

# ものづくり課外活動が正課の学習に及ぼす好影響

Positive effect of design and manufacturing exercises in extracurricular activities  
on learning attitudes in regular classes

○吉田 啓史郎<sup>※1</sup> 赤坂 剛史<sup>※1</sup> 佐々木 大輔<sup>※1</sup>  
Keishiro YOSHIDA Takeshi AKASAKA Daisuke SASAKI

キーワード：課外活動，主翼構造，異方性弾性材料

Keywords: Extracurricular activity, Wing structure, Anisotropic elastic material

## 1. はじめに

著者が所属する金沢工業大学には，種々の工作機械が設置され技術スタッフも常駐する「夢考房」<sup>1)</sup>という施設がある．在校生は講習を受け免許を取得すればその設備を自由に使うことができ，学生自らがものづくりを実践できる施設である．この夢考房には「夢考房プロジェクト」と呼ばれる，特定のプロジェクトに取り組む課外活動チームがある．現在は「ソーラーカープロジェクト」など13のプロジェクトが存在し，学生が夢考房の設備を活用してチーム活動による主体的なものづくりを実践している．著者らはこれまで顧問教員あるいは技術アドバイザーとして，夢考房プロジェクトの一つ「小型無人飛行機プロジェクト」の活動をサポートしてきた．なお，当該プロジェクトの構成メンバーほぼ全員が著者らの所属する航空システム工学科に在籍しており，著者らは，プロジェクト構成メンバーの課外活動の様子を観察すると同時に正課の科目で学習に取り組む様子も観察してきた．

本稿では，当該プロジェクトの活動の一例を示し，ものづくり課外活動が正課の学習に好影響を及ぼすことが観察されたので報告する．

## 2. ものづくり課外活動の一例

「小型無人飛行機プロジェクト」は，学部1年生から3年生約30名が主力となり活動するプロジェクトチームであり，小型ラジコン飛行機的设计および製作を通して，航空工学の基礎知識や数値解析，加工等の技術を習得することを目的に活動している．その活動の一例として，主翼の数値構造解析を実施する活動を以下に紹介する(後述のように課外活動から卒業研究(正課)へ継続した活動も含む)．

主翼の構造解析を実施するには，少なくとも構成材料の弾性定数が入力値として必要となる．当該プロジェクトでは，主翼の主要な構造材料としてバルサやベニアなどの木材を使用している．実際に構造材料とし

て使用する木材の機械的特性を文献から入手することは一般的に困難であり，まずは材料の弾性定数を実験により評価する必要に迫られる．そこで，主翼の構造材料として使用するバルサの弾性定数を引張試験により評価した(図1)．なお，木材は木目の方向に機械的特性が優れるなど方向により特性が変化する異方性材料(直交異方性材料)であり，その弾性定数の実験的評価方法は金属材料やプラスチックなどの等方性材料とは異なるものとなる．これを考慮して図2に示す3種の引張試験，すなわち(a)木目方向(0°方向)，(b)木目に垂直方向(90°方向)，(c)木目から45°逸れた方向の(45°方向)の3方向の引張試験により直交異方性材料の弾性定数を評価した．上記の引張試験により得られたバルサの弾性定数を表1に示す．

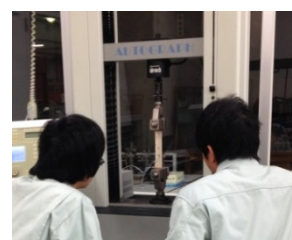


図1 引張試験の様子

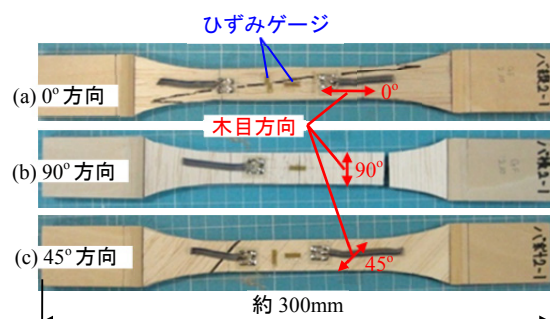


図2 バルサの引張試験片

表1 バルサの弾性定数

$E_L$	$E_T$	$\nu_{LT}$	$G_{LT}$
4.70 GPa	0.221 GPa	0.313	0.202 GPa

<sup>※1</sup> 金沢工業大学 工学部 航空システム工学科

次に、翼幅 1530mm, 翼弦長 294mm, 最大翼厚 34mm の矩形主翼を解析対象として、構造解析モデルを作成した。なお、主翼は前桁、後桁および外板で構成される箱型はり構造とし、対称性を考慮して片翼（翼幅  $/2=765\text{mm}$ ）のみの解析モデルを作成した（図 3）。なお、図 3 に示すように木材の木目が翼幅方向に配向している場合を想定し、解析モデルに表 1 の直交異方性材料としての弾性定数を設定した。ところで主翼構造材料を、表 1 に示すヤング率  $E=4.70\text{GPa}$  およびポアソン比  $\nu=0.313$  を有する等方性材料と仮定した場合、せん断弾性係数は  $G=1.79\text{GPa}$  となる。これは、表 1 に示す直交異方性材料としてのせん断弾性係数  $G=0.202\text{GPa}$  とは大きく異なり、この違いは特に主翼のねじり剛性に大きな影響を及ぼすと考えられる。そこで、構造材料に表 1 の直交異方性の弾性定数を設定した場合と仮想的な等方性材料の弾性定数を設定した場合の 2 種類の解析モデルを用い、図 3 に示すねじり荷重を負荷した場合のねじり変形を解析した。その結果は図 4 に示す通りとなり、主翼先端後縁の変位を比較すると、直交異方性材料とした場合に  $u_z=2.87\text{mm}$  となるのに対し、等方性と仮定した場合に  $u_z=0.33\text{mm}$  となり、木材を異方性材料として取り扱う必要性を示す結果を得た。

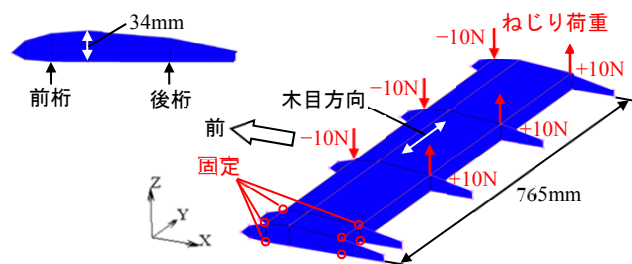


図 3 ねじり荷重した主翼の構造解析モデル

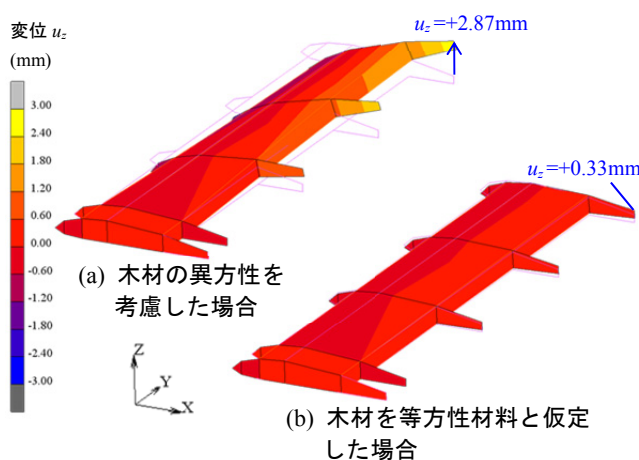


図 4 解析結果（ねじり変形の様子）

次に上記の数値解析結果の妥当性を確認するため、主翼構造供試体を製作し、ねじり負荷試験を実施した。

図 5 に負荷試験の様子を示す。実験の結果主翼先端での変位が  $u_z=2.5\text{mm}$  となり、図 4(a)の解析結果の妥当性を確認した。

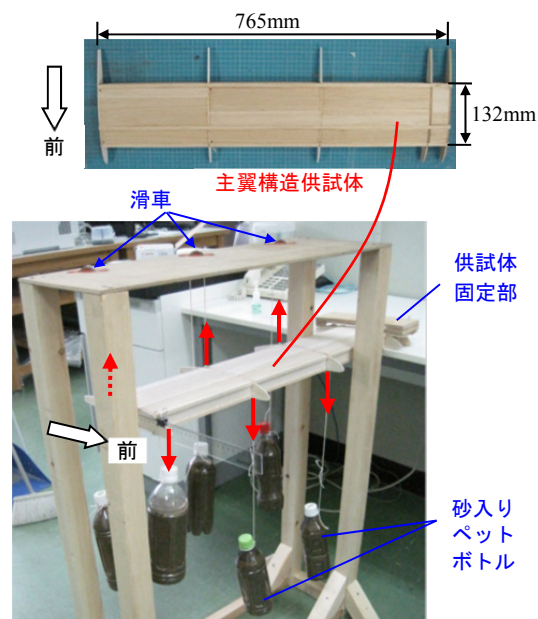


図 5 主翼供試体のねじり負荷試験

### 3. 課外活動が正課の学習に及ぼす影響

2 節で述べた課外活動に関連する内容を航空システム工学科の正課の科目でも学習する。3 年生科目「航空構造設計」や「航空システム専門実験 A」では直交異方性材料の力学を学び、また、3 年生科目「数値シミュレーション」では直交異方性材料（CFRP）を用いた主翼の数値構造解析を学ぶ。小型無人飛行機プロジェクトの学生は上記正課科目の内容の一部を 1 年生から課外活動で体験することになる。その段階では体験にとどまり完全には内容を理解できない部分も残され（見方を変えれば難解な部分が明確になり）、それを理解しようと正課の講義に熱心に取り組む様子が観察される。また、課外活動で生じた課題を卒業研究のテーマとして設定し、熱心に取り組む学生もあり<sup>2)</sup>、ものづくり課外活動が正課の学習に好影響を及ぼす様子が観察される。

### 4. まとめ

本稿では、金沢工業大学の「小型無人飛行機プロジェクト」の活動の一例を示し、ものづくり課外活動が正課の学習に好影響を及ぼすことを紹介した。

### 参考文献

- 1) 金沢工業大学夢考房  
<http://www.kanazawa-it.ac.jp/yumekobo/>.
- 2) 安藤大将：プロジェクトデザインⅢプロジェクトレポート，金沢工業大学，2013.