

## 楽しく遊ぶプロペラ・コンテスト・プログラムの試み



富山高等専門学校  
名誉教授 遠藤 真

### 1 はじめに

商船学科において船舶のプロペラについて教授しているが、学生は基礎学問である流体力学自体の難解さと流速・圧力等の流れが見えず体感できないことなどから、推力発生メカニズムなどを理解できず、プロペラへの興味・関心を示さず、自らがプロペラを設計・製造できるとはまったく考えていないのが実情である。

現代にはCAD、CFD（数値流体力学）と3Dプリンタなどの新しい技術があり、誰でも、CADと3Dプリンタで直ぐにプロペラ等の複雑な形状を作り、CFD等で流れを確認できるようになっている。

これらの現代技術を活用して、下図に示すように、学生自らがプロペラを設計・製作し、製作プロペラを装備した模型船による速力コンテストをゴールとした教育プログラムを開発・展開することにより、難解で興味・関心を示さなかった流体力学とプロペラ原理について、自発的に楽しく遊びながら理解させることを試み、検証したものである。



### 2 プログラムの開発

学生自らが設計、製作、性能推定、性能調査と評価を行ない得るプロペラ・コンテスト・プログラムの開発を目指し、次記する7項目について取り組み、プログラムを実現した。

- 2-1 CADソフトの10時間訓練プログラムの開発
- 2-2 CFDソフトのプロペラ対応への改良と適用法
- 2-3 学生が使える安価な3Dプリンタの導入と活用法の確立
- 2-4 プロペラ装備模型船の開発
- 2-5 プロペラ装備模型船の抵抗性能調査
- 2-6 簡易風洞プロペラ試験装置の開発
- 2-7 プログラム教本の開発

### 3 プログラムの検証

開発したプロペラ船スピードコンテスト・プログラムを学生に適用し、教育効果について検証した。

#### 3-1 プログラムの適用対象

CAD、3Dプリンタ、CFD、風洞試験等についての知識・経験が全くない商船学科5年生2名（学生A、B）を対象とし、本プログラムを授業の一環として適用した。

#### 3-2 プログラムにおける学習サイクル

本プログラムを実施するにあたり「学び・理解の深化」を進めるために、学習サイクル（左図のプロセス）を3回繰り返すこととした。1回目の学習サイクルは「学習・試行」、2回目は「思考・調査・解析」、3回目は「最適化・検証」の意味を持つものである。

#### 3-3 プログラムで学生が開発したプロペラ

本プログラムにおいて学習サイクル毎に学生が開発したプロペラを次図に示す

1回目の学習サイクルで開発したプロペラ（各学生2種）を左に、2回目のプロペラ（各学生3種）を中央に示し、3回目の最

終プロペラを右に示す。



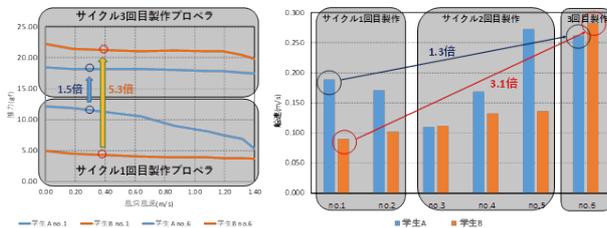
### 3-4 プログラムの教育効果の検証

実施してきた本プログラムの教育効果の検証を 2 つの視点から行った。

1つは学生が開発してきたプロペラ性能に着目し、学習サイクルとともに性能がどの程度向上したのかを調査し、プロペラへの理解度等を把握するものである。他の1つはプログラム実施の前と後に行ったアンケート調査であり、学生が自覚している教育成果を把握するものである。

#### (1) プロペラ性能による教育効果の検証

学習サイクル毎に開発したプロペラの性能として風洞プロペラ試験結果であるプロペラ発生推力とスピードコンテストで計測した船速に着目し、性能の向上度を調査した。学習サイクル毎に得られたプロペラ発生推力と船速を下図に示す。



プロペラ発生推力において、1回目の学習サイクルで開発したプロペラに対し、3回目のプロペラは学生Aでは1.5倍、学生Bでは5.3倍の推力を示し、船速では3回目のプロペラは学生Aでは約1.3倍、学生Bでは3.1倍の船速を示している。

プロペラ発生推力と船速の向上度は極めて大きく、プロペラメカニズムやプロペラ要目のプロペラ性能影響などを理解した上でプロペラ開発が実施されたことを意味している。

#### (2) アンケートによる教育効果の検証

学ぶことの楽しさ、自発性と理解度など、本プログラムを受講した学生が自覚している教育成果を把握するために、プログラム実施の前と後にアンケート調査を行なった。

アンケート結果は、プロペラの推力発生メカニズムと性能等の理解、設計・製作への自信がプログラム受講前から大きく向上したこと、楽しく学べたこと、モノづくりの「喜び」と「感動」、「理解し易さ」と「自発的な学習進展」などを自覚していることを示していた。

### 4 まとめ

ここまでの研究により幾つかの知見を得たので以下に整理して記す。また、本研究の今後の方向性についても後述する。

得られた知見：

- (1) ラピッドプロトタイピング等の現代技術を応用して、プロペラのメカニズムと性能の理解を目指した設計 (3D CAD)、製作 (3D Printing)、性能推定 (CFD)、性能調査 (風洞プロペラ試験) と評価 (Speed Contest) からなるプロペラ船スピードコンテスト教育プログラムを開発した。
- (2) 開発したプロペラ船スピードコンテスト教育プログラムを授業(30時間程度⇒2単位相当)の一環として学生に適用し、高い教育効果が明らかになったとともに、カリキュラムへの組み込み可能性の高さを含む高い有用性も確認できた。
- (3) プロペラ船スピードコンテスト教育プログラムはプロペラを題材にして「作って、触って、測って、試して、考える」を具現化した教育プログラムであり、プロペラ知識が少なく、モノづくりを経験していない船舶学科学生にとって極めて有効な教育手法であり、楽しく学べ、自発的な学習姿勢を生み、モノづくりの喜びと感動をも与えることも明らかとなった。

今後に向けて：

- (1) 開発したプロペラ船スピードコンテスト教育プログラムを専攻科海洋システム演習で平成 30 年度から開講することが計画されている。開講による適用実績の増、改善の取り組みが期待される。
- (2) 今回開発したプロペラ船スピードコンテスト教育プログラムはプロペラ発生推力増を目標にしたものであり、プロペラ効率の概念が含まれていない。プロペラ設計条件をプロペラ回転数ではなく、プロペラ供給電力とするなど、プロペラ効率の概念の適用が課題として残っている。

共同研究者：富山高等専門学校 助教 金山 穂美