

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 18 日現在

機関番号：14303

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24501133

研究課題名(和文)包丁研ぎ技能伝承・習熟教育自習ツールの制作

研究課題名(英文)Development of Self-instructional System for Japanese Kitchen Knives Sharpening

研究代表者

飯 聡 (Ii, Akira)

京都工芸繊維大学・伝統みらい教育研究センター・特任教授

研究者番号：70456903

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)：包丁研ぎは道具のメンテナンスでありながら、調理に関わる重要な技法として調理師専門学校の学生に多くの時間を割いて教えられている。しかし学生が客観的に自身の包丁研ぎの状態を把握するのは難しい。そこで本研究では、調理師専門学校の学生が包丁研ぎの自習を行う際に自習を支援するシステムの開発と評価を目的とした。まず包丁研ぎにおける熟練者と学生の動作や仕上がりの違いを数値化・可視化した。次に包丁への力の負荷や包丁の軌跡を学習者が模範と比較できる自習支援システムを構築した。さらに自習支援システムを学生に使用させ有効性の検証を行った。この結果、自習支援システムは包丁研ぎの早期習熟に有効であることがわかった。

研究成果の概要(英文)：A lot of time is spent teaching students knife sharpening at culinary technical colleges, both as a part of tool maintenance and as a key culinary technique. However, it is difficult for students to objectively grasp the state of their own knife sharpening abilities and it is often the case that students practice it by themselves without knowing whether or not they are correctly following the teacher's instructions. The objective of this study was to develop and evaluate a self-instructional system for Japanese kitchen knives sharpening. First, differences between the knife sharpening of experts and students in terms of movement and finishing were quantified and visualized. Next, a self-instructional system was developed that enables students to compare their own sharpening with model examples in terms of the load placed on the knife and the knife trajectory during sharpening. The results showed that the system is effective for self-instructional of knife sharpening.

研究分野：調理学

キーワード：包丁研ぎ 自習支援システム 反力 アンケート調査 伝統産業工学 技能伝承 技術教育

1. 研究開始当初の背景

日本における伝統産業は、長い年月の間「匠の技」を脈々と継承し、発展させてきたが、その「匠の技」と呼ばれる動作や判断方法の多くは、職人が長年培ってきた経験や勘などに基づいていると考えられる。また伝承方法は熟練した職人の「匠の技」を弟子が見て盗む、いわゆる「暗黙知」として行われてきた。現在、伝統産業は工業化や近代化の荒波を受けて、技術はもとより原料や市場の面でも危機に直面しており、その伝統産業を受け継ぐ後継者の不足ならびに技術習得に多くの年数を要することから、今後その衰退にさらなる拍車がかかる事が予想される。このような現状の中、伝統産業に内在している暗黙知を科学技術の力で形式知化することは、伝統産業の伝承ならびに「ものづくり」現場における指導の一助となるものと考えられる。

本研究では日本料理の職人が用いる包丁に注目した。日本料理の職人が包丁を巧みに使いこなせるようになるための技術の一つとして包丁研ぎがあげられる。包丁は調理するにあたって、なくてはならない道具のひとつであり、そのメンテナンスとして包丁研ぎを正しく行うことは、味や見栄えに大きく影響することから非常に重要であると考えられている。しかしながら、調理師学校に入学したての学生のような非熟練者にとって、早期に包丁研ぎの技術を習得することは容易なことではない。

日本料理で用いられる和包丁は、西洋料理や中国料理等で用いられる包丁が両刃であるのに対して、片刃である点が特徴で、日本独自の形である。片刃であるため非常に繊細な包丁の技が実現できる半面、機械を用いて誰でも簡単に研げるものではない。この和包丁の包丁研ぎ技術を非熟練者が自習できるシステムやツール製作に関する研究は国内、国外でもみられない。

2. 研究の目的

本研究では、調理師専門学校の学生が包丁研ぎの自習を行う際に、自習を支援できるシステムの開発と評価を目的とした。初めに熟練職人の研ぎ動作の特徴を明らかにし、自習支援システムで教示するにふさわしいデータの選定を行った。包丁研ぎにおける包丁の動かし方、包丁へ負荷する力、砥石上での包丁の軌跡をデータ化し、研ぎ上がった包丁の刃先の観察を行った。これらの結果の中より、包丁へ負荷する力、砥石上での包丁の軌跡を使用した自習支援システムを構築し、システムの有効性を評価した。

3. 研究の方法

(1)自習支援システムのためのデータ選定
包丁研ぎの自習支援システムとして想定したのは、これまでに包丁研ぎ演習で教授されているにも関わらず、学習者自身が教員との

違いを気付きにくいポイントを各種計測機器により数値化・可視化できるシステムを構築することである。この前提の基、学習者と熟練者の違いを表す写真・動画・グラフ等を包丁研ぎ直後に学習者に示し、自己点検を行える自習支援システムを構築することとした。まず、包丁研ぎに必要と考えられるデータ収集を下記の方法で行い、自習支援システムに最適なデータの選定を行った。

被験者は、熟練者として、調理師専門学校で調理師養成のための指導にあっている日本料理担当の教員3名および、非熟練者として、調理師専門学校の学生2名であった。被験者の情報を表1に示す。

表1 被験者情報

被検者	年齢 (歳)	経験年数 (年)	性別	利き手
熟練者1	56	36	男性	右
熟練者2	44	25	男性	右
熟練者3	29	9	男性	右
非熟練者1	26	0.5	男性	右
非熟練者2	30	0.5	女性	右

包丁は、柳刃包丁(八木包丁店製:刃渡り24cm)を用いた。柳刃包丁を図1に示す。柳刃包丁は刺身等を調理する時に使用する包丁である。包丁はあらかじめ使用し、包丁研ぎの必要な状態に準備した。砥石はダイヤモンド砥石(畑中砥石製:長径210mm、短径75mm)および赤砥石(畑中砥石製)を使用した。

上肢が包丁に負荷する圧力を測定するため、小型低容量フォースプレート(TF-3040-A、テック技販製)上にダイヤモンド砥石を設置し、各被験者に包丁研ぎを30秒間ずつ行わせた。同時に、被験者の正面および右側からVTR撮影を行った。フォースプレートを用いた測定の様子を図2に示す。ダイヤモンド砥石は演習等で通常使用している砥石とは異なるが、水を多く含ませる必要がなくフォースプレートへ水が入り込むこと防ぐことを目的に採用した。フォースプレートから得たデータは、動作の安定している、動作開始から10秒後以降を解析の対象とした。座標は被験者に対して左右方向をx、前後方向をy、上下方向をzとした。

研ぎ上がり後の刃先の状態を明らかにするため、被験者らが研ぎ上がったと判断するまで包丁を研ぐように指示し、包丁研ぎを行わせた。砥石は赤砥石を使用した。赤砥石は演習等で日常的に使用している砥石である。包丁を研ぐ時間および試行中における主観的な刃先の評価に関しては制限を設けず、被験者自身が納得できた時点で終了とした。刃先の形状を評価するため、デジタルマイクロ

スコープ (VHX-900、キーエンス製) を用いて観察を行った。観察場所は、図 3 に示すように刃先の中央部とした。



図 1 柳刃包丁

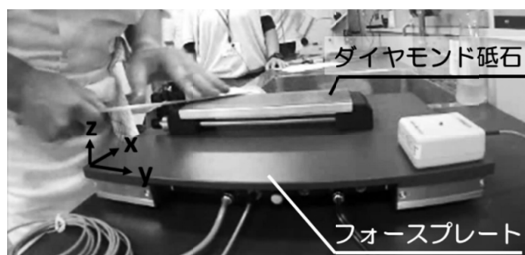


図 2 フォースプレートを用いた測定の様子

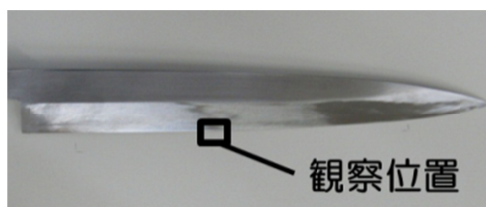


図 3 刃先の観察位置

(2) 自習支援システムの構築

自習支援システムは、フォースプレートと結果表示用 PC により構成した。結果表示用 PC にはフォースプレートのデータ収録ソフトウェア (フォースプレート収録 & 解析ソフトウェア: テック技販製) および検証、解析、レポートソフトウェア (DIAdem: 日本ナショナルインスツルメンツ株式会社製) を載せた。

(3) 自習支援システムの評価

包丁研ぎ自習支援システムの有効性の評価を行うため、包丁への力の負荷の推移の調査およびアンケート調査を行った。被験者は調理師専門学校の子生 7 名とした。被験者情報を表 2 に示す。包丁は各被験者が普段使用している薄刃包丁を使用させた。薄刃包丁は野菜を調理する際に使用する包丁である。砥石は、ダイヤモンド砥石 (畑中砥石製) を使用させた。

自習支援システムはフォースプレートと PC の接続までが終わった状態とし、被験者には取扱説明書「フォースプレートの使用法」、「包丁研ぎ自習支援ソフトの使用法」を読みながら包丁研ぎを行い、レポートを表示するよう指示した。さらに、自習支援システムは 5 回使用させた。自習支援システムは全ての被験者が使い終わった時点で 2 回目以降の使用をするように、自習時間を確保した。被験者には最初の自習支援システムの使用

後に自習支援システムの結果を踏まえて別室で自習するように指示した。

自習支援システムの使用後、自習支援システムの評価に関するアンケート調査を行った。アンケートは、次の 7 項目とした。「自習支援ソフトの使用感」を「使用しやすい」から「使用しにくい」の 10 段階で評価させ、自由記述を行わせた。「評価コメント」を「良い」から「悪い」の 10 段階で評価させ、自由記述を行わせた。「取扱説明書」を「良い」から「悪い」の 10 段階で評価させ、自由記述を行わせた。「自習支援システムで欲しい機能」を自由記述させた。「今後自習支援システムを使いたいかな否か」を「はい」または「いいえ」で回答させた。「はい」と回答した理由」を自由記述させた。

表 2 被験者情報

被験者 No.	性別	年齢 (歳)	経験年数 (ヶ月)	自習の有無	自習の頻度
1	女	25	4	有	週に数回
2	女	19	6	有	月に数回
3	女	19	6	無	-
4	女	19	6	有	月に数回
5	女	53	6	無	-
6	男	28	12	有	月に数回
7	男	20	6	有	月に数回

4. 研究成果

(1) 自習支援システムのためのデータ選定

図 4 に z (上下) 方向の反力と時間の関係を示す。フォースプレートでは、3 軸の反力が測定可能であるが、 z 方向が最も大きな値を示し、学習者への教示に重要であると判断したため、本研究では z 方向のみに着目することとした。熟練者 1、2 と比較し、熟練者 3、非熟練者 1、2 の反力は小さい値であった。熟練者の波形の周期は規則正しく、一定のリズムで包丁を研いでいたことが分かった。図 5 に平均反力を示す。熟練者 1、2 と比較し、熟練者 3、非熟練者 1、2 の反力は約 1/2 であった。

図 6 に x - y 平面の包丁の軌跡を示す。軌跡は反力が測定された全ての位置の重心として算出した。図中の破線はダイヤモンド砥石の大きさを示している。被験者は図の下側に立ち、包丁研ぎを行った。熟練者 1 は x 方向 y 方向ともに軌跡の範囲が広く、砥石全面を使用して包丁研ぎを行っていた。一方、熟練者 1 以外は軌跡の範囲が狭く、砥石の全面を使用していなかったことが明らかとなった。

図 7 に刃先の顕微鏡観察写真を示す。熟練者は、刃先の凹凸が多く、大きいことが見て取れる。一方、非熟練者は、刃先の凹

凸が少なく、小さいことが明らかとなった。

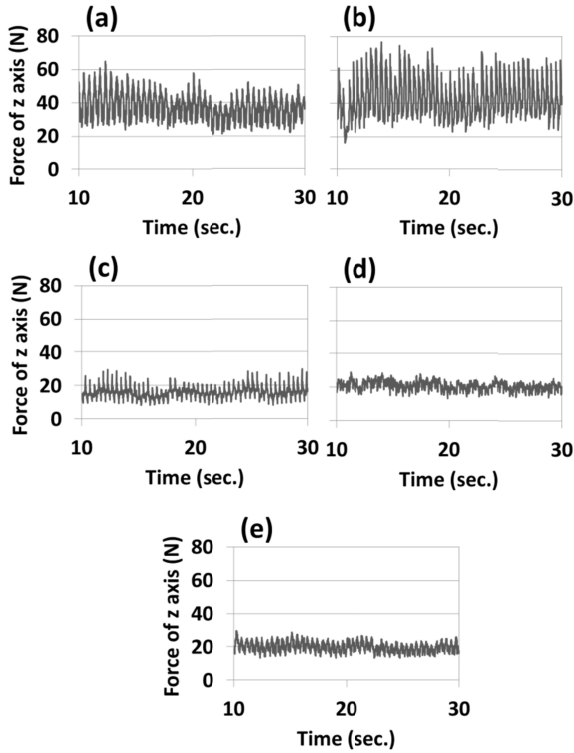


図4 反力と時間の関係 (a)熟練者 1、(b)熟練者 2、(c)熟練者 3、(d)非熟練者 1、(e)非熟練者 2

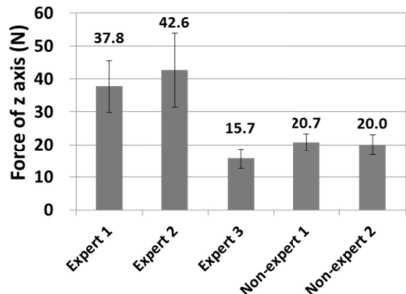


図5 平均反力

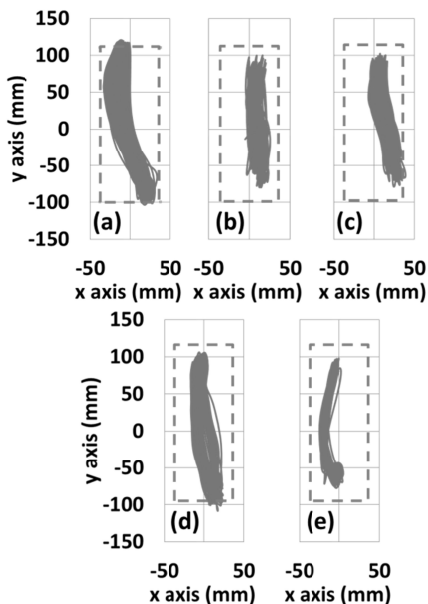


図6 包丁の軌跡 (a)熟練者 1、(b)熟練者 2、(c)熟練者 3、(d)非熟練者 1、(e)非熟練者 2

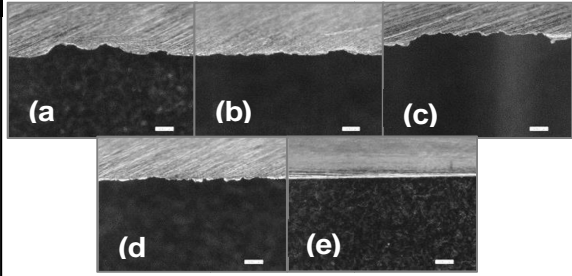


図7 刃先の顕微鏡観察写真 (a)熟練者 1、(b)熟練者 2、(c)熟練者 3、(d)非熟練者 1、(e)非熟練者 2

(2)自習支援システムの構築

学習者はまずフォースプレートにより自身の包丁研ぎを測定する。フォースプレートで測定したデータは、DIAdemを使用し、パソコンのモニタにレポートとして表示させた。この時、学習者のデータと熟練者のデータを比較しやすいよう、上下に並べて表示させた。図8にレポートの表示例を示す。学習者、熟練者それぞれの包丁研ぎにおける反力と時間の関係を示すグラフと包丁の軌跡を表示した。学習者の測定データは上段、熟練者の見本データは下段に表示した。

測定データの表示だけでは、初見の者には解釈が困難であるため、データが示している包丁に負荷した力をコメントとして表示した。コメントの内容は『包丁に負荷した力の平均値』と『平均値に対応する行動指針』とした。コメントの表示例を図9に示す。『包丁に負荷した力の平均値』は、動作が安定しているという理由から包丁研ぎ開始後5秒から25秒の間の値の平均値を算出した。『平均値に対応する行動指針』は表3に示した4段階とした。これらの値は、別途測定を行った熟練者10名と非熟練者10名の力の平均値から決定した。「(1)自習支援システムのためのデータ選定結果」に示したように、非熟練者は包丁に負荷する力が熟練者よりも小さい傾向がある。この改善を促すためのコメントを『平均値に対応する行動指針』とした。さらに、熟練者への聞き取りから得た、負荷する力が強すぎると「しのぎが変形したり、刃の中央部分が凹んだりするため良くない」との意見も参考にした。

自習支援システムは、学習者のみで設置から片付けまでを行うことを想定しているため、全ての手順を書いた取扱説明書を作成した。取扱説明書は、「フォースプレートの設置方法」、「フォースプレートの使用方法」、「包丁研ぎ自習支援ソフトの使用方法」の3つとした。「フォースプレートの設置方法」には、フォースプレートとパソコンの接続開始から終了までを記述した。「フォースプレートの使用方法」には、包丁研ぎを行う前におけるフォースプレートの起動からフォースプレートにて包丁研ぎの反力を記録するまでを記述した。「包丁研ぎ自習支援ソフト

の使用方法」には、包丁研ぎの反力記録を呼び出すところからレポート表示までを記述した。

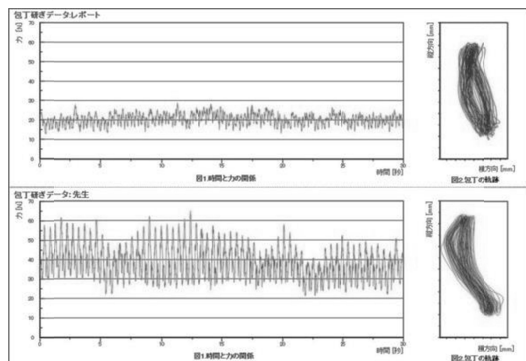


図8 レポート表示例

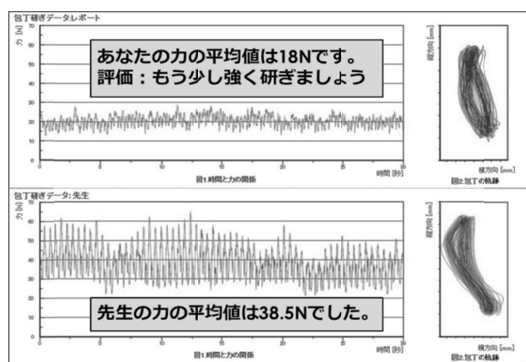


図9 コメントの表示例

表3 コメントの内容

包丁に負荷した力の平均値	平均値に対応する行動指針
10N 未満	もっと強く研ぎましょう
10N 以上 20N 未満	もう少し強く研ぎましょう
20N 以上 35N 未満	ちょうど良い力です
35N 以上	もう少し軽く研ぎましょう

(3) 自習支援システムの評価

図10に各試行におけるz方向の反力を示す。1回目では、「もう少し軽く研ぎましょう」が1名、「もっと強く研ぎましょう」が1名、「もう少し強く研ぎましょう」が3名、「ちょうど良い力です」が1名であった。包丁研ぎ自習支援システムを使用させた結果、『平均値に対応する行動指針』は「もっと強く研ぎましょう」が1名、「もう少し強く研ぎましょう」が4名、「ちょうど良い力です」が1名であった。1回目で「もっと強く研ぎましょう」および「もう少し強く研ぎましょう」というコメントを受けた4名は、試行回数が増加するに従い反力が高くなる傾向を示した。5回目では、「もう少し軽く研ぎましょう」が1名、「もう少し強く研ぎましょう」が2名、「ちょうど良い力です」が4名であり、1回目よりも5回目のほうが最適な力で包丁研ぎを行える者が増加していた。

図5および図10より非熟練者の包丁研ぎの反力は熟練者の反力よりも低い傾向であ

ることが明らかになっている。もっと強く研ぐことを促す必要があることから、自習支援システムの『平均値に対応する行動指針』を表示するための『包丁に負荷した力の平均値』の範囲設定は妥当であったと言える。

図12にアンケート項目、においての評価の平均値を示す。アンケート項目、のシステムの使用感に比べ、の取扱説明書の使用感の評価値が低く、取扱説明書を早急に改良する必要性が見いだせた。

アンケート項目の自由記述では、「研いだときの圧力などで、先生の研がれた時と比べられ、自分の研いだ感覚が分かったので良かった」「力加減のバラつきが明確にデータとして残るのが良かった」等肯定的な回答が5件あった。「私自身がコンピュータに弱いところもあると思いますが、すこし分かりにくかった」という分かりにくさを訴える回答が2件あった。

アンケート項目の自由記述では、「自分の包丁がどう研げているのかよく分かった」等の肯定的な回答が4件あった。一方で、「実際に授業で使われている研石とは違うところもあるので、コンピュータだけで判断するのは難しい」という回答があった。

アンケート項目の自由記述では、「画面の写真がついていて、分かりやすかった」等の肯定的な回答が4件あった。一方で、「パソコンが苦手なのでよく分からなかった」「手順が多く、年輩の方等には難しい」という回答があった。

アンケート項目では、「自習支援システムに、音声案内を加えてほしい」とような音声案内を望む回答が3件あり、現システムのように、包丁研ぎが終わってから結果をレポートするのではなく、リアルタイムでレポートと行動指針を表示およびアナウンスするシステムが望まれていることが明らかとなった。

アンケート項目では「はい」が5名、「いいえ」が2名であり、自習支援システムが包丁研ぎの自習に有効であることが示唆された。

アンケート項目では、「システムよりも自分の感覚で覚えていきたい」「結果を比較して変えるにはどうしたら良いかが分からない」という回答があった。

これらの結果より、包丁研ぎにおける反力や軌跡を表示する自習支援システムは、自習に有効ではあるものの、現状のシステムでは、操作の難しさや煩わしさ、レポートの解釈の難しさといった課題が見出せた。今後は、これらの課題を修正するとともに、現システムではレポートしていない、包丁研ぎの軌跡へのコメント表示、包丁研ぎのリズム、仕上がりに関しても盛り込んだシステムを制作する。

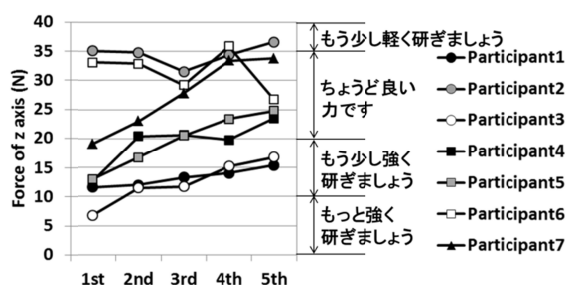


図 10 各試行における z 方向の反力

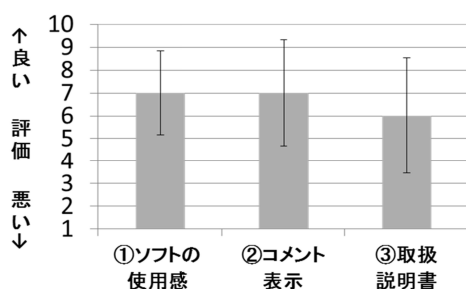


図 11 アンケート項目①、②、③の評価値

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 7 件)

- (1) 高井由佳、家根谷佑希、後藤彰彦、濱田明美、飯聡、「包丁研ぎにおける熟練者と非熟練者の圧迫力の比較」、日本機械学会機械材料・材料加工部門第 20 回機械材料・材料加工技術講演会、2012 年 12 月 2 日、大阪工業大学
- (2) 家根谷佑希、高井由佳、後藤彰彦、濱田明美、飯聡、「薄刃包丁研ぎにおける力の負荷と刃先の形状変化」、平成 24 年度日本人間工学会関西支部大会、2012 年 12 月 8 日、関西大学
- (3) 後藤彰彦、山田真彦、高井由佳、成田智恵子、濱田明美、飯聡、「包丁研ぎ自習支援システムの開発」、日本教育工学会第 29 回全国大会、2013 年 9 月 22 日、秋田大学
- (4) Masahiko YAMADA, Yuka TAKAI, Akihiko GOTO, Akemi HAMADA, Akira II, “DEVELOPMENT OF SELF-INSTRUCTIONAL TOOL OF SHARPENING JAPANESE KITCHEN KNIVES FOR STUDENTS OF TRAINING COLLEGES FOR COOKS”, 13TH JAPAN INTERNATIONAL SAMPE SYMPOSIUM AND EXHIBITION, 2013 年 11 月 12 日、ウインクあいち
- (5) 山田真彦、高井由佳、後藤彰彦、濱田明美、飯聡、「包丁研ぎにおける熟練者および非熟練者の特徴比較」、平成 25 年度日本人間工学会関西支部大会、2013 年 12 月 14 日、京都工芸繊維大学
- (6) Yuka Takai, Masahiko Yamada, Akihiko Goto, Wang Zelong, Akira Ii, “Comparative

Study on the Feature of Kitchen Knife Sharpening Skill Between Expert And Non-Expert”, the 16th International Conference on Human-Computer Interaction HCI2014, 2014 年 6 月 25 日, Creta Maris Beach Resort

- (7) 高井由佳、後藤彰彦、濱田明美、飯聡、「包丁研ぎ自習支援システムの有効性の評価」教育システム情報学会 2014 年度特集論文研究会、2015 年 3 月 21 日、香川大学

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況(計 0 件)

○取得状況(計 0 件)

〔その他〕

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

飯 聡 (II, Akira)

京都工芸繊維大学・伝統みらい教育研究センター・特任教授

研究者番号：70456903

(2) 連携研究者

濱田 明美 (HAMADA, Akemi)

京都光華大学・短期大学部・准教授

研究者番号：20581896

後藤 彰彦 (GOTO, Akihiko)

大阪産業大学・デザイン工学部・教授

研究者番号：50257888

高井 由佳 (TAKAI, Yuka)

大阪産業大学・デザイン工学部・講師

研究者番号：90626368

仲井 朝美 (NAKAI, Asami)

岐阜大学・工学部・教授

研究者番号：10324724