

## ユビキタス時代の知的能力拡大：新しいペンツール

臼井旬 鈴木俊輔 三好浩和 奥出直人

慶應義塾大学湘南藤沢キャンパス奥出研究室

本論文ではユビキタス環境における知的能力拡大ツールとしての新しいペンが有効であることを示し、具体的な使用例について述べる。

あふれる情報の中から必要な情報だけを取得することは非常に困難である。ユビキタス環境が実現するとさらに周囲に情報が増加し、それを取得するツールが不可欠になる。このペンではデジタルデバイスからだけでなく、今後情報が付加されていくと考えられる本や街の看板などからも情報をキャプチャ・保存し、コンピュータや電子ペーパーを用いたデバイスに取り込み、構成し、文字や絵を書き込むことができる。このペンによる直接的な操作と、主体的な構成作業による情報へのアクセスにより、知的能力が拡大するというフレームを構築する。さらに、具体的な使用環境として美術館をあげ、その有効性を確認している。

### **The intellect augmentation of the ubiquitous computing environment : the new pen tool.**

Jun Usui, Shunsuke Suzuki, Hirokazu Miyoshi, Naohito Okude

OKude Studio, Keio University Shonan Fujisawa Campus

In this paper, we will present a new pen that is used as an intellect augmentation tool of ubiquitous computing environment. And we will describe the specific use of this tool.

It's very difficult for us to draw essential information out from the vast amounts of information. When the ubiquitous computing environment come to realize, amounts of information increase more. With this pen, we can capture and store information from not only digital devices but also books or signs of city which have digital information in the future, and we can also bring these information onto computers to compose them and write a sentence or an illustration. By use of this pen, direct manipulation and subjective composing operation make our intellect augmented. Then we give a museum as a concrete use environment example, and confirm the effectiveness.

#### 1. はじめに

##### 1-1. 研究の目的

私たちの考える新しいペンは、情報が付加された実際の物から情報を取得し、デジタルデバイスに取り込み、構成することができ、通常のペンで書き込むという役割もはたすものである。この研究の目的は、ユビキタス環

境に置いてこの新しいペンが重要なツールになることを提示し、その使用によって人間が知的能力を拡大できることを証明することである。よって、以下の二点を示す。

- ・ユビキタス環境で情報がどのような位置をしめ、その中で人間の知的能力拡大がどのように行われるべきか。

- ・ペン自体の持つ概念や、私たちの提案するペンの特徴が、その環境の中で効果的であるという枠組みを示す。

## 2. 新しいペンの提案

### 2-1. 人間の知的能力を拡大する

はじめに、人間の知的能力を拡大することについて定義する。「知的能力の拡大」とは、複雑な問題の解決のために必要な情報を速く的確に見つけ、理解を促進し、解答へとたどり着くことである。[1] 知識の総量が飛躍的に増加したのに比べ、その中から必要な情報にたどりつく方法は全く進化してこなかった。[2] エンゲルバートは比較的下部の構造を自動化することによってシステム全体に変化をもたらすことができる、と述べている。[3] 例えば現在のワードプロセッサ<sup>1</sup>のように「タイプを打つ」という下位レベルのタスクを自動化することで、新しい作文方法が生まれる。ユーザーは思ったことを簡単に記録することができ、それを画面上で操作して文章を組み立てることができる。「タイプを打つ」ことの自動化が、複雑な思考の方法の上部の調整にまで影響するのである。知的能力拡大のための道具は、自動化を促進する以上に、このような知的能力拡大のために作成されるべきである。

### 2-2. ユビキタス時代と情報

一方、ユビキタス時代の到来は私たちの環境に多くの変化をもたらす。どこでもコンピュータにアクセスできる世界を意味するユビ

---

<sup>1</sup>エンゲルバートが“A Conceptual FrameWork for the Augmentation of Man’s Intellect,”を書いた1963年は、ワードプロセッサが考案される前である。架空の筆記機械としてこのワープロに類似した装置を説明している。

キタス・コンピューティングはインターネットの普及に始まり、情報家電、無線技術の発達、携帯端末の利用増加と徐々にその姿を現し始めている。

デジタル化された情報は取得が容易であり、ユビキタス環境では取得可能な情報も格段に増加すると考えられる。現在開発が進められている Auto-ID 技術によって物に情報が付加されていく傾向があり、駅の改札を通過すると携帯電話に情報が届くというサービスも実現されている。[4]

この環境が実現すると、服や雑貨からその画像や値段、メーカーなどの情報を取得でき、電子ペーパーを用いた本からは文書を簡単に取得できるだろう。映画のポスターや看板から公開日や上映場所を取得でき、CD からは曲のタイトルリストやサンプルが取得できるかもしれない。野菜などの食料品に ID タグをつけ、産地や生産者、農薬使用有無などの情報を得るサービスも試験的に開始されている。[5] これらの情報は非常に役に立つように思われ、簡単に取得するためのツールが必要になることは自明である。またそのツールは人の知的能力を拡大するようにデザインされる必要がある。そこで私たちは新しいペンを提案する。

### 2-3. 新しい「ペン」というツール

上記のように、情報を取得するツールとして新しいペンを提案する。気に入った服でも、本の中の文章でも、まず取得する必要がある。私たちの提案するペンではこれをペン上部のノックで行う。情報を取得可能な領域に入るか、または、情報を取得可能な物にペンを当てると、ペンの上部に付けられたリング状の LED 発行部分が光り、ペン胴体の液晶部分にはその情報の概要やサムネイル画像が表示さ

れる。その状態でペンのノック部分を押し、ペンの中に情報を吸い取ることができ、LEDは情報がペンの中に入っていることを示す色に変わる。もう一度ノックするとペンからデータがはき出され、電子ペーパーなどを用いたノートブックに取り込むことができ、胴体部の液晶表示は消える。またペンでなぞることによって配置を変えることや、文字や絵を書き込むことも可能である。複数の情報を保持・管理するために回転式つまみと発光部が用意されている。(図1)

このペンが情報を取得するだけのツールと大きく異なる点は、ペン型であり、これによって情報を操作でき、ペンとしての機能を果たすことにある。ペン内部に取り込んだ情報を直接的な操作で簡単に取り込み、配置の変更や文字の記入が即座にできることの意味は非常に大きい。また、LED・液晶の表示やノックなどの操作で情報の取得が簡易で、なおかつ曖昧さが無い。このようにデザインされたペンは情報取得や単なる自動化を越え、人間の知的能力を拡大するというフレームを以下に構築する。

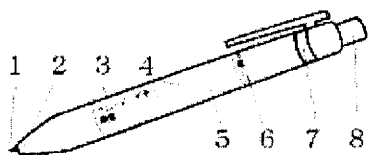


図1 ペンのシステム概略

1.タッチセンサ：文字の記入や、情報取得時に対象物を特定する
2.小型カメラ：文字の情報などを認識する。ペンで記入したことを記録する場合にも使用される。
3.液晶：取得可能状態になると何を取得できるかを示す。取得後は、その情報や画像が表示されている。ペンを握っている状態でも見れるところに位置する。
4.無線技術(Bluetooth)：Bluetoothなどの無線技術を使って情報をやりとりする
5.メモリ・プロセッサ：内部に小型のメモリとプロセッサを内蔵する。
6.情報を表示玉：一つ一つに情報を蓄えることができる。リングを回転させることで情報を選択する。
7.状態を示すランプ(LED)：ペン先が情報取得可能物に触れたり、情報取得可能な領域に入ると光る。ペンの中に情報が入っていると違う色で光る。
8.ノック：ノックによって情報を取得でき、また、出すこともできる。

### 3. 知的能力拡大の枠組み

#### 3-1. 情報の記号化と操作

ユビキタス環境において、様々な物から取得した情報や自分で作成した情報を自在に操作できると非常に便利のように思われる。しかし、デジタル情報そのものは数字の羅列からなっており、私たちはそれを見分けることができないため、情報をはっきりと私たちが認識できるようにする必要がある。

ユビキタス環境では物から取得した情報が携帯端末・コンピュータなどの間を行き来するため、その通信の方法が重要になる。無線による通信ではその間の受け渡しの際に操作をすることができず、情報の存在が曖昧になってしまう。これはコンピュータ内部で行われるコマンドラインによるファイル操作に似ている。例えば、ファイルを選択し、送り先を指定するとファイルは転送されるが、その間のデータの流れを確認することができない。そこで、現在のコンピュータ GUI ではファイル形式ごとにアイコンを用意し、それぞれに名前を付けるなどの手段で視覚化している。それによって、私たちはファイルを見分け、容易に活用することができるようになった。このような情報の記号化は非常に便利な手段である。GUI によってデータの可視化だけでなく、プロセスの可視化が行われるようになった。しかし、コンピュータの外部で通信による情報を扱おうとするとその間のプロセスの可視化が再び失われる。(図2)

そこで、ペンを介することによって、情報の存在が明確になると同時に自在に操作しているという実感が生まれる。そのことによって私たちは情報をより有効に、頻繁に使用するようになる。確実に認識された情報だけが、デバイスの間を移動し、必要な情報群が必要な箇所に集められ、利用されるのである。(図

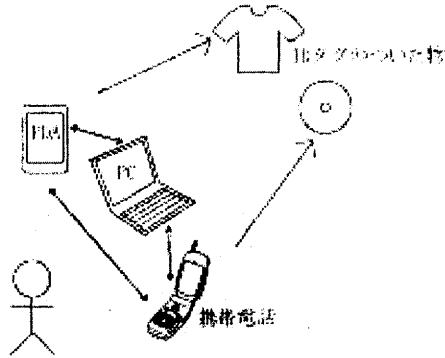


図2 物との直接的なインタラクションが生まれない

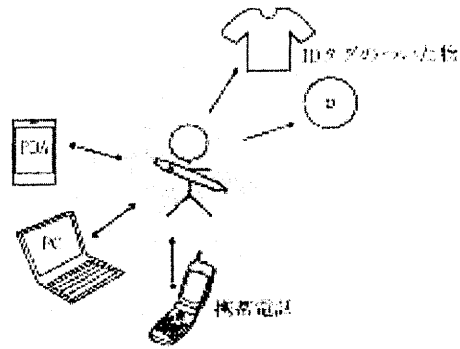


図3 ペンを介して有効に情報を活用できる

3) 次項では重要性を増すことになるペンの操作性の問題について述べる。

### 3-2. 直接的操作

私たちの作るペンは直接情報を扱うツールそのものであるので、情報を扱うコンピュータのためのペンではいけないし、情報をやりとりするときにペンのコンピュータを使ってはいけない。ペンを直接的な操作で扱うことでコンピュータを使っているのではなく、まさにその作業をしているという感覚を持つことができる。[6] その鍵となるのが物理面・ビジュアル面における情報との直接的なインタラクションである。

直接的操作の研究はコンピュータのグラフィックユーザーインターフェース (GUI) 部門で盛んに行われており、ベン・シュナイダーマンは GUI の直接操作の三つの要素を考案した。

- ・操作したオブジェクトのビジュアル的な表現
- ・テキストでの操作にかわる物理的なアクション
- ・すぐに起こる操作の視覚的なインパクト

このうち二つがユーザーに与えるビジュアル的なフィードバックについての項目であり、二つ目だけがユーザーのアクションについて述べられているのは注意すべきポイントである。[7] また、アランクーパーは、当たり前すぎて忘れられているが、私たちはプログラムによって表示されている情報だけを直接的に操作できると主張する。[8] 直接的な操作の感覚はユーザーのアクションはもちろん必要だが、それ以上にビジュアル的なフィードバックから得られるのである。

ペンを介する場合にもユーザーが得るフィードバックが直接的な操作感のための鍵になる。LED ランプによる色彩変化で行った検証の結果、ノックと色によるフィードバックが有効であることがわかった。(図4・図5) ノックの動作により直接的に変化する色で、現状を把握することができる。さらなる直接的な操作を得るためには、液晶による表示や振動によるフィードバックなどが考えられる。これらの点については今後プロトタイプによる検証を進めていく必要がある。

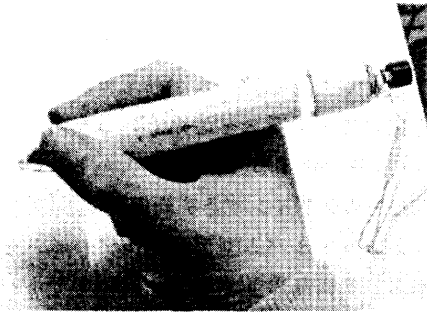


図4 色と液晶部分で情報を確認できる

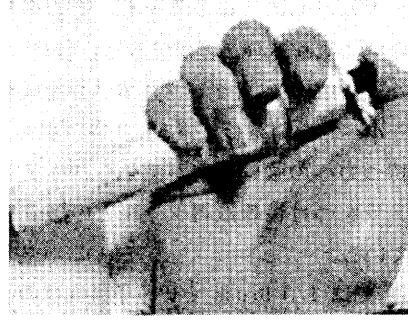


図5 ノックによって情報が取得される

### 3-3. ペンでの記入による効果

ペンで書く行為は自分の内にある思考を紙の上に表す行為である。ペンを介して情報を取り込んだ後に、コメントの追加や、配置など構成を変えることができれば個人的に情報を扱う上で非常に役立つ。情報が非常に多く散乱した状態でも、配置やコメントがリマインダーとなり取得動機を思い出せるだろう。これは検索システムとは違う役割を果たすものである。検索をするためにも動機が必要なのだ。明日の会議の書類について忘れた人が、その書類について検索することはできない。ペンで書けるということは検索とは別に存在すべき非常に重要な要素である。

写真とスケッチの違いからもこのことの示唆を得ることができる。スケッチはカメラで写真を撮ることに比べ不正確で時間もかかるが、描くことはそのイベントに対して集中したり、焦点を合わせたり、熟考したりすることが必要になるため、不正確なスケッチの方がより鮮明に記憶に残る。一方、写真は簡単で正確だが、撮影することばかりに気を取られがちになってしまう。ノーマンは写真のようなメディアを邪魔するテクノロジー、スケッチのようなメディアを増強するテクノロジーと呼んでいる。[9] 取得可能な情報が非常に多くなり、取得する量も増えるときに、そ

れを有効活用するためにはこのようなテクノロジーが必要である。

ペンの持つアフォーダンスも有効に働く。ペンは書くことをアフォードし、また、書くことは内省的な黙考をアフォードする。[10] 自分で操作・構成することが、情報を記憶の中に残し、活用の手助けをしてくれるのだ。また、PDA やタブレット PC をペン型デバイスで操作しているという事実からも、ペンが情報を操作するというアフォーダンスやメンタルモデルを持っている（あるいは、これらから持つことができる）ことを確認できる。文化的に「書き、思考する」アフォーダンスを持っているペンの力をさらに拡張することで、私たちの知的能力は拡大する。

### 3-4. 技術的背景

現在デジタルペンや PDA・タブレット PC でペン型デバイスの開発が進んでいる。アノトが開発を進めるアノトペンは、独自のドットパターンを持つ専用紙のパターンをペン先についているカメラで読みとり、USB や Bluetooth で接続することにより、手書き文字をコンピュータ内に取り込むことができる。[11] また同社の C・Pen では紙などに記載された文字を認識して取り込むことも可能である。[12] Siemens はペン型の携帯電話を開発

し、どんなものにも書くことも、その情報はペンの中に取り込むことができる。[13] グリーンハウスは USB とデジタルカメラを搭載したボールペンを開発している。[14] 「書くこと」が持つ力への強い期待が感じられ、デジタルカメラをつけ情報取得ツールとの融合も図られている。

MIT では I/O Brush という子供向けのペン型デバイスが開発された。[15] これはブラシの先のカメラで対象物のテクスチャや色を読みとり、その読みとった色でスクリーン上に書き込むことができるものである。ペン型デバイスは子供にも直感的に操作することが可能であることがわかる。小型のカメラやプロセッサ、手書き認識技術の発達に伴い、さらにペン型デバイスは精度をあげていこう。これだけ多くの開発が進められている点からも、ペンの持つアフォーダンスや思考に与える力が必要とされていることを確認できる。

また、ユビキタス環境の情報を取得するツールとしては、東京大学の坂村教授が開発を進めているユビキタスコミュニケーター[16] がある。ucode タグの情報を通信によって取得することができ、セキュリティ上の問題を解決する eTRON[17] などのシステムも開発されているもので、食品トレーサビリティ、医療、デジタルミュージアムなどの場面で活用を期待されている。[18]

ユビキタス時代の情報取得ツールが抱える問題点としてはミドルウェアや規格の統一があげられる。坂村教授が中心となり活動している T-Engine フォーラムでもミドルウェアの盛んな流通を目指しているように、情報を様々な機器の間で自由にやりとりするためにはこれらの解決が必要である。

#### 4. 美術館での例示

##### 4-1. 概要

知的能力を拡大するペンツールを使う具体的な例として慶應義塾大学湘南藤沢キャンパス奥出研究室で開発を進めている美術館プロジェクトを例示する。

私たちのデザインする美術館では、「アトバム」というアルバム型デジタルデバイスを持ち運ぶ。美術品の前でペンを用いてアトバムをタッチすると美術品の画像と関連する情報が付箋の形で取り込まれる。ユーザーはペンでアルバムに感想を書き込むことができる。また、人々が注目した視点を示す美術品の部分画像を「アートテーブル」というテーブル型ディスプレイの上に浮かべる。ペンでその画像を操作し、欲しい画像はペンでキャプチャし、アトバムに取り込むことができる。また、アトバムに取り込んだ画像や書き込んだ感想を、ペンを使って友達同士で交換することが可能である。このように気に入った美術品を取り込み、感想を書き、部分写真でより細かい点にまで注意を向けて、より美術館での体験を豊かにすることができる。さらに、アトバムを用いたコミュニケーションにより、集団的な知的能力の拡大を達成できるというものである。アトバム、アートテーブルの仕様や具体的な使用例に関しては(鈴木 2004)[19]、(三好 2004)[20]にそれぞれ詳しい。

この美術館では美術品やアートテーブルがユビキタスの擬似的環境であり、アトバムがペンに保存した画像を取り込めるデバイスにあたる。

##### 4-2. ペンの利用

ペンの LED 発光プロトタイプの検証と、タブレット PC と付属のペンを使用するアトバムの検証実験を行った。LED 発光プロトタイプ

はノック操作やペン先のタッチによって LED の色が変わる簡単なプロトタイプだが、3-2 で述べたように、光の色によるフィードバックが有効であるという結果を得られた。

タブレット PC を用いた検証では主にペンの持つアフォーダンスについての効果を確認することができた。ペンを使ってアルバムに取り込んだ画像と、そこに付け加えられたコメントによって、それを見せ合いながら行われるコミュニケーションが円滑に進むようになる。特に、書いたコメントがリマインダーとなることや、画像に記したマークが注目点を表すことによって、絵に対する会話が活発になることを確認できた。また、ペンとアルバムを持つことによって書くという意識、より作品を観察する意識が生まれることも確認できた。

被験者は気に入った絵画の画像だけを取り込み、その絵の印象や気に入った箇所にコメントを記した。そのコメント内容は文章としてわかりやすく記述されるものや、色や形容詞だけをメモしたものまで多岐に渡った。また、被験者からはペンとアルバムがあることで普段よりも考えて書こうとする、という感想も得られた。同伴者との会話では画像とコメントが大きな役割を果たした。同じ画像を見て話すことができるというだけで会話が活発になり、コメントは実物を見たときに感じたリアルな感情を呼び起こすようだ。会話後に再び同じ絵画を鑑賞しに戻る、という今まではなかった行動も生まれた。(図6・図7)

情報を操作できるペンの存在が美術館における人の行動や思考までを変化させていることがわかる。このようにして人間の知的能力の拡大が行われていくのである。



図6 画廊での実証実験 図7 タブレット PC へ  
ペンでの書き込み

## 5. むすび

本論文ではユビキタス時代の情報のあり方と知識拡大に言及した後、その状況における知識拡大ツールとしてのペンのフレームの構築を試みた。そのフレームは第3章で述べた以下の3点の属性を持つ。

1. 情報を自在に操作することができること
2. 直接的操作が操作感の重要な要素である
3. ペンの持つ概念とアフォーダンスの強さ

このフレームはユビキタス環境における情報との関わり方、インタラクションを中心に据えたデザインに示唆を与えるものでもある。新しい時代において、デザインされた「物」が真に人間の能力を拡大するための理論である。

私たちは、今後このフレームに則して、プロトタイプの作成と実際に通信を行う実証実験によってデザインや操作を洗練させて行く必要がある。それによって変化していくデザインが、さらにフレームを強固な物にしていくだろう。

## 参考文献

- [1] ハワード・ラインゴールド: 思考のための道具, パーソナルメディア(1987) P239-283
- [2] Vannevar Bush: As We May Think, The Atlantic Monthly, July(1945)  
<http://www.ps.uni-sb.de/~duchier/pub/vbush/vbush.shtml>
- [3] Douglas C. Engelbart, : A Conceptual

FrameWork for the Augmentation of Man's Intellect, (ヒトの知能を増幅増大させるための概念フレームワーク), 西垣通編著訳「思想としてのパソコン」に所収(1962)

[4] 小田急グーパス

[http://www.pia.co.jp/sp/goopas\\_pia/](http://www.pia.co.jp/sp/goopas_pia/)

[5] Itmedia ニュース: 野菜が自らの“素性”を消費者に語る T-Engine フォーラム実証実験

<http://www.itmedia.co.jp/news/articles/0401/08/news071.html>

[6] Donald A. Norman: 誰のためのデザイン?, 新曜社(1990)P302-306

[7] Alan Cooper: ABOUT FACE2.0 the essentials of interaction design, John Wiley & Sons Inc(2003) P263

[8] 同上 P264

[9] Donald A. Norman: パソコンを隠せ、アナログ発想でいこう!, 新曜社(2000) P166-168

[10] 同上 P164

[11] Anoto <http://www.anoto.com/>

[12] C-Pen Stroke of Genius

<http://www.cpen.com/>

[13] Itmedia モバイル: Siemens, “ペン型携帯”をCeBITで披露

<http://www.itmedia.co.jp/mobile/articles/0402/10/news059.html>

[14] Itmedia PCUPdate: デジカメとUSBメモリ内蔵ボールペン グリーンハウス

<http://www.itmedia.co.jp/pcupdate/articles/0402/03/news093.html>

[15] MIT Media Lab I/O Brush

<http://tangible.media.mit.edu/projects/iobrush/iobrush.htm>

[16] 坂村健: ユビキタス・コミュニケーター

[www.t-engine.org/news/pdf/TEP031Q24-u01.pdf](http://www.t-engine.org/news/pdf/TEP031Q24-u01.pdf)

[17] TRON PROJECT OFFICIAL HOMEPAGE

<http://www.tron.org/>

[18] TRONSHOW2004 ユビキタス ID センター

<http://www.tron.org/tronshow/2004-j/uid-j.html>

[19] 鈴木俊輔: 集団の知的能力拡大ツールとしてのアルバム型デバイスとテーブルのデザイン, 情報処理学会 第 87 回情報システムと社会環境研究会(2004)

[20] 三好浩和: 感動を増幅する美術鑑賞支援ツール利用により豊かになる美術館体験のデ

ザイン, 情報処理学会 第 87 回情報システムと社会環境研究会(2004)