知識の体系化とビジュアル化

— 工学教育への応用 —

Systematization and Visualization of Knowledge

— Application to Engineering Education —

上 杉 滋

Shigeru UESUGI

知識が独創的な智慧や人格の形成にまで発展するようにするには、知識を体系化して理解することが重要である。また、体系化された知識が理解しやすいように、文章を図表化してビジュアル化することで理解しやすくなる。このことから、知識を体系化してビジュアル化した教育の方法は、全体像の把握ができて理論の構築や問題点の抽出がしやすく、学問と実践の一致が容易である。この教育方法を工学教育に応用することにより、個性に応じた独創性や全体性および心豊かな人格形成を目指した人材の育成が可能である。

キーワード：知識・体系化・ビジュアル化・工学教育・人材育成

Systematic understanding of knowledge becomes important for knowledge to evolve into creative idea and formation of the character. Visualization of written texts through their diagrammatic representation facilitates the understanding of systematized knowledge. Thus, teaching methods with systematization and visualization of knowledge facilitates the construction of theoretical structures and the extraction of the problematic points through the understanding of the overall image, thereby facilitating the harmonizing of learning with practice. Through the application of this teaching method to engineering education, it is possible to form human resources with an overall view of things and rich personality, having furthermore creativity in conformity with the individuality of each student.

1. はじめに

本報告の構成は2.人間形成の分析と3.感覚機能の分析の論理展開から、4.知識の体系化とビジュアル化を導き出した。次に、4.知識の体系化とビジュアル化を工学教育に応用した事例として、大学教育で実施している5.土木事業の全体像と、6.測量学の全体像について検討を行った。最後に、全体を通してのまとめとして7.人材の育成について総括をした。

2. 人間形成の分析

2.1 人間形成における知識・智慧・人格の役割

人間が自然の中で生きていくには自然界の現象・原理

の普遍の秩序を会得していくことが大切である。このようなことは地球規模での環境が議論されている現在、とくに重要なことと考えられる。つまり自然と人間の調和と協調的な発展を促すには、人間が自然界の現象・原理を学び、理解し、いかして行くことが大切である。

人間形成の観点から現象・原理を考えてみると「現象・原理を学ぶ」のは知識、「現象・原理を理解する」のは智慧、「現象・原理をいかす」のは人格としてとらえることができる。

現象学的観点から考えてみると、現象・原理を学んだ知識は自己の存在を認識することができ、現象・原理を理解した智慧は自然界にある物や人の存在を認識することができ、現象・原理をいかす人格は第三者に対する自

表1. 人間形成における知識・智恵・人格の役割

	意 味	現 象 学 的 観 点			人間形成の観点
		現象への対処	存在認識の世界	存在認識の対象	概 念
知識	ある事柄についていろいろ知ること	感覚機能で知覚する	自己的世界	自己（主観）	現象・原理を学ぶ
智恵	物事の筋道がわかりうまく処理していきける能力	知的機能で判断する	自然的世界	物や人（客観）	現象・原理を理解する（悟る）
人格	人から、個人として独立しうる資格	心的機能で表現する	人的世界	対者からみた自己（客観）	現象・原理をいかす

己の存在を認識することができる⁽¹⁾。

知識と智恵と人格の3つがバランス良く発展して、自然界の現象・原理を学び、理解し、いかすことが人間に与えられた使命であると考えられ、個々の人々が知識と智恵と人格を会得していくことが、豊かな人間形成を実現していくものと考えられる(表1参照)。

2.2 人間形成の実現能力の無限性

人間形成が実現されていくには、知識と智恵と人格を別個のものとしてとらえるのではなく、一連のものとしてとらえることが重要である。さらに知識と智恵と人格を自己の中で一体化して融合し、自己認識を拡大していくことにより、人間形成に無限大の実現能力を備えていくことが可能になると考えられる。

2.3 人間形成の実現ステップ

知識・智恵・人格は会得できる時期がそれぞれ異なりまた個人差も生じる。人生において現象・原理を学んで知識が備わってきた段階で自立が芽生える。知識が体系化された段階で独創性が芽生え、現象・原理を理解する智恵が備わる。普遍的な智恵が会得できた段階で人格の

形成が芽生え、現象・原理をいかす人格が備わる。

この人間形成の実現ステップを論語に照らし合わせると、「十五にして学に志す」が「自立の認識」に、「三十にして立つ」が「独創性の認識」に、「四十にして惑わず」が「人格形成の認識」に、それぞれ対応させることが可能である⁽⁴⁾。人間形成においての最終目標は人格を会得することで、知識や智恵の会得は、人格を会得するための過程であると考えられる(図1参照)。

2.4 知識の体系化

知識が体系化された段階で独創性が芽生え、現象・原理を理解する智恵が備わり、普遍的な智恵の会得により人格が備わってくる。智恵と人格は自己認識の度合により発展するが、知識は生活環境や教育環境における、第三者から与えられる知識に大きく影響される。知識から智恵へのステップをスムーズに移行させるためには、物事の全体像がわかるような体系化された知識を与えることが大切と考えられる。さらには体系化された知識が原理・現象、すなわち現実と一致していることも重要と考えられる。

図1. 人間形成の実現ステップ

表 2. 地図の全体と部分

	世界地図	日本地図	都道府県地図	市区町村地図
イメージ
対比	世界と日本	日本と東京都	東京都と中央区	中央区と銀座
論理の展開	全体 → 部分 ↓ 全体 → 部分 ↓ 全体 → 部分 ↓ 全体 → 部分 ↓			

例えば、ひらがなの50音は、5母音で整然と全体像が整備されており、行と列で区分され、1文字の位置も明確に理解できる。地図には世界地図・日本地図・都道府県地図・市区町村地図などがあり、地図の全体像がわかっていると、用途によって地図を使い分けることができる(表2参照)。

江戸時代の学者細井平州は「高遠の説は急務ではない。ひたすら聖賢の道を現実に実践するところに学問の意味がある」と説いている⁽⁸⁾。現象・原理を学ぶ知識は学問としてとらえることができる。

3. 感覚機能の分析

3.1 感性の分析

現象・原理を認識するには、人間の持っている6つの感覚で正確に受け止めることが大切である。6つの感覚とは、視覚・聴覚・嗅覚・味覚・触覚に心を加えたものである⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾。

感覚でとらえたものを感性として表現するのに、感覚をイメージする形容詞を利用している⁽¹¹⁾。感性の対象となるのは自然や生命、さらには人から生み出された文化

や文明など森羅万象である。

知覚機能別の情報量は視覚が83.0%と圧倒的に多く、次に聴覚の11.0%、嗅覚の3.5%、触覚の1.5%、味覚の1.0%となる⁽¹²⁾。心の機能は5つの感覚でとらえたものを知覚し、そして記憶や思考や意識として内在していくと考えられている⁽⁵⁾⁽⁶⁾。

この6つの感覚の関係から、感性として受ける印象のインパクトは、第一印象では視覚から受けるインパクトが大きく、持続的印象ではかつて受けた印象が心に内在しているため、心から受けるインパクトが大きくなると考えられる。第一印象は形や空間的な位置関係などに大きく作用され、持続的印象はくつろぎや喜びなど精神的なものに大きく作用されるものと考えられる(表3参照)。

五感と心の関係は現象を五感で受け、五感が受けたそれぞれの情報を心で総合的に知覚する。心で総合的に知覚した情報の繰返しやインパクトの度合で記憶し、情報の整理と統合によって思考する。知覚と記憶と思考を連結する機能として意識が存在する。このため意識の集中が、知覚したり、記憶したり、思考したりするための重要な要素となる。意識の集中は意識水準を高め、そして

表 3. 感性の分析

感 覚		感性の表現		感 性 の 対 象	感性の印象イメージ	
					第 一 印 象	持続的印象
受動的感覚	視覚	美しい 明るい	醜い 暗い	風景・空間・建物・人工物・ 太陽光・月光・照明など	インパクト大	インパクト小
	聴覚	静か やすらぎ	騒がしい うるさい	せせらぎ・虫の音・言葉・ 音楽・機械音・騒音など		
	嗅覚	さわやか 清浄	しつこい 悪臭	空気・花の香・潮の香・香料 食物・屎尿・ゴミなど		
能動的感覚	味覚	うまい 味わい	まずい 苦み	空気・水・ 食べ物・飲み物など		
	触覚	温もり 優しい	冷たい 窮屈な	空気・気圧・ 水・土・人体など		
潜在的	心	くつろぎ 心地よい 喜び	固執した 不快な 悲しみ	自然との同化・おもてなし 人とのふれあい・争い・戦争 想像・悪夢など	インパクト小	インパクト大

図2. 五感と心の関係

知覚や記憶や思考がより高まることから、意識が生存の基本をなすものと考えられている⁽⁶⁾(図2参照)。

3.2 情報の知覚

人とのコミュニケーションの手段としては、「形を見る」と「関係を見る」の視覚、および「言葉を聞く」の聴覚とが一般的である⁽⁹⁾。

知覚する情報量としては前述のように、視覚と聴覚で94.0%もの情報量を知覚することができる⁽¹²⁾。そして1分間当たりの情報量は視覚に「見るが2000字」「読むが1000字」で、聴覚に「話す300字」である⁽¹⁴⁾。一方、情報が記憶に残る割合は「図だけの説明」や「言葉だけの説明」に比べ「図と言葉を併用した説明」が圧倒的に大きい⁽¹²⁾⁽¹³⁾(図3参照)。

図3. 説明方法の違いによる記憶率

したがって、人とのコミュニケーションには「図と言葉を併用した説明」が大変有効であると考えられる。

3.3 言葉の特性

コミュニケーションの手段として言葉は有効であるが、言葉の基盤となる語は、習慣や文化・文明などの生活環境や社会環境によって、個人の理解度が異なる。また語から文、文から文章へとレベルが移行することにより意味が変換していく⁽⁷⁾。そのため人と人とが直接合って交流する、言葉によるコミュニケーションでは、お互いの理解度やニュアンスを確認しながらできるため意思の疎通は容易である。しかし電話などの間接的な場合のコミュニケーションでは、お互いの理解度やニュアンスがわかりにくいため意思の疎通が難しい(表4参照)。

3.4 文章のビジュアル化

文章は多くの要素が複雑に組み合わさって構成されており、さらに核心部分までの筋道や修飾語のために文章を理解するのは容易ではない。また文章を理解するには、内容を分析する作業が入ってくるため、個人ごとに理解度の幅や深さが異なってくる。

表4. 言葉の特性

言葉	語	文	文章
意味			
内容	語はその語に直接・間接に関係する、ある範囲の別の語によって支えられている。	文は要素としての語が結び合わされることで、要素としての語では表現しえない、新しい意味が産み出される。	文の総和が新しい構造を産み、個々の文にこめられた意味も変換されて、文章は新しい意味を表す。
具体例	目標語＝オレンジ 上位概念＝果物 属性語＝水分の多い 状況語＝朝食 同一範疇語＝りんご 関連動詞＝食べる	語＝「母」, 「妹」 語連鎖＝「母の妹」＝伯母 それぞれの語がもつ意味と語連鎖のもつ意味は違う。 文は語連鎖の場合と同様。	文章は語連鎖の場合と同様。

表5. 文章のビジュアル化

ステップ	イメージ	要 点
1. 文 章		1) 文章には多くの要素が組合わさって構成されている。 2) 核心までの筋道や修飾語のため、核心部分の理解が容易でない。 3) 文章内容のチェックを受けにくい。
2. 簡条書き	① _____ ⑤ _____ ② _____ ⑥ _____ ③ _____ ④ _____	1) 各要素ごとに要点を簡条書きにする。
3. 項目抽出	項目P ① _____ ② _____ 項目Q ① _____ ② _____ 項目R ① _____ ② _____	1) 要素をグルーピングし、項目を抽出する。 2) 項目ごとに内容が明確になる。
4. 分 類 (キーワード化)	[上位概念A] 項目P ① _____ ② _____ 項目Q ① _____ ② _____ [上位概念B] 項目R ① _____ ② _____	1) 分類にはヒエラルキー（階級組織）の設定やキーワードの抽出などから上位概念を設定する。
5. 図 表 化 (ビジュアル化)	図 表 図（チャート）	1) 図は核心の部分の形にまとめる。 2) 表は前後左右の関係や全体像をマトリックスとしてまとめる。 3) チャートは上位概念や項目をストーリーとしてまとめる。 4) 時系列・因果関係・機能分割などを利用してまとめる。 5) 図表化することで文章をビジュアル化することができる。 6) ビジュアル化により視覚で情報受信ができる。 7) 視覚は情報を形と位置関係の両方で把握することができる。 8) 図・表は理解しやすい。 9) 図・表は常にチェックを受けやすい。

図表は分析された結果を、ビジュアル化して表現することで、視覚として情報を把握することができる。そのため多くの情報量を把握することができ、情報を形と前後左右の位置関係の両方で理解することができる。

文章は一見してビジュアル化には縁のないように思われがちであるが、要素を分類して、時系列や因果関係や機能分割などでまとめることで、図表化することが可能である⁽¹⁶⁾⁽¹⁷⁾。文章を図表化してビジュアル化することで情報が整理され理解しやすくなる。またビジュアル化の目的によって、図と表を使い分けることで、幅広い範囲の表現が可能であると考えられる(表5参照)。

4. 知識の体系化とビジュアル化

4.1 日本人の弱点

20世紀になって、技術革新による著しい社会の発展に伴い、各国間および地球規模での経済的問題や環境問題など、いろいろな問題がクローズアップされてきている。

地球規模での諸問題を抱えている状況下でありながら、日本は依然として局所的な思考や、部分的な対応に奔走しているのが現状である。

日本人は情緒的で論理思考に弱く、立体的な状況を把握する空間的思考能力に乏しいという分析を基に、リーダーシップの欠如、グランドデザインの欠如、リスクマネジメントの欠如の3つが指摘されている⁽¹⁸⁾。

この3つの日本人の弱点を総合してみると、大局的で空間的な事象の全体像の把握がされていないことが要因と考えられる。事象の全体像がわかれば、リーダーシップをとるべき事柄と時期が明確になり、対処することができ、全体像と部分の整理により、グランドデザインの設計が容易になり、事柄の整合性の関連から問題点の把握ができて、リスクマネジメントに対応することが容易になる。日本人の弱点を克服するには、全体像を見通す能力を養うことが重要である。

全体像を見通す能力は、日本文化の中では綿々と引き

継がれてきている。例えば、外部からの影響をほとんど受けなかった縄文土器には、世界に類をみない独創性と立体的空間性があり⁽¹⁹⁾、ひらがなには5母音を基本とした50音の整然とした全体像があり、茶道には茶室と器に宇宙観を表現している。これらは、自然と調和し自然から学んだ大局観や全体を見通す精神文化が、日本には存在していることを証明している。このように日本人には全体像を把握する能力が内在しているので、全体像を見る目を養えば容易に会得することが可能であると考えられる。

4.2 知識の体系化とビジュアル化

人間形成の分析から知識と智恵と人格は、現象・原理を学び、理解し、いかす役割がある。知識と智恵と人格を成長とともに会得していくに従い、3つが相互に関連し融合して機能することにより、無限大の実現能力を備えていくことができる。また知識の体系化により智恵が芽生え、普遍の智恵の会得で人格が芽生える。智恵と人格は自己認識により発展するが、知識は生活環境や教育環境における、第三者から与えられる知識に大きく作用される。知識を智恵および人格へと発展させるには、知識を体系化していくことが重要である。

感覚機能の分析から、視覚は第一印象のインパクトが大きく、そして視覚と聴覚の2つで94%もの情報量を知覚する。このため図と言葉を併用した説明は有効なコミュニケーションの手段である。一方、言葉は語から文、文から文章への移行に伴い意味が変換していく。さらに生活環境や社会環境の違いで理解度が異なる。このようなことから文章を分析し図表化してビジュアル化することで、多くの情報量を整理して把握することが可能になる。

国際社会に置かれている日本の現状から、日本人は全体像を見通す能力を養うことが急務と考えられる。ビジョンや方針などの立案、そして教育の方法などあらゆる場面で知識を体系化しビジュアル化して利用することで、全体像の把握や理論の構築および問題点の抽出などが容易になるものと考えられる。

4.3 知識の体系化とビジュアル化の応用

知識を体系化しビジュアル化した事例として「地図の全体と部分」の地理学、「感性の分析」と「言葉の特性」の心理学、さらに「土木事業の全体像」や「測量学の全体像」の土木工学の分野などで体系化しビジュアル化することができ、色々な学問のジャンルでの応用が可能である。さらに実社会で利用できる、プロジェクトの企画と推進、営業戦略、マネジメント計画、地域計画、施設

計画、経営計画、映像ソフトなどでも体系化しビジュアル化することができ、種々のジャンルでの応用が可能である。

5. 土木事業の全体像

5.1 土木事業の目的と内容

土木事業は構想から始まって、計画・設計・施工・事業運営まで幅広い段階があり、それぞれの段階ごとに目的と内容が異なっている(表6参照)。

構想は戦略構想・イメージ構想・基本構想の3つのステップがある。戦略構想は将来の方向性や必要性の確認を目的とし、全体的に幅広い知識を基にマクロ的な方針を立案する。イメージ構想は公になる前の関係者間の合意形成を目的とし、財源を含めた事業概要や計画地および問題点などを大まかにまとめる。基本構想は公の場での合意形成を目的とし、総合的に全体像を立案する。

計画は基本計画と法定計画の2つのステップがある。基本計画は事業推進の決定を目的とし、具体的な事業の全体計画をまとめる。法定計画は許認可の取得を目的とし、許認可の方式や書式に合わせた計画を作成する。

設計は基本設計と実施設計の2つのステップがある。基本設計は施設と設備の基本形状の決定および概略建設費の算定を目的とし、基本設計図書の作成と概略建設費を算定する。実施設計は施設と設備の詳細形状の決定および詳細建設費の算定を目的とし、詳細設計図書の作成と詳細建設費を算定する。

施工は工事の工程・品質・コストの管理や安全管理を基に工事を実施する。

事業運営は事業ノウハウおよび組織や営業などのノウハウを基に、事業運営の維持と展開および施設と設備の維持管理を行う。

このように土木事業の推進には9つのステップがあり、土木事業の全体の中での各ステップの位置付けを明確にすることができる。これにより事業の全体計画の作成および将来予測や問題点などを事前に対処することが可能である。また、土木工学教育を土木事業と整合を取ったトータルなシステムとして構築することが可能になり、広範囲な知識と幅広い視野を持った土木技術者の育成ができると考えられる。

5.2 土木工学の科目

土木事業の全体像をまとめた結果、学問と現実の実践を一致させるため、土木工学の科目を「土木事業のための科目」と「土木構造物設計の基礎科目」および「土木事業実施のための基礎科目」とに分類することが可能で

表6. 土木事業の全体像

土木事業		ステップ1 構想			ステップ2 計画		ステップ3 設計		ステップ4 施工	ステップ5 事業運営
		戦略構想	イメージ構想	基本構想	基本計画	法定計画	基本設計	実施設計	管理・施工	運営管理
土木事業の目的と内容	目的	方向性・必要性の確認 事業性の確認 話題に載せるたたき台	水面下での合意形成 計画地と概略事業組立の合意	公の合意形成 一般社会への広報と確認	事業推進の決定	許認可の取得	施設・設備の基本形状の決定 概略建設費の算定	施設・設備の詳細形状の決定 詳細建設費の算定	工事の工程・品質・コストの管理 工事の実施	事業運営の維持と展開 施設・設備の維持管理
	インプットする内容	世界の潮流 国の方針・施策 社会動向 技術革新 ライフスタイルの変化	現地調査 机上調査 ニーズの把握 問題点の把握	市場調査 構想立案のソフト・ハード、マネジメントノウハウ 関係者のメリットと問題点の把握	市場調査 ソフトノウハウ 技術、設計ノウハウ 事業、資金調達ノウハウ	行政ノウハウ 技術ノウハウ 設計ノウハウ	技術ノウハウ 設計ノウハウ 施工ノウハウ	技術ノウハウ 設計ノウハウ 施工ノウハウ	技術ノウハウ 設計ノウハウ 施工ノウハウ	事業運営ノウハウ 施設・設備の管理ノウハウ
	アウトプットする内容	マクロ的な方向性の総括 基本的な考え方の組立 適地の候補と概要	全体事業概要の総括 基本的な事業の組立(財源) 計画地の現状 概略コンセプト機能と施設概要	事業のビジョン・基本方針 立地環境 基本コンセプト 導入機能 施設概要・ゾーニング 事業組立・事業費・運営管理 地域波及効果 スケジュール・課題	ソフトプランニング 環境計画 土地利用計画 施設計画 技術システム 事業計画	環境計画 土地利用計画 施設計画	基本設計図書 概略建設費	詳細設計図書 詳細建設費	施工計画 安全管理 施工	経営計画 施設・設備の維持管理計画 事業推進
土木工学の科目	土木事業のための科目	道路工学 上下水道工学 河川工学 港湾工学 鉄道工学 都市計画 等	道路工学 上下水道工学 河川工学 港湾工学 鉄道工学 都市計画 等	道路工学 上下水道工学 河川工学 港湾工学 鉄道工学 都市計画 等	道路工学 上下水道工学 河川工学 港湾工学 鉄道工学 都市計画 等	道路工学 上下水道工学 河川工学 港湾工学 鉄道工学 都市計画 等	道路工学 上下水道工学 河川工学 港湾工学 鉄道工学 都市計画 等	道路工学 上下水道工学 河川工学 港湾工学 鉄道工学 都市計画 等	道路工学 上下水道工学 河川工学 港湾工学 鉄道工学 都市計画 等	道路工学 上下水道工学 河川工学 港湾工学 鉄道工学 都市計画 等
	土木構造物設計の基礎科目				応用力学 水理学 土質工学 コンクリート工学等	応用力学 水理学 土質工学 コンクリート工学等	応用力学 水理学 土質工学 コンクリート工学等	応用力学 水理学 土質工学 コンクリート工学等	応用力学 水理学 土質工学 コンクリート工学等	
	土木事業実施のための基礎科目	測量学 等	測量学 等	測量学 地質学 等	測量学 地質学 設計製図 等	測量学 地質学 設計製図 等	測量学 地質学 設計製図 等	測量学 地質学 設計製図 等	測量学 地質学 設計製図 等	測量学 等
測量学の役割と機能	測量学の役割	構想立案のための現状情報の把握	計画地の現状情報の把握	計画地の現状情報の把握と分析	計画地の土地利用の検討と分析	計画地の土地利用の検討と分析	実地調査における土地利用の検討と分析	実地調査における土地利用の検討と分析	施工における工程・品質・コストの管理	施設・設備の維持管理
	測量学の機能	地図の仕組みと利用法 リモートセンシング	地図の仕組みと利用法 リモートセンシング	地図の仕組みと利用法 リモートセンシング 数値地形モデル 地理情報システムとデジタルマッピング 面積・体積の算定	地図の仕組みと利用法 リモートセンシング 数値地形モデル 地理情報システムとデジタルマッピング 面積・体積の算定	地図の仕組みと利用法 リモートセンシング 数値地形モデル 地理情報システムとデジタルマッピング 面積・体積の算定	地図の仕組みと利用法 面積・体積の算定 誤差の処理 骨組測量 細部測量	地図の仕組みと利用法 面積・体積の算定 誤差の処理 骨組測量 細部測量 応用測量	地図の仕組みと利用法 面積・体積の算定 誤差の処理 骨組測量 細部測量 応用測量	地図の仕組みと利用法 管理測量 (定点観測)

表 7. オフセット測量実習の全体像

特徴：オフセット測量はポールと巻尺だけで平面図を作成する。

種 類	測 量 手 順	要 目 と 注 意 事 項	説 明 図 表	提 出 物	提出物の内容と注意
骨組測量	1. 指定区域に基準点(測点)を設ける。 (全体を見通す) (図 1)	1. 測点は道路縁に設ける。 (交通などで妨げられない所) 2. 測線が道路を斜めに横断しないように選点する。 3. 測点は前後班共通とする。 4. 既存の測点を利用する。本杭は新たに設け、地面いっぱいまで打つ。	図 1. 全体 	1. タイライン調整図 (P.31,32参照) (P.87,88参照)	1. 縮尺1/300で、鉛筆書きで本線を書き、閉合誤差の調整をする。 (調整した本線は朱書) 2. 閉合誤差、閉合比および本線距離のデータと平均値の表を記入する。 3. タイライン図の作図線は消さないで置く。 4. 調整量を求めるために画く図の縮尺を書く。 5. タイラインは本線上に書く。 正確を期すためにタイラインの縮尺を大きくし、距離を記入する。 6. 出発点のタイラインは測点の脇に書く。
	2. 測点の引照点をとる (測点の位置を決める) (図 2)	1. 3点以上からの引照点をとる。 2. 引照点の見取図には付近の地形状況を詳しく記入する。 3. 中心のわからない円形の電柱などは引照点にしない。	図 2. 引照点 		
	3. 本線距離測量をする (P.18, 19参照)	1. 測点間の距離を1回往復測定する。 2. 往復測定は1回全部測距を完了してから、測定順序を変えて逆から測距する。 (A-B-C-D-A → A-D-C-B-A) (C-D-A-B-C → C-B-A-D-C) 3. テープの中継ぎ点は釘で正しくとる。テープ長30mの長さで中継ぎをする。 4. ポールで中継ぎしてはいけない。 5. 往復の較差が1/1000以上は再測。	図 3. タイライン 		
	4. タイライン測定をする (相交わる測線との関係をつける) (図 3)	1. 3種類のタイラインをいずれかの測点に用いる。 ・ 2点が測線上にあるタイライン ・ 1点は測線上、1点は測線の延長線上にあるタイライン ・ 2点が延長線上にあるタイライン	図 4. 細部測量範囲 		
細部測量	5. オフセットにより細部測量を行う。 (図 4)	1. 測線の延長20m位までと測線の外側20m以内を細部測量する。 2. 細部測量での測線距離と対照距離測量での測線距離(チェック)・違いが大きい場合は本線距離を再測する。 3. 測線の延長線上でオフセットができない時はタイライン法で副測線を設けオフセットをとる。 4. 方位は太陽等で概略の方位を測る。 5. 細部測量は建物・道路・側溝・暗渠・水路(流水方向を書く)・垣根(種類別)・法等をオフセットで測定する。 ・ 建物・垣根-測線の内側のみ ・ 道路・側溝・暗渠-外側20mまで ・ 建物の複雑なところは直線でよいなるべく文字を用いず記号で表す。 6. 2種類以上の垣根の組合せは主なもので表し、暗渠は点線で表す。 7. オフセット野帳は縦覧式で記帳する。 8. テープ長の30m区間内はスケッチを先行してから測定する。	図 5. 記号例 	2. 支 距 図	1. A2版の製図用紙を使用する。 2. 北が横より上向きになるようにする。 3. 縮尺1/300の平面図を書く。 4. 測点・測点番号・測線は朱書とし、他は黒でインキングする。 5. 道路のみ着色し、彩色は極く薄くむらのないようにする。 6. 鉛筆書きの上に直接着色してから、インキングする。 7. 図面中に標題・方位標・凡例・縮尺を書く。 8. 閉合誤差・閉合比および本線距離のデータと平均値の表を記入する。
	(図 5) (P.216参照) (図 6)		図 6. 野帳縦覧式 		

注) オフセット測量の測点は平板測量、トラバース測量(方位角法)でも利用する。(引照点図を保管)

ある(表6参照)。

土木事業のための科目は、道路工学・河川工学・都市計画などで、構想立案から計画・設計・施工・事業運営に至る幅広い範囲を網羅する総合的な学問である。

土木構造物設計の基礎科目は、応用力学・水理学・土質工学などの力学系の科目で、計画・設計・施工の範囲で利用される学問である。

土木事業実施のための基礎科目は、測量学・地質学・設計製図などで、事業を技術的に具体化する学問で、事業の全般にわたり利用されている。

このように土木工学の学問を土木事業と一致させることができる。土木事業と一環した学問の明確化と位置付けをすることができ、実践と一致した土木工学の学問体系を整備することが可能であると考えられる。

6. 測量学の全体像

6.1 測量学の役割と機能

測量学は構想から計画・設計・施工・事業運営に至る土木事業の全般にわたり利用されている(表6参照)。土木事業の全体の中で、測量学は主に地図を利用した計画の立案や設計数量を計算する机上調査および計画地や構造物の大きさや位置を測量する現地調査に利用されている。机上調査は構想・計画・設計の段階で主に利用され、現地調査は設計と施工の段階で主に利用されている。机上調査と現地調査では利用のされ方が異なっているが、測量学の両輪をなすものであると考えられる。今後は土木事業の全体を通じ、測量学の机上調査と現地調査とを整合させた、測量学の体系を整備していくことが可能である。

6.2 測量学の分類

分類の方法としては測量学を机上調査と現地調査に大きく分類する。そして机上調査は計画測量と設計測量の2つに分類し、現地測量は基礎測量・骨組測量・細部測量・応用測量の4つに分類することができる。

計画測量には構想・計画の立案に利用される地図の仕組と利用法、リモートセンシング、数値地形モデルなどが分類でき、設計測量には計画・設計・施工の段階での設計数量や精度を求める面積の算定、体積の算定、誤差の処理などが分類できる。

基礎測量には測量の基礎である距離・角度・高低差を測定する距離測量・角測量・水準測量が分類できる。骨組測量と細部測量は基礎測量を組合わせて応用したもので、骨組測量にはオフセット測量・トラバース測量・三角測量などが分類でき、細部測量には平板測量・スタジ

ア測量などが分類できる。応用測量には測量の目的ごとに骨組測量と細部測量を組合わせて応用したもので、地形測量・路線測量・トンネル測量・港湾測量などが分類できる。

測量学は土木事業の全体像に即して分類することができ、学問と実践を一致させ、個々の内容の役割と位置付けを明確にすることができる。さらに土木技術の発展や地球環境の問題などの技術革新や社会動向に対応できる測量学の体系を、整備していくことも可能と考えられる。

6.3 測量実習Ⅰの全体像

実習教育は作業を通して学ぶために作業の仕方に重点を置く傾向が強く、本来の実習の目的である実習の方法論や用途そして位置付けなどが忘れがちである。そのため実習の方法論や用途そして位置付けなどがわかる全体像を整備することにより、常に実習の内容を顧みることができ、実習の目的を逸脱しないようにすることができる。学校教育の中で学問の全体像を明確にすることは、個々の項目の位置付けや役割が認識でき、目的に添った教育を行うことが可能である。

6.4 オフセット測量実習の全体像

実習の作業は初心者にとっては非常に複雑で理解しにくい場合が多いため、作業の仕方だけに大部分の実習時間が取られ、測量の意味や考え方を理解することができない場合が多い。そのため、あらかじめ実習の手順・要目・注意事項および野帳の記入例などの実習の全体像を整備することにより、測量の意味や考え方を中心に指導していくことが可能である(表7参照)。

7. 人材の育成

古今東西、人材の育成は大変重要であると言われているが、全体をとらえて体系的に人材を育成することは少ないのが現状で、一般的には指導する側の思惑や体験や感情など主観的なものに左右される場合が多い。本来、人材の育成は客観的な指導の基に、個性に合わせた独創性や全体性を伸ばすことであり、そして人格を形成することであると考えられる。

部分的な知識や暗記のテクニックなどはある程度は大切であるが、個性に応じた独創性や全体性を育成することは難しい。知識が独創的な智慧や心豊かな人格の形成にまで発展するようにするには、知識を客観的に全体的に体系としてまとめ、ビジュアル化して理解しやすく指導していくことが大切であると考えられる。

一方、人材の育成で重要なことは、指導する立場の人が森羅万象への幅広い見識と、心豊かな人格を備えてい

ることである。つまり、指導する人と育成される人との間に、face to face の交流で相互に信頼関係が形成されて、指導する人の心から発する持続的印象の強烈なインパクトが、育成される人の将来にわたる自己啓発・自己革新・自己成長を促していくものと考えられる（図1、表3参照）。

8. おわりに

皆様からの長年にわたるご指導とご助言により、報告としてまとめ上げることができました。ここに厚く御礼を申し上げますとともに、今後ともますますのご指導・ご鞭撻のほどをよろしくお願い申し上げます。

参考文献

- (1) M.メルロー＝ポンティ：知覚の現象学1，2，みすず書房(1991)。
- (2) 西尾実編：国語辞典，岩波書店(1977)。
- (3) 海洋開発関連産業等コンプレックス形成のウォーターフロント整備に関する調査研究報告書，32～34，エンジニアリング振興協会(1987)。
- (4) 服部宇之吉訳註，国訳論語，16，17，国民文庫(1922)。
- (5) 高橋宏：心とは何か，講談社(1990)。
- (6) 本間三郎：脳と心のメカニズム，講談社(1993)。
- (7) 山鳥重：脳からみた心，日本放送出版協会(1992)。
- (8) 童門冬二：上杉鷹山の経営学，47，PHP研究所(1992)。
- (9) 和田陽平編集：感覚+知覚心理学ハンドブック，誠信書房(1989)。
- (10) 永田文昌堂編集：六根清浄大祓，永田文昌堂(1985)。
- (11) 長町三生：感性工学，海文堂(1992)。
- (12) 教育機器編集委員会編：産業教育機器システム便覧，4，5，32，33，日科技連出版(1972)。
- (13) 富士ゼロックス編：プレゼンテーションの説得技法，39～41，日本経済新聞社(1992)。
- (14) リゾート地域における知的創造空間の形成と地場産業の新しい展開に関する調査研究報告書，32，33，エンジニアリング振興協会(1989)。
- (15) 山口弘明：説得工学，16，17，産業能率大学出版部(1983)。
- (16) 中尾佐助：分類の発想，朝日新聞社(1992)。
- (17) 大沢肇：人を動かす話し方，69～76，祥伝社(1993)。
- (18) 忍野昭太郎訳：日本を撃て，220～246，第一企画出版(1993)。
- (19) 加藤周一・NHK取材班：日本その心とかたち1，平凡社(1987)。
- (20) 最上武雄監修：土木工学マニュアル，9-1，9-2，近代図書(1975)。
- (21) 岡積満：一般測量学，森北出版(1985)。
- (22) 岡積満：応用測量学，森北出版(1979)。
- (23) 丸安隆和：測量(1)，オーム社(1991)。
- (24) 丸安隆和：測量(2)，オーム社(1992)。

上杉 滋

昭和53年 日本大学大学院理工学研究科土木工学専攻修士課程修了
飛鳥建設株式会社入社
現在 日本大学理工学部非常勤講師