測量教育の在り方に関する一考察

Education Strategy for Survey Engineering

小泉俊雄*・稲葉和雄**・平出美則***

Toshio KOIZUMI, Kazuo INABA and Yoshinori HIRAIDE

Abstract : Recently, survey engineering requires knowledge and techniques that reflect its widely expanded field of application. Modern surveying now covers such areas as environmental pollution investigation, disaster prevention using satellite image information, the newest surveying instruments, and construction planning and design.

This paper deals with an investigation of future survey engineering education. Information for this paper was gathered from 149 private survey companies, 168 education establishments (in response to questionnaires), personal interviews with specialists and many other sources.

The findings of the investigation are presented together with an outline of survey education curricula.

1. 序 論

GPS, リモートセンシング, デジタルマッピングに代表される測量新技術の実用化, 地球環境保全, 防災等への測量技術の応用, 計画・設計分野への測量技術者の貢献等, 測量技術者に求められる知識・技術は大きく変化してきている。またこれらの変化に対応できる人材の確保・養成が求められている。

以上の背景をもとに, 本論文ではこれら測量技術者に求められている多様な技術・知識について調査し, 修得すべき知識・技術とその内容について検討した。そして学校教育機関および測量社会人教育機関における今後の測量教育の在り方を検討し, 測量教育カリキュラムの枠組みを構築した。なお, 本論文における

情報源はアンケート調査に答えた168の教育機関と149の民間測量会社, 測量の専門家への面接調査およびその他の多くの資料である。

本論文で扱った具体的な研究項目は次の通りである。

- ・現在の測量はどの領域までを含むのか。
- ・将来の測量技術者に必要な知識, 技術, 能力
- ・学校および測量社会人教育の在り方
- ・各教育機関別測量教育カリキュラム

2. アンケート調査, 面接調査, 文献調査の概要

(1) アンケート調査

工業高校, 農業高校, 測量専門学校, 土木工学科を持つ工業高等専門学校, 短期大学, および測量法第51条1号・令14条1項に基づき, 測量士補となる資格を与えられる大学(政令学科:土木工学科, 農業土木工学科, 林学科, 採鉱学科, 天文学科, 地球物理学科, 物理学科, 数学科, 地理学科, 地質学科)を対象に「測量教育に関するアンケート調査」を実施した。332校について発送し, 168校より回答を得た。また, 大手から中小企業までの測量業298社に対して「社内教育に関するアンケート調査」を実施し, 149社より回答を得た。

* 千葉工業大学 工学部 土木工学科
Dep. Civil Eng., Chiba Institute of Technology
〒275 千葉県習志野市津田沼2-17-1

** 建設省国土地理院企画部

Planning Department, Geographical Survey Institute

***建設省国土地理院測図部

Topographic Department, Geographical Survey Institute

「写真測量とリモートセンシング」VOL. 37, NO. 1, 1998

表2.1 アンケート配布・回収状況

(a) 測量教育に関するアンケート調査（学校関係）

	発送数	回収数	回収率
大学	202	81	40.1
短大	10	4	40.0
高専	26	16	61.5
測専	13	11	84.6
高校	81	56	69.1
合計	332	168	50.6

高校回収数内訳 工業 32, 農業 24

(b) 社内教育に関するアンケート調査（測量会社）

発送数 298, 回収数 149, 回収率 50.0%
内訳

完成測量高	存在会社数	発送数	回収数*	回収率*
5億円以上	124	98	—	—
5億円未満～ 2億円以上	464	100	—	—
2億円未満	490	100	—	—
合計	1078	298	149	50

* 企業における回収数、回収率については、回収されたものに企業名が記載されていないものが多かったため集計不能

アンケートの配布・回収状況を表2.1に示す。なお、アンケートは無記名回答で行った。

(2) 面接調査

本論文においては下記に所属する学識経験者、測量教育担当者、測量業界関係者等に面接し、測量教育の在り方に関し意見を頂いた。

- ・測量関係の協会役員
- ・国立大学助教授
- ・私立大学助教授（現 教授）
- ・国立大学付属研究所助教授
- ・測量専門学校教授
- ・中堅測量会社社長
- ・大手測量会社主任技術者

(3) 文献調査

文献調査にあたっての主な資料は引用文献1)～8)および下記のものである。

- ・大学、短大、高専の土木工学科のカリキュラム
- ・建設大学校測量部カリキュラム
- ・測量専門学校カリキュラム

3. 測量分野の拡大—現在の測量はどの領域までを含むのか—

測量教育を論ずる前提として、現在の測量が対象とする領域の設定が必要である。本論文では測量分野の拡大について調査・検討を行った。

(1) 測量会社の業務内容¹⁾⁹⁾¹⁰⁾

(a) 大手測量会社の業務内容

大手測量会社の主な業務内容は下記の通りである。

- ・地図作成
- ・基本測量（全ての測量の基礎となる測量で、基準点を設置する測量）
- ・公共測量（公共事業実施のための測量）
- ・基本測量及び公共測量以外の測量（工事測量、遺跡測量など）
- ・特殊計測解析業務（ダムの変位計測、建物・構造物の計測解析、地殻の変動計測など）
- ・リモートセンシング、画像処理解析業務
- ・社会資本・施設調査解析業務（都市計画基礎調査、家屋建物調査、固定資産調査・評価など）
- ・環境調査解析（自然、社会、都市環境など）
- ・国土保全調査解析（災害防災調査解析など）
- ・資源調査解析（鉱物資源、水資源調査解析など）
- ・海洋調査解析
- ・情報システム業務（地理情報システムなど）
- ・補償コンサルタント
- ・土地区画整理事業
- ・設計業務（道路設計など）

(b) 中小測量会社の業務内容

中小測量会社の主な業務内容は下記の通りであるが、近年は建設コンサルタント的な仕事が増大している。

- ・地図作成
- ・公共測量
- ・基本測量、公共測量以外の測量
- ・設計・調査業務（道路設計、家屋建物調査、固定資産調査、補償など）

(2) 面接調査結果

面接調査の結果、今後の測量界は測量の新技術の開発に努め、従来の測量の範囲、すなわち基本測量、公

共測量、工事測量などの範囲にとどまらず、調査、解析、都市計画などの応用分野を積極的に扱うべきであるとの意見が大勢を占めた。

（３） 学校関係者に対するアンケート調査

学校関係者に対して、今後の測量教育としてどのような分野（科目）が必要と考えるかについてアンケート調査を行った。図3.1(a)に高校から大学までを総合した結果、図3.1(b)に測量専門学校の結果を示す。図中の横軸は、特に必要と考えると回答した分野に対して2点、必要と考える分野に1点、さほど必要でないものに-1点、必要でないものに-2点を著者が付して集計したものである。

これによると、測量の新技术である人工衛星を用いて位置を決める GPS 測量が最も多く、次いで、地図作

図3.1(a) 必要とする今後の測量教育分野（高校から大学）

図3.1(b) 必要とする今後の測量教育分野（測量専門学校）

成のための測量、建設事業のための測量、人工衛星画像を用いて地球情報を収集するリモートセンシング、地理情報をコンピュータ処理する地理情報システムといったものが必要とされており、自然・社会環境調査、都市計画、地域開発計画も重要な教育分野であるとされている。しかしながら登記・土地管理などの不動産業務や補償業務に関しては消極的である事が分かる。なお、この傾向は高校、高専、大学に関しては共通しているが、測量専門学校に関しては、リモートセンシングの重要性が他に比べ低い代わりに、不動産関係がいくらか高くなっており、実務に直結した教育を必要としている様子が伺われた。

現在の学校における測量教育はトランシット、レベル、平板測量といった昔ながらのスタイルの測量教育がほとんどであるが、測量の最先端技術である GPS やリモートセンシング、地理情報システムといった教育を必要と考えている事が分かる。

（４） 測量会社に対するアンケート調査

測量会社に対して、会社として取らせたい資格についてアンケート調査を行った。図3.2に小規模な測量会

図3.2 会社として取らせる指導をしている資格

社から大手の測量会社までを総合した結果を示す。

これによると、測量士、測量士補はもちろんであるが、技術士、土木施工管理技士、土地家屋調査士、補償業務管理士といったコンサルタント的な業務の資格への要望が強い事が分かる。この傾向は中小、大手をとわず共通の傾向である。学校関係者が必要としないと回答した補償業務や不動産関係が測量会社では重要な分野である事が分かる。

(5) 海外における測量分野

(a) 国際測量者連盟 (FIG) での測量の定義¹¹⁾

国際測量者連盟では1990年のストックホルムでの会議において、測量技術者の定義を次のように定めた。すなわち、測量技術者とは陸地、海およびそれらの上にある構造物の効率的な管理、運営を企画・実施するために用いられる土地及び現在の開発動向に関する情報を収集するための科学測量を実施する専門家であり、技術的・学問的資格を有する者である。具体的には(I)土地・地勢に関するデータの収集及び保存、情報体系の設計及び運営、(II)土地または建物財産の利用、開発、再開発に関する企画及び管理、(III)自然及び社会環境に関する測定・調査・研究及びこれらのデータを用いての土地・農村・地方における開発計画の立案、(IV)内国境及び国境を含む公有地及び私有地の境界の位置決定、登記、(V)地球の形状の決定、図面・地図・海図の作成、(VI)空間及び地表における物体の位置決定

(b) スウェーデンの測量教育分野⁷⁾¹²⁾

日本を除いたアジアのいくつかの国および欧州やアメリカには、大学に測量を専門に教育研究する測量学科が設置されている。その内の一つの例としてストックホルム王立工科大学測量学科の例を示すと、そこでは1年次に数学や経済学、土木工学などを学んだ後、2年次からは測量と地図のコース、開発計画のコース、不動産経済と不動産経営のコースの3つのコースに分かれ、それぞれ地図作成や土地利用計画、不動産経済学などを学ぶ。

(6) 拡大された測量分野体系

(a) 測量の定義

以上の結果をもとに現在および将来の測量分野を考察するに、測量は土地を測り地図を作成するという事が基本であるが、それだけではなくその土地の環境や

土地利用形態といった属性情報の収集から、地図や属性情報を利用し地域計画や防災計画、道路計画・設計といった事柄も測量分野の一つとしてとらえる事が出来る。

これらのことをもとに本論文では、測量とは地球および土地に関する情報の収集、測定、調査、分析、評価、計画、管理、運営、経営、行政、施策を行うものと定義する。

(b) 拡大された測量分野体系

本論文ではこれらの結果をもとに、測量分野を図3.3に示す拡大された測量分野体系として構築した。すなわち、測量分野を基本分野、属性分野、利用分野で構成した。基本分野とは従来の測量の分野であり、地上の位置や形状の測量、地図の作成を主な目的とする分野であり、これを囲んで属性分野がある。属性分野とは基本分野で作成した地図に、植生や土地利用状況等の属性を加え提供・管理する分野である。リモートセンシングによる地球情報の収集、地理情報をコンピュータで管理するGIS、土地に関する調査作業等が含まれる。さらに属性分野を囲んで利用分野がある。利用分野とは属性分野までの成果を実際に利用して都市計画や防災計画、道路計画・設計等を行う分野である。これら、基本分野から属性分野、利用分野までを含めて広義の測量と定義した。

4. 測量技術者に必要な知識、技術、能力

(1) 学校関係者に対する関するアンケート調査

(a) 測量技術者に必要な知識

学校関係者に対して、今後の測量技術者にはどのような知識が必要になると考えるかについて調査を行った。図4.1(a)に高校から大学までを総合した結果、図4.1(b)に測量専門学校の結果を示す。なお、図中の横軸は特に必要なものに2点、必要なものに1点、さほど必要でないものに-1点、必要でないものに-2点を著者が付して集計したものである。

これによると、測量の基礎知識(従来の測量技術である地上の位置や形状を定め、地図を作る技術)、土地に関する自然科学的知識(地形・地質・土壌学・農学・植物学・地震学など)、情報処理に関する知識(統計学、システム工学、情報工学など)、コンピュータを駆使する情報管理技術者としての知識が特に必要な知識である事が分かる。なお、測量専門学校においては測量の

図3.3 拡大された測量分野体系

図4.1(a) 今後の測量技術者として要求される知識(高校から大学)

図4.2(a) 今後の測量技術者として要求される技術(高校から大学)

図4.1(b) 今後の測量技術者として要求される知識(測量専門学校)

図4.2(b) 今後の測量技術者として要求される技術(測量専門学校)

(c) 測量技術者に必要な能力

今後の測量技術者にはどのような能力が必要と考えるかについて調査を行った。

図4.3(a)に高校から大学までを総合した結果、図4.3(b)に測量専門学校の結果を示す。

これによると、測られた結果を分析・評価・利用できる能力、設計・計画ができる能力、実践力、情報化に対応できる能力(電算技術、ソフトウェア開発能力)が必要な能力である事が分かる。なお、大学においては実践力は若干低く評価され、代わって土地に関する広範な分野でのニーズに対応できる能力を必要と考えている。なお測量専門学校においては設計・計画ができる能力、情報化に対応できる能力、測られた結果を分析・評価・利用できる能力、ハイテク化に対応できる能力を特に必要としている。

(2) 会社が必要としている測量教育科目

測量関係者に対して、会社として特に必要としている測量教育項目をアンケート調査した。その結果を図4.4に示す。

基礎知識、コンピュータを駆使する知識について、測量の高度な知識が必要とされた。

(b) 測量技術者に必要な技術

今後の測量技術者にはどのような技術が必要と考えるかについて調査を行った。図4.2(a)に高校から大学までを総合した結果、図4.2(b)に測量専門学校の結果を示す。

これによると、従来の測量技術、新しい測量技術と応用技術(GPS、リモートセンシング、GISなど)、土地の観察・解析に関する技術(現地観測、写真判読、リモートセンシングなど)、情報のデジタル化技術が必要な技術である事が分かる。なお測量専門学校においては従来の測量技術、新しい測量技術と応用技術を特に必要としている。

図4.3(a) 今後の測量技術者として要求される能力(高校から大学)

図4.3(b) 今後の測量技術者として要求される能力(測量専門学校)

これによると、基本的技術水準の向上、先端技術の習得、技術管理能力に対する教育、高度な技術水準の教育を必要としているのが分かる。

(3) 今後の測量技術者に求められる知識、技術、能力についてのまとめ

以上の結果をもとに、今後の測量技術者に必要とされる知識、技術、能力についてまとめると次のようになる。

測る事のみが技術であった時代から、測られた結果を分析・評価・利用する時代への意向が進んでいる。今後の測量技術者は、確固とした測量の知識、技術を基礎として、環境保全、防災対策、資源探査の問題か

図4.4 会社が必要とする測量教育科目

ら、土地政策、土地利用、都市・地域開発、地理情報システムなどの社会資本整備にかかわる多方面の高度な技術や知識、能力が必要とされる。会社において技術管理能力も重要である。

5. 今後の測量教育の在り方

(1) 学校教育

(a) 学校教育の現状

現在の学校における測量教育は、古い教材と器材を用いて、従来の測量分野である地上の位置や形状を定めるための測量、地図を作るための測量、工事のための測量が大部分を占める。最近になって、測量の教科書の中に測量の先端技術である GPS、リモートセンシング、地理情報システムが掲載されるようになったが、測量教育全体に占めるこれらの割合は未だ少ないといっていよい。利用分野である都市計画、防災計画等への教育はほとんどされていないのが現状である。教育現場は測量業界の実状にかなりの遅れがある。

(b) 学校での測量教育の在り方

アンケート結果では、大学の教授も含めてほとんどの人は理論的教育よりもむしろ実践的教育を行うべきであるとの意見が大半を占めた。しかしながら、測量はその技術の発展と社会の要求を基に新分野を積極的に取り込むようになってきており、測量を基礎とした応用能力が今後ますます要求される。従って少なくとも大学においては基礎理論を重視した教育を行うべきであると考ええる。学校での測量教育にあたっては、測

量を本論文で示した拡大された測量体系としてとらえ、教育していく事が大切であると考え。具体的には下記の通りである。

- ・ 測量の高度な技術と、広い分野にうまく対応できる能力を育てる教育が必要である。
- ・ それぞれの学校の設置基準を満足させる教育を行う。
- ・ 各教育機関がそれぞれ独自の教育理念、目標に沿って特色ある教育を展開していく。

(2) 測量社会人教育

(a) 会社において測量教育を行う上での問題点

会社において測量教育を行う上での問題点についてアンケート調査を行った。図5.1に小規模な測量会社から大手の測量会社までを総合した結果を示す。

これによると、時間がとれない、講師がいない、どのようなカリキュラムを組むのがよいか分からないとの意見が多い事が分かる。この事は会社の規模を問わず共通の問題点であった。

(b) 改善策

そこで、この問題を改善する方法として、測量教育を有効に行う方法についてアンケート調査を行った。図5.2に小規模な測量会社から大手の測量会社までを総合した結果を示す。

これによると、日本測量協会等で講師の派遣、教育相談等を実施してほしいとの要望と、大学が企業人を対象にした講座や、リカレント教育（社会人再教育）を実施してほしいとの要望が多くあるのが分かる。この傾向は企業の規模を問わず共通であった。

(c) 講習会、セミナーの改善策

測量社会人教育には学会、協会等で実施している講習会、セミナーがよく利用される。本論文ではこれらの講習会、セミナーをより有効にするにはどのようにしたら良いのかについてアンケート調査を行った。図5.3にその結果を示す。

これによると、講義内容の程度に多様性を持たせる、基礎的技術水準の向上をはかる、内容を従来の測量の分野に限定せず、測量に関する広い分野（例えば地域計画、防災、環境調査など）を扱う、技術的なものだけでなく、マネジメントなどの人材育成などに主眼をおいたものも取り入れるという意見が多いのが分かる。

(d) 測量社会人教育の在り方

図5.1 会社において測量教育を行う上での問題点

図5.2 会社において測量教育を有効に行う方法

図5.3 講習会、セミナーをより有効にする方法

以上の結果をもとに測量社会人教育の在り方をまとめると次のようになる。

- ・ 時代に適合した教育
- ・ 役職、年齢に応じた教育

図5.4 大学卒業者を例とした測量教育体系

- ・系統だった教育と、コース別の教育
- ・日本測量協会，日本測量調査技術協会，各種学会，社内で測量社会人教育を積極的に実施する。
- ・種々の講習会，セミナーを地方で開催する。
- ・大学は測量社会人教育に積極的に協力する。

(e) 測量教育体系の検討

実業高校，測量専門学校，高専，大学等の教育機関，講習会，セミナー，社内教育，現場教育，留学等各種の教育機会を含めて，測量教育を技術者の生涯教育の観点から体系化した。図5.4に大学卒業者を例とした測量教育体系の枠組みを示す。

6. 測量教育カリキュラム

測量技術者に関する教育は確固たる基礎的な測量教育と，新しい測量技術，より高度化された測量技術をもとに，調査や建設コンサルタント的な教育，および土地情報に関する情報処理の教育を含まなければならない。

本論文では，以上の検討を踏まえて，教育機関別，技術者コース別に教育内容を検討し，具体的な測量教育カリキュラムを作成した。

(1) 測量教育科目体系

本論文で示した測量分野の定義に従い図6.1のように測量教育科目を体系化した。

図6.1 測量教育科目体系

測量教育科目を技術教育科目と人材教育科目とで構成した。図中の共通分野科目とは数学などの技術教育科目全般に共通する科目であり，基本分野科目とは測量法という測量の範囲の科目で，位置，形状を定め地図に表現するまでを含む。属性分野科目とは，位置，形状の情報に属性をつける科目である。利用分野科目とは，測量成果を利用して実際に生かし利用するための科目であり計画，設計，分析，解析，登記などを含む。国際化関連科目とは測量技術者が国際的に仕事をして行くために必要な英会話，プレゼンテーション，日本の歴史や文化をより深く理解させる教育などである。職能別教育科目とは営業教育，技術教育などである。

(2) 教育機関別カリキュラム

本論文では技術教育科目について教育機関別カリキュラム大綱を作成した。その結果を表6.1，表6.2に示す。

表に示すように，協会・学会等の講習会では測量地図コース，調査計測コース，土地利用計画コースに分け，教育課程に応じて基礎知識および基礎技術を習得させる基礎課程，専門知識および技術を習得させる専門課程，高度な知識を習得させ職務能力の向上をはかる高等課程に分けた。学校教育については，現行の学校制度にしたがって高校から大学までそれぞれで学ぶべきカリキュラムを作成した。

ここで示したカリキュラムはカリキュラム作成にあ

表6.1 教育機関別カリキュラム

凡例

◎：必ず教えた方がよい

○：教えた方がよい

△：できれば教えた方がよい

×：必要ない

		協会・学会等の講習会，セミナー等コース別教育			学校教育				
科目	区分 課程	測量 地図	調査 計測	土地利用 計画	高校	測量専門学校		高専 短大	大学
						1 年制	2 年制		
■基礎課程（基礎研修）基礎知識及び基礎技術を習得させる									
1．共通分野科目									
・ 数学						○	○		
・ コンピュータ・情報処理の基礎		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
・ 土地利用計画学の基礎						○	○		
・ 生態学と地質学の基礎						○	○		
・ 土木工学の基礎		○	○	○		○	○	○	○
・ 一般地理学（自然地理学，人文地理学）			○			○	○		
・ 法律（主に土地に関する各種法律学，民法）		△	△	△		○	○		
・ 経済学						○	○		
・ 政治行政						○	○		
2．基本分野科目 （位置形状を定め，地図に表現する）									
（1）基本測量学 （原則として応用測量を除く測量士・補試験対象科目）					◎	◎	◎	◎	◎
・ 測量数学（代数，幾何学，平面三角法，微分・積分）		◎				◎	◎		
・ 誤差論・最小二乗法		◎			○	◎	◎		
・ 測量学大意（測量法による測量の定義，測量の基準，投影，座標，測量方法の原理）		◎	○		△	◎	◎		
・ GPS 測量		◎	○		○	◎	◎	◎	◎
・ 一般測量（距離測量，角測量，多角測量，水準測量，平板測量，スタジオ測量，トータルステーション，三角・三辺測量		◎	○	△	◎	◎	◎	◎	◎

・写真測量（いわゆる従来型の写真測量であり、主に計測、地形図作成を中心とする）	◎	○	△		○	◎	◎	◎	◎
・地図編集	◎	○	△			◎	◎	◎	◎
（2）専門測量学（専門測量学、先端測量学）	◎	◎	○			○	◎	△	△
・幾何学的測地学	◎	◎	○		×	○	◎	△	△
・解析写真測量、デジタル写真測量	◎	◎	○		×	△	○	△	△
・衛星測位（VLBI、GPS測量など）	◎	◎	○		×	△	○	△	△
・最新の測量技術	◎	◎	○		△	◎	◎	◎	◎
・天文測量	◎	◎	○		×	○	○		
3. 属性分野科目 （位置、形状の情報に属性をつける。調査・計測分野を含む）									
（1）空中写真判読——属性の収集	○	◎	△		○	◎	◎	○	○
（2）リモートセンシング——属性の収集	○	◎	○		○	◎	◎	◎	◎
（3）地理情報システム（GIS）——属性の管理	○	◎	○		△	◎	◎	◎	◎
（4）応用測量	◎				○	◎	◎	◎	◎
・路線測量	◎				○	◎	◎	◎	◎
・河川測量	◎				○	◎	◎	◎	◎
・用地測量（工事等の用地の確保に関する測量）	◎					◎	◎	◎	◎
・地形測量	◎				○	◎	◎	◎	◎
・面積、容積計算	◎				○	◎	◎	◎	◎
・トンネル測量	○					○	○	○	○
・橋の測量	○					○	○	○	○
・土地区画整理の測量	○					○	○	○	○
・地籍測量（土地登記のための測量）	○					○	○	○	○
（5）物理的測地測量		△				△	○		
（6）国土調査論		◎				△	○		
・土地利用調査（土地がどのように利用されているか）		◎				△	○		
・土地条件調査（自然の土地か人工の土地か施設の分布状態などの土地の実態調査）		◎				△	○		

・環境調査：自然環境・社会環境・環境アセスメント		◎			△	○		
・地盤調査		○				△		
・地下水調査		○				△		
・海洋調査		○				△		
・災害調査		○				△		
・景観調査		○				△		
(7)特殊計測論		◎				△		
・建物・構造物計測解析		○				△		
・特殊物体計測解析		○				△		
4. 利用分野科目(設計・計画・分析・解析・登記)					△	○	△	△
(1)測量設計(工事設計への応用)	△		◎		△	○	△	△
・土木設計の基礎			◎		○	◎		
・道路の測量設計(土工線形、構造物)			○		△	○		
・水工施設の測量設計			○		△	○		
・土木施工管理概論			○		△	○		
・設計製図			○		△	○		
・CAD			◎		△	○		

(2)測量防災(防災への応用)		△	○			△	○	△	△
(3)地震予知への応用		△				△	○	△	△
(4)測量計画学(計画学への応用)		△	◎			△	○	△	△
・都市計画(都市計画への応用)			○			△	○		
・土地利用計画(土地利用計画への応用)			○			△	○		
(5)測量環境分析(環境分析への応用)		○	○			△	○		
・自然環境分析：位置・地形・気候・土壌・植生水界など			○			△	○		
・社会環境分析：人口密度・労働力・資本・交通文化・政治・経済・社会組織など			○			△	○		
(6)不動産学		△	○			△	○	△	△
・不動産開発計画			○			△	○		
・不動産経済			○			△	○		
・不動産登記			○			△	○		
(7)補償業務			○			△	○		

表6.2 協会・学会等の講習会、セミナー等のコース別教育におけるカリキュラム

		協会・学会等の講習会、セミナー等コース別教育		
科目	区分	測量地図	調査計測	土地利用計画
	課程	■専門課程（専門研修） 専門知識及び技術を習得させる		
1. 基本分野科目（位置、形状を定め、地図に表現する）		◎		
①測定の数学的基礎 序説、球面及び楕円体面の性質、天文座標、楕円体面測地座標、人工衛星・VLBI利用による三次元座標系、誤差論及び最小二乗法、測地基準系、データ統計処理、コンピュータ数値情報処理		○		
②測量計測概論 基本単位、測量のための光学の基礎、測量のための電子工学の基礎、一般測量及び天文測量用計測機器、人工衛星及び天体を仲介とする三次元測量、人工衛星の電波観測、超長基線電波干渉計（VLBI）、天体による座標の測定、測量における大気屈折の影響		○		

③一般測量学 測定の基礎(序説、地球面及び平面における座標、誤差とその調整、測量器械)、GPS測量、一般測量(距離測量、三角測量、三辺測量、多角測量、水準測量、平板測量)	○		
④幾何学的測地測量 測地座標決定の原理、精密距離測量、中・長距離の測地三角法、衛星測位法による空間座標の決定(GPSなど)電磁波測距、超長基線干渉計(VLBI)、天文測量、精密水準測量、測地データの調整法	○		
⑤写真測量 写真測量の原理、調整計算(最小二乗法)、中心投影、実体写真測定、標定、図化機、空中写真測量、撮影、現地の測量、空中三角測量と図化、変位修正、オルソフォト、地上写真測量、解析写真測量、デジタル写真測量、モアレ写真測量、標定点測量、リモートセンシング画像の幾何学	○		

⑥地図学 地図概説、地図投影法、地図編集、地図製図法、地図写真・地図製版、地図印刷、地図の利用（数値情報を含む）、標準地域メッシュ、コンピュータマッピング	○		
⑦最新の測量技術 測量技術の動向、衛星測位、デジタル写真測量、デジタルマッピング、宇宙からの地図作成（リモートセンシング）	◎		
2. 属性分野科目（位置、形状の属性に属性をつける。調査・計測分野を含む）		◎	
(1) 空中写真判読——属性の収集	○	○	
(2) リモートセンシング——属性の収集	○	◎	○
(3) 地理情報システム (GIS) ——属性の管理	○	◎	○
(4) 応用測量	○		○
・路線測量	○		
・河川測量	○		
・用地測量（工事等の用地の確保に関する測量）	○		
・面積、容積計算			
・地形測量			
・トンネル測量			
・橋の測量			
・土地区画整理の測量			
・地籍測量（土地登記のための測量）	△		
(5) 物理的測地測量		◎	△
(6) 国土調査論		○	
・土地利用調査（土地がどのように利用されているか）		○	
・土地条件調査（自然の土地か人工の土地か施設の分布状態などの土地の実態調査）		○	
・環境調査：自然環境社会環境・環境アセスメント		○	
・地盤調査			
・地下水調査			
・海洋調査			
・災害調査			
・景観調査			
(7) 特殊計測論		○	
・建物・構造物計測解析			
・特殊物体計測解析			
3. 利用分野科目（設計・計画・分析・解析・登記）			◎

(1) 測量設計（工事設計への応用）	△		◎
・土木設計の基礎			○
・道路の測量設計（土工、線形、構造物）			○
・水工施設の測量設計			
・土木施工管理概論			
・設計製図			○
・CAD			○
(2) 測量防災（防災への応用）		○	○
(3) 地震予知への応用			○
(4) 測量計画学（計画学への応用）			◎
・都市計画（都市計画への応用）			
・土地利用計画（土地利用計画への応用）			
(5) 測量環境分析（環境分析への応用）		○	◎
・自然環境分析：位置・地形・気候・土壌・植生・水界など			
・社会環境分析：人口密度			
・労働力・資本・交通・文化・政治・経済・社会組織など			
(6) 不動産学			◎
・不動産開発計画			○
・不動産経済			○
・不動産登記			○
(7) 補償業務			○
■高等課程（高等研修） 高度な知識を習得させ、職務能力の向上を図る			
1. 共通分野	◎	◎	◎
コンピュータ情報処理	○	○	○
コンピュータ数値情報処理	○	◎	○
データの統計処理（統計的推定及び検定、外的基準のある場合の分析処理法、外的基準のない場合の分析処理法）	◎	○	○
交渉調整力	○	△	△
2. 基本分野 VLBI、レーダー、コンピュータマッピング、写真解析、測量計画立案・積算・管理	◎		

3. 属性分野科目 生物学，社会統計学，物理化学分析，都市環境，農業土壌学，水理学，道路環境工学，地質学，河川環境工学，海洋環境工学，公害防止技術，防災工学，自然科学概論，地形学，地理学，鉱物学，植物学，地球物理学，水資源工学，海洋工学，気象学，水文学，精密・特殊・計測技術，調査判読解析，光学，電気工学，電子工学，写真画像工学，土木工学，機械工学，精密機械工学		◎	○
4. 利用分野 計画立案・積算・施工管理，システム設計，土木設計，都市計画，CAD，人工知能，不動産鑑定評価，上下水道学，電力土木，電気工学，河川工学，道路工学，鉄道工学，港湾工学	△	○	◎

たって参考とするものであり，各機関の設置基準，教育理念，目標，授業時間数等に応じて科目を選定し，授業内容，密度を定めるのがよい。

7. 結 論

本論文は，多様化するニーズに対応できる今後の測量教育の在り方について研究したものである。まず拡大された測量分野を定義し，測量技術者に求められる技術・知識・能力について述べ，測量教育体系を提示した。そして，測量教育科目を体系化し，教育機関別カリキュラムを示した。

本論文で得られた結論は次の通りである。

(1) 拡大された測量分野

拡大された測量分野とは，測量成果を利用して実際にそれを生かす領域までを含んだ分野と考える。実際に生かすとは，設計測量，都市計画，地震予知，防災，環境分析，不動産登記などである。都市計画分野を例にとると，土木，建築といった物を作る分野からの都市計画もあるし，社会学的な面からのものもある。測量の分野から言う都市計画とは物を作る方向からの都市計画ではなく，地図情報，地理情報等の情報をもとにした都市計画であり，緑地分布，人口分布などを考慮した平面プランニングのような都市計画が主な対象になると考えられる。

しかしながら，都市計画，土木設計，地震予知など

はそれぞれ既に専門の分野があり，測量の分野だと言っても世間には通用しない。教える側にも違和感がある。そこで，測量と土木設計を結び付けて設計測量という言葉が実際に使用されているように，測量という文字を合わせて都市計画測量，環境分析測量，測量に基づく地震予知というように工夫したら，違和感や他の分野からの抵抗が少なくなると考えられる。

(2) 今後の測量技術者に求められる知識，技術，能力

測ることのみが測量技術であった時代から，測られた結果を分析・利用する時代へと変化している。今後の測量技術者は，確固とした測量の知識・技術を基礎として，環境保全，防災対策，資源探査の問題から，土地政策，土地利用，都市・地域開発，地理情報システムなどの社会資本の整備に関わる多方面の高度な技術や知識，能力が必要とされる。

(3) 今後の測量教育の在り方

科学技術の発展，高度化，情報化の進展，国際化の急速な発展などの社会情勢の変化に対応できる教育と，常に新しい知識・技術を習得させることが必要である。そのためには，幅広く高度な知識の教育と，各機関における設置基準，設置の趣旨をもう一度確認し，それに沿った位置付けと在り方を忠実に実行するような測量教育を実施する必要がある。

(4) 測量教育科目の体系化

測量分野の拡大に伴ない，本論文では測量教育科目をいわゆる一般教育科目である共通分野科目と，位置，形状を定め地図に表現する基本分野科目，基本分野で得られたものに属性を付ける属性分野科目，そして，それを実際に利用する利用分野科目に分けて体系化した。

(5) 教育機関別カリキュラム

高校，測量専門学校，高専，短大，大学の学校教育と協会，学会等の講習会，セミナーなどの教育，そして社内教育についてのカリキュラムの大綱を提示した。カリキュラムの実施にあたっては，各機関がそれぞれの教育理念・目標に沿って多様性のある特色ある教育を展開していくことが必要である。

謝 辞

本論文の作成にあたり(財)測量教育センターをはじめ、面接調査、アンケート調査、資料の提供等で多くの方にご協力を頂きました。ここに心より御礼申し上げます。

(受付日1997.6.2, 受理日1998.1.12)

引用文献

- 1) 21世紀の測量業ビジョン, 大成出版社, 1993年
- 2) 測量ビジョンー明日の測量技術者をめざしてー, 日本測量協会, 1991年
- 3) 村井俊治: 新しい測量をめざして, 日本測量協会, 1991年
- 4) 建設省国土地理院編: イメージサーベイ 地球を見つめる, 大蔵省印刷局, 1991年
- 5) 建設省国土地理院: 測量専門教育に関する動向調査作業報告書, 1994年
- 6) 建設省国土地理院: 測量専門教育の在り方に関する調査作業報告書, 1995年
- 7) 小泉俊雄: スウェーデンの測量教育事情, 測量, 1992年
- 8) 日本測量協会: 測量12月号, 1993年
- 9) (株)パスコ業務案内パンフレット, 1994年
- 10) 国際航業業務案内パンフレット, 1994年
- 11) FIG で定めたサーペイヤー (測量士) の定義, 測量, 1995年1月号
- 12) School of Surveying, THE ROYAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY, 1988年