があるかについて確信が持てないため、コストの大きい「クリック」という行為にためらいを感じているといえる。リンク先の情報の性質に適したリンクが用意されていれば、情報検索におけるストレスを軽減できると考えられる。

## 3. “ゆるやかな制約”の導入

ユーザのリンク先情報の予測を困難にしている原因の一つとして、リンク先として設定可能なページの自由度があまりにも大きいことが挙げられる。そこでこの自由度をゆるやかに制約するために、新たに4種類のリンク・タイプを導入する。

まず最初に、それぞれのリンクで接続される情報の単位について考える。

### 3.1 情報の分節化

ウェブサイトのページは、デザイナー独自の概念で分節化された情報の単位である。たとえば、1つの文章が長くなりすぎたと感じた場合には、2つのページに分割するし、逆に短い内容であれば性質の異なる情報を1つのページに詰め込んでしまう場合もある。

そのためユーザは、情報を閲覧する際、常にデザイナーの意図を推し量ることが求められる。これはページという単位がウェブ上の情報の文節として不適切であることを意味する。そこで「ひとかたまりの情報」の単位として“ユニット”の概念を導入する。

たとえば、作品ポートフォリオや商品一覧のページなど、並列の意味を為す複数のページを「1ユニット」にまとめて考える。その結果、ウェブサイトはユニットをノードとした情報階層構造と捉

Table 1 リンクアイテムとリンク先情報の性質 (1)

概念	リンクの特性	リンク先の情報
デザイナー	外部 内部 ナビゲーション	関連知識 下位・並列・上位知識 並列・上位知識
ユーザ	戻る 進む 参照	検索中 参照中・検索中 参照中

えることが可能になる。

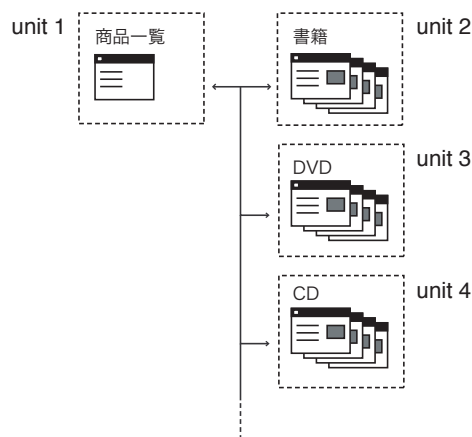


Fig. 1 ユニットの例

図1にユニット概念の一例を示す。たとえば unit2 に含まれるページは全て書籍の商品紹介に関する情報を含んでいる。これらのページは並列知識として取り扱う。

### 3.2 リンクの種類

表1は、デザイナーとユーザそれぞれの立場から見た、ウェブページ上のリンクを付けられた項目と、リンク先情報の性質との関係をまとめたものである。ここで「参照中」とは、現在参照している情報の続きであることを意味する。

一般にデザイナーは、ファイルへのリンクなのか、URLへのリンクなのかの違いから「自サイト内のページへのリンク」「外部へのリンク」に区別に関しては比較的強く意識している。また、「トップ」「戻る」「次へ」などのナビゲーションリンクは特別なものと認識している。

一方ユーザは、情報検索中、参照中の二つのモードを持ち、ブラウザのボタンにあるような「戻る」「進む」といった操作を意識している。特に「戻る」行為は、現在のページが役に立たないと判断した直後に選択される傾向がある<sup>8)</sup>。

Table 2 リンクアイテムとリンク先情報の性質 (2)

概念	リンクの特性	リンク先の情報
デザイナー	外部 内部 ユニット内 ナビゲーション	関連知識 下位・並列知識 並列知識 上位知識
ユーザ	ユニット間 ユニット内 参照	検索中 参照中 参照中

前節の分節化に関する考察と、上記のデザイナー・ユーザの意識の対象の違いに関する考察に基づいて、「外部リンク」「内部リンク」「ユニット内リンク」「ナビゲーションリンク」の4種類のリンクタイプの概念を導入する。これらのリンクを特定することによって、デザイナーとユーザとの間で、サイト内の情報の構造を共有することが可能になる。

**外部リンク (external link)** 設計対象サイトの外側へのリンクであり、サイトの出口に位置する。基本的にサイト内の任意の位置に設定可能とする。

**内部リンク (internal link)** サイト内部のユニット間を接続するリンク。メニューなど、他のコンテンツへの移動ではこのリンクを用いる。

**ナビゲーションリンク (navigation link)** 「戻る」「次へ」といったリンク。意味的な接続関係をもたず、サイト内を自由に移動するために用いる。任意の上位階層ページに戻るために設置されている「パン屑リンク<sup>4)</sup>」もナビゲーションリンクに含む。

**ユニット内リンク (intra-unit link)** 同じユニット内の情報を接続するリンク。このリンクで結ばれた先には、リンク元と同階層の情報が存在する。

ユニット概念導入後、デザイナーとユーザそれぞれの立場から見た、リンク項目とリンク先情報の関係は表2のように変化する。

デザイナーの立場からは、ナビゲーションリンクを上位知識へのリンクに限定したことによって、その機能が明確になった。またユーザの立場からは、情報検索中にクリックすべき項目と情報参照

中にクリックすべき項目が明確に分離された。

#### 4. 情報の流れの分析

本章ではチャンネル理論<sup>9)</sup>を用いて、ウェブサイトのデザイナー・ユーザ間の情報の流れをモデル化し、前章で導入した4種類のリンクによる効果について考察を加える。

##### 4.1 チャンネル理論

チャンネル理論は、状況意味論<sup>10)</sup>の構築と平行して Barwise 等によって整備された情報の流れを取り扱う数学的道具である。チャンネル理論では、世界の一部を局所的に切り出した分類域 (classification) が設定される。分類域  $A$  は次の三項から構成される。

- 1) 分類されるべき対象 (トークン) の集合:  $tok(A)$
- 2) トークンを分類する型 (タイプ) の集合:  $typ(A)$
- 3)  $tok(A)$  と  $typ(A)$  の二項関係:  $\models_A$

$\alpha \in tok(A)$ ,  $\alpha \in type(A)$  に対して  $a \models_A \alpha$  のとき、 $A$  において「 $a$ が $\alpha$ に分類される」という。

また、情報射 (infomorphism) が二つの分類域の間に以下のように定義される。 $A$  と  $B$  を分類域とし、 $f^\wedge : typ(A) \rightarrow typ(B)$  と  $f^\vee : tok(A) \rightarrow tok(B)$  を写像とする。ここで  $\forall \alpha \in typ(A)$ ,  $\forall b \in tok(B)$  に対して次の条件を満たすとき、 $\langle f^\wedge, f^\vee \rangle$  を  $A$  から  $B$  への情報射という。

$$f^\vee(b) \models_A \alpha \iff b \models_B f^\wedge(\alpha)$$

一般に、情報射はチュー変換<sup>11)</sup>の一つと考えることができ、チューマップで表現できる。

##### 4.2 チャンネル理論の導入

図2 (A) は、ページ単位に分節化された情報をインタフェースとした、デザイナー、ユーザ、ウェブサイトの関係をチャンネル風に模式図としたものである。図中の矢印は情報射を表す。また、破線で囲った範囲I, II, IIIは、それぞれ以下のようなチャンネルを表す。

- I) 「ページ上のリンクタグでマークアップされた文字または図形」を介して「設計者が想定した現ページとリンク先ページの関係」と、「閲覧者がイメージするリンク先の情報」をつなぐ。
- II) 複数のページによってウェブサイトが構成さ

れる。

III) ウェブサイトを介して複数の閲覧者がどのように情報を共有するか。

一方、同図 (B) は、ユニット単位に分節化された情報をインタフェースとした、デザイナー、ユーザ、ウェブサイトの関係を表したものである。ここでは、複数のユニットによってウェブサイトが構成されている (II')。

##### 4.3 情報チャンネルによる表現

**ページに関する分類域** ページ内でリンクを付けられる要素  $l_n$  は、バナー、メニュー、アイコン、文字の4種類が考えられる。また、これらのリンク先の情報の、現ページから見た性質  $\alpha_n$  は、新規なもの、現在参照している情報の続き、既に参照した情報の履歴、の3種類に分類することができる。

ここでメニューとは、他コンテンツへの移動に用いられる要素を指す。現在のページからみて、詳細な情報への移動に用いられる場合と上位概念に戻るために用いられる場合の2種類のリンクが考えられる。またアイコンとは矢印や家の形をしたボタンで、「戻る」「トップ」「ホーム」など、サイト内の移動に用いられるものを指す。

$l_n$  をトークン、 $\alpha_n$  をタイプとする分類域  $Pg$  をチューマップを用いて表現すると以下に示すようになる。

		$typ(Ps)$		
		新規 $\alpha_1$	参照 $\alpha_2$	履歴 $\alpha_3$
$tok(Ps)$	$l_1$ バナー	1	0	0
	$l_2$ メニュー	1	0	1
	$l_3$ アイコン	0	1	1
	$l_4$ 文字	1	1	0

**ユーザに関する分類域** ウェブサイトを参照しているユーザの行動  $m_n$  は、戻る、進む、参照、中断の4種類が考えられる。これらは、ブラウザのもつ基本機能に対応したものである。また、「参照」は、一連の情報を読む行動を意味する。また、ユーザの状態  $\beta_n$  としては、情報を探している、情報を参照しているの2種類に分類できる。

$m_n$  をトークン、 $\beta_n$  をタイプとする分類域  $Us$  をチューマップを用いて表現すると以下に示すよう



リンクを禁止した場合の、ユーザ・ユニット・デザイナー間の情報の流れについて考える。

ユニット内でリンクを付けられる要素  $l_n$  は、バナー、メニュー、ユニット内リンク、ナビゲーションリンクの4種類である。また、これらのリンク先の情報の性質  $\alpha_n$  はページの場合と同様、新規なもの、現在参照している情報の続き、既に参照した情報の履歴、の3種類に分類することができる。

$l_n$  をトークン、 $\alpha_n$  をタイプとする分類域  $Ut$  をチューマップを用いて表現すると以下に示すようになる。

		typ( $Us$ )		
		新規 $\alpha_1$	参照中 $\alpha_2$	履歴 $\alpha_3$
tok( $Us$ )	$l'_1$ バナー	1	0	0
	$l'_2$ メニュー	1	0	1
	$l'_3$ アイコン	0	1	0
	$l'_4$ 文字	0	0	1

ユニットの概念を明確にしたことによって、ユーザはユニット間の移動であるか、ユニット内の移動であるかを意識するようになる。よって分類域  $Us$  は、以下に示す  $Us'$  のように変化する。

		typ( $Us'$ )	
		中 断 $\beta_1$	中 断 $\beta_2$
tok( $Us'$ )	$m'_1$ ユニット間移動	1	0
	$m'_2$ ユニット内移動	0	1
	$m'_3$ 参照	0	1
	$m'_4$ 中断	0	0

これは、表2下に示すユーザ側の概念を表す。

同様にデザイナーはウェブサイト設計時にこれらのリンクを意識するようになるため、分類域  $Ds$  は、以下に示す  $Ds'$  のように変化する。

		typ( $Ds'$ )			
		関連知識 $\gamma_1$	下位知識 $\gamma_2$	並列知識 $\gamma_3$	上位知識 $\gamma_4$
tok( $Ds'$ )	$n'_1$ 外部リンク	1	0	0	0
	$n'_2$ 内部リンク	0	1	1	0
	$n'_3$ ユニット内リンク	0	0	1	0
	$n'_4$ ナビゲーションリンク	0	0	0	1

これは、表2上に示すデザイナー側の概念を表す。

その結果、分類域  $Ut$  を核として分類域  $Us'$  と分類域  $Ds'$  の間に形成される情報チャンネルは、図4に示すようになる。これは、Fig.2 (B) のIで

示した部分を意味する。

同表から、ユニットを核としたことによって、

- 外部リンクはサイト外へ出てしまうこと ( $n'_1 \rightarrow l'_1 \rightarrow m'_4$ )
- ユニット内リンクであること ( $n'_3 \rightarrow l'_3 \rightarrow m'_2$ )
- ナビゲーションリンクはユニット間の移動であること ( $n'_4 \rightarrow l'_4 \rightarrow m'_1$ )
- 参照中は、主に並列知識を辿っていること ( $\beta_2 \rightarrow \alpha_2 \rightarrow \gamma_3$ )

などの理解が可能になったことが分かる。

Table 4 分類域  $Ut$  を核とした情報チャンネル

		typ( $Us'$ )		typ( $Ut$ )			tok( $Ut$ )				tok( $Ds'$ )			
		$\beta_1$	$\beta_2$											
tok( $Us'$ )	$m'_1$	1	0	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$l'_1$	$l'_2$	$l'_3$	$l'_4$	$n'_1$	$n'_2$	$n'_3$	$n'_4$
	$m'_2$	0	1											
	$m'_3$	0	1											
	$m'_4$	0	0											
		0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
		1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0
		0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0
		1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
				$\gamma_1$	$\gamma_2$	$\gamma_3$	$\gamma_4$							
				typ( $Ds'$ )										

## 5. 実験と考察

3章で導入した4種類のリンクによる“ゆるやかな制約”の効果と4章の分析結果を検証するために実験を行った。本章では実験方法について述べた後、実験結果への考察を加える。

実験に用いたのは、秋田公立美術工芸短期大学美術工芸学科<sup>12)</sup>の卒業制作作品、1997年卒業から2004年卒業分604点のカタログサイト、site A と site B である。同学科には木材工芸、漆工芸、金属工芸（鋳金）、金属工芸（彫金）、織染（織）、織染（染）、窯芸（ガラス）、窯芸（陶磁）の5コース8分野があり、それぞれ10名前後の学生を指導している。実験用サイトは、各年度ごとにそれぞれの分野の卒業制作作品を掲載したものであり、site A、site B とまったく同じ構造をしている。図3に実験用サイトのサイトマップの一部を示す。site A は全てのリンクが青色（navy）で表されている。

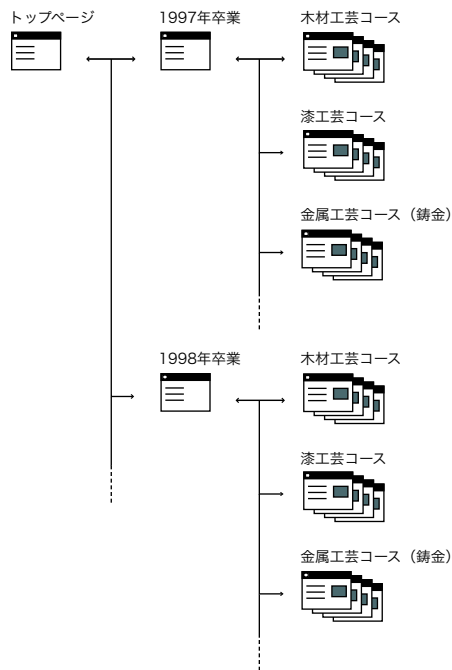


Fig. 3 実験用サイトのマップ

これに対して site B はリンクに対する制約が導入されており、外部リンクが水色 (darkcyan) 内部リンクが青色 (navy) ナビゲーションリンクが紫 (darkviolet) UNIT内リンクが赤色 (orangered) で表されている。

被験者には以下の1~3の作業を、site A と site B のそれぞれで行ってもらった。

- 1) 検索対象作品の写真を示し、同じ写真の掲載されたページを探してもらう。(タスク 1)
- 2) 指定した分野群の中から一つの分野を選択し、その中でもっとも気に入った作品を探して貰う。(タスク 2)
- 3) 作業したサイトについてのSD法<sup>13)</sup>によるアンケートに回答してもらう。

タスク 1 で検索対象とする作品は、窯芸 (ガラス) 分野の作品 x と、金属工芸 (彫金) 分野の作品 y とした。x は一見すると陶磁のように見える作品を、y は一見すると材質が木のように見える作品を選択した。タスク 2 では、分野群1を木材工芸、金属工芸 (鋳金)、織染 (織)、窯芸 (ガラス) の各分野、分野群2を漆工芸、金属工芸 (彫金)、織染 (染)、窯芸 (陶磁) の各分野とした。

また、実行の前後による影響をなるべく少なくするために、被験者をG1からG4の4つのグルー

プに分けて以下の順番で実施した。

グループ	1		2	
	検索対象	分野群	検索対象	分野群
G1	site A		site B	
	x	1	y	2
G2	site A		site B	
	y	2	x	1
G3	site B		site A	
	x	1	y	2
G4	site B		site A	
	y	2	x	1

被験者は、18歳から23歳の、ブラウザの操作に慣れた大学生男女16名である。図4に実験結果の平均と分散を示す。

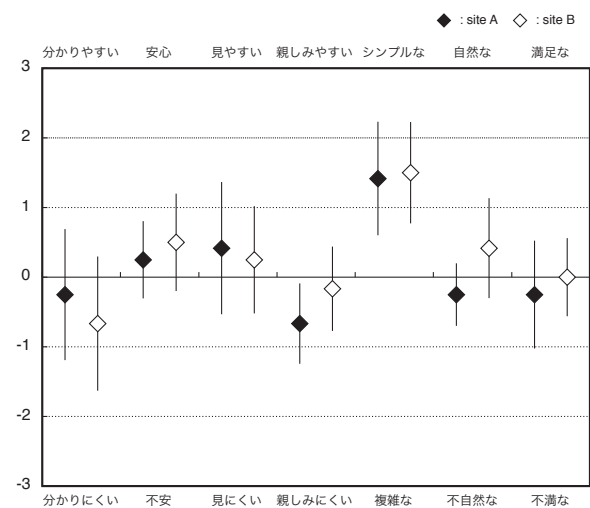


Fig. 4 実験結果

グラフから、site A と site B で、安心感、親しみやすさ、自然さで有意な差が認められる。これは、リンクの色以外全く同一の階層構造・デザインであることから、ユニットを核にしたことによって被験者がデザイナーのリンクに対する意図を理解可能になったという、4.3節の考察を裏付けるものである。

分かりやすさについては site A の方が高い値となった。これは、タスクの実行前に被験者に対して行った4種類のリンクについての説明が、少し難しい印象を与えたためではないかと考えられる。これについては、ユーザが操作に慣れることによって改善されるものと思われる。

見やすさについても、有意な差とは言えないながらも site A が高い値となった。これは、今回の実

験に用いた色の種類に問題があったと考えられる。見やすさそのものは、ユーザのリンクに込められた意図の理解度とは直接的には関係ないが、本稿の提案を実現するために重要な要素であり、今後検討する必要がある。

## 6. おわりに

本稿では、ウェブサイトの構造に“ゆるやかな制約”を与えるために「ユニット」という情報単位を導入した。そして新たに4種類のリンクを導入し、ユニットを中心とした情報の流れを促す枠組みを提案した。ウェブサイトのデザイナーは、制約に従ってウェブサイトを構築することによって、必然的に有意な階層構造を作り出すことが可能になる。またユーザは、リンクの種類を意識することによって、デザイナーの意図を理解することができる。その結果、現在のページとリンク先のページの間の相対的な意味関係を推測することが容易になり、情報検索におけるストレスの軽減が期待できる。これは、ウェブサイトのデザイナー・ユーザ双方の立場からのユニバーサルデザイン実現に繋がるものである<sup>14)</sup>。

また、これらの効果を確認するために、ユニット導入前後の情報の流れをチャネル理論を用いてモデル化した。モデルを検証した結果、ユニット導入後、情報検索中と情報参照中のそれぞれの場合にクリックすべき項目が明確になったことが分かった。さらに実際に制約を導入したサイトを用いた実験を実施し、その結果から本稿で提案した“ゆるやかな制約”導入の有効性を確認した。

今後、実際にどのような仕組みを用いて制約を与えるかの検討が必要である。現在、CMSの拡張という形での実装について検討を進めている。また、実際に制約を導入して作成したウェブサイトの評価方法についても検討する必要がある。

## 参考文献

- 1) ヒューバート・L・ドレイファス, インターネットについて 哲学的考察, 産業図書, 2002.
- 2) 松尾和洋: セマンティックWebは Next Big Thing?, 情報処理, 45-5, pp. 540-541, 2004.
- 3) <http://www.yahoo.co.jp>
- 4) Steve Krug, ウェブユーザビリティの法則, ソ

フトバンクパブリッシング, 2001.

- 5) <http://jp.xoops.org/>
- 6) <http://zope.jp/>
- 7) 武田英明, 大向一輝: Weblog の現在と展望 - セマンティック Web およびソーシャルネットワークワーキングの基盤として -, 情報処理, 45-6, pp. 586-593, 2004.
- 8) J. M. スプール他: Webサイト ユーザビリティ入門, 東京電機大学出版局, 2000.
- 9) J. Barwise and J. Seligman, Information flow, Cambridge University Press, 1997.
- 10) J. Barwise and J. Perry, Situations and attitudes, CSLI Publications, 1999.
- 11) V. Gupta: Chu Spaces: A Model of Concurrency, Ph. D Thesis, Comp. Sci Dept., Stanford Univ., 1994.
- 12) <http://www.amcac.ac.jp/>
- 13) 中森義輝: 感性データ解析; 森北出版 (2000)
- 14) 須藤秀紹: ページ間リンクの特性に着目したウェブデザインのユニバーサリティ, 第32回知能システムシンポジウム資料, pp. 351-354, 2005.