

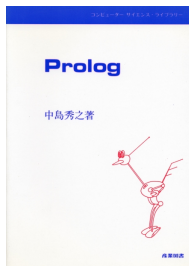


## 略歴

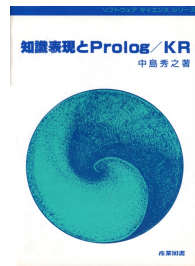
- 1978 MIT AI Lab 交換留学 (Carl Hewitt)
- 1979 AIUEO (私的勉強グループだがAI関連翻訳書『エキスパートシステム』『メンタルモデル』の出版もやった) 創始者の1/5 (命名したのも私)
  - 松原の結婚まで続く
- 1983 『Prolog』産業図書
- 1983 東大大学院情報工学専門課程修了 (工学博士), 電総研入所
- 1983 『知識表現とProlog/KR』産業図書 (0論の日本語訳)
- 1985 Syracuse Univ. 夏だけ客員 (Alan Robinson)
- 1989 Stanford CSU 在外研究 状況依存性 (Jon Barwise, Starley Peters)
- 1991 電総研 協調アーキテクチャ計画室長
- 2000 産総研 サイバーアシスト研究センター長
- 2004 公立はこだて未来大学学長
- 2010 “Handbook of Ambient Intelligence and Smart Environments” Springer
- 2015 『知能の物語』公立はこだて未来大学出版会

2016/1/25

## 博士論文の日本語訳を出版(右)



2016/1/25



## 初期の研究: 言語処理系のデザインと実装

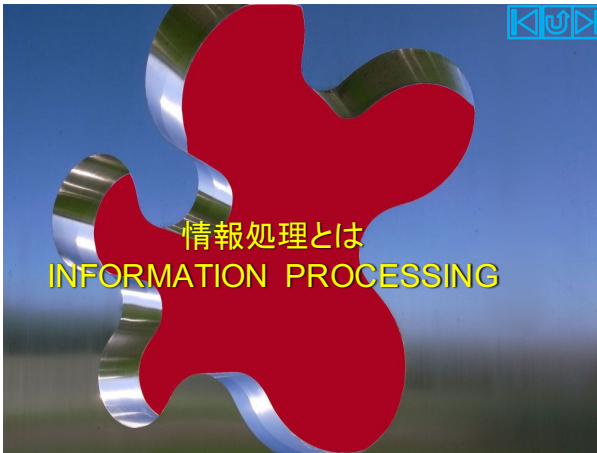
- Prolog on Lisp (世界初) MITで紹介
- Parallel Prolog (修士論文)
- Prolog/KR (博士論文)
  - 多重世界機構を導入し, 知識表現用に
- Uranus (Lisp Machine上)
  - Universal Representation Aimed Novel Uranus System (左再帰ではない命名)
  - 項記述 (論理変数の特性を利用し, 論理型言語に関数記述を導入. 同時にLazy Evaluation機能)
- Gaea (有機的プログラミング言語)

2016/1/25

## 私は飽き易いので10年で研究分野変更

- 1978-1990 Logic Programming (第五世代プロジェクト当時)  
→ IJCAI 85他で発表  
International Joint Conference on AI (AI最高峰の国際会議)
- 1988-2000 状況理論 → IJCAI 91
- 1990-date 協調計算, Multiagent systems → JCAI 97
- 2000-date Ubiquitous computing → IJCAI 07 (招待講演)
- 2003-date 構成的情報学 → IJCAI XX ?
- 2006-date 最近ではデザイン (科研費「デザイン学」領域立ち上げの作文) とサービス工学も

2016/1/25



### 三つの世界観

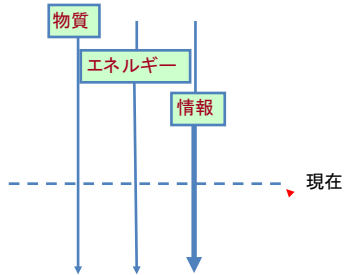
- 情報 information  
↑ 通信路容量  $C = W \log_2(1+(S/N))$  : シヤノン
  - エネルギー energy  
↑  $E = mc^2$  : アインシュタイン
  - 物質 matter
- 変換可能ということは同じものの別の側面  
- 各層に独自の法則
  - ただし矢印が一方通行であることに注意  
- 下から上は創発するが逆は不可

2016/1/25

10

### 情報は物質, エネルギーに次ぐ世界観

- 農耕社会
  - 衣食住
- 工業社会
  - ハードウェア
- 情報社会
  - ソフトウェア
  - コンテンツ
  - ビッグデータ
- 人間社会
  - 価値, 物語
  - サービス
  - AI



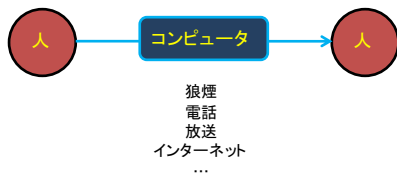
### 情報技術には2つある (通信だけではない)

1. 情報通信技術 (ICT): 情報を加工しない
  - telephone 電話
  - Internet インターネット
2. 情報処理技術: 情報を加工する(通信/表示しないことも)
  - data mining **ビッグデータ**からの知識発見(1も使う)
  - data science **eサイエンス/データ中心科学**(1も使う)
  - expert systems エキスパートシステム
  - voice recognition 音声認識
  - bioinformatics 遺伝子解析
  - fly/drive by wire (飛行機や車の) 操縦系の制御
  - weather forecast 天気予報

2016/1/25

### 情報の通信

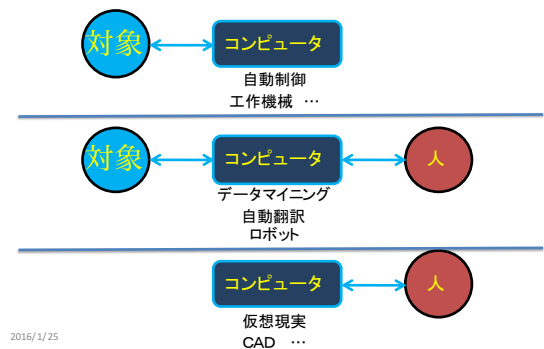
両端は人  
コンピュータは内容に関与しない



2016/1/25

### 情報の処理

人が関与しない場合もある  
コンピュータ (AI) が内容を操作



2016/1/25



## 知能研究の立場(変遷)

1. 物理記号仮説(physical symbol system hypothesis):  
知能の本質は記号処理にある(Newell, SimonらAI創始者たち)
2. 知能の本質はパターン認識(世界の分節化)にある  
- ニューラルネット派, 画像認識派  
- Deep Learning
3. 環境との相互作用の重視  
- Brooksの服属アーキテクチャ (subsumption architecture)  
- オートポイエシス (autopoiesis)  
- 状況依存性 (situatedness)

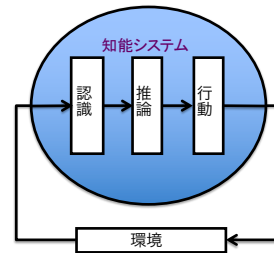
2016/1/25

## Neural Networksの変遷

- パーセプトロン Perceptron  
- 線形分離可能な学習のみ
- PDP(Parallel Distributed Processing)  
- Backpropagation (誤差逆伝播)の実用化により多層の学習が可能に  
- 初めて隠れ層のある(三層以上の) neural networksの学習法を示したのは甘利俊一(1967)
- Deep Learning  
- PDPの一種. 自己想起学習により概念化.

2016/1/25

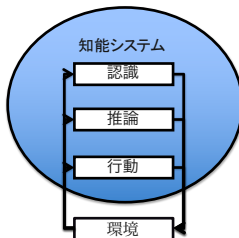
## 古い(物理記号仮説時代の)知能観



- (順序は違うが)読み書きそろばんモデル
- 内部表現とその上での推論をモデル化
- フレーム問題の発見

2016/1/25

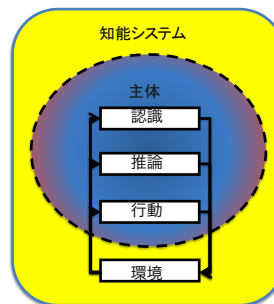
## 服属(Subsumption)アーキテクチャ



- Brooks  
- 「昆虫の知能」
- 水平型から垂直型へ
- 上位が下位に介入 (subsume)

2016/1/25

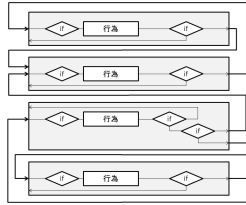
## 環境との相互作用を重視する知能観



- Uexküll:環世界  
- Gibson:アフォーダンス
- Maturana & Varela:  
オートポイエシス(自己産出)  
- 「神経システムには入力も出力もない」
- 状況依存性  
- 環境に計算させる

2016/1/25

## 私の研究から



- 有機的プログラミング言語Gaealにおける環境の動的制御(環境との同調の切り替え)
- 行為の後の状況を予測してあらかじめ同調する

2016/1/25

## 環境との相互作用

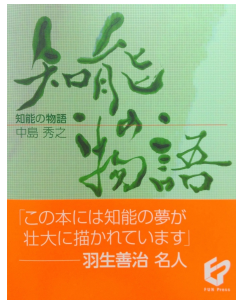
備前焼きは環境(火のまわり方)を積極的に利用している



- 完全な制御はできない(複雑系である)
- 何が起こったかは分析(自然科学)の対象
- (知能システムとしては、内部表現ですべてを計算するのではなく環境に計算させるのが重要)

## 知能の物語

- 題字: 今野萃花
  - 故中島荘牛氏(ほこだて未来大設立に貢献した函館の書家。薄墨が得意)の弟子、元未来大特任助教。
- 薄墨は環境との相互作用を利用している



中島荘牛書

2016/1/25

## ユクスキュル: 環世界 (思索社 1973)

- 1892-1905の研究
- 環境は生物が作り出す
- 環~~球~~
- ダニの環世界
  1. 光: 灌木の枝に登る
  2. 酪酸: 落下
  3. 温度: 冷たければ1に戻る
  4. 触覚: 毛の少ない場所から吸う

### 生物から見た世界

ユクスキュル/クリサード著  
日高敏隆・羽田節子訳



青 943.1  
岩波文庫

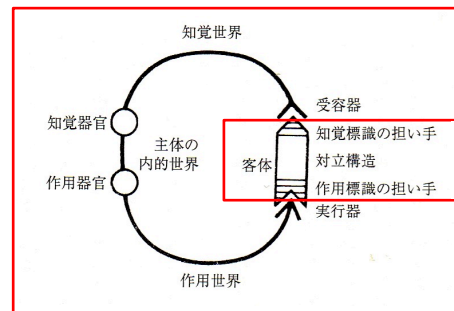
2016/1/25

## ダニは機械か能動的主体か

- 信号を自分で選別
  - 「刺激は主体によって感じとられるものであって、客体に生じるものではない」(cf. アフォーダンス)
- 物理的反作用ではない
  - 内部状態に応じた反応である
  - 「筋肉はあらゆる外的干渉に対して同じ方法で、つまり収縮によって反応する」
    - 反作用は作用と同量で逆方向と決まっている

2016/1/25

## 機能環

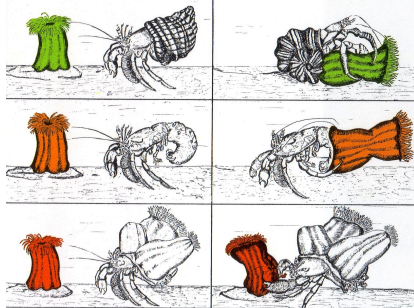


2016/1/25

ユクスキュル「生物から見た世界」図3



### ヤドカリの環世界 イソギンチャクに出会ったときの行動



殻付き  
→保護

殻無し  
→殻

空腹  
→食糧

2016/1/25

### 「知能」の定義は困難なので要素を考える

- 環境への適応(受動的)
  - 例:アメーバ、粘菌
- 環境の改変(能動的)
  - 道具の使用
  - 例:蜂、蟻、鳥(巣作り)
- 学習/教育
  - 例:鳥の鳴き方
  - 脳が必要?昆虫も学習するが...
- 予測・計画立案
  - 例:猿(大脳皮質が必要?)
- コミュニケーション, 言語
  - 例:蜂、鳥、猿
- 記号操作・抽象思考
  - 例:人間

2016/1/25

### 社会知能の考え方

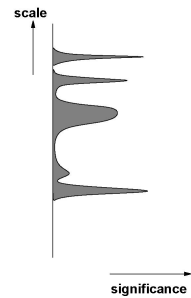
- 集団としての感情・知能
  - 模倣(ミラーニューロン)
  - 他人のモデル
  - アリの社会は一個体と見た方が良いかもしれない(個々の細胞が知能を持った生物?)
- 社会としての知能
  - 社会制度
  - 文化(ミーム)
- 社会としての進化
  - 共進化
  - 教育システムや文化の遺伝と進化



2016/1/25

### スケールに厚いシステム

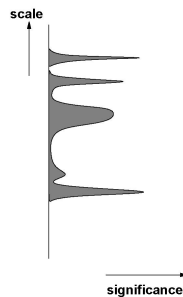
- 植物は複数のスケールで有意
  - km 森
  - m 樹形
  - mm 細胞レベル
  - Å 分子レベル(DNA)



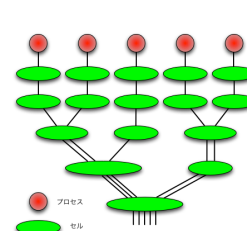
2016/1/25

### 人間理解の階層(多層システム)

- 社会(特に教育)
- 個人
- 臓器
- 細胞
- 分子(遺伝子や蛋白質など)



### 私の研究から:有機的プログラミング



- 多層システムのプログラミングを可能にすることを目標にデザイン
  - 複数プロセス
  - プログラム(セルに格納される)の動的階層構造
  - 状況依存性の体現

## Jeff Hawkins: On Intelligence

- 大脳皮質の6層構造
  - トップダウンとボトムアップの融合
- 「脳は外界からの入力と脳自身が想起した情報とを区別できない」



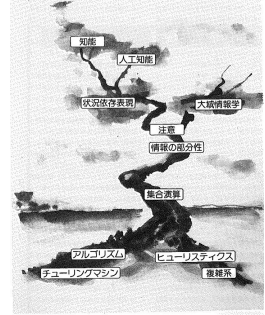
2016/1/25

## 1999年に考えた「いま欲しいブレークスルー」



いま欲しいブレークスルー:  
人工知能. bit, 31(3)25-28, 1999.

2016/1/25



26 March 1999/Vol.31, No.3 Table

## AIをめぐる論争

- 擁護
  - チューリングテスト
    - 記号処理に限定
    - 振舞で判断
  - シングularity(？)
- 批判
  - サール: 中国語の部屋
    - 弱いAI: 可
      - 知的振舞を示すシステムの構築
    - 強いAI: 不可
      - 人間のように理解するシステムの構築
  - ペンローズ: 『皇帝の新しい心』
    - 人間は証明システムを超越している(新しいものを作る)が、機械は証明システムそのものなので限界を超えられない

2016/1/25



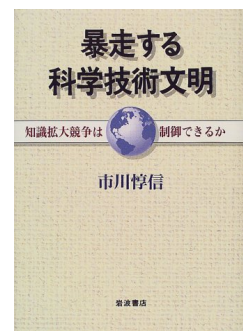
## 視点

- 視点の違いが言語構造の違いに反映
- 言語構造の違いが視点の違いに反映
  - Sapir-Whorf: 言語相対性仮説
- 研究にも反映しているのではないか(仮説)

2016/1/25

## 集団の統合原理には色々ある

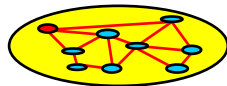
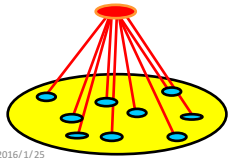
- 実力
- 規範
  - 無矛盾世界観
    - 戒律形
    - 審判規範形
  - 容矛盾世界観
    - 内部規範
      - » 市川惇信『暴走する科学技術文明』



2016/1/25

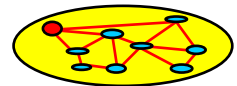
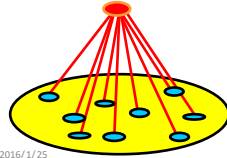
## 集団の構成員は誰を見ているか?

- 無矛盾世界観
  - 戒律, 神
  - 超越的存在
- 容矛盾世界観
  - 他人
  - 内部規範



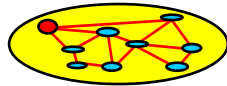
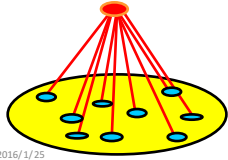
## 世界観の違いが視点の違いに反映

- 客観的的外部観測者の視点
  - システムの外
  - 客観性
- 内部観測者の視点
  - システムの一部
  - 主体性



## 科学と工学

- 科学
  - 客観的的外部観測者
  - 分析的
  - Computer Science
- 工学
  - 内部観測者
  - 構成的
  - AI (agents' view)



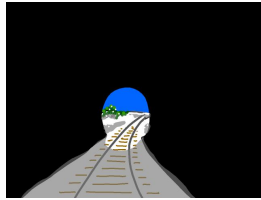
## 視点の違いは言語にも反映している 川端康成の「雪国」より

- English translation by E. G. Seidensticker:  
The train came out of the long tunnel into the snow country.
- Original Japanese:  
国境の長いトンネルを抜けると雪国であった。

2016/1/25

## 英語では虫の視点(状況依存視点)が取りにくい

- 英語は鳥の視点
- 日本語は虫の視点  
» 金谷武洋「英語にも主語はなかった」(2004)



## Sapir-Whorf: 言語相対性仮説

- Whorfの強い仮説(言語決定論)
  - 人間の思考は言語に規定される
- Whorfの弱い仮説(言語相対論)
  - 概念の範疇化は言語・文化によって異なる
- 私としては
  - 弱い仮説と
  - 強い仮説の一部に賛成

2016/1/25

奥山清行『フェラーリと鉄瓶』PHP文庫, 2010

・言語と考え方の関係

- ふだん日本語だけで仕事をしている人にはなかなか気づくチャンスのないことだと思いますが、人間は話している言語によって考え方が変わります。(p27)
- 英語: 言葉数が多いので頭もスピーディ.
- イタリア語: とても少ない言葉で意味が通じる. 頭の回転を速くしないと会話に追従できない.
- 日本語: 微妙なニュアンスを伝えるには良いが、素早い処理には不向き. 日本語は外国語より複雑.

2016/1/25

庭園を見る視点の差

西欧の庭園(左:ベルサイユ宮殿)はその配置自体に意味があるが、日本の庭園(右:桂離宮)の美は環境に埋め込まれている

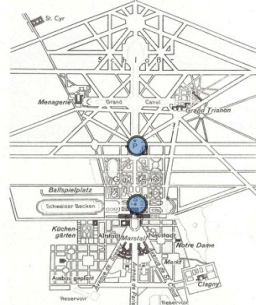


図2 ヴェルサイユ宮殿の庭園図

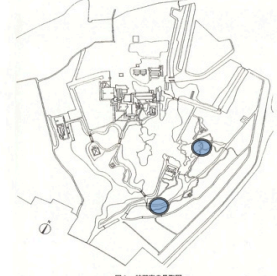


図1 桂離宮の庭園図

新形宿和: 日本人のくわたし>を求めて(pp. 16-17)

Where am I? / ここはどこ?

英語は鳥の視点



2016/1/25

日本語は虫の視点



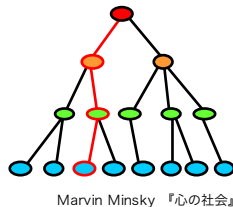
世の東西では認知過程も違う



2016/1/25

マルチエージェント研究

- ・ エージェント= 自律プログラム
- ・ 複数エージェント
- ・ 欧米では社会組織を手本
  - 抑制と資源配分による選択
  - 衝突, 折衝, 共同
- ・ 日本では協調アーキテクチャ
  - 三人寄れば文殊の知恵
  - 蟻や蜂の社会が手本
- ・ 坂村: 「ユビキタス」は一神教
  - 日本は八百万の神

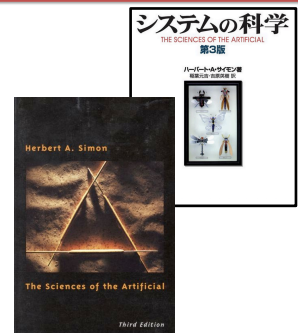


Marvin Minsky 『心の社会』

Herbert Simon:  
*The Sciences of the Artificial*

- 1st edition 1969
- 2nd edition 1981
- 3rd edition 1996

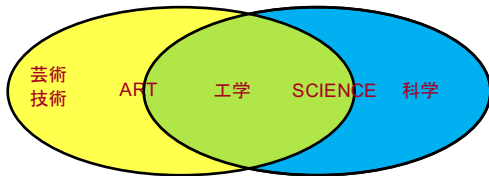
Everyone designs who devises courses of action aimed at changing existing situations into preferred ones.



2016/1/25

## 学と術(日本語と英語の違い)

- 工学はScienceの一部
  - science ← scientia = 知識
  - art ← ars = わざ・(職人的な)技術 (techne)



2016/1/25

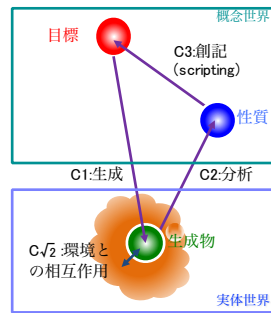


2016/1/25

## 科学 vol. 71 no. 4/5, pp.620-622, 岩波書店

2016/1/25

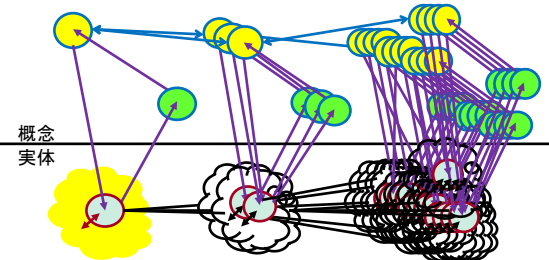
## FNSダイアグラム: 構成の方法論の定式化



2016/1/25

- Future Noema Synthesis
- 実際にはフラクタル & スパイラル
  - 矢印を展開するとFNS
    - たとえばC2は科学の仮説生成-検証ループ: 構成は分析を包含している
  - 目標が変化していくのでスパイラル

## 実システムは複雑(多層FNS) 概念層と実態層が非対応



2016/1/25



2016/1/25



私の研究から: 状況理論

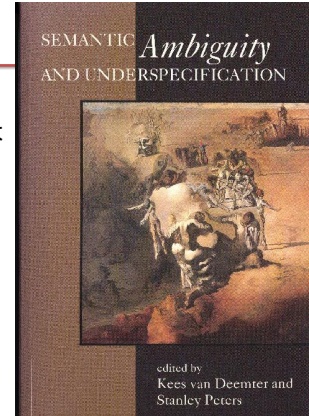
- $s \models \sigma$ 
  - 状況/情況  $s$  がインフォンのサポート
- 客観的ではなく主観的状況(情況)を考える
  - Japan  $\models \langle\langle \text{time}, 4:00 \rangle\rangle$
  - World  $\models \langle\langle \text{time}, 4:00, \text{JST} \rangle\rangle$
  - (情況が大きい程, 状況依存性が減り, インフォンも多要素になる)

2016/1/25

状況依存性

- この本の一章で我々は
  - 日本語は曖昧 (underspecified) ではなく, properly specified であるという主張をした
  - 虫の視点なら状況依存性が使える

2016/1/25



状況推論で用いる表現の特徴[片桐91]

- 推論に用いられる表現は必ずしも表現される対象や状態を完全に模倣する必要はない。表現が環境に適切に埋め込まれている, あるいは表象操作とそれに基づく行為のための主体の構造が適切であれば推論に用いる表現自体は簡略化することが可能である。さらにそれにとまって推論操作も簡略化し, 効率的に推論を行なうことが可能である。
- 必要に応じて環境への依存度の異なる表現を使い分ける

2016/1/25

私の研究から: 状況依存性を活用したUI

- Insects' Eyes View
- "Let it be" so (*que sera sera*)



2016/1/25

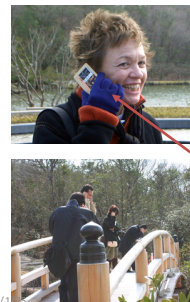
- NOT Birds' Eyes View
  - make it happen by representation and computation

愛地球博  
(グローバルハウス)



2016/1/25

愛地球博  
(Show & Walk by Laurie Anderson)



2016/1/25





## AIの応用

- 柔軟な組織運営(新しい会社や社会の形態)
  - 資本主義や民主主義のあり方も見直せるか?
  - (AIに奪われて)仕事が無くて暮らせる社会
- Intelligence Amplifier
  - 人間と分業&協調
  - 人間は創造的仕事(デザイン)
- AIものづくり
- 対話処理
  - (電話やホテルなどの)受付
  - 自動翻訳
- 自動運転
- 複雑系の処理
  - 部分の単純和ではないシステムの扱い

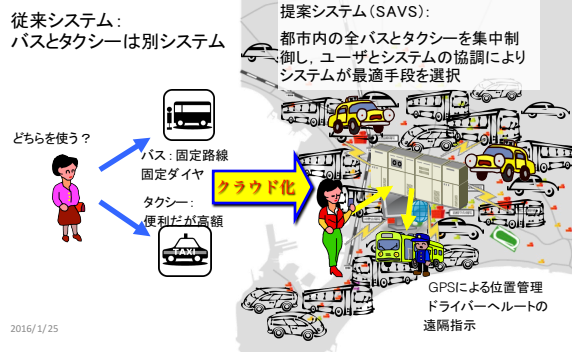
2016/1/25

## 私の研究から: 協調カーナビ

- 地域全体でカーナビ情報をシェア
- 現在地と目的地がわかる
- 未来の交通状況のシミュレーションが可能
  - VICSの混雑情報のフィードバックは非効率
    - 振動
    - 遠方での決断が不可
      - たとえば長野から東京に入るのに中央道か関越かは最初に決断したら、後で修正不能

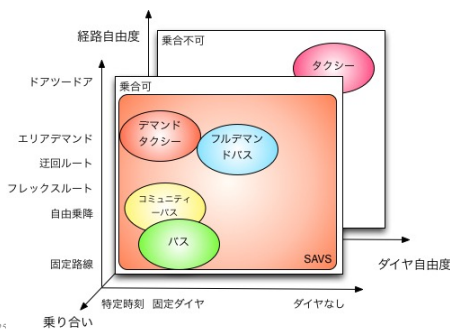
2016/1/25

## 私の研究から: 公共交通サービスのクラウド化 (バスとタクシーの差は車輛の大きさだけに)



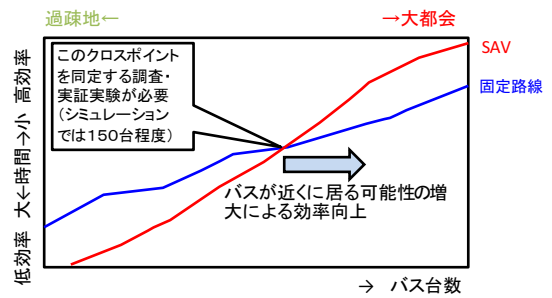
2016/1/25

## 公共交通のクラウド化



2016/1/25

## MANシミュレーションで: 我々の提案しているSAV方式は台数が増える程有効であることが判明



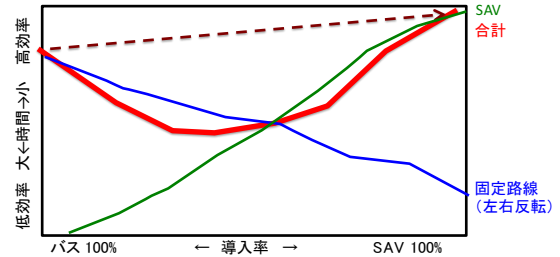
2016/1/25

函館全域シミュレーション  
 30万人の半数が1日1往復を想定  
 定員12人車輌の場合1500台あれば十分  
 (全デマンドの平均)

車輌数	待ち時間 (分)	旅行時間 (分)	乗り合いによる 旅行時間の増加	乗り合い 回数
500	45	35	15	15.76
1000	11	23	9	11.36
1500	5	18	5	7.32
2000	3	15	3	4.49
3000	2	12	1	1.81

2016/1/25

U字型問題もシミュレーションで判明:  
 固定路線からSAV方式への暫定的移行

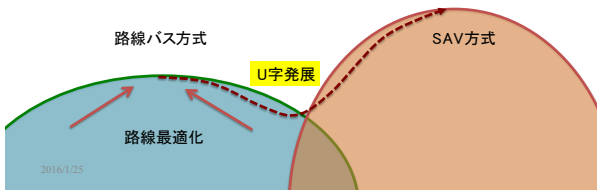


2016/1/25



### U字発展問題: 局所最適と大局最適

- マルチエージェントシミュレーションで判明
- 路線最適化は局所最適化
- SAV方式は(都市部では)大局最適
- SAVへの移行はU字型の谷を越えて発展
  - 経済原理だけでは進まない

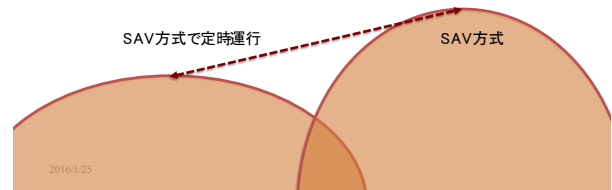


2016/1/25

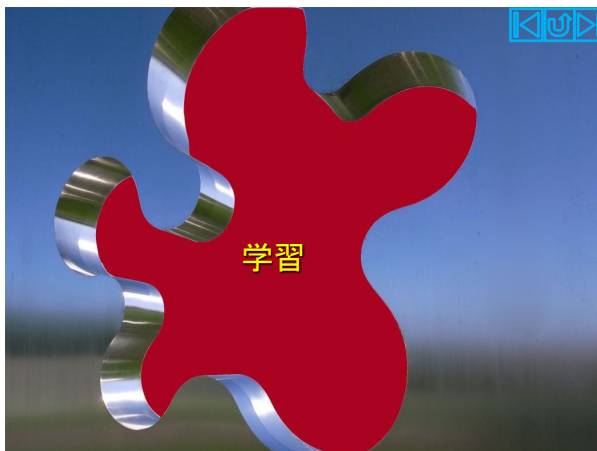


### U字発展問題の一解決策 (混ぜなければ良い!)

- 情報技術の柔軟性を使う
- SAVシステムを路線バス方式で運用
  - この段階でも路線最適化などに柔軟に対応可
- 準備が整った段階で一気にSAV方式に切替
  - あるいはSAVの日を作って実証も可
  - いつでも元に戻せる



2016/1/25



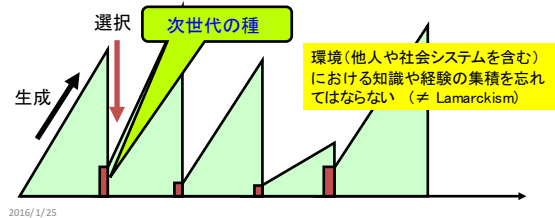
### 遺伝子と学習の共進化

- 学習が重要である例
  - 鳥やくじらは歌を親から学習する
    - 発生器官が必要
    - 音程認識能力が必要
  - 恐竜は集団による狩を教育されねばならない  
 ("Lost World" - Jurassic Park IIより)
  - 母親から離して人間に育てられたチンパンジーはセックスができない(性的興奮はする)

2016/1/25

## 進化論的方法

- 進化とは要するに
  - [遺伝子形の]ランダムな生成と
  - [表現形の]選択 (基準は動的に定まる)



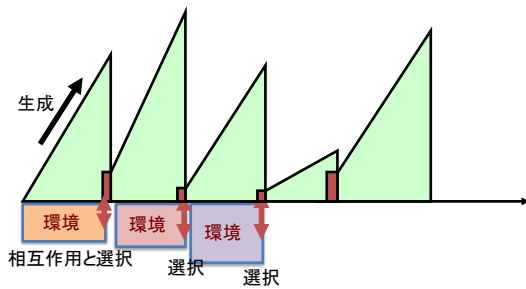
2016/1/25

## 問題

- 進化計算モデルやFNSは学習を捉えていない
- 現在改変中

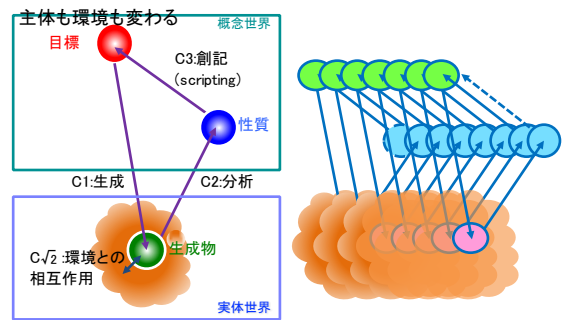
2016/1/25

## 学習を考慮した進化

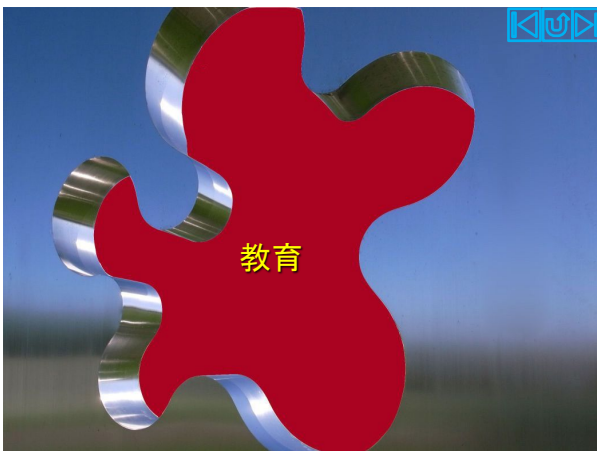


2016/1/25

## 学習を入れたFNSダイアグラム



2016/1/25



## 中島秀之: 計算論的思考 情報処理 56(6)584-587, 2015



Communications of the ACM Vol 49 Issue 3, 2006  
2016/1/25

86



## 未来大での教育

- 大学院の位置付けを明確化
- メタ学習センターの設置(リベラルアーツの再重視)
- 高度ICTコース新設
- 情報システムデザインセンターの設置
  - 医学部における大学病院の情報版
  - 現場を持ち、研究と教育に使う

2016/1/25



## 未来大の研究教育分野

- 情報科学
- デザイン(出口イメージ)

情報科学で新しい社会システムを  
デザインする 人材の育成

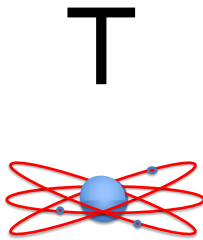
教育のキーワード:  
情報, システム, デザイン

2016/1/25



## T型人材/アトム型人材

- T型
  - 深い専門
  - 広い知識/興味
- アトム(原子)型
  - 自分の専門分野が核
  - 電子の雲が周囲の原子と相互作用してより大きな分子を構成



2016/1/25



## 未来大の重点研究分野

- Marine IT : 海洋水産
- Medical IT : 病院, 医療
- Mobile IT : 観光, 移動,  
モバイルコンピューティング
- Museum IT : 博物館, デジタルアーカイブ

2016/1/25



## Marine IT

- 例
  - ホタテ養殖の水温管理
    - ユビキタスバイ(右の写真)
  - なまこ養殖の資源管理
    - iPadアプリ
- 陸の技術がそのままでは使えない
  - 価格(漁業者に手の出る価格)
  - 波の揺れ(ユーザインタフェースも変わる)
  - 海上無線LANの実験も



2016/1/25

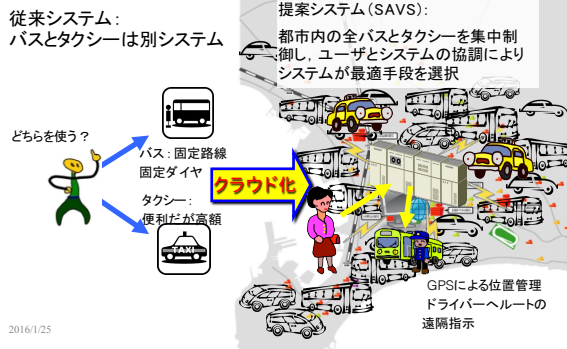


## Medical IT





Mobile IT: 公共交通サービスのクラウド化  
(バスとタクシーの差は車輛の大きさだけに)



2016/1/25

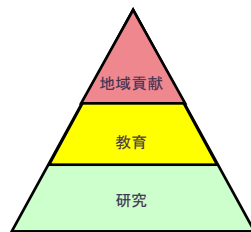
デジタルアーカイブ(Museum IT)

- 函館は明治以降の歴史的写真や資料の宝庫(函館博物館は荒俣宏が絶賛)
- 地域の歴史文化を次世代のコンテンツに
- ITにより、未活用の地域の魅力を可視化  
- 地域ブランドの向上

2016/1/25

未来大の立ち位置

- 地域貢献  
- 地域の知の中核となる
- そのための教育  
- リーダーを育てる  
- 地域問題も扱う  
プロジェクト学習
- そのための研究

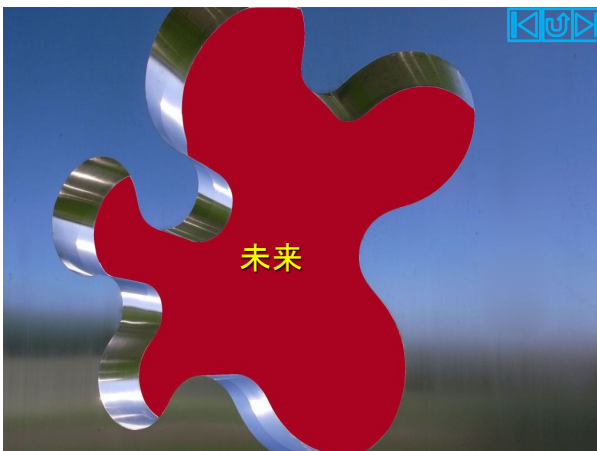


2016/1/25

3種類の学生教育パス  
Three learning paths for students

	研究・教育者 researcher/teacher	高度専門職業 advanced job training	リーダー liberal arts
博士課程 Doctor course		修士候補は初期(2年生?)から分離	
修士課程 Master course		成績推薦 入試	入試
学部 Under graduate	博士課程は外部からを基本	高度ICTコース 成績推薦	

2016/1/25

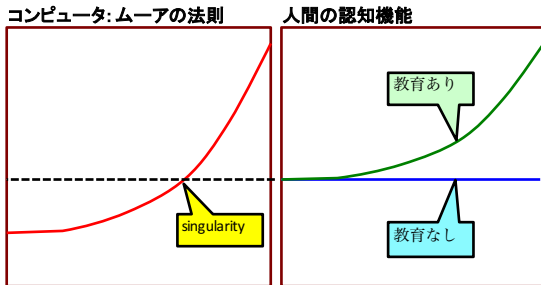


Singularity(特異点)

- Ray Kurzweil: The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology (2006)  
- ポスト・ヒューマン誕生—コンピュータが人類の知性を超えると時(2007)
- 前提は二つ  
- ムーアの法則(コンピュータの処理能力が脳を超える)  
- 人間より賢いプログラムができる  
• そのプログラムが自分より賢いプログラムを作り続ける(再帰的)

2016/1/25

## Singularityは本当に来るか？



## AIの方向性(歴史)

- 独立知能から環境の重視へ
  - 環境の制御/デザインを視野に含める
- 個から社会へ
- これらはどちらも東洋思想的
  - 日本の出番

2016/1/25

## 『知能の物語』(中島秀之2005)から

- ある石の集団が死ぬとわかったときに、これをどうするかは別問題である。振り代わるなりして、その石の死を無駄にしないのが知能であり、このあたりのプロの技は注目に値する。
- このような失敗からの脱出は知的活動のなかでも最もむずかしい部類に属すると思う。外界からの刺激に反応するだけでは対処できない。記号処理をもう一度見直す必要があると考えている。初期の記号処理盲信ではなく、環境との相互作用などを考えた新しい記号処理/ラタイム (脚注: 最近Deep Learningが、概念獲得を含めた学習ができるということで期待されている。ニューラルネットワークの枠組みで記号処理ができるということである。しかしながら、ここで議論しているような一段抽象的な推論能力、あるいは自分の知識や推論に関するメタ学習能力に関してはまだ示されていない。)が欲しい。

2016/1/25

## 機械学習の問題点

- 過学習 (over fitting)
- 騙され易い
  - 誤認識に導くパターンが容易に作れる
  - 人間にも錯視はあるが...

→ トップダウン予測で解決可能

2016/1/25

## AIプロジェクト

- 第五世代に続く世界的インパクトが欲しい
- 「ボトムアップ(ニューラルネット)とトップダウン(記号処理)の融合」

脳科学の知見とAI技術を融合し  
「予測知能」の実現を目指す

2016/1/25

## トップダウンとボトムアップの融合: 脳科学に学ぶ必要

- 脳科学の知見とAI技術を融合し「予測知能」の実現を目指す
- 大脳皮質の6層構造をヒントに
  - Deep learningは基本的にはボトムアップ処理
- 人間の環境認識
  - トップダウンが主
    - 脳が処理する情報の93%がトップダウンだという説も(池上高志曰く)
    - 機械学習の限界(過学習や騙されやすいこと)を超える鍵
  - ボトムアップは引金



2016/1/25