



## 人工知能(AI)・IoT・ビッグデータを高校生にどう教えるか

工学博士 大原茂之

東海大学名誉教授、九州工業大学客員教授  
独立行政法人情報処理推進機構 SEC リサーチフェロー

1



### 自己紹介

- 専門
  - 組込み技術、スキル管理と人材育成など
- 東海大学名誉教授、九州工業大学客員教授、工学博士
- 一般社団法人 スキルマネジメント協会 理事長
  - イノベーション創出人材育成研究会、モデリング技術者育成研究会、セミナー開催、一般社団法人 組込みシステム技術協会と共同でIoT高度化委員会を設置し、ドローンWG、IoTスキル検討WGなどを推進
- 独立行政法人 情報処理推進機構 技術本部 ソフトウェア高信頼化センター リサーチフェロー
  - ソフトウェア工学高度化等の推進
- 公益社団法人 私立大学情報教育協会
  - 各種委員会委員
- 株式会社オプテック 代表取締役会長
  - 2005年5月東海大学発ベンチャーとして設立
  - 歯科医院向けカルテシステムの研究、開発、販売
  - 営業所: 東京、大阪、福岡
  - 販売代理店: 北海道から沖縄まで全国10カ所

 **アジェンダ**

---

1. 技術の背景にある市場経済を俯瞰する
2. IoTについて
3. AI とビッグデータについて
4. 新時代に求められる能力と教育  
おわりに



1. 技術の背景にある  
市場経済を俯瞰する

OPTech Open Technology **資源の有限性と市場経済**

- 健康で豊かに生きるために
  - 健康に生きるために⇒ 生きるための資源の獲得
    - 人・衣・食・住・エネルギー・環境・原材料・経済力など
  - 豊かに生きるために⇒ 生きる意義を見出す
    - 種の保存、知識の拡大、文化の継承、文明の発達などへの貢献
- 生きるための資源の特徴
  - 資源の量は有限であり無尽蔵ではない！
- マネーで取引する市場経済
  - 資源の有限性が争奪戦を生む⇒ ただし、争奪戦を紛争や戦争に発展させない。
  - 取引という争奪戦へ⇒ 取引ルールのある市場(マーケット)という場を設置
  - 多くの市場はマネーによって取引が成立する(市場経済)。
  - 市場は、築地市場といった物理空間や、Amazonといった仮想空間もある。
  - 国際間の取引に使用されるマネー
    - 国をまたぐ決算用の通貨を国際通貨(基軸通貨)という。ドル、ユーロ、円など。
    - 政府を介さない仮想通貨ビットコインも登場
  - その他の様々な市場
    - マネーを取引する金融市場(株式、債券、外国為替など)⇒ 経済の動きが分かる
    - 温室効果ガス排出量取引⇒ 企業・国ごとに温室効果ガス量の排出枠を定め、その枠を超えた場合に、排出量が少なく枠が余ったところから排出枠を購入できる。⇒ 市場経済の原理が働いており、温暖化ガスを劇的に減らすことは困難
- 国を跨いで巨大化する市場経済を動かす上で情報通信技術は必須の道具

OPTech Open Technology **実際の金融市場(例示: 株式市場、為替市場)**

- 情報通信技術を用いてミリ秒単位で取引(ITをフルに活用)
- 最近ではスピードを高め、判断の精度を上げるために AI も登場

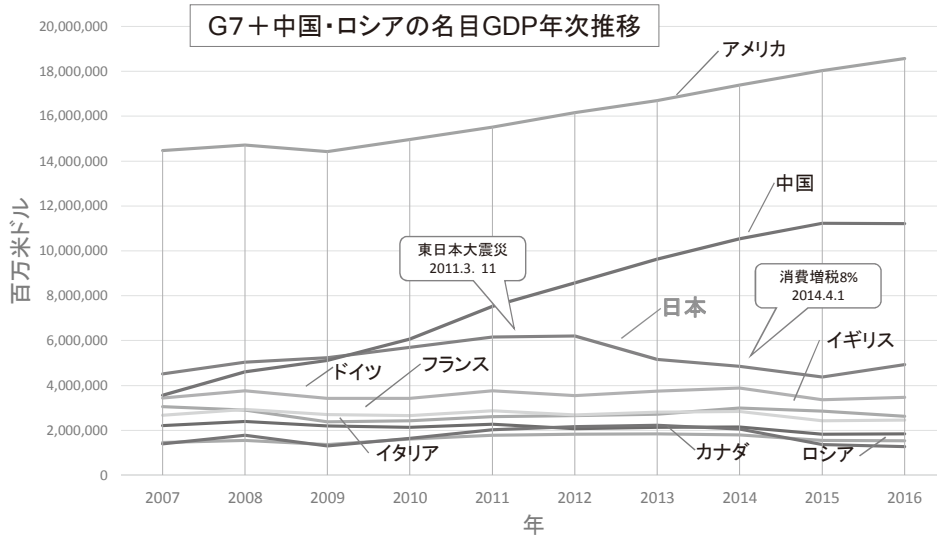
**日経平均**  
日本経済新聞社が独自の基準で選んだ東京証券取引所(東証)一部上場企業225銘柄の平均株価

**為替相場**  
外国為替市場でドルと円のように異なる通貨を交換(売買)する場合の交換比率



OPTech 国の経済力の目安：名目GDPの国別比較

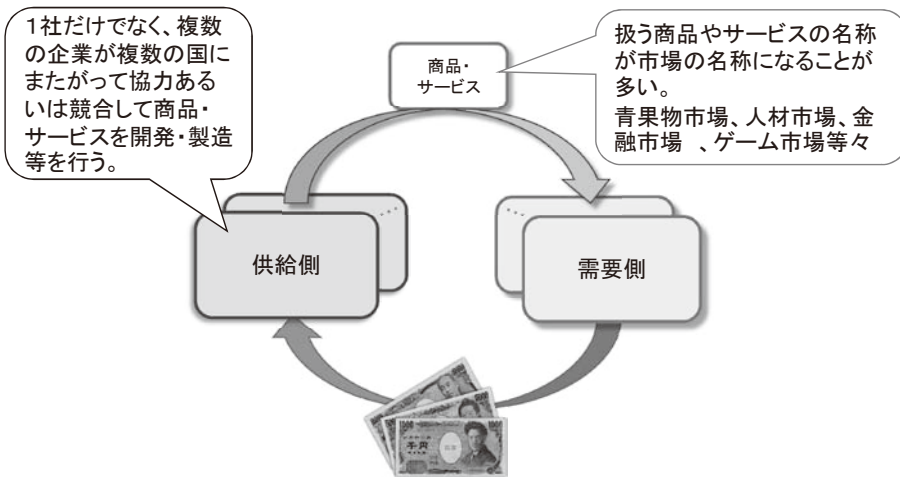
- GDP (Gross Domestic Product) : 国内外の企業が国内で一定期間内に生産したモノやサービスの付加価値の合計額(内閣府)
- GDP向上 ⇒ 国内にある企業の業績向上、起業、海外企業の誘致(受け入れる環境が重要)



OPTech 経済活動

以下の①、②のサイクルが経済活動

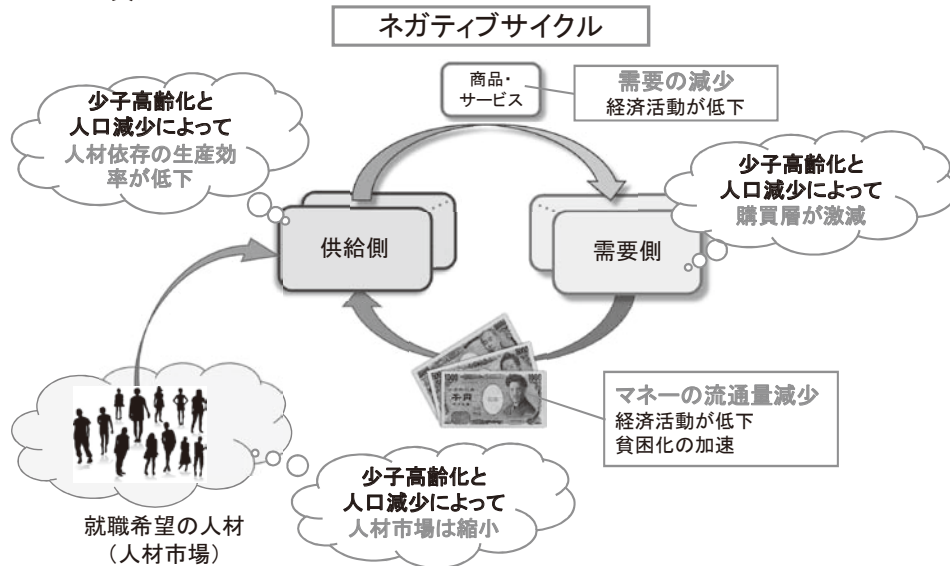
- ① 生産者側は商品・サービスを開発・製造し、消費者・利用者側へ提供
  - ② 消費者・利用者側は商品・サービスをマネーと交換
- 経済活動を持続的に強化拡大 ⇒ 国の経済の安定化、安心安全な生活を実現





## 市場経済に立ちはだかる少子高齢化・人口減少

- 少子高齢化と人口減少による経済活動低下は避けて通れない喫緊の課題
- 経済規模縮小が貧富の格差を拡大させ、経済的弱者(子供や高齢者たち)の貧困化が加速



## 第四次産業革命

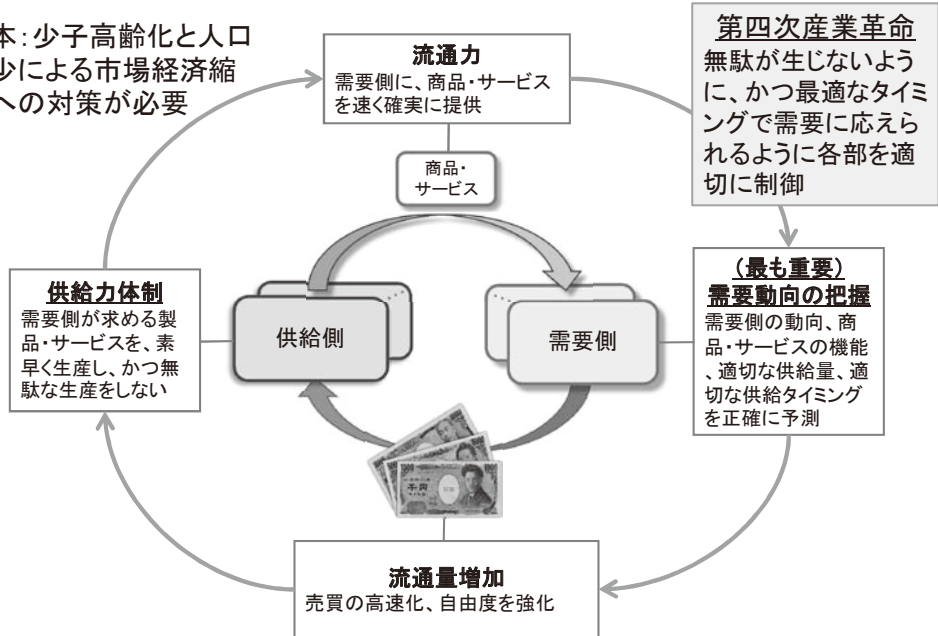
少子高齢化と人口減少の問題の解決を考える前に・・・  
産業革命の流れを見ておく

- 第一次産業革命 (1785頃～1840頃)
  - 人や家畜に依存していた労力を蒸気機関による動力へ
  - 馬車などから鉄道による人と貨物の長距離・高速移動
- 第二次産業革命 (1860年頃～1900頃)
  - 機械化による大量生産の実現
- 第三次産業革命 (1960～現在)
  - マイクロチップによる機械の小型化・高信頼化・効率化、PCやインターネットによる事務作業の高効率化
- 第四次産業革命 (2001～)
  - 3Dプリンタ、IoT、AI、ビッグデータに関する新技術が、人の経験や勘などの暗黙知に依存する作業を普遍化・自動化する新次元のイノベーション

OPTech  
Open Technology

## 市場経済低下の対策＜第四次産業革命＞

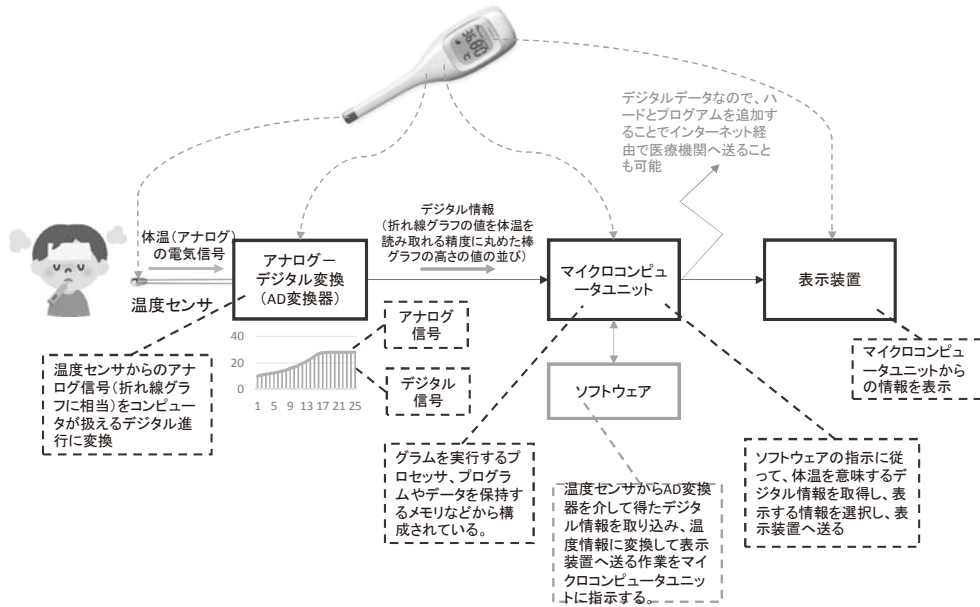
日本：少子高齢化と人口減少による市場経済縮小への対策が必要



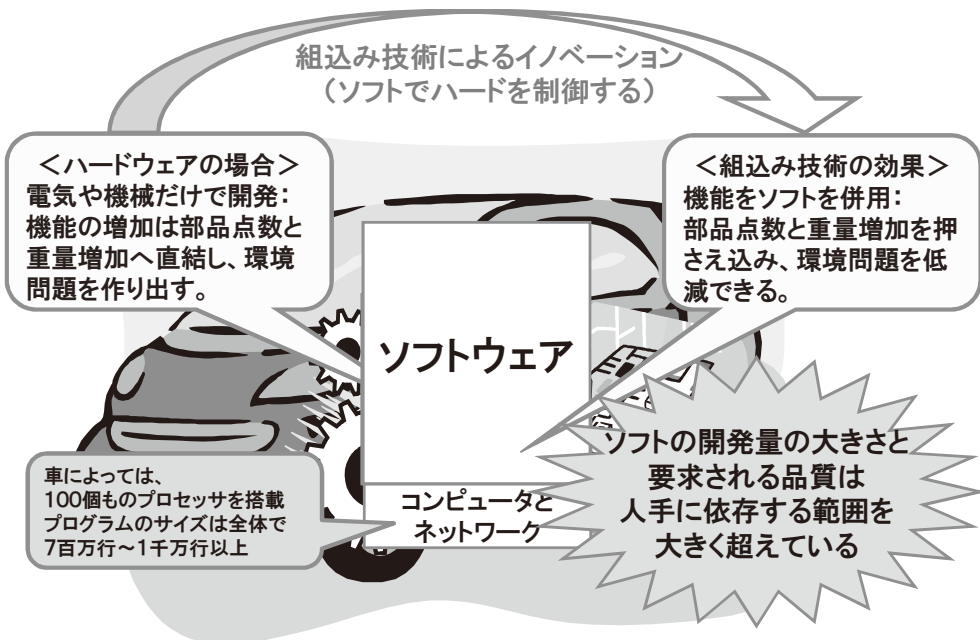
## 2. IoT について

市場経済を念頭にIoTの考え方を理解する

OPTech IoT理解の準備(1):製品とセンサ

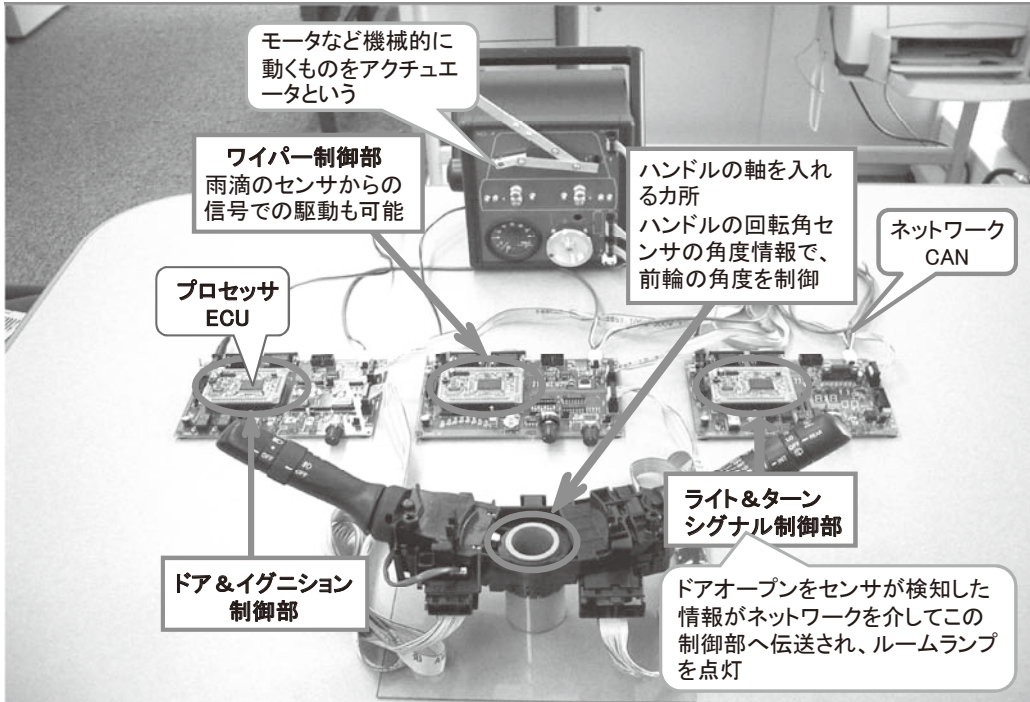


OPTech IoT理解の準備(2):ソフトでハードを動かす意味





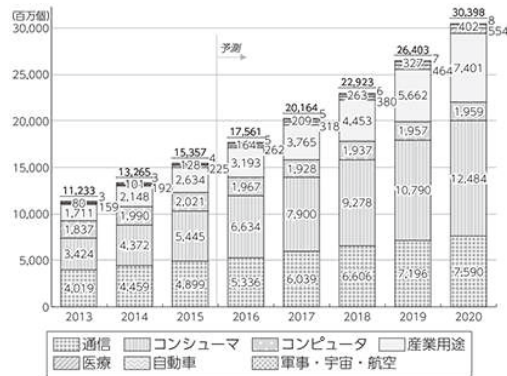
OPTech IoT理解の準備(3):車の組み込み技術



OPTech IoT (Internet of Things) の概要

- IoTの目的
  - インターネットにあらゆるモノ(下記参照)を接続して新たな価値を創造する考え方
- IoTにおけるモノとは
  - 人、組み込み技術による製品(センサ、アクチュエータを含む)、ソフトウェア、モバイル端末、家電製品、自動車、航空機、工場などのこと

世界のIoTデバイス数の推移及び予測

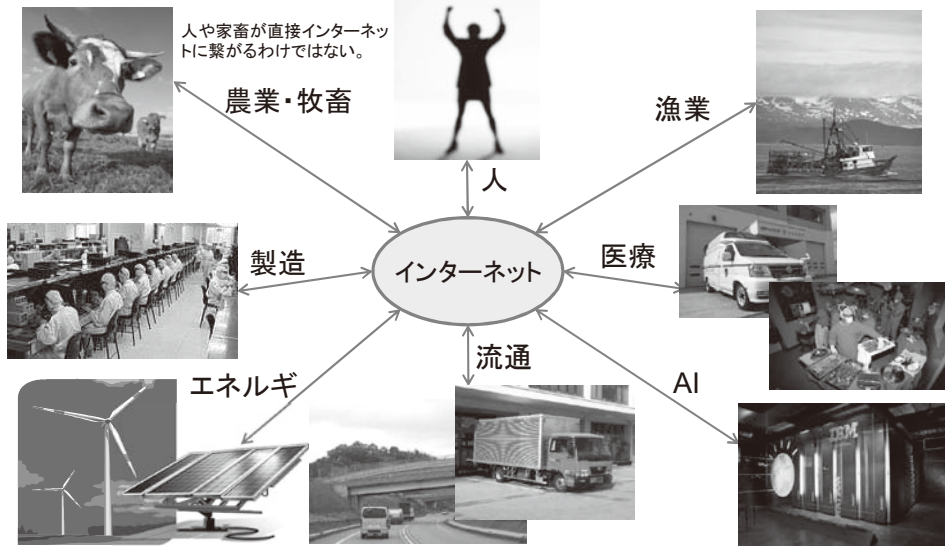


総務省 平成28年版 情報通信白書から:(出典)IHS Technology



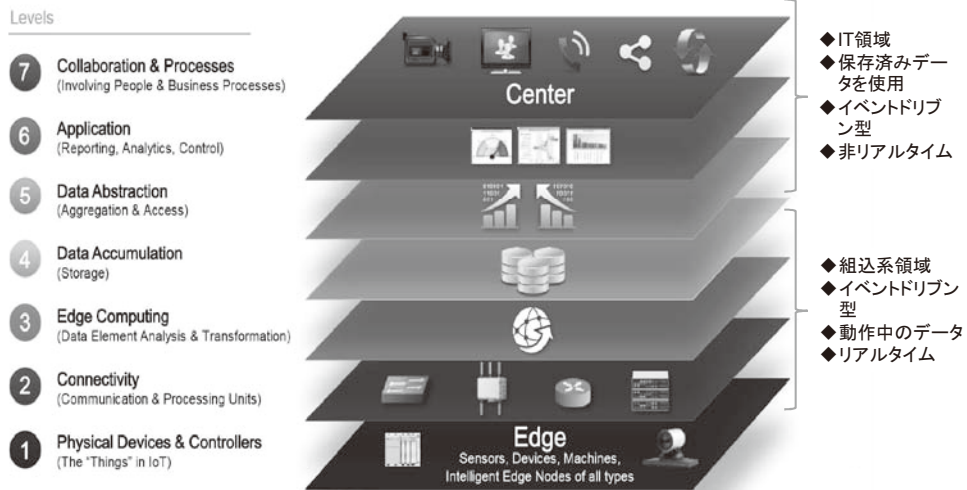
**OPTech** IoTで加速する革命<あらゆるものがつながる>

IoT(internet of Things)とは、センサやアクチュエータを組み込んだ機械、人に繋いだ医療機器などを様々な組合せて付加価値を創造する意味である。  
 人、家畜、センサ、アクチュエータが直接インターネットに繋がるのではなく、組込システムを介して繋がるのである。インターネットにつながる組込システムの部分をエッジなどとよぶ。



**OPTech** IoTのレファレンスモデル

- ここではIoTのモデルの中のシスコシステムズのIoTレファレンスモデル(7階層モデル)を紹介する。
- 階層ごとに単独で見ると、ITあるいは組み込み技術という既存の個別技術である。
- 各種センサや制御デバイス等をエッジとよぶ。エッジに対して発生したイベントに対応しては、できるだけエッジ側で処理を完了させて、IT領域に波及しないようにする(エッジコンピューティング)。





### 3. AI とビッグデータについて

#### 市場経済を念頭に理解する



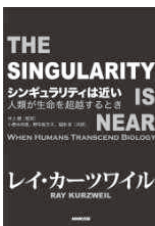
#### 驚異と期待を併せ持つ AI



アルファ碁のディープマインドの仕組みなどが詳細に説明されている。  
翔泳社、2017.7

##### ●アルファ碁

- ▶ 米グーグル傘下のベンチャー企業「ディープマインド」の囲碁ソフトアルファ碁と、世界最強の中国人棋士柯潔(かけつ)九段との三番勝負第3局が2017年5月27日、中国浙江省で行なわれ、アルファ碁がシリーズ3連勝となった。アルファ碁はこの対局を最後に引退
- ▶ アルファ碁は1,202台のCPUと176台のGPUを使用したニューラルネットワークのAIであり、モンテカルロ法を活用。
- ▶ アルファ碁は人間同士の対局数では及びもつかない対局数をアルファ碁同士で重ねた。その結果、プロ棋士にとっても未知の領域に到達

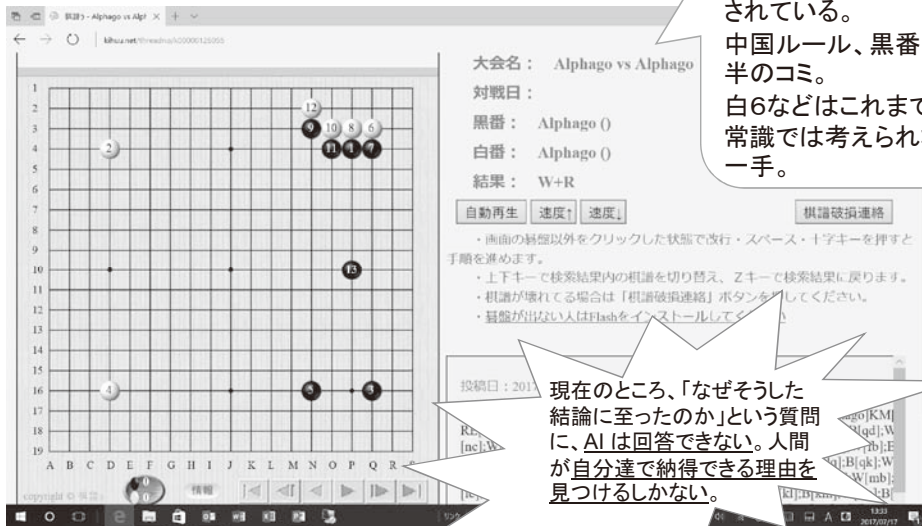


レイ・カーツワイルはAI研究の第一人者でグーグルに所属

##### ●シンギュラリティ(技術的特異点)

- ▶ 2045年に地球上の全人類の知能を越えるAIが誕生するという予測
- ▶ その後は、AIがさらに高度なAIを誕生させることを繰り返す。
- ▶ 高度なAIの集団が人間に代わって技術を進化させていく。

アルファ碁 <http://www.kihuu.net/index.php?type=3&key=alpha> から



アルファ碁同士の対局の棋譜50局分が公開されている。  
 中国ルール、黒番7目半のコミ。  
 白6などはこれまでの常識では考えられない一手。

現在のところ、「なぜそうした結論に至ったのか」という質問に、AIは回答できない。人間が自分達で納得できる理由を見つけるしかない。

アルファ碁 <http://www.kihuu.net/index.php?type=3&key=alpha> から



柯潔九段対アルファ碁の第3局  
 柯潔九段もアルファ碁の打ち方にならって黒7と果敢に挑むも敗れた。

## OPTech AIの画像認識訓練(ディープラーニング)

### AIの学習

訓練用データ: 大量の犬の画像  
(特徴集出のプログラムを作るわけではない)



AIは入力された画像全体から  
犬というクラス(集まり)の特徴を把握  
(どのような特徴を捉えたのかは不明)



### 学習後のAI



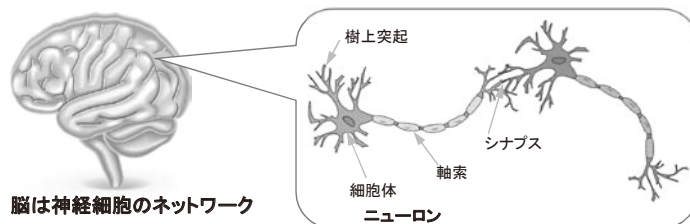
95%で  
Yes



3%で  
Yes

これまで熟練者にしかできなかったり、ソフトウェア開発が極めて困難になってしまうような製品の不良箇所の発見、不純物の混入、癌などの病変部位の発見などに、こうしたAIの技術の活用が広がっていく。ただし、大量のデータ(ビッグデータ)が必要となる。

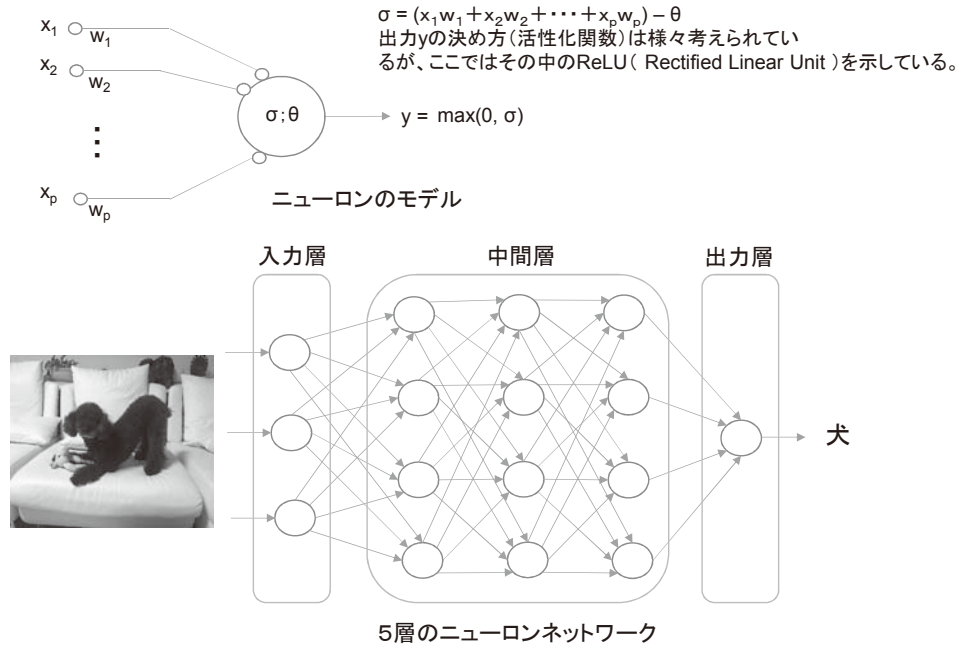
## OPTech ニューラルネットワーク



脳は神経細胞のネットワーク

- 脳はニューロンとよばれる神経細胞のネットワーク
- ニューロンの構成: 細胞体、樹状突起、軸索、軸索の先の樹状突起
- 細胞にある樹状突起は入力部で、軸索の先の樹状突起は出力部で、入力と出力は電気信号
- 軸索から出力された電気信号は、シナプスとよばれる接点を通過後、他のニューロンにとっては入力信号
- ニューロンは他の複数のニューロンからの電気信号を蓄積し、ある値(しきい値)を越えると軸索を通して電気信号を出力(発火)
- 脳の学習に応じてしきい値、シナプスの接続が変化
- 神経細胞の数は大脳で数百億個、小脳で1000億個と言われ、それぞれネットワークを構成
- こうしたニューロンの働きを模したものがニューラルネットワーク

## OPTech Open Technology ニューラルネットワークのモデル(参考)



## OPTech Open Technology AI とプログラミムの開発上の違い

- プログラム
  - 設計者の手を離れてもコンピュータが様々な場面に対応できるように作成する。
  - プログラミング対象から曖昧な点をすべて排除する形式知化が必要となる。
- プログラミング困難な例
  - 犬を認識させるプログラム
    - 猫や他の動物にはない犬だけの特徴を形式知化 ⇒ できるだろうか？
  - 囲碁のプログラム
    - 1手目は19×19の交点のどこか。2手目18×18のどこか・・・手数は10の360乗以上となる。しかも、1手ごとに有利・不利を評価できる形式知を求める必要があり極めて困難であった。
- AIの深層学習(ディープラーニング)
  - 犬の写真を大量に見せる。ニューラルネットワークは犬という正解に辿り着くようにパラメータを変えていく。
  - プログラミングの立場からは、犬と判定する暗黙知を獲得しているといえる。
- AIの大きな特徴
  - プログラミング時のような形式知化の作業が激減する。
- 現時点でのAIの問題点
  - 入力と出力の適切な定義は人間の作業であり、エラーが入り込む隙がある。
  - 結果を出しても、その結果に至った理由を説明できない。



## 4. 新時代に求められる能力と教育

### 情報教育の強化・改善に向けて



#### 新時代に求められる力

- データの必要性、解釈に関する力
  - 何を求めたいのかをデータの入出力で意思表示できる。
  - データが暗黙的に内包している価値を引き出すことができる。
  - データのライフサイクルを定義できる。
  - AI を利用できるように、データを分類および加工する戦略を立案できる。
  - IoTで広範囲かつ時系列的に大量のデータを収集する戦略を立案できる
- これからの情報教育<情報リテラシー + データリテラシー>
  - 手続きを作る・使うという手続き主導の時代から⇒  
⇒データを創る・集める・解釈する・活用するというデータ主導の時代へ



## OPTech IoT、AI時代のシステム開発や運用に求められる能力

- 基本能力
  - 観察力、直観力、データ理解力、仮説力、コミュニケーション力
- システム開発要求側
  - 開発対象のデータに基づく形式知と暗黙知の峻別力、説明力
- システム開発側
  - 理解力、形式知と暗黙知全体のモデル化力、IoTモデリング力、対象の分類(クラスタリング)力、AI開発力、データ収集力、シナリオ力、実装力
- 利用者側
  - 業務における暗黙知の作業と形式知による作業の峻別力、システムの利分類(クラスタリング)力

29

## OPTech IoT、AIの時代に向けた情報教育改善の必要性(1)

- 強化・改善すべき点
  - ◆ プログラミング(論理と手続き)偏重からの脱却
  - ◆ 形式知と暗黙知の峻別
  - ◆ 直観力の重視
- ◆ プログラミング(論理)偏重からの脱却
  - 論理は形式の上で成り立つ理屈の正しさを証明するツール
  - 論理と形式に縛られる危うさ(回避するには直観力、閃きが必要)
  - 例題(詭弁)
    - 次の説明を論理的に打ち破れるか！
    - 「的を狙って射た矢は飛ばない。」
    - 説明：
      - ① 射た矢は、的と弓の中間点を通る。
      - ② この矢は、中間点を通る前に、その中間点と弓の間の中間点を通る。
      - ③ そのまた中間点を通るので、最終的に矢は永久に弓に留まり飛ぶことはない。
 結論が誤っていることは明らか。では、何が誤っているのか。  
 先ず何を指摘すれば良いか閃くこと、それから論理的に説明する順序が大切
  - こうした詭弁が開発工程の中に時間差をもって異なる場所に発生した場合、手続き主導の思考力では、矛盾の発見も本質的間違いを正すことも困難
  - 見えない矛盾を前に、プログラムの作成や修正に右往左往する事態に！

30



## OPTech IoT、AIの時代に向けた情報教育改善の必要性(2)

### ◆ 形式知と暗黙知の峻別

- AIとプログラミングが並行していく時代において、この両者の峻別力は極めて重要である。
- しかし、現在の学校教育では峻別力の育成は困難であるように見える。
- 例題(小学校の引き算)  
82-17 の計算
  - ① 2から7は引けないので、隣の80を70にして10を借りてきて、
  - ② 10から7を引いた3と、2を足して5を得て、
  - ③ 70から17の10を引いて、答えは65となる。
- 答えは正しいが、情報系の大学生ですらこの計算の中の誤りに気付けない。
- 小学校で学んだ引き算の手順に形式的に従っているだけで、形式知は使っていないのである。⇒形式的に従うことと形式知は違う。
- 形式知と暗黙知の峻別は困難となる。
- 日本の中では、プログラミング、AI、IoT、ビッグデータに関するスキルの修得は一部の人間にしかできなくなる。

### ◆ 直観力の重視

- 要求の中の形式知を発見し、形式化(ルール化)できる。
- ふと…疑問をもつ力
- 解決策が閃き、その閃きを実証できる力(閃きだけでは×)
- 解決に役立つデータや資料を思いつく力

31

## OPTech おわりに

- 新しい技術が求められる背景には、経済性の追求という市場経済のモチベーションが働いていることを述べた。
- IoT、AIそしてビッグデータについての概要を述べた。
- そして、これからの日本を成長させるには、情報教育についての見直しが重要であることも述べた。

ご清聴ありがとうございました

32