

平成 30 年 6 月 8 日現在

機関番号：82727

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15H02920

研究課題名(和文) 卓越した大工技能者の習熟過程と職業能力体系に関する研究

研究課題名(英文) Study on mastery process of skilled carpenters and vocational ability development system

研究代表者

塚崎 英世 (TSUKAZAKI, Hideyo)

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：60648913

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 5,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、高度な技術・技能を有する大工技能者の習熟過程を調査・分析し、その結果に基づいた効率的な職業訓練カリキュラムの開発と職業能力開発体系の構築を目的とした。まず卓越した大工技能者に必要な技能・技術要素について既往研究を参考として整理した。次に卓越した熟練技能者に技能習熟に関するヒアリング調査を行なうとともに、各地の建築大工技能者51名に対して、ヒアリング調査と同じ項目をアンケート形式で調査した。その結果を能力開発体系として示した。併せて、熟練技能者が参考とした文献の調査も実施した。さらに、規矩術に関する3DCAD、3Dモデル教材は、技能検定課題を対象として作製することができた。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research was to investigate the proficiency process of skilled carpenters, to propose training curriculum and construction of capacity development system. First of all, I gathered skills and technical elements necessary for carpenters. Next, we conducted a hearing survey on skill acquisition for skilled carpenters. In addition, we surveyed 51 carpenters in a questionnaire about skill learning. We showed these results as vocational ability development system. At the same time, we also conducted a survey of literature referenced by skilled technicians. Using 3DCAD and 3D model, we created teaching materials on kikujyutsu for test for certified skilled workers.

研究分野：科学教育・教育工学

キーワード：建築大工技能 技能伝承 職業能力開発体系

1. 研究開始当初の背景

(1)バブル経済崩壊以降、建設投資の縮小に伴って受注競争が激化したことによって、建設技能労働者の就労環境が悪化したために建設業界の人材不足が常態化し、技能者の高齢化も深刻な状況である。

この社会的な課題を解決するために、公共職業訓練施設による職業訓練が有効であるが、職業訓練期間が短縮されたことと、就業先や職種の範囲を広げるために、訓練カリキュラムを耐震診断技術、CAD製図、壁紙施工、床仕上げ施工など多種多様な内容としているために、大工作業の基本作業に多くの訓練時間を割くことができない。

このために、建築大工技能者としての基本的な作業であるかんな、のみに代表される大工道具の手入れ、それらを用いたかんな削り、のみによる穴掘り、鋸引きなど基本的な作業に関する訓練時間は最大でも1か月と短いという問題がある。

2. 研究の目的

(1)高度な技術・技能を有する大工技能者の習熟過程を調査・分析し、その結果に基づいた効率的な職業訓練カリキュラムの開発と生涯能力開発体系の構築を目的とした。

(2)口伝、文書、2次元の図面では直感的な理解が困難で、技能継承が難しい「規矩術」に関しては、3次元CAD(以下、3DCADと称す)、および3次元プリンタ(以下、3Dプリンタと称す)を用いて、直感的な理解が可能な教材を作製することも目的とした。

3. 研究の方法

(1)本研究は、効率的に技能を継承できる職業訓練カリキュラム・教材の提案と職業能力開発体系の作成をするために、以下の方法によって研究を行った。

まず複数の卓越した大工技能者へのヒアリング調査と既往研究の文献調査^①を実施して、卓越した大工技能者に必要な技能・技術要素の抽出・分類を行なって、技能レベルごとに整理した。次に、抽出した技能・技術要素に関して、「いつ、どこで、誰から、どのように」習得したかに着目して、5~10名程度の卓越した大工技能者にヒアリングを行なう。同時に、一般的な技能を有する大工技能者にヒアリング項目と同様のアンケート調査を行なって、卓越した大工技能者と一般的な技能を有する大工技能者の差異を明らかにした。さらに、卓越した大工技能者に対して、技能習得過程において、参考とした文献、建築物などの調査を行なった。

(2)直感的な理解が難しく、継承が困難である「規矩術」については、直感的な理解が可能な教材作製を3次元CAD、3次元モデル(以下、3Dモデルと称す)を用いて行った。

4. 研究成果

(1)高度な技術・技能を有する大工技能者の

習熟過程を調査・分析するために、現代の名工、技能グランプリの入賞者を中心とした卓越した大工技能者5名に対してヒアリングを行った。さらにヒアリング調査した大工とは別の卓越した大工技能者6名を含む51名に対してアンケート調査を行なった。ヒアリング調査とアンケート調査の調査項目は同一であるので取り纏めて結果を報告することとする。

調査項目は、回答者の年齢、経験年数、所有している資格、施工対象の建物等の属性の他、大工の技能を構成する以下の①~⑩の項目、計90作業に関するものとした。

- ①道具の使い方(手工具) [5 作業]
- ②道具の使い方(電動工具) [21 作業]
- ③道具の手入れ [4 作業]
- ④木の特性 [6 作業]
- ⑤墨付け [11 作業]
- ⑥部材加工・取り付け [18 作業]
- ⑦製図 [12 作業]
- ⑧開口部作業 [4 作業]
- ⑨リフォーム作業 [5 作業]
- ⑩規矩術 [4 作業]

それぞれの項目について、「いつ、どこで、誰から、どのように」技能・技術を修得したかについて回答を得た。例えば、道具の使い方(手工具)について図1~4に例示する。これらから、手工具は大工として入職して1年目~3年の間に習得し、勤務先で親方・兄弟子から、直接指導を受けることで習得していることがわかる。その他の項目についてもそれぞれ取り纏めた。

それらの結果、当然であるが基礎的な技能ほど1~3年目に修得している人が多く、難易度の高い技能になるほど、習得開始年次が遅くなる傾向を示した。大半の項目の習得場所と指導者は、勤務先で親方・兄弟子からの指導を受けること多いことがわかったが、製図の項目は職業訓練校で職業訓練指導員から指導を受けたと回答した技能者が多数存在した。導員に製図に関する項目は、このことから製図は、OJTよりもoff-JTで指導する方が効果的であることが把握できた。

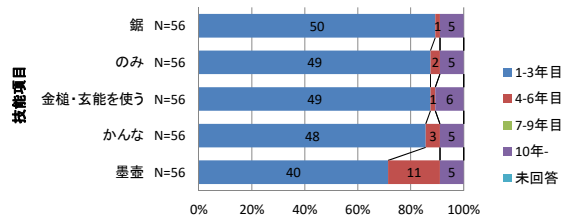


図1 道具の使い方(いつ:習得年次)

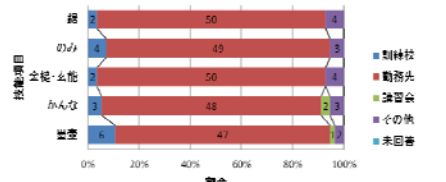


図2 道具の使い方(どこで:習得場所)

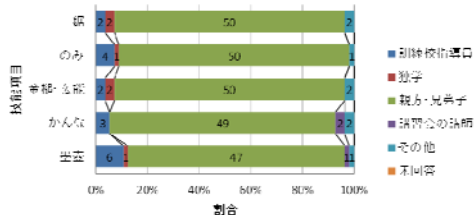


図3 道具の使い方 (誰から：指導者)

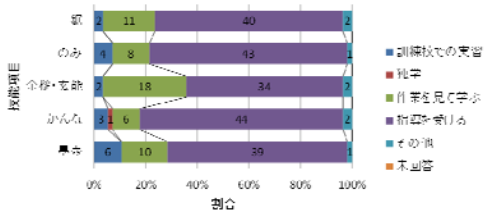


図4 道具の使い方 (どのように：習得方法)

ヒアリング調査、アンケート調査を取り纏めて図5と6に卓越した大工技能者と一般的な技能を有する大工技能者の職業能力開発体系をそれぞれ示す。

図5と図6から、両者を比較すると、卓越した大工技能者は時間をかけて一つ一つの技能・技術を着実に習得している傾向があることが分かった。これらの習得順序をベースにカリキュラム編成することで効果的な職業訓練が可能となると考えられる。また、習得開始年次が同じ技能要素に関しては、並行して講義・実習した方が、より効果効率が上がる可能性があるかと推察される。

一方、卓越した大工技能者に対して、技能習得過程において、参考とした文献、建築物などの調査を行なった。どのような建築物を参考としたかについては明確な回答を得ることができなかった。

習得開始年次	1	2	3	4	5	6	7	8
道具の使い方	鉋、のみ、金鋸、玄鋸、かんな、墨鋸を使う							
道具の手入れ		のみの刃 かんなの刃を研ぐ かんなの裏金を調整 かんなの台直し						
木の特性			曲がり・反り・節を見る 柱目・板目を見分ける	逆目、背と腹、木葉・木裏、 木の元・末を見分ける				
製図			図面の見方を習う	平面図、板図、各伏図、矩計図を描く、 尺杖を作製	現寸図、軸組図、断面図、各立 面図、柱状図を描く	詳細図を描く		
電動工具の使い方		電動かんな	電動ドリル 電動丸のこ 角のみ鋸 電動カッター 昇降盤 電動溝切り機	サンダ 手押しかんな盤	自動かんな盤 開閉グラインダ ジグソー ステップラー ホジ取り機 インパクト エアナイラー 系のご盛 溝切り盤	フィニッシャー 帯のご盛 電動ルータ		
部材加工・取り付け		壁下地、貫下地を加工	床仕上げ、壁仕上げを行う 土台・柱・横架材を加工 床下地、天井下地を加工 屋根材、破風板を加工	床板を加工・取り付け 隅木、洋室造作物、 隅居・敷居、 化粧垂木、軒先廻り部材を加工	和室造作物、長押、階段を加工			
開口部の取り付け			窓台、窓まぐさの取り付け	サッシ、窓枠の取り付け				
規矩術			四方転び	寄棟屋根、切り妻屋根	入母屋屋根の墨付けをする			
墨付け				水平・垂直の出し方を習う ホジ・ホジ穴 継手・仕口 屋根材の墨付け	アンカーボルト・ホールダウン 金物位置、床組み、横架材、切 り妻屋根、寄棟屋根	入母屋屋根 一棟丸ごと		
リフォーム						水回りのリフォーム 構造材のリフォーム	バリアフリー 断熱リフォーム	耐震改修リフォーム

図5 卓越した大工技能者の職業能力開発体系

習得開始年次	1	2	3	4	5	6	7	8
道具の使い方	鉋、のみ、玄鋸、かんな、墨鋸を使う							
道具の手入れ		のみの刃、かんなの 刃を研ぐ、かんなの 裏金を調整する、か んなの台直し						
木の特性		柱目・板目、逆目、 木の元・末、背と 腹、木葉・木裏を見 分ける。曲がり・反 り、節を見る						
製図		図面の見方を習う	断面図、平面図、各立面 図、各伏図、矩計図を描く	現寸図、軸組図、各詳細図、板図柱 状図を描く、尺杖を作製				
電動工具の使い方		電動ドリル 電動丸のこ	自動かんな盤 電動かんな 手押しかんな盤 ホジ取り機 開閉グラインダ サンダ 昇降盤 電動カッター 電動溝切り機	エアナイラー ステップラー インパクト ジグソー 系のご盛を使う 帯のご盛 溝切り盤	フィニッシャー 電動ルータ			
部材加工・取り付け		貫下地、壁下地、床 下地、土台・柱・横 架材を加工、壁仕上 げを行う	床仕上げを行う、天井下 地、屋根組、軒先廻り部 材、破風板、洋室造作物を 加工、床板を加工・取り付 け	隅居・敷居、化粧垂木、隅木を加工	和室造作物、階段、長押を加工			
開口部の取り付け			窓台、窓まぐさ、サッシ、 窓枠を取り付ける					
規矩術			四方転び、切り妻屋根、寄 棟屋根	入母屋屋根				
墨付け			水平・垂直の出し方を習 う、ホジ・ホジ穴、継 手・仕口	アンカーボルト・ホールダウン 金物位置、床組み、屋根材、横架材	水回りのリフォーム 構造材のリフォーム、	バリアフリー、断熱リ フォーム	耐震改修リフォー ム	

図6 一般的な技能を有する大工技能者の職業能力開発体系

文献調査は、主に技能五輪全国大会の競技運営に携わっている卓越した大工技能者9名に対して、下記の①～⑩の技能・技術要素を習得する際に参考とした文献・資料を調べた。

- ①道具の使い方（手工具）
- ②道具の使い方（電動工具）
- ③道具の手入れ
- ④木工機械の使い方
- ⑤木の特性
- ⑥墨付け
- ⑦小屋組みの墨付け
- ⑧部材加工
- ⑨製図
- ⑩リフォーム作業
- ⑪規矩術

文献調査の結果、いずれの項目でも最も参考としていた文献は、職業能力開発大学校研修研究センター編、三訂 建築[I]建築施工・工作法・規矩術編、職業訓練教材研究会、1996. 11^④であった。この書籍は職業訓練校で多く用いられている文献である。また、小屋組みの墨付けの技能・技術要素を習得する際に多く用いられていた文献は、佐藤日出男著、入母屋・寄棟の工法、理工学社、1975^⑤であることが分かった。

(2)3DCAD、3Dモデルを用いた「規矩術」の直感的な理解が可能な教材作製は、寄棟屋根に用いられる部材である隅木の墨付けを対象とした。作製した3DCAD、3Dモデルを用いた教材による指導方法と従来からの指導方法である展開図法の教育効果を検証した。図7に訓練計画の流れを示す。まず受講者の規矩術に関する経験の有無と学習した機会を把握するために事前調査を行った。



図7 訓練計画の流れ

その後、受講者21人を先に展開図を描いてから規矩術を学ぶグループ（以下Tグループと称す）11人と3DCADによるモデリングを先に経験することで規矩術を学ぶグループ（以下Mグループと称す）10人に分けた。次に両グループに対して指導前の規矩術に関する知識を把握するために事前テストを行った。事前テストの一部を図8に示す。

事前テスト実施後にTグループに対しては展開図を用い、Mグループには3Dモデル教材を用いて規矩術の指導を行った。指導後には、規矩術の理解度を把握するために両グループに図9に示す確認テストを実施した。その後Tグループには3Dモデル教材を用い、Mグ

ループには展開図を用いて規矩術の指導を行った。最後に両グループに再度確認テストを実施した。



図8 事前テスト

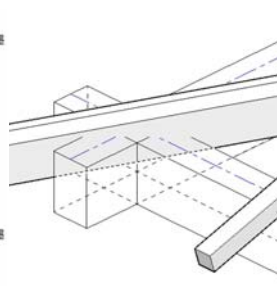


図9 確認テスト

桁と棟木の芯々間距離が450mmで、屋根勾配が3寸勾配の真隅棒隅の墨付けが習得できるようになるための教材として、図10に展開図を用いた教材、図11に3DCAD (Autodesk社製 AutoCAD2016)を用いた教材、図12に3Dプリンタ (アビー社製、SCOOVO MA30、光造形式：積層ピッチ 0.05mm)による教材を作製した。

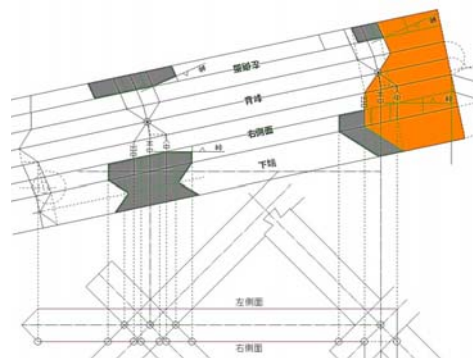


図10 展開図を用いた教材

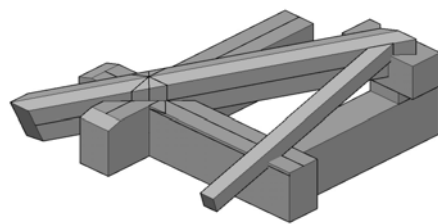


図11 3DCADを用いた教材



図12 3Dプリンタによる教材

事前調査を行った結果、図13に示すように規矩術の経験があると答えた学生は21人中15人(71%)で、授業と技能検定(3級)対策の機会学んでいた。しかし、図14、図15のTグループとMグループの事前テスト結果が0点であることから、隅木に関する規矩

術の知識を有している被験者は存在せず、訓練前の被験者グループ間の規矩術に関する知識レベルは同等である。

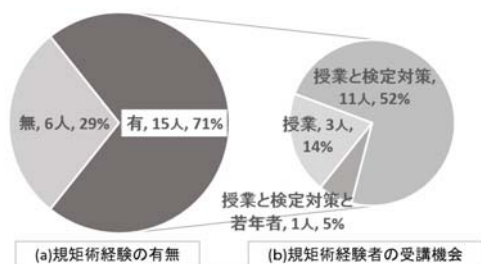


図13 事前調査の結果

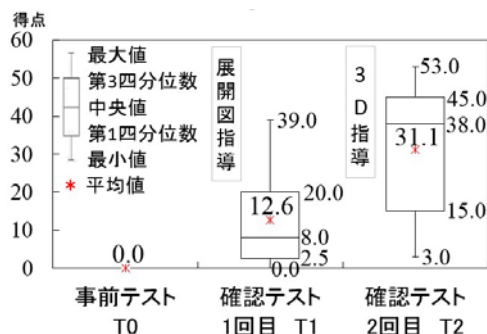


図14 Tグループのテスト結果

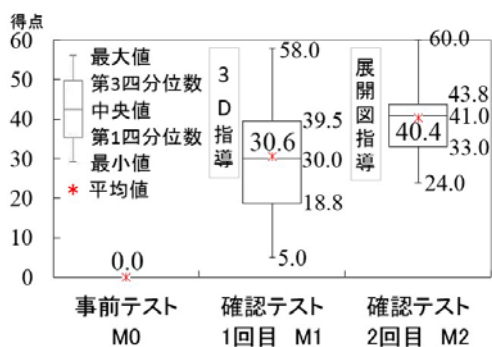


図15 Mグループのテスト結果

各グループにおける確認テストの平均値に有意差があるかを検証するために、t検定^②(帰無仮説 H_0 : 平均値に差がない、対立仮説 H_1 : 平均値に差がある、有意水準 $\alpha = 0.05$)を行った。さらに、訓練効果の有無はCohenによるd値(Cohen's d)^③によって評価した。

Tグループは展開図で真隅棒隅に関する規矩術の指導を受けた後に1回目の確認テストを実施した。Mグループは3Dモデル教材で真隅棒隅に関する規矩術の指導を受けた後に1回目の確認テストを実施した。

表1にTグループとMグループの確認テスト1回目のt検定結果とd値(効果量)を示す。表1から、T1とM1での確認テストの平均点には、有意水準5%で有意な差があることが分かる。

Cohenはd値の評価基準を基本的にd=0.2を小さな効果、d=0.5を中程度の効果、d=0.8を大きな効果があるとしている^③。表1のd値は1.19を示しているので、3Dモデル教材によって規矩術を学んだ方が、より大きな訓

練効果が得られるということが言える。

表1 確認テスト1回目の統計分析結果

確認テスト1回目	n	平均値	SD	t値	p値	d値
T1(展開図指導後)	11	12.6	14.45			
M1(3D指導後)	10	30.6	15.85	2.71	0.013	1.19

表2には、確認テスト2回目のt検定結果と効果量を示した。1回目の確認テスト実施後、Tグループは3Dモデル教材により規矩術の指導を受けた。Mグループは展開図教材により規矩術の指導を受けた。その後各グループに2回目の確認テストを実施した。なお、1回目の確認テストと内容は同一である。

表2のt検定の結果からは、T2とM2の確認テストの平均点には有意差を認めることができない。しかし、d値が0.61であることから、t検定からは有意な差があるとは言えないものの、指導する順序による実質的な差があることを確認した。

表2 確認テスト2回目の統計分析結果

確認テスト2回目	n	平均値	SD	t値	p値	d値
T2(展開図⇒3D指導後)	11	31.1	18.15			
M2(3D⇒展開図指導後)	10	40.4	11.37	1.39	0.18	0.61

以上のことから、先に3Dモデル教材で指導することにより、最終的な訓練効果が高まると期待される。

本研究では、図16~18に示すように、1級技能検定課題、2級技能検定課題、3級技能検定課題についての教材も作製した。現在、この教材を用いて、職業能力開発総合大学校で職業訓練指導員を対象とした研修コースを開講しており、高い評価を得ている。



図16 1級技能検定課題の3Dモデル教材



図17 2級技能検定課題の3Dモデル教材



図18 3級技能検定課題の3Dモデル教材

<引用文献>

- ①中島正夫、神山幸弘：宮大工の技能修得過程の分析－宮大工の技能に関する調査研究その1－、日本建築学会計画系論文集第476号、pp.91～100、1995.10
- ②横山真一郎、関哲朗、横山真弘：基礎と実践 数理統計学入門、コロナ社、pp.58-66、2016.4
- ③Cohen, J : A power primer、Psychological Bulletin、112、pp.155-159、1992.7
- ④職業能力開発大学校 研修研究センター編：三訂 建築[I]建築施工・工作法・規矩術編、職業訓練教材研究会、1996.11
- ⑤佐藤日出男：入母屋・寄棟の工法、理工学社、1975

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計0件)

[学会発表] (計7件)

- ①塚崎英世、玉井瑞又、西口光太郎、前川秀幸、松留慎一郎、大工技能の動作解析と指導方法に関する研究－のこ挽き作業について－、日本建築学会、2018.9.5、東北大学(仙台市)
- ②佐畑友哉、塚崎英世、西口光太郎、前川秀幸、松留慎一郎、建築大工技能者の職業能力開発体系に関する研究、日本建築学会、2018.9.6、東北大学(仙台市)
- ③塚崎英世、建築大工技能の動作解析と指導法－鉋掛け作業を対象として－、第25回職業能力開発研究発表講演会、2017.9.20、職業能力開発総合大学校(小平市)
- ④西口光太郎、塚崎英世、玉井瑞又、定成政憲、前川秀幸、松留慎一郎、大工技能の動作解析に関する研究 刃研ぎ作業について、日本建築学会、2017.9.3、広島工業大学(広島市)
- ⑤片平聡、塚崎英世、定成政憲、前川秀幸、松留慎一郎、3Dモデルを用いた規矩術の教材作製に関する研究、2017.9.3、広島工業大学(広島市)
- ⑤塚崎英世、玉井瑞又、近藤聖徳、前川秀幸、

松留慎一郎、大工技能の動作解析に関する研究－鉋掛け作業について－、日本建築学会、2016.8.24、福岡大学(福岡市)

- ⑥赤澤慶一郎、塚崎英世、玉井瑞又、前川秀幸、松留慎一郎、近藤聖徳、建築大工技能の文献調査およびアンケート調査による分析、第23回職業能力開発研究発表会、2015.10.30、職業能力開発総合大学校(小平市)
- ⑦近藤聖徳、塚崎英世、玉井瑞又、前川秀幸、松留慎一郎、大工技能の動作解析に関する研究、日本建築学会、2015.9.6、東海大学(平塚市)

[図書] (計2件)

- ①松留慎一郎、前川秀幸、塚崎英世、大工技術を学ぶI(第三版)道具・規矩術・工作法、市ヶ谷出版、2018、232
- ②PTU 技能科学研究会 塚崎英世 他、技能科学入門:ものづくりの技能を科学する、日科技連出版社、2018、140

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計0件)

[その他]

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

塚崎英世 (TSUKAZAKI Hideyo)

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：60648913

(2) 研究分担者

松留慎一郎 (MATSUDOME Shinichiro)

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・名誉教授

研究代表者番号：10157331

前川秀幸 (MAEKAWA Hideyuki)

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：20649199