

2021/1/18

金融資本市場論 第7講
テクノロジーの進化と金融資本市場

金融業界における人工知能

スパークス・アセット・マネジメント株式会社
運用調査本部
ファンドマネージャー 兼 上席研究員
水田孝信

mizutata [at] gmail.com
@takanobu_mizuta (twitter)
<https://mizutatakanobu.com>

本発表資料はスパークス・アセット・マネジメント株式会社の公式見解を表すものではありません。
すべては個人的見解であります。

この資料は以下からも、ダウンロードできます:

<https://mizutatakanobu.com/20210118.pdf>

自己紹介

2000年 気象大学卒業

2002年 東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻修士課程修了
研究内容：宇宙空間プラズマのコンピュータシミュレーション

2004年 同専攻博士課程を中退

同年 スパークス・アセット・マネジメントに入社：バックオフィス業務

2005年 ボトムアップ・リサーチ・アナリスト

2006年 クオンツ・アナリスト → 2010年より ファンド・マネージャー

2009年 人工知能学会などで研究発表を始める

2011年 東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻博士課程
社会人をしながら在籍 指導教官：和泉潔先生
研究内容：人工市場を用いた金融規制のシミュレーション

2014年9月修了：博士（工学）

2017年度より 上席研究員兼務

現在 金融市場全般の調査、株式市場やポートフォリオの定量的分析、学術研究も継続

2007年 日本証券アナリスト協会検定会員

2009年 中小企業診断士

2014年より 東京大学公共政策大学院 非常勤講師

2016年度より 人工知能学会 金融情報学研究会幹事 → 2019年度より 主幹事

2017・18年度 人工知能学会 代議員（終了）

2019年より Computational Finance and Economics Technical Committee
Member on IEEE Computational Intelligence Society



<https://sigfin.org>



年2回 (9月~10月と1月~3月) 東京都内で開催
誰でも聴講可 ← 人工知能学会の会員でなくてもよい
参加費 : 1,000円

毎回100名程度の聴講 : 学者よりも実務家が多い

メーリングリスト登録ページ

<https://sigfin.org/mailman/listinfo/jsai-fin>

- ✓ 機械学習やテキストマイニングの技術を金融実務に応用する研究多い
- ✓ 人工市場シミュレーションの研究もよく発表されている

次回 : 2021/3/6(土)@Zoomオンライン

金融業界における人工知能

- (1) そもそも人工知能とは？
- (2) 文章の要約・分析・作成
- (3) 執行アルゴリズム取引の強化
- (4) 不公正取引の検出
- (5) 人工市場シミュレーションによる規制やルールの議論

私が資産運用業界（特に株式）に所属しているため、金融業界といっても資産運用業界を中心に紹介します

(5)をより詳しく知りたい方はこちらも参照

フルバージョン資料

2020/6/20「人工市場による市場制度の設計」
東京大学公共政策大学院 経済物理学 講義資料
<https://mizutatakanobu.com/2020e.pdf>

教科書的な本

高安美佐子ほか，マルチエージェントによる金融市場のシミュレーション，コロナ社，2020，
和泉潔，水田孝信，第5章「エージェントモデルによる金融市場の制度設計」
<https://www.coronasha.co.jp/np/isbn/9784339028225/>



その他の話題：もしご興味あればご覧下さい



<https://www.sparx.co.jp/report/special/>

- 2020/12/22 市場は効率的なのか？検証できない仮説の検証に費やした50年
- 2020/9/15 なぜそれらは不公正取引として禁止されたのか？
- 2020/8/4 人工知能が不公正取引を行ったら誰の責任か？
- 2020/7/3 お金とは何か？-古代の石貨から暗号資産まで-
- 2020/1/24 国際資本の舵を取ってしまったグローバルインデックス算出会社
- 2019/9/18 アセット・オーナーが行っている投資："悪環境期に耐える"と"ユニバーサル・オーナー"
- 2019/7/8 社会の役にたっている"空売り"
- 2019/6/13 高頻度取引（3回シリーズ第3回）：高頻度取引ではないアルゴリズム取引と不公正取引の取り締まり高度化
- 2019/5/8 高頻度取引（3回シリーズ第2回）：高頻度取引業界-競争激化と制度・規制の整備-
- 2019/4/3 高頻度取引（3回シリーズ第1回）：高頻度取引とは何か？
- 2019/3/11 あの日から8年～自然災害と取引所～
- 2018/11/7 信託報酬ゼロの出現～コスト以上に重要なこと
- 2018/8/17 上場銘柄数が減少し小型株が冴えない米国
- 2018/5/21 なぜ株式市場は存在するのか？
- 2018/4/23 水平株式保有は経済発展をとめるのか？
- 2018/3/2 パッシブファンドの新たなる論点「水平株式保有」
- 2018/2/16 優れたアクティブファンドはいろいろな忍耐強さを持っている
- 2018/2/16 アクティブファンドが超えてはいけない規模
- 2016/12/2 良いアクティブ運用とは？ -対ベンチマーク運用の衰退とハイリーアクティブ運用の再起-



東証公式のページ「東証マネ部！」インタビュー記事

<https://money-bu-jpx.com/news/article008322/>

本日の最後の話「ティックサイズ変更を人工市場で議論」したことを、一般向けに解説したインタビュー記事です

(1) そもそも人工知能とは？

(2) 文章の要約・分析・作成

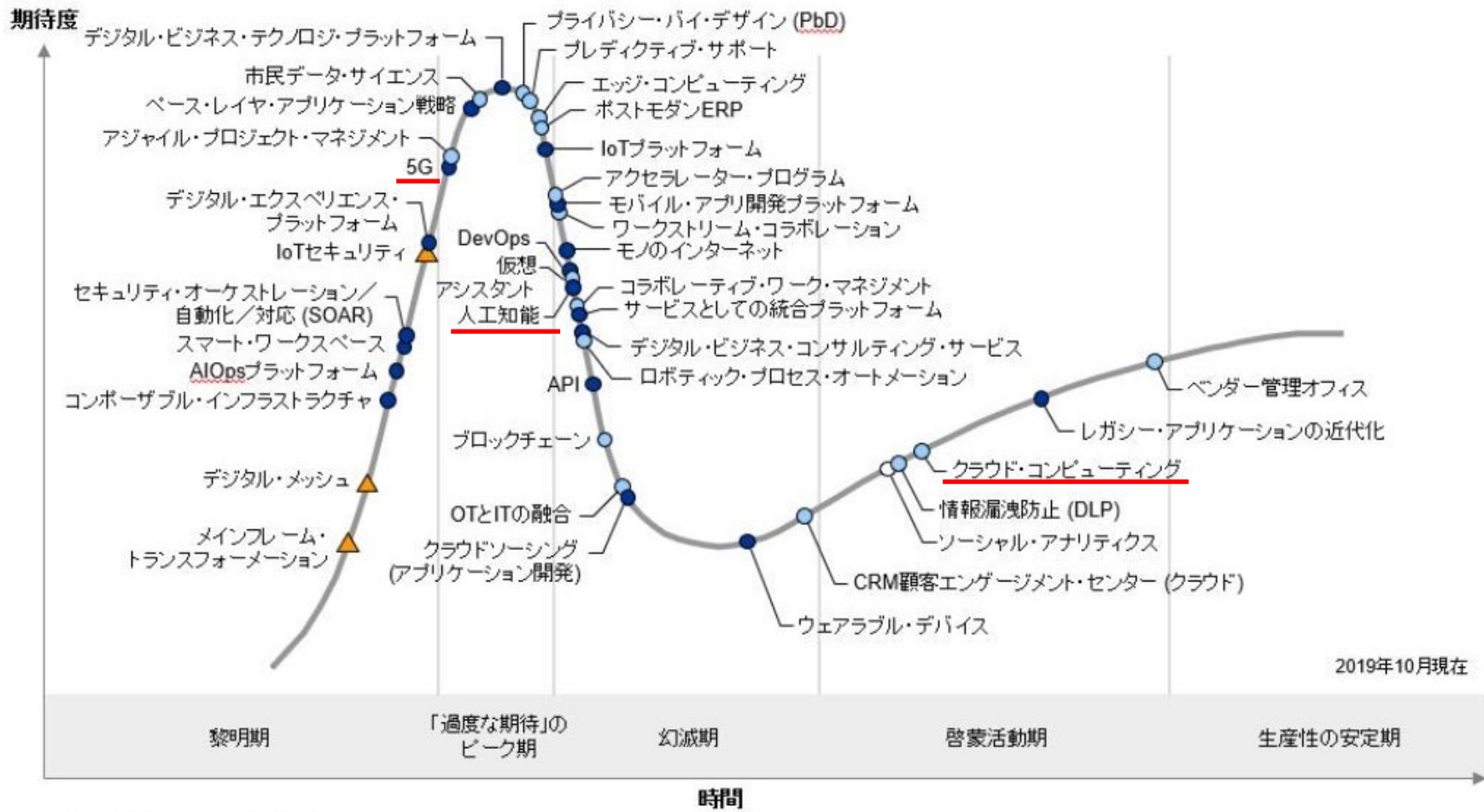
(3) 執行アルゴリズム取引の強化

(4) 不公正取引の検出

(5) 人工市場シミュレーションによる規制やルールの議論

幻滅機に突入 過剰な期待は剥がれた、、、

IT Media News 2019/11/1 <https://www.itmedia.co.jp/news/articles/1911/01/news087.html>



人工知能と言われても誰も驚かないくらい普及する時代が来た

↑ クラウドはすでにそうなってますよね？

(HPやメールのクラウド化でいちいちプレスリリースしなくなった)

2013年以降の人工知能・ロボットへ向けられる言説は、過去と比べてそれほど特別なものではない(河島, 2017a)

▶ 2013年以降の人工知能・ロボットへ向けられる言説は、過去と比べてそれほど特別なものではない(河島, 2017a)。

- ▶ 介護現場での活用
 - ▶ 「看護ロボット登場 入浴から、お茶まで」『読売新聞』(1982.9.21)
 - ▶ 「[からだと機械の握手] 進む医用工学 介助ロボット」『読売新聞』(1982.12.6)
- ▶ 技術的失業
 - ▶ 「[科学]の未来は? ロボットに職を奪われた数百万の失業群」『読売新聞』(1932.11.27)
 - ▶ 「「ロボットで失業」の脅威 日本生産性本部“ME革命白書”」『読売新聞』(1982.4.6)
 - ▶ 「'84 世界の情景 ニューライフ 「打ち壊し運動」の再来」『読売新聞』(1984.1.23)
- ▶ ロボット税
 - ▶ 「公明がロボット税提案」『読売新聞』(1982.6.5)

▶ 2013年以降の人工知能・ロボットへ向けられる言説は、過去と比べてそれほど特別なものではない(河島, 2017a)。

- ▶ 金融
 - ▶ 「第2部AI特集 AI時代本番、産業界を変える勢い、市場規模「数十兆円」の声も。」『日本経済新聞』(1988.2.24)
- ▶ 自動運転車
 - ▶ 「文字通りの“自動車” ロボット運転で事故なくす」『読売新聞』(1958.12.18)
 - ▶ 「動く映像 自在処理」『読売新聞』(1986.1.10)
- ▶ 入学試験
 - ▶ 「人工知能「考える葦」に機械は迫れるか」『朝日新聞』(1985.1.1)
- ▶ パワード・スーツ及びダイレクト・ブレン・インターフェース
 - ▶ 「人間の脳波で動く」『読売新聞』(1958.3.10)
- ▶ 人工知能の創造性
 - ▶ 「バッハ風賛美歌電算機で作曲、IBM研究者がシステム開発」『日本経済新聞』(1988.8.19)

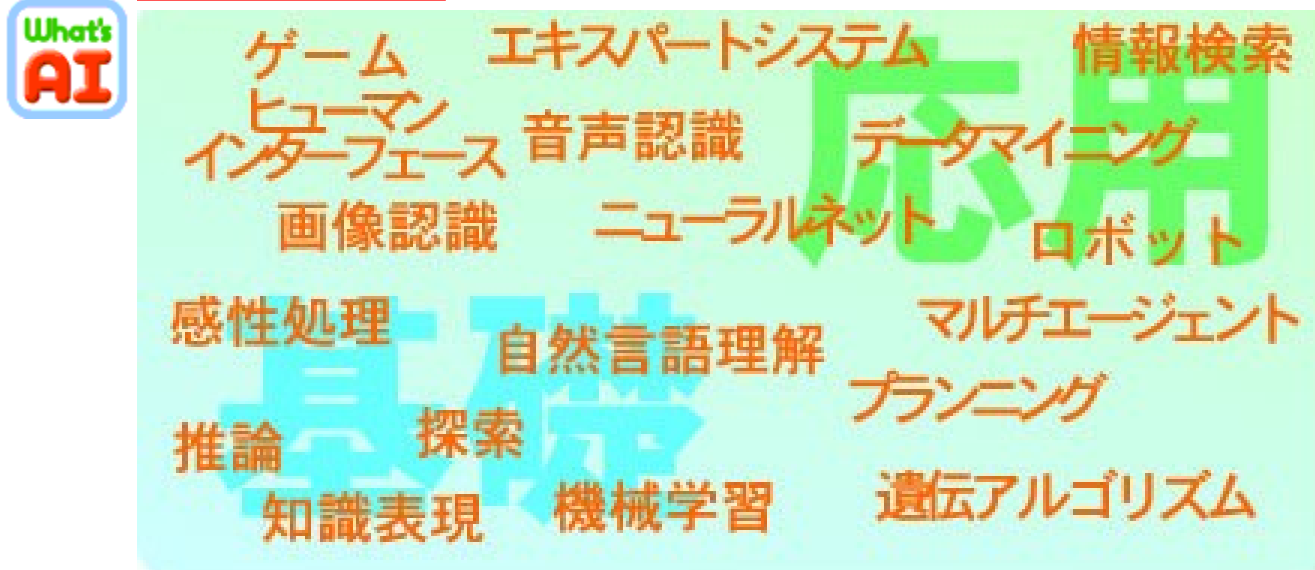
総務省AIネットワーク社会推進会議分科会 資料1 河島 構成員 御発表資料
https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/kenkyu/ai_network/02iicp01_04000117.html

この資料が引用している論文：(河島, 2017a)
<http://id.nii.ac.jp/1004/00008916/>

人工知能学会の定義

人工知能研究

人工知能(AI)とは知能のある機械のことです。しかし、実際のAIの研究ではこのような機械を作る研究は行われていません。AIは、本当に知能のある機械である強いAIと、知能があるように見える機械、つまり、人間の知的な活動の一部と同じようなことをする弱いAIとがあります。AI研究のほとんどはこの弱いAIで、図のような研究分野があります。



人工知能学会ホームページ <https://www.ai-gakkai.or.jp/whatsai/AIresearch.html>

人工知能 ≡ 古典的統計学以外の計算機での演算手法全般
SFに出てくる“人工知能”とはかけ離れている

誤解が
広がりバブルだった

怖がる必要は全くない、所詮は計算機

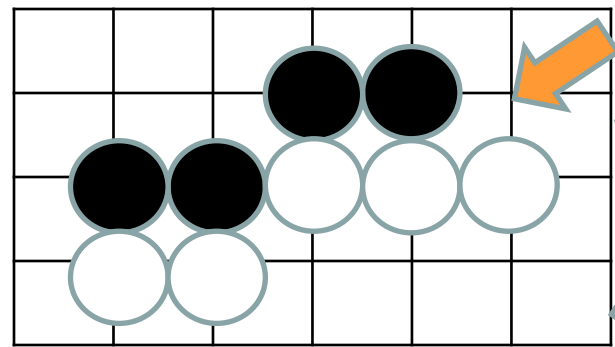
人工“知能”と言うが、“知能”そのものを獲得したわけではない
“知能”があるかのように誤解するものを目指しているだけ

囲碁で人間に勝ったのは凄いいんじゃないの？・超ザックリな仕組みの説明

どうやって囲碁をさしているか？ 誤解を恐れずに、簡単に言えば、、

(説明を簡単にするために簡略化していますが、当然、もっとさまざまな工夫がなされています。)

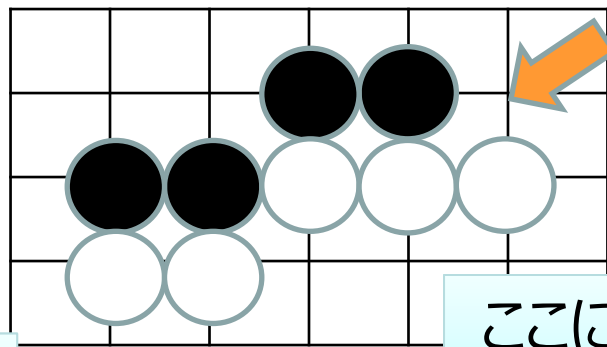
ここに打つのはどうか？



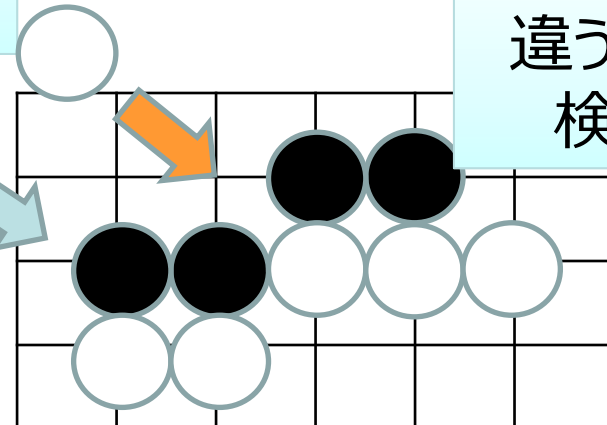
圧勝

自分同士で
何度も対戦

圧勝でも
ない



ここに打つ



違う手を
検討

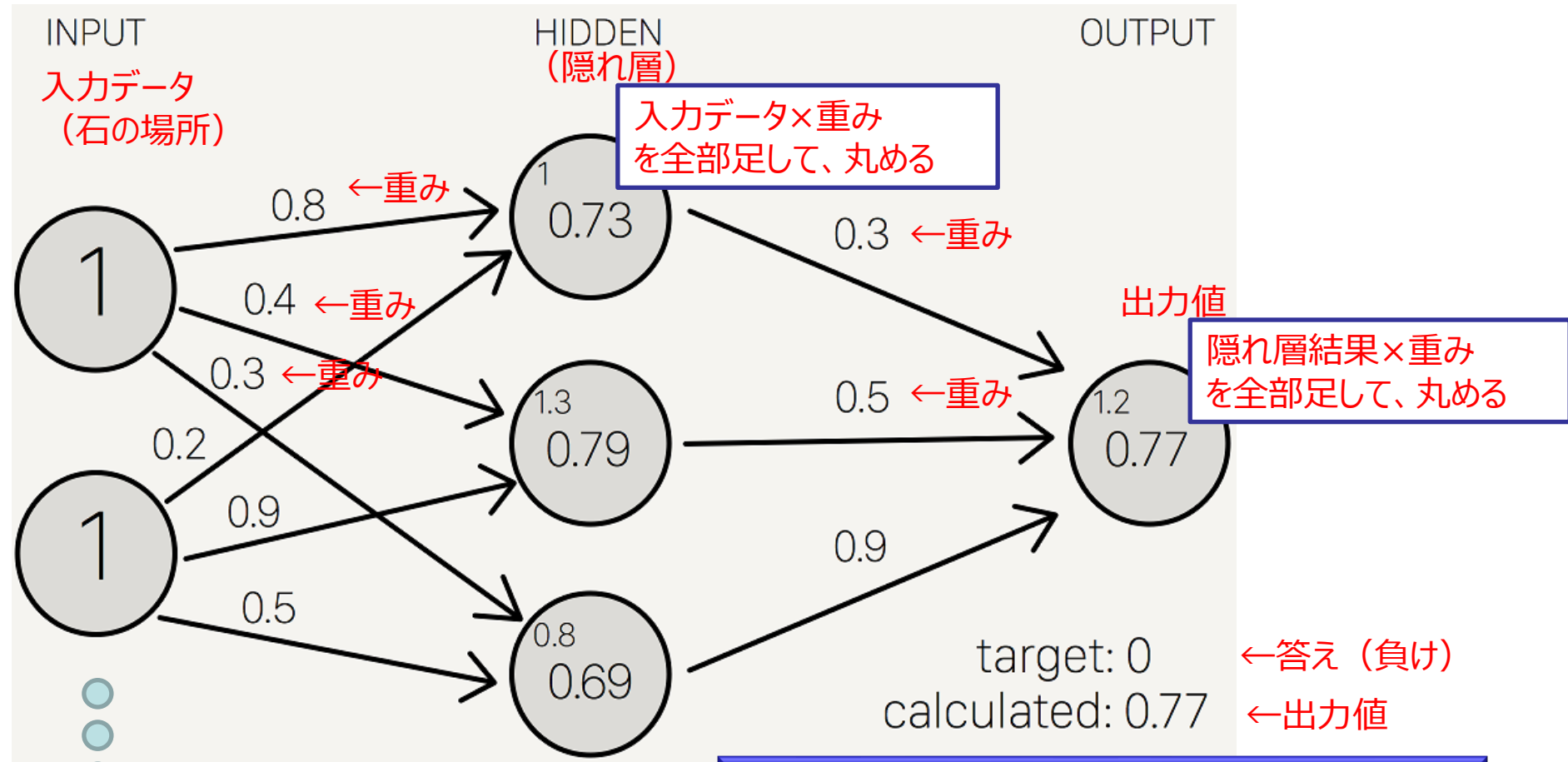
おびただしい回数繰り返せば、かなりのケースを網羅できる

人間だと5,000年かかる → 私だって5,000年あればトップ棋士に勝てる

単純な作業を高速で繰り返すことができるのが人工知能の長所

もうちょっと詳しく(1/2)

ニューラルネットワークを例に説明します
実際にはこれが非常に入り組んでもっと高度に工夫された
ディープラーニングが使われています

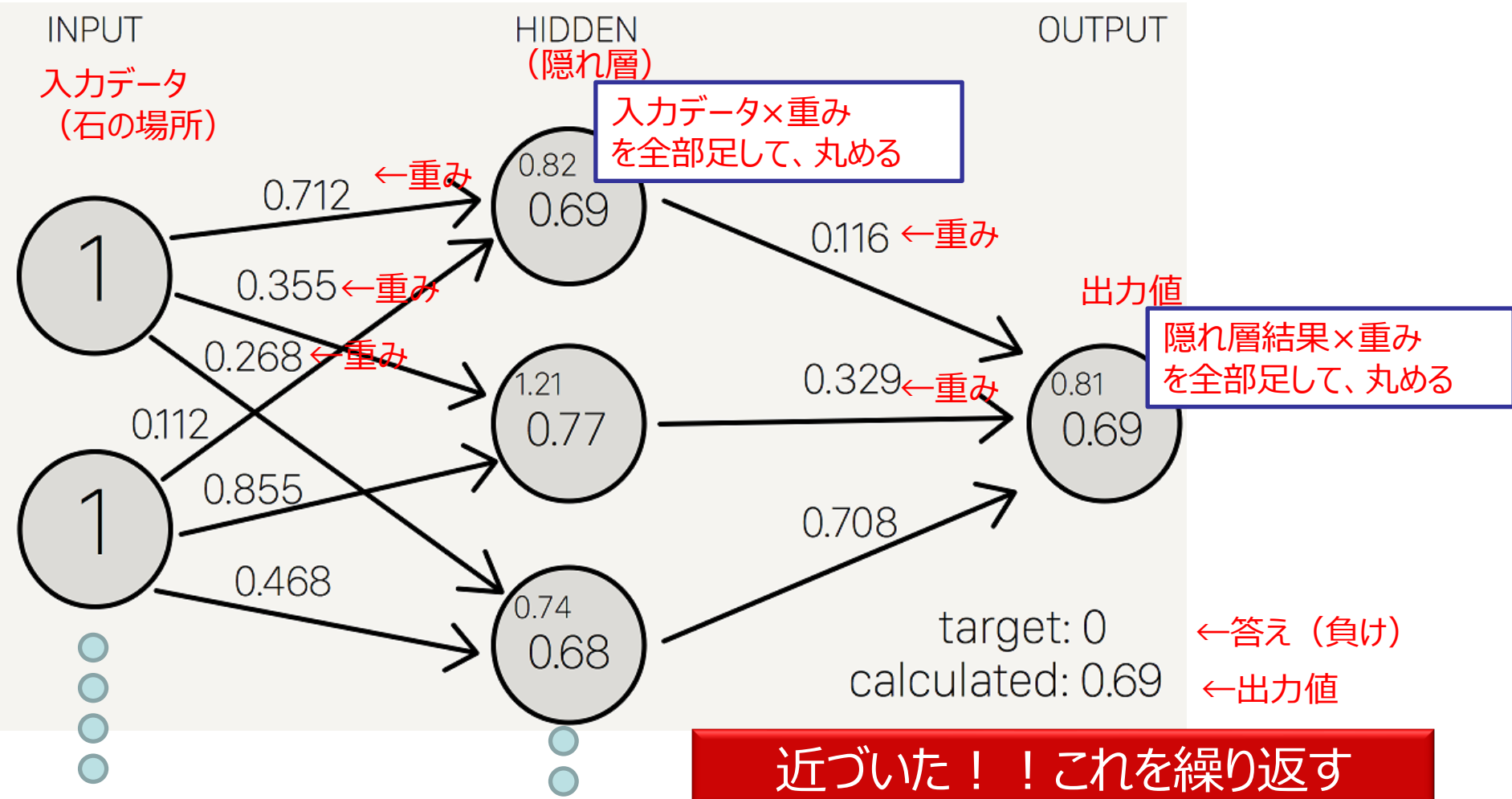


入力データ×重み
を全部足して、丸める

隠れ層結果×重み
を全部足して、丸める

出力値が答えと合うように
うまく重みを調節

もうちょっと詳しく(2/2)



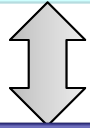
この局面ではどこにおけば勝率が高いか自動的に発見

囲碁は超細分化すれば簡単な作業に落とし込める

囲碁は、

- ・ ルール、盤の大きさがあらかじめ決まっている
- ・ 繰り返し同じことが起こる・試せる

囲碁の打ち手は、頭が悪くても、おびただしい回数繰り返せば、かなりのケースを網羅できる



人間より本質的に頭がよくなったわけではない
過去データのパターン分類・分析⇔新しいものを創造できない

人間は対局経験数のわりに異様に強い
囲碁というゲームを作り出したりは出来ない

人工知能は、人間にとって有用な道具である

人間より頭は悪いが、

飽きずに、大量に、速く、
データを処理できる

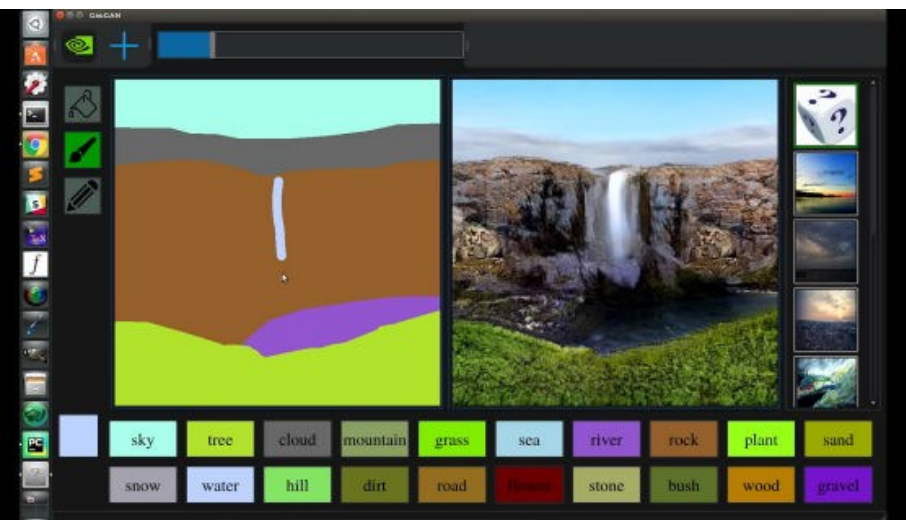
1人で繰り返し練習できる

取り扱う範囲があらかじめ限定

繰り返し同じことが起きる安定性

人工知能には得意・不得意がある

情報処理の方法が人間と全く違う → 使い方が分かってきた



<https://gigazine.net/news/20190319-nvidia-gaugan-changing-sketches/>

2019/3/19 Gigazine, 落書きをリアルな風景写真にリアルタイムで変換できる驚異的なお絵かき技術「GauGAN」をNVIDIAが発表

ディープフェイクとは？ 偽動画の例や仕組み・作り方・危険性などをまとめて紹介

https://darwin-journal.com/deep_fake



<https://www.facebook.com/watch/?v=553689762126198>

<https://www.facebook.com/watch/?v=445418309432470>

Adobe Creative Cloudの広告
画像・動画処理ツールではできて当たり前、
人工知能という言葉も出てこない

画像・動画処理が得意 → ドローン、自動運転、防犯カメラ、

金融業界・資産運用業界は人工知能が得意な仕事が少ない業界
→それでも使える領域があるのでそれを紹介

金融業界での期待される使われ方を紹介

(おまけ1) 科学雑誌 Newton

コンビニにも置いてある一般向け雑誌だが、意外に良い解説。取材先の先生の選定が良い感じ。



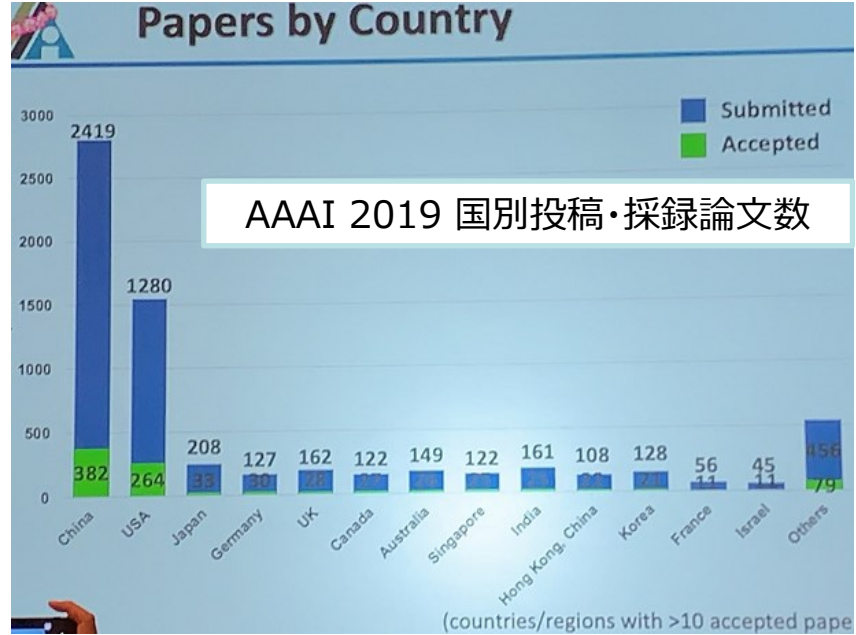
(左) https://www.newtonpress.co.jp/separate/back_engineering/mook_200305-2.html

(右) https://www.newtonpress.co.jp/separate/back_engineering/mook_201205-2.html

(おまけ2) 学術界の傾向：中国の台頭とアスリートの研究

どのトップカンファレンスも中国人の発表が最多

情報系は査読付き国際学会(カンファレンス)が査読論文と同等かそれ以上



<https://twitter.com/kyoun/status/1090319960860110848>

ゲーム研究はアスリートそのまま

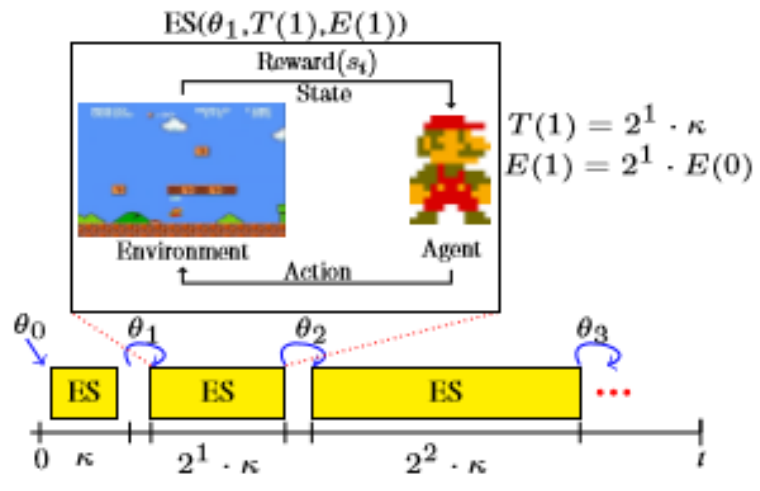


Figure 2: A framework of ES-based limited episode's length

画像・動画処理の研究はアスリートの世界



画像処理の研究はアスリートの世界
 少しの精度改善を日々争っている
 トップカンファレンスの多くの発表がアスリート系

2019/5/16
 ステアラボセミナー
<https://stair.center/archives/2078>

囲碁(2016年)の次はビデオゲーム
 スーパーマリオなどでようやく勝てるようになった
<https://www.ijcai.org/proceedings/2019/0172.pdf>

もう少し複雑なゲームを取り扱い始めた
 eスポーツのチャンピオンに勝つのが当面の目標
 (StarCraftII, DotaII)

人狼など言語処理が必要なゲームはさらに次
 (2019/11/8 第77回人工知能セミナー「AIトレンド・トップカンファレンス報告会：世界最先端のAI研究開発動向が1日でわかる！」参照)

https://www.ai-gakkai.or.jp/no77_jsai_seminar/

(おまけ3) 人工知能による脅威：1例としてディープフェイク

ダーウィン・ジャーナル ディープフェイクとは？ 偽動画の例や仕組み・作り方・危険性などをまとめて紹介
https://darwin-journal.com/deep_fake



<https://youtu.be/cQ54GDm1eL0>

！！偽物です！！



参考動画 | EmbodyMe : iOS用アプリ「Xpression」バーチャル乗っ取りフェイス

日本国内でも、スマホでフェイク動画を作れるiPhoneの無料アプリが登場しています。誰かの顔を乗っ取って遊べるツールとして紹介されていますね。[Xpression公式サイト](#)によれば、Android用のアプリももうすぐ登場する予定のようです。

https://youtu.be/_ck1jDEdKwQ



自分ならいいとは思いますが、

そのほかにも：軍事用自律型ドローンの暴走、AI監視カメラの悪用・監視社会、AIによる人間のスコアリング・差別の助長

(1) そもそも人工知能とは？

(2) 文章の要約・分析・作成

(3) 執行アルゴリズム取引の強化

(4) 不公正取引の検出

(5) 人工市場シミュレーションによる規制やルールの議論

同著者の記事

2020.11.25 # エンタメ # AI # 本

ダチヨウ倶楽部「押すなよ！絶対に押すなよ！」
とAI研究の意外な関係 <https://gendai.ismedia.jp/articles/-/77313>

「押すなよ！」は「押せ」の合図



川添 愛 作家

プロフィール

「コップに水を入れて」という指示がAIにとって超
複雑な理由

仕事はできても、空気は読めない

PRESIDENT Online <https://president.jp/articles/-/40254>



川添 愛
作家

<https://www.kadokawa.co.jp/product/321909000011/> →

同著者の新刊

ヒトの言葉
機械の言葉

「人工知能と話す」以前の言語学

川添 愛

角川新書



働きたくないイタチと
言葉がわかるロボット
人工知能から考える「人と言葉」

川添 愛
著

花松あゆみ
絵

なぜAIは、囲碁に勝てるのに、簡単な文がわからないの？
なんでも言うことを聞いてくれるロボットを作ることにした、意地者のイタチたち。
ところが、どのロボットも「言葉の意味」を理解していないようで――

↑ https://www.asahipress.com/bookdetail_digital/9784255010038/

文章は“意味”が判らなくても“処理”する方法がいろいろある

人工知能ができること・できないことを理解するに最適な本：最もおすすめ

- 話題の範囲を限定した音声認識
- 目的のないおしゃべり
- **異様にマニアックな質問に答える**
- 動画に出てくるものが何であるか表示する
- 前提知識、状況把握が必要ない、
論理式に落とし込める文章の正誤判定

厳密に書かれた読みにくい文章の方が得意
専門用語辞典を引かないと分からない専門的で厳密な話
逆に正解不正解が全くないおしゃべり
⇒ 常識的な状況の把握が必要ない
発言者の意図を読み取る必要がない

人間) 1603年に江戸幕府を開いたのは誰？

答えのタイプ: 「人物」
↑ 場所、食べ物、...、
1000種類以上

「1603年」、「江戸幕府」の近くにもっ
とも良く現れる「人物」を検索

機械) 徳川家康！

Wikipedia、辞書、辞典、新聞記事、

● ● ... ●

江戸幕府 (えどばくふ) は、
1603年に征夷大將軍に任官
した徳川家康が創設した武家
政権である。

江戸幕府は、江戸城を本拠地におく徳川氏による
武家政権です。1603年に征夷大將軍 (せいいた
いしょうぐん) に任命された徳川家康が江戸 (いま
の東京) に開き、第15代の徳川慶喜 (よしのぶ) が
大政奉還 (たいせいほうかん) をするまでの間、
265年間にわたり日本国の政治を行いました。

質問がマニアックであるほど、専門的な内容であるほど答えを見つけやすい
⇔ 一般的な事象はノイズとなる文章が多すぎる

人間) フク子さんは居間で新聞を手に取り台所を通過して、仕事部屋に行きました。新聞は今どこにあるでしょう？

答えのタイプ: 「場所」

機械) 自宅？

わざわざ辞典に載らないような事象は答えられない

- コールセンター: マニアックな質問に対して答えの候補を表示
- 契約書: 特定の事象の場合どうなるか該当箇所を見つける
- 医療: 典型的な病気なら機械での診療も可能？

人間が得意・苦手なことと真逆な分野なので人間の補佐として有用

Wikipedia、辞書、辞典、新聞記事、
敷地は8. 8坪。3畳×2部屋、4畳半、ダイニングが6畳の3階建てという、いわゆる狭小住宅である。四谷の住宅密集地で、どの窓を開けても隣の家が迫る。だが、隣家と視線が合わない位置に窓をとり、3階から玄関まで階段室を通して日差しが入る開放感あふれるつくりで狭さを感じさせず、よく考えられた設計だ。「私は自宅仕事をするので、仕事部屋が欲しかったのですが叶いませんでした。だから、台所の横に組み立て家具を置いて、ワークスペースにしています。おかげで、台所をすぐ片付けるようになりました」

https://www.asahi.com/and_w/20140514/2699/

(おまけ)ホームページ上で質問に答えるチャットボット (以前よりは減った?)



キーワードを入力してください

質問に答えるよ!
ぼくを押してね。



○ 新型コロナウイルス感染症関連情報

- ・ 感染症予防
- ・ 局のイベント
- ・ PR施設等の情報
- ・ 下水道の支払猶予

水道って何? [欺に注意](#)

<https://www.waterworks.metro.tokyo.jp/>



水道法に基づく水質基準に適合する「安全でおいしい水」を常にお届けするために、水源から蛇口に至るまできめこまかな水質管理を実施しているよ。詳しく説明したページを表示するには[ここ](#)をクリックしてね。

アスクルって何?



『LOHACO』は、個人のお客様を対象として生活用品を中心に提供するオンラインショッピングサイトです。
『アスクルWebサイト』は、法人のお客様向け通販サービスです。

<参考>

- ・ LOHACO サイトTOPは[こちら](#)
- ・ アスクルWebサイト (外部サイト) は[こちら](#)

LOHACO

LOHACOホーム > ロハコお客様サポート

LOHACOについてお気軽にご質問ください。



こんにちは! チャットボットのマナミです。
少し肌寒くなってきましたね。衣替えしなくては・・・
LOHACOご利用でのお問い合わせ・ご質問は私でもお答えいたしますので、よろしければ画面下の入力ボックスからお願いします。

- 超PayPay祭について
- 注文直後の変更・確認について
- 領収書について
- 配送日時の変更について



文章で質問を入力してください

質問する



<https://lohaco.jp/support/index.html>

「洗濯物を干して」

⇒ そこにある洗濯物をすべて干そうとする

⇔ 一つか二つだけ干して残りを放ったりしない

「台所から取り皿を持ってきて」

⇒ 必要な枚数だけ持ってくる

⇔ 台所にある取り皿をすべて持ってきたりはしない

常識的な状況の把握ができない

発言者の意図を読み取ることができない

(おまけ) 機械にできないこと (Newton 2018/9より)

文の構造を分析して意味を把握

「太郎は花子からチョコレートもらった」と「花子は太郎にチョコレートあげた」。こういった文の構造を理解し、二つの文が同じ状況をあらわすことを理解する。

常識的な知識

A : 連休はどこか遊びに行ったの？
B : それが風邪をひいて、寝こんでしまって。
上のような会話で、Bさんは連休中に観光地などに行けなかった（行けなかった）ことを理解する。風邪をひく（病気になる）と外出が難しいという、あたりまえの知識がないと理解できない。

省略された言葉の理解

A : (私は) 東京駅まで行きたいのですが (行き方がわからないので教えてください)。
B : (あなたは) この道 (= 中央通) を進めば (あなたの) 左手に (東京駅が) 見えてきますよ。
A : (東京駅まで、ここから歩くと) 何分くらいかかりますか？
上のような会話で、カッコ内の省略された言葉をおぎなって理解する。

あいまいさの解消

「すみませんが」が、「遅刻してすみません」のように謝罪の意味で使われているのか、「すみません、前を通ります」のように軽い許可やよびかけの意味で使われているのかを、状況に応じて理解する。「駅前でテレビに映る友人を見た」という文の場合、駅前にいた友人がテレビに映っていたのか、それとも話し手が駅前にいて、テレビに映る友人を見たのかを、状況に応じて理解する。

ことなる表現だが同じ意味を持つ文の理解

「アインシュタインは1905年に特殊相対性理論、1915年～1916年に一般相対性理論の論文を発表した」という文から、「アインシュタインが相対性理論をつかった」ということを理解する。

話し手の意図の理解

「ペン持っていませんか？」と聞かれたとき、「ペンを貸してください」の意味であり、ペンの所有の有無を聞かれているわけではないことを理解する。

新語への対応

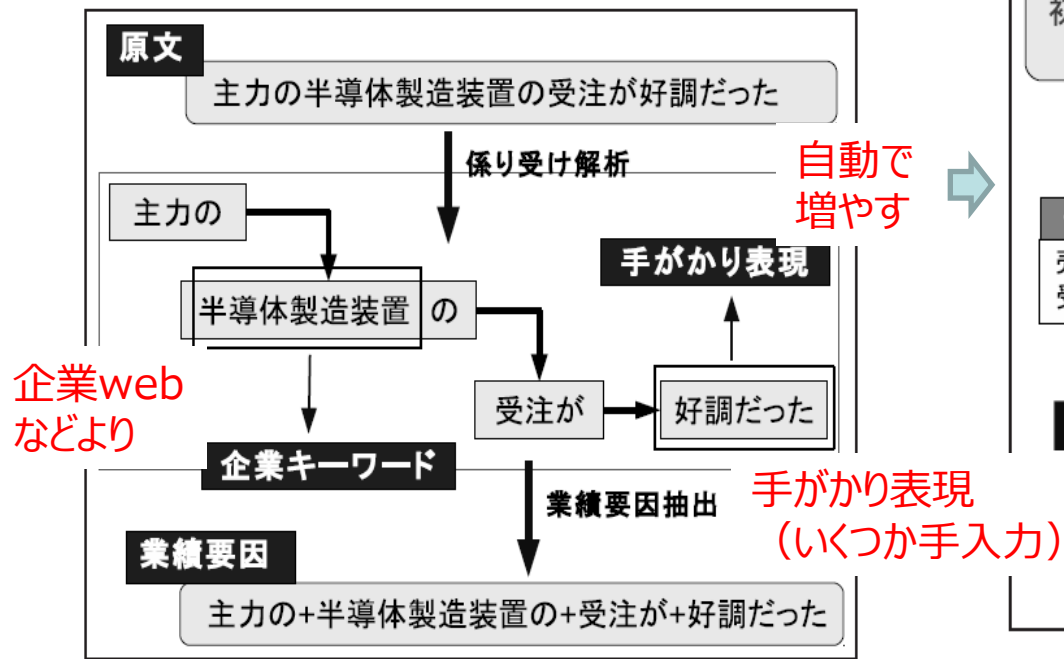
「インスタ映え」「ディスる」「そだね～」などの新しく使われるようになった言葉を学習し、理解する

科学雑誌 Newton 2018年9月号 会話するAI【試し読み】人工知能が言葉を“理解”するしくみ
協力 青野裕司 / 岡崎直観 / 坪井一菜、執筆 福田伊佐央 (編集部)

https://www.newtonpress.co.jp/newton/back/bk_2018/bk_201809.html

金融業界での高度な事例：業績要因文の抽出

<https://doi.org/10.1527/tjsai.30.172>



(ブートストラップ法)

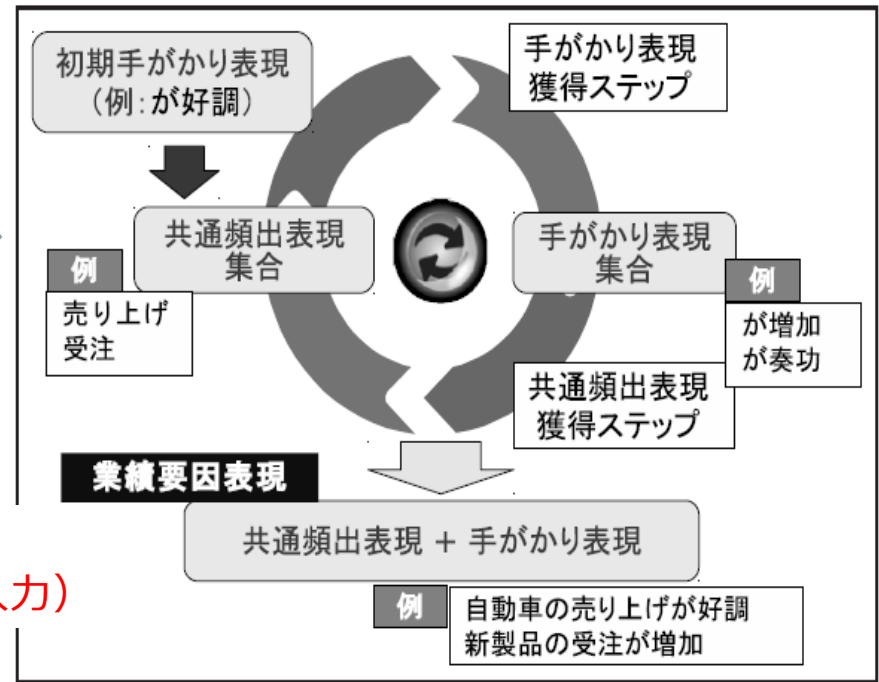


図2 手がかり表現と企業キーワードを使用した業績要因の抽出

図1 共通頻出表現・手がかり表現自動獲得手法の概要

文例	大判インクジェットプリンターは、低価格帯モデルは好調であった一方で、高価格帯モデルの需要は企業の投資抑制が影響し低迷しました
企業キーワード	高価格帯モデル, 大判インクジェットプリンター
手がかり表現	低迷し, 好調で

意味は分からなくても業績要因文を抽出・分析できる

また、以下に 決算短信 PDF から生成した要約を示す。

大和投信、決算資料を自動で要約 成蹊大と組みシステム

2016/6/7 11:59 | 日本経済新聞 電子版

大和証券投資信託委託は上場企業の決算開示資料を自動的に短いレポートにまとめ、投資判断に生かすシステムを開発する。成蹊大学と共同で開発し、年内にも実用化する。数値だけでなく開示資料の文章も要約してレポートに盛り込む。運用担当者は資料を読み込む時間が省け、業務を効率化できる。

全上場企業を対象に決算短信や決算説明資料などをインターネットで発表と同時に入手し、数分でレポートを自動作成する。レポートは主要な業績データと短い説明文で構成。大和投信の社内端末を通じて運用担当者が読めるようにする。運用担当者は銘柄選びなど投資判断により集中できる。

言語情報の処理を研究している成蹊大の酒井浩之准教授の研究室と共同開発する。メディアのニュース記事なども分析対象に加え、レポートの精度を高めることも検討する。将来は解析結果をもとに人工知能で投資先を決める完全自動運用に発展させる計画だ。

投信業界では、運用成績が株価指数と連動する「パッシブ型」と呼ぶファンドの人気の高い。銘柄選択のコストがかからないぶん手数料が安いからだ。一方で運用担当者が独自に銘柄を選ぶ「アクティブ型」は苦戦している。アクティブ型の販売を伸ばしたい大和投信は、新システムを活用して運用コストの引き下げにつなげる考えだ。

業績要因文の分析

→業績に重要な文の抽出

→要約

日経新聞 https://www.nikkei.com/article/DGXLASGD02H4D_X00C16A6EAF000/

SIG-FIN-013-10 <https://sigfin.org/SIG-FIN-013-10/>

【業績】売上高は、主要5セグメント全てで増収となった結果、前年同期比 2,309 億円増加し 1兆9,705 億円になりました。当期純損益は上記の資産価値の見直し、光学ドライブ事業の非継続化及び復興特別法人税廃止の影響等があり、前期比 266 億円減少の 508 億円になりました。(2) 財政状態に関する分析 1 当期の財政状況・総資産は、2013年3月末に比べ1,416 億円増加し、6兆2,416 億円になりました。

【要因】国内経済は、日銀による異次元緩和や財政出動に加え消費税増税前の駆け込み需要も寄与し、緩やかな景気回復が続きました。＜電力・社会インフラ部門＞：増収、減益国内の原子力発電システムが減収になったものの、電力流通システム、太陽光発電システム、鉄道向けシステム、自動車向け事業等の増収により社会インフラシステム事業全体が伸長しました。一方、火力・水力発電システムが好調を維持したものの減益になり、原子力発電システムが海外での一時的な費用や米国の原子力発電所の事業開発会社の資産価値を保守的に見直した事等の一時的な影響により悪化しました。

【予測】来期は、海外では中国の不良債権問題、国内では消費税増税に伴う景気減速等の不安要因があり、欧州や新興経済地域の回復力が弱い状況にあるものの、世界経済全体としては当期を上回る成長が予想されています。

スパークス・グループの17年4～6月期、純利益9.8倍4億6000万円

2017/7/31 16:02



スパークス・グループが31日に発表した2017年4～6月期の連結決算は、純利益が前年同期比9.8倍の4億6000万円となった。営業収益は前年同期比19.3%増の22億円、経常利益は前年同期比60.8%増の8億700万円、営業利益は前年同期比55.6%増の8億300万円だった。

税金等を計上した結果、親会社株主に帰属する四半期純利益は前年同期から増加となった。営業収益の増加に伴う支払手数料及び業績に連動する賞与の引当金繰入額が増加したことにより費用が増加したものの。

決算サマリー自動生成について

企業がネット上に開示した決算発表資料から業績データやポイントを人工知能(AI)技術を使って自動で文章を作成しました。詳しくは[こちら](#)をご覧ください

<https://www.nikkei.com/article/DGXLRST0444423R30C17A7000000/>

日経新聞 決算サマリー <https://pr.nikkei.com/qreports-ai/>

機械が記事を書き、その記事を機械が記事を読み込んで、
数値化したら要約したりする時代はもうすでに来ている

人工知能が読みやすい公表資料とは？

の17年8月期、最終損益15億円の赤字

2017/10/16 22:46



が16日に発表した2017年8月期の連結決算は、最終損益が15億円の赤字(前期は3億4900万円の赤字)となった。売上高は前期比2.4%減の78億円、経常損益は1億6700万円の赤字(前期は1億8300万円の黒字)、営業損益は2億2100万円の赤字(前期は1億700万円の黒字)だった。

カラオケルーム運営事業において、営業権を取得した東京西麻布のレストランカラオケについては、旧経営陣の営業権取得時の見込みが甘く、当初想定していた売上予算値と実績とのかい離が著しく、およそ回復できる目処の立つレベルでなく、単なる高値掴みであったことが明白であることから、営業権取得時ののれんについて減損処理を行うことになった。カラオケルーム運営事業における競争環境は年々激化しているにもかかわらず、ここ数年、旧経営陣が、新規事業開発へ経営資源を集中する余り、店舗ごとの課題点、問題点に対し把握はしていたものの、恒常的に必要なカラオケ店舗への設備投資をしておこなったことに加え、店舗スタッフの採用や教育といった人材育成投資もほぼしてきておらず、「退職率の増加」、「売上高の低下」、「営業利益率の悪化」の恒常化に繋がり、12店舗もの多数の店舗で店舗固定資産の減損が必要となったこと、資産除去債務の計上基準に従って既存9店舗で資産除去債務を計上、および資産除去債務計上済み36店舗について昨今の工事費用の高騰を受け見積金額を修正したことから特別損失を計上するに至った。

2017年8月期は年間配当を5円減らし無配とし、2018年8月期は前期と同じ無配の予想。

2018年8月期は純利益が5700万円、売上高が前期比1.5%減の77億円、経常利益が1億2000万円、営業利益が1億7600万円の見通し。

決算サマリー自動生成について

企業がネット上に開示した決算発表資料から業績データやポイントを人工知能(AI)技術を使って自動で文章を作成しました。詳しくは[こちら](#)をご覧ください

元の文章が容赦なければ
容赦ない記事になってしまう
新聞記事に“ふさわしくない”
⇔ そのあたりが機械には
理解できない

(おまけ1) 広がる新聞記事自動作成

A I が高校野球の戦評記事を即時作成 朝日新聞社が開発

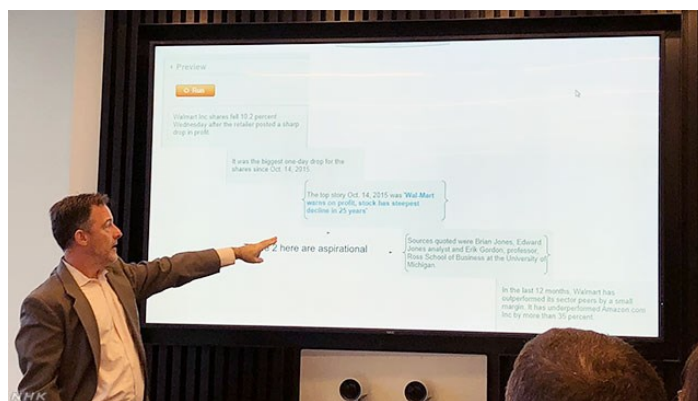
<https://www.asahi.com/articles/ASL890GLKL88ULZU011.html>



スコアブックを読み込んで、勝敗を分けたポイントを読み解く戦評記事をすばやく書く——。そんなA I 記者「おーとりい」が、朝日新聞社に誕生しました。いま、阪神甲子園球場で行われている第100回全国高校野球選手権記念大会の3回戦から、本格デビューします。

(記事例) 大阪桐蔭が接戦を制した。二回1死三塁の場面で、山田の左犠飛で先制した。先発柿木は被安打6、無四球8奪三振1失点で完投。守備陣も無失策の堅守でもり立てた。作新学院は九回、沖の右前適時打で2点差に詰め寄ったが及ばなかった。

ロイター通信の担当者が示した例では、まず、ある企業の株価が大きく値下がりしたことについて、システムが自動で「〇〇社の株価が〇〇%下落した」という文章を作成します。「この程度かな」という私の期待(?)は、原稿がそのあと、「この下落幅は〇年〇月以来の水準だ」という過去データとの比較や、同業他社との業績比較、さらにこの企業に詳しい専門家の紹介などに展開していくにつれて、驚きと不安に変わっていきます。

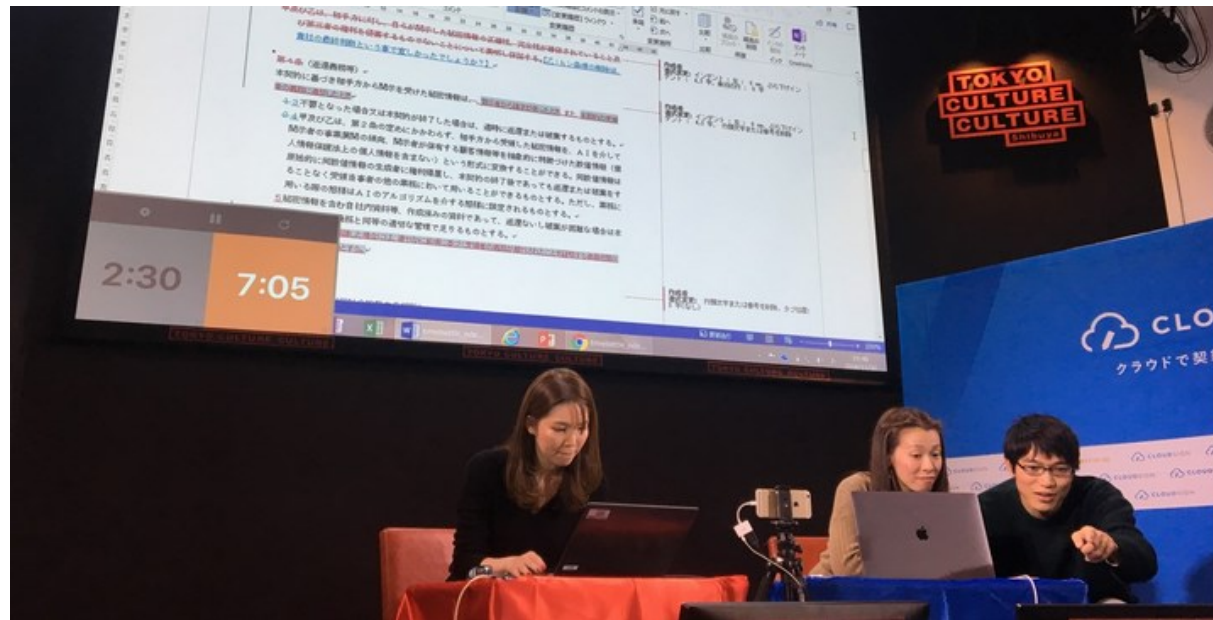


来るのか?! 記者の大量失業時代

<https://archive.is/Yme97>

(おまけ2)人工知能は、法律・契約書の分野が非常に得意

(2018年) 11月30日(金)、クラウドサイン様主催の「第2回 契約書タイムバトル」が開催されました。「契約書タイムバトル」は限られた持ち時間で2人の対戦者が契約書の編集合戦をして自分に有利になるようリアルタイムで交渉する競技イベントです。第1回「弁護士 vs 企業法務担当者」に続く第2回の今回は、「AI vs 人間」をテーマに第1回で優勝した「人類最強の弁護士」に、AI (LegalForce) を使う、法律家としては素人の起業家が挑むマッチとなりました。



「欠落条項」をチェックする機能、問題のある条文を指摘し編集候補となる「参考条文例」の提案機能、キーワードで過去のドラフトから条文を検索できる「条文検索機能」
→ 契約書作成の「サポート」として有効！

https://www.wantedly.com/companies/legalforce/post_articles/147076

(おまけ3)最近の自動翻訳技術

以前の方法

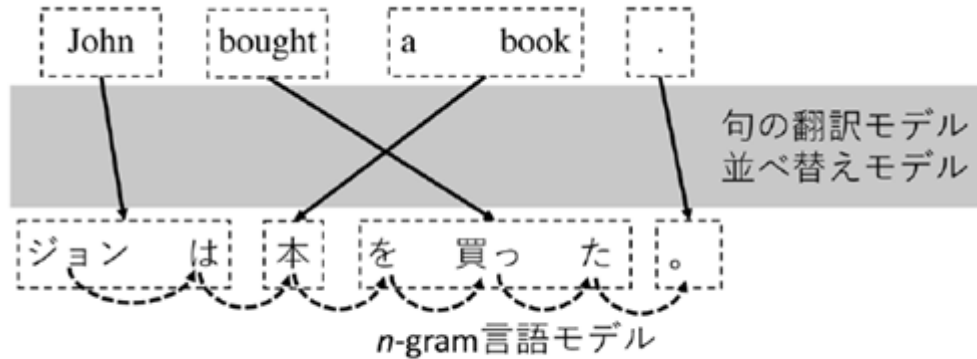


図2 フレーズベース SMT モデルの概略

文章をなるべく文章として分析

最近の方法

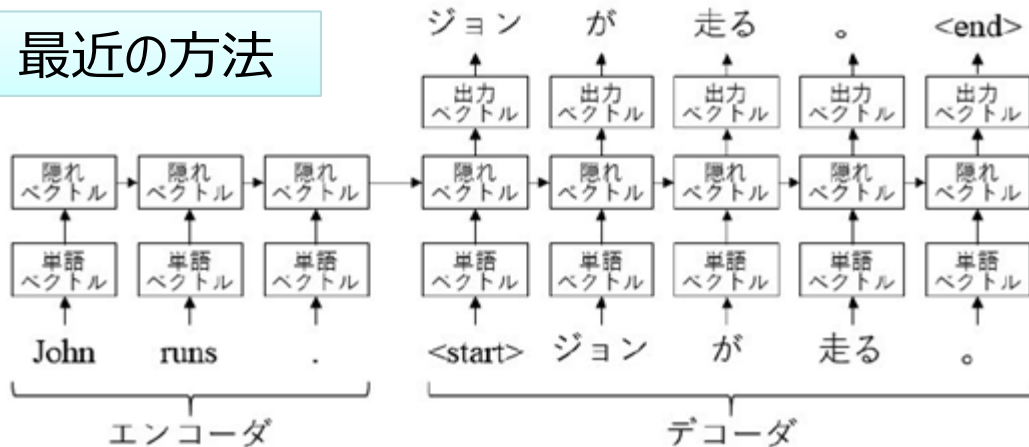


図1 seq2seq モデルの概略

文章としての分析をあきらめ、
単語をベクトル(数値)にして
何も考えずに統計的に処理する
(囲碁と同じ解き方)
→飛躍的精度の向上！
(2017年ごろ)

<http://id.nii.ac.jp/1004/00010203/>

須藤克仁, “ニューラル機械翻訳の進展 — 系列変換モデルの進化とその応用 —”,
人工知能(人工知能学会学会誌), 2019年7月号

(1) そもそも人工知能とは？

(2) 文章の要約・分析・作成

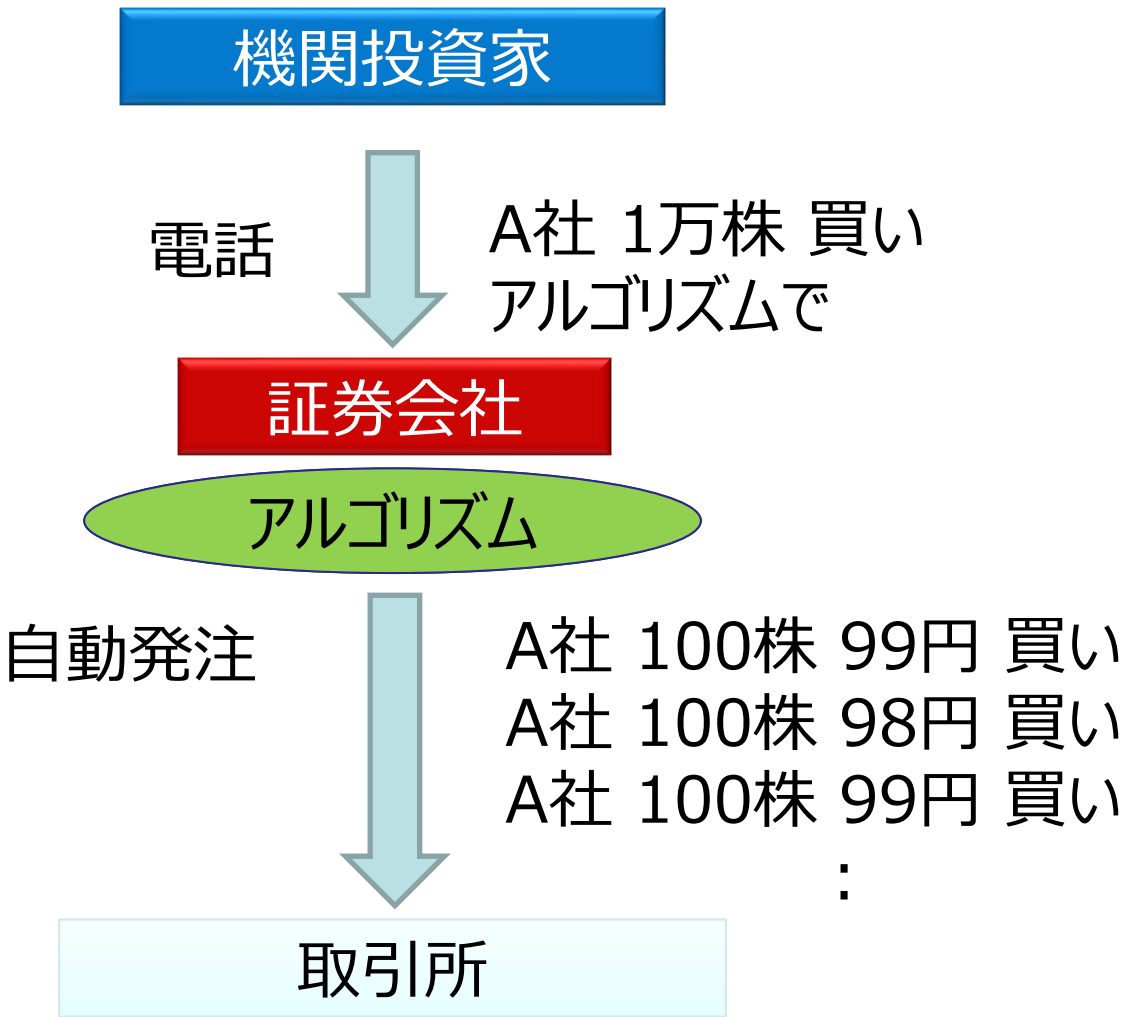
(3) 執行アルゴリズム取引の強化

(4) 不公正取引の検出

(5) 人工市場シミュレーションによる規制やルールの議論

執行アルゴリズム取引の強化

注文を“小分けにして”さばく仕事を
機械化したものが執行アルゴリズムです



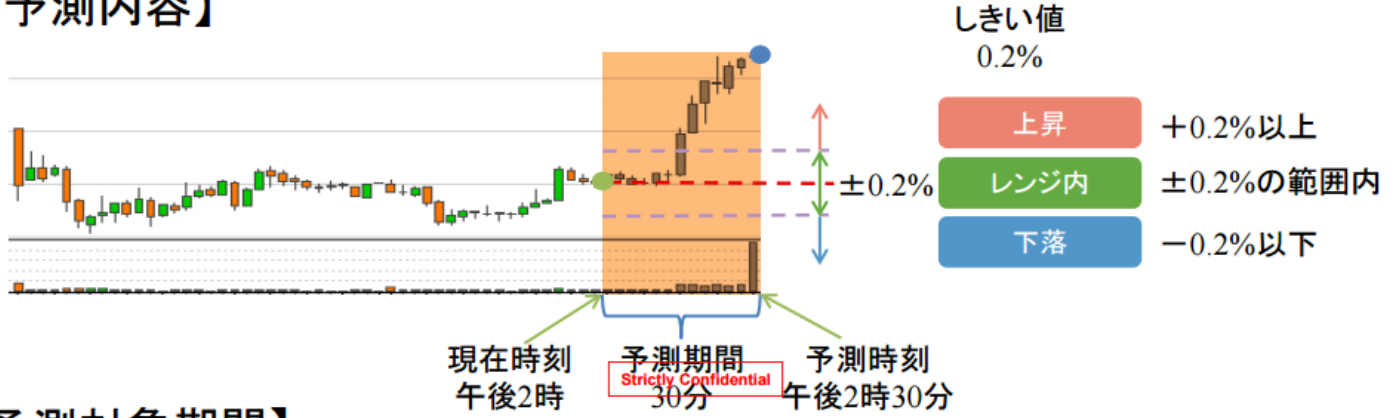
人工知能を使ったアルゴリズム取引事例 1 (1/2)

2017/4/13 日本銀行コンファレンス

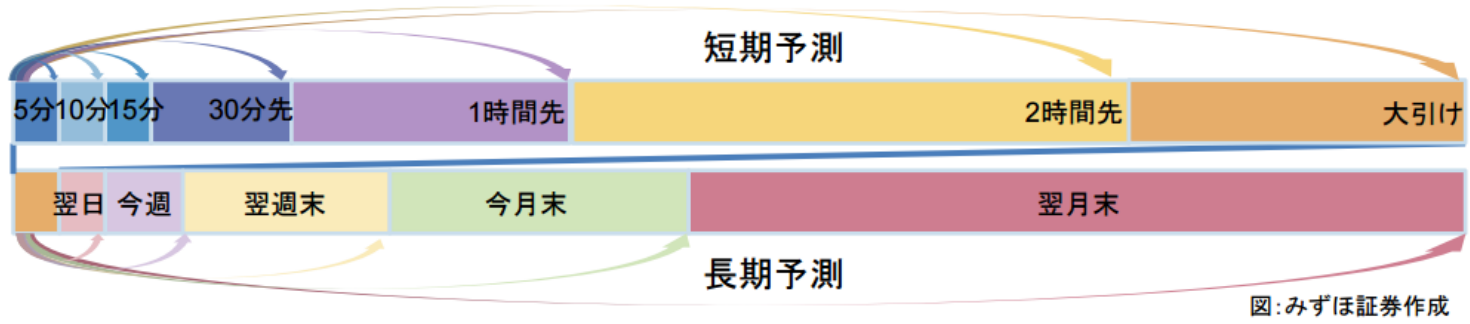
https://www.boj.or.jp/announcements/release_2017/rel170412c.htm/

みずほ証券の株価予測システム

【予測内容】



【予測対象期間】



Mizuho Securities

日本・米国 特許出願済み (日本# 2015-251015; PY20152190)

1

価格が大きく動くのを直前に知りたい
急いで買う、ゆっくり買う、を切り替えたい

2017/4/13 日本銀行コンファレンス

https://www.boj.or.jp/announcements/release_2017/rel170412c.htm/

AI実務を実現するために



高速検証環境

- 特別にパーツから選定・組立した専用サーバ群 (GPU80枚, 56Gb Network, SSD Raid)
- より多くのデータを用いた学習
- より早い性能比較検証

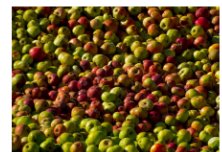
画像:みずほ証券

AIが得意とする問題とは？

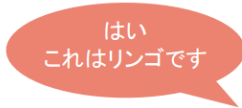
データと答えが一意に定まる



十分な数のデータがある



YesかNoで答えられる



実はマーケットの予測にAIは適応しにくい

画像:フリー素材

アルゴリズムは日中の
短期間の予測のみ

重要な情報は注文板の状況

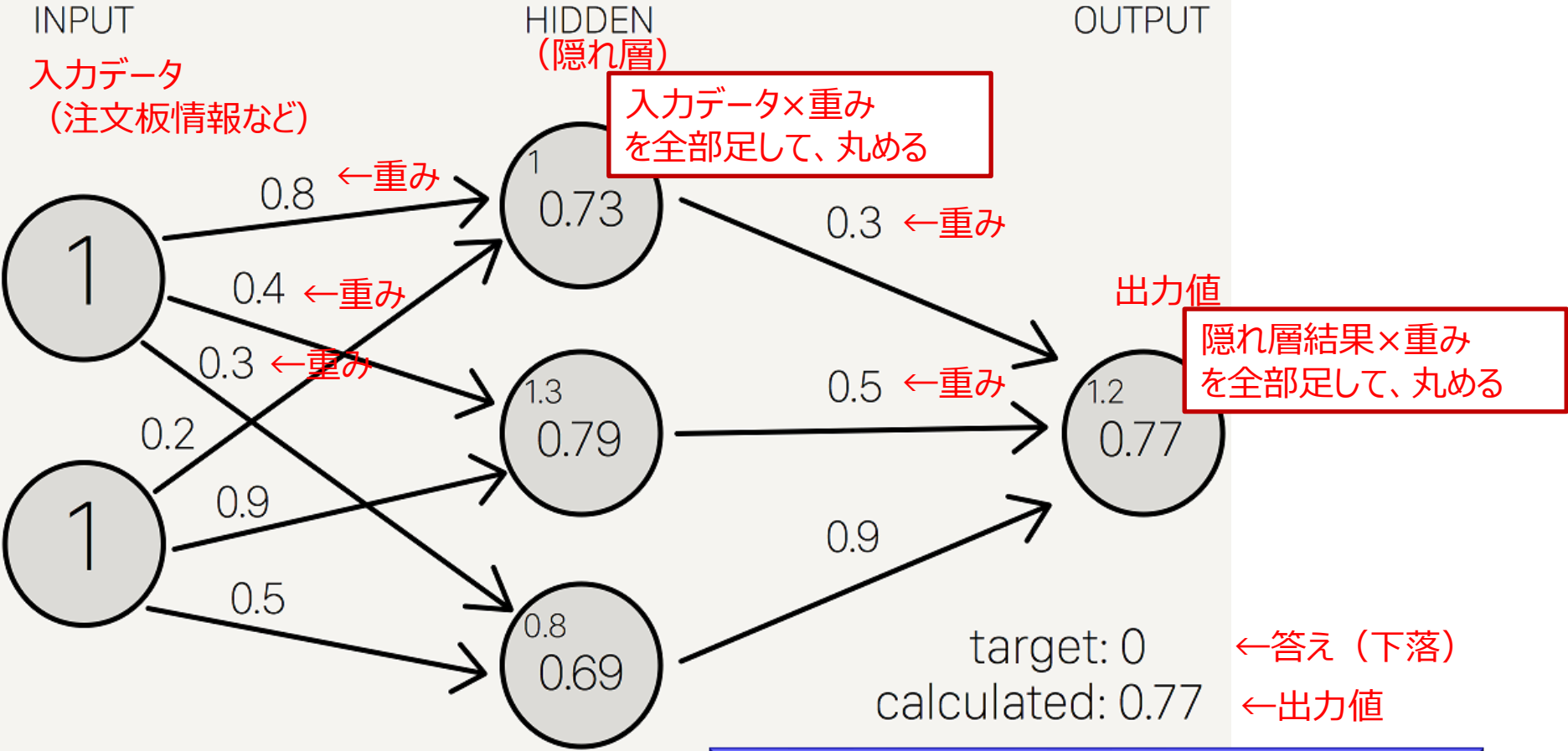


文章理解が必要がない

市場予測の中では、
人工知能が得意な分野

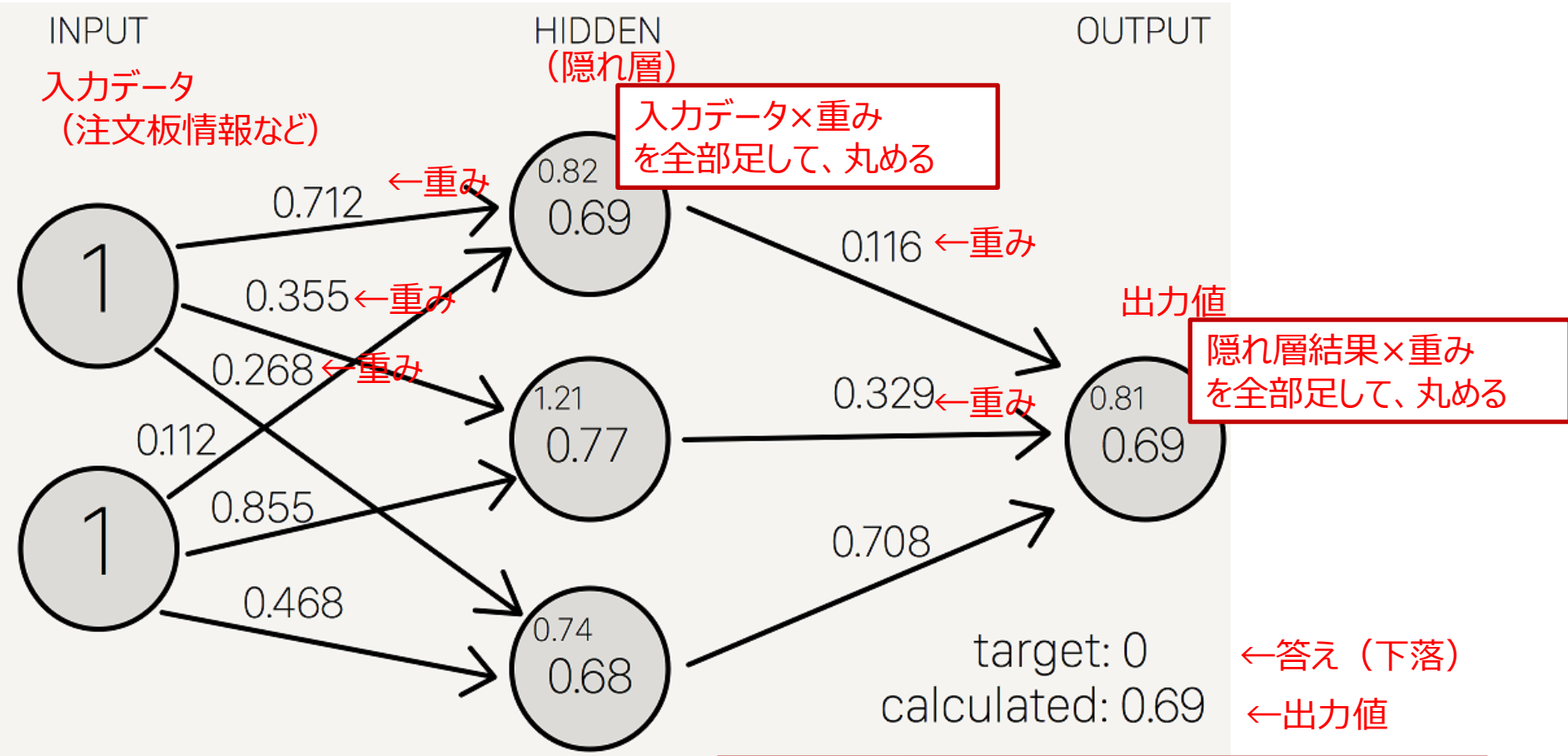
どういう仕組みか？ (1/2)

ニューラルネットワークを例に説明します
実際にはこれが非常に入り組んでもっと高度に工夫された
ディープラーニングが使われています



出力値が答えと合うように
うまく重みを調節

どういう仕組みか？(2/2)



近づいた！！これを繰り返す

どの注文板情報が騰落とどのように関係しているか自動的に発見

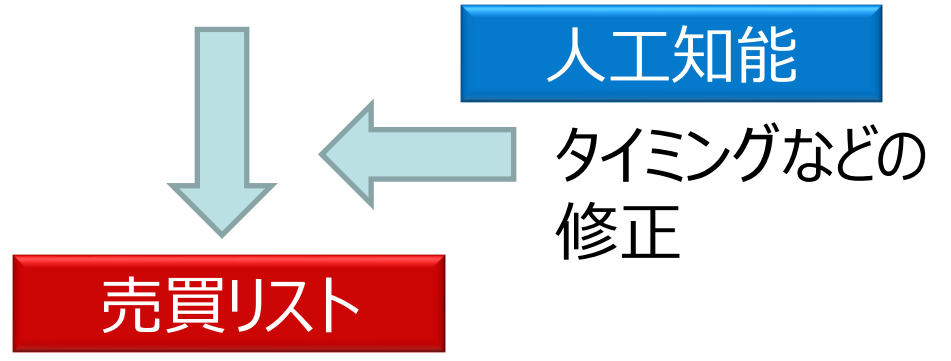
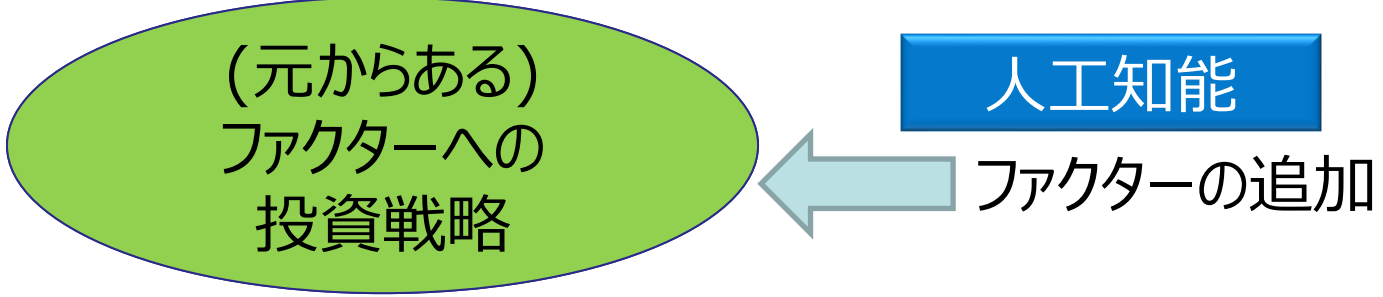
(おまけ 1) 人工知能を使ったファンドがあるとよく言われますが、

従来からのクオンツファンドが行っているファクターへの投資に
“加える”という感じがほとんど

ゼロから人工知能の学習結果だけで投資することは皆無

(クオンツ：金融市場を定量分析する人たち)

多数のファクターを
合成するのが普通

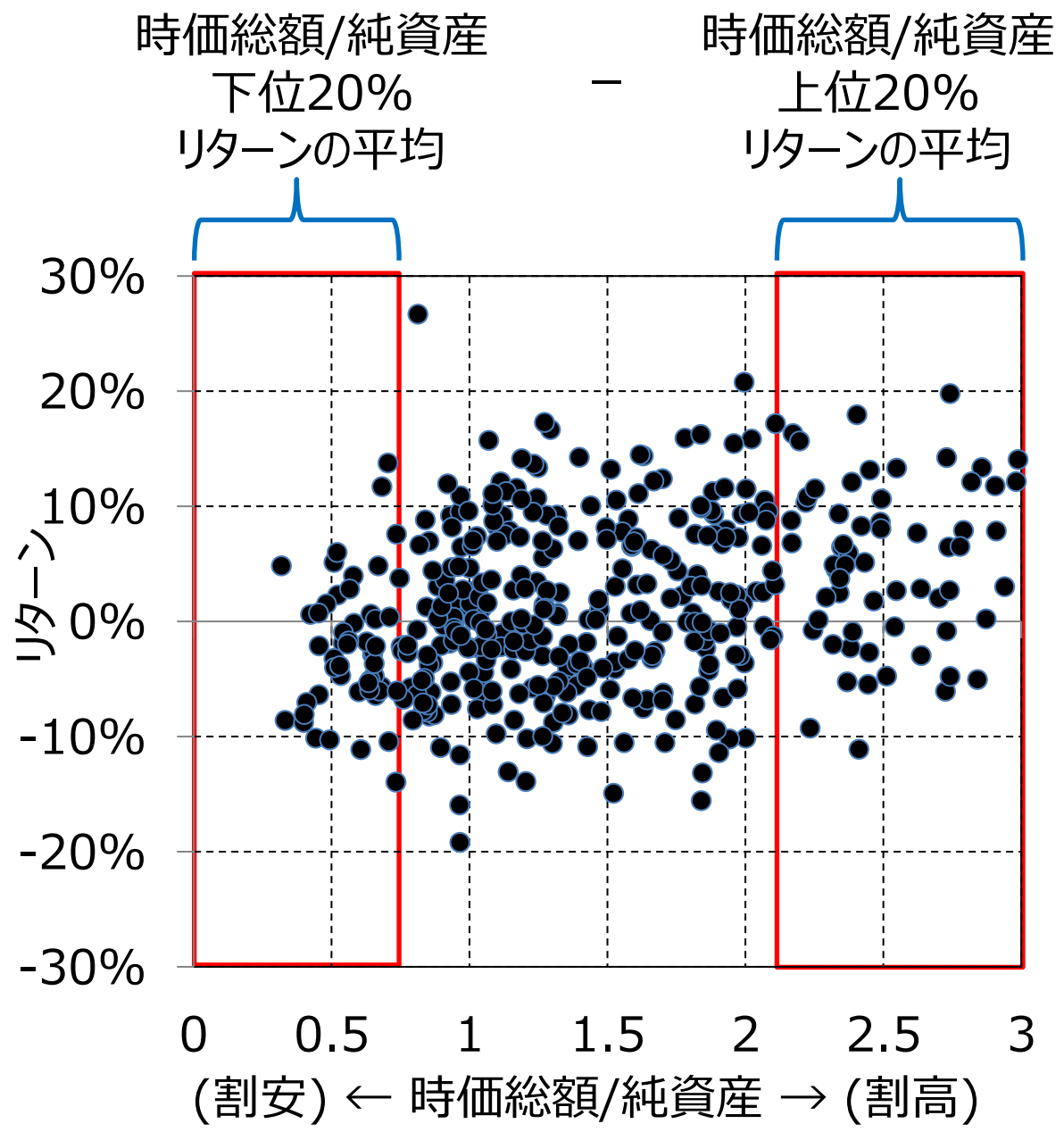


(その後の売買の執行方法は
通常のリターンと同じ)

2017/4/13 日本銀行コンファレンス でも言及あり

https://www.boj.or.jp/announcements/release_2017/rel170412c.htm/

(参考)ファクターへの投資



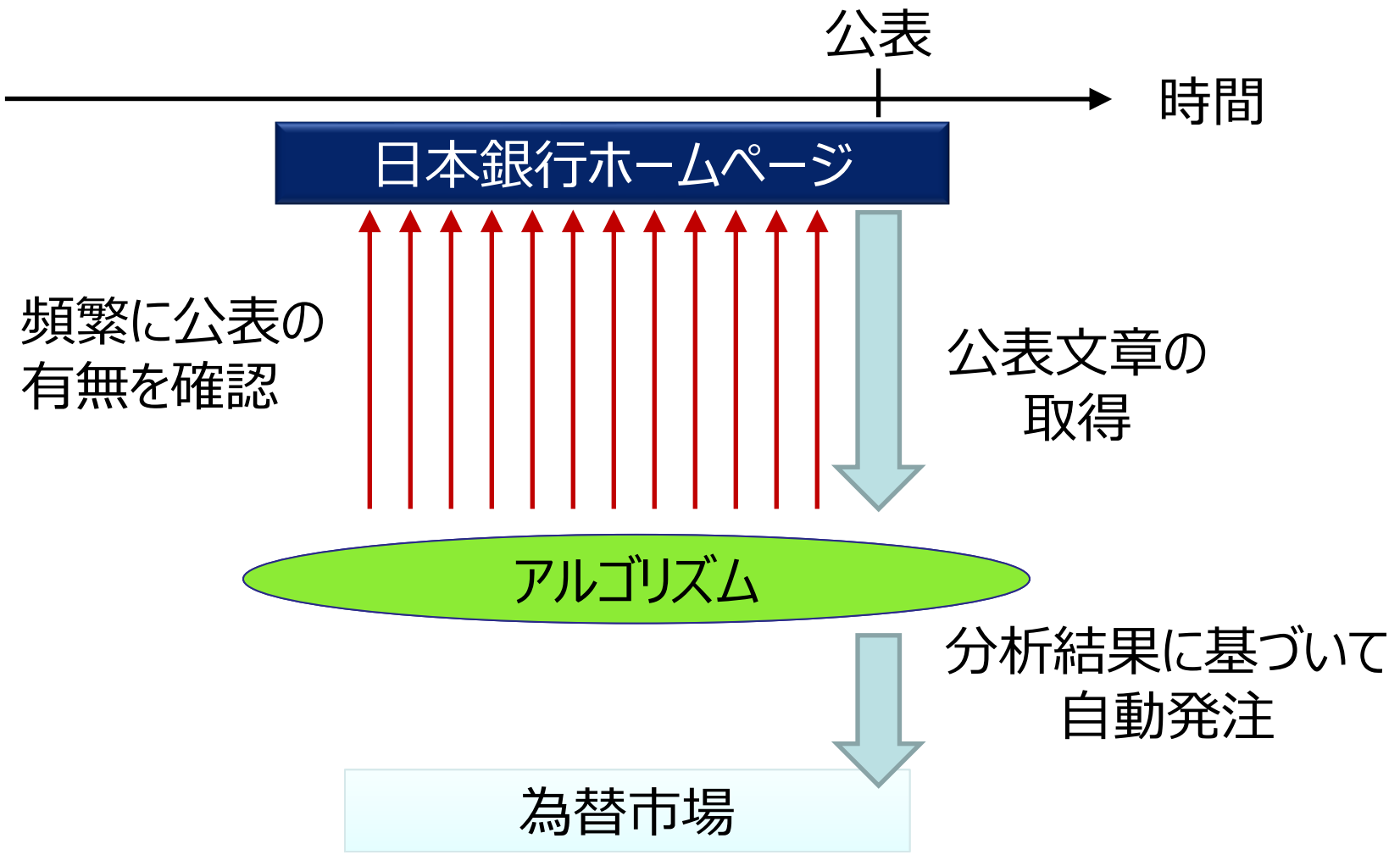
= ファクター有効性

ファクターによっては
リターンとの相関が
出る場合がある

数銘柄持っても
ファクター有効性は
取り出せない

大量に持てば
(割安を買い割高を
空売り)すれば
ファクター有効性は
取り出せる

(おまけ 2) 市場の上がる下るをあてるアルゴリズムもあるにはある



2015年～2017年ごろに日本銀行金融決定会合の結果発表後、
即座に為替取引をする投資戦略が流行った

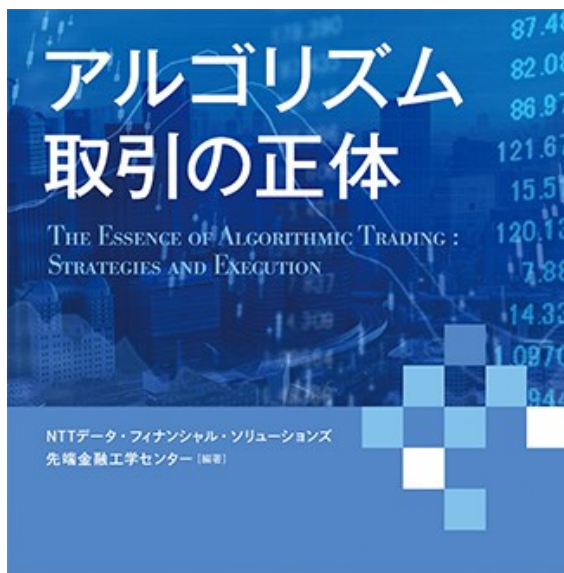
日本銀行 金融研究所「金融政策アナウンスメントとアルゴリズム取引：ウェブページへのアクセス情報を用いた検証」, 2018
<https://www.imes.boj.or.jp/research/abstracts/japanese/18-J-11.html>

(おまけ3) 広くアルゴリズム取引・高頻度(高速)取引を知りたいければ



<https://www.sparx.co.jp/report/special/>

- 2019/4/3 高頻度取引 (3回シリーズ第1回) : 高頻度取引とは何か?
- 2019/5/8 高頻度取引 (3回シリーズ第2回) : 高頻度取引業界-競争激化と制度・規制の整備-
- 2019/6/13 高頻度取引 (3回シリーズ第3回) : 高頻度取引ではないアルゴリズム取引と不公正取引の取り締まり高度化



高速取引についての講演資料

2020/11/26 第73回OPT 公開研究会
株式の高速取引と取引所の高速化

<https://mizutakanobu.com/202011OPT.pdf>

14:50-15:15



『株式の高速取引と取引所の高速化』
水田 孝信 氏 (スパークス・アセット・マネージメント 株式会社)

【要旨】近年、株式取引の1つの手法として高速取引(高頻度取引=HFT, High-Frequency Trades)が普及した。それにともなって取引所の高速化も進んだ。本講演ではこのような高速化の理由と求められている速さについて述べる。

ついにわかる! アルゴ取引戦略の全体像

- ◆ 取引システムの開発者が40を超える戦歴のねらいと歩みを体系的に解説
- ◆ FX市場におけるアルゴ、2018年4月から金融法の規制対象となったHFT (高頻度取引) についてもそれぞれ章を割き説明

<https://store.kinzai.jp/public/item/book/B/13408/>

書籍名は怪しげだが、網羅的で教科書的な内容

(1) そもそも人工知能とは？

(2) 文章の要約・分析・作成

(3) 執行アルゴリズム取引の強化

(4) 不公正取引の検出

(5) 人工市場シミュレーションによる規制やルールの議論

日本経済新聞

<https://www.nikkei.com/article/DGXMZO45654000U9A600C1EE9000/>

株価操作狙うあおり投稿抽出、SNS監視強化 金融庁

金融機関

2019/6/5 1:31

SNSの不正投稿を監視するイメージ

特定企業の株価の急騰・急落

SNSなどネット上の関連投稿をAIが分析

- A社が海外企業を買収か
- B社が国内で大型設備投資へ
- C社で不祥事が発覚

不正の疑われる案件を抽出

審査官が本格調査

不正あり

不正なし

課徴金納付命令などを勧告

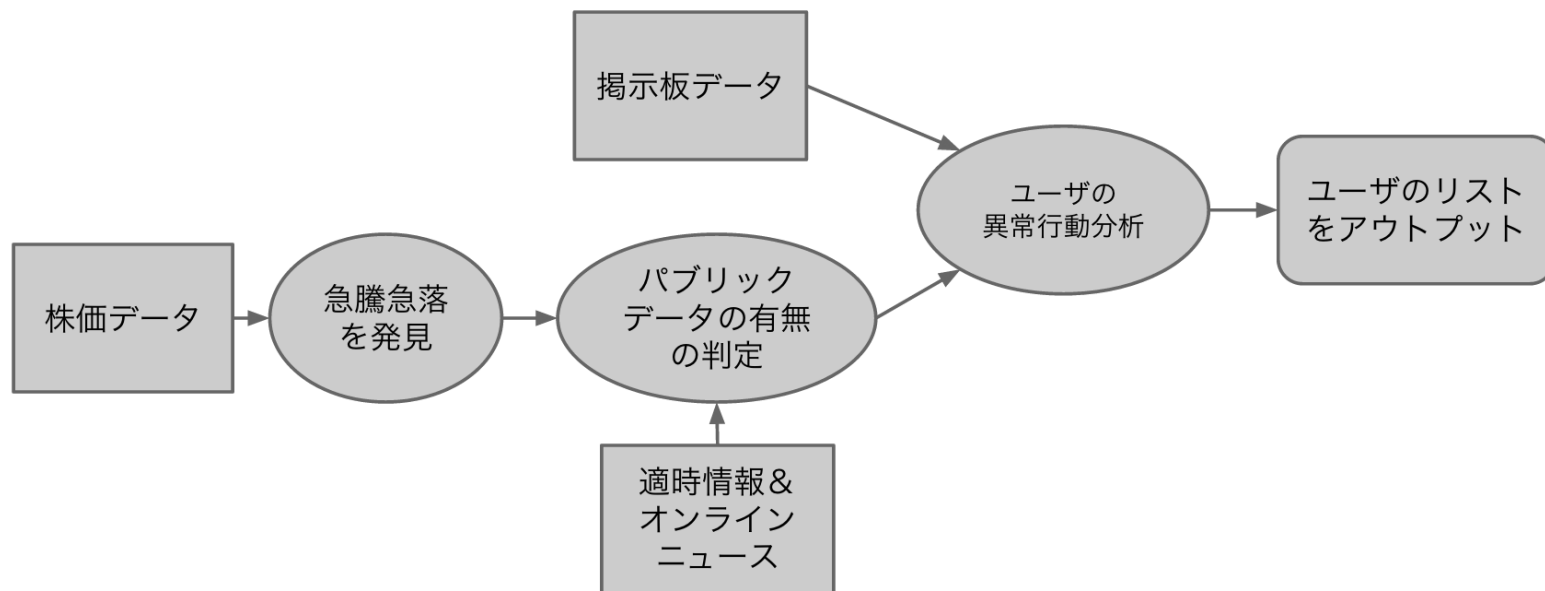
監視委はネット投稿が取引に与える影響を注視している。有力な個人投資家がSNSに根拠のない情報を投稿し、株価を操作しようとするケースなどが水面下で増えているとみられるためだ。20年度以降は銘柄を絞り込んだ後の本格調査にもAIを生かす方法を検討する。実際に取引を成立させる意思がないのに大量の売買注文を出して価格を操作する「見せ玉」の手口など不正の可能性が高いパターンを設定し、相場操縦やインサイダー取引をあぶり出す。

株式掲示板におけるユーザ行動異常検知を用いた 相場操縦発見手法に関する研究

2015年度 人工知能学会 研究会優秀賞(の1つ)

宮崎 邦洋^{1*} 松尾 豊¹

¹ 東京大学工学系研究科技術経営戦略学専攻



掲示板の書き込みの中から、通常ではありえないような異常な書き込みを探す → 株価操縦などの捜査の足がかりに

掲示板を使った仕手株筋が相次いで捕まったことと無関係ではない？

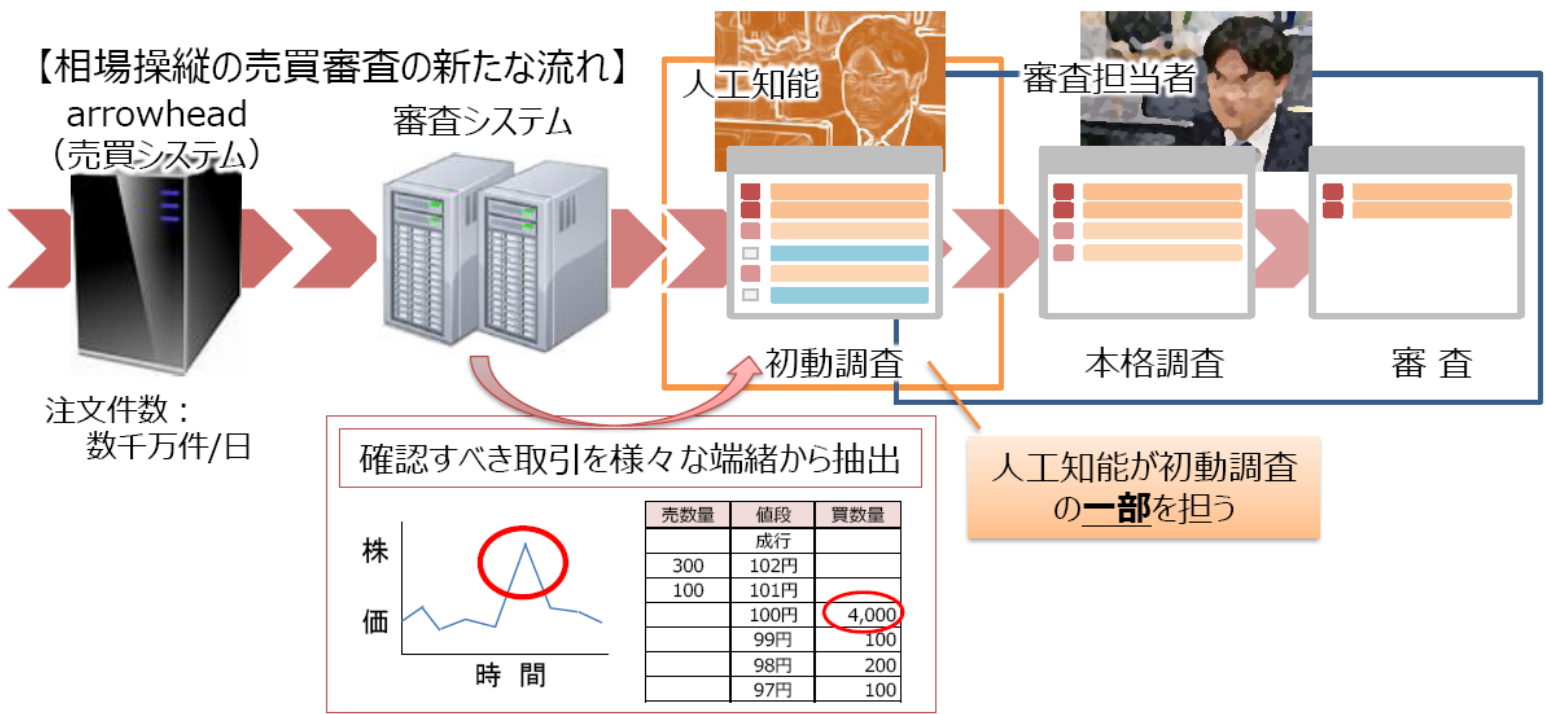
プレスリリース <https://www.jpx.co.jp/corporate/news-releases/0060/20180319-01.html>

売買審査業務へのAI適用（業務効率化）

- 審査担当者のノウハウを学んだ「人工知能」を活用する
 - 売買審査部に蓄積されたノウハウを学んだ審査専用の人工知能を生み出す
 - 初動調査の一部を人工知能が代替する
 - 突発的な大量注文にも、人工知能が審査担当者の急激な業務負担増加を緩和させる
- 審査担当者は詳細な調査に注力可能となる



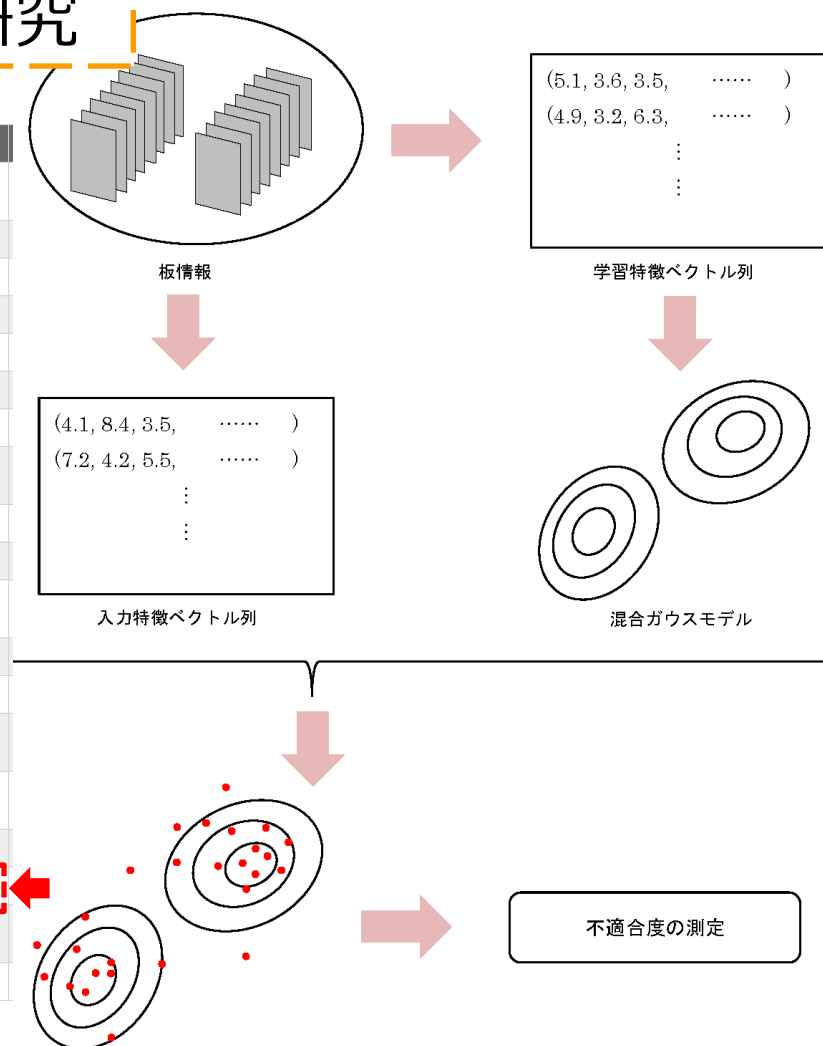
日本取引所グループ
 東京証券取引所
 大阪取引所
 日本取引所自主規制法人
 日本証券クリアリング機構



東京証券取引所と東京大学の共同研究



	発行日	タイトル
Vol.18	2016/12/14	人工市場を用いた自己資本比率規制に基づく市場リスク管理が複数資産市場に与える影響の分析
Vol.17	2016/12/08	人工市場シミュレーションを用いたバッチオークションの分析
Vol.16	2016/09/15	米国の上場インフラファンド市場を巡る動向 - MLP、YieldCo、ソーラーREITの考察 -
Vol.15	2016/08/30	金融市場インフラに対する分散型台帳技術の適用可能性について
Vol.14	2016/06/09	日経225先物の夜間立会と日中立会の取引行動の差異分析
Vol.13	2016/03/31	国内高速3株市場間の注文板形成の先行運行関係分析
Vol.12	2016/03/28	従業員持株会が生産性、資金、および企業業績に与える影響
Vol.11	2016/03/11	VPINを用いた短期的な市場変動予測 - 日経225先物及び日経225miniを用いた実証分析 -
Vol.10	2015/03/31	高頻度注文板データによる2014年東証ティックサイズ変更の国内株式市場への影響分析
Vol.9	2015/03/31	人工市場シミュレーションを用いた取引システムの高速化が価格形成に与える影響の分析
Vol.8	2015/03/31	保有資産を考慮したマーケットメイク戦略が市場間競争に与える影響：人工市場アプローチによる分析
Vol.7	2015/01/20	東証立会市場における呼値の単位の変更の影響
Vol.6	2014/07/31	High Frequency Quoting, Trading, and Efficiency of Prices
特別レポート	2014/07/10	米国市場の複雑性とHFTを巡る議論
Vol.5	2014/07/07	人工市場シミュレーションを用いたマーケットメイカーのスプレッドが市場出来高に与える影響の分析
Vol.4	2014/05/20	東京証券取引所におけるHigh-Frequency Tradingの分析
Vol.3	2013/03/19	混合ガウスモデルを用いた市場注文状況の変化の検出
Vol.2	2013/01/30	人工市場シミュレーションを用いた取引市場間におけるティックサイズと取引量の関係性分析
Vol.1	2012/09/28	東証市場における空売りの実態及び空売り規制の影響



入力特徴ベクトル列と混合ガウスモデルの比較

通常ではありそうにない取引を発見 → 不公正取引発見の足がかり

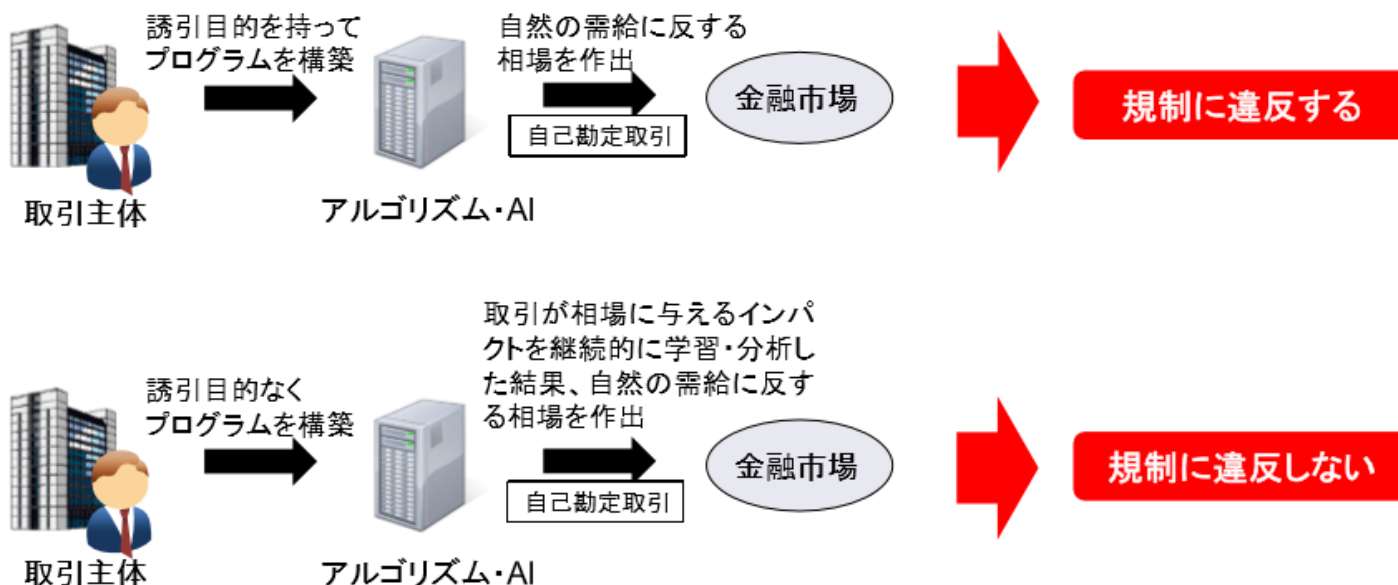
人工知能が勝手に不正取引をしたら法的責任は？

日本銀行金融研究所「アルゴリズム・AIの利用を巡る法律問題研究会」報告書 (2018/9/11)

https://www.boj.or.jp/announcements/release_2018/rel180911a.htm/

6. アルゴリズム・AIの利用と相場操縦規制

(2) アルゴリズム・AI利用時の問題：誘引目的の欠如



- 取引が相場に与えるインパクトを継続的に学習・分析するアルゴリズム・AIを利用するような場合、自然の需給に反する相場を作出する取引が行われたとしても、取引主体には誘引目的がないことが考えられる。
- 人間であれば誘引目的が推認されるような取引態様であっても、アルゴリズム・AIには誘引目的がないために規制対象とならないとすると、市場の公正性が害されないか？

人工知能は相場操縦という不正な取引を勝手に行うか？ — 遺伝的アルゴリズムが人工市場シミュレーションで学習する場合 —

2020年 人工知能学会全国大会で発表

○ A Iトレーダーが勝手に相場操縦をするかどうかをコンピュータシミュレーションで実験
→ する場合があることが分かった

○ここでいう“勝手に”とは、A Iトレーダーの作成者・使用者が、相場操縦するつもりがなかったとしても、A Iトレーダーが学習の中で、相場操縦を最適な取引戦略として見つけ出し、実行すること

○現在の日本の法律では（アメリカでも同様）、A Iトレーダーの作成者・使用者が相場操縦を意図していない場合、刑事責任を問えない

○このままだと、「A Iが勝手にやった」と言い逃れする人が現れるため、規制を強化する必要がある、と結論付けた

買いを減らすも上昇継続 ← ノーマルエージェントのテクニカル戦略が先の上昇のせいで上昇を予想してしまった



予稿 https://doi.org/10.11517/pjsai.JSAI2020.0_2L5GS1305
プレゼン資料 [https://mizutakanobu.com/202006.pdf](https://mizutatakanobu.com/202006.pdf)
プレゼン動画 <https://youtu.be/tqaeTA2MfDg>

(1) そもそも人工知能とは？

(2) 文章の要約・分析・作成

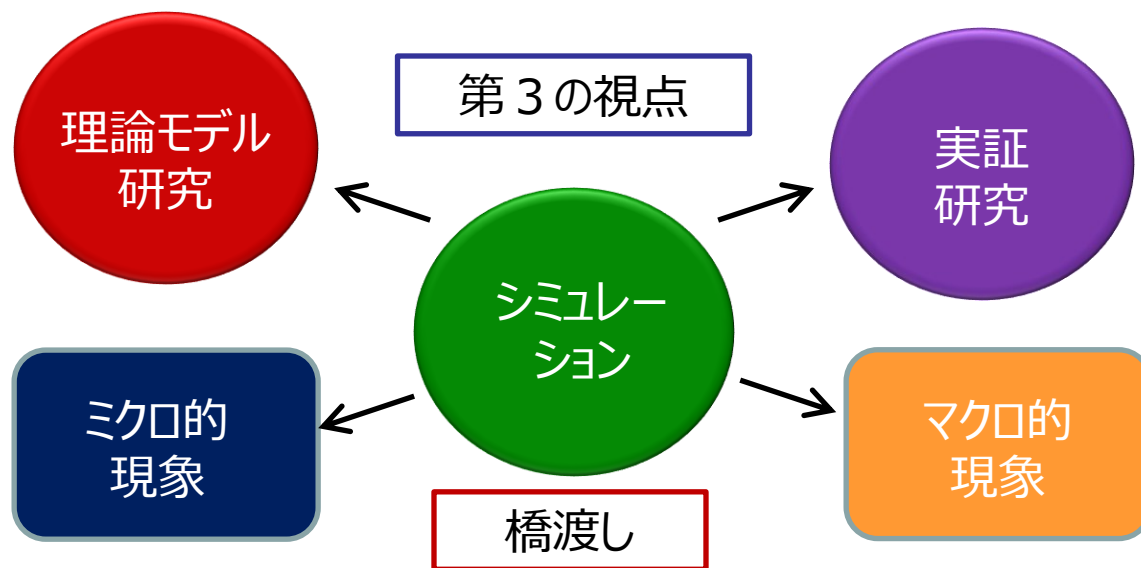
(3) 執行アルゴリズム取引の強化

(4) 不公正取引の検出

(5) 人工市場シミュレーションによる規制やルールの議論

さまざまな分野で活躍するマルチ・エージェント・シミュレーション

コンピュータの中に仮想の社会を構築。マイクロなエージェント（人間）を多数投入。お互いに相互作用する。それらが集積してマクロな挙動がみれる。



- ・複雑系である社会において、制度・規制の変更が与える副作用や想定外の効果をコロンブスのたまご的に発見
- ・理論や実証で調べるべきテーマの発見、メカニズムの知識発見
- ・既存の手法を補完する手法として他分野では定着

自動車道の整備が交通渋滞へ与える影響分析、テロや火災・伝染病が発生した場合の避難の方法、など

活躍するマルチ・エージェント・シミュレーション



J R 岡山駅東口広場に電停を 路面電車乗り入れに着手 環状化も ...

毎日新聞 - 2018/04/01

岡山市は今年度、J R 岡山駅東口広場への路面電車乗り入れ事業に着手する。... だが、東京大に依頼した交通シミュレーションで車の信号待ちの回数は大きく変わらないとの結果が出たため、「著しい渋滞は生じない」と事業の着手に踏み切る ...

<https://mainichi.jp/articles/20180402/ddl/k33/010/298000c>

http://www.city.okayama.jp/toshi/gairokoutsuu/gairokoutsuu_00206.html



役所の意思決定にも使われている



路面電車乗り入れを含めた岡山駅前広場のあり方検討会 第4回検討会

第4回地下街安心避難対策検討委員会(平成26年1月17日)

「路面電車乗り入れを含めた岡山駅前広場のあり方検討会 第4回検討会」の議事録について報告します。
路面電車の岡山駅東口広場への乗り入れを契機に、乗り入れを含めた岡山駅東口広場のあり方について、広く意見を聴取することを目的に、「路面電車乗り入れを含めた岡山駅前広場のあり方検討会」を設置しました。

第4回検討会資料【平成30年2月14日(水)】

- [会議次第 \(PDF:33KB\)](#)
- [出席者名簿 \(PDF:56KB\)](#)
- [配席表 \(PDF:46KB\)](#)
- [本編 \(その1\) \(PDF:2.6MB\)](#)
- [本編 \(その2\) \(PDF:2.7MB\)](#)
- [本編別紙 \(その1\) 交通シミュレーション \(PDF:1011KB\)](#)
- [本編別紙 \(その2\) 交通シミュレーション \(PDF:2.3MB\)](#)

議事次第(PDFファイル)

- 資料1 実地調査の報告(PDFファイル)
- 資料2-1 避難シミュレーション報告(PDFファイル)
 - 動画 避難シミュレーション Case A 階段閉塞なし(8倍速)(WMVファイル)
 - 動画 避難シミュレーション Case A 階段閉塞なし(1倍速)(WMVファイル)
 - 動画 避難シミュレーション Case B 階段閉塞あり(8倍速)(WMVファイル)
 - 動画 避難シミュレーション Case B 階段閉塞あり(1倍速)(WMVファイル)
- 資料2-2 対策の検討と実施(案)(PDFファイル)
- 資料3 安心避難対策ガイドラインの骨子(素案)(PDFファイル)

http://www.mlit.go.jp/toshi/toshi_gairo tk_000052.html

ホワイトハウスのキューバ危機

マルチエージェント・シミュレーションで探る
核戦争回避の分水嶺

阪本拓人+保城広至+山影進



核戦争危機から50年

ケネディ(大統領)が自ら執務室等に仕掛けたテープ分析を駆使し、実際に起こった現実だけでなく、起こらなかった(起こり得た)現実をも説明できる新モデルを開発。歴史のIFに敷いて挑戦する!

(変わり種)
キューバ危機時の米政府の会議をシミュレーション
出欠状況次第で結論が変わりえたことを示す

https://jwww.iss.u-tokyo.ac.jp/publishments/books/2012/hoshiro_2012_03.html

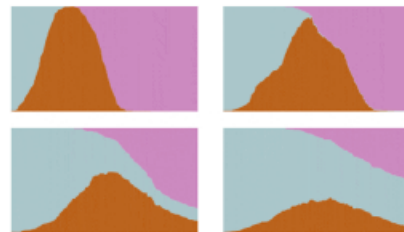
活躍するマルチ・エージェント・シミュレーション: 感染症対策でも

<https://www.washingtonpost.com/graphics/2020/world/corona-simulator/>

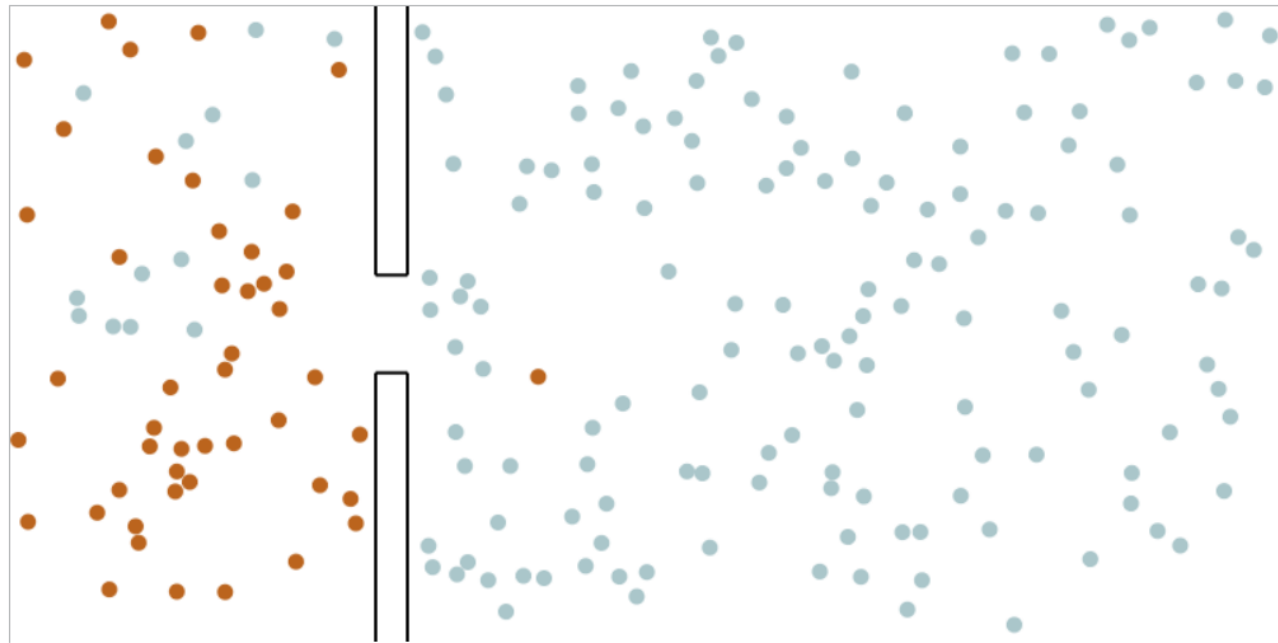
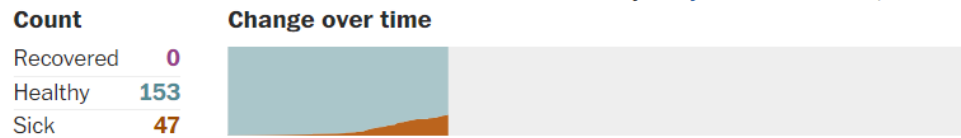
(日本語版) <https://www.washingtonpost.com/graphics/2020/health/corona-simulation-japanese/>



Why outbreaks like coronavirus spread exponentially, and how to “flatten the curve”



By Harry Stevens March 14, 2020



- ボールのように動く
直線に動く、ぶつかると反射
 - ぶつかると感染
 - 感染して時間がたつと回復
もう感染しない・させない
⇒ 何もしないとピーク高い
収束早い
対応するとピーク低い
収束遅い
⇒ 自粛解除の良い
タイミングはピーク近辺？
- ↑ こういう理由が分かる
議論ができる

モデルは単純であり得ない設定だが、だからこそ分かる素過程がある

シミュレーションモデルにはできて数理モデルにはできないこと：シリングモデルを例に

学生(#)と教授(@)が参加する立食パーティー

トーマス・シリング「マイクロ動機とマクロ行動」, 2016年
<http://www.keisoshobo.co.jp/book/b251669.html>

#	#	@	#	@		
#	#	@		@	#	@
#	@		#	@	#	
@	#	@	#	@	#	@
@	@	@	#	@	@	@
#	#	#	#		@	
#	@	#	@	#	@	
@	@		#			

ルール：

- 自分の周り（8マス）自分の同類が1/3より多ければよい
- 他方に囲まれた場合どこかに移動

繰り返していくと、...

#	#	@	#	#			
#	#	#	@	@	@	#	#
#	#	@	@		@	#	
#	@	@	@	@	@	@	
@	@	@	#	@	@	@	
@	#	#	#	@	@	@	
	#	#	#	#			
@	@				#		

分離されてしまう

修正ルール：

- #: 要求同類の人数 1 人増
- @: 1 人減、繰り返していくと、...

#	#	#	#	@	@	
#	#	#	#	@	@	@
#	#	#	#		@	
@	#	@	@	@	@	@
@	@	@	#	@	@	@
	#	#	@			
@	#	#	#	@		
@	@	#	#	#		

「自分があまりにも少数派になりたくない」だけで分離が起きる。積極的に「嫌い」なわけじゃない

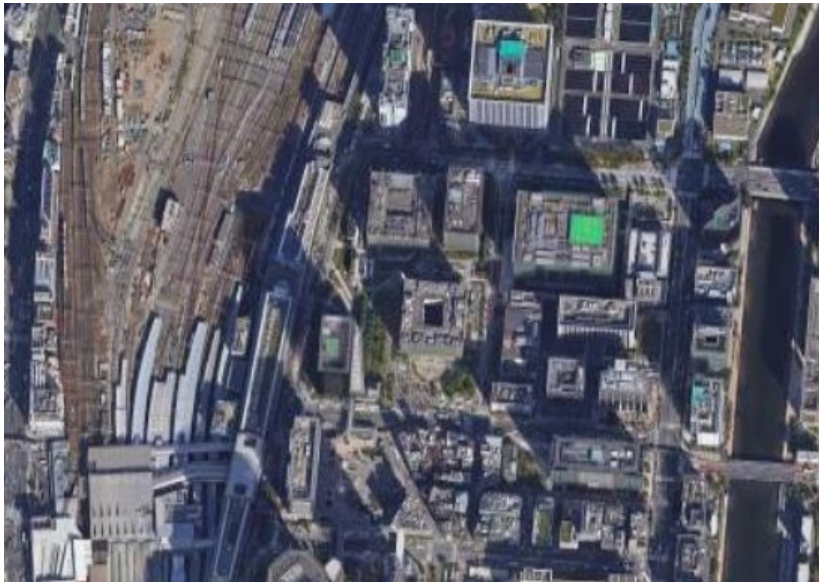
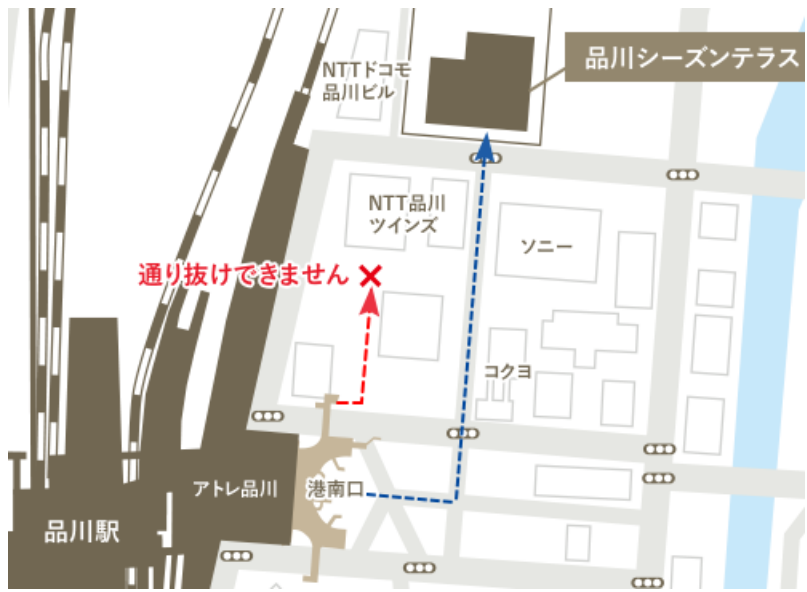
この理由が分かることがシミュレーションの目的
現実の会場の最終配置を予測することは目的でない

配膳テーブルの位置とか、個々人の食べる量の違いとか、准教授は？とか、現実にこんな会場ないとか、こんな単純な人いないとか、「この調査目的において」はどうでもよい。むしろ「理由の理解」には邪魔になるだけ。

#の場所が狭くなる

「知りたいこと」に応じてモデルを簡略化・複雑化することが大事

どちらの地図が分かりやすいか？



(左)品川シーズンテラス公式ホームページ(<https://shinjuku-st.jp/access/train.html>)より,
(右)Google mapより(画像 © 2020, CNES/Airbus, Digital Earth Technology, Maxar Technologies, Planet.com, The Geoinformation Group, 地図データ © 2020 Google)

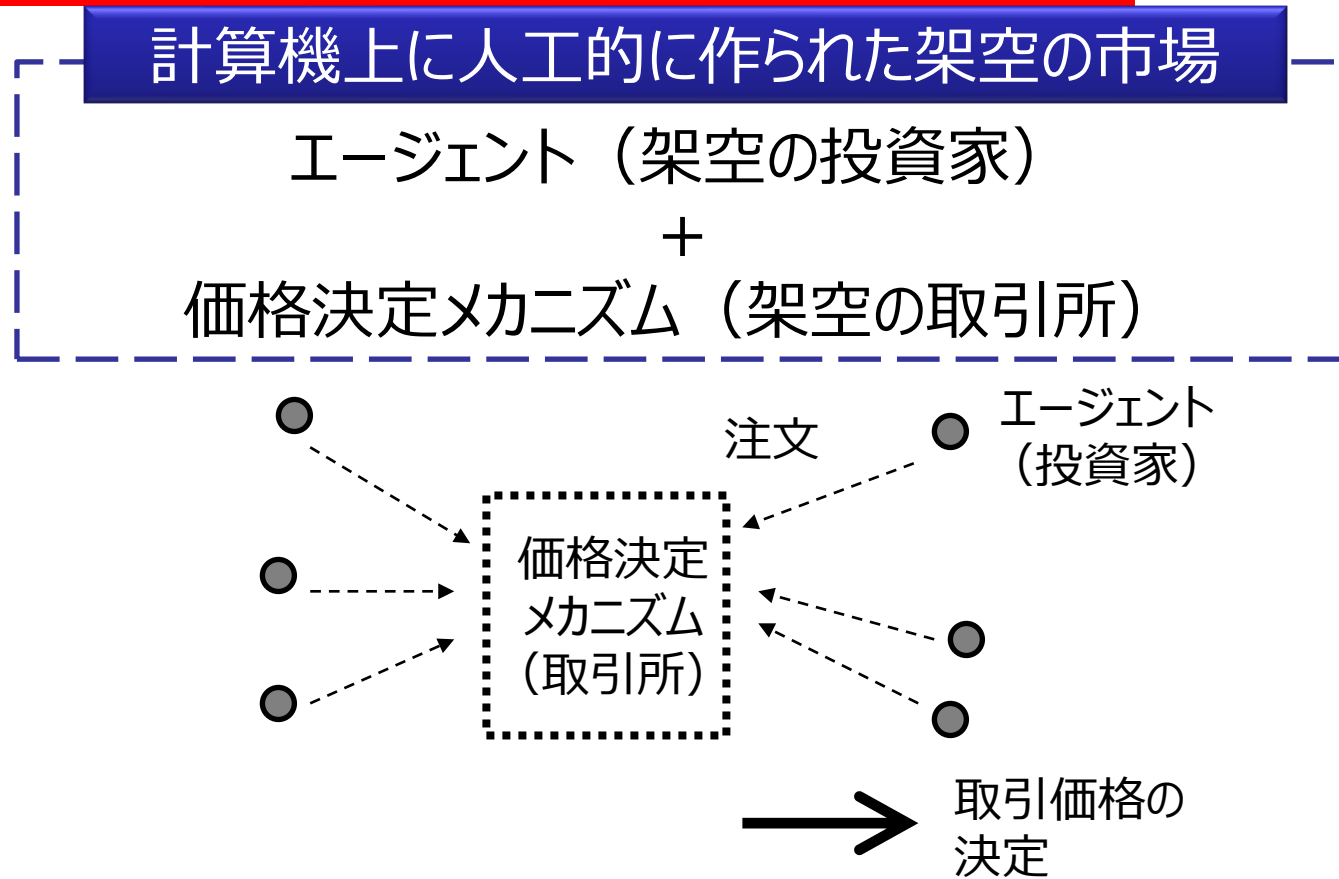
現実とは大きく異なるが、理解しやすい
迷子にならない

現実に近いが分かりにくい
迷子になる

理解したいことの本質以外は削り落としてモデル化
理解したいことが異なれば削り落とす部分も異なる

マイケル・ワイスバーグ「科学とモデル シミュレーションの哲学入門」, 2017年
<http://www.unp.or.jp/ISBN/ISBN978-4-8158-0872-3.html>

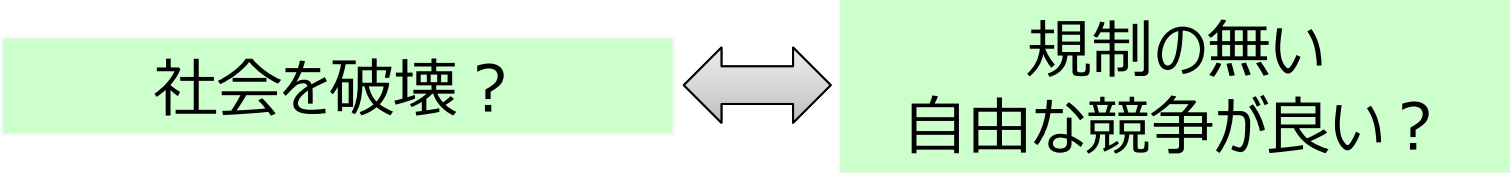
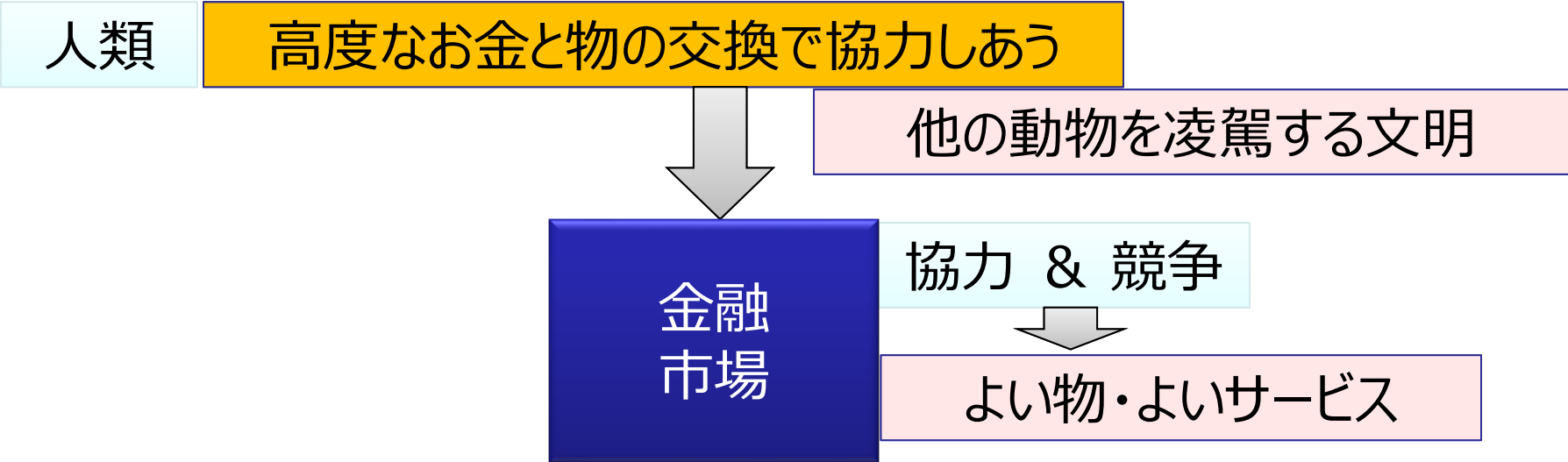
人工市場モデルを用いたシミュレーションとは？ (金融市場のマルチ・エージェント・シミュレーション)



実データが全く必要ない完全なコンピュータシミュレーション

これまでに導入されたことがない金融市場の規制・制度も議論できる
その純粋な影響を抽出できる

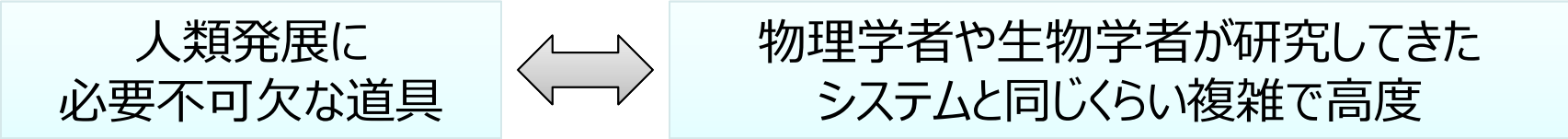
金融市場の制度設計の重要性



そうではなくて

うまく設計されたときのみ、うまく機能する

ジョン・マクミラン「市場を創る」, 2007年 <http://www.nttpub.co.jp/search/books/detail/100001751>



市場の設計をうまく行う = 難しいけど社会発展に非常に重要

複雑系をなす、まさにシミュレーションを必要とする分野

神は細部に宿る

NATUREやSCIENCEに、人工市場に期待をかける記事

Farmer and Foley (2009), Nature <https://www.nature.com/articles/460685a>

Battiston et al. (2016), Science <https://science.sciencemag.org/content/351/6275/818>



私どもが
書いた本

先日発売された教科書的な本
高安美佐子ほか、マルチエージェントによる金融市場のシミュレーション、コロナ社、和泉潔、水田孝信、第5章「エージェントモデルによる金融市場の制度設計」

<https://www.coronasha.co.jp/np/isbn/9784339028225/>

講義資料

水田孝信、「人工市場による市場制度の設計」
<https://mizutatakanobu.com/2020e.pdf>

これまでの経済学ではリーマンショックを分析・対応できなかったという批判
→ 人工市場（エージェント・ベースド・モデル）ならできるとある・期待

標準的な経済学を否定し、
人工市場を絶賛

金融危機は人工市場でしか扱えない！
という勢いだが、ちょっと言いすぎ

リチャード・ブックステーバー
投資銀行や大手ヘッジファンドでリスク管理の責任者を務めたのち、米国財務省を経て、現在はカリフォルニア大学で教鞭をとっている。『市場リスク——暴落は必然か』の著者。



経済理論の終焉 金融危機はこうして起こる, 2019/1
<https://www.panrolling.com/books/wb/wb273.html>

差し迫った課題を議論しなければならない実務家に浸透

規制当局（金融庁）、中央銀行（日本銀行）、証券取引所（東証、JPX）



日本取引所グループ

東京証券取引所
大阪取引所
日本取引所自主規制法人
日本証券クリアリング機構

JPXワーキングペーパー

東京証券取引所の親会社、日本取引所グループ（JPX）は市場を巡る様々な環境変化や法制度等に関する調査・研究を行いワーキングペーパーを公表

34本中、実に10本が人工市場を用いた研究(2020年末現在)

呼び値の刻み、HFTの影響、取引所の高速化、バッチオークション、自己資本規制やVaRの影響など

<https://www.jpx.co.jp/corporate/research-study/working-paper/index.html>

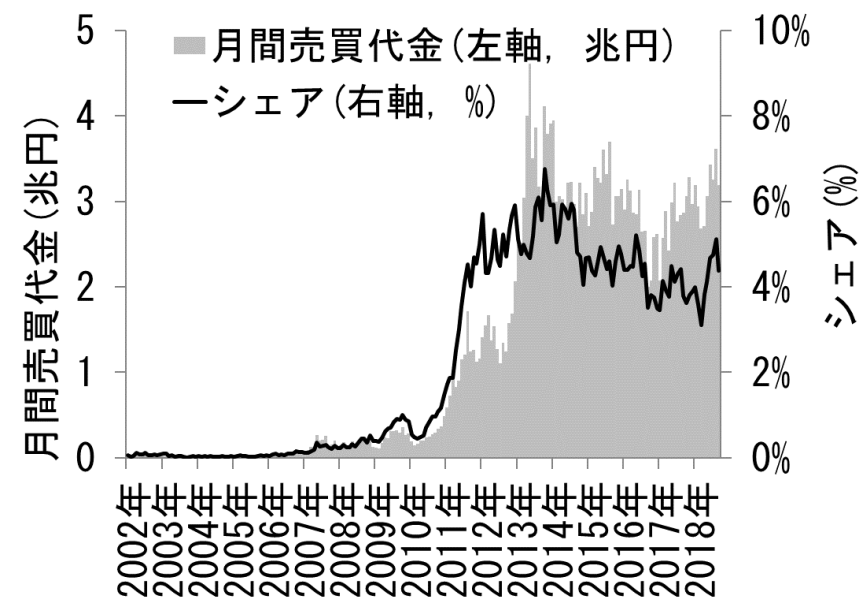
伝統的取引所と私設取引所 (PTS) の競争

証券会社などが独自運営する私設取引所 (PTS)

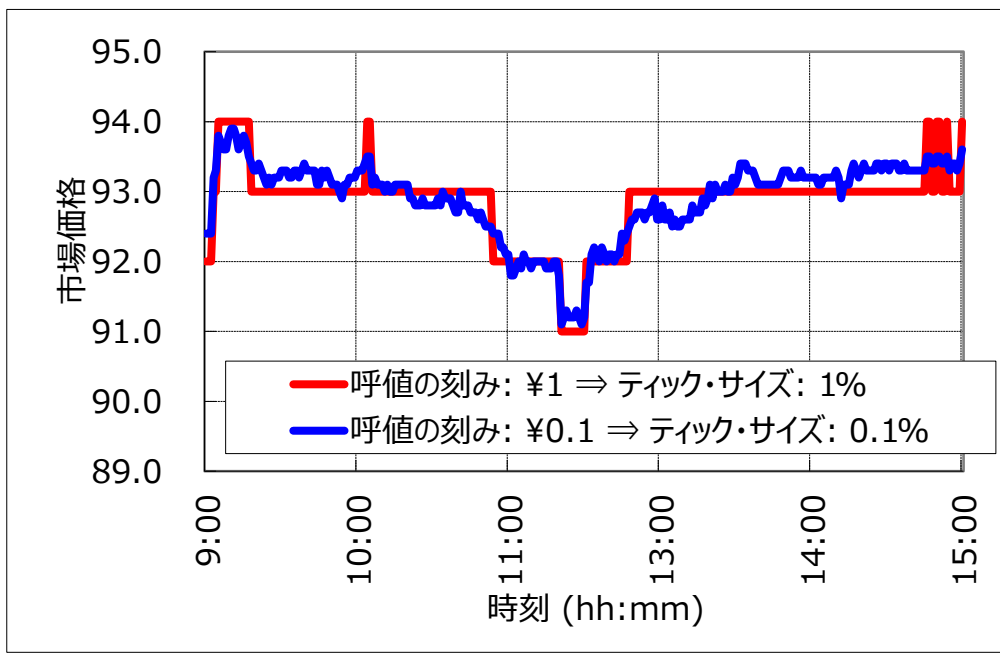
ジャパンネクスト証券 (SBI系)、Chi-X Japan (独立系)

→ 東証の経営にとっても無視できない売買代金シェア

↑ 東証もPTSも売買代金に比例した手数料が主な売上



同じ株式の、2つの取引市場での株価の動き



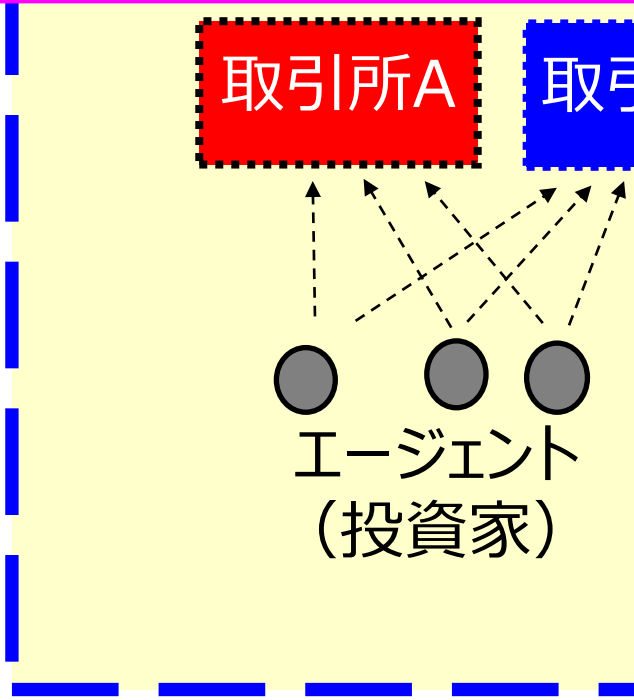
マルチエージェントによる金融市場のシミュレーション, 2020/9
<https://www.coronasha.co.jp/np/isbn/9784339028225/>

2011年ころからPTSがシェアを奪ってきた

ティック・サイズが大きすぎると騰落率が比較的大きい
⇒投資家が困る⇒他の取引市場で取引⇒取引量シェアが移る

PTSとの競争は“ティック・サイズ”が重要な要素の1つ

価格の刻み（ティック・サイズ）のみ異なる取引所 A、B でのように出来高シェアが移り変わるかを分析



成行注文（即座に成立する注文）：
有利な価格で
売買できる取引所を選択

指値注文（即座には成立しない注文）：
各取引所の過去の取引量シェアに
比例して配分

取引所 A : 初期の取引量シェア 90%、ティック・サイズ大きい
取引所 B : 初期の取引量シェア 10%、ティック・サイズ小さい

エージェントモデル

j: エージェント番号
(1000体, 順番に注文)
t: 時刻(ティック時刻)

過去リターン
 $r^t_{h,j} = \log P^t / P^{t-\tau_j}$
テクニカル

予想リターン

$$r^t_{e,j} = \frac{1}{\sum_i w_{i,j}} \left(w_{1,j} \log \frac{P_f}{P^t} + w_{2,j} r^t_{h,j} + w_{3,j} \varepsilon^t_j \right)$$

エージェントの
パラメータ

$w_{i,j}$ τ_j
一様乱数で決定
途中で変わらない

$w_{i,j}$ $i=1,3: 0\sim 1$
 $i=2: 0\sim 10$
 τ_j $0\sim 10000$

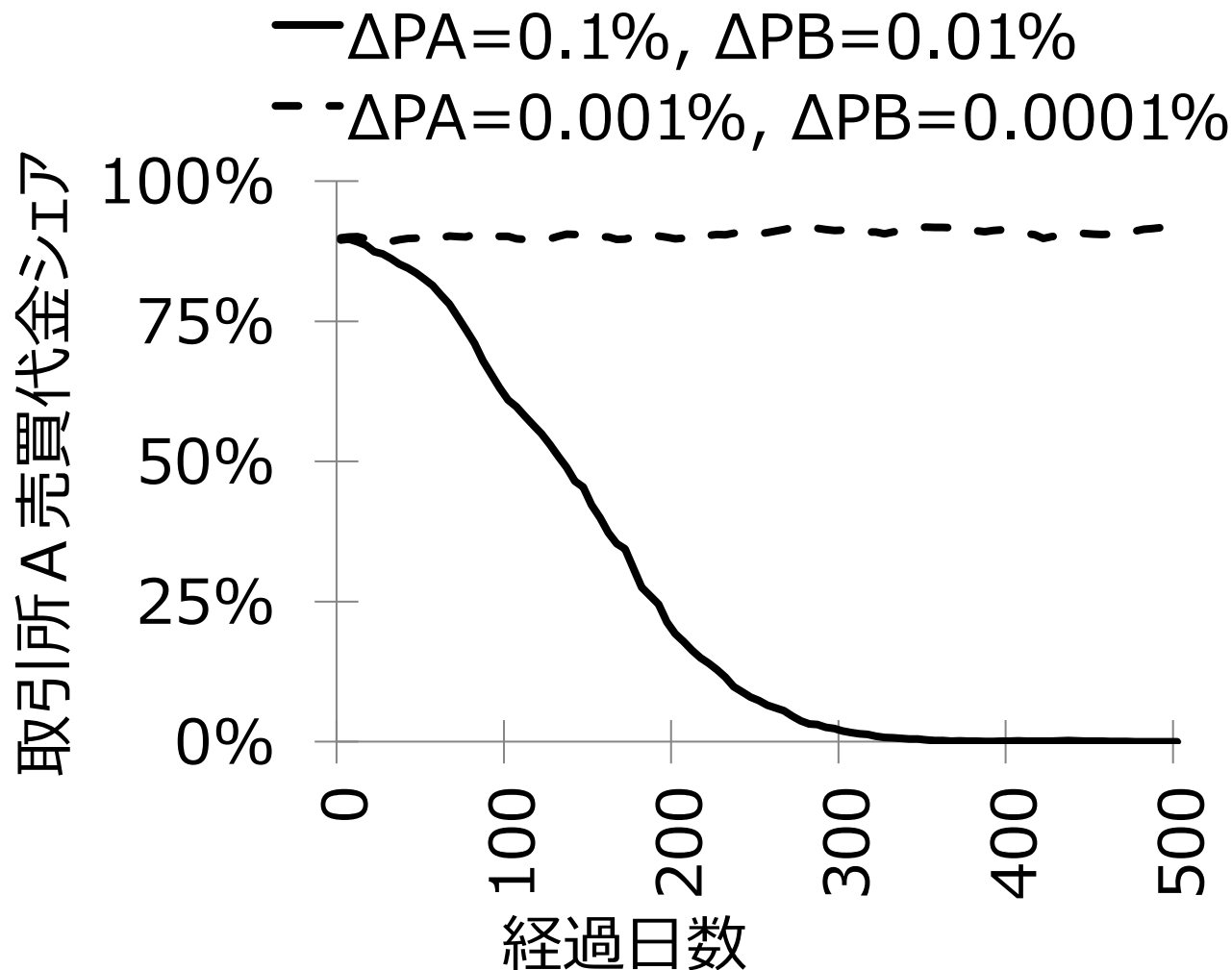
ファンダメンタル

P_f ファンダメンタル価格
10000 = 定数
 P^t 現在の取引価格

ノイズ

ε^t_j
正規乱数
平均0
 $\sigma=3\%$

予想価格 $P^t_{e,j} = P^t \exp(r^t_{e,j})$



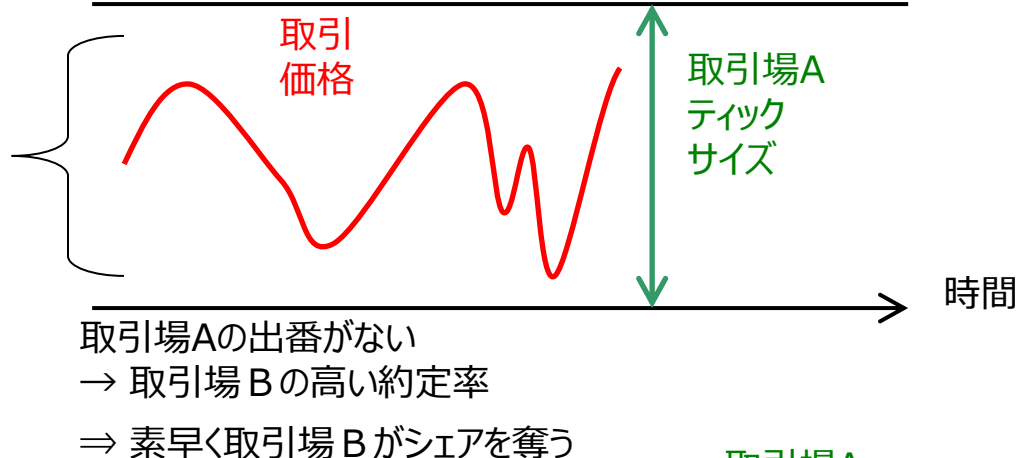
ティックサイズに差があるとシェアが移り変わる

横軸は2年間 \leftrightarrow 米国で起きた時間スケールに近い

ただし、ティックサイズの絶対水準が小さいと、ティックサイズに差があってもシェアを奪えない

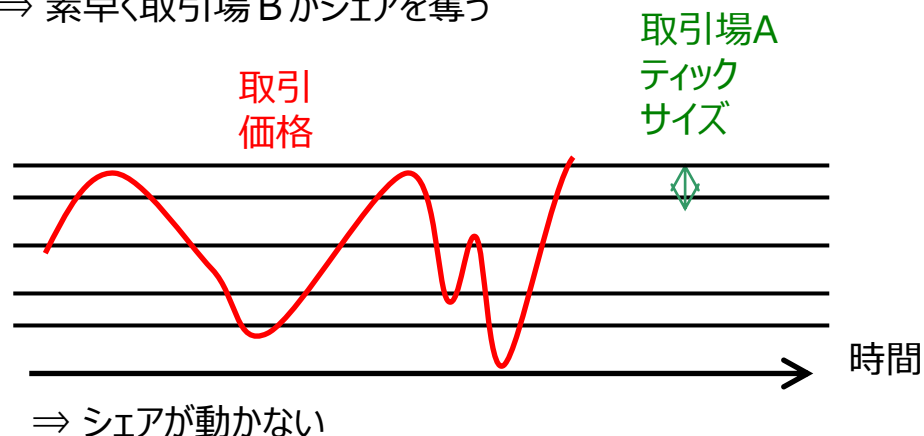
$$\bar{\sigma}_t < \Delta P_A$$

取引場A
で取引でき
ない領域



$$\bar{\sigma}_t > \Delta P_A$$

取引場B
の必要性
が薄い



現実の金融市場制度への示唆

- ティック・サイズが大きいままだとPTSに売買代金シェアを奪われる、その期間は2年程度
- あまりにも小さいティック・サイズの競争は意味がない可能性
- ティック・サイズが大きすぎると価格の変動幅が大きくなる可能性
↑ **取引所の制度で価格の変動幅に影響を与えるべきでない**
- 大きすぎる、小さすぎる、の具体的な水準（数値）を示唆
- **取引所の制度設計に参考にされた**（JPXワーキングペーパーとしても掲載）

参考文献：(5)人工市場を用いた金融市場の規制やルールの議論

フルバージョン資料

2020/6/20「人工市場による市場制度の設計」
東京大学公共政策大学院 経済物理学 講義資料
<https://mizutakanobu.com/2020e.pdf>

教科書的な本

高安美佐子ほか，マルチエージェントによる金融市場のシミュレーション，コロナ社，2020，
和泉潔，水田孝信，第5章「エージェントモデルによる金融市場の制度設計」
<https://www.coronasha.co.jp/np/isbn/9784339028225/>



上記の英語版

Mizuta (2019) An agent-based model for designing a financial market that works well, arXiv <https://arxiv.org/abs/1906.06000>
YouTube: <https://youtu.be/rmlb72ykmlE>

先行研究を簡単に紹介した英文レビュー論文

Mizuta (2016) A Brief Review of Recent Artificial Market Simulation Studies for Financial Market Regulations And/Or Rules, SSRN Working Paper Series
<https://ssrn.com/abstract=2710495>

モデル構築の詳細などが書かれています

水田孝信 (2014) 人工市場シミュレーションを用いた金融市場の規制・制度の分析，
東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻
2014年9月26日 博士（工学）（博工 第8404号）
<https://mizutakanobu.com/jphd.htm>