

土木工学分野におけるエンジニアリングデザイン 教育プログラムの開発と実践

木村 定雄¹, 鷲見 浩一²

¹正会員 博(工) 金沢工業大学 環境・建築学部 (〒921-8501 石川県石川郡野々市町扇が丘 7-1)
s.kimura@neptune.kanazawa-it.ac.jp

²正会員 博(工) 金沢工業大学 環境・建築学部 (〒921-8501 石川県石川郡野々市町扇が丘 7-1)
sumi@neptune.kanazawa-it.ac.jp

技術者能力として重要な能力の一つにエンジニアリングデザイン能力がある。エンジニアリングデザイン能力を育成するための教育の基準は、すでに、ABET が Engineering Design criteria 2000として発表している。わが国においては、JABEE がワシントンアコードに加盟したことによって、エンジニアリングデザイン教育の必要性を強く示している。一方、最近では ASCE が「21世紀の持続可能な社会基盤整備のあり方に関する幾つかの提言(案)」を発表し、将来の土木技術者が有すべき能力をまとめ BOK2として提言した。この中で、エンジニアリングデザイン能力は持続可能な社会基盤整備を担う技術者が有すべき能力の重要な能力として位置づけられている。本論文はこれらの背景を考察した上で、大学教育における civil engineering design 教育のあり方を思考し、具体的な教育プログラムの設計とその試行的な実践について述べている。

Key Words: Civil Engineering, Engineering design, Engineering Education, Lifelong Education

1. はじめに

わが国における土木技術は古くからの伝統を継承し、また先進的な技術開発を継続することで大きな発展を遂げた。1900年代の社会基盤整備状況は近代の高度技術・政策進展の証である。21世紀に入り、大規模な地球環境の変化、自然資源の枯渇、人口の急激な減少など、様々な社会変化が生じ、さらに、ほぼ成熟した社会基盤も老朽化の時代を迎えた。このため、今後のわが国は、社会活動を支える持続可能な基盤整備が求められ、既存の施設構造物を保生や再生し長く供用することが重視されてきている。換言すると社会基盤の“量”から“質”を重視した施策の転換が求められている。また、土木施設構造物の計画、設計、施工、運用、維持管理等の一連の運用の考え方が国際社会の中で規準化される動きがある。さらにまた、わが国で培った伝統技術を発展途上国などの国際社会に向けて発信しそれを活用することが強く望まれている。

当然、これに伴い将来の土木技術者が社会に果たすべき役割も変化し、それを担う技術者の資質向上と伝統技術の継承が求められる。

そこで、21世紀のグローバル社会で土木技術のみ

ならず工学を担う技術者教育の近年の動向をみると、“エンジニアリングデザイン”能力が技術者の重要な資質の一つとなっている^{1),2)}。エンジニアリングデザイン能力(以下、ED能力と呼ぶ)を涵養するための教育は、1993年に発表された Harvey Mudd College の教育レポート³⁾等から着目され、1990年代後半から ABET で教育プログラムとしての検討が進められた。ABET は 1997 年から 1999 年の 3 年間の試行期間⁴⁾を経て、2000 年に Engineering Design Criteria 2000⁵⁾を発表した。これにより、エンジニアリングデザイン教育が広く高等工学教育の場に知れわたった。わが国ではこれらの教育情報をいち早くとり入れ、1996 年から 8 大学工学部長会議(Jeep)を中心としてその教育理念の精査と導入の検討がなされた⁶⁾。これらを背景に現在では、エンジニアリングデザイン教育、工学設計教育⁷⁾、創成教育⁸⁾など、様々な呼称される教育カリキュラムが開発され、高等教育機関である大学や高等専門学校で実施されている⁹⁾。

一方、わが国よりもいち早く社会基盤を成熟させた米国では、ASCE(米国土木学会)が 2007 年 7 月に「21世紀の持続可能な社会基盤整備のあり方に関する幾つかの提言(案)」¹⁰⁾を発表した。また 2008 年 2 月には、今後の土木技術者が有すべき能力を“Civil

Engineering Body of Knowledge for The 21st Century, Second Edition”¹¹⁾ (以下, BOK2)として発表した。この中で, ABET で示された ED 能力は他の能力と複合的に表され, 将来にわたって土木技術者が有すべき重要な能力となっている。

本文は前述した土木技術者育成にかかわるエンジニアリングデザイン教育の近年の動向を考察し, 大学教育における教育プログラムの開発とその試行的な実践について論じるものである。

2. BOK 2におけるエンジニアリングデザイン能力

ASCE は 2025 年の civil engineering のあるべき姿を創造して, 将来の技術者教育のあり方を検討した。BOK2 の構築にあたっては, ASCE BOK 委員会をはじめとして, Committee on Academic Prerequisites for Professional Practice, Committee on Professional Practice, Educational Activities Committee, Committee on Curricula and Accreditation, The Department Heads Council, および将来のグローバルな視点で土木技術者を育てようという意見をもった産官学のリーダー等が協力している。すなわち, 土木技術者教育は,

単に高等教育機関のみで議論する時代ではなく, 社会にとって必要な技術者を土木社会全体で創出する指向が伺える。このことは技術者教育においてとくに興味深いことであり, わが国においても, 産官学が一体となって技術者育成のあり方を議論することの重要性を示唆している。

(1) 技術者能力のアウトカム指標と達成レベル

BOK2 では技術者が有すべき能力のアウトカム指標を表-1 のように示している。この能力と指標は, 基礎能力アウトカム群(foundational outcomes), 技術能力アウトカム群(technical outcomes), プロフェッショナル能力アウトカム群(professional outcomes)に大別される。基礎能力には数学, 自然科学, 人文学・人文科学(語学), 社会科学がある。技術能力には材料科学, 力学, 実験・実習, 問題認識と問題解決, デザイン, 持続可能性, 時代の要請と歴史的相関, リスクと不確実な事象, プロジェクトマネジメント, 土木工学分野の見識, 専門技術がある。プロフェッショナル能力にはコミュニケーション, 公共政策, 企業・公共機関の管理運営, 国際化・グローバル化, リーダーシップ, チームワーク, 学習態

表-1 BOK2 が示す Rubric integrates outcomes (ASCE Second Edition 2008)¹¹⁾

Outcome Number and Title	Level of Achievement					
	1	2	3	4	5	6
	Knowledge	Comprehension	Application	Analysis	Synthesis	Evaluation
Foundational						
1. Mathematics	B	B	B			
2. Natural sciences	B	B	B			
3. Humanities	B	B	B			
4. Social sciences	B	B	B			
Technical						
5. Materials science	B	B	B			
6. Mechanics	B	B	B	B		
7. Experiments	B	B	B	B	M/30	
8. Problem recognition and solving	B	B	B	M/30		
9. Design	B	B	B	B	B	E
10. Sustainability	B	B	B	E		
11. Contemp. issues & hist. perspectives	B	B	B	E		
12. Risk and uncertainty	B	B	B	E		
13. Project management	B	B	B	E		
14. Breadth in civil engineering areas	B	B	B	B		
15. Technical specialization	B	M/30	M/30	M/30	M/30	E
Professional						
16. Communication	B	B	B	B	E	
17. Public policy	B	B	E			
18. Business and public administration	B	B	E			
19. Globalization	B	B	B	E		
20. Leadership	B	B	B	E		
21. Teamwork	B	B	B	E		
22. Attitudes	B	B	E			
23. Lifelong learning	B	B	B	E	E	
24. Professional and ethical responsibility	B	B	B	B	E	E

: Bachelor's degree
 : Master's degree
 : Prelicensure experience

度・意欲，生涯学習，専門職と倫理責任がある．

これらの能力を概括的にみると，従来からわが国の土木工学の高等教育機関で実施されてきた教育内容とは相当に指向が異なると思われる．すなわち，将来の土木技術者が果たすべき役割が広がり，単に専門技術の習得のみが技術者の能力として評価される時代ではなくなっている．

一方，これらの能力は深度化され，その到達レベルが具体的に示されている．表-1 中の 1～6 段階の知識，理解，応用，分析，総合化，評価・査定はそれである．また，学士(B)，修士(M/30)および技術士受験資格(E)に対し，それぞれの到達能力を明確にしているところが興味深い．近年では日本技術者教育

認定機構(JABEE)により，“Engineering Design 能力”の重要性が指摘されている¹²⁾が，従来から議論されてきた“Engineering Design 能力”は，BOK2 の中では単純にデザイン能力アウトカムとして扱っておらず，技術者能力全般にわたる個々の能力の中に知識などを統合化し，実効的に活用するためのスキルとして位置づけられていると考えられる．

(2) BOK2 アウトカムとエンジニアリングデザイン能力

BOK2 で示される技術者能力のうち，ED 能力にかかわるアウトカムを分析し，土木技術者教育で成すべき ED 能力の具体的なスキルを考察する．表-2 は BOK2 で示されるアウトカムと ABET で示されるア

表-2 ABET program criteria outcomes と BOK2 outcomes の関係¹¹⁾

<i>ABET Outcomes^a</i>	<i>BOK1 Outcomes^b</i>	<i>BOK2 Outcomes^c</i>
(a) Mathematics, science, engineering	1. Technical core	1. Mathematics 2. Natural sciences 5. Materials science 6. Mechanics
(b) Experiments	2. Experiments	7. Experiments
(c) Design	3. Design	9. Design 10. Sustainability
	3. Design	12. Risk/uncertainty
(d) Multidisciplinary teams	4. Multidisciplinary teams	21. Teamwork
(e) Engineering problems	5. Engineering problems	8. Problem recognition and solving
(f) Professional and ethical responsibility	6. Professional and ethical responsibility	24. Professional and ethical responsibility
(g) Communication	7. Communication	16. Communication
(h) Impact of engineering	8. Impact of engineering	11. Contemporary issues and historical perspectives
(i) Lifelong learning	9. Lifelong learning	23. Lifelong learning
(j) Contemporary issues	10. Contemporary issues	11. Contemporary issues and historical perspectives 19. Globalization
(k) Engineering tools	11. Engineering tools	8. Problem recognition and solving
	12. Specialized area related to civil engineering	15. Technical specialization
Program Criteria for Civil and Similarly Named Engineering Programs	13. Project management, construction, and asset management	13. Project management
	14. Business and public policy	17. Public policy 18. Business and public administration
Program Criteria for Civil and Similarly Named Engineering Programs	15. Leadership	20. Leadership 22. Attitudes
EAC/ABET Criterion 5 ^d	EAC/ABET Criterion 5 ^d	3. Humanities 4. Social sciences
Program Criteria for Civil and Similarly Named Engineering Programs	Program Criteria for Civil and Similarly Named Engineering Programs	14. Breadth in civil engineering areas

a) Short names¹²⁾

b) Short names of outcomes appearing in the BOK1 report,³ pp. 24–29

c) Short names from this report, Table 1, page 16

d) General education component

* General relationships are presented, not one-to-one mapping.

ウトカムの関係を示したものである¹¹⁾ 表中のBOK1はBOK2を構築する過程の暫定案である．ABETに示される(c)デザイン能力は、BOK2では9.デザイン能力と10.社会資本の持続可能性を理解しそれを応用できる能力として定義しているようである．

一方、後述するわが国のエンジニアリングデザイン教育ではBOK2で示される能力のうち、プロフェッショナル能力アウトカム群の中にもED能力に必要なスキルと考えられる能力が存在する．このことを考慮すると、土木技術者教育で求められるED能力は、表-3の中の網掛けした能力として解釈することができる．そこで、これらに関連するアウトカム指標を抽出し、その能力レベルの具体を確認してみる．

表-4-1 および表-4-2 は表-3 で網掛けされた能力項目の能力到達レベルを整理したものである．教育

表-3 エンジニアリングデザイン能力と深く関係する能力の抽出

Fundational Outcomes (基礎能力アウトカムズ)	Technical Outcomes (技術能力アウトカムズ)	Professional Outcomes
1. 数学	5. 材料科学	16. コミュニケーション
2. 自然科学	6. 力学	17. 公共政策
3. 人文学・人文科学(語学・言語)	7. 実験・実習	18. 企業・公共機関の管理運営
4. 社会科学	8. 問題認識と解決	19. 国際化・グローバル化
	9. 計画(設計)	20. リーダーシップ
	10. 持続可能性	21. チームワーク
	11. 時代の要請と歴史的相関	22. 学習態度・意欲
	12. リスクと不確かな事象	23. 生涯学習
	13. プロジェクトマネジメント	24. 専門職と倫理責任
	14. 土木工学分野の見識	
	15. 専門技術	

表-4-1 エンジニアリングデザイン能力に関連する技術能力とその到達レベル(BOK2による)

	1 知識レベル knowledge	2 理解レベル comprehension	3 応用レベル application	4 分析・解析レベル analysis	5 総合化レベル synthesis	6 評価・査定レベル evaluation
8. 問題認識と解決	Identify: 工学問題の認識、問題解決、適用できる工学技術と手段の重要な知識を有する	Explain: 問題認識、問題表現、問題解決の過程、工学技術と手段を問題解決に向けて適用する方法を説明できる	Develop, Solve, applying: 問題提示を展開し、適切な工学技術と手段を用いて、(明確な)基礎的な土木工学問題を(わかりやすく)解決できる	Formulate, selecting: 適切な工学技術と手段の応用と選定によって、土木工学において不明確な工学問題を解決し定式化できる	Synthesize: 公共政策、社会影響、事業目的等の幅広い社会状況において不明確な工学問題を総合的に解決できる	Compare, evaluate: 初期の問題と最終の問題を比較し、新たな技術や手段の有効性を検証して解の有効性を評価できる
9. 計画(設計)	Define, List: エンジニアリングデザイン(ED)活動過程の主要段階、ED活動と成果に影響する制約を挙げるができる	Describe, explain: ED活動の過程、実社会における制約条件がED活動の過程と成果にどのような影響するか説明することができる	Apply: 要求事項と制約条件における明確な事項をED活動に適用することができる	Analyze: 要求事項と制約条件を判断し、ED活動のしくみや過程を分析できる	Design: 経済、環境、社会、政治、倫理、健康と安全、施工性、持続可能性などの現実的な制約条件の中で強い要求を考慮してED活動のしくみや過程を計画することができる	Evaluate: 実務の慣習や規程、利用者や事業者の要求、適切な拘束条件に関わる法令遵守を評価でき、複雑なくみや構成要素と過程の計画を評価することができる
10. 持続可能性	Define: 工学事象、拡大社会とその自然資源への依存に関わる持続可能性の重要な状況認識を有し、高度技術者としての倫理義務を理解できる	Explain: 工学的業務に関係する科学的基礎と重要な持続可能性を説明できる	Apply: 持続可能性の本質を伝統や創造的な工学体系の計画に適用できる	Analyze: 持続可能性を能く対し、伝統的または創造的な工学体系や工学手段を分析できる	Design, Develop, Create: 複合体系、過程、持続可能にするプロジェクトを計画できる。より持続可能な新たな技術を開発できる。持続可能計画が科学的知見によって制限される領域の新たな知見や解析手法をつくりだせる	Evaluate: 既存または新提案にかかわらず複合体系の持続可能性を評価できる

表-4-2 エンジニアリングデザイン能力に関連するプロフェッショナル能力とその到達レベル(BOK2による)

	1 知識レベル knowledge	2 理解レベル comprehension	3 応用レベル application	4 分析・解析レベル analysis	5 総合化レベル synthesis	6 評価・査定レベル evaluation
16. コミュニケーション	List: 口述、記述、バーチャル、グラフィックを用いたコミュニケーション手法の特徴を挙げることができる	Describe: 口述、記述、バーチャル、グラフィックを用いたコミュニケーション手法の特徴を説明できる	Apply: 口述や記述によるコミュニケーションにおいて文法や文章の組立ての規範を応用できる。出展を正確に引用できる。適切な規範に則って工学製図ができる	Organize, Deliver: 効果的な口述、記述、バーチャル、グラフィックによるコミュニケーション手法を組み立て、伝達できる	Plan, Compose, Integrate: 技術者や一般市民を対象に口述、記述、バーチャル、グラフィック手法を統合してプロジェクトの計画を説明できる	Evaluate: 技術者や一般市民を対象としたプロジェクトの説明において口述、記述、バーチャル、グラフィック手法を統合したコミュニケーション手法の有効性を評価できる
21. チームワーク	Define, List: 学術専門などが多様な構成員からなるチームの効果的な特徴を挙げることができる	Explain: 多様な分野の構成員からなる組織の機能を有効にするための要因を説明できる	Function: 学際的なチームのメンバーとして効果的な役割を果たすことができる	Function: 多様な分野の構成員からなるチームのメンバーとして効果的な役割を果たすことができる	Organize: 学術専門などが多様な構成員からなるチームをまとめることができる	Evaluate: 学術専門などが多様な構成員からなるチームの組織化とその業務遂行を評価できる
22. 学習態度・意欲	List: 土木工学の専門業務における協力的な姿勢を挙げることができる	Explain: 土木工学の専門業務における協力的な姿勢を説明できる	Demonstrate: 土木工学の専門業務における協力的な姿勢を示すことができる	Analyze: 効果的な成果を達成するために貢献する姿勢を判断するための複雑な任務を分析できる	Create: 業務達成に貢献する持続的な人材育成をもつ組織構造をつくりだせる	Evaluate, Assess: 業務達成における組織の姿勢を査定し、重要なメンバーを評価できる
23. 生涯学習	Define: 生涯学習を理解できる	Explain, Describe: 生涯学習の必要性を説明でき、生涯学習に必要なスキルを表すことができる	Demonstrate: 自学自習を遂行できる	Identify: 専門業務に適用するさらなる知識、スキル、姿勢を認識できる	Plan, Execute: 専門業務を遂行するための専門知識を計画的に修得できる	Self-assess, Evaluate: 学習過程を自己評価でき、その学習課程を競争や現実社会のどちらかで評価できる
24. 専門職と倫理責任	List: 土木技術者としての技術者倫理責任を挙げることができる	Explain: 土木技術者としての技術者倫理責任を説明できる	Apply: 適切な行動指針を決定するための技術者倫理責任の規範を応用できる	Analyze: 適切な行動指針を決定するための複雑な技術者倫理責任を含む問題を分析できる	Synthesize: 技術者倫理行動を育成するための学習と経験を統合できる	Justify, Assess: 個人の技術者倫理能力の成長を評価でき、技術者倫理規範に基づく工学問題の解決を説明できる

学の観点からみると、様々な定義があるかと思うが、ここで示した各種能力とその到達レベルの具体を踏まえると、ED能力を種々のプロジェクトを推進するための統合化能力とそれを実現するための人間力と捉えることが妥当であると筆者は考える。

3. シビルエンジニアリングデザイン教育の実態

前述のように ED 能力は、学生が獲得した専門的知識を実社会に役立たせるための知識の統合化能力と、プロジェクト等を遂行する上で必要となるプロフェッショナル能力とに分けて考えることができる。前者は従来から高等教育機関でカリキュラム化されてきた専門知識を統合化してプロジェクトなどの問題解決にあたる能力を意味し、後者は社会における工学技術者が本質的に具備すべき人間力を意味する。

現在、幾つかの高等教育機関では、これら両面の能力を育成することを目指して、学生自らが主体となった学習活動が実施されている¹³⁾。

ここで、エンジニアリングデザイン教育の具体事例を考察する。国外と国内の事例はもとより、広義の工学分野教育と土木工学分野教育、または、専門技術教育とマネジメント教育など、その教育のあり方が様々に複合化され、実施されてきている。表-5 および表-6 はこれらの実状を整理したものである¹⁴⁾。表-5 は諸外国の教育事例を示したものであり、表-6 は国内の教育事例を示したものである。各教育機関において、個々の教育理念や目標のもとで、様々なカリキュラムが開発されていることがわかる。エンジニアリングデザイン能力は現代の若者がとくに苦手としている、“自ら思考し行動する”、“単なる知識の習得のみならず、これをプロジェクトに活用する”、

表-5 諸外国におけるエンジニアリングデザイン教育の事例¹⁴⁾

教育機関名	学科名	科目名	概要
University of Texas	Civil Engineering	Introduction to Design	デザインの原理、コンセプト、問題解決アプローチの導入
U. C. Berkeley	Civil and Environmental Engineering	Management of Technology	工学に関連したリスク評価、リスクマネジメントのための根本原理の広い理解、考え方、多角的アプローチ
MIT	Civil and Environmental Engineering	Seminar Civil and Environmental Design	地域を指定し、理論や手法を適用してデザインや問題分析を行う。問題を定式化し、創造力を発揮させる。
Purdue University	Civil Engineering	Construction Management 他6科目	関連科目: Plans and Estimates, Human Resource Management, Planning and Scheduling, Business Management, Financial Management
University of Illinois	Civil and Environmental Engineering	(コースとしてED教育要件を規定)	コース修了のためにはintegrated design projectを最低1科目履修する
University of Reading	Construction Management and Engineering	(マネジメントを核としたカリキュラムを構成)	Construction Technology, Economics for Construction Management and Engineeringのほか、Research Skillsなどが組合わされている
University of Leeds	Civil Engineering with Construction Management	(マネジメントを核としたカリキュラムを構成)	General Management, Economics, Procurement, Finance, Law and Contract などから構成
Stanford University	Civil and Environmental Engineering	(マネジメントが組み込まれたカリキュラムを構成)	鋼構造・コンクリート構造のデザインのほか、組織論や建設会社経営、Virtual Design and Construction などの講義・演習

表-6 国内におけるエンジニアリングデザイン教育の事例¹⁴⁾

教育機関名	学科名	科目名	概要
茨城大学	都市システム工学科	都市システム設計演習	既存道の駅を題材とした実態調査、施設設計、計画書作成
東京工業大学	土木工学科	(複数の演習・実験科目)	公園の環境調査・浄化手法提案、スチールブリッジコンテスト参加、インフラ整備計画・評価・設計 等
金沢工業大学	環境土木工学科	工学設計Ⅰ～Ⅲ	社会性、公共性のあるテーマから学生が課題を設定し、課題解決に向けての活動を行う
日本大学	土木工学科	プロジェクトスタディ	河川・海洋構造物や下水処理場、廃棄物処分場等の計画・設計
法政大学大学院	システムデザイン研究科	エンジニアリングデザイン	工学的な立場から課題解決として「ものづくり」のためのデザインについて論ずる
高知工科大学	社会システム工学科	スタディスキルズ	まちづくり、道路・交通、河川、環境などの分野から問題点を抽出し、解決策を検討する
苫小牧高専	全学科	エンジニアリングデザイン	ものができるとまでの一連のプロセス、設計概念、問題解決法等
八戸高専	全学科	創造科学	教育用工作紙による橋の製作 等

すなわち、プロフェッションに求められる総合化能力であると考えられる。

4 シビルエンジニアリングデザイン教育プログラムの設計と試行¹⁵⁾

金沢工業大学では、「自ら思考し問題解決に向けた行動ができる能力」が工学技術者の基本として重要であることを早くから提唱し、この能力を養成するために、平成 7 年度から工学設計教育(Engineering Design Education)を実施してきている^{16), 17)}。工学設計教育のプログラムは、「学生が自ら学ぶ能力、多様な解をもつ問題を発見し解決する能力、多くの知識を活用して問題解決の知恵とする能力等」を習得するための実践的な科目群からなる。また、図-1 に示すようにカリキュラムフローは工学全般に関わる基礎知識を学んでいる学生を対象とするプログラム(工学設計Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ)と専門知識を学んだ後の知識の統合化能力の向上を狙ったプログラム(工学設計Ⅳ(卒業研究や課題設計))から構成されている。

一方、これらの教育プログラムの狙いは ABET の能力規準に照らすと、ED 能力の「general」を養成することを主な目的としており、土木工学の専門知識となる材料学、構造工学、地盤工学、水理学、測量学、施工学、等の知識を享受した後に、工学基礎知識とともにそれらをも統合して総合的に諸問題を解決していく能力、すなわち、Civil Engineering Design (以下、CED, またはシビルエンジニアリングデザインと呼ぶ)能力をより育成するための教育プログラムを充実させることが重要な課題であると考えた。

本章では前章までに考察した ED 能力を学生が自己の気づきの中で自ら身につけることを狙いとした教育プログラムの設計とその試行計画について述べる。

(1) シビルエンジニアリングデザイン教育プログラムの基本設計

金沢工業大学環境土木工学科の教育目標は、「自然環境と調和を図りながら、社会基盤を計画、設計、施工および維持管理することができ、その過程や効果についても説明できる環境土木技術者を育成する。さらに、将来

にわたって社会の変化を分析し、環境構築と市民生活の持続的な発展を創造できる技術者としての人間力を養成する」である。CED 教育プログラムは、この教育目標に合致する、すなわち、専門知識を統合化する能力と環境土木技術者としての人間力とを育成することを目指す。したがって、専門知識の習熟度に応じた教育プログラムを設計する必要があると考えた。図-2 は専門知識の習熟度に応じた CED カリキュラム(3 年次受講)の位置付けを示したものである¹⁸⁾。

(2) シビルエンジニアリングデザイン教育プログラムの設計と教育効果の狙い

a) 教員が提示する主課題と学生が設定する課題

シビルエンジニアリングデザイン教育のプログラムは Project-Based Learning によることを基本とする。Project-Based Learning における Main Project Theme (主課題)は教員が提示し、その中から学生が自ら取り組む Project Theme(詳細課題)を絞り込んで設定する。また、主課題は表-7 に示す要点を考慮して選定する。表-8 はこの考え方を基本として現段階で選定した主課題である。これらの主課題はわが国の社会基盤整備において、現状どの地域においても実際に取り組んでいる事業であり、地域住民や学生にとって身近な問題である。

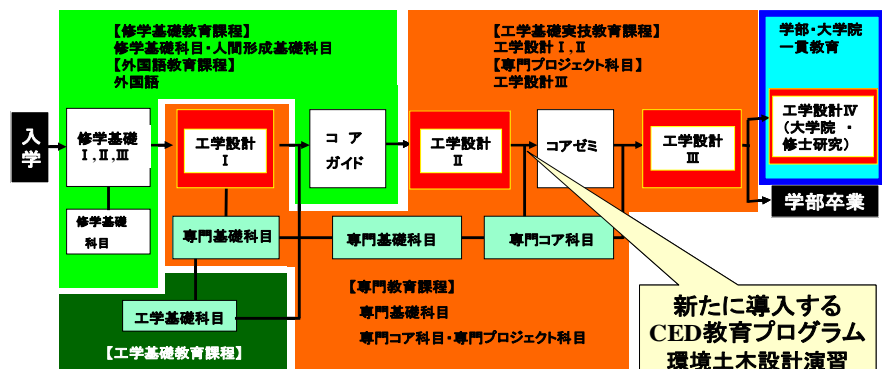


図-1 環境土木工学科のカリキュラムフローの概要

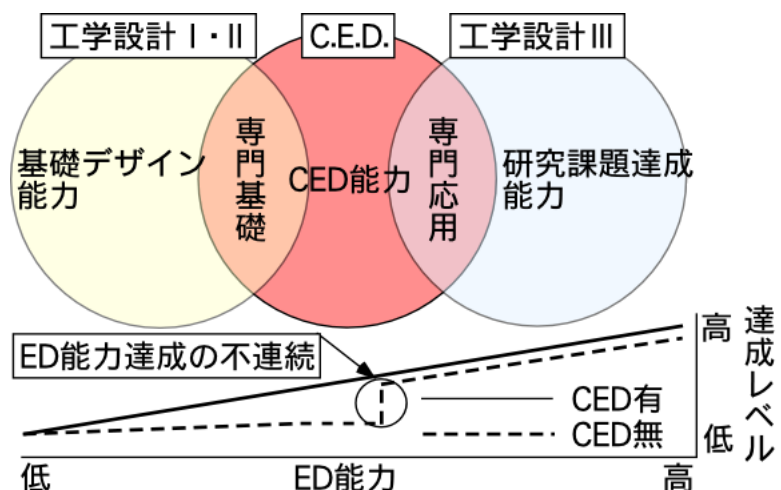


図-2 専門知識の習熟度と CED 教育プログラムの関係

b) CED教育プログラムの構成と学生活動の要点
 学生が主体となる問題解決のための活動は、表-9に示すステップで進行させることを考えた。また、成績評価は、最終的な結果(報告書やプレゼンテーション)のみならず、活動過程で以下に示す項目をその対象として挙げた。

問題の原因を分析し解決すべき課題を設定する能力
 種々の学問や知識を応用し制約条件を考慮して課題解決にあたる創造力や総合化能力
 集団で力をあわせて課題解決にあたる行動力、チームワーク力およびリーダーシップ力
 自己を律し継続して課題解決にあたる自己啓発力や自己管理能力
 構想したものを他の人に理解し賛同を得る説明力や表現力

この活動過程で教員または学外のエンジニアがその方向性や分析手法などに助言を与える。これらの助言は詳細課題に課せられる条件や問題解決のために必要な検討事項などが挙げられる。表-10はこれらの条件や検討事項の例を示したものである。

c) CED教育プログラムの試行計画

CED教育プログラムの構築にあたり、平成19年度からの数年間は前述した基本設計プログラムを現行の工学設計(4年次)の一部の学生の活動として試行することを計画した。工学設計は一般に卒業研究と呼ばれる通年の科目であるが、本学ではED教育に主眼を置いた工学設計教育プログラムの一貫に位置づけられる科目であり、課題設計などの学習活動も評価の対象となっている。そこで、工学設計活動の一部の希望学生を対象にCED教育プログラムを導入することを計画した。

5. シビルエンジニアリングデザイン教育プログラムの試行結果と学生の能力評価

(1) CED教育プログラムの学生活動と教員の指導・助言
 CED教育プログラムの試行は1チーム(3名の学生)を対象とし、学生の自主活動と専門技術の異なる複数教員(4名)の指導・助言のもとで実施した。図-3は約9ヶ月間にわたって実施した活動過程の流れを学生自身が整理したものである。また、表-11は学生の自主活動において教員が指導・助言した主な記録を示したものである。以下には、図-3の流れにそって試行経過と教員の指導・助言の要点を述べる。

a) 主課題の選定と詳細課題の設定過程

主課題は教員と学生とで話し合い、表-8中から「橋梁耐震補強計画」を選定した。また、種々の

表-7 教員が提示する主課題選定の要点

- (1) 公共性・社会性があること(社会からのニーズ)
- (2) 現実の問題となり得る(なっている)こと
- (3) 学生の興味と関心が高いこと
- (4) 教員、または学外技術者の指導(助言等)にもとづいて、限られた期間内で学生の自主活動が可能なこと
- (5) 環境土木工学の複数の専門基礎知識を活用する必要があること

表-8 想定する主課題の例

- (1) 河川浸水災害等、ハザード計画
- (2) 土砂災害対策計画
- (3) 橋梁耐震補強計画
- (4) 地域まちづくり計画
- (5) 道路施設の最適管理計画
- (6) その他

表-9 学生が主体をなす問題解決の活動ステップ

- | | |
|-------|-----------------------------------|
| step1 | 現状分析・主課題の選定と詳細課題の抽出 |
| step2 | 問題解決に向けた具体課題の抽出および原因の詳細分析とその方策の検討 |
| step3 | 課題解決に向けての調査・分析活動 |
| step4 | 課題解決までの論理的思考の整理と設計 |
| step5 | 課題解決案の検証・将来予測、シナリオ策定(比較案等による分析) |
| step6 | 課題解決案の具体的なプレゼンテーション |

表-10 活動に課せられる条件や検討事項の例

- (1) 拘束条件(検討期間、費用、その他)
- (2) 行政・法律等の制約
- (3) 環境条件
- (4) 調査・設計条件
- (5) 計測・測定手法
- (6) 予測手法
- (7) 市場と期待される効果
- (8) その他

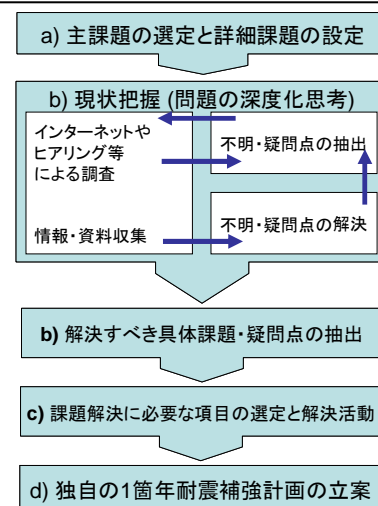


図-3 学生の自主活動の流れ(学生作成)

表-11 主な教員と学生の打合せおよび教員指導・助言（学生作成）

日付	活動ステップ	主な打合せ内容 および 指導・助言事項	主な打合せ資料(学生作成)	担当教員	学生チーム
5月30日	step.1 step.2	メインテーマの提示, 基礎情報の収集の指導	教員資料提示	木村	高地 向
5月31日		googleによる(橋梁耐震補強計画の実態)調査結果報告	ppt①	木村	高地
6月7日		問題発見のプロセス, 問題分析・疑問事項の抽出シートの作成指導	ppt②	木村	高地 向
6月11日		課題に対する疑問点の抽出方法の指導	疑問点シート①	木村	高地 向 皆野
6月15日		問題解決のための原因・課題に向けた原因・課題のシートの確認, ディスカッション①	疑問点シート②	木村	高地 向 皆野
6月21日		問題解決のための原因・課題に向けた原因・課題のシートの確認, ディスカッション②	疑問点シート③	木村	高地 向 皆野
6月28日		プロジェクトプロポーザルの内容確認と指導	プロポーザル①	木村	高地 向 皆野
7月13日	step.3 step.4	分析シートの内容指導, 思考方法の指導	疑問点シート④	木村	高地 向 皆野
8月9日		分析シートの内容指導, 今後の活動予定の打合せ	疑問点シート⑤	木村	高地 向 皆野
9月6日		中間報告に関する打合せ		木村	高地 向 皆野
9月7日		中間報告, 今後の活動についての意見討論	ppt③, 疑問点シート⑥ 変遷シート①, プロポーザル②	木村, 鷲見, 川村 藤本, 本田, 外崎	高地 向 皆野
9月14日		石川県, 金沢河川国道における橋梁台帳の調査に関する指導		川村	高地 向 皆野
9月18日		県庁訪問に関する打合せ①	資料請求書①	川村	高地 向 皆野
9月20日		橋梁耐震計算について質問①, 県庁訪問に関する打合せ②		藤本, 川村	高地 向 皆野
10月17日		県央土木総合事務所, 金沢河川国道事務所への訪問についての相談	学外活動申請書①, ②	川村	皆野
10月19日		各事務所への提出資料の修正指導	資料請求書②, ③	川村	高地 向 皆野
10月25日		橋脚の耐震計算についての質問②	伏見大橋図面	藤本	高地 向 皆野
10月31日		橋脚の耐震計算についての質問③	伏見大橋図面, 神田陸橋図面	藤本	高地 向 皆野
11月2日		東洋設計へのアポイントメントについての相談		川村	皆野
11月6日		先生方の打合せ記録の修正指導, データ整理の確認, 予定表の提出	予定表①	木村	高地
11月8日		先生方の打合せ記録・収集データの提出 各作業に対する目標と最終的な目標の作成指導	フォルダ内容表①, 打合せ記録	木村	高地 向 皆野
12月18日		金沢工大・愛知工大研修会・報告での発表スライドの訂正指導	ppt④	木村	高地 向 皆野
12月25日		金沢工大・愛知工大研修会・報告での発表	ppt⑤	木村 学科教員, 愛知工大教員	高地 向 皆野
1月19日	step.5 step.6	課題進行状況の説明, 活動の途中過程を明確化指導, 補強費用・予算に関する指導		木村	高地 向 皆野
1月24日		土木学会ED教育小委員会での中間報告のppt修正指導	ppt⑥	木村	高地 皆野
1月29日		土木学会ED教育小委員会での中間報告会, 意見討論	ppt⑦	ED教育小委員会	高地 向 皆野
2月11日		工学設計Ⅲ公開発表会概要書についての指導	レジメ①	木村	高地
2月29日		工学設計Ⅲ公開発表会での発表と討議	ppt⑧	一般公開	高地 向 皆野

表-12 学生の課題抽出過程における段階的な論理的思考（学生作成）

項目	項目に対する疑問点1	疑問点1に対する調査・思考結果	さらに発生した疑問点2	疑問点2に対する調査・思考結果
計画の目的	工事の目的はなにか	兵庫県南部地震の際, 路上降着物が道路輸送機能を低下させ避難活動等に支障をきたした。橋梁の耐震性確保のため。	耐震性を高める必要のある橋梁とは	緊急輸送道路内にある橋梁
			何故, 道路橋示方書55年以前の橋梁を対象としているのか	兵庫県南部地震で橋脚の倒壊, 橋桁の落下の被害大
	全国で実施されているのか	国土交通省の直轄管理の橋梁, 都道府県管理の橋梁で実施	石川県において緊急輸送道路にある橋梁は何橋か	橋梁耐震補強計画で対象橋梁は405橋
橋梁	橋梁の定義	輸送時にあって障害となるものを橋断するための構造物	昭和55年以降の基準の設計は安全なのか	
	補強の対象は	昭和55年道路橋示方書よりも古い設計基準で施工された橋梁	都道府県別ではどのように分配されているのか	
行政	耐震補強計画の予算はどのくらいか	平成17年度予算額: 288億円(国土交通省道路局)	県管理の橋梁の補強予算はどのようになっているのか	
	発注者は何処か	国, 県が発注者	具体的にどのような工法をとるか	会社によって工法は異なるのではないのか
補強	補強の工法は	落橋防止, 橋脚の補強		
	補強する事で橋梁の耐震性能は	新潟県中越地震で鋼板巻き立て補強済み橋脚に損傷は無かった	どのくらいの重度を基準に補強をおこなっているのか	重度ではなく軽度法
道路橋示方書	耐震は何を基準としているのか	道路橋示方書「耐震設計の基本方針」	道路橋示方書耐震設計編の改訂内容はどうかになっているのか	
環境	地域住民への影響は		騒音被害はどうかなのか	
	自然へ配慮した工法はなされているのか		交通規制による影響はどうかなのか	
緊急輸送道路	緊急輸送道路の定義	震災後の時間経過後の中で, 諸活動を支援する指定地点間を結ぶルート	都道府県によって異なるのか	都道府県によって異なっていない
橋梁耐震補強	緊急輸送道路橋梁耐震補強率とは	石川県では緊急輸送道路において耐震補強済みの補強数を緊急輸送道路において耐震補強が必要な橋梁数で除した値	緊急輸送道路内の橋梁補強順位はあるのか	補強が必要な橋脚について緊急度の高い橋梁から実施
	耐震補強を行う橋梁はどのようなものか	緊急輸送道路の全ての県管理橋梁	緊急輸送道路で補強した橋梁の場所はどこか	石川県道路建設課 平成17, 18年度成果指標に概ね記載
			補強を行う際にかかる費用はどのくらいか	工法, 工期, 橋梁の大きさなどによって変化する

さらに発生した疑問3	具現化した課題の抽出	必要な情報	情報入手先	情報の属性	重要度
なぜ緊急輸送道路内の橋梁なのか	多くの拘束条件, 災害時の効果を理解したい	多くの拘束条件	県庁, 土木事務所	行政, 技術	高
緊急輸送道路以外の橋梁は問題ないのか	緊急輸送道路以外の橋梁で昭和55年度以前に建てられた橋梁は耐震基準に問題ないのか知りたい	緊急輸送道路以外にある橋梁の図面と位置	県庁, 土木事務所	行政	高
昭和55年以降の橋梁については問題ないのか	昭和55年度以降の橋梁の耐震基準に問題ないのか知りたい	昭和55年度以降の橋梁の図面と位置	県庁, 土木事務所	行政	低
石川県緊急輸送道路内の橋梁は何年の道路橋示方書を基準としているのか	昭和55年以前の基準とそれ以降の基準の橋梁の数を把握するため	道路橋示方書何年使用の分布図	県庁, 土木事務所	行政, 法規	高
	計算した上での安全性を検討したい	耐震工事をを行うにあつたての図面, 計算書	県庁, 受注会社	技術	低
	計画案での橋梁補強予算の参考にしたい	耐震補強計画の年度毎の予算	県庁, インターネット	行政	低
	計画案での橋梁補強予算の参考にしたい	耐震補強計画の年度毎の予算	県庁, インターネット	行政	高
				行政	
それぞれの会社によって費用はどのくらいか	実際にどのような工法があるのかを知りたい	施工方法	県庁, 受注会社	技術, 行政	高
	工法によって費用がどのくらい違うのかを知りたい	橋梁の補強する費用	県庁, 受注会社	技術	高
	補強前後での耐震性能がどのくらい上がっているのかを知りたい	補強前後の図面	県庁, 受注会社	技術	高
	各年代の道路橋示方書で定められていた橋梁の耐震設計を調べたい	設計図, 計算図	県庁, 受注会社	法規	低
どうして改訂を行ったのか	改訂内容の把握	耐震設計編	道路橋示方書	法規	低
	施工方法による違いを知りたい	施工方法	県庁, 受注会社	技術	低
	施工方法による違いを知りたい	施工方法	県庁, 受注会社	技術	低
	環境対策の違いを知りたい	施工方法	県庁, 受注会社	技術	低
優先順位はあるのか	第1次, 第2次, 第3次についての情報を知りたい	緊急輸送道路	県庁, インターネット	行政	低
緊急度の基準はどうかになっているのか	現在の石川県における橋梁耐震補強計画での優先順位の把握	橋梁耐震補強優先順位	県庁, 土木事務所	政策, 技術	高
記載されていない補強された橋梁は何処にあるか	補強された橋梁について色々な種類の橋梁を調査する必要がある	補強された橋梁の場所, 図面	県庁, 国土交通省, インターネット	行政, 技術	高
	工法, 工期, 橋梁の大きさにより補強費用の違いを把握しておく必要がある	施工方法	県庁, 受注会社	技術	高

情報収集やヒアリング調査など、学生の自主活動の環境を考慮し、「石川県の橋梁耐震補強計画の立案」を詳細課題として設定した(step1)。

b) 現状把握と解決すべき具体課題・疑問点の抽出過程

現状把握(問題の深度化思考)は、それまでに学生が知らなかった知識や情報を得たことによって新たに生じる不明・疑問点をくり返して思考し、問題の本質を具現化するための課題設定過程(step2, step3)であり、教員の指導・助言はこの過程をとくに重視した。その結果、学生は疑問点から生じる具体課題を整理して抽出した。表-12 は学生がチームとして整理した課題の抽出過程における段階的な論理的思考を示したものの¹⁹⁾である。この表から学生が知識を習得することで新たな疑問が生じこれをくり返していることがわかる。この思考過程が科学的説明と論理的解決を導くために、まずは重要な能力と考えられる。

c) 課題解決に必要な項目の選定と解決活動過程

課題解決に必要な項目の選定と解決活動過程(step4)では、行政ヒアリングなどの調査も含め、学生の調査分析活動の範囲が広がり、調査目的がある程度明確になった活動が主体となった。この段階では、学生が収集した現実の橋梁耐震補強の実施にかかわる情報の適否を自ら思考せずに鵜呑みにしてしまうことがないように、論理的思考と科学的根拠をもって自らの考えを反映するよう、教員の指導・助言がなされた。例えば、橋梁の耐震補強の技術的視点では、落橋防止、橋脚補強および基礎部補強の検討、社会的視点では緊急輸送道路とそれ以外の道路の法的位置付けと常時機能の検討など、学生には自身でそれまでに習得した専門科目の知識のみでは得られない視点を調査分析するように指導・助言した。また、教員以外の学外の技術者の前で中間報告する場を設けたが、学生のモチベーションを高めるためには効果的であった。

d) 独自の 1 箇年耐震補強計画の立案過程

独自の耐震補強1箇年計画の立案(step5, step6)では、できるだけ現実的な計画となるよう、また学生が立案した計画を、技術的視点、行政的視点および社会的視点などを踏まえて他者に説明し理解を得るためのプレゼンテーション技法について教員は指導・助言した。

本試行プログラムでは課題解決における拘束条件は、学生の実質活動期間を約 9 ヶ月とし、課題の中身にかかわる拘束条件、すなわち、橋梁耐震補強計画の立案にかかわる拘束条件は、基本 1 箇年計画を立案することのみとした。これは橋梁耐震補強計画の技術的視点のみならず、行政的視点、社会的視点などについても学生自らが思考する活動となること

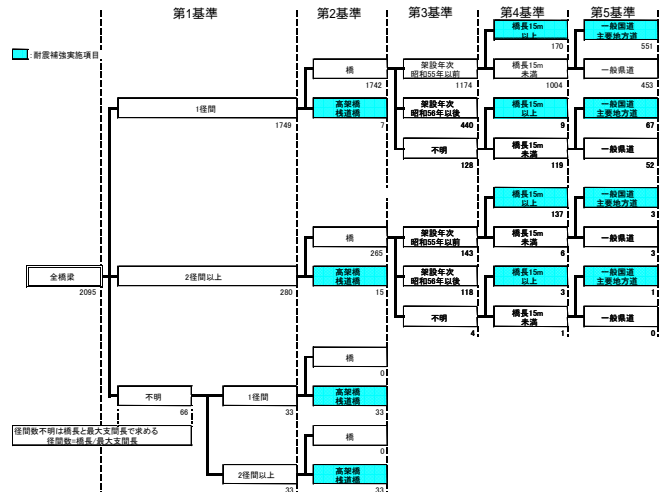


図-4 耐震補強橋梁選定フロー(学生作成)

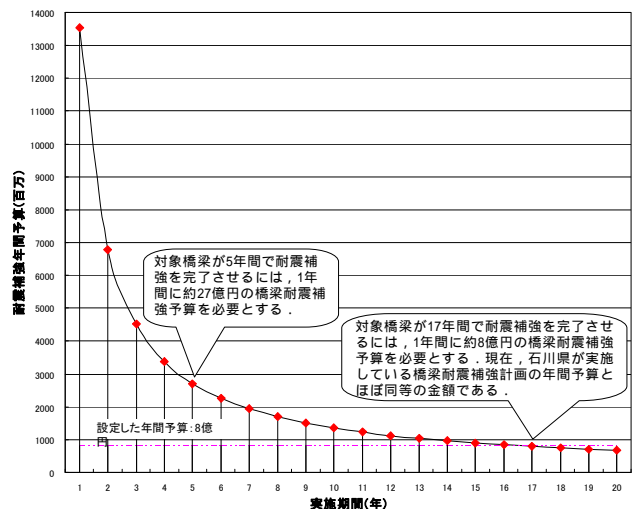


図-5 耐震補強年間予算の根拠(学生作成)

を狙ったものである。したがって、学生の最終的な計画案が必ずしも現実的であるか否かを詳細に問うものとはしなかった。図-4 および図-5 は学生が立案した橋梁耐震補強計画の一部¹⁹⁾である。石川県には2095 の橋梁が存在する。図-4 に示されるように、学生は緊急輸送道路に限らず、すべての橋梁を対象として、径間数、種別、架設年次、橋長および道路種別を基準として耐震補強対策の優先順位をつけることを提案している。また、拘束条件として与えなかった予算は、図-5 に示すように年間実施予算と対策年数を検討して年間予算の概算を提案している。

なお、以上の最終的な計画を提案するにあたって、学生は道路種別と橋梁箇所のGISデータ化ならびに人口分布の把握、モデル橋脚の耐震補強計算の実施および耐震補強工法の調査と整理などの成果をレポートとしてまとめている。

(2) 学生活動成果とE D能力の評価にかかわる要点

a) 主課題の選定と詳細課題の設定過程

詳細課題は教員と学生との協議により決定した。

ここでは学生の自主性を尊重した。この段階で、とくに学生の能力を評価することはない。

b) 現状把握と解決すべき具体課題・疑問点の抽出過程
不明点や疑問点を論理的に思考し、具体課題を設定する行為は、学生にとって最も難しい過程であることがわかった。すなわち、これまでに培った専門知識だけでは橋梁の耐震補強計画という一事業を進めるための初めの一步が見えないのである。そこで、技術的視点はもとより、現実の計画プロジェクトがどのように遂行されているか、行政的視点や法律など、多角的に調査することを指導・助言した。その思考の深さと論理的な説明を評価の対象とした。例えば、表-12 の成果を学生が継続的に更新して学生の思考状態を確認した。したがって、評価にあたっては教員と学生の直接的な打合せ(表-11 中のstep.1, step.2 参照)を段階的に継続することが必要となる。また、打合せの記録を学生にまとめさせた。これにより、学生は打合せ事項を確実に再確認でき、自身の次の行動を決定するために効果的であり、教員と学生の相互理解を確実なものとした。この段階での評価項目は、問題の原因を分析し解決すべき課題を設定する能力、および種々の学問や知識を応用し制約条件を考慮して課題解決にあたる創造力や総合化能力を評価した。

c) 課題解決に必要な項目の選定と解決活動過程
課題解決過程では、学生の調査・分析活動が主体となる(表-11 中のstep.3, step.4 参照)。この段階では、主に種々の学問や知識を応用し制約条件を考慮して課題解決にあたる創造力や総合化能力、集団で力をあわせて課題解決にあたる行動力、チームワーク力および個々の学生のリーダーシップ力、および自己を律し継続して課題解決にあたる自己啓発力や自己管理能力を評価した。評価にあたっては、教員と学生による打合せの他に、学生が調査分析した中間成果物も評価の要因とした。

d) 独自の1箇年耐震補強計画の立案過程
学生が提案する独自の1箇年耐震補強計画が最終成果物となるのは当然ではあるが、構想したものを他の人に理解し賛同を得る説明力や表現力も評価の対象とした(表-11 中のstep.5, step.6 参照)。

なお、本試行プログラムにおける学生の活動時間(学生申告)の総計は2000時間を超えており、とくに問題の深度化思考と、論理的なシナリオ策定は学生にとって相当に労力を要することがわかった。したがって、3年次生を対象としてCED教育プログラムを開講する場合には、種々の拘束条件を適切に設定するなど、学生活動の実効性と効率化を検討する必要があると考えられる。

6. まとめ

CED教育プログラムの試行から、学生は相当に論理的かつ科学的思考過程の重要性と多角的な知識の統合によって事業がなされることを強く認識し、今回の活動に満足したようである。また、CED教育プログラムの活動過程の学生の成長は経時的に明らかであった。問題を深度化して思考する過程は、学生にとって論理的思考能力や科学的思考能力を向上させ、知識を総合化することを可能にする。その反面、学生活動には時間的制約もあり、学生の実効的な活動と教員の適切な指導・助言が求められる。また、橋梁耐震補強計画の立案のように、実際のプロジェクトを課題として設定した場合、事業が多角的視点からなされることを考えると、適切な指導・助言が大学教員の資質では網羅できない場合もあると考えられる。

今後は、わが国も含めたグローバルな実社会から求められるエンジニアの実践的な技術者能力とエンジニアリングデザイン能力との関係を精査し、より実践的で社会に通用する教育プログラムの改善を継続して行うことが肝要であると考えている。とくに、エンジニアリングデザイン教育は、ともするとマニュアル化され、教育プログラムそのものが形骸化することが予想される。一般的な常識にとらわれず、学生が生み出す多様な解を理解する理解力と広範なエンジニアリングを俯瞰し科学的な説明ができる素養が教員には求められる。また、単一分野の教員ではなく、複数の専門をもつ教員やエンジニアリングを実践している技術者が共同して教育にあたること、すなわち、産学連携教育体制に基づく学生指導が求められる。

謝辞

シビルエンジニアリングデザイン試行プログラムの実施に際し、学生の発表機会を与えて頂き、ご助言を賜った愛知工業大学都市環境学科土木工学専攻の教員各位、ならびに土木学会教育企画・人材育成委員会エンジニアリングデザイン教育小委員会の委員各位に感謝を申し上げます。

参考文献

- 1) 木村定雄, 久保猛志: エンジニアリングデザイン教育の実状と土木技術者に求められる能力, 土木学会誌, Vol.93, No.3, pp.22-24, 2008.3.
- 2) 木村定雄, 鷲見浩一: Civil Engineering Body of Knowledge for The 21st Century (ASCE) を考える, 土木学会第63回年次学術講演会, CS12-08, 2008.9.
- 3) See for example, Harvey Mudd College: Building Block

Analog Computer The Final Report, E-4Project4 Team3, May 4, 1993.

ート, 2008.3.

(2008.10.10 受付)

- 4) Engineering Accreditation Commission of ABET: ENGINEERING CRITERIA 2000 (THIRD EDITION), Dec, 1997.
- 5) Engineering Accreditation Commission of ABET: CRITERIA FOR ACCREDITING ENGINEERING PROGRAMS, Nov, 1999.
- 6) 8 大学工学部長会議, 工学教育プログラム委員会の活動, 1996-1998 検討委員会報告,
<http://www.eng.titech.ac.jp/~jeep/index.html>
- 7) 前川晴義, 久保猛志: 工学設計教育-知識を知恵に活用するためのユニークな授業-, 土木学会誌, Vol.84, July, 1999.
- 8) 8 大学工学部長会議, 工学教育プログラム委員会の活動, 1999-2000 検討委員会報告,
<http://www.eng.titech.ac.jp/~jeep/index.html>
- 9) 創造性・総合化能力を育むエンジニアリングデザイン教育の推進へ向けて, 土木学会平成 19 年度全国大会, 研究討論会 研 17 資料, 2007.9.
- 10) ASCE: CIVIL ENGINEERING BODY OF KNOWLEDGE FOR THE 21st CENTURY, July 15, 2007. (Draft)
- 11) ASCE: Civil Engineering Body of Knowledge for the 21st Century, Preparing the Civil Engineer for the Future, Second Edition, 2008.2.
- 12) 例えば, 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: 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, 2007.2.7
- 13) 創造性・総合化能力を育むエンジニアリングデザイン教育の推進へ向けて, 土木学会平成 19 年度全国大会, 研究討論会 研 17 資料, 2007.9.
- 14) 五艘隆志, 吉良有可, 草柳俊二: エンジニアリングデザイン教育の現状と今後の展開, 土木学会平成 19 年度全国大会, CS14-001, 2007.9.
- 15) 木村定雄, 本田秀行, 鷺見浩一: Civil Engineering Design 教育の試行計画, 土木学会第 62 回年次学術講演会, CS14-007, 2007.9.
- 16) 例えば, 木村定雄, 外崎明, 鷺見浩一: 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, 2006.9.
- 17) 例えば, 前川晴義, 久保猛志: 工学設計教育-知識を知恵に活用するためのユニークな授業-, 土木学会誌, Vol.84, July, 1999.
- 18) 鷺見浩一, 木村定雄: Civil Engineering Design 教育の試行の実施, 土木学会第 63 回年次学術講演会, CS12-03, 2008.9.
- 19) 高地勇紀, 皆野文仁, 向貴士: 石川県の橋梁耐震補強計画の立案, 金沢工業大学工学設計 プロジェクトレポ

DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF ENGINEERING DESIGN EDUCATION PROGRAM IN CIVIL ENGINEER

Sadao KIMURA, and Hirokazu SUMI

Engineering design skills are some of the important competencies of an engineer. A standard for teaching engineering design skills has already been published by ABET in its “Engineering Design Criteria 2000.” In Japan, JABEE has strongly emphasized the need for an engineering design education program, mainly as a result of joining the Washington Accord as a signatory. At the same time, ASCE has announced “The Vision for Civil Engineering in 2025” and summarized the skills that future civil engineers should possess in the BOK2 (Body of Knowledge 2). In the BOK2, engineering design is treated as a critical skill that engineers who develop and maintain a sustainable infrastructure for the society must acquire. In this paper, we consider the nature of “civil engineering design education” in the context of tertiary education and make remarks on the planning and experimental implementation of an actual education program.