



HOKKAIDO  
UNIVERSITY

# 講義「人工知能」

## 第13回 人工知能関連用語

北海道大学大学院情報科学研究院  
情報理工学部門 複合情報工学分野  
調和系工学研究室 准教授 山下倫央

<http://harmo-lab.jp>

[tomohisa@ist.hokudai.ac.jp](mailto:tomohisa@ist.hokudai.ac.jp)

2024年5月21日(火)

# 用語説明

2

1. 人工知能
2. ITとAI
3. 強いAI、弱いAI
4. 知能
5. 収穫加速の法則
6. シンギュラリティ
7. チューリングテスト
8. 中国語の部屋
9. フレーム問題
10. クオリア
11. トロッコ問題
12. 記号接地問題
13. DX

# 人工知能とは？

3

- コンピュータを用いて人間のような知能を実現することを目指した技術の総称。
- ダートマス会議（1956年）にて、計算機科学者のジョン・マッカーシーがはじめて「人工知能（Artificial Intelligence, AI）」という用語を使用。
  - 関連技術：機械学習、ニューラルネットワーク、進化型計算、探索、プランニング、ベイジアンネットワーク、SVM、最適化、ファジィ理論、述語論理、知識ベースシステム、推論、自然言語処理、画像処理など
  - 対象：人間、生物、社会、産業、福祉、サービス、ロボット、ソフトウェアなど
- **弱い人工知能**：人間の知能の代わりを一部する機械
- **強い人工知能**：本物の知能を持つ機械

# ITとAIの違い

4

## 【例】 勤怠管理

**IT** 業務やデータをデジタル化しコンピュータ上で扱えるようにして  
効率化・見える化をする技術

- タイムカードを押す
- 月末に集計して管理票に記入



- システムに出勤/退勤時間を記録
- Excelに出力して勤務時間などを計算

**AI** 業務の一部をシステムの補助により自動化・半自動化し  
主に効率化をする技術（自律的に学習を行うこともある）

- システムに出勤/退勤時間を記録
- Excelに出力して勤務時間などを計算



- PCのログイン時間、起動ソフトなどを元に自動的に出勤/退勤時間を記録
- 勤務時間、残業時間などを元に勤務状況を予測しアドバイスを表示

# ITとAIの違い

5

**IT**

業務やデータをデジタル化しコンピュータ上で扱えるようにして  
効率化・見える化をする技術

**AI**

業務の一部をシステムの補助により自動化・半自動化し  
主に効率化をする技術（自律的に学習を行うこともある）

そもそも、**AIの定義は一つではないため、**

かつてITと呼ばれていたが、今はAIの範疇にある機能も存在する。  
（例）漢字変換ソフト、検索エンジン、レコメンドエンジンなど。

**「ITかAIか」の判定はAIの定義によって変わる。**

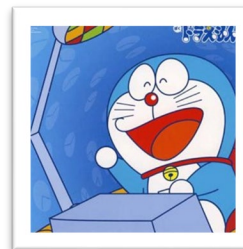
# 強いAI・弱いAI

- 弱いAI

- 知能があるように振る舞うことができる人工知能
- 人間の知能の代わりを部分的におこなう
  - ゲームAIや画像認識の分野では既に実現
    - アルファ碁
    - Inception V3
      - » 人間の画像識別力を超えた学習モデル

- 強いAI

- 本当に考えられる知能を持つ人工知能
- 人間の脳機能と同等の汎用的な知的処理をおこなう
  - 実現はしていない



# 参考：主要研究者のAIの定義

7

各研究者の定義の多くに「知能」という言葉がそのまま使われているため  
「知能」の捉え方次第でその定義も変わる。

図表 4-2-1-4 国内の主な研究者による人工知能（AI）の定義

研究者	所属	定義
中島秀之	公立はこだて未来大学	人工的につくられた、知能を持つ実態。あるいはそれをつくろうとすることによって知能自体を研究する分野である
武田英明	国立情報学研究所	
西田豊明	京都大学	「知能を持つメカ」ないしは「心を持つメカ」である
溝口理一郎	北陸先端科学技術大学院	人工的につくった知的な振る舞いをするためのもの（システム）である
長尾真	京都大学	人間の頭脳活動を極限までシミュレートするシステムである
堀浩一	東京大学	人工的に作る新しい知能の世界である
浅田稔	大阪大学	知能の定義が明確でないので、人工知能を明確に定義できない
松原仁	公立はこだて未来大学	究極には人間と区別が付かない人工的な知能のこと
池上高志	東京大学	自然にわれわれがペットや人に接触するような、情動と冗談に満ちた相互作用を、物理法則に関係なく、あるいは逆らって、人工的に作り出せるシステム
山口高平	慶應義塾大学	人の知的な振る舞いを模倣・支援・超越するための構成的システム
栗原聡	電気通信大学	人工的につくられる知能であるが、その知能のレベルは人を超えているものを想像している
山川宏	ドワンゴ人工知能研究所	計算機知能のうちで、人間が直接・間接に設計する場合を人工知能と呼んで良いのではないかと思う
松尾豊	東京大学	人工的につくられた人間のような知能、ないしはそれをつくる技術。人間のように知的であるとは、「気づくことのできる」コンピュータ、つまり、データの中から特徴量を生成し現象をモデル化することのできるコンピュータという意味である

(出典) 松尾豊「人工知能は人間を超えるか」(KADOKAWA) p.45より作成

# 知能の定義

- 情報が不足した状況で、適切に処理する能力
- 中島秀之著「知能の物語」
  - 出版社: 公立はこだて未来大学出版会 (2015/5/27)
  - 2004年 公立はこだて未来大学学長、東京大学を経て2018年札幌市立大学学長に就任
  - SAPPORO AI LAB のエグゼクティブ・アドバイザー





# 収獲加速の法則

- 集積回路が指数関数的に細密化するというムーアの法則の一般則

## ※ムーアの法則

- ゴードン・ムーア(インテル創業者)が唱えた半導体業界の経験則(1965年)
  - 「半導体の集積率は18か月で2倍になる」
- 新しい技術により既存の技術が効率化され、蓄積された技術がさらに技術の進化を早めること
  - この増加速度が指数関数的な成長を始める点を、技術的特異点という
    - 人工知能がこの法則に従うと、既に蓄積された人工知能技術が新たな人工知能を進化させて、人間の手を離れた人工知能が自律的な進化を遂げる

# シンギュラリティ

10

- Singularity : 技術的特異点と訳される用語
  - ヴァーナー・ヴィンジとレイ・カーツワイルが提示した概念
  - 2005年時点で、2045年に起こると予想している
- 人間と人工知能の臨界点
  - 人間と同等に近くなった人工知能が加速度的に進化する時点
  - ただし、人工知能が人間を追い越すのではなく、人間が人工知能と融和して成長曲線が無限大になることを示す

# チューリングテスト

11

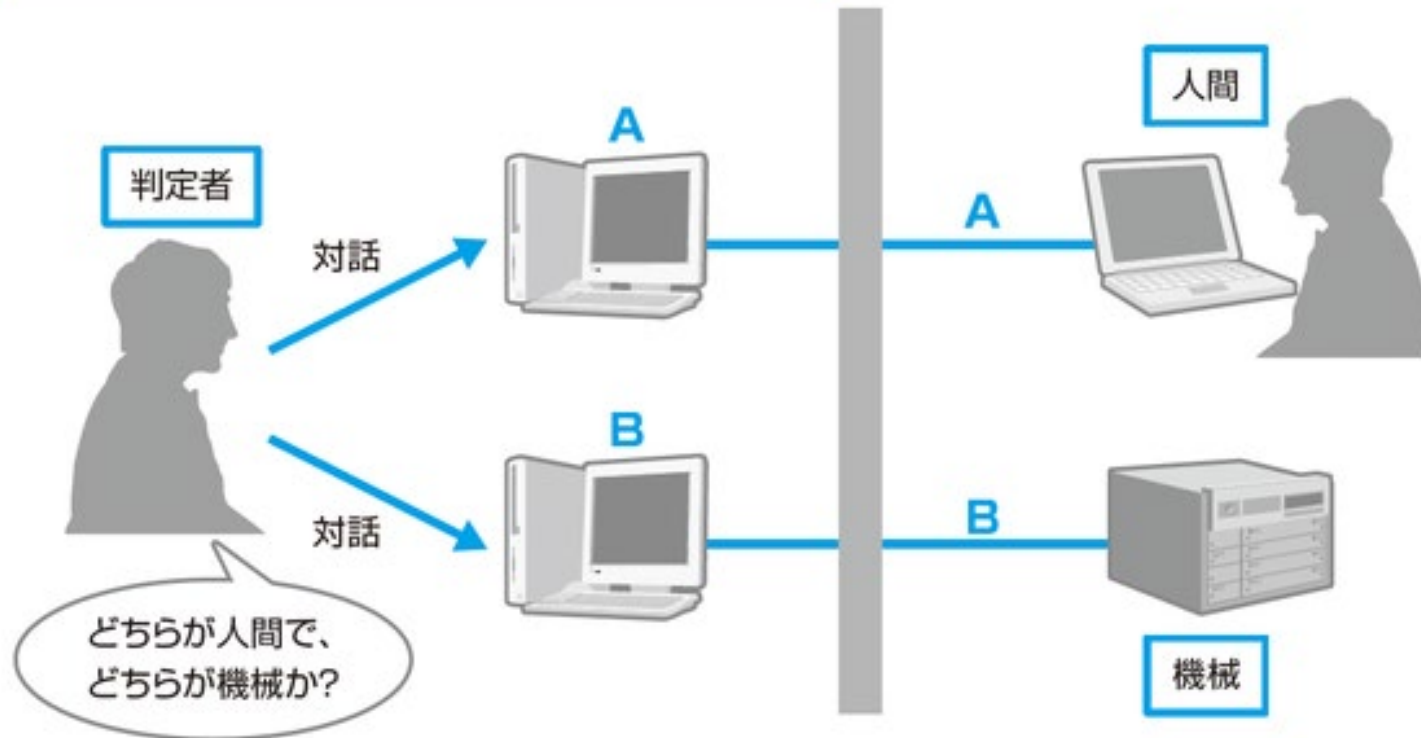
- 1950年にアラン・チューリングによって提唱された人工知能の能力テスト
  - 「人間に近いか」を測る尺度
- 相手が人間か人工知能かわからない状態で人間にインタラクションさせて、その相手が人間か人工知能かを判定させる
  - チューリングテストは一つの基準であり、このテストをパスしても、人間と同等であるわけではない

# チューリングテスト

12

## チューリングテスト

判定者が質問や対話をして、A と B それぞれどちらが人間でどちらがコンピュータかを判定するテスト

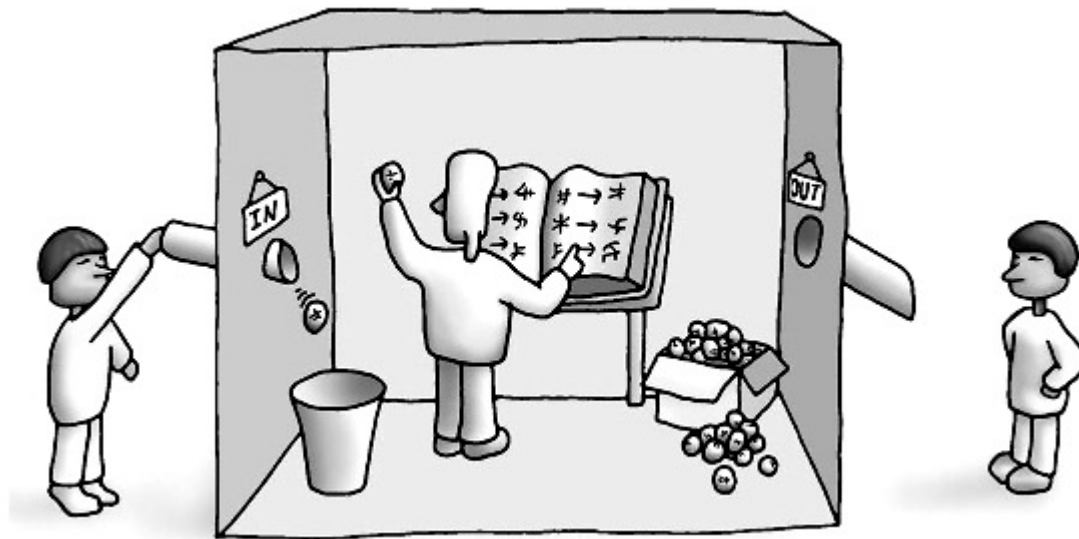


- [http://www.atmarkit.co.jp/ait/articles/1610/01/news001\\_2.html](http://www.atmarkit.co.jp/ait/articles/1610/01/news001_2.html)

# 中国語の部屋

13

- 哲学者ジョージ・サールが人工知能を批判するときに使った思考実験



<http://occult.xxxblog.jp/archives/2012917.html>

# 中国語の部屋

14

- 中国語を理解していない、一人の英国人を部屋に閉じ込める。この部屋には、中国語で書かれた沢山のカードと、英語で書かれたマニュアル本が置かれている。このマニュアル本には、  
「『○×□』と書かれたカードに対して、  
『☆△◎』と書かれたカードを返せ」という簡単な説明のみが書かれている。
- この部屋には小さな窓が付いており、その窓から英国人は、中国語で書かれた質問のカードを受け取る。次に英国人は、マニュアル本に従って、その質問のカードに相応する中国語のカードを返す。英国人はこの一連の作業を繰り返しさせられる...

# 中国語の部屋

15

- 中国語の部屋のアナロジー
  - マニュアル本に従って作業する英国人  
= プログラムに従って動くCPU
- サールの主張
  - 機械が持つ対話の機能と、人間が持つ意識は別物であり、意識には対話の機能が不可欠であるという考え方は誤りである
  - 対話が成立していたとしても、両者がその対話の意味や内容を、完全に理解していることにはならない
  - チューリング・テストをクリアする機械を作ることとは可能だが、人工知能（意識）を持つ機械を作ることとは、永遠に不可能である
  - <http://occult.xxxblog.jp/archives/2012917.html>

# フレーム問題

16

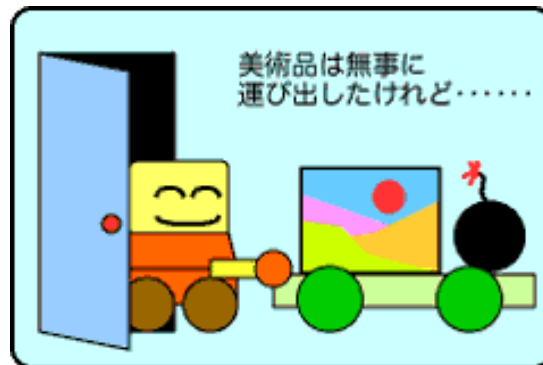
- 人工知能における最大の課題
  - 1969年にジョン・マッカーシーとパトリック・ヘイズが提唱
  - 人工知能は与えられた問題を解くこと以外できない
    - 人工知能は一定の枠(フレーム)の中でしか思考できない
  - フレーム問題の例
    - 人工知能学会
      - <https://www.ai-gakkai.or.jp/whatsai/AItopics1.html>



# フレーム問題

17

- 人工知能搭載のロボット「安全くん1号」は、人間の代わりに危険な作業をするロボットです。爆弾が仕掛けられている部屋から貴重な美術品を取り出してこなければなりません。
- 安全くん1号は美術品の入った台車を押して美術品をとってきましたが、不幸なことに爆弾は台車にしかけられていたので、安全くんは爆発に巻き込まれてしまいました。



# フレーム問題

18

- これは安全くん1号が、美術品を取り出すために荷車を押せばよいということは分かったのですが、そのことによって、爆弾も一緒に取り出してしまふということは分からなかったためでした。
- 安全くん1号の悲劇で、この問題を改良した「安全くん2号」が制作されました。安全くん2号は、美術品を取り出しに部屋に再び向かいました。

# フレーム問題

19

- しかし、美術品を運び出すには台車を動かせばよいと思いついたあと、台車を動かしたときの影響を
  - もし台車を動かしても、天井は落ちてこない。
  - もし台車を動かしても、部屋の壁の色はかわらない。
  - もし台車を動かしても、部屋の電気は消えない。
  - もし台車を動かしても、壁に穴があいたりしない。
  - ……………

と順番に考えているうちに爆弾が爆発してしまいました。



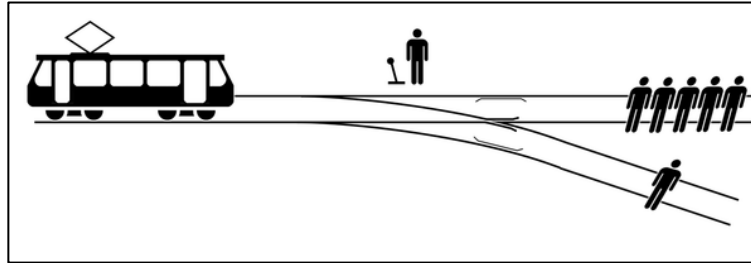
# フレーム問題

- これは、ベつに台車を動かしても天井は落ちくるという影響は生じないのですが、一応考えてみないと、影響があるかどうか分かりません。
- しかも、台車を動かしても影響を受けないことは無数にあるため、考えるのに時間がかかってしまうためです。
- 「爆弾と美術品以外の関係のないことは考えなくてもいいのではないか？」と思うかもしれませんが。しかし、この場合も、壁、天井、電気などありとあらゆることについて、爆弾や美術品と関係があるかどうかを考えているうちに爆弾が爆発してしまいます。このように、たとえばどんな方法をとっても、途中で世の中のありとあらゆることについて考える必要が生じてしまいます。これがフレーム問題です

# トロツコ問題

21

- そもそも正解がない問題
  - 人間の命がかかるとより難しい
- トロツコ問題(Wikipedia より)
  - a) 線路を走っていたトロツコの制御が不能になった。このままでは前方で作業中だった5人が猛スピードのトロツコに避ける間もなく轢き殺されてしまう。

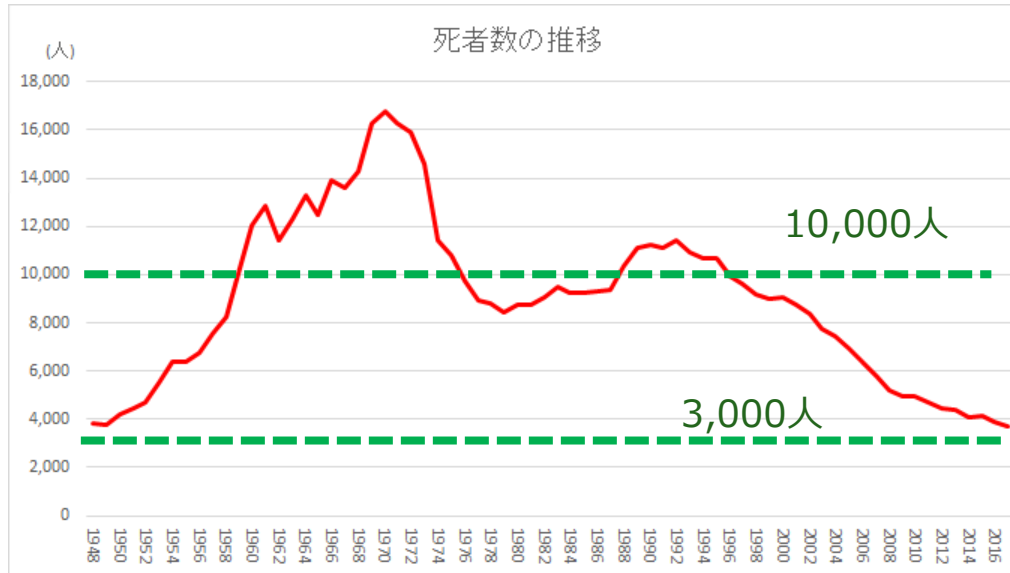


- そしてA氏が以下の状況に置かれているものとする。
  - (1) この時たまたまA氏は線路の分岐器のすぐ側にいた。A氏がトロツコの進路を切り替えれば5人は確実に助かる。しかしその別路線でもB氏が1人で作業しており、5人の代わりにB氏がトロツコに轢かれて確実に死ぬ。A氏はトロツコを別路線に引き込むべきか？
- AIに任せる前に人間もきちんと考えましょう

# トロッコ問題

22

## 日本の交通事故死者数の推移



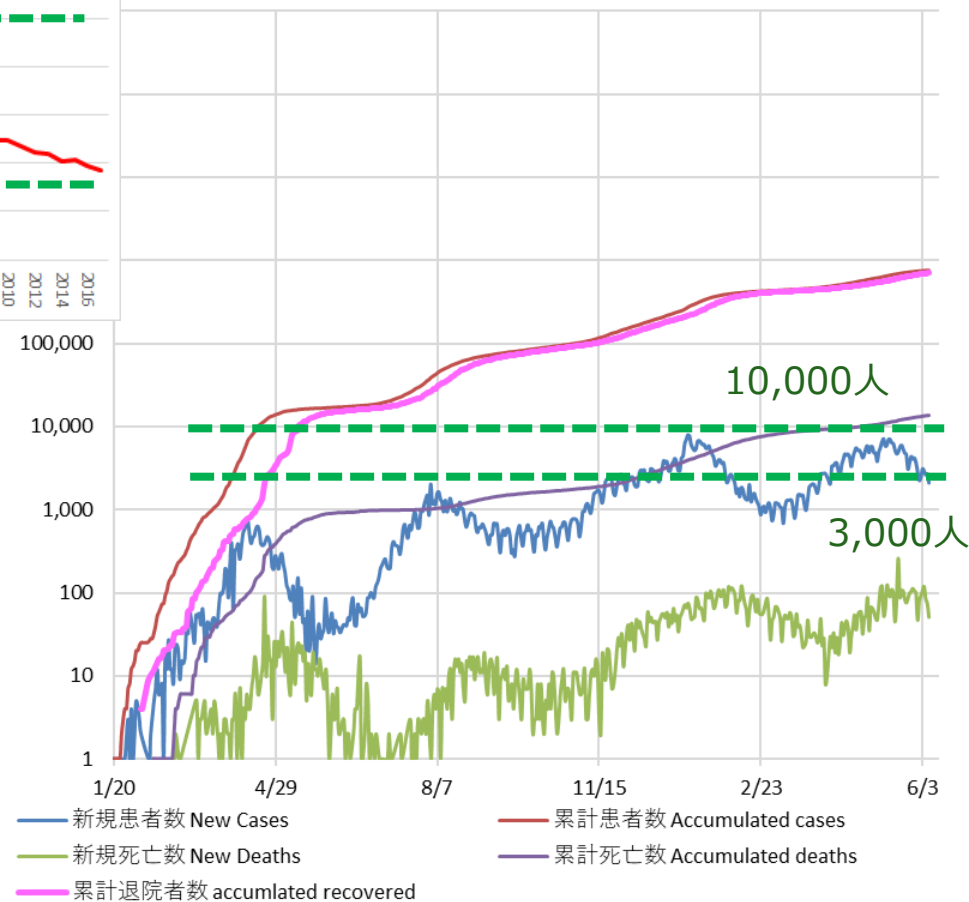
【交通事故統計】グラフに表れる驚きと納得！ 1948年から2017年までの推移

[https://kurukura.jp/news/180115\\_3.html](https://kurukura.jp/news/180115_3.html)

厚生労働省 国立社会保障・人口問題研究所  
[http://www.ipss.go.jp/projects/j/Choju/co-vid19/image/210607\\_Japan.png](http://www.ipss.go.jp/projects/j/Choju/co-vid19/image/210607_Japan.png)

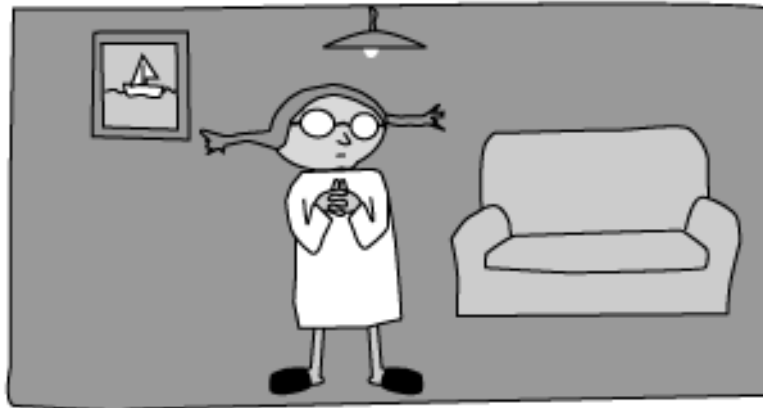
## 新型コロナウイルス感染症 感染者・死亡者数

日本 Japan



- ❖ 人工知能の知識表現において、使われる言葉や記号の意味を現実世界の実体がもつ意味に結び付けられるかどうかという問題
  - 哲学者 スティーブン・ハルナッドが、人工知能には意味が理解できないという論証の一環として提示(Harnad, 1990)
- ❖ 人工知能が身体性をもたず、環境と切り離された形で記号の処理をしようとするときに起こる問題

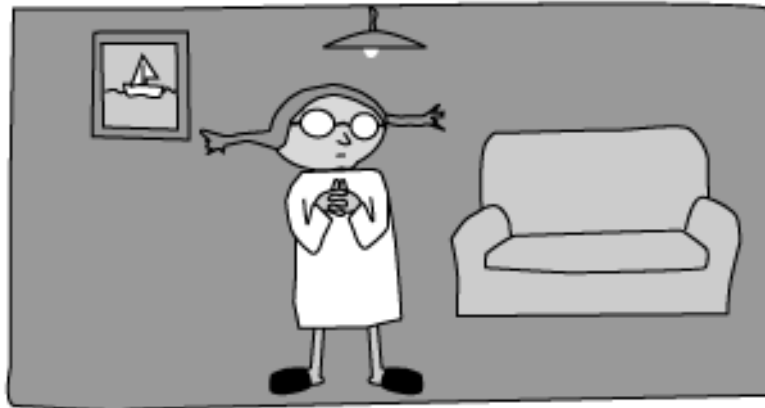
- ❖ 哲学者 フランク・ジャクソンが論文「随伴現象的クオリア」で提案した思考実験「メアリーの部屋」
  - 生まれたての人間の子供を生まれてすぐに真っ白で窓もない部屋に入れる。辞書を一冊だけ渡して言葉を覚えてもらう
  - 窓も色もない部屋なので、この辞書だけが言葉を覚える唯一の手がかり
  - この子供は後に「赤い色」とはどのような色かを理解できるでしょうか？



<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%A1%E3%82%A2%E3%83%AA%E3%83%BC%E3%81%AE%E9%83%A8%E5%B1%8B>



- ❖ 哲学者 フランク・ジャクソンが論文「随伴現象的クオリア」で提案した思考実験「メアリーの部屋」
  - 渡された辞書で「赤」を引いたとき、例えば「リンゴの色」と書いてあったとします。では、リンゴとはいったい何なのかをこの辞書で引くと「赤い果物」と書いてあったとする
  - 確かに辞書の中で言葉の定義はなされている。言い換えると、辞書に出てくる言葉はすべて辞書の中で定義されているはず
  - これでは赤→リンゴ→赤→リンゴ・・・と繰り返すだけ



<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%A1%E3%82%A2%E3%83%AA%E3%83%BC%E3%81%AE%E9%83%A8%E5%B1%8B>

- ❖ では、ある日この子供に「これからリンゴを差し入れてやろう」とどこからか声をかけ、部屋に一つのリンゴが差し入れられたら何がおこるか？
- ❖ 辞書を読み込んで知識を十分に得ているはずのこの子供が、リンゴを手にしたときに何か新しいことを学んだとしたら、それを「クオリア」と呼ぶ
- ❖ クオリア = 経験の主観的・質的性質

- ❖ 俳句で用いられる言葉、特に季語は現実世界の実体に直接的に結び付けられた意味としての本意のほか、そこから想起される人の感情や抽象的な解釈である本情の共有が重要
  - 見た目、温度、匂い、音、振動、感触、味など人間の感覚を通して感じたクオリアが言葉に結びついて語彙を形成
- ❖ 俳句の教師データのみをいくら膨大に用意したところで、言葉の意味を理解すること、言葉のクオリアを得ることが難しい
- ❖ 俳句の言葉の意味、文脈を理解して良し悪しを評価するためには、この記号接地問題、クオリアをどう得るのかという問題を解決することが不可避
- ❖ 現在の研究段階ではまだ十分な解決策は見いだせていない

# 記号接地問題

- 人工知能（AI）の知識表現において、そこで使われる記号を実世界の实体がもつ意味に結び付けられるかという問題
  - 哲学者のスティーブン・ハルナッド Stevan Harnad（1945— ）が AI には意味が理解できないという論証の一環として提示した問題
  - たとえば、一度食べたことのある人は、「梅干し」と聞けばその味を想起して口の中に唾液（だえき）が出てくるなどの現象が起こるが、AIにはそういった想起ができない。

# 記号接地問題

- 記号処理におけるフレーム問題や、常識推論ができないことなどのさまざまな問題と同根で
  - つまり、身体性をもたず、環境と切り離された形で記号の処理をしようとするために起こる問題である
  - 外部世界にあるものを、内部記号に置き換えた時点で外部との接地が切れてしまう
  - 実世界と相互作用するロボットなどでは、ロボットなりの記号接地ができるはずであるが、人間と異なる体をもったものの記号接地は、人間のものとは異なるはずである

# デジタルトランスフォーメーション(DX) 30

- DX の概念 : 2004年 スウェーデン ウメオ大学教授  
エリック・ストルターマンが提唱
  - 「ICTの浸透が人々の生活をあらゆる面でより良い方向に変化させる」
    - <https://www8.informatik.umu.se/~acroon/Publikationer%20Anna/Stolterman.pdf>
    - Stolterman E., Fors A.C. (2004) Information Technology and the Good Life. In: Kaplan B., Truex D.P., Wastell D., Wood-Harper A.T., DeGross J.I. (eds) Information Systems Research. IFIP International Federation for Information Processing, vol 143. Springer, Boston, MA.  
[https://doi.org/10.1007/1-4020-8095-6\\_45](https://doi.org/10.1007/1-4020-8095-6_45)
  - 多義的な解釈
    - 概ね「企業がITを用いて、ビジネスモデル、事業の業績、対象範囲を根底から変化させる」という意味合いで用いられる

- 我が国企業がデジタルトランスフォーメーション（DX）を実現していく上でのITシステムに関する現状の課題の整理とその対応策を検討
  - <https://www.meti.go.jp/press/2018/09/20180907010/20180907010.html>



経済産業省

Ministry of Economy, Trade and Industry

[申請・お問合せ](#)
[English](#)
[サイトマップ](#)
[本文へ](#)
[文字サイズ変更](#)
[小](#)
[中](#)
[大](#)
[アクセシビリティ  
閲覧支援ツール](#)


[ニュースリリース](#)
[会見・談話](#)
[審議会・研究会](#)
[統計](#)
[政策について](#)
[経済産業省  
について](#)

[ホーム](#)
[▶ ニュースリリース](#)
[▶ ニュースリリースアーカイブ](#)
[▶ 2018年度9月一覧](#)
[▶ デジタルトランスフォーメーションに  
向けた研究会の報告書『DXレポート～ITシステム「2025年の崖」の克服とDXの本格的な展開～』をとりまとめました](#)
[English](#)
[印刷](#)

## デジタルトランスフォーメーションに向けた研究会の報告書『DXレポート～ITシステム「2025年の崖」の克服とDXの本格的な展開～』をとりまとめました

2018年9月7日

[▶ ものづくり/情報/流通・サービス](#)

経済産業省は、我が国企業がデジタルトランスフォーメーション（DX）を実現していく上でのITシステムに関する現状の課題の整理と  
その対応策の検討を行い、『DXレポート～ITシステム「2025年の崖」の克服とDXの本格的な展開～』として報告書を取りまとめまし  
た。

あらゆる産業において、新たなデジタル技術を使ってこれまでにないビジネス・モデルを展開する新規参入者が登場し、ゲームチェンジが  
起ころうとしています。こうした中で、各企業は、競争力維持・強化のために、デジタルトランスフォーメーション（DX：Digital  
Transformation）をスピーディーに進めていくことが求められています。

このような中で、我が国企業においては、自らDXを進めるべく、デジタル部門を設置する等の取組みが見られます。しかしながら、PoC

## 関連資料

- ▶ [DXレポート ～ITシステム「2025年の崖」の克服とDXの本格的な展開～（サマリー）（PDF形式：1,303KB）](#)
- ▶ [DXレポート ～ITシステム「2025年の崖」の克服とDXの本格的な展開～（PowerPoint版）（PDF形式：2,694KB）](#)
- ▶ [DXレポート ～ITシステム「2025年の崖」の克服とDXの本格的な展開～（本文）（PDF形式：4,903KB）](#)

# デジタルトランスフォーメーション(DX) 32

- DX の定義：経済産業省
  - 「企業がビジネス環境の激しい変化に対応し、データとデジタル技術を活用して、顧客や社会のニーズを基に、製品やサービス、ビジネスモデルを変革するとともに、業務そのものや、組織、プロセス、企業文化・風土を変革し、競争上の優位性を確立すること」

「DX 推進指標」とそのガイダンス (2019年)より

<https://www.meti.go.jp/press/2019/07/20190731003/20190731003-1.pdf>



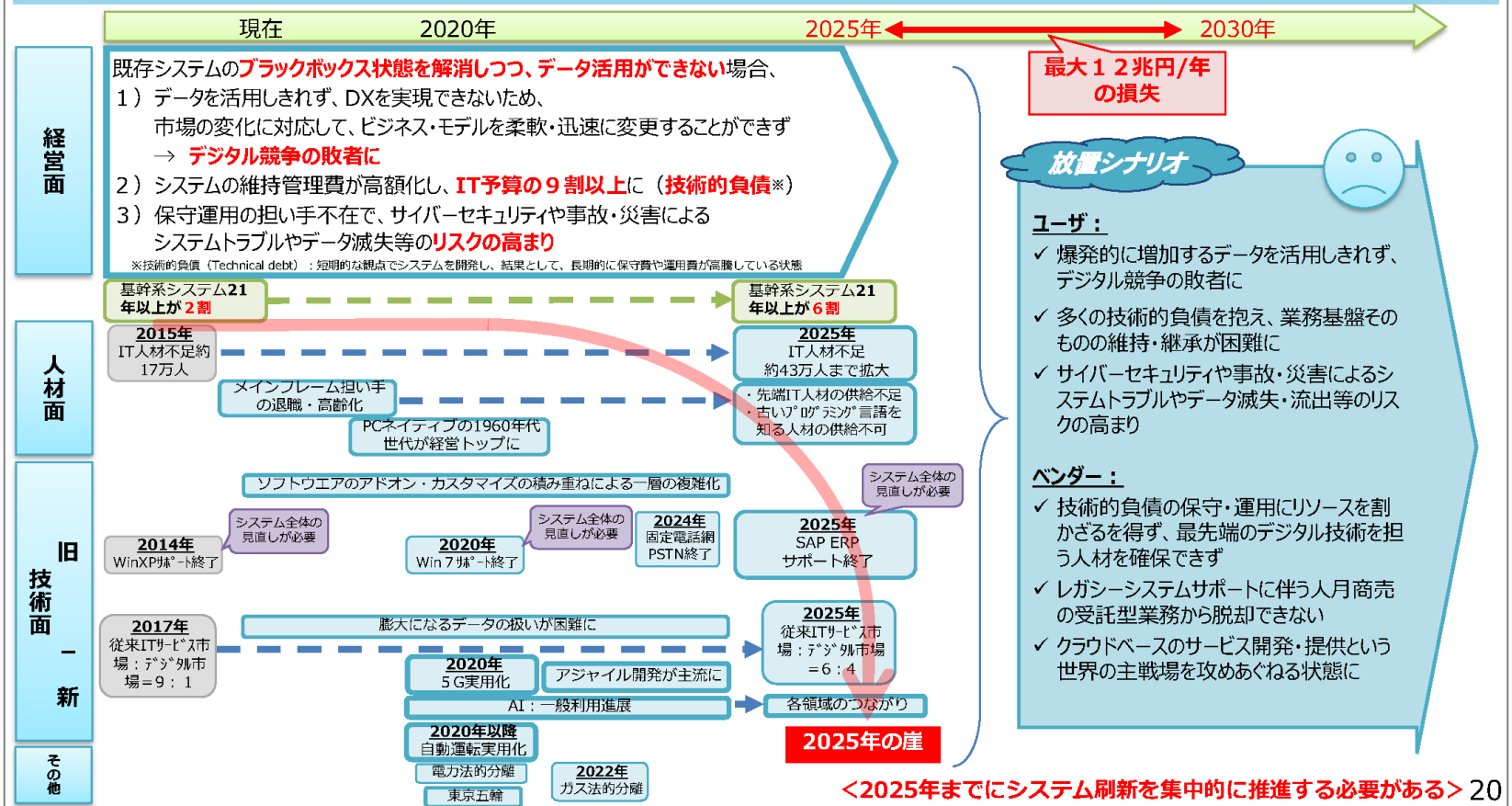
# 2025年の崖

## 2.6 2025年の崖

多くの経営者が、将来の成長、競争力強化のために、新たなデジタル技術を活用して新たなビジネス・モデルを創出・柔軟に改変するデジタル・トランスフォーメーション(=DX)の必要性について理解しているが...

- ・ 既存システムが、事業部門ごとに構築されて、全社横断的なデータ活用ができなかったり、過剰なカスタマイズがなされているなどにより、複雑化・ブラックボックス化
- ・ 経営者がDXを望んでも、データ活用のために上記のような既存システムの問題を解決し、そのためには業務自体の見直しも求められる中(=経営改革そのもの)、現場サイドの抵抗も大きく、いかにこれを実行するかが課題となっている

→ この課題を克服できない場合、DXが実現できないのみでなく、2025年以降、最大12兆円/年(現在の約3倍)の経済損失が生じる可能性(2025年の崖)。



DX レポート～ITシステム「2025年の崖」の克服とDXの本格的な展開～、20ページ

[https://www.meti.go.jp/shingikai/mono\\_info\\_service/digital\\_transformation/pdf/20180907\\_02.pdf](https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/digital_transformation/pdf/20180907_02.pdf)

# DX におけるデータの重要性

34

- 高まるデータの重要性
  - IoT による大量のデータ取得が実現
    - 企業に日々蓄積されるさまざまなデータを材料として使い、活用することによって、業務プロセスの最適化や顧客体験の強化、ビジネスモデルの改革などによる価値創出につなげる
- 問題点
  - AIやRPA(Robotic Process Automation)といった領域においては、技術先行の活用事例も多く、PoC（実証実験）の段階でプロジェクトが挫折
  - ビッグデータに対応するデータ基盤や、リアルタイムにデータを処理しビジネスに活用する体制の構築が進んでいない
  - AIやRPAの取り組みをはじめる以前に、社内全体でデジタル化を推進し、リアルタイムでデータ活用や部門を超えたデータ共有などに取り組み、顧客に対して提供できる価値を最大化していく改革が必要

DXとAIの関係性について解説！AIでDXを推進するには！？

<https://ainow.ai/2019/12/02/181355/#DX-3>