

# アックスの 分散機械学習プラットフォーム

## axLinux/雷神L

2016/DEC/15

たけおか  
(株)アックス



# 国産CPUメーカーとの協業

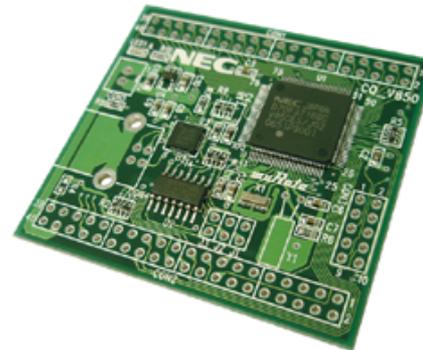
■ 国産CPUへのLinuxポータリング実績 No.1



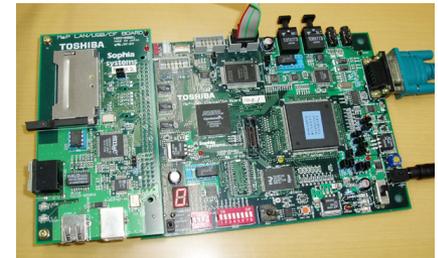
富士通 **FR/V**



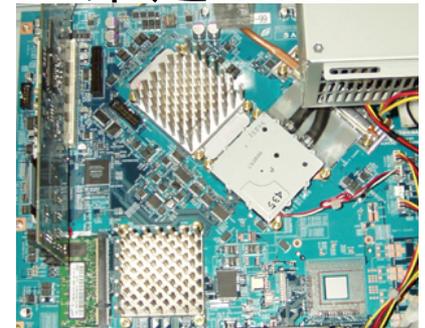
ルネサスエレクトロニクス  
(旧日立製作所)  
SH-Mobile/SH-2A



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**

# アックス的な懐かしの並列マシン



超並列計算機 SM-1 (1992)  
豊橋技術科学大学 湯浅研+住友金属工業  
ハードウェア,ソフトウェアの開発環境は  
Kyoto Common Lisp

Connection Machine など、  
Map&Reduce が実行されていたころ



富士通 バイオサーバ(2003)  
axLinuxで駆動

# 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

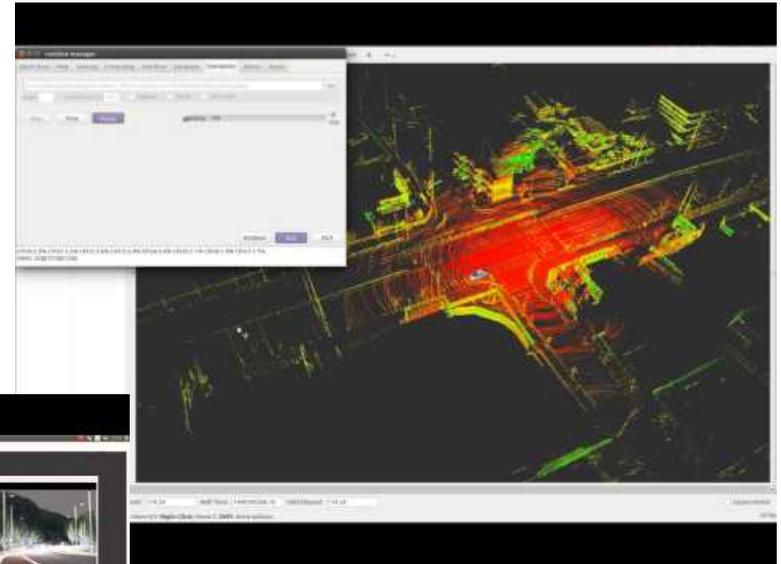
- 自動運転には、KnowHowが多くある
  - 研究発表されているのは、KnowHowではない
- Autowareは、オープンソース・ソフトウェアとして無償配布されている
- AXEは、Autowareサポートを、有償で提供
  - Autowareを入手しても、即座に自動車を走らせることができるわけではない

# 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

    - Gdev: 加藤先生@東大(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

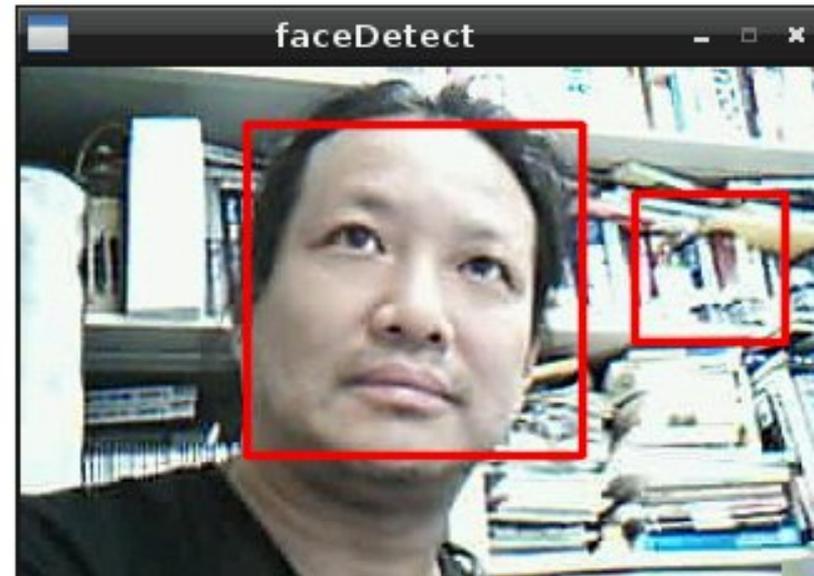
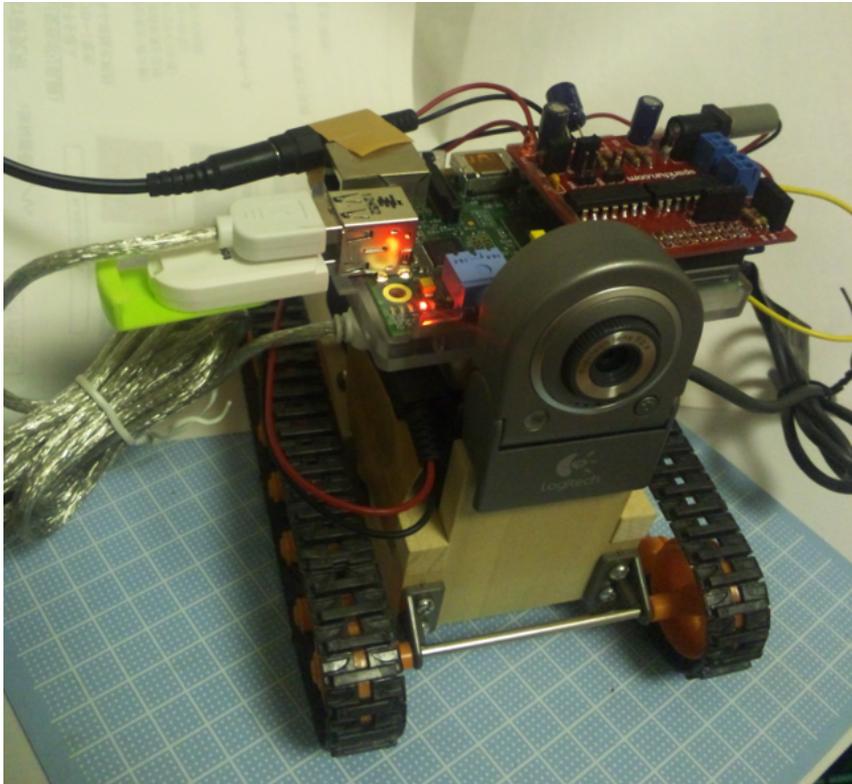
## ■ ついでにAI (人工知能)も大人気

– 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

- Raspi (ARM11 @ 700MHz)
- + WebCamera (30M pixel)
- + DC Motor Driver
- 顔と阪急電車、普通の電車を認識



# 阪急電車 判定器

- OpenCV (SVM)
- Recognizes on Raspberry Pi 1 (ARM11@700MHz), Raspi3
- 学習フェーズ (X86 マシン)
  - Positive Photo: 174
    - Total 218 (about 2.58MBytes)
    - 80% = 174
  - Negative Photo: 5416枚
    - About 261MBytes
  - Study time: 11 hours 5 minutes 54 seconds
  - Hardware
    - CPU: Intel Core i7-4790K CPU@4.00GHz
    - Memory: 32GB



# 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ри、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

# AXE AI

# ごまめ

## AXE AIは、ハイブリッド

### 記号推論システム + 機械学習

- ・ 探索空間が小さい 帰納推論を採用
- ・ Raspi 3 (ARM cortex A9 × 4cores)で高速に動作。マルチコア、クラスタで、より高速に
- ・ Raspi 1(ARM11@700MHz 1core)でも小規模な仕事なら実用的

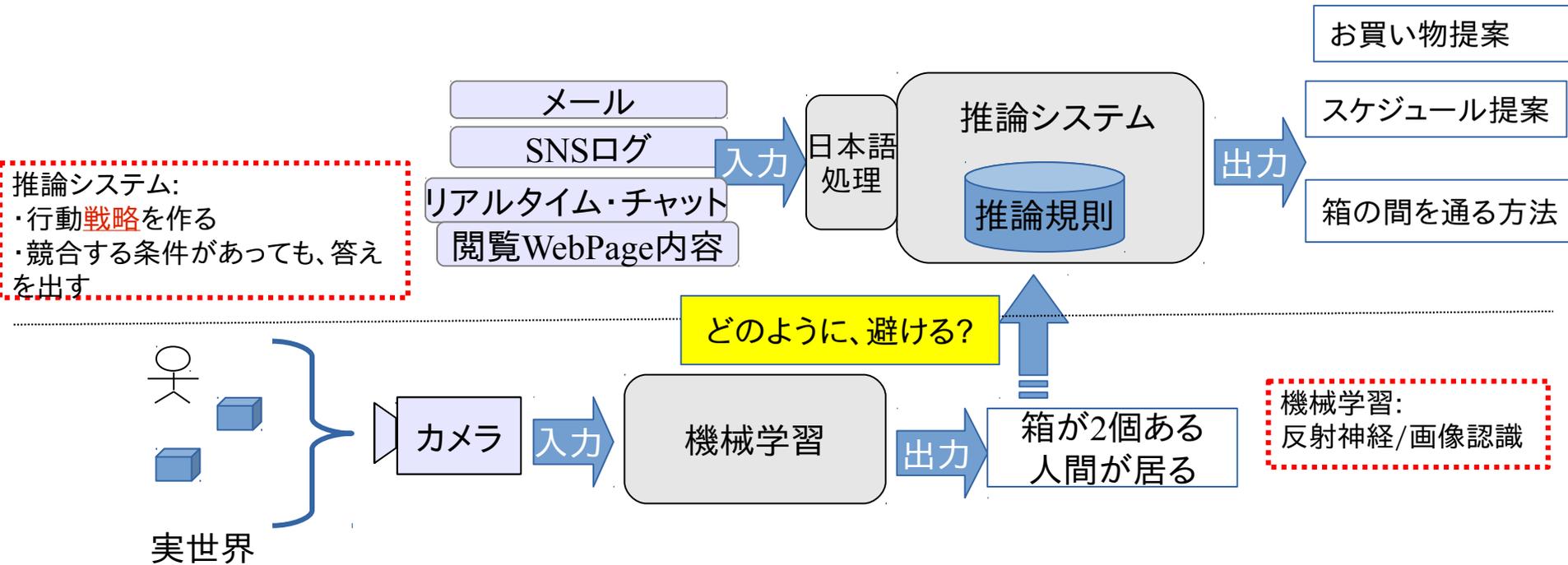
## AXE AIは、推論により、少ないデータでも実用動作

- ・ 個人を対象とした分野で実用
- ・ 個人一人のデータは、機械学習には少なすぎるのではないか?

## AXE AI は、日本語処理もできる

- ・ 日本語の処理は難しい (欧米の言語に比べて)
- ・ 語順が不定

Toyota Research Institute社  
CEOのGill Pratt氏:  
「恐らくAIとルールベースを組み  
合わせることになるだろう」  
([http://techon.nikkeibp.co.jp/atcl/ma  
g/15/320404/060100025/?P=3](http://techon.nikkeibp.co.jp/atcl/ma<br/>g/15/320404/060100025/?P=3))



# 推論システム vs 機械学習

## ・推論システム

- ・○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
- ・×形式化されていない知識を扱うのが苦手

## ・機械学習

- ・○形式化されていない知識も利用可能
- ・○高度な抽象化能力を備えつつある
- ・○経験を活かすことができる
- ・論理的な操作ではない
  - ・記号も画像も同様に、ただのビット列として扱う
- ・×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

- ・大規模データ時代の推論AI
  - ・スケーラブル
  - ・推論ルールの自己学習,自己拡張の実用化(開発中)
    - ・機械学習とのハイブリッドで、実用的に
- ・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
- ・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

# ロボット,自動運転ミドルウェア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

## ・Autoware(自動運転)

- ・名古屋大が開発中の自動運転ソフトウェア



(唐突に)  
データ駆動マシン

# 日本はデータフローマシン大国

- 日本の代表的データフローマシン

- Sigma-1 (1987年)

- 電総研(現 産総研)



- EM-4

- 電総研(現 産総研)

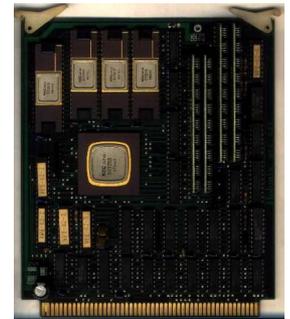


- DFM

- 電電公社(現 NTT) 通研

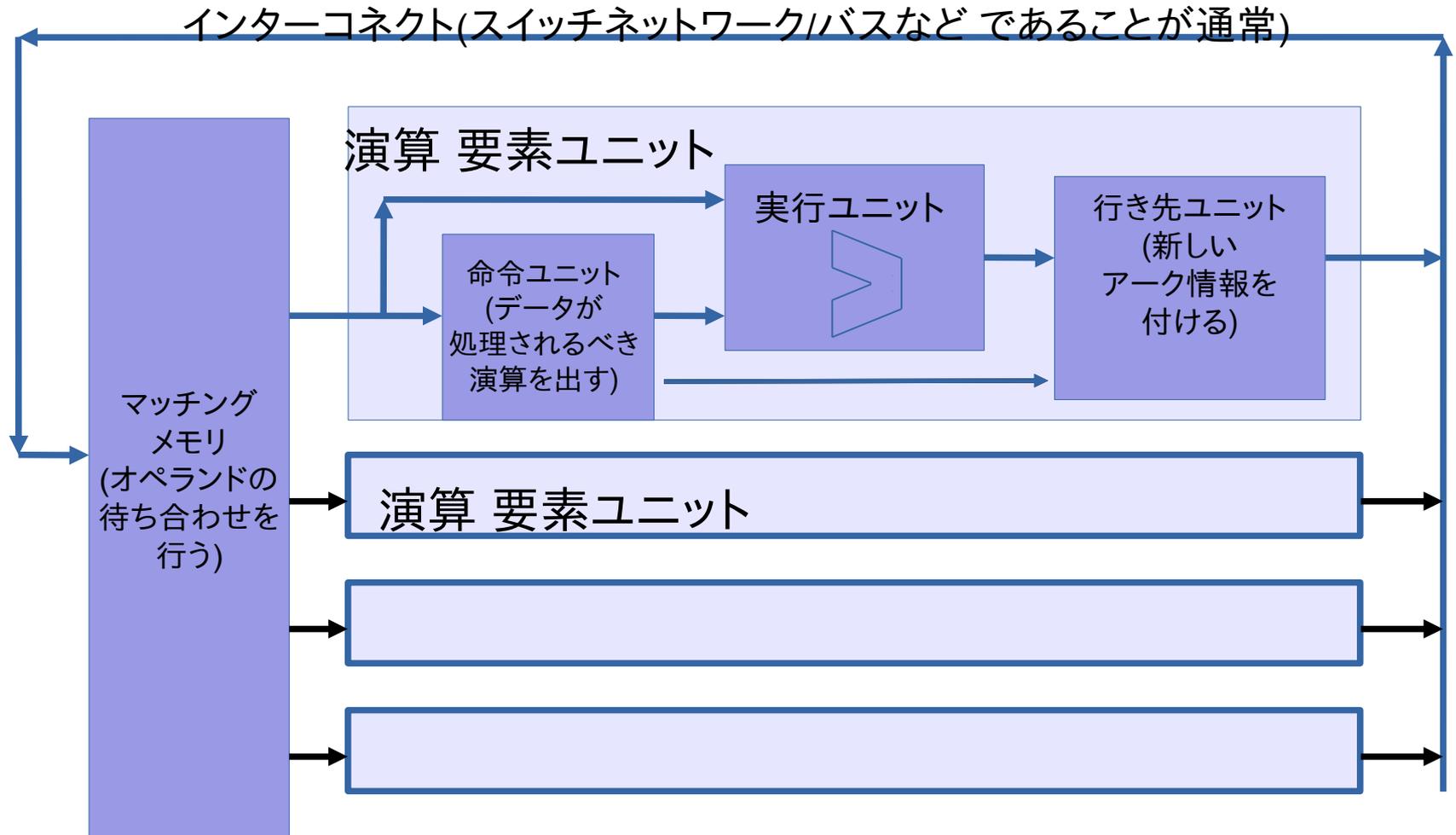
- NEDIPS/ImPP( $\mu$ PD7281)

- NEC



# ピュアな汎用データフローマシン

- 基本はサーキュラ(環状)・パイプライン



サーキュラ・パイプラインを持つ、典型的な汎用データフローマシンのブロック図

# 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/)