

パーソナルモビリティ(低炭素交通)プロジェクト

PROJECT MEMBER

〈代表者〉	大学院 理工学研究科	教授：古川修
〈構成員〉	システム理工学部 機械制御システム学科	教授：長谷川浩志、伊東敏夫
	システム理工学部 生命科学科	准教授：渡邊宣夫
	工学部 英語科目	教授：山崎敦子

さいたま市と連携し、2輪車(自転車、バイク)と情報ネットワークを活用した新しい移動システムを開発し、地域住民の移動の利便性を向上させ、低炭素地域環境実現、高齢者健寿向上、街の賑わい創出に貢献することを目的としたプロジェクトであり、学部・学科を越えた教員と学生の連携のもとに、以下の2つのテーマを進めている。これらの検討成果は、さいたま市の「パーソナルモビリティ普及研究会」のなかで随時報告している。

(1) 2輪車の転倒防止システムの開発

ジャイロ軸を制御する装置を後付で追加して2輪車の転倒を防止するシステムで、修士論文・卒業論文の指導を通じて研究教育を進めている。さいたま市で高齢者が安全・安心して2輪車を利用できることを目標とし、さいたま市発の技術イノベーションによる地域の産業活性化が期待されている。

(2) 2輪車情報ネットワークシステムの開発

大学院の授業「産学連携PBL」の枠組みのなかで、さいたま市からレンタサイクルと情報ネットを活用して新価値を創造するテーマを提供いただき、2グループがプロジェクト検討を行い、新たなシステムコンセプトを提案できた。

2013年度 活動の成果

教育

(1) 2輪車転倒防止システムの開発

修士論文・卒業論文の研究教育を通じて複数の教員と学生でプロジェクトMARS (Motorcycle Anti Roll-down System) の推進を行い、さいたま市における電動自転車の必要性調査、既存の自転車操縦におけるふらつき状態の実験解析、ジャイロ装置を付加したときのふらつき防止効果の実験検証、2輪車転倒防止システムの基本要件機能・基本システム構成・基本設計仕様の検討を行った。社会に役立つ新概念システムの実質的开发に携わることにより、担当した学生たちの社会人基礎力の向上の成果を得られた。

(2) 2輪車情報ネットワークシステムの開発

大学院理工学研究科の共通科目「産学連携PBL」(次年度「産学・地域連携PBL」へ名称変更予定)において、さいたま市から「貸自転車と情報ネットワーク化を組み合わせ、街の賑わいを創出する新たなシステムコンセプトを検討する」というテーマを提供いただき、2グループが興味を持ちプロジェクト検討を行った。その結果、自転車を情報化と組み合わせて消費者どうしのグルーピングをSNSサーバーで行い地域事業主からの情報活用など街のにぎわいを創出する、自転車で参画する地域イベントを通して、地域の活性化へつなげるなどの、新た

なシステムコンセプトが提案され、学生達のコンピテンシー向上に貢献する成果が得られた。

研究

(1) 2輪車転倒防止システム

「2輪車転倒防止システム」の基本原理解明へ向けて2輪車事故ミクロ調査、既存の自転車のふらつき状態の実験解析、ジャイロ装置を付加したときの効果向上の実験検証、ジャイロ装置の設計仕様検討などを行い、基本コンセプト仕様をほぼ策定でき、対象となる2輪車と制御システムとしてのジャイロ装置の基礎力学モデルを導出できた。模型実験装置を製作したが、既存のパーツをできるだけ使用する低コスト化を計ったために、最終目標とした機能に達することができなかった。しかし、次回設計における懸案事項とその解決へ向けた設計指針が得られた。

また、さいたま市の優良中小企業と本学で、将来の量を前提とした連携を行って、システムのメカトロ部品の共同ものづくり体制の構築へ向けた調整を始めることができ、さいたま市発の技術イノベーションの実現へ向けた準備が整いつつある。

(2) 2輪車情報ネットワークシステム

貸自転車と情報ネットワーク化、SNSなどを組み合わせた二つの新システムコンセプトを提案できた。一つは消費者の行動から同じ嗜好を持つ消費者どうしグルーピングして、商店などの事業主からの事業案内情報を有効に伝達するシステムであり、もう一つは地域イベントを通じて地域の活性化を計るシステムで、共にさいたま市から高い評価をいただく成果となった。

社会貢献

「2輪車の転倒防止システムの開発」「2輪車情報ネットワークシステムの開発」共に、さいたま市が主催して会長役を務め、本学が副会長役に就任している「パーソナルモビリティ普及研究会」で2～3か月に一度の定例会において報告、意見交換を行い、さいたま市の地域社会への成果としてまとめることができた。

「2輪車の転倒防止システムの開発」では、高齢者や女性などの2輪車の操縦が不得意な市民でも安全・安心

して操縦できる、全く新しいコンセプトの制御システムの基本機能が確認でき、今後のさいたま市での市民の移動利便性の飛躍的向上が期待できることが明らかになった。また、さいたま市の優良中小企業との共同開発によって、さいたま市発の技術イノベーションによる産業の活性化へ貢献できそうであることが明らかになった。

「2輪車情報ネットワークシステムの開発」では、2グループがプロジェクト検討成果を挙げることができ、さいたま市長を初めとしてさいたま市側から高い評価をいただいた。この成果は、次年度以降のさいたま市の「次世代モビリティ・自動車特区」での活動計画である「特区実証実験」を行うプラットフォームとなりうるもので、次年度は大学院理工学研究科の授業である「システム工学特別演習」「産学連携PBL」で次世代の学生達に引き継いで、プレ実証実験の企画・実施のステップへ移行することが可能となった。

2輪車転倒防止システムの 基本コンセプト

プロジェクトで検討してきたシステムの基本コンセプトを紹介する。2輪車(自転車・バイク)はエネルギー効率がよく、近隣への移動が手軽にできる利便性も持っている。しかし、転倒事故が多く、事故時の致死率も4輪の自動車の2倍と大きいために、2輪車での移動を敬遠する市民が多い。そこで、図1に示すように2輪車にフライホイールから構成されるジャイロ装置を後付で搭載して、転倒防止を計るシステムを考案した。このジャイロ装置は図2に示すように、フライホイール軸を電動モーターで駆動し、その回転軸を別な制御用モーターで2輪車の運動状態に応じて振れ回し制御を行うようになっている。この振れ回し制御により、2輪車の車体には振れ回し回転速度 ω に比例した下記のロール方向のジャイロモーメントが作用することになる。

$$T = I\omega\Omega$$

ただし、 I ：フライホイールの慣性モーメント、 Ω ：フライホイールの回転速度

すなわち、2輪車のロール運動をフィードバックして ω を制御すれば、走行条件に応じて安定して転倒防止の運動制御を行うことが可能となる。

例えば、停止時に運転者が足を路面についていなくても車体を立たせておいたり、直進時には車体が直立に近い状態にしたり、旋回時には遠心力と重力の合ベクトルの向きに車体のロール角が一致するように制御すれば、運転者は身体が車体と一体となる安定感を感じるはずである。

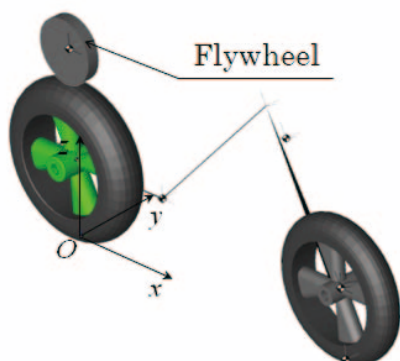


図1：ジャイロ装置の2輪車への搭載

2輪転倒防止システムの開発における 卒業論文・修士論文研究

下記4名の卒業論文テーマが終了し、また1名の修論テーマを指導した。

社会に役立つシステムのコンセプト、機能仕様、設計仕様、実証方法などの検討を通じて、地域連携の教育効果を十分得られた。

卒業論文「ジャイロ効果を利用した二輪車転倒防止システムの開発」

ジャイロ効果を用いた姿勢制御を実験で実証するために模型試作機を作成し、倒立制御の実験を行った。モーターのパワーの選定や、フライホイール軸の偏心を極力小さくする設計配慮が必要であることが分かった。卒業論文「2輪車転倒防止用ジャイロ制御システム開発-2輪車運転中のふらつき定量評価」

2輪車運転中のふらつきは、ハンドル切れ角とバンク角が相反関係にある走行状態によることが分かった。

卒業論文「HITLにおける2輪転倒防止システム検討」

ライダー乗車時にもジャイロ効果の有用性が証明され、また、装置効果には個人差がありライダーインザループで検討すべきことがわかった。

卒業論文「さいたま市における電動自転車の必要性についての調査研究」

さいたま市の電動2輪車に対するニーズを民間アンケートで調査し、必要性が確認できた。

修士論文1年目「2輪車転倒防止システムの開発」中間成果
2輪車の倒立状態の力学モデルの作成を試みた。

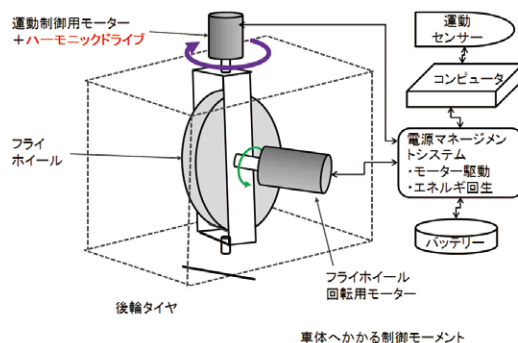


図2：2輪車転倒防止制御装置の構造図(1軸運動制御型)

産学連携PBL授業による2輪車情報 ネットワークシステムの基本コンセプト検討

9月18日にガイダンスを行い、さいたま市から2輪車に情報ネットワークを加えるテーマをいただき、プロジェクトグループ分けを行ったところ、2グループがこのテーマを選択した。以下15回のPBL授業を行い、2回の中間発表を経て、1月22日に最終発表としてプロジェクト検討結果が報告された。その間、適時さいたま市のスタッフと本学の担当教員で、各プロジェクトの進捗状況を見回り、適切な目標に向けた検討となるように教育指導を行った。

写真1にグループワークの様子、写真2に最終発表状況、写真3に最終発表時の市長のコメント状況を示す。2グループとも実現性の高い独自システムコンセプトを提案し、地域連携の効果が高かった。

2グループのプロジェクト活動成果は以下である。

【第1班】プロジェクト名：Happy Life Cycle

タグによるユーザー嗜好の把握による寄り道スポット提案、ナビによるユーザーどうしの交流、ナビを活用したお店間のポート混雑度緩和策などを入れたシステムを提案し、採算性の評価を行い、十分利益を上げられることが示された。

【第2班】プロジェクト名：大宮区付近活性化プロジェクト

現在のコミュニティバイクの問題点である①回遊性を欠いた構造②料金体系③認知不足を解決するために、(1)eRingを活用した施錠機能を用いてステーション以外の場所でも自由に施錠保管ができる仕組みを導入(2)eRingアプリを活用した鉄道スポット巡り、ゆるキャラスタンプラリー、大宮スイーツ巡りなどのイベントによるレンタサイクル認知度向上策を提案できた。

学生達が生活する地域での街のにぎわい創出へ向けた、自転車と情報ネットワークを用いた独自システムを検討する作業を通じて、社会に役立つ技術者としての自覚が高まり、実践的な技能取得の教育効果が得られた。



写真1：産学連携PBLでのグループ作業の様子



写真2：産学連携PBLでの最終発表



写真3：最終発表にはさいたま市長が聴講し、高い評価を与えた