

インタラクショナルデザインにおけるスケッチ *

—ARTware プロジェクトの事例から—

中小路 久美代** 山本 恭裕***

Interaction Design Sketches
- A Case Study in the ARTware Project -

Kumiyo NAKAKOJI, Yasuhiro YAMAMOTO

This paper presents the result of our exploratory analysis of design sketches generated in the ARTware project. We have been engaging in the ARTware project over the last decade, which has produced a series of interactive application tools for a wide range of creative knowledge work. The project consists of a single interaction designer and a couple of programmers engaging in collaborative sessions to design and develop ARTware tools. The interaction designer has generated a number of sketches and drawings during the project. The study presented in this paper carefully looked at randomly selected 67 pages out of eight sketch books, and examined what the interaction designer seems to have “seen” and “drawn” in those pages during the interaction design process. We discuss our current findings in terms of a set of themes that recurrently emerge in the design sketches, different types of design variations generated in the sketches, details elaborated in the sketches, a variety of roles of arrows used in the sketches, and of the use of text representations in the sketches. We are not aware of any existing studies that report in-depth analyses of interaction design sketches produced over a long period of time. We believe that our findings would serve as a basis for making hypotheses for further analysis and inform tool designs supporting interaction design.

Key words: interaction design, design sketches, case study

1. はじめに

デザインの過程においては、建築デザインやファッションデザイン、またプログラム設計においても、スケッチブックやホワイトボードを用いたスケッチングがおこなわれている。手描きスケッチは、創造的思考プロセスのための外在化表現として長らく着目されている[4][5][6]。スケッチの目的は、デザイナーがデザインした結果を表現してコミュニケーションをおこなうためだけではない。デザイナーが思考する際に、自らがスケッチする外在化表現からの「語りかけ」を聞くことで設計問題に対する理解を深め、より創造的な設計解を生み出していくための行為の結果でもある[9]。手描きスケッチは、

- 紙と鉛筆（あるいはペンとホワイトボード）で描くという、子供の頃から親しみ自在に扱える手段であること
- 同じところに重ねて線をひく、丁寧に描く、さっと描くといった違いをインフォーマルに表せること
- 紙やホワイトボードの大きさや上下左右といった関係を用いながら、描いた表現の意味を次第に明確にしていけること

などの点において、創造的なデザインプロセスの特に初期段階において、デザイナーが必要とする外在化表現の特徴を備えていると考えられる[14]。スケッチに現れる曖昧な図形表現を多様に解釈することで、創造的な設計作業につながるとされている

[11]。

インタラクティブなアプリケーションシステムの表現系と操作系とを決めていくインタラクショナルデザインという分野においても、手描きスケッチは、ソフトウェアのプロトタイピングと共に有効な外在化手段であるとされている[1]。インタラクショナルデザインという言葉の定義は多様であるが、一般には、インタラクティブシステムの振る舞い、機能、情報、そしてそれをユーザにどう提示するか、を決めていくこととされている[2]。インタラクショナルデザインは、システムに必要とされる機能をまず確定しそれに対してインタフェースを付加していくという、従来のユーザインタフェースデザインのアプローチと比較されることもある[2]。インタラクショナルデザインのデザインをおこなうにあたっては、ユーザインタフェースの画面におけるビジュアルな一貫性や言葉遣いの一貫性に加えて、操作のフローや、一連の画面間のつながりにおける一貫性を考慮しながら、操作の手順や画面上の部品のレイアウト、部品のビジュアルなプロパティや表示のタイミング、機能の名前や部品の名称といったことを決めていく。本稿では、インタラクショナルデザインを、「ユーザがどのような思考と行為の過程を経験しながらシステムを利用するのかという視点から、アプリケーションシステムの表現系と操作系とを決めていくこと」としている[15]。

我々は、1999年以来、情報創出と知的創造活動のためのインタラクティブなツール群を構築する ARTware プロジェクトを進めている。本稿では、各ツールのインタラクショナルデザイン過程で生成したスケッチ事例を見ていくことによって、気づいたこと、わかってきたことを報告する。ソフトウェアのインタラクティブ性をデザインしていく際に現れる様々なスケッチ表現について、それぞれのスケッチで、デザイナーが、

* 原稿受付 平成 22 年 10 月 15 日

** (株)SRA（東京都豊島区南池袋 2-32-8）

*** 東京工業大学（横浜市緑区長津田町 4259）

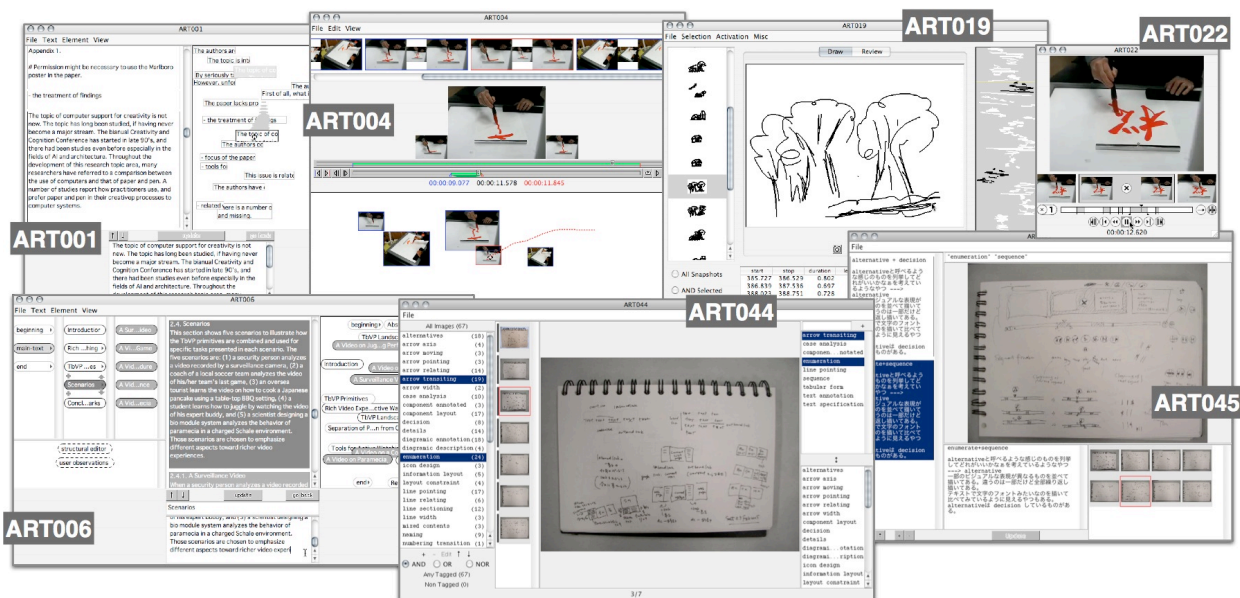


Fig.1 ARTware プロジェクトで構築したツール群 (一部)

何を考えようとし、何を決めようとして何を描いているのかといった観点から、繰り返し現れる共通するいくつかのテーマを同定した。以下では、具体的なスケッチの事例を用いながらこれらのテーマを説明し、十分に体系化された事例の報告が多いとはいえないインタラクティブ性のデザインという営為における手書きスケッチ活動に着目する。

2. ARTware プロジェクト

ARTware プロジェクトは、情報創出と知的創造活動のためのインタラクティブなツール群を構築する 10 年余りに渡るプロジェクトである。1999 年のプロジェクト開始時には Smalltalk で実装していたが、2003 年よりは Java 上で開発している。ARTware では、「ART」という原則に基づいてそれぞれのツールのインタラクションをデザインしている。ART (Amplifying Representational Talkback) は、「表現からの語りかけの増幅」を表すものであり、Schoen [9]の「表現されたものからの語りかけ」(a back-talk of the situation)という考え方を基にした概念である[19]。ユーザがツールを用いて表したいことを表せるように、表現から汲み取りたいことを汲み取りやすいように、といった原則でそのインタラクションのデザインを進めている。スケッチ表現がデザイナーに語りかけると同様に、ツールを使って情報創出や知的創造作業に携わりながら、ツールが提供する表現系と操作系とのインタラクションをおこなうことで、表現からの語りかけを聞くことができることを目指している[17]。

ARTware プロジェクトは、自分たちの研究活動やデザイン作業のために必要あるいは望ましいと思うツールを構想し、その中から、研究の進捗状況との関連性の度合いや実装技術の依存関係といった要因を考慮しながら実装するツールを選択し、そのインタラクションをデザインし開発するという方式で進めている。ラインアップされた各ツールには連番が振られており、これが各ツールの名称となっている。ARTware プロジェクトでは、これまでに 48 個のツールを構想としてラインアップしてお

り、そのうち、15 個のツールが実装されている。実装したツールは、我々自身の研究活動のためのツールとして日常的に利用している。このうちのいくつかについては、研究用のプロトタイプとして論文発表もおこなっている。

Fig.1 に、ARTware プロジェクトで構築したいくつかのツールを示す。ART001[14]は、研究会論文などの文章を書く初期段階で使うツールである。いくつかの文章や段落を書きたい順に書いて、二次元の空間にそのテキストの塊を配置していくと、上から下につなげた文章が横に表示されるようなツールである。空間上で文章の塊を移動させることで、文章内での順序を簡単に変えたり戻したりすることができる。ART004[12]は、ART001 と同じインタラクティブ性のデザインアイデアを用いた、素材となるムービーをいくつか切り取って使って編集していく際の初期段階で使うツールである。ムービーの断片を素材とするムービーから切り取って二次元空間に配置していくことで、それらが左から右への順序でつながれたムービーが出来上がる。どの素材をどの順序で使うかといった、ラフな編集案をつくるためのツールである。ART006[13]は、比較的フラットな構造の文章よりも長い、数レベルの階層構造を有した文章を書く初期段階のためのツールである。一方で三つのカラムを使って木構造を作りつつ、他方で段落や文章の断片を書いてためていき、構造にあてはめたり、後に決めるべく置いておいたりすることができる。ART022 は、ユーザ実験ビデオといったムービーを閲覧するためのツールで、ムービー上の任意の部分を複数個クリップし、クリップした全箇所を一気に見たり、あるクリップ部分だけを繰り返し見たり、クリップする開始あるいは終了の位置をフレーム単位で変更したりといったことを容易におこなえるようにしたツールである。ART019[16]は、スケッチした全ストロークのタイムスタンプを記録し、タイムラインを利用してストロークの選択と非選択をおこなうことによって、既にかいたストロークを自由に組み合わせたり、ある位置に描いていた部分だけを後から呼び出したり、といったことができる。ART044 および ART045 は、本稿を執筆するにあ

っても利用したものであるが、ホワイトボードの写真やスケッチブックの写真といった画像群から任意の部分の切り出し、それに言葉でタグをつけ、付与したタグごとに大量の画像や画像部分を整理したり分類したりといった作業を通して、用語集やボキャブラリの構築あるいはタグ付けの結果を踏まえた文章化に利用することができる。

ARTware プロジェクトは、1 人のインタラクションデザイナーと、1 人ないし 2 人のプログラマーとの、少人数チームで進めている。インタラクションデザイナーとプログラマーは、それぞれ個別に作業するフェーズと一緒に作業するフェーズとを、繰り返し続けるプロセスで共同作業をしている[7]。一緒に作業するフェーズは、1 週間程度の泊まり込みの合宿や、ミーティング、あるいはメールでのやりとりといった形態でおこなわれている。研究チームにおいて必要性や重要性を感じるツールを構築していることもあり、ツールを使うユーザがプロジェクトチームに適宜参加しながら開発を進める形態となっている。

インタラクションデザイナーは、主にペンとスケッチブックを用いてスケッチをおこなっている。プログラマーと一緒に作業する際には、スケッチの一部を見せたり身振りや手振りをういたりしながら、こういった感じのビジュアルな表現をこういうタイミングでこのような感じで操作したい、ということをプログラマーに伝える。プログラマーは、動作速度や画面解像度との兼ね合いといったことを試すための TestExamples と呼ぶ極めて部分的なプロトタイプや、システムの一部を構成するパーツのプロトタイプを実装し、インタラクションデザイナーに実際に見てもらったり操作してもらったりしながら作業を進めている。ツールの構築を通して実装されていくビジュアルな表現やムービーの操作といったインタラクティブ性は、Java ライブラリとして蓄積され、プロジェクトの他のツールの開発に利用されている[8]。

3. デザインスケッチデータ

我々は、2004 年 8 月から 2007 年 4 月にかけて ARTware プロジェクトで利用された 8 冊のスケッチブックから、ランダムに抽出した 67 枚のページをカメラで撮影した。これら 67 枚のスケッチのページのそれぞれについて、何を描き、何を理解しようとし、何を決めようとしているかといった観点から、タグをつけ、分類をおこなった。

3.1 分析の進め方

ここでおこなった分析作業は、個々のスケッチに何が現れているのかを詳細に調査しようとするものではなく、どのようなテーマが現れている可能性があるだろうかを探ろうとするものである。したがって、確認的データ分析(confirmatory data analysis)というよりはむしろ、仮説生成のための探索的データ分析作業(exploratory data analysis)と位置づけることができると考えている。以下に、様々な角度からスケッチデータを眺め、気づいたことや興味深いと思ったことを抽出するためにおこなった、スケッチデータの分析の手順を説明する。

まず、スケッチブックの 1 ページ分にあたる部分のみを画像として抽出した。次に、これらの画像を 1 枚ずつ見ていきながら、そこに現れていると思われるテーマを 1 個以上のタグとして付けていった。タグは、数文字から 20 文字程度のキーワードとなるようなものとし、新たに作るか、あるいは他の画像に対

して既に付けたタグの一覧から選ぶこととした。ある表現（たとえばレイアウトの図表現）が解釈によっては二つ以上のテーマを表しているように思われる場合や、1 枚の画像中に異なるトピックと思われる事柄が現れているような場合には、一つのタグに絞ることはせずにそれらをすべて個別のタグとして付与していくこととした。一通りすべての画像にタグ付けをした後、付与したタグの一覧から、それぞれのタグについて、そのタグが付与されている画像をすべて抽出した。それらの画像をブラウズしながら、同じようなテーマだと思われるが異なるビジュアル表現が現れているもの、類似したビジュアル表現であるが異なるテーマが現れているように思われるもの、といった観点から気がついたことや面白いと思われたことを書き留めていった。また、このタグとこのタグの両方がついている画像といったタグの組み合わせ条件で画像を抽出することもおこなった。これらの作業を通して、新たなタグを作って付け加えたり、先につけていたタグの言葉を書き換えたり、あるいはタグを削除したりといったタグ自体の整理や分類を繰り返しおこなった。

これら一連の作業には、ARTware で構築した ART044(Fig.1)を利用した。ART044 では、左側に縦に並んだ画像サムネイル列から、1 枚のサムネイルを選ぶとその画像が中央部に拡大表示される。この画像に対してタグを付けていくことになる。図中の右上の小さなウィンドウペインで新たなタグを作ることができ、右側の縦に並んでいる二つのカラム間で既に登録してあるタグを選んできたり、付与したタグをはずしたりすることができる。右上部ペインにリストされているのが、中央部に拡大表示されている画像に付与されているタグである。作成したタグはそのタグがついた画像が何枚あるかの数字と共に、左側のリストに表示されている。左側のリスト上でタグを選択すると、そのタグが付与された画像のサムネイルのみのリスト表示となる。タグは複数個選択することができ、それらが共通して付けられている画像(AND)や、それらがひとつでも付いている画像(OR)といった組み合わせで画像サムネイルのリストが更新される。

続いて、これらの分析作業を通して得られた事柄を説明する。

3.2 スケッチされているもののテーマ

スケッチされているものとして、下記のようなテーマがあるように見て取れた。

- (1) デザインの進め方や戦略、コンセプトと呼べるようなことを考えていると思われるもの (Fig.2)

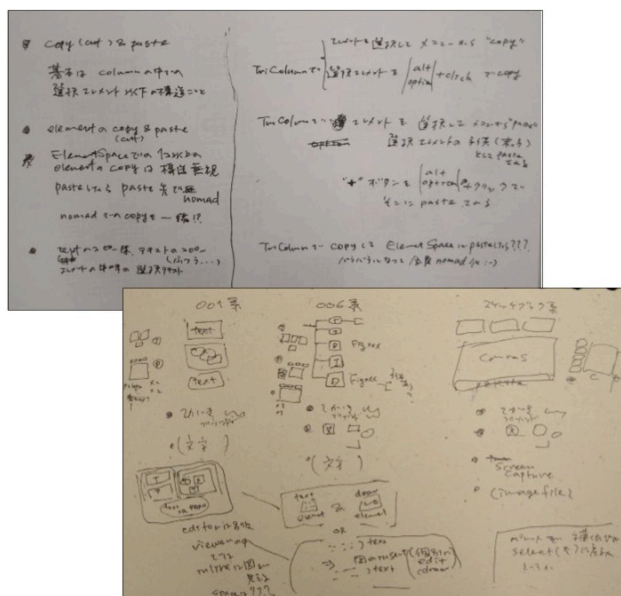


Fig.2 デザインスケッチ事例(1)

(2) ウィンドウを構成するパーツのおおまかなレイアウトを決めようとしていると思われるもの (Fig.3)



Fig.3 デザインスケッチ事例(2)

(3) テキスト入力ウィンドウとボタンの関係といった, UI コンポーネント間のレイアウトを決めようとしていると思われるもの (Fig.4)

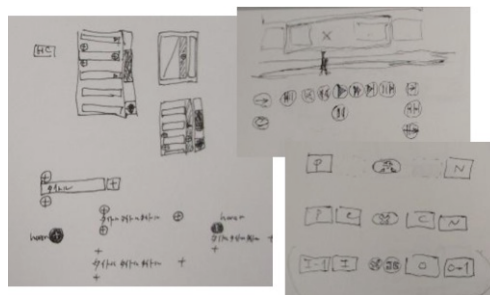


Fig.4 デザインスケッチ事例(3)

(4) ボタンのラベルやメニュー項目といった名前を決めようとしていると思われるもの (Fig.5)

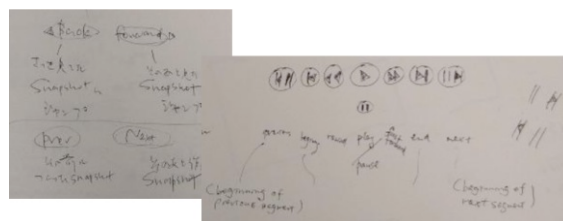


Fig.5 デザインスケッチ事例(4)

(5) アイコンのデザインを考えていると思われるもの (Fig.6)

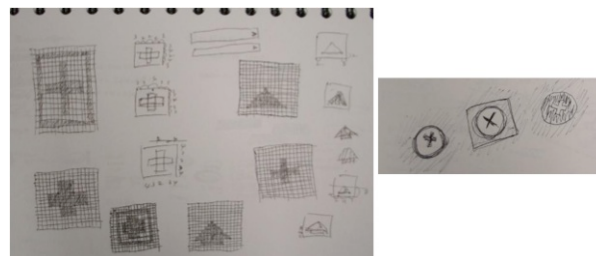


Fig.6 デザインスケッチ事例(5)

(6) 画面を構成するパーツのサイズや距離, 離れ具合やくっつき方, 相対的な位置などを細かく決めようとしているように思われるもの (Fig.7)

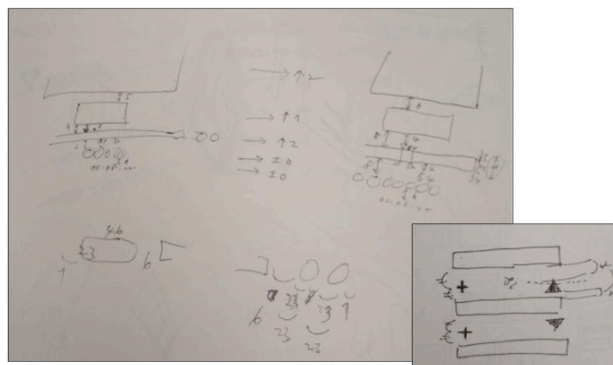


Fig.7 デザインスケッチ事例(6)

(7) オブジェクトの色や輪郭線, ある状況におけるテキストやオブジェクトの色や見え方, といったものを決めようとしている

と思われるもの (Fig.8)

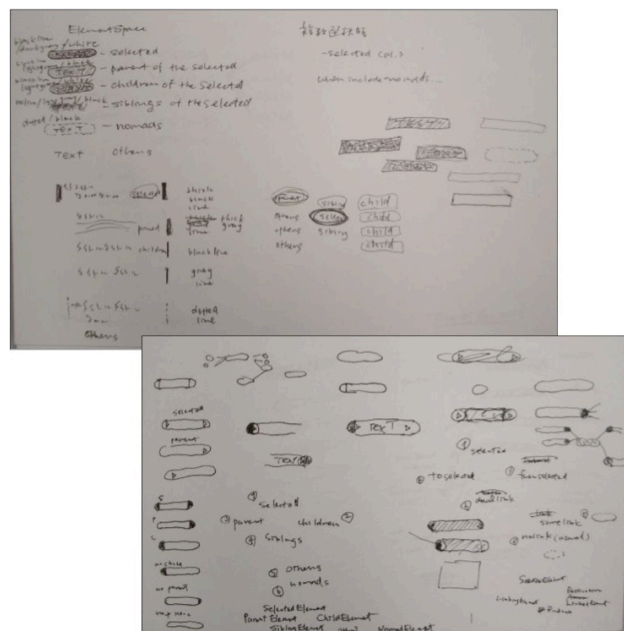


Fig.8 デザインスケッチ事例(7)

(8) 操作の流れや、フロー、あるいは画面の変化を決めようとしていると思われるもの (Fig.9)

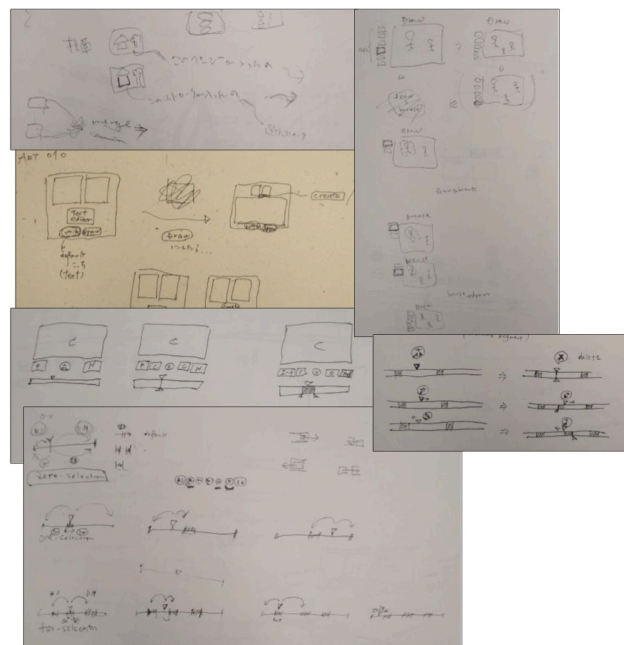


Fig.9 デザインスケッチ事例(8)

(9) 情報の構造をビジュアルなダイアグラム (図形表現) で描いて考えようとしていると思われるもの (Fig.10)

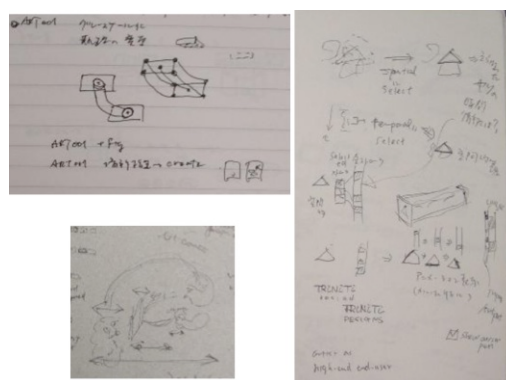


Fig.10 デザインスケッチ事例(9)

3.3 バリエーションの列挙

1 ページの中に、一見したところ同じに見えるがよく見ると細かい部分で異なるものがあるといふものも並べて描かれているような、デザインのバリエーションと呼べるようなものが描かれているものがあつた。

このようなバリエーションは、それを用いて何を考えようとしているのかによって、下記のような違いがあるように思われた。

- (1) あり得る状態を論理的にすべて網羅して考えようとしているように思われるもの
- (2) あり得る状態の見た目を列挙をして考えようとしているように思われるもの
- (3) どの案が良いのかの案を出して比較しているように思われるもの
- (4) 最初にこうなって次にこうなって、といった遷移あるいは変化を表して考えようとしているように思われるもの

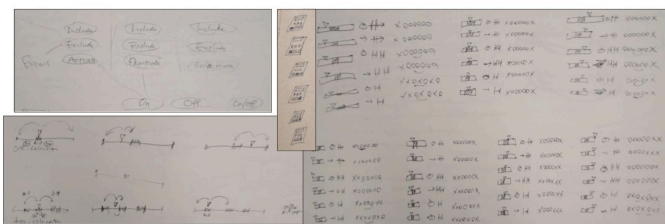
Fig.11 に、これらの異なる目的を有しているような、複数のバリエーションを一つのページに描いている例を示す. このようなバリエーションの表現の仕方には、縦や横に並べて描いてある場合、並べたものの間に矢印がひかれている場合、並べて描いてある直下に番号が振られている場合、などのパターンがみられた.

3.4 微細な表現

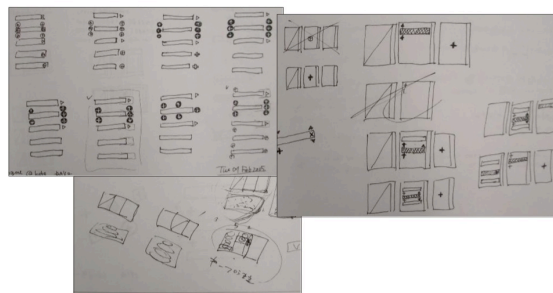
スケッチの中には、手で描くのに面倒そうに思われる細かなところまで描かれているものがある。どれも「微細」な感じに思われるが、それぞれ以下のような側面の細かさを表そうとしているように思われる。

- (1) サイズなどをピクセル単位で描いてあるようなもの（たとえば、Fig.7 参照）
- (2) 楕円の接続線がどの角度から出るといったビジュアルの違いをディテールまで描いているようなもの（たとえば、Fig.8 参照）
- (3) カーソル位置がここにある場合とちょっと左にずれた場合といった細かな状況の違いを描いているようなもの（たとえば、Fig.9 参照）
- (4) バリエーション間で細かい部分だけが異なるものをいくつも描いているようなもの（たとえば、Fig.11 (1)や(3)）
- (5) ウィンドウ上で表示している情報の種類を全部列挙してあるといった意味のレベルで細かいところまできちんと表していると思われるもの（Fig.12）

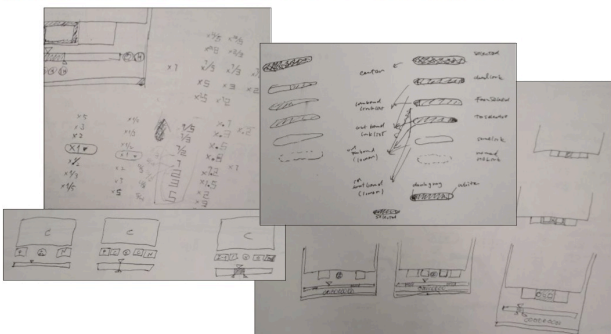
(1) あり得る状態を論理的にすべて網羅して考えようとしているように思われるもの



(3) いくつもの案を並べてみて比較しているように思われるもの



(2) あり得る状態の見た目を列挙して考えようとしているように思われるもの



(4) 遷移や変化を表しているように思われるもの

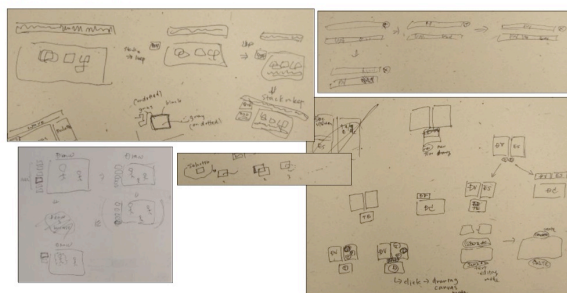


Fig.11 バリエーションの列挙

ようなもの

3.6 テキスト表現

スケッチ中には、図形表現に加えてテキストとしての文字表現も多く現れる。図形表現に対する添え書きのようなテキストの書き方としては、横に並べて書いてあるもの、近くに添える感じで書いてあるもの、線を引いてその先に書いてあるもの、矢印を引いてその先に書いてあるもの、点線の輪郭で同じものが横に並べて描いてありその中に描いてあるもの、といったパターンが観察された。

描かれたテキスト表現には、自然言語の文章で説明しているように見受けられるものと、機能名やラベルといった固有名詞のように書いてあるものとがあった。後者に関して、(1) そこをそういう名称と呼ぶことにした、と名称をそこで決めているのか、あるいは、(2) そこに描いたものは前から決まっていたこの名称のものだ、という説明なのかは、スケッチだけからでは区別がつけられなかった。

3.7 メタ的な表現

描かれたものの周りを矩形で囲んだり、上から×印をつけたり、「キープ決定」という言葉を添えて、決めたことを表しているようなところがいくつか見られた(たとえば, Fig.11(3))。

図形表現の中で、およびテキストの一部として、疑問符(「?」)が添えられているところが何カ所あった。後でさらに考える必要がある、あるいはまだ決めていないことを表すために利用されているように思われる。

コンポーネントやレイアウトやビジュアルな部品の一部を構成する線以外に用いられている線の役割として、(1) ページ内の区画分けをしているもの、(2) アノテーションされているものとしているものとを指しているもの、(3) これとこれが関係しているということを表しているものといった種類があるように思わ

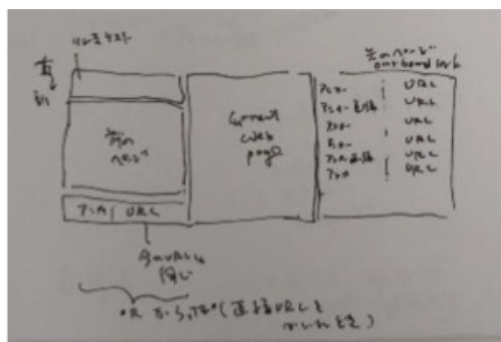


Fig.12 微細な表現の例

3.5 矢印の役割

スケッチ中には、様々なコンテキストで矢印が使われている。矢印がどのような役割で使用されているかをみてみた。Fig.13 にそれぞれの例を示す。

- (1) あるものに対して、これはこういうことで、といったアノテーションや注意書きのようなものを付加しているもの
- (2) あるものに対して、これはこう呼ぶ、といった名前をつけているようなもの
- (3) 時間が経つあるいは状況が変わるとこれがこう変わる、といった時間的変化を表しているようなもの
- (4) ここがこうなるとそこがこう変わる、といった因果関係を表しているようなもの
- (5) これがここに動いて、といったモノの動きを表しているようなもの
- (6) そばに書いてあるものに時間的なコンテキストを提供するようなものとして時間軸を表しているもの
- (7) これとこれとが関係している、といった関連性を表している

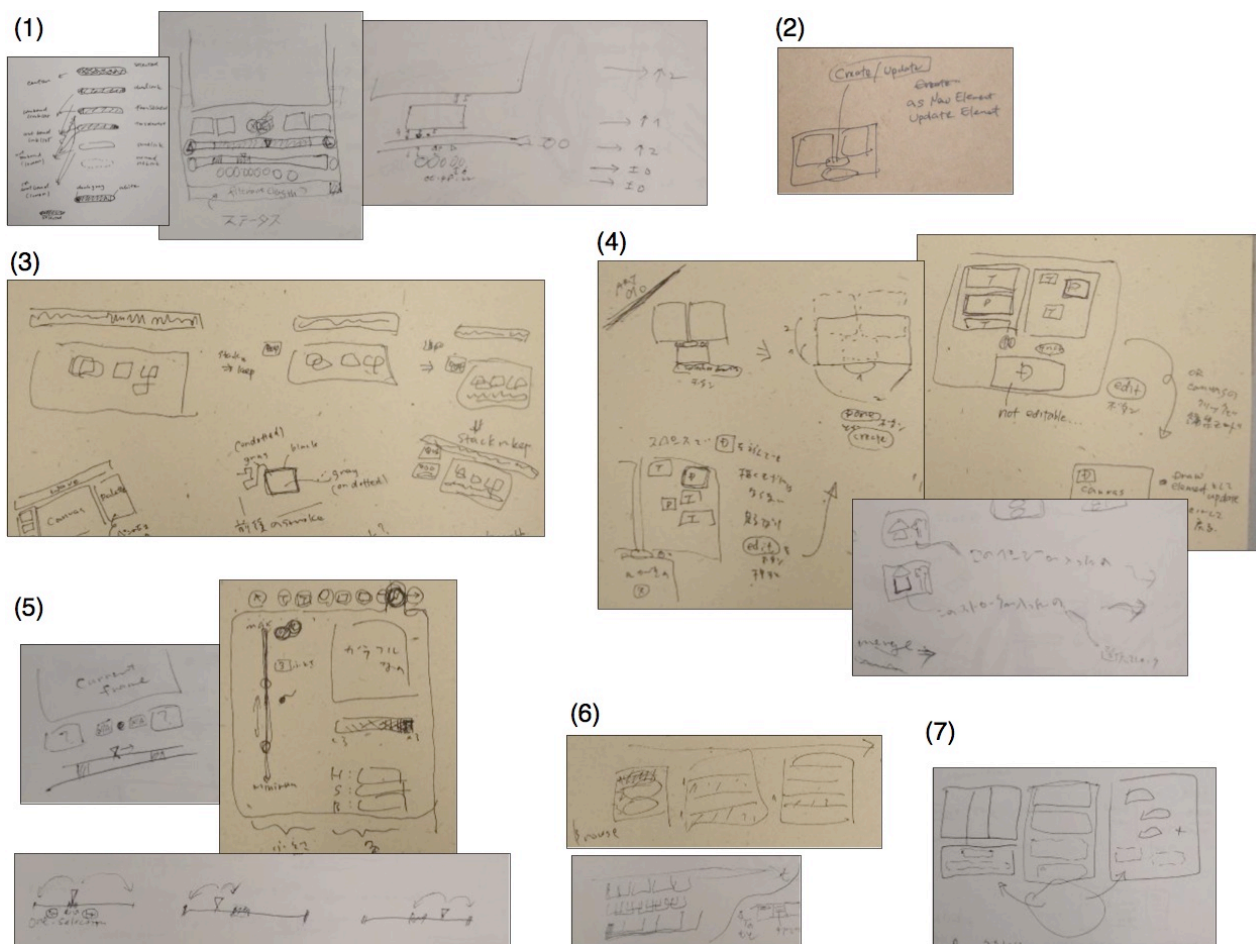


Fig.13 デザインスケッチ中に現れる矢印の役割

れた。

4. 議 論

インタラクションのデザインスケッチ事例を概観した結果、大きく三つの点で興味深い点が見られた。

一つ目は、一部が少し異なるものが多数並べて描かれていた、という点である。恐らく、全部を書き出してみてもそれらを並べて見る、という作業が数多く繰り返されていたのではないかと考えられる。ユーザの操作をシミュレーションしながら追うような形で手順を追ってビジュアルな状態の変化の書き出しをおこなっているように思われるものや、あり得る状態すべてを書き出してそれらが一覧できるような形で並べて描かれているものが多く見られた。

二つ目は、スケッチで描かれる表現のレベルの多様さである。ツールのウィンドウを構成するパーツ（ウィンドウペイン）単位の書き出しといった大きなレベルから、ピクセル単位でのアイコンやボタンの配置といった細かなレベルまで、さらには、ボタンのラベルといった名前も含めて、多様なレベルの表現で描かれていた。今回の分析ではランダムに抽出したスケッチを対象としたことから、描かれるレベルの違いが、デザインの進捗過程とどのように関連するのかわからない。しかしながら、今回の分析だけを見た感想としては、大きなものから小さなもの

のを決めていたり、その逆であったり、といった風な順序はなく、レベルの違いを行ったり来たりしながら、徐々にインタラクティブ性がデザインされていっているように思われる。

三つ目は、動きや変化といったものが、矢印と細かなレベルでのバリエーションの書き出しによってスケッチされていたという点である。この部分はこう変わる、という遷移を決めようとしていると思われるものと、この部分がこうなるようになる、という因果関係を決めようとしていると思われるものの両方が、時には混在する形で、多数描かれていた。インタラクションをデザインするということは、動的に変化する表現を決めていくということであり、主に建築を対象としていたスケッチではあまり見られなかった表現であるとも考えられる。

デザインスケッチを対象とする研究は、これまでも数多く発表されている。たとえば Do[3]は、建築デザイナーが作成するスケッチに現れる図形表現に着目し、ボキャブラリとして発展していく過程を報告している。これらの事例報告の多くは、建築を中心として、インダストリアルデザインやファッションデザインといったモノを対象とした設計ドメインでの静的なスケッチを報告するものが多いように感じる。ソフトウェアのインタラクションデザインにおけるスケッチの重要性は指摘されているものの、これを実際に収集し分析している報告はまだあまりみられないように思う。

Suwa と Tversky[10]らの研究を始めとして、スケッチに現れる図形表現に着目し、ユーザ実験を通して、図形表現がどのように設計における創造性につながるかを観察する研究も多く報告されている。1枚あるいは極めて少数のスケッチに現れる表現が、人間の思考に及ぼす影響に着目しているものが多いと考えられる。これに対して我々は、何週間、時には何ヶ月間にもおよびデザインプロジェクトにおいて、どのようなスケッチが生成されアーティファクトへとつながっていくのかを見ていくことも重要であろうと考えている。図形表現に加えて、言葉遣いやフレーズといったスケッチにおけるテキスト表現の影響[18]も含めて、スケッチに現れる表現形態と設計プロセスの関係を見て行きたいと思う。

本論で報告したデザインスケッチ分析は極めて探索的なものである。分析の対象としたのは、我々自身が関わる、単一のプロジェクトにおける、ひとりのインタラクショナルデザイナーの活動の結果に基づくデザインスケッチである。これらの成果をベースとして、今後、インタラクショナルデザインプロセスを分析していく上での仮説を生成したり、インタラクショナルデザインのためのツールを考えていったりする際の端緒を開くものとなればと考えている。

謝 辞

ARTware プロジェクトを進めるにあたってご協力頂いた西中芳幸氏、浅田充弘氏、青木淳氏に心から感謝する。

参 考 文 献

- 1) B. Buxton, Sketching User Experiences: Getting the Design Right and the Right Design, Morgan Kaufmann, (2007).
- 2) A. Cooper, The Inmates Are Running the Asylum: Why High-Tech Products Drive Us Crazy and How to Restore the Sanity. SAMS, Indianapolis, IN, (1999).
- 3) E. Y-L. Do, Design Sketches and Sketch Design Tools, Knowledge-Based Systems, Vol.18, No.8, Elsevier Science, pp.383-405 (1995).
- 4) M.D. Gross, The Cocktail Napkin, the Fat Pen- cil, and the Slide Library, Proceedings of Association for Computer Aided Design in Architecture (ACADIA '94), pp 103-113, (1994).
- 5) B. Lawson, Design in Mind, Architectural Press, MA, (1994).
- 6) J.A. Landay, B.A. Myers, Sketching Interfaces: Toward More Human Interface Design, IEEEComputer, Vol.34, No.3, pp.56-64, (2001).
- 7) K. Nakakoji, Y. Yamamoto, A. Aoki, Interaction Design as a Collective Creative Process, Proceedings of Creativity and Cognition2002, Loughborough, UK, pp.103-110, October, (2002).
- 8) K. Nakakoji, Y. Yamamoto, A. Aoki, Third Annual Special Issue on Interface Design, Interactions, ACM Press, Vol.IX.2, pp.99-102, March+April, (2002).
- 9) D.A. Schoen, The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action, Basic Books, NY, (1983).
- 10) M. Suwa, B. Tversky, What do architects and students perceive in their design sketches? A protocol analysis, Design Studies, Vol.18, No.4, pp.385-403, (1997).
- 11) M. Suwa, B. Tversky, Constructive perception: A Metacognitive Skill for Coordinating Perception and Conception, Proceedings of the Annual Conference of the Cognitive Science Society, pp.1140-1145, Boston, MA., (2003).
- 12) Y. Yamamoto, K. Nakakoji, A. Aoki, Spatial Hypertext for Linear-Information Authoring: Interaction Design and System Development Based on the ART Design Principle, Proceedings of Hypertext2002, ACM Press, pp.35-44, June, (2002).
- 13) Y. Yamamoto, K. Nakakoji, Y. Nishinaka, M. Asada, R. Matsuda, What is the Space for?: The Role of Space in Authoring Hypertext Representations, Proceedings of Hypertext 2005, ACM Press, Salzburg, Austria, pp.117-125, September, (2005).
- 14) Y. Yamamoto, K. Nakakoji, Interaction Design of Tools for Fostering Creativity in the Early Stages of Information Design, International Journal of Human-Computer Studies (IJHCS), Vol.63, No.4-5, pp.513-535, October, (2005).
- 15) 中小路久美代, 山本恭裕, 創造的情報創出のためのナレッジインタラクショナルデザイン, 人工知能学会論文誌, Vol.19, No.2, pp.154-165, March, (2004).
- 16) 中小路久美代, 山本恭裕, 西中芳幸, 浅田充弘, 時間情報を利用した手描きスケッチングツール, インタラクショナル 2006 論文集, 情報処理学会, pp.99-100, Tokyo, Japan, March, (2006).
- 17) 中小路久美代, 山本恭裕, 創発のためのソフトウェア, 知性の創発と起源 (鈴木宏昭編), 「知の科学」シリーズ, 5 章, pp.111-131, オーム社, July (2006).
- 18) 中小路久美代, 山本恭裕, デザインプロセスにおける情報表現インタラクショナルと言葉遣い, 認知科学, 特集「デザイン学」, Vol.17, No.3, September, 2010.
- 19) 山本 恭裕, 高田 眞吾, 中小路 久美代, Representational Talkback の増幅による「書いてまとめる」プロセスの支援, 人工知能学会論文誌, Vol.14, No.1, pp.82-92, January, (1999).