

2 「エクストラネットデザインレビュー」教育方法の研究・開発

青山学院大学 齋藤 裕

2.1 研究目的

本論文では、エクストラネットデザインレビュー (Extranet Design Review, EDR) をとりあげ、その教育内容、教材、教育支援システムを示し、具体的なカリキュラム内容、すなわち講義・演習の流れ、講義・演習と教材・教育支援システムとの関連、教育システムの構成を示す。ここで言う教育支援システムとは、多人数実習教育において講師能力の補完を行うためのサイバーキャンパス基盤システムと、実習で利用される教育ソフトウェアを指す。更に有効性の検証と正規授業化する上での問題点を洗い出すために実証実験を行う。実証実験は、経営学部 3・4 年生 30 人を対象に、正規授業で利用を予定している教室環境（マルチメディア教室、学生がノート PC を持参し、そのノート PC を使用して実習を行う）で、正規授業で予定している授業内容を全て行う。また、実証実験による有効性の検証では、教育方法、教材、教育支援システムのそれぞれのカテゴリに分けて、アンケート方式で学生にその評価をしてもらい、その結果から有効性を導き出したい。更に、講師による問題点の洗い出しと改良点を合わせて整理する。

2.2 エクストラネットデザインレビューの教育内容と概要

製品設計業務プロセスにはいくつかの段階において試作作成段階があり、それと同じくしてデザインレビュー (Design Review, 以降 DR とする) 業務が発生する。EDR で取り扱う設計業務プロセスおよび DR 業務は、製品設計の中でもいわゆる「研究試作」と呼ばれる製品自体の組付性の確認や、部品間の干渉チェックなどを行う試作であり、その試作の結果をレビューする「試作 DR」業務である。図 2.1 は設計段階における研究試作業務に関連した業務プロセスをあらわした図である。

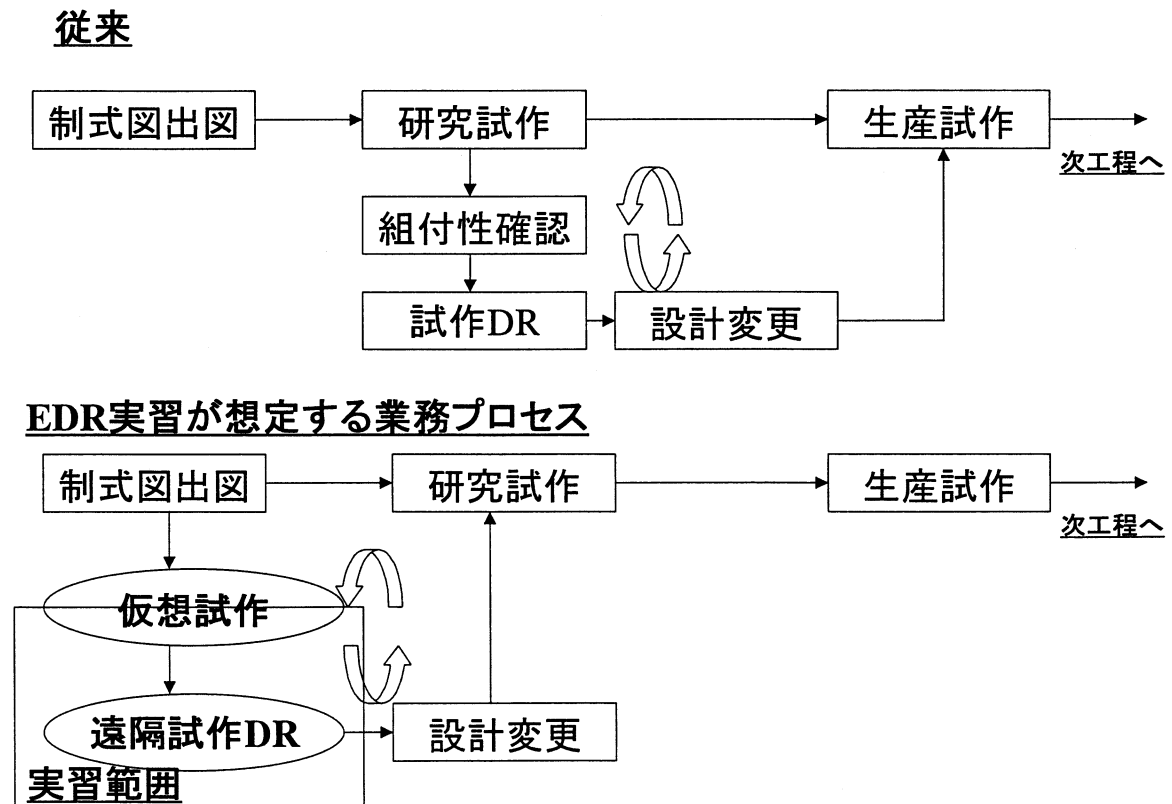


図 2.1 従来の設計業務プロセスと EDR が想定する業務プロセス
(森園伸太郎 「2 輪車におけるアセンブリシミュレーション適応」 一部修正・加筆)

図 2.1 によるとおり、従来の業務プロセスは設計図が設計部門から生産技術部門に出図したあと、生産技術部

門によって研究試作が行われる。これは実際にものを作る試作である。この試作を製作することによって、組付性を確認、組付評価を行い、試作 DR を通じて設計変更を設計部門へとフィードバックする。これを何度か繰り返して、実際の製品として製造が可能と判断されると、次の生産試作段階へと移る。この生産試作段階では、ロボットや人間を使った組立作業の作業書を作成するための試作を行うことになる。しかし、現在の製造業は、商品ライフサイクルの短縮にともない開発リードタイムの短縮が求められており、各企業においてさまざまな開発リードタイム短縮のための取り組みが行われている。

そこで、EDR でも、その取り組みを考慮した業務プロセスをベースに実習を行うべきであると考えた。それが図 2.1 の EDR が想定する業務プロセスである。従来の業務プロセスとの大きな違いは、試作段階において、3D-CG シミュレータを使った仮想試作と、情報共有・伝達の仕組みを利用した情報システムをバックに遠隔試作 DR（以降遠隔 DR）を取り入れていることである。仮想試作は従来の組付性確認をシミュレーションで行い、更に従来の業務では困難であった、動的な部品間の干渉チェックなども行うことにより、実試作（図 2.1 でいうところの研究試作）の回数を減少させ、結果、開発リードタイムの短縮とコスト削減を目指すものである。また遠隔 DR は、DR 業務の効率化（地理的・時間的制約の縮小。レビュー用ドキュメントや設計図、部品情報等の各種ドキュメントの伝達コスト（郵送、FAX 等）やロスタイム（伝達にかかる時間）の削減）によって、開発リードタイムの短縮を目指すものである。

よって EDR では、この新たな業務プロセスをケースとし、更に大きな可能性のある遠隔 DR に焦点を当てて、これに関連する業務、すなわち仮想試作による組付評価や動的干渉チェックを行う業務の体験と、遠隔 DR を支える情報システムの技術について学習させるものである。

2.3 エクストラネットデザインレビューに関する教育目標

エクストラネットデザインレビューに関する教育目標は以下のとおりである。

- ① 製造業の製品設計業務、とりわけ試作製作とデザインレビューについて、新たなアプローチである仮想試作、遠隔 DR におけるさまざまな知識を講義にて学ばせる。
- ② 生きたケーススタディを使って、実習にて仮想試作・遠隔 DR 業務を、教育支援システムを利用して体験することによって従来の講義のみの授業より教育効果を向上させる。

2.4 エクストラネットデザインレビュー教育

前述した教育内容、教育目標に基づき、以下のような演習カリキュラムを開発した。ここでは開発したカリキュラムと同時に、それに基づく演習の概要、従来教育との相違、演習環境について述べる。

2.4.1 開発したカリキュラム

2.2、2.3 で述べた教育内容、教育目標実現のために開発したカリキュラムの概要は以下のようになる。

(1) エクストラネットデザインレビュー（EDR）における実習の流れ

EDR は設計部門からの依頼を受け、3D-CG シミュレータによる仮想試作を使った動的干渉チェックおよび組付評価をした上で、レビューをおこない、最終的に設計部門、必要な場合には外部サプライヤーにフィードバックを行うものである。ただし今回 EDR では、以下の業務については既に終了しているものとした。

1. 設計部門から生産技術部門へ自動車のエアタンク部品群における動的干渉チェックおよび組付評価の依頼が来る。同時に必要なデータ（エアタンク部品群の 3D-CAD データ、エアタンクの標準組付順序データ）がエクストラネットプロダクションシステムを通じて送られてくる。
2. 生産技術部門では、設計部門から送られてきたデータと、3D-CG 作業シミュレータを使って、動的干渉チェックと組付評価を行うためのシミュレーションデータを作成する。
3. 2で作られたデータによって動的干渉チェックを実施。干渉箇所に関する更に詳細なシミュレーションデータを作成する。同時に干渉を回避する案を検討し、その候補案に関するシミュレーションデータを作成する。
4. 3D-CG 作業シミュレータが無い環境でも、シミュレーションデータが確認できるように、シミュレーションデータを MPEG データにエンコードする。
5. MPEG データをエクストラネットプロダクションシステムにアップロードする。

これは、3D-CG 作業シミュレータの操作に特殊技能が必要であり、授業時間（90 分*4 回）全てを使っても習得が困難であること、3D-CG 作業シミュレータが 1 ライセンス 600 万円と非常に高額であることを踏まえ、あらかじめシミュレーションデータを作成、学生のノート PC 環境で再生が可能な MPEG2 方式の動画にエン

コードし、そのデータを利用して組付評価を行うものとした。その関係で上記5つの業務は既に終了しているものとした。

次に実際の EDR 部分の流れを示したい。図 2.2、図 2.3 は EDR における実習の流れである。

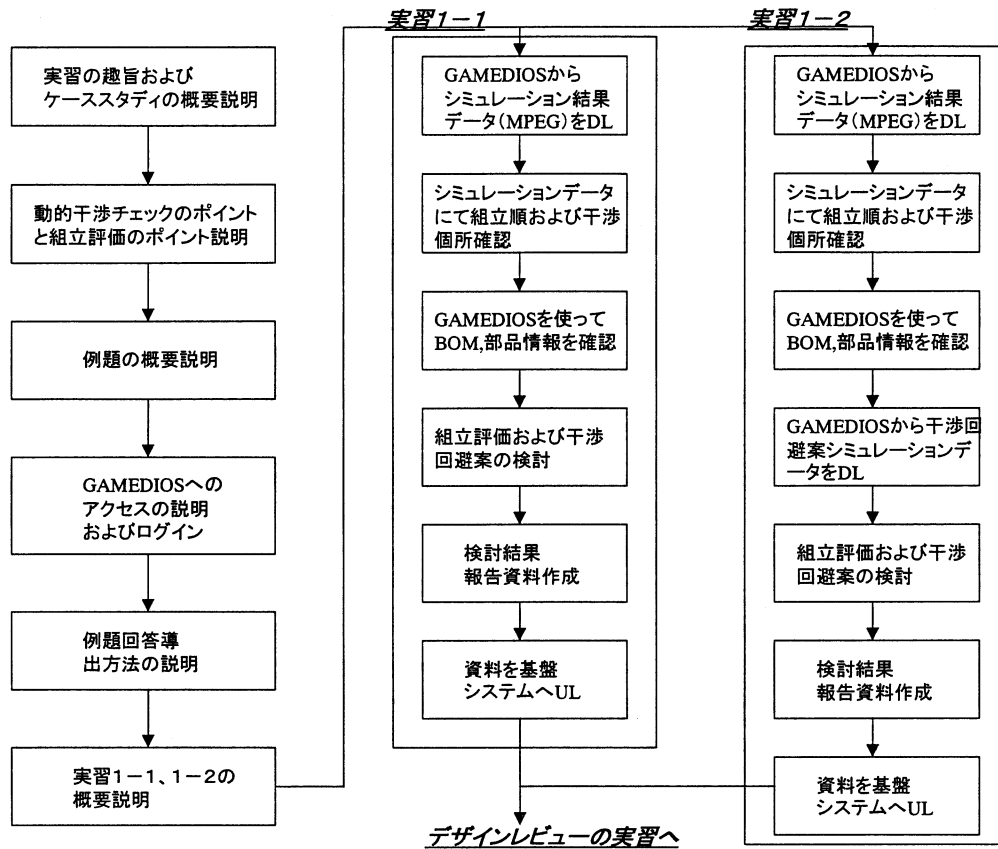


図 2.2 実習の流れ（1）：仮想試作による組付評価

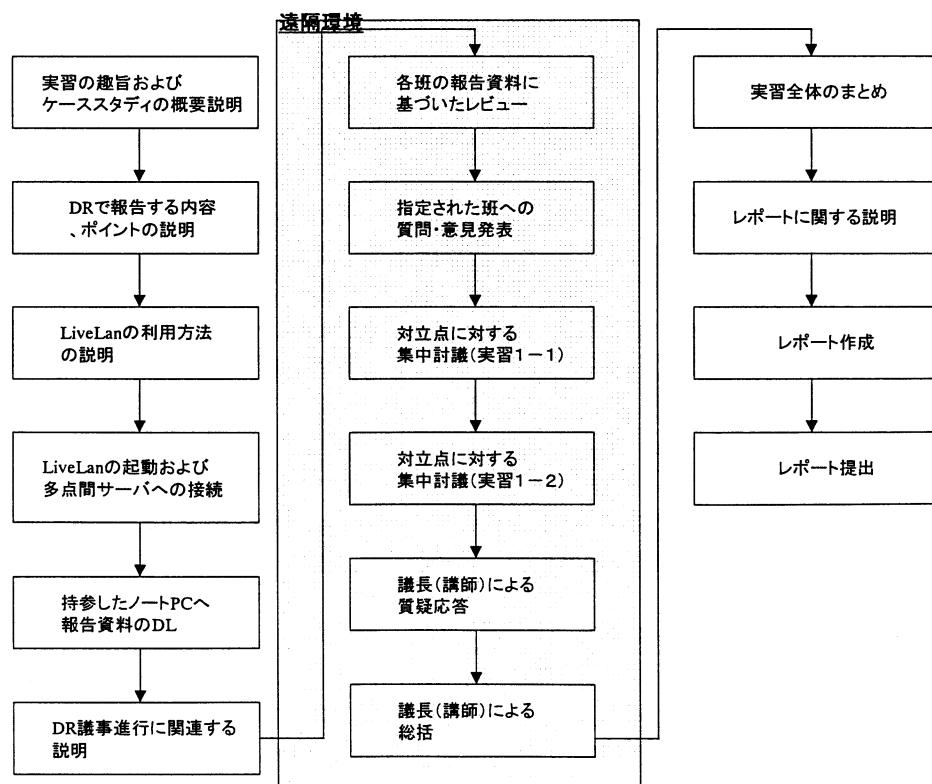


図 2.3 実習の流れ（2）：遠隔環境における試作 DR

EDR の実習は主に 2 つのカテゴリに分けられる。すなわち図 2.2 のような生産管理部門となりエクストラネットプロダクションシステムにある MPEG データを使って、組付評価、干渉回避・組付変更案を作成する実習と、図 2.3 のような各工場生産管理部門によって検討された内容の結果を、遠隔環境の DR を通じて報告し合い、議論をして、最終的に設計部門・外部サプライヤーにフィードバックする案を作成する実習とがある。

(2)EDR における講義の流れ

ここでは、講義部分の説明を行う。講義は(1)の実習の内容を受けて構成される。すなわち、製造業における製品設計業務に関連する知識や理論・技術を学ばせることに重点を置くのではなく、学生が(1)に示した実習を滞りなく実行するために必要な知識や理論・技術などに重点を置き、更にそれらに関連した一般的な知識を学べるような講義を行う。これは EDR の想定されている時間数が 360 分 (90 分授業 4 回) と制限されていることに大きく関連している。(1)で示した実習を全て行おうとすれば、講義の時間はおのずと減らさなければとても 360 分で終わらないと判断したためである。これは、既に青山学院大学経営学部 2 年生向けに開講されている「サイバービジネス演習」における経験からである。

そのため講義内容、講義の範囲を設定してから実習の内容を決めるのが普通であるが、本実習があくまでも実習による業務の体験を大きな目標としているため、普通とは異なり実習の内容を先に決定して、次に実習を遂行するために必要な知識を学ばせるための講義を検討するという方法を取った。

このようにして、講義内容を検討していくと、表 2.1 のようなことを講義で行う必要があると考えられる。

表 2.1 EDR／講義の内容

タイトル	内容
1) 製造業における製品設計業務	・ 製造業における製品設計段階の業務プロセス
2) デザインレビュー	・ デザインレビューとは ・ 製品設計段階のデザインレビュー ・ 試作段階のデザインレビューの内容 ・ 遠隔環境におけるデザインレビュー
3) 仮想試作	・ 仮想試作とは ・ 試作と仮想試作の違い ・ 利点仮想試作に用いられる IT
4) 組付評価	・ 動的干渉チェック・組付評価とは ・ 組付性評価法 (DFMA) ・ 生産設計時に組立性評価法で考慮すべき項目 ・ 生産設計時に組立性評価法以外で考慮すべき項目 ・ 内外製区分
5) ケーススタディ	・ T 社におけるリエンジニアリング
6) エクストラネット	・ エクストラネットとは ・ エクストラネットプロダクションシステムとは ・ 仮想試作／遠隔 DR 業務に必要なエクストラネットプロダクションシステム

講義の内容について細かく見ていく。

1) 製造業における製品設計段階

ほとんどの学生は製造業の製品設計段階業務プロセスについて、内容を知らないはずである。ここでは自動車業界における製品設計段階の業務プロセスを例にとり、現在の自動車業界における製造業務段階業務プロセスについて説明する。

2) デザインレビュー (DR)

製品開発・設計段階において DR は何回も行われる。製品企画段階において、自動車業界で言えば、製品の市場におけるポジショニングを確定し、デザインやコンセプトをレビューするための「企画 DR」。設計段階においてその製品の組付評価を行い、その結果をレビューするための「研究試作 DR」。生産準備段階にお

いて、工場のラインの設計やバッファエリアの検討などを行い、その結果をレビューするための「量産試作 DR」など、さまざまである。ここでは、それぞれの DR の概要と特に今回の実習で取り上げる「研究試作 DR」について説明する。

3) 仮想試作

試作とは、開発・設計中の製品を実際に製作することによって組付評価や干渉チェックを行う業務であるが、工場のライン等を使わずに人の手によって作る箇所が多くあるため、非常にコストがかかる。また、不具合が発生して何度も試作品を作り直すことになると時間のロスともなり、開発リードタイムの短縮が必須となっている製造業にとってダメージは計り知れない。そこで、3D-CG シミュレータ技術などを用いて、仮想的に試作品を製作（デジタルモックアップ）し、仮想空間上で組付評価や干渉チェックを行うことによって実試作の回数を減らし、開発リードタイムの短縮を目指す企業が出てきている。ここでは、仮想試作とは何か、実試作との違いおよび優位点、仮想試作に用いられる IT について説明する。また EDR の実習ではこの仮想試作を使って、組付評価を行う。

4) 組付評価

組付評価は試作業務における大きな仕事の 1 つである。これによって標準的な組付順序等を決定するからである。ここでは、組付評価と干渉チェック（静的・動的）、各種技法（DFMA 等）、組付評価時の考慮点等を説明する。

5) ケーススタディ

EDR の実習では、実際のデータを利用して、組付評価（実際は干渉回避のための組付評価）を行うが、いきなり実習を行ってもなかなかイメージがつかみにくい。そこで実際に設計段階による組付評価等によって、部品構成を変更し、製造リードタイムの短縮と生産ラインの自動化率向上を成功させた例について説明する。

6) エクストラネット

ここで言うエクストラネットとは、インターネットの技術を用いた部門間・企業間情報システムの事を指す。EDR は関連する部門や人が遠隔環境に置かれていることを想定しており、その間で情報共通・伝達するための仕組みが必須となる。このような仕組みをエクストラネットプロダクションシステム（EP システム）と呼ぶ。ここでは、エクストラネット、遠隔環境による仮想試作業務を支える EP システム等を説明する。

1) ～ 6) については 90 分で行うものである。この講義を行うことによって学生は実習を行う上で必要な知識や技術等を学ぶことになる。表 2.2 は実習と講義のどこが関連しているかを示したものである。

表 2.2 講義と実習の関連

講義番号	実習番号
1) 製造業における製品設計段階	実習 1-1, 実習 1-2
2) デザインレビュー	実習 2
3) 仮想試作	実習 1-1, 実習 1-2
4) 組付評価	実習 1-1, 実習 1-2
5) ケーススタディ	実習 1-1, 実習 1-2
6) エクストラネット	実習 1, 実習 2

2.5 教育システム

ここでは EDR を支援するために利用した教育ソフトウェアについて述べる。

2.5.1 利用した教育ソフトウェア

EDR では主に 3 つのソフトウェアを利用した。すなわち講義の開始／終了、受講生の出席確認、教材配信、小テスト、デジタルデータでのレポート提出について支援したサイバーキャンパス基盤システム、2.4 で説明した実習 1 を遂行する上に必要な情報やシミュレーションデータを提供する GAMEDIOS、実習 2 での遠隔 DR を実行するためのテレビ会議システムである。テレビ会議システムには一般的な PC 接続タイプのテレビ会議システムである Picturtel 社の LiveLan を利用した。サイバーキャンパス基盤システムと GAMEDIOS については次節以降、前述のソフトウェアについて説明する。

2.5.2 サイバーキャンパス基盤システム

サイバーキャンパス基盤システムとは、大学におけるあらゆる授業形態すなわち、講義形式、実習形式、協調グループ学習、セルフラーニング、遠隔授業、大人数教育、少人数教育などほぼ全ての授業形態に対して、授業支援を行うための統合的なプラットフォームである。その機能は主に授業支援機能、セルフラーニング支援機能、ネットワークコミュニケーション機能、システム管理機能である。以下はEDRで利用したサイバーキャンパス基盤システムの機能である。

① 授業支援機能

- ・ 授業開始／終了…講師が授業開始・終了の宣言に利用。
- ・ 教材管理…講義／演習に利用する各種デジタルドキュメントの学生への配信に利用
- ・ 提出物機能…学生が作成した成果物（デジタルコンテンツ、たとえば遠隔デザインレビュー用レビュー資料）
- ・ 小テスト機能…学生に対して小テストを実施のために利用。
- ・ アンケート機能…授業評価のための学生に対するアンケートを実施。
- ・ 出欠機能…講師が学生の授業の出欠確認に利用。
- ・ 講義参加／退出…学生が授業出席／退席に利用。

② ネットワークコミュニケーション機能

- ・ 伝言板…講師から学生への連絡に利用。たとえばレポート提出期限の告知など。

③ システム管理機能

- ・ 利用者情報管理…学生のサイバーキャンパス基盤システムへの登録に利用。
- ・ 受講情報管理…学生の講義への登録に利用。
- ・ 授業情報管理…サイバーキャンパス基盤システムへの講義の登録に利用。

授業支援機能に属する機能は、毎回の授業の度に利用する。またネットワークコミュニケーション機能についても授業回毎利用する。ネットワークコミュニケーション機能にはその他電子掲示板等があり、EDR以外のサイバermanyファクチャリング演習の実習では利用するが、EDRではテレビ会議システムを利用するため今回は電子掲示板は利用しないものとする。

2.5.3 GAMEDIOS



図 2.4 GAMEDIOS トップページ

GAMEDIOS は(株)凸版印刷開発、(株)NTTダイナミックテレマがASP サービスを行っているマルチメディアデータベースシステムである。このシステムにはテキストデータはもちろん、JPEG や GIF、TIFF などのあらゆる静止画像データ、ワードやパワーポイントなどのバイナリデータを、文字情報とリンクさせて蓄積することができる。EDR では、実習においてさまざまな仮想業務を行ううえで必要な情報を格納させている。

実習に必要な情報は全てカテゴリ分けされている。学生は実習を行ううえで、必要なときカテゴリに分けられた情報を参照または獲得して実習を進めていく。GAMEDIOS で作成したカテゴリ構成は図 2.5 のとおりである。

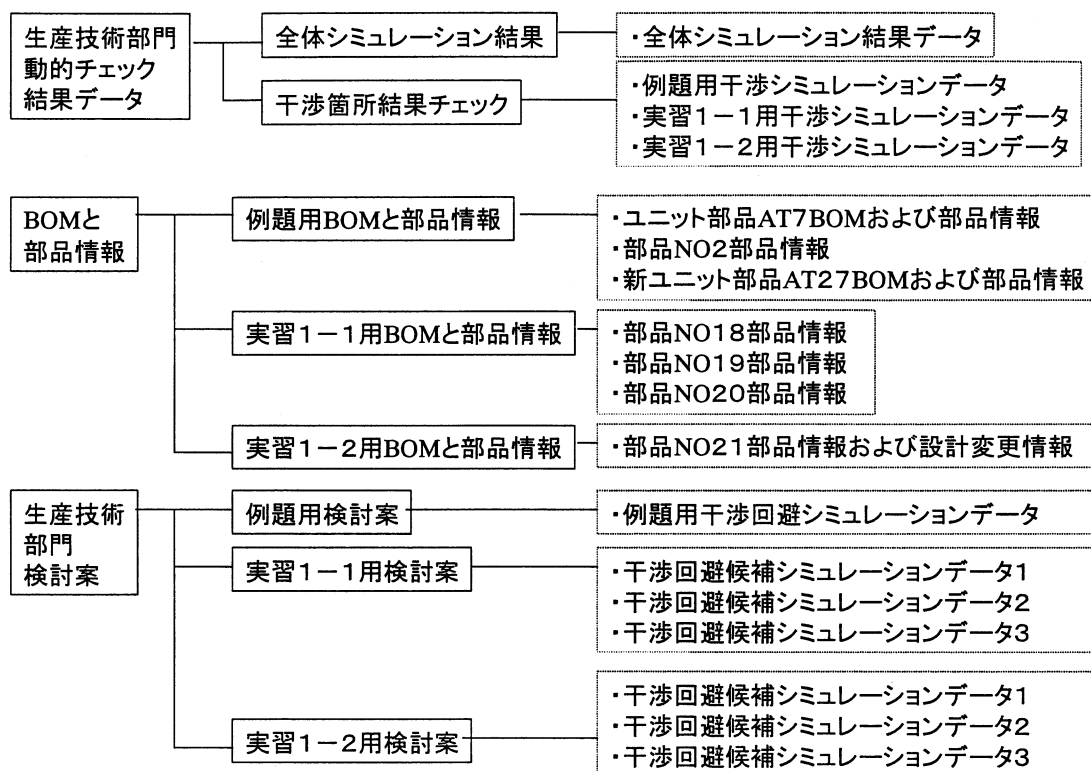


図 2.5 GAMEDIOS におけるカテゴリと収容情報

図 2.5 における実線枠はカテゴリ名であり、点線枠は情報やデータである。カテゴリの検索を行った後、各情報やデータの参照などの操作方法については、図 2.3 の流れの説明のうち、実習 1-1 における実習の流れにそって説明する。

① 実習 1-1：GAMEDIOS からシミュレーション結果データをダウンロードする

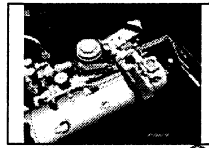
まず実習 1-1 を行うのに必須である実習 1-1 用干渉箇所チェックデータをダウンロードする。ダウンロードは、GAMEDIOS を「トップページ」－「カテゴリと商品情報の検索」－「生産技術部門動的チェック結果データ」－「干渉箇所結果データ」－「実習 1-1 用干渉シミュレーションデータ」とページを進めていき、シミュレーションデータ（ファイル名：cap018.mpg (2.7MB)）をダウンロードする。図 2.6 は「実習 1-1 用干渉シミュレーションデータ」のページであり、図 2.6 内の「cap018.mpg」という部分をクリックすることによってシミュレーションデータのダウンロードが可能である。

② 実習 1-1：シミュレーションデータにて組立順および干渉箇所確認

次にダウンロードしたファイル cap018.mpg を Windows Media Player にて再生して、干渉箇所をチェックする。実習 1-1 では図 2.7 のような 3 つのケーブルがあり、現在は部品 NO. 20、19、18 の順番で組付けている。

商品の仕様

品名	問題点1用干渉シミュレーション
品名	問題点1用干渉シミュレーション



画像名: CAPTURE018
高さ×幅(mm): 55×70.6
ファイルサイズ: 0 byte

共通商品スペック(文字指定/商品スペック)	
項目名	問題点1用干渉シミュレーション
部品名	特になし
部品項目コード	1111018
コメント1	特になし。
コメント2	特になし。
コメント3	特になし。
コメント4	cap018.mpg
コメント5	ケーブル同士が干渉してしまう。

TOPPAN PRINTING CO.,LTD.

図 2.6 シミュレーションデータダウンロード画面

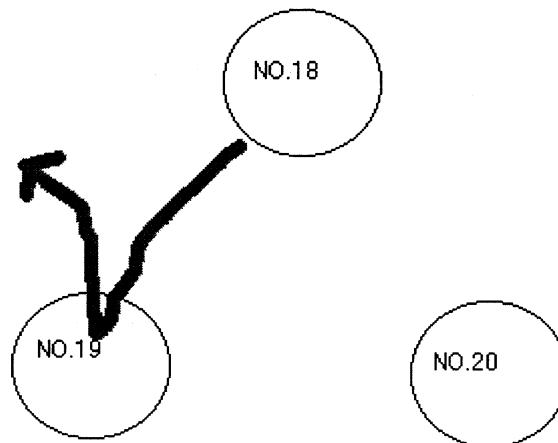


図 2.7 実習 1-1 における組付順番

しかし、現行では、シミュレーションデータで確認できるように、NO.18 が NO.19 に干渉してしまう問題が発生している。

③ 実習 1-1 : GAMEDIOS を使って BOM、部品情報を確認する。

干渉回避のための検討に入る。検討に当たって、干渉概要部品および関連部品の部品情報を GAMEDIOS より確認する。部品情報の確認は、GAMEDIOS の「トップページ」－「カテゴリと商品情報の検索」－「BOM と部品情報」－「実習 1-1 用 BOM と部品情報」で部品 NO.18、19、20 に関する部品情報を取得することができる。図 2.8 は NO.18 の部品情報画面である。

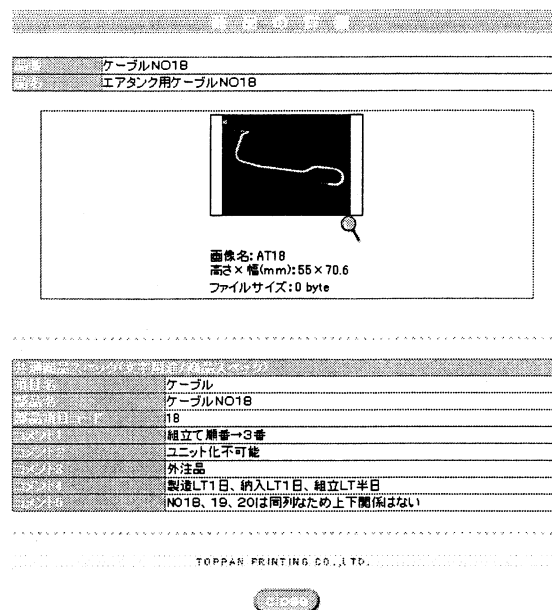


図 2.8 部品 NO. 18 の部品情報画面

④ 実習 1－1：組付評価および干渉回避策の検討

ここまでで干渉結果シミュレーションデータ、干渉に関連している部品の部品情報と獲得できる情報は全て取得済みなので、学生は、組立性評価法を一番の柱として、干渉回避策の検討を行う。実習 1－1 は組立性評価法を理解していれば比較的簡単に回避策が導き出せる状態となっている。つまり、部品情報を確認することによってユニット化は不可能であることがわかる。更にシミュレーションデータから部品 NO. 18、19、20 の動作は、前述以外の部品にはまったく干渉する余地がないことから、比較的簡単に部品の組付け順序変更によって干渉を回避、つまり、NO. 18 が NO. 19 の後に組付けられることによって干渉が発生しているため、NO. 18 と NO. 19 の組付け順序を入れ替えることによって干渉が回避できるのではないかと予想ができるのである。ここまでの予想ができたというタイミングを、講師は教室内を巡回することによって把握し、適度な時間で次ステップに進める。

⑤ 実習 1－1：検討結果報告資料作成

検討結果は実習 2 の遠隔 DR で実習 1－1 の内容に関する検討結果のレビューのために用いられる。したがって学生は Microsoft PowerPoint などレビュー資料を作成する。図 2.9 は実際に実証実験時学生が作成したレビュー資料の一部である。

⑥ 実習 1－1：レビュー資料の基盤システムへアップロード

作成されたレビュー用資料は、サイバーキャンパス基盤システム「提出物機能」を使ってアップロードする。この資料は、実習 2 で再度サイバーキャンパス基盤システムから各学生グループへ再配布して、グループごとに所持できるようにするとともに、成績評価の際に資料の 1 つとなり、また本実習の有効性を判断する 1 つの資料ともなる。

現在問題1の問題点

パイプ18、パイプ19が互いに接触している。19が先に設置されていて、18があとで干渉している形となっている。

2

組立性評価法による検討項目

①部品の組立順番: 部品を組付ける順番を評価する。

②部品の組立経路: 組付ける部品の経路(軌道)を評価する

③部品の設計変更: ①か②で部品同士の干渉を回避できない場合は設計変更を実施する。

このうち①の検討を行った。

3

問題1に対する提案

パイプ(18)を先に設置して、あとで19を設置してみることにする。

下の順に設置することを提案し、解決する。



4

問題1に関しては以上。

図 2.9 学生作成のレビュー用資料 (一部抜粋)

2.6 実証実験

ここでは、開発したカリキュラムの教育効果を明らかにするために行った実証実験について述べる。

2.6.1 実証実験の概要

今回行う EDR の実証実験の概要は表 2.4 のとおりである。

表 2.4 実証実験概要

日時	9月21日 11:00-17:50
実施時間	4コマ
実施場所	青山学院大学青山キャンパス11号館 1144教室 (マルチメディア教室) 同キャンパス総研ビル8F 801、802研究室 同キャンパス8号館7F W705 研究室、ACC 企画室
学生	青山学院大学経営学部3、4年生 25名 電気通信大学工学部4年生 4名 合計29名
環境	各自持参のノートPCを利用 (MMX233MHz, 64MB メモリー相当) ネットワークは100M-LAN環境 (学外へは11.5MBps)
時間割	11:00-12:30 講義 13:10-16:30 実習1 16:20-17:50 実習2

まず利用教室であるが、EDR は正規授業化した際に 120 人という大人数を想定しているため、通常のコンピュータ実習室では対応できない。(青山学院大学青山キャンパスでは最高でも1教室60台程度である。) そこで電源・情報コンセントが設置されていて、学生各自がノートパソコンを持ち込み、実習を行うことができるマ

ルチメディア教室を利用することが大前提となる。したがって実習2の遠隔DR以外についてはマルチメディア教室に学生がノートパソコンを持ち込み、実習を受けるものとした。図2.11はマルチメディア教室の風景である。



図 2.11 マルチメディア教室の風景

また遠隔DRの実習（実習2）では、完全なる遠隔環境においてテレビ会議システムを利用し実習を行うために、マルチメディア教室から移動し、表6.1の「実施場所」欄に記載されている総研ビル8F 801、802研究室、8号館7F W705研究室およびACC企画室へ移動する。マルチメディア教室を含めて前述4室は10Mbps-LANで接続されている。

次に実証実験の対象の学生であるが、正規授業では経営学部3・4年生向けに実習を開講することを想定している。したがって、実証実験においても正規授業同様経営学部3・4年生を実験の対象の学生とした。また理工学部を含めた理工系学部への拡大が可能かどうかを判断するための情報の獲得ために、電気通信大学工学部の4年生にも実証実験に参加してもらった。本論文では、あくまで経営学部を含めた社会科学系学部に対して授業を行うことを想定してEDRの有効性を検証するものであるため、理工系学部への有効性検証は行わないものとする。

2.6.2 EDRで目指す教育目的および有効性検証のための指標

EDRはサイバーマニュファクチャリング演習の1つのトピックスである。したがってサイバーマニュファクチャリング演習の「メーカーの製品開発、設計、生産準備段階におけるさまざまな理論・知識を講義で学ばせ、生きたケーススタディを使って、業務プロセスをさまざまな教育支援システムを利用した実習で体験することによってより教育効果を向上させる」という目的が前提となり、EDRでは、「製造業の製品設計業務、とりわけ試作製作とデザインレビューについて、新たなアプローチである仮想試作、遠隔DRにおけるさまざまな知識を講義で学ばせ、生きたケーススタディを使って、教育支援システムを利用して仮想試作・遠隔DR業務を体験することによって従来の講義のみの授業より教育効果を向上させること」が教育目的となる。したがってEDRの有効性は講義のみの授業より、教育効果が向上したことを検証することによって実証することになる。

次に教育効果の向上を実証するための評価指標について述べる。表2.5の4つの指標にて評価を行う。

表 2.5 EDRにおける評価指標

評価指標	内容
教育方法	EDR 全体の評価、協調グループ学習形式による教育効果向上の有無および度合い、講義＋実習の学習形式による教育効果向上の有無および度合い
教材	講義用・実習用パワーポイント資料、各システムの操作手引書、実習支援のためのマルチメディアデータなど講義、実習で利用する教材の有効性
教育システム	実習による業務の疑似体験の教育効果向上に対する有効性。
サイバーキャンパス基盤システム	教師能力補完のためのサイバーキャンパス基盤システムの有効性。

表2.5の評価指標によってEDRを評価するために、実証実験では学生に対して授業アンケート、レポート、

ワークシート、小テストを実施する。表 2.6 は授業アンケート項目である。またアンケートは表 2.6 の全ての評価指標についての質問を用意している。

表 2.6 授業アンケート

問題番号	内容	該当評価指標
	今回の授業内容に対する本教育方法の総合評価: 従来の授業に比べて、本教育方法は、今回の授業内容を確実に理解する有効だったと思いますか、その総合評価をしてください。なお、本教育方法とは、業務プロセス志向による講義内容と、それに対応した仮想業務支援教育用ソフトウェアを利用した演習、さらにサイバーキャンパス基盤システムを利用した授業環境のことを指すことにします。	
問1	今回の授業内容に対する理解度の確実性:	教育方法
問2	今回の授業内容は、どの段階で理解が確実になりましたか。	教育方法
問3	ください。	教育方法
問4	演習内容や演習の流れに対応した教育用ソフトウェアは適切だったと思いますか。 協調型演習でのコミュニケーションによる授業内容理解の促進: 2人が一つのグループ内で各担当者に分かれて、それぞれのグループを構成して学習を進めました。今回の授業では、このグループ学習により、グループ内のみならず、教師や他のグループとの情報交換や双方向コミュニケーションが促進され、今回の授業内容を効率的に学習できた	教育方法
問5	各教授の以下の教材によって、簡単に理解できたと思いますか？	教材
問6	各教授の教材によって、より多くの知識をより早く得られたと思いますか？	教材
問7	各教授の教材によって、正確な知識や総合的な知識が得られたと思いますか？	教材
問8	各教授の教材によって、楽しく授業を受けられたとおもいますか？	教材
問9	教育ソフトウェアの使い勝手(操作感)についてどう思われましたか？	教育ソフトウェア
問10	教育ソフトウェアを楽しく(興味をもって)業務の遂行疑似体験型の学習ができましたか？	教育ソフトウェア
問11	教育ソフトウェアによる演習の遂行疑似体験は授業内容を理解するうえで役立ちましたか？	教育ソフトウェア
問12	したか？	教育ソフトウェア
問13	か？	教育ソフトウェア
問14	すか？	教育方法
問15	もっと上級用の教育ソフトウェアを使った遂行疑似体験型の授業を受けたいですか？	教育方法
問16	グループ間・内での話し合いは、テレビ会議、掲示板、質問箱等のネットワークコミュニケーション機能を利用して容易にできましたか。	基盤システム
問17	掲示板、質問箱等のネットワークコミュニケーション機能を使って授業の理解は深まりましたか？	基盤システム
問18	学習をする上において、掲示板機能・質問箱機能等のネットワークコミュニケーション機能のどの点が良かったですか。悪かったですか。	基盤システム
問19	出席登録機能による出席確認、教材配信機能による教材の受け取り、提出物機能によるレポート等の提出等の授業支援機能)は便利でしたか。	基盤システム
問20	今回の授業で利用したサイバーキャンパス基盤システムの機能で、授業にもっとも必要と感じた機能はどれですか。	基盤システム
問21	今回の授業全体を通じて、良い点・悪い点をそれぞれ挙げてください。	教育方法

またレポート、ワークシート、小テストは学生の理解度を測るものさしとする。まずレポートは全ての学習を終了した段階で実施するものであり、EDR で取得できる全ての教材取得済みで、利用できる全てのシステムの利用方法を習得している段階で実施される。したがって、レポートの成績は教材と教育ソフトウェアの有効性を図る上で1つのデータとなる。次にワークシートであるが、ここで言うワークシートとは実習1-1、1-2を行った際に最終成果物としてサイバーキャンパス基盤システムへアップロードされる「レビュー用資料」である。実習1-1、1-2は学生がグループとなり協調しながら実習を進めていきその結果発生する成果物である。また講義では実習1の内容をよりスムーズに実行するための講義内容となっており、実習1の円滑な遂行は講義を理解していることが大前提となる。したがって、ワークシートの成績は教育方法の、有効性評価の1つの指標となる。小テストの成績は、学生の講義理解度を示している。したがって、講義用パワーポイント資料の適切性および講義内容の適切性が検証できる。

以上4つの成果物を用いて、表 2.6 の評価指標をベースに実証実験を実施し、EDR の有効性を検証する。

2.7 実証実験結果と考察

ここでは、EDR に対しておこなった実証実験の結果について述べるとともに、それに対して考察する。

2.7.1 実証実験結果

表 2.7 は授業アンケートに関して重み付けによって評価できる項目についての評価結果である。評点はアンケートの回答を「非常にそう思う」「そう思う」「普通」「そう思わない」「まったくそう思わない」の5段階について、「非常にそう思う」を5点として以下4、3、2、1を点数換算したものの平均点である。また表 2.8 は授業アンケートのうち重み付けでは評価できない項目についてまとめたものである。

また表 2.9 は表 2.7 を評価指標別に集計、平均を算出したものである。表 2.10 は記述式アンケートの結果を

カテゴリ分けした結果である。

表 2.7 授業アンケート結果（重み付け可能な項目）

評価項目対象	評価点
問1 今回の授業内容に対する本教育方法の総合評価	4.4 教育方法
問4 演習内容や演習の流れに対応した教育用ソフトウェアは適切だったと思いますか。	4.3 教育方法
問5 協調型演習でのコミュニケーションによる授業内容理解の促進	4.1 教育方法
問7 各教授の教材によって、より多くの知識をより早く得られたと思いますか？	4.3 教材
問8 各教授の教材によって、正確な知識や総合的な知識が得られたと思いますか？	4.1 教材
問9 各教授の教材によって、楽しく授業を受けられたとおもいますか？	4.6 教材
問10 教育ソフトウェアの使い勝手（操作感）についてどう思われましたか？	3.9 教育ソフトウェア
問11 教育ソフトウェアを楽しく（興味をもって）業務の遂行疑似体験型の学習ができましたか。	4.5 教育ソフトウェア
問12 教育ソフトウェアによる演習の遂行疑似体験は授業内容を理解するうえで役立ちましたか。	4.5 教育ソフトウェア
問13 楽しく興味をもって他の学生と協働して演習をする教育ソフトウェアの遂行疑似体験ができましたか？	4.4 教育ソフトウェア
問14 他の学生と協働して作業をする教育ソフトウェアの遂行疑似体験は、学習の理解に役立ちましたか？	4.4 教育ソフトウェア
問17 グループ間・内での話し合いは、テレビ会議、掲示板、質問箱等のネットワークコミュニケーション機能を利用して容易にできましたか。	3.7 基盤システム
問18 掲示板、質問箱等のネットワークコミュニケーション機能を使って授業の理解は深まりましたか？	3.6 基盤システム
問20 出席登録機能による出席確認、教材配信機能による教材の受け取り、提出物機能によるレポート等の提出等の授業支援機能は便利でしたか。	4.4 基盤システム

表 2.8 授業アンケート（重み付け不可能な項目）

問2	今回の授業内容に対する理解度の確実性：今回の授業内容は、どの段階で理解が確実になりましたか。	
1	1. 教師の講義終了後、関連したデモンストレーション後	13%
2	2. 教員自身の演習実施後	11%
3	3. 自分自身から演習するグループ内での演習実施後	19%
4	4. 教員自身の演習内容の解答後	67%
5	5. 講義内容や演習内容、教材は適切だったと思いますか。	0%
問3	講義内容や演習内容、教材は適切だったと思いますか。	
1	1. 講義内容や演習内容、教材は適切だったと思いますか。	0%
2	2. 講義内容や演習内容、教材は適切だったと思いますか。	4%
3	3. 講義内容や演習内容、教材は適切だったと思いますか。	52%
4	4. 演習内容や演習内容、教材は適切だったと思いますか。	15%
5	5. 講義内容や演習内容、教材は適切だったと思いますか。	30%
問6	各教授の講義内容や演習内容、教材は適切だったと思いますか？	
1	1. 講義内容や演習内容、教材は適切だったと思いますか？	48%
2	2. 講義内容や演習内容、教材は適切だったと思いますか？	4%
3	3. 講義内容や演習内容、教材は適切だったと思いますか？	30%
4	4. 演習内容や演習内容、教材は適切だったと思いますか？	19%
問15	あな達は、今回の授業（講義と演習）を勧めたいですか？	
1	1. はい	94%
2	2. いいえ	6%
問16	もしも、今回の授業（講義と演習）を受けたいですか？	
1	1. はい	22%
2	2. いいえ	5%
問21	今回の授業で使ったサイバースキャンパス基盤システムの機能で、どの機能が最も必要と感じましたか？	
1	1. 出席機能	4%
2	2. 伝言板機能	0%
3	3. 掲示板機能	11%
4	4. 質問箱機能	4%
5	5. 教材配信機能	67%
6	6. 提出物機能	4%
7	7. アンケート機能	0%
8	8. テキスト機能	11%
9	9. 成績管理機能	0%
10	10. その他	0%

表 2.9 授業アンケート結果(指標別平均)

評価指標	評点(5点満点)
教育方法	4.27
教材	4.3
教育ソフトウェア	4.34
基盤システム	3.9

表 2.10 授業アンケート結果（記述式）

問題:

学習をする上において、掲示板機能・質問箱機能等のネットワークコミュニケーション機能のどの点が良かったです

良い点

TV会議の方が意思疎通が回りやすい。

掲示板が相手の意見が残るため後から確認でき便利

口頭で質問できないようなことでも質問箱機能だと質問できる。

悪い点

レスポンスが悪い。(マシ的に質問に対して)

(TV会議時)に画面共有等ができないのがつらい

問題:

今回の授業全体を通じて、良い点・悪い点をそれぞれ挙げてください。

良い点

従来と異なり視覚的な教材が非常に有効に感じられる。

シミュレータデータやGAMEDIOSを使った業務疑似体験がより授業の理解を促した。

シミュレータデータや各種システムによって興味を持って授業に望めた。興味をもてることが非常に重要だと思う。

興味をもてることが非常に重要だと思う

グループでの学習

教材のDL

悪い点

テレビ会議中に画像やプレゼンファイルが共有できない。

難しい。

システムが重い。

グループの人数が多すぎる

システムトラブルによる授業の停滞が授業理解の妨げになる。

次にレポート、ワークシート、小テストの結果を示す。表 2.11 はレポート、ワークシート、小テストの平均点を示したものである。

表 2.11 レポート、ワークシート、小テスト成績評価

項目	平均点
ワークシート	87.1
レポート	82.8
小テスト	100

2.7.2 実証実験の分析

まず、授業アンケートについてサイバーマニュファクチャリング演習の他のトピックスと比較してみる。表 2.12 は重み付けが可能なアンケート項目についてのサイバーマニュファクチャリング演習内各トピックスの比較である。また表 7.7 は評価指標別にサイバーマニュファクチャリング演習を比較したものである。

表 2.12 サイバーマニュファクチャリング演習全体比較

評価項目対象	EDR演習	トピックス2	トピックス3	トピックス4	トピックス5	トピックス6
問1	4.4	4.2	4.0	3.9	4.0	3.9
問4	4.3	3.6	3.9	3.2	3.5	3.2
問5	4.1	3.8	3.6	3.7	3.5	3.7
問7	4.3	4.0	3.8	3.8	3.5	3.8
問8	4.1	4.0	3.9	3.6	3.7	3.6
問9	4.6	4.2	4.1	3.7	3.6	3.7
問10	3.9	3.2	3.2	2.1	3.6	2.1
問11	4.5	4.0	3.9	3.4	3.6	3.4
問12	4.5	4.3	4.1	4.1	3.9	4.1
問13	4.4	4.0	3.7	3.5	3.4	3.5
問14	4.4	3.9	4.1	3.9	3.8	3.9
問17	3.7	4.0	3.6	3.1	3.6	3.1
問18	3.6	3.8	3.7	3.4	3.7	3.4

表 2.13 評価指標別全体比較

	EDR	Topix2	Topix3	Topix4	Topix5	Topix6	平均
教育方法	4.3	3.9	3.8	3.6	3.7	3.3	3.8
教材	4.3	4.1	3.9	3.7	3.6	3.3	3.8
教育ソフトウェア	4.3	3.9	3.8	3.4	3.7	3.6	3.8
基盤システム	3.9	4.1	3.8	3.5	3.7	3.4	3.8

表 2.12、2.13 から見て取れるようにサイバーマニュファクチャリング全体からみても EDR の学生の評価はずば抜けてよいものとなっている。まず教育方法であるが、重み付け評価できる授業アンケートでは平均 4.3 とサイバーマニュファクチャリング演習の中ではもっとも高い数値を示している。表 2.8 の問 2 が示しているように、EDR が取り入れている講義＋実習の授業形態は、講義だけでは理解できない知識や理論も自分が所属するグループ内での演習終了後に授業内容の理解ができたと答えている学生が 7 割弱いることがわかった。成績評価ではグループで作成を行うワークシートと個人で作成を行うレポートによって平均点で 5 点以上の差がついた。講義内容の理解をチェックするために実行された小テストが全員 100 点を取っているため授業内容を全ての学生は理解しているといえるであろう。しかしレポートとワークシートで差が付いたのは、個人学習の状態であるか協調グループ学習の状態であるかの差がこの点差を生んだ 1 つの要因になっていると考えられる。また記述式アンケートでも実習がより授業内容の理解を深めたという意見が多く出ていることから、EDR が取り組んだ講義＋実習および協調グループ学習という教育方法は有効であると考えられる。

教材であるが、重み付け評価では他のトピックスに大差をつけて高い評価を得ている。記述式アンケートでも視覚的な教材が、授業内容の理解に非常に有効だと感じている学生が多くいる。また各種の教材をフルに利用して作成するワークシート、レポートがともに平均点が 80 点以上の A という結果であり、EDR が多く用いたシミュレーションデータや画像データなどの視覚的な教材が支持されているものとする。また EDR のケーススタディは実際に自動車会社 A 所有の生きたデータであり、守秘義務の範囲を超えないように、カスタマイズされたデータである。このような「生きたケーススタディ」を教材に用いたことが、よりリアリティのある業務疑似体験となっていると考えられる。

教育ソフトウェアについても重み付け評価で他のトピックスに大差をつけて高い評価を得ている。記述式アンケートでも GAMEDIOS などの EDR で利用した業務疑似体験を支援するための教育システムが授業内容理解の促進につながっていると考えられる学生が多くいることが判る。この指標に関しては教育ソフトウェアをまったく利用しないで同内容の授業を実施したときの学生の理解度を示すデータがなければ単純に有効性を評価できるものではないが、レポート、ワークシートの成績を見る限り大学の一般的な単位認定評価である A の範囲であること、また学生の多くが教育ソフトウェアに対して指示していることから十分に有効なものであることを示していると考えられる。

サイバーキャンパス基盤システムであるが、EDR の中でもっとも評価が低いものとなった。しかしサイバーマニュファクチャリング演習全体では平均を上回っている評価をされている。これは他のトピックスでは学生同士のコミュニケーション手段としてサイバーキャンパス基盤システムの掲示板機能を利用したのに対して、EDR では TV 会議システムを使ったことの差が出ていると考えられる。しかし、教材配信機能、提出物機能など EDR で利用した機能については支持されている点からも授業支援機能としてのサイバーキャンパス基盤システムは有効であると考えられる。

全体的な評価としては、多くの学生がアンケートで「他人にもこの実習を紹介したい」「同形態で、もっと上級の実習を受けたい」と表明していることからわかるようにある程度の有効性は実証できたと考える。しかし、記述式アンケートでもシステムトラブル、システム環境に関する意見が多く出されており、また講義と演習それぞれは理解できたが紐付けすることが難しかったと答えている学生もいることから、正規授業化に対しては、改良が必要であると考えられる。

2.8 今後の課題

今回開発した教育方法、教材、教育ソフトウェア、そして利用したサイバーキャンパス基盤システムの有効性

は明らかになったものの、正規授業化に向けて改善すべき点についても明らかになった。すなわち、講義と実習それぞれは理解できたものの、そのマッピングが難しかったことである。その原因の大きなところは授業時間特に講義にかけられる時間が少なかったためと、実習と講義のマッピングが可能になるような講師の説明不足である。それらを改善するためには現在の4コマでは不足しており、最低でも6コマを用意し、もう少し講義に時間をかけられるようにしなければならない。またその際に、学生が講義後でも実習とマッピングが可能となるような講義メモや講義資料が必要となってくる。以上が今後の課題と考えられるが、改善点を克服すれば、評価が低かった点についても十分に高い評価が得られるものと考ええる。

謝辞：

本実証実験を行うにあたり、システム使用許諾をいただいた(株)凸版印刷様、また決めの細かいサポートをいただいた(株)NTTダイナミックテレマ様には本当に感謝いたします。また教材開発に当たり、協力してくれた権藤俊彦氏、大網千鶴氏、奥田繁氏、笠松宏一郎氏、菊池誠之氏、木村静氏には本当に感謝しています。

参考文献：

- [2.1] 長坂悦敬、木佐貫新：活動モデルと背景情報を考慮した生産準備業務支援情報システムの開発、「経営情報学会誌」, Vol.9, N01 PP33-35(2000)
- [2.2] 高島千代久、野木篤子：生産時点情報管理(P0P)システムの開発と活用,「日本設備管理学会誌」, Vol.8, NO.1, PP11-18
- [2.3] 丸山能生：仮想・現実建築施工管理システムの開発,「第21回情報システム利用技術シンポジウム」, 日本建築学会誌・情報システム技術委員会(1998)
- [2.4] 玉木欽也：仮想・現実生産のための情報システム,「青山経営論集」, Vol.34, No3, PP21-34(1999)
- [2.5] 藤本隆宏, キム・B・クラーク共著：製品開発力, ダイヤモンド社(1993)
- [2.6] 森園伸太郎：2輪車におけるアセンブリシミュレーションの適用, 日本デルミアユーザカンファレンス(2000)
- [2.7] 齋藤裕、玉木欽也：バーチャルマニュファクチャリングにおけるエクストラネットプロダクションシステムに関する研究,「経営情報学会春季全国大会予稿集」, pp174-177(2000)
- [2.8] 齋藤裕、玉木欽也：サイバーマニュファクチャリングにおける生産情報システム構築とシステム要件定義, 日本設備管理学会誌, Vol.12, N04 pp123-134(2001)
- [2.9] 日経デジタルエンジニアリング 2000.11 P110

参考ホームページ：

- [1] <http://www.neweb.ne.jp/service/service/ip/adsl/index.html>
- [2] <http://www.neweb.ne.jp/service/service/ip/adsl/index.html>
- [3] <http://www.neweb.ne.jp/service/service/ip/adsl/index.html>
- [4] <http://www.microsoft.com/japan/windows/NetMeeting/SystemRequirements/default.htm>
- [5] <http://www.rtpo.yamaha.co.jp/RT/FAQ/WWW/what-is-browser.html>
- [6] <http://www.ASPort.ne.jp/support/FAQ/html/bura/answers.html#a1>

執筆者所属：

青山学院大学(経営学部経営学科助手) 齋藤 裕
(青山学院大学総合研究所 所員)
東京都渋谷区渋谷 4-4-25 8号館 7F W705 研究室
E-mail: yutaka@agub.aoyama.ac.jp

研究協力者所属：

青山学院大学院経営学研究科経営学専攻 大網 千鶴