

秋田県立大学が高校生に贈る「科学のフリーペーパー」

GRAPHIC SCIENCE MAGAZINE

# “イスタ Science”

【イスタサイエンス】

2008.10

Vol.02

ロボット好きの皆さん！

ロボットって、どんな仕組みで動くのかなと首をひねったことはありませんか。

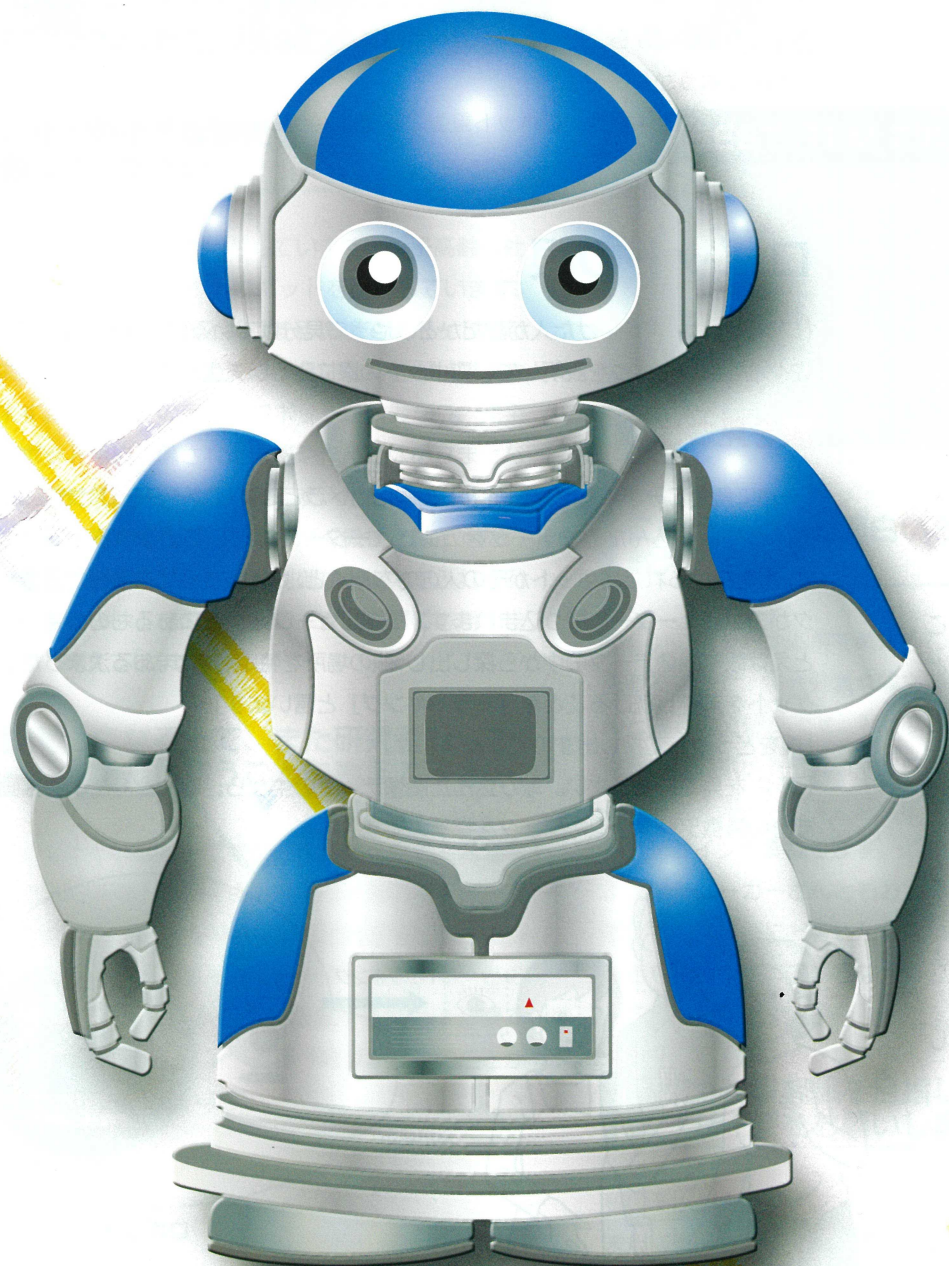
ロボットを作ってみたいと思ったことはありませんか。

ロボットをいじってみたいと思いませんか。

そんな思いをいただいている皆さんとひと時を過ごそうと、

ロボット特集を組んでみました。

## ロボット特集



研究者の仕事

(株)東芝研究開発センター

松日楽信人さん

ロボットの仕組みを解き明かす

人を見分ける・人と会話する・

人と握手する・遠くからあやつる・

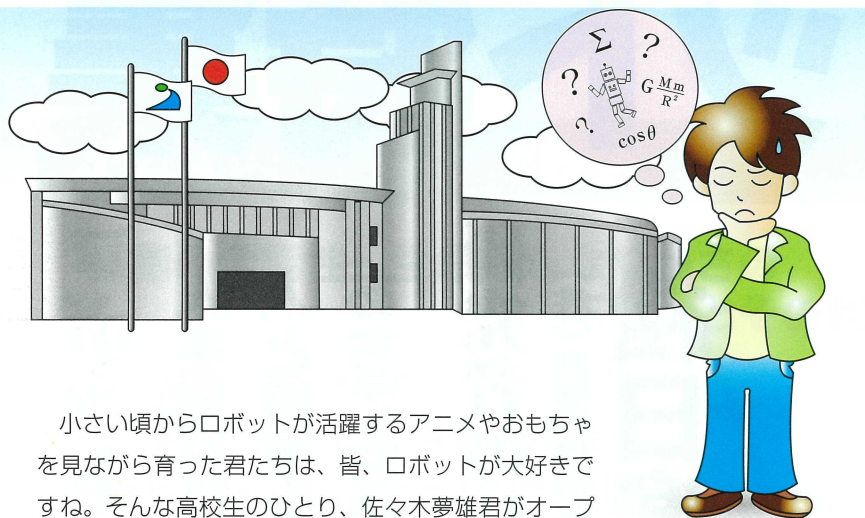
あちこち歩き回る

# ロボット特集

## ロボットの仕組みを 解き明かす

執筆者 岡野 秀晴 システム科学技術学部教授  
佐藤 和人 システム科学技術学部准教授  
嵯峨 宣彦 システム科学技術学部准教授  
武田 和時 システム科学技術学部教授  
高根 昭一 システム科学技術学部准教授

人を見分ける  
人と会話する  
人と握手する  
遠くからあやつる  
あちこち歩き回る



小さい頃からロボットが活躍するアニメやおもちゃを見ながら育った君たちは、皆、ロボットが大好きですね。そんな高校生のひとり、佐々木夢雄君がオープンキャンパスにやって来ました。佐々木君は大学に進学したら、ロボットに関連する分野を中心に勉強したいと思っています。そのためには高校でどんな勉強をしてくればよいのだろうか。あれこれ考えては見ましたが、答えが見つからなかった佐々木君は、大学に出掛けて聞くのが早道だと考えました。

大学にたどり着いた佐々木君は、案内の地図をたどって学生相談窓口の先生のところを顔を出しました。なんと切り出せばよいか一瞬迷いましたが、「どんな相談にも乗りますよ」の一声に誘われて、悩みを訴えました。

「ロボットを研究するのに一番大切なことは、ロボットに対する夢と情熱を持つことです。そう考えると、君はすでに第一関門は通過しているね。ところで君はどんなロボットを夢見ているか教えてくれないか」

いきなりそう言われた佐々木君は、どぎまぎして黙ってしまいました。「イメージでもいいんだ。ここに漫画を描いてみて」

佐々木君はしばらく考えてから絵を描いて、つづきました(図1)。「たとえばドラえもんのような友達ロボットです」「もう少し具体的に説明してくれないか」「えーと、家族の一員として、家の中で僕たちの相手をしてくれるんです」「とすると、このロボット

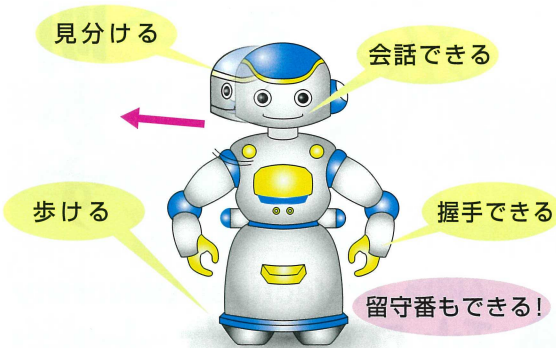


図1 佐々木君の描いたロボット

は家族の人たちを見分けることができ、会話もできる。手が付いているから握手もしてくれる」「それに、家族が外出しているときには、留守番もしてくれる」「イメージがだんだん膨らんできたね。その調子だ」「だけどその一方で、だんだん不安になってきました。こんなロボット作れるのかって」「そりゃあそうさ。ロボットというものはどんなに小さくても先端技術のかたまりみたいなものだから、そう簡単には作れないさ。もしよかったら、それぞれのプロを紹介しようか」

こうして佐々木君は、ロボット誕生の秘密を探りに研究室巡りを開始しました。(岡野)

## ロボットの眼

「ロボットは、声を掛けた人が誰だかどうやって見分けているのですか?」佐々木君はいきさつを説明して、ロボットの眼に詳しい先生に尋ねました。

### 顔を見つける

「一緒に考えてみましょう。ロボットの眼はカメラとコンピューターでできていて、カメラで取り込んだ画像データをコンピューターで処理しているものと判断します。声を掛けられたロボットがその人の方を向くと、カメラから顔を含んだ画像データがコンピューターに取り込まれます。コンピューターは顔にあるものの特徴、たとえば眼を画像データの中から探し出し、顔の場所を特定します。ある決まったターゲットを追跡し続けることを『トラッキング』と言います」

「眼をどうやって探し出すのですか?」

「図2を見てご覧なさい。取り込んだ画像データの中から、眼を含んだ小さな画像部分の特徴データと似たデータを探すのです」

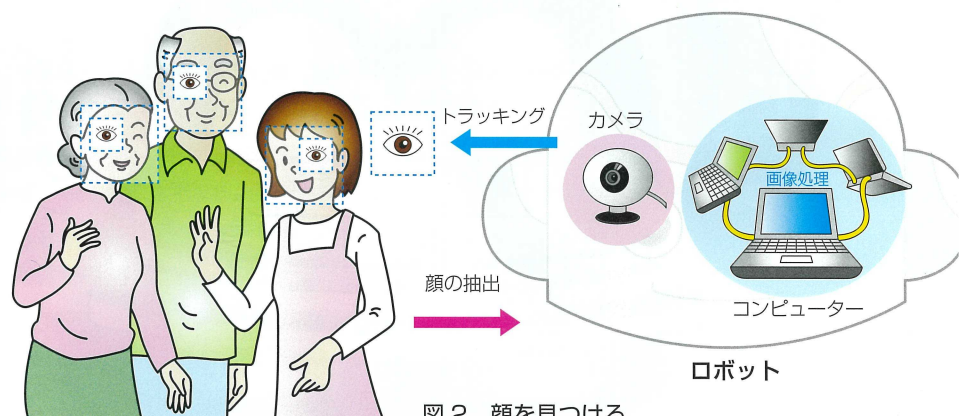


図2 顔を見つける

## 顔を見分ける

「でも、いろんな顔の人がいるからどれが誰だかわかるかな」

「君だったらどうしますか？」

「人間は前に見たものを記憶して、その記憶と照らし合わせて、新しく見たものを見分けていますね」

「そうですね。同じようなことをロボットではコンピューターで実現します。ロボットが家族の顔を見分けるためには、目の大きさや顔の形など土台となる顔の特徴データを家族の人数分だけ用意しておきます。そのデータと取り込んだ画像

データの特徴を比較して、誰の顔かを判断します（図3）」

「いろいろと事前の準備が必要なのですね」

## 表情を読み取る

「さらに、人の表情を読み取る研究もされていますよ。眉、目、口などの形状やその全体的な配置の変化をとらえて、人が何を考えているのかをロボットが理解するのです」

「そんなことまで完璧にできるようになったら、ロボットが真の親友になれるかも知れませんね」

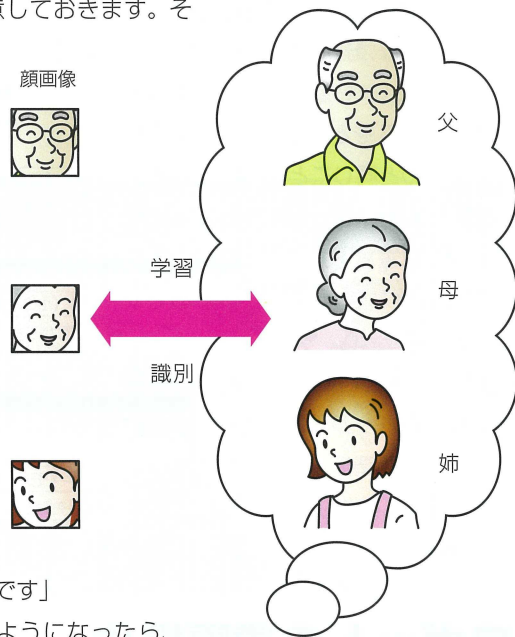


図3 顔を見分ける

## ロボットの眼の実力は

「でも、完璧になるのはなかなか大変ですよ。私たち人間は高度な脳を持っており、多種多様な物や情景を無意識に認識しているので、その大変さが実感できないと思います。実際の脳では、形の認識、動きの検出、色の検出など複雑な処理を同時にかつ瞬時にを行っています（図4）」

「そうなんですか」

「仮にロボットが人の視覚と同じことをしようとすると、さまざまな画像処理と膨大で複雑な計算が必要になります。最新の高性能パソコンを使っても、人間の足元にも及ばないのが現状です」

「それじゃあ、人間と同じような動きをさせるのは大変ですね」

「だけど少しずつ人間の脳の機能の解明が進み、高度なロボットの実現に向けて着実に進歩しています。君のような若い人たちが、この分野の研究に参加してくれることを期待していますよ」（佐藤）」

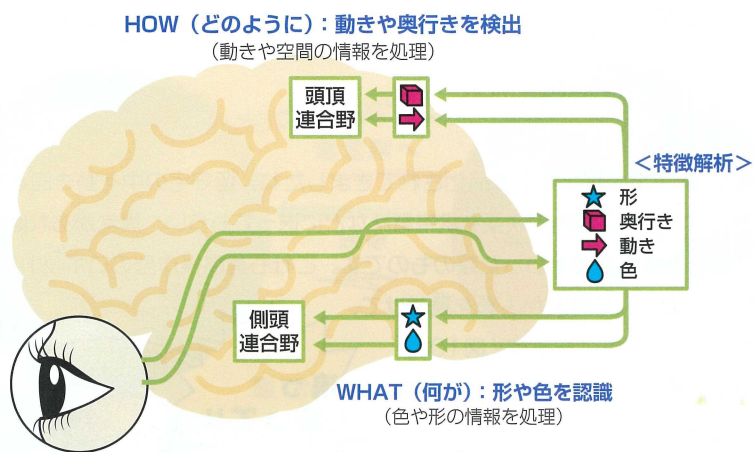


図4 脳による画像処理・認識

## ロボットの耳と口

### 話を聞く

「ロボットは、どうやって人間の話す言葉を理解するのですか？」

「まず最初に言うておかなければいけないのは、『理解』はしていない、ということです」

「そうなんですか？ でも、人間が『こっちに来てください』とか命令したら、そのとおりに動くロボットとか、テレビで見たことがあります」

「たしかにそういうロボットはいますね。しかし、そんなロボットも『理解』はし

ていません。『認識』はしていますが」

「じゃあ、『理解』と『認識』の違いは何ですか？」

「われわれ人間は、『こっち』とか『来て』とか言われたとき、それらの言葉の意味がただちにわかりますね。その点では、言われたことを『理解』しているといえます。ところが、現在のロボットは、話された言葉が何かを当てることだけです。それを『認識』と呼んでいます」

「それでは、どのような方法で『認識』しているのですか？」

「図5をみてください。これは、話者の音声はどうやって『認識』されるのかを、大まかに示したものです。まず、話者の音声をマイクで取り込みます。それを、『音声処理部』と書かれたところで分析します」

「音声処理？ どんなことをするのですか？」

「音声がどのような音節で構成されているかを分析する部分だと思ってください」

「人間って、話を聞いただけで大体内容がわかるじゃないですか。ロボットも、『音声処理部』だけで話の内容は当てられないのですか？」

「残念ながら、さまざまな問題があって、人間のようにうまく認識できません。そこで、『言語処理部』という部分を加えます。ここは、要は話の内容の制約に関係します。たとえば、言語は日本語だとか、話者はロボットへの命令だけを話す、とか」

「そういう制限が、どうやって『認識』の役に立つのですか？」

「例として、話者が『ワタシノソバニキテクダサイ』という発声をしたとしましょう。『音声処理部』では、入ってきた音だけを用いるので、ノイズの混入などによって、分析結果が『ワタシノソバニキテクラサイ』のようになってしまうかもしれません。そこで、発声された言葉が日本語だという制限があれば、『クラサイ』という言葉はあまりない、と判断することはできますね。『言語処理部』でそういう制限を加えて、正しい発話内容の認識にもっていかうとするわけです」

「うーん、いろいろな問題があるにしても、認識ができれば、ロボットは話されたことをわかった、ということにはなりますよね？」

「うーん、いろいろな問題があるにしても、認識ができれば、ロボットは話されたことをわかった、ということにはなりますよね？」

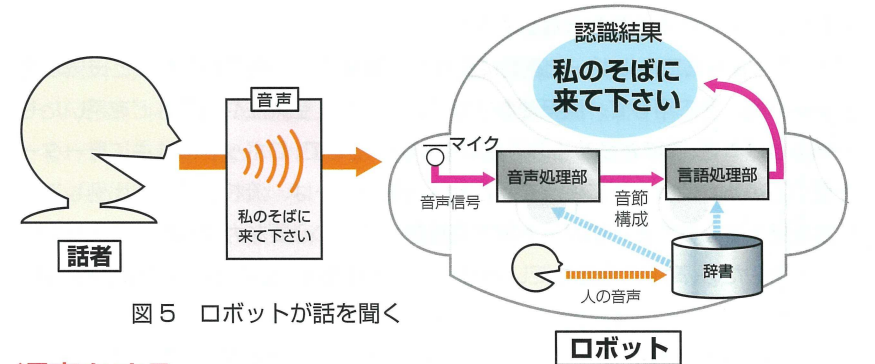


図5 ロボットが話を聞く

### 返事をする

「そうですね。いま説明した音声の認識と、これから説明する音声合成を合わせて動作させれば、見かけ上は人間とコミュニケーションのとれるロボットとなります」

「だったら、それで十分ではないのですか？」

「認識された内容に基づいて、とるべき行動や話す内容を自ら決定するといった、人間ができる多くのことは、ロボットにはまだできません。『〇〇だったら□□する』といった部分は、人間が事前に想定してプログラムとして組み込んで実現します。だから、現在のロボットの動作は、作成者が想定した一定のシナリオに基づいたものに限定されてしまいます」

「テレビなどで、人間とロボットが楽しく会話しているようにみえても、実はそこにあるシナリオでそうなっているだけなのですね」

「そうです。そこに注意すると、ロボットにはまだまだ多くの問題が残されていることがわかるでしょう」

「なるほど。では、音声合成について教えていただけませんか？」

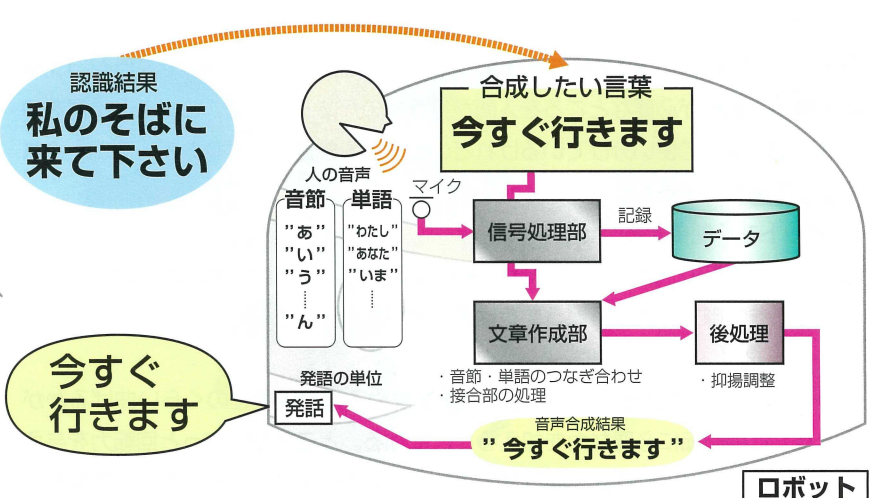


図6 ロボットが返事をする

「そうですね。例を使いましょうか。図 6 をみてください。ロボットが『ワタシソバニキテクダサイ』と認識したとき、『イマスグイキマス』と返事するシナリオになっているとしましょう。このような技術を音声合成と呼びます。これは、簡単に言うと、誰かの発話内容をデータとして蓄えておいて、それらを適当につなぎ合わせて『イマスグイキマス』の音声をつくり出すわけです」

「認識に比べると簡単ですね」

「手順としてはそうですね。でも、蓄えておく発話内容をどうするかが問題ではあります。『イ』『マ』『ス』『グ』のような音節単位だと、ただだか 70 個程度で済むけど、それらをつなぎ合わせると、人間の話し声にある抑揚などが表現できなくなって、不自然になってしまいます。それをなくすために、発話内容を単語単位にしたりするのですが、単語だと音節に比べて数が膨大になり、データ量も膨大になってしまいます。このような問題も、現在のところ完全には克服されていません」

「難しそうな課題が多そうですが、挑戦してみたい気がしますね」 (高根)

## ロボットの腕

「みんなの周りで身近なロボットっていうと何を思い出す？」

「テレビのCM で見る ASIMO や工場モノを組み立てているロボット！！」

「工場モノを組み立てているロボットは人間の手や腕に相当する部分だけだね。」

「でも足や体がなくても組み立て作業するには十分なんだよ」

「腕ロボットに必要な機能をどうやって考えたのですか？」

「ロボットの腕は人間の腕を見て、肩—上腕—肘—前腕—手首—手と同じような構成となるように、関節と腕と手で構成しているんだ(図 7, 図 8)。人間の場合、腕の動作は筋肉の収縮で行っているけど、ロボットの場合、関節部にあるモーターで行っているんだよ」

「モーターってラジコンカーなどで実際に使ったことがあるけど、どのような原理で動いているのかよくわかりません」

「モーターは電気エネルギーを運動に変換する機械で、“電流が流れると磁気が発生する作用”を応用して、回転運動させているんだ。空気圧や油圧などを用いたものもあるけれど、直線運動するので扱いにくい。そこで、ロボットには主にモーターを使っている。使うときに注意することは、モーターは、流れる電流に比例して回転力を発生するけれど、ロボット腕を直接動かすのに必要な力はなかなか出せないんだ。そのため、高速で回転しているモーターと減速機と組み合わせて使うんだよ」

「減速機って？」

「減速機は、歯車の構造をしていてモーターの回転速度を落とすのに使うんだ。この機械でモーターの回転速度を半分に落とすと、回転力は二倍になるといった仕掛けになっている。それで、ようやくロボットの腕は大きな力が出せるようになるんだよ」

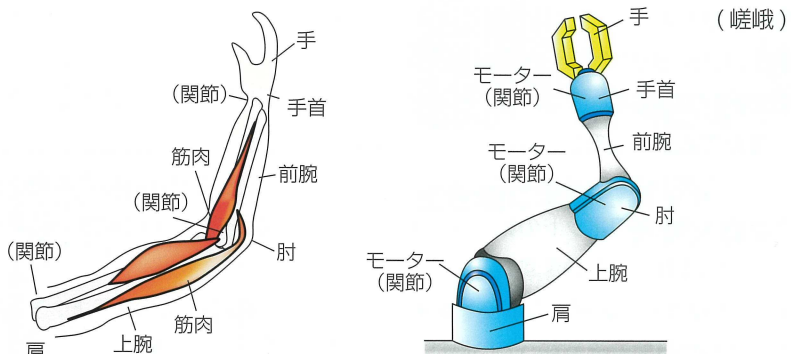


図 7 人間の腕の筋骨格

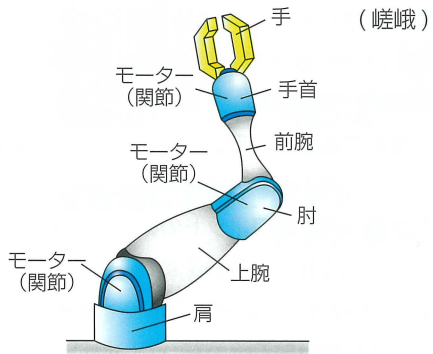


図 8 ロボットの腕

## ロボットの制御

「それではロボットは、どうやって思い通りに動かすのですか？」

「ロボットの中のコンピューターがすべて判断して動いているものや、ラジコンなどを使って判断が必要なところを人間が行うものがあるんだよ。ロボットに何をやらせるかによって使い分けられているけれど、どちらも最適にロボットが“制御”されるよう工夫している」

「ロボットを“制御する”って？」

「ロボットを望みどおり思いのままに動かすことだ。例えば、具体的にロボットの腕の関節を制御するには、どうすれば良いと思う？」

「・・・??」

「モーターで動いている場合、腕の動く量を決めると関節をどのくらい曲げるかが決まり、この回転に必要な力を加えることになる。ところが、ずっと回転力を与え続けると、必要以上に回転し続ける。また、回転力を大きくすると早く必要なとこ

ろまで曲がるが、勢いがついて、静止しにくくなる。反対に、小さな回転力だとゆっくりと目標角度に向かうか、あるいは、全く動かなくなる」

「じゃ、どうすればいいのですか？」

「そこで、回転角度を検出するセンサーを関節に取り付けて、もっと曲げる必要がある、曲げ過ぎたなどという情報を、回転力を与える装置に絶えず供給して、回転力を調整する。このような調整をロボットに内蔵した小さなコンピューター(マイコン)が行っているんだ。このような制御を“フィードバック制御”と言って、あらゆるものの制御の基本になっている。これにより、ロボットの腕は早く、しかも精度よく曲げることができるんだよ」

「なんとなく、分かったような分からないような」

「ややこしいかもしれないが、竿灯を人がバランスをとって倒れないようにしているのと同じことなんだ(図 9)」

「ああそうか、それでやっと理解できました。ロボットが人と握手するときも同じようなことをしているのですか？」

「握手とか人とロボットが触れ合うときには、ロボットの触覚と組み合わせでモーターを調節し、ケガをさせないように優しく動作させているんだ」

(嵯峨)

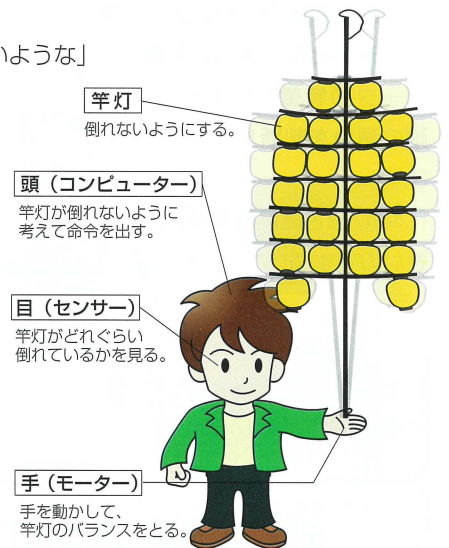


図 9 竿灯の制御

## ロボットの遠隔操作

次に佐々木君が向かったのは遠隔操作に詳しい先生のところでした。

「人がロボットを遠隔操作する方法を教えてください。ラジコンカーで遊んだことはありますが、ロボットの場合も同じことですか？」

「送信機を手持ってラジコンカーを遠隔操縦している少年の姿をイメージしてください。少年は、ラジコンカーの動きと走行コースを見ながら、ラジコンカーの速度や方向を操縦しています。このラジコンカーにカメラを取り付けて、カメラの映像を少年のところまで無線で送ってテレビ画面に映し出すことができれば、少年はテレビ画面を見ながらラジコンカーの操縦を行うことができます」

「そうですね。簡単にできると思っています」

「その通りで、小型カメラやインターネットなどの技術を利用すれば、基本的にはそれほど難しいことはありません。実際にそのようなロボットはずいぶん前から開発されています。ここで、考えてほしいことは、カメラが付いていないラジコンカーは単なるラジコンカーですが、カメラを付けたものは、人の目に似ている機能を備えたことによりロボットと呼ばれるものになるということです」

「目からウロコですね」

## 留守番ロボットの場

「最近、留守番ロボットが商品化されてきましたね。留守宅の中を動き回るカメラ付きのロボットに室内の映像を携帯電話などに送ってもらい、異常があればロボットに対応を指示するといった類のもので。これも遠隔操作型のロボットですね。」

逆に、ロボットが煙とか人影を見つけて、警報を送ったりもできます(図 10)」

「そんな便利なものが、なぜ今までなかったのですか？」

「ロボットは最先端技術の寄せ

集め技術です。通信技術

が進歩すると、それを

応用したロボットが現

れてきます。通信処理

速度アップ、通信可

能範囲の拡大と

いったことも

重要になって

きます」



図 10 留守番ロボット

## 手術ロボットの場合

「外科手術用のロボットも、代表的な遠隔操作型のロボットです。手術ロボットは当然のことながら患者のところになければなりません。手術をする医者は、手術部位のカメラ映像が得られれば、どこにいても大丈夫です。遠隔手術をしているとき手術部位の映像が医者に送信され、医者からはロボットを操作するための情報が送信されます。アメリカのニューヨークにいる外科医が、7000 キロメートル離れたフランスにいる患者の手術を行った例がありますよ（図11）」

「そんなに離れていて、なにか不都合は起きないものでしょうか？」

「あるとすれば時間遅れですね。先ほどのニューヨークとフランスの場合は光ファイバーを使って信号を送ったのですが、時間遅れは0.15 秒程度です。特に問題はありませんでした」

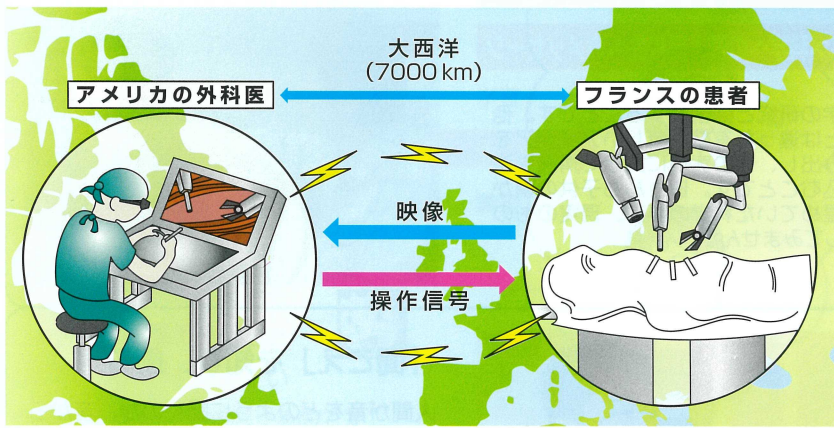


図11 手術ロボット

## 火星ロボットの場合

「ところが、火星にラジコンカーを送り込んで遠隔操縦するとなると話は別です」

「一体、何が起るのですか？」

「地球と火星の間の通信は、10分程度はかかると思っている必要があります。としますと、地球で見ているカメラ映像は10分前のものですから、それを信じて遠隔操縦すれば事故が起きるのは当然ですね」

「ということは、火星にあるロボットは地球からは遠隔操縦できないということですか？」

「移動型のロボットは、単純には操縦できません。地球からは『北北西に進め』といった大まかな指示を送信し、ロボットは自分で地形を調べながら一步一步考えながら移動して行くといった機能が必要になってきます（図12）」

「難しそうだけれど面白そうですね」

「ロボットの研究は、どんな課題でも創造力を存分に発揮できる場があるので面白いのです」（武田）

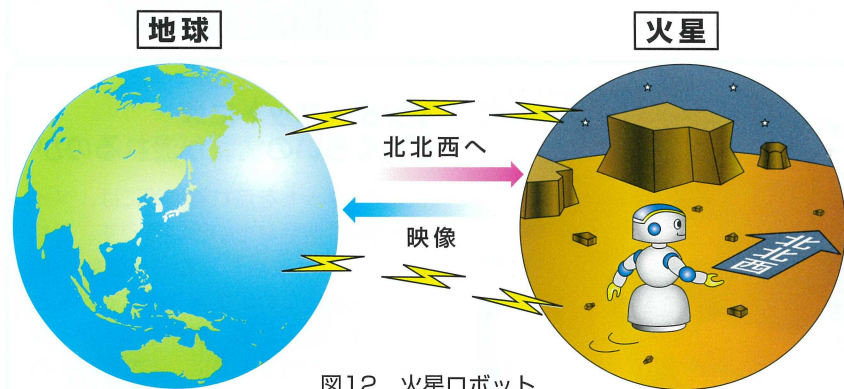


図12 火星ロボット

## ロボットの移動技術

「戻って来たな。どうだった？」

「ロボットって奥が深いですね。どの技術も興味深く聞かせてもらいました。しかし、歩きながら考えていたのですが、ロボットはどのようにして動き回るのかなと疑問に思いました」

「君が子供の頃、お母さんにお使いを頼まれたことはなかったかな。そのとき、どんなことを考えて迷子にならないで無事帰ってきたかだ」

「歩いて十分ほどのところにある郵便局にはよく行かされましたが。家を出て菓子屋さんの角を右に曲がって、三番目の信号を左に曲がったちょっと先にありましたね。そうか、ロボットに道順を教えるおけばいいの。だけど脳みそがあるわけ

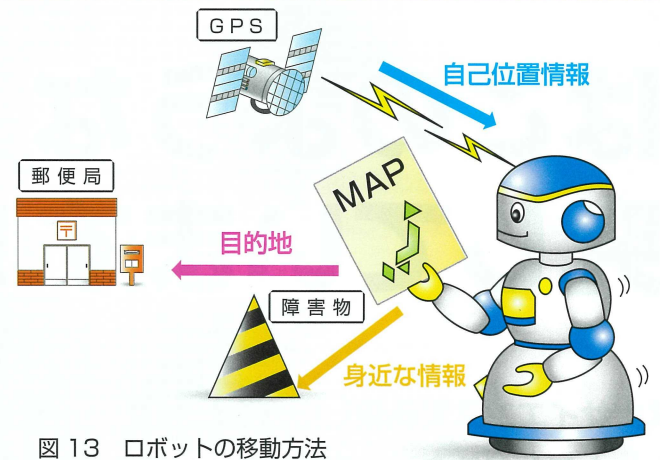


図13 ロボットの移動方法

でないロボットにどうしてそんなことができるのかな？」

「そこまで分かればあとはなんとでもなるね。どうしたらお菓子屋さんや三番目の信号や郵便局を見つけられるのか考えればいい」

「さっき教えていただいたばかりの知識を使うと、人の顔が見分けられるならお菓子屋さんでも見分けられるような気がします」

「その調子だ。基礎的な知識を学んで、それを実際に応用して問題を解決していく。それが科学だ。整理すると、ロボットが移動するにはまず第一に地図が必要で、次にいま自分自身がどこにいるのか知る必要がある。地図には目標とか距離などの情報が必要で、データをロボットの記憶装置に入れておく。その地図のどこにいるのかは視覚情報やGPS情報などを利用したりして知ることができる（図13）。カーナビを見ながら人が車を運転するようなものだね」（岡野）

## おわりに

「話は変わりますが、ロボットが最近急速に発達してきたのはなぜですか。そもそもロボットなんて考えが生まれたのはいつのことなのですか」

「ロボットの発想は紀元前八世紀にはすでにあったよ。トロイ戦争を扱った叙事詩『イリアス』に出てくる召使ロボット（図14）や鍛冶場仕事を助けるロボットが有名だ。ロボットが現実のものになったのは二十世紀半ばになってからだから、思えば長い道のりだった」

「なぜそんなにかかったのですか？」

「コンピューターをはじめとするロボットを支える技術が育つまでは、発達しようがなかった」

「いろいろとお話、ありがとうございました。」

「ロボット研究のイメージが分かって来ました。だけど、僕一人で全部をマスターするなんて夢のまた夢のような気がします」

「心配することはないね。それぞれの専門家が協力し合えばいい。最後に付け加えておくと、ロボットを研究したいなら、なんにでも興味を持てるようになる必要がある。例えば自動車は人や荷物を運ぶのが目的だけど、ロボットの目的は無限とい

っていいほど広いからね（図15）。介護福祉、災害救助、産業の手助け、宇宙開発などなど、そういったことにも興味を持てないと、よいロボットは作れないから。それと、高校の物理や数学はロボットに限らず工学全般の基礎となるものだから、原理原則をよく理解しておくといいですね。また何か疑問に思ったら、いつでも聞きに来てください」

「佐々木君は希望に満ちた表情で足取り軽く帰っていきました。」

（岡野）



図14 召使ロボット

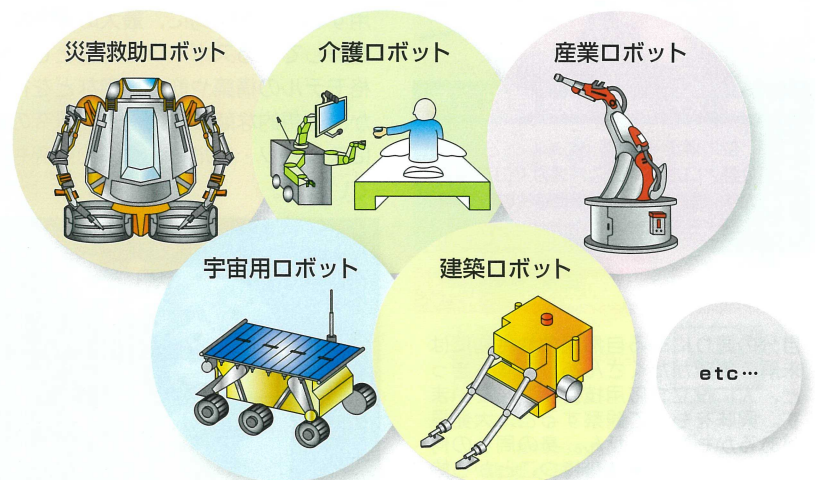


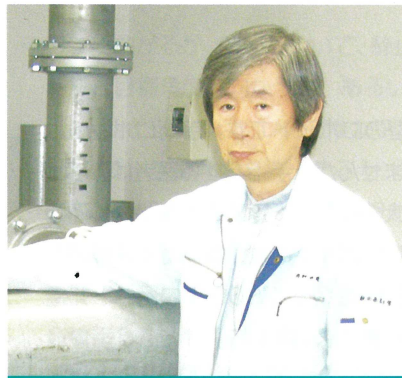
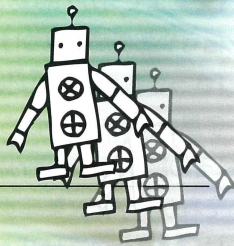
図15 ロボットの使用目的は無限

# 実はこのような研究をしています!

今回イナサイエンスで執筆した先生たちは、  
一体どんな人なんだろう? 大学でどんな研究を  
しているんだろう?

科学の道を目指す君たちへのメッセージと  
一緒に紹介します。

システム科学技術学部



機械知能システム学科 教授 岡野秀晴

学位/博士[工学]  
専門分野/ロボット工学  
出身大学/東京工業大学機械工学科  
職歴/(株)東芝

## ススメ科学への道! 高校生へのメッセージ

工学の研究とは創造することです。他人とは違った有益な新しいアイデアを生み出し、その実現に向けて情熱を注ぎ込むことです。皆さんも子供の頃から温めていた科学の夢を、現実のものにしてみませんか。

## 暮らしと産業に貢献する ロボットの研究

お年寄りやからだの不自由な方々を手助けするロボットや、労働環境のよくない場所で活躍するロボットを開発しています。看護師の代わりにするロボット、養護学校生を楽しく教育するロボット、冬季お散歩用電動車椅子、災害救助ロボット、屋外検査ロボット、食肉解体ロボットとなど多種多様です。学生も一緒に研究チームを作り、若い人たちのアイデアをふんだんに取り込んで楽しく研究を進めています。



機械知能システム学科 准教授 佐藤和人

学位/博士[工学]  
専門分野/ニューロインフォマティクス、イメージプロセッシング  
出身大学/秋田大学大学院鉱山学研究所システム工学専攻  
職歴/秋田県産業技術総合研究センター

## 脳を探り、脳に学び、 脳を理解する

脳情報工学研究室では、人間が持っている脳機能をシステムの的に捉え、最適化法の1つであるニューラルネットワークNNと進化的計算手法GAを用いて、使う時の手応え(手掛かり・反応)や使う人の気持ち(感性)を察するような「人に優しい知能化技術の実現」を目指しています。



## ススメ科学への道! 高校生へのメッセージ

科学技術の世界は、困難であるからこそ、チャレンジする価値があり、心がワクワクします。熱意と工夫があれば、限定された状況でも「人間のようないんせいの機能をもつロボット」を作り出せる可能性がたくさんあります。システム科学技術学部で、気軽に世界へ挑戦してみませんか?



電子情報システム学科 准教授 高根昭一

学位/博士[情報科学]  
専門分野/音響情報処理  
出身大学/東北大学大学院工学研究科電気及通信工学専攻  
職歴/東北大学

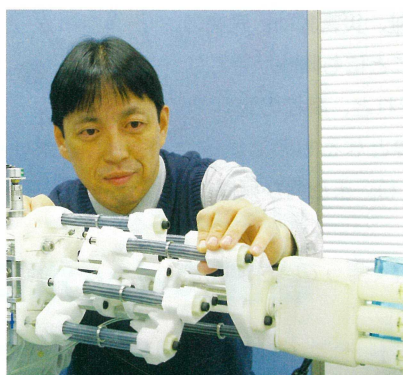
## 「聞こえ」を知り、創る

人間が音をどのように聞くのか、音からどのような情報を得ているのかといった、いわゆる「聞こえ」を、その視覚との関連も含めて研究しています。また、そのような研究で得られた知見をもとに、人間がある場、ある状況で感じるであろう「聞こえ」をバーチャルに創り出すための技術も研究しています。



## ススメ科学への道! 高校生へのメッセージ

「頭を使う」ことの本質は、やみくもに知識を増やすことよりもむしろ、限られた知識を駆使してわからないことをわかる方向にもっていく努力にあります。「頭の使える」人になってください。そういう努力は、科学者やエンジニアのみならず、すべての人々に必要とされているものです。



機械知能システム学科 准教授 嵯峨宣彦

学位/博士[工学]  
専門分野/ロボティクス、メカトロニクス  
出身大学/信州大学大学院工学系研究科生物機能工学専攻  
職歴/三菱電機(株)

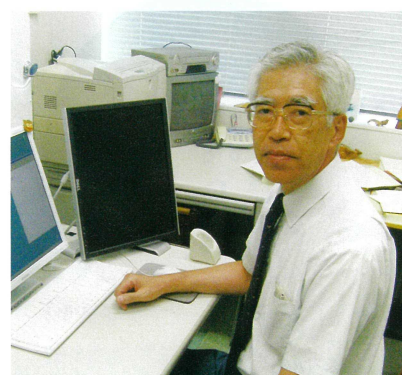
## 生き物に学ぶロボット・ テクノロジー

生物や人間の運動解析を基に、人間支援を目的として、軽量で柔らかな人工筋アクチュエータから生物型移動ロボットやリハビリテーション・ロボットに至るまで、メカトロニクス機器の開発に取り組んでいます。また、人間の運動機能を応用することを目的に、最大の運動能力の発揮しているスポーツを対象として筋骨格モデルの構築や筋力推定などを行うほか、理想的な競技フォームの研究のためにスポーツ・ロボティクスの研究も行っています。



## ススメ科学への道! 高校生へのメッセージ

自分の周りには自然現象や生物には未解の事象がたくさんあります。きっと、人に役立つ応用技術が潜んでいます。興味をもって観察すると、大発見があるかも知れません。身の周りの何気ないものにも興味を持つことから始めてください。



電子情報システム学科 教授 武田和時

学位/博士[工学]  
専門分野/情報ネットワーク工学  
出身大学/大阪電気通信大学電子工学科  
職歴/日本電信電話(株)研究所

## インターネットには どれくらいの情報が流れるのか

インターネットを流れる情報には、メールや画像、電話などいろいろです。これからはテレビ放送が加わりますし、ロボット制御のための情報も増えていくと思います。このため、世界中の人がインターネットを使うときに、どれくらいの情報が1秒間に流れるのか、情報が到着するまでにどれくらいの時間がかかるのかなどを調査して分析することを研究テーマの一つにしています。



## ススメ科学への道! 高校生へのメッセージ

皆さんが、将来、社会において解決しなければならない問題は、規模が大きく、また難度の高いものです。そのために必要になる力を、大学で勉強してしっかりと身につけてください。



# アンケートに答えて、秋田県立大学のオリジナル手拭いをもらおう!!

この度はアンケートに参加して頂きありがとうございます。該当する全ての項目にチェック、もしくはご記入をお願い致します。  
アンケートにお答え頂いた方全員に秋田県立大学オリジナル手拭いをプレゼントいたします。

パソコンや携帯からもアンケートにお答えできます。

■PC用→<http://www.akita-pu.ac.jp/isuna-s>

■携帯用→<http://www.akita-pu.ac.jp/isuna-s/mobile.html>



こちらから  
一発アクセス!!



## 秋田県立大学イснаサイエンスアンケート

Q1. どこからイснаサイエンスをもらいましたか？

学校の先生 送られてきた 友達 その他 ( )

Q2. 定期無料配布でイснаサイエンスを読みたいですか？

はい いいえ

Q3. この冊子は面白いですか？

はい いいえ

Q4. Q3で「はい」と答えた人は、この冊子の項目で何が面白かったですか？

ロボットの目 ロボットの耳と口

ロボットの腕 ロボットの制御

ロボットの遠隔操作 ロボットの移動技術

おわりに

実はこのような研究してます 研究者の仕事や研究紹介 ( ) さん)

Q5. この冊子の内容は十分にわかりましたか？

はい いいえ

Q6. この冊子で別の内容のものを読みたいと思いますか？

はい いいえ

Q7. この冊子で科学について更に興味を持ちましたか？

はい いいえ

Q8. 科学を勉強する上で参考になる内容でしたか？

はい いいえ

Q9. 最近気になっていることは何ですか？

Q10. この冊子の感想をお書き下さい。

### 氏名・住所等をご記入下さい

|         |    |    |
|---------|----|----|
| 住所 〒    |    |    |
| 氏名      | 年齢 | 歳  |
| メールアドレス |    |    |
| 高校名     | 学年 | 年生 |

※個人情報の取扱いについて：今回取得した個人情報は本学からの情報提供以外には使用致しません。

**FAXの方はこちらへ!!→018-872-1670**

## 次号案内

### 細胞の全能性…生命のしなやかさの 不思議とその利用

- 細胞の分化と全能性
- 植物の全能性とその農業への利用
- ほ乳動物の全能性とその医療への応用

### 三角関数…応用範囲が広いすぐれもの

- 周波数解析とその応用—流れの計算
- 計算機では三角関数をどのように計算しているか
- 四季だって三角関数—太陽の位置を表すと
- 人の心理と三角関数

### 編集後記

今年もまた本荘キャンパスから見える鳥海山の山頂が白くなる季節になりました。皆さんはいかがお過ごしでしょうか。私がこの文章を書いているのは10月初旬で、大学では長かった夏休みが終わり新セメスター（大学では学期のことをセメスターと呼びます）が始まったところです。大学生たちは新しく始まった講義や実験だけではなく、もうすぐ行われる大学祭の準備などに忙しそうにしています。残念ながら皆さんの手元にこのイснаサイエンス2号が届く頃には大学祭が終わっているでしょうけれども、来年はぜひ秋田県立大学に来て先輩たちが頑張っている様子や素敵なキャンパスを実際に見に来て下さい。

ところで、このイснаサイエンス2号は楽しんでもらえたでしょうか。2号のテーマは、前回のアンケート結果の中でも人気のあった「ロボット」を選びました。ロボットはとても広い分野の技術を組み合わせて作る物なので、多くの内容を網羅するために本誌も今回は特集号になりました。今後も皆さんの意見を取り入れながら紙面を作り上げていく予定ですので、たくさんのご意見をお寄せください。次号でも科学や技術に関連するテーマについて、高校における学習内容が実際にどのように役立っているのかを紹介します。

季節の変わり目で体調を崩しやすい時期ですけれども、風邪など引かぬよう健康管理に気をつけてお過ごし下さい。最後に一言、「元気があれば何でもできる！」

編集委員長/山本 好和 編集委員/草間 裕子・今 勇武・笹森 崇行・嶋崎 真仁・杉本 尚哉・西田 哲也・長谷川 兼一・古屋 廣光・星崎 和彦・宮入 隆・村田 純



〈秋田キャンパス〉●本部・生物資源科学部 ●大学院 生物資源科学研究科

〒010-0195 秋田市下新城中野字街道端西241-438 TEL.018-872-1500/FAX.018-872-1670

〈本荘キャンパス〉●システム科学技術学部 ●大学院 システム科学技術研究科

〒015-0055 秋田県由利本荘市土谷字海老ノ口84-4 TEL.0184-27-2000 FAX.0184-27-2180

〈大湯キャンパス〉●生物資源科学部(アグリビジネス学科3・4年次)

〒010-0444 秋田県南秋田郡大湯村南2-2 TEL.0185-45-2026 FAX.0185-45-2377

〈木材高度加工研究所〉

〒016-0876 秋田県能代市字海詠坂11-1 TEL.0185-52-6900 FAX.0185-52-6924

<http://www.akita-pu.ac.jp> E-mail [koho\\_akita@akita-pu.ac.jp](mailto:koho_akita@akita-pu.ac.jp)