



左から樋口さん、中嶋さん、西田さん、前澤さん、岡田さん。

安友康博

「視覚センサーやミリ波レーダーで障害物を回避」「車体全体がぐるぐる回る」、「ほぼ180度の視野角をもつカメラ4台で全方向を映し出す」。これらは、10月下旬に開催された「第40回東京モーターショー」で紹介された車の新機能の一部。もはや車は、単なる「乗り物」ではなくなりつつある。人間の機能の一部を肩代わりしたり、支援したりする技術は、工場や建設現場、病院などですでに広く普及しているが、私たちの日常にも及び始めているようだ。

こうした状況のなか、奈良女子大学附属中等教育学校のサイエンス研究会物理班（西田惇さん、中嶋研人さん、岡田真太郎さん、樋口幸太郎さん、前澤俊哉さん）は、「距離を保って特定の人物を追いかける買い物カート」を独自に作製し、平成19年度スーパーサイエンスハイス

## 一定距離を保ちつつ、後ろから追いかける買い物カートを作製

奈良女子大学附属中等教育学校（平成17年度SSH指定校）

過去に経験したことのない高齢化と少子化を迎えた日本。介護や日常生活の支援が急務だが、人手はまったく足りていない。不足部分をロボット技術で補えないかとの模索が続くなか、高校生たちが「モーションキャプチャシステム」を開発・応用し、特定の人物を後ろから追いかける買い物カートの作製に成功した。

クール（SSH）生徒研究発表会において「文部科学大臣奨励賞」を受賞した。

### C++ 言語でモーションキャプチャを作る

サイエンス研究会物理班（以下、物理班）が作ったカートには、人の動きをデジタル処理して記録できるモーションキャプチャシステムが搭載されている。モーションキャプチャは、人や物体の動きを正確な2次元、あるいは3次元の座標としてリアルタイムに表示する技術。例えば、ヒトの動きをとらえて、ビデオゲーム画面上の人物の動きを作ることなどができる。

物理班が開発したモーションキャプチャは、「カメラが受信した画像を取り込む」「取り込んだ画像から、特定の形をもった物体だけを切り抜く」「切り出した物体の形から、その3次元座標を計算する」という3つのステップをリアル

タイムで処理できる。「開発のための言語にはC++\*というものを使ったのですが、学習するのに苦労しました」と中嶋さんは話す。3ステップの中では、特定の物体を切り抜き、その座標を求めるためのアルゴリズムの開発が特にむずかしく、1年に及ぶ試行錯誤を繰り返したという。「正確な3次元座標を得るには、目標とする物体以外のノイズを削除することが重要です。苦労の末、私たちは、相当大きいノイズが混ざった場合でも、目的の物体のみを正確に認識させられるようになりました」と中嶋さん。

さらに物理班では、モーションキャプチャを搭載するモータ制御基板と、モーションキャプチャとモータ制御基板をつなぐ通信技術も独自に開発した。基板には、人の指の動きに同調するロボットアームを取り付けた。指を広げるとロボットアームも開き、指を閉じるとロボットアームも閉じるため、直感的に操作することができる（写真1）。「モーションキャプチャで指の3次元座標を捕らえると、その座標データをパソコンのネットワーク経由で制御基板に送り、続いて基板に搭載されたマイコンでアームロボットのモータを制御できます。理論上は、地球の裏側からでもアームロボットを操作できるんですよ」と西田さん。マイコンのハードウェア技術も独自に勉強し、制御基板、ロボットアームの製作には2か月を要したという。

### 奈良女子大学附属中等教育学校の中高一貫理科教育

男女共学の奈良女子大学附属中等教育学校には、中高（1～6年生）あわせて740人あまりが在籍している。中高一貫の理科教育に熱心で、SSHプログラムもその一環に位置づけられている。1～4年次は、数学的リテラシー、科学リテラシー、問題解決能力の養成を目的とした授業が必須で、5、6年次には課題研究を行う。一方で、サイエンス研究会が設けられており、希望した生徒が物理班、生物班、数学班に分かれて、独自の研究、連携する大学や研究機関における見学・実習・実験

などを行っている。顧問である末谷健志教諭は、生徒たちの日々の取り組みについて「まだ課題はありますが、互いに議論し、知的に遊ぶ生徒集団に成長したことをたいへんうれしく思います。生徒に負けないくらい、顧問の私も楽しんで指導しています」と話す。

ほぼ全員が大学へ進学し、理系・文系を問わず、幅広い進路選択を行っている。国公立大学への進学者が多く、2006年度は6年生115人のうち、36人が現役で国公立大学に進んだ。

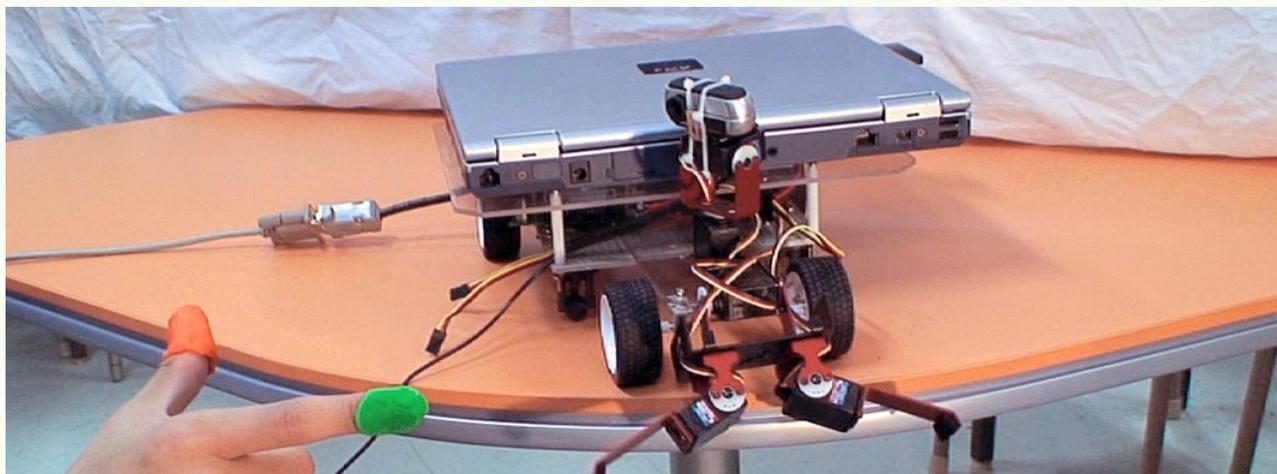


写真1 指を使って直感的に操作できるロボットアーム。指を広げるとロボットアームも開き、指を閉じるとロボットアームも閉じる。

### ゼロからの開発にこだわる

結果的に買い物カートを作ることになったが、物理班では、初めからモーションキャプチャの開発を目的にしていたわけではないらしい。「当初は、市販のロボットを動かしたり、自分たちでロボットを設計したりしていました。しだいに、これらには『操作がしにくい』という共通の欠点があることに気づきました。そこで私たちは、指の動きそのものをコントローラにして、直感的にロボットを操作できないかと考えました。そのためにはモーションキャプチャが必要なので、その開発に取り組み始めたのです」と西田さんは話す。

物理班のメンバーはそれぞれが自分の得意分野を生かして、「モーションキャプチャ開発」「モータ制御基板開発」「両者をつなぐための通信技術開発」の3チームに分かれ、すべての研究開発を同時並行で進めた。「ハードもソフトも、訳のわからない部分を残してしまうと気持ちが悪いうえに、応用がきかなくなると考え、ゼロから作ることに徹底的にこだわりました」とメンバーは口を揃える。このポリシーは、それまでのSSH活動の中で、大学の研究者たちが誇りをもって独自の研究に打ち込んでいるのを目の当たりにして生まれたものだという。

毎日、放課後ぎりぎりまで残り、土日もなく作業を続けた結果、6か月後に、特定の人と一定の距離を保ちつつ、その人を自動で追いかける買い物カートが完成した(写真2)。いちいちカートを押

す必要がないので、買い物中は常に両手が使ええる状態になる。「スーパーなどで、お年寄りや車椅子を使っている方に利用してもらうことを想定しています」と樋口さん。手術シミュレーションや遠隔診断などの生体医工学分野での応用も期待できそうだという。

### 世界を相手に挑戦し続けたい

「自分たちが考えたアルゴリズムがうまく動作しなかったり、モータの制御がうまくいかなかったりと、とても苦労しました」と話す西田さんだが、「ゼロから作る」ことが研究を進展させていくうえでいかに重要かを痛感したという。さらに、「限られた機材と人材、時間をうまくやりくりして進めるために、開発の進展状況や研究方針について議論を重ね、互いの情報交換が円滑なチーム運営に欠かせないことも学びました」ともコメントする。

8月に行われた生徒研究発表会では、西田さんと中嶋さんが、動画を用いたプレゼンテーションを行い、話の順序やスライドのデザインにも工夫を凝らした。研究と発表は高く評価され、冒頭のとおり、平成19年度の文部科学大臣奨励受賞を授与された。ほかにも物理班は、「日本物理学会2007年春季大会ジュニアセッション最優秀賞」や「第46回日本生体医工学大会高校生科学コンテスト最優秀賞」を受賞している。

「これまでの努力は報われましたが、今回の受賞はあくまでも通過点。今後も



写真2 完成した買い物カート。

続けて研究開発を行い、日本国内のみならず、世界を相手に挑戦していきたい」と意気込む西田さんら。超高齢化と少子化時代を迎えた日本では、「人間にやさしいロボット研究」がますます重要になる。ただし、この分野は基礎研究とは異なり、いかにして実用化に結びつけるかがかぎとなる。今後、物理班のメンバーは、大学や研究機関、民間企業とそれぞれの道へ進むことになるが、ぜひとも自らの手でかぎを手にしてほしい。 ■

執筆：西村尚子(サイエンスライター)

\* C++言語とは、広く普及しているプログラミング言語であるC言語に、オブジェクト(目標物)指向的な拡張を施したプログラミング言語。1992年に米国最大の通信会社であるAT&T社によって仕様が策定された。