

# AI を活用したリモート古民家再生 ～匠の暗黙知（身体知，頭脳知）の可視化と技術伝承～

松本多恵<sup>1</sup>

**概要：**日本国内には、今にも崩壊・倒壊しそうな古民家が点在し、不審者侵入、火事、災害など安全を維持する必要性が高いため放置できない状況にある。しかし、課題は再生の担い手不足である。経験を積んだ大工（以下、匠と表記）に弟子入りをして、技術を習得する徒弟制度が行われてきたが、匠個人が持っている、頭の中や身体に染み付いているもの、長年の経験や勘、直観等の暗黙知が次世代の技術伝承に大きな課題となっている。暗黙知は、言葉で伝えることが難しく、暗黙知の解明無しに技術伝承は成立しない。本研究は、古民家再生を通して、匠の暗黙知を身体知と頭脳知に分類・整理し、暗黙知の解明を図るとともに、匠技術を効率的に伝承するシステムの構築を試みた。

**キーワード：**古民家再生、技術伝承、暗黙知、AI、頭脳知

## Remote renovation of traditional houses using AI - Visualization of tacit knowledge of master carpenters (body knowledge, brain knowledge) and technology transfer -

TAE MATSUMOTO<sup>†1</sup>

**Abstract:** In Japan, there are many old traditional houses that are likely to collapse and collapse at any time, and there is a situation that cannot be left unattended because there is a high need to maintain safety such as suspicious person invasion, fire, disaster, etc. However, the problem is the lack of a bearer of regeneration. Traditionally, carpenters have been apprenticed to master carpenters (apprenticeship system) to acquire skills. Tacit knowledge is difficult to convey in words, and without the clarification of tacit knowledge, the transmission of technology is not possible. The problems and issues around are well documented within various kinds of industries. In this study, through the refurbishment of old traditional houses, we classified tacit knowledge into physical knowledge and brain knowledge in order to elucidate the tacit knowledge of craftsmen and attempted to construct an efficient system for the transmission of master carpenter techniques.

**Keywords:** Refurbishment of old traditional houses, technology transmission, Tacit knowledge, AI, brain knowledge

### 1. はじめに

日本国内には、今にも崩壊・倒壊しそうな空き家、早急な対応が必要な空き家が点在している。古い空き家ほど早期的な対策が必要で契機な課題である。特に、築50年以上の在来構法の木造住宅（以下、古民家と表記）の老朽化は深刻で、不審者侵入、火事、災害など安全を維持する必要性が高いため放置できない状況にある。しかし、課題は再生の担い手不足である。古民家の修復、さらには古きよきものを維持、保全する技術者が不足している。従来は、経験を積んだ大工（以下、匠と表記）が、一軒一軒対応していたが、技術者不足や新型コロナウイルス（以下、COVID-19と表記）等で早急な処理、迅速な対応が難しい状況にある。担い手不足の要因は、少子高齢化による生産労働人口の減少、匠の高齢化、引退が挙げられる。匠がもつ高度なノウハウや技能を若手、次世代への技術伝承に大きな課題がある。

技能は人から人へ継承され、継承するのに長い時間が必要である。また、技能は人に内在するため、一度失われてしまうと容易に復活することができない。日本の建築大工技能の領域には、現代住宅を仕事の中心とした町場の大工技能の領域と、歴史的様式を重んじる建築を仕事の中心とする伝統的宮大工技能の領域の大きく分けることができる。それぞれ技術習得には、大工2年、宮大工は8年かかると言われている[1]。従来、大工は匠等に弟子入り（徒弟制度）し、技術を習得する技術伝承が行われてきた。他の分野においても熟練技術者の技術伝承方法は、主に見て学ぶという方法を取り[2]、実際の作業者の動きや動画マニュアルから技術伝承が行われてきたが、マニュアルには書かれていない匠や熟練技術者に依存した暗黙知（Tacit knowledge）が存在し、技術マニュアルが十分に機能せず、技術伝承・教育訓練に課題が生じている[3]。暗黙知とは、匠、熟練技術者個人が身体に染み付いているものや長年の経験や勘、直

1. 大学共同利用機関法人 人間文化研究機構 総合地球環境学研究所  
Inter-University Research Institute Corporation, National Institutes for the Humanities, Research Institute for Humanity and Nature,

観を言葉で伝えることが難しく、暗黙知の解明無しに技術伝承は成立しない。

そこで、本研究は、2つの課題「今にも崩壊・倒壊しそうな古民家」と「担い手不足解消」の解決として、Artificial Intelligence（以下、AIと表記）やInternet of Things（以下、IoTと表記）機器を活用することによる生産性の向上と迅速な対応の実現、古民家再生、保全、継承作業を通して、「担い手」育成システムの構築と技術伝承の障壁である暗黙知の解明を試みた。暗黙知の解明の一手法として、我々は、身体知（body knowledge）は、経験や訓練で身体に染み付いた判断動作、見える動きの暗黙知と頭脳知（brain knowledge）頭の中で行われる判断、情報入手作業は見えるが判断作業は見えない暗黙知に分類・整理し、次世代に効率的、効果的に伝える技術伝承システムの構築を試みた。

## 2. 我が国における空き家問題

### 2.1 我が国における空き家の現状と予測

我が国の空き家は増加の一途をたどっている。核家族化に加え、高齢者などの一人暮らし世帯が増えているため過疎地域の戸建てを中心に、空き家が急増している。しかし、空き家は地方都市や過疎地域だけの問題ではなく、大都市圏でも空き家が増加している。総務省の住宅・土地統計調査によると、「二次的住宅」・「賃貸用の住宅」・「売却用の住宅」以外の人が住んでいない住宅「その他の住宅」いわゆる空き家が347万戸あり年々増加している[4]。空き家の所有者の約4分の1が遠隔地（車・電車などで1時間超）に居住し、55.6%の所有者は高齢者（65歳以上）である[5]。その都市の空き家比率が30%を超えると、自治体の財政は破綻すると言われている。株式会社野村総合研究所（以下、NRIと表記）が算出した予測値によれば、世帯数の減少と総住宅数の増加に伴って、2033年の空き家数は、約1,955万戸（27.3%）と予測している[6]。

### 2.2 空き家対策

年々増加する空き家は、不審者侵入、火事、災害など空き家として放置される期間が長くなればなるほど、周辺地域への影響は大きくなる深刻な問題である。古い空き家ほど早期的な対策が必要である。

古い空き家は古民家と呼ばれている。現在、古民家は明確な定義は存在しないが、国の文化財登録制度の対象となるのが築50年以上の建築物で[7]、一般社団法人全国古民家再生協会では、古民家の定義を昭和25年（1950年）の建築基準法制定時に既に建てられていた「伝統的建造物の住宅（伝統構法による住宅）」[8]としていることから、ここでは、1950年以前に建てられた木造住宅を古民家と呼ぶ。

こうした状況を受け、空き家に関する施策を総合的かつ計画的に推進することを目的とし、2015年（平成27年）5月

に「空家等対策の推進に関する特別措置法」を施行された[9]。この法律は、第2条第2項に定める「特定空家等」を次のように定義している。

- (1) 倒壊等著しく保安上危険となるおそれがある状態
- (2) 著しく衛生上有害となるおそれがある状態
- (3) 適切な管理が行われていないことにより著しく景観を損なっている状態
- (4) その他周辺的生活環境の保全を図るために放置することが不適切である状態

この法律により、行政が修繕・撤去の指導、勧告や命令を指示することができ、行政から勧告を受けた場合は、固定資産税の特例も解除される。また、各地方自治体は、危険度が高い空き家の除却、空き家のリフォーム・改修工事にかかる費用に対する一部補助などの制度、施策を講じている。さらに、各地方自治体によっては、空き家に関して独自の条例を規定している場合もある。その一例として、京都市を例に挙げて説明していく。

京都の空き家問題は深刻で、京都の歴史と文化をはぐくみ、千本格子、瓦屋根、通り庇、虫籠窓に構成される外観をもち、情緒たっぷりの街並みを形成してきた伝統的木造建築「京町家」（1950年以前に伝統軸組構法で建てられた木造建築で、その多くが狭い路地に面した2階建て間口が狭くて奥行きが長い「鰻の寝床」とも呼ばれている）の取り壊しや除去、解体が年々増加している。京町家の跡地には、駐車場やマンションが建設され、風光明媚な町並みの維持が難しくなりつつある。京都市では、歴史都市・京都の歴史、文化及び町並みの象徴である京町家の保全及び継承を多様な主体との協働の下に推進していくことを目指し、2017年11月「京都市京町家の保全及び継承に関する条例について」（京町家条例）制定し、京町家の保全、継承を進めている[10]。この条例は、重要京町家及び京町家保全重点取組地区に立地する京町家の解体に係る事前届出制度を定め、京町家の滅失に歯止め防止に寄与している。

### 2.3 空き家対策の問題点について

各地方自治体は、空き家対策として、独自の条例を規定、空き家の除却、解体、リフォーム・改修工事にかかる費用に対して、「補助金」や「助成金」制度が設けられている。リフォーム・改修工事にかかる費用に関する「補助金」や「助成金」の交付は空き家に住むことを条件としているケースが多い。しかし、所有者の多くは高齢者や遠隔地に住み、相続等で空き家を受け継いだだけで、空き家に住む予定はない。彼らの多くは、空き家には家族との思い出が詰まっているなど愛着を持ち、転勤、入院などで将来戻る予定や古い空き家の伝統様式に誇りを感じ、人に長期的に貸したくない、取壊したくないなど利活用に抵抗を感じてい

る人が多い[5]。また、所有者自身で、DIY等で空き家を改修やリフォームを行うことは体力的に難しく、伝統様式独特の改修方法手法や専門知識が乏しく、COVID-19等で遠隔地移動が難しいなどやむを得ず放置しているケースも多く見受けられる。しかし、今にも倒壊する危険のある空き家をそのまま放置しておく、2次災害など危険な状態であり、早期な対策が必要である。

そこで、本研究では、空き家に住むことを前提としていない空き家も含め、空き家の取壊しや除去ではなく、空き家再生を機軸に、その地域がもつ文化の継承、周辺環境と調和した風光明媚な町並みの維持、町全体の活性化を目指す。

## 2.4 減少の一途の大工人数

我々は、古民家の取壊しや除去ではなく、古い空き家の再生（改修やリフォーム）により維持、保全、継承を目指している。しかし、課題は再生の担い手不足である。古民家の修復、さらには古きよきものを維持、保全できる経験を積んだ大工、匠が不足している。近年では、COVID-19等の影響で短期的な人材の需給バランスが変わり、以前は、建築現場は人手不足であったが延期や中止になった現場も多く待機状態の労働者もいる。しかし、中長期的には建設業も人手不足が見込まれる。

NRIの調査によれば、2000年には、約65万人いた大工人数が、2015年時点で35万人の大工の人数が、2033年には21万人になる予測している[6]。

平成22年国勢調査抽出詳細集計によれば、大工の平均年齢は50.4歳で、全体の4割の大工が60歳以上を占め、10代、20代合わせても全体の1割も満たないのが実情で、次世代の確保・育成が喫緊の課題である[11]。

では、大工になるためにはどれぐらいの期間が必要なのか。前述したが、大工2年、宮大工は8年かかると言われている[1]。次に、木造建築物工事に必要な技能資格として認められている資格「建築大工技能士」を受験するために必要な実務経験から概略すると、1級建築技能士「実務経験7年以上」、2級建築技能士「実務経験2年以上」、3級建築技能士「実務経験6ヶ月以上」と大工になるためには長い期間が必要であるといえる[12]。

## 2.5 建築業のICT/IoT化による技術伝承の変化

建設業全体において、少子高齢化の影響で建設業就業者が減少、熟練技術者の高齢化等により慢性的な人手不足で、建設業の生産性向上が喫緊の課題である。情報通信技術（Information and Communication Technology、以下、ICTと表記）やIoT利活用した生産性向上への取り組みが進んでいる。一例を紹介していく。

### (1) i-Construction

国土交通省は、ICTの全面的な活用等の施策を建設現場に導入することによって、建設生産システム全体の生産性向上を図り、魅力ある建設現場を目指す取り組み、建設現場の生産性を2025年までに2割向上させることを目的とする[13]。

### (2) 遠隔臨場

国土交通省令和2年3月に「建設現場の遠隔臨場に関する試行要領（案）」が策定された[14]。この取り組みにより建設現場の「遠隔臨場」の試行が始まった。「遠隔臨場」とは、現場に行かずとも離れた場所、臨場から動画撮影用のカメラ（ウェアラブルカメラ等）とWeb会議システム等を利用して「施工状況検査」、「材料検査」と「立会」を行うものである。

建築業界のICT/IoT化は、効率化や生産性向上以外に、従来の師弟による「見て学ぶ」から、ICT/IoTを用いた新しい若手人材の育成に変化している。

例えば、ウェアラブルカメラやWeb会議を活用した遠隔地コミュニケーションは、コミュニケーション頻度が高め、現場で作業をしながら遠隔地や別の作業場でいる匠の指導などを受けやすい環境である。この遠隔地コミュニケーションは、若手では判断できない事項を匠がどう捉え、どのように判断するのかを実際に見聞きして学べることができ、ICT/IoTを活用した遠隔地コミュニケーションは有効な技術伝承手法であると言える。しかし、ICT/IoTを活用した遠隔地コミュニケーションが、すべての技能を次世代に伝える手法として万能とはいえない。

## 3. 技術伝承と暗黙知

### 3.1 技術と技能

初心者、未経験者が「技能」を身に付けるには、その前提として「技術」を学んでおかなければならない。ここでは、「技術」と「技能」との違いについて概略する。森は「技」という言葉は技術と技能の両面が統合的に構成されたものとしてとらえ、技の企画・管理・方法の側面を「技術」と呼び、技の実行・実践・行為の側面を「技能」と呼んでいる[15]。また、森が行った調査によれば、「技術」とは、方法・手段であり、それは科学的裏付けを持っているもので、「技能」は、能力であって、これには勘・コツ・感性を含み、方法やノウハウ、実際的・実践的なものも含むと報告している[16]。柴田らは、「技術」を何がしか一般的なし普遍的に汎通的でありうる、「技能」とは、一定の制約情報を備えた環境（ないし状況）において特定の目的意思をもって遂行される実践的行為およびその能力と定義している[17]。ここでは、「技術」は、論理的、科学的な裏付けがあ

り習得できるもの、「技能」は、経験等により体得した個人がもつ技に関する能力と定義しておく。

### 3.2 模倣と反復による技能の習得

模倣と反復による技能の習得について概観していく。初期の段階においては、基礎、基本の定着は、手本の模倣とその反復を通してフォームや形の模倣とその反復による体得が重視される。模倣とその反復は、自分の身体を一定の形にはめこんでいく訓練・練習を行ない、その積み重ねによって身につく、つまり身体で覚えこむのである。技能が実践的に機能するようになって「身に付いた」と言えるのであって、ここで「身に付く」というのは、文字通り身体知として身体が覚えることを意味している。つまり、ある個人が実際に身体を使って習得した知識は「身体知」で、身体が知っていること、身体で覚えていること、身体化された知識 (embodied knowledge) である。この知識には、暗黙知が含まれるため、身体知を確保したとしても、その技術、技能がどのようにして達成できたのかを言葉で表現、説明することが難しい。

### 3.3 暗黙知について

まず、暗黙知の概念について概略する。知識には「形式知 (explicit knowledge)」と「暗黙知」という2つの次元があるといわれている。「形式知」とは、文章、図表、数字などによって説明・表現・共有できる知識を指し、言語化・数値化されているので共有しやすく、コンピュータで処理できる。一方で「暗黙知」とは、言葉で直接表現できない知識と、物理学者・科学哲学者の Polanyi が提唱した概念である。Polanyi は、「人間には言語的に表現できない非言語的な知識が存在し、人間の知能ではその非言語的な知識が大きな役割を果たしている」という主張し、チェスや自転車などを例に挙げ、大抵は自然に習得した技能とルーティン化した知識や技能などの身体感覚で、これらは我々が普段特に意識していないし、どうしてうまくできるのか詳細には説明できない[18]。「暗黙知」を自分は気がついていなくとも、身体が知っている知識で、語ることでできない (we cannot tell) 知識としての技術的および認知的スキルと定立した[19]。野中は、日本企業の競争優位の源泉は暗黙知と形式知の相互変換にあるとし、経営分野に導入したことは広く知られている。暗黙知を経験や勘に基づく知識のことで、言葉などで表現が難しいが未だ語られない (we have not yet told) 知識としての一部コンテンツ (思い、信念) をも包含するものと措定している[20]。野中は、熟練職人の技能に代表される技術的身体知 (熟練、ノウハウ) と知覚や直感的判断力に示される身体知に加え、形式知の一部をも包摂している。つまり暗黙知概念に包摂される形式知とは、創出過程にある形式知もしくは明示化されざる形式知を意味する[21]。

### 3.4 SEIC モデル

1990年代に、野中、竹内は知識創造理論を提唱した[22][23]。知識創造理論とは、個人が持つ知識や経験・ノウハウ等の暗黙知と形式知が相互に変換されることで新たな知識が創造され、競争優位を生み出す。

知識は4つの知識変換のモード、共同化 (Socialization)、表出化 (Externalization)、連結化 (Combination)、内面化 (Internalization) という4つのモードから構成される。このモデルは、それぞれの頭文字を取って SECI (セキ) モデルと呼ばれている。

SEIC モデルの4つのモードを次のように整理する。

- (1) 共同化 (Socialization)  
個人から個人へ暗黙知を移転するプロセス
- (2) 表出化 (Externalization)  
暗黙知から対話等を通して、形式知へ変換するプロセス
- (3) 連結化 (Combination)  
言語化された形式知を組織の形式知に変換するプロセス
- (4) 内面化 (Internalization)  
組織の形式知を個人の暗黙知に転換するプロセス  
個人的な暗黙知へ体化する

## 4. AI を活用したリモート古民家再生プロジェクト

### 4.1 プロジェクトの概要

我々は、今にも崩壊・倒壊しそうな古民家再生・保全・継承と ICT/IoT を利活用した生産性の向上と効率化、担い手解消の一助として、人を育てる古民家再生の担い手育成と、匠技術を搭載したロボット (以下、匠ロボットと表記) の開発を目的としたプロジェクトを立ち上げた。

古民家再生の担い手育成システムとは、オンライン技術者育成システムの開発と現場での作業通して教育する On-the-Job Training (以下、OJT と表記) のシステムを目指す。

匠ロボットは、平常時は担い手不足解消としての役目を果たしつつ、地震、大雨等の自然災害は、人が立ち入ることができない場所や危険な状況化においても、即座に活躍することができ、迅速な復興支援を目的とする。本プロジェクトの概要図を下記に示す (図1)。

プロジェクトの目的

- ① 古民家の再生・保全・継承
- ② AI や ICT, IoT 機器を活用し生産性向上、効率化
- ③ 古民家再生人材育成システムの開発
- ④ 匠技術を搭載した復興支援ロボットの開発

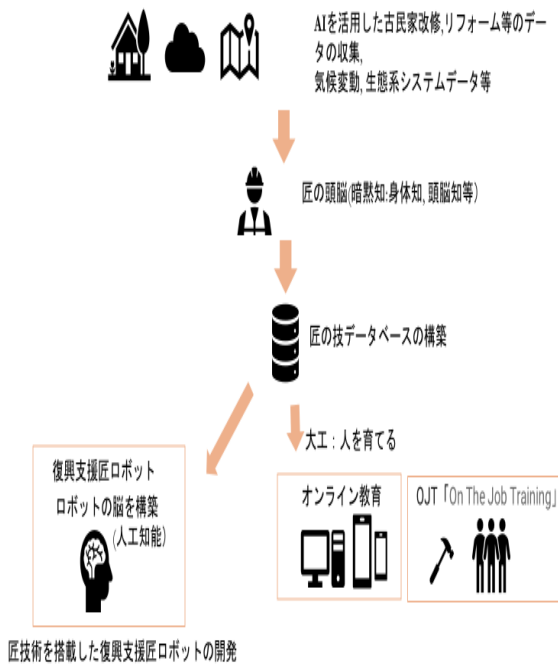


図1 プロジェクトの概要図  
Figure 1 Project overview diagram

#### 4.2 匠の技データベースの構築

我々は、AIモデル作成においては、SNSや動画サイト等に掲載された古民家の改修、リフォーム等情報、大工育成のマニュアルなどの作成に必要なデータの収集は法的リスクや契約リスク等を考慮、留意して行う。また、我々は、古民家再生を通して、匠の暗黙知の解明を試みる。これらのデータを収集した匠の技データベースの開発を目指す。

#### 4.3 リモート古民家再生

我々は、島根県にある古民家の改修とリフォームを行った。本研究は、「博物館・展示を活用した最先端研究の可視化・高度化事業」の一環として行った[24]。

まず、島根県大田市にある古民家改修の事例を紹介する。今回改修する古民家の屋根は、目視でも崩壊寸前で危険な状態であることが判断できる状況である。改修前の状況と保護した部分の画像を下記に示す(図2)。

作業方法は、現場での作業行いながら、作業状況を逐一ビデオカメラやスマートフォン、ドローンなど活用して撮影を行う(図3)(図4)。遠隔地にいる匠が、作業状況の動画を見ながらオンラインで指示を出す。今回は安全性等を鑑み、一部の作業のみリモートで行った。



図2 古民家改修前  
Figure 2 Old house before renovation



図3 作業風景  
Figure 3 Work in progress



図4 作業風景  
Figure 4 Work in progress



#### 4.4 リモート古民家再生動画等からオンラインコンテンツの作成

我々は、古民家再生動画や既存の動画サイトやWEBサイト等で古民家の改修している動画や画像を、AIを活用して情報した画像や動画を用いてオンラインコンテンツを開発した[25]。開発したコンテンツを学習システム (Learning Management System, 以下 LMS の表記) に格納・保存する。

開発したポイントを下記に示す。

- ① スマートフォンやタブレット端末を用いた学習環境
- ② Microlearning の導入
- ③ Gamification の導入
- ④ 匠とそうでない者の比較検証動画

隙間時間やいつでも学習できる環境として、本研究は、スマートフォンやタブレット端末での学習環境での効率的、効果的な学習手法として Microlearning (マイクロラーニング) と gamification を取り入れた。Microlearning とは、1～5分、長い場合でも10分程度のコンテンツを学習する手法で、Gamification とは、ゲームの要素を他の分野に応用、転換する手法で、教育現場でも導入されている手法を取り入れ継続して学習できる環境を整えた。

#### 4.5 暗黙知の共有化

本研究の目的は、匠の技術伝承と暗黙知の解明である。人間の行う行動や動作を匠とそうでない者の動作を撮影した動画を並べて比較検証したコンテンツを作成した。これは、学習者が一目でその違いが分かるように記録した動画をもとに、特徴抽出ツール等を用いて人間の動作をより詳細に分析し数値やグラフなどを付加した。

しかし、このように熟練者とそれ以外を比較検証した取り組みは、頭部運動解析、動作解析、眼球運動解析、筋活動解析などを様々なセンサー等を用いて人間行動を可視化し、伝統産業、工業分野、医療、福祉分野等で熟練技術者の黙知値を形式知が行われている[26][27][28]。

我々は、古民家再生を通して、匠の暗黙知には見える動きだけではなく、頭の中で行われる作業動作、情報入手作業は見ることはできるが、判断作業の状況は頭の中に見えない暗黙知の解明、可視化する必要があると考えた。そこで、本研究では、匠の暗黙知をIoT機器やセンサー等で可視化できる暗黙知を「身体知」とそれ以外を「頭脳知」と表記し分類・整理することとした。

#### 4.6 身体知と頭脳知

ここでは、経験や訓練で身体に染み付いた判断動作をIoT機器やセンサー等で可視化、見える化できる暗黙知を身体知とし、頭の中で行われる判断、情報入手作業は見えるが判断作業は見えない、見えない暗黙知を頭脳知と措定する。

頭脳知とは、意匠デザイン、材料選別など匠個人の頭の中にある知識で、IoT技術等で可視化や見える化が難しい知識である。解明する一手法として、SEICモデルとIoT技術を融合して解明していく。

#### 4.7 SEICモデルとIoT技術を融合した頭脳知の解明

我々は、頭脳知の解明をIoT技術とSEICモデルの4つの知識創造フローを活用して解明を試みた。その一例を紹介する。古民家の屋根を改修する際、図面をみながら材料を購入する動画を撮影した(図5)。



図5 材料購入

Figure 5 Purchase of materials

材料購入時は、インタビューは匠になぜこの材料を購入するのかなど、対話を通して頭脳知の解明を試みた。後に作業現場等で利用、使用される場面などを撮影した動画と匠の解説などを用いて、Web会議やSNS等を介してプロジェクトメンバーで議論と知識の共有化を行った。

また、対話インタビューや議論をしたデータをPythonの言語処理ツール「GiNZA」(ギンザ)を活用して分析を行った[29]。

#### 5. おわり

日本国内には、今にも崩壊・倒壊しそうな特定空家が点在し、不審者侵入、火事、災害など安全を維持する必要性が高いため放置できない状況にある。しかし、課題は再生の担い手である。経験を積んだ大工(以下、匠と表記)の高齢化、引退でさらに技術不足が加速する。匠がもつ高度なノウハウや技能(暗黙知)は、人から人へ継承され、継承するのに長い時間が必要である。また、技能は人に内在するため、一度失われてしまうと容易に復活することができない。暗黙知とは長年の経験や勘、直観を言葉で伝えることが難しく、暗黙知の解明無しに技術伝承は成立しない。そこで、本研究は、2つの課題「今にも崩壊・倒壊しそうな古民家」と「担い手不足解消」の解決として、リモート古

民家再生を提案し、生産性の向上と迅速な対応の実現、古民家再生、保全、継承作業を通して、「担い手」育成オンラインシステムの（Microlearning や gamification などの手法を取り入れ継続しやすいシステム）を開発した。匠とそれ以外を比較検証したコンテンツも開発し、暗黙知の身体知の可視化を試みたが暗黙知には、頭の中で行われる判断、情報入手作業は見えるが判断作業は見えない、見えない暗黙知があり、これを頭脳知と分類した。頭脳知の解明手法として SEIC モデルと IoT 機器等を融合し解明を試みた。

今後は別の頭脳知の解明として、古民家改修やリフォームの作業状況を eye tracking や motion capture などを導入し可視化と数値化し、暗黙知、特に頭脳知の解明を図る。

**謝辞** 本研究は、人間文化研究機構 総合地球環境学研究所 令和2年度、令和3年度「博物館・展示を活用した先端研究の可視化・高度化事業」の一環として行った。古民家再生に尽力頂いた、カイズ株式会社、ルポロ建築設計事務所の皆様に心より感謝の意を示す。

## 参考文献

- [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. 1995, 60巻, 476号, p. 91-100.
- [2] “中小企業庁委託「技能・技術承継に関するアンケート調査」”.三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社, 2011年11月,(参照 2021-9-17).
- [3] 塩瀬隆之, 川上浩司, 片井修. 言葉にならない技の伝承. 脳科学とリハビリテーション. 2008,8(0), p. 7-13.
- [4] “平成30年住宅・土地統計調査(総務省)”. [https://www.stat.go.jp/data/jyutaku/2018/pdf/kihon\\_gaiyou.pdf](https://www.stat.go.jp/data/jyutaku/2018/pdf/kihon_gaiyou.pdf),(参照 2021-9-17).
- [5] “令和元年空き家所有者実態調査(国土交通省)”. [https://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/house/R1\\_akiya\\_syoyuusya\\_jittaityousa.html](https://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/house/R1_akiya_syoyuusya_jittaityousa.html),(参照 2021-9-17).
- [6] “2030年の住宅市場～人手不足の深刻化により、飛躍的な生産性向上が求められる建設現場～(株式会社野村総合研究所)”. <https://www.nri.com/jp/knowledge/report/1st/2018/cc/mediaforum/forum266>,(参照 2021-9-17).
- [7] “文化庁「登録有形文化財建造物制度の御案内建物を地域と文化に」”. [https://www.bunka.go.jp/tokei\\_hakusho\\_shuppan/shuppanbutsu/bunkazai\\_pamphlet/pdf/pamphlet\\_ja\\_06\\_ver02.pdf](https://www.bunka.go.jp/tokei_hakusho_shuppan/shuppanbutsu/bunkazai_pamphlet/pdf/pamphlet_ja_06_ver02.pdf),(参照 2021-9-17).
- [8] “一般社団法人全国古民家再生協会「古民家の定義」”. <http://www.g-cpc.org>,(参照 2021-9-17).
- [9] “空家等対策の推進に関する特別措置法”(国土交通省). [https://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/house/jutakukentiku\\_house\\_tk3\\_000035.html](https://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/house/jutakukentiku_house_tk3_000035.html),(参照 2021-9-17).
- [10] “京都市京町家の保全及び継承に関する条例”. [https://www.city.kyoto.lg.jp/tokei/cmsfiles/contents/0000228/228362/kyoumachiya\\_zyourei.pdf](https://www.city.kyoto.lg.jp/tokei/cmsfiles/contents/0000228/228362/kyoumachiya_zyourei.pdf),(参照 2021-9-17).
- [11] “平成22年国勢調査抽出詳細集計(総務省統計局)”. <http://www.stat.go.jp/data/kokusei/2010/index.html>,(参照 2021-9-17).
- [12] “建築大工技能検定試験の試験科目及びその範囲並びにその細目”.(厚生労働省人材開発統括官). <https://www.mhlw.go.jp/content/11800000/000609322.pdf>,(参照 2021-9-17).
- [13] “i-Construction～建設現場の生産性革命～”(国土交通省) <https://www.mlit.go.jp/common/001137123.pdf>,(参照 2021-9-17).
- [14] “建設現場の遠隔臨場に関する試行要領(案)”(国土交通省).令和2年3月策定 [https://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/170601/files/2020031300052/03\\_kuni-youryou.pdf](https://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/170601/files/2020031300052/03_kuni-youryou.pdf)(参照 2021-9-17).
- [15] 森和夫.熟練技の特性と次世代への継承, 育成における課題. 日本労働研究雑誌. 2020,11月号, p.74-84.
- [16] 森和夫.「技能」と「技術」に関する93人の定義 調査報告. 技能と技術,1996, p. 59-64.
- [17] 柴田庄一, 遠山仁美. 技能の習得過程と身体知の獲得 - 主体的関与の意義と「わざ言語」の機能 -.言語文化論集 2002,4,2, p. 77-93.
- [18] Polanyi, Michael. Personal Knowledge, Chicago: University of Chicago Press.1958.
- [19] Polanyi, Michael. The Tacit Dimension, London: Routledge & Kegan Paul.1966.
- [20] 野中郁次郎.知識創造の経営.日本経済新聞社,1990
- [21] 野中郁次郎,竹内弘高,梅本勝博.知識創造企業,東洋経済新報社,1996
- [22] 野中 郁次郎,竹内 弘高,梅本勝博.知識創造企業新装版,東洋経済新報社,2020
- [23] 野中 郁次郎,竹内 弘高,黒輪 篤嗣.知識創造から知識実践への新しいモデル,東洋経済新報社,2020
- [24] “大学共同利用機関法人人間文化研究機構 総合地球環境学研究所, 博物館・展示を活用した最先端研究の可視化・高度化事業” <https://www.chikyu.ac.jp/activities/visualization>,(参照 2021-9-17).
- [25] 松本多恵.リモートによる古民家再生とeラーニング教材の開発. CIEC 春季カンファレンス論文集.2021, Vol.12 p.93-97
- [26] 岡泰央.匠の技の定量化に関する研究.人間工学. 2016, 52 巻 Supplement 号 p. S78-S79.
- [27] 布引雅之,山崎由佳,川西港,奥田孝一.きさげ作業の熟練度の定量化手法に関する研究ーリズム感に基づく熟練度の定量化ー.精密工学会学術講演会講演論文集, 2019,S(0), p.69-691.
- [28] 松吉健太,結城敬介,谷口敏代,横田一正.介護・看護学習における動画比較教材を用いた学習支援システムの構築.情報処理学会データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム論文集,2010.
- [29] “自然言語処理ライブラリ「GiNZA」”株式会社リクルート. [https://www.recruit.co.jp/newsroom/2019/0402\\_18331.html](https://www.recruit.co.jp/newsroom/2019/0402_18331.html),(参照 2021-9-17).