平成１８年度重点研究課題

Engineering Design 教育で有効活用される教育プログラムおよび教材内容の研究

調査研究報告書

土木学会コンサルタント委員会
エンジニアリング・デザイン教育研究小委員会

目　次

Ⅰ　調査研究報告編

1．調査研究概要

（1）重点研究課題対応までの経緯　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1

（2）重点研究課題実施にあたっての課題と対処　・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1

（3）調査研究の内容と方法　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 2

2．PBL 全般課題　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 8

3．エンジニアリング・デザイン能力とその向上の為の教育カリキュラム

（1）概要　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 11

（2）土木工学におけるエンジニアリング・デザイン能力について　・・・・・・・・・ 16

（3）教育カリキュラムについて　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 25

4．高等土木エンジニアリング・デザイン教育用教材

（1）プロジェクト事例集の作成　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 29

（2）社会資本整備プロセスと計画論・設計論の提示　・・・・・・・・・・・・・・・・ 35

5．エンジニアリング・デザイン教育のための広い議論の場の形成

（1）シンポジウムの開催　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 42

（2）全国大会共通セッションの創設　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 44

Ⅱ　作成教材編

A. プロジェクト事例集　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 46

B. 社会資本整備プロセス概要　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 80

附）エンジニアリング･デザイン教育 特別シンポジウム　資料抜粋　・・・・・・・・・105～159

Ⅰ　調査研究報告編

１．調査研究概要

（１）重点研究課題対応までの経緯

Engineering Design(略して ED)及び ED 教育という言葉は、「国際的に通用する技術者教育」のために設けられた日本技術者教育認定制度を担う日本技術者教育認定機構（JABEE）の主導のもとに定義づけられてきている。即ち、ED とは「必ずしも解が一つでない課題に対して、種々の学問･技術を統合して、実現可能な解を見つけ出していくこと」であり、そのために必要な能力、ED 能力を育成・向上するための教育が ED 教育であるとされる[*1]。

社会資本整備に係わって、或いは土木工学の中で、この ED～ED 教育が広く採りあげられたのは平成 17 年度の全国大会の研究討論会「土木工学における Engineering Design 教育－産学協働によるこれからの技術者教育－」(コンサルタント委員会主催)[*2]であった。これは、その前年末における JABEE による国際シンポジウム「技術者教育とエンジニアリングデザイン」を契機とするものでもあったが、この動きと併せて、コンサルタント委員会は教育企画･人材育成委員会の協力の下に Engineering Design 教育 WG を立上げ、

・ED 教育コンセプトの確立

・ED 教育に用いるプロジェクト事例集作成

に向けての準備作業を行った。これらの成果は平成１８年度の日本工学教育協会の研究講演会[*3]及び土木学会全国大会共通セッション「土木教育一般」[*4]の中で発表されている。

本重点課題研究は、基本的にその延長線上に

・ED 教育カリキュラム

・ED 教育に有効活用される教材

の２つのテーマについて調査研究を行うものである。

（２）重点研究課題実施にあたっての課題と対応

ED という言葉は上述のように先ず JABEE との関連で「教育」と一体の形で認識された。この中で「国際的に通用する」とは、即物的には技術者の学習履歴が国際的に相互に認証されることを意味し、そのような観点でこの言葉が強く意識されるという状況が何がしか現出したと考えられる。

このようなことから、多くの土木技術者 Civil Engineer が活躍している国内の眼からも見て、果たしてそのようなニーズが確かにあるのか等の確認が十分には行われない嫌いがあった他､教育の問題としても教育機関同士の競争を勝ち抜くためのツール的な扱われ方が生じた面があることは必ずしも歓迎されざる事象であったと言えよう。国内的な眼から見て、社会資本整備の面において、そのようなニーズが高いこと、決して低くないことの確認的な整理を上記 WG 活動の中で行い、対外的に発表もしている[*3]。

ところで、教育一般の面から見た場合、従来の知識伝達型の教育では、十分な問題解決能力や創造性の育成･向上は図られにくいことが指摘され、初中等教育においては所謂「総合学習」の必要が謳われ、現実に実施されてきている他、高等工学教育でも創造性育成が重要視され、多くの教育機関で実施に移されてきている。このような総合教育や創造性育成教育と、ここで対象にしている ED 教育の関係はどのように考えるか、即ち、相互を関連付け、お互いに活用しあう、或いは支援しあうなどのことが大きな課題といえよう。

一方、大学全入時代を迎えた今日、社会資本整備にかかわる土木工学科や社会基盤工学科などへの入

学者の志望動機は、場合によっては必ずしも明確ではなく、学習の意欲も必ずしも高くない状況がある。これに対して、その動機付けの意味から問題解決型の教育の必要性が考えられ、その面から ED 教育を考えるという位置づけも考えられている。

以上の問題とも関連して、基本的且つ共通的な ED 教育の問題として、ED 教育において工学の専門分野を如何に考慮するかの問題がある。即ち、各専門工学と離れての ED 教育をどのように考えるかと言う問題である。それはそれで単独で成立しうるものであるのか、はたまた離れては存在しにくいものであるのか？大学など高等工学教育における創造性育成教育などでは、敢えて専門学科と離れた教育も実施されている。ED 教育の場合、先述の定義の全面的肯定は兎も角、「実現可能性」という言葉がキーワードとも言える。非常に独創的ではあるが、単なる絵空事的なものとは言わなくても、取りあえず実現可能性は相当低いと言うような解決案に対してどのような態度で考えるかが問われることになる。

そもそも、工学部或いは工科大学に入学してからの技術者（の卵）への育成の仕方・方法は、相当の部分が各教育機関に任されている事項であり、その考えに応じてこの問題が処理されるのは勿論であるが、それらを包括した一つの大枠の整理が望まれるところと考える。

これらの問題は、「多くの分野で未だ確立されていない」とされる体系的教育方法の問題と併せて、基本的且つ重要な課題であるが、今回の重点研究課題における制約の中で、その主たる対象からは外して考え、以降の展開の中で広く且つ大きく検討されるものと考えることとした。即ち、ED 教育においては実際の課題に対応して演習的に学習する、所謂 Project Based Learning(PBL)が主要且つ必至の方法と考えることとされているが、本研究では主として、高等土木教育、中でもその後期において想定される PBL を対象にして、その具体の実施の為に必要な調査研究を行うこととした。上述の教育方法について、ある限定された場面での検討を進めるものであり、その活動も実社会、所謂「産」に属する者を主要構成メンバーとするコンサルタント委員会主体の組織で実施することとした。

尚、本調査研究の遂行に当たっては、土木工学或いは社会資本整備における ED の定義については取り敢えず、先の JABEE の定義に対応して、「社会的な課題に対して、システムなどを含むインフラストラクチャーの整備を通じて、関連する知を統合することによって解決策を見出すこと」としている。

（3）調査研究の内容と方法

1）調査研究の内容

上述のように後期高等土木教育において想定される PBL 実施における具体の課題、即ち、教育カリキュラム及びそこで用いられることが想定される教材についてその具体を考える。但し前者については、その前提となる、育成･向上が必要な ED 能力の明確化についても含むこととしている。

後者の教材については、そもそも PBL 演習であることの性格から主要な教材というものはありえず、サブテキスト～副教材として考えられるものである。即ち、社会的課題解決の為に社会資本整備として実施される場合、それは殆どの場合、プロジェクトとして実施される。自ら演習としてあるテーマに対して具体の解決策を考えていく場合、そのような社会資本整備が具体に如何に実施されるか、そのプロセスについても一定の知識が必要であろうし、既に実施されたプロジェクト事例は、上述のプロセス理解の面のみならず、そのプロジェクトで生じた具体の課題解決の方法も含めて、大いに参考になると考えられる。更には、実際に体験する ED においては、従来の言葉で言えば「計画」や「設計」などと称される行為を行うわけであるが、その設計や計画とは一体どのようなものであるかにつ

いての知識の必要性も考えられる。このようなことから、既往実施のプロジェクト事例を集成したものを準備するとともに、社会資本整備のプロセスの概要を示すもの、或いは分野によらない共通・一般の計画学(論)や設計学(論)にかかわるものの教材が想定され、その検討を行うとともに具体に一部の作成を行う。

尚、このような教育の現場においては、従来からの学のみでの対応は相当困難で、産（実社会）側の大いなる協力が必要と考えられるが、この点については今回の調査研究の対象とはしていない。

２）調査研究の方法･体制

コンサルタント委員会の中に、学（大学）及び産（コンサルタント、建設会社及び事業者）の委員からなる ED 教育研究小委員会を設け、主としてこの場で研究を進めることとした。この中にテーマに応じて以下の３つのグループ（WG）を編成した。

a.教育カリキュラム WG（主査；矢崎勝彦委員、他委員２名）

b.プロジェクト事例集 WG（主査；藤井利侑委員、他委員３名）

c. プロジェクト＆デザイン WG（主査；永野光三委員、他委員２名）

委員の名簿は別表に示す。以下に各 WG の活動について記す。

① 教育カリキュラム WG

ED 教育において育成･向上を図る ED 能力については、JABEE の関連での記述もある[*1]が改めて広くその内容について吟味を加え、更に実社会での各種評価も踏まえて、土木工学において、その扱う対象の特性から規定される ED 能力について整理を行った。又、ED 教育の主要な手段として考えられている PBL 演習におけるカリキュラムの基本的な構成について想定するとともに、先に整理した ED 能力がそのカリキュラムにおいて如何に育成されるかを検討した。併せて、その様な観点からカリキュラムの運用において留意されるべき事項や評価方法について整理した。

② プロジェクト事例集 WG

先ず、提示するプロジェクト事例によって何を伝えるかについて、昨年度の ED 教育 WG での検討を踏まえて再度明確化を図り、事例としての適格性を明確化するとともに、その要求に現実の制約の中で応えられる事例を、同 WG で収集していた全 52 例の事例集候補の中から選定した。選定した２事例に対して、具体にプロジェクト事例として以下の項目について記述した。

プロジェクト概要／プロジェクトの進行（調査・計画、設計･施工、運営管理）／プロジェクトの遂行にかかわる問題・課題とその解決策／プロジェクトの現状と評価／関連する教科目

③ プロジェクト＆デザイン WG

a. 社会資本整備プロセスに関して

このような内容の教育については必ずしも PBL 演習と一体で行われる必要はなく、広く土木工学～ED 教育の一環として早期に実施される可能性がある。ここでは、必ずしも PBL 演習と一体で行われることは要求しないが、主としてそれと一体的に行われることを想定して、大きくは、計画、実施及び供用の３段階に分けられる社会資本整備のプロセスの各段階における相当程度詳細な提示と、その各場面で実施される行為の内容をコンパクトに１枚に纏めた「社会資本整備プロセス概要」を作成することとした。これには以下の内容を盛り込むこととした。

概要／実務上の課題･留意点等／用語の解説／参考文献（例示）

b. 計画学(論)・設計学(論)について

社会基盤施設ごとの計画や設計については、各々の専門分野の教育で対応がなされている。それら

を一括りにした共通的な計画や設計の学(論)については必ずしも現状で広く研究や議論が重ねられてはおらず、学校教育の場でも教育内容として採りあげられていない状況と言えよう。このような教育がそもそも為されるべきかどうか、又、為されるべきとして如何に為されるべきかについては種々の議論があると考えられる。少なくとも PBL 演習と一体的に大いに教育されるべきであるということではないであろうが、例えば、演習の後に実際学生が行ったことの意味づけを行うことは相当の意味のあることと考えられる。ここでは、特に計画の学 (論)については参考になる図書の掲示に止め、特に設計について社会資本整備における特色やその課題等について整理･取り纏めを図ることとした。

３）広い議論の場の形成による研究の進捗の展開

先述のように本研究は、かなり絞った分野での展開としているが、問題・課題は極めて広く且つ多く存在している。これらについても何がしかの進展を図るべく、広い議論の場の形成を図ることとした。即ち、シンポジウムの開催と、全国大会での本テーマによる共通セッションの創設等である。

今回重点研究課題において連携・協働することは叶わなかったが、教育企画・人材育成委員会では会長特別委員会における課題である､技術者の育成と倫理規定の実践にかかわるタスクフォースが組織され、具体の施策が検討されている。その中で ED 教育にかかわって相当の研究が実施されることとなっていた。これを踏まえて、コンサルタント委員会と同委員会の共催の形でシンポジウムを開催して、広くこの問題を議論することとした。即ち、既にこの問題を直視した形で ED 教育を実践していたり、或いは類似の教育を行っている事例について紹介を求める一方、当初からその関係が意識されている JABEE におけるこの問題の認識や､特に工業高等専門学校の教育において ED 教育がどのように考えられるか等、（２）に述べた本質的課題も包含するものとして、シンポジウムを開催することとした。

又、同じく同委員会との連携の下、本課題研究期間の範囲外の時期となるが、平成１９年度の土木学会全国大会における共通セッションとして「エンジニアリング･デザインとその教育―創造と統合、その能力向上に向けて―」というテーマで新たなセッションを設けることを図った｡結果､採択され、本研究の成果として取り纏めたもの７編（これは本報告の中にも採録している）を含めて１５編の論文が提出されることとなった｡（別途、同全国大会の研究討論会の一テーマとして、教育企画･人材育成委員会が担当する「創造性と総合性を育むエンジニアリングデザイン教育の実現へ向けて」が採択されている｡）

尚、本重点研究課題にかかわる活動と直接の関係は無いが、学会誌の編集委員を兼ねる当小委員会委員の提案により、平成 20 年 3 月号の特集企画テーマとして ED 教育が採り上げられることとなった｡即ち､「エンジニアリングデザインって何？今なぜエンジニアリングデザイン教育なの？」（仮題）のもと、幅広くこの問題に対する議論が提示されることとなっている。

重点研究課題としての ED 教育にかかわる研究は、取り敢えずは平成 18 年度の一年を以って終了するが､先述のように重要で大きな課題は未だ議論が重ねられておらず､その効果ある実践に向けて、試行を含む本格的な調査研究はこれからであるとも言える｡本重点課題研究はその推進のための貴重な場を与えていただいたものと深く感謝する次第である。

尚、今回の高等土木教育における ED 教育に絞った検討でも、教材自体として２つのものの関係や教材と教育カリキュラムの関係など、その相互の深めあいなど多くの課題が残されており、今後の進展に期待するところが多い。

最後に、今後の展開の然るべき参考として、本重点研究課題の進行の中で教育企画･人材育成委員会とコンサルタント委員会の両委員長の間で合意された、ED 教育の研究に関する活動方針を次ページに示しておく。

＊引用文献

[*１] JABEE 国際シンポジウム「技術者教育とエンジニアリングデザイン」配布資料など、平成１６年１２月、

[*２]平成１７年度全国大会研究討論会「土木工学における Engineering Design 教育―産学協働によるこれからの技術者教育―」配布資料など

[*３]駒田他５名；社会基盤整備にかかわるエンジニアリング･デザイン教育における産学連携支援、平成 18 年度日本工学教育協会研究講演会

[*４]皆川、矢崎；土木工学におけるエンジニアリング･デザイン教育コンセプトについて、平成 18 年度全国大会･共通セッション「土木工学一般」

[*５]藤井、長谷川；土木工学におけるエンジニアリング･デザイン教育のための事例集の作成について、平成 18 年度全国大会･共通セッション「土木工学一般」

平成 19 年 2 月 7 日

エンジニアリングデザイン教育に関する学会活動の方針

コンサルタント委員会委員長　　日下部　治
教育企画・人材育成委員会委員長　　依田　照彦

（1） 共通認識

① エンジニアリングデザイン(以下、ＥＤと略す)能力を、「種々の科学、技術および情報を利用して社会の要求を解決するために、必ずしも解が一つでない課題に対して、種々の学問・技術を利用して、実現可能な解を見つけ出して行く能力」と定義する。
② ＥＤ教育の目的は、次世代をになう人材のＥＤ能力の育成にある。
③ ＥＤ教育の推進にあたっては、教育カリキュラムの見直しやプロジェクト事例集の作成だけでなく、教員の意識を変えることが大切である。

（2） 検討事項

① まず、ＥＤ教育に関する活動の基盤を整備する。ＥＤ教育は、高等学校、高等専門学校、そして大学・大学院等を対象とする。
② ＥＤ教育の基盤整備にあたっては、何のため教育するのか、何を教育するのか、どのように教育するのかなどを具体的に検討する。
③ 得られた成果をもとに、複数の教育機関でＥＤ教育の試行を行い、副読本の作成、ＥＤ教育のための学会提案、ＪＡＢＥＥへの情報提供などに結びつける。

（3） 活動方針

① 当面、分掌して活動を行う。教育企画・人材育成委員会のＥＤ教育プロジェクトチームは主として実施可能なＥＤ教育のカリキュラムの検討を担当する。コンサルタント委員会のＥＤ教育研究小委員会は主としてＥＤ教育に用いるプロジェクト事例集の作成を担当する
② 現在、分掌して活動している組織は、できるだけ早い時期に一つに統合し、教育企画・人材育成委員会の中の小委員会として活動を継続する。

（4） 活動計画

① 平成 18 年度は、ＥＤ教育研究小委員会とＥＤ教育プロジェクトチームが分掌して活動を行い、時に応じて合同会議を持つ。年度末の成果は、重点研究課題の成果として一つにまとめる。
② 平成 19 年度は、できれば数校でＥＤ教育の試行を行う。
③ 平成 20 年度以降、本格的にＥＤ教育の啓蒙、普及、支援を行う。

以上

コンサルタント委員会　エンジニアリング・デザイン教育研究小委員会

委員名簿

役職	氏名	勤務先名称
顧問	日下部 治	東京工業大学 大学院理工学研究科土木工学専攻 教授 (コンサルタント委員会委員長)
委員長	駒田 智久	日本技術開発(株)　顧問
委員	東 泰宏	(株)ドーコン 東京支店 技術部長
委員	浦瀬 太郎	東京工業大学 大学院理工学研究科土木工学専攻 助教授
委員	金 聲漢	日本技術開発(株) ﾘｻｰﾁ･ｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞ事業部 地下・地盤ｸﾞﾙｰﾌﾟ 地下・地盤ｸﾞﾙｰﾌﾟ長
委員	田中 弘	日本工営(株)　中央研究所付き副理事 (コンサルタント委員会幹事長)
委員	永野 光三	中央復建コンサルタンツ(株)　取締役東京本社長
委員	藤井 利侑	西松建設(株) 取締役 土木営業本部 企画技術部
委員	矢崎 勝彦	(株)三菱地所設計 都市環境計画部 部長
委員	山崎 剛	東電タウンプランニング(株)　代表取締役社長
WG委員	金子 俊之	(株)福山コンサルタント 東日本事業部都市設計部
WG委員	土方 聡	国際航業(株) 技術本部ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ担当部長
WG委員	三ツ江 匡弘	三ツ江環境意匠研究所　主宰

２．高等土木エンジニアリング・デザイン教育における PBL 演習

本調査研究は１．(３)に示したように、高等土木教育、しかもその後期において想定される PBL 演習にかかわって、ED 能力や対応するカリキュラム、或いはそこにおいて使用が想定される教材について検討するものであり、個別には３．以降でそれらを示すが、此処では、それらの前提となる PBL 演習の内容や対応する課題について全般的に示すものである。即ち、

① そもそも想定している PBL 演習の内容

② その PBL 演習実施上の下記の 3 つの主要な課題とその考察

- 演習題材の選定；教育面からの必要な属性と制約
- 必要な共通一般知識；社会資本整備プロセスや計画･設計とは何か
- 必要な学外者の支援；事前段階・演習場面におけるニーズと対応

これらは、次ページ以降に示す、全国大会講演論文

「高等土木エンジニアリング･デザイン教育としての PBL 演習とその課題」

に取り纏めている。

この論文では土木学会における ED 教育について若干のレヴューも含んでいるが、上記の共通一般知識の提示と併せて１．(3)の記述と若干の重複となっている事をお許しいただきたい。

高等土木エンジニアリング・デザイン教育としての PBL 演習とその課題

日本工営（株）　正会員　○田中　弘
日本技術開発（株）　フェロー会員　駒田智久

1. 土木学会のエンジニアリング･デザイン教育研究活動

エンジニアリング・デザイン(以下，ED と記す)という言葉がわが国で強く意識され始める一つの契機は 2004 年 12 月に開催された JABEE の国際シンポジウム「技術者教育とエンジニアリングデザイン」であろう．(社)土木学会では，翌年 2005 年 9 月の全国大会で，コンサルタント委員会が研究討論会テーマとして ED 教育を取り上げ [1]，同年 ED 教育 WG を発足させた．その成果は 2006 年全国大会共通セッション(土木教育一般)で報告されている．また，2006 年度には学会調査研究部門の重点研究課題の一つに選ばれ、著者らが参画するコンサルタント委員会の ED 教育研究小委員会および教育企画･人材育成委員会の ED 教育プロジェクトチームがそれぞれの役割を活かして活動し，その一部成果として 2007 年 2 月「ED 教育の実現に向けて」なる特別シンポジウムが開催されている [2]．

上記経緯が示すように，土木学会では「ED とその教育」テーマに関する研究を産学協力の姿勢で取組み始めているところであるが，わが国の将来を担う人材の育成，また，グローバル社会におけるわが国の国際競争力向上にも繋がる大きな教育テーマであるため，現状では以下のような多くの課題が未消化･未解決であり，今後，実践を含めて鋭意研究を重ねその解決を図っていく必要がある．

- ED とは何か? ED 能力とは? 今何故 ED 教育か?
- ED 教育の時期，内容，方法，誰が担うのか/担えるのか，また，実践成果の評価方法
- 一般工学教育としての ED～土木教育としての ED の関係
- 初･中等教育～高等教育の各々の ED 教育の関係

2. 産学協力による高等土木教育における ED 教育研究

高等土木教育における ED 教育では PBL 演習(project-based learning)が主体をなすと想定している．産(実務者)側からの参画が多いコンサルタント委員会が ED 教育テーマを重視する理由の一つでもある．以下では，高等土木 ED 教育における PBL の実現化に向けたコンサルタント委員会 ED 教育研究小委員会での議論をベースに，産学協力の視点に立った PBL 演習内容に関する現時点での見解と課題について整理する．

なお，本小文での土木工学における ED の定義としては，JABEE が想定しているものをベースにして，「社会的な課題に対してシステムなどを含むインフラストラクチャーの整備を通じて関連する知を統合することによってその解決策を見出すこと」としている．一般に言う計画や設計を含め，かつ施工計画やそれに対応する仮設設計なども含まれるものとしている．

3. PBL 演習の内容と課題

コンサルタント委員会 ED 教育研究小委員会で想定している PBL 内容の一つの具体案は次のようである．

- 対象，期間；学部 3 年生，通期（半期*2 クール）
- 授業時間数；半期に 1 回校時を 15 回程度，
- 形態；テーマ学習，グループ学習
- 要求内容；現地調査/アンケート調査などの教室外活動を含み，成果報告書の作成およびプレゼンテーションまでの作業を通じて，創造的かつ一定レベルの実施可能性のある成果を要求（事業費算出など）．

また，PBL 演習の主要な課題は次の 3 点である．

- 演習題材の選定；PBL としてふさわしい題材は何?
- 共通一般知識；演習題材に関連した，求めるレベルに応じた各分野の専門知識の他に，インフラ整備に係わるエンジニアリング・デザインとして成立するための共通一般的基礎知識も必要と考えられる．
- 学外者の支援；PBL とする観点から，産(実社会)側のいかなる支援をどのように学側に供給するのが良いか? また，その仕組みはいかに?

4. 演習題材の選定について

演習題材には，受講学生の視点に立った次の特性を具備していることが重要である，すなわち，学生の演

キーワード ；エンジニアリング・デザイン教育，土木教育，PBL，演習，産学協働，コンサルタント
連絡先 ；〒300-1259　茨城県つくば市稲荷原 2304　日本工営(株)中央研究所　Tel : 029-872-2000

習への自主的な取組みを助長するための特性である．

a)学生の興味・関心の度合いが高い．

b)社会的ニーズが高い．

c)複合性が有る．すなわち，相反的要素を含み，解が幾つも考えられる．

d)規模が巨大過ぎない．その時点の学生の知見から遥か遠くの高度なものを必要としない．

上記のうち a)と b)は関連性が強いと思われる．c)は本来的な目的からも是非とも備えておくべき特性である．d)については異論があるかもしれないが，先述のようにここで想定している演習では一定レベルの実施可能性を要求するものであり，創造性のみを期待する演習とは異なることから必要な特性に挙げた．

一方，教える側からの視点による特性もある．すなわち「教える側が自信を持って扱えるテーマでないと困る」というものである．これは学外支援の問題とも関連する．多く過程を学内対応とするならば，かなり限られた演習題材とならざるを得ないであろう．

また，演習題材の継続性の問題がある．同一題材を数年間反復活用する場合は，過年度成果との対比の形で考えを進展させることができ，評価も容易等のメリットがある．ただし，陳腐化させない工夫が必要．

5. 共通一般知識について

演習題材と関連した各分野の専門知識以外のもので，高等土木教育で必要とされる共通一般知識としては，社会資本整備のプロセスや，計画とは，設計とはどんなことかといったことの知識に関するものがある．

社会資本整備プロセスに関する学習ついては，社会資本の定義/社会資本の整備状況/社会資本整備の基本プロセス/ニーズの把握と事業化/各実施段階におけるプレーヤーとその役割分担/事業遂行の管理･マネジメント手法等がある．

我々はごく日常的に計画とか設計とかという言葉を用いる．しかしながら厳密な意味で，計画とは，設計とはと問われると答えるのに相当難しいものである．○○計画学や○○設計学という言葉は各処で用いられているが，対象の○○を外して一般的なものとすると必ずしも明瞭に言い尽くせない面がある．「学」であるのか「論」であるのかの議論さえあると言えるが，それらを含めての共有知識の必要性を痛感する．

これらの履修は必ずしも ED 教育としての PBL 演習と一体的に行われる必要はない．土木教育の中で比較的早期の段階から実施されることも想定できる．ただし，その場合の履修形態は知識伝達型の教育の中で行われることが想定される一方，そうしたタイプの履修法では知識吸収度合いが必ずしも良いとは期待しにくい．理想としては PBL 演習との関係付けの中で一体性をもって組み入れる方が効果的・効率的なものとなると考えられる．社会資本整備プロセスの場合などは，既往のプロジェクト事例を通じての学習が可能であり適切と考えられる．

6. 学外の支援について

事前準備段階と演習時におけるものに大別できる．

前者において，先ず，ED 教育の目的は ED 能力の向上にある．実社会においてエンジニアリング･デザインを実践してきた教育サイドの方々は現状においては必ずしも多くなく，その能力とは何かについて，多くを実社会側に期待せざるを得ないものと考える．

事前段階におけるもう一つの大きな協力は ED 教育支援教材の作成である．PBL 演習においては「プロジェクト事例集」の作成が想定され，また，共通一般知識についても，実践的な立場からの適切なテキストの作成が可能と考えられる．これらの教材的資料の具体化については，当共通セッションでのコンサルタント委員会 ED 教育研究小委員会関連の別途報告がある．

演習場面での協力についても二通りのものが想定される．一つは上記事例集の事例説明役である．題材の当事者であればその臨場感は相当のものが期待される．次に実際の演習場面では，教室内での相談相手や現地調査における良き訓練者/ファシリテータ役足りうるものと考えられる．ただし，学外担当者にとって実務と兼務でのこうした役割の対応は相当の負荷になることが既往の類似事例でも見られており，IT を活用した e-learning などでの対応も含めて，実践の中からその方法の摸索～洗練化が必要であろう．一方では多くの成熟したシビルエンジニアの存在もあり，その方々の有効な活用も視野に入れ，併せてセンター的な組織の設置や，学外支援者の選抜基準としての土木学会認定技術者資格の活用等も考えられるところである．

[参考文献] 1)土木学会コンサルタント委員会,教育企画･人材育成委員会(2007.2)；ED 教育特別シンポジウム資料,
http://www.jsce.or.jp/committee/kenc/sympo/エンジニアリング･デザイン教育特別シンポジウム資料集-1.pdf
2)土木学会コンサルタント委員会(2005.9)；土木学会平成 17 年度全国大会研究討論会「研-09」当日配布資料,
http://www.jsce.or.jp/committee/kenc/taikai/Taikai050907.pdf

３．エンジニアリング・デザイン能力とその向上のための教育カリキュラム

（１）概要

土木工学においてもエンジニアリング･デザインの必要性が論じられていることは既に述べたところである。その背景を考えると以下の点が挙げられる。

- 社会・経済情勢の変化、国民価値観の変化と多様化によって、社会が土木工学に求めるものが大きく変わってきている。
- 大学進学率の向上や大学進学時における土木工学科の人気の低下によって、学生の基礎学力が低下してきている。
- 土木工学においても技術の分化が進んでおり、現実に起きている複合的な問題に対応できる総合的技術が必要となってきている。
- 土木技術者においても国際的な競争力が求められており、国際的にも通用するマネジメント力などの技術向上が必要となっている。

このような状況に対応できる（社会が求めている）技術者を育てるためには、どのような教育が必要であるのか？また、必要な能力（エンジニアリング・デザイン能力）とはどのようなものであるのだろうか？

JABEE によると「エンジニアリング・デザイン能力には、問題設定能力、構想力、創造性、種々の学問・技術の統合化・応用能力、構想したものを図や文章、式、プログラム等で表現できる能力、経済性・安全性・倫理性・環境への影響等の観点から問題点を認識し、これから生じる制約条件下で解を見出す能力、継続的に計画し実施する能力、コミュニケーション能力、チームワーク力など多くの能力が含まれる」となっている。これらの能力は、工学分野に限らず社会科学分野や、また初等教育の総合学習における教育においても共通のものも含まれている。当WGでは、この共通する基礎的な能力を整理し、さらに土木工学が扱う分野の特徴を考慮し、土木工学におけるエンジニアリング・デザイン能力とは何かの検討を行った。

また一般的な技術者教育というものを考えると、大学等の高等教育機関で土木工学の基礎的学力、専門知識の習得を行い､社会に出てから企業内においてＯＪＴ等による実践的なスキルの習得がなされてきた。しかし、より高度な技術者を育成するためには、社会に出る前の時期において系統的なエンジニアリング・デザイン教育が行われることが望ましいと考える。したがって、当WGでは、高等教育機関の後期においてエンジンビアリング･デザイン能力の向上･育成を目的としたカリキュラムの考え方とその運用における留意点についての考察を行った。また、効果的に能力の向上を図るならば演習の評価が重要と考え、評価方法の考え方についても整理を行った。

以上の検討を年次学術講演会の報告論文として以下の二編にとりまとめた。

「土木工学におけるエンジニアリング・デザイン能力について」

「土木工学におけるエンジニアリング・デザイン能力向上のための教育について」

また、検討内容の詳細については、本報告文の「（２）土木工学におけるエンジニアリング・デザイン能力について」と「（３）教育カリキュラムについて」で述べる。

土木工学におけるエンジニアリング・デザイン能力について

国際航業㈱　　正会員　○土方　聡
㈱三菱地所設計　正会員　　矢崎勝彦

1．はじめに

エンジニアリング・デザイン能力（以下、E.D.能力とする）について，日本技術者教育認定機構（JABEE：Japan Accreditation Board for Engineering Education）における国際シンポジウム(2004年12月5日)では，次のように認識されている．『E.D.能力には，問題設定力，構想力，創造性，種々の学問・技術の統合化・応用能力，構想したものを図や文章，式，プログラム等で表現できる能力，経済性・安全性・倫理性・環境への影響等の観点から問題点を認識し，これらから生じる制約条件下で解を見出す能力，継続的に計画し実施する能力，コミュニケーション能力，チームワーク力など多くの能力が含まれる．』

ここで、土木工学におけるE.D.は，土木事業が持つ時空間規模が大きいなどの特徴から一般的なE.D.とは異なるアプローチも必要であると思われる．さらにその能力開発に当たっては，土木事業の殆どが実社会における実践の場に密着していることから，実務レベルの視点が重要となる．今までE.D.能力については様々な論文が発表されているものの、本稿は実務者の視点に主軸を置いてその能力に関する検討を試みた．

2．求められる基礎的なスキル(能力)について

E.D.能力を検討するうえで，大学教育などが求めている学生への基礎的なスキルについて検討を行った．

例えば、社会科学系の学生に必要な能力・スキルについてインターネットなどを検索すると，問題の本質を見極めるといった『問題発見能力』が重視されている．これは工学系において要求される基礎スキルとも本質的な部分で大きな差異はないと考えられる．

また，このような問題発見能力を重視した教育に関連することとして，文部科学省が制定した『総合的な学習の時間』が挙げられる．『総合的な学習の時間』は，学校が創意工夫を生かし，特色ある教育活動が行える時間．環境や情報、福祉など従来の教科をまたがるような課題に関する学習を行う時間として設けられ，各教科等の学習で得た個々の知識を結び付け総合的に働かせることができるようにするといった『知の統合』を目指している．さらにねらいとしては，(1)自ら学び，自ら考える力の育成と，(2)学び方や調べ方を身につけるといった，自ら課題を設けて学ぶといったことが重視されている．

従って，小・中学校から高等学校で行われる『総合的な学習の時間』の延長線上に，大学教育で行われるE.D.教育を位置付けることも可能でありこの中で問題発見能力は重要な位置と占めると考えられる．

以上，社会科学分野に求められる能力・スキル，近年，注目されている『総合的な学習の時間』の目的やねらいを踏まえたうえで，E.D.を構成するベースとなる基礎的なスキルは次のように設定できるのではないだろうか．

① 問題（問題とは期待と現状の乖離）の発見と課題の分類・体系化整理（センス・感性，論理性）
② 情報の適切な管理(集約・整理・分析)を基に創造性・先見性・判断力等によるロジカルな解決策の立案（情報管理，センス・感性，論理性）
③ 実行力・チャレンジ精神等による行動（行動）
④ プレゼンテーション・コミュニケーション等による実現化（周辺環境：対人関係）

ここで、上記のうち問題発見能力を例としてそれがどのようなスキルにより構成されているのかを体系的にイメージしたものを図1に示す。

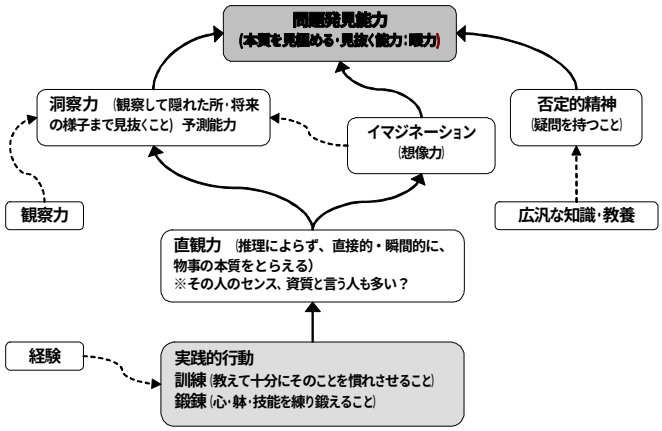


図1　基礎的なスキルの構成（案）
～『問題発見能力』を例として～

3． 土木工学が扱う分野の特徴について

前述した①～④項目をＥ.Ｄ.の基礎的なスキルとすれば土木工学における，所謂，シビルエンジアリングデザイン能力を，どの様に設定すればよいのだろうか.

この能力を設定するうえで，特に留意すべきこととして，土木工学が扱う分野の特徴を考える必要があると思われる. これは土木工学が実社会における実践（フィールド）を重視する学問であることから，その特徴に考慮する必要があると考えられる．そして、その特徴とは、換言すれば土木工学が扱う事業（土木事業）そのものの特徴と言っても間違いではないと考えられる．以下にその特徴を整理した.

(1) **時空間規模が大きい（その時代の文化・遺産として残存，歴史に残る．地図が変わる）**

土木事業は，人類に及ぼす影響範囲（時間・空間）が大きく長い．つまり，構築された施設等が長期間にわたり存在する．また，事業を計画・建築段階の期間も長期に渡る場合が多いため，長期に渡り，様々な評価に晒されることになる（個々の人の評価＋その時代々で評価される）.

(2) **一般的に公共性が高い（万人のため，人類のため）**

構築された施設により，地域住民等は無条件に影響を受けることになる（平等に影響を受ける）．よって，その事業の遂行に当たっては万人のため，次世代のためといった高い倫理観が要求されることになる.

(3) **様々な技術・知見を利用する**

土木事業は，自然科学から社会科学，そして経済まで包含するものであり，事業遂行に当たって直面する問題点・課題については，土木工学の技術分野のみでは解決できない．よって，これに携わる技術者には広範な知識と柔軟な発想が要求される.

(4) **組織的な行動が必要となる**

土木事業は, 総じてその規模が大きく, 様々な技術・知見が必要となるため一人の力では完成できないこととなりチームワークが必要不可欠となる．また，公共性が高いため，様々な段階でレビュー・合意形成が必要となり，人との関係構築といったことも重要なスキルとなる.

4． 基礎的なスキルの土木工学（分野）における展開

前述した①～④項目の基礎的なスキルをベースに前項３．で整理した土木工学が扱う分野の特徴を考慮してシビルエンジアリングデザイン能力といったことへ展開すると次のようになると考えられる.

A)社会のニーズを的確に捉えることのできる能力（基礎的スキル①に関連）

B）問題解決への全体像（方法，コスト，時間も含む）を描ける能力（基礎的スキル①，②に関連）

C)複合領域において他の工学領域や理学分野と土木工学との関係を体系的に認識でき，問題解決へ向けて有機的に結び付けることができる能力（基礎的スキル②，④に関連）

D）土木工学と社会の関係を認識，かつイマジネーションできる能力（基礎的スキル①，②に関連）

E）理論と現実の乖離を認識し，実現可能な解決策を導ける能力（基礎的スキル②，③に関連）

F)チームワークを中心とした問題解決へのアプローチ（基礎的スキル④に関連）

G）倫理観･使命感を持っていること

以上、基礎的なスキルをベースとして土木工学の特徴や土木技術に関する基礎知識を加味して構成される土木工学におけるＥ.Ｄ. 能力は次図のように整理できるのではないかと思われる.

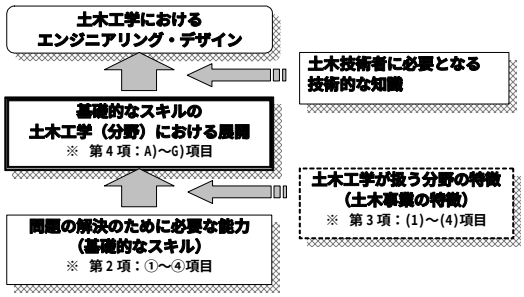


図２ 土木工学におけるエンジアリングデザインの構成

5． おわりに

高等土木教育におけるＥ．Ｄ．能力の開発については土木工学が実社会を中心とした実践の学問であることから実務レベルの要請を反映させることが重要であると思われ、本稿をそのような意識のもとに作成した.

将来に渡り優良なインフラを提供し続けることが土木技術者の使命であることを踏まえると，今後も官産学が一体となって能力開発を充実化させていくことが必要であると考えられる.

参考文献：１）土木学会コンサルタント委員会・教育企画・人材育成委員会（平成 19 年 2 月 7 日）; エンジニアリング・デザイン教育シンポジウム　資料集
http://www.jsce.or.jp/committee/kenc/Sympo-00.htm

土木工学におけるエンジニアリング・デザイン能力向上のための教育について

㈱三菱地所設計　　正会員　○矢崎勝彦
国際航業㈱　　正会員　　土方　聡

１．はじめに

いくつかの土木工学系の高等教育機関で問題解決型の教育が実施されており，また土木学会においてもコンサルタント委員会と教育企画・人材育成委員会でエンジニアリング・デザイン教育の調査研究が実施されている．そのような状況の中，コンサルタント委員会では，土木工学が扱う事業は社会や自然環境に密着しており，エンジニアリング・デザイン能力向上のためには実務者レベルでの視点も重要との考えから，小委員会においてその教育カリキュラムの基本的な考え方の検討を行っている．以下にその検討内容の骨子を述べる．

なお，実施にはある程度の専門的知識が必要との考えから，大学 3 年次での PBL 演習での適用を想定した．

２．演習におけるカリキュラムについて

「社会ニーズを的確に捉える能力」「実現可能な解決策を導ける能力」「チームワークによる問題解決アプローチができる能力」等の土木工学におけるエンジニアリング・デザイン能力の特徴[1)]を踏まえ，効果的に能力向上を図るため，教育カリキュラムを次の 4 つのステップに分けて考えた．（図 1 参照）

① 準備

カリキュラムを効果的に実施するためには，演習を実施する前に，エンジニアリング・デザインの考え方，目的などの概論や演習を実施する上でのルール，制約等の説明を行い，十分に理解を深める必要があると考えた．対象となる基礎的なスキル[1)]の例として，計画性・論理性・情報分析管理能力等が考えられる．

② 問題の発見・課題設定

“ 問題 ”をニーズと現状のギャップと考えると“ ニーズと現状を的確に把握し ” そして “ そのギャップを埋める（問題解決）ためには何が課題であるか ” を探し出す必要がある．この “ 問題の発見と課題の設定 ” が，その後の作業ボリュームや方向を決定づけるため，重要なステップと考えた．対象となる基礎的なスキルの例として，問題発見力・創造性・判断力・柔軟性・論理性・先見性等が考えられる．

③ 解決策の立案

このステップは作業量も多く，作業時間も長くなる．また，様々な資料を調査検討し，それを効率的に整理するスキルも求められる．なお，基本的な検討（考え方，方向性の検討），具体的な検討（計画），もしくは詳細な検討（設計）の 2〜3 ステップに分けて，段階的に実施すると作業が理解しやすく効率的と考えた．対象となる基礎的なスキルの例として，情報分析管理能力・チームワーク力，チャレンジ精神等が考えられる．

④ プレゼンテーション

問題解決のためには，利害関係者への説明や他分野との協働が必要となる．また実社会では，計画を実現するためには関係者に納得してもらわなければならない．そのためにも効果的なプレゼンテーションが重要と考えた．対象となる基礎的なスキルの例として，コミュニケーション能力，プレゼンテーション能力，論理性等が考えられる．

３．効果的なカリキュラムの運用について

エンジニアリング・デザイン教育の目的は “ その能力の育成 ” である．したがって実際に経験することが学習する上で最も効果的であると考えた．また “ 何かを創り出す ” ということは “ 失敗の連続 ” であり，その失敗を経験することによってエンジニアリング・デザイン能力である判断力，構想力，チャレンジ精神などが育成されると考えた．

この考えに基づき，カリキュラムを効果的に運用していく上で留意すべきことは，以下に示す 4 項目である．

キーワード　エンジニアリング・デザイン，能力向上，プロセス，アドバイス，複数の解決方法，評価
連絡先　〒100-0005 東京都千代田区丸の内 3-2-3　㈱三菱地所設計 都市環境計画部　TEL:03-3287-5748

① 結果ではなくプロセスを重視すること

エンジニアリング・デザインとは“正解を見つけ出すこと”でなく,“解決策をつくり出す（成解）”ことである[2)]．したがってどのような道筋で解決策を見出したのか,またその論理に問題がないかなど,解決策に行き着いた過程が重要と考えた.

② 適正なアドバイスがあること

学生の主体的かつ自主的な行動が重要であり，これを支援するためには教える側からの適切なアドバイスが必要となる．一見取るに足らない発想であっても，重要な着眼点を含んでいることがある．自ら考え，そのことを気付かせるアドバイスが必要である．そのためにも教える側に実務経験の豊富な技術者の参加も有効であると考えた.

③ 複数の解決方法があることを理解すること

自ら十分に考えたならば，能力育成の一定の効果は期待できる．しかし，現実の社会では価値観，解決アプローチ，解決策は必ずしも一つではない．このことを理解させるとともに，別の解決法を理解することによって，発想方法に広がりを持たせることを期待できると考えた.

④ 適正な評価が行われていること

この教育カリキュラムを効果的に運用するためには,適正な評価とそのフィードバックが必要である.しかし正解ではなく，そのプロセスを重視するエンジニアリング・デザイン教育では，この評価が極めて難しい.評価の考え方については次項に整理した.

４．評価の考え方について

エンジニアリング・デザイン教育カリキュラムに関する評価としては，スキルの習得度に対する評価（能力評価）と問題解決の達成度合いに対する評価（成果評価）の 2 つが考えられる．この評価については，現在様々な視点から検討を行っているところである．その一案として，前者の能力評価については，具体的な各々の能力についてチェック項目を設け（表 1 参照），Yes，No で評価判定することが考えられる．また後者の成果評価については，提案された解決策において，解決していく道筋が適正か，説明が明快か，説明内容に十分な根拠があるかなどの評価によることが考えられる.

５．おわりに

土木工学系以外の工学や社会科学系の分野においても，問題発見・解決型の教育の必要性が叫ばれており，既にいくつかの大学や大学院で実施されている．どのような領域においても，今後ともこの傾向は強まるものと考えられる．土木工学が扱う分野では，社会的ニーズに対しての成立可能な解決策が求められており，そのためにも教育機関側と産業界や行政側の技術者との協働による教育カリキュラム作成の必要性が高まっている．今後ともこの研究が大いに進むことを期待している.

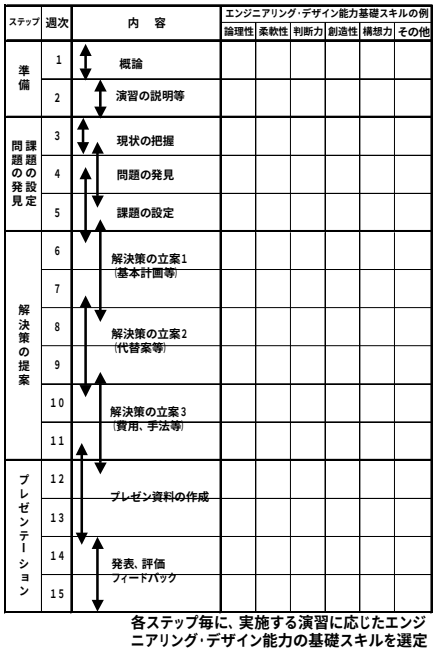


図 1　教育カリキュラムとエンジニアリング・デザイン能力の基礎スキルとの関係

表 1　評価チェック項目の例

	チェック項目の例	Yes	No
判断力	他の意見に追従していないか？		
	冷静であるか？		
	判断材料は適切か？		
	情報は整理されているか？		
	判断基準は明確か？(説得性はあるか)		
	速やかに次のステップに進む行動をとっているか？		

参考文献

1)土方聡他:土木工学におけるエンジニアリング・デザイン能力について,土木学会第 62 回年次学術講演会（投稿中）

2)土木学会コンサルタント委員会,教育企画･人材育成委員会（平成 19 年 2 月 7 日）:エンジニアリング・デザイン教育シンポジウム資料集

http://www.jsce.or.jp/committee/kenc/Sympo-00.htm

（2）土木工学におけるエンジニアリング・デザイン能力について

1）エンジニアリング・デザイン能力について

これからは今まで以上に、問題の本質を見極め、その解決のために自ら考え行動できる技術者が求められている。この能力は土木技術者に限定したものではなく、すべての技術者共通の能力（これは工学以外の分野についても同様のことが言えよう）と考えられる。現実の社会において問題を解決するということ、またそのために必要な能力は次に示すようなものと考えられる。

- **問題（問題とは期待と現状の乖離）の発見と課題（解決への方策）の設定**
  能力として、問題発見力、課題設定力、先見性、論理性等
- **創造性・チャレンジ精神・先見性・判断力等による解決策の立案**
  能力として、創造性、判断力、計画性、柔軟性、構想立案力等
- **実行力・コミュニケーション・チームワーク等による行動**
  能力として、実行力、チームワーク力、工程管理能力等
- **プレゼンテーション・コミュニケーションによる実現化**
  能力として、プレゼンテーション力、コミュニケーション力等

この考え方は、初等教育における総合学習的な問題解決型教育と共通している点もあり、その能力は各分野において共通的、基礎的なものといえる。

2）土木工学が扱う分野の特徴について

土木工学におけるエンジニアリング・デザイン能力を考えるにあたって、土木工学が扱う分野の特徴を考える必要がある。その特徴は以下のとおりである。

- **長期間にわたる**
  土木工学が扱う社会基盤施設（一般的にはハードな施設をさすが、場合によってはソフトシステムを扱うこともある）は計画から建設・供用するまでの時間が長い。また供用後においても長期間にわたりその場所に存在し続けることが多い。
- **影響範囲（時間・空間）が大きい**
  そのため、社会や周辺環境に対して大きな影響を及ぼすこととなる。
- **無条件に影響を受ける**
  施設のある地域の住民は、自己の意識とは関係なくその施設から影響を受ける。
- **評価が一方的とはならない**
  また問題が共有されていても立場、見方によって求める解は大きく違い、それはトレードオフの関係となっている場合も多い。
- **土木工学の分野のみでは解決できない**
  近年は社会ニーズの高度化、価値観の多様化により、施設をつくることによる量の充足ではなく、施設をつくることによってどのような価値が創出されるかが重要となっている。このことは、土木工学が扱う専門領域のみでは、真の社会ニーズに対応することが出来なくなりつつあることを意味している。
- **倫理的な解決方法が求められる**
  談合問題など建設業界に対して社会の見る目は厳しいものがある。また、プロジェクトを進める上で、多数の利害関係者の合意をとる必要があるため、公平・公平性が求められている。さ

らに、社会基盤施設は自然環境や社会構造を大きく変える力を持ち、また歴史、文化という観点からもその存在感を持つ場合がある。したがって、それに携わる土木技術者には高い倫理観と使命感が求められる。

3）土木工学におけるエンジニアリング・デザイン能力について

以上のことを考慮すると、土木工学の分野におけるエンジニアリング・デザイン能力は、主に以下のものと考えられる。

- **社会のニーズを的確に捉えることのできる能力**
- **問題解決への全体像（コスト、時間も含む）を描ける能力**
- **土木工学以外の複合領域においても土木工学との関係を体系的に認識でき、問題解決へ向けて有機的に結び付けることができる能力**
- **土木工学と社会の関係を認識できる能力**
- **理論と現実の乖離を認識し、実現可能な解決策を導ける能力**
- **倫理観・使命感を持っていること**

これらの能力は「(2)エンジニアリング・デザイン能力について」で述べた基礎的な能力（問題発見力、先見性、論理性、創造性、判断力等）で構成されると考えられる。

4）エンジニアリング・デザイン能力以外で土木技術者に必要な知識について

また、演習ではより専門的かつ具体的な事項を扱うことを想定しているため、以下に示す専門知識も必要と考える。

- **基本的な土木工学（及び周辺学問領域）の理解**
- **基本的な情報技術の理解**
- **環境への理解**
- **社会資本そのものの理解**

ただし、演習対象、教育実施年次によっては専門知識の必要レベルは異なってくる。

以上の考察をもとに、土木工学におけるエンジニアリング・デザイン能力とその教育の考え方をまとめると図-3.1 のようになる。また「必要なエンジニアリング・デザイン能力の体系化」と「その解説と評価の視点」の試案を表-3.1.1～2、表-3.2.1～5 に示す。

土木工学におけるエンジニアリング・デザイン教育

【問題の解決のために必要な能力：基盤スキル】

① 問題（問題とは期待と現状の乖離）の発見と課題の分類・体系化整理（センス・感性、論理性）
② 情報の適切な管理(集約・整理・分析)を基に創造性・先見性・判断力等によるロジカルな解決策の立案（情報管理、センス・感性、論理性）
③ 実行力・チャレンジ精神等による行動（行動）
④ プレゼンテーション・コミュニケーション等による実現化（周辺環境：対人関係）

《基盤スキルの土木工学（分野）における展開》

- 社会のニーズを的確に捉えることのできる能力（基盤スキル①）
- 問題解決への全体像（方法、コスト、時間も含む）を描ける能力（基盤スキル①、②）
- 複合領域において他の工学領域や理学分野と土木工学との関係を体系的に認識でき、問題解決へ向けて有機的に結び付けることができる能力（基盤スキル②、④）
- 土木工学と社会の関係を認識、かつイマジネーションできる能力（基盤スキル①、②）
- 理論と現実の乖離を認識し、実現可能な解決策を導ける能力（基盤スキル②、③）
- チームワークを中心とした問題解決へのアプローチ（基盤スキル④）
- 倫理観・使命感を持っていること

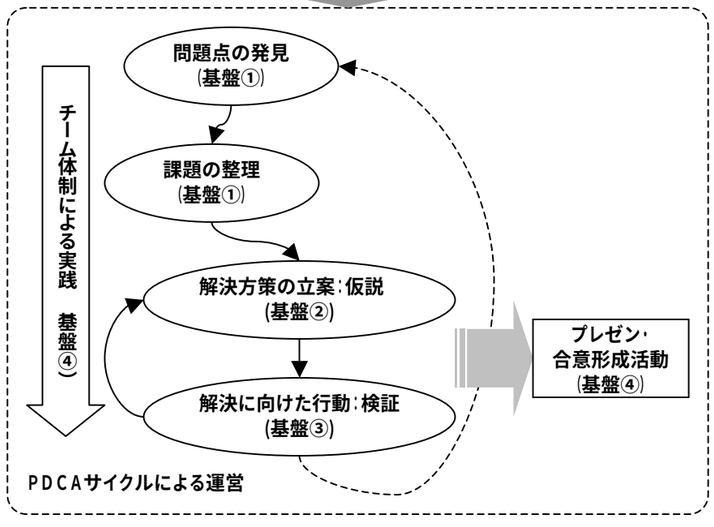
【土木技術者に必要となる知識：知識】

① 基本的な土木工学（及び周辺学問領域）の理解
② 基本的な情報技術の理解
③ 環境への理解
④ 社会資本そのものの理解

反映

反映

フローとして
イメージすると



【教育方法に関するメモ】

ＯＪＥ（On the Job Education）

研究・プロジェクトに関連した実践的能力を仕事を介して学びます。企画，立案から問題解決まで自己完結を行う教育体系として，次の３つの柱に基づく。

① **課題設定，問題点分析・調査**
自ら積極的に現場調査や，企業訪問，工場見学等を行い，企画力・問題分析能力を養う。

② **チームネットワーク構成力**
少人数グループで期間内での討論や役割分担を通じて，リーダーとしての素養を育成する。

③ **発表・コミュニケーション能力**
発表・評価を介して，自己分析力や質問力，論理的な判断力と表現力の向上を目指す。

阪大院工学研ビジネスＥ HP より

【土木工学が扱う分野の特徴：土木事業の特徴】

(1) 時空間規模が大きい（その時代の文化・遺産として残存、地図に残る、地図を変える）
- 影響範囲（時間・空間）が大きく・長い
- 構築された施設等が長期間にわたり存在する
- 計画・建築段階の期間も長期に渡る場合が多い
- 建設が開始されると中途変更・中止が難しい
- 様々な評価に晒される（個々の人の評価＋その時代々で評価される）

(2) 一般的に公共性が高い（万人のため、人類のため）
- 地域住民等へ無条件に影響を受ける（平等に影響を受ける）
- 高い倫理観が要求される

(3) 様々な技術・知見を利用する
- 土木工学の技術分野のみでは解決できない

(4) 組織的な行動が必要となる
- 規模が大きく、様々な技術・知見が必要となるため一人の力では完成できない。
- 公共性が高いため、様々な段階でレビュー・合意形成が必要となる。

図-3.1 土木工学におけるエンジニアリング・デザイン能力とその教育（案）

表-3.1　必要なエンジニアリング能力の体系化(案)

	スキル区分	スキル項目	解説	教育方法のイメージ	備考（スキルを構成する要素等）
基盤	感性・センスに関連するもの	☆問題発見能力	（現在から将来に渡って）問題の本質を見抜き、真のニーズを把握する能力。問題の解決のため何をするべきかイメージする能力	**個人WG作業（OJE 方式）** 教材：問題掘り下げ型のプロジェクト事例など ・　見かけの問題と本質的な問題への展開 ・　誰がいつどの時点でどんな判断をしたか？ ・　本質的な問題点の発見と最重要課題に対する個々の熟慮・考察 [学習成果案] 問題点・課題・解決の見通しメモ（個々に作成）	洞察力、イマジネーション（想像力）、直感力、創造力、予測・推理能力、バランス感覚、否定的精神（ものの見方に対する多様性・多面性を理解し、多角的な視点がベース）、柔軟性、発想力、独創性、オリジナリティ、客観性、先見性
		創造性	様々な知識や経験を踏まえ、新たなもの・価値をつくりだす能力、自らの考えで新しいモノを作り出す能力		
		判断力	多くの情報から真偽・是非を見抜き、やるべきことを決めることができる能力		
		☆構想立案能力	問題のレベルを直感的に把握して問題解決に向けた対応の全貌を俯瞰（イメージ）できること。⇒絵に描けること。		
	情報管理に関するもの	☆整理・集約能力（課題設定能力）	情報を整理し、ある視点に基づいて集約・体系化できる能力、現状把握能力	**グループWG作業（OJE 方式）** 教材（上記のメモなど）を基にした問題点・課題の分析（ＫＪ法）と整理、意見交換など [学習成果案] 問題点・課題の整理リストの作成とりまとめ（意見集約）	とりまとめ能力、分析、集約・編成能力、整理・分類・体系化能力、事務処理能力、現状把握力、分析能力、
		情報分析・管理能力	能動的かつ効率的に情報を収集し、目的に沿った分析を行う能力		几帳面さ、リスクマネジメント、先見性、予測能力、論理的思考、客観性、現状把握能力、分析力、柔軟性、整理・分類能力
		工程管理能力	目標を達成するための工程を管理する能力	WG工程表計画・チェック箇所の作成(作業フロー図) [学習成果案] WG作業工程・フロー（IPO 図）作成：WG実施計画書	段取り能力、几帳面さ、工程管理、先見性、予測能力、客観性、現状把握能力、柔軟性、経済性管理
	論理性に関するもの	☆論理的思考能力	物事を整理・検討するうえで、筋道立った論理的な思考を行うことができる能力	**グループWG作業（OJE 方式）** 教材を基にした問題・課題の分析（ＫＪ法）と整理から解決方針・具体的方策の意見交換 [学習成果案] 問題解決に向けたロードマップ案の作成（全体構想）	論理性（三段論法、演繹・帰納法、次元概念）、計画性、客観的な視点、起承転結、知識欲、ねばり強さ、忍耐力、ロジカルな組立て、予測・推理能力、イマジネーション、デザイン力
		計画性	目標を達成するための道筋、手段・方法、リスクなどを綿密に検討し、目標達成のためのプロセスを構築する能力		
	行動に関するもの	☆実行力・行動力、	物事を躊躇なく実行・行動に移すことができる。どんな状況でも確実かつ着実に物事を進めていく能力。	**グループWG作業（OJE 方式）** 問題解決に向けた行動計画の立案・作成 [学習成果案] WG実施計画書の作成とりまとめ	フットワーク、集中力、主体性、働きかけ力、勇気、気力、ストレスコントロール力、状況把握能力
		チャレンジ精神	新しいこと、困難と予想されることに怯まず積極的かつ主体的に実行しようと思う気持ち		挑戦性、主体性、
	周辺環境（主に対人関係）に関するもの	☆チームワーク力（人的資源管理）	ある集団を構成する一人ひとりが強固に団結し、相互協力しあいながら、大きな力を発揮する集団活動のこと	**グループWG作業（OJE 方式）** WG 実施計画書に基づく学習の実践。 これをチェックするための、定期的な打合せ・ミーティングなどの実施 [学習成果案] ミーティング議事録の作成 報告書の分担・作成 とりまとめ結果に関する説明会・説明会資料の作成	リーダーシップ、協調性、素直さ、規律性、柔軟性、傾聴力、発信力、責任感、人的資源管理能力、調整能力、折衝能力、交渉能力
		コミュニケーション能力	他人との意志の疎通を上手に図ることができる能力、発信、受信能力。		発信力、傾聴力、親和性、ストレスコントロール力、話術、表現力、調整能力、交渉（折衝）能力、説得力、意志疎通能力、表現力、合意形成能力、デザイン性、説明能力、積極性
		プレゼンテーション能力	仕事の成果報告やプロジェクト提案などにおいて必要とされる技術		
		柔軟性・許容能力	周辺環境の変化等に対して柔軟に対応出来る力		素直さ、客観的視点、協調性
	倫理に関するもの	☆倫理観	善意の基準として守るべき事項。守るべき法律やルール（規則）をきちんと守っているのかということ。	先駆的・偉大な技術者の伝記映画、読書会など (廣井勇、青山士、田邉朔郎等、内外の土木技術者) [学習成果案] 倫理観：レポート作成 規則：WG作業のルール設定：WG実施計画書	誠実さ、公平性、バランス感覚、規律性、自己管理能力、克己心、妥当性、公益確保、博愛・献身
知識	基礎的な知識に関すること	基本的な土木技術の理解	土木技術に関する基礎的な知識の習得・理解	講義形式（座学）	土質・地盤工学、構造力学、材料力学、数学、基礎科学、エンジニアリング・サイエンス、芸術、マネジメント、
		土木技術の応用分野の理解	土木技術に関する応用分野の知識の取得・理解	講義形式（座学）＋現場見学会	道路・交通、河川・砂防、港湾・空港、都市、海岸、情報システム（ＣＡＬＳ）、空間情報技術、発想力
		情報技術の理解と活用	情報通信技術について理解するとともに、土木事業へ積極的に利用すること	講義形式（座学）	情報システム、標準化、空間情報技術、I/N、データベース、I/F 標準
		環境への配慮	環境に関する問題意識醸成のための知識の習得・理解	講義形式（座学）＋現場見学会	環境白書、アジェンダ２１、地球温暖化、地球環境、共生・共存、環境影響評価、ミティゲーション

※　上表の知識習得については、本カリキュラムでは原則として対象外とする。

表-3.2.1 必要なエンジニアリング能力の解説と評価の視点(案)　その１

	スキル区分	大項目	定義	キーワード(要素スキル)	解説･評価の視点(チェックポイント)	備考
基盤	感性･センスに関連するもの	問題発見能力	(現在から将来に渡って)問題の本質を見抜き、真のニーズを把握する能力。問題の解決のため何をするべきかイメージする能力	洞察力、イマジネーション(想像力)、直感力、創造力、予測･推理能力、バランス感覚、否定的精神(ものの見方に対する多様性･多面性を理解し、多角的な視点がベース)、柔軟性、発想力、独創性、オリジナリティ、客観性、先見性	最も効果的な成果を得るためには、まず問題(期待と現状の乖離)の掘り下げを行い、真のニーズを把握することが必要不可欠である。特にシビルの分野が対象としている社会基盤施設やシステムは、簡単にはつくり替えることが難しいため、問題点を正しく把握することが重要となる。その能力教育の具体的なチェック項目は以下の通りである。 1.　問題を現象だけ見て、表面的に捉えてないか？ 2.　問題を多面的に捉えているか？(問題がないと思われる範囲まで検討を行っているか？) 3.　問題の全体像を捉えているか？(社会全体の中での位置づけがなされているか？) 4.　全体を見ているのと同時に、現地の一市民の立場でも、ものごとを捉えているか？(全ての市民が同様に同じ問題点を共有していない場合があることを理解しているか？) 5.　なぜそれが問題点かの説明が論理的か？(問題解決の道筋がつくれるか？) 6.　また問題の原因を遡り検討しているか？(因果関係を把握しているか？) 7.　固定観念、前例、常識にとらわれていないか？	
		創造性	様々な知識や経験を踏まえ、新たなもの･価値をつくりだす能力、自らの考えで新しいモノを作り出す能力		過去の社会基盤整備においては基準に則り効率的なものが必要とされていたが、現在は標準的や前例に基づく考えでは解決できない困難な多く課題が発生している。それを解決するためには「創造的な発想や手法」が強く求められる。その能力教育の具体的なチェック項目は以下の通りである。 1.　真の解決策が提案されているか？ 2.　実現性は高いか？ 3.　創意工夫はあるか？	
		先見性	将来を見通す力		今後の社会基盤整備においては、社会、経済、環境等が複雑に関係し、単なる数値的な解析だけではものごとの予測、判断が出来ない場合が多い。したがってこの先見性が有用な能力の一つとなる。その能力教育の具体的なチェック項目は以下の通りである。 1.　前例にこだわっていないか？ 2.　部分ではなく全体を見ているか？ 3.　適切な情報を収集し理解しているか？ 4.　データや予測値のみによるのではなく、因果関係や経験により将来(結果)を見ているか？	
		構想立案能力	問題のレベルを直感的に把握して問題解決に向けた対応の全貌を俯瞰(イメージ)できること。⇒絵に描けること。		問題の本質を把握したうえで、解決方策などをイメージし、具体的にそれを行った場合の期間･労力･コストなどをイメージし描画できる能力。 1.　全体的な構想に具体性があるか？ 2.　大所高所からものを見ているか？ 3.　対策に関する構想のバランスがとれているか？	
		判断力	多くの情報から真偽･是非を見抜き、やるべきことを決め実行できる能力	傾聴力、直観力、決断力	社会基盤整備においては、あらゆる段階で多くの選択肢が発生し、その都度適切な判断が求められる。また限られた時間内でものごとを進めなければならず、チームを動かすときにもこの判断力が求められる。その能力教育の具体的なチェック項目は以下の通りである。 1.　他の意見に追従していないか？ 2.　冷静であるか？ 3.　判断材料は適切か？情報は整理されているか？ 4.　判断基準は明確か？(説得性はあるか？) 5.　すみやかに次のステップに進む行動をとっているか？	

表-3.2.2 必要なエンジニアリング能力の解説と評価の視点(案)　その２

	スキル区分	大項目	定義	キーワード(要素スキル)	解説･評価の視点(チェックポイント)	備考
基盤	情報の管理に関するもの	整理･集約能力(課題設定能力)	情報を整理し、ある視点に基づいて集約･体系化できる能力、現状把握能力	とりまとめ能力、分析、集約･編成能力、整理･分類･体系化能力、事務処理能力、現状把握力、分析能力、	問題の発見が適切であったとしても、具体的な解決まで進まなければ工学という立場を考えると意味を持たない。そのためには適切な課題が設定されなければ解決への道筋も見えず、効率的･効果的なチームワークも生まれない。その能力教育の具体的なチェック項目は以下の通りである。 1.　複数の課題が設定されており、それぞれの関係が整理されているか？ 2.　必要な情報は正しくかつ整理されているか？ 3.　多くの視点が存在するか？ 4.　解決のシナリオを描くことが出来るか？ 5.　作業の途中で発生する新たな課題に対して、設定された課題の中に適切に取り込むことが出来ているか？ シビルエンジニアリングの分野では、事業･業務を進めるため収集した情報を体系的に整理し、効果的に利活用を行うため様々な視点から情報を分析する能力が必要となる。その能力教育の具体的なチェック項目は以下の通りである。 1.　情報分析の方法について検討･吟味しているか？ 2.　収集した資料について分析を念頭においた分類･整理を行っているか？ 3.　資料の流用に当たって著作権など、法的な理解があるか？ 4.　様々な視点で分析を行っているか？	
		情報分析･管理能力	能動的かつ効率的に情報を収集し、目的に沿った分析を行う能力	几帳面さ、リスクマネジメント、先見性、予測能力、論理的思考、客観性、現状把握能力、分析力、柔軟性、整理･分類能力	シビルエンジニアリングの分野では、事業･業務を進めるために様々な情報が必要となり、これらの情報を効率的に収集･整理し、効果的に利活用を行う能力が必要となる。その能力教育の具体的なチェック項目は以下の通りである。 1.　情報の収集目的、情報の範囲、その他情報との関連性等を理解して収集のためのデザインを行っているか？ 2.　収集した資料について利活用を踏まえた効率的な分類･整理を行っているか？ 3.　資料の流用に当たって著作権など、法的な理解があるか？ 4.　自分以外の人が利用することに配慮した収集方法･整理となっているか？	
		工程管理能力	目標を達成するための工程を管理する能力	段取り能力、几帳面さ、工程管理、先見性、予測能力、客観性、現状把握能力、柔軟性、経済性管理	シビルエンジニアリングの分野はもとより、様々な分野において、計画を立案し、目標達成に向けて行動する場合、計画通りに物事が進んでいるか否か、確認し、うまく進んでいないようであれば、その原因を追及、改善し、場合によってはスケジュールの見直しなど適切な管理が必要となる。その能力教育の具体的なチェック項目は以下の通りである。 1.　スケジュールと実際の工程についての差異を常に把握しているか？ 2.　予定と実工程との差異の大きさ毎に対応策を準備しているか？ 3.　実行のプロセス(フロー)を理解しているか？	

表-3.2.3 必要なエンジニアリング能力の解説と評価の視点(案)　その３

	スキル区分	大項目	定義	キーワード(要素スキル)	解説･評価の視点(チェックポイント)	備考
基盤	論理性に関するもの	論理的思考能力	物事を整理･検討するうえで、筋道立った論理的な思考を行うことができる能力	論理性(三段論法、演繹･帰納法、次元概念)、計画性、客観的な視点、起承転結、知識欲、ねばり強さ、忍耐力、ロジカルな組立て、予測･推理能力、イマジネーション、デザイン力	シビルエンジニアリングの分野はもとより、技術者において事業･業務を進めるうえで論理的な思考は必要不可欠である。その能力教育の具体的なチェック項目は以下の通りである。 1．理論展開において整合性が図れているか？ 2．次元(ユニット)の異なる理論展開になっていないか？ 3．ストーリー展開に論理性があるか？ 4．客観性が確保されているか？	
		計画性	目標を達成するための道筋、手段･方法、リスクなどを綿密に検討し、目標達成のためのプロセスを構築する能力		シビルエンジニアリングの分野はもとより、様々な分野において、目標を立てそれを達成するためには、計画を立案することが必要となる。計画立案に当たっては、目標を達成するための手段･方法の検討やリスク分析などを行い、限られた期間のなかで達成するためのプロセスを構築する必要がある。その能力教育の具体的なチェック項目は以下の通りである。 1．計画を実行する場合の実現性･具体性は確保されているか？ 2．リスクに対する対策が立案されているか？ 3．無理のないスケジュールとなっているか？ 4．実行のプロセス(フロー)に矛盾がないか？ 5．それぞれの段階の作業量を把握し、それを踏まえた対応策(人的資源、所要時間等)になっているか？	
	行動に関するもの	実行力･行動力	物事を躊躇なく実行･行動に移すことができる。どんな状況でも確実かつ着実に物事を進めていく能力。	フットワーク、集中力、主体性、働きかけ力、勇気、気力、ストレスコントロール力、状況把握能力	一般的に社会基盤施設やシステムを構築する場合、コスト、環境問題や多数の利害関係者の存在など解決困難な問題が多く介在していることが多い。そのため問題解決のためには、この実行力が必須となる。 その能力教育の具体的なチェック項目は以下の通りである。 1．計画的であるか？ 2．目的は明確であるか？それがチームで共有されているか？ 3．仮説に対する説得力はあるか？ 4．具体的な(次のステップに繋がる)指示、行動判断が出来るか？ 5．前ステップをベースに次のステップへ進む(段階的な進行)ことが出来るか？ 6．時間感覚(スケジュール感覚)があるか？ 7．現段階でやらなくては行けないことを理解しているか？ 8．やるべきことを論理的に説明できるか？	
		チャレンジ精神	新しいこと、困難と予想されることに怯まず積極的かつ主体的に実行しようと思う気持ち	挑戦性、主体性	一般的に社会基盤施設やシステムを構築する場合、コスト、環境問題や多数の利害関係者の存在など解決困難な問題が多く介在していることが多い。そのため問題解決のためには、この実行力と同様にチャレンジ精神が必須となる。 その能力教育の具体的なチェック項目は以下の通りである。 1．発想(プロセスの展開方法等)に斬新さがあるか？ 2．困難さを乗り越えようとする意思は明確であるか？ 3．固定観念、前例、常識にとらわれていないか？ 4．マイナス思考になっていなか(プラス思考か)？ 5．問題点は整理されているか？リスクは把握しているか？ 6．最終評価に対して、自らの問題点を明確に発見できるか？	

表-3.2.4 必要なエンジニアリング能力の解説と評価の視点(案)　その４

	スキル区分	大項目	定義	キーワード(要素スキル)	解説･評価の視点(チェックポイント)	備考
基盤	周辺環境(主に対人関係)に関連するもの	チームワーク力(人的資源管理)	ある集団を構成する一人ひとりが強固に団結し、相互協力しあいながら、大きな力を発揮する集団活動のこと	リーダーシップ、協調性、素直さ、規律性、柔軟性、傾聴力、発信力、責任感、人的資源管理能力、調整能力、折衝･交渉能力	社会基盤整備は、様々な専門分野の技術者や役割の人たちが、ある段階毎に携わり、時にはチームをつくりながら、決められた期間のなかで事業･業務を進めていく。したがって、事業･業務を効率的かつ効果的に期間内で完成させるためには、チームワーク力は必須となる。その能力教育の具体的なチェック項目は以下の通りである。 1． 他人の話を能動的に理解しようとしているか？ 2． 自分の意見に固執していないか？協調性はあるか？ 3． 目標(目的)を共有できているか？ 4． 目標のために献身的な努力を行う姿勢があるか？	
		コミュニケーション能力	他人との意志の疎通を上手に図ることができる能力、発信、受信能力。	発信力、傾聴力、親和性、ストレスコントロール力、話術、表現力、調整能力、交渉(折衝)能力、説得力、意志疎通能力、表現力、合意形成能力、デザイン性、説明能力、積極性	シビルエンジニアリングの分野においては、事業･業務を進める上で必ずと言っても良いほどチームを組む、また市民や利用者等の施設やサービス利用者への説明などが必須となる。したがって、効率的かつ効果的に事業･業務を進める上ではこのコミュニケーション能力が非常に重要となる。その能力教育の具体的なチェック項目は以下の通りである。 1． 他人の質問の意味を理解しているか？ 2． 自己の疑問点に対して適切な質問というかたちで表現しているか？ 3． 自己の意見(価値観)が正しく表現されているか？ 4． 違った意見(価値観)を肯定的に捉えているか？	
		プレゼンテーション能力	仕事の成果報告やプロジェクト提案などにおいて必要とされる技術		シビルエンジニアリングの分野では、事業･業務を進める上で顧客(発注者)はもとより、様々な関係機関(行政、学識経験者など)から、果ては完成した施設やサービスを享受する国民、市民、利用者等へ説明、合意形成を行うことが必須となる。したがって、効率的かつ効果的に事業･業務を進めるためには、適切かつ効果的な情報の提供、内容の理解促進、説得が重要となる。その能力教育の具体的なチェック項目は以下の通りである。 1． 説明主旨に一貫性があるか？ 2． 説明の組立てが論理的になっているか？起承転結になっているか？ 3． わかりやすい説明となっているか？ 4． 聞く人を引きつける話し方になっているか(笑顔、身振り･手振り、ジェスチャーなど)？ 5． 積極性、誠実さが表現されているか？ 6． 資料等のデザイン性が高いか？わかりやすい、美観性の高い資料か？	
		柔軟性･変化への対応力	周辺環境の変化等に対して柔軟に対応出来る力	素直さ、客観的視点、協調性	土木工学が対象とする施設･システムは長期間供用し、大規模であることが多く環境や社会に対する影響も大きい。そのため種々の変化への対応性という考えが重要である。また、整備事業そのものも長期間に及ぶ場合があり、計画などの柔軟性も求められる。その能力教育の具体的なチェック項目は以下の通りである。 1． 計画、設計内容に変化に対応できるような工夫がなされているか？ 2． デザインプロセスにおいても変化に対応できるか？	

表-3.2.5 必要なエンジニアリング能力の解説と評価の視点(案)　その５

	スキル区分	大項目	定義	キーワード(要素スキル)	解説･評価の視点(チェックポイント)	備考
基盤	倫理に関するもの	倫理観	善意の基準として守るべき事項。守るべき法律やルールをきちんと守っているのかということ。	誠実さ、公平性、バランス感覚、規律性、自己管理能力、克己心、妥当性、公益確保、 博愛･献身	社会基盤整備は、広く多くの人が利用、若しくは多くの人々にサービスを提供する施設、仕組みである。従って、高度な倫理観のもとに業務･事業を進める必要がある。その能力教育の具体的なチェック項目は以下の通りである。 1．計画段階、プロセス、成果が法令を遵守した行動や成果(モノ)になっているか？ 2．土木技術者の倫理規定(土木学会)が理解されているか？ 3．業務･事業の遂行において不正行為がないか？	
知識	基礎的な知識に関すること	基本的な土木技術の理解	土木技術に関する基礎的な知識の習得･理解	土質･地盤工学、構造力学、材料力学、数学、基礎科学、エンジニアリング･サイエンス、芸術、マネジメント、	社会基盤整備における計画･調査･設計･施工･管理を行ううえで、(理)工学的な知識とモノの見方、考え方は必須であり、特に特に土木工学としての基礎知識が必要となる。 1．土木工学分野における基礎的な知識を習得しているか？ 2．特に土質･地盤工学についての理解があるか？	
		土木技術の応用力	土木技術に関する応用分野の知識の取得･理解	道路･交通、河川･砂防、港湾･空港、都市、海岸、情報システム(CALS)、空間情報技術　等	シビルエンジニアリングの分野では、様々な事業分野があり、そのなかで事業･業務を進めるためには、各事業分野における専門的な知識と土木工学における基礎知識を組合せ･応用する能力が求められる。その能力教育の具体的なチェック項目は以下の通りである。 1．専門とする事業分野(道路･交通、河川など)、又は要素技術領域(地盤工学、橋梁など)における基礎的な知識を習得しているか？ 2．基礎的な土木工学の知識と事業分野別の知識をうまく組み合わせているか？または組み合わせるような発想を有しているか？	
		情報技術の理解と活用	情報通信技術について理解するとともに、土木事業へ積極的に利用すること	情報システム、標準化、空間情報技術、I/N、データベース、I/F標準　等	社会基盤整備における計画･調査･設計･施工･管理を行ううえで、近年の情報通信技術を利活用、駆使することは、事業･業務の効率化、品質の確保や、コスト削減に大きく寄与すると考えられる。従って、情報通信技術に関する知識の習得と理解を深めることが必要となる。その能力教育の具体的なチェック項目は以下の通りである。 1．情報通信技術に関する基礎的な知識を習得しているか？ 2．情報通信技術の利活用について配慮しているか？	
		環境への配慮	環境に関する問題意識醸成のための知識の習得･理解	環境白書、アジェンダ21、地球温暖化、地球環境、共生･共存、環境影響評価、ミティゲーション	地球を相手にするシビルエンジニアリングの分野において、環境への配慮は必要不可欠となっており、社会基盤整備に関する事業を進めるうえで環境への影響を予測することなし行うことはあり得なくなってきている。従って、環境へ配慮するため、環境に関する基本的な理解、基礎的な知識の習得が必要となる。その能力教育の具体的なチェック項目は以下の通りである。 1．計画、プロセス、成果の各段階や検討内容のなかで環境への配慮がなされているか？ 2．環境に対する範囲･対象を明確化しているか？	

（3）教育カリキュラムについて

1）カリキュラムについて

「社会的ニーズを的確に捉える能力」「実現可能な解決策を導ける能力」「種々の学問、技術の統合し問題解決を導ける能力」等の土木工学におけるエンジニアリング・デザイン能力の特徴を踏まえ、効果的にその能力の向上を図るため、カリキュラムを次の４つのステップに分けて考える。

① 準備

カリキュラムを効果的に実施するためには、演習の目的や流れを十分に理解する必要がある。演習を開始する前に、エンジニアリン・デザインの考え方、目的などの概論や演習を実施する上での制約等の進め方の説明を行い、理解を深めるものとする。

対象となる能力の例：計画性、情報分析管理能力等

② 問題の発見と課題の設定

“ 問題 ” をニーズと現状との乖離と考えれば、“ ニーズと現状のそれぞれを的確に把握し ” そして “ そのギャップを埋める（問題の解決）ためには何が課題であるのか ” を探し出す必要がある。演習の最初の作業である “ 問題の発見と課題の設定 ” が、その後の作業ボリュームや方向性を決定づけるため、重要なステップと考える。

対象となる能力の例：問題発見力、創造性、柔軟性、論理性、先見性等

③ 解決策の立案

このステップは作業量も多く、また作業期間も長くなる。そのため、２～３ステップに分けて作業を行うと理解しやすいと考える。

Ex.「基本的な検討（考え方、方向性の検討)」＋「具体的な検討（計画）＋詳細な検討（設計)」

対象となる能力の例：情報管理能力、判断力、チームワーク力、チャレンジ精神等

④ プレゼンテーション

問題解決のためには、利害関係者の理解や他分野との協働が必要となる。また実社会においては、計画を実現化するためには関係者に納得してもらわなければならない。そのためにもプレゼンテーションは重要と考える。

対象となる能力の例：コミュニケーション力、プレゼンテーション力、論理性等

2）効果的なカリキュラムの運用について

エンジニアリング・デザイン教育の目的は “ その能力の育成 ” である。旧来の知識伝達型の授業では、エンジニアリング・デザイン能力の必要性は教えることは出来ても、能力の育成は難しい。その能力は経験によって身につくものである。

“ 身につける ” ためには、ある意味 “ 失敗を経験すること ” が重要である。現実の社会で “ 何かを創り出す ” ということは “ 失敗の連続 ” であり、その “ 失敗 ” によってエンジニアリング・デザイン能力である判断力、構想力、チャレンジ精神などが “ 身につく ” のである。このような考えに基づき、エンジニアリング・デザイン教育を効果的に実施するための考え方を以下に示す。

① 結果ではなくプロセスを重視すること

エンジニアリング・デザインとは“正解見つけ出す”ことではなく、“解決策をつくり出す”ことである。現実の社会では解決策の内容によって解決の度合いが異なり、そのため解決案に優劣が存在する。しかし演習は仮定に基づくスタディであり、実際に解決するかが分からない。それよりも重要なことは、自ら考え抜いたか、どのように判断したのか、なぜその結論に達したのかである。

② 適正なアドバイスがあること

上記のようなプロセスが重要であり、またそのプロセスを経験させることが必要と考えると、演習実施者の主体的、自主的な行動が必要となる。教える側は良き支援者、アドバイザーとなることが望ましい。

一見取るに足らない発想であっても、重要な着眼点を含んでいることがある。自ら考え、そのことを気付かせるアドバイスが必要と考える。

③ 別の解決方法があることを理解すること

自ら十分に考えた解決方法であれば、能力育成についての一定の効果は期待できる。しかし現実の社会では価値観、解決アプローチ、解決策は必ずしも一つでない。このことを理解させるとともに、別の解決方法を理解することによって、発想方法に広がりを持たせることを期待するものである。

④ 適正な評価が行われていること

この教育を効果的に実施するためには、評価とそのフィードバックが重要となる。評価というと第一に考えられるのは、各々の“エンジニアリング・デザイン能力の会得度合い”に対する評価（能力評価）である。もう一つは“問題に対する解決度合い”に対する評価（成果評価）である。それぞれの評価について以下に述べる。

a) 能力評価

能力評価としては、その達成度を測るため数値ランクによる成績付けが一般的であると思われる。しかし、この演習の目的が“エンジニアリング・デザイン能力を身につけること”であれば、成績を付けることが目的ではないと言うことになる。そのため個々の能力については数値によるランク付けは行わず、演習の中で適宜“プロセスを理解したか？経験したか？会得したか？”の確認を行うことが効果的と考える。それを学生にフィードバックさせ、能力開発の必要性を認識させることで目的は概ね達成することができると考える。

※ 能力評価の方法の一例（表-3.3 参照）

- エンジニアリング・デザイン能力とカリキュラムとの関連表に基づく
- カリキュラムのステップ毎の総合評価
- ステップ毎に必要なエンジニアリング・デザイン能力を定める

b) 成果評価

実社会における評価は、計画の善し悪しでなく解決出来るか否かである。したがって、そこが最終的な評価であり、すなわち問題を解決するためにエンジニアリング・デザイン能力の向上を図る必要があることを認識させるべきである。

しかし演習では（解決）案の作成までで、実際に解決出来るか否かは不明である。そのため演習における成果評価は、“ 解決できる可能性が高いか ” ということにならざるを得ない。すなわち最終プレゼン成果について、解決可能性の高さ、プレゼンの説得力等（どのように解決していくのか？なぜその計画が解決に結びつくのか？の説明に説得性が高いか？など）が考えられる。

※ 成果評価の方法の一例

- 解決していく道筋が適正か？説明が明快か？説明内容に十分な根拠があるか？などの定性的な評価
- 実社会における成果評価を想定した “ 評価指標 ” の設定が必要

実際のカリキュラム作成においては、各教育現場の特徴を活かし、それぞれのオリジナルカリキュラムがつくられると考える。その一例として表-3.3 を示す。

表-3.3　エンジニアリング・デザイン能力と教育カリキュラムとの関係（例）　**《エンジニアリング･デザイン能力評価のイメージ》**

教育カリキュラム（例）			必要なエンジニアリング能力（例）*1																													総合評価
			問題発見力							創造力			先見性		構想立案能力		課題設定力		その他必要な能力を記載												
週次	内　容		問題点を現象だけみて、表面的に捉えていないか？	問題を多面的に捉えているか？	問題の全体像を捉えているか？	現地の市民の立場でも物事を捉えているか？	なぜそれが問題かの説明が論理的か？	問題の原因を遡り検討しているか？	固定概念、前例、常識にとらわれていないか？	真の解決策が提案されているか？	実現性は高いか？	創意工夫はあるか？	固定概念、前例、常識にとらわれていないか？	部分でなく全体を見ているか？	全体的な構想に具体性があるか？	解決のシナリオを描くことが出来るか？	複数の課題があり、相互関係が整理されているか？	必要な情報は正しくかつ整理されているか？												
1	エンジニアリング･デザイン概論 （演習の目的、演習の流れの説明を含む）	準備																														0.0
2	演習問題の提示、小演習の実施 演習の進め方の説明 （ルール、制限、評価等）																															0.0
3	現状の把握 （データ収集、分析、地域住民の意識分析等）					1			0				1	0				1														0.6
4	問題の発見	問題の発見 課題の整理	1	1	0	1	0	1	1				1	1				1														0.8
5	解決すべき課題の設定		1	1	1		1						0		1	1	1	1														0.9
6	解決策の立案1 （考え方、方向性の整理）		1	0	1	1			0	0	1	1	1	1	1	1	0															0.7
7																																
8	解決策の立案2 （具体的な検討：代替案等）	解決策の提案							1	1		1				1																1.0
9																																
10	解決策の立案3 （計画の立案：スケジュール、費用、手法等）								0		1	1																				0.7
11																																
12	プレゼン資料の作成		1		1		0			0	1				1	1	1	1														0.8
13		プレゼンテーション （評価･フィードバックを含む）																														
14	発表、評価、フィードバック （発表30分、評価･考察20分程度）																															0.0
15																																
総　合　評　価			1.0	0.7	0.8	1.0	0.3	1.0	0.4	0.3	1.0	1.0	0.8	0.7	1.0	1.0	0.7	1.0														0.8

*1：必要なエンジニアリング･デザイン能力の一例を示したものである。

４.高等土木エンジニアリング・デザイン教育用教材

（1） プロジェクト事例集の作成

1）プロジェクト事例集作成の背景

ED 能力の開発は従来、実社会における実践課程で行われている。国際社会においては ED 能力の概念に関する認識を、教育機関、実社会とで共有し、高等教育過程でそれを育成して社会的に活躍できるエンジニアを送り出している。この点が我国の技術者が国際的に十分に活躍出来ない一因となっているという指摘がある。

このような背景のもとに、多くの大学、高等専門学校で ED 教育を試行しているが育成すべき能力、レベル、教材、育成方法は、近年、学会などで議論されているとはいえ統一的なものではない。従って、学生の到達レベルは社会的に評価されるものに必ずしも到達していないと考える。また ED 教育は PBL 演習で行われるのが効果的であり、実際にそのように実施されている。

このような観点の下に当専門委員会では、主として実務の視点から ED 教育能力を再定義し、その能力向上のための教育の体系化、方法を研究した。その上で、ED 教育には様々な課題を克服して実現した実際のプロジェクト事例集が副読本として優れた教育材料になると考えた。

本節はこのような観点に立って、ED 教育のための副教材として利用するプロジェクト事例の選定の基本的考え方、記述すべき内容についてまとめるものである。

2）プロジェクト事例集作成の意味とその選定

ED 教育を実践している多くの高等教育の場では、身近なプロジェクト事例を取り上げて学生にテーマとして与え、グループ学習で問題発見とその解決策を取り纏めてプレゼンテーションを求め、求める ED 能力（問題発見力、先見性、論理性、創造性、判断力等）が育成されているかを評価する PBL 演習によっているようである。しかし、これらの ED 能力が具体的にどのようなものであるかを理解するために実際のプロジェクト事例集を作成して副読本として利用する意味は大きい。副教材として、ここで作成しようとするプロジェクト事例集は、複数の実際のプロジェクトにおいて ED 能力がどのように発露されたかが学生に具体的に理解できるものである必要がある。そのような副読本により学生は具体的にプロジェクトを企画立案して、様々な課題の克服を具体的にすすめ、プロジェクトの実現をイメージすることが出来る。

取り上げるプロジェクト事例は土木技術者が中心的に係わり、社会的問題がどのように解決されたかが浮き彫りになっているようなものを選定することが望ましい。

本報告書では文献、雑誌、邦文、インターネット、各委員の保有する資料から 52 の事例を選定して、ED 能力育成のための課題抽出と解決策が記載されているかを評価し、その中から記述可能なものを２点選出して取り纏めた本報告書（Ⅱ作成教材編参照)。しかし問題の発見という意味で必ずしも関係機関の声を広く把握できたものでないと心得ているし、あらためて事例集作成の課題が明らかになったと考えている。

3）プロジェクト事例集作成の課題と継続的見直し

プロジェクト事例集の作成にあたり、公表された報告書、雑誌、インターネット情報に過度に頼ると問題点などの課題、解決策などの情報が偏る可能性があるのが最大の課題である。実務において、日本と欧米のコンサルタントの決定的な違いの一つに､問題解決策の提案が日本では少ないということが指摘されている。欧米のコンサルタントでは技術的にも、手法においてもさまざまな多くの提案がある中で最適な案を選定する傾向がある。　従って、土木技術的にも景観的にも環境調和的にも、多くの独創性のある公共施設が生まれている。従って我国が国際的に十分に活躍出来る土木技術者を育てるには、優れた技術を持つと同時に、幅広い知識と見識、判断力を持つ人材育成が重要であり、それには実際の事例において多角的な問題をどのように発見し、多様な解決策からどのように判断して、適切プロジェクトが実施されたかを学ぶ必要がある

と考える。

以上の観点から、ED 教育の必要性とプロジェクト事例集のもつ意味を、土木学会を介して発注者、住民、利用者、コンサルタント、建設会社などに十分に理解してもらうような継続的な環境醸成が重要と考える。その上でより多くの適切な事例集を協力して作成する必要がある。

こう考えると事例集作成の役割を果たす機関としては、やはり産官学が集合する土木学会が最も適切であろう。事例集の記述には幅の広い視点、能力が重要であり、記述のための情報収集には関係者の協力が欠かせない。

さらに経時的陳腐化を避けるために継続的見直しをすることが重要である。土木施設を必要とする要素には社会的、環境的な様々な要素があり、社会変化とともに必要性の低下あるいは時代にそぐわなくなる場合や更新の必要性が絶えずあり、常に現在と未来の視点で見直さなければならない。

なお次ページ以下に、平成１９年度土木学会年次学術講演会に提出採択された以下の論文を添付する。

「エンジニアリング・デザイン教育のためのプロジェクト事例の必要性と要求特性」

「エンジニアリング・デザイン教育に用いる事例集のテーマ事例の選定とその内容」

エンジニアリング・デザイン教育のためのプロジェクト事例の必要性と要求特性

西松建設㈱　　○正会員　藤井　利侑
三ツ江環境意匠研究所　　正会員　三ツ江 匡弘

1．はじめに

工学教育、特に土木工学においては、それが人々の暮らしに密接に関わるインフラや環境の整備であり、土木技術者が社会に貢献するためには、単に力学的応用能力だけでなく様々な社会的課題を、創造的に知を統合して解決する能力が求められるのは自明である．これまでの土木系高等教育ではこのような点に重点が置かれず、学生が社会人となってからの OJT などで培われるとされていた．

JABEE（日本技術者教育認定機構）がわが国学生の問題解決能力向上の重要性を指摘し、近年は各大学がその能力を育む教育の充実に取組んでいる。しかし多くの大学は、体系的かつ効果的な教育カリキュラムについて試行錯誤を続けている段階である．

このような実際の諸問題を解決しようとする創造性な知の統合教育をエンジニアリング・デザイン（Engineering Design 以下 ED に略）教育と呼ぶ。ED 教育に取り組む大学では､課題となるテーマを学生に与えて、多面的に問題を分析して解決策をグループ学習によって見出すことを試みている．

課題となるテーマは様々な角度から選定されているが、効果的な ED 教育の実践のために、実際のプロジェクト事例を適切に整理、蓄積して教材として整備することが求められる．そして ED 教育を実践するには、これに携わる教育者だけでなく、実際に学生を受け入れる産官の協力が必要であり、本論文はそのような観点からプロジェクト事例を集積整理する必要性と要求特性をまとめた。

ED 教育のための事例整備は閉塞感のある土木教育を打破し、次世代の土木技術者育成のためにもきわめて重要である。

2．プロジェクト事例収集の必要性

土木技術者が関わる社会資本の整備は、単に工学的、技術的な最適解を見出すことでは十分ではない。実社会では ED 能力を十分に発揮して起こりうる諸問題を解決してインフラの整備にあたらなければならない。技術者はこのことを十分に理解し、自ら ED 能力を高めて創造的に知を統合して課題を解決する技術者を目指すことが重要である．

そのような技術者育成ためには ED 教育を体系化し、実際に完成した適切なプロジェクト事例について、そのプロジェクトの必要性と多面的問題解決方法、その後の評価をまとめて土木工学高等教育課程において副読本とするのが有効である．

いくつかの大学では既に創造性問題解決能力育成を目的として ED 教育が実践されている．それらの事例を見ると、東京工業大学では学部 2 年で「環境と調和した町つくり」や、「空港、鉄道、道路などの概略計画から設計」、学部 3 年で「ブリッジコンテストなど実際のものつくり」に取組んでいる[1)]．金沢工業大学では ED 教育の事例に「身近な社会施設が抱える問題」を選定して、その解決を考えることを通して「学生が自ら学ぶ教育」を目指している[2)]．茨城大学では「道の駅を対象とした都市システム」を取り上げている。建築系工学教育ではこのような問題解決型教育が一般に行われていると聞く。

適切なプロジェクト事例の選定には教育機関だけでなく実務者の視点が重要であり、産学協同で取り組み、若い技術者が真に創造的な問題解決能力を身につける仕組みが求められる。筆者らはコンサルタント委員会･ED 教育相委員会において ED 教育を議論して、適切なプロジェクト事例を選定し、それに関してその内容をまとめようと試みている[3)]。

3．プロジェクト事例の特性

プロジェクト事例は大学３年、高専 4 年学生のための副教材として使用することを前提に考える。これはプロジェクトのもつ諸問題の解決にはあるレベルの土木工学的知識が求められるからである。プロ

キーワード　エンジニアリングデザイン教育，テーマ事例集，創造性教育，OJT
連絡先　〒105-8401　東京都港区虎ノ門 1-20-10　西松建設㈱企画技術部　Tel.03-3502-0377

ジェクト事例の規模は、学生のニーズとして大きすぎないテーマ、興味を持てるテーマを選定する必要がある．規模が大きすぎると学生の知見が及ばない高度技術が必要となり、学生が具体的な解決策を見出すのが困難となる．学生が主体的に問題解決に取組む意欲をもつ規模の事例であることが重要である．

また教育側のシーズとして ED 能力を育成できる多様な課題を持つプロジェクト事例を選定することが重要である．事例の解決が複合的で相反的要素を含み、かつ矮小にならず広い社会的視点からなされていることを理解できるものとする必要がある．

以下はプロジェクト事例が持つべき特性をまとめたものである。

- 対象とするインフラを必要とする社会的課題が明らかであること
- 多面的な問題を含む課題の解決策は、関わる人々や社会的環境により複数存在する。事例は特定の立場に偏らないものを選定すること
- 土木技術者が最適ではないまでもより良い解決策を見出し、それを実現している過程と手法を学ぶことが出来ること
- 事例は普遍的であるが、かつ地域性のあることが望ましい
- 選定した事例は社会的、工学的に、経時的陳腐化していないこと
- 学生がプロジェクトの全体を用意に把握できる規模であり、諸課題を理解できること

4． プロジェクト事例選定の課題

ED 教育は幅広い視点からの問題把握と適切な解決策が理解される事例を選定することが必要である．ED 教育として学生に求めるものは大変幅広く多様であり、プロジェクト選定と特性把握、記述が必要かつ十分であるかどうか産官学が協力して土木学会を中心に議論を深める必要がある．

ED 教育で解決する社会的､環境的課題に対する解は、それに関係する学問の発達と社会的価値の変化により変わる。また地域性や関係する人々の文化的背景によっても解決策が異なる。従って整備、蓄積する事例集はメンテナンスしなければ経時的に陳腐化する可能性があり、絶えず見直し、追加、棄却が必要であろう。また地域性や文化に課題と解決策が異なるものであることを認識し画一的な解決事例とならないような配慮も必要である。

プロジェクト事例集選定の課題をまとめると以下のようになる。

- 事例集の整備執筆にはプロジェクトに関わる幅広い関係者の協力が必要
- 実際に公表されている文献等では多面的な課題解決が明らかになりにくい。場合により関係者への直接ヒアリングが重要
- プロジェクトが何故立案されどのように具体化されたかが明らかな事例を選定する

5． おわりに

エンジニアリング・デザイン教育の実践については、多くの課題が残されているものの、欧米を中心に諸外国ではすでにその取組みが普及している。将来、日本の土木技術者が諸外国で技術力、問題解決能力を発揮して活躍するために､ED 教育の充実が急務である。JABEE の指摘を受けて、ED 教育に関する共通の認識と教育体系を組立て、実際のプロジェクト事例を参考にして、多くの土木工学系大学で実験的な取組みを行い、さらにブラッシュアップすることにより効果的に学生の創造的な知を集約した問題解決能力を導く必要がある。

本論文は ED 教育のためのプロジェクト事例の必要性と選定上の課題を論じたが､ED 教育は事例集が整備されて完成ではない。プロジェクト事例集は社会の変化と工学上の発展を受けて継続的改訂が必要である。さらにこの事例集を用いて実際に教育に当たる教育者も同時に創造性能力が欠かせない。

参考文献

１）福田大輔,他：東京工業大学における創造性育成のための取り組み，土木学会第 61 回年次学術講演会,CS01-030

２）木村定雄，他：工学技術者のための Engineering Design 教育の実践，土木学会第 61 回年次学術講演会,CS01-008

３）金聲漢,他：Engineering Design 教育に用いる事例集のテーマ事例の選定とその内容，土木学会第 62 回年次学術講演会（投稿中）

エンジニアリング・デザイン教育に用いる事例集のテーマ事例の選定とその内容

日本技術開発㈱　　正会員　○金　聲　漢
㈱福山コンサルタント　　正会員　　金子　俊之

１．はじめに

藤井らは、文献 1),2)でエンジニアリング・デザイン教育における事例集の必要性とその要求性能についてその考え方を報告した。本文は、それを踏まえた具体的なテーマ事例の選定と事例集の内容および構成について、土木学会コンサルタント委員会エンジニアリング・デザイン研究小委員会[3)]の活動の一部を示すものである。

２．副教材としてのプロジェクト事例の選定

副教材として活用するプロジェクトの事例は、土木技術者が中心的に係わり、社会的問題がどのように解決されたかが浮き彫りになっているようなものを選定することが望ましい. 学生たちにインフラ整備に関わることの意義や興味を持たせるためには事業の意思決定のプロセスが見えるような事例集とすることが必要であり、意志決定のプロセスにおいて土木技術者が社会に対して広く、かつ重要な役割を果たしていることを認識させるような事例集とするような配慮が重要である.

本委員会では文献、雑誌、報文、インターネット、各委員の保有するその他の資料からプロジェクト事例集のベースとなるものを 52 例収集し、その内容を整備対象に着目して１６分類した. この中から、分野（ハード/ソフト，面整備/構造物，等々）のバランス，重点育成能力としての適合性を考慮して５事例程度を取り上げ、事例集としてのとりまとめを図る。現在、事例集として構成と内容の確認を種目的としてから２例（**表１**中、太字で示す）について執筆を開始している。

表１　収集したプロジェクト事例の例とその分類

A　道路関連整備(3 例)	R7 秋田南 BP、ﾊﾞｽｸﾙこばな	I　川づくり～街づくり(9 例)	福岡御笠川改修、横浜東山の水辺
B　街路整備～街づくり(8 例)	渋谷公園通り、**三鷹上連雀**	J　都市型水害対策(1 例)	東京神田川
C　駅前～周辺整備(4 例)	小倉都心地区、**豊橋駅周辺**	K　橋の改修・架け替え(2 例)	宍道湖大橋改修
D　連続～鉄道立体(2 例)	西武池袋線（放射 7 号立体）	L　耐震補強～震災復旧(2 例)	神戸浜手 BP 復旧
E　交通マネージメントシステム(1 例)	京都嵐山 P&R システム	M　歴史的保存(5 例)	鹿児島甲突橋移設、横浜ドックガーデン
F　軌道整備～新交通システム(5 例)	東京ゆりかもめ、那覇都市モノレール	N　水環境整備(1 例)	手賀沼水質浄化
G　港づくり～街づくり(1 例)	いわき市アクアマリンﾊﾟｰｸ	O　廃棄物管理(2 例)	屋久島ｸﾘｰﾝｻﾎﾟｰﾄｾﾝﾀｰ
H　都市整備(3 例)	奥尻震災復興	P　ライフライン(3 例)	東京臨海副都心共同溝

３．事例集の構成とその内容

プロジェクトの問題を浮き彫りにし、解決の意志決定のプロセスをプロジェクトの経緯の中で記述する。さらに，プロジェクトの特徴的な面を中心に，どのようにしてプロジェクトが構想され実現し，維持されてきたか（インフラ整備の進行プロセス）について、プロジェクトを進めた土木技術者としての視点で記述する. さらに、読み物として備えるべき要件として**表２**の内容に留意する。

キーワード　ｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞ・ﾃﾞｻﾞｲﾝ教育、副教材、プロジェクト事例集、意志決定プロセス、ｺﾝｻﾙﾀﾝﾄ委員会
連絡先　〒164-8601　東京都中野区本町 5-33-11　日本技術開発㈱ﾘｻｰﾁ・ｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞ事業部　ＴＥＬ03-5341-5161

表２　執筆にあたり留意すべき事項

①事例としての面白さ（身近なテーマ、わかりやすい、質的に読み応えがある、持ち歩きたい）
②プロジェクトの特徴が明確（データ集であると同時に、プロジェクトの特徴的な面を中心に、または特化させて事例を紹介する）
③社会的課題への対応と解決策（社会的課題に対する解決例としてソリューションを示す）
④多様な立場からの視点（プロジェクトを進めた土木技術者としての視点を基本とし、違う立場、第三者の声などもコラム的に入れられると望ましい）
⑤学生の能力向上に役立つ（学生が求める内容である、教える側が求める内容である）

事例集のボリュームは１事例あたり 20 頁程度を想定し、５事例で 100 頁の冊子としてのとりまとめを目指す。**表３**に現在執筆を進めている事例集の目次構成とその執筆方針の例を示す。

表３　プロジェクト事例集の構成とその内容

章・節	記述内容
1.事例概要	プロジェクトの目的とその概要、関係者とのそれぞれの役割、プロジェクトの実施理由・必要性を記述する。
2.プロジェクトの経緯	プロジェクトの企画、調査、計画、設計、施工、運営・維持管理の各段階について、関係者とプロセスがつかめるような記録的な記述とする。
3.プロジェクトの遂行に関わる問題、課題とその解決策	以下の各項目のうち，当該プロジェクトで特に問題解決を図った項目について，プロジェクトを実現させたプロセス，方法，直面した課題と解決策を途中経過含めて重点的に記述する．その他の項目は必要に応じて記述する． ①技術的（土木，工学的）課題（計画・設計，最新の知見等） ②法的，倫理的課題，経済的，社会的影響，環境影響 ③合意形成（プロセス，代替案の議論　等） ④事前予測と事後評価，および今後に生かすべきこと
4.プロジェクトの現状と評価	事前予測と事後評価，および今後に生かすべきこと
5.あとがき	謝辞、その他
6.関連する教科目	学習意欲の増進を目指して関連教科を示す

４．事例集作成に当たっての課題と解決策

事例集の作成にあたっては、「公表されている資料だけでは十分な内容の事例集を作成できない」という大きな問題がある。これは、公表資料は事業者の了解のもとで公開されていると言うことに関わる問題である。具体的には、以下があげられる。

A.事業として問題を含むような内容について関係者以外がこれを知ることは難しい。
B.プロジェクトには様々な立場の市民、発注者、設計者、施工者、維持管理者が関わっているが、事業者以外の視点での事業評価に関わるデータを得ることは難しい。

このため、執筆は、公開資料以外の情報を所有しているようなもの、すなわち、事業者または、設計者や施工者があたることが望ましい。さらに、その内容については、事業者の了解を得ることが必要であり、学会といつ中立の立場から事業者に対して情報提供および内容の確認を求めながら進めることが必要である。

５．おわりに

現在、事例集の完成に向けて鋭意作業を進めている。この事例集の完成のあかつきには、大学教育の現場でこれが用いられ、かつ学生たちにインフラ整備の実態や楽しさが伝えられることを切に望むところである。

参考文献

1)藤井、三ツ江：ｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞ・ﾃﾞｻﾞｲﾝ教育のためのテーマ事例の必要性と要求性能、平成 19 年度全国大会投稿中
2)藤井、長谷川：土木工学におけるｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞﾃﾞｻﾞｲﾝ教育のための事例集の作成について、第 61 回年次学術講演会概要集,pp19～20(CS01-010)
3)コンサルタント委員会：ｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞﾃﾞｻﾞｲﾝ教育特別シンポジウム資料集、平成 19 年 2 月 7 日、土木学会コンサルタント委員会 HP に資料を掲載中

（2）社会資本整備整備プロセスと計画論･設計論の提示

高等土木教育における ED 教育で実施が想定されている PBL 演習において、学生から提示される解決策の実現可能性は大変重要な要件であるといえよう。勿論、未だ十分な専門知識も持ち得ておらず､何がしかの実践体験もない学生に対して､実現可能性を厳しく要求する事はありえないが、そのような要求があることは十分に認識されるべき事のように考えられる。

ところで、その解決策が実現可能であることはどのように了解されるのであろうか？勿論、技術的な意味においての実現可能性もあるが、問題解決の実際が、何らかの事業乃至はプロジェクトとして実施されることを理解する事は、学生がその解決策を求めて考える上で重要な認識であると考えられる。ニーズがあり、予算が有り、調査が有り又多くの関係者の合意があり、最後にしかるべき工事の後に、解決策としての施設やシステムができあがる。即ち、その事業～プロジェクトは多くの段階・時間と費用、関係する多くの人々の営為の結果として実現する、そのプロセスを理解することは実際の演習におけるイメージの向上に繋がり、場合によっては必要な具体作業への反映も考えられるところである。このような意味から、エンジニアリング・デザイン教育素材として、社会資本整備の整備プロセスの概要を示したものを作成することとした。

又､実際の演習の中で学生は調査･計画や設計といわれる作業を行うことになる。この行為について、その計画や設計というものがどのようなものであるかということは何となく理解されているところでもあるが､その本質的な理解は､その演習における実際の作業･行為を位置付けるものとして、学生に対する有効な情報であり、何らかの形でこれを学生に提示することを考えることとした。この点についての検討も此処で示す。

a.「社会資本整備プロセス概要」の作成

社会資本整備の計画段階においては、さまざまな代替案の比較・検討を経て実施計画が策定される。また、実施段階においても予算確保、設計・施工、住民説明などのために相当の期間が費やされる。このように、社会資本は計画から供用に至るまでの懐妊期間が極めて長いため、一人の技術者がプロジェクトの最初から最後まで通して関わることは稀であり、各過程毎に担当技術者が異なるのが普通である。この場合、社会資本整備の特定の過程に関わる技術者は、前段階のアウトプットを与件として引き継いで計画・設計などを行い、次段階の条件をアウトプットして次の技術者に引き渡す役割を担うことになるため、担当部分の位置づけ（役割）の理解が不可欠となる。

また、社会資本整備のプロセスにおいては、ほとんど全ての過程で選択肢の作成・選択という作業が発生し、これの連鎖により作業が遂行する。そのため、関係する技術者にとっては、ED 能力－必ずしも解が一つでない課題に対して実現可能な選択肢を設定し、その評価を通して適切な解を選択する能力－を具備していることが必須の要件となる。

ここで取り纏める「社会資本の整備プロセス概要」は、社会資本整備における計画・実施・供用までの全体プロセスと各過程の内容を前後の関係を併せて整理するものである。整理項目は、各過程の概要／実務上の課題・留意点等／用語の解説／参考文献（参考事例含む）とし、これらを実務的な視点から簡潔にとりまとめ、ED 教育の学習素材に資することとした。

作成にあたっての基本的考えや内容･様式の概略については、後掲の学会全国大会講演論文

「エンジニアリング･デザインの教育素材としての『社会資本の整備プロセス概要』の作成」

に示し、又、作成物そのものは報告書後半の「Ⅱ作成教材編」に収めている。

b. 計画論・設計論の提示

表－4.1 は、社会資本整備に係わる計画や設計の学～論に係わるもののみならず、社会資本整備のシステムや、（現在良く言葉として用いられている）「建設マネジメント」に関連した、参考となると考えられる図書の一覧である。この内、〈社会資本とその整備システム〉は直接的には上記「･･･プロセス概要」の背景となる参考図書であり、社会資本整備の計画の前提となる制度やシステムの記述がある。〈建設マネジメント〉はその言葉自体が流動的に用いられており、その記述の内容も幅広く、社会資本整備のシステムから所謂 PM や CM 迄を含んでいる。但し、この場で触れる計画論や設計論に係わるものは多くはないと見られる。

さて〈計画論・設計論〉についてであるが、表には計画論については 1 編しか示していない。但し、この分野については、土木計画学が単なる個別の計画の学だけとしてではなく、全般を網羅した形での展開もし、多くの蓄積もあると見られることから、此処では整理･考察の対象から除くこととし、その面では比較的蓄積の少ない「設計」の学～論について考察を加える事とした。詳細は後掲の学会全国大会講演論文

「社会資本整備における『設計』の特徴と実際－エンジニアリング・デザインに関連して－」

に示すが、この面での今までの議論の不活発さが多く意識されるところである。ただ、この中では具体に ED 教育の教材としての想定はできていない。

ところで近時、藤原隆宏氏（東京大学教授）を中心として、もの造りにおける汎用技術、その 2 本柱としての、設計情報の繋ぎ方としての「アーキテクチャー知識」や、設計情報の上手な流し方としての「もの造り組織能力」の重要性が指摘されている。それは製造業のみならずサービス業でも同じであり、勿論その中間的存在としての建設の分野でも同じであるとの論である（例えば、同氏他の「ものづくり経営学　製造業を超える生産思想」、2007.3、光文社新書）。これらの知見も含めて、社会資本整備におけるもの造り－特にこの場合には管理・運営も含むことが重要と考えられるが－における、広い視点に立った計画なり設計の論～学の展開が期待される。

なお次ページ以下に、平成１９年度土木学会年次学術講演会に提出採択された以下の論文を添付する。

「エンジニアリング・デザイン素材としての「社会資本整備プロセス概要」の作成」

「社会資本整備おける「設計」の特徴と実際－エンジニアリング・デザインと関連して－」

表-4.1　　エンジニアリング･デザイン教育　共通一般知識関連図書資料

NO.	著者	題名	出版社	発行時期	備考
		＜社会資本とその整備システム＞			
A-1	川嶋康宏他5名	社会資本	技報堂	89.11	土木工学ハンドブックⅠ 土木工学総論第2編
A-2	御巫清泰･森杉寿芳	社会資本と公共投資	技報堂出版	81.05	新体系土木工学49
A-3	新谷洋二編著	土木行政と関連制度	技報堂出版	85.12	新体系土木工学48
A-4	土木学会海外活動委員会編	社会基盤の整備システム -日本の経験-	財) 経済調査会	95.12	赤塚有三委員長
A-4'	Y.Akatsuka & T.Yoshida	Systems for Infrastructure Development -Japan's Experience-	JICP (国際出版協会)	99.00	A-4の英文版
A-5	佐藤清他6名	土木行政と建設産業	技報堂出版	89.11	土木工学ハンドブックⅠ 土木工学総論第3編
A-6	石井一郎	土木行政 ー政策法制と予算執行を中心としてー	森北出版	96.04	
A-7	W.R.Hudson他2名	社会資本マネジメント ー維持管理･更新時代の新戦略ー	森北出版	01.06	笠原篤監訳
		＜建設マネジメント＞			
B-1	馬場敬三	建設マネジメント	コロナ社	96.09	土木系大学講義シリーズ21
B-2	小林康昭	建設マネジメント -新しきエンジニア像を創造するために-	山海堂	03.12	
B-3	石井一郎編著	建設マネジメント	森北出版	99.10	建設行政とISOシリーズ認定取得
B-4	池田将明	建設事業とプロジェクトマネジメント	森北出版	00.12	
B-5	國島雅彦･庄子幹雄編著	建設マネジメント原論	山海堂	94.12	
		＜計画論･設計論＞			
C-1	五十嵐日出夫他9名	計画論	彰国社	77.02	土木工学大系12
C-2	伊藤学･尾坂芳夫	設計論	彰国社	80.05	土木工学大系15
C-3	渡辺茂	設計論Ⅰ	岩波書店	68.01	岩波講座　基礎工学10
C-4	北郷薫	設計工学基礎	丸善	72.06	設計工学シリーズ1
C-5	佐貫亦男	設計からの発想　-比較設計学のすすめ-	講談社	79.03	ブルーバックス
C-6	松尾稔	地盤工学　-信頼性設計の理論と実際-	技報堂出版	83.03	

エンジニアリング・デザインの教育素材としての「社会資本の整備プロセス概要」の作成

中央復建コンサルタンツ㈱　フェロー会員　○永野光三
東電タウンプランニング㈱　正会員　山崎　剛

１．はじめに

社会資本は，計画段階においてはさまざまな代替案の比較・検討を経て実施計画が策定される．また，実施段階においても予算確保，設計・施工，住民説明などのために相当の期間が費やされる．このように，社会資本整備の懐妊期間は極めて長いため，各過程で担当技術者が異なるのが普通である．この場合，社会資本の整備に関わる技術者は，前段階のアウトプットを与件として計画・設計などを行い，次段階の条件をアウトプットする役割を担うことになるため，担当部分の位置づけの理解が不可欠となる．

ここでとりまとめる予定の「社会資本の整備プロセス概要」は，社会資本整備における計画・実施・供用までの全体プロセスと各部分の役割を整理することにより，実際に行われるエンジニアリング・デザイン教育（Engineering Design=ED 教育）が，社会資本整備のどの部分をカバーしているかを理解するための学習素材づくりを意図したものである．

２．現行のＥＤ教育カリキュラムと社会資本整備プロセス

高等教育課程における ED 教育の必要性がさけばれる中，たとえば，東京工業大学では「創造性育成教育」として，また茨城大学では「都市システム工学設計演習」として，ED 教育への取り組みが行われている．[1),2)]

これらの先進事例では，学生自らが計画基本コンセプトを設定し，実施した結果を評価するなど，計画・設計の相当広い範囲に学生が能動的に関わってはいるが，これだけでは実現場で直面するリアリティについての十分な理解が難しいと思われる．すなわち，実際の社会資本整備の場面においては，各段階で各種の問題が発生しその都度適切な対応がとられており，教育という限られた時間と空間の中で現実に発生するであろう各種の問題を想定するのは難しいと思われる．そのため，ここで作成する素材は，現実に発生すると思われる各種の問題想定にも役立つものであることが必要である．

３．社会資本整備の全体プロセスについて

社会資本は，長期にわたり広く国民に利用されるものであり，その整備にあたっては，プロジェクトの立案段階から各種の手続きを経るとともに，その過程で多くの人々がプロジェクトに関わってくる．

まず，計画プロセスでは基礎調査を通して基本計画が策定され，それに対するフィージビリティ・スタディ（Feasibility Study=F/S）が実施される．F/S では，技術的・経済的・社会的側面から計画が総合的に評価され，そのプロジェクトの実行可能性に関する判断情報が意思決定者に提供される．社会資本の整備プロジェクトは，一旦実施されると後で変更することが難しくなる場合が多いため，実施段階に移行してから手戻りが生じないよう計画プロセスの中で何度もフィードバックしつつ計画が練られる．

実施プロセスでは，建設工事発注の前段階として，事業化に必要な調査，基本設計，詳細設計，積算が行われる．このときの積算額を予定価格として，競争入札等の方式で建設工事の受注者を決定して建設工事が発注され，適切な施工監理を行いつつ工事が順次進められる．

建設工事が完成し供用段階に移行すると，たとえば鉄道プロジェクト等では，一定期間の試験運転を経て安全を確認してから営業運転に入る．構造物については，完成と同時に劣化が始まるので，日常的な点検・補修に加えて，適切なアセット・マネジメントのもとで，部材の更新や補強などにより劣化を予防しつつ長期にわたり供用していくための措置が続けられる（**図**

キーワード　エンジニアリング・デザイン教育，フィージビリティ・スタディ，フィードバック
連絡先　〒533-0033　大阪市東淀川区東中島４－１１－１０　中央復建コンサルタンツ㈱　Tel．06-6160-1139

-1 参照).

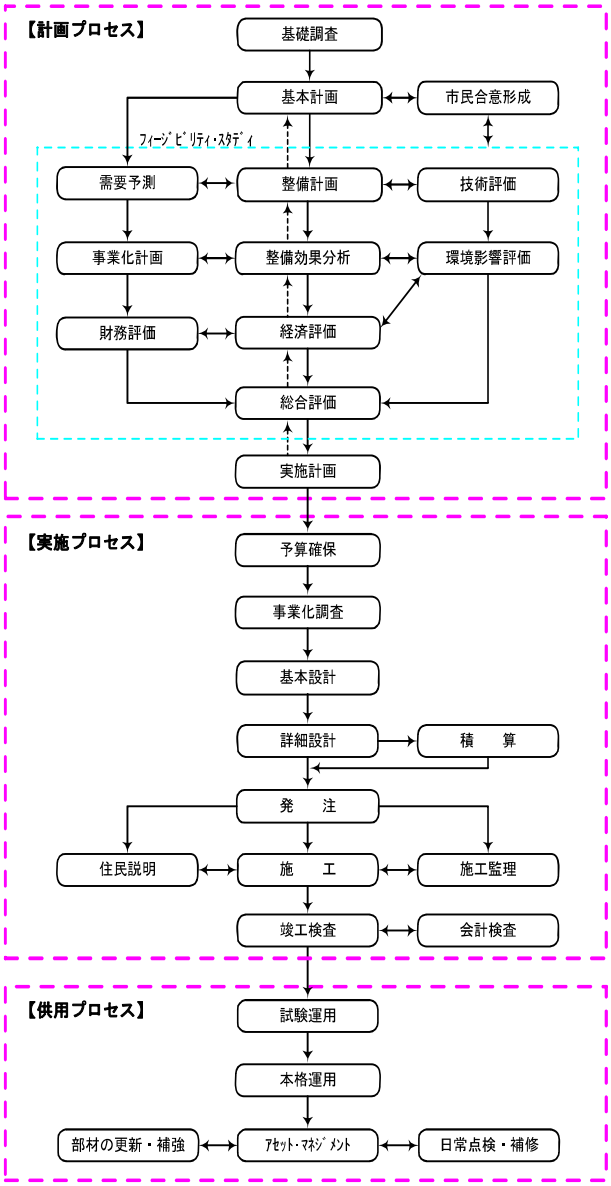


図-1　社会資本の整備プロセス

4．社会資本整備の各段階における検討・実施内容について

社会資本整備プロセスの各段階での検討・実施内容は，詳述すれば膨大なものとなる．そのため，詳細は専門書に譲ることとし，プロセスの流れに重点をおいて簡潔に検討・実施内容の概要等を整理する（A4 で１ページ程度）．また，各項目の検討・実施内容の理解をサポートする情報として，その項目に関する具体の実施事例等があれば参考資料として添付する（**表－1** 参照）．

表-1 社会資本整備のとりまとめ方針（構成）

項目	とりまとめの方針
概要	検討・実施内容を具体例も含めて簡潔に整理する．
実務上の課題・留意点等	実務の場面で間違いやすい点や注意すべき点を記述する．
用語の解説	わかりにくい専門的な用語を解説する．
参考文献	勉強をさらに深めるために参照すべき文献を列記する．
参考事例	具体の実施事例があれば実施フローもしくは検討イメージを添付する．

5．おわりに

ＥＤ教育では，「必ずしも解が一つでない課題に対して実現可能な選択肢を設定し，その評価を通して適切な解を選択する」という過程に学生等が能動的にかかわることが必要である．社会資本の整備プロセスにおいては，ほとんどすべての過程で選択肢の作成・選択という作業が発生し，これの連鎖により業務が遂行されるため，関係する技術者にとっては ED 能力を具備していることが必須の要件となる．

ここでとりまとめる予定の「社会資本の整備プロセス概要」が，社会資本整備の全体像と各部分の役割の理解を通して，学生等に対する ED 教育を支援できるものとなることを目指して，今後の検討を進めていきたい．

参考文献

1)福田大輔：東京工業大学土木工学科における学生の創造性育成に向けた各種の取り組み，エンジニアリング・デザイン教育特別シンポジウム資料集，pp7-24，2007．2．7

2)横山功一：事例報告・茨城大学都市システム設計演習，エンジニアリング・デザイン教育特別シンポジウム資料集，pp25-36，2007．2．7

社会資本整備における「設計」の論と実際

日本技術開発(株)　　正会員　○駒田　智久

１．我国における設計論

工学一般における設計については広辞苑にもその定義が示されているが、「論」或いは「学」としての設計については盛んではないといえよう。即ち、出版レベルで言えば、岩波基礎工学講座の「設計論」(渡辺茂、1968)と丸善の「設計工学シリーズ」(北郷薫 1972、他)が有る。更には、講談社の佐貫亦男「設計からの発想－比較設計学のすすめ」(1979)が入れられるが、他には余り見当たらないようにみている。

社会資本整備や土木工学の分野では、伊藤学・尾坂芳夫の「設計論」（彰国社、1980）が「土木工学大系」中の一書として目立つのみといえよう。尚、材料やその挙動の不確実性に着目した、松尾稔の「地盤工学　信頼性設計の理論と実際」（1984）は、設計そのものに着目したものではあるが、全般的なものではないといえよう。

土木学会コンサルタント委員会は小委員会を設けて「設計」についてその機能・役割、或いはそれを担う者についての調査・研究を進めてきていたが、その一環として上記の伊藤学氏に講演をお願いしている(2003.8)。上記著書から四半世紀を経ての、「学」としてではない「設計論」としての、設計者の要件等も含む、極めて示唆に富む御講演であったが、残念ながら、その然るべき取り纏めは為されていない。

２．特に社会資本整備における設計論について

上記の伊藤・尾坂の著書においては、土木工学以外の分野も含めて、既往の数多くの設計に関する定義が示されている。それらも踏まえて、著者らは「構造物の設計とは安全性、耐久性、使用性、経済性、視覚的適合性などの全ての諸条件を程よく満足させる構造物を具体的に指定するための全ての行動」、あるいは「対象とすべき施設が指定された後、これに形を与え、材料を選び、諸元を定めて施工の段階に持ち込むまでのすべての行為」としている。かなり昔の記述であり、「諸条件」に挙げられる項目や表現については現在風に改められる点は幾つか有るように思われる。又、著者らが事前に断っているように想定対象が構造物である点で限定的な表現となっている点もあると考えられる。即ち、２つ目の定義に示される「･･･が指定された後」の表現である。

上記渡辺茂の著書では、設計の定義として「作りたいものを決める、形と材料を与える、作り方を決める」という簡明な表現を示している。著者は機械工学の分野の方で、後の記述もその分野に限定されているが、一番の相違は冒頭の「作りたいものを決める」という点であろう。機械の分野であろうと、設計者が恣意的に作りたいものを作るということは、自身がスポンサーで無い限り有り得ないであろうが、インフラ施設の場合、特に、何を作る・整備するかは、スポンサーでありユーザーであるところの納税者・市民の合意形成と絡んで、近年特に大きな課題となっている。敢えて言えば、設計の中にこの機能を取り込んだほうが、計画との関係で綱引きが生じうるが、設計者として元気も出て、豊な展開を齎すと考える。尚、「施工の段階に持ち込むまで」の記述については後で触れる。

３．社会資本整備における設計の特徴とその課題

伊藤等は上記著書において、インフラ施設としての土木構造物の特徴を次のように整理している。即ち、①大規模、従って建設の為の費用と期間が大、②公共事業、よって社会的制約大、③長期に渉る供用、④自然との大きな係わり、⑤一品生産的の５つである。敢えて付け加えれば、①に関連して、費用と期間が多大であるのは企画・構想から調査も含めての整備全般のものであろうし、又一度造ってしまったものは多少の不具合があろうと、先ず造り直せないことであろう(非可逆性)。これらのインフラ施設の特徴は設計を規定するものであるが、ここでは特に、上記①に関連して、設計の多段階性と最適性の追及について記述することとする。

インフラ施設の設計における実際面での大きな特徴は、伊藤等も記述するように、その多段階性であろう。神のみぞ知るとでもいうような自然条件のもと、社会的ニーズに根ざして企画・構想し、最終的に実際にもの・施設を造るに至るまで、多くの段階で「設計」が行われる。一般にそのアウトプットは段階を追うに従って詳細の度合いを増すが、特色はその各段階におけるインプットとしての情報の資と量が大きく変化していく事であ

り、又その各段階において設計を担うものが必ずしも、というより、殆どの場合同一ではないことであろう。造る段階での最終場面における詳細設計と施工の関係の問題は後述するとして、但し、何れにしても机上の設計が終わって現場に持ち込んだ時、新たな条件が付与されるのは必定であり、それに対応し終わって初めて一応のもの造りに対応した設計が終わることは十分意識すべき事柄であると考える。ただし、それで終わらず、供用してからの機能の附加に伴う設計や、補修や補強に伴う設計もある。更にいえば、その施設の設計の最後は「解体設計」であるといえ、そのライフサイクルに渉って設計が存在するといえる。

次に設計の最適性の問題に触れる。先述の松尾の著書では、設計とは「不確実性のもとで、できるだけ良い決定をする作業、すなわち、不確実性下の最適決定問題」としている。又、伊藤等の著書においても「設計における意思決定と最適化」として１章を設けてその手法などに言及している。筆者は永年コンサルタントで構造物の設計に従事してきたが、「最適化があって初めて設計たりうる」と自ら考え、パートナーにもそのような物言いで過ごしてきた。この点について近年いろいろの問題が生じてきている。一つはエンジニアリング・デザインの概念における解の複数性の問題であり、他は VE も含めた多次に渉る設計内容の改善の問題である。

先述のように机上の設計は現場に持ち込まれた際、条件の変化に伴う変更が生ずる。これは条件変化に対応する最適性の変化への対応と考え、理念的には特に問題は無い。ものの造り方に関する仮設設計についてはコンサルタントは「一般にはこのような方法で造れます、或いは造るのが良いですよ」という、一般解としての提示であり、工事受注者がそれが持つ固有・特別な条件のもとで造り方を変更する事は、本体に影響しない限りにおいて一般に設計者の関与するところではない。問題は設計 VE や入札時 VE である。これらは当初設計が最適化されていないという前提に立つものであろう。両 VE とも、その実施時には新しい条件は付与されないのが原則であろう。新たに出てくるのは技術情報であろうが、当初設計者はその技術情報を認識していなかったか、或いは軽視していた事になる。問題はその情報が開示情報かどうかという点である。開示情報であれば、設計者の不勉強で事は済む。非開示の場合どのようになるのか？非開示とする理由は、その施工者が競争状態の下での有利性の保持の為であれば、それは競争市場における当然の行動とも言える。但し、非開示情報のもとにおける設計･施工は公共性のもとでどのように説明され納得が得られるのか？入札時 VE 方式は設計と施工の不分離方式の一形態であるが、設計・施工一括方式も併せて、この点の明確化が必要であろう。

このような発注側における施策は「あらゆる機会を捉えての品質と価格の追求」の姿勢の現れとされる。この考えに異論は挟めない面があるのは勿論であるが、観点として永い眼でものを見た時にそれで良いのかの疑問が大いに生ずる。即ち、このような展開の中で然るべき「設計者」が育っていくのであろうか？そのような最適化について責任も持てないような技術者に心ある有為の人がなろうとするのであろうか？そもそも土木設計における設計者という概念は、「橋歴版」に(設計業務の)管理技術者の名前を残す動きとは裏腹に残念ながら極めて薄い。建築の世界では設計者という概念は極めて強固なものとして認識されているが。

いわゆる、エンジニアリング･デザインにおいては「解が一つでない課題」がキーワードとされている。これは最適解が複数存在する事を言うものであろうか。解の評価基準が強固に固められているのであれば、解は相当程度収斂していくものではないかというのが筆者の考えである。複数存在するのは、評価基準が定まっていない、人により評価要因が異なる、或いは要因は同じでもその重みが異なる事に起因すると考えたい。

４．おわりに

学会において、言わば個別専門分野に限定されない共通的な設計の問題を取り扱う部門は見当たらない。敢えて言えば、第６部門ともいえるが、設計手法・技術に偏ったとの印象も有る。ここに共通セッションとして、エンジニアリング・デザインに係わるテーマの創設は意味があるものと考えられるが、一方でプロフェションにも係わる問題としての展開も想定される。日本経済新聞(H19.3.28)では、藤本隆弘氏(東大教授)が「もの造り汎用技術」の重要性を指摘している。異分野も含めて、大いに新たな展開を期待したい。

キーワード；設計、設計論、エンジニアリングデザイン、最適化
連絡先；〒164-8601　東京都中野区本町 5-33-11　日本技術開発(株)　TEL03-5341-5150

５．エンジニアリング・デザイン教育のための広い議論の場の形成

（１）シンポジウムの開催

先述のように我が国の土木工学の中でＥＤ教育が広く採り上げられたのは平成17年度のことであり、ＥＤ教育を実践するにはまだ多くの問題や課題が存在することから、ＥＤ教育の前進、向上に向けて広い議論の場を形成することとした。そこで、コンサルタント委員会は教育企画・人材育成委員会と共催で、2007 年 2 月 7 日に土木学会講堂において、ＥＤ教育をテーマに特別シンポジウムを開催した。今回のシンポジウムは「エンジニアリング・デザイン教育の実現に向けて」というタイトルのもと、下記シンポジウムプログラムに示すように、前半は報告、後半はパネル・ディスカションの 2 部構成とした。

●シンポジウムプログラム

１．開会挨拶　　コンサルタント委員会副委員長　広瀬　典昭

２．報　　告

2.1 総括報告　　エンジニアリング・デザイン教育の現状と課題

東京工業大学大学院教授　　日下部　治

2.2 関連事例報告

・東京工業大学創造性育成教育　　東京工業大学大学院助教授　　福田　大輔

・茨城大学都市システム設計演習　　茨城大学教授　　横山　功一

2.3 高専教育のこれから

国立高等専門学校機構理事　河村　潤子

2.4　JABEE における最近の ED 教育関連状況

JABEE 基準委員会委員　　佐藤　之彦

（千葉大学工学部教授）

2.5 土木学会における検討―その経緯・成果と今後―

コンサルタント委員会 ED 教育研究小委員会委員長　　駒田　智久

３．パネル・ディスカッション

－実現に向けての諸課題の考え方と具体の対応について－

・パネリスト；　茨城大学教授　　横山　功一

国立高等専門学校機構理事　　河村　潤子

JABEE 基準委員会委員　　佐藤　之彦

コンサルタント委員会委員　　矢崎　勝彦

・進行役　；コンサルタント委員会幹事長　　田中　　弘

コンサルタント委員会 ED 教育研究小委員会委員　浦瀬　太郎

（東京工業大学大学院　助教授）

４．閉会挨拶　　コンサルタント委員会委員　　藤井　利侑

報告では最初に日下部治東京工業大学教授から、大学教育や科学技術の役割の歴史的変化及び近年の国際化の進展の中での問題解決型教育としてのＥＤ教育の必要性と、今後の必要な対処について報告があり、続いて大学での参考事例として、福田大輔東京工業大学助教授から同大学における学生の創造性育成に向けた各種取り組み例、及び横山功一茨城大学教授から同大学工学部における、道の駅を対象とした都市システム工学設計演習の紹介があった。次いで、河村潤子国立高等専門学校機構理事から高専教育のこれからについて、高専で養成する技術者像や産業・社会の課題解決を学習に導入する例などの紹介、及び佐藤之彦 JABEE 基準委員会委員（千葉大学教授）からＥＤ教育に対するこれまでの JABEE の取り組みと 2007 年度版「認定基準の解説」におけるＥＤ教育に関連する事項などの紹介があった。最後に駒田智久コンサルタント委員会ＥＤ教育研究小委員会(以下、小委)委員長から、ＥＤ教育に関する最近 1～2 年の土木学会での検討経緯やその成果(中間含む)、及びその実現に向けて考えられている今後の予定について報告があり、その中で、「産」の側の支援・協力の必要性や、ＥＤ教育発展の為の ED そのものの社会的認知の必要性が言及された。

後半のパネル・ディスカッションでは、前掲の横山、河村、佐藤氏に矢崎勝彦委員(小委)が加わり、田中弘幹事長と浦瀬太郎委員(小委)の進行のもと、ＥＤ教育実現に向けての諸課題の考え方と具体の対応をテーマに行われた。具体には、それぞれの立場でのＥＤ教育のとらえ方や必要性、カリキュラムへのＥＤ教育の取り入れ時期とその方法、教材の必要性とその内容、評価方法などについて意見交換がなされた。

今回の特別シンポジウムには教育関係者は勿論、コンサルタント・ゼネコンなどから多数（約７０名）の参加があり、パネリストと会場の参加者との活発な意見交換も数多くあり、ＥＤ教育について関心の高さと今後への期待の大きさを感ずることができた。

なお、シンポジウムの資料を抜粋し巻末に添付する。

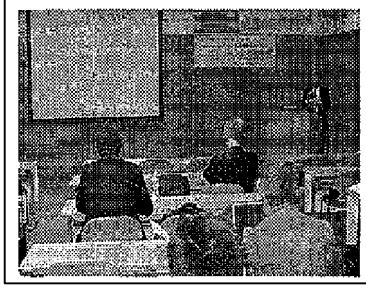
写真－5.1 パネル・ディスカッションの様子

エンジニアリング デザイン教育学ぶ
土木学会がシンポ

土木学会のコンサルタント委員会は7日、エンジアリング・デザイン教育に関するシンポジウムを東京都内で開いた＝写真。エンジニアリング・デザインは、必ずしも解が一つではない課題に対し、さまざまな技術を統合して実現可能な解を見いだす考え方。海外では一般的だが、建設市場の国際化を契機に日本でも必要性が認識され、同委員会で教育手法に関する検討が始まった。

冒頭、同委員会の広瀬典昭副委員長は「海外では、事業プロセスをマネジメントする能力開発はＯＪＴを通じて行われるが、国内では専門領域が細分化し、現場が訓練の場として機能していない」と指摘。「エンジニアリング・デザイン能力を意図的に開発する場が必要だ」と述べ、教育と実務の現場が一体となって取り組む必要性を強調した。

同委員会の日下部治委員長が、エンジニアリング・デザイン教育の現状と課題について報告した後、事例報告やパネルディスカッションが行われた。



新聞記事－5.1　建設工業新聞（2007 年２月９日）

（２）全国大会共通セッションの創設

平成 18 年度全国大会から共通セッションに「土木教育一般」が常置され、この中で土木教育全般に関わる課題のほか、人材育成関係の活動のひとつとしてエンジニアリング・デザイン教育も対象とされた。平成 19 年度全国大会では先のシンポジウム同様、ＥＤ教育に関する更なる議論の場を形成することを目的に共通セッションに新たな独立したテーマを設けることを図った。

新テーマは単に「エンジニアリング・デザイン教育」とするのではなく、エンジニアリング・デザインそのものにも課題があることを示すために、ＥＤとＥＤ教育の両方を対象とすることを明確にできるものにした。また、応募が容易になるようにＥＤ、ＥＤ教育をイメージできるサブタイトルを付けることとし、両者のキーワードとなる、知識統合、問題解決、創造～創成、能力の育成・向上などから設定した。以上より、新テーマを「エンジニアリング・デザインとその教育－創造と統合、その能力向上に向けて－」とし、土木学会に応募し採択された。なお、このテーマのもと以下に示す１５編の応募があった。

表－5.1　共通セッション CS－14 エンジニアリング・デザインとその教育　論文一覧
－創造と統合、その能力向上に向けて－

A　ED 教育

A1　ED 教育全般

①五艘 9238；「エンジニアリングデザイン教育の現状と今後の展開」
②草柳 9239；「Engineering Design 教育プログラム実施に関わる基礎研究」
③皆川･草柳 9247；「土木界に求められるエンジニアリングデザイン教育の推進」

A2　高等土木 ED 教育

④田中･駒田 9243；「高等土木エンジニアリング・デザイン教育としての PBL 演習とその課題」
⑤土方･矢崎 9241；「土木工学におけるエンジニアリング・デザイン能力について」
⑥矢崎･土方 9242；「土木工学におけるエンジニアリング・デザイン能力向上のための教育について」

A3　ED 教育事例

⑦木村他２名 9246；「Civil Engineering Design 教育の試行計画」

A4　ED 教育のための教材

⑪藤井、三ツ江 9248；「エンジニアリング・デザイン教育の為のプロジェクト事例の必要性と要求特性」
⑫金･金子 9245；「エンジニアリング・デザイン教育に用いる事例集のテーマ事例の選定とその内容」
⑬永野･山崎 9244；「エンジニアリング･デザイン教育素材としての『社会資本整備プロセス概要』の作成」

B　ED 教育関連事例

⑧伊藤･草柳 9249；「高知工科大学におけるスタディスキルズ授業について」
⑨山岡他２名 9250；「地域連携教育プログラム『キャリア開発セミナー』について」
⑩皆川他４名 9252；「科学体験教材開発による創造性を育む教育の実践」

C　その他

⑭小川他３名 9240；「エコロジカル･ランドスケープ手法による住宅団地の設計･施工－設計編」
⑮駒田 9251；「社会資本整備における『設計』の特徴と実際－エンジニアリング･デザインに関連して－

Ⅱ　作成教材編

プロジェクト事例集

－高等土木教育におけるエンジニアリング・デザイン教育の教材として－

目　次

１．　事例－１：三鷹・上連雀コミュニティーゾーン

２．　事例－２：豊橋駅駅前広場

平成 19 年 5 月

土木学会 コンサルタント委員会

エンジニアリング･デザイン教育研究小委員会

事例－１

生活道路の交通安全対策
三鷹市上連雀地区コミュニティ・ゾーン

東京都三鷹市

目　次

１．プロジェクト概要 1
　１－１　プロジェクトの目的とその概要 1
　　（１）プロジェクトの目的 1
　　（２）プロジェクトの概要 2
　１－２　関係者と役割 3
　１－３　プロジェクトの経緯 3
２．プロジェクトの内容 4
　２－１　プロジェクトの計画・調査 4
　　（１）プロジェクトの計画 4
　　（２）プロジェクトの実施に関わる調査 5
　２－２　プロジェクトの設計・施工 6
　　（１）プロジェクトの設計 6
　　（２）プロジェクトの施工 6
　２－３　プロジェクトの運営・維持管理 6
３．プロジェクトの遂行に関わる問題、課題とその解決策 7
　　（１）　交通規制（進行方向指定）による方策について 7
　　（２）　外周道路の円滑化について 7
　　（３）　試験施工等 8
　　（４）　住民参加の継続 9
４．プロジェクトの現状と評価 10
　　（１）事業効果 10
　　（２）供用後評価 10
５．あとがき 12

１．プロジェクト概要

１－１ プロジェクトの目的とその概要

（１）プロジェクトの目的

・細街路における通過交通排除、安全性の確保
・地区内を東西に走るバス路線での安全性確保

三鷹市は東京駅から西に約15㎞、電車で30分というところに位置した人口16万人の都市で、都心への就業者の居住する良好な住宅地域を形成している。対象地区は面積約77haで、約5,000世帯（9,700人）が居住している。地区内にはわずかな畑地や小規模な商店がある以外は、ほぼ全域が住宅地域となっている。また、地区内には幼稚園、小学校などが立地しているが、バス路線の新道北通り以外はほとんどの道路が幅員４m程度で歩道もなく見通しの悪い交差点が数多くある。

本地区は、ＪＲ三鷹駅に隣接した地域である。境界は東と南は２車線の幹線道路(三鷹通り、連雀通り)、北は鉄道用地沿いの幅員６mの道路(電車庫通り)で形成している。西端は武蔵野市との市境である幅員４mの街路となっているが、ここには将来的に都市計画道路の整備が予定されている。

本地区の東の境界道路である三鷹通りは、市内でＪＲ中央線と立体交差している幹線道路で、この他には立体交差している幹線道路がなく、しかも南の境界道路である連雀通りと三鷹通りの交差点は朝の通勤時間帯の左折が禁じられていたため、ＪＲ線の北側に向かう車は地区内の生活道路に入り込み速い速度で通過していた。さらに北からＪＲ中央線を越えてきた車も渋滞を避け地区内に入り込んでいたため、居住者の生活は脅かされ、特に通学児童が極めて危険な状況にさらされていた。

図-1.1　上連雀地区の概要

表-1.1　プロジェクト概要

分野分類	事業種別	交通改善
	施設/システム	道路
	課題種別（キーワード）	安全対策
プロジェクト概要	社会的課題としての事業の目的	自動車が集中し、抜け道となる住宅地区にも高速で走行し、交通事故が多発していた。この対策として、コミュニティー・ゾーンの整備を行った。
	課題解決のための事業の内容	区域内の制限速度を 30㎞ とし、地区に入るところに段差を設け、車道をジグザグにしたり、路面に突起物「ハンプ」を設置したりして、車のスピードを落とす工夫を行った。 地区面積：約 77 万㎡ 道路延長：約 7350m
	事業者	東京都三鷹市
	事業場所	三鷹市上連雀 2～5 丁目
	事業時期	1996.11～1998.3
	設計者	三鷹市建設部土木課
	施工者	斎由組
	事業費	約 2 億円
	特記事項	特になし

＊「コミュニティ・ゾーン」は、公安委員会によるゾーン規制等の交通規制と、道路管理者によるコミュニティ道路等の道路整備等を適切に組み合わせることによって、住居系地区等における歩行者の安全を確保するための施策

このため、本地区において通過交通の地区内への進入禁止や速度抑制、歩道の設置や速度抑制を目的としたハンプの設置など総合的な交通安全対策を行うためコミュニティ・ゾーンの導入を図ることとした。

プロジェクトのポイントは大きく2つ
●地区交通安全の推進
●地域の合意形成

（2）プロジェクトの概要

■コミュニティ・ゾーン形成事業
・交通規制の変更
・スムーズ歩道の設置による地区内への流入規制（通過交通量を低下）
・カラー舗装
・高輝度舗装の整備（ドライバーや歩行者等への注意喚起）
・歩道の拡幅
・歩道の連続化
・路線バスに対応したハンプの設置
・センターラインの除去

本地区の整備は 1996 年～1997 年の 2 年間の事業で行われたが、2 年目は外周道路でのリバーシブルレーンの導入が主な内容となっており、地区内の整備自体はほぼ 1996 年度中に全て実施されている。

本地区の課題は、1）細街路における通過交通排除・安全性の確保、2)地区内を東西に走るバス路線での安全性確保、の 2 点であった。

1）については地区内には狭幅員の街路が多数存在するため、物理的なデバイスの導入が困難であったため、交通規制の変更やスムース歩道の設置による地区内への流入規制により通過交通量を下げるとともに、カラー舗装や高輝度舗装の整備によりドライバーや歩行者・自転車利用者に注意喚起を促すことによりある程度目標を達成している。

2）については歩道の拡幅、歩道の連続化とともに路線バスに対応したハンプの設置、センターラインの除去を行うことにより対応している。

外周道路のリバーシブルレーン
リバーシブルレーンを導入することにより、外周部の道路の交通容量を増大させた。結果的として地区内への通過交通の流入は削減された。

路線バスの通行を考慮したハンプ
路線バスの通行と、当該路線での自動車の速度抑制を考慮して設計されたハンプ。導入にあたっては、社会実験も行われた。この路線ではセンターラインが除去されている。

バス路線外のハンプ
路線バスのような大型車の通行は考慮されていない。地区内に病院が存在するため、救急車による走行実験を行いこの形態が採用された。

細街路でのカラー舗装
本地区は幅員４m程度の細街路が多いため、カラー舗装が多用された。交差点部には、幅員が狭くなっているように見える工夫がなされている。

歩車共存道路
地区内の小学校脇と病院脇の２路線では交互にボラードを設置し、歩車共存道路（シケイン）を設置している。

１－２　関係者と役割

・三鷹市（道路管理者）
・警視庁（交安委員会）
・コミュニティ・ゾーン検討委員会（三鷹市、警視庁、東京都、住民、学校関係者）

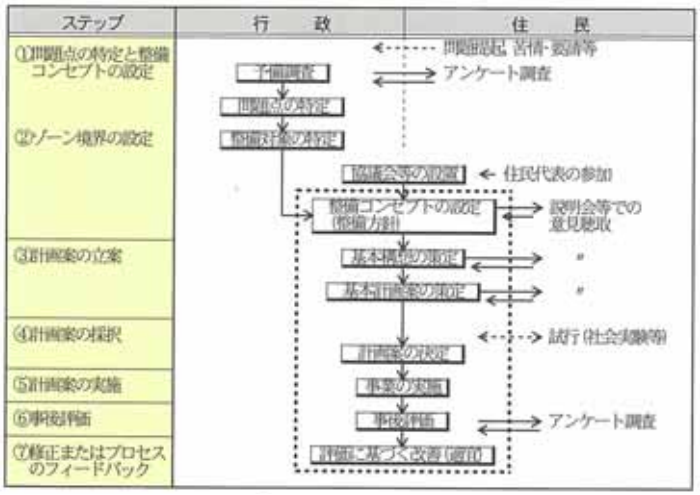


図-1.2　一般的な事業の進め方の例

１－３　プロジェクトの経緯

平成８年～平成９年　コミュニティ・ゾーン整備の実施
平成 10 年　住民アンケートの実施、コミュニティ・ゾーンの評価

２．プロジェクトの内容

２－１　プロジェクトの計画・調査

（１）プロジェクトの計画

1）コミュニティ・ゾーン検討委員会の設置

検討委員会には、三鷹市、警視庁、東京都のほかに地域事情に詳しい住民 2 名と小学校教諭 2 名が参加し、計画の立案を行った。

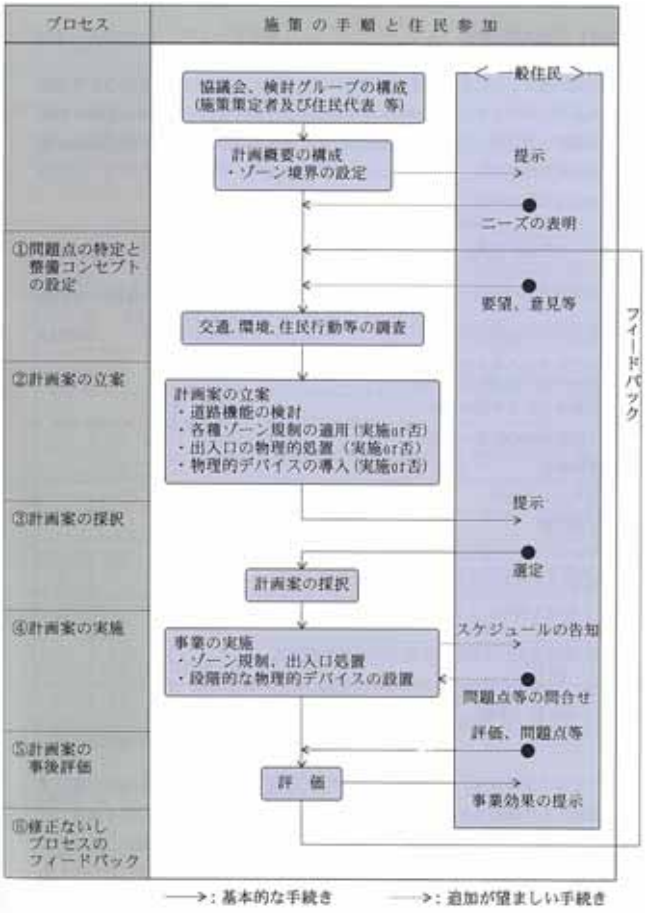


図-2.1　一般的な施策の手順と住民参加例

2）アンケート調査

交通環境改善のためのアンケート調査を、投函配布・郵送回収方式で地区内の約 600 世帯を対象に実施した。結果は住民の意見・要望として計画に反映されている。

3）地元説明会

計画案について、地区を 3 分割し 3 会場で各 2 回、計 6 回の説明会を行っている。居住者の生活動線や商店の営業上の都合、車庫と自宅の位置、頻繁に車を使う人、それぞれの生活上の立場から様々な意見が出されている。

4)社会実験

商店主の騒音と振動に対する厳しい意見、バス会社の車内事故の危険性などへの意見か

ら、バス通りの新道北通りに仮設のハンプを設け、商店主などの参加によるバスの走行実験を行った。これによりハンプの安全性や、騒音・振動の発生状況などを確認してもらい、計画案への理解を得ている。

5)事業の PR

事業の PR として、NHK をはじめとするマスコミの取材を積極的に活用している。また、全国のモデル事業として各地からの多数の見学者もあり、今後の対策を含め様々な意見が出されているが、全般的には一定の評価が得られている。

表-2.1　住民参加等の内訳

内　容	回数	内　容	回数
地元住民との懇談会	2	町会との懇談会	1
コミュニティ・ゾーン検討委員会	2	沿道商店会との懇談会	1
アンケート調査	1	ハンプ試験走行実験	1
整備計画案の地元説明会	6	電車庫通り整備(案)説明会	1

（2）プロジェクトの実施に関わる調査

・コミュニティ・ゾーン整備にあたっては、計画プロセスの各ステップ毎に適切な調査、分析を行う必要がある。

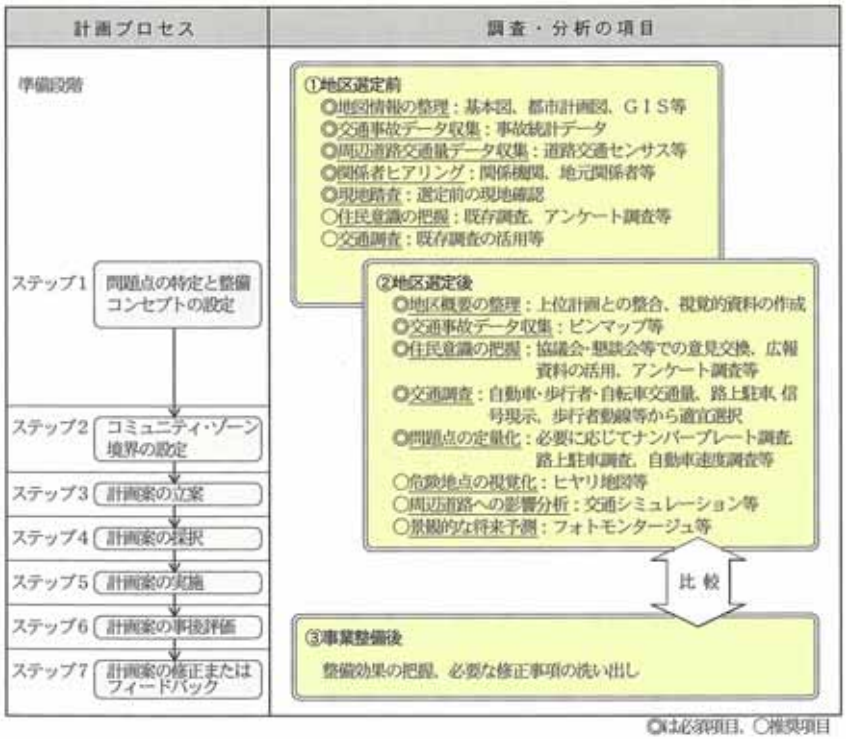


図-2.2　一般的な調査・分析項目と計画プロセスの関係例

２－２　プロジェクトの設計・施工

（１）プロジェクトの設計

・計画案の設計を実施

（２）プロジェクトの施工

物理的デバイスの導入や交通規制の変更などの実施により、緊急車両の通行やバス通行、道路占用工事などへ影響が生じることがある。このため、事業施工にあたっては、それら関係機関との調整を図ることが必要である。

住民や道路利用者に対しては、道路構造の変更や交通規制の変更により混乱を招かないように、周知徹底したり、道路の使い方を PR する必要がある。特に、事業路線の沿道住民には、事前に行政担当者による個別の説明が必要である。

２－３　プロジェクトの運営・維持管理

・維持管理の実施

・事業後の問題箇所の対応

事業実施後、苦情や交通の混乱等の問題が生じた場合や事後評価において改善の必要性が生じた場合等においては、適切に対応を行っていく必要がある。

例えば、三鷹市上連雀地区においては、以下の点が事業後に改善されている。

○スラローム設置区間

スラロームを設置したことによって、「車が蛇行するため通行者の方に迫ってくるようで怖い」との指摘があり、蛇行幅を緩やかにするように路側線が引き直されている。

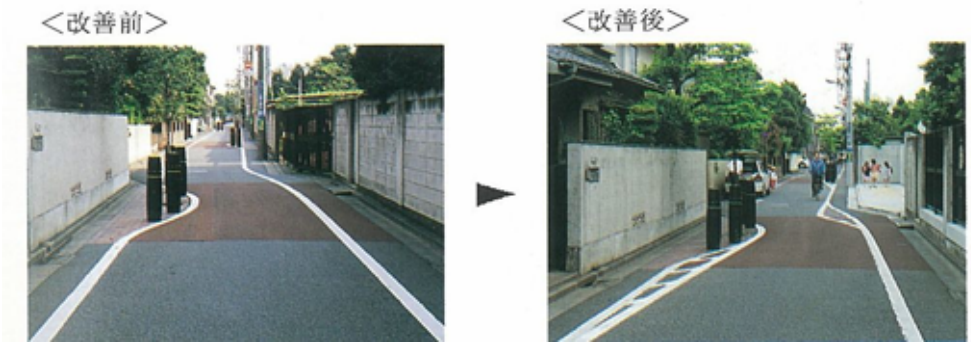


写真-2.1　事業後の問題箇所の対応例

○速度規制表示

当初はゾーンの出入口部の標識によって速度規制を表示していたが、「ゾーンの内部にも速度規制を表示すべき」との指摘があり、路面に速度規制の道路標示が加えられた。

３．プロジェクトの遂行に関わる問題、課題とその解決策

（１）　交通規制（進行方向指定）による方策について

東京都三鷹市上連雀地区では、外周道路からゾーンへの入口となっている交差点において、左折禁止規制を実施した。これに合わせて、ゾーン内の道路のカラー舗装化、交差点部の歩道改良を行った。この結果、この交差点では、午前7～9時の2時間交通量は345台から209台に減少した。また、この対策と同時に、外周道路の円滑化対策も実施した。

図-3.1　左折禁止規制と外周道路円滑化対策の事前・事後（東京都三鷹市）

（２）　外周道路の円滑化について

東京都三鷹市上連雀地区では、外周道路を構成し、三鷹駅に通じている三鷹通りが往復2車線で運用されていたにも関わらず、午前7～9時の間、北行方向がバス専用道路（バス・タクシー・ハイヤー以外通行禁止)となっていた。そのため、一般車が三鷹通りを走行できず、多くの一般車両が周辺の生活道路に流入していた。そのため、コミュニティ・ゾーンを整備する際に、三鷹通りに中央線変移規制を導入した。

三鷹通りは、通常時は往復2車線で還用されている。しかし、午前7～9時は往復3車線で運用され、片側2車線となっている路線のうち1車線をバス・タクシー専用レーンとして連用しているものである。そのため、往復2車線で運用されていた時には、一般車両は午前7～9時に外周道路を走行できなかったが、外周道路を走行できるようになった。その結果として、交通を外周道路に誘導し、通過車両をゾーン内に入り込ませないようにする効果がみられる。

このような外周道路の円滑化対策は、中央線変移規制によるものだけではなく、交通円滑化対策に用いられている様々な手法を用いることができる。

写真-3.1　リバーシブル・レーンの工事　　**写真-3.2　リバーシブル・レーンの運用状況**

（３）　試験施工等

ハンプを設置する場合、沿道住宅の車両出入口や電柱等の位置等から、現場に合わせた設計が必要となる。また、道路利用者や住民においてはハンプの体験がない場合が多い。このような場合、現場においてハンプを試験施工したり、社会実験を実施することが望ましい。

下の写真は、三鷹市上連雀地区の試験施工の事例である。交互通行のバス通りにおいて速度超過に対処するためハンプを提案した。バス乗降客に対する影響を考慮して試験ハンプを設置し路線バスの試験走行を実施した。

写真-3.3　ハンプ設置に関する試験施工の例

（４）　住民参加の継続

バス通りへのハンプ設置を検討する際に、行政と住民が協力して実験を実施するなど、住民参加の先駆となった三鷹市の事例では、コミュニティ・ゾーン事業完了後も住民の発意でハンプの角度の見直しが進められるなど、事業後も住民の活動は続いている。

三鷹市のゾーン 住民説明徹底し成功（中國新聞 H10.6.19）

スピードを落とすために設けた道路上の凸部（ハンプ）、車道の部分的な絞り込み、ポールを立ててつくった曲線道…。東京都三鷹市のＪＲ駅前の上連雀地区は、道路形態が一変した。二年前、ゾーン規制で車の締め出しを図る「コミュニティ・ゾーン」に指定されたからだ。

このゾーンが出来るまでを克明に追ったビデオを見せてもらった。画面には、スピードを出しながら狭い路地を通過するマイカーが何度も登場する。「いつ事故が起きても、おかしくない状況だった」と市交通対策室の内野時男主査が、当時を振り返る。

確かに効果は抜群だった。ゾーン内の平均速度は三十八キロから二十八キロに落ち、通過交通は最高で六五％も減った。事故件数も、前年の九十四件から五十三件までになった。

どこでもゾーンの建設は可能か―。

「通過車両が減るのはうれしいが、必要な車も入れなくなり、売り上げも減少すると思っていた」。ゾーン内で酒屋を営む南雲常夫さん（５０）は述懐する。だが、六回の地元説明会を始め、バスを使ったハンプ上の走行実験など、計十五回に及ぶ住民参加行事で、心配は杞憂（きゆう）に終わったという。

一方、三鷹市の西隣にある武蔵野市では、度々論議には上がりながらも、計画が遅々として進んでいない。計画段階からの徹底的な住民参加が、導入成功のカギといえるのではなかろうか。

４．プロジェクトの現状と評価

（１）事業効果

本事業では、自動車交通量・自動車速度、交通事故数について事後調査が行われている。

1）自動車交通量

調査は、事前に問題となっていた通勤時間帯(午前 7～9 時)の地区南側の幹線道路から本地区への自動車の出入車両数及び地区東側の境界道路である三鷹通りの交通量について検証された。結果は、地区内への入出は約 47%の減少となっており、三鷹通りの交通重は上下線合計で約 50%の上昇となっている。

2）自動車速度

自動車速度の事前事後比較は地区北側の境界道路である電車庫通りで行われた。この路線には、乗用車用のハンプが設置されている。

表-4.1　走行速度の変化

速度区分	午前(7～9時)		午後(15～17時)	
	対策前	対策後	対策前	対策後
最高速度	62	46	54	41
平均速度	38	28	39	29
85ﾊﾟｰｾﾝﾀｲﾙ値	43	30	43	30

資料：三鷹市、三鷹警察署

3）交通事故数

事前事後の人身事故発生件数の比較を示したものが右表である。本地区の事故件数は年平均で 31 件から 14 件に半減していることがわかる。特に、ハンプ設置や歩道の拡幅・整備、センターラインの除去などを行った新道北通りでは 21 件/2 年から 6 件/2 年へと大幅に減少しており、対策の効果が顕著に現れている。

表-4.2　交通事故数の変化（1996 年は事業実施中）

事故種別	事前			事後			前後比較
	1994	1995	平均	1997	1998	平均	
死亡	0	0	0	0	0	0	0
重傷	0	4	2	1	0	0.5	−1.5
軽傷	21	37	29	13	14	13.5	−15.5
合計	21	41	31	14	14	14	−17.0

資料：警視庁

（２）供用後評価

本地区では、供用開始後に三鷹市による住民に対する意向調査が実施され、その結果を受けて、ボラードに関する路側帯の改良等、具体的な改善が実施されている。

写真-4.1 住民の意見を参考に供用後に改良した地点

また、本地区では事業が完了して約1年後の平成10年12月に大規模な住民アンケート調査が実施された。調査は、調査員による投函配布・郵送回収の方式で、地区内の全世帯及びその周辺の2,000世帯に対して実施された(下表参照)。

表-4.3　アンケート調査の概要（東京大学・埼玉大学共同調査）

	配布数	回収数	回収率
ゾーン内	4,687	394	8.4%
周辺地区	2,000	215	10.8%

コミュニティ・ゾーン整備効果について、自動車に関しては、交通量の削減効果と比較して速度低下についての評価がやや高い評価を得た。また、住居の前面道路別に分類してみると、区画道路が走行速度の低下で満足度が最も高いのに対し、同程度の幅員条件でありながら、速度低下対策を実施した市境通りがあまり高評価を受けていない。歩行者については、歩道の整備を行った新道北通りや三鷹通りについては評価が高いものの、ハンプや狭さくの設置のみを行った電車庫通りや市境通りは、走行速度低下の評価が低かったことも反映してか、歩行空間としての整備についても課題を残した結果となっている。

ゾーン整備による生活環境への効果については、「ゾーン整備で景観が良くなった」とする住民が半数を占めており、景観的な向上については一定の評価を得た。物理的デバイスのマイナス面としてよく指摘される騒音・振動の悪化についても、悪化したとの回答が全体の13%と低い値を示しており、社会実験を経てハンプの形状・配置について住民自ら検討を行った成果と捉えられる。

安全性・生活環境(歩きやすさ、交通量、騒音、振動等〕の変化について、実際に生活している上で気がついた地点(路線)を地図上で記入してもらったものが下図である。安全性・生活環境について事前と比べて悪くなったと指摘された箇所がいくつか存在している。

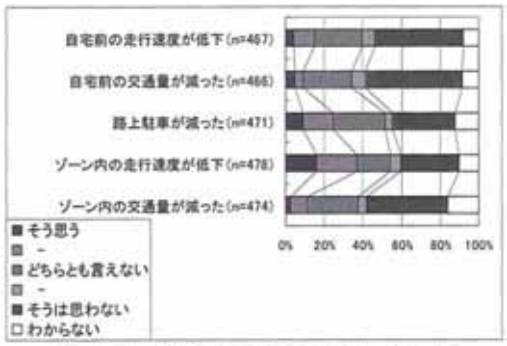


図-4.1　自動車の速度・交通量の評価

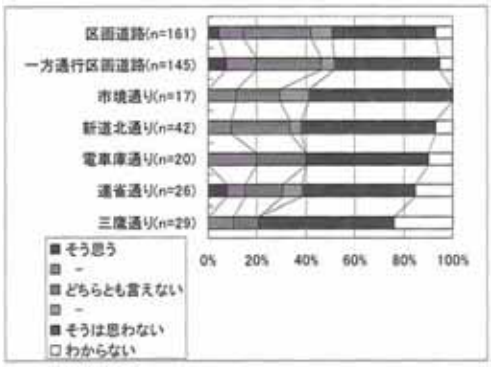


図-4.2　前面道路別「前面道路の速度低下」

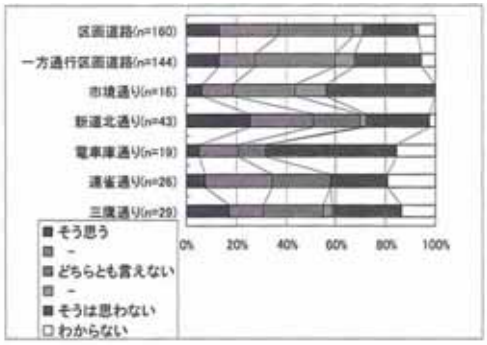


図-4.3　前面道路別「地区内が歩きやすくなった」

図-4.4　安全性・生活環境が向上した路線・地点（左)、低下した路線・地点（右）

路線別に見ると、新道北通りは安全性及び生活環境の向上という点で評価が高い。理由として多く挙げられているものには、歩道の整備・拡幅による歩行環境の向上が指摘されている。反対に、市境通りの狭さくについては批判が多い。理由として、自動車の速度の低下が不十分で、狭さくの設置によって歩行者・自転車の通行が困難になったという意見が多い。電車庫通りのハンプの設置や中央病院沿い及び第三小学校脇の歩車共存道路は・自動車速度の低下、歩行環境の向上等の好意的な評価も多い一方、ハンプやボラードの設置で危険になったとの意見もあり、住民の中でも意見が分かれている。その他・歩車共存道路の隣の路線での自動車交通量の増加についての指摘や、新道北通りでの歩道の連続化(切り下げ)の部分で自動車の歩道への乗り上げ対策が行われておらず、歩道上に駐車車両が発生し歩行者は車道を歩かされるなどの、細かい指摘がなされている。

本地区の供用後評価では、住民集会やアンケート調査といった大規模な調査によって、具体的な実施対策メニューへの問題点指摘や使い勝手上の不満など、主役となる住民自らの視点による評価が可能となった。供用メニューに対する微細な修正・対策によって住民の意識は向上されることからも、供用後評価の意義は高い。

５．あとがき

本事例では、地域の合意形成を図りながら身近な交通安全対策を推進していく事業を整理した。

なお、資料や考察は下記の出典から抜粋している。

出典)「コミュニティ・ゾーン形成マニュアル」(社）交通工学研究会
「コミュニティ・ゾーン実践マニュアル」(社）交通工学研究会
「コミュニティ・ゾーンの評価と今後の地区交通安全」(社）交通工学研究会

事例-２

豊橋東口駅前広場整備事業

愛知県豊橋市

目　次

１．プロジェクト概要 14
１－１　プロジェクトの目的とその概要 14
（１）プロジェクトの背景と目的 14
（２）プロジェクトの概要 15
１－２　プロジェクトの関係者と役割 15
１－３　プロジェクトの経緯 16
２．プロジェクトの内容 16
２－１　プロジェクトの計画～調査 16
２－２　プロジェクトの設計 17
（１）設計者の選定のため技術提案委託の実施 17
（２）設計の概要 17
２－３　プロジェクトの施工 25
３．　プロジェクトの遂行に係わる問題、課題とその解決策 29
３－１　「建築」と「土木」 29
４．　プロジェクトの事後評価 31
５．あとがきにかえて 31

１．プロジェクト概要

１－１　プロジェクトの目的とその概要

（1）プロジェクトの背景と目的

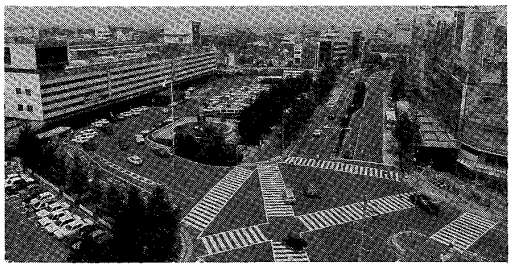
・駅前の渋滞解消
・鉄道、バス、自動車の交通結節点機能の充実
・駅前再開発の目玉となる環境広場機能の整備

豊橋市は、愛知県第２の都市であり、また東三河地区の中心都市の人口約４０万人の中規模都市である。その玄関口である豊橋駅は、新幹線、東海道本線、飯田線、名鉄名古屋本線、豊橋鉄道渥美線が市街地を東西に分ける形で乗り入れている。

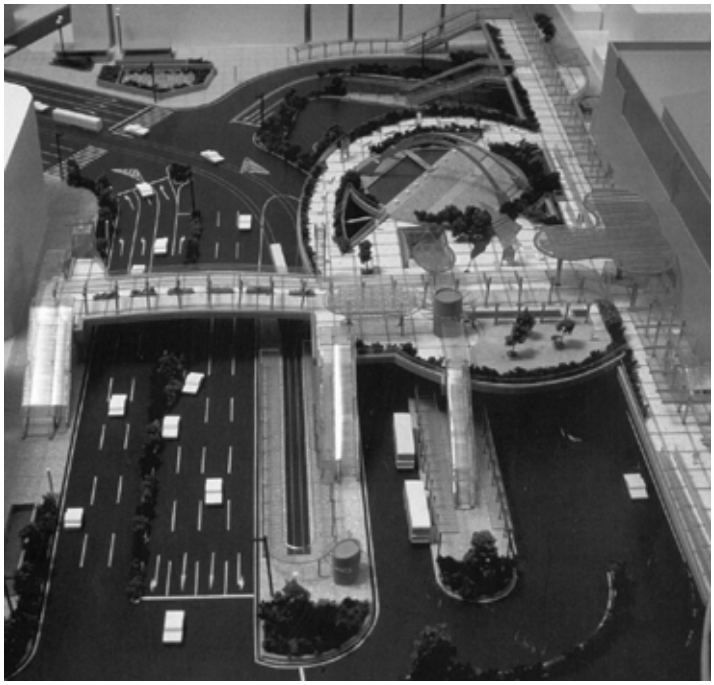
豊橋駅東口駅前広場は、戦後の戦災復興にて整備された敷地面積約 18000m2 の駅前広場であり（写真-1,2)、１日の駅利用者約 10 万人とバス、タクシー、市電、一般車が輻輳し常時混雑と渋滞が生じている状況であり、交通広場機能と環境広場機能の強化が大きな課題となっていた。

豊橋市は、この課題に対し「にぎわいある人と文化のであうまち－HEARTFUL　CITY」を実現するための「豊橋駅総合開発事業」および「豊橋駅前拠点地区各街区の再開発」を二本の柱とし、前者の中心プロジェクトとして約 5,000m2 の人工地盤を整備したものである。

写真－１　昭和 33 年頃の東口駅前広場



写真－２　事業着手前の東口駅前広場



図－１　豊橋駅東口駅前広場の概要

（2）プロジェクトの概要

①事業が備えるべき要件（コンセプト）

誰もが親しめる「市民のための都市広場」とする

・様々な交通機能を十分に発揮する”便利な”　”安全な”　”やさしい”駅前広場

・人々の”交流の場”となる多目的効能を持つ駅前広場

・東三河の顔として”地域文化”のシンボルとなる駅前広場

・周辺の施設、計画と調和を図った駅前広場

②事業規模および概要

・整備面積　　：（地平部）約 17,500m2、（人工地盤部）約 5,000m2

・階数　　：地上２階、地下３階、地平部

・構造　　：Ｓ造（人工地盤）、ＲＣ造（地下）

・事業費　　：約５０億円（土木・建築本体工事金額のみの推定金額）

③特徴

駅前広場という公共事業整備を土木技術者と建築家とが協働して進めた事例であり、公共事業という同じ土俵において土木と建築とがどのように事業を進めたかという点において非常に興味深い事例である。

１－２　プロジェクトの関係者と役割

・発注者：豊橋市

・設計、監理：日本技術開発㈱および建築デザイングループ

（都市建築研究所、フェイズアソシエイツ、ライティングプランナーズアソシエイツ）

・設計監修：宇野求（全体デザイン）、面出薫（照明）、北川フラム（パブリックアート）

・施工：鹿島建設

１－３　プロジェクトの経緯

表－１に事業の経緯を示す。

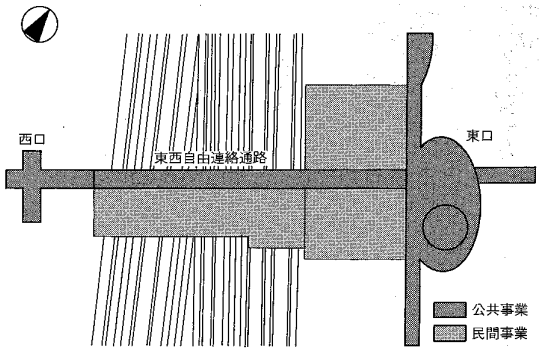
表－１　事業経緯

	S63	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9
豊橋駅総合開発事業										
駅前広場整備計画										
駅前基本広場設計										
駅前広場詳細設計										
工事監理										
工事										

２．プロジェクトの内容

２－１　プロジェクトの計画～調査

豊橋駅前広場は、１－１（１）に示した「豊橋市基本構想・基本計画　平成２年３月豊橋市」の中に示される「中心市街地の整備」の主な施策の一つとして位置づけられた「豊橋駅前拠点地区再開発事業」の一つのプロジェクトして推進されたものである。この豊橋駅前拠点地区再開発事業は、以下の４つの事業から構成されている（図－２参照)。



図－２　豊橋駅総合開発事業の概要

①東西自由連絡通路の整備：東口駅前から西口駅前の鉄道上空部に至る延長約 180m、幅員約１０mのスカイウェイを整備する。

②東西駅前広場整備：地平部は、路面電車の広場内引き込みや、バスバースの集約化による交通結節点としての機能整備を目指す。上空部は、自由通路に繋がる約 3000m2（当初計画時）程度の多目的デッキを整備し、地平部で不足する景観やアメニティに配慮した憩いの広場とする。

③ステーションビルの増改築:当時の床面積約１万２千 m2 のステーションビルを増改築し、５万 m2 程度の規模を持つ、ホテル、大型商業の複合ビルとする。

④駅舎の橋上化：自由通路の整備に伴い、１F にある駅舎を橋上化する。

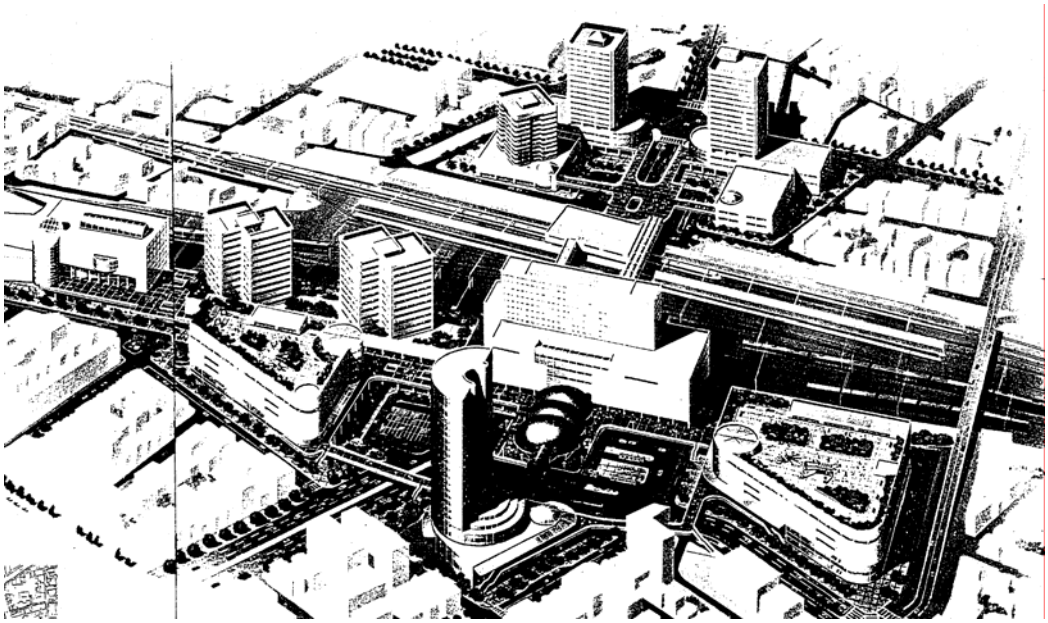
この中の「②東西駅前広場整備」が本事例の東口駅前広場整備に相当する。

上記①～④の整備計画については、「豊橋駅前拠点地区整備基本計画　平成２年３月」にまとめられ、この中で豊橋駅東口駅前広場の基本コンセプトとして以下が示された。

- 駅前広場は、東口、西口ともに歩行者と自動車を分離するため、東西自由連絡通路を中心に歩行者専用の立体遊歩道を整備する。
- 多目的デッキの下は、バス、タクシー、乗用車の乗降場を設けるほか、路面電車

の乗り入れをはかり、駅前広場における交通機関相互の乗り換えの利便性を高める。

上記計画に示されたイメージパースを図－３に示す。



図－３　豊橋駅総合開発事業のイメージパース

２－２　プロジェクトの設計

（１）設計者の選定のため技術提案委託の実施

豊橋市では豊橋駅総合開発事業の目玉となる東口駅前広場整備を「市の顔」をつくる事業と位置づけ、この計画を具現化するにあたり、高度な知識やデザイン能力を持った設計者を選定するため、当時（平成３年)、公共事業としては非常に珍しい指名型コンペ（総合建設コンサルタント７社、建築設計事務所１社）により設計者の選定が行われた。提案に当たって示された提案条件を表－２に示す。

表－２　設計条件

【敷地条件】①敷地面積　約 17500m2、②地域地区　商業地域、防火施設準防火地域、駐車場整備地域
③建ぺい率　８０%、④容積率　６００および４００%
【事業予定】平成４～５年　基本・実施設計　平成６～８年　工事
【地平部および地下の条件】
①計画施設（バス 12 バース、一般車乗降場７台、タクシー乗降場４台、ホテル車両乗降場３台、タクシープール 59 台、路面電車乗降場　１カ所）
②既設施設　地下道、地下埋設物
【人工地盤の条件】
①平面形態　自由、②規模　床面積 2000～3000m2、連絡通路は幅員 10m
③構造　鉄骨、RC または、SRC
【その他の条件】下記関連事業との整合を図る
①豊橋駅前拠点地区整備基本計画、②豊橋シンボルロード整備計画、③広小路商店街近代化計画、④豊橋ステーションビル増改築計画

（２）設計の概要

豊橋駅東口駅前広場の設計は、同一の設計者を軸として、技術提案をベースに、基本

設計によって計画設計の確度が高められ、工事のための実施設計へと引き継がれた。

以下に技術提案、基本設計、実施設計の一連の流れの中で決定された設計の概要を示す。

１）計画の基本方針

駅前広場計画に関わる基本方針として以下の項目・内容を設定した。

①交通機能の十分な発揮

人工地盤の第一義的な機能は、自動車などと分離することによって安全性を保障された歩行者の連絡通路機能である。出入りを考慮する主要な対象施設は、

A.東西自由連絡通路（JR 等鉄道利用者、西口からの通行者）

B.地平部自動車等ターミナル（バス、市電、タクシー、自家用車）

C.地下駐輪場（自転車、バイク）

D.周辺商業、文化施設等

E.豊橋鉄道

の五つであるが、B のうち、バス・市電のマストランジット交通を B1,その他の個別交通を B2 として、その相互の関連の度合いを示したのが表－３であり、◎印を付した主要な関連について、十分機能性の高い導線を考慮する。

表－３　施設間の関連表

	B1	B2	C	D	E
A	○	○	○	○	○
	B1	－	－	○	○
○　大		B2	－	△	○
△　小			C	△	○
－　わずか				D	○

②幅広い広場機能の考慮

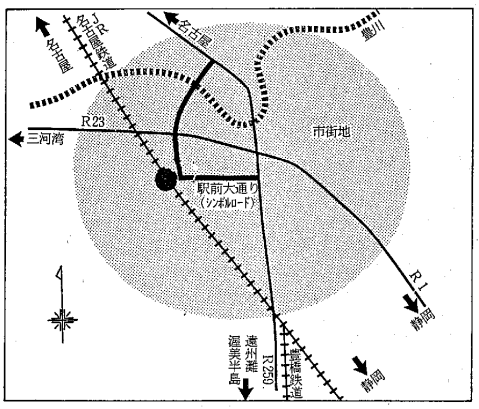
連絡通路機能以外の ”多目的機能 ” の主要な一つは、広場機能であろう。駅前に位置する広場の持ち得る機能は様々なものがある。

- 消費　　：ショッピング、飲食、バザール
- 文化娯楽　　：コンサート、美術展示、大道芸、映画・テレビ
- 交流　　：祭り、会合
- 情報　　：街、プレイガイド、歴史・文化、行政、交通
- 休息　　：休憩、徒歩、待ち合わせ

等々である。これらの諸機能～利用方法について、基本的にいずれも可能性ありの方向で考える。ただし、永久構造として、特定の商業・文化施設を考えることは、人工地盤性格および法律面から現時点では困難と考える。さて、上記の機能を雨天時にも保障する施設として、屋根構造の問題がある。技術提案時には、開閉式テントが提案され、その実現に向けて基本設計にて詳細な検討を進めた結果、構造的に問題ありとの判断から、テントは見送りとなった。

③シンボル機能の兼備

駅前広場空間は、交通結節点として都市活動の拠点となるほか、周辺商業文化施設の中央にあり、人々が集まり、また、散開する中心広場として



図－４　豊橋市街の構成

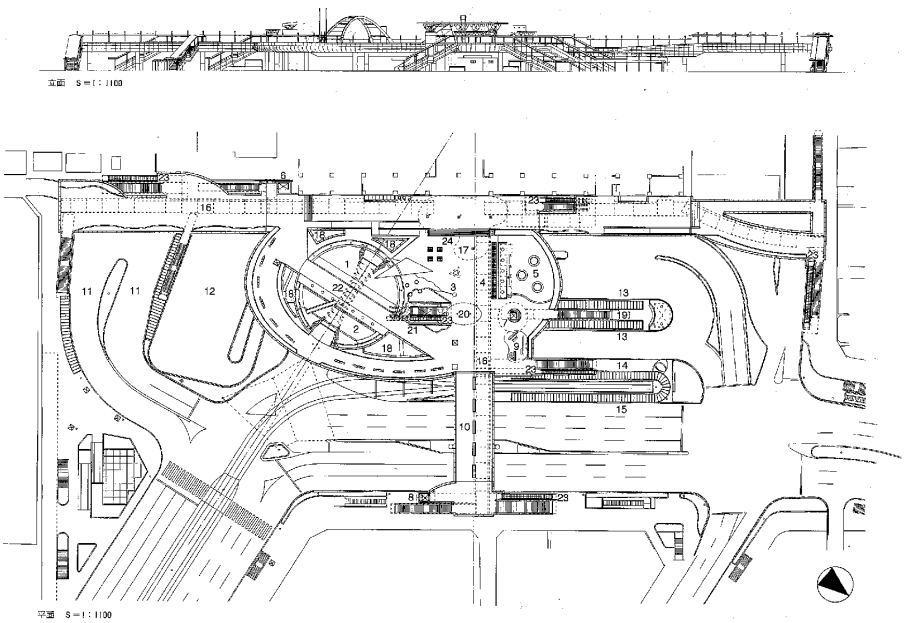
機能する。しかも、今回対象のそれは、豊橋市として唯一性の高いものである。したがって、ここに、豊橋市の持つ個性が表現され、あるいは他の都市にない特徴を持った施設が計画されることが必要である。その表現については、駅前広場全体形状・意匠の中に表現する、あるいはシンボリックはモニュメント計画するなどの方法を考える。

④周辺環境における空間的位置づけの考慮

駅周辺の拠点整備計画が実施された暁には、周囲に高層～超高層ビルが林立することになる。それらのビル群においても、アトリウム空間等を計画するなど、オープン性に対する配慮が検討されているが、駅広は局部的にはそれらの内側のオープン空間として機能すること、さらにより広域的には図－４に示すような市の街区形成の都市軸における位置付けを考慮することが必要である。すなわち市の東側中心地には豊橋駅を中心に東西および南北方向の道路を軸に街区が形成されており、その中心をなすのはほぼ東西方向に走り、シンボルロードとして整備が進められている駅前大通りであるが、鉄道およびそれにそった駅および駅前広場は、この通りに傾きをもって存在し、さらに駅広中心は、通りの延長から外れて位置している。これらの傾斜やずれを考慮して、空間的処理を行う必要がある。

２）計画概要

１）に示した基本方針をふまえて計画した結果を図－５および以下に、計画の詳細を３）以降に示す。



図－５　計画概要

①連絡機能と多目的広場機能に対応したスペースを分離した

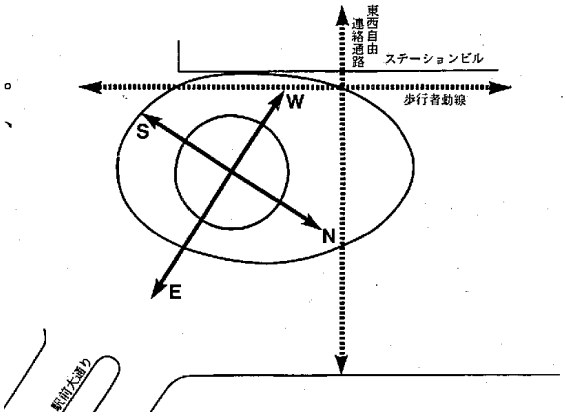
連絡機能としての歩行者動線と、広場的多目的スペースの混在は、大小規模にかかわらず、イベント開催時に混乱を生じせしめるおそれが大きいので、図－６に示すように両スペースの平面的分離をはかった。

②だ円を基本とする平面形状を採用した

駅広と街区軸が傾斜し、かつずれていることから、矩形形状の駅広を採用すると広場の正面を配置しづらい。

このため、人工地盤（デッキ）をだ円形状とし、かつ上述のようにシンボルロードの延長線上に多目的広場をシフトして円形で計画することで広場を構成することとした。この形状の中にそれぞれ以下の意味を持たせることとした。

- だ円：集いのシンボル。豊橋駅に集まる様々な活動を包摂する。おおきくゆるやかなまとまりの象徴
- 軸（アクシス）：方向性のシンボル。街区軸を明確に扱い、この広場の位置と方向をシンボライズする。
- 円：中心のシンボル。ここが豊橋の中心であることを示す象徴的なイベントプラザ



図－６　基本平面計画

③シンボリックモニュメントとして塔／アーチを考えた

豊橋が歴史的に豊川の橋畔都市として栄えてきたこと、街区軸を示すものとして、人工地盤上に橋梁に見立てたアーチ構造を設置することとした。また、その脇にシンボルタワーとしての塔を配置し、この両者がモニュメントとしての景観を形成することを意識した（図－７）。

図－７　アーチとタワー

３）交通動線計画

広場設計着手時点において、図－８に示す地平部の車両動線計画はほぼ決定されており、これをベースに歩車分離を基本として歩行者動線計画を実施した。

①歩行者動線計画

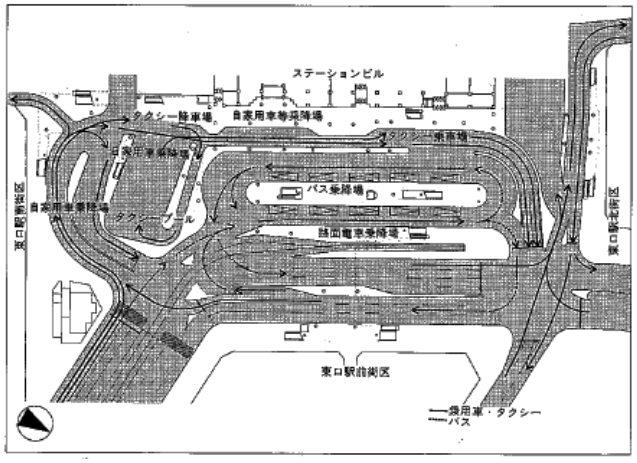
駅前歩行者交通は、交通機関～街区の歩行者もしくは、交通機関～交通機関の歩行者がほとんどである。また、ＪＲをのぞく各交通機関利用者は、大半がＪＲへと向かっている。さらに、ＪＲ利用者の多くは各街区への向かい、豊鉄をはじめとした交通機関の利用となっている。このことから、各交通機関～ＪＲの結節をスムーズなものとし、Ｊ

Ｒ～各街区へのは極力直近に結ぶように考慮した。

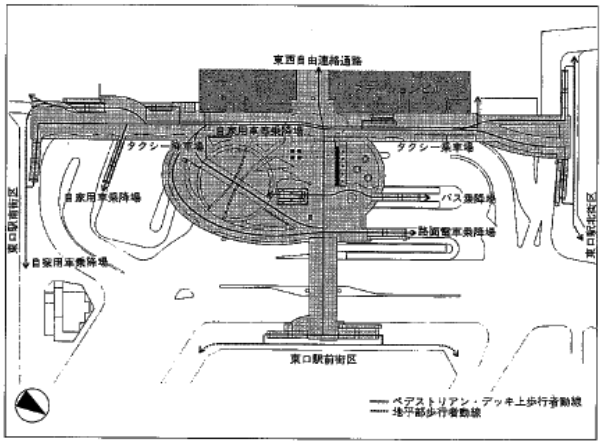
②昇降施設計画

前述の表－３に示した各動線の関連性の強い動線に十分な機能を持たせサービスを行うこと、また、交通弱者に配慮して動線の処理が可能となる昇降施設計画とした。具体的には以下を基本方針として計画を行った。

- 主要動線については十分な機能性を持たせる（歩行者サービス向上のためにＥＳ（上り方向）を設置する９.
- 重度の身障者（車いす利用者）については、その動線が限定されることを考慮し、的確な施設を配置する。
- 軽度の弱者に対しても容易な利用が可能なように施設（ＥＳ）を配置する。
- 将来的には歩行者はすべての街区に容易に接続されるが、現人工地盤計画では利便性に劣る動線も考えられるため、現存の地下道ネットワークの活用等利便性の向上のための方策を考える。



図－８　車両動線計画



図－９　歩行者動線計画

４）人工地盤上の諸施設のデザイン

以下に人口地盤のデザインに関わった３名のデザイナーの記述を抜粋して示す。

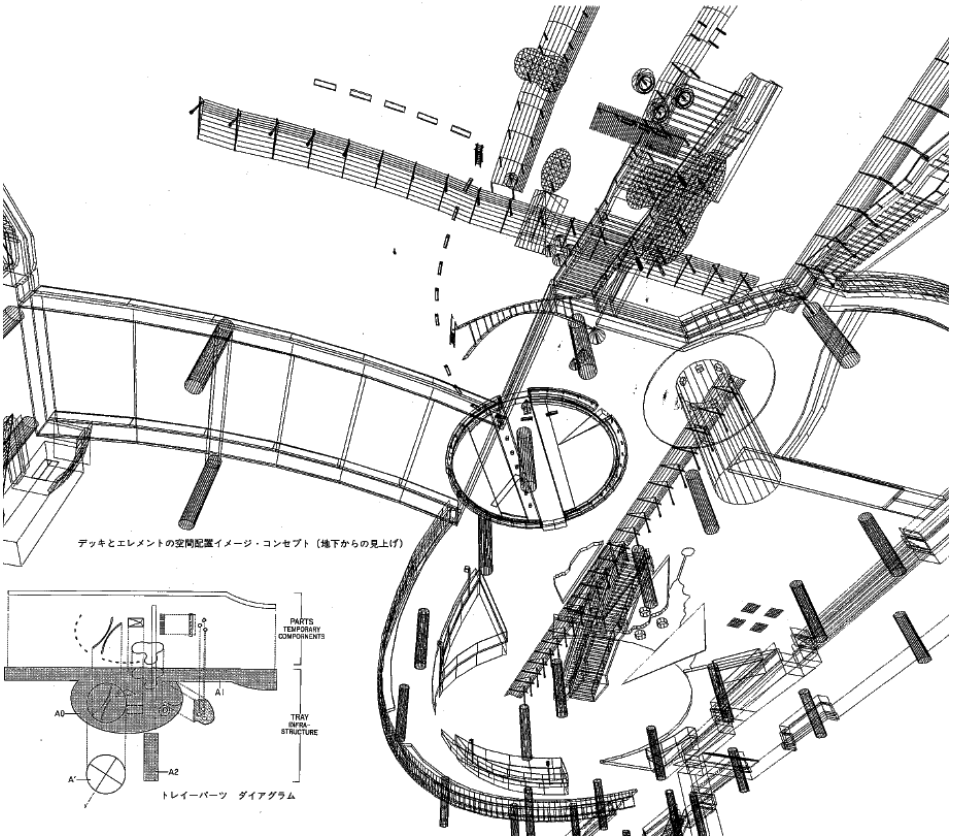
①基本コンセプト：建築家　宇野　求氏

駅前のデッキのように多くの市民が利用する基盤施設をデザインしていく際、どのようなデザイン手法で都市を造形し、具体的にどのような都市の姿を作り上げていくのかということは、たいへん重要である。私たちは、コンテンポラリーなデザインの課題としてのこの計画をとらえ、だ円形状のデッキの上に様々な形の施設をちりばめ、同時に様々な用途の「パーツ」を曲線で「囲う」という手法を用いることによって「場の統一感」と「新しい豊橋のイメージ」を表現した。ある街にとって駅前はいわばエントランス（玄関）であり、その街を訪れる人を迎え入れる重要なスペースである。私たちは、活動する現代都市の姿にふさわしいデザイン上の魅力を与えるために、重くスタティックな形式の強い中心性をもったタイプのデザインをさけ、流動的で求心力をもちながらそれがシフトしていくような形とそのコンフィギュレーションを提案した。これは多中心系とでもいうような構成の新しいデザインがこの駅前にふさわしいと考えたからである。

具体的な手法としてインフラストラクチャーであるデッキ～「トレイ」上に付帯諸施設～「パーツ」を空間配置して多様な場のデザインを行った。「パーツ」である「点」、「線」、「面」で構成される「レイヤー」を重ね合わせることによって、多様な場をデッキ上に発生させた。そうした複雑で多様な小機能群を緩やかな曲線で囲い込んで全体像を単純化、明確化し、既存の都市空間の構造にビルトインした。

エレメントのデザインボキャブラリーとしては、幾何学的なかたちとやわらかな不定形を混合して用いた。それらは中心性をずらし、序列をつけず、散らばったようにプロットされ、ヒエラルキーの無い様々な場所を発生させることを意図してデザインした。ここのエレメントをオブジェクトとしてデザインするというよりは、むしろデッキとデッキ上にプロットされたさまざまな形の施設との間の関係がつくるスペースをデザインしたといえる。つまり、駅前の都市空間を構成する建築的なエレメントの集まり方のバリエーションを提案し、歩行者みずからが選択できる様々なデッキ上の場とルートを作り出すことを意図したためである。図－１０にデザインのイメージコンセプトを示す。

②照明デザイン：照明デザイナー　面出　薫氏



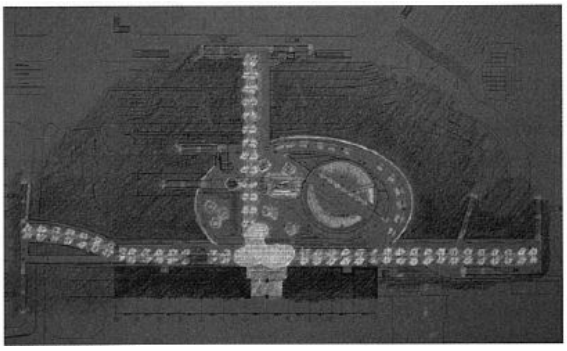
図－１０　デザインイメージコンセプト

従来の駅前広場は機能と効率を最優先するが故に、はいポール灯によるスタジアム照明のような均質な光環境が主流であった。当然、様々な交通の起点となる広場機能を満たすためには、まず安全を確保する照明デザインを心がけなければならないが、それだけでは十分ではない。私は「安全でありながら印象深い光の照明の演出」または「機能を満足しながら芸術的な光の広場」を目指そうと考えた。「Function ＆ Artistic」が照明デザインのテーマである。このテーマを現実的な光環境としてデザインするために四つの光のコン

セプトとそれから導かれる照明手法を設定した。

ｉ）リズミカルな明るさと暗さのデザイン

駅前広場が夜になっても昼の再現のような光である必要はない。高照度で均質に照らし出すことの愚かしさを捨てて、光の量をリズミカルに分配しようと考えた。足早に家路に向かう人には明るい光のマットを敷き詰め、また、ゆったりと友達はバスを待つ人には美しい光の陰影の景色を提供するように計画した。つまり、ラインシェルターやエスカレーター、エレベーターなどの通過動線には高照度（30-100-200lx）を確保し、多目的広場を中心とした停留する空間には低照度（5-30lx)を計画した。また、人々の目を楽しませるアートワークにも演出照明を与え、一層リズミカルな光環境を意図した。



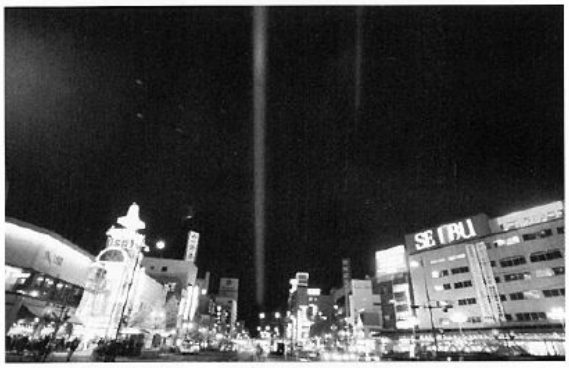
図－１１　光のイメージスケッチ

ii）白い光と暖かい光のコントラスト

現状を把握するために、豊橋の光環境を調査した。もっとも特徴的な事実は蛍光水銀灯と白色蛍光灯によって、街は夜でも真っ白な光に支配されていることだった。白い光を好む傾向は日本全国共通だが、夜に我が街に戻ってきたとき、市民は暖かい色味の明かりで迎えられるべきである。そんな目的からデッキ上を暖かい光でまとめ、デッキ下の車道系の空間を白い光で構成することにした。

iii）４段階の時間のオペレーション

昼間の太陽が支配する時間帯、薄暮が訪れる夜が始まる時間帯、夜が深まる時間帯、ほとんど誰も利用しない時間帯。２４時間は大きく４つのフェイズに分割して光環境が変化すべきであると考えた。日中での問題点はデッキ下を陰鬱なものにしないこと。そのためにメタルハライドランプの真っ白な光で太陽光を緩和することをねらっている。夜の第一幕はもっとも人多い時間（日没～21:00）なので、ここで美しく細やかに演出された光が現れる。夜の第二幕は人通りの少ない時間（21:00～終電時）なので、セキュリティーを重視した均一な光を与える。夜の第三幕は深夜のための残置灯として省エネ照明に切り替える。夜間に光をコントロールすることはエコロジカルな視点につながる。



写真－３　都市軸を示す光

iv）豊橋らしさを表現する光の演出

豊橋駅前のコンテクストは路面電車の走るシンボルロードの軸線を強調し、楕円形の人工地盤を出現させようとしている。この楕円形の持つ豊かさを光で表現し、シンボルロードに「光の都市軸」を出現させることが豊橋らしさの表現につながると考えた。特

に夜のみに強調される「光の都市軸」は 6kW のキセノンランプの光の束を許される範囲まで水平近く横たえることで、これまでに見たことのない豊かな表情を作り出している。

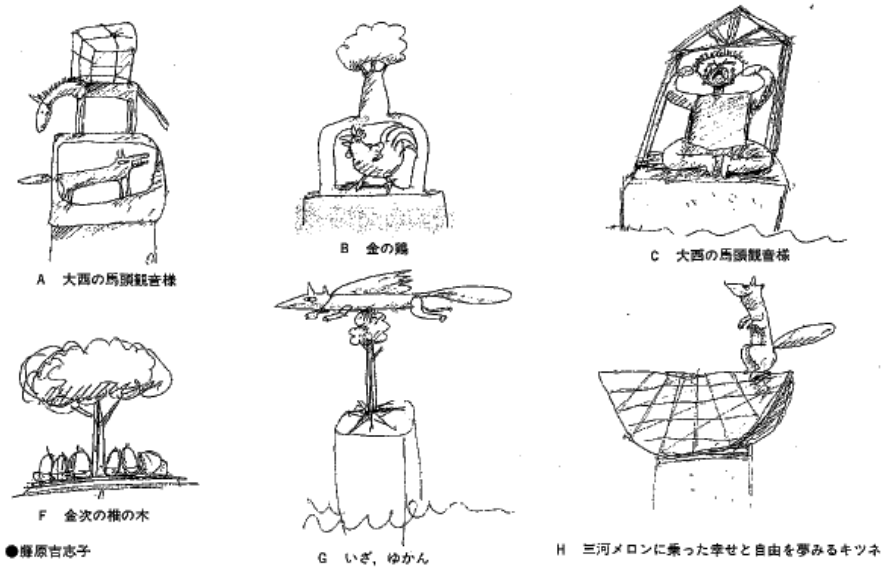
③パブリックアート：アートディレクター　北川　フラム氏

下記に注意してパブリックアートを計画した。

- 豊橋（東三河地方）の歴史的ストーリーを導入する
- それを質のよい具象作品で行う
- アーチ部分の水場に柔らかでカラフルな要素を入れる

計画したアートの例を図－１２に示す。

５）構造計画



図－１２　パブリックアートの例

①上部工および脚柱構造計画

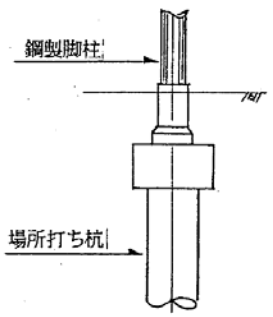
下記理由より鋼構造による上部構造を採用した。主桁配置および構造断面図を図－１３に示す。

- 複雑なデッキ構造に比較的容易に対処可能
- 上部構造の重量を軽減できるため、脚柱の縮小化が可能となり、デッキ下スペースの有効活用が可能
- 工期が短い
- 化粧板等により景観に配慮した形状、形態とすることが容易

②基礎工構造計画

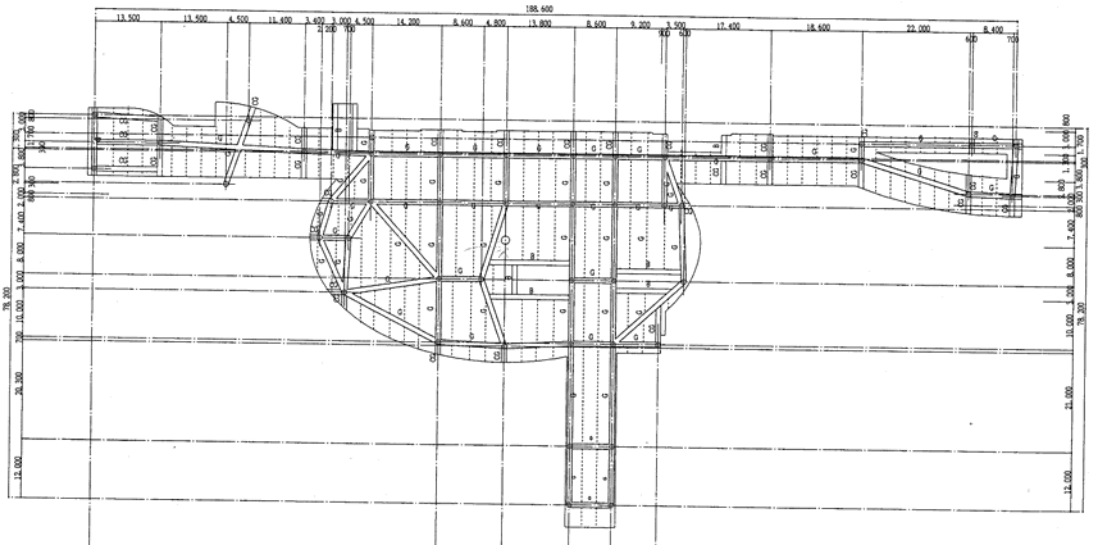
N 値 50 以上の支持層は深さ１７m以深に出現する。このため、場所うち杭を基本として、工期短縮、施工スペースの縮小化を目指した太径の単杭基礎を採用した。

また、脚柱が既設地下道直上に位置する箇所については、図－１４に示すように、差や管構造を用いて、



図－１４　脚柱および基礎構造計画

地下街を貫通する形で基礎杭を施工する計画とした。



図－１３　上部工構造計画

２－３　プロジェクトの施工

駅前広場工事は「駅玄関口であり、供用しながらの施工」となることが最大のポイントである。そこで、図－１５（代表的施工パターン例）および写真－４に示すように１３の施工パターンを作成し、これに基づき施工を実施した。施工パターンの決定にあたっては以下に留意した。

- 作業性を考慮して、制約条件を確実に満たす
- 工事を進めるに当たって、動線の移動は不可欠であるが、あまり大きく動線を変えてしまうとかえって混乱を招き危険である。
- 交通動線のパターンを考える上で、特に一般車の動線に注意しないと事故の原因を作ることになってしまう。
- 交通動線の幅員をあまり大きく取ると違法駐車が増え、かえって交通の妨げとなる場合がある。
- 仮囲い下部の風に対する倒壊防止措置あるいはＡ型バリケードなどの設置位置と施工スペース、動線との関係を忘れずに計画に取り入れる。

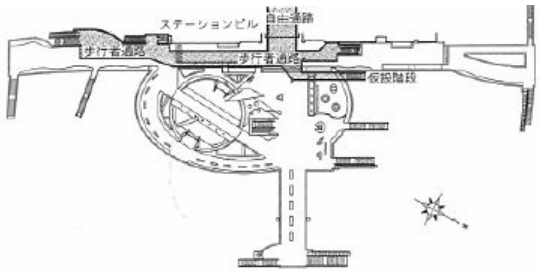


図10－1－施工パターン8：1996（平成8）年9月～11月
自由通路からの人を人工地盤上で受ける。床舗装は未施工（シンダーコンクリート上を開放）であり，開放後随時タイル張り施工。

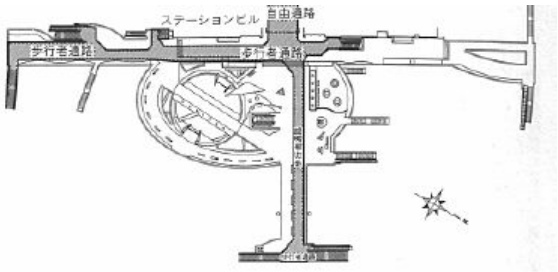


図10－2－施工パターン9：1996(平成8)年11月～1997(平成9)年2月
東西デッキ部分開放。この時点で鉄骨建方はほぼ終了。原道上を初めて人が乗り越える。

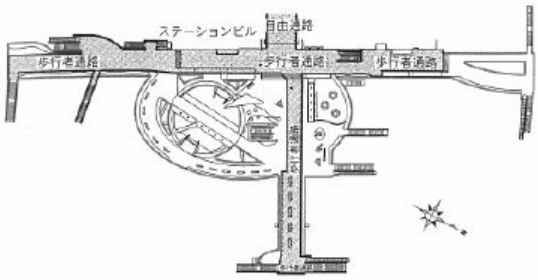


図10－3－施工パターン10：1997（平成9）年3月～5月
駅ビルオープン。駅ビル前のデッキ上をほぼ開放。同時に東西デッキの開放部分の幅員拡大。

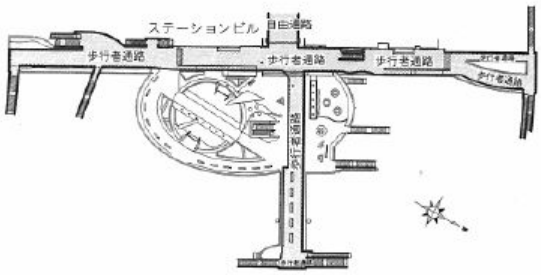


図10－4－施工パターン12：1997（平成9）年6月～9月
北デッキ開放。この時点で，デッキ上の通路機能（南北通路，東西通路）をすべて開放。残ったのは広場機能部分。

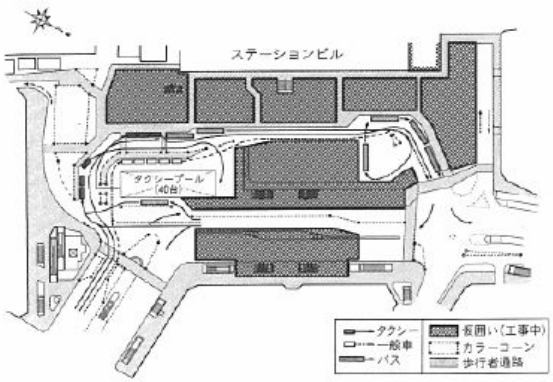


図11－3－施工パターン4：1996（平成8）年1月～2月
駅ビル前施工エリアを駅ビル工事と共同使用。その他のエリアは地下躯体工事を実施。

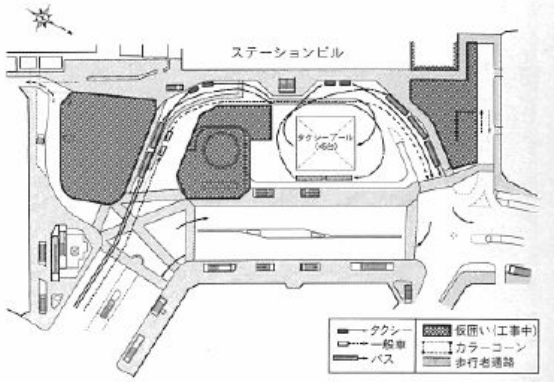


図11－4－施工パターン8：1996（平成8）年9月～11月
東西自由通路仮オープン。駅ビル前は地平部整備工事，その他は鉄骨建方エリアとして使用。

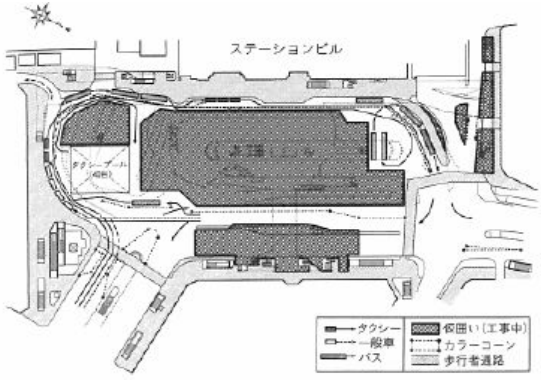


図11－5－施工パターン10：1997（平成9）年3月～5月
駅ビルオープン。駅ビル前の車道・歩道整備完了。地平部全体で最も施工エリアの広い時期。

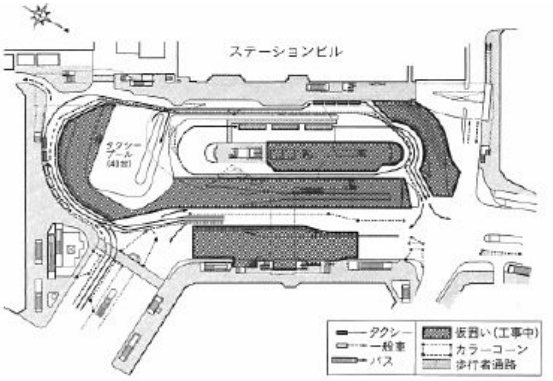
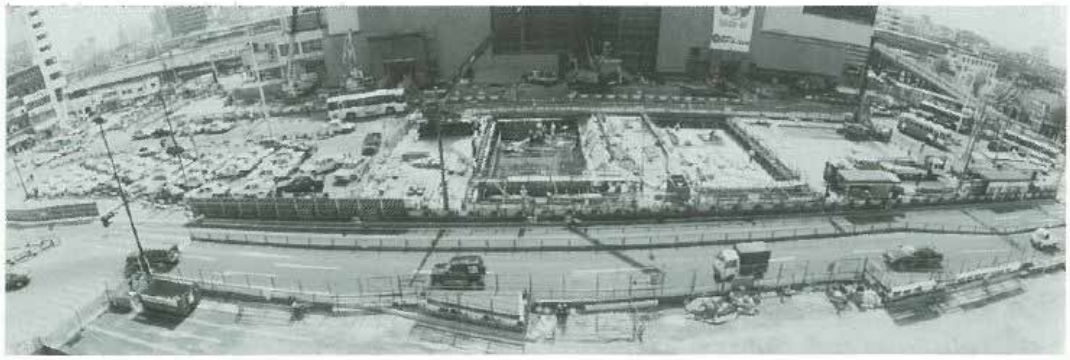


図11－6－施工パターン13：1997（平成9）年9月～10月
ほぼ地平部の形状が見え，舗装，街渠等の整備主体。別途工事が最盛期を迎える。

図－１５　代表的施工パターン

写６－１－既設の駅前広場全景
面積的には日本にあまり例のない広場であった。杉の木が生い茂り，緑豊かな印象が強いが，交通動線はあまり明確に分離されていなかった。

写６－２－1995（平成７）年８月，着工当初〔パターン１〕
本工事の最初の工事である人工地盤基礎杭施工状況である。この基礎杭施工時期が，最も車両動線切替えの多い時期であった。



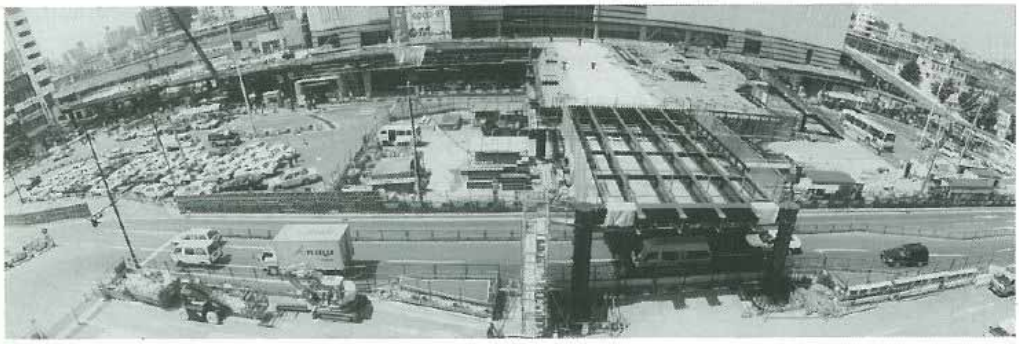
写６－３－1996（平成８）年４月，基礎杭および地下躯体施工中〔パターン６〕
県道の片側２車線占用，および駅前広場中央付近を施工エリアとして占用。多少の変化はあるが，地平部の最も施工エリアが広い期間がしばらく続く。

写６－４－1996（平成８）年５月，南エリア鉄骨建方開始〔パターン６〕
鉄骨建方の最初であり，吊上げ方法，柱建起こし等，若干手間取ったこともあり，工程上厳しい時期であった。

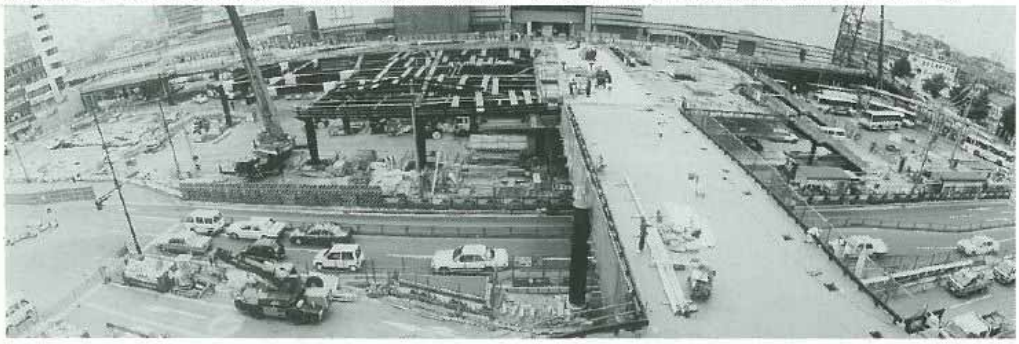
写６－５－1996（平成８）年６月，駅前デッキ（駅ビル正面）鉄骨建方〔パターン６〕
鉄骨建方最盛期であり，前月から今後数カ月に渡り鉄骨がスピーディーに架けられていく。

写真－４（ａ）　施工パターン別写真（その１）

写6－6－1996（平成8）年7月，中央デッキ1鉄骨建方（パターン7）
地上部車両動線について若干のパターン変えがあった。南エリアデッキではスラブコンクリートの打設が完了。

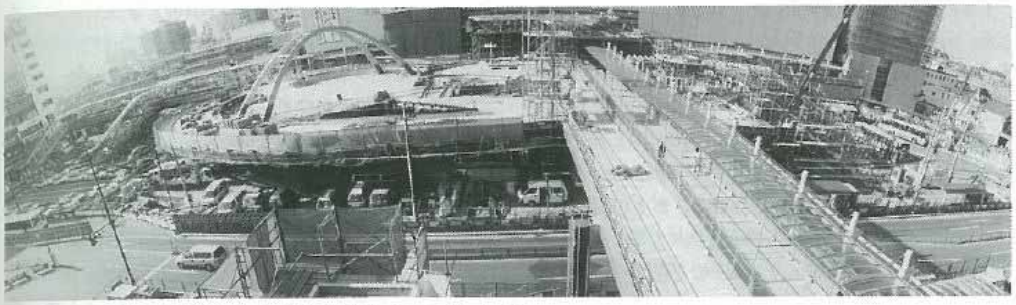


写6－7－1996（平成8）年8月，県道デッキ鉄骨建方（パターン7）
県道を横過する部分の鉄骨を夜間作業で建てる。9月16日東西自由通路仮オープンに向けて，デッキ上歩行者通路が急ピッチで仕上げられていく。



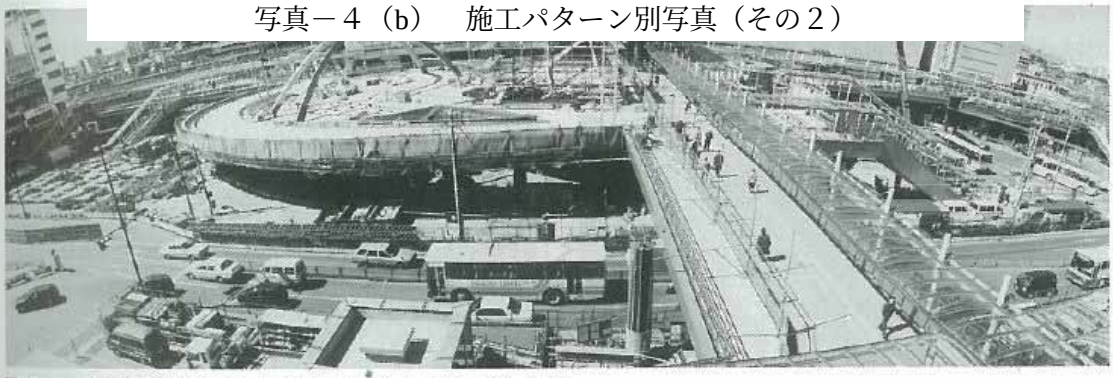
写6－8－1996（平成8）年9月，東西自由通路仮オープン（パターン8）
橋上駅舎完成に伴い，東西自由通路が仮オープンし，デッキ上を歩行者が通行開始。その横で，鉄骨建方が淡々と進む。

写6－9－1996（平成8）年11月，北デッキを除き建方ほぼ終了（パターン8）
歩行者通路用ラインシェルターも主要部分については，ほぼ完了。自由通路入り口付近では立体トラス施工中。



写6－10－1996（平成8）年12月，デッキ上東西通路仮オープン（パターン9）
県道上デッキを歩行者が通行開始。仕上げ工事ではアーチが設置された。この時期地平部は最も工事占用面積が多い。

写真－４（b）　施工パターン別写真（その２）



写6－11－1997（平成9）年3月，駅ビル（カルミア）オープン（パターン10）
同時施工中だった駅ビルが本オープン。北デッキの建方も終わり，鉄骨建方完了。今後仕上げ工事および土木工事（地平部整備）が中心になる。

写6－12－1998（平成10）年3月，竣工　4月11日オープニングセレモニーにより全面開放。

写真－４（c）　施工パターン別写真（その 3）

３．　プロジェクトの遂行に係わる問題、課題とその解決策

３－１　「建築」と「土木」

交通基盤に関わるインフラ整備は、一般に「土木」その任を担ってきた。高速道路、鉄

道などがその例であり、点と点とをむすぶ単一の機能を満足するようなものを定められた基準に基づき計画し、さらには建設してきたのである。

一方で、本事例のような駅前広場は、駅前に集まる交通機能の集約だけでなく、広場機能を併せ持つこと、また、建築群とインフラ群との重なり合う境界であることなど、複数の機能が重なり合った面的要素の強いインフラである。いわば道路のような単一の機能を満足させればよいものとは異なり、一般の「土木構造物」とは勝手の異なる構造物であると考えられ、どちらかというと「土木」と「建築」の境界線上にある構造物と考えられる。すなわち、「土木」単独でも、「建築」単独でも十分な計画とはなり得ないものであったと考えられる。

本事例は、この土木と建築の壁を乗り越えた好例であり、この事業に関わった多くの人たちの証言からそれをうかがい知ることができる。以下に、これら証言をこれまでに発表された雑誌等から抜粋して示す。

①土屋氏（建築文化　1995 年 11 月号）

「豊橋駅前プロジェクト」は「都市づくり」の計画そのものであるということができる。こうしたいくつかの都市基盤の設計に参画した経験を通じ、実践的な都市計画、都市づくりには共通する重要なポイントがあることに私たちは次第に気づいてきた。それは、まず第一に専門分野の「建築」と「土木」を融合することであり、そして都市全体との調和図るために横断的で具体的な調整を実行することである。私たちは「豊橋東口駅前プロジェクト」では、「建築」、「土木」、「都市計画」の「接点」の立場に立ってそうした役割を果たしてきたといえるのではないかと思う。それは前例のほとんど見あたらない難しい仕事であった。つまり、従来の「建築」「土木」といったような分野ごとの分担では、実践面での現実への対応がきわめて困難な知的かつ肉体的な膨大なワークを必要とする作業であったということができる。しかしながら、このようなアプローチを必要とする新しいタイプの都市施設への要求は時代の流れとして今後高まっていくと予想され、私たち自身も専門家の立場とは別に市民の立場に立ち返って考えるならば、まさに生活の基盤となるより充実した都市施設を求めており、いかに困難ではあっても進めていくべき課題である。

②宇野氏（建築の技術　施工　1998 年 8 月号）

日本の都市空間は過去半世紀の間に「敷地」内の建築構造物については建築系が、道路・河川・鉄道・港湾など基盤に関わる構造物の分野では土木系が、というように両専門分野が分担して効率的にスピーディに作られてきた。たとえば、土木系事業の場合、ほとんどが官発注の公共工事であり、それ故、土木系の技術体系はそうした制度と仕組みを前提として構築されてきている。一方、建築系では仕事の発注者は官民双方あり、そうした実情に即して制度も整えられてきている。教育の体系もそのように作られており、土木とは異なったものとなっている。同じ都市空間に建設される居住環境を構築するための技術体系や制度でありながら、近代化の過程の中でそれぞれ異なった発展をしてきたという経緯から日本の都市建設には建築系、土木系という二つの異なる技術体系と制度が共存しているのである。そのため、建築系の専門家と土木系の専門家とが共同するという今回のような再開発事業においては、両専門家はまず共通の言語を探りその意味する内容を確認しながら、ときには共通の言葉を作り上げていくことから始めなければならなかった。このあ

たりの事情は、両専門家以外の人たちにはきわめてわかりにくいことであろう。一般的には建築系であろうと土木系であろうと、同じ建設分野としてとらえられているからである。ともあれ、豊橋駅東口駅前広場は、建築系の専門家と土木系の専門家、さらにいろいろな分野の専門家が共同して道路上の大型構造物あるいは都市施設を作ってきたのであった。普段は共同して仕事をする機会のない組み合わせのものたちが類例のない施設を丁寧に作ってきたわけであるから、そこには数え切れないほどのドラマが生まれる素地が十分にあった。

４．　プロジェクトの事後評価

プロジェクト整備前後の駅利用者数、路面電車利用者数を表－４に示す。これより、駅前広場整備事業と同時に行われた駅ビルの再開発、自由通路新設野路行により、駅利用者および路面電車利用者が増加していることがわかる。

表－４　広場整備の効果

評価指標	整備前	整備後
豊橋駅利用者（万人/年）	(H2)1,612	(H8)1,744
路面電車利用者（万人/月）	(H9)26.1	(H10)27.5

５．あとがきにかえて

（建築文化 1995 年 11 年月号　宇野求氏「オン・ザ・ドローイングボード／アンダーコンストラクション」より抜粋）

豊橋駅東口駅前プロジェクトは行政を中心とする多くの専門家のグループが情熱を持ってディスカッションを重ね、市民のための快適で新しい駅前空間のあり方を検討してきた一つの答えである。私達は、交通インフラの結節である駅空間の混乱をときほぐし、同時に景観整備を実行してインフラと建築とを結びつけた市民にとって快適で都市のしんぼるとなりうるような姿の舞台をセットすることを提案してきた。実現に向けての設計作業は足かけ４年に及ぶ時間と莫大なエネルギーをかけて進められ、その関係者全員の膨大な努力が積み重ねられてきた。それは、いってみれば、新しい「都市の基本単位」である「都市生活のための基盤（インフラ）」の設計だったのであり、「建築」、「土木」両分野をはじめとする数多くの専門家が共同してはじめて可能となったものであった。この事例を通して私たちは数え上げることのできないほど多くのことを学び習得してきたが、「生活基盤整備」という観点からいうならば日本の都市空間に対してわたしたちにできることすべきことはまだまだある、ということを改めて確認できたのが最大の成果だった。とりわけ、現実の都市に働きかけるポジティブな設計提案の果たしうる役割がいかに大きいかということを痛感している。私たちは今後も新しい「都市の基本単位」についての提案を投げかけていくことに全力をあげていきたい。次世紀に向けて日本の都市空間は、いまだ設計中（オン・ザ・ドローイングボード）であり、工事中（アンダーコンストラクション）なのである。

【参考文献】

1)日本技術開発（株）：豊橋駅東口駅前人工地盤　技術提案書　平成４年１月
2)豊橋市、日本技術開発（株）：豊橋駅東口駅前広場整備基本設計報告書　平成５年３月
3)土屋善仁、宇野求ほか：次世代の都市設計へ（建築とインフラストラクチュアの融合）　建築文化 1995 年 11 月号
4)高橋直哉、西山憲正ほか：建築・土木の領域を超えて　建築の技術　施工　1998 年 8 月号

以上

社会資本プロセス概要

－高等土木教育におけるエンジニアリング・デザイン教育の教材として－

平成 19 年 5 月

土木学会　コンサルタント委員会

エンジニアリング･デザイン教育研究小委員会

目　次

はじめに－本資料の目的と内容－ 1
（1）ＰＢＬ演習と社会資本整備プロセス 1
（2）ＥＤ能力と社会資本整備プロセス 1
（3）資料の内容 1
（4）作成方針 1
１．全体整備プロセス 3
２．各プロセス概要 5
２．１　計画プロセス 5
2.1.1　基礎調査 5
2.1.2　基本計画・整備計画 6
2.1.3　市民合意形成 7
2.1.4　需要予測 8
2.1.5　技術評価（未作成） 9
2.1.6　整備効果分析 9
2.1.7　経済評価 10
2.1.8　事業化計画・財務評価(未作成) 10
2.1.9　環境影響評価（環境アセスメント） 11
2.1.10　総合評価（未作成） 11
2.1.11　実施計画（未作成） 11
２．２　実施プロセス 12
2.2.1　予算確保 12
2.2.2　現地調査 13
2.2.3　基本設計 14
2.2.4　詳細設計・積算 15
2.2.5　発注 16
2.2.6　住民説明 17
2.2.7　施工 18
2.2.8　施工監理 19
2.2.9　竣工検査・会計検査 20
２．３供用プロセス 21
2.3.1　試験運用・本格運用 21
2.3.2　アセット・マネジメント（施設長寿命化を目指した点検・補修・補強・更新の効果的な組合せ） 22

はじめに－本資料の目的と内容－

（1）ＰＢＬ演習と社会資本整備プロセス

高等土木教育におけるＥＤ教育で実施が想定されているＰＢＬ演習においては、学生から提示される解決策の実現可能性の検証は重要な要件であるが、未だ十分な専門知識も持ちえておらず、実践体験も乏しい学生に対して、実現可能性を厳しく要求することは好ましくない。しかし、そのような社会的要請があるということはＰＢＬ演習の中で十分に認識されるべきであろう。

実際のプロジェクトでは、問題解決の実現可能性は、計画段階のフィージビリティ・スタディ（Feasibility Study=F/S）として実施され、実現可能でかつ実施の意思決定がなされれば実施に移されることになる。しかし、たとえ計画段階で実現可能と判断されたとしても、実施に移行すると各種の課題が事業の前進を阻み、それらの課題を一つづつ解決しながら実現に向けて事業が進められることになる。従って、ややもすると机上論に終始しがちなＰＢＬ演習において、実際のプロジェクトが実施段階も含めてどのように進められ、その過程でどんな課題が想定されるのかを示すことは極めて有益と考えられ、ここに社会資本整備プロセスの全体を概略的にとりまとめることとした。

（2）ＥＤ能力と社会資本整備プロセス

社会資本整備の計画段階においては、さまざまな代替案の比較・検討を経て実施計画が策定される。また、実施段階においても予算確保、設計・施工、住民説明などのために相当の期間が費やされる。このように、社会資本は計画から供用に至るまでの懐妊期間が極めて長いため、ひとりの技術者がプロジェクトの最初から最後まで通して関わることは稀であり、各過程毎に担当技術者が異なるのが普通である。また、社会資本整備のプロセスにおいては、ほとんどすべての過程で選択肢の作成・選択という作業が発生し、これの連鎖により事業が遂行する。そのため、関係する技術者にとっては、ED 能力－必ずしも解が一つでない課題に対して実現可能な選択肢を設定し、その評価を通して適切な解を選択する能力－を具備していることが必須の要件となる。

そのため、社会資本整備のある段階に関わる技術者は、前段階のアウトプットを与件として引き継ぎ、その段階で必要な検討を経て実現可能な選択肢の設定と選択を行うことになる。そして、その選択肢が次段階の条件として次の技術者に引き継がれることになるため、担当部分の位置づけ（役割）の理解もＥＤ能力の重要な要件の一つとなる。

（3）資料の内容

ここでとりまとめる「社会資本の整備プロセス概要」は、社会資本整備における計画・実施・供用までの全体プロセスと各過程の内容を前後の関係と併せて整理するものである。整理項目は、各過程の概要／実務上の課題・留意点等／用語の解説／参考文献（参考事例を含む）とし、これらを実務的な視点から簡潔にとりまとめ、ＥＤ教育の学習素材に資することとした。

（4）作成方針

社会資本整備プロセスの各段階での検討・実施内容は、詳述すれば膨大なものとなる。そのため、詳細は専門書に譲ることとし、プロセスの流れに重点をおいて、図－1.1 の各過程における検討・実施内容の概要等を 1 ページ程度で簡潔に整理する。また、各項目の検討・実施内容の理解をサポートする情報として、その項目に関する具体の実施事例等があれば参考資料として添付する。

以下にとりまとめの方針を箇条書きで示す。

①具体の検討・実施内容を、具体例も含めて「概要」として整理する。

②間違い易い点や注意すべき点があれば、「実務上の課題、留意点等」として記述する。

③わかりにくい用語があれば「用語の解説」として整理する。
④勉強深めるために参照すべき文献を「参考文献」として整理する。
⑤上記の①～④は一般論中心となり、ややもすると抽象的になりがちなため、実施事例があれば、その実施フローあるいは検討イメージを参考事例として添付する。

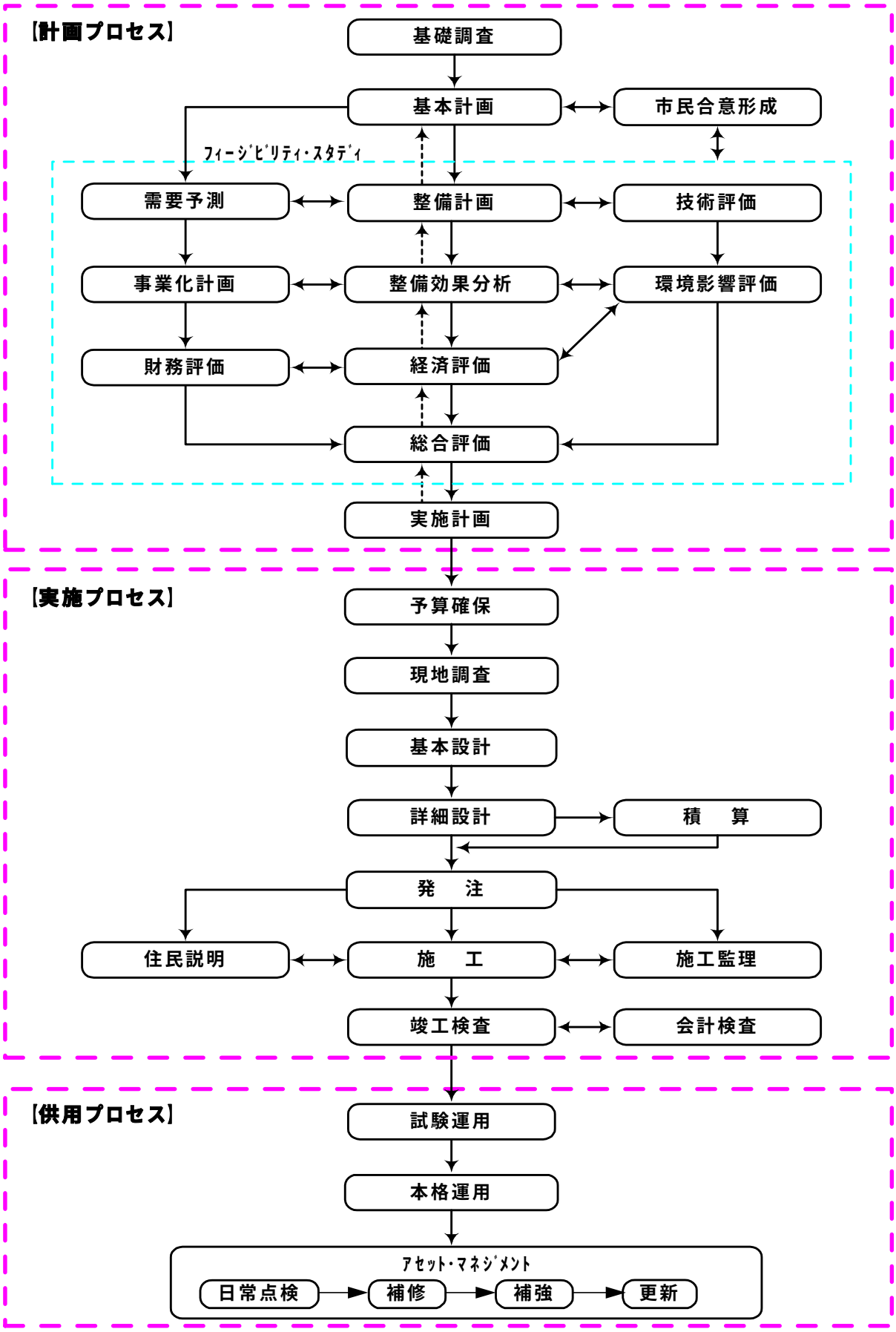
１．全体整備プロセス

社会資本は、長期にわたり広く国民に利用されるものであり、その整備にあたっては、プロジェクトの立案段階からさまざまな手続きを経るとともに、その過程で多くの人々がプロジェクトに関わることになる。一つのプロジェクトが完成するまでのプロセスは、大きく「計画プロセス」と「実施プロセス」に分けることができる。さらに完成してからは、維持管理や運用といった「供用プロセス」に移行する。計画から供用に至る全体のプロセスは、おおむね図－1.1 に示す通りである。

計画プロセスでは、まず基礎調査を通して長期的な視点で基本計画が策定され、この中から中期的に整備すべき整備計画が詰められる。次にこの計画に対して、F/S として更に詳細な検討が行われ、最終的に実施計画が策定される。基本計画・整備計画の策定過程では、対象とする計画の必要性や計画コンセプトも含めて関係者間で合意形成が図られる。なお、この段階の計画案は必ずしも一案に絞られるわけではなく、むしろいくつかの代替案（Alternative）になることのほうが多い。F/S では、技術的・経済的・社会的側面から計画が総合的に評価され、そのプロジェクトの実行可能性に関する判断情報が意思決定者に提供される。評価の結果、基本計画にフィードバックして計画がより実現性の高いものに修正される場合が多いが、実施の意思決定が得られずにプロジェクトが中止される場合もある。プロジェクト実施の意思決定がなされれば実施計画が策定され、実施プロセスに移行する。社会資本の整備プロジェクトは、一旦実施されると後で変更することが難しくなる場合が多いため、実施段階に移行してから手戻りが生じないよう計画プロセスの中で何度もフィードバックしつつ計画が練られていく。

実施プロセスでは、建設工事発注の前段階として、現地調査、基本設計、詳細設計、積算が行われる。このときの積算額を予定価格として、競争入札等の方式で建設工事の受注者を決定して建設工事が発注され、適切な施工監理を行いつつ工事が進められる。工事の中間及び竣工時には、設計通りに工事が行われたかどうかを審査するための検査が行われるが、国費が投入されるプロジェクトの場合には、公金が適正に使われたかどうかという視点で、会計検査が実施される。

建設工事が完成すると、供用段階に移行するが、たとえば鉄道プロジェクト等では、一定期間の試験運転を経て安全を確認してから営業運転に入る。構造物については、完成と同時に劣化が始まるので、日常的な点検・補修に加えて、適切なアセット・マネジメントのもとで、部材の更新や補強などにより劣化を予防しつつ長期にわたり供用していくための措置が続けられる。



図－1.1　社会資本の整備プロセス

２．各プロセス概要

２．１　計画プロセス

2.1.1　基礎調査

【概要】

・土木計画のための調査の目的は、計画の方針なり方法を決めるのに、正確な判断を下すのに役立つだろう情報を得るためであるということができる（吉川和弘、引用文献 1)）。

・計画に必要な情報を得るためには、既存のさまざまなデータを活用する必要がある。既存のデータだけで必要な情報を得られない場合には、新たにデータを採取することも必要となる。

・人の動きを調査するパーソントリップ調査と、そのデータを用いて行われる総合都市交通体系調査を例にとれば、一連の調査は概ね以下の順に進められる。狭義には以下の①または①と②のみを指して基礎調査とよぶこともあるが、これだけでは計画に必要な情報を得られないため、計画情報化プロセスを含む①から④までを含めて基礎調査とよぶことが多い。

①パーソントリップ調査の実施
②交通現況の基礎的集計・分析
③交通需要の将来見通し
④総合的な都市交通体系のあり方に関する検討
⑤総合的な都市交通計画の策定

・新たなデータを得るための調査に関して、上記のパーソントリップ調査は標本調査として実施されるのに対して、国勢調査などの場合は悉皆調査として実施される。標本調査とするか悉皆調査とするかは、調査の目的、必要な精度、調査費用、調査期間などを勘案して決定する必要がある。

・計画情報化プロセスにおいては、対象とする計画内容に応じて必要なデータを選択し、適切なモデル分析やシミュレーション分析などの分析手法を駆使して、計画に必要な判断材料を出力する。

【実務上の課題、留意点等】

・必要な計画情報を得るための手段として実施する基礎調査については、調査自体を目的化することのないよう留意する必要がある。すなわち調査のための調査、分析のための調査にならないよう、明確な目的意識のもとで調査を進めることが必要である。

・新たなデータを得るための調査は、大きな労力・費用・期間を要することが多い。そのため、調査の企画にあたっては、まず既存データ活用の可能性を検討することが重要である。

【用語の説明】

・パーソントリップ調査：交通の主体である人（パーソン）の動き（トリップ）を把握することを目的としており、調査内容は、どのような人が、どこからどこへ、どのような目的・交通手段で、どの時間帯に動いたかについて、調査日１日のすべての動きを調べるものである（引用文献 2)）。

・悉皆調査：母集団全体を調査対象とする調査であり、国勢調査などがこれにあたる。

・標本調査：母集団の中の一部をサンプリングしてこのサンプルに対して調査を行い、その結果から母集団に関する情報を推計する調査である。

【引用文献】

1)吉川和弘：最新土木計画学（最新土木工学シリーズ 14)、森北出版、1975.5
2)（財）都市計画協会編、建設省都市・地域整備局監修：都市計画ハンドブック 1999、1999.3

【参考文献】

1)（財）計量計画研究所総合都市交通計画検討会編著、国土交通省都市・地域整備局都市計画課都市交通調査室監修：都市交通体系調査の手引き解説書、（財）計量計画研究所、2005.10

2.1.2 基本計画・整備計画

【概要】

・基礎調査の中で最初に発想される構想（ビジョン）は、基本計画、整備計画の過程を経て順次計画内容が具体化されていく。

・基本計画と整備計画との違いは、対象施設（道路、鉄道、下水道、・・・）や計画の種類（ネットワーク計画、路線計画、拠点計画、・・・）によって異なるため、必ずしも明確ではないが、基本計画は「計画の目的合理性」を重視したものであるのに対して、整備計画は「事業の実現性」を重視したものであるといえる。

・計画期間は、基本計画の場合は概ね 20 年程度（長期）であるのに対し、整備計画の場合は概ね 10 年程度（中期）である。

・高速道路網の計画を例にとると、基本計画では、「建設線の区間」「建設線の主たる経過地」「標準車線数」「設計速度」「道路等との主たる連結地」「建設主体」を公表するよう法令で定められている（国土開発幹線自動車道建設法施行令第一条)。整備計画では、車線数や設計速度を区間毎に定める、概算建設費を算定するというように、計画内容が基本計画よりも具体的になる。また、線形検討などの図面スケールは、基本計画では 1/50,000 であるが、整備計画では 1/5,000 以上と詳細になる。

・鉄道網の計画の場合、たとえば「東京圏における高速鉄道を中心とする交通網の整備に関する基本計画（運輸政策審議会答申第 18 号)」では、既設路線の改良等、路線の新設・複々線化等の箇所が整理されている。計画目標年次は 15 年後としており、計画のレベルは「目標年次までに開業することが適当」「目標年次までに整備着手することが適当」「今後整備について検討すべき」の 3 区分である。

【実務上の課題、留意点等】

・計画をつくってみると、当初には予想できなかった課題が見えてくることが多く、その課題を解決するために当初計画の見直しが必要となる。この繰り返しにより計画内容が練り上げられ、実施計画に至ることになる。事業の実施段階に入ってからの手戻りを回避するためには、計画段階でこのフィードバックを十分に行っておくことが必要である。

・基本計画や整備計画は、一度策定されると固定されるという性格のものではなく、計画期間中の社会経済情勢の変化に応じて適宜見直されるべきものである。しかしながら、当初の計画に固執するあまり、その時代の社会的要請と乖離し世間の批判を受けることがある。計画から実施までに長期間を要する場合には、適宜再評価を行うなどして計画の見直しを行うことが必要である。

【用語の説明】

・フィージビリティ・スタディ：計画を技術的・経済的・社会的側面から総合的に評価することにより、計画の実行可能性に関する判断情報を得るための一連の検討行為。評価の結果、計画がより実現性の高いものに修正される場合が多いが、実施の意思決定が得られずに計画が中止になる場合もある。

・再評価：公共事業の採択後一定期間を経過した後も未着工である事業や採択後長期間が経過している事業等について評価を行うこと。その結果により事業内容の見直しや事業実施の判断を行う。

【参考文献】

1)吉川和弘著、土木学会偏：新体系土木工学 52 土木計画のシステム編、技法堂出版、1980.3

2)東京圏鉄道整備研究会編著、森地茂監修：東京圏の鉄道のあゆみと未来、（財）運輸政策研究機構、2000.6

2.1.3 市民合意形成

【概要】

・従来の公共事業の進め方は、事業者が計画したものに対して、実施直前に市民の了解を取り付けることが多かった。しかし、このような事業の進め方では、市民の不信を招いて事業が紛糾・長期化することも多く、最近ではできるだけ早い時期（計画・構想段階）から事業の透明化・情報の共有化を図るなどして、市民の合意形成手続きがとられるようになってきた。

・このような市民の合意形成手続きは Public Involvement=PI とよばれ、特に幹線道路など広域的な影響を及ぼす施設を建設するような事業では、より良い計画づくりと円滑な事業進捗をめざし、計画・構想段階から PI の導入を検討する必要がある。

・PI の参画主体としては、事業者、利害関係者（地権者、ユーザー、間接的に影響を受ける人や団体）、関係行政機関などが考えられる。PI の運営は、事業主体や関係行政機関が行うことが多いが、透明性・客観性・公正さが強く求められる場合には、中立的な第三者によることも検討する必要がある。

・PI においては、一堂に会しての協議だけではなく、インターネット等のメディアを活用した情報交換、まち歩きなどの現場体験を併せて実施することも検討する必要がある。

・市民意識等の分析手法については、以下の中から適切なものを選択して用いられることがある。

-問題要素の明確化：ブレーンストーミング法、ブレーンライティング法、他

-抽出要素等の構造分析：KJ 法、ISM 法、DEMATEL 法、他

-評価手法：AHP 法、コンジョイント分析、SD 法、他

【実務上の課題、留意点等】

・PI では、参画者の立場の違いによる利害対立や価値観の違いによる評価の差異は避けがたく、これを強引に収斂させようとすると、かえって対立を煽ることになりかねない。ただし、情報を共有し理解を深めることは重要であり、そのための協議を通じて歩み寄りがみられることは多い。

・合意形成が実現した事業であっても、継続的に情報開示を行うとともに市民意識の変化を追跡し、合意を持続させていくことが望まれる。

【用語の説明】

・市民：ここでいう市民は、「市の住民、都市の住民」という意味ではなく、「国政に参与する地位にある国民、公民」「広く公共性の形成に自律的・自発的に参加する人々」という意味で用いられている（「」の意味はすべて広辞苑による）。

・Public Involvement=PI：日本語では住民参加と訳されることが多いが、市民参画、市民関与という訳が原語に近い。公共事業全般について、事業の円滑な進捗を図るため、施策立案や事業計画・実施等の過程で関係する市民等に積極的に関与させ、市民等の意向を十分に把握し、計画に反映するための仕組み（手続き）あるいはその活動をいう。

【参考文献】

1)合意形成手法に関する研究会編：欧米の道づくりとパブリック・インボルブメント、ぎょうせい、2001.7

2)土木学会コンサルタント委員会市民合意形成小委員会編：合意形成プロデュース、2003. 6

3)道路計画合意形成研究会 HP：構想段階における新たな計画決定プロセスのあり方について、http://www.mlit.go.jp/road/singi/teigen1.pdf、2001.10

2.1.4 需要予測

【概要】

・社会資本整備の計画段階での需要予測は、計画規模の妥当性の評価をはじめ、整備効果分析、経済評価、財務評価、環境影響評価等に対して基礎情報を提供するものである。

・交通需要予測を例にとれば、交通需要は、人口、経済情勢、土地利用、自動車保有状況、交通施設の整備状況などにかかわるさまざまな要素が絡み合って生起するため、これらを反映した需要予測モデルの構築が必要といえる。しかし、関係する要素の複雑な関係をすべて反映させたモデルの構築は不可能であり、通常は代表的な要素を説明変数とするモデルにより予測が行われる。

・需要予測は、計画が実現した時点もしくはそれ以降の時点を目標年次とするため、将来の社会経済フレーム（上記の人口、経済情勢等の諸指標）を仮定した上で行われる。そのため、バブル経済の崩壊のように社会経済情勢の将来見通しが大きく狂うようなことになれば、予測結果は大きく外れることになる。

・需要予測の結果は、後続の多くの検討の与件となるため、フィージビリティ・スタディの最も根幹的部分であるといえる。そのため、需要予測には高い精度が求められるが、モデル構造上の不確実性や将来フレームの不確実性を原因として、結果が外れることも多い。過大予測結果に基づいて施設の規模を計画すると、実際の需要が施設規模を下回り採算悪化の原因となる。逆に過小予測だと、実際の需要が施設規模を上回り、幹線道路であれば渋滞により沿道環境の悪化を招くことになる。

・不確実性を前提として幅をもった需要予測を行う場合もある。この場合、後続作業においては上限予測値と下限予測値により、安全サイド・危険サイド両面からの検討が必要となる。

【実務上の課題、留意点等】

・需要予測は、たとえば将来人口が 10%増加すると交通量が 10%増加するというように、「ある前定のもとでのアウトプット」であるが、ひとたび予測結果が公表されると、この前定を離れて予測結果だけが一人歩きすることがある。前定が変われば予測結果も変わるという当前のことを理解し、結果を絶対視しないように注意する必要がある。

・交通需要マネジメントのように、比較的短期間のうちに政策の結果が実現する場合には、短期予測となるため、例えば交通行動の変化のみを考慮し社会経済情勢の変化を考慮しない、というように需要予測モデルを単純化できる。

【用語の説明】

・需要予測のための説明変数：需要生起の要因となる変数をさす。需要を y とすると、$y=f(x_1,x_2,\cdots)$ の x_i にあたるのが説明変数である。

・交通需要マネジメント：交通需要に見合うだけの施設を供給するのではなく、需要サイドの管理により交通のサービス水準を向上させる施策。自動車の相乗り、公共交通の利用促進、すいたルート・時間帯への交通誘導など。

【参考文献】

1)土木学会編：交通需要予測ハンドブック、技報堂出版、1981.4

2)京阪神都市圏交通計画協議会：第 4 回京阪神都市圏パーソントリップ調査報告書 No.1 都市交通の将来見通し編、2003.3

2.1.5 技術評価（未作成）

2.1.6 整備効果分析

【概要】

・社会資本の整備効果分析は、事業を実施したときの各種の効果を概観するために、フィージビリティ・スタディの初期段階で実施されるものである。整備効果分析における中心的な検討内容は、効果項目の洗い出しであるが、必要に応じて定量化も行われる。効果の定量化については、後段階の経済評価において、貨幣タームへの換算に向けてさらに厳密に実施される。

・整備効果分析においては、効果の波及過程にそって効果項目を整理するのがわかりやすい。また、効果項目の洗い出しにおいては、プラスの効果だけではなくマイナスの効果も対象とする必要がある。

・たとえば、道路が供用すれば輸送時間が短縮され、これが企業立地を促し、沿道の地価が上昇するというように、社会資本の整備効果はさまざまな分野に波及しながら広がっていく。このうち、直接的に発生する効果を「直接効果」、波及過程で間接的に発生する効果を「間接効果」とよぶ。以下は、道路整備効果の項目例である。

-直接効果：時間短縮、走行費用軽減、事故の減少、騒音・排気ガスの発生、他

-間接効果：大型店の立地、暮らしやすさの向上、物価の低減、地域活性化、他

・効果項目の整理においては、効果の発現する時期（短期、中期、長期）も考慮する場合がある。直接効果は比較的早い時期に、間接効果は比較的遅い時期に発現する。

・効果の帰属（施設の利用者、周辺住民、土地所有者など）との関連で効果を整理することも多い。たとえば、高速道路を整備すれば利用者は便利になるが沿道では騒音が大きくなるというように、立場により効果の内容やプラス・マイナスが異なるためである。効果の帰属を含める場合には、効果の種類を縦軸に帰属先を横軸にしたマトリックスの形での整理するとわかりやすい。

・効果項目の定量化に関しては、時間短縮効果などの項目はは比較的容易に定量化できるが、景観のように定量化が難しい項目もある。定量化が難しい項目については、定性項目として整理する（定量化できないからといって棄却してはいけない）。

【実務上の課題、留意点等】

・社会資本の整備による効果には、社会資本の供用により発生する効果（ストック効果）以外に、建設事業に起因して発生する事業効果（フロー効果）がある。

・フロー効果は、施設の種類や機能に関係なく建設行為により発生するものである。土を掘り返して埋め戻すという建設工事であっても、物資・サービス等の需要や雇用の創出などによりフロー効果は発生する。

・特定の社会資本整備の是非や代替案の比較評価を主眼としたフィージビリティ・スタディの整備効果分析においては、通常はストック効果を中心に分析を行う。

【用語の説明】

・効果：社会資本整備による各種の影響の内、主にプラスの影響を指す。ただし、ある主体に対してプラスの影響であっても別の主体に対してはマイナスという場合がある。

・便益：効果（負の効果も含めて）を数量的に計測し貨幣単位に換算して表示したもの。

【参考文献】

1)中村英夫編,道路投資評価研究会著：道路投資の社会経済評価、東洋経済新報社、1997.4

2)国土交通省道路局 HP：2006 道路整備効果事例集、http://www.mlit.go.jp/road/koka6/index.html、2006.7

2.1.7 経済評価

【概要】

・プロジェクトの経済評価は、主に対象プロジェクトが投下費用に見合うだけの経済的価値があるかどうか、すなわち対象プロジェクトを実施すべきかどうかを経済的側面から判断することを目的として実施される。また、プロジェクトの代替案間の優劣比較を目的として経済評価が行われることもある。

・プロジェクトによる便益（Benefit）がプロジェクトにかかる費用（Cost）を上回るかどうかをチェックするための費用便益分析が経済評価の基本である。便益／費用＞１（B/C＞１）もしくは便益－費用＞０（純便益＞０）ならプロジェクトを実施してもよい、そうでなければその費用を他のプロジェクトで使うべきである、と判断するわけである。

・費用便益分析を行うためには、便益は費用と同じ貨幣単位で表示される必要がある。しかし、プロジェクトから発生する各種の効果の単位は貨幣単位以外であるのが普通であるため、便益計算においては貨幣単位への換算が必要となることが多い。たとえば、道路整備から発生する時間短縮効果は、時間価値を介して時間の単位から貨幣単位に換算する必要がある。

・費用便益分析では、費用・便益が発生する時点から終了時点までのプロジェクトライフ全体を対象としなければならない。この場合、異なる時期の費用や便益は、社会的割引率を用いて現価に換算することになる。

・毎年発生する費用と便益の現価換算式は以下に示すとおりである。

$C=\Sigma(C_i/(1+r)^i)$　　$B=\Sigma(B_i/(1+r)^i)$

ここで、B：総便益の現価、C：総費用の現価、B_i：i年目の便益、C_i：i年目の費用、
r：社会的割引率

【実務上の課題、留意点等】

・プロジェクトの効果には、道路建設による時間短縮のように、供用直後に発生する直接効果と、地域の所得向上のように直接効果を介して発生する間接効果がある。便益計算においては、直接効果と間接効果を単純に加算すると２重計算になるので注意を要する。

・費用便益の計算においては、将来の状況変化や計算誤差といった不確実性を伴うため、B/C＞（1＋α）というように、安全率を考慮して実施の是非を判断することがある。

・費用便益分析では、プロジェクト実施前と実施後の比較（Before & After Analysis）によるのではなく、プロジェクトを実施した場合と実施しなかった場合との比較（With & Without Analysis）によらなければならない。

【用語の説明】

・便益：効果（負の効果も含めて）を数量的に計測し貨幣単位に換算して表示したものを指す。

・社会的割引率：将来受け取る（支払う）1 万円は、今受け取る（支払う）1 万円よりも価値が低い。この減価の 1 期あたりの率が社会的割引率である。1 年あたりの社会的割引率をｒとすると、来年の 1 円は今年は 1/（1＋ｒ）円の価値ということになる。

【参考文献】

1)中村英夫編,道路投資評価研究会著：道路投資の社会経済評価、東洋経済新報社、1997.4
2)国土交通省 HP：費用便益分析マニュアル、国土交通省道路局/都市・地域整備局、2003.8
3)道路投資の評価に関する検討委員会偏：道路投資の評価に関する指針（案)、財団法人日本総合研究所、1998.6

2.1.8 事業化計画・財務評価(未作成)

2.1.9 環境影響評価（環境アセスメント）

【概要】

・環境影響評価法では、「環境影響評価」とは「事業の実施が環境に及ぼす影響について、環境の構成要素に係る項目ごとに調査、予測及び評価を行うとともに、これらを行う過程においてその事業に係る環境の保全のための措置を検討し、この措置が講じられた場合における環境影響を総合的に評価すること」と定義されており、一般の「環境アセスメント」の内容より厳格で狭い定義となっている。
・環境影響評価は、「環境と経済の統合」、「持続可能な発展」を求めるものであり、許認可的発想で白黒つけるよりも、事業そのものが環境により望ましい持続可能な開発を具現したものとなるような追求が行われなければならない。環境影響評価の機能を一言で言い表せば、「よりよい意思決定のための情報交流ツール」である。
・環境影響評価法は、事業者と住民、専門家、地方公共団体、国等の外部との間にオープンな情報交流が行われること、そしてその結果ができるだけ事業計画の改善につながること、そしてより環境によい事業が選択されることを求めるものである。そのために環境影響評価法においては、事業計画が実質的に固まる前、すなわち事業者が様々な対応を行う余地が広い段階で、広く情報交流を行う方法書の手続（スコーピング）をはじめとする様々な制度的改善が行われている。
・環境要素の範囲は、①人の健康が保護され、及び生活環境が保全され、並びに自然環境が適正に保全されるよう、大気、水、土壌その他の環境の自然的構成要素が良好な状態に保持されること、②生態系の多様性の確保、野生生物の種の保存その他の生物の多様性の確保が図られるとともに、森林、農地、水辺地等における多様な自然環境が地域の自然的社会的条件に応じて体系的に保全されること、③人と自然との豊かな触れ合いが保たれること、④環境への負荷について総量として把握されることとなっている。

【実務上の課題、留意点等】

・現行の事業実施段階での環境アセスメントについては、方法書段階での住民意見はそれほど多くなく、調査・予測手法に関する意見が準備書段階で出されたり、準備書・評価書段階で補足調査を求められたりするケースがある。方法書段階での意見と対応をもっと重要視して、環境影響評価の手続きを進めていく必要がある。
・「ベスト追及型評価」より「基準クリア型評価」に重点が置かれる傾向があるので、主務省令の改正も踏まえ、改善が必要である。
・生態系、廃棄物、温室効果ガス等の新たな項目に係る調査・予測・評価の内容については、一層の充実が必要である。
・準備書に対する自治体の意見では、予測・評価の妥当性に関する意見が多いが、適切な環境保全措置を求めることがより重要と考えられる。事業者においても、複数案の比較や最適技術かどうかの検討など、環境保全措置に係る検討の一層の充実が求められる。
・環境アセスメントの結果が事業計画の変更等に反映されにくいことについての批判に応えるため、事業計画のより早期の段階において複数案を比較検討し、より環境影響の少ない事業計画を立案すべきであるという「計画段階における環境アセスメント」の必要性が重要視されている。また、政策決定の段階で行う戦略的環境アセスメントの導入も重要な課題であり、環境省では現在、共通的なガイドラインの作成に向けて検討が進められている。

【用語の説明】

・「戦略的環境アセスメント」（Strategic Environmental Assessment：ＳＥＡ）：環境アセスメントの一種であるが、通常の環境アセスメントが個別の道路、ダム、発電所等の事業の環境影響を対象とするアセスメント（いわゆる事業アセスメント）であるのに対し、ＳＥＡは個別の事業ではなく、事業段階より早期・上位の政策、計画、プログラムに対する環境アセスメントである。

【参考文献】

1) 寺田達志：わかりやすい環境アセスメント、学校法人東京環境工科学園出版部、1999.9
2) 環境技術研究協会：環境アセスメントここが変わる、1998.12
3) 国際影響評価学会日本支部(IAIA－JAPAN)：戦略的環境アセスメント、1998.9
4) 原科幸彦：環境アセスメント、(財)放送大学教育振興会、1994.3
5) 柳憲一郎他：環境アセスメント読本　～市民による活用術～、(株)ぎょうせい、2002.10
6) 環境省総合環境政策局環境影響評価課：環境影響評価の基本的事項の改正について、2005.6
7) 環境影響評価制度研究会：環境アセスメントの最新知識、(株)ぎょうせい、2006.10

2.1.10 総合評価（未作成）

2.1.11 実施計画（未作成）

２．２　実施プロセス

2.2.1　予算確保

【概要】

- 計画プロセスの最終段階で提示された実施計画に基づき、整備に必要な概算費用を算定する。その費用を賄うための予算確保をどのように行なうかについて検討する。
- 社会資本整備の役割を誰が担うか、例えば、国，都道府県，市区町村および PFI での民間活力などでは予算確保の方策が異なる。
- 国の予算といった場合、作成および国会への提出は、憲法の規定により、内閣の権限に属している（憲法第 73 条、第 86 条）が、その予算編成事務は、各省庁から財務省に対する概算要求によって始まる。概算予算請求は、「財産法」及び「予算決算および会計令」に規定があり、「内閣総理大臣及び各省大臣は、毎会計年度、その所掌に関る歳入、歳出、継続費、繰越明許費及び国庫債務負担行為の見積に関する市長を作成し、これを財務大臣の送付しなければならない。」とされ、その期日は前年度の 8 月 31 日までとされている。(財産法第 17 条、予算決算および会計令第 8 条)。その後、財務省に対する各省庁による要求内容の説明、財務省における査定が行われ、通常、年末になって予算編成の閣議決定、財務省原案閣議決定・各省庁への内示、各省庁からの復活折衝、概算閣議等による政府案決定といった一連の予算編成作業が行なわれ予算が確保されることになる。
- 都道府県および市区町村においても、国と同様な行為が各内部で行なわれ予算が確保される。
- 道路、下水道など一般的に公共事業と呼ばれるものは、国が直轄で事業執行する以外に、国は一定割合を補助または負担し、地方公共団体、事業団などの公的な機関が行っている。補助金などについては、「補助金等に関る予算の執行の適正化に関する法律」により、補助金等の予算の執行に関する基本的事項が定められている。
- 補助金の交付申請の段階では、これ以降に続く費用とて、工事費｛本工事費、付帯工事費、測量及び試験費（調査・測量・設計・試験などが含まれる)、用地費など｝と、事務費が請求される。
- 最近、民間の資金、経営能力、技術的能力を活用することにより、国や地方公共団体等が直接実施するよりも効率的かつ効果的に公共サービスを提供できる公共事業に PFI を導入する試みがなされている。

【実務上の課題、留意点等】

- 地方公共団体が執行する公共事業について、財政難により国からの補助金があっても、自らの応分の負担が難しいことにより、事業成立が難しくなかなか進展しない課題。
- 予算を付与する事業が、都道府県および市区町村の首長の考え方により大きく左右され、公共事業に投資する割合が地域によってバラツク実情の認識。

公共事業執行の堅実さ（公平性・透明性・客観性）と、費用対効果およびそれら評価を広めるマスコミに対する対応などが、公共事業の継続性にも影響するという認識。

【用語の説明】

PFI：(Private Finance Initiative：プライベート・ファイナンス・イニシアティブ）とは、公共施設等の建設、維持管理、運営等を民間の資金、経営能力及び技術的能力を活用して行う新しい手法であり、「民間資金等の活用による公共施設等の整備等の促進に関する法律」により取り決められている。

【参考文献】

1)　街路事業事務必携：(社）日本交通計画協会、2004.12
2)　内閣府 PFI ホームページ：http://www8.cao.go.jp/pfi/

2.2.2 現地調査

【概要】

- 計画段階における総合評価の結果，次の段階へ進むための概ねの実施計画を行った後，実施段階で最初に行われる調査である．
- 調査は、本体であれば後工程に続く、「基本設計」、「詳細設計」、「施工段階における設計の妥当性に関するﾓﾆﾀﾘﾝｸﾞ」および「維持管理」段階のそれぞれについて的確に反映できる情報を提供するために行なわれるべきであると共に、各段階を連結する一貫性を持たせたものとする配慮も必要である。
- 調査は、取扱う公共施設によっても異なるが、大別して、次の項目を目安に行なう必要がある。
  - ① 立地条件調査：対象地点と周辺の土地利用状況および権利・地縁関係、将来計画、供用状況、工事用地の候補、工事用電力・給排水施設の状況など。
  - ② 支障物件調査：地点周辺の地上および地下構造物、埋設物、井戸および古井戸、構造物跡および仮設工事跡、将来の上位公共施設計画など。
  - ③ 地形および地質調査：地形構造、地層構成、地質・土質、地下水、酸欠・有毒など危険ガスの存在など。
  - ④ 環境保全のための調査：騒音・振動、地盤・地下水位変化、水質変化、建設副産物、交通量、景観など。
- 調査情報は、発注者が専門の調査会社に請負わせ、その調査情報を持って設計を行い、請負契約条件として、施工会社に請負わせる一連の流れの中で活用されるため、調査計画の的確性、正確性が極めて重要となる。また、調査会社も後工程の活用のされかたについて理解しておく必要がある。
- 測量，土質調査については、国土交通省が電子納品のガイドラインを制定している。

【実務上の課題、留意点等】

・発注者側に、調査というものが、後工程に必要な情報を得るための重要な位置付けであり、調査精度が後工程与える影響が極めて大きいことを、理解することに不十分なケースも見られる。そのため、調査予算・工期・計画などに不足の事態が生じる場合もある。調査情報の不足や過誤のために発生した工事中の損害については、場合にとっては注文者である発注者にもリスクが及ぶこともあるため、調査の重要性に関する認識、品質に関する調査会社の質の把握については十分な留意が必要である。

【用語の説明】

- 地縁：住んでいる土地、過去に縁のあった土地といったつながり合いのこと。合意形成を図る上では必ずこの地縁情報が必要にある。
- 工事用電力，給排水：工事に必要な電力と給排水のこと。工事会社が工事期間中に当該供給事業者と契約を取り交わす。
- 支障物件：特に公共空間を共用している都市での公共施設整備に重要な位置付けを持っており、基本的には先行して供用されている公共施設または占用施設である。事業を供用している施設であることから、当該公共工事の工期、工事費に影響を及ぼす。

【参考文献】（例えば）

1) 土木学会：トンネル標準示方書・同解説、2006.7
2) 土木学会：測量実習指導書，土木材料実験指導書 2007.3
3) 中村絹次郎：建設工事における注文者の責任を請負人の責任、鹿島出版会、1978.2
4) 電子納品のガイドライン：http://www.nilim-ed.jp/qa_sys/admin/q_a_index.htm

2.2.3 基本設計

【概要】

- 基本設計（別称；概略設計）では、方式や工法などの設計の大台を決定する段階である。方法や工法の選択には、本体構造の仕様にも影響するもの（例えばダムだと「コンクリートダム」か「フィルダム」等、更にコンクリートダムについては「重力式」か「アーチ式」等、フィルダムについては「中央遮水」か「表面遮水」等）と、同じコンクリートダムでも「バケット施工」と「ポンプ施工」など仮設工法のみに影響するものなどが、組み合わされて選択されていく。
- 基本設計は、複数の方式や工法の中から選択を行なうにあたり、比較設計を行い、発注者が求める機能を満足する性能評価、品質評価、施工性、周辺への影響、住民を含む関係者との合意形成の容易性、工期および工事費などが総合的に勘案される。
- 方式や工法などの中で、施工法に関しては施工会社からの提案が多く、種類も多様である。例えばシールド工法など数多くの施工会社が手がける工事については、同様な機能を求められるトンネルを構築するための施工法としては多数の方式や工法が提案されている。
- 方式や工法などに関る新技術は、施工会社などが精力的に技術開発を行い、先端技術を反映させた施工法を提案していることから、日進月歩の状況にある。このため、発注者はもとより特に発注者の業務代行を行なうことの多いコンサルタントは、これら最新の施工法の理解、比較工法を客観的に判断できる強い倫理観の醸成および得失を見抜く高い技術力を日々研鑽していかなければならない。なお、新技術の情報が各地方公共団体が登録・管理している場合もあるが、NETIS などの公共情報も参考にする方法もある。
- 基本設計は工事費の大台を決める重要な位置付けであり、場合によっては発注先の峻別にも関ってくる可能性があることから、設計の意思決定プロセスには、客観性・透明性が強く求められる。

【実務上の課題、留意点等】

- 基本設計の範囲や内容については、公共施設物によって管轄する部局の考え方により異なる。このため、方式や工法はもとより、内容についても共施設物毎に柔軟に対応する姿勢が必要である。
- 発注者および発注者の業務代行を司るコンサルタントは、公共工事の出資者である国民に客観性に立った説明ができることを念頭において、基本設計段階での方式および工法選定を行なうことに留意しなければならない。更に、方式や工法の選択に関しては、提案工法がどのような特許を背景に提出されてきており、使用権の範囲やロイヤルティについても把握しておく必要がある。

【用語の説明】

- NETIS（新技術情報提供システム）:「公共事業等における技術活用システム」によって蓄積された技術情報のデータベースで、直轄事業及び補助事業に係わらず公共工事に活用できる技術を可能な限り網羅している。
- ロイヤルティ：特許使用料

【参考文献】（例えば）

1) NETIS のホームページ：http://www.cbr.mlit.go.jp/chugi/netis/index.htm
2) 特許に関連する調査・登録、特許庁ホームページ：http://www.jpo.go.jp/indexj.htm

2.2.4 詳細設計・積算

【概要】

- 詳細設計では、基本設計で選択した方式・工法のもとでの、構造計算などを経て、本体構造について細部に亘る形状寸法を取決め図面化する段階である。これに併せて、本体構築に必要な仮設構造物の設計についても行なわれる。
- 詳細設計で取扱う設計法は、設計するものに求める性能の細分化の視点から「許容応力設計」、「限界状態設計」など、作用荷重や耐荷力の不確実性から「信頼性設計」など、モデル化の忠実性から、「骨組解析」、「平面解析」、「立体解析」など、解を導く手法からは「厳密解」、「FEM」、「差分法」など、変形特性から「線形・非線形弾性」、「弾塑性」など、時間軸の視点から「静的解析」、「動的解析」など、切り口によって多様な設計法とそれらの組合せによって多数存在する。
- 高度な設計法を選択すれば良いのではなく、設計対象となる公共施設の特徴、設計目的、与えられる設計条件および設計費用を総合的に勘案して、学術的ではなく、工学的な視点でモデルの簡素化など創意工夫をこらした設計を行なうことに設計者としての存在意義がある。
- 最近は実務的に必要な設計性能の他に、景観を意識した形態意匠（デザイン）に凝った形状に対する感性についても、今後要求される場合もあるので、身に着けるべき技術の一つとして理解が必要。
- 積算では、詳細設計図から数量を算出し、単価を乗じて必要な工事費を算定する仮定である。
- 積算体系や単価については、発注者毎に独自の考え方を持っているので、基本的な考え方は同じであっても細部では異なるため、その点を発注者によって柔軟に対応しなければならない。
- 単価算出の前提にある、昼夜など工事の施工条件、起算数量などは十分に理解しておく必要がある。
- 設計については、国土交通省が電子納品のガイドラインを制定している。

【実務上の課題、留意点等】

- 現場の施工過程をも考慮した忠実な設計を行なおうとするほど、設計は高度化、複雑化するが、合わせて入力条件や境界条件などの整備もﾚﾍﾞﾙｱｯﾌﾟされなければならない。設計条件が不足のままで、設計法のみ高度化することは総合的に見てｱﾝﾊﾞﾗﾝｽな結果を導くことになり留意が必要である。
- 積算の中でも重要な位置付けとなる単価は、単価を導いた起算条件が現場と著しく異なれば変化するものであることを理解し、恒常的に現場との間で歩掛りなど積算条件の妥当性方式をチェックし、次期積算に反映する努力を怠ってはならない。

【用語の説明】

- 歩掛り：作業を行う場合の単位数量または、ある一定の工事に要する作業手間ならびに作業日数を数値化したもののこと。
- 積算体系および積算関係の用語については、参考文献 4）の資料に記述されている。

【参考文献】

1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説、2006.6
2) 土木学会：仮設構造物の計画と施工、2000.3
3) 土木学会:コンクリートライブラリー117 土木学会コンクリート標準示方書に基づく設計計算例〔道路橋編〕、2005.4
4) 建設物価調査会：国土交通省土木工事積算基準、2006.4
5) 電子納品のガイドライン：http://www.nilim-ed.jp/qa_sys/admin/q_a_index.htm

2.2.5　発注

【概要】

・ 工事方から「詳細設計と積算」などを基に作成された、仕様書、設計図書をもって、契約方に請負工事契約の請求を依頼する。これを受けて、契約方は、所定の手続きを経て、工事請負会社を選定し、工事を発注するに至る。

・ 官公庁の請負者を選定し契約する方法としては、会計法第 29 条、地方自治法第 234 条により、一般競争によることを原則とし、競争により予定価格の範囲内で最低の価格で落札した者と契約するとしている（会計法 29 条 6)。最近は、競争の激化により著しい低価格も散見され、これらの対応策も進められている。

・ 「平成１９年度における国土交通省直轄事業の入札及び契約に関する事務の執行」によれば、発注方式の工夫のよる主な入札方式の考え方は次のとおりである。(詳細は参考文献参照)

一般競争入札方式の更なる拡大等：入札談合防止対策検討委員会が取りまとめた(H19.3.8)「当面の入札談合防止対策について」に基づき、不良不適格業者の排除などを前提に拡大していく動向。

多様な発注方式の採用：特殊性を有する工事の態様に応じて、詳細設計付き施工発注方式、設計施工一括発注（デザイン・ビルト）方式などの多様な発注方式の導入を図ると共に、必要に応じて CM（コンストラクション・マネジメント）方式の活用に努める動向。

・ 総合評価方式の拡充：公共工事の品質確保の促進に関する法律（品確法）に基づき、落札者の決定に際しては、総合評価方式を積極的に活用し、特に平成 19 年度においては、簡易型総合評価方式の活用をはかりつつ、全工事発注件数の 6 割相当以上（全工事発注金額の 9 割相当以上）において総合評価方式を適用する動向にあり、本方式は益々増加する傾向にある。

【実務上の課題、留意点等】

・ 発注は「客観性」、「透明性」、「競争性」が重要な項目であるが、一方で純粋な土木技術が絡まない範疇での政策面での動きもある。加えて、地方ほど、「共生」の色合いが濃くなり「競争」がなじむ体質を目指すためには、関係者の理解と質の向上に関る地道な努力と、倫理観の醸成が課題になると考えられる。

・ 総合評価方式は、技術提案も評価項目として入る今日的な方法であるが、工事費に関する比重が高いことから、技術評価点について現在見直しが進められているところである。

【用語の説明】

・ 競争入札：売買・請負契約などにおいて最も有利な条件を示す者と契約を締結するために複数の契約希望者に内容や入札金額を書いた文書を提出させて、内容や金額から契約者を決める方法。競争入札には一般競争入札と指名競争入札がある。

・総合評価方式：公共工事の品質確保策として定めている項目の中の、「発注者は、入札参加希望者の技術的能力を審査しなければならない」項目の該当する評価方式。

【参考文献】

1）平成１９年度における国土交通省直轄事業の入札及び契約に関する事務の執行について：
http://www.mlit.go.jp/tec/nyuusatu/keiyaku/190402/tuutatsu.pdf

2）総合評価方式使いこなしマニュアル：
http://www.mlit.go.jp/tec/nyuusatu/keiyaku/181201/tsukaikonashi.pdf

2.2.6　住民説明

【概要】

・　「計画プロセス」段階で、実施される公共工事の説明責任（アカウンタビリティ）において、「総論賛成」の合意形成経て事業が進展してきていることを前提として、実施の施工段階に入ると、施工により影響を受ける例えば近隣住民から各論反対の意見がこの段階で出る可能性がある。これは、全体計画の説明段階では具体的に自分との利害関係が明確でなかったために気づかずに容認または説明会にも参加していなかったが、具体的に施工段階に入り自分の近隣で工事が行なわれ関係が明確になった時点で利害関係が発生し、疑義申し立て、または反対をするケースが考えられる。

・　この段階においては公共施設物を建設する目的、効果については発注者が行ない、施工計画および施工に関る施工中の対応については工事会社が行なう。

・　住民説明は、住民の立場に立って、極力専門用語は避け、図面などは避け極力わかりやすい図に買い換える努力をして行なうべきである。また、説明も影響を及ぼす程度によっては、工事情報の回覧、PI を意識した住民説明会や個別訪問を適宜おこなう必要がある。また、住民との申し合せ項目（例えば、騒音や振動など）に対する工事中のモニタリング、その結果の情報提供などについても誠意をもって継続的に適時フォローすることが肝要である。

・　マスコミに対する積極的な情報公開についても場合によっては行なう必要もある。

・　誠意を尽くし、理解を得た上で施工に着手することを基本とするが、既往の事例を見ると容易には施工着手に至らない事例も見られる。そのような場合のことも場合によっては想定して、過去の事例で取った措置を勉強すると共に、場合によっては当該事業に関る法的な妥当性、事業執行に関る住民のために取るべき最善策および最善策の実施を前提とした法的着工措置などについても専門家の意見も踏まえた対応策として準備しておく必要もあることを考慮しておかなければならない。

【実務上の課題、留意点等】

・　住民説明に関しては、住民の立場（専門家ではない立場）に立った、わかりやすい説明となるように説明方法の工夫や、わかりやすい資料の準備を怠ってはならない。

・　その地域の成り立ち（古くからの居住区なのか、新興住宅としての居住区なのか）や住民の地縁についてもわかる範囲で把握しておくことが、対象とする地域のまとまり具合を理解するうえでも大切である。

【用語の説明】

・　PI（パブリックインボルブメント）：行政による計画の策定を，住民や市民の参加を積極的に募って行うこと。言い換えとしては、「住民参加」が適用。「パブリックコメント」が，住民や市民に意見を求める制度であるのに対して，「パブリックインボルブメント」は，住民や市民に計画の策定への参画を求めるものである。

【参考文献】

1)　土木学会：土木学会誌叢書 2　合意形成論－総論賛成・各論反対のジレンマー、2004.3

2)　竹村公太郎：日本文明の謎を解く（第 13 章情報公開は全てのインフラ)、清流出版、2004.4

3）中村絹次朗：現場技術者のための建設公害紛争処理の法律実務、鹿島出版会、1980.2

4）岸本　淳：住民交渉解決の手引き、開発問題研究所、1980.10

2.2.7 施工

【概要】

- 施工会社は、発注者が引き渡し公共施設に対して要求する品質の確保を前提として、施工計画を立案する。施工計画には、施工方法、施工手順、安全対策、工程を織込んで発注者の承諾を得て工事に着手することになる。
- これと並行して施工会社は、健全な企業として収益を獲得するために厳密な原価管理が行われる。したがって、落札金額が低価格だと、品質・安全確保面での機能低下、下請けや材料メーカへのしわ寄せへ走り、工事に携わる人間のモチベーション低下を誘発する可能性も否めないので、工事中においても発注者は入念なモニタリングとフォローが必要である。
- 大型工事で多様な部分工事が並行して動く場合は、ネットワーク工定表などを作成して、PERT/CPM を用いてクリティカルパスとなる工程の把握や工程短縮に向けた工夫検討が行われる。加えて資源投入や原価管理なども同時に行われる。
- 品質や安全面の確保は、施工計画段階においては品質機能展開手法などを活用して遺漏無く的確に行われることが望ましい。更に現場での日常においては、QC 工程表によるチェック、TBM/KY による作業員の安全意識の高揚によって定着化を図る。
- 工事中における主な災害には、被災対象によって公衆災害と請負災害に大別される。工事中の災害の対応は、元請会社が中心になって行なわれるが、原因に関して発注者の指図や設計ミスなどが深く関与する場合は、責任の範囲が発注者や発注者の業務代行者であるコンサルタントまで広がる可能性も否定できないことを理解しておく必要がある。災害を発生させない対策を講ずることが最も大切ことではあるが、万が一災害が発生した場合、どのような関係者が関係し、どのように進むのか、裁判になった場合判例からはどのようなことが推定されるのか、までを理解しておくことが望ましい。

【実務上の課題、留意点等】

- 施工会社が、発注者、住民説明およびその他の工事関係者からの合意を得て、施工計画書を立案することは大変労力を有する業務であることに留意しなければならない。加えて、施工を効率的に行い利益をあげることが大きな使命として課せられるのが実情である。
- 厳しい実行予算の中で、工事現場の関係者全員に使命感を与えて、高いモチベーションを維持させるためには、決め細やかな心配りなど、現場経営者としてのセンスが現場代理人には必要となる。

【用語の説明】

- 品質機能展開(QFD)手法：市場の要求を円滑に技術分野に伝達するための総合的品質管理の手法。
- ネットワーク工程表：作業（○印）と線で表現され、先行作業とそれに続き後続作業の関係をはっきり表したものである。ネットワーク工程表は、作業の前後関係が分かりやすいほか、余裕のある作業と余裕のない作業の区別や、作業が遅れた場合の後続作業や全体の工程に及ぼす日数の計算ができるなどの特徴がある。

【参考文献】

1）土木学会： 土木施工なんでも相談室シリーズ、2001～2006
2）土木学会：仮設構造物の計画と施工、2000.3
3）水野　滋：管理者スタッフの新 QC 七つ道具、日科技連出版社、2000
4）中村絹次郎：建設工事における注文者の責任を請負人の責任、鹿島出版会、1978.2

2.2.8　施工監理

【概要】

- 施工監理は、完成後の公共施設受取人である発注者が、現場で事前に確認した施工計画書どおりに公共施設が作られているかを、主に品質、出来形および安全の視点で、チェックするもので、発注者もしくは発注者の代行者（主にコンサルタント）が行なう段階確認行為である。
- 特に、地中に埋設されるもの、配筋状況、打ち込み時のコンクリート性状などについては、竣工時には確認できない部分であり、品質上極めて重要な部分でもあるため、施工監理は必須となる。
- 発注者相当が行なう「監理」は、元請人が直接工事に対して行なう「管理」と異なり、「管理」はPDCA を回してコントロールする位置付けであるが、「監理」は検査的な位置付けで使われる。
- 公共工事における施工監理で確認する事項は、竣工検査の段階的な位置付けになり確認事項も最終検査の中間検査に当たるものが多く、既に制定されている場合が多い。
- 現状では、発注者が監督官を設けて施工監理を行なうことに加えて、補佐として、設計に携わったコンサルタントが自ら行なった設計の監理業務として携わる場合が多い。この体系は、既に建築では定型化されており、大手建築設計会社には監理部が存在している。
- 従来は、机上で設計することが多かったコンサルタントが現場に出て、仮設計画の実態、施工の実態、作業手順などを理解し、自ら考えた設計と実際の乖離が把握でき、現場を理解してより現実的な設計へ取組めることから、設計者の人材育成面からも有効であると考えられる。
- 施工監理は、施工会社との関係において、客観性が極めて重要であり、監理者には高い倫理観が要求される。

【実務上の課題、留意点等】

- 工事ロットが小規模化となり件数が増加してきていることに加えて、工事の内容も複雑化してきていることから、施工監理の頻度や内容などが煩雑化してくる可能性があり、監理要員が足りなくなってくる傾向になると思われる。
- 工事ロットが小規模化してきていることから、コンサルタントが補助に張り付くにしても、費用面での課題が残る。
- 工事現場で設計変更要素の問題が出た場合、発注者の業務代行者であるコンサルタントが実質の発注者権限をどの程度まで与えられるかを明確にしておかないと設計変更の認定可否でトラブルが生じる。
- コンサルタントは、施工会社との関係においては透明性が求められ、監理については客観性が求められることを十分認識し、あくまで発注者ひいては国民の代行者としての監理意識が必要。

【用語の説明】

- 監理：（建築での定義）施主になり代わり、施工が設計図書通りに行われているかどうかを工事現場で監督する業務を監理といい、通常は設計者が担当する。
- PDCA：品質管理サークルで、より良い改善の方向を目指し、計画－実施－検査－改善を繰り返す。

【参考文献】

1）近畿地方整備局：土木請負工事必携、(社)近畿建設協会、2006.4

2）負工事監督基準：（枚方市の例，2004.4）
http://www.city.hirakata.osaka.jp/freepage/gyousei/keiyaku/files/kensa/koujikantoku-kijyun.pdf

2.2.9　竣工検査・会計検査

【概要】

（竣工検査）

- 施工会社は、注文者である発注者と取り交わした請負契約に基づき履行した完成品としての公共施設および工事完成図書類｛設計図書、図面（CAD）、工事写真など（デジタル）｝について、発注者に引渡すための発注者による検査を受ける。この検査が竣工検査に当たる。
- 竣工検査に立ち会う検査官は、検査の客観性を担保するために、発注者の中でも当該工事に関らない人間によって行なわれることが多い。
- 竣工検査に関る工事完成図書類は、国土交通省については、CALS/EC の一環で電子納品のガイドラインを制定しており、それに基づいて行なわれる。
- 竣工検査に合格後、工事会社は発注者に完了届と請求書を提出し、工事代金が後日支払われる。

（会計検査）

- 憲法では、「国の収入支出の決算」について会計検査院というものを設け、様々な観点から検査を行い、内閣は会計検査院の検査報告とともに決算を国会に提出するよう定めている。このように、会計検査は、予算執行を行なった各省庁の担当箇所に対して実施される。
- 検査の観点としては、決算が予算執行の状況を正確に表示しているか（正確性）、会計経理が予算や法令などに従って適正に処理されているか（合規性）、事務・事業が経済的、効率的に実施されているか（経済性・効率性）、事業が所期の目的を達成し、また、効果を上げているか（有効性）といったことが挙げられる。
- 検査の方法は、書面検査とそれで十分でない場合には実地検査も行う。対象となるのは、国の会計分野すべてのほか、政府関係機関など国が出資している団体や、国が補助金その他の財政援助を与えている都道府県、市町村、各種法人などにまで及ぶ。
- 検査報告は、決算とともに内閣を経て国会提出され、検査が完了する。検査結果は、国会で決算審査を行う場合の重要な資料となるほか、財政当局などの業務執行にも活用されることとなる。

【実務上の課題、留意点等】

- 竣工検査を経て供用開始後、公共施設に瑕疵が発生した場合は、瑕疵担保期間であれば相当の手続きが行なわれることになるが、担保期間を過ぎた場合の取り扱い（不適格な行為が不可抗力か否かによっても異なるが）は、発注者側における法律系の専門部所によって取扱われることになる。
- 会計検査対応は、技術者層の厚い官庁であれば対応が内部で可能であるが、技術者の少ない市区町村では部分的にコンサルタントが支援せざるを得ない状況にある。

【用語の説明】

- CALS･EC：公共事業支援統合情報ｼｽﾃﾑの略称で、一人一台のﾊﾟｿｺﾝがｲﾝﾀｰﾈｯﾄにつながっている職務環境を前提として、「従来は紙で交換されていた情報を電子化するとともに、ｲﾝﾀｰﾈｯﾄを活用して公共事業に関連する多くのﾃﾞｰﾀﾍﾞｰｽを連携して使える環境を創出する取り組み」をいう。

【参考文献】

5）国土交通省：成果品の電子納品要領(案)・基準(案)の改訂について
http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha04/13/130630_.html
6）国土技術政策総合研究所:電子納品に関する要領･基準 http://www.nilim.go.jp/engineer/index.html
7）会計検査院ホームページ：http://www.jbaudit.go.jp/の活動内容を検索

２．３供用プロセス

2.3.1 試験運用・本格運用

【概要】

（試験運用）

・ 大型構造物や新しい構造物などは、本格的な供用開始前に要所の計測などを行い設計との対比、安全性の照査などの目的で、試験運用がおこなわれる場合がある。例えば、ダムなどが完成した後に、湛水中や水位の変動に関するダムの挙動（変位，応力，間隙水圧など）を計測し、ダムの止水性，安定性を確認してから本格運用に移るなどの措置が取られる。

・ 定型化された整備頻度の高い道路や河川工作物については、当該市区町村の考え方にもよるが、所定の品質、出来形であることを検査で確認して引取る検収行為が行なわれており、試験運用などは行われていない。これに対する担保としては、行政は検収による所有権移転と同時に保険に入ることで対応されることが多い。

（本格運用）

・ 具体的に請負会社から発注者である注文者側へ社会資本として構築された構造物の所有権が移転され、当該構造物が設備として供用開始される段階である。PFI などで運用まで含めて公共施設が民間に委任される場合は、事業方式として BTO のように最初に所有権移転を当該行政に行なった後に運用を民間が行なう場合や BOT のように所有権を民間が持ったまま運用を行い、民間が行なった投資回収が行なわれると見込まれる十数年後に所有権を当該行政に移転する場合がある。

・ 構造物の設備としての本格運用については、事業者（例えば鉄道であれば鉄道事業者、電力であれば電力会社）が、当該事業法（鉄道事業法、電気事業法）に基づく設備として機能させることになる。このため、工事中～本格運用開始前までの構造物の所有権は、工事を請け負った側にあり、本格運用開始以降の所有権は、注文者である事業者になることから、事故などの対応で主体になるのはその段階における所有者であることを理解する必要がある。

【実務上の課題、留意点等】

・ 試験運用で瑕疵が見つかった場合の具体的な措置については、土木技術者の手を離れて、法務部門の対応に至る場合があることに留意しなければならない。

・ 試験運用における計測は、設計においては応力度での評価に対して、計測においては測定精度を踏まえると変位測定での評価が現実的であるため、計測から設計の妥当性を評価するには変換に関して、解析を仲介させるなど工夫が必要になる。

・ 引渡し、本格運用後のトラブルは、事業目的（旅客輸送事業や電力供給事業など）の影響にも大きく影響することから、単なる土木構造物の瑕疵問題では済まない事もあることに留意すること。

【用語の説明】

・ BTO(Build Transfer Operate)：民間事業者が施設等を建設し、施設完成直後に公共施設等の管理者等に所有権を移転し、民間事業者が維持・管理及び運営を行う事業方式。

・ BOT(Build Operate Transfer)：民間事業者が施設等を建設し、維持・管理及び運営し、事業終了後に公共施設等の管理者等に施設所有権を移転する事業方式。

・ BOO(Build Own Operate)：民間事業者が施設等を建設し、維持・管理及び運営し、事業終了時点で民間事業者が施設を解体・撤去する等の事業方式。（参考）

【参考文献】

1) 内閣府 PFI ホームページ：http://www8.cao.go.jp/pfi/

2.3.2 アセット・マネジメント（施設長寿命化を目指した点検・補修・補強・更新の効果的な組合せ）

【概要】

（アセットマネジメント）

・アセットマネジメントとは、公共土木施設に対する「資産運営」で、次項を実施する。

① 資産として公共土木施設を的確に現状把握

② 供用期間（寿命）の中で 管理目標設定→実施→モニタリング評価→改善

③ 限られた財源の中で合理的・効率的な維持管理・運営を実施

この方法は国民などユーザーに効率的で質の高いサービスを提供すると同時に、「長期的，戦略的な投資の最適化と成果、客観性のある意思決定プロセスの実現」という、ユーザーへの説明責任を果たす観点から有効な手段と言える。

- 本格運用段階に入った供用中の維持管理の現場における具体的な行為として、経年的に次項がある。
  ①点検 ⇒ ②補修 ⇒ ③補強 ⇒ ④更新
- 点検は、目視点検、打音など簡易なものから赤外線写真、デジタル写真など高度なものまであるが、基本的には、こまめに調査して、早期のうちに劣化進展など異常を発見する段階である。
- 補修は、構造的には異常はないものの、劣化進展などを早めに手を打ち、致命的な状況にならないように、延命化措置を施すものである。
- 補強は、構造的に安全性が損なわれる部分が発生した場合に施される措置で、構造解析を行なって安全性を確保するように補強設計がなされる。
- 更新は、現状設備を全面的にリニューアルする場合や、新設して旧設備を撤去する場合などを行なうことである。
- 補修や補強のタイミングについては、こまめな簡易補修の短い周期で繰り返しを行うような場合、かたや比較的工事規模が大きい補強を長い周期で行う場合など多様な選択肢があるので、構造物が供用されてる事業環境や LCC なども踏まえた検討が必要となる。

【実務上の課題、留意点等】

- 供用中の設備においては、稼動中の事業（交通，エネルギー供給など）を止めてまで点検，補修などを行なうことの可否については、意思決定に多くの関係者が絡むことから慎重な検討を有する。点検，補修などのコストは、単独のコスト低減の視点ではなく、供用中の事業の稼動に影響を与えないことにも留意して、高価であっても短時間で済む点検，補修などの方式が開発されれば、稼動している事業トータルから見れば得策になる場合もあることに留意しなければならない。
- 補修時期は、劣化程度の小さいものほど数量が多くなる反面補修単価は安価となり、大きいものほど数量が少なくなり反面補修単価は高価となるので、最適な時期を見つけ出す必要がある。
- 供用中の土木設備は、所有権を有する事業者に多くの責任が課せられることを理解する必要がある。
- 点検結果を評価する診断は、当該診断技術を所有し、補修、補強を生業とする関係者の場合については判断結果の複数の客観意見をもらうなど、中立性，客観性を確保することが肝要である。

【用語の説明】

LCC（ライフサイクルコスト）：初期建設費に、運用，保全，修繕・更新費といった運用管理費を含めた、建物の生涯コストを意味している。

【参考文献】

1) JACIC：特集「社会資本のアセットマネジメント」，JACIC 情報 85 号，2007.3

付　属　資　料

エンジニアリング･デザイン教育　特別シンポジウム

～エンジニアリング・デザイン教育の実現に向けて～

資　料　集

平成 19 年 2 月 7 日

（社）土木学会
コンサルタント委員会
教育企画・人材育成委員会

目　次

１．報告（発表資料および関連論文）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　1
1.1 総括報告・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　2
・エンジニアリング・デザイン教育の現状と課題
（東京工業大学大学院教授　　日下部　治）
1.2 関連事例報告
・東京工業大学創造性育成教育（東京工業大学大学院助教授　福田　大輔）・・・・・　7
・茨城大学都市システム設計演習（茨城大学教授　横山　功一）・・・・・・・・・・・　25
1.3 高専教育のこれから（国立高等専門学校機構理事　河村　潤子）・・・・・・・・・　37
1.4 JABEE における最近の ED 教育関連状況
（JABEE 基準委員会委員　佐藤　之彦（千葉大学工学部教授））・・・・・・・・・・　40
1.5 土木学会における検討　～その経緯・成果と今後～
（コンサルタント委員会 ED 教育研究小委員会委員長　駒田　智久）・・・・・・　44

２.登壇者経歴（報告およびパネルディスカッション）・・・・・・・・・・・・・・・　48

１．報告（発表資料および関連論文）

1.1 総括報告

・エンジニアリング・デザイン教育の現状と課題　（東京工業大学大学院教授　日下部　治）

エンジニアリング･デザイン教育の現状と課題

コンサルタント委員会
日下部　治
(東京工業大学)

目次

- 国際化とED教育
- 教育課程における学生の研究参画の起源
- 専門分野の再分化と科学技術の方向転換
- ED教育にむけて

1．国際化とED教育

国際化とED教育

- 国際化　→人的資源の移動
  →技術者資格の国際整合性･相互認証制度
- 技術者資格　→　専門教育修了資格が連動
- 専門教育課程の国際整合性･相互互換性
- 専門教育課程の認証機関の設置 (JABEE)

国際化とED教育

- 専門教育課程の国際的相互認証機関 (ワシントンアコード) への加盟申請 (JABEE)
- アングロサクソン系専門教育課程との整合性
- ED教育の欠如との指摘
- ED教育の必要性

2．教育課程における学生の研究参画の起源

2004年9月25日

中世大学から近代大学へ

- 中世大学　「人間力」の陶冶が主眼
- 近代大学　「専門力」を教育の中心へ
- 「人間力」と「専門力」のバランス

近代大学の誕生

- ベルリン大学・・・近代大学の始まり（1810）
- フンボルト理念
  （1）研究を通じての教育
  （2）さまざまな学問の統合
  （3）研究の重視

研究を通じての教育（ベルリンモデル・ドイツモデル）

- 学生はただ単に教師の講義を聴いてればすむのではなく、学生自身がテーマの設定、研究をし、発表・議論し、知識を確定していく。
- 知らなかった知識を自力で獲得し、新しい知識の発見の仕方を学び取る。
- 研究は教官の仕事だけの仕事ではなく、学生の仕事でもある。

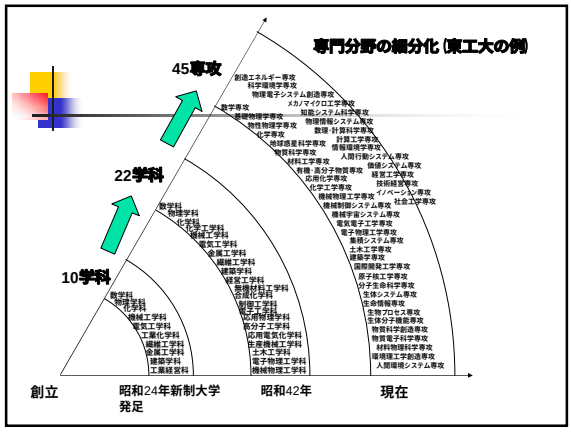
大学院の誕生

- ジョン・ホプキンス大学（1876）
- カレッジ間の競合を避け、カレッジの上の組織として大学院を構想（ギルマン）
- ドイツモデルの移植＋奨学金
- 研究を通じての教育ー＞果てしない研究の細分化、専門化、断片化への道

繰り返される警告

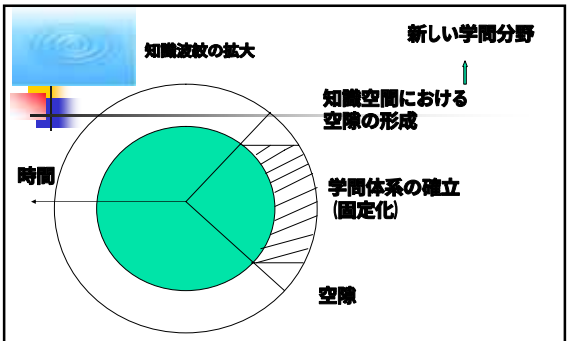
- 大学院で行われている、あまりにも専門分化し、細分化された研究訓練に対する警告（1920年代）
- 幅広い知的関心を育成すること
- 必要以上に研究を強制しないこと
- 教育内容をもっと幅広いものにすること
- 対人的な、社会的な訓練を与えること

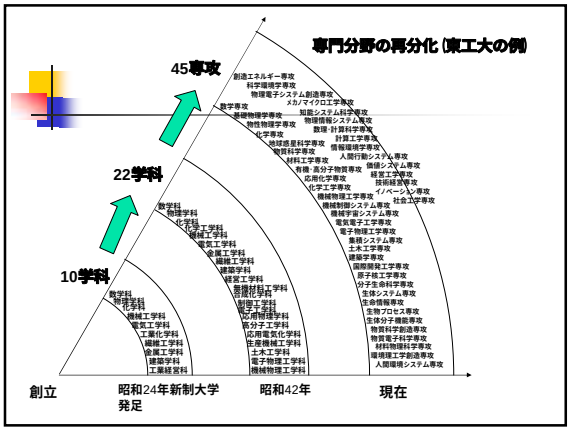
3．専門分野の再分化と科学技術の方向転換



科学技術的知識の波紋

知識波紋



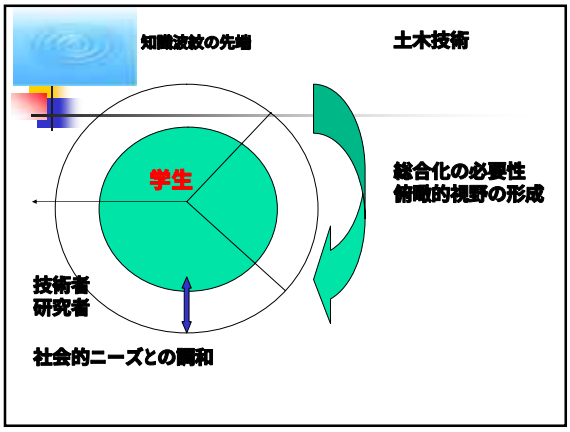


科学技術の役割の変化

- International Scientist Conference in 1999
- Science for knowledge

↓

- Science for society



4．ED教育にむけて

問題解決型の教育

現行

- 専門教育：体系的に知識・技術を教育、主にclosed-end questionへの正解を教える
- 卒業研究、学位論文：研究の独創性、学問的進歩への貢献度で評価、先端研究への偏り

ーー＞知識分化の促進と総合性の喪失

問題解決型の教育

- 土木技術：住民・地域の社会的ニーズから有形な社会的効用を持つ物・システム・情報を形成　ーー正解ではなく成解

↓

問題解決型の工学部門
教育プログラムの見直しの必要性
Engineering Design科目

医学でも事情は同じ

- 臓器別医学

↓

- 生命体としてみた人体の医学

↓

- Project – based learning

Engineering Design

- 必ずしも解が一つでない課題に対して、種々の学問・技術を統合して、実現可能な解を見つけ出していくこと
- 構想力/問題設定能力/種々の学問・技術の総合応用能力/創造力/多様な視点から問題点を認識する能力およびそれら制約条件下で解を見いだす能力/構想したものを図等で表現する能力/コミュニケーション能力/チームワーク力/継続的に計画し、実施する能力

やるべきこと

- **コンセプト**：ED**教育**
  ＋
- **教育手法**：project-based learning

- **教育側の意識の変化**
- **産業界の教育参画**
- **教材開発＋教育支援**

5

1.2 関連事例報告

・東京工業大学創造性育成教育（東京工業大学大学院助教授　福田　大輔）

東京工業大学土木工学科における学生の創造性育成に向けた各種の取り組み ～「インフラストラクチャーの計画と設計」をはじめとする諸科目の紹介～

東京工業大学大学院理工学研究科土木工学専攻　福田大輔

１．はじめに

東京工業大学は，明治 14 年当時の建学の理念にも盛り込まれているように，ものづくりを主眼においた教育及び研究を行い，学生の「創造性」を育むことを意識した各種の授業科目を数多く設置してきた．特に近年，「創造性教育」に対する計画，実施，評価，改善の各段階を意識した全学的な体制づくりの強化を行っている．その一つとして，「進化する創造性教育」と称した取組が挙げられる．

文部科学省が平成 15 年度より実施している「特色ある大学教育支援プログラム（特色 GP）」は，大学教育の改善に資する種々の取組のうち，他大学の範となるような優れた教育の取り組みを厳正な審査によって選定し，我が国の高等教育の活性化の促進を目的とするものである．東京工業大学が申請した「進化する創造性教育」は，平成 15 年度の特色 GP に採択された．大竹他 [1)] によると，この取組の目的は，『創造性育成教育を進化させて，本学の教育目標の一つである「創造性に富んだ人材の育成」を強化するとともに，創造性教育を広く社会に敷衍し貢献してゆくこと』となっている．より具体的には，下記の諸目標の達成を目指すものである [2), 3)]．

①創造性能力開発の場を提供する．
②課題に対し創造力を発揮させることにより，学生に潜在的創造能力が豊富に備わっていることを気付かせ，さらに自信をつけさせる．
③創造性開発と専門知識の習得を連動させることにより科学技術者としての資質開発をスパイラルアップさせる．
④新しい挑戦の場を絶えず提供するために，学生にとって未踏の課題を提供する．

さて，「進化する創造性教育」の取組の一環として，東京工業大学教育推進室では，大学における創造性教育をより発展させるため，平成 16 年度より学部・大学院の創造性育成科目認定・選定制度の運用を開始した．これは，各授業担当者からの毎年の申請に基づいて全学の創造性育成科目を「認定」し，さらにその中で特に先進的・独創的な教育を実施しているものを優れた科目として「選定」することで，各科目における創意工夫を全学の経験として共有し，創造性教育の進化・発展を成し遂げようとするものである．平成 17 年度には，学内に設置された審査委員会によるピアレビューを経て全学で 52 科目が「認定」され，このうち 27 科目が優れた創造性育成科目として

本稿は，以下の二つの記事を統合し，加筆・修正を加えて再構成したものである．
- 福田大輔，八木宏，森脇亮，渡邊学歩，木本和志，大澤和敏，田辺篤史: 東京工業大学土木工学科における創造性育成のための取り組み，土木学会第 61 回年次学術講演会講演概要集，共通（CS）部門, pp.59-60, 2006.
- 屋井鉄雄，室町泰徳，藤井聡，福田大輔: 講義「インフラストラクチャーの計画と設計」における創造性育成教育，東工大土木系専攻・学科だより，創刊号, pp.18-30, 2005.

表-1 創造性の育成を大きな狙いとした代表的講義（平成 17 年度，土木工学科科目）

科目名	履修学年	創造性育成科目	
		認定	選定
環境計画演習	2年	○	○
インフラストラクチャーの計画と設計	2年	○	○
空間デザイン	2年	○	
地盤工学実験	3年	○	
コンクリート実験	3年	○	
構造力学実験	3年	○	○
水理学実験	3年	○	

「選定」されている．ここで「認定」科目とは，創造性育成科目としての要件を満たす科目を指す．一方，「選定」科目は，前述の「認定」科目の中で，特に優れた取り組みを行っていると判断される科目であり，講義実施に対する費用支援を大学より受けることができる．

土木工学科においても，土木工学が重視する「ものつくり」のための導入講義として，「創造性」という言葉は明示せずとも，「進化する創造性教育」が目指すような創造性の育成を強く念頭に置いた各種の講義を古くから行ってきた．実際，平成 17 年度には，土木工学科で行っている 7 つの科目が，全学を代表する創造性育成科目として認定・選定されている（**表-1**）．これらの科目に共通するのは，①学生に大まかな課題を与え，②材料経費や要求性能等の制約のもとで，③独自に生み出した作品や成果についてプレゼンテーションし，④教員と学生が一緒になって互いに評価しあう，という形式をとっていることである．これらの創造性育成科目と座学科目を並列させた教育課程を編成することにより，専門分野に対する学生の興味の喚起と，その後のより高度な専門研究への導入のハードルを下げることを目指している．

本稿では，これらの科目で行っている創造性育成のための試みについて紹介する．そのうち，筆者が深く関与している講義「インフラストラクチャーの計画と設計」に関しては，最近の取組について，より詳細について紹介を行いたい．

２．創造性育成のための取り組み例

(1) 環境計画演習（推奨受講学年：学部 2 年生）

この講義は，主として水工系の教員が担当している．「環境と調和した町づくり」をテーマとして，都市の中の大気，水，生態環境の役割を理解し，それらと共生・調和した町づくりがいかにあるべきかを各自に考えてもらうことを目的としている．具体的には，ある特定の地域を対象として，その地域の環境の現状や問題点を現地調査によって把握した上で，その地域の環境との共生・調和のあり方について具体的な提案を行う．平成 17 年度は，『田園調布せせらぎ公園』，『大森ふるさとの浜辺』を対象地域とした．

『田園調布せせらぎ公園』グループは，ホタルの舞う公園を目指し，生息に必要な水質条件やホタルの餌となるカワニナの生育状況，さらにカワニナの餌となる底生藻類の繁茂する状況を丁寧に調べ，それに基づいて公園内の泉やそれにつながる水路について提案を行った．また，公園内や周辺地域の音計測（スペクトル解析）や空気イオン濃度計測，また風速計測結果に基づいた

公園内の樹林管理の提案も面白いものだった（**写真-1**）.

一方,『大森ふるさとの浜辺』グループは,“ 教育と憩いの両立 ”というコンセプトのもとに,大森の海苔の復活をベースとした町づくりを目指し，対象海域が海苔づくりに適しているかを,現地の海水を用いた海苔養殖実験を行うことで確認した．また，現場で採取したアサリ，シオフキ，ゴカイ，ソトオリ貝，ヒバリ貝による海水の浄化実験を実施し，干潟や砂浜の浄化能力を定量的に評価した（**写真-2**）.

また，学生による調査および提案は，この公園に関わる行政や NPO 団体の方々から高い評価を得ることができ,『大田区エコフェスタワンダーランド』において学生自らがポスター発表する機会が与えられた（**図-1**，**図-2**）．このように，学生のアクティビティーを外部に向けて発信できたことは，学生にとっても，大きな自信につながったと思われる．

(a) 水質センサーによる水質測定　　(b) 大気観測（気温，風向・風速，湿度等）

写真-1 環境計画演習－田園調布せせらぎ公園での現地調査

(a) 生物（貝類やゴカイ）の調査　　(b) 水質試験（パックテスト）

写真-2 環境計画演習－大森ふるさとの浜辺公園予定地での現地調査・分析

図-1 環境計画演習－2006 年大田区エコフェスタワンダーランド出展ポスター①

図-2 環境計画演習－2006 年大田区エコフェスタワンダーランド出展ポスター②

(2) 構造力学実験（推奨受講学年：学部 3 年生）

本講義は，構造力学の講義で学習した内容をについて理解を深めるとともに，それを実際のものつくりへ応用する力を養うことを主な目的としている．実験の内容は，鋼材の引張試験や座屈，振動，橋梁設計に関するものだが，学生の意欲向上のために基礎的な鋼材の引張試験のほかスチールブリッジコンテスト，座屈強度コンテスト，振動コンテストの 3 つのコンテストを実施しており，各々学生の創意工夫を促す種々の工夫が凝らされている．

スチールブリッジコンテストでは，土木構造物の計画，設計，製作，架設を経て供用にいたる一連の流れについて実感し，理解させることを目的として，鋼橋製作を題材にグループ単位で実際に縮小スケールの鋼製橋梁を製作させている（**図-3**）．コンテストの結果を客観的に評価できる様に，軽さ，剛性，架設速度，構造効率性，架設費用（作業人数×時間），外見（デザイン），プレゼンテーションの 8 つの評価基準を定めて評価している．実際の作業は，与えられた条件にしたがって計画・設計するデスクワークと，橋の部材を製作し架設・載荷するフィールドワークから構成されている．なお，実施にあたっては，学生への干渉を安全管理以外では極力控え，学生主体として動ける様に配慮している．設計では，構造計算書と設計図面の重要性を理解させるため，これらの提出を課した．また，学生有志で新たにチームを結成して，アメリカの ASCE/AISC Student Steel Bridge Competition に参加している．平成 17 年度はメトロポリタン地区予選において 6 チーム中 2 位という成績を収めた（**写真-3**）．

図-3 構造工学実験－スチールブリッジコンテストの流れ

写真-3 構造工学実験－スチールブリッジコンテスト米国大会
（Student Steel Bridge Competition にゲスト参加，メトロポリタン地区予戦で 2 位入賞）

一方，座屈および振動コンテストでは，構造物の座屈および振動に関する基本的な理論を学習するとともに，紙や木材を利用した橋梁構造物の縮小模型をグループ単位で製作させ，座屈強度や耐震性能の高さについてコンテストを実施している．実験を通じて視覚的に現象を理解することができるため，講義だけでは進まなかった座屈や振動論の基礎理論の理解が大幅に進み，学生に大変好評である．強度だけでなく，製作時間および模型のクオリティも評価の対象となっており，班員同士の協調性やマネジメント能力が試されている．

各コンテストとも，「ものつくり」を体験できるため，作業量が多く大変ではあるものの，学生の意欲は例年，総じて高い．構造ディテールをどうするか，どうすれば精度よく作れるかなど熱心に議論を交し，優れたアイディアを生むシーンも見受けられ，学生の創造性向上の観点からも有意義な講義となっている．

３．講義「インフラストラクチャーの計画と設計」における創造性育成教育

(1) 講義の概要

本講義は，主に計画系の教員が担当している．推奨受講学年は学部 2 年生であり，土木施設，特に交通プロジェクトの計画から設計までの概略を体験し，プロジェクトの意義や妥当性を説明する能力，プロジェクトに関わる多様な主体や要素を総合的に評価する能力を養うことを目的とする演習形式の講義である．受講生は班に別れ，空港計画，高速道路ジャンクション，鉄道網計画，鉄道駅周辺再開発，トランジットモール・LRT，大学キャンパス再開発，住宅地計画等といった，土木計画，交通計画，都市計画に関連するいずれかのテーマを担当し（**図-4**），計画代替案の作成と評価，最終案の詳細設計の作業を行い，三度のプレゼンテーションを通じて発表する（**写真-3**）．毎年同じ個別テーマを設けることによって，過去との競争状況を創出することを意図し，それを通じて，「進歩」の必要性を認識させ，その実体験をもたらすことを目指している．

受講生は現地調査や関連統計及び文献から得られたデータに基づいて計画代替案を作成・評価し，最終代替案の模型・パース・図面によって具現化する．それらの成果を，各 3 回のプレゼンテーションとレポートによって報告を行う．

過去に行ったテーマ一覧
（交通施設を中心とした地区開発から，広域的な影響を持つ交通施設計画まで，多様なテーマを設けている．）

- **首都圏第三空港の計画と設計**
- **次世代型高速道路ジャンクションの計画と設計**
- **首都圏鉄道網の改良計画**
- **鉄道駅を中心とした市街地再開発の計画と設計**
- **トランジットモールおよびLRTの計画と設計**
- **すずかけ台キャンパスの再開発計画**
- **大規模工場跡地を活用した住宅地計画**
- **郊外駅の立体化および駅周辺開発の計画と設計**
- **ニュータウン内街区の計画と設計**
- **水上交通およびウォーターフロントの計画と設計　など**

図-4 インフラストラクチャーの計画と設計ー過去に行ったテーマ

(2) 講義の沿革と特徴

本講義は，1985 年頃開講という古い歴史を持ち，開講当初は同一のテーマ（駅前広場の計画と設計）を複数のグループが互いに競争をしながら進める方式で行っていた．1989 年以降，異なるテーマをグループの数だけ用意し，発見すべき問題の種類，実施する現地調査の内容，分析方法，設定する代替案の種類，評価方法等，全てがグループ毎に異なるように工夫している．その結果，国際空港の計画から駅前広場の設計まで，より広範囲の多様な課題をクラス全体で扱うことができ，各グループの検討の成果を，発表会などを通じて全員が共有できることになった．講義の運営手順に関しては，以前の報告[4]でも詳しく説明しているが，最近では，スタッフの構成や土木プロジェクトを取り巻く社会環境も変化し，それらに対応して，上記のような具体目標を掲げ，さらに，計画の現場に携わる外部講師による講義や建設現場の視察を組み合わせることによって，より多面的な学習が行え，その後の専門科目の学習意欲を高めるように工夫している．

本講義では，例えば「アクセス利便性の良い空港を作る」等といったように，各テーマの大まかな計画目標は予め設定されているものの，特に厳密な要件を付けず，その範囲の中で設置可能な具体目標のレンジは極めて幅広く，各班が独自にアイディアを出すことになる．さらに，その具体目標の中で実現可能な具体的計画の姿に関して言えば，ほぼ無限の可能性があると言っても過言ではない．すなわち，必ずしも「正解」が存在しない「実践」を体験することを通じて，土木計画には創造性が不可欠であるということを，実感を伴う形で理解させることを目指している．この大きな自由度の中で，学生の主体性や独自のアイディアに基づいて，一つ一つ具体的な形を選び取る形式を保証し，学生の授業への取り組みに対する主体性の向上を目指している．

一方，班の運営は，調査企画，需要分析，計画代替案，設計代替案，レポート，プレゼンテーションの各責任者を設け，これを班長が統括することにより行われている．すなわち，構成員全員がどこかの段階でリーダーシップを発揮する場が必ずあり，これが，学生のマネジメント能力の向上に寄与すると考えている．

さらに，特に優秀であったと評価された班に対しては，講義とは別に，そのテーマに密接に関わりがある行政担当者，コンサルタント等の方々の協力を得て，成果を学外で発表する機会を設けている．学生は，優秀であればこうした外部発表会が設けられる可能性があることを講義の当

初から理解しており，この点が，学生の授業に対する自発性を大いに高めている要因の一つであると考えている．

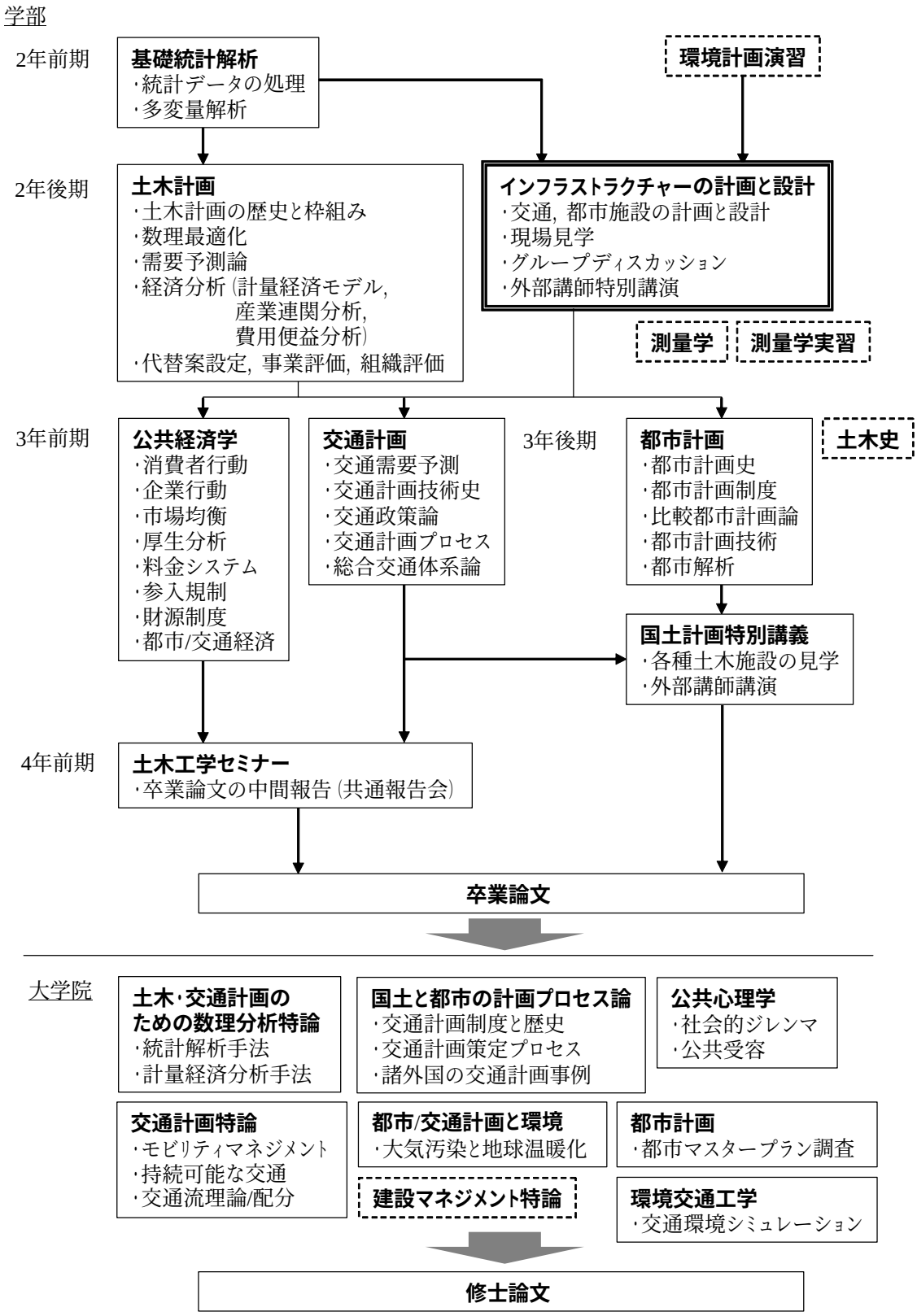


図-5　土木計画系講義の体系

図-5 には，当学科及び関連大学院専攻（土木工学専攻，人間環境システム専攻，国際開発工学専攻）において開講されている土木計画系の講義の体系を示す．学生は，インフラストラクチャーの計画と設計を受講する段階では，計画策定に必要な数学的方法論の学習しか行っていない．本講義で要求する内容のほとんどは，2 年後期の土木計画，3 年時の交通計画，公共経済学および都市計画学の講義，さらには，大学院における各種関連講義で学ぶことになる．このように，具体的な社会資本整備プロジェクトの計画設計演習をまず体験させることにより，以後の専門講義で学ぶ内容の意義や重要性を，学生が再認識し，土木計画に対する理解を促すことを狙っている．

(3) スケジュール

平成 17 年度の講義スケジュールを**表-2** に示す．この設定スケジュールのもと，**図-6** に示したフローに従って，土木施設プロジェクトの計画および設計プロセスを半年の期間で演習する．二重線で囲った「計画基本コンセプトの策定」，「計画代替案の評価・決定」，「施設代替案の評価・決定」の三つの要素の重要性を年々高めており，学生は，それらに対応する三つのプレゼンテーションの準備に，より多くの時間を割くようになりつつある．また，計画代替案の評価・決定の段階では，外部講師による講演会や，交通・都市インフラ施設関連の見学会を行い，演習に対する支援の場を設けている．さらに近年では，最終発表・レポートの内容が特に優秀な班に対して，講義終了後に，関連する実務担当者の方々の前で学生が発表する機会を別途設けることにより，本講義に対する受講意欲が高まることを期待している．

表-2 平成 17 年度講義スケジュール

①10月4日（火）	ガイダンス・班決定 （福田助教授）
②10月11日（火）	前半：講義（屋井教授）「首都圏における交通基盤整備の課題」 後半：講義（藤井助教授）「社会調査の方法・討論の方法」
③10月18日（火）	前半：講義（室町助教授）「説得力あるプレゼンテーションの方法」 後半：現場視察の計画
④10月25日（火）	現場視察結果の整理，基本コンセプトの検討
⑤11月1日（火）	計画基本コンセプト発表会
⑥11月8日（火）	現場見学会 「つくばエクスプレスと秋葉原駅周辺再開発」
⑦11月15日（火）	前半：外部講師特別講演(1) （株）ケー・シー・エス東京支社 牧野幸子氏 後半：調査・分析(1)
⑧11月22日（火）	前半：外部講師特別講演(2) 国土交通省航空局飛行場部 村山伊知郎氏 後半：調査・分析(2)
11月29日（火）	休講（金曜日の講義）
⑨12月6日（火）	前半：外部講師特別講演(3) 東急電鉄（株）鉄道事業本部工務部 城石典明氏 後半：計画代替案の作成と評価(1)
⑩12月13日（火）	計画代替案の作成と評価(2)
⑪12月20日（火）	中間発表会
⑫1月10日（火）	計画代替案の再検討，設計代替案の検討(1)
⑬1月17日（火）	設計代替案の検討(2)，図面・パース・模型の作成(1)
⑭1月24日（火）	設計代替案の検討(3)，図面・パース・模型の作成(2)
⑮1月31日（火）	最終発表会 （13:00～16:30）

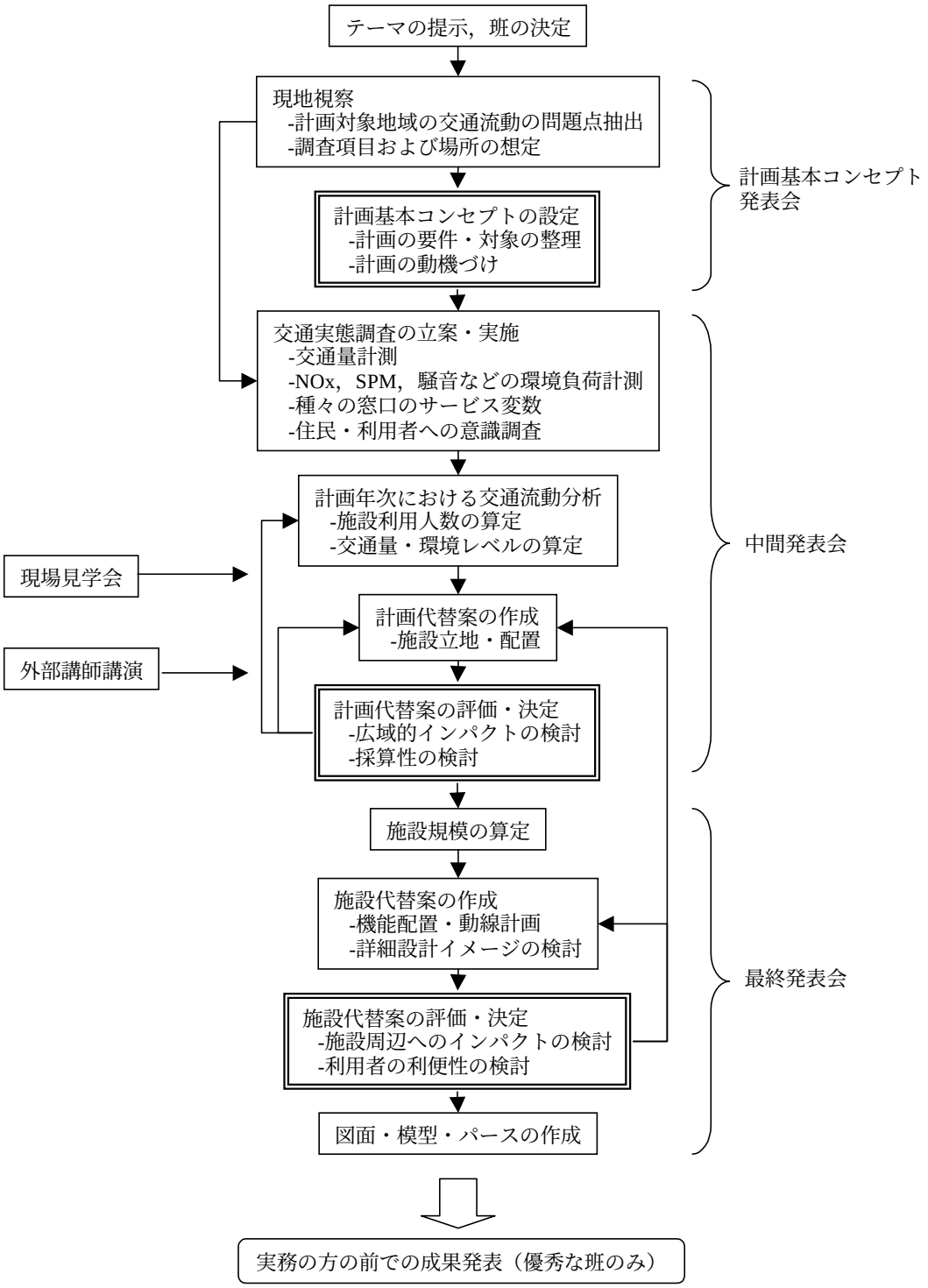


図-6　講義の大まかな流れ

(4) 創造性育成のための取組み

(a) イントロダクション講義

講義の初回から第三回にかけては，担当教員である我々がイントロダクション的な講義を半コマづつ行っている（**表-2**）．イントロダクション部分に関して，これまで（平成 14 年度まで）は，各教員の自由裁量に基づき，それぞれの得意分野でかつ講義に関連するであろう話題の提供を行ってきた．平成 15 年度からは，これらのイントロダクション講義どうしの有機的なつながりを配

慮し，講義内容に関する確認を教員同士で事前に検討して，以下のような役割分担でイントロダクションを行っている．

①首都圏の社会基盤整備の現状と今後必要となる計画に関する紹介

②計画策定の基礎資料となる各種社会調査の方法，及び，議論を収束させるためのグループ討議の方法についての説明

③施設代替案の評価時点で必要となるパース・模型等の基本的な作成方法に関する説明

このように，演習に本格的に取り組む以前の段階で，演習の内容と直接関連する分析方法論や具体的なプロジェクトの内容に関してレクチャーすることにより，学生が，その後の演習作業にスムーズに移ることができるようになることを期待している．

(b) 外部講師講演会

基本コンセプト発表会と中間発表会の間のタームに，合計三回にわたって外部講師の方から関連する話題に関してご講演頂いている．同時に，学生には，これらの講義を踏まえた感想レポートを提出することを要求している．

平成 17 年度講義では，まず，株式会社ケーシーエス主任研究員の牧野幸子氏からは，「住民参加によるコミュニティ・ゾーン・バリアフリー啓発プログラム作成業務について」という演題でご講演頂いた．コミュニティゾーンの整備に当たっての住民参加の実例，その中でのコンサルタントの果たす役割，地域で行うバリアフリー実践活動のテキストの紹介（高齢者疑似体験）等について詳細にご紹介頂き，学生諸君の計画に対しても，ワークショップの進め方，交通量・アンケート調査の方法等，多岐にわたるアドバイスを頂戴した．

次に，国土交通省航空局飛行場部の村山伊知朗氏から，我が国及び首都圏の空港整備の課題と題して，統計データや世界各国の空港事例を織り交ぜながらご講演頂いた．首都圏第三空港のテーマに直結するご後援であったことから，該当する班からの質問が中心であったが，空港への鉄道アクセスの話題など，他テーマの班にとっても有益なご示唆を数多く頂，講義終了後も数多くの質問が飛び交っていた．

最後に，東京急行電鉄株式会社鉄道事業本部の城石典明氏からは，東急電鉄の各種プロジェクト（複々線化，相互乗り入れ，東急世田谷線のリニューアル等）についてご講演を頂いた．普段，東工大生が使用している鉄道路線であること，また，首都圏鉄道計画や自由が丘駅開発のテーマとは密接に関連することから，質問も多く飛び交い，熱気のある講演会となった．

(c) 現場見学会

基本コンセプト発表会と中間発表会の間のタームに都市基盤関連プロジェクトの現場見学会を設け，学生がより現実的な計画や設計を行うことができるように配慮している．平成 15 年度は，東京都建設局にコーディネートして頂き，汐留地区の土地区画整理事業の現場を見学会を実施した（**写真-4**）．平成 16 年度には，国土交通省関東地方整備局東京空港整備事務所のお取り計らいにより，開業直前の羽田空港第二ターミナルを見学することができた．（**写真-5**）また，平成 17 年度には，首都圏新都市鉄道株式会社及び東京都都市整備局にご協力を頂き，開業したばかりのつくばエクスプレス，及び，みらい平土地区画整理事業の現場見学を企画頂いた．いずれの見学会においても，終了後の質疑において，積極的な質問が多く行われていた．

写真-4　汐留再開発地区の見学風景

写真-5　羽田空港第二ターミナルの見学風景

(d) 最終発表会

最終発表会（**写真-6〜11**）では，これまでのような単純な発表会方式を改め，学生が議論に積極的に加わることを狙いとして，学会などの発表場面で設けられているようなコメンテータ制度を導入した．これは，各班の発表に対して，異なる班からコメンテータを事前に選出し，前もって最終レポートや発表スライドに目を通し，質問のスライドをあらかじめ用意させることで，発表後の議論のたたき台とするものである．各テーマの長所や短所，疑問点を文書の形で予め用意させることによって他の班の発表に対する関心を否が応でも高める機会を設けることが狙いであったが，これにより，質疑内容がより明確なものになったと思われる．

ここ数年の雰囲気を見ると，受講生は，全体的に非常にまじめで，成果物も全体的に優れていたと思われる．特に，平成 16 年度からは，創造性育成科目選定に伴う費用支援によって模型作成費の一部を補助することができるようになったためか，作品の質も従来に増して良くなったように感じられる．また，発表パワーポイントの作成にも随所でこだわりが見られた．例えば，銀座の LRT 計画を担当した班は，分かり易さを特に重視して，劇風のスタイル（台本付き）で発表を行った．また，鉄道計画，JCT 設計，LRT 計画，大学キャンパス計画等を担当した班は，模型の代わりに CAD を利用するなどの工夫を行っていた（**図-7**）．CAD の操作法に関するレクチャーは一切行っていないが，学生が自発的にマニュアル等を見て勉強し，発表資料として準備する傾向が近年高まっているようである．また，模型の作製ばかりでなく，鉄道計画班は，プロジェクトの財務・経済分析をきわめて綿密に行うなど（**図-8**），技術的な検討の部分を重点的に行う班も現れ，発表スタイルも多様化している．

写真-6　大学キャンパス計画

写真-7　銀座 LRT 計画･寸劇スタイルで発表

写真-8　自由が丘駅周辺部再開発計画

写真-9　熱心に聞き入る学生諸君

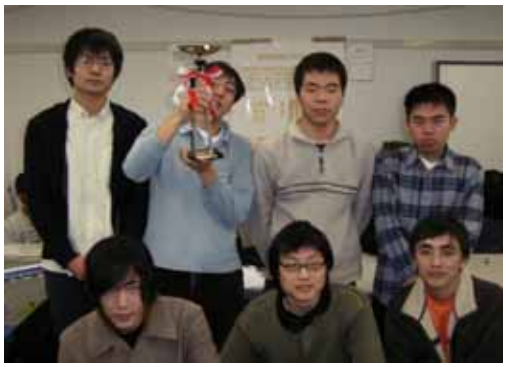


写真-10･11　最優秀班の表彰

図-7　東京工業大学すずかけ台キャンパス計画（CAD を用いて作成）

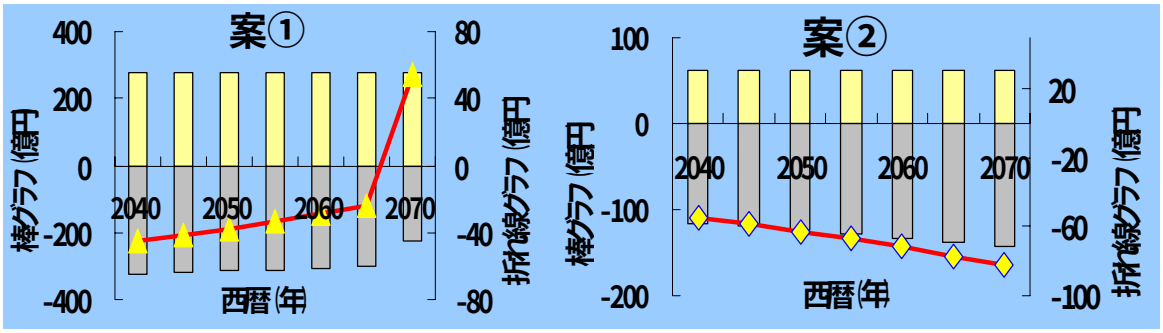


図-8　新規鉄道整備の財務分析結果

(e) 関連実務担当者への押しかけプレゼンテーションの推奨

講義終了後，模型，レポート，プレゼンテーションについて，総合的に判断して優秀であったと評価された班に対しては，最終発表会終了後に表彰する機会を設け（**写真-10･11**），それと同時に，それらのプロジェクトや地域に関わりのある担当者の方々の協力を得て，別途，講義の成果を発表する機会を設けるようにしている（**表-3**）．

例えば，ジャンクションの計画と設計に関しては，国土交通省東京外かく環状道路調査事務所に赴き，所長及び調査課の皆様の前で発表する機会を与えて頂いた．講義の最終発表会の時点では，一つの代替案の模型しか作成していなかったが，学生は自発的に，この発表のために新たにもう一つの設計代替案とそれに対応する模型も作成し，作成した模型を調査事務所に持参しての発表会となった（**写真-12**，**図-9**）．内容に関しても，現在の中央高速～外環ジャンクション案の弱点を的確に捉えて，ジャンクションの占有範囲もコンパクトで，かつ，走行の安全面からも好ましい案であるという高い評価をいただくことができた．

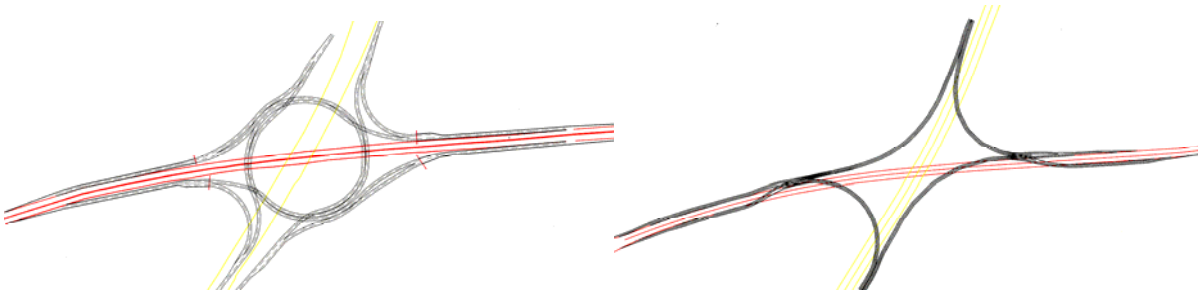
また，トランジットモールと LRT の計画と設計に関しては，東京都庁交通企画課に出向いて発表を聞いて頂いた（**写真-13**）．また，学生が調査やヒアリングでお世話になった経緯から，中央区役所地域整備課の担当者にも発表会にお越し頂き，学生の演習成果をご覧頂いた．採算面やパーク・アンド・ライドの実行可能性など，事業としての現実性に関して改善すべき多くの項目をご指摘頂いたものの，斬新な LRT 車輌のデザインや，CAD を駆使したパースに対しては，高い評価を頂くことができたと思われる（**図-10・11**）．

さらに，すずかけ台キャンパス計画に関しては，東京工業大学すずかけ台地区事務部を訪れ，施設部長，施設整備担当，そして，総合理工学研究科長の同席の前で発表を行う機会を設けて頂いた（**写真-14**）．キャンパス空間計画（**図-12**）に関しては，若者らしく斬新で面白いアイディアだという評価を頂いたものの，質疑では，再開発計画の実現可能性の観点から厳しいご指摘を頂戴した．

表-3　押しかけプレゼンテーション先一覧

押しかけプレゼン・相手先	発表テーマ
国土交通省航空局	首都圏第三空港の計画と設計
国土交通省東京外かく環状道路調査事務所	次世代型高速道路ジャンクションの計画と設計（2 回）
株式会社ケー・シー・エス	大規模工場跡地における住宅地計画（2 回）
鉄道建設・運輸施設整備支援機構	首都圏鉄道網の改良計画
東京工業大学すずかけ台地区事務部	キャンパス計画
東京都交通企画課・中央区役所地域整備課	トランジットモールと LRT の計画

写真-12　外環事務所での発表風景（高速道路のジャンクション設計，模型を持参しての説明）



(a) 立体ロータリー案　　(b) 二層ダイヤモンド案

図-9　ジャンクション平面図

写真-13　東京都庁での発表風景（トランジットモールと LRT の計画と設計）

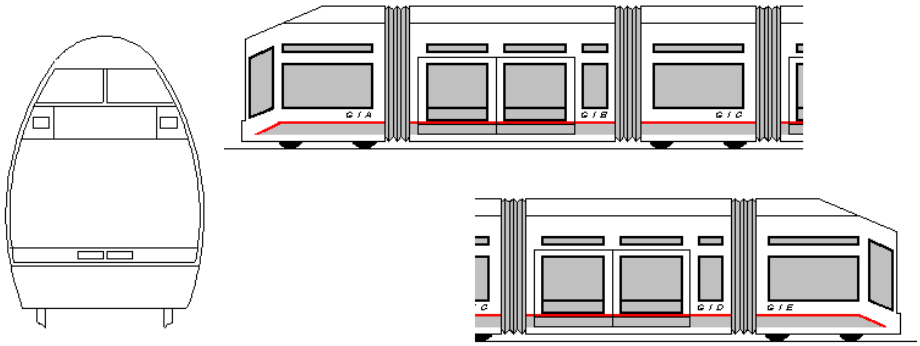


図-10　LRT 車輌のデザイン（CAD を用いて作成）

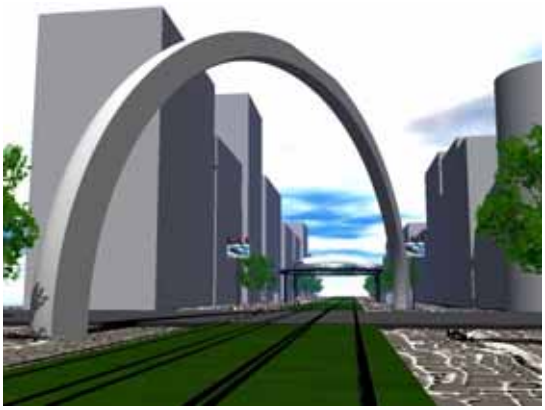


図-11　銀座 LRT 計画・交差点部のイメージ・パース（CAD を用いて作成）

写真-14　すずかけ台事務部長室での発表風景（キャンパス再開発計画）

図-12　キャンパス土地利用計画

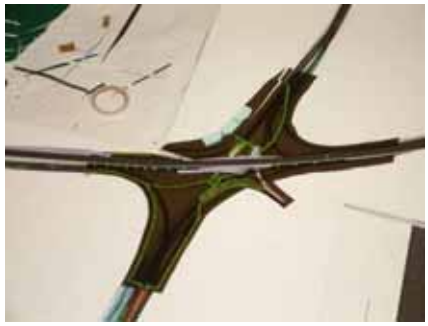


写真-15・16　第一回公共政策デザインコンペ佳作（高速道路ジャンクション設計）

(f) デザインコンペへの応募

外部での成果発表に関しては，平成 18 年度より新たな試みを開始した．具体的には，希望する学生に対して土木学会土木計画が研究小委員会が主催する「公共政策デザインコンペ」への応募を支援し，学会レベルでの評価の機会に触れさせ，他大学の学生諸君との交流の機会を高められるように配慮した．

平成 18 年 6 月に東北大学で開催された第一回公共政策コンペには，土木工学科 3 年生が主体となり，講義「インフラストラクチャーの計画と設計」で行った下記の 2 件のテーマを申し込んだ．

①ITS を利用した次世代多機能型高速道路ジャンクション（三浦崇嗣，土井依子）

②The 3rd Airport 2025（近藤由美，井上麻衣，小崎尭史，高橋茜，山本亜沙実，三浦崇嗣）

このうち，①の高速道路ジャンクションは，見事，佳作に選ばれている（**写真-15･16**）．他大学のコンペ応募作品のほとんどが，大学院学生等によるものであった中で，まだ，専門的な勉強も十分に行っていない彼らが，自主的かつ熱心によく頑張ってくれたと思われる．

(g) 学生側の評価

以上のような各種外部発表を通じ，大学の教員だけでは十分に対応できない実践的な視点から，学生に対して数多くのご意見やご批判を頂くことができた．このような講義外での発表会を設けることは，学生にとっては発表準備のための時間や労力を追加的に要し，負担が大きくなるのが常である．それにもかかわらず，例えば，学生からは，「自分達の計画や設計が，実務の方からはどのように評価されるのか，それを知りたくて励みになった」という感想も見られ（**表-4**），講義に対する熱心な取り組みの一つの原動力となっていたことには間違い無いと思われる．

表-4 講義に対する学生の感想および意見

①実際のインフラ整備計画の難しさ･複雑さについて
- 空港計画がこれほど複雑で多くの制限があるとは思いもしなかった.
- 交通需要分析や費用便益分析の大切さと大変を実感した.
- 巨大なインフラの計画や設計の難しさを痛感した. 理論や知識だけで設計が出来るのではないと身をもって知った.
- 今までは, 現状の鉄道整備に対する不満ばかりを漠然と持っていたが, 今回の課題を通じて, 鉄道計画というのは, その背後で, 人材, 時間, お金など, 多くの労力がかかり, 大変なものだということを実感した.
- 道路構造令, 排水, 換気, 照明等については知らないことが多く, 「へぇ～」なことがたくさんあった.
- キャンパス全体を改良するだけでなく, それを考えながらサイエンスパークを作成するという, 広大で難しい内容だった.
- 普段利用している駅の再開発を行うということは, その良い点や悪い点について普段から実感しているはずであるにもかかわらず, 難しいものだった.
- 時間配分を上手くできなかったことが心残りである. トンネルや道路の知識を得るにつれて, あれもこれもやりたいと思ったが全部はできなかった. しかし, 深く知るにつれて制約の多さに気づき, 現実の計画がとても難しいことが実感できた.

②グループ作業の難しさ･面白さについて
- 気の合う仲間と, とことんまで議論することが, とても面白いことが分かった.
- 自分達が良いと思った計画でも, 他人から見たら弱点を多く含んでいたり, 現実性に欠けていたりすることが分かった.
- 班長としての統率力や責任感が足りないことを実感した. それでも, この計画を完成させることができたのは, 班員全員のがんばりのおかげであり, 感謝している.
- 前後期を通して, この講義ではチームで作業することの難しさを実感させられる. 班員の能力･意欲･意見等を把握し, それぞれ責任を果たしつつ一つの案を築くことには大変な困難を伴うが, 社会人になったら当然経験することである. それを実感する良い機械であったと思う.
- サイエンスパークのテーマは今年度が最初ということで, コンセプト設定が抽象的で難しく, しかも, 班員全員が個性的な意見を持っており, 討論が長引くことも多々あった.
- 個人でやる部分と全体で意志を統一しなければならない部分のつながりがちぐはぐだった. それでも, 納得いく結果になったと思う. 勝手を言わせてくれた班員と班長に感謝したい.
- 個人と集団で行う作業は全く異なるものであることを改めて実感した.
- 計画の規模もどんどん大きくなり, 各個人の負担がかなり重くなってしまった. そのため, 各自が自分の担当をやるので精一杯になり, 他の班員との意思疎通が上手くいかなかった.
- 班員の意見が多様で, その調整には手間がかかったけど, そのおかげで構想が膨らんだと思う.

③創造的思考を求められることについて
- 考えるという作業が想像以上に面白い. 問題を逐次クリアーにして行く事で, 計画のリアルさがより濃くなって行く. 土木事業に携わった人達は, このようにして良いものを作ろうとしたのだということを実感できた.
- 他の授業と違い, 自分達で何を実行するかを考えることが多く, 良い意味での息抜きになり, とても面白かった.

④調査等, 学外での活動について
- 実態調査やアンケートを通じて銀座の実情が分かってくると, 本当にこの地域を魅力ある場所にしたいという気持ちが強くなり, 講義に取り組む姿勢がより前向きになった. 自分達の案が実際に採用されるとしたら, とても嬉しく感じると思う.
- 自分達の計画や設計が, 実務の方からはどのように評価されるのか, それを知りたくて励みになった.
- 現地調査や外環道の事務所を訪ねたり, 大泉ジャンクションを見学に行ったりと, 学外での活動も面白かった.
- 机の上で計算するだけでなく, 自分達の足で現地に行って調査を行い, 実際に設計をすることで, 普段得る事の出来ない知識を得る事が出来た.
- 自分の身の回りにある様々な土木構造物にも目が行くようになり, これはなるほどと思ったり, これはあり得ないのではないかなど思うことが癖になってきた.

⑤講義全般に対する感想･要望
- 外部講師による講義には, 自分たちの課題に関連した内容も含まれ, 課題への参考になってよかった.
- 計画系の講義だけでは分からない実際の土木事業の計画について, 少しは分かったような気がした.
- 前期の演習に比べて課題の内容がより具体的であった分, 細部への調査, 考察が必要となり, 密度が濃かったと思う.
- この授業は, 次学年以降勉強するであろう各論のモチベーションを上げるのに役に立ったと思う.
- プレゼンテーションだけでどれだけ自分たちの案を伝えられるかを評価するのではなく, どこがどのようなシチュエーションで重要であるのかについて, レポートに対する添削等を通じて明確にして頂いた方が, より望ましいと思う.

４．総括と今後の課題

本稿で紹介した講義は，いずれも，創造性・進歩・総合的判断力・実務との連携が必要とされる授業を，土木工学の専門教育の比較的初期段階で体験させることで，専門教育全般に創造性や創造的判断力が必要であることを，実体験を通じて理解させることを目指している．創造力や新しい発想は，過去の経験や体験に基づく想起によって起こるようであり，特に若い時に多くの異なる実体験に出会うことの意義は大きい．そして，講義後の学生アンケートやヒアリング等から判断する限り，当初の目的は概ね達成できているように思われる．

無論，現段階で創造性育成の手法が確立している訳では決してなく，教授方法そのものの継続的な改善が求められている．また，創造性には進化が伴うのが必然であり，講義内容を時代に即して更新し続ける必要があるが，この問題と，人的・物的資源の有限性とのトレードオフ解消を行わなければならない．例えば，筆者が深く関与している「インフラストラクチャーの計画と設計」の場合，計三回のプレゼンテーション，計三回のレポート提出，図面・パース・模型の提出を要求されるなど，教える側・教えられる側双方にとって，かなりのロードが求められる講義である．講義そのものの持続可能性の観点から，大きな課題が残されていることも事実である．

また，創造性育成科目制度における費用支援は恒久的なものではない．支援がいずれストップしたとしても，教官がこの制度に継続的に申請するためのインセンティブを，別の形で付与する必要がある．例えば，本学生命理工学部が組織的に取り組んでいる学部 1 年生向けの講義「バイオ創造設計」[5]に見られるような，教材の開発を通じた独創性の育成と，その教材を用いた地域教育活動の実践の例は，大いに参考になると思われる．土木工学科に留まらず，関連学科総体としての戦略的検討が不可欠である．

以上のように，創造性育成を狙いとした科目の内容に関しては，特に持続可能性の観点から残された課題は大きいものの，学生は，自発的に多くの時間と労力を課題遂行のために費やし，戸惑いつつも楽しみながらも，十分に評価できる計画代替案を提示してくれている．学生諸君の関心を少しでも高められるよう，引き続き，講義の魅力向上に努めて参りたいと考えている．

なお，認定・選定を受けた各科目は，東京工業大学 Open Course Ware（インターネットによる講義資料閲覧システム http://www.ocw.titech.ac.jp）を通じて資料が公開され，東京工業大学「ものつくり教育研究支援センター」においても成果物が展示・公開されている．興味がある方はご覧頂ければ幸いである．

参考文献

1) 大竹尚登, 篠崎和夫, 屋井鉄雄, 垣本史雄, 太田口和久, 小川浩平: 進化する創造性教育 (第 2 報) －東京工業大学における教育課程中での位置づけ－, 工学・工業教育研究講演会講演論文集, pp.389-390, 2004.
2) 屋井鉄雄, 山室恭子, 大竹尚登, 篠崎和夫, 太田口和久, 小川浩平: 進化する創造性教育 (第 1 報) －東京工業大学における推進システム－, 工学・工業教育研究講演会講演論文集, pp.387-388, 2004.
3) 篠崎和夫, 大竹尚登, 工藤明, 屋井鉄雄, 太田口和久, 小川 浩平: 進化する創造性教育 (第3報) －東京工業大学における創造性育成科目の発展と現状－, 工学・工業教育研究講演会講演論文集, pp.391-394, 2004.
4) 屋井鉄雄, 土井健司, 清水哲夫, 高田和幸: 土木工学科における計画と設計に関する教育の取り組み～土木施設計画設計 B～, 東京工業大学土木工学科研究報告, No.62, pp.101-110, 2000.
5) 東京工業大学生命理工学部: 小中校用バイオ教材開発による競創的教育.
（http://www.eduplan.titech.ac.jp/pdf/sinsei18.pdf ／ http://www.eduplan.titech.ac.jp/pdf/plan_ado18.pdf）

・茨城大学都市システム設計演習（茨城大学教授　横山　功一）

事例報告：茨城大学都市システム設計演習

茨城大学　教授　横山　功一

１．　はじめに

エンジニアリング・デザイン教育の参考事例として、茨城大学工学部都市システム工学科おける取り組みを紹介する。

設計演習Ⅰ，Ⅱは、３年次前期、後期に履修する必修科目であり、学科カリキュラムにおいて重要な役割を担っている。設計演習Ⅰでは、多様な機能をもつ道路施設「道の駅」の計画・設計報告書の作成を通して、2年次までに学習してきた関連科目の内容を総合化し実践的に使えるようにすることを目標としている。設計演習Ⅱでは、「鋼構造物」「コンクリート構造物」「地盤構造物」「海岸構造物」「耐震設計」の中から 1 テーマを選択し、関連講義で習得した基礎知識や新たに習得した知識を総合化し、工学的視点から安全で機能的かつ経済的な設計案を作成することを目標としている。

ここでは、学科カリキュラムにおける位置づけと、具体事例として設計演習Ⅰに焦点を当てて紹介する。

２．　設計演習の学科カリキュラムにおける位置づけ

１）都市システム工学科のカリキュラムの特色

当学科の概要については参考資料に示すが、教員数 19 名，1 学年の学生数およそ 65 名の規模であり，比較的こじんまりとした学科である．学科を取り巻く状況については常に学科メンバー全員が関心を持ち議論して対応する伝統になっている．建設工学科から都市システム工学科への改組・展開から，学科独自の新しい土木工学の展開，持続可能工学の形成という構想を発展させてきた.

都市システム工学科のカリキュラムは，上記を達成するための幅広い科目を配していることに特徴がある．それとともに，(1) 1 年次に導入的な専門科目を設けて，専門技術への意識を早くから身に付けさせる，（2） 2 年次に土木分野の基幹的科目を履修させるとともに，演習の時間を確保することによって，学生の理解を深めさせる，(3) 3 年次には学生実験，設計演習科目を設け，また(4)4 年次には卒業研究により，学習の総合化を意識させるなど，学生の意欲を刺激しかつ合理的な習得が可能となるよう配慮している.

特色のある取り組みとしては，数学・物理の基礎力を重視し工学基礎ミニマム試験を卒業研究着手条件にしていること，将来を見据え卒業研究への意欲を高めるために３年後期には研究室仮配属を行っていることがあげられる.

２）エンジニアリング・デザイン

次に示す２つの学科の学習教育目標が、JABEE基準との対応では，デザイン能力「種々の科学、技術および情報を利用して社会の要求を解決するためのデザイン能力」を主にカバーする関係にある.

学習・教育目標「デザイン能力，システムの計画・設計能力」

この目標は．「都市・地域やインフラ施設の質を高めるために，要素を統合して構造物や地域全体の姿を描く技術（空間デザイン能力），また都市管理や環境管理などシステムとして捉えるアプローチ技術を身に付ける」ことである．コンセプト作成や設計などの経験を通じて多様な要

素技術を統合化する能力を一定の水準に到達させるとともに，成果を表現するための基礎的な表現技法を身につけさせることがねらいである．

学習・教育目標「課題探求能力」

この目標は．「地域の社会自然条件の制約を踏まえ，工学基礎力と専門技術を統合化して問題の設定及び解決に当たる課題探求能力を身につける」ことである．課題コンセプトを個別の技術分野の開発や研究，設計にブレークダウンする能力の育成をめざすものである．これは，あらたな技術開発の課題設定や分野自体の形成までをも含むものであり，個別の技術分野におけるデザイン能力と位置づけている．

「デザイン能力の教育」に関して，学科カリキュラムでは次のような方法で達成するとしている．（図ー１　デザイン関連授業科目の流れ）

まず，統合化能力の育成の前提として，都市基盤施設整備などの実務で求められる幅広い多様な視点を学び，それらの知見が技術的な成果と統合化がはかられることによって現実の問題が解決されていくことを理解することが必要である．そのため，実際の事業事例などに関連させ多様な視点での学習が行なわれるように設計されている．

次に，「デザイン能力，システムの計画・設計能力」に関連してコンセプト作成など総合化の技術を育成すると同時にその成果を設計課題で経験させるようにしている．

さらに，「課題探求能力」に関してはやはり設計課題などを通してコンセプトが与えられたなどの条件で個別課題にブレークダウンする能力を育成させるようにしている．これらの教授方法としては，土木工学の基幹技術を達成させるための各専門科目のなかで効果的に分散配置することにより，限られた時間の中で十分なデザイン能力育成の内容をもったカリキュラムとなるように設計している．

最後に，これらがすべて充足されたのち，卒業研究において，総合的にデザイン能力が達成したかを，前述のように複数教員による判定によって評価している．

３．　都市システム工学設計演習Ⅰ

1) 概要

この演習では、工学部がある日立市の「国道６号バイパス滑川地区」を計画対象領域として「道の駅」の計画を 5-6 人程度の班毎に計画する。まず、道の駅・KJ 法・現地調査・交通需要予測・施設設計・図面の読み方について、理論・理念の設計への結びつけ方について説明する。次に、道の駅調査実施要領を各班と全体で議論し、設計してもらいます。限られた時間内で最適な調査手順・項目と人員配置を工夫することで、現地調査に関する課題探求能力を向上することが目的となります。次に、現地調査結果のデータ分析を通じて、実地における課題や問題を各班で抽出してもらいます。この作業により、計画・設計面での探求力を学習します。以上の結果や視点を反映させ、班独自のコンセプトに基づくオリジナルの道の駅を、客観的なデータ・計算・知見に基づき設計し、成果品（図面・解説・プレゼン）として完成させることがゴールとなります。

2) 授業のねらい

多様な機能をもつ道路施設「道の駅」の計画・設計報告書の作成を通して、２年次までに学習してきた関連科目の内容を総合化し実践的に使えるようにすることが目標である。作業は６人

程度の班毎に行うが､チームワークとフィールドワークの重要性と実行要領を修得してほしい。
学科の教育目標との関連では、以下のようになる。
目標 1：[デザイン能力、システムの計画・設計能力] 実態調査の計画、実施と実務的報告書を作成できる。新規性のあるコンセプトを提案できる。また計画図面を正確に美しく作成できる。
目標 2：[広い視野と柔軟な思考] コンセプトプランニングで多様な利用者の視点を想定できる等
目標 3：[課題探求能力] 基本計画発表会と基本計画書、個人報告書で主要施設の必要性機能を説得的に主張できる

3) 授業計画（１５週分の授業の内容）

１．ガイダンス、課題説明、履修確認、班編成（図－２　道の駅の計画フロー）
２．道の駅の理論と理念、事例調査の必要性
３．道の駅「もてぎ」*の利用実態調査の準備（施設調査、交通量調査、ヒアリング）
＊栃木県茂木町（国道２９４号、真岡鉄道）
４．道の駅「もてぎ」の調査（休日１日かけて行う。）
５．コンセプトメイクの説明
６．コンセプトメイクの実習（その１　KJ 法等）
７．コンセプトメイクの実習（その２　発表準備）
８．道の駅設計コンセプト発表会（その１）
９．道の駅設計コンセプト発表会（その２）
１０．施設設計の実習（配置施設の決定と図化、計算に基づく物理量決定）
１１．平面図、主要施設図、パース図の作成法の説明と班作業
１２．基本計画書作成手順の説明と班内議論
１３．基本計画発表会（その１）
１４．基本計画発表会（その２）
１５．講評及び優秀賞発表､賞状・賞品授与

4）成績評価の方法

この演習の達成度（成績）評価法として、以下の６項目の各点数がならびに各項目を総合化した点数が合格基準を満足することとしている。

項目１.道の駅「もてぎ」の実態調査報告書： ①調査の企画・計画内容　②調査報告書（データの取り纏めがわかりやすい） [デザイン能力、システムの計画・設計能力]

項目２.コンセプトの発表： ①想定される多様な利用者の視点がある　②発表会後の修正（質問に対する回答） [広い視野と柔軟な思考]

項目３.基本計画発表会： ①設計の物理根拠　②発表会評価点（教員：TA：学生＝５：３：１） [課題探求能力]

項目４.図面： ①作図の理論に準拠している　②周辺環境への配慮　③丁寧な作図か [デザイン能力、システムの計画・設計能力]

項目５.基本計画書： ①施設規模算出過程の正確さ、妥当性　②コンセプトと要素・手段の整合、新規性 [課題探求能力] [デザイン能力、システムの計画・設計能力]

項目６.個人報告書： ①発表会のコメントに対する解答修正②全体的な考察意見③個人的な意欲､努力､貢献等 [課題探求能力]

・ 項目１～５は班単位で採点し、項目６は個人単位で採点する。

・２回の発表会評価は、教官・TA に加えて、履修者全員が評価者となる。また発表会の評価結果を各班、各個人にフィードバックするので、その結果を受けてさらに改善する。

５）実施状況

平成１８年度前期の実施状況は次の通りである。

１．道の駅「もてぎ」の利用実態調査を学外実習（土曜日を利用）として行った。（写真－１～３）

２．履修者７０名を９班に分け、調査・各種設計計算・議論は班単位で行う。

３．４名の教員（小柳武和教授[景観設計、都市計画]、金利昭助教授[交通計画、地域計画]、山田稔助教授[交通計画学、交通工学]、桑原祐史講師[リモートセンシング、環境計測、国土空間、情報工学]）と５名の TA（大学院学生）がこの演習を担当した。

４．授業の目標に対する達成度は、おおむね良好である。積極的に参加する学生も増え、成果物もそこそこのレベルである。

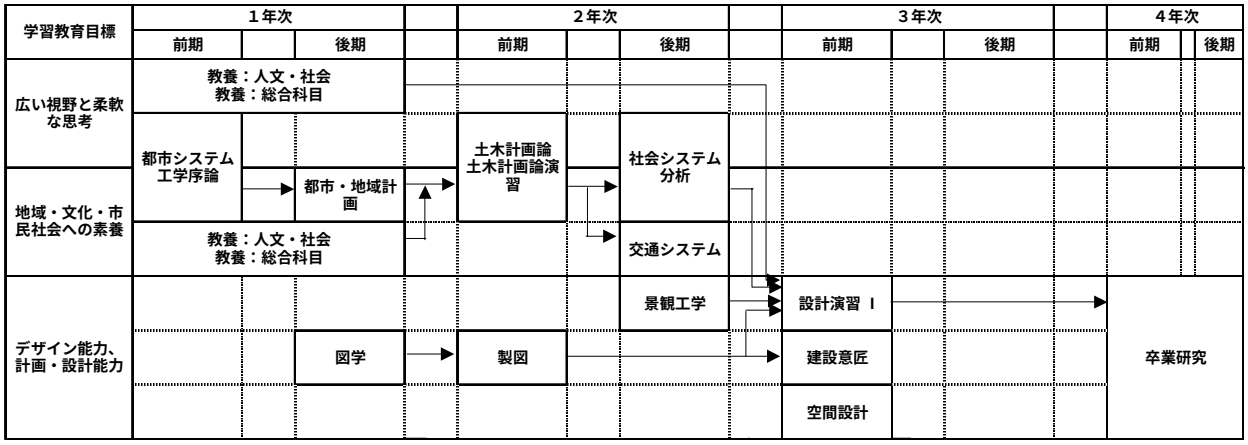
５．学生のアンケート調査では、満足度「この授業を履修して良かったですか？」は高いものの、「時間が足らない」、「課題が厳しい」などの回答もある。

６．コンセプト設計については、不十分な点がある。

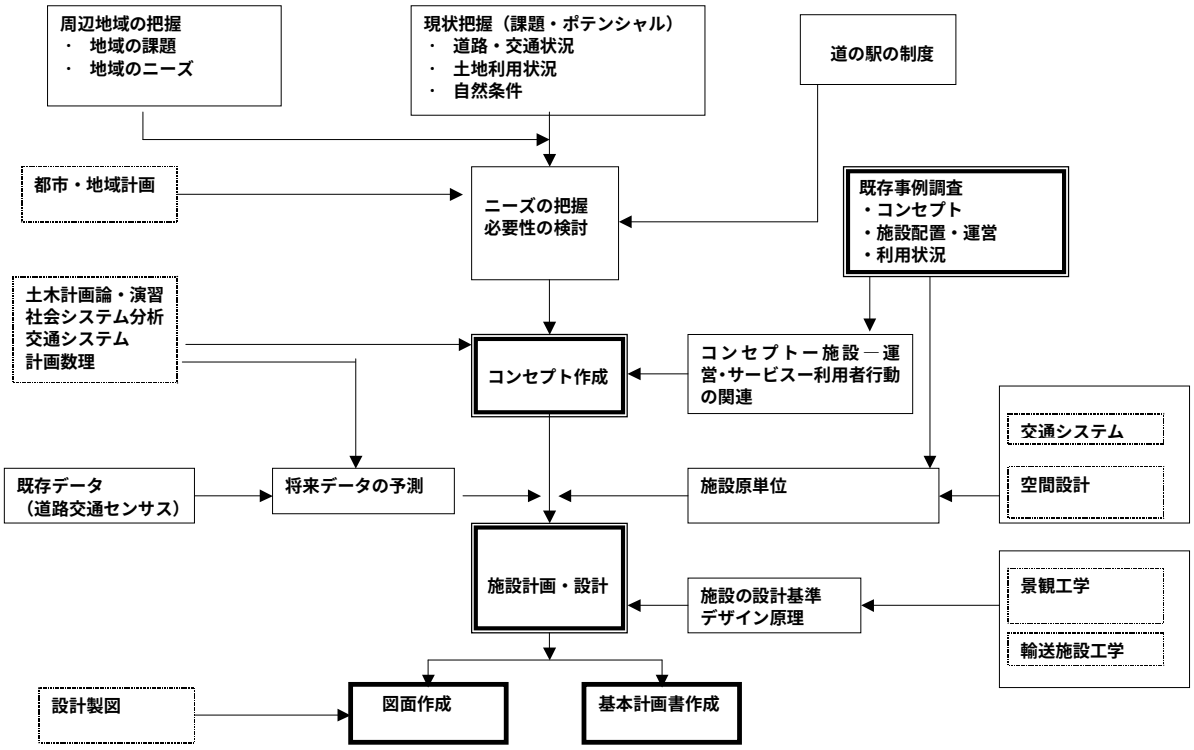
４．　おわりに

学科における設計演習科目は、学科の教育目標を達成させるために、他の演習も含めて全体で構成されるようにカリキュラムが設計されており、科目毎に、複数教員に TA を加えて担当するなど精力的に対応してきている。また、年度ごとに点検評価を行い、実施方法などに改善を加えてきている。

ここで紹介した設計演習Ｉについても、一つの試みであり、授業の効果を見極めながら、次年度以降新しい試みや改善を加えることとしている。



図－1　デザイン関連授業科目の流れ(設計演習Ⅰを中心として)



図－2　道の駅の計画フロー

写真－1　道の駅「もてぎ」

写真－2　利用者聴き取り調査

写真－3　利用状況調査

資料:都市システム設計演習Ⅰ　授業資料

１．最終提出物

(a) 図面関係

① 全体平面図（施設配置、駐車マス配置、バイパスからのアプローチ道路、植栽、ベンチ等）
＊主要動線がわかるように　(1/500～1/1000)・・・A2
② 主要施設の平面図(1/100～1/250)・・・A2
③ 全体または主要施設のイメージパース図(目安　1/100～1/500)・・・A2

＊図面には、説明文を加えてよい（直接に、引き出し線で、空きスペースに）
但し、見苦しくしない用に注意すること

(b) 基本計画報告書（独自の道の駅企画書)

① コンセプトを反映させた計画位置・施設配置・施設の設計について記述
（計画位置 1/25000　A4　を含む）
② 交通需要及び駐車場マス、トイレの数の計算根拠と配置決定根拠
③ 諸施設の規模設定根拠と施設配置決定根拠
④ 主要施設の PR 点及び工夫した点
⑤ 計画・設計内容をより良く、より具体的にするためには、どのようなデータや資料が必要か、またはどのような調査を行えばよいかを考察する。
⑥ 個人毎に、主要担当の項目を記述し、感想を書く。

(c) 発表会用レジメ（基本計画書概要版）　Ａ４版４ページ以内（前々日 7/12or19 までに提出）

① 基本計画書の主要点を記述（ｂ①～④）
② 個人毎の担当箇所を書く

(d) 個人報告書

「発表会指摘事項に対する回答と基本計画書等の修正」は「個人報告書」とする。

- 個人ベースで行う・・・グループ内での統一はなくてよい
- 内容・成果、進め方、グループ作業等に関する考察、自己評価、グループ評価
- 個人の成績に反映させる
- 様式は自由

２．発表会までの日程

6 月 30 日　　説明：今後の日程と作業内容　、作業
７月　７日　　作業

（7月12日）　前半組：発表会レジメ提出　13時　提出先3F景観学生室TA（宮田、ｽｯｸ）
7月14日　発表会前半組（基本計画書及び図面提出）発表10分質疑8分　開始時刻厳守
後日（7/18）、指摘事項と基本計画書、図面を返却
（7月19日）　後半組：発表会レジメ提出　13時　提出先3F景観学生室TA（宮田、ｽｯｸ）
7月21日　発表会後半（基本計画書及び図面提出）発表10分質疑8分　開始時刻厳守
後日（7/25）、指摘事項と基本計画書、図面を返却
7月28日　発表会指摘事項に対する回答と、基本計画書等の修正を提出
（補講日）　講評　優秀設計発表賞　賞状・賞品授与

3．その他

不明な点は、教員、TA〔3F景観・空間設計学生室、4F交通・計画学生室〕まで。

4．採点項目

（1）基本計画書の概要版（レジメ）
- 形式・体裁、構成が統一的で、適切な図表が示されているか
- タイトル、章、図表のタイトルが適切か
- 概要版として、ポイントがわかりやすくなっているか

（2）発表
- 説明能力・話し方---内容の道筋が明確で、わかりやすいか
- 表現・使い方---必要な資料が用意され、適切でわかりやすいか
- 講演時間の使い方---時間配分、終了が適切か
- 質疑応答---広い視点からの質問に対し、適切な応答ができるか
- チームワークがとれているか

＊教員、TA、学生の評価点を5：3：1で重み付けする

（3）基本計画書
- コンセプトと要素・手段が整合しいているか
- 施設規模の計算過程は正確・適切か、また理論、数値、仮説に基づき必要な補正が行われているか
- 主要施設の説明・PRが説得的になされているか
- 具体化するための方針・手段・要素に説得力があるか
- 資料、内容に独自性はあるか
- 従来の道の駅に加えた新規性はあるか
- 構成が適切か
- 報告文書として専門的で適切な文章表現が成されているか

（4）図面
- 図面としての約束事が守られているか（表題、縮尺、方位、凡例）
- 正確か、バランスはよいか（線の引き方、太さ）
- 個々の施設や道具、動線に関して必要な情報が入っているか、バランスはよいか
- 説得的な図面か、周辺環境に配慮しているか
- 美しいか

（5）個人報告書
- 質問、意見、に対して、適切に回答、修正しているか
  ― 自分だったらこうする、
  ― イメージ図面等、何でも有り
- 積極的に参加してきたと認められるか

参考資料:茨城大学の概要

（１）茨城大学の概要

a) 機関名：茨城大学

b) 所在地：茨城県水戸市・日立市・阿見町

c) 学部・研究科構成

（学　部）人文，教育，理，工，農

（研究科）人文科学（修士課程），教育学（修士課程），理工学（博士前期課程・博士後期課程），農学（修士課程）

［東京農工大学大学院連合農学研究科（博士後期課程）］

（専攻科）特殊教育特別専攻科

d) 学生総数及び教員総数

①学生総数８，６６２名（うち学部学生数７，５７１名）

②教員総数　５５７名

e) 本学の特色

本学は，昭和 24 年 5 月旧制水戸高等学校，茨城師範学校，茨城青年師範学校及び多賀工業専門学校を母体として，文理学部，教育学部及び工学部からなる新制大学として発足した．昭和 27 年 4 月農学部の設置，昭和 42 年 6 月文理学部改組に伴う人文学部，理学部及び教養部の設置，その後，大学院研究科の設置などを行ってきた．

本学キャンパスは茨城県内の 3 地区に分かれ，人文・教育・理の 3 学部が在る水戸キャンパスは県都の水戸市に，工学部が在る日立キャンパスは県北の工業都市の中心地日立市に，そして，農学部の在る阿見キャンパスは，県南の筑波研究学園都市に隣接する阿見町にある（**図-1**）．

【水戸キャンパス】人文学部，教育学部，理学部：茨城県水戸市文京 2-1-1(本部)
【日立キャンパス】工学部：茨城県日立市中成沢町 4-12-1
【阿見キャンパス】農学部： 茨城県稲敷郡阿見町中央 3-21-1

本学の教育理念は，近年の大学を取り巻く環境の変化に対応して「首都圏北部における学術文化の中核的な拠点として，教育と研究における専門性と総合性の調和を図りつつ，世界的視野と先見的視野に立脚し，人材育成と学術研究を通じて社会の持続的な発展に貢献する」こととしている．

（２）工学部の概要

工学部は，1939 年（昭和 14 年）に創立された多賀工業専門学校を母体にして，1949 年（昭和 24 年）の茨城大学誕生に際して発足した．その時の，1 年次の定員は 200 名（機械工学科，原動工学科，電気工学科，金属工学科）であった．

その後，社会の要請に対応して新たに学科が設置され，また大学院（博士前期課程，後期課程）が整備されて来ている（**図-2**）．

現在は，工学部は 8 学科で構成され，入学定員 505 名となっている．同時に，大学院理工学研究科は，理学系専攻を含めて前期課程 11 専攻，後期課程 6 専攻で構成される（**図-3**）．

図-1　茨城大学のキャンパス配置

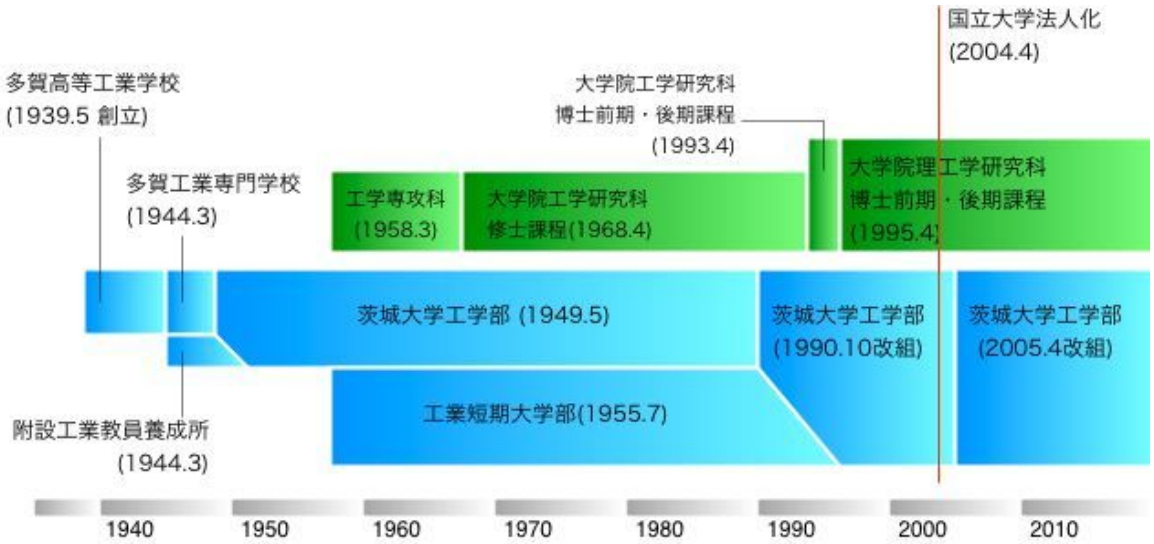


図-2　工学部の変遷

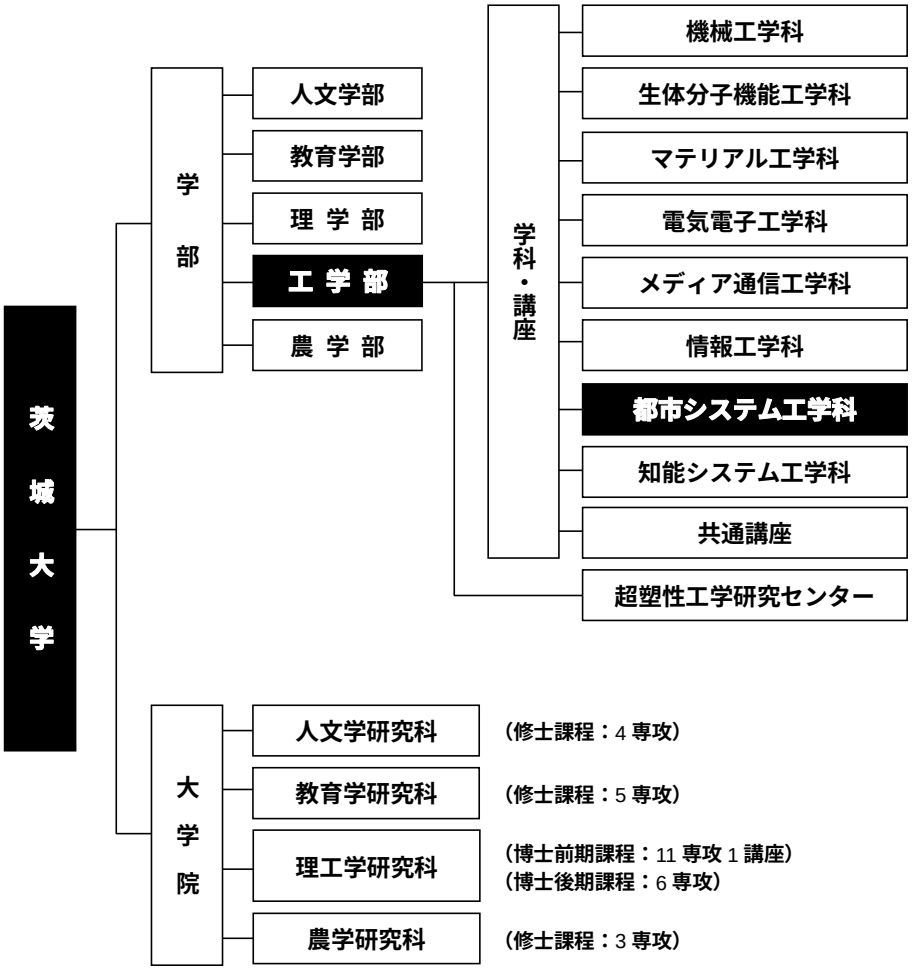


図-3　茨城大学の教育組織と都市システム工学科

（3）都市システム工学科の概要

１）都市システム工学科の沿革と教育理念

茨城大学都市システム工学科の前身は，1981 年（昭和 55 年）に設立された建設工学科である．建設工学科の実績を受け継いで，1990 年（平成 2 年）には茨城大学工学部改組の一環として，都市システム工学科が設立された．都市システム工学科は，自然環境，人間社会，そして社会基盤施設を相互依存的なシステムとしてとらえ，社会基盤施設の建設・管理，環境管理，都市計画及び関連分野の幅広い教育を行うことを設立の理念としている．この理念は，個々の要素技術にとどまらず，都市・地域における安全・環境・生活質向上を総合的に達成しようという新しい土木工学を志向するものである．さらに最近では，持続的発展可能な社会を支える学問分野である持続可能工学の形成とそのための人材育成へと発展している．

以上のような学科理念に関する過去の検討結果に基づいて，本学科では次のような教育理念を掲げている．

都市システム工学科の教育理念:
自然環境, 人間社会, そして社会基盤施設を相互依存的なシステムとしてとらえ, 安全･快適･環境をキーワードとする多面的な視点を持ち,「持続発展可能な社会」の形成に貢献することのできる, 自律的で個性的な新しい土木工学分野の工学者･技術者を養成することを目的とする.

２）学科が目指す人材像と教育目標

時代の要請に応える技術者の育成

成熟経済，人口減少社会に代表されるこれからの時代では，従来型の建設分野の国内市場は縮小する一方，安全・安心を保障する防災システムの強化，地球環境に配慮した持続可能な循環型社会の構築，生活質の向上などに関する社会的要請が一層高まる．そのため，構造物の維持管理，更新，リサイクル，環境，情報化，福祉への配慮，海外市場及び途上国支援などが相対的に重要になると予想される．また，建設事業の社会的意義と責任を自覚し社会のニーズに沿って要素技術の統合をはかることができる技術者や自立して新分野を開拓できる技術者の育成が重要となる．それに伴って，今後必要とされる建設技術の方向性としては，(1)要素技術を統合して構造物や地域全体の姿を描く技術（デザイン技術）や都市管理や環境管理技術，(2)環境・福祉などの分野の専門的技術，(3)IT，GIS，RS などの情報技術があげられる．

このような時代の要請をふまえると，今後，都市システム工学科の卒業生が進出する分野は，社会基盤施設の建設・維持管理，都市・地域管理を担う建設会社や自治体などとともに，環境コンサルタントやソフトウエアハウス，福祉・生活支援業務，国際機関など従来の土木分野の枠を越えたより幅の広い分野に広がると予想される．

新しい建設分野に対応した教育目標

上に述べた学科の教育理念と時代認識に立って，都市システム工学科が目指す人材像は，土木工学の基本を修めるとともに，以下のような技術者マインドと自律性をもった技術者である．

(1) 安全で，健全，豊かな社会の形成に尽くそうという意欲をもった技術者
(2) 建設技術及び関連する情報技術の基礎を修得している技術者
(3) 要素技術あるいは統合化技術（デザイン技術）を得意として身につけている技術者
(4) 自分の指向を自覚し，自らの力で考えることのできる自立した技術者

なお，これらの能力は土木工学以外の分野の職業人・社会人としても有効なものであり，本学科は卒業生が各自の志向と意欲に基づいて他の分野に進む場合にもこれを支援する．

1.3 高専教育のこれから（国立高等専門学校機構理事　河村　潤子）

2007年2月
於土木学会

高専教育のこれから

～新たな飛躍を目指して～

国立高等専門学校機構

河村　潤子

1

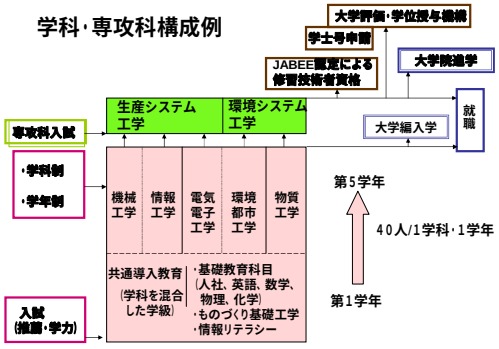
国立高専の「100%」

◎100%の国立高専で、
インターンシップを実施

◎就職希望者の就職率
ほぼ100%

2

学科・専攻科構成例



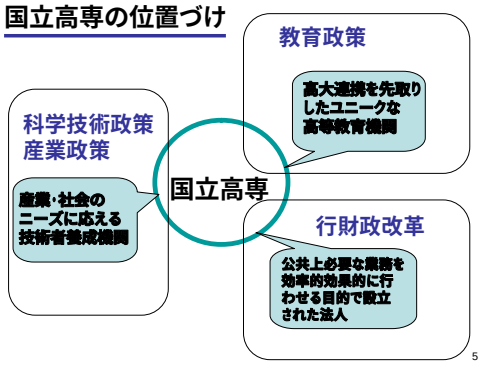
3

高専創設の経緯

- 1960年代に、日本の高度経済成長（1960年の経済成長率は12%）を支える技術者を養成するため、産業界の強い要請を受けて全国的に設置。
- 中学校卒業後の早い段階から5年一貫の実践的な専門教育を行う高等教育機関として制度設計。
- 現在の学校数は、国立55校、公立6校、私立3校。
  国立55校は、2004年に法人化。55校が一つの法人：独立行政法人国立高等専門学校機構を設置・運営主体とすることになった。
- これまで約30万人の卒業生を輩出。産業界を中心に、技術者、研究者、経営者等として活躍。

4

国立高専の位置づけ



5

第3期科学技術基本計画のポイント
（平成18～22年度）

1. 社会・国民に支持され、成果を還元する科学技術
2. モノから人へ、機関における個人の重視
   －科学技術人材の育成・強化－
3. 世界最高の科学技術水準を目指す構造改革
   －科学の発展と絶えざるイノベーションの創出
4. 投資の選択と集中の徹底
5. 総合科学技術会議の司令塔機能の強化
   －各種制度改革等の構造改革の推進　－

6

科学技術政策ニーズへの高専の対応

【人材】
- ○ 創造的な技術者、研究開発者の育成⇒教育機能の強化
- ○ 優れた教職員の確保、能力の発揮
  ⇒ 多様な構成員の活躍促進
- ○ 次代を担う人材の裾野の拡大
  ⇒ 子供と親の関心の喚起

【イノベーションへの参画】
- ○ 独創的な学術研究活動による知的ストックの構築、継承
- ○ 研究成果の幅広い還元
- ○ 地域社会との連携、産学官連携による教育・研究

高専の学校制度としての特性と培ってきた教育実践の蓄積を活かす ＋ より広く、深い産学官連携モデルの構築

7

高専教育の特徴

～専門性と人間性～
- ✓ 15歳からの5年又は7年の技術者教育・・・学年ごとの綿密なカリキュラム・きめ細かい指導。数学・物理学等の基礎に立ち実験・実習を重視した創造性教育
- ✓ 地域の産業界と連携してインターンシップを実施
- ✓ 学生寮による集団生活
- ✓ ロボコン、プロコン、デザコン・・・発想と技術を競う全国大会

～多様な進路～
- ✓ 5年の準学士課程卒業生の
  5割強が就職 （求人倍率：全国平均16倍（18年春））
  4割強が進学 （専攻科進学、大学編入学）
- ✓ 専攻科卒業生の6割強が就職（求人20倍）、3割強が進学

8

高専教育をめぐる状況の変化

中学校卒業者数　249万人（昭和38年；高校進学率67%）
⇒205万人（平成元年）
⇒118万人（平成23年）

大学・短大進学率　12.8%（昭和37年）⇒52.3%（平成18年）

専修学校の法制化　昭和51年　改正学校教育法施行
平成18年5月の専門学校数＝2996
同　工業関係在学者数＝約10万人

我が国の高等教育の将来像（平成17年1月中教審答申）
（1）大学の「個性・特色の明確化」としての機能別分化
→ *大学教育の一部は高専に近似化？*
（2）教育の質の保証ー認証評価が平成16年度から開始
→ *専修学校と明確に制度的差異*

9

高専で養成する技術者像

複合的技術領域から成る現場を担い、
創意工夫をもってその技術を進歩させる、
能力の高い実践的技術者

各高専では、更に具体的な目標を掲げている。例えば、

- 技術者としての行動規範（自律的な行動）を身につけ，グループ活動における協調性とリーダーシップを持つ技術者。
- 異文化理解とコミュニケーション能力（国際性と語学力を含む）を持つ技術者。
- 基礎学力と専門分野学力（もの作りの知恵，類推力，段取り力）を修得し，継続的な自己啓発の能力（学び続ける力）を持つ技術者。

10

国費（運営費交付金、施設整備費補助金）の状況

○独立行政法人における業務運営の効率化
設置基準上必要最低限の教員の給与相当額及び各年度特別に措置しなければならない経費を除き、運営費交付金充当業務については、毎年度1%効率化（国立高専機構中期目標（平成16~20年度））
※各年度の運営費交付金については予算編成過程において再計算

○独立行政法人における人件費の削減
人件費総額を平成18年度以降の5年間で平成17年度の5%相当額以上減少させる
（簡素で効率的な政府を実現するための行政改革の推進に関する法律）

○国立大学・高専等の老朽施設は全体で30%を超えるが、施設整備費補助金（当初予算）は年々減額傾向

11

国立高専の方向

役割
社会のニーズに適合する
優れた技術者の育成

直面する課題
- ◆ 15歳人口の減少
- ◆ 理工系への関心低下
- ◆ 厳しい行財政事情

質の確保を最優先

優れた入学者確保の努力と共に・・・

将来ニーズ対応、生涯学習力の修得 ： 学科の再編整備
応用力、複合分野の修得 ： 専攻科の充実
実践力の修得 ： 共同教育の推進＝産学官連携

12

13

プロポーザルコンペ

「商店街のマスカレード」

14

産業･社会の課題解決を学習に導入する例

【企業との連携例】

○ 企業と教員が合意した共同研究テーマの下に学生の長期インターンシップを実施

○ 学生の卒業研究のテーマについて、地元企業から現実の課題を募集

【地域社会との連携例】

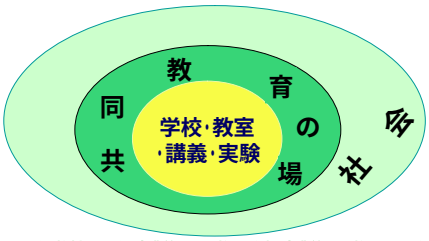
○医療･福祉
＜具体例＞ 病院の改修設計、一人ひとりのニーズに合った介護機器開発

○安全･安心
＜具体例＞ 個人住宅に適した耐震診断と耐震補強の実施

○文化芸術
＜具体例＞ 自然エネルギーを活用したパブリックアートとしての時計台建設

15

教育内容の計画段階から実施、評価まで、学内で閉じるのではなく、教育を産業界をはじめとする地域との共同教育事業として展開



教育課程の開発、教材の開発、企業等からの教員派遣、企業等への教員長期派遣研修
共同研究を通じた学生の教育、学生による地域課題解決、長期インターンシップ
学習活動の場の提供、施設･資料の供与･寄与･･･

16

3

1.4　JABEE における最近の ED 教育関連状況

（JABEE 基準委員会委員　佐藤　之彦（千葉大学工学部教授））

JABEEにおける 最近のED教育関連状況

JABEEが考えるエンジニアリングデザイン教育

平成19年2月7日

土木学会　エンジニアリング・デザイン教育　特別シンポジウム
「エンジニアリング・デザイン教育の実現に向けて」

JABEE 基準委員
佐藤 之彦　(千葉大学)

この発表の流れ

- エンジニアリングデザイン(ED)教育に対するこれまでのＪＡＢＥＥの取り組み
- 2007年度版 「認定基準の解説」におけるデザイン教育関連の記述
- おわりに　JABEE基準の基本的考え方

エンジニアリングデザイン教育に対するこれまでのＪＡＢＥＥの取り組み

ED教育へのJABEEの取り組み

2001年　最初に適用された認定基準にデザイン教育の必要性が明記され，その後，実質的な変更なく現在に至っている。

2003年　ワシントンアコード(WA)の審査団よりデザイン教育に関する問題点の指摘を受けた。

2004年12月　デザイン教育に関する国際ワークショップを開催し，各国の状況を踏まえて，JABEEとしての共通認識を確認した。

2004年～現在　上記の共通認識を基準の解説などに反映し，教育プログラムや審査チームの注意を喚起している。

JABEE認定基準の構成

基準1　学習・教育目標の設定と公開 (Plan)
基準2　学習・教育の量 (Do)
基準3　教育手段 (Do)
基準4　教育環境 (Do)
基準5　学習・教育目標達成度の評価 (Check)
基準6　教育改善 (Action)

目標達成に関わる重要部分

分野別要件 (基準の解釈を補足するもの)

認定基準におけるED教育の扱い

基準1 (1)　学習・教育目標の設定と公開

(a) 地球的視点から多面的に物事を考える能力とその素養
(b) 技術が社会や自然に及ぼす影響や効果，および技術者が社会に対して負っている責任に関する理解 (技術者倫理)
(c) 数学，自然科学および情報技術に関する知識とそれらを応用できる能力
(d) 該当する分野の専門技術に関する知識とそれらを問題解決に応用できる能力
(e) 種々の科学，技術および情報を利用して社会の要求を解決するためのデザイン能力
(f) 日本語による論理的な記述力，口頭発表力，討議等のコミュニケーション能力および国際的に通用するコミュニケーション基礎能力
(g) 自主的，継続的に学習できる能力
(h) 与えられた制約の下で計画的に仕事を進め，まとめる能力

1

認定基準における記述の変遷

2001年度版　基準1 (1) (e)
種々の科学･技術･情報を利用して社会の要求を解決するためのデザイン能力

2002年～2003年度版　基準1 (1) (e)
種々の科学，技術および情報を利用して社会の要求を解決するためのデザイン能力

2004年～2007年度版　基準1 (1) (e)
種々の科学，技術および情報を利用して社会の要求を解決するためのデザイン能力

実質的な変更なし

WA審査団のコメントの趣旨

2003年11月

- 「デザイン」は，サイエンス教育とエンジニアリング教育を区分する重要な内容である。基準1(1)(e)で扱われており，JABEEは，その重要性を認識している。
- 種々の制約下にサイエンスを応用して問題解決することから始まる学生のデザイン能力を担保するような目標設定を方向付ける点で強さが足りない。
- 卒業研究で与えられる課題では，科学的原理，創造性，時にはデザインが含まれる。しかし，研究活動がいつもデザインの経験を持たせられるとは限らないため，デザインに関する基準を満たすための構成要素とはなっていない。

「技術者教育とＥＤ」共通認識 (1/3)

2004年12月5日
JABEE国際シンポジウム「技術者教育とエンジニアリングデザイン」

1. エンジニアリングデザインは技術を特徴づける最も重要なものであり，その教育は，国，分野により程度や内容に違いはあるものの，技術者教育において非常に重要であると認識されている。
2. エンジニアリングデザインの体系的教育方法は多くの分野で未だ確立されていないが，伝統的な設計教育にとどまらず，種々の課題に対応する種々の新たな教育が日本を含め各国で試みられている。

「技術者教育とＥＤ」共通認識 (2/3)

2004年12月5日
JABEE国際シンポジウム「技術者教育とエンジニアリングデザイン」

3. エンジニアリングデザイン能力には，問題設定力，構想力，創造性，種々の学問･技術の統合化･応用能力，構想したものを図や文章，式，プログラム等で表現できる能力，経済性･安全性･倫理性･環境への影響等の観点から問題点を認識し，これらから生じる制約条件下で解を見出す能力，継続的に計画し実施する能力，コミュニケーション能力，チームワーク力など多くの能力が含まれる。すなわち，技術者教育全てが関係しており，数科目程度の授業で教育できるものでない。また，学部教育でこれらの能力を全て身に着けさせるのは極めて困難である。従って，最小限どの程度の能力を身に着けさせるかは，各分野およびプログラムで今後さらに検討する必要がある。

「技術者教育とＥＤ」共通認識 (3/3)

2004年12月5日
JABEE国際シンポジウム「技術者教育とエンジニアリングデザイン」

4. エンジニアリングデザイン教育には産業界等社会との協力が重要である。
5. 各分野およびプログラムでエンジニアリングデザイン教育を見直し，学生が習得した能力の評価方法を含め，さらに改善すべきである。特に，エンジニアリングデザイン教育を創成型科目や卒業研究で対応する場合には，その内容，実施方法を見直すべきである。
6. 少なくともＪＡＢＥＥ認定のガイドラインである「認定･審査の手順と方法」の関連部分に，これらを盛り込むべきである。

2007年度版　「認定基準の解説」におけるデザイン教育関連の記述

デザイン教育関連の解説 (1/4)

基準1　学習・教育目標の設定と公開 (1/2)

ここでいう「デザイン」とは，「エンジニアリングデザイン (Engineering Design)」を指す。すなわち，単なる設計図面制作ではなく，「必ずしも解が一つでない課題に対して，種々の学問・技術を利用して，実現可能な解を見つけ出していくこと」であり，そのために必要な能力が「デザイン能力」である。デザイン教育は技術者教育を特徴づける最も重要なものであり，対象とする課題はハードウエアでもソフトウエア（システムを含む）でも構わない。

デザイン教育関連の解説 (2/4)

基準1　学習・教育目標の設定と (2/2)

実際のデザインにおいては，構想力／課題設定力／種々の学問，技術の総合応用能力／創造力／公衆の健康・安全，文化，経済，環境，倫理等の観点から問題点を認識する能力，およびこれらの問題点等から生じる制約条件下で解を見出す能力／構想したものを図，文章，式，プログラム等で表現する能力／コミュニケーション能力／チームワーク力／継続的に計画し実施する能力などを総合的に発揮することが要求されるが，このようなデザインのための能力は内容・程度の範囲が広い。このことを踏まえ，この項目(e)では，分野別要件や社会の要求などを考慮し，学部教育として適切な学習・教育目標を具体的に設定することが求められる。

デザイン教育関連の解説 (3/4)

基準3．2　教育方法

デザイン能力についての教育は，技術者教育の成果として求められる多くの能力を総合的に発揮して問題を解決する能力（以下，統合化能力という）の養成が基本となる。デザイン能力の教育を種々の科目に分散して行っている場合には，統合化能力を養成しているか（例えば，デザインを体験させているか），また，卒業研究でデザイン能力の教育を実施している場合には，全員に対して適切なデザイン能力の教育を行っているかについて，留意する必要がある。

デザイン教育関連の解説 (4/4)

基準5　学習・教育目標の達成

デザイン能力の証明として，卒業研究論文を提示する場合には，デザインの対象は何か，また，基準1 (1) (e)に関連したデザイン能力の証明になっているかが重要になる。この場合，卒業研究論文は，デザイン能力に関連して設定された学習・教育目標の観点からも評価されていなければならない。

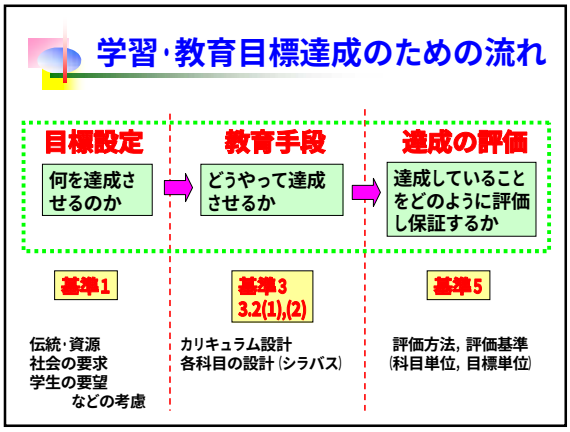
おわりに

JABEE基準の基本的考え方

JABEE基準の基本的考え方

- 考え方の枠組みのみが提示されている
- 具体的に何をするかについては，しかるべき根拠に基づいて，すべてそれぞれの教育機関側が主体的に決める必要がある

デザイン教育に関しても，技術分野ごとの要求，育成しようとしている技術者像，社会の要請などを総合的に考慮して，具体的な学習・教育目標，カリキュラム，評価方法等を，教育機関側が主体的に決める必要がある



詳細は
JABEEのホームページを
ご覧ください

http://www.jabee.org

4

1.5 土木学会における検討　～その経緯・成果と今後～

（コンサルタント委員会 ED 教育研究小委員会委員長　駒田　智久）

土木学会における最近の検討
－その経緯、成果と今後－

エンジニアリング･デザイン教育　シンポジウム
－エンジニアリング･デザイン教育の実現に向けて－

平成19年2月7日
駒田智久
コンサルタント委員会エンジ･デザイン教育研究小委員会

内容

1. 経緯の概要　1
2. インフラ整備における
　ED教育のニーズとその内容　2~9
3. 実社会のED教育への連携･支援　10
4. プロジェクト事例集の作成　11~14
5. 社会資本整備のプロセスなどの理解　15
6. ED能力とカリキュラム　16~17
7. 今後について　18~20

経緯の概要

＜コンサルタント委員会＞　＜教育企画･人材育成委員会＞

H17　全国大会研究討論会
エンジ･デザイン教育WG
コンセプトの確立/事例集候補＆概要作成
→ H18.7 日本工学教育協会 ＆ H18.9 全国大会共通セッション

H18　両委員会名での**重点研究課題**への申請･採択
→両委員会内での担当組織の立上げ～連係協働

エンジ･デザイン教育小委
･プロジェクト事例集作成
･社会資本整備プロセス＆計画･設計論
･エンジ･デザイン能力と教育カリキュラム

エンジ･デザイン教育PT
･定義
･教育事例調査
･教材サンプル作成

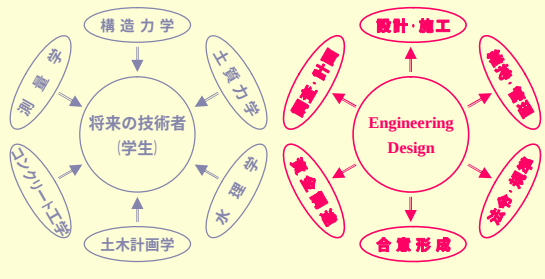
社会のニーズに対応した高等土木教育

インフラ整備における社会的・工学的複雑性の増大 → 問題解決のための知の統合に対する要求の増大 → 知の統合に対処可能な人材の要求の増大

既往の高等土木教育の傾向	対処可能な人材のスキル・能力と資質
知識伝達型問題解決能力を重視しない	一定レベルの知を持ち、それを統合できる能力
職業とその価値・役割を明示しない	社会的課題の解決に対して前向きに取組めるスタンス

cf. 日本発の技術者の海外での十分な活躍･展開，国際的な整合性

教育形態の変換の模式図

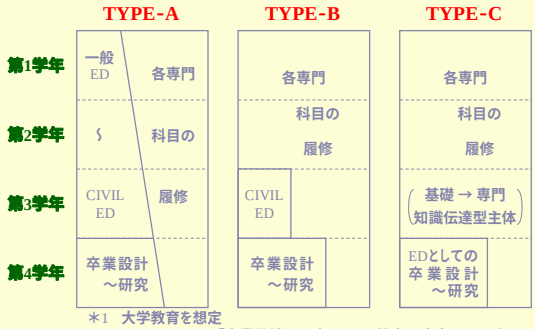


従来型工学教育　　Engineering Design科目
＊日下部 治(土と基礎, 2006.1)

土木工学におけるENG.DESIGN

ENGNEERING DESIGN	必ずしも解が一つでない課題に対して、種々の学問･技術を統合して実現可能な解を見つけ出していくこと
土木工学における ENG. DESIGN	無形の社会的ニーズから有形な社会的効用をもつ物・システム・情報を形成する行為
	社会的な課題に対して、システム等を含むインフラストラクチャーの整備を通じ、関連する知を統合することによって、その解決策を見出していくこと
土木工学における ENG. DESIGN能力	• 社会的課題を見出す能力 • 社会的課題をインフラとして解決する方策(メニュー)を見出す能力 • 方策を協働して具体化していく能力 • 方策を関係者に分かりやすく説明する能力
土木工学における ENG. DESIGN教育	• 上記能力を向上させる教育 • PBLが主体となる

高等土木教育におけるED教育の想定パターン



＊1　大学教育を想定
＊2　TYPE-A, Bの「卒業設計・研究」のED教育の度合いは不定

ENG.DESIGN教育の一想定 (TYPE-B)

1. **対象及び期間**；学部3年生，通期（半期×2）
2. **授業時間数**；半期14～5回，1回3校時
3. **基本形態**；テーマ学習（PBL），グループ学習
4. **要求内容**；① 現地調査，アンケート調査等教室外活動含む
   ② 成果報告書の作成，プレゼンテーション迄含む
   ③ 一定レベルの実施可能性要求（事業費の算出など）
5. **実施体制**；学外実社会有識者の支援必須
6. **使用テキスト**；自身で考える上での参考となる副教材としてのプロジェクト事例集を想定

ED教育におけるPBLの周辺

■PBLにおけるテーマと求めるレベルに応じて各分野の専門知識が必要。

■別途、**インフラ整備にかかわるエンジ･デザインとして成立する為の基礎知識**も一定レベルで必要。
例えば、**社会資本整備のプロセス**や、
計画とは･設計とはどんなものか

■その学習方法として
A　体系的知識伝達型教育
B　実際のプロジェクト事例を参照する事による学習
C　PBLの中で自ら試行的に学習して習得

■実際には段階を追った複合的な学習がなされる。

実社会サイドのＥＤ教育への連携･支援

種別	項　目	内　容
事前準備	・ED能力の明確化	
	・教材等の作成	・プロジェクト事例集
		・社会資本整備プロセス ・計画･設計とは
当該	・プレ～ポストレクチャー	・プロジェクト事例 ・社会資本整備プロセス ～計画論･設計論
	・ED 演習の支援	・現地調査 ・相談相手

プロジェクト事例集の作成

■作成の目的；副教材
- ･社会的課題をインフラ整備によって解決した事例の提示
  →インフラ整備に係わる事は素晴らしい（難しさもあるが）
- ･Eng. Design 演習において体験する、
  事業化～計画･設計のプロセスの、事例を通じた学習

■内容
- ･社会的課題と、インフラ整備による解決の内容
- ･そのプロセス；事業化～調査･計画･設計～工事（監理）～運営
- ･解決にあたっての種々の具体的課題とそのクリアーの内容；
  技術的、法的、資金的、環境面、合意形成　等々
- ･現状での評価

■作業内容
- ･対象事例の選定（代表的数例）
- ･目次構成の確定
- ･執筆要領の作成･執筆者の選定･執筆依頼の作成･執筆依頼～

ENG.DESIGN演習におけるテーマと事例集の作成

■演習において対象とするテーマの特性（自主 or 提示）
- **学生の興味･関心を惹く。**
- **社会的ニーズが高い。**
- **･複合性がある。**
  相反的要素を含み、解が幾つも考えられる。
- **･規模が巨大過ぎない。**
  その時点での学生の知見から、はるか遠くの高度技術を要しない。

■事例集の作成
- **対象プロジェクトの選定は上記要件を反映**
- **依拠資料（非開示状況）の入手/執筆担当が課題**

収集プロジェクト事例の分類

A	道路関連整備	(3)	I	川づくり～街づくり	(9)
B	街路整備～街づくり	(8)	J	都市型水害対策	(1)
C	駅前～周辺整備	(4)	K	橋の改修・架替え	(2)
D	連続～鉄道立体	(2)	L	耐震補強～震災復旧	(2)
E	交通MNGシステム	(1)	M	歴史的保存	(5)
F	軌道整備～新交通システム	(5)	N	水環境整備	(1)
G	港づくり～街づくり	(1)	O	廃棄物管理	(2)
H	都市整備	(3)	P	ライフライン	(3)

( ) 内 収集事例数

A~M;当面整備予定対象

プロジェクト事例集の内容構成案

1.事業・プロジェクト概要
- ①社会的課題としての事業の目的～課題解決のための事業の内容
- ②整備された施設～システム
- ③事業者／事業場所／事業時期／事業費用
- ④設計者／施工者

2.決定プロセス
- 事業化～調査・計画・設計～工事～運営の各段階

3事業遂行上の課題とその解決策
- 事業形成、法的、資金的、社会的、技術的

4.事後評価

5.関連する教科目 (cf. 学習意欲の増進)

社会資本整備のプロセスなどの理解

■教育内容
- ○社会資本整備プロセス
  - 企画・構想～調査・計画～設計～工事・整理～維持・運営
- ○計画論・設計論

■教材的資料の作成(社会資本整備プロセス 関連)

計画プロセス		具体の作業内容
実施プロセス	×	実務上の課題
供用プロセス		用語の解説
		参考図書

■計画論・設計論については取扱いを検討中

エンジニアリング・デザイン能力の明確化

■プロセスに応じた表現
- 問題発見～解決方策提示～方策具体化～説明

■具体の能力表現
- ○教育側の表現；JABEE,各大学、各教育者
- ○実社会側の表現
  - ・コンサルタント業務等における選定時評価と業務評価
  - ・インフラ関連企業における採用時評価と入社後の人事考課
- ○現時点での整理
  - ・問題解決のために必要な、共通的な能力
  - ・インフラ整備に係わる、特徴的な能力

エンジニアリング・デザイン能力と教育カリキュラムの対応

＜教育カリキュラム＞	×＜エンジニアリング能力＞
・準備 ガイダンス～ミニマム知識	・問題解決の為に必要な共通的能力 ➢ 問題の発見と課題設定 ➢ 創造性、ﾁｬﾚﾝｼﾞ精神、先見性 ➢ 実行力、ｺﾐｭﾆｹｰｼｮﾝ能力 ➢ ﾌﾟﾚｾﾞﾝ能力 等
・問題の発見 状況認識 ～解決すべき課題の認識	
・解決策の提案 解決策のメニュー ～絞込み～具体化	・インフラ整備に係わる特徴的な能力 ➢ 社会ニーズの把握 ➢ 問題解決への全体把握(コスト・時間も含む) ➢ チームワーク、複合領域と統合 ➢ 倫理観、使命感 等
・プレゼンテーション レポーティング～発表	

今後について

＜ED教育の調査・研究＞	＜ED教育の実践＞
H18年度 実現に向けてのシンポジウム ～重点研究課題の取り纏め	H19年度 幾つかの学校での試行
・教育カリキュラム(～能力)の例示 ・サブテキストとしてのプロ事例集 ＆社会資本整備プロセス論 等 ・ED&ED教育の明確化	↓ ↓ ↓
H19年度～ 更なる研究の発展	↓ H20年度以降 多数校での本格的実施

平成19年度全国大会共通セッション 新テーマの創設

■タイトル

エンジニアリング・デザインとその教育
－創造と統合、その能力向上に向けて－

■目的・内容

○従来の「土木教育一般」から分離独立させ、ED＆ED教育のアピールを図る。

○ED「教育」に限定せず、その前のエンジニアリング・デザインそのものも含めて、広く論文を集め研究・理解を深める。

○分野対象；土木学会技術者資格分類の「調査・計画」＆「設計」に対応させる？

cf. Infrastructure Planning＆Survey/Design→Engineering Design

インフラストラクチャー デザイン・フロンティア大賞の創設

■年一度、大賞1点＆優秀賞5点を選定する。

■対象；社会的課題をインフラストラクチャー（施設やシステム）の創設や整備を通じて解決した事例。但し、一定の供用を踏まえて評価の安定したものに絞る。

グローバル～国民的大課題に対して地域的に解決

■表彰対象者：計画者、設計者＆製作・施工者

■選考；各界の有識者10～15人からなる選考委員会による。一般人の考えの取り込みを図る。

■既往類似のものとの断然たる差別化。

２．登壇者経歴（報告およびパネルディスカッション）

日下部　治(報告)

学歴および職歴

(学歴)

1973 年　東京農工大学林学科卒業

1975 年　東京工業大学大学院土木工学専攻修了

1982 年　ケンブリッジ大学大学院博士課程修了

(職歴)

1975 年　東京工業大学助手

1984 年　宇都宮大学助教授

1990 年　Churchill College Visiting Fellow, Cambridge University

1991 年　広島大学教授

1996 年　東京工業大学教授

1998(Oct.～Nov.) Distinguished visiting professor, National University of Singapore

2004(Mar.～Jul.) Oversea Researcher of Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, Delft University of Technology, Netherlands

2004 年　東京工業大学留学生センター長

現在に至る

学協会　等　活動

2005 年～　(社)土木学会理事

2005 年～　地盤工学会 副会長

日本学術会議　連携会員

福田　大輔(報告)

学歴および職歴

(学歴)

1997 年　東京大学工学部土木工学科卒業

1999 年　東京大学大学院工学系研究科社会基盤工学専攻修士課程修了

(職歴)

2001 年 8 月～2005 年 4 月　東京工業大学大学院理工学研究科土木工学専攻助手

2005 年 5 月～　東京工業大学大学院理工学研究科土木工学専攻助教授

現在に至る

学協会　等　活動

Secretariat of Eastern Asia Society for Transportation Studies (EASTS)

［アジア交通学会事務局，幹事］

横山（よこやま）　功一（こういち）(報告およびパネリスト)

学歴および職歴

（学歴）

1969 年　東京工業大学工学部土木工学科卒業

1971 年　東京工業大学大学院理工学研究科土木工学専攻修士課程修了

（職歴）

1971～1998 年　建設省

1971～1979 年　建設省土木研究所構造橋梁部構造研究室

1984～1992 年　建設省土木研究所構造橋梁部構造研究室長

1994～1996 年　建設省土木研究所構造橋梁部長

1996～1998 年　建設省土木研究所耐震技術研究センター長

1998 年～　茨城大学

1998 年～　工学部都市システム工学科　教授

2002、3 年度　大学教育研究開発センター副センター長

2005 年度　工学部副学部長

2006 年～　評議員

現在に至る

学協会　等　活動

土木学会 (フェロー会員)、日本風工学会、日本地震工学会、日本道路協会、
日本鋼構造協会,ＡＳＣＥ（正会員）

日本道路協会橋梁委員会委員

海峡横断耐風委員会委員長

海峡横断耐震委員会委員

河村（かわむら）　潤子（じゅんこ）(報告およびパネリスト)

学歴および職歴

（学歴）

1979 年　東京大学法学部卒業

（職歴）

1979 年　文部省（大学局、社会教育局等）

東京工業大学研究協力課長、衆議院法制局参事、千葉市教育委員会参事等を経て、

1995 年　文部省　大臣官房企画官

1997 年　文部省　初等中等教育局　中学校課長

1999 年　文部省　学術国際局　研究助成課長

（2001 年から文部科学省研究振興局学術研究助成課長）

2002 年　文化庁　文化部　芸術文化課長

2003 年　文部科学省　科学技術・学術政策局　政策課長

2005 年　文部科学省　科学技術・学術政策局　総括官
2006 年　独立行政法人　国立高等専門学校機構　理事
2006 年　北海道大学客員教授
　現在に至る

学協会　等　活動

2006 年　国立大学マネジメント研究会　理事

佐藤（さとう）　之彦（ゆきひこ）(報告およびパネリスト)

学歴および職歴

（学歴）
1986 年　東京工業大学・工学部・電気・電子工学科卒業（工学士）
1988 年　東京工業大学大学院・理工学研究科・電気・電子工学専攻修了（工学修士）
（職歴）
1988 年　東京工業大学工学部電気・電子工学科助手
1996 年　東京工業大学工学部電気・電子工学科助教授
1997 年　武蔵工業大学工学部電気電子工学科非常勤講師
2000 年　東京工業大学大学院理工学研究科電気電子工学専攻助教授
2001 年　千葉大学工学部電子機械工学科助教授
2004 年　千葉大学工学部電子機械工学科教授
現在に至る

学協会　等　活動

電気学会上級会員
IEEE（米国電気電子学会）会員
電気学会教育研究技術委員会委員長
電気学会技術者教育委員会 JABEE 普及・支援部会部会長
電気学会論文委員会Ｄ１グループ副主査
JABEE 基準委員

駒田（こまだ）　智久（ともひさ）(報告)

学歴および職歴

（学歴）
1965 年　京都大学土木工学科卒業
1967 年　京都大学大学院工学研究科土木工学専攻修了

（職歴）

1967 年　日本技術開発（株）入社
1991 年　日本技術開発（株）取締役
1995 年　日本技術開発（株）常務取締役（～取締役常務執行役員）
2007 年　日本技術開発（株）顧問
　現在に至る

学協会　等　活動

1976～97 年度　日本道路協会下部構造小委員会委員
1993～96 年度　名古屋大学非常勤講師
1999～04 年度　建設コンサルタンツ協会　設計・生産システム委員会委員長
2004～年度　　建設コンサルタンツ協会　QBS 検討 WG 委員長
2002,03 年度　土木学会　コンサルタント委員会委員長
2005 年度　　土木学会（コンサルタント委員会）ED 教育 WG 主査
2006 年度　　土木学会　コンサルタント委員会 ED 教育研究小委員会委員長

資　格

技術士（建設・土質及び基礎）
土木学会特別上級技術者（設計）

矢崎（やざき）　勝彦（かつひこ）(パネリスト)

学歴および職歴

（学歴）

1976 年　北海道大学工学部土木学科卒業
1978 年　北海道大学大学院工学研究科土木工学専攻修了

（職歴）

1978 年　三菱地所株式会社入社
2001 年　株式会社三菱地所設計

学協会　等　活動

2006 年度　土木学会　コンサルタント委員会委員

資　格

技術士（建設：都市及び地方計画・道路、総合技術監理）

田中（たなか）　弘（ひろし）(進行役)

学歴および職歴

（学歴）

1977 年　早稲田大学理工学部土木工学科卒業

1979 年　早稲田大学大学院理工学研究科建設工学専攻修士課程修了

(職歴)

1979 年　日本工営(株) 入社

2001 年　日本工営(株) 中央研究所 開発研究部 部長

2005 年　日本シビックコンサルタント(株)出向，取締役事業統括本部長

現在に至る

学協会　等　活動

2000 年　(社)土木学会コンサルタント委員会 副幹事長

2005 年　(社)土木学会コンサルタント委員会 幹事長

(社)土木学会論文賞選考委員会 委員

資　格

技術士(建設部門・土質および基礎，トンネル)、技術士(総合技術監理部門・建設-トンネル)

浦瀬（うらせ）　太郎（たろう）(進行役)

学歴および職歴

（学歴）

1990 年 3 月　東京大学工学部都市工学科卒業

1995 年 3 月　東京大学大学院工学系研究科修士課程博士課程修了、工学博士

（職歴）

1995 年 4 月　東京大学大学院工学系研究科助手

1997 年 9 月　東京大学環境安全研究センター助教授

1999 年 10 月　東京工業大学工学部土木工学科助教授

2000 年 4 月　東京工業大学大学院理工学研究科助教授

2004 年 4 月～2006 年 3 月　東京工業大学工学部土木工学科長併任

学協会　等　活動

2004- 土木学会教育企画人材育成委員会倫理教育小委員会委員兼幹事

2004 東京工業大学土木工学科 JABEE 受審側プログラム責任者

2004- 日本水環境学会編集委員会委員

2005- 土木学会環境工学委員会委員