



五感の 研究

人間らしさを
技術に

五感情報技術のヒントは最も身近なところにあります。たとえば誰かとじかに会って話をするときを考えます。ちょっとした表情や仕草や気配から、この話題には何かこだわりがあるんだな、といったことがわかります(目⇨視)。同じように、声の抑揚や話す速さの違いから気持ちが変わりますし(耳⇨聴)、ニンニクのおいがすれば餃子を食べたのかな(鼻⇨嗅)、握手をして手が冷たければ体調がすぐれないのかな(手⇨触)と想像が働きます。同じコーヒーを飲んでいれば、その苦味を共有しています(舌⇨味)。このように、よく考えると、無意識のうちにお互いにくさんの情報を交換していることに気がつきます。

めんとむかつて会っているとき、まさに視聴嗅味の五感をフルに働かせつつ、人と人のコミュニケーションがなされているのです。五感の上に、さらに運動や言語という人間の脳の高度な機能も関わっています。

ところが現在の技術製品では、このような人間が持っている感覚機能すべてが伝わるケースはほとんどありません。たとえテレビ電話であっても視覚情報と聴覚情報だけです。しかも、画像にしても音声にして

も、多くの情報が削除されています(現在の情報圧縮技術では、重要な情報も抜け落ちてしまっています)。微妙な表情の変化、微妙な声の変化などは、実は、テレビ電話では伝わりません。もし「そんなことはない、伝わっている」と思う人は、実はその人の脳が、情報を再構築(あるいは創作)していることに気がついていないのです。

通信技術というのは、何百キロも何千キロも離れた人間同士の対話を可能にしてくれるすばらしい技術なのですが、そこには、情報の質の低下という代償が必ず伴っています。それがほとんど気にならない範囲でなされているので、まるでじかに会っているかのように錯覚するのですが、コミュニケーションの「質」においては、直接会うことを超えるものはありません。

これまでの科学技術においては、こうした人間の最も基本的な五感情報を犠牲にしてきた面があります。もちろんそれは技術的な限界や制約条件があったからです。たとえばハイビジョンの鮮明さでテレビ電話をかけると、通信容量があふれてしまい、時間差の生じた変なコミュニケーションになってしまいます。しかし、回線容量の問題は大きく

改善されてきました。そして、現在の技術でももっと多くの量の情報をやりとりできるのに、既存のシステムがあるために、その質を高めるための設備投資が膨大になるので、結果として改善できない、といった状況も生まれています。たとえば電話でも、いまより高音質ですっと聞きやすい電話にすれば、老人には福音となりますし、オレオレ詐欺も減るはずなのです。

人間誰もが同じ五感機能をそなえているわけではありません。目の不自由な人、耳の不自由な人もいます。誰でも、歳をとれば目や耳は確実に悪くなります。視点を変えるなら、そうしたハンデや障害を技術によって解決してこそ、人間にとっ

かけがえない技術と言えるのではないのでしょうか。たとえば直接の対話ではよく聞き取れない会話や、通信手段を通すことで逆によく聞き取れるようになる、といったプラス面が活かされる技術ができたとき、初めて技術が本当に人間自身のためになる、といえるでしょう。少なくとも未来技術の基本には、このような視点が置かれるべきです。いいかえれば「人間が人間らしく生きていくために、人間がもっている感覚を十二分に活かすような技

術」です。それには、あらためて「人間とは何か」という問いかけが必要になります。そのとき、人間というすばらしい創造物に対して、実は理解があまり進んでいないことにも気がつくのです。

これまでの科学技術は多くの豊かさや人類に提供してきました。もちろんその方面でもさらなる発展が期待されていますが、すべての人々が等しく、安全に健康に豊かに生きていけるための、新たなコンセプトに立った未来の科学技術もまた、期待されているのです。その象徴的なテーマが五感情報技術です。相互信頼や人類愛に立った人間のための技術がまずあって、それが産業や先端技術に拡がっていく、ということ

です。人類愛や相互信頼はユニバーサルデザインの考え方も合流していきます。障害者だけを意識したバリアフリーを超えて、あらゆる人が利用できるようなわかりやすいデザイン、というものです。障害の有無、国籍、人種、年齢、性別、能力、言葉の違い、左右の利き手など、私たち人間は、ひとりひとり何かが違う多様性に富んだ存在だからです。

「人間らしさ」を技術に

五感情報技術は「愛」が生んだテクノロジー

視

「何が書いてあるのかちょっと見てくれない？」
 というのは老人にはありがちなことです。視覚障
 害者もまた、日常生活のなかでしばしば同じケー
 スにぶつかります。リモコンやタッチパネルに何
 が書いてあるのか、料理の仕上がり具合がどうか、
 洋服のカラーコーディネートはどうか、落とした
 ものがどこにあるか……。

このような時、わざわざ来てくれなくても事が
 済み手段があれば、はるかに自然に生活を送るこ
 とができます。そのために研究が進められている
 のが「視覚障害者遠隔支援システム」です。この
 システムは、メガネの正面にビデオカメラ、横の
 つるにマイクとイヤホンがついていて、支援者と
 の間をインターネットや携帯電話（PHS）で接
 続する仕組みです。

視覚障害者が料理の仕上が
 り具合を知りたいとき、支援
 者には正面からの映像が届け
 られるので、それにもとづい
 て「もう少し煮たほうがいい
 ですよ」といったアドバイス
 ができるわけです。障害者や
 老人が安全に快適に生きるた
 めの補助技術です。



メガネにつけられたビデオカメラ
 やマイクからパソコンに送られて
 くる情報で、離れた場所から支援
 できます。



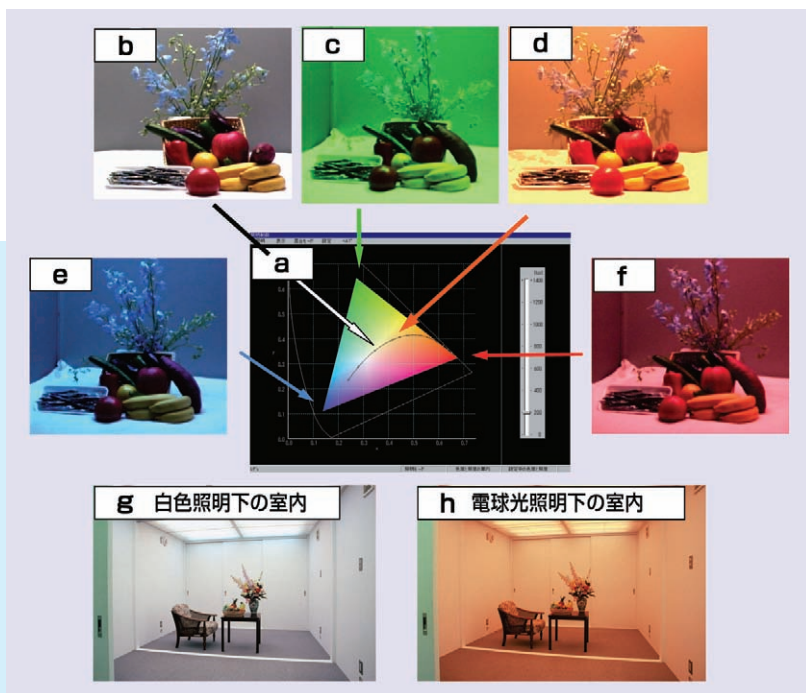
視覚障害者遠隔支援システム

色光照明装置

視覚情報のなかで、色は大事な役割をになっています。屋
 間に八百屋さんの店先にならぶ野菜は生き生きとして見えま
 す。だから屋内のスーパーでは、太陽光に近い白色光を照ら
 しています。また、家の中でくつろぐときは、夏なら涼しげ
 な色の光、冬なら暖かい感じの色の光がよいでしょう。

そこで、いろいろな照明光を実際につけてみて、人間がど
 んな印象を持つのかを調べる研究が進められています。個人
 差はあっても、かなり共通の感覚があるはずですが、こうし
 たこともまだよく調べられていないからです。実際、人間の
 視覚は、それぞれの色の光に対して、感度を変化させます。

この「色順応」がどう働くのかを知られば、それに応じた照明
 器具の開発にもつながります。色を上手に使うことで、豊かで快
 適な生活のために貢献すること、そんな「質の向上」を求め
 た研究が進められています。



色光照明装置によって様々な照明光空間が作り出せます。
 (a) 制御用画面上の色度図。(b) 白色光、(c) 緑色光、(d) 電球光、
 (e) 青色光、(f) 赤色光の各照明下での物体の色：
 照明の色で物の色は全く変わって見えます。
 (g) 白色照明下の室内、(h) 電球光照明下の室内：
 室内照明によって部屋の雰囲気は全く変わります。

聴

私たち人間は、さまざまな雑音が飛び交う中でも「聞きたい音だけを聞ける」という驚くべき能力を備えています。だから騒音だらけの街中でも会話ができるのです。その会話をテープレコーダーで録音すると雑音だらけになって、不思議さがわかります。

残念ながら、このあたりの研究はまだ道なからですが、ちよつと似た、音の研究が進んでいます。それが超分散スピーカーで、部屋の中のある特定の場所だけに音を伝える、という技術です。マイクとスピーカーはちょうど逆の技術ですから、その逆をやれば（つまり音を受ければ）、特定の場所だけからの音を受けることもできます。たとえば美術館の中で、ある絵の前に来た人だけに、その絵についての解説を聞かせるようなこともできるのです。これは同時並行的にできるもので、複数の地点の人と音の送受信もできます。

この技術は、正方形の部屋の一边に37個のマイク・スピーカー、全部で128チャンネルのシステムで実現されています。



超分散マイク・スピーカー

128チャンネルマイクアレイで、5人に別々の音を聞かせることができます。

障害物知覚訓練システム

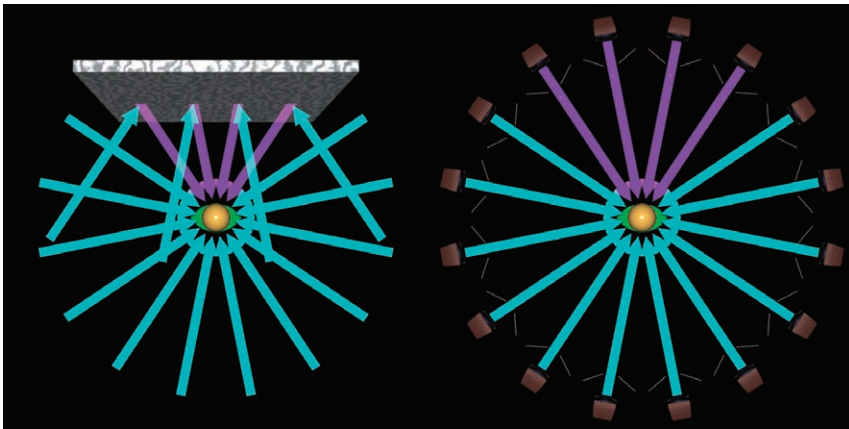
壁が存在する場合の音場（図の左側）を、スピーカーアレイで人工的に再現します。

視覚障害者は、まわりの状況を判断するとき、音つまり耳からの情報を有効に使っています。たとえば歩行するときの杖は、たんなる転倒防止用ではなく、杖の先が出すコツコツという反射音から「こつちに壁がある」といったことを瞬時に判断する道具なのです。

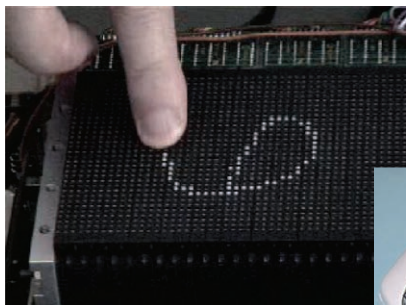
とくに事故などにあつて後天的に視覚を失った人の場合、社会復帰を果たすには、視覚障害教育やリハビリテーションが必要です。そのサポートをするのが「障害物知覚訓練システム」です。このシステムは、まわりにぐるりとスピーカーを配置して、たとえば壁がある場合であれば、それと同じ方向から音が来るようにして、仮想的に壁が存在することを提示するものです。

壁の方向、大きさ、距離などを覚えることもできます。

視覚障害者は、このシステムでまず安全に訓練し（壁が実際にあるわけではないので、ぶつかる心配がありません）、ある程度なれてから実際の訓練に進むことができます。ただし、これは大がかりな設備ですから、誰にでも提供できるわけではありません。そこで、音響データを加工して、家庭でも使える「障害物知覚訓練用音響CD」を作製し、約200枚がすでに国内外に無償で配付されています。

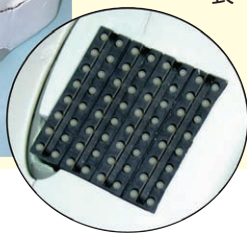


触



触覚ディスプレイ

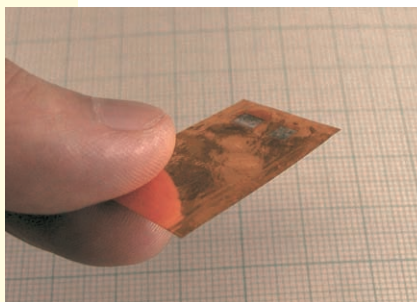
押された場所のピンが突出して、字や図をさわって確認しながら描けます。右のマウスはマウスカーソル周辺の図形情報をピンの凹凸で示します。



触覚は複雑で高度な感覚器官です。表面のザラザラ感、硬さや柔らかさ、温度、形、力なども感じることができるからです。さまざまな皮膚感覚(触覚)／受ける力の感覚(力覚)を再現するディスプレイ装置が研究されていますが、その一つに、小さなピンをたくさん並べたものがあります。指先でちよつと強くなぞって文字や図形を描くと、なぞった部分のピンが上がってくるようになっていて、次にそれをそつとなぞれば、どんな図形や文字なのかかわかるという仕組みです。これをパソコンのマウスに応用したのももあり、カーソル周辺の図形情報をピンの凹凸として表してくれます。

そのほかにも、まわりから皮膚の表面を押すような外骨格方式、棒の先で何かをつついて感じる感覚を与える方式など、いろいろな工夫が試みられています。

薄膜センサー



箔状のフレキシブル圧電センサー。医療や健康管理技術への応用が期待されます。

どれだけの力がかかったか、かかっているかを調べるセンサーも、いわば触覚を真似したものです。これは圧電素子つまり物理的圧力によって電圧などが変化する素子でもあります。具体的には、アルミ箔に窒化アルミニウムの薄膜を五層にわたってつけて、全体で厚さ50μmのフレキシブルな圧電センサーが開発されています。このような薄膜センサーを体の表面にあてると、脈拍をとらえることができるので、そこから動脈硬化などの病気の診断ができる可能性もあります。高齢化社会における遠隔診断などへの応用も期待されています。

全身触覚を持ったロボット



触覚を使って、接触回避動作をすることができ、さまざまな利用法が考えられます。

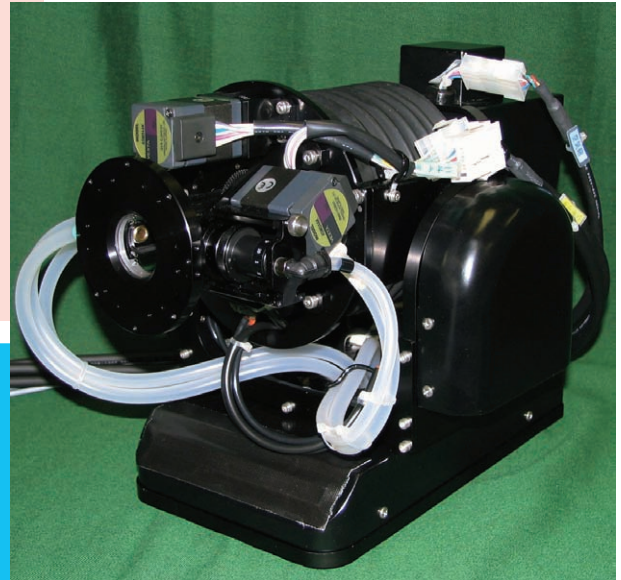


触覚センサーを上手に使うと、産業用ロボットなどにも新しい展開が期待されます。導電性感圧インクを使った全身型触覚センサーの研究が進んでいます。力を加えると電気的な性質が変わるのは薄膜センサーと同じですが、印刷のできるので大きな面積のものが可能で、たとえばロボットの腕に巻きつけることもできます。このような状態で、近くに障害物を置いてそれを避けるような運動をさせると、ロボットは、それにさわらずに目的の位置に腕先をもっていくような動きを示すのです。このような動きが完璧になれば、地震で倒壊した中でも、まわりの障害物を上手に避けながら、被災者を救出するような作業が可能になります。

嗅

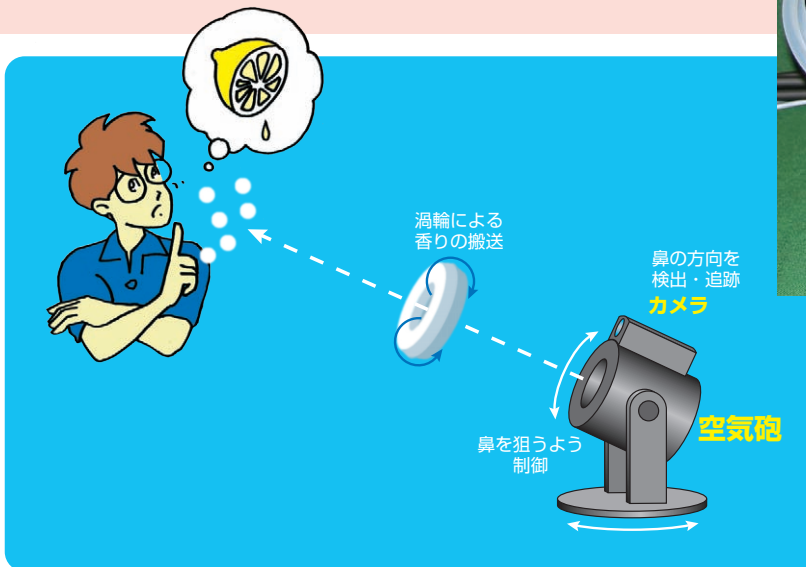
におい（嗅覚）は最も基本的な感覚といわれ、赤ちゃんの段階からすでに備わっているといわれています。このにおい情報を伝達する試みもいろいろと始まっています。ヘッドマウントディスプレイ式、腕時計式などは、香りのもとを受け手の近くにおいておき、送り手の指示でそれを出させるという方式です。

ちょっとおもしろいのが、空気砲によるにおい提示法です。これは、香りのもとを空気砲の容器に充填させておき、伝えたい人間の顔や鼻をねらって、送り手側からボンと発射するのです。空気砲を出た渦輪は周囲にほとんど拡散しないので、においを特定の場所に送り込むことができます。



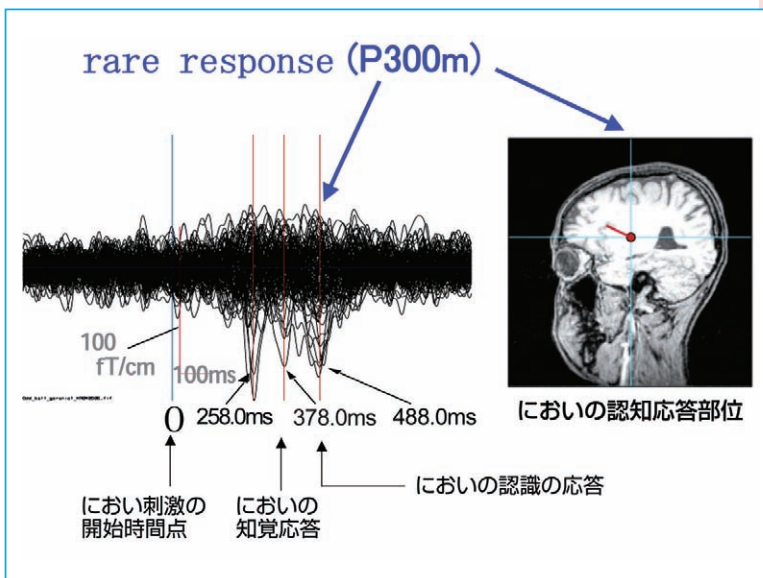
香りプロジェクタ

ピンポイントで鼻先に香りを届けるプロジェクタ。このほかにもさまざまな嗅覚ディスプレイが考案されています。それは、においをコンピュータ制御してメディアとして扱おうという動きです。



においの刺激を受け、それを脳が知覚し認識するまでの状態をとらえたグラフです。人がにおいを感じるしくみを研究することでさまざまな利用法が見えてきます。

においの知覚

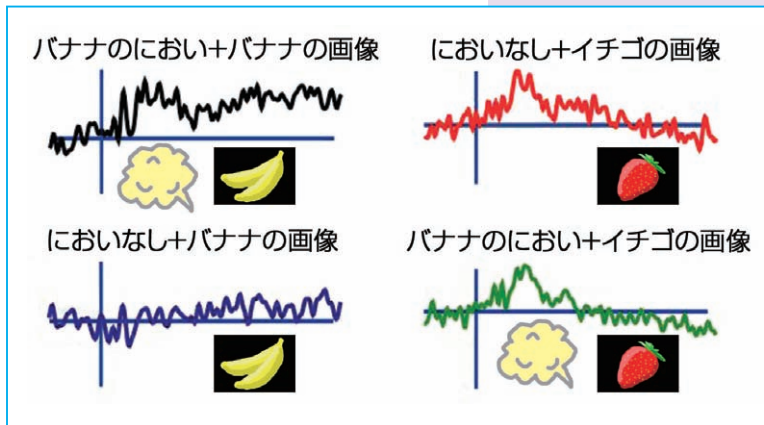


においの情報伝達を考えるには、そもそも私たちがどのような仕組みでにおいを感じとっているかを理解しなければなりません。五感すべてにいえることですが、一次情報をとらえる感覚器だけでは、見ることも聞くことも香りを感じることもできません。脳で理解してはじめて私たちは五感情報を捉えることができるのです。

超伝導センサー (SQUID) を使って脳の働きを調べ、においを感じる時に働いている脳の部分がわかってきました。最初に働くのは前頭葉眼窩野で、数十〜数百ミリ秒後に連合野が働き、さらに上側頭葉部で認識処理がなされていることがわかりました。こうした基礎研究を深めていくことで、将来、においのわかるロボットやにおいの出ってくるテレビなどの開発につながる可能性があります。

味

味わいを感じる脳



味覚センサーの研究も進められています。味には塩味、甘味、酸味、苦味、うま味があるといわれますが、脂質／高分子膜に味物質が結合すると電気特性が変わるという性質を使って、味を数値化する試みがなされています。しかし、日本料理の微妙な味わいのように、これもまた、脳の働きと深く関係しています。

まず、味の質によって別の部分が活動することがわかっています。そして、おいしいと思うときとまずいと思うときでは、脳の別の場所が強く活動することもわかりました。においと味の関係も密接であることが、脳の活動にも現れています。このような研究を進めていけば、脳にとってのおいしさとは何かがわかり、おいしい食べ物の開発も可能になるかもしれません。

食べ物を味わう時には、目で見えた映像と鼻でかいだにおいが大きく影響します。においと画像が予測通りに一致したときと予測外の場合では、脳の波形が違います。このような研究がおいしい食べ物の開発に応用できるかもしれません。

私たちはいま、どのくらい豊かになったのでしょうか。日々の暮らしを、たとえば100年前の日本と比べてみると、それがよくわかります。夏目漱石が『吾輩は猫である』を書いたのが1905年(明治38年)です。

当時の日本人の多くは、食事や衣服も粗末なものしか手に入りませんでした。家もすきま風が入り込むのが大半でした。電気(電燈)がようやく普及し始めた時代で、ラジオやテレビはもちろん、冷蔵庫やエアコン、電話もパソコンも携帯電話も、いわゆる電気製品は何もありません。船や自動車はありましたが、自動車も飛行機もほとんどなしです(自動車は1907年にT型フォードが発売され、アメリカでは一般への普及が始まります。飛行機はライト兄弟の初飛行が1903年です)。

住んでいる家、食べている食事、着ている洋服、交通手段、通信手段、娯楽と、物質的な面では、この100年で私たちは信じられないほど豊かになりました。それを可能にしたのが科学技術です。当時の平均寿命はほぼ40歳でしたがいまや80歳。医学、医療や社会福祉の面でも、素晴らしい充実を遂げたことがわかります。

1901年正月に報知新聞(当時)が「20世紀の予言」というのを発表しましたが、その未来予測の中で、21世紀の今日でもまだ実現できていないのは、サハラ砂漠の緑化およびアフリカの貧困の克服と、犬や猫との自由な会話だけです。

これだけ豊かな時代になってもなお、私たちは多くの課題を抱えているように見えます。たとえば「豊かな社会」にはなりませんが、私たちは「豊かに生きている」でしょうか。同じように、快適に生きているか、健康に生きているか、幸せに生きているか。そのために科学技術は答えを出しきっているでしょうか。産総研では、五感情報をはじめとして、本当に豊かな社会を実現するための研究開発を強力にすすめています。

人にやさしい産総研の研究を常設展示施設でもご覧ください。

● JIS パビリオン

標準化の意義や概要、標準基盤研究の趣旨や内容をご覧ください。常設展示の他、高齢者疑似体験や手動・電動の車椅子など「見て・聴いて・触れて体験」していただける施設です。

休館日：土曜日・日曜日・祝日・年末年始（12/28～1/4）

開館時間：午前9時30分から午後4時30分

お問い合わせは、産学官連携推進部門 工業標準部へどうぞ。

<http://unit.aist.go.jp/collab-pro/indus-stan/jis/guide/pavilion/>

TEL：029-862-6221 FAX：029-862-6222



● サイエンススクエアつくば

産総研が行っている最先端の研究成果や、社会への貢献などについて紹介しています。「未来の技術がいっぱい!」をコンセプトにした、展示コーナーや体験コーナーで、産総研のサイエンスマインドに触れてください。

休館日：月曜日（祝日の場合は火曜日）・年末年始（12/28～1/4）

開館時間：午前9時30分から午後5時

お問い合わせは、広報部 展示業務室へどうぞ。

http://www.aist.go.jp/aist_j/museum/science

TEL：029-862-6215 FAX：029-862-6212

このパンフレットで紹介した研究を進めている研究者の皆さん

視覚障害者遠隔支援システム

筑波技術大学 保健科学部 情報システム学科 関田 巖

色光照明装置

産総研 光技術研究部門 田村 繁治
産総研 光技術研究部門 平賀 隆
産総研 光技術研究部門 高浜幸太郎

超分散マイク・スピーカー

産総研 デジタルヒューマン研究センター 加賀美 聡

障害物知覚訓練システム

産総研 人間福祉医工学研究部門 関 喜一

触覚ディスプレイ

産総研 人間福祉医工学研究部門 山下 樹里
産総研 人間福祉医工学研究部門 篠原 正美
電気通信大学 電気通信学部 知能機械工学科 下条 誠

薄膜センサー

産総研 実環境計測・診断研究ラボ 坂本 満
産総研 実環境計測・診断研究ラボ 上野 直広
産総研 実環境計測・診断研究ラボ 福田 修
産総研 実環境計測・診断研究ラボ ト 楠
産総研 実環境計測・診断研究ラボ 椿井 正義

全身触覚を持ったロボット

産総研 企画本部 末廣 尚士

香りプロジェクト

名城大学 理工学部 情報工学科 / ATR 柳田 康幸

においの知覚

産総研 人間福祉医工学研究部門 岩木 直
千葉大学 工学部 メディカルシステム工学科 外池 光雄

味わいを感じる脳

大阪大学 大学院 人間科学研究科 山本 隆
千葉大学 工学部 メディカルシステム工学科 外池 光雄



独立行政法人 産業技術総合研究所

広報部 出版室 〒305-8568 つくば市梅園1-1-1 中央第2

Tel：029-862-6217 Fax：029-862-6212 E-mail：prpub@m.aist.go.jp