

暗黙知学習のための学習支援教材開発 —Kinect v2 を活用した体育実技学習支援—

神谷 勇毅¹・高井 和男¹

要旨

Moodle などに代表される LMS (Learning Management System) は、今や多くの高等学術機関で導入、運用が見られる。それらは、時間外学習機会の確保、予習復習を含む授業内容の補完、自己研鑽などで力を発揮している。一方で、体育など実技を伴うものについての学習支援システム教材は、その多くが動画視聴に頼る傾向にある。筆者らは、正確な技能、知識獲得の観点から体育実技の自己学習教材として、動画視聴に頼り切った現状の学習環境、学習教材に疑問を呈する。動画視聴を利用した自己学習は、ある程度までの学習効果があると評価する。しかし、一線を越えた技能獲得には不向きと考える。また、初心者が動画視聴のみで学習を行った場合、どれほど正確な技能が身に付くか、という点での学習効果は不確かである。筆者らは、動画以外の体育実技教材として、非接触バイタルセンシング・Depth センサー “Kinect v2” を用いた体育実技の自己学習支援教材の提案を行う。

キーワード

LMS, 体育実技, 学習支援システム

1. はじめに

現在、多くの高等学術機関で学生の学びを授業時間外で支えるための LMS (Learning Management System) の活用が広く見られる。LMS の導入目的は、授業の予習復習を含む時間外学習機会の確保や応用・発展的知識の獲得である。中には資格取得をサポートするための自己学習支援としての活用も見られる。学習者は、自身の都合や学習ペースに合わせ教材を閲覧、視聴し知識を補完する。Web で配信される教材は、教科書同様、その大部分が形式知とされるものである。形式知化された知識は、書物などの記録媒体に残る形となっており、人から人への知識伝達が比較的容易な形態である。一方で、体育実技などの知識は暗黙知であるものが多い。暗黙知は、伝統工芸や師弟関係などで古くから言われる「見て盗め。」に相当する知識である。また、自転車の乗り方などもそれに該当する。「暗黙の了解」という言葉にも示されるように、暗黙知は人への伝達が難しい知識形態である。

¹ 生活コミュニケーション学科こども学専攻

幼児教育に関連する学習では、体育実技（運動遊び）や楽器演奏技能などが暗黙知に相当する。これらの技能、知識の自己学習について、近年の学生の学習動向を見ると、動画視聴で学習する傾向にあると考える。体育実技に関する自己学習の知識、技能獲得については、先述のように広く動画視聴が使用される。これまでも幼児教育で必要となる手遊びやダンスを Youtube などの動画視聴を通して学習する学生らの姿を何度となく見た。スマートフォンでは動画視聴アプリが様々用意され、手軽に視聴が可能であり、多くの学生が活用している。10 数年前と比較しても、近年は、ICT の進歩と通信速度の向上で、自己学習支援の環境も様変わりしている。動画も1つの学習支援教材であると評価すると共に、一定の学習効果があると認める。一方で、自己学習を行う際には指導者が不在の環境で学習を進めることになる。自己学習において、動画視聴のみに頼った体育実技に関する自己学習には

- ① 本当に「正しい」動きを学習出来ているかの判断が難しい
- ② 思い込みによって間違った技能が定着していないかの判断が難しい
- ③ 間違った動作をした場合、それを指摘する者がいない

といった懸念が生じる。授業内で学習した内容を繰り返し反復し、体で覚えることが重要である。その反復練習の際に、本当に正しい動きで反復練習が出来ているか、という判断は困難を極める。また、間違ったままの技能で反復練習を重ねてしまっても、学習者は「これで正しい」という思い込みの下で反復練習を行うため、結果的に間違った技能が定着してしまう恐れも生じる。万が一間違った動きのまま学習を進めても、自己学習の場合、その間違いを指摘する者はいない。ダンス動作を動画視聴で自己学習する際、一緒に学習をしていたグループ内で、ある学生は「その動きは間違っていると思う。」と言い、別の学生は「それで正しいと思う。」という発言を聞く機会があった。学友からの助言も学習効果を高めるが、体育など実技を伴う分野の自己学習においては、その助言が有益に働かないこともある。特に初心者、未経験者の場合、どこが良くてどこが悪いか、どこが間違っているかを独力で見極め、判断することは極めて困難である。とりわけ、基礎的技能を学習する場合においては、正しい技能が学習出来ているかどうかの評価が重要となると共に、間違いが生じた際に独力で改善していくことは難しいという問題が挙げられる。参考としている動画を繰り返し何度も視聴して改善を試みるという試行も見られるが、この場合も独力での正確な技能獲得という点での学習効果は未知数である。

筆者らは、幼児教育現場で必要となる技能のうち、主に暗黙知とされる体育技能、主にダンスなどの動きの学習支援に研究対象を絞った。指導者不在の自己学習環境下において、ダンスの動きなどを現状多くの学生が動画視聴を用いて学習する。動画視聴のみでどれほどの正確な暗黙知を学習できるかについて疑問を呈すると共に、動画視聴とは違う学習支援教材が必要であると考え、その開発に乗り出した。

2. 学習機会における知識伝達

知識は大きく「暗黙知」と「形式知」とに分類される¹⁾。学習を通して、自己の中に取り込んだ知識は一般的に暗黙知となる。暗黙知は、学習して間もない知識、学習はしたが未だ理解が不十分である知識であり、他者への伝達が難しいという性質を持つ。知識を暗黙知として取り込んだ後、反復や復習を通して、自己の中で着実な知識として昇華することで暗黙知は形式知となる²⁾。この思想である SECI モデルは、野中らが提示した広義のナレッジマネジメント (Knowledge Management) のコアとなるフレームワークである³⁾。

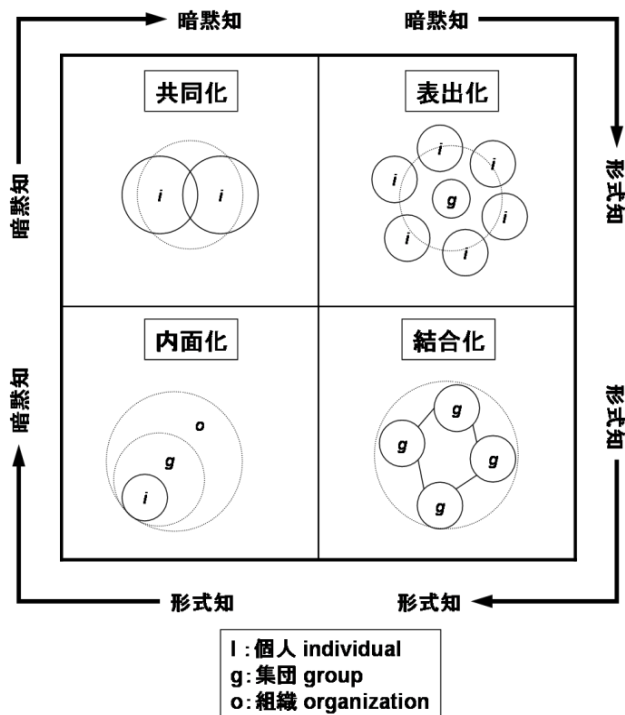


図1 SECI モデル

SECI モデル (図1 参照) とは、暗黙知から形式知に至る知識変換モードを4つのフェーズに分けて考えるものである。この知の動きは、知の昇華ともいわれ、知識向上を示す。それらを S (Socialization) → E (Externalization) → C (Combination) → I (Internalization) の順に循環させ、組織として戦略的に知識を創造し、マネジメントすることを目指すものである。

【共同化】 Socialization

暗黙知から暗黙知へ

共同化とは、経験を共有することによって、メンタルモデル (認知的=精神的暗黙知) や技能 (技術的=身体的暗黙知) などの暗黙知を創造するプロセスを指す。暗黙知を共有する鍵は“共同体験”であり、経験をなんらかの形で共有しない限り、他人の思考プロセスに入り込むことは難しいとされる。

【表出化】 Externalization

暗黙知から形式知へ

表出化とは、暗黙知を明確なコンセプト (概念) に表すプロセスを指す。暗黙知がメタファー、アナロジー、コンセプト、仮説、モデルなどの形をとりながら次第に形式知として明示的になっていくプロセスである。野中らは、このプロセスは知識創造の真髄であるとしている。表出化は、対話・共同思考によって引き起こされる。その際、帰納法や演繹法といった論理思考も表出化の有力な方法論である。

【連結化】Combination

形式知から形式知へ

連結化とは、形式知同士を組み合わせることで一つの知識体系を作り出すプロセスを指す。この知識変換モードは、異なった形式知を組み合わせることで新たな形式知を作り出す。データベースとネットワークを用いて情報を体系的な知識へと変換することは連結化の典型例である。

【内面化】Internalization

形式知から暗黙知へ

内面化とは、形式知を暗黙知へ体化（身体化）するプロセスを指す。行動による学習と密接に関連したプロセスである。形式化された知識が、新たな個人へと内面化されることで、その個人と所属する組織の知的資産となる。

以上が、SECIモデルの概念であり、知識昇華、知識向上のプロセスである。ナレッジマネジメントは元々、企業経営における管理領域の1つとして経営領域で発達したものである。生産管理、マーケティング（販売管理）、財務管理、人的資源管理、情報管理に続く第6の管理領域とされる。個人の持つ「暗黙知」を「形式知」へと変換することで、知識の共有化、明確化を図り、作業効率の向上や組織向上を容易にしようとする企業マネジメント上の手法である。

この知の昇華・向上思想は学習機会、学習行動にも通じるところがあり、学習への適用は学習効果を高める上で有効であると考えられる。学習行動として、筆者らの目指す体育実技に関する暗黙知の学習支援教材は、その重要性が言われる一方で教材の不足、教材提供の選択肢として動画視聴が第一選択にされる現状がある。学習者も、Youtubeなどの動画集積サイトで提供されている動画を抵抗無く視聴し、暗黙知の学習支援教材として動画ありきの状態である。

2.1. 暗黙知の獲得

暗黙知とは、認知の過程あるいは言葉に表せる知覚に対して、全体的または部分的に言葉に表す事の出来ない、説明出来ないものである、とされる^{2,3)}。幼児教育において重要とされる技能の中には、ピアノや造形制作、体育などの“音図体（音楽、図工、体育）”がある。それらの実技を伴う科目の多くは、暗黙知に分類される技能を学習するものでもあり、形式知化されているものと異なり、学習進行は難しい。例えば、プロのピアニストにピアノの手ほどきを受けたら必ずしもプロ並みに通用するピアノ技能が身に付くか、と言えは現実にはそうでは無い。他にも、自転車の乗り方や料理手技など、学習機会において暗黙知を獲得しなければならない機会は比較的多く、それらの学習は主に動画教材が使われる。暗黙知の獲得には、学習者の努力はもちろん必要であるが、文章化、明文化された形式知の学習と違い、暗黙知を独力で学習することは容易では無い。

ダンス動作など実技系技能は、主に暗黙知に分類される。そのため、学習者の主観、他者からの意見などによって学習到達度、学習達成度が左右されやすく、学習過程においても自己学習の環境は、指導者がいない状態で学習を進める必要がある。また、暗黙知を学習し、しっかりと自分の技能として身に付けることが出来たかという評価も、形式知であれば試験などを通しての点数化方式で知識定着度、理解度を測ることが可能であるが、暗黙知を明確に計測、点数化することは難しい。

2.2. 形式知の獲得

形式知とは、知識の分類の中で、文字（文章）や図表などで説明、表現が可能となる形態を取る知識である、とされる^{2,3)}。文字や図表などで記されているため、誰でも認識が可能となっており、客観的に捉えることが可能である。大学で開講される講義の多くは、教科書という形式知化された知識を基として学生らにその知識を教授する形態を取るものである。学習を通して得た知識は、自己内で一旦暗黙知となり、SECIモデルに基づいた知の螺旋的発展を経て知識の洗練がなされる。知っている、分かっている知識と他者へ伝達出来る知識とでは知識の性質が異なる。他者へ伝達出来る知識は、自己内部で昇華が進み、十分な形式化がされているため、知識基準は高いものとなる⁴⁾。

2.3. 体育実技技能教材－暗黙知から暗黙知へ－

前節までに述べたように、知識の獲得は、暗黙知の獲得と比較し、形式知から獲得した方が学習者は知識獲得がし易く効率的であるという性質がある。しかし、筆者らが挑むのは、体育実技という暗黙知を獲得する教材開発である。暗黙知の獲得には、日本古来の伝統技能の伝承などのように長い期間をかけて体得させる必要がある。SECIモデルの入り口であるS（Socialization：共同化）は、個人の持つ暗黙知を共通の体験を通して他者と知の共有を進めるものである。暗黙知、形式知の形態を問わず、学習を通して得た知識は、一旦は自己内で暗黙知として蓄積される。学習直後の知識を、そのまま他者へ伝達することは難しく、他者に伝達出来る様にするためには、継続した学習、鍛錬などを通しての知識の洗練化、昇華が必要になる^{5,6)}。これは体育技能の反復練習にも相当する。しかし学習の入り口となる、他の暗黙知を学習し自己内部に暗黙知として取り込む過程の学習手段、学習支援システム教材が現状は非常に限られている。先にも示したように、暗黙知の学習は容易では無い。しかし、幼児教育において暗黙知の学習を求められる機会は多く、学習支援教材を開発する価値はあると考える。

3. システム構成

3.1. システム概要

3.1.1. Kinect v2

図2で示すKinect（キネクト）は、Microsoft社から発売されたジェスチャー、音声認識によって操作が可能となるデバイスである。動力学を意味する“Kinetics”と、繋がりを意味する“Connection”とを組み合わせた造語がその名前の由来である。物理的なコントローラーを用いず、ジェスチャーや音声認識での操作が可能であるため、直感的かつ自然な操作を実現する。日本では2010年11月に発売されたこのデバイスは、当初Microsoft社が発売する家庭用ゲーム機であるXbox360での入力センサーデバイスとして登場した。その後、Windows PCに接続してNUI（Natural User Interface）用入力デバイスとして使える「Kinect for Windows センサー」とSDK（Software Development Kit）も用意され、現在では低価格かつ高性能なNUI入力デバイスとして様々な分野での活用が見られる⁷⁾。また、発売から数年経ち、色、深度、関節認知などの機能を強化したKinect v2が新たに発表され、今日に至っている（表1参照）。筆者らは、このKinectの仕様であるRGBカメラ、深度センサー、マルチアレイマイクロフォンと操作するプレイヤーの位置や動き、

声、顔の認識が出来るという事に着目し、暗黙知である体育実技、ダンスの学習支援教材への転用を発案した⁸⁾。



図2 Kinect センサー（Kinect v2）

表1 Kinect v1 と Kinect v2 のセンサーの仕様比較

		Kinect v1	Kinect v2
色 (Color)	解像度 (Resolution)	640×480	1920×1080
	fps	30fps	30fps
深度 (Depth)	解像度 (Resolution)	320×240	512×424
	fps	30fps	30fps
人物領域 (Player)		6 人	6 人
人物姿勢 (Skeleton)		2 人	6 人
関節 (Joint)		20 関節／人	25 関節／人
手の開閉状態 (Hand State)		△ (Developer Toolkit)	○ (SDK)
深度の取得範囲 (Range of Depth)		0.8～4.0m (Near Mode 0.4m～) (ExtendedDepth ～ 10.0 m)	0.5～8.0m
人物の検出範囲 (Range of Detection)		0.8～4.0m (Near Mode 0.4 ～ 3.0m)	0.5～4.5m
角度 (Angle Depth)	水平 (Horizontal)	57 度	70 度
	垂直 (Vertical)	43 度	60 度
チルトモーター (Tilt Motor)		○	× (手動)
複数のアプリ		× (単一のアプリ)	○

3.1.2. Windows 上での Kinect v2

過去には Kinect for Windows v2 として Windows PC 対応の Kinect センサーが発売されていたが、既に販売を終了している。現在、Windows PC で使用するには、図 3、図 4 に示すように Microsoft Xbox One Kinect センサー用 Windows PC アダプターを組み合わせ使用して使用する。これらの装置は、持ち運びが比較的容易であり、電源さえ確保出来れば、屋内外問わずに使用が出来るメリットがある。筆者らは、図 4 に示す様に、Kinect v2 センサーに Microsoft Xbox One Kinect センサー用 Windows PC アダプターを組み合わせ、Windows タブレット (NEC LAVIE ZERO PC-HZ100DAS 図 4 参照) に接続して使用した。



図3 Microsoft Xbox One Kinect センサー用 Windows PC アダプター



図4 Kinect v2 と Windows タブレットパソコン

3.2. Kinect v2 を用いた教材開発

Kinect v2 とパソコンとの接続とデータストリームは図5の通りである。Kinect の正面で、両腕を上上げるポーズをとると(キャリブレーションポーズ)Kinect がユーザを認識し、骨格追従を開始する⁹⁾。人体を検出すると、各関節点の座標(x; y) をリアルタイムに取得する(図6左画像参照)。この装置を用いて、ダンスの学習支援教材開発に取り組んだ。

図6は、本装置を用いた実験の様子である。教材としての開発を急ぐ必要はあるが、学習分野への適用という点で、確実な教材開発へと繋げるために、実験は対象の動きの正誤

を判断するだけの単純なものとした。教材以外の面で活用されてきた Kinect v2 をその特徴を理解し、教材へ転用する新たな試みであり、本研究は、暗黙知学習の支援教材として新たな教材提案を行う。

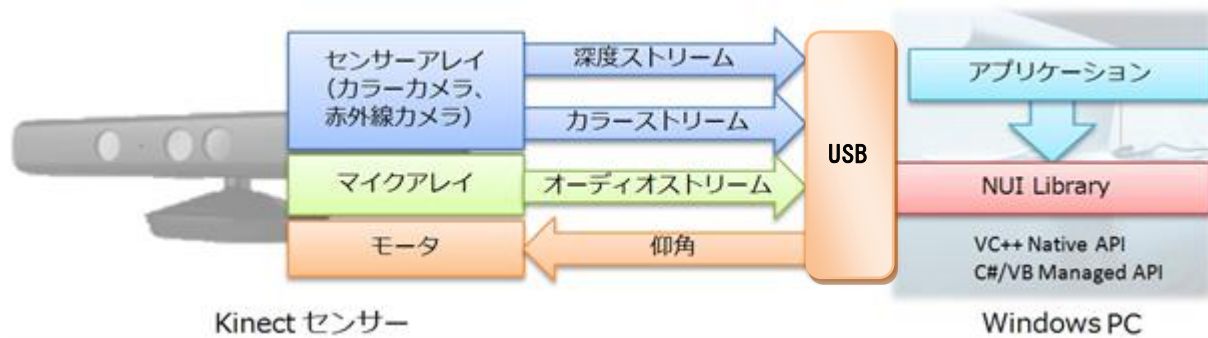


図5 PCとの接続とデータストリーム

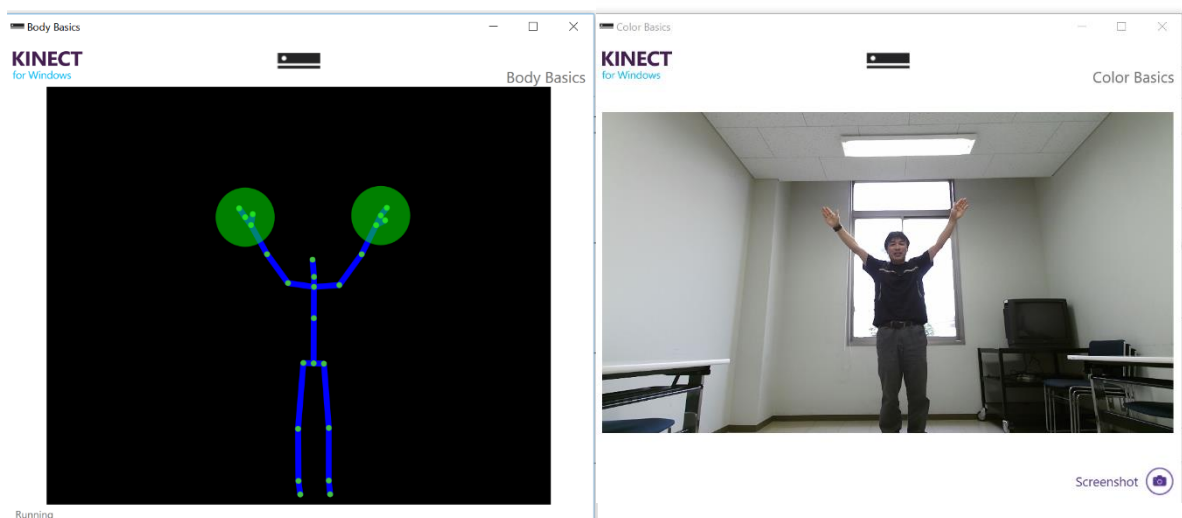


図6 Kinect v2 を用いた教材

4. 実装と評価

4.1. 実験環境

本研究は、体育実技、ダンスの学習支援教材として、動画以外の教材開発に焦点を置いている。実験場所には、屋内 A 棟 A203 教室を用いた。また学習者は 1 人という想定の下、被験者は 1 人で行った。以下に筆者らが行った実験環境の概要を示す。

使用場所：A 棟 A203

ユーザから Kinect までの距離：237cm

Kinect の高さ（設置高）：70cm

この環境の中で、ユーザから Kinect までの距離が 237cm の場所で行ったが、どの程度離れても認識するか、については広い空間が必要であり、その実証まで至っていない。しかしながら、実験に使用した場所である A 棟 A203 のような狭い部屋で認識が出来た、という点で、使用にはそれほど広い空間が無くても可能であると考えられる。

4.2. 実装

試用として導入したシステムは Microsoft 社の Windows10 上で Processing を用いて実装した¹⁰⁾。Kinect の制御には、オープンソースのライブラリである OpenNI¹¹⁾、および、OpenNI の Processing 用ラッパライブラリである SimpleOpenNI¹²⁾を使用した。今後、実験を重ね、教材活用の目処が立った時点で、屋外で複数の学習者を対象とし、ダンスの楽曲全体を使った大規模な実験を視野に入れる。

4.3. 評価と課題

実験段階で、動きの正誤判断が付くことが可能であることが判明した。学習者の動きと手本との動きとの正誤より、ダンスなど体育実技の学習支援教材としての可能性は十分であると判断する。この意味で、動画以外の体育技能学習支援教材としての転用の道筋が見えた。課題として、ダンスなど楽曲に合わせた動きをフォーミングし、その正誤を出す教材全体のデザインの考察が挙げられると共に、教育効果の面での評価も必要であると考えられる。また実験を進める中で、使用したタブレットパソコンのスペック不足から不安定な稼働状態になる時もあったため、使用するパソコンの性能の見直しも必要である。

5. まとめ

本研究は、元々は家庭用ゲーム機のコントローラーであった Kinect v2 を転用し、体育実技、ダンス技能の自己学習支援システム教材の新たな試みを行った。教材活用と学習効果についての検証はこれからであるが、動画視聴のみでの学習とは一線を画す近未来的な学習支援教材の可能性を見出したと自負している。暗黙知の学習支援として、比較的安価に整備出来るシステムであるため、今後教育現場で活用検討をするとこれまでと違った教育効果が生まれると期待する。一方で、このようなシステムを用いた学習活用は未だ例が少なく、使用にあたり学習者が戸惑うことも想定される。システムへの慣れを促すための仕組みが必要となるであろう。教材を用いた学習効果についての評価は未だこれからであるが、動画視聴での学習に本システムを組み合わせる事で学習効果は高まると考える。

今回は、動作の正誤に焦点を絞り教材を開発したが、発展的活用先として、本学で養成する養護教諭の人工呼吸手技、栄養士の包丁使用を含む調理手法など、他の実技を伴う分野への学習支援教材としての応用の可能性が考えられる。また VR (Virtual Reality) と組み合わせることで、学習支援の幅が広がると考えると共に、開発を進め、暗黙知学習支援の新たな提案を出していきたい。

引用文献・参考文献

- 1) マイケル・ポランニー著 高橋勇夫 訳 (2003), 『暗黙知の次元』ちくま学芸文庫
- 2) 野中郁次郎 (1996), 『知識創造企業』東洋経済新報社
- 3) 野中郁次郎 (1999), 『知識経営のすすめ—ナレッジマネジメントとその時代』ちくま新書
- 4) Yuki Kamiya, Yukuo Isomoto, Satoshi Ito, Shin'ich Tsumori (2007) 『A Case Study of Problem Solving Training Seminar』Information Technology Based Higher Education and Training 2007. p629-634
- 5) 竹生久美子, 辻靖彦 (2017) 『eラーニング科目における受講ペースと成績との関連』日本教育工学会論文誌 40(Suppl.), p153-156
- 6) 渡辺優太, 中沢舜, 田中哲夫雄, 松本一教 (2017) 『学生の学習行動を可視化する穴埋め式ワークブックの設計』電気学会研究会資料. IS 2017(27・28・30-35・37), p35-40
- 7) 手術室向け非接触型画像操作システム Opect (オペクト), ニチイ
<http://www.nichiigakkan.co.jp/service/medical/category/hospital/opect.html> (最終アクセス:平成 29年 9月 1日).
- 8) 稲垣潤, 春名弘一 (2017) 『Kinect を用いた補講解析システムの精度に関する検討』電子情報通信学会 2017年総合大会 基礎・境界/NOLTA 講演論文集 p267
- 9) 伊藤雅人, 陳キュウ (2017) 『Kinect による顔特徴点を用いた顔認識手法の検討』電子情報通信学会 2017年総合大会 情報・システム講演論文集 2 p100
- 10) 中村薫, 杉浦司, 高田智広, 上田智章 (2015) 『KINECT for Windows SDK プログラミング Kinect for Windows v2 センサー対応版』秀和システム
- 11) OpenNI The standard framework for 3D sensing www.openni.org/ (最終アクセス:平成 29年 9月 1日)
- 12) Simple OpenNI <http://code.google.com/p/simple-openni/> (最終アクセス:平成 29年 9月 1日)

筆頭執筆者の所属と連絡先

所属 : 鈴鹿大学短期大学部生活コミュニケーション学科こども学専攻

Email : kamiyay@suzuka-jc.ac.jp

Development of Learning Support Material for Tacit Knowledge

-Physical Education Learning Support Utilizing Kinect v2-

Yuki KAMIYA , Kazuo TAKAI