

医療とテクノロジーの未来

2018.06.14

アイリス株式会社 代表取締役
沖山 翔

沖山 翔 (おきやま しょう)



医師、AI医療機器の開発

- 2010- 東京大学医学部卒業
- 2012- 救命救急医（日赤医療センター）
- 2013- ドクターへり、離島医療（石垣島、波照間島）
- 2015- 株式会社メドレー（執行役員）
- 2017- アイリス株式会社 代表取締役（AI 医療機器）

人工知能学会・情報処理学会所属、救急科専門医、
日経ビジネススクール講師（担当：人工知能）、
産総研AI技術コンソーシアム委員

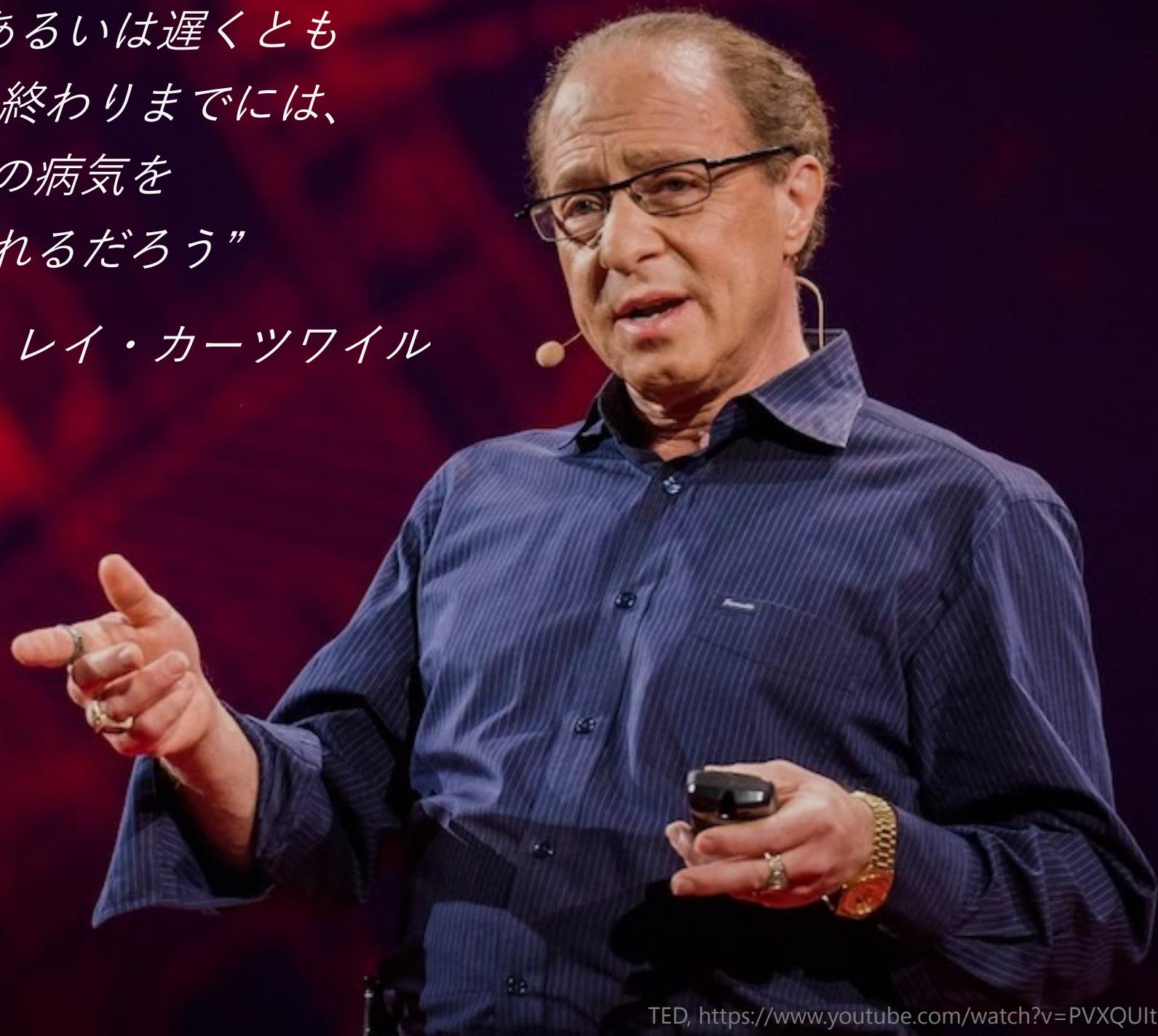
“21世紀の終わりまでに全ての病気を
治療し、予防し、あらゆる病気に
対応できるようにしたい”

— マーク・ザッカーバーグ

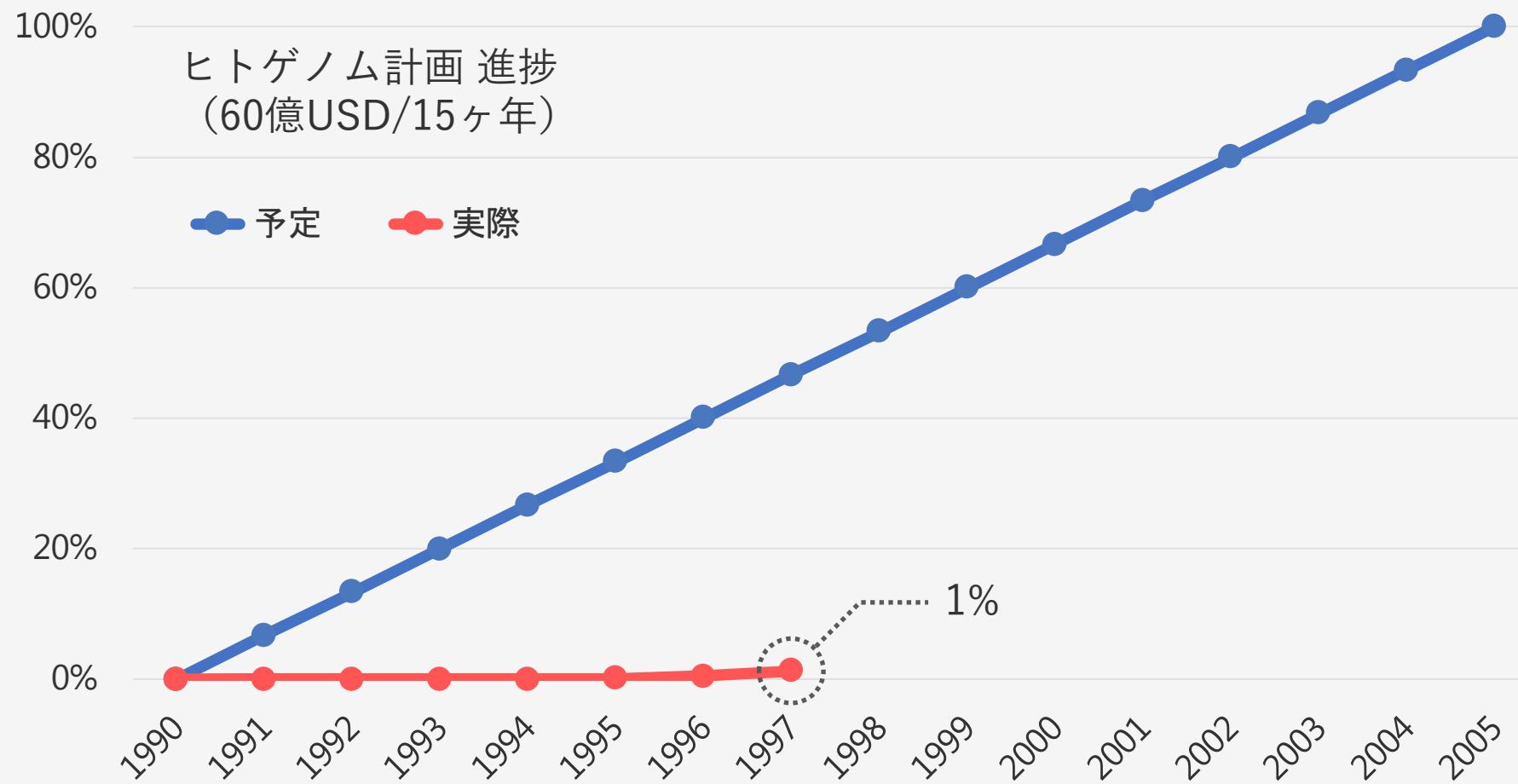


“2030年、あるいは遅くとも
2030年代の終わりまでには、
人類は全ての病気を
乗り越えられるだろう”

— レイ・カーツワイル

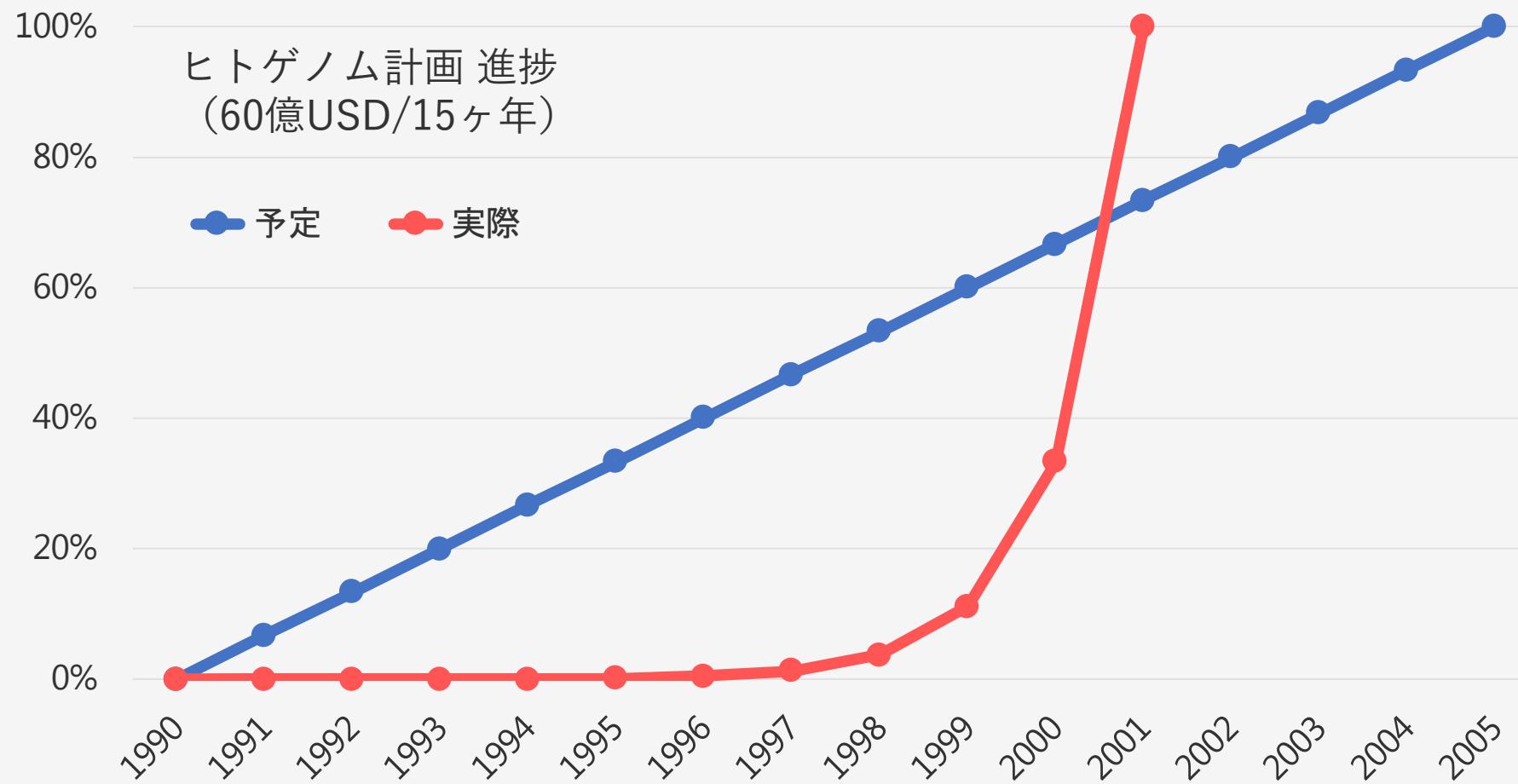


テクノロジーの進歩は指数関数的



1997年 ゲノムの解読達成率は1% 多くが計画中止を主張
しかし「1%終わったのなら、もう半分終わったに等しい」

テクノロジーの進歩は指数関数的



1997年 ゲノムの解読達成率は1% 多くが計画中止を主張
しかし「1%終わったのなら、もう半分終わったに等しい」

人工知能 (AI)

AI

ロボティクス

VR, AR, MR

なぜいまAIなのか



大量のデータ

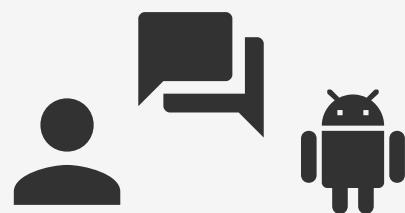


ネット化・クラウド化による大量のデータ



コンピュータ機器の進化

処理能力は毎年1.5倍 計算速度の向上



キャッチーな事例

Pepper、アルファ碁 世間からの期待感

ディープラーニング

これまで



現在



すべて人が教えていた

- ヒゲはあるの？ないの？
- 口は何個？
- あれは？これは？

何をどこまで教えるべきか不明

機械が勝手に共通点を学習

- 似た写真ごとに分けといて！
 - あ、この山が「ネコ」ね。
- サンプル数が増えれば個体差は吸収、
平均すると「猫らしさ」が残る

「抽象的な概念」を取り扱えるAI

これまで

[円] ある点からの距離が
等しい点の集合

定義できるものは扱える

[ネコ] えー、哺乳類で
足が4本あって…

性質列挙のみでは扱えない

ディープラーニング

[ネコ] タマとね、ミケと
モモとチビと…

サンプルさえ与えれば、
「ネコという概念」の抽出は
AI任せでOK



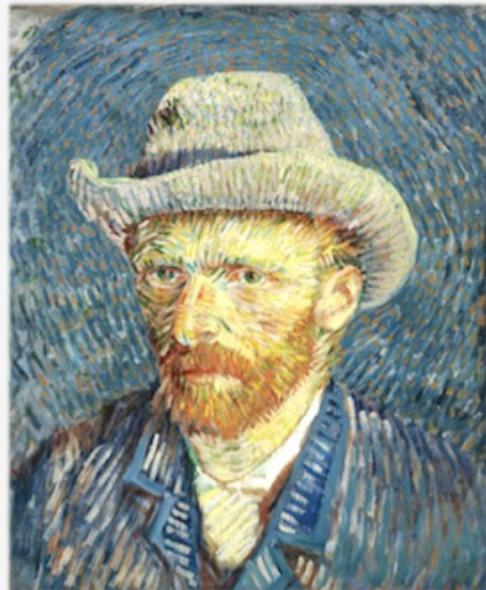
定義しづらい「抽象的な概念」も
扱えるようになった

抽象概念の計算



元絵

+



画風



DEEPART.io

<https://deepart.io/>

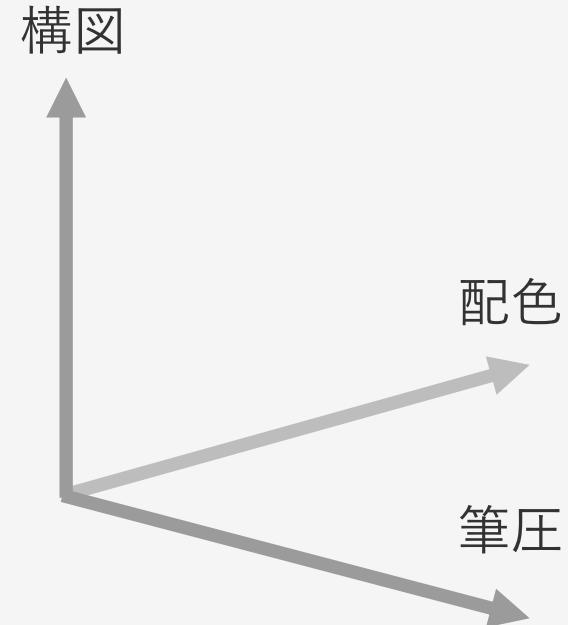
絵の単純な合成ではなく、
“ゴッホらしさ”という
特徴量の取り扱いが可能に

あらゆる要素のパラメータ化



<http://www.adweek.com/>, "Inside 'The Next Rembrandt'"

レンブラントの新作
(Microsoft, 2016)



“レンブラントらしさ”を
AIが因数分解。それに
そってイメージ合成

(動画)



"Synthesizing Obama: Learning Lip Sync from Audio"

<https://youtu.be/9Yq67CjDqvW>

AIのもたらす価値



認識：文章、音声、画像、動画
リスニングの能力は人間を上回る



予測：おすすめ商品、数値予測
過去の傾向から統計推論



最適化：囲碁、自動運転など
最善手を選ぶ

放射線科医とAI



“放射線科医の育成は終えるべき。あと5年、長くとも10年で AI が上回るのは明白だからだ” (2016)

ジェフリー・ヒントン（ディープラーニングの父）

<http://www.cs.toronto.edu/>



“あと5年で胸部と乳腺レントゲン、10年で CT (頭・胸腹・骨盤)、MRI (頭・肩・膝)、エコー (頭・頸動脈・甲状腺) の読影レポートを AI が作成できるようになるだろう” (2016)

ブラッドリー・エリクソン（メイヨー放射線科医）

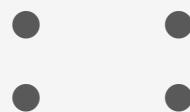
<http://www.mayo.edu/>

医療におけるAIの可能性 1

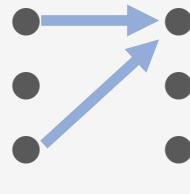
N対1 の診断



1対1の関係

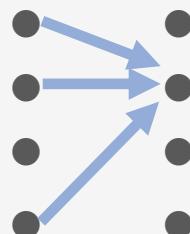


「if 胸が痛い then 心臓病だ」



2対1の関係

「if “若い割に腎機能が悪い” then 先天性疾患の可能性も」 → 人間が把握しているパターンは極一部



N対1の関係

「if 高齢でO型Rh+のわりに血尿があるが咳はない then …」 → 変数が多くて人間には処理不能

医療におけるAIの可能性 2

報告から臨床の時間差がゼロに



患者の特徴量検索 + 論文網羅 + 自動翻訳

非英語圏の医学誌から類似症例を見つけ出す

その他 注目の取り組み

Google “Project Baseline”

対象者1万人、 1億ドル/4年間のプロジェクト

ゲノム、 血液、 尿、 唾液、 涙液 etc. 現代版フラミンガム研究

DeepMind Health + NHS

Google傘下DeepMind + 英国国民保険サービス

眼科疾患（診断+治療）から着手

Stanford大 皮膚がんの画像診断

皮膚科専門医を上回る成績

人間が着目しない、 がん細胞周囲の細胞の様子からも診断

国内のタイムライン

	2017	2018	2019	2020	2021～
ゲノム 医療			<ul style="list-style-type: none">・がんゲノム情報の収集体制構築・AIを活用した研究体制構築・AI開発基盤の利活用の検討		
画像診断 支援		学会を中心とした画像DB構築		<ul style="list-style-type: none">・医療機器メーカーへ教師付画像データ提供・AIを活用した画像診断支援プログラム開発	
診療・ 治療支援	医師法、薬機法: AIの取扱明確化	<ul style="list-style-type: none">・収集データの標準規格策定・難病の情報基盤を構築	AI活用診断、治療 支援を実用化 (高頻度疾患)	AI活用診断、 治療支援を実用化 (低頻度疾患)	
医薬品 開発		製薬企業とIT企業のマッチング (製薬企業がニーズ提案、IT企業のリソースを 活用)	<ul style="list-style-type: none">・医薬品開発に応用可能なAIを開発・AIを用いた効率的な医薬品開発を実現		
介護・ 認知症		現場主導のAI開発を推進 (生活データの収集、生活 アシスト機器等の設計)	試作機の開発	AIを活用した生活リズム 事前予測システム等を開発、 実用化	
手術支援		手術関連データを相互に連結するための インターフェース標準化を推進	手術データを 統合収集、蓄積	麻酔科のAI 支援実用化	自動手術支 援ロボット の実用化

「保健医療分野におけるAI活用推進懇談会報告書(2017.6 厚生労働省)」を元に作成

ロボティクス

AI

ロボティクス

VR, AR, MR

(動画)

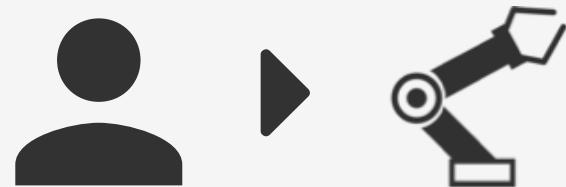


"What's new, Atlas?"

<https://youtu.be/fRj34o4hN4I>

ロボットのもたらす価値

自動化



- 効率化と再現性向上
- 人間は有事の対応に

運動・感覚能力の拡張



- 精度と自由度の高い動き
- 五感の能力増強
- 六番目以降の感覚獲得

操縦式と自走式で異なる用途

ダ・ヴィンチ (操縦式ロボット)

- 体力増強：座って手術できる + アームレスト
- 視力増強：3D内視鏡 + ズーム視 15倍
- 手が3本に：3本のアームを1人で操れる
- 関節機能増強：関節可動域360度
- 神経、筋肉機能増強：自動手ぶれ補正
- 小脳機能増強：モーションスケール (1:5)

道具を超えた、人間の能力増強デバイス

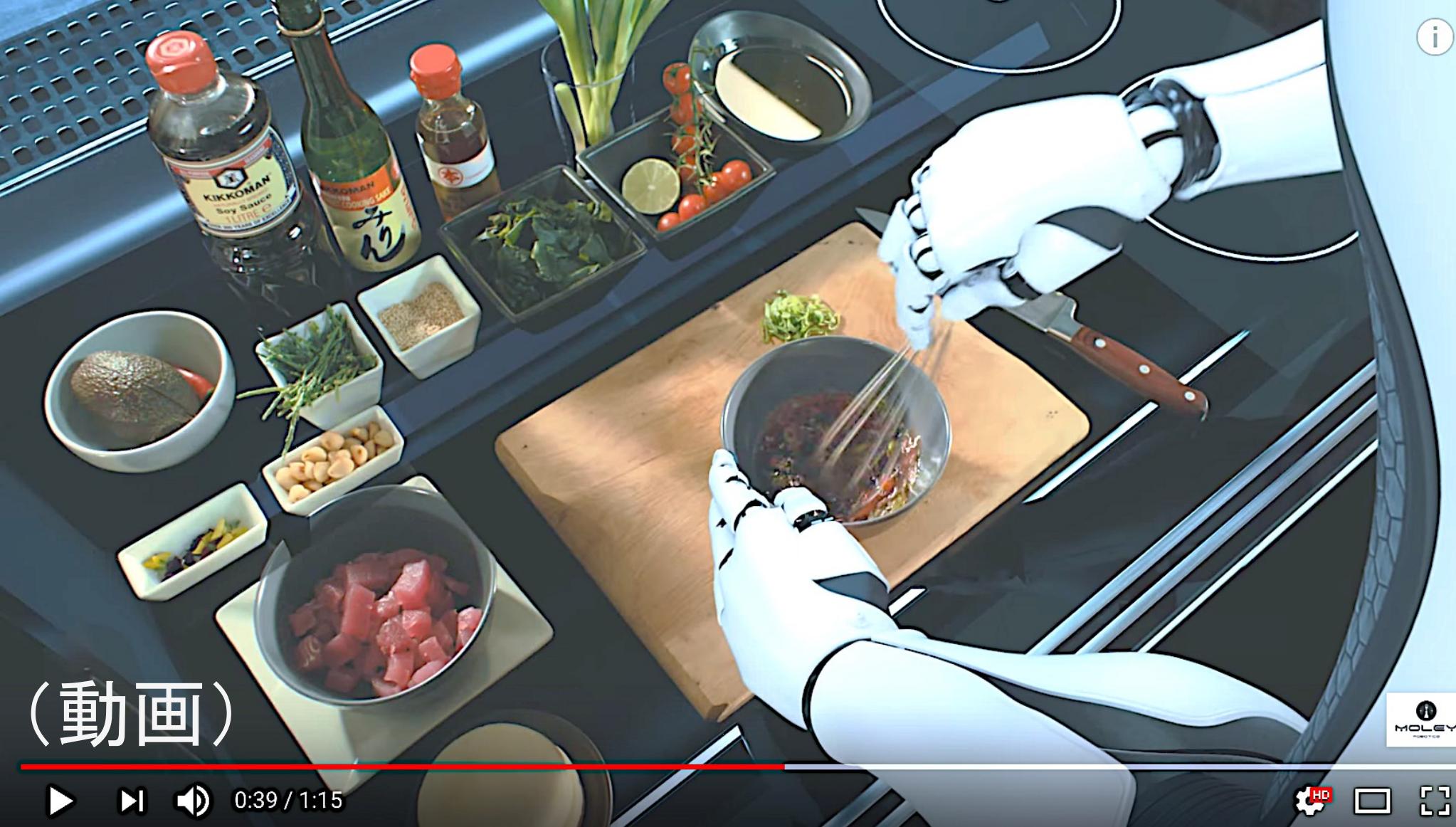
バクスター（自走式ロボット）

- **自動学習**：はじめに手を取って課題を教えると次から自走
- **汎用性**：プログラミング不要で多用途
- **2.5万ドル/体**：時給300円/365日
平均投資回収期間 < 1年

直感的に教育できる自走ロボット
製造業のコスト構造が変化



i



(動画)

▶ ▶ 🔍 0:39 / 1:15

HD 🔍 []

MOLEY
ROBOTICS"The World's First Robotic Kitchen - TV Commercial"<https://youtu.be/BSBTCOEdLkA>

ロボットの応用可能性



人的リソースの代替

自動化によるコスト削減

ロボットのユーティリティ化も進む



専門技術のコモディティ化（運動能力拡張）

動作に機械のフィルタを通すことで、

再現性や巧緻性が向上



事前情報量の増加（知覚能力拡張）

五感が深まり、温度や磁場など

第六感、第七感を作業に反映

人間の 複製 + 能力共有 + 能力拡張

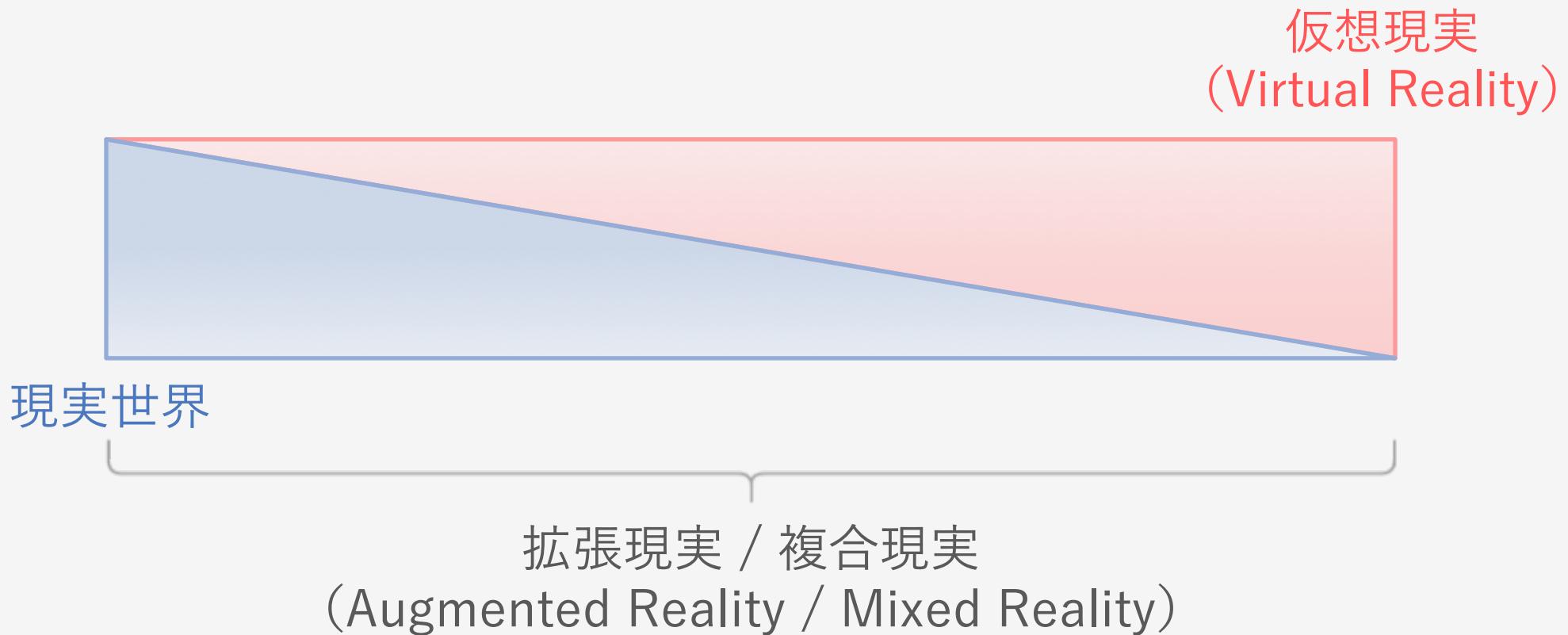
VR, AR, MR

AI

ロボティクス

VR, AR, MR

VR, AR, MRとは



VR : 100% 仮想空間。その場で使うのが前提

AR/MR : 現実空間も見える。動きながら体験可能

AR（拡張現実） vs MR（複合現実）

AR (augmented), MR (mixed)

現実の拡張という立場の AR に対して、

現実、仮想世界の境界のなさを強調したのが MR。

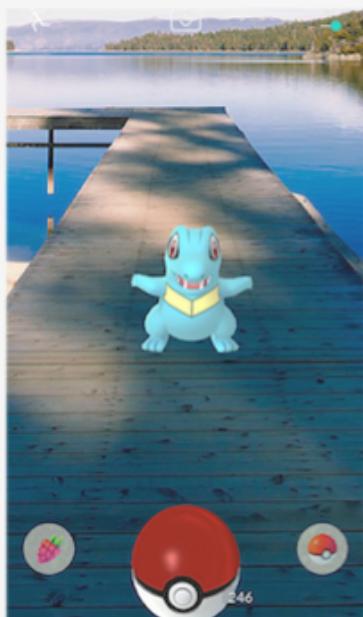
仕組みは同じ、世界観の違い

(本資料内では“AR”に統一)

大衆向けモデルはゲームから



バーチャルボーイ (VR)
任天堂、1995年



ポケモンGO (AR)
Niantic (Googleより独立)
2015年

代表的なVRハード



Oculus Rift / Oculus Go

2016/3～：Facebookによる買収（2014, \$2B）



HTC Vive

2016/4～：ルームスケール機能で部屋をVR空間に



PlayStation VR

2016/10～：日本語、低価格、PS4で作動



Google Cardboard

2014/6～：本体はスマホを利用

代表的なARハード



Google Glass

2013/2～：現在は事業用販売のみ



Microsoft HoloLens

2016/3～：トップシェアの標準モデル



Meta2

2017/7～：開発者向けモデル。90度の広い視野角



Magic Leap

2018年内発売予定。売上ゼロで時価総額は \$6B へ

ARの核となる技術



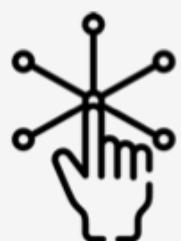
現実空間の把握

ダブルカメラ（奥行き認識）、GPS、地磁気センサー、
加速度センサー、ジャイロセンサー



AR vs リアルデータの同一座標処理

視線方向が変わっても、ARデータは現実空間上で
そのまま。[世界のARクラウド化](#)



ユーザー行動によるインプット

ユーザがとった行動を認識し、
AR空間にフィードバック反映



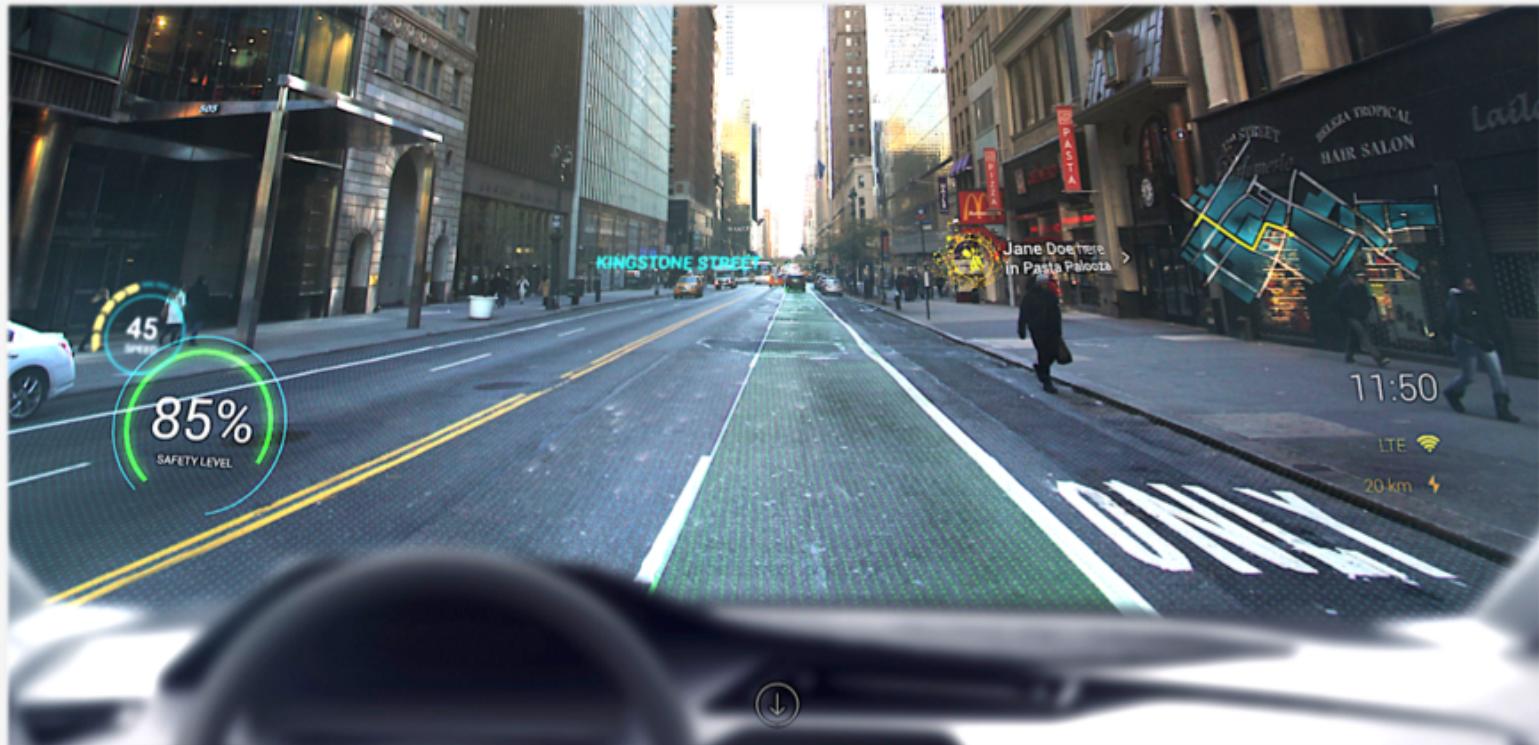
W A Y R A Y

<https://wayray.com/>

Navion

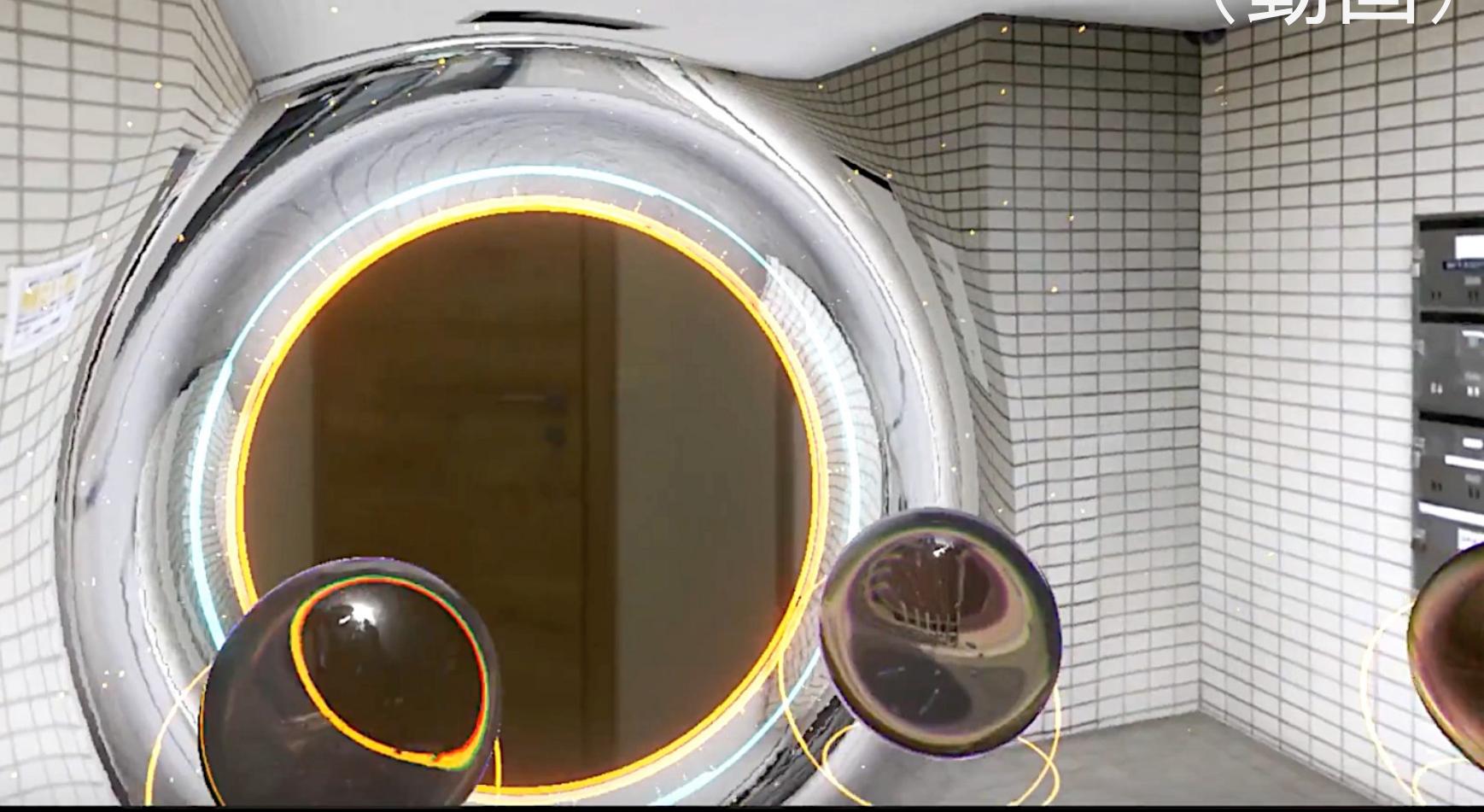
通常運転時：カーナビ機能、ダッシュボード表示

自動運転時：地域情報の表示、コミュニケーションパネル



<https://wayray.com/industry/>

(動画)



Finally, it became possible to use both 360 spherical images and geometrical structures within SpatialOrb data.

▶ ▶ 🔍 0:18 / 1:16

SpatialGate & SpatialOrb WIP

"SpatialGate & SpatialOrb WIP"

<https://youtu.be/6D-8kkH1KPE>

VR, ARのもたらす価値



VR性：時間の操作性

早送りによる時間短縮、時間逆移動によるやり直し



VR性：空間の操作性

行けないところへ行ける、すぐに行ける、
対象物の拡大&縮小



AR性：五感（モダリティ）の拡張

センサーラやIoTとの連携で
見えないものが「見える」化

小型化の後に起こる質的転換



ディスプレイの変化

- ・鏡、窓
- ・網膜投影
- ・コンタクトレンズ
- ・プロジェクションマッピング
- ・ホログラム
- ・BCI

モダリティの統合

- ・ハapticス
- ・BCI

デバイスの融合

- ・スマホ、PC、テレビ
vs 眼鏡、鏡、家具、空間

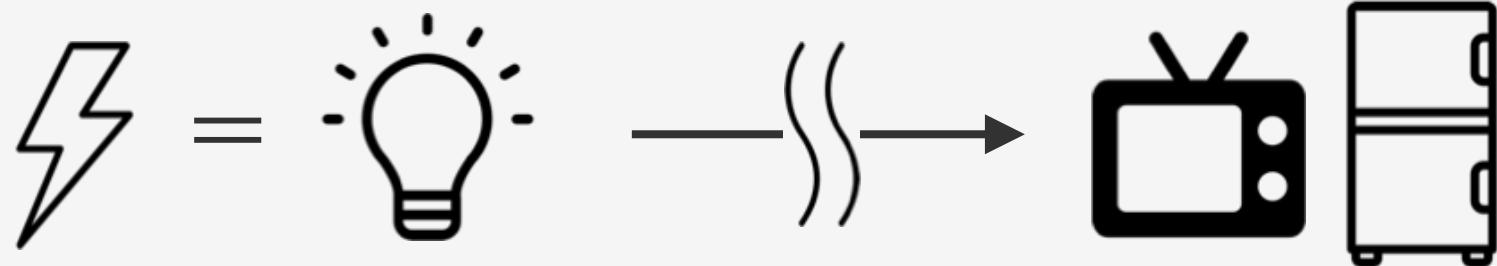
AI

ロボティクス

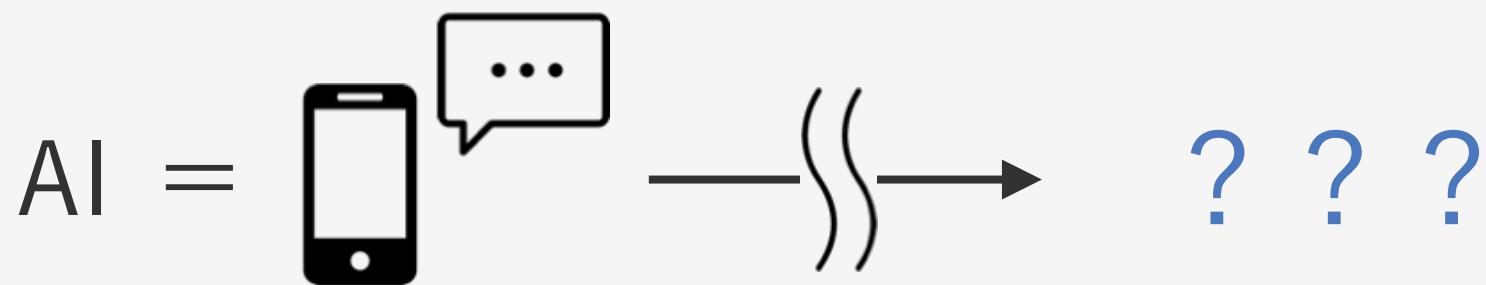
VR, AR, MR

テクノロジーのもつ性質

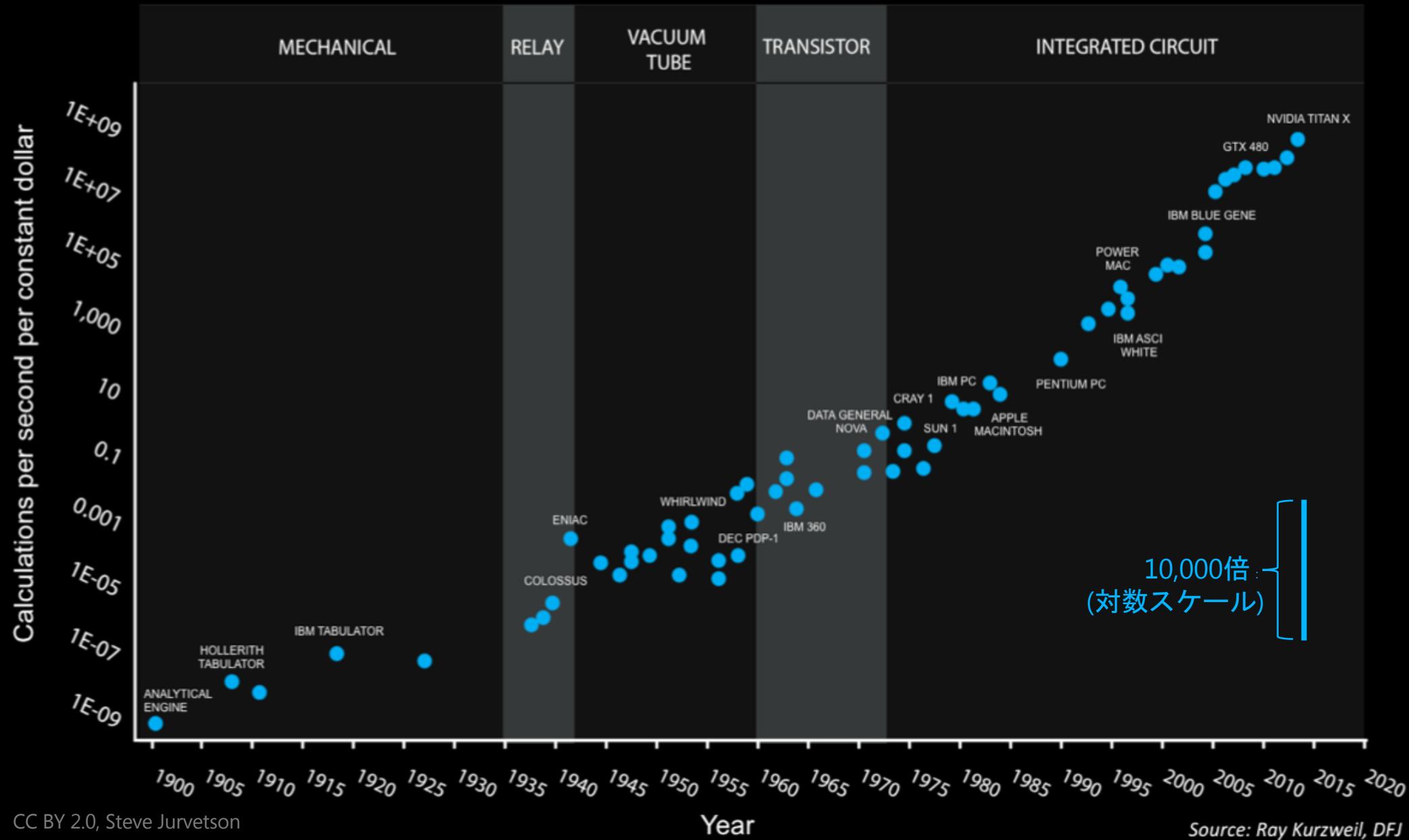
テクノロジーはインフラへ



発展したテクノロジーは意識から消え、インフラとなる



120 Years of Moore's Law



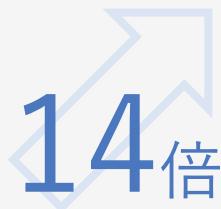
Linear vs Exponential



アマラの法則：人は短期的には技術の影響を過大評価し、
長期的にはその影響を過小評価しがちである

直近500年の変化

世界人口

14倍

1500年
VS
現代

5億人
70億人

消費熱量

115倍

130億kcal/day
1.5兆kcal/day

総生産

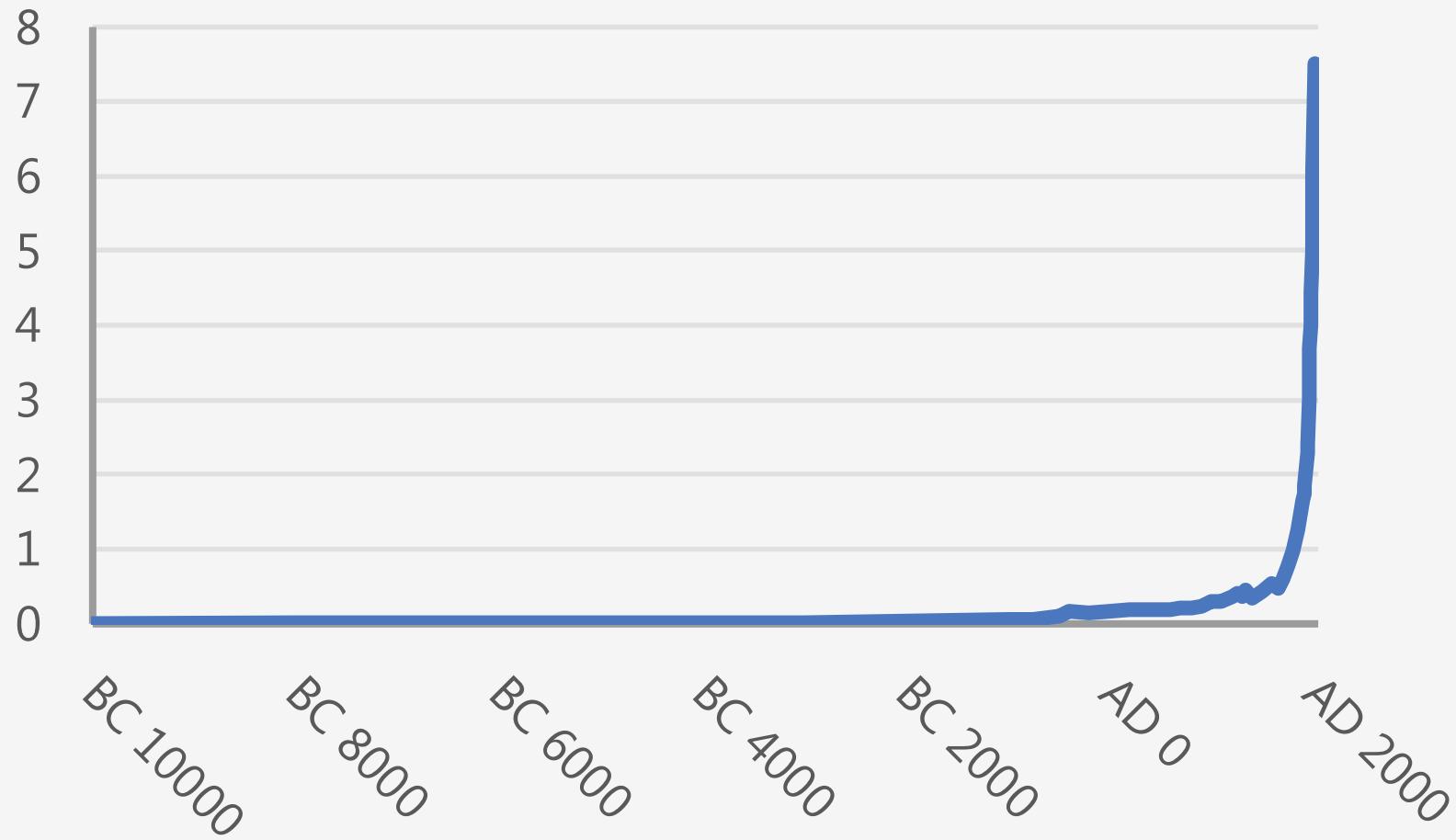
240倍

2500億USD
60兆USD

(『サピエンス全史』 Yuval Noah Harari – 2011年原著)

過去500年の非連続的な変化
そして変化のペースは大幅に加速

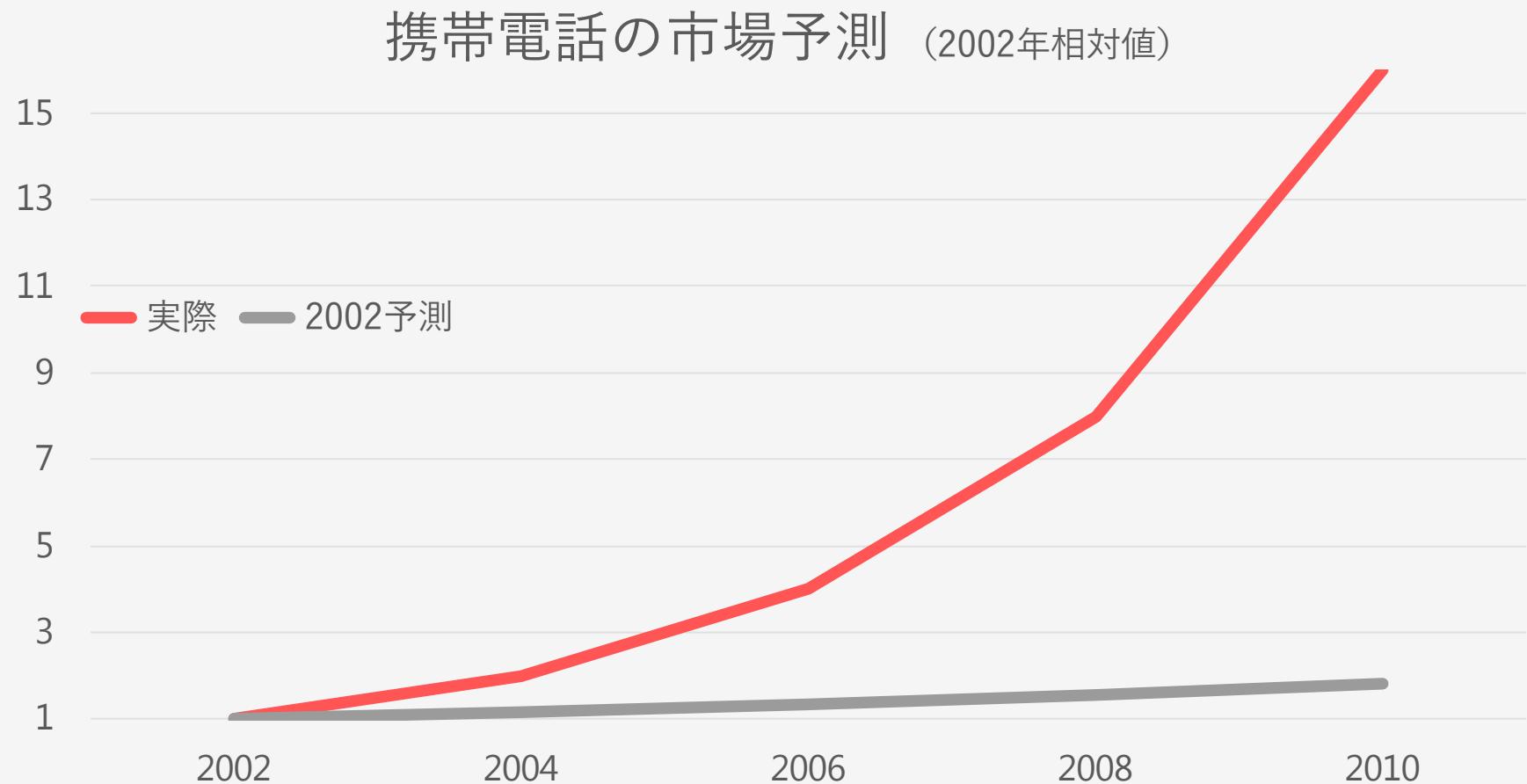
世界人口（十億人）



いま50歳：世界人口は **40億人** と教わった世代

いま 0 歳：世界人口は **85億人** と教わる世代

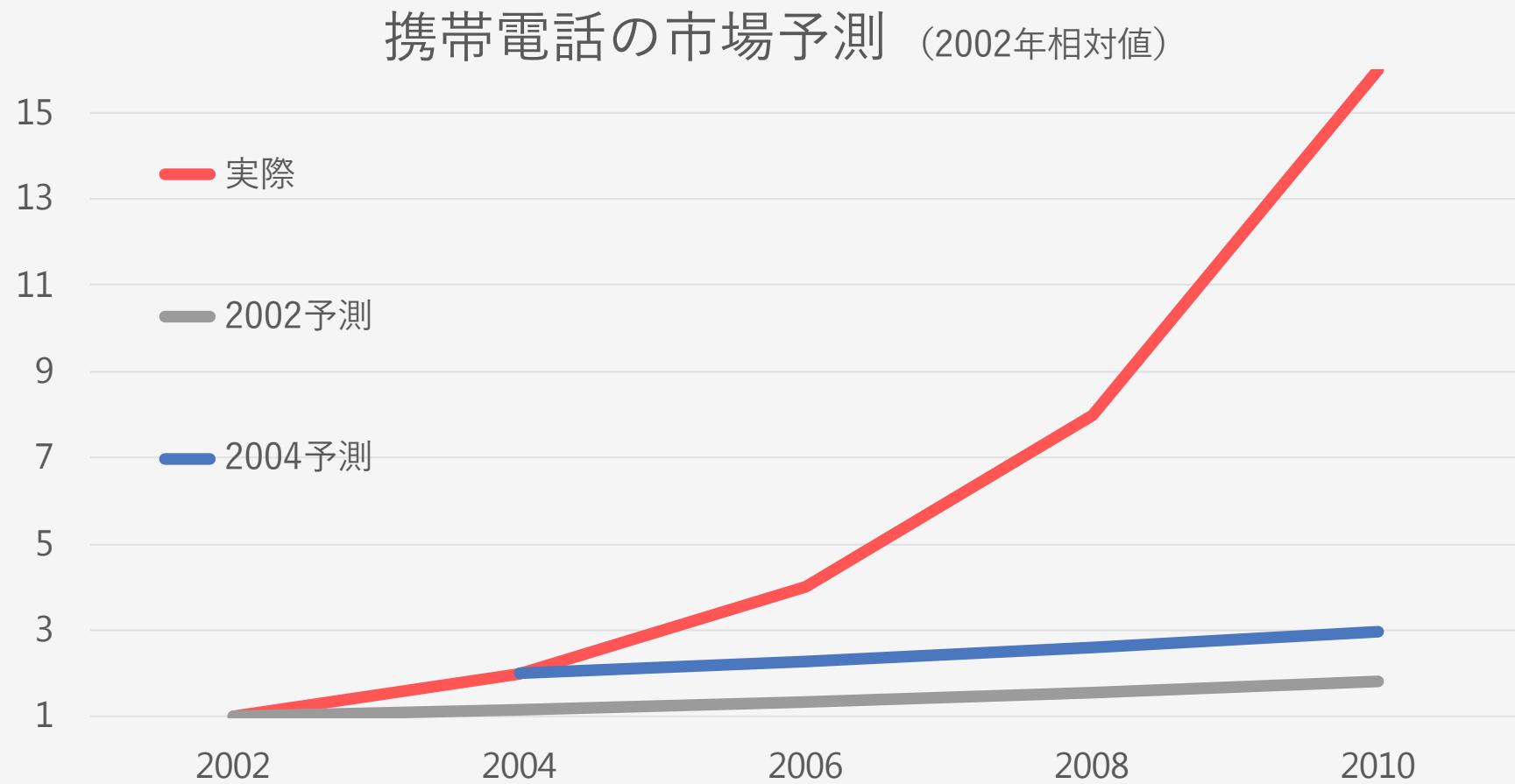
判断の誤謬



実際の成長曲線（前年比2倍） vs

コンサルティングファーム4社の予測
(McKinsey, Gartner, Forrester, Jupiter)

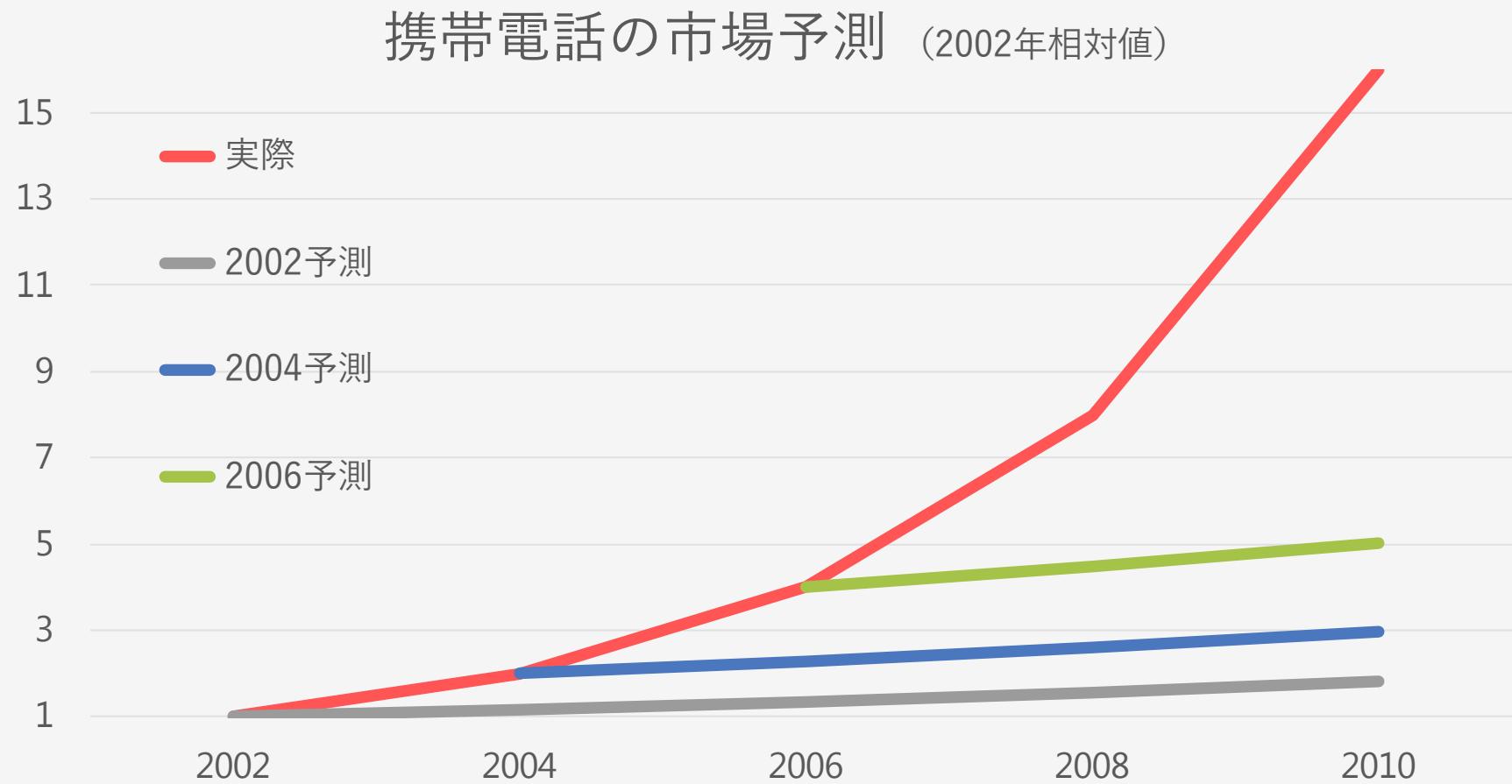
判断の誤謬



実際の成長曲線（前年比2倍） vs

コンサルティングファーム4社の予測
(McKinsey, Gartner, Forrester, Jupiter)

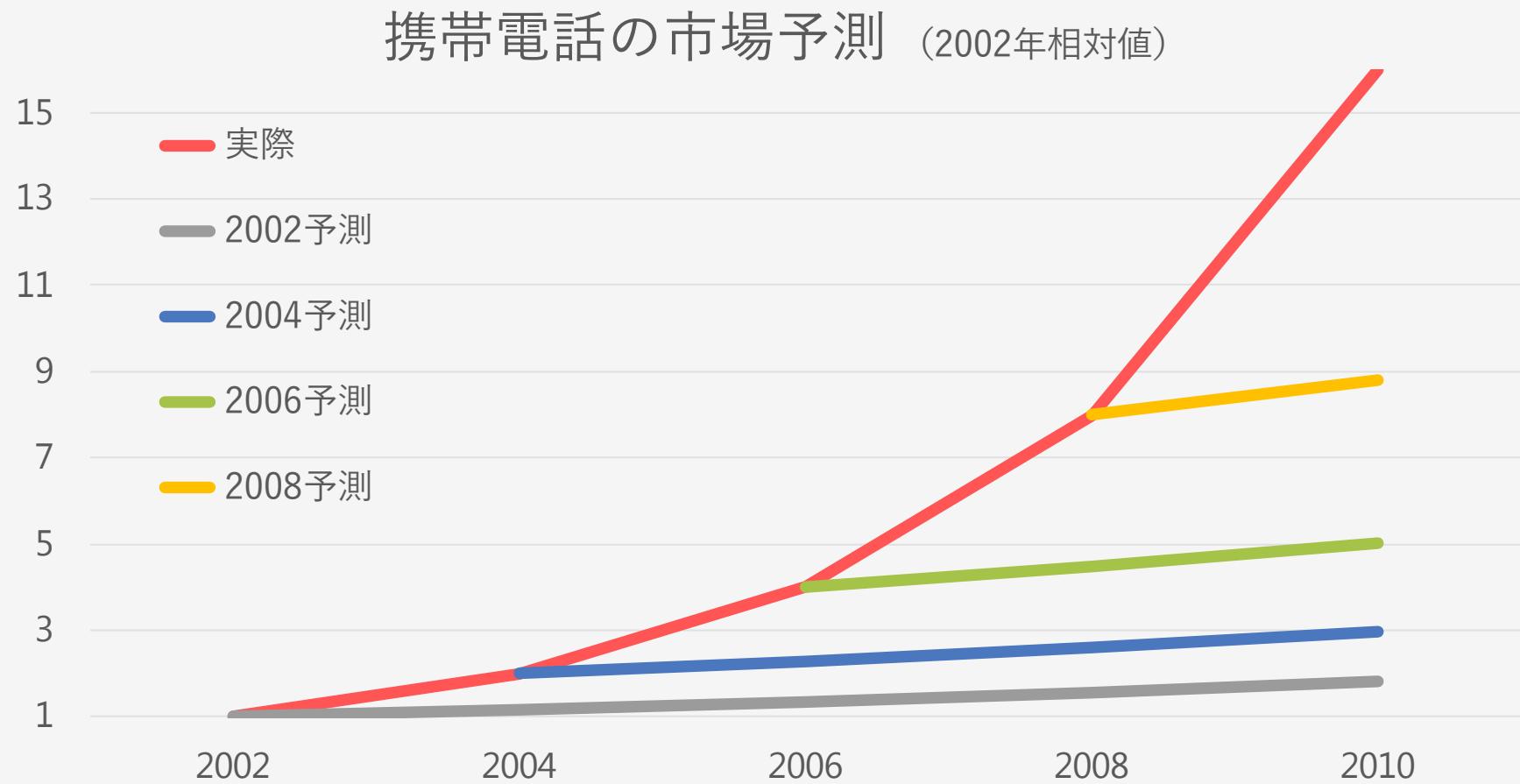
判断の誤謬



実際の成長曲線（前年比2倍） vs

コンサルティングファーム4社の予測
(McKinsey, Gartner, Forrester, Jupiter)

判断の誤謬



Exponential な成長を見ても、予測は linear のまま

Exponentialな性質はどこから來るのか

$$T_{2018} = T_{2017} \times M_{2017} \times P_{2017}$$

(T: technology M: money P: people)

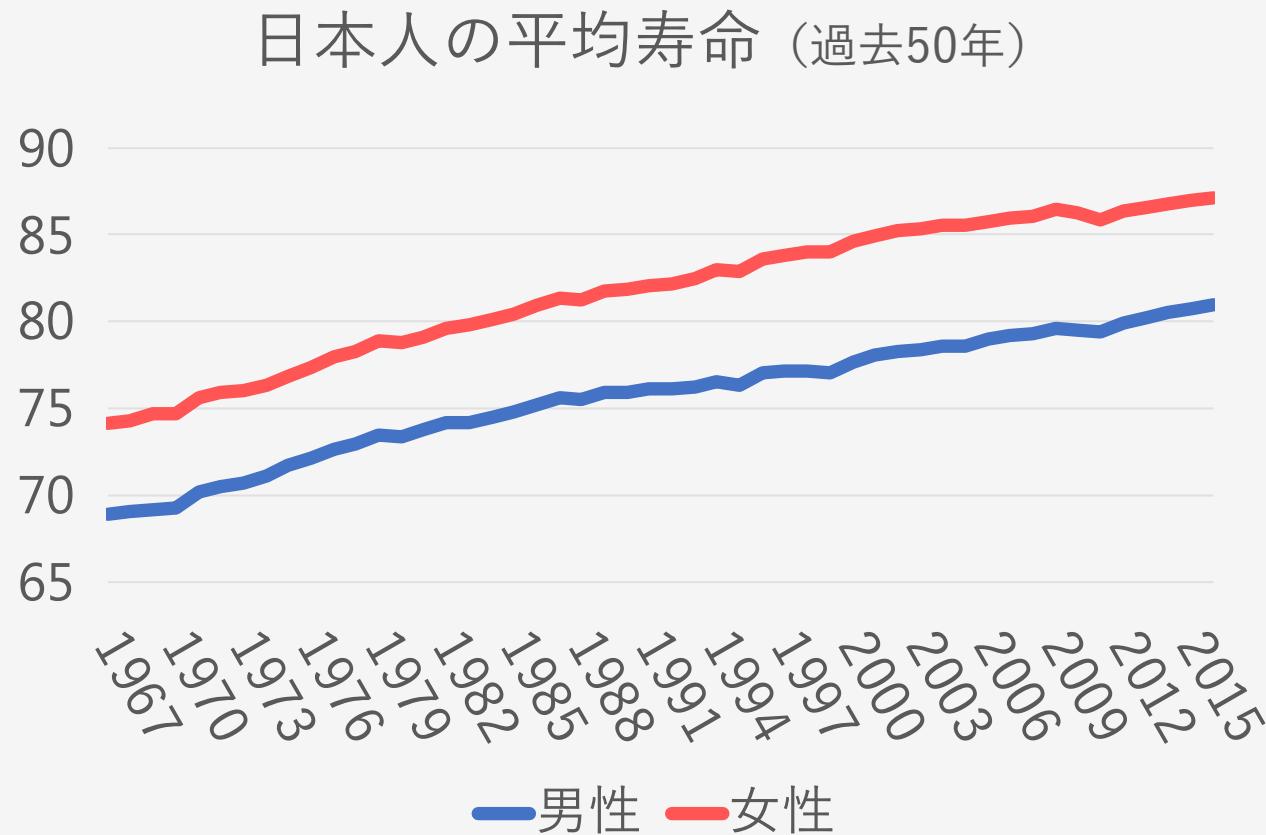
- テクノロジーがテクノロジーを進歩させる
- 正の循環構造

産業革命の源泉は何か

- 蒸気機関、ではなく、石炭 → 蒸気機関 → 石炭の 循環構造
- 石炭生産量：300万トン/年 (18世紀) → 1億トン/年 (19世紀)

ポジティブフィードバックを含む系は“爆発”する

“Thinking beyond the rules”



- 寿命に壁はあるか？
- 人類は100m走で9秒を切れるか？8秒は切れるか？

(動画)



ANDREW JONES

PROFESSIONAL FITNESS MODEL

▶ ▶ 🔍 0:16 / 2:23

≡ HD □ []

"The Fitness Model Without a Pulse"

<https://youtu.be/gNUATS8Jhuk>

IT'S THE ECONOMY:
A MESS ON THE LADDER
OF SUCCESS, P. 13

BUTTMAN: A SAUCE
WORTH SLAVING
OVER, P. 48

GEORGE LUCAS'S
ART-HOUSE
ENVY, P. 42

ONE-PAGE MAGAZINE:
POLE-DANCING IN
THE OLYMPICS? P. 11

Egypt's Human
Bellwether, by
ROBERT F. WORTLEY

The New York Times Magazine

January 22, 2012



HIS
NEED
FOR
SPEED

Who is Oscar Pistorius? By M



テクノロジー × 医療は
どこへ向かうのか

未来の選択



「我々は今以上に発展する必要があるのだろうか？」



「昔から考えれば、もう十分幸せじゃないか」



「自然や生命をコントロールするのは人間の驕りだ」

我々は未来を選べる位置に、いるのか？

未来は選択 …

できる & これ以上進歩 …

すべきだ
すべきできない

できない のでは…？



技術には常に
良い面と悪い面



しかし必要な人がいれば
誰かが(勝手に)発展させる



一方で技術発展は
後戻り不能

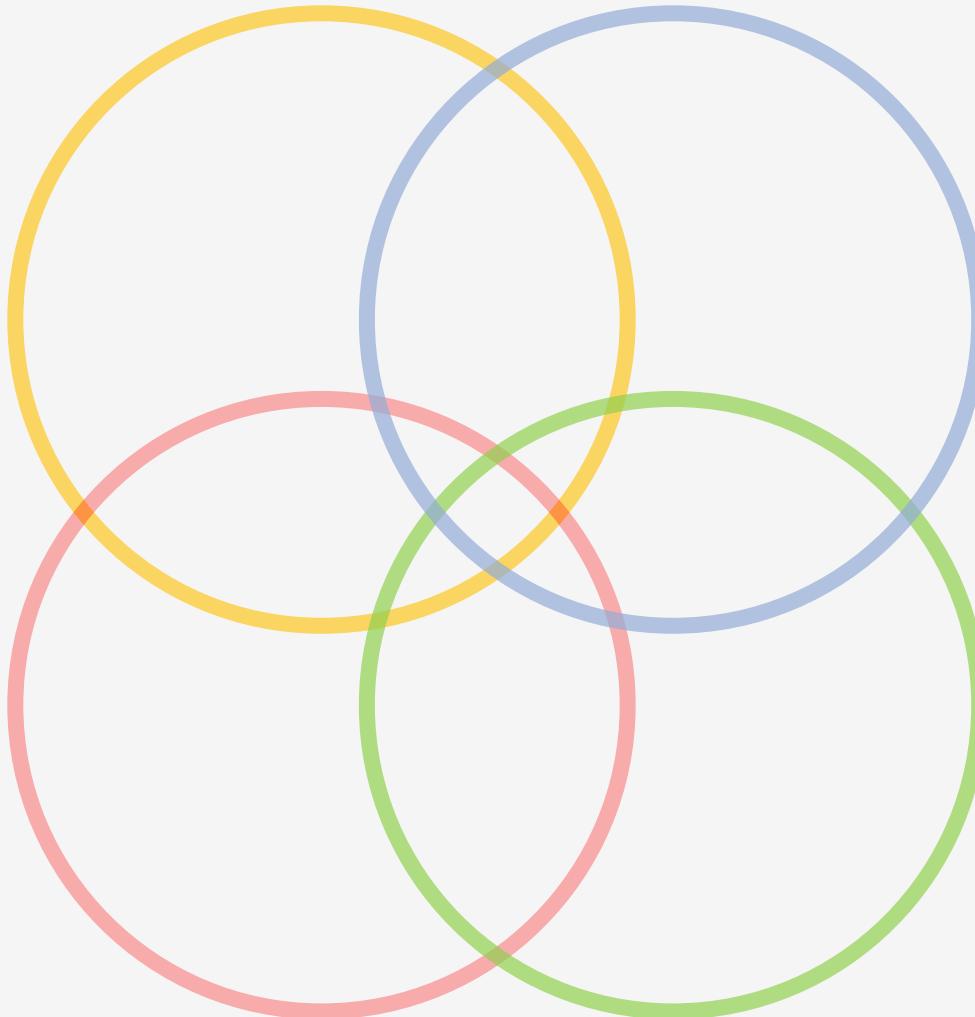
悩んでいても未来(テクノロジーの発展)は不可避かもしけない

医療の目的の変化

病気を治すため
・延命のため

quality
of life

症状の緩和

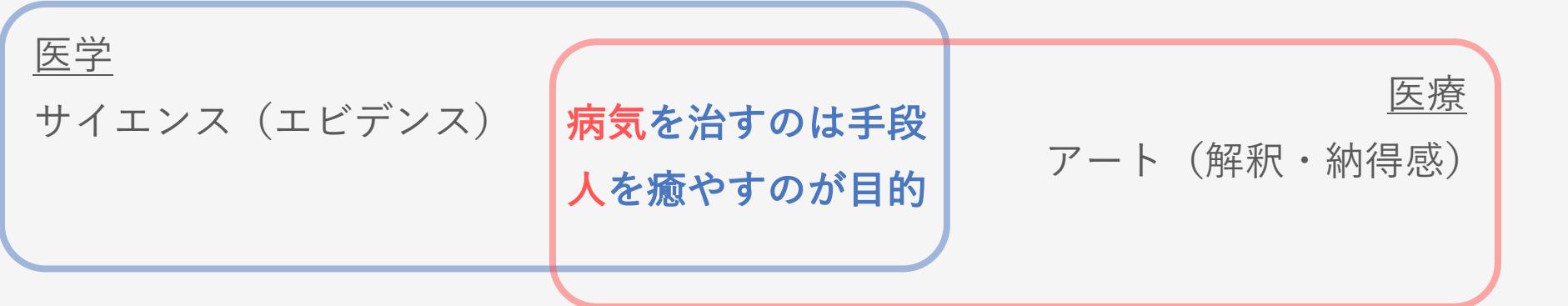


不安の解消・
納得感

value based
medicine

ほかにも沢山

医者と患者の意識



医療の対象は、再び“病気”から“人”へ



(動画)

▶ ▶! 🔍 2:03 / 2:35

⠇ HD ⌂ ⌄

“Build 2017: Project Emma”

<https://youtu.be/k9Rm-U9havE>

*“Medicine; to cure sometimes, to relieve often,
and to comfort always”*

(まれに治し、ときに和らげ、常に安心させる)

— ウィリアム オスラー (医学教育の父)

ご清聴ありがとうございました

ご質問等ありましたら、お願いいいたします