東海大学紀要情報通信学部
vol.3,No1,2010,pp.41-46

トピックス

ヒューマンインタフェース実験室と インタフェースデザイン・同演習

～人に優しい，人のからだの分かるスペシャリストをめざして～

山田　光穂*1

Human Interface Laboratory: the Interface Design and its Practice Aiming at the Specialist Who Designs Systems That are Kind to Humans and Who Understands the Mechanism of the Human Body

by

Mitsuho YAMADA

(received on June.1, 2010 & accepted on June.30, 2010)

Abstract

The Department of Information Technology, which is one of four departments in the School of Information and Telecommunication Engineering of Tokai University, was established on the Takanawa campus in 2008. We installed a human interface laboratory in the department, with the goal of allowing talented students to design and develop systems with better human interfaces by themselves. In this paper, we introduce the shielded room and the latest psychology and physiology laboratory equipment in the human interface laboratory. We also describe the “interface design and its practice” course, which is the class for third-year students of the Department of Information Technology, begun in April 2010, which uses this equipment.

Papers should be addressed to; the office of the School of Information and Telecommunication engineering, Takanawa Campus. 2-3-23 Takanawa Minato-ku Tokyo, 108-8619 JAPAN

Keywords: *HUMAN INTERFACE, SHIELDED ROOM, PSYCHOLOGY AND PHYSIOLOGY EQUIPMENT*
キーワード:ヒューマンインタフェース、シールドルーム、 心理・生理測定装置

1. 概要

情報メディア学科では，「ミドルウェアを開発できる人材」を育成するための「ミドルウェア開発コース」と「ヒューマンインタフェースを設計・開発出来る人材」を育成するための「ヒューマンインタフェース開発コース」の２つのコースが設定されている．これら各コースでは，各種メディア処理の基本を学んだ後に，それらが実際にどのように社会で利用されているか，現場レベルで学び，実習を行うための応用科目が配置されている．この応用科目を経て最終学年の実践プロジェクトへつながる科目構成となっている．実践プロジェクトは，従来の「卒業研究」を廃止し，企業で実際に行われている研究開発に近い内容を組織的に教育し，学生の質を保証して卒業させることを目的とした授業である．

「ヒューマンインタフェース開発コース」では，1 年次に「ヒューマン情報処理」，2 年次に「ヒューマンインタフェース」などヒューマンインタフェースに関連する要素技術を学ぶ．引き続き，3 年次に「インタフェースデザイン・同演習」という演習中心の授業に参加し，まさに企業で実際に行われている研究･開発に近い形で，ヒューマンインタフェースの構築法，測定法，実践への応用法について体得する．情報メディア学科では，そのために，大企業の研究室に匹敵する機材を揃えたヒューマンインタフェース実験室を導入した．

ここでは，ヒューマンインタフェース実験室の特徴と，この実験室を用いて行われている「インタフェースデザイン・同演習」の概要とねらいについて説明する．

*1 情報通信学部情報メディア学科教授

2. ヒューマンインタフェース実験室の概要

2. 1 実験室の構成

ヒューマンインタフェース実験室は心理・生理実験を行えるシールドルームと，実験の準備や実験者の控え室となる前室から構成されている．壁芯面積で前者は約 28 ㎡，後者 26 ㎡である．写真１はシールドルームと前室内部の様子である。表１にシールドルームの仕様を示す．微弱な生体信号が取得できるように，60db 以上の電磁波シールドが可能であり，シールドルーム内を恒温・恒湿に保つことができる空調設備を備えている．シールドル



Photo. 1 The human interface laboratory
（写真上：シールドルーム、写真下：前室［控え室］）

ームと前室の壁面には電磁波シールドされた特殊な観察窓を採用しており，前室側からシールドルーム内での実験の様子を観察することができる．また，シールドルーム内には，コンピュータの映像だけでなく，ハイビジョン画像や，時分割式の立体画像が表示できる高精細プロジェクターMirage S+3K と 140 インチの大型スクリーンを据え付けた．写真２はシールドルーム内に天吊り設置したプロジェクターである．

2．2　ヒューマンインタフェース実験室の構成機器

ヒューマンインタフェース実験室の構成機器は，後述する３年次の「インタフェースデザイン・同演習」の授業で想定した機器と，４ 年次の情報メディア実践プロジェクトで，企業内での研究開発に通用する機器を導入した．ここでは，その中から高齢者体験セット，生体信号測定装置，近赤外酸素濃度測定装置，眼球運動測定装置について説明する．

高齢者疑似体験セット（商品名：まなび体）は株式会社特殊医療が開発し発売しているものである．図１に体験セットの構成を示す．高齢者の視界を体験できるゴーグルと高齢により可動範囲が狭くなった手足の動きを体

Table. 1　Specification of the shielded room
（電磁波シールドルームの仕様）

名称	電磁波シールド型精密環境恒温装置（バリアフリー型対応特殊チャンバー）
外寸	W6000×D5000×H2400　簡易防音 30 ㎡
温度条件	＋20˚C～＋25˚C　±1˚C 以内
湿度条件	40～70%RH
電磁波シールド	0.2MHz～1GHz　60dB 以上　MIL-STD-285 準拠
室内人員	3 名
換気量	毎時 90 立方メートル
熱負荷	2KW（天吊りプロジェクター1KW 含む）
気流	0.3m 以下
空調送風	天井二重構造全面吹き出し（空調ロシールド処理）
専用空調装置	ステンレス断熱、カラー外装鋼板チャンバー温度制御環境シールド対応型
1・吸気排気	計測室内の空気を吸入・排気
2・送風機	可変風速設定到達後、低速、低騒音、低振動
3・冷凍機	半密閉冷凍機 4.0KW



Photo. 2　The projector installed in the shielded room
シールドルーム内に設置したプロジェクター

験できるスーツを着用し，実際に日常動作を体験し，高齢者の抱える不自由さを理解することができる．

生体信号測定装置としては，図２に示すようなポリメイト AP216（ティアック株式会社）を導入した．生体アンプ及びバッテリを内蔵したオールワンタイプの生体信号収録装置であり，携帯して様々なシーンで生体データを取得することができる．脳波，筋電図，心電図，眼球運動，呼吸，脈波，SpO2 などの生体信号を最長約 18 時間の連続収録できる．付属の解析ソフトウェア AP Viewer により，生体信号の各波形の比較や周波数分析（FFT）等を簡単に行うことができる．

近赤外酸素濃度測定装置は，浜松ホトニクス株式会社が製造しているマルチファイバアダプタシステム C9866 である（図３）．脳活動による酸素化ヘモグロビン，脱酸



Fig. 1 The aged people experience set
高齢者疑似体験セット

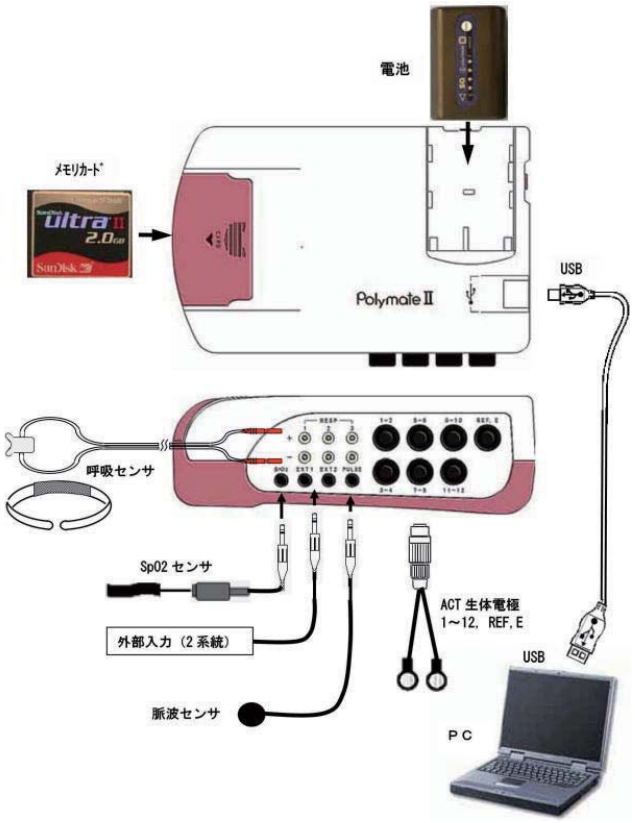


Fig. 2 Polymate; Portable biomedical-signal recorder
ポリメイト：携帯型生体信号記録装置

素化ヘモグロビンの変化を最大 10ch 分リアルタイムでで表示できる．光ファイバの先端を頭皮に接触させるだけで測定が可能なため，非侵襲で拘束性が低く，被験者への負担はほとんどない．測定に微弱な近赤外レーザー光を用いているため，脳波の様に外部からの電磁波の影響を受けることがないため，シールドルームを必要としない．もともと，医療用として，術中脳酸素モニタリング，脳酸素・脳血液代謝反応に関する各種臨床研究に用いられてきたが，前述の理由により，パソコンや各種電子装置と共存させても，安定したデータが得られるため，脳機能・感覚計測のツールとして注目されている．高価な機器であるが，今後卒業生が企業の研究開発で使用する可能性が高くなると考え導入した．学生一人一人が本装置を直接扱うことができる実習，演習授業は全国の理工系大学でも少ないと考えている．本学・情報通信学部の教育方針に示されているように，企業での即戦力を発揮できる学生の養成に役立つと考えている．

最後に眼球運動測定装置について説明する．眼球運動の研究は，１９世紀初頭にヨーロッパで始まり，読書に関わる視線分析から，眼球運動の生理的な特性，眼球運動による脳の高次機能の分析へと発展してきた．ここ数年，測定装置の進歩が著しく，誰もが手軽に扱えるようになってきた．その結果，研究分野は広がり，自動車運



Fig. 3　Oxygen Monitor, Multi-Fiber Adapter (MFA)
近赤外酸素濃度測定装置

転中の眼球運動分析など熟練者と初心者の違いや広告のレイアウトの分析等の人の行動分析，使い勝手の評価などのヒューマンインタフェース分野の研究開発など応用範囲は飛躍的に広がっている．眼球運動の測定法についての知識を深め実践的に利用できるようになることは，

学生の社会での実践力をさらに高めると考え，２種類の眼球運動測定装置を導入した．一つは，携帯型で持ち運びが可能な装置であり，もう一つは眼球運動検出センサを装着する必要のない非接触型の装置である．

可搬型眼球運動測定装置は，株式会社ナックイメージテクノロジーのモバイルアイマークレコーダーEMR-9である．図４から分かるように，帽子タイプの簡単なセンサを装着するだけで，両眼の眼球運動を高精度に取得できる．本装置は超小型の制御装置を専用ポシェットに入れて持ち歩くことにより，バッテリー駆動で長時間眼球運動と装着者の視野画像を記録できる．建物内のレイアウトや備品，たとえばエレベーター内のスイッチ操作時の眼球運動など，日常生活に密接した視線の動きを簡単に取得でき，学生のユニバーサルデザインに対する理解を大いに深めることができると期待している．



Fig. 4 Portable eye movement recorder (NAC Inc. EMR-9)
可搬型眼球運動測定装置

もう一つは，竹井機器工業株式会社トークアイⅡである．図５に示すようなカバー型トラッキング検出器を被験者の前に置くことにより，被験者は何も装着することなく，眼球を撮影されているということを意識することもなく，眼球運動を検出できる．本装置では，絵画や錯視図形，パンフレットなどあらかじめ装置に取り込み，提示順序を編集しておくことにより，自動的に測定と解析を行うことができる．認知科学的な側面からヒューマンインタフェースの実習が可能である．



Fig. 5 Non-invasive eye movement analyser (Takei Sci. Ins. Co. Ltd　Talk-Eye Ⅱ)
カバー型トラッキング式眼球運動検出装置

3.　インタフェースデザイン・同演習

3．1　概要

ヒューマンインタフェース実験室の構成機器を最大限に利用し，企業で実際に行われている研究開発に近い実習内容を実現するため,以下の４項目の実習を準備した．

１　webデザイン（色覚障害者，視覚障害者のホームページリーダー）に対応するユニバーサルデザイン

２　高齢者の体験（白内障，筋力等全部体験できるセット)，色覚障害者の体験，眼球運動を通して，障害者のことを考慮したユニバーサルデザイン

３　脳波及び生体信号の測定：脳波，筋電図の測定，脳血流，筋肉の酸素消費量の測定

４　眼球運動によるヒューマンインタフェースとディスプレイの評価

これまでに当学科の学生が学んだ人間の情報処理機構や形態特性，ヒューマンインタフェースの設計手法，各種プログラミングの知識を活用し，web インタフェースなど具体的なテーマを題材として，アクセシビリティ，ユーザビリティ，機能安全設計，ユーザー中心設計プロセス，エルゴノミクスを考慮したインタフェースデザイン実習と心理学実験等による評価実験を行うことを目的としている．これらの概要を具体的に説明する．

3．2　web デザイン（色覚障害者，視覚障害者のホームページリーダー）

コンピュータや携帯電話が普及し，主に紙で伝えられていた情報は，ディスプレイを介した電子的な情報に急速に移行している．ディスプレイに表示する電子的な情報メディアは，多彩な色を自由に使用できる，記事や写真の配置のレイアウトも自由度が高く，音声メディアとの連動や，閲覧者とのインタラクティブな対話が可能などメリットが多い．しかし，その反面，白い紙に黒い字で表示されたコントラストの高い紙メディアに比べ，障害者には，非常に見づらい表示になってしまう可能性がある．情報は誰にでも均等に何の障壁もなく享受されることが望ましい．この実習では，まず高齢者，視覚障害者，聴覚障害者，上肢障害者など様々な障害を持つ人たちに，等しく情報を伝えるために，配慮すべき課題について，学生に学ばせる．さらにホームページの制作をさせ，できあがったホームページを学生同士で検証させることにより，ユニバーサルデザインを実現するために配慮すべき項目を体得させるのが目的である．

この実習のために以下のソフトウェアを準備した．

・ホームページ作成：　ホームページビルダー１４
・読み上げの検証：ホームページリーダー（日本 IBM）
・ホームページの検証：Web　Inspector　（富士通）
・配色のチェック；Color Selector，Color Doctor（富士通）
CFUD，UDing　（東洋インク）

図６は実習風景であり，できあがったソフトウェアを検証してディスカッションしている．



Fig. 6 Web design practice (students are checking and discussing the usability of the home page they designed)
ウェブデザイン実習風景

3．3　高齢者の体験（白内障，筋力等全部体験できるセット），色覚障害者の体験，眼球運動を通して，障害者のことを考慮したユニバーサルデザイン

高齢になってくると，様々な機能が衰えてくることが知られている．足腰の筋肉だけでなく，眼のレンズである水晶体も本来の透明から少しずつ白濁して白内障になり，視界が著しく損なわれることが多い．高齢者の視界を体験できるゴーグルと体の動きを体験できるスーツを着用し，実際に日常動作を体験し，高齢者の抱える不自由さを理解する．また可搬型の眼球運動測定装置を用いて，階段昇降や歩行など，人がどのように外界から情報を得ているか調査する．3.2 の web デザインとこの実習を通して，人に優しいインタフェース，ユニバーサルデザインについて理解を学生に深めさせるのが目的である．実習では，まずユニバーサルデザイン，バリアフリーについて，準備されている教材と国土交通省，総務省，東京都等からホームページで公開されている資料を用いて調査を行う．さらに，調査して特に興味を持った課題について，調査シートを作成し，建物や東海大のまわりのまちづくり，家電製品やパソコンの課題，改善点について調査する．これらの調査課題を中心に，高齢者体験スーツと，白内障体験メガネ，視覚障害者体験メガネを着用して実際に体験する．また，可搬型眼球運動測定装置を用いて，調査によって浮かび上がった課題だけでなく，日常生活で人がどのようなところを見て，操作しているか体験する．図７に白内障体験用メガネを示し、図８に高齢者体験スーツを着用して階段昇降の体験をしている様子を示す．図９はエレベーターのボタンを探しているときの眼球運動である．



Fig. 7　The glasses for the cataract experience
白内障体験用メガネ



Fig. 8 The experience of using the stairs during the aged people experience set
高齢者体験セットを着用して階段を降りている様子



Fig. 9 Eye movement when searching for the switches of the elevator　エレベーターのスイッチを見ているときの視線（＋：左目、□：右目、○：視差補正した視線）

3．3　脳波及び生体信号の測定：脳波，筋電図の測定，脳血流，筋肉の酸素消費量の測定

ヒューマンインタフェースを考える上で，生理的な測定を行うことにより，人がどの様な反応をするのか客観的に調べることができる．ここでは，広く用いられている脳波，筋電図などの生体電気信号，最近，特に注目されているパルスオキシメーターによる脳内及び筋肉内の酸素濃度測定を実際に行い，様々な作業や機械が，脳や生体に与える影響について測定する手法を体得する．

ポリメイトとマルチファイバアダプタシステムを用いて，まず認知課題として，計算課題，読書課題，クイズなどの課題，カード，麻雀，囲碁，将棋などのゲーム課題を行っているときの脳波と脳の酸素消費量を測定する．テレビ画像やビデオだけでなく，シールドルーム内のプロジェクタは時分割方式の立体表示が可能であり、同時に導入したバーチャルリアリティ作成ソフトウェア、オメガスペースを用いて立体画像を表示しデータを取得することもできる．また、いわゆる視運動課題として，視覚刺激と手，足，眼筋の筋電図測定およびそのときに関連する脳波の測定も可能である．さらに，呼吸数や脈拍，皮膚電気活動（EDA），脳波を測定して，情動的な反応を調べることも可能である．

生体信号や脳内の酸素濃度測定には，極めて高い専門性が必要であり，今回の演習だけで，企業内の研究・開発活動で通用するスキルが身につけられるとは考えていない．今回の演習体験により，企業内でこのような高価な測定装置を取り扱うときにも，自らもう一度勉強し，臆することなく，挑戦できる人材に育てられればと願っている．被験者に行わせる課題についても，演習に参加する学生自身で考えるようにし，脳の機能や，体の生理的な仕組みについて，学生が興味や好奇心を抱けるように配慮した．

図 10 にポリメイトを使用して筋電信号用電極の装着作業を学生自身が行っている様子を，図 11 にマルチファイバアダプタシステムを用いて，測定された酸素濃度の測定例を示す．



Fig. 10 Measurement of an electromyogram (EMG)
筋電用電極を装着している様子

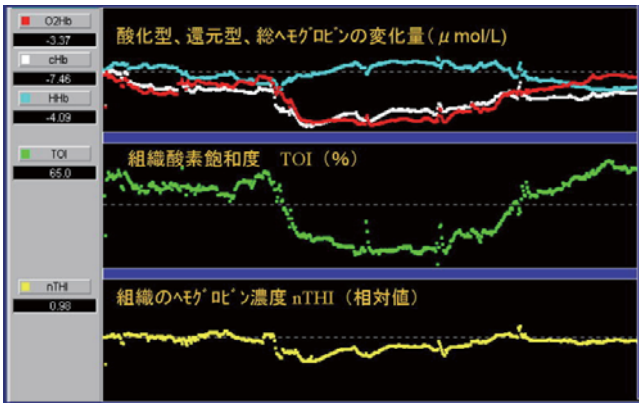


Fig. 11 Example of cerebral oxygeneration responses eveoked by mental tasks
近赤外酸素モニタ測定例

3．4　眼球運動によるヒューマンインタフェースとディスプレイの評価

車を運転中の視線の動きからは安全運転に関する示唆が得られる．買い物客の視線の動きを分析すると，商品を効果的に配列して売上を増すことができると言われている．また，視線の動きから，人間が脳で情報を受容する場合の視覚系の仕組みを明らかにできるばかりでなく，画像の効果的な構成や提示方法を示したり，視環境の効果的な設計などヒューマンインタフェースに役立てることができる．ここでは，目の動きの測り方について実際に体験してマスターする．次に様々な画像を対象として，実際に目の動きを測り，代表的な眼球運動の分析法について理解するのが目標である．観察させる画像に対しては，学生自身が選び，画像の提示手順を編集できる実習も用意し，学生の視覚科学に対する好奇心，探求心も満足できるようにした．図 12 は学生自身が準備した画像を用いて眼球運動を測定している様子である．



Fig.12 Eye movement experiment using the figure prepared by the students
学生自身が準備した画像を用いた眼球運動の実験

4．まとめ

２００８年に東海大学高輪キャンパスに新設された情報通信学部情報メディア学科において，「ヒューマンインタフェースを設計･開発出来る人材」の育成をめざし，新１号館にヒューマンインタフェース実験室を設置した．同時に企業で実際に研究開発で使用されている高度で最新の機器を導入し，これらの機器を用いて，この４月から開始した情報メディア学科の３年生が履修するインタフェースデザイン・同演習について紹介した．この授業と４年生で履修する情報メディア実践プロジェクトを通して，社会で即戦力となる人材を育てたいと考えている．また，ヒューマンインタフェース実験室と同実験室内の機器は，情報メディア学科だけでなく，本学の他の学部，他大学あるいは産業界と連携した新たな研究開発にも生かしたいと考えている．

本稿が情報メディア学科を志す，あるいは新たな研究提案のきっかけとなることを心より望んでいる．

謝辞

ヒューマンインタフェース実験室設備の眼球運動測定装置は，平成 21 年度私立大学等研究設備費等補助金の援助により整備した．ここに深く感謝致します．

また，本学松前達郎総長はじめ，髙野二郎学長，中下俊夫情報通信学部長には，設備の提案から導入に至るまで，ご尽力いただきました．感謝致します．情報メディア学科主任熱田清明教授，教務委員濱本和彦教授，本学ファシリティ課の皆様，東海教育産業株式会社部長代理浅田祥幸様、石川亮様にも大変お世話になりました．

装置のとりまとめから納入，検収に至るまで，竹井機器工業株式会社渡辺久郁様にお世話になりました．併せて各機器の導入に関しまして限られた予算内で最大限の配慮をして頂いた日本理化学株式会社代表取締役社長上野浩一郎様，社長付富島浩彰様，株式会社ソリッドレイ研究所今村伊知郎様，株式会社ナックイメージテクノロジー柳澤康平様はじめ関係の皆様に深く感謝致します．