

日本キャリアデザイン学会
『キャリアデザイン研究』Vol.11
抜刷（2015年9月30日発行）

技術者直観形成のための5つの方法による循環

— 建設業界における予備的調査 —

山 崎 雅 夫

《事例紹介》

技術者直観形成のための5つの方法による循環

—建設業界における予備的調査—

山崎 雅夫

1 問題と目的

建設業界において若手技術者の育成・定着がうまくいっていない現状がある。大企業でも状況は厳しいが、圧倒的多数を占める中小企業では、人手不足で工期が迫り、若手にじっくり教える余裕がない。若手が入職したとしても、基礎から丁寧に指導・訓練できる体制が整っていないという実情もある。昔気質なら「背中をみて覚えろ」となるが、それに戸惑う若手も少なくない（労働政策研究・研修機構2015）。日本の建設業界では、多くはOJTを通じて自然と技術が伝承されることが多かったが、今ではそれが機能しにくくなっている。ベテランたちの時代は、コンピュータがなく頭や手を使い、今ほど時間に追われず、先輩や上司は教える間があった。現在の環境はそうではない。これでは、技術者として身につけるべき能力は伝わらず、育成・定着うまくいかない。この問題を解決するために行われている主要な方法が、研修やベテランの活用、資料化などである（日経BP 2010）。

本研究では、建設業界若手技術者の育成・定着がうまくいくために、概念「技術者直観」をとりあげ、その形成のための新たな方法論に関する予備的調査を行い、紹介することを目的とする。

2 概念「技術者直観」

直観¹⁾に関わる先行研究²⁾によって得た結果をもとに、「技術伝承研究会」（以下、研究会と略称）³⁾において議論を重ねた。さらに、研究会での議論の結果とインタビュー調査⁴⁾の結果をまとめ、概念

「技術者直観」の中心を、「技術者がある環境下において問題発見・原因究明・問題解決を同時に瞬時にこなす能力」と定義した。過程は次の通りである。

直観に関わる先行研究から導き出した結論は、「何らかのものがその人に準備されており、準備されたものを引っ張り出して、意思決定の上、行動している。また、引っ張り出すものは一つではなく複数である。複数のものをつなぎ合わせ、組み合わせるからこそ、状況に応じた意思決定・行動ができる」である。研究会では、建設業界でよく言われるカン・コツという議論から始まった。カン・コツは、発注者（お客様）に説明をする時には便宜上、使用しない言葉である。しかし、その存在には誰もが気づいているものである。さらに、研究会での成果を基に技術者へのインタビュー調査を実施した。現場で働く技術者に聴くことで、その確かさを証明していった。

上記の過程で、これまで暗黙のものと思われてきた「技術者直観」という能力を具体的に記述し、視覚的に捉えるため概念を図示した。概念の詳細は、

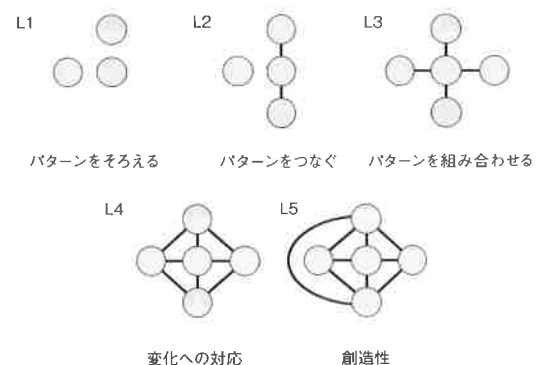


図1 「技術者直観」の水準

Yamasaki (2014) に示されている。例えば、図 1 は代表的な概念図で、「技術者直観」の水準を示している。球は知の塊で、線はそれをつなぐものである。よく組織された訓練と経験を結びつけることによって、多くの若手技術者が一定水準の「技術者直観」を身に付けることができると考えられる。

3 これまでの人材育成の方法論

これまでの人材育成の方法論について先行研究のレビューを行なった。得られた分類は、①直観形成系、②教育学系、③技術・技能系、④経営学系の 4 つである (表 1)。

表 1 これまでの人材育成の方法論

	研究者	方法論	内容
直観形成系	Bruner (1961)	発見学習	直観的思考の育成
	Dreyfus, Hubert L. Dreyfus, Stuart E. (1986)	技術修得モデル	レベルを 5 段階に設定
	Klein (1998)	直観の形成方法	(1) パターン認識、全体像の理解、状況把握 (2) メンタルシミュレーション
教育学系	ソクラテス	問答法 (産婆術)	対話によって、気づかせる
	Comenius (1657)	直観教授	『世界図絵』
	Rousseau (1762)	Education	人に備わっているものを引き出す
	Pestalozzi (1801)	実物教授 (直観教授)	レベルを 4 段階に設定
	Herbart (1806)	四段階教授法	レベルを 4 段階に設定
	Rein (1889)	五段階教授法	レベルを 5 段階に設定
	Dewey (1938)	2つの原理	(1) 経験の連続性、(2) 相互作用
	Kilpatrick (1918)	プロジェクト・メソッド	Dewey の問題解決学習の方法をより精緻に体系化
	Morrison (1931)	モリソン・プラン	Herbart の系統学習的な単元と Dewey の問題解決学習を統合
	Bloom (梶田, 1983)	完全習得学習	できるまで反復する
	日本の教育 (明治まで)	模倣と習熟	寺子屋・藩校などで自学自習・手習い・暗唱
	日本の教育 (1887 ~ 1897)	Rein の五段階教授法	レベルを 5 段階に設定
	日本の教育 (1920 ~ 1930)	ドルトン・プラン	時間割を廃止し、生徒は教科別の部屋を選択する
	日本の教育 (1958)	学習指導要領	系統学習
日本の教育 (1960 ~)	各種教材プログラムの開発	遠山啓の「水道方式」、板倉聖宣らの「仮説実験授業」、細谷純・高橋金三郎らが開発した「極地形式」など	
日本の教育 (1980 ~) (文部省 編, 1992 : 佐藤, 1996 : 寺下, 2003 : 平沢 編, 2006)。	教育工学	コンピューター・マルチメディアを応用	
技術・技能系	国際エンジニアリング連合 (IEA : International Engineering Alliance) (IEA, 2014)。木村 (2012)	エンジニアリング教育認定	3 つの協定により取り決められている。Washington Accord, Sydney Accord, Dublin Accord
	森 (2005)	技術・技能を伝承する方法論	技能分野における人材育成論 「技術・技能伝承システム」と名付けられている
	医療・看護	キャリアラダー	仕事を難易度や賃金に応じて複数の職階に細分化
経営学系	Drucker (1993)	自己評価、自己啓発、経験	人の能力と長所を最大限に発揮させ、成果をあげさせる
	Argyris & Schön (1978)	シングルループ学習・ダブルループ学習	相互の学習による相乗効果
	伊丹・加護野 (2003)	「自学」のプロセス	OJT と OJT が効果的にいく条件
	小池 (2005)	OJT と Off-JT の組み合わせ	広く深い実務訓練 (OJT) と短い研修コースの訓練 (Off-JT) の組み合わせが、高い能力開発とキャリア形成につながる
	野中・竹内 (1996)	SECI モデル	知の形式の設定とその循環 共同化 (Socialization) → 表出化 (Externalization) → 連結化 (Combination) → 内面化 (Internalization) の 4 つの知識変換モードからなるスパイラルによって知識変換を行なうという概念
	佐藤・藤村・八代 (2011)	スキルマップ	日本の製造現場で人材育成のツールとして古くから使用されてきたもの
	金井・楠見 (2012)	実践知	知の形式の設定 実践知の獲得には、①観察学習、②他者との相互作用、③経験の反復、④経験からの帰納と類推、⑤メディアによる学習が必要だとしている
	Kolb (1984)	経験学習モデル	Dewey が示した学習理論を実務家に利用可能なように単純化し、循環論として示している ①具体的経験、②内省的観察、③抽象的概念化、④能動的実験から構成される
	Schön (1983)	反省的実務家 (reflective practitioner)	反省的であることが自らの実務家としての能力を向上させていく
	松尾 (2006)	経験学習モデル 経験の概念を明確化	経験とは、「人間と外部環境との相互作用」である 「経験年数と業績の関係」「学習を促進する経験特性」「経験からの学習能力」の 3 つから整理
	中原 (2010)	経験学習モデル	「他者」「学習」「支援」「職場」の 4 つの概念を整理

注：太字は方法論を構築するために参考としたもの

これらから見えたのは、「技術者直観」を形成する方法論が存在しないこと、人材育成における段階・手段の設定に諸説あることが分かった。直観形成の方法論について直接言及しているのは、Dreyfus, Hubert L. and Dreyfus, Stuart E. (1986)、Klein (1998) であるが、いずれも技術者が対象ではない⁵⁾。Dreyfus 兄弟は、哲学に立脚する。彼らの研究は、人工知能は実現できるのかという問題意識から始まっている。Dreyfus 兄弟の直観は、「ほとんど意識にのぼらず判断できる」ことだと定義し、技術習得モデルを提唱している。レベルをビギナー・中級者・上級者・プロ・エキスパートの5段階に設定し、各段階ですべき具体的な方法について言及している。Klein は心理学に立脚する。Klein は直観を「そのプロセスを意識することなく物事を認識すること」と定義し、「パターン認識、全体像の理解、状況把握」として概念化している。メンタルシミュレーションを主体とした訓練で直観形成が可能だとしている。以上のように直観を形成する方法論が少ないのが事実である。

また、教育学系、技術・技能系、経営学系のこれまでの人材育成の方法論からも、段階・手段の設定に諸説あることが分かった。方法論の構築にあたってこれらを参考とした。次節では、構築した方法論について述べる。

4 方法論「5つの方法による循環」

方法論「5つの方法による循環」は、各企業への調査⁶⁾ および先述した研究会において検討してきたものである。5つの方法とは、筆者が建設業界の企業を調査し、整理した結果、見つけ出した共通の方法である⁷⁾。

技術者直観形成の柱は次の5つである。(ア) 課業スキル表によって業務の全体像を理解する、(イ) その業務で頻出するキーワードを自分の中に取り込む、(ウ) 具体的な事例の研究によってキーワードの重要性を確認する、(エ) 問題事例への対策をグループで検討することによって問題の本質に迫る訓練をする、(オ) 他の技術者と一緒に働くことによって、自らの技術力をさらに高めていく。これらをこの小論では、①課業スキル表、②キーワード、

③事例、④擬似訓練、⑤協働と呼び、これらが繰り返されることによって、若手の技術者直観が磨かれていくと考える。この繰り返しが、L1「パターンをそろえる」～L3「パターンを組み合わせる」の過程だと想定している。

ベテラン技術者が持つ技術者直観を若手技術者に効率的に伝える5つの方法による循環を示す(図2)。5つの方法による循環とは、①課業スキル表、②キーワード、③事例、④擬似訓練、⑤協働による循環を経て、技術者直観を身に付けていく過程のことである。この各方法を循環させて実施するという方法論は他にはない。

①課業スキル表は、職場で日々行われている業務を分析し、課業の一覧表を作り、それに職場構成員をクロスさせて、誰がどの課業をどこまでできるかを明示したものである。現段階では、可視化により上下間のコミュニケーションの促進を図っている⁸⁾。

②キーワードは、ベテラン技術者と若手技術者の間に共通の認識を持たせるものである。共通の言語により意思疎通の円滑化を図ることが目的である。日々の業務において使用しているキーワードを拾い集めて整理する必要がある。

③事例は、課業スキル表やキーワードだけでは気づくのが難しい行間を理解するために使用する。課業スキル表によって業務の流れを理解し、キーワードを認識した上に使用するものである。事例集の中では、ある条件を設定された中で問題が設定されており、どのように判断・意思決定するかを訓練していくものとなっている。

④擬似訓練は、課業スキル表、キーワード、事例による普段の自己研鑽における訓練を経た後に、事例で訓練したことをベテラン技術者と共に擬似体験するものである。ベテラン技術者は、いかに若手技術者の技術者直観に気付かせ、高めるかが役割となる。

⑤協働は、擬似訓練までの段階を経た後、ベテラン技術者と共に実際の業務を遂行していく中で、技術者直観を引き継いでいくものである。協働による経験をした後に、振り返ることがとても重要になる。

各企業へのインタビュー調査結果によると、5

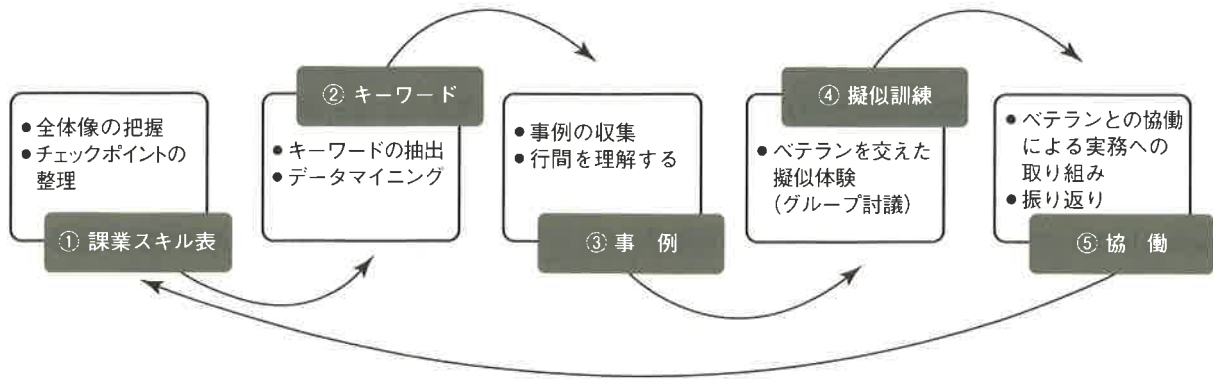


図2 5つの方法による循環

つの方法に類似するいずれかを実施していることがわかっている。例えば、A社は、④に準ずる定期的な集合研修（年に2～3回、2泊3日など宿泊を伴う）を行っている。普段の実務では、経験することのない技術者の視点を吸収する場となっている。B社においては、③と④に準ずる失敗事例集作成及び集合研修を行っている。C社においては、①を徹底的に作り上げており、③との併用で普段の研鑽を進めている。また、④に準ずる定期的な集合研修も行っている。今回の報告では対象でないが、いずれの会社も⑤については、上下の距離感を保ちながらも可能な限り時間を使い、伝わっていくようコミュニケーションの工夫がされている。

このように5つの方法を全て行なうことによる効果は検証されていない。様々な要因もあるが、5つ全てが成される環境を作り出していくことが、5つの方法による循環の根幹である。

5 方法論の予備的調査

現段階では、方法論の予備的調査である。5つの方法論に効果があるか実際に試験を行なった。題材は、道路設計業務⁹⁾である。まず対象者は、先述の研究会のメンバーである20年程の実務経験を持つ技術者・人材育成担当者とした。そして、研究会メンバーの意見を反映した上で、就職先が決まっている学生を対象とした。この試験においては、道路設計をする上で気づくべきことに気づけるかという点を重視した。「気づくべきことに気づく」とは、本人が経験によって、「ああ、そういうことか!」と気づくことである。この経験の後、気づく能力、

つまり技術者直観の水準が上昇していることとなる。気づくべきことの種類は多く、中長期の視点が必要なものから短期の視点まで多岐にわたる。今回は、短期の視点で気づくべきことに焦点を当てて試験した。

(1) 試験の概要

試験の大きな目的は、「気づくことに気づいてもらえるか」が短期的に達成できるかである。試験は、事前に方法①～③の資料を提示しておき、方法④を実施する。方法④は、(ア)説明、(イ)問題提示、(ウ)議論、(エ)解説という流れである。(ア)では、事前に提示した①～③の資料について、講義形式でベテラン技術者が行なう。(イ)では、気づくべきことを問題として提示する。今回の問は、「Aさんは、現地踏査において何に注意しなければならないでしょうか」である。(ウ)では、ベテランを交えながらグループごとに問について議論をする。(エ)では、問に対する解説をベテラン技術者が行なう。今回の解答は、「Aさんは、最初に行う現地踏査において、埋設物の確認を怠る。線形検討では、コントロールポイントとなるものの確認が最も重要となる。結果的に、手戻りとなり、線形検討をやり直すことになる」。

このように気づくことに気づけるかで、安全かつ円滑に業務を進められるかが変わる。

(2) 技術者・人材育成担当者への試験

第8回技術伝承研究会として、2013年5月7日(火)16:00～18:00に試験を実施した。場所は、法政大学新一口坂校舎で、参加者は6名(技術者3

名、育成担当1名、研究者1名、民間研究所1名)の社会人である。筆者が技術者直観と5つの方法による循環について説明後、ベテラン技術者役として試験を行った。試験結果として6名中4名が気づいた。試験後、対象者に感想を聴き、短期的な効果について検証を行った。次の若手志望者・若手技術者に対する試験で注意する材料を得ることが出来た。以下は、参加者からの感想である。

- (i) 技術者①：今回の試験は理解できる。都市における施工管理を主体にしている。所長として起こりうる問題を想定しつつ、普段からその対応に追われている。埋設物の確認は、都市建設でも重要である。文化財が発掘された時などは、その対処に時間を要する。何があるか知っておくことも大事だし、想定できるようにしておくことが重要ではないか。
- (ii) 技術者②：試験の内容は理解できるものである。調査・測量・設計などにおいて抜けてはならないポイントがある。そこができるかできないかが最初の頃のレベルの違いではないだろうか。他の専門での展開も考える必要がある。
- (iii) 技術者③：当社では、失敗例を基にこういった研修を定期的に行っている。実際に行っているのでもその効果については認識している。ただ今回のように自身の専門でないことだとその感覚はずれる。
- (iv) 育成担当：工事を始める前に、施工前検討会というのを開く。工事に起こるであろうことを皆で想定し、確認する会である。それに似ていると感じた。事務方として関与していたが、納得できるものである。事前訓練としての効果はあると思う。
- (v) 研究者：「気づくことに気づく」とはどう捉えるべきか。いわゆる気づきを与えとの違いはなんだろうか。また、気づくことに気づく人と気づかない人の差は何であろう。
- (vi) 民間研究所：建設技術については、全く知識・経験がないが、人事・労務の専門家として。これだけ広範囲な情報の中で、必要なことを選び出すのは、高専・大学・大学院などの学びで出来るのか。それとも、社会に出てから得るものによって可能になるのか。もし、5つの方法に

よる循環が機能するなら、どの期間(学校、企業)で適用させるべきか。

(3) 就職先が決まっている学生への試験

第17回技術伝承研究会として2014年11月15日(土)13:00~17:00に試験を実施した。今回の検証では、法政大学デザイン工学部都市デザイン工学科の溝淵利明教授、藤山知加子准教授のゼミナールの学生に協力を得て実施した。参加人数は11名である。試験は、5つの方法(方法①~④)を実施した上で、アンケート調査と追跡調査によって行なった。調査結果として、気づくことに気づく体験が出来た人は、11名中5名であった。また、方法①~③に該当する事前資料は、7名が役に立つと回答した。さらに、試験の内容自体には今後漠然ではあるが役に立ちそうだという7名が感じてくれた。

追跡調査は、1名の学生に対して行なった。気づくことに気づいた学生の一人である。インタビューから再度確認したのは、学生の就業力・社会人基礎力の高さである。非常に訓練された優秀な学生であり、その能力の高さを確認した。試験時に観察していた通りで、どの学生も水準以上だと推測される。学生の能力を勘案すると、気づくのに必要な情報の与え方には改善の余地があると考えられる。また、今回の試験だけではサンプル数が少ないのが課題であり、増やしていく必要がある。

以上のように、今後、5つの方法論を検証してするための予備的調査を実施した。結果は、「方法①~④を経ることで方法⑤を前にして、気づくことに気づけるようになり、その繰り返しの経験が技術者直観の形成に役立つ可能性がある」とある。

6 おわりに

本研究では、技術者として必要な能力である「技術者直観」を効率的に形成するための手法について予備的調査を行なった。予備的調査によって、「方法①~④を経ることで方法⑤を前にして、気づくことに気づけるようになり、その繰り返しの経験が技術者直観の形成に役立つ可能性がある」という結果が得られた。5つの方法それぞれは、企業においてこれまで行なわれてきたものである。ポイントは、

5つの方法全てによって循環した場合の効果である。今回は予備的調査であり、今後は、対象となるより多くの技術者志望者・若手技術者に試験を実施し、その効果を長期的に測定していくことが課題である。技術者として「技術者直観」を形成していく上で、入職初期および若年時の積み重ねは非常に重要で、基礎となるものである¹⁰⁾。試験後に参加者に対するアンケートおよびインタビュー調査を実施したところ、長期的な視野に立てば、将来役に立つ可能性があるという意見を得た。今後はより多くのサンプル数を得ることと長期的な視点に立った調査が求められる。

今後も、若手技術者の育成・定着は重要な課題である。それに貢献できるように、「技術者直観形成のための5つの方法論による循環」のさらなる調査を行なっていく。

注

- 1) 「直観」と「直感」は区別している。直観は英語で“Intuition”であり、「判断・推理などの思惟作用の結果ではなく、精神が対象を直接に知的に把握する作用のこと。」である。直感は、“Instinct, gut feeling”であり、「推理・考察などによるのではなく、感覚によって物事をとらえること」である。本研究では、後に論理立てて説明をすることができる「直観」に重点を置いている。「直感」を軽視するものではない。
- 2) 直観の概念について示されている。哲学では、Plato、Aristotelēs、Descartes、Spinoza、Kant、Schleiermacher、Husserl、Bergson、Polanyi、野村幸正、Dreyfusなどが言及している。教育学では、Comenius、Pestalozzi、小倉金之助、梅本洋などが言及している。心理学では、Jung、Klein、Kahneman、Myersなどが言及している。経済学・経営学では、Schumpeter、Duggan、Leonard、小池和男、野中郁次郎・竹内弘高、林伸二などが言及している。学際研究では、Norman, D. A., Spelke, E.S., Carey, S., Atran, S., Premack, D., Lewis, D. K., 合原一幸・神崎亮平、山田理絵 他、伊藤光弘、理化学研究所 脳科学総合研究センターなどが言及している。

- 3) 建設業界の企業の技術者・人材育成担当者との研究会。2012年5月から1～2ヶ月に1回の頻度で開催している。現在、全17回開催。
- 4) 調査期間2011年7月～2013年4月、後に2013年12月～2014年5月まで。対象会社は、日本工営株式会社、鹿島建設株式会社、大成建設株式会社、飛鳥建設株式会社、国際航業株式会社、応用地質株式会社の6社、25名である。
- 5) Bruner (1961) は、直観を重視しているが、形成する方法について言及しているわけではない。
- 6) 調査期間2011年7月～2013年4月、後に2013年12月～2014年5月まで。対象会社は、日本工営株式会社、鹿島建設株式会社、大成建設株式会社、飛鳥建設株式会社、国際航業株式会社、応用地質株式会社の6社である。
- 7) 2013年5月7日技術伝承研究会（第8回）で報告。
- 8) 山崎雅夫（2012）『若手技術者を一日でも早く育てる!! ～10年を5年で育てる新たな課業スキル表『技術伝承』の活用』法政大学大学院
- 9) 著者の建設業界における経験を基に作成。
- 10) 山崎雅夫（2014）「卓越したベテラン技術者のキャリア形成 - 建設業界で働く15人へのインタビュー調査結果の分析」日本労使関係研究協会 2014年労働政策研究会議 自由論題報告論文を参照。

引用文献

- Dreyfus, Hubert L. and Dreyfus, Stuart E (1986) *Mind over Machine : The Power of Human Intuitive Expertise in the Era of the Computer*, Free Press.
- Klein, G. (1998) *Sources of Power : How People Make Decisions*, The MIT Press.
- 日経BP (2010) 「技術伝承の危機」『日経コンストラクション』9月24日号 pp.40-61.
- 労働政策研究・研修機構 (2015) 「建設業における人材確保及び育成」『ビジネス・レーバー・トレンド』8月号 pp.20-24
- Yamasaki, M. (2014) "Succession of intuition and pertinent engineering experience in an ageing society with a low birth rate" *Journal of Asian Public Policy*, Routledge.

(やまさき・まさお 法政大学大学院 職業能力開発研究所 特任研究員)