

視覚イメージの利用における協調的学習支援環境

Collaborative Learning Environments using Visual Images

中小路 久美代, 大平 雅雄, 山本 恭裕

要約 デザインをより創造的におこなうための手段として、デザイナーは視覚イメージ(画像)を利用する場合が多くある。どのような視覚イメージが創造的なデザインに有効である(役に立つ)かは、デザイナー自身の知識によるところが多く、言葉では表せない知識も含まれる。本稿では、デザイン時において創発を支援するような画像の検索について学習する二つの協調的学習支援環境(IAM eMMA および EVIDII)について説明し、システムが満たすべき生涯学習支援の要件、および今後の課題について論じる。

Abstract Designers use external information resources in their creative design. Industrial designers, for instance, often have their own "image albums" that hold a large number of visual images that they have accumulated over the years. In the early phase of a design process, the designer browses them and finds a few images that help them generate new ideas for their product design. The goal of our research is to develop computer systems that help designers learn how to obtain and identify such "potentially useful" images for their creative design tasks. We have developed two systems with two different approaches: IAM eMMA and EVIDII. IAM eMMA uses knowledge based rules to retrieve images that would be useful for a design task and infers underlying "rationale" when a designer chooses one of the images. In contrast, EVIDII allows designers to conduct surveys on what impression words they associate with images, and visualizes relationships among designers, images and words. Although both systems aim at supporting designers in lifelong learning for finding images that would be useful for their creative design task, EVIDII was more effective to help experts learn while IAM eMMA was more effective to help novices to learn.

1. はじめに

我々をとりまく技術環境の急速な進歩に伴い、人々は恒常的に新たな「知識」を習得し学習する必要性に迫られている^[1]。「学習」は、最早幼年期から青年期にかけての学校教育においてのみおこなわれるものではなく、日々の業務において必要に応じて人々のおこなう「業務」に付随しておこなわれるべきものである^[2]。

我々は、計算機システムを用いて Lifelong Learning (生涯学習)の支援を目指している。ここでいう Lifelong Learning とは、K 12 に代表される学校や大学など教育機関における学習ではなく、日常の専門的業務を遂行するにあたって作業者が日々新たな知識を発見することや、環境の変化に従って新たに必要となるその専門的業務に関わる学習を指す。そのような学習とは、「缶詰にされた知識」を与えられ習得するというよりはむしろ、自ら問題を見出し、それに関連する情報を膨大な情報空間から抽出し、知識を作り出す(構築する)プロセスである^[3]。

本稿では、デザイン作業に焦点を当て、デザイン作業時の(生涯)学習を支援するための計算機システムについて論じる。一般にデザイナーは、デザインタスクのヒントを得るため画像を多く利用する。雑誌やデザインジャーナルから「自分の感性を刺激

するようない」画像を切り抜いたりスキャンしたりして、自分専用のアルバムを作っているデザイナーも少なくない。昨今画像の電子化も進み、そういった画像を数多く計算機上に蓄積し共有することも可能となった。しかし、どのような画像が自分のデザインに役に立つかの判断には、多くの経験と専門知識を要する。デザイナーは基本的なデザインに関する知識は有するものの、個々のデザインタスクはデザイナーにとっては多くの場合まったく未経験のものであり、そのような新しい状況に適した画像を見つけ出し利用するためには、豊富な経験が要求される。

そこで我々は、デザインタスクをおこなう上で「発想を喚起してくれるような」役に立つ視覚イメージ（画像）を検索し、その過程において学習を支援する2種類の計算機システムを構築した。

IAM eMMa(Interactive Abduction Mechanisms on an Environment for MultiMedia Authoring) は、画像の色とその効果との関係を表すルールを用いて画像を検索する。それらのルールは、他のデザイナーたちが色理論として構築したノウハウから抽出したものである。ユーザがデザインタスクの条件（例えばお年より向きである、など）を選択すると、IAM eMMa はそれらを満たすような色相や明度を有する画像を条件に合致する順序で並べかえユーザに提示する。提示された画像からユーザが役に立ちそうな画像を指定すると、それらのルールをアブダクションとして逆引きし明示されていない条件（例えば、「その画像を選んだのは、目的がマーケティングだからでしょう?」）を推論しユーザに提示する。IAM eMMa システムは、このプロセスを繰り返しながらユーザが自分のデザインタスクにより役立つような画像を検索することを支援する。この過程において、ユーザはなぜ自分の選んだ画像が自らの要求に関連するのか、などの知識を学習することができる。

これに対し EVIDII (Environment for Visualizing Individual Differences in Impressions of Images) は、人ごとの画像の印象の違いを二次元、三次元空間に表示する環境である。システムは、人、画像、印象語という三つ組みのデータを、印象語空間、画像空間にそれぞれマッピングし表示する。ユーザは人、画像、印象語を中心としたビューからそのデータを「見て」、関連リンクを辿りながら空間を探索する。EVIDII とのインタラクションをおこなうことによって、ユーザは、「この人はこの絵をどう思っているのか」、「この人が『かわいい』と思っている絵はどんな絵か?」、「この絵を『さわやかだ』と感じるのはいったいどんな人だろう」といった興味で画像を選択していくことができる。EVIDII とのインタラクションによって、ユーザは画像と言葉の空間を随時移動しながら、その背景にあるコンテキストを自ら考え新たな問題の側面を発見していくことができる。

以下に、まず「生涯学習」を支援するにあたって重要となる学習支援の側面について述べる。次に、我々が支援の対象とするデザイン作業における視覚イメージの利用のプロセスについて説明する。続く4章でIAM eMMa システムについて、5章ではEVIDII システムについてその概要について述べ、どのように学習が支援されるかについて述べる。6章で考察をおこない本稿を閉じる。

2. Lifelong Learning (生涯学習) の支援

2.1 Lifelong Learning (生涯学習)

1章で述べたように、我々の指す「生涯学習」とは、学習者自らが日常の業務をおこなう上で問題に直面し、それを認識しそれについての知識や情報を収集し総合した上で、自らの知識として作りあげてゆくプロセスである。生涯学習、およびその支援の特徴として以下の四点が挙げられる^[4]。

まず第一に、生涯学習は知識構築のプロセスであり、知識保管や知識収集のプロセスではない^[3]。生涯学習における「問題」は自らが認識するものであり、与えられるものではない。従って、「正解」が存在しない場合も当然起こり得る。また、その問題を考え「解」を構築する上で問題自体が認識されなれりたりその表現が変化したりする^[5]。重要となるのは、どれだけ正しい解を作るか、ではなく、そのプロセスである。

次に、生涯学習においては学習者は外界の情報を多く利用する。分散認知(Distributed Cognition)の研究に見られるように^[6]、人間は「外界の知識」と自分の知識とをうまく融合して問題に対処している。生涯学習においても、問題を認識した学習者は、同僚などの他者とのコミュニケーション、また書籍やWWW上の情報といったドキュメント情報などを巧みに利用して学習をおこなう。

第三の特徴として、そういった生涯学習に必要な知識や情報は、多くの場合その状況に大きく依存する。上に述べたように、生涯学習における問題は、自らが構築するものであるため、その学習に必要な知識や情報を前もって準備しておくことは不可能である^[7]。

第四として、「学習」という作業が発生するためにはきっかけ/動機(Motivation)が必要である。Csikszentmihalyi^[8]に見られるように、動機は学習を効果的にこなう上で重要な役割を果たす。作業に対する「動機」が起こるための条件としては、手が届きそうではあるが簡単には到達し難いゴールであること、またゴールを達成したときの報酬(達成感)が十分であること、などがある^[8]。生涯学習における動機付けを支援するためには、なぜここで学習しなければならないのかの理由が理解/経験できるようにすること、また自らの学習の効果すなわち発見したことや構築した知識などを何らかの形で同僚やシステムに対してフィードバックできることによる達成感を得られるようにすること、などを考慮することが重要である。

2.2 協調的生涯学習支援環境

生涯学習をコンピュータを用いて支援するためには、上述のような要件を考慮して学習支援環境をデザインする必要がある^[4]。すなわち、

- 学習の必要性を、学習者自らが経験する問題状況において認識できるような環境であること
- 学習することによって、達成感などといった「学習価値があった」と認識させてくれるような環境であること
- 作業をする上で学習の必要性を認識した時点ですぐに学習がおこなえるような環境であること
- 同僚との間や、同じ興味をもったコミュニティ内で、学習し構築した知識を共

有であるような環境であること
が必要である。

ITS (Intelligent Tutoring Systems) と呼ばれる知的教育環境は、ある教育ドメインに関する知識をユーザが学習することを支援する^[9]。しかし一般に ITS は、その目的が必要となる基礎的知識を学習させることにあるため、あらかじめ設定された問題をユーザに与え、ユーザはそれを解くことによって学習をおこなう。したがって、問題を認識し作り出すことそのものが学習の一部であるような生涯学習の支援をおこなうためには、従来の ITS の枠組みでは不十分である。

我々の生涯学習支援のアプローチは、Human Computer Cooperative Problem Solving Systems (HCCPS : 人間と計算機との協調問題解決システム)^[10]に基づいている。HCCPS は、システムがユーザとインタラクションをおこない、必要な情報を随時自動的に提供したり可視化したりしながら、ユーザとシステムとが協調して問題解決をおこなうような計算機環境である。

我々は、HCCPS の枠組みの上に、知識ベースを用いた統合的デザイン環境 (DODEs) を構築してきた^{[4][5]}。DODEs は、ユーザ (デザイナ) の問題状況に応じた知識や情報を、あるときは自動的に、またあるときはユーザの要求に応じて提供する。これが、ユーザが学習をおこなうためのきっかけとなる。システムの振る舞いに対してユーザが問い合わせをおこなうと、システムはその理由をユーザに提示し、ユーザはそれを見ることによって問題状況に応じた学習をおこなうことができる。学習の結果ユーザが理解した事柄や構築した「知識」は、システムにフィードバックすることができる。フィードバックされた知識や情報は、システムがより効果的にデザイナを支援するための知識として徐々にシステムの知識ベースに構築される。このようにして、ユーザはシステムを介して他のデザイナや興味を同じくするコミュニティのメンバーと知識の共有をおこなうことができる (図 1)。

我々は、DODEs のアプローチを、デザイン作業における視覚イメージ (画像) の利用というドメインに適用し生涯学習の支援をおこなってきた。次章では、デザイン作業における画像の利用について説明し、学習がどのように支援され得るかについて論じる。

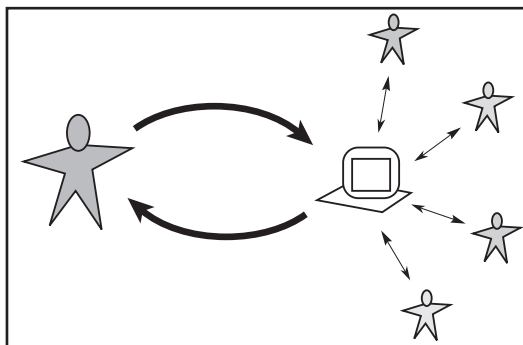


図 1 知識の共有

3. デザインにおける視覚イメージの利用

本稿で支援する学習は、デザイナーが視覚イメージ（画像）を用いて創造的デザインをおこなうプロセスにおけるものである。本章ではまず視覚イメージの利用が創造的デザインとどのように関わるのかについて論じ、次にそのプロセスにおける学習がどのようなものかについて説明する。

3.1 創造的デザインと視覚イメージの利用

創造的デザインプロセスの典型的なモデルは、(1) 情報収集、(2) インキュベーション（孵化/育成）、(3) 創造的洞察、および(4) その評価、から成る^[11]。デザイナーはデザインプロセスにおいて非常に多くの外部資源（external resources）を利用する。外部資源とは本を読むこと、写真集を見ること、他人と話をすること、音楽を聴くこと、海を見ること、山に散歩に行くことなど様々な「身体的」あるいは「理論的」情報を含むものである。デザインプロセスにおいてデザイナー自身が作成したスケッチなどの外部表現もまたデザイナーが大きく影響される「外部資源」の一種である。このようにして蓄積した情報（=外部資源）を「孵化/育成」する段階を経て、情報の断片とデザインしたい物との間に「新しく」、「以前は隠れていた」関係をデザイナーが見出したとき、「創造的洞察」が生まれる。そしてデザイナーは見出した関係を彼らのデザインに適用し、それが実際にデザインとして適切であるかどうかを評価する。

具体的な例として、プロのデザイナーとのインタビューを通して得た画像利用のプロセスを説明する。図2に示すように、椅子をデザインするタスクがあるとすると、まず最初にデザイナーは漠然としたゴールながらも「椅子をデザインする」という確固たる目的をもっている。椅子をデザインするということは、「椅子」としての機能要求を満たしているアーティファクトをデザインするということである。快適性、くつろぎ度、あるいは対象となるユーザの特性といった他のコンセプトもデザイナーの意識下に現れている。そのような状態で、自らが作成した自分専用の画像アルバムのページを繰る。このときデザイナーはどのような画像がそのデザインタスクに「役立つ」であ

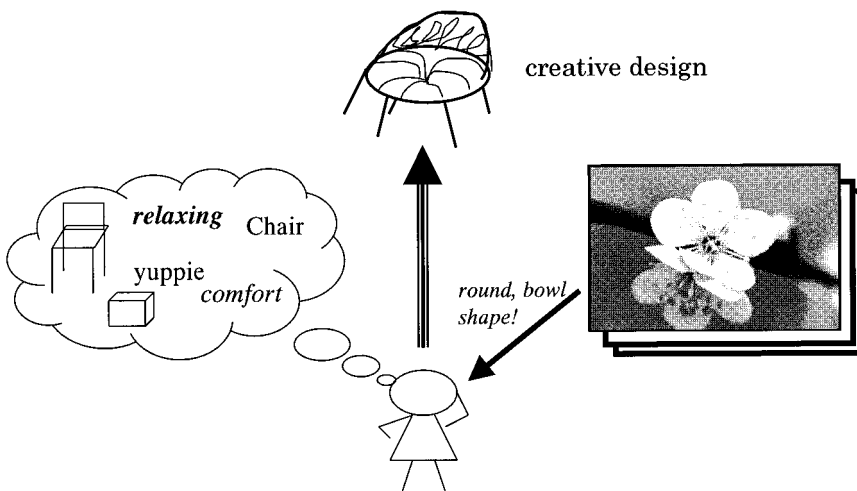


図2 デザインにおける視覚イメージ利用のプロセス

ろうか、どのような画像が「必要」であろうか、といった具体的な目標を有している訳ではないが、画像中のオブジェクトに椅子と同じ機能性を持つ何かがあるのではないかとあいまいながら考えている。

そしてデザイナーが例えばモモの花の写真(図2)を見た瞬間に、画像が「ひらめきを与え」創造的洞察がおこなわれる。画像を見た瞬間、デザイナーは、なぜまたはどのようにその画像と今のタスクとが関連しているのかということを経験できる状態にあるわけではない。一瞬の間を置いて後に、なぜモモの画像に興味を持ったのかを考える場合もある。その結果デザイナーはモモの花の丸い球状の形が椅子のデザインに利用できることに気づき、その形状を椅子に適用し、デザイナーは「モモの花のように見える」椅子をデザインする。

3.2 視覚イメージ利用時における学習のモデル

創造的洞察を生み出すために「役立つ」情報を見極めるには、その分野における専門的知識や経験が必要である。前項で説明した視覚イメージ利用においては、次の2種類の専門知識が関わっている。

- 1) 現在のタスクに関連する画像を見出すために必要な知識や専門能力
- 2) 与えられた画像と現在のタスクとの間の関連性を見出すために必要な知識や専門能力

前者は、図2に示すプロセスにおいて、モモの花の画像が椅子をデザインするというタスクに関係がある、と気づく能力である。このような知識は多くの場合言葉では言い表せないもので、暗黙知^[12]といわれるデザイナーの「勘」に相当する部分である。それに対して後者は、モモの花の画像から見出されるプロパティが、どのようにタスクに利用できるか、をより論理的に思考するための能力である。図2では、モモの花のプロパティすなわち丸く、球状の形が、椅子の座部のデザインのプロパティとして利用できることに気づくために必要となる知識である。

一般にデザインの教科書に載っている知識は、後者の方の知識である。あるデザインタスクがある場合に、その、言葉で表された抽象的要求をどのようにして形に変換してゆけばよいか、というルールに関わる部分である。多くのデザイン支援知識ベースシステムでは、この部分の知識を獲得し知識ベース化している場合がほとんどである。こういった知識の学習においては、そのようなルールそのものを習得することは勿論のこと、どのような場合にそのルールが適用可能であるのか、今の自分の問題状況ではどのルールを適用すればよいか、といった適用条件の修得が重要である。

これに対して前者の専門能力や「知識」は、計算機システムで表現することはほぼ不可能である。デザイナーは言葉や形にならない知識で自分のデザインタスクに適する画像を認識する。なぜそれが適しているのか、と質問されると論理的な説明(Design Rationale)がなされるが、これは多くの場合いわゆる Post hoc Rationality と呼ばれる後付け理論である場合が多く、実際に「この画像は使える」と意識する瞬間にそのような論理的思考がおこなわれているわけではない^[12]。こういった知識の学習は、徒弟制度や経験を経ておこなわれるものであり、デザイナーが実際に体験を繰り返すことによってしかおこなえない。

我々は、以上2種類の学習を支援すべくシステムの構築をおこなってきた。IAM

eMMa システムは、他のデザイナーが構築したルールを用いて画像の検索を支援するものであり、後者の学習を支援する。EVIDII システムは、他のデザイナーが関連があると認識した画像と言葉、およびそれぞれのデザイナーの関係を可視化することにより、前者の学習を支援する。続く二つの章で、それぞれのシステムについて説明をおこなう。

4. IAM eMMa システム

IAM eMMa (Interactive Abduction Mechanism on an Environment for Multimedia Authoring) システム (図3) は、モヤモヤとした状態の初期要求から始めて、システムとのインタラクションを通して漸次的に画像を検索することを支援するシステムである^[13]。本章ではシステムの概要を紹介し、システムとのインタラクションがどのように学習を支援するかを説明する。システムの詳細な説明は Nakakoji et al.^[13] および鈴木^[14]に示す。

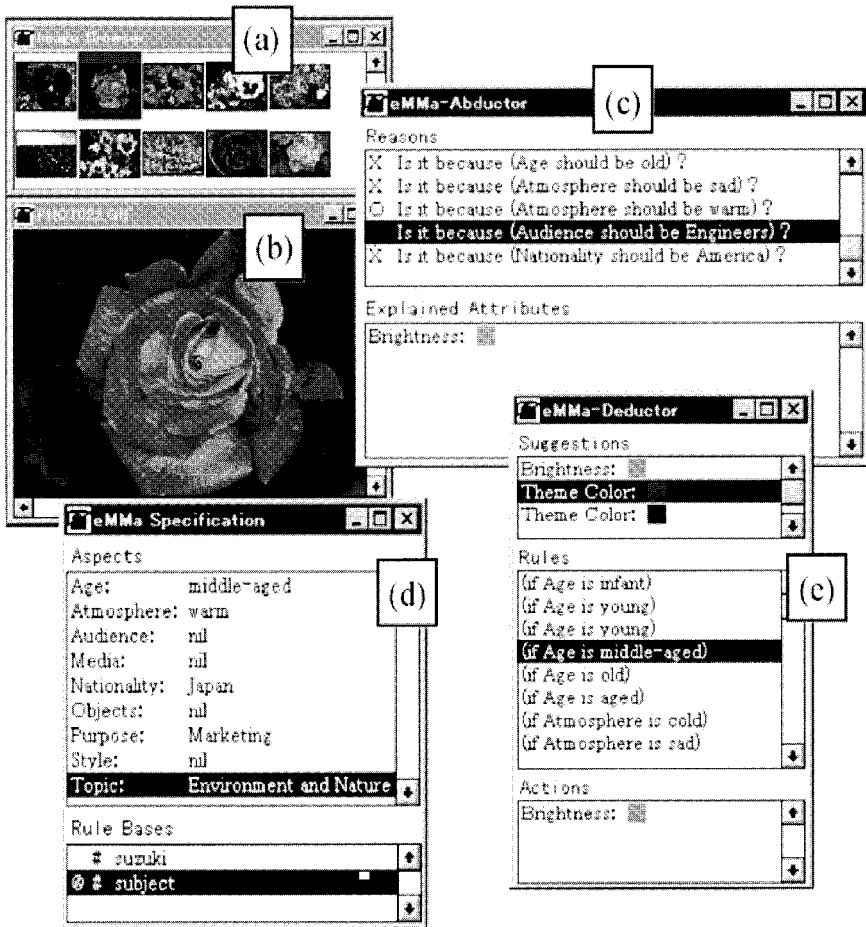


図3 IAM eMMa システム

IAM eMMa (図3) は、抽象的なデザインタスクの要件を記述するための eMMa

SPEC (図 3 a), それに基づいて関連するルールを適用し表示する eMMa Deductor (b), ルールを適用した結果適合率の高い順に画像を並べ替えて表示する Image-Searcher (c), 提示された画像列の中から自分が関連すると思う画像を指定できる eMMa ImageSelector (d), および eMMa ImageSelector で指定した画像をもとにデザインタスクの要件をシステムが推論する eMMa Abductor という五つのコンポーネンから成るデザイナー支援環境である .

eMMa SPEC におけるデザインタスクの要件は, 属性と値のペアの集合で表される . ここでいう属性とは, デザインタスクを特徴付ける属性のカテゴリであり, 例えばデザインが対象とする年齢層であるとか, デザインが意図する雰囲気, その目的, などである . それぞれの属性には値が与えられており, 例えば雰囲気であれば, cheerful, sad, warm, cold という四つの値から選択することができる .

IAM eMMa システムは, そのような属性と値のペアと, 画像の属性 (例えばその画像の最頻色や明度など) とを結びつける生成ルールを知識として有している . 例えば,

雰囲気 (warm) 最頻色 (red)

というルールは, 「暖かい雰囲気を出したいのであれば, 赤っぽい画像を探すのがよい」, ということを表す .

例えば, あるデザイナーが中年向きで暖かい雰囲気を出すデザインをおこないたいのであれば, 図 3 (d) に示すような要求の記述をまずおこなう . するとシステムは, そのような要件を満たすであろう画像, 具体的には赤色と青色を使っていてある明度を有する画像を, その適応順に並べ替えて表示する (図 3 a).

デザイナーはここで第一の学習の機会を与えられる . すなわち, eMMa Deductor を用いることによって, なぜそのような画像がそのような順番で並べ換えられるのか, といった背景にある生成ルールを見ることができる (図 3 e). これらのルールは, デザイナーが自分で eMMa SPEC に記述した要件に即したルールであり, 問題状況というコンテキストに応じてデザイナーはそれらの知識を学習することができる .

次に, そのデザイナーが提示された生成ルールにほぼ納得し, 提示された画像の中からバラの花の画像を eMMa ImageSelector を用いて指定したとする (図 3 b). するとシステムは, eMMa Abductor を用いて, eMMa SPEC には記述されていない要件があるのではないかと推論する . この場合は, 「対象が実は老年向けのデザインなのでは?」とか, 「エンジニア向けのデザインをおこないたいのでは?」といった条件をいくつも提示する (図 3 c). ここで第二の学習の機会が与えられる . デザイナーは, システムに対して, 「どうしてそのように推論するのか?」という理由を聞くことができるからである . 背景にあるルールには, そのルールを登録したユーザの名前が記録されており, そのルールに賛同すればそれを自分の知識ベースにとりこむことや, 反対であれば反論を新たにルールとして追加することもできる .

このようにして, デザイナーは自分の学習の結果をシステムへとフィードバックすることができ, システムを, 意図を共有するコミュニティ内で恒常的に利用することにより, 徐々に協調的な学習環境が進化してゆく^[15] .

5. EVIDII システム

EVIDII (Environment for Visualizing Differences of Individual Impressions) システム^{[16][17]} (図4) は、人が画像に対して抱く印象の関連付けのデータを収集することによって、三つのデータセット「人」・「画像」・「印象語」の関係を可視化する環境である。この可視化された情報空間とのインタラクションを介して、デザイナーはタスクに必要な画像を検索することができる。システムの詳細な機能の説明は、Nakakoji et al.^[16]および Ohira et al.^[17]を参照されたい。

EVIDII は、二つの「オブジェクト集合」(現在は画像と印象語)と一つの「人集合」を取り扱う。EVIDII システムを利用することによって、ユーザは「誰(人)」がどの「画像」に対してどのような「印象語」を付けたのか、すなわち「誰がどの画像をどのように考えているのか」を調べることができる。EVIDII は以下の三つのインタラクション機能(マップ・視点・ビューワ)を提供し、ユーザに分かりやすいようにまたユーザが見たいような見方で、「人」・「画像」・「印象語」という三つのデータセット間の関係を可視化する。表示結果からユーザはこれらオブジェクト間の関連に気付いたり、あるいは気付いたことからさらに詳細な関係を検証したりすることができる。

●マップ

マップは、二次元または三次元空間における可視化形式を指し、ユーザにどのような見方をするのか、その土台を提供する。マップには主観的なものと客観的なものがある。客観的マップはオブジェクト群を計算的に導出できる(オブジェクト群の)特性に基づいている。例えば画像集合が与えられると、客観的マップは三次元座標として画像の最頻色の値(HSB値)を使用し、それぞれの画像はHSB座標に沿ってマップ上に配置される。それに対して主観的マップでは、それぞれのオブジェクトを二次元あるいは三次元にユーザが自由に配置できる。例えば二次元空間上においてユーザは、「クールな」や「寒い」という印象語を「ホットな」や「暖かい」といった印象語とは離れた位置に配置することができる。

●視点

EVIDII は可視化したデータの見方・視点を変化させることによりユーザの理解を促す。例えば始めに「画像」を視点としてデータセット間の関係を見ると、「この絵は誰に選ばれているか?」や「この絵にはどんな言葉がつけられているか?」を認識することができる。次に視点を「人」または「印象語」に切り替えることによりそれぞれ「この絵にこの人はどんな印象語をつけたか?」、「この絵にこの印象語をつけた人は誰か?」のように詳しく調べることができる。このように視点を自由に切り替えることによって、ユーザが「見たい」・「知りたい」ことを引き出せる。ユーザは単に三つのデータセット間の「関係」を理解するだけでなく、データセットの全体的な特徴を理解したり、逆に特定のデータを詳細に調べ理解することができる。

●ビューワ

ビューワはオブジェクト集合間の関係の可視化結果を表示する部分である。

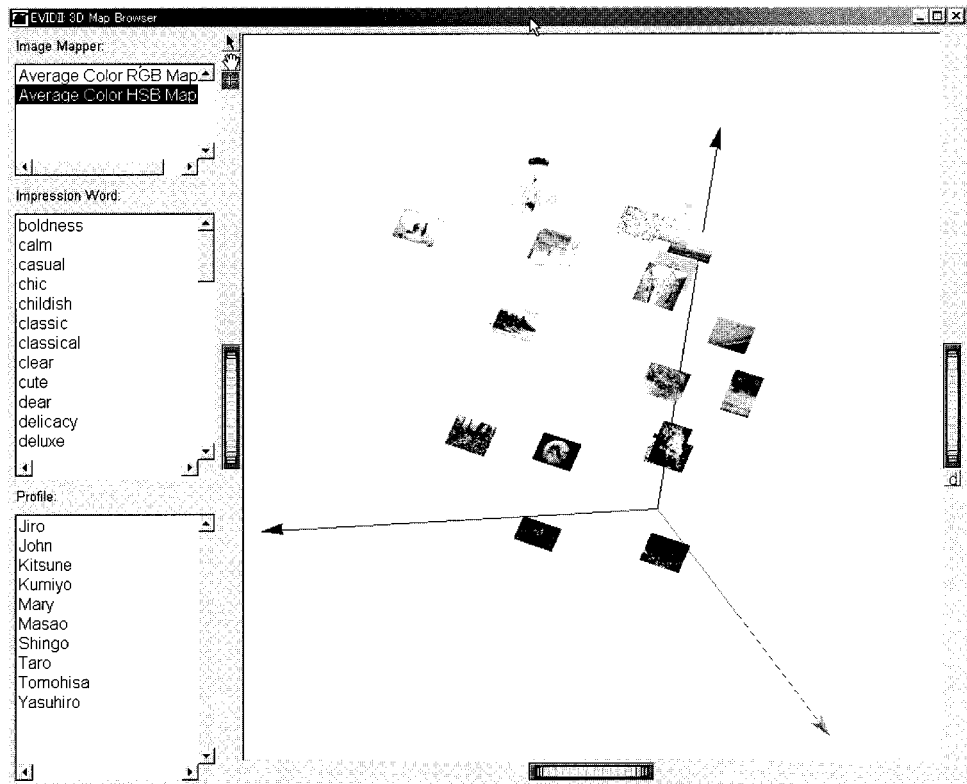
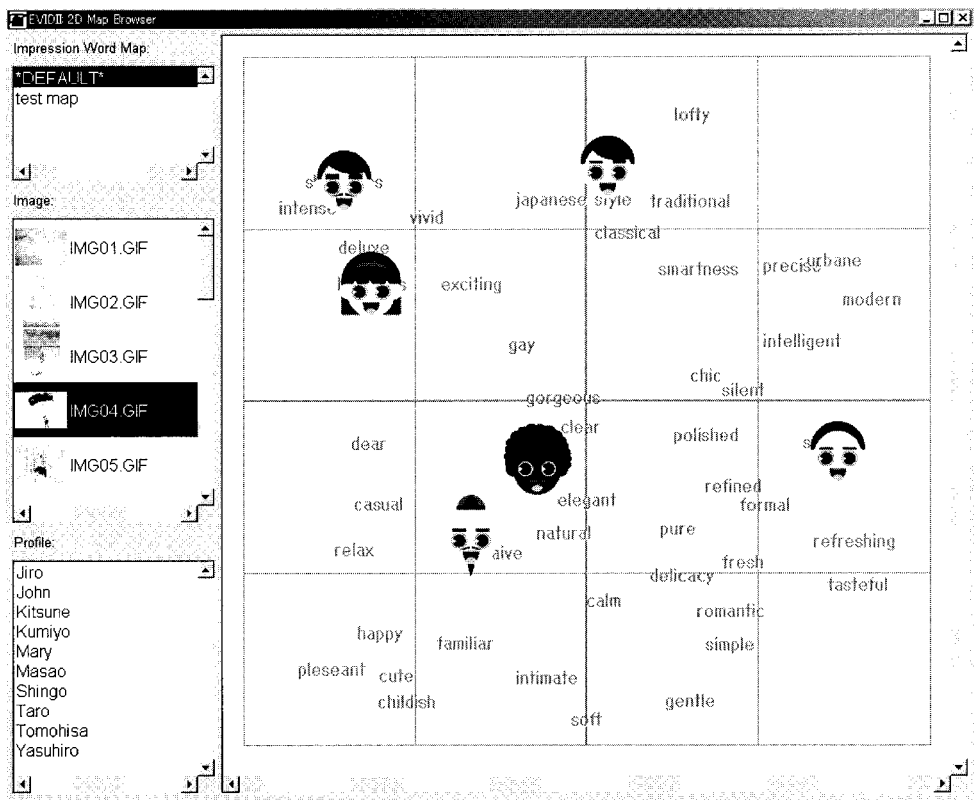


図 4 EVIDII システム

ビューワ上でユーザは使用するマップと視点を切り替え、動的に可視化結果に反映させることができる。

EVIDII を用いることによって、デザイナーは他のデザイナー達が各画像をどのように「見ているか」について探ることができる。と同時に、彼らはなぜそのような関連づけをおこなうのだろうという疑問が生じ、この疑問が関連性を見つけ出そうとする学習の動機付けとなる。

例えば EVIDII を、様々な台所のデザインを表す画像と言葉との組み合わせに用いたとする。そしてそのように EVIDII を用いながら、自分の尊敬するあるデザイナーがある台所デザインの画像を「かわいい」という言葉と関連づけており、そのデザイナー以外には誰もその台所デザインを「かわいい」とは思っていないことを発見したとする。するとユーザであるデザイナーは、その尊敬するデザイナーが他の画像にはどんな言葉を結びつけているのだろう、と興味を抱き、EVIDII を用いることによって、その関連づけを自ら創出することになり、ここで学習が生じる。

EVIDII で支援される学習は、3章で述べた、暗黙知として表されるデザイナーの知識の領域の学習である。しかし、その暗黙知の部分をシステムが直接的にデザイナーに対して提示するわけではない。EVIDII は、デザイナーに内省を促すようなきっかけを与えるシステムである。デザイナーは、あくまで自らが問題と認識した点に関して、他者の解答例を「見る」ことによって学習をおこなうのである。

6. 考 察

本稿では、デザイナーが創造的デザイン活動をおこなうために利用する視覚イメージに関する生涯学習を支援する二つのシステムを紹介してきた。我々は、「絶対的な専門家は存在しない」というスタンスをとり、技術の進歩、技術をとりまく状況の絶え間ない変化により、初心者から専門家まで、その程度に関わらず生涯学習は必要であると考えた。そこで我々は、IAM eMMa システムおよび EVIDII システムを、初心者にとっての生涯学習支援環境、専門家にとっての生涯学習支援環境、という二つの側面から評価してきた。本章では、初心者および専門家という大きく2種類のカテゴリに属するデザイナーに、実際にシステムを利用してもらい観察をおこなった結果について考察する。

IAM eMMa システムは、

- 1) eMMa SPEC に記述された条件にあう画像を検索
- 2) eMMa ImageSelector を用いて指定した画像に基づいて、タスクの要件の推論
- 3) 上記二つの振る舞いに対する根拠の提示

という三種類のインタラクションを通してデザイナーを支援するものである。このうち、デザイナーの学習は3点目の根拠の提示の部分で効率的に支援される様子が観察された。これは、システムの自律的な振る舞いに対してはユーザは常に疑問を抱くが、システムがその振る舞いの根拠をきちんと提示することによりユーザの内省が喚起されるというこれまでの研究結果¹³⁾¹⁸⁾と呼応するものであった。この現象は特にデザイン知識のあまりない初心者に顕著に見られた。これに対して専門家の反応は概して、「あ

たりまえ」もしくは「それは関係ない」という冷ややかなものが多かった。また、画像検索に利用している知識の粒度として、条件と色の対応関係だけではコンテキストが失われあまり意味のある知識ではない、との指摘がなされた。例えば、暖かい雰囲気を出すのであれば「赤」を使うこと、というルールがあるが、どの画像における「赤色」も同等に取り扱えるわけではない。このルールが知識として抽出された際には、その赤色が用いられていた画像が存在したはずで、むしろその画像そのものを提示する方が、より効果的に専門家の学習を喚起できるのではないかと思われた。

一方 EVIDII は、

- 誰がこの画像を「かわいい」と思っているのか
- この人はこの画像を「ゴージャス」と見なすのか
- この画像は他のデザイナーにどういう風にみられているのか

などといった問いかけに応えるべくインタラクションがおこなわれる様子が観察された。EVIDII システムは、初心者よりもむしろ専門家から快く受け入れられ、「デザイナーの脳の中が見えるみたい」で非常に面白い、などといったコメントが寄せられた。しかし一方初心者の反応は概して、面白いが可視化される情報がどうデザインとつながるかがわからない、というものが多かった。

以上より、3章で述べた2種類の知識のうち、タスクに関連の可能性のある画像を提示することにより、より専門家の学習が支援され、与えられた画像とタスクがどのように関連するかを説明するような知識が、より初心者の学習を支援することがわかった。IAM eMMa は後者を支援し、EVIDII は前者を支援することもわかった。

最後に、特に専門家を支援するような知識もしくは情報を提示する EVIDII のようなアプローチの場合は、その知識や情報に対してデザイナーが十分に「信頼」できるものでなければ効果があまり期待できないこともわかった。すなわち、計算機が保持している情報や知識の向こう側に、ユーザが信頼し、尊敬する相手が見えた場合にだけ、システムの提示する情報や知識を比較的素直に受け入れ学習が促進されるのである。この現象は、人間対人間の学習支援の場合も同じであり、信頼できる教師でなければ生徒の学習は動機づけられない。

今後は、こういった信頼や尊敬という要因を協調的学習支援環境にどのように組み入れていくかが、生涯学習支援環境の課題であろう。

謝辞 本研究における理論的枠組みの構築、システムの設計、評価、および考察をおこなうにあたって多大なるご協力を頂いた Gerhard Fischer 氏、高田眞吾氏、杉山仁彦氏および鈴木孝弘氏に心より感謝の意を表する。

- 参考文献**
- [1] Gardner, H., The Unschooled Mind, Basic Books, Inc, New York, 1991.
 - [2] Illich, I., Deschooling Society, Harper and Row, New York, 1971.
 - [3] Harel, I. and S. Papert, Eds., Constructionism: research reports and essays, 1985-1990, by the Epistemology & Learning Research Group, the Media Laboratory, Massachusetts Institute of Technology, Ablex Publishing Corporation, Norwood, NJ, 1991.
 - [4] Fischer, G. and K. Nakakoji, "Computational Environments Supporting Creativity in the Context of Lifelong Learning and Design," Knowledge Based Systems Journal (Special Issue on Information Technology Support for Creativity), Vol. 10, pp. 21

28, 1997.

- [5] Fischer, G. and K. Nakakoji, " Beyond the Macho Approach of Artificial Intelligence : Empower Human Designers Do Not Replace Them ," Knowledge Based Systems Journal, Special Issue on AI in Design, Vol. 5, pp. 15 30, 1992
- [6] Norman, D. A., Things That Make Us Smart, Addison Wesley Publishing Company, Reading, MA, 1993.
- [7] Fischer, G. and K. Nakakoji, " Making Design Objects Relevant to the Task at Hand ," in Proceedings of AAAI 91, Ninth National Conference on Artificial Intelligence, Ed., AAAI Press/The MIT Press, Cambridge, MA, 1991, pp. 67 73.
- [8] Csikszentmihalyi, M., Flow : The Psychology of Optimal Experience, HarperCollins Publishers, New York, 1990.
- [9] Burton, R. R. and J. S. Brown, " An Investigation of Computer Coaching for Informal Learning Activities ," in Intelligent Tutoring Systems, D. H. Sleeman and J. S. Brown, Ed., Academic Press, London New York, 1982, pp. 79 98.
- [10] Terveen, L. G., P. G. Selfridge and D. M. Long, " Living Design Memory : Framework, Implementation, Lessons Learned ," Human Computer Interaction, Vol. 10, pp. 1 37, 1995.
- [11] Csikszentmihalyi, M. and K. Sawyer, " Creative Insight : The Social Dimension of a Solitary Moment ," in The Nature of Insight, R. J. Sternberg and J. E. Davidson, Ed., MIT Press, Cambridge, MA, 1995, pp. 329 364.
- [12] Polanyi, M., The Tacit Dimension, Doubleday, Garden City, NY, 1966.
- [13] Nakakoji, K., Y. Yamamoto, T. Suzuki, S. Takada and M. Gross, " Beyond Critiquing : Using Representational Talkback to Elicit Design Intention ," Knowledge Based Systems Journal, , pp. 1998.
- [14] 鈴木孝弘 : 知識ベースを用いた画像ライブラリの探索に関する研究, 奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科, 修士論文 1998.
- [15] Fischer, G., " Evolution of Complex Systems by Supporting Collaborating Communities of Practice ," in International Conference on Computers in Education (Kuching, Malaysia) Ed., Association for the Advancement of Computing in Education (AACE) 1997, pp. 9 17.
- [16] Nakakoji, K., Yamamoto, Y., Sugiyama, K., and Takada, S. : " Finding the 'Right' Image : Visualizing Relationships among Persons, Images, and Impressions ," Proc. of DEUMS, pp.91 102, 1998.
- [17] Ohira, M., Yamamoto, Y., Takada, S, Nakakoji, K. : " EVIDII : An Environment that Supports Understanding 'Differences' Among People ," Proc. of the Second International Conference on Cognitive Science (ICCS 99) July, Tokyo, Japan, 1999 (to appear)
- [18] Nakakoji, K. and G. Fischer, " Intertwining Knowledge Delivery and Elicitation : A Process Model for Human Computer Collaboration in Design ," Knowledge Based Systems Journal, Special Issue on Human Computer Collaboration, Vol. 8, pp. 94 104, 1995.

執筆者紹介 中小路 久美代 (Kumiyo Nakakoji)

1986年大阪大学基礎工学部情報工学科卒業 . 同年(株) SRA入社 .1990年 Univ. of Colorado, Master of Science in Computer Science. 1993年同 PhD in Computer Science. 現在,(株)SRAソフトウェア工学研究所主任研究員,奈良先端科学技術大学院大学客員助教授,科学技術振興事業団さきがけ研究21「情報と知」領域客員研究員 .

大 平 雅 雄 (Masao Ohira)

1998 年京都工芸纖維大学電子情報工学科卒業。現在，
奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科博士前期課程
在学中。

山 本 恭 裕 (Yasuhiro Yamamoto)

1996 年京都大学工学部情報工学科卒業。1998 年奈良先
端科学技術大学院大学情報科学研究科博士前期課程修了。
現在，同大学同研究科博士後期課程在学中。