

人工知能を使いこなすには -技術と実装のはざま-

2018年6月29日

産業総合技術研究所 招聘研究員
東京工業大学, 筑波大学 名誉教授
寺野隆雄

Gallery for
Evolutionary computation and
Artificial intelligence
Researches



あらまし

人工知能の3回目のブームが続いている。そして、最近、実用化の成果の数多く報告されている。しかし、社会実装を目指してシステムを研究開発するという観点、経営意思決定に役立てるを扱うという観点からは、前2回のブームと同様の難しさが依然として存在していると考えられる。本講演では、このような立場から、人工知能技術の基本的な概念を紹介し、これをシステムの実現に活かすための私見を述べる。そして、我々の経験したシステム開発例を紹介する。

- はじめに
- 人工知能に対する考え方
- 先端技術と末端システム
- 進化的思考に基づくイノベーションの在り方
- まとめ



寺野隆雄・略歴

- ・1978年東京大学工学系研究科情報工学修士課程修了： オペレーションズ・リサーチ; 数値解析の研究に従事
- ・1978年～1989年電力中央研究所勤務： システムエンジニアとして情報システム関係の職務に従事;
1980年代の第2次AIブーム時に、ICOT-WGメンバ; 電力事業に関連するエキスパートシステム研究開発に従事
- ・1990年～2004年筑波大学大学院経営システム科学専攻： 社会人むけのビジネススクールで研究教育
人工知能・意思決定・ゲーミングシミュレーション・社会シミュレーション等の研究・教育に従事
(1991年:工学博士号取得・東京工業大学)
- ・2004年より 東京工業大学大学院総合理工学研究科知能システム科学専攻教授.
2016年～2018年 組織変更により情報理工学院・教授
社会シミュレーション, サービス科学, 知識システムなどに興味をもつ.
- ・2018年4月～ 産業総合技術研究所 招聘研究員、東京工業大学(2018年)、筑波大学 名誉教授(2009年)
- ・人工知能学会, 経営情報学会, 社会情報学会, 情報処理学会, 計測自動制御学会, 日本OR学会,
プロジェクトマネジメント学会, 進化経済学会, 日本シミュレーション&ゲーミング学会, 横断型基幹
科学技術研究団体連合などの理事, 学会誌・論文誌編集委員(長), 研究会主査を歴任. ACM, IEEE会員,
PAAA
- ・企業との共同研究例: サムスン電子・トヨタ自販・三菱電機・日立製作所・AZBIL・JFE製鉄・コマツ・ヤマト運輸・SIARC他



最近のコンピュータの進歩

- 1977年：アップルIIの発売、ジャンボの初飛行
 - アップルII
 - 4キロバイトのメモリ
 - 1メガヘルツの速さ
 - 35万円
 - ジャンボ機：
 - 300トンの人間・貨物
 - 1000km/時の速さ
 - 百億円(=当時の最高級計算機の値段)
- 2018年：
 - アップル iMAC Pro
 - 128ギガバイトのメモリ
 - 18コアXeonプロセッサ； 1プロセッササイクルタイム：3.2GHz
 - 150万円
 - ジャンボが同じ進歩をしていたら...
 - 300億トンの貨物
 - 6000万km/時の速さ(光よりは早い！)
 - 4百億円



人工知能を知るには...

- 人工知能学会WEB (<http://www.ai-gakkai/whatsai>)
- 人工知能学会(編):人工知能学大事典, 共立出版, 2017.
- 松本弘治: はじめてのAI. ①, ②, ③. 汐文社, 2018. (子供むけの絵本だが、難しいことまで書いてある)



What's AI

JSAI (社) 人工知能学会

人工知能(Artificial Intelligence; AI)について、わかりやすくまとめましたので、どうぞご覧ください。

- **人工知能って何?** そもそも人工知能とは何でしょうか?ここでは、実際の人工知能がどんなものかについて紹介します。
- **人工知能研究** 人工知能研究とは具体的に何を研究しているのか、また、その成果はどんなところに使われているかを取り上げます。
- **人工知能のFAQ** マツカースー教授がまとめたFAQ(質問と回答)形式のAIの解説(原文: [What is Artificial Intelligence](#))を翻訳したものです。
- **人工知能の歴史** 人工知能研究の歴史についてまとめました。
- **人工知能の話題** 人工知能についての有名な話題をいくつかとりあげました。
- **AIセレクション** AI研究について知っていただくために、人工知能学会誌の中から、専門的な知識のない方でもお読みいただける記事を選んで掲載しました。
- **人工知能学会の活動** 人工知能学会の活動の概要です。
- **私のブックマーク** 人工知能学会誌とWWWとの連動企画です。各分野の専門家が紹介するリンク集です。

 このページへのリンクは自由ですが、できれば、リンク先URLは <http://www.ai-gakkai.or.jp/whatsai/> にしてください。リンクバナー画像も用意しました。コピーしてお使いください。



人工知能の研究ブーム

- 第1次
 - 1956年:ダートマス会議でスタート
 - 汎用問題解決器（問題:現状と理想との差異）
 - 1960年代はじめ:機械翻訳の失敗で収斂
- 第2次
 - 1980年代はじめ:エキスパートシステム
 - 1980年代はじめ:第5世代コンピュータプロジェクト
 - 1990年代はじめ:知識獲得・脆弱性で収斂
- 第3次
 - 2010年から現在:ANNの復活
 - ゲームでの成功
 - パタン認識での成功



人工知能とビッグデータ・先端技術に対する考え方

※コンピュータ技術の進歩によって、人工知能・ビッグデータの利活用が容易になった

- 知能:

- 情報が完全: アルゴリズム→情報科学
- 情報が不完全: ヒューリスティクス→人工知能

- 人工知能:

- 知能の原理をコンピュータを利用して明らかにする
(← 強いAI: 本当にわかっている)
- 「賢い」コンピュータ(システム)を作る
(← 弱いAI or IA: I/Oが賢く見える)

←— 人はシステムの外部

←— 人はシステムの内部

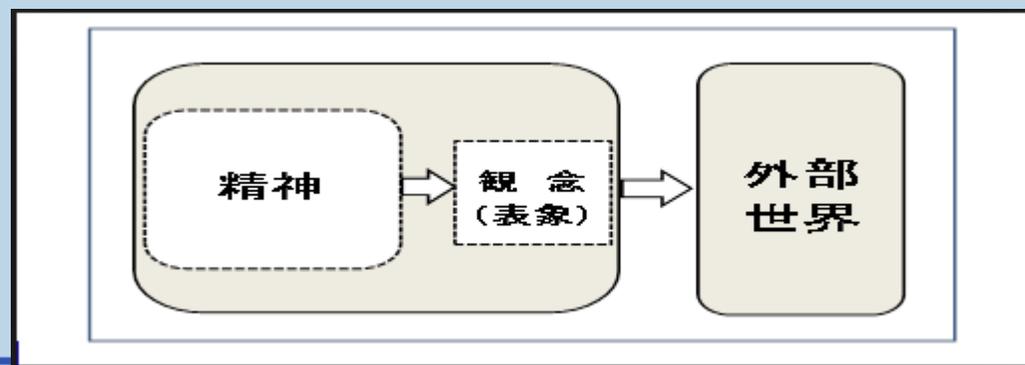
- ビッグデータ:

- 大量 (Volume)・多様 (Variety)・速度 (Velocity) ← ガートナー
- 価値 (Value)・真実 (Veracity) ← IBM



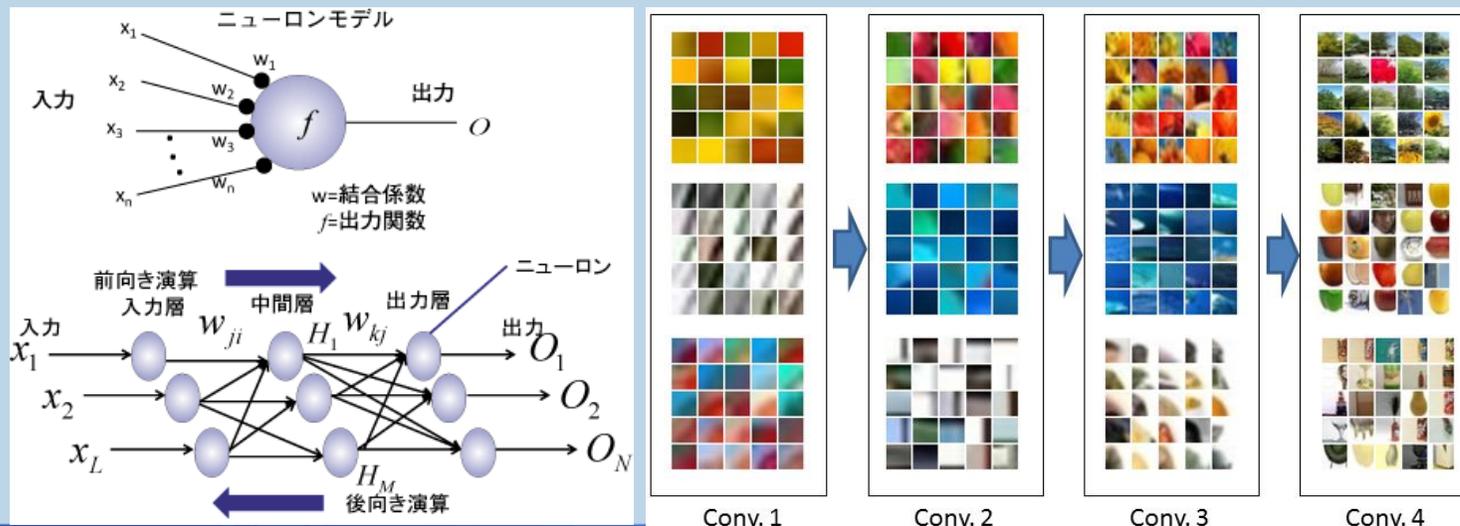
人工知能では...

- 認識論 (Epistemology) Mark Stefik
 - どのように世界を認識するか
- 存在論 (Ontology) Tom Gruber
 - 世界に存在するものに注目する
- 進化論 (Darwinism) David Goldberg
 - 環境の中で集団としての変化に注目する
- エージェント社会 (Society of Mind) Mervin Minsky



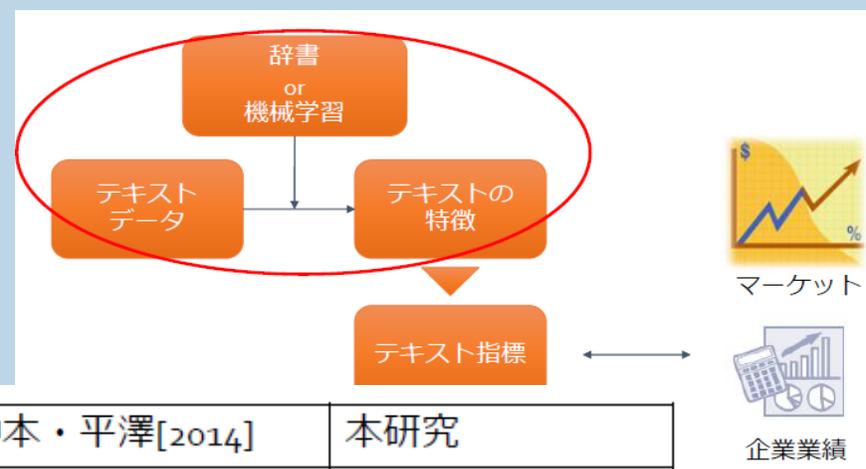
認識論に基づく手法

- ニューラルネットワーク
 - 神経素子の性質に注目
 - 自律分散的システム
 - 素子をどう組み合わせるか
 - パーセプトロン→階層ネット→深層学習



深層学習による研究例

- ニュース記事と株価との関連



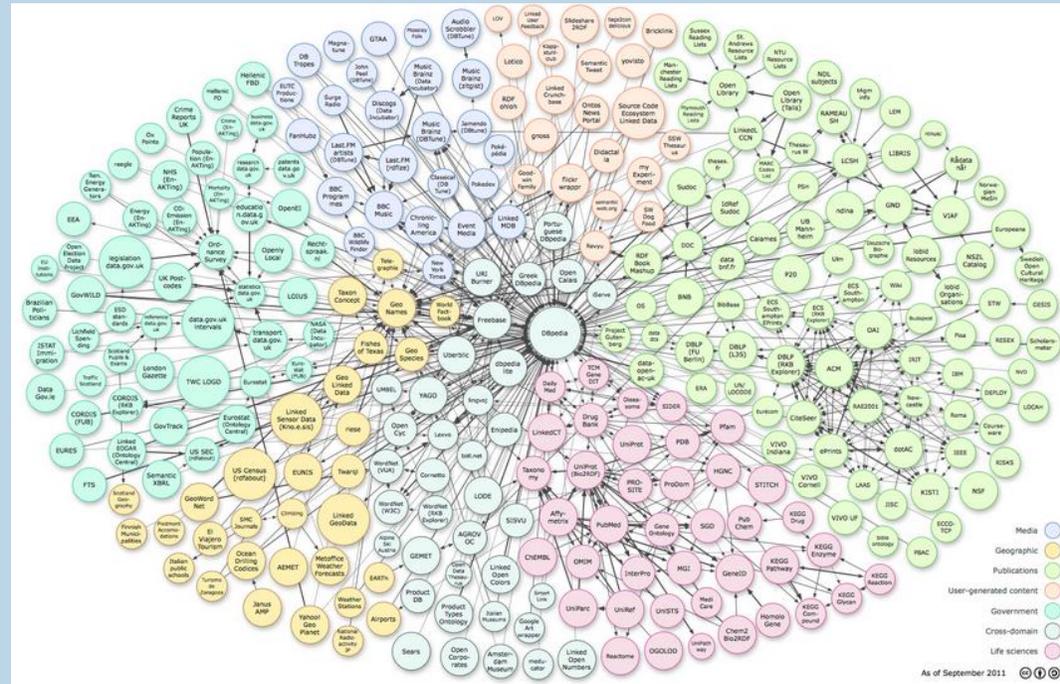
	Tetlock[2007]	沖本・平澤[2014]	本研究
ニュース→株価	リバーサルあり	リバーサルなし	リバーサルあり
株価→ニュース	統計的な影響あり	なし	統計的な影響あり
ニュース→Volume	統計的な影響あり	なし	統計的な影響あり
ニュース→SMB	統計的な影響あり	記述なし	統計的な影響あり
ニュース指標の情報	センチメント	ファンダメンタルズ	センチメント
分析市場	米国市場	日本市場	日本市場

Deep Learning を用いた分析では、Tetlock[2007]を支持する結果となった。日本証券市場においても、ニュース指標には投資家のセンチメントに関する情報を有している可能性あり。



存在論に基づく手法

- WEBサイエンス
 - WEBが知識ベース
 - 「賢い」検索
 - Watson (IBM)
 - Linked Open Data



WEB情報を利用した研究例

洋書の推薦システムTWINFINDER



方針

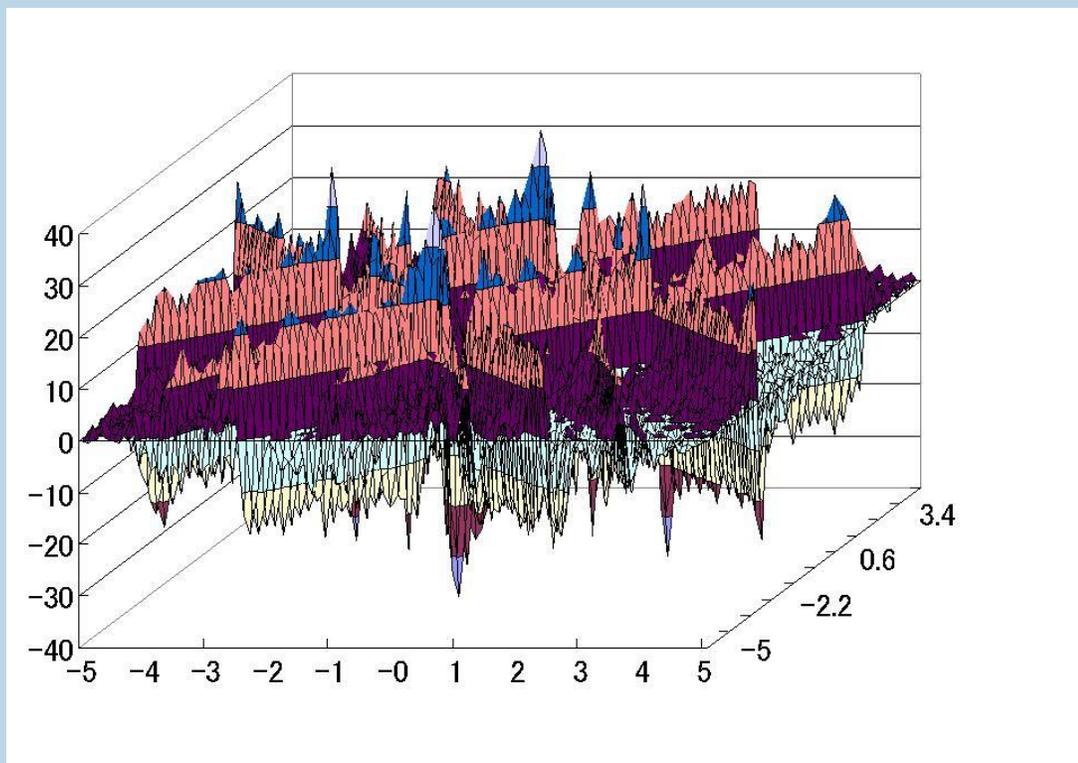
- 顧客規模が比較的小規模でも適用可能なこと
 - コンテンツ分析方式を採用
- リコメンド情報の質の向上
 - 有益かつ意外性のある情報を提供すること



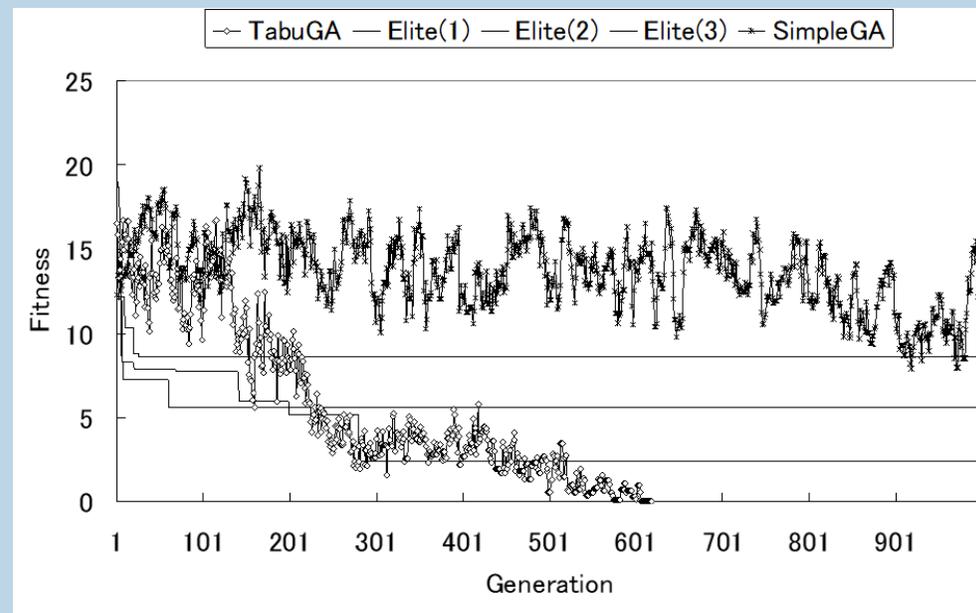
進化論に基づく手法

- 遺伝的アルゴリズム

- 生物の進化を例にした多点探索手法・最適化手法



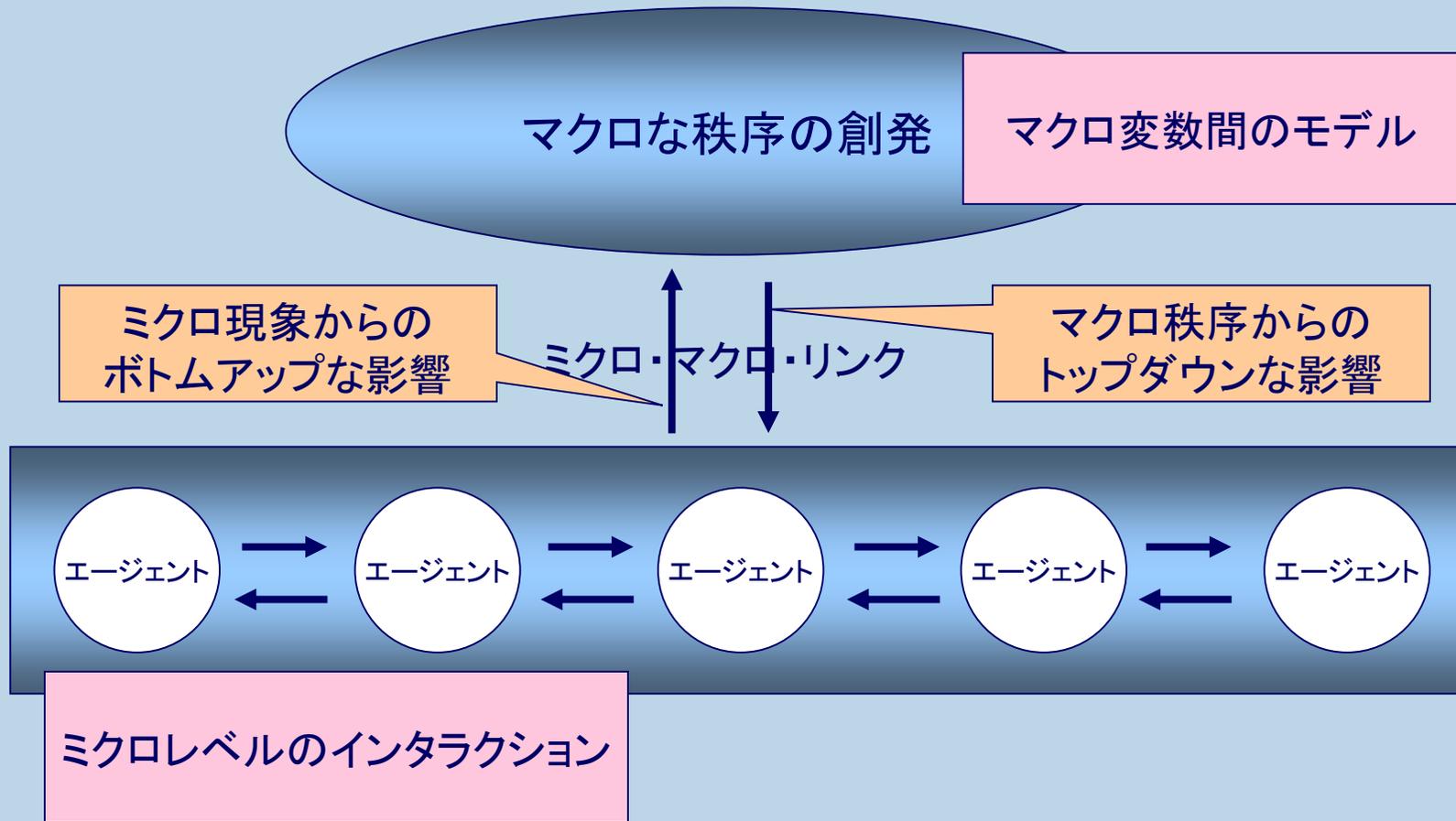
複雑な目的関数の例



個体数: 50
長期タブーリスト長: 10
短期タブーリスト長: 3
ノルム: 0.2

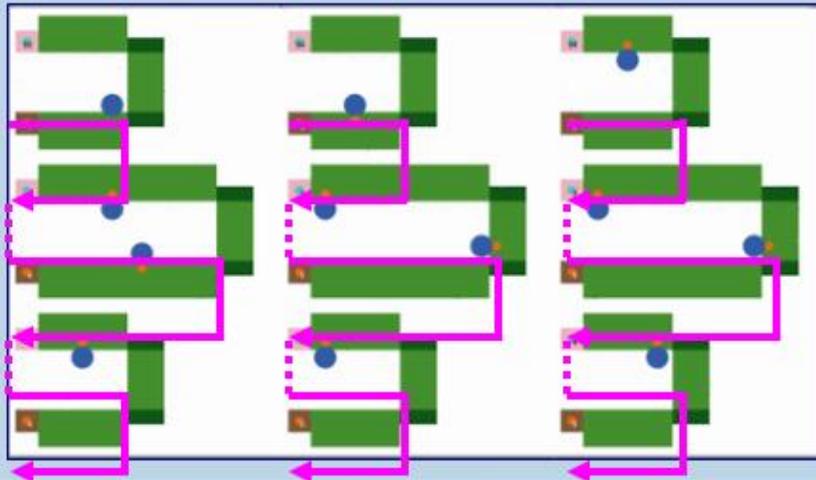


エージェント・モデルの原理

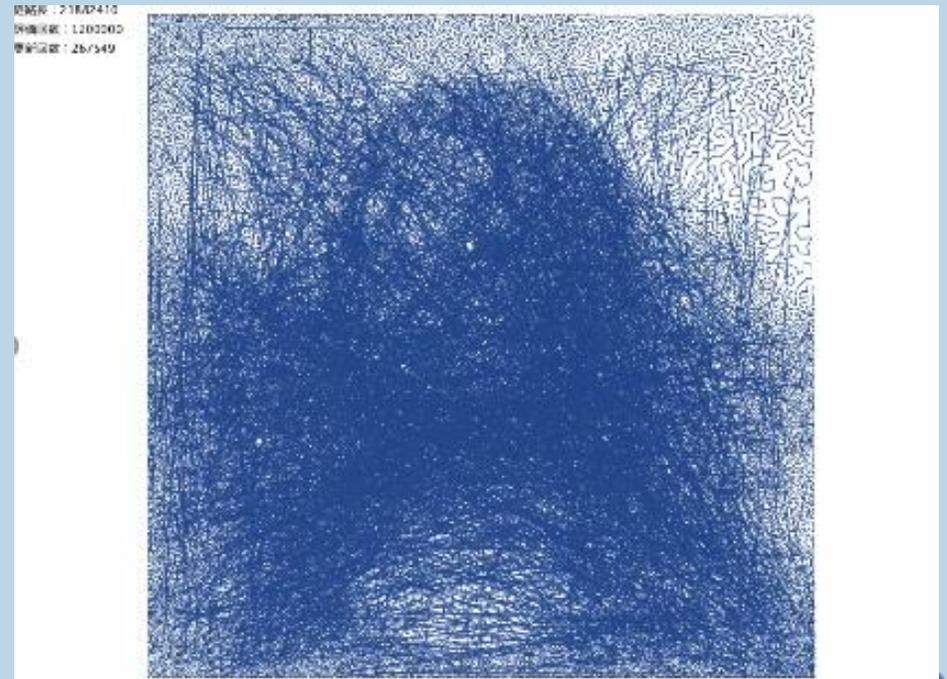


エージェントシミュレーションと最適化

製造プロセスのシミュレーション



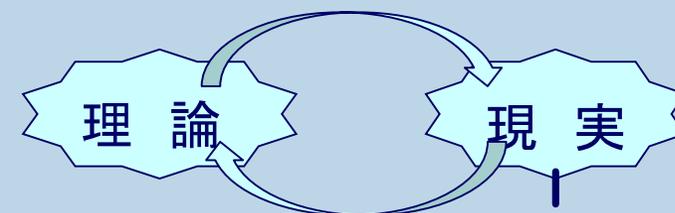
スーパーコンピュータを用いた最適化の例
(10万都市のトラベリングセールスマン問題の解)



エージェントモデリングのいろいろな側面

- 理論と現実

 - e.g., ゲーム理論/経済学 vs 集団行動

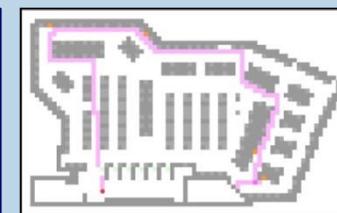
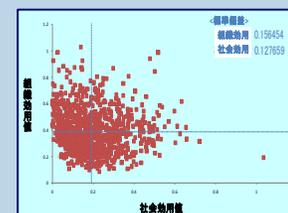


- 社会科学と工学技術の時間スケールの差

 - e.g., 1世紀 vs 10年

- シミュレーションモデルの妥当性評価とシステムの保証

 - e.g., 避難シミュレーションvs天気予報

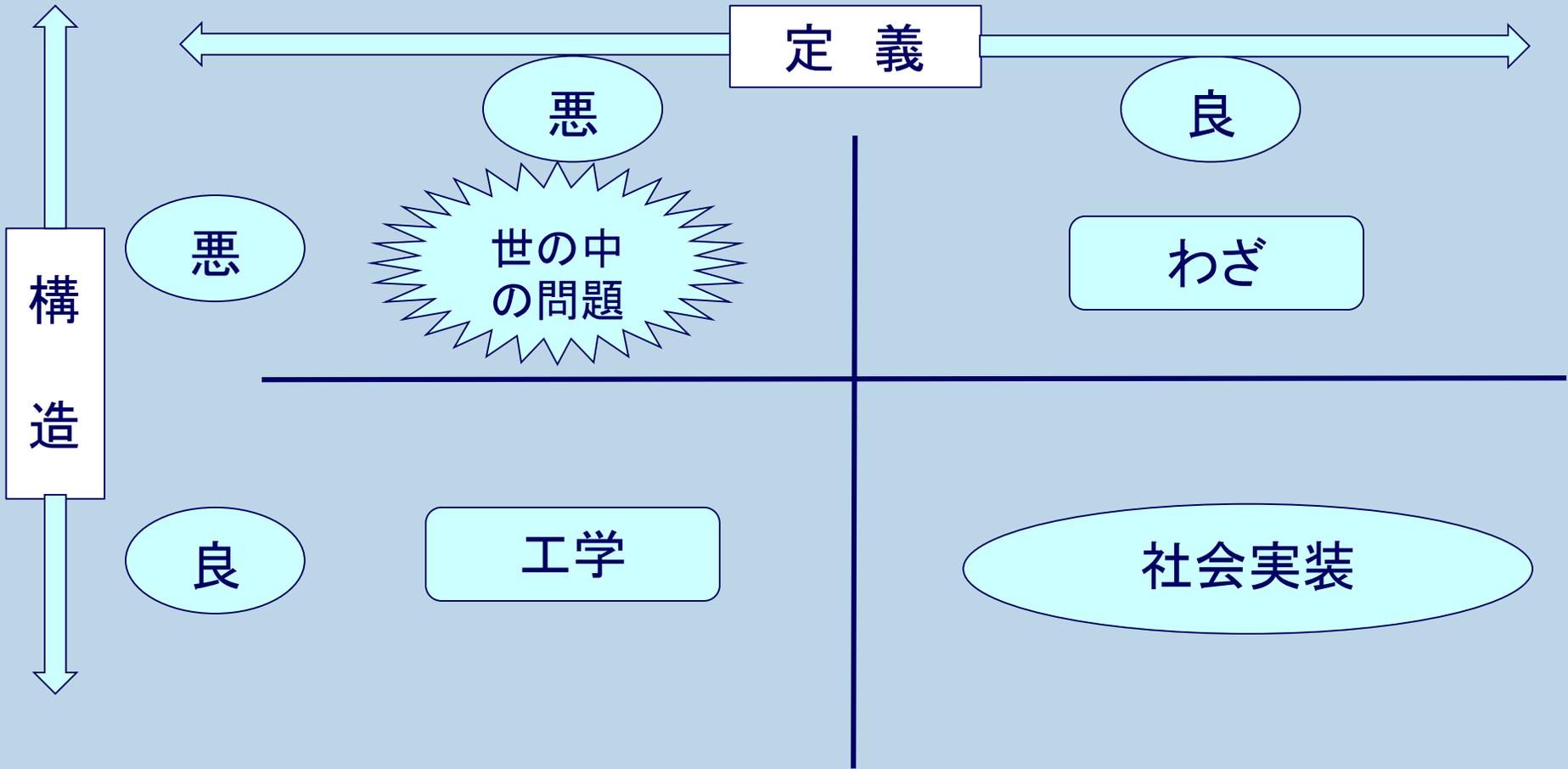


社会問題を解決する

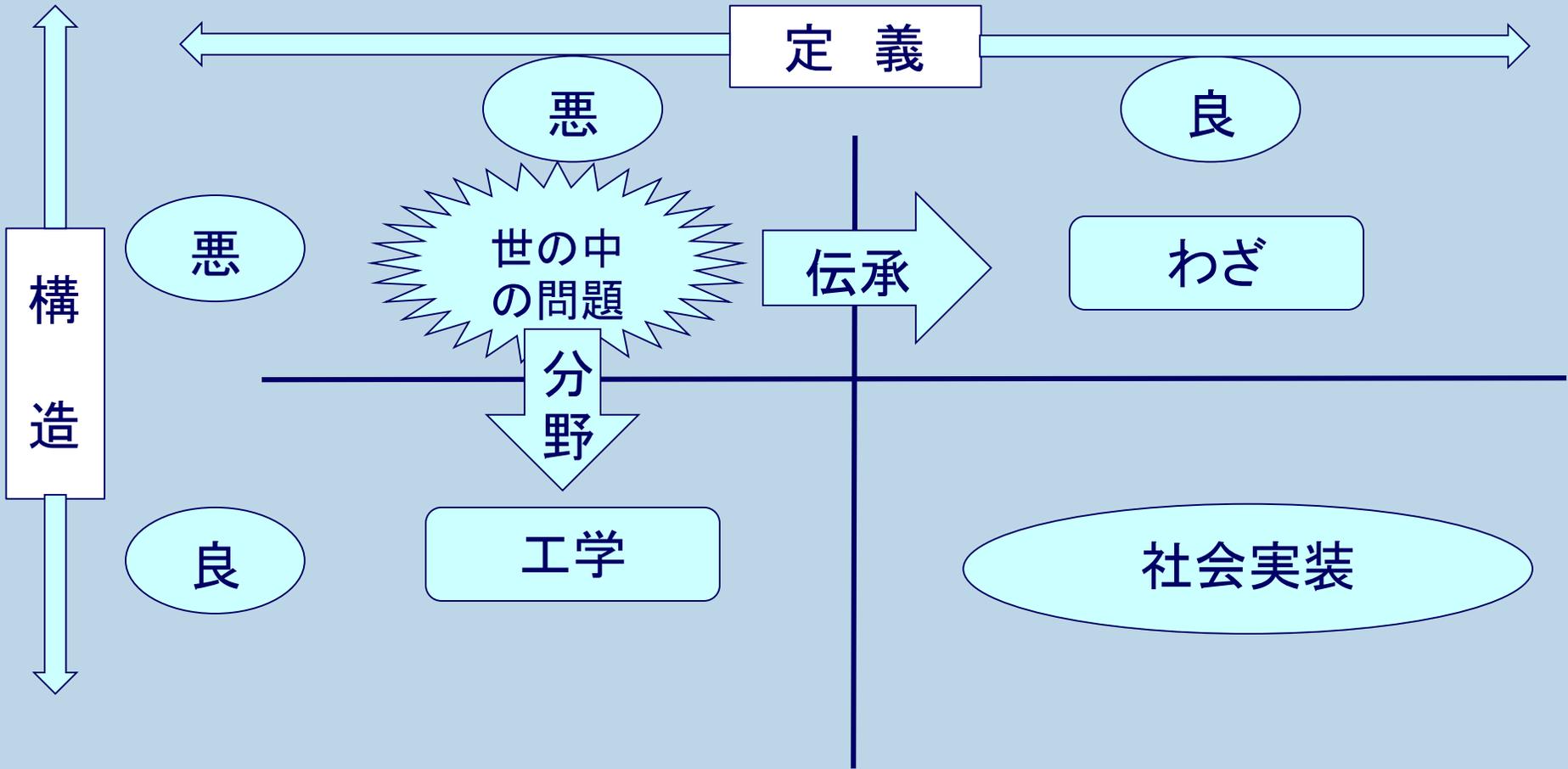
- 問題(悪定義・悪構造) → 社会実装(良定義・良構造)
 - 良いシステムをつくる vs 良い構造をつくる
 - 固いシステムと柔らかいシステム
 - ヒューリスティクスを伝承する: 式年遷宮
 - 工学問題として定式化する: 遊星ギアとプリウス



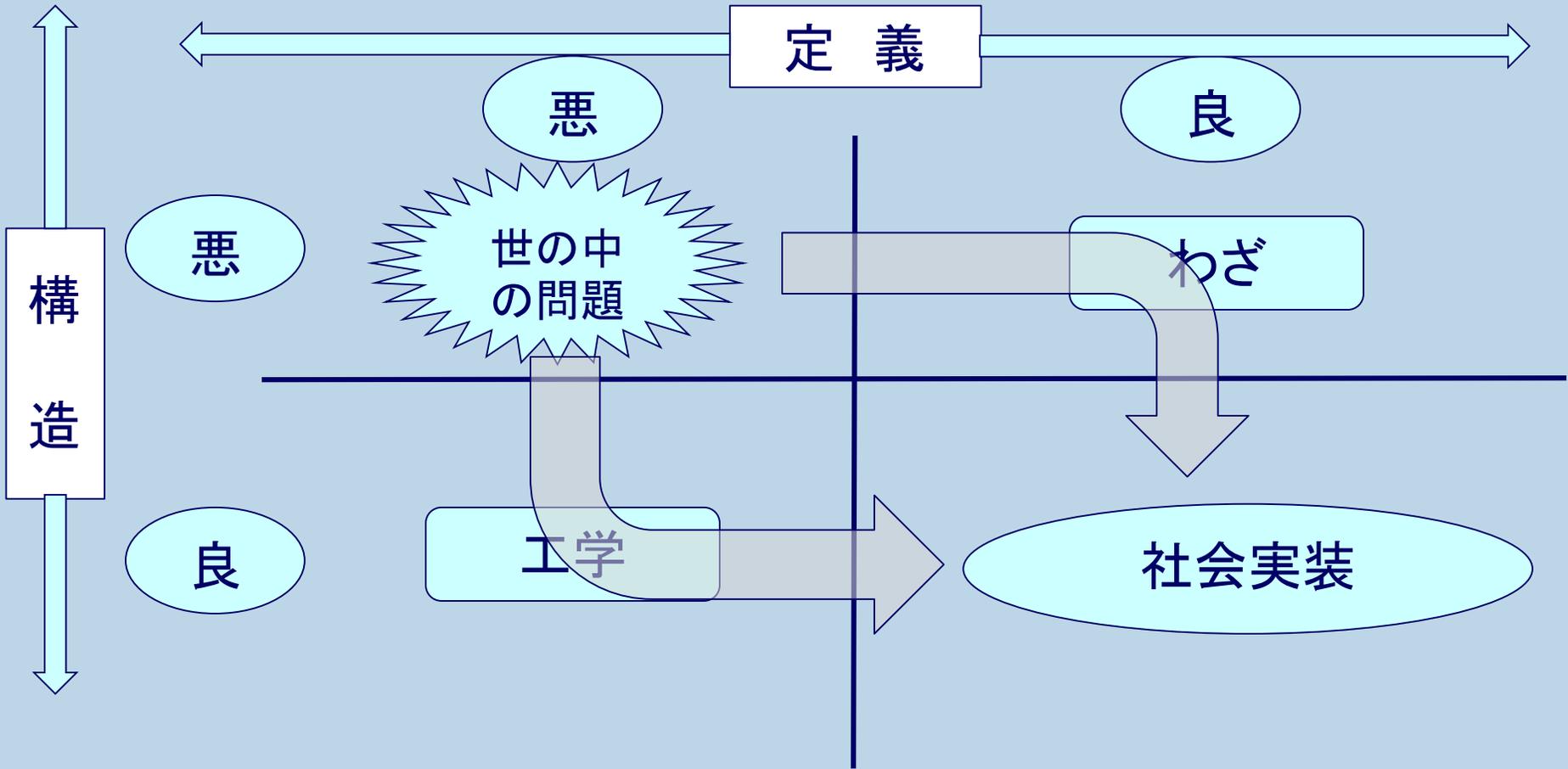
問題を解決する



問題を解決する

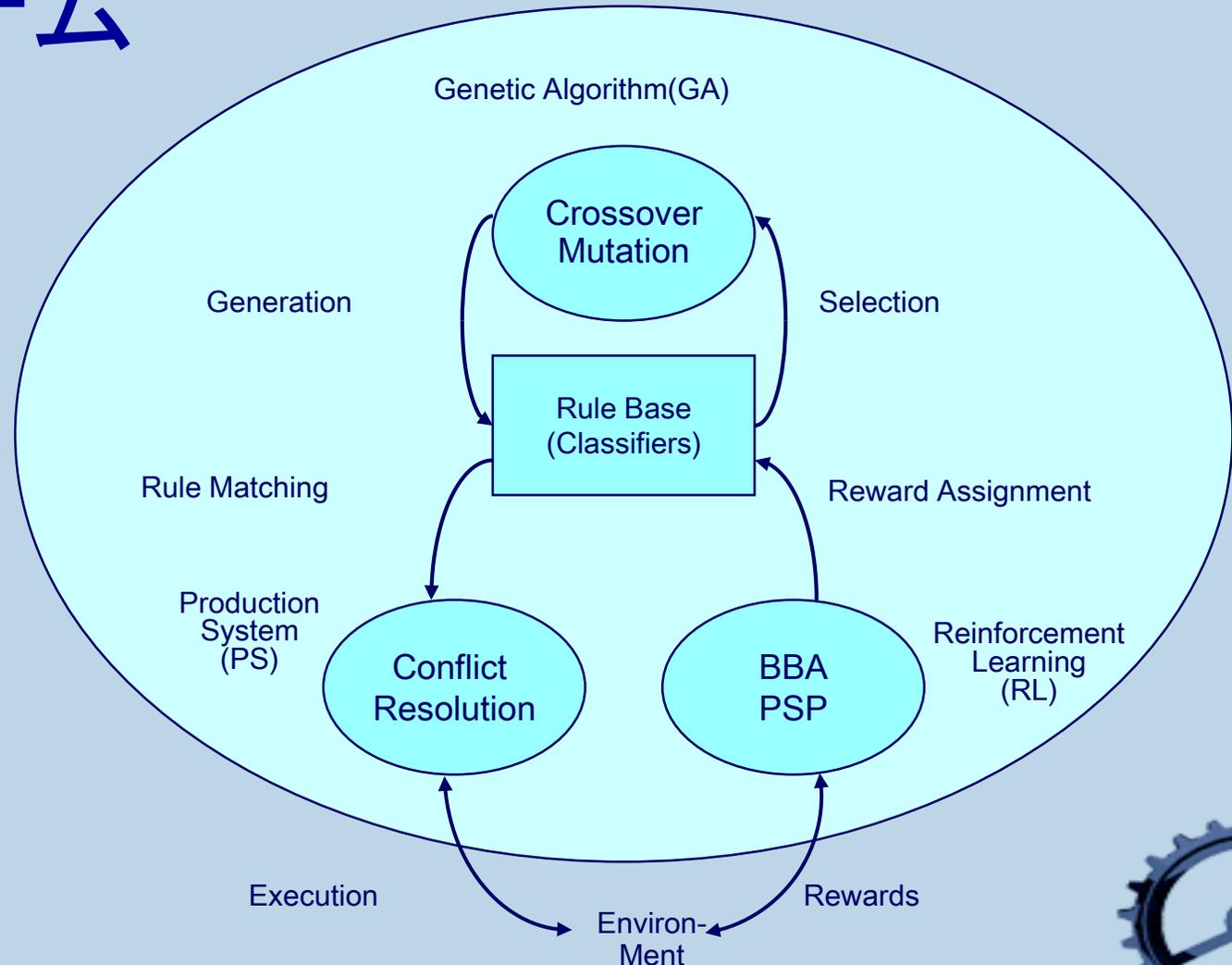


問題を解決する

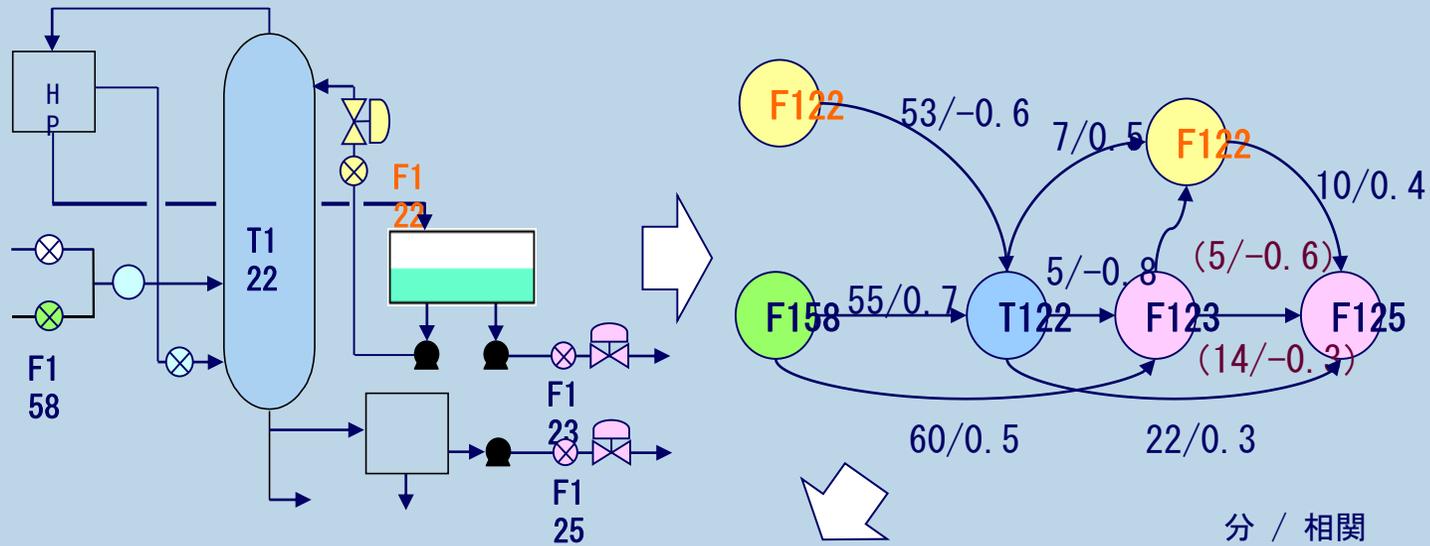


学習分類子システム

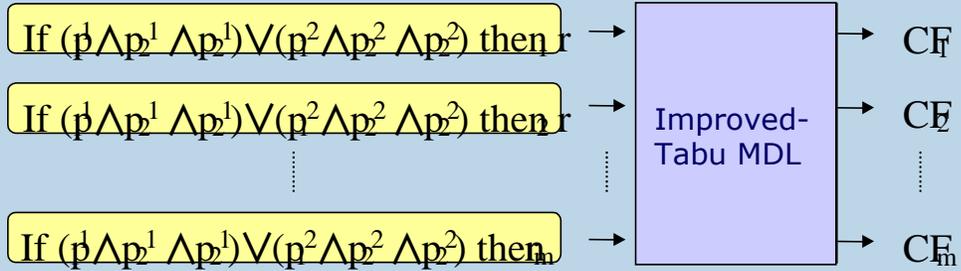
- Learning Classifier System
 - 汎用の機械学習手法のひとつ
 - 遺伝的機械学習手法



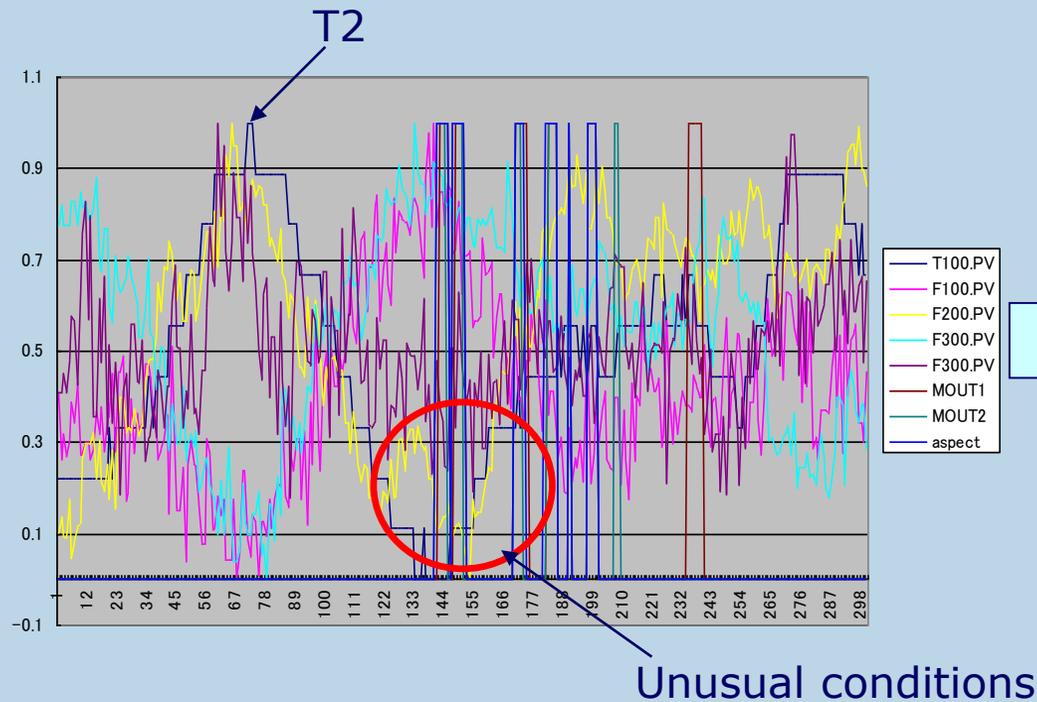
LCSを用いたプラント操作知識獲得



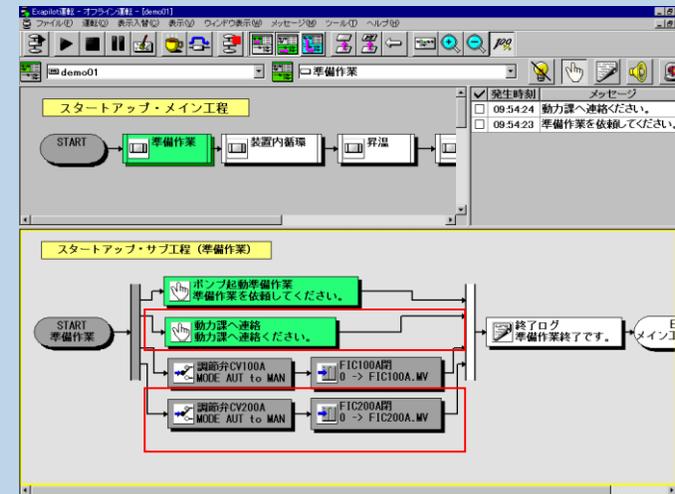
分 / 相関
係数
() は交絡



LCSを用いたプラント操作知識獲得



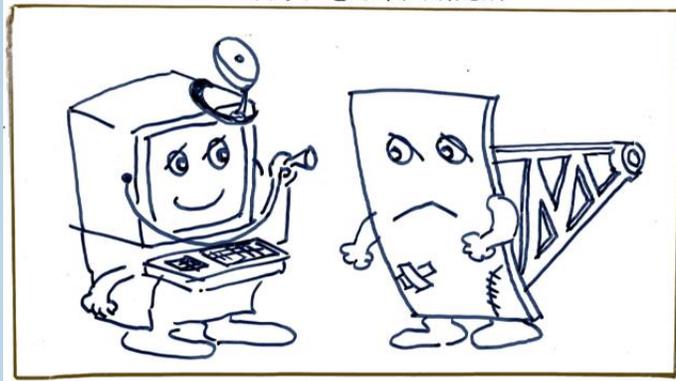
プラントの測定値



プラント操作システムの改良



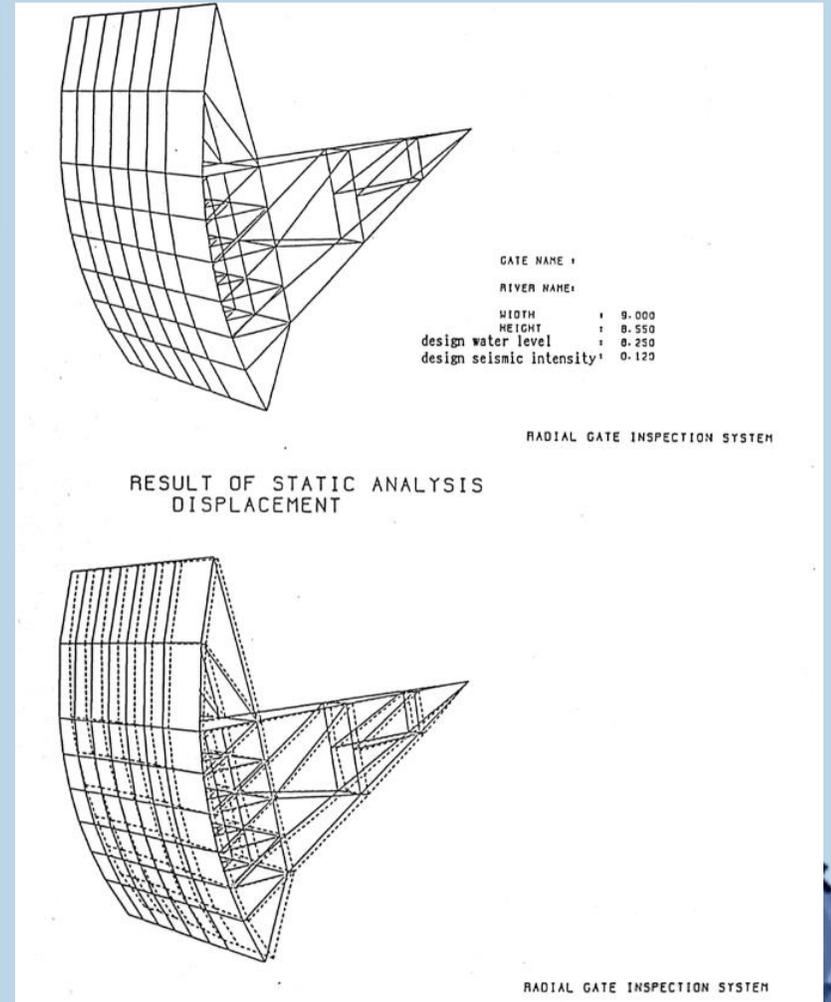
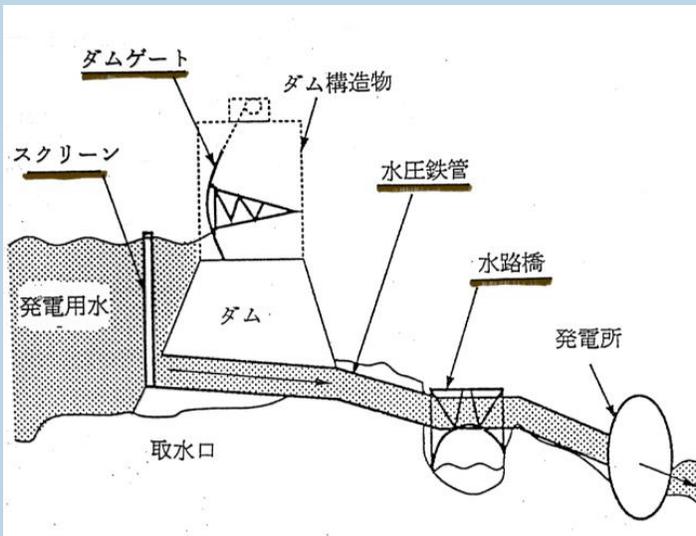
ダム鋼構造物の診断・寿命予測システム



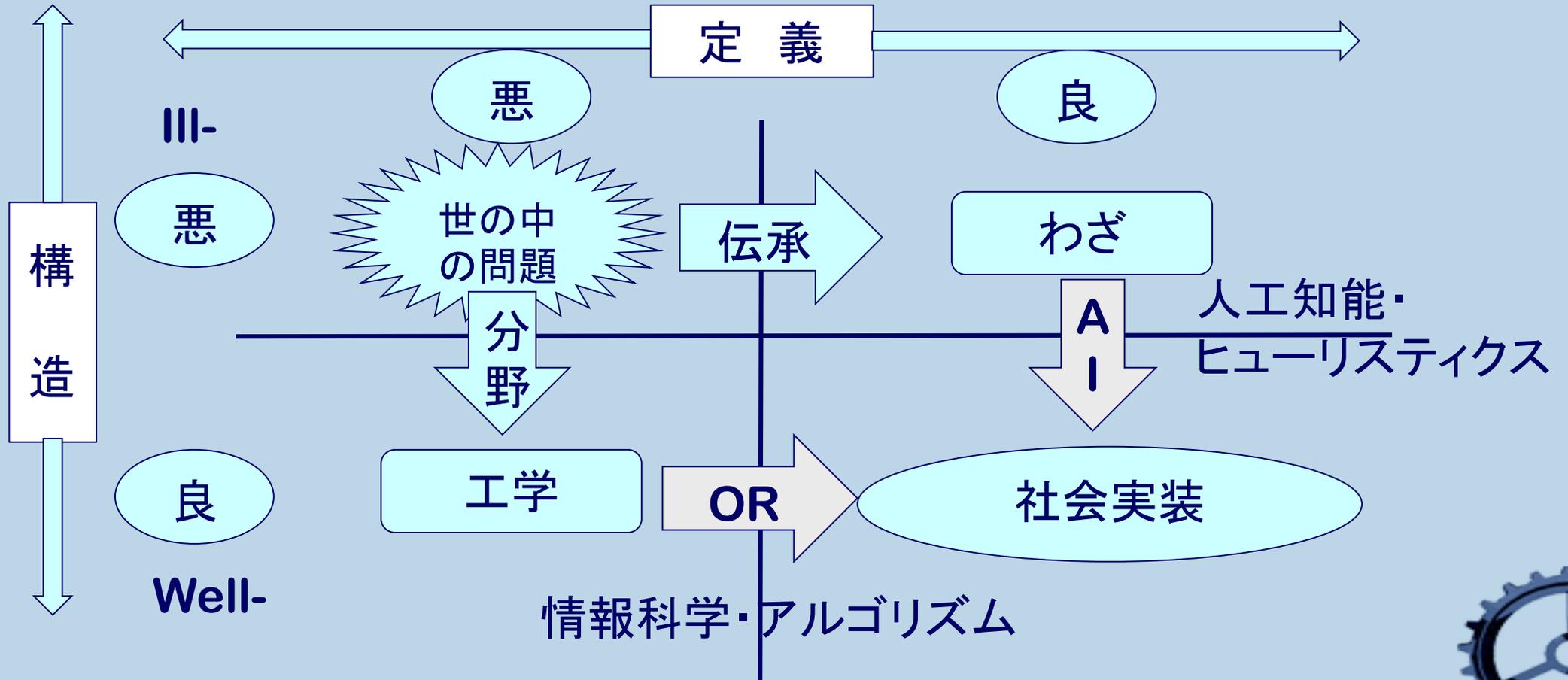
- ① データの信頼性を判定するルール群
- ② 各種の物理定数をセットするルール群
- ③ 構造力学的情報に従って診断を行うルール群
- ④ 経験的診断ルール群（ヒューリスティックルールとも呼ぶ）

応力値・変位値の信頼性

- ① if (数値データの信頼性が高い)
then (以後の推論には、解析値と補正值のうち厳しい方を用いる)
 - ② if (数値データの信頼性が低い)
then (以後の推論には、解析値を用いる)
 - ③ if $\left| \frac{(\text{部材の解析値}) - (\text{部材の補正值})}{(\text{部材の解析値})} \right| < 0.3$
then (数値データの信頼性は高い)
 - ④ if $\left| \frac{(\text{部材の解析値}) - (\text{部材の補正值})}{(\text{部材の解析値})} \right| \geq 0.3$
then (数値データの信頼性は低い)
 - ⑤ if $\left| \frac{(\text{部材の解析値}) - (\text{部材の補正值})}{(\text{部材の解析値})} \right| > 0.5$
then (数値データは異常値とする)
 - ⑥ if (解析値のみがある)
then (数値データの信頼性は低い)
 - ⑦ if (解析値と補正值の符号が異なる)
then (数値データの信頼性は低い)
 - ⑧ if (解析値と補正值の符号が異なり、補正值の絶対値が無視できないくらい大きい)
then (数値データは異常値とする)
- 注) 無視できない値とは、応力で 10 kg/cm²、変位で 0.05 cm以上とする。
- ⑨ if (補正值があって、かつ解析値がない)
then (補正值を以後の推論に使うが、数値の信頼性は低い)
 - ⑩ if (同じ場所に複数の異常値がある)
then (補正值に意味のある異常部材と判断し、以後の推論には補正值を用いる)



問題を解決する



- イノベーション研究のサーベイ
 - 経営学[Clistensen][Von Hippel]
 - 計算機科学[Goldberg]
 - 組織論[Axelrod]
 - 経済学[Arther]
 - 生物学[Wagner]



AIの社会実装に向けてのTIPS

- システム技術者へ
 - 先端と末端;鳥の目と虫の目
- 経営者層へ
 - システム思考
 - 意思決定
- SOSへ
 - 多様性の増加・維持
 - 境界をどこに求めるか
- 人材育成のために ←先進企業の実力低下
 - 研究組織の必要性
 - 人間に責任を取らせないシステムへ



参考文献

- 寺野隆雄：人工知能技術を使いこなすには．経営システム，Vol. 27, No. 4, pp. 207-212, 2018年1月．
- 寺野隆雄：研究のネットワークがつながるとき．人工知能，レクチャーシリーズ：「つながりが創発するイノベーション」〔第6回〕，Vol. 31, No. 2, pp.287-298, 2016年3月．
- 寺野隆雄：異分野交流によるイノベーションを進化計算で考える．計測と制御：特集：スマートワールド実現のための新たなシステムズアプローチ．Vol. 55, No. 8, pp. 692-697, 2016年8月．

