



## 宇宙ステーション補給機「こうのとりの概要

宇宙ステーション補給機 (H-II Transfer Vehicle: 以下 HTV) は、国際宇宙ステーション (ISS) に宇宙飛行士の生活物資や実験装置および保全装置等の物資を輸送するための宇宙船である。それらの物資は、与圧空間で輸送される船内物資と、宇宙に曝露された非与圧状態で輸送される船外物資に区分される。HTV は船内、船外物資を合計で最大 6t まで輸送することができる。図 1 に HTV の構成を示す。

HTV は種子島宇宙センターから、H-II B ロケットにより打ち上げられる。そして、自律的に ISS に向けてランデブー飛行を行い、ISS に対して相対的に静止し、ISS のロボットアームにより把持され結合される。ISS への物資の移送を行った後、ISS からの廃棄品を搭載し、大気圏に再突入することでミッションを終了する。

HTV と ISS は共に秒速約 8 km で飛行を行っているが、ISS のロボットアームが HTV を把持することが可能となるよう

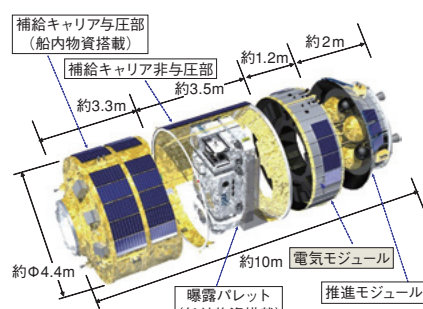


図 1 HTV 概要

に、HTV は ISS に到着後、相対的に静止した状態に自身の姿勢を保持する必要がある。衝突を避けるための安全技術を含め、ISS へのランデブー技術は世界に先駆けて実用化されたものである。図 2 に ISS から撮影した飛行中の HTV を示す。

米国スペースシャトル引退後の今、HTV は他国の ISS への輸送船と比較して、大量かつ大型の物資を輸送できる唯一のシステムとなった。宇宙服を着用した宇宙飛行士が直接行う船外作業は、作業時間が制約される上に、スペースデブリの衝突、放射線の被曝の危険性が増す。そのため、基本的には船外物資の移送はロボットによって行う。船外物資は曝露パレットに搭載されることで、ISS 上のさまざまな場所にまとめて移送できる。図 3 に ISS ロボットアームが HTV 内に搭載されている曝露パレットに接近する様子を示す。図 4 に引き出した曝露パレットを ISS ロボットアームが、日本が開発した ISS の実験モジュールである「きぼう」のロボットアームに受け渡している様子を示す。

HTV は 2009 年に初飛行に成功後、2012 年 7 月に 3 号機が打ち上げられた。3 号機ではスラスタや通信機などの部品の国産化を進めた。また、船外物資についてはさまざまな形態の物資を輸送可能とするように曝露パレットの改良を行った。さらに船内物資については、これまで打ち上げの数か月前に、物資の射場で

の集荷を行う必要があったが、その 1/3 程度は打ち上げ直前に搭載できるように改善した。

HTV は現在、地球への物資の回収機能を有していないため、JAXA は HTV-R と呼ばれる船内物資の回収システムの検討を進めている。地上と宇宙で船内物資を往復させる技術を獲得することは、将来の有人輸送につながるものとして研究を進めている。



図 2 ISS に接近中の HTV 3 号機

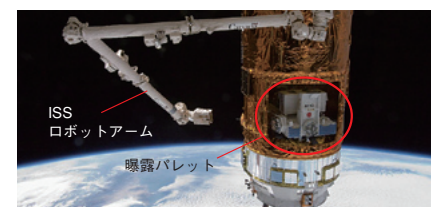


図 3 曝露パレットを引き出す ISS ロボットアーム (HTV 3 号機)

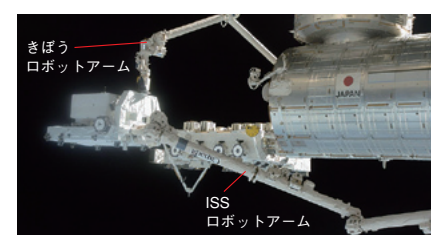


図 4 曝露パレットの移送 (HTV 初号機)

# 前後輪アクティブステアシステムの開発

ドライバに違和感を与えることなく安心感の高い車両応答性を実現するため、操舵に対する車両のヨー運動と横運動を独立に制御する前後輪アクティブステアシステムを開発した(図1)。さらに、ABS<sup>\*1</sup>に代表されるブレーキ制御システムとの協調により、前後・横・ロール・ピッチ・ヨー運動の車両5自由度の制御を可能にし、より高いレベルで安全と快適の融合を実現した。このシステムの狙いは主に下記に示す5点である。

## (1)常用域

- ①低速：違和感の無い取り回し性と最小回転半径の縮小
- ②中速：ドライバの意のままの車両応答の実現

- ③高速：高い安心感
  - (2)限界域
  - ④制・駆動性能と安定性の向上 (ABS/TRC<sup>\*2</sup>/VSC<sup>\*3</sup>協調機能) (図2)
  - ⑤緊急時の回避性能と安定性のバランス
- 図3は、各運動に対するドライバの知覚しきい値を示したものである。例えばヨー運動については視覚のしきい値が低くなっており、視覚の感受特性が体感より高いことが示されている。また、ヨーレートと横加速度の関係は車速によって変化する。本システムでは、これらを基に車速ごとに快適と感じる目標旋回特性を定め、制御設計した。また、高速域で車体スリップ角をゼロにすること(図4)、車速によらずヨーレートと横加速

度の操舵応答時間を一定にすることで、高い安心感が得られることを実験的に導出し、これを実現した。

※1：ABS：Anti-lock Brake System  
 ※2：TRC：TRaction Control system  
 ※3：VSC：Vehicle Stability Control system

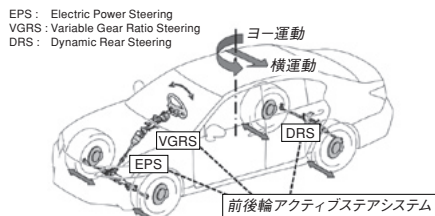


図1 前後輪アクティブステアシステム概要

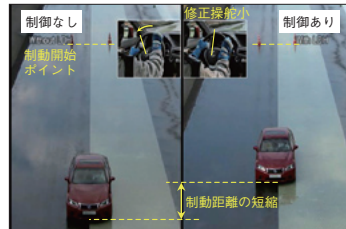


図2 制動性能と安定性の両立(前後輪アクティブステアシステムとABSの協調機能)

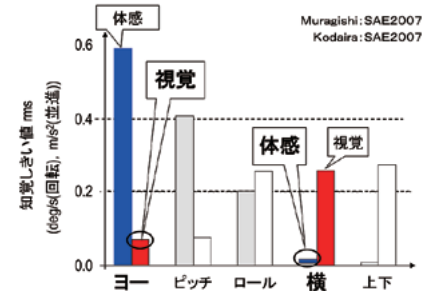


図3 ドライバの知覚しきい値の調査結果(トヨタ自動車、豊田中央研究所の共同研究)

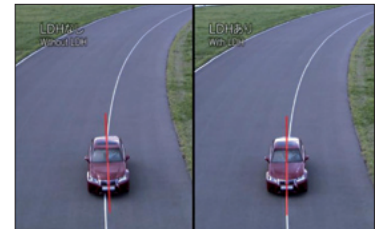


図4 安心感の高い高速旋回時の車両姿勢

記事・図提供：トヨタ自動車(株)

# 鉄道車両向け上下振動制御システムの実用化

いわゆる「ローカル線」と呼ばれるような軌道の整備基準が低い線区を走行する車両では、1~2 Hzの車体の上下剛体振動が他の振動に比べて相対的に大きいことが多い。この振動を抑えることで、乗り心地の向上が期待できる。

そこで、鉄道車両の台車枠と車体との間のばねと並列して、減衰力が可変な上下方向の油圧ダンパ(可変減衰上下動ダンパ)を適用し、このダンパの減衰力を制御することによって車体の剛体振動を低減するシステムを開発した(図1)。

可変減衰上下動ダンパ(図2)は、部

品点数削減による低コスト化および信頼性向上を考慮し、1個の制御弁で減衰力の大きさを制御できるようにした。また、制御弁への電源供給が行われない場合は、既存のパッシブ上下動ダンパ使用時と同等の車両運動特性となるようにし、フェールセーフを確保している。

振動を検知する加速度センサは、制御したい車体の振動モードに応じて車体の床下に配置する。制御装置には、ダンパの制御機能に加えて、加速度センサの情報からダンパの減衰力異常を検知する機能や、その他断線等システムの不具合を

検知する機能を搭載した。

開発したシステムは、1~2 Hzの上下振動加速度を大幅に低減し、乗り心地を向上できることが確認された。このシステムは、JR九州の観光特急列車「指宿のたまて箱」(図3)に搭載され、2011年3月から営業運転が開始された。鉄道車両の営業列車に上下振動制御システムが搭載されたのは、国内外で初めてのことである。

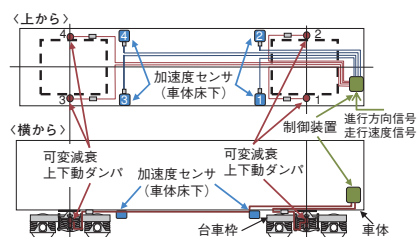


図1 上下振動制御システムの構成

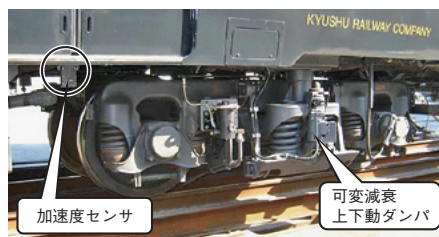


図2 加速度センサと可変減衰上下動ダンパ



図3 観光特急列車「指宿のたまて箱」

記事・図提供：(公財)鉄道総合技術研究所、九州旅客鉄道(株)

## 油圧ショベル用ハイブリッドシステムの開発

世界的に高まる省エネルギー化への要求を受けて、省エネルギー性能と作業性能を両立した油圧ショベル用ハイブリッドシステムを開発し、新型ハイブリッド油圧ショベルに搭載した。具体的には、上部旋回体の旋回減速時のエネルギーをキャパシタに蓄え、旋回加速時に利用するハイブリッドシステム（図1）を開発した。

本ハイブリッドシステムの電動デバイスは、2台のモータ、PCU（Power Control Unit）およびキャパシタユニットである（図2）。

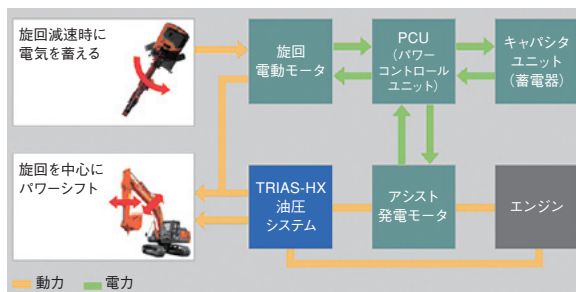


図1 ハイブリッドシステム概略図

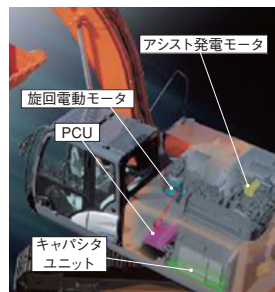


図2 電動コンポーネント配置図

を内蔵しており、上位のコントローラからの指令に基づき、2台の電動モータを駆動制御する。

キャパシタユニットは、大容量の電気二重層キャパシタ、制御回路、メインリレーなどを内蔵し、旋回電動モータからの回生電力およびアシスト発電モータの発電電力をPCUを介して蓄電する。

本システムと新開発の3ポンプ省エネルギー油圧システムを融合した新型ハイブリッド油圧ショベル（図3）は、従来の同型機と比較して20%の燃費低減を実現している。



図3 新型ハイブリッド油圧ショベル

記事・図提供：日立建機(株)

## 船舶用排熱回収スターリングエンジンの開発

船舶分野における排気ガス対策や省エネ技術の実用開発が大きな社会的要請となっている。これまで、船舶用ディーゼルエンジンの排熱回収として、総トン数（GT）が数千～数万t程度の大型外航船においては、蒸気タービンシステムなどが実用化されていた。一方、数百t程度の内航船では、多くの熱交換器や補機を必要とする蒸気タービンシステムの設置は難しく、排気ガスからの発電はほとんど行われていなかった。

2011年10月、排気ガスの熱エネルギーを利用して発電する排熱回収スターリングエンジンが電気推進セメント運搬船「鶴洋丸」に搭載され、実運航を開始した（図1）。

スターリングエンジンは、温度差のある熱源により内部の気体を膨張・収縮さ

せて駆動力を得る外燃機関である。理論熱効率が高く、多種・多様な熱源を利用できるといった特徴があり排熱回収用動力源のひとつとして期待されている。鶴洋丸に搭載された排熱回収スターリングエンジン（図2）は、300℃程度の排気ガスから発電出力3kWが得られ、スターリングエンジンへの入熱量を基準とした熱効率は約14%である。発電出力は船内の電力系統に連系され、船舶の運航時には常に排熱回収発電が行われる。本スターリングエンジンは、現在までに1500時間程度の運転が行われ、3200kWh以上の総発電量が得られている。

排熱回収スターリングエンジンは、船舶に限らず、工場や発電所などの排熱利用にも適用可能な技術である。今後のさらなる発展に期待したい。



図1 749GT電気推進セメント運搬船「鶴洋丸」

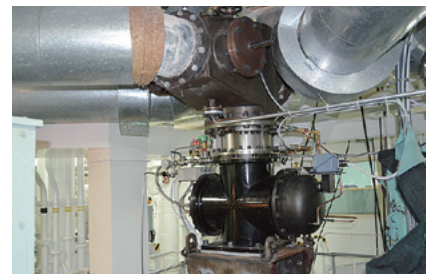


図2 鶴洋丸に搭載された排熱回収スターリングエンジン

記事・図提供：(株)eスター、東海運(株)、佐伯汽船(株)、(独)海上技術安全研究所

### 編集後記



交通・物流部門ニュースレターNo. 44をお届けいたします。本号も各方面の最新技術に関するトピックスを掲載することができました。

記事・図提供にご協力いただいた皆様、広報委員の皆様へ深く御礼申し上げます。なお、部門のホームページにはこれまでのトピックスも掲載しておりますので、こちらもぜひご覧ください。

広報委員会 委員長 道辻洋平（茨城大学）

### 第90期 広報委員会委員

委員長 道辻洋平（茨城大学）

幹事 手塚亜聖（早稲田大学）

委員 関根太郎（日本大学）、椎葉太一（明治大学）

菅原能生（鉄道総合技術研究所）、渡邊貴士（三井造船）、

岡本健一（三菱電機）、小倉 弘（日立建機）

# 可変速エレベータシステムの高性能化

可変速エレベータシステムは、乗車率に応じて運行速度を変えることで、待ち時間や乗車時間を短縮する画期的なエレベータとして2005年に実用化された。このたび、システムの最適化により移動性能を大幅に向上した新しい可変速システムが実用化されたので紹介する。

一般的なエレベータは、かごとつり合いおもりを連結したロープを巻上機（モータ）の綱車につるべ状に掛け、モータで駆動してかごを昇降させる（図1）。おもりは定員の約半分でつり合うように設定される。従来の可変速システムでは、つり合い付近でのモータトルク（出力）

の余裕を利用することで、乗車率に応じて2段階もしくは3段階に運行速度を上げることができた。

新しい可変速システムでは、運行速度の設定を連続的にすることで、乗車率ごとの速度を限界まで高めた（図2）。信頼性確保のため、電圧変動などの外的要因で駆動機器の負荷が規定以上になると運行速度を下げるなどの保護機能を備えている。また、加速度も乗車率に応じて変化させることにより、走行距離が短い移動でも乗車時間を短縮することが可能となった。

さらに、空かごや少人数で運行する割合が高いことに着目し、つり合いおもり

の設定を定員の半分よりも軽くすることで、乗車率が低い場合の運行速度を高め、平均速度を向上した。加えて、定格速度60m/minでの最高速度を従来の90m/minから105m/minに向上できた（図3）。

本システムの適用による効果は次のとおりである。

- ・平均速度は、最大47%向上
- ・平均待ち時間は、最大22%短縮
- ・乗車時間は、最大33%短縮

このような飛躍的な移動性能の向上により、エレベータの仕様選定に際しては、同じ定格速度でも高い階床まで対応することが可能となった。

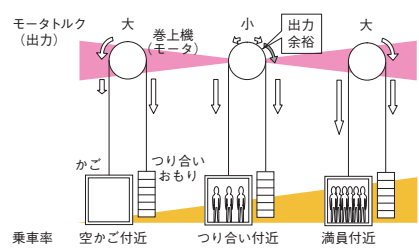


図1 エレベータの乗車率とモータトルク(出力)

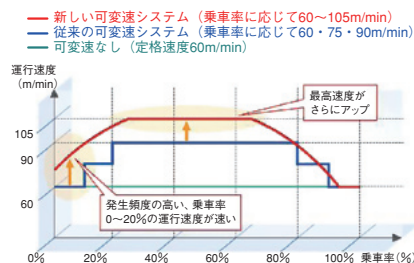


図2 乗車率に応じて変わる運行速度

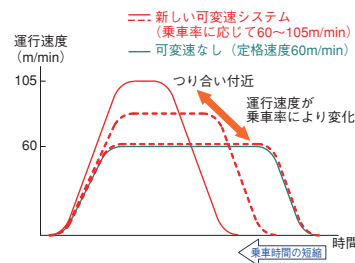


図3 可変速システムの走行波形

記事・図提供：三菱電機㈱

## 研究の最前線

# 交通事故ゼロのためのカー・ロボティクス研究

ポンサートン・ラクシンチャランサク（東京農工大学大学院工学研究院 先端機械システム部門）  
<http://www.tuat.ac.jp/~pong> <http://technopark-tuat.com/>



当研究室では、自動車とロボット技術の融合分野「カー・ロボティクス」を基軸とし、交通事故を未然に防ぐための予防安全技術に関する研究を行っている。具体的には、カメラやレーザレーダ等を用いた環境認識技術、車両アクティブ制御を用いた運動性能向上技術、高度運転支援システムの設計と評価、ドライブレコーダデータを用いたヒヤリハット分析、ドライバモデルの研究を行っている。現在、超小型電気自動車、一般乗用車、ドライビングシミュレータ等の設備を用いて研究を進めている。

近年増加傾向にある歩行者事故、高齢運転者事故を未然に防ぐため、自律型危険回避システムの研究を行っている。その一環として、図1に示す実験車両を用い、市街地道路における熟練運転者の運

転行動を観察し、認知・判断・操作を学習・モデル化し、見通しの悪い無信号交差点や停止車両が存在する場面等において、「危険予測メカニズム」を解明し、運転行動を数式で表現するドライバモデルを研究している。また、車両周辺にある障害物の移動予測等に基づき、衝突リ



図1 常時記録型ドライブレコーダを搭載した実験車両

スクポテンシャルを推定し、自動ブレーキ・操舵回避アルゴリズムを開発している（図2）。

さらに、ドライブレコーダによって得られたヒヤリハットデータに基づき、ドライビングシミュレータを用いた危険場面の再現と走行実験も行っている。システムの事故回避性能を検証するとともに運転者の受容性を評価し、より効果的な予防安全システムを研究している。

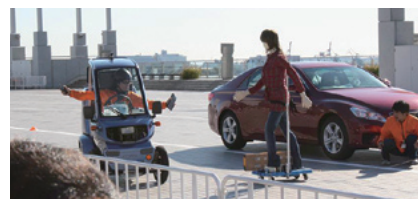
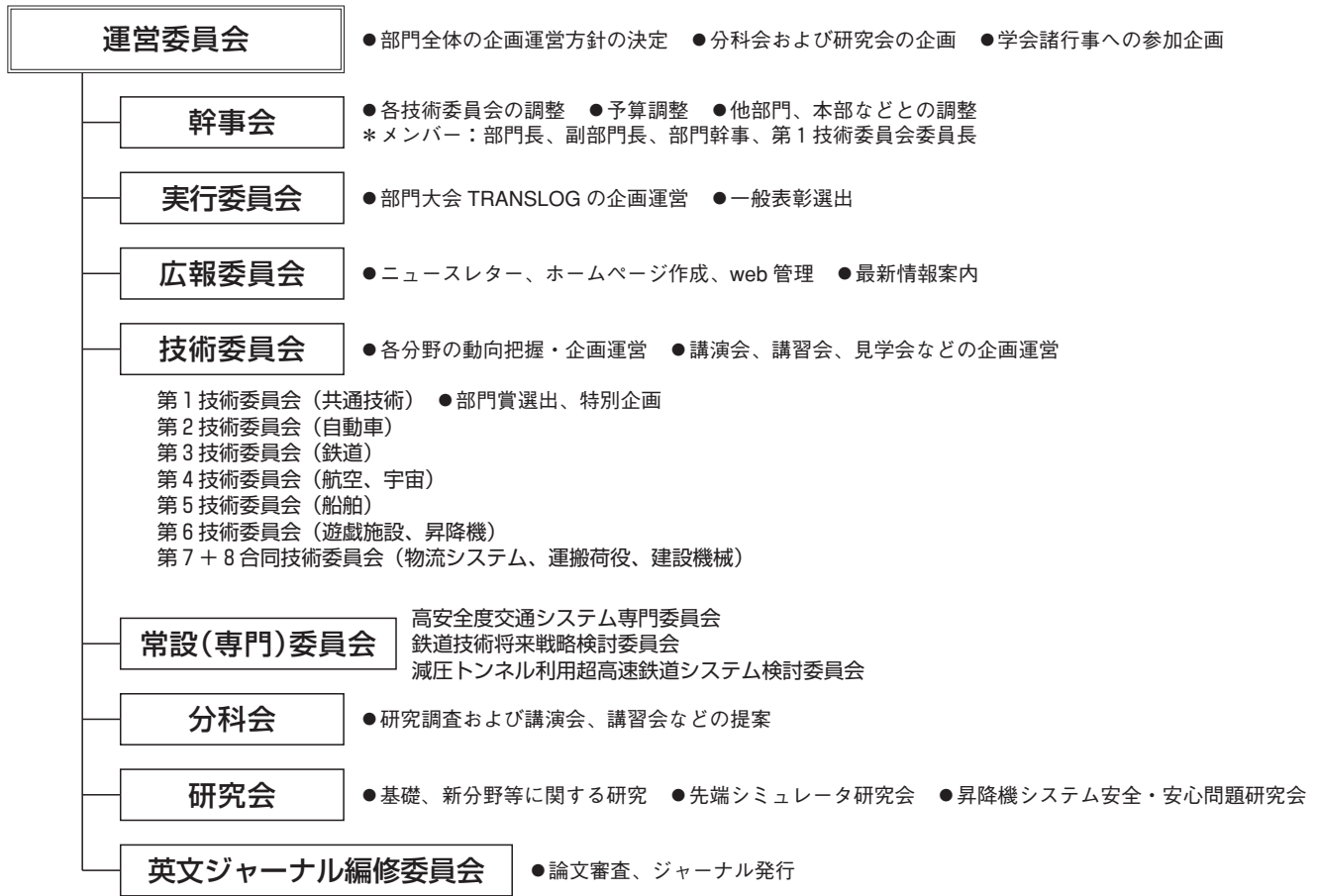


図2 自動ブレーキと操舵による歩行者衝突回避実験（東京モーターショー2011）

記事・図提供：東京農工大学

# 第90期(2012年度)交通・物流部門 組織図



## 【運営委員会 幹事会】

部門長  
石田弘明  
(鉄道総合技術  
研究所)



副部門長  
藤田 聡  
(東京電機大学)



部門幹事  
西脇正明  
(帝京大学)



第1技術委員会  
委員長  
四之宮正典  
(シンドラー  
エレベータ)



## 【高安全度交通システム専門委員会】

委員長  
須田義大  
(東京大学)



## 【鉄道技術将来戦略検討委員会】

委員長代理  
吉田秀久  
(防衛大学校)



## 【減圧トンネル利用超高速鉄道システム検討委員会】

委員長  
中野公彦  
(東京大学)



## 【英文ジャーナル編修委員会】

委員長  
綱島 均  
(日本大学)



## 【技術委員会】

### 第1技術委員会

委員長  
四之宮正典  
(シンドラー  
エレベータ)



### 第2技術委員会

委員長  
相馬 仁  
(名城大学)



### 第3技術委員会

委員長  
中野公彦  
(東京大学)



### 第4技術委員会

委員長  
土屋武司  
(東京大学)



## 【広報委員会】

委員長  
道辻洋平  
(茨城大学)



### 第5技術委員会

委員長  
川越陽一  
(海上技術  
安全研究所)



### 第6技術委員会

委員長  
佐原慎介  
(フジテック)



### 第7+8 合同技術委員会

委員長  
滝田好宏  
(防衛大学校)



## 【研究会】

A-TS18-04 先端シミュレータ研究会 主査：田川泰敬(東京農工大学)

A-TS18-05 昇降機システム安全・安心問題研究会 主査：藤田 聡(東京電機大学)

参加募集 No. 12-79

## 第21回 交通・物流部門大会 (TRANSLOG2012) 第19回 鉄道技術連合シンポジウム (J-RAIL2012)

http://www.jsme.or.jp/conference/tldconf12/

開催日：2012年12月5日(水)～7日(金)

会場：東京大学 生産技術研究所 (東京都目黒区)

主旨：自動車、鉄道・新交通、航空・宇宙、船舶・海洋、昇降機、レジャー・遊戯施設、物流システム、荷役・搬送、建設機械などの交通・物流に関する研究発表講演会(交通・物流部門大会)を開催いたします。

テーマ：TRANSLOG2012 ◆ OS0 交通・物流一般/OS1 交通・物流システムの高速化、利便性、快適性の向上/OS2 交通・物流システムのダイナミクス/OS3 交通・物流システムの制御/OS4 接触問題とトライボロジー/OS5 安全・安心・防災・環境負荷低減/OS6 環境負荷低減/OS7 ヒューマンファクター/OS8 福祉・バリアフリー、次世代交通システム/OS9 建設機械・荷役機械/OS10 ビークルシミュレータの開発と応用

J-RAIL2012 ◆ SS1 高度化、高速化/SS2 メンテナンス、コストダウン/SS3 環境とエネルギー/SS4 新たな輸送システム/SS5 サービス向上/SS6 交通計画・政策・評価/SS7 安全と防災/SS8 境界領域研究/SS9 ショットガンセッション\*

TRANSLOG 実行委員長：藤田 聡 (東京電機大学)

TRANSLOG 幹事：山門 誠 (日立製作所)、吉田秀久 (防衛大学校)、小嶋満夫 (東京海洋大学)

主催：日本機械学会 交通・物流部門

主催：日本機械学会 交通・物流部門

共催：電気学会 (交通・電気鉄道技術委員会)、土木学会

後援：国土交通省

J-RAIL 実行委員長：中野公彦 (東京大学)

J-RAIL 実行副委員長：宮本岳史 (鉄道総合技術研究所)

J-RAIL 幹事：足立昌仁 (東海旅客鉄道)、森 裕貴 (交通安全環境研究所)

問合せ先：日本機械学会 交通・物流部門 担当/大黒

E-mail: tld-translog-jrail12@jsme.or.jp (TRANSLOG2012, J-RAIL2012 専用アドレス)

Tel: (03)5360-3500

### 開催案内

詳細はホームページをご覧ください、奮ってご参加ください。

参加登録費は以下の通りとなっております。(TRANSLOG・J-RAIL 共通)

- ・会員参加費 (正員および協賛団体会員)  
10,000円 (TRANSLOG・J-RAIL どちらかの「前刷り集印刷本+CD」付)  
12,000円 (TRANSLOG・J-RAIL 両方の「前刷り集印刷本+CD」付)
- ・会員外参加費  
12,000円 (TRANSLOG・J-RAIL どちらかの「前刷り集印刷本+CD」付)  
14,000円 (TRANSLOG・J-RAIL 両方の「前刷り集印刷本+CD」付)
- ・会員学生参加費 1,000円
- ・会員外学生参加費 5,000円

※ショットガンセッション：初めに短時間の口頭発表が付いたポスターセッションです。口頭発表にて、発表者は発表内容を効率的にアピールし、聴講者は各ポスター前で詳しく内容について議論できます。聴講者との議論を深めたいテーマ、大学等における基礎的・専門的なテーマ、模索中の課題など、テーマを限定せずに募集いたしますので、多くの皆さまのご講演とご聴講をお願いします。なお、本セッションの優秀発表に対して表彰を行います。

参加募集 No. 12-100 技術講演会

## 昇降機・遊戯施設等の最近の技術と進歩

http://www.jsme.or.jp/tld/home/event/2012/12-100.html

協賛：電気学会、日本エレベータ協会、全日本遊園施設協会

開催日：2013年1月18日(金)

会場：日本機械学会 会議室 (東京都新宿区信濃町)

テーマ：新しいエレベータ・エスカレータシステム、新しい遊戯施設機器/快適性・感性、ユニバーサルデザイン、スリル、人間工学/高速化、大容量化、高揚程化、振動・騒音、

企画：日本機械学会 交通・物流部門

ダイナミクス/安全性・信頼性、セキュリティ/故障診断、予防保全、メンテナンス・復旧、地震・災害時の利用(昇降機)/省エネルギー、省スペース、環境対策、モダニゼーション・リニューアル/情報・インテリジェント化、バーチャルリアリティ/その他、昇降機・遊戯施設に関する技術

詳細：部門ホームページをご覧ください、奮ってご参加ください。

参加募集 No. 12-153 講習会

## とことんわかるモデリングと制御 2012

http://www.jsme.or.jp/tld/home/

協賛：計測自動制御学会、自動車技術会、システム制御情報学会、精密工学会、電気学会、電子情報通信学会、日本工学会、日本シミュレーション学会、日本ファジィ学会、日本フルードパワーシステム学会

開催日：2012年11月16日(金)

会場：中央大学 駿河台記念館 (東京都千代田区)

趣旨：昨年、未曾有の被害をもたらした東日本大震災の発生以来、産業機械の安全・安心を確保するための信頼性はよりいっそう重要なものとなっており、その考え方を確立することはとても大切なことであります。しかしながら、「安全・安心を確保する」ことを適切に考えられるようにするためには、充分な「技術の知識」を持つ必要があります。そこで日本機械学会交通・物流部門では、制御系開

企画：日本機械学会 交通・物流部門

発の話題を中心に、初心者から上級者まで技術の要点を理解できるようにするための場として、「とことんわかるモデリングと制御」を2011年度より毎年実施しております。

講師：(1)平野 豊 トヨタ自動車/(2)勝山悦生 トヨタ自動車/(3)川邊武俊 九州大学/(4)西羅 光 日産自動車/(5)土居俊一 香川大学/(6)武馬修一 トヨタ自動車

聴講料：会員および協賛団体会員 15,000円(学生員 3,000円)、会員外 25,000円(一般学生 4,000円)。いずれも教材1冊分の代金を含む。教材のみご希望の方は1冊につき会員 2,000円、会員外 3,000円で頒布いたしますので、開催前に予約申し込みください。講習会終了後に発送いたします。

申込方法・詳細：上記部門ホームページをご覧ください。

広告募集 バナー広告の募集

日本機械学会 交通・物流部門では、部門ホームページに掲載する広告(バナー広告)を募集しております。詳しくは日本機械学会トップページ (<http://www.jsme.or.jp/>) の「広告掲載に関するご案内」をご覧ください。右記の日本機械学会 交通・物流部門宛にご連絡ください。

日本機械学会 交通・物流部門

〒160-0016 東京都新宿区信濃町 35 (信濃町煉瓦館 5 階)

Tel: 03-5360-3500 (代表) Fax: 03-5360-3508 URL: <http://www.jsme.or.jp/tld/home/>