

2.3 中央大学理工学部情報工学科

2.3.1 調査団および調査日程

(調査団)

芝浦工業大学

村上雅人 (副学長)

工藤一彦 (学長室教授)

室越昌美 (企画室課長)

小玉嘉洋 (企画室)

東京電機大学

藤本 明 (副学長)

高田 茂 (学長室補佐)

工学院大学

菅村 昇 (情報学部情報デザイン学科教授・
教務部長・教育開発センター所長)

雑賀 高 (グローバルエンジニアリング学部機械創造工学科教授・
JABEE 推進室)

杉原 明 (教育開発センター課長)

(調査日程)

1月22日 10:00-12:00:

中央大学理工学部情報工学科教育実情調査

(中央大学対応者)

石井洋一 (理工学部長, 理工学研究科委員長)

牧野光則 (学部長補佐, 理工学部情報工学科教授)

中央大学理工学部でのコンピテンシー育成教育プログラム
の中心的存在で, 今回の調査の主説明者

渡井幸男 (理工学部事務室担当課長)

2.3.2 「コンピテンシー育成教育のための Rubrics 策定と活用事例」概要

牧野教授よりプログラムの説明を1時間程度いただき、その後質疑応答を行った。

● コンピテンシーとは

ある目的のために知識を活用する際に必要となる行動特性は「コンピテンシー」と呼ばれている。

職業人として行う業務上の行動特性は、ある程度把握でき、改善を図ることができる。一部企業では採用時面接でコンピテンシーを評価基準にしたり、入社後もコンピテンシーを本人・周囲に確認させ、人材配置に活用している。

中央大学理工学部情報工学科で取り上げているコンピテンシーは下記の7項目。
組織的行動能力，コミュニケーション能力，専門性，問題解決力，知識獲得力，自己実現力，創造力

● 中央大理工学部での導入経過

(2008年度)

中央大学理工学部では教育改善の一環として、コンピテンシー育成教育システムの開発導入を、情報工学科から、下記の手順で始めた。

ルーブリックス（コンピテンシー到達度点検表）作成

(詳細は本報告(IV-3)節参照)

- (1) 学科卒業生に求められる人材像を具体的に定義
- (2) それに必要なコンピテンシーを7項目定義
- (3) 各コンピテンシーを具体的に定義するキーワードを、各コンピテンシーごとに5個(一部3個)、合計33個定義
- (4) コンピテンシー評価のため、各キーワードを5段階の水準(合計165項目)で定義した、コンピテンシーの到達度点検表(ルーブリックス)を作成

このルーブリックス作成作業は、企業(IBM)の人材育成プロフェッショナルの協力を得ながら、若手・中堅教員が夏休み返上で取り組み、これにより教員の教育意識が向上し、FD活動として有効であった。

(2009年度)

このルーブリックスを用いて、学生のコンピテンシー向上を目指した「映像系コンテンツエンジニア」教育プログラムを開設した。この科目は、映像処

理，コンピュータグラフィック，バーチャルリアリティ，コンピュータビジョンなどの「画像・映像系コンテンツ」に関する教育である．従来から設置している当該分野の専門科目をベースとして，「画像・映像コンテンツ演習」を2年後期から4年前期に配置したものである．並行して行われる専門科目の知識・経験をもとに，半年単位のプロジェクトを繰り返すことで，学生に課題整理，調査，解決手段の考案・選択，解決手段の実現，結果の点検・評価，プレゼンテーションを含む報告，という一連のプロセスを体験させ，必要なコンピテンシーを所定の水準で身につけさせる，というものである．

2009年度プロジェクトテーマ

- ・ 2年後期：立体視用バーチャルシティ
- ・ 3年前期：立体肖像撮影インターフェース
- ・ 3年後期：画像の符号化と暗号化
- ・ 4年前期：立体視用リアルタイムグラフィックス

(コンピテンシー育成教育の学生に対する効果)

この演習を通し，ルーブリックスを用いたコンピテンシー評価を継続的に用いることで，

- ◆ 学生自身が自らのコンピテンシーの現状水準を認識できるとともに，
- ◆ 履修前と比較したコンピテンシーの向上度合いを認識でき，

- ✓ 学生に学修満足感をもたせるとともに，
- ✓ 向上心を植え付けることができた．

これにより座学だけでは困難なコンピテンシーの体系的育成ができた．

● 新教育 GP への採用（理工学部全学科へのコンピテンシー育成教育の展開計画）

情報工学科の取り組みを先例として，コンピテンシー育成・点検を理工学部各学科の教育課程に導入することを目的とする，下記のような「段階別コンピテンシー育成教育システム」が，平成21年度の「大学教育・学生支援推進事業(テーマA)大学教育推進プログラム」に選定された．

理工学部各学科が育成する人材に必要な学士力を具現化するコンピテンシーを，具体的かつ段階別（前頁記述の，5水準別のキーワード定義のこと）に定義し，理工学部卒業生の到達度を保証する継続的教育改善システムの構築を目的とする．

- (1) 各学科が育成すべき人材像やその人材に必要なコンピテンシー，キーワード並びに段階別水準（到達度）表（ルーブリックス）の定義・策定・

公表

- (2) 分野・特性ならびに現行の教育課程に応じた、コンピテンシー育成のための教育プログラムの設計、コンピテンシー到達度を教育プログラムで点検する方法の策定・実施、コンピテンシー到達度の点検可能な仕組みの構築
- (3) コンピテンシー育成教育のための指導書・マニュアル類の整備、並びに研修会等の継続的实施
- (4) コンピテンシー達成度の学生による自己点検と、教員・TA・卒業生(産業界)などによる他者点検を組み合わせた、総合的評価の実施と、その結果の学生自身による把握
- (5) これらの結果を踏まえ、コンピテンシー向上のための教育改善に取り組む PDCA サイクル構築と、このサイクル自体を点検評価する仕組みの継続運用

これらの全体像を図 3.1 に示す。

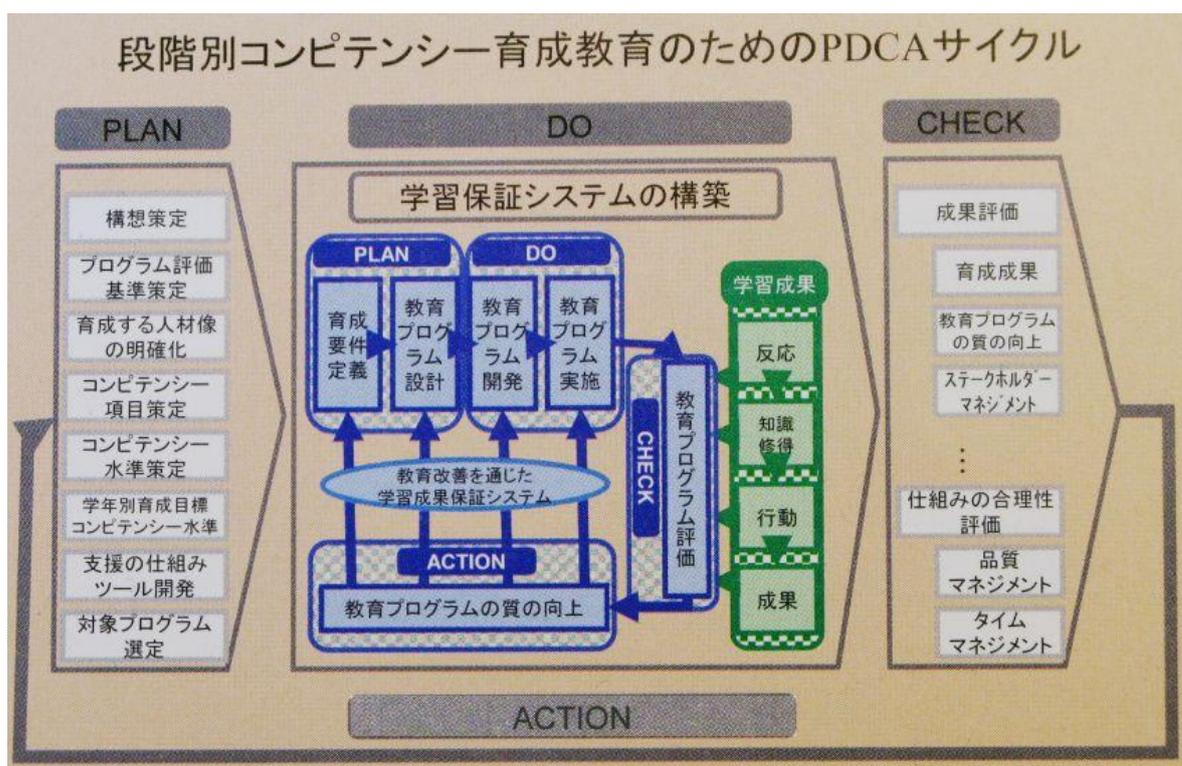


図 3.1 段階別コンピテンシー育成教育のための PDCA サイクル (中央大学理工学部)

● ルーブリックス策定の実際

(1) プロジェクト結成

検討期間：2008年8-9月

検討時間：週1回2時間×10回

メンバー：情報工学科若手・中堅教員数名

+ 日本 IBM, IBM ビジネスコンサルティングサービスの
人材育成担当者数名

まず IBM の人が、企業内での人材育成に使われているコンピテンシーとその評価について説明し、教員が問題点をのべ、IBM の人が交通整理して、下記のゴール事項をまとめた。

プロジェクトのゴール

- ・情報工学科が育成する学生像を明確にする
- ・情報工学科が求める学生コンピテンシーを定義する
- ・「画像・映像コンテンツ演習」を念頭にコンピテンシーの育成目標と育成方法を明確にする。

以下の (2)～(5)までの、アウトカムズ（中央大学ではコンピテンシーと呼称している）とルーブリックスの実際の策定法は、(IV-4) 節に記述した。

(2) 育成すべき人材像定義

(3) 育成すべき人材像実現に必要なコンピテンシーの策定

(4) コンピテンシーを具体的に定義するキーワードの策定

(5) コンピテンシーの水準策定

(6) 各学年で求められる、コンピテンシーの達成目標水準の策定

カリキュラム等から、学年別に学生に期待する役割(行動)と、そのために必要と考える重点育成内容を、次々頁の図 3.2 のように策定するとともに、これを基にして、各コンピテンシー毎の、各学年で期待される達成水準目標を下記のように策定

(各学年ごとに期待される目標達成度水準)

	1年 8月末	2年 8月末	3年 8月末	4年 8月末	4年 卒業時	M1 8月末	M2 8月末	M2 修了時
期待水準	1	2	2~3	3~4	3~4	3~4	4	4

● 「画像・映像コンテンツ演習」でのコンピテンシー育成教育の展開

本項では、前項で作成したルーブリックスを演習に適用し、学生のコンピテンシーの達成度を実際に評価する手法を示す。

(1) 授業(演習)計画の策定 (行動のポイントの抽出)

演習の各回ごとに、下記の内容を明示した演習計画を図 3.3 のように策定する。

- ✓ その時間にやる内容
- ✓ 行動のポイント
- ✓ 次回までの宿題
- ✓ 提出物

これらはシラバスの記述に「行動のポイント」を付け加えたものである。この「行動のポイント」は、各回の演習での学生に期待する役割(行動)の記述であり、各時間でこれに関連したコンピテンシーの育成を目標とし、これらのコンピテンシーの達成度をルーブリックスを用いて評価することになる。

図 3.3 演習の各時間ごとの計画と「行動のポイント」

授業	工程	内容	行動のポイント	次回迄の宿題 (教員等が次回迄に提出内容を確認できる時間の猶予が必要)	提出物
1	概要紹介、班分け、テーマ発表	進め方の説明、演習ノートシステム利用方法説明、チームの(仮)決定、プロジェクトテーマの発表	・テーマを理解する ・チームを作る	テーマに関するチームの意識合わせ、メンバーの知識・能力の相互確認	
2	基礎実習(1)	必要知識やシステム利用方法の習得(複数名でのプログラム開発における留意事項を含む?)	・基礎知識習得		実習成果
3	基礎実習(2)		・テーマ解決方法の検討	テーマ解決方法の選択・考案	実習成果
4	仕様作成(1)	モデル・アルゴリズムの選択、関数単位での仕様書作成、TA・教員からの助言	・仕様を作成する(関数単位) ・助言を得る	上級生から助言を得た上での、必要な修正・追加	仕様書(案)
5	仕様作成(2)、役割分担	仕様書の完成(TA・教員への説明を含む)と役割分担の決定、次回以降の作業の確認(特に動作確認方法について)	・仕様書を完成する ・役割分担をする ・動作確認方法を検討する	動作確認方法案	仕様書、役割分担書

図 3.2 学年別の役割期待と重点育成項目

学年 (前期末時点)	役割期待	重点育成項目
1 年生	<ul style="list-style-type: none"> 基本的なプログラミングができる。 情報工学の社会への貢献を「事例」などから理解している 大学生として自覚を持ち、小集団での自分の役割を果たせる(他人に迷惑をかけない) 何事も興味を持ち、チャレンジするよう努力している 	<ul style="list-style-type: none"> 情報工学の社会における役割の理解 与えられた手順に基づくプログラミングと動作検証 メディアや(準)専門誌等による情報収集の習慣化 自己管理 授業への確実な出席と課題の確実な提出
2 年生	<ul style="list-style-type: none"> 我が国における標準的な専門知識(教科書レベル)を備えている 関数やポインタを含めプログラミング言語を扱うことができる チームの一員としての自分の役割と責任を理解し、それを果たすことができる(自立、自律した行動がとれる) 自分の将来像をイメージし、目標に向かって、努力している(資格試験受験準備など) 	<ul style="list-style-type: none"> 情報工学基礎の理解と活用 プログラミングにおける PDCA の意識下と実践(与えられた手順に基づくプログラミング、動作検証と修正) 情報収集・整理方法と結果の記述・表現 大学院進学も含めたキャリアデザインの詳細化 基本情報技術者試験等の受験
3 年生	<ul style="list-style-type: none"> 与えられたアルゴリズムを自分の手でコーディングすることができる 国際社会における標準的な専門基礎知識を備えている チームの一員あるいはリーダーとして先に立って実践している。先に立って模範を示し、他を誘導している 自らの夢やキャリアデザインと自身の置かれている状況、社会情勢を踏まえ、進路決定に向けてその計画を先生・スタッフ・家族に語り、理解と協力を得ることができる 	<ul style="list-style-type: none"> 情報工学に関する応用事項 プログラミングにおける PDCA サイクルの理解と実践(手順の考察、プログラミング、動作検証と修正) ひとつのテーマに関する深い考察、他者との議論 学習内容と社会の結びつきに関する自主的な情報収集・整理と自らのキャリアデザインとの統合・考察(拠点とする研究室の研究、専門分野及び企業研究)
4 年生	<ul style="list-style-type: none"> 卒業論文の研究テーマを理解し、他者にわかりやすく説明することができる 教員、上級生の指導に基づき、卒業論文の研究テーマを計画的に遂行することができる 	<ul style="list-style-type: none"> 論理的思考に基づく手順の組み立て、論文執筆・的を射た質疑応答 卒業研究の確実な実施
大学院生 卒業生	<ul style="list-style-type: none"> 人と環境と社会に関わる諸問題を情報分野の視点から発見し、情報技術を活用して新しい仕組みを創案し、学術活動や企業活動を通じて社会に提案ないし展開できる 	<ul style="list-style-type: none"> エンジニアリングデザインの実施 (PDCA サイクルを回す) 他者に立場に応じた的確な説明・討論

(赤字：就活対応)

(2) 行動のポイントの、関連したコンピテンシーへの展開

半期にわたって実施する演習の全体を、「全体計画」「仕様書作成」「プログラミング」「プレゼンテーション」「最終報告」「運営」の6つのフェーズに分割し、各フェーズごとに、そのフェーズで学生に期待する役割(行動)である「行動のポイント」(前節の図3.3で策定)とコンピテンシーを関連付ける。

各「行動のポイント」およびこれに関連したコンピテンシーは、下記の5段階のPDCAサイクルを経て身に着くと考え、この関連付けの作業の際、当該コンピテンシーに関連した「行動のポイント」を、図3.4のように、これらの5段階のPDCAサイクルの各フェーズに展開する。ここで図3.4は、「仕様書作成」フェーズでの行動のポイントのコンピテンシーへの展開図である。紙面の都合上、コンピテンシーとしては、コミュニケーション力と問題解決力のみ記述してあるが、実際は横に7個のコンピテンシーが並ぶことになる。

- 知る(学ぶ) → Plan
- 試す・使う(動く) → Do
- 違いを知る(最適でないことに気づく) → Check
- 宣言する(改善方針を立てる) → Action
- 行動・態度を変える(行動に反映する) → Action

コンピテンシー
(実際には横に7項目並ぶ)

図3.4 行動のポイントのコンピテンシーへの展開

仕様書作成		コミュニケーション力	問題解決力
①基礎知識習得		①基礎知識習得	
②テーマ解決方法の検討		②テーマ解決方法の検討	②テーマ解決方法の検討
③仕様を作成する(関数単位)			③仕様を作成する(関数単位)
④助言を得る		④助言を得る	
⑤仕様書を作成する		⑤仕様書を作成する	
⑥役割分担をする			
⑦動作確認方法を検討する			⑦動作確認方法を検討する
知る	学習		
試す/使う	実施	①先生の話を聞く ②チームで相談する ④先生/TAの助言を得るために自分の考えを説明する ⑤仕様を記述する	②テーマと課題内容を理解し、その解決方法を考える ③課題内容に合った仕様を作成する ⑦動作確認方法を検討する
違いを知る	フィードバック	①不明点や間違いを指摘され、話の聞き漏らしや、理解できなかった点があることに気づく ②チームでの相談がうまくいかず、TAにまとめてもらう ④自分の考えをうまく説明できなかったり、助言を理解できず自分の足りない能力に気づく ⑤仕様の記述がうまくいかず、アドバイスを受けて修正する	②③⑦TAからフィードバックを受けながらより良い問題解決方法を知る フィードバックを経て決めたこと(アクションプラン)をまとめておけるシート(ノート)を用意する必要があります
宣言する	自己宣言	①話を注意して聞こうとする ②チームで相談することの難しさを知り、今後につなげようと思う ④説明の仕方に注意し、助言を注意して聞く ⑤仕様の記述を学んでスキルを向上しようと思う	②③⑦より良い問題解決方法を学んでいこうと思う
行動/態度を変える	実地訓練		

図3.3で策定した行動のポイント

PDCAサイクル

各コンピテンシーに関連した行動のポイント

各コンピテンシー対応の「行動のポイント」を学生が達成したとき、PDCAの各フェーズで学生が示す行動

(3) 演習の各回毎の点検可能なコンピテンシーの抽出

演習の各回での内容，行動のポイント，提出物から，点検可能なコンピテンシーを抽出．行動のポイントとコンピテンシーの関連は，前節の図 3.4 の「各コンピテンシーに関連した行動のポイント」を参照して図 3.5 のように抽出する．ここで図 3.5 は紙面の都合上，コンピテンシーとしては，コミュニケーション力と問題解決力のみ記述してあるが，実際は横に 7 個のコンピテンシーが並ぶことになる．

コンピテンシー(実際には横に 7 項目並ぶ)と、コンピテンシーを定義するキーワード

図 3.5 演習の各回で点検可能なコンピテンシーとキーワードの抽出

画像・映像コンテンツ演習(仮称)計画案						コミュニケーション力					問題解決力(デザイン)				
授業	工程	内容	行動のポイント	次回迄の宿題 (教員等が次回迄に提出内容を確認できる時間の猶予が必要)	提出物	傾聴力	読解力	記述力	提案力	議論力	課題発見	課題分析	論理的思考	計画実行	検証
2	基礎実習(1)	必要知識やシステム利用方法の習得(複数名でのプログラム開発における留意事項を含む?)	・基礎知識習得		実習成果	◎	◎								
3	基礎実習(2)		・テーマ解決方法の検討	テーマ解決方法の選択・考案	実習成果	○	○	◎	◎	◎	○	○			
4	仕様作成(1)	モデル・アルゴリズムの選択、関数単位での仕様書作成、TA・教員からの助言	・仕様を作成する(関数単位) ・助言を得る	上級生から助言を得た上での、必要な修正・追加	仕様書(案)	○	○	○	○	○		◎	◎	◎	
5	仕様作成(2)、役割分担	仕様書の完成(TA・教員への説明を含む)と役割分担の決定、次回以降の作業の確認(特に動作確認方法について)	・仕様書を完成する ・役割分担をする ・動作確認方法を検討する	動作確認方法案	仕様書、役割分担書	○	○	◎	○	○				○	

演習の回数(実際には縦に 15 回並ぶ)

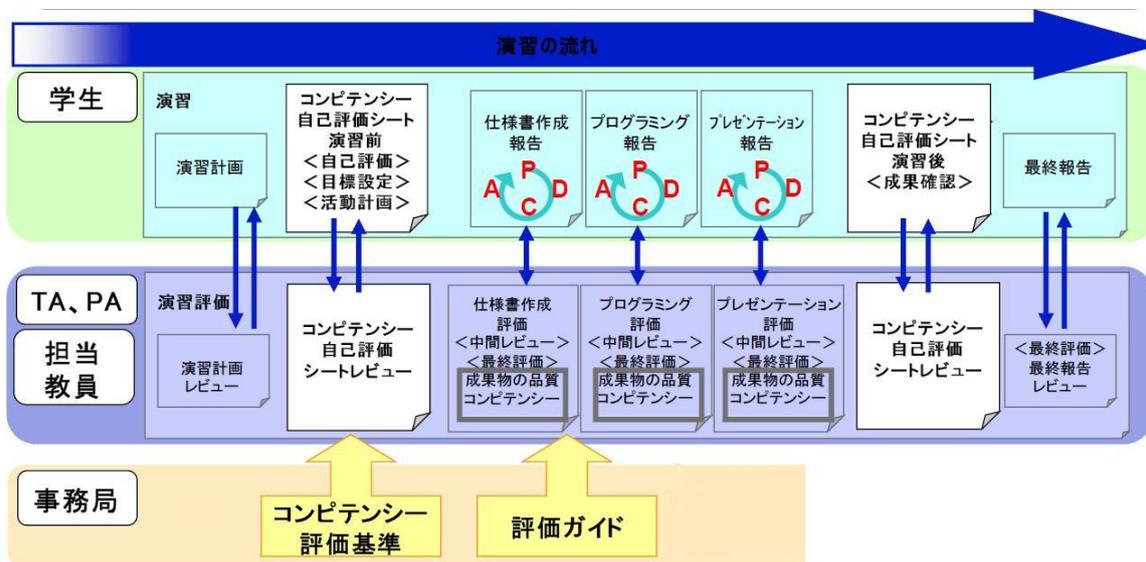
(4) 演習全体でのコンピテンシー達成度点検評価計画の策定

演習全体を通じ，学生は演習計画書，仕様書（中間と最終と 2 回），プログラミング結果（中間と最終と 2 回），最終報告書を提出するとともに，中間と最終の 2 回のプレゼンテーションを行う．これらに対し TA と担当教員は，プレゼンテーション（ポスターセッション＋ソフトのデモ）と提出物で，各学生の個別評価を行い，これらを総合して演習全体の成績評価を行う．

コンピテンシーの到達レベル評価は，図 3.4 の「各コンピテンシー対応の「行動のポイント」を学生が達成したとき PDCA の各フェーズで学生が示す行動」について，図 4.11-1~7 のルーブリックスに定義された記述を参考に，学生の自己評

価と、TA 及び教員による評価を行う。演習の進行と評価の流れを図 3.6 に示す。

図 3.6 演習の流れと評価



演習の中で行われる評価をまとめると下記のようなになる。

(学生のコンピテンシー自己評価)

学生は、演習開始時と終了時の2回、コンピテンシーの自己評価を行うことで、自分に不足しているコンピテンシーの項目の認識、この演習の履修による、自己のコンピテンシーの各項目の伸びを実感することができる。

(成績評価)

教員は TA の補助の下で、演習計画書、中間仕様書、中間プログラミング結果、中間プレゼンテーション、最終仕様書、最終プログラミング結果、最終プレゼンテーション、最終報告書、の成果の品質により成績評価を行う。

(コンピテンシー評価)

教員は TA, PA (最終プレゼン時に卒業生を評価者に加える) の補助の下で、仕様書、プログラミング結果、プレゼンテーションに関し、中間と最終の2回のコンピテンシー評価を行う。また、演習開始時と終了時の2回学生が記入したコンピテンシーの自己評価シートを参考のためレビューする。

(評価のための作成書類)

演習用点検シート

図 3.5 で抽出した、各回の演習で点検可能なコンピテンシーとそれに関連したキーワードのみを記述した「演習用点検シート」を演習の各回ごとに用意する。

TA 指導書

演習の目的, TA がやるべきこと, やっては/言うてはいけないこと, を記述した指導書を作成し, これを用いて TA の研修を行う.

● 来年度以降の理工学部全体への展開のやりかた

- (1) 情報工学科で作成したマニュアルを参考に, 情報工学科の教員に指導を受ける.
- (2) 科目タイプ別 (講義, 演習, 実験など) に育成すべきコンピテンシーをまとめたマニュアルを作成し, 全カリキュラムに適用しやすくする.
- (3) 教員へのコンピテンシー育成教育の必要性の説得法と導入の秘訣
 - ✓ 学生の学習意欲欠如に関する教員の危機感を利用
 - ✓ 学部長の指導+若手教員(40-50歳)特に学生の意欲欠如に直面している演習担当教員の問題意識を利用
 - ✓ コンピテンシー育成教育について内容自体に反論はないので, 各学科で教育上一番困っている科目から導入. (とりあえず各学科1科目でスタート)
 - ✓ 外部にコンピテンシー教育実施を宣言することで, 歯止めとする
 - ✓ 一度導入してマニュアルを作成しておけば, カリキュラム改訂時などの変更はそれほど困難ではない(ルーチンワーク化)
- (4) 現状では評価用チェックリストは紙を使用 (web やエクセルは全体が見られないので現状では使用しにくい)

● コンピテンシー育成教育の効果, 問題点等

(効果)

- (1) 学生が自分のコンピテンシーの現状を認識することで, 学生の学修意欲が向上し, 最終的に能力向上に結び付く.
- (2) キャリア教育支援にコンピテンシー評価結果を使用.
- (3) (各学生の弱い項目について, キャリアセミナー参加の勧誘を行う.)
- (4) 各科目における育成対象コンピテンシーを意識することで, 教員の教育力向上
- (5) 各教育プログラムで達成すべき目標コンピテンシーの内容を考えることで, プログラムの有効な組み立てが可能となるとともに, 目標としたコンピテンシーレベルと, 実際に学生が獲得したコンピテンシーレベルの結果の比較から, プログラムの問題点を明らかにでき, プログラム改善に有効
- (6) JABEE などの外部点検・認証評価における, プログラムの有効を示すエビデンスとして有効

(問題点, 問題が予想されたが実際には問題とならなかった点)

- (1) コンピテンシーについての学生の自己評価と他者評価 (教員・TA・PA) の違い

- は、各学生にフィードバックして、自己評価の精度を上げるように指導する。
- (2) 2009年度は情報工学科の「画像・映像コンテンツ演習」1科目を対象にして、コンピテンシー育成教育を導入した。この演習は選択科目で、1チーム3名×3チーム=合計9名が受講した。この程度の規模だと今回導入したルーブリックスによるコンピテンシー評価が可能であるが、この方式では20-30名程度が上限であろう。これ以上の人数の学生が受講する科目については、もう少し簡単なやり方でないと対応が困難と思われる。TAマニュアルを高度化して、TAの評価能力を上げれば、多人数でも対応可能と思われる。
 - (3) 卒論では各テーマで内容が異なるので、各学生が修得できるコンピテンシーに違いが出る可能性がないか？
 - (4) この問題については、各研究室・各学科の卒論で得られる共通のコンピテンシーを抽出して、これを評価することにした。専門に関する評価は、コンピテンシー評価とは別に行う。これまでは専門でのみ評価し、コンピテンシー評価を行わなかったことが逆に問題であった。
 - (5) プレゼンにおける教員・TA・PAのコンピテンシー評価の結果には、あまり大きな差はない。

2.3.3 感想

これまで各種文献で知識としては知っていた、ルーブリックスによるコンピテンシー育成教育システムに関し、実際に詳細かつ緻密なルーブリックスを作成し、それを理想的な形で学生のコンピテンシー評価に適用している様子を説明していただき、その内容、利点、問題点などを十分に把握することができた。また、日本においては普及していないコンピテンシー評価システムを、一から構築された熱意と努力に感動と敬服を禁じえなかった。

今回の調査対象では、情報工学科における少人数の演習1科目に対し、

- ✓ 目標人材像の策定
- ✓ その実現に必要なコンピテンシーの策定
- ✓ これを評価するためのルーブリックスの策定、
- ✓ これを利用したコンピテンシー育成教育システムの構築、
- ✓ その実行の中での学生のコンピテンシー達成度の評価、

のPDCAサイクルを実際のシステムとして実現しているが、多人数になったときにこれをどのように適用してゆくかが今後の問題であり、中央大学理工学部では、新教育GPとして、来年度からのその実現に向けての検討を行っている。

今後このようなコンピテンシー育成教育を全国の大学に普及させるためには、このような多人数教育に対する適切な評価システムの構築の検討が不可欠であり、中央大学理工学部の貴重な試みに今後とも着目して行くことが望まれる。