

早期体験型実験・演習科目開発プロジェクト
「ものづくり挑戦と工学基礎技術の獲得」

—自転車を徹底的に分解！そして、
人力型水陸両用車「Autocanoe」へ大変身させよう!!—

吉永 徹，今村 康博，有吉 剛治，田中 茂，坂本 武司，稲尾 大介

装置開発 WG

1 はじめに

昨年度，同プロジェクトにおいて 16～17 世紀頃の木工旋盤を文献の挿絵等を参考にしながら再現したが，毎回行われた製作に関するミーティングでは，学生のものに対する関心度や遊びの一環で行ってきた工作やものいじりの経験が想像を具体的に形にしていくアイデアや提案に大きく関係することが改めてわかった．そこで，平成 24 年度は我々の生活の中で身近な道具の一つである自転車を題材にして‘もの’を知ること，‘ものづくり’を考えること，そして‘ものづくり’を通して様々な素材，使用する道具や工作機械に出会うことを目的に，自転車を徹底的に分解し再度組み立て，さらに自転車を応用したユニークな乗り物である「Autocanoe™」を製作した．

2 製作者

本テーマは学科問わず工学部 1・2 年生を対象に広く募集したが，自転車を題材にしたためか，または我々のグループ名が影響したのか，メカいじりが好きと思われる機械システム工学科の学生に偏ってしまった．参加者数も含め，次の機会では募集方法を工夫したい．

【製作者】

機械システム工学科 2 年	機械システム工学科 1 年
田尻 鴻平	佐竹 晃輔
高木 航	小寺 啓太
本田 拓朗	渡邊 直人

3 「Autocanoe™」について

「Autocanoe™」は，前方二輪，後方一輪の三輪リカンベント自転車の運転（駆動）方式をカヌーに組み込み，前輪のスポークに水かき用の羽，後輪には舵の機能をもたせるためのホイールカバーを配した水陸両用の非常にユニークな乗り物である．本テーマの計画段階で自転車の分解，組立以外に自転車をもとにしたものづくりを体験できる題材を探していたところ，陸上で八の字走行やスピントーンを優雅に決め，そのままスロープから水上へ入りスワンボートのような足漕式によって推進するカヌーが Youtube に公開されており，製作欲を掻き立てる発想の面白さに加え，ホームページから設計図が入手可能なことから自転車の応用材料として採用した．

興味ある方は，Autocanoe ホームページ (<http://www.autocanoe.com/>) を御覧ください．

4 本テーマの内容

4.1 自転車の分解、組立

自転車の分解では、ロードバイク、マウンテンバイク、子供用自転車を分解した。特にパーツ数の多いロードバイクについてはフレームに取り付けてあるものは全て取り外し、各パーツについても可能な限り全て分解した。これによってハンドル(ステム)の固定方法、ブレーキレバー、シフトレバーの仕組み、ブレーキの構造、ペダルの軸であるボトムブラケットの存在と機能、ボスフリーの分解ではリアスプロケット固定法やラチェット機能によってペダルからの力を走行方向のみ後輪のハブに伝達できるようになっていることを理解してもらった。その他、ディレイラの仕組み、ハブの仕組み、スポークニップルの存在、クイックリリースの仕組み、チェーンの仕組みと切り方、チューブバルブの方式とそれぞれの仕組み等、全てのパーツや分解するための専用工具には、様々な知恵が形となって存在し、乗り物として成立していることを理解してもらった。

組立は、分解したもの全てについて再度組立ててもらい、摺動部へのグリースの塗布、ディレイラ等調整の必要なものについてはそれぞれの調整法を指導した。また、スポークの張り方ではダイヤルゲージを用いてリムのたわみを確認しながら均等にテンションをかける非常に根気のいる作業にも挑戦してもらった(図1, 2)。



図1. 自転車分解の様子



図2. スポーク組みの様子

4.2 Autocanoe 製作

4.2.1 模型製作

カヌーを製作する前に、全体の製作工程をイメージしてもらうために1/10スケールモデルを実際の図面をもとに製作した。カヌーを形作る躯体には、ステム、ガンネル、キール、リブ、ハル、ヨークがある。それぞれのパーツを模型用の木角材やアクリル板、バルサ材を用いレーザー加工機等で切断後、躯体の組立工程に従い組み上げた。次に、薄いバルサ板材を躯体の形状に沿わせカヌーのボディであるハルを製作するが、この工程で裁断した板材の形状や板を躯体にあてがう順序は、実際のハル製作にフィードバックすることで非常に有効な事前情報となった。完成した模型は常にカヌー製作の傍らに置かれ、作業工程の確認時には良い指標となっていた(図3)。

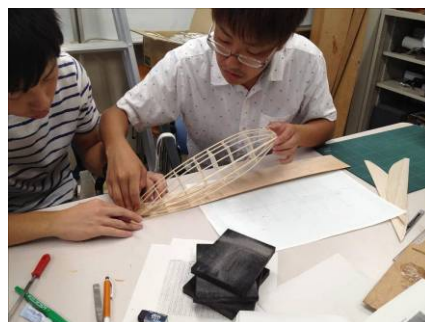


図3. 模型躯体にハル材をあてがう。カヌー製作で最も難儀な工程

4.2.2 駆動部について

図4にAutocanoeの駆動部を示す。カヌーの進行方向に対し自転車の前後と上下を逆さにして船体に固定してある。自転車の变速ギアは前後ともそのまま利用できるようになっており、リカンベント車の要領でペダリングする。ペダルからの力はボスフリーの対面側に取り付けたスプロケットからAutocanoe前輪軸の中央に配置したディファレンシャルギアをチェーンにより伝達し前輪を駆動する仕組みになっている。前輪の

スポークには水かき用の羽を取り付けることで水上での推進を可能にしている。

水上での舵や陸上でのハンドリングを可能にする後輪は、子供用自転車のサドルより前方部分を利用し Autocanoe の船尾に取り付けている。ステムに取り付けたプーリーは、後輪を左右に動かすためのロープを掛けるためのものである。駆動部の製作では、電動サンダーや丸鋸によるフレーム切断および研磨作業、固定用アングルやフレーム補強用の斜材取り付けには溶接を行うなど、作業時に閃光や音、振動など感覚的に怖さを覚える作業であるため勇気を振り絞り作業にチャレンジしていた。

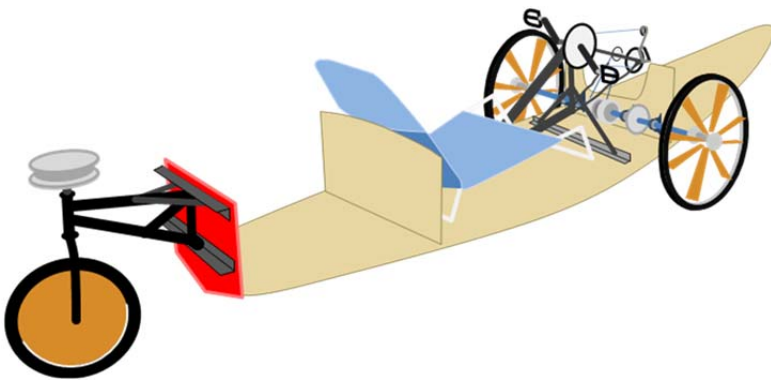


図 4. Autocanoe 駆動部と溶接の様子

4.2.3 カヌー船体製作から完成まで

カヌー船体の製作は、躯体パーツの部材切出し、躯体組み、バウ材貼付け、船体表面への FRP 処理、塗装という流れになるが、事前の模型製作によって製作工程がイメージできていたためか作業内容について説明の必要はなく、切り出す部材がどの部分に使用するか概ね理解できていたため使用する工具類の使い方や加工の指導に時間を割くことができた。これによって船体の形ができる行程まではスムーズに作業が進行した (図 5)。



図 5. 躯体製作

バウ材貼り付け、船体表面への FRP 処理、塗装の工程では使用するエポキシ樹脂やウレタン塗料などの硬化時間、乾燥時間が必要になる。また、最終的な表面形状や塗装面の良し悪しは、それぞれの工程の間で行う形状補修、研磨作業 (下地処理) の丁寧さに関わってくるため非常に時間のかかる工程になった。FRP 処理後から最終塗装、最終研磨まで行った下地処理を以下に記す。

- ・サンディングシーラー3回
- ・白色塗装2回
- ・サーフェイサー1回
- ・赤色塗装2回



図 6. FRP 処理

気持ちが切れずによく最後まで作業を行ってくれた。丁寧な作業の結果、最終研磨後の水洗いを終えてきた綺麗な塗装面に学生も満面の笑みを見せていた。ものづくりの醍醐味の一つを経験したと思う。

塗装が終了した船体に駆動部を組み込み、ブレーキおよびギアのワイヤ、ハンドル、水かき用の羽等、必要なパーツ類を全て組み込み 8 ヶ月間に渡る Autocanoe 製作が終了した。完成までの写真を図 7 に示す。



a) とにかく研磨は大変だ
放心状態の学生



b) サンディングシーラー
面が徐々に出来上がる



c) サーフェイサー
面仕上げの最終チェック



d) 面が仕上がったので本塗装へ
スプレーガンも様になっている



e) 研磨! 研磨! 研磨!



f) コンパウンド、水研ぎで塗装完了!



g) 駆動部、ハンドル、ブレーキ組み込み



h) フェンダーの取り付け



i) Autocanoe ついに完成!

図 7. 塗装から完成まで

5 おわりに

自転車の分解に始まり自転車を応用した乗りもの製作まで、‘もの’とじっくり向き合った10ヶ月間であった。気持ちを切らずに限られた時間を繋いで最後まで頑張ってくれた学生諸氏に感謝したい。参加してくれた学生にどれだけの‘もの’を紹介できたかわからないが、この一連の取り組みが今後ものづくりを行う際の発想や行動に活かしてくれることを期待したい。