

職業訓練の指導方法の「見える化」の考察

元職業能力開発総合大学校 福良 博史

1. はじめに

一般の大学3,4年生に当たる, 当校応用課程「生産情報システム技術科」(定員20名)の1,2年生(以下, わかりやすく3,4年生と記す)に対して実践していた指導方法の中から, 「見える化」という観点の事例として, 3年生の標準課題および4年生の卒研準備としての開発課題Iの2点について考察する。

標準課題は, グループによる課題解決型の実習である。5人前後で1グループを形成し, 1クラス4グループとし, グループごとにリーダー, 渉外担当などの役割を自主的に決める。そして, 教官が, ITについてよくわからないユーザ役となり, ソフトウェア・システムの要求仕様を提示し発注する。グループごとに, ソフトウェア・ベンダーとして計画を立て, 設計から実装までのモノづくりを実践する。プロジェクトチームを形成し, グループ間で競い合うようになっている。標準課題の具体的な内容は, webアプリの設計から実装(HTML・CSS, Java, SQL, 簡易webサーバ・クライアントの試作, UMLによる設計方法論等の基礎を習得後, 先述のプロジェクトによる実装)である。

開発課題Iは, 機械系, 電子系および情報系の3科の学生数人単位で組をつくり, ファクトリー・オートメーション(FA)的な機構と電子制御および情報監視・制御を行う「ハノイの塔」の自動制御システムを制作する。グループごとに独自の役割分

担・設計・計画・部材の発注書作成, 制作, 検収等を行う。

標準課題⁽¹⁾および開発課題I⁽²⁾の訓練全般については, 以前論じた。本論は「見える化」への取り組みという観点について論じる。

2. 職業訓練の指導理論

2.1 職業訓練における指導の基礎理論の確認

職業訓練の指導理論のテキスト⁽³⁾から, 指導方法の基本を確認する。訓練サイクルは, 訓練計画の作成(Plan), 訓練の実施(Do), および訓練結果の評価(Check)のサイクルとして示されている。

指導計画は, 以下の手順が示されている。

- (1) 訓練目標の設定
- (2) 指導項目の選定
- (3) 指導計画の3段階(導入・展開・まとめ)
- (4) 指導の4活動(動機づけ・提示・適用・評価)
- (5) 上記(3)の3段階に(4)の4活動を組み合わせ, 指導案を作成

訓練評価の評価尺度として, 妥当性, 客観性, 信頼性, 経済性等が求められている。

2.2 Kerkpatrickによる評価方法

Kerkpatrickによる評価方法⁽⁴⁾は, 4レベルに別れており, 以下のようになっている。

- レベル1. Reaction: 受講者の満足度
- レベル2. Learning: 到達度
- レベル3. Behavior: 仕事への活用度

レベル4. Results：組織への貢献度

このレベル1は、学生による授業評価アンケートの類が該当する。このような評価法は、上記基礎理論には明示されてはいない。最近各方面で用いられている。レベル2は、上記基礎理論の中の訓練評価を行うことに該当する。ここでは、学生に対する訓練という観点から、レベル3, 4は馴染みにくいで検討対象から除外した。ここでは、このレベル1, 2の実施例などを中心に考察する。

2.3 「見える化」について

例えば、「ここに三角形の図がある。」と言うとそれを聞いて、皆が同じ三角形を想像するという保証はない。もし、一辺が10センチの正三角形と言えば、皆同じようなものを想像できると思う。しかし△, ▽もしくは傾斜した形か、となるとやはり全員同じ正三角形を思い浮かべるとは限らない。このとき正三角形を描いた図を示せば、それを見た人全員が情報を共有できる。情報が曖昧で、客観性に乏しければ、そのような情報を共有したとしてもそれは良質な情報とはなりえない。情報自身は、図でなくても皆が納得できる客観性があれば文書でも、数値でも良質な情報となり得る。

ここで「見える化」とは、このように良質な情報の共有を可能とし、客観的な評価を可能にする可視化の方法論と考える。特に、学生の訓練という現場では、学生自身の指導前の状況把握「見える化」(入口)を行い、終了時の満足度・到達度などによる評価「見える化」(出口)を行う。この出口の情報が有効なものであれば、学生自身の到達度の理解が可能となり、励み・反省の材料となる。また、次年度の訓練方法の参考となる。つまり、学生と教官が有効に活用していけるように、良質な情報を顕在化させることが「見える化」の本質と考えている。

3. 指導理論の実践方法

3.1 標準課題の指導での「見える化」

(1) 指導方法の概要

指導計画は、2.1に示したように、通常は事前に

作成する。この前提として、受講生は皆同じような経験・訓練・学習レベルにあるという仮定がある。しかし、応用課程の場合は、標準カリキュラムはあるが、各短大校から多様な経験・訓練を経て入学することが前提である。このため、3年生に対する標準課題の訓練を行う場合、全員の短大時代の学習状況を把握しておき、皆のレベルを一定水準に持ち上げるような指導内容としなければならない。このために、初日にC言語の宿題を数枚課している。その宿題の提出状況をもとに、学生の状態を把握し、その年のカリキュラム構成を決めている。

この初日の宿題から、C言語の基礎、応用力、キメ細かさおよび忍耐力などが把握できる。キメ細かさは、コードを机上できちんと追い、正しい解答を述べているか否かにより判断する。忍耐力について評価できるとは、最初は考えていなかった。しかしこの課題を課してみると、学生が、最後まであきらめずに課題を解いてくるか、途中から白紙のまま提出するかなど、個人およびその年の集団としての傾向もある程度把握できることに気がついた。

このようにして、その年の状況を把握し、その年の学生の目線に沿った内容での実習課題を与えるように心掛けている。

(2) 標準課題の評価

Kerkpatrickのレベル1の満足度は、今まで、標準課題については、毎年、最終日に学生へのアンケートを実施し、翌年の内容を定めるための参考としている。Kerkpatrickのレベル2の到達度については、この課題がグループ作業を主要テーマとしているため、グループによる最終作品を評価することが簡単明瞭である。各グループが1つのシステムの1部分を担当し、最後に全グループが持ち寄って統合し、1システムを制作していた時期もあったが、そうするとグループごとの客観的な評価が困難になる。

そこでここ数年は、4グループに分け、各グループに同じ課題(仕様が若干あいまいで、多様な解釈ができる課題)を与え、完成品は、相互に他グループに検査してもらうようにした。

表1 クロスチェック集計表の例

No.	評価項目	G1			G2			G3			G4		
		○	△	×	○	△	×	○	△	×	○	△	×
1	操作説明は、十分か	9	3	5	7	6	5	9	6	2	14	2	1
2	権限どおりの機能か	8	3	6	16	0	2	14	2	1	13	2	2
3	画面の遷移は自然か	13	2	2	14	2	2	8	7	2	15	1	1
4	DBの追加・修正・削除は	2	10	5	6	7	5	5	7	5	11	4	2
5	DBの検索表示の機能は	5	10	2	11	4	3	10	6	1	14	1	2
6	セキュリティは考慮されているか	4	4	9	6	2	10	12	3	2	9	5	3
7	機能は仕様を満足しているか	6	9	2	12	3	3	12	4	1	16	0	1
8	他社からみた優れている点	使いやすい あいまい検索が良い セキュリティが良い デザインが良い アカウント編集画面が良い テーブルがきれい			エラー時、 自動でページが戻る ボタン操作が良い デザインが良い メッセージボックスが良い			登録時のパスワード を二度入力している セキュリティが良い 見やすいデザイン 一定時間操作が無い とログアウトされる			説明、操作性がよい あいまい検索が良い デザインが良い 見やすい DB更新画面が便利		
9	自社のウリ (他社がほめていることは除く)	レイアウト あいまい検索 ユーザ検索			あいまい検索 キー入力で、既存の 値を表示(操作性)			検索機能 セキュリティ 画面遷移 画面がシンプル			検索機能 デザイン、操作性 画面構成 削除が簡単		

他グループによる検査とは、1グループの出来栄を、他の3グループが評価する。評価項目は教官が提示し、その項目に従って納品テストを行うような感覚で、各グループが検査することになる。このテストをクロスチェック⁵⁾と呼んでいる。他グループによる検査を通して、このあいまいな仕様から出来上がったシステムがそれぞれどのように異なり、どのような特徴を持っているか、および自分のグループと、他の3グループの長所・短所などを知ることにより、ソフトウェアシステムのものづくりの難しさおよび奥深さを体感してもらえらるかと考えている。

このクロスチェックが終了すると、予稿集原稿・パワーポイントを作成し、プレゼンテーションを行う。このとき他の教官も参加し、口頭試問のような質疑応答を通し学生の理解度を観察できる。

学生には、このクロスチェックの集計結果と具体的な評価文言を整理した集計表(表1)およびその集計結果のグラフ化(図1)したものとを渡すことにしている。この資料は、自グループの長所・欠点および他グループの長所・欠点を比較検討でき、今後の反省材料となる。この評価内容について、積極的な学生は、教官が未だ整理中のときに、評価結果の原本を今後の参考にしたかったので見せてもらいた

い、と申し出てくる人もいる。

しかし、生のクロスチェックの資料は、評価者の個人が特定できるので、名前を伏せて整理したものを提示するようにしている。

このように、標準課題においては、初めに入口でのレベルを教師が知るための「見える化」を行い、終わりの評価は、アンケート、クロスチェックとプレゼンテーションにより作品を通した「見える化」による評価を行っている。

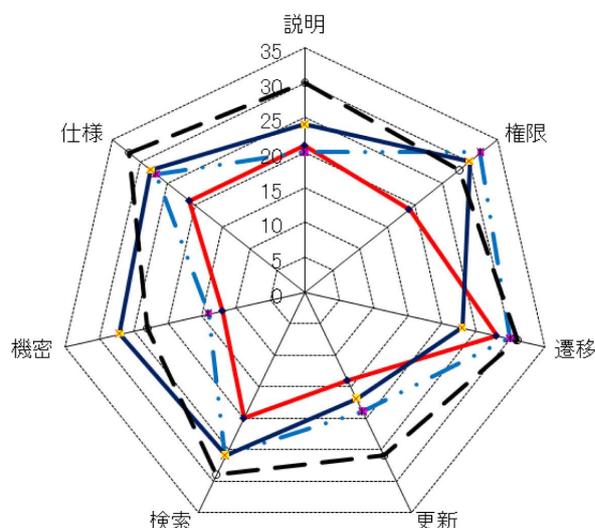


図1 4グループのクロスチェック・グラフ例

表3 開発課題Ⅰの仕様の例

平成19年度 開発課題Ⅰ (ハノイの塔)	
1. 課題名称	ハノイの塔の設計・製作
2. 課題説明	(1) ベースの大きさは400mm×300mmとする (2) ポール(軸)の太さはφ10とし、ポールは、横並べとする (3) ポールの面取りは、C1までとする (4) ワークはφ40、φ45、φ50、厚さ10mm、穴径φ10.5の3種類のウレタン製とする (5) 直動機構はベルト駆動とする (6) 装置の制御(動作コントロール)は、PCから行う (7) 位置決め制御等は、PICマイコンで行う (8) 機構部、制御部、PCの詳細については別紙詳細仕様書を参照のこと (9) 標準部品は別途部品一覧を参照のこと (10) 支給されたものは自由に加工して良い (11) 可動部分及びコントローラ(マニュアル動作用)はベースからはみ出さないこと (12) 競技(自動運転)は、PCからスタートボタンを押したら動作開始すること
3. 提出物	(1) 設計図(組立図、部品図など) (2) 日程表(計画、実績) (3) コスト計算書 (4) 成果報告書 (5) 成果物

3.2 開発課題Ⅱの指導での「見える化」

(1) 指導方法の概要

開発課題Ⅰは、3年生までに身に付けた技能・技術に基づいて、機械・電子・情報の3系の学生がチームを組んで、ファクトリー・オートメーションのミニチュア版を作る。グループは、7グループに分けている。具体的にはハノイの塔というゲームで、主なルールは、3本のポールの方の端に、3枚の大きさが異なった円盤が積まれており、その円盤を一枚ずつ移動させ、重ねるときは必ず大きい円盤の上に小さい円盤が乗るようにし、中央のポールは作業用のバッファとして利用し、最終的に反対側の端のポールに積み上げる。このゲームの自動機を制作し、最後に正確性、速さ等を競うことにしている。

表3に仕様を記す。表4に示した評価基準を事前に公表しておくこととしている。図2にハノイの塔の制作物の例を示す。

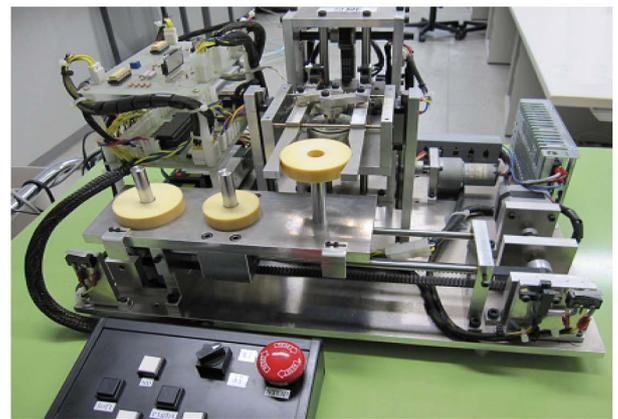


図2 ハノイの塔の例

表4 採点基準の例

4. 採点基準		採点基準表							得点
評価項目	ポイント	5点	4点	3点	2点	1点	0点		
品質	ステータス動作の滑らかさ(複動作)	2	全域滑らかに稼働し、停止点等が正確である	全域滑らかに稼働し、停止点等に誤差がある	一部滑らかに稼働しない部分がある	滑らかに稼働しない、停止点も不正確である	なんとかが動作する	未完成又はまったく動作しない	10
	ワークの脱着(上下動作)	2	滑らかなスライド移動、種々な脱着ができる	ワークの粗む位置に誤差がある	たまたまワークを水平に粗めないことがある	たまたま脱着できないことがある	脱着ができない	未完成又は、まったく動作しない	10
	一連の動作	2	仕様通り(マニュアル、オート動作ができる)	動作が遅い(リフト上の目標)	たまたま、オート動作時に誤動作する	マニュアル動作しか動かせない	なんとかが動作する	未完成又は、まったく動作しない	10
	ユーザーインターフェース	2	動作状態が表示される、操作性が良い	動作表示がどこにもない	動作状態が表示されない	操作性が悪化している	たまたま動作しないことがある	未完成又は、まったく動作しない	10
コスト	2	残業時間も無く、低コストの材料と部品で完成させた	低コストの材料と部品で完成させた	材料と部品の一部に再支給があった	部品を作り直した	まったくコストを踏んでない	未完成	10	
納期	2	決められた日限で完成した	納期は、守られたが時間外作業が多かった	完成したが、性能試験はしてない	主要部分は完成したが、動作に不安定な部分がある	まったく納期を踏んでない作業であった	未完成	10	
ユニーク度(創意・工夫点)	4	すばらしい創意・工夫が含まれている	独自の創意・工夫が含まれている	一般的な発想である	他の人の真似をしている	全て教えてもらった	設計ができない	20	
安全	安全作業	2	実習中、危険な作業等がまったくなかった	不安全な作業はなかった	一部不安全作業があった	振り回し火標などの怪音をさせた	他人に迷惑を掛けた	安全作業をまったく無視していた	10
	製品に対する安全配慮	2	マンインターフェースに配慮した安全な装置である	安全に考慮した装置である	非常停止が種々に行われる	一部にリリ、充電部露出が見受けられる	非常停止装置が付いてない	安全上、重大な欠陥がある	10
合計								100	

注意) 上記「採点基準」は参考である。

(2) 開発課題 I の評価

Kerkpatrickのレベル1の満足度は、情報系の学生にアンケートを実施しその結果⁽²⁾から、他系の学生とのコミュニケーションを通して、相互に相手のことが理解でき、他人を思いやる気持ちも生じてきたことが把握できた。Kerkpatrickのレベル2の達成度は、途中段階として設計終了直前に生産系教官団によるグループごとのレビューを実施することで評価している。その結果を学内のローカルな開発課題用ウェブページに公開している。公開する趣旨は、各グループの進捗状況と問題点とその解決方針などをオープンにし、共有化することで、指摘事項に偏見がなく、公平性があることが理解できる。そして他グループに似たような問題が生じた場合の対処法の参考となるように心がけた。このホームページに載せた内容の例を図3に示す。学生の氏名は、プライバシーの観点から塗りつぶしてある。

9月中旬までに制作を終わらせ、9月下旬に競技大会を開き、ハノイの塔の円盤の積替え時間を競うことになっている。このためモノを完成させなければ、という意欲も高まり、達成度の最終評価は、皆

が目で見えて理解し納得できるような場面設定ができたと考える。グループによっては夏休み返上で取り組んでいる。競技大会を9月下旬に実施することで、お互いの完成度を確認し、評価を体感できる。

情報系については、ある程度の方向性を明確にしておくことが望ましいと考え、制約条件を別途提示している。末尾に(参考1)として示した。

開発課題も、グループ作業であり、Kerkpatrickのレベル2の到達度については、上記のようにグループにより制作されたミニFAとしてのハノイの塔を評価することとしている。

開発課題 I 5月レビュー時のメモ(生産情報:福良)

このメモは、5月23日(火)に各グループのレビュー時に作成したものです。(最初のうちは、メモをとりそこなったりして、記述が少ししかありません、なお機械、電子については私の把握が出来なかったことは書いていませんので、悪しからず。)また、機械、電子、情報の区分けでコメント等を記述していますが、各グループともに「科」ではなく「グループ」として確認願います。かならずしも記述のある「科」の問題とは限らないのでチームとしての意識を持って対応願います。念のためのチェックリストとして参考にしてください。

なお、他グループの内容を、曲解して都合の良いように解釈されるとうまくないので注意願います。使い方としては、他のグループでの意見等も、自分たちのグループで問題が無いかなどのチェック用に利用していただければ幸いです。

●グループ1

機械：(欠席：)、
ディスクを掴む機構が動かない、設計しなおし、上下もベルト駆動
電子：
大きさは、掴んだときに判別する
情報：
プロトコル設計図提出すること

●グループ2

機械：
掴むところにラバーが必要
掴んだという判断は、どうやるか？
DCモータを回しっぱなしにすると、焼ききれる可能性あり
三段のうちの位置決め反射型のセンサーを用いるのは不確実性が高い
接触型センサーのほうがベターか？
ディスクが落としたときの安全確認は人間が行う
電子：
最初にディスク3個を判別する？
反射型センサーでの大小比較は無理
在るか無いかの判別のみを使う

図3 レビュー時のメモの校内ホームページへの公開例

4. おわりに

標準課題および開発課題Iのようなグループワーク形式の課題実習方式は、競技会のような形式に持ち込むことが可能であれば、全員で、観察できるので、やる気を引き出しやすいと考える。競技会が実施できれば、だれもがその結果を制作物の個性および性能などを客観的に判断しやすい。学生は、動いたことによる達成感を味わうことができ、他のグループとの比較を通して、どちらがどのように良かったのか、もしくは問題点は何かなどの今後の反省材料もその場での臨場感を通し、生の状況を把握できる。このようなカリキュラム構成を毎年実施しているということの後輩が知るにより、学生のインセンティブを高めることができ、ものづくりの能力を高めるために効果があると考えられる。

ここで紹介した「見える化」の考え方は、訓練指導の現場でのモニタリングをどのように行うのか、という問いに対する1つの解決方法と考えている。モニタリングは、データを採られていることに気がつかないように自然に収集できることが望ましい。

<参考文献>

- (1) 福良博史：情報技術関連の自習支援教材のWeb化、職業能力開発研究、22巻、2004、pp. 111-130
- (2) 福良博史・小林幸二・三屋恵一郎：IT系学生の新たな課題解決方式に関する試行、職業能力開発研究、25巻、2007、pp. 49-59
- (3) 職業訓練における指導の理論と実際 九訂版 財団法人職業訓練教材研究会 H19.6.30
- (4) Kirkpatrick：Revisiting Kirkpatrick's Four-Level Model, Training & Development, Jan. 1996, pp. 54-59
- (5) クロスチェック用に用いたシートは下記URLから入手可能 http://www.geocities.jp/mizar_mse/null/study/
上記ページ中の以下の項目でリンクされている「レビュー用チェックリスト(共通課題用)」

(参考1) 情報系の制約条件の例

H19年度開発課題 I 《情報系の課題に対する制約条件》

前提：技術的には、今まで実習してきたことが中心です。

新しい内容は、GUIとシリアル通信です。

重要：技術以外に以下の点に注意して課題に取り組んでください。

- ① 情報の仲間以外に、機械、電子の学生とのコミュニケーションを大切に、「何をつくるのか？」(what)を明確にする。
- ② 決めたことを、必ず文書に残す。
- ③ 日報は、必ずその日の最後に、決められたところに提出する。

1. 設計ドキュメントは、以下のとおり

- (1) 画面操作説明書
- (2) UMLのクラス図
- (3) UMLのアクティビティ図
- (4) マイコンとのプロトコル図

2. 開発する手順はおおよそ以下のとおり

- (1) シリアル通信の学習 / JavaGUIの学習
- (2) 電子とのプロトコルの取り決めを行い、ドキュメント化する。
注：機械と電子のメカニズムによっていろいろと要件が変わると思います。
- (3) ハノイの塔の制御用GUIを設計する。(マニュアル制御、自動制御の二種) ハノイの塔の制御中のモニタリング情報のGUIを設計する。
 - ・ハノイの塔の動作をGUI表示する
 - ・プロトコルのログを表示する
- (4) PC側のコントローラ(電子のマイコンの制御)を製作する。これが最終製品です。
- (5) 電子のマイコンが出来上がるまでの間に上記コントローラをテストするためのシミュレータをPC上に製作する。
- (6) テストは、(5)と(6)を、異なるPC上に置いてシリアルクロスケーブルで通信させ、テストすること。
- (7) (7)のテストが完了し、電子のマイコンが未完成の場合、簡単なマイコンのシミュレータを電子に製作してもらい、これと(5)のコントローラをつないで接続テストを行い、実機上での簡便な動作確認を行うこと。
- (8) 展示会のデモ用に、エンドレスで、ハノイの塔を動かす機能を入れること。

注意：PC単独および、マイコンと連動の両機能を考慮