

I-12 ウェブを用いたコラボレーション型授業による3次元道路設計演習

Web-based Collaborative and Practical Education for 3D-CAD and Roadway Design

小林一郎*、 邵 兵**、 指宿晃典***、 福地良彦****、 上野幹夫*****

Ichiro Kobayashi, Bing Shao, Akinori Ibusuki, Yoshihiko Fukuchi, Mikio Ueno

【抄録】本研究では、ウェブ技術を用いた非同期分散型の情報交換システムと従来型（同期集中型）の講義を併用したコラボレーション型演習システムを提案する。さらに、このシステムを利用し、3次元 CAD をベースとしたデザイン・ソフトウェア(LDT/Civil)を用いた道路設計演習を試みた。対象は大学院修士課程の1年生とし、単なる CAD 作成の訓練ではなく、道路設計における、アイデア創成、アイデア定着、諸元決定、図面作成までの一連の流れが体験できるようにした。また、本システムの特徴として、講師陣は自らの業務の合間に、勤務地から、学生の作業過程を知り、質問にも答えることができるため CAD や道路設計の実務家の参加が可能となり、極めて質の高い演習教育が可能となった。

【Abstract】 In this paper, a collaborative distributed education method is proposed. This method combined traditional lecture in classroom with asynchronous dispersed information exchange system supported by web technology. An experiment lecture with this method has been done in order to practice the roadway design using LDT/Civil, a software based on 3D-CAD. This training is about not only how to use the software, but to create new ideas, establish models and finish drawings for roadway design. Teachers can discuss with students about their design works in the web page, and can check the procedure that students experienced in their homework. So it is possible for those expert engineers of CAD or roadway design to take part in practical education. In this way, the quality and the efficiency of educational activities are improved greatly compared with traditional method.

【キーワード】

コラボレーション型教育、3次元 CAD、道路設計、ウェブ技術、非同期分散システム

【keywords】

Collaborative education, 3D-CAD, Roadway design, Web technology, Asynchronous distributed system

1. 序論

インターネットを用いた遠隔教育やパソコンによる自習システムなど IT を利用した教育の改革が提案されて久しい。また、創造性開発の一環としてデザイン系の教育やブリッジコンテストといったものづくり教育に関する様々な試みもなされている。本論文では、CAD ソフトによる道路設計演習を行うが、設計教育の本来の目的である創造性の涵養、相互に刺激し合う

環境下での独自性の開発に主眼をおき、ウェブ上での非同期分散型システム（バーチャルチーム）と従来の講義スタイルである同期集中型システムを併用したコラボレーション型授業を提案し、演習講義を実施した結果を報告する。今回はシステムの概要と初年度の講義の結果をまとめ、若干の考察を行う。

著者らはこれまで、3次元 CAD の土木分野への利用に関する研究^{1)~3)}とホームページ (HP) を用いた

-
- * 正会員 熊本大学工学部環境システム工学科 教授 (〒860-8555 熊本市黒髪2丁目39-1)
 ** 学生員 熊本大学大学院自然科学研究科 (同 上)
 *** 学会員 熊本大学大学院自然科学研究科 (同 上)
 **** 正会員 オートデスク(株) GIS ソリューション本部 (〒104-6024 東京都中央区晴海1丁目8-10)
 ***** 非会員 (株)構造計画研究所 AEC 営業本部 (〒164-0011 東京都中野区中央4丁目5-3)

橋梁の施工支援^{4), 5)}や橋梁デザイン史の授業支援⁶⁾に関する研究を行ってきた。本研究はこれら一連の研究で採用したいくつかのウェブ技術を3次元CADと道路設計演習の講義に応用した。

本演習は、熊本大学自然科学研究科前期(修士)課程1年生を対象とし、土木3次元CADソフトを利用した最初の試みである。①CADの3次元操作と道路・造成設計の基礎学習を通してのCAD関連技術の習得、②専用ホームページ上での講師陣(CAD・設計技術者や大学の教官)と学生の議論による専門知識の習得、③道路設計における創造性の涵養などを目的とする。本研究では、従来の知識重視型教育から、技術の修得や思考・発想力の向上を目的とした教育への転換が重要であることを述べる。

2.では土木分野における土木製図教育およびCAD教育の取り巻く状況の概要を述べ、今回採用したソフトウェアの概要をまとめる。3.では、創造性を高めるための新形式の授業のあり方を示す。4.では、実際の試みられたコラボレーション型演習講義の内容を紹介し、本システムによる授業についてウェブ技術の利用法と教育面に関して若干の考察を行う。

2. 土木CAD教育を取り巻く状況

CADは建設CALS/ECの一部として位置づけられている。また、国土地理院の「公共測量作業規定」の変更により、電子基準点による計測結果が測量成果物として認定されるようになることが決定されており、3次元化された地形図がCADデータの形で利用可能となる。したがって3次元設計も現実味を帯びてくるようになり、大学での3次元CAD教育もそう遠くない時期に一般化するものと予想される。

本研究では、オートデスク社のAutoCAD Land Development DeskTop(LDT)とAutoCAD Civil Design(Civil)を用いた。LDT/Civilは単なる製図用CAD(例えばAutoCAD LT)としてだけではなく、土木構造物の設計業務全般(調査、設計、製図)を支援することが可能な「デザイン」ソフトウェアである。CivilはLDTの機能を拡張するためのアドオンのアプリケーションである。LDTにプラスすることにより、LDTで作成された3次元地形モデル上で道路設計、造成設計を行うことができる。さらに水理計算などの他、土木・建設分野に特化した様々な設計が可能になる。

また、道路設計を行う際に作成される縦断面図、横断面図、平面図は日本道路公団および国土交通省の仕様に準拠していることも特徴の一つである。これを利用することで、道路・空港・港湾・都市地域開発などの分野において、設計値をパラメトリックあるいはグラフィカルに入力することができ、利用者は、道路や造成面の計算などをCAD上にグラフィカルに3次元モデルとして作成することができる。このような3次元モデルを作成することにより、結果として設計数量や断面図(縦横断面図など)を算出することができる。

このような道路設計に関連したCADソフトは少なく、当面これらのソフトがデファクト・スタンダードとなることが予想される。そのため、土木系の学生にとっては、実設計に関するノウハウを修得するのに最適なCADアプリケーションであると考えた。なお、大学レベルでCAD演習の講義は各地で試みられているが、LDTを大学の学部あるいは大学院レベルで道路設計教育に利用した例は世界的にも今回が初めてである。筆者らの主旨は、CAD作成要員の育成ではなく、道路設計を通して、学生に実務における設計業務の概要を体得させるとともに、思考力や発想力を涵養するシステムを構築することであり、LDT/Civilはこれを実現できる数少ないソフトウェアである。

3. 新形態の授業を目指して

3.1 学生の知識獲得における4つの過程

図-1に知識獲得の4つの過程を示す。横軸の左側は現場に根ざした具体的な事柄(知識)を示し、右側は科学的な普遍的・抽象的な事柄(知識)であることを示す。中村は、『臨床の知とは何か』で医学における臨床的学問(臨床の知)と基礎的学問(科学の知)を同様に区別している⁷⁾。左が固有の現場において必要な知識、右が主に学校で学ぶ、数学・力学を基盤にした科学の知識である。縦軸は学生が、事柄を受動的に受け入れるか、能動的に受け入れるかを表している。

図においてAの過程は、現場における固有な現象の中から、実験や観察を通して知識を普遍化、一般化する過程であると考えられる。この間において学生は、英語のヒアリングやリーディングのように外部からの情報をじっくりと受け止める、インプットの期間である。Bの過程は、すでに確立された科学的な知識を、学生が能動的に学ぶ過程であり、いわゆる「学校での

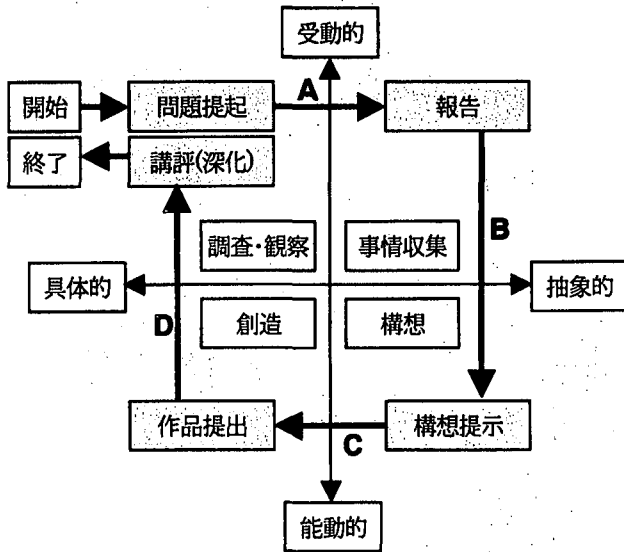


図-1 知識獲得の4つの過程

勉強」の大半がこの中に入る。インプットされた知識を効率よくアウトプットするためにきちんと整理しておく期間であり、それに関連したノウハウを学ぶ。Cの過程では、学生はすでに獲得されきちんと整理された科学的な知識を基礎にして、現場で利用可能な考えを、演習などの創造に関連した科目を通して、新たな知識を獲得していく。いわば、アウトプットに関連した知識を修得する期間である。Dでは、現場で必要となる技能に関する知識を獲得する。いわゆる「体が覚える」知識であり、積極的に体を使う(実習をする)ことで、ある種の技術(スキル)が知識として獲得されていく。なお、文献8)には組織的に知識創造を行うためのチャートが示されているが、図-1はこれを学生個人の知識獲得の過程として再構築したものである。なお、図-1の矢印で示した知識の流れについては3.3において後述する。

これら4つの過程を、ここでは、それぞれ下記のように名付けることとする。また現在、大学で開講されている科目名をカッコつきで併記する。

帰納型：実験や調査のように現場の事実から普遍的な事柄を学ぶ(大半の実験科目、観察レポート、土木史)。

演繹型：すでに確立されている科学・技術に関する普遍的知識の学習(一般の授業科目)。

発想型：実設計を想定して、設計コンセプトの創出や決定すべきパラメータの決定等を訓練する演習(設計演習)。

訓練型：製図や模型作成といったスキルの向上。パソ

コン上でのCADソフトの利用技術等も含む(CAD実習、インターンシップ)。

3.2 コラボレーション型授業の試み

あるチームが仕事を行う場合、全員が一堂に会する「同期集中型(以下、集中型)」と、遠隔地に散在するメンバーが、各自の空いた時間に作業を行う「非同期分散型(以下、分散型)」がある。

図-2(a)は旧来の「集中型」講義のスタイルを示している。教師が一方向的に、自らの知識を多数の学生に教授する。従来型教育は、低コストで大量の学生をある一定で均質な知的レベルに引き上げるためには最適の方法である。しかも、教師が情熱を持ち、真摯に講義すれば、学生もまた学ぶ情熱に溢れ、講義に反応し、単なる知識以上のもの(たとえば、教師の発想法や人生観の一部)をも学ぶことが可能な場合もある。

ただし、学生のノートや教官から配布される資料のように、各個人が同じものを個別に所有しておかなければならない。このため、教官はひたすら板書したり、大量の印刷物を配布することで、学生も教官も一見成果が上がっているかのように錯覚しがちである。また、特に講義時間が限定されているため、個別の事柄(た

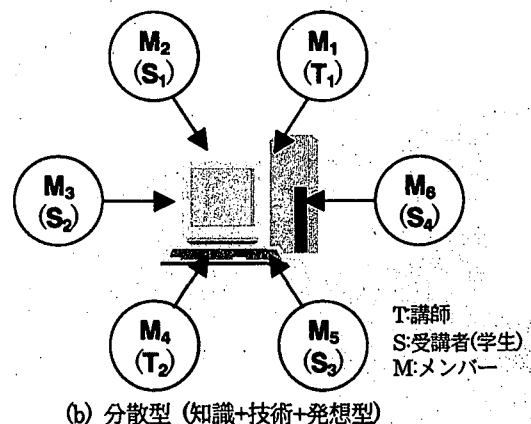
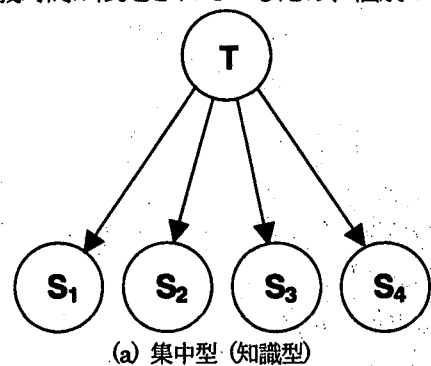


図-2 講義体制の比較(講師と学生の関係)

例えば、ある学生の取るに足りない疑問)に丁寧に対応できない。ところが、このような些細な疑問から、出発し様々な知識を得ることは、決して不可能でもないし、無駄なことでもない。後述するように、本来、質の良い設計解を得るには、様々な視点から設計条件や目的関数を吟味し、設計パラメーターを決定する必要がある。創造性重視の世界では、学生は教官だけでなく、他の学生からも多くのアイデアを得ることが必要である。ただし、教官が特定の学生に行った指導(注意や称賛)を他の学生が自分のこととして受け止め、共有するのは易しいことではない。特に我が国では、他の学生になされた指導が自分にも有効な事柄であるという認識が希薄である。海外の大学と比べ、極端に質問(特に良い質問)や気の利いたコメントが生徒から発せられることが少ないのも、暗記中心の教育スタイルの中で、学生の側に刺激しあって伸びていこうとする風土が育っていないためであろう。

一方、図-2(b)の分散型では、サーバーを介して学生も教官も同じチームの一員として、授業の内容を受け取ることが可能となる。図では、バーチャルチームのすべてのメンバー(M)は、時として教官(T)となったり学生(S)となったりする。この場合には、教官は複数でも構わないし、ある時には、学生の立場に身を置くことも可能となる。掲示板に出された質問に回答した場合、この情報(知識)は、参加者全員が共有可能となる。また、一度サーバー内に送られた情報(資料やコメントなど)は、すべて全員のものであり、印刷したい者だけが、本当に必要なときに印刷すれば良いこととなる。

さて、本論文で提案する「コラボレーション型」授業とは、上記の「集中型」と「分散型」を併用することでそれぞれの利点を最大限に活用する事を目的としたものである。図-1の過程BやDのように自分で知識を得ればすむような場合学生が自習すればすむことになる。現在行われている大半の講義はこの分類であるし、ソフトウェアの使用法の習得、設計作業などもこの中にはいる。このような自習可能な部分は分散型とし、他の授業の合間に学生が自らのペースで、あらかじめ設定された期限内に学習する。ただし、質問があるときは掲示板にその旨を書く。即答は得られないが、約20人のチームで、講師が2,3名加わっていれば、数時間以内には回答が得られる。この時間は、

学生が疑問に対して自問自答する時間でもあり、回答をより深く理解するためには、むしろ必要な時間であると考ええる。

一方、全員が集合すべき時(講師の紹介、授業目的や進行方法の説明、作品講評など)は集中型とした。このときには、民間企業から派遣された講師の業務実績や仕事への情熱が、無言のうちに直接学生に伝わっていく。大学の教官は長年の経験から、学生のレベルに合わせ、相対的な視点で、課題を設定したり、作品の完成度を甘く採点したりする。一方実務家は、課題や成果が実務に耐えられるかという、いわば絶対評価をする傾向にある。もちろん、教育の場であるので、両者の妥協点を見いだす必要はあるが、学生への刺激という点では、いかに多くの良質な実務家を教育現場に供給できるかが問題となる。この点分散型では、実務家は通常は遠隔地(勤務先)で、学生の動きを把握しておけば、1,2回の集中型講義(講評会など)でも、前置きなしに本論に入れるため、極めて大きな効果が得られる。現在実務家を、非常勤講師として招請する場合は、①近隣の方に毎週講師をしていただくか、②遠方の方の場合には集中講義として3日間で一気に12回分の講義を行うといった方法しかない。前者は、半年に渡り講師に多くの時間的な負担を強いることになるし、後者では、学生は次の授業までに何かを考える余裕もなく、単に講師も学生も互いの義務を果たしたに過ぎない場合が多い。今後の社会構造の変化から考えれば、大学での実務教育は必須のことであり、できるだけ多くの経験豊かな実務家を講師として招請できるかが大学の評価のひとつの指標となることが予想させる。この場合、上記の①や②における問題点を解消する方法として、非同期分散型と同期集中型を併用した提案法は大きな可能性を持ったシステムと考える。

なお、関係者全員が情報を共有すべきであるという主旨に基づき、講義に関連した伝言等はすべて、HP上の掲示板を通して公開し、学生間、学生对講師、講師対講師の事務連絡や対話の履歴もすべて掲示板内で検索可能なものとした。

3.3 3次元道路線形設計演習の目的

実際の問題の解決過程は、図-1に示した矢印の流れに対応している。まず、課題が与えられる(問題提起)。第2の象限では、設計者(学生)は問題や現場を

「調査・観察する」。次の段階（第1象限）では、独自の設計解をまとめ上げるべく、イメージの定着化を図る。第4象限では、具体的な解析ツールを用い、自分のアイデアを作図可能なパラメータ群として提示する。さらに、第3象限では作品提出（道路設計ではCAD図面の提出）が行われる。最後に作品の講評を通して、学生が問題を深化させ、再度第2象限の調査・観察を始めることとなる。これら4つの象限を今回の道路設計に関してまとめると図-3のような4つの段階に分けられる。

- a) 観察：設計者の頭の中にある漠然としたアイデアをまとめる過程
- b) 表出：アイデアを言葉、デッサン、模型等によって設計者の外部に定着し、他の人と議論の材料を提供し、設計案を固めていく過程
- c) 諸元決定：実構造物、実施設として施工できるように、細部に至るまで数値化する過程
- d) 図面作成：数値データをもとに設計図面を作成する過程

図-3に示したように、d)の図面作成は、土木分野では、大半がCAD図面になっている。また、c)の諸元決定も何らかのソフトウェアで設計パラメータの確定ができるようになってきている。今後当然のこととして、c)、d)は一連の作業としてパッケージ化されるものと予想される。本論文で用いるLDTも道路設計に関する諸元決定と図面作成を一貫して行うツールである。今後は、図-3のc)、d)の分野はそれぞれのツールの優れたオペレーターが行う作業となる、本来的な意味で設計の中から除外されていくか、設計の後処理として位置づけられていくと考えられる。

以上のことから、本講義の目的は、単にc)またはd)によってCAD関連のスキルアップを図ることにとどまらない。むしろ、a)、b)の過程において、「ひらめき」や「こだわり」といった形で個人の頭脳の中にあるアイデアを形にしていくプロセスに触れること、さらには、b)、c)の間を何度か行き来する中で、アイデアの洗練化が行われるという過程を体験することにある。また、a)～d)と順にたどって行くことで「設計という創造行為」の一端に触れることにある。

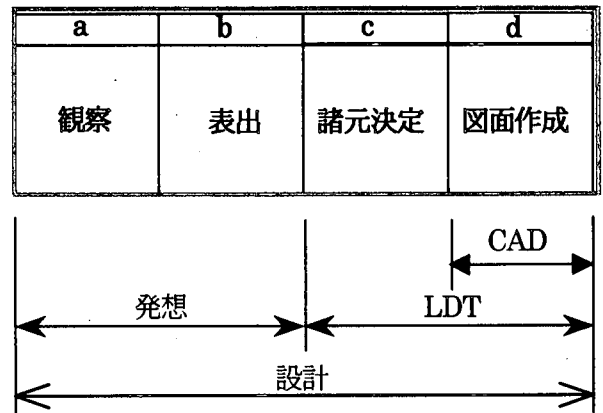


図-3 設計の4つの段階

4 授業について

4.1 授業の日程

本講義は、熊本大学自然科学研究科前期（修士）課程1年生の学生を対象とした講義で、講義回数：12×90分、受講者数：15名、単位数：2単位、開講場所：熊本大学工学部1号館122教室（講義場所）および工学部研究機器センター5階503号室（演習場所）である。講義の日程は表-1の通りである。

表-1 講義日程

第1回	10月15日	オリエンテーション
第2回	10月22日	AutoCAD 入門(1)
第3回	10月29日	AutoCAD 入門(2)
第4回	11月5日	AutoCAD 入門(3)
第5回	11月12日	路線設計と道路設計概要
第6回	11月19日	路線設計理論
第7回	11月26日	LDTによる現状地形作成
第8回	11月26日	LDTによる路線設計
第9回	12月10日	LDT/Civilによる水平線、縦断線形
第10回	12月10日	LDT/Civilによる 道路横断テンプレート作成
第11回	1月21日	LDT/Civilによる 横断図作成、土量集計
第12回	1月21日	講評会

全ての講義はパワーポイントを用いて行われた。若干の資料（道路構造令の概要をまとめた印刷物）以外は、すべて、HP上にアップロードしてあるため、学生は講義の内容を後日確認することができる。

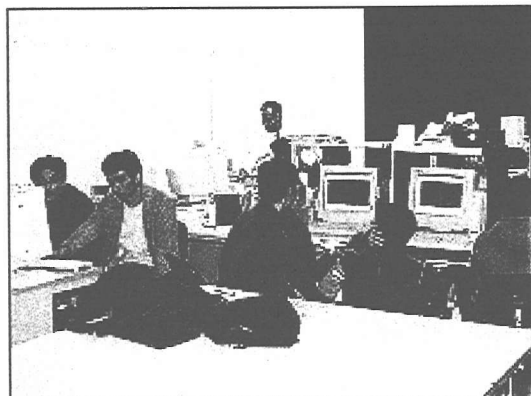


図-4 実習風景

なお、LDTの使用形態は最大で12件が同時アクセスできるリモートアクセス形式とした。このため全員が集まって演習を行う必要はなく、学生自身の研究室で自分の都合のよい時間に演習を行うことができる。

直接講師が指導した演習講義に関してはハンズオン形式で行われ、講義内容は、ホームページ上に全て掲載され、掲示板を通して全ての情報交換が行われる。掲示された文章は、掲示と同時に関係者全員にメールでも配信される。

4.2 ホームページの構成

ホームページはトップページ以外に、以下の4つの部分から構成されている。

a) 講義内容

全講義日程と講義内容が掲載されている。講義は、パワーポイントを使った授業形式とCADソフトを使ったハンズオン形式の演習に分けられる(図-4)。講義で使用されたデータはHP上で閲覧でき、関係者はそのデータを自由にダウンロードできる。

b) 作品集(図-5)

各種ファイル(ドキュメント、CAD図面など)をHP上で共有する場。また、学生からのレポート提出の場としての側面もある。ファイルをHPへ転送(ア

ップロード)することができ、講師、学生は自由にダウンロードできる。

c) 掲示板(図-6)

連絡事項や質問などを行う場。ここでは、基本的には講師と学生が対等の立場で会話を交わすことができ、一体となって問題解決に臨む場でもある。

ここでの質問、回答は、次年度以降、FAQ(Frequently Asked Questions)としてデータベース化される。

d) 関係者(図-7)

講師(7名:大学教官2名、3次元CAD・道路設計の専門家3名、ティーチング・アシスタント(TA)2名)と受講学生(15名)の紹介と連絡先の記載。講師側にとっては、学生全員の名前と顔を一致させるために必要不可欠であり、掲示板の質問に答えるときにもより具体的に、個々の学生に合った対応が可能となる。また、学生や講師間で、直接メールによる個別のやり取りの可能性を考え、E-mailアドレスを併記した。これは、公開の議論の場のみでは、学生の質問や意見が活性化されない場合を想定したためである。

4.3 ホームページにおける質疑応答

以下は、掲示板における伝言のやり取りの例である。なお、文中のページ数はテキスト文献9)のページ数のことである。

質疑例(曲線摺り付けに関する質疑)

[質問①(学生a)]: P174の(6)曲線番号1のデータ入力について、終点側擦り付けがパターンb反向曲線になっているのに、P175の(7)曲線番号2の始点側がパターンaになっているのはなぜですか?

→[回答①(TA1)]: 曲線番号1・2は互いに反向曲線なので曲線番号1の終点側、曲線番号2の開始点

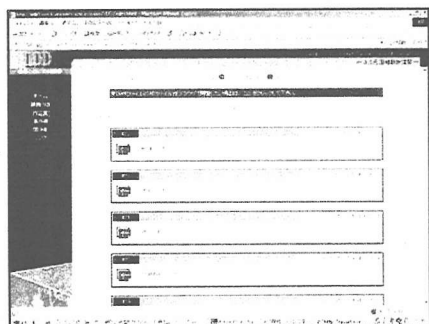


図-5 作品集

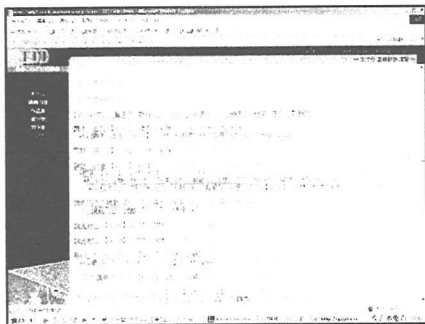


図-6 掲示板

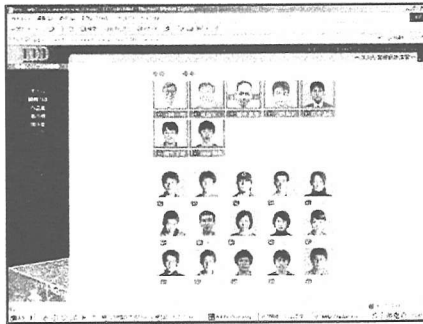


図-7 関係者

側ともにパターン b になると思います。

→[回答①に対する質問②(学生 a)]:テキストが印刷ミスということになるのでしょうか?

→[回答②(講師 f)]:印刷ミスという指摘ですので、一言。反向曲線の設定は終了測点側の設定で終了します。よって次曲線の擦り付け設定からはその曲線のパターンで入力してください。このような仕様でソフトを作りました。反向曲線が存在する場合、先行曲線の終了測点値を入力します。この場合のみメッセージ「反向曲線が存在します!」というメッセージが表示され、その右手にある”詳細情報”ボタンが生き返ります。(このボタンはパターン a のときはグレイアウトされています)このボタンを押すと、次の曲線の編集ダイアログに値が入ることを確認してください。

→[回答②追記(講師 f)]:よくよく考えてみるとご指摘のようにテキストの書き方としては曲線 2 の開始測点側の擦り付けパターンを a ではなく b とした方が分かりやすいですね。単純にソフトの仕様で片付けるべきではないですね。きっと改訂版では変更されることになると思います。ご指摘ありがとうございました。

4. 4 作品の紹介と問題点

4. 4. 1 作品

課題は、文献 9) で提供されている地形モデルで土工量を最小になるように路線設計を行うこととし、作品は dwg 形式のファイルを直接アップロードさせた。また、最終の講評会後に、各自 A4 サイズで 2 頁程度のレポートを doc 形式のファイルとしてアップロードさせた。サーバに蓄積された作品はそのまま全員に公開されるため、期限内であれば、先行して掲示された作品を参考に自分の作品を変更することもできるし、提出後の変更も可能となる。また、作品が公開されるため、レポートの期限は厳格に守らざるを得ない。いわゆる電子納品の公正さがこのような場面でも発揮された。次に二人の学生の作品を紹介する。

図-8, 9 に示した作品 1 は景観デザインや土木史関連の講座に属する学生で、模型造り等も何度か行っ

た経験があるので、図-3 で述べた作品を完成することの意義は理解していた。標準的な作品である。この学生は以下のような感想を書いている。「初めての道路設計で修正点も多くあるが、最終的に図面にすることができ達成感もあり、非常に面白かった。」「しかし、自分で設計した道路がどのようなものかイメージすることができない。これは図面を読みとることができないためだが、逆に身近な道路を設計図に落としてみると面白いかもしれない。」図面を読みとる能力は、そのような訓練をしていない学生には、我々が想像する以上に難しいことのようなのである。ただし、第 1 章で書いたように著者の一人(小林)の研究ではダムや橋梁の 3 次元 CG に関する研究を行い、実際の設計図をもとに CG を作成しているが、2 ヶ月もすれば、学生はかなり正確に 2 次元の図面から 3 次元の構造物や空間を想起できるようになる。この点は、講義の中で若干は改善可能であろうと考えている。

一方、図-10, 11 の作品 2 は、構造系の講座に属する学生で、ブリッジ・コンテストにも参加した経験を持つ。平面図の中央にヘアピンカーブを入れるなど、独自のアイデアを出した。彼の感想は、「特殊な線形を選んだため、今回苦労したのは、平面線形作成と横断勾配摺り付けであった。しかし、大した作業もしていないのに、あれだけの図面が作成できるのには、本当に驚いた。」というものであった。

4. 4. 2 学生の感想

本授業に対する学生の感想はおおむね良好で、特に CAD に詳しい学生からは、「LDT のような便利なソフトがあるのは知らなかったが、それを知ることができて良かった。このソフトを学生が格安で手に入れることはできないか。」といった積極的な問い合わせもあった。「自分から進んで履修し、これほど真面目に取り組んだ授業はなかった。」「パソコンくらい扱えないと話にならない。この授業は今後も続けるべきだと思います。先生方も頑張ってください。」といった激励もあった。

ただし、「ソフトについていくので精一杯」とか「何も考えずに数値を入れていく学生もいて、設計になっているとは思えない」といった反省事項も指摘された。

また、次のような提案もあった。「演習は、自由課題であったが、20m区間で切り盛り土の合計量を一定値以下にするといったテーマを設けると設計に対する理解も深まり、より（演習が）盛り上がると思う。」

コンセプト・メイキングということ自体が、学生には馴染みの薄いものであり、時間を2倍かけてでも他の学生と違うレポートを書きたいという意欲は少なく、どうしても作業に終始するという面がある。これは、教官側の指導や上記の学生の提案のように競争的状況を作れなかった点も関係していると思われる。

教官は十分主旨説明をしたつもりでも、それが学生には十分伝わっていなかったということは大いに反省すべき点であった。たとえば、「結局この講義を通して何を学んでほしいのか、もしくは自分たちが何を学ば良いのかということが最後まで明確にならなかった」という反省のコメントもあった。ただし、この学生は感想の最後に、「しかし、最後になっても、設計に対するイメージ、もしくはポイントや考え方を理解することができた点は、自分にとっては有意義なものであった。」としている。要するに問題は、第2章お

よび第3章で述べた主旨をすぐに理解した学生と最後まで理解できなかった学生がいた点であり、講義にさらなる工夫が必要であると考えている。

さらに、今回のもう一つの反省点としては、CADの教育を受けていない学生に対し数時間CADの練習をさせただけであったため、時間的にパソコンの作業しかできなかったという側面である。「1年かけてじっくり学びたかった」との希望もあった。非同期分散型の利点は学生がその気になれば、一晩中ソフトを使い様々な可能性を試せる点にある。しかし、多くの学生がこのようなシステムに不慣れであり、従来型（つまり、レポートは期限直前に速攻で完成）のレポート作成パターンで行ったため、時間が足りないと感じたようである。この問題点は、課題を講義期間の途中と最後の2回出すことで、幾分かは解消されるものと期待している。

本講義のように、創造性の涵養を目的とした授業では、現実的には実現不可能な提案でもその独自性を評価することが重要であるし、時間をかけ丁寧に仕上げた作品に一見何の特徴も見いだせないように見えても、

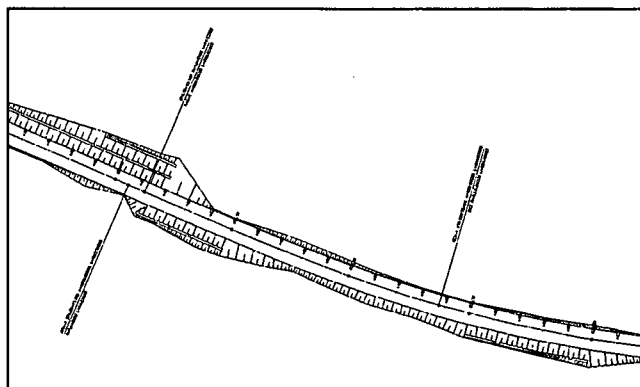


図-8 作品1(平面図)

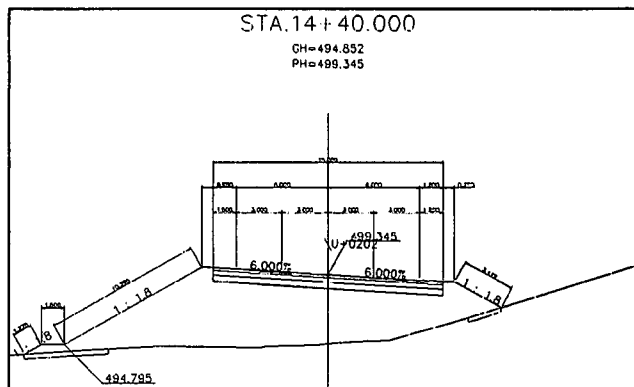


図-9 作品1(横断面)

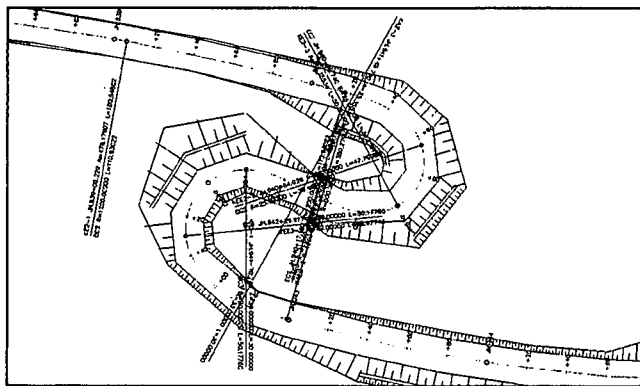


図-10 作品2(平面図)

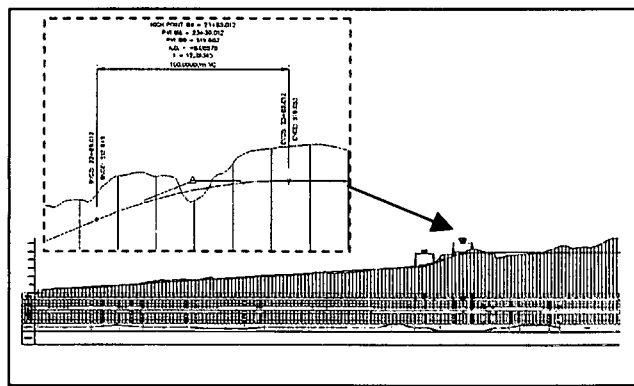


図-11 作品2(縦断面)

細部の丁寧な仕上がりを称賛すべきであろう。この点では、実務家の視点と教育者の視点が両方必要であり、複数の講師を揃えることは大変重要なことであった。

上記のような経験と反省を踏まえつつ、次年度以降は、次のような改善策を実施することとしている。

改善案1：修士課程1年次前期にAutoCADを用いたCADのみの授業を開講する。

改善案2：後期の本科目では、LDTのみを実習する。

- ①前半に単純な曲線設置の演習を手計算でさせ、今後の演習の概要を理解させる。
- ②課題1では、今回と同じ課題を課し、講義期間の2/3が終わったところで、第1回目の講評会を行い、講義の主旨を確認する。
- ③課題2では、実際の建設が終わった現場について設計段階での地形モデルを与え、設計させる。これは、学生が見学可能な大学近辺の事例を検討させることで、実際の事例を通して設計を考えさせる必要があるためである。

4.5 まとめ

4.5.1 考察

作品の中には全体的に緩和区間が長いもの、短いもの、VCL(縦断曲線)が長すぎるものが存在した。これらは設計する道路の種別等級、設計基準速度等によってそれぞれ決められる。講義では資料配付し若干コメントしただけであったが、実際の課題に取り組む段階で道路構造令等を参照したようで、設計仕様に合った設計を行っている学生もいた。このように、縦断面図や横断面図といった概略設計業務における成果物として通用できるレベルの設計までを学生が独力で実体験できたことは、将来の土木技術者としてかけがえのない経験になった。

前述のようにLDT/Civilは、土木構造物の設計業務全般(調査、設計、製図)を支援することが可能なデザイン・ソフトウェアである。今回の講義ではウェブシステムの構築作業と同時進行で講義や演習を行わざるを得なかった状況から、CADやLDT/Civilの基本的な操作を習得することにはかなりの時間を費やさざるを得なかった。したがって、道路設計行為自体はあまり深く考慮することができなかったが、学生は数々の設計変数を入力することで、道路設計を行う上で決定すべきそれぞれの設計変数が重要な意味をもつこと

が実感できたようである。学生は今後社会に出て、実際に道路設計を行う立場になった時、各設計変数の持つ意味を実業務において再認識して、設計ということ意識しながらこの種のデザイン・ソフトウェアの操作ができるものとする。

今回の講義では、講義時間の関係で演習の成果物(作品)は2次元の設計図面、つまり各測点の横断面図、縦断面図、法面展開図などであり、設計成果の3次元CG化によるドライブスルー作成自体は任意提出となった。しかし現況データ及び設計データは3次元で保持されており、筆者らが提案している設計成果の副産物としてのCG作成を実証することが可能となった。次年度以降は、本格的に3次元CGによる作品提出も視野に入れた講義日程が可能であることがわかった。

4.5.2 外部講師の講評

1) 外部講師(福地)の講評

今回採用したAutoCAD LDT R2(現在はAutodesk Land Desktop 3)は建設業界で標準的に利用されているAutoCAD LT(AutoCADの2次元サブセット)にくらべ、高度な設計支援機能が実装されている反面、かなりの設計知識やオペレーションスキルを必要とする。CADも含めて初心者が大半であった今回の受講生の中から一人の脱落者もでなかっただけでなく、テキストの不備の指摘や指導に対する反論等、ともすると受身になりがちな受講姿勢が見受けられなかった。これは質疑応答のリアルタイム性、複数の講師陣対全受講生が問題解決に参加できるといったウェブ掲示板利用の効果が考えられる。

近年、大学教育の場では、実社会での経験を生かした非常勤講師の採用が増えている。特に今回実施したCADを利用した設計や製図実習などはその傾向は強い。ただし、単純にCADの操作を指導するのが本来の目的ではなく、実操作を通して設計の流れや設計パラメータ設定の妥当性を理解させられるスキルを持つ講師は多くない。

今後、建設業界ではCALS/ECに代表されるようにITを駆使した設計や施工管理による建設事業の効率化が必須になることが確実視され、必然的に大学教育にも今回実施したような実務の生産性を改善しうる技術の習得が期待される。本システムによれば一人の講

師が複数の授業に参加することも、複数の講師が一つの授業に参画することも可能となり、人材不足を解決する手段となりうる。さらに、地方の大学においては距離に関係なく最適な講師人材を獲得できる面も見逃せない。

2) 外部講師(上野)の講評

前半(LDTの講習)・後半(道路設計演習)の区分けは上手く行ったと思う。私の担当は、後半の創造教育で3次元CAD操作・道路設計がメインだった。今回は、道路設計の流れ(平面・縦断・横断)と土量バランスのみを条件とした設計を行った。設計の手順や成果物(図面)の種類・見方や確認すべき項目は、十分理解できたと思う。2コマで少し時間が不足し、消化不良を起こした学生もいたのではないかという懸念はある。次年度以降は、設計条件として設計速度を加え、より実設計に近い講義にしたい。

HPを利用することで、場所・時間に制限されることなく、指導できたことが良かった。実際、私も外出・出張が多いので宿泊先等で夜遅くに、モバイル環境(ノートPC+携帯電話)から、問題解決を行うことができた。現状では、講義・質問は限られた時間内でのみ行われ、講師も時間に余裕のある方に限られていたと思うが、本システムにより講師の範囲は無限に広がり、講義の幅も無限に広がる可能性を実感した。時間の有効活用+講師出張費の削減で効果はあったと思う。

また、講師も今の学生が何を考え、何が不安かを知ることが貴重な体験になると思う。

5. 結論

本研究は、熊本大学自然科学研究科前期(修士)課程1年生の3次元道路設計演習に①ウェブ技術を用いた非同期分散型情報交換システムと②従来型の講義スタイル(同期集中型システム)を併用したコラボレーション型授業方式を提案するものである。非同期分散型システムでは、講義専用のホームページを設けたが、この中の掲示板を通して7人の講師陣と15人の学生が、道路設計ソフトウェア(LDT/Civil)の使い方に関する質疑応答を行った。このシステムでは、講師は必ずしも大学内に常駐する必要はなく、それぞれの職場から、ホームページを介して学生の質問に回答することができる。従来型の部分では、講師陣が一堂に会し、授業開始時の講義の主旨説明や、作品提出後

の講評会において各自の専門的なコメントを行う。講師陣は基本的には、授業に1回ないし2回は出席するだけでよい。このようなシステムを用いることで、設計の実務に用いられているソフトウェアを用い、遠隔地に勤務する実務家の指導を受けることが可能となった。

また、本方式の授業を実施したが、ホームページでの学生と講師陣の質疑、作品の紹介、運営上の問題点等を示し、今後の改善策についても論じた。本システムは、大学での3次元CADを用いた設計教育法として十分実用に耐え得るものであることを示した。

なお、今回は、修士課程1年を対象としたが、50人程度の学生を対象とした講義や対象学年(将来は学部3年生を予定)の検討も含め、遠隔教育・社会人教育への応用についても可能性をも検討していきたい。

6. 謝辞

本演習を開講するに際し、熊本大学工学部環境システム工学科の鈴木敦己、崎元達郎、滝川清、山尾敏孝、北園芳人、溝上章志、大谷順の各教授にはソフトウェア導入に関する資金的援助をいただきました。記して謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 福地、小林他：施工段階におけるCGアニメーションの役割と有効性に関する考察—田島ダム建設工事での適用の総括、土木情報システム論文集、第7巻、pp.1-8、1998.10
- 2) 緒方、小林他：建設プロジェクトにおける合意形成のためのバーチャルモデルの利用、土木情報システム論文集、第7巻、pp.81-88、1998.10
- 3) 星野、小林他：橋梁建設工事における施工支援FAAの適用、土木情報システム論文集、第8巻、pp.9-16、1999.10
- 4) 平井、小林他：ウェブ技術を用いた施工管理支援システムの構築とその運用、土木情報システム論文集、第8巻、pp.49-56、1999.10
- 5) 山本、小林他：建設CALS/EC実証フィールド実験のためのデータ交換技術について、土木情報システム論文集、第9巻、pp.1-10、2000.10
- 6) Shao, Kobayashi, et al :A Web-Based Asynchronous Distributed Knowledge Creating System for Bridge Design Education, ITHET2001, Proc.No.017, DC-ROM, Kumamoto, 2001.7
- 7) 中村雄二郎：臨床の知とは何か、岩波新書、1992
- 8) 野中、竹内：知識創造企業、東洋経済新報社、1996
- 9) (株)トリオンT-ACE : AutoCAD Land Development Desktop / AutoCAD Civil Design Release2 トレーニングワークブックベーシックコース、(株)トリオンT-ACE、2001.9