

## オータムフェスタ特別講座

# シンギュラリティは本当に来るのか？


リナックスアカデミー

2019年9月16日

矢越昭仁

2017年頃からロボットやAIが普及し始めると、技術的特異点 (Technological Singularity) が近い将来起こり『AI自身の「自己フィードバックで改良、高度化した技術や知能」が、「人類に代わり文明の進歩の主演」になる』という説を、現状のITを踏まえて検証してみます。

# シンギュラリティとは

- 人工知能(AI)の権威であるレイ・カーツワイル博士により提唱された「未来予測の概念」が2017年頃から話題になる。 
- (技術的)特異点:新しい技術が普及することにより、人々の生活が大きく変わった事柄。  
近未来SFなどの下敷きとなっている感じ。マトリックスやら、ターミネーターとか(宇宙船が出てこないやつ)
- メディアではAIの話題が多いが、機械による産業革命や、狩猟から農耕への転換を含めて考えると、以後の影響は非常に大きなものを指す。

AI : Artificial Intelligence

# シンギュラリティの事例

## ■ 農耕文化

狩猟から農耕へ移行する事で、定住化が進み、社会基盤が現れる。  
灌漑用水など水利技術の発達と、川を起点とする文明の誕生。  
(メソポタミア文明・エジプト文明・インダス文明・黄河文明)

## ■ 産業革命

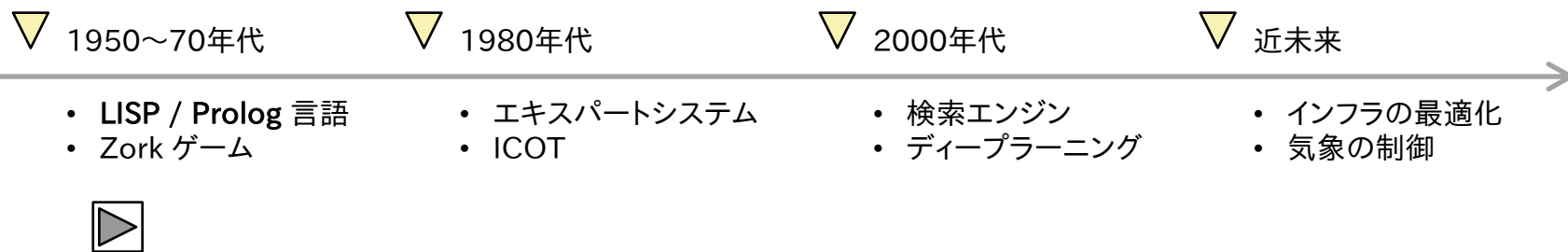
労働力としての発動機(蒸気機関、内燃機関、モーター)の誕生により、  
人力を超えた労働力の誕生。人よりパワフルで、24時間稼働可能。  
工場の出現と労働者(サラリーマン)の誕生。交通機関、消費生活、世界分  
業(サプライチェーン)の誕生。資本主義。

## ■ 汎用人工知能(AGI : Artificial General Intelligence)

「考える」事の機械化、AIがAIを改良し続け、人智の域を超える？  
インフラ整備、宇宙開発(何年でも任務を遂行できるパイロット)、資源の最  
適化。

# AIを振り返る

- コンピューターが一般的でなかった頃は、仕事がなくなると現場の反発（たかだか、経理システム程度で。。。）
- 実際には複雑で、手間のかかる計算を行う高機能電卓という位置付け
- 算術演算だけでなく言語（文字列）処理の必要性から、LISPが登場（1950年代）
- 1990年代になるとベテランのノウハウを形式知化するエキスパートシステムが流行。ベテランの知識を電子化するKE（Knowledge Engineer）登場



参考) エキスパートシステムはどうなった? [https://www.jstage.jst.go.jp/article/sicej1962/42/6/42\\_6\\_458/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/sicej1962/42/6/42_6_458/_pdf)



# AI記述言語 - LISP

LISPは人工知能(言語認識)分野でのアセンブラ言語と呼ばれる。

- 非常に古い言語であり、Fortranにつぐ2番目に誕生(1958年)
- 非常に特異な記述(デルタ式)でとっつきにくい  
CAR(リストの1番目の要素)、CDR(2番目の要素)...
- 従来のコンピュータ・アーキテクチャとは相性が良くない  
DEC PDP が積極的に関与。後に Symbolics, Thinking Machine など
- 現在でも高機能エディタ Emacs のカスタマイズに使用されている。  
いわく「拡張およびカスタマイズが可能で、自己文書化を行い、リアルタイム表示を行うエディタ」

```
;; package管理 / Emacs カスタマイズ例 出展 Qiita
(package-initialize)
(setq package-archives
  '(("gnu" . "http://elpa.gnu.org/packages/")
    ("melpa" . "http://melpa.org/packages/")
    ("org" . "http://orgmode.org/elpa/")))
```

nの階乗を求める関数 出展 Wikipedia

```
(defun factorial (n)
  (if (<= n 1)
      1
      (* n (factorial (- n 1)))))
```

# AI記述言語 - LOGO

LOGOは教育を目的とした言語(1967年誕生)

- LISP の流れを汲む言語だが、より自然言語に近い(馴染みやすい)  
 CAR → FIRST、CDR → BUTFIRST
- タートルグラフィクスが有名  
 タートル(亀)と呼ばれるロボットを操作して描画する。
- 日本では、2020年から小学校のプログラミング教育義務化。。。はあ。

```

>>> def star(size):
...     for i in 1,2,3,4,5:
...         forward(size)
...         right(180 - 180/5)
... #行頭で改行入力することで関数定義終了
>>> reset()
>>> star(100)
>>> color('green')
>>> begin_fill()
>>> star(50)
>>> end_fill()
  
```



出展) Qiita - <https://qiita.com/shiracamus/items/1afee87f24c530f22adf>

タートルロボット例 - <https://youtu.be/Uo2aUUNhdKs>

# 最近のAI(言語)

翻訳の分野では、AIは普及傾向にある。

- 1995年頃 ATR - 3ヶ国語同時通訳電話(日独米)
- 2007年頃 Siri - 音声アシスタント
- 2014年頃 音声アシスタント + EC = スマート・スピーカー
- 2018年秋 POCKETALK - 携帯翻訳機械

インハウス

クラウド



AlphaServer 2100A



ATR: Advanced Telecommunications Research Institute International (国際電気通信基礎技術研究所)  
 Siri : Speech Interpretation and Recognition Interface(発話解析・認識インターフェース) / Wikipedia

# 最近のAI(予測)

予測や分析分野では、ビジネスの世界でも導入実績が豊富にある。

- 需要予測  
過去の販売履歴や天候情報、生産量や市場動向から予測を立てる。
- ビックデータ分析  
データ処理だけでなく、(思いもしない)依存性・関係モデルを生成。
- アシスタンス機能  
人の操作ミスの予防・補完、不慣れな人でも利用できる。
- 自動運転・監視  
24h x 365 の対応、休まない(寝ない)、間違わない(高品質)。

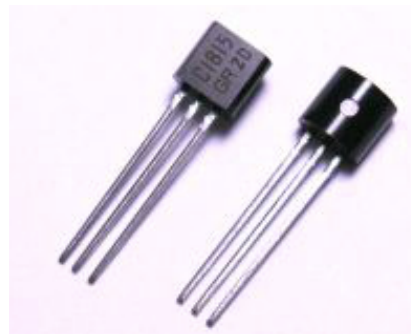
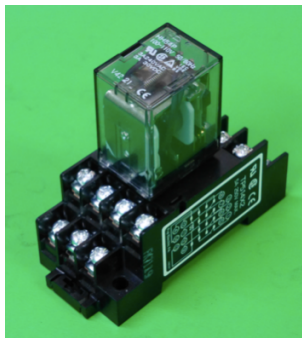
風が吹けば桶屋が儲かる

# 技術発展 – 現在(1/3) 素材

AI(ソフトウェア)だけでシンギュラリティ(生活が転換)するのか?  
 ソフトウェア分野だけでなく、ハードウェア等の視点でも考えてみる。

## ■ スイッチングデバイス

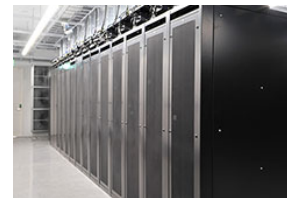
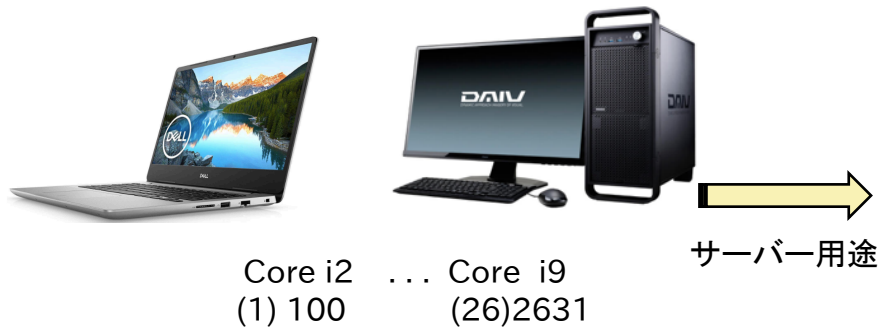
リレー > 真空管 > トランジスタ(シリコン) > IC / LSI ...



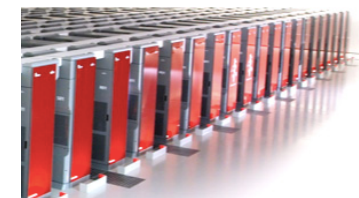
低消費電力(発熱量が少ない) 小型化、高密度化

# 技術発展 – 現在(2/3) CPU

- 処理速度 (CPU)  
桁違いのコンピューティングパワー、分散処理。



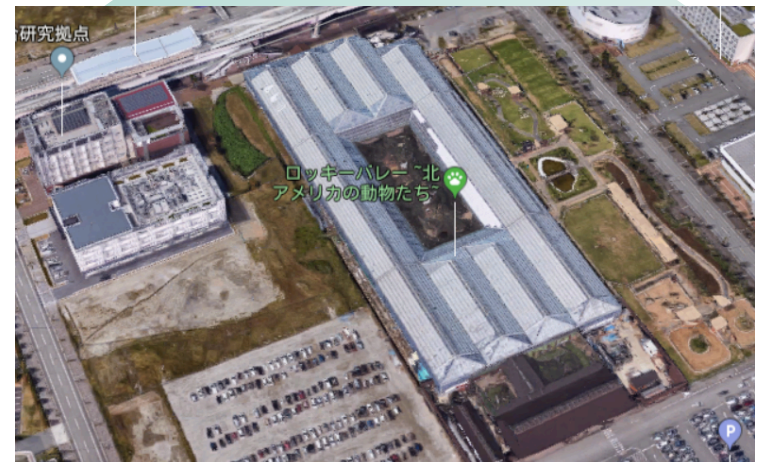
Xeon



open SPARC 64 VIIIfx 2.0 GHz x 705,024

10P(1京)FLOPS

京



スーパーコンピューティング ベンチマーク

TOP500 <https://www.top500.org>  
GRAPH500 <https://www.graph500.org>



# 技術発展 – 現在(3/3) 利用

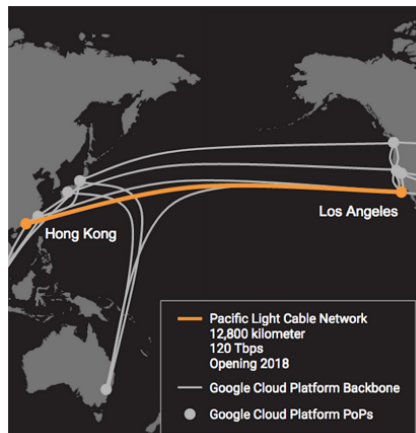
## ■ クラウド

24x365、世界中から利用可能な「止まらない市場」。

GAFA - Google、Amazon.com、Facebook、Apple Inc. とか。。

潤沢なコンピューティング資源・ビックデータを武器に、世界的なインフラ(覇者)へ

New undersea cable expands capacity for Google APAC customers and users



驚きのコンビニ革命「Amazon Go」のすごい仕組み、魔法のようなAI技術の真実



Facebookが2020年にサービス開始を目指す新たな仮想通貨「Libra」



# 技術発展 – これから(1/3)

## ■ 新しい半導体素材

シリコンに変わる半導体素材により、高速、低発熱、高密度が実現。メモリの不揮発化によりバックアップが不要に(FeRAM、Flash)

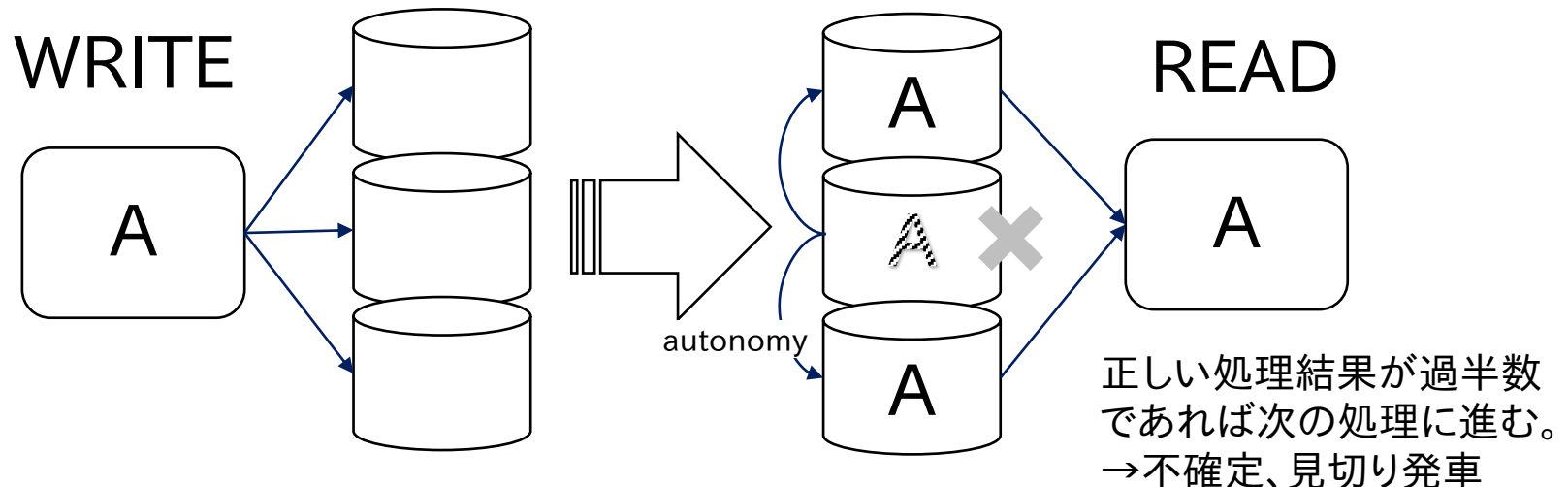
CPUは4.0GHz、メモリは2~30MHzで頭打ちだが、これを超える。



## ■ 分散・並列処理

クラウドの進化により、大規模な分散処理(同期・非同期)

並行処理(多数決ロジック、自律型サブシステム)



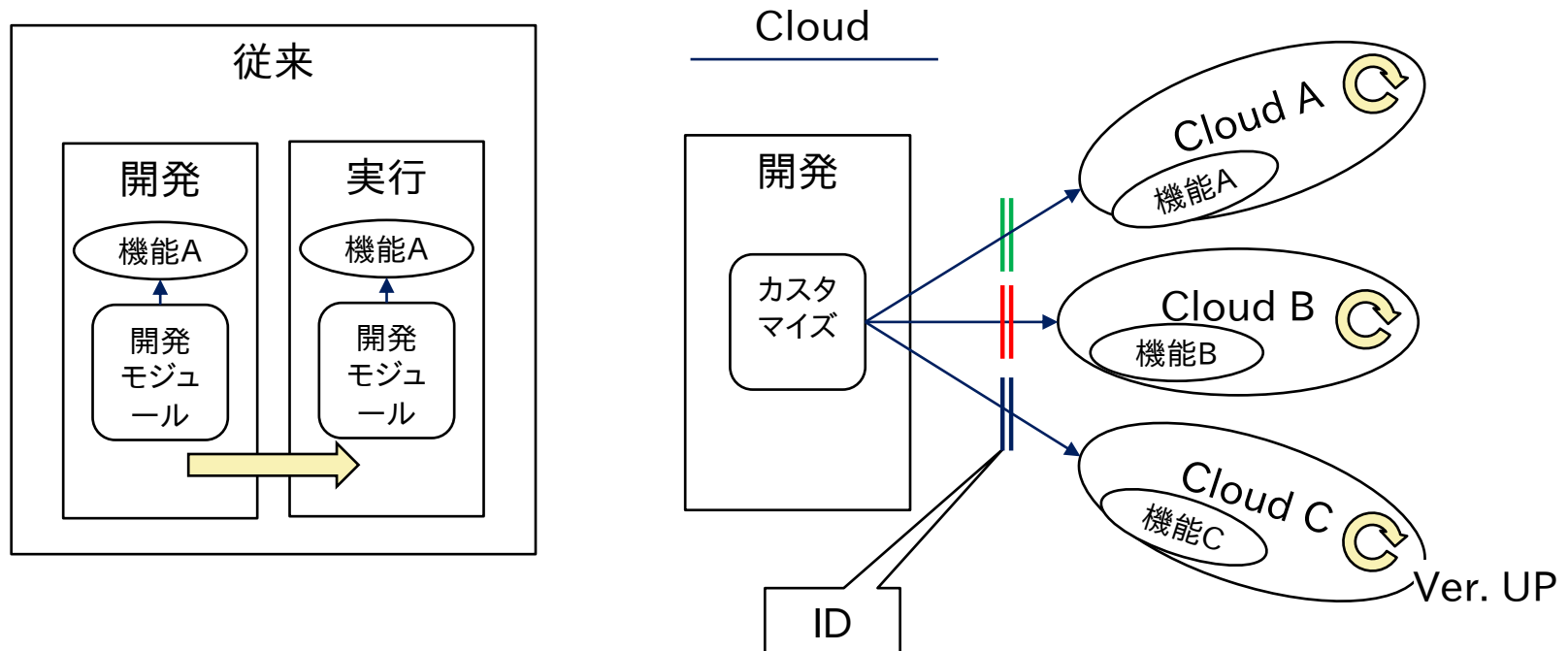


# 技術発展 – これから(2/3)

## ■ ネットワーク疎結合分散(実行環境)

PowerShellなどは、MSサイトにある共通モジュールをネット経由で呼び出して実行する。

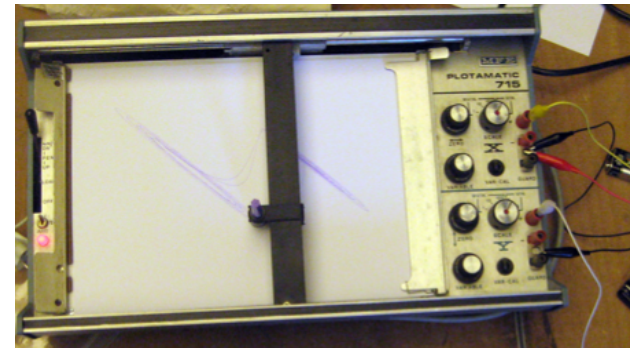
このように多くの機能をインターネット経由でアクセスさせるために、IDaaSの概念が登場している。



# 技術発展 – これから(3/3)

## ■ 量子コンピュータ

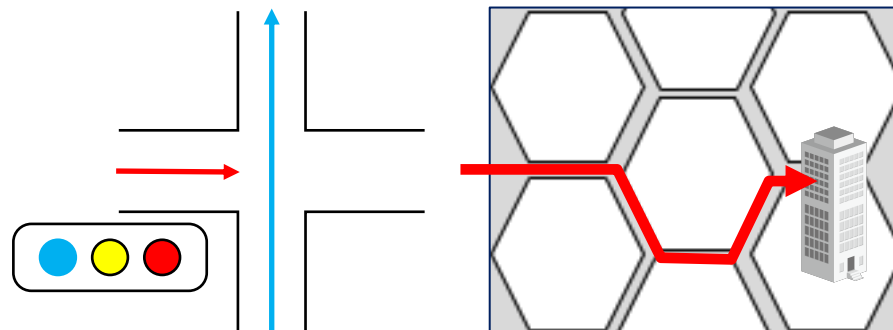
- 量子力学の特性を利用し情報の保持、計算を行う。量子の物理的な特性を利用しているため、情報の最小単位である「量子ビット」はアナログ的な面を持っている。従来のビットが 0/1 の2値であるのに対し、量子ビットでは0~1の連続的な値を持つ。
- 現時点ではノイズの処理や、極超低温を保持する必要があり小型化・高密密度化に課題が残る。
- 因数分解やデータ検索といった特定分野に強みをもつが、従来のコンピュータの様な汎用的処理への応用は難しいとされている(特定問題処理専用)。量子コンピュータと従来型コンピュータのハイブリッド構成が利用されている。



# まとめ なのか？

シンギュラリティとは、AI(ソフトウェア)だけでなく周辺IT技術全般(ハードウェア H/W)の発達により加速するであろう。

- 素材技術革新により、高速・小型化・省エネ・不揮発性を前提としたH/Wが登場
  - 従来とは異なるパラダイム(三進数や、名前参照メモリなど)の登場
  - デバイスは小型化し、携帯から組み込み(埋め込み)、ナノマシンへ移行
  - 空気中の電磁波(電波)を動力源とするなど、ほぼ無限機関が登場
- クラウドを前提とした24x365、世界中からのアクセスが前提となる結果としてシステムは止まらない(止められない)。
- コンピュータ同士の会話のための言語が登場、止められないシステムの面倒はシステムが見ることになる。
- IoT が進み全ての装置がオンライン化、社会インフラが最適化される？  
 例えば六角形の街並みとか。。。



# 補足資料

# 補足:レイ・カーツワイル

## ■ レイ・カーツワイル

AIの研究と未来学(予測)で知られる。現在は Google のエンジニアとして新しいサービスの開発を行う。有名な成果物としてスマートリプライがある。

---

NEWS **WIRED**



人工知能の権威レイ・カーツワイルが、  
Googleで「メールの自動返信」を開発

2017.09.21 THU 08:30

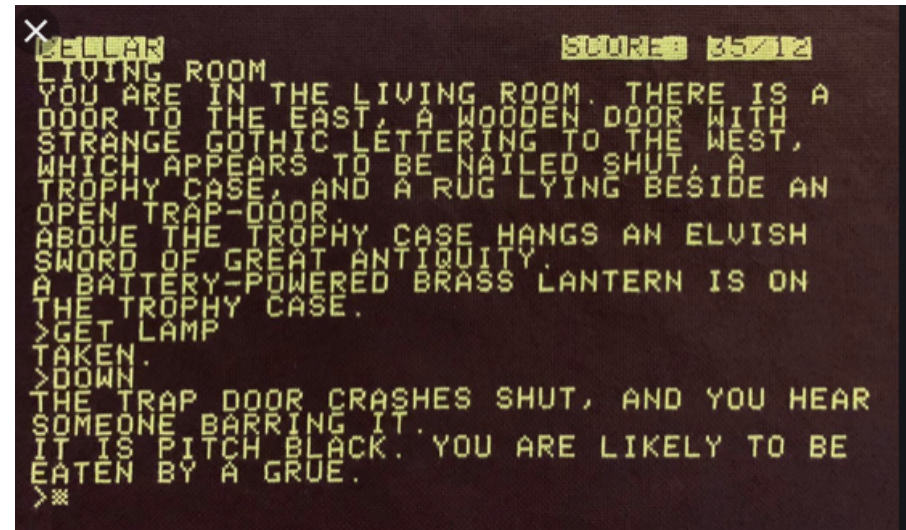
スマートリプライ vs  
スマートリプライの対決

翻訳ソフト対決

# 補足: AIの歴史 (モニュメント)

- Prolog と ICOT : Institute for New Generation Computer Technology  
 論理型言語 (非手続き型言語) に分類され、論理をモデル化することに向いているが  
 論理矛盾 (答えが無い、答えが複数あるといった事) を起こすためプログラミングは非常に難し  
 いとされる。1980年代日本のICOT(新世代コンピュータ技術開発機構)に採用された。  
 ICOT は推論エンジンハードウェアの作成に没頭し、大きな成功を収める事はできなかった。  
 エドワード・ファイゲンバウムをして「AIのハードウェアが不足しているのではなく、アプリケーション  
 が阻害しているのだ」と言わしめた。

- Zork  
 1970~80年代に登城したRPG。地下ダンジ  
 ョンを冒険するストーリーだが、ユーザーイン  
 ターフェイスは文字で、コマンドは文書を入  
 力する。  
 例えば “Hit the grue with the Elvish  
 sword”  
 (Wikipedia)





# 補足: あ、Apple

## ■ Appleの製品群



NeXT

# 補足: データシート

- 光の速度  
 299,792,458 m/s (30万km/s), 4.0GHz では、 $0.0749481145 \text{ m} = 7.5 \text{ cm}$   
 試作(シリコン/ゲルマニウム極超低温) 500GHz = 0.59958 mm  
 ジョセフソン素子 数THz (1983年 IBMは撤退)
  
- CPU  
 MIT カーボンナノチューブCPU エネルギー効率10倍  
 Apple iPhone X / A12 Bionic CPU (7nmプロセス) …  $1 \text{ \AA} = 0.1 \text{ nm}$
  
- パワー半導体バリガ指数の比較  
 シリコン(1)、炭化ケイ素 SiC (340)、窒化ガリウム GaN (879)、酸化ガリウム  $\text{Ga}_2\text{O}_3$  (3,444)
  
- ムーアの法則  
 1965年ゴードン・ムーアが発表した「18か月 (=1.5年)ごとに倍になる」の法則。

<https://www.itmedia.co.jp/keywords/semiconductor.html>





# 補足：知識の構造化

## ■ 暗黙知 > 形式知 > 集合知 > …

「職人技」「熟練のカン」など体系化されていない技術・知識を形にする試みがエキスパート・システムであったとすると、その過程で生まれた形式知をさらに組み合わせることが集合知であると、Tim O'Reilly が Web 2.0 で語っている - 2005年 小数点を付けるのが流行る (Die Hard 4.0)

まさに今の世の中、Google / Wikipedia って知ったかする事が多い。  
実体験のない知識・経験を「常識」とするならば、AIが「常識」を構築することは可能であろう。

→ すっかり騙される人間。。。

# 補足: ACM



Association for  
Computing Machinery

Advancing Computing as a Science & Profession

[Digital Library](#)
[CACM](#)
[Queue](#)
[TechNews](#)
[Career Center](#)

[Join](#)

[Volunteer](#)

[myACM](#)

[Search](#)

[ABOUT ACM](#)
[MEMBERSHIP](#)
[PUBLICATIONS](#)
[SPECIAL INTEREST GROUPS](#)
[CONFERENCES](#)
[CHAPTERS](#)
[AWARDS](#)
[EDUCATION](#)
[LEARNING CENTER](#)
[PUBLIC POLICY](#)

Association for Computing Machinery

## Advancing Computing as a Science & Profession

We see a world where computing helps solve tomorrow's problems – where we use our knowledge and skills to advance the profession and make a positive impact.

<https://www.acm.org>

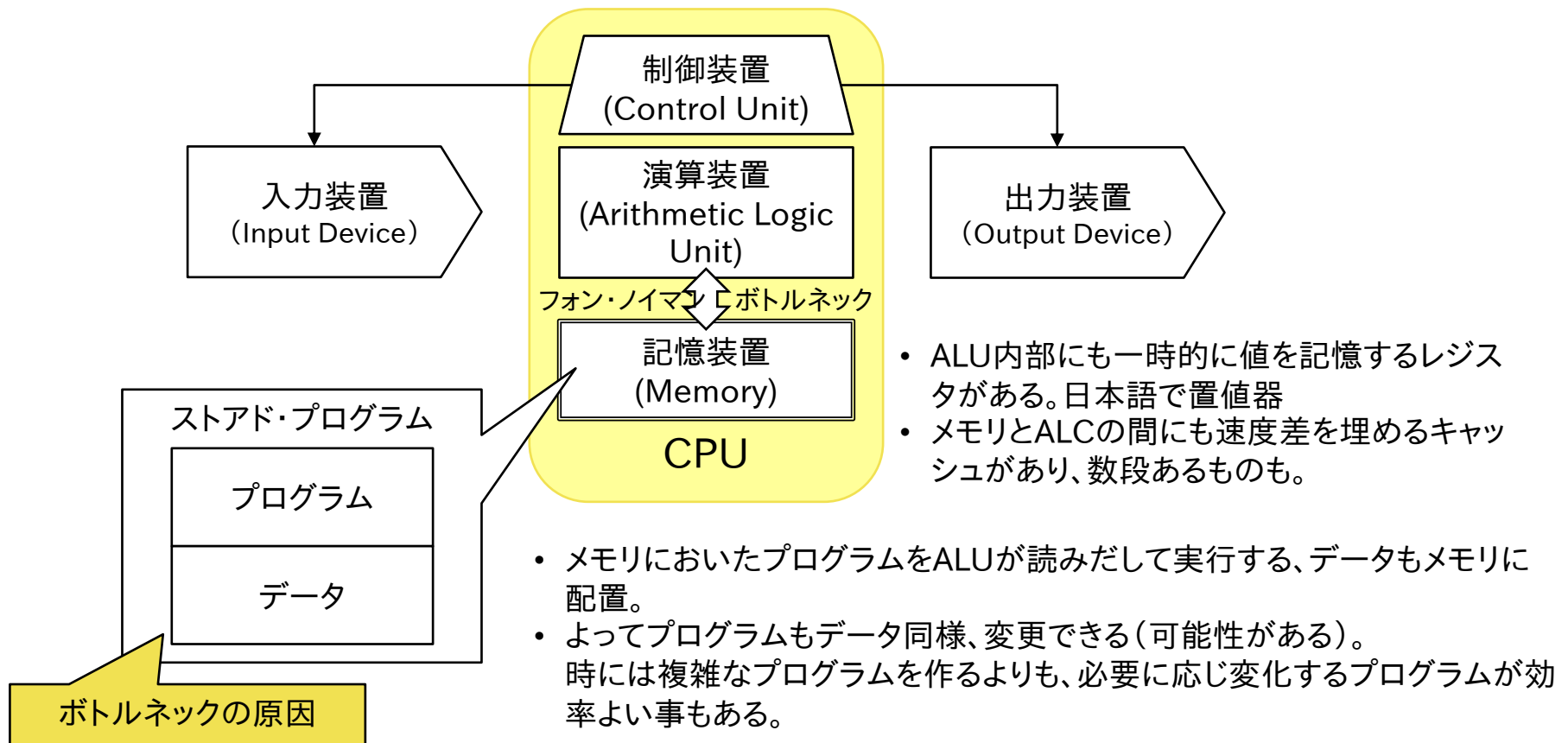
- Association for Computing Machinery / アメリカ計算機学会  
IT会のノーベル賞とも言われる「チューリング賞」も運営

AIに関する、主な分科会 SIG : Special interest Group

- SIGAI - Artificial Intelligence
- SIGEVO - Special Interest Group on Genetic and Evolutionary Computation
- SIGIR - Special Interest Group on Information Retrieval
- SIGKDD - Special Interest Group on Knowledge Discovery in Data
- SIGWEB - ACM Special Interest Group on Hypertext, Hypermedia and Web
- SIGecom - Special Interest Group on Economics and Computation

# 補足：計算機の5大装置

- 日本ではコンピュータは、概ね下図の装置から構成されると考えられている。
- 入出力装置は50年ほぼ変わらず、ALUは 4, 8, 16, 32, 64bit と拡大。制御装置はすでに 4GHz前後で停滞(2004年 P4-3rd/3.8G、2015年 i7/4.2G)
- メモリは磁気テープ、CD、USBと音楽や映画の世界でも大きく変化。



# Special Thanks

- IPA Font -独立行政法人 情報処理推進機構  
<https://www.ipa.go.jp>
- Any source - Wikipedia ウィキペディア  
[https://ja.wikipedia.org/wiki/寄付のお願い\\_\(ウィキペディア\)](https://ja.wikipedia.org/wiki/寄付のお願い_(ウィキペディア))
- Source code - Qiita  
<https://qiita.com>
- News source – ITMedia  
<https://www.itmedia.co.jp/keywords/semiconductor.html>

2019/09/17 V1.1 量子コンピュータ、出典(このスライド)追加