

ヒューマンコンピュータ インタラクション

—人とコンピュータはどう関わるべきか？
人間科学と認知工学の考え方を
包括して解説した教科書—

博士（学術） 米村 俊一 著

コロナ社

ま え が き

現代社会では「コンピュータ」という言葉を知らない人はいないといえるほど、コンピュータ技術がわれわれの生活に浸透しています。最初のコンピュータ ENIAC が 1946 年に開発されて以来、コンピュータ技術はムーアの法則に従って指数関数的に発達し、数年前までは不可能と思われていた将棋や囲碁において、世界のトッププロが敵わ^{かな}ないまでに能力が向上しました。コンピュータの利用形態は、当初は大型のメインフレームマシンで科学者が特殊な計算を行うことが主でしたが、コンピュータの発達に伴って PC（パーソナルコンピュータ）を個人が所有する形態に変化し、さらには技術とは無関係な一般ユーザが、スマートフォン（通話機能付きコンピュータ）や PC など複数のコンピュータを所有する形態へと変化しました。生活家電の中でもコンピュータが使われるようになり、コンピュータ技術が導入されていない電化製品を探すのは難しいほどで、コンピュータ技術がわれわれの生活を支えているといっても過言ではありません。

その一方、コンピュータ技術が社会に浸透すればするほど機器の挙動がわかりにくくなり、コンピュータを利用して恩恵を受けられる人と恩恵を受けられない人との格差、つまりデジタルデバイドが拡大しています。デジタルデバイドを生む背景には、さまざまな機器を設計する技術者が、人間の特性をよく理解しないまま恣意的にユーザインタフェースを設計するため、設計者と利用者との機器利用に関するメンタルモデルが乖離^{かいり}しているという実態があります。したがって、多くの技術者が人間の特性を理解し、人とコンピュータとがどのように相互作用するのか、ユーザにとって使いやすい機器を設計するにはどうすればよいのか、つまりヒューマンコンピュータインタラクション（human computer interaction, HCI）を理解する必要があります。HCI は、人間と情報システムとの相互作用を理解する学問領域です。HCI では、人間の心理的側面

および生理的側面に関する知見と、コンピュータをベースとするデジタル技術に関する知見とをつなぐことで、人とコンピュータとのギャップを解消し、多くの人に技術の恩恵が及ぶことを目指します。

現在、HCIに関するさまざまな書籍が刊行されていますが、それらはいわゆる、例えばWebに特化したデザインテクニックやデータ分析、あるいは認知心理学に特化した専門家向けの書籍であることが多いのが現状です。一方、コンピュータに関わる技術者向けにわかりやすく書かれたHCIの解説書は多くありません。そこで本書では、技術者向けのHCI解説書を提供することで、コンピュータに関わる技術者の知識拡大に貢献したいと考えています。

本書では、技術者がHCIを理解しやすいことに主眼を置き、全体を3部構成としました。第I部では「人間の基礎的な心身特性を理解する」として、まずは人間の心理学的・生理学的な基礎知識を提供します。ここで提供する知識は、インタラクションの主役である人間の基礎特性に関する知識であり、インタラクション設計におけるアイデアの源泉となります。第II部では「インタラクションの設計技術を理解する」として、入出力機器のインタフェース設計の事例、および人間を中心に据えてシステムを設計する場合に基礎概念となる知識を提供します。第III部では「インタラクションの評価技術を理解する」として、インタラクション設計では不可欠な人間の行動評価に関する基礎知識を提供します。インタラクションの評価技術は、プロトタイプを用いる繰り返し設計では不可欠であり、システムの目的に合わせて適切に評価を行うことが重要です。

本書では、筆者の講義で質問の多い事項や具体的な事例が紹介されているWebサイトを紹介するため「このキーワードで検索してみよう！」というコラムを掲載しています。インターネット上ではさまざまな事例が公開されていますので、是非、ネット検索を行ってHCI技術の知識を深めていただきたいと思います。

本書を通じて、より多くの技術者にHCI技術の素養を深めてもらい、使いやすく、楽しい情報機器・サービスを開発していただきたいと思います。

2021年2月

米村 俊一

目 次

第 I 部 人間の基礎的な心身特性を理解する

1. 人間の感覚と知覚

1.1 人と道具との関係	1
1.2 人間はなぜ感覚・知覚機能を有するのか?	3
1.3 人間の感覚/知覚/認知に関する基本的な特性	5
1.3.1 感覚/知覚/認知とは?	5
1.3.2 取得した感覚情報には省略・強調・補完が施される	6
1.3.3 ウェーバー・フェヒナーの法則	8
1.4 視覚の仕組みとその特性	10
1.4.1 視覚の仕組みとその特性	10
1.4.2 明順応と暗順応	11
1.4.3 眼 球 運 動	12
1.4.4 明視の条件：ものが見えるための4条件	13
1.4.5 視覚情報を用いることの長所と短所	14
1.5 聴覚の仕組みとその特性	15
1.5.1 聴覚の仕組み	15
1.5.2 等ラウドネス曲線：聴覚感度の周波数特性	16
1.5.3 音の3要素：音の大きさ/高さ/音色	17
1.5.4 聴覚情報を用いることの長所と短所	18

2. 脳の機能と人間の情報処理モデル

2.1 脳の形態と機能	20
-------------	----

2.1.1	ニューロン：脳神経細胞	21
2.1.2	体性感覚野と体性運動野	22
2.2	記憶のモデル	24
2.2.1	感覚記憶/短期記憶/長期記憶の概要	25
2.2.2	記憶の再生と再認	29
2.3	知識のモデル	30
2.3.1	スキーマ	31
2.3.2	スクリプト	31
2.4	人間の情報処理形式：データ駆動型処理と概念駆動型処理	32
2.5	ゲシュタルトの法則	33
2.5.1	ゲシュタルトの七つの法則	34
2.5.2	ゲシュタルト崩壊とは？	39
2.5.3	聴覚でもゲシュタルト認知が起こる	40

3. 人間の行動モデル

3.1	行為の制御的処理と自動的処理	42
3.2	モデルヒューマンプロセッサ	43
3.2.1	モデルヒューマンプロセッサの構成	44
3.2.2	モデルヒューマンプロセッサの処理	45
3.2.3	モデルヒューマンプロセッサの各システムの性能	45
3.3	J. ラスムッセンのSRKモデル	48
3.4	D. ノーマンの行為の7段階モデル	50
3.5	佐伯の二重界面性モデル	54
3.6	人間の行動に影響を及ぼす五つの要因	55

4. 心身特性の計測

4.1	人間の心理を生理指標で測る	59
-----	---------------	----

4.2 生理的な計測	60
4.2.1 筋電図 (EMG)	60
4.2.2 心拍変動性 (HRV)	62
4.2.3 脳波 (EEG)	64
4.2.4 フリッカー値	67
4.3 心理的な計測	67
4.3.1 精神物理学的測定法	68
4.3.2 主観評価	69

5. 人と環境との相互作用

5.1 環境の中の人間	71
5.2 気候環境	73
5.2.1 気候に関わる環境要素	73
5.2.2 感覚温度	74
5.2.3 不快指数 DI と暑さ指数 WBGT	75
5.2.4 温熱的中性域	77
5.3 照明環境	78
5.4 騒音	82

6. ヒューマンエラー

6.1 「人為ミス」といわれる事故	84
6.1.1 手術患者の取り違え死亡事故 (事件)	85
6.1.2 ジェイコム株大量誤発注事故 (事件)	86
6.1.3 トランスアジア航空 235 便墜落事故	89
6.1.4 名古屋空港中華航空 140 便墜落事故	91
6.2 ヒューマンエラーとは?	92
6.2.1 ヒューマンエラーの定義	93
6.2.2 ハインリッヒの法則	93

6.3	J. リーズンによるヒューマンエラーの分類	94
6.4	D. ノーマンの ATS モデルによるスリップエラーの分類	95
6.4.1	意図の形成段階で生じるスリップエラー	96
6.4.2	スキーマの活性化段階で生じるスリップエラー	97
6.4.3	スキーマのトリガリング段階で生じるスリップエラー	99
6.5	非注意性盲目	99
6.6	安全のための設計原則	100
6.7	ヒューマンエラーにどう対処すべきか?	101

第 II 部 インタラクションの設計技術を理解する

7. 入力機器と出力機器のインタフェース

7.1	コンピュータシステムの入出力	104
7.1.1	コンピュータの入出力機器	104
7.1.2	インタラクション設計の難しさ	105
7.1.3	インタラクション設計が製品の評価を決める	106
7.2	インタラクションの形態	108
7.3	さまざまな入出力機器とインタフェース	111
7.3.1	情報の出力機器	111
7.3.2	視覚的表示：デジタル表示とアナログ表示	112
7.3.3	聴覚的表示	113
7.3.4	状態表示	113
7.4	操作具（コントロールズ）とそのデザイン原則	113
7.5	コーディング	115
7.6	フィッツの法則	116

8. インタラクションの設計プロセス

8.1	インタラクションをいかに設計するのか？	118
8.2	インタラクション設計の基本的な流れ	119
8.3	画面設計の違いで作業効率が変わるのか？	121
8.4	インタラクション設計の原則	123
8.5	インタラクション設計の標準	128

9. 人間中心設計の概念

9.1	コンピュータ制御されたシステムはなぜ操作が難しいのか？	130
9.1.1	ユーザビリティとは？	131
9.1.2	ユーザエクスペリエンスとは？	133
9.2	人間中心設計という概念	134
9.2.1	「人間中心設計」という考え方の起源	134
9.2.2	「人間中心設計」とは？	136
9.3	人間中心設計のプロセス	137

10. ユニバーサルデザイン

10.1	なぜユニバーサルデザイン (UD) なのか？	141
10.1.1	日本の生産年齢人口の減少	142
10.1.2	人生 100 年時代に必要な生活費	143
10.2	ユニバーサルデザイン (UD) という考え方	144
10.2.1	ユニバーサルデザインの背景	145
10.2.2	バリアフリーデザインとの違い	146
10.3	ユニバーサルデザイン (UD) の 7 原則	146
10.3.1	公平 (equitable use)	146

10.3.2	柔軟 (flexibility in use)	147
10.3.3	簡単 (simple and intuitive)	147
10.3.4	理解 (perceptible information)	147
10.3.5	安全 (tolerance for error)	148
10.3.6	省力 (low physical effort)	148
10.3.7	空間 (size and space for use)	149
10.4	Web アクセシビリティ	149

11. CMC：コンピュータを介するコミュニケーション

11.1	CMC と CSCW	154
11.1.1	CMC とは？	154
11.1.2	CSCW とは？	156
11.2	コミュニケーションにはレベルがある	159
11.2.1	日本語として正しいのに意味が通じない	159
11.2.2	コミュニケーションのプロセス	161
11.3	コミュニケーションが成立するために必要な知識共有	162
11.4	コンピュータを介するコミュニケーションの特徴と課題	164

第 III 部 インタラクションの評価技術を理解する

12. 行 動 計 測

12.1	人間の行動計測	168
12.2	自然観察法	169
12.3	行動履歴分析 (購買行動分析)	171
12.4	エスノグラフィー	172
12.5	日記法	173
12.6	言語プロトコル分析	175

12.7 談話分析	176
-----------	-----

13. ユーザビリティ (UI) とユーザエクスペリエンス (UX)

13.1 ユーザビリティとはどのような意味をもつのか?	179
13.1.1 ユーザビリティは「総論賛成・各論反対」の世界?	180
13.1.2 優良企業の事業戦略では「便利」と「使いやすさ」がキーワード	180
13.2 ユーザビリティの検討例	182
13.3 ユーザビリティ評価の目的と効果	187
13.4 ユーザビリティの評価方法	188
13.4.1 ヒューリスティック評価	188
13.4.2 専門家によるインスペクション評価	191
13.4.3 ユーザテスト	192
13.5 ユーザエクスペリエンス	193

14. プロトタイピングとユーザテスト

14.1 プロトタイピング	196
14.1.1 プロトタイピングとは?	196
14.1.2 プロトタイプを用いる開発のプロセス	197
14.2 さまざまなシステム開発モデル	198
14.2.1 ウォーターフォール型モデル	199
14.2.2 スパイラルモデル	200
14.2.3 プロトタイピングモデル	201
14.3 ユーザテスト	201
14.3.1 テスト計画の策定	202
14.3.2 テストユーザのリクルート	203
14.3.3 タスク設定	203
14.3.4 パイロットテスト (予備実験)	204
14.3.5 テストの実施 (本番)	204

14.3.6 分析・報告書の作成 206

15. 質問紙とインタビュー

15.1 質問紙法による調査 207

15.1.1 質問紙法とは? 207

15.1.2 質問紙の作成 208

15.1.3 対象者の選定 210

15.1.4 データの収集方法 (調査実施) 213

15.1.5 データ分析 214

15.2 インタビュー法による調査 215

15.2.1 インタビューの調査形態 215

15.2.2 インタビューの調査形式 215

15.2.3 デプスインタビュー 216

15.2.4 フォーカスグループインタビュー 217

引用・参考文献 218

索引 220

1

人間の感覚と知覚

人間の行動特性には、(本能に支配される) 根源的で変わりにくいものと、状況の変化に合わせて(学習によって変化する) 適応的なものが混在しています。インタラクションを考える上では、このような人間の心身特性を十分理解することが重要です。この章では、情報の入口として根源的な機能である感覚と知覚について概説します。

1章のキーワード：

感覚, 知覚, 認知, 生物, 摂食/攻撃と逃避/生殖, 縄張り/群れ行動, 視覚/聴覚/嗅覚/触覚/味覚, 運動感覚/平衡感覚/内臓感覚, ウェーバーの法則, ウェーバー・フェヒナーの法則, 錐体細胞/桿体細胞, 暗順応/明順応, 眼球運動, 感覚モダリティ, 外耳/中耳/内耳, 鼓膜, 有毛細胞, 可聴帯域, 等ラウドネス曲線, 音の3要素, ヘルツ, 基音/倍音

1.1 人と道具との関係

人が進化史の上で猿人と分岐したのはいまから約 250 万年前で、その遠い祖先はアウストラロピテクスといわれています。アウストラロピテクスは、すでにその時代において石器などの道具を用いていたことがわかっています。われわれ人類の直接の祖先であるホモ・サピエンスが東アフリカで出現するのは、それから 230 万年後、つまりいまから 20 万年前と考えられています。ホモ・サピエンスも道具を使っていましたが、アウストラロピテクスの石器と比較す

2 1. 人間の感覚と知覚

ると格段に多様であり、進化した形の道具であったといわれています。つまり、人と道具との関係は250万年前に始まっており、道具は人にとって不可欠の存在であったといえます。それらの道具は、18世紀の産業革命において格段の進歩を遂げますが、1900年代中期にコンピュータが発明されて以降、それまでとは次元の異なる進歩を遂げながら現代に至ります。このコンピュータ革命以降の道具は、その多様性および性能が飛躍的に向上しますが、同時に道具としての扱いにくさも格段に大きくなってしまいました。例えば、石器時代であれば獲物を仕留めるために石を削って矢じりをつくりそれを棒の先に固定すれば、誰が見てもその使い方がすぐにわかる「槍」という道具ができあがります。一方、コンピュータ時代の現代においては狩猟道具といっても槍からドローンに至るまで実にさまざまな形態があり、さらにそれら道具にはさまざまな制御用スイッチが付いているため、道具を一見しただけではどう使えばよいのかわかりません。

このような状況は、狩猟のような特殊な場だけの問題ではなく、われわれの日常生活のさまざまな場面でも同様に起こります。例えば、歯を磨く道具である歯ブラシは、手動の歯ブラシであればその使い方は見ればわかりますが、コンピュータ制御された電動歯ブラシになった途端、どのボタンをどの順番に押せば所望の動作を起こせるのかあらかじめ学習しておかなければ、その歯ブラシを制御してうまく使いこなすことはできません。あるいは、暑い夏の寝苦しい夜に、団扇^{うちわ}であればその使い方は見ればわかりますが、コンピュータ制御されたエアコンを動かそうとすると、まずはリモコンを探し出し、さらにリモコンのどのボタンをどのような順番で押せば冷風を出せるのかあらかじめ学習しておかなければ、そのエアコンを制御してうまくその目的の動作をさせることはできません。風が吹き出す実体であるエアコン本体には道具を直接制御する機構はなく、リモコンという本体とは分離された遠隔制御機構でしか本体の制御ができないことも、コンピュータ制御という道具の特徴をよく現しています。

つまり、石器の時代から延々と培われてきたさまざまな道具は、コンピュータ革命以前のものはある程度直感的に操作できましたが、道具がコンピュータ

で制御されるようになった途端、ほとんど直感的には操作できなくなってしまったのです。もちろん、機器の設計者はユーザがその機器を使用する場面を想像しながら機器の設計を行います。どの場面で、どのボタンを、押すのか引くのか、設計者が設計したとおりにユーザが操作するとはかぎりません。つまり、設計者の意図がユーザに伝わらなければ、ユーザにとってきわめて使いにくい機器が生まれてしまうのです。では、どうすれば、そのようなギャップを回避できるのでしょうか？

これには、機器の設計者がユーザの心身特性を理解する以外に、解決方法はありません。つまり、どのような場面（環境）において、どのような情報が提示されたとき、どのような行動をユーザがとるのか、そのようなユーザの心身特性を設計者が理解した上で、機器やサービスの設計を行うことが重要となるのです。

1.2 人間はなぜ感覚・知覚機能を有するのか？

これに対する回答は、端的にいえば、生きていくために**感覚・知覚機能**は人間にとって、不可欠だからです。生きている、つまり**生物**とは、つぎの三つの特徴を備えている存在を指します。

- ① **外界と膜で仕切られている**： 体の中と外が区別されていて、その境界には膜がある、つまり膜に覆われた体（細胞）をもつこと。
- ② **代謝する**： 代謝とは細胞内と細胞外で物質のやり取りを行うこと。つまり、生き物であれば外界からエネルギーを取り込み（いわゆる食べる）、不要な物質を排出（いわゆる排泄）すること。
- ③ **自己複製する**： 自分と同じ細胞を複製すること。自己複製とは自分と同じ構造をもつ細胞のコピーをつくること、つまり子孫をつくること。

このように生き物とは、なんらかの体（細胞）をもち、外部から物質（エネルギー）を摂取するとともに不要な物質を排出し、子孫を増やす（自分と同じ

4 1. 人間の感覚と知覚

細胞を複製する) という存在なのです。大雑把に言えば、生き物である以上、① 体があり、② 摂食と排泄を繰り返す、③ 子孫を増やして進化する、という一連の行為から逃れられない宿命を背負っているということです。

われわれ人間も、地球上に生命が発生した 38 億年前から、自らの体を保ちつつ、食べることで排泄を日々繰り返す、生殖を通じて子孫を増やしながら環境に適応してきたからこそ、現在の形にまで進化できたのです。特に多細胞の大きな生き物であれば、その大きさに対応するだけの多くのエネルギーを必要とします。特に 5 億 4000 万年前のカンブリア紀大爆発以降、他の生物がもっているエネルギーを丸ごと奪う、つまり捕食（獲物を捕まえて食べる）によって効率的に生命維持をしようとしてきた歴史が生き物の進化です。食べる立場（捕食）の生き物が存在する一方、食べられる立場（被食）の生き物も存在します。一般的な動物の世界であれば、例えば、菌類を虫が食べる→虫を小型動物が食べる→小型動物を大型（肉食）動物が食べる、といったいわゆる弱肉強食の関係が成立しています。特に人間以外の動物の場合には、自分よりも強い捕食者によって食べられないようつねに細心の注意を払いながら、自分よりも弱い動植物を食べる（および排泄する）ことを生涯にわたって繰り返す、その間、自分の複製をつくって子孫を残すことが生きる目的となります。

この「生きる」営みを円滑に行うための基本機能が、① 摂食、② 攻撃と逃避、③ 生殖、また、①～③の成功率を上げるための④ 縄張り、および⑤ 群れ行動、です。われわれがもっている視覚、聴覚、嗅覚、触覚、味覚などの感覚・知覚機能は、「生きる」こと、つまり前述の①～⑤の行動を円滑に遂行する上で不可欠であることがわかります。

感覚・知覚機能を用いて外界で起こるさまざまな変化をつねに探知し、認知機能を用いて外界の変化を解釈することで自らの最適な行動に役立っているのです。このような人間の基本機能や行動様式は、コンピュータの時代であってもなんら変わることはありません。人間が生活する環境は古代のジャングルからコンクリートのビルに代わり、情報伝達メディアは face to face のみの直接的な伝達に代わってデジタルネットワークを介する間接的なメディアを含む

多様なチャネルを利用できるようになりましたが、感覚・知覚・認知機能を用いて外界を探索し、摂食/攻撃と逃避/生殖を行うという「生きるための行動様式」は古代から変わっていません。

コンピュータを用いた高度な機器やサービスを設計する場合であっても、このような人間の基本的な行動様式やそれら行動で必要とされるさまざまな感覚・知覚の特徴や限界をしっかりと理解し、それらの要因を考慮に入れたやさしいインタラクション技術が求められます。そのような「人間にやさしいインタラクション技術」を未来に向けて開発していくためには、まずはわれわれ自身のことをよく知る必要があります。

1.3 人間の感覚/知覚/認知に関する基本的な特性

1.3.1 感覚/知覚/認知とは？

感覚 (sensation) とは、受容器（眼、耳などの感覚器全体を指す）に刺激（各受容器に固有に働く刺激で、目に対しては光など）が入力されたときに生じる意識内容を指します。例えば、視覚であれば「明るさ」や「色」などです。感覚には、視覚、聴覚、嗅覚、味覚、触覚の五感に加え、**運動感覚**、**平衡感覚**、**内臓感覚**があります。これらの感覚内容を**モダリティ** (modality, **感覚様態**) と呼んでいます。**知覚** (perception) とは、感覚情報に過去の記憶や欲求による意味や感情が付け加えられたものです。例えば、視覚でいえば「特定の形」や「文字」などです。**認知** (cognition) とは、得られた種々の知覚情報から、知覚された対象がなに（意味や概念など）であるかわかることです。

例えば、人間が視覚的な認知を行うプロセスでは、つぎのような感覚プロセスが動いていきます。① なにか明るいものがあるぞ（感覚）、② 赤い花で刺とげがあるぞ（知覚）、③ これはバラの花だ（認知）。われわれの生活の中では、バラの花を見れば瞬時にバラの花を見たように思いますが、実際にはこのようなプロセスが順次進行していき、最後の段階でバラの花であることが特定されます。

索引

【あ】	エコロジーデザイン	120	感覚登録器	24	
アイコニックメモリ	25	エスノグラフィー	172	感覚モダリティ	15
アクセシブルデザイン	145	エスノグラフィック法	216, 217	感覚様態	5
アジャイル開発	200	エティック分析	175	眼球運動	12
暑さ指数	76	エピソード記憶	28	乾球温度	77
アナログ表示	112	エミックス分析	175	観察法	169, 192
アブミ骨	15	【お】		感性デザイン	120
アルファ波	66	音の3要素	17	桿体細胞	10, 78
アンケート	193	音の大きさ	17	ガンマ波	66
アンケート調査	208	音の高さ	17, 18	【き】	
暗順応	11	温度	73	記憶の多重貯蔵モデル	24
暗所視	79	温熱的中性域	78	基音	18
【い】		【か】		記号化	162
維持リハーサル	25	開散運動	13	記述エラー	96
意味記憶	28	外耳	15	規則レベル	48
色温度	78, 81	概日リズム	71	キスタ骨	15
インスペクション評価	188, 191	回収率	214	機能性	131
インタフェース	105	概念駆動型処理	32	嗅覚	4
インタラクションプロトタイプ	198	蝸牛	15	共通運命の法則	37
【う】		カスタマジャーニーマップ	139	極限法	68
ウェーバーの法則	8, 9	可聴帯域	16	気流	73, 74
ウェーバー・フェヒナーの法則	9	活性化消失エラー	97, 98	近接の法則	34
ウォーターフォール型モデル	199	活動電位	64	筋電図	60
運動感覚	5	画面設計	121	【く】	
運動システム	44, 45, 47	カラーコーディング	36, 116	空欄記述形式	110
【え】		乾き空気	74	繰返し型モデル	200
エコイックメモリ	25	感覚	5	クリティカルインシデント	216
		感覚温度	74	法	216
		感覚記憶	24, 25	グループインタビュー	193
		間隔尺度	69	グループウェア	156
		感覚・知覚機能	4	グレア	78, 80
				グレアインデックス	81
				クロス集計	215

群化	34	サンプリング	211	照度	14, 78
		サンプル調査	211	触覚	4
				ショートカット	124
【け】		【し】		視力	13
系統抽出法	212	シェーブコーディング	36, 116	神経伝達細胞	22
ゲシュタルト	34	視角	13	心身相関	60
——の法則	34	視覚	4	心拍間隔時間	62
ゲシュタルト崩壊	39	閾値	68	心拍数	62
ゲシュタルト要因	34	軸索突起	21	心拍変動	63
欠損値	214	刺激閾	68	心拍変動性	63
		刺激頂	68	心拍ゆらぎ	63
【こ】		思考発話法	175		
行為の7段階モデル	50	視細胞	78	【す】	
攻撃	4	耳小骨	15	随意運動	12
高周波成分	64	システムゴール	119	錐体細胞	10, 78
恒常法	68, 69	システムユーザビリティス	190	スキーマ	31, 162
構造化インタビュー	215	ケール	190	スクリプト	31
高速フーリエ変換	66	自然観察法	169	優れたデザインの4原則	127
行動履歴分析	171	自然言語対話形式	110	ストレス波	66
購買行動分析	171	シータ波	66	スパイラルモデル	200
高齢化率	142	湿球温度	77	スプーナリズム	99
顧客体験	171	湿球黒球温度	76	スリップ	94, 95
コグニティブウォークス		実験観察法	169		
ルー	191	実行の淵	50, 51	【せ】	
鼓室階	16	湿度	73, 74	制御の処理	42
コーシャスシフト	165	質問紙法	207	生殖	4
黒球温度	77	自動的処理	42, 43	精神生理学	60
コーディング	36, 116, 215	シナプス	22	精神物理学の測定法	68
鼓膜	15	シナプス間隙	21	精緻化リハーサル	25
コマンド対話形式	110	湿り空気	74	生理心理学	60
コールドドラフト	74	尺度構成法	70	摂食	4
コントラスト	14	シャドーイング	173	絶対閾	68
		自由記述法	210	絶対湿度	74
【さ】		集団極性化現象	165	宣言的記憶	28
最小可聴値	16	重量絶対湿度	74	宣言的知識	30
サイズコーディング	116	主観評価	69	全数調査	211
再生法	29	熟練レベル	48	選択的自己呈示	165
最大可聴値	17	樹状突起	21	前庭階	16
再認法	29	順位付け法	210		
細胞体	21	順序尺度	69	【そ】	
サーカディアンリズム	71	状況認知	163	騒音レベル	82
作業記憶	26	状態表示	113	層化抽出法	212
サッカーディック眼球運動	12				
サッカーード	12				

- | | | | | | |
|------------|------------|------------|------------|--------------|----------|
| 操作具 | 113 | データ駆動型エラー | 97, 98 | パワースペクトラム | 66 |
| 操作の一貫性 | 124 | データ駆動型処理 | 32 | 半構造化インタビュー | 216 |
| 相対湿度 | 74 | 手続的記憶 | 28 | | |
| | | 手続的知識 | 30 | 【ひ】 | |
| 【た】 | | デブスインタビュー | 215 | 比較刺激 | 68 |
| 対称性の法則 | 39 | デブリーフィング | 173 | 被験者間計画 | 204 |
| 対人言語運用分析 | 176 | デルタ波 | 66 | 被験者内計画 | 204 |
| 体性運動野 | 22 | 典型法 | 212 | 非構造化インタビュー | 215, 216 |
| 体制化 | 34 | | | 比視感度 | 79 |
| 体性感覚野 | 22 | 【と】 | | 比視感度曲線 | 79 |
| 対 比 | 14 | 道具の透明性 | 54 | 非注意性盲目 | 99 |
| タスク分析 | 119, 190 | 逃 避 | 4 | ヒューマンエラー | 93 |
| 多段抽出法 | 212 | 等ラウドネス曲線 | 16 | ヒューマンコンピュータ | |
| 短期記憶 | 24, 25 | トップダウン処理 | 32 | インタラクション | 104 |
| 短期貯蔵庫 | 24 | 囚われエラー | 97 | ヒューリスティクス | 121 |
| 単純無作為抽出法 | 212 | トレードオフ | 138 | ヒューリスティック評価 | 188 |
| タンパープルーフ設計 | 101 | | | 評価尺度 | 69 |
| 談話構造分析 | 176 | 【な】 | | 評価の淵 | 50, 53 |
| 談話分析 | 176 | 内 耳 | 15 | 表計算ソフト | 107 |
| | | 内臓感覚 | 5 | 標準刺激 | 68 |
| 【ち】 | | 縄張り | 4 | 標本調査 | 211 |
| 知 覚 | 5 | | | 表面筋電位 | 61 |
| 知覚システム | 44, 45, 46 | 【に】 | | 比例尺度 | 69, 70 |
| 知識レベル | 48 | 二重接面性モデル | 54 | | |
| チャンク | 27 | 日記法 | 173, 210 | 【ふ】 | |
| 中央階 | 16 | ニューロン | 21 | フィック錯視 | 6 |
| 中 耳 | 15 | 人間中心設計 | 136 | フィッツの法則 | 116 |
| 聴 覚 | 4 | 認 知 | 5 | フィードバック | 124 |
| 聴覚的表示 | 113 | 認知システム | 44, 45, 46 | フェイスシート | 209 |
| 長期記憶 | 25, 27 | | | フェイルセーフ | 102 |
| 長期貯蔵庫 | 24 | 【ね】 | | フォーカスグループインタ | |
| 調整法 | 68 | 音 色 | 17, 18 | ビュー | 215 |
| 直接操作形式 | 108 | | | 不快指数 | 75 |
| | | 【の】 | | 復号化 | 162 |
| 【つ】 | | 脳神経細胞 | 21 | 複数選択法 | 210 |
| 追従眼球運動 | 12 | 脳 波 | 64 | 輻輳運動 | 13 |
| ツチ骨 | 15 | ノーマライゼーション | 145 | 輻輳・開散運動 | 12, 13 |
| | | | | 不随意運動 | 12 |
| 【て】 | | 【は】 | | フライオンザウォール | 173 |
| デジタル表示 | 112 | 倍 音 | 18 | フリッカー値 | 67 |
| 低周波成分 | 64 | ハインリッヒの法則 | 93 | プルキンエ現象 | 80 |
| 手掛かり情報 | 162, 163 | パフォーマンス評価 | 192 | | |
| デシベル | 82 | パリアフリーデザイン | 146 | | |

フルブルーフ 102
 フルブルーフ設計 101
 プロトコル分析 175, 192
 プロトタイピング 196
 プロトタイピングモデル 201

【へ】

平衡感覚 5
 閉合の法則 37
 ベータ波 66
 ペーパープロトタイピング 121, 197
 ベルソナ 120
 ヘルツ 18
 弁別閾 68

【ほ】

母集団 211
 ポッケンドルフ錯視 7
 ボトムアップ処理 32
 ホムンクルス 22
 ホワイト効果 8

【ま】

マジカルナンバー 7±2 27
 マッハ効果 8
 まどろみ波 66

【み】

味覚 4
 ミステイク 94, 95
 ミュラー・リヤー錯視 6
 ミラーの法則 27

【む】

無作為抽出法 212
 群れ行動 4

【め】

名義尺度 69
 明順応 11
 明所視 79
 命題的知識 162
 メニュー選択形式 109
 面積の法則 38
 メンタルモデル 163

【も】

モダリティ 5
 モデルヒューマンプロセッサ 43
 モードエラー 96, 97

【や】

八つの黄金律 124

【ゆ】

有意抽出法 212
 有効温度 75
 有毛細胞 16

ユーザインタフェースデザ
 イン 120
 ユーザエクスペリエンス 132, 133, 193

ユーザシナリオ 139
 ユーザ主導 125
 ユーザ中心設計 135
 ユーザテスト 121, 188, 192, 201

ユーザビリティ 132
 —の原則 120
 ユーザビリティ 10 原則 126
 ユーザビリティ評価 121, 187

ユーザビリティラボ 205
 ユーザ要求 119
 ユースケース図 139

ユニバーサルデザイン 120, 141

ユニバーサルデザインセン
 ター 145

【よ】

容積絶対湿度 74

【ら】

ラスムッセンのSRK モデ
 ル 48
 ラプス 94, 95

【り】

リスクシフト 165
 リッカート法 210
 リハーサル 25
 リラックス波 66

【る】

類同の法則 35

【れ】

連想活性化エラー 97, 98
 連続の法則 36

【ろ】

ログ分析 171
 ロケーションコーディング

露出時間 14

ロナルド・メイス 144
 ロバストデザイン 121

【わ】

ワイヤフレームプロトタイ
 プ 198

ワーキングメモリ 26
 割当て法 212

	[A]		GUI	108		[R]	
ADA 法		145				R-R 間隔	63
ATM		170	[H]				
ATS モデル		96	HCD	136		[S]	
	[C]		HCI	104		STM	24, 25
C/D 比		114	HF	64		STS	24
CFE		67	HRV	63		[U]	
CMC		154	Hz	18		UCD	135
CSCW		156				UD	141
CUI		110	[I]			UnDo 機能	125
CX		171	ITE	135		UX	132, 193
	[D]					[V]	
			JIS X 8341 シリーズ	149		VDT 症候群	134
dB		82	[L]			[W]	
DI		75	LF	64		WBG	76
	[E]		LF/HF	64		[ギリシャ文字]	
EEG		64	LF norm	64		α 波	66
EMG		60	LTM	25, 27		β 波	66
ET		75	LTS	24		γ 波	66
	[F]		[N]			δ 波	66
FFT		66	NDB	77		θ 波	66
	[G]		NWB	77			
GI		81	[Q]				
GT		77	QRS 波	62			

— 著者略歴 —

1985年 新潟大学大学院修士課程修了
1985年 日本電信電話株式会社勤務
2008年 博士(学術)(早稲田大学)
2012年 芝浦工業大学教授
現在に至る

ヒューマンコンピュータインタラクション

— 人とコンピュータはどう関わるべきか？

— 人間科学と認知工学の考え方を包括して解説した教科書 —

Human Computer Interaction

© Shunichi Yonemura 2021

2021年4月30日 初版第1刷発行



検印省略

著者	よねむら しゅんいち
発行者	株式会社 コロナ社
代表者	牛来真也
印刷所	新日本印刷株式会社
製本所	有限会社 愛千製本所

112-0011 東京都文京区千石 4-46-10

発行所 株式会社 コロナ社

CORONA PUBLISHING CO., LTD.

Tokyo Japan

振替00140-8-14844・電話(03)3941-3131(代)

ホームページ <https://www.coronasha.co.jp>

ISBN 978-4-339-02918-5 C3055 Printed in Japan

(金)



< 出版者著作権管理機構 委託出版物 >

本書の無断複製は著作権法上での例外を除き禁じられています。複製される場合は、そのつど事前に、出版者著作権管理機構(電話 03-5244-5088, FAX 03-5244-5089, e-mail: info@jcopy.or.jp)の許諾を得てください。

本書のコピー、スキャン、デジタル化等の無断複製・転載は著作権法上での例外を除き禁じられています。購入者以外の第三者による本書の電子データ化及び電子書籍化は、いかなる場合も認めていません。落丁・乱丁はお取替えいたします。