

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 5 月 20 日現在

機関番号：32407  
研究種目：基盤研究(C)  
研究期間：2012～2014  
課題番号：24501205  
研究課題名(和文) 3次元CAD教育システムに関する研究

研究課題名(英文) Research on 3D-CAD education system

## 研究代表者

長坂 保美 (NAGASAKA, YASUMI)

日本工業大学・工学部・教授

研究者番号：70316701

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、代表者等が既に開発した3次元CAD教育システム(モデリング技法を学習するシステム)に、3次元CADを有効に活用する教材を組み込んだオンライン学習システムをWeb上で開発し、実際の授業で運用・評価を行った。後者の教材については、3次元CADの基礎知識など、3次元CADを有しない環境下でも予習・復習ができる教材内容となっている。一方、前者の3次元CAD教育システムは、動画マニュアルや演習課題をWeb上で公開している。なお、本研究成果は一般に公開し、工業高校などの教育機関でも使用され、3次元CAD教育の一助となっていると考えている。

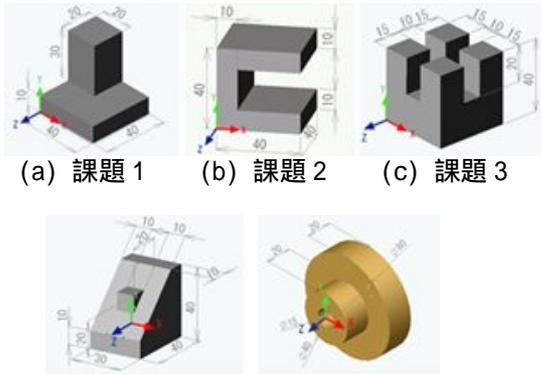
研究成果の概要(英文)：This research has developed the On-line learning system to learn 3D-CAD on the web. This learning system is the system that teaching materials were included in 3D-CAD education system we have developed. And this research used this learning system at the actual session and estimated. Teaching materials are the contents which can review tuition's preparation without 3D-CAD. On the other hand, 3D-CAD education system is exhibiting an animation manual and a practice problem on the web. Because this study result is being exhibited to the public, we expect that an educational institution is used and is useful for 3D-CAD education.

研究分野：総合領域

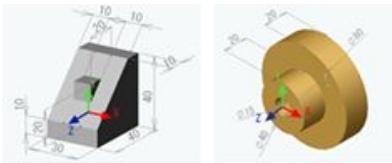
キーワード：設計工学 3次元CAD CAI 授業



- ・課題 2：基本操作を学ぶ．フィーチャ作業（押出）3 回以上で作図できる．
- ・課題 3：3 次元形状の組立手順を学ぶ．フィーチャ作業（押出）の組立手順がいろいろあることを学ぶ．
- ・課題 4：フィーチャ作業（押出）の応用を学ぶ．スケッチ平面と押出方向が密接に関係していることを学ぶ．
- ・課題 5：フィーチャ作業（押出，回転）が混在した操作を学ぶ．スケッチ平面の考え方（参照ジオメトリ）を学ぶ．



(a) 課題 1 (b) 課題 2 (c) 課題 3



(d) 課題 4 (e) 課題 5

図 1 基本操作の演習課題の例

#### 出題する演習課題の選定

図 2 は，上記課題 1 のフィーチャ作業（押出）2 回の演習課題の例を示したものである．ベースフィーチャ作成のスケッチ面（正面，平面，側面），ベースフィーチャの形状（直方体，三角柱，円柱），さらには各ベースフィーチャをスケッチ面とする場合，課題 1（押出 2 回）の演習課題の組み合わせ数は，

$$3 \times (6 + 5 + 2) \times 3 = 117$$

となり，117 種類の演習課題が存在することになる．また，分かりやすく学習するため，動画マニュアルに準じた描き方，例えば，ベースフィーチャのスケッチ面は平面とする，などの条件を加えることで選出したのが，図 2 例の演習課題である．

図 3 は，課題 1（図 2）と同様な考え方を下に作成した課題 5 の演習課題の例を示したものである．

#### モデリング能力に応じた演習課題を提示する機能

図 4 は，学生のモデリング能力に応じた演習課題 1-2（図 2 上中央）の例を示したものである．図例で示すように課題 1 は寸法付けの難易度で 3 段階（易，普通，難）のレベルとした．具体的には，演習課題 1-1（図 2 上左）で不正解の場合は演習課題 1-2-易，正解の場合は演習課題 1-2-難をシステム側が提示する．つまり，不正解の場合は，前の演習課題と同一の演習課題を反復してもらうことで一つひとつ段階的に学習できる機能となっている．

#### (2) 誰もが使用できる教育体制の実現

##### 演習・講義教材の作成

図 5 は，演習教材として誰もが使用できる動画マニュアル・SolidWorks（英語版）の例を示したものである．現在，3 次元 CAD の SolidWorks については Web 上での公開について承諾を得ているので，公開している．しかし，CATIA については学内のみの公開，Creo Parametric については未回答となっている．

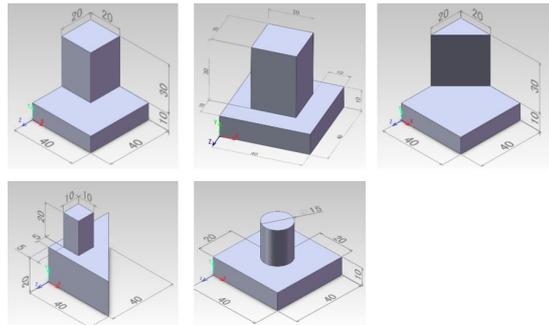


図 2 課題 1 の演習課題（5 問）の例

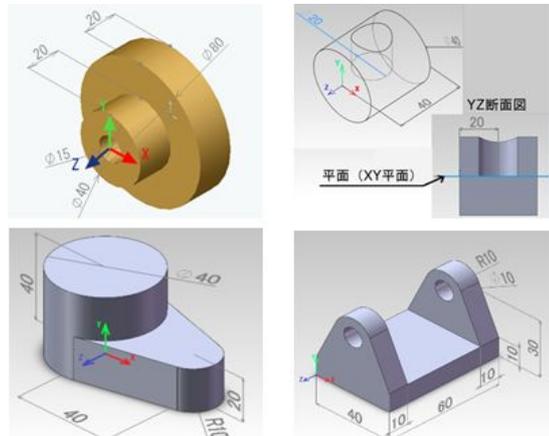
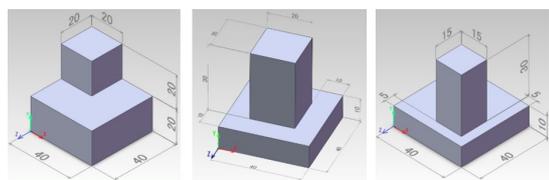


図 3 課題 5 の演習課題の例



(a)1-2-易 (b)1-2-普通 (c)1-2-難

図 4 モデリング能力に応じた演習課題の例

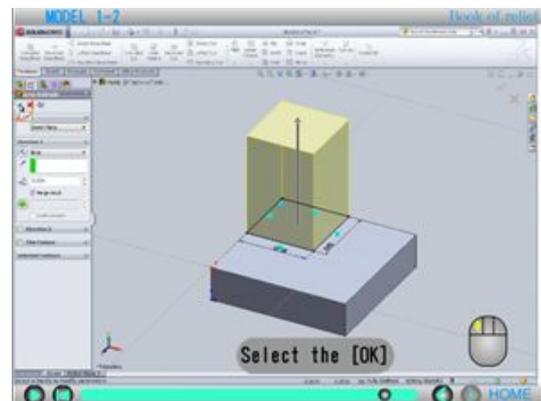


図 5 SolidWorks（英語版）の例

## ログイン画面の作成

図6は、外部に依頼して作成したログイン画面を示したものである。当研究室で開発してきた3次元CAD教育システムや後述のオンライン学習システムでは予習・復習などの学習履歴が自動的に格納される。そのため、データ管理の必要性から専用のログイン画面が必要となった。特に、ウィルスなどの外部脅威への対策として、専門知識を有する外部に開発を依頼した。

## 予習・復習用講義教材（オンライン学習システム）の開発

図7は、本学の授業「機械CAD-J」用に開発したオンライン学習システムの初期画面を示したものである。本学習システムは、以下問題に分類し、3次元CADを有しない環境でも学習できる形式を採用した。

- ・CADの基本知識に関する問題
- ・モデリング操作に関する問題
- ・モデリングの考え方に関する問題

本学習システムは、授業「機械CAD-J」の進捗と連携し、予習・復習用としての教材で、自動的に学習履歴が格納される。なお、本学習システムは、登下校等でも学習できるようにスマートフォンからの使用も可能となっている。

図8は、モデリングの考え方に関する問題の例を示したものである。図例左が押出しカットの例で、図例右が面取りの例を示している。図例で分かるように、授業前のモデリング操作の予習に、また確認の意味で授業後のモデリングの復習に役立つことが分かる。

## ホームページ作成・公開

図9は、本研究開発で公開したホームページ（CAD/CAM教育センター）の初期画面を示したものである。本ホームページは、下記3段階の使用権限のもと、誰もが利用できる。

- ・一般：検索サイトで検出でき、誰もが利用・閲覧できる。3次元CAD教育システムの概要などの閲覧のほか、動画マニュアルの一部（図10）をダウンロードすることもできる。
- ・登録：教育機関関係者等が学外から利用でき、登録を必要とする。利用者は登録したIDでログインし、3次元CAD教育システムなどを体験できるが、学習履歴機能は起動しない。
- ・学内限定：学生は各自IDでログインし、予習・復習等で使用し、その結果は学習履歴に登録される。

講義中に連絡された、それぞれの「ID」と「パスワード」を使ってログインしてください。

ユーザ名   
パスワード

ログイン

図6 オンライン学習システムのログイン画面

## オンライン学習システム



図7 オンライン学習システムの初期画面

Q. 図1から図2の形状になった、なにを行ったか Q. 図1から図2のモデルにするには、どのコマンドを用いれば良いか

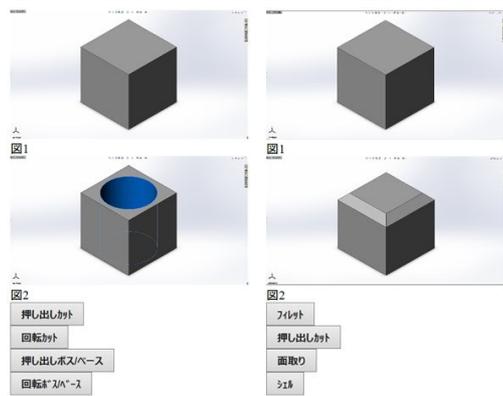


図8 モデリングの考え方に関する問題例



図9 ホームページの初期画面



図10 動画マニュアルのダウンロード例

### (3)授業での実用化と評価

オンライン学習システム（図7）は，2014年度春学期の授業「機械 CAD-J」(1年・必修)から運用を開始した．本授業は，基礎的なモデリング技法を習得することを目的としている．本授業は，CAD 設備の関係から，春学期1組と3組 秋学期に2組と4組の各約120名（再履修）の学生が履修している．

#### 本学授業（春学期）の使用状況

オンライン学習システムは，春学期約3週間(2014.4.28～5.19:SolidWorks 学習期間)，2クラス計117名を対象に運用を実施し，14名が本学習システムを利用し，本授業を受講した．

表2は，アンケートを実施し，オンライン学習システムを利用しなかった理由を示したものである．なお，本アンケートは受講生117名の中，113名の学生から回答を得ることができた．本アンケートの結果から，以下が推察できた．

- ・演習科目では予習・復習の習慣が無い
- ・ログイン処理に問題がある
- ・パソコンよりスマートフォンの利用が多い

上記ログイン処理の問題は，パスワードの暗号化処理とマッチング処理に時間を要し，スマートフォンの機種によっては処理がタイムアウトし，ログインできなかったと考えられる．そこで，ログインフォームを見直し，スマートフォンからでもログインできるように修正を行った．

#### 本学授業（秋学期）の使用状況

オンライン学習システムは，春学期同様，約3週(2014.9.22～10.13，2クラス計117名を対象に運用を実施した．

表3は，オンライン学習システムの各クラスの利用者と非利用者の人数を示したものである．秋学期は，約3割の35名が本学習システムを利用していることが分かる．とは言え，利用者は少なく，学生の予習・復習の習慣が無いことが顕著に出てしまった．なお，表3より2組の利用者と非利用者がほぼ同数となっている．そこで，以下は2組の学生を対象に本学習システムの検討・評価を行った．

#### オンライン学習システムの検討・評価

図11は，本学習システムの利用者と非利用者の第3週までのSolidWorks 課題進捗状況（2組）を示したものである．本学習システム利用者の方が，若干，非利用者より課題の進捗が進んでいることが分かる．

一方，図12は本学習システムの利用者と非利用者の最終成績（2組）を示したものである．なお，図右の非利用者の中には，出席日数不足（途中来なくなった）学生3名を除外している．

本学習システムの利用者の最終成績は，3/4以上が評価「AA」および「A」を取得している．これに対し，非利用者の成績は1/2以上

という結果であった．一方，なんとか合格ラインの評価「C」，不合格の「D」は利用者で合計3名に対し，非利用者では3倍の9名，という結果であった．一概に，本学習システムによる予習・復習の効果があつた，とは言いがたいが，本学習システムにより演習科目でも予習・復習を行う習慣の一助になったことは事実である．それ故，本学習システムによって演習科目（3次元CADを有しない環境）でも，予習・復習を行うことは可能であり，新たな授業体制の一步を構築できたものと考えている．

表2 オンライン学習システムを利用しなかった理由

理由	回答数
忘れていた	39
表示されなかった	16
ログインできなかった	5
URLをメモし忘れた	37
忙しかった	18
ネット環境(PC)が無い	7
やりたくなかった	12
アドレスが長い	1
ペナルティーが無いから	1
なんでやるか分からなかった	1
使えると思わなかった	2

表3 利用者与非利用者の人数

クラス	人数	利用者	非利用者
1組	59人	4人(7%)	55人(93%)
2組	54人	26人(48%)	28人(52%)
3組	58人	10人(17%)	48人(83%)
4組	63人	9人(14%)	54人(86%)
全体	234人	49人(21%)	185人(79%)

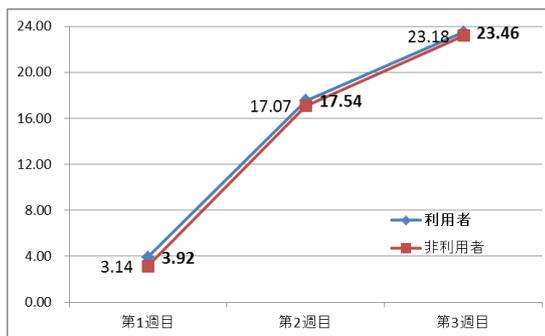


図11 SolidWorks 課題進捗状況 (2組)

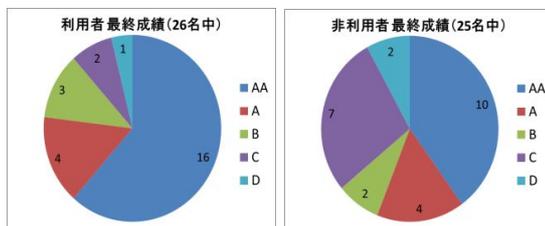


図12 利用者与非利用者の最終成績 (2組)

### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計4件)

長坂保美：教育用CAD/CAM教材の開発(第

3報, 3次元CAD基本操作を効率的に学習する教材の検討, 日本設計工学会誌, 設計工学, 査読有, Vol.49, No.1, 2014, pp.36-42  
長坂保美: CAI手法を取り入れた設計製図教育の試み, 日本設計工学会誌, 設計工学, 査読無, Vol.48, No.5, 2013, pp.201-207  
長坂保美: ものづくり教材学習支援システムに関する研究, 日本工業大学研究報告, 査読無, Vol.42, No.4, 2013, pp.729-730  
長坂保美: 日本工業大学における3次元CAD教育の試み, 私立大学情報教育協会, JUCE Journal 大学教育と情報, 査読無, 2013年度 No.1, pp.17-19

[学会発表](計10件)

駒込寛紀, 長坂保美: ICT利用によるものづくり教育の試み(ものづくり教育の枠組みの開発と実用化), 日本機械学会, 技術と社会の関連を巡って: 過去から未来を訪ねる, 2014年11月15日, 愛知大学豊橋キャンパス(愛知県・豊橋市)

長坂保美: CAIによる設計製図教育の統合化の試み, 日本設計工学会, 2014年度秋季研究発表講演会, 2014年10月4日, 山形大学工学部(山形県・米沢市)

レバンカン, 長坂保美: ICT利用によるものづくり教育の試み(3次元CAD教育システム(国外版)の開発), 日本設計工学会, 2014年度春季研究発表講演会, 2014年5月25日, 明治大学中野キャンパス(東京都・中野区)

駒込寛紀, 長坂保美: ICT利用によるものづくり教育の試み(Webを用いたものづくり教育の枠組みの開発), 日本設計工学会, 2014年度春季研究発表講演会, 2014年5月25日, 明治大学中野キャンパス(東京都・中野区)

荒井敏行, 長坂保美: CAM/NC工作教育システムの開発, 日本機械学会, 技術と社会の関連を巡って: 過去から未来を訪ねる, 2013年11月30日, 徳山工業高等専門学校(山口県・周南市)

長坂保美: ICT利用によるものづくり教育の新たな試み, 私立大学情報教育協会, 平成25年度ICT利用による教育改善研究発表会, B-9, 2013年8月10日, 東京理科大学森戸記念館(東京都・新宿区)

長坂保美: 教育用CAD/CAM教材の開発(CAM/NC教材の開発), 日本設計工学会, 2013年度春季研究発表講演会, 2013年5月26日, 国土館大学世田谷キャンパス(東京都・世田谷区)

高野澤隆弘, 長坂保美: 機械設計教材支援システムの開発(オンライン学習システムの開発), 日本機械学会, 技術と社会の関連を巡って: 過去から未来を訪ねる, 2012年11月24日, 秋田工業高等専門学校(秋田県・秋田市)

崔鵬, 長坂保美: 3次元CAD教育システムの開発(モデリング能力に適した課題提示

機能の開発), 日本機械学会, 技術と社会の関連を巡って: 過去から未来を訪ねる, 2012年11月24日, 秋田工業高等専門学校(秋田県・秋田市)

長坂保美: 3次元CAD教育システムの開発(SolidWorks認定試験用教材の開発), 日本機械学会, 技術と社会の関連を巡って: 過去から未来を訪ねる, 2012年11月24日, 秋田工業高等専門学校(秋田県・秋田市)

[図書](計 件)

[産業財産権]  
出願状況(計 件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
出願年月日:  
国内外の別:

取得状況(計 件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
出願年月日:  
取得年月日:  
国内外の別:

[その他]  
ホームページ等

<http://2c-laboratory.sakura.ne.jp/3dcad/index.php>

6. 研究組織

(1) 研究代表者  
長坂 保美(NAGASAKA YASUMI)  
日本工業大学・工学部・教授  
研究者番号: 70316701

(2) 研究分担者  
( )

研究者番号:

(3) 連携研究者  
( )

研究者番号: