
Ⅱ. HIのデザインコンセプト

立命館大学
情報理工学部
仲谷 善雄

人間の思考・行動のモデル

- 物理・生理モデル
 - パフォーマンス・モデル・・・S.K. カード
- 情報処理モデル
 - 7段階モデル・・・D. ノーマン
 - オペレータ・モデル・・・J. ラスムッセン
- 生態学的モデル
 - 知覚循環モデル・・・U. ナイサー
 - アフォーダンス・・・ J.J. ギブソン
- 状況論的アプローチ

物理・生理モデル

行動主義モデル

- ・観察可能性
- ・計測可能性

情報処理モデル

- ・「主体」のモデル
- ・内部情報処理
- ・計画による行動の組み立て

生態学的モデル

- ・包囲光配列
- ・アフォーダンス

状況論的モデル

- ・状況との相互作用の重視
- ・主体－客体の区別の排除

→ : 先行モデルの乗り越え

- 人間情報処理モデル

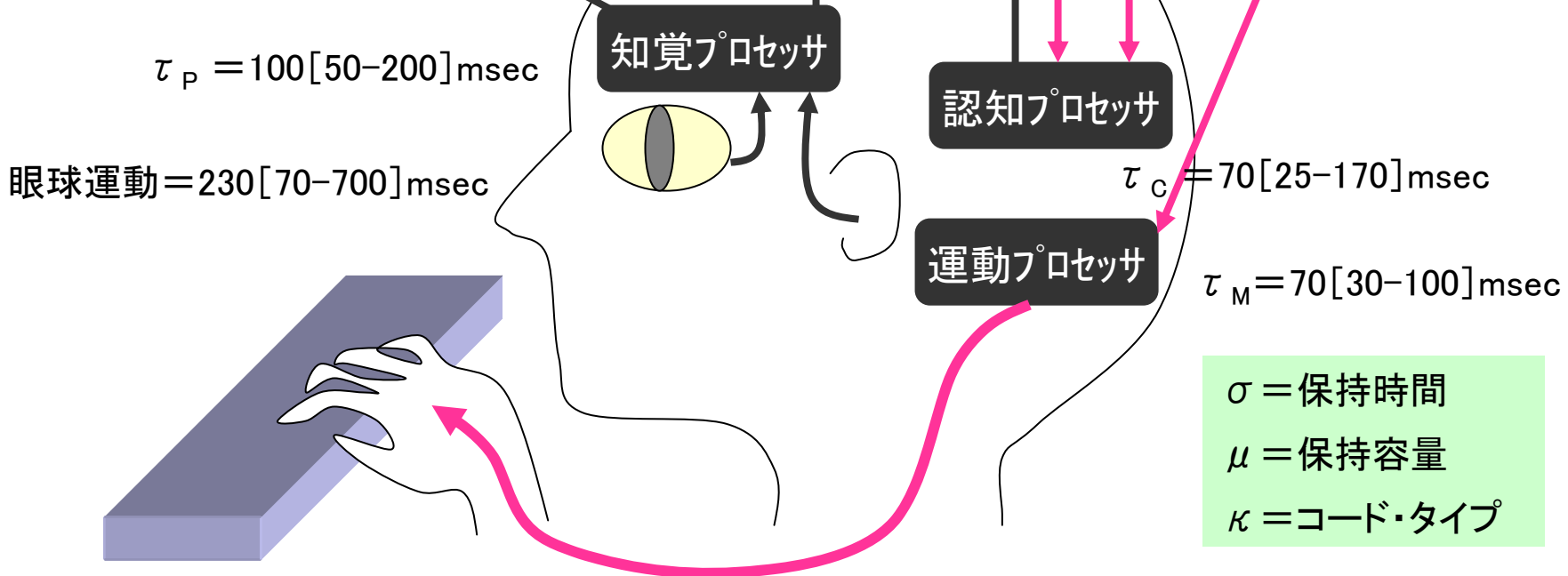
- 人間の認知心理に関する多くの知見を、コンピュータをアナロジーとして、記憶システムと処理システムに分類整理
- 定量的特性を考慮
 - 知覚に要する時間
 - 記憶容量: マジカルナンバー 7 ± 2
 - 行動に要する時間
- インタフェースの違いによるタスク遂行時間の机上推定など、応用範囲が広い
- 入力となる感覚器官は目と耳に限定

長期記憶

$$\mu_{LTM} = \infty; \sigma_{LTM} = \infty; \kappa_{LTM} = \text{意味的}$$

短期記憶

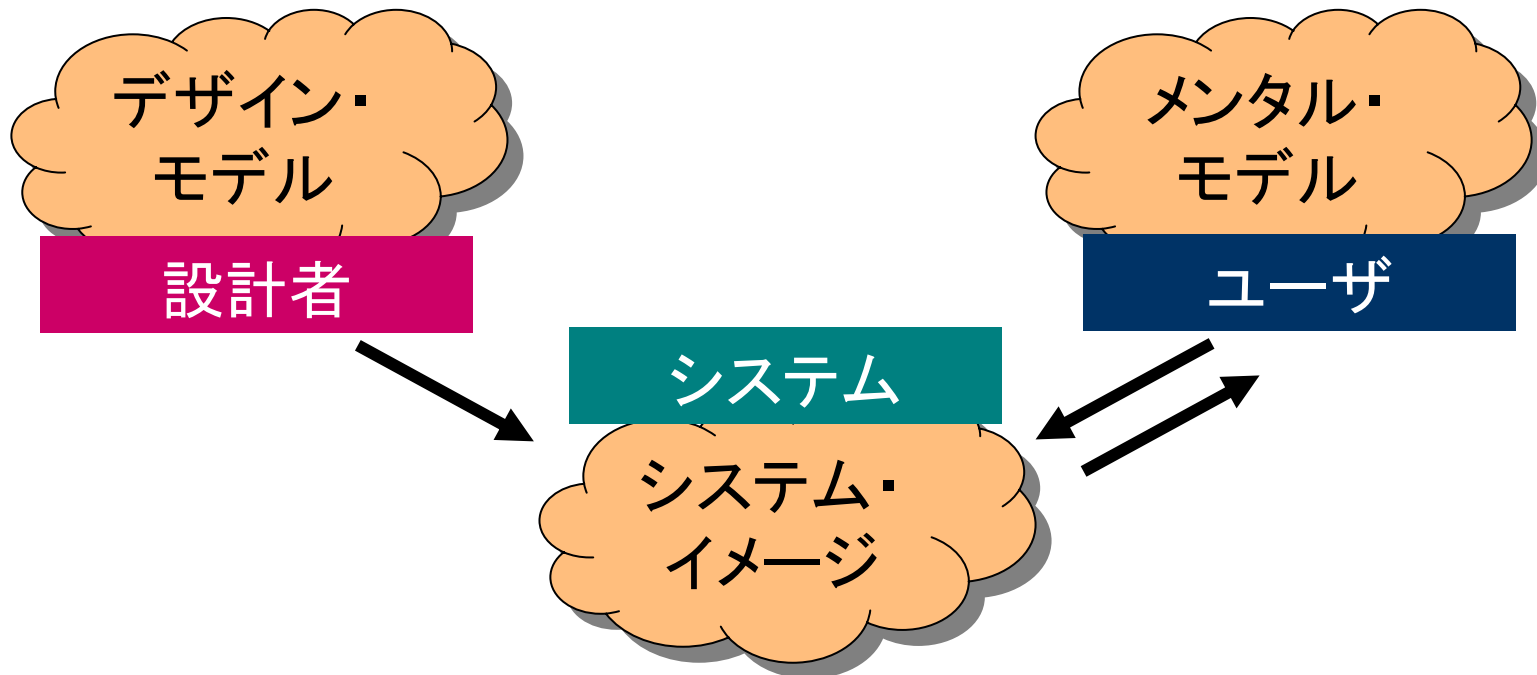
視覚イメージストレージ	聴覚イメージストレージ	
$\sigma_{VIS} = 200 [70-1000] \text{msec}$	$\sigma_{AIS} = 1500 [900-3500] \text{msec}$	$\mu_{WM} = 3 [2.5-4.1] \text{チャンク}$
$\mu_{VIS} = 17 [7-17] \text{文字}$	$\mu_{AIS} = 5 [4.4-6.2] \text{文字}$	$\mu_{WM}^* = 7 [5-9] \text{チャンク}$
$\kappa_{VIS} = \text{物理的}$	$\kappa_{AIS} = \text{物理的}$	$\sigma_{WM} = 7 [5-226] \text{msec}$
		$\sigma_{WM} (1 \text{チャンク}) = 73 [73-226] \text{msec}$
		$\kappa_{WM} = \text{音響的、視覚的}$



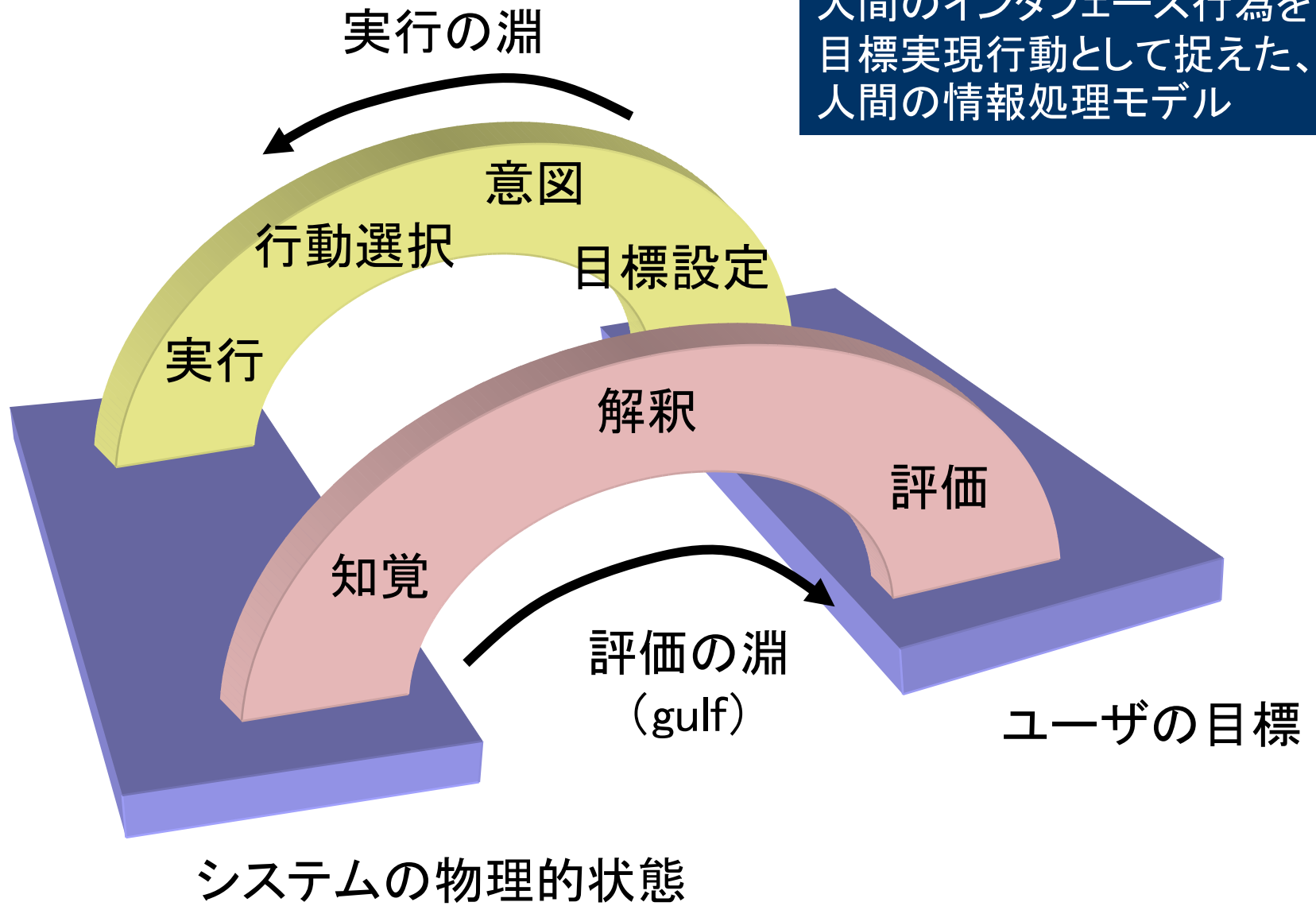
7段階モデル D.A. Norman

情報処理モデル

- ユーザと設計者のメンタル・モデル
 - システムに対して、ユーザと設計者の持つメンタル・モデルを一致させることが重要



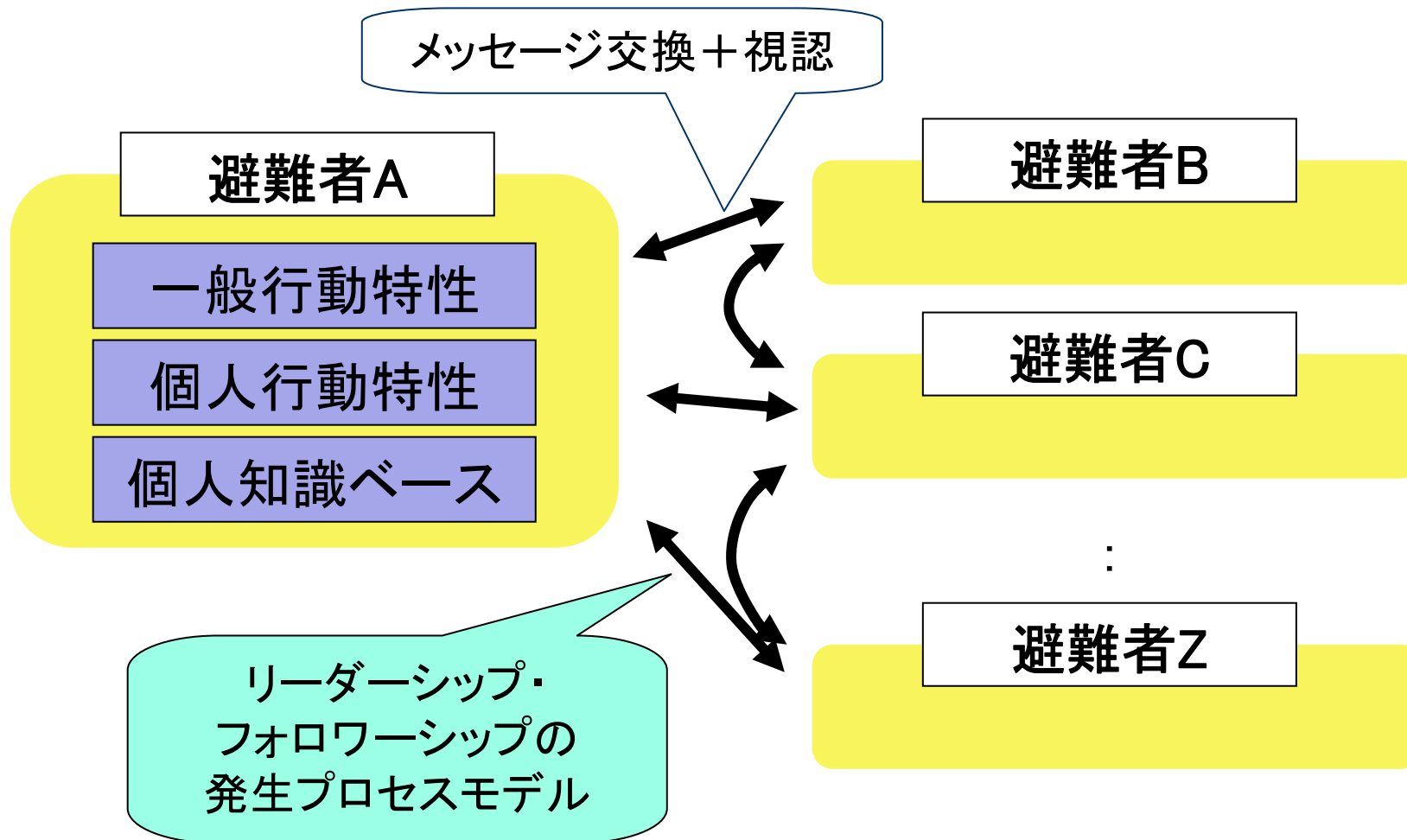
人間のインタフェース行為を
目標実現行動として捉えた、
人間の情報処理モデル



- よいデザインとは？
 - 淵 (gulf) を越える努力が小さくてすむシステム
 - 淵が小さいシステム
 - 設計に関する知識、人に関する知識、実行タスクに関する知識の融合
- デザインにおけるトレードオフ
 - 使いやすさ ⇔ 美しさ ⇔ コスト
 - 初心者 ⇔ 熟練者
 - 選択の容易さ ⇔ 実行の素早さ
 - ex) メニューと短縮コマンド
 - その他

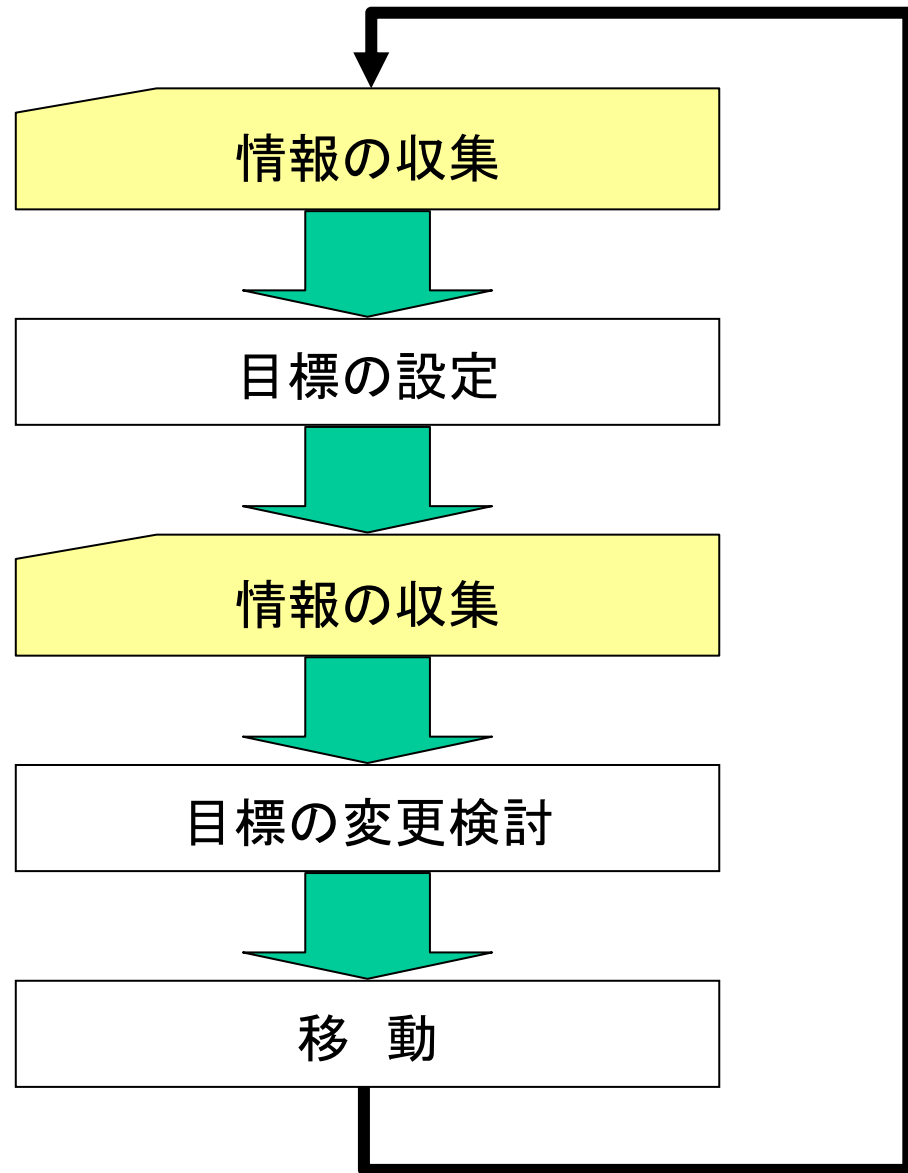
避難行動モデル 仲谷善雄

情報処理モデル

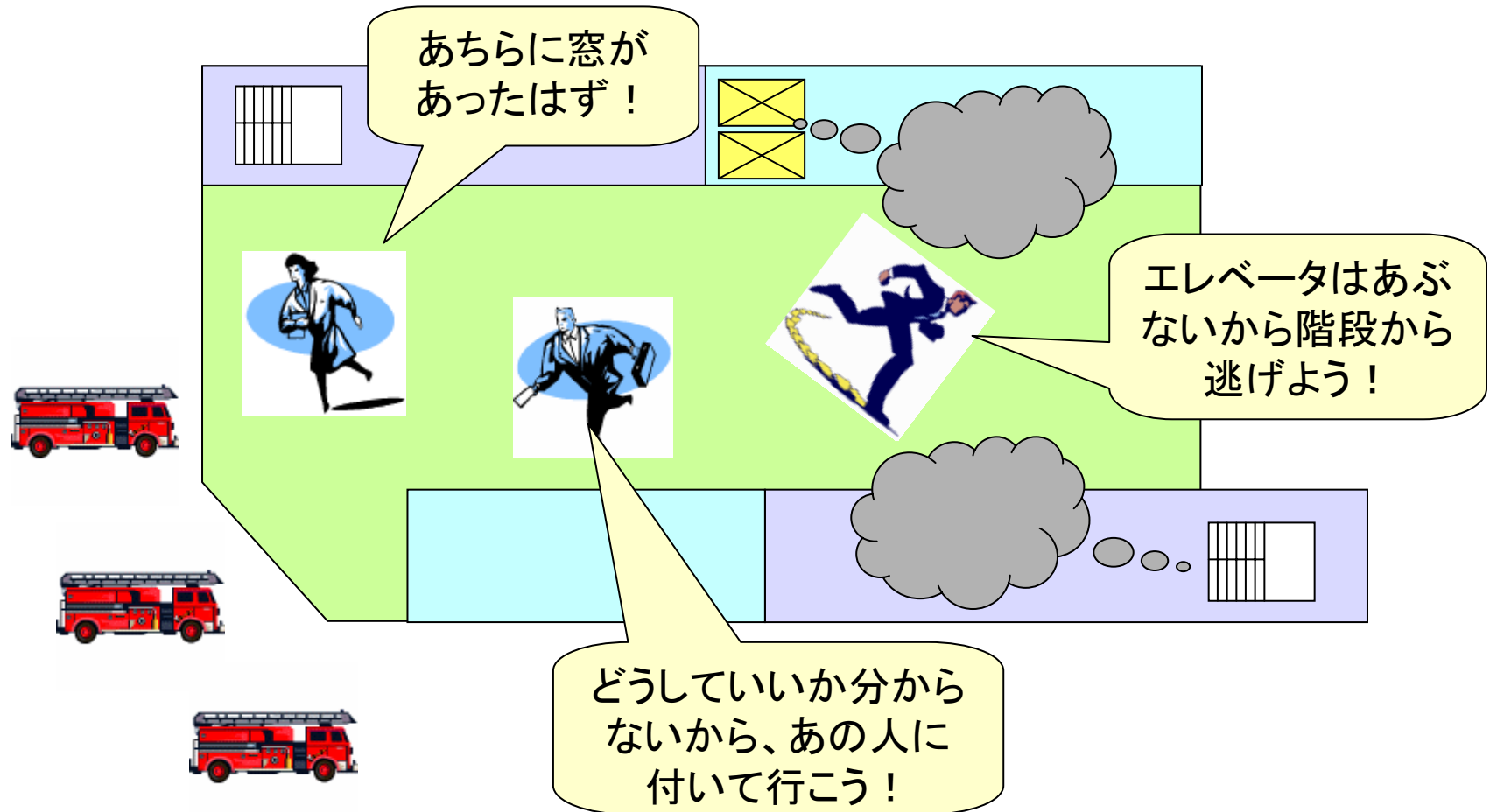


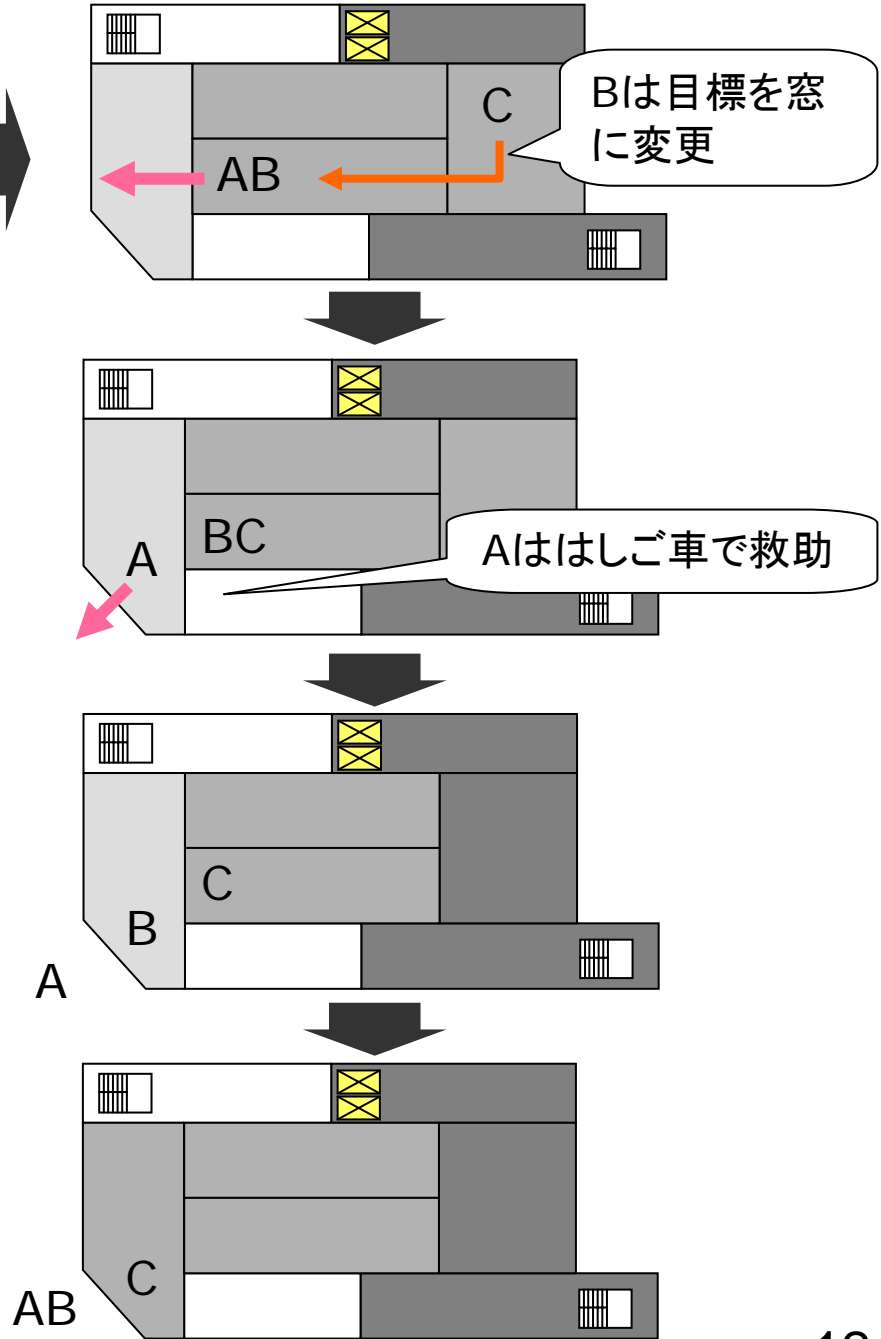
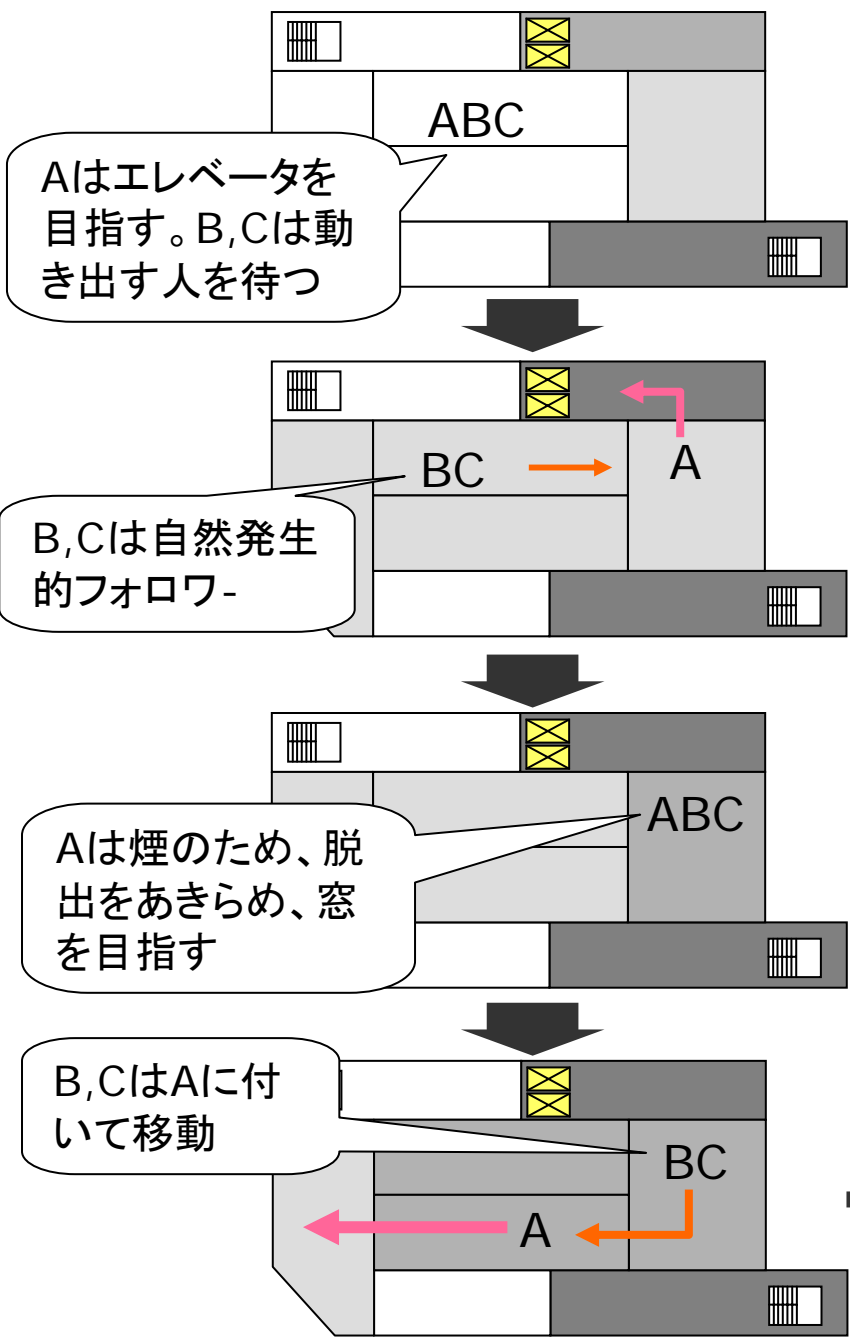
慎重な情報処理モデル

出口
外に通じている場所
リーダー
他の人



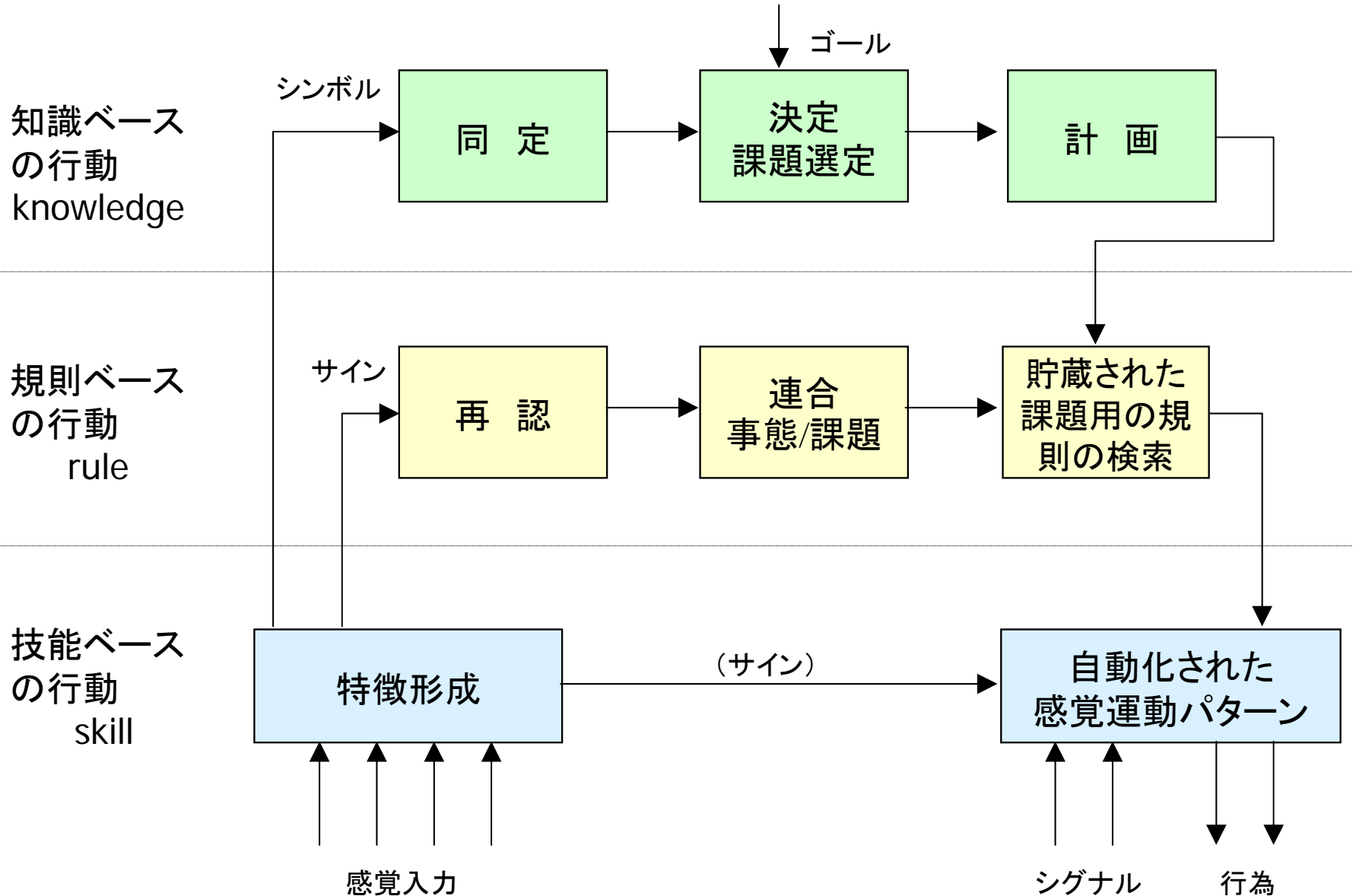
ビル火災現場でのパーソントリップの再現





- 認知・行動のモデル = SRKモデル
 - Skill、Rule、Knowledge の3分類
- 多段梯子型のモデル
 - 人間の行動は目標指向型
 - 最終目標に接近するために局地的な部分目標を設定し、それを順次達成しながら全体目標を達成しようとする

行為の分類 (SRKモデル)

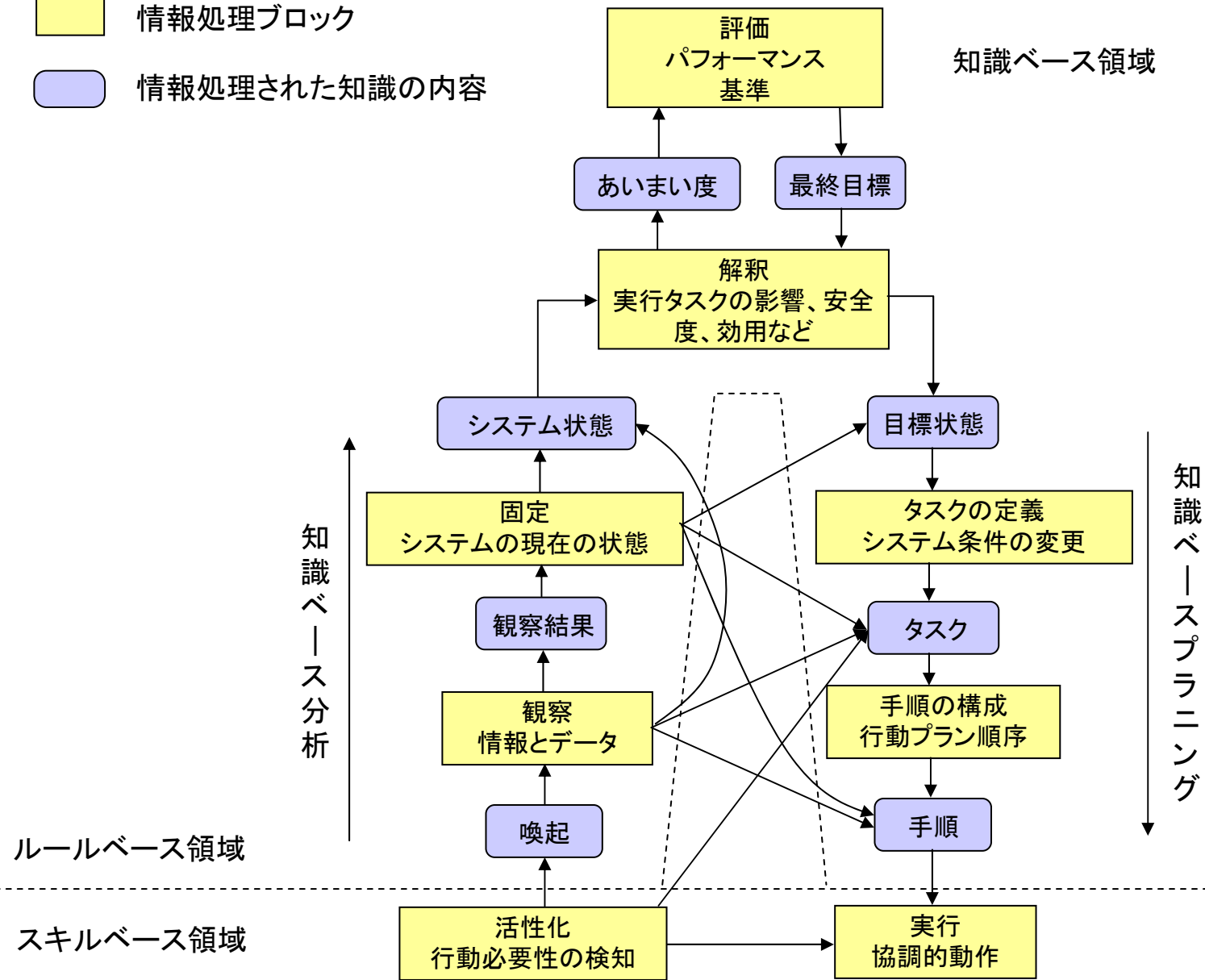




情報処理ブロック



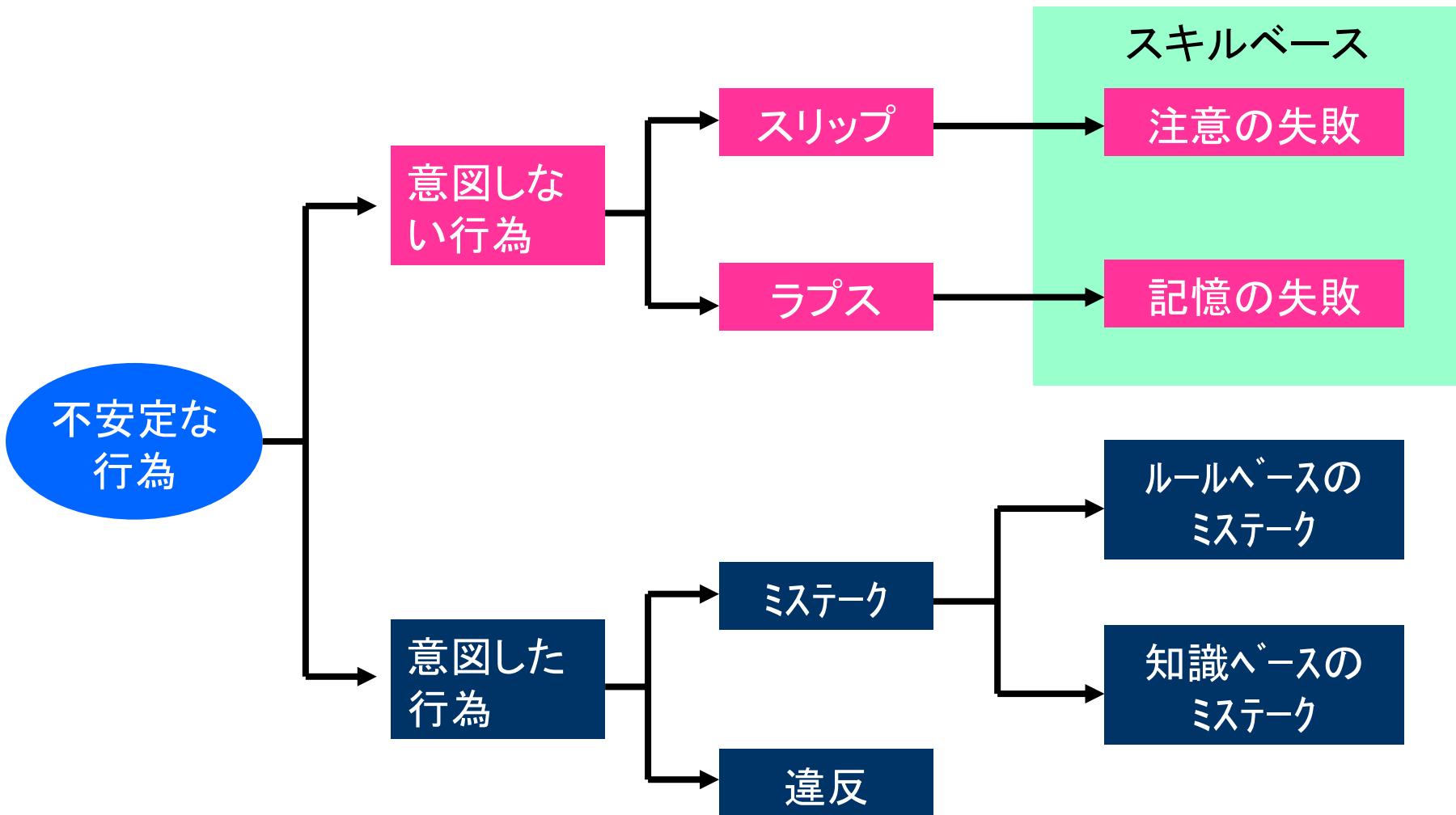
情報処理された知識の内容



ヒューマンエラー J. Reason

情報処理モデル

- エラーとは？
 - 計画されて実行された一連の人間の精神的・身体的活動が、意図した結果に至らなかったもの
 - その失敗が、他の偶発的事象の介在に原因するものでない全ての場合
- 人間の脳には、エラーというモードはない！
 - 常に最良の出力を発揮するようにデザインされており、最善を尽くした結果がエラーとなったもの
 - エラーの背後要因を究明して、対策を取らなければ、改善はあり得ない



計画	実行	結果
正しい	失敗	スリップ
正しい	失敗(忘れた)	ラプス
失敗・誤り	正しい	ミステイク

- ミステイクは意図形成のレベルで発生する高次のエラー



- スリップは行動の選択や実行段階で発生し、ラプスは意図(計画)を記憶する段階での失敗であり、ミステイクよりも下位レベル

技能ベースのエラー(slip)

- 注意の失敗(不注意)の例

- いつもと違う部品の組み立てであったが、いつもと同じように組み立ててしまった。
- 装置Aに部品B, Cを2つずつ、取り付けるべきであった。最初の数個のAにだけ2つずつ取り付けたが、その後は1つずつ取り付けてしまった。
- バルブA, Bだけを閉めるべきであったが、並んでいるバルブC, Dも一緒に閉めてしまった。

- 対策

- 指差呼称・・・作業対象に指を差して対象を確定し、作業後にその内容を声に出した確認

技能ベースのエラー(lapse)

- 記憶の失敗の例

- 装置Aに部品Bを取り付けるところで、昼休みになった。休み後、再びラインが流れ出したとき、部品Bを付け忘れた。
- 装置Aに部品Bを取り付けるところ、Bが足りなくなったので、部品Bを補充するため、倉庫に行った。補充した後、装置Aに部品Bを付け忘れた。

- 対策

- 忘れないように、こまめにメモを取る
- 移動先に必要なものは必ず目に付くところにまとめておいておく、等

規則ベースのエラー(mistake)

- 入力情報の誤り
 - 規則選択の基になる情報入力や、特徴形成で誤る
- 規則の適用誤り(誤った規則の適用)
 - 正しく状況を認識したが誤った規則を用いた
- 適用規則自体の誤り
 - 正しい規則を運用したが、規則自体の記憶が曖昧で運用に誤りがある
- 規則運用の誤り
 - 正しい規則を運用したが順番をとばしたり、重複して行う

知識ベースのエラー

- パターンの見落とし
 - 本来規則ベースでの行為を難しく考えてしまう
- 入力情報の誤解釈
- 情報の記憶による代替
 - 入手すべき情報を記憶に頼って誤った値を利用する
- 同定・決定の誤り
 - 異なる、或いは不十分なモデルを構築し、正しく推論できない

- 2種類のスミステイク

- ベテランであるが故の失敗

- これまで蓄積された知識・経験が解決方法を固定してしまい、状況に即した正しい方法を導くことができなくなる

- 知識・経験の欠乏による失敗

- 知識と経験自体が乏しいために元々の解決方法を知らなかったり、誰も経験したことの無い状況に陥ってしまい正しい解決に導くことができなかったりしたために起こってしまう
 - 誰も経験したことの無い状況では、初心者でもベテランでもスミステイクしてしまう

- 対策

- 即効性のある教育訓練方法はない

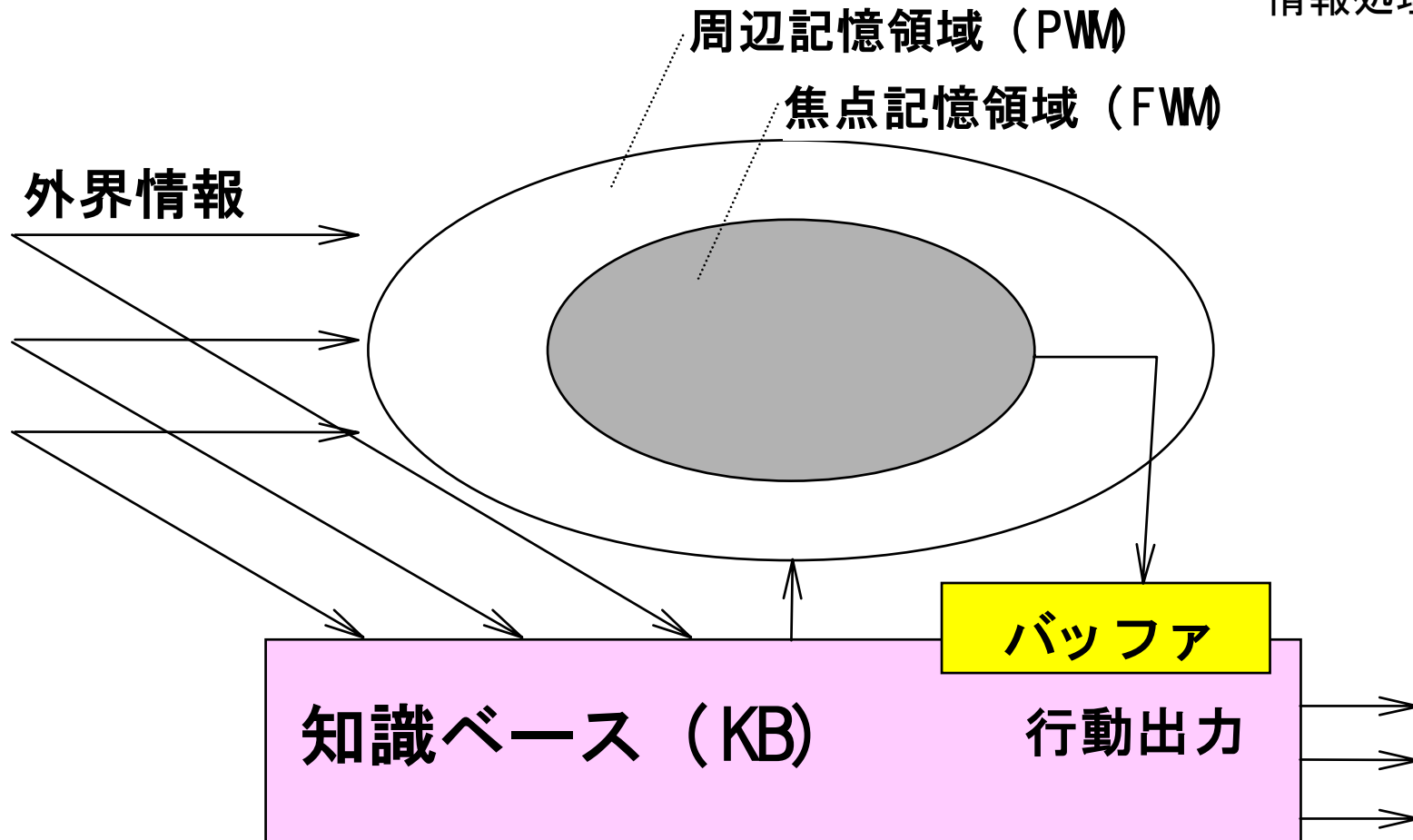
- 若手職員 …… 適正な判断をするための知識の教育
- ベテラン …… 過去の経験等から解決方法を固執させないための、柔軟な判断力を養うために様々な事例などを用いた教育

違反

- 日常的違反
 - 労力が最小となるようなパスを選びたい人間の性質
+
 - そのパスに対して無関心な環境（罰せられない）
 - 例：冗長なマニュアルやチェックリスト
- 必要な違反
 - 現場無視のマニュアル。違反しないと目的が達成できない
⇒ モラルの低下、安全文化の破壊
- 楽観的違反：スリルを味わいたい
- サボタージュ行為：破壊活動

誤りやすい機械としての人間

情報処理モデル



様々な場所に誤りの源泉が存在する！

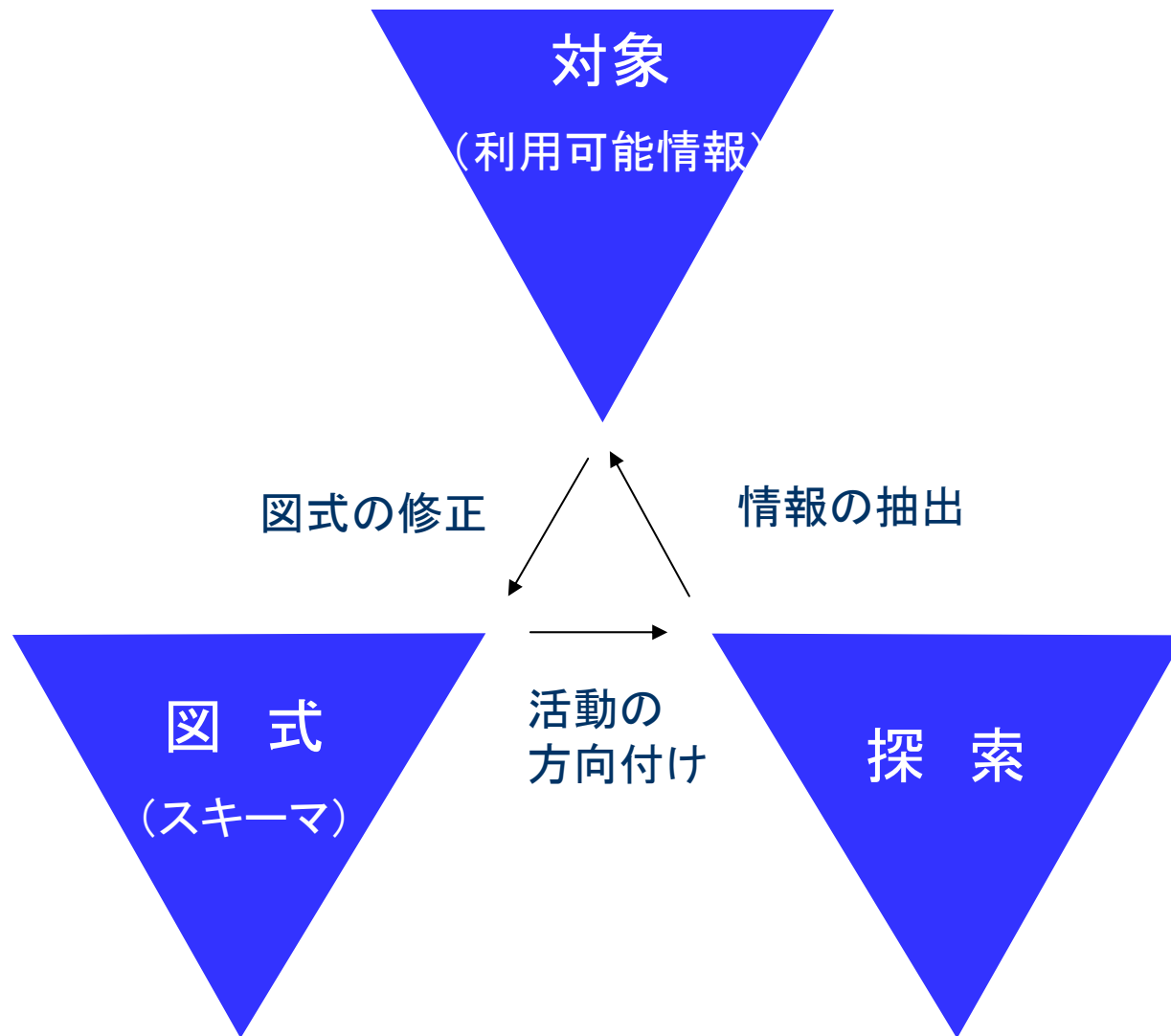
知覚循環モデル U. Neisser

生態学的モデル

- ナイサー・・・1967年に認知心理学を提唱
 - それ以前の心理学は、外から観察できる行動だけを扱う
行動主義
- 環境と人間の認知構造との間の相互作用を強調
 - 人間は日常生活の中で考え、行動している
 - ⇒ 日常と切り離された実験室での実験からは理解に限界
 - ⇒ フィールドワーク重視。あるいは、日常において「重要」と見なされる要因を組み込んだ実験を行うべき



- 生態学的妥当性 (ecological validity)



特定の情報を選択的に探索して受け入れ、それにより活動をコントロールする

生態学的妥当性

- 知覚実験に用いる刺激や実験状況が、その生物が通常生活する環境に照らし合わせたときに意味のあるものになっているか
 - 実験室で設定される実験環境は、ほとんど日常生活では出てこない
 - 例：頭を固定して坐っている状況は、ない？
 - 実験室で得られたデータに意味があるのか？
 - 知覚は、環境と主体の双方の事情（生態学的制約）を踏まえた上での出来事の解釈

- 知覚心理学(1950)
 - 情報は環境そのものの中に実在する(エコロジカル・リアリズム)
 - 事物の物理的性質だけではない「動物的」な価値
 - 物体の持つ属性(形、色、材質、etc.)が、物体自身をどう取り扱ったら良いかについてのメッセージを直接ユーザに発して、動物や人間の行為・反応を直接引き出す
 - 50cm程度の石の平らな表面は「座る」ことをアフォードする

- トイレに急いでいるときに、ドアを開けて部屋を出る。
 - トイレに行くことが目的
 - ドアを開けることは、「手段」であって目的ではない
 - ドアを開ける行為は強く意識されることはなく、ごく「自然」にドアを開けて外に出る。

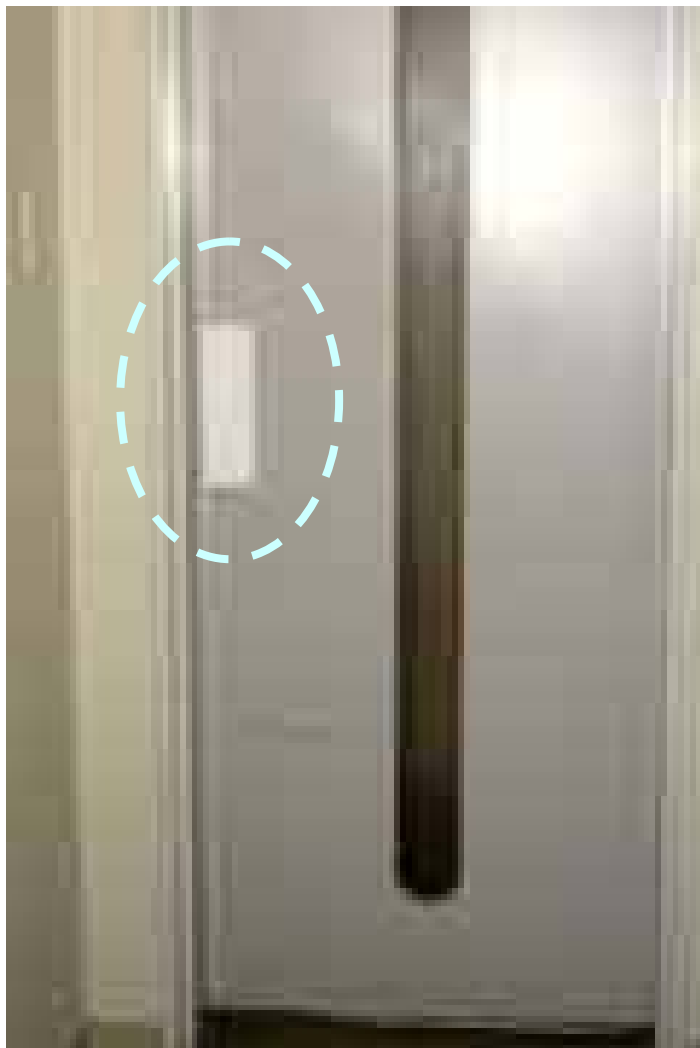
- ドアをどのようにして開けたか？
- ドアノブの形はどのようなであったか？
- ドアノブをどのようにして操作したか？
- そもそも、ドアノブなんてあったのか？

- ヒトは意識しない事象についても、「自然」な行為ができる。
- 意識しないで行為を行なうということは、意識的な情報処理に基づくこれまでの図式では説明できない。

- 小さな赤ちゃんでも、石には座る。
- 生まれる前から、「世の中には『石』というものがあって、大きなものには座れるものだ」などという知識を持っているとは考えられない。
 - 世の中のモノはどんどん増えてきている
 - いったい、どれだけの知識を持っていけばいいのか。
 - 知らないものは使えないのか。
- かと言って、推論しているとも考えられない。

- 環境の側に情報は存在し、人間や動物にメッセージを発していると考えるのが自然？
 - 「人間が情報処理によってドアノブを認識したのではなく、ドアノブが人間に対して、にぎって回すという行為を誘発したのだ」
 - 誘発＝アフォード afford
- 石・・・蹴ることができる、投げられる、金槌の代わり、目印、座れる(大きな石)・・・
- 観察者の主観的状况に関わらず不変
 - 疲れていようがいまいが、大きな石は「座れる」ことをアフォードする。

- 知覚とは、アフォードされているものからピックアップする行為
 - アフォードされる性質は、個々人によってすべて違って、無限に存在する。
 - 個人間の差は、経験によって、アフォードされているものからピックアップするかどうか。
- 見たこともない装置がドアに取り付けられていて、操作の仕方がわからなければ、「これは何だ」と感じながら意識的な情報処理を行い、操作することになる。
 - このとき当面の目的は、トイレに行くことから、ドアを開けることに変わってしまう。



「押す」アフォーダンス



「引く」アフォーダンス

- インタフェース研究への適用

- Donald A. Norman・・・I/F設計にアフォーダンスを導入 (“Psychology of Everyday Things” : POET)

- ドアの扱いについて明示的に教わった事はないが、無意識にドアを開けることができる

- 低い位置の横向きのバーは「押す」

- ⇒ 考えなくても使える！



- 開ける方法がわかりにくいデザインのドアもある
ノブだけでは押すのか引くのか分からない
＝アフォーダンスが悪い

- 理屈っぽい人ほど車の教習で苦勞をする
 - 頭の中で考えながら運転する人ほど、習熟に時間を要する
 - タイヤの角度を考えながらハンドル操作している訳ではない
 - ハンドルの操作量と、車窓の景色の変化を対応づける中から、実現されている
- ⇒ 景色(包囲光配列)の変化に、自分の行為をナビゲートしてもらう

環境の情報に従うことで、スムーズな行為を取れる



- 日常生活のデザイン(POET の考え方)
 - 外界の知識と頭の中の知識の有効利用
 - 行うべきタスクの構造の単純化
 - ひとつのボタンは単機能
 - 対象の可視化
 - 適切な対応付け
 - 自然な制約や人工的な制約の有効利用
 - エラーに備えた設計
 - 標準化

S/Wにおけるアフォーダンス

- 画面上に見えるアイコンやボタン …… 人がコンピュータに命令を下すための手掛かりとして存在
- ⇔ 内部的には、目に見えない電気信号が、特定の規則に従って処理されている
- ⇒ 言語や情報処理の方法がまったく違う、人とコンピュータの間に立って、お互いがコミュニケーションできるように支援しているのが、ソフトウェアのユーザインタフェース

- 下記のようなボタンを見ると、すぐに「押すためのボタン」であることを理解できる

「押す」ことをアフォードするデザイン



- 人は日常生活で目にする物理的なボタンとの類似性を自然に発見し、同様に動くことを期待する
 - 人がものを見たときに、その内部構造や動きについて思い浮かべる概念上のモデル＝**メンタルモデル**
 - 使いやすいユーザインタフェースをデザインするには、操作と操作結果の対応をユーザのメンタルモデルに近づける必要がある
- ⇒ アナロジー、比喩

- 連続的な操作を伴う使い方(ドラッグ & ドロップ、ダブルクリック)を示唆するのは難しい

⇒ 操作が行なわれたときの視覚的フィードバックも含めて適切にデザインする必要がある

例: 動作系列をアニメで示す

- 複数のボタンが1つの画面にある場合、役割や重要度の違いが、形や大きさによって示唆されていることも重要

⇒ 各種機能を持ったボタンが、同じ形と大きさとで整然と並んでいると、きれいではあるが、操作結果を区別して予測する手掛かりがないので、使いにくく、エラーを誘発する

アフォーダンスからのHIへの提言

- 自然な行動を誘発すること
- 誘発した行動を、システムがスムーズに受け止めること

状況論的アプローチ

- 認知や行動の内容や形式は、個人の内部だけで決まるのではない。

⇒ 外部の「状況」「コンテキスト」との相互作用の中で決まる。

状況依存的認識の例

- 思い出

- 記憶の中に、固定的な「思い出の集合」が存在するのではなく、思い出すときに、相手が誰か、その時点での興味や話題などの状況に合わせて、分散して記憶された「思い出のかけら」が寄せ集められ、再構築されて、言語化される

- 発話プロトコル

- 実験中に、実際に頭で考えたことを発話しているのではなく、実験者および自分への説明や納得のために、発話時に、一見合理的と思われる内容を組織化している

• 道具との関係

- 使用する道具によって、思考や行為が変わる
 - メールと電話とでは、会話の内容やニュアンスが違う
 - PC上で作成する文章と、手書きで作成する文章では、文体や構成が違う
- 道具の使いやすさ、わかりやすさは、道具そのものの特徴だけで決まるのではなく、道具、利用できるリソース(人、情報など)、社会的相互行為、組織化されたコンテキスト(制度など)に依存
 - ← 道具は単体で使用されることはなく、社会的相互行為を含めた様々な他の道具やリソースとの関係の中で使用される

- 逆に道具は、他の道具やリソースとともに、一連の行為の系列、あるいは環境や行為の理解を可能にするコンテキストを用意する
 - 例：入場券売り場にロープがあれば、それに沿って並んで、特定の窓口で券を購入するという行為の理解が自然に誘発される

- 使いやすい機械／システムを作ることが目的
- 人間側が機械の使いにくさに適応するのではなく、機械が人間に合わせなければならない
 - ユーザがどのような製品を期待しているのか、ユーザにとってどういう製品が望ましいのかを常に検証・確認しながら開発を進めるべき
 - ユーザの目的、利用形態、技能・知識のレベル...

UCDの背景

- かつての計算機、システムの利用者＝専門家
 - 訓練
 - 習熟、熟練のための時間
 - 背景知識



- 利用者に対して負荷を与えても、大きな問題はなかった
 - 多少、使い方が難しくても、教育訓練できた
 - 難しい機械・システムを使っている(使いこなしている)との自負
- ⇒ むしろ、容易なインタフェースは受け入れられなかった

ノーマンのUCD Norman, D.A.

- “User Centered System Design” (1986)
- 認知工学 Cognitive Engineering
- ISO 13407では「人間中心設計」(1999)



ノーマンの4つのポイント

- ① 開発プロセスを適切なフェーズに切り分けること
- ② 各フェーズでユーザによる評価を基にした検証を行うこと
- ③ 開発に携わるメンバー全員がすべてのプロセスに立ち会うこと
- ④ 誰が開発に携わっても同じ質の作業を進められるよう手法化すること

- 1980年代が画期

- PC(Personal Computer)の登場

- ⇒ 「利用者＝非専門家」が主流

- 機械・システムの設計者は「非専門家」ではない

- ⇒ 利用者(＝非専門家)のことが分からない！



- 設計者主導で製品が作られたために、ユーザにとっては使いにくい製品になった例は少なくない。

- これまで、システムの使い勝手は、設計開発の担当者の属人的なスキルに左右されていた

- 確実に使い勝手の高いシステムを構築する「仕組み」が必要

- 現場からのフィードバックの重要性

- 使い勝手に関する現場のニーズやクレームは、システムのカットオーバー後に出てくることが多い

- ⇒ 運用保守に携わるエンジニアは必然的に問題意識を持つことになる

+

現場のユーザーが求める使い勝手のレベルは、近年ますます上がっている



設計開発だけを担当するエンジニアは、現場のユーザーが大きな不満を持っていても気付かない



何を知ればよいのか？

ユーザ・エクスペリエンス user experience

- 「製品によってもたらされる成果や使用感、使用中や使用後にユーザの中に起こる感情などを含めた、製品に関するユーザの体験すべて」
- UCDを実践する上で、ユーザ・エクスペリエンスを重視すべき(Norman)
 - 製品に関わるあらゆる場面で、ユーザが製品に対してどのように評価し、どのように行動するかを、開発段階から想定して設計すれば、ユーザが期待するユーザ・エクスペリエンスを提供できる
 - 製品の購入計画段階、購入時、製品の使用時、廃棄時など

- ユーザ・エクスペリエンスには、ユーザが
 1. 特定の製品を所有したいと思うこと
 2. 使用して楽しいこと
 3. 所有していてうれしいこと
 4. これまでになかった体験ができること
 5. 捨てる際に、同じ製品をまた購入したいと思うこと

などを含む

UCDと市場

- ニーズの多様化に対応 = 市場の細分化
⇒ ひとつの製品が大きく販売量を伸ばすことは難しい



- 製品群全体として社会に受入られることを目指す
 - いくつかの製品群が、それぞれのターゲットとなるユーザ層(オーディエンス・ターゲット)を独自にサポート



- 個々の製品のユーザ層、サポートするサービスを強く意識しておくことが必要