

環境・化学系職種における技能と技術の融合と人材育成について

株式会社環境管理センター 村井 政志

1. はじめに

社会の安全と健康さらには快適性を確保する専門・技術サービス業として環境関連の職種にはさまざまなものがあるが、その中でも大気・水質・土壌等の環境測定分析の業務を実施している「環境計量証明業」には全国で約1万人以上¹⁾が従事している。環境測定分析は非破壊検査等と異なり手作業にて操作する前処理工程が多く、その職員に求められる技術的能力には環境管理に関するスキルばかりではなく、化学系等の基礎的な知識・技能も必要となっている。しかし職業スキルとしての統一されたカリキュラムモデル²⁾や職業能力評価基準³⁾などは十分に整備されておらず、また、能力開発に関連する資格である「化学分析の1級技能士」や「公害検査科の職業訓練指導員」の項目においてもダイオキシン類調査のような現在の極微量物質分析の技術水準に対応できる内容では必ずしもない。したがって現

状では業務を営むおのこの事業者において独自のノウハウとしてOJTを中心に能力開発を展開しており、その内容によっては調査結果の数値の精度に大きく影響する場合も考えられる。

そこで今回は環境測定分析の工程(図1⁴⁾参照)の一部であり、調査個別の現場サイトにて試料を採取するタイミングや場所を判断することから、調査結果に最も影響を及ぼすこととなる「試料採取の工程(サンプリング作業(現地測定含む))」の業務に従事する調査員について、弊社にて構築した教育訓練システム等の例を参考として紹介する。

2. 調査員に必要なスキルは何か?

教育・訓練の実施に当たってはまずサンプリング作業に適した「求める人材像」を定めなければならず、最近の複合的な環境測定分析に求められる「マルチな能力を持つ調査員」を育てたい希望を考慮すると、人材育成の基本に立ち戻り「技」と「人」の両面が教育方針には必要となった。すなわち環境測定分析のサンプリング作業においては、試料採取に係る技能・技術としての「技」だけではなく、外勤職としてお客様と接してコミュニケーションをはかり、打ち合わせや調査計画の検討ができる「人」としてのスキルも重要な要素であることがわかった。

そこで教育方針は、

「お客様に信頼される技術、人間性を持ち、業績貢献できるビジネスマインドを持つ」

というフレーズとなり、図2に示すように調査員

ステップ	試料採取 (保存・輸送)	前処理	測定・分析
操作・作業	<ul style="list-style-type: none"> 採水 吸引捕集(採取量計量) 採泥 ホーリング 縮分 etc. 	<ul style="list-style-type: none"> 分取・計量 分離(抽出・脱着) 妨害物質の除去(分解・クローソップ) 濃縮 反応(誘導体化・発色) 	<ul style="list-style-type: none"> 計測 解析 結果計算
実施する上での課題点	機材・タイミング・場所	労力・時間・設備・技能	機器・経験

図1 環境測定分析のステップ⁴⁾

表1 調査員に必要なスキルと訓練手順

	技能	技術	ヒューマン スキル	ビジネス マインド
内容	各技術の作業	各技術の知識	調査業務に共通の素養	ビジネスマンとしてのスキル
訓練 手法	・OJT (テクニカル ユニット)	・self-JT ・off-JT ・資格取得	・OJT (マンツーマン) ・面接指導	・off-JT ・OJT (営業職員 同行)
訓練 運営	・教育システム	・キャリア形成 面接 ・自己啓発 ・教育システム	・先輩からの業務 引継ぎ ・職制を通した指 導	・職制を通した指 導

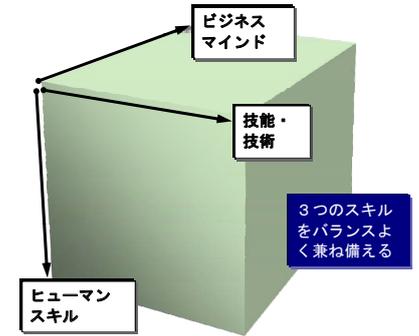


図2 求められる3つのスキル

に対して技能・技術とヒューマンスキルおよびビジネスマインドの3つのスキルのバランス良い育成を目指すこととなった。この3つのスキルを育成するための教育訓練手法や訓練運営管理を整理すると表1となる。

「技能」と「技術」については後述の3. に詳細に示す教育訓練のためのテクニカルユニットによる計画的OJTにて主として運営を行っている。

人間性の面として種々の側面が求められる「ヒューマンスキル」についての必要な要素の抽出には、過去に事業所内の職員の中から優れた調査員を選出する年間表彰制度である「調査員オブ・ザ・イヤー」の選考時に使用したコンピテンシーの細目を整理して活用した。その内容を表2に示す。

表2 ヒューマンスキルの抽出

調査員オブ・ザ・イヤー選考の要素	
第1回	タフさ、ポジティブ、何とかする力、(手際がよい、知識・技術力)
第2回	タフさ、行動力、調整力、人間性、(知識・技術力)

↓ (整理)

優れた調査員の持つ能力(コンピテンシー)
○ 忍耐力・タフさ
○ 責任感・行動力(≒ポジティブ)
○ 交渉力・調整力
○ 柔軟性・何とかする力
○ 統率力・チームワーク(←人間性)
※手際がよい、知識・技術力は「技能」とした

これらの要素は管理職および各職員の両者側が共に採用したパラメーターであり、事業所内の多くの職員が納得している能力要素であるといえる。このヒューマンスキルについての育成は、調査員オブザイヤーにて選出された各先輩職員とマンツーマンによるOJTで業務対応や引継ぎを行い、加えて職制を通した指導により各職員が気づき・感じ取り・身に付けていけるように配慮している。

もう1つの「人」の面である「ビジネスマインド」の側面については業績貢献できるという方向性から、営業マンとしての活動も考慮して、

- 業務効率化の推進
- 品質・納期・コスト
- 営業問題の解決
- 渉外関係の構築

等の細目を抽出した。このビジネスマインドの育成は、外部研修活用のほかに、OJTとして営業部署の職員と同行を行い、上司の指導のもとに担当の物件を処理する過程で逐次行っている。

3. 技能・技術の教育訓練の運営とスキル評価

育成に必要な3つのスキルに加え、サンプリング作業以外の支援業務も含めた事業所内の業務全体の能力ユニットの構成を表3に示す。高度熟練・多能が求められる技術者には、同時にマーケティングや付加価値を生む能力の育成も求められ、また適正なサンプリング作業の実現には調査実作業ばかりでは

なく使用する機材の保守点検を行う「装置保全」等の支援作業員の育成も別途必要となっている。

サンプリング作業に係る「技能」の計画的OJTを運営する教育システムの構成は、5つに分類したコアな各技術分野（表3中の「調査実作業」にある環境大気～/排ガス～/水質/土壌/作業環境～の5つ）の中堅技能者の中より数名の指導者を選出し、訓練対象者と組み合わせて一時的な「テクニカルユニット」を組み、6ヵ月を1つの期間として集中してその技術分野に関連する業務お互いに携わることにより教育訓練を続け、師弟関係の構築等の効果的な実施がされるよう配慮している。

この計画的OJTのユニットでは標準作業手順書(SOPs)のような形式知では書き表せないコツや勘などの多くの「暗黙知」を指導者より積極的に学び取り、単なる業務の引継ぎに終わらないよう促している。

さらに選出された指導者に対しては、事前に4段階指導法をはじめとする指導の仕方のスキルや心構え、ほめ方・叱り方を学習させるとともに、指導を通じて自らの技術を見つめ直して、その技術に対する深化を図ることも期待しており、指導者も別の意味では教育の対象となっている。

教育訓練の運営の主体は教育専任職の教育主管が行い、進捗については教育主管が定期的に指導者・訓練対象者双方と面接を行い、不足箇所の確認やフォローとキャリア形成の支援を行っている。また教育訓練を行った成果については指導者・訓練対象者共に業績考課の評価対象とし、その指導・習得の成果を賞与等にて酬いられるように人事システムとの連動にも配慮している。

5つのコアな各技術分野の中より一例として「土壌」にかかわる「サブ」レベルの「技術評価シート」を表4に示す（この作業担当者としてのサブの上位レベルにはさらに土壌調査の個別サイト責任者としての「ヘッド」が設定され、大きく2段階となっている）。この技術評価シートは熟練技術者からのヒアリングにより業務の棚卸を行って作成したもので、一連の「計画～段取り～実施・点検～かたづけ～事後処理～データ整理」等の作業全体を含んでい

る。

「技術」については従来から実施している自己啓発による資格取得等の自ら行うキャリア形成の支援に加えて、インターネットによるeラーニング⁵⁾を活用したセルフジョブトレーニング(self-JT)も知識を得るために設定した自主学習時間の枠内に取り入れて効果的に学習できるようにしている。

一方、教育訓練実施後のスキル評価としては、ASTM D 5829⁶⁾に示された教育・訓練プログラムの標準指針を参考として、

- ①「基礎知識とSOPsに関する筆記試験」
 - ②「現場作業の最終観察」(表4を評価に使用)
 - ③「トラブルシューティングに関する口頭試験」
- の3つのカテゴリーにて評価判定を行い、3つすべてに合格して「サブ」や「ヘッド」レベルの取得としている。

技能・技術以外の2つのスキル（ヒューマンスキルとビジネスマインド）評価の判定パラメーターには、前述の職業能力評価基準³⁾に加えて、社会人基礎力⁷⁾やジョブカード制度⁸⁾に示されている能力基準を各細目毎に取り入れて評価のための能力ユニットシートを作成し、活用している。

4. 今後の課題

一連の教育訓練のシステムの構築は完了したが、今後ブラッシュアップして次のような問題点を解決し効果が上がるようにしていかなければならない。

- ① 技能・技術について、実際の調査業務によるOJTの中では訪問した顧客先にてサンプリングの失敗を経験させるわけにはいかないため、必ずしも百戦錬磨の頑強な技術者に育っているとは限らず、失敗を机上だけではなく体験させて感受性を高めるツール作りを一連のOJTとは別に設定し、失敗した後に考えて答えを見つけることができる能力を育成する必要がある。
- ② ヒューマンスキルはマンツーマンで先輩職員と直接触れ合うことで学び取っているが、その習得度には個人差があり、さまざまなタイプの先輩職員とリレーションシップを図り、人間性

の幅を広げていくことが必要となっている。

- ③ ビジスマインドは営業職員との同行により顧客ニーズの引き出し方等を学んでいるが、必ずしも成約事例に当たるとは限らず、クローズングまできちりと指導が行き届いていない。

このような課題を解決することにより、技能・技術に加えてヒューマンスキルとビジスマインドを兼ね備えた、お客様に信頼され、業績貢献できる技術を持った「人」が着実に育っていく人材育成システムとなることが期待できる。

5. おわりに

今回は環境測定分析の「試料採取の工程」についての「技」と「人」の両面の育成を紹介したが、残りの工程（図1⁴⁾参照）である「前処理および測定・分析の両工程（試験所内にて行われる化学分析や検査）」についての能力開発の構築も重要な柱であり、これについては次の機会に紹介したいと考える。

一連の能力開発は、最終的には古武道の流れにある「守・破・離」にならない、まず基本技能を忠実に身に付け、自ら経験を重ねることにより幅を広げてより良い手順を模索し、深く技術にかかわることによりだれにも負けない技術者として自立していくことが、高度な技能・技術を持つ者の到達イメージと考えられる。

特に中間の「破」するためには、自身の内部に後々「暗黙知」となる技術の概念が形成⁹⁾されなければならない。そのためには初期に「実践的な技能者」として多くの業務数をこなし基本技能を「守」れるまで身に付けさせた後に、能力開発としては非効率的ではあるが「教えない」指導や熟成を見守る「待つ」教育も訓練対象者のパーソナリティに合わせて随所に取り入れることにより最良の技能・技術を自らの力で発見できる（気づく）ように促し、さらに折に触れてキャリアコンサルティングを活用して自

らを振り返らせて自分の技術レベルを客観的に見つめさせることにより、「離」れて行動しても安心して任せられる「自らの力で考える強い技術者」が育成でき、このときはじめて真の技能と技術の融合が達成できるものと思われる。

今後は環境・化学系職種についても職業能力開発大学校等の育成機関が中心となり職業スキルの標準化が行われ、それを活用して育成した人材の活動により環境測定分析の業務の技術水準が確保され、どこの事業者へ環境調査を依頼してもその調査結果の精度の担保がなされることで、社会の安全と健康等が維持され続けていくことを強く望む。

<参考文献>

- 1) 経済産業省経済産業政策局：平成19年特定サービス産業実態調査。経済産業省HP,
<http://www.meti.go.jp/statistics/tyo/tokusabizi/result-2/h19.html>
- 2) 独立行政法人雇用・能力開発機構：カリキュラムモデル検索。職業能力開発ステーションサポートシステム、職業能力開発総合大学校能力開発研究センター HP,
<http://www.tetras.uitec.ehdo.go.jp/CurriculumModel/>
- 3) 中央職業能力開発協会：職業能力評価基準のご案内。中央職業能力開発協会HP, <http://www.hyouka.javada.or.jp/>
- 4) 村井政志（2004）：環境測定分析分野における簡易法の動き。環境と測定技術, 2004,31, (10) :32-36
- 5) 科学技術振興機構研究基盤情報部情報整備課：Webラーニングプラザ（技術者向けeラーニング）。科学技術振興機構HP,
<http://weblearningplaza.jst.go.jp/>
- 6) ASTM D 5829 (1996)：Standard Guide for Preparing a Training Program for Environmental Analytical Laboratories - 環境分析試験所のための教育・訓練プログラムの作成に関する標準指針
- 7) 経済産業省経済産業政策局：「社会人基礎力」について。経済産業省HP,
<http://www.meti.go.jp/policy/kisoryoku/index.htm>
- 8) 厚生労働省職業能力開発局：「ジョブ・カード制度」のご案内。厚生労働省HP,
http://www.mhlw.go.jp/bunya/nouryoku/job_card01/index.html
- 9) 森和夫（2006）：職人の熟練技能とその伝承をめぐって。技能と技術, 2006, (6) : 2-7

表3 能力ユニットの構成例

環境計量証明業「サンプリング作業」職種 能力ユニット一覧

職種名	調査
定義	環境測定分析の前工程として、適正に試料を採取し、または現地測定を行う業務、および結果をとりまとめる業務

<共通能力ユニット>

職務	能力ユニット名	L1		L2	L3		L4
		1-1 助手・補助作業者	1-2 技師補・ 一般作業者 (ユニットサブ)	技師・ 中堅作業者 (ユニットヘッド)	調査技能 スペシャリスト (高度熟練・多能)	製造管理 マネジャー	上級製造管理 マネジャー
調査共通	ヒューマンスキル	CC011L11		CC012L22	CC013L34		
	ビジネスマインド	CC021L11		CC022L22	CC023L34		

<選択能力ユニット>

職務	能力ユニット名	L1		L2	L3		L4	
		1-1 助手・補助作業者	1-2 技師補・ 一般作業者 (ユニットサブ)	技師・ 中堅作業者 (ユニットヘッド)	調査技能 スペシャリスト (高度熟練・多能)	製造管理 マネジャー	上級製造管理 マネジャー	
調査管理	生産・装置計画					CS031L33	CS032L44	
	製造管理のマネジメント					CS041L33	CS042L44	
	計画的な人材育成					CS051L33	CS052L44	
調査作業	プロジェクトのマネジメント			CS061L22	CS062L33			
	調査実 作業	環境大気・騒音・振動	CS071L11 (各技術に個別 の技術評価 シートが有り)	CS072L11 (各技術に個別 の技術評価 シートが有り)	CS073L23 (各技術に個別の技術評価 シートが有り)			
		排ガス・臭気・廃棄物						
		水質						
		土壌						
		作業環境・室内環境						
		特殊項目その他						
	作業指導			CS081L22	CS082L33			
	技術開発・マーケティング				CS091L33			
	高度技能・付加価値				CS101L33			
支援作業	生産管理支援	CS111L11		CS112L22				
	報告書作成		CS121L11	CS122L22				
	装置保全(機材管理)	CS131L11		CS132L22				
	品質保証(計量管理)			CS141L22	CS142L33			

(記号は別途作成した能力ユニットシートの識別No.を示す)

表4 OJT実施結果の技能評価シートの例 (一部抜粋)

調査実作業 観察シート(土壌-サブ) 訓練対象者氏名()

作業実技			観察結果 (観察日、顧客名、地点名)	土壌 土壌-サブ(作業担当者レベル) 指導及び習得内容	→到達基準
計画	事前準備 (採取・測定計画)	情報・仕様の確認・把握	評価: _____ 観察日: _____ 顧客名: _____ 地点名: _____	・仕様計画書確認(土壌汚染対策法、条例、自主) ・重金属調査、VOC調査の確認 ・下見、打合せ	・情報・仕様・計画書等を確認・理解できる。 ・現場についての確認ができる。 ・作業可能か判断できる。
		事前打合せ・下見		・工程計画(調査、速報、納品)、調査地点図作成(設計) ・SOPにそった調査計画	・定型物件について、計画が作成できる。 ・調査地点図の作成ができる。
		計画		・機材手配	・機材依頼できる。
		機材依頼		・分析依頼(情報カード、ダイオキシン類、予定表等)	・分析依頼(帳票・予定表入力など)ができる。
		分析依頼		・協力会社手配、外注申請、マシン選定	・費用に応じた外注が手配できる。 ・外注申請起案ができる。
段取り	現地作業 (段取り)	前日の確認・準備・積込	評価: _____ 観察日: _____ 顧客名: _____ 地点名: _____	・機材確認、積込 ・安全書類の作成	・前日確認ができる。 ・機材のチェックができる。 ・安全書類作成ができる。
		当日挨拶・確認・打合せ		・顧客、現地管理者等との打合せ ・協力会社への指示(安全、コンタ、ルール等)	・顧客・管理者等と打合せができる。 ・朝礼にて、作業内容説明ができる。
		地点選定		・埋設物の確認 ・位置出し(テープ測量、光波測量、レベル測量) ・位置出しの協力会社管理	・計画(目的)に沿った地点が落とせる。 ・マンホールなどをとどいて、埋設予測ができる。
		機材設置		・ポーリングマシン設置	・設置場所を指示できる。
		採取・測定準備		・はつり ・ドリル削孔	・養生の指示ができる。
実施・点検	作業中 (実施・点検判断)	開始タイミング	評価: _____ 観察日: _____ 顧客名: _____ 地点名: _____	・保存容器の根拠、理由の理解(種類、容量と現場固定) ・現地測定(pH、EC、水位、透視度) ・写真撮影 ・ポーリング管理 ・土壌・地下水採取の協力会社管理 ●VOC、油 ・土壌ガス採取(トータル標準含む) ・土壌ガス絞込み調査(地点設計、検知管測定)	・土壌ガス:採取ができる。 ・表土採取:採取(指示)ができる。 ・ポーリング:採取指示ができる。 ・地下水採取:採取(指示)、現地測定ができる。 ・各種試料について、項目に応じた容器を選定と必要量の採取ができる。 ・作業工程ごとに必要となる写真撮影(指示)ができる。
		採取・測定の実施中		・土壌採取 ・地下水採取(井戸施工含む) ・孔内水採取 ●金属類、農業等、ダイオキシン類 ・表土追加採取(地点設計) ・土壌採取 ・地下水採取(井戸施工含む) ・孔内水採取	
		現場確認		・委託内容との整合性採取 ・検体の数量確認 ・野帳の記録	・依頼内容との確認できる。 ・採取検体の数量確認ができる。 ・野帳が記入できる。
かたづけ	作業後 (かたづけ)	片付け・撤収	評価: _____ 観察日: _____ 顧客名: _____ 地点名: _____	・撤収、復旧、清掃 ・泥水処理	・作業後の確認ができる。(復旧・清掃・忘れ物等)
		搬送		・搬入先把握、必要書類起票 ・検体の適正保存(冷蔵)	・採取試料について適正な保管と搬送ができる。
事後処理	事後処理	機材整理	評価: _____ 観察日: _____ 顧客名: _____ 地点名: _____	・機材清掃、かたづけ	・片付けができる。(洗浄・整理等)
		情報の整理		・協力会社事後精算(外注費入力表)	・数量精算ができる。 ・作業内容を整理できる。
		連絡		・ダイオキシン類適正確認表 ・搬入する検体に関する情報(有害性)	・必要に応じて帳票・情報の発信ができる。
データ整理	データ整理 (納品物の完成)	データ処理	評価: _____ 観察日: _____ 顧客名: _____ 地点名: _____	・協力会社納品物チェック ・写真帳の作成 ・柱状図作成、チェック ・地点図の作成、修正(CAD)	・写真帳・地点図の作成又は作成依頼ができる。 ・外注納品物の確認ができる。
		速報一覧作成		・速報データチェック、対応(速報予定日に異常値の有無を確認) ・異常値初期対応	・速報日を把握し、異常値確認ができる。
		証明書作成			

観察実施指導者氏名() 実際に観察した事項に○を付ける

評価
◎:訓練の必要はない
○:特に訓練の必要はないが、経験は必要
△:訓練が必要