

### 3. 平成19年度・平成20年度の小委員会活動

#### 3. 1 大学・大学院教育小委員会

大学・大学院教育小委員会は、平成19年10月に新体制に改組され、教育企画人材育成委員会の方針の下、「土木の閉塞性の打破」をテーマに、大学・大学院での教育内容のあり方について検討を開始した。小委員会の活動は、平成19年度に2回、平成20年度に1回、土木学会に委員を招集し、検討課題の設定と目標設定を行った。その後は、主として電子メールにより、ディスカッション・シートを用いた意見交換を続けた。

本小委員会での検討の出発点となった問題認識は、以下のようであった。

わが国の高等教育が、重厚なゼネラルアーツの教育を土台に専門課程教育がなされていた時代は、土木技術者は柔剛あわせ持つ幅広さを有していた。深い専門性に裏付けされた「剛」と、それにバランスする「柔」とが調和し、総合力に秀でた土木技術者の育成が理想である。しかしながら、近年では、「剛」の部分を欠き、土木工学の専門性の継承に赤信号がともっていると考えられる。「柔」な部分によって、従来の土木分野以外への卒業生の進出も進んでいるが、「柔」にあまりにも偏りすぎると、専門性に裏付けされないその奥行きは浅くなり、高等教育の人材育成としては警笛が点る。文明の基幹である社会基盤の整備を支える土木工学の担い手が育成できなくなることが危惧される。

本小委員会では、土木をとりまく現状の分析を行い、これからの大学・大学院教育に求められる要件をまとめた。

##### 1) 国際プロジェクト指向教育の必要性

昨今の国内の大規模建設プロジェクトの減少によって、土木工学に進学してくる学生にとって、土木工学が「ものづくり」の最前線から遊離している分野となってきたようである。そのため、

(1) 研究室配属時の土木ハード系分野の不人気、計画系の人気、国際プロジェクトコースの爆発的人気（東大社会基盤学科の場合、国際プロジェクトコースは工学部全体の中でトップ数本の指に入る人気コース）となっている。

(2) 土木工学（特に技術系）の専門性が薄れ、大学院で学ぶ高度な知識がなくてもなんとかがやっていけるとの学生の認識が強いようである。土木工学が「ものづくり」の最先端から離れてきている。

(3) ハード系の技術を身につけるには連綿と続く体系を理解するための長くて厳しい修行期間があり、ソフト系（社会科学系）は楽にこなせて、いっばしのことがすぐに言えるようになる、という認識（誤解）をもつ学生が現われてきているようである。

(4) 「土木工学を広く学んで国際機関への就職」というキャリアパスが見えてきた。

「国際的ジェネラリスト」＝「技術・社会科学・法律がそこそこわかって、英語ができて弁の立つ人」という認識を持ち、概要の理解だけでもっともらしい話ができるプレゼン能力を磨きたい、という学生が現われてきているようである。

(5) 土木分野の閉塞感、将来像の不透明感を抱く学生が少なくない。国内市場規模の縮小、大型プロジェクトの減少、新規建設から維持補修への比重の変化などから、学問的技術的成熟を感じ、新たなブレイクスルーの余地が少ないと捉えられている。

(6) 職場が男社会で女性が働きにくい。

(7) 海外プロジェクトも、「国内の仕事が無くなり追い出されて海外で仕事をしている」という感覚で理解されている。

(8) 防災や環境等との学際分野は社会的要求が高いものの、土木工学が主役とはなり得ないと考えられている。

このような現状を打破するには、大学・大学院における高等教育において、以下のような方策を検討せねばならないと考える。

(1) 明確かつ広いキャリアパスの確保

国際機関でリーダーとして働く人材が年間数百人も必要とは考えられない。全体を見渡すリーダーではなく、個別の場面で対応できる高度な専門性をもつ人材の育成と、そのキャリアパスの確保が必要。国際プロジェクトで役立つ専門家の位置づけとその地位の確保が必要である。そのためには、国際プロジェクトに貢献するためのハード系教育の実施とそこから輩出される人材の受け皿が用意されねばならない。

### (2) 高度な専門性および幅広い専門をもつ教員の確保と育成

国際プロジェクトコースで効果的な教育活動を行うためには、学生に正しいロールモデルを見せる必要がある。教員は技術・社会科学・法律のうち、最低ひとつについては高度な専門性（当該分野で国際誌に論文を現役で書きつづけられる程度）をもち、残りの分野の研究者とも互角に議論ができる高度な知識が必要である。浅く広くのジェネラリストではなく、Dual (Triple) major の人材の確保、育成が必要である。

### (3) 留学生の帰国後の Alumni 組織化と積極支援

東アジア圏での貿易・投資の自由化 (FTA・EPA の拡大) に伴うマーケットの拡大、人、資本、情報、サービスが自由に移動する市場への移行が期待され、同時に、圏内の大きな経済格差の是正のためのインフラ整備、技術移転、人材育成が必要とされる現在、わが国の高等教育機関には多くの留学生が学んでいる（留学生は現状でも 10 万人、今後 30 万人計画）。留学生帰国後の Alumni の組織化と積極的支援を行い、優秀な学生を日本の大学に引き込む。土木工学を担う優秀な人材の確保と同時に、海外技術者との円滑な意思疎通を実現し、真のグローバル化を促進する必要がある。日本の海外進出と現地の社会、人びとの共生関係を樹立することにより、土木工学の俯瞰性を獲得する必要がある。

## 2) ジェネラリストの育成教育の必要性

昨今の建設業を取り巻く環境には厳しいものがある。建設会社の視点から、現状を述べると、

(1) 公共事業の縮小、大型プロジェクトの減少、それによる海外への進出、海外企業との競争の激化。国内においても、総合評価方式の導入など、工事発注形態の変化で受注環境が激変している。

(2) 低価格競争から技術力で付加価値の時代への移行が必要である。技術提案力が非常に重要となってくる。もともと、土木分野は技術開発においてノーリスクビジネス（官主導の業界横並びの開発）との認識と考えられるが、最近では技術の秘匿化、知的財産としての権利化の傾向（技術競争の時代）が強くなっている。

(3) また、社会が企業を評価する時代であり、企業の社会貢献が求められている。特に、地球温暖化に問題への対応、環境配慮技術の重要性が増している。

(4) 建設業の人材採用においては、就職氷河期（20代後半～30代前半）の人材不足を補うために、建設会社は中途採用を拡大しているが、企業間のアンバランスが生じるようになっている。一方、新卒の建設会社への就職希望が激減している。新卒採用枠は拡大するも、少ないゼネコン希望者から優秀な人材の確保は困難となっている。建設会社側では、専門領域には拘らずなるべく「優秀な」人材を採用するように努めているが、建設業の社会的認知度の低下は如何ともし難い（建設業の魅力を社会に向けてアピールする必要がある）。

(5) 建設会社の側から、大学・大学院教育の現状を見ると、専門分野の細分化が進み、狭い分野の偏った内容の知識、研究が中心となって、広汎にわたる領域の基礎的な知識が不足している。課題解決能力は備えているが、課題設定能力に著しく欠ける傾向が強い。

このような現状認識のもとで、建設会社側から、建設業において必要とされる人材を箇条書きにすると、

- ・ 総合評価方式において技術競争を勝ち抜くための「技術提案力」
- ・ 付加価値を付ける技術の「イノベーション創出力」
- ・ 海外進出における「国際競争力」

土木工学の深い専門性に裏付けされた「ジェネラリスト」の育成が求められるが、大学・

大学院を卒業してすぐに「ジェネラリスト」として活躍することは期待できない。企業においても、業務経験の中で教育・育成する仕組みが必要である。

### 3) 現在の大学・大学院教育に欠けるもの

土木技術者の特性として、100%明らかでないことも、周りの状況から将来を予測して、傷口が広がらない早い時期に様々な決断できることが求められる。このため、個々の技術や工事にのみにたずさわるだけでなく、プロジェクトリーダーや経営者に向いているとも考えられている。

このような素養を涵養するために、以下のような講座が、大学・大学院でなされていても良いと考えられる。

#### (1) 土木 Lawyer の育成講座

ある裁判官によると、因果関係がよくわからなくて判断できない問題が「夫婦げんかや建設の瑕疵」とのことである。最近、色々な建設の瑕疵の訴訟にもその判断に土木技術者が活用されることが増えている。また、海外では土木工事の設計や施工を自国以外の会社に発注することが多く、トラブルが起こると裁判になることがほとんどである。

#### (2) 土木 economist の育成講座、土木 political science 講座

土木のビッグプロジェクトは、国自体の運命を左右するものである。また、民間の資金を活用する場合も、そのプロジェクトによる経済効果を厳しく問われるはずである。これらを適切に見積もり、説明できる必要がある。

#### (3) 土木 国際事業に関する講座

今後、土木の大きな工事は海外でのみ参加できるようになる。これらプロジェクトを作り出すことも大きな仕事で、資金調達、リスク管理、技術管理等すべてに精通した、国際感覚をもったプロジェクトリーダーが、日本の国内依存を断ち切るには、必要とされている。

### 4) 提言（まとめにかえて）

「科学技術基本法」は、我が国における科学技術の創造的進化の必要性を説き、我が国の科学技術政策の基本的枠組みを与えている。基本法には「明るい未来を切り拓いてゆくためには、独創的・先端的な科学技術を開発し、これによって新産業を創出することが不可欠である。また、環境、食糧、エネルギー問題、エイズ問題など人類の将来に立ちほだかる諸問題に対し科学技術への期待は大きく、この面での我が国の貢献が強く求められている。さらに、科学技術は、我々の自然観や社会観を大きく変え、新しい文化の創成を促すという側面を有するため、これを人類の生活、社会及び自然との関わり合いの中でとらえていく必要があり、このような視点も踏まえ、新たな視点に立った科学技術を構築していくことが求められている」とある。特に、「科学技術は、我々の自然観や社会観を大きく変え、新しい文化の創成を促すという側面を有するため、これを人類の生活、社会及び自然との関わり合いの中でとらえていく必要があり」との指摘は重要である。

米国 NSPE(National Society of Professional Engineers)は技術者の専門性とそれに付随すべき特権性の確保と確立を目的として、認証制度の設置と共に倫理規定を制定している。この倫理規定に関して、(社)日本技術士会は事例集を訳本として出版しているが、その序論で日本技術士会会長の梅田氏は、次のように解説している。

技術者が専門職として認められ始めたのは、比較的近代のことで 20 世紀以降のことであり、19 世紀中頃までは、技術業は徒弟制の訓練により伝承される職人的技能であった。それまで西欧では、聖職者、医師、法律家たちが高度の専門知識と技術を持った「学問的職業」と呼ばれる専門職と認められていた。長期間にわたる専門教育と訓練、修行を受けるとともに、その専門能力が国家試験などで客観的に認められて初めてその一員になれるのである。しかしいったんそれら専門職集団への加入が認められると、他の人にはできない社会にとって不可欠なサービスを責任をもって人々のために行い、その見返りとして、社会は高い社会的地位と特権をその集団の構成員に与えてきたのである。この相互に利益のある関係を保持し、一般社会からの尊敬を維持するために、専門職集団は厳格な倫理規定を制定している。これは専門職としての仕事単に個人の利害のためではなく、社会一般のために行われるのだという自負と

使命感を強調していて、基本的には依頼された仕事の達成のためには、最善を尽くして相手の満足を得られるようやり抜くという一般社会に対する公の宣誓と見てよい。専門的な知識と能力を持ち、この行動規範を共有できる者だけが専門職集団のメンバーとして認められるのである。専門職業というのは、元来こうした厳しい自己規制の上に成り立っているものであり、我が国でも工学系のみならず、すべての職業教育に倫理教育が課せられる日もそう遠いことではない。医師や法律家に比べると、技術業(Engineering)は比較的新しい専門職業である。19世紀後半、米国のエンジニアはこの職業的伝統を脱却し、自分たちの集団を医学などの学問的職業のレベルに引き上げる努力をしてきた。高等教育機関における教育、訓練の推進、専門学会の組織、プロフェッショナル・エンジニアのライセンス制度の設置、倫理綱領の制定などである。・・・(中略)・・・エンジニアとは、単なる専門分野の知識と能力に秀でたエキスパートではなく、科学技術分野以外の「価値」の本質を理解し、自らの能力を継続的に向上させ、科学技術上の解決と、それがもたらす環境、社会、文化、経済、政治などへの広範囲な影響との適切なバランスを取りながら、的確な「(価値)判断」に基づいた意思決定のできるエンジニア、としている。今や技術業は従来の学問的職業以上に人間の生命をよく生かし、人間の尊厳を守ることを最高至上命題として厳しく己を律して行かねばならない時代を迎えていると言えよう。

この文章は専門家集団の倫理規定の役割を述べたものであるが、倫理規定とともに他の2つの重要な指摘がなされている。1つは、専門家集団の専門家としての社会に対する公共性(commitmentと専門責任)とそれの代償としての特権性であり、他の1つは、現代であまりにも巨人化した科学技術を背景としたグローバルな視点の涵養の重要性である。

以上から、技術者とはどういうものか、専門家としての技術者の姿が次のようにイメージされる。人類全体の福祉に貢献する公共性を有し、専門責任を負いながらその代償としての特権性を享受できる個人および集団。なお、多様な価値観が共存することを認める流れから、専門とする分野以外との質的關係を把握でき、バランスのとれた判断を下せることも今日技術者に要請されている。

現在土木技術者にとって専門家集団としての特権性の享受が物理的に難しくなっている。その要因の一つは建設系技術者の量的拡大である。終戦直後年間300人程度であった土木系卒業生数は、昭和35年以降の高度経済成長期の事業量増大と歩調をそろえて急増し、現在では年間8000人の卒業生を送り出している。現在の建設系技術者総数は約20万人であり、1人当たり年間約2.3億円の建設投資に関わっている計算となる。事業量が減少している現在であるが、たとえ事業量が今後継続的に現在レベルを確保しても、現状の供給体制では2025年には約10万人の余剰人員となり、供給を2%削減しても5万人の余剰人員となる。事業量が大幅に減少する場合には、現状の供給体制で18万人、2%削減で13万人、4%削減でも10万人の余剰技術者を抱えるとの分析結果がある。このような数値予測を見ても、土木・建設系の技術専門家集団は確実に近い将来、相当数の余剰人員を抱えることは疑いのない事実である。この点を直視する必要がある。

さて、前節までの小委員会での議論をふまえると、技術者教育でなされなければならない事柄は、

- (1) 専門分野における基礎学力の重視
- (2) 自立的な問題探求能力、問題解決能力の養成
- (3) 表現能力・コミュニケーション能力の養成
- (4) 公共性・公益性、社会的責任の理解、倫理性の涵養

となろう。変化の激しい知識社会においては「即戦力=すぐに使える技術者の養成」とは、結局、すぐに「使えなくなる技術者の輩出(排出?)」に陥ってしまう。卑近な事例として「即戦力」が、指針・マニュアルが直ちに読めて使えることを意味するならば、実は、それには相当な実力が要求されることであって、十分な専門的基礎学力と適切な実体験の蓄積なくしては成立しない。以上の内容は、大学・大学院などの高等教育機関に課せられるばかりでなく、「技術者の階層化」と「技術者の異種業種間移動の自由化とその促進」実現

のためには、継続して知識の習得の教育機会の場が提供されなければならないことを意味している。すなわち、大学・大学院教育の検討とは、IPD（Initial Professional Development；高等教育課程）に始まって、大学・大学院卒業後の QPD（Qualifying Professional Development；実務修習を経て技術者資格を取得する課程）、実務に携わりながらの CPD（Continuing Professional Development；資格取得後、継続的に知識獲得・能力開発を行う課程）の3つのステージを包括的に検討せねばならないということになる。このことは、親委員会（教育人材育成委員会）の基本姿勢と通じるものであり、QPD、CPDの検討を担う小委員会との連携討議を、今後、深めてゆかねばならないことを意味する。