

目 次

1. 研究室メンバ	.....	4
2. 研究室予算	.....	4
3. 研究室構成員の活動	.....	4
4. 研究現況	.....	6
4-1 列車の運転整理		6
4-2 リニアドライブ・磁気浮上		6
4-3 電気車のインバータ予防保全		8
4-4 フラックスゲート型電流センサ		8
4-5 時系列予測		9
5. 発表論文集	.....	10
発表論文目次		10
5-1 列車の運転整理		13
5-2 リニアドライブ・磁気浮上		15
5-3 電気車の純電気ブレーキ化		65
5-4 その他		71

主な活動記録

1. 研究室メンバ

教員：古関 隆章 助教授

博士課程：野崎 雄一郎 (電気工学 2 年)

修士課程：福正 博之 (電気工学 2 年) 山口 瑛史 (電気工学 2 年) 大山 大介 (電子情報学 2 年)
鈴木 武海 (電気工学 1 年) 原 和弘 (電気工学 1 年) 中田 貴之 (電子情報学 1 年)

学部生：Cheung Cheuk Kei Brian (4 年)

研究員：Suroso (2006年8月まで)

秘書：南 佳子

2. 研究室予算

2.1. 運営費 (経常費)

2.2. 寄附金

東海旅客鉄道株式会社 殿

株式会社 日立製作所 日立研究所 殿

株式会社 日立製作所 水戸工場 殿

財団法人 鉄道総合技術研究所 殿

株式会社 レム・ジャパン 殿

2.3. 日本学術振興会研究費補助金

基盤研究(C)「簡易位置センサ・位置センサレス駆動制御用磁気支持形リニア同期モータの状態推定法」

2.4. その他

本研究室は「21世紀COE 未来社会を担うエレクトロニクスの展開」研究担当の一員として電気系の研究活動に協力した。

3. 研究室構成員の活動 (古関助教授)

3.1 講演・講義

〈東京大学講義〉

電気・電子・情報工学実験第一 (学部 3 年生夏学期)

電気・電子・情報工学実験第二 (学部 3 年生冬学期)

制御工学第一 (学部 3 年生夏学期) : 実質的にすべて堀教授に一任

制御工学第二 (学部 3 年生冬学期)

応用電気工学 (学部 4 年生夏学期) : 途中から馬場助教授代講

電気工学演習 (学部 4 年生夏学期)

卒業論文 (学部 4 年生冬学期)

電気工学/電子情報学修士輪講 I

電気工学/電子情報学修士輪講 II

電子情報学修士実験

電気工学/電子情報学博士演習 I

電気工学/電子情報学博士演習 II

電気工学/電子情報学博士輪講 I

電気工学/電子情報学博士輪講 II

電気工学/電子情報学博士輪講 III

なお、以下の講義は予定されていたにもかかわらず、病のため実質的に行うことができませんでした。お詫び申し上げます。

人間社会と交通システム (学部 1,2 年生夏学期)

電気駆動の魅力 (学部 1,2 年生夏学期)

電気工学修士実験

3.2. 委員会・審議会等における学外活動

電気学会 IEC/TC77 国内委員会 幹事 / 電気学会 IEC/SC77C 国内委員会 委員長

電気学会 鉄道用変電所における機器運転実績と余寿命の判定に関する調査専門委員会委員長

日本鉄道電気技術協会 東海道新幹線電力技術検討会 委員

独立行政法人 交通安全環境研究所研究評価委員会 委員

独立行政法人 運輸政策機構 都市鉄道整備等基礎調査委員会 委員／都市鉄道整備等基礎調査 情報提供高度化による旅客移動の個別支援に関するワーキンググループ主査
国土交通省 軌間可変電車実用化評価委員会 委員
国土交通省 鉄道技術開発評価委員会 委員（次世代障害物検知システム評価委員）
電気技術者試験センター 試験委員
リニア誘導モータ国際規格化準備会主査

なお、以下の業務は病のため実質的に休職扱い或いは免除にさせていただきました。ご迷惑をおかけいたしましたことをお詫び申し上げ、ご関係者のご理解とご高配に厚く御礼申し上げます。

電気学会 交通・電気鉄道技術委員会 委員
電気学会 リニアドライブ技術委員会 委員
電気学会 システム・制御技術委員会 幹事
電気学会 産業応用部門論文委員会 幹事 および査読委員
電気学会 産業応用部門全国大会 論文委員
電気学会 全国大会 論文委員
電気学会 鉄道における国際規格と国内規格に関する用語整合性調査専門委員会 副委員長
電気学会 産業用リニアモータの特性測定法と評価方法調査専門委員会 委員
電気学会 磁気支持応用機器の高機能化協同研究委員会 幹事
電気学会 国際会議 ICEMS 2006 組織委員会・実行委員会 委員 同論文委員会幹事
日本AEM学会 論文委員会 委員
精密工学会 生体機構制御・応用技術専門委員会 委員
日本鉄道電気技術協会 中央リニア建設に関する電気・システム研究委員会 委員
日本能率協会 磁気応用シンポジウム企画委員会 副委員長
日本能率協会 モータ技術フォーラム企画委員会 委員
LRT国際シンポジウム実行委員会委員
日本鉄道車両工業会 鉄車工標準審査会 委員
独立行政法人 鉄道建設・運輸施設支援機構 運輸分野における基礎的研究審査委員会委員
日本交通計画協会 トランスロール技術指針検討委員会 委員
日本交通計画協会 トランスロール技術指針検討委員会WG主査
国土交通省 技術審議会鉄道部会委員
国土交通省 運転記録装置に関する検討委員会委員
日本大学工学部 非常勤講師

3.3. 本研究室を幹事とする私的勉強会

都市交通鉄道車両用リニア誘導モータの設計および制御に関する勉強会（日立製作所殿）
フラックスゲート形電流センサ設計技術検討会（レム・ジャパン株式会社殿）
車両走行状態記録装置を活用した車両電気装置余寿命判定技術に関する共同勉強会（新京成電鉄殿、三菱電機殿、三菱コントロールソフトウェア殿）：実務を鈴木が代行
永久磁石利用リニア同期モータの設計および制御に関する勉強会（日立製作所殿）：実務を福正が代行
複々線区間を含むネットワークの運転整理計算機支援システム共同研究会（西日本旅客鉄道株式会社殿、鉄道総合技術研究所殿、工学院大学殿、上智大学殿）：上智大学宮武助教授に運営代行業を依頼
純電気ブレーキにおける回生と電力システム共同勉強会（新京成電鉄殿、三菱電機殿、工学院大学殿、首都圏新都市鉄道株式会社 殿）：工学院大学高木助教授に幹事交代

3.4. 海外出張

なし

3.5. 著書

電気鉄道ハンドブック編集委員会編
コロナ社「電気鉄道ハンドブック」 986ページ中 1.1.4節, 10.3.5節, 12.3.3節の執筆を担当

3.6. 知的財産権

国際出願番号PCT/JP2006/321445 「リニアモータと位置検出手段」

3.7. 受賞

2006年8月 電気学会産業応用部門 功労賞

4. 研究現況

4-1 列車の運転整理

判断の因果関係を正しく表現する列車運転異常時の乗客流推定法

大山 大介

鉄道ダイヤが乱れた際に行われる運転整理は、現在は鉄道指令員によって手動で行われている。この負担は大きく、コンピュータによる支援処理システムが求められている。運転整理とは主に、列車のダイヤグラム設定と乗客行動の解析に分けられる。

本研究では、グラフ理論を用いた運転整理を定量的に行うための、動的な乗客流動の解析に主眼を置いた。運行計画変更時における乗客流解析を行う考え方を提案し、実際の路線をモデルにして正しい乗客流推定が行われていることを示した。

Passenger flow estimation for irregular train operation with appropriate causality model of passengers' decision

OOYAMA Daisuke

Currently, train rescheduling is executed by train operators manually. Assistance by computers is required because train rescheduling is a burden for train operators. Train rescheduling is mainly composed of train scheduling and passengers' behavior. In this research, I notice estimation method of dynamic passengers' behavior for quantitative evaluation of train rescheduling based on graph theory. I proposed how to analyze passengers' behavior on rescheduling and indicated that I succeeded in proper analysis by using a model of an actual diagram.

複々線を積極活用する運転整理案の効率的評価・最適化法

原 和弘

現在鉄道では、事故や故障によって運行に乱れが生じた際にダイヤの混乱を迅速に収束させるために運転整理という作業が行われる。この作業は指令員経験と間に基づき人手で行われており、負担が大きく定量的な評価も難しい。本研究では、列車の本数が多く配線も複雑な複々線区間において、指令員の作業を補助する計算機支援システムの提案を行った。複々線区間で用いられる運転整理手法の実装を行い、その自由度を積極的に活用する整理案を提示することを可能にした。また、整理案を効率的に評価・最適化するために、解析解を利用した手法の提案や各種最適化手法導入のための検討を行った。

Efficient Algorithms for Evaluating and Optimizing Train Reschedules from Irregular Train Operation by Taking Advantage of Flexibility of Quadruple Track

HARA Kazuhiro

Presently train dispatchers take on train-rescheduling when their train operation is disordered by their experience and intuition. In this research, we propose a system for supporting the task of the train-rescheduling, especially in quadruple line where the task is complicated. We have implemented several methods for train-rescheduling and made possible to present the train reschedules by taking advantage of flexibility of quadruple track. We further more proposed the solving method using analytic solution and examined various optimizing methods for evaluating efficiently.

4-2 リニアドライブ・磁気浮上

都市交通用リニア誘導モータの端効果・縁効果を考慮したモデルの構築とベクトル制御

野崎 雄一郎

リニア誘導モータ(LIM)を用いた都市内交通としてHSSTやリニアメトロなどが挙げられる。リニアモータ駆動は回転型モータによる駆動方式と比較し、粘着によらない駆動であり急勾配や急曲線の走行が可能となる。また、リニア同期モータと比較し、二次側が簡単な構造となり誘導モータとしての基本的な性質は回転型と同様のため、これまでの回転型の制御装置を変更することなく駆動することができるので低コストであるメ

リットがある。一方で、LIMは回転型モータと比較すると端を持つことが原因となる端効果・縁効果がありそのモータの定数が動作点の状態により変化する。端効果・縁効果を考慮した実用的な数値計算手法の提案を行い、制御のためのモデルとして等価回路を考え、数値計算からのマッピングによりその効果を反映した等価回路の作成を行った。

Calculation Model for Vector Control of Linear Induction Motor for Urban Transportation System with End-Effect and Edge-Effect

NOZAKI Yuichiro

Linear Metro (Linear motor subway) and HSST are a urban transportation system using Linear Induction Motor(LIM). The linear motor drive system is a good choice for heavy slope and tight curve transit compared with rotary motors because of free from adhesion. In linear motors, the LIM has a merit of low cost compared with linear synchronous motors because the secondary part consists of only reaction plate and its control system is compatible type of rotary induction motors; i.e. LIM has no position sensor and no magnet on the ground. On the other hand, There is a problem of "end-effect" and "edge-effect" in LIM drive system. So motor constants which is needed for vector control change on the condition of LIM's operation points. Practical numerical calculation method is proposed with taking their effects into account and an equivalent circuit model for the control is built by using fitting scheme based on the numerical calculation.

車両駆動用リニア誘導モータのベクトル制御のための等価回路モデル同定法と性能評価 山口 瑛史

リニア誘導モータ(LIM)を駆動力とする交通システムは、低コストであり保守が容易、また直接駆動により従来の鉄道の問題であった粘着から解放されるため、現在普及が進められている。しかしリニア誘導モータには端効果という問題点が存在しており、またその制御方法も従来の回転形誘導モータがベクトル制御を行っているのに対して、それより古いすべり周波数制御により駆動されている。本研究ではリニア誘導モータへのベクトル制御の適用を目指し、回転形誘導モータの理論に基づきながら端効果を考慮に含めた等価回路を提案し、電磁界解析との比較を行うことで端効果の影響を表現できることを示した。そこで得られた等価回路定数を基に動的モデルを構築し、ベクトル制御の考え方を示していくつかの運転パターンについてシミュレーションを行い性能を評価した。

Identification Method of Equivalent Circuit for Vector Control of Linear Induction Motor Considering End-effect and Its Dynamic Performance Evaluation

YAMAGUCHI Terufumi

A linear induction motor has advantage of direct drive, robust structure etc., so it is utilized for transportation system such as HSST, linear metro. On the other hand, it has the end-effect, which deteriorates characteristics in high speed, and it is driven by old control method. In this research, we propose the equivalent circuit of linear induction motor based on that of rotary induction motor for application of vector control to LIM. We assume the end-effect is function of mechanical speed, in other words, the circuit constants are function of mechanical speed. It is shown that the characteristics at practical operating point is calculated by this method. And we built the dynamic model of LIM based on these circuit constants and evaluated its performance about some operation method.

ロボットアームのための軽量・大推力永久磁石リニア同期型アクチュエータの設計と 粘弾性を模擬した制御

福正 博之

ロボットの運動性能向上のために、生物の仕組みをロボットに取り込むための研究が盛んになっている。二関節筋がその一つである。二関節筋の役割をするアクチュエータを持つロボットは、従来の複雑な制御手法を用いずに生体のような素早く柔軟な動きを実現できることが分かってきた。ロボットアームの制御のための計算が簡単になる事が分かってきた。

本研究では、二関節筋駆動用の軽量・大推力リニア同期型アクチュエータを設計し、実際に開発した。そして、ヒト型サイズのロボットアームに必要な静推力を得られる事を評価した。また、生物の粘弾性をロボットで表現するために、粘性・減衰係数をソフトウェアを用いて自在に調整する制御手法を提案し、実験機を用いて実現した。

Design of a light PM-type linear synchronous actuator
for producing large thrust and control of it with arbitrary stiffness and damping emulation for a robot arm

FUKUSHO Hiroyuki

The studies for emulating the natural biomechanics are being active. The study on bi-articular muscle is an important one of them. It has been found that a robot with actuators as bi-articular muscles can move as quickly and flexibly as a natural human without any complex calculation. In this research, I have designed a new light PM-type linear synchronous actuator that can produce a large thrust and made it actually. And I have evaluated the actuator can generate the enough static thrust as an actuator for the role of an bi-articular muscle. In addition, I have designed a control system with arbitrary stiffness and damping factor for the actuator. I have succeeded the parameters of arbitrary stiffness and damping factor can be changed easily using software and the actuator can be moved flexibly.

4-3 電車のインバータ予防保全

電気鉄道車両のインバータの予防保全のためのデータ解析による余寿命推定方法

鈴木 武海

直流電気鉄道においては、伝統的な直流電動機の抵抗制御による駆動から誘導電動機のインバータ制御による駆動に転換することにより、ブラシなどの保守作業の低減に伴うメンテナンス性の大幅な向上が図られた。しかし、インバータは動的な機械ではないため整備の現場において一目でその動作不良を確かめることは難しく、営業線上で突然インバータ故障が起り電車が立ち往生するような事態が度々発生している。本研究では、インバータの電圧波形・電流波形・温度などの動作記録を取得し解析することにより、インバータの余寿命を推定する、またはインバータの故障の前兆現象をつかみ、電車の整備や装置交換などの予防保全のために有用な情報を提供することを目的としている。

Estimation of the Remaining Lifetime of an inverter of DC-electrified Train
Using Data Analysis for Preventive Maintenance

SUZUKI Takeomi

At a DC-electrified railway, the change from conventional DC motor drive controlled by a resistor to recent induction motor drive controlled by an inverter reduced the cost and effort for maintenance. However, the failure of an inverter is hard to be found by visual check of a maintenance person, because it is an static machine. And the failure of an inverter frequently causes a train stall on a main line. The research aims to estimate the remaining lifetime of an inverter or catch a precursor of the failure by data analysis for preventive maintenance.

4-4 フラックスゲート型電流センサ

フラックスゲート型DC電流センサのダイナミックシミュレーションと
外乱の抑制に関する考察

Cheung Cheuk Kei Brian

フラックスゲート型電流センサは磁性体の非線形現象、飽和とヒステリシスを利用したセンサであり、最も一般的な電流センサであるホール素子型センサに比べて高感度、高分解能である。

このセンサを設計する上で、実用に足るシミュレータが存在すると非常に有利である。本研究では、磁気回路法を用いた磁気回路のシミュレータを作成し、電子回路のシミュレータを併用して解析し、実機と比較を行った。また、フラックスゲート型DC電流センサの外乱を抑制する手法について、解析、評価を行った。

Dynamic simulation of flux-gate DC current sensor and study about suppression the disturbance in

Cheung Cheuk Kei Brian

A flux-gate current sensor use non-linear characteristic in magnetic permeability of ferromagnetic material saturation and hysteresis and is more sensitive than a hall element in detecting current and has high resolution. When one designs the flux-gate current sensor, it is useful to have a good simulator. In this research, make non-linear phenomena based magnetic circuit simulator and analyzed analyzed using

it together with electric circuit simulator, and it compared it with a real machine. Moreover, the technique for controlling disturbance of flux-gate DC current sensor was analyzed, and evaluated.

4-5 時系列予測

売買タイミングの意思決定に資する経済時系列予測手法の研究

中田 貴之

今日、様々な方法によって時系列の予測が行われている。とくに線形モデルを仮定し、その後データとの差が最小となるように係数パラメータを調整する方法が主流であった。しかし、複雑な要因がからみあって形成されている経済時系列のような非線形な時系列を正確に予測することは難しい。株式データのような経済時系列においては、未来の値動きを予測し効率的に投資が行えるようになることが最終目標である。そこで本研究では、効率的に投資が行える売買タイミングの意思決定に資する予測手法、及びその適切な評価方法について検討していく。

A Study on Prediction of Economic Time Series Useful for Decision Making of Buying and Selling Timings

NAKATA Takayuki

Today, we predict time series data by various methods. Especially, the method that we assume the linear model and adjust the coefficient parameter is a main current. But the accurate prediction of nonlinear time series data such as economic time series data is generally a very difficult task. In economic time series like the stocks index data, a final goal is to invest efficiently by forecasting the fluctuation in prices in the future. In this research, I focus attention on the technique which contribute to the decision making of the buying and selling timings in which we can invest efficiently and the appropriate evaluation method.

5. 発表論文集

5-1 列車の運転整理

5-1-113

大山大介, 原 和弘, 古関隆章

「判断の因果関係を正しく表現する列車運転異常時の乗客流推定法」

平成19年電気学会全国大会

Daisuke Ooyama, Kazuhiro Hara, Takafumi Koseki

"Passenger flow estimation for irregular train operation with appropriate causality model of passengers' decision"

2007 National Convention Record IEEJ, 3-091, pp.137-138, Mar-2007, Toyama

5-2 リニアドライブ・磁気浮上

5-2-115

福正博之, 山本裕介, 古関隆章

「二関節筋電磁アクチュエータの磁気回路設計と静推力特性」

第18回「電磁力関連のダイナミクス」シンポジウム

Hiroyuki Fukusho, Yusuke Yamamoto, Takafumi Koseki

"Magnetic circuit design and static thrust calculation of a linear synchronous actuator for artificial bi-articular muscles"

SEAD18, pp.19-22, May-2006, Hyogo

5-2-219

山口瑛史, 野崎雄一郎, 古関隆章

「等価回路定数を機械的速度の関数とするリニア誘導モータの近似モデルとその同定法」

第18回「電磁力関連のダイナミクス」シンポジウム

Terufumi Yamaguchi, Yuichiro Nozaki, Takafumi Koseki

"Approximation Model and Identification Method of Equivalent Circuit of Linear Induction Motors Based on Secondary Speed"

SEAD18, pp.495-500, May-2006, Hyogo

5-2-325

Y. Nozaki, T. Yamaguchi, and T. Koseki

"Equivalent Circuit Model with Parameters Depending on Secondary Speed for High-Speed Transport

--- A Smart Combination of Classical Modeling and Numerical Electromagnetic Calculation"

MAGLEV' 2006, pp.537-543, Sep-2006, Dresden

5-2-431

H. Fukusho, T. Koseki, H.KIM and H. Shibata

"Design method and fundamental calculation of a light PM-type linear synchronous actuator for producing large thrust"

ICEMS2006, DS4F1-13, Nov-2006, Nagasaki

5-2-537

Y. Nozaki, T. Yamaguchi, and T. Koseki

"Practical Equivalent Circuit Model of Linear Induction Motors for Urban Transportation System

Depending on Secondary Speed Based on Electromagnetic Analysis"

ICEMS2006, LS3B-1, Nov-2006, Nagasaki

5-2-6	.....	43
野崎雄一郎, 山口瑛史, 古関隆章		
「車両駆動用LIMの端効果を考慮した等価回路に基づくベクトル制御」		
電気学会 リニアドライブ・半導体電力変換研究会		
Yuichiro Nozaki, Terufumi Yamaguchi, Takafumi Koseki		
"Vector Control of LIM for Transportation System Based on Equivalent Circuit Considering End-effect"		
SPC-06-170, LD-06-72, pp.21-24, Dec-2006, Ishikawa		
5-2-7	.....	47
福正博之, 古関隆章		
「ロボットアーム駆動用リニア同期アクチュエータの		
負荷カオブザーバを用いた剛性・減衰係数の制御」		
電気学会 リニアドライブ・半導体電力変換研究会		
Hiroyuki Fukusho and Takafumi Koseki		
"Stiffness and damping factor controls of a linear synchronous actuator for a robot arm using a load force observer"		
SPC-06-171, LD-06-73, pp.25-28, Dec-2006, Ishikawa		
5-2-8	.....	51
Takafumi Koseki		
"Nonlinear Controller Design of Three Degree-of-Freedom Hybrid Magnetic Levitation Control		
Based on Fuzzy Model for a Contactless Servo-Actuator"		
COE symposium, Jan-2007, Tokyo		
5-2-9	.....	57
Y. Nozaki, T. Yamaguchi, T. Koseki		
"Equivalent Circuit Model of Linear Induction Motor with Parameters		
Depending on Secondary Speed for Urban Transportation System"		
The 8th University of Tokyo - Seoul National University Joint Seminar on Electrical Engineering,		
pp.83-86, Feb-2007, Seoul		
5-2-10	.....	61
Hiroyuki Fukusho and Takafumi Koseki		
"Control of a PM-type linear synchronous actuator for an artificial muscle with arbitrary stiffness and damping emulation"		
The 8th University of Tokyo - Seoul National University Joint Seminar on Electrical Engineering,		
pp.93-96, Feb-2007, Seoul		
5-3 電気車の純電気ブレーキ化		
5-3-1	.....	65
Yuruki Okada, Takafumi Koseki		
"Dynamic Calculation of a DC-Electrification of an Urban Railway		
for Studies on Control of Regenerative Brakes and Management of Their Electric Power"		
ICEMS2006, DS1F3-10, Nov-2006, Nagasaki		
5-4 その他		
5-4-1	.....	71
Lilit Kovudhikulrungsri, Takafumi Koseki		
"Precise Speed Estimation From a Low-Resolution Encoder by Dual-Sampling-Rate Observer"		
IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, Vol. 11, No. 6, pp. 661-670, Dec-2006		

5-4-281

古関隆章

「安全・快適な鉄道システム実現のための計測技術への期待」

電気学会 センサ・マイクロマシン準部門
フィジカルセンサ研究会特別企画「鉄道輸送とセンサ技術」招待講演

Takafumi Koseki

“Expectation to measuring technology for safe and comfortable railway system”

IEEJ Technical meeting on Physical Sensors, Special issue on Railway transportation and sensor technology
PHS-06-17, 4pages, May-2006, Tokyo