

「全脳アーキテクチャ勉強会」 開催趣旨説明

第4回全脳アーキテクチャ勉強会

2014-06-02

産業技術総合研究所

ヒューマンライフテクノロジー研究部門

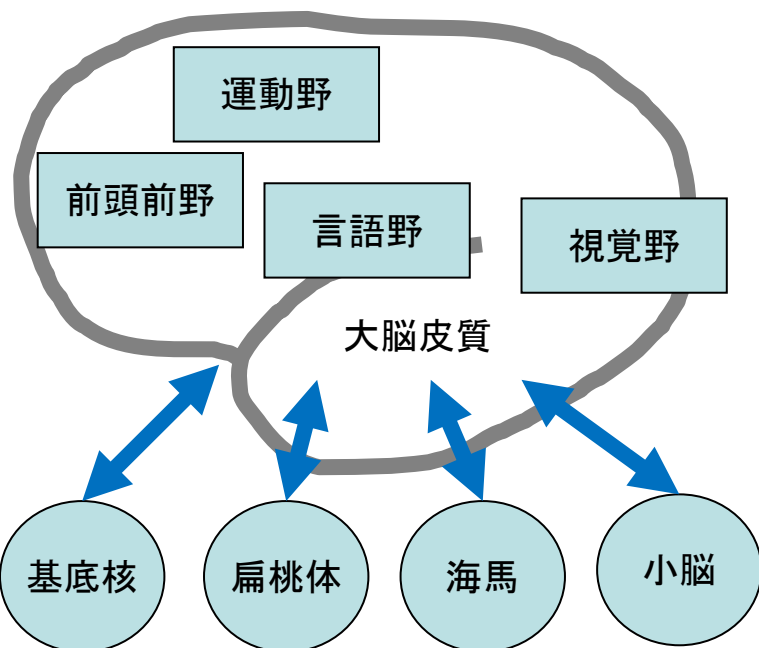
一杉裕志

全脳アーキテクチャ勉強会

- 第1回 2013年12月 **開催趣旨説明** 約100名参加
 - 講演者(オーガナイザー): 産総研 一杉裕志、東大 松尾豊、富士通研 山川宏
- 第2回 1月**「大脳皮質と Deep Learning」** 約250名参加
 - 講演者: 産総研 一杉裕志、筑波大学 酒井宏、PFI 得居誠也
- 第3回 4月**「海馬とSLAM」** 約200名参加
 - 講演者: はこだて未来大 佐藤直行、産総研 横塚将志、富士通研 山川宏
- 第4回 6月2日(月) **関西編** 大阪府吹田市 約100名
 - 講演者: 産総研 一杉裕志、東大 松尾豊、富士通研 山川宏、NICT CiNet 西本伸志、理研 泰地真弘

脳の各器官のモデル

脳を構成する主要要素



脳の各器官の機械学習装置としてのモデル

大脳皮質: SOM、ICA、ベイジアンネットワーク

大脳基底核、扁桃体: 強化学習

小脳: パーセプトロン、リキッドステートマシン

海馬: 自己連想ネットワーク

主な領野の情報処理装置としての役割

視覚野: deep learning

運動野: 階層型強化学習

前頭前野: 状態遷移機械?

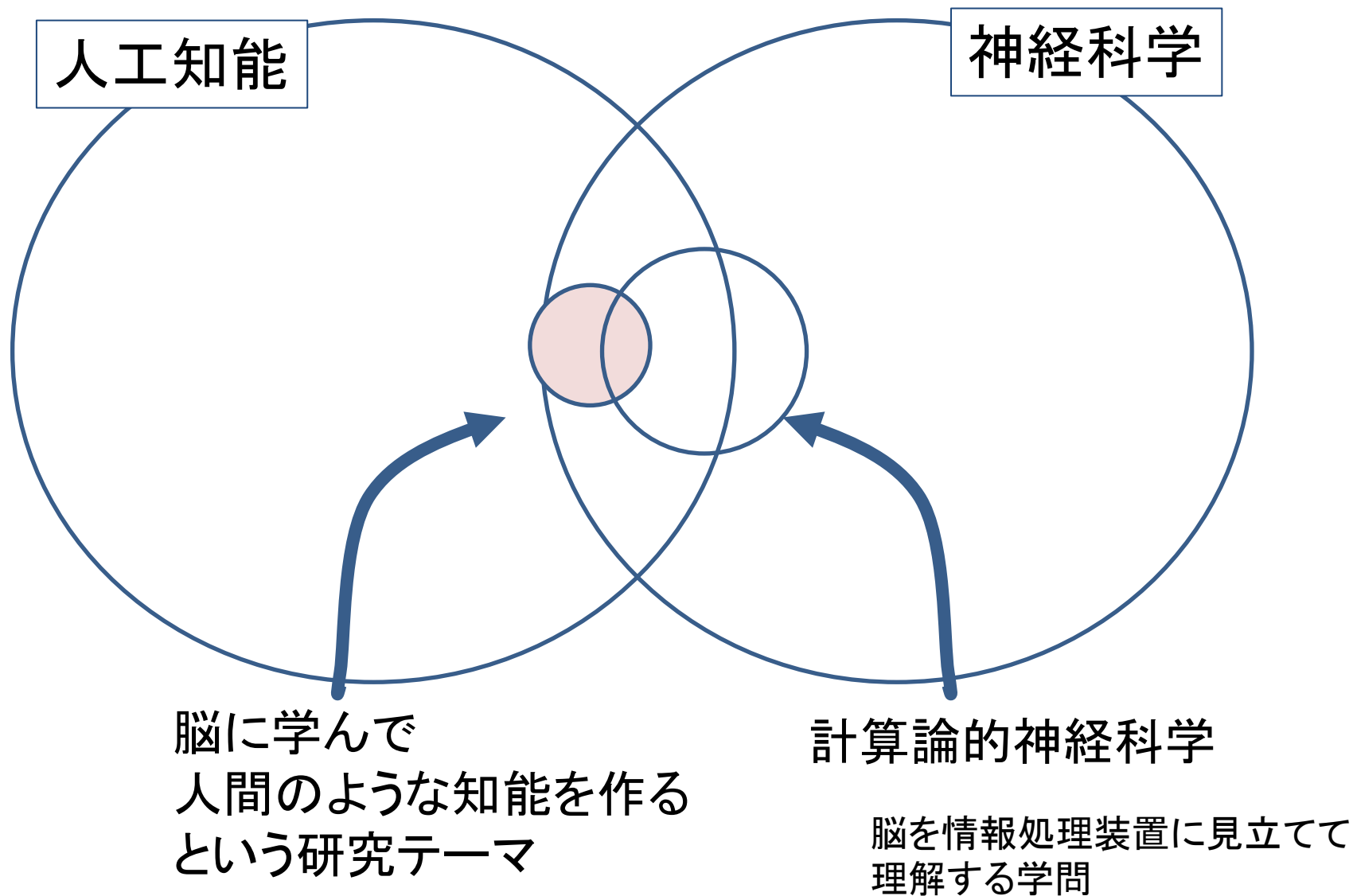
言語野: チャートパーサ?

脳の知能に関係する主要な器官の計算論的モデルは**不完全ながら出そろってきている**。これらの器官の間の連携のモデルを考えることで、脳全体の機能の再現に挑戦すべき時期に来ている。

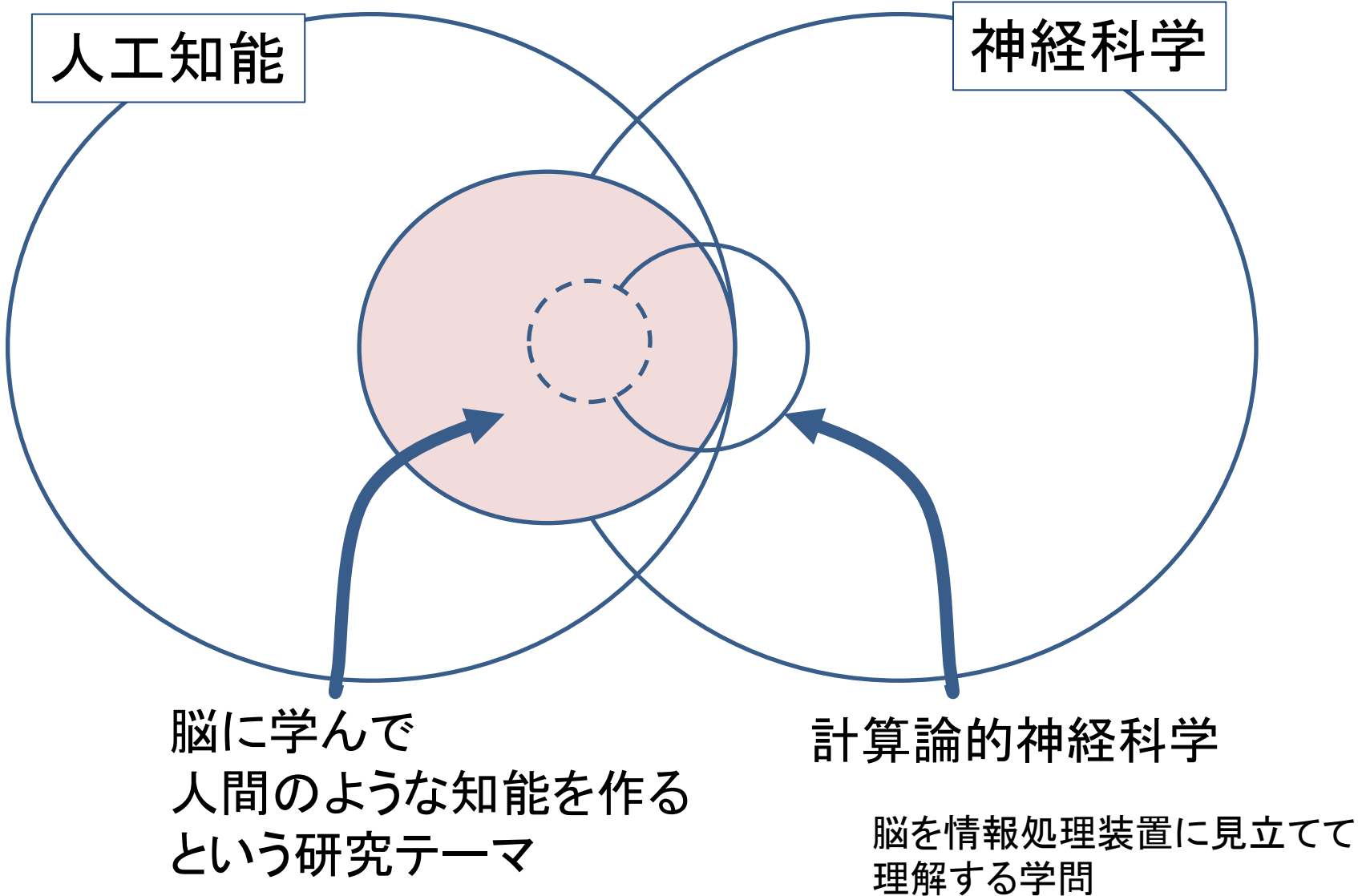
我々(私)の目標

- 人間と同じタスクをこなせる賢い機械を作る。
 - 危険、単調、汚い仕事、知的重労働・・・。
- そのための**最短かつ確実と思われる手段**として、まず脳のアーキテクチャを理解しそれを参考にしたい。
- 「鳥にヒントを得て
性能のよい飛行機を作る」
- このような研究の**先駆者**を目指しませんか？

我々が目指す研究の位置づけ



こういう研究にたずさわる人を増やすのが、
この勉強会の目的



人工知能

神経科学

脳に学んで
人間のような知能を作る
という研究テーマ

計算論的神経科学

脳を情報処理装置に見立てて
理解する学問

脳の中のさまざまな研究対象

全脳アーキ
テクチャ

抽象度
↑

抽象化レベル	構成要素	要素数
様々な高次機能		
脊椎動物の脳のアーキテクチャ	大脳皮質、海馬、大脳基底核、...	5個程度
神経回路		1000億のニューロン
ニューロン	興奮性、抑制性、...	数種類(数百種類?)
タンパク質等の分子		1万以上
DNA	塩基 A,T,G,C (あるいはアミノ酸)	4 (あるいは 20)

II
知能の再現
が目的

病気の治療や
薬の開発が
重要な目的

脳に関する誤解

- 脳についてまだほとんど何も分かっていない
→ **すでに膨大な知見がある。**
- 脳は計算機と全く違う情報処理をしている。
→ **脳はとても普通の情報処理装置である。**
- 脳はとても複雑な組織である。
→ **心臓等に比べれば複雑だが、意外と単純。**
- 計算量が膨大すぎてシミュレーションできない。
→ **ヒトの脳全体でも計算量的にすでに可能。**
- 労働力としては人間よりも高くつく。
→ **将来は人間よりもコストが低くなる。**

なぜ今、脳の理解が可能に？

- 脳の理解に必要な知識はこの十数年の間に揃いつつある。
 - 機械学習分野の要素技術の成熟
 - ベイジアンネットの教科書 [Pearl 1988]
 - 強化学習の教科書 [Sutton 1998]
 - 独立成分分析の教科書 [Hyvarinen 2001]
 - **大規模ニューラルネット Deep Learning [Hinton 2006]**
 - 「脳の10年」(1990～1999)以降の神経科学の急速な進歩
 - ドーパミンニューロンTD誤差の論文 [Schultz 1997]
 - V1のスパース符号化の論文 [Olshausen 1996]
 - **大脳皮質のベイジアンネットモデル [Lee and Mumford 2003] etc.**

内外の動き

- ヨーロッパ: Human Brain Project (12億ユーロ/10年)
 - ニューロンレベルのモデルを使った大規模な脳のシミュレーションなど。
- アメリカ: BRAIN Initiative (Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies, also referred to as the Brain Activity Map Project) (1億ドル/初年度?)
 - 動物やヒトの脳活動マップ?
- 文科省: 脳機能ネットワークの全容解明プロジェクト (数十億円?/初年度)
 - マーモセットなどが対象

脳モデルに基づいた人工知能実現の動き

- ジェフホーキンス

Numenta/Grok 社 2005~

- 大脳皮質モデルを用いた時系列予測サービス。

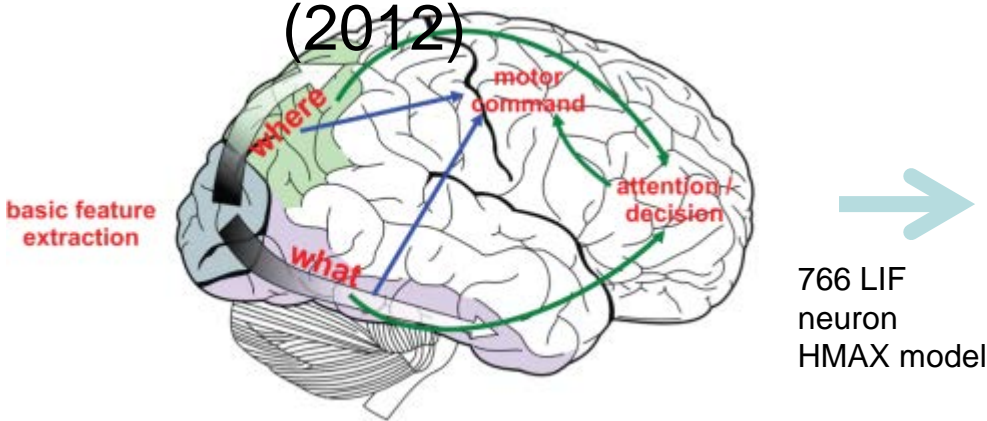


考える脳 考えるコンピューター
ジェフ・ホーキンス (著) サンドラ・ブレイクスリー (著), 伊藤 文英 (翻訳)
ランダムハウス講談社

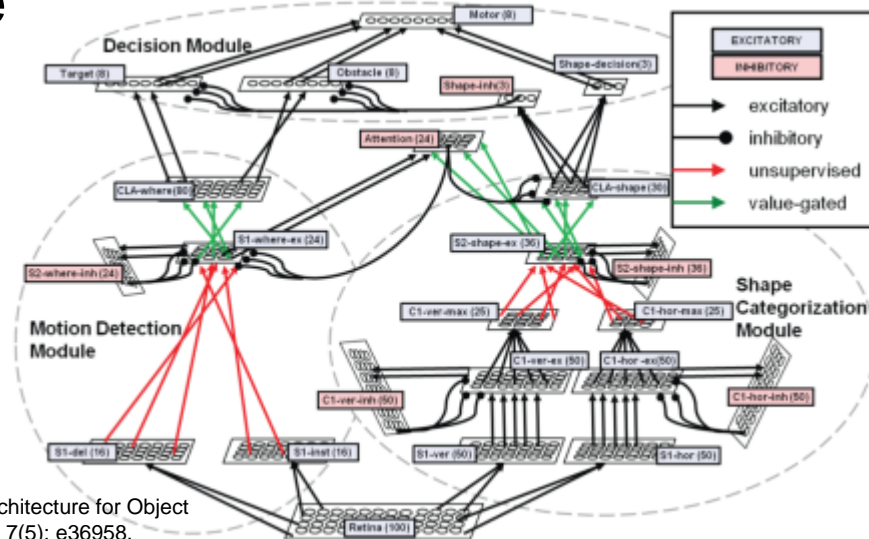
- DARPA SyNAPSE project

- ウィスコンシン大学

Neuromorphic architecture
(2012)

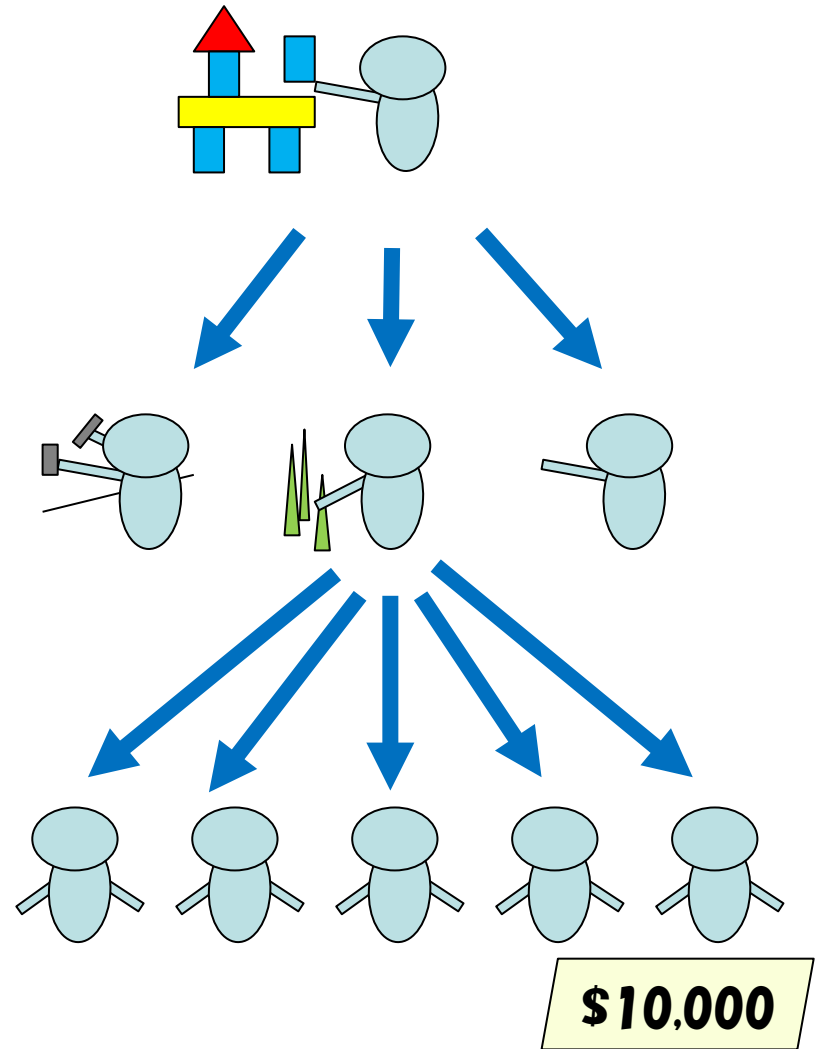


766 LIF
neuron
HMAX model



我々が目指すもの

- ロボットを赤ん坊のような状態から育て「常識」を学習。
- 常識的知識をコピーし、個別の応用に必要な技能を教育。
- 教育済みのロボットをコピーし市場へ。



予想される「人工脳」の特徴

- 「自然脳」から引き継ぐ特徴
 - 知識発見能力・問題解決能力：調整可能、ゼロ～賢い人間程度
 - 常識：人間と同じ環境で教育すれば身につく
 - 自由意志、自己認識、創造性：人間程度
- 生物学的制約がないことに起因する特徴
 - 思考速度、記憶力：調整可能、ゼロ～無限大、コストとトレードオフ
 - 知能の寿命：なし
 - 自己改変能力、自己複製能力：あり → 厳しい規制が必要
- 存在目的の違いに起因する特徴
 - 感情、欲求：技術者が人間の役に立つように設計
 - 自己保存欲求：調整可能
- コスト
 - 製造コスト・ランニングコスト：将来は人間の労働コストより安い
 - 1個体の教育コスト：人間の教育コストと同程度
 - 教育済みの知識の複製コスト：ゼロ

社会へのインパクト

- ロボットによる労働支援により、**人間の労働生産性が限りなく増大**。
 - 富の再配分が正しく行われ、かつ**資源制約の問題が解決**されれば、人類は限りなく豊かになる。
 - 1人1人すべての人間が**貴族のような生活**。
 - すべての人に**主治医と家庭教師と専属弁護士**。
- **核融合研究等と同様に、実現すれば人類に莫大な利益をもたらす研究分野**。

増えてほしい仲間たち

- 人間の知能実現に強い意欲がある人。
- 人工知能・機械学習・認知科学・神経科学の**専門知識**を獲得できる人。
 - 各分野の論文を批判的に読める程度の知識。
- システム設計のセンスがある人。
- プログラムが書ける人。
- 情報発信能力のある人。

この勉強会の進め方

- 脳の機能の実現方法の何がわかっていて何がわかっていないかを、関連分野の専門家を招いて明らかにしていく。
- 今後の予定
 - 7月1日(火)東京 八重洲「階層的意決定」
 - 前頭葉と行動計画(仮)一杉裕志(産総研)
 - BDIアーキテクチャ(仮)新出尚之(奈良女子大)
 - 階層型強化学習(仮)牧野貴樹(グーグルジャパン)
 - 7月18日(金)東京 八重洲「統合アーキテクチャ」
 - 岡本洋(富士ゼロックス)
 - 大森隆司(玉川大)
 - 市瀬龍太郎(NII)

参加者のみなさまにお願いしたいこと

- いろいろな分野の専門家とお知り合いになりたいです。どの分野の知見も研究のなにがしかのヒントになります。
- この勉強会はあくまで**勉強のきっかけ**。予習・復習は必要です。
- 質問大歓迎。できれば手短かに。1人でも多く。
- 懇親会やネットでもどんどん質問してください。
 - Facebook グループ「全脳アーキテクチャ」
<https://www.facebook.com/groups/whole.brain.architecture/>
 - 私のブログ「BESOM(ビーソム)ブログ」
<http://besom1.blog85.fc2.com/>

まとめ

- 脳のアーキテクチャが解明できる時期。
 - 機械学習技術と計算論的神経科学の発達。
- 人類が人的資源を集中投入すべき課題。
- **このような研究をやる意欲のある仲間が増えることを期待！**