

smoon: Web の実体化による行動支援とその試作

smon: Behavior support system based on physical entitizing web and its prototype

渡邊 恵太 佐藤 彩夏 松田 聖大 稲見 昌彦 五十嵐 健夫*

Summary. Web 上には膨大なデータが集積され共有されており、人々は容易にそのデータにアクセスし望んだ情報を得られるようになった。一方でそのような情報をすることは容易になったものの、その情報を問題に適用するためには人が行動しなければならない。すなわち、データを中心としてみるとデータは実世界に対して間接的ある。従来、人がデータにアクセスする図式で HCI は考えられきたが、本研究ではデータが人々の生活にアクセスするという図式でインタラクティブシステムを捉える。そこで本研究は実世界に対してデータを直接適用する考え方「Web の実体化」を提案し、Web と日常生活の統合を目指す。そして本論文ではアプリケーションとして調理支援システム smoon を提案する。smoon はユーザに計量の意識をさせずに、ただ掬うだけで適量の材料を得られる計量スプーンである。本論文では smoon の実装と実際に利用した試用実験について述べ、システムについて考察する。さらに、smoon の提案からこのようなデバイスがもたらすデータの直接的な世界、創造性について議論する。

1 はじめに

Web 上には様々な形式のデータが集積され共有されている。また常時接続の無線ネットワークやモバイルデバイスにより人々はいつでもどこでも、あることを「知る」ことは容易になった。そして人々は知り得た情報を利用し、効率よく自身にメリットのあるように行動できるようになった。しかしながら、どんなに価値ある情報が Web に集積し、検索効率が向上しようとその情報を自らの対象の問題解決に利用するためには、人が行動し問題に適用しなければならなかつた。たとえば、おいしい和食のレシピデータがあつても、それを知っただけで料理ができるわけではなく、それに基づき人が調理を実行しなければその料理は実現しない。しかも人がそのデータの解釈を間違えたり、見間違えなどをしまえばその通り実現することはできない。つまりデータの視点から見ると、人の行為が介在しなければ実世界の問題に対してデータを適用することができない。そしてそこには人の知覚や身体能力、感覚、解釈などが介在してくる。ポジティブに捉えれば人が介在することは問題に対して工夫したり状況にう

まく対応できる柔軟性として捉えることができるが、一方でネガティブに捉えれば人が情報を見ることへの注意力や的確な行動力も問われることがあり、状況によっては人への負荷とも考えることができる。メリットデメリットは議論ではあるものの、これだけ膨大データが利用可能状態であるにも関わらず、そのほとんどを人が注意深く介在しなければ問題に適用できないインタラクションモデルでは、日々増え続ける情報を活用するという点でもボトルネックとなりかねない。

そこで本研究は、データが実世界に対して間接的であることを問題とし、人々が利用する道具自体にWeb上のデータを結びつけ物理的に制約化し、人の行動を直接的に支援する考え方「Webの実体化」を提案する。本論文ではそのアプリケーションとしてユーザに計量を意識させない調理支援デバイス:smoonを紹介する。

2 Web / データの実体化

Web やストレージ上に保存されているデジタルデータを実世界や道具、身体に直接結びつけて、人の行動を直接的に支援する手法「Web の実体化」を提案する。Web の実体化は図 1 に示すように、実世界の問題に対する解決を知ることと行動することを省き直接、対象に適用する手法である。今日は、

Copyright is held by the author(s).

* Keita Watanabe, Ayaka Sato, Shota Matsuda, Masahiko Inami, Takeo Igarashi, JST ERATO 五十嵐デザインインタースプロジェクト

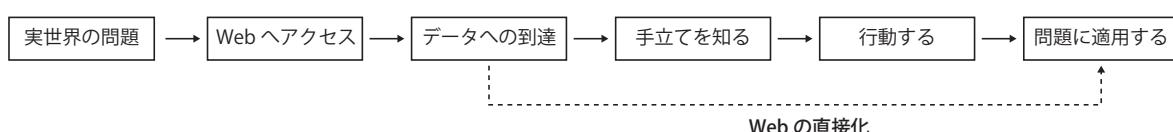


図 1: Web の実体化のインターラクションモデル

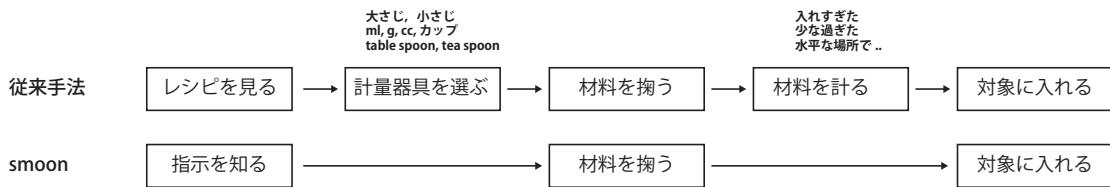


図 2. 従来の調理プロセスと smoon の調理プロセス

人がある問題を解決するために Web ヘアクセスし、データに到達し、そこから手立てを知り、それに基づき行動し、問題に適用するプロセスを経る。すなわち Web / データの効用を実益として得るために、人が注意深く情報見て解釈し行動するという介在が必要があり間接的であった。Web / データとして存在していても実益ではなく、その点で実体的ではない。本提案は、これを人が介在せずとも実世界に実益のあるようにしたい。これを Web の実体化と呼ぶことにする。一見すると実世界指向インターフェース [12] やタンジブルビット [4] などの考え方によく似ていると思われるかもしれない。しかしこれらは実世界の制約をうまく利用しデジタル世界を操作することに主眼が置かれている発想である。また、GUI の基本的考え方である直接操作も、デジタル世界をどう直感的に操作するかを目的としたものである。一方本提案手法は、デジタル世界を操作の対象とするのではなく、実世界が操作の対象となる。

3 アプリケーション: smoon

smon は、物理的に変形するロボット型計量スプーンである(図 3,4)。物理的に変形することで、計量すべきサイズに変形し、計量すべき対象の量を的確に計量できる。デジタル化されたレシピ情報に基づき適量を得られるように変形することで、ユーザー自身は計量行為、計量意識が不要になる。すなわちユーザーは smoon を利用し対象を掬うだけで、レシピの表記や適切な量を考えずに調理することが実現できる。図 2 に従来の調理プロセスと smoon を利用した調理プロセスを示す。

調理は具材や調味料の量を間違えると、味が大きく変化したり、うまく膨らまない、焼けないなどの問題が発生する。特に初めてする料理は、レシピを見ながら慎重に適切な量を入れなければ、失敗してしまうこともある。しかしながら、レシピの量の表記はグラムであったり、cc であったり、カップ、さじ、など量と体積が混在していたり、表記もさまざまでありわかりにくい。さらに、その表記に合わせて計量カップや計量スプーンを利用し、適切な量を計量する必要があり、初心者や新しいレシピへ挑戦する際への障壁のひとつとなっている。そこで smoon はユーザーがレシピでの単位の表記を一切気にしなくて済み、また計る作業を行わずに調理を可能にする。

3.1 システム実装

smon は、容量変更可能な計量スプーンとそれと連動するレシピシステムで構成される。

3.1.1 ハードウェア

smon の試作は Dalla-Piazzas 社の nuscup (容量変更可能なマルチ計量スプーン¹) サイズ大(17cm)をベースに改良し、そこに Firgelli 社の Linear Actuator L-12 を組み込んだ。これにより、モーターの制御で容量を変更する。なおモータの制御は Aruduiino を利用した。nuscup では、30 ml~140 mlまでの計量が可能であるが、今回の smon の実装ではモーターの実装上 0 ml~120 mlまでの計量が可能となっている。120 ml から 0 ml への変更時間は約 7 秒である。

3.1.2 smon recipe

ユーザが計量を意識せずに行うためには、単純にデバイスとして計量装置が変化するだけではユーザはどのタイミングでそれを利用するのかはわからないため、smon と連動するレシピシステム: smon recipe を試作した(図 5)。smon recipe はレシピ情報を段取りに分けて、スライドショー形式にしたレシピである。smon レシピの特徴は、調味料・材料を入れるステップごとにスライドを分けている点である。たとえば「ボウルに砂糖を加える」とだけ



図 3. smon を利用した調理

¹ nuscup は、粉類や液体など入れても液漏れすることなく計量できる機構を持つ。

表示し、何グラムなどのかなどの数字、量は一切表示しない設計とした。さらにsmoon recipeでは、質量を体積に変換する計算も行う。たとえば、一般的には小麦や砂糖などは質量で計れることが多いが、smoon recipeでは質量を体積に変換して提示する。そのため、一般的に質量で計るような対象も体積で計ることができる。また、smoonは計量できる最大量は120mlであるため、それ以上の量の計量を行う場合は回数を分けて行う。たとえば、300mlを入れなければならない場合は、100mlを3回という具合に分ける。なお、現在レシピデータは開発者があらかじめ入力し用意したものを使っている。

3.1.3 利用方法

ユーザは、iPadなどに表示された画面をタッチして、レシピスライドを次のページへ進め、調理を進める。その中で材料を計量する状況になると、電子音を鳴らし、同時にsmoonのモーターが作動し、smoonは適量が得られる状態になる。ユーザは基本的にその状態で材料を掬い、混ぜ合わせる器に入れるだけでよい。smoonはやや計量スプーンの形状をしているため、材料（小麦、砂糖、塩などの粉もの）の入った容器によっては、smoonをそのまま容器にいれて材料を掬うことができれば、液体のようなものは、smoonに縁ぎりぎりいっぱいまで入れるような使い方ができる。液体では縁ぎりぎりでそれ以上入れようとなれば液体は自然とこぼれ落ちてしまうため、それ以上入らない。一方、粉ものの材料は山盛りになってしまふこともあり、その場合は適切な容量を超えてしまう。したがって、ユーザが指などですり切りを行う必要がある。また、実験者らでsmoonの試用していたところ、生クリームやマヨネーズのような粘りのあるような材料を入れた場合、計量後smoonから材料を取り出しにくい場合がある。そこで「押し出し機能」を用意した。押し出し機能とは材料の入った状態で、smoonの容量値を0にすることによって、材料が容器から自動的に出てくる機能である。これによってユーザはsmoon容器内をすくい取るようなことをせずとも綺麗に材

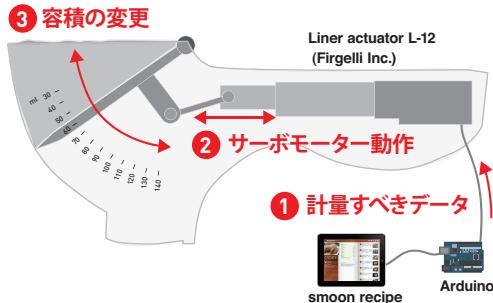


図 4. smoon のシステム構成

料を取り出せる²。

3.2 smoon の試用

smoonを利用し実際に料理を行い、実際に適切な量を計量可能であるか、smoonがどのように利用されるかを実証、および映像記録しながら観察し、終了後口頭で簡単なインタビューを行った。今回の運用では4人（男性1名、女性3名）の被験者が参加した。調理のレシピは、市販のレシピ³に掲載されている「マフィン」とした。被験者にはsmoonの利用方法について説明した以外の教示はしていない。個別のケーキカップに入れる直前に、重さを計量し、どの程度の誤差があるかを測定した。

3.2.1 結果と考察

実験の結果、被験者1は587g、被験者2は581g、被験者3は563g、被験者4は571gとなり最大24gの差があった。調理の対象がマフィンであるため、ベーキングパウダーの量によってはケーキが膨らまない結果になり得るが、いずれの被験者も調理結果の失敗はなかった。調理時間の平均は20分37秒であった。被験者はいずれもマフィンをつくるのは初めてであった。実験者らの観察によって気づいた主な点と考察を述べる。

被験者の4人のうち1人はsmoonを自身の目線に合わせて量を確かめていた。smoonはすり切り入れればその量が得られるため、そのような目線の高さで合わせるような行為をせずとも調理を支援できると考えていたが、より正確に計ろうという意図のためか、いつもの計量の感覚によってそういう行為をしたのかもしれない。また、smoonの置く場所に



図 5. smoon recipe: レシピが段取りごとにスライド形式になっている。左右の三角アイコンでスライドを進めたり戻したりできる。左下のボタンは押し出し機能

² smoonのベースに利用したnuscupでは30mlからの計量となるため、押し出しはできない

³ 矢崎美月代. お菓子の教科書ビギナーズ. 新星出版社, 2011

困る被験者もいた。これは smoon についての材料の残りがこぼれ落ちないようにする意図にもみえた。他には、smon のすり切り行為をこれから入れるべきボウルの上で行う被験者がいた。これでは計量の意味がなくなってしまうが、同時にすり切ることによって落としていい場所の確保が必要であることもわかった。そして、被験者ごとに smoon の汚れ（材料のこびりつき）のふきとり方がさまざまであった。汚れをきにせず、材料を入れる被験者もいれば、準備しておいたウェットティッシュで丁寧に拭き取る者もいた。

次に、被験者の事後インタビューを口頭で行い、得られた知見を述べる。

今回のsmoonの試作では、nusucupがベースでかつモーターが組み込んであるため、重量バランスが悪く安定していない。そのため、片手で必ず smoon を持った状態で材料を入れていた。その点が計量カップであれば、置いておくだけで済むため被験者は不便を感じたようである。また、大さじ 1 杯などの微量の計量時には、smon の容器内の角度がほとんどつかないため、ここに本当に材料をいれるべきか不安になるようであった。これらは、smon の実装形状が nusucup をベースにしてしまっていることに起因しているため、今後は計量カップ型で机の置けるような形状にして、底上げするようなプロダクトデザインが望ましいと考える。また、smon の利用したいシーンとして、忙しい際に利用したいという声があった。これは細かい数字を見ているのは煩わしい、間違える可能性があるということが理由であった。また向いている料理としてはお菓子作りなど計量が間違うと失敗になりやすいものに適しているという意見を得た。他にも、初めて利用したが元々smoonの存在を知っている被験者は、自動化され過ぎてないレベルで便利（すべての調理行為が全自動だと嫌）であったという意見を得られた。



図 6. smoon の試用実験の風景（小麦を入れている様子）

4 関連研究

調理に関する先行研究は多いが、多くは調理のナビゲーションやコミュニケーション、管理、記録であることが多い、調理を物理的に支援する情報システムはほとんどない。キッチン全体の支援としての研究としては、椎尾らによる Kitchen of the future のプロジェクトがある [9]。これは遠隔地間の調理の教授のためのネットワークでキッチンを結んだり、またカメラやマイクが組み込まれ調理の記録や公開を容易に実現するシステムなどが提案されている。また、プロジェクトをキッチンやまな板などに投影することによる支援も多い [5][11]。

支援の方法にも、ユーザのスキル向上を前提としたシステムも提案 [8] されており、システムがユーザのやることや考えることを減らす方向性の研究と可視化などを通じて気づきを促しスキル向上や学習支援を狙う研究の 2 つの方向に分かれる。さらに、ロボットによる調理支援研究 [7] や調理の自動化の研究も進められている。本研究の立場はユーザのやることを減らす方向の立場をとるが、この点については議論で詳しく述べる。調理作業中にレシピの操作手法としては、ジェスチャや音声認識、視線入力などの研究 [3][13] があり、これらは smoon recipe の操作手法としての組み合わせも考えられるだろう。関連する計量器具としては、計量カップや計量スプーンが重量計が融合した Digital Scale with Measuring Cup [2] やデジタル計量スプーン [1] がある。これらはいずれも計量するということがデジタルに置き換わっただけであり、smon のように計量のリテラシーが不要とはならない。また、本研究に類似するが、逆の計量手法として Lee らによる HandSCAPE のプロジェクト [6] がある。HandSCAPE は一種のデジタルメジャーであるが、位置および XYZ 軸で計測が可能なため、結果として立体 CG をコンピュータ内で生成可能とするシステムである。smon はこの逆であり、デジタル化された体積情報を実世界に物理的に表現する。

5 議論

5.1 Web / データの実体化

これまでの HCI の議論の多くは、我々が直にデータに触れているような感覚が重要であった。たとえば、GUIにおいては直接操作であり、さらにより直感的な操作として実世界指向インターフェースの考え方やタングブルユーザインターフェースという考え方があった。しかし、Web の実体化ではデータが我々の世界に対してどう直接的であるかが重要になる。すなわち、これまで我々が PC や Web に「アクセスする」という図式であったが、Web が私たちの生活にアクセスしてくるという図式になる。smon ではこれまでレシピを見て作業をしてきたことの一部

が、レシピを見ずともデバイス上で自動的にその情報が適用されるため、図1で示すように人がそのための行動をしなくても問題へ適用されその解決がされる。今回は計量という点であったが、このようなデータが実世界に直接的に働きかけてくるものとしては旧来よりプリンターがある。プリンターはデータが物質に変換される装置という意味では、Web／データの実体化と言えるが、装置としては問題解決に対して直接的な支援を行わない点でWeb／データの実体化とは言い難い。すなわち、Webの実体化と言ったとき、単純に物質化する装置ではなく、文脈や活動流れの中で直接問題や対象に解決が適用可能であること重要である。たとえば、何かを組み立ててあるマニュアルがある場合に、その手順に合わせてスクリュードライバーがセットになったデバイスが自動的にプラスやマイナスなどのねじ山に適切な先端に変更されるなどが考えられる。

他にたとえば、我々はCastOvenという電子レンジの温め時間に温め時間と同じ時間の長さのYouTubeの動画再生する、生活時間の制約の中で人とコンテンツとの接点をつくるシステムを提案している[10]。CastOvenは物理的な制約を作り出すわけではないものの、実世界の制約のひとつである時間の制約に合わせてコンテンツを提供する。すなわちコンテンツがアクセスしてくるという点では同じ図式である。

いずれも、実世界の状況に対してWeb上のデータが適用される。したがってWebの直接性は、単純にユーザにとっての利点、使いやすさに限らず、生活のあらゆる状況の中のどの部分でデータとのマッチングや適用が可能かであることを考えることがまず重要であり、その結果として人々がWebにアクセスせよともWebの恩恵がいつのまにか受けられる世界を実現できると考える。

5.2 創造とは何か

smoonはインタラクション2011⁴にてインタラクティブ発表を行っている。その際から議論として「smoonのようなデバイスは人の創造を奪うのではないだろうか」という議論がある。これは非常に難しい問題である。まず何を料理の創造性として捉えるのかという問題がある。smoonでは計量の部分のみ自動化を行っており、本システムを料理初心者が利用した場合一切計量の単位やはかり方について学ぶことを排除してしまう可能性はある。一方で、いずれにせよレシピがありそれに習って調理する以上、創造しているわけではないため、レシピ連動システムとしてのsmoonに創造性を問われるということ自体が錯誤であるとも考えられる。逆にsmoonの立場は、人の創造性を明示的にするツールとしても捉えることができる。それは、仮にレシピが正確

だとして「小さじ1杯塩を多く入れるというようなアレンジで満足のいくものができた」ということを創造性としたとき、その多い差分量は元々の量が正確であって初めて、創造を理解できるためである。レシピ通りにできているかどうかわからないなかでのアレンジは、創造性というには難しく、その点でsmoonによってレシピ通りの部分を保証し、その上でユーザによるアレンジを可能にすることが創造性と考えることもできるだろう。他に計量部分以外にも料理において創造性を發揮すべき点（切り方、盛りつけ、料理の組み合わせなど）があると考えられ、smoonによって他の面で創造性を発揮していくという考え方もあるだろう。

5.3 創造の境界

さて、創造性に関して別の視点から考えてみたい。「できあがった料理が自分でつくった料理であるといえるかいえないか」の境界はどこにあるのかという視点である。たとえば、カップラーメンはお湯を基本的に粉末とお湯と入れるだけの調理であるが、これを自分でつくった料理と言えるのかどうか？というのは興味深い問題である。おそらくこの問い合わせて多くの人は直感的には「自分がつくったラーメンです」というのは抵抗がある。杉浦らのCookyという調理支援ロボット[7]は食材は人が準備し、あとはロボットに指令するユーザインターフェースを用いて調理を実行するシステムである。これは料理方法の設計はユーザ自らすることができるため、それによって自分でつくった料理であると言えるのだろうか。smoonでは被験者に対して、作ったマフィンは自分で料理した感覚があるか、という質問をしたところ、とくに疑問もなく全員がはいと答えていた（ただし、創造に関してどのように質問するかは難しく、この質問が適切であるかは課題である）。

6 おわりに

本研究ではWebのデータが実世界に対して間接的であることを問題提起し、データを直接的にする考え方Webの実体化について提案した。そしてそのアプリケーションの一例としてsmoonというユーザはまったく数字を意識しなくても計量可能な自動計量スプーンとそのレシピシステムの試作について紹介し例示した。またsmoonを実際に被験者4名が試用し、その観察から考察を述べた。最後に、Webの実体化と創造、創造性について議論した。

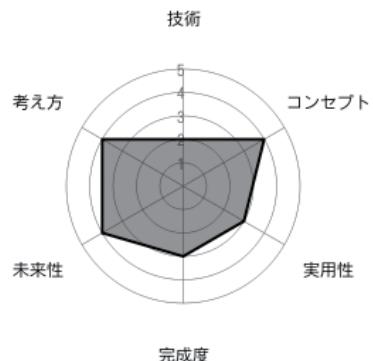
参考文献

- [1] Metex, デジタル計量スプーン.
<http://metex.qj.shopserve.jp/SHOP/84-001.html>.
- [2] TAYLOR, Digital Scale with Measuring Cup.

⁴ <http://www.interaction-ipsj.org/2011/index.html>

- <http://www.taylorusa.com/kitchen/food-scales/digital-kitchen-scale-5.html>.
- [3] J. S. Bradbury, J. S. Shell, and C. B. Knowles. Hands on cooking: towards an attentive kitchen. In *CHI '03 extended abstracts on Human factors in computing systems*, CHI EA '03, pp. 996–997, New York, NY, USA, 2003. ACM.
 - [4] H. Ishii and B. Ullmer. Tangible bits: towards seamless interfaces between people, bits and atoms. *CHI '97*, pp. 234–241, New York, NY, USA, 1997. ACM.
 - [5] W. Ju, R. Hurwitz, T. Judd, and B. Lee. CounterActive: an interactive cookbook for the kitchen counter. In *CHI '01 extended abstracts on Human factors in computing systems*, CHI EA '01, pp. 269–270, New York, NY, USA, 2001. ACM.
 - [6] J. Lee, V. Su, S. Ren, and H. Ishii. Hand-SCAPE: a vectorizing tape measure for on-site measuring applications. *CHI '00*, pp. 137–144, New York, NY, USA, 2000. ACM.
 - [7] Y. Sugiura, D. Sakamoto, A. Withana, M. Inami, and T. Igarashi. Cooking with robots: designing a household system working in open environments. *CHI '10*, pp. 2427–2430, New York, NY, USA, 2010. ACM.
 - [8] 生井みづき, 瓜生大輔, 徳久悟, 柏樹良, 稲見昌彦, 奥出直人. panavi : センサ・アクチュエータ・無線通信機能を内蔵するフライパンを中心とした、料理スキルの習得を支援するシステム. 電子情報通信学会技術研究報告. MVE, マルチメディア・仮想環境基礎, 109(281):41–46, 2009-11-05.
 - [9] 椎尾一郎, 浜田玲子, 美馬のゆり. Kitchen of the Future : コンピュータ強化キッチンとその応用. *コンピュータソフトウェア*, 23(4):36–46, 2006-10-26.
 - [10] 渡邊恵太, 安村通晃. 時間の使いやすさとインターフェースデザイン : 時間指向インターフェースデザインの試み. 情報処理学会研究報告. HCI, ヒューマンコンピュータインタラクション研究会報告, 2009(5):31–37, 2009-01-19.
 - [11] 森岡俊介, 上田博唯. カメラとプロジェクタを使った調理支援システム. 電子情報通信学会技術研究報告, 110(457):37–41, 2011-03-07.
 - [12] 曙本純一. 実世界指向インターフェースの研究動向. *コンピュータソフトウェア*, 13(3):196–210, 1996-05-15.
 - [13] 石川忠明, 星野剛史, 堀井洋一. タッチレス入力装置とジェスチャ・コマンド. WISS2003論文集, pp. 5–8. 日本ソフトウェア科学会, 2003.

アピールチャート



未来ビジョン

Web ブラウザが消えてなくなる世界

デジタル機器の普及やストレージ量の増大によって、この数十年で多くの情報がデジタル化された。さらに、ネットワーク化も進み、クラウド化も進んでいる。このようないつでもアクセス可能な膨大なデジタルデータは、PC や携帯電話、テレビなどのデバイスやブラウザを通じてアクセスするインターラクションモデルで活用するには不十分である。この膨大なデータを新しい価値になるように実世界に戻すか、実体化するかが Web や人々の生活の大いなる課題であり、未来である。Web の実体化による Web と日常生活の統合が、私たちの生活そのものがインターフェースになる世界、あるいは本当の意味でのユビキタス環境を実現する。これはディスプレイが遍在しどこでも情報が得られるというレベルを超えて、smoon で

示したように物理的に知識が実世界の中で駆動していく世界である。今回の実装でもまだ、画面という知識が行為から乖離したデバイスを見ながら使うシステムであるため、まだ間接的な部分がある。今後の smoon の目標はレシピレスにすることである。レシピレスの世界では個別の道具が協調しそれ自体がレシピとして振る舞い人の行動を直接支援する。

さて、この考え方を実現してくためには、まず「Web が実世界にアクセスする」という「人がアクセス」の図式を反転し、かといって人の存在を無視せずに新しいインターラクションモデルでシステムを設計していくことが必要である。この Web が実体化した世界は、今の自然環境と呼ぶものがそうであるように、人が生きて生きる中で、それが情報システムであると気づかず、またいつからあったものなのかもわからず、そしていつまでもあるものだと信じて生きる情報世界である。