

## [パネルディスカッション]

- AI時代の文理融合:人文・社会科学にコンピュータ革命がもたらすもの  
出口 光一郎 (東北大学)
- AIエージェントベース・シミュレーション - 文理融合の戦略  
今田 高俊 (東京工業大学)
- 他者としてのAI、私としてのAI - AIと人間は共進化するか  
遠藤 薫 (学習院大学)
- AIとIoTなどの新しい技術によって構築される新しい社会的現実を  
どう読み解きどうデザインするか  
出口 弘 (東京工業大学)
- コンピュータは人文科学にどう貢献できるか?  
前野 隆司 (慶應義塾大学)

合	同	分	科	会		選	出
---	---	---	---	---	--	---	---

合同分科会 2016 年度会合 より

AI時代の文理融合：  
人文・社会科学にコンピュータ革命  
がもたらすもの

出口 光一郎  
(東北大学)

**AI時代の文理融合：**  
人文・社会科学にコンピュータ革命がもたすもの

コーディネータ：出口光一郎(東北大学)

## パネラーの方々

- 今田 高俊 東京工業大学名誉教授
- 遠藤 薫 学習院大学法学部 教授
- 出口 弘 東京工業大学 情報理工学院 教授
- 前野 隆司 慶應義塾大学大学院  
システムデザイン・マネジメント研究科 教授

### パネル討論のねらい

- 本研究会のテーマは、「**コンピュータは人間を超えられるか？**」
- 自然科学・人文科学の両視点からの「**科学の営み**」と**コンピュータの関わり合い**について考察する機会としたい。
- 今回、パネラーは、いわば「ひとり文理融合」(すなわち、文と理のテイストを併せ持っておられる)の方々である。  
を生かして、「**AI時代の文理融合**」を考えたい。

「文理融合」に以下のような観点を持ち込んでみました。

- (1)そもそも、文と理を分けているものは何か？
- (2)おそらく、文理ともに科学というものは、もとは、対象をじっくり観察しその裏にある原理のようなものを見極めようとした。
- (3)あるとき、ちょっと対象に「**ちょっかい**」を出してみると、思いのほか対象がその裏事情を「**白状**」することが分かった。  
← ここで、**実験**という手法が科学において成立？
- (4)ある領域に対しては、この白状させるというやり方が(うまく手順を工夫すると)かなりうまくいくということで、だんだん実験の手が込んできて、その領域ではどんどん新しい原理が分かってくる。
- (5)一方で、やはりじっくり観察をするということを基本にする(せざるを得ない)領域も厳然として存在する。

「文理融合」に以下のような観点を持ち込んでみました。

- (6)ということで、おそらく、この後者と前者で、**文**、**理**と分かれて行った(か？)
- (7)しかし、コンピュータシミュレーションに始まり、AIの時代を迎えると、「**文における実験**」というものが、これまでの**文**での方法論や、また、理での実験とも違ったやり方で有効になってくるのではないか。
- (8)さらに、ビッグデータが絡んで、いわゆる「**フレーム**」が**文**でも設定可能になる、
- (9)その先に行きつくところは、文理の融合なのか、新しい**文**の形なのか、理をも巻き込んだ新しい科学の形なのか。

## 論点は(おそらく)次の3つ

- AIは、人や社会を「より深く観察する」道具になるか。
- AIは、人文・社会科学における「**実験**」(手法、フレームの両面で)の形を変えるか。
- その結果、新しい文理融合の形態が生まれるのか。

AIが、文、特に人間や社会を対象にした科学の手法を変えていくのか、その結果としての「文理融合」とはどのようなことになるのだろうか

- AIが、いわゆる「身体性」を持つことは、かなり難しそうです。
- その意味で、心理物理実験の領域まで入っていけるのかわかりません。
- また、AIを束として、社会学の領域にまで拡張していけるのかも、興味ある議論ができそうです。
- AIは感情を持てるかとか、AIではできない人間の特性は、などのAIの限界の線引きを探る(そして、安心をする)議論はたくさんあるのですが、学術の領域をここまで広げられる、という議論があまりないので、特に、理系のテイストを持ちながら社会学や人間学に精通した皆様の討論を期待しました。

合	同	分	科	会		選	出
---	---	---	---	---	--	---	---

合同分科会 2016 年度会合 より

# AI エージェントベース・シミュレーション - 文理融合の戦略

今田 高俊  
(東京工業大学)

## AIとエージェントベース・シミュレーション—文理融合の戦略

東京工業大学 / 統計数理研究所  
今田高俊



## 社会シミュレーション

社会シミュレーションとは、集団や組織体の構造や機能に関する操作的なモデルを作成し、それをコンピュータ上のプログラムなどの方法で動かし、その挙動を観察して解を導き出したり、特徴を知ったりしようとする一連の行為

### ① エージェントベース・シミュレーションの意義

データや変数に一定の作用能力  
(認識作用や振る舞いの自己決定)



相互作用によって個別の特性から全体的特性の形成(創発)が可能



社会の秩序形成や都市化のメカニズムの解明

### ② エージェントベース・シミュレーションの限界とAI

認識作用や振る舞いの自己決定能力は極めて限定的



特に学習機能による自省的(reflexive)行動の欠如



AIを装備したAIエージェントによるシミュレーションが期待される

### ③ AIエージェントによるゲームから「しっぺ返し戦略」は創発するか

繰り返し「囚人のジレンマ・ゲーム」を利用した協力関係の進化の分析

囚人のジレンマ・ゲーム  
= 協力(黙秘)と裏切り(自白)の手からなる

「しっぺ返し戦略」(Tit for Tat)

「進化的に安定な戦略」?

#### 囚人のジレンマ・ゲーム

行が囚人A、列が囚人Bの選択、(A, B)が求測される刑期

利得行列

	B			
		自白しない	自白する	
A				
	自白しない	(1年, 1年)	(10年, 3ヶ月)	C協力 (R, R) (S, T)
	自白する	(3ヶ月, 10年)	(8年, 8年)	D裏切 (T, S) (P, P)

$S < P < R < T, 2R > S + T$

#### ④地域社会の分居現象の創発

個々のエージェントは異質なエージェントに対して寛容であるのに、社会全体としては同質のエージェントが集まり住み分けが起こる(6)

人種や文化、宗教、所得などの違い



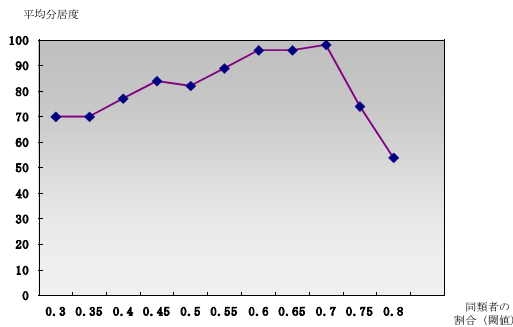
近所付き合いからの自己組織化秩序

#### 分居度と移動

- ①**分居度**=(ムーア近傍にいる同類エージェントの数/ムーア近傍にいるエージェントの総数)×100
- ②エージェントは分居度が**閾値以上になるまで移動**(引越し)。
- ③各エージェントの分居度の総数をエージェント総数で除したもの=平均分居度。

× (122マス)の居住空間、住人は2タイプ各100家族  
構造計画研究所が開発したマルチエージェント・シミュレータ(MAS)により分析

#### 分居モデルのシミュレーション結果 —2種のエージェント・各500人



今田高俊 200 「社会システム論への新たな接近法—エージェントベース・アプローチ」出口弘・木嶋恭一編著『エージェントベースの社会システム科学宣言—地球社会のリベラルアーツめざして』助草書房: 21-6.

#### AIエージェントを多数配置 した分居形成過程へ

AI条件をエージェントに設定することで、より現実味のある分居形成が可能

- ①エージェントは**無制限な引越しは不可**(例えば 10回以内)
- ②エージェントは**学習による寛容度の変更が可能**

合	同	分	科	会		選	出
---	---	---	---	---	--	---	---

合同分科会 2016 年度会合 より

他者 としての AI、私 としての AI  
- AI と人間は共進化するか

遠藤 薫  
(学習院大学)

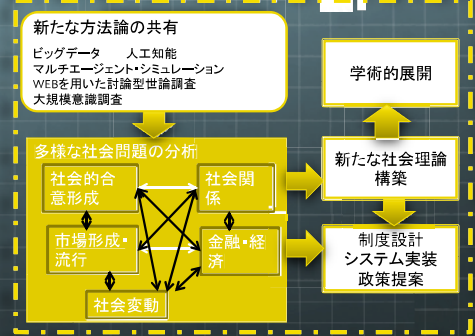


# 〈他者〉としてのAI, 〈私〉としてのAI

— AIと人間は共進化するか —

AI時代の文理融合: 人文・社会科学にコンピュータ革命がもたらすもの  
2016.10.28 55研パネル討論  
学習院大学法学部 遠藤 薫

## 日本における計算社会科学の確立: 計算社会科学研究会の創設 (代表: 遠藤 薫)



## 今日の話は それではなく...

## 近代合理主義と 機械論的哲学

前近代: 存在論

近代: 生成論

F.L. バウマー『近現代ヨーロッパの思想』

対象の機能-構造を分析  
⇒ 同等の機能を実現

天文学・物理学

国家(秩序)論

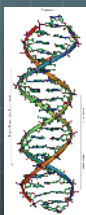
医学・工学



←フランケンシュタインの呪い

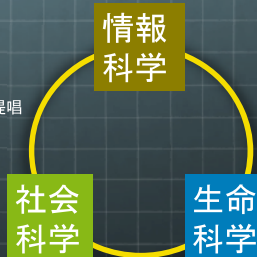
## 20世紀後半以降の科学 におけるパラダイムシフト

擬機械論的システムから  
擬生命論的システム  
(オートポイエーシス)へ

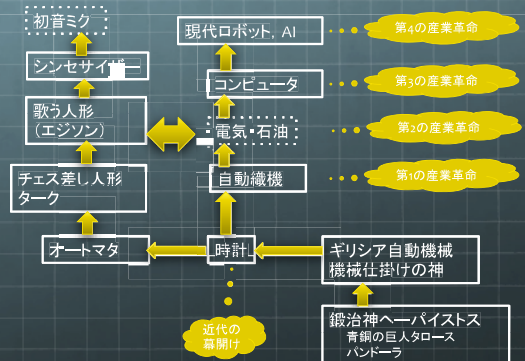


DNA 二重らせん構造は: 1953年、James Watson)とFrancis Crickが提唱

Von Neumann, John, 1966, "Theory of Self Reproducing Automata", Univ. of Illinois Press



## ロボット・AIの系譜(欧米)



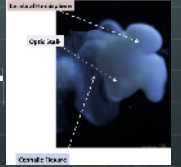
# AIの二つの方向

- ① (人間の脳)そのものを人工的に複製 (reproduction) する
- ② (自己複製性)を含む(人間の脳)の機能を、人工的に造り出す

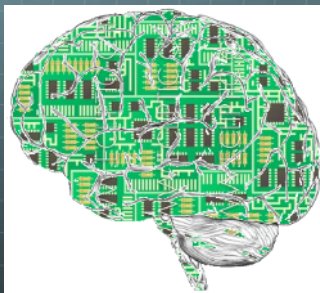
# ほぼ完全な人間の脳、実験室で培養成功

2015年08月20日 09:51 発信地: ワシントンD.C./米国  
<http://www.afpbb.com/articles/-/3057782>

- ① [8月20日 AFP] 微小の人間の脳のほぼ完全な形で実験室での培養に成功したとの研究結果を米大学の科学者が18日、発表した。神経系疾患の治療に大きな進歩をもたらす可能性もあるという。
- ② 米オハイオ州立大学 (Ohio State University) の報告によると、小さな脳の培養に成功したのは、同大のルネ・アナンド (Rene Anand) 教授。脳の成熟度は、妊娠5週の胎児に相当するという。「それは発生中の脳のように見えるだけでなく、多様な細胞型、1個の脳に匹敵するほぼ全ての遺伝子の発現もみられる」と同教授は述べている。
- ③ [www.afpbb.com](http://www.afpbb.com)
- ④ また、これは神経科学研究全般にとっても思慮となる可能性がある。この脳を利用するコンピュータ研究においては、現在用いられているコンピューターモデルではない実験型のアプローチを実行できるからだ。このことについては、「数学的相関法や統計的手法はそれ自体、因果関係を特定するには不十分だ。実験システム、つまり人間の脳が必要なのだ」と説明している。(c)AFP

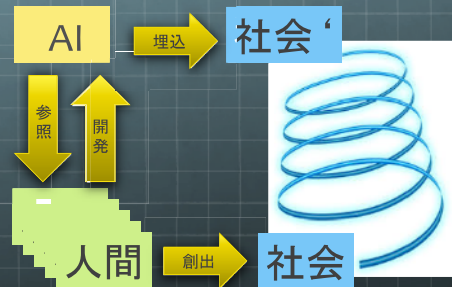


# 人工脳としてのAI

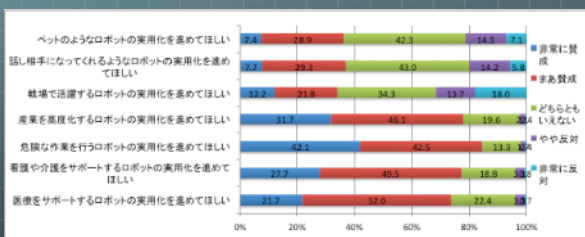


<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ArtificialFictionBrain.png>

# AIと人間と社会の共進化

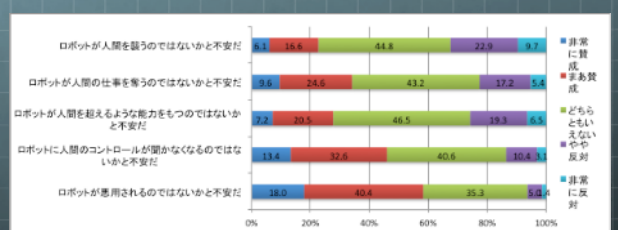


# ロボットに何を期待するか



「生命に関する意識調査」(2015年5月実施, 全国, N=5188, 遠藤薫)

# ロボットに不安を感じるか

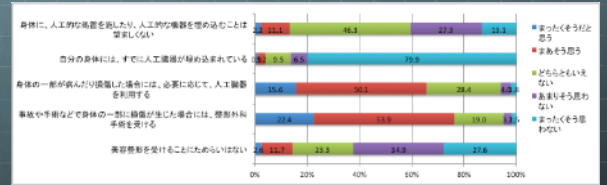


「生命倫理に関する意識調査」(2015年5月実施, 全国, N=5188, 遠藤薫)

# 人間のロボット化

- 1 人体を人工的に変化させる
- 2 人体に人工機械を埋め込む
- 3 人体の一部を人工機械によって代替する
- 4 人工機械に人体を埋め込む
- 5 どこまでが(人間)か

# 人工身体について



「生命倫理に関する意識調査」(2015年5月実施, 全国, N=5188, 遠藤薫)

# 水槽の中の脳

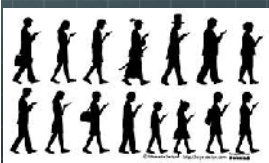
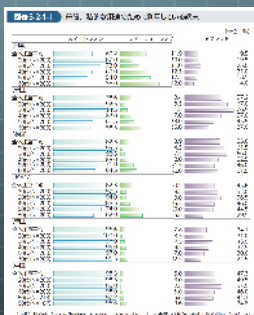
Hilary Putnam, 1982, REASON, TRUTH AND HISTORY, Cambridge University Press



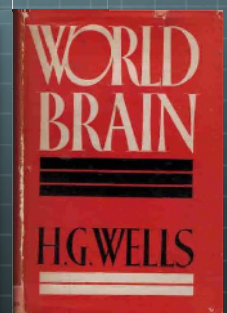
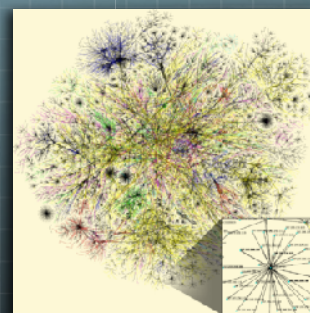
# 擬身体か、拡張現実か



# IoH: Internet of Human



# 〈世界脳〉としてのインターネット





合	同	分	科	会		選	出
---	---	---	---	---	--	---	---

合同分科会 2016 年度会合 より

AI と IoT などの新しい技術によって  
構築される新しい社会的現実を  
どう読み解きどうデザインするか

出口 弘  
(東京工業大学)

# AIとIoTなどの新しい技術によって構築される新しい社会的現実を どう読み解きどうデザインするか

出口 弘 (東京工業大学)

## 1 はじめに

近年人工知能やIoTなどの先進的情報技術が社会に与える影響についての議論が喧しい。だがこれらの議論の背後に時代の技術が技術社会複合体としてどのような新しい現実が社会に構築され、その上で社会の様々な意味と機能のゲーム（相互作用）が可能になるのかという視点が欠けている。産業革命以来、我々の社会は次々と現れる新しい技術によって、その経済システムや組織の有り様などの機能・構造的な側面のみみならずコミュニティから社会的相互作用のありようまで、意味・機能・構造の諸側面に渡り常に新しい現実が構築され、それがまた新たな可能性の地平を拓くという形で連続的に変貌を続けてきた。とりわけ前世紀の終わりに始まったインターネット革命は、社会の根底にあるコミュニケーションの構造を大きく変容させ、我々の日常世界の構築の原理さえをも変化させてしまった。このインターネット革命の第二段のIoT(Internet of Things)による、「ひと・もの・ソフトウェアエージェント」が多様な形で接続した世界では、我々の働き方や経済システムの根底的な構造が変わり、従来の延長上にない社会的な現実が構築される可能性さえ見え始めている。

## 2 社会技術複合体の中での人工知能

そのような中で近年、人工知能に関する議論が突出して着目されている。これは人の本質を「思考」として捉えたとき、従来の機械装置という物理的な機能を拡張する技術が可能としてきた社会的現実の構築と比べ、この新しい技術が可能とする社会的現実の構築の像が見え難いということなのだろう。それ故そこには、産業革命後の機械打ち壊し運動や、コンピュータがオフィスに入った時の人間不要論の系譜に属する議論が新たな装いをもって惹起されているようにも見える。

しかし人工知能という技術が、社会技術複合体として我々の社会の新たな地平、新たな現実を如何に構築し得るかを論じる為には、当該の社会の側の現実が如何なる状況にあり、それが技術とどのように複合するかが問われねばならない。

現時点で地球社会は大きく二つの方向性の狭間の分岐点にあると考えられる。そこでは異なった方向で社会の現実の構築がなされて行くことが予見される。

一つは、中央にトップダウンの情報化された生産性の高いビジネスモデルを構築するクリエイティブな人材を集中し、現場は低いケーパビリティの人材によってもそのオペレーションができるように設計されたビジネスモデルによって産業社会が構築されるという現実である。このようなビジネスモデルでは、現場の人材は自動化装置やロボットに置き換えられることが望ましいという、トップダウン型で現場にケーパビリティデベロップメントの仕組みがないような現実が構築される。ここ30年の情報システムの設計は、このようなトップダウンで現場のケーパビリティを認めない方向で発展し、それが我々の社会の新しい現実を構築してきた。これはインターネット以降の社会の一つの顕著な傾向であり

近年急速に拡大しつつある格差の背後にある一つの現実でもある。これがなぜ新しい現実であるかと言えば、従来のブルーワーカーの職場の多くは、付加価値は低くとも専門性に関するキャリアラダーが構築されてきた。これに対しコンビニエンスストアなどの流通領域のチェーン店の末端では、そこに長く務めてもそこで得たケーパビリティを元に起業するということはとうてい想定できない。これに対して現在でも多くの工業集積の中小企業で技術者が数年でスピナウトするような風景は普通に見られる。このようなトップダウンの情報システムに基づいて現場のケーパビリティとその発展を極小化するようなビジネスモデルが新しい現実と我々が呼んでいるもので、我々は既にその中に半身を埋め込まれた状況の社会に生きている。

### 3 高度ケーパビリティ社会の中での人工知能と情報技術

このような現実の構築の方向に我々の社会が突き進んでいったときに、人工知能のみならず様々な情報技術は、一部の高いケーパビリティを持つグループ以外の多くの人々にとって自らの仕事を代替する敵対的な要素となる。新規の技術が既存の職を奪う事に関しては、従来から成長の中での新規の雇用の創出と言う説明がなされてきた。これは全体としての生産性の上昇の中で新たな仕事が創出されるのであれば一時的なフリクション失業は、人材の再教育と失業に対するセキュリティネットに対応でき、社会は全体としてより生産性の高い状態へと遷移するという考え方である。

だが今日進んでいる、ケーパビリティを涵養することのない無数のコンポーネントを現場に持つビジネスモデルが発達した社会では、結果的にこのような遷移は進まず、低ケーパビリティ群と一部のビジネスをデザインする側に社会が分離する可能性が取りざたされつつある。このような社会は、生み出す価値の多様性は限定され、人々のケーパビリティも限定され、中間層の没落と長い需要不足に陥る可能性さえある。

だが他方で、近年のIoTの進展の中で、フォグ或はエッジコンピューティングという形で、ネットの末端、現場に近い所での新しい情報技術が発展を始めている。またブロックチェーンのような分散型の技術の登場も新たなボトムアップでエッジリッチなビジネスモデルの隆盛を予感させる。社会の隅々で様々な付加価値が、ケーパビリティデベロップメントを極大にするような知の地平の上で創出され、その資本供給さえクラウドファンディングの様なボトムアップな信用創出で行われる、新しい経済的な現実の構築の方向へと社会がシフトするのであれば、そこで生産性の大幅な底上げを行う可能性のある人工知能技術は、社会にとって圧倒的な福音となる。IBMのワトソンは、医療に於けるメタサーチを助けることができるが、その事は医療のトランスレーショナルな知の構築の能力を底上げはするが何ら、医療の場で人々の仕事を奪うものではあり得ない。

このように社会的現実と人工知能という技術が新たな社会技術的複合体を構築し、それが人々のより高いケーパビリティの獲得とそれに基づく新たな社会的価値の創出へと向かうのであれば、その先にあるのは、高い生産性を獲得した人類が、ベーシックインカムを社会のセキュリティネットとして制度化し、その中で人々がより高いケーパビリティと多様な価値形成とその循環を行う新しい社会の実現の可能性だろう。既にフィンランドの様にベーシックインカムが社会に何をもたらすかの社会実験を行う政府も現れている。

技術と社会の複合体がどのような社会的現実を構築するかは、我々がそれに対するビジョンの構築とそのための仕組みを、人工物としての社会のデザインとして創出し、それを実現して行く人工物としての社会システムの社会的現実の生成プロセスの中でのみ明らかにされる。

#### 4 人工知能とはそもそも何か

最後に指摘すべきは人工知能という技術の捉え方である。今日の人工知能のブームの一端は、ディープラーニングの様な超平面の非線形分離のニューロ技術が、ビックデータと超高速でのコンピューティング、学習結果の現場へのインジェクションという一連のビジネスモデルの中でブレークしたもので、もとのニューロのバックパゲーション系のアルゴリズム自体は、古く日本も貢献した技術であり、またその理論的な側面は今でも課題が多い。つまり現在の人工知能ブームは、技術要素をビジネスモデルとして組込んだ、スキーム（仕組み）の勝利であり、ビジネスモデルを構築する側のイノベーションであり、日本が決定的にだめなのもこのビジネスモデルイノベーションの能力にある。これはインターネット革命以降急拡大したプラットフォームビジネス市場で日本が存在感を示せないのと同根であり、タンジブルな「もの」のイノベーションでは熱心でも、インタンジブルな「こと」のソフト技術でもOSからも言語からも撤退し、さらにインタンジブルな「しくみ」に至っては、ビジネスモデルの創出能力を持たない（評価しない）日本の知の現状を端的に示している。その意味では現在の人工知能に関する日本の狂騒は、技術に傾斜した的外れなものと言えよう。

さらに言えばシステム科学者は、人工知能を最適化の技術の中で捉えている。画像判別の最適化の技術の一つがディープラーニングであり、凡そ人工知能と呼ばれる技術は、何らかの最適化技術の前線の名称でありつづけたのである。そしてその最適化の目的そのものを設定するのは、人の側にあることは忘れてはならない。

以上



合	同	分	科	会		選	出
---	---	---	---	---	--	---	---

合同分科会 2016 年度会合 より

# コンピュータは人文科学に どう貢献できるか？

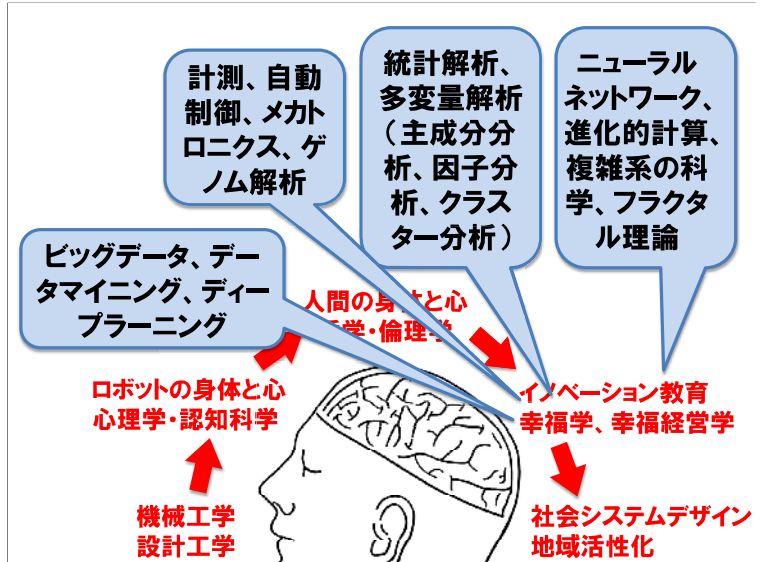
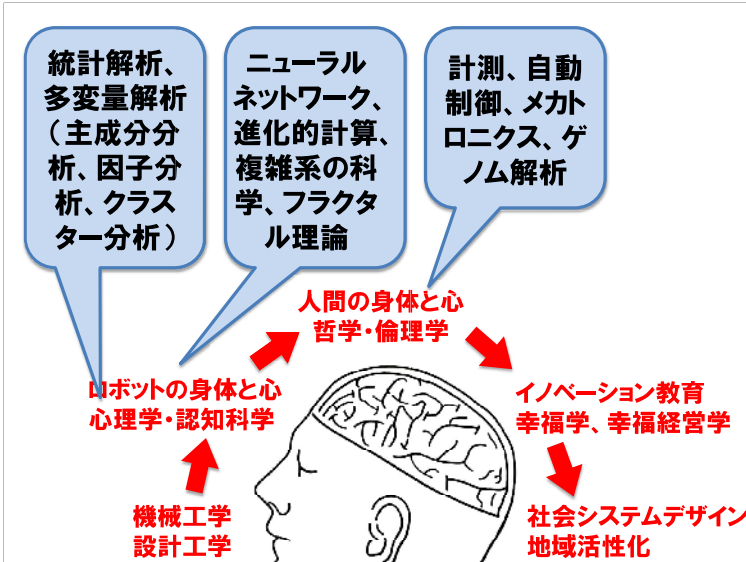
前野 隆司  
(慶應義塾大学)

# コンピュータは人文科学に どう貢献できるか？

慶應義塾大学大学院  
システムデザイン・マネジメント研究科  
前野 隆司



Takashi Maeno  
前野 隆司



自然科学 Natural Science  
社会科学 Social Science

人文科学 Humanity

## 今後のトレンド (私見)

- Scienceは領域を拡大し続ける
- Allは人間を超え(情報コスト→ゼロ)、自然エネルギーコストもゼロに近づく  
= 限界費用ゼロ社会
- 労働時間減少 = 自由時間増加
- 人類みんなギリシャ哲人時代  
= 哲学、芸術、スポーツ社会  
= 人文科学隆盛社会!?

