

# アックスの 分散機械学習プラットフォーム

## axLinux/雷神L

2016/FEB/19

たけおか  
(株)アックス

# アクセス入ってる



■ (独)産業技術総合研究所  
知能システム研究部門  
ヒューマノイド研究グループとの  
実時間Linux共同開発



■ オリンパス デジカメ



■ シャープ ザウルス



■ 実時間Linux  
航空自衛隊で計測に使用



■ パナソニック  
プロジェクタ

# 国産CPUメーカーとの協業

■ 国産CPUへのLinuxポータリング実績 No.1



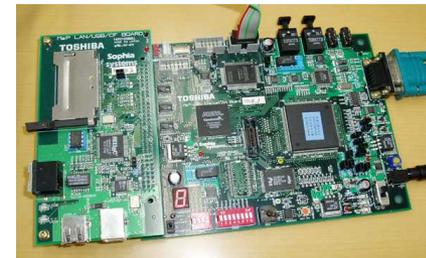
富士通 **FR/V**



ルネサスエレクトロニクス  
(旧日立製作所)  
SH-Mobile/SH-2A



ルネサス  
エレクトロニクス  
(旧NECエレ)  
**V850**



東芝 **MeP**



東芝 **CELL**



セイコーエプソン **C33**



シャープ **LH795xx**



サンヨー **LC690132**

# アックス入ってる

## ■ バイオサーバ



富士通と富士通研究所がたん白質解析の専用サーバを開発

確率分割法で高並列処理を実現、実証実験を開始

2003.11.06-富士通は5日、富士通研究所と共同でたん白質の立体構造シミュレーションを超高速度で実施する専用サーバ「バイオサーバ」（開発コード名）を開発、実証実験に入ると発表した。バイオインフォマティクス分野での共同研究相手であるゾイジーン、さらには新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）プロジェクトを通してシステムの実用性を評価し、来年以降に製品化の検討に入っていく。プロセッサ（CPU）の数に比例した並列高速処理を実行できるのが特徴で、計算で60年以上かかっていた処理、あるいは実験で1ヵ月程度かかる解析を12日間で行うことができるという。

**BioServer 超並列シミュレーションサーバ**

用途  
タンパク質MDSシミュレーション  
MD: Molecular Dynamics  
(分子動力学計算)

特長

- 超並列計算  
多数の独立なCPUで  
多数の分子系を同時に計算し  
自然比例効果を得る。
- 1ラックあたり1万倍高速！
- 富士通製プロセッサFR-Vの採用  
最低消費電力 1/30  
筐体高さ 1/2.5  
超高密度実装 最大1920個/ラック  
\*1ラックあたりの対当社スパン比

項目	FR-V	FR-V	FR-V	FR-V	FR-V
プロセッサ	FR-V	FR-V	FR-V	FR-V	FR-V
メモリ	FR-V	FR-V	FR-V	FR-V	FR-V
電源	FR-V	FR-V	FR-V	FR-V	FR-V
冷却	FR-V	FR-V	FR-V	FR-V	FR-V
筐体	FR-V	FR-V	FR-V	FR-V	FR-V

BioServer FR-V プロセッサモジュール

今回開発した「バイオサーバ」は、CPUに富士通の組み込みプロセッサである「FR-V」を採用しており、1ラックに最大1,920個搭載することが可能。これは、最大8命令を同時に実行できるVLIW（ベリオンディングインストラクションワード）型プロセッサで、浮動小数点演算でも4命令の同時実行が可能であり、1ワットという低消費電力で1.33ギガFLOPSのピーク性能を発揮する。CPU当たり256メガバイトのメモリーを積んでおり、OS（基本ソフト）としてはアックス（本社・京都市、竹岡尚三社長）が製品化した組み込み系Linuxである「axLinux」を採用している。

三菱化学の100%子会社であるゾイジーンとの共同研究で使用する1号機は1,000個のFR-V

# 自動運転ソフトウェア「Autoware」サポート提供

- 名古屋大学 加藤真平先生のAutoware
  - 日本で一番、自動運転の研究が進んでいる
  - 名古屋 守山市で、公道を自動運転走行
  - トヨタ自動車などもスポンサー



<http://www.pdsl.jp/%E6%97%A5%E6%9C%AC%E8%AA%9E%E3%83%88%E3%83%83%E3%83%97/>

[http://news.mynavi.jp/series/coolchips18\\_auto\\_car/003/](http://news.mynavi.jp/series/coolchips18_auto_car/003/)

AXEは、Autoware開発を手伝っている

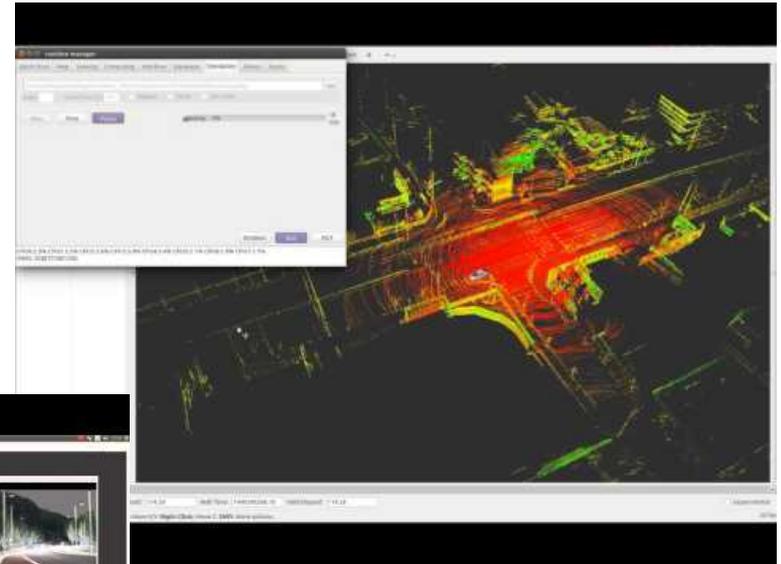
- 自動運転には、KnowHowが多くある
  - 研究発表されているのは、KnowHowではない
- Autowareは、オープンソース・ソフトウェアとして無償配布されている
- AXEは、Autowareサポートを、有償で提供
  - Autowareを入手しても、即座に自動車を走らせることができるわけではない

# Tier IV



Intelligent Vehicle

- 名古屋大学 発 ベンチャー
- 加藤真平先生のAutowareをサポートする会社
  - AXEは、TierIVと協調して、Autowareサポートを、有償で提供
  - Autowareを入手しても、即座に自動車を走らせることができるわけではない
- 自動運転技術の開発&提供
- 3次元地図/地図技術の提供
- 3次元地図への広告配信



# AXEたけおかラボの並列計算機

## ATOM 16CPU機の試作

- 東京エレクトロンデバイス社と
- Intel ATOM 16CPUでクラスタ計算
- Linuxをディスクレスでクラスタリング管理
- 簡単なノード管理
  - 数億CPUまでスケール
- Hadoop
- MPI



# アクセスのGPU計算クラスタLinux

- マルチGPGPUカード・サポート

- マルチ Intel Phi サポート可能

  - 一つのx86マザーボードで

  - NVIDIA GPUカードの、多数同時動作をサポート

    - ※PCI-e スイッチ必須

- オープンソースGPUドライバをサポート

  - Gdev, nouveauにより、CUDAバイナリでGPUを駆動

    - Gdev: 加藤先生@名古屋大が開発中のOSS

- CentOS6, ScientificLinux6 ベース

  - Ubuntu Linuxも可 (しかし、頻繁なアップデートはお薦めしません)

  - Intel CC, Intel Fortran, g95, gcc, CUDA, OpenMP サポート

  - ノード管理コストがほぼ0

  - MPI, OpenMP などフツートのSMP,分散計算環境をサポート



# アックスの計算用クラスタLinux

- Linuxカーネルを変更
- OOM killer対策
- スパコン向けスケジューリング
- 不公平スケジューリングを可能にした
- 指定した特定のプロセスがCPUを長期間得られる
- 計算を行うプロセスを圧倒的に有利にできる
  - キャッシュのヒットミス
  - ページ・フォールト発生
  - TLBミス

の軽減

※組み込みLinuxで開発したQoSなどと同じ技術を  
スパコンに適用

# アックスの分散計算用 クラスタLinux

- Hadoopサポート & Java言語サポート
  - データセントリックな計算
    - Map&Reduce
  - Big data時代のプラットフォーム
  - Hadoopによる分散数値計算をGPUで超加速

**機械学習  
and/or  
記号処理  
AI製品  
  
ロボット**

# 機械学習 & AI 大人気

## ■機械学習 大人気

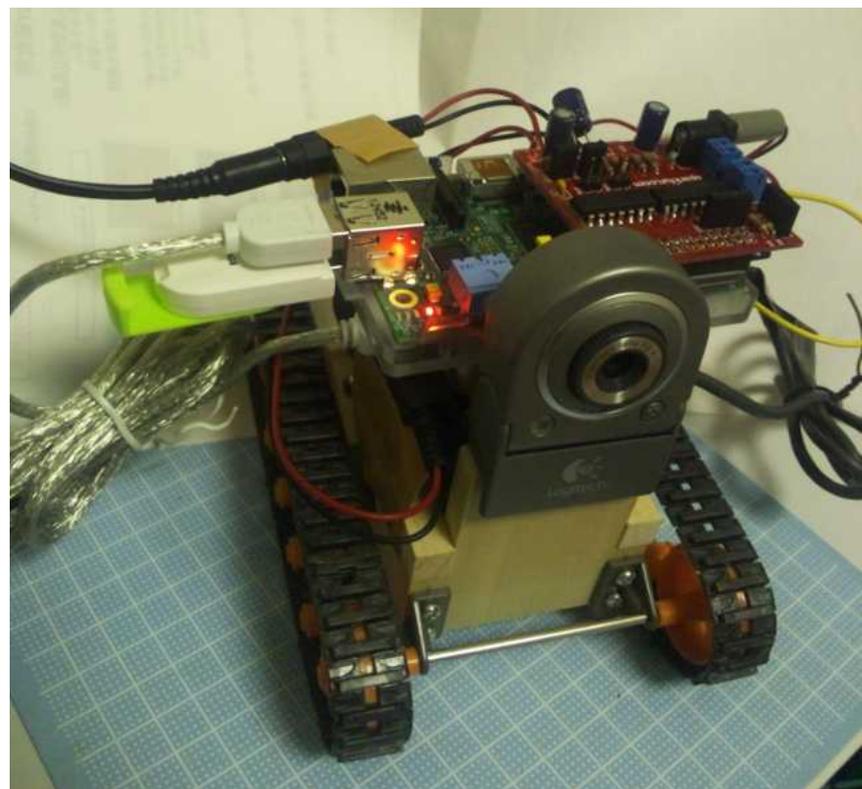
## ■ついでにAI (人工知能)も大人気

– 余談:私は、古典AI派

- ルール・ベースのAI
- 機械学習?なにソレ? (笑)
- とはいえ、ルール・ベースのAIに、機械学習を組み合わせているが

# AXEの機械学習 顔認識 ロボット

- 人間の顔を見つけたら、追尾する
  - ・顔の位置を判断して、左/右/前/後 どう動くかを定める
- 完全 自律式
- Linux+OpenCV+OpenEL
- OpenCVは顔認識などを含む総合的な画像処理ライブラリ
- OpenELはJASAなどが推進している
- ロボット用の下位の抽象化層の規格
  - ・DCモータの制御は**OpenEL**
- ハードウェア
  - ・ RaspberryPi
    - ARM11@700MHz
    - 512MBytesRAM
  - ・ USBカメラ
  - ・ DCモータ



# 機械学習 (OpenCV) による顔認識

## ■ OpenCV

- ・ 一般的画像処理
- ・ 画像認識
  - 学習器
  - 認識器
- ・ カメラ入力部

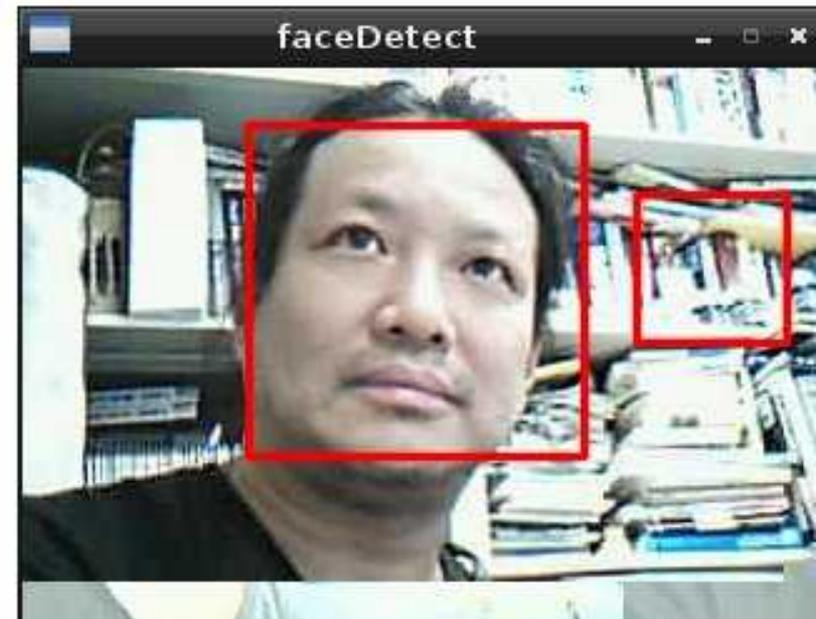
## ■ USBカメラを接続

- ・ ロジクール QCAM-E2500, 30万画素
- ・ Logicool 861200
- ・ カメラ入力

## ■ 顔認識

- ・ 学習済みデータが用意されている
- ・ 簡単に使用できる
- ・ ロボットの目玉にでも

「たけおか opencv raspberrypi」でググる



# 機械学習

## ■ サポート・ベクター・マシン (SVM)

- ※ベクトル計算機ではない
- 特徴ベクトルを扱う
- 標本の空間の縁を学習で作り、対象が空間の内側にあるか否かを判定

## ■ ディープ・ラーニング

- ニューロ・ネットワーク
- 層が多い
  - ある大きな層の単位で、  
異なった処理(学習)を行っている

# 機械学習の並列度

## ■ サポート・ベクター・マシン, OpenCVなど

- 分散で学習し、最終的に学習結果をリダクション
  - 実績あり
- スケーラブル
  - 学習サンプルを分割し、各ノードにばらまく
  - サンプル数が十分に多ければ、台数効果あり

## ■ ディープ・ラーニング

- ニューロ・ネットワーク
- 学習が一次結合式のようなものなら、分散→リダクション可能
  - ニューロ・ネットワークは、結構ほのぼのしている
- 層ごとに、独立に学習可能
  - 前段の出力例があれば、後段の学習は独立に可能
  - 現在、一般的なディープ・ラーニングは、大きなバックプロパゲーションはなさそう

## ■ いずれもPCクラスタ向き

# axLinux/雷神L

## ■機械学習の並列プラットフォーム

## ■下記の機械学習をサポート

- サポート・ベクター・マシン
- ディープ・ラーニング
- ニューロ・ネットワーク

## ■ axLinux/雷神Lの特徴

- MPI (ssh)で
  - 起動
  - 結果を MPI通信でリダクション
- MPI対応しなくとも、リダクション方法を少し工夫すればOK
  - Perl, PHPなどでも最終処理可能
- サンプルは容易に分割可能
  - サンプルは、個別のファイルであることが多い
  - 数値データのファイルでも、容易に分割可能

ごまめ

ルールベースAI

(推論システム)

製品

# 推論システムと機械学習の違い

- 機械学習: 反射神経

- 例えば...

- 障害物回避のパターン(無限に近くある)の、すべてを学習させることは不可能

- 障害物の数が異なるだけで、違うパターン。多すぎる
    - 「止まる」ことは簡単にできる
    - 「障害物を避けて走る」のは、機械学習だけではほぼ不可能

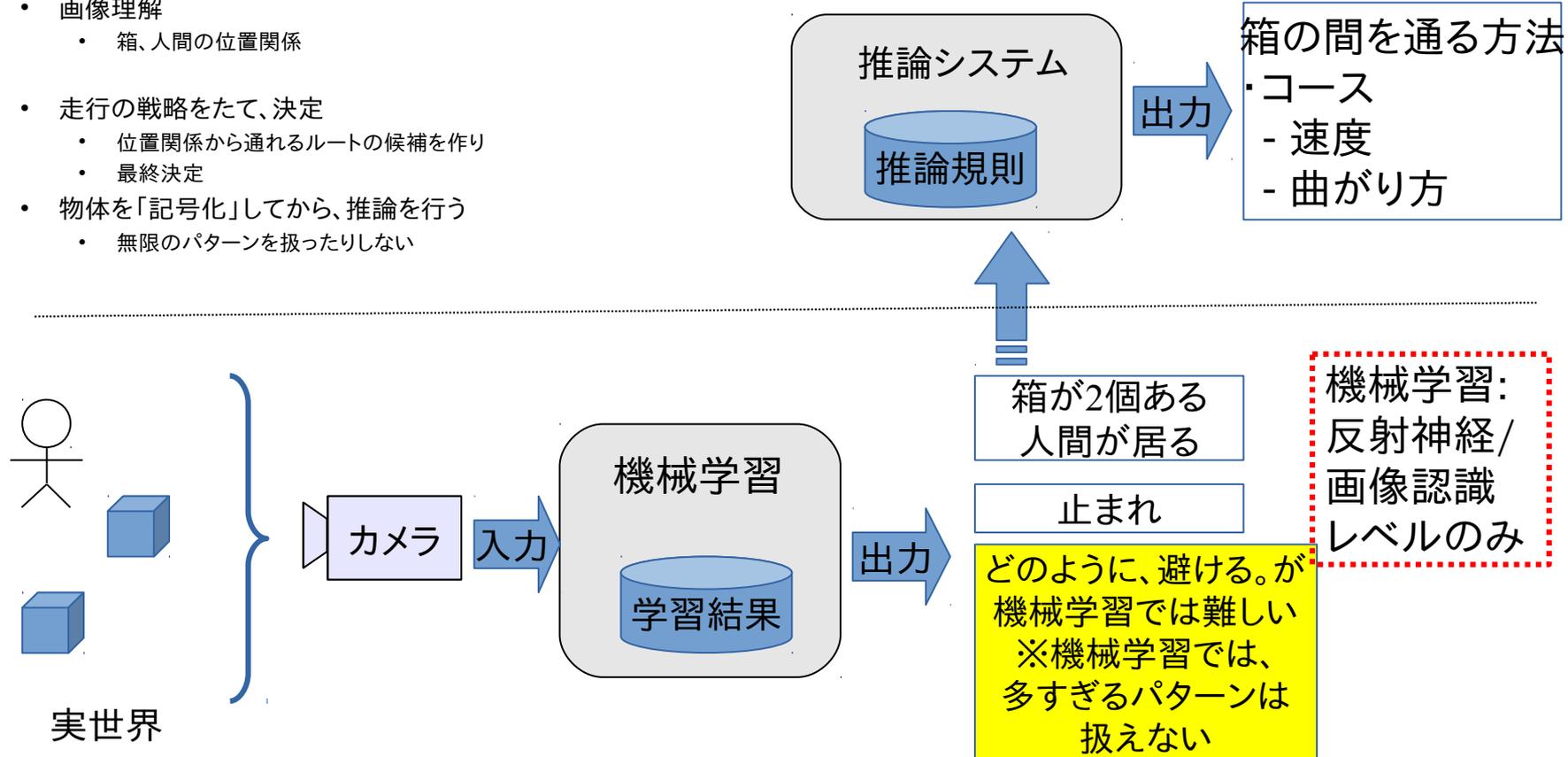
- 推論システム: 戦略をたてる

- 障害物回避の規則により、「戦略」をたてる

- 画像理解
      - 箱、人間の位置関係
    - 走行の戦略をたて、決定
      - 位置関係から通れるルートの候補を作り
      - 最終決定
    - 物体を「記号化」してから、推論を行う
      - 無限のパターンを扱ったりしない

推論システム:

- ・行動**戦略**を作る
- ・競合する条件があっても、答えを出す



# AXE AI

# ごまめ

- AXE AIは、推論機構+機械学習
  - 規則による推論と、機械学習のハイブリッドAI
- AXE AIは、帰納推論を採用。
  - Prologと同様のセマンティックの実行
  - Lisp で推論エンジンを記述
  - 適宜、Lispで記述した推論エンジン呼び出す
  - 推論エンジンから Lisp関数を呼び出すことも可能
- RDBを使用し、大容量データを扱う
  - AI自体のために、RDB内の大容量データを使用
    - 周期性の学習などが可能になっている
  - 大量のデータから、ユーザのために、AIがデータを選択
    - ex.ユーザが欲しがりそうな写真を掴みだし、ユーザに提示

# 記号処理(AXE AI,IBMワトソン) vs 機械学習

- AXE AIは、記号処理を行う
- 機械学習は、論理的な操作ができない
  - 記号も画像も同様に、ただのビット列として扱う
  - 論理的な操作ではない
  - 学習用に、多量のデータを用意しなければ、精度が上がらない
    - 文書を多量に人間が処理し、学習用データを用意しなければならない。
      - ※人間が分析したものを、用意しなければならない
- 記号処理、人間が意味を取れる、論理的な処理を行う
  - 人間が調整することが極めて容易
  - 少ない時間、少ないデータで、高効率なAIを実現可能
    - 学習用に、くだらないデータを用意する必要が無い

# AXE AIは、日本語処理もできる

AXE AIは、自然言語処理も行う

日本語の処理は難しい (欧米の言語に比べて)

- 語順が不定

日本語 ⇄ 欧文 翻訳は、機械学習、統計処理だけではできない

Google翻訳の初期、日本語 ⇄ 欧文 翻訳は、笑いの対象

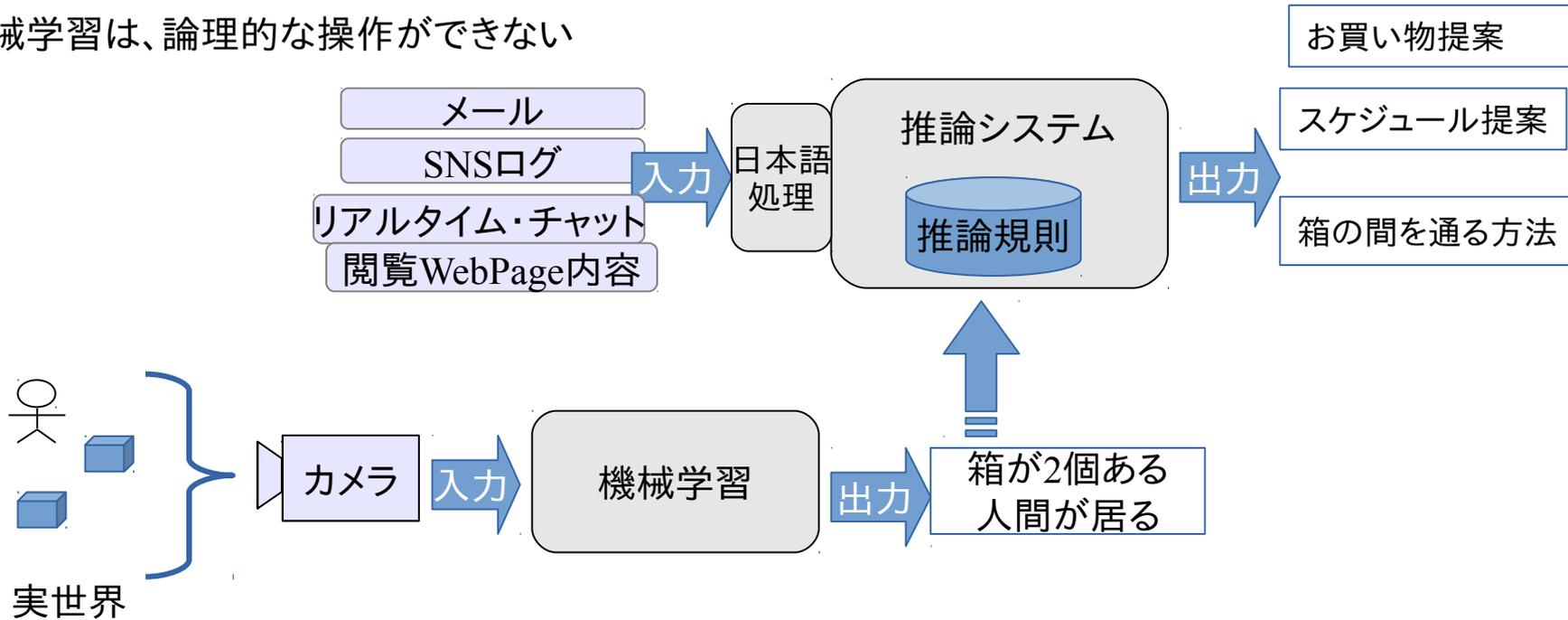
- Googleは当時、「なんでも統計処理で可能」と主張していた
- 規則無しには、実用的に満足な翻訳や処理は不可能
- 機械学習も、学習データ量が多いものは、統計処理に近づく

AXE AIは、少ないデータで、実用的な日本語処理を実現

AXE AIは、記号処理を行う

機械学習は、論理的な操作ができない

# ごまめ



- AXE AIは、自然言語処理も行う
  - 日本語の処理は難しい
    - 語順が不定
- 日本語 ⇄ 欧文 翻訳は、機械学習、統計処理だけではできない
  - Google翻訳の初期、日本語 ⇄ 欧文 翻訳は、笑いの対象
    - Googleは当時、「なんでも統計処理で可能」と主張していた
    - 規則無しには、満足な翻訳や処理は不可能
    - 機械学習も、学習データ量が多いものは、統計処理に近づく
- AXE AIは、少ないデータで、実用的な日本語処理を実現
- AXE AIは、記号処理を行う
  - 機械学習は、論理的な操作ができない

# ロボットミドルウェアOSSサポート

- OpenRTM-aist
  - 産総研が開発したロボット用ミドルウェア
  - RTMは国際規格

<http://openrtm.org/openrtm/ja>

- OpenEL
  - 産総研,JASAで開発中のロボット用  
低位ミドルウェア
    - RTM, ROSの低位層で、移植性を高める
- ROS (Robot OS)
  - Googleの自動運転などに使用されている
  - ロボット・ミドルウェア
  - 名古屋大学の自動運転プロジェクトでも使用



# URL

- [www.axe-inc.co.jp](http://www.axe-inc.co.jp)
- [www.axlinux.com](http://www.axlinux.com)
- [www.takeoka.org/~take/](http://www.takeoka.org/~take/)