

可変長モジュールによる動的変形テーブルの提案と人を引き込む場のデザイン

政策・メディア研究科 寛康明研究室所属 修士2年 中川真衣

1. はじめに

日常生活において、駅や学校、家など様々な空間で人は行動する。その空間には棚やテーブル、椅子などのモノが置かれおり、これらのモノの配置や形、大きさによって人は立ち位置や座る、立つといった体勢などを変える。これらのことから、空間に置かれているモノは人に影響を与えるとされており、インテリアデザインにおいてはインテリアは人に及ぼす心理的影響がデザイン要素の一つとされている。

インテリアには照明や椅子、棚など多くの種類がある。その中でもテーブルは、対人環境において人と人の間に位置することが多く、日常においても人に合わせて場所や場面ごとにその形や大きさを変えることで空間での人の配置を変化させている。また社会心理学において、テーブルの形や大きさは人の空間配置に影響を与え、形のもつ特徴に伴って場の印象や雰囲気を変えることが証明されている[1][2]。空間においてテーブルは人に影響を与え、それが照明されているモノの一つであると本研究では考える。またテーブルは複数人で使用する場合が多い為、テーブルを変形することは空間内にいる、より多くの人に対して影響を与えることができるのではないかと考える。そこで本研究ではテーブルの変形によって、テーブル周囲の人を移動させ、それに伴う動作を誘発することを目的とする。

2. 関連研究

テーブルが人に与える影響を元に従来から研究が行われている。それらは手動と自動にて変形を行う。手動では折りたたみ式テーブル、無段階式変形テーブルがある。折りたたみ式テーブルは現在多くの家庭にて使用されており、テーブル周囲の人数に合わせてサイズを調節することを目的としている。しかしこれらは変形する形が制限されている。本研究では無段階での変形を考えることで、制限を減らすことを試みた。また近年では無段階で高さを約2倍に変化させる無段階式変形テーブル[3]が開発され、市販されている。これはデスクワーク時の体勢を変化させることによる健康維持、デスクワークの効率化を目的としている。これらは立つ、座るといった人の体勢を変化させることは可能だが変形による人の移動はない。本研究ではテーブルの変形による人の移動を考える。

自動で変形を行うテーブルにはデジタルテーブル[4]と自立変形テーブル[5][6][7]がある。デジタルテーブル[4]は卓上に提示された情報を人に合わせて操作可能にするこによるコミュニケーション支援を目的としている。本研究においてもテーブル周囲の人に影響を与えることを考えるが、テーブル上の情報提示を変化させるのではなくテーブル自体の形を変化させることを考える。自立変形テーブルの一つにコミュニケーション支援を目的としたTransformtable[5]がある。これは周囲の人の配置によって

円・正方形・長方形にテーブルの形を変化させる。本研究においてもテーブルの形を変化させることによる人への影響を考えるが、それにより人の行動を誘発することを考える。また無段階で変化させることにより、より多様な形や大きさへの対応を考える。三次元での情報提示を目的とし、テーブルトップ上のピンアレイを無段階的に上下方向に変化させる、inFORM[6] TRANSFORM[7]がある。これらは本研究と無段階式変形を行う点は一緒だが、10cm幅での変形であり上下方向の変形であるためこれによる人の移動は見込まれない。本研究では変形による人の移動を考える。高さが無段階に変形するテーブルは時間によって自動で変形する物も開発されている[8]。しかし手動式の物と同様に変形による人の移動は見込まれない。

以上の関連研究から、本研究ではテーブルの変形による人の移動に伴う動作の誘発を目的とし、三軸方向に変形を可能にしたMagnifyTable、3倍の変化率を可能にしたExtendTableの二つのアプローチからその可能性を検討する。

3. MagnifyTable

従来までの関連研究ではテーブルの変形は1軸もしくは2軸であったが、MagnifyTableはテーブルの3軸方向への変形を可能にした。

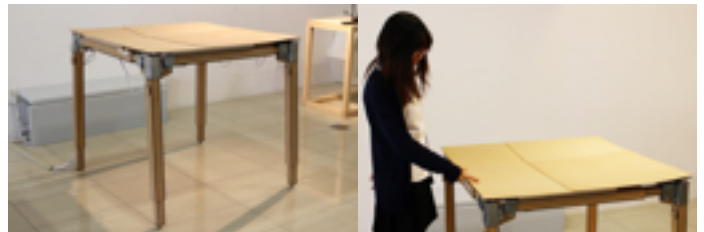


図3-1. MagnifyTable

これはネジとステッピングモータを内蔵した8本のモジュールを組み合わせるにより、テーブルの高さ、天板の縦・横の3軸方向に変形可能である。

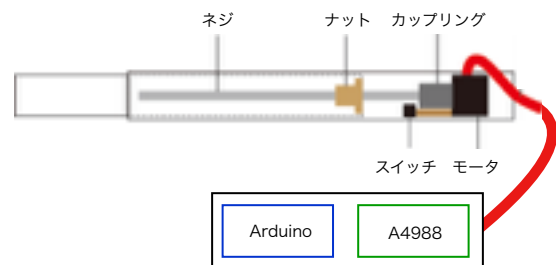


図3-2.システム図(モジュール)

天板は70cm*70cm(1枚),70cm*30cm(2枚),45cm*45cm(1枚)の板を用いて制作した。またモジュールの同士はジョイントを用いて接合した。各辺が15cmずつ伸縮を行うことができる。また天板の縦方向と横方向はそれぞれ個別に動作させることが可能である。全体の大きさは最小の大きさは90*90*90cmであり、各辺を105cmまで無段階に大きくすることが可能である。

4. ExtendTable

Extendableはシザーズ構造を脚部に用いることにより、テーブルの大きさを3倍に変化可能にした。



図4-1. ExtendTable

これは天板、脚部、モジュールから構成されている。天板は4mm厚のMDFに異なる長さのスリットを加工し脚部に制作した。脚部は図4-2のように制作し、モジュールはネジとモータを内蔵し外枠に移動する箱と固定された箱を取り付けることによってスライダ式に動作するよう実装した。

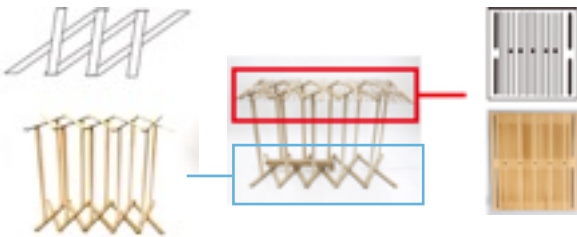


図4-2.天板部・脚部

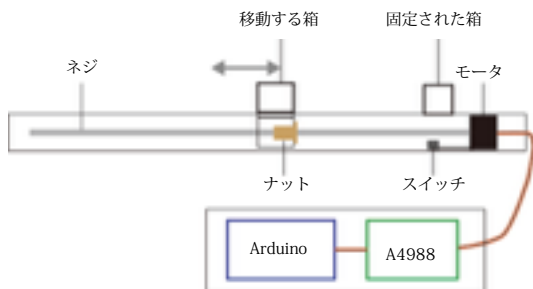


図4-3.モジュール

全体の大きさは70cmから210cmに伸縮可能である。



図4-4. 大きさ変化(ExtendTable)

5. 評価実験(MagnifyTable)

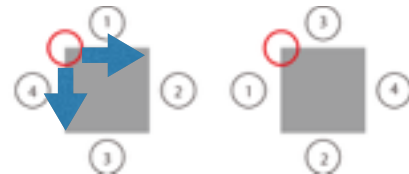
テーブル変形時の人の反応と影響の観察を目的に評価実験を行った。以下が実験の概要になる。

表5-1.実験概要

調査場所(時期)	NU関内(2016年1月)
体験者	8人(4人1組*2, 男性3人, 女性5人)
記録	全体・個人の表情を3台のカメラにて撮影
実験時間	練習(5分間)*1回 実験(8分間)*2回

課題	練習「大切な時に思いを伝えるのかメールか手紙か」 実験「10年後、ドローン/人型ロボット/人工知能/工作機械はどのように生活に組み込まれているか」を順に指定
指示	終了1分前に声かけ

MagnifyTableはモジュールの伸びる方向が天板の縦・横それぞれで固定されており、図5-1の矢印のように伸びる。また実験時、テーブルの位置を固定するため図5-1の赤丸箇所を設置された脚を固定した。この2点を考慮し、体験者の配置を図5-1の番号のようにした。



実験1回目 実験2回目
図5-1.体験者の配置

表5-2. 配置による動作方向

①	自分の方向に伸びてこない(2回共)
②	自分の方向に伸びてくる(2回共)
③・④	自分の方向に伸びてくる(1回)

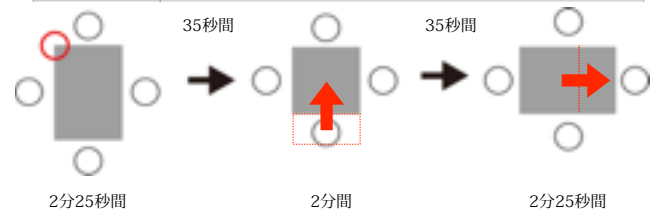


図5-2. 動作方法

アンケート項目は以下のようにした。

- ・5段階評価(1:全く 2:あまり 3:どちらでもない 4:やや 5:とても)
 - 質問1: 話し合いは快適でしたか
 - 質問2: 対人距離の変化は感じましたか
 - 質問3: 実験の中で立ち位置を変える意識が生まれましたか
 - 質問4: テーブルの変形に不快感を感じましたか
 - 質問5: 正方形と長方形において違和感を感じましたか

・自由回答: 質問3・4・5における理由

- ・複数選択(どれも相当しない・正方形・長方形(自分は長辺)・長方形(自分は短辺)・全て当てはまる)

質問1: 一番話しやすかったセッティングはありますか

質問2: 一番話しにくかったセッティングはありますか

アンケート後に図5-1の体験者の配置によってインタビューを行った。

①・②: 対人距離の変化を感じた場合、隣人者と対面者どちらに対して強く感じたか。

③・④: 一回目と二回目では変形に対する感じ方で差があったか。

対人距離の変化を感じた場合、隣人者と対面者どちらに対して強く感じたか。

実験の結果から、変形に対する認識および人への影響に関して考察を行った。アンケート項目の質問4の平均値は3.125となったが、4以上の評価は8人中4人おり、理由としては2人が「動作音が気になった」と回答した。またビデオ観察にて変形中に会話を中断する様子が見られた。このことから、動作音が会話の妨げになったと考えられ、今後改善を検討する余地があると考えられる。また質問2・3・6に関して評価が低かったことから変形を人に認識させることができず、それに伴う行動を誘発することはできなかったと考えられる。

だが、アンケートにて8人中6人が話しやすい・話しにくいセッティングがあったと回答した。このことからテーブル周囲の場の印象を変化させることができたと考えられる。また各理由では変形を行った方向にいた人に対する印象変化をあげた人もいたが、話しやすいセッティングにて長方形(自分は長辺)と回答した2名中1人は「隣人が離れたことにより、正面に意識が集中できた」とコメントしている。また話しにくいセッティングにて長方形(自分は長辺)と回答した1人は「隣人が離れることにより、対面者との距離を近く感じた」とコメントしている。このため変形を行っていない方向にいた人に対しても印象が変化する可能性が示唆された。このコメントをした二人に関して視線分析を行い、相手の目を見たときの回数を解析した。しかし変形による顕著な差は見られなかった。今後は他の体験者に対しても分析を行い、見た時間などのより詳細な分析も行うことで変形が人に及ぼす影響を分析する必要があると考える。

6. 評価実験(ExtendTable)

テーブルの変形による対人距離の変化に伴う行動誘発の効果の検証を目的として、評価実験を行った。実験概要は以下のようになる。

表6-1. 実験概要

調査場所(時期)	NU関内(2016年1月)
体験者	16人(2人1組*8, 男性5人, 女性11人)
記録	全体・個人の表情を3台のカメラにて撮影
実験時間	3パターンの実験を行った。 ①練習(3分間)*1回 実験(7分間)*2回 ②練習(3分間)*1回 実験(7分間)*2回 ③練習(3分間)*1回 実験(7分間)*1回
課題	①② ・「0~100までの素数を分担して挙げてください」 ・「東京オリンピックの競技(26競技)を球技とそれ以外で分担して挙げてください」 ・「日本の政令指定都市を東日本と西日本に分担して挙げてください」 をランダムに指定 ③ 上記の同様の課題を分担指定せずに指定
指示	①タイマー表示したPCを用いた体験者による時間管理 ②③ 時間提示なし

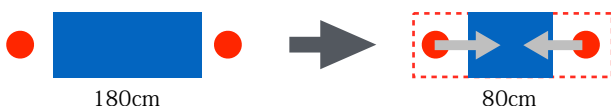


図6-1. 体験者の配置・動作

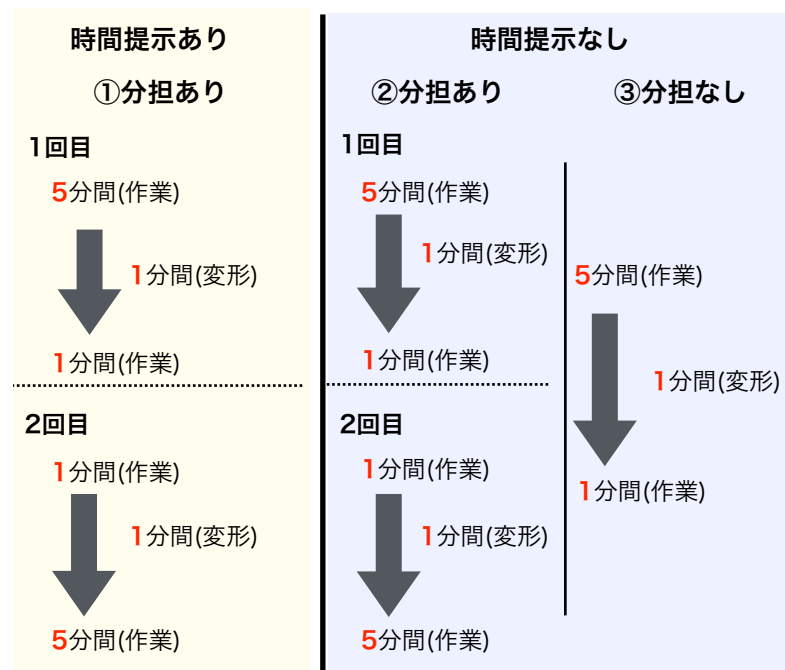


図6-2. 動作方法

アンケート項目は以下のようにした。

- ・5段階評価(1:全く 2:あまり 3:どちらでもない 4:やや 5:とても)
 - 質問1: 話し合いは快適でしたか。
 - 質問2: 実験の中で立ち位置を変える意識が生じましたか。
 - 質問3: 立ち位置を変える意識が生じた際、不快感を感じましたか。
 - 質問4: テーブルの変形によって、作業内容(個人で考える、二人の意見をまとめる等)が変わりましたか。
- ・自由回答
 - ① 質問2・3・4における理由
 - ② 「意見を纏め始めたきっかけはありますか。またそれは何ですか」

アンケート後にインタビューを行った。

質問1. 距離が近くなったことは、個人での作業や話し合いにどのように影響したか。また何故そう感じたか。

質問2. 変形するタイミングの差は、作業に影響したか。

アンケート結果およびビデオ観察から変形に対する不快感に対して考察を行い、「行動リズムの調節」「人の動作移行」に関して効果・可能性が示唆された。

変形に対する不快感

本実験は時間提示ありと無しの場合の2パターン行い、アンケートでの変形による立ち位置の移動に対する不快感を示す値が異なる結果となった。時間表示あり(①)の場合は平均値が3.75と不快感を示していた。しかし時間表示なし(②③)の場合、2.75、2.25と低い値となった。

行動リズムの調節

変形中に人が移動するタイミングの観察を行うため、時間提示あり・分担作業を行っている組と時間提示なし・話し合いの組での全く異なる条件下での比較を行った。

この二つの比較では人が移動するタイミングはほぼ同じだった。このため変形は人の移動間隔や速度を調節できる可能性が考えられます。

情報共有動作の誘発

作業中に距離が近づくと用紙をみるという動作を16人中14人、自分の用紙を相手に見せるという動作を16人中8人が行った。このことから対人距離を短くすることは相手の用紙をみる、自分の用紙を相手に見せるという行動を誘発していることが考えられる。

またこの動作は作業を中断せずに行われた。そのため作業中に動作を移行できたと考えられる。



図6-3. 体験者の様子(相手の用紙を見る)

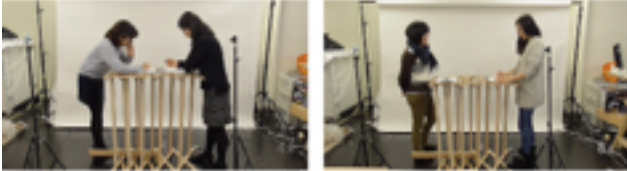


図6-4. 体験者の様子(自分の用紙を見せる)

7. まとめと今後の展望

MagnifyTable、ExtendTableにおけるまとめと展望を述べる。それぞれの作品に対して可能にしたことを機能面、評価実験からの考察からまとめ展望について述べる。

表7-1.まとめ

	機能面	評価実験からの考察
MagnifyTable	<ul style="list-style-type: none"> ・3軸への無段階変形 ・7mm/sでの動作 	<ul style="list-style-type: none"> ・場の印象変化 ・人への印象変化
ExtendTable	<ul style="list-style-type: none"> ・3倍の変化率 ・2.3cm/sでの動作 	<ul style="list-style-type: none"> ・行動リズムの調節 ・情報共有動作の誘発

より多様な形への変化・多様な速度への対応

本研究では四角以外の形状に対応していないため、丸などの他の形状への変形を可能にし、人を移動方向・位置を多様にする。また速度もより多様にする事でそれらが誘発する行動の検証を行っていくことを考える。

動作音の改善

MagnifyTableの評価実験にて、変形中に体験者の会話が中断する振る舞いが見られ、変形が体験者の行動を妨げたと考えられる。これは動作機構としてネジとモータを用いた機構を用いており、トルクや速度の限界があるためと考えられる。そのため油圧や空気圧のシリンダなどを用いた改善を今後検討する必要があると考える。

高さの無段階変形を含めた行動誘発の検討

テーブルは上に座ると椅子、下に潜ると空間との仕切りの役割を担うこともできる。そのため横方向に変形す

ることも可能にすることで、テーブルの上で物を書くなどの作業の他に座る、潜るなど誘発可能な行動がより多様になるのではないかと考える。高さに関しても今後検討する余地があると考ええる。

複数人環境における進行

テーブルの変形に伴う人の行動誘発、人の行動リズムの調節を用いた活用場面を考える。複数人環境にて行われるミーティングや会議、学校などの授業など時間が決められた中で全員の行動を同じタイミングで意見をまとめる作業を誘発するなど進行役を果たすことができると考える。

人が合わせるテーブル

今回スピードは一つしか試作できなかった。しかし検討を重ね、構造や天板部の素材などの改良を行い、人が気づかぬうちに移動することが可能になった場合、テーブルが人の位置、作業を自然に操作できるようになる。従来は人に合わせて作られていたテーブルとは異なる、テーブルに人が合わせていくという逆の発想のテーブルができるのではないかと考える。日常において今まで人に合わせてきた身近な存在のモノが、人が合わせるモノになったとき、モノと人との間に新しい関係性を考えることが可能になるのではないかと考える。

8. 参考文献

- [1]マーク・L.ナップ著 牧野成一, 牧野泰子共訳 人間関係における非言語情報伝達 東海大学出版会, 1979.10
- [2]V.P.リッチモンド, J.C.マクロスキー著 山下耕二編訳 非言語行動の心理学: 対人関係とコミュニケーション理解のために 北大路書房, 2006.3
- [3]BEKANT-Ergonomi, IKEA, <http://www.ikea.com/jp/ja/catalog/categories/departments/workspaces/18960/>
- [4]Jun Rekimoto, "SmartSkin: An Infrastructure for Freehand Manipulation on Interactive Surfaces", CHI2002, 2002
- [5]Annett, M., Grossman, T., Wigdor, D., and Fitzmaurice, G. Medusa: a proximity-aware multi-touch tabletop, UIST, pp. 337-346, 2011.
- [6]高嶋和毅, 会田直浩, 横山ひとみ, 北村喜文, "TransformTable: 人の空間配置を動的に変化させる自律変形デジタルテーブル", インタラクシオン, 2014.3
- [7]Daniel Leithinger, Sean Follmer, Alex Olwal, Hiroshi Ishii, "Physical Telepresence: Shape Capture and Display for Embodied, Computer-mediated Remote Collaboration, UIST 2014, 2014
- [8]Hiroshi Ishii, Amit Zoran, Daniel Leithinger, Philipp Schoessler, Sean Follmer, Jared Counts, "TRANSFORM: Embodiment of "Radical Atoms" at Milano Design Week"
- [9]SmartDesk, Autonomous, <https://www.autonomous.ai/smartdesk>