

CPS/DXの展開とELSIの在り方

須藤 修

東京財団政策研究所 研究主幹

中央大学ELSIセンター 所長

中央大学国際情報学部 教授

東京大学 特任教授



東京財団政策研究所
THE TOKYO FOUNDATION FOR POLICY RESEARCH



自己紹介 須藤 修(すどう・おさむ)

- ◆ 中央大学国際情報学部 教授(2020年4月1日—)
- ◆ 中央大学ELSIセンター 所長(2021年4月1日—)
- ◆ 公益財団法人東京財団政策研究所 研究主幹(2021年10月1日—) DXに関する研究代表
- ◆ 東京大学大学院情報学環 特任教授 (2020年4月1日—)
- ◆ 東京大学名誉教授 (2020年6月16日—)
- ◆ Member of AI expert Group at the OECD (AIGO)(2018年9月—2019年3月)
- ◆ Member of the OECD Network of AI Experts (ONE AI)(2020年2月—)
- ◆ Member of the Ad Hoc Expert Group (AHEG) for the preparation of a draft text of a recommendation on the ethics of AI, UNESCO (2020年3月—2020年11月) UNESCO-AI倫理勧告起草委員
- ◆ Member of Global Partnership on AI (G-PAI)(2020年6月—)
- ◆ Member of AI Connect, org. by Atlantic Council, U.S. Department of State (2022年3月—)
- ◆ 内閣府「人間中心のAI社会原則会議」議長 (2018年5月—)
- ◆ 総務省「A I ネットワーク社会推進会議」議長 (2016年10月—) など

日本におけるDXの社会的インパクトに関する研究

- 総合科学技術・イノベーション会議は、サイバー空間とフィジカル空間を融合したデジタルな社会基盤(CPS)を構築し、高齢化問題、環境問題、感染症パンデミックなどの深刻な社会的課題の解決、オール・インクルーシブで新たな社会発展を構想すべきだと述べている。これこそが、日本のDX(Digital Transformation)の核心といえよう。
- しかし、日本におけるDXは主要なIT先進国の取り組みと比較して遅れが目立っている。他のIT先進諸国に比べて、DXの基礎であるクラウド投資が順調とは言えない。そこで、DXを困難にしている日本社会特有の構造的課題群を明らかにする。
- さらに、本研究では、データ標準化、クラウド基盤の在り方、オープンAPIとデータ疎結合のあり方について実証実験を行い、セキュリティ政策、個人データ政策、メタバース、Web3.0の在り方について検討する。そしてアジャイルなデジタル・ガバナンスの在り方、次世代IT人材育成政策も提案したいと考えている。そしてSDGs、地域社会の市民生活に貢献しようと考えている。

DX サイバー空間とフィジカル空間の高度な融合

フィジカル（現実）空間から**センサー**と**IoT**を通じて、あらゆる情報が集積（**ビッグデータ**）
人工知能（AI）がビッグデータを解析し、高付加価値を**現実空間**に**フィードバック**

これまでの情報社会(4.0)



Society 5.0



[内閣府作成]

CPSとデジタルツイン

デジタルツインは、「IoTで取得したさまざまなデータをクラウド上のサーバにリアルタイムで送信し、AIが分析・処理をすることで、デジタルツインはリアルタイムな物理空間の再現を可能としている」。

デジタルツインによって、将来起こりうる変化を仮想空間上で推定し、将来実際に起こるであろう変化に備えることができる。



https://www.softbank.jp/biz/future_stride/entry/technology/20200919

自治体DX推進計画におけるAIとRPA

◆自治体の情報システムの標準化・共通化

- ・国において「(仮称)Gov-Cloud」を構築<内閣官房>
- ・クラウド活用を原則とした標準化・共通化に向けた自治体の取組みを支援
(国費10/10 1508.6億円 2025年度まで) <総務省>

◆自治体のAI・RPAの利用推進

- ・AI・RPA導入ガイドブックの策定<総務省>
- ・AI・RPA等のICTを活用した業務プロセスの標準モデルを構築（自治体スマートプロジェクト事業）<総務省>

・ 総務省資料2021

データ連携基盤の課題

- データ保有機関がバラバラで連携がない
- データ著作権の壁(著作権処理に多大な負担)
- データ形式がバラバラ(クレンジングが必要)
- データの定義がバラバラ(語彙の統一が必要)
- 個人情報保護との両立が必要
- 巨大データの高速演算処理が必要



オードリー・タンIT担当閣僚との対話

2021年4月23日（金）

■オードリー・タン氏の発言は、世界中で注目されている。

✓これからのイノベーションは、**Digital Social Innovation**でなければならない。

✓**試行錯誤**の中から新たな道を見出すべきである。
パターン化した思考法には創造性はない！

✓**オープンAPI**は必須である！

✓求めるべきは、Smart Cityではなく、**Smart Citizen**である。

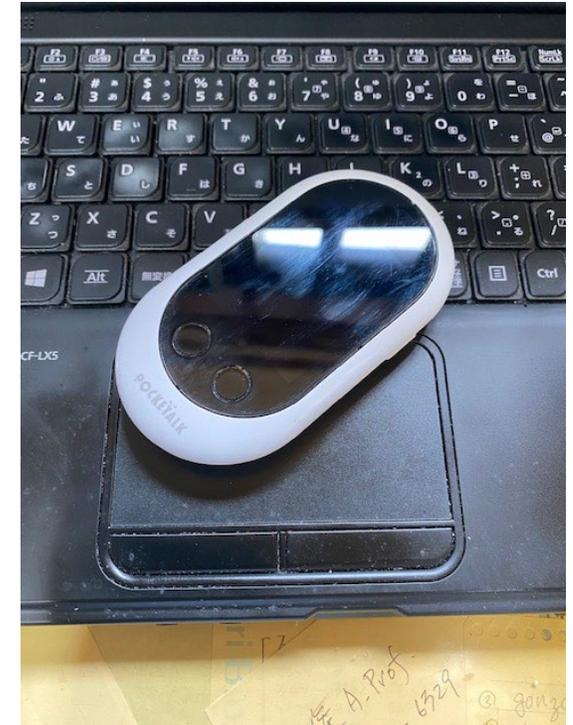


人工知能に関するAPI事例

- 人工知能に関するAPIでは、画像認識、音声認識を行ったり、文章の分類が可能です。
- APIに送信するリクエストには、画像や音声を添付することができ、AIを活用したAPIに利用されます。

- このスライドでは、日本企業が提供する人工知能のAPIを紹介していますが、AWS、Microsoft、Google、IBMといった外資系企業も、この分野に注力しており、クラウドサービスと連携させる形で人工知能に関するAPIを提供しています。

- **ソースネクスト社**が提供する多言語音声翻訳機
POCKETALK



グローバルコミュニケーション推進協議会(会長:須藤修)の多言語音声翻訳技術

- 国立研究開発法人 情報通信研究機構(NICT)を中心に、「言葉の壁」を越えたコミュニケーションの実現を目指した「多言語音声翻訳システム」を開発。現在は無料のスマートフォンアプリVoiceTraとして試験利用が拡大、民間企業の製品・サービス化が進行中。

スマートフォンアプリ VoiceTra

- ✓ 一部テキスト入出力のみを含めて31言語に対応
- ✓ 日英中韓ベトナムなど10言語の旅行会話で実用レベル(英語はTOEIC900点レベル)の翻訳が可能(音声認識、翻訳に人工知能を活用)



性能向上に向けた取組

- ✓ 医療など、旅行会話以外の翻訳を可能に
- ✓ 実用レベルで翻訳可能な言語数を拡大
- ✓ 多様な言い回しへの対応や、雑音除去、自動学習等の研究開発

2021年→2025年

研究開発と大規模実証を経て、2021年社会実装。
→ 2025年大阪で開催されるExpo2025で同時通訳、多言語自動翻訳によるサポートを実現する。

救急



救急用翻訳アプリ“救急ボイストラ”の活用を促進

(写真: 札幌市消防局より提供)

空港



成田空港専用翻訳アプリ“NariTra”(NICTが技術移転)

(写真: 成田空港(株)より提供)

鉄道



京急電鉄は乗換や遺失物等の案内に試験活用

(写真: 京浜急行電鉄(株)より提供)



東京メトロは同社管理の全170駅に導入

(写真: 東京地下鉄(株)より提供)

警察



岡山県警が、地理案内、遺失物申請等に活用

(写真: 岡山県警察本部より提供)

スポーツイベント



2015年以降の東京マラソンで救護所やボランティアが活用

©一般財団法人 東京マラソン財団

ショッピング

ハンズフリーでの対応

- ① Apakah anda memiliki warna lain?
- ② 色違いはありますか。
- ③ お調べします。赤色があります。
- ④ Mari saya periksa. Ada merah.

鉄道



案内業務

医療

- ① 我的肚子疼
- ② おなかが痛い

病院での診療

観光



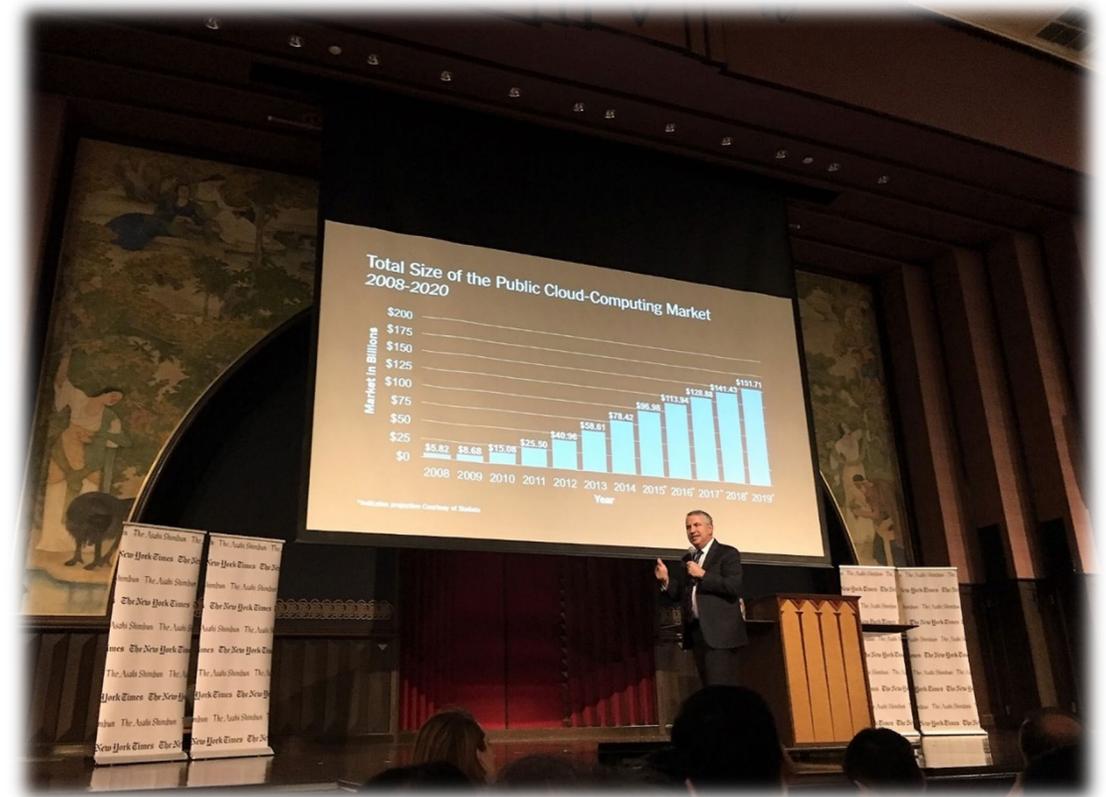
街中での案内(ボランティアなど)のサポート

タクシー

多言語コールセンター

▽ タブレット端末(後部座席)
車載ディスプレイで会話サポート

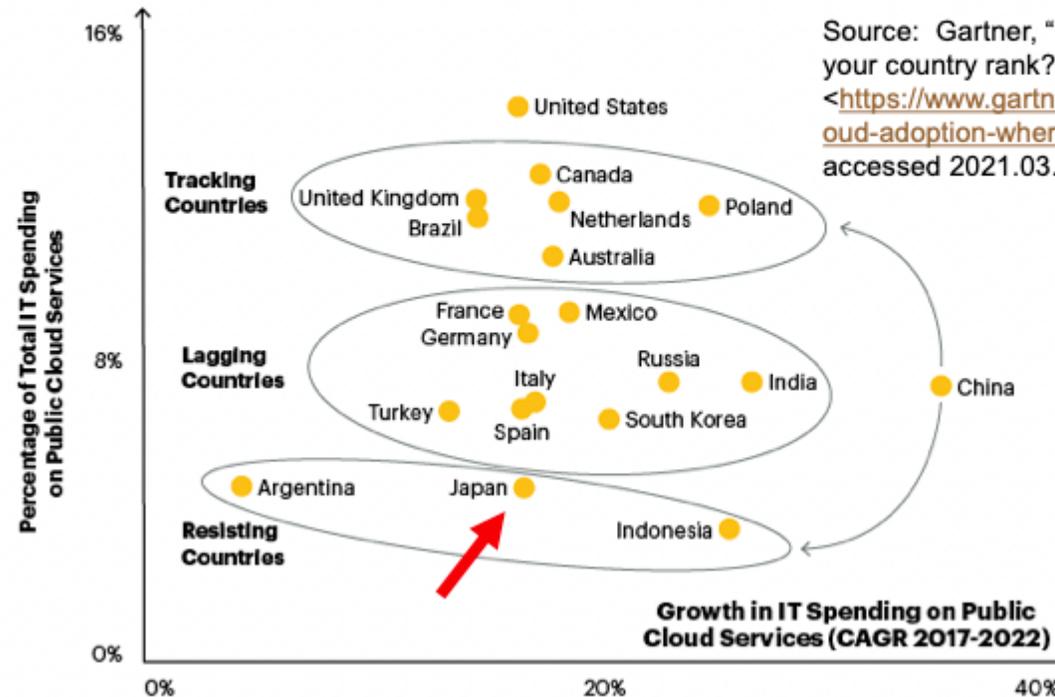
世界の重要な動向



Stanford University US-Asia Technology Management Center, 2021

Cloud adoption indicator: spending on public cloud as % of total IT spending

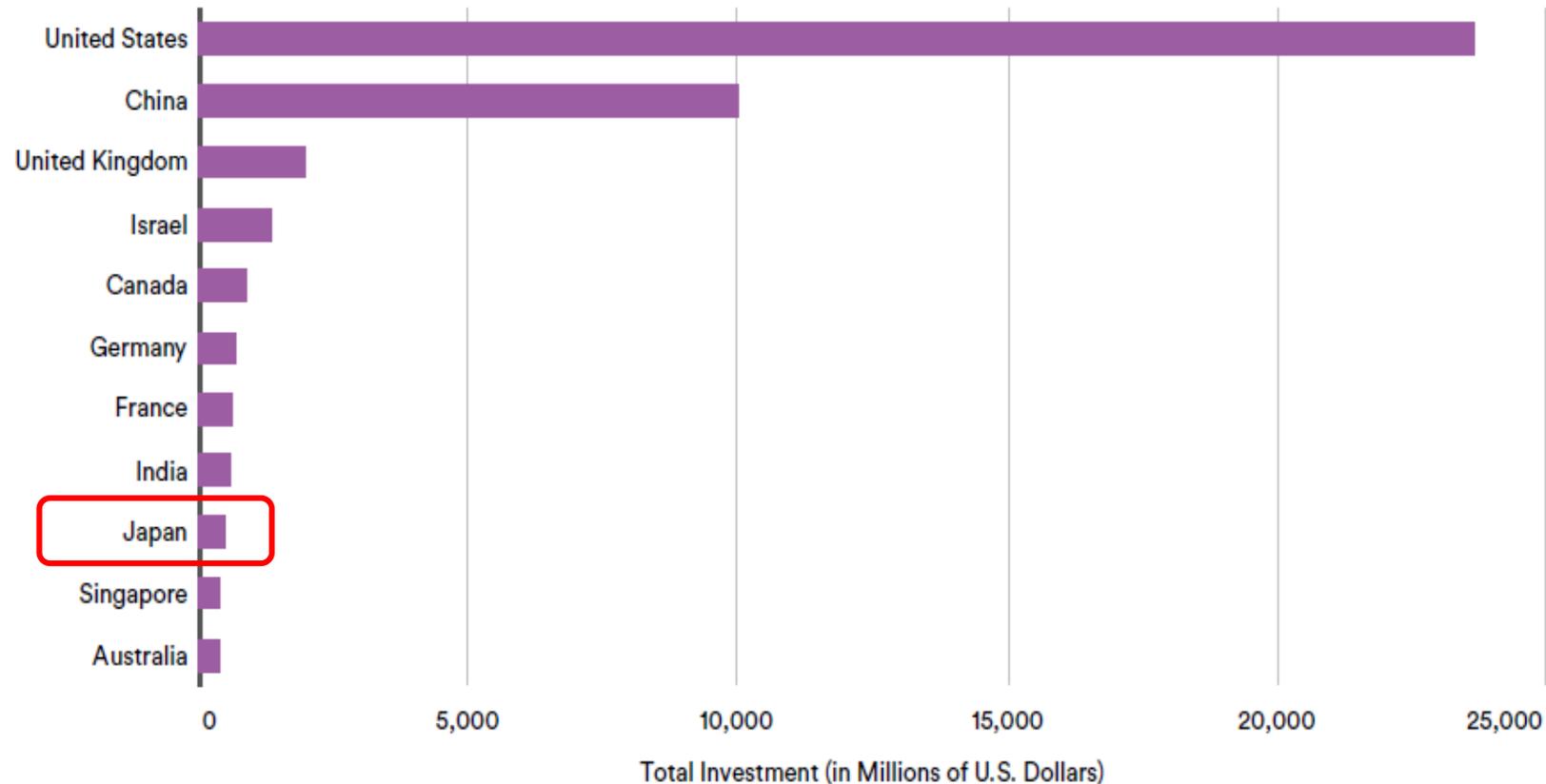
Stanford | US-Asia Technology Management Center



AI Index Report 2021, Stanford Univ. Human-centered AI Institute

PRIVATE INVESTMENT in AI by COUNTRY, 2020

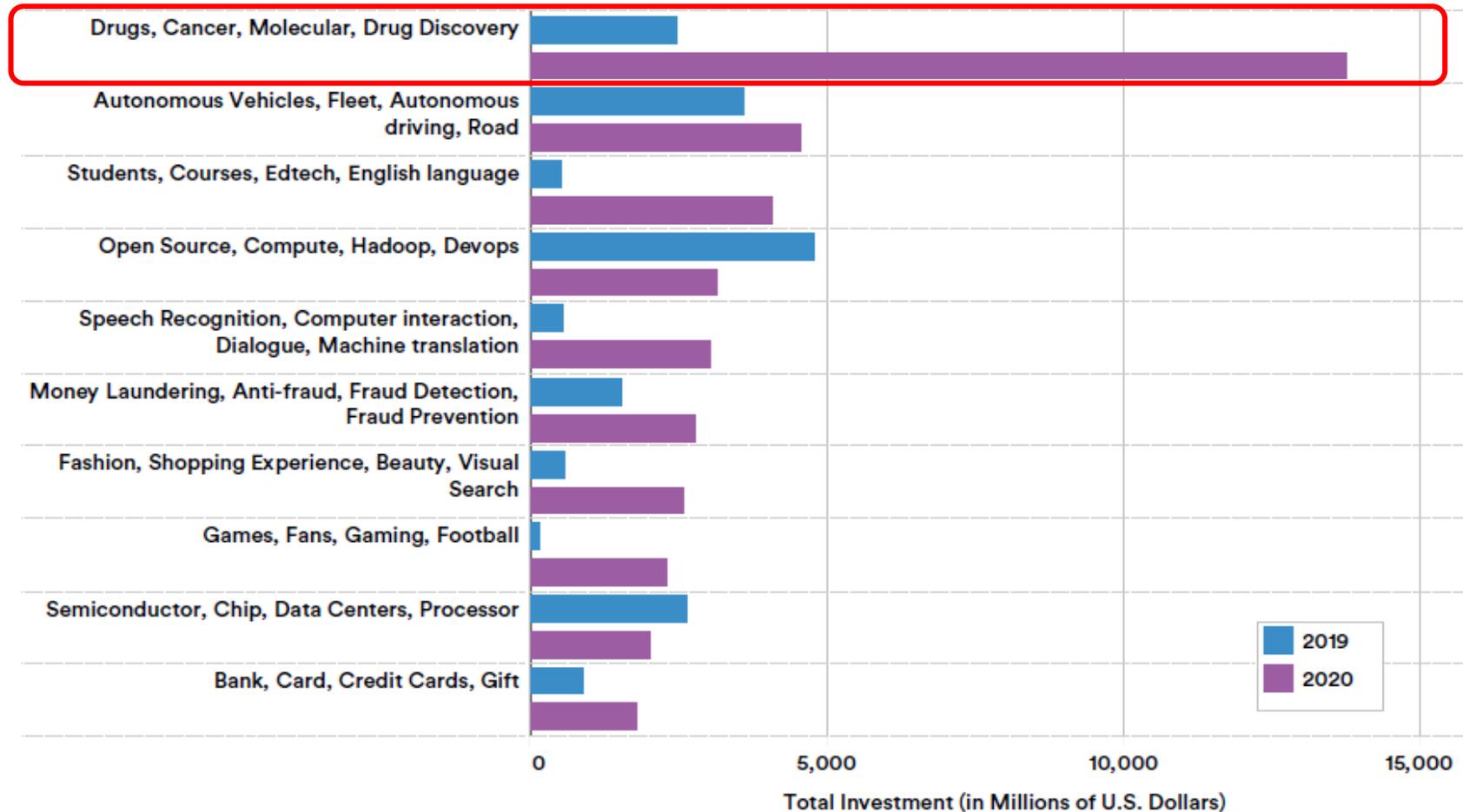
Source: CapIQ, Crunchbase, and NetBase Quid, 2020 | Chart: 2021 AI Index Report



AI Index Report 2021, Stanford Univ. Human-centered AI Institute

GLOBAL PRIVATE INVESTMENT in AI by FOCUS AREA, 2019 vs 2020

Source: CapIQ, Crunchbase, and NetBase Quid, 2020 | Chart: 2021 AI Index Report



最近の注目すべき動向



メタバース



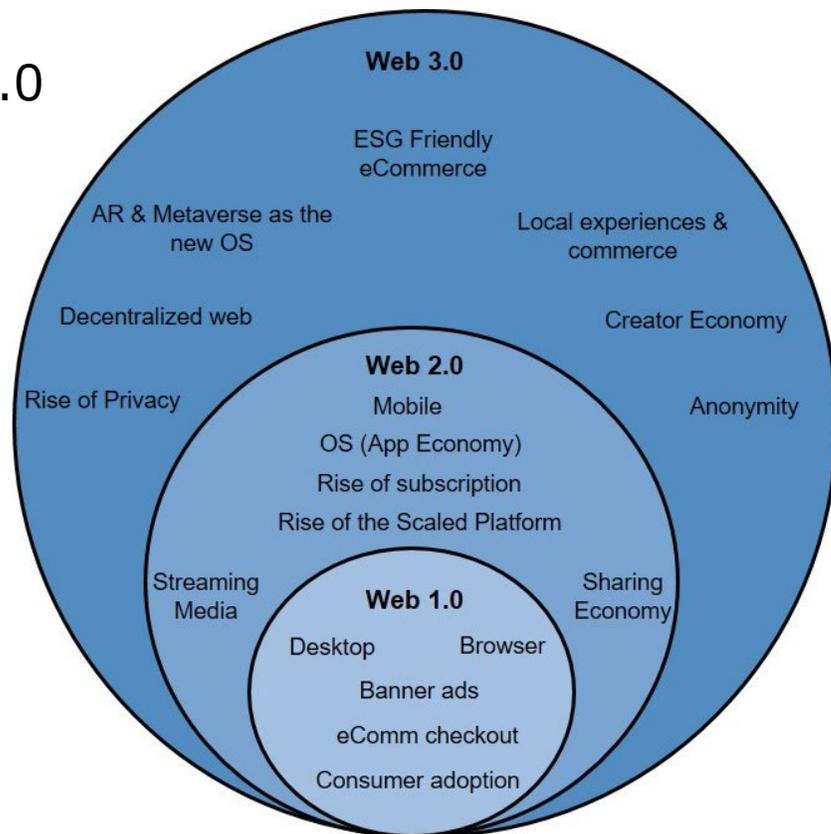
(資料) <https://news.kddi.com/kddi/corporate/newsrelease/2021/11/26/5554.html>

サイバネティック・アバターへのチャレンジ



(資料) <https://www8.cao.go.jp/cstp/moonshot/sub1.html>

Web3.0



(資料) Goldman Sachs「Framing the Future of Web 3.0」(2021年12月)

MRの実用利用 → メタバース革命

MRは、コンピュータ表示を同時に見る業務(紹介、協力作業)等に活用されます。

- MRは顧客と同じ画像を見ることができ、紹介作業に適しています。
- 建設現場においては、現実の壁にコンピューター画像による壁内の配水、配電の様子を示すことができます。
- MRでは、体内の骨の状態を表示することができ、整形外科手術のトレーニングに活用することができます。
- 複数人で同じ画像を見することで、協力作業のトレーニングも可能になります。

MRによって壁内部の配水、配電を紹介する様子



【出所】小柳建設 - Microsoft HoloLens を活用した Holostruction
【日本マイクロソフト株式会社】
<https://www.youtube.com/watch?v=TmDHZ-NMQe0>

MRによって整形外科手術のトレーニングをする様子

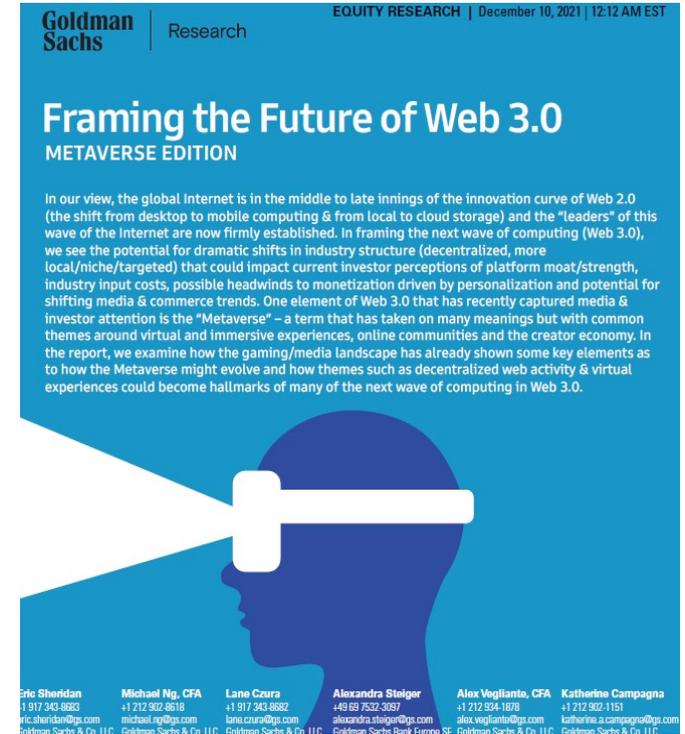


【出所】[Microsoft HoloLens] 日本の Mixed Reality
パートナーとソリューション 【日本マイクロソフト株式会社】
<https://www.youtube.com/watch?v=KK42C6OqJvQ>

Goldman Sachs, Future of Web3.0

2021/12

- ✓ ブロックチェーンは、暗号資産（仮想通貨）から始まり、2017年以降、銀行からより分散型の用途に広がっている。
 - ✓ ブロックチェーンは、TCP/IPとHTMLが「1990年代にインターネットを生み出した」以来の最も破壊的な技術トレンドの1つであると考えている。
 - ✓ 「現時点では予測しがたいが、ユーザーIDの中央集権的コントロールに依存している企業は、ブロックチェーンの普及によってビジネスモデルの維持が困難になる可能性が高い」。
- メタバースにおいて、AIは、AR、MR、VR、ブロックチェーン、NFTなどとの連携によって新たなフェーズに入ってきている。



「日本経済新聞」2022年3月7日付け朝刊

- 仮想空間の最大の特徴は周囲に他人が「居る」ことだ。検索や動画視聴などネット上のほとんどの活動は独りで進行する。
- 仮にフェイスブックのように人々の行動を四六時中監視し、利用時間を増やすため表示情報を操作し、クリック率の高いターゲット広告で収入を最大化するモデルで運営されたら恐ろしい。SNS上のクリックや書き込みよりはるかに生身の人間に近いアバターの一挙手一投足が常に監視され、人々を分断するように情報が操作されるような世界は存在を許すべきでない。

分断より信頼を生む場



Philip Rosedale 99年リンデンラボ創業、03年から仮想現実空間「セカンドライフ」運営。一度離れて今年1月に戦略顧問で再合流

仮想空間の最大の特徴は周囲に他人が「居る」ことだ。検索や動画視聴などネット上のほとんどの活動は独りで進行する。仮想空間ではときに何百、何千もの見知らぬ人々がアバター姿で同じ建物や広場に同時に「居る」。

この特徴は人間社会に良い影響を与えられるはずだ。たとえセカンドライフの運営する「セカンドライフ」の中では近所さん同士、同じオフィスに勤める人同士、同じ時間とともに赤他人から「顔見知り」になり、ついに「お互い信頼する関係になる。しかも物理的には地球の反対にいる利用者がアバター

リンデンラボ創業者
フィリップ・ローズデール氏

同士で信頼関係を築ける。この2年、11(情報技術、特にSNS(交流サイト)は人々をバラバラな集団に分断し、異なる集団に属する人々の間の信頼を破壊してきた。反対に仮想空間は設計や運営の仕方によって、人間社会の中の相互信頼を醸成し、異なる集団同士が仲良くやってくる方向に作用できると感じている。

良い存在にするにはビジネスモデルが大事だ。

仮にフェイスブックのように人々の行動を四六時中監視し、利用時間を増やすため表示情報を操作し、クリック率の高いターゲット広告で収入

を最大化するモデルで運営されたら恐ろしい。SNS上のクリックや書き込みよりはるかに生身の人間に近いアバターの一挙手一投足が常に監視され、人々を分断するように情報が操作されるような世界は存在を許すべきでない。

VR(仮想現実)は人間の頭や目の物理的な動きと一致する。重みや締め付けの負担も重く、とても多数の人が受け入れられる技術ではない。一方、スマートフォン(旧「スマホ」)のリアルタイムの動向をうまく表現する技術もまだない。

実は多くの人やモノが同時に動き、風や騒音や話し声が聞こえる空間を人間の脳や視覚がどうやって総合的に認知しているのか、身ぶりや顔の表情をどんな要素で表現し、十分解明できていない。開発費や人材の量があるという段階まで到達しておらず、メタ(旧「フェイスブック」)はまだ脅威になり得ない。

(聞き手は小柳健彦)

Canada's Leadership in AI: Diversity

Canadian Ecosystem

Ecosystem in numbers
 650+ Startups
 60+ Investor groups
 40+ Accelerators & Incubators
 60+ Public research labs



jfgagne.ai

Centre of Excellence: Toronto

21+ faculty

Research Areas:

Computer Vision

Deep Learning

Machine Learning

Neural Networks

- ✓ Health Applications
- ✓ Quantum Computing
- ✓ Probabilistic Programming

Partners: 40+ Industry Sponsors



UNIVERSITY OF
TORONTO



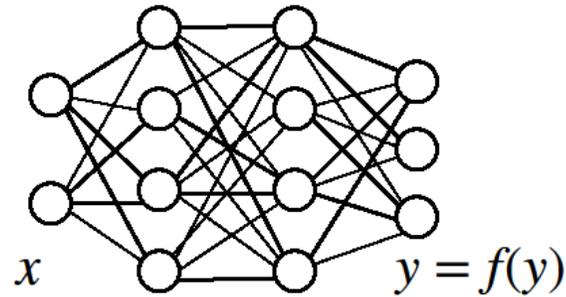
Quantum Computer

IBM、Google、中国研究機関など高度な競争を展開

- ✓ Googleは50qbitsの量子コンピュータがスパコンで1万年要する計算を200秒で達成した（Nature誌、2019年）。その後、53qbitsも実現。
- ✓ IBMは2019年10月中旬に53qbitsのデバイスを実装した。
- ✓ 2020年12月3日、中国科学技術大学はGoogleのような超伝導チップではなく、光子を用いて開発した量子コンピュータ「九章」が世界最速のスーパーコンピュータである「富岳」で6億年かかるタスクを200秒で実行したと発表。なお、超伝導チップデバイスにおいても62qbitsを実現した。
- ✓ IBMは2021年11月16日、**127qbitsの「Eagleプロセッサー」**を発表した。
- ✓ 中国は2029年に100万qbitsの達成を目指している。

量子×機械学習

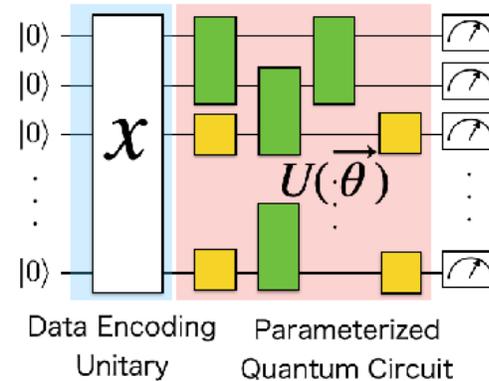
ニューラルネットワーク



ニューラルネットワークの代わりにパラメータ付き量子回路からの出力をモデルとして、教師あり機械学習

量子回路学習(Mitarai'18) **Top1%論文**

NISQデバイスの最初の機械学習への応用



$$U(\vec{\theta})|\Psi(\vec{x})\rangle$$

$$y(x, \theta) = \langle \Psi(\vec{x}) | U^\dagger(\vec{\theta}) A U(\vec{\theta}) | \Psi(\vec{x}) \rangle$$

損失関数

$$L = \sum_i (y_{\text{teacher}}^{(i)} - y(x^{(i)}, \vec{\theta}))^2$$

Boolean変数などはうまく処理できるものと考えられる。

(須藤コメント)

藤井啓祐 大阪大学基礎工学研究科教授
総務省「AIネットワーク社会推進会議」での講演(2021/10/27)

これからのDX&AIのガバナンスは？

改正個人情報保護法 2022年4月1日施行

- ✓ 4月1日には改正個人情報保護法が全面施行する。今回の改正の中心は、企業が個人情報の管理状況をより具体的に示さなくてはならなくなる点だ。
- ✓ 企業は保有している個人情報について、漏洩や破棄などを防ぐためにどのような安全管理措置がとられているか示す必要がある。
- ✓ 個人が企業に対し権利侵害のおそれのあるデータの利用停止や消去を求める権利を拡大した。例えば顧客が「サービスを退会したので自分のデータを消してほしい」と求めると、企業は原則として応じる必要がある。

Cf. GDPR

改正個人情報保護法のポイント
個人がデータの利用停止や消去を求める権利を拡大
安全管理措置の内容など企業に情報開示を求める
海外でデータ保存する場合の規制強化
漏洩などについて委員会への報告と個人への通知を義務化
氏名などを削除した「仮名加工情報」の創設。データ活用を促す

◆『日本経済新聞』2022年1月10日付け朝刊

セキュリティとダメージ・コントロール

□ 標的型攻撃

□ ゼロトラスト

□ AIに関するセキュリティ ex. フランス政府

✓ AIによる分析、AIによる防衛

✓ AIによる攻撃に対する防衛

ゼロ・トラスト クラウドとAPIが基盤の世界

- 「昨今の社会変化により、社内のシステム環境へ社外から接続を行う機会が増えているため、境界型防御を元に検討されていたセキュリティモデルではサイバー攻撃の脅威を防ぎきれない状況になってきています。」
- 「これらに対するセキュリティ対策として、「ゼロトラスト」という概念が提唱されています。これは、社内外すべてを「信用できない領域」として、全ての通信を検査し認証を行うという考え方です。」
- 「境界型防御とゼロトラストの機能を融合したハイブリット・セキュリティの考え方をまとめました。」

✓ [\(出所\) ゼロトラストという戦術の使い方:IPA 独立行政法人 情報処理推進機構](#)

日本のAI社会原則

内閣府「人間中心のAI社会原則会議」2019年3月

- (1) 人間中心の原則
- (2) 教育・リテラシーの原則
- (3) プライバシーの原則
- (4) セキュリティの原則
- (5) 公正競争確保の原則
- (6) 公平性、説明責任及び透明性の原則
- (7) イノベーションの原則

- 産業界：基本的にソフトローを選好。AI原則と企業の取り組みのギャップを埋める中間的なガイドラインが必要。ハードローの場合は、慎重な対応を要求。
- 消費者：事業者の適切な対応に期待しつつ、リテラシーを向上させ、AIを賢く使おうとする方向。

産業界の意見

- AI応用に対してソフトローを含む何らかの規制が必要であるという方向性については、産業界全体で概ね一致。
- 多くの産業団体や企業は、ソフトローには概ね賛同している。
- ハイリスク応用への規制導入については、理論的には賛成するものの、規制対象を慎重に特定すべき。
- AI原則と企業の取り組みのギャップを埋める中間的なガイドラインが必要。他方で、チェックリスト化は避けるべき。
- 企業間取引における共通認識の形成が重要。AIシステムの開発や運用が1社で閉じることは少ない。そのため、AIシステムの開発や運用のプロセスに関して、複数企業間で認識を共有することが求められている。
- BtoB企業とBtoC企業の違いに配慮すべき。これらを区別しないone-size-fits-allのガイダンスは望ましくない。
- 知的財産への配慮が必要。

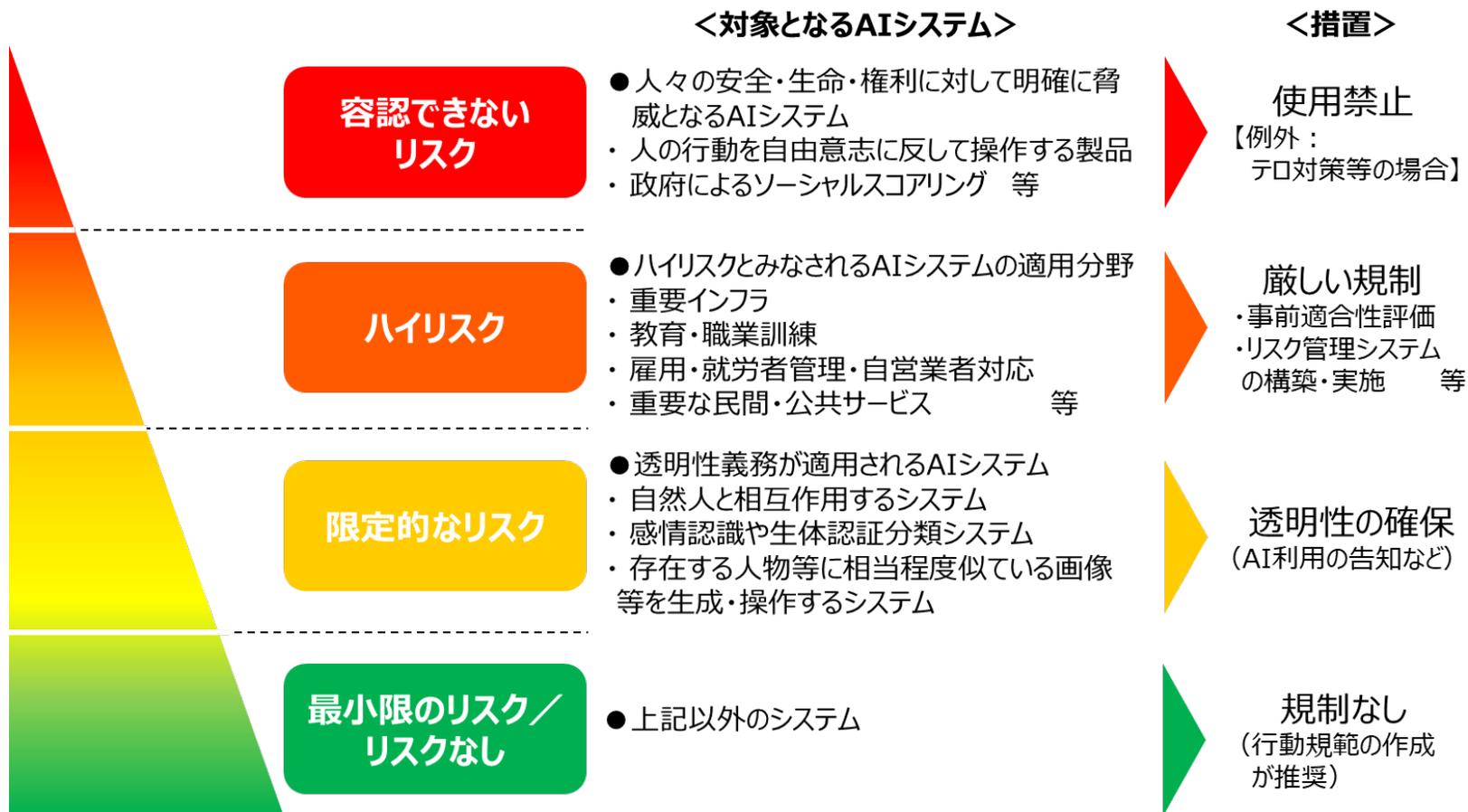
消費者の見方

- AIについて十分に理解できていない可能性あり。AIに対する漠然とした不安も感じている。
- 他方で、「医療・介護」「自動翻訳」など、サービスの普及が想像しやすい分野では比較的期待値が高い。

国際的な重要な動向 総務省「AIネットワーク社会推進会議」資料

EUのAI規制案 「人工知能に関する調和の取れたルールを定める規則の提案」

- EU委員会は、2021年4月に、AI規制案を公表。
- リスクベース・アプローチに基づいて、AIシステムのリスクを目的や用途等によって4つに分類し、それぞれのリスクに応じた規制の導入等を提案。



ELSIセンター所長からのメッセージ

デジタル革命の進展により、世界は大きな変動を経験しつつあります。世界中で莫大な情報が生成され、計り知れない価値を生み出すとともに、新たな懸念や課題も生起しています。

そうした懸念や課題に対して、いまだ適切なルールによって制御されていない事例が数多くあります。

いまこそ、英智を集め、情報科学技術、生命科学技術に代表される先進的な科学技術の発展可能性を見据えつつ、社会が抱えている諸課題の解決に努力し、新たな規範や新たなルールの形成について熟考し、差別のないダイバシティを尊重した社会パラダイムを構想することが求められています。

中央大学ELSIセンターは、デジタル革命によってもたらされる新たな社会発展の一翼を担う取り組みを行うべく、積極的な活動を展開します。科学技術の高度な発展に関与するすべてのステークホルダーとの連携をもとに、新たな倫理や規範を提案しようと思えます。



ELSIセンター 所長
須藤 修



中央大学 ELSIセンターの連携事業

AI、5G、6G、クラウド、メタバース、Web3.0等
高度な情報テクノロジーを社会実装する際に生じる諸課題の解決



市民

企業

行政機関

研究機関

すべてのステークホルダーのパートナーシップ

これからの展望

東京財団政策研究所DX研究チームと中央大学ELSIセンターは、今後協力関係を強化してゆきたいと考えています。

須藤 修

東京財団政策研究所 研究主幹(DX研究代表)

中央大学ELSIセンター 所長