

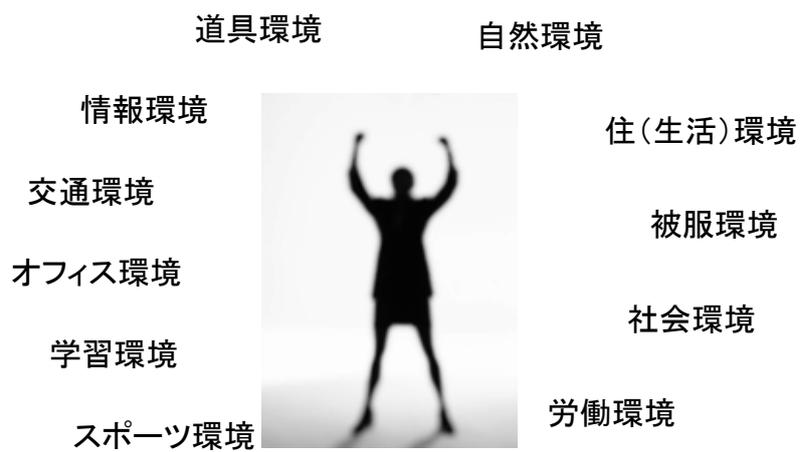
## 第14回 ヒューマンインタフェースとロボット

### 今日の参考文献

- **The Humane Interface: New Directions for Designing Interactive Systems**  
– Jef Raskin、Addison-Wesley Pub (Sd)、4,900円
- **ヒューメイン・インタフェース** –人に優しいシステムへの新たな指針  
– Jef Raskin著、村上雅章訳 ピアソンエデュケーション 3,045円
- **誰のためのデザイン？** –認知科学者のデザイン原論  
– D.A. Norman著、野島久雄訳 新曜社 3,465円

# 人間工学とヒューマン・インタフェース

## 人を取り巻く環境





## 人間工学とは？

- 人間工学 (ergonomics) とは
  - 人間と環境との整合を目標とする学問
  - 人間にとって「やさしい」環境の設計
  - 人間にとって、自分を取り巻くもの全てを環境と考える

・・・にやさしい

- 眼にやさしい
- 肌にやさしい
- 体にやさしい
- 環境にやさしい
- 自然にやさしい
- ヒトにやさしい

7

「やさしさ」とは？

- 易しい
  - ① すぐ分かる、平易である  
easy, plain
  - ② 簡単だ、すぐできる、たやすい  
easy, simple

## 「やさしさ」とは？

- 優しい
  - ① しとやかだ、上品である、  
優美である、 graceful
  - ② おだやかで好ましい、すなおだ、  
おとなしい gentle, tender
  - ③ 情け深い、親切である kind

ヒトの負担をかけない？

## 「やさしさ」とは？

東京女子医大・仁志田博司教授

- 「やさしさ」とは：「育む」もの
- 「育む」とは：「羽含む」とも書く
  - ① 「親鳥が雛を両方の羽の下に抱いて育てる。」
  - ② 「大切に養い育てる」
  - ③ 「大切に守り伸ばさせる」
- Ergonomicsの精神

## Ergonomics

„...uns mit einem wissenschaftlichen Ansatz zum Problem der Arbeit zu beschäftigen und sogar zu ihrer (der Arbeit) Erklärung eine gesonderte Lehre zu betreiben..., damit wir aus diesem Leben die besten Früchte bei der geringsten Anstrengung mit der höchsten Befriedigung für das eigene und das allgemeine Wohl ernten und damit anderen und dem eigenen Gewissen gegenüber gerecht verfahren.“

11

## Ergonomics

ヨーロッパでは初出は1857年、ポーランド人のJastrzebowskiが「自然と産業」という雑誌の中で「労働における問題を学術的に扱い、その(=労働の)説明に個別の学問を応用する、それによってできるだけ少ない努力で高い満足を個人的、かつ一般的に得、他の人、ならびに自分にとって道義的にも正当なやり方で行う」ということが大事であると主張し、このようなことを研究する分野を労働科学、または人間工学と命名している。

12

- ただし、この言葉はその後しばらく埋もれていて再び発見されたのは1949年、イギリスのMurrellによって。アメリカでは1956年にこの分野の学会を発足させるに当たって **Human Factors** と命名した。
- 今日ではこれらの単語はほぼ同義として用いられる。カナダの学会は英語版では“**human factors**”を用い、フランス語版では“**ergonomie**”を用いている。また、アメリカの学会も1992年に“**Human Factors and Ergonomics Society**”に改称された。

13

- ヨーロッパでの呼称（アメリカ、カナダ以外の殆どの国で使用されている）
- Ergonomicsの発祥はイギリス。
- **Ergon (労働) + Nomos (規則性)**
- 目的：労働における最適条件を見出す
- 作業条件、作業環境、労働衛生、安全、休息、健康、疲労など

14

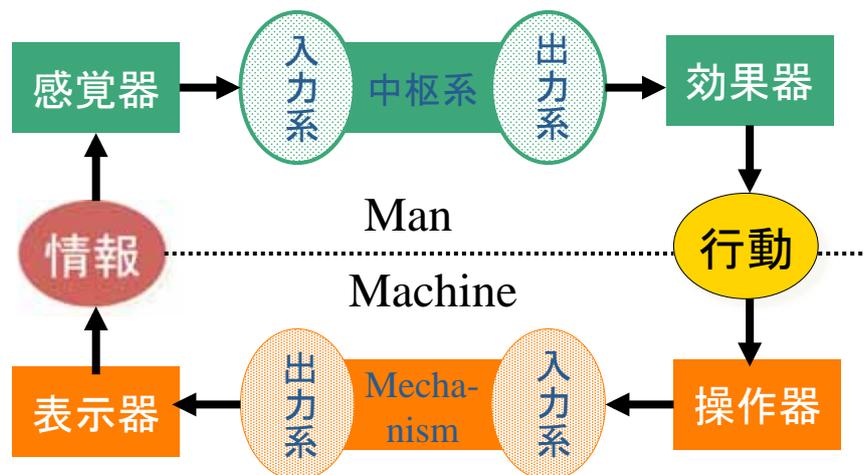
## Human Factors

- アメリカ・カナダでの呼称、“Human engineering”とも言う
- 人間の機能・要因に重点を置く
- 機器・コントローラ類の分析、マン・マシン・インタフェース (人と機械の調和、適合)、応用心理学

15

## マン・マシンシステム ( Man-machine system : MMS)

- 人 (マン) と機械 (マシン) と等価にシステム化されたもの



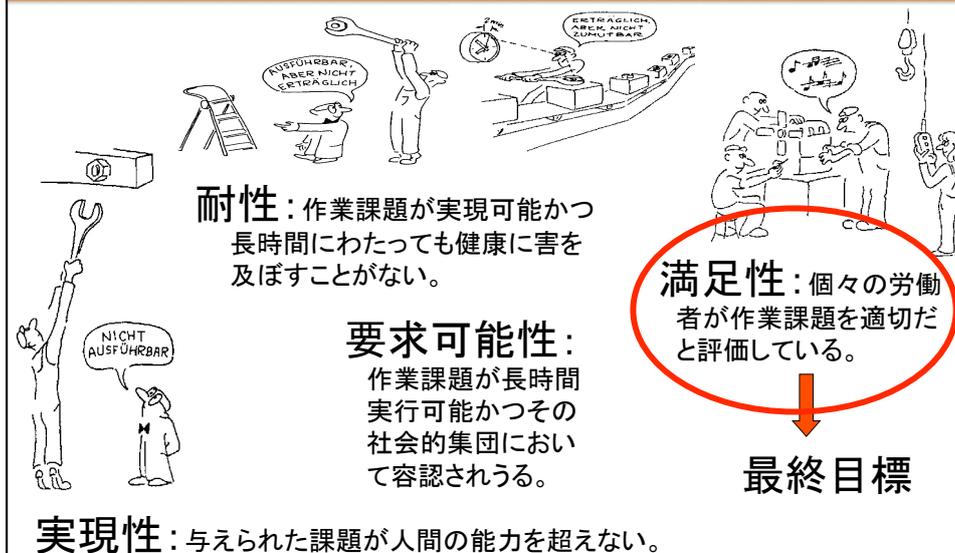
16

## 人間工学

- 1920年 松本亦太郎が「心理学研究」に“Human engineering”の訳語として記したのが始まり
- 1921年 田中寛一の著書「人間工学」練習効果や疲労を中心に作業能率について記述
- 1964年 日本人間工学会発足
- 1964年は東京オリンピックが開催された年
- この時期、Bionics, Cybernetics, Ergonomics など人間（生物）を対象に、多面的に研究が展開される。

17

## 人間の労働評価の4つの段階

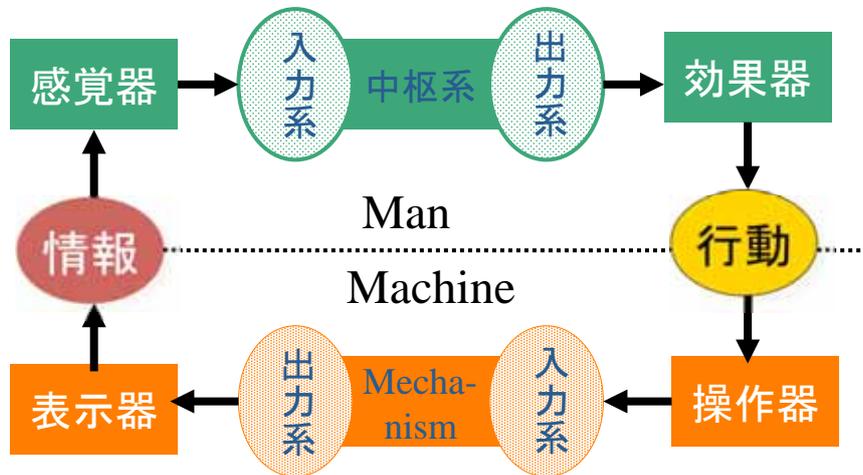


ミュンヘン工科大学人間工学研究室

18

## マン・マシンシステム ( Man-machine system : MMS)

- 人 (マン) と機械 (マシン) と等価にシステム化されたもの



19

## ヒューマン・インタフェースとは？

- 人が機械を操作するときに、人と機械の介在の役割を果たすもの
- 機械の使いやすさである、ユーザビリティ (usability) を左右する

– 例) 携帯電話のボタン



20

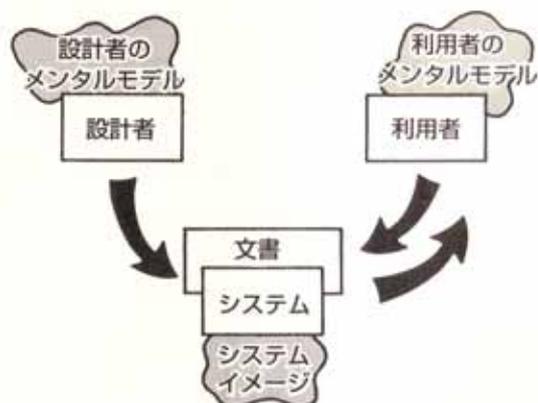
## インタフェースの理解

### • メンタルモデル (mental model)

- 機器を利用する際に用いる、ユーザの機器に対する概念的なモデル
- メンタルモデルは固定的に頭の中にあるのではなく、変化する
- 利用者だけではなく、設計者もメンタルモデルを有する
- 例) 利用方法がわからない機器  
→ マニュアルを読むことで使い方がわかる

21

## メンタルモデル



設計者のメンタルモデルが実機やマニュアルにうまく反映されていれば、利用者也機器やマニュアルを通してきちんとしたメンタルモデルを構築することができる

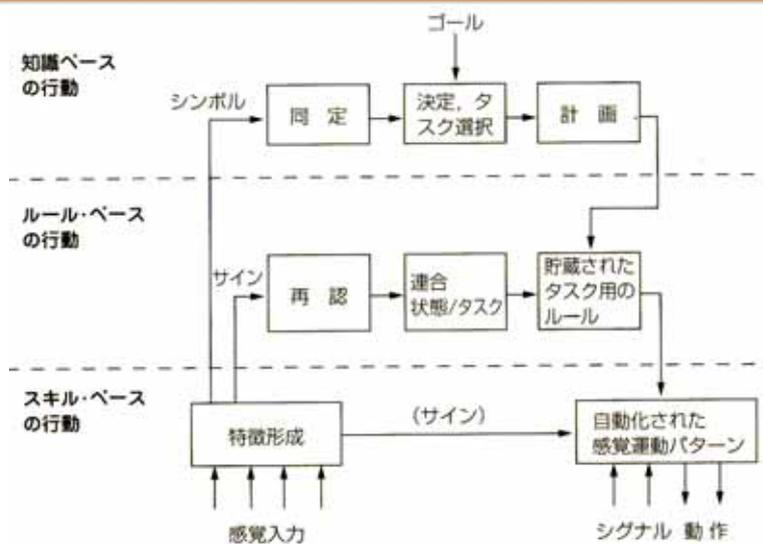
22

## インタフェースの学習

- Rasmussen, 1986
- 行動制御モデル
  - スキルベース (skill based)
    - 使い慣れていて十分に学習された機器の操作など、ある程度自動化されている行動
  - ルールベース (rule based)
    - あまり慣れていない機器の操作など、手順を一つずつ確認しながら行わなければならない行動
  - 知識ベース (knowledge based)
    - 全く初めて使う機器の操作など、自分の過去の経験や知識を利用しながら行う行動

23

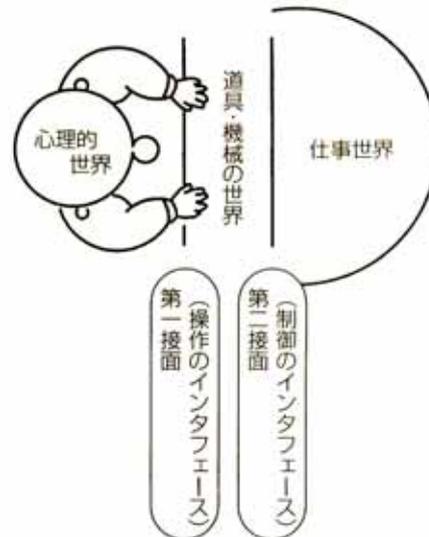
## 行動制御モデル



24

## インタフェースとのインタラクション

- 操作のインタフェース
  - 人-道具・機械間のインタフェース
- 制御のインタフェース
  - 道具・機械-仕事世界のインタフェース



25

## 使いやすいインタフェース

- 使いやすいインタフェースの条件
  - 新たな学習を要求しないインタフェース
  - メンタルモデルの構築を支援するインタフェース
  - 楽しいインタフェース

26

## 使いやすいインタフェースの条件

- 新たな学習を要求しないインタフェース

- 選択肢を少なくする
- 制約を設ける
- **アフォーダンス**を与える

新たな学習を要求しないインタフェースの例

メニュー型 HCI	機械のメニューにしたがっていけば考えなくてもよい
制約	やっても意味がない操作などをできないようにしておく
自然な対応づけ	機器とスイッチなどの対応関係が自然にわかるようにする
デフォルト値	特別な設定が必要なければ、これでよいという省略値を設ける
アフォーダンス	見ただけでどのような操作をすればよいのかわかるようにする
秘書型システム	しくみがわからなくてもよいシステム

27

- **アフォーダンス (affordance)** とは

- J.J.Gibson
- 環境がそこに生活する動物に対して提供する「価値」や「意味」。
- 行為の原因あるいは行為を解発する刺激ではなく、行為の可能性もしくは機会。
- 環境に存在する事物に対する知覚者の関わり方を特定する不変項の「不変の組み合わせ」として知覚的に特定される。



28

## 使いやすいインタフェースの条件

- メンタルモデルの構築を支援するインタフェース

メンタルモデルの構築を支援するインタフェースの例

穴埋め型 HCI	設定項目をすべて表示し、全体像がわかるようにする
メタファー	利用者の既存の知識の喩えで理解できるようにする
視覚化	内部で生じていることが見えるようにする
理解型マニュアル	操作だけの説明ではなく、しくみが理解できるような説明をする

29

## 使いやすいインタフェースの条件

- 楽しいインタフェース

- **ダイレクトマニピュレーション (direct manipulation)**

- マウスでファイルのアイコンを直接操作することによってファイルの削除や移動ができる

- **メタファー (metaphor)**

- その世界の中で自分がかかっているという感覚を持たせる工夫

楽しいインタフェースの例

ダイレクトマニピュレーション	対象世界にかかっているという感覚がもてる
ショートカット	メニューを探さなくてもよい
道具型システム	しくみがよくわかって手足のように使える

30

## 3つのトピックス

### 人間工学における3つのトピックス

- 感性 (kansei)
- ヒューマンエラー (human error)
- ユーザビリティ (usability)

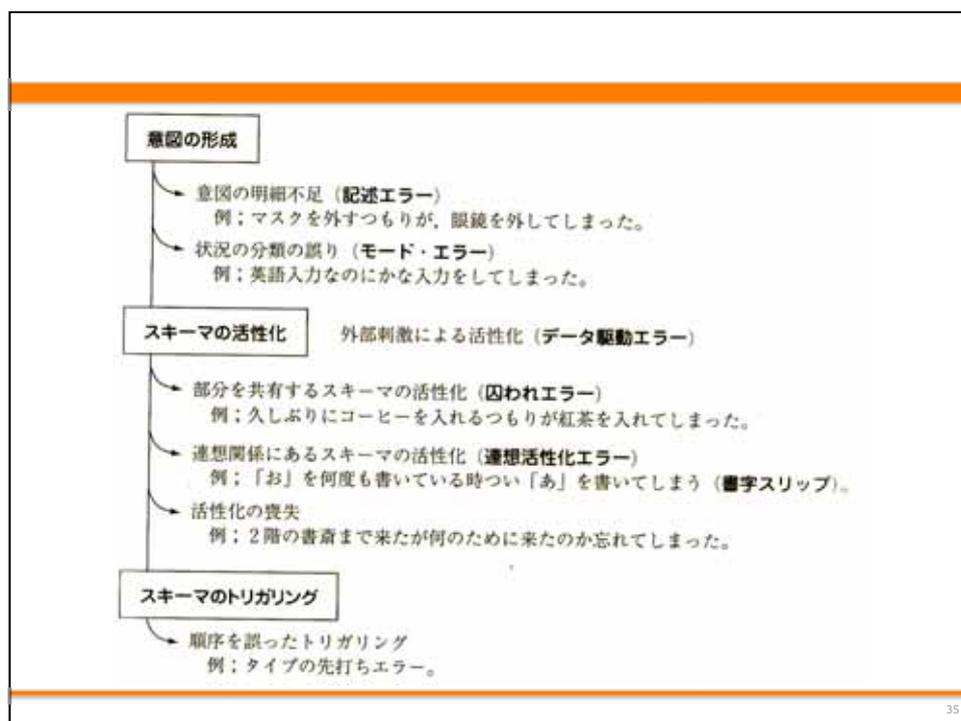
## ヒューマンエラーとは？

- ヒューマンエラー (human error)
  - Norman, 1981の分類
    - エラーを発生時点の認知過程により分類
      - ミステイク (mistake)
        - » 意図形成段階において、意図そのものを誤ってしまう場合
      - スリップ (slip)
        - » 行為を実行している段階でのエラー

33

- スリップ (slip) の分類
  - ATS (Activation-Trigger-Schema) 理論に基づく

34



35

– Reason, 1990の分類

- **ミステイク**
  - 意図形成段階におけるエラー
- **スリップ**
  - 実行段階のエラー
  - 行動として表に出てくるもので、観測可能
- **ラプス (lapse)**
  - 実行段階のエラー
  - 行為として表に出てくるものではなく、記憶の失敗のように内的な過程の中で生じる

36

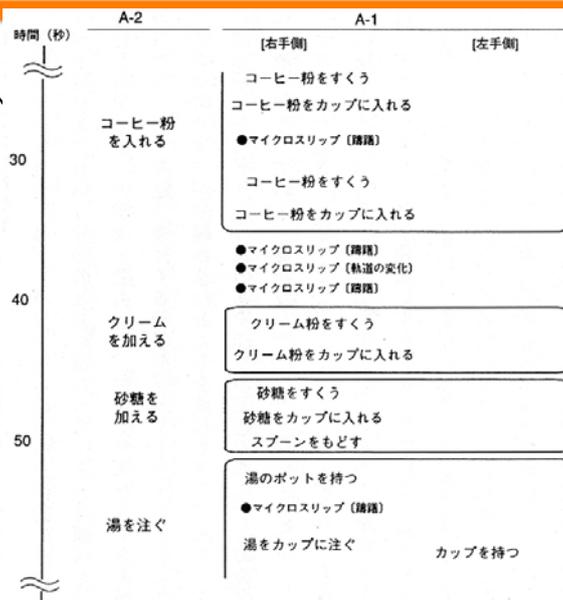
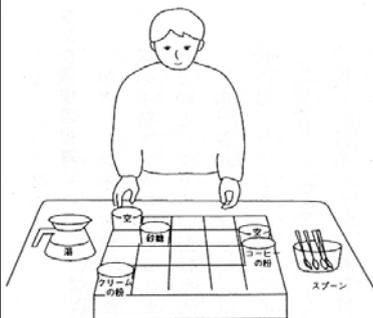
- 行動制御モデルとエラーの関係 (Reason, 1990)

行動の制御	エラーの分類	失敗モード	パフォーマンス
スキルベース	スリップ, ラプス	監視の失敗	不注意, 注意のしすぎ
ルールベース	ミステイク	問題解決の失敗	ルールの適用ミス, 誤用
知識ベース	ミステイク	問題解決の失敗	認知的合理性, 不確かな情報によるメンタルモデル

37

マイクロスリップ

- コーヒーを入れる実験
  - 1分間に1~3回程度、**マイクロスリップ**が起きる
  - 躊躇、起動の変化、接触、手の形の変化



38

## ヒューマンエラーをなくすためには

- **メタ認知 (metacognition)**
  - メタ認知機能をうまく働かせる
- **クリティカルシンキング (critical thinking)**
  - 懐疑的に批判的に物事を考える思考法
- **外的手がかり**
  - わかりやすいマニュアル
  - わかりやすい表示
  - きちんとしたチェック体制

39

## ユーザビリティとは

- **ユーザビリティ (usability) とは**
  - ISO9241-11における定義
    - Extent to which a product can be used by specified users to achieve specified goals with effectiveness, efficiency and satisfaction in a specified context of use.
  - 特定の利用状況において、特定のユーザによって、ある製品が、指定された目標を達成するために用いられる際の、有効さ、効率、ユーザの満足度の度合い

40

## ユーザビリティ評価手法

- 定量的手法と定性的手法

- 定量的手法

- 複数のインタフェースを比較する場合に用いる
    - 例) アンケート調査

- 定性的手法

- 個々のインタフェースの具体的な問題点を発見する場合に用いる
    - 例) ヒューリスティック評価、ユーザテスト

41

## ユービリティテストの実例

## 調査目的

某メーカーのPHSの機能面での問題点を定量データから分析することで明らかにし、改善策を導き出すことを目的とする

- メール機能及び通話機能に関連する機能を中心として…



43



44

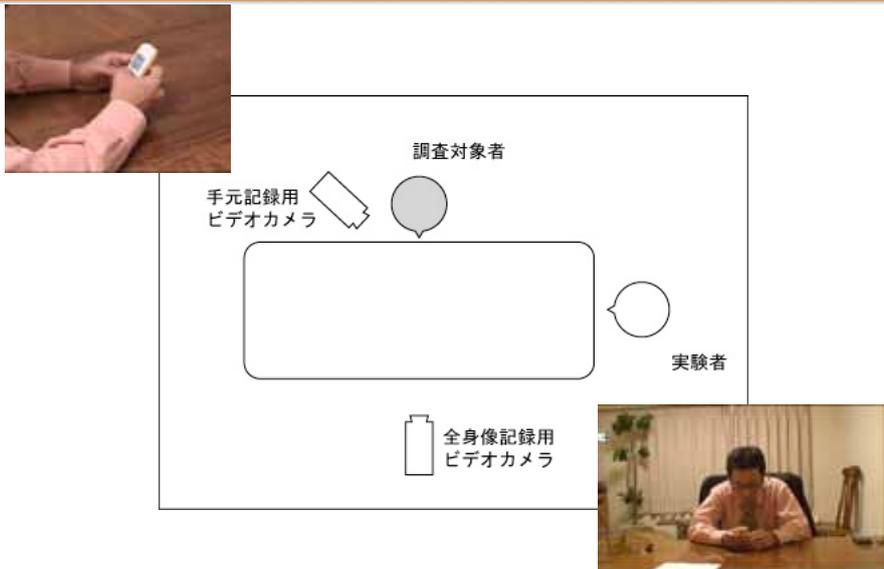
- 2つの方法

- 定量的データの取得

- 反応時間測定
    - 行動分析：サブリック法
    - 行動分析：マイクロスリップ
    - プロトコル分析

- 定性的データの取得

- 面接法：ヒヤリング調査



## 『指定されたアドレスにE-mailを送信する①』

- タスク

### 【若・中年者と高齢者1名用タスク】

アドレス: ○○○××××@wm.pdx.ne.jp (○はアルファベット、×は数字)

件名: FW: 実験中

本文:

今は実験中です○(絵文字)

今日の天気は○(絵文字)なので、気持ちとっても

○(絵文字)です。

定型文も使ってみましょう○(絵文字)

×××× ×××× ××××(定型文)

### 【その他高齢者用タスク】

アドレス: ○○○××××@wm.pdx.ne.jp (○はアルファベット、×は数字)

件名:

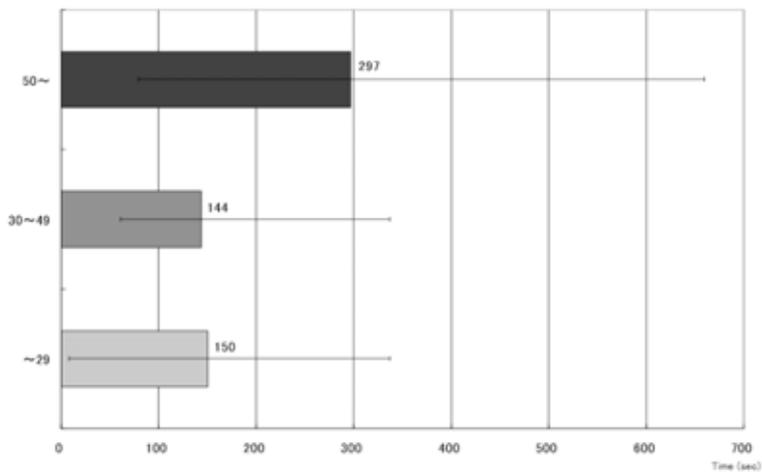
本文:

テスト○(絵文字)

47

## 『指定されたアドレスにE-mailを送信する②』

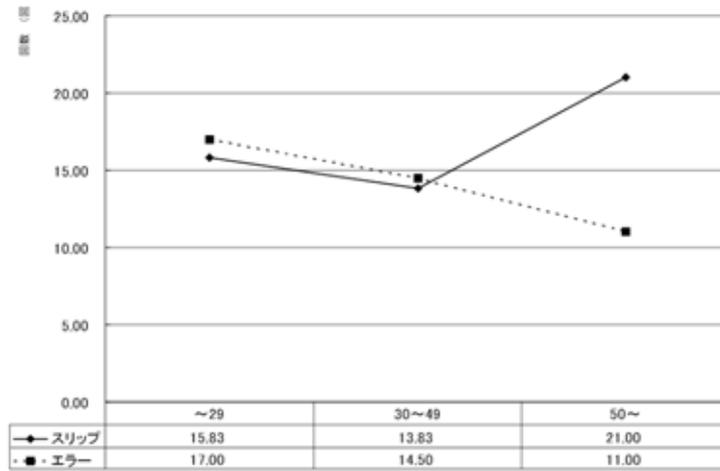
- 反応時間 (平均値・最大値・最小値)



48

## 『指定されたアドレスにE-mailを送信する③』

### ● 行動分析（マイクロスリップ法）

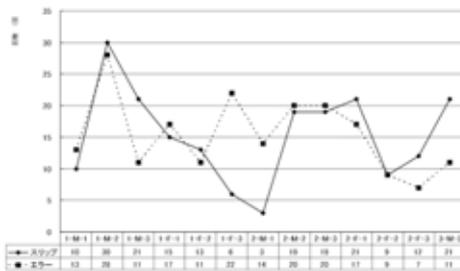


49

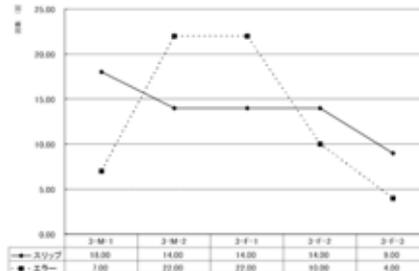
## 『指定されたアドレスにE-mailを送信する④』

### ● 行動分析：個人差（マイクロスリップ法）

[ 個人差：若・中年者と高齢者1名 ]



[ 個人差：高齢者5名 ]



50

## 『指定されたアドレスにE-mailを送信する⑤』

文字種類（英数）切り替え

サンプル1 サンプル2 サンプル3  
サンプル4 サンプル5 サンプル6  
サンプル7 サンプル8 サンプル9 サンプル10 サンプル11 サンプル12  
サンプル14 サンプル15 サンプル16 サンプル17 サンプル18

51

## 『指定されたアドレスにE-mailを送信する⑥』

### 問題点

文字を切り替えた時に決定ボタンを押さなければ切り替えが完了しない



### 解決策案

通話ボタンの連打で選択した場合でも、十字キーを利用しても選択した場合でも、決定ボタンを押さなくても変換を決定させる



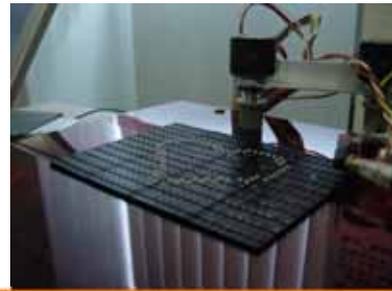
52

## 行動弱者用の機器の紹介

### 目で打つタイプライター



## スクリーン点字リーダー



55

## 可動式洗面台



56

## 可動式調理台



57

## 姿勢を変えずに買える自動販売機



58

## ロボット

59

## ロボットとは？

- 語源
  - チェコ語 robota（労働）
- 人の代わりに何らかの作業を行う装置
- 人や動物のような機械
  - 自立的に連続した自動作業を行う機械
  - 人や動物に近い形および機能を持つ機械

## ロボットとは？

- JISの定義

- 地面に対し固定されておりアームによって人の手を借りず作業をする機械

61

## ロボットの種類

- 産業ロボット
- エンターテインメントロボット
- 搭乗型ロボット
- 軍用ロボット
- 特殊環境用ロボット
- 動作補助ロボット
- 人命救助ロボット

62

## 産業ロボット

- 自立的に連続した自動作業を行う機械
  - 人間の代行として作業を行う
- 目的・結果を入力/命令すると、自動で結果・目的が実現される
- 主に工場などの生産ラインで力が必要な作業や危険な環境下での機械点検、保守作業など

63



64

## エンターテインメントロボット

- 愛玩品、娯楽品として位置づけられる家庭用ロボット
- 人間とコミュニケーションを取ったり、自由に動き回って目を和ます役割
  - 二足歩行型ロボット
  - ペット型ロボット
  - 人型ロボット

65



66



67

## 搭乗型ロボット

- 無限軌道で移動し、遠隔操作もしくは有人で操作可能
- マニピュレータが操縦者の動きに合わせて動く

68



T-52援竜



アイフット

69

## 軍用ロボット

- 軍事的な活動に利用されるロボット
  - 兵器用ロボット
  - 危険物処理用ロボット

70



71



72

## 特殊環境用ロボット

- 過酷な環境から自動的に状況を判断して行動するロボット
- 遠隔操作により、人為的にコントロール可能
  - 宇宙開発事業
  - 海底探査

73

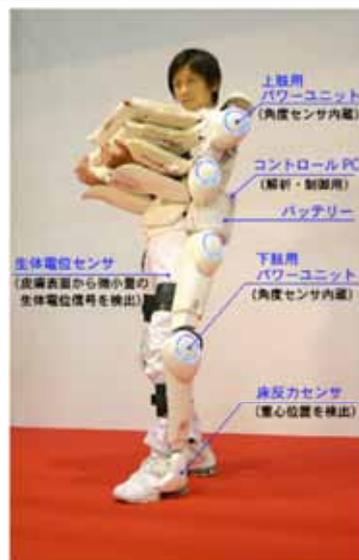


74

## 動作補助ロボット

- 人の動作を補助するロボット
- 人間が身体に装着して利用する
- コントロールは、筋肉の動きをセンサーで検知
  - パワードスーツ
  - ロボットスーツ
  - 強化外骨格

75



76

## 人命救助ロボット

- 危険が伴う箇所での人的労働力の代替として開発、運用されているロボット
- 基本的には、遠隔操作によって操作
  - レスキューロボット
  - 地雷撤去ロボット
  - 無人走行放水車

77



78

