

# 恐竜，万博の舞台に立つ

～185日間のロボット運用で得られた知見～

Dinosaur Robots Operation at Aichi Expo 2005

林 篤史  
Atsushi HAYASHI

川田工業(株)航空・機械事業部  
ロボティックス部

嶋田 輝夫  
Teruo SHIMADA

川田工業(株)航空・機械事業部  
ロボティックス部

三原 義照  
Yoshiteru MIHARA

川田工業(株)航空・機械事業部  
マーケティング部

平成17年3月25日から9月25日にかけて、愛・地球博が愛知県で開催されました。その中のパビリオンの一つ「遊びと参加ゾーン：ロボットステーション」において、恐竜型2足歩行ロボットの常設公演が行われました。この恐竜ロボットは当事業部が保有する2足歩行ロボットの設計・製作技術を用いて開発されました。この詳細な開発内容については本技報の論文・報告（42ページ）を参照してください。

さて、この万博において当事業部では恐竜ロボットの長期連続運用という新しいテーマにも取り組みました。ロボットについてはとかくその開発内容がクローズアップされがちですが、ロボットが社会で活躍する機会が増えるにつれ、ますます運用というテーマは重みを増してくると思えます。ここでは万博での185日間にわたる運用の様子を説明しながら、別の角度から見たロボット技術を紹介していきます。



万博での恐竜ロボット

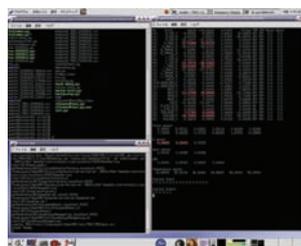
今回の万博では、1回15分間の公演を、1日10回、合計185日間行いました。開催時間は朝9時より夜10時でしたが、ロボットの機器チェックのため公演開始前に毎日1回の予行練習を行いました。また、運用したロボットは当初2体でしたが、不測の事態に対処しやすくするため、途中から3体に増やしました。

上記のような厳しい条件下で、ロボットの運用を円滑に行うため、ロボット操作の省力化、ロボット部品供給体制の整備、将来への技術フィードバックシステムの確立の3点に力を入れました。以下にこれらを説明します。

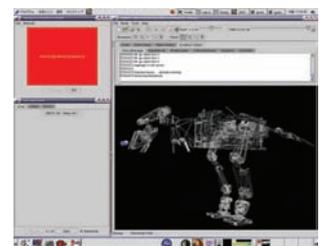
## ロボット操作の簡素化

本件については、開発当初からロボットを運営するチームを当事業部の開発エンジニアだけでは構成できないと判断しました。まず、万博開催地（愛知県）が当事業部の本拠地（栃木県）から遠方であること、次に、開催期間が185日と長期にわたること、最後に、エンジニアが携わっている以上その運用コストが高価になること、がその理由です。したがって恐竜型2足歩行ロボットは、エンジニアのような専門知識を持たないごく一般の人達にも、簡単に運用が可能となる操作インターフェースを備えた機械装置であることを目指して開発しました。

通常、ヒューマノイドロボットHRP-2を用いてデモンストレーションを行う場合、すべての操作をキーボード入力により行うインターフェースを使用しています。し



従来のロボット制御画面



簡易なロボット制御画面

## ロボットの運用とは？

ひと口にロボットの運用といってもその内容は、ロボット操作、不具合時のチェック、修理に加え、他のロボット展示者との調整など多岐にわたります。

たがって、HRP-2を運用するには、Linuxのコマンドを理解し、制御ソフトウェアである「OpenHRP」にも精通する必要がありました。そこで、今回の恐竜ロボットにおいては、HPP-2の販売機に採用しているソフトウェア「Auditor」を改良し、恐竜のデモンストレーション用に特化したものにしました。その結果、マウス操作とパスワードの入力のみでロボット操作が行えるようになり、エンジニア以外の人オペレートが可能となりました。最終的には、現地の女性スタッフのみでロボットが運用できるようになるまで、操作性が向上しました。



恐竜ロボットオペレート風景

## ロボット部品供給体制の整備

長期にわたる公演においては、ロボットの不具合、故障は避けては通れない道です。ところが、ロボットには高価で納期の長くなる部品が多く使用されているため、部品の供給に問題が生じることが前もって予想されました。そこで、各ロボットについて最低1体分のスペア部品を現場に用意しました。これにより、故障時には不具合部品をスペア部品と交換することで、迅速な復帰を果たすことができました。さらに故障の情報を当事業部の本部に連絡することで、使ったスペア部品を本部から発注、現場へ直接発送するような仕組みを作り上げました。

ロボットは大勢の人の前で公演を行うわけですから、舞台上に穴を空けることは極力避けなければなりません。今回構築した部品供給体制により、185日間、継続的に公演を行うことができました。

## 技術フィードバック

毎日のデモの詳細データを記録するため、データベースを作成しました。デモ回数が1,000回となった7月7日までの間のデモ登場回数は、

- ・ティラノサウルス 515回
- ・パラサウロロフス 485回

日時	時間	ロボット名	状態	備考
2005/04/04 12:00	12:00	FARASA H	正常	
2005/04/06 16:00	16:00	FARASA B	正常	
2005/04/07 17:00	17:00	FARASA B	正常	
2005/04/08 11:00	11:00	TREX D	正常	
2005/04/08 13:00	13:00	FARASA D	正常	
2005/04/09 10:00	10:00	FARASA H	正常	
2005/04/09 17:00	17:00	FARASA A	正常	
2005/04/12 14:00	14:00	FARASA C	正常	
2005/04/14 8:00	8:00	FARASA B	正常	
2005/04/14 14:00	14:00	FARASA C	正常	
2005/04/17 10:00	10:00	FARASA F	正常	
2005/04/17 16:00	16:00	FARASA H	正常	
2005/04/18 8:00	8:00	FARASA H	正常	
2005/04/18 8:00	8:00	FARASA B	正常	
2005/04/20 8:00	8:00	TREX G	正常	
2005/05/02 8:00	8:00	TREX A	正常	
2005/05/07 8:00	8:00	FARASA F	正常	
2005/05/07 16:00	16:00	FARASA B	正常	
2005/05/13 8:00	8:00	TREX D	正常	
2005/05/17 16:00	16:00	FARASA F	正常	
2005/05/27 10:00	10:00	FARASA C	正常	
2005/05/29 8:00	8:00	FARASA B	正常	
2005/05/31 16:00	16:00	FARASA F	正常	
2005/06/02 10:00	10:00	TREX D	正常	
2005/06/02 18:00	18:00	TREX E	正常	
2005/06/03 18:00	18:00	TREX G	正常	
2005/06/03 11:00	11:00	TREX A	正常	
2005/06/04 8:00	8:00	FARASA C	正常	
2005/06/09 16:00	16:00	FARASA B	正常	
2005/06/13 12:00	12:00	FARASA H	正常	
2005/06/13 16:00	16:00	FARASA B	正常	
2005/06/14 17:00	17:00	FARASA H	正常	

恐竜デモのデータベース

また、トラブルとしては、

- ・転倒回数 4回
- ・中断回数 9回

という結果となりました。また、半年間の長いデモに耐えるよう、日々の点検だけでなく、月に一度データ解析を含めた定期点検を行い、安全維持に努めました。

## ロボットの長期運用で得られた知見

今回、ロボット開発とは無縁の現地スタッフによるロボットの運用を経験したことから、第三者の視点による使いやすいロボット操作のあり方を知ることができました。また、本部と連携しながらロボットの修理・部品供給を行うことで、遠隔地でのロボット運行のノウハウを得ることができました。さらに現場で生じた故障の解析を通じて、研究室での使用だけでは分からない細かな設計のフィードバックを行うことができました。

今後ロボットは、ますます我々の生活に広く入り込んでくるものと思われます。その際、ロボット供給側としては、高機能化のための技術開発だけでなく、使いやすさや安全性、耐久性、さらには販売されたロボットの維持、管理体制までも充実させていく必要があります。そういう包括的な視野に立ってロボットの開発を見直すことで、初めて、製品と呼べるロボットが完成すると思います。

最後になりましたが、今回の公演では、途中、恐竜が転倒してしまったり、ステージの真ん中で立ち止まったまま動けなくなったりしたこともありましたが、成功率は98.7%と予想より高い結果となりました。

本件は、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構、(独)産業技術総合研究所より実験を委託され実施しました。関係者の方々に感謝の意を表します。