

## 4. 研究現況

### 4-1 列車の運転整理

#### **運転整理支援システムのための駅構内条件の実用的モデル化と整理手法の効率的選択に関する研究**

---

高野 求

現在、列車の運行の乱れを収束させるために行なわれる運転整理は、指令員により人手で行なわれている。本研究では、運転整理案を半自動的に提案し指令員を支援するマンマシンシステムの構築を目指しており、列車の運行のシミュレーションを行なう実用的な手法を提案・実装し、その効果を検証した。

また、乗客の視点から見て最適な運転整理を行なうため、乗客が被る損失をダイヤの評価量として導入し、それに基づいて適切なダイヤ変更手段を効率的に選択する手法を提案した。

#### **Practical modeling of condition in station and effective selection of rescheduling method for a train rescheduling system**

---

TAKANNO Motomu

Currently, train dispatchers take on train rescheduling when the train operation is disturbed. We are trying to develop a man-machine system assisting dispatchers with proposing rescheduled plan of train operation semi-automatically. We propose the practical method of running a simulation of a train operation, and we examine the effects.

Additionally, we use the loss of passengers and propose the effective selecting method of changing the train operation based on the loss for a suitable train rescheduling for passengers.

#### **都市鉄道運転整理計算機支援の複々線区間における多様な整理手法の生成と有効な適用順序の研究**

---

立木 将人

鉄道は便利な乗り物であるが、列車が事故などで停止した場合には、他の列車に適切な処理を行い旅客の不満を少なくし、正常運行への早期収束を図る運転整理が必要となるが、現状では司令員が経験と勘に基づき人手で行っているために負担が重くなっている。

先行研究においては、複々線やネットワークを構成するなど複雑な形態の路線を扱うことが可能になり、また列車を運行する上での種々の制約条件を記述することで、より精確な運行シミュレーションが可能となった。本研究ではこのシステムを土台として、実際に用いられている運転整理アルゴリズムを開発し、また複々線というより多彩な運行ができる区間を含む路線における運転整理アルゴリズムの組み合わせ可能性について検討を行うことで、実用的な運転整理システムの構築を目指す。

#### **Various strategies and their effective procedure in computer-aided train rescheduling for a section of quadruple track in urban railways**

---

TACHIKI Masato

Presently, train dispatching is operated by train dispatchers with their intuitions and experiences, and they have to cope effectively with occurring disruption immediately; therefore

to ease the burden on them with computer supporting is needed.

Train rescheduling system using above evaluation value and simulation method for urban railway with quadruple track had been almost established. Train service simulation system has been also established precisely. I am trying to improve the system for practical use with researching into various train dispatching strategies and their effective procedure in train rescheduling with quadruple track, and an improvement of evaluation value.

---

## 計算機支援を前提とした運転整理手法の適用順序生成法

---

大山 大介

鉄道ダイヤが乱れた際に行われる運転整理は、現在は鉄道司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。

本研究では、一部の運転整理手法をコンピュータによって実装し、また、個々の運転整理手法の適用順序に関して焼きなまし法を利用した改善案を提案し、従来手法である山登り法より改善することを示した。

---

## A Way of Creating Order of Train Rescheduling Method with Computer Aided System

---

OOYAMA Daisuke

Currently, train rescheduling is executed by train operators manually. Assistance by computers are required because train rescheduling is a burden for train operators. In this research, some methods of train rescheduling are installed, and then simulated annealing method instead of hill climbing method to determine order of applying each rescheduling method is proposed. And it is proved that simulated annealing method can provide better rescheduling plan than hill climbing method.

---

## 乗客流情報を用いた列車間接続の決定法

---

山口 瑛史

現在、鉄道の運転整理は指令員の勘と経験に基づいて人手で行なわれており、その負担は非常に大きいものとなっている。

本研究では、先行研究で作られた乗客行動シミュレーションを利用して乗客にとっての大きな損失を探し、複々線で異なる線路を走る列車間の接続を適切に設定するアルゴリズムを提案・実装した。また、シミュレーションによって、ダイヤの乱れが小さい時や、遅れた列車により多くの乗客が乗っている時は特に提案した方法が有効であることを示した。

---

## Decision Method of Connections Between Trains Based on the Information of Passenger Flow

---

Yamaguchi Eiji

Presently, train dispatchers take on train operation rescheduling by their experience and intuition when the train operation is disordered, so it is hard task.

In this research, I proposed and implemented the algorithm to improve the evaluation of rescheduling plan. We look for the points which make large loss for passengers by using

passengers' behavior simulation established in former research, and make appropriate connections between trains running on different rail in quadruple track.

As a result, it is proved that the algorithm is especially effective in case that the disturbance is small or the train many people getting on delays.

## 4-2 リニアドライブ・磁気浮上

### 異なる3種類の磁気浮上制御の消費電力評価

---

王 建輝

電力消費を低減する目的で提唱されたゼロパワー磁気浮上は、外乱力に応じて永久磁石の発生力とのつりあいを保つためギャップ長さ積極的に変化させる性質を持つ。このため、振動的な外乱力が定常的に加わるとギャップ長一定制御と比較して、エネルギー的に必ずしも有利とは限らない。この観点から、ギャップ長一定、ゼロパワーおよびセミゼロパワーの3種類の浮上方式に正弦波状の外乱力が加わる際の消費電力をシミュレーションで計算し、その結果を比較した。

### Evaluation of Electrical Energy Consumption in Three Different Methods for Magnetic Levitation

---

WANG Jianfui

The zero-power control method has been developed to minimize power consumption. The permanent magnet is used to suspend the total weight of the levitated body. The gap length is automatically changed to let the attractive force due to permanent magnet balance the total weight of the levitated body. But, if there is a periodic disturbance, the power consumption of zero-power control does not converge to zero. So, the zero-power control scheme may not be best compare with gap-constant control and semi-zero-power control scheme from the viewpoint of power consumption. So, the power consumption of above three control schemes is surveyed here by simulation method. Then the evaluation of power consumption is made from the results of simulation.

### E型ハイブリッド電磁石を用いた6自由度能動振動制御システム

---

エルカン・カディル

近年、振動制御の手法はあらゆる工学分野においてその重要性を増してきており、精度と品質の向上が重視されている。しかし、現在採用されている手法の多くは、高コスト、高エネルギー消費、応用範囲の限定といった問題を抱えている。

これらの問題に対応するため、我々は能動的除振システムを提案しており、3つのE型ハイブリッド電磁石を採用している。これによりアクチュエータの数を最小化でき、電力消費も減少する。また、コストの問題はシステムに用いるセンサの数と直結しているが、安価で測定できる制御変数以外をオブザーバで推定することにより、この問題を解決している。そして数値解析においては、好ましい結果が得られている。現在は実験機の設計と製作を進めるとともに、システムの非線形要素に対処する手法について検討中である。

### 6 Degrees Freedom Active Vibration Control System by Employing

Recently, employment of the active vibration control systems gained much more importance in many advanced engineering fields to improve the precision and quality of the products. However, most of the current active vibration control systems have some cumbersome features such as high cost, excessive power consumption and restricted application area etc.

To deal with aforementioned issues, we propose an active vibration isolation system, in which triple configuration of the novel E type hybrid electromagnets are employed. So that, actuator number set is minimized and power consumption is reduced. Furthermore, system can provide 6 degrees freedom active vibration control.

On the other hand, cost is directly proportional with sensor numbers, to solve sensor issue, we proposed decoupled observers to estimate some of the control variables from inexpensively measurable ones. We obtained plausible results from the numerical studies of the proposed active vibration system. Currently, we have been studying on the design of experimental test bench and elimination of the undesired nonlinear affects of the system elements by using soft computing techniques.

### 水平移動を考慮した鉛直輸送システムのための 永久磁石型リニア同期モータの位置検出法と駆動制御

---

中井 敏幸

従来のエレベータは建造物の高層化に伴うシャフト長の増大により、空間の利用率低下を招くことや、ロープの自重により一定以上のシャフト長には対応できないなどの問題点がある。その解決策として水平移動も可能なロープレスエレベータが提案されており、当研究室では、姿勢制御用電磁石と空心リニア同期モータによって、非接触で二次元の駆動を行うシステムを考案している。現在、4つの電磁石による姿勢制御システムは既に実現している。

本研究ではそのシステムの中の駆動制御部分に着目し、実用化のために簡便かつ安価にセンシング及び駆動制御を行う手法について検討した。

### Position detection and drive control of permanent linear synchronous motor for vehicle transport system considering horizontal migration

---

NAKAI Toshiyukii

Ropeless elevators have been studied for efficient transportation in high buildings. This system can achieve higher capacity and flexibility of transportation than conventional elevators, and the method of scheduling is well discussed in former researches. To realize such a system, our laboratory has proposed contactless transportation system which has coreless linear synchronous motor for driving, and four U-shaped electromagnets for posture control. In my research, I focus attention on the control of drive of this system and propose the simple and cheap method for sensing and control of drive for practical application.

## 磁気回路法によるフラックスゲート形電流センサの非線形解析

---

橋口 英司

フラックスゲート形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と比べ、高感度、高分解能なものである。

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れば非常に有利である。本研究では、磁気回路法を利用し、このフラックスゲート形電流センサのシミュレータ作成を目的とした非線形解析を行った。

## Non-linear magnetic circuit analysis of flux-gate current sensor

---

HASHIGUCHI Eiji

A fluxgate current sensor uses non-linear characteristics 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, I analyzed this non-linear phenomena based on magnetic circuit for the simulator of the flux-gate current sensor.

### 4-3 電気車の純電気ブレーキ化

#### 直流電気鉄道における回生ブレーキ有効活用のための車両と電気システム

---

岡田 万基

回生制動を用いて、列車の運動エネルギーを制動時に電力として回収し、力行中の他の列車で有効に利用する回生ブレーキを持つ車両が今日広く用いられるようになってきているが、現在の多くの直流電気鉄道では、車両、き電システムともに、回生ブレーキの持つ良さを必ずしも完全に生かしきれぬシステムとはなっていない。そこで、本研究では、将来の鉄道直流電気システムを視野に、現在の技術水準をもとに、回生の能力を持つ変電設備や、電力蓄積装置の設置の可能性を検討し、車両の特性設定との関係を論じて、その効果を、電力システムの計算をもとに評価、比較検討する。

## Vehicle and Electrical System for Effective Usage of Regenerative Brake in DC-Electrified Railways

---

OKADA Yuruki

Currently, most electric trains are equipped with regenerative braking systems, which convert kinetic energy of the braking trains into electrical energy and the other powering trains consume the electrical energy. However, conventional vehicles and electrical systems do not enable effective usage of regenerative braking systems in DC-electrified railways. In this research, I investigate possibility of introduction of substations which have regenerative inverter, energy storage systems etc. regarding the characteristics of the vehicles based on present technical level. And I evaluate effects of these solutions for effective usage of regenerative braking system based on the calculation of the electrical circuit in computer environment.

## 直流電気鉄道への蓄電装置導入による回生車との電力融通とその省電力効果の評価

野口 勝義

近年の電気鉄道車両は、ブレーキ時に主電動機を用いて発電し、回収したエネルギーを同じ路線上の他の列車に供給する回生ブレーキを装備している。回生ブレーキは、省電力に役立つが、他の列車の電力消費が小さい場合には、十分な効果が得られない。この対策の一つとして二次電池やフライホイール等の蓄電装置を導入するという方法がある。本研究では、路線及び車上へ蓄電装置を導入することにより、回生ブレーキを有効利用する手法を提案し、その効果を定量的に検討する予定である。

### **Electric power interchange among powering / regenerating trains and electric energy storage components additionally introduced into a DC-electrifications system, and evaluation of its energy-saving effects**

NOGUCHI Katsuyoshi

A recent Electric Railways vehicle has the regenerating system in which the traction motor is used as a generator and which works by sending its generated power to other accelerating trains.

The regenerating brake is useful for the energy-saving. However, it cannot supply its decelerating force when the power consumption of other trains is insufficient. One of the effectiveness methods is to put the electric energy storage components. In my research, I'm going to propose the effective method to use the regenerating system and examine its effect quantitatively.

## 直流電気鉄道における各種電力吸収設備による回生ブレーキ機能向上の評価

西川 勝也

回生ブレーキを装備する直流電車は、現状では必ずしもその性能を発揮できていない。これは、回生ブレーキはその原理上、回生電力を発生と同時に消費する負荷をき電システム内に必要とするからである。

そこで、本研究では、直流き電システムに電力蓄積装置を導入することを提案した。その設置効果の検証のために、過渡現象を含めた電力潮流を再現できる汎用き電システムシミュレータを開発し、電力蓄積装置の容量および設置箇所について検討を行った。

### **Evaluation of improvement in regenerating brake by introduction of various energy-storage devices in DC-Electrified railways**

NISHIKAWA Katsuya

Electric trains equipped with regenerative brakes do not always exercise their full performance in the present condition. This is mainly because regenerative brakes need loads to consume their energy simultaneously. Therefore, we propose to implement energy-storage devices into railway DC-power supply system. We have developed a simple and universal simulator for analyzing transients in railway DC-power supply, and investigated appropriate design and controls of energy-storage devices by using the simulator.

#### **4-4 車両制御の高性能化**

## オブザーバからの外乱力推定信号を用いた永久磁石型リニア・アクチュエータの駆動制御

---

趙 莉

粗い磁極センサを用いて速度フィードバック制御を行い、安定した駆動回路を実現するためには、低速時の位置推定値の扱いがキーポイントとなるが、瞬時速度オブザーバはそのゲイン決定方法や扱えるモデル構造に固有の限界があった。それに対して、本研究室では、その瞬時速度オブザーバをマルチレートサンプリングを一般化したデュアル・サンプリング・レート・オブザーバが提案されている。本研究では、粗い位置センサと電流センサを用いたトンネルアクチュエータの試作機モデルにデュアル・サンプリング・レート・オブザーバ理論を取り入れ、シミュレーションによりその有効性を確認した。

## Drive control of permanent linear actuator using estimated disturbance signal from observer

---

ZHAO Li

Position estimate at low speed is important to achieve a stable drive circuit to realize a feed back control using a rough magnetic pole. The instant speed observer has the limitation of the method of deciding gain and the structure of a model. While on the other hand, my laboratory proposes "dual-sampling-rate observer" which generalizes the instant speed observer. In my research, I confirm its effectiveness by the simulation which includes "dual-sampling-rate observer" on the working prototype model of a tunnel actuator using a rough position sensor and current sensor.