

人工知能の未来戦略

日本学術振興会
人工知能技術戦略会議
安西祐一郎

1. 人工知能技術戦略会議とその役割
2. 研究開発目標と産業化ロードマップ
3. 人工知能技術についての提言
4. 人工知能研究の未来

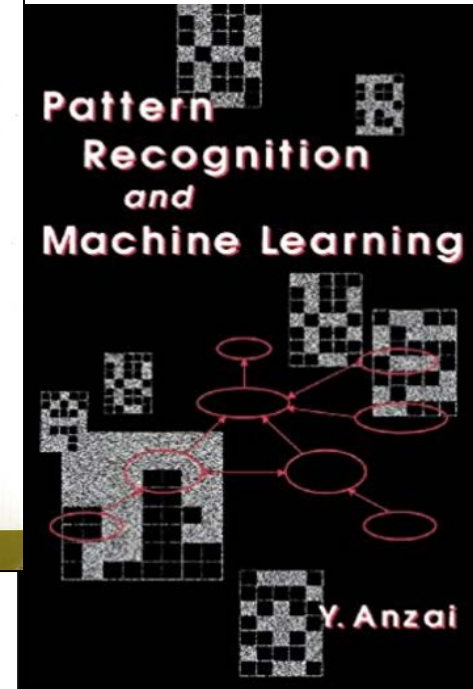
自己紹介



カーネギーメロン大学ウィーンホール(のちのサイエンスホール)にて1978年早春
(徳田英幸氏撮影)



岩波書店, 1989



Academic Press, 1992

1. スイス連邦工科大学 (ETH)チューリヒ校
2. カリフォルニア工科大学
3. オックスフォード大学
4. マサチューセッツ工科大学
5. ジョージア工科大学
6. カーネギーメロン大学
7. インペリアル・カレッジ・ロンドン

Times Higher Education (THE)
2016年世界大学ランキングコンピュータサイエンス分野

1. 人工知能技術戦略会議とその役割

平成28年4月12日に開催された第5回「未来投資に向けた官民対話」で、安倍総理から次の発言あり。

人工知能の研究開発目標と産業化のロードマップを、本年度中に策定します。そのため、産学官の叡智を集め、縦割りを排した『人工知能技術戦略会議』を創設します。



『人工知能技術戦略会議』の概要と議長及び構成員（発足時）

人工知能研究者でもある安西議長（(独)日本学術振興会理事長）と、総合科学技術・イノベーション会議の久間議員の下、産学のトップを構成員とするAI技術戦略の司令塔。

◎ 議長

安西 祐一郎（独立行政法人日本学術振興会 理事長）

○ 顧問

久間 和生（内閣府総合科学技術・イノベーション会議常勤議員）

○ 構成員

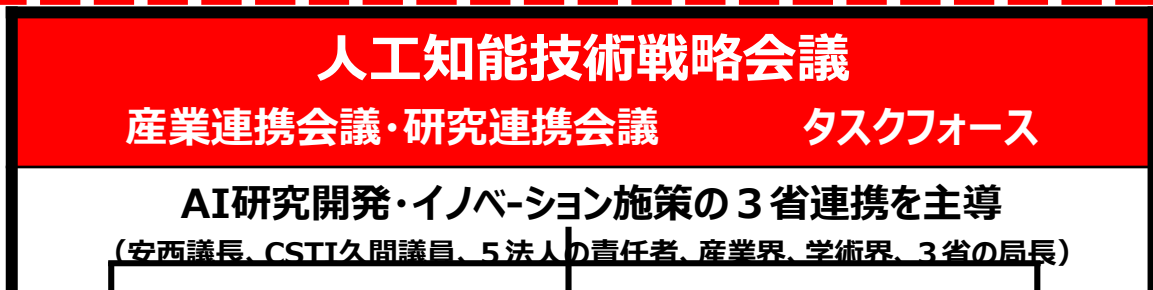
- | | |
|--------|--------------------------------|
| 内山田 竹志 | （日本経済団体連合会未来産業・技術委員会共同委員長） |
| 小野寺 正 | （日本経済団体連合会未来産業・技術委員会共同委員長） |
| 五神 真 | （国立大学法人東京大学総長） |
| 西尾 章治郎 | （国立大学法人大阪大学総長） |
| 坂内 正夫 | （国立研究開発法人情報通信研究機構理事長） |
| 松本 紘 | （国立研究開発法人理化学研究所理事長） |
| 中鉢 良治 | （国立研究開発法人産業技術総合研究所理事長） |
| 濱口 道成 | （国立研究開発法人科学技術振興機構理事長） |
| 古川 一夫 | （国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構理事長） |

※上記のほか、総務省、文部科学省、経済産業省より局長級が参加

人工知能技術戦略会議と関連組織

内閣府(CAO)
総合科学技術
イノベーション
会議(CSTI)
(S I P)

出口戦略
の共有



総務省(MIC)
情報通信研究機構

脳情報通信、音声翻訳
革新的ネットワーク等

文部科学省(MEXT)
理化学研究所
革新先端統合研究センター
科学技術振興機構 ACT-I

基礎研究、人材育成
大型計算機資源等

経済産業省(METI)
産業技術総合研究所
人工知能研究センター
NEDO

応用研究、標準化
共通基盤技術等

AI産業化へ工程表

人工知能(AI)の産「セキュリティ」の4
業化に向けて政府が取り「分野を選んだ。人間の意
まとめる工程表の概要が 思を予測して動く高度な
1日、明らかになった。 介護ロボットを2030
産業界と連携する戦略分 年以降に実用化するなど
野として「健康、医療・ 介護「移動」「生産性」
介護」移動「生産性」 の目標を盛り込んだ。
2日に明かるる政府の
民間投資が不足しそ

From
Nihon
Keizai
Shinbun
Morning
Nov.2 2016



関係省庁

農林水産省(MAFF)

スマート農機
高度水管理
農作物の病徴診断

厚生労働省(MHLW)

画期的医薬品の創出
診断補助技術

国土交通省(MLIT)

ドローンによる3次元測量
ICT建機、検査省力化

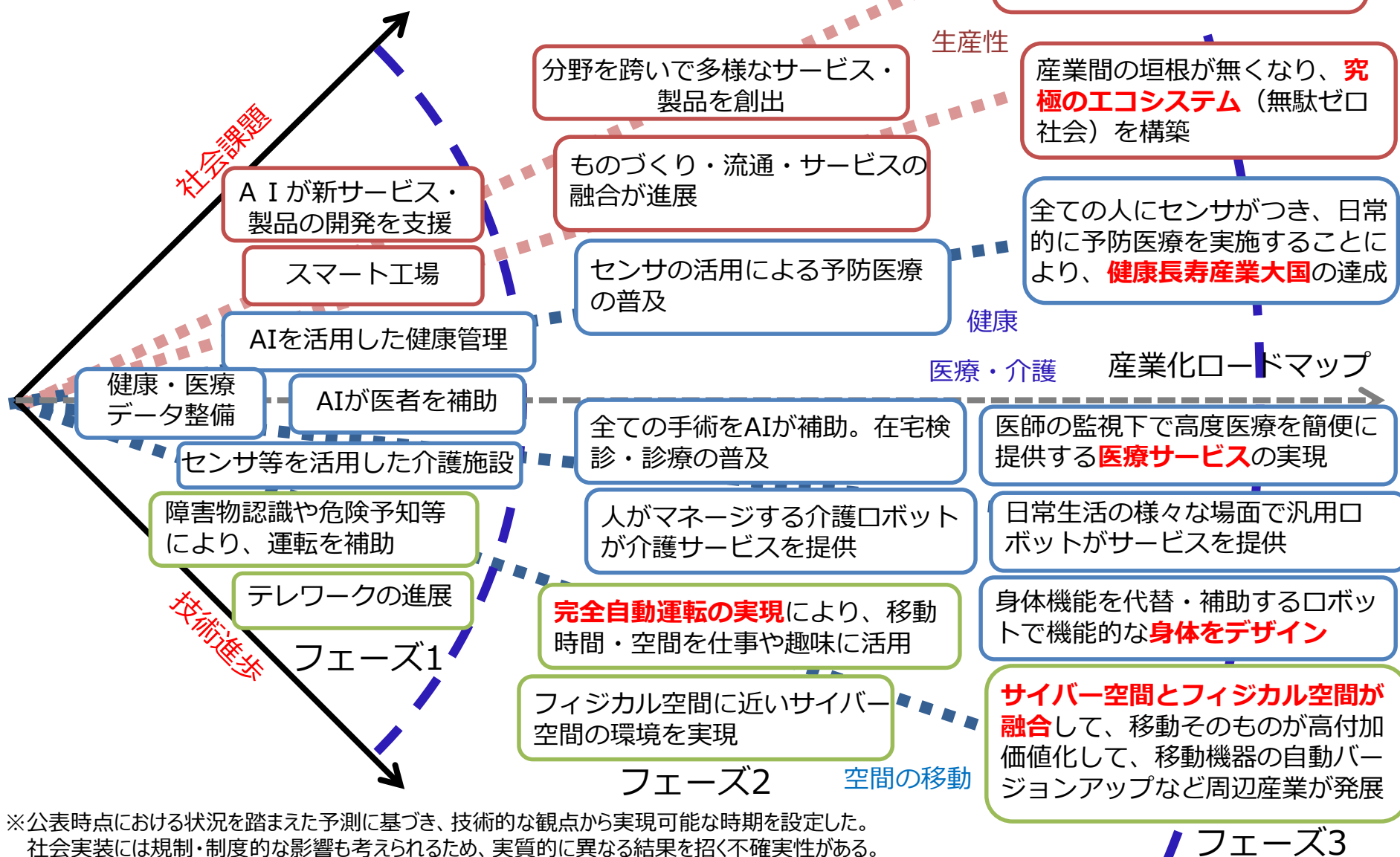
な分野を国の資金で補つ
習し、精度を高めるのに
など研究開発の効率向上
AIを活用する。そのう
に役立てる考えだ。
介護ロボットでは20
30年までに利用者の意思
をもとに動いたり、体調
の変化をいち早く察知し
たりできるようにする。
動作や行動パターンを学
習し、精度を高めるのに
AIを活用する。そのう
えで30年以降により高度
なロボットを実現する。
移動では20、30年まで
に、経路検索と軌道や航
空機などの予約を統合し
た統一制御のよいサービ
スを実現するとした。

人工知能技術戦略会議の目標

1. 人工知能技術の研究開発目標と産業化のロードマップを平成28(2016)年度中に策定。
2. 人工知能技術研究開発の司令塔として、産学官の一致協力により、課題を解決するための方策を立案・推進。
3. 縦割りを排した一体的な研究開発・課題解決を推進。
4. 研究開発機関における研究開発、およびそれらの機関と産学の研究開発連携を支援し、重複を排しつつ、課題解決を推進。

2. 研究開発目標と産業化ロードマップ

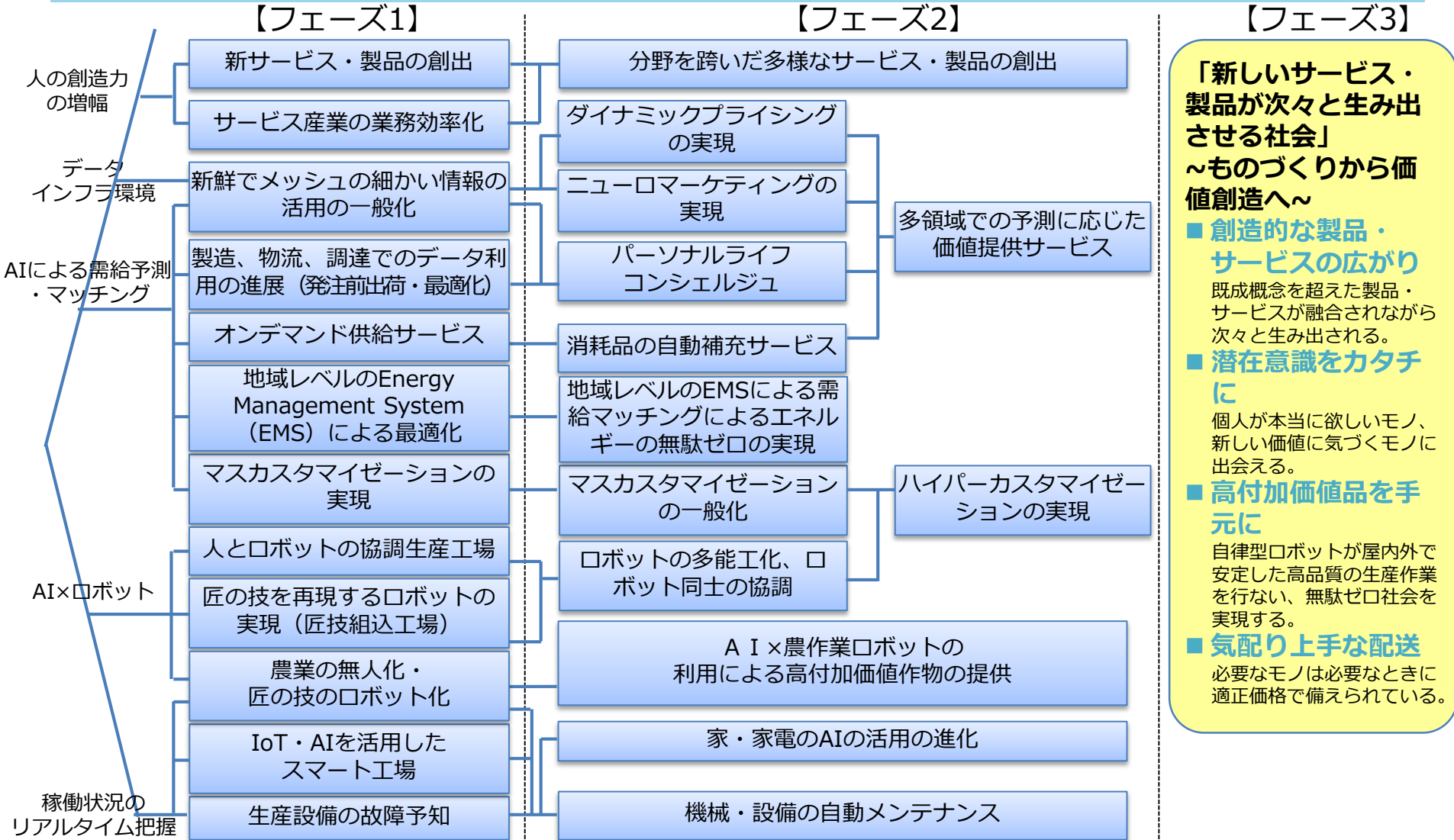
<http://www.nedo.go.jp/content/100862412.pdf>



※公表時点における状況を踏まえた予測に基づき、技術的な観点から実現可能な時期を設定した。社会実装には規制・制度的な影響も考えられるため、実質的に異なる結果を招く不確実性がある。

(1) 人工知能とその他関連技術の融合による産業化のロードマップ【生産性分野】

- 生産システムの自動・最適化、サービス産業の効率化・最適化、物・サービスへのニーズとのマッチングによりハイパーカスタマイゼーションを実現することにより、ものづくり・流通・サービスの融合が進み、エネルギー・食料なども含めた社会全体としての生産性を高めた究極のエコシステムを構築する。
- 人が創造力を増幅することにより、次々と新しいサービス・製品が生み出される社会を構築する。

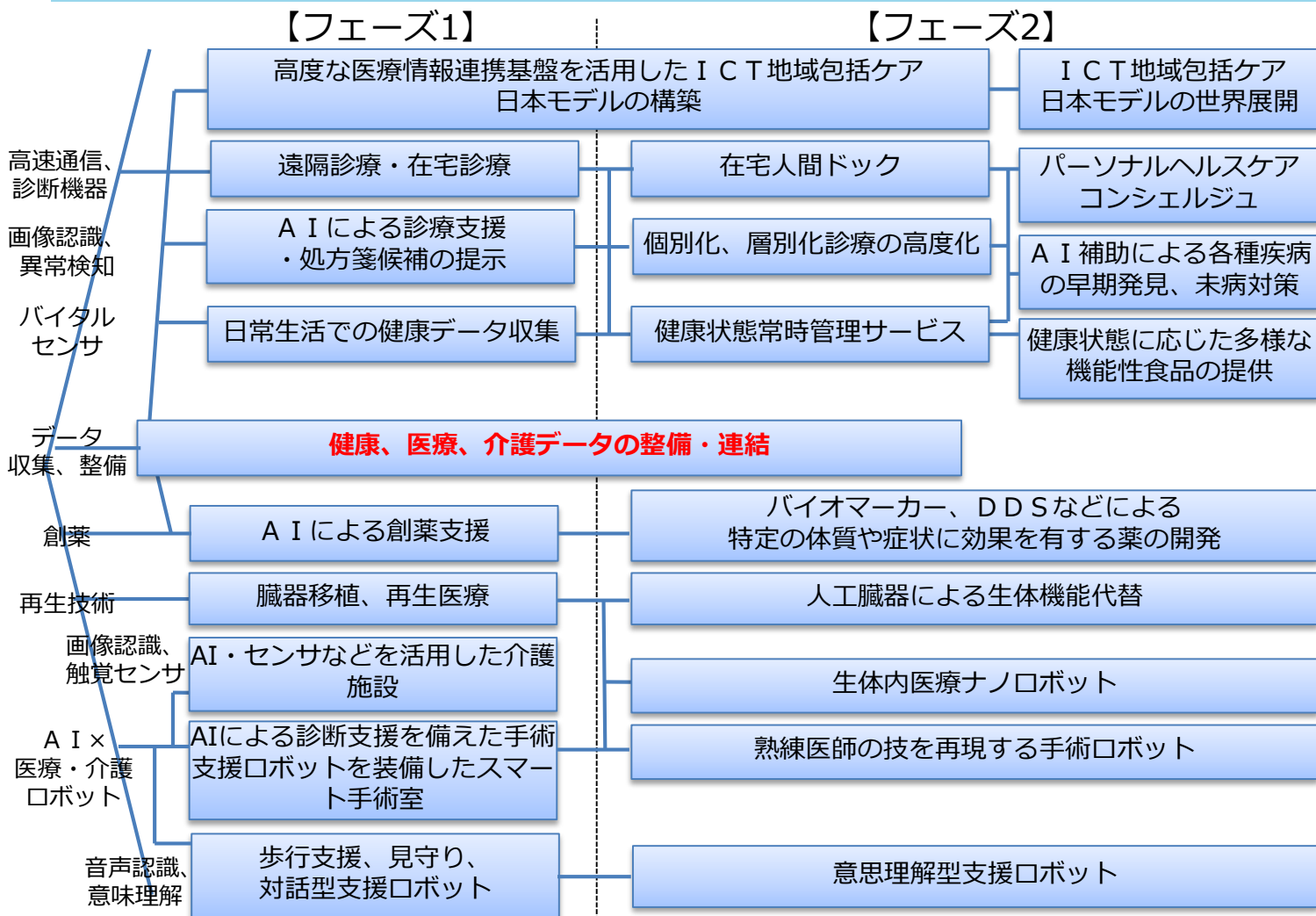


「新しいサービス・製品が次々と生み出させる社会」
 ~ものづくりから価値創造へ~

- **創造的な製品・サービスの広がり**
 既成概念を超えた製品・サービスが融合されながら次々と生み出される。
- **潜在意識をカタチに**
 個人が本当に欲しいモノ、新しい価値に気づくモノに出会える。
- **高付加価値品を手元に**
 自律型ロボットが屋内外で安定した高品質の生産作業を行ない、無駄ゼロ社会を実現する。
- **気配り上手な配送**
 必要なモノは必要なときに適正価格で備えられている。

(2) 人工知能とその他関連技術の融合による産業化のロードマップ【健康/医療・介護分野】

- 世界で最初に急激な高齢化社会を迎えている日本において、医療・介護の膨大な情報をビッグデータ化し、AIを使って世界一の医療技術先進国・介護技術先進国を構築する。
- 予防医療の高度化により、病気にならないヘルスケアを実現する健康長寿産業大国を構築する。2030年には人口の40%以上が高齢者となる中で、80歳でも就業を希望する高齢者が元気に働いている社会を実現する。これにより、個人としての満足度を上げるだけでなく、社会保障費の軽減を図ると同時に労働人口の減少という課題への対応の方策ともなる。



「健康長寿を楽しむ社会」

～治療から予防医療の高度化へ～

■ 自然な健康管理

日常生活の中で無理なく楽しく快適に疾病・認知症などの予防医療、アンチエイジングが行え、いつまでも健康に暮らせる。

■ 身体をデザイン

病気になってもすぐに治すことができ、身体機能の代替も人工臓器、人工感覚器により手軽に行える。

■ 高度医療の利用簡便化

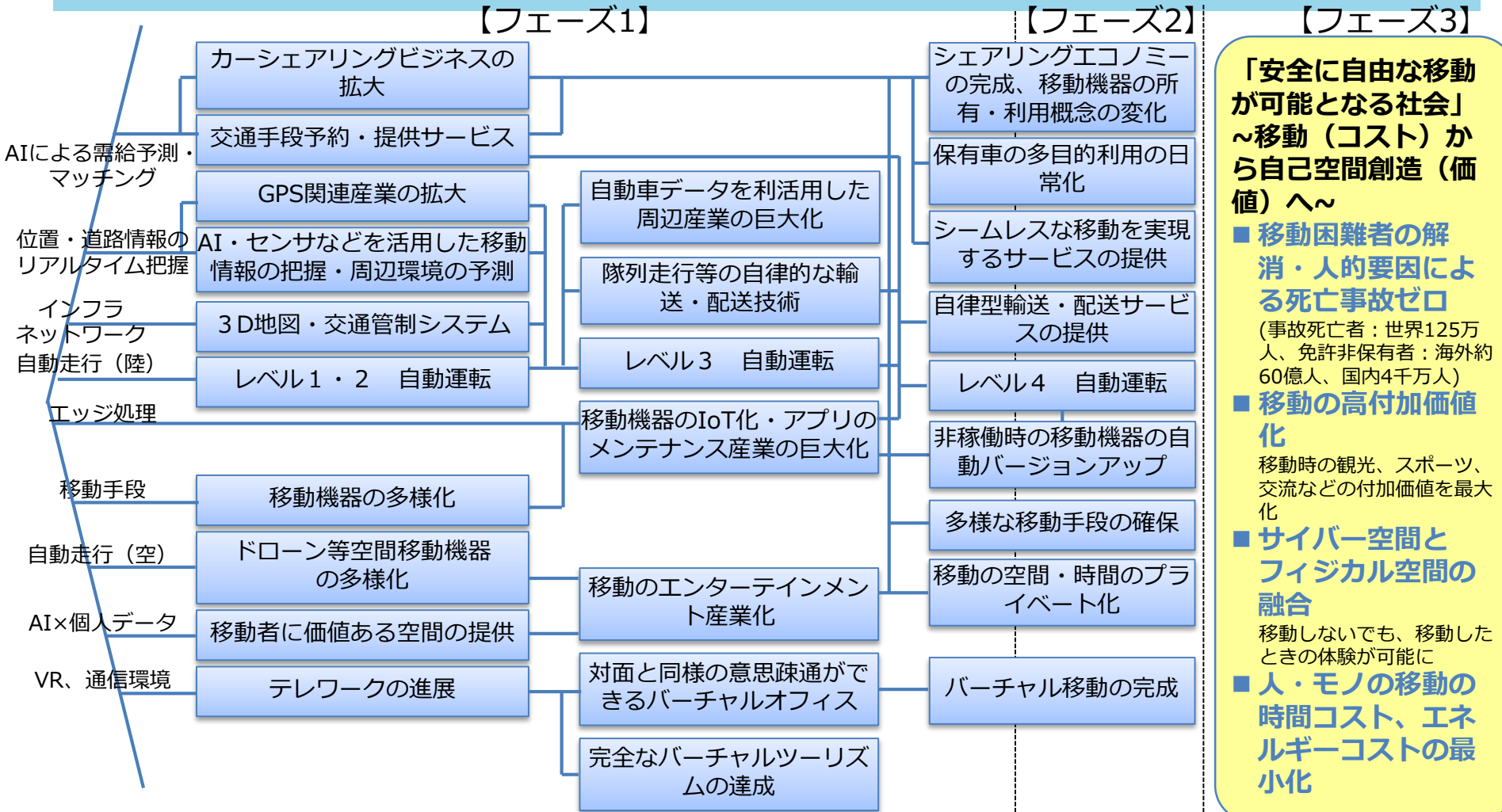
医療機関で高度な医療技術・機器を用いて行われていたことが、医師の管理下で自宅で簡便かつ非侵襲に行える。

■ 寄り添うロボット

汎用ロボットが家族の一員として日常生活の様々な場面で活用されて、介護等への不安が解消され、安心して暮らせる。

(3) 人工知能とその他関連技術の融合による産業化のロードマップ【空間の移動分野】

- 人の移動時間・移動空間を、「移動」そのものではなく、その他の「作業」、「生活」、「娯楽」を行う時間・空間にする。
- 全ての人に自由で安全な空間の移動を確保する社会を構築する。人・物の移動にかかる移動手段のシェアリングエコノミーを構築することにより、移動のエコ社会を実現する。これらにより、人的要因による事故を減らし、「移動」に伴う社会コストを最小化する。
- 移動の高付加価値化、自動運転等を活用した自律的な輸送配送、バーチャル移動も完成し、移動そのものに価値が生まれる社会を実現する。



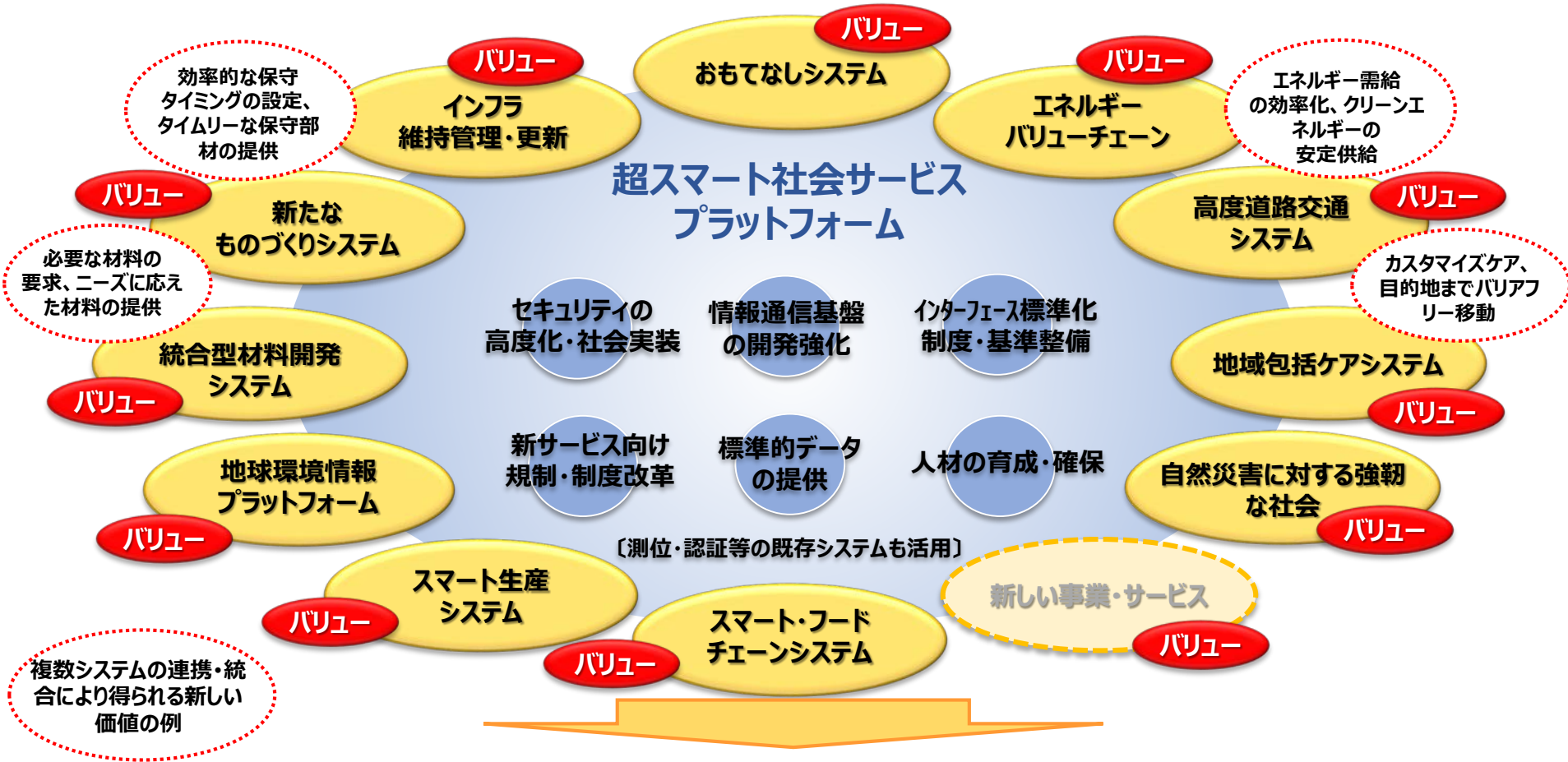
3. 人工知能技術についての提言

1. 製品開発・利用・販売などについては使える技術を迅速に見極めてただちに活用
2. その一方で、コモディティ化の先を狙う
3. 研究開発について戦略をもつ（戦略≡positioning+trade-offs+fit ← Michael Porter (1995)）
4. 要素技術開発だけでなくソリューション開発
5. AI, BD, IoTは「システムデザイン&マネジメント技術」
6. ベンチャー企業の支援
7. 必要な人材を世界に求める
8. CDO (Chief Digital Officer)を置き、デジタル化時代の戦略的組織体制整備、データ共有、AI, BD, IoT, CyberSecurity等に対する戦略的対応、人材の手当て、その他に責任をもって対応
9. その他

人工知能に関する戦略

1. **社会イノベーション戦略** ⇒ ICT・BD・AI・CyberSecurityを横串とする「知的社会基盤」の構築(社会活動・企業活動・人材開発・教育などを含む)
2. **ビジネスイノベーション戦略** ⇒ 社会イノベーションに資するビジネスの開発と成長
3. **技術開発戦略** ⇒ 目標の明確化、手段の明確化、要素技術の明確化と確保
4. **研究戦略** ⇒ 流行しているテーマでない、知的社会基盤の構築に必要な基盤的研究テーマの発見と目標の明確化
5. **他の戦略**

第5期科学技術基本計画（2016.4～2021.3）



超スマート社会が生み出す価値

- 生活の質の向上をもたらす人とロボット・AIとの共生
- 誰もがサービス提供者となれる環境の整備
- 潜在的ニーズを先取りして人の活動を支援するサービスの提供
- ユーザーの多様なニーズにきめ細やかに応えるカスタマイズされたサービスの提供
- 地域や年齢等によるサービス格差の解消

内閣府CSTI 基盤技術の推進の在り方に関する検討会資料より - 第5期科学技術基本計画答申概要に骨子掲載

人工知能技術を通じたイノベーションの支援

1. ベンチャー支援・スタートアップ支援
2. 使える構造を持ったビッグデータの開発・蓄積支援
3. 制度・仕組みに関する支援と改善（国際標準、知財権、税制、調達、雇用・処遇）
4. 人材育成支援（ex. ユーザ系企業で働く情報人材）
5. 技術開発支援（ハードウェア、アーキテクチャ、ソフトウェア、アルゴリズム、ネットワーク、クラウド & VLDB & 省電力技術、インタラクション技術、制御技術、セキュリティ技術、センサ・アクチュエータ関連技術）
6. プロセス・イノベーションとプロダクト・イノベーションそれぞれの支援
7. その他

例：深層学習・ベイズ学習に関連した アルゴリズム・システム開発

1. スパースデータ・少数データに対する深層学習
2. 時系列データ・オンラインデータに対する深層学習
3. 深層学習の高速化
4. 階層ベイズ解析の高速化
5. 異なる領域への学習結果の転移
6. 学習過程と結果の因果的説明
7. その他



DeepMind just published a mind blowing paper: PathNet.

Potentially describing how general artificial intelligence will look like.

Since scientists started building and training neural networks, Transfer Learning has been the main bottleneck. Transfer Learning is the ability of an AI to learn from different tasks and apply its pre-learned knowledge to a completely new task. It is implicit that with this precedent knowledge, the AI will perform better and train faster than *de novo* neural networks on the new task.

DeepMind is on the path of solving this with PathNet. PathNet is a *network of neural networks*, trained using both stochastic gradient descent and a genetic selection method.

PathNet is composed of layers of modules. Each module is a Neural Network of any type, it could be convolutional, recurrent, feedforward and whatnot.

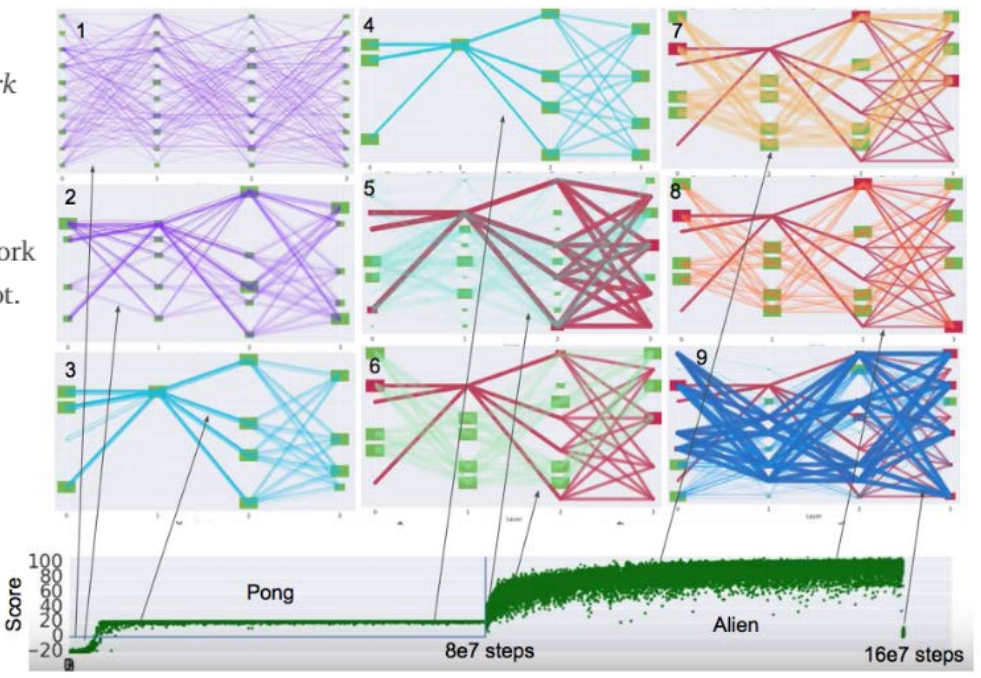
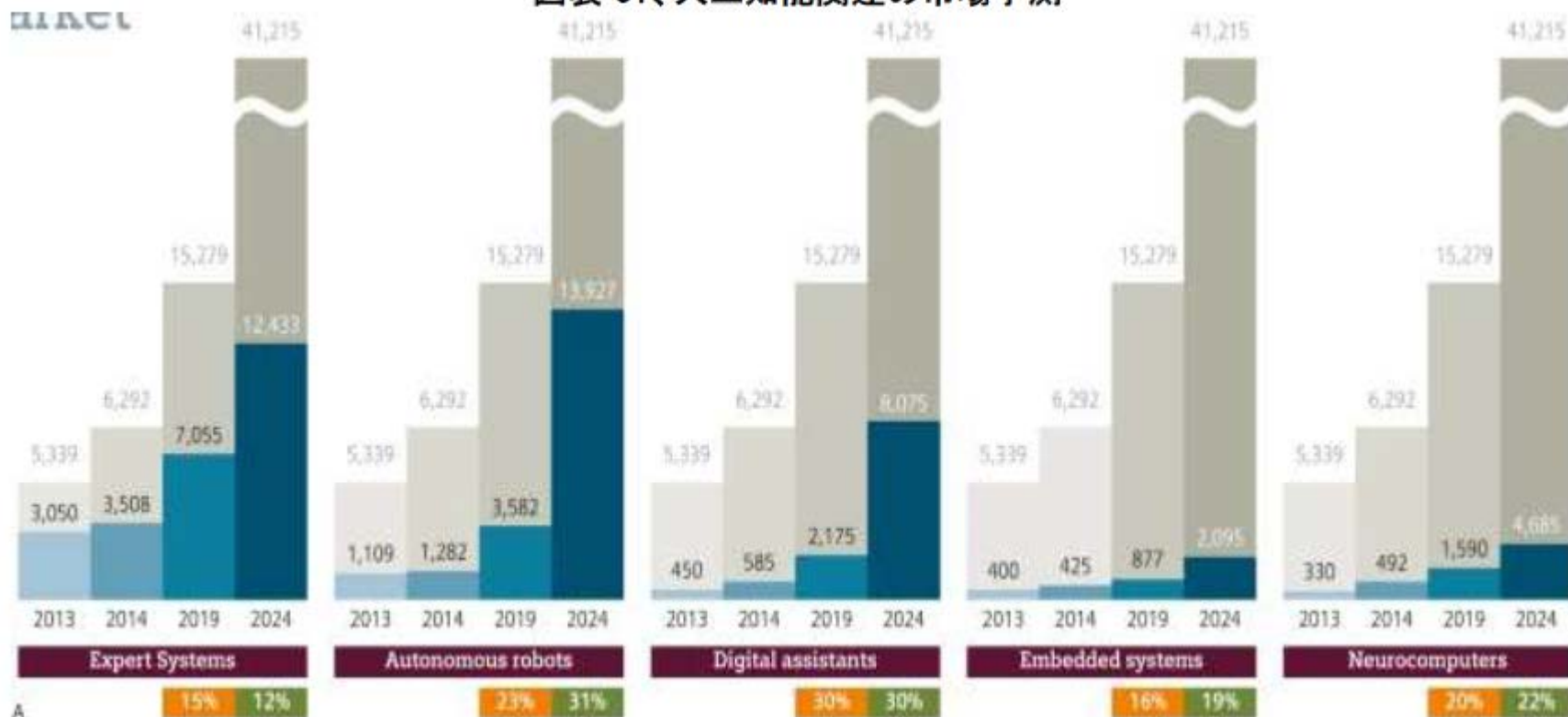


Figure 1: A population of randomly initialized pathways (purple lines in Box 1) are evolved whilst learning task A, Pong. At the end of training, the best pathway is fixed (dark red lines in Box 5) and a new population of paths are generated (light blue lines in Box 5) for task B. This population is then trained on Alien and the optimal pathway that is evolved on Alien is subsequently fixed at the end of training, shown as dark blue lines in Box 9.

百万米ドル

図表 6:、人工知能関連の市場予測



自律ロボット

組み込みシステム

エキスパート・システム

デジタル・アシスタント

ニューロ・コンピュータ

ニューヨーク日より 2015 年 2 月

米国における人工知能に関する取り組みの現状

八山 幸司
JETRO/IPA New York

図表 1: Google Translate のリアルタイム翻訳



出典: Google⁹

⁹ <http://googleblog.blogspot.com/2015/01/hallo-hola-ola-more-powerful-translate.html>

図表 2: Project Adam から生まれた画像認識技術



出典: Mashable²²

<http://mashable.com/2014/07/15/microsofts-artificial-intelligence-engine-project-adam/>

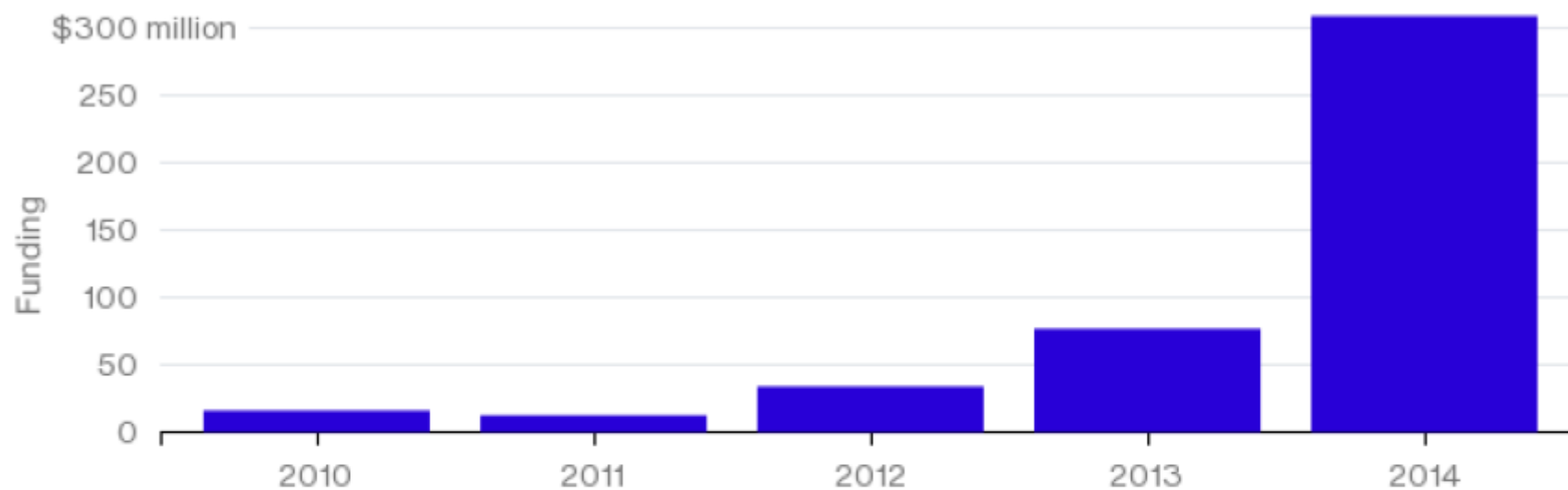
図表 3: OAK4 を使った Amazon 社の倉庫



出典: WIRED²⁷

<http://wired.jp/2014/12/04/amazon-robots-heart/4/>

図表 7: 人工知能関連ベンチャー企業への投資額の推移



出典: CBInsights⁵¹

<https://intelligence.org/2014/01/28/how-big-is-ai/>

⁵⁰ [http://www.bccresearch.com/pressroom/ias/global-market-smart-machines-expected-reach-\\$15.3-billion-2019](http://www.bccresearch.com/pressroom/ias/global-market-smart-machines-expected-reach-$15.3-billion-2019)

<http://www.siemens.com/innovation/en/home/pictures-of-the-future/digitalization-and-software/artificial-intelligence-facts-and-forecasts.html>

⁵¹ <https://www.cbinsights.com/blog/artificial-intelligence-venture-capital-2014/>

ニューヨークだより 2015年2月

米国における人工知能に関する取り組みの現状

八山 幸司
JETRO/IPA New York

The current state of machine intelligence 3.0

Watching the appeal and applications of machine intelligence expand.

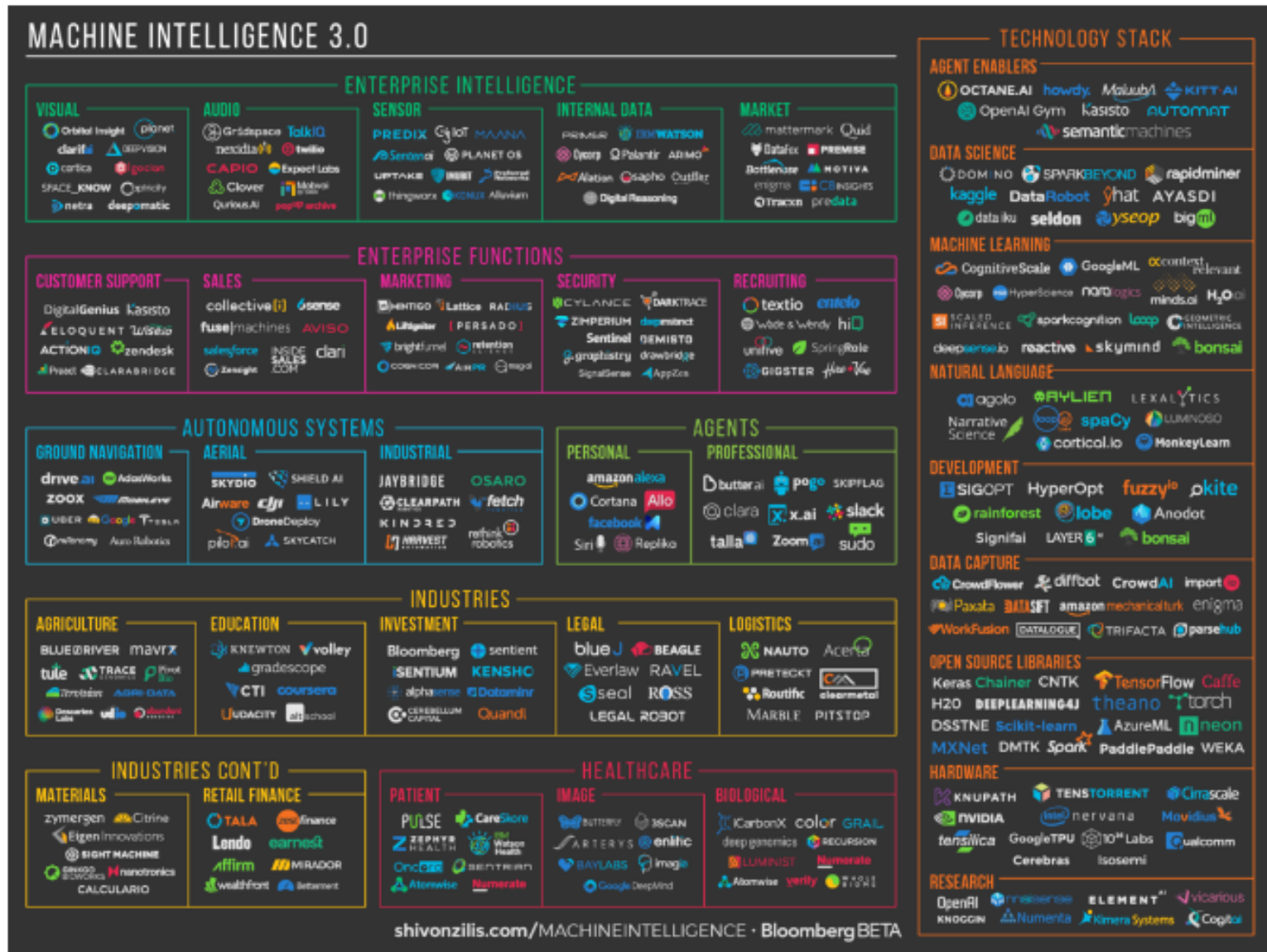
By Shivon Zilis and James Cham, November 7, 2016

What's the biggest change in the last year? We are getting inbound inquiries from a different mix of people. For v1.0, we heard almost exclusively from founders and academics. Then came a healthy mix of investors, both private and public. Now overwhelmingly we have heard from existing companies trying to figure out how to transform their businesses using machine intelligence.

For the first time, a *"one stop shop" of the machine intelligence stack is coming into view*—even if it's a year or two off from being neatly formalized. The maturing of that stack might explain why more established companies are more focused on building legitimate machine intelligence capabilities. Anyone who has their wits about them is still going to be making initial build-and-buy decisions, so we figured an early attempt at laying out these technologies is better than no attempt.

The Current State of Machine Intelligence 3.0

<http://www.shivonzilis.com>



(originally published by O'Reilly [here](#), this year in collaboration with my amazing partner [James Cham](#)! If you're interested in enterprise implications of this chart please refer to Harvard Business Review's [The Competitive Landscape for Machine Intelligence](#))

High-tech investments keep coming for Pittsburgh area.

February 12, 2017 12:00 AM

- 
- 



Alan Diaz/Associated Press

↓
↑

By Ed Blazina / Pittsburgh Post-Gazette

From Pittsburgh Post Gazette February 12 2017 12:00am online.

4. 人工知能研究の未来

例：情報共有によるインタラクション

- 人と人、人とモノの間のインタラクションにおける情報処理は、何によって規定されるか？
- 「情報を共有する」とはどういうことか？
- インタラクションに参加するエージェントには、どのような内部メカニズムが必要か？
- *GRAMES* (Goal-directed mechanisms (目標指向メカニズム), Reward systems (報酬システム), Attention systems (注意システム), Motivational mechanisms (動機メカニズム), mechanisms for Emotion (情動メカニズム), and Social information processing mechanisms (社会性情報処理メカニズム))
- 自己、相手、他者のどんな情報をどのようにして取得し、共有していると推論するか？



ROBODEX2000



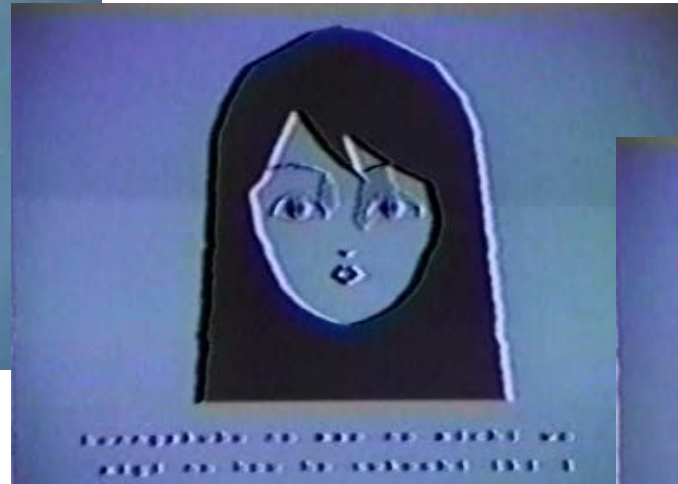
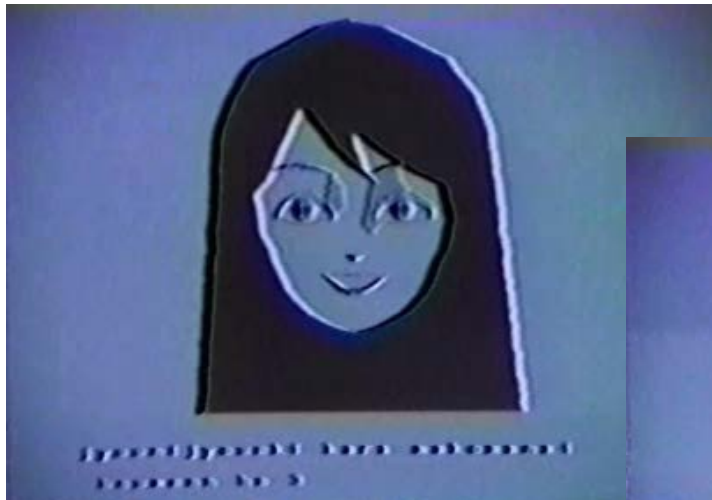
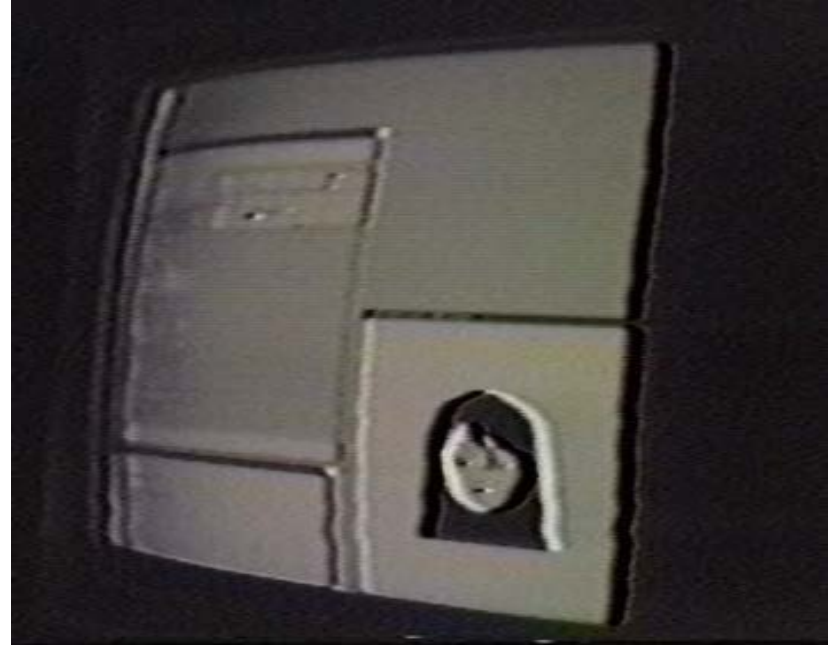


ヒューマン・ロボットインタラクション

(萩田紀博ATR社会メディア統合研究センター長提供)

Human-Computer Interaction in Natural Language

Department of Behavioral Science
Hokkaido University
1986



情報共有によるインタラクションの理論

安西 祐一郎

“Sharing of information” is one of the fundamentals of any interaction among humans, and any interaction including other kinds of participants. This article presents a theory of interaction by information sharing, regarding an interaction as: a set of internal processes constituted by participants’ first-person inferences, with which each participant, as a goal-directed adaptive information processing system, tries to change its internal state to make it easier to realize the composite goal state constructed by the participant’s first-person inference on goal states of the self, the second persons, and the third persons. It appends related studies from developmental science and cognitive neuroscience, and from the research on human-robot interaction conducted in our laboratory as well.

Keywords: interaction (インタラクション), information sharing (情報共有), first-person inference (一人称推論), view (ビュー), information source (情報源), goal state (目標状態), internal state (内部状態), internal representation (内部表現), causal reasoning (因果推論), social interaction (社会的インタラクション), developmental science (発達科学), cognitive neuroscience (認知神経科学), human-robot interaction (ヒューマンロボットインタラクション)