

# バリアフリーと五感情報通信が ループを描く文理融合研究

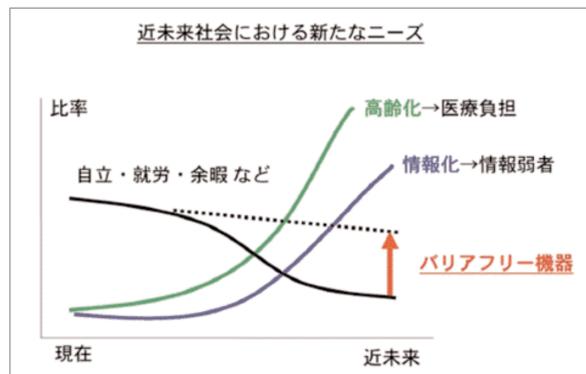
わが国では、情報社会と高齢社会が予想を超えるスピードで同時進行しています。そのため、次々と現れる新しい情報技術についていけないという理由で、社会から取り残されてしまう情報弱者も急速に増えています。情報弱者と高齢者の急増は労働力不足と高負担医療につながり、経済発展へも影響を及ぼす可能性があります。

このような時代を背景にして、高齢になっても、身体に障害があっても、元気に働けるようにサポートする技術は、労働者人口の確保、医療費の削減、そして、生き甲斐のある生活とも確実に結びつきます。これからの社会では、バリアフリー工学研究は極めて重要な意味を持つことになります。

しかし、電子工学や機械工学なら物理学という“サイエンス”が基礎にあります。バリアフリー工学研究にはよりどころとなるサイエンスがありませんでした。また、需要が少なく、あまり大きな利益が得られないと思われていたことから、残念な

らバリアフリー工学研究は大きな“ビジネス”とは距離がありました。

実は、このバリアフリー工学研究で基礎となるのは感覚や認知の科学なのですが、それを司る“脳”のことがよくわかっていません。そこで、感覚が失われたり衰えたときに「脳の機能がどのように変化するか」というところに“仮説”を立て、その仮説に基づいて設計したバリアフリー機器を現場で利用



しながら、それらを実証していくという道をとりました。そして、このような研究アプローチによって生まれた知見をバリアフリー工学研究の拠り所にしました。さらに、脳機能の特性を基礎にして作られたバリアフリー機器は、誰もが使えるようなコンピュータやロボットとの五感インタフェースに自然に結びつき、次世代の重要なビジネスにもなると考えています。

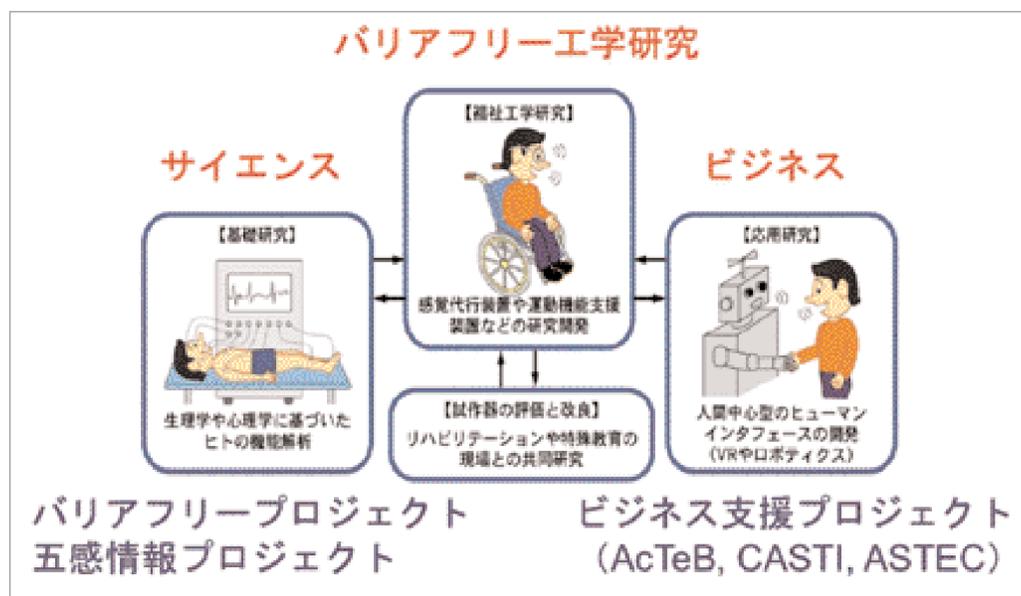
この新しい“工学”を実現し、時代の要請に少しでも応えることができるように、本分野では「バリアフリー」と「五感情報通信」のプロジェクトと一体となって文理融合型の研究を進め、人間や社会に役に立つような機器やシステムを開発しています。また、バリアフリー研究は、ナノテクやバイオなどの最新技術はいうまでもなく、障害学、教育学、経済・社会学、ビジネス支援などの広範囲な分野との連携と協力が必要になるため、先端科学技術研究センターでなければ実現できない研究といえます。

## 研究の進め方

私たちは、バリアフリー支援を目的にして、ヒトの感覚とそれに付随する運動機能を調べ、感覚・運動補助代行機器を設計・開発しています。また、得られた知見や技術を人工現実感やロボットのヒューマンインタフェースに応用する研究を行っています。

サイエンスとしての生理学や心理学に基づいたヒトの機能解析、それを基にしてバリアフリー工学研究を現場とのやり取りの中で行いながら、そこから生まれた新しい技術を応用することでビジネスとする方法論です。

そして、これらがループを描きながらバリアフリー工学研究は進化していくものだと考えています。



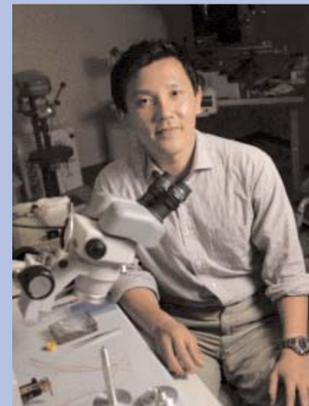
## 研究者



教授  
伊福部 達



助教授  
井野 秀一



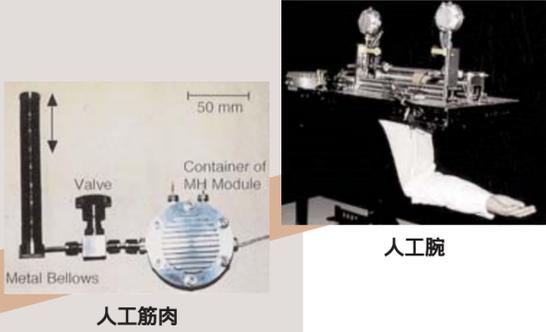
特任助手  
黒木 速人

# ヒトの感覚とそれに付随する運動機能を調べ、 感覚・運動補助代行機器を設計・開発する

これまでの研究

▶ 1970 ▶ 1980 ▶ 1990 ▶ 2000 ▶

## 手・足のバリアフリー



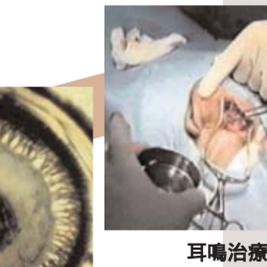
## 視覚のバリアフリー



## 音声のバリアフリー



## 聴覚のバリアフリー



# 聴覚・視覚と音声のバリアフリー機器

## 「音声と文字を指先の触覚でわかる刺激に変換する感覚代行装置」

「触知ボコーダ」と「タッチボイス」は耳の不自由な人のための聴覚補助装置として利用でき、手話や読話と併用することで、言葉を理解しやすくします。タッチボイスは30年前に開発した触知ボコーダが原型となっています。現在では、マイクロホン・コンピュータ・振動ピンが一体化し、手のひらにのる大きさになっています。

これらの装置は、耳の仕組みに学び、音声の成分を16段階に分解し、16列に並んだピンを通じて触覚の振動パターンに変換します。指先がピンに触れると、母音の場合には振動する場所が異なり、子音の場合には振動する場所が激しく変化することがわかります。声の認識補助だけでなく、自分の声も指先で確認できることから発声練習にも使え、後ろからきた車の警報音を知らせることに利用できます。

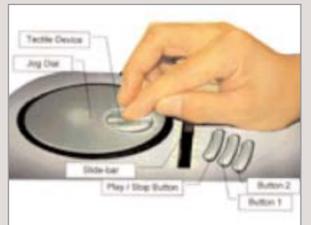
この技術は、視覚障害者のコンピュータへのアクセスのためにも利用できます。例えば、私たちは、画面の文字を音声に変換し、同時に文字の大きさ・色・スタイルなどの視覚情報を指先の触覚に伝える「TAJODA (Tactile Jog-Dial)」と呼ばれる視覚代行インタフェースに応用しています。



タッチボイス



触知ボコーダ



TAJODA

## 「誰の声でも、外国語でも、日本語の文字にする字幕システム」

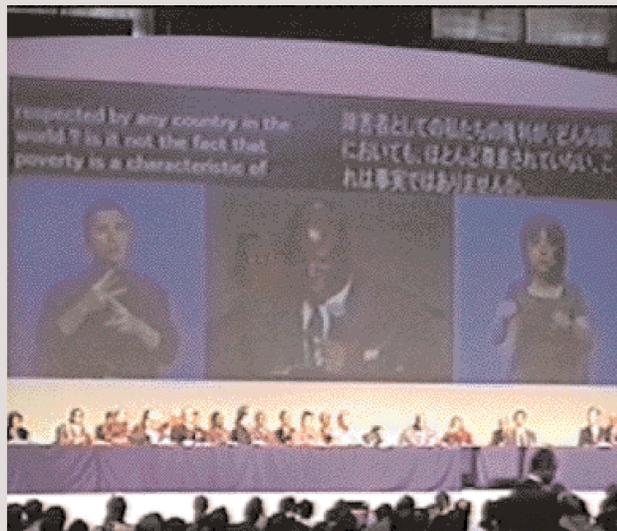
「音声字幕システム」は聴覚障害者が国際会議などに参加することをサポートするシステムです。このシステム開発では、腹話術音声の知覚メカニズムなどの基礎研究から生まれた音声認識技術を利用しています。また、任意の話者の声を特定の復唱者が同時復唱して音声認識装置に入力することで、見かけ上、誰の声でも、素早く正確に字幕化すること(90~98%)を実現しています。

これは、ベンチャー企業であるBUGと共同で進めている研究で、現在は、インターネットを利用して話者の音声と顔画像などを在宅の通訳者や復唱者に転送する方式に発展させています。そのため、話者・通訳者・復唱者がどこにいてもこのシステムを利用できる、ユビキタス的な仕組みになっています。

外国語の音声の対象の場合には、同時通訳された日本語音声を復唱して文字に変換します。また、より高い字幕精度が要求される場合は、誤認識文字を修正オペレータが訂正してから字幕送出する機能を利用します。

なお、現在、東大先端研のベンチャー育成プログラム(TBI)の支援を受けて、本学における聴覚障害者の講義・研究会等の支援事業も行っています。

また、このインタフェース技術は、言葉のわからない外国にいても日本語にしてくれる音声通訳器に発展する可能性をもっています。



音声字幕システム



音声知覚の基礎研究



音声通訳器

## 「声を失った人達のための抑揚の出せる人工声帯」

「抑揚機能付き人工喉頭」は九官鳥がヒトの声を真似る仕組みをヒントとしています。声の抑揚を使用者(癌などの病気による喉頭摘出者)が息の強さによって制御するため、極めて自然な音声を生成できるばかりでなく、歌も唄える機能が付いています。

手術によって新しくできた頸部の気管孔から生じる呼吸の強弱をセンサでとらえ、それをコンピュータによって声の高さに変換し、頸部に接触させたバイブレータを振動させることで、音源を作ります。普段話すように口の形を変えるだけで、その振動音が自然な声になって聞こえます。

これは、北海道の中堅企業である電制と北海道立工業試験場の協力により製品化され、わが国における人工喉頭のシェアのトップになっています。現在、手を使わなくても済むようなハンズフリー型のものに改良しています。

一方で、この音声代用の研究は、視覚障害者用パソコン文字音声変換器(SSL/95リーダ)や、早口の声を聞き取りやすくする補聴装置(日立製作所/リスニングメイト)にも活かされています。



抑揚付き人工喉頭



九官鳥の音声研究



PC画面読み上げソフト



話速変換器

# 環境知覚と手足のバリアフリー機器

## 「気配を呈示するバーチャルリアリティ」

さまざまな環境情報を音で知らせる音響バーチャルリアリティ（VR）は、視覚障害者が自分の周りの環境を音で察知する訓練システムや「超音波メガネ」に応用できます。これらの研究は、コウモリが暗闇の中で獲物や障害物を巧みに見つける「こだま定位」や“気配”を音場の微妙な違いで知る「障害物知覚」の研究が基礎となっています。

このような音響VR研究は、現実空間とコンピュータグラフィックを重ね合わせ、多様な情報を提示できる複合現実感（MR）に発展しました。通産省のプロジェクト「MRシステム研究」では、視覚生理学の専門家と協力して、VR刺激の人体影響を調べ、「立体映像の人体影響を探る」という本にまとめました。

この研究成果は、高齢者のためのバランス訓練方式や空間認識補助などのリハビリへ応用されています。また、目に見えない重要な情報を現実画像に重ね合わせて呈示するナビゲータ（共同研究：トヨタ自動車）の評価研究にも結びついています。



音響VRシステム



超音波メガネ



コウモリの研究

## 「弱った手足の機能を支援するウェアラブルな人工筋肉」

「水素吸蔵合金（MH）アクチュエータ」は力源にMH合金（ ）を使った一種の人工筋肉です。日本製鋼所室蘭研究所との共同により、患者をベッドから車椅子に移乗させる介助機器や座面を昇降できる車椅子を開発しています。将来はヒトのような柔軟な機構を備えたロボットの手足に応用していく予定です。

現在は、金属ベローズを高分子複合フィルムのソフトベローズに置き換えることにより、MHアクチュエータを従来の1/20以下に小型・軽量化にすることに成功しました。手足に取り付けて、術後に硬くなった手足の関節を柔らかくするCPMという医療リハビリ装置や、弱った手足の筋力を補強するパワーアシストへの応用研究も進めています。

さらに機構を工夫するとヒトの腕や指のような柔軟な人工腕や人工指へと発展させることができます。

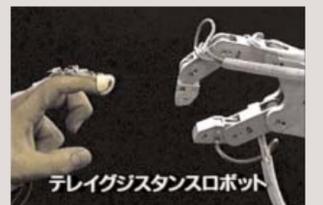
MH合金は、加熱・冷却により水素を放出・吸収する特殊な合金です。電気を熱に変えるペルチェ素子で合金から出入りする水素の量を制御します。この水素ガスをベローズに送り込むことによって、わずかな合金で大きな出力（例えば、100gの合金で100kgfの力）を得ることができるので、全く騒音を発生せずに、ヒトの筋肉のような柔軟な機構を作ることができます。



移乗介助支援装置

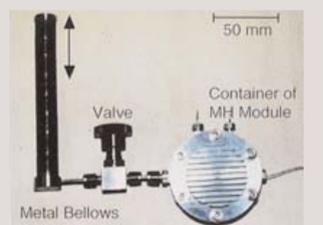


人工腕



テレ操作ロボット

感覚フィードバック型ハンド



水素吸蔵合金アクチュエータ

## 「口ウ管から100年前の声を再現する」

時間のバリアを超えて100年前の日本人やアイヌ人の音声・音楽を蘇らせる研究。現在は、文部科学省特定領域研究「江戸のモノづくり」の一貫として進めています。私たちが開発したカラフトアイヌ蠟管の再生技術を利用し、海外での調査研究向けにコンパクトタイプの口ウ管再生装置の開発を進めています。



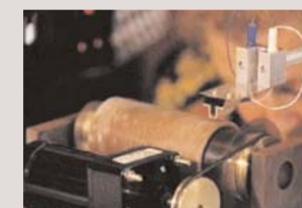
エジソン式  
1990



ゆっくり触針式  
1983



レーザ式  
1985



実時間触針式  
1987



レプリカ再生器  
2003