



# 堀・藤本研究室(Prof. Hori) Hori-Fujimoto Laboratory

URL: [http://hflab.k.u-tokyo.ac.jp/index\\_ja.html](http://hflab.k.u-tokyo.ac.jp/index_ja.html)

学部

電気電子工学科

柏

大学院

工学系・電気系工学専攻

新領域・先端エネルギー工学専攻

柏キャンパス基盤棟7F  
Bldg. Transdisciplinary sciences 7F



## 研究分野

- 制御工学
- モーションコントロール
- パワーエレクトロニクス

## 構成(2016年4月時)

スタッフ7名 学生29名  
 ●教授 ●博士8名  
 ●准教授 ●修士17名  
 ●特任教授1名 ●学部3名  
 ●秘書2名 ●研究生1名  
 ●PD1名  
 ●技官 計36名(留学生4名)

## 堀・藤本研究室はこんな研究室

柏キャンパスを拠点に活動する研究室です。  
 制御工学を主として、様々な分野の研究をしています。  
 研究室の主役は学生で、運営も学生が行います。研究の楽しさを教え、やる気のある学生をどんどんサポートします。  
 充実の実験装置・設備はもちろんのこと、新しい実験装置を制作・改造する機会にも恵まれています。  
 企業や省庁など外部との交流も多く、人脈形成の機会がたくさんあります。



## 年間スケジュール (卒論生の場合)

- 4月：歓迎会
- 5月～7月：勉強会
- 8月：院試休み、暑気払い
- 10月：8大学合同合宿
- 12月：忘年会
- 3月：卒業論文提出、学会発表
- その他：スキー合宿、バスケ大会など

## 電気自動車

### 実験車両

FPEV-2 Kanon  
(完全オリジナルEV)

FPEV-4 Sawyer

実験場+ガレージ



ダイレクトドライブ方式  
インホイールモータ

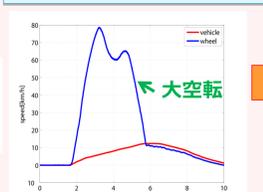
必要に応じて自由に改造ができる車両が充実!

## 安全でエコな次世代電気自動車の研究

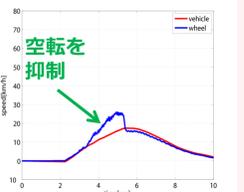
電気自動車の最大の特徴  
⇒モータの高い制御性

- 高速トルク応答
- 4輪独立駆動
- 正確なトルク値把握

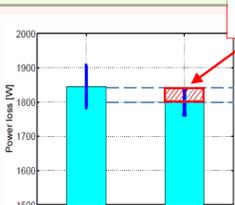
### 雪道でのトラクション制御



### 雪道での車両姿勢制御



### 車両姿勢制御による低損失旋回



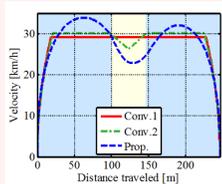
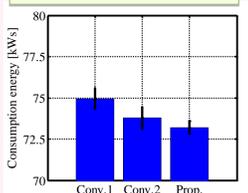
ソフトウェアの書き換えだけで、電池消費量を抑えるエコドライブを実現

- 研究テーマ
- トラクション制御
  - 旋回時の安定制御
  - ロール安定化制御
  - 路面状態推定

- 航続距離延長制御
- 乗り心地向上制御(ピッチング制御)など

自動車メーカーが開発した実験車両に自分たちが開発した制御をのせて走行試験を行う機会もあります!!

### 航続距離延長のための速度軌道生成

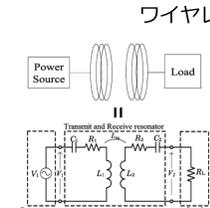


次世代の自動運転技術のために航続距離延長、障害物回避等のための運動制御について研究しています。

## ワイヤレス電力伝送

### 電磁界共振結合を用いたワイヤレス電力伝送

電磁界共振結合 → 大エアギャップ, 位置ずれに対して高効率に給電可能!



$$A_2 = \frac{V_2}{V_1} = j \frac{\omega L_2 R_1}{R_1 R_2 + R_1 R_2 + (\omega L_m)^2}$$

$$A_1 = \frac{I_1}{I_2} = j \frac{\omega L_m}{(R_1 + R_2)}$$

$$\eta = A_1 \cdot A_2 = \frac{(\omega L_m)^2 R_2}{(R_1 + R_2)(R_1 R_2 + R_1 R_2 + (\omega L_m)^2)}$$

$L_1, L_2$ : Coil inductance  
 $C_1, C_2$ : Capacitance  
 $R_1, R_2$ : Internal resistance  
 $L_m$ : Mutual inductance

### 中継コイル・複数給電・非対称コイル

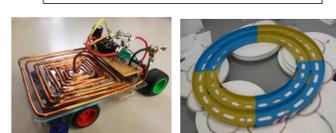


### 放射性廃棄物モニタリング用ワイヤレス給電システム



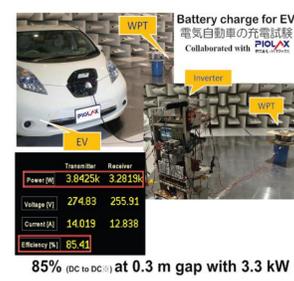
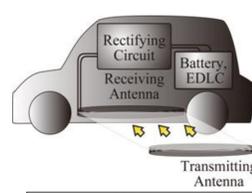
## 電気自動車へのワイヤレス給電システム

走行中給電によって電池がなくても走るミニ四駆



航続距離延長のために高価で重くて不経済な大容量電池はもう要らない! 経済的な小さな車載電池でもワイヤレス給電で走行中や信号待ちの間に道路からちょこちょこ充電すれば、航続距離は無量大。

### 大ギャップ間での大電力伝送



WiC-COMS (Wireless Capacitor-COMS)

ワイヤレス給電によって、電気コードがなくなる世界が来ます。世界の研究の最前線に立って、自分の研究成果によって世界が変貌する様子を一緒に実感してみませんか。

## キャパシタ搭載自動車

- 未来の車
- ワイヤレスで充電できる
  - キャパシタで走る
  - モータによる運動制御



### キャパシタの特徴

1. 高パワー密度→急速充電が可能
2. 電圧計測→エネルギー残量を把握
3. レアメタルレス→地球に優しい

C-COMS2に搭載されたキャパシタ 30秒の急速充電で20分走行可能

## 人間親和型モーションコントロール

### パワーアシスト車椅子の制御

より使いやすく安全な車椅子を作る

- こんな車椅子を制御で実現・目指しています!
- 坂の上で滑らない、曲がらない
  - 重心位置の推定、人間の姿勢の推定
  - 後方転倒の危険を検知し、転倒を防止
  - 片麻痺の人も簡単に操縦できる
  - ウィリーをアシスト、段差を簡単に乗り越えられる
  - 特殊な機構で様々な環境で走行できる



操縦者の重心位置推定

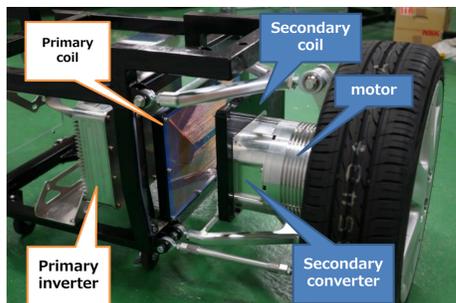
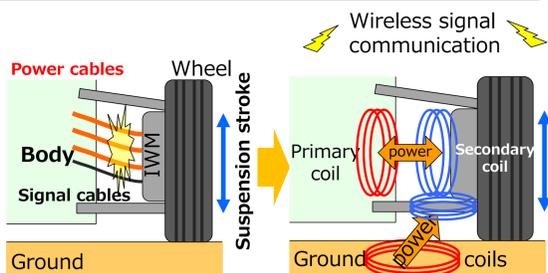
# 堀・藤本研究室(Prof. Fujimoto) Hori-Fujimoto Laboratory

URL: [http://hflab.k.u-tokyo.ac.jp/index\\_ja.html](http://hflab.k.u-tokyo.ac.jp/index_ja.html)

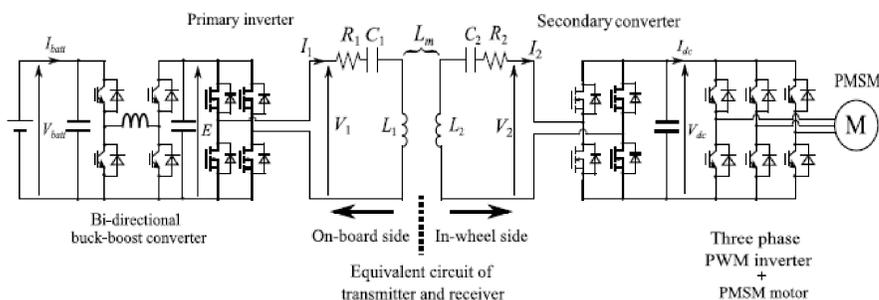
柏キャンパス基盤棟7F  
Bldg. Transdisciplinary sciences 7F

## ワイヤレスインホイールモータ

タイヤへの送電  
信号線や電力線の断線の恐れ  
→ **ワイヤレス給電による送電**  
地面に埋め込んだコイルから  
直接給電することも可能に！  
→ 高出力・位置ずれにロバスト  
な給電のための制御



実車での走行試験にも成功！！

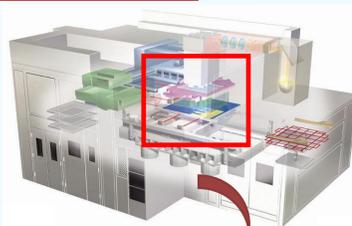


モータへの直接ワイヤレス給電は**世界初の試み**！  
→インホイールモータの実用化に向けて**革新的な一歩**を踏み出しています！

## ナノスケールサーボ

### 液晶露光装置の制御

露光装置の全体図



実験用超精密ステージ

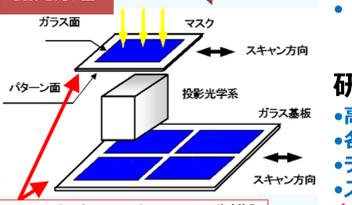


実験用ナノステージ二号機  
(6自由度ステージ)



実験用ナノステージ三号機

露光原理

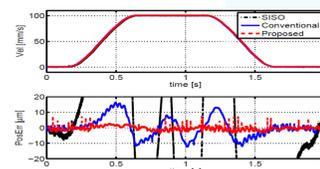


液晶露光装置とは？

- 液晶ディスプレイを作る装置のこと
- 「史上最も精密な機械」と呼ばれ位置・姿勢の6自由度をナノスケールに制御する必要がある

研究していること

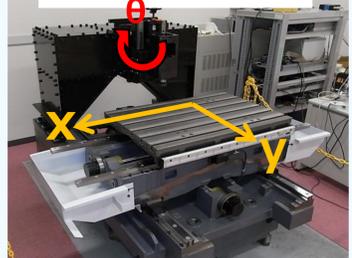
- 高速・高精度位置決め制御
- 各ステージの同期制御
- テーブルの非干渉化姿勢制御
- ステージ機構の最適設計



良い研究成果は露光装置に実装されます！（実績有り）

### NC工作機械の制御

3軸立型マシニングセンタ



NC工作機械とは？

- コンピュータ制御の微細・高性能な加工ができる工作機械
- 自動車などの機械部品を作り出すことからマザーマシンとも呼ばれる

研究していること

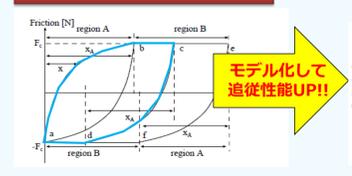
- 摩擦補償による高速・高精度位置決め制御
- 簡単なパラメータチューニング方法
- 外乱オブザーバを用いた難切削材料のセンサレス切削力制御
- びびり振動抑制制御



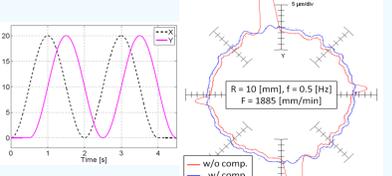
MORISEIKIホームページより

新しい技術の製品搭載を目指しています！

複雑な摩擦特性をモデル化



モデル化して追従性能UP!!



センサレス切削力制御

## 宇宙機・電気飛行機

### 電気飛行機の制御

JAXA (調布) と共同研究



2015年度有人飛行に成功した電気飛行機の機体

2014年度中に実機での実験開始！

- 高速な推力制御を実現
- 従来の飛行機では不可能だった経路・姿勢制御を実現
- EVで研究してきた航続距離延長制御を電気飛行機にも応用

小型なのに落ちない飛行機！

世界的に新しい研究分野！

### 月面探査機のアクティブ着陸制御



- 着陸時の衝撃力を緩和するための制御
- 簡易実験装置で効果を確認
- 着陸脚の試作機を製作中

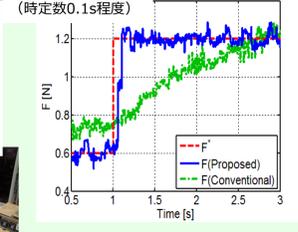
研究室で開発中のe-skycar (未完成)



FPEA1

EVを使った新しい実験方法の提案

簡易実験装置で非常に高速な推力制御を実現(時定数0.1s程度)



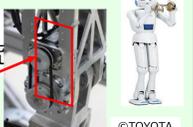
## ロボットサーボ

最新のセンシング技術を活用したロボットの制御！

### ヒューマノイド

- 制御しやすい構造設計
- 振動抑制制御などを研究

関節部のタイミングベルトなど生じる振動の抑制



### 車輪型ロボット

駆動輪の制御のみで段差越えを！

- 四輪駆動
- 他の駆動源なし



### 原子間力顕微鏡の制御

AFMのナノスケールサーボが開く夢

- プローブスレージ (原子分解能で記録)
- ナノ画像取得をリアルタイム化
- 画像化によるナノ・マイクロ現象の正確な把握
- ナノマニピュレーションから原子分子組立て装置の実現へ
- 医療、材料分野へのモーション制御の貢献

研究していること

- オブザーバや学習制御による画像取得の高速・高精度化
- 測定試料の粘弾性測定

本研究室の新しい制御技術は最新のAFMに採用されています！

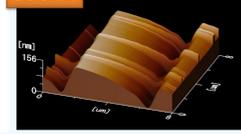
AFM実験装置



基準



従来法



提案法

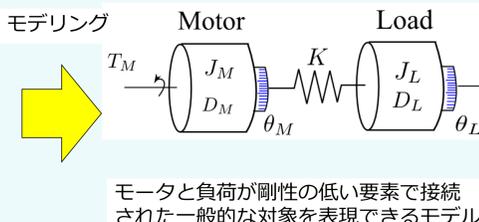
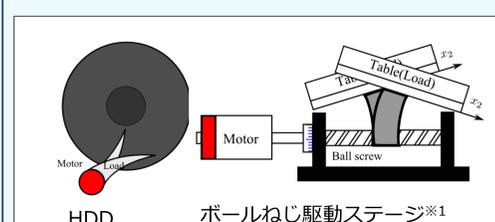


走行速度20倍!!

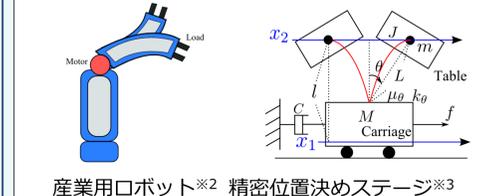
### 2慣性系の制御・ロボットモビリティ応用

ギア等の伝達機構部における低剛性により、振動発生

2慣性系



モータと負荷が剛性の低い要素で接続された一般的な対象を表現できるモデル



古くより研究されてきた2慣性系の制御において、負荷側エンコーダ情報を活用した新制御法で産業界に旋風を巻き起こす！！

### ビジュアルサーボ

視覚情報に基づくロボットの新しい制御法の提案



画像に基づくロボットアームの位置制御※2

## 制御工学の産業応用！

制御工学やパワーエレクトロニクスを応用して、ナノサーボから電気自動車まで様々なテーマを幅広く扱っております。実機を用いた理論の検証や企業や海外大学との共同研究も精力的に行っており、産業界と非常に近いところで研究しています。