

公開資料

戦略的創造研究推進事業
(社会技術研究開発)
平成27年度研究開発実施報告書

研究開発プログラム

「問題解決型サービス科学研究開発プログラム」

研究開発プロジェクト

「経験価値の見える化を用いた

共創的スキルeラーニングサービスの研究と実証」

浅間 一

(東京大学大学院工学系研究科・教授)

目次

1. 研究開発プロジェクト名	2
2. 研究開発実施の要約	2
2 - 1. 研究開発目標	2
2 - 2. 実施項目・内容	2
2 - 3. 主な結果	2
3. 研究開発実施の具体的内容	4
3 - 1. 研究開発目標	4
3 - 2. 実施方法・実施内容	4
3 - 2 - 1. 教示法開発・実証	4
3 - 2 - 2. 技能抽出とDB化	7
3 - 2 - 3. 生理・心理学的アプローチによる分析・評価	8
3 - 2 - 4. 動作分析・3次元表示	8
3 - 3. 研究開発結果・成果	10
3 - 3 - 1. サービス科学研究としての体系化	10
3 - 3 - 2. 教示法開発・実証	13
3 - 3 - 3. 技能抽出とDB化	17
3 - 3 - 4. 生理・心理学的アプローチによる分析・評価	38
3 - 3 - 5. 動作分析・3次元表示	53
3 - 4. 会議等の活動	63
4. 研究開発成果の活用・展開に向けた状況	65
5. 研究開発実施体制	66
6. 研究開発実施者	67
7. 研究開発成果の発表・発信状況、アウトリーチ活動など	77
7 - 1. ワークショップ等	77
7 - 2. 社会に向けた情報発信状況、アウトリーチ活動など	77
7 - 3. 論文発表	78
7 - 4. 口頭発表（国際学会発表及び主要な国内学会発表）	78
7 - 5. 新聞報道・投稿、受賞等	82
7 - 6. 特許出願	82
8. 参考文献	82

1. 研究開発プロジェクト名

経験価値の見える化を用いた共創的eラーニングサービスの研究と実証

2. 研究開発実施の要約

2 - 1. 研究開発目標

本プロジェクトでは、製造業、スポーツ、介護などにおける技能教育サービスを研究対象とし、経験価値を見える化し、サービス提供者（技能者など）とサービス受容者（学習者）が共創的に経験価値を深め合い、効率的かつ満足にサービスの授受を行えるようなeラーニングシステム（経験価値共創プラットフォーム）を開発することで、技能教育サービスの問題解決を図るとともに、技能教育における効率化、顧客の満足感およびロイヤルティの向上を図る。

2 - 2. 実施項目・内容

本年度は、昨年度までに開発・評価を行ってきた経験価値共創プラットフォームを構成する上で必要となる様々な手法や要素技術を、具体的に活用し、経験価値共創プラットフォームを開発するとともに、その評価を行う。

教示法開発・実証グループでは、介護士の技能教育現場として日本ノーリフト協会主催の研修とスポーツ技能教育現場としてミズノサッカー教室を対象とし、本プロジェクトの成果である観察情報フィードバック教示プロセスへの見える化と価値共創促進のためのDBシステムの適用実証実験を行い、従来の技能教育における振り返り・復習過程起因のサービス生産性低下課題の解決を検討。

技能抽出・DB化グループは、昨年に引き続き、技能分析、伝承法調査、暗黙知抽出、スキル評価、共創の定量化・見える化などの事例を増やし、これら各種の成果を活用するための、eラーニングに適するDBの開発を行った。

生理・心理分析グループでは、経験価値見える化のための①心理・動作計測が可能なeラーニングアプリを開発し、それを用いた②技能習得時の暗黙知・心理変化の分析と指導支援の現場実証、並びに③技能教育サービスに有効な学習者状態の推定法の基礎研究を行った。

動作分析・表示グループでは、介護やスポーツの技能動作を対象として、技能の抽出、評価、および教育支援システムのための3次元モーションキャプチャと3次元CG再現手法、モーションキャプチャデータの解析手法、および人間の動作表示手法の検討を行った。

2 - 3. 主な結果

技能教育にメトリックを導入し、技能教育サービスの特性による構造化を行い、関連する要素の関係などについて検討した結果、技能教育サービスでは、「サービス提供者—サービス受容者」の二重性が存在すること、最終顧客であるエンドユーザが満足するまでに至るには非常に長い時間を要すること、技能学習者のモチベーションを維持し、長期間にわたり徐々に技能を学習させ、向上させるには、一人前に育つまでの途中の段階で、随時獲得した技能を評価し、満足を与えることが重要となること、そのために本研究で行っている技能や満足の評価方法の構築、技能の見える化、経験価値共創プラットフォームの構築が重要にな

ることを明らかにした。

成果展開の最終ターゲットは「遠隔・リアルタイムの技能eラーニング」であるが、本プロジェクトでは、現在の主な技能教育形態である「face to faceの技能教育サービス」の課題解決をはかる。具体的には、face to faceのクラスでの教室開催のインターバルに発生する重要課題である、「生徒が復習を行わないことによるレベル低下」と「復習時に間違っただけの練習を繰り返してしまうことによる技能の悪化」に着目した。観察情報フィードバック教示プロセスに技能の見える化、教師と学習者間価値共創の促進のためのDBの活用を取り入れることにより、教室間のインターバル期間における復習の質を高め、技能教育サービス生産性の向上を目指した。

介護技能教育においては見える化によって明らかになった、教師が気づいていなかった教示のポイントを反映した介護技能のDVD教材を実際に作成、観察フィードバック教示プロセスを取り入れた研修を実施し、その研修の中で介護士の腰痛予防（ノーリフト）介護の基本技能eラーニング教材プロトタイプの使用検証と修正を行った。また、開発された、動作の動画、Kinectベースの3次元画像などの方法により見える化した経時情報に教師／学習者がコメントを付与しDB化できる経験価値共創プラットフォームシステムのプロトタイプに研修現場の実データを入力し、経験価値共創への寄与とシステム改良に向けた試行をスタートした。

スポーツ技能教育ではコーチの指導での「理屈」に基づいた正しいフォームと生徒のフォームの差異を撮影した映像から抽出し、差異を構成する要素に重みづけをしたフォームの評価値が自動生成できるようになり、間違っただけの復習を防ぐ効果や繰り返し復習する動機づけに効果が期待でき、実用化のための改良をはかることになった。

技能抽出・DB化グループは、介護サービス、スポーツ、モノづくりにおける提供側の経験価値および技能教育における経験価値共創モデルの検討を行い、それが生じる事例を見出した。次に、これらの技能動作を、昨年度明らかにした構成要素に分解し、技能レベルの定量化を図った。さらに、多様な技能の運動スキル評価が行えるよう、抽出したスケルトン3次元動画に基づく評価システムを開発し、その実用化を図った。また、介護現場におけるインシデントに関するDBを作成し、介護サービス向上を図った。これらの成果を、eラーニングで利用しやすい形に成型し、これまで開発してきたマルチメディアコンテンツを扱えるDBシステムに組み入れ、技能伝承に活用できることの検証を行った。

生理・心理分析グループでは、①心理・動作計測eラーニングアプリ（e-training analyzer）の開発を完了し、それを用いて、製造業の技能伝承における②技能習得時の暗黙知形成過程と心理変化を分析し、介護技能動作の③学習者の推定心理に基づく指導支援法の有効性（満足感の向上）を確認できた。さらに、④達成感を伴う満足感の脳波推定アルゴリズム、⑤学習タイプと学習心理の視線計測による推定、⑥技能実技練習中の学習認知負荷推定精度の向上などの、サービス心理推定の基礎研究において一定の成果を得ることができた。

動作分析・表示グループでは、介護やスポーツの技能動作を対象とした動作分析・表示手法およびシステムの研究開発を行った。具体的には、スライディングシートを用いた介護動作の技能解析と教育システム、ローイング動作における筋活動のリアルタイム提示教育システム、テニスのスイング動作における自動視点決定システム、サッカーにおける個人基本技能の習熟度判定システム、映像からスケルトンモデルを応用した可視化技術、カム曲線を用いた熟練者と初心者の動作の評価法などの構築を行った。

3. 研究開発実施の具体的内容

3 - 1. 研究開発目標

製造業，スポーツ，介護などにおいて，技能教育の重要性が指摘されている．しかし，これまでの技能教育は，効率が悪く，顧客ロイヤルティが低い．

本プロジェクトでは，経験価値を見える化し，サービス提供者（技能者など）とサービス受容者（学習者）が共創的に経験価値を深め合い，効率的かつ満足にサービスの授受を行えるようなeラーニングシステム（経験価値共創プラットフォーム）を開発することで，技能教育サービスの問題解決を図るとともに，技能教育における効率化，顧客の満足感およびロイヤルティの向上を図る．

本年度は，技能教育にメトリックを導入し，技能教育サービスの特性による構造化を行い，関連する要素の関係などについて明らかにするとともに，スポーツ，製造業，介護などのサービス現場での課題とニーズに基づき，経験価値共創プラットフォームの構成要素である，技能抽出・データベース（DB），心理・生理評価，動作計測・可視化などの様々な手法や要素技術を具体的に活用し，経験価値共創プラットフォームを開発するとともに，その評価を行う．以下に，上記の項目ごとの具体的な研究開発目標をまとめる．

教示法開発・実証グループでは，介護士の技能教育現場として日本ノーリフト協会主催の研修とスポーツ技能教育現場としてミズノサッカー教室を対象とし，本プロジェクトの成果である観察情報フィードバック教示プロセスへの見える化と価値共創促進のためのDBシステムの適用実証実験を行い，従来の技能教育における振り返り・復習過程起因のサービス生産性低下課題の解決を検討．

技能抽出・DB化グループは，介護サービス，スポーツ，モノづくりにおける技能分析，伝承法調査，暗黙知抽出，スキル評価法の研究を引き続き実施し，これまでの知見と共に分析することで，技能教育におけるサービス品質の測定法の確立，サービス価値共創の定量化・見える化というサービス科学の基盤構築を図る．この成果を整理し，eラーニングに活用できるDBの実現化を図り，これを用いたサービス価値の高い技能学習に貢献できるDBシステムの在り方を見出す．

生理・心理分析グループにおいては，当初設定した3年計画の4項目のうち「経験価値見える化法の確立」を本年度の主な研究開発目標とした．具体的には，心理計測・分析ツールの開発，指導者と技能者のeラーニングシーンを想定した学習・経験・心理変化のトレース実験の実施と支援方法・推定法各種の有効性の確認，満足感向上のための施策提案と現場実装によるそれら評価を目標とした．

動作分析・表示グループでは，介護やスポーツの技能動作を対象として，技能に関する身体の3次元的な動きや筋肉の動きを記録し，撮影した視点の映像のみならず，撮影した以外の視点からの映像も表示できる手法を確立することを目標とした．

3 - 2. 実施方法・実施内容

3 - 2 - 1. 教示法開発・実証

教示法開発・実証グループでは技能教示プロセスとして設定した観察情報フィードバックプロセスを介護技能とスポーツ技能に適用をはかり，平成27年度は以下を実施した．

(1) 介護技能教育

介護における基本技能習得プロセスについては，従来型のeラーニングで学べる技術もあ

るが課題としては、継続した教育が法人や組織で行えるかであった。また、技術提供者の経験が増えると自己流になりがちなため個人によって方法が違うということを守るためには、基本スキルeラーニング教材をどのように活用するかが課題であった。その為、今年度は昨年度制作したeラーニング教材を使用して、経験価値共創プラットフォームを活用した教示プロセスが受講者や指導者そして利用者（患者）の個別性が重要視される介護の分野においてどのように構築できるのか検討した（図1）。

日本ノーリフト協会が定義した経験価値共創プラットフォームの活用eラーニング教材とは、基礎教育だけに関わらず、現場の課題を抽出するための腰痛調査から始まり、継続するための、腰痛の再調査やヒヤリハットデータベース作成などのことを指した（図2）。方法として、

- ・ 対象施設へeラーニングの紹介と活用の説明
- ・ 基本スキルeラーニング教材を使い、動作の見える化、脳波による集中度の測定などを行い技術の習得を検証する
- ・ 基本スキルeラーニング教材での技術習得アウトカムを活用したノーリフトケアコーディネーター養成講座のプログラムの見直し

実施内容として、

- ・ コンサルティング介入施設や公募した施設からのシートセミナー参加者／ノーリフトケアコーディネーター養成講座参加者へのeラーニングの紹介と活用の説明の実施
- ・ 同意を得られた施設のスタッフを対象にシートの技術にフォーカスをおいた基本スキルeラーニング教材を活用した技術到達度の測定の実施
- ・ eラーニング教材プロトタイプの見直し

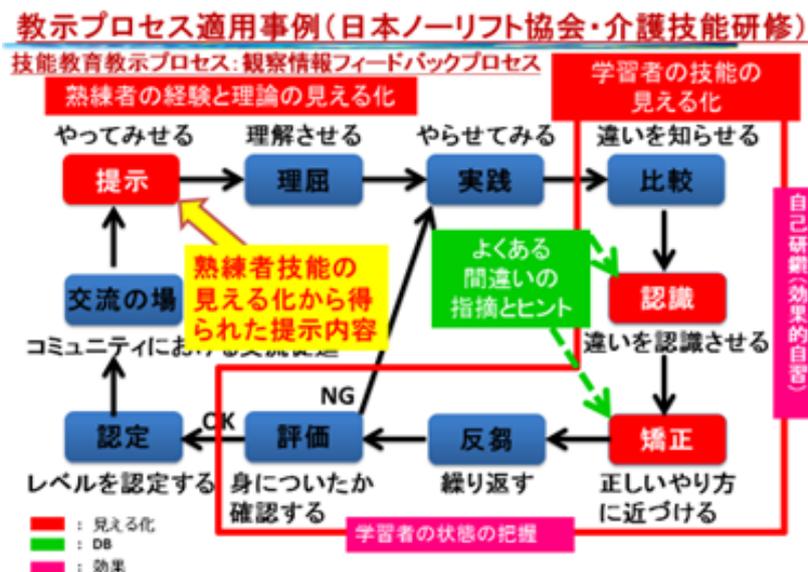


図1 日本ノーリフト協会の介護技能研修における教示プロセスの適用事例

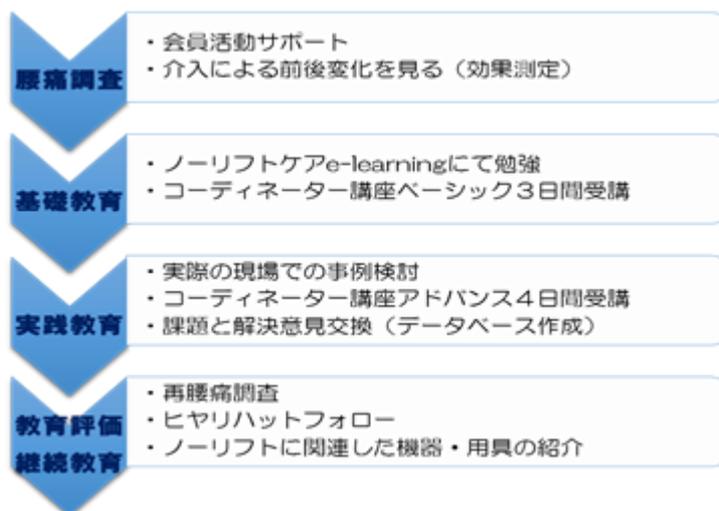


図2 日本ノーリフト協会の技能研修の実施手順

(2) スポーツ技能教育

ミズノサッカー教室におけるプロジェクト成果の導入実証にあたり、まず、観察情報フィードバックプロセスの10の各サブプロセス（①提示、②理屈、③実践、④比較、⑤認識、⑥矯正、⑦反芻、⑧評価、⑨認定、⑩交流）に対して研究成果の適用のポイントを改めて整理した（図3）。

つづいて、平成27年度は、図4の全体計画のうち、評価指標開発を目標にミズノスポーツサービスに所属するサッカー指導員と東京電機大学中村研究室の協力で、サブプロセス①提示、④比較、⑧評価について検討した。

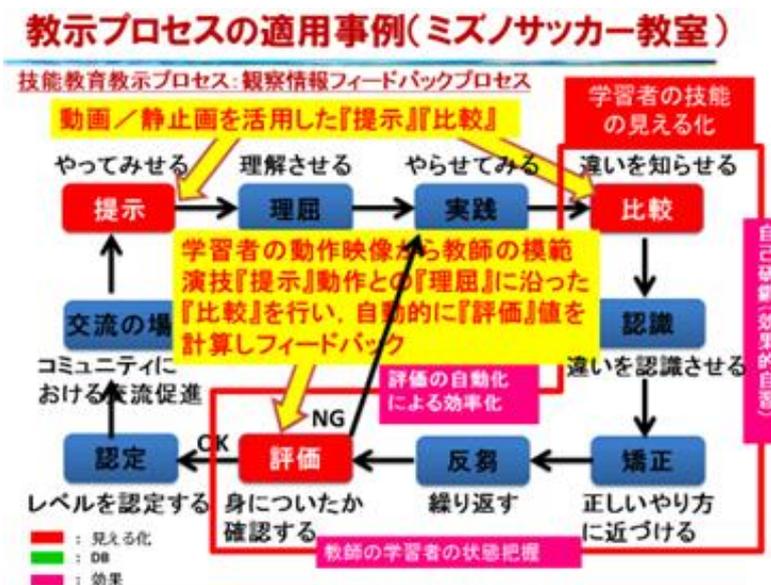


図3 ミズノサッカー教室の技能教育における教示プロセスの適用事例

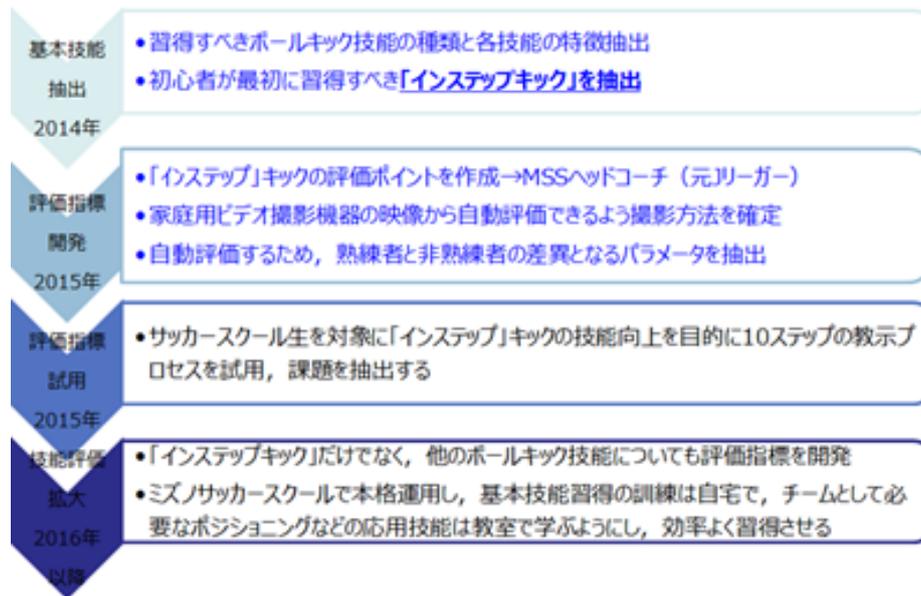


図4 ミズノサッカー教室の技能教育の手順

3-2-2. 技能抽出とDB化

技能抽出・DB化グループの実施項目は、技能分析、暗黙知抽出、スキル評価、伝承法調査、共創の定量化・見える化、および、本プロジェクトで提唱するeラーニングに適するDBの設計などの実施である。これらの、実施方法と実施内容は次のとおりである。

技能分析については、介護分野、スポーツ分野、ものづくり分野のいずれにおいて、熟練者のコツ、暗黙知の形式知化を行うためには、調査者が各技能を事前に詳しく調べておいた上で、現場で技能者の動きを観測して現場の様子を理解し、かつ、熟練者の動作を工学的な処理を施して意味ある内容を抽出したデータを用意した。この観測理解とデータを準備した上で、観測の知見とデータ分析を行い、どのようなインタビューを行えば、より効果的に暗黙知やコツを抽出できるかを考え、日時を改めて、熟練者に暗黙知やコツについてのインタビューを行い、このインタビュー最中においても、改めて気付いた点を問い返すという一連の暗黙知・コツ抽出作業を行った。この作業は、現場指向型インタビュー法と名付けられており、暗黙知抽出において有力な手法として実績を挙げている[橋本2012]。

スキル評価については伝承法と関連することから、各分野の技能伝承に関する研究調査を行った。この調査において、本プロジェクトの重要項目である、経験価値、共創がどのような形でどのようなシーンで生じているかの調査を行った。さらに、従来の教育学や教授法と照らし合わせて、技能伝承においては、そのスキルの内容（何を伝えるべきか、どう教えたらよいかなど）、学習継続性に関わる要因を調べた。

また、介護分野では、サービス対象である人と人との関係性を調査し、かつ、福祉器具操作の習熟性がサービス価値に多大な影響を与えることから、この習熟のための技能伝承のプロセス分解、コツの明示化などを画像観測やインタビューを通して実施し、その結果を通して、介護分野でのスキル評価法を提示した。

本プロジェクトで提唱するDBの設計について、システム利用者、サービス提供者などのステークホルダーが簡単かつ即座に利用でき、かつその学習データを彼ら自身が場所や時間に関係なく、オンデマンドで参照できる対応型システム（システム利用者の要求にオンデマ

ンドで動的に対応できるシステム)やそれぞれの利用者に合わせたサービス提供のため個人化情報が構築できるように開発した。特に、従来型のメディア(動画、静止画、テキスト)の他に、3次元任意視点を可能とする3次元ビューアーも取り入れられることと、このDBを見て、指導者がコメントや指摘を容易に反映できるような構造を取り入れていることに特徴を持たせた。

3-2-3. 生理・心理学的アプローチによる分析・評価

前年度に提唱した“経験価値の見える化の手順(見える化プラン)”(表1参照)に従い、本年度はそれまでに開発してきた計測手法と分析手法を技能指導現場に投入して、技能向上や満足感向上の有効性を分析した。本プランは、指導者と学習者が一対一で相対する技能伝承シーンを想定したものであり、技能所作獲得時の達成感や教示成功時の充足感の違いで経験的価値が変容し、かつそれが指導者と学習者の双方で生じることに注目して考案したものである。両者の満足感を計測・定量化することで、技能教育サービスにおける経験価値の可視化を狙う。本年度では、それら手法の有効性を確認するためにアンケート・インタビューから得られる主観的な心理量と、工学的計測手法による推定心理量との相関調査を行って、提案手法各種の有効性の検証に取り組んだ。

表1 経験価値見える化の作業フェーズと手段(見える化プラン)

フェーズ	作業内容	手段
Aa 技能/工程の見える化	技能ステップの離散事象化	・ビデオインタビュー分析 ・アンケート分析
Bb 感情/心理の見える化	心理遷移の検出とシンボル化	・主観調査 ・生理計測(脳波・視線)
Cc 経験の見える化	・ $c=a \times b$ ($C=A \times B$) の履歴表示 ・主観/作業評価の混成表示	・質的分析 ・ITツール活用・アプリ化
Dd 共創の仮説と検定	$\{B(A) \Leftrightarrow b(a)\} \rightarrow C$ と $\{b(a) \Leftrightarrow B(A)\} \rightarrow c$ の相互作用の解明	・“気づき”の抽出 ・相互満足感の検証

※フェーズ記号の大文字・小文字は、指導者・学習者の区別を表す

本年度の研究目標は現場適用であり、製造業と介護の2つの現場で研究を展開した。そして、現場投入以前に確認・研究すべき項目については要素研究として進めた。具体的なカテゴリーは以下の4つである。これらカテゴリーの実施事項と、表1に示した見える化プランとの対応について、以下の3-3-4項で順に述べる。

- (1) 現場導入I: ノーリフト介護の講習
- (2) 現場導入II: 製造業の技能伝承
- (3) 要素研究I: 満足感推定法の確立
- (4) 要素研究II: eラーニング学習者の心理推定法

3-2-4. 動作分析・3次元表示

近年、介護やスポーツなどの技能教育の現場では、教育者が持つ技能をどのように伝承するかが課題となっている。また、現在の技能教育では教育者が学習者に直接指導するため、

両者が同じ時間と場所を共有しなければならない。その解決策としてeラーニングによる教育が挙げられるが、身体動作やコツを提示することが困難であるため、教育の効率を高めることが難しい。そこで、eラーニングにおいて身体動作やコツを提示するために、教育者と学習者の動作の違いを明確にする必要がある。

この課題を解決する研究として、動作分析・表示グループでは介護やスポーツの技能動作を対象として、技能（コツ）の抽出、評価、および教育支援システムの開発を行った。

まず、介護の分野において、スライディングシートを使った介護動作を学習していく過程において、各技能ポイントの上達過程の分析と自動評価システムの開発を行った。昨年度までに行った研究では、スライディングシートを使用した動作における3つの技能ポイントを定性的に抽出した[Nakagawa 2014]。今年度では、この3つの技能ポイントについて、シミュレーションによる最適動作の生成[中川 2015]、回帰分析を用いた腰部負荷経験効果の検証[Wen 2015]、および現場における動作学習過程の解析[温 2016]を行った。

次に、スポーツの分野において、昨年度までに行った研究では、スクワットやローイング動作における筋活動の可視化を行ったが[Yanai 2014] [柳井 2015a]、今年度では、動作中に筋活動のリアルタイム提示による教示効果を、ボート部の初心者を用いた検証を行い、技能学習において熟練者（手本）または学習者自身の筋活動のリアルタイム提示の重要性を示した[柳井 2015b]。また、テニスのスイング動作を対象として、手本動作との差異を最大化表現できる視点の自動提示システムを開発し、テニスの技能上達における効果を検証した。

また、対象者の映像からスケルトンモデルを応用した可視化技術の研究開発を行った。スケルトンモデルは、KinectカメラなどRGB-Dセンサを用いて生成する場合が多い。しかし、我々は、通常のカメラ映像からスケルトンモデルを生成する手法の研究開発を行った。これによりセンサ等の特別な機材がなくても動作解析においてスケルトンモデルにより解析ができるようになることを目的とする。カメラ映像からマニュアルで画面上のランドマークを数点指定してスケルトン映像を生成する手法の構築を実施した。

さらに、カム曲線を用いた熟練者と初心者の動作の評価法を提案した。この研究では、カム曲線による評価により熟練者と初心者との間に差異が見られた。しかし、カム曲線による評価では動作の速度・加速度の評価を行っている。したがって、動作の軌跡の形状を評価することができない。そこで、本研究では対数型美的曲線を用いて動作を評価することで、動作の軌跡そのものを評価する手法を提案する。

最後に、映像を用いたサッカー技能の習熟度判定システムを開発した。サッカースクールでサッカーを学ぶ際の問題として、頻度が1週間に1回、1時間から1時間半と練習時間が限られているため、個人基本技能に費やすことができる時間が限定されることが挙げられる。そのため、自主練習が必須となる。正しく習得するためには練習中の適切な指導が必要となるが、生徒やその保護者は指導に関する適切な知識やノウハウがなく、間違った形で練習を繰り返すことにより、次のスクールの練習までに悪いクセが定着してしまう恐れがある。ここで、何らかの形でeラーニングとしてボールキック習熟度判定・指導支援が可能であれば大いに役立つことが予想できる。その際、学習者の経済的負担を考えると、誰でも所持しているような機器で簡単に情報を取得・提示が可能であることが望ましい。そこで、スマートフォンのカメラでキックの様子を撮影し、動画ファイルをサーバに送って処理・解析した結果をスマートフォンのカメラで見ることができるシステムを考える。現在多くの人がスマー

トフォンを所持しており、上述のような処理フローは多くのアプリケーションで実装されていることから特別な知識・機器が必要ないというメリットがある。そこで、本研究ではDense Trajectories [Wang 2013]を利用し、eラーニングシステムを念頭においたサッカーにおける個人基本技能の習熟度判定システムの開発を行った。

3 - 3. 研究開発結果・成果

3-3-1. サービス科学研究としての体系化

本研究では、主に技能教育サービスの現場での問題を解決することを目的に研究を実施してきた。特に、スポーツ、製造業、介護の3分野における技能教育を取り上げ、そこでの具体的問題に対し、経験価値共創プラットフォームの開発と適用を図ってきたが、この3分野での技能教育は、人間の動作の学習が伴うという点で共通する一方、技能学習の目的（誰の満足のための技能か）によって、図5のように3つに分類することができることが明らかになった。

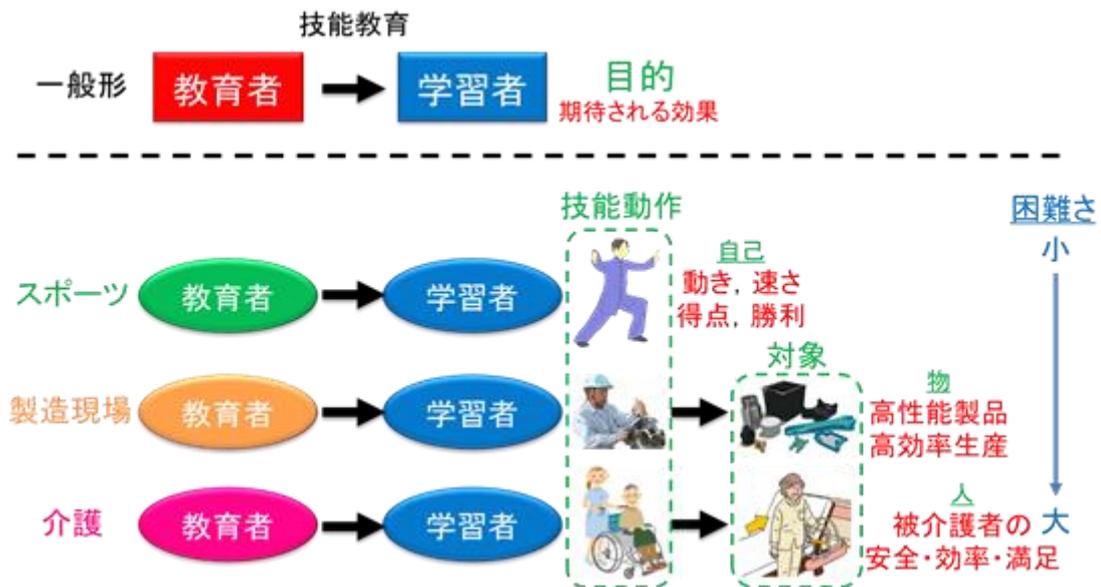


図5 技能学習の目的による分類

すなわち、スポーツの技能学習における目的は、単純に自己（の動作）であるのに対し、製造業の技能学習の目的は、自己（の動作）によって高精度の「もの」を作り上げることであり、さらに介護の技能学習の目的は、自己（の動作）によって被介護者の満足を得ることである。そして、技能の複雑さも上記の順に増加することから、その学習の困難さも上記の順に増すと考えられる。

サービス科学の基盤構築という観点から、さらに技能教育にメトリックを導入し、技能教育サービスの特性による構造化と、関連する要素の関係などについて検討を行った。表2に技能の特性による分類を示す。ここでは、習得の目的、技能適用結果の主要な評価指標、技能の変動対応（技能の適用対象とその異質性、作業環境の変動性）などについて、技能の特性を分類したものである。

表2 技能の特性の違いによる分類

		スポーツ	製造	介護
技能習得の目的 誰の満足のための技能か		習得者自身の満足 習得者の満足のため	高品質な製造物の実現 技能適用結果の対象顧客の満足のため	患者のQOLの向上 技能適用結果の対象顧客の満足のため
技能適用結果の主要な評価指標(技能評価の客観性・主観性)		競技ルールに基づいた記録や勝敗(客観的評価可能)	製造物仕様の完成度(客観的評価可能)	患者のあるべき日常生活動作(ある程度定量的)と満足度(評価は主観的)
技能の変動対応 求められる習得技能の応用力	技能の適用対象とその異質性	モノ(低)／人(高) ・モノは規定されている ・動作などがルールによりある程度制約されている	モノ(低) ・対象物の特性が定量的に明確	人(高) ・対象者の身体状態のバラツキ大 ・満足度の個人差大
	作業環境の変動性	中～高 (ルールに基づき環境は かなり管理されているが、 アウトドアなど種別によ っては管理が困難)	低 (基本的に作業に適した 製造現場環境が設定さ れる)	中 (患者の置かれている 環境は多様)

また、サービスの生産性向上の観点から、顧客価値に対する代替手段として、サービスの自動化(ロボットによるサービス)についても検討を行った。その結果を表3に示す。

表3 高度技能代替の道具／自動化の可能性の違いによる分類

	技能習得者を技能作業の自動化によって代替する可能性	困難性	自動化可能性
①スポーツ	なし	---	なし
②モノづくり	あり	中 ・作業が定義可能 ・自動化受容性が高い(技術リテラシーの高さ、機器導入抵抗感の低さ) ・対物作業のため導入機器に求められる安全性のハードルが低い	完全自動化(技能者代替)の可能性あり
③介護	あり	高 ・技能適応対象(人)の満足感が提供価値に非常に大きく影響するが満足感を高める自動化の開発が困難 ・技能適用対象と環境の変動性が高く適用する技能が極めて多様 ・高い対人安全性要求やエンドユーザの機器導入への低受容性 ・多くの現場で高額機器導入が困難	一部自動化(一部技能代替)の可能性あり

さらに、身体的技能の観点による対象サービスの分類を行った。その結果を以下に示す。

1. 技能教育サービスならびに習得技能適用を通じた最終顧客に提供されるコンテンツ（顧客が得るコンテンツ）とサービス事例
 - ① 技能教育（習得技能）：スポーツ，リハビリなど
 - ② 技能適用によって顧客価値を付与されたモノ（モノが提供する機能・価値）：モノづくり
 - ③ 技能適用（技能適用結果：ex.物理的な目的の達成，健康，快感，）：介護，マッサージなど
2. 技能教育サービスならびに習得技能適用を通じた最終顧客満足に影響を与える要因と技能の関係
 - ① 効率よく技能が習得でき高いレベルに上達する
 - ② あらかじめ約束された仕様・条件（納期，価格など）を満たしていること
 - ③ 技能適用結果により目的が達成され，同時に技能適用のプロセス品質が高いこと

以上の検討の結果以下のことが明らかになった。

1. 技能を習得した結果，スポーツ，製造業，介護における技能習得の目的は，自己の動作，高精度の製品，被介護者の満足などであるものの，いずれの場合も習得した技能を適用することによってベネフィットを得る最終顧客を始めとするステークホルダーが存在し，そのステークホルダーを満足させることが技能を習得する非常に大きな動機であり，目的となっていることが明らかになった。それは，スポーツの場合，観客やチームのオーナーあるいは同じチームのメンバーなど，製造業の場合には，製品を購入・使用するメーカー，介護の場合には，被介護者のみならず，介護施設の経営者などである。すなわち，「教育者—学習者」，「学習者—ステークホルダー」という二重の「サービス提供者—サービス受容者」の関係が存在し，後者における技能適用のために前者の技能習得が必要となるという構造になっていることが明らかになった。それぞれのプロセスにおいて，サービス受容者の満足を考える必要がある。
2. もう一つの重要なポイントは，技能学習者が，習得した技能の適用によってベネフィットを得るステークホルダーが満足するまでに至るには，非常に長い時間が必要になる（遅延報酬），という点であり，それが，技能学習者のカスタマーロイヤリティが低い要因になっていると考えられる。すなわち，技能学習者のモチベーションを維持し，長期間にわたり徐々に技能を学習させ，向上させるには，一人前に育つ（ $t=T$ ）までの途中の段階でも，サブゴール（ $t=s_1, s_2, \dots$ ）を設定し，随時獲得した技能を評価し，満足を与えることが重要となる。まさにそれこそが「経験価値共創」であり，そのための方法論が，本研究で実施している技能や満足の評価方法の構築，技能の見える化，経験価値共創プラットフォームの構築である。

図6に，以上のコンセプトを示す。

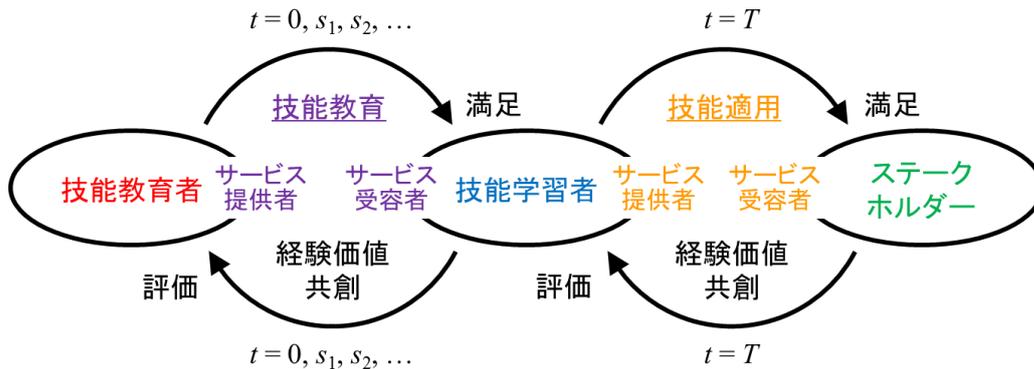


図6 技能教育における「サービス提供者—サービス受容者」の二重性

3-3-2. 教示法開発・実証

(1) 介護技能教育

介護士の腰痛予防（ノーリフト）介護の基本スキルラーニング教材プロトタイプの使用検証と修正を以下の通り行った。

- ・ eラーニング教材プロトタイプの基礎教育プログラムにおいて修正が必要な部分を検出するために、eラーニング教材プロトタイプとなる本（図7）やDVDを参加者に提供し、学習回数と習熟度をKinect撮影にて測定を行った。



図7 日本ノーリフト協会が出版したeラーニング教材

- ・ 昨年度「技能の到達／評価判定をどのように行うための作成したチェックリスト」と「講師陣でも人によって方法が違うためどの動作を基本とするのかに対して基本動作を決めた」項目決定するためKinect撮影での測定を通して検証したが、その決定した項目でeラーニング教材プロトタイプ利用者にとってばらつきがでないかの評価が終わっていないため、施設スタッフへの教授を通して彼らの技術到達点をチェックリストにて検定し、作成した項目が適切であるかの評価を実施した。
- ・ 日本ノーリフト協会会員ページを利用してヒヤリハットなどもデータベースとして取り込み活用ができるようにeラーニング教材プロトタイプ利用者で試作使用し使用簡易性についての検討を行い、デザイン修正を提案。写真の投稿ができるようにと

簡易アンケート実施などを来年度実施できるように提案（図8）。

来年度は、eラーニング教材プロトタイプで作成したものを日本ノーリフト協会全会員に紹介し、会員ページでのeラーニング教材プロトタイプを共有、活用を始める。



図8 日本ノーリフト協会の会員専用データベースと技能アンケート

(2) スポーツ技能教育

ミズノサッカー教室におけるプロジェクト成果の導入実証にあたり、まず、観察情報フィードバックプロセスの10の各サブプロセスに対する研究成果の適用のポイントを下記のように設定した。

- ①提示：模範技能をどのように見える化し、どのように提示するのがよいか
- ②理屈：これまでの技能教育における「理屈」の整理と不足していた「理屈」の抽出、どのように理屈を伝えと理解されやすいか
- ③実践：どのような技能トレーニングをやらせるか、学習者の実践をどのように学習者の負担が少なく（安価で容易に）オンラインで教育者と共有するか
- ④比較：模範技能と学習者の実践技能の差をどのように見える化するか
- ⑤認識：違いを説明させ理屈に沿っているかを学習者と教育者がともに認識するプロセスをどのようなやり方で行うか
- ⑥矯正：誰がどのような形でアドバイスを提供するか、学習者コミュニティによるアドバイスはどのようにすれば有効に活用できるか
- ⑦反芻：繰り返しの実践によって模範技能との差が縮小しているかどうかを提示できるか、
- ⑧評価：評価は満足感に影響を及ぼすか、満足感を高める評価方法はどのようなものか、満足感は継続実践の動機づけとなるか
- ⑨認定：認定は満足感に影響を及ぼすか、どのような認定方法が満足感を高めるか
- ⑩交流：コミュニティメンバーのレベル認定はメンバー間の交流、切磋琢磨を促進す

るか、コミュニティ内のやりとりから実践における多様な状況と各状況への技能適用の知見を学習者と教育者がともに得ることが可能か。

以上のサブプロセスのうち①提示，④比較，⑧評価について検討した。以下がその結果である。

サッカーのボールキック技能学習システムの全体像を図のように設定した。これらシステムの試行を実現するため、First Stepとして初心者向けサッカー教室で活用可能な“インサイドキック”の評価技術を構築する。その際、モーションキャプチャのような高価な機器を使用せず、家庭用ビデオカメラを用いて評価できる仕組みを作成することとした（図9）。



図9 ボールキック技能習得システム全体像

まず、④比較の模範技能と学習者の実践技能の差を見える化のために、評価指標の抽出を行った。評価指標は、1)蹴る前の準備（立ち位置），2)蹴ったときの脚と足の動き，3)蹴った後の姿勢の3つのシーンに分けて作成した。

評価指標の1)蹴る前の準備については、ボールを挟んで蹴りたい方向の一直線上に立っているかどうか、2)蹴ったときの脚と足の動きは、脚は振り上げすぎず、蹴るときの足は、踵に力を入れて親指をそらしているかどうか、3)蹴った後の姿勢は、蹴った後も上半身をそらしたりせず、軸を固定することを基準にして評価した。

熟練者と非熟練者の比較を行うため、ビデオ撮影条件について検討した。被験者ごとのキックの差異を統一するため、6m離れた位置に円筒状の目標を設定し、キック軌跡の目安線を設置した。カメラは、正面・全身/正面・膝下の2台設置した。どちらがより適切かは今後の研究結果を元に最終決定する（図10）。

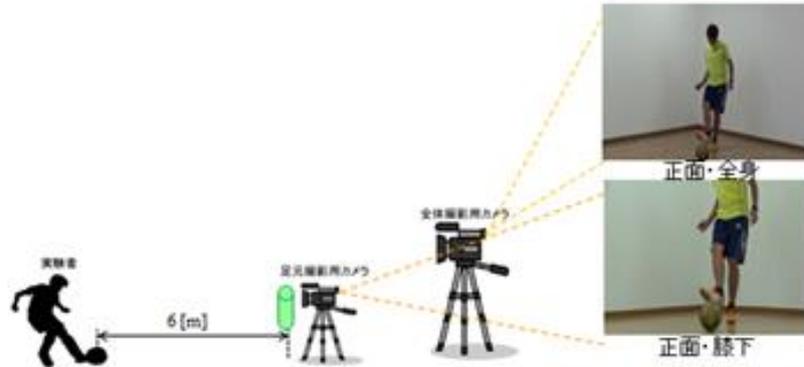


図10 ボールキック動作の撮影

家庭用ビデオ撮影から熟練者と非熟練者の比較を行うにあたっては、東京電機大学中村研究室でデータセットの構築を行ってもらい実施した。データセット構築については、動作分析・表示グループの報告を参照されたい。一方、ミズノサッカースクールヘッドコーチによる主観的評価も同時に行い、データセットから構築した自動採点との差を分析した。熟練者と非熟練者、それぞれ14trials抽出し、自動採点とヘッドコーチによる主観的評価結果は表4のとおりであった。熟練者において自動採点と主観的評価で差が観られた。これは、熟練者各自のクセが影響していると考えられたため、あらためて動作の癖を除去し、データセットの構築を行う。最後に、今後のスケジュールと課題は図11の通りである。

表4 ヘッドコーチとシステムによる採点の比較

初心者			熟練者		
自動採点結果	採点結果	差	自動採点結果	採点結果	差
39.9	40	0.1	99.9	100	0.1
30.1	30	0.1	100.1	100	0.1
30.1	30	0.1	69.9	70	0.1
30.1	30	0.1	68.6	70	1.4
20.1	20	0.1	60.1	60	0.1
19.9	20	0.1	60.1	60	0.1
15.1	15	0.1	58	50	8
19.9	20	0.1	89.9	90	0.1
14.9	15	0.1	80.1	80	0.1
10.1	10	0.1	98.8	100	1.2
19.9	20	0.1	89.9	90	0.1
10.1	10	0.1	90.1	90	0.1
20.1	20	0.1	91	70	21
14.2	10	4.2	89.9	90	0.1
ave		0.393	ave		2.329



図1-1 ボールキックの教示システムの開発スケジュール

3-3-3. 技能抽出とDB化

(1) 技能伝承eラーニング用DBの設計

現在、eラーニングシステムは大学での授業や社会人に対する教育、塾などの補習教材に止まらず、産業界の現場教育教材やグローバル化による遠距離教育システムとして様々な形でシステムの構築やプログラムの開発が活発に進んでいる。特に、高速インターネットの普及やクラウドなどによるデータ管理の利便性や拡張性の拡大はネットを通じた新たなeラーニングシステムの構築を必要としている。

最近のeラーニングシステムは、テレビによる一方的なビデオ講義からWebサイトによるサービス提供を始め、iPadやスマートフォンなどのモバイル機器を利用したサービス、HTML5やjQueryなどの動的なWeb技術を取り込んで利用者とのコミュニケーションが可能なサービスへ移動している。

高速インターネット網やクラウドシステムのようなインフラ環境を利用し、会社の方も海外に進出している工場や支店に対する社内教育や、技術研修などがWebサイトやビデオ会議システム、スマートフォンのAPPの活用などによる遠隔で行われる場合もますます多くなっている。

データベースGrでは、外部環境の変化に柔軟に対応できるシステムの構築を目指し、提供されるサービスの内容やユーザの要求、使用環境に柔軟に対応できるように、ユーザの利用環境を優先した、すなわちUXを重要視したデータベース設計を行った。その上、データ分析結果を分かりやすく表示することでシステム利用者が分析されたデータを活用し、学習者に対してもっと効率的な対応が可能なシステムを構築した。

システムのベースになるデータベースはシステム利用者、サービス提供者などのステークホルダーが簡単かつ即座に利用でき、かつその学習データを彼ら自身が場所や時間に関係なく、オンデマンドで参照できる対応型システム（システム利用者の要求にオンデマンドで動的に対応できるシステム）やそれぞれの利用者に合わせたサービス提供のため個人化情報が構築できるように設計されている。

平成27年度には、平成26年度で行ったデータベースの具体的な設計と構築したプロトタイプシステムをベースに実際運用システムの構築とデータの格納、実際の運用による実験データを基にしたデータベースの再設計、データの分析を行った。

Webを通じた教育システムに必要な動画や利用者からのコメント、利用者の学習パターンを分析するための利用者の学習を追跡したデータの蓄積、利用者からアップされる利用者自身の動画データを蓄積できるように構築したプロトタイプのWebサイト(図12)とデータベースを立ち上げ、提案データベースの設計が有効であるか、利用者の要求に柔軟に対応できるかなどの実験を行い、それから得られたデータを基に具体的なサイトとデータベースの設計を行った。

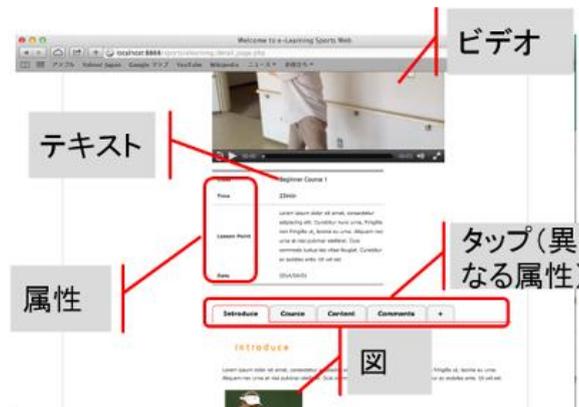


図12 プロトタイプのWebページ

構築するシステムは基本的にビデオ映像とその映像を用いたコースの提供ですが、具体的なデータベースの設計は以下の機能を想定した(図13)。

- ① ビデオ以外の様々なデータが使われる可能性(音声, ドキュメント, 写真)
- ② 講義の種類やコンテンツ作成者によって要求する構成(項目)が異なる可能性
- ③ 利用者からのフィードバックなどの学習によって生成されるデータの蓄積機能

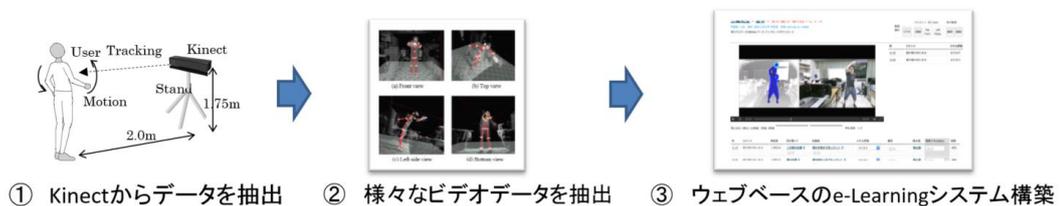


図13 プロトタイプを基にした具体的な設計

運用システムもプロトタイプと同じく、WebサイトはHTML5とCSS3, jQueryなどの技術を利用して利用者の要求に動的に反応できるようにした。特にデータベースの設計は従来の関係データベースシステムであるMySQLとNoSQL技術であるMongoDBの両方で構築を行った。NoSQLデータベースの適用は今後システムが様々な型のデータを扱うと予想されるため、それらのデータの蓄積に柔軟に対応するためである。

プロトタイプでの実験を基に、追加された要素を反映して再設計した関係データベースの構造の一部を図14で表す。これはある学習ビデオに対する利用者とそのビデオに対するコメント、タグの関係を表している。情報提供者である講師 (teachers) は各コースを立ち上げ (courses) , 各学生はそのコースにある科目 (lessons) のビデオ (videos) を利用し、学習を行うようになる。各ビデオにはそのビデオの作成者や利用者からのコメントが複数格納できるようにした。学生の演習ビデオに対し、講師はある部分 (snaps) にコメントを追加することができ、学生が繰り返し復習できるようになっている。

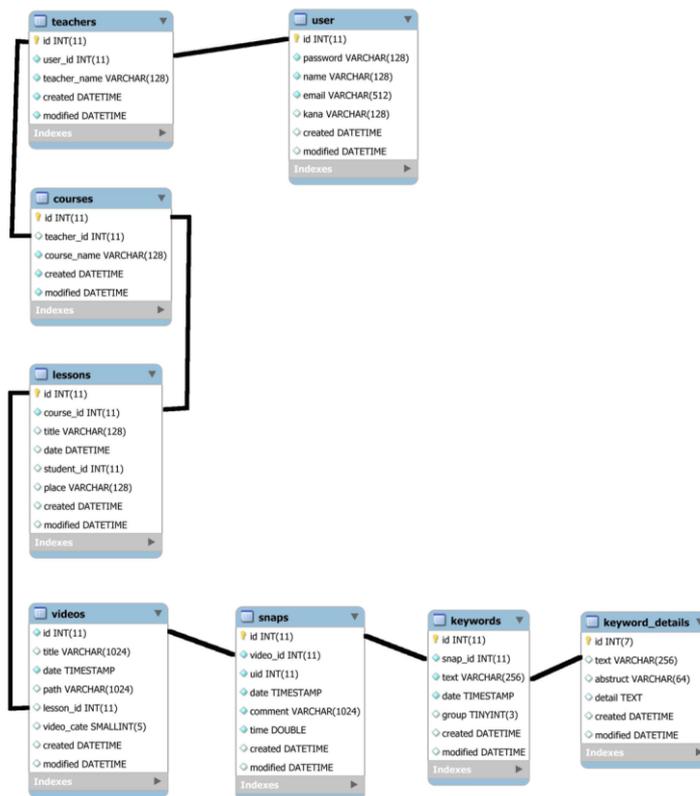


図14 関係データベース設計の一部

実際のWeb画面を図15に示す。まず学習ビデオ映像が表示されるようになっている(①)。映像の途中でコメントが必要な部分は、下のコメント部分で複数コメントを追加できるようになっている(③)。このコメントはその映像の時間データと同期してデータベース化される(②)。講師や学生によって追加されたコメントはその映像データと連動されて蓄積される(④)。

コメントの入力、画面キャプチャによるコメント、音声による指導など、学習内容によって必要な項目が異なる可能性があり、拡張性や柔軟性を持つシステム(データベース)の設計が要求される。本システムはこのような要求を反映し、各コメントの項目の構成は柔軟に対応できるようにした。



図15 実際のWeb画面

例えば、学習指導はコメント (1) だけではなく、画面をキャプチャした写真へのコメント (2) も可能である。これらのデータは講師や学生から検索可能になるようにキーワードとコメントを追加できるように設計 (3) された (図16)。

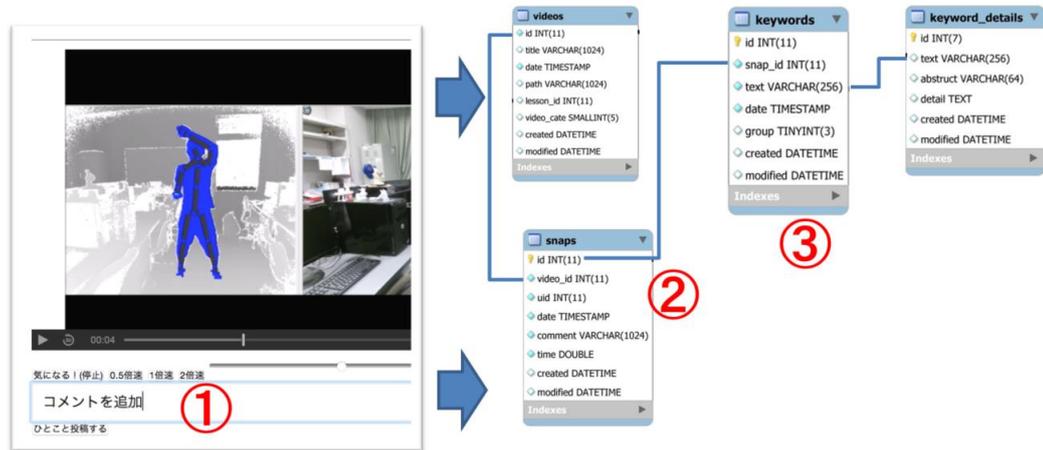


図16 多様な要求への対応

他に、Kinectから抽出したデータだとビデオ以外にスケルトン3Dビューデータを蓄積し、提供可能にしている (図17)。



図 1 7 スケルトン3Dビューデータの表示

システムの基本的なデータベースの設計は関係データベースを基にしている。しかし、関係データベースを使うとあらかじめデータの構造を予想し、あらかじめスキーマによるテーブルの設計が行わなければならない。これは後でデータの構造の変更が生じた際や、構造的に変化があった際にデータベースの設計を再構築する必要が生じるなどの問題が発生する可能性が残る。

本システムでは、関係データベースの設計と共に、データ構造の変化にもっと柔軟に対応可能な非構造型データベース系のデータベースシステムによる構造設計を行った。今回に利用した非構造型データベースはMongoDBである。

非構造型データベースであるMongoDBは、利用者それぞれによって異なるデータに効率的に対応可能である点[Dennis 2013] [Hongxia 2014] [Kanade 2014]を期待して構築し、実験を進めている。

本システムでは、学習者それぞれのデータ蓄積に非構造型データベースを応用した。各学習者に対し、個人データを蓄積することによって各個人に最適化された情報提供が可能になる。特に本システムでは、各学習者の実習レベルに合わせたデータの提供にMongoDBを活用している。

図 1 8 は非構造型データベースでの学習教材提供者 (Teacher) と利用者 (Student) の関係と、Webサイトから取得するデータをMongoDBのデータ構造であるjsonファイルで格納する例を表している。

図 1 8 に表しているように、講師はWebにあらかじめ用意されている項目を利用してコンテンツを作成、提供する (①)。これらの情報はjson型でMongoDBにそれぞれ独立した一つのドキュメントとして格納される (②)。その上、元の一つにドキュメントから必要な部分のみ切り取って、新たなドキュメントの作成が可能になり、講師から作成された各ドキュメントデータを利用者 (学生) それぞれのレベルに合わせた新しく組み立てたドキュメントの作成が可能である (④)。もちろん他の講師から作成したコンテンツを利用して新しくコンテンツを組み立てることも可能である (⑤)。

各学生に対するデータはそれぞれドキュメントとして蓄積される。あらかじめ用意されているデータベースのテーブルの相当する属性に蓄積される関係データベースと違い、必要な属性をその場で追加できるのが特徴であり、データベース設計の後に発生するデータ属性の追加要求に対しても柔軟に対応できると期待できる[Shin 2014] [shin 2015].

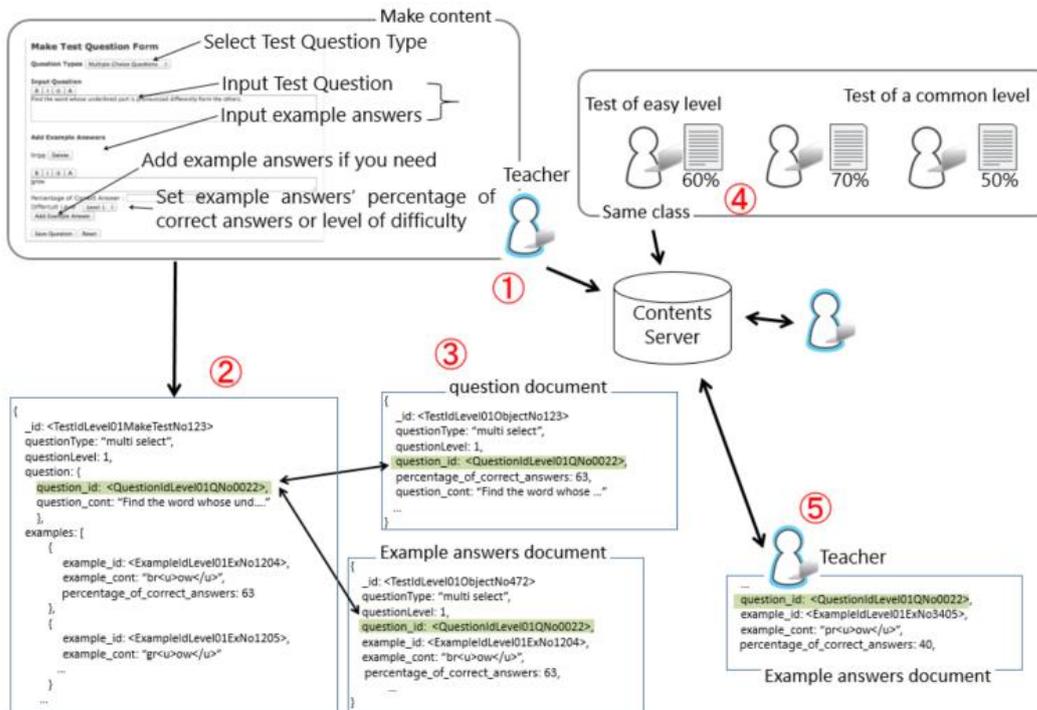


図 1 8 MongoDBを活用したデータ蓄積

このようなデータベースシステムによって蓄積されたデータは分析されて、グラフなどの利用者へ見やすい形で提供できるように構築を行った。データを視覚化することによって、データベースや統計の知識がない利用者でも分析されたデータ情報から何らかの意味を取り上げられるようにした。

例えば、「空手受け身」の「受け動作 第1回」のアップした各学生の動画に対する講師からのコメントを分析し、そのコメント（「何が悪い？」）の指摘に示す身体を表す単語を視覚化して表示できるようにした（図 1 9）。赤くなった部分はコメントにより指摘が多かった部分である。

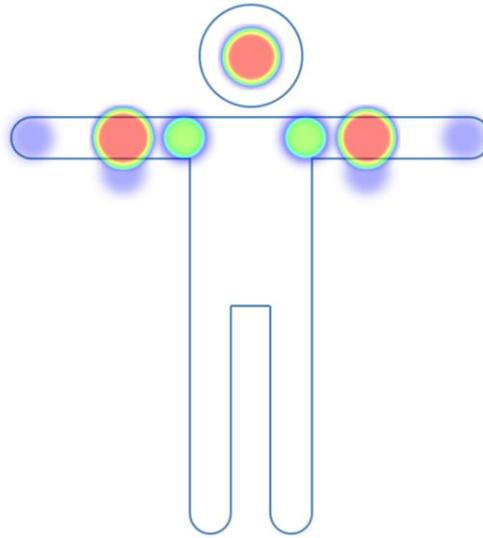


図19 コメントに視覚化

このようなデータ分析結果の視覚化によって、講師はあるコースでコメントが多くなる部分を直感的に分かるようになり、今後重点的に教えるべきである部分を知る。

単純にあるコースのコメントに現す単語の集合を分析した結果なども図20のように視覚化できる。

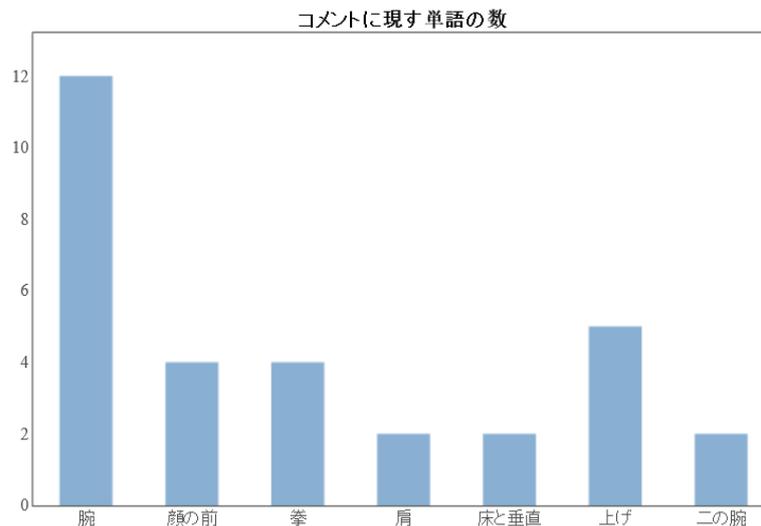


図20 コメントに現す単語の集合

コメントを分析し、各コメント間の関連性を視覚化することも可能であり、講師はよく使われる単語や、コメントにどのような表現をすれば学生が良く理解できるかを判断する資料にも使われる(図21)。

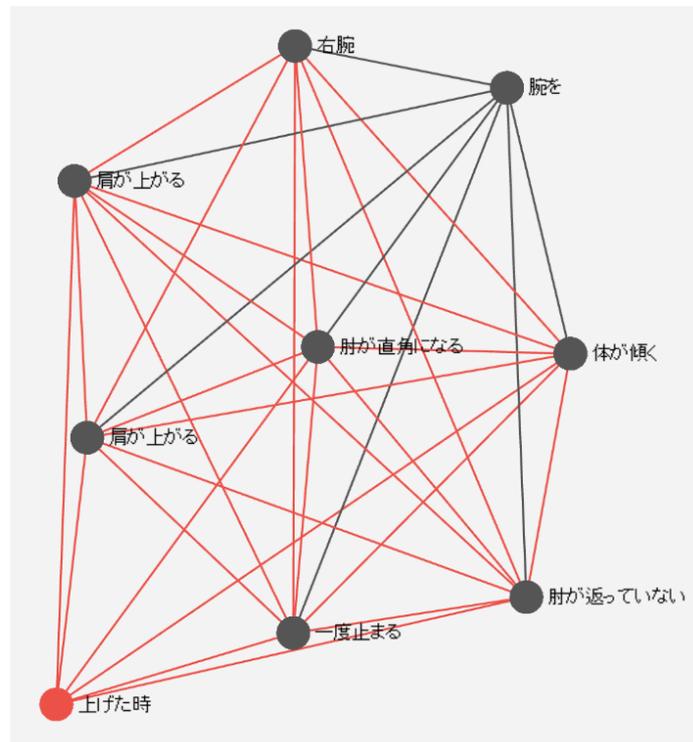


図2-1 コメント間の関連性

今回は資料になるデータが少ないため分析できなかったが、講師の映像に各学生がコメントをした部分を視覚化すると、そのコメントの数を見ることで、学生がどの部分を難しく感じているかなどが直感的に知ることができるなど、分析したデータの視覚化により、eラーニングシステムの効率性が上昇できると期待できる。

(2) パワーリフティング初心者の技能学習

用具を用いるスポーツ動作や、生産活動における工具等の操作の習得には、身体動作を伴った技能の習得が不可欠である。初心者と習熟者では身体の動作方法やその時の身体感覚が異なる。これらの動きや感覚を理解し、身に着けることが技能の習得につながる。ところが、これらの情報は、定量的に表現することや、分かりやすく提示することが難しいとされている。なぜならば、人の体の筋骨格構造は個人ごとに異なり、その自由度は膨大なため、また、感覚の表現には、オノマトペや口頭伝承に頼るところが大きいためである。身体動作や感覚の情報提示が難しいために、学習者と指導者が、それぞれに目標とする身体動作や身体感覚を異なったイメージとして抱くことになり、両者が正しくイメージを共有することが難しくなる。

ここで、運動の指導や学習では、まず、この両者が抱くイメージのギャップを縮めることが重要となる。このため、学習者と指導者はインタラクションを通じて、ギャップを縮めイメージの共有を図る。これにより、学習者と指導者が正しいとされる身体動作と感覚を共有でき、共通の目的を持つことで、正しい方向で練習を進めることができる。

このインタラクションを媒介にしたイメージ共有のために、従来から多視点映像による運動指導が行われてきた。しかし、その撮影には、通常のRGBビデオカメラを用いるため、視点の数と同数のカメラが必要となり、非常に特殊なシステムを必要としていた。そのため、撮影するための環境整備が必須であり、スポーツを健康維持、自己鍛錬、余暇等として楽しむ一般のスポーツ学習者には敷居が高い学習システムである。

そこで、本システムでは、1台のカメラで3次元映像を撮影可能なRGBDカメラ（Microsoft Kinect2）を用いてスポーツ動作を撮影し、学習者と指導者が手軽にイメージの共有を図ることを考える。ここでは、パワーリフティングにおけるスクワット動作を対象動作に取り上げ、多視点映像を媒介にした学習者と指導者のインタラクションによるスクワット動作初心者の動作イメージの定着度合いを考えることとする。

学習者は、パワーリフティング未経験の20代前半の男子大学生とし、対象のパワーリフティング動作はウエイト、バーなしのスクワット動作とした。指導者による指導の頻度は週1回とし、一カ月継続した。教師はパワーリフティング日本代表選手に依頼した。学習到達目標は、初心者がスクワット動作の正しいイメージを持つための次の4点とした。

- 体がぶれないようにスクワットできる
- 膝が前に出ないようにスクワットできる。
- 椅子に腰かけるように体を下すことができる。
- 腰の位置が膝よりも下にさげるようにスクワットする（ルールによる規定）。

多視点映像を用いて、学習者と指導者がこれら4つの動作イメージを共有できるようにする。

まず、スクワットにおける動作は次の4つの動作区部に大別される。

- ①スタートポジション
- ②しゃがみ込み動作
- ③しゃがみ込み最下点
- ④拳上動作

①スタートポジション（図2.2）では、次の点が重要とされる。まっすぐ前を向く。つま先と膝を外に向ける。肩幅程度に脚を広げる。踵付近に重心を載せることがポイントとされる。

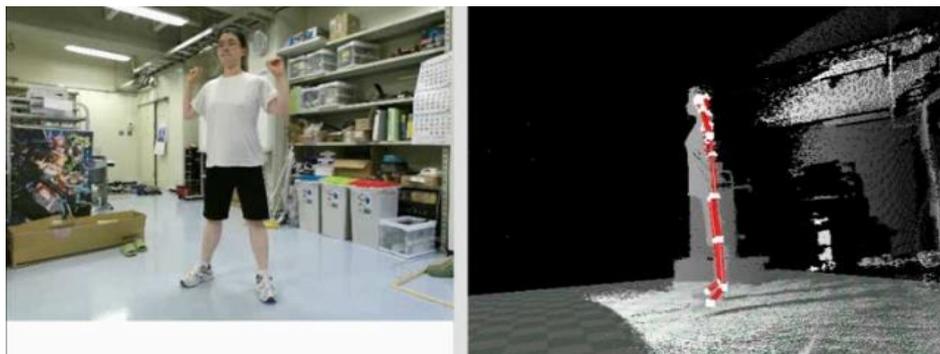


図2.2 スタートポジション(教師動作)

②しゃがみ込み動作(図2.3)では、次の点が重要とされる。踵を床から離さない。踵付近に重心を載せる。膝を前に出さない。後ろに椅子がある感覚で腰を落とす。

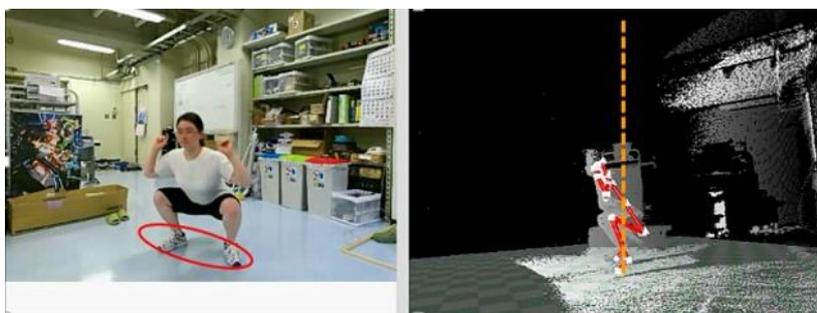


図2.3 しゃがみ込み動作

③しゃがみ込み最下点(図2.4)では、ルーズ規則上、臀部を膝より低い位置まで落として動作を止めることが求められる。

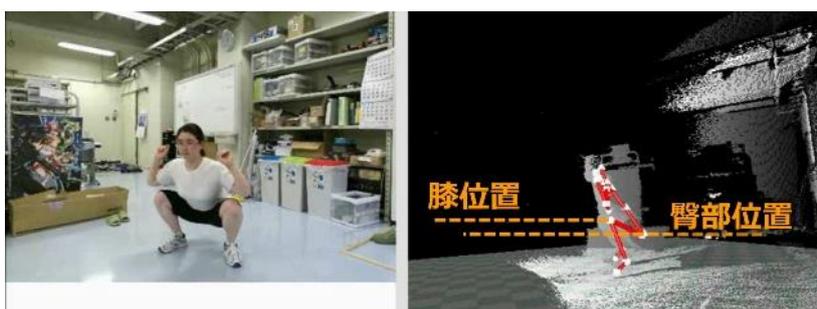


図2.4 しゃがみ込み最下点

④拳上動作(図2.5)では、次の点が重要とされる。前を向く、背中を立てながら立ち上がる。

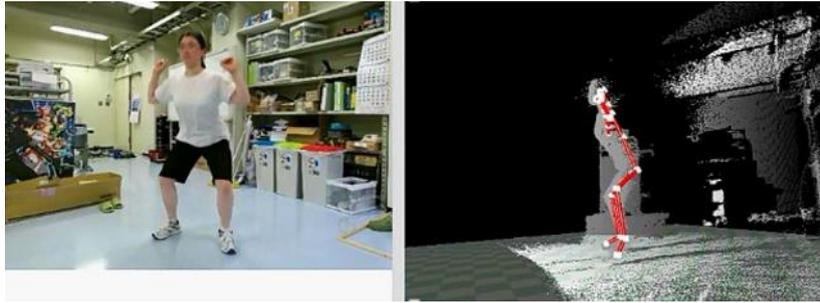


図 2 5 拳上動作

以上の動作のイメージを学習者に抱かせることが学習の第一歩となる。本システムは上図のように、通常のビデオ映像の右側に多視点に切り替えられる3次元映像をwebブラウザ上に提示する。3次元映像では、動作者の骨格をボーンモデルで表現し身体動作を表現する。webブラウザ上では、学習者と指導者が撮影した映像にそってタイムライン形式でコメントを記述できる(図26)。これにより、学習者と指導者の双方が、場所と時間を選ばず、動作のレビューができ学習者の動作イメージの修正が行える。次から学習の順を追って学習者が学習到達目標に達する様子を述べる。



図 2 6 本システムのwebインタフェース

< 1 週目 >

学習者は、スクワット動作①~④における動作ポイントについて、まず、映像を用いず文章のみで指導され、スクワット動作を実践した。この様子をRGBDカメラで撮影し、指導者が確認し、問題点をビデオ映像に沿ってタイムライン形式でコメントを残した。撮影後、多くの学習者から、「文章のみでは、正しいとされるスクワット動作をイメージできない」という意見が寄せられた。撮影後、教師が映像を確認し、悪い箇所、改善点などを動画の時間軸に沿ってコメントした。この時に、「正面からだけでなく横からの映像があるので分かりやすかった」というコメントがあった。指導者のコメントを受け、学習者が自身の動

作の改善点を踏まえ、動作を修正する練習を行った。

< 2 週目 >

初回の教師のコメントを参考に、学習者自身が良いとイメージするスクワット動作を撮影した。撮影後、学習者から「指導者の“スタンスをワイドにとる”という意味がよくわからなかった」というコメントがあった。これは、指導者の動作イメージを言葉にしたものである。しかしながら、イメージの共有化が図られていないため、学習者にコメントの意図が正しく伝わらなかったものと考えられる。したがって、2週目の学習者の動作も正しいスクワット動作とは言えず、指導者からコメントが付けられた。

< 3 週目 >

2週目のコメントと3週目の撮影の間に、学習者は教師のスクワット動作をweb上で観察し、被験者のコメント（言葉のイメージ）と教師の動作（動作のイメージ）を結びつけ練習した。その後、学習者の動作を撮影した。

< 4 週目 >

3週目の撮影後、学習者が指導者から直接実技指導を受けた。この時、映像による指導では不可能な、指導者が学習者の体に触れながら動作を補助する場面が見られた。3週までの練習で、学習者は動作の大まかなイメージを持っていたようであったが、直接対面指導により、そのイメージがさらに明確になったとの意見があった。以上を踏まえ4週目の学習者の動作を撮影した。その後、教師が動作を確認し、おおよそ学習者がスクワット動作のイメージを持つことができたとのコメントがあった。

以上の4週の学習における学習者と指導者の代表的なコメントを表5にまとめる。

表5 各週における学習者と指導者の代表的な意見

	学習者の感想（動作時）	指導者の感想（コメント時）
1週目	文書だけでは動作をイメージできない	正面のみならず横からの映像が有用であった。
2週目	スタンスをワイドに取るというコメントが良く理解できない。	先週のコメントが良く伝わっていないようだった。
3週目	指導者の動作を見て、指導者のコメントの意味と動作が結びついた。	前回、前々回と比較し良くなっている。
4週目	正しいフォームのイメージができるようになった。	腰を下ろす、膝を前に出さない等のキーポイントが押さえられるようになった。

両者の意見をみると、1週目では、両者の動作に対するイメージが共有されていないことが分かる。教師は、これに対し、修正点をコメントしたが、そのコメント内容が動作を体得した人が感じる動作感覚に基づく表現であったため、学習者は、そのコメントを正しいとされる動きに結びつけることができなかつたものと考えられる。このことが、2週目の両者の

意見に表れている。そこで、3週目では学習者が多視点で指導者の動きを観察した。これにより、学習者は、指導者のコメントと正しい動作を結びつけ、動作のイメージを持つことができたものと考えられる。このことが3週目のコメントから分かる。ここに、映像を媒介として、教師と学習者が、互いの映像を複数の視点で観察しコメントする、または参照するというインタラクションが生成され、学習者と教師との動作に対するイメージのギャップを縮める効果が生じた。さらに4週目では、直接対面指導も加わることで、両者の動作のイメージの共有が図れた。学習を終え、指導者から学習者の学習到達度合いを訪ねたところ、おおよそ、上述の学習到達目標を達成することができたとの意見を得た。

したがって、多視点映像を利用したインタラクションを通じ、学習者の動作のイメージを指導者の動作のイメージに近づけることができ、学習者が正しいスクワット動作のイメージを持つことができたと言える。

(3) 空手と水泳初心者の技能学習

始めに、従来の身体運動教育の問題点を人間が生来有する機能に限定して考察した。この限定は特殊でなく、どの身体運動教育の場合でも言えることであるため、この考察は幅広いケースに適用できる。この考察を基にして、3次元身体動作の任意視点と動画連動型指導記録DBを用いた身体運動教育用eラーニングシステムを提案し、1か月に渡る実証実験を通して、その有効性を検証した。図27に空手の受け動作のeラーニングシステムを示す。



図27 eラーニング用Webデータシステム

図28に水泳のクロールモーションの練習の様子を示す。この検証は、指導者と学習者へのインタビューだけでなく、指導者と学習者の本システムの操作を傍で見て、顔の表情や仕草などの様子から何を考えているのかをその場で質問したため、比較的信頼度の高いインタビューが行われたと考える。

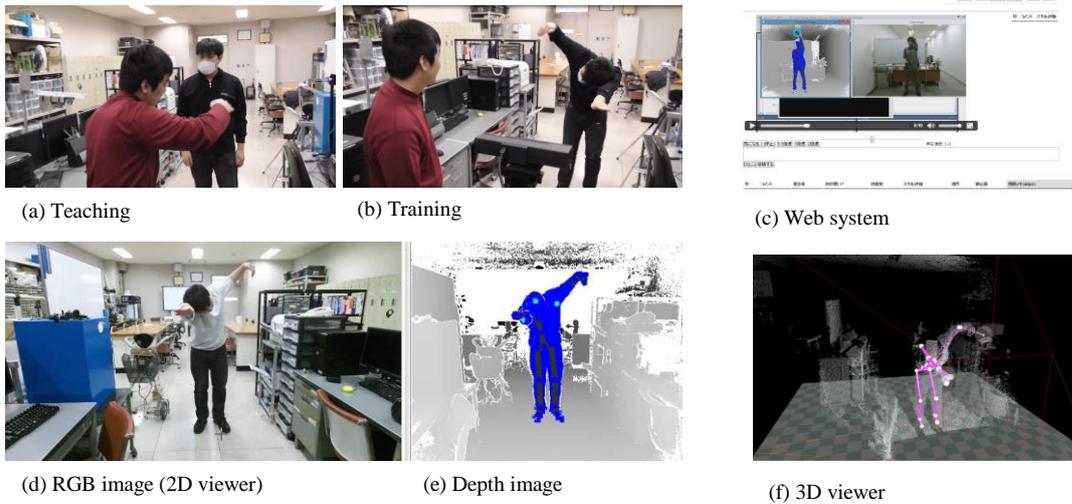


図 2.8 Situation of swimming crawl motion

表 6 空手の受け作業における改善を指摘された部位と改善内容
 (ただし、括弧内は視点方向)

(a) 学習能力が高い学習者					(b) 学習能力が高い学習者				
	1回目	2回目	3回目	4回目		1回目	2回目	3回目	4回目
肘	位置 (正面)	位置 (正面)	-	-	肘	位置, 傾き (正面)	位置 (正面)	位置 (正面, 右面)	位置 (正面)
腕	位置 (上面)	傾き (正面)	-	-	腕	位置 (上面, 正面)	傾き タイミング (正面)	タイミング (正面)	位置 (右面) タイミング (正面)
拳	-	位置 (右面)	位置 (右面)	-	拳	-	位置 (左面)	-	-
腰	-	-	-	-	腰	-	-	傾き (正面)	-
肩	-	-	-	-	肩	-	-	-	位置 (正面)

検証の結果, 表 6 に示すように従来のビデオと3次元スケルトンを用いた3D Viewerを組み合わせ, その動画連動型指導記録を蓄積したDBを用いることで, 内面的問題, 視認問題を改善できることがわかった. もちろん, 本システムがこの二つの問題を完全に解決できたとは考えてはいない. 特に, 1章で述べたように後天的に発生する人間関係や社会的背景に起因する問題に対して本システムの有効性の検証は未解決である. しかしながら, システム無しの場合と比較して, 客観性, 指導教育設計, 振り返りによる達成感など, 多くの利点が認められたことに本システムの有用性があると考えられる.

本システムは, Kinectが一般に入手しやすく, また, DBシステムのサーバは年間1万円程度の費用でレンタルできるため, 一般に普及しやすいものと言える. そのため, 今後は, 他の分野での適用を検討することと, 本システムを大規模データで再評価することである.

(4) 介護技能学習におけるヒヤリハットDB

教え手と学び手の間の経験価値共創プラットフォームが必要とされている分野に福祉用具を用いた介護がある. 介護行為は, 工場の組み立て作業のように, 主に, 人と機械から

なる系とは異なり、人（スタッフ）と人（患者）と用具（機械）からなる系となっている点に特徴がある。そのため、機械の取り扱いのみならず、人への声掛けや物理的インタラクションを扱う必要があり、その現場導入や現場での実践を支援する教育ツールが求められている。また、一方的に啓蒙的教育を行うだけではなく、現場での多様な症状を持つ患者への適用事例を蓄積することで規範となる適用方法の標準化を同時に進めていくことで、多様性の畏（ケースバイケース対応がすべてという考え方）から脱却し、介護の質向上を促す共創的な仕組みが不可欠である。

本研究では、福祉用具を用いた介護の一つとしてノーリフティング・ポリシー（押さない・引かない・持ち上げない・ねじらない・運ばない）に基づく介護を、現場で導入・実践することを支援する経験価値共創eラーニングシステムを取り上げる。ここで想定している介護支援eラーニングシステムは、ノーリフティングの基本行為の教育支援（基礎技術）と、それを実際の筋硬縮の症状が見られる患者等に適用する技術の教育支援（応用技術）、それらの実践例の蓄積機能から構成されるシステムである。

H27年度は、H26年度に開発した、どのような症状（筋硬縮状態）の患者に、基本動作をどのように適用すべきかの判断の支援、また、適用の結果や改善のプロセスがどうであったかの記録の支援を行うために、画像情報を蓄積・検索するソフトウェアに、過去の実際のデータを登録することで、動作検証を行った。入力した事例データの一例を図29に示す。患者の年齢や性別といった情報、障がいを含めた身体的な状態を基本情報として登録し、それに紐づけて、行ったケアやその結果の状況を、写真を含めて経過を登録可能である。

また、実際に試用することで明らかとなった使い勝手を改善するようにシステムの改良を行った。例えば、写真を含めた詳細な情報は、あるタイミングで登録した情報のみか、ある姿勢のみに限定して一連の流れを見ることしかできなかったので、全ての情報を一連の流れで見ることが出来る機能を追加した（図30）。

ノーリフティングのケアを実施する際に、事故やヒヤリハットが起き得るため、そのリスクアセスメントやそれを予防するための対策を考案するための仕組み作りも重要である。介護の場合、介護者と機器と被介護者という3つの要素が関わるため、手順のミスや機器の扱いのミスといった単純なものから、ケアする対象の方の多岐に渡る状態（身体の大きさ、障がいの種類や度合いなど）と介護者の状態（介護経験、身体能力、ノーリフティングの知識と経験など）の組み合わせによるもの、といったように複数の要素が関わるものまであるため、それらの情報を含めて事故の情報を集める仕組みが必要である。そこで、上記の介護ケアの記録を行えるシステムに、事故情報を記録可能なシステムを新たに開発して統合した（図31）。このシステムでは、被介護者の年齢・性別・障がいの状態、介護者の職種・経験、事故の種類や事故状況とともに、ノーリフティングのケアの種類や一連のケアのうち何をしているときに起きた事故なのかを記録できる。具体的なケアの内容を選択するメニューでは、昨年に開発した患者に対する移乗動作の画像データベースや別途開発されているeラーニングのコンテンツを元に作成している。そのため、事故やヒヤリハットが起きたノーリフティングのケアの具体的な場面が分かるため、それに関連するeラーニングコンテンツへとつなげることができる。事故やヒヤリハットが起きた場合でも、その情報を入力することで、それを予防するための学習を行えるように展開することが可能である。このシステムにデータを収集できれば、初心者典型的な事故パターンや特定の障がいの典型的な事故パターンを把握するといった分析が可能となり、リスクマネージメン

患者さんやご利用者さんの状況を共有し、スタッフの体に負担のない看護・介護に役立ちます！

ノーリフト!
ノーリフト画像データベース

新規症例 | 症例一覧 | インシデント症例 | インシデント一覧 | ログアウト

経過報告 (全体)

施設名称	科病棟	身持日	2015-12-02	記録番号	000017
記録氏名	サスト 込郎	性別	男性	生年月日	1937-12-02
年齢	78才				

【報告番号】0000033 【報告者身持日】2015-12-02 【入/出】

再上



床面の敷居で足が上げられるように足裏を両脚が起きている。その影響で、上半身のバランスも崩れ、左側に体重がかかり、腰痛が見られる。

機 (E) 機 (E) ■状況や問題点
■実施内容
■アドバイス

【報告番号】0000034 【報告者身持日】2015-12-02 【入/出】

再上



機 (E) 機 (E) ■状況や問題点
■実施内容
リフトで寝台にして、ベッド上で座って頂き、肩に台を置いて足が動くようにして、急に体重を掛けました。体重を掛けたら足が動いた。
■アドバイス
寝台の床が硬い一方でも、海外製のリフトは布地がしっかりしているのも、サポートがしっかりできる。国内のリフトは布地が柔らかいので床が動かない。

【報告番号】0000035 【報告者身持日】2015-12-02 【入/出】

再上



機 (E) 機 (E) ■状況や問題点
■実施内容
リフトを使って車椅子に座って頂き、肩に置いた台の上で足を上げて、自然に足を動かすようにした。脚と腰の間にクッションを置くことで、バランスがとりやすくなりました。

■アドバイス

図30 記録した全てのケアの情報を一連の流れで提示する機能の例



図 3 1 事故情報登録システム

(5) 製造業における提供側の経験価値および技能教育における経験価値共創モデルの検討

目的

本節では、本研究全体を貫く重要な要素である「経験価値」とその「共創」について、特

に製造業における経験価値共創のモデルおよびメカニズムについて、理論的検討及び質的調査、統計的調査を踏まえて検討することを目的としている。製造業の価値創造のメカニズムやパターンを明らかにすることにより、主に技能教育について、その計測およびeラーニングの活用可能性検討（本プロジェクトの他グループ）にも有用な知見を提供することをめざしている。主な研究的課題として次のようなものが挙げられる。

- ・ 製造業における経験価値とは何か。
- ・ 製造業（モノを通じた間接的なサービス供給）において顧客との経験価値の共創にはどのようなパターンがあるのか。
- ・ 技能教育における経験価値とは何か。特に技能教育プロセスにおける「教える側」の経験価値とは何か。
- ・ 技能教育における経験価値を共創するためにはどのような方策が必要か。

2015年度は、製造業における技能教育の経験価値共創の阻害要因を教育者と学習者の「認知差」と捉え、技能教育の教育者と学習者を対象にアンケート調査を実施し、具体的な認知差の検討を行った。

技能教育における経験価値共創の課題

2014年に実施した、いくつかの製造業へのヒアリングを通じて、現場の技能教育において経験価値の共創を阻害している課題を把握した。これは、現実の技能教育の現場では、教育者の技能教育プロセスからの経験価値の獲得および蓄積が十分でないことが技能承継の問題を難しくさせていることを示唆し、技能教育に関する教育者と学習者との間に様々な認知差の存在を示唆するものである。

例えば、学習面では、暗黙知的な要素を含む一連の技能の教育について「何を伝えればよいのかわからない」「どうやって伝えればよいのかわからない」「個人差がある」といった問題や、その前提として「教育者にどこまで伝わっているのかわからない」というケースも少なくない。また、モチベーションの側面では「技能は盗むもの」といった伝統的な考え方を継続する教育者もあり、「教える」という行為自体に積極性や主体性を持たないケースも見受けられる。さらには、「人間関係」の面では、「素質がない」「素直じゃない」「理解する能力が足りない」など生じる問題を学習者へと転嫁する姿勢もしばしば見受けられる。

また、技能教育は、教育が個別的に実施されており、伝達する技能が同じであっても、教育者の採り得る教育方法が多様で標準化されていない。特に中小企業においてこうした傾向は顕著である。このことは教育者にとっても、学習者にとっても、技能教育（教示や学習）はどのようなものなのかをはっきりと認知することを困難にさせている。

そこで、技能教育の経験価値共創の阻害要因を教育者と学習者の「認知差」と捉え、技能教育における教育者と学習者の具体的な認知差がどこにあるのか明らかにする。認知差を理解し、技能教育の認知差を教育プロセスの事前または事中に修正するプロセスを内包させることで、効果的な技能教育実現の示唆を得る。

調査方法

教育者と学習者の「認知差」に関し、言語教育の研究が参考になる。例えば、若井・岩澤（2004）は、ハンガリー人に対する日本語教育における認知差を把握し、たとえば「教師は学習しなければならないことを全て教えるべき」と学生は認知しているのに対し教師はそうのように認知していない、あるいは「学習者は細かい間違いを気にせず、積極的に外国語を話すべき」と教師は認知しているのに対し学生はそうのように認知していないことを明らかにした。

本調査では言語教育の知見を参考に教育者と学習者との認知差を明らかにするため、同一の企業（中小製造業）に教育者、学習者それぞれにアンケート調査を実施し、その回答を比較検討する。具体的には、認知差を把握する尺度として用いることのできる質問項目を準備し、得られた結果を統計的に処理し、認知不一致項目の抽出などを試みた。

教育者と学習者で比較可能な調査項目は、「教育者は、学習者（教わる側）が、それぞれどのぐらい技能習得が進んだか教えるべきだ」など教育者のあり方に関する項目（27項目）、「はっきりとした目的があれば技能の上達が早くなると思う」など学習者のあり方に関する項目（17項目）、「技能のコツは教えるものというより、学習者が体得するものである」など両者をまたぐ技能教育プロセスにかかわる項目（10項目）、さらには「教育者の満足は、自分が教えたことを、後に学習者が実際の現場で活かしたことによって得られる」「学習者の満足は、教わったことを、のちに実際の現場で活かしたことによって得られる」技能教育に関する満足の感じ方に関する項目（3項目）の合計40項目にわたる。設問に対する回答選択肢はそれぞれ「4=あてはまる」「3=ややあてはまる」「2=あまりあてはまらない」「1=あてはまらない」の4段階とした。

調査結果

調査で得られたデータにつき、対応するサンプルを関係づけながら平均値の差とその有意性を検証した（表7）。その結果、いくつかの項目について教育者と学習者との間に有意な認知差がみられた。例えば、学習者は自分の技能学習のどの部分を改善すべきかわかっていると認知しているのに対し、教育者は、学習者は自分の技能学習のどの部分を改善すべきかわかっていないと認知している、などである。この認知差は、教育者が学習者に対しわかっていないと認知している部分をきめ細かくかつ十分に明示することで解消できる可能性がある。このように、本調査によって得られた教育者や学習者の認知差は、技能教育の改善点を示唆している。

表7 調査によって把握した教育者と学習者の認知差

	教育者の 平均値	学習者の 平均値	平均値の 差	t	有意確率 (両側)	
教育者は、学習者が学習しなければならないことを全て教えるべきだ	2.40	2.74	-.340	-2.151	.036	*
教育者は、個々の学習活動にどのぐらい時間を使えばいいのか学習者に教えるべきである	2.26	2.54	-.280	-2.189	.033	*
技能習得に進歩が見られなかったら、それは教育者の責任だ	2.65	2.02	.625	4.413	.000	*
教育者は、学習者の質問意図を理解できなければいけない	3.37	3.08	.286	2.309	.025	*
技能のコツの明示は学習効果の向上につながる	3.08	3.40	-.313	-2.282	.027	*
技能を伝授することは教育者の責務であると思う	3.37	3.08	.286	2.043	.047	*
技能教育には、技能のコツの要点説明が重要である	3.12	3.41	-.286	-2.248	.029	*
学習者は、努力すれば技能が向上する	3.18	3.42	-.240	-2.370	.022	*
学習者は、はっきりとした目的があれば技能の上達が早くなると思う	3.26	3.58	-.320	-2.762	.008	*
学習者は、教育者の言う通りに勉強すれば上達が早くなる	2.28	2.66	-.380	-3.144	.003	*
学習者は、自分の技能学習のどの部分を改善すべきかわかっている	1.96	2.48	-.520	-4.261	.000	*
学習者は、技能をどう学習すればいいかよく知っている	1.90	2.28	-.380	-3.144	.003	*
学習者は、教育者への質問の意図を明確にする必要がある	2.92	3.36	-.440	-3.133	.003	*
技術学習にあたって、学習者が技能を習得するまで、実際にものをつくるべきではないと思う	1.74	2.08	-.340	-3.012	.004	*
技能のコツのポイントはそれぞれの技能工によって異なる	3.02	3.26	-.240	-2.717	.009	*
技能のコツは教えるものというより、学習者が体得するものである	3.02	3.34	-.320	-2.682	.010	*
技能と直接関係のない仕事は技能を高めるうえでは重要ではない	1.78	2.06	-.280	-2.189	.033	*
満足は、自分が教えたことを、学習者がその場で理解したことで得られる	2.63	2.41	.224	2.198	.033	*

注：5%有意水準の項目のみ掲載

到達点と今後の課題

本年度では、中小製造業を対象とするアンケート調査を実施し、中小製造業の技能教育現場に潜在する教育者と学習者の「認知差」を把握することができた。今後、把握された「認知差」の発生原因をさらに深掘りすることによって、この研究成果は技能教育の内容を変化させる柔軟な技能教育手法の構築の基礎となりえるものであり、技能教育を自社の技能のタイプや教育者及び学習者の特性に応じた適切なマネジメントを実施するための基礎資料としても活用できる可能性がある。他方、把握された認知差を基礎として具体的にどのように技能教育を改善していくかについては、さらなる調査結果の検証と追加的な調査が必要であり、今後の課題として残されている。

3-3-4. 生理・心理学的アプローチによる分析・評価

生理・心理分析グループでは、前年度電通サイエンスジャムと共同開発したiOSアプリ「e-training analyzer」を用いて、心理状態の見える化と学習・指導実験を行った。本アプリは脳波計測により心理状態（興味・関心度、ストレス度、眠気、集中度、好き度）をオンライン推定並びにグラフ表示で可視化し、それと同期して視線カメラ映像をタブレットで記録でき、心理推定グラフと動画を同期表示しつつコメント入力・編集ができるeラーニングツールである（図32）。



- ・技能動作時の心理状態と動画を記録
- ・学習者が自己点検・疑問点などをタイムラインにコメント
- ・指導者は心理状態、動作、コメントを見て、さらにアドバイス

図32 開発した心理・動作計測・技能学習アプリ「e-training analyzer」

本アプリは、図33に示す3つのeラーニングの想定シーンのうち、指導者と学習者がオフラインでつながる状況のType2（間欠指導）を想定して開発された。その利用手順の流れを図34に示す。先の3-2-3項で記載したカテゴリー(1)~(4)の順に以下に述べる。

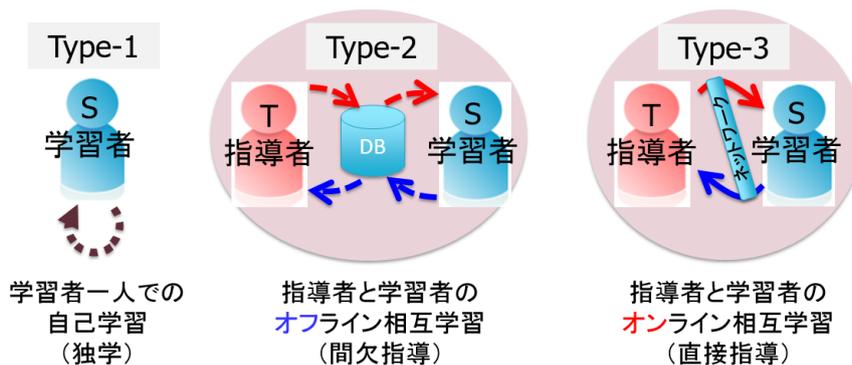
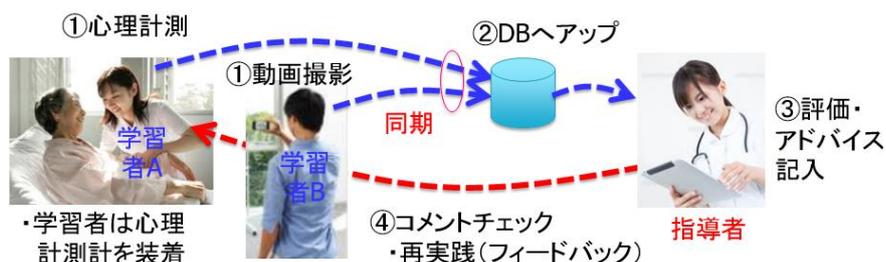


図33 技能eラーニングの想定シーン（指導者と学習者の関係）



- ① 学習者(同士)が自身の技能練習動作の動画・心理を計測
- ② 動画と心理データをDBへアップロード
- ③ アップ内容(動画と心理)をみて指導者がコメント
(計測された学習者の心理を見て指導コメント記入・返信)
- ④ 学習が指導者コメントをみて再度実践・復習

図3 4 e-training analyzerを活用したType-2の技能学習の手順

(1) 現場導入I：心理計測を活用した技能eラーニング指導と学習効果の検証【ノーリフト介護の講習会への適用：見える化プランのフェーズAa~Dd】

図3 3のType 2やType3で示したようにeラーニング状況下では、指導者と学習者の間には何らかの情報変換要素（インターネットやビデオ通話など）が介在するため、指導者は学習者の様子を直視して確認することができず、そのため学習者の内面状態（悩みや満足・不満足、納得の程度など）を推量しがたい。特にType 2では指導者と学習者の時間軸は別々であるので、既存のeラーニング状況下では知る術は殆どない。そこで、工学的手法により学習者の心理状態の計測と蓄積ができたとすれば、それらの情報を指導者が確認した上で学習者へフィードバックすることでType2の問題の改善が期待される。そこで直接対面できないeラーニング環境を介しても指導者が適切なタイミングで指導やコメントを与えることができるように、学習者の心理推定情報に基づいて学習者動作の指導すべきタイミングを自動推定する指導支援システムの開発を行い、介護動作の講習会に実践投入した。

心理推定機器として、頭部への装着が簡単な脳波計測器Mind Wave BMD (株式会社電通サイエンスジャム)を使用した。この機器では好き度、興味度、集中度、眠気度、ストレス度の5つの心理状態推定を自動で行う。そして、前年度研究成果[満倉2015, 中島2015]に基づき、図3 5に示す3つの学習者の心理状態変化パターンを指導ポイントとして、それらを自動検出するアルゴリズムを考案した。

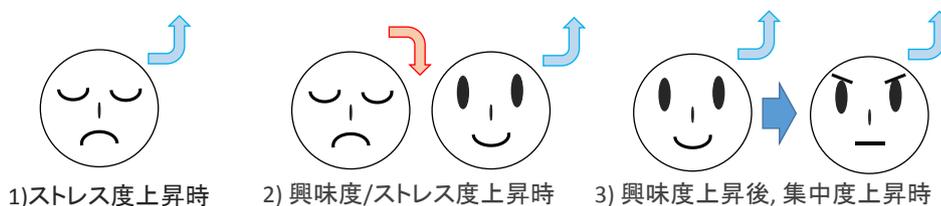


図3 5 学習者心理変化と効果的な指導ポイントの候補

指導ポイント抽出法の有効性を実証するために、ノーリフト介護動作の基本である「椅子

運び動作」を指導対象技能として、Type1と2に沿った指導-学習実験シナリオと計測実験デザインを考案し、研究室実験で予備検証と解析を行った。本実験シナリオは図3.6に示すように、Step1（自習期）、Step2（指導期）、Step3（復習期）の3つであり、各Stepは別々の日に行った。被験者は20代成人10名であり、2015年10月に実施した。



図3.6 椅子運び技能のeラーニング想定シナリオ・実験の流れ

Step1の自習期では学習者が椅子運び動作について約2分間学習コンテンツを用いて学ぶ。その後、脳波計測器を装着してe-training analyzerアプリを用いて脳波・動画を計測しつつ約1分間動作練習を行う。次に、Step2の指導期では指導者が、同アプリを用いて自習時の学習者の学習時の心理変化・練習動画を見ながら指導コメントを記入する。最後にStep3の復習期で、学習者が指導コメントおよび自習期での自分の練習動画を約2分間閲覧して再度学習する。続いて約1分間動作練習を行い、そのあとで技能動作の自己評価や心理変化等を主観的に回答してもらった。評価項目は以下の5つとした。

- ・全体を通して納得のいく出来であったか
- ・椅子を持ち上げる動作は納得のいく出来であったか
- ・椅子を運ぶ動作は納得のいく出来であったか
- ・椅子を下ろす動作は納得のいく出来であったか
- ・知識と技能の関係を理解しながら、動作を行うことができたか

上記一連の実験で、心理推定に基づく自動指導ポイント支援の有効性を検証するために、被験者を指導支援システム使用群（5名）と、未使用群（5名）に分けて一連のeラーニング想定学習実験を行い、解析を行った。その主観アンケートの分析結果を図3.7に示す。

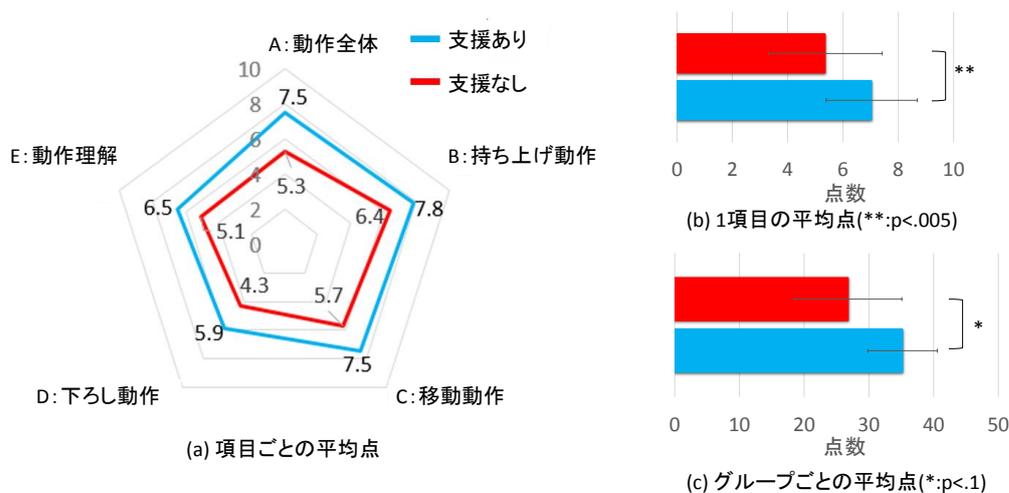


図3.7 椅子運び技能学習者の主観的自己評価
 (心理計測に基づく指導ポイント支援の有無による違い)

図37(a)の項目別平均点の分布を見ると、指導支援システムを使用したグループの方が5つの項目すべてで点数が高い。さらに図37(b)に示すように、質問項目5点分の被験者5名分の平均は、支援ありのグループで7.04点、支援なしのグループで5.36点であり、前者が有意に高かった(N=25, unpaired t-test, unequal variance, p<.005)。続いて被験者ごとの合計点(50点満点)での平均点を求めたところ、図37(c)に示すように、支援ありでは35.2点、支援なしでは26.8点となり、指導支援システムを使用したグループの方が主観的動作評価合計点の平均が8.4点高かった(N=5, unpaired t-test, unequal variance, p<.1)。以上より、学習者の心理推定による指導ポイント支援が、学習者の主観的動作評価を向上でき、心理推定に基づく指導支援で学習者の満足感、強いては技能教育サービスの質を向上させ得る可能性を確認できた。

以上の椅子運び技能を用いた予備実験で、実験プロトコルの妥当性と心理推定の指導ポイント自動抽出法の有効性が確認されたので、同手法を現場適用としてシート介護講習会で用いた。先の椅子運び技能と同様の図38に示す流れで、2015年11月11日、12月1日、12月21日の3回の講習会で実施した。



図38 シート介護講習会でのeラーニング想定シナリオ・実験の流れ

本実験では講習会参加者のうち9名（看護師2名、理学療法士3名、作業療法士1名、介護職3名）に計測実験に協力していただいた。講習会1回目では通常のシート介護の講習を受講・練習してもらい、同日の最後の練習の際に脳波計測器を装着してシート介護動作を行いつつ脳波を計測し、その後に各自の技能動作をアンケート形式で自己評価してもらった。評価項目は以下10点とした。

- ・全体を通して納得のいく出来であったか。
- ・最初の患者の姿勢変更動作は納得のいく出来であったか
- ・患者の下にシートを敷く動作は納得のいく出来であったか
- ・ベッドの高さ調節は納得のいく出来であったか
- ・患者を上方へ動かす前の自身の位置取りは納得のいく出来であったか
- ・患者を上方へ動かす動作は納得のいく出来であったか
- ・シート除去前の患者の姿勢変更動作は納得のいく出来であったか
- ・シート除去前のベッドの高さ調節は納得のいく出来であったか
- ・シートを引き抜く動作は納得のいく出来であったか
- ・知識と技能の関係を理解しながら、動作を行うことができたか

講習会2回目では、受講者には自主的にシート介護動作の復習をしてもらい、同様に自己評価を依頼し、1回目から期間が経過した後の自己評価を調査した。その間、技能指導者には、講習会1回目にて計測した各自のシート介護動作とその心理状態をe-training analyzerア

プリと指導タイミング支援アルゴリズムを用いて、受講者一人ひとりのシート介護動作に対する指導コメントの記入を依頼した。そして講習会3回目で、この指導コメントをそれぞれの受講生にフィードバックし、再度シート介護動作の練習と動作評価を依頼した。つまり、追加指導を受けなかった講習会1→2回目の心理・動作評価の変化と、心理推定による指導コメントをうけた講習会2→3回目の心理・動作評価の変化を比較検証した。

1～3回すべての実験に参加して頂いた6名の受講生の主観評価の結果を図39に示す。本図は、指導支援システムを使用していない講習会1回目から2回目での点数の推移、指導支援システムを使用した講習会2回目から3回目での点数の推移を表している。図39(a)を見ると被験者6人全員の自己評価は減少している。この要因として

- ・指導者から指導を受けて時間が経過したため、自分の技能動作が適切か不安になった。
- ・技能動作への理解が進んだことで、自己動作への評価が厳しくなった。

の2点が考えられる。一方、図39(b)の2→3回目の時には、半分の被験者（被験者B、E、F）は点数が向上し、1名（被験者D）は1→2回目ときほど変わらず、2名（被験者A、C）の減少率は大きくなり、椅子運び技能実験の時とは異なり、全員一致した傾向とはならなかった。その理由を精査すべく脳波による推定心理状態値の変化を比較した。その解析の一旦を図40に示す。1→2回目（図40(a)）と2→3回目（図40(b)）を比較すると個人差が大きいことが分かり、心理項目ごとの傾向を見出すことができなかった。

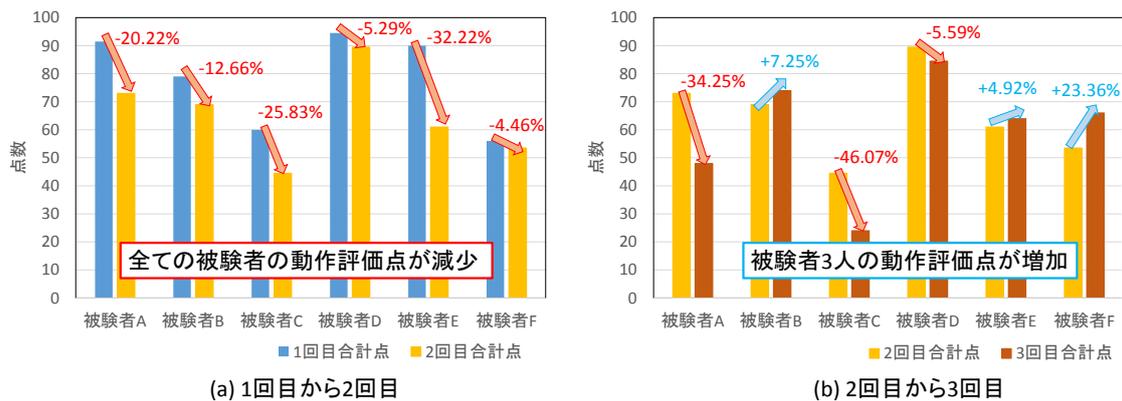


図39 シート介護動作評価の合計点の推移

以上、心理推定に基づく指導ポイント自動抽出による指導支援は、実験室環境での椅子運び技能では被験者全員に対して有効性を確認できたが、現場環境で介護のプロの方々を対象とした講習会の場合では半数程度の対象者に対して有効であった。対象技能と対象者の違いにも因ると推察される。引き続き検証に取り組む。

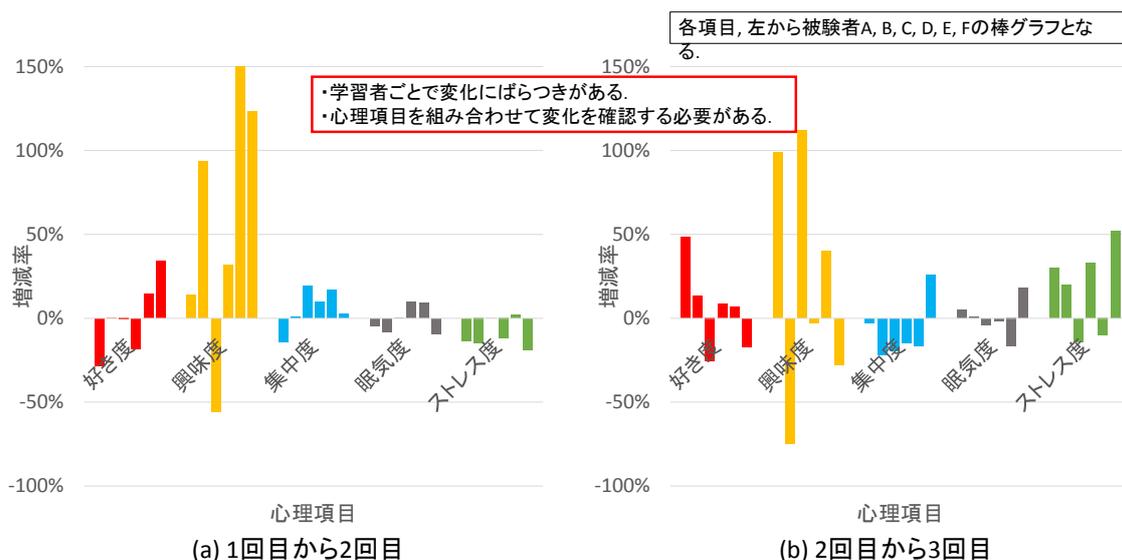


図40 シート介護講習会実験での推定心理状態の変化

(2) 現場導入Ⅱ：製造業の経験価値見える化【製造技能の伝承・指導：見える化プランのフェーズAa~Cc】

経験価値の見える化が、技能伝承に効果的であるかを検討するために、製造業分野における技能とその指導の分析を行った。ここでの経験価値の見える化とは、伝承中の学習者の感情状態と作業工程を対応させることで、従来では得られなかった気づきを促し、個人差が想定されるコツや勘の技能・工程を可視化することである。その一連の解析・介入実験を通し、教育者と学習者が技能伝承に関して満足感を得られ、継続的な学習に繋がると期待し、技能熟達の効率化に影響を与えるかどうかを検証した。具体的には、以下2点を行った。

2A)製造業の技能伝承に対する満足感に関係のある感情の抽出

2B)計測対象の技能選定と伝承用テキスト製作

技能伝承時の教育者と学習者の満足感は、製品の完成度が向上していくことでより高まり、学習者の満足感は座学・作業時に焦りや不安がなくなることで高まると考えられるため、上記項目2Aを設定した。開発したe-training analyzerアプリで推定可能な心理状態のうち、不安・焦りは代表的な心理的ストレスであることから「ストレス」に注目し、満足感に関しては伝承時の理解度も必要であると分かったことから「集中」を把握して「ストレス」状態を確認することとした。以上3種の推定心理状態を、製造業の技能伝承時に満足感に影響を与える感情とした。一方、項目2Bの際のモデル技能の選定においては、指導者にヒアリングを行った結果から、軽量作業と打刻作業を選んで伝承用テキスト制作を試みた。以下にその詳細と結果を示す。

2A) 製造業の技能伝承に対する満足感に関係のある感情の抽出

製造業の技能伝承における満足感とは、a)指導者と学習者の満足感、b)学習者の満足感、c)指導者の満足感から構成される。これらの満足感、a)製品の完成度が向上すること、b)

座学、作業時に焦りや不安がなくなること、c)座学、作業時に学習者の理解が進んでいると確認できること、の3つの条件から向上する可能性がある。インタビュー調査を行ったところ、学習者の焦りや不安は、座学の場合は仕組みをきちんと理解できたのか、作業時の場合は仕組みを理解した上で上手く作業できたかと感じることで発生することがわかった。また、指導者はこれまで学習者の理解度を、座学の場合は言動や顔色、作業の場合は言動や顔色とその作業工程との関係において確認していたこともわかった。

つまり、学習者が焦りや不安を覚えた工程は、理解不足や苦手な動作である可能性があると言える。するとその工程に関して特に強いフォローを行えば、製品の完成度向上へ繋がり、技能伝承における満足感の向上へ繋がると考えられた。しかし製造業は、例えば身体的特徴から勘やコツが発生して自己流の作業動作が形成されるように、複数の相互関係から技能が成り立つ特徴がある。つまり学習者の主観的な判断では、自身では気がつかない根本的な理解不足や作業の失敗原因を見逃してしまう場合があると推測できる。そこで指導者が客観的に判断する学習者の焦りや不安も含めてフォローすることができれば、よりよい理解と満足感に繋がるのではないかと考えた。以上から、指導者が客観的に学習者の満足感及び、不安と焦り、理解度を把握して伝承を行うことで、座学及び作業時の学習者と指導者双方の満足感が向上するという仮説を立てた。

感情を把握するにあたって、不安や焦りは代表的な心的ストレスであるため「ストレス」を計測した。また理解度に関しては、本インタビューにおいて「集中」は学習者がテキストを見ているかといった学習態度を把握できることが分かったため、「集中」時に「ストレス」状態であるか計測することで可能になると考えた。

2B) 計測対象の技能選定と伝承用テキスト製作

モデル技能として、作業1) 軽量作業、作業2) 打刻作業を選定した。その理由は、適度な難易度で、特別な技能を持たない人でも短期間で一定の習熟が認められたからである。またそれぞれに対して技能・工程の見える化を行い、伝承用テキスト作成及び、習熟度合いを評価するポイント、熟達の効率化の指標とする習熟条件を設定した。以下に製作したテキストの概略を示す。

作業1 軽量作業

内容：50ミクロンの鉄粉を3グラム軽量して型につめる

評価ポイント：A、すくう（いかに3グラムに近い数字ですくえるか）

B、計る・調整する（どれだけ速く調整できるか）

C、型に詰める（こぼさないようにどれだけ速く入れられるか）

習熟条件：30秒で作業完了すれば一定の習熟とする

伝承用テキスト：作業映像中に、工程内容や技能・コツが字幕等で示されている。図4-1にその例を示す。

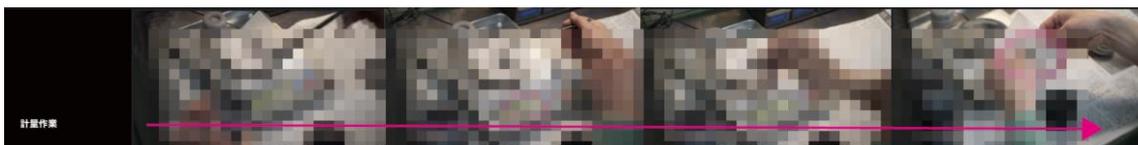


図4-1 計量作業の伝承用テキスト例（画像は技能守秘のためモザイク加工を適用）

作業2 打刻作業

内容：鉄の丸棒に横幅1mm程度の文字を7文字打つ

評価ポイント：A, 打つ（ハンマーの使い方と判断）

B, 工程（効率のよい打ち方）

習熟条件：仕上がりの綺麗さ（曲面上で文字がはっきりと見えるように打つ）で一定の習熟とする

伝承用テキスト例：作業映像中に、工程内容や技能・コツが字幕等で示されている。図4-2にその例を示す。



図4-2 打刻作業の伝承用テキスト例（画像は技能守秘のためモザイク加工を適用）

実際の製造業現場での汎用化を見込み、今年度作成したモデル技能に対する技能伝承の効率化が、伝承時の満足感を向上させられるかの検証作業を次年度に行う計画であり、現在はそのための確認実験を行っている。実験は、一定のレベルに習熟するまでに行った指導の回数を、感情状態を把握して指導したグループと、把握しないで指導したグループに分けて比較することで、技能熟達の効率化に差が生じるのか確認をすること、さらに両グループが一定の習熟を終えた際に、技能伝承に対する満足感の主観評価において差が生じるのか確認すること、また作業工程と感情状態を比較することで、苦手な工程や勘・コツの抽出が可能であるか確認することを目的としている。実験の流れを図4-3(a)に示し、確認実験風景を図4-3(b)に示す。現在、現場検証を行える時期を協力会社と調整中であり、順次技能熟達の変化を観察、分析を進める予定である。

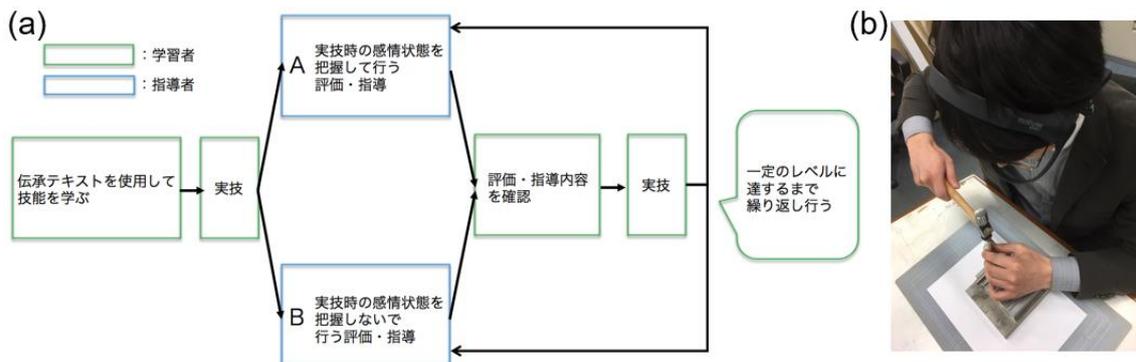


図4-3 (a) 製造業の現場導入実験での指導者・学習者作業と流れ (b) 打刻作業時の脳波計測実験風景

(3) 要素研究I：簡易脳波計測による満足感推定法の確立【達成感を伴う満足感の客観化：見える化プランのフェーズBb】

「ストレス」や「集中」といった心理状態は、その分野では一定の統一見解や定義が与えられ、その脳波推定アルゴリズムも確立されている（本グループで用いている脳波心理推定アプリはその定義に従い、1万人超データの分析により得られた成果物である）。しかし「満

足感」なる心理状態量は、心理学的にも脳神経科学的にも明確な定義はなく、ましてやその心理状態に関する脳波特徴も明らかにはなっていない。そこで本グループでは経験価値に関係すると思われる満足感として「達成感を伴う満足感」に注目・限定し、脳波を計測しながら様々なタスクにおける満足感をヒアリングして「満足感」の定義化を最初に行った。次に、本満足感を推定するアルゴリズムを開発した。満足感指標を設定するにあたっては、被験者21名を対象に達成感を伴う満足感誘発実験（トランプタワー実験。昨年度に、満足感を得やすいタスク調査として料理やゲームなど複数のタスクを実施して決定したもの）を行い、その作業中の脳波データを蓄積して、脳波分類アルゴリズムを開発した。以下その詳細を示す。

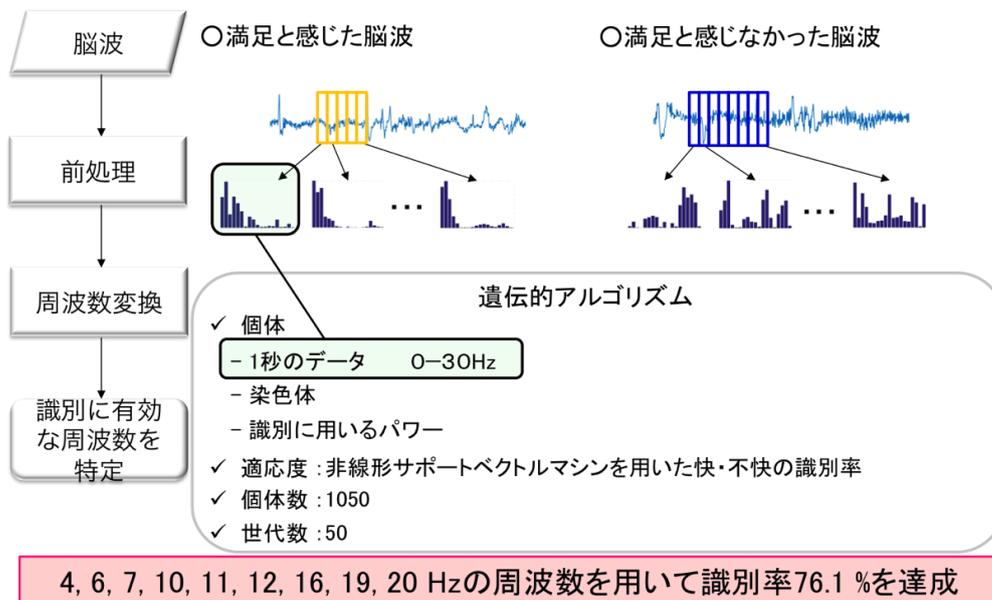


図4.4 満足感を決定づける脳波周波数の特定のためのフェーズ

Step 1 安静時の脳波計測：計測器としてmind-wave BMD（ノイズ除去付き計測器）を用い、従来研究に準じて図4.5(b)に示す国際10-20法に基づくFP1箇所を計測箇所とした。安静時の脳波計測を行い、満足なし状態の基準脳波として取得した。

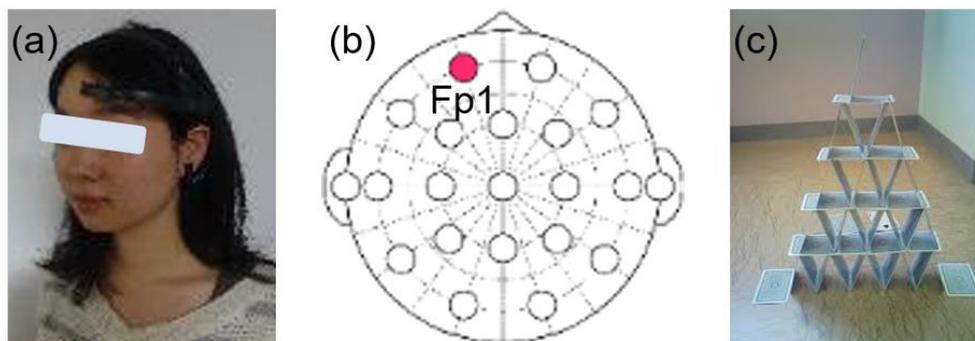


図4.5 (a)満足感推定法確立のために用いた脳波計測器 (b)脳波計測箇所（国際10-20法に基づくFP1） (c)トランプタワー実験風景

Step 2 トランプタワー実験：図4-5(c)に示すトランプタワーを被験者に作成するタスクを課し、脳波と動画を計測する。実験中は自由に会話してもらい、達成感を伴う発話（“やったー”“できた！”など）の記録と、「達成感あるいは満足感があります」といった内観報告を被験者に依頼した。

Step 3 満足感に関する語彙検出と満足感有無のインタビュー解析：脳波データと上記語彙が検出された時間帯とをタグ付けし、タグ付け時刻の前後合計20秒間の脳波を抽出した。そして被験者に4秒ごとの作業動画をコマ送りで視聴してもらい、「満足あり」「満足なし」「わからない」のいずれかの回答を依頼、その回答に応じて脳波データをグループ分けした。これら回答グループに対し、図4-6に示すように20秒間分を1チャンク窓（図4-6 4秒1窓とし5窓で1塊窓とする）として、上述の3種の脳波データセットを作成した。

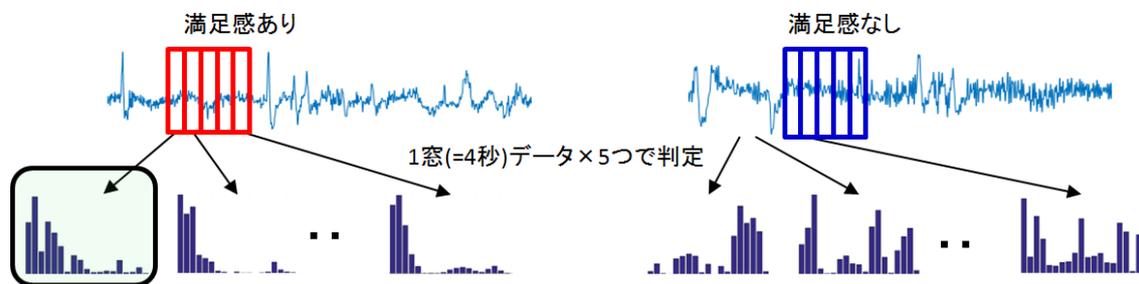


図4-6 主観回答と脳波成分の対応付けの概念図
(図中の1塊窓は4秒1窓x5窓=合計20秒で1塊窓を示している)

Step 4 「満足感」を特徴づける脳波重要周波数の特定：Step 3で得られた脳波データセットを解析し、満足を感じると回答されたときの脳波の特徴を検出した。特徴検出には遺伝的アルゴリズムを用い、満足感があると回答したときに満足が得られること、満足なしをなしと認識できる事を適応度評価とし、分類器を最適化した。その結果、満足感に特徴的な脳波周波数成分は4, 6, 7, 10, 11, 12, 16, 19, 20Hzであることが分かった。さらに満足感レベルとして定量化する計算式を導出し、これを用いて脳波から満足感の有無を推定したところ76%の確率で推定できた。

現在、以上の成果を簡易脳波計測法に適したアルゴリズムパッケージ化する作業を進めており、次年度では満足感の程度も見える化できるe-training analyzerアプリの改良を行う予定である。

(4) 要素研究Ⅱ：eラーニング学習者の心理推定法の検証【見える化プランのフェーズb】

eラーニングの状況では、指導者は直接学習者の状態を直視で確認できないため、学習者の心的情報（性格、感情、納得。以下、学習者状態と呼称）を活用した指導が難しい。そこでそれらを補う方法としてリアルタイムで学習者状態を推定し、ネットワークでオンライン状態にある指導者側に学習者状態を伝達するための生理・心理分析法を、生理・心理分析グループでは継続的に研究してきた。本年度は下記手法を、上述の実験室実験もしくは現場実験に適宜投入し、計測方法や分析アルゴリズム自体の研究、ならびにそれぞれのフィールドでの学習者分析に適用した。

4A) 眼球計測による学習個性の推定

4B) 視線計測による学習履歴の分析

4C) 脳血流計測による学習努力の定量化

4A) 眼球計測による学習個性の推定

学習効率の向上が期待される学習者特性を自動的に収集する手段の一つに、視線計測が挙げられる。本研究では計測された眼球運動の特性に基づいて学習者の教材に対する好みの推定が可能かどうかを調べた。技能の学習者は、技能動作に関する理屈を好んで学習するタイプ（理屈型）と、実際の動作を見て学習するタイプ（実践型）の2種類に大別されると仮定し、最初に研究室実験で上記学習タイプを調べるアンケートの設計とその有効性の確認、次に視線計測と学習・評価方法などの実験デザインの妥当性を検証するための準備実験を行い、最後にそれらを改善してシート介護講習会（3-3-4項（1）参照）で現場実験を行った。以下、順を追って説明する。

準備実験1：性格アンケート設計（ペルソナ評価）：学習者の理屈派-実践派傾向を定量的に評価するための性格アンケートを、心理尺度集[滝間1991, 平山2004]に基づいて作成した。理屈派ペルソナと実践派ペルソナを作成し、被験者10名にそれぞれのペルソナが答えるであろう性格アンケートの結果を回答してもらった。それぞれの想定ペルソナ回答群の平均は、実践型が110 ($s^2=105$) 点で、理屈型が60 ($s^2=92.7$) 点であり、これら2群間の平均値が有意に異なる (paired t-test, $p<.05$) ことが確認できたので、本性格アンケートは妥当と判断した。そこでマハラノビス距離を用いた判定値を用いて、以下の各実験では学習者の好み（実践派か理屈派か）を判別することとした。

準備実験2：椅子運び：上記の被験者とは別の被験者10名を対象として、eラーニング環境を模擬した実験を実施した。測定システム構成と解析の流れを図47に示す。

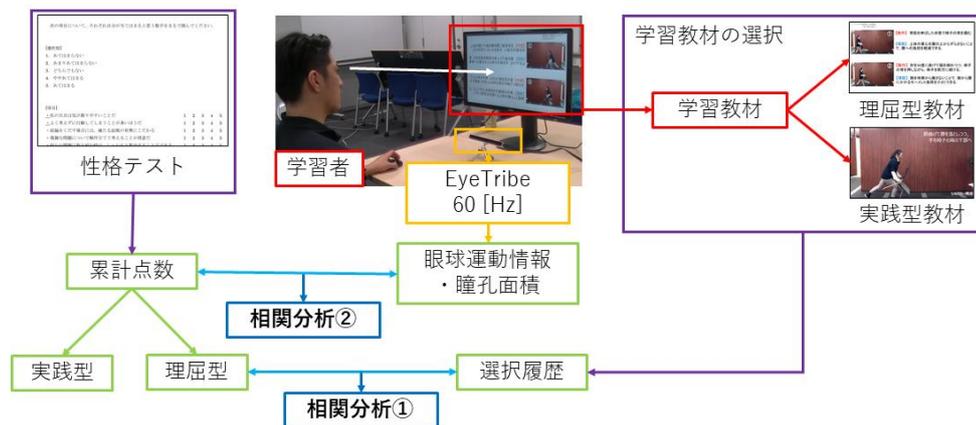


図47 眼球計測に基づく学生個性推定実験の流れ

本実験では視線計測器EyeTribeを用いて、ディスプレイ上のeラーニング教材を閲覧する学習者の眼球運動情報を計測した（図47中央の黄色枠部）。先の図36と同じ椅子運び動作（腰痛を防ぐためのノーリフト介護法の基本動作）を学習対象の技能とし、理屈派の人が好むと思われる文書ベースと、実践派が好むと思われる動画ベースの、2種類の学習コ

コンテンツを作成した。これら学習コンテンツは、ノーリフト介護に熟練した介護士の監修のもとで、写真・動作説明文・理屈説明文のレイアウト構成を基本にして作成した。その一部を図48に示す。

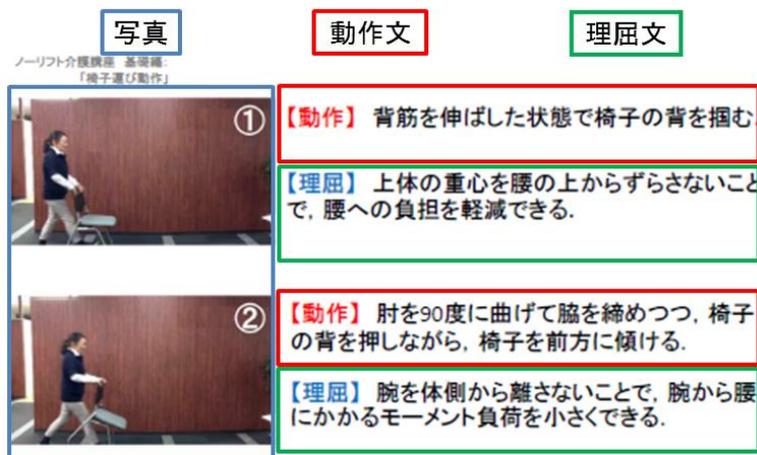


図48 椅子運び動作の学習コンテンツ（一部）

本実験では、2種のうちのひとつのコンテンツをタブレットで閲覧・操作して、2分間学習してもらい、その際の視線計測データを用いて、学習者特性(学習スタイル)の推定法を検討した。学習は4回繰り返し、1,3,4回目は理屈型か実践型の教材どちらかを学習者に任意に選択（2回目は1回目を選択しなかった方の教材を使用）してもらった。それに加え学習者には性格アンケートを依頼し、アンケートの合計点を用いて、図47に示す2種類の相関分析を行った。つまり相関分析①では性格アンケート結果と学習教材の選択履歴の相関関係、相関分析②では性格アンケート結果と1回目に理屈型教材を選択した人の瞳孔面積周波数特性の相関関係を調べた。

先の準備実験で設計した性格アンケートを用いて、被験者の学習スタイルを分類したところ、10名中5名が実践型で、残り5名が理屈型であった。続いて、この性格アンケートの点数を被験者の個性を表す従属変数に、技能学習過程で選んだコンテンツタイプの選択経緯を説明変数（実践的コンテンツを選んだ時に1、理屈型コンテンツを選んだ時に-1とした2値変数）としてロジスティック回帰分析を行った。その結果、一番フィッティングが高い場合の相関係数は0.56であり、相関は有意にやや強い（ $t(8)$, t -test, $p < .1$ ）という結果が得られた。以上から、理屈型・実践型のように個性に対応した教材の選択履歴から、個々の学習者に適した学習スタイルの推測ができることが確認できた。

準備3：ヒルベルトと相関分析：注視点の瞳孔面積の時系列データは、サッケードや瞬きにより欠損する区間が含まれるので、それら不連続部分を検出し補間するアルゴリズムを適用したあと、非定常信号解析に適したヒルベルト変換を用いて、瞳孔面積の時系列データの周波数特性を解析した。瞳孔面積データが良好で、かつ1回目の教材選択時に理屈派学習コンテンツ（非動画コンテンツ）を選択した4名分の視線情報の周波数特性をヒルベルト変換によって解析した。その周波数帯域ごとの瞳孔面積の変動の強さと性格テスト合計点との相関分析した。その結果、すべての被験者で双方実験において17-18Hz帯域の瞳孔面積変動は性格テスト結果と有意に正の相関があった（スピアマンの順位相関係数の有意性検

定： $p < .05$)。つまり実践型の人ほど17-18 [Hz]の瞳孔面積変動が強いことがわかった。

現場実験：準備3の実験室実験で得られた結果が現場でも通用するかを確認するために、現場導入Iの計測実験（3-3-3項(1)、図38参考）でのシート介護講習会の受講生4名に同様の計測実験を実施した。本講習会の対象技能であるシート介護用の、理屈派向け学習コンテンツ（図49）と実践派向けの動画コンテンツの2種を新たに作成して、本実験に用いた。

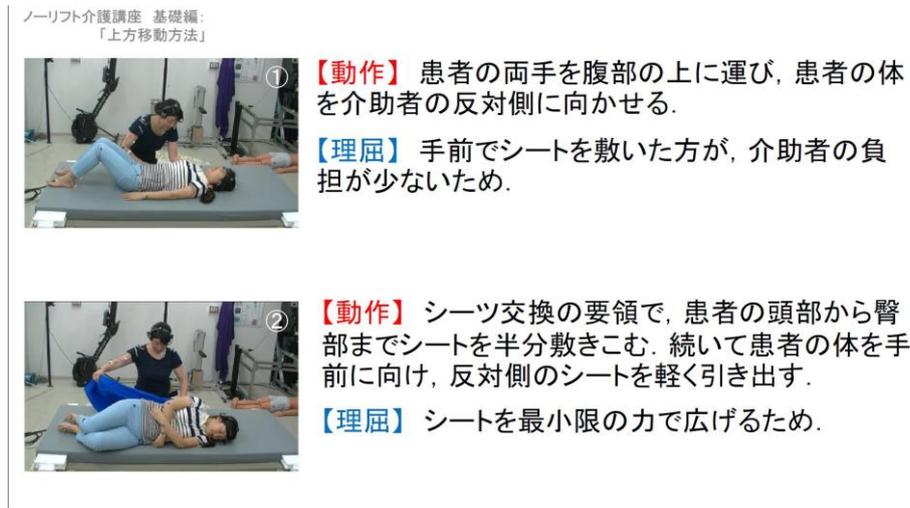


図49 介護シート動作学習コンテンツ（一部）

準備実験3と同様の計測・解析，すなわち周波数帯域ごとの瞳孔面積の変化強度と性格アンケート合計点との相関を調べた。その結果，先の準備実験の結果と同様に，今回の現場実験でも17-18Hzの周波数帯域で有意な正の相関があり（ $p < .05$ ），実践型の人ほどこの帯域の瞳孔面積変動が強いことが判明した。この成果は眼球計測で学習スタイルを推定することに貢献できると考えられ，今後は本学習スタイル推定法に基づく指導支援の有効性を検証する予定である。

4B) 視線計測による学習履歴解析

準備実験2で実施した，椅子運び技能の理屈派学習コンテンツを見ているときの学習者の視線データを用いて，学習者の学習履歴とその傾向の分析を行った。

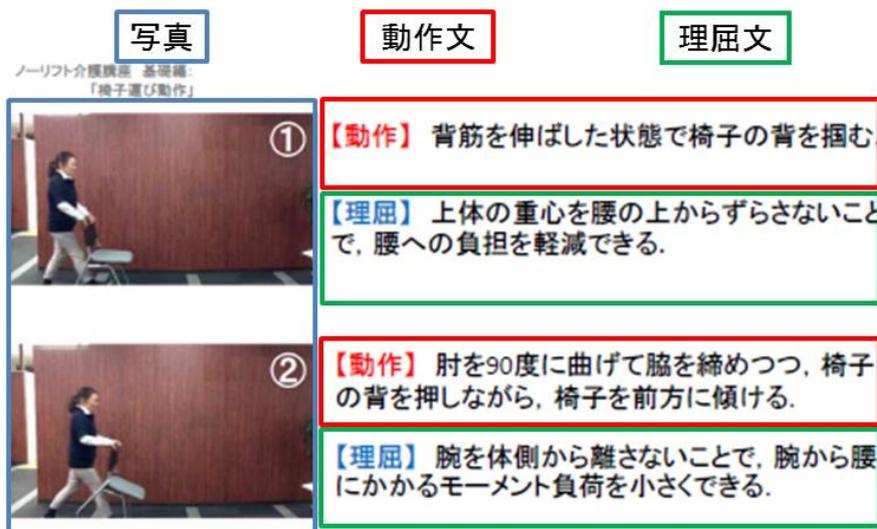


図5-0 椅子運び動作に関する理屈派向けの学習コンテンツ（一部）

なお、本計測法で想定しているモニタ固定式の視線計測器は、タブレット学習者に適した視線計測方法として有効であるが、装着式視線計測装置と比べて計測範囲が限られており、頭部がモニタ前面から大きく移動すると計測不能となる。そこでこれを補うための対策として、計測範囲を超えた場合にはユーザにその旨を通知して、視線計測範囲に誘導するための補助機能の開発を先に行った。具体的には、瞬き判定と眼球検出判定とを複合した視線計測不可判定アルゴリズムを構築し、“モニタ画面の明度変更”、“警告音”、“モニタ画面の明度変更と警告音の併用”の3通りの視聴覚的刺激の組合せで、どの方式がユーザに視線計測可能な状態を維持できるかを検証した。頭の移動を誘発させる動画を被験者に閲覧させ、その際に上記3種類の支援法を用いた時の視線計測不可の時間割合を図5-1に示す。結果として、モニタ画面の明度変更と警告音を併用した場合が有意に視線計測不可時間を低減できたので ($t(3) = 2.27$, paired t -test, $p < .05$)、この条件での視線誘導機能を起動した上で、以下の視線計測実験を行った。

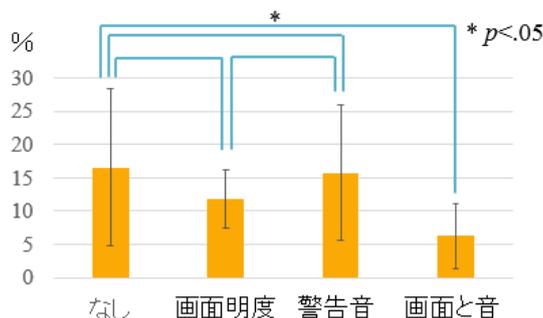


図5-1 固定式視線計測装置のための各視線誘導機能方式での計測不可時間の割合

続いて計測した視線情報と学習者の閲覧画面をキャプチャし、画面上に注視点情報を重ね表示して、指導者に学習者の注視部分が直観的にわかる動画編集ソフトを開発した。可視化ソフトを作成する上でサッカード、中心窩視野角、瞬きを考慮し、gaze plot法に準じて、

停留時間（注目度合いにほぼ対応）に応じた半径の円，注視順番の表示，視線移動軌跡などの工夫を凝らし，学習者の視線状況の見える化を図った．その注視点可視化動画のキャプチャ画面の例を図5 2(左)に，注視点可視化動画より抽出した注視割合変化の分析の例を同図(右)に示す．注視情報を可視化することで，指導者は学習者の注目意図を推測しやすいという一定の評価を得た．

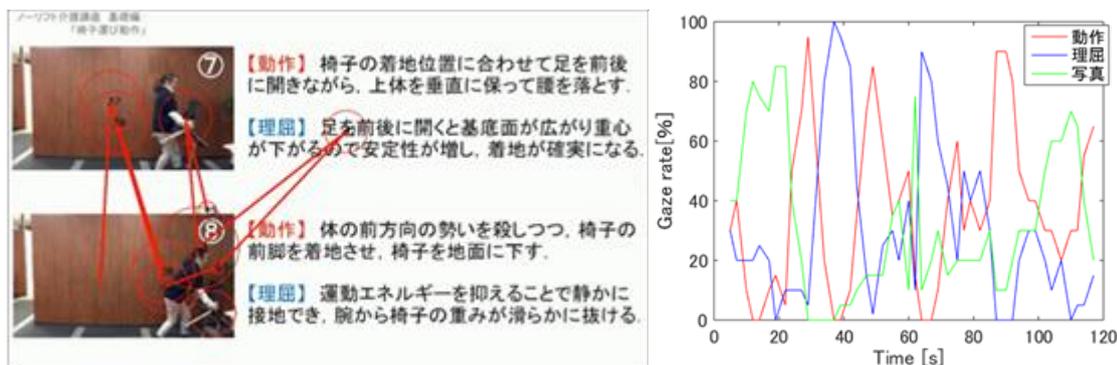


図 5 2 注視点可視化動画(左)と注視割合変化グラフ(右)

また，eラーニング教育サービスにおいて学習者好みを自動判定する一案を検討した．先の学習コンテンツ内の3つのブロックの注視割合変化を算出し，動作・理屈・写真のそれぞれの注視割合3種を従属変数に，性格アンケート点数を説明変数とする重回帰分析を被験者9名のデータを用いて行ったところ決定係数は0.148と低く，有意水準5%では上記3種は有意な説明変数でなく，現状では注視割合のみから学習者のコンテンツ好みを推定することは困難であることが分かった．今後は，他の因子の考慮，注視割合の推移などを考慮した回帰分析など，さらに解析を進める．

4C) 脳血流計測による学習努力の定量化

体動を伴う技能動作練習中の学習者の認知努力を客観的に把握する方法として，脳血流量を用いた推定法について前年度から継続的に研究を進めた．本年度は実験デザインと推定アルゴリズムに改良を加え，被験者を増やして歩行時計算タスク（図5 3(a)）とシート介護動作タスク（図5 3(b)）の2種を行った．

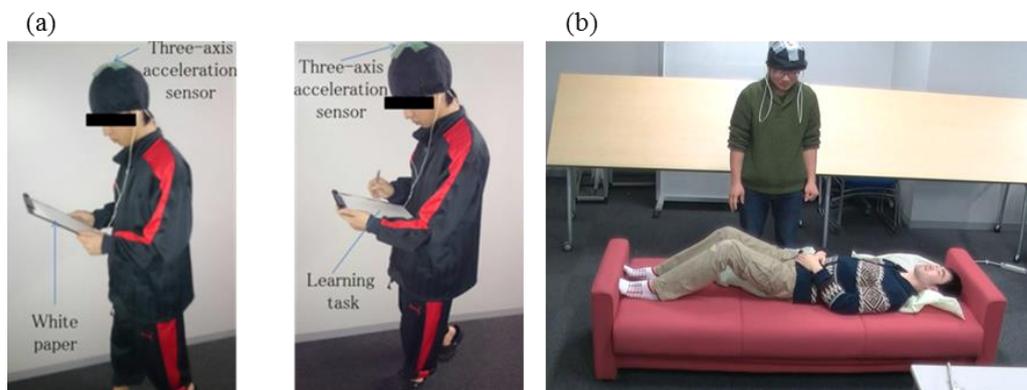


図 5 3 実験風景: (a)歩行時計算タスクと(b)シート介護動作タスク

歩行時計算タスクでは、歩行時と着座時で数学タスクを解いている際の、前頭葉の脳血流量を計測し、前年度に開発したアルゴリズムの改良版で認知負荷量を推定した。その認知負荷推定法による判定結果の正当性を検証したところ、その有意性を着座時 ($p < .02$) および歩行時 ($p < .01$) の双方で確認できた (ウィルコクソンの順位和検定: $N = 8 \text{ case} \times 4 \text{ person}$)。

続いて、本手法が実際の技能現場で実用可能であるかどうかを確認するために、シート介護動作時の認知負荷推定にも適用した。被験者には動画で技能動作を学習してもらい、そののち介護動作の練習を行いつつ、前頭葉の脳血流量を計測した (図5-3(b))。本実験時の推定認知負荷量の変化の例を図5-4に示す。本推定アルゴリズムに関わる移動窓区間や相関計算の周波数帯域を被験者毎に調整したところ、有意に認知負荷を検出できることが確認できた (ウィルコクソンの順位和検定: $N = 6 \text{ case}$, $p < .05$)。今後は、これら個人差調整の不要な汎用的な手法の確立に向けて、引き続き研究を進める。

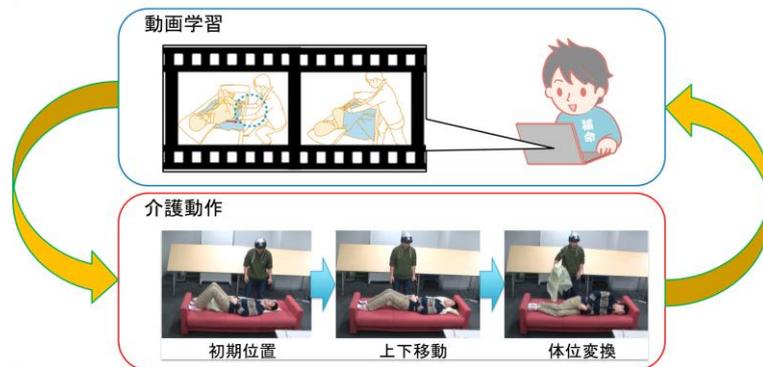


図5-4 認知負荷推定法検証のための計測実験の流れ (対象技能はシート介護動作)

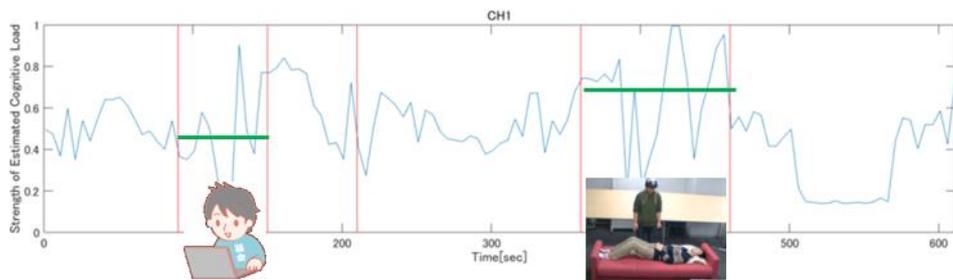


図5-5 シート介護動作時の認知負荷の推定結果

3-3-5. 動作分析・3次元表示

(1) スライディングシートを用いた介護動作の技能解析と教育システム

昨年度までの研究では、介護ツールのスライディングシートを用いた動作に対して、定量的な分析によって3つの技能を抽出し [Nakagawa 2014], 技能教示の優先順位を検討した [中川 2014]. これらの研究成果を踏まえ、本年度では、リンクモデルを構築し、シミュレーションを用いて腰部負荷が最小になる動作を生成し、これまでに得られた技能ポイントと照合し、定性的に定義された技能の力学的な合理性を説明した [中川 2015]. 具体的に、肩、肘、手首、腰、膝、足首を表現する7リンクモデルを構築し (図5-6)、ラグランジュ運動方程式

を立て、シートを引っ張る際に手にかかる力を摩擦係数によって計算し、腰部モーメントを最小化するような関節角度を最適化計算により算出した。シミュレーションにより腰部負担を最小化するような動作を生成した結果、腰部負担をより軽減するためには、体幹屈曲角度を垂直に保つことが重要であると分かった。

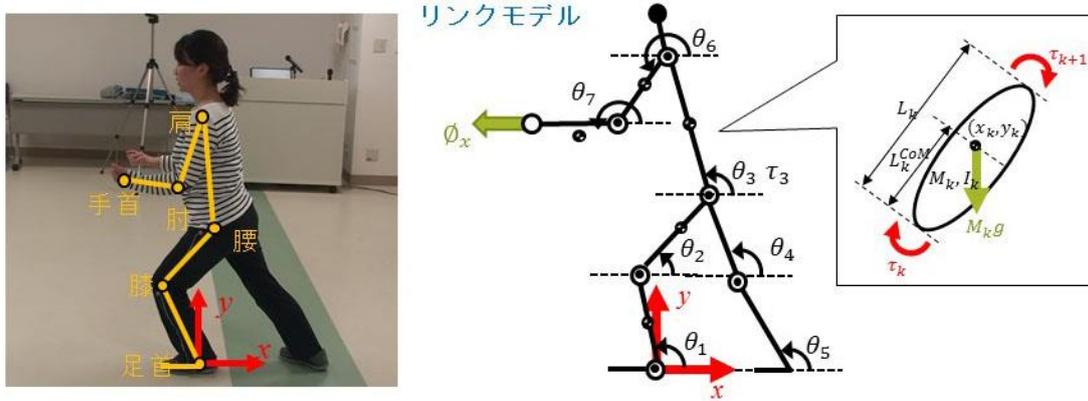


図5-6 シミュレーションに用いたリンクモデル

さらに、実際の学習者が様々な姿勢でシートを引く際に、腰にかかる負荷を計算するため、学習者の動作を計測し、回帰分析を用いて姿勢と腰部負荷の関係を調べた[Wen 2015]. 具体的に、学習者の姿勢と動作をモーションキャプチャと床反力計を用いて計測し、OpenSIM (Sun Microsystem Inc., version 3.2) を用いて股関節モーメント (i.e.,腰部負荷を反映するもの) を算出した。さらに、腰の曲げる角度、足の開く角度、および上腕と体幹の角度を独立変数として、股関節モーメントに対する予測効果を分析した。その結果、シートを引く際に、股関節モーメントが減少するため、足を大きく開き、引っ張る力の方向に体幹と腕の伸ばすことが有効であることが分かった。

これらの成果に基づいて、シートを引っ張る際に学習者の映像に、推奨姿勢を重畳表示する教育システムを開発した(図5-7)。このシステムでは、人間の動作を簡単に3次元計測可能なKinectカメラを用いて、引っ張る動作をリアルタイムに映すと同時に、推奨姿勢のスケルトンを画面に表示し、自分の姿勢を表すスケルトンを推奨姿勢に近づけることによって、動作を矯正することが可能になる。このような教示システムでは、学習者にリアルタイムフィードバックを与えるため、教示効果が高く、学習の意欲を促進することが可能である。

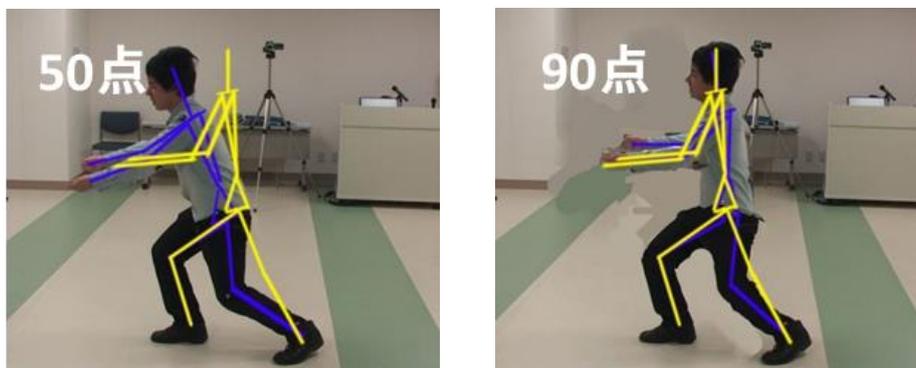


図5-7 Kinectカメラを用いた技能教示システムのイメージ図

さらに、実際の介護・看護の現場において、シートを使った介護技能の学習過程と教育方法を分析するため、日本ノーリフト協会が開催したセミナーおよび講習会において、介護・看護職の受講者のシート引き動作をKinectカメラで複数回計測し、技能教育の方法による技能の習得効果および現場への波及効果を検討した[温 2016]。Kinectカメラの計測結果に基づいて技能ポイントを採点した結果、セミナーの受講者では、初回の受講でシートの使用方法について集中的に練習し、受講直後に高いレベルの技能を身に付け、2週間ほどの間隔を置いても技能の忘却が少なかったことが分かった。また、シートを持ち帰った間でも、職場で活用していることが分かった。一方、講習会ではノーリフトの理念を集中的に学習し、シートそのものの練習時間が短かった。その結果、学習直後の技能レベルが低く、時間の経過とともに、技能の忘却が見られ、現場での使用の殆どなかったことが分かった。この現場検証の結果により、ノーリフトの技能教育を行う際に、理念に着目した教育方法よりも、実用的な道具の使用方法を集中的に教え、練習させた方が効果が高いことが分かった。また、今回の技能教育現場で測定した技能動作のデータは、教師によるコメントと共に、本プロジェクトが構築した技能教育データベースに保存され、技能のeラーニングに役に立っていく。

(2) ローイング動作における筋活動のリアルタイム提示教育システム

スポーツ競技におけるパフォーマンスとは、ある動作を行った際に生まれる成果とされている。熟練者は高いパフォーマンスを発揮するために、熟練した且つ特徴的な身体の使い方を持っている。その中に、筋肉の使い方におけるタイミング・パワーが重要な側面であると考えられる。しかし、動作中の筋肉の活動では、外見から確認することが難しいため、筋肉の使い方に関する教育・理解は難しい課題とされている。そこで、本研究では筋電計、モーションキャプチャを用いて、まず熟練者の動作中の筋活動を可視化した教育コンテンツを作成した。それから、初心者筋活動を動作に合わせてリアルタイムに表示するシステムを開発し、自分の筋活動を確認しながら練習することによって、目標となる筋活動との差分が容易に理解できる。

昨年度までの研究では、スクワットとローイング動作の熟練者の筋活動を計測し、その筋活動の強さを色で表し、可視化する方法を開発した[Yanai 2014] [柳井 2015a]。今年度では、筋活動の可視化を実際の映像にリアルタイムに重畳表示し、その教育効果を検証した。具体的に、まず、熟練者における筋肉の特徴的な活動パターンを、競技経験歴が5±3年の熟練者5名と競技経験8±1ヶ月の初心者5名を比較する方法で抽出した。特徴的な筋肉活動のパターンの抽出を行った。計測の対象であった筋肉は、ローイング動作に必要な筋肉と指摘された筋肉のうちの下肢の筋肉、大殿筋、大腿直筋、大腿二頭筋、ヒラメ筋、腓腹筋、前脛骨筋の6か所であった(図5-8)。筋肉の活動パターンを、最大活動量と活動のタイミングの2種類に分け、それぞれに対して分析を行った。最大活動量に関して、熟練者と初心者間に有意な差が見られて筋肉は大腿直筋と大腿二頭筋であった。この2つの筋肉の活動を表現することによって、ローイング動作の技能をうまく伝えることが可能であろうと考えられる。それから、筋活動のタイミングを分析するため、熟練者同士、および熟練者と初心者間の筋活動の相関を計算した結果、大腿直筋、腓腹筋、および前頭脛骨筋の3つの筋肉において、熟練者同士の相関が高く、熟練者と初心者間の相関が低いことが分かった。したがって、この3つの筋肉の活動のタイミングは、熟練者の技能を表すと考えられる。

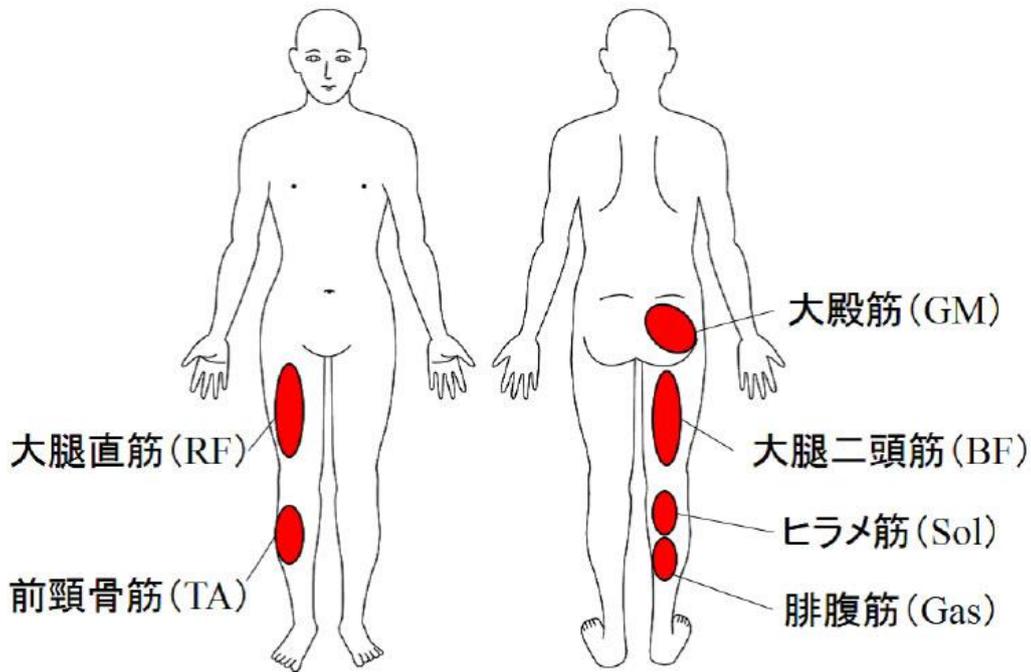


図5.8 ローイング動作において計測対象となった筋肉

次に、筋活動量と活動のタイミングの両方が熟練者において特徴的なパターンを示した大腿直筋を対象として、その筋活動を可視化し、初心者に対する教育効果を検証した。具体的に、大学ボート部に所属する2名の初心者（競技歴9か月）のローイング動作をモーションキャプチャ、ビデオカメラ、および表面筋電計で計測した。熟練者の筋活動のパターンを熟練者のローイング動作に重畳表紙する教示法、および初心者自身の大腿直筋の活動量を動作に合わせてリアルタイムに重畳表示する教示法を行い、その効果をローイングマシンの仕事量で評価した。その結果、熟練者の筋活動パターンを視覚的に学習した結果、初心者の自身の筋活動も改善され、仕事量が増加した。さらに、初心者自身の筋活動をリアルタイムにフィードバックした場合、最も大きい学習効果が見られた。スポーツにおける筋活動の技能教育を行う際に、可視化とともに、リアルタイムなフィードバックを与えることの重要性を示した。

(3) テニスのスイング動作における自動視点決定システム

スポーツは、日常的に必要な体力の推進やストレスの解消、コミュニケーションの促進など健康を維持することや、人々の生活を豊かにすることが広く認知されている。スポーツを継続的に楽しむためには、技能向上に向けて練習を行う過程や、その結果として技能が向上したという満足感を得ることが大切である。技能向上のために、指導者から指導を受ける場合、指導者がいる施設に通って習う場合が多い。例えば、テニスの技能を向上させたいと思っている人は、テニススクールや地域公共団体が運営する地域スポーツクラブなどに通い、そこに在籍する指導者から直接指導を受ける。このように、スポーツを習う場合、ある特定の施設に通いその施設の指導者から直接指導を行うという「対面式教育」が一般的である。しかし、決まった時間に決まった場所に通うことが学習者の負担にな

り、習っているスポーツをやめることにつながっている。また、学習者が指導を受けることができる指導者は住居の周辺地域で教育を行っている指導者に限定され、学習者の技能の上達はその指導者の知識や指導技術などの力量に効果が左右されてしまう。本研究では、テニスのスイング動作を対象とし、動作の自主トレーニング支援として、自分の動作と手本動作の間の差を最もわかりやすい視点を自動的に決定するシステムを開発した。

具体的に、まず熟練者のスイング動作をモーションキャプチャで計測した。次に、初心者が同じ動作を行う際に、体格を正規化した熟練者の動作を、初心者の動作を表す画面に重畳表示し、熟練者の動作を随従するように練習させた。その際に、初心者と熟練者の動作の差を最も大きく表現できる平面を計算し、その平面と垂直な視点から、初心者の動作と手本動作を提示した（図59）。手本動作との差がわかりやすい視点を自動的に提示する自主トレーニングシステムは、より短い時間に模倣動作の上達に繋がると考えられる。さらに、本システムの効果を検証するために、4名の被験者に本システムを使用し、学習前よりも、学習後の動作が手本動作に近づけたことがわかり、本システムの有用性を証明し、動作学習における視点提示の重要性を示した。

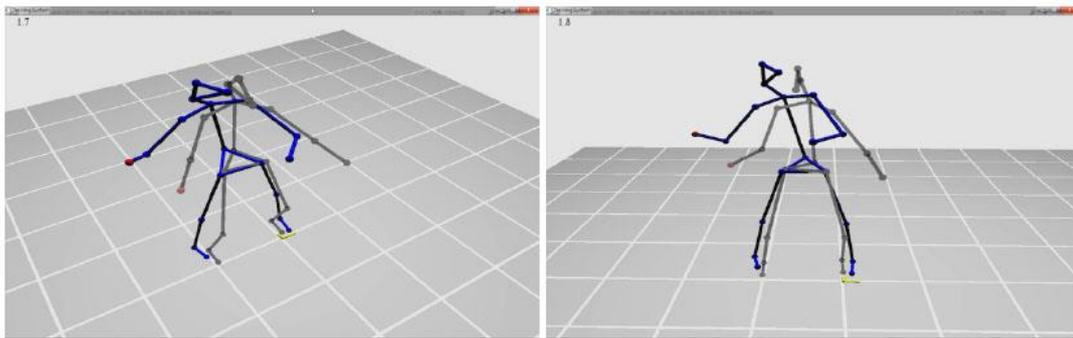
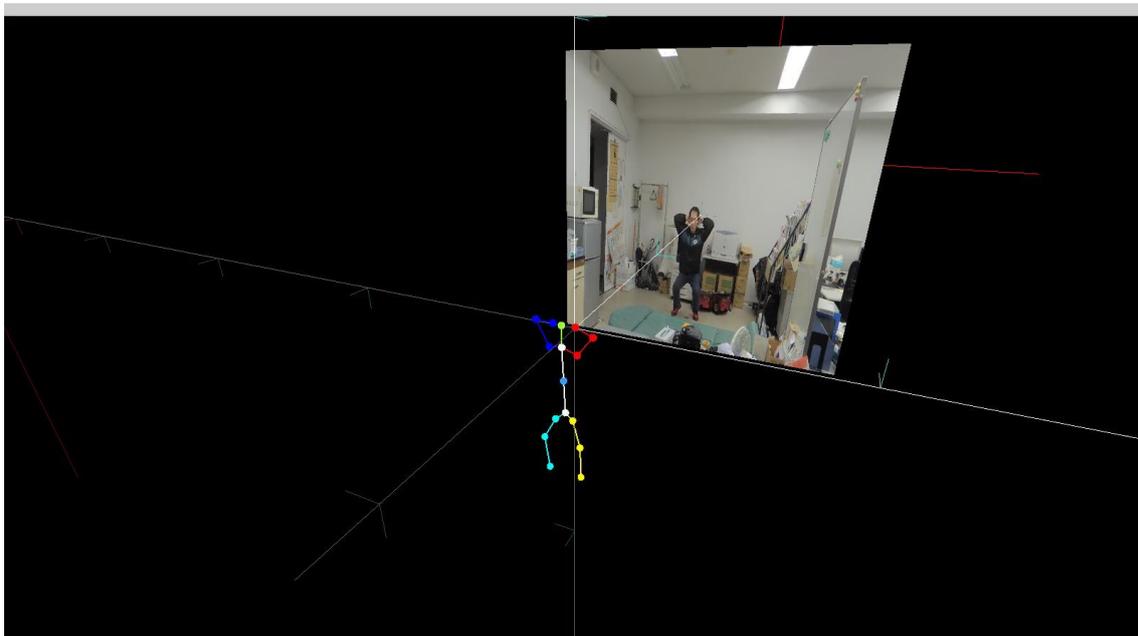


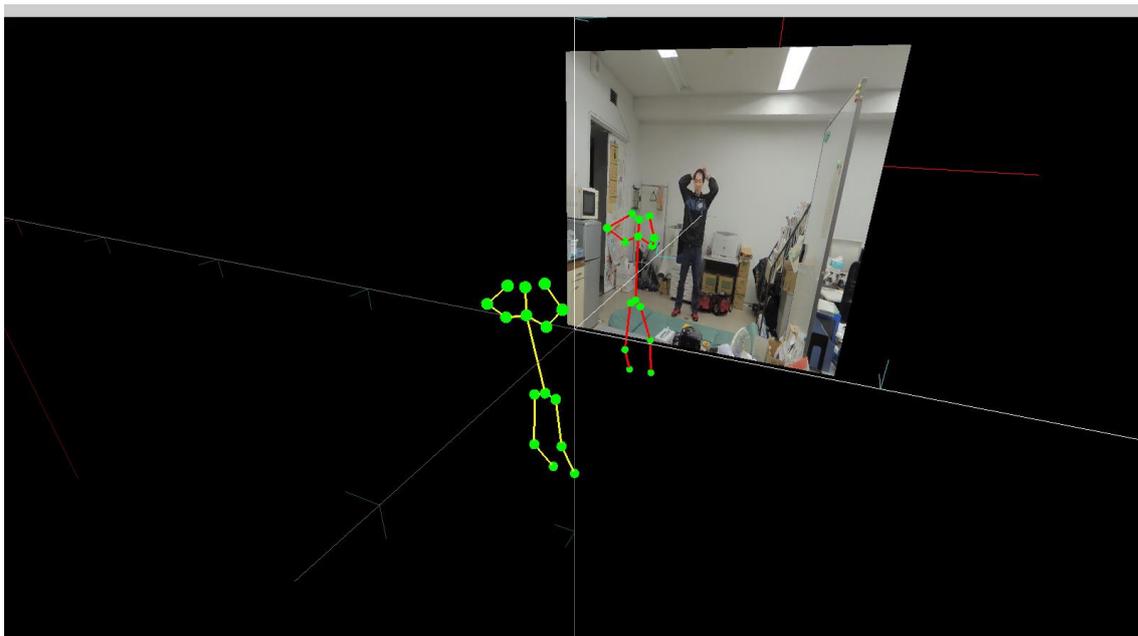
図59 手本と学習者の動作を重畳表示した画面の例

（4）映像からスケルトンモデルを応用した可視化技術

カメラ映像は、通常のカメラにより撮影を行い、数点のランドマークを指定することによりスケルトンモデル映像を生成可能とした。通常は、RGB-Dセンサによる検出データをもとにランドマークを生成するが、本研究においては、通常のカメラ映像から指定したランドマーク情報を用いてデータ構築を行いスケルトンモデルが生成される。図60に生成したスケルトンモデルを示す。また、別な対象者のスケルトンモデルとの比較映像も生成可能となった。



(a)



(b)

図6.0 カメラ映像から生成したスケルトンモデル

(5) カム曲線を用いた熟練者と初心者の動作の評価法

熟練者と初心者の動作を定量的に評価する方法として、動作の軌跡に対して美的曲線近似することにより軌跡の形状を比較する手法を提案した。提案手法を用いて熟練者と初心者の動作を比較した場合、熟練者の方が美的曲線に近いという結果になったため美的曲線近似による評価ができる可能性を示した。今後は、 $\alpha = -1$ 、 $\beta = -1$ の限定した美的曲線だけではない

対数型美的曲線や他の曲線を用いて軌跡の評価が行えるかを検討する。動作の軌跡の形状と速度・加速度を組み合わせることで、より定量的に評価できるかどうかを検討する。さらに動作の躍度を調べることで熟練者と初心者との差異が見られるか検討する。

(6) サッカーにおける個人基本技能の習熟度判定システム

サッカーにおける技能は個人基本技能とチーム戦術・戦略に大別される。ここで、前者のみ研究対象とし、後者は今回取り扱わない。個人基本技能の習得は以下の3ステップに大別できる。

第1ステップ: ボールキック習得

第2ステップ: ドリブル習得

第3ステップ: ポジショニング

第1ステップのボールキックは初歩の初歩であるがゆえにかえってきちんとした形での習得は難しい場面がある。いわゆる草サッカーではなく、サッカースクールでサッカーを学ぶ際の問題として、頻度が限られることが挙げられる。本研究では、自習練習を行う際のeラーニング支援システムとして、サッカーにおける個人基本技能の習熟度判定システムの開発を行った(図61)。



図61 サッカー個人基本技能習熟度判定システム

本システムでは、カラオケ採点システムのように、キック動作の簡易採点およびコメントフィードバック機能の実装を目指した。ボールキック技能習得の際には、インサイドキック、インステップ・アウトステップキック、インフロント・アウトフロントキックの順に学んでいくとのことから、システム開発の基礎検討として、インサイドキックを対象とする。具体的に、以下について検討を行った。

- A. 初心者と熟練者の識別
- B. 簡易自動採点
- C. 被験者間、試行間の傾向分析 → コメントフィードバックの可能性

本プロジェクト全体の中での位置づけとしては、基本技能習得のための教示プロセス①提示、②理屈、③実践、④比較、⑤認識、⑥矯正、⑦反芻、⑧評価、⑨認定、⑩交流のうちの③実践(やらせてみる)、④比較(違いをしらせる)、⑤認識(違いを認識させる)に相当する。なお、関連する研究開発成果発表のうち、「A. 初心者と熟練者の識別」に関するものは[Miyashita 2015a] [Sato 2015]であり、「B. 簡易自動採点」および、「C. 被験者間、試行間の傾向分析」に関しては一定の成果は出ているものの、精度検証・発表準備をしている段階であるため、本実施報告書には記載しない。

また、[山辺 2015] [Yamabe 2015]は行動認識のための特徴量検討、[Imanari 2016][阿部 2015][今成 2015][Miyashita 2015b][宮下 2015]は初心者と熟練者の識別手法の検討段階で副次的に得られた人物再同定に関する結果をまとめたものである。すべて、本グループの研究に密接に関連する。

本研究では、サッカー動作に最も基本的な技能として、インサイドキックを対象とした。インサイドキックのbeginnerとexpertの判定は元Jリーガーで現在はミズノサッカースクールコーチである堂森勝利氏がプロフェッショナルの観点から5つの評価基準を基に行った。図62にインサイドキックの評価基準を示す。

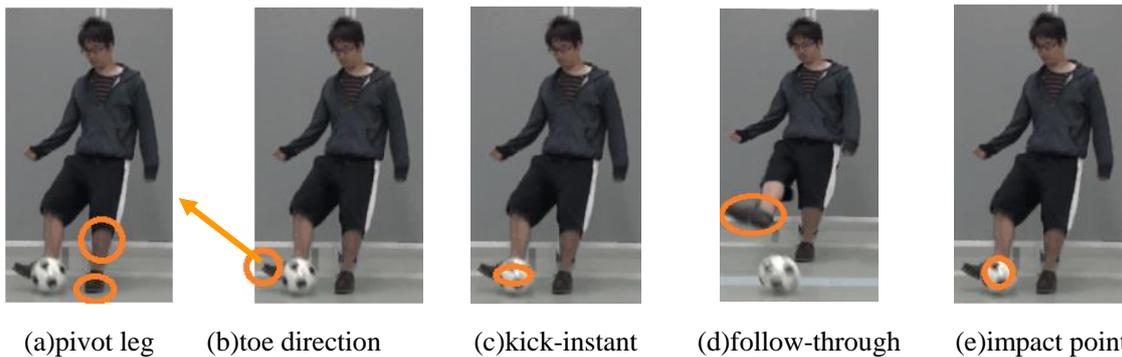


図62 インサイドキックの評価基準

図62に示した評価基準に基づいて、プロフェッショナル・堂森氏が判定した結果に基づき、後述するデータセットを分類して正解データ (Ground Truth) とする。Ground Truthと提案手法の分類結果を比較、評価を行うことで提案手法の有効性を示す。

次に評価用のデータセットについて述べる。評価用データセットは図63に示す撮影環境の中で作成した。指定された位置から、円筒状の目標を狙ってキックを行う。指定位置と目標の間は6[m]に設定する。被験者1名につき5回施行を行う。現在、解析済みのデータは30名分、150施行である。30名は、自己申告によりbeginner12名、expert18名と分けられるが、人間である以上、すべての試行で同一の結果を残すことはできないと考える。そこで、被験者のプレを軽減するために、試行ごとに評価基準に基づいて評価を行った。結果として、自己申告熟練者の試行でも初心者扱いされることがあり、逆も同様となる。

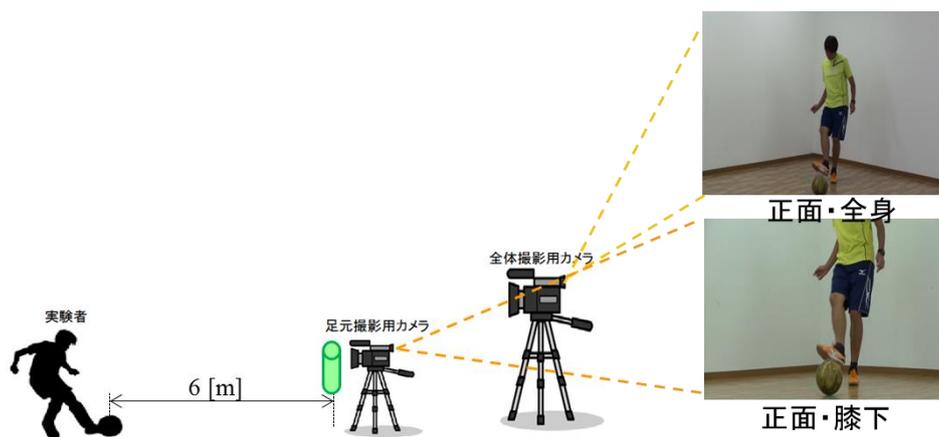


図 6 3 撮影環境

提案手法では、キック動作の動画の処理・解析を行い、基本技能習熟度判定を行った。動作の特徴抽出にはDense Trajectories (DT) [Wang 2013]を用いた。本グループの研究において、宮下らはDTを用いて個人のクセを除去したギターのピッキング動作熟達評価を行い、成果を出している[Miyashita 2015]。また、特徴表現・ヒストグラム化に関してはBag-of-Featuresを利用した。

本年度検討を行った「A. 初心者と熟練者の識別」「B. 簡易自動採点」「C. 被験者間、試行間の傾向分析」に関しては、それぞれ下記の手法を用いる。

- A. 初心者と熟練者の識別：主成分分析 (PCA) で2次元散布図作成
- B. 簡易自動採点: 回帰モデルを用いた得点評価 (Support Vector Regression)
- C. 被験者間、試行間の傾向分析：類似度相関行列による可視化

なお、前述の通り、「B. 簡易自動採点」および、「C. 被験者間、試行間の傾向分析」に関しては一定の成果は出ているものの、精度検証・発表準備をしている段階であるため、これ以降「A. 初心者と熟練者の識別」についてのみ記述する。

さて、特徴抽出に用いるDTは、微細動作の取得・評価が可能である。画像ピラミッドを生成し、画像中の特徴点を抽出、画像ピラミッドの各スケールでの密な軌跡生成を行い、生成された軌跡上で以下の3つの特徴量を計算した。

- ・Histogram of Gradient (HOG)：輝度勾配の強度と方向を算出、ヒストグラム化。幾何学的変化および照明変化に頑健、対象の大まかな形状情報を抽出
- ・Histogram of Optical Flow (HOF)：オプティカルフローをHOGと同様に表現することで、動き情報を抽出
- ・Motion Boundary Histogram (MBH)：人の動きをx, y方向に微分、それぞれy軸, x軸方向動きの境界情報を抽出

特徴表現・ヒストグラム化に関してはBag-of-Featuresを利用した。DTによって抽出した特徴量は情報量が多く解析が困難であった。そこで類似特徴量をクラス分けするBag-of-Features(BoF)により特徴量の解析を容易にした。DTによる特徴抽出および

Bag-of-Featuresによるヒストグラム化・ベクトル化の後、得られた特徴HOG, HOF, MBHx, MBHyを用いた「A. 初心者と熟練者の識別」を行った。各特徴に対して、主成分分析を行い、2次元散布図を作成した。作成した2次元散布図において、プロフェッショナルの判定によるGround Truthに基づいてbeginnerとexpertを色分けした。HOG特徴量とMBHx特徴量の2次元散布図を図6-4に示す。beginnerとexpertが混在し、識別が困難であることが確認できた。また、HOF特徴量とMBHy特徴量の2次元散布図を図6-5に示す。beginnerとexpertが混在せず、識別可能性が見て取れる。

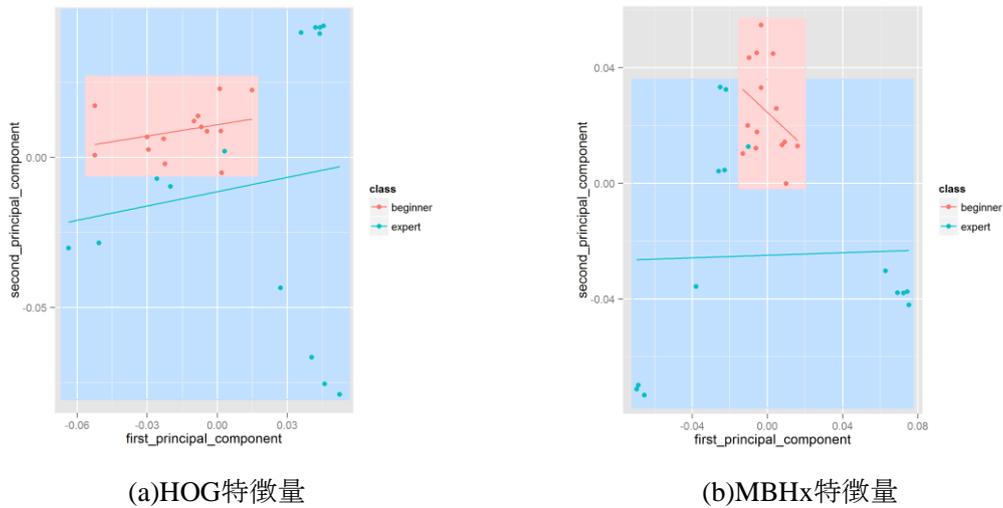


図 6 4 HOG特徴量とMBHx特徴量の2次元散布図

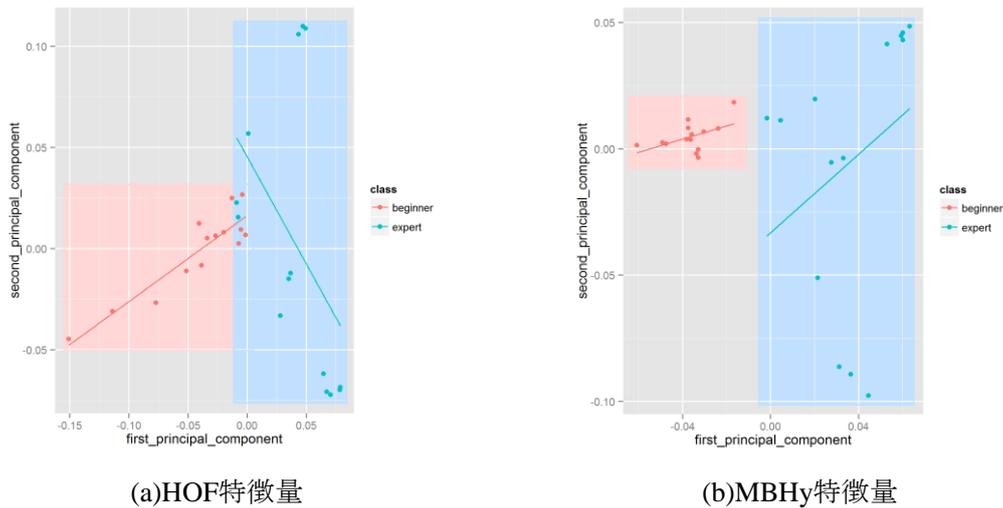


図 6 5 HOF特徴量とMBHy特徴量の2次元散布図

以上、「A. 初心者と熟練者の識別」「B. 簡易自動採点」「C. 被験者間、試行間の傾向分析」のうち、「A. 初心者と熟練者の識別」に関しては、主成分分析(PCA)で2次元散布図を作成し、HOF特徴量とMBHy特徴量を用いることで識別可能である可能性が示唆されたといえる。「B. 簡易自動採点」「C. 被験者間、試行間の傾向分析」に関しては精度検証が終

わっていないため詳細を略しているが、前者に関してはSupport Vector Regressionによる回帰モデルを用いた得点評価により簡易自動採点の可能性を示唆する結果を得ており、後者に関しては類似度相関行列による可視化・個人のクセ除去を行い、一定の知見を得ている。今後、これらの結果の検証を急ぎ、eラーニングシステムを念頭においたサッカーにおける個人基本技能の習熟度判定システムの開発に活かす予定である。

3 - 4. 会議等の活動

年月日	名称	場所	概要
2015.5.19	ミズノサッカー教室技能教育打ち合わせ	京都	ミズノサッカー教室の技能教育システムの開発に関する打ち合わせ
2015.6.3	コアメンバー会議	東京	プロジェクトの進捗と今後の研究方針に関する打ち合わせ
2015.6.15	コアメンバー会議	東京	プロジェクトの進捗と今後の研究方針に関する打ち合わせ
2015.6.15	ノーリフト協会打ち合わせ	神戸	日本ノーリフト協会における現場検証に関する打ち合わせ
2015.6.23	コアメンバー会議	東京	プロジェクトの進捗と今後の研究方針に関する打ち合わせ
2015.7.2	Kinect計測に関する打ち合わせ	東京	Kinectカメラを用いて現場計測を行うための打ち合わせ
2015.7.11	コアメンバー会議	東京	意見交換会の準備に関する打ち合わせ
2015.8.5	高槻病院歩行見学	大阪	アシストを用いた歩行リハビリの技能抽出のための現場調査
2015.8.6	コアメンバー会議	東京	プロジェクトの進捗と今後の研究方針に関する打ち合わせ
2015.8.7	現場検証打ち合わせ	東京	日本ノーリフト協会の研修における現場検証に関する打ち合わせ
2015.8.26	PJスケジュール確認及び実験方法打ち合わせ	ミズノ東京本社	実験の方法について打ち合わせ
2015.9.27	技能抽出・DB化Grサブミーティング	産業技術大学院大学	本Grの進捗状況の報告と今後の研究方針に関する打合せ
2015.10.8	現場検証打ち合わせ	東京	日本ノーリフト協会の研修における現場検証に関する打ち合わせ
2015.10.14～10.15	ノーリフトケアコーディネーター養成講座7：eラーニング説明	神戸	ノーリフトケアコーディネーター養成講座7：eラーニング説明

2015.10.17	eラーニング説明 取り組み 協力 説明	名古屋	eラーニング説明取り組み 協力 説明
2015.10.19～ 10.21	施設での取り組 み協力説明	鹿児島	施設での取り組み協力説明 クオ ラ
2015.10.20～ 21	サッカーボール キック実験	ミズノフット サルプラザ垂 水&潮芦屋	スクール生及びコーチを対象にビ デオ撮影を実施
2015.10.26～ 10.30	取り組み 協力説 明・RISTEXミー ティング	東京・神奈川	取り組み 協力説明・RISTEXミー ティング 伸こう福祉会・三田あ すみの丘
2015.10.30	プロジェクト全 体会議	東京	プロジェクトの進捗と今後の研究 方針に関する全体報告会議
2015.11.10	実験結果進捗確 認MTG	東京電機大学	10月撮影データの分析状況を確認
2015.11.11	日本ノーリフト 協会セミナー	神戸	日本ノーリフト協会セミナーにお ける現場計測の実施
2015.12.1～ 12.3	シートの使い方 2・ノーリフトケ アコーディネータ ー養成講座・ノ ーリフトeラーニ ングコンテンツ 確認	神戸	シートの使い方2・ノーリフトケ アコーディネーター養成講座・ノ ーリフトeラーニングコンテンツ 確認
2015.12.9～ 12.10	ノーリフトケア コーディネータ ー養成講座(シー ト応用編)	神戸	ノーリフトケアコーディネーター 養成講座(シート応用編)
2015.12.17	第2回コンサル ティング研修	大阪	コンサルティング対象施設でのe ラーニングコンテンツ使用
2015.12.21～ 12.24	シートの使い方 3・ノーリフトケ アコーディネータ ー養成講座・ノ ーリフトeラーニ ングコンテンツ 確認	神戸	シートの使い方3・ノーリフトケ アコーディネーター養成講座・ノ ーリフトeラーニングコンテンツ 確認
2016.1.20～ 1.21	eラーニング活用 説明と協力依頼	高知	eラーニング活用説明と協力依頼 高知大学付属病院等
2016.1.21	実験結果進捗確 認MTG	東京電機大学	10月撮影データの分析状況を確認

2016.1.26	ノーリフトeラーニング説明	東京	ノーリフトeラーニング説明 伸こう福祉会
2016.2.4 ~ 2.6	近隣組織（奄美医師会など）への挨拶回り・地域への説明・移動	奄美	近隣組織（奄美医師会など）への挨拶回り・地域への説明・移動 奄美中央病院
2016.2.16	現場検証打ち合わせ	東京	現場検証の計測データをDBに蓄積する手順に関する打ち合わせ
2016.2.18	DB使用に関する打ち合わせ	神戸	DBへの講師コメントの入力に関する打ち合わせ
2016.3.2	実験結果進捗確認MTG	東京電機大学	分析状況の確認とスケジュール確認
2016.3.8 ~ 3.11	コーディネーターノーリフトeラーニング画像使用意見交換と使用告知	神戸	コーディネーターノーリフトeラーニング画像使用意見交換と使用告知
2016.3.29	全体会議	神戸大学	各Grの進捗状況の報告と今年度報告書作成に関する打合せ

4. 研究開発成果の活用・展開に向けた状況

教示法開発・実証グループでは、実際に有料で行われている日本ノーリフト協会主催の研修に参加している看護師／介護士に対して研究成果の実証を行っており、事業展開の意思決定を行う協会長自らが実験に参加し、実証の中から現事業に取り込めるものを取り入れつつ推進している。たとえば、介護研修で実際に使われるDVDテキストができあがり、その利用がスタートした。

ミズノでは神戸で運営しているサッカー教室でヘッドコーチと生徒に協力してもらい自宅での復習時に正しく振り返りができるための見える化と自動評価システムの実証を行い、サービス生産性向上に使えることが確認され、精度、コストダウン、教示プロセスとの親和性の改善をはかることにより実際の教室に導入していくことを検討している。

技能抽出とDB化では、これまで介護、スポーツなどの学習過程における指導記録をビデオ、3次元動作分析動画、指導記録のドキュメントなどをマルチメディアコンテンツとしてサーバに蓄積し、この分析をこれまで行ってきた。本Grでは、これらのデータを分析し、指導者と学習者の経験価値と価値共創が生じるメカニズムの分析を行う。この分析を通して、経験価値を高め、価値共創を誘導できるような学習法を見出し、これをデータベースとして蓄積することで、これまでないサービス価値の高い技能教育サービスに貢献できるeラーニングシステムの基盤構築を図る予定である。

生理・心理分析グループでは、感性アナライザ（本年度開発した、動作計測機能付きeラーニングアプリe-training analyzerの原型）を用いて、認知症レベルIV患者の心理状態をリア

ルタイムで表示させる介護現場介入を、宮崎県都城市特別養護老人ホーム「ほほえみの園」の協力を得て行った。その際に、患者の知人の名前や言葉に大きく反応する事が分かり、要介護者と介護者とのコミュニケーションをサポートできる一面を見た。本Grでの心理計測技術は、技能サービス関連のみならず、介護の直接関わる人々の心の支援も行えると捉え、今後その方面への展開も視野に入りたいと考えている。

動作分析・表現グループでは、昨年度に引き続き、日本ノーリフト協会の介護技能者から介護技能に関するレクチャーを受けると同時に介護技能に関するヒアリングを行い、試行的に非技能者に技能伝達を行う取り組みを行った。また、ミズノスポーツのサッカースクールコーチにヒアリングを行い、同様にコーチング技能に関する取り組みを行った。

5. 研究開発実施体制

(1) 総括グループ

①リーダー名（所属，役職）

浅間 一（東京大学大学院工学系研究科・教授）

②実施項目

- ・研究全体の総括，方法の統合化・評価
- ・各グループのとりまとめ，外部情報公開

(2) 技能抽出・データベース化グループ

①リーダー名（所属，役職）

橋本 洋志（産業技術大学院大学創造技術専攻・教授）

②実施項目

- ・既存の技能の種類，スキルレベル評価，伝承法の調査・計測・分析とDB化
- ・経験価値表現用マルチメディアタイプの大規模データのDBシステムの開発
- ・共創の定量化と評価データの入力方法と表現法の検討

(3) 生理・心理分析グループ

①リーダー名（所属，役職）

鈴木 聡（東京電機大学未来科学部・准教授）

②実施項目

- ・満足度評価ツールの確立
- ・経験価値の見える化法

(4) 動作分析・表示グループ

①リーダー名（所属，役職）

山下 淳（東京大学大学院工学系研究科・准教授）

②実施項目

- ・3次元モーションキャプチャと3次元CG再現
- ・バイオメカニクスに基づく分析

- ・任意視点, 3次元表示

(5) 教示法開発・実証グループ

①リーダー名 (所属, 役職)

石黒 周 (株式会社グランドデザインワークス (旧株式会社MOTソリューション) ・
 代表取締役会長)

②実施項目

- ・技能伝達・教育事例における見える化, 定量化ならびに技能者と学習者間の共創の実態の抽出と整理
- ・本プロジェクトで開発された見える化, 定量化方法の具体事例の現場への導入による効果と課題の抽出と改良方法の考案
- ・見える化, 定量化手法を活用した技能者と学習者間の共創の具体的な方策の考案と実事例への適用による効果検証
- ・ネットワークを通じた技能教育サービス事業の試行

6. 研究開発実施者

研究グループ名：総括グループ

	氏名	フリガナ	所属	役職 (身分)	担当する 研究開発実施項目
○	浅間 一	アサマ ハジメ	東京大学大学院工学系研究科	教授	統括／各グループ成果と全体の評価
○	橋本 洋志	ハシモ ト ヒ ロシ	産業技術大学院大学創造技術専攻	教授	各グループの進捗管理と成果マネジメント
○	鈴木 聡	スズキ サトシ	東京電機大学未来科学部	准教授	各グループの進捗管理と成果マネジメント進捗管理
○	山下 淳	ヤマシ タ ア ツシ	東京大学大学院工学系研究科	准教授	サービス科学としての本成果融合
○	石黒 周	イシグ ロ シ ユウ	株式会社グランドデザインワークス (旧株式会社MOTソリューション)	代表取締役会長	協力企業との情報交換／成果の評価

	為末 大	タメス エ ダイ	株式会社 R.Project	取締役 ／オリ ンピッ クアス リート	現場情報・デー タの提供／成果 の評価
	吉田 育子	ヨシダ イクコ	東京大学大学院 工学系研究科	技術補 佐員	データ整理等補 助
	江 えいぎ	コウエ イギ	東京大学大学院 工学系研究科	技術補 佐員	データ整理等補 助
	小島 里佳	コジマ リカ	東京大学大学院 工学系研究科	技術補 佐員	データ整理等補 助

研究グループ名：技能抽出・データベース化グループ

	氏名	フリガ ナ	所属	役職 (身分)	担当する 研究開発 実施項目
○	橋本 洋志	ハシモ ト ヒロシ	産業技術大学 院大学創造技 術専攻	教授	技能の抽出・デ ータベース化
	為末 大	タメス エ ダイ	株式会社 R.Project	取締役 ／オリ ンピッ クアス リート	技能の実演
	持丸 正明	モチマ ル マ サアキ	産業技術総合 研究所デジタ ルヒューマン 工学研究セン ター	研究セ ンター 長	暗黙知の解析, 技能のデータベ ース化
	西田 佳史	ニシダ ヨシフ ミ	産業技術総合 研究所デジタ ルヒューマン 工学研究セン ター	上席研 究員	データベースの 構築
	川田 誠一	カワタ セイイ チ	産業技術大学 院大学創造技 術専攻	教授	技能の抽出・デ ータベース化
	工藤 菜実	クドウ ナミ	産業技術大学 院大学創造技 術専攻	修士2 年	データ整理等補 助
	陳 俊甫	Chen Junfu	産業技術大学 院大学創造技	助教	ものづくり技能 データ収集と解

		チェン ジュン フ	術専攻		析
	奥山 雅之	オクヤマ マサユキ	多摩大学経営 情報学部	准教授	中小企業のデー タ収集およびデー タベース構築
	慎 祥揆	Shin Sanggyu シンサン ギョウ	産業技術大学 院大学情報ア ーキテクチャ 専攻	助教	データベースの 構築
	三橋 郁	ミツハ シカ オル	東京工科大学 コンピュータ サイエンス学 部	助教	暗黙知の解析, 技能のデータベ ース化
	徳留 里美	トクド メサ トミ	デル株式会社 グローバルサ ービスエンジ ニアリング	プログ ラムマ ネー ジャー	サービス企業の 顧客対応の調査
	田中 多恵 子	タナカ タエコ	産業技術大学 院大学	修士2 年	満足度調査の実 験・分析
	金木 智	カネキ サトシ	東洋大学理工 学部機械工学 科	学部4 年	人間動作計測シ ステムの設計構 築と計測データ 整理の補助
	林 大輔	ハヤシ ダイス ケ	東洋大学理工 学部機械工学 科	学部4 年	人間動作計測シ ステムの設計構 築と計測データ 整理の補助
	石橋 茜	イシバ シア カネ	東洋大学理工 学部機械工学 科	学部4 年	パワーリフティ ングの e-learning シス テム試作におけ る教師としての 助言と評価

研究グループ名：生理・心理分析グループ

	氏名	フリガ ナ	所属	役職 (身分)	担当する 研究開発 実施項目
○	鈴木 聡	スズキ サトシ	東京電機大学 未来科学部	准教授	満足感計測法の 確立と評価

	安藤 昌也	アンド ウ マ サヤ	千葉工業大学 工学部デザイ ン科学科	准教授	M-GTAによる 心理構造解析
	浅間 一	アサマ ハジメ	東京大学大学 院工学系研究 科	教授	統括／各グルー プ成果と全体の 評価
	高草木 薫	タカク サキ カオル	旭川医科大学 医学部	教授	脳神経学的見地 のシステム評価
	中島 瑞季	ナカジ マ ミ ズキ	産業技術大学 院大学創造技 術専攻	助教	動的な感性評価 法の確立
	満倉 靖恵	ミツク ラ ヤ スエ	慶應義塾大学 理工学部	准教授	脳波による感 情・心理状態計 測の確立
	青木 祐介	アオキ ユウス ケ	東京電機大学 未来科学研究 科	修士1 年	満足感計測法に 関する実験・解 析
	清水 大雅	シミズ タイガ	東京電機大学 未来科学研究 科	修士2 年	満足感計測法に 関する実験・解 析
	村田 祐輔	ムラタ ユウス ケ	東京電機大学 未来科学部	学部4 年	満足感計測法に 関する実験・解 析
	吉尾 康平	ヨシオ コウヘ イ	東京電機大学 未来科学部	学部4 年	満足感計測法に 関する実験・解 析
	酒井 大樹	サカイ タイキ	東京電機大学 未来科学部	学部4 年	満足感計測法に 関する実験・解 析
	中村 令奈	ナカム ラ レ ナ	慶應義塾大学	学部4 年	脳波を用いた快 適度の妥当性検 証
	叶賀 卓	カノウ ガ ス グル	慶應義塾大学	博士課 程1年	脳波を用いた快 適度の妥当性検 証
	野村 知美	ノムラ トモミ	慶應義塾大学	博士課 程1年	脳波を用いた快 適度の妥当性検 証
	穴久保蔵人	アナク ボ マ サト	東京電機大学	学部4 年	満足感計測法に 関する実験・解 析

	天城 星奈	アマギ セイナ	東京電機大学	学部4 年	満足感計測法に 関する実験・解 析
--	-------	------------	--------	----------	-------------------------

研究グループ名：動作分析・表示グループ

	氏名	フリガ ナ	所属	役職 (身分)	担当する 研究開発 実施項目
○	山下 淳	ヤマシ タ ア ツシ	東京大学大学 院工学系研究 科	准教授	3次元計測, 任意 視点映像表示
	小林 吉之	コバヤ シ ヨ シユキ	産業技術総合 研究所デジタ ルヒューマン 工学研究セン ター	研究員	運動時の生体の 計測, バイオメ カニクス
	横田 祥	ヨコタ ショウ	東洋大学理工 学部	准教授	3次元モーショ ンキャプチャと バイオメカニク ス解析
	浅間 一	アサマ ハジメ	東京大学大学 院工学系研究 科	教授	統括/各グルー プ成果と全体の 評価
	三浦 憲二 郎	ミウラ ケンジ ロウ	静岡大学大学 院工学研究科	教授	3次元モデリン グと3次元CG再 現, Web表示法
	中村 明生	ナカム ラ ア キオ	東京電機大学 未来科学部	准教授	身体の3次元計 測, 動きの差の 検出・表示, 踊 りの計測と3次 元CG生成
	小林 祐一	コバヤ シ ユ ウイチ	静岡大学大学 院工学研究科	准教授	3次元計測, 任意 視点映像生成
	金子 祐紀	カネコ ユウキ	東京大学大学 院工学系研究 科	協力研 究員	3次元計測, 任意 視点映像表示, 共創プラットフ ォームへの実装
	安 瑛	アン チ	東京大学大学 院工学系研究 科	博士課 程3年	3次元計測, 任意 視点映像表示, 共創プラットフ ォームへの実装

	濱崎 峻資	ハマサ キシ ュンス ケ	東京大学大学 院工学系研究 科	博士課 程1年	3次元計測, 任意 視点映像表示, 共創プラットフ ォームへの実装
	石川 雄己	イシカ ワ ユ ウキ	東京大学大学 院工学系研究 科	博士課 程1年	3次元計測, 任意 視点映像表示, 共創プラットフ ォームへの実装
	池 勇勲	チ ヨ ンフン	東京大学大学 院工学系研究 科	博士課 程1年	3次元計測, 任意 視点映像表示, 共創プラットフ ォームへの実装
	Qiao Xiaorui	キョウ ウ ギ ョウス イ	東京大学大学 院工学系研究 科	博士課 程1年	3次元計測, 任意 視点映像表示, 共創プラットフ ォームへの実装
	藤井 浩光	フジイ ヒロミ ツ	東京大学大学 院工学系研究 科	博士課 程1年	3次元計測, 任意 視点映像表示, 共創プラットフ ォームへの実装
	佐藤 貴亮	サトウ タカア キ	東京大学大学 院工学系研究 科	修士2 年	3次元計測, 任意 視点映像表示, 共創プラットフ ォームへの実装
	辻 琢真	ツジ タクマ	東京大学大学 院工学系研究 科	修士2 年	3次元計測, 任意 視点映像表示, 共創プラットフ ォームへの実装
	Le Quoc Dung	レ ク オ ズ ン	東京大学大学 院工学系研究 科	修士2 年	3次元計測, 任意 視点映像表示, 共創プラットフ ォームへの実装
	伊部 直樹	イベ ナオキ	東京大学大学 院工学系研究 科	修士1 年	3次元計測, 任意 視点映像表示, 共創プラットフ ォームへの実装
	坂本 一樹	サカモ ト カ ズキ	東京大学大学 院工学系研究 科	修士1 年	3次元計測, 任意 視点映像表示, 共創プラットフ ォームへの実装
	中川 純希	ナカガ ワ ジ	東京大学大学 院工学系研究	修士1 年	3次元計測, 任意 視点映像表示,

		ユンキ	科		共創プラットフォームへの実装
	林 鍾勲	イム ジ ヨンフ ン	東京大学大学 院工学系研究 科	修士1 年	3次元計測, 任意 視点映像表示, 共創プラットフ ォームへの実装
	Miyagusuku Renato	ミヤグ スク レナー ト	東京大学大学 院工学系研究 科	修士1 年	3次元計測, 任意 視点映像表示, 共創プラットフ ォームへの実装
	杉本 和也	スギモ ト カ ズヤ	東京大学大学 院工学系研究 科	修士1 年	3次元計測, 任意 視点映像表示, 共創プラットフ ォームへの実装
	柳井 香史 朗	ヤナイ コウシ ロウ	東京大学大学 院工学系研究 科	修士1 年	3次元計測, 任意 視点映像表示, 共創プラットフ ォームへの実装
	岡本 浩幸	オカモ ト ヒ ロユキ	東京大学大学 院工学系研究 科	協力研 究員	3次元計測, 任意 視点映像表示, 共創プラットフ ォームへの実装
	温 文	オンブ ン	東京大学大学 院工学系研究 科	特任研 究員	3次元計測, 任意 視点映像表示
	中村 祐基	ナカム ラ ユ ウキ	東京大学大学 院工学系研究 科	修士1 年	3次元計測, 任意 視点映像表示, 共創プラットフ ォームへの実装
	Alessandro Moro	アレッ サンド ロ モロ	東京大学大学 院工学系研究 科	客員研 究員	3次元計測, 任意 視点映像表示, 共創プラットフ ォームへの実装
	荒浪 太一	アラナ ミ タイ チ	静岡大学工学 部	学部4 年	3次元モデリン グと3次元CG再 現, Web表示法
	鈴木 晶	スズキ ショウ	静岡大学工学 部	修士1 年	3次元モデリン グと3次元CG再 現, Web表示法
	鈴木 理仁	スズキ マサヒ ト	静岡大学工学 部	学部4 年	3次元モデリン グと3次元CG再 現, Web表示法

	山辺 智晃	ヤマベ トモア キ	東京電機大学 大学院未来科 学研究科	修士1 年	身体の3次元計 測，動きの差の 検出・表示，踊 りの計測と3次 元CG生成
	宮下 侑大	ミヤシ タユウ ダイ	東京電機大学 大学院未来科 学研究科	修士1 年	身体の3次元計 測，動きの差の 検出・表示，踊 りの計測と3次 元CG生成
	佐藤 晋一	サトウ シンイ チ	東京電機大学 大学院未来科 学研究科	学部4 年	身体の3次元計 測，動きの差の 検出・表示，踊 りの計測と3次 元CG生成
	Sarthak Pathak	サーサ ク パサ ーク	東京大学大学 院工学系研究 科	博士1 年	3次元計測，任 意視点映像表 示，共創プラッ トフォームへの 実装
	禹 ハンウ ル	ウ ハン ウル	東京大学大学 院工学系研究 科	博士1 年	3次元計測，任 意視点映像表 示，共創プラッ トフォームへの 実装
	小松 廉	コマツ レン	東京大学大学 院工学系研究 科	修士2 年	3次元計測，任 意視点映像表 示，共創プラッ トフォームへの 実装
	中村 祐基	ナカム ラ ユ ウキ	東京大学大学 院工学系研究 科	修士2 年	3次元計測，任 意視点映像表 示，共創プラッ トフォームへの 実装
	郭 承澈	カク スンチ ョル	東京大学大学 院工学系研究 科	修士2 年	3次元計測，任 意視点映像表 示，共創プラッ トフォームへの 実装
	岩滝 宗一郎	イワタ キ ソ	東京大学大学 院工学系研究	修士2 年	3次元計測，任 意視点映像表

		ウイチ ロウ	科		示, 共創プラッ トフォームへの 実装
	柴田 彬	シバタ アキラ	東京大学大学 院工学系研究 科	修士2 年	3次元計測, 任 意視点映像表 示, 共創プラッ トフォームへの 実装
	友井 大将	トモイ ダイス ケ	東京大学大学 院工学系研究 科	修士2 年	3次元計測, 任 意視点映像表 示, 共創プラッ トフォームへの 実装
	楊 濤嘉	ヤン ネイカ	東京大学大学 院工学系研究 科	修士1 年	3次元計測, 任 意視点映像表 示, 共創プラッ トフォームへの 実装
	徐 彬斌	シュウ ビン ビン	東京大学大学 院工学系研究 科	修士1 年	3次元計測, 任 意視点映像表 示, 共創プラッ トフォームへの 実装
	田中 佑典	タナカ ユウス ケ	東京大学大学 院工学系研究 科	修士1 年	3次元計測, 任 意視点映像表 示, 共創プラッ トフォームへの 実装
	簗原 凜	ミノハ ラ リン	東京大学大学 院工学系研究 科	修士1 年	3次元計測, 任 意視点映像表 示, 共創プラッ トフォームへの 実装
	竹内 彰	タケウ チ ア キラ	東京大学大学 院工学系研究 科	修士1 年	3次元計測, 任 意視点映像表 示, 共創プラッ トフォームへの 実装
	樋口 寛	ヒグチ ヒロシ	東京大学大学 院工学系研究 科	学部4 年	3次元計測, 任 意視点映像表 示, 共創プラッ トフォームへの

					実装
	橘高 達也	キッタ カタ ツヤ	東京大学大学 院工学系研究 科	学部4 年	3次元計測, 任 意視点映像表 示, 共創プラッ トフォームへの 実装
	村松 克俊	ムラマ ツカ ツトシ	東京大学大学 院工学系研究 科	学部4 年	3次元計測, 任 意視点映像表 示, 共創プラッ トフォームへの 実装
	小林 直道	コバヤ シナ オミチ	東京電機大学 未来科学部ロ ボット・メカト ロニクス学科	学部4 年	3次元計測, 任 意視点映像表 示, 共創プラッ トフォームへの 実装

研究グループ名：教示法開発・実証グループ

	氏名	フリガ ナ	所属	役職 (身分)	担当する 研究開発 実施項目
○	石黒 周	イシグ ロシ ユウ	株式会社グラ ンドデザイン ワークス(旧株 式会社MOTソ リューション)	代表取 締役会 長	現場実証とビジ ネスモデルの考 案
	為末 大	タメス エダ イ	株式会社R. Project	取締役 ／オリ ンピックア スリート	技能の実演
	上向井 千 佳子	カミム カイ チカコ	ミズノ株式会 社研究開発部	課長	スポーツ技能教 育の見える化, 定量化の効果検 証, 製造業にお けるサービス事 業の相乗的事業 マネジメント手 法の開発・検証
	田島 智也	タジマ トモヤ	株式会社 manebi (旧	代表取 締役社	遠隔教育サービ ス事業の実際の

			Learning Space)	長	プラットフォームへのプロトタイプシステムの適用と顧客に対する調査, 実証ならびに共創手法の検証
	櫻本 誠一	サクラモトセイイチ	フジコピアン株式会社開発部・商品企画グループ	チームリーダー	モノづくり現場の技能教育への見える化手法の適用と検証ならびにサービス現場への展開実証
	保田 淳子	ヤスダジュンコ	日本ノーリフト協会	代表	介護士の技能の見える化手法の適用と検証
	大畑 光司	オオハタコウジ	京都大学大学院医学研究科	講師	装具を用いた歩行トレーニングに関する技能の検証
	鶴屋 邦江	ツルヤクニエ	医療法人 川崎病院在宅医療支援室	マネージャー	介護士の技能の見える化手法の適用と検証

7. 研究開発成果の発表・発信状況、アウトリーチ活動など

7-1. ワークショップ等

年月日	名称	場所	参加人数	概要
2016.3.9	地域介護無料教室	神戸市人材支援センター	32名	日本ノーリフト協会 ノーリフトケアコーディネーター養成講座の修了者
2016.3.13	ノーリフトを広げよう	奄美文化センター	152名	日本ノーリフト協会 保田淳子 奄美中央病院 産業技術総合研究所 西田佳史

7-2. 社会に向けた情報発信状況、アウトリーチ活動など

(1) 書籍、DVD

- 「ノーリフト 持ち上げない看護 抱き上げない介護：ノーリフトケアプログラムで腰痛予防対策」, 保田淳子著, 埜田和史監修, 株式会社クリエイティブかもがわ, 2016

年1月31日発行

(2) ウェブサイト構築

- ・ 技能教育データベース（認証あり）<http://ginoudb.sakura.ne.jp/ginou/>

(3) 学会（7-4.参照）以外のシンポジウム等への招聘講演実施等

- ・ 日本ノーリフト協会セミナー，講演会「ノーリフトを広げよう」（講師：保田淳子（日本ノーリフト協会代表），西田佳史（産業技術総合研究所）他），於・奄美文化センター，2016年3月13日。

7 - 3. 論文発表

(1) 査読付き（ 3 件）

●国内誌（ 2 件）

- ・ 山辺智晃，片岡裕雄，中村明生，“行動認識のための角度変位量子化特徴の検討”，電気学会論文誌C, vol.135-C, no.4, pp.372-380(135_372.pdf), April 2015.
- ・ Qi AN, 柳井香史朗，中川純希，温文，山川博司，山下淳，浅間一，“実映像と筋活動の重畳表示によるローイング動作教育システム，”日本機械学会論文集，82:384, p. 15-00424, February 2016.

●国際誌（ 1 件）

- ・ Kenjiro T. Miura, R.U. Gobithaasan, Sho Suzuki, Shin Usuki, “Reformulation of Generalized Log-aesthetic Curves with Bernoulli Equations”, Computer-Aided Design and Applications, Volume 13, Issue 2, 2016.

(2) 査読なし（ 0 件）

7 - 4. 口頭発表（国際学会発表及び主要な国内学会発表）

(1) 招待講演（国内会議 0 件、国際会議 0 件）

(2) 口頭発表（国内会議 15 件、国際会議 18 件）

- ・ 三橋郁，大山恭弘，橋本洋志，“RGBDカメラを用いた3次元形状物のジェスチャーモデリング手法の提案と評価”，サービス学会，第3回国内大会，金沢，pp.246-252，2015年4月9日。
- ・ 天城星奈，吉尾康平，鈴木聡，“電子教材閲覧時の視線計測に基づくユーザ個性の推定”，pp.117-129，神戸，サービス学会第4回国内大会，2016年3月28日。
- ・ 吉尾康平，鈴木聡，“遠隔教育サービス支援のためのポータブル視線計測による学習タイプ推定”，pp. 228-231，神戸，サービス学会第4回国内大会，2016年3月28日。
- ・ 穴久保蔵人，鈴木聡，満倉靖恵，“脳波測定による心理状態を用いた技能e-Learning時の指導支援システムの開発”，pp.107-110，神戸，サービス学会第4回国内大会，2016年3月28日。

- ・ 天城星奈, 吉尾康平, 鈴木聡, “ヒルベルト変換を用いた視線情報からの心理推定”, 平成27年電気学会電子・情報・システム部門大会, pp.370-373, 長崎, 2015年8月28日.
- ・ 吉尾康平, 鈴木聡, “知的作業時と技能学習時の心理変化と眼球運動の関係調査”, 電気学会知覚情報研究会, 徳島大学, 徳島, PI-15-066, pp.15-18, 2015年8月10日.
- ・ 村田祐輔, 鈴木聡, “技能教育における脳血流量からの推定認知負荷と脳波由来の心理状態との相関解析”, 電気学会知覚情報研究会, 徳島大学, 徳島, PI-15-065 pp.11-14, 2015年8月10日.
- ・ 穴久保蔵人, 鈴木聡, “脳波測定を用いたe-Learningによる技術指導における心理状態の評価”, 電気学会知覚情報研究会, 徳島大学, 徳島, PI-15-064, pp.5-9, 2015年8月10日.
- ・ 村田祐輔, 鈴木聡, “技能教育サービスのための学習者の認知負荷脳血流量計測”, pp.241-245, 金沢, サービス学会第3回国内大会, 2015年4月8日.
- ・ 吉尾康平, 鈴木聡, “遠隔教育サービス時の心理推定法の検証”, pp.226-229, 金沢, 石川, サービス学会第3回国内大会, 2015年4月9日.
- ・ 中川純希, An Qi, 石川雄己, 柳井香史朗, 保田淳子, 温文, 山川博司, 山下淳, 浅間一, “シートを使ったベッド上介助動作における技能教示サービスシステムの提案”, サービス学会第3回国内大会講演論文集, pp.323-324, 金沢, 2015年4月9日.
- ・ 中村祐基, 柳井香史朗, 中川純希, 温文, 山川博司, 山下淳, 浅間一, “重畳映像を用いた動作学習支援システムにおける映像提示視点の自動決定”, サービス学会第3回国内大会講演論文集, pp.236-240, 金沢, 2015年4月9日.
- ・ 荒浪太一, 鈴木晶, 臼杵深, 三浦憲二郎, “モーションキャプチャデータに基づく動きの評価”, 2015年度サービス学会第3回国内大会, 金沢, 2015年4月9日.
- ・ 阿部香織, 宮下侑大, 中村明生, “人物再同定のための複数衣服特徴の調査”, 第33回日本ロボット学会学術講演会予稿集, pp.(1-4)/CD-ROM 1H3-03.pdf, 2015年9月3日.
- ・ 今成隆了, 宮下侑大, 中村明生, “Dense Trajectoriesを用いた歩行人物再同定に関する検討”, 第33回日本ロボット学会学術講演会予稿集, pp.(1-4)/CD-ROM 1H3-04.pdf, 2015年9月3日.
- ・ Kaoru Mitsuhashi, Hiroshi Hashimoto, Sang-Gyu Shin, Sho Yokota, Daisuke Chugo, “Educational System of Physical Motion Based on 3D Biomechanism Evaluation”, 2016 IEEE International Conference on Industrial Technology(ICIT2016), Taipei, Taiwan, March 14-17, 2016.
- ・ Kaoru Mitsuhashi, Hiroshi Hashimoto, Sang-Gyu Shin, Sho Yokota, Daisuke Chugo, “Education System of Skill Succession Based on 3D Evaluation and Improvement in Time Series”, IEEE Region 10, Humanitarian Technology Conference 2015 (HTC2015), Cebu City, Philippines, December 9-12, 2015.
- ・ Kaoru Mitsuhashi, Hiroshi Hashimoto, Yasuhiro Ohyama, “Suggestion of Creating Solid Method using Projective Method in 3D Real Space with Microsoft Kinect”, 20th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA2015), Luxembourg, September 8-11, 2015.
- ・ Taeko Tanaka, Hiroshi Hashimoto, Sho Yokota, “Evaluation of Visual Impression of Delayed Movement of Avatar while Exercising”, International Conference on Intelligent Systems and Applications (INTELLI 2015), pp.10-15, October 11-16, 2015.

- Nami Kudo, Kazunari Tsuda, Hiroshi Ito, Sachuronggui Bao, Yasushi Motai, Mizuki Nakajima, Hiroshi Hashimoto, "Factor Analysis of Graceful Bow Based on Skeleton Model", Proc. of Conference on Technological and Applications of Artificial Intelligence (TAAI2015), pp.491-497, November 20-22, 2015.
- Tomomi Nomura, Yasue Mitsukura, "Detection of Latent Emotion Using TV Commercial Evaluation", Proc. of Human System Interactions (HSI), pp. 309-315, Warsaw (Poland), June 25-27, 2015.
- Tomomi Nomura, Yasue Mitsukura, "EEG-Based Detection of TV Commercials Effects", 19th International Conference on Knowledge Based and Intelligent Information and Engineering Systems, pp. 131-140, Singapore, September 7-9, 2015.
- Noriki Toyoshima, Yasue Mitsukura, "Construction of Predictive Models for Bicycle Riding Comfort Evaluation using Electromyogram and Electroencephalogram", CSPA2016, pp. 100-104, Melaka (Malaysia), March 4-6, 2016.
- Seina Amagi, Kohei Yoshio, Satoshi Suzuki, "Estimation of Learning Style by Learner Behaviors at E-Learning", in Proc. of 2016 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing, NCSP'16, pp.391-394, Honolulu, Hawaii, USA, March 6-9, 2016.
- Masato Anakubo, Satoshi Suzuki, "Study-support method to enhance effective instructions utilizing psychological state estimated from brain wave," in Proc. of 2016 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing, NCSP'16, pp.395-398, Honolulu, Hawaii, USA, March 6-9, 2016.
- Satoshi Suzuki, Yasue Mitsukura, "Strategy and Verification to Visualize Experimental Values in Skill Education Service: Case Study to Nursing Operation on Bed", in Proc. of the 41st Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON'15), Yokohama, Japan, pp.4364-4369, November 9-12, 2015.
- Yusuke Murata, Satoshi Suzuki, "Artifact robust estimation of cognitive load by measuring cerebral blood flow", in Proc. of the 8th International Conference on Human System Interaction (HSI 2015), Warsaw, Poland, pp.302-308, June 25-27, 2015.
- Qiao, X., Nakagawa, J., Yanai, K., Yasuda, J., Wen, W., Yamashita, A., & Asama, H. "Nurse bed care activity analysis for intelligent training service" Proceedings of the 3rd international conference on Serviceology (ICServ2015), T2-1-2, pp.1-6, San Jose, USA, July 7-9, 2015.
- Wen, W., Qiao, X., Yanai, K., Nakagawa, J., Yasuda, Y., Yamashita, A., & Asama, H. "Skill evaluation and education services for bed-care nursing with sliding sheet with regression analysis", Proceedings of the 3rd international conference on Serviceology (ICServ2015), T3-1-2, pp.1-5, San Jose, USA, July 7-9, 2015.
- Okamoto, H., Moro, A., Yamashita, A., & Asama, H., "Toward sports training service with the interactive learning platform", ICServ2015, San Jose, USA, July 7-9, 2015.
- Yudai Miyahsita, Hirokatsu Kataoka, and Akio Nakamura, "Appearance-based Proficiency Evaluation of Micro-operation Skill in Removing Individual Habit", Proceedings of the SICE Annual Conference 2015, pp.71-76/USB 0402.pdf, July 28-30, 2015.
- Shin'ichi Sato, Naomichi Kobayashi, Yudai Miyashita, Masataka Fuchida, and Akio

- Nakamura, “Basic Evaluation on Soccer Inside-kick Proficiency”, Proceedings of the 10th International Conference on Information, Communications and Signal Processing (ICICS 2015), pp.(1-5)/USB Th35.2-P0396.pdf, December 2-4, 2015.
- Takaaki Imanari, Yudai Miyashita, Hirokatsu Kataoka, and Akio Nakamura, “Basic Study on Person Re-identification with Dense Trajectories in the Occlusion Case”, Proceedings of the the 22nd Korea-Japan Joint Workshop on Frontiers of Computer Vision (FCV2016), pp.22-27/USB FCV2016.pdf, February 17-19, 2016.
- (3) ポスター発表 (国内会議 10 件、国際会議 3 件)
- 三橋郁, 大山泰弘, 橋本洋志, “工学実験教育での共創と経験的価値の見える化”, サービス学会第4回国内大会, 2016年3月29日.
 - 橋本洋志, 川田誠一, 慎祥揆, 三橋郁, 横田祥, “身体運動教育サービスの品質と価値共同生産性の考察”, サービス学会第4回国内大会, 2016年3月29日.
 - 根岸真那, 満倉靖恵, “アンケート調査と脳波計測による記憶に残るテレビCMの特徴抽出”, サービス学会, 神戸, 2016年3月29日.
 - 鈴木聡, 満倉靖恵, “技能教育サービスにおける経験価値見える化の方策と検証”, pp.410-413, 金沢, サービス学会第3回国内大会, 2015年4月8日.
 - 満倉靖恵, 鈴木聡, 中島瑞季, 橋本洋志, “サービス提供に対する脳波を用いた快適度の感性評価”, pp.186-189, 金沢, サービス学会第3回国内大会, 2015年4月8日.
 - 中島瑞季, 他, “eラーニングにおける伝承技能のための教示方法の検討”, サービス学会第3回国内大会, 金沢, 2015年4月8日.
 - 柳井香史朗, 中川純希, An Qi, 温文, 山川博司, 山下淳, 浅間一, “筋活動可視化によるローイング動作教育サービスシステムの開発”, サービス学会第3回国内大会講演論文集, pp.563-570, 金沢, 2015年4月9日.
 - 石川雄己, 安琪, 温文, 石黒周, 大畑光司, 山川博司, 田村雄介, 山下淳, 浅間一, “アシストロボットを用いたリハビリテーション技能学習のための片麻痺患者歩行解析”, サービス学会第4回国内大会講演論文集, pp.414-415, 神戸, 2016年3月29日.
 - 温文, 保田淳子, 山下淳, 浅間一, “スライディングシートを使った介護動作の技能教育の現場調査”, サービス学会第4回国内大会講演論文集, pp.376-378, 神戸, 2016年3月29日.
 - 宮下侑大, 片岡裕雄, 中村明生, “Dense Trajectories を用いた微小動作による個人同定の検証”, ビジョン技術の実利用化ワークショップ (ViEW2015) 予稿集, pp.(1-6)/CD-ROM IS2-15.pdf, 2015年12月4日.
 - Kaoru Mitsuhashi, Hiroshi Hashimoto, Yasuhiro Ohyama, “Motion Curved Surface Analysis and Composite for Skill Succession using RGBD Camera”, 12th International Conference on Informatics in Control, Automation and Robotics (ICINCO 2015), France, pp.406-413, July 21-23, 2015.
 - Tomoaki Yamabe, Yudai Miyashita, Shin'ichi Sato, Yudai Yamamoto, Akio Nakamura, and Hirokatsu Kataoka, “What is an Effective Feature for a Detection Problem? -Feature Evaluation in Multiple Scenes-”, Proceedings of the IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics 2015 (IEEE SMC 2015), pp.2926-2931/USB 8697c926.pdf, October 9-12, 2015.

- Yudai Miyashita, Hirokatsu Kataoka, and Akio Nakamura, “Need for a Temporal Feature in Re-identification”, Proceedings of the 6th International Conference on Advanced Mechatronics (ICAM 2015), pp.104-105/USB 1A2-23.pdf, December 5-8, 2015.

7 - 5. 新聞報道・投稿、受賞等

(1) 新聞報道・投稿 (1 件)

- 「新常識!“抱え上げない”介護」NHKおはよう日本, 2015年6月24日放送.

(2) 受賞 (1 件)

- Best Paper Award: Taeko Tanaka, Hiroshi Hashimoto, ShoYokota, “Evaluation of Visual Impression of Delayed Movement of Avatar while Exercising”, International Conference on Intelligent Systems and Applications (INTELLI 2015), pp.10-15, 2015

(3) その他 (0 件)

.

7 - 6. 特許出願

(1) 国内出願 (0 件)

8. 参考文献

- [阿部 2015] 阿部 香織, 宮下 侑大, 中村 明生: “人物再同定のための複数衣服特徴の調査”, 第33回日本ロボット学会学術講演会予稿集, pp.(1-4)/CD-ROM 1H3-03.pdf, September 2015.
- [Dennis 2013] Dennis Kundisch, Philipp Herrmann, Michael Whittaker, Jürgen Neumann, Johannes Magenheimer, Wolfgang Reinhardt, Marc Beutner, Andrea Zoyke, “Designing a Web-Based Classroom Response System,” 8th International Conference, DESRIST 2013, pp.425-431, 2013.
- [橋本2012] 橋本洋志, 吉田育代, 寺本 吉慶, 田端 秀輝, 韓 超: 熟練工の暗黙知の現場適用型抽出法, 日本e-Learning学会論文誌, pp.1-7, 2012.
- [橋詰兼2010] 「身体知研究の方向性」北陸先端科学技術大学 身体知研究会資料, 2010.
- [平山2004] 平山/楠見, “批判的思考態度尺度”, 2004.
- [Hongxia 2014] Hongxia Xia, Sheng Zhou, Youngjian Liu, “Application and evaluation of NoSQL in course group system,” WIT Transactions on Information and Communication Technologies, Vol. 51, pp.197-203, 2014.
- [今成 2015] 今成 隆了, 宮下 侑大, 中村 明生: “Dense Trajectoriesを用いた歩行人物再同定に関する検討”, 第33回日本ロボット学会学術講演会予稿集, pp.(1-4)/CD-ROM 1H3-04.pdf, September 2015.
- [Imanari 2016] Takaaki Imanari, Yudai Miyashita, Hirokatsu Kataoka, and Akio Nakamura: “Basic Study on Person Re-identification with Dense Trajectories in the Occlusion Case,” Proceedings of the the 22nd Korea-Japan Joint Workshop on Frontiers of Computer Vision (FCV2016),

- pp.22-27/USB FCV2016.pdf, February 2016.
- [Kanade 2014] Kanade, A., Gopal, A., Kanade, S., "A study of normalization and embedding in MongoDB," Advance Computing Conference (IACC), 2014 IEEE International, pp.416-421, 2014.
- [川喜多喬2004]『中小製造業の経営行動と人的資源—事業展開を支える優れた人材群像』同友館, 2004.
- [小池和男1981]『中小企業の熟練～人材形成の仕組み』同文館出版, 1981.
- [満倉2015] 満倉 靖恵, 鈴木 聡, 中島 瑞季, 橋本 洋志, "サービス提供に対する脳波を用いた快適度の感性評価," pp.186-189, 金沢, 石川, サービス学会第3回国内大会, 4/8-9, 2015.
- [宮下 2015] 宮下 侑大, 片岡 裕雄, 中村 明生: "Dense Trajectories を用いた微小動作による個人同定の検証", ビジョン技術の実利用化ワークショップ (ViEW2015) 予稿集, pp. (1-6)/CD-ROM IS2-15.pdf, December 2015.
- [Miyashita 2015a] Yudai Miyashita, Hirokatsu Kataoka, and Akio Nakamura: "Appearance-based Proficiency Evaluation of Micro-operation Skill in Removing Individual Habit," Proceedings of the SICE Annual Conference 2015, pp.71-76/USB 0402.pdf, July 2015.
- [Miyashita 2015b] Yudai Miyashita, Hirokatsu Kataoka, and Akio Nakamura: "Need for a Temporal Feature in Re-identification," Proceedings of the 6th International Conference on Advanced Mechatronics (ICAM 2015), pp.104-105/USB 1A2-23.pdf, December 2015.
- [森和夫2005]『技術・技能伝承ハンドブック』JIPMソリューション, 2005.
- [森和夫・森雅夫2007]『3時間で作る技能伝承マニュアル』JIPMソリューション, 2007.
- [森和夫2008]『人材育成の「見える化」〈上巻〉企画・運営編—「何を」・「誰に」・「どうやって」』JIPMソリューション, 2008.
- [森和夫2009]『人材育成の「見える化」〈下巻〉実施・評価編—「何を」・「誰に」・「どうやって」』JIPMソリューション, 2009.
- [Nakagawa 2014] Nakagawa, J., An, Q., Ishikawa, Y., Yanai, K., Wen, W., Yamakawa, H., Yamashita, A., & Asama, H., "Extraction and evaluation of proficiency in bed care motion for education service of nursing skill," Proceedings of the 2nd International Conference on Serviceology (ICServ2014), pp.91-96, Yokohama, Japan, September 2014.
- [中川 2014] 中川 純希, Qi An, 石川 雄己, 柳井 香史朗, 保田 淳子, 温 文, 山川 博司, 山下 淳, 浅間 一, "シートを使ったベッド上介助動作における技能間従属関係の解明", 第32回日本ロボット学会学術講演会予稿集 (RSJ2014), RSJ2014AC1H2-04, pp.1-4, 福岡, September 2014.
- [中川 2015] 中川 純希, An Qi, 石川 雄己, 柳井 香史朗, 保田 淳子, 温 文, 山川 博司, 山下 淳, 浅間 一, "シートを使ったベッド上介助動作における技能教示サービスシステムの提案", サービス学会第3回国内大会講演論文集, pp.323-324, 金沢, April 2015.
- [中島2015] 中島 瑞季, 鈴木 聡, 満倉 靖恵, 橋本 洋志, 川田 誠一 "技能伝承のためのeラーニングにおける教示方法の検討," pp.478-480, 金沢, 石川, サービス学会第3回国内大会, 4/8-9, 2015.
- [佐々木正人1994]『アフォーダンス—新しい認知の理論』岩波書店, 1994.
- [Sato 2015] Shin'ichi Sato, Naomichi Kobayashi, Yudai Miyashita, Masataka Fuchida, and Akio Nakamura: "Basic Evaluation on Soccer Inside-kick Proficiency," Proceedings of the 10th

- International Conference on Information, Communications and Signal Processing (ICICS 2015), pp.(1-5)/USB Th35.2-P0396.pdf, December 2015.
- [Shin 2014] Sanggyu Shin, Hiroshi Hashimoto, "A SYSTEM FOR THE AUTOMATIC ASSEMBLY OF TEST QUESTIONS USING A NO-SQL DATABASE," 8th International Conference on e-Learning 2014.
- [Shin 2014] Sanggyu Shin, Hiroshi Hashimoto, "Storage and Reuse of Each Student's Personalized Documents Using a Non-structured Database," International Conference on Computer Application Technologies, 2015.
- [滝間1991] 滝間,坂本, "認知的熟慮性-衝動性尺度", 1991.
- [若井誠二・岩澤和宏2004] 「ハンガリー人日本語学習者のビリーフス」国際交流基金『日本語国際センター紀要 第14号』123-140頁, 2004.
- [Wang 2013] Heng Wang, Alexander Klaser, Cordelia Schmid, and Cheng Lin Liu: "Dense Trajectories and Motion Boundary Descriptors for Action Recognition," International Journal of Computer Vision, vol.103, no.1, pp.60-79, 2013.
- [Wen 2015] Wen, W., Qiao, X., Yanai, K., Nakagawa, J., Yasuda, Y., Yamashita, A., & Asama, H., "Skill evaluation and education services for bed-care nursing with sliding sheet with regression analysis," Proceedings of the 3rd international conference on Serviceology (ICServ2015), T3-1-2, pp.1-5, San Jose, USA, July 2015.
- [温 2016] 温 文, 保田 淳子, 山下 淳, 浅間 一, 「スライディングシートを使った介護動作の技能教育の現場調査」, サービス学会第4回国内大会講演論文集, pp.376-378, 神戸, March 2016.
- [Yamabe 2015] Tomoaki Yamabe, Yudai Miyashita, Shin'ichi Sato, Yudai Yamamoto, Akio Nakamura, and Hirokatsu Kataoka: "What is an Effective Feature for a Detection Problem? -Feature Evaluation in Multiple Scenes-," Proceedings of the IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics 2015 (IEEE SMC 2015), pp.2926-2931/USB 8697c926.pdf, October 2015.
- [山本学2004] 『熟練技能伝承システムの研究—生産マネジメントからMOTへの展開』白桃書房, 2004.
- [山辺 2015] 山辺 智晃, 片岡 裕雄, 中村 明生: "行動認識のための角度変位量子化特徴の検討", 電気学会論文誌C, vol.135-C, no.4, pp.372-380(135_372.pdf), April 2015.
- [Yanai 2014] Yanai, K., An, Q., Ishikawa, Y., Nakagawa, J., Wen, W., Yamakawa, H., Yamashita, A., & Asama, H., "Visualization of muscle activity during squat motion for skill education," Proceedings of the 2nd International Conference on Serviceology (ICServ2014), pp.86-90, Yokohama, Japan, September 2014.
- [柳井 2015a] 柳井 香史朗, An Qi, 中川 純希, 温 文, 山川 博司, 山下 淳, 浅間 一, 「ローイング動作におけるスキルの抽出と教示」, 第20回ロボティクスシンポジウム講演予稿集, pp.229-234, 軽井沢, March 2015.
- [柳井 2015b] 柳井 香史朗, 中川 純希, An Qi, 温 文, 山川 博司, 山下 淳, 浅間 一, 「筋活動可視化によるローイング動作教育サービスシステムの開発」, サービス学会第3回国内大会講演論文集, pp.563-570, 金沢, April 2015.