

田 中 義 明（日本能率協会総合研究所 客員研究員）

高 嶺 一 男（計画研究所）○後 藤 洋（日本能率協会）

技術者の能力開発が重要だといわれているが、技術者の能力はどのように分類整理できるのだろうか。技術者の能力評価や育成計画を立てるためには、技術者の能力構造がわかりやすく分解されている必要がある。

日本能率協会では、技術者の能力構造の体系化と、企業における技術者の能力の充足度や各種能力開発活動の実施状況などを把握することを目的に、昭和61年度に「技術者能力の体系及び開発手法の研究」を実施した。以下、この研究成果を紹介する。

なお、ここでは、企業において「研究」もしくは「開発」に従事している技術者を研究対象としている。

技術者の能力構造

技術者の能力評価や能力開発計画を立てるためには、能力がより具体的に分解されていなければならぬ。今回の研究の中では、研究メンバーがディスカッションを重ね、次の3つの視点から技術者の能力を分類した。

(1) 技術者の仕事のプロセスに即した分類

技術者の能力と称した場合、まず思いつくのが、この仕事のプロセスに即した能力の分類である。これは、日常的に行っている能力の分類である。研究メンバーは、研究開発のプロセスを12に分け、それぞれについて技術者として必要な能力を整理した。その他、組織人として必要な能力を2つ追加し、大分類で14種、細分類では約70種の能力に分類した。大分類の14項目は次の通りである。

① 技術者個人としての必要能力

- 研究開発課題の発見、設定能力
- 研究開発計画の策定能力
- 研究開発計画にもとづく情報収集能力
- 実験能力
- 製品化のための構想、企画能力
- 試作品の設計能力
- 試作品の製作能力
- 試作品のテスト能力
- 新製品の市場性評価能力
- 製造部門への引き渡し能力
- ドキュメント（マニュアル、技術資料、論文等）の作成能力
- 研究開発成果の評価能力

② 組織人としての能力

- ・プロジェクトの推進能力
- ・教育，訓練（とくにOJTの実施）能力

ここでは，大分類を示したが，たとえば「技術者個人としての能力」の「研究開発課題の発見，設定能力」はさらに，

- ・担当分野の技術動向がわかっている
- ・担当分野の市場動向がわかっている
- ・自社の技術特性がわかっている
- ・将来の自社の事業方向に関するイメージを持っている
- ・具体的研究開発課題を自ら発見できる
- ・当該課題を採用した場合の成果を見通せる
- ・研究開発課題に優先順位を客観的につけられる

とさらに細かく分解される。すべての大分類能力項目が，おのおの細能力項目に分解されている。

(2) 仕事の要素による分類

仕事のプロセスから分類すると約70の能力要素に分解されるが，実際の仕事はさらに少ない仕事の要素から構成されていると考えられる。研究メンバーの検討では，技術者の仕事は，次の13の要素から組立てられていると考えた。

- ・口頭で発表する能力
- ・文書化する能力
- ・計算する能力
- ・観察する能力
- ・情報収集する能力
- ・立案する能力
- ・分析する能力
- ・評価する能力
- ・設計する能力
- ・製作する能力
- ・交渉する能力
- ・プロジェクトを推進する能力
- ・教育，訓練する能力

この仕事の要素と仕事のプロセスとの関係を整理すると図表1のようになる。

(3) 能力の要素による分類

仕事のプロセスに即した分類や仕事の要素による分類などは，能力が発揮される場に着目した能力分類であるが，さらにポテンシャルとしての能力が存在する。ここではその能力を，大きくは「知識」，「スキル」，「（広義の）態度」の3つに分類した。（図表2）

「知識」はさらに技術知識とその他の知識に分類される。

スキルは，知識を使い，態度の助けを借りて特定の成果を生み出す技能で，基礎スキル，総合スキル，マネジメントスキルに分けられる。基礎スキルは，生まれつき，あるいはかなり若い時期に形成されるスキルである。

総合スキルは，知識と基礎スキル，あるいはさらに他の総合スキルを使ってある目的を達成

するためのスキルで、基礎スキルに比較すれば比較的後天的に教育可能なスキルである。マネジメントスキルは、技術者が組織の一員として管理機能を持つようになったときに必要とされるようになる能力で、複合的なスキルである。

態度は、性格と狭義の態度、姿勢に分類され、この順番で後天的に身につけやすいと考えられる。

技術者に不足している能力

現在、企業における技術者がどのような能力開発活動を行っており、また、どのような能力に不足感を抱いているのかを把握する目的で、全国の上場企業を対象にアンケート調査を行った。調査対象としたのは製造業と建設業の研究部門、開発部門および研究開発部門である。

ただし、研究部門や開発部門が複数ある企業の場合は、それぞれ代表的な1つの部門を調査対象とした。回答をいただいた企業は394社、430部門である。

アンケート調査では、「技術者の仕事のプロセスに即した分類」で能力の充足感を質問することにしたが、細分類では70項目におよぶため、すべての能力について調査するのは不可能である。そこで、アンケートでは技術者にとってとくに重要と思われる24の能力について調査した。

調査の結果、全体に「不足している」との認識よりも「不足していない」との認識のほうが多く、技術者は自分の能力に自信を持っていることがわかる。その中で、比較的不足しているとの回答が多かった能力は次の通りである。

- ① 研究開発課題を発見する (39%)
- ② 製品の市場性を評価する (38%)
- ③ 担当分野の先端技術動向を理解する (35%)
- ④ 研究開発課題の成果を見通す (29%)

図表1 仕事のプロセス別要素構成

| 仕事の要素 (行為) | 仕事のプロセス (内容) | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-----------------|---------|--------|--------|----------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|----------------|------------|
| | 1 口頭で発表する | 2 文書化する | 3 計算する | 4 観察する | 5 情報収集する | 6 立案する | 7 分析する | 8 評価する | 9 設計する | 10 製作する | 11 交渉する | 12 プロジェクトを推進する | 13 教育・訓練する |
| 1. 研究開発課題の発見、設定 | | ○ | | | ○ | ○ | ○ | ○ | | | ○ | | |
| 2. 研究開発計画の設定 | ○ | ○ | | | | | ○ | ○ | | | ○ | | |
| 3. 研究開発計画に基づく情報収集 | | | | | ○ | | | | | | ○ | | |
| 4. 実験 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| 5. 製品化のための構想・企画 | ○ | ○ | | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| 6. 試作品の設計 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | | |
| 7. 試作品の製作 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | | |
| 8. 試作品のテスト | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | ○ | | |
| 9. 新製品の市場性評価 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | ○ | | |
| 10. 製造部門への引き渡し | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | ○ | | |
| 11. ドキュメント(マニュアル、技術資料、論文等)の作成 | | ○ | | | ○ | | | ○ | | | | | |
| 12. 研究開発結果の評価 | ○ | ○ | | | ○ | | ○ | ○ | | | | | |
| 13. プロジェクトの推進 | ○ | ○ | | | ○ | ○ | ○ | ○ | | | ○ | ○ | |
| 14. 教育訓練(特にOJTの実施) | ○ | | | | ○ | ○ | ○ | ○ | | | | | ○ |

図表2 能力の要素による分類

| 知識 | | スキル | | | 態度 | | |
|---|---|---|---|---|---|--|--|
| 技術知識 | その他の知識 | 基礎スキル | 総合スキル | マネジメントスキル | 性格 | 態度 | 姿勢 |
| <ul style="list-style-type: none"> ・基礎技術知識 ・専門技術知識 ・周辺技術知識 ・方法論に関する知識 | <ul style="list-style-type: none"> ・情報源に関する知識 ・市場知識 ・組織に関する知識 ・管理に関する知識 | <ul style="list-style-type: none"> ・記憶力 ・認識力 ・感覚力 ・数値能力 ・空間認知能力 ・手先の器用さ ・表現力(口頭) | <ul style="list-style-type: none"> ・論理力 ・創造力 ・直観力 ・評価力 ・語学力 ・文章力 ・図形化力 | <ul style="list-style-type: none"> ・決断力 ・資源配分能力 ・日程管理能力 ・品質管理能力 ・予算管理能力 ・交渉力 ・育成力 ・人材評価力 ・人心掌握力 ・チーム活性化力 ・バランス感覚 | <ul style="list-style-type: none"> ・好奇心 ・緻密さ ・根気よさ ・社交性 ・誠実性 ・公平性 ・冷静さ ・温かさ | <ul style="list-style-type: none"> ・向上心 ・集中力 ・忍耐力 ・積極性 ・柔軟性 ・責任感 ・協調性 | <ul style="list-style-type: none"> ・合理主義 ・合目的姿勢 ・客観主義 ・実証主義 ・真理探球 ・オリジナリティの追求 ・自己実現 ・社会的欲求 ・約束尊重 ・役割意識 ・利他的姿勢 |

- ⑤目的に応じた的確な情報を集める(28%) ⑧的確な予算管理や日程管理をする(27%)
- ⑥わかりやすく論理的な文章を書く(28%) ⑨研究開発に必要な資源を見積る(27%)
- ⑦研究開発課題の優先順位を客観的につける(28%) ⑩具体的な製品イメージを構築する(26%)

逆にあまり不足感を抱かれていない能力をあげておくと次のようになる。()内は不足しているとの回答。

- ①試作品のテスト計画を立てる(11%) ④製品の製造開始のための計画書を書く(14%)
- ②各種の実験計画を立てる(12%) ⑤他部門や外部と適切な折衝, 打合わせをする(14%)
- ③製造に必要な情報を製造部門に正確に伝える(14%)

これらの技術者能力の不足感を, 研究部門, 開発部門別に分析した。基本的には大差がないが, 「製品の製造開始のための計画書を書く」, 「製品生産コストを概算する」などは開発部門での充足感が強く, 「各種の実験計画を立てる」, 「各種の実験計画を解析し, 評価する」などは研究部門のほうが充足感が強くなっている。当然のことながら, その部門で定常的に必要とされる能力に充足感が強い。

技術者の6つの能力因子

技術者の能力を, 仕事のプロセスから整理していくと約70の能力項目となる。アンケートで利用した重要と思われる能力項目でも24項目になる。技術者の能力評価や能力開発を検討する上では, やや能力項目が多過ぎる。

そこで, これらの能力項目をより少ない因子で説明することを目的に, 因子分析と呼ばれる統計手法を適用した。その結果, 次の6つの能力因子が抽出された。

第1の技術者の能力因子は「課題設定能力」である。具体的な能力項目は, 「研究開発課題を発見する」, 「担当分野の先端技術動向を理解する」, 「研究開発課題の優先順位を客観的につける」, 「研究開発課題を具体的な研究プロセスに展開する」などである。

第2の能力因子は, 「製品企画能力」である。能力項目でいえば, 「具体的な製品イメージを構築する」, 「製品化のために必要なプロセスを見通す」, 「製品や試作品の詳細なスペックを決める」などである。

第3の能力因子は「製品評価能力」である。「各種の実験計画を立てる」, 「各種の実験結果を解析, 評価する」などがこの能力因子に該当するものである。

第4の能力因子は「製造移行能力」である。「製品製造コストを概算する」, 「製品の製造開始のための計画書を書く」, 「製造に必要な情報を製造部門に伝える」などの項目がこの能力因子に該当する能力項目である。

第5の能力因子が「情報能力」である。能力項目では、「わかりやすく論理的な文章を書く」、「文章の中での確に図表を用いる」、「目的に応じた的確な情報を集める」などが該当する。

最後の第6の能力因子が「プロジェクト推進能力」である。能力項目では「プロジェクトメンバーの個性をよく把握して的確な仕事の配分をする」、「他部門や外部との的確な折衝、打ち合わせをする」、「的確な予算管理や日程管理をする」、「部下のOJTを的確にする」などがあげられる。

以上の6つの因子で技術者の能力の7割近くを説明できるとの分析結果になっており、企業の技術者の能力を考える上で重要な6能力要素であるといえる。

生産性に影響の大きい技術者能力

アンケートでは技術者能力の不足感（充足感）と同時に、自部門の生産性認識を調査した。両者の関連分析を行った結果、部門の生産性への影響が大きい能力は、「研究開発課題を発見する」、「研究開発課題を具体的な研究開発プロセスに展開する」、「各種の実験結果を解析し、評価する」、「研究開発課題の優先順位を客観的につける」、「担当分野の先端技術動向を理解する」などとなっている。

逆に部門の生産性にあまり影響しない能力として、「行き詰まった時にアイデアを出す」があげられているのが興味深い。これは、アイデアを出す程度では部門生産性に影響するほどにはならず、むしろ出されたアイデアを具体的な製品に結びつけていく論理性や地道な努力が必要とされているということであろう。

次に6つの技術者の能力因子と部門生産性の関係を分析した。その結果、もっとも部門生産性に影響を与える能力因子は「課題設定能力」で、これに次いで「製品企画能力」、「製品評価能力」となっていることがわかった。これに比べれば、「製造移行能力」、「情報能力」、「プロジェクト推進能力」などは部門生産性への影響は少ないとの結果が得られた。

能力因子と能力開発活動

技術者の能力水準と能力開発活動との関連を調べるため、能力の満足度別に能力開発活動の活発度を集計した。ここで分析の対象とした能力は、因子分析で抽出した6つの能力因子についてである。

図表3 能力因子に関連する能力開発活動（上位5項目）

| 順位 能力因子 | 1位 | 2位 | 3位 | 4位 | 5位 |
|------------|------------------|------------------|----------------------------|--------------------|--------------------|
| 課題設定能力 | 社内での基礎技術に関する集合教育 | 社内での専門技術に関する集合教育 | 創造性開発等の各種知識教育以外の社外セミナーへの参加 | 基礎技術に関する社外セミナーへの参加 | 専門技術に関する社外セミナーへの参加 |
| 製品企画能力 | 部門内のローテーション | 社内での専門技術に関する集合教育 | OJT | 社内での基礎技術に関する集合教育 | 部門間のローテーション |
| 製品評価能力 | 大学や大学院への入学または再入学 | 社内での専門技術に関する集合教育 | 創造性開発等の各種知識教育以外の社外セミナーへの参加 | 基礎技術に関する社外セミナーへの参加 | OJT |
| 製造移行能力 | OJT | 自己啓発活動への補助 | 創造性開発等の各種知識教育以外の社外セミナーへの参加 | 部門内のローテーション | 大学や大学院への入学または再入学 |
| 情報能力 | 公的機関への1年以内の派遣 | 社内での専門技術に関する集合教育 | 社内での基礎技術に関する集合教育 | 大学や大学院への1年以内の派遣 | 大学や大学院への1年以上の派遣 |
| プロジェクト推進能力 | OJT | 大学や大学院への入学または再入学 | 社内での専門技術に関する集合教育 | 他企業への出向・派遣 | 社内での基礎技術に関する集合教育 |

その一つの課題設定能力は、「社内での基礎技術に関する集合教育」、「社内での専門技術に関する集合教育」、「創造性開発などの各種知識教育以外の社外セミナーへの参加」、「基礎技術に関する社外セミナーへの参加」、「専門技術に関する社外セミナーへの参加」など技術知識をベースとした社内外の集合教育、セミナーなどのOFF J T の活発度と関連のあることがわかった。課題設定能力は技術の基礎を固めると同時に専門技術を身につけ、しかも様々な人と交流することから多くのヒントが得られると考えられる。

これら能力因子と、能力開発活動の関係上位5項目を図表3に示しておく。これらの能力の育成については、上位5項目の能力開発活動を適切に活用することが有効と考えられる。