

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 2 年 8 月 20 日現在

機関番号：82727

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K01170

研究課題名(和文) 技能要素を考慮した型枠技能者育成のための通信訓練カリキュラム構築に関する研究

研究課題名(英文) A Study on Construction of Correspondence Training Curriculum for Formwork Skills Training Considering Skill Elements

研究代表者

船木 裕之(FUNAKI, Hiroyuki)

独立行政法人高齢・障害・求職者雇用支援機構職業能力開発総合大学校(能力開発院、基盤整備センター)・能力開発院・准教授

研究者番号：20745228

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：建設業では、躯体技能者(型枠や鉄筋技能者など)の高齢化と新規入職者の減少により、人材が不足している。この問題の解決のため国を挙げて取り組んでいるが、これらを実施している教育訓練施設は限られている。本研究では、通信訓練で躯体技能者の一業種である型枠技能者を育成できる訓練教材の作成とその訓練効果を測定した。その後、効果的な教材を作成するため、熟練技能者の作業観察とアンケートを実施し、型枠技能者が習得しなければならない技能要素とその順番等を明らかにした。通信訓練教材を用いた試行的訓練を実施した結果、初学者でも指導者なしに一定の精度の型枠を完成することができ、教材が効果的であることが分かった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまで、技能者の育成を目的とした通信訓練はほとんどなく、特に型枠技能者に対する通信訓練カリキュラムは見当たらない。本研究では、型枠技能者に必要な技能要素を抽出し、習得しなければならない技能要素とその習得順序を明確化した。また、必要な技能要素を集約した通信訓練用の教材を作成することで、全国的に不足している型枠技能者を、質を保証したうえで育成することが可能となる。また、本研究で得た知見を他の技能職種に応用することで、他業種の技能教育も可能となると思われる。

研究成果の概要(英文)：There is a shortage of people due to the aging of construction technicians and the decrease of new hires in the construction industry. The country is working to solve this problem, but there are few Vocational schools that train technicians.

In this research, we created teaching materials that can train construction technicians (form worker) through correspondence training. At the same time, the training effect of the teaching materials was measured. We conducted observations and surveys of the work of skilled workers to create effective teaching materials. Then, we clarified the skill elements that mold technicians must acquire, their order, and the skill evaluation criteria. As a result of conducting trial training using correspondence training materials, it was found that even beginners could complete a formwork with a certain accuracy without teachers, and the teaching materials were effective.

研究分野：技能教育

キーワード：技能教育 型枠 通信訓練 技能者 技能要素

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

日本の建設業就業者は55歳以上が約3割、29歳以下が約1割と高齢化が進行し、次世代の技能継承が大きな課題^①となっている。このような課題を解決するため、国を挙げて建設業の人材確保・育成に取り組んできた。今後、予想される建設投資額の増加や築後30年以上経過した鉄筋コンクリート構造物をはじめとする社会的インフラの維持・管理を実施する上で、型枠技能者の確保並びに育成は喫緊の課題であるといえる。

型枠技能者の技能教育は、教育訓練機関や教材が少なく工業高校や大学では実施されていない。

民間・公共職業訓練機関では、これらの訓練は実施しているが、その数は、全国でわずかである。型枠技能者が全国的に不足しているのにも関わらず、これらの知識や技能を習得できる場所が少なく、初学者が型枠に関する技能を習得するには困難な状況である。そのため早急に、型枠技能者を安定して供給できる教育訓練体制の構築が必要な状況である。

2. 研究の目的

(1) 型枠の技能教育を全国どこでも受講可能できるようにするための通信訓練教材の作成とその訓練効果について検証することを目的とする。

(2) 技能習得を効率的に行うため、熟練技能者の作業分析を実施し、作業分析と作業のカン、コツ等を集積することを目的とした。

(3) 型枠技能の習得を、効果的かつ効率的に行うには、技能者が習得しなくてはならない技能要素とその習得時期のおおよその時期を明らかにすることが重要となる。そこで、型枠技能者にアンケート調査を行い、型枠技能者に必要な技能と習得時期を明確にすることを目的とした。

3. 研究の方法

本研究では、通信訓練カリキュラムの教材作成のために、主に3つの内容について取り組んだ。

(1) 効率的に型枠技能を習得するために、①型枠技能者の育成に必要な技能要素の抽出と技能要素の標準的な習得年度について、型枠技能者に対してアンケート調査を実施した。

(2) 型枠熟練技能者の作業分析を実施した。作業分析と同時に、教材用の作業動画撮影や作業手順や作業時のカン・コツについて、ヒアリング調査を実施した。その後、①②の調査結果を反映した通信訓練カリキュラムの教材開発をした。

(3) 作成した通信訓練教材の訓練効果を検証するため、初学者を対象にRC柱型枠の建て方の試行的訓練を実施し、訓練効果について検証した。

4. 研究成果

(1) 型枠技能者の育成に必要な技能要素の抽出と標準的な習得年度に関する調査研究

型枠技能者に必要な技能要素を選定するため、東京都内とRC造の施工割合が多い沖縄の型枠事業者にアンケート調査を実施した。調査項目は、経験年数と地上7階（地階なし）、矩形形状の標準的なRC建物を施工する際に、使用する一般的な技能要素の習得年数とした。表1に調査対象となる技能要素の一覧を示す。表1は、職長になるために必要な基本的な技能要素であり、独立行政法人 高齢・障害・求職者・雇用支援機構 基盤整備センターの型枠工事業における「職業能力の体系」の整備等に関する調査研究^②や熟練型枠技能者の意見を参考に決定した。表1に調査項目の大項目と中項目ならびに小項目の一部を示す。設問は、それぞれの小項目に対し、それらの技能を習得する際の指導の有無並びに、「指導を受けながら主体的に行った年数」とそれらの作業が「一人でできるようになった年数」について、その習得年数を記載する形式とした。なお、技能が習得できているかの判断は、回答者の自己評価とした。

表1 調査項目

大項目	中項目	大項目	中項目	大項目	中項目
1) 型枠計画	a) 割付図作成・資材計画	5) 建込作業 打合せ	b) 不具合への対応と解決	9) 工具の使用	a) 手工具の取り扱い
	b) 作業標準書、安全関係の書類作成		a) 墨出し・敷き棧		b) 電動工具の取り扱い
2) 加工準備	a) 加工帳作成、部材の拾出し、転用計画作成	6) 柱・壁の 建込	b) 柱・壁の建込み	10) 自主検査	a) 自主検査
	b) 資材準備		c) 特殊な工法への対応		b) 不具合への対応と改善
3) 型枠パネル 作成・計画	a) 型枠加工	7) 梁・スラブ の建込	a) 墨出し	11) 建入直し	a) 建入直し
	b) 運搬計画・集積		b) 梁・スラブの建込み		12) 打設
4) 現場運搬	a) 現場内運搬・揚重	8) 階段の建込	a) 階段他 の建込	13) 解体・搬出 作業の管理	a) 解体・搬出計画
			c) 特殊な工法への対応		b) 不具合への対応と改善
5) 建込作業 打合せ	a) 他工種との調整		c) 特殊な工法への対応	14) 清掃	a) 清掃

小項目は、それぞれの項目に相当する具体的な作業を記した。例えば、大項目「柱・壁の建込」では、「子墨からパネル建込用敷き棧が設置できる」や「建込手順に沿った型枠の建込ができる」などがある。

アンケート調査は、2017年12月から2018年2月にかけて実施した。調査対象者となる型枠技能者は、東京都で40名、沖縄県で26名である。また、同一のアンケートを用い、職長2名の相談のもと決定したこの時期までに習得できたら一般的と思われる理想的な習得年数の目安（以下、職長の理想習得年数と称す）も集積した。

図1 a)、b)に東京都と沖縄県の型枠技能者の指導の有無別の構成割合を示す。東京都及び沖縄県とも指導を受けていない技能者の割合は共に20%程度であった。図2 a)、b)に東京都と沖縄県の型枠技能者が一人で各技能要素ができるようになった年数と職長の理想習得年数を示す。横軸の技能要素は、職長の理想習得年数の順で並べた。東京都と沖縄県の習得順序の差はわずかであった。また、指導を受けると、おおよそ2~4年で、型枠に必要な技能要素が習得できることが分かった。

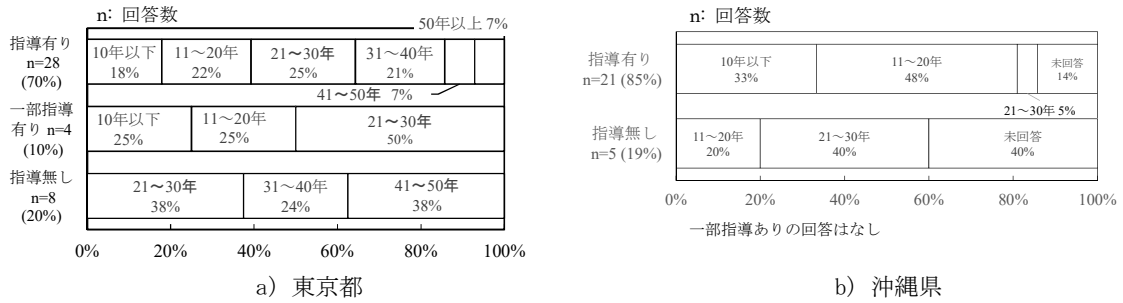


図1 指導の有無別の経験年数の構成割合

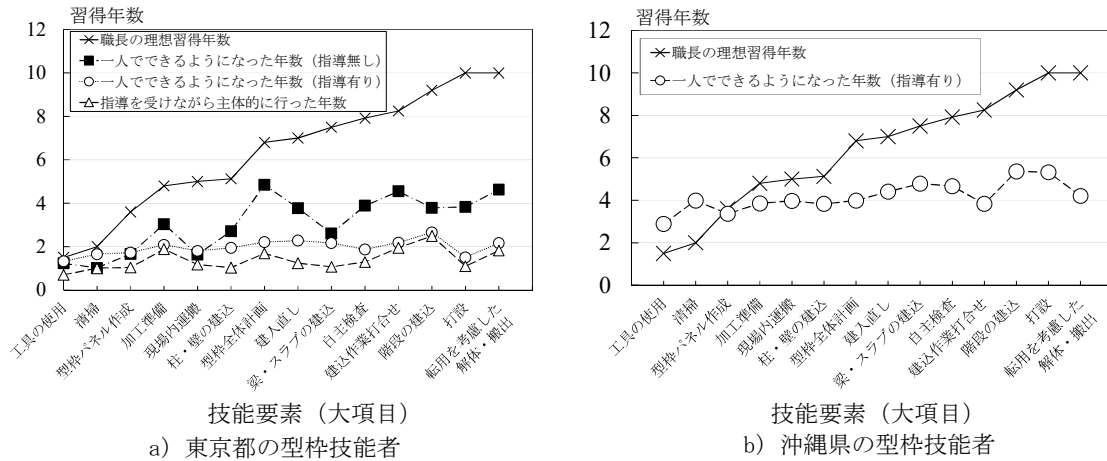


図2 習得年数と技能要素の関係

(2) 型枠熟練技能者の作業分析

(1)より型枠技能者が早期に習得しなくてはならない技能要素として工具の使用、型枠パネルの加工・作成、柱や梁型枠の建込等であることが判明した。そこでこれらの技能要素を重点的に訓練できる柱と梁で構成される門型フレーム課題を作成した。図3に門型フレーム課題の完成写真を示す。また、門型フレーム課題の作成用の教材として作業手順書と作業動画を作成した。図4、5に作成した作業手順書と作業動画の一部を示す。作業手順書並びに作業動画作成に当たっては1級技能士を有する熟練技能者が門型フレーム課題を施工する際の作業動画やインタビュー

(3)の試行的訓練の課題



図3 作成した門型フレーム課題の完成写真

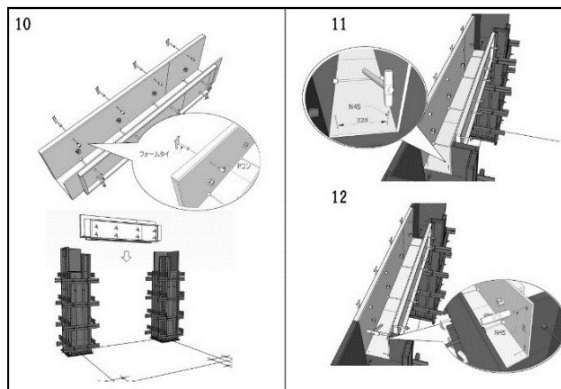


図4 作業手順書の一例 (梁型枠の取付け)

調査から得た施工のカンやコツ、施工の評価基準を反映させた。

図 4 の作業手順書は梁型枠を取付ける際の手順を示したもので、日本語が苦手な外国人も直感的に理解できるよう文章による説明を少なくする代わりに、作業手順を CG で 1 工程ごとに詳細に記載した。

施工手順動画も、作業手順書と同様に技能要素ごとに作成した。図 5 に柱型枠の建込作業方法を示した施工手順動画を一例として示す。施工手順動画はヘルメットにつけたカメラから撮影された技能者視線の動画 (図 5 a))と、全体の施工状況が把握できる動画 (図 5 b))の 2 つが同時に見えるようにし、新規入職者が様々な視点から施工手順を学べるように配慮した。また、新規入職者が建設現場や自宅で簡単に施工手順や施工の要点を確認・復習できるよう 3 分間程度の短い動画とした。

作成した訓練教材のわかりやすさを把握するため、アンケート調査を行った。表 2 にアンケートの設問と評価結果の一部を示す。調査対象者は、職業能力開発総合大学校 建築専攻 3 年生 25 名 (うち女性 5 名) である。なお、調査対象者は、同校の実習科目である「鉄筋コンクリート施工実習」等を通じて、鉄筋加工・型枠施工・コンクリート打設等の技能要素を経験し、鉄筋コンクリート造施工の一連の流れを理解している。設問の評価は、「良い」、「どちらでもない」、「悪い」の 3 段階とした。アンケート評価では作業手順書及び施工手順動画の「良い」の割合は、多くの項目で 80% を超え、高評価を得た。



a) 技能者視線の動画 b) 全体が把握できる動画

図 5 施工手順動画の一例 (柱型枠の建込)

表 2 アンケートの設問と評価結果

教材の種類	設 問	割合(%)		
		良い	どちらでもない	悪い
作業 手順書	作業手順書は手順を理解できますか。	84	16	0
	作業内容を図のみで表現し、説明を記載しないことについてどう思いますか。	24	48	28
	作業手順書に作業者の手、足の位置を示した。	84	16	0
施工手順 動画	技能者視線の動画と施工全体が把握できる動画を用意した。	84	12	4
	作業動画を短し、技能要素ごとに制作した。	92	8	0

(3) 通信訓練教材の作成と試行的訓練による訓練効果の検証

(2) で作成した技能分析と作成した教材を基に通信訓練用教材として、AR ヘッドマウントディスプレイ (以下 HMD と称す) を用いた教材を作成した。図 6、7 に HMD を装着した状態と作業風景をそれぞれ示す。また、図 8 に HMD 教材を使用している受講者からの視点をそれぞれ示す。受講者は、面前的のディスプレイに CG が表示され、現実空間と重畳して見える (図 8)。HMD 教材は、作業工程ごとのスライドで構成され、工程が終了するごとに次のスライドに進む。同図に示すようスライドには作業内容や要点、写真が表示され、複雑な作業は (2) で作成した施工動画を写し、作業内容が具体的に理解できるようにした。なお、HMD は HoloLens (Microsoft 社) を、HMD 教材の作成には Dynamics 365 Guides (Microsoft 社) を用いた。

その後、訓練効果を検証するため、初学者を対象に RC 柱型枠の建て方の試行的訓練を実施した。

試行的訓練は、RC 柱型枠の建込み (図 3 の赤い線で囲まれている部分) を製作課題とした。被験者は、型枠施工を行ったことがない職業能力開発総合大学校 総合課程 建築専攻 3 年生 4 名である。被験者らは、同校の施工実習で 1、2 年次に木材加工や木造軸組の家屋を建築し、のこぎり、さしがね等の手工具の取り扱いを習得している。図 9 は試行的訓練の概念図である。試行的訓練は、HMD 教材で自学自習を行い、質疑等があれば必要に応じて、被験者と指導者がインターネット回線を通じて指導を実施した。

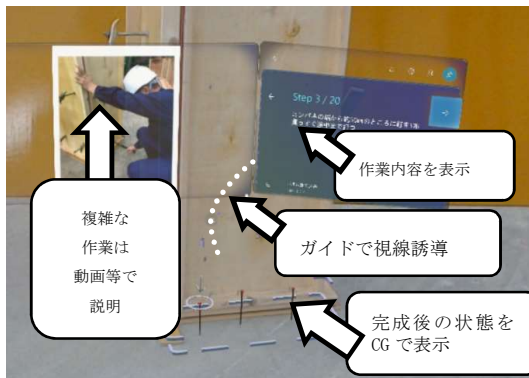
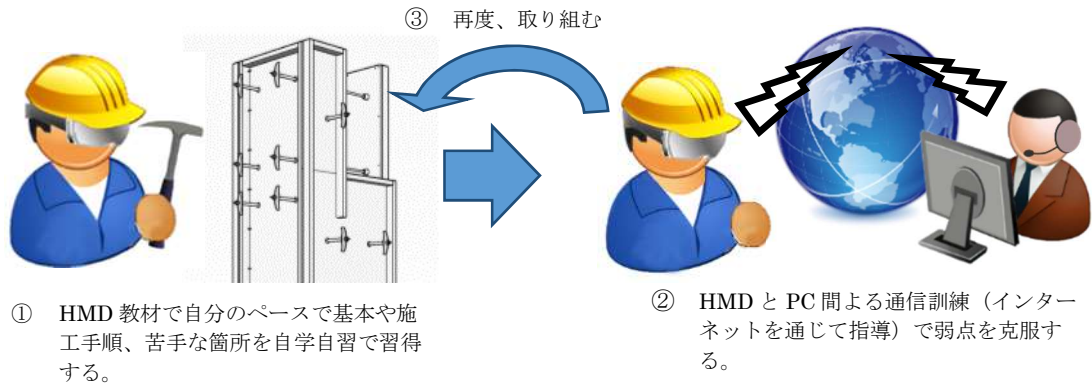


図 6 HMD 装着時の状態 図 7 HMD 装着時の作業の様子 図 8 HMD 教材を使用している受講者からの視点



HMD 教材は Office365 Guides を、通信訓練には Office365 Remote Assist を用いて作成した。

図 9 HMD 教材による通信訓練の概念図

試行的訓練終了後、製作課題の評価を行った。表 3 に製作課題の評価シートを示す。評価項目は躯体精度を確保するために必要な型枠の垂直状態を示す建ち、型枠の内法寸法、隣接する型枠との段差（水平方向、鉛直方向）と型枠の剛性を確保するための釘のピッチ、本数とした。表 4 に被験者らが製作課題の製作に要した時間、製作課題の評価結果を示す。被験者らは熟練者の標準課題製作時間（40 分程度）より時間を要した。また、型枠の建ちの評価では 2 名が概ね良好で 2 名が若干傾いた結果となった。一部の被験者らの型枠精度は、実務で活躍する型枠技能者と比較すると大きく、建設現場ですぐさま許容できる施工精度（2mm 程度）には達していないが、反復訓練より改善が可能な範囲であると考えられる。初めての実施する柱型枠の建込み作業で、指導者なしに製作課題が完成させることができ、HMD を用いた技能の通信訓練は、技能習得に有益であるといえる。

表 3 製作課題の評価シート

・水準器及びコンベックスを用いて、型枠の添削を行ってください。 ・最も当てはまる箇所を丸をつけ、___ に値を入力してください。			
【型枠の建ちに関して】			○ : 気泡
水準器の気泡の位置は黒い線の内側にあるか		<input type="checkbox"/> 気	<input type="checkbox"/> 気
		1.内側(なし)	2.線に重なっている(若干あり)
		<input type="checkbox"/> 気	3.外側(許容できない傾き)
【内法寸法】			
内法寸法の最大誤差(実寸法-設計寸法) 矢印の4ヶ所を計測		①の誤差 (___ mm)	
		②の誤差 (___ mm)	
		③の誤差 (___ mm)	
		④の誤差 (___ mm)	
【隣接する型枠との段差】		【釘のピッチ、本数】	
隣接する型枠との段差(水平方向)	1.適切、 2.あり (___ヶ所/___ mm)	釘のピッチ(200mm以内)	1.適切、2.不適切
隣接する型枠との段差(鉛直方向)	1.適切、 2.あり (___ヶ所/___ mm)	釘の本数(3本以上)	1.適切、2.不適切

表 4 製作課題の作成に要した時間と評価結果

被験者	所要時間	型枠の建ち(垂直度)	内法寸法の最大誤差		隣接する型枠との段差		釘ピッチ、本数
			X方向	Y方向	水平方向	鉛直方向	
A	2時間04分	若干あり	0mm	+3mm	5mm	2mm	適切
B	3時間30分	なし	0mm	+5mm	3mm	2mm	適切
C	2時間26分	若干あり	-4mm	0mm	2mm	0mm	適切
D	2時間04分	なし	0mm	0mm	2mm	0mm	適切

(4) まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

- 1) 型枠技能に必要な技能要素とその習得経験年数について明らかにした。また、指導を受けた型枠技能者はおおよそ 2-4 年程度で、必要な技能が習得できることが分かった。
- 2) 熟練技能者の作業分析を行い、型枠作業のカン、コツについて集積した。また、熟練技能者の施工手順を撮影し、作業手順書と施工手順動画を技能要素別に作成した。
- 3) 型枠技能の通信訓練用教材として HMD 教材を作成した。初学者を対象とした試行的訓練では、RC 柱型枠を HMD 教材のみで製作課題が完成させた。施工時間や精度に問題点も生じたが、反復訓練で解消できると予想され、HMD を用いた技能の通信訓練は、技能習得に有益であることが分かった。

<引用文献>

- ① 国土交通省「技能労働者不足」に対する考え方、2016
- ② 独立行政法人高齢・障害・求職者雇用支援機構 職業能力開発総合大学校基盤整備センター：型枠工事業における「職業能力の体系」の整備等に関する調査研究、2016

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 船木裕之、塚崎英世
2. 発表標題 型枠技能者の育成を目的としたARヘッドマウントディスプレイを用いた自己学習型訓練教材に関する研究
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 船木裕之、西澤秀喜、塚崎英世、小林宏樹
2. 発表標題 技能要素を考慮した型枠技能者育成のための訓練教材の制作に関する研究
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 船木裕之、塚崎英世、新井吾朗、小林珠緒、小林宏樹
2. 発表標題 ARヘッドマウントディスプレイを活用した型枠技能者向け教育訓練教材の作成について
3. 学会等名 PTUフォーラム2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 船木裕之、西澤秀喜、塚崎英世
2. 発表標題 型枠技能者に必要な技能要素の修得年数に関するアンケート調査
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 船木裕之、西澤秀喜、新井吾朗、塚崎英世、平佑太、八田充
2. 発表標題 沖縄で活躍する型枠技能者の技能修得時期に関するアンケート調査 沖縄で活躍する型枠技能者の技能修得時期に関するアンケート調査
3. 学会等名 PTUフォーラム2018
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 和田 雅宏編著、船木裕之 他	4. 発行年 2020年
2. 出版社 日科技連出版社	5. 総ページ数 147
3. 書名 インダストリアルエンジニアリングの最前線：最新テクノロジーを活用した生産効率の向上	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	塚崎 英世 (TSUKAZAKI Hideyo) (60648913)	独立行政法人高齢・障害・求職者雇用支援機構職業能力開発総合大学校(能力開発院、基・能力開発院・准教授) (82727)	
研究分担者	新井 吾朗 (ARAI Goro) (80648907)	独立行政法人高齢・障害・求職者雇用支援機構職業能力開発総合大学校(能力開発院、基・能力開発院・准教授) (82727)	
研究分担者	吉田 競人 (YOSHIDA Keito) (70648914)	独立行政法人高齢・障害・求職者雇用支援機構職業能力開発総合大学校(能力開発院、基・能力開発院・准教授) (82727)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	西澤 秀喜 (NISHIZAWA Hideki) (40648987)	独立行政法人高齢・障害・求職者雇用支援機構職業能力開発 総合大学校（能力開発院、基・能力開発院・准教授 (82727)	