

知識・技術・技能の伝承支援に関する考察

-伝承に関するフレームとその議論-

Consideration for succession of knowledge, technology and skill

樽田 泰宜^{*1,2}

^{*1} 日本原子力研究開発機構
Japan Atomic Energy Agency

^{*2} 福井大学
University of Fukui

これまで知識・技術・技能の伝承支援研究会（KTS）では、伝承支援研究に対して研究対象や手法に関して類型化を進めている。そこで、類型化や認識に関する KTS 課題を共有する当事者のコンテキストにおいて研究課題の解決支援のためのフレームワークについて考察をする。

1.はじめに

我々は常に、知識の創造と喪失を繰り返している[1]。しかし、過去に喪失した文化や文明は、それらの内容に関して文字ですべて書かれていないために全体的に不明な点も多く存在しており、遙か将来に伝承するためのコストも非常に高いと Long は指摘している。このような遙か未来へ文化・文明を伝えるような人類的な課題ではなくても「人から人に何かを伝える」といったバーバル・ノンバーバルを問わないような側面やインタラクティブやコミュニケーションなど多くの研究が為されている。本研究では、ヒトの諸活動により生産される知識・技術・技能（Knowledge, Technology, Skill ;KTS）の伝承を対象とし、口伝などに代表される民族・風俗・芸能等の「語り」としての伝承は対象としない。伝承を広く捉えたと失伝や喪失を防止する試みやその研究諸活動であるといえようが、ここでいう「伝承」とは、人から人へのバーバルやノンバーバルといった直接的な伝達アプローチ、または何らかのデバイスを介した間接的な伝達アプローチを用いて知識・技術・技能（KTS）をより正確に送受信するプロセスやシステムのことを指す。

産業界における伝承では「2007年問題」、「2012年問題」というベテランやエキスパート職員が60歳の定年を迎えることで、組織から多くの知識や技術が喪失するの

ではないかという問題が指摘されていた。特に、当時の人口ピラミッドで大きな比重を占めていた団塊の世代が大量に退職することで彼ら彼女らが有していた技術が失われるのではないかという懸念に起因している。実際には、こうした懸念とは反対に、定年期間を5年間延長し、65歳で定年とすることで技術等の喪失は起こらなかったと述べている[2, 3]。しかしながら、2012年にも同様の技術等の喪失が指摘されており具体的な解決方法が明らかになったわけではない[4]。

この間には多くの取り組みが為されており、事例研究や喪失の問題点、解決方法の検討などの研究がある。例えば、後藤（2012）は知設計技術の習得は経験年数に比例し、重要なエンジニアリング判断は技術者の暗黙知に依存する部分が多いと指摘している[5]。しかし、伝承が困難な点として暗黙知と呼ばれる言葉にできない知識が壁になっていると言及している。この解決として、エンジニアリングの技術課題のブレークスルーと技術継承問題には急速な発展を見せる ICT の活用が鍵になると述べている。伝承の失敗事例では、作業の標準化を実施するものの形骸化してしまったり、ベテランと若手の OJT（On the Job training）ではコツなどの形式知が難しく、さらに若手は手っ取り早く結果を得ようとし見様見真似にとどまったり、熟練者の協力体制が得られなかったりなどが報告されている[6]。いくつかの研究には、IT

連絡先：樽田泰宜，日本原子力研究開発機構敦賀廃止措置実証部門 新型転換炉原型炉ふげん，福井県敦賀市名神町3番地，0770-26-1221，taruta.yasuyoshi@jaea.go.jp

やICTの活用の重要性が指摘されており、これらを活用した研究も報告されている。しかし、アドホックなシステムにとどまり事例ごとに異なる状況や業種、職種などへの対応は十分に踏み込まれていない。伝承研究には、一般的な研究と同じく問題の同定、解決策を構築、実際に解決するという流れがあるが、伝承研究をメタ的に捉えるとKTSの何を対象とするのかにより大きく手法やアプローチも異なることが推測される。特にこれまでの研究では、医療や自動車修理といった診断などに係るエキスパートの判断・知識などを形式知化する試みも多くあった。これらは、知識工学やエキスパートシステムで盛んに議論と研究が為されている。その一部には、If-thenに代表されるプロダクションルール化することで誰でもエキスパートの知識を活用することが目指され、特に、情報や知識の処理に注力されていた。しかし、ルールの追加や修正に関する課題も含めて知識の再利用やシステム保守などの問題により知識ベース中心の研究は減衰していった[7]。そこで、本研究では、KTSの伝承研究の個別事例や知識ベースや情報処理ではなく、対象となるKTSを理解するために知識概念のフレームワークに対して、これまで古川や樽田が提案してきた構造を発展させることを目的に関係する研究をレビューし、ナレッジマネジメントの観点からこれらを整理することを目的とする。

2.技術と技能の定義

産業界では、仮想現実を用いた伝承と人材育成の事例[8]や、熟練技能者の伝承に関する研究ではOJTを対象にした方策検討がある。このような産業界においては技能を対象とした熟練者の持つ暗黙知を形式知化するという試みが多く見られている。しかし、中村(2002)は、熟練技能は暗黙知の塊であることは認めつつも現場にあるからこそ培われる現場知であり、そこから離れたIT化ではすべてが形式知化されることはあり得ないと考えたと指摘している[9]。

そこで、技術・技能はいくつかの定義や捉え方が提案されているが、知識・技術・技能の伝承に関係した森の提案する定義を述べる[9][10].、森は、技術は方法や手段で、技能は行為や能力であるとしている。技術は流通が

容易であり客観的なものによって伝播するのに対して、技能は流通が困難で人間を通じて伝承するとしている。技能を「人間が持つ技に関する能力、それを使って仕事などを行う行為であり、技能者の特性に合わせて自ら経験で築きあげ、技能者の状態によって技能の質は影響を受ける(人が違えば技能も違う)。人が介在しないと流通せず、個別的・主体的つまり、人が体験や経験を通して学ばないと習得できない」と指摘している。他方、製造業の場面では「ものづくり」をキーワードとして、技能に関する狭義の説明として「製造に直接携わる人が経験によって獲得したものづくり能力」とし、広義では「製品の設計業務や生産プロセスの開発、生産計画や管理などのようなホワイトカラー的なものづくり能力」というものもある[11]。

表 1 日本国内の伝承事例手法(田口 13)

手法	内容	長所	短所
技術文書	技術・技能を文書で記録したものを提示して、指導する	技術の記述に向いている	ことばで表現することが難しい技能(暗黙知)はうまく記述できない
ビデオライブラリ	技能の様子をビデオ録画した映像を提示して指導する	ことばで表現することが難しい技能(暗黙知)を記録し、保存できる	映像を生かせるか否かは、観る人の知識や力量に大きく依存
クドバス(CUDBAS)	熟練者同士で保有している技術・技術が何か、優先的に伝承すべき技能・技術が何かを言葉で抽出する	・比較的、短時間で保有技術、伝承すべき技能を把握できる ・指導者、継承対象者を特定し育成計画が立案しやすい	言葉では伝えきれない技能は抽出できない
OJT(On The Job Training)	実際の仕事に就きながら仕事に沿って指導する	人間の視覚・聴覚・味覚・臭覚・触覚の五感を用いてからだ全体で体験できる	・非常に多くの時間がかかる ・多品種少量生産では体験できる場面に限りがある ・指導者の教育的な能力に依存 ・仕事の繁忙さで日程が先送りされる ・指導者側の人員が少ない場合、指導が困難
Off-JT(Off The Job Training)	職場から一定期間離れてまとまった指導する	1つの内容について深めたり、基本的な内容から具体的な内容まで、体系的に教育できる	実際の・具体的な内容になりにくい
SJT(Self Job Training)	職場の中で同僚や上司などの支援をうけながら自己学習をする	職場の環境を活用して学習ができる	学習のための教材や、指導者、設備が必要
ITを活用したシステム	コンピュータ上で特定の仕事の技能習得に励む	指導者が不在のときでも時間、場所を意識しなくても自学自習ができる	特定の技能を対象としたシステムが多く、他の仕事の伝承への汎用性が低い
コンサルティング	技術・技能の整理体系化、作業標準の作成、伝承指導者の育成など幅広く技能伝承に関わる作業をサポート	技能伝承依頼者の状況や希望に応じた技能伝承のサポートを受けられる	担当のコンサルティング料金がかる

3.伝承の取り組み手法

田口(2013)は日本国内の技能伝承の取り組み手法を手法、内容、長所、短所の観点からまとめている(表1)[12]。手法には次の8点に要約している。1.技術文書、2.ビデオライブラリ、3.CUDBAS(クドバス)、4.OJT

(On the Job Training、5.Off-JT(Off the Job Training)、6.SJT(Self Job Training)、7.ITを活用したシステム、8.コンサルティングである。それぞれの特徴を簡単に述べると技術文書はドキュメント記録であり技術

の記述には向いているが、技能（暗黙知）はうまく記述できないという。ビデオライブラリは技能（暗黙知）を記録できるが、その活用は利用者に依存する。CUDBAS（クドバス）とは森が開発した技術継承手法でありカードに保有する技術を書いて共有する仕組みである。これは短時間で保有技術・技能等を把握し教育計画を立てることができるが、言葉で伝えきれない技能は対象外となる。OJT（On the Job Training）はからだ全体で体感できるが、多くの時間がかかり業務の煩雑さや指導者の能力に依存する。Off-JT（Off the Job Training）は体系的に教育できるが実際の・具体的な内容にはなりにくい。SJT（Self Job Training）は自己学習であり職場環境を活用できるが適切な教材、指導者、設備が必要である。ITを活用したシステムでは、指導者がいなくても学習できるが特定の技能を対象とし汎用性が低い。コンサルティングは状況や技能に応じたサポートを受けることができるがコストがかかる。このような特徴があるが、中でも近年注目されているITやICTに関しては、田口

（2013）は「製造業における技能とは人が経験を通して獲得したものづくりの能力であり、道具や機械を使うための実務的な能力や出来ばえを認識できる判断能力であり、人を介在しないと流通しない」と述べている。当然であるが、文章化や映像化された情報だけでは、技能は伝授することが難しいといえる。

森（2005）も技術に関する映像を記録として残しても、肝心要の坎やコツといったものを流通させるのは困難であるという。これらの点が、伝承を難しくさせる要因の一つであるといえる。

4.伝承の取り組みの失敗事例

一方、伝承問題に対する取り組みの中から失敗事例の特徴も多く指定されている。古谷（2012）は伝承の取り組みを、「仕組み系」と「人間系」に分けて解釈している。[6]. 仕組み系とは、伝承として作業の標準化などを指している。これに関する失敗事例として単に標準化しても実際に活用されない点を指摘している。人間系に関する伝承はコミュニケーションを密にすることなどを指しているが、仕組み系のような具体的な取り組みがな

いことも多くうまくいかないという。こうした点から技術伝承を成功させるためには、この両者を合わせた取り組みが重要であると古谷は述べている。

一方、野中帝二ら(2008)は、伝承に関して5つの誤解を指摘している。これは、1. 経験を積めば誰でもノウハウを継承できる、2. 熟練者は積極的に伝承を支援してくれる、3. 若手は意欲的にノウハウを吸収する、4. 仕組みを作れば、後はうまくいく、5. 職場は伝承の取り組みをサポートしてくれる、というものである[13]。これらの誤解は単なる幻想であると述べている。古谷も指摘するように仕組みに着目する点も大事であるが重要度や発生頻度にも目を向ける必要がある。

野中帝二らは技術の見える化という視点で、発生頻度と事業への影響度という二軸にそれぞれ最重要スキル、重要スキル、標準化スキル、属人スキル対象とするコア技術・技能の絞り込み例を示している（図1）。発生頻度は低くても事業への影響度が高い最重要スキルを図中Aに示している。同様に発生頻度は高いけれど事業への影響は低いものはFに付置されている。そして、保有スキルを継承者に伝承されるがスキルレベルは熟練度が低いために下がるとしている。この図から分かることは最重要スキルは事業への影響度は大きく発生頻度も高いことである。

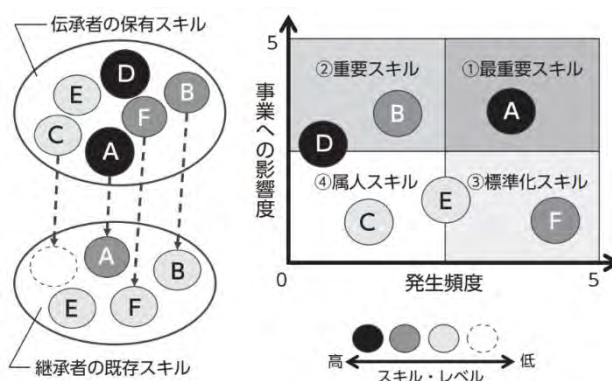


図1 コア技術・技能の絞り込み例[13]（野中帝二ら2013）

技能の伝承は長い時間係る人材育成の一環であり恒久的な仕組み作りが重要である[14]。現場でのコミュニケーションの促進、IT化、知識を保管・活用するためのナレ

ナレッジマネジメントの仕組みが重要な要素になるとしている[14].

5.技術・技能の伝承方策

技術・技能の伝承方策としては、野中帝二らが提案する5つの誤解をうまく解決することで達成できる部分もあると思われる。これには、実際の現場と当事者間での調整も必要になる。伝承には、人から人に伝えることと最初に述べたが、教育的な側面も多くある。例えば、教育訓練アプローチとしてのOJT, Off-JTには指導者に依存する部分もあるが、組織的なサポートシステムの不備が根本問題であると指摘されている[15]。そこで上野はいくつかのアプローチを提案している。工学的アプローチは、熟練者の持つ技術を何らかの形で機械化、定式化することであり、スキルレスアプローチとプロセス知アプローチに分類される。スキルレスアプローチは、ITやロボット技術を駆使した作業工程に対する人間の介在を極力排するというアプローチである。品質の均一化や品質管理が大きく進むが、暗黙知を切り捨て人から人への伝承は主眼とされない点に注意がいる。プロセス知アプローチは設計学の最新の知見やIT, VR技術, 感性工学などを駆使して、熟練者が体得したカンやコツ, ノウハウなどを可能な限り取り込みつつ、技術の定式化を進めようとする比較的新しいアプローチである。プロセス知を簡単に述べると技術者の知を体系化する試みであり、各プロセスや手順に着目するものである[16][17, 18].

6.伝統的な職人の世界の技能習得と継承

伝統的な職人の技能習得と継承として、「見て覚える、学ぶ(まねぶ)」という徒弟制度的な仕組みには、近年、批判的な見解も多く、上野は、ベテラン世代の「黙って付いて来い」式のアプローチは、いまやどのような組織の現場でも成功していないと指摘する。これには技術や知識を伝える側と、それを引き継ぐ側との間で職業観、人生観といった根本的な価値観が違うことが技術伝承を一層困難なものとしているという。しかし、柳沼(2007)は宮大工や学校教育という場を対象とした研究を通して[19]、未熟練者が熟練者のアイデンティティ[20]を身に着

けるための多様な場における「正統的周辺参加」として基本から徐々に高度化するものとして単なる前近代的制度ではなく、長期的な経験の積み重ねが重要な役割を果たす職業活動における「知性的技能」の習得と継承であると捉えている。これは全体として地域や特定職業集団固有の技能や規範を「文化資本」として伝えていく過程でもあるとの述べており、この点は、短期的な技術の継承ではなく、人間の文化や文明といったある種の遺伝的情報としてのミームの継承にも関係するといえる。

7.ナレッジマネジメント応用によるアプローチ

ナレッジマネジメント(KM)または知識マネジメントは、知識工学的側面と知識経営的側面がある[21]。野中らの組織的知識創造理論(SECIモデル)は知識経営的側面の理論であり世界的にもよく知られている[22][23]。上野の伝承という文脈における定義は、ベテランやエキスパートに属人的なカンやコツを、見える形で抽出、表現し、活用することであり、単なる知識の共有化だけではなく組織で共有した知識を基にして、さらに有用な新しい知識を作り上げていくことが最終的なゴールであると述べている。そして、既存の伝承に関する訓練方法と工学、ナレッジマネジメントなどの最新知見を組み合わせで最適な方法を得ることが大切であると指摘している。

そのため、特に、非言語的表現が含まれる技術や技能の側面に対しては、形式知と暗黙知の明確な違いを意識する必要がある。原義であるポランニーによると暗黙知は、言語化できない知識であり、そもそも形式知化することができないような身体知がある[24]。このような暗黙知・身体知を観測する場合には、観測者は目で見て観察できる、つまり外在化されている部分を対象として形式知化しているという[25]。より詳しく述べると観測者が認識・観測している知識は、暗黙知の「知識の所有者の近位項」が「観測可能な外に現れている部分としての遠位項」である。こうした点を踏まえると、暗黙知と形式知の連続的な変換モデルを内包する野中・竹内の知識創造モデル(SECI model)を知識・技術・技能の伝承支援に対する体系的な概念の構築やフレームが重要になる。

そこで、表現を身体的な表現と言語的な表現という視点で捉えることで暗黙知と形式知の違いをより鮮明にさせる。技術と技能に関しては、森の定義にしたがい、技術は形式知で技能は暗黙知であると捉える。このように考えると、最初の定義にあったように技能は「人間が持つ技に関する能力・・・技能者の特性に合わせて自ら経験で築きあげ、技能者の状態によって技能の質は影響を受ける。人が介入しないと流通せず、個別的・主体的つまり、人が体験や経験を通して学ばないと習得できない」という部分は言語化することができないために属人的要素であり且つ暗黙知であることがよく分かる。そのために体験や経験を得ずに技能を獲得することは困難であるといえる。一方、技能的な要素でも語ることでできるような表層の要素に関しては、暗黙知ではなく、語られていなかったり、ある文脈に置かれないと記憶が発火したりしないような潜在的な知であると表現できる。この潜在知を引き出して形式知化されたものは顕在知とここでは呼ぶ。形式とはフォームに関する知識であり、形式知すべてが型に関する知識ではないため、暗黙知ではない忘却された記憶のような潜在知を表出化する場合は顕在知とする。

過去の伝承事例の失敗では、そもそも潜在知（形式知）にすることが難しいような身体に依存する技術や知識の顕在化を対象としていることが多い。これらは技能に関する知識であり暗黙知である身体知であるために顕在知にすることができないといえる。また、エキスパートの持つ知識をうまく引き出すことができないのは、過去の現場や当時の状況という文脈が一致しない点もある。例えば、OJTで実施するにしても、同じ状況、同じ場面であれば経験や体験を共有することで知識や技術、技能は伝承可能であるが、エキスパートの持つ判断や診断と行った能力に関しては、判断などの結果自体は知ることができるがその過程やなぜそのような導出を得たのかは論理的に説明できる事象もあればそうでない事象もある。こうした判断は知識の創発とも関連がありと思われる。この点は知識に関する古典的議論を内包している。中森(2010)は知識の発見コンテキストと検証コンテキストは区別されており、創造能力というものは不合理で直

感的、本能的・潜在意識的なものであるという[26]。こうした哲学的な心情はポアンカレ、クーン、ポパー、ポランニーなどがあげられる。一方、知識は帰納的に創造されるという立場は、科学は実験的経験、帰納や論理の帰結であるという立場である。中森(2010)はナレッジマネジメントはこのような立場の違いを超えたジンテーゼとして「知識は創造的行動、直感的あるいは感情的な創造プロセスの中で創発される。しかし、このプロセスは合理的に分析可能である」という主張を述べている。

8.まとめ

本研究では、伝承研究に関して先行事例をレビューし、失敗事例や暗黙知の顕在化・形式知化に関して論じた。さらに、知の定義に関して再考し、ナレッジマネジメントの観点から伝承研究に関して論じた。知識・技術・技能に関して、論理的に説明可能で表現可能な顕在化しているものと潜在化しているもの、反対に、論理的には説明できないような身体知に関する暗黙知のものがあるといえる。論理的に説明可能な知識・技術に関しては計算機を活用してそれらを体系的に処理可能である。一方、エキスパートや熟練の職人が行うような不合理で直感的な判断や診断に関しては、受け手・観測者がどのように解釈するのかといった問題も含めて従来の帰納的な論理プロセスでは表現できないといえる。伝承支援研究を進めるにあたり、暗黙知をどのようにして計算機上で処理可能な形にするのかは非常に重要な課題である。計算機上で処理可能であるということは客観化されたデータである。今回の研究では概念的な点に関して言及したが伝承支援という観点では、知識・技術・技能によらずに、対象を理解し伝承に係わる人が共有できる表現とその手法を体系化することが必要である。そして、現場において適切に知識・技術・技能を抽出し、実践的に検証する必要がある。

[1] Long, D. W. D., 2004, *Lost Knowledge: Confronting the Threat of an Aging Workforce*, Oxford University Press.

[2] 高木朋代, 2008, "2007年問題," 日本労働研究雑誌 (609), pp. 38-41.

- [3] 関司直也, 2013, "地域サポート人材の政策的背景と評価軸の検討," 農村計画学会誌, 32(3), pp. 350-353.
- [4] 斎藤太郎, 2012, "団塊世代の退職による労働市場への影響: 「2012年問題」から考える超高齢社会における働き方," ニッセイ基礎研 report, 182, pp. 4-10.
- [5] 後藤彰, 2012, "ターボ機械流れの最適化技術の変遷と将来," エバラ時報(237), pp. 35-43.
- [6] 古谷賢一, 2012, "技術・技能伝承待ったなし," 工場管理, 58(14), pp. 24-27.
- [7] 溝口理一郎, 2005, オントロジー工学, オーム社.
- [8] 綿貫啓一, 2007, "VR 技術を用いたものづくり基盤技術・技能における暗黙知および身体知の獲得," 人工知能学会誌, 22(4), pp. 480-490.
- [9] 森和夫, 1996, "「技能」と「技術」に関する 93 人の定義," 技能と技術誌, 2, pp. 59-64.
- [10] 森和夫, 2005, "技術・技能伝承ハンドブック," JIPM ソリューション.
- [11] 山藤康夫, 2009, "技能伝承の実態と後継者育成 " 企業と人材, 42(958), pp. 4-11.
- [12] 田口由美子, 2013, "国内企業の技能伝承の取組みに関する一考察."
- [13] 野中帝二, and 安部純一, 2013, "組織における知の継承
知の継承における五つの誤解," 特技懇, 268, pp. 34-42.
- [14] 野中帝二, 安部純一, and 白石一洋, 2008, "技術・技能伝承への取り組み," FRI コンサルティング最前線, 1, pp. 138-143.
- [15] 上野彰, 2005, "技術伝承と安全確保
組織的取組みの現状と課題," 安全工学, 44(5), pp. 302-310.
- [16] 田浦俊春, 1997, "プロセス知の視点," 新工学知 I: 技術知の位相.
- [17] 吉川弘之, 田浦俊春, 伊藤公俊, and 小山照夫, 1997, "技術知の位相— プロセス知の視点から," 東京大学出版会.
- [18] 田浦俊春, 2016, "現代デザイン思考
-技術と意味の時代の創造性-, " 横幹, 10(1), pp. 5-13.
- [19] 柳沼寿, 2007, "地域社会における技能習得と教育の職業的意義."
- [20] Lave, J., Wenger, E., and Wenger, E., 1991, Situated learning: Legitimate peripheral participation, Cambridge university press Cambridge.
- [21] 梅本勝博, 2012, "ナレッジマネジメント-最近の理解と動向-, " 情報の科学と技術, 62(7), pp. 276-280.
- [22] 野中郁次郎, and 竹内弘高, 1996, 知識創造企業, 東洋経済新報社.
- [23] 野中郁次郎, and 紺野登, 2003, 知識創造の方法論: ナレッジワーカーの作法, 東洋経済新報社.
- [24] マイケル・ポラニー, and 佐藤敬三訳, 1980, "暗黙知の次元," 紀伊國屋書店.
- [25] Polanyi, M., 1958, Personal Knowledge: Towards a Post-Critical Philosophy, University of Chicago Press, Chicago.
- [26] 中森義輝, 2010, 知識構成システム論, 丸善出版.