

# Emotional Engineering

## -行動の合理化への模索-

福田収一

Stanford University

日本知能情報ファジィ学会  
関東支部第64回学術講演会(Fuzzy Front)  
文化女子大学  
2009年12月19日

# Emotion

$E = \text{Out}$

Motion = *Movere* (Move)

Move out

Motivation = *Movere*

# 信頼性

## 信頼性

機能 mission 行動に対して期待する応答、動作をするか

複雑化する機械、未体験の機械、技術

## 信頼 Trust

Internetの信頼の問題

初対面の人を信頼できるか？

どう判断するか？

**感情信頼性 Emotional Reliability**

**信頼設計 Trust Design**

# Emotional Design

- Visceral Design
- Behavioral Design
- Reflective Design

*Donald Norman ,*

*“Emotional Design: Why We Love (or Hate) Everyday Things”*

*Basic Books*

# Maslow の人間の欲求

Level 5  
芸術、ゲーム

Level 4  
ブランド

Level 3  
ファッション  
携帯電話

Level 2  
家

Level 1  
農業  
漁業

Performance

サービス、  
プロセス

個人  
(質)

自己実現

尊敬

愛、仲間

安全、安心

生理的欲求

モノ  
プロダクト

マス  
(量)

# 人間とは？

## *Homo Faber*

道具を作る

Henri Bergson “The Creative Evolution”, 1907

*elan vital*

William James

Pragmatism

## *Homo Ludens*

人間は遊ぶ

Johan Huizinga ヨハン・ホイジンガ

## *Homo Loquens, Homo Narrans*

人間は喋る

Stories 物語

## *Homo Mobens*

人間は移動する

# 人間の発達と産業の発展

梅棹忠夫

有機体としての人間の発達 産業の発展

消化器官系

農業

筋肉系

工業

神経系、感覚器官系

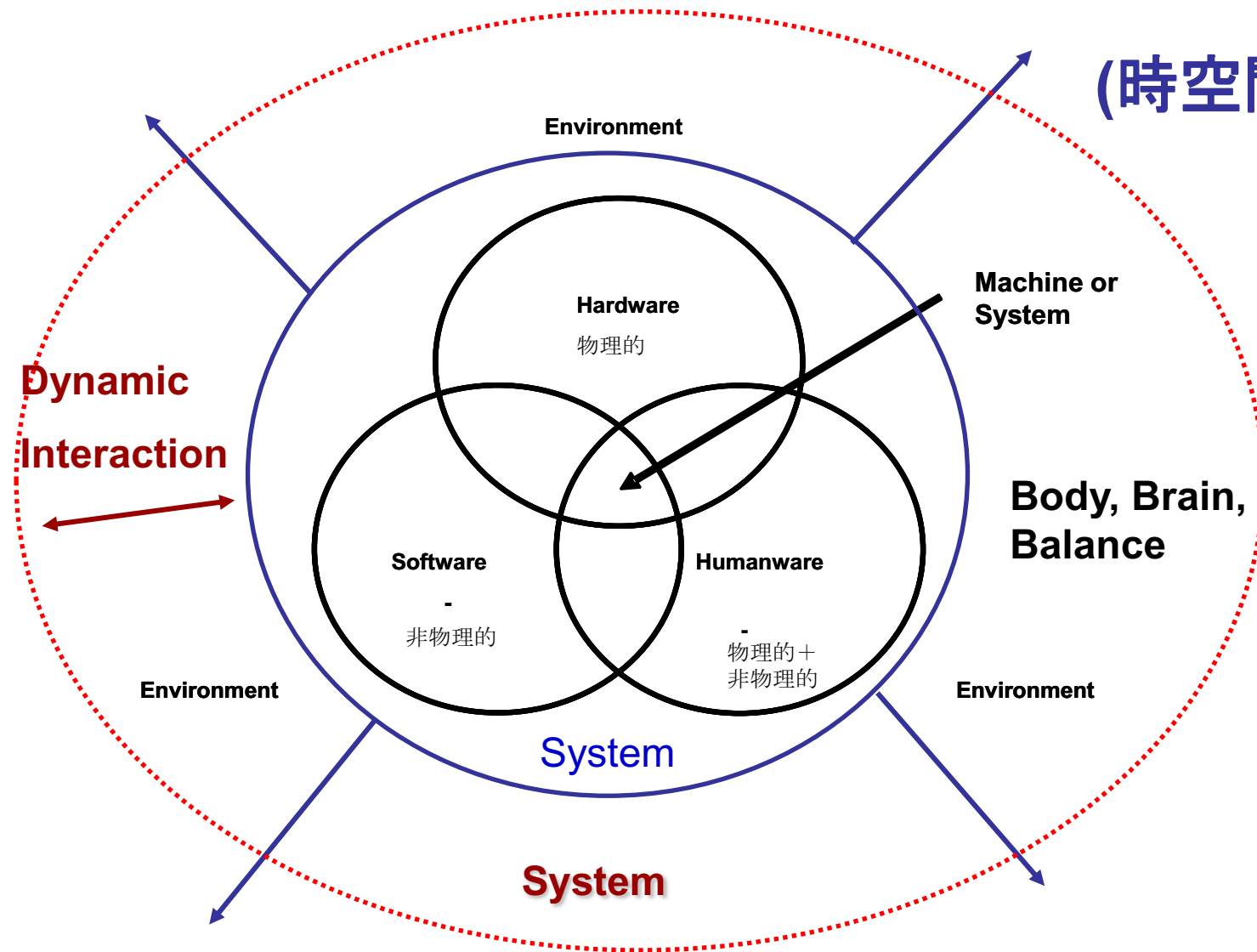
(情報)産業

サービス産業

*Dettmar Cramer (日本サッカー界の父)*

*Body, Brain, Balance*

# 世界の拡大 (時空間)





# 限定合理性

## 合理性(Rationality)と限定合理性(Bounded Rationality)

Herbert A. Simon ノーベル経済学者

経済主体 (Economic Agents) の行動 合理的でない 1947年

人間の認識能力の限界  
計算可能性  
合理性の限界  
経験則 感情

GPS (General Problem Solver)  
AIで活躍 狙いは合理性?

# 短期期待、長期期待

*John Maynard Keynes* 経済学者

短期期待 合理性

多くの確実な情報

長期期待 感情

情報の不確実性

期待 -- 動機

不確実性のもとでの意思決定

# 不確実性下の意思決定

経済学 長期期待 リスク 行動

## 複雑化する機械

昔の機械 単純 期待どおりに動作 ユーザーが信頼

現在の機械 複雑 期待どおりに動作しない

*Donald Norman*

ユーザーの自信喪失、不信

*Trust Confidence*

ドイツ語のVertrauen =

Trust, Confidence 信頼、自信

Affordance 対象が与える意味

# Design

## 英語のDesign

日本語の

設計(工学系)、デザイン(芸術系)

よりもactiveな印象

# 工学設計

## 従来の人工物

合理性(Rationality) を基本に設計

Rational

理性(Reason)

考え、判断する能力

言語(Language) 論理(Logic)

(人工物 工学的製品のみか？

社会、文化、言語は？) 人工物設計

# Closed World と Open World (1/5)

## 20世紀 Closed World

- 境界が明確
- 変化が少ない
- 目標が明確
- 経験が知識となる

鉄道、農耕の時代

# Closed World と Open World (2/5)

## 21世紀 Open World

- 境界がない
- 変化が多い
- 目標が絶えず変化
- 経験が必ずしも知識とならない

判断力の時代

航海、狩猟の時代

# Closed World と Open World (3/5)

## Closed Worldの論理

帰納、演繹

## Open Worldの論理

第3の論理

Abduction 誘拐

*Charles Sanders Peirce*

適当な仮説をもってくる。  
適用して問題が

解決すればよし。解決  
しなければ別の仮説を

探す。 設計の論理



# Closed World と Open World (4/5)

## Open World

変化の激しい時

歩きながら考える時代 携帯

状況への即応 サッカー

Donald Schon 1980年代

経営、設計、医療 合理性が成立しない

The Reflective Practice

行動しながら考える

# Closed World と Open World (5/5)

## Open World

### 問題設定が重要

関係者での **目標の共有** 最大の課題  
境界の定義、問題の設定、モデルの共有

## Closed World

問題は明確、問題解決が重要

## Open World

戦略が重要

## Closed World

戦術が重要

# Pragmatism (1/2)

終わりをよければすべてよし

*All's well that ends well Shakespeare*

「結果がよければすべてよし」の哲学

イギリスが発祥の地、アメリカの哲学

イギリス 航海の国

アメリカ 西部開拓

*Open World Tomorrow is another day*

**行動 Action**

**自分の成長 相手の成長(変化) Soccer**

モデルを絶えず変化 dynamic

# Pragmatism (2/2)

イギリス人は歩きながら考える

フランス人は考えた後で走り出す

スペイン人は走った後で考える

*笠信太郎 ものの見方について*

de Madriaga

スペインの外交官、ジャーナリスト

# 20世紀の設計

## Closed World

合理性

環境、状況の変化 少ない

**文脈独立** どのような状況でも同じように機能する

使用状況の予測 容易

設計者が適切な指令を用意

ユーザーは用意された指示を適切に出す

システムはユーザーの指示に従う Master-Slave関係

**設計者中心の設計** (信頼性の問題)

# 21世紀の設計

## Open World

環境、状況の変化 頻繁、大幅

### 文脈依存

使用状況の予測 きわめて困難  
環境、状況の判断が重要

状況判断できる人は？  
⇒ ユーザー

### 機械、システムの役割

ユーザーの判断、対応を支援  
パートナー関係、チームワーク 感情コミュニケーション

⇒ **ユーザー中心の設計** (信頼の問題)

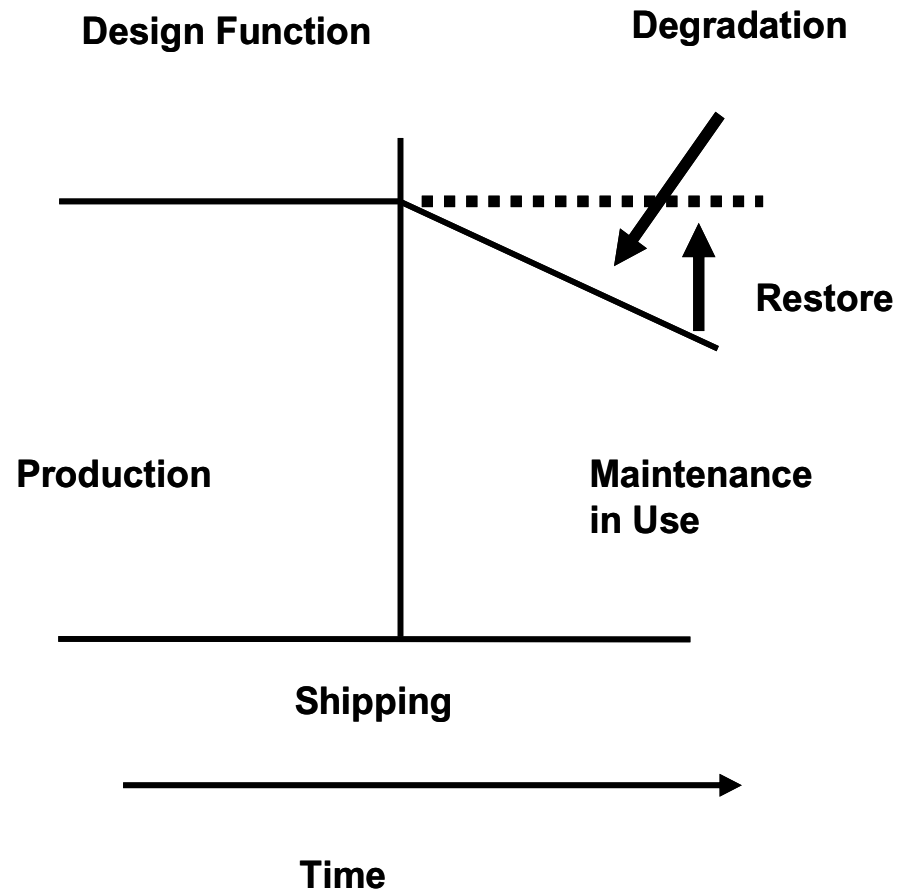
# ハードウェアとソフトウェア

## ハードウェア

機能固定方式      一方向 One Way  
有形(物理的実体)      財  
個体 太郎、次郎  
Win-Lose 関係

## ソフトウェア

機能成長(固定)方式      サイクリック Cyclic  
無形(非物理的存在)      サービス  
種 人類  
Win-Win 関係



ハードウェアの製品実現 機能固定方式



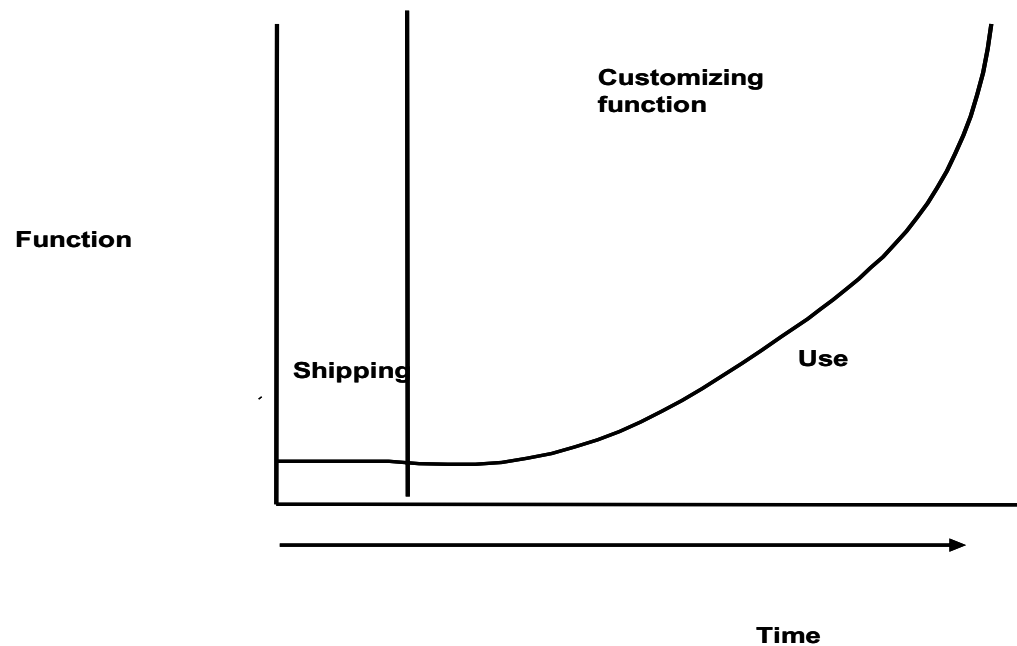
# ソフトウェアの製品実現方式

## Open World

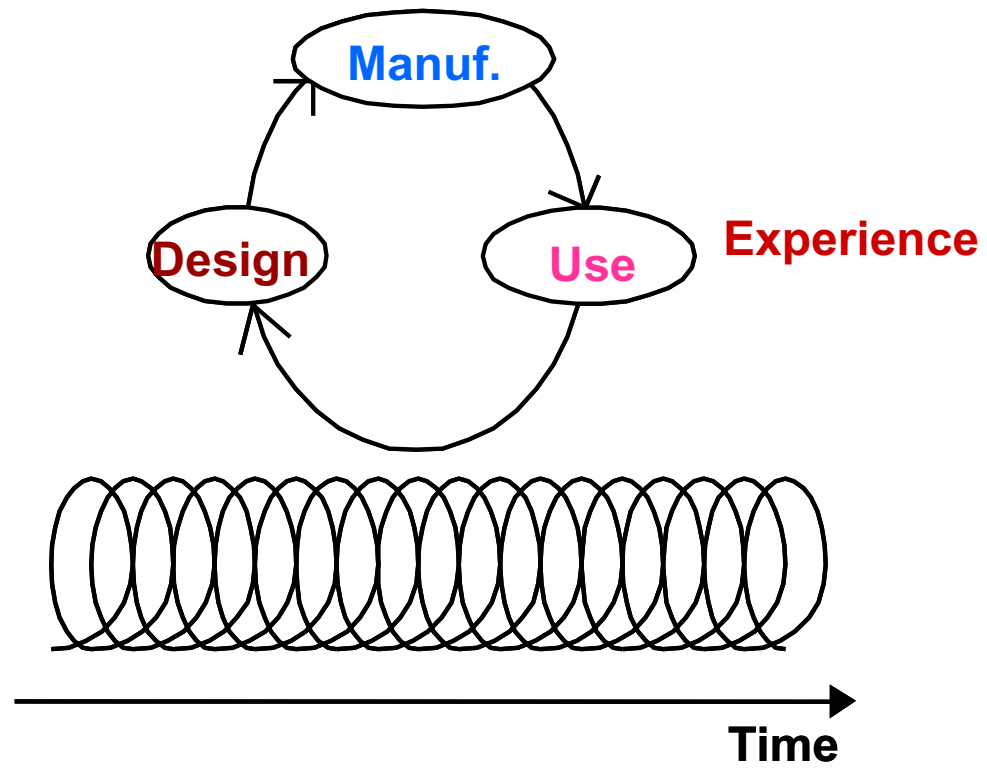
常に成長、進化

## Service

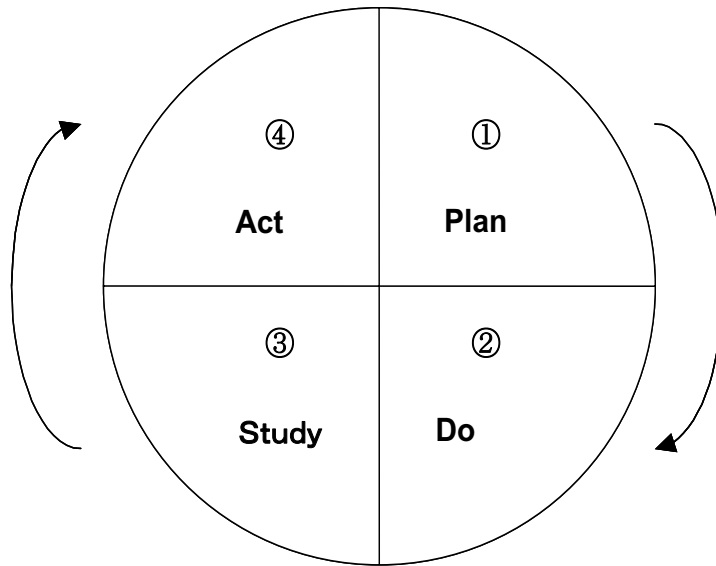
目標の合意 重要



機能成長(進化)方式 継続的プロトタイピング



# Shewhart Cycle



## Shewhart CycleとAbduction

基本的考えが同一

Deming Cycle

もともとはShewhartが開発

Shewhart

実験計画法の大家

Pragmatismの信奉者

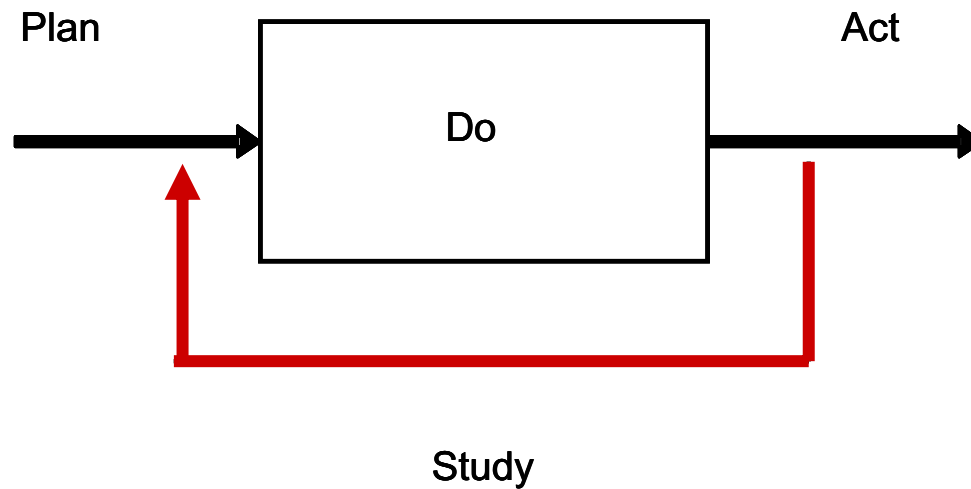
PDCAは適切ではない

(Plan-Do-**Check**-Act)

PDSAが正しい

と強硬に主張

(Pan-Do-**Study**-Act)<sub>27</sub>



**Feedback Loop のあるシステム  
= PDSA (Abduction)**

# 学習

ソフトウェアの機能進化曲線

学習曲線 と 類似

信頼度成長曲線

Logistic Curve

Gompertz Curve

Sigmoid Curve

⇒ 進化

生物

成長	個別生命体	教育	目標変化	少
進化	種	学習	目標変化	大

Open World における学習

周囲環境、状況への適応 進化

# 期待マネジメント (1/3)

## Expectation Management

経済学、ビジネス

## 相手に応じて戦う サッカー工学

福田収一

## Fair Play

de Madriaga

Spainの外交官、journalist

# 期待マネジメント (2/3)

Donald Norman

*Emotional Design*

昔の機械、システム

単純 ⇒

ユーザーは期待すべき動作を理解  
ユーザーの指示どおりに動作

現在の機械、システム

きわめて複雑 ⇒

ユーザーは動作を予期できない  
期待に反した動作

⇒ 機械、システムへの信頼性喪失

# 期待マネジメント (3/3)

## ソフトウェアの製品実現

簡単な機能 提供

ユーザーがその機能に馴染

ユーザーからのより高度な

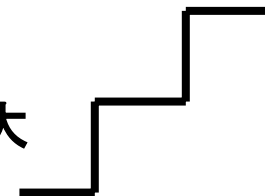
機能の要求 (feedback)

少し高いレベルの機能を提供

ユーザーが機能に習熟する時間

⇒ 自信 (Vertrauen)

システムへの信頼 (Vertrauen) の増大



**信頼** Trust *Emotional Reliability*



# 知能の発達

## 発達心理学

### 赤ん坊

4ヶ月ぐらいまで やみくもに体を動かす

試行錯誤中

外界はOpen World

不確実性のもとでの行動

その後 しばらく動かない

モデル作成中

それを過ぎると整然と体を動かす

確定したモデルに従って行動

# QFD: Quality Function Deployment

Quality とFunctionをマトリックスで関連づける

Quality 品質 = 期待 (効用)

Function 機能 動作 Action

QFDは 動詞で機能を表現

動詞 目的語を伴う

目的(対象)の明確化, 状況の明確化

問題設定

行動の英語 roast, broil, grill, bake, toast,

日本語 焼く

# 不確実性のもとでの行動

環境のOpen World化 不確実性の増大

阪大 科学技術振興調整費 先端融合領域イノベーション創出拠点の形成  
「生体ゆらぎに学ぶ知的人工物と情報システム」

<http://www.yuragi.osakau.ac.jp/introduction/yuragi.html>

$$dx/dt = du(x)/dt \times \text{activity} + \eta$$

ここで、 $u(x)$ : 目的関数、 $\eta$ : ノイズ

local minimum  $\rightarrow$  global minimum

Simulated Annealing

risk = ある事象の起きる確率  $\times$  その事象による損失      リスク

utility = Prob(x)  $\times$  Options      効用

*感情方程式? 海保博之編、「暖かい認知」の心理学、金子書房*

*片井修、「区切れない」ファジイ集合から「毛羽立った」*

*ファジイシステムへ、20周年記念提言論文、知能と情報、21,6, pp.44-62*

(C) Shuichi Fukuda, 2009

# 不確実性のもとでの行動

## 感情方程式？

$$dx/dt = du(x)/dt \times \text{activity} + \eta$$

ここで、 $u(x)$ : 目的関数、 $\eta$ : ノイズ

柳田敏雄、四方哲也、石黒浩、村田正幸、「生体ゆらぎに学ぶ知的人工物と情報システム」、  
応用物理、Vol.78, No.8, 2009

目的指向、階層性

石黒浩 ロボット

risk = ある事象の起きる確率  $\times$  その事象による損失      リスク

utility = Prob(x)  $\times$  Options      効用

海保博之編、「暖かい認知」の心理学」、金子書房

脳の情報処理の割込み

片井修、「「区切れない」ファジイ集合から「毛羽立った」ファジイシステムへ」、

20周年記念提言論文、知能と情報、Vol.21, No.6, pp.44-62, 2009

重層的時空間、Serendipity, fluffy system

不確実性をますます増大させる  
講演を拝聴頂き

ありがとうございました

福田収一

shufukuda@gmail.com

# 付録

# 福田の著書等

- (1) 価値創造学、丸善、2005
- (2) ものづくり大論、丸善、2006
- (3) よい製品=よい商品か?、工業調査会、2009
- (4) デザイン工学、放送大学教育振興会、2009
- (5) 日本機械学会編、福田収一責任編集、「HCDハンドブック-人間中心設計」、丸善、2006
- (6) 日本機械学会編、福田収一、綿貫啓一責任編集、「感覚・感情とロボット」、工業調査会、2008
- (7) Shuichi Fukuda (ed.), “Emotional Engineering: Service Development”, Springer, 2010
- (8) 福田収一、コラム「一杯のコーヒーから」、機械の研究、毎号養賢堂

# 設計、デザイン

広辞苑、岩波書店

## 設計

- ① ある製作、工事などに当たり、その目的に即して、工費、敷地、材料および構造上の諸点などの計画を立て図面その他の方式で明示すること。もくろみ。みつもり。

## デザイン

- ①下絵、図案、②意匠計画。生活に必要な製品を製作するにあたり、その材質、機能、技術、および美的造形性などの諸要素と、生産、消費面からの各種の要求を検討、調整する総合的造形計画。→インダストリアル - デザイン、グラフィック - デザイン



# Design

新英和大辞典、研究社

- ①「建築、機械などの設計」、②「設計図、設計法」、  
③「デザイン、意匠、芸術作品」、④「計画、企画」、  
「意図」

*Webster's New World Dictionary*

- ① plan, scheme, project、② purpose, intention, aim、③ a plan or sketch to work from; pattern、  
④ the art of making designs, ⑤ the arrangement of parts, form, color, etc, especially so as to produce an artistic unit、⑥ a finished artistic work

# 感性 -- 広辞苑

- ①外界の刺激に応じて感覚・知覚を生じる感覚器官の感受性
- ②感覚によって呼び起こされ、それに支配される体験。したがって、感覚に伴う感情や衝動や欲望をも含む。
- ③理性によって制御さるべき感覚的欲望

# 感性 (1/2) -- Wikipedia

## 概説

感性とは、美や善などの評価判断に関する印象の内包的な意味を知覚する能力と言える。これは非言語的、無意識的、直感的なものであり、例えば何らかの音楽に違和感を覚えるように人間に作用することもある。感性についての研究は古くは美学や認識論、また認知心理学や芸術学などで行われてきたものであり、歴史的には19世紀に心理学者フェヒナーが黄金比についての実験美学研究にその起源を求めることもできる。①外界の刺激に応じて感覚・知覚を生じる感覚器官の感受性

# 感性 (2/2) -- Wikipedia

## 定義

感性の定義は哲学的、心理学的にさまざまに行われている。認識論では**悟性**の対極にあつて受動的な知覚を担うものであり、また、人間的な理性よりも下位にあるために、より動物的なものだと言われることもある。近代ドイツの哲学者**カント**が『純粋理性批判』にて「悟性的な認識の基盤を構成する感覚的直感表象を受容する能力」と言ったが、この場合の感性はより感覚に近い位置づけである。

ただし、心理学では感性と感覚は必ずしも同一としない。**離人症**の患者がどんな絵画を鑑賞しても色や形を感覚として知覚しているものの、それらから何の感動や感情も持つことはなかったという症例があり、このことから情報の感覚的な処理と感性的な処理は単純に同じではないことが分かる。従って心理学者の三浦佳世は感性を「事物に対する感受性、とりわけ、対象の内包する多義的でありまいな情報に対する直感的な能力」と定義した。そしてこれに「高速で行われるところの帰属要因ならびに処理過程に関する情報の選択あるいは統合に対する無自覚性を特徴とする、処理に対する能力で、主に評価の形で表現されるもの」とも定義した。後に**創造**的な側面を踏まえて「無自覚的・直感的・情報統合的にくだす印象評価判断能力」という定義も加えられた。

# 感情 – 広辞苑

①きもち、こころもち、感じ

②「快い」、「美しい」、「感じが悪い」などというような、主体の状況や対象に対する態度あるいは価値づけ。心理現象のうちで、とくに主観的な側面

# 感情 -- Wikipedia

- **感情**(かんじょう)とは、**ヒト**・動物、物事などに感じて抱く**気持ち**のこと。**喜び**、**悲しみ**、**怒り**、**諦め**、**驚き**、**嫌悪**、**恐怖**などがある(**感情の一覧**)。
- **精神医学**・**心理学**では感情(英: emotion)と**気分**(mood)を区別することがあり、前者の方がより一時的なものをさす(しばしば**天気** weather と**天候** climate に例えられる)。しかし両者を区別せずに使用する場合も多い。**脳科学的**には、感情は**大脳**の表面(**大脳皮質**)、および**脳**の深部(辺縁系など)、**身体**の密接な相互作用で成り立っている。また感情と**思考**や**認知**は、たとえその人が意識にのぼらせなくても密接に関係し合っている(**「感情の脳科学」節**参照)。
- ヒト以外の**哺乳類**も、大脳辺縁系の構造はヒトと類似していること、辺縁系の各部位の電気刺激や神経作用物質の投与により、不安・恐怖・怒りなどヒトの**情動**反応に類似した反応をみせることが古くから知られ、これらの動物にも感情(情動)があると推測されることも多い。しかし、比較認知科学的には研究が始まったばかりであり、あくまでも**刺激**と**行動**の相関関係が観測されているだけにすぎないとする主張もある。

# Emotion -- Wikipedia

An **emotion** is a mental and physiological state associated with a wide variety of [feelings](#), [thoughts](#), and [behavior](#). Emotions are subjective experiences, often associated with [mood](#), [temperament](#), [personality](#), and [disposition](#). The English word 'emotion' is derived from the French word *émouvoir*. This is based on the Latin *emovere*, where *e-* (variant of *ex-*) means 'out' and *movere* means 'move'.<sup>[1]</sup> The related term "motivation" is also derived from *movere*.

No definitive [taxonomy](#) of emotions exists, though numerous taxonomies have been proposed. Some categorizations include:

- 'Cognitive' versus 'non-cognitive' emotions
- Instinctual emotions (from the [amygdala](#)), versus cognitive emotions (from the [prefrontal cortex](#)).
- Basic versus complex: where base emotions lead to more complex ones.
- Categorization based on duration: Some emotions occur over a period of seconds (e.g. surprise) where others can last years (e.g. love).

A related distinction is between the emotion and the results of the emotion, principally behaviors and emotional expressions. People often behave in certain ways as a direct result of their emotional state, such as crying, fighting or fleeing. Yet again, if one can have the emotion without the corresponding behavior then we may consider the behavior not to be essential to the emotion. The [James-Lange theory](#) posits that emotional experience is largely due to the experience of bodily changes. The **functionalist** approach to emotions (e.g. [Nico Frijda](#)) holds that emotions have evolved for a particular function, such as to keep the subject safe.

# Emotion -- Webster

1. strong, generalized feeling
2. any specific feeling, as love, hate, fear, anger, etc.



# Affordance (1/2) -- Wikipedia

アフォーダンス (affordance) とは、環境が動物に対して与える「意味」のことである。物体の属性 (姿や変化など) が、動物に対してその物体の取扱い方についてのメッセージを発しているとする考えに基づく。[アメリカの知覚心理学者ジェームズ・J・ギブソン](#)による造語であり、[生態光学](#)、[生態心理学](#)の基底的概念である。「与える、提供する」という意味の[英語](#) afford から造った。

## 概論

アフォーダンスは、動物 (有機体) に対する「[刺激](#)」という従来の[知覚心理学](#)の概念とは異なり、環境に実在する動物 (有機体) がその生活する環境を探索することによって獲得することができる意味 / 価値であると定義される。

例えば、[花](#)は[ミツバチ](#)に対して蜜を採取しろというメッセージを伝えている。崖は地上を歩く動物に[危険](#)であることを伝えている。

アフォーダンスの概念の起源は[ゲシュタルト心理学者](#)[クルト・コフカ](#)の[要求特性](#) (demand character) の概念、あるいは同じ[ゲシュタルト心理学者](#)[クルト・レヴィン](#)の[誘発特性](#) (invitation character) ないし[誘発性](#) (valence) の概念にあるとギブソンは自ら述べている。さらに遡って生物学者[ユクスキュル](#)の[環世界](#)概念との類縁性を見て取ることもできる。

# Affordance (2/2) -- Wikipedia

## デザインのアフォーダンス

1988年、[ドン・ノーマン](#)はデザインの[認知心理学](#)的研究の中で、モノに備わった、ヒトが知覚できる「行為の可能性」という意味でアフォーダンスを用いた。この文脈によるアフォーダンスという語義が、ユーザーインターフェースやデザインの領域において使われるようになった。

アフォーダンスは、物をどう取り扱ったらよいかについての強い手がかりを示してくれる。例えば、[ドアノブ](#)がなく平らな金属片が付いた[ドア](#)は、その金属片を押せばよいことを示している。逆に、引き手のついた[タンス](#)は、引けばよいことを示している。これらは、体験に基づいて、説明なしで取り扱うことができる。アフォーダンスは、物をどう取り扱ったらよいかについての強い手がかりを示してくれる。例えば、[ドアノブ](#)がなく平らな金属片が付いた[ドア](#)は、その金属片を押せばよいことを示している。逆に、引き手のついた[タンス](#)は、引けばよいことを示している。これらは、体験に基づいて、説明なしで取り扱うことができる。