

知識横断的な知的モノ造り成績評価システム

宋 相 載*・久保田 洋 志*

(平成17年10月7日受理)

Education Grading System for Creative Manufacturing Knowledge and Skills Enhancing Transdisciplinary Engineering Education

Sang-J. Song and Hiroshi Kubota

(Received Oct. 7, 2005)

Abstract

This paper is dedicated to the development of education grading system for creative manufacturing knowledge and skills through effective concepts and features of a transdisciplinary engineering education. The education grading system reflects report performance, assessment of assigned work, attendance average. Report performances on some essential manufacturing and management issues in terms of product development, optimal design, 3D solid modeling, and rapid prototyping mainly affect a student's grade. Course credit is given by the average scores of manufacturing and management issues, assigned work, and their evaluation criteria. In addition, a server-side Web application is suggested by using Perl language and My SQL database management system to lead to the creation of distinctive, attractive education systems.

Key Words: cross-curriculum, engineering education, manufacturing technology, management science, education grading system

1. 教育背景

現在、ゆとり教育への是非が取りざたされている中、見劣りのある学生には基礎教育を徹底化し、良くできる学生にはゆとりを与える教育にしていくことが肝要と思われる。また、教育は教えること以上に学生の学習内容を適正に評価する仕組みも大事である。適正さ公平さに欠く学生評価は勉学意欲の低下にもつながり、特に学生数人がグループになって統一課題にいついてコラボレーションしながら1つのレポートをまとめるプロジェクト型授業形態の場合は、できるだけ多くの学生(目指すものは学生全員)に受け入れられる成績評価システムが欠かせない。

前稿では、知的モノ造り実体験学習を通してマネジメントサイエンスと情報・ネットワーク技術を活用して横断的なカリ

キュラム・教科間の相互関連知識を総合的に用いて問題解決をはかる新しい教育モデルを紹介した^{1,2,3)}。ここでは科目・専門知識間の横のつながりに重みをおき、創造的なモノ造り体験学習の教育プログラムを開発し、3年間にわたり実施運用してきた教育内容・その成果などについて報告した。本稿では、プロジェクト型授業形態を取り入れた知的モノ造り創造教育における成績評価方法とそのシステム開発について論究する。

2. モノ造り体験学習の内容・意義・効果

2.1 教育内容

次の6つの実験テーマと課題を持って授業実施・運用する^{2,3)}。そのテーマと使用ツール、詳細な課題は図1と図2にそれぞれ例示する。

(1) 商品企画：ユーザの視座から機能性に富んだ高品質

* 広島工業大学工学部知的情報システム工学科

のモノを短期間で開発するため、顧客ニーズ調査・分析、ポジショニング分析、アイデア発想選択、コンジョイント分析、品質表、などの課題を取り入れて市場性に富んだ商品開発を試みる^{1,3)}。

- (2) 最適アナリシス：コマの剛体運動特性を分析し最適なコマ設計を可能にするため、コマ運動特性、コマ歳差運動、コマ安定条件、エネルギー供給、コマ仕様決定、の課題を設定する。また、コマ回転に必要な条件として限界回転（角）速度と回転運動方程式から安定性の条件を検定するとともに、コマの質量を考慮した最適コマ設計を試みる²⁾。
- (3) 3次元ソリッド・モデリング：製作プロセスや加工条件を考慮して3次元CADソフト、SolidWorksを用いて3次元立体形状モデリング、生産設計、サポーター設計、詳細設計、の課題を設ける²⁾。
- (4) 加工シミュレーション：3次元CAMソフト CraftMill による加工条件検証、ツールパス生成と確認、加工時間予測、の課題を設ける²⁾。
- (5) 試作品製作：3次元モデリングマシンによりNCコード生成、材料測定と段取り、面だし→荒削り→仕上げ、試作品の加工、の課題を取り入れる²⁾。
- (6) 評価・改善：完成されたコマの品質特性評価のため実験計画法、重回帰分析、感性評価、最適コマ選定、などの課題に取り組む^{2,3)}。

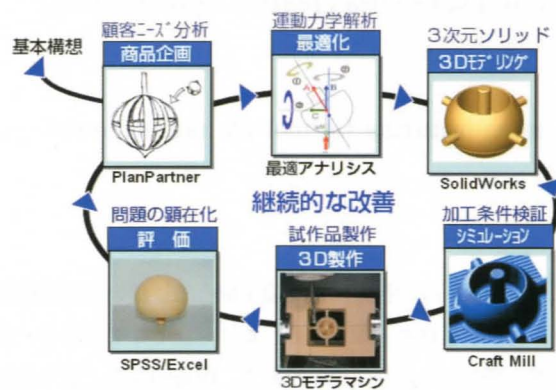


図1 知的モノ作り創造教育テーマ

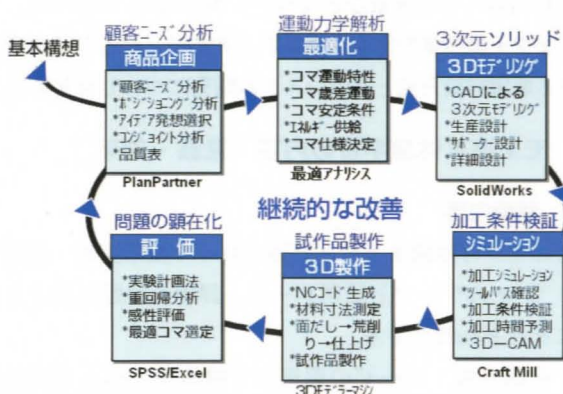


図2 知的モノ作り体験学習課題と使用ツール

2.2 教育の意義

これまで日本経済をけん引してきた日本のモノ作り技術は、情報技術 (IT) の革新と市場経済のグローバル化を背景に、ネットワークやデジタル技術を軸として顧客サービスの高度化とスピード化に向け新たな進化が問われている。ところが今、若年層から工場におけるモノ作り作業が嫌われ、身につけるのに永年の習練を要する技能 (スキル) の継承も難しくなっている⁴⁾。

そこで、経営科学技術と情報技術の融合化を目指す知的情報システム工学科の専門教育に、学生自らの創発的アイデアを基に情報と経営科学技術応用による一連のモノ作り技術と関連する教育内容を総合的かつ横断的に学び取れる総合教育学習プログラムの整備が肝要とされる。

学生はコマという実験題材をもって、商品企画からコマの運動力学解析、形状最適化、3次元立体モデリング、加工シミュレーション、試作品の製作、評価・改善に至る6つのテーマについて体験的に教育学習する。

2.3 教育効果と狙い

創造的モノ作りは、理屈・理論に基づくモノ作り教育だけではなく、実際に作ってそれに触れることで興味を持ち、本来モノ作りの楽しさが感じ取れる感性豊かなエンジニア育成が可能となる。モノ作り専門知識にはまだ接する機会が少ない低学年時に自ら考えて、それを形にして、その実物を作る教育プロセスを通じて問題意識を持たせ、その後座学で問いに関連する理論を学ぶ、いわばバックワード方式の教育方法が“分かる教育”に深みを与えてくれる。

実施3年目、情報技術に詳しい多くの学生が、協同で互いの持ち味を発揮してコミュニケーションをはかりながら、意外性に富んだ逆さゴマなどの企画、作製を通して教員・学生双方にとって充実した達成感を覚えるとともに、モノ作りの大変さと喜びが体験でき産業への活躍が期待される。さらに、情報と経営科学に精通し、モノ作りに興味を抱く多くの若者がIT応用の知的モノ作りスキルをこれまで以上に錬磨し、産業社会への貢献が期待できる。その他、商品企画を通して企画力をはじめ、考える、調べる、表現する諸々の力が身に付き産業・企業ニーズに応える。さらに、個々の専門知識を横断的に活用しトータル知識による問題発見・解決を体験的に学ぶことが教育の期待効果である。

3. 知的モノ作り創造教育と学生評価

3.1 創造教育モデル

モノ作りが分かる情報技術者育成に教育の軸において、横断的なカリキュラム・教科間の相互関連知識を総合的に用いて問題解決をはかる。3年後期の必修科目「知的経営

科学実験実習」では、剛体運動の花形とも言える「コマ」を題材に取り上げ、図1と図2に示す6つの実験テーマと課題を持って授業実施運用する。課題は5～6人がプロジェクトチームを組んで協同で互いの持ち味を出し新鮮な頭脳を刺激し合ってモノ造り本来の楽しさを体験させ、感性豊かな創作品を造る。多人数教育に教育効果を上げるため、学生数150人を3つのグループに分け、さらに各グループ内は5名からなる10チームを編成し、各チームは3名の教員によってそれぞれ設定された課題について、学習内容をまとめさせる。また、商品企画・開発、コマの運動力学条件の最適化並びに3次元設計・製造の主要課題については手順や意義・内容、ワンポイント学習、教材のデジタル化・動画製作、レポート作成、実験指示、成績評価法などをWeb上で閲覧でき、学習の利便性と教育効果の向上をはかった⁵⁾。

3.2 成績評価システム

学生成績・レポートの評価は次の基本方針に従って行う⁶⁾。

また、図3には成績評価の基本プロセスを图示する。

- ① 評価方法についてはガイダンスの時学生に説明をし、その方法はWebで公開して学生と共有化をはかる。
- ② 各自の成績はWebで確認できるようにする。
- ③ だれが何の課題についてどこを受け持って参加したか、役割を明確にさせレポート提出の際は該当する箇所に学生の名前を明記するようにする。
- ④ 6つのテーマについて複数の評価項目をそれぞれ設定して優、良、可、不可の4段階評価を2人の先生が行って平均化する。
- ⑤ 各課題の4段階評価では、結果に至ったプロセス、表現力、結果の良さ、着眼点、問題解決方法、などを総合的に考慮する。

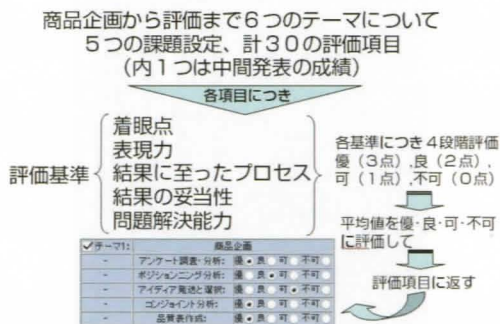


図3 成績評価システムの基本プロセス

3.3 評価項目

6つの課題と中間発表に対する評価項目は次のように設定する。評価項目とそれぞれの評価項目に対する評価基準は図4にまとめる。

- (1) 商品企画：顧客ニーズ調査・分析，ポジショニング分析，アイデア発想選択，コンジョイント分析，品質表。

- (2) 運動解析と最適化：回転運動方程式，歳差運動安定条件，製造上の制約回避，最適解析，検定解析。
- (3) 3次元形状モデリング：モデリングプロセス，コマ回転機能設計，加工制約考慮設計，サポート設計，形状複雑さ。
- (4) 加工シミュレーション解析：シミュレーション手順，材料／工具設定，加工プロジェクト生成，加工深さ・範囲設定，CL加工データ生成。
- (5) 創作品製作：材料の段取り，寸法制約妥当性，サポート妥当性，後片づけ。
- (6) 評価／改善：評価方法の妥当性，改善の着眼点，問題解決プロセス，結果の良さ。
- (7) 中間発表結果：アイデア発想，プレゼンテーション。

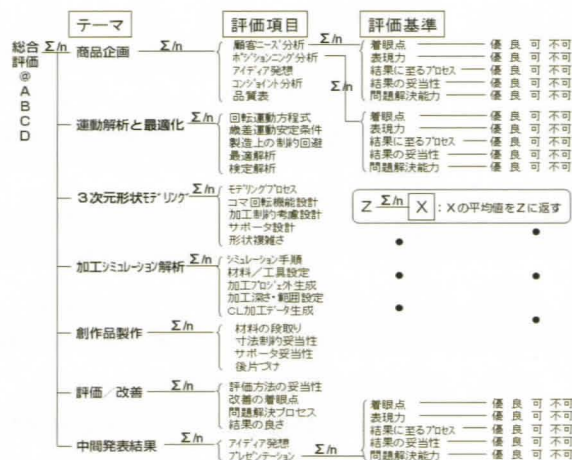


図4 評価項目と評価基準

3.4 評価のスコアリング

各教員100点満点法で評価してその平均値をもって最終評価を行う。評価は100点から1回の欠席で5点減点，不参加したテーマ数に応じて5点ずつ減点する。従って同

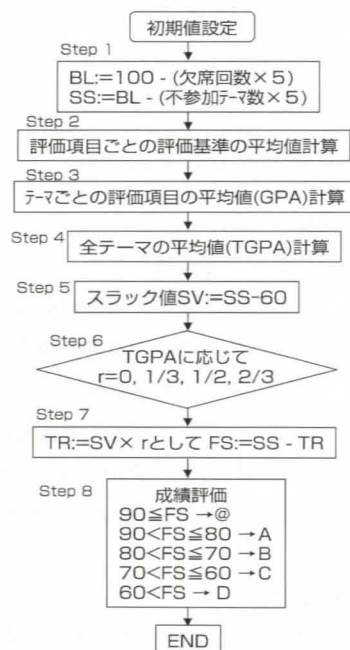


図5 評価スコアリングの流れ

じチーム内の学生同士であっても、3.3の評価項目によって評価点は異なる場合もある。モノ造り体験学習では設定された6つの課題すべてに学生の自発的な参加を促す評価方法に重みをおき、その詳細は次の手順に沿って計算・評価される。図5にはその流れを図示する。

(ステップ0) 初期値設定

(ステップ1) 6つのテーマのうち参画したテーマ数、欠席回数を入力し取得可能な最高点(基準点と称する)SSを算定する。

(ステップ2) あるテーマの中に設定された評価項目ごとの評価基準について優(3点),良(2点),可(1点),不可(0点)の点数を付け、その平均値を計算する。

(ステップ3) テーマごとの評価項目に付けられた優(3点),良(2点),可(1点),不可(0点)の平均評価点(GPA(=Σ評価値/項目数))を計算する。

(ステップ4) 参画した全テーマ数について、全体の平均値TGPA(=ΣGPA/参画テーマ数)を計算する。ただし $0 \leq TGPA \leq 3$ となる。

(ステップ5) 単位取得に必要なスラック値をSV(=SS-60)とし、 $SV < 0$ なら「不合格」とする。

(ステップ6) TGPAの評価値に応じて、 $2.5 \leq TGPA$ なら $r=0$, $2 \leq TGPA < 2.5$ なら $r=1/3$, $1.5 \leq TGPA < 2$ なら $r=1/2$, $1 \leq TGPA < 1.5$ なら $r=2/3$, $TGPA < 1$ なら最終評価は「不合格」とする。

(ステップ7) $TR := SV \times r$ として、最終評価FS:=SS-TRの値を計算する。

(ステップ8) $90 \leq FS$ なら@, $90 < FS \leq 80$ ならA, $80 < FS \leq 70$ ならB, $70 < FS \leq 60$ ならC, 60未満ならDの評価を付ける。

4. 成績評価支援情報システム開発

4.1 システム設計

現在運用している教育学習支援システム^{5,6,7)}と同一環境を維持しつつ、システム管理や変更に近い構造体にした。使用頻度の高いページ設計にはHTML生成機能を設け、システムの外観やインタフェース変更、追加を容易にした。また、すべての機能はコンポーネント化して拡張性や再利用性を持たせた。システム開発にはPerl言語⁸⁾を用いるとともに、受講生リストは既存のデータベースから登録者リストを抽出する。

4.2 システム機能設計

実験実習以外の科目でも活用できるように、登録教科の変更、特定学生の評価結果閲覧と全学生成績一覧、評価項目

や評価基準登録、そして成績評価などの機能を設けた(図6参照)。欠席回数と不参加テーマ数をカウンタして評価の基準点を計算し表示する。評価の手間や回数を減らすため、評価基準だけに評価値を付ければ該当する評価項目とテーマに平均値が逐次反映され、総合評価点が確認できるようにした。一つのレポート評価には評価項目30×評価基準5の計150カ所の評価欄に優,良,可,不可の4段階評価を必要とする。

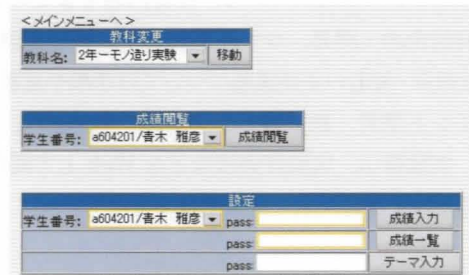


図6 成績評価システムのトップ画面

4.3 受講生リスト

Webベースの教育学習支援システムで受講科目を選択した学生のリストをデータベースから抽出する。図7の学生情報画面で示すように評価入力・参照画面は前後の学生データ表示機能とランダムにデータ表示する二つの機能を設けた。

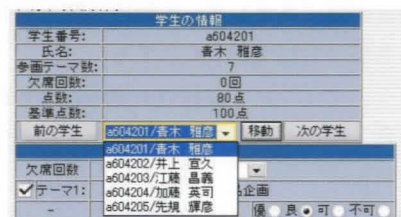


図7 受講生リスト・ローディング



図8 テーマ「3次元形状モデリング」の評価基準

4.4 成績評価基準

図8ではテーマ「3次元形状モデリング」で設定されている5つの評価項目に5つの評価基準に対するレポート評価を行うシステムを示す。

4.5 評価項目

図9では商品企画から評価、中間発表に至る7つのテーマにそれぞれ設定された評価項目を示している。4.4の評価基準で行った評価値の平均を持って各評価項目に優,良,可,不可いずれかの評価値を表示させる。

学生番号		a604201			
氏名		青木 雅彦			
参考テーマ数		6			
欠席回数		0回			
点数		80点			
基準点数		100点			
前の学生		a604201/青木 雅彦	移動	次の学生	

欠席回数		0回			
✓テーマ1:	商品企画				
-	アンケート調査・分析:	優	良	可	不可
-	ポジショニング分析:	優	良	可	不可
-	アイデア発想と選択:	優	良	可	不可
-	コンジョイント分析:	優	良	可	不可
-	品質表作成:	優	良	可	不可
✓テーマ2:	運動力学解析と最適化				
-	回転運動方程式:	優	良	可	不可
-	歳差運動安定条件解析:	優	良	可	不可
-	製造上の制約回避:	優	良	可	不可
-	最適化解析:	優	良	可	不可
-	検定解析:	優	良	可	不可
✓テーマ3:	3次元形状モデリング				
-	モデリングプロセス:	優	良	可	不可
-	コマ回転・機能設計:	優	良	可	不可
-	加工制約考慮設計:	優	良	可	不可
-	サポータ設計:	優	良	可	不可
-	形状複雑さ:	優	良	可	不可
✓テーマ4:	加工シミュレーション解析				
-	シミュレーション手順:	優	良	可	不可
-	材料/工具設定:	優	良	可	不可
-	加工プロジェクト生成:	優	良	可	不可
-	加工深さ・範囲設定:	優	良	可	不可
-	OL加工データ生成:	優	良	可	不可
✓テーマ5:	創作品製作				
-	材料の段取り:	優	良	可	不可
-	寸法制約妥当性:	優	良	可	不可
-	サポータ妥当性:	優	良	可	不可
-	後片付け:	優	良	可	不可
✓テーマ6:	評価/改善				
-	評価方法の妥当性:	優	良	可	不可
-	改善の着眼点:	優	良	可	不可
-	問題解決プロセス:	優	良	可	不可
-	結果の良さ:	優	良	可	不可
✓テーマ7:	中間発表成果				
-	アイデア発想について:	優	良	可	不可
-	プレゼンテーションについて:	優	良	可	不可

図9 評価項目の評価集計画面

4.6 成績一覧表

図10では受講生全員について出席状況, 参加したテーマ数, それに基づく基準点, その基準点からレポート内容に応じた評価点をそれぞれまとめて表示させる。

<メインメニューへ>					
成績閲覧					
学生番号	氏名	点数	基準点数	参考テーマ数	欠席回数
a604201	青木 雅彦	80	100	6	0
a604202	井上 宣久	80	80	2	0
a604203	江藤 昌義	71	95	6	1
a604204	加藤 英司	90	90	4	0
a604205	先規 輝彦	85	85	4	1

図10 総合評価に基づく成績一覧

5. おわりに

本研究では, マネジメントサイエンスと情報・ネットワーク技術を活用して横断的なカリキュラム・教科間の相互関連知識を総合的に用いた知的モノ造り体験学習の意義と効果, 狙い, そして教育モデルを紹介し, 3年間の教育実施経験を生かして成績評価方法とそのシステム開発について論じた。

<追記>

本稿は, 平成14~16年度3年間にわたり私立大学教育研究高度化推進特別補助を受けて計画・実施・運用した教育研究成果をまとめたものである。

参考文献

- 1) 宋・久保田: 知識横断的な知的モノ造り創造教育への取り組み, 広島工業大学紀要 (教育編), 第3巻, 21-30, 2004.
- 2) 宋・久保田: ITと経営科学応用による知的モノ造り総合教育システム, 日本工学教育会誌, 52-5, 10-15, 2004.
- 3) 久保田・宋: 創造的モノづくり総合教育モデルにおける商品企画と試作品評価の体験学習, 日本工学教育会誌, 52-4, 30-35, 2004.
- 4) 宋・久保田: ITと経営科学応用による知的モノ造り総合教育システム—最適化設計とラピッドモデリング技法を中心に, 平成16年度工学工業教育研究講演会講演論文集, 81-84, 2003.
- 5) <http://webs.iis.it-hiroshima.ac.jp/stu/>
- 6) 宋・久保田: 工学教育に効果的なWebベース教育支援システムの開発と運用, 平成17年度工学工業教育研究講演会講演論文集, 108-109, 2005.
- 7) 宋・久保田: 多人数授業における効果的なWebベース教育学習支援システムの開発, 日本工学教育会誌, 52-6, 36-43, 2004.
- 8) ラリーウォール (著), プログラミングPerl (Vol.1, Vol.2), オライリー・ジャパン, 2002.