

# 土木工学分野

## 第1節 土木工学教育における学士力の考察

土木工学は、社会基盤の整備を通じて、地震洪水などの災害から人々の生命・資産を守り、生活・文化、経済の諸活動を支え、自然環境に配慮した快適な環境づくりを使命としている。

土木工学教育は、このような社会の要求を満たす技術者を育成するために、自然との調和のもとで公共性に留意して、市民性の涵養と実践的な判断力・構想力を身につけさせることを目指すべきである。

社会基盤は、一度構築すると構造物を変えることはできないという特徴がある。しかし、社会の要請は時代の変化とともに変わることがあるので、変化に対応できる社会基盤の在り方を常に問い直す必要がある。それには、自然環境をはじめとして社会・文化・歴史などとの調和を思慮し、公共性の観点から高い倫理観に裏打ちされた最適化を追求しなければならない。

そのために、土木工学の基礎知識と自然科学・人文科学・社会科学などとの関連付けの重要性を理解させ、社会の要請に応えられる社会基盤整備に適切に対応できる人材育成を目標とした。

そこで、土木工学教育における学士力の到達目標として、以下の四点を考察した。

第一に構造力学系、測量系、地盤系、コンクリート系、水理系など、土木工学の専門基礎を理解できること、第二に社会基盤整備において、技術者倫理の重要性を認識し、自然環境及び社会に及ぼす影響・効果の重大性を理解できること、第三に「計画、設計、施工、維持・管理、更新」を総合的にマネジメントする観点から各工程の仕組みを理解し、課題を抽出して検討することができること、第四に自然・社会・文化・歴史などに親しみ、社会基盤整備に関する新しい考え方、方法、技術などを提案できることとした。

### 【到達目標】

#### 1 構造力学系、測量系、地盤系、コンクリート系、水理系など、土木工学の専門基礎を理解できる。

ここでは、構造物の設計や施工に必要な構造力学、土質力学、コンクリート工学などの専門基礎を身につけさせねばならない。これらを修得することによって、技術者としての基礎が構築される。そのため、設計者・現場管理者の業務や技術系公務員として社会基盤施設の維持管理や防災対策に従事するための最低限必要な基礎力の獲得を目指す。

### 【コア・カリキュラムのイメージ】

構造力学、測量、地盤、コンクリート、水理、土木基礎実験など

### 【到達度】

- ① 数学や物理、情報技術、環境科学などの工学的基礎知識を理解できる。
- ② 身につけた工学知識をもとに土木工学の基礎的な計算技術を活用できる。
- ③ 土木工学に必要な基礎実験の技術を活用できる。

### 【測定方法】

- ①は、筆記試験などにより確認する。
- ②は、筆記試験及び演習などにより確認する。
- ③は、実験状況の観察やレポートにより確認する。

### 【到達目標】

#### 2 社会基盤整備において、技術者倫理の重要性を認識し、自然環境及び社会に及ぼす影響・効果の重大性を理解できる。

ここでは、社会基盤整備がもたらす影響・効果について、常に社会的な要請に合致しているか否かを点検することの重大性を認識させねばならない。そのため、公共性の強い社会基盤整備を支える人材として技術者倫理を身につけさせる必要がある。その上で、社会的要請である土木事業と自然環境との共生、生活や経済を支える基盤の在り方を理解させることを目指す。

### 【コア・カリキュラムのイメージ】

技術者倫理、関連法規、環境工学、社会科学、土木史など

#### 【到達度】

- ① 土木事業により安全・安心に暮らせる社会基盤が共通資産であることを理解できる。
- ② 土木事業と自然環境の共生について理解できる。
- ③ 生活や経済産業を支える観点から土木事業を理解できる。
- ④ 法の遵守はもとより、技術者としての行動規範を持つことの重要性を理解できる。

#### 【測定方法】

①から④は、筆記試験、レポート、ディスカッションなどにより確認する。

#### 【到達目標】

3

「計画、設計、施工、維持・管理、更新」を総合的にマネジメントする観点から各工程の仕組みを理解し、課題を抽出して検討することができる。

ここでは、社会基盤施設の所要機能、安全な強度、環境との調和の3つの要素をバランスさせるとともに、維持管理に留意したマネジメントの考え方を身につけさせねばならない。そのため、適切な計画に基づき、安全かつ低コストで建設後の維持管理にも配慮できるマネジメントの仕組みを理解させ、事業の全体像から自分の担当工程の役割分担を明確化し、対処できるようにすることを目指す。

### 【コア・カリキュラムのイメージ】

環境、土木計画、設計、施工、維持・管理、アセットマネジメント※、プロジェクトマネジメントなど。

#### 【到達度】

- ① 環境に配慮しつつ安全性、経済性、機能性を高めることをねらいとして、計画、設計、施工、維持・管理、更新の概念及び方法論を理解できる。
- ② 事業工程全体の仕組みを理解し、概念や方法論と関連付け、統合的な問題解決を図ることができる。

#### 【測定方法】

- ①は、筆記試験などにより確認する。
- ②は、現場見学、インターンシップなどを通じて、レポート、ディスカッションなどで確認する。

#### 【到達目標】

4

自然・社会・文化・歴史などに親しみ、社会基盤整備に関する新しい考え方、方法、技術などを提案できる。

ここでは、社会基盤整備を取り巻く社会の変化に応じて、土木事業の在り方を見直す判断力をつけさせねばならない。そのため、自然・社会・文化・歴史などに対する幅広い知識と社会基盤の特性を関連付けさせて、社会の変化に対応した土木事業について根底から考察できる力の獲得を目指す。

### 【コア・カリキュラムのイメージ】

課題演習、インターンシップ、フィールドワーク、卒業研究など

## 【到達度】

- ① 自然・社会・文化・歴史などと社会基盤との調和を踏まえた課題を自ら設定できる。
- ② 設定した課題に対し、「解」を選択し、提案・発表することができる。

## 【測定方法】

- ①は、レポート、ディスカッションなどにより確認する。
- ②は、演習、インターンシップ、プレゼンテーション、卒業研究などにより確認する。

## 第2節 到達目標の一部を実現するための教育改善モデル

## 土木工学教育における教育改善モデル【1】

上記到達目標の内、「構造力学系、測量系、地盤系、コンクリート系、水理系など、土木工学の専門基礎を理解できる」を実現するための教育改善モデルを提案する。

## 1. 到達度として学生が身につける能力

- ① 数学や物理、情報技術、環境科学などの工学的基礎知識を理解できる。
- ② 身につけた工学知識をもとに土木工学の基礎的な計算技術を活用できる。
- ③ 土木工学に必要な基礎実験の技術を活用できる。

## 2. 改善モデルの授業デザイン

## 2.1 授業のねらい

現在、多くの大学では、学生の土木技術に対する社会的意義の理解不足と工学に必要な基礎学力や土木工学専門基礎力の低下が問題視されている。

本授業モデルでは、学生にモチベーションを持たせるために、基礎科目と社会基盤インフラとの関連性を体得させることで、土木工学の意義と社会の要請を理解し、主体的に学ぶことができるようにすることを目指す。

## 2.2 授業の仕組み

ここで提案する授業は卒業までの学修期間を通じた授業モデルで、ある特定年次をイメージしたものではない。この授業を実現するためには、工学的基礎科目、専門基礎科目、専門応用科目の関連性を学士力の観点から明確にした上で、シラバス\*間の調整を行い、学修上の役割分担を明確にした上で、振り返り学修を可能とすることを前提とする。さらに、基礎知識の学びを繰り返し行うために上級学年生などによる学修支援の体制が必要である(図)。

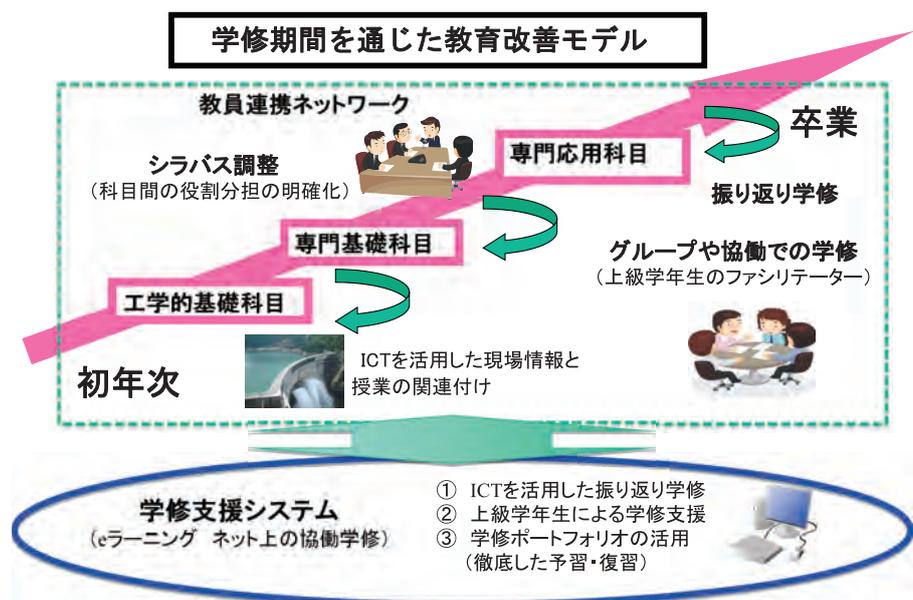


図 授業の仕組み

### 2.3 授業にICT\*を活用したシナリオ

以下にシナリオの一例を紹介する。

- ① 実務上の課題と授業との関連付けを意識させるために、現場見学会などとICTを用いて現場情報を理解する。
- ② 予習・復習を徹底させるために、ネット上で上級学年生による学修支援を行う。
- ③ 振り返りのために、Webサイト上に授業の体系を構築して科目間の関連を明確にする。
- ④ 学修ポートフォリオ\*を整備して、授業の達成度を確認し、振り返りの学びにつなげる。

### 2.4 授業にICTを活用した学修内容・方法

以下に学修内容・方法の一例を紹介する。

- ① 水災害や水環境、水資源に関する課題や地域からの要請を事例として現場見学会などを行い、さらに水理学的解説を加えた動画やWebなどのコンテンツを準備し、その水理現象と対策について理解させる。
- ② 水理学の体系的な学修項目をコンテンツで示された実例を用いて授業を行う。ネット上にダムコンテンツを提示し、ダムの実務者から堤体に作用する力の解説などを紹介し、水理学の学修項目である静水圧の力学と実際との関連付けを行わせる。その上で、地域の要請にどのように応えたかを学修させる。
- ③ 関連付けに必要な基礎力を身につけさせるためにグループや協働での学修を行い、学修の進め方などを上級学年生のファシリテーター\*に支援させる。
- ④ 学修ポートフォリオを用いて理解度の進捗状況や不足している基礎力の顕在化を行い、大学として補完授業を行うことで振り返りの学びに反映させる。

### 2.5 授業にICTを活用して期待される効果

- ① 現場情報を得ることで、主体的に専門基礎を学ぶことができる。
- ② 教育体系、授業の位置付け、授業間の関連が明確となり、効果的な振り返りが可能となる。
- ③ 理解度の進捗状況に応じた学修支援が可能となる。

### 2.6 授業にICTを活用した学修環境

- ① 産学連携、大学間連携で土木工学の3Dなどの動画、画像資料、模型映像などのクラウド整備が必要である。
- ② 体系的な学修項目と現場情報を照合させるWebサイトが必要である。
- ③ 学修ポートフォリオとそれを補完する学修支援体制が必要である。

## 3. 改善モデルの授業の点検・評価・改善

改善モデルの点検・評価は、科目間の役割分担の適切性について教員間で作成した評価シートを用いて意見交流する。また、基礎知識の定着度合いを確認するため、受講生及び上級学年生のファシリテーターや現場見学先の意見をもとに授業方法の改善策を検討する。

## 4. 改善モデルの授業運営上の問題及び課題

- ① 教員同士による授業連携の仕組みを大学ガバナンスにより徹底する。
- ② 学内雇用制度としての学修支援体制を構築する必要がある。
- ③ 産学連携による現場情報のクラウド整備を支援する必要がある。

## 土木工学教育における教育改善モデル【2】

上記到達目標の内、「計画、設計、施工、維持・管理、更新」を総合的にマネジメントする観点から各工程の仕組みを理解し、課題を抽出して検討することができる」を実現するための教育改善モデルを提案する。

### 1. 到達度として学生が身につける能力

- ① 環境に配慮しつつ安全性、経済性、機能性を高めることをねらいとして、計画、設計、施工、維持・管理、更新の概念及び方法論を理解できる。
  - ・土木事業により安全・安心に暮らせる社会基盤が共通資産であることを理解できる。
  - ・土木事業と自然環境の共生について理解できる。
  - ・生活や経済産業を支える観点から土木事業を理解できる。
  - ・技術者倫理を持ち、法を遵守することの重要性を理解できる。

### 2. 改善モデルの授業デザイン

#### 2.1 授業のねらい

これまでの授業では、個々の科目内容の理解に重点が置かれ、互いの関連や総合性については個々の科目の範囲内で指摘されるに留まっており、総合的な判断ができるような授業となっていない。

この状況を改善するため、一つの土木事業全体を見通し、安全性、経済性、機能性及び環境の視点から理解する統合型授業を提案する。

#### 2.2 授業の仕組み

この授業は、専門基礎を修得していることを前提にする。土木事業全体を知ることから始め、各工程に必要なそれぞれの専門知識を体系的に関連付け、統合する力を身につけることを目指す。そのために、現場見学やインターンシップなどによる体感授業を導入するとともに、教員同士の連携による関連授業の体系化と統合化が必要である(図)。

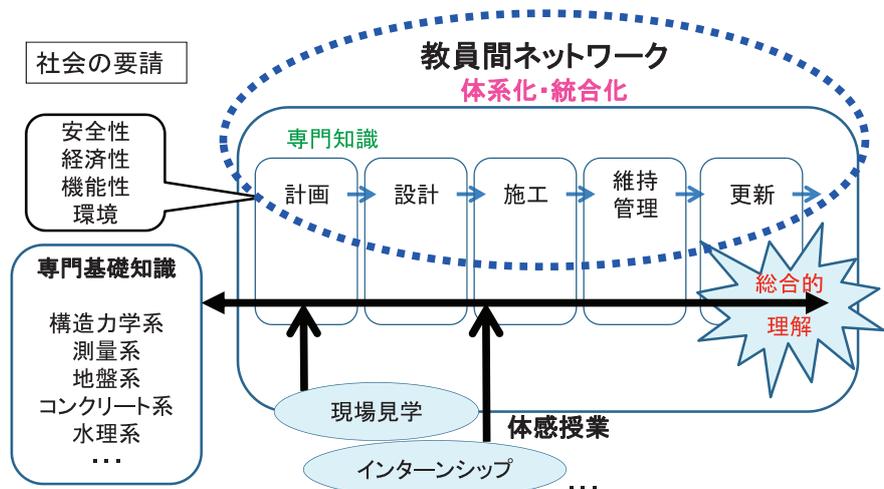


図 授業の仕組み

#### 2.3 授業にICTを活用したシナリオ

以下に授業シナリオの一例を紹介する。

- ① 土木事業の全体像を知りつつ、現在学んでいることが、全体像とどのように関連しているかを常に把握しながら学ぶことを基本としている。そのため、土木事業の現場見学会及び文献事例、記録映像のデータベースなどの現場情報へアクセスを行い、対象の土木事業の概要を認識させる。
- ② 土木事業全体から見たマネジメント上の課題を現場情報から抽出させる。
- ③ ネット上で実務者に参加いただき、課題に対するグループディスカッションを行わせる。
- ④ 学びの成果をグループ単位で発表させ、実務者の評価を受ける。

## 2.4 授業にICTを活用した学修内容・方法

以下に学修内容・方法の一例を紹介する。

- ① 橋梁プロジェクトの現場情報を計画・設計・建設から供用・維持管理の状況を踏まえ、更新を行う際の課題をグループで抽出させる。基礎的な理解が不足している場合はeラーニング\*で再学修させる。
- ② 抽出した課題をネット上または対面で発表させ、課題認識を共有し、内容について精査する。
- ③ 実務者の指摘を受けながら、課題解決方法を探究させ提案させる。ディスカッションは議論の流れを共有しながら進める。
- ④ 学修成果をネット上に公開するとともに、大学間でコンテストを行い、実務者の評価を受けることで振り返りを行う。

## 2.5 授業にICTを活用して期待される効果

- ① 容易に実務者の学修支援を受けて学修効果の向上が期待できる。
- ② ネット上でフォーラム形式の議論を展開することで、多面的な視点からの土木事業のマネジメントを体得することが可能となる。
- ③ ネット上のコンテストや実務者の評価を通じて、社会に通用するという実感を持たせることが可能となる。

## 2.6 授業にICTを活用した学修環境

- ① 現場情報のアーカイブシステムと学生によるディスカッションのプロセスと成果を蓄積するWebサイトが必要である。
- ② 学修成果の発表やネット上のコンテスト、実務者の評価を行うためのプラットフォーム\*が必要である。
- ③ 産学連携、大学間連携による土木事業のデータベース作成が必要である。

## 3. 改善モデルの授業の点検・評価・改善

改善モデルの点検・評価・改善は、専門知識の体系化と統合化が授業科目間で実践されているかどうかをシラバス調整会議などにより教員間で意見交流を行い、カリキュラムフローの設定内容の改善に反映させる。また、学修ポートフォリオや実務者へのヒアリングを通じて、土木事業のマネジメントへの理解度を確認し、改善に取り組む。

## 4. 改善モデルの運営上の問題及び課題

- ① 教員同士による授業連携の仕組みを大学ガバナンスにより徹底する。
- ② 産学連携による現場情報のクラウド整備を支援する必要がある。
- ③ 学生が発表する学修成果の著作権保護の仕組みが必要である。

### 第3節 改善モデルに必要な教育力、FD※活動と課題

#### 【1】土木工学教員に期待される専門性

- ① 優れた自然環境・社会環境を次世代に伝えるために、社会基盤整備や地域の活性化、自然災害の防止に強い使命感と倫理観を有し、社会に貢献できる豊かな人間性を持つ専門家であること。
- ② グローバルな視野を有し、自然現象、社会活動、経済活動など多様な観点から、土木工学を複眼的・統合的にとらえることができる。
- ③ 社会の要請に応えるに相応しい専門知識を有し、それらを応用して問題の解決に取り組みせられること。
- ④ 他分野の専門領域や地域社会と連携し、協働して課題に取り組む姿勢を有していること。
- ⑤ 土木工学の社会的意義を学生に気付かせ、興味・関心を持って、主体的に取り組ませられること。
- ⑥ ICTなどの教育技法を駆使して、参加・実践・発信型の教育ができること。

#### 【2】教育改善モデルに求められる教育力

- ① シラバス間の調整を行い、教育科目を体系的に明確にした上で、カリキュラムポリシーに沿った授業ができること。
- ② 基礎科目の重要性を土木工学の社会的な意義と関連付けて理解させ、主体的に学ばせられること。
- ③ 学修成果のポートフォリオから基礎力の洗い出しを行い、学生一人ひとりに適した指導ができること。
- ④ 上級学年生が学修支援する際に、予習・復習やグループ学修の進め方をコーチングできること。
- ⑤ 現場情報に触れさせることによって、土木事業全体の中でのマネジメント上の課題を抽出させ、対話型授業が運営できること。
- ⑥ 学外の専門家・研究者・教員などと連携した教育が実現できるよう働きかけることができること。
- ⑦ ICTを用いて学修成果の外部評価と学修の振り返りを行わせられること。

#### 【3】教育力を高めるためのFD活動と大学としての課題

##### (1) FD活動

- ① 教員間の連携のもとに授業内容とカリキュラムポリシーとの整合性の確認を委員会活動として継続的に行う必要がある。
- ② 教養科目と専門科目の担当教員間で意見交換を徹底し、問題点を共有して解決を図る必要がある。
- ③ 学修ポートフォリオ及びグループ学修や対話型授業などの指導法について、ワークショップを組織的に行う必要がある。
- ④ 外部評価による振り返りを行わせる指導法について、専門家を招くなどの研究会を実施する必要がある。

##### (2) 大学としての課題

- ① 関連分野の教員や社会の専門家などから協力を得るために、連携の呼びかけ、制度の整備及び財政的な支援を行う必要がある。
- ② ICTを用いた教育改善の事例について対面またはネット上で情報提供を行う必要がある。
- ③ ICTを活用した教育方法を支援する組織を大学として整備する必要がある。
- ④ 世界を視野に入れた教育の質保証を持続的に行う責任がある。