

情報メディアから身体的メディアへ

暦本純一*

株式会社 ソニーコンピュータサイエンス研究所

品川区東五反田 3-14-13

Tel: +81-3-5448-4380,

E-Mail: rekimoto@csl.sony.co.jp,

URL: <http://www.csl.sony.co.jp/person/rekimoto.html>

1 はじめに

最近の東京を歩いていると、われわれの生活する空間が、すでに単独の物理空間としては存在していないことを実感する。いたる所に埋め込まれ、あるいは設置されたディスプレイやキオスクターミナル群。常に PHS やポケベルで連絡を取り合う少女たち。山手線の各車両に設置されたプッシュメディアディスプレイ。ウォークマン。ビルの壁面を覆う情報パネル。実世界と情報世界は密接に連結し、いたる所に両方の世界をつなぐ抜け道が存在している。

一方で、電子世界も、それ自身で独立して存在しているわけではない。「サイバースペースにジャックインして現実とは別の人生を送る」という表現は、ネットワークゲームのプレイヤーにとっては真実かも知れないが、一般的な情報メディア、たとえば WWW を説明するためには必ずしも適切ではない。WWW 上にあるほとんどすべての情報は、最終的には何らかの意味で現実世界の記述である。

われわれの生活する社会は、このように実空間と情報空間とが融合した一種の複合世界へと次第に変貌しつつある。コンピュータと通信技

術の発達、普遍化が招いたこういった傾向は、コンピュータとのインタフェースの設計方法論や、建築の方法論に大きな影響を与えるだろう。

従来の、GUI(graphical user interface) や WIMP(window, icon, menu, pointing device) という用語で象徴されるユーザインタフェースは、利用者が対面しているディスプレイの表面で起きている現象のみを考慮していたという点で極めて「仮想世界」指向であった。そこでは、利用者の置かれている現実世界の状況や位置、あるいはディスプレイそのもののサイズといった物理的な要因は殆んど考慮されていなかった。画面に表示されるアイコンは、それが示す情報の量や時間的経過を反映しない、同じような図形シンボルとして画面に羅列されている。また、利用者がコンピュータにアクセスする手段もキーボードやマウスにほぼ限定されており、一部の例外を除けば、両手を効果的に使うインタフェースでさえ広く普及しているとはいえない。たとえば、ウェブ・ブラウザで世界中の情報にアクセスしている場合でも、利用者の動きは右手の指先によるマウスクリックに限定されている。ここでは、われわれが現実世界の街を歩いていて出会う情景の変化のような印象を残すことはできない。

一方、現実世界に目を向けてみると、われわれは実に様々な物理的情報を使って環境と相互

*From Digital Media to Physical Media. by Jun Rekimoto (情報メディアシンポジウム 講演資料), Sony Computer Science Laboratory Inc. 3-14-13 Higashigotanda, Shinagawa-ku Tokyo 141 Japan.

交流していることに気づく。物理的な道具はそれ自身のもつアフォーダンス [2] によって自己の特質を表明している。たとえば鉛筆とハサミをとり間違えたりすることはあり得ない(ディスプレイ上のツールボックスやアイコンではどうだろうか?)。書物は内容や種類によって特徴的なサイズや重量を持っていて、百科事典と文庫本の区別は歴然としている。

物理空間における「場所」の情報も効果的に利用されている。たとえば、大事なメモは机の前に目立つ場所に掲示され、保存してある別の書類と同列に扱われることはない。メモの内容そのものに加えて、「それがどこに掲示されているか」といった物理的なコンテキストが重要な情報となっている。オフィスの壁も、空間を仕切るパーティションであると共に、共有の情報掲示板として機能している。ここでも空間的な位置の価値が見い出される。オフィスのメンバが通りがかるような場所には自然と公共情報が掲示されるようになる。また、会議における情報メディアの役割は、その位置やサイズによって主に規定される。たとえばホワイトボードは、会議に出席しているメンバ全員が情報を見ることの出来るようなサイズと位置をもった表示メディアであり、発言者がどこに注目して意見を述べているかが、ホワイトボードと人間の位置関係によって自然に参加者に伝達されている。

このように、現実世界での情報交流は非常に豊かで多様である。従来のユーザインタフェース技術は、われわれが本来的に持っている身体能力や空間認識能力のごく一部のみを使って実現されているにすぎないといえる。今後のユーザインタフェースデザインを考える上で、このような物理的あるいは身体的な要素をいかにして「復活」させていくか、が一つの論点となるだろう。このような発想にもとづく研究は世界中で「ポスト GUI」の本命として注目されている。たとえば Xerox PARC では、遍在する多数のコンピュータ群によって支えられる実世界環

境(コピキタス・コンピューティング [7])というビジョンを描き、MITでは電子メディア(ビット)の操作に物理的な感触を付与する試み(Tangible Bits[3])が行なわれている。

本稿では、ソニーコンピュータサイエンス研究所で行なわれているアクティビティを中心に、情報メディアに物理性・身体性を取り戻すためのいくつかの試みについて説明する。

2 Pick-and-Drop : デジタル情報をつまみ上げる

現実世界では、われわれは多くの道具を扱いながら生活している。実世界での作業は、たいていの場合、複数の道具の効果的な組み合わせによって達成される。コンピュータとのインタフェースが、単一のディスプレイのみ利用して実現されているのとは対照的である。しかし、近い将来はコンピュータの世界とも多様な、そして複数のデバイスを経由してアクセスするようになるだろう。たとえば、会議では、参加者が持ち寄ったノート PC 群と、会議室に設置されたホワイトボード型のコンピュータが自然に連携するようになるだろうし、オフィスの掲示板から、自分に必要な情報を PDA にコピーすることができるようになるだろう。

こういった考えに基づいて、われわれは Pick-and-Drop というインタラクション技術を開発した [4]。これは、Drag-and-Drop を複数コンピュータ環境向けに拡張した操作技法である。Drag-and-Drop は、Macintosh や Windows 等の GUI システムで広く用いられているインタフェース技法で、画面上のアイコンやデータをマウスカーソルでドラッグして、画面上の所望の場所に落とす(ドロップ)。マウスによる一連の操作によって、移動させるオブジェクトと移動先のオブジェクトが一度に指定できるので、ファイル移動操作や各種のアプリケーション操作に広く利用されている。

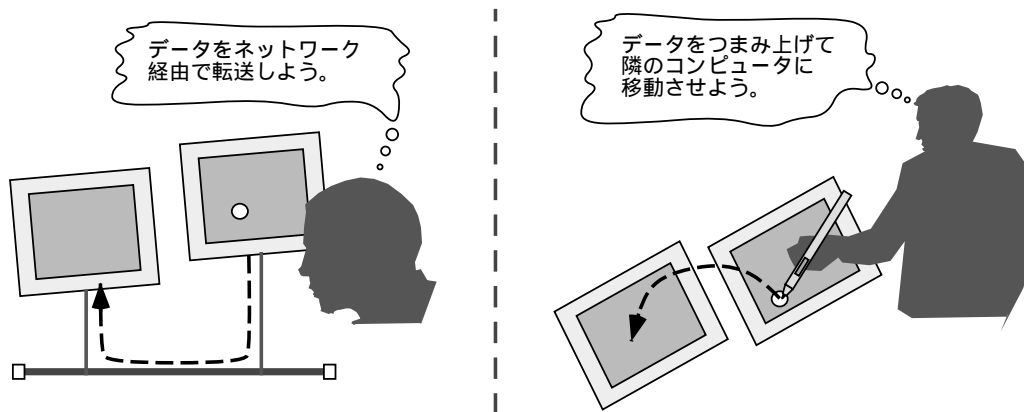


図 1: Pick-and-Drop: デジタル情報をペンによって移動させるインタフェース (左: 従来のデータ転送、右: Pick-and-Drop)

Q1. あなたの机にはコンピュータは何台ありますか？

0	1	2	> 3
0 %	7.7 %	38.5 %	53.8 %

Q2. (Q1で2台以上と答えた方へ) そのコンピュータ間でデータを転送したいと思ったことはありますか？ (データの転送とは、たとえばコンピュータAの画面に出ているURLを、コンピュータBのブラウザに入力したいような場面を指しています)

しばしば	ある	ときどき	あまりない	全くない
69.4 %	25.0 %	2.8 %	0.0 %	2.8 %

Q3. (Q2で「まったくない」以外を選択した方へ) Q2のような状況の場合、どのようにしてデータを転送しますか？ (複数回答可)

手で	共有ファイル	ftp	E-mail	フロッピー	その他
62.9 %	62.9 %	57.1 %	34.3 %	20.0 %	22.9 %

Q4. すぐ近くにいる人のコンピュータの画面へデータを転送したいと思ったことはありますか？ (たとえばコンピュータAの画面に出ているURLを、コンピュータBのブラウザに入力したいような場面を指しています)

しばしば	ある	ときどき	あまりない	全くない
28.2 %	23.1 %	35.9 %	5.1 %	5.1 %

Q5. (Q4で「まったくない」以外を選択された方へ) Q4のような状況の場合、どのようにしてデータを転送しますか？ (複数回答可)

手で	共有ファイル	ftp	E-mail	フロッピー	その他
54.1 %	56.8 %	37.8 %	73.0 %	10.8 %	18.9 %

表 1: 近接関係にあるコンピュータ間で、どのようにして情報を受け渡しているか: (ソニー社内のソフトウェア技術者 39 名に対して行なった調査)

ところで、自分の身近にある複数のコンピュータ間でデータの移動が必要になったことはないだろうか？ Drag-and-Drop は同じコンピュータ内(より正確には、同じディスプレイ内)の情報移動には適しているが、コンピュータ間を「またいだ」情報移動は行えない。たとえば自分の机にあるデスクトップコンピュータと、ノートPCとの間で情報を移動させたいとする。このような場合、同一コンピュータ内の情報移動操作

とはまったくちがった操作、たとえばファイル転送コマンドなどを使って情報移動を行わなければならない。

表 1は、ソニーのソフトウェア部門に対して実施したサーベイで、自分の周辺にあるコンピュータ間で、どのようにして情報を移動させているかを調査した結果である。非常に多種多様な方法で情報を操作している様子が伺える。いずれも、同一コンピュータ内の情報操作と比較して著しく複雑であり、間接的である。なかでも、「手で書き写す」(コンピュータ画面から情報を読み取って、それを別のコンピュータに打ち込む)と回答した人が6割以上もいることが注目される。

一方、現実世界での情報移動を考えてみよう。たとえば同じ引き出しの中の物を整理して場所を変える場合でも、その物体を別の引き出しに移す場合でも、同様の操作(物を直接つまみ上げて、移動させる)が使える。コンピュータが現実の世界に浸透していくためには、このような単純で直接的な方法が適用できることが望ましい。

Pick-and-Drop は、デジタル情報をあたかも物理的な「もの」のようにしてつまみ上げ、移動することを可能にしようというインタフェースの試みである。コンピュータをまたいでデータを移動させる場合、利用者は、最初の画面から所望のデータをペンでタップしてつまみ上げ(ピック操



図 2: Pick-and-Drop による情報交換

作)、目的のコンピュータの画面で落とす(ドロップ操作)。同一コンピュータ内の情報操作と、複数コンピュータ間を「またいだ」情報操作が、完全に同一のものとなっているのが Pick-and-Drop の特徴である。

Pick-and-Drop は、当初はコンピュータ間での直感的な情報交換を可能にするインターフェースとして考案された(図 2)。たとえば会議で同席した人どうしで情報を交換するような場面を想定していたが、それ以外にも様々な場面での適用が可能である。たとえばデスクトップコンピュータのディスプレイを使って作図を行っているとして、主となる大きなディスプレイの他に、補助として使われる小型ディスプレイを机の上に配置する。これらの補助ディスプレイは、図形データを一時的に置くための作業領域にもなるし、作図アプリケーションの「ツールボックス」だけをまとめておくコマンドパレットとしても機能する。同じ機能を単一の画面として構成することもできるが、複数のディスプレイを使った構成はより利用者の直感や触覚に訴え、利用者の持っている身体的な能力を引き出すことができる。たとえば、よく使う作業領域は手元に配置しておき、別の作業領域は机の向こう側に置く、といった利用方法が可能である。

Pick-and-Drop の発想は、ホワイトボード大のディスプレイのインターフェースを構築する上でも有効である。ディスプレイのサイズを黒板大

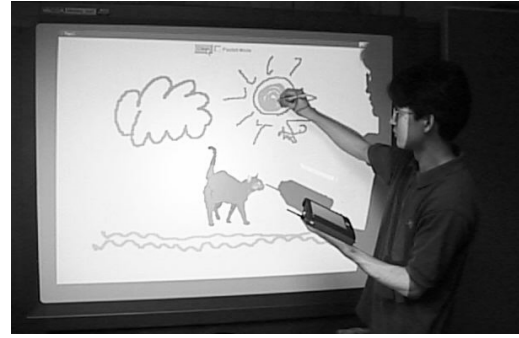


図 4: 黒板型コンピュータと PDA 型コンピュータの連携(上: 手元の小型コンピュータが黒板型ディスプレイに対する「パレット」として機能している。下: 共同描画作業。個人作業空間と共有作業空間を複数ディスプレイの組み合わせによって表現している。

に拡大しただけで、通常の(主に 14~17 インチ程度の画面を想定して設計された)GUI デザインはあちこちで破綻してしまう。たとえばメニューバーを画面の上端に置くと、利用者の背丈によっては手が届かないかも知れない。また、図形描画用のツールボックスを画面のどこに配置するかも問題である。たとえば左端に置いたとすると、黒板の右側で作業している利用者は、ツール属性を変更する度に左端まで歩いて行かなければならない。

単一のディスプレイですべてを実現するという発想にこだわらず、システムを複数のディスプレイ面によって構成すると、これらの問題は容易に解決できる。各利用者は、手元に小型のディスプレイを持ち、機能選択やペンの属性変更などをこのディスプレイによって行う。ちょう

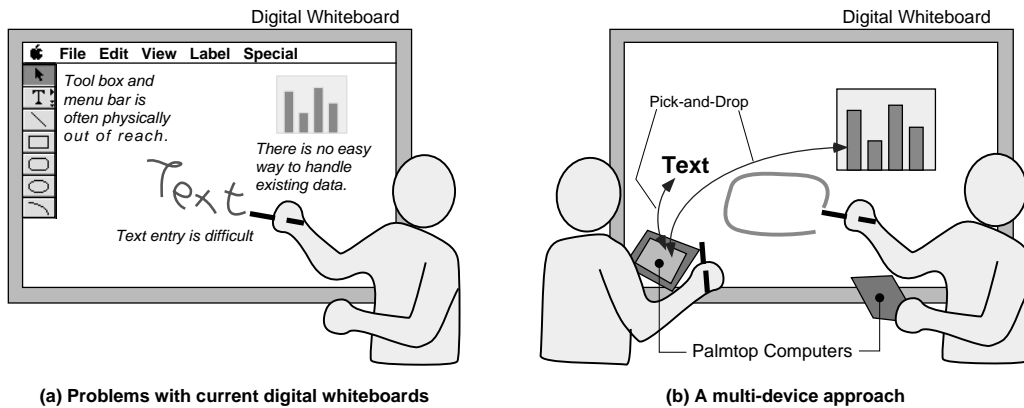


図 3: 黒板型インタフェースを、複数デバイスの組み合わせとしてデザインする

ど油絵を描くときに、手元にパレットを持って作業するようなメタファを電子ツールの操作にそのまま適用したと考えることができる(図4)。

以上のような発想は、コンピュータのディスプレイを「情報世界への窓口」と考えると同時に、物理空間中での位置や大きさを持つ「面(サーフェス)」として捕らえる考えとして一般化できる。われわれの生活する物理環境あるいは建築環境は、無数の面、たとえば床や壁、机の表面、書類の表面、あるいは天井によって構成されている。それらの面は空間を仕切る「境界」としての機能を持つとともに、様々な情報を提示する「表示装置」としての機能も併せ持っている。コンピュータの登場以前から、たとえばオフィスの壁は、空間を仕切る装置であるとともに掲示板としても機能しているし、机の前の壁は重要な情報を覚えておくための「リマインダー」として機能している。このような物理的な「面」の新しい性質として、コンピュータのディスプレイという特性が追加されたと考えられるとわかりやすい。

近未来の「面」は、物理的なサーフェスと同時に電子ディスプレイとしての機能を併せ持つようになるだろう。掲示板のある場所に行くと、ピンで留められた掲示物の横で、電子掲示物が表示されるようになるかも知れない。また、未来の「ピン」や「クリップ」は物理情報と電子情報を同時にたばねるバインダーとして機能す

るようになるかも知れない。

3 身体的情報空間の構築

前節で述べた Pick-and-Drop は、電子情報に対して物理的な操作感を与えようというインタフェースデザインの試みであった。一方、物理的空間としての建築空間に、情報空間の持つインタラクティブ性を与えるという逆方向からのアプローチを考えることもできる。「バーチャルリアリティ」のように、建築を仮想世界で構築するのではなく、現実に存在する建築物を情報メディアとしてとらえ、その空間の中で行動する人間に対して反応する物理空間として構築する。

以下では、建築空間を情報空間として再構成しようとする二つの実験について述べる。

3.1 ニール・ディナーリ展での試み

建築家ニール・ディナーリのギャラリー「間」(東京/乃木坂)における展覧会 [1] で、以下のような情報システムを実現した。

まず、ディナーリ氏の設計による、図5に示すような展示空間が構築された。この空間には、従来の建築家展に多く見られるような展示物、たとえば図面や模型などは意識的に排除されている。ディナーリ氏のメッセージはすべて電子空間に存在し、展示空間の壁面には、情報への手が

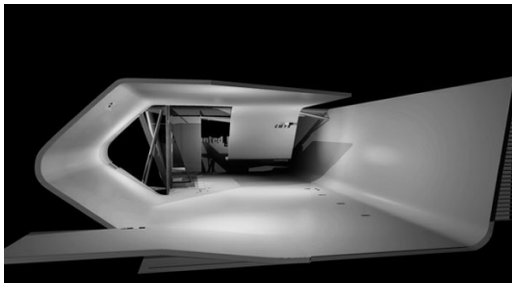


図 5: ニール・ディナーリ展会場

かり(リンク)を示すアイコンが点在している。

この展示(実)空間から、情報空間へのリンクをたどる手段として、筆者のグループで開発された NaviCam[6] と呼ぶデバイスを会場に配置した。NaviCam はパームトップ大のディスプレイデバイスで、壁に設置されたアイコンをカメラで認識し、そのアイコンにリンクされた電子情報を自動的に画面に表示する(図 6)。



図 6: NaviCam による情報ブラウジング: パームトップディスプレイを經由して実空間から情報空間へ接続する

通常のウェブ・ブラウザでは、マウスのクリックによって情報空間を探索していく。一方、この展示会では、来場者は実際に展示空間のあちこちに歩いていって、そこに結合された情報に出会うことになる。身体の動きと情報の変化とが結合したインタフェースを来場者に体験してもらおうというのがこの情報インスタレーションの試みであった。

構築された空間を実際に体験してみると、情報の取得に身体を使わなければならないという条件は不便なようでもあり、一面新鮮でもあった。たとえば天井近くに設置されたアイコンは背を伸ばさなければとどかないし、床のアイコンには腰をかがめてアプローチしなければならない。しかし、こういった身体動作によって、情報に確かに接近したという満足感を得ることもできる。

3.2 壁型インタフェースと ICC「海市」展での試み

身体行為によって情報メディアにアクセスするという発想は、次のシステム、HoloWall[5]を開発する動機のひとつにもなった。HoloWall は、赤外線カメラとリアプロジェクションディスプレイによって構成された壁面型コンピュータで、特殊な入力デバイスを経由せずに、利用者の身体の動きを直接コンピュータへの入力として認識する(図 7)。従来のテレビゲームが、高度な 3 次元映像とはアンバランスなまでに限定された入力手段(ゲームパッド)を利用するのと対照的に、HoloWall 上のシステムは、利用者の全身の動きや形に敏感に反応する。たとえば図 7 は、HoloWall を利用して作成されたアプリケーション(ゲーム)の一例で、全身を使ったピンポンゲームが展開されている。

1997 年 7 月に展示された NTT の InterCommunication Center(東京/初台)での入江経一氏による情報インスタレーションでは、HoloWall をひとつのベースとして、将来の建築空間を模索



図 7: HoloWall による壁型インタラクション:
(上:身体に反射するピンポンゲーム、下:来場者の接近を認識する仮想生命)

する試みが行われた。この展示では、建築空間の最も基本的な要素である二つの「面」、壁と床がインタラクティブなサーフェスとして再構成されている。壁の裏側と天井にカメラが設置され、来場者の動きを検出する。検出した情報はコンピュータによって処理され、壁と床の情報表示に反映される(図 8)。床型インタフェース(infoFloor)の製作を電気通信大学小池研究室のチームが、壁面型インタフェース(HoloWall)の製作を筆者らのチームが、それぞれ担当した。

筆者にとってたいへん興味深かったのは、来場者がこの空間とのインタラクションの法則を「探索する」過程であった。壁の裏に設置されたカメラは、壁(実際にはカーテンのような布で実現されている)に接近する来場者の手や全身を認識し、映像や音によって反応する。入力として

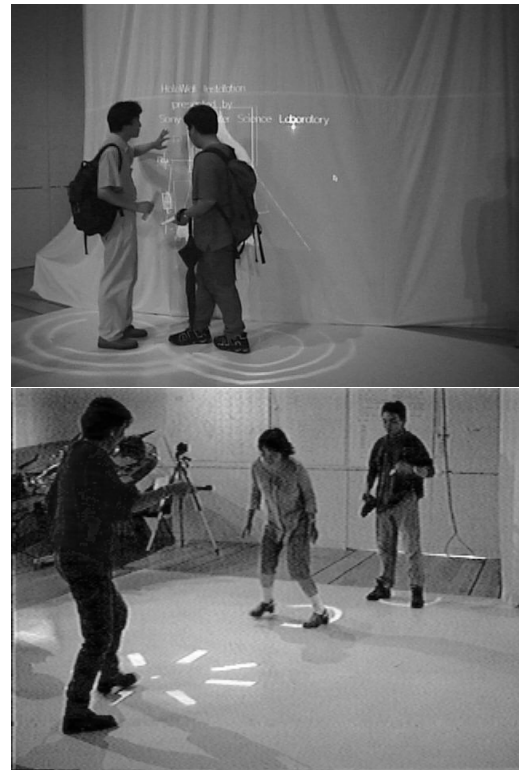


図 8: 来場者の身体的行動に反応する壁と床

の動作と、出力としての壁の反応の関係をさぐるようとして、来場者は多種多様な壁への接近を試みる。偶然、壁を叩くことで音に変化することを発見すると、今度は色々な叩き方の研究を始めるのである。こういった、人間の身体を持つ複雑かつ豊富なボキャブラリのうち、現状のコンピュータインタフェースが利用できているものはまだ限られているという印象を持つ。

床に投影された情報の効果も興味深い現象を引き起こした。InfoFloorでは、来場者の位置を天井に設置されたカメラで認識し、その場所を光のパターンで追跡する。この環境に入った子供達が、「この光につかまったら負け」といった即席のルールを発明しながら、会場を走り回るといった光景が観察された。ここでは、テレビゲームやウェブ・ブラウザとのインタフェースとは全く異なったタイプの、コンピュータとのインタラクションが展開されている。これらの特性は、未来の幼稚園、体育館、リハビリテーション施設等の建築に際し、コンピュータをど

のようにして組み込んでいくか、という問題に対するひとつの解、ととらえることができるかも知れない。

4 おわりに

本稿では、二つの世界、情報世界と物理世界とを融合するインタフェースデザインについて紹介した。本稿で紹介した事例では、おもにデジタル情報とのインタフェースに対して物理性、身体性を復活させるという発想に基づいてシステムを構築している。しかしながら、現実世界のもつ制限を無視することもできない。物理情報は、デジタル情報のように簡単に移動・複製・検索することはできない。情報空間にフィジカルな様相を導入する際に、同時に持ち込まれてしまう実世界特有の困難さをどのようにして解決していくか、がシステム設計上の論点となるだろう。

別の見方をすれば、現実世界のもつ限界を、コンピュータの能力によって補強していくというアプローチが、実世界に連携した情報システムのとるべき姿ともいえよう。たとえば、公共施設内の掲示情報から、自分に必要な情報だけを選び出すのは容易ではないが、来場者の年齢やプリファレンスを認識する電子的な指標(タグ)を利用すれば、コンピュータにその作業を肩代りさせることができる。このように、現実世界と情報世界との相補的な関係を実現していくことが、これからの情報メディアの重要な役割となるだろう。

謝辞

本稿で紹介したプロジェクトは、社外の多くの方の協力なしには実現できなかった。まず、ニール・デナリー展をプロデュースし、NaviCamによる展示案内システムについて協力して頂いたStudio/Sの岡正明氏、ICC「海市」展でのHoloWall

インスタレーションの機会を与えて頂いた入江経一氏に感謝する。両氏からは、情報メディアと建築の将来について多くの貴重な意見も多く頂いた。また、舞踏家の福原哲郎氏からは身体とメディアの関連についての貴重な示唆を頂いた。綾塚祐二氏(東京大学)、松下伸之氏(慶應大学)、神武直彦氏(慶應大学)の諸氏には、展示システムの開発および設営に協力して頂いた。

参考文献

- [1] Neil Denari. *INTERRUPTED PROJECTIONS*. TOTO Shuppan, 1996.
- [2] J.J. Gibson. *The ecological approach to visual perception*. Houghton Mifflin Company, 1979.
- [3] Hiroshi Ishii and Brygg Ullmer. Tangible Bits: Towards seamless interfaces between people, bits and atoms. In *CHI'97 Proceedings*, pp. 234–241, 1997.
- [4] Jun Rekimoto. Pick-and-Drop: A Direct Manipulation Technique for Multiple Computer Environments. In *Proceedings of UIST'97*, pp. 31–39, October 1997.
- [5] Jun Rekimoto and Nobuyuki Matsushita. Perceptual surfaces: Towards a human and object sensitive interactive display. In *Proceedings of Workshop on Perceptual User Interfaces (PUI'97)*, October 1997.
- [6] Jun Rekimoto and Katashi Nagao. The world through the computer: Computer augmented interaction with real world environments. In *Proceedings of UIST'95*, pp. 29–36, November 1995.
- [7] Mark Weiser. The computer for the twenty-first century. *Scientific American*, pp. 94–104, September 1991.