

# PhysicalMapper: 身体的操作を用いる デジタルマップインタフェース

加納俊平<sup>†1</sup> 柳英克<sup>†1</sup>

**概要:** “PhysicalMapper” は、体験者に対し地図上を実際に移動する感覚を与えるデジタルマップのインタフェースである。PhysicalMapper の体験者は身体の重心移動によって床面に映るデジタルマップの操作を行う。体験者がデバイスの上に立ち全方位可動式デバイスを傾けることで、その方向にデジタルマップの上を進行することができる。そのため体験者は PhysicalMapper の身体的操作によってデジタルマップ上を自由に移動することができるため体性感覚を伴ったインタラクションを実感できる。

## PhysicalMapper: Interface of Digital Map by Using Physical Control

SHUMPEI KANO<sup>†1</sup> HIDEKATSU YANAGI<sup>†1</sup>

**Abstract:** “PhysicalMapper” is the interface of digital map that give the really move sensation on the map. PhysicalMapper’s user operate the projected digital map on the floor by user’s moving center of gravity. By the user stand the device and cant this all directions movable device, can move the direction on the map. By the physical operation of Physical Mapper’s user, user can move free on the map. So, user can feel an interaction with somatic sensation.

### 1. はじめに

近年では、インターネットの普及により情報を扱うインタフェースの重要性は高まっている。しかし画面上のグラフィックユーザインタフェース(GUI)を用いた操作によるフィードバックは実世界の身体を用いたものとはかけ離れている。平野[1]によると、コンピュータは、ユーザインタフェースのあり方について論じられることが多い。その理由としては、実態がわかりにくく、直感的でないからである。GUIにおいて、スクリーン、マウス、キーボードなどに縛られ、我々の生活空間である物理世界を体現することはできず、現実世界とコンピュータが実現するサイバスペースとのギャップが存在すると述べている。加えて角[2]は、パソコンの中の情報を利用する動機や課題自身は実世界にあるにもかかわらず、デスクトップインタフェース自体は実世界の文脈とは関係なく動作している。携帯電話のように日常的な活動の現場で利用される場合デスクトップインタフェース的なデザインのままではユーザや社会は混乱すると述べている。さらに柳ら[3]によると、情報機器のインタフェースはキーボードやマウスといったボタンやダイヤルを用いた入力方法であり、操作結果は、人が実世界上でアナログツールを使うときに実感する触覚や力のフィードバック等とは違い、不自然な操作感を与えているとされている。そこで柳ら[3]は現代の人が体性感覚を取り戻し、視覚と体性感覚の統合がもたらす現実感を体験できるデバイス“SyncFeel(図1)”を開発した。SyncFeelの利用者は不安定なデバイスは上に乗り重心を移動し非言語情報を相互に

伝送することで他の利用者とのコミュニケーションを図るものである。SyncFeelはデジタルコンテンツを制御するコントローラーとしての有用性も想定されている。加えて、“BodyBalance”という健康器具は SyncFeel と同様に不安定なボードの上に乗る身体重心移動によって体幹とバランス力を鍛えることができるものである[4]。さらに同様の操作を行う遊具として“バランス円盤(図2)”がある。バランス円盤は山梨県南アルプス市の御台使南公園にある遊具であり、足腰の筋力や足首の柔軟性を向上できる遊具である[5]。これらのように SyncFeel も利用者に対して健康面の向上効果が期待できる。画面上の操作をする、身体性を伴ったインタフェースの事例として Wii Fit[6]が挙げられる。Wii Fitの体験者は、ボードの上に立ち画面上のアクションに合わせて体重の移動やしやがみ、立ち上がりなどの動作を行う。この時加えた重圧によって画面上に動作のフィードバックが反映されるようになっている。例えばスキージャンプの場合、体験者は初め膝を曲げた状態からスタートし、飛び跳ねる瞬間から前傾姿勢を保った状態で左右のバランスを均等に保ちつつ膝を伸ばす動作を行う。この動作をより正確なタイミング、体重移動で行うことによって飛距離が伸び、高得点が得られる。このように Wii Fit は全身を動かしながらゲームを楽しめるインタフェースとなっている。しかし体験者に対する身体的なフィードバックは存在せず、実際にスキージャンプを行った時のスキー板の傾きや空気圧などは再現されていない。従来のデジタルマップのインタフェースはマウスやタッチパネルであり距離的制約や時間的な制約なく見たい場所を閲覧できる。しかしこれらの

<sup>†1</sup> 公立はこだて未来大学  
Future University Hakodate

操作は手や指で完結しており身体的なフィードバックはほぼない。飯塚ら[7]は、空間知覚と姿勢は密接連しているため、もし、自己運動や前庭感覚を伴わずにインタフェース装置が視覚情報のみを空間情報としてユーザに伝えた場合、視覚だけが動き、対象物や世界が揺れたと知覚することになる。つまり、身体性に伴った運動と視覚では世界は正しく認識されるが、身体性が崩れると当然認識も崩れると述べている。すなわち、デジタルマップにおいても表示されている環境を認識するためには前庭感覚などの感覚を伴った身体的体験と視覚などの感覚を伴った知的体験の両方が重要である。一方セグウェイは対照的に、身体的なフィードバックを得ながら走行し、視覚や聴覚を通して知的な体験を提供している。しかし距離的、時間的な制約が存在するため体験者は身の周りの環境からしか知的な刺激を受けられない。

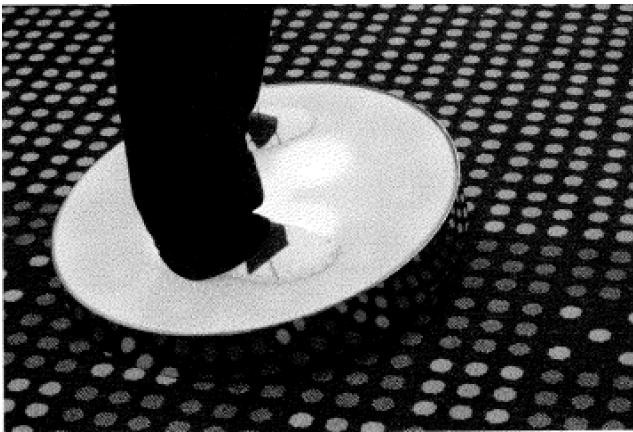


図1 SyncFeel  
Figure 1 SyncFeel.



図2 バランス円盤  
Figure 2 Balance disk.

## 2. 目的

本研究では体性感覚を用いて床面に投影されるデジタルマップを操作するインタフェースを開発する(図3)。このインタフェースは知的体験と身体的体験の両方を提供し(表

1)、デジタルマップに表示される場所を擬似的に浮遊し距離的制約や時間的制約がない。また本デバイスが体験者に対して従来のデジタルマップの操作に比べどのような影響があるかを検証することを目的とする。



図3 デジタルマップのインタフェース  
Figure 3 The interface of digital map.

表1 PhysicalMapper の位置付け  
Table 1 The position of PhysicalMapper.

	デジタルマップ	セグウェイ	Physical Mapper
知的体験	○	○	○
身体的体験	×	○	○
距離、時間的制約	○	×	○

## 3. プロトタイプ概要

### 3.1 筐体の設計

SyncFeel で用いられていたデバイスを用いてプロトタイプピングを行った。このデバイスの中には Arduino Uno と加速度センサを用いて(図4)デバイスの縦方向と横方向の傾きを検出するようにした。また、操作性を向上させるために筐体の下部にウレタンフォームを挟み、デバイスを傾ける際にクッション性を与え水平を維持しやすく、また傾けたい方向に傾けやすい設計にした。

デジタルマップを床面に投影するために超短焦点型のプロジェクターを用い、体験者の正面から床面に光が向かうような配置にした。体験者の後ろに映るため体験者の視界に入りづらくマップの操作に集中できると考えたためである。

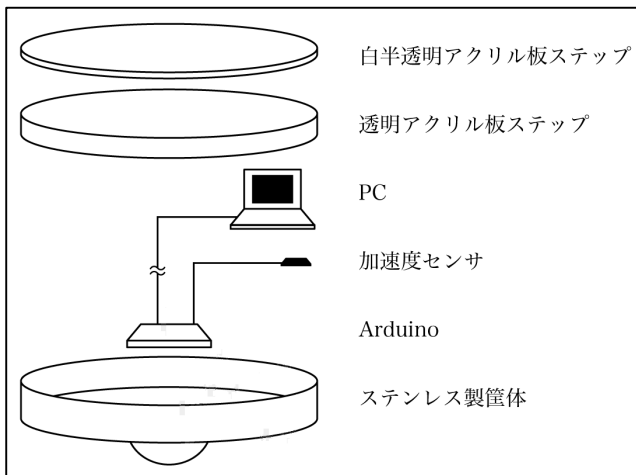


図4 PhysicalMapperのプロトタイプ

Figure 4 The prototype of PhysicalMapper.

### 3.2 システムの設計

床面のデジタルマップにはデバイスと連携できるように Google Maps Api を用いた。加速度センサでデバイスの傾きを検知し Arduino Uno が PC に縦方向と横方向における傾きの程度を送信する。ライブラリ Johnny-five を使用することでプログラミング言語 Javascript による Arduino から送られる値を計測している。そしてこの値を Web サービス Milkcocoa に送信する。この際 Milkcocoa に送られる値を web ブラウザ側の javascript で監視し、この値を Google Maps Api で提供されている地図の中心座標を、指定した位置座標に変更するメソッドに加算した。このようにしてデバイスの傾きによってデジタルマップの中心座標がリアルタイムに変動しデジタルマップの上を進行するシステムを実現した。現実の世界や町並みを浮遊している感覚を持ってもらう目的でデジタルマップにはテキストやズームレベルのボタンの名前を非表示に設定した。

## 4. 実験

### 4.1 日時と場所

本実験は平成 28 年 12 月 12 日(月), 13 日(火), 14 日(水)に公立はこだて未来大学のミュージアムで行った。

### 4.2 被験者

公立はこだて未来大学の学生で年齢は 19 歳から 25 歳までの計 24 人であった。

### 4.3 目的

製作したプロトタイプを用いた操作がマウスによる操作と比較して身体の重心移動による操作と手でマウスをスライドさせる操作の間にどのような差があるかを調査することを目的として行った。

### 4.4 手続き

床面に投影されたデジタルマップをマウスで操作するマウ

ス群(男子 8 名, 女子 4 名)と本デバイスで操作する PhysicalMapper 群(男子 9 名, 女子 3 名)の 2 つの群に分けた。

両群とも共通で、最初に被験者に対し対象の操作方法を説明し、2 分間で世界のおもしろい場所を探し続けるよう教示した。その後アンケート用紙を配布し回答してもらった。アンケートの評価項目は下記であった。

1. 本デバイスで操作しマップを動かすことが楽しかった
2. 集中してマップを操作することができた
3. 飽きずに操作することができた
4. 実際に移動する感覚を持てた
5. 没入感を持って操作することができた
6. 浮遊感を持って操作することができた

それぞれの評価項目に対し 1 から 10 の 10 段階評価で評価してもらった。さらに、マップ操作でどのようなことを思ったか、没入感をどのように考えるかを自由に記述してもらった。2 つの群の実験の様子を図 5 と図 6 に示す。

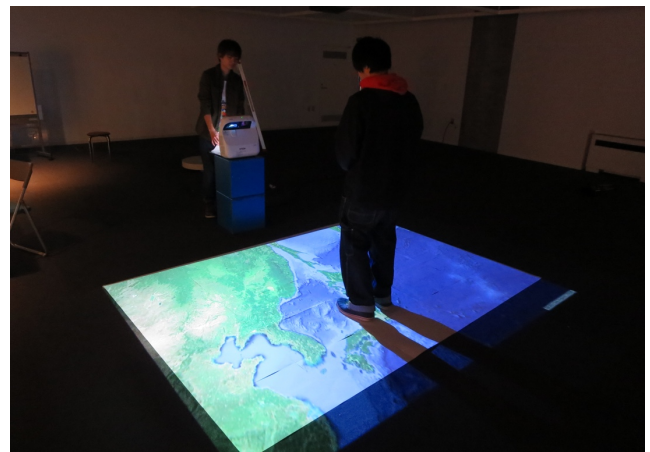


図5 実験の様子(マウス群)

Figure 5 The situation of experiment (mouse group).

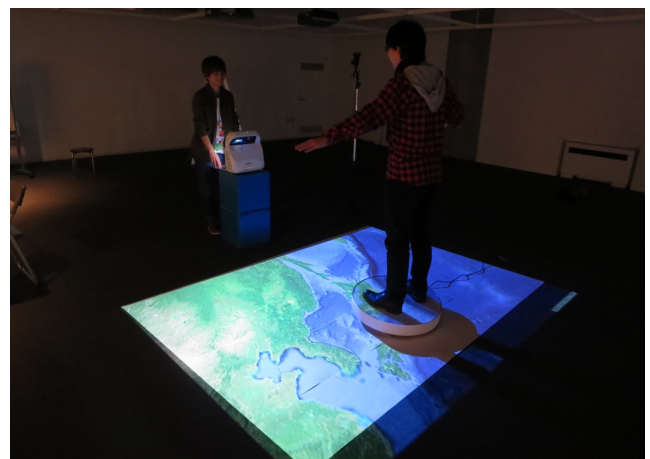


図6 実験の様子(PhysicalMapper 群)

Figure 6 The situation of experiment (PhysicalMapper group).

#### 4.5 結果

アンケートに記入してもらった1から6まで各評価項目をそれぞれ楽しさ, 集中, 飽き, 実際に行った感覚, 没入感, 浮遊感とし2つの群の平均値を表2に示す.

表2 評価項目の平均値

Table 2 The average value of Evaluation item.

	マウス群	PhysicalMapper 群
楽しさ	4.333	8.083
集中	6.417	6.500
飽き	6.167	7.833
実際に移動する感覚	3.583	6.417
没入感	5.417	6.333
浮遊感	4.000	5.667

また, 各評価項目にF検定を行なった結果実際に移動する感覚は非等分散でありそれ以外の項目は等分散であることが分かった. これらから, 2標本による両側t検定を行い, 結果を表3に示す.

表3 評価項目の検定結果

Table 3 The sanction result of Evaluation item

楽しさ	有意である (.000, $p < .05$ )
集中	有意でない (.938, $p > .1$ )
飽き	有意傾向である (.006, $.05 < p < .1$ )
実際に移動する感覚	有意である (.011, $p < .05$ )
没入感	有意でない (.379, $p > .1$ )
浮遊感	有意でない (.118, $p > .1$ )

マップ操作に関してどのようなことを思ったかを自由記述してもらった内容を2つの群の間で比較すると, マウス群では没入感を感じることはなく大きなマップを操作している感覚になるという記述が多く見受けられた. PhysicalMapper 群は操作が難しい, 新鮮であるというた記述が多かった. 没入感に対する考えに関して2つの群の間に差は見受けられなかった.

#### 4.6 考察

実験結果より PhysicalMapper の操作はマウス操作に比べて楽しく, 実際に移動する感覚が伴うことが分かった. さらに飽きにくい傾向にあることが分かった. これは被験者にとって新鮮なインタフェースを操作することで床面に映されるデジタルコンテンツがインタラクティブに反応することに起因すると考えた. また, 移動する感覚で有意差が生じたことから, デバイス上で身体を傾けるという動作によって床面のデジタルマップ上を進行する行為が被験者に

とって直感的であったと考察する. また操作に慣れているマウスと比べ PhysicalMapper のインタフェースが新鮮であることから飽きにくいと考えた.

マップ操作に対する自由記述からは床面に映るデジタルマップの上にもマウス操作の場合は人によって没入しにくいことが分かった. PhysicalMapper は操作が新鮮であり難しく感じるため操作性を向上することで評価も変わる可能性があることが分かった. また, 没入感に2つの群の間で差がなかったことからどちらの操作後にも没入感の考え方を考えることはないことが分かった.

今回の実験で身体の重心移動によるマップ操作が従来に比べ被験者に対してどのような効果があるかを調査することができた. 次にマウス操作でディスプレイと床面のデジタルマップにどのような差があるかを調査することにした. この調査により, 普段のマップ操作と PhysicalMapper の操作において床面投影による効果, 身体的操作による効果の影響を明らかにする.

## 5. 結論

### 5.1 まとめ

本研究の目的は, 体性感覚を用いて床面に投影されるデジタルマップを操作するインタフェースを開発し, 体験者に対して従来のデジタルマップの操作に比べどのような影響があるかを検証することであった. そのために PhysicalMapper を製作し, 体性感覚を持ちいることによる体験者への影響を明らかにする実験を行った. 結果として PhysicalMapper を用いて身体的操作は楽しく, 実際に移動する感覚が伴うことが分かった. また操作が飽きにくいことも分かった.

### 5.2 今後の展望

実験の考察でも述べた通り, ディスプレイに移されるデジタルマップをマウスで操作する実験を行う. そこでは同様のアンケート調査を行う予定である. また, 操作が PhysicalMapper の操作が難しいという意見が多かったため移動速度や加速度, ズーム精度の微調整を行い, PhysicalMapper の操作性が向上したかを実験により明らかにする. この実験では同大学の学生ではなく一般市民に対して体験, アンケート調査を行い一般向けでも同様の効果が得られるかを明らかにする.

また本デバイスのインタフェースには健康面での向上効果も期待できる. そのため医療現場でのリハビリテーションや身体の発達途中である子供に向けた遊具としても有用性があると考えられる. 床面への投影内容もマップだけでなくバランスをとりながら道を進むゲームや向かってくる障害物を避けるゲームなど様々な発展が期待される.

## 参考文献

- [1] 平野光徳, “タンジブルユーザインタフェースとその応用例,” 電気学会誌, 124 巻, 9 号, pp. 587, (2004).
- [2] 角康之, “体験メディア:グループ活動の文脈に埋め込まれた実世界メディア,” 情報処理学会誌, 51 巻, 7 号, pp. 826, (2010).
- [3] 柳英克, 河瀬裕志, 土谷幹, “SyncFeel:遠隔非言語コミュニケーション・デバイスの構築,” デザイン学研究作品集, 17 巻, 17 号, pp. 30-35, (2011).
- [4] La-vie, “Body Balance” <http://www.joinus1980.com/SHOP/3B-4738.html>, (2016).
- [5] 株式会社コトブキ, “バランス円盤” <https://midaiminamikoen.com/park/stretch/>, (2016).
- [6] 任天堂, “Wii Fit” <https://www.nintendo.co.jp/wii/rfnj/>, (2016).
- [7] 飯塚博幸, 丹羽真隆, 近藤大祐, 安藤英由樹, 前田太郎 “身体性に基づく実世界インタフェース,” 情報処理学会誌, 51 巻, 7 号, pp. 768, (2010).