

3次元CADによる立体形状作成の教育手法改善の試み

Improved Teaching Method for 3D-CAD Modeling with Step-by-step Design Scheme

棚橋純一

中京大学情報理工学部

Abstract: This paper proposes an improved method to teach 3D modeling at college. Traditional teaching methods emphasize the acquisition of operational skills of commands in isolation, which we found do not help students learn how to construct 3D models by themselves. In order to remedy this situation, we propose two ideas. One is to use the same kind of modeling object throughout the entire course. The other is to introduce a step-by-step design scheme, through which the students learn from simpler to more complex operations, each of which they always relate to the same target model. We ran an experimental class to evaluate this effect. Scores on tests of 3D-CAD knowledge and an open-ended exercise to freely model objects of each student's selection demonstrated that the proposed teaching method was effective.

Keywords: 3D-CAD, 3D-Modeling, teaching method, solid modeling, surface modeling

1. はじめに

近年モノづくり産業において、3次元CADが広く使われるようになり、それを活用できる人材の要求が急速に高まってきた。この要求に応えるため、本学でも数年前に3次元CADソフトを導入し、それを用いた立体形状作成教育を開始した。

開始当初の授業では、CADベンダーの教材を用いて3次元CADコマンドの機能や操作を教え、例題演習により利用法を習得させる方法を採用した。学生達はCADにより立体形状が簡単にできそうに見えることから授業に興味を持ち、CADコマンドの理解状況も順調に見えた。しかし一区切りついた段階で応用的課題を与えたところ、立体形状を意図通りに作成できないケースが続出し、教育手法の見直しが必要と判断された。

問題点を分析した結果、多数(約80種類)のCADコマンドの習得にのみ眼が行き、立

体形状からどのCADコマンドを利用すべきかという逆問題を解く能力が不十分であることがわかった。そこで統一的な題材を用意するとともに、その段階的教育を通じて必要なコマンドを選択利用できる能力を身につけるよう教育することが適切と考え、改善授業を企画実施し効果を検証した^[1]。

以下これらの結果を報告する。

2. 従来の教育手法と問題点

3次元CADによる立体形状の作成では、一般に図1に示す手順を繰り返す。したがって、各手順に用意される多くのCADコマンドを理解し使用できることが前提となる。

このため、従来の教育ではCADコマンドに焦点を充てた教育になりがちである。具体的には、図2に示すように、まずコマンドAの機能や操作を教え、その後例題による立体形状の作成練習をする。以下同様の手順をコマンドB、コマンドCと繰り返す。

Junichi Tanahashi
Chukyo University
E-mail:junichi@sist.chukyo-u.ac.jp

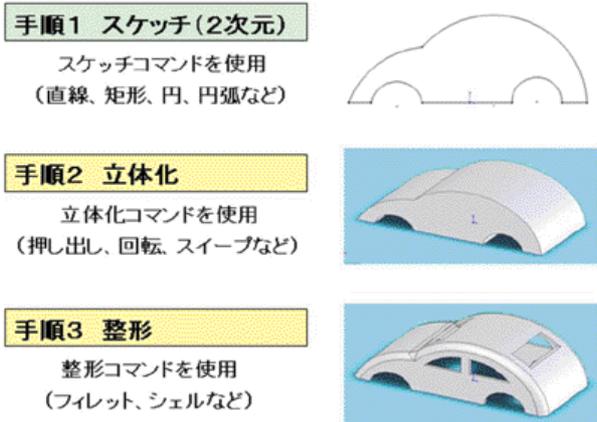


図1 一般的な立体形状作成手順

題材			
コマンドA	↑	↑	↑
コマンドB		↑	↑
コマンドC			↑

図2 従来の教育によるコマンドと題材の関係

上述の従来型教育手法を分析した結果、特に次の点が問題と判断された。

問題点1 コマンド操作重視の教育

従来の教育手法では、どうしてもCADコマンドの操作習得に重点が置かれることになる。したがってコマンド操作はできるが、肝心の立体モデル作成をどのような考えで行うべきかという教育が不十分になりがちで、例題と異なる課題が与えられるとまごついてしまうことが多い。

問題点2 作成題材がコマンド毎で異なる

従来の教育手法では、採り上げる作成題材がコマンド毎に異なり統一性がない。このため立体形状作成の知識が断片的になり、立体モデルの作成に関する構想力や応用力が思うように身につかないことになる。

3. 改善策の検討

前章で指摘した問題点を改善する方策を検討した。その結果、次の二つが効果大と予想された。

改善策1 統一的な作成題材の採用

作成題材がコマンド毎に異なるのではなく統一的なものにすれば、実現すべき立体モデルとコマンドとの対応関係が理解しやすく、立体形状作成の構想力や応用力も育つと考えられる。

具体的な題材としては、自動車(以下「車」と呼ぶ)がよいと考えた。その理由は、「車」は学生の多くが興味を持つ題材であると同時に、単純な形状から複雑な形状まで多様なレベルの作成課題を設定しやすいからである。

改善策2 統一的な題材による段階的教育

改善策1で提案した統一的な題材を活用して、単純な形状から複雑な形状まで段階的に作成課題を設定し、それに必要なコマンドを対応させて学ばせることも有力な改善策である(図3)。題材が同じ系統なので技法による差異が純粋に学べる。

題材	統一の題材		
コマンド	段階1 単純	段階2 やや複雑	段階3 複雑
コマンドA	←	←	←
コマンドB		←	←
コマンドC			←

図3 統一的な題材による段階的教育手法

さらに統一的な題材を「車」とした場合の具体的な段階教育案を表1に示す。

表1 「車」題材の段階的教育案

	統一的題材「車」	技法
第1段階	単純形状	ソリッド (初級)
第2段階	単純形状の追加部品 「車」アセンブリ	ソリッド (初級) アセンブリ
第3段階	やや複雑形状 (自由曲面)	ソリッド (中級)
第4段階	やや複雑形状 (自由曲面)	ソリッド サーフェスカット
第5段階	複雑形状 (自由曲面)	サーフェス (中級)
第6段階	自由課題	学んだ技法全部可

4. 改善授業の企画実施

前述の改善策を反映した自前教材を作成し、それを用いた改善授業を企画実施した。受講者は情報科学部2年生18名で大半が3次元CADの初心者である。CADソフトはSolidWorksを使用した。授業は毎週1回90分を計13回実施、毎回授業の冒頭に学習ポイントを説明後、各自CADを用いて課題作成を行う演習形式を採用した。

具体的な授業展開は、表1の段階的教育案をベースに考えた。第1段階でCADによる立体形状作成の基本を学び、第2段階でアセンブリ学習により早期達成感を味わう。第3段階から第5段階まで実現対象を複雑にしながら、学ぶ技法もそれに応じて高度化する。最後に技法の理解度と応用能力の育成状況を見るため自由課題実験を行う。

以下、「車」ボディに焦点を充てた具体的な授業実施内容を、段階ごとに分けて説明する。

1～2回目授業 (表1の第1段階)

目標：単純形状「車」ボディ (図4)

技法：ソリッド初級

(押し出し+カット+整形)

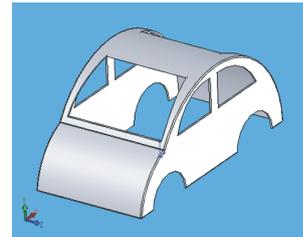


図4 単純技法による「車」ボディ

3～5回目授業 (表1の第2段階)

目標：車輪などの部品追加

「車」アセンブリ (図5)

技法：ソリッド初級 (回転などを追加)

アセンブリ

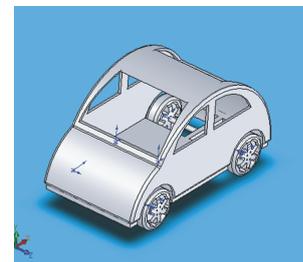


図5 「車」アセンブリ

6～7回目授業 (表1の第3段階)

目標：自由曲面「車」ボディ (図6)

技法：ソリッド中級 (スイープ、ロフト)

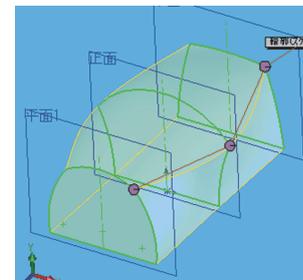


図6 ロフトによる「車」ボディ

8～9回目授業 (表1の第4段階)

目標：自由曲面「車」ボディ (図7)

技法：ソリッドをサーフェスカット

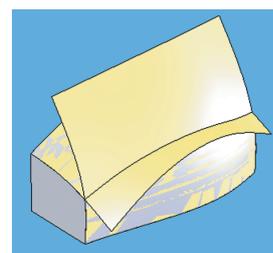


図7 サーフェスカットによる「車」ボディ

10回目授業（表1の第5段階）

目標：複雑自由曲面「車」ボディ（図8）

技法：サーフェス中級

（スイープ、ロフト）



図8 サーフェス技法による「車」ボディ

11～13回目授業（表1の第6段階）

目標：自由課題による立体形状作成

技法：習得技法をできるだけ多く使用

5. 改善効果の評価

改善効果評価のため、確認テストと自由課題実験を行った。以下その結果を述べる。

(1) 確認テスト1（5回目授業終了後）

ソリッドの基本的技法レベルの理解は従来手法でも大丈夫であったが、改善手法でも同等レベルの理解が得られることを確認するため筆記調査を行った。具体的には、図9に示す立体はどの技法で作成すればよいか質問した。対象技法は基本的な立体化コマンド3種と整形コマンド2種とした。

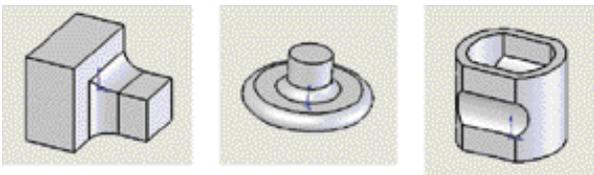


図9 確認テスト1で提示の立体例

図10にテストの集計結果を示す。シェルコマンド以外はほぼ理解されており、改善手法でも従来と同等の理解度と判断された。シェルの理解不十分は、使用タイミングの指導が適切でなかったためで、直後に修正指導を行った結果、問題はほぼ解決された。



図10 各技法に必要なコマンドの理解 確認テスト1後）

(2) 確認テスト2（10回目授業終了後）

10回目までに学んだ主要技法の使用方法や使用結果を説明させる問題により、理解度チェックを行った。対象技法は、ソリッドおよびサーフェスの中級レベル（スイープやロフト）を追加し、計10種類とした。

図11にテストの集計結果を示す。同図から、ロフトやスイープの理解率がソリッドおよびサーフェスで6割前後であったことがわかる。従来手法による教育では、ロフトの理解は同程度あったのに対し、スイープの理解ははるかに低いレベルであったので、ある程度改善効果があったと言えよう。しかしまだ4割前後の学生が理解不十分であり、さらなる改善が必要である。

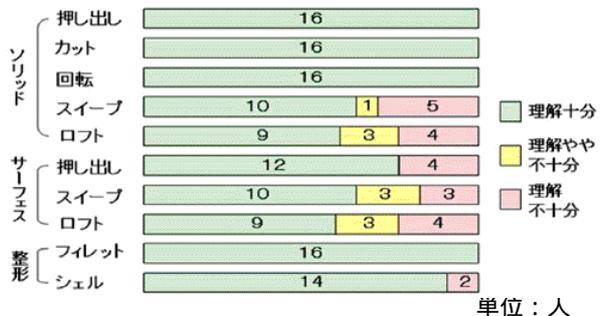


図11 各技法に必要なコマンドの理解（確認テスト2後）

(3) 自由課題実験（11～13回目授業）

立体形状作成の知識を広く活用できるか応用能力面での改善効果を探るため、自由課題による作成実験を試みた。具体的には11～13回目の授業で自由課題の作成と発表を行うようにした。学生は作成題材を自由に選び作成する。発表では、使用コマンド、作成時間、苦労した点なども報告させた。

図12に具体的な作品例を示す．いずれも予想を超える出来栄で，立体作成能力が十分育成されたと判定される作品は全体の約半数に達した．これに対し従来手法の教育では，好みの車形状作成という半自由課題の実施であるが，十分な応用力が感じ取れる作品は2～3割であった．この結果から今回の改善効果はあったと言える．



例1 シューズ

例2 化粧瓶

例3 マウス

例4 魚

図12 自由課題での作品例

次に図13に使用コマンド数を示す．押し出しやカットなど基本的技法は大半の人が利用したが，スイープやロフトなど技法が高度のものは使用率が3割から6割程度であった．しかし使用した作品では，従来に比べ一層効果的に活用されたものが多く，改善効果はこの点でも感じ取れた．

なお，図13のデータを確認テストの結果と照合した結果，興味深いことがわかった．それは同図のカッコ内数字で示すように，確認テストでは理解が不十分なコマンドも自由課題では正しく使えた例が見られたことである．自由課題の作成過程で理解が進む効果があったと考えられる．

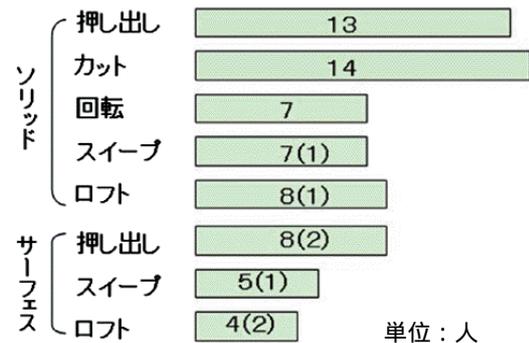


図13 自由課題における各技法の利用人数
(括弧内数字は確認テスト2では理解不十分の判断だったが，自由課題では理解し利用できた人数)

6. おわりに

3次元CADによる立体形状作成の教育手法改善として，統一的題材の採用とそれを用いた段階的教育を提案した．具体的題材として「車」を採り上げ改善授業を企画実施した．確認テストによれば，従来不十分であったスイープなど高度な技法の理解度が向上した．自由課題でも，理解が進んだ高度な技法が効果的に活用され，応用力も身についたことが確認できた．

立体形状作成という課題に関しては，さらに複数形状の組み合わせで学生がまごつくことが多い．今後この問題についても改善策を検討していきたい．

謝辞

本研究にあたり，改善手法に基づく教材開発とその試行実験では鈴木裕也氏の多大な協力を得た．ここに厚く感謝する．改善授業に参加し種々の調査に協力をしてくれた学生諸君にも感謝する．

参考文献

- [1] 鈴木裕也: 「3次元CADによる立体形状作成」の教育手法と教材に関する研究. 2005年度中京大学大学院情報科学研究科修士論文, 2006.

本研究は2004年度中京大学特定研究の助成を受けた．