

課題情報シート

テーマ名 :	水陸両用自転車の設計・製作				
担当指導員名 :	戸田 将弘	実施年度 :	25 年度		
施設名 :	近畿職業能力開発大学校 附属滋賀職業能力開発短期大学校				
課程名 :	専門課程	訓練科名 :	生産技術科		
課題の区分 :	総合制作実習課題	学生数 :	5	時間 :	12 単位 (216h)

課題制作・開発のポイント

【開発（制作）のポイント】

「水陸両用自転車の設計・製作」において、2次元CAD、3次元CAD、汎用旋盤、汎用フライス盤、NC旋盤、マシニングセンタ、ワイヤカット放電加工機、CAD/CAM、溶接施工等の技術・技能が必要です。

施設内の機器等の活用とこれまでに培った技術・技能を発揮することと、チームワークで作業を並行して、進めることが、求められます。

組立・調整において、初めて分かることもあり、その時は、トラブルシューティングが求められます。

以上のことが「水陸両用自転車の設計・製作」を成功させるポイントだと考えます。

【訓練（指導）のポイント】

機械製図、CAD実習、メカニズム、工業材料、材料力学、機械加工実習、溶接工学の前提となる項目について、応用的かつ実践的な知識、技能・技術を指導します。

問題が発生したときこそ、考えて、解決するには、どうしたらよいか、チームワークと忍耐力が試されます。そのことを学生に指導する必要があります。

以上のことを指導の急所とし、就職後、社会に通用する人材を育成する訓練展開を心がけています。

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 近畿職業能力開発大学校附属滋賀職業能力開発短期大学校

住所 : 〒523-8510 滋賀県近江八幡市古川町 1414

電話番号 : 0748-31-2250 (代表)

施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/shiga/college/>

課題制作・開発の「予稿」および「テーマ設定シート」

次のページ以降に、本課題の「予稿」および「テーマ設定シート」を掲載しています。

脱着式水陸両用自転車の設計・製作

滋賀職業能力開発短期大学校 生産技術科

概要

「脱着式水陸両用自転車の設計・製作」は、当校所在の近江八幡商工会議所より、依頼された。琵琶湖に面している近江八幡市は、水郷めぐりが観光として有名である。また、水郷周辺にはよし笛ロードといわれるサイクリングロードも整備されており、水郷めぐりとサイクリングを併せもつ乗り物すなわち「水陸両用自転車」の開発が期待されていた。そのような中、当校の卒業制作の一環として、「水陸両用自転車」の開発に取り組んだ。水上を走行できる試作機が完成したので、過程を報告する。

1. はじめに

近江八幡市を訪れる観光客にレンタルサイクルで水郷周辺のサイクリングを楽しんで頂き、その後、フロートの上に自転車を載せて水上を走って、水郷も楽しんで頂くという目的から、自転車とフロートは、脱着方式をとることとなった。この開発の企画自体は、前年度の平成24年度からスタートしていた。前年度は、水上を走行する手前までであったので、今年度は、フロートは、前年度のものを利用するが、設計は、新たに行うこととした。

「水陸両用自転車」は、製品化も視野に入れるということから、実現するためには、試作機を当校で製作して、報道機関へ発表を行い「水陸両用自転車」を製品化してもよいという企業を募るといった方向性で試作機の開発が始まった。

当校のもつ設計、加工、組立・調整の技術、技能に加え、昨今、注目を浴びているバイオミクラーなどの生物模倣技術や3Dプリンタなどのデジタルファブ리케이션やファブラボを視野に入れて、それぞれを、融合させた“新ものづくり”に挑戦することも目標とした。

2. 開発コンセプト及び機能

上記の「1. はじめに」でも触れているが、開発コンセプト及び機能としては、以下の項目を設定した。

- ・レンタルサイクルを取り付けることができる脱着方式であること。取り付け時間は、2～3分であること。
- ・自転車のハンドルを切ることで、水上を旋回できること。
- ・自転車のペダルを漕ぐことで水上を推進できること。
- ・バイオミクラーを取り入れること。
- ・3Dプリンタで製作した部品を取り入れること。

従来の金属を加工する技術とバイオミクラーや3Dプリンタを活用した“新ものづくり”で水陸両用自転車の開発を実現するため、当校の生産技術科の学生と開発に取り組んだ。

3. 開発の流れ

新しい製品を開発するときの一般的なフローを図1に示す。今回の水陸両用自転車の開発においてもこのような流れで開発を進めて行った。順を追って、開発の経過を説明していく。表1には、仕様を示す。

仕様を満たすために、3次元CADでモデリングをしながら、構想設計を行った。図2にモデリングの構想図を示す。この構想の段階で推進力を得るためには、スクリューを採用すること。スクリューは、3Dプリンタで製作し、水中のギアボックスへ水の浸入を防ぐためにバイオミクラーを用いた関節軟骨の優れた潤滑機能を模倣したベアリングシステムの採用を決めた。水の浸入と回転軸の保

護の目的から最適であることが選定の理由となった。

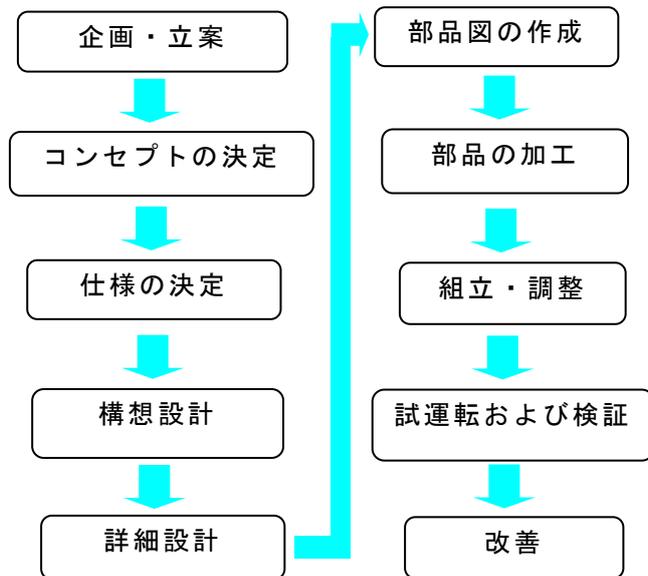


図1 開発の一般的なフロー

表1 仕様

最大寸法	全長 3.5m 幅 1.6m
速度	約4ノット (7.2km/時)
重量	約1000N
乗車人数	1人

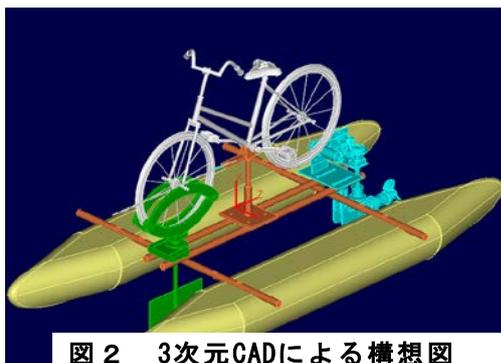


図2 3次元CADによる構想図

3次元CADで構想設計後、詳細設計を行い、図面へ展開後、部品の加工を行った。組立・調整を行い試作機を完成させた。図3に試作機の外観を示す。



図3 試作機の外観

4. 試作機の説明

この製作した試作機は、主に水の浸入を防ぐベアリングシステム、旋回機構、自転車の脱着機構、推進機構を有する構造となっている。以下、各部の説明をする。

4.1 ベアリングシステム

バイオミミクリー(生物模倣)によって、作成されたベアリングシステムを取り付けた。走行時、水中内にあるスクリューを回転させるギアボックス内へ、水の浸入を防ぐ役割を担っている。(図4を参照)

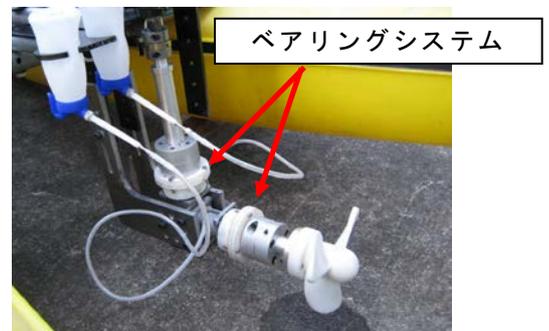


図4 ベアリングシステム

4.2 旋回機構

自転車のハンドルを切ると水中にあるラダーの役割のアルミのプレートが向きを変える機構になっている。ラダーの向きが変わることにより、水流が変化し、フロートを回転させることができる。スムーズに回転するようにベアリングを使用している。(図5を参照)

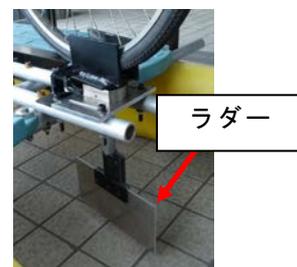


図5 旋回機構

4. 3 自転車の脱着機構

後輪は、自転車に取りつけたハブステップで支えている。挿入口はワイヤカット放電加工で斜めの形状とし、かつ、根元の方が小さくなるように、わずかに勾配をつけて、加工している。よって、荷重がかかった時に食込み勝手となり、自転車を安定させることができるため、この形状とした。(図6を参照)

ハブステップの2点と自転車のフレーム1点の合計3点で自転車を支えている。フレームを支える部分は、自転車に傷がつかないようにMCナイロンを取りつけている。(図7を参照)



図6 後輪の支え部



図7 フレームの支え部

4. 4 推進機構

タイヤに押し付けた、ローラから、タイヤの回転を動力として取りだしている。ローラからは、チェーンを介し、すぐばかさ歯車を回転させている。カップリングでつないだ軸が水面に向かい垂直に動力が伝わっていく。ギアボックスを経由して、スクリューが回転する機構となっている。スクリューは、3Dプリンタで製作している。(図8を参照)

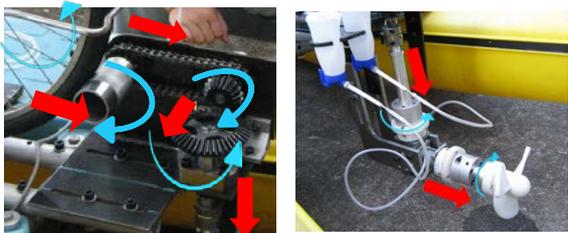


図8 推進機構

5. ポリテックビジョンでの展示

平成25年10月26日のポリテックビジョンで水陸両用自転車を展示することとなっていた。ものづくりには、しばしばQCDというものが重視される。Qは、Quality(品質)、Cは、Cost(価格)、Dは、Delivery(納期)となる。

今回は、短い期間での完成が求められていて、限られた時間内に最善のものを製作する必要があった。学生たちは、期限に間に合わせるため、精一杯、制作に取り組んだ。結果、これまでに説明をした試作機を完成させることができた。

6. 走行テストと改善案

平成25年11月30日に近江八幡市にある「西の湖」で走行テストを行い、走行性能、バランス性能等について検証した。走行テストの様子を、図9に示す。



図9 走行テストの様子

バランス性能については、水上での安定性は、とても良好であった。自転車に乗り、左右に揺れても転覆することもなく安定していた。

旋回性、推進性能においては、水面を自転車のペダルを漕ぐことで走行でき、ハンドルを切ることで、曲がることもできた。しかし、いくつかの問題点があった。以下に学生と話あった問題点と改善案を示す。

(1) 旋回性が悪い

ハンドルとスクリューをリンクさせて、スクリューの向きを変え、旋回させる。

(2) タイヤの空転およびペダルを漕ぐ力が重い

スクリューを水中に入れたとき回転抵抗が大きく、タイヤがスリップしていると判断した。そこで従動側のスプロケットの歯数を多くす

ることで空転はなくなり、かつ、軽い力でも漕げるようになると思った。

(3) 回転音が大きい

まがりばかさ歯車を使用する。

水陸両用自転車を製品化するためには、運転操作が簡単で、快適に運転ができることが求められる。大きく上記の3項目が改善案として挙げられた。

ベアリングシステム、自転車の脱着機構は、そのまま使用することが可能と判断をした。

スクリューの向きを変えて旋回させるために、現在の旋回機構と推進機構を製作し直すことで改善案を実現できると考えた。卒業まで、改善を行う時間があるため、12月から、改善に取りかかった。

7. 改善

走行テストから得られた改善案を実現するため、新たに設計、加工、組立・調整を行った。

7. 1 改善した試作機の概要

改善した試作機は、推進機構及び舵取り機構(以下、推進兼舵取りユニット)の2点を兼ね備えた装置となる。舵取りの機能は、スクリューの向きが変わることでフロートを旋回させる仕組みとなっている。

推進兼舵取りユニットの全体図を図10に、フロートに取り付けた状態を図11に示す。



図10 推進兼舵取りユニット全体図



図11 フロート装着図

7. 2 改善した試作機の詳細

(1) 旋回性の向上

フロートを推進させるためにタイヤから動力を取り出すところは、前回と同様にした。異なるところは、旋回性の向上のため、動力伝達軸からスクリューが取り付けられている回転軸へ動力を伝えるギアボックスをコの字の形状の板で取り付けた。上部には、歯車を設けた。噛み合わせている歯車は、自転車のハンドルとリンクさせているため、自転車のハンドルを回転させると連動して、ギアボックスが回転して、スクリューの向きが変わるようになっていく。スクリューは、180°回転するため、後退とブレーキの役割を果たす。図12に構造を示す。

自転車のハンドルの動きと繋がっている。

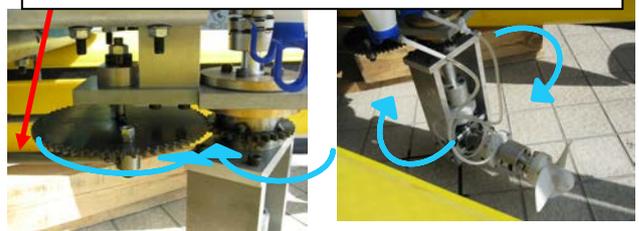
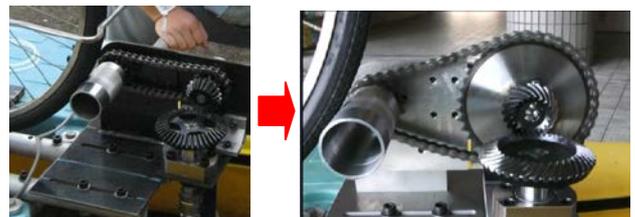


図12 スクリューの向きを変える機構部周辺

(2) タイヤの空転およびペダルを漕ぐ力が重い

従動側のスプロケットの歯数を15歯から40歯へ変更した。図13に比較した図を示す。



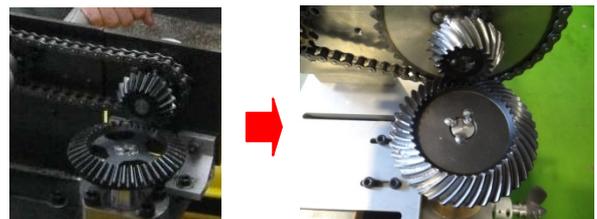
改善前

改善後

図13 スプロケットの変更

(3) 歯車の回転音の軽減

すぐばかさ歯車から、回転が滑らかに伝わるまがりばかさ歯車へ変更した。図14に比較した図を示す。



改善前

改善後

図14 傘歯車の変更

8. 改善後の走行テスト

前述の近江八幡市にある「西の湖」において、改善後の水陸両用自転車の走行テストを実施した。

問題点として、挙げられた、旋回性の悪さ、タイヤの空転およびペダルを漕ぐ力の重さ、歯車の回転音の大きさは、すべて大きく改善された。また、スクリューの向きが変わることにより、旋回および、前進、後進、ブレーキもかけることができ、設計で構想したとおりの機能を発揮していることが確認された。

9. 公開試験

共同で開発を行っていた NPO 法人の呼びかけにより、平成 26 年 3 月 12 日に報道機関へ水陸両用自転車の発表を行った。場所は、走行テストを実施していた近江八幡市にある「西の湖」とした。

学生も主体となり、水陸両用自転車の開発目的、デジタルファブリケーション、3D プリンタ、バイオミミクリーの説明を行った。

“新ものづくり”についても説明をすることができた。その後、走行体験を実施した。天候も良好で、走行テストと同様に軽快に西の湖の上を走行できていたと思う。

10. おわりに

1 年間の卒業制作実習として取り組み、最初の試作機を完成させ、水面を走行することができた。走行テスト後は、検証を行い、問題点を考え、改善を施した次の試作機も完成させることができた。学生たちは、問題意識を持ち、理論的に仮説を立て、検証するために試作機を完成させた。製作に当っては、当校に設置されている 3 次元 CAD、CAM、3D プリンタ、半自動溶接機、汎用旋盤、汎用フライス盤、ワイヤカット放電加工機の各種工作機械等を駆使して、設計、加工、組立・調整を行った。近江八幡市の町おこしを通し社会貢献をしたいという学生が、開発に手を挙げた。

卒業制作を通して、学生の技術・技能の向上は、もちろん、社会と繋がりを持った今回の開発は、これから社会人となる学生にとって貴重な体験になったと確信している。

このような機会を頂いた皆様に感謝いたします。この場をお借りして、厚く御礼申し上げます。

参考文献

機械製図[基礎編] 能力開発研究センター
機械製図[応用編] 能力開発研究センター

課題実習「テーマ設定シート」

作成日：6月11日

科名：生産技術科

教科の科目		実習テーマ名	
総合制作実習		水陸両用自転車の設計・製作	
担当教員		担当学生	
○生産技術科 戸田 将弘			
課題実習の技能・技術習得目標			
<p>水陸両用自転車の開発を通して、CAD設計、製作及び組立・調整技術等の総合的な実践力を身に付けます。また、推進駆動機構の開発から、チーム設計の技能の向上、製作全体を通して、CADによる設計、旋盤、フライス盤作業、CAMによる加工等についても技能の向上を図ります。さらに自主的なものづくりの進め方を体得し、社会人として要求される企画力、判断力、実行力等の総合的な能力を身につけます。</p>			
実習テーマの設定背景・取組目標			
実習テーマの設定背景			
<p>琵琶湖やそれに注ぐ河川の多い滋賀県で、特に八幡ぼりを観光名所としている近江八幡市では水陸両用自転車の開発が期待されています。また、地球温暖化防止をテーマに、自転車の活用を促進することで、近江八幡市における環境にやさしいまちづくりの仕組みを構築することを目的に「自転車で走りたくなるまちづくり」プロジェクトが立ち上げられています。今回このような背景をもとに八幡ぼりを走ることができる水陸両用自転車の開発に取り組めます。設計・製作・評価という“ものづくり”の一連の流れを理解し専門技術の向上を図り“ものづくり”の面白さや発展性を理解するとともに、期限までに成果物を完成させることでスケジュール管理の重要性を認識します。</p>			
実習テーマの特徴・概要			
<p>JR近江八幡駅のレンタサイクルに簡単に脱着可能な構造の水上走行ユニットを開発します。自転車の後輪の回転により動作する推進機構と操舵機構を考案し、自転車に容易に脱着可能な浮子と推進機構を製作することが主な内容です。グループで設計、加工、組立・調整に取り組みます。これまで学んできたことの総括として、持てる技能・技術を全力で出し切ることを期待します。完成後は各種性能評価試験を行い、報告書を作成します。</p>			
No	取組目標		
①	従来の水陸両用自転車の調査・研究をすると共に駆動機構・特徴・動作原理も調査します。		
②	レンタサイクルの自転車が、脱着可能な機構とします。		
③	既存のフロートを用い、そのフロートの浮力を考慮した重量とします。		
④	フロートに取り付けた自転車を漕ぐことにより推進する推進機構、操舵機構等を設計・製作します。		
⑤	完成後は、性能評価を行います。		
⑥	想定した動作が行われなかった場合には、問題を分析し、その問題の解決に取り組みます。		
⑦	報告書の作成、製作品の展示及び発表会を行います。		
⑧	実習の進捗状況や、発生した問題等については、適宜、担当指導員へ報告します。		
⑨	5S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）の実現に努め、安全衛生活動を行います。		