オープニング
全脳アーキテクチャの全体像

東京大学
松尾 豊

2013年夏

- 一杉（産総研）、山川（富士通研）、松尾（東大）でMTG
- どう考えても、そろそろ脳できますよね？そうですよね？

- どうしたらいいんだろう…
- 何が必要なのか？人？お金？
- よくわからない…

- ひとまず勉強会やってみますか？
- いい場所でちゃんと人集めましょう

現在まで

- 開催実績
  - 2013年12月19日　第1回勉強会(東京)　100名参加
  - 2014年01月30日　第2回勉強会(東京)　230名参加
  - 2014年03月29日　少人数形式での討論会
  - 2014年04月22日　第3回勉強会(東京)　193名参加
  - 2014年06月02日　第4回勉強会(大阪)　100名参加
  - 2014年07月01日　第5回勉強会（東京）230名参加
  - 2014年07月18日　第6回勉強会（東京）170名参加
  - 2014年09月22日　第7回勉強会（東京）175名参加
  - 2014年11月10日　第8回勉強会（東京）198名参加
  - 2015年02月04日　第9回勉強会（東京）195名参加
  - 2015年05月14日　第10回勉強会（神奈川）450名参加！
- 場所
  - リクルート本社セミナールーム等で開催
  - NEC玉川ルネッサンスシティホール
- オーガナイズ：
  - 山川、一杉、松尾、大森、高橋、荒川、市瀬、栗原、櫻田、佐藤、嶋田、中村、…
  - 若手の会：大澤、島田、…
- NPO法人 WBAI（Whole Brain Architecture Initiative）：2015年設立予定

国内での動き

- 人工知能の拠点
  - ドワンゴ人工知能研究所：2014/11-
  - リクルート人工知能研究所（Rectuit Institute of Technology）：2015/4-
  - 産業技術総合研究所 人工知能研究センター：2015/5-
  - 東大AIラボ？

- 経済産業省、総務省、文部科学省、…
  - 経済産業省 情報経済小委員会
  - 総務省 インテリジェント化が加速するICTの未来像に関する研究会
  - NEDO（ご紹介）
  - …

- わずか２年弱で大きく変わってきた

人レベルのAI(そして人を越えるAI)を目指す。

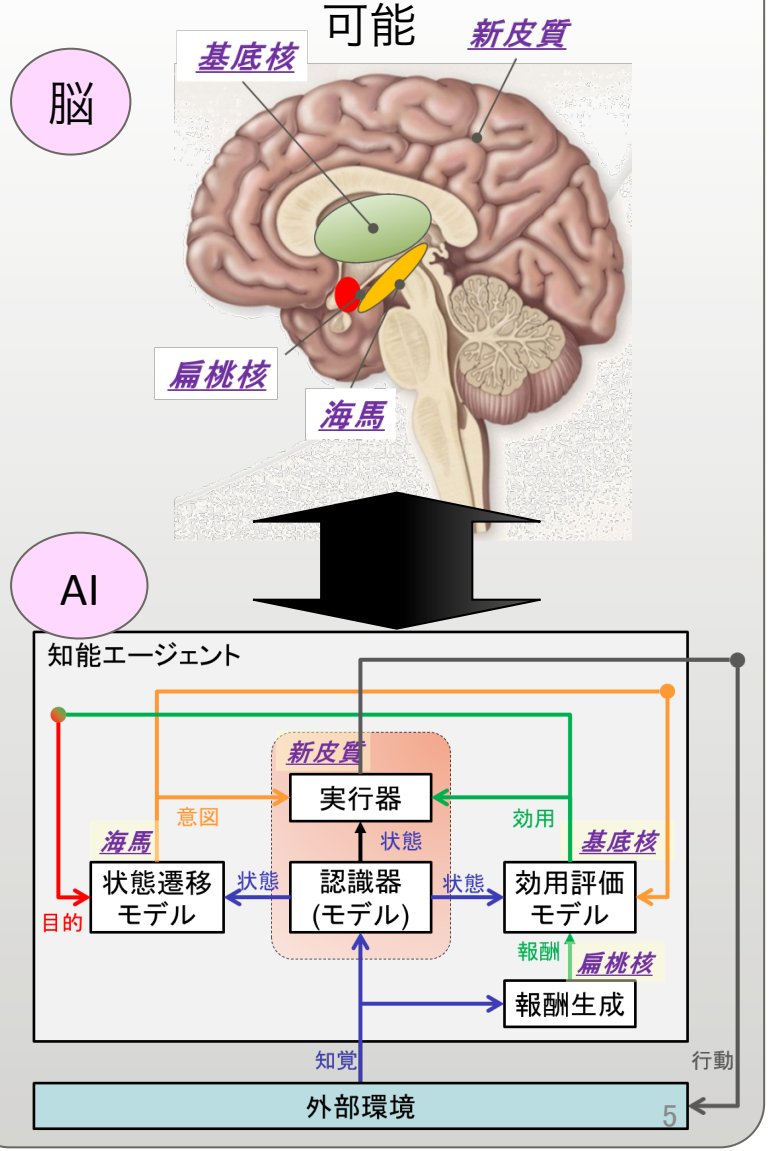
脳はそれぞれよく定義された機能を持つ機械学習器が一定のやり方で 組み合わされる事で機能を実現しており,

それを真似て人工的に構成された機械学習器を組み合わせる事で人間並みかそれ以上の能力を持つ汎用の知能機械を構築可能である.

アプローチ.

1. 脳の各器官の機能を機械学習として開発し,
2. それらを統合したアーキテクチャを構築

脳とAIは既に大雑把には対応付け可能



全脳アーキテクチャ俯瞰図

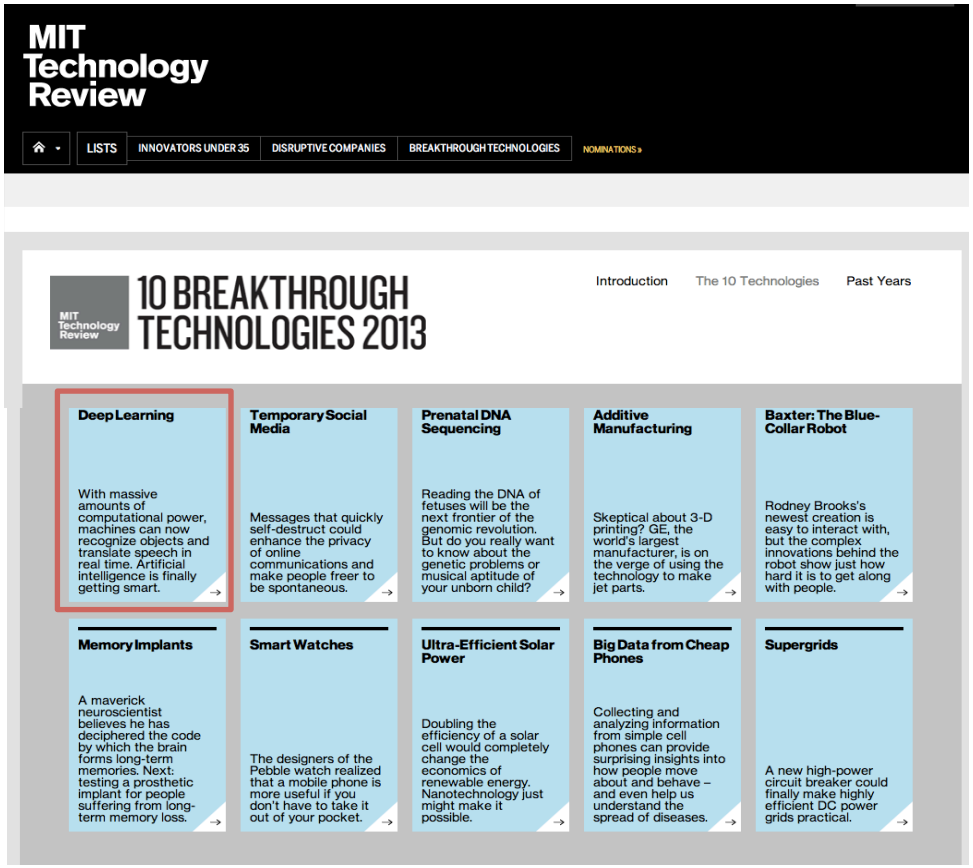
統合

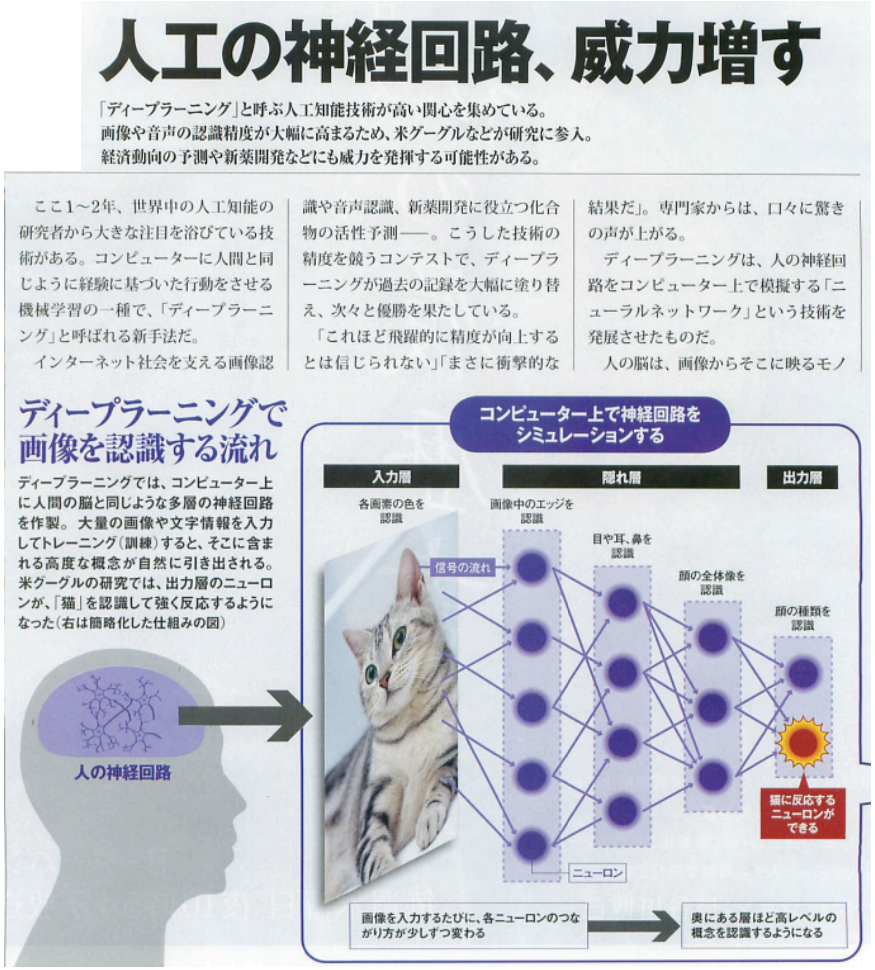
<table>
<tr><td colspan="5">すべての機能を統合するモジュール
（全脳アーキテクチャモデル）</td></tr>
<tr><td rowspan="3">滑らかな運動モジュール（皮質・小脳連携モデル）</td><td colspan="3">言語理解・発話モジュール
（言語野モデル）</td><td rowspan="4">情動モジュール
（扁桃体モデル）</td></tr>
<tr><td colspan="3">思考・ナビゲーションモジュール
（皮質・基底核・海馬連携モデル）</td></tr>
<tr><td colspan="2">階層型強化学習モジュール
（皮質・基底核連携モデル）</td><td></td></tr>
<tr><td>教師あり学習モジュール
（小脳モデル）</td><td>強化学習モジュール
（大脳基底核モデル）</td><td>教師なし学習・認識モジュール
（大脳皮質モデル）</td><td>エピソード記憶モジュール
（海馬モデル）</td></tr>
<tr><td>パーセプトロン、リキッドステートマシン</td><td>強化学習</td><td>Deep learning, SOM, ベイジアンネット</td><td>自己連想ネットワーク、直交符号化</td><td>連合学習</td></tr>
</table>

部品

Deep Learning

- AIにおける50年来のブレークスルー
  - データをもとに「何を表現すべきか」が自動的に獲得されている





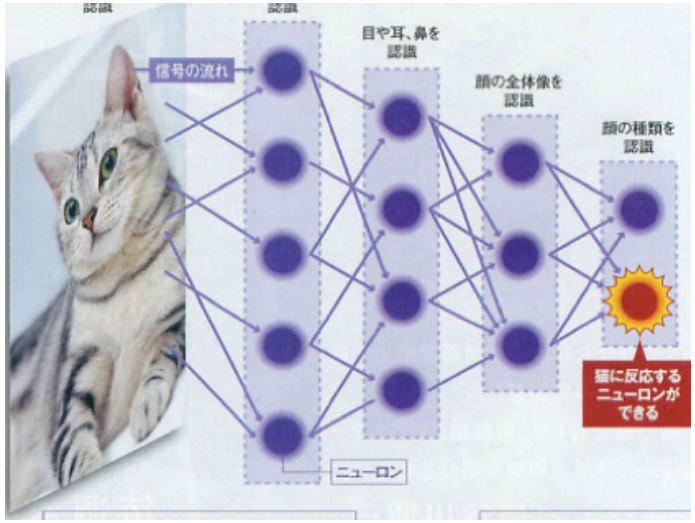
日経ビジネス2013年4月15日号

人工知能の視点から：
これまでの人工知能の壁≒表現の獲得の壁

- 難しい問題１：機械学習における素性設計
  - 素性（特徴量）をどう作るの？
  - データ自身から、重要な特徴量を生成できないから問題が起こる
- 難しい問題２：フレーム問題
  - ロボットが動くとどうなるかを、どのように記述すればよいか
  - データから特徴量を取り出し、それを用いた概念で知識を記述しないから問題が起こる
- 難しい問題３：シンボルグラウンディング問題
  - シマウマがシマのある馬だと、どう理解すればいいか？
  - センサーのデータから特徴量を取り出し、それを使った概念（シニフィアン）を生成し、それに名前（シニフィエ）をつけないから問題が起こる

結局、難しい問題は全部同じことを指しており、
現実世界から解くべき問題の「表現」を獲得すること、
つまり、よい「特徴量」とそれによって定義される「概念」を作ることを、
人間がやるしかなかった（コンピュータにはできなかった）という問題。

Deep learningの研究とこれから



① 画像 → 画像特徴の抽象化

認識精度の向上

② 観測したデータ（画像＋音声＋圧力センサー＋…）
→ マルチモーダルな抽象化

環境認識、行動予測

③ 自分の行動に関するデータ ＋ 観測したデータ
→ 行為と帰結の抽象化

プランニング、フレーム問題の解決

④ 行為を介しての抽象化 → 名詞だけでなく動詞（その様態としての形容詞や副詞）

推論・オントロジー、高度な状況の認識

⑤ 高次特徴の言語によるバインディング→ 言語理解、自動翻訳

シンボルグラウンディング、言語理解

⑥ バインディングされた言語データの大量の入力 → さらなる抽象化、知識獲得、高次社会予測

知識獲得のボトルネックの解決

Deep Learningがすごいというよりは、
Deep Learningの先に広がる世界がすごい

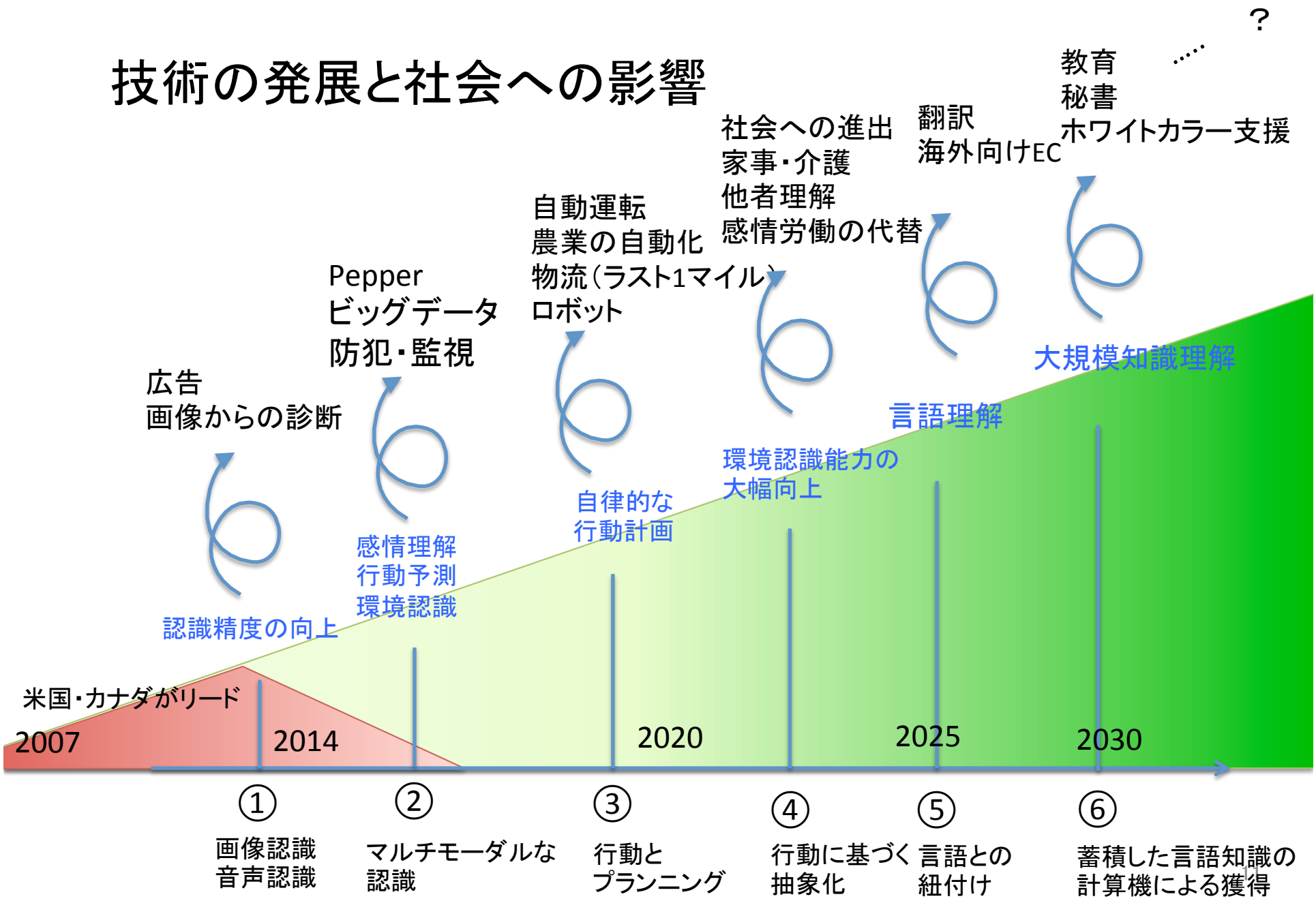
最近のトピック

- ICLR2015（San Diego, 5/7-9)
  - NIPS, ICML：３大国際会議
- 層の数が8から、19とか22へ。
- 100層に向けて
- 一般画像認識はもやは人間並みかそれ以上
- CNNで決まり、FFTのアーキテクチャ

- RNN, LSTMあたりはどんどん進化中
- 「何が起こっているのか」の理論的研究も進化中。関数の形や各ニューロンの表すもの。

- 行動：DQN系、Nueral turing machine系：いろんなタスクを解かせる。
- 言語：Automatic Image Captioning

技術の発展と社会への影響



Deep LearningをベースとするAIの技術的発展

未来の社会と産業の構造変化を描く

- 1995年のインターネット
- Googleにあたるものはなにか？
- Amazonにあたるものはなにか？
- Facebookにあたるものはなにか？

- キープレイヤーは？プラットフォーマーはどのように出現する？
- 新たな産業は？産業構造の変化は？
- 競争力はどう変化する？
- 社会はどう変わる？

変わりゆく社会と産業を描く

- 仮説生成と試行の高速化（企画、設計、新規事業）
- なんでも市場化する？
- 情報システムが全部つながる？
- 監視・防犯：犯罪は非常に減る？
- 心を持っているように見えるAIが生まれる？禁止される？：恋愛
- 製造者責任と保険
- 物流の完全自動化
- 軍事：権力者を倒す、心を操る
- 知財の新しい形
- 忘れられる権利、いいところだけを見せる権利、悪いことをする権利、大目に見られる（警告を受ける）権利、好きになる権利、…
- 遺伝子の多様性を維持する必要性
- 「人間」の定義：人権、投票権

おわりに: 日本の未来へ

- 少子高齢化する日本のなかで、人工知能を切り札として産業競争力を再び高めたい。
- 日本にもチャンスが
  - 人工知能研究者の人数、人工知能に興味をもつ人数
  - 世代を通じた理解
  - 「賢さ」と「真面目さ」が重要な領域
  - 言語があまり関係ない
- 全脳アーキテクチャのコミュニティが中心になって欲しい
  - 学会や既存の組織にしばられない
  - 知的興味とワクワク感で駆動されている
  - いろんな考え方を許容する、寛容で自由な空気
- バーチャルなコミュニティが時代を動かすはず！