

夢をカタチにする

THKのロボット技術

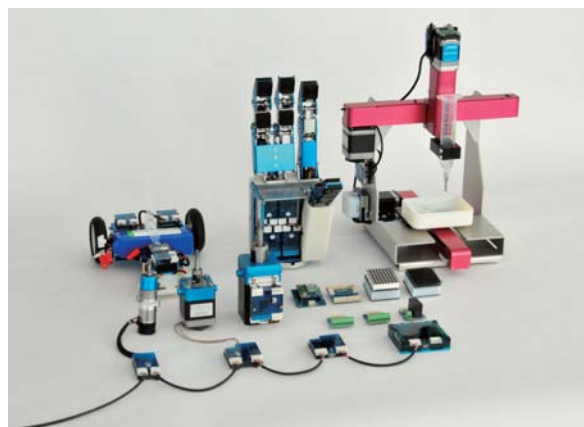
THKは、LMガイドやボールねじ等の機械要素部品や直動技術を応用した免震システムを開発してきましたが、サービスロボットや災害救助ロボットが活躍する、次世代ロボット時代に向けての要素部品の開発にも取り組んでいます。

SEED Solutionsは、THKで開発を行っている、RTにおける駆動、制御、センサー、ネットワークといった要素を兼ね備えた、次世代ロボット向け要素部品です。ラインアップしているアクチュエータや制御装置はどれも小型でコンパクトに設計されているため、ロボットの中にすっきりと格納することができます。これにより、従来ではロボットの外部に設置することしかできなかった大きな制御ボックスが必要なくなります。また、ロボットにさせたい動作プログラムを記憶させることで、ロボット単体で動かすことが可能となります。**SEED Solutions**で統合的にラインアップされたRTシステムの中から、用途に応じたモジュールを組み合わせることで、ロボットづくりを簡単かつスマートに行うことができます。

SEED Solutionsは、JAXAや産業技術総合研究

所等とロボットシステムを開発してきた中で培ってきた技術です。これまでに、産業用途での導入はもちろんのこと、次世代のロボットシステムの研究・開発を行っている機関への導入も進んでいます。また、ロボット技術は科学教育のツールとしても注目されており、学校や企業における教育プログラムへの応用が注目されています。

“SEED”（英語訳：種の意味）には、これからのRT産業の種になればという想いを込めており、将来のロボット産業への貢献を目指しています。



SEED Solutions ラインナップ

ロボット大賞優秀賞受賞

経済産業省、(社)日本機械工業連合会主催の「第5回ロボット大賞」において、THKの次世代ロボット向けRTシステム「SEED Solutions」が部品・ソフトウェア部門の優秀賞を受賞しました。

「ロボット大賞」は、我が国のロボット技術の革新と用途拡大及び需要の喚起を促すため、活躍したロボットの中から市場創出への貢献度や期待度の高いロボットや部品・ソフトウェア等を表彰する制度です。

次世代ロボットの開発には、システム要素部品の充実とソフトの開発は不可欠です。**SEED Solutions**の更なる開発によりRT（ロボットテクノロジー）業界の発展に貢献する所存です。



第5回ロボット大賞受賞式

左：審査委員長 三浦 宏文様
中央：副社長 寺町 俊博
右：事業開発統括部 永塚 正樹



「小型駆動技術で家のロボット化を実現！ 今後はさらなる信頼性の向上に期待」

独立行政法人産業技術総合研究所知能システム研究部門
 統合知能研究グループ 研究グループ長
 AIST-CNRSロボット工学連携研究体付
 大阪大学 招聘教授研究グループ招聘主幹研究員

谷川 民生様

私の研究は、皆さんが「ロボット」と聞いてイメージする人間型ではなく、住環境全体をロボット化しようという試みです。家自体が中の状況をセンサーで捉え、自ら判断し、窓やドアを自動的に開ける。そのような「家のロボット化」を目指しています。

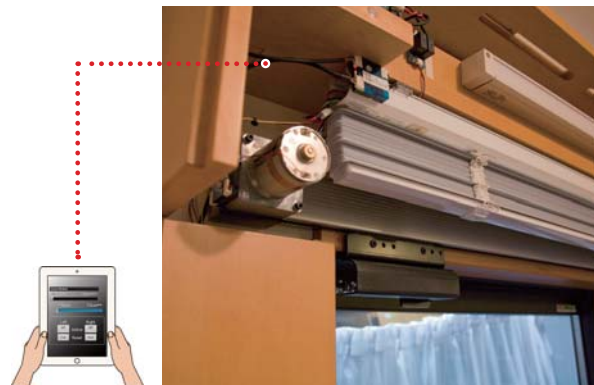
これは、単に「便利だから」という話ではありません。省エネによる環境負荷の削減や独居高齢者の見守りやサポートにも資する等、社会に貢献する要素を多分に含んでいます。例えば真夏等は、室温が高い状態のままエアコンをつけると消費電力が大きくなります。一度窓を開けて外気と混ぜ合わせてからつけた方が電力は小さくなる。窓そのものが室内外の気温差を感知・判断し、自動的に窓を開けて外気を取り入れ、それでも暑ければ窓を閉めてエアコンをつける。そうした仕組みを作ろうとしています。我々は、「RTミドルウェア※」という家をロボット化するための通信技術は持っていましたが、動作部分の技術やノウハウを持っていなかったためTHKさんにご協力をお願いしました。

いま、進めている研究はセンサーとアクチュエータが一体化した小さな「モジュール」をつくり、それを窓やドア、家具等へ付けることでそれぞれが自律して動く家ロボットになるというものです。モーターだけではなくドライバに関しても高い技術をもったTHKさんのSEEDが非常に役立っています。これだけの小型モジュールは、試作品レベルのものはあっても、きちんと

製品化されたメーカーはありませんでした。小型モジュールをさまざまなものに付けることでユーザーが必要な機能だけをロボット化するという、コンセプト通りのモジュールを制作していただけたのは、本当に助かりました。

今後、実用化にあたって、お年寄りのサポートとして窓や家具をロボット化して動かす際には、当然安全の担保がなければなりませんから、あらゆる状況下でSEEDが間違いなく動くことが問われてきます。ネットワークの負荷が急激に上がっても止まらず確実に機能するという絶対的な信頼性。それが家のロボット化における今後の大きな課題です。安全をいかに担保するか、そうした「信頼性」に関わる部分でもTHKさんの技術イノベーションに期待しています。

※RTミドルウェア：ロボット用通信規格



iPadから操作が可能

JAXAとの関わり合いについて

T H Kが、JAXAとロボットハンドを共同研究することになったのは、宇宙オープンラボ制度[※]へ応募したことがきっかけでした。JAXAの課題は、「宇宙船の外でクルーの代わりに作業ができる器用で力強いロボットハンドの研究をしたい」というものでした。T H Kは人の代わりに作業できるロボットハンド技術が災害救助や遠隔医療にも応用することができ、将来きっと役に立つだろうと捉え、開発に着手しました。

宇宙オープンラボでは、ロボットハンドの指を屈伸させる動力源として、小型で高推力の直動アクチュエータを開発しました。JAXAの要求仕様は、「ロボットハンドの大きさは、宇宙船外活動をするクルーが着けるグローブと同程度のサイズに収め、かつ同程度の握力を実現すること」でしたが、T H Kはモーターとミニチュアのボールねじを組み合わせることで、小型かつ動力損失の少ない直動アクチュエータを実現し課題をクリアしました。そして、直動アクチュエータを組み込んだロボットハンドの研究成果が出始めた頃、REX-J[※]プロジェクトのロボットハンド製作オファーがきました。

REX-Jプロジェクトは、有人宇宙活動支援ロボットの試作機を「きぼう」まで打ち上げドッキング、実際に宇宙空間で動作させ運用可能性を実験しました。REX-J用ロボットハンドを製作するにあたっては、実際の使用環境に沿った熱試験、振動試験、真空試験を行い、簡易的な宇宙対応策を施しました。2012年7月、支援ロボット試作機は「こうのとりのり」3号機（HTV3）に載せて無事打ち上げられ、2013年3月までの約7.5ヶ月、予定されていた実験をすべて成功させることができました。

T H Kでは今後、JAXAとの共同研究で培った直動アクチュエータの技術をさらに高めていき、宇宙でも地上でも活躍できるようなロボットハンドの開発に貢献していきたいと考えています。

※宇宙オープンラボ制度：

産・学・官で連携して魅力的な宇宙プロジェクトを実現することを目指す制度。

※REX-J：

国際宇宙ステーション「きぼう」でのEVA（船外活動）支援ロボット実証実験。



ロボットグローブの動きに連動して同じ動きをするJAXAハンド

未来を創造することへの喜び



事業開発統括部
遠藤 嘉将

私が入社した時から、すでにオープンラボ制度によるJAXAとの共同研究が始まっていました。初仕事は、開発したロボットハンドを直感的に操作するためのロボットグローブの設計でした。操縦者が手にロボットグローブを装着して指を動かすと、その通りにロボットハンドが動くといったシステムです。当時、同い年のJAXA担当者が非常に優秀な方で、彼に負けないようにとがむしゃらに製作をしたのを今でもよく覚えています。現在、そのロボットグローブは、T H Kが開発したロボットハンドと一緒にJAXAの実験棟に保管されています。公開イベントではしばしばデモンストレーションに用いられ、とても人気のあるアトラクションであると聞き大変嬉しく思います。

現在の仕事はSEEDの売り先として、T H Kの従来の商流である産業用途以外の新規分野を開拓することです。開発業務以外のスキルも必要となり、まだ分からないことが多く、周囲にも迷惑をかけてばかりです。それでも地道に進むことで、社内外でも応援してくれる仲間が増えていくのが実感でき、今の仕事のやりがいに繋がっています。

今後も次世代ロボットの研究・開発に貢献し、将来に役立つ面白い技術に携わっていきたいです。

予定していた実験を全て終えるまで 全くトラブルが起きなかった高い技術力に感謝

東京工業大学 大学院 機械宇宙システム専攻 教授
(兼) 宇宙航空研究開発機構研究開発本部
ロボティクス研究グループ招聘主幹研究員

小田 光茂様



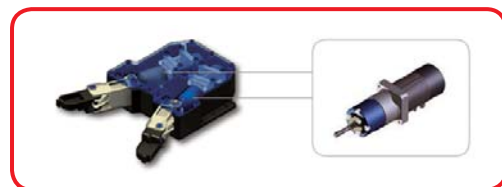
国際宇宙ステーションでは、宇宙でしかできない貴重な実験が日々行われていますが、とにかく人手が不足しています。宇宙飛行士の人数も、宇宙飛行士が働ける時間も限られているからです。そうすると、宇宙飛行士の代わりにしてくれるロボットが必要となります。ロボットには、作業をするための手と、作業現場に行く足と、現場の状況を理解し、次の動作を考える頭が要ります。そこで私は、宇宙飛行士の手助けをする新しい方式のロボットの実現を目標としたREX-Jプロジェクトを計画し、THKさんにはそのプロジェクトでロボットハンドを担当していただきました。

宇宙空間でも地上でも同じですが、何か作業をするためには、ある程度大きな握力が必要です。油圧モーターを使えば結構大きな力が出せます。しかし、宇宙空間では1体のロボットでいくつもの役割をこなさないといけないので、手首から先を交換できるようにしたいのですが、油圧モーターでは手首に収まりません。そこでTHKさんのリニアアクチュエータに注目したわけです。

THKさんには、以前からJAXAの産学官連携の事業の「オープンラボ」という制度を利用して、リニアアクチュエータを開発してもらっていて、人間の手でいう「甲」の部分に入れることができるほどの小型化を実現していました。また、民生用途として、リニアアクチュエータを組み込んだロボットハンドも試作していたのですが、30kgの握力を出すことができていました。空き缶なら簡単につぶせるくらいの力です。

REX-Jプロジェクトでは、このロボットハンドを宇宙でも使えるようにするために、ロケットの打ち上げ時の音響振動や、軌道上での熱真空・放射線環境等に耐えられるかどうかの試験をしました。非常に複雑なシステムであったにも関わらず、試験にも耐えて、打ち上げてからも問題なく動いていますので、とても満足しています。

2007年からREX-Jプロジェクトの一員として協力していただきましたが、これだけ短期間のうちに信頼性の高いロボットハンドができたというのは、素晴らしいことです。開発メンバーの方々が、「少しでもいいものを作ろう」という姿勢で臨んでくださったおかげです。民生・宇宙のどちらの用途にも使えるロボットハンドを開発し、実際の宇宙空間で運用した最初の先駆者として、しっかりとした役割を果たしてくれたことは、宇宙開発に携わる研究者たちにも、良い刺激となりました。



国際宇宙ステーションの実験棟で活躍するロボットハンド

特集／暮らしを守るTHKの技術 具体的目標を持って 進める減災対策

2013年3月に政府中央防災会議作業部会が、南海トラフ巨大地震が起きた際の被害状況予想を下記のように発表しました。

	南海トラフ巨大地震(予想)	東日本大震災
地震規模	M9.0~9.1	M9.0
全壊棟数	238万棟	13万棟
経済被害	220兆円	22兆円

ただし、建物の耐震化等事前の防災・減災(防火を含む)対策を施しておけば、被害額は31.8兆円まで減額できると併せて指摘しています。

行政による耐震化対策には限度があるため、住民や企業が被災するという自覚を持ち、耐震化を自己責任で進めることが重要だとしています。

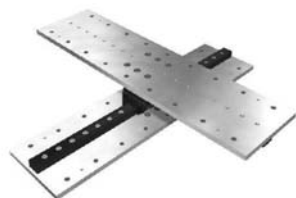
THKの免震・制震装置

■ 建物用免震装置

直動転がり支承CLB

THK「LMガイド」を使用した免震装置。

建物を支え、軽く滑らかな動きで様々な地震に対応します。



■ 建物用免制震装置

増幅機構付き減衰装置RDT (免・制震用) 慣性付き粘性制震装置iRDT (制震用)

THK「ボールねじ」を使用した地震エネルギー吸収装置。地震の速度に応じて、揺れを小さくします。



■ 機器用免震装置

免震テーブルTSD型

免震テーブルTSD型は床に設置するだけで機能します。サーバーや精密機器、美術品等に多く採用されています。

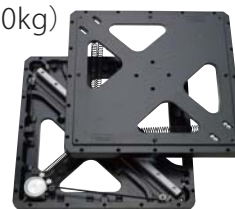
(搭載荷重:30~1,200kg)



免震モジュールTGS型

自由なレイアウトが可能で、重量物の部分免震や床免震に対応可能です。

(搭載荷重:1㎡で最大3,000kg)



免震体験車

皆様に地震の恐さと同時に免震装置の効果を体験いただけるよう「免震体験車」を開発しました。全国津々浦々を回っています。是非一度体験試乗され、「備え」への意識を高めていただければと思います。



設計を依頼した建築会社のすべてがTHKの免震装置を提案



岩手県奥州市
株式会社 妙徳(岩手事業所)
常勤監査役 伊勢 幸治様

当社が、岩手事業所の敷地内に新しく免震棟を建てたのは、3つの理由があります。1つ目は東日本大震災規模の地震が再び起きた際に、従業員が一時的に避難できる場所を確保すること。2つ目が、事業継続の根幹であるサーバを守ること。3つ目が、大規模災害後でも緊急会議が直ぐに開催できる場所と機能を確保することです。そのため免震棟には、ソーラーパネル・自家発電装置・雨水タンクを設置し、また社員が避難した際の3日分の食料確保も行いました。サーバは、もともと東京本社にあったのですが、地震というものは結局どこにいても起きるものだと結論付け、それなら、我々ができる最も安全な方法で守ろうとなり、岩手事業所の敷地内に免震棟を建てて置くことにしました。

THKさんの免震装置を採用したのは、当社が選んだというよりも、建物の設計を依頼した建築会社が、いずれもTHKさんの免震装置を提案してきたからです。当初は、3社に依頼した内の2社がTHK製で、1社が他社製のゴムダンパー式でしたが、いろいろ設計を見直すうちに最終的にはその1社もTHK製に替わりました。理由は、建物の総重量から、免震ゴムよりTHKさんのシステムの方が適していたからと聞いています。当社は空圧機器メーカーで、THKさんのLMガイドによるスライダ方式の免震装置は知っていましたし、工作機械でも使っていますので親しみはありました。仕組みの理解も早かったですね。もしまた地震が来ても、今は安心です。



太陽光パネル、雨水タンク、BCP 備蓄品、サーバを設置してある免震棟

免震装置の品質だけでなく、対応力にも感謝



岩手県北上市
シチズンマシナリーミヤノ株式会社
執行役員 ミヤノカンパニー製造本部本部長
北上事業所所長 青木 健樹様

もともとTHKさんと当社との付き合いは長く、当社の工作機械の9割以上にTHKさんのLMガイドを採用させていただいておりますし、両社の技術者間で「技術交流会」を開催し、意見交換をする等、長くて深い付き合いになります。

免震装置については今回採用させていただいたのが初めてでしたが、THK製品に対する信頼は非常に高いものがありますので、品質に対しての不安はほとんどありませんでした。むしろ、今回は当社の他工場にあった三次元測定機の移設に合わせての設置のため、期間が限られていまして、免震装置設置に関して社内の認可が下りるまでにも時間がかかりました。にもかかわらず、我々からの回答を根気強く待っていただいたうえ、たいへん短い期間で免震装置を設置していただき、その対応力にとっても感謝しています。

免震装置を設置した三次元測定機は、社内治具の最終検査チェック用に使用しています。いったん地震が起きると精度が狂ってしまい、そのたびに精度の校正をする必要があるのですが、その校正だけで大変なコストがかかってしまいます。またその作業に1週間程度かかりますので、免震装置の導入はコスト・パフォーマンス的にも満足しています。



免震装置付き三次元測定機

免震施工事例／サーバー免震



愛知県豊橋市
豊橋ケーブルネットワーク株式会社
技術管理部 部長 岡田 大学様

私共の新社屋建設にあたり、旧社屋が震度6弱の耐震強度でしたので、新社屋は震度7に耐えられる建物が計画されました。その際、ケーブルテレビ・インターネット・電話のサービスを行っている豊橋市・田原(たはら)市・新城(しんしろ)市の7万世帯向けの顧客に、例え東海・東南海・南海の三連動地震が起きたとしても決してサービスを途切れさせないように、サーバーやデータを送信する重要機器を設置する送居室(床全体)に免震装置の導入を決定しました。

T H Kの免震装置の導入決定に当たっては、①過去に起きた新潟沖・阪神淡路・東日本の各地震のシミュレーションで免震装置設置後の可動範囲が確認できた、②装置が1枚1枚容易に設置できる構造、③データ送信用のケーブルが張り易い、といった点が決め手となりました。

T H Kさんのお会いした営業担当者や技術担当者の皆さんからは免震製品にかかる思い入れが伝わりました。設置工事では真夏にもかかわらず現場に張り付いておられ、その姿勢にはただ製品を売るだけでなく客先の要望にどこまでも真摯に接するという気持ちが表れていました。

T H Kさんは自社で製品開発を行っている会社ですので、顧客ニーズをくみ取り柔軟に対応してくれます。顧客の施工方法のアドバイスをさらに充実させ、地震大国「日本」での災害を少しでも軽減する免震装置の普及が進むことを今後ますます期待します。



免震サーバー室の床全面に免震装置を採用

耐震・免震化でお堂を永世に引き継いでいく使命を全う



京都府京都市
法華宗 大本山 本願寺
左: 貫首 菅原 日桑様
右: 執事長 赤田 泰宏様

本願寺(本能寺)は、法華宗の大本山として、お堂やご本尊を間違いなく永世に引き継いでいくという使命を持っています。淡路島をはじめとして兵庫県にも50以上の末寺を抱えているのですが、阪神淡路大震災の折には本堂まで壊滅してしまったお寺もあり、本山としても災害の援助金、助成金等を通じて復興に努めるとともに災害対策を真剣に考え、やはり大きな地震からお堂やご本尊を守るためには「耐震診断による耐震改修対策」という結論に至りました。

一方で、過去に7度の建て替えを行っているとはいえ、創建から600年になる建物は文化財としての価値も持っていますので、純粋な木造建築の中に金属の制震装置や免震装置を入れることには懸念の声も上がっていました。大災害への対処と文化財としての価値のどちらをとるかというのは、かなり難しい問題でしたが、さまざまな検証や議論をした結果、制震化や免震化によって文化財としての基準が損なわれることはないと分かり、平成20年に始まった創建600年記念の修理工事の一環として、耐震・免震化工事を行いました。本堂の建物全体には、T H Kさんのボールねじを利用したダンパー式の制震装置、またご本尊にはLMガイドを利用した免震装置が取り付けられています。

本堂では、修学旅行生らを対象に最大500人に法話を行っていますが、今では安心して皆様方を招くことができます。



本願寺全景
床下と屋根裏に制震装置、本堂内須弥壇に免震装置を採用

軽い工芸品でも守れる特別仕様の免震装置に感動



大阪府大阪市
株式会社 サンセイテクノス
代表取締役社長 浦野 英幸様

当社はTHK製品を扱う電気商社です。従って、お客様に製品を売るには自身で製品を理解していなければなりません。今回文化財保存用に収集している陶磁器等の伝統工芸品を新収蔵庫に保存するにあたり、大地震がきても作品を守れるようTHK製の免震装置を採用しました。

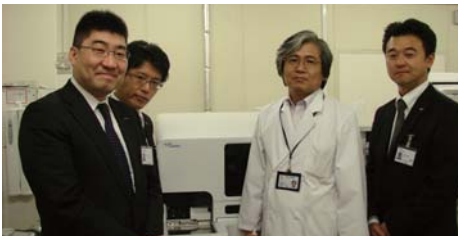
収蔵庫にはたくさんの陶磁器等を展示保存しているのですが、作品は軽いものから重いものまで様々です。軽いものは大きな揺れだと倒れるというより飛んでしまうので、もちろん普通の免震装置では対応できません。THKさんの方でも、工芸品等の軽いものを載せる前提で免震装置を作っていなかったと思いますので、試行錯誤の繰り返しでした。最終的に作品1つに免震装置1台というやり方では上手くいかないという結論にたどり着き、数台を連結して動く方式にしたことで、重さの異なる工芸品を等しく守れる免震システムが完成しました。

私は、東日本大震災以降、美術品や工芸品を販売し、収集されたりしている皆さんから、大地震の対策として作品を展示せず、箱に入れ仕舞っていることが多いと聞き、心を痛めていました。人が見て楽しむべき工芸品を災害に備えるため、飾らず仕舞いこむのはとても残念ですので、当社の収蔵庫が免震装置の効果を検証する場となり、興味を持つ方に実際の状況をご覧いただき「免震装置を付ければ飾っても大丈夫」と一人でも多くの方に感じていただければ、大変喜ばしいことだと思っています。



免震装置を施した展示収蔵庫

免震装置導入により人の安全と臨床検査の継続を確保



宮城県仙台市
左から3番目:東北大学病院
診療技術部副部長 臨床検査技師長
長沢 光章様
シスメックス社の方々
左から:杉原 一雄様、名村 哲也様、甲斐 直樹様

※シスメックス株式会社：
THK CSRレポート2011の「お客様の声」でもご紹介した、医療用検査機器・試薬のトップメーカー。

東北大学病院では、東日本大震災で300kgもある自動分析装置が倒れました。検査室では職員が最初の揺れで避難し事なきを得ましたが、停電、断水、その他の分析・検査装置がダメージを受け、診療に必要な検査ができない状況でした。そこで一日でも早く通常検査体制に戻す作業と並行し、再び大地震が来ても検査を継続できるよう「震災対応総合臨床検査システム」の構築を決定しました。内容は検査室を2か所に分散、その内の一つに地震対策を施し必要最低限の検査機器を集めるものです。

検査室の床自体に地震対策を施す案もありましたが、シスメックス(株)※さんから分析・検査装置にTHK製の免震装置を組み合わせた提案を受け、最終的に採用に至りました。

とにかく急いでいましたので、臨床検査システムを含めた検査室全体の構築ノウハウがあることと、本社が神戸にあり阪神・淡路大震災の被災者の立場での提案で説得力があったからです。免震装置が地震の揺れを受け流すことで人の安全が守られ、さらに分析・検査装置の精度に影響を及ぼさず、災害時でも検査を継続できますので、とても期待しています。



免震装置付き血液分析装置