慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	紅白インストラクションブック： 初学者でもプロのようにストップショットが打てるようになる教本のデザイン
Sub Title	Design of the KOHAKU Instructional Book that Enables Beginners to Hit the Stop Shot like a Professional
Author	砂山, 真(Sunayama, Makoto) 奥出, 直人(Okude, Naohito)
Publisher	慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科
Publication year	2015
Jtitle	
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	修士学位論文. 2015年度メディアデザイン学 第414号
Genre	Thesis or Dissertation
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO40001001-00002015-0414

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

修士論文 2015年度（平成27年度）

紅白インストラクションブック:
初学者でもプロのようにストップショットが打てるようになる教本のデザイン

慶應義塾大学大学院
メディアデザイン研究科

砂山　真

本論文は慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科に
修士 (メディアデザイン学) 授与の要件として提出した修士論文である。

砂山　真

審査委員：

奥出 直人 教授　（主査）
稲蔭 正彦 教授　（副査）
加藤 朗 教授　（副査）

修士論文 2015年度（平成27年度）

紅白インストラクションブック:
初学者でもプロのようにストップショットが打てるようになる教本のデザイン

カテゴリー：デザイン

論文要旨

本論文では、ビリヤード初学者でも熟練者のようにストップショットが打てるようになる教材「紅白インストラクションブック」について述べる。初学者は、友人とペアで「紅白インストラクションブック」に沿って、見て学び、実践し、お互いの間違いを指摘し合うことで、熟練者が持つメンタルモデルと身体運動のカップリングを体得できるようにトレーニングする。そして、初学者はストップショットが打てるようになり、ビリヤードをより楽しめるようになる。本研究では、プロビリヤードプレイヤーのストップショット、プロビリヤードプレイヤーによる初学者がストップショットが打てるようになるまでの指導の民族誌調査とセンサー技術を用いた深い民族誌を行い、「紅白インストラクションブック」を設計した。設計したコンセプトをA4サイズの紙とYoutube動画で作成した。このプロトタイプを用いて、ストップショットが打てないビリヤード初学者を対象に調査を行い、その有効性を実証した。

キーワード：

ビリヤード初学者、ストップショット、身体性認知、深い民族誌、インストラクションブック

慶應義塾大学大学院 メディアデザイン研究科

砂山　真

Abstract of Master's Thesis of Academic Year 2015

Design of the KOHAKU Instructional Book that Enables Beginners to Hit the Stop Shot like a Professional

Category: Design

Summary

This paper describes the design of Kohaku Instructional Book that enables beginners to hit the sop shot like a professional. By following the steps written Kohaku Instructional Book, the beginner reads and watches these with his or her friend, and then practices together and points out mistakes of the each other. Through these processes, they can acquire the skill of stop shot in the end, and so they can enjoy playing billiard more. This research was implemented based on ethnography research and deep ethnography research, which is a developed ethnography research utilizing sensing technology, at plays of stop shot by a professional billiard player, and at the lesson for a beginner to acquire the skill of stop shot by a expert. I showed the concept that I made a prototype with A4 size paper and youtube video clips. Using the prototype of Kohaku Instruction Book, user study of billiard beginners who cannot hit the stop shot was conducted and it could prove the effectiveness for them.

Keywords:

Billiard Beginner, Stop Shot, Embodied Cognition, Deep Ethnography, Instructional Book

Graduate School of Media Design, Keio University

Makoto Sunayama

目　　次

第 1 章　序論 **1**
注 9

第 2 章　関連研究 **10**
2.1. 身体性認知の応用 10
デザイン 10
技巧的な動きの獲得について身体性認知から調査 11
2.2. 身体知の解明 13
3 次元空間の動きの解明方法 13
筋肉活動から技巧的な動きの解明方法 14
運動計測と言語報告 14
2.3. センサー技術を活用した民族誌調査 15
購買活動のセンシングツールと民族誌 15
ウェアラブルカメラを使った民族誌 16
2.4. 初学者の身体スキル獲得の支援方法 17
言語化したコツの伝達 17
身体運動の制御 17
認知における計算の自動化 19
2.5. 本論文が貢献する領域 19
注 21

第 3 章　デザイン **23**
3.1. コンセプト 23
3.2. 民族誌調査と分析 25

プロビリヤードプレイヤーの民族誌調査と分析 26
プロによる初学者に対する指導の民族誌調査と分析 34
3.3. 深い民族誌調査と分析 41
センサーキットの開発 42
プロビリヤードプレイヤーに対する深い民族誌調査と分析 . . . 47
ビリヤード初学者に対する深い民族誌調査と分析 55
3.4. ストップショットを打つための身体性認知の仕組み 60
3.5. 「紅白インストラクションブック」の設計と仕様 61
ペルソナ 61
ユースケース 63
フレームワーク 64
「紅白インストラクションブック」の仕様 67
3.6. 本章のまとめ 77
注 77

第 4 章 検証 **78**
4.1. ターゲットユーザー 79
4.2. 紅白インストラクションブックのユーザースタディの手法 79
4.3. 紅白インストラクションブックのユーザースタディ結果 80
1 組目：2015 年 6 月 14 日 14:30-16:30 渋谷 バグース道玄坂店 . 80
2 組目：2015 年 6 月 15 日 21:00-23:00 日吉 日吉ビリヤード店 . 84
4.4. 永松氏が推薦する教則本のユーザースタディの手法 88
4.5. 永松氏が推薦する教則本を使用した実験結果 89
2015 年 7 月 3 日 14:30-16:30 渋谷 バグース道玄坂店 89
4.6. ユーザースタディのまとめ 90
「紅白インストラクションブック」の有効性について 90
「紅白インストラクションブック」の改善点について 91
注 91

第 5 章　結論と今後の展望 **92**

5.1. 結論 92

5.2. 今後の課題 93

5.3. 今後の展望 94

参考文献 **95**

謝辞 **97**

図　目　次

2.1 Floor-It 12

3.1 コンセプト 24
3.2 Andy Clark の身体性認知から捉えたビリヤード 25
3.3 イニシャルフィールドワークの様子 27
3.4 紅白店内の様子 27
3.5 ストップショットの仕組み 29
3.6 ストップショットの失敗例 29
3.7 永松氏の口頭指導内容の書き起こしの一部 32
3.8 ストップショットを打つ永松氏の Sequence Model 32
3.9 永松氏のフォームの様子 33
3.10 永松氏が林氏を教えている光景 34
3.11 永松氏の口頭指導の書き起こしの一部 36
3.12 永松氏の口頭指導内容 36
3.13 永松氏が用意した 3 つのステージ 40
3.14 インソール型圧力センサーのデータ取得構造 43
3.15 インソール型圧力センサーの装着したときの様子 43
3.16 インソール型圧力センサーデータの取得例 44
3.17 インソール型圧力センサーとデータの描画 44
3.18 MYO 45
3.19 MYO のデータ取得構造 46
3.20 MYO のセンサーデータの描画 46
3.21 キャリブレーション 48
3.22 センサーキットの設置図 48

3.23 統合した動画 48
3.24 永松氏の体重のかけ方 49
3.25 永松氏の筋肉の使い方 50
3.26 永松氏の上腕の動き 51
3.27 キューと上腕の向き 51
3.28 フォロースルーで肘を支点に前腕だけが動いている様子 52
3.29 キューと前腕の角度が約 90 度 53
3.30 目線の違い 54
3.31 キューと顔とグリップを持つ腕の肘が一直線 54
3.32 センサーキット設置図 56
3.33 キャリブレーション 57
3.34 両足に同じくらい体重をのせる 57
3.35 キューと顔とグリップを持つ腕の肘が一直線になっている 58
3.36 上腕が動かず、前腕だけが振り子のように動いている 58
3.37 打つ瞬間だけ力が入る 59
3.38 ストロークで止めるときは、前腕とキューの角度が約 90 度になっている 59
3.39 ターゲットペルソナ 62
3.40 ユースケース 63
3.41 動画の様子 65
3.42 コンセプト 66
3.43 設計図 67
3.44 紅白インストラクションブックの例 1 68
3.45 紅白インストラクションブックの例 2 69
3.46 紅白インストラクションブックの例 3 69
3.47 紅白インストラクションブック 1 71
3.48 紅白インストラクションブック 2 72
3.49 紅白インストラクションブック 3 73
3.50 紅白インストラクションブック 4 74

3.51 紅白インストラクションブック 5 75
3.52 紅白インストラクションブック 6 76

4.1 K さんと H さんがインストラクションブックを読んでいる様子 . 81
4.2 I さんと H さんがインストラクションブックを読んでいる様子 . 85
4.3 一喜一憂する様子 86
4.4 教え合うことをしない 90

第1章
序　　論

ある日、大学の授業終わりの17時。まだ17時で時間があると、学校帰りに友人と遊びに街に出て行く典型的な大学生。友人とふらりと入ったレジャー施設で、ビリヤード台を見つけて、遊び始める。ビリヤードは、テーブルの上にある白いボール（手玉）をキューで打って、他のボール（的玉）にあてて、的玉をテーブルの穴に入れていく、一見単純なスポーツゲーム。どこかで見たビリヤードのやり方を見よう見真似で、二人でやってみる。的玉に向かって手玉をキューで打つ。しかし、しっかり的玉を狙って打ったはずなのに、手玉は的玉の横を通り過ぎていってしまう。ビリヤードは老若男女が楽しめるスポーツとあって簡単な遊びかと思いきや、なかなかボールは思ったように打てない。二人して素人だと、ボールが入らず、ゲームがなかなか進まない。そして、誰も特に教えてくれる人がいるわけでもなく、ただ時間だけが過ぎていく。最初は初めてのビリヤードと盛り上がっていたのに、上手くプレイできないまま時間だけが進むにつれ、ゲームの緊張感は薄れ、その場の空気はだれてきてしまう。18時、最後に二人は「ビリヤードは難しい、つまらない」と思い、家に帰っていく。

新しくスポーツを気軽に始めてみるとき、上記のような問題はよく起こる。彼ら彼女たちは、いざ新しいスポーツを試してみても、やり方がわからず、そのスポーツの本来の楽しさや上達する楽しさを理解せずに諦めてしまう。特に二人で楽しむスポーツは、二人のスキルが適度に同じで、それによって接戦になり、緊張感が出ていくことで、楽しさを感じるようになるだろう。しかし、初学者が熟練者のような技巧的なスキルを習得することは容易ではないことは自明である。そこで本研究は、初心者でも熟練者のように技巧的な技を習得できるインストラクションを設計し、初学者でもスポーツを楽しめるようにできないかと考えた。本

研究では、老若男女が楽しめるというビリヤードのスキル向上を対象にインストラクションのデザインを試みる。本研究では、プロビリヤードプレイヤーにおける認知と身体運動のカップリングを調査し、インストラクションに落とし込むことで、初学者でも熟練者のような認知と身体運動のカップリングができるようにトレーニングするインストラクションをデザインする。

本研究では、まずビリヤードにおいて初心者が熟練者の技を体得するための方法の現状について調査した。そして、神奈川県横浜市港北区日吉にある日吉ビリヤードに勤めるビリヤード歴 20 年のアマチュアビリヤードプレイヤーの K さんに話を伺った。彼は「一人で教則本を使って練習しても、あまり上達しないんだよ。上達する子は、熟練者がいるビリヤード屋で教えてもらいながら上達していくんだ。だけど、どこにでも熟練者がいるわけでもないし、いても恥ずかしいからか、実際に声かけくる子は少ないんだよね。」と述べていた。この話から、ビリヤードにおいて、初心者は熟練者から教わることは容易ではなく、一人で教本を使って学ぶことも上達において効果的でないことがわかった。

本研究では、ビリヤード初心者がテクノロジーを使って自己訓練できるものについても調査を行った。PoolLiveAid という研究があった [1]。PoolLiveAid は、天井にカメラが設置されており、キューの位置とボールの位置を把握し、その上でボールの移動する動きを計算し、その軌道をプロジェクターでテーブルに投影する。ビリヤード初心者のためにデザインされたものであり、実際に初心者でも PoolLiveAid によって狙ったように的玉を打つことができるという。PoolLiveAid は、ボールを思い通りに打つことを簡単にしてくれるかもしれないが、どのように打つべきかについては手助けをしてくれず、また効果的なトレーニングツールであるかについては研究されていなかった。

一般的に初心者が熟練者のような技を獲得するために行う練習方法として 3 つ挙げられるだろう。熟練者から教わる、自分で教本から学ぶ、テクノロジーを活用した自己訓練の 3 つである。しかし、現状のビリヤードにおいては、これら 3 つのどの方法を選んでも、上達することが困難であることがわかった。したがって、本研究ではビリヤード初心者 2 人がビリヤード場に遊びに来た際に、熟練者の技を習得できるように初心者同士でトレーニングし合える教則本をデザインで

きないかと考えた。

そして、教則本をデザインする上で、初心者が熟練者のような技を獲得することが困難だとされる理由について調査した。古川氏によれば、大きく 2 点あると言われている [2](古川, 植野 2009)。まず初心者はコツを知らない。そして、間違ったメンタルモデルによる身体制御を行っている。例えば、自転車は速く走ったほうが安定するが、最初は速く走ることができない。つまり、初心者は熟練者のような技を体得するには、技のコツが何であるかを知り、その上で間違ったメンタルモデルによる身体制御を修正していく必要がある。

本研究では、教則本のデザインを行う上で、まずコンテンツとしての熟練者の技のコツを解釈する必要がある。本研究は、エディンバラ大学の哲学の教授である Andy Clark の身体性認知の理論を活用すれば、熟練者の技巧的な技のコツを解釈することができるのではないかと考えた。その理由は、Andy Clark の 2007 年の『Natural Born-Cyborgs』で紹介されている身体性認知の概念からである。Andy Clark は 2007 年の『Natural Born-Cyborgs』で、「身体性認知とは、人間は機械を身体に埋め込まなくても、脳・身体・世界を１つのシステムとして活用することで自身の生体能力を拡張しているという概念である」と主張している [3](Clark 2004)。

イギリスのレディング大学の Kevin Warwick 教授は、1998 年に自分の左手に人体改造手術を施し、シリコンチップ（RFID タグ）を埋め込み、センサーを神経につなぐことで、彼が大学の建物内を歩き回ってもスタッフは位置を確認することができ、また彼が腕をふるとドアが開くという実験を行った [4](Warwick 1998)。しかし Andy Clark は彼のような実験に対しての主張として、人々は自身の生体能力を拡張するために機械を身体に埋め込まなくても、人間は生まれながらにして脳・身体・世界を１つのシステムとして活用することで自身の生体能力を拡張していると述べている。

例えば、現代の飛行機の操縦室がある。現代の操縦室は、パイロットと、自動化された 「フライ・バイ・ワイヤー」コンピューター制御システムと、パイロットとコンピューターがお互いをモニタリングする多様な高水準のループからなる、一つの拡張されたシステムとして設計されている。このようなシステムでは、責任の多くの部分はコンピューター制御された自動システムに委譲されている。そ

して、人間のパイロットは「システムマネジャー 」とみなされるようになっている。つまり、パイロットは飛行機を操縦している間、ある種のサイボーグ的な存在の一部として参加している。そして、その結果、パイロットは飛行機と一体となって安全に空を飛ぶことを実現している。

日常生活の場面においても、同じような現象は起きている。例えば、車を運転中に凍結した路上で車がスリップしても、動輪制御と自動ブレーキングシステム(ABS) のおかげで、運転手はブレーキを踏むだけで、あとは車が必要な細かい仕事をしてくれる。他にも、ある行動計画を作成するとき、私たちは膨大な紙のファイルやコンピューターなどの外部情報記憶装置を利用する。外部情報記憶装置に蓄えられた情報を呼び出すことに刺激され、脳内で新しいアイデアを生みだし、再び情報記憶装置に新しいデータを付け加える。そのようにして作成した行動計画に対して、私たちは自分の脳に責任があると思っている。しかし、この行動計画の作成における脳の貢献は、車の横滑りの回避における脳の貢献と同程度でしかない。どちらの場合でも本当に問題の解決をしたのは、脳を含むより大きな Biotechnological matrix である [5]。以上より、プロビリヤードプレイヤーがある高度な技を実現しているのは、プレイヤーの脳・身体・世界が一つのシステム（身体性認知）として成り立っていることから実現しているのではないかと考えた。

本研究はこの身体性認知の概念を考慮し、プロビリヤードプレイヤーのある高度な技を身体性認知から解釈し、インストラクションを設計することで初学者は熟練者のようにその高度な技を体得することができるのではないかと考えた。したがって、本研究では熟練者の高度な技の身体性認知の仕組みを解釈するため、身体性認知の仕組みについて Andy Clark の 1997 年『Being There』を読み解き、参考にした。

Andy Clark は『Being There』で、人間の知性の本質を身体性認知という概念で紹介している [6](Clark 1997)。人間は、身体を持って世界を認知し、世界そのものを最善のモデルとして活用し、複雑な問題を解決しているという。例えば、ジグソーパズルを解く際、人は手でパズルを回転させながら、形を確認し、ピースが入るところを探し、はめてみようと動かしながら、パズルを完成へと近づかせている。頭の中で「パズルを回転させたり、パズルをはめたり」という複雑な情

報処理するのではなく、実際に身体を使い、目の前の世界そのものを最善のモデルとして活用することで、脳が処理する課題は最小限に抑え、複雑な課題を解いている。その他にも、料理をするときに、同じ場所に調味料や皿を分類して置いておくことも、同様に世界を最善のモデルとして活用している例である[7]。

また人間は、身体運動を通して世界を認知しているという。その例として、エスター・テーレンとリンダ・スミスの乳幼児の発達に関する研究をあげている。例えば、乳幼児は、ハイハイをしているときにきつい斜面に挑戦し、失敗を繰り返すことで、きつい斜面を怖がり避けていたにも関わらず、歩き始めると同じきつい斜面にもう一度挑戦するようになるという[8]。つまり、乳幼児は斜面に対して一般的知識を得るのではなく、行為と合わせて斜面について知識を得るという。以上から、人間の認知活動は脳・身体・物理的世界を活用して行っており、脳・身体・物理的世界が一つのシステムとして形成されることで人間は自身の生体能力以上の能力を発揮していることがわかった。

本研究では Andy Clark の身体性認知を基に、プロビリヤードプレイヤーがビリヤードをプレイするときに、どのように認知し、身体運動を行い、ビリヤードという物理現象を引き起こしているかを観察し、分析を行う。その分析結果を、初学者でもプロビリヤードプレイヤーのようにビリヤードが打てるようになるためのコンテンツとして活用し、「紅白インストラクションブック」を本研究ではデザインする。

本研究では、プロビリヤードプレイヤーの認知を解釈するために、2012 年に慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科の奥出直人教授が書いた『デザイン思考と経営戦略』にあるデザイン思考の民族誌を用いる[9](奥出 2012)。民族誌とは、ContextualInquiry という手法に則ったものである。この手法では調査対象を師匠とみなし、自身を弟子と位置づけ、観察と質問を行う。その後、調査内容を濃い記述 (ThickDescription) としてまとめ、それを 5ModelAnalysis という分析を行い、その結果から調査対象者のメンタルモデルを抽出する (奥出直人 2012)。ここで述べるメンタルモデルとは、1967 年のケネス・クレイクが『The Nature of Explanation』で初めて紹介した概念で、世界の中で起こるイベントを人間が理解したり予測したりするために作られる内的モデルのことである[10](Craik 1967)。

人々はそれぞれに持つメンタルモデルに従って行動している。奥出直人の『デザイン思考と経営戦略』で書かれている民族誌に則して、プロビリヤードがストップショットを打つために持っているメンタルモデルを抽出する。この民族誌調査と同時に、師匠の身体運動をセンサー技術を用いて調査することを、本論文では「深い民族誌（Deep Ethnography）」と呼ぶ。

「紅白インストラクションブック」をデザインするにあたって、神奈川県横浜市港北区日吉に昭和 25 年に創業された紅白というビリヤード場で働くプロビリヤードプレイヤーの永松氏に対して、1 つのフィールドワークと 2 つの民族誌と深い民族誌の調査を実施した。永松氏とラポールを築くために紅白に通っている中で、店主である瀬戸さんとそこで働く永松氏は、ビリヤードプレイヤーの人口を増やすことを目的として、初心者のお客さんに対しては快く無料でビリヤードプレイのコツを教えていることがわかった。そこで本研究では紅白で働くプロビリヤードプレイヤーの永松氏の協力を得て、彼に対して調査を行った。

1 つ目は 2015 年 2 月 20 日にビリヤードプレイについてのフィールドワークである。このフィールドワークでは、永松氏に対してどのようにビリヤードを打っているかを聞き、ビリヤードをプレイするときの重要な身体運動について検討した。永松氏は、ビリヤードをする際に、フォーム、前腕と上腕の動き、力加減、目線を大事な要素としていた。これをもとに、深い民族誌を行うときのセンサーキットの検討と開発を行った。また初学者に教えるときは、ストップショットが打てるようになることが第一ステップとして指導していることがわかった。ストップショットとは、的玉をポケットに入れるように狙い、的玉を打ってただポケットに入れるのではなく、手玉を的玉がもともとあった場所でピタリと止めるようにコントロールして打つ打ち方である。したがって、本研究では初学者でもプロビリヤードプレイヤーのようにストップショットが打てるようになるインストラクションブックのデザインに試みることにした。

2 つ目は 2015 年 5 月 5 日に永松氏のストップショットの打ち方に対する民族誌と深い民族誌を用いた調査である。永松氏にストップショットを打つ際のコツを教えてもらいながら、実際にストップショットを打っているところを観察した。永松氏は学生などの初学者を教えることに慣れていることから、ストップショット

を打つためのコツやコツの仕組みを詳細に語っていた。またコツの説明どおりに身体が動いていることが確認できた。例えば、ストップショットを打つときは、重心がブレないようにフォームをかまえるというメンタルモデルに対して、実際にセンサーデータで確認したところ両足に同じくらいのバランスで体重を乗せていることが分かった。 以上のように、永松氏は自身のメンタルモデルと身体運動がカップリングしていることが分かった。

3つ目は、2015年5月20日に同じく紅白で永松氏の指導により初学者である林氏がストップショットを習得していく過程に対する民族誌と深い民族誌を用いた調査である。林氏は慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科修士課程の学生で23歳の男性である。彼は3回ほど遊びでビリヤードをしたことがある程度で、いずれも誰からも指導を受けたことがなく、今回の調査でのビリヤードが約3年ぶりだという。この調査では林氏が永松氏のどのような指導によって上達していったかに着目して調査を行なった。また同時に、永松氏がどのように指導しているかにも着目した。この調査から、ストップショットを初学者が打てるようになるために永松氏はどのメンタルモデルを言語化し、林氏はどのように身体運動を技巧的な動きへと導いているかを測定し、また永松氏の指導におけるメンタルモデルの抽出を行った。これらと同時に、林氏の学習のメンタルモデルの抽出も行った。

本研究では、この民族誌と深い民族誌による調査の分析に基づいて、ストップショットが打てるようになるための身体性認知の仕組みを抽出し、コンテンツとして活用する。また民族誌調査から、教えるメンタルモデルと教わるメンタルモデルを抽出し、初心者二人でトレーニングし合う方法を設計する。また教わるメンタルモデルからターゲットユーザーのペルソナを作成する。これらを元にフレームワークを作成し、「紅白インストラクションブック」のコンテンツの細部をデザインしていく。これらのプロセスを経て作成したコンセプトに基づいたプロトタイプを作成した。

「紅白インストラクションブック」は、ビリヤード初心者2人がビリヤード場に遊びに来た際に、熟練者のようなストップショットという技を体得できるようにトレーニングし合えるインストラクションブックである。「紅白インストラクションブック」は、A4の説明用紙とYoutube動画サイトをコンテンツ媒体として活

用した教材である。「紅白インストラクションブック」は、調査から解釈した熟練者のストップショットの身体性認知の仕組みをもとに記述されている。ストップショットを打つときの熟練者のメンタルモデルと身体動作を説明文や図解で説明し、また熟練者の身体動作とストップショットの物理現象を動画で説明している。また教則本のレッスンは、3つのステージに分かれており、各ステージにゴール設定がある。このゴール設定を達成できるように初心者同士で練習する。このとき、熟練者の教えるメンタルモデルから設計したチェック項目から、間違った身体運動に対してフィードバックが行うことができ、初学者は自分にあった身体制御を獲得していくことができるようになる。

実際に、2015年6月15日ー2015年6月16日の期間にプロトタイプをターゲットユーザー2組4名に使用してもらい、「紅白インストラクションブック」を使ってどれだけストップショットを打てるようになったかの検証を行った。検証後、「紅白インストラクションブック」についてインタビューを行い、「紅白インストラクションブック」がどのように上達に貢献したか調査した。また2015年7月3日に「紅白インストラクションブック」の有用性を実証するため、ターゲットユーザー1組2名に永松氏が推薦する教則本を使用してもらい、その様子と結果を6月15日と16日の検証結果と比較し、分析した。そして、6月15日16日と7月3日の検証結果を元に、「紅白インストラクションブック」の効果と改善すべき点についての考察を行なった。

本研究で開発した「紅白インストラクションブック」によって、初学者でもプロビリヤードプレイヤーのようにストップショットが打てるようになる。それによって、初学者はよりビリヤードを戦略的にプレイすることを楽しめるようになる。また「紅白インストラクションブック」の有効性が証明されれば、初学者でも熟練者が持つ高度な技巧的な動きを習得することができるようになるデザインにおいて、今回の手法の有効性が限定的ではあるが示される。Andy Clarkの身体性認知の概念の基に設計した深い民族誌と民族誌による調査を用いたデザイン思考の有効性も証明されることで、今までのデザイン思考を持ってアプローチすることが困難だった芸術家やスポーツ選手といった高度な技巧的な身体の動きを実現している人達に対してもデザインの領域が広げられる可能性が生まれる。

なお、本論文は5章の構成から成っている。続く第2章では「紅白インストラクションブック」に関連する先行研究をもとに、「紅白インストラクションブック」が貢献する研究領域を定義し、 第3章ではこのコンセプトを詳細に述べると同時に、「紅白インストラクションブック」のコンセプトに至った民族誌と深い民族誌の詳細、「紅白インストラクションブック」の仕様詳細についてを記述する。第4章では「紅白インストラクションブック」のプロトタイプを使用したユーザー スタディから、「紅白インストラクションブック」が提供するビリヤードスキル向上について評価を行う。そして、最後に、第5章では本論文の結論、課題、および今後の展望について述べる。

注

1 Alves, Ricardo, Luis Sousa, and J. M. F. Rodrigues. ”PoolLiveAid: Augmented reality pool table to assist inexperienced players.” (2013).

2 古川康一, and 植野研. スキルサイエンス入門: 身体知の解明へのアプローチ. オーム社, 2009.

3 Clark, Andy. Natural-born cyborgs: Minds, technologies, and the future of human intelligence. Oxford University Press, 2004.

4 Warwick, Kevin. In the mind of the machine: The breakthrough in artificial intelligence. Arrow, 1998.

5 Clark, Andy. Natural-born cyborgs: Minds, technologies, and the future of human intelligence. Oxford University Press, 2004, pp13-35.

6 Clark, Andy. Being there: Putting brain, body, and world together again. MIT press, 1997.

7 Clark, Andy. Being there: Putting brain, body, and world together again. MIT press, 1997, pp35-52.

8 Thelen, Esther, and Linda B. Smith. A dynamic systems approach to the development of cognition and action. MIT press, 1996.

9 奥出直人. デザイン思考と経営戦略. NTT 出版, 2012.

10 Craik, Kenneth James Williams. The nature of explanation. CUP Archive, 1967.

第2章
関 連 研 究

本研究では、身体性認知の概念のもとにプロビリヤードプレイヤーを調査し、素人でも熟練者のような認知と身体運動のカップリングができるようにトレーニングする「紅白インストラクションブック」をデザインした。本章では「身体性認知の応用」、「身体知の解明」、「センサー技術を活用した民族誌調査」、「初学者の身体スキル獲得の支援方法」の四分野を概観して関連研究について述べる。本章ではまず身体性認知という理論がどのようにデザインや調査に使用されているかついての文献を調査し、本研究の身体性認知の活用方法の立ち位置を明示する。次に身体知の研究についての文献を調査し、身体知の解明に使用されている方法をから、身体性認知の解釈における方法を学ぶ。次にセンサー技術を活用した民族誌調査についての文献を調査し、本研究で用いる深い民族誌の立ち位置を明示する。最後に、初学者の身体スキル獲得の支援方法について調査し、身体性認知を分析した後に初学者へどう伝達するかを学び、また本研究で設計するインストラクションブックの立ち位置を明示する。これらの関連研究を踏まえた上で、「初学者でもプロビリヤードプレイヤーのようにストップショットが打てるようになる紅白インストラクションブック」の立ち位置を明示する。

2.1. 身体性認知の応用

デザイン

身体性認知の概念は、Human Computer-Interaction(HCI) においても注目を浴びている。2014 年に Tangible, Embedded and Embodied Interaction(TEI) で Jelle

van Dijk たちは、身体性認知の概念を活用した HCI のデザインを発表した [1](van Dijk and Hummels 2014)。その内の１つが、Floor-It(図 2.1) というブレインストーミングといったクリエイティビティを必要とする会議に使用するプロダクトである。Floor-It は、周囲の物体や空間的構造を活用することで、ブレインストーミングをするときに参加者同士がより良い発想や課題意識の共有を行えるようにすることを目的としている。この目的を達成させるため Floor-It は、ブレインストーミング参加者のアイデアなどの思考の足跡が参加者の周りの地面に画像としてプロジェクションする。そして、プロジェクションされた画像は参加者の身体の動きによって動くようになっている。

このデザインは、Andy Clark の身体性認知の概念の要素である「Cognitive Scaffolds」を活用している。例えば、人間は環境自体を認知の一部とすることで自身の処理するタスクを軽減しているという。「Cognitive Scaffolds」とは、脳の認知ではなく認知の一部としてある環境自体である。例えば、複雑な計算をするときに使用する紙やペンである。紙は複雑な計算を解くという認知プロセスにおいて脳と同等に認知プロセスに貢献しているという考え方である [2]。

Floor-It は、この概念を軸に、身体の動きと Cognitive Scaffilds のカップリングを取り込むことで、目的を達成させている。Floor-It は、紙だったポストイットなどの思考の足跡がデジタル化し、参加者の周辺にプロジェクションする。そうすることで、参加者同士は身体を動かし、流動的につながりあっていったという。この研究は、身体性認知が理論だけではなくデザイン要素として応用できることを示している。本研究では、身体性認知をもとにデザインするだけでなく、身体性認知の構造を考慮し、調査設計からデザインまでを行う。

技巧的な動きの獲得について身体性認知から調査

2013 年の ACM Transactions on Computer-Human Interaction において、カルフォルニア大学の David Kirsh は、卓越したスキルを持つプロフェッショナルダンサーの練習を身体性認知の概念から調査し、そこでの発見を発表している [3](Kirsh 2013)。例えば、ダンスフレーズを習得するときは、頭の中で意識して練習するより、実際に全身を使っての練習や、手だけを使って擬似的にダンスフレーズを行

図 2.1: Floor-It

うマーキングという練習のほうが効果的であることがわかった。またマーキングと全身を使っての練習を比べると、マーキングのほうが、全身を使って行うより効率的で効果的にダンスフレーズを習得することができるという。

ダンサーはマーキングを、フレーズ、リズム、動きの流れ、根底にある意図といったダンスフレーズの特定の側面を検討するために使用するという。マーキングは、細かい技巧的な動きの習得やダンスフレーズを記憶することに関しては、全身を使用した練習より著しく効果的であるとわかった。この研究は、ダンスフレーズを習得するという目標に対して、ダンスフレーズを習得するための要素によって必要とされる認知プロセスが異なり、またそれに伴い身体の使い方を変えることが効果的であることを明らかにした。

この研究は、Andy Clark の身体性認知の理論を基に行う調査の実用性を示した。また身体性認知から調査をするときに、注意すべき点を明確にした。ダンスフレーズを習得するための要素を身体性認知から調査を行うとしても、ただ熟練ダンサーが上手に踊っているときの認知と身体運動のカップリングを調査すれば良いというものではない。熟練ダンサーが上手に踊っているときの要素を理解し、その要素の習得に熟練ダンサーがどのような認知と身体運動をカップリングさせているかを解釈する必要性がある。この研究の発見に従い、本研究でも、ビリヤードのストップショットが打てるようになるインストラクションの設計を行うための調査として、ストップショットを打つときの認知と身体運動とのカップリング

を調査するだけでなく、ストップショットを打てるようになるまでの認知と身体運動のカップリングを調査する。

2.2. 身体知の解明

人工知能学会において、楽器の演奏、スポーツ、ダンスといった技巧的な技 (身体知) を解明し、各個人がどのようにスキルを向上させれば良いのかの方法論を与えるという目標とした研究が行われている [4](古川, 植野 2009)。身体知には、クローズドスキルとオープンスキルと 2 つに分けられるという [5](Poulton 1957)。クローズドスキルとは、外的条件に左右されることのない状況下で発揮される運動スキルである。例えば、楽器の演奏において、決められたテンポで楽譜通りに演奏を行うためのスキルがあげられる。オープンスキルとは、外的条件が絶えず変化する状況下で発揮される運動スキルである。例えば、楽器の演奏において、周囲の人と合奏するときにうまく合わせる技術があげられる。今回のビリヤードのストップショットの習得は、外的条件に左右されることのない状況下で行われるためクローズドスキルとされるだろう。したがって、クローズドスキルにおける身体知の解明について、この節では調査した。

3 次元空間の動きの解明方法

腕の技巧的な動きを解明する研究について調査した。静岡大学大学院情報学研究科の高畠たちは、空手の試合における競技者間の「間合い」に着目し、競技者の動きや反応、位置情報、距離を記録するシステムを構築し、「間合い」のモデル化を試みる研究を行った [6](坂根裕 白井正博 杉山岳弘, 高畠政実 2004)。その際に、彼らは空手の素早い動きを記録するために、ウェアラブルモーションデバイスを開発した。リストバンド型のもので、マイクロストーン社製 3 軸加速度センサ（MA-3-04Ac）と 2 軸角速度センサ（MG2-01Ab）を備え、腕の捻りなどの鋭い動きや攻撃のタイミングを捉えることができるという。

またその他にも、2014 年度の情報処理学会インタラクションにおいて山口たちが、手の運動技巧を鍛えるウェアラブルコンピュータの研究を発表した [7](甲田陽平

榎土惟大 西村祐哉 横田裕貴 加賀谷友章渡邉宏優 引地正太郎, 山口凌雅 2014)。腕時計型モーション分析デバイスで、ボーリングの投球動作における利き手の運動特徴をリアルタイムで計測することができるという。腕時計型モーション分析デバイスは、6 軸モーションセンサ（3 軸加速度：± 3G、及び 3 軸角速度：± 1000deg/sec)、モーションを解析する低消費電力 16 ビットマイクロコントローラ、ワイヤレス通信モジュールにより構成されている。本研究では、ビリヤードプレイヤーの腕の動きを検知するために、以上の研究から学び、加速度や角速度をセンシングできるセンサーとして 9 軸センサーを活用することとした。

筋肉活動から技巧的な動きの解明方法

技巧的な身体動作において、筋肉の働きから調査する研究についても調査した。2014 年に NTT コミュニケーション科学基礎研究所人間情報研究部感覚運動研究グループは、投球フォームのコツを身体部位間の協調関係から解明し、身体運動を音に変化しコツの学習を促すシステムの研究成果の発表を行なった [8]。布状の筋電位センサーを、足や胴体、利き腕など 8ヵ所に装着し、筋肉の動きをリズムやパターンに変換し、投球フォームを音で表現できるようにした。本研究では、筋肉の働きをリズムから見るという観点も取り入れ、ビリヤードプレイヤーの腕の筋肉の働きを観察する。

運動計測と言語報告

2015 年度の人工知能学会論文誌で名古屋大学大学院情報科学研究科の市川らによる「運動計測と言語報告に基づく身体スキル獲得に関する実験的検討」という研究が報告されている [9](三輪和久, 市川淳 2015)。この研究では、3 ボールカスケードというボールジャグリングの基礎的な身体スキルの身体知の解明を試みている。実験方法として、ジャグリング未経験者の大学生と大学院生 11 名 (男性、平均 20.3 歳) と熟練者の大学生と大学院生 3 名 (男性、平均 20.0 歳) に対して、ジャグリング専用ボール 3 個と補助資料として投げ方について図解された解説シートとエキス

パートによるカスケードの映像が入ったDVDを参考にしながら、7日間にわたって上達の過程を記録している。

そして、運動計測としては、7日目に身体動作を3次元モーションキャプチャで計測している。左右の手首、肘、肩、そして胸の計7箇所に反射マーカーをつけ、参加者を囲むように赤外線カメラ9台 (NAC製、Hawk:5台; Hawk-i: 4台、サンプリング周波数:100Hz) で捉えている。また言語報告として、実験参加者に対して半構造化インタビューを行っている。そして、そのインタビュー結果に基づき、ジャグラーは身体スキル獲得において、何に着目して練習を行っていたのかについて、SCAT(Steps for Coding and Theorization) という手法を用いて、要素分類を行っている。

研究の結果として、運動計測から上達における体幹の動きの安定性や上肢の動きの安定性の重要性や、言語報告から上達において意識すべき身体部位の動かし方を抽出している。古川らは、思考と身体動作が互いに影響し合うことで身体スキルの獲得が実現できると主張している[10](尾崎知伸神里志穂子 川本竜史 渋谷恒司 白鳥成彦 et al 2005)。しかし、この研究においては、スキル獲得の過程における着眼点と身体動作の安定性から分析を行っているが、両者の関係性については明らかにしていない。本研究では、ビリヤードのストップショットという技を習得していく上で、意識すべき身体動作 (メンタルモデル) を調査するだけでなく、そのときの実際の身体動作を測定し、メンタルモデルと身体動作のカップリングについても調査する。

2.3. センサー技術を活用した民族誌調査

購買活動のセンシングツールと民族誌

2010年にYahoo!社は「Augmented Ethnography: Designing a Sensor-Based Toolkit for Ethnographers」という研究報告書を出版している [11](Churchill and Shamma 2010)。Yahoo!社は日常の買い物行動について調査するために、センサーツールキットを開発した。センサーキットとして、ボタンセンサー、プレッシャーセンサー、モーションセンサー、光センサー、オーディオセンサー、近接センサー、

イメージセンサー、熱センサーを使用し、ローガーシールド付き Arduino を搭載しているショッピングバッグのプロトタイプを開発した。そして、彼らはこのセンサーツールキットが日常生活の行動を理解する手助けとして有効であったと述べている。この研究の課題として、センサーキットの導入時にユーザーに混乱 (initial disruption) を招くことを問題にあげているが、時間の経過と共にセンサーキットに慣れていったと記している。本研究においても、この問題に注力して深い民族誌に用いるセンサーキットの開発を行った。本研究の深い民族誌は、センサー技術を使用した民族誌の実用性のある調査方法の 1 つとして提示することができるだろう。

ウェアラブルカメラを使った民族誌

2015 年にデルフト工科大学の Katja らは、HCI の学会において、ウェアラブルカメラを使用した民族誌調査についての研究を報告した [12](Thoring and Badke-Schaub 2015)。Autographer Camera という自動で撮影するウェアラブルカメラを使用して民族誌調査を行ったという。Autographer Camera は、加速度センサー、地磁気センサー、温度センサー、赤外線センサー、カラーセンサー、光センサー、GPS を搭載しており、センサーデータの条件に合わせて自動で撮影をする。これによって、どこでいつどれくらい何をしていたかを記録することができたという。この研究は、デザインの学生一人に対して 2 週間の期間、Autographer Camera を装着して生活してもらい、行動を記録し、分析したものである。この調査手法は、長期間におよぶ調査に対して有効であると記されている。この調査は、観察対象者の身体動作を観察するのではなく、日常生活における一連の行動パターンを抽出するものである。本研究では、センサー技術を使用して、観察対象者の身体動作をより詳細に見る深い民族誌を行う。

2.4. 初学者の身体スキル獲得の支援方法

言語化したコツの伝達

身体運動を身につける上で，いわゆるコツと呼ばれる言語化された身体スキルを理解し、その理解に基づいて動作を生成することが重要であることは知られている[13]。2011 年に東京大学の大武らは、言語化された身体技能の伝達に関する研究を行った[14](豊田涼 阿部健祐, 大武美保子 2011)。

その研究は、言語化された投球動作スキルを学習者に伝達し、どのように考えて動作を生成するかという意識を変えるだけで、球速が変化するかの解析実験であり、変化が引き起こされる条件について考察したものである。被験者は、現役の野球投手のピッチングフォームの写真を用いた説明用紙をで読み，その場で約 10 分間ほど練習した。被験者 36 人中 19 人が言語化されたコツを学習し、10 分程度の練習を行っただけでも、球速の向上が見られたという。

この研究は、コツを言葉や写真で伝えるだけでも、動作スキルの向上を図れることを示した。また提示方法も、言葉、イラスト、静止画、動画、これらの組み合わせなどが今後の改善としてあり得ると述べている。したがって、本研究では、調査から抽出したプロビリヤードプレイヤーの認知と身体運動のカップリングやストップショットという物理運動の仕組みを言葉、静止画、動画を組み合わせて提示する。

身体運動の制御

2015 年にスタンフォード大学で開催された TEI 2015 student Design challenge において Saurabh Datta の研究が選ばれた[15]。彼の研究は、コペンハーゲンにあるインタラクティブデザイン研究所のプロジェクトとして、触覚フィードバックを使用して、機械が人をコントロールし、ピアノを弾いたりや絵画を描いたりといった身体スキルを教えるという試みである。ある特定の動きを機械にコントロールされることで、ユーザーは自身の筋肉の動きを理解し、記憶することでその特定の動きを習得できるのではないかというのがこの研究の仮説である。実際、ユー

ザーテストを受けた人の中には、この仮説通り「全く新しいことを学ぶときに、筋肉の動きを覚えるために使えそう」という意見を残す人もいた。身体性認知の概念から、この仮説を考慮しても仮説の現実性はある。身体性認知として、人の認知機能と運動機能は密接に結びついており、人は行動の中から世界を認知しているという概念がある。この概念を考慮すると、身体の動きを機械によって実現することで、その身体の動きから認知をカップリングするという可能性はあるかもしれない。

しかし、このデザインには欠点がある。それは、個人差の体格差を考慮していない点である。身体制御には多様性がある。1994 年のテーレンとスミスの乳幼児のリーチング（物に手を伸ばす動き）の振る舞い発達の実験にあるように、同じ動作を行うにしても個人によって制御すべき身体運動は異なる [16]。物を手でとるという目標に対して、乳幼児は腕を物まで伸ばそうとする。そのとき乳幼児が制御しなければならないのは、バタつきが激しい子は腕のバタつきを抑えること、力が弱い子は重力に負けず腕を持ち上げ続けることである。Andy Clark はここで警告していることは、認知が腕の軌道を直接指定したり、内的に表現された詳細な命令を実行できるようにすることが、身体運動の制御を実現し、望むゴールを引き起こしているわけではないということである。人はそれぞれの身体のパラメーターを調節することを学び、身体の制約や環境からの制約と相互作用することで、望む結果を得られるようにしていると述べている。

したがって、本研究ではプロビリヤードプレイヤーの身体運動と認知の両方を考慮することで、ストップショットという望む結果をどのように引き起こしているのかを身体性認知から解釈し、インストラクションとして設計し、初学者は達成すべき物理運動（ストップショット）に対してプロビリヤードプレイヤーの認知と身体運動のカップリングを参考にしながら、自分自身の身体のパラメーターを調節することを学び、自分自身の認知と身体運動のカップリングを形成させていく。

認知における計算の自動化

2013 年に Computer Graphics, Visualization and Computer Vision という国際カンファレンスで発表された PoolLiveAid というビリヤードのスキルの上達を支援するプロダクトがある [17](Alves and Rodrigues 2013)。PoolLiveAid は、天井にカメラが設置されており、キューの位置とボールの位置を把握し、その上でボールの移動する位置を計算し、その軌道をプロジェクターでテーブルに投影する。ビリヤード初心者のためにデザインされたものであり、実際に初心者でも PoolLiveAid によって狙ったように的玉を打てることができるという。これは、ビリヤードプレイヤーが認知としてポケットまでの的玉と手玉との運動を計算していることをコンピューターで自動化している。これは、本研究におけるビジョンとは異なる。本研究では、PoolLiveAid のような認知の自動化、Saurabh Datta の研究の身体運動の自動化を目指しているのではなく、プロビリヤードプレイヤーの認知と身体運動のカップリングの情報を、初学者に認知プロセスの手助けとして与えることで、初学者がプロビリヤードプレイヤーのような認知と身体運動のカップリングを自分自身で形成させていくことに着目している。

2.5. 本論文が貢献する領域

本研究でデザインした「紅白インストラクションブック」は、初学者でも熟練者のようにストップショットが打てるようになるインストラクションブックである。本研究では、プロビリヤードプレイヤーのストップショットに対して身体性認知を基に設計した調査方法 (民族誌と深い民族誌) を用いて、ストップショットのコツを解釈し、初学者でも熟練者のような認知と身体運動のカップリングを行えるようにトレーニングするインストラクションを設計する。このインストラクションによって、初学者はストップショットという技巧的な技の体得することができる。

2.1 では「身体性認知」についての先行研究を概観した。関連研究から、HCI において Andy Clark の身体性認知の理論は、デザインや調査に応用されて研究されていることがわかった。Andy Clark の身体性認知の理論をデザイン要素として

活用することが有効であることは示されていた。しかし、まだデザイン設計において、先行研究では Andy Clark の身体性認知における 1 つの概念をデザインの要素として応用しているだけである。

また先行研究より、Andy Clark の身体性認知の理論を基に行う調査の実用性も示されている。更に、Kirsh の研究によって、身体性認を活用した調査における注意点を得ることができた。熟練者の技における認知と身体運動のカップリングの解明するだけでなく、技の習得までにある認知と身体運動のカップリングを調査することが重要であるとわかった。本研究では、プロビリヤードプレイヤーのストップショットにおける身体性認知を民族誌と深い民族誌をもとに解釈し、その調査結果から設計したインストラクションブックが Cognitive Scaffolds として初学者の認知の手助けとなり、熟練者のような技を習得できるのかを検証する。

2.2 では「身体知の解明」についての文献を調査した。関連研究から、本研究の測定対象である身体動作がクローズドスキルにあたることから、クローズドスキルにおける身体知の解明においてどのような手段で行われているかを参考にした。先行研究から、主に身体知の解明において身体動作を測定する方法について学んだ。

空手の間合いのコツやボウリングのコツを解明するときに腕の動きを加速度センサーと角速度センサーを用いて測定しているところから、ビリヤードプレイヤーのキューを持つ腕の上腕と前腕の動きをセンシングするときにおいても加速度センサーと角速度センサーを用いることにした。また投球フォームのコツを解釈するときに、時系列の中で筋肉の働きがリズムという観点から観察していたことから、本研究においても上腕と前腕の筋肉の使用についてリズムという観点からも考慮して観察することにした。

運動計測と言語報告から身体知の解明を行っている研究が先行研究としてあったが、認知と身体運動の繋がりを解釈するように研究は行われていなかった。Andy Clark の身体性認知において、人間が生体能力を拡張できる背景に、認知と身体運動は密接に関係していることがある。本研究では、ストップショットという技に対して熟練者は認知と身体運動をどのようにカップリングしているか、また初学者は熟練者の指導の下でどのように認知と身体運動をカップリングさせていく

かに着目し、ストップショットの技の解釈を行う。

2.3 では「センサー技術を活用した民族誌」についての文献を調査した。先行研究では、センサー技術を用いた民族誌調査は、民族誌として観察対象者の環境を壊さずに、民族誌調査だけでは観察しきれない現象の観察に成功していた。しかし、先行研究であったセンサー技術を用いた民族誌は、空間的や時間的な要因によって観察することが困難な現象を捉えるためにセンサー技術を用いている。本研究では、センサー技術を用いて観察対象者の細かい身体運動を測定し、身体性認知の理論の上で観察対象者の行動を観察し、解釈する。

2.4 では「初学者の身体スキル獲得の支援方法」についての文献を調査した。まず言語化された身体技能の伝達に言語が十分に有効であることを先行研究からわかった。また先行研究として、機械によって身体を制御されることで身体技能を習得する試みや、技を実行するときの認知プロセスをコンピューターによって自動化するシステムによって身体技能を習得する試みが挙げられた。しかし、本研究で行う、人間の行動を身体性認知という概念から解釈し、その上で身体技能を体得させる試みはなされていない。

先行研究を踏まえて、「初学者でも熟練者のようにストップショットが打てるようになる紅白インストラクションブック」は、 Andy Clark の身体性認知の利用方法、身体知解明の手法、センサー技術を用いた民族誌を参考に設計した調査を実施し、調査から抽出したデータを初学者の身体スキル獲得の支援方法を参考にして言語、図、動画に変換することで、熟練者のような認知と身体運動のカップリングをトレーニングするインストラクションブックである。本研究は、未だかつて行われたことがない「身体性認知の理論の基で身体知の解釈を行う」という試みでもあり、また「身体性認知の理論の基で身体知獲得を支援するデザイン」という試みでもある。

注

1　van Dijk, Jelle, Remko van der Lugt, and Caroline Hummels. ”Beyond distributed representation: embodied cognition design supporting socio-sensorimotor couplings.” In Proceedings of the 8th International Conference on Tangible, Embedded and Embodied Interaction, pp. 181-188. ACM, 2014.

2 Clark, Andy. Being there: Putting brain, body, and world together again. MIT press, 1997, pp35-52.

3 Kirsh, David. "Embodied cognition and the magical future of interaction design." ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI) 20, no. 1 (2013): 3.

4 古川康一, and 植野研. スキルサイエンス入門: 身体知の解明へのアプローチ. オーム社, 2009.

5 Poulton, E. C. "On prediction in skilled movements." Psychological bulletin 54, no. 6 (1957): 467.

6 高畠政実, 青島大悟, 坂根裕, 白井正博, 杉山岳弘, and 竹林洋一. "ユビキタスセンシング技術を用いた空手の試合における駆け引きの記録." 人工知能学会全国大会論文集 0 (2004): 103-103.

7 山口凌雅, 岡村拓弥, 甲田陽平, 榎土惟大, 西村祐哉, 横田裕貴, 加賀谷友章, 渡邉宏優, 引地正太郎, and 松下宗一郎. "手の運動技巧を鍛えるウェアラブルコンピュータ." 情報処理学会インタラクション 2014 論文集, (2014).

8 NTT コミュニケーション科学基礎研究所人間情報研究部感覚運動研究グループの研究成果報告書 ¡http://www.kecl.ntt.co.jp/openhouse/2014/exhibition/25/poster.pdf¿

9 市川淳, 三輪和久, and 寺井仁. "運動計測と言語報告に基づく身体スキル獲得に関する実験的検討." 人工知能学会論文誌 30, no. 3 (2015): 585-594.

10 古川康一, 植野研, 尾崎知伸, 神里志穂子, 川本竜史, 渋谷恒司, 白鳥成彦 et al. "身体知研究の潮流ー身体知の解明に向けてー." 人工知能学会論文誌 20 (2005): 117-128.

11 Churchill, Elizabeth F., Ozzie Gooen, and David A. Shamma. "Augmented ethnography: designing a sensor-based toolkit for ethnographers." In Proceedings of the 22nd Conference of the Computer-Human Interaction Special Interest Group of Australia on Computer-Human Interaction, pp. 416-417. ACM, 2010.

12 Thoring, Katja C., Roland M. Mueller, and Petra Badke-Schaub. "Ethnographic Design Research With Wearable Cameras." In Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, pp. 2049-2054. ACM, 2015.

13 古川康一, and 植野研. スキルサイエンス入門: 身体知の解明へのアプローチ. オーム社, 2009, p1-16

14 大武美保子, 荻原陽介, 豊田涼, 阿部健祐, and 太田順. 言語化された身体技能の伝達に関する研究: 投球動作スキル伝達による球速変化の解析. SKL-10-01, 2011.

15 "Saurabh Datta's website" ¡http://www.dattasaurabh.com/Final-Project-CIID-2014¿

16 Thelen, Esther, and Linda B. Smith. A dynamic systems approach to the development of cognition and action. MIT press, 1996.

17 Alves, Ricardo, Luis Sousa, and J. M. F. Rodrigues. "PoolLiveAid: Augmented reality pool table to assist inexperienced players." (2013).

第3章
デ ザ イ ン

3.1. コンセプト

本研究でデザインした「紅白インストラクションブック」とは、ビリヤード初学者がビリヤード場に友人と遊びに来た際に、熟練者のようにストップショットという技を習得できるようにトレーニングするインストラクションブックである。「紅白インストラクションブック」は、A4の説明用紙とYoutube動画サイトをコンテンツ媒体として活用した教材である。ビリヤード初学者とその友人は「紅白インストラクションブック」にある説明文、写真、動画を見て学び、実際にやってみて、指摘し合いながら練習を行う。「紅白インストラクションブック」のコンテンツは、ストップショットが打てるようになるまでの練習として3つのステージがあり、各ステージにおいて達成すべき物理現象（キューやボールの動きなど）と習得すべき認知活動（メンタルモデル）と身体運動（実際の身体の動き）が設定されている。

初学者が練習する際は、トレーナーとして友人が、各ステージにおいての達成すべき物理現象と習得すべき身体運動のチェック項目から、初学者に対して間違いと修正を指摘する (図3.42)。ストップショットを練習する際は、キュー、テーブル、ボール、チョークなどの基本的な道具はビリヤード場に常備されているものを利用し、技のノウハウを学習するために「紅白インストラクションブック」を使用する。「紅白インストラクションブック」を使用することで、ビリヤード初学者は熟練者のようなストップショットを体得できるようになり、よりビリヤードを楽しむことができる。

本研究では、「紅白インストラクションブック」をデザインするにあたり、2つ

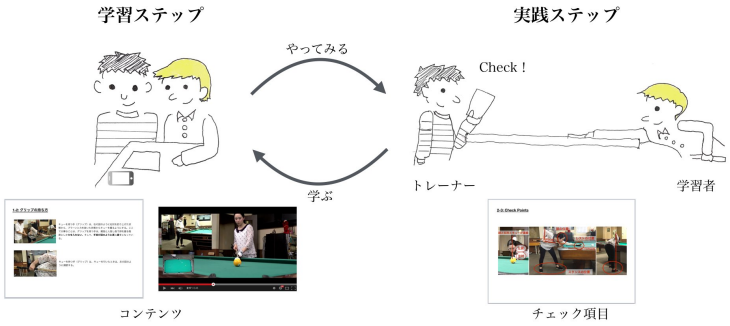


図 3.1: コンセプト

の民族誌調査とセンサー技術で展開した深い民族誌の測定を実施した。1 つ目は、2015 年 5 月 5 日に神奈川県横浜市港北区日吉にある紅白 [1] で働くプロビリヤードプレイヤーの永松氏を対象に、民族誌と深い民族誌を行った。この民族誌と深い民族誌から、永松氏がストップショットを打つときに持つメンタルモデルと身体運動とのカップリングを抽出した。2 つ目は、5 月 20 日に 1 回目と同じく紅白で初学者である林氏がプロビリヤードプレイヤーの永松氏の指導によりどのように上達していくかを民族誌と深い民族誌を用いて観察した。この民族誌と深い民族誌から、初学者が熟練者から教わるときのメンタルモデル、熟練者が初学者に教えるメンタルモデル、初学者がストップショットを打てるようになるために必要なメンタルモデルの抽出を行い、またストップショットを打つための身体運動の重要な要素の検討を行った。以上の調査を行うことで、熟練者のストップショットにおける身体性認知の仕組み（メンタルモデル・身体運動・物理現象）を解釈した (図 3.2)。

本研究では、「紅白インストラクションブック」をデザインするにあたり、奥出直人の『デザイン思考と経営戦略』[2] にあるデザイン思考の民族誌とセンサー技術で展開した深い民族誌を用いた。奥出直人の『デザイン思考と経営戦略』で書かれている民族誌に則して、プロビリヤードプレイヤーがストップショットを打つために持っているメンタルモデルや初学者がストップショットが打てるようになるために持つべきメンタルモデルを抽出する。また同時に、センサー技術を用

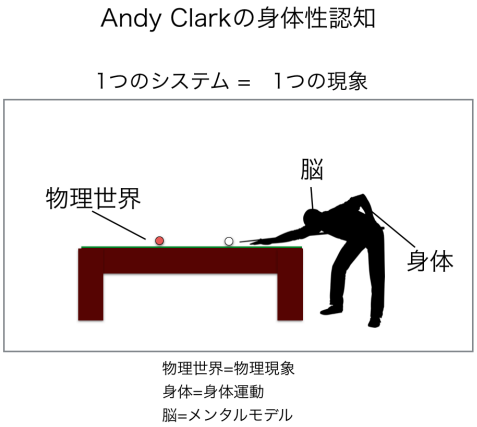


図 3.2: Andy Clark の身体性認知から捉えたビリヤード

いて観察対象者の身体運動を測定する深い民族誌を行う。これらの調査結果から「紅白インストラクションブック」のプロトタイプを作成した。

この二つの民族誌と深い民族誌とその分析に基づいて、インストラクションの設計を行なった。その結果、初学者でもストップショットが打てるようになるため、「教材コンテンツ」「教え方」「学び方」という 3 つのフレームワークを設定し、プロトタイプを作成した。

3.2. 民族誌調査と分析

本論文では、「紅白インストラクションブック」をデザインするにあたり、奥出直人の『デザイン思考と経営戦略』にあるデザイン思考の民族誌を用いた。本論で述べる民族誌調査とは、ContextualInquiry という手法に則ったものである。この手法では調査対象者を師匠とみなし、観察者自身を弟子と位置づけ、観察と質問を行う。その後、調査内容を濃い記述 (Thick Description) としてまとめ、それを 5 Model Analysis という分析を行うことで、モデリングする [3](奥出 2007)。その結果から調査対象者のメンタルモデルを抽出する。ここで述べるメンタルモデ

ルとは、人間が世界の中で起こるイベントを理解したり予測するために作る内面的なモデルである。人々はそれぞれに持つメンタルモデルについて行動する。

プロビリヤードプレイヤーの民族誌調査と分析

ラポールの構築

本研究の調査先として、紅白で働くプロビリヤードプレイヤーの永松氏に調査の了承を得ることができた所以として、まず 2014 年 10 月頃に、プロジェクトのチームメンバーが紅白に通っていたことがある。チームメンバーは、夕方 17 時から深夜 27 時頃までが永松さんの勤務時間帯であることから、週に 2-3 回ほど深夜 24 時頃から 27 時頃まで紅白でビリヤードを行い、永松氏にビリヤードを教えてもらっていた (図 3.3)。

永松氏は、神奈川県横浜市在住の 38 歳男性で、紅白で働いているプロビリヤードプレイヤーである。永松氏は、ビリヤード初学者に対しては、快く無料でビリヤードのコツを教えている。紅白が日吉にあることもあり、慶應義塾大学や慶應義塾高等学校の学生がよく来るらしく、初心者の学生たちにもよく教えているという。永松氏は、常連のお客さんたちからもビリヤードを楽しみたい人にも、真剣に取り組みたい人にもそれぞれの癖に合わせた指導法に定評がある。真剣に取り組みたい人にもしっかりと合わせた指導することができるらしく、常連のお客さんから人気がある。永松氏は、17 時に出社だが、平日でも夜中 23 時ごろまでよく常連のお客さんのビリヤードの相手をしている。深夜までいる常連のお客さんの中には、店番など紅白の運営を手伝うお客さんもいるほど信頼関係ができている。紅白の壁には、ハウスキューというお店のキュー以外に、常連のお客さんが置いているキューが並んでいる (図 3.4)。

そして、2015 年 2 月 20 日の 22 時から 23 時にかけて、もう一度紅白に戻り、永松氏にビリヤードにおいて重要な要素を聞き、また初心者にとってのビリヤードの上達の分岐点がどこか訪ねた。まずいつも通りにビリヤードのコツを最初から話してもらった。永松氏は、立ち方、立つ位置の決め方、キューの持ち方、ボールの狙い方、打ち方と細かくどういうことに気をつけるべきかを口で説明してくれ

図 3.3: イニシャルフィールドワークの様子

図 3.4: 紅白店内の様子

ながらも、実際にどう身体を動かすかを実際にやって見せてくれた。そして、ビリヤードの上達にの分岐点について訪ねたところ、ストップショットという技が分岐点であることがわかった。ストップショットとは、的玉をポケットに入れるように狙い、的玉を打ってただポケットに入れるのではなく、手玉を的玉に当たった場所でピタリと止めるようにコントロールして打つ打ち方である。

上達の分岐点：ストップショット

なぜストップショットが上達の分岐点かというと、戦略的に遊ぶビリヤードのゲーム性にある。例えば、世界中のトーナメントでも戦われている 9 ボールという 1 対 1 で戦うゲームがある。9 ボールは 1 番から 9 番の的玉を順番にポケットに入れていき、もし的玉をポケットに入れられなければ対戦相手にターンが移り、最後に 9 番の的玉を入れた人が勝利というシンプルなゲームである。この 9 ボールを熟練者同士で戦った場合、番号が小さい順に的玉を入れていくが、勝つためには、毎回次の狙うべき的玉がどこにあり、その的玉をポケットに入れやすい位置に向かっても打った手玉が転がっていくように、的玉を入れていく必要がある。つまり、的玉を手玉で狙ってポケットにいれるだけでなく、的玉を意図的に動かせる必要がある。実際に永松氏に 9 ボールをプレイしてもらったところ、永松氏は次の一手も考慮しながら打つことで、1 番から 9 番の的玉を全て一人でポケットに入れていた。手玉をコントロールできるようになるためにも、的玉をポケットに入れるだけでなく、的玉に当たった場所で手玉を止めるストップショットは上達していく上で重要な技である。

ストップショットは、簡単な技ではない。ストップショットの仕組みは、図のように手玉に対して逆回転するようにキューで打ち、手玉が逆回転で進みながら、テーブルの抵抗摩擦によって、的玉に当たる手前で手玉は無回転ボールになり、その状態で的玉に当たることで、的玉に当たった場所で止まることができる (図 3.5)。つまり、的玉と手玉の距離と打つ速さによって、手玉の打つべき点は変わる。打つ点や打つ速さを間違えると、手玉は的玉に当たった場所で止まらない。また打つ時に的玉の縦の中心の線からずれていると、手玉は横に回転してしまい、的玉に当たっても横に動いてしまい、止まることができない (図 3.6)。

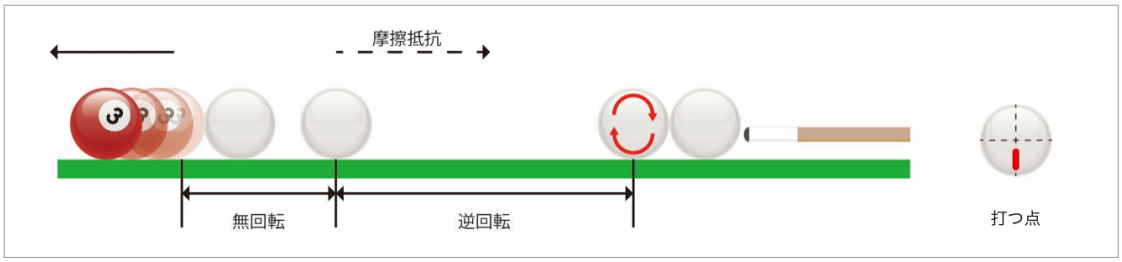


図 3.5: ストップショットの仕組み

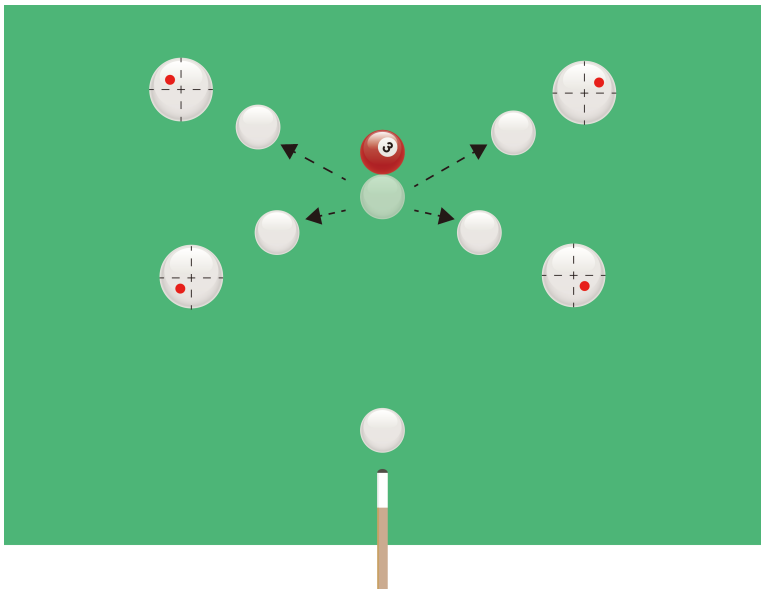


図 3.6: ストップショットの失敗例

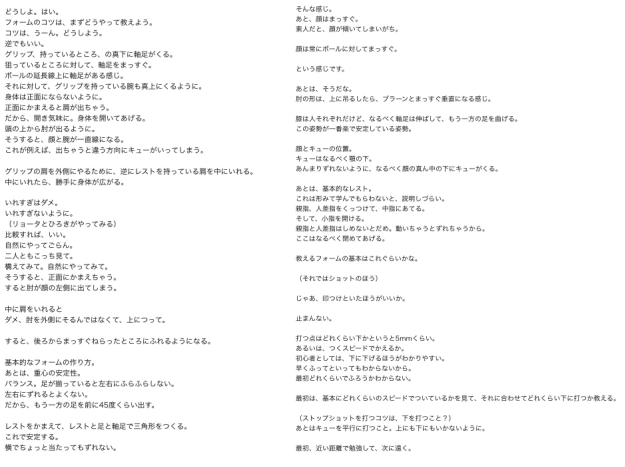
ビリヤードの身体運動の要素

このフィールドワークより、狙った通りに打つの身体的動作として、フォームの安定、前腕と上腕の動き、打つときの力加減、目線が重要な要素であることがわかった。永松氏は、私たちにビリヤードのコツを教える際に「軸足ともう一方の足とレストで三角形をつくる。そうすることで、フォームが安定する。」と語っていた。これからわかるように、フォームの安定性が重要であると判断した。また永松氏は、キューを真っ直ぐ打てるようになるために、「キューを握っている腕の肘は、かまえたとき頭の後ろから出る感じにかまえる。そうすると、頭と肘とキューが一直線になる。そうすることで、真っ直ぐ打てるようになる。」と話していた。これから、キューを握っている腕の上腕と前腕の動きが重要であると考えた。また永松氏はキューを握る力については、「肘をプラーンと吊り上げた感じで前腕はそのまま力入れずに下ろす。そして、その形でキューを握る。このときもキューは親指と人差し指で握るくらい。力を入れて握ってはいけない。力を入れて握っているとキューを振るときにぶれてしまう。」と語っていた。またビリヤードを打つときの姿を観察していると、腕にあまり力を入れず、軽やかにキューをふっているようには見えた。このことから、力加減が重要な要素であると判断した。目線に関しては、特に言及していなかったが、ストップショットの仕組みの話の中から正確に狙うことの重要性がわかったため、目線も大事な要素だと考えた。フォームの安定、前腕と上腕の動き、打つときの力加減、目線が主な重要な要素であるとして、深い民族誌を行うためのセンサー開発を行った。センサー開発に関しては、次の節で述べる。

ストップショットについての民族誌調査と分析

2015 年 5 月 5 日に、また紅白に戻り、24 時-25 時までの計 1 時間にわたって民族誌調査を実施した。この調査では、「プロビリヤードプレイヤーがどのようにストップショットを打っているか」に着目し、紅白で働くプロビリヤードプレイヤーの永松氏の調査を行った。永松氏が私たちにストップショットを教えるという形式で、ビリヤードについてからストップショットについて、またどのようにストップショットを打っているかを口頭で説明してもらいながら、実際に 6 回ほどストップショットを打ってもらった。その間の言葉を書き起こしたのが以下の図 3.7 の通りである。この言葉と、5 Model Analysis から永松氏のメンタルモデルの抽出を行った (図 3.8)。

この分析から、永松氏のゴールとメンタルモデルを構築した。永松氏は主に、ストップショットを打つために、重心のバランスがとれるフォームをとること、持ち玉に対して腕を真っ直ぐに振れるフォームをとること、キューを正確に狙ったところにつくことを行っていた。ポケットから的玉、手玉と目で見て逆算して、軸足の位置を決めていた。そして、軸足ともう一方の足とレストの位置で三角形をつくり、重心のバランスがとれるフォームをかまえていた。フォームをかまえたとき、キューを振るときにキューがぶれないようなグリップの持ち方とレストの構え方を行っていた。またレストの腕の肩を内側にいれることで、身体を開いて、キューをポケットと的玉と手玉の延長線上に沿って真っ直ぐにふれるようにしていた。そして、打つときには、力を入れないで打つことで、フォームに沿うようにキューが動き、手玉の狙っている点にブレずに当てることを行っていた。



どうしよ。はい。
フォームのコツは、まずどうやって教えよう。
コツは、うーん。どうしよう。
逆でもいい。
グリップ、持っているところ、の真下に軸足がくる。
狙っているところに対して、軸足をまっすぐ。
ボールの延長線上に軸足がある感じ。
それに対して、グリップを持っている腕も真上にくるように。
身体は正面にならないように。
正面にかまえると肩が出ちゃう。
だから、開き気味に。身体を開いてあげる。
頭の上から肘が出るように。
そうすると、顔と腕が一直線になる。
これが例えば、出ちゃうと違う方向にキューがいってしまう。

グリップの肩を外側にやるために、逆にレストを持っている肩を中にいれる。
中にいれたら、勝手に身体が広がる。

いれすぎはダメ。
いれすぎないように。
（リョータとひろきがやってみる）
比較すれば、いい。
自然にやってごらん。
二人ともこっち見て。
構えてみて。自然にやってみて。
そうすると、正面にかまえちゃう。
すると肘が頭の左側に出てしまう。

中に肩をいれると
ダメ、肘を外側にそるんではなくて、上につって。

すると、後ろからまっすぐねらったところにふれるようになる。

基本的なフォームの作り方。
あとは、重心の安定性。
バランス。足が開っていると左右にふらふらしない。
左右にずれるとよくない。
だから、もう一方の足を前に45度くらい出す。

レストをかまえて、レストと足と軸足で三角形をつくる。
これで安定する。
横でちょっと当たってもずれない。

そんな感じ。
あと、顔はまっすぐ。
素人だと、顔が傾いてしまいがち。

顔は常にボールに対してまっすぐ。

という感じです。

あとは、そうだな。
肘の形は、上に吊るしたら、ブラーンとまっすぐ垂直になる感じ。

腕は人それぞれだけど、なるべく軸足は伸ばして、もう一方の足を曲げる。
この姿勢が一番楽で安定している姿勢。

顔とキューの位置。
キューはなるべく顎の下。
あんまりずれないように、なるべく顔の真ん中の下にキューがくる。

あとは、基本的なレスト。
これは形みて学んでもらわないと、説明しづらい。
親指、人差指をくっつけて、中指にあてる。
そして、小指を開ける。
親指と人差指はしめないとだめ。動いちゃうとずれちゃうから。
ここはなるべく閉めてあげる。

教えるフォームの基本はこれぐらいかな。

（それではショットのほう）

じゃあ、打つけといたほうがいいか。

止まんない。

打つ点はどれくらい下かというと5mmくらい。
あるいは、つくスピードでかえるか。
初心者としては、下に下げるほうがわかりやすい。
早くふってといってもわからないから。
最初どれくらいでふろうかわからない。

最初は、基本にどれくらいのスピードでついているかを見て、それに合わせてどれくらい下に打つか教える。

（ストップショットを打つコツは、下を打つこと？）
あとはキューを平行に打つこと。上にも下にもいかないように。

最初、近い距離で勉強して、次に遠く。

図 3.7: 永松氏の口頭指導内容の書き起こしの一部

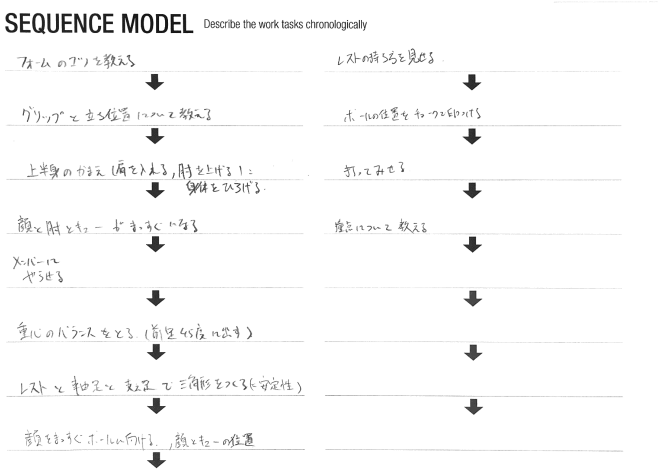


図 3.8: ストップショットを打つ永松氏の Sequence Model

図 3.9: 永松氏のフォームの様子

＜永松氏のゴール＞
ポケットと的玉と手玉の延長線上をどこか判断する。
ポケットと的玉と手玉の延長線上にキューが沿う。
ポケット・的玉・手玉の延長線上から左右にブレないように手玉にキューを当てる。
手玉の狙った点から左右上下にブレないように手玉にキューを当てる。
手玉が的玉に当たった場所で止まるように打つ。

＜永松氏のストップショットを打つためのメンタルモデル＞
的玉をセットすると、ポケットと的玉と手玉の延長線上に軸足を置く。
軸足の位置が決まると、グリップ（キューを握っている手）を軸足の真上に持ってくる。
軸足の位置が決まると、もう一方の足を前 45 度に出す。
グリップでキューを軽く握ると、手玉から 15-20cm くらいの場所をレスト（キュー先を支える手）でキューを握る。
レストとグリップを構えると、キューを動かして滑り具合を確認する。
キューを動かして滑り具合を確認すると、レストを軸足ともう一方の足とで三角形をつくるようにレストをテーブルに置く。
レストをテーブルの上に置くと、レストの腕の肩を内側にいれて身体を開く。
身体を開くと、グリップの腕の肘を頭の後ろから出るように吊り上げる。

フォームを構えると、キューの真上に顎を持ってくる。
キューの真上に顎をもってくると、ボールに対して頭をまっすぐ向ける。
グリップを持つ手の力は人差し指と親指にだけいれて、ストローク（素振り）を行う。
的玉と手玉の距離に合わせて、手玉の打つ点を下げる。
ストローク（素振り）すると、手玉の打つ点を確認する。
的玉を見て、フォロースルーする (打つ)。

プロによる初学者に対する指導の民族誌調査と分析

2015 年 5 月 20 日に、また紅白にに戻り、24 時ー 25 時半までの計 1 時間半にわたって、永松氏がビリヤード初学者の林氏にストップショットを教えているところに対して民族誌調査を実施した (図 3.10)。この調査では、3 つのフォーカスポイントを立てた。1 つ目は、永松氏が林氏にストップショットを習得できるように、どのメンタルモデルを言語化しているかについて着目した。2 つ目は、永松氏がどのように林氏を教えているかについて着目した。3 つ目は、林氏がどのように永松氏の指導を受けているかについて着目した。

図 3.10: 永松氏が林氏を教えている光景

23 時に紅白に到着すると、まだお客さんが 3 組いて、テーブルの空きがなかったため、空くまで待った。24 時ごろに 2 組のお客さんが帰宅した。カメラとセンサーの設置の準備を行った。準備が整うと、キャリブレーションを行った。そして、センサーを林氏に装着する。また永松氏にピンマイク装着してもらい、口頭による指導を記録した。まず永松氏は、林氏にビリヤード専用のグローブを貸した。そして、永松氏は練習するための特定の位置を決め、的玉と手玉を設置した。的玉と手玉を設置するときに、チョークを使って、その位置に印をつけていた。

的玉と手玉の設置が終わると、まず何回か林氏が打つ姿を見ていた。見るときは、真正面から林氏を見ていた。その後、林氏の左側に来てフォームの立つ位置について教えていた。そして、足を置く位置の決め方を教えていた。その後、グリップの持ち方と持つ位置。そのあとレストの持ち方を見せて教えていた。基本的に教えるときは、言葉で説明すると同時にやってみせていた。林氏は、聞きたいことがあると永松氏に質問していた。打つときの力加減、目線のやり方を教えたあとは、実際に林氏にやらせていた。そして、その際は正面から林氏を観察していた。そして、頭の位置を調整させていた。また林氏に実際に打たせていた。何度か打たせたあと、レストの位置とキューの先の位置を教え、フォロースルーのやり方を隣にきて教えていた。立つ位置は、ポケットから逆算して決めることを教えた。そして、実際に打つときの目線の位置を教えていた。その際、何故そうすべきかの理由を伝えていた。教えるときは、その理由も伏せて教えていた。フォームを教えて、永松氏から OK サインが出るまでにおおよそ 1 時間かかった。しかし、林氏の上達ぶりは、私たちからも見て取れた。その後、10 分ほど休憩し、次のストップショットを教える配置に林氏を移動させた。

ストップショットを教える際も、ボールを置く位置を決めるとチョークを使って印をつけていた。最初、林氏に打たせてみて、そのときも正面から観察していた。手玉と的玉の距離が長くなると手玉の狙う点の位置を低くするが、その際にレストの位置を下げて狙いを下げることを教えていた。そのときも、何故そうすべきなのかを教えていた。随時、失敗すると、そのときの要因を説明して、どう改善すべきかを教えていた。そして、休憩後から 30 分ほどしか時間は経っていなかったが、林氏はストップショットを打てるようになっていた。

プロビリヤードプレイヤーのメンタルモデルの伝達

1 つ目のフォーカスポイントとして、永松氏が林氏にストップショットを習得できるように、どのメンタルモデルを言語化しているかについて着目した。この調査によって、初学者がストップショットを習得していくために必要なメンタルモデルを抽出した。プロビリヤードプレイヤーが考える、ストップショットが打てるようになるために素人が持つべきメンタルモデルを抽出するために、永松氏の口頭による指導を録音した。録音は、iPhone6 にピンマイクを使用し、ボイスレコーダーアプリを用いて実施した。まずプロビリヤードプレイヤーの口頭による説明を書き起こした (図 3.11)。録音データとこの書き起こしをセットで、5 月 5 日の民族誌調査から抽出したメンタルモデルと比較しながら整理することで、永松氏の初学者が持つべきメンタルモデルを抽出した。(図 3.12)。

永松氏が自分自身がストップショットを打つときに持つメンタルモデルにはないメンタルモデルを、ビリヤード初学者の林氏に伝えていた。例えば、ポケット、的玉、手玉とボールの軌道を逆算して、それらの延長線上にキューが沿うようにフォームをかまえると

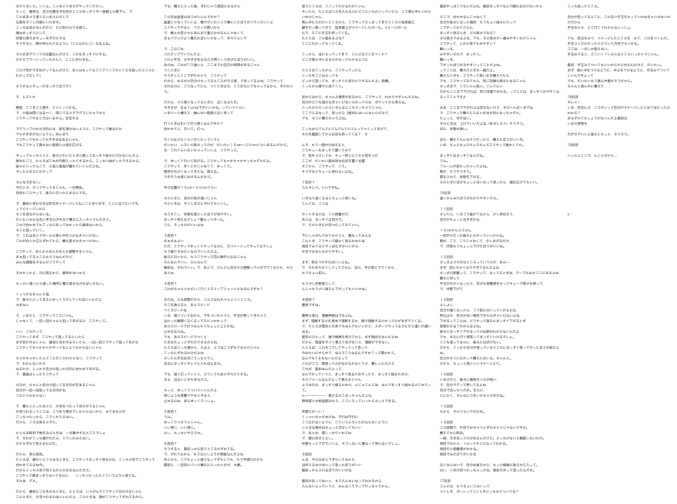


図 3.11: 永松氏の口頭指導の書き起こしの一部

軸足の位置について教える。
キューを使って、ポケットと的玉と手玉の延長線上を見て、キューの真下に軸足を置く
そして、軸足に対して45度前にもう一方の足を置く。
左肩を内側に入れる。
そのとき、右肩も後ろにつられてしまうが、右肘は真っ直ぐ吊り上げるようにする。
そして、肩もまっすぐボールに向ける。
そして、状態の高さは、キューをテーブルに対して平行にして、その上で顔を5cmくらいキューの上に持ってくる。
すると、右肘は吊られた感じになる。
それで、グリップの位置は、吊り上げた状態から力抜いて、そこに合わせてキューを握る。まっすぐつくようにするために、グリップを的玉に向けてふるようなイメージでふる。

一旦やらせる。
レストの形を見せる。
レストは、小指を開いて安定させる。
グリップの握る力は、卵を潰さないように握るくらい。
だけど、隙間がないように握る。
ぎゅっと押つと、後ろに引くときにキューがぶれるように大きく振れてしまう。
腕はまっすぐ後ろに行かないから。
打つときの力加減は、振り子のようなイメージで、後ろに引いた分だけ前に出す。
力を入れる必要はない。
的玉のどこにあてるように打つかをイメージしながら、フォームをかまえる。
手玉を見ながらフォームを構えてほいけない。
フォームを構えて、手玉の真ん中に対してキューがまっすぐふれるか確認する。
真っ直ぐふれなかったら、もう一度かまえ直す必要がある。
フォームをかまえてから、グリップを持つ前で調整しようとしても意味がない。

一旦かまえさせる。
レストで親指と人差し指をちゃんとくっつける。
そして、小指を開く。やらせる。一回一回言うことが大事。
自分が狙っているところを定めることが大切。永松さんがやってみせる。
片目をつぶるとよくない。
目線の仕組みを教えて、ダメな理由を教える。構えてからは両目で見る。
最初に立つ位置を決めるときに、しゃがんで片目で手玉と的玉の位置を確認することはオッケー。
構えてから片目で見ても、狙いがずれるだけ。
かまえるときは両足にバランス良く体重を乗せる感じでかまえる。
キューの先（タップ）と手玉との距離はなるべくないよう(1cm以内) にかまえる。
そのときには、前腕と上腕の角度は90度くらいになっていることも大事。距離があると、キュー笑顔につくときに、キューが手玉にアタる瞬間にずれる可能性があるから。

どれくらい腕は後ろに引くべきかつと聞く。
レストの位置は手玉から15cmくらいのところで持つが、タップがレストにちょっと触れるくらいまで引いてよい。

ゆっくり引くことが大事。
小刻みだったり、早くするのは良くない。
かまえたときに自分の立つ位置が遠く感じたら、前にそのまま進むのはあり。
状態を低くしてみると、手玉と的玉が重なって見えるようになる。
腕を振る勢いは、振り子のようにする。後ろにふった速度と同じように、前に振るだけでよい。
強く打つと手玉は左右にずれることがある。
もっとゆっくりつけばよい。
かまえてから、調整しても無駄。構えに入った時に正しいところに入って行っていることが大事。
ポケットから逆算して的玉のどこを打つべきかをイメージして、そこに手玉をもってくるようにする。
そしてキューを使って、どこに軸足を置くべきかを決める。
そのときにそのままグリップを腰で持つようにする。
もう少しだけ手玉の位置が遠くなる。
しゃがんで目線を低くして、手玉と的玉の延長線上がどこかをみる。
このときは、片目で見て、片目で真っ直ぐの場所を確認する。
そのあと、キュー使って、軸足の位置を決めて、フォームをかまえる。
レストをかまえる腕が曲がりすぎずないように、軸足を後ろに下げて調整する。
キューがテーブルに当たってしまう場合は、レストを小指と薬指を立たせて、前腕をテーブルのふちに乗せて安定させればよい。
状態は低く保つ。最初のかまえる位置が間違っているとどうやっても入らない。
後ろのほうから、テーブルの高さくらいまでしゃがんで手玉と的玉の延長線上をみる。
入らなさそうだと思ったら、最初からやり直す。状態を下げたときに足が手いっぱ思ったら、幅を広げるとよい。
レストの対はなるべく曲がらないように伸ばす。
キューを使って、延長線上に軸足を置くときは整頓に後ろから前に調整するほうが狙っているところにむけて真っ直ぐ向かってかまえることができる。
前腕は引いた分だけ前に出す感じで。
自分のカで前に押し出さない。
つくときは、的玉を見てつく。
手玉をつくだけだと、どの方向からでもつける。
しかし、的玉の狙いたいところは一点しかないから、それにむけてつくように打つ。

だから、打つときは的玉を見て狙って打つ。
ストップショットを打たせてみる。
ポケットの入り口の真ん中を狙う。動点を5mmくらい中心から下にする。
グリップの腕を上げて、キューの先を下に下げるのではなく、レストを下げて、全体を下げる。

いう基本がある。そのときに、永松氏は自身がプレイするときは立ったままポケット、的玉、手玉と見るだけでフォームをかまえることができていた。しかし、初学者の林氏にはしゃがんで目線を的玉と手玉がある高さの位置の近くまで低くし、的玉と手玉が並ぶ線を探すように伝えていた。またそれだけでなく、キューをその延長線上に合わせてテーブルに置くことでより正確に、延長線上にキューが並ぶようにフォームをかまえられるように指導していた。これはまさに Andy Clark の身体性認知の理論を説明する行動である。

Andy Clark は、人間が認知するときは、脳を使うだけでなく、身体や世界を活用することで、脳の処理タスクを簡略化することで、複雑な認知も行うことができると述べている [4]。例えば、ジグソーパズルを解く際、人は手でパズルを回転させながら、形を確認し、ピースが入るところを探し、はめてみようと、動かしながらパズルを完成へ近づかせているという。これは、頭の中でパズルを回転させたり、パズルをはめたりするのではなく、身体を使い、目の前の世界そのものを最善のモデルとして活用することで複雑な課題を解いている。

ポケット、的玉、手玉とボールの軌道を逆算して、ポケット、的玉、手玉の延長線上を見つける作業に対して、しゃがむという行動とキューという物を使うことは上記のジグソーパズルの例と同じである。しゃがむという身体動作を行い、実際に目線を下げて、ボールと同じ高さで見て、目の前の世界を最善のモデルとして活用し、またキューを使ってその延長線上をより見やすくすることで、初学者は自身の認知能力を拡張し、プロビリヤードプレイヤーのようにポケット、的玉、手玉とボールの軌道を逆算して、ポケット、的玉、手玉の延長線上を正確に見つけるというゴールを達成することができる。

この他にも、どういったことに注意すべきか (メンタルモデル) を詳細に語っていた。今回の民族誌調査によって、5 月 5 日に実施した永松氏に対して行った民族誌調査と比較し、5 月 20 日の民族誌調査によってストップショットが打つためのより詳細なメンタルモデルを抽出することができた。

＜初学者のストップショットが打てるようになるためのゴール＞
ポケットと的玉と手玉の延長線上をどこか判断する。
ポケットと的玉と手玉の延長線上にキューが沿う。
ポケット・的玉・手玉の延長線上から左右にブレないように手玉にキューを当てる。
手玉の狙った点から左右上下にブレないように手玉にキューを当てる。
手玉が的玉に当たった場所で止まるように打つ。

＜初学者が持つべきストップショットを打つためのメンタルモデル＞
的玉をセットすると、テーブルから少し遠くの位置でしゃがむ。

ポケットと的玉と手玉の延長線上を見つけたら、キューをその延長線上に沿うようにテーブル上に置く。
キューをその延長線上に沿うようにテーブル上に置いたら、前に進みながら軸足の位置を決める。
軸足の位置が決まると、グリップ（キューを握っている手）を軸足の真上に持ってくる。
軸足の位置が決まると、もう一方の足を前 45 度に出す。
グリップでキューを握ると、手玉から 15-20cm くらいの場所でレスト（キュー先を支える手）をかまえる。
レストでキューをしっかり握る。
グリップを握る力は、軽く卵を握る程度にする。
レストを軸足ともう一方の足とで三角形をつくるようにレストをテーブルに置く。
レストを構えている腕は曲げすぎないで伸ばす。
レストをテーブルの上に置くと、レストの腕の肩を内側にいれて身体を開く。
身体を開くと、グリップの腕の肘を頭の後ろから出るように吊り上げる。
フォームを構えるとき、キュー先が手玉から 1cm 以内のところにあるようにフォームを構える。
フォームを構えると、キューの真上に顎を持ってくる。
的玉と手玉が重なって見えるようになるまで顔の位置を下げる。
レストの高さを低くして、手玉の打つ点を低くする。
ストローク（素振り）すると、両目で手玉の打つ点を確認する。
毎回しっかり狙うようにストローク（素振り）する。
的玉を見て、フォロースルーする (打つ)。
テーブルに対して平行にキューが出るように、ゆっくりフォロースルーする (打つ)。
フォームを構えてポケットと的玉と手玉の延長線上にキューがないと思ったら、最初からフォームを構えなおす。

教えるメンタルモデル

2 つ目のフォーカスポイントとして、永松氏がどのように林氏にストップショットを教えているかに着目した。ここでの分析では、永松氏の教えるメンタルモデルと、ストップショットの指導設計を明らかにした。まず永松氏の行動について、記述していく。永松氏は、まず林氏にコツを口頭で伝えていた。1 度に 1 つのコツを伝えるのではなく、1 度に 3 つ 4 つのコツを伝えていた。そして、口頭で伝えた内容を実際に林氏にやってみるように指導していた。実際に林氏がコツを実践しているときは、林氏の正面から林氏のフォームや動きをチェックし、間違いがあれば、林氏が打つ前に指摘していた。または打ち終わ

るまで何も言わずに、打った後にどこが間違っていたかを指摘していた。間違いを指摘するときは、正しいコツを口頭で説明するだけでなく、実際に永松氏がやってみせていた。実際にやって見せるときは、永松氏の姿を横から見えるようにやって見せていた。

＜永松氏の教えるゴール＞
初心者の間違いを見つける。
初心者がコツを意識していけるように教える

＜永松氏の教えるメンタルモデル＞
初心者がやってみると、正面から見てチェックする。
初心者にコツを教えるときは、横からやってみせる
初心者が間違えると、コツを教える。

また永松氏はストップショットを初学者が習得するように、3 つのステージに分けてコツを覚えさせていった (図 3.13)。まず最初のステージは、図 (3.13) のようにボールを設置して、フォームの基礎を覚えることを中心に指導をしていた。次のステージでは、最初のステージよりもポケットと的玉の距離をあけてあり、より正確に真っ直ぐに的玉を狙って手玉を打てるようにすることを意識させた指導を行っていた。具体的には、打つ時の狙い方や構えに入る前の行動を教えることで、ポケットと的玉と手玉の延長線上にキューが沿うためにすべきことを教えていた。ポケットと的玉の距離が遠くなった分、より正確に的玉を狙う必要があり、難易度は上がっていた。図 (3.13) のように最後のステージでは、ポケットと的玉と手玉とそれぞれの距離が離れて設置され、ステージ 2 よりもまた一層難易度は上がっているだけでなく、ストップショットを打てるようになることが課せられていた。しかし、永松氏は手玉の狙う点を下げることと、手玉の狙う点を下へる打ち方を教えるだけで、あとはステージ 1 とステージ 2 でのコツを学んでいれば簡単にできると述べていた。

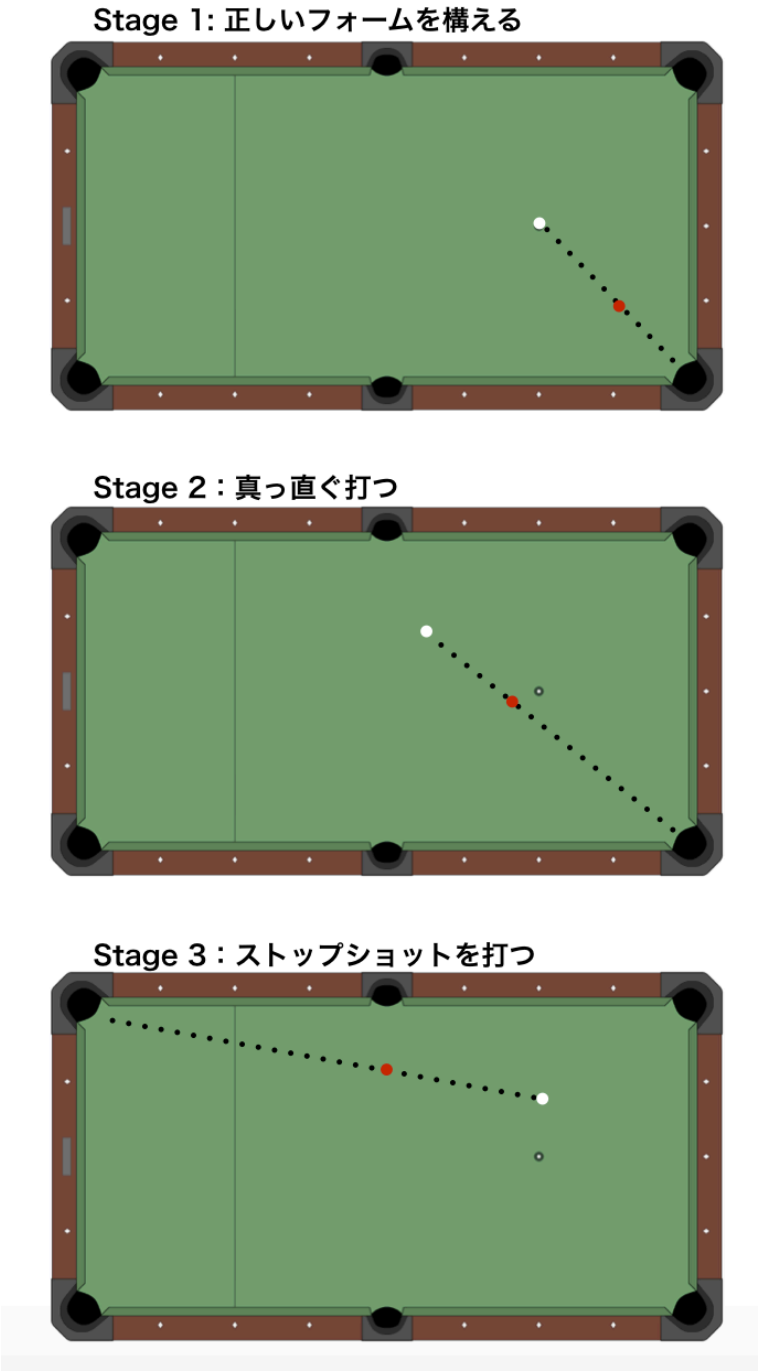


図 3.13: 永松氏が用意した 3 つのステージ

教わるメンタルモデル

3つ目のフォーカスポイントとして、林氏がどのように教わっているかに着目した。コツを聞いた林氏は言われた通りにコツを意識してやっているようであった。また林氏はコツを聞いてわからないことがあったときや、聞いたコツを忘れたときは永松氏に意識すべきコツを確認していた。彼自身も調査後の会話で「最初の方は、指導してくれる方の言っていることを時系列で理解するのが難しかった。それに対して何度かこちらから聞き直してプロセスを明確にした。」と述べていた。

＜林氏の教わるゴール＞
熟練者のコツを理解する。
熟練者のコツを体得して、上達する。

＜林氏の教わるメンタルモデル＞
わからないことがあれば、確認する。
コツを聞いたら、やってみる。

3.3. 深い民族誌調査と分析

深い民族誌とは、観察対象者の身体運動をセンサー技術を用いて測定する手法である。本研究の調査で深い民族誌を実施する理由として、身体性認知を基に設計した調査方法についてまず述べる。Andy Clark の身体性認知とは、脳・身体・世界を1つの認知システムとして捉える概念である。したがって、身体性認知から解釈を行おうためには、認知、身体運動、身体運動によって引き起こされる物理現象といった物理世界を統合して観察する必要があると考えた。そこで、本研究では認知に対しては民族誌を用いて、身体運動に関してはセンサー技術とビデオカメラを用いた深い民族誌から、物理世界に関してはビデオカメラを用いて調査する。深い民族誌では、まずセンサー技術を用いて身体の動きを記録、描画する。その後、描画されたセンサーデータと身体運動を捉えたビデオと物理現象を捉えたビデオを1つのビデオとして統合する。そして、民族誌から抽出してきたメンタルモデルと照らし合わせながら、そのビデオを観察し、ストップショットを打つときにメンタルモデルと身体運動がカップリングしているかや、そのカップリングによってどう

いった物理現象を起こしてストップショットという技を実現しているかを抽出する。抽出したデータのカテゴリーとしては、メンタルモデル、身体運動、達成すべき物理現象と分けて整理する。

センサーキットの開発

2015 年の 2 月 20 日のフィールドワークで調査結果から、今回の深い民族誌で主に調査する対象として、フォームの安定、前腕と上腕の動き、打つときの力加減、目線を選んだ。2015 年 3 月から 4 月にかけて、フォームの安定、前腕と上腕の動き、打つときの力加減、目線をセンシングできるセンサーキットを検討し、開発した。センサーキットは民族誌を行う際に使用することを前提にしているため、実験室内で行われるようなセンサーの形ではなく、観察対象者の環境を極力壊さないようにウェアラブルデバイスとして検討、開発を行った。また本研究でのセンサーキットの使用目的は、民族誌では調査しきれない観察対象者の身体動作を解釈するためである。したがって、センサーキットで得たデータは、本研究メンバーが解釈をいれることができるように描画する必要がある。

フォームの安定

まずフォームの安定性をとるために体重をどのようにかけているかを測定するために、ウェアラブルのインソール型の足圧センサーを開発した (図 3.17)。そして、フォームの安定性をとるために体重をどのようにかけているかをセンシングする方法として、2014 年の東京大学の深堀らによる「靴下型圧力センサを用いた足裏ジェスチャの設計と実装」という研究を参考にした [5]。彼らの研究において参考にした点は、靴下型圧力センサを開発した手法にある。彼らは、靴下型圧力センサを開発する際に Arduino Fio、Xbee S1、圧力センサー FSR402、リチウムイオンポリマー電池 (1000mAh) を使用していた。したがって、本研究においても、同様に Arduino Fio、Xbee S1、圧力センサー FSR402、リチウムイオンポリマー電池 (1000mAh) を使用してインソール型足圧センサーの開発を行った。

民族誌調査と同時に使用することを考慮して、装着時の違和感をなくすことを達成条件の 1 つとした。結果として、重さは 85g で、Arduino fio やブレッドボードと機械の部分と足との接触部分にクッションを挟み、装着時に違和感がないように設計されている。インソール型になった理由は、足裏の敏感な感覚に対応した結果である。最初にプロトタイプとして靴下型も開発した。しかし、靴下の厚みだけでは圧力センサーと Arduino Fio をつなぐケーブルの膨らみに対して異物感を感じてしまうことがわかった。したがって、この異物感という問題に対して、リボンケーブルとインソールを使用することで、イン

ソールの裏側にケーブルを引き、踵からケーブルを出すように設計したことで、装着時に違和感を無くすことに成功した (図 3.15)。

インソール型圧力センサーのデータ取得構造は、図 3.14 のような構造になっている。インソール型圧力センサセンサーで取得したデータは、Xbee S1 でラップトップと 1 対 1 で通信し、取得してきたデータは Processing を使って、CSV データ形式でラップトップ内に保存される (図 3.16)。本研究では、フィールドワーク先である紅白には十分なスペースと電源の確保が見込まれたため、最も簡単に早く開発できる、右足と左足と別々にデータを取得する設計にした。取得した圧力センサのデータには、Unix Timestamp を添付している。Ajax を使って描画を行うため、MAMP を使用して仮想サーバーつくり、HTML 上にデータの描画を行った。

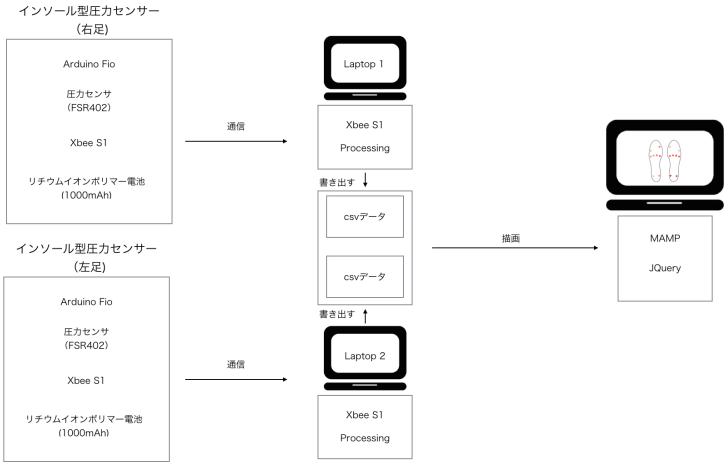


図 3.14: インソール型圧力センサーのデータ取得構造

図 3.15: インソール型圧力センサーの装着したときの様子

naoya right1.csv

```
1432139295678,565,366,410,802,675,355,167,140,
1432139295879,568,345,407,799,644,349,160,135,
1432139296097,549,340,406,786,639,353,159,134,
1432139296300,547,344,410,794,651,365,160,133,
1432139296501,547,350,421,796,695,400,158,134,
1432139296702,544,341,406,767,690,351,164,139,
1432139296905,539,328,390,745,656,300,156,133,
1432139297105,542,323,380,743,609,293,157,134,
1432139297324,526,303,353,667,570,267,165,137,
1432139297526,531,270,322,646,550,250,172,143,
1432139297729,476,257,309,650,477,236,207,164,
1432139297931,440,231,287,621,438,221,214,169,
1432139298131,506,277,342,752,568,299,271,219,
1432139298349,1015,925,1006,1023,1023,866,1023,839,
1432139298551,1020,932,984,1009,1023,857,1023,957,
1432139298752,437,162,348,644,439,273,443,370,
1432139298955,258,94,215,586,303,171,384,326,
1432139299156,306,95,199,568,277,156,476,368,
1432139299375,333,108,215,587,275,156,546,371,
1432139299576,373,128,235,575,295,170,491,354,
1432139299794,409,140,286,614,327,189,477,352,
1432139299979,505,185,337,629,387,234,423,334,
1432139300182,511,200,354,635,435,256,392,307,
1432139300401,495,194,345,626,414,246,363,298,
1432139300602,490,189,342,628,410,242,359,294,
1432139300820,510,196,331,667,366,223,383,301,
1432139301006,545,230,406,667,451,267,313,244,
1432139301208,553,264,461,671,499,342,262,197,
1432139301427,604,393,592,668,559,437,228,169,
1432139301629,765,640,701,663,653,524,210,152,
```

図 3.16: インソール型圧力センサーデータの取得例

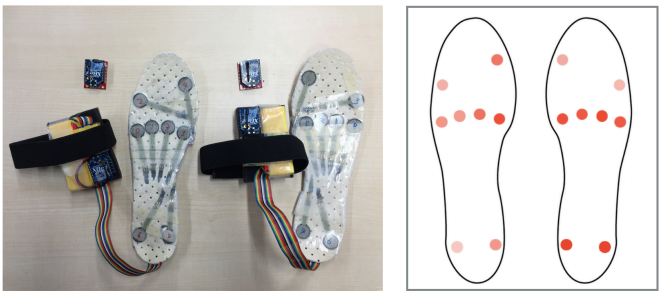


図 3.17: インソール型圧力センサーとデータの描画

前腕と上腕の動きと打つときの力加減

前腕と上腕の動きや打つときの力加減に関しては、前腕や上腕の動きを加速度センサーとジャイロセンサーからセンシングすることにした。また打つときの力加減に対しては、表面筋電位センサーを使用することにした。表面筋電位は非常に微弱な信号であり、ノイズ対策が重要である。また前腕と上腕の動きや打つときの力加減は、ブレないように手玉をキューで打つという動作において顕著に影響を与える要素であることから、センサーデバイスは極力小さいものである必要がある。以上から、9 軸センサーと表面筋電位センサーを搭載している ThalmicLabs 社のウェアラブルデバイス「Myo」(図 3.18) を使用することにした。

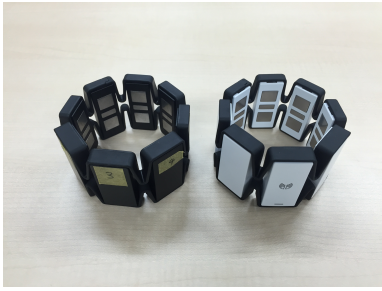


図 3.18: MYO

Myo は 93g と軽量であり、輪のサイズも 19-34 cm と伸縮性のある設計になっている [6]。仕様としては、9 軸の IMU センサー（3 軸加速度センサー、3 軸角速度センサー、3 軸地磁気センサー）と医療でも使用されるレベルの EMG（表面筋電位）センサー、ジェスチャーの解析用に ARM Cortex M4 プロセッサを搭載している。互換性のあるデバイスとしては、Windows 7（USB Bluetooth アダプターと OpenGL 2.1 以上を含む)、Windows 8（USB Bluetooth アダプターと OpenGL 2.1 以上を含む)、Mac OS X 10.8 以上（USB Bluetooth アダプターを含む)、Mac iOS 7.0 以上のデバイス、Google Android4.3 以上のデバイス（Bluetooth 4.0 LE 対応しているもの）である。

本研究では、前腕と上腕の動きと筋肉活動をセンシングするために、この Myo の黒色と白色の 2 台を使用した。Mac OS X 10.10 の Macbook Pro 15 インチのものをセンサーデータを描画するデバイスとして使用した (図 (3.19)。Thalmic Labs 社が GitHub で提供している「Myo.js-master」というファイルにある「emg_graphs.html」と「imu_graphs.html」を使用して、センサーデータの描画を行った [7]。描画したときの様子は図 (3.20) である。

また深い民族誌は観察対象者の身体動作を解釈するために実施することから、前腕と上腕の動きに対してセンサーデータだけでなくビデオカメラでの撮影も行い、センサーデータ

とビデオの映像と同時系列に統合して観察する。ビデオカメラは、Panasonic HDC-HS100を使用した。

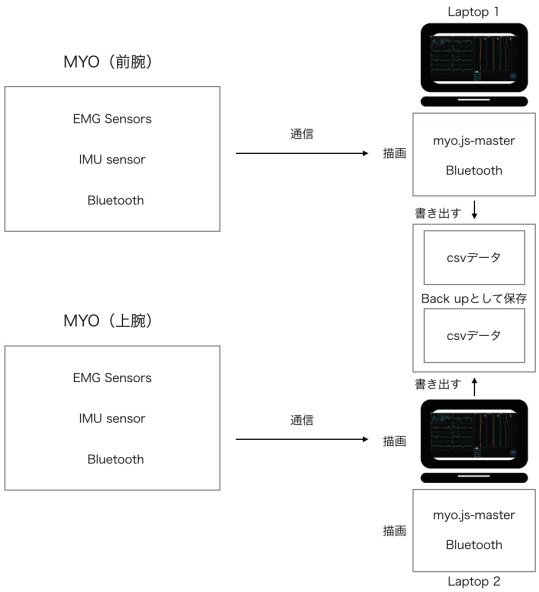


図 3.19: MYO のデータ取得構造

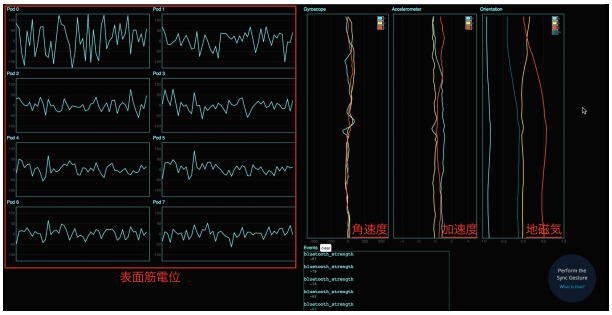


図 3.20: MYO のセンサーデータの描画

目線

目線に関しては、現在ある簡易的な技術ではセンサーを用いて 3 次元空間において何を見ているかを解釈することは困難であることから、ビデオカメラを使用して観察すること

となった。目線のセンシングするデバイスとして検討したものとしては、Tobii Glasses2 がある。Tobii Glasses2 は、ユーザーがどこを見ているかをリアルタイムにセンシング、描画することができる [8]。また重さも 45g と軽量であり、本研究の調査での使用に最適であると考えられた。しかし、価格が約 200 万円と高価であることから、本研究では Panasonic HDC-HS100 と GoPro 3 を使用した簡易的な方法で実施した。GoPro 3 を頭部に装着してもらい、顔の方向にある映像を取得する。また本研究の観察対象であるストップショットの体得は、ある程度決まった位置で練習することから、観察対象者の正面から三脚台を活用し、定点で撮影する。GoPro3 と Panasonic HDC-HS100 と両方を統合した動画データを観察し、目線の動きを解釈する。

プロビリヤードプレイヤーに対する深い民族誌調査と分析

2015 年 5 月 5 日の 24 時－ 25 時半までの計 1 時間半に、紅白で働くプロビリヤードプレイヤーの永松氏を対象に、民族誌調査を実施すると同時に、深い民族誌を用いて永松氏の身体運動を測定した。測定目的は、プロビリヤードプレイヤーのストップショットにおけるメンタルモデルに対して実際にどのように身体を動かしているかを測定、観察し、プロビリヤードプレイヤーのメンタルモデルと身体運動のカップリングを抽出する。まず当日の測定方法について述べる。まず紅白に到着し、ビデオカメラの設置位置を決める。ビデオカメラの設置位置を決めると、深い民族誌に使用するセンサーキットのキャリブレーションを行った。図 3.21 のようにセンサーキットを設置し、Myo の上を両手で叩くようにキャリブレーションを行った。その後、ビデオカメラを指定の場所に設置し、センサーキット（インソール型圧力センサー、MYO、GoPro3）を観察対象者に装着する (図 3.22)。

深い民族誌後は、センサーデータを PC 上に描画したものを、動画として保存し、ビデオカメラの動画と Adobe Premier を使用して、1 つの動画として統合した (図 3.23)。動画を見る環境としては、Mac の 27 インチディスプレイを使用して、大画面で細かく観察できるようにした。この動画を抽出したメンタルモデルと照らし合わせながら観察し、身体の動きを記述し、記録した。

永松氏の口頭指導や民族誌から抽出したメンタルモデルに対して、実際に身体運動はどのようになっているかに着目した。統合した動画から、抽出したメンタルモデルに則した身体運動を行っていることがわかった。例えば、バランスのとれたフォームをとることに対して、実際に両足に同じくらいの体重を乗せていることがわかった。その他にも、親指と人指し指だけでキューを持って打つということに対して、前腕の EMG センサーから実際にストロークでは筋電位の活動は弱かく、打つ瞬間にのみ力が入っていることがわかった。また上腕に対しても同じく、ストローク時は力を入れず、打つ瞬間にのみ力が入って

図 3.21: キャリブレーション

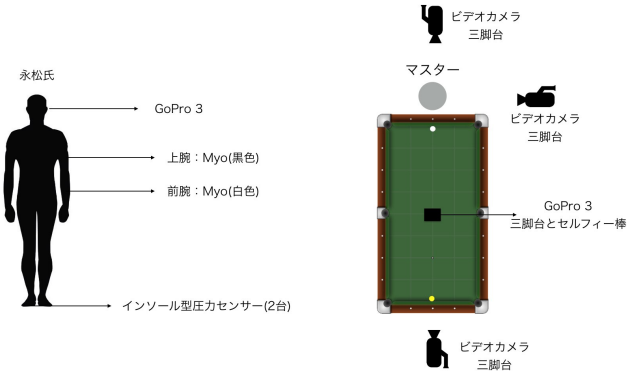


図 3.22: センサーキットの設置図

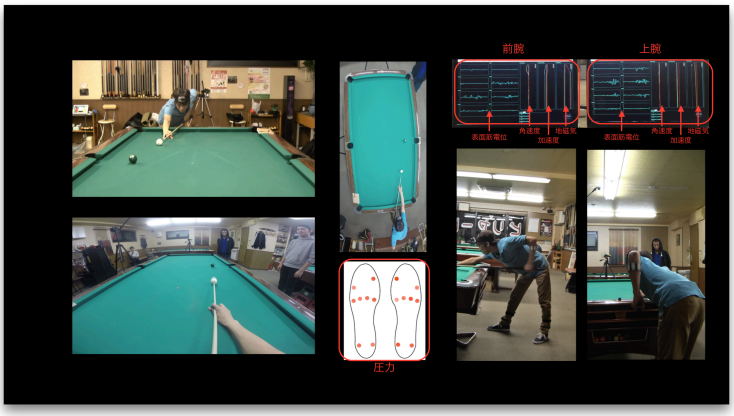


図 3.23: 統合した動画

いた。IMU センサーからは、ストロークからフォロースルーまで前腕だけを動かし、上腕に関してはほとんど左右上下に動いていないことがわかった。

インソール型圧力センサーとビデオ映像

「フォームを構えるときには軸足ともう一方の足とレストで三角形を作り、安定したフォームをかまえる」と永松氏は述べていた。実際にフォームを構えたときの足裏にかかる圧力をインソール型圧力センサーでセンシングしたところ、両方に均等に体重がかかるようにバランスよくフォームを構えていた (図 3.24)。フォームの安定性において、永松氏は、実際に身体運動もメンタルモデルが表すように動いていることが確認できた。したがって、永松氏はメンタルモデルと身体動作がカップリングしていると言えるだろう。

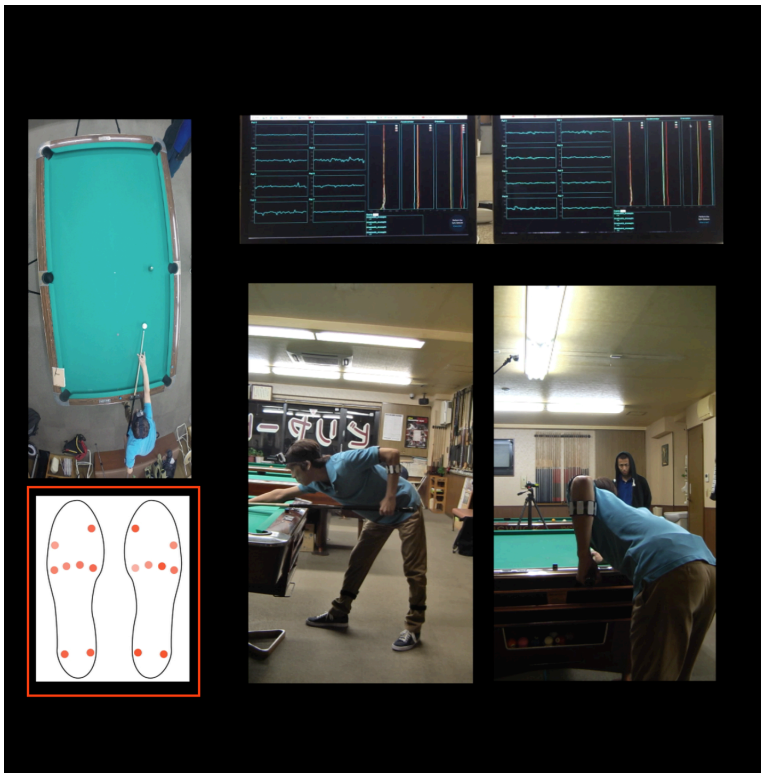


図 3.24: 永松氏の体重のかけ方（赤枠に注目）

以上より、「フォームを構えるときには軸足ともう一方の足とレストで三角形を作り、安定したフォームをかまえる」というメンタルモデルに対して、身体動作としても両足に均等に体重をかけるという身体動作を行っていると解釈した。

MYO とビデオ映像

力加減について

永松氏が「グリップを持つときは、力を入れずに持つ」と述べていたことから、打つ時の前腕と上腕の表面筋電位のデータから力加減について観察した。永松氏は、ストローク、フォロースルーにおいても殆ど力を使っていないことがわかった (図 1)。しかし、手玉とキューが当たる打つ瞬間だけは、上腕も前腕も力が入っていることがわかった (図 3.25)。

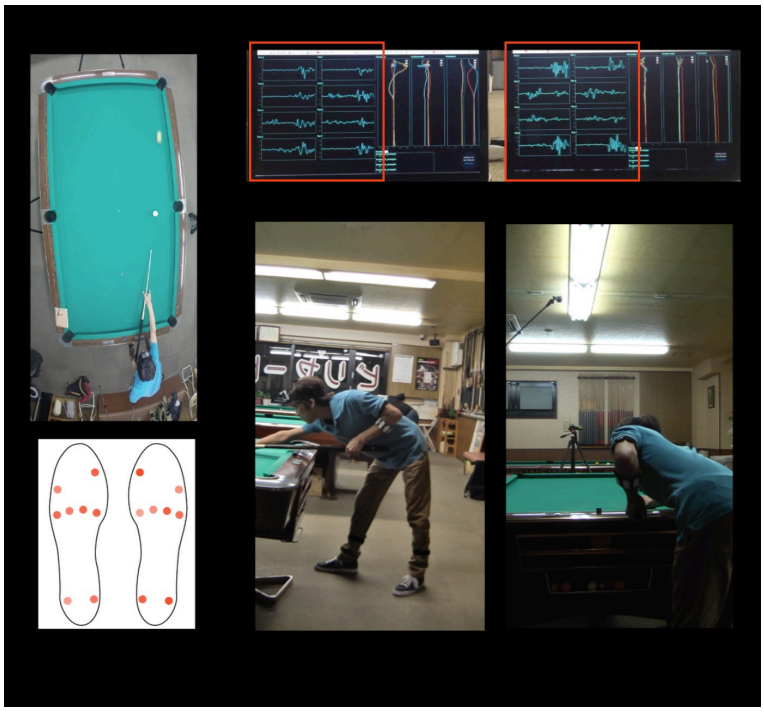


図 3.25: 永松氏の筋肉の使い方（赤枠に注目）

打つ瞬間まで前腕の動きと前腕とキューの角度

永松氏の前腕と上腕の動きを 9 軸センサーの描画図と動画を合わせて確認したところ、上腕はショットを打つ瞬間まで左右上下にほぼぶれていないことがわかった (図 3.26)。「肘を吊り上げる」と永松氏が述べていた背景を解釈することができ、腕の動きのあり方 (身体運動) を理解することができた。

永松氏の上腕はキューのラインに沿っていて (図 3.27)、その上で打つ動作の中で上腕は動かさず、肘を支点に振り子のように前腕だけを動かすことでキューをポケットと的玉と

手玉の延長線上から左右にブレないように打ち出している (図 3.28)。またここで重要になってくるのが、図 3.29 からわかるように、ストロークで止めるときは、前腕は地面に対して垂直に下を向いており、キューと前腕の角度が 90 度になるように構えていることである。この位置で打つことで、ブレが少なくキューを的玉に当てることができていると解釈した。

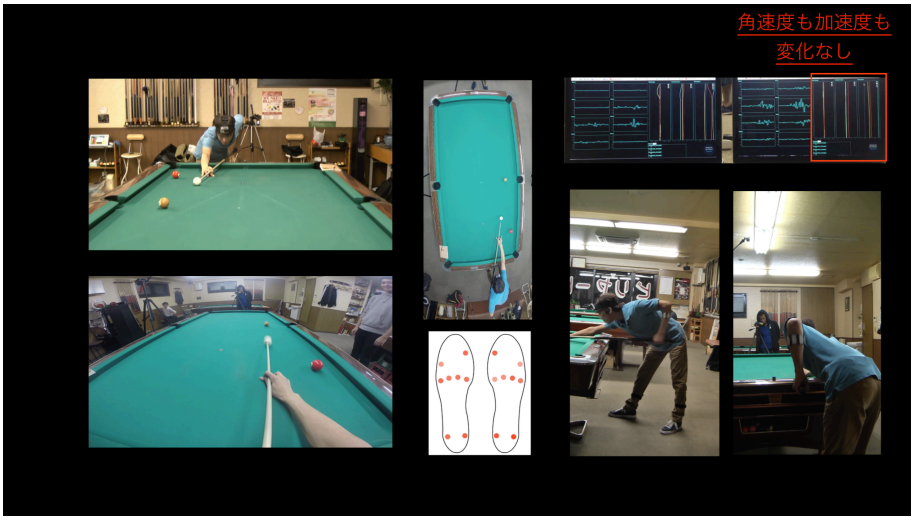


図 3.26: 永松氏の上腕の動き（赤枠に注目）

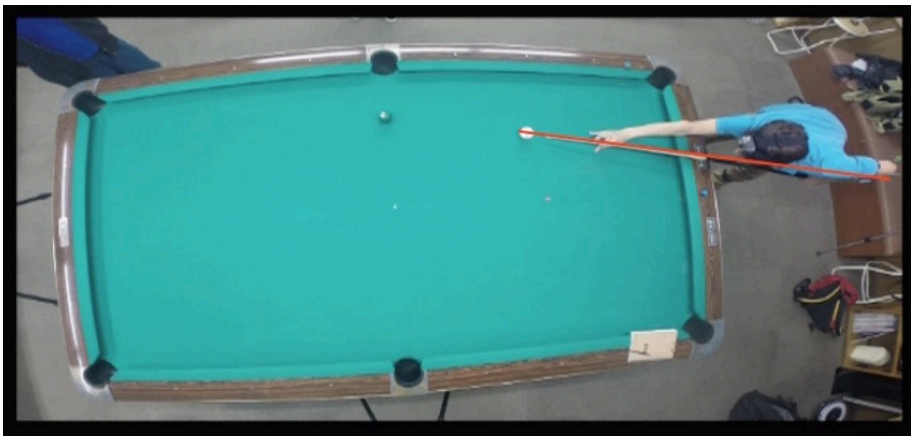


図 3.27: キューと上腕の向き（赤線に注目）

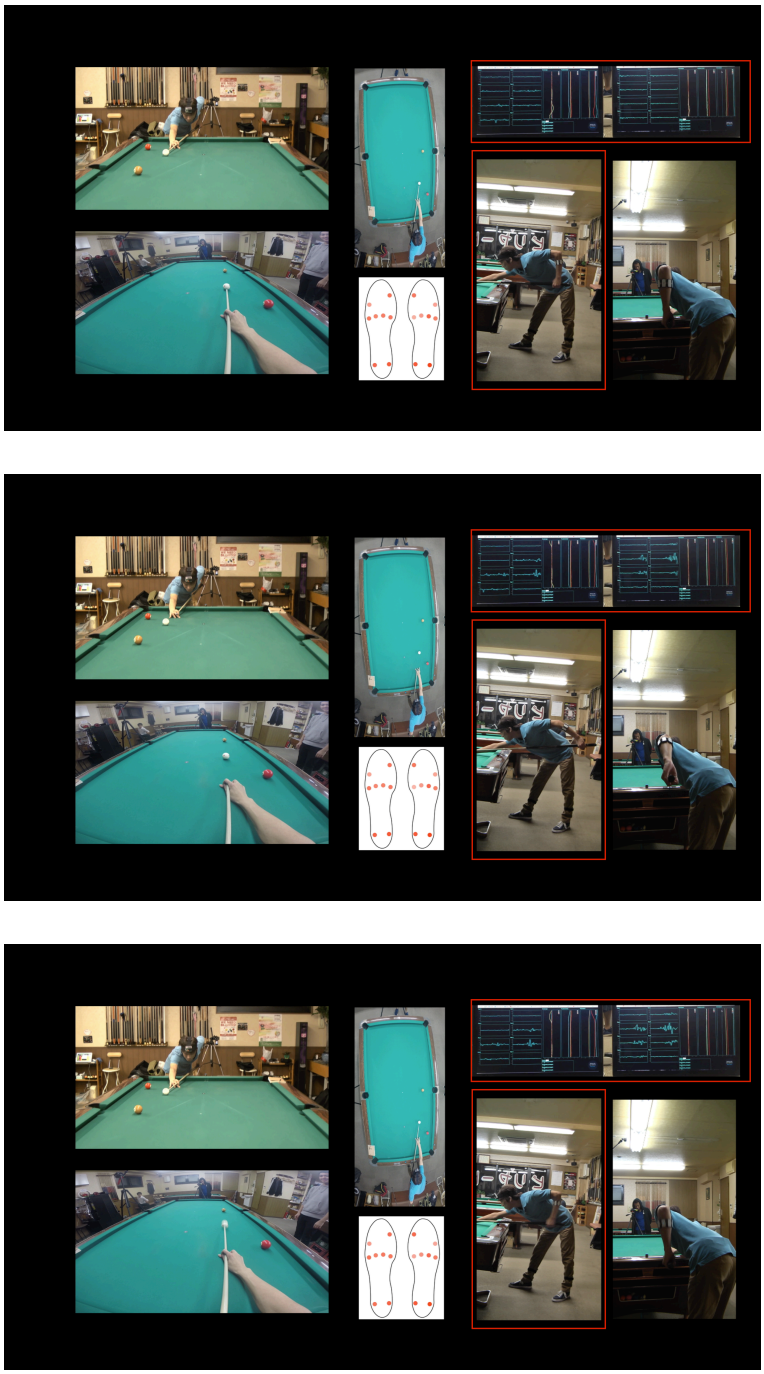


図 3.28: フォロースルーで肘を支点に前腕だけが動いている様子（赤枠に注目）

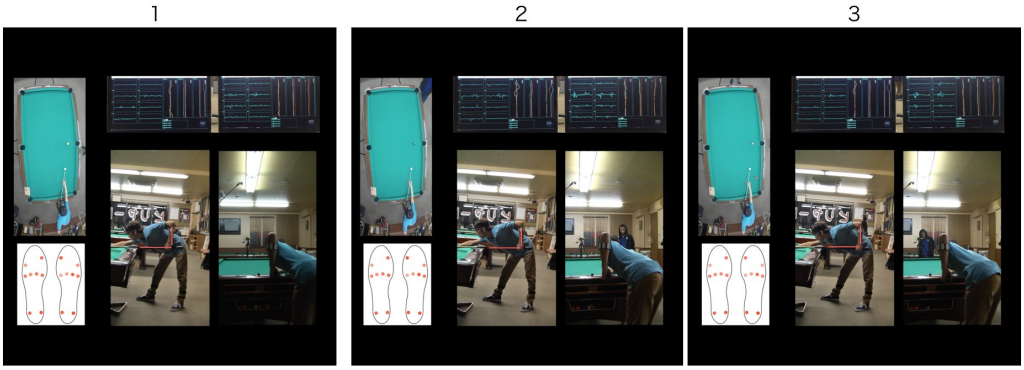


図 3.29: キューと前腕の角度が約 90 度（赤線に注目）

その他のビデオ映像

また「ストローク（素振り）すると、手玉の打つ点を確認する」に関しても、カメラでも手玉を見ていることがわかった。カメラで確認したところ、「的玉を見て、フォロースルーする (打つ)」と述べていたように、カメラでも的玉を見ながら、フォロースルーしていることが確認できた (図 3.30)。また映像から、キューと顔とグリップを持つ腕の肘が一直線になっていることがわかった (図 3.31)。

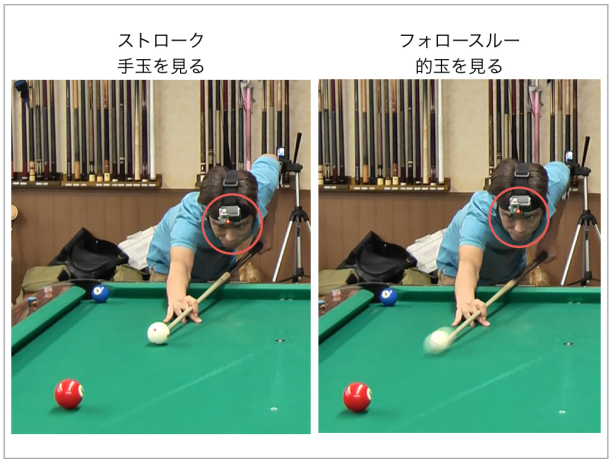


図 3.30: 目線の違い（赤枠に注目）

図 3.31: キューと顔とグリップを持つ腕の肘が一直線（赤線に注目）

ストップショットを打つための身体運動

インソール型圧力センサーと Myo といったセンサーキットのデータを分析し、ストップショットを打つための身体運動を抽出した 。
＜身体運動＞
グリップを持つ上腕は吊り上がった状態で、上腕は動かさず、肘を支点に前腕だけが振り子のように動いて打つ
グリップの力は打つ瞬間以外はなるべく入れない
フォームを構えたときに、両足に均等に体重がかかっている
打つ瞬間は、前腕とキューの角度が約 90 度になっている
キューと顔とグリップを持つ腕の肘が一直線になっている
キューとグリップの上腕が一直線になっている

ビリヤード初学者に対する深い民族誌調査と分析

2015 年 5 月 20 日の 24 時－ 25 時半までの計 1 時間半に、ビリヤード初学者の林氏を対象に深い民族誌を用いて林氏の身体運動を測定した。今回の測定の目的は、永松氏の口頭指導（言語化されたメンタルモデル）によってストップショットを体得していく中でどのように林氏の身体運動が動くようになっているかを測定し、プロビリヤードプレイヤーの永松氏の身体運動との差を観察し、身体運動の重要な要素を検討する。今回の深い民族誌では、永松氏の口頭指導を記録するために、iPhone6 とピンマイクを使用して、口頭指導を記録した。まず当日の測定方法について述べる。5 月 5 日の深い民族誌と同様に、まず紅白に到着し、ビデオカメラの設置位置を決める。ビデオカメラの設置位置を決めると、深い民族誌に使用するセンサーキットのキャリブレーションを行った。図 3.33 のようにセンサーキットを設置し、Myo の上を両手で叩くようにキャリブレーションを行った。その後、ビデオカメラを指定の場所に設置し、センサーキット（インソール型圧力センサー、MYO、GoPro3）を観察対象者に装着する (図 3.32)。

深い民族誌後は、センサーデータを PC 上に描画したものを、動画として保存し、ビデオカメラの動画と Adobe Premier を使用して、1 つの動画として統合した (図 3.23)。この動画をもとにプロビリヤードプレイヤーの永松氏の身体運動との差を観察し、身体運動の重要な要素を検討した。今回も同様に動画を見る環境としては、Mac の 27 インチディスプレイを使用して、大画面で細かく観察できるようにした。観察した結果、林氏がストップショットを習得したときの身体運動は、永松氏がストップショットを打つときの身体運動と同じであることがわかった。林氏もフォームを構えた時、両足に同じ程度の体重をのていることがわかった (図 3.34)。またフォームを構えた時、林氏も永松氏のようにキューと顔とグリップを持つ腕の肘が一直線になっていることも確認できた (図 3.35)。そ

れだけでなく、林氏もストロークをして手玉を狙うときは、キューと前腕の角度が 90 度になっていた (図 3.38)。そして、永松氏と同じように林氏も上腕を動かさずに、肘を支点に前腕だけを振り子のように動かし打つことを体得していた (図 3.36)。その際も力を入れずに行い、打つ瞬間にのみ力を入れていることが確認できた (図 3.37)。

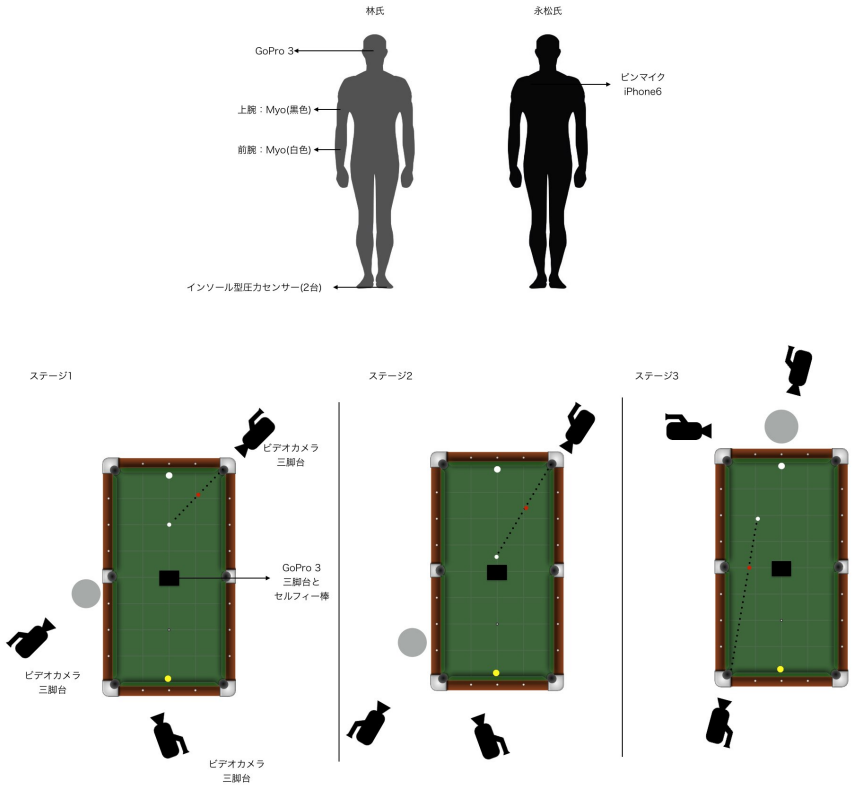


図 3.32: センサーキット設置図

図 3.33: キャリブレーション

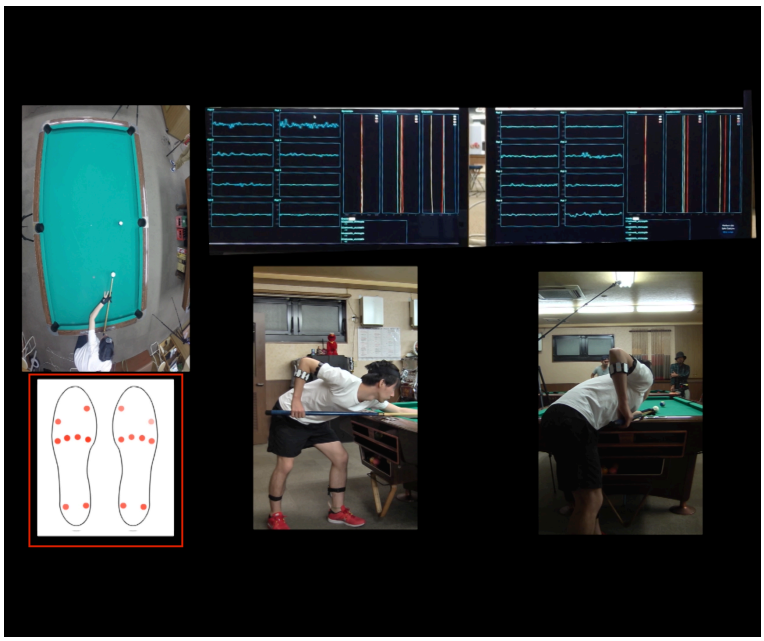


図 3.34: 両足に同じくらい体重をのせる（赤枠に注目）

図 3.35: キューと顔とグリップを持つ腕の肘が一直線になっている（赤線に注目）

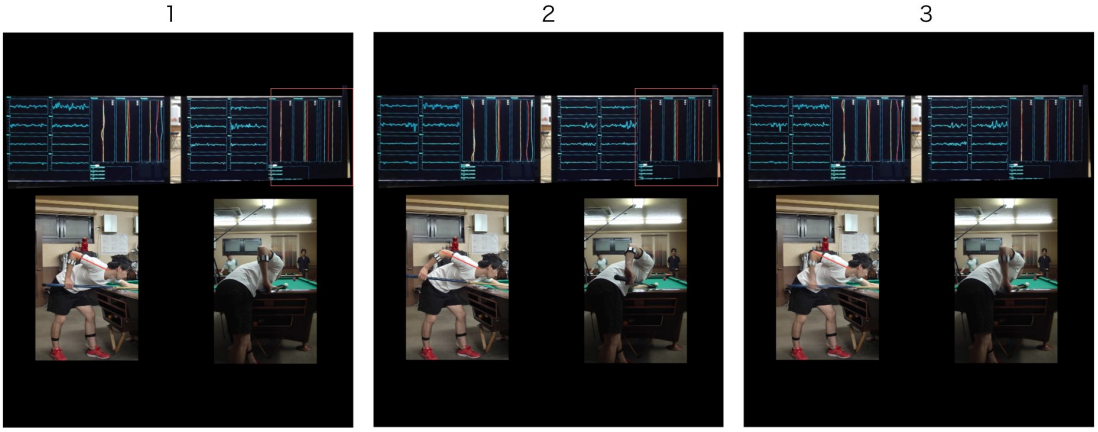


図 3.36: 上腕が動かず、前腕だけが振り子のように動いている（赤線と赤枠に注目）

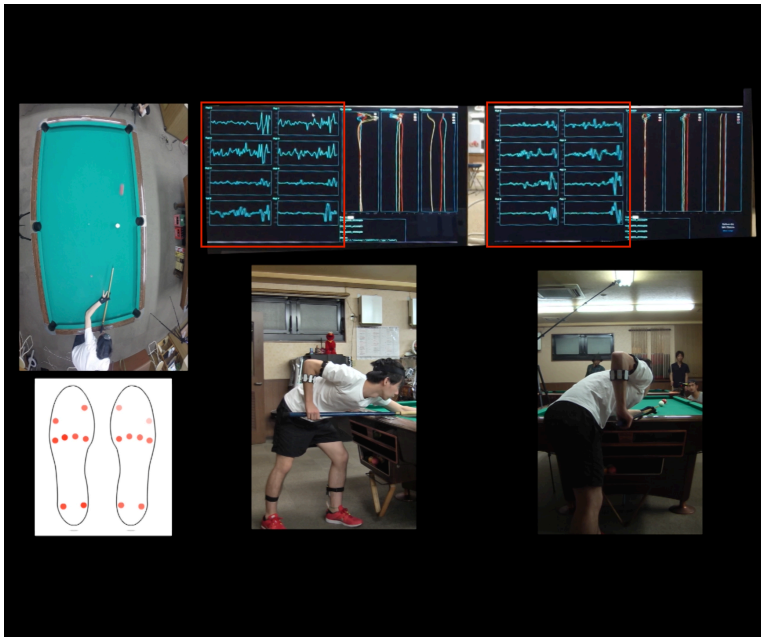


図 3.37: 打つ瞬間だけ力が入る（赤枠に注目）

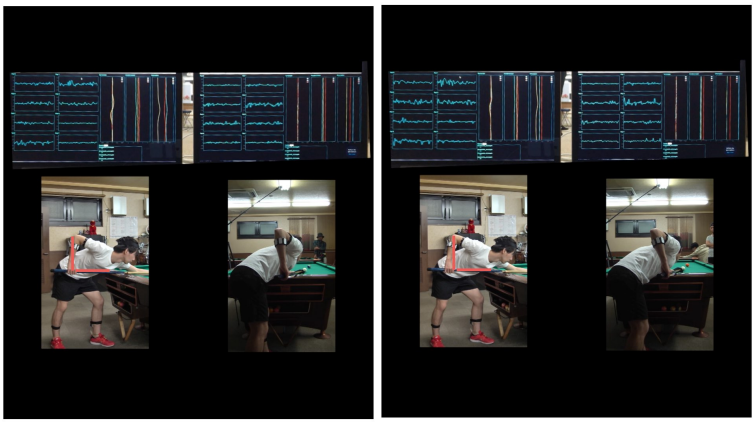


図 3.38: ストロークで止めるときは、前腕とキューの角度が約 90 度になっている（赤線に注目）

3.4. ストップショットを打つための身体性認知の仕組み

2 つの民族誌と深い民族誌の分析結果を用いて、ストップショットを打つためのメンタルモデル・身体運動・物理現象を解釈し、整理した。ストップショットを打つための物理現象としては、大きく分けて 3 つの要素がある。まず「ポケットと的玉と手玉が延長線上にキューが並んでいること」と「その延長線上に真っ直ぐ逆回転で手玉が進み、的玉の手前で無回転になり的玉に当たること」「手玉は的玉に当たった場所で止まり、的玉はポケットに入ること」である。これに対しては、身体の動きとしても、大きく分けると 2 つの要素になる。「打つときにキューがブレないような安定性のあるフォームを構える」、「手玉の狙った点に当たるように腕をふる」である。これに対して、メンタルモデルと身体運動のカップリングが行われている。

＜物理現象＞
ポケットと的玉と手玉が延長線上にキューが並んでいる
その延長線上に真っ直ぐ逆回転で手玉が進むようにキューが手玉に当たる
的玉の手前で無回転になり的玉に当たる
手玉は的玉に当たった場所で止まり、的玉はポケットに入る

＜メンタルモデル＞
的玉をセットすると、テーブルから少し遠くの位置でしゃがむ。
ポケットと的玉と手玉の延長線上を見つけたら、キューをその延長線上に沿うようにテーブル上に置く。
キューをその延長線上に沿うようにテーブル上に置いたら、前に進みながら軸足の位置を決める。
軸足の位置が決まると、グリップ（キューを握っている手）を軸足の真上に持ってくる。
軸足の位置が決まると、もう一方の足を前 45 度に出す。
グリップでキューを握ると、手玉から 15-20cm くらいの場所でレスト（キュー先を支える手）をかまえる。
レストでキューをしっかり握る。
グリップを握る力は、軽く卵を握る程度にする。
レストを軸足ともう一方の足とで三角形をつくるようにレストをテーブルに置く。
レストを構えている腕は曲げすぎないで伸ばす。
レストをテーブルの上に置くと、レストの腕の肩を内側にいれて身体を開く。
身体を開くと、グリップの腕の肘を頭の後ろから出るように吊り上げる。

フォームを構えるとき、キュー先が手玉から 1cm 以内のところにあるようにフォームを構える。
フォームを構えると、キューの真上に顎を持ってくる。
的玉と手玉が重なって見えるようになるまで顔の位置を下げる。
レストの高さを低くして、手玉の打つ点を低くする。
ストローク（素振り）すると、両目で手玉の打つ点を確認する。
毎回しっかり狙うようにストローク（素振り）する。
的玉を見て、フォロースルーする (打つ)。
テーブルに対して平行にキューが出るように、ゆっくりフォロースルーする (打つ)。
フォームを構えてポケットと的玉と手玉の延長線上にキューがないと思ったら、最初からフォームを構えなおす。

＜身体運動＞
グリップを持つ上腕は吊り上がった状態で、上腕は動かさず、肘を支点に前腕だけが振り子のように動いて打つ
グリップの力は打つ瞬間以外はなるべく入れない
フォームを構えたときに、両足に均等に体重がかかっている
打つ瞬間は、前腕とキューの角度が約 90 度になっている
キューと顔とグリップの肘が一直線になっている
キューとグリップの上腕が一直線になっている

3.5. 「紅白インストラクションブック」の設計と仕様

ペルソナ

民族誌の調査結果を踏まえて詳細な「紅白インストラクションブック」の設計を行うにあたり、まずペルソナを作成した。ペルソナとは、民族誌調査により集めたデータから作られた仮想のユーザーモデルである。ペルソナを立てることによって、ユーザーがどのように考え、どのように行動し、何を達成したいと考えているのか、デザインに反映させることが可能とされている。本研究では、「紅白インストラクションブック」を使用して、ビリヤードのストップショットを体得する人物のペルソナを図 3.39 のように構築した。

Name: 平場 和馬さん
AGE: 20　SEX:男性
Current City: 東京都新宿区
Home City:　神奈川県横浜市
Occupation: 大学生

Personal Profile
二人兄弟の次男として生まれた。2歳年上の兄がいる。幼い頃より、好奇心旺盛でサッカーや野球とスポーツを兄と一緒にやっていた。中学生のときは、サッカー部に入部して、身長が高かったことからゴールキーパーをやっていた。高校生になり、サッカー部を続けるも大学受験に向けて2年で引退。都内の大学に入学し、バンドサークルに入る。バンドサークルでDJを始める。サークルの友人と授業の合間や終わりに、大学近くのビリヤード場で遊ぶのが最近の趣味となっている。大学生になり始めたばかりだが、友人に負けてばかりで悔しい思いをしている。

Goal
ビリヤードのスキルを上達して、友人に勝つ。

Mental Model
コツをきいたら、やってみる。
わからないことがあれば、確認する。

Name: 引馬 龍太さん
AGE: 20　SEX:男性
Current City: 東京都新宿区
Home City:　東京都新宿区
Occupation: 大学生

Personal Profile
二人姉弟の長男として生まれた。3歳年上の姉がいる。幼い頃より、好奇心旺盛で友人と外でよく遊んでいた。中学生のときに、軽音部に入部して、ギターを始める。音楽が好きになり、いろいろな音楽を探す。高校生になり、友人と一緒にバンド活動を始める。バンド仲間と、よく練習後にビリヤードで遊ぶようになる。都内の大学に入学し、バンドサークルに入る。サークルの友人と授業の合間や終わりに、大学近くのビリヤード場でよく遊ぶ。

Goal
友人とビリヤードのスキルを上達する。

Mental Model
コツをきいたら、やってみる。
わからないことがあれば、確認する。

図 3.39: ターゲットペルソナ

ユースケース

紅白インストラクションブックの構成の詳細を決めるために、ペルソナをもとにユースケースを書き出した (図 3.40)。初心者とその友人は、まずビリヤードテーブルにボールを設置する。そのあと、まず物理現象（ゴール）の要素を見て、理解する。そして、そのゴールに向けて熟練者が持つ、メンタルモデルと身体運動を学ぶ。そのあと、実際に学んだことをやってみる。やってみたら、友人が熟練者の身体運動のチェック図を見る。そのチェック図と比較して、指摘する。その指摘で、素人は自分の身体運動を改善する。素人はもう一度学び直す。

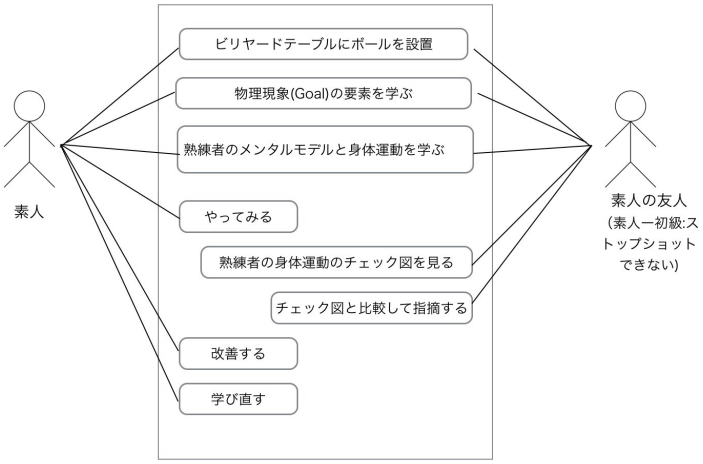


図 3.40: ユースケース

フレームワーク

「紅白インストラクションブック」の設計にあたり、ペルソナをもとにユースケースを作成し、インストラクションブックの設計を行った。そして、調査から抽出してきたデータを組み合わせた全体構造である、3 つのフレームワークを定めた。フレームワークは「教材コンテンツ」「教え方」「学び方」である。

教材コンテンツ

「紅白インストラクションブック」を開発する上で、2 つの民族誌と深い民族誌の分析結果から得た、ストップショットを打つための身体性認知の仕組み（メンタルモデル・身体運動・物理現象）をコンテンツとして活用した。物理現象については、ストップショットを打つために必要な物理現象を説明文と図解（写真と文字）と動画で表現されている。初心者はそれらを見て学ぶことで、達成すべき物理現象（ゴール）を理解する。メンタルモデルは説明文として表現されており、初学者は熟練者のメンタルモデルを手にいれるように読んで学習する。熟練者の身体運動については、説明文と図解と動画で表現さている。初学者はそれらを見ながら、学んだメンタルモデルをもとに、自分の身体を熟練者のような動かせるようにトレーニングする。初学者は、ストップショットを打つための身体性認知の仕組みを解釈することで、熟練者のメンタルモデルと身体運動のカップリングを行えるようにトレーニングし、ストップショットを打てるようになる。

コンテンツとして使用する動画や図解の作成は、プロビリヤードプレイヤーの永松氏ではなく、紅白の常連客で永松氏からのお墨付きである熟練者の佐藤氏にご協力いただいた。右利きユーザーを考慮すると、左利きの永松氏より右利きの熟練者のほうが分かりやすいと判断した結果である。動画は、各ステージにおいて熟練者がどのような身体を動かし、ゴールとなる物理現象を引き起こしているかが分かるように撮影されている。佐藤氏の身体の動きを写真と動画で記録し、コンテンツとして活用した。

図解に使用する写真や動画に関しては、永松氏の教え方の「初心者がやってみると、正面から見てチェックする」「初心者にコツを教えるときは、横からやってみせる」というメンタルモデルを参考にして、佐藤氏を正面と横から撮影した (図 3.41)。写真や動画が正面や横から撮影されていることで、初学者同士での練習においても、熟練者の指導方法に則して指導を行うことができるようになる。例えば、写真が正面からの図になっていることで、正面から初学者のフォームを確認したとき、初学者と熟練者との差に気づきやすくなる。

コンテンツを載せる媒体として、本研究では A4 の紙と Youtube を使用する。Web メディアだけでも完成し得るが、紙のほうが図を大きく載せることができるため A4 の紙を使用した。図を大きく載せる必要性は、トレーニングをする過程の設計にある。またコン

テンツを載せる媒体として紙を使用するため、スマートフォンから簡単にアクセスできる動画プラットフォームである Youtube を動画を載せる媒体として活用した。

図 3.41: 動画の様子

教え方と学び方

「紅白インストラクションブック」は、永松氏の教え方を参考に 3 つのステージに分けて、初学者は熟練者のメンタルモデルと身体運動のカップリングを行えるようにトレーニングする。まずステージ 1 では、ビリヤードの正しいフォームを覚えることを目標としたインストラクションになっている。ステージ 1 ではゴール達成の難しさを低めに設定し、ポケットと的玉と手玉とそれぞれの距離が他のステージと比べて近く設定されている。ステージ 2 では、正しいフォームをもとに的玉に対して真っ直ぐ手玉を打つことを目標としている。またステージ 2 では、ポケットと的玉と手玉とそれぞれの距離がステージ 1 より遠くなっており、難易度が高くなっている。そして、最後のステージ 3 では、ストップショットを打てるようになることを目標としている。またポケットと的玉と手玉とそれぞれの距離がステージ 2 より少し遠くなっている分、さらに難易度が上がっている。このようにステージを 3 つ用意することは、運動パフォーマンスの向上を考慮している。これは、シュミットが提唱するシュマ理論にある多様性練習効果仮説という理論からも言える [9](Schmidt 1975)。シュマ理論によると、一定の同じ練習を積み重ねるよりも、多様なパラメーターが調整されるような練習をすることのほうが、運動パフォーマンスの向上に貢献するという。

また各ステージには、各ステージの目標に向けた熟練者のメンタルモデルと身体運動を見て学ぶ段階と、学んだ熟練者のメンタルモデルに対して身体運動をカップリングさ

せていく実践段階がある。これは 2 回目の民族誌調査から抽出した「教わるメンタルモデル」と「教えるメンタルモデル」をもとに設計されている。実践段階においては、永松氏の教え方の「初心者が間違えると、コツを教える」というメンタルモデルを参考にして、トレーナーによるフィードバックによって学んだ熟練者のメンタルモデルと身体運動とのカップリングを促していく設計を行った (図 3.42)。スキルの習得においては、運動パフォーマンスの情報を学習者にフィーバックすることが重要である。トレーナーによるフィードバックは、学習者のモチベーションを上げる、パフォーマンスのエラーを訂正する、学習を強化するといった 3 つの効果が期待できるという [10](Coker 2004)。したがって、トレーナーが熟練者の身体運動と初学者の身体運動との比較ができるように、熟練者の身体運動を表した図を用意した。この図は大きく見やすく必要があるため、コンテンツを載せる媒体として A4 の紙を使用した。

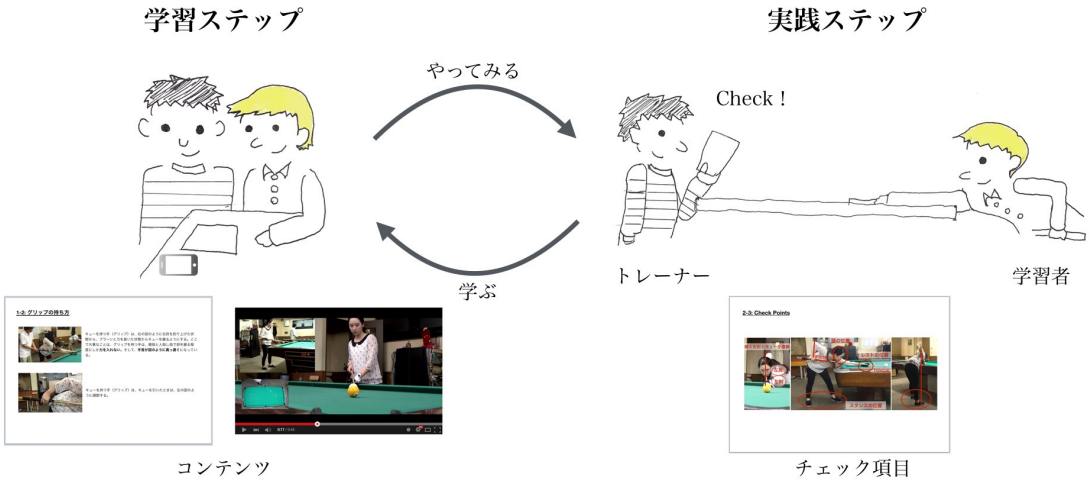


図 3.42: コンセプト

「紅白インストラクションブック」の仕様

ペルソナ、ユースケース、フレームワークを考慮して、インストラクションブックの設計図を作成した (図 3.43)。まず表紙、概要と使い方、ビリヤードの基礎知識、ステージ 1〜3 が大きな枠組みがある。ビリヤードの基礎知識に関しては、ビリヤードをプレイする上で必要な知識やインストラクションブックを使った練習方法について記載されている。ステージ 1〜3 に対して、2 つの民族誌と深い民族誌から抽出した「ストップショットを打つための身体性認知の仕組み」をコンテンツとして導入していった。

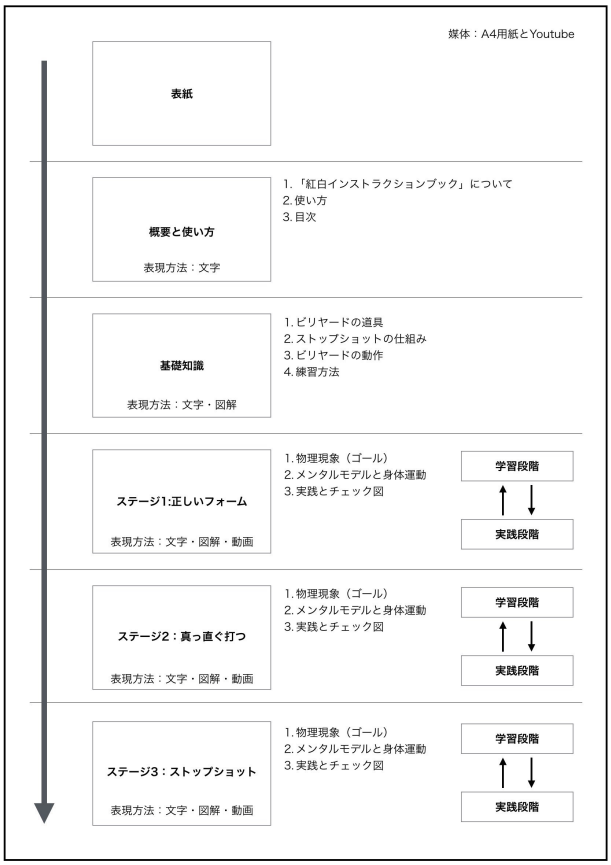


図 3.43: 設計図

設計図 (図 3.43) にあるように、各ステージのインストラクションの手順は、1: 物理現象、2:メンタルモデルと身体運動、3:実践とチェック図となっている。最初に身体運動とそれによる物理現象を動画で見ることで、達成すべき物理現象（ゴール）を理解しやすくする (図 3.44)。次に、図解で「全体の流れ」「何を達成すべきなのか」「何を学ぶのか」「レッスンの段階」とが示されている (図 3.45)。そして、図解と説明文を用いて、熟練者が持つメンタルモデルや身体運動を表す (図 3.46)。初学者は、達成すべき物理現象と、達成すべき物理現象に対してあるメンタルモデルと身体運動をまず理解する。ここまでが学習段階である。それから実践段階に移り、初心者は実際に身体を動かすことを繰り返すことで、熟練者のメンタルモデルとそれに合わせた身体運動を体得していく。達成すべき物理現象を引き起こすことができる身体運動を体得しやすくするため、初学者と友人はチェック図を用いて、間違いを指摘し合い、修正を繰り返す。その結果として、ストップショットという技を体得する。以下は、「紅白インストラクションブック」のプロトタイプである。

図 3.44: 紅白インストラクションブックの例 1

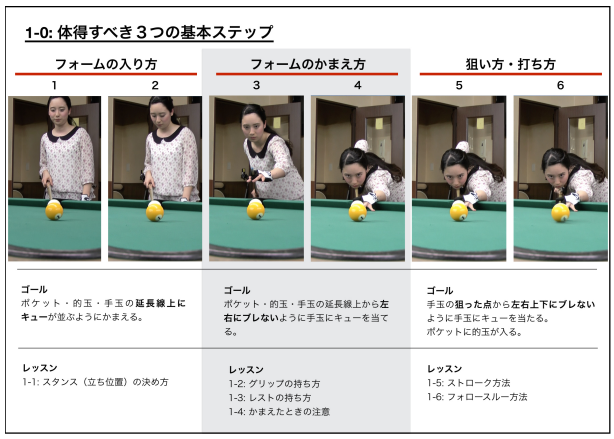
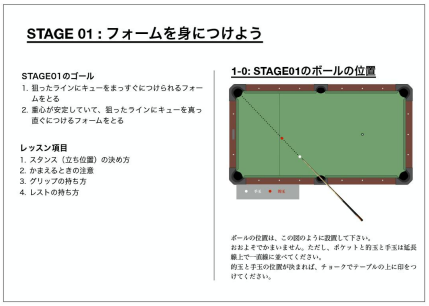


図 3.45: 紅白インストラクションブックの例 2

図 3.46: 紅白インストラクションブックの例 3

ステージ 1 では、まず基本的なフォームを覚えることを中心にレッスンが設けられている。具体的には、スタンス（立ち位置）の決め方、かまえるときの注意、グリップの持ち方、レストの持ち方についてである。これらのレッスンに対して、民族誌調査と深い民族誌調査から抽出してきたデータを整理し、説明文と図解と動画を用いて熟練者のメンタルモデルと身体運動を表現している。ステージ 2 では、真っ直ぐ的玉をポケットに納められることを中心にレッスンが設けられている。新しく学ぶこととしては、フォームの入り方、フォームのかまえ直しについてだけである。これらのレッスンに対しても、民族誌調査と深い民族誌調査から抽出してきたデータを整理し、説明文と図解と動画を用いて熟練者のメンタルモデルと身体運動を表現している。ステージ 3 では、ストップショットを打てるようになることを中心にレッスンが設けられている。新しく学ぶこととしては、レストの構え方についてだけである。ステージ 2 や 3 においても、ステージ 1 で学んだことが最も重要である。熟練者が持つ基礎を体得することができれば、ストップショットという高度な技を体得することができる (図 3.47〜図 3.52 まで参照)。

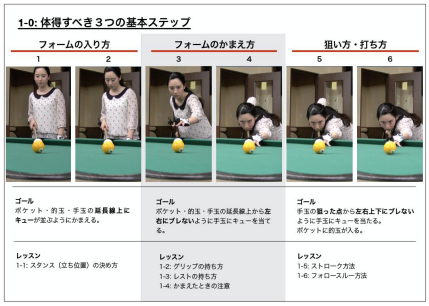
図 3.47: 紅白インストラクションブック 1



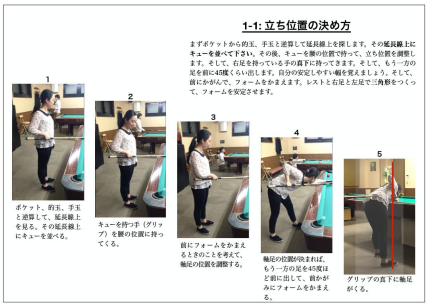
7

8

9



10



11

12

図 3.48: 紅白インストラクションブック 2

13

14

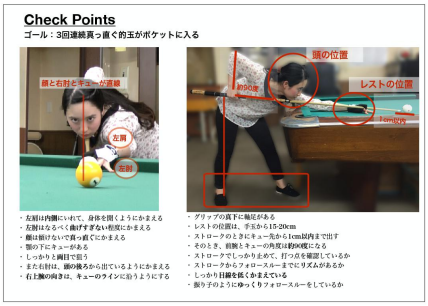
15

16

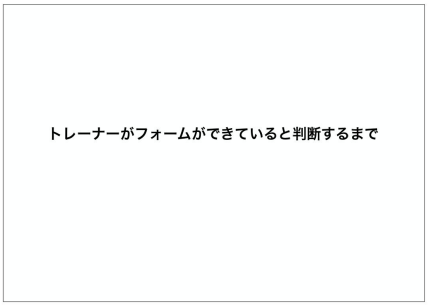
17

18

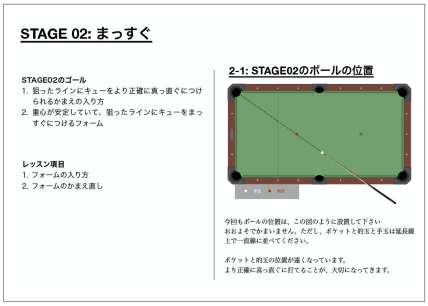
図 3.49: 紅白インストラクションブック 3



19



20



21

22

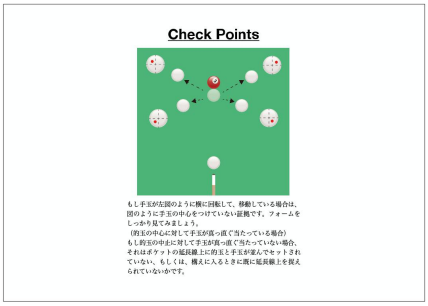
23

24

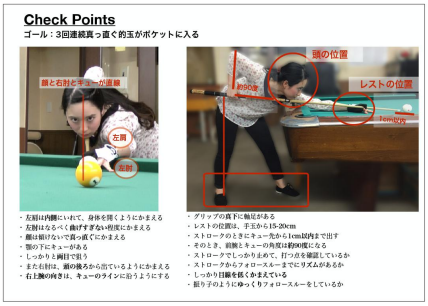
図 3.50: 紅白インストラクションブック 4

25

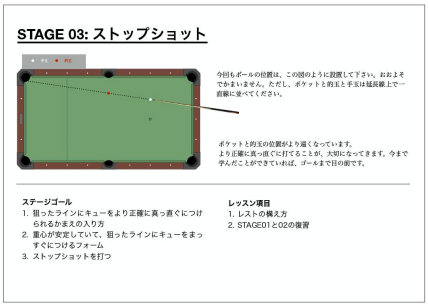
26



27



28

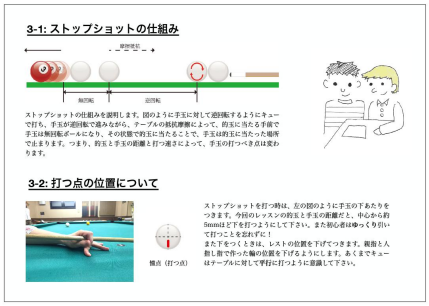


29

30

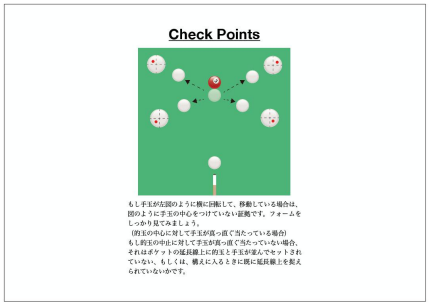
図 3.51: 紅白インストラクションブック 5

31

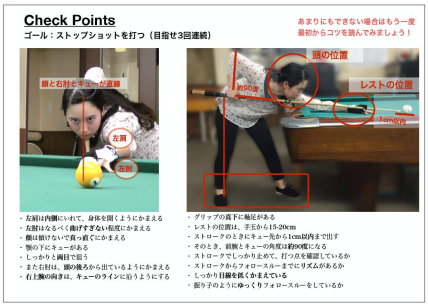


32

33



34



35

図 3.52: 紅白インストラクションブック 6

3.6. 本章のまとめ

本章では「紅白インストラクションブック」のコンセプトを明示するとともに、「紅白インストラクションブック」をデザインするにあたって行われた 2 つの民族誌調査と深い民族誌調査と、それらの分析、デザインプロセスについて記述した。「紅白インストラクションブック」を使うことで、初学者は、熟練者のストップショットにおける身体性認知の仕組み（メンタルモデル・身体運動・物理現象）を理解し、練習を重ねることで熟練者のメンタルモデルと身体運動のカップリングを体得していき、ストップショットが打てるようになる。以上のような経験を提供するビリヤードの教本を紅白インストラクションブックとし、次章にてユーザースタディとして有効性を検証する。

注

1 紅白のウェブサイト ＜ http://billiards-kohaku.jimdo.com/＞

2 奥出直人. デザイン思考と経営戦略. NTT 出版, 2012.

3 奥出直人. デザイン思考の道具箱. 早川書房, 2007.

4 Clark, Andy. Being there: Putting brain, body, and world together again. MIT press, 1997.

5 Fukahori Koumei, Daisuke Sakamoto, and Takeo Igarashi. ”Exploring Subtle Foot Plantar-based Gestures with Sock-placed Pressure Sensors.” In Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems, pp. 3019-3028. ACM, 2015.

6 Thalmic Labs’s website ＜ https://www.thalmic.com/myo/techspecs ＞

7 Thalmic Labs 社の GitHub ディレクトリ＜ https://github.com/stolksdorf/myo.js?files=1 ＞

8 Tobii 社の Website ＜ http://www.tobii.com/ja-JP/eye-tracking-research/japan/products/hardware/tobii-glasses-eye-tracker/＞

9 Schmidt, Richard A. ”A schema theory of discrete motor skill learning.” Psychological review 82, pp.225-260, 1975.

10 Coker, Cheryl A. Motor learning and control for practitioners. McGraw-Hill Humanities/Social Sciences/Languages, 2004.

第4章
検　　証

本章では、ユーザースタディを実施し、紅白インストラクションブックのプロトタイプを実際に使用することによって紅白インストラクションブックのコンセプトが証明されたかを検証する。設定したペルソナに沿った調査対象者に実装した紅白インストラクションブックのプロトタイプを使用してもらう事により、メンタルモデルに従ってデザインされたコンセプトをもとに、ユーザーがゴールを達成できたのかを検証し、評価を行う。本研究における ユーザースタディは、ペルソナに沿ったビリヤード初心者 2 組 4 名に紅白インストラクションブックを使用してもらい、その様子を観察して行った。その後、質的調査方法[1] で陳述されているインタビュー方法を用いて、ユーザーに対してインタビューを行った。インタビューの音声をレコーダーで記録し、音声データを文字に起こした資料に基づき、本研究のコンセプトの受容感度と有効性について考察した (寺岡伸吾, 工藤保則 2010)。また紅白インストラクションブックの有用性を証明するために、比較対象として永松氏が推薦する教則本を、ペルソナに沿ったビリヤード初心者 1 組 2 名に同じ条件下で使用してもらい、その様子を観察した。

ユーザースタディの目的：
ビリヤード初学者が、紅白インストラクションブックにそって練習することでストップショットを打てるようになったかの検証を行う。

ゴール設定：
2 時間の練習で初学者でもステージ 3 にあるストップショットが打てるようになるか。この時間設定は、永松氏による林氏に対しての指導が約 1 時間半であったことから設定した。本研究では、熟練者による 1 対 1 の直接的な指導ではなく初心者同士での練習という差があることを考慮して 30 分長い 2 時間の「紅白インストラクションブック」を使った練習でストップショットが打てるようになるか調査した。評価項目として、「本研究で身体性認知の理論のもとに抽出してきたコツを理解することで上達することができたのか」

と「本研究で調査したメンタルモデルから設計した初学者 2 人での練習によってコツの理解を促すことができたのか」の 2 点に着目した。

4.1. ターゲットユーザー

「紅白インストラクションブック」のターゲットユーザーとして、ビリヤードスキルの上達に関心があるビリヤード初心者の 20 代から 30 代前半の友人同士のペアを想定する。ビリヤード初心者の定義として、実験日までに誰からもビリヤードを教わったことがなく、ストップショットを打てない人とした。上記の条件を満たし、今回の紅白インストラクションブックのユーザースタディに参加してくれた人は、25 歳男性 K さんと 25 歳男性 H さんの友人同士と 25 歳男性 I さんと 24 歳男性 H さんの友人同士の計 2 組 4 名である。また永松氏が推薦する教則本を使った実験に参加してくれた人は、25 歳男性 Y さんと 24 歳男性 S さんの友人同士 1 組 2 名である。

4.2. 紅白インストラクションブックのユーザースタディの手法

2015 年 6 月 14 日と 6 月 15 日にビリヤード場に行き、ターゲットユーザーを対象に、以下の手順でユーザースタディを行った。

1. 「紅白インストラクションブック」をターゲットユーザーに見せながら、研究内容や研究目的を説明する。
2. 「紅白インストラクションブック」の使い方を説明する。
3. 「紅白インストラクションブック」を使ってもらい、2 時間練習してもらう。
4. 2 時間の練習時間内にストップショットが打てるようになっかを観察する。
5. 紅白インストラクションブックがどのように手助けとなったかについてインタビューを行う。

4.3. 紅白インストラクションブックのユーザースタディ結果

1 組目：2015 年 6 月 14 日 14:30-16:30 渋谷 バグース道玄坂店

プロフィール

K さん 25 歳 男性
高校生のときにある 1ヶ月間、ビリヤードにはまり、週 3 回ほど通ったことがあった。しかし、誰かに教えてもらうといったことはない。大学に入ってからは、年に 1 回ほど友人と行く程度でしかビリヤードをやっていなかった。

結果: ステージ 2 では、3 回真っ直ぐ的玉がポケットに入り、1 回ストップショットを打つことに成功していた。ステージ 3 で、途中で 2 回ストップショットに成功し、最後には 3 回連続でストップショットを打つことに成功していた。

H さん 25 歳 男性
ビリヤードは半年に 1 回ほどやる程度で、今までに合計でも 10 回ほどしかビリヤードをやったことがない。

結果: ステージ 2 では、4 回真っ直ぐ的玉がポケットに入り、ストップショットを 6 回打つことに成功していた（ゴール設定ではなかった）。ステージ 3 では最後に 1 回だけストップショットを打てていた。

紅白インストラクションブックの使い方と練習方法の観察

まずインストラクションブックを二人で読んでいた。二人はインストラクションブックに沿って、動画を見ていた。H さんは、動画を見ながら実際にやってみたりしていた。最初は各々に読んで見て、コツが何かを理解しようとしていた。その後、K さんがインストラクションブックに沿ってコツをやってみながら、H さんが K さんの動きをチェックしていっていた (図 4.1)。H さんはインストラクションブックを見ながら、K さんの動きを確認して、アドバイスを与えていた。アドバイスを与えるときは、紅白インストラクションブックを見ながら行ったが、途中から見ずに行っていた。一通りのフォームを K さんが

学習すると、H さんが実際にやってみていた。そこに K さんはインストラクションブックを見ながら、H さんにアドバイスを与えていた。20 分ほどでステージ 1 を終えて、ステージ 2 に移行した。ステージ 2 では、K さんが早くコツを掴み成功していたからか、K さんが H さんを 50 分ほど指導していた。K さんは H さんを指導する際に、iPhone で H さんのフォームの写真を撮って、ポケットと的玉と手玉の延長線上にキューが並んでいないことを指摘していた。K さんの熱心な指導によってか、H さんはストップショットを 6 回も打つことに成功していた。失敗が続くと、インストラクションブックを見て、学び直すことを行っていた。ステージ 2 では、もうインストラクションブックを見ながら、指摘することはなかった。しかし、インストラクションブックを見せて、何を意識すべきかを伝え合うことをしていた。ステージ 3 を始めるにあたり、設定されていた動画とレッスンを見るだけでなく、以前のステージのコツも確認していた。ステージ 3 では、距離が遠くなった分、難易度があがっためか、二人とも苦労しているようだった。K さんは、失敗続きであったが、最後にはまたコツを掴んだのか、3 回連続でストップショットを成功させていた。H さんに関しては、苦労していたが、最後に 1 回だけではあるがストップショットを打てていた。

図 4.1: K さんと H さんがインストラクションブックを読んでいる様子

K さんと H さんとのインタビュー

実際に紅白インストラクションブックを使用してもらった後、インストラクションブックを使った練習についてインタビューした。

著者「インストラクションブックから何を学びましたか。」
K さん「本に書かれている順番で行うことがどうやら大事であることは読んでわかった。なんで大事かについては、失敗を繰り返していくなかで、自分にフィットする構えの入り方などがわかっていく中で理解していった。それは、結果としては本に記載されている通りだった。それを自分の中で見つけると、ようやく順番の意味が全部理解できるようになった。そうしたら、何秒間でキューを延長線上に合わせるかとかリズムが自分の中にできてきて、そのまま綺麗にフォームに気持ち良く入っていけるような感覚を覚えた。これを感じれていた時は、だいたい上手くいっていたと思う。」

著者「二人で練習することはどうだでしたか。」
K さん「H さんが軸足の位置でよく失敗していることが指導して見えて、軸足の位置の重要性は指導しながら理解できた。ただ教えている間に自分の感覚が失われてしまうから、もう一度自分が挑戦するときは若干退化しているように感じた。何回か連続で失敗していったら、もう一度コツを掴んだときを思い出していって、成功できたのだと思う。」

著者「動画についてはどう思いましたか。」
K さん「一番最初に見た時は、何がすごいのかはよくわからなった。今では、熟練者がどうすごいのかがよくわかる。お手本とするものがあるっていうのはすごく大事だと思う。あれが携帯でいちいち観るのではなくて、壁に TV があっていつでも観れたら、コツを忘れたときにサッと観れて『あ、そうそうそう』ってなってより動画の意味があると思った。一旦手を止めてみるのは、身体の感覚が薄れていっちゃうような気がするから。あの動画はすごい綺麗。あの人のリズムとかも今ならわかる。」

著者「自分の中でのリズムがかなり大事だと思うようになったということですか。」
K さん「かなり大事。自分の中のリズムが崩れちゃったら、やっぱり最初から構えなおしたほうがいいんだろうなって思った。」

著者「インストラクションブックの印象はどうでしたか。」
K さん「数学でいうと、最初に公式がある感じだった。でも、公式だけだとなんかよくわからないし、なんでこの公式を使うべきなのかもよくわからない。でも、打つことが問題を解くことに似ているんだと思うんだけど、解いていくにつれてだんだん自分の中でわかってきて、公式の意味もわかってきた。最初にあれを読むってのは、公式もなくいき

なり解くっていう感じだから、あれがあったのは良かった。受験のときに、学習っていうの自分なりに考えてて、どういう風に数学ってできているんだろうとかって考えていたのと、当てははめて考えるとしっくりきた。だんだん指導していると、自分も含めて知った風な口で喋るようになったのは面白かった。」

著者「それはどうしてそうなったと思いますか。」
K さん「なぜダメなのかはインストラクションブックを読んでわかったから指摘できるようになったのだと思う。」

著者「H さんは練習でなにが難しいと感じましたか」
H さん「自分ではインストラクションブックに書かれていることをやったつもりだけどできていなかったのが難しいと感じた。あと、一度にやることが多すぎて混乱した。見落としてしまっていたものがあったように思う。でも、二人で教え合うことで、相手のミスから何が大事かがわかるようになっていった。」

著者「ストップショットが打てたときは何か違うと感じましたか。それともまぐれだったと思いましたか。」
H さん「できたときは、やろうとしたことがすんなりできたと身体で感じた。できていないときも、できていないことを身体で理解できていた。」

観察とインタビューを通して

K さんは、ストップショットの身体性認知の仕組みを数学に例えて解の公式と表現していて、全体図として仕組みを理解できていたことがわかった。技の習得に向けて身体運動を得ていく感覚を、「綺麗にフォームに気持ち良く入っていけるような感覚を覚えた。これを感じれていた時は、だいたい上手くいっていた」と表現していることからも、熟練者のメンタルモデルと自分に合った身体運動のカップリングが行えていったことがわかった。H さんも「できたときは、やろうとしたことがすんなりできたと身体で感じた。できていないときも、できていないことを身体で理解できていた。」と発言していることから、熟練者のメンタルモデルと自分に合った身体運動のカップリングが行えていったことがわかる。しかし、K さんの発言から「教えている間に自分の感覚が失われてしまう」という

発言があるように、 H さんもステージ 2 では 6 回ストップショットを成功させていても、ステージ 3 で K さんを指導している間に身体運動の感覚を失っていったのではないかと推測する。K さんと H さんに対して、紅白インストラクションブックがストップショットを習得していくために有効であったと言えるだろう。しかし、交互に練習を変えていくことに対しては欠点があることがわかった。ここは改善すべき点である。K さんと H さんは、iPhone を使って相手のフォームを撮影し、相手に見せて間違いを促すといったことを行っていた。これは、インストラクションブックには記載されていない指導法であり、今後のインストラクションブックのデザインの参考になる。

2 組目：2015 年 6 月 15 日 21:00-23:00 日吉 日吉ビリヤード店

プロフィール

I さん 25 歳 男性
1 年に 2-3 回ほど友達と遊びでビリヤードをする程度でしか経験はない。初めてビリヤードをしたのは、高校 2 年生のときである。今までに誰かに教わった経験もない。

結果:ステージ 2 でストップショットを 2 回打つこと（ステージ 2 のゴール設定ではないが）があったが、時間的な都合上もありステージ 3 に辿りつかなかった。

H さん 24 歳 男性
今までにビリヤードは 2-3 回ほどしかプレイした経験はない。初めてのビリヤードは、スポッチャで友人に誘われてやってみるものの、やり方やコツがわからず、すぐに辞めてしまったという。

結果:開始 1 時間 40 分後ぐらいからコツをつかみ始めたのか、ステージ 3 で最終的にはストップショットを 2 回連続で行っていた。最後は失敗するときも、手玉が的玉に当たった後、手玉が真っ直ぐ後ろに下がってしまうだけであった。つまり、的玉に対して真っ直ぐ手玉を当てることができているが、手玉を打つ点が少し低すぎるという問題だけである。

紅白インストラクションブックの使い方と練習方法の観察

まずインストラクションブックを二人で読んでいた (図 4.2)。二人はインストラクションブックに沿って、動画を見ていた。最初は各々に読んで見て、コツが何かを理解しよう

としていた。その後、H さんがインストラクションブックに沿ってコツをやってみながら、H さんが I さんの動きをチェックしていっていた。I さんはインストラクションブックを見ずに、H さんの動きを確認して、アドバイスを与えていた。アドバイスを与えるときも、紅白インストラクションブックを見ずに行っていた。一通りのフォームを H さんが学習すると、I さんが実際にやってみていた。この際も H さんはインストラクションブックを見ずに、I さんにアドバイスを与えていた。30 分ほどでステージ 1 を終えて、ステージ 2 に移行した。ステージ 2 では、I さんが H さんを 50 分ほど指導していた。しかし、なかなか H さんは的玉を真っ直ぐポケットに入れられていなかった。I さんは H さんがポケットと的玉と手玉の延長線上が見やすくするために、自分のキューも使って H さんに延長線上を示していた。次に I さんの番になり、I さんはステージ 2 ではコツを掴んだのか、練習の中で 2 回連続では的玉を真っ直ぐポケットに入れることに成功していた。I さんも H さんも失敗が続くと、インストラクションブックを見て、学び直すことを行っていた。時間が 1 時間 40 分を超えたあたりで、H さんの番になり、コツを掴んだのかステージ 2 をクリアする。そして、ステージ 3 で 2 回連続でストップショットを打つことに成功。しかし、最後で失敗してしまい、ここで時間終了となった。最後のほうでは、失敗するとしゃがんで悔しがり、成功すると声をあげて喜ぶと、一喜一憂する姿が見られた (図 4.3)。お会計するときに店員さんに 6 月 21 日にある初心者向けのトーナメントに参加しないかとたずねられ、H さんは時間帯を聞くなど前向きな姿勢で応答していた。帰り道、二人は学んだビリヤードのコツについての話をしながら、帰っていった。

図 4.2: I さんと H さんがインストラクションブックを読んでいる様子

図 4.3: 一喜一憂する様子

I さんと H さんとのインタビュー

著者「インストラクションブックはどう上達の手助けとなりましたか。」
I さん「普段はまずやってみるスタンスだったから、最初にしっかり知識を入れることはストレスに感じたが上達を早くするために有効だと思った。」

著者「読むことがストレスと感じて、頭に入ってことこなかったと思いますか」
I さん「身体を早く動かしたいと思って、飛ばし飛ばし読んでいたが、上手くできなくてちゃんと読むようになった感じ。」

著者「H さんはどうですか。」
H さん「ちょっと面倒くさいと最初感じてはいた。角度を 90 度にするとか、本に書いてあるように身体が動いているかわからなかった。I さんに教えてもらいながら、やってて、できないから本を見直して、徐々に 90 度ってこんな感じかってわかった。肩とかこんなもんでいいのかってわかってきて、そっからいっきにどうすれば良いのかよくわかった。」

著者「二人でやることに関してはどう感じましたか。」
I さん「一人だと飽きてたように思う。二人だと、上手く客観的な視点を取り入れられて、相手のミスから自分の番の時に気をつけるようになったりで学ぶことができた。客観的な視点と主観的な視点を交互に持てたのは、上達する上で重要だと思った。」

　著者「なにが難しいと感じましたか。」
H さん「ボールにキューを真っ直ぐつくっていうのが、最初はつかめなくて。自分でもバラついているのがわかってて、合わせられるようになるのが難しかった。」

　著者「なにでできるようになったと思いましたか。」
H さん「キューを動かすときに力が入ってしまっていたのだけど、力の抜いた持ち方が急にわかるようになった。それで、これで楽だなと思って、自分が安定するフォームを見つけられるようになったら上手くいくようになった。最初は、すごく腕とかも疲れたけど、途中から不自然な動きがなくなったから、楽に打てるようになったのだと思う。」

　著者「そのときには書いてあることを意識してたというよりは、コツとして何か掴んで行った感じですか。」
H さん「書いてあることは意識していた。I さんのミスをみて、自分でも気をつけようっていうところからできるようになっていった。」
　著者「インストラクションブックでなにが一番有効でしたか。」
H さん「顔とキューと肘が一直線になるっていうところが、わかりやすかった。相手を見るときも正面から見て、わかりやすいから意識しやすかった。」
I さん「同じく。動画があるのは助かった。」
著者「どういう理由でですか。」
I さん「一連の流れが確認できたのがよかった。」
H さん「あと 3 回連続というゴール設定がよかった。ゲーム性があって、悔しくなって、チキショーってなったり楽しかった。あと、一人で練習してるだけだと、フォームは正しくなくても自分の感覚でできるようになってしまう。そういったことが抑えられそうだと思った。この本で、基本がしっかり身につけられると思えた。野球でも、素振りしてたら、バラバラのスイングとかでも打てるようになるけど、状況が変わると打てなくなる。それと似てるような気がする。ちゃんと基礎が学べるのは良いと思う。それに自分一人で 2 時間あれを練習してても、打てるようになったとは絶対に思えないし。やっぱ一人だとどこを直せばいいかわかんないし。」
I さん「一人だけだと、ボールの動きからだけでミスの理由を判断しちゃって、フォームがどう間違っているのかわかんない。二人になるとどこがミスなのかわかるし。」
著者「ミスがわかるようになるのは、相手のミスを見てなのか、それとも相手からの指摘とどっちのほうが比重が大きいですか。」
I さん「相手が指摘してくれて、そこを修正して良くなった。その後にまたミスをしてしまったとき、さっき指摘を受けたところをもう一度意識することで、自分でも修正できる

ようになっていった。」
H さん「あと、自分が意識すべきことがわかっていった。いろいろとポイントがあったけど、ここさえ意識していれば、成功するなっていうのが見つかっていった。」
I さん「俺もそう。左肩をいれるとか、打つ時の目線のやり方とか。」

観察とインタビューを通して

I さんも H さんもインストラクションブックの内容や設計によって、意識すべきこと（熟練者のメンタルモデル）とそれに対応した身体運動を体得していっていることがわかった。また H さんの「途中から不自然な動きがなくなったから、楽に打てるようになった」といった発言からわかるように、H さんは自分に合った身体運動を獲得していったことがわかった。H さんも I さんも、本に書いてあることを意識しながらも、二人での練習によって自分の身体運動をどうすべきかのコツを掴んでいった。I さんに関しては、ユーザーテストの時間制限もあり最後まで達成することができなかったが、ステージ 2 でストップショットを 2 回打つことに成功していた。H さんは、終了間際ではあったが自分の身体運動の制御方法を学び、ステージ 3 でストップショットを打つことに成功していた。紅白インストラクションブックは、ストップショットを打てるようになるための教本として、I さんと H さんに対しても有効であると考えられる。またこのインストラクションブックを通して上達を実感したからか、店員の初心者向けのトーナメントの誘いに対して積極に質問するなど、H さんはビリヤード自体に興味を持つようになったと思われる。

インストラクションブックの情報の提供の仕方に課題があることが観察とインタビューから明確となった。最初にインストラクションブックを読むという行為がユーザーにストレスを与えている。これはインストラクションブックの改善の余地を示している。インストラクションブックに設定されていなかった行動として、H さんが延長線上を捉えやすくするために、I さんが自分のキューを活用していたことがある。これは、お互いの指導法の設計として参考にできる行為である。

4.4. 永松氏が推薦する教則本のユーザースタディの手法

2015 年 7 月 3 日にビリヤード場に行き、ターゲットユーザーを対象に、以下の手順でユーザースタディを行った。教則本は、プロビリヤードプレイヤー大井直幸監修の「劇的に強くなる!ビリヤード絶対上達」を使用した。

1. 「劇的に強くなる!ビリヤード絶対上達」をターゲットユーザーに渡し、ゴール目標を説明する。

2. 「紅白インストラクションブック」を使ってもらい、2 時間練習してもらう。その様子を観察する。
3. 2 時間後に「紅白インストラクションブック」のステージ 2 とステージ 3 のゴール設定に挑戦してもらう。その様子を観察する。

4.5. 永松氏が推薦する教則本を使用した実験結果

2015 年 7 月 3 日 14:30-16:30 渋谷 バグース道玄坂店

プロフィール

Y さん 25 歳 男性
今まで 2-3 回ほど友達と遊びでビリヤードをしたことがある程度でしか経験はない。今までに誰かに教わった経験もない。

結果: ステージ 2 でもステージ 3 においても、ゴール目標を達成することができず。ストップショットを打つことはできなかった。

S さん 24 歳 男性
年 1-2 回程度、友人と遊びでビリヤードをするくらい。今までに誰かに教わった経験はない。

結果:ステージ 2 において、1 度ストップショットを打つことに成功した。しかし、ステージ 2 もステージ 3 においては、ゴール目標を達成することができず。ストップショットを打つことはできなかった。

永松氏が推薦する教則本の使い方と練習方法の観察

まず Y さんと S さんは 2 人で本を読みながら、コツを確認していた。そして、練習方法としても、9 ボールをプレイするように練習を始めた（しかし、9 ボールのルールに沿っているわけではない）。S さんが実践しているとき、Y さんは本を読みながら、記載されているコツを伝えていた。そのとき Y さんは、S さんの横にきて、口に出して読んでいた。S さんが練習しているときに、できていないところを指摘することはなかった。また

20 分後、Y さんが練習しているときは、S さんはただ本を読んで復習し、特に Y さんに指示することはなかった (図 4.4)。たまに、教則本を一緒に読むことをしていたが、練習中に相手の間違いを指摘し合うことはしていなかった。結果として、二人は真っ直ぐ打つこともストップショットを打つことも体得することがなかった。

図 4.4: 教え合うことをしない

4.6. ユーザースタディのまとめ

「紅白インストラクションブック」の有効性について

2015 年 6 月 14 日と 15 日のユーザースタディから、「紅白インストラクションブック」がストップショットを体得できるための教則本として有効であることがわかった。初心者同士 2 人が練習する際に「紅白インストラクションブック」を使用することで、ストップショットのコツを理解するだけでなく、お互いの間違った身体制御に対しても指摘し合えることで、ストップショットを体得することができることが示された。また 2015 年 7 月 3 日の比較検証として行った実験から、「紅白インストラクションブック」が、一般的に市販されている教則本と比較すると、ストップショットを体得することに関してはより効果的な教則本であることがわかった。一例ではあるが、7 月 3 日に使用した教則本はプロビリヤードプレイヤー永松氏が推薦する本であり、日本の大会で優勝経験があるプロビリヤードプレイヤー大井直幸氏が監修した教則本である。本研究で開発した「紅白インストラクションブック」の有効性は実証されたと言えるだろう。

「紅白インストラクションブック」の改善点について

ユーザースタディの観察とインタビューから得た改善点として、3 つの点がある。まず紅白インストラクションブックをより効果的な教則本とするためのアクセサリーツールの可能性である。14 日の被験者が iPhone のカメラ機能を使って相手の間違った身体制御を指摘していた。この行動は、紅白インストラクションブックをより効果的な教則本にさせていくためのアクセサリーツールの開発に参考になるだろう。次に、紅白インストラクションブックのエンターテインメント性である。15 日の被験者はインタビューで、「ゴール設定が絶妙でなかなかクリアできなかったのが、悔しくなって楽しくなってきた」と答えており、また観察していてもゴールに挑戦し、一喜一憂している姿が確認できた。ゴール設定をより工夫したものにすることで、より楽しくなるような設計にすることもできるだろう。最後に、紅白インストラクションブックのコンテンツ媒体の変更の可能性である。15 日の二人から説明文を読むことが面倒に感じたという声があった。抽出してきたデータを今回は主に説明文と図を用いて表現し、伝えることにしたが、説明動画にするなど工夫する余地はまだあるだろう。

注

1　工藤保則, 寺岡伸吾, and 宮垣元編. ”質的調査の方法　都市・文化・メディアの感じ方”. 法律文化社. 2010.

第5章
結論と今後の展望

5.1. 結論

本論文では、ビリヤードのストップショットを初学者でも熟練者のように打てるようになるインストラクションブックについて述べてきた。初学者は、熟練者のストップショットにおける身体性認知の仕組み（メンタルモデル・身体運動・物理現象）をインストラクションブックから学び、熟練者が持つメンタルモデルと身体運動のカップリングを初学者でもできるようにトレーニングする。トレーニングする方法として、初学者は友人と二人一組で、インストラクションブックにあるレッスンにそって、実際に身体を動かしながら、間違いがあれば指摘し合い、熟練者が持つメンタルモデルと身体運動のカップリングを行っていく。紅白インストラクションブックは、「プロビリヤードプレイヤーのストップショット」「プロビリヤードプレイヤーによる初学者がストップショットを打てるようになるまでのレッスン」という2つの民族誌調査と深い民族誌調査と分析をもとにデザインされた。民族誌と深い民族誌を用いることでストップショットを身体性認知をもとに解釈し、解釈したデータはインストラクションブックのコンテンツとして活用した。検証では、この紅白インストラクションブックを用いて、ビリヤード初心者2組4名に対してユーザースタディを実施した。ビリヤード初学者が紅白インストラクションブックを使うことでストップショットが打てるようになるかについての検証を行った。また比較検証として、永松氏が推薦する教則本を用いて、ビリヤード初心者1組2名にユーザースタディと同様に練習してもらった。一例ではあるが、紅白インストラクションブックがストップショットが打てるようになるために効果的な教則本であるかについての検証を行った。

ユーザースタディから、紅白インストラクションブックはストップショットが打てるようになるための教則本として有効であり、また効果的であると言えるだろう。ビリヤード初学者は、紅白インストラクションブックにある達成すべき物理現象を理解する。そして、達成すべき物理現象を実現するために必要な言語化された「熟練者のメンタルモデル」を読んで学ぶことで、ストップショットを打つときに持つべきメンタルモデルを習得する。そして、初学者は図解と動画と文字で表現された「熟練者の身体運動」を見て学び、練習を通して「熟練者のメンタルモデル」と「熟練者の身体運動」のカップリングを

自分の身体を持って体得していく。初学者からすると、ストップショットを打つことが本当にできるようになるのかと思う。しかし、紅白インストラクションブックにそって、友人と 2 人で協力して学び、実践し、指摘し合うことで、熟練者のメンタルモデルを習得し、それによる熟練者のような身体制御を行えるようになる。そして、熟練者が持つメンタルモデルと身体運動のカップリングができるようになることで、ストップショットが打てるようになる。

またユーザースタディーから、練習の過程で難しさを感じながらも、練習熱心になっていくことが分かった。失敗が続くと、しっかりインストラクションブックを確認する。またお互いのミスから、自分のミスを防ぐように気をつけるようになり、その中から自分の身体に合った熟練者のメンタルモデルをもとにした正しい身体制御を体得していく。ユーザースタディを受けた初学者の中にはビリヤードができるようになっていくことで、ビリヤードに対してより興味を持つことに繋がっていった人もいた。

5.2. 今後の課題

本研究における今後の課題は、インストラクションブックの設計と深い民族誌の分析方法の大きく 2 点ある。まずインストラクションブックの改善である。4 章で述べたように、より効果的なインストラクションブックにするためのテクノロジーを用いたアクセサリーツールの開発、インストラクションブックのゴール設定のエンターテインメント性の向上、「どのタイミングで何を教わるか」「どのように教わるか」といったインストラクションの流れの設計の改善が挙げられる。

2 点目に関しては、深い民族誌の分析方法にある。本研究では、熟練者が持つ身体知に対して、身体性認知の理論のもとに設計した民族誌とセンサー技術を用いた深い民族誌を用いて、解釈を行い、デザインされたものが有効かについて実証を行った。本研究では、深い民族誌を行った後、分析方法として取得したデータを時系列の 2 次元データとして描画し、ビデオ動画と統合し観察することで、データに対して解釈を入れることを行った。しかし今後は、深い民族誌で用いたセンサーキットを通して取得したデータに対して、人工知能学会における身体知の解明に使用されているような高度な解析方法や、パターン認識や機械学習を用いたデータ処理方法を取り入れたい。そうすることで、時系列の 2 次元データからだけでは解釈しきれない身体運動のパターンを抽出することができ、観察対象者のより複雑な技巧的な動きにおける身体性認知について解釈できるようになるだろう。

5.3. 今後の展望

今回のユーザースタディで、「紅白インストラクションブック」において、コンテンツ（身体性認知の理論のもとに調査し、抽出してきたデータ）は有効であることがわかった。しかし、インストラクションの流れの設計には改善の余地がある。したがって、「紅白インストラクションブック」においては、抽出してきたデータをどう伝えるかについての研究を進め、より効果的な身体知獲得のデザインに試みたい。

また身体性認知の理論のもとに設計した調査方法である民族誌と深い民族誌の活用して、さらなる身体知の解釈と、身体知の獲得のデザインに試みたいと考えている。本研究でデザインした「紅白インストラクションブック」は、身体性認知の理論のもとに熟練者が持つ身体知について民族誌と深い民族誌を用いて解釈を行い、調査結果をデザインに落とし込んだものである。民族誌を一つの軸として展開されるデザイン思考において、本研究で用いた身体性認知の理論のもとに設計した民族誌調査と深い民族誌調査のセットは、民族誌調査ではアプローチできなかったデザイン領域に踏み込む機会を与えるだろう。ビリヤードのストップショットは、身体知の研究でおけるクローズドスキルと呼ばれる種類の身体スキルである。将来的には、他のクローズドスキルと呼ばれる身体知に対しても、身体性認知の理論のもとに設計した調査方法である民族誌と深い民族誌の活用して、その身体知の解釈と、身体知の獲得のデザインに試みたい。

参 考 文 献

Alves, Luis Sousa, Ricardo and J. M. F. Rodrigues (2013) "PoolLiveAid: Augmented reality pool table to assist inexperienced players."

Churchill, Ozzie Gooen, Elizabeth F. and David A. Shamma (2010) "Augmented ethnography: designing a sensor-based toolkit for ethnographers," in *In Proceedings of the 22nd Conference of the Computer-Human Interaction Special Interest Group of Australia on Computer- Human Interaction*, pp. 416-417: ACM.

Clark, Andy (1997) *Being there: Putting brain, body, and world together again*: MIT Press.

Clark, Andy (2004) *Natural-born cyborgs: Minds, technologies, and the future of human intelligence*: Oxford University Press.

Coker, Cheryl A (2004) "Motor learning and control for practitioners."

Craik, Kenneth James Williams (1967) *The nature of explanation*: CUP Archive.

van Dijk, Remko van der Lugt, Jelle and Caroline Hummels (2014) "Beyond distributed representation: embodied cognition design supporting socio-sensorimotor couplings," in *In Proceedings of the 8th International Conference on Tangible, Embedded and Embodied Interaction*, pp. 181-188: ACM.

Kirsh, David (2013) "Embodied cognition and the magical future of interaction design," *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, Vol. 20, No. 1, p. 3.

Poulton, EC (1957) "On prediction in skilled movements.," *Psychological bulletin*, Vol. 54, No. 6, p. 467.

Schmidt, Richard A (1975) "A schema theory of discrete motor skill learning," *Psychological review*, Vol. 82, pp. 225-260.

Thoring, Roland M. Mueller, Katja C. and Petra Badke-Schaub (2015) “Ethnographic Design Research With Wearable Cameras,” in *In Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, pp. 2049-2054: ACM.

Warwick, Kevin (1998) *In the mind of the machine: The breakthrough in artificial intelligence*: Arrow.

奥出直人 (2007) 『デザイン思考と経営戦略』, 早川書房.

奥出直人 (2012) 『デザイン思考と経営戦略』, エヌティティ出版.

古川康一, 植野研 (2009) 『スキルサイエンス入門：身体知解明へのアプローチ』, オーム社.

甲田陽平 榎土惟大 西村祐哉 横田裕貴 加賀谷友章 渡邉宏優 引地正太郎山口凌雅, 松下宗一郎 (2014) 「手の運動技巧を鍛えるウェアラブルコンピュータ」,『情報処理学会インタラクション 2014 論文集』, 第 0 号, 251-252 頁.

坂根裕 白井正博 杉山岳弘高畠政実, 竹林洋一 (2004) 「ユビキタスセンシング技術を用いた空手の試合における駆け引きの記録」,『人工知能学会全国大会論文集』, 第 0 号, 103-103 頁.

三輪和久市川淳, 寺井仁 (2015) 「運動計測と言語報告に基づく身体スキル獲得に関する実験的検討」,『人工知能学会論文誌』, 第 30 巻, 第 3 号, 585-594 頁.

寺岡伸吾工藤保則, 宮垣元編 (2010) 『質的調査の方法都市・文化・メディアの感じ方』, 法律文化社.

尾崎知伸 神里志穂子 川本竜史 渋谷恒司 白鳥成彦 et al 古川康一 (2005) 「身体知研究の潮流ー身体知の解明に向けてー」,『人工知能学会論文誌』, 第 20 巻, 117-128 頁.

豊田涼 阿部健祐大武美保子, 太田順 (2011) 「言語化された身体技能の伝達に関する研究: 投球動作スキル伝達による球速変化の解析」,『人工知能学会第 10 回身体知研究会予稿集』.

謝　　辞

本研究は多くの方のご指導・ご協力の元に行なわれました。本研究の指導教員であり、幅広い知見から的確な指導と暖かい励ましやご指摘をしていただきました慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科の奥出直人教授に心から感謝いたします。研究の方向性について様々な助言や指導をいただきました慶應義塾大学大学院 メディアデザイン研究科稲蔭正彦教授に心から感謝いたします。研究指導や論文執筆など数多くの助言を賜りました慶應義塾大学大学院 メディアデザイン研究科の加藤朗教授に心から感謝いたします。1年間、D/A Project を一緒にやってきた児玉さん、箕輪さん、浦瀬さん、本当にありがとうございました。特に児玉さん、箕輪さんの協力がなければ卒業できていないです。最後に、研究活動に関する理解とともに、経済面や精神面において支援してくれた家族に心から感謝いたします。