

2022/1/17

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

[https://ocw.kyoto-u.ac.jp/syllabus/?act=detail&syllabus\\_id=g\\_eco\\_4523&year=2021](https://ocw.kyoto-u.ac.jp/syllabus/?act=detail&syllabus_id=g_eco_4523&year=2021)



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/2022AI.pdf>

## 自己紹介

2000年 気象大学校卒業

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

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・レポート、株式市場やポートフォリオの定量的分析(のためのシステム整備・維持)、

上記の学術研究も継続

2007年 日本証券アナリスト協会検定会員

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 → 2022年度より 主査

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 CIS

# 著作物や資料：もしご興味あればご覧下さい

株式の高速取引と取引所の高速化

<https://mizutatakanobu.com/2021HFT.pdf>

金融の役割と機関投資家の株式投資実務

<https://mizutatakanobu.com/20161005x.pdf>

## 本業の調査

高速取引や資産運用業界についてのレポート

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

## 学術研究

人工市場による市場制度の設計

左のレポート「金融市場の制度設計に使われ始めた人工市場」  
<https://www.sparx.co.jp/report/special/3215.html>



例えば、

2021/11/15 金融市場の制度設計に使われ始めた人工市場

2021/9/8 金融市場で使われている人工知能

2021/4/12 "フラッシュ・クラッシュ・トレーダー"と呼ばれた男はフラッシュ・クラッシュとはあまり関係なかった：高頻度取引との知られざる戦い

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？

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？

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-



講義資料 人工市場による市場制度の設計

資料: <https://mizutatakanobu.com/2022r.pdf>

YouTube: <https://youtu.be/tq9AsMrig9s>

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/>

人工知能学会誌の特集記事

水田孝信，八木勲（2021）「人工市場による金融市場の設計と広がる活用分野」人工知能学会誌 人工知能 2021年5月号

[https://doi.org/10.11517/jjsai.36.3\\_262](https://doi.org/10.11517/jjsai.36.3_262)

amazon: <https://www.amazon.co.jp/dp/B095P8Z46J/>

**SIG-FIN**  
JSAI Special Interest Group on  
Financial Informatics

<https://sigfin.org>

年2回（10月ごろと3月ごろ）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

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

次回は2022/3/12 オンライン&東京大学会場のハイブリッド開催  
1,000円で誰でも聴講可能です！ <https://sigfin.org/028/>



# 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

おまけ：高速取引

- (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

(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

おまけ：高速取引

(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



SPARX Asset Management Co., Ltd.

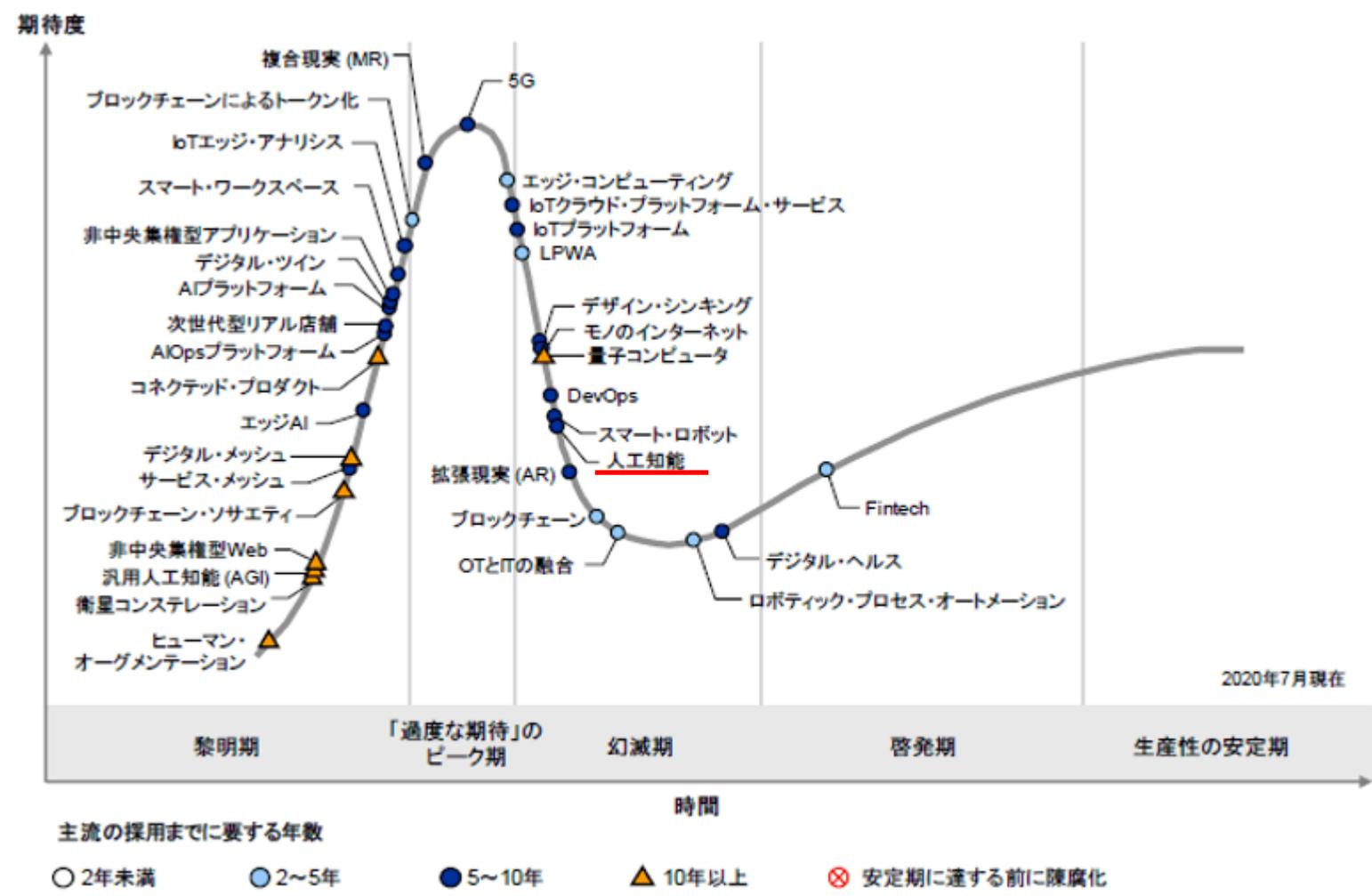
(参考文献)

水田孝信 「金融市場で使われている人工知能」, 2021, スパークス・アセット・マネジメント

<https://www.sparx.co.jp/report/special/3202.html>

# 幻滅期に突入 過剰な期待は剥がれた、、、：本格普及の時代に

IT Media News 2020/9/10 <https://www.gartner.co.jp/ja/newsroom/press-releases/pr-20200910>



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)

<p>▶ 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)。</p> <p>▶ 介護現場での活用</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 「看護ロボット登場 入浴から、お茶まで」『読売新聞』(1982.9.21)</li> <li>▶ 「[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)</li> </ul> <p>▶ 技術的失業</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 「[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)</li> <li>▶ 「「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)</li> <li>▶ 「'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)</li> </ul> <p>▶ ロボット税</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 「公明がロボット税提案」『読売新聞』(1982.6.5)</li> </ul>	<p>▶ 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)。</p> <p>▶ 金融</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 「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)</li> </ul> <p>▶ 自動運転車</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 「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)</li> <li>▶ 「動く映像 自在処理」『読売新聞』(1986.1.10)</li> </ul> <p>▶ 入学試験</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 「人工知能「考える葦」に機械は迫れるか」『朝日新聞』(1985.1.1)</li> </ul> <p>▶ 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</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 「人間の脳波で動く」『読売新聞』(1958.3.10)</li> </ul> <p>▶ 人工知能の創造性</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 「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)</li> </ul>
--	---

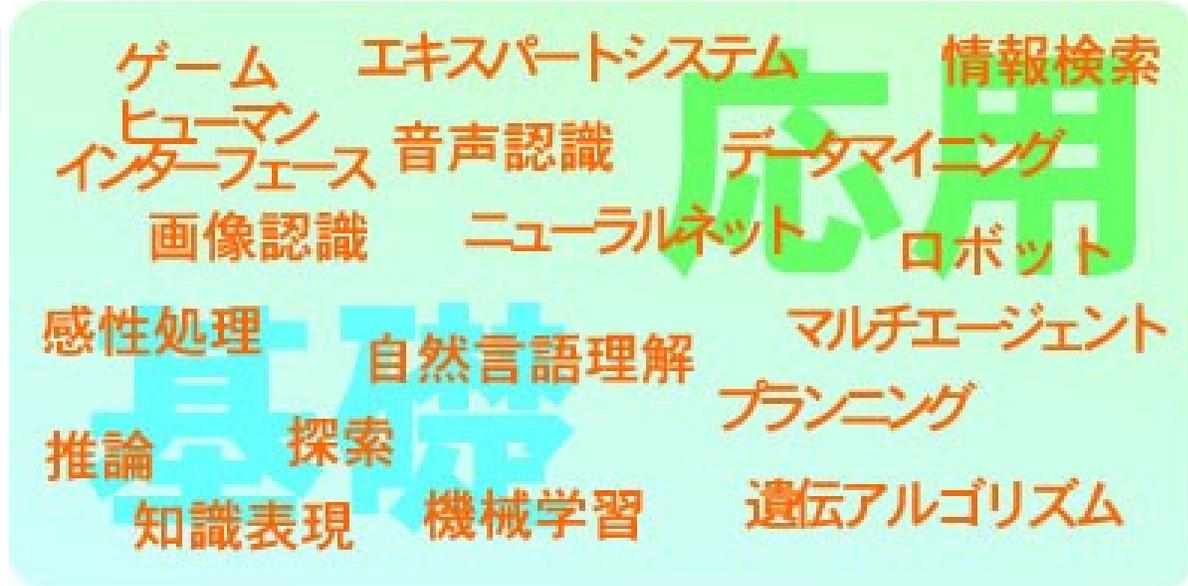
総務省AIネットワーク社会推進会議分科会 資料1 河島 構成員 御発表資料  
[https://www.soumu.go.jp/main\\_sosiki/kenkyu/ai\\_network/02iicp01\\_04000117.html](https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/kenkyu/ai_network/02iicp01_04000117.html)

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、知能があるようにも見える機械、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。



強いAI



そもそも“理解”とは何か、といった哲学的な論争が行われている

信原幸弘「強いAI」国際哲学研究, 別冊13, 2020  
<https://doi.org/10.34428/00011545>

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

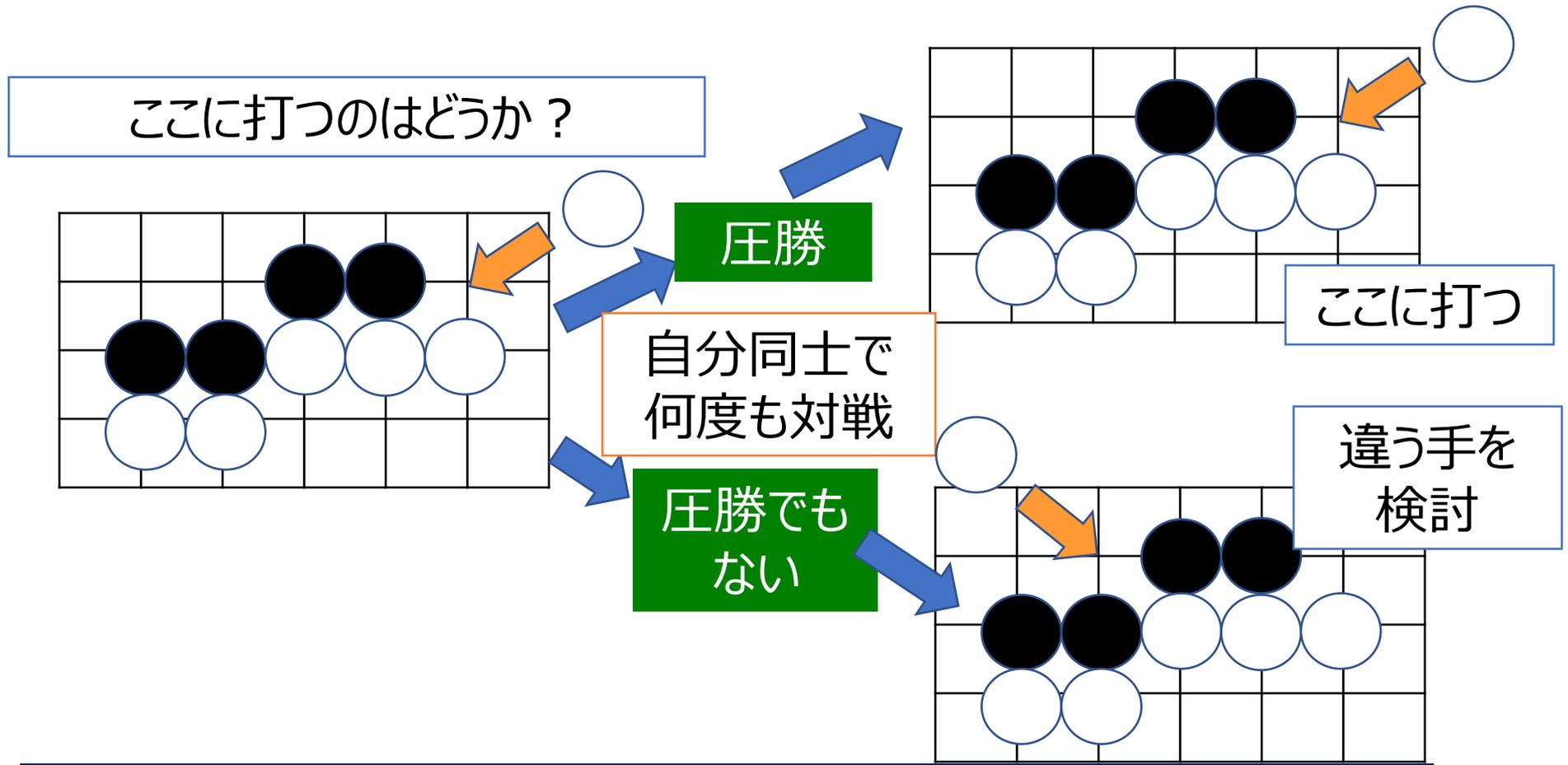
怖がる必要は全くない、所詮は計算機

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され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。)

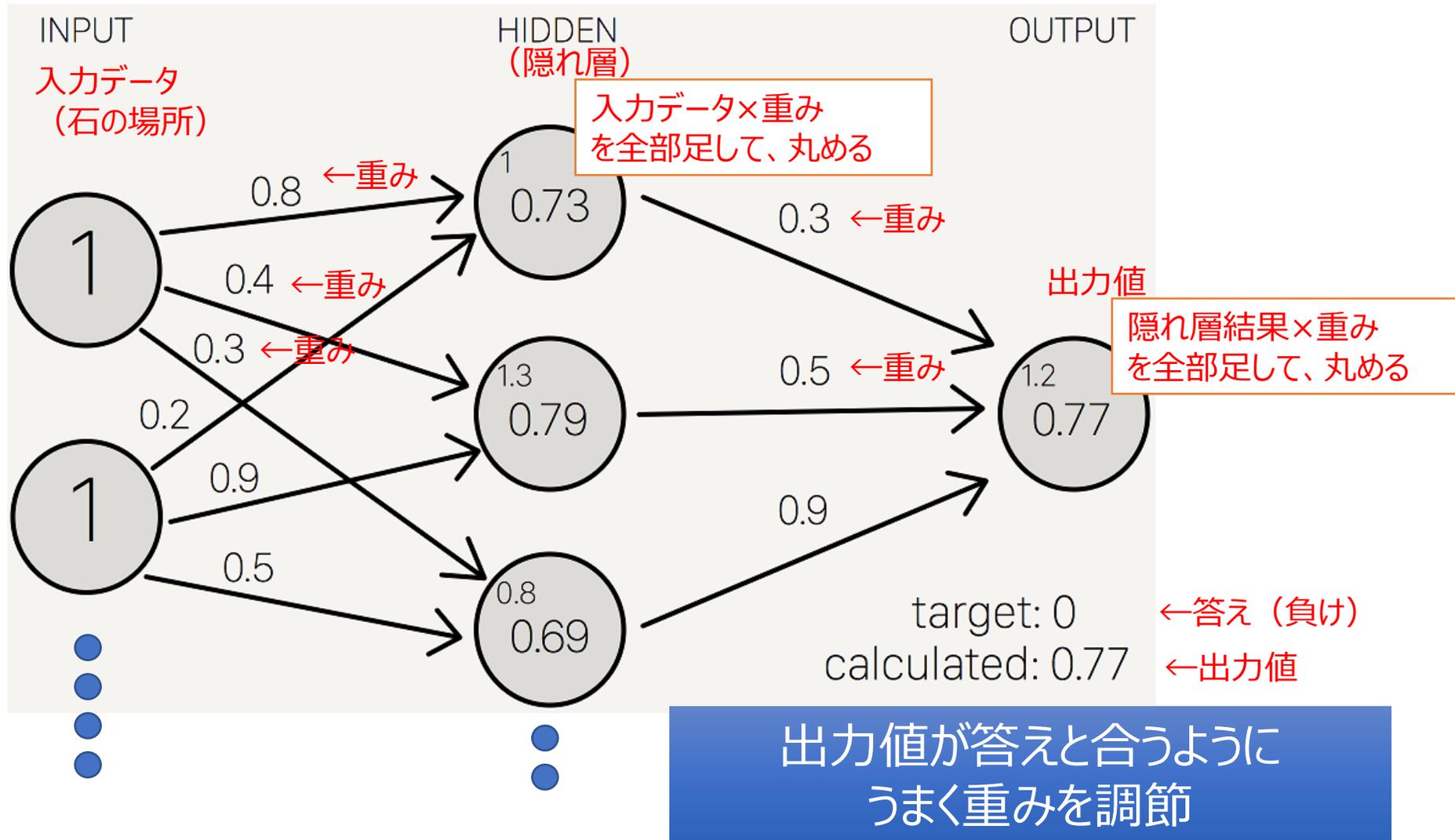


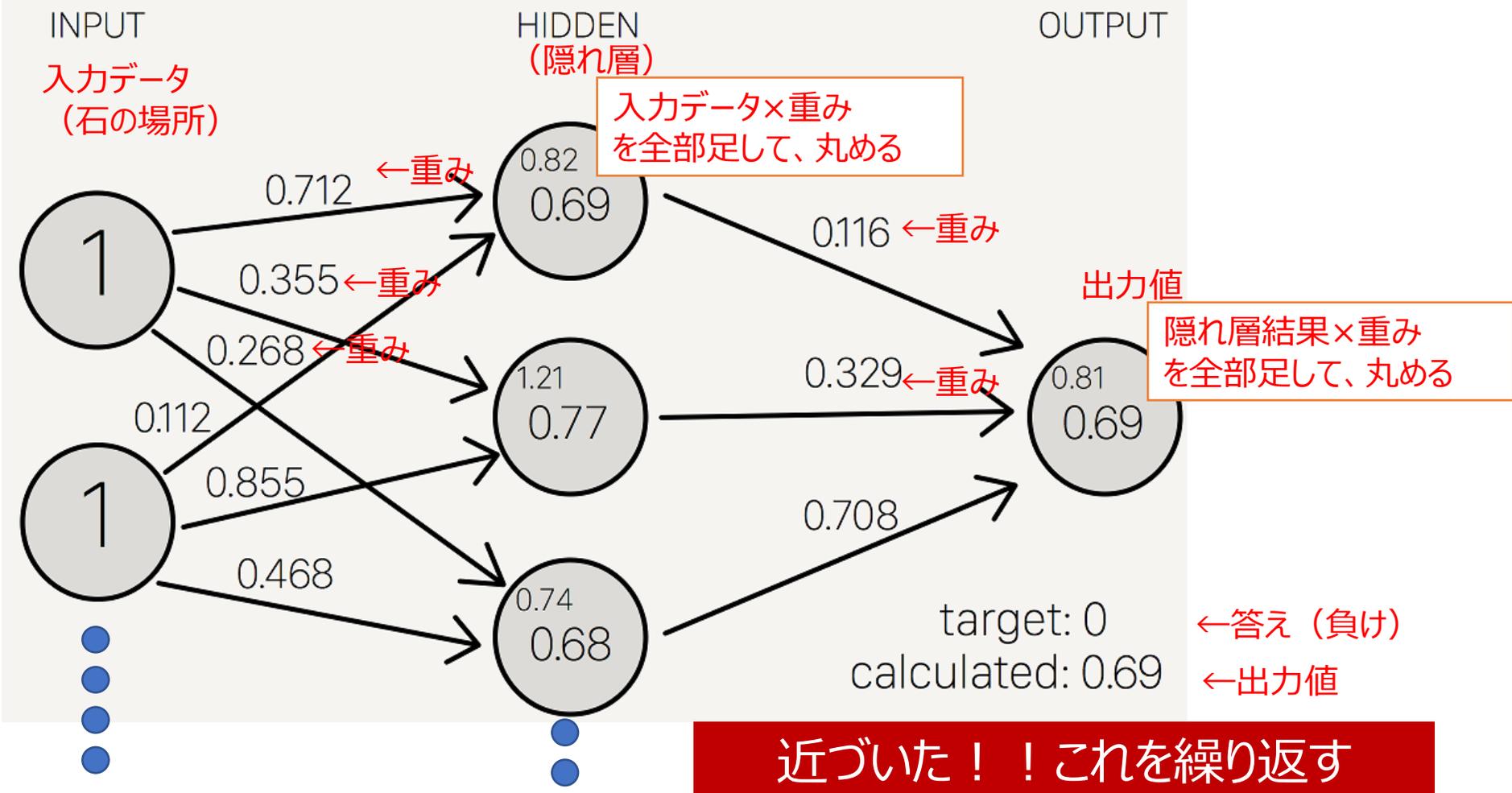
おびただしい回数繰り返せば、かなりのケースを網羅できる

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

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



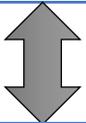


この局面ではどこにおけば勝率が高いか自動的に発見

# 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し返せば、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://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

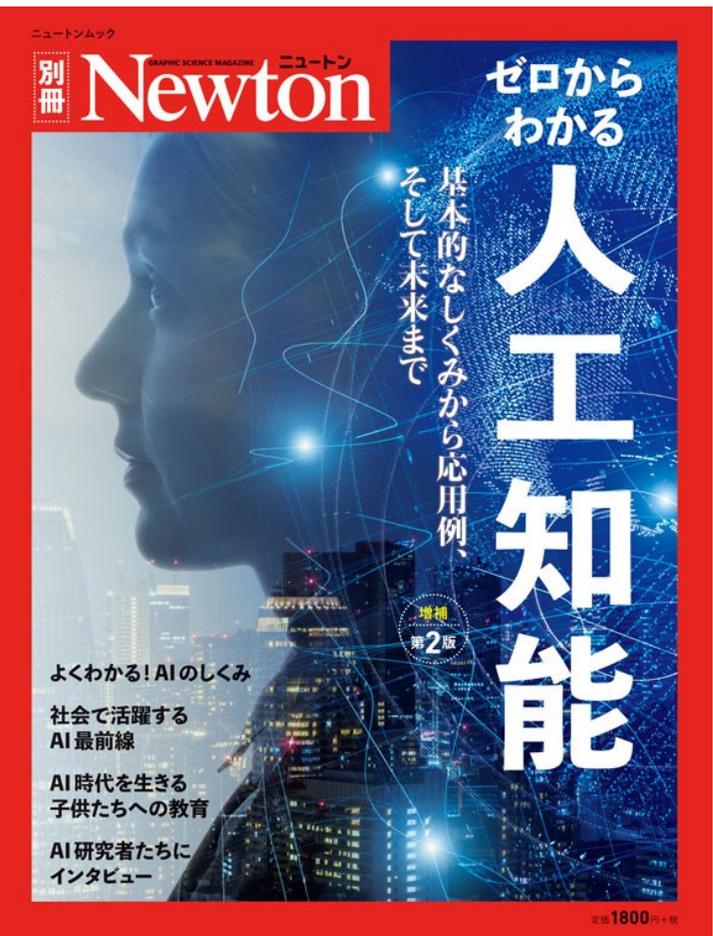
画像・動画処理が得意 → ドローン、自動運転、防犯カメラ、

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。



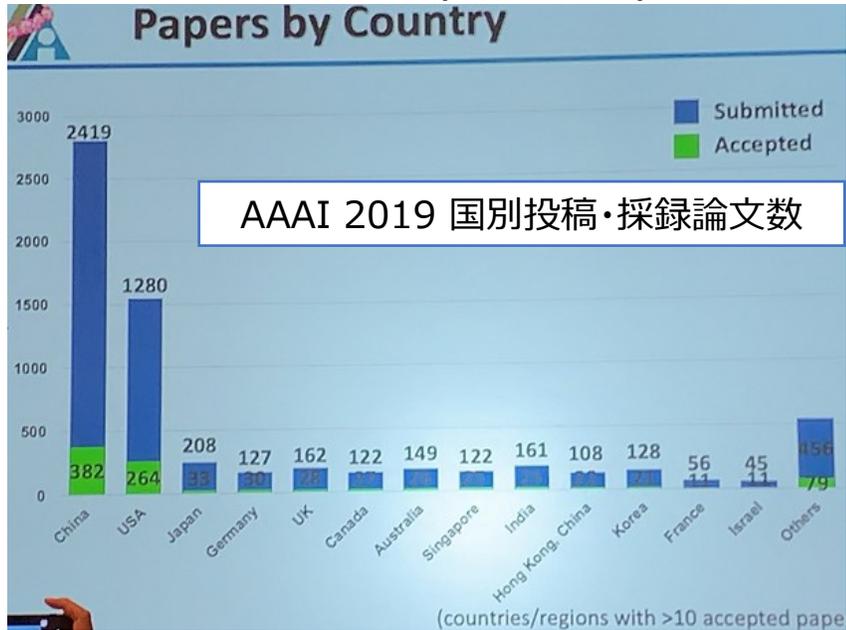
(左) [https://www.newtonpress.co.jp/separate/back\\_engineering/mook\\_200305-2.html](https://www.newtonpress.co.jp/separate/back_engineering/mook_200305-2.html)

(右) [https://www.newtonpress.co.jp/separate/back\\_engineering/mook\\_201205-2.html](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的な研究

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>

画像・動画処理の研究はアスリートの世界



2019/5/16  
ステアラボセミナー

<https://stair.center/archives/2078>

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

ゲーム研究はアスリートそのまま

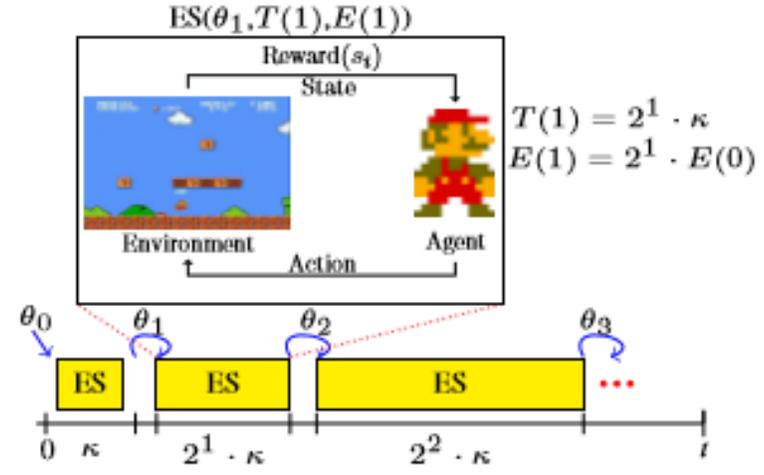


Figure 2: A framework of ES-based limited episode's length

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/](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://darwin-journal.com/deep_fake)



<https://youtu.be/cQ54GDm1eL0>

！！偽物です！！

世界まるみえテレビでも紹介！iOSアプリ「Xpression」



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](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

## 言語学者が書いた本



↑ [https://www.asahipress.com/bookdetail\\_digital/9784255010038/](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

人工智能ができること・できないことを理解するに最適な本：最もおすすめ

## 同著者の記事

2020.11.25 #エンタメ #AI #本

ダチョウ倶楽部「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



- 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！

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

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。

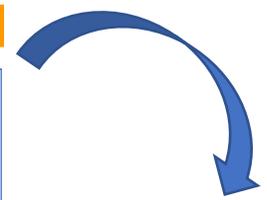
人間) フク子さんは居間で新聞を手に取り台所を通過して、仕事部屋に行きました。新聞は今どこにあるでしょう？

答えのタイプ: 「場所」

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。「私は自宅で仕事をするので、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/](https://www.asahi.com/and_w/20140514/2699/)



最近、こういうタイプの質問に答えられるようになったと主張する研究が出始めているが、実は、データセットに問題があって(AIにとって)簡単な問題に置き換えられているだけではないかという議論がありますので、注意

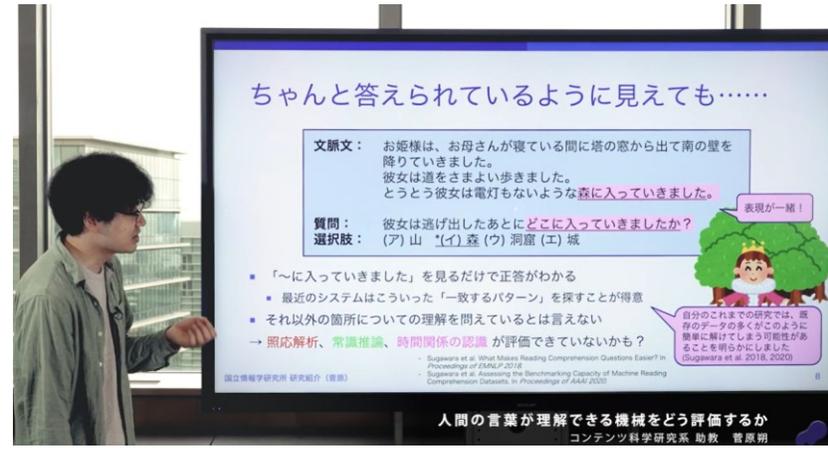
人間の言葉が理解できる機械をどう評価するか  
菅原 朔 国立情報学研究所 研究紹介  
<https://youtu.be/UxHgUNyAdh4>

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



「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1) 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 : それで風邪をひいて、寝こんでしまった。  
上のような会話で、Bさんは連休中に観光地などに行かなかった（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](https://www.newtonpress.co.jp/newton/back/bk_2018/bk_201809.html)

## (おまけ2) 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

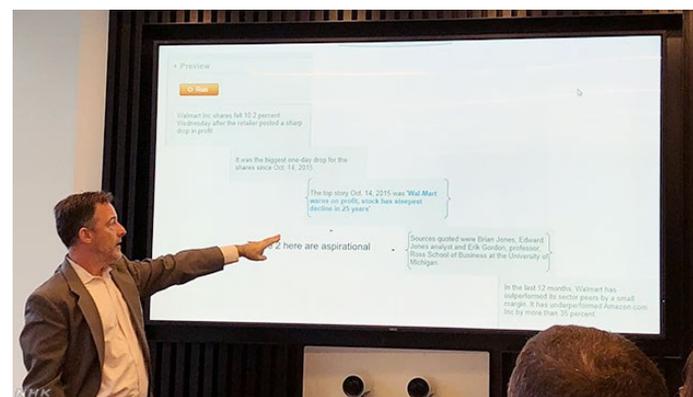
<https://www.asahi.com/articles/ASL890GLKL88ULZU011.html>



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。

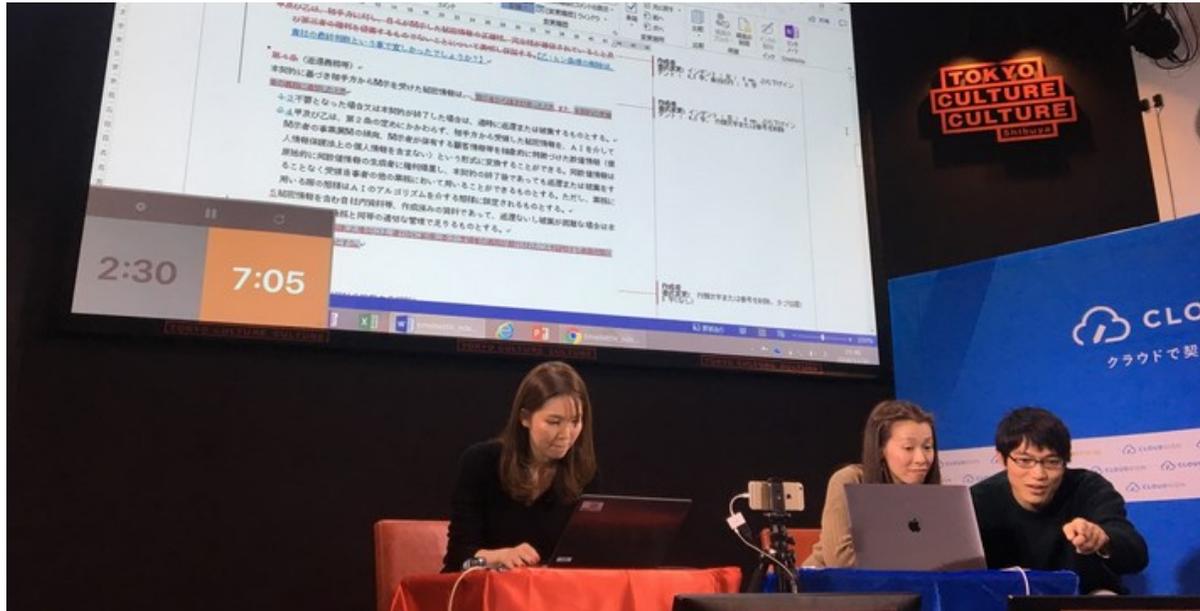


来るのか?! 記者の大量失業時代

<https://archive.is/Yme97>

## (おまけ3)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。

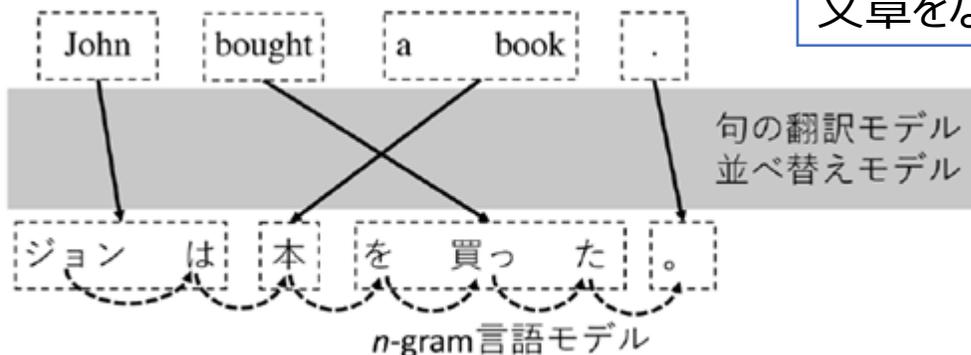


「欠落条項」をチェックする機能、問題のある条文を指摘し編集候補となる「参考条文例」の提案機能、キーワードで過去のドラフトから条文を検索できる「条文検索機能」  
→ 契約書作成の「サポート」として有効！

[https://www.wantedly.com/companies/legalforce/post\\_articles/147076](https://www.wantedly.com/companies/legalforce/post_articles/147076)

# (おまけ4)最近の自動翻訳技術

## 以前の方法



文章をなるべく文章として分析

図2 フレーズベース SMT モデルの概略

## 最近の方法

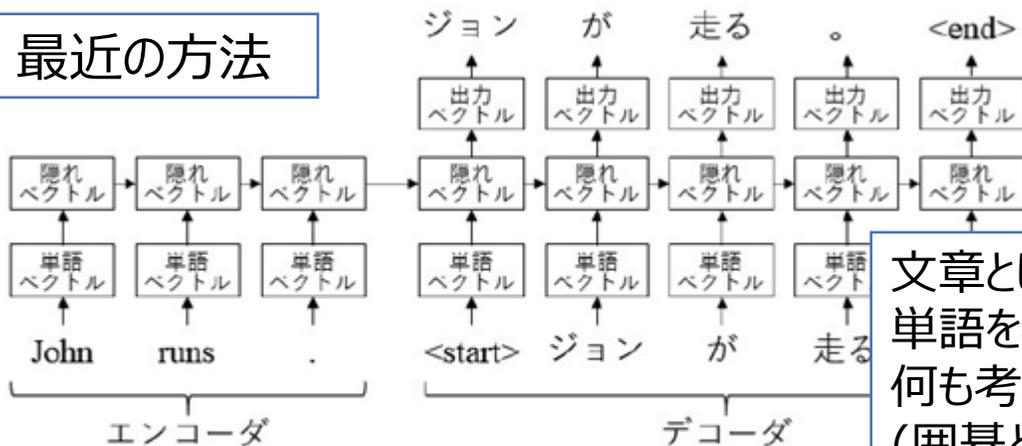


図1 seq2seq モデルの概略

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)

## 最近ではDeepLが人気

<https://www.deepl.com/>



ニュース記事や専門的な文献など堅く書かれた文章のななめ読みや、自分が書いた英語が誤解なく通じるかどうかの確認などには十分使える(翻訳結果の日本語・英語をそのまま外に出す気にはなれないけど)

<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

おまけ：高速取引

(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



SPARX Asset Management Co., Ltd.

(参考文献)

水田孝信 「金融市場で使われている人工知能」, 2021, スパークス・アセット・マネジメント

<https://www.sparx.co.jp/report/special/3202.html>

# 金融業界での高度な事例：業績要因文の抽出

原著論文

企業の決算短信PDFからの業績要因の抽出

酒井 浩之, 西沢 裕子, 松並 祥吾, 坂地 泰紀

<https://doi.org/10.1527/tjsai.30.17>

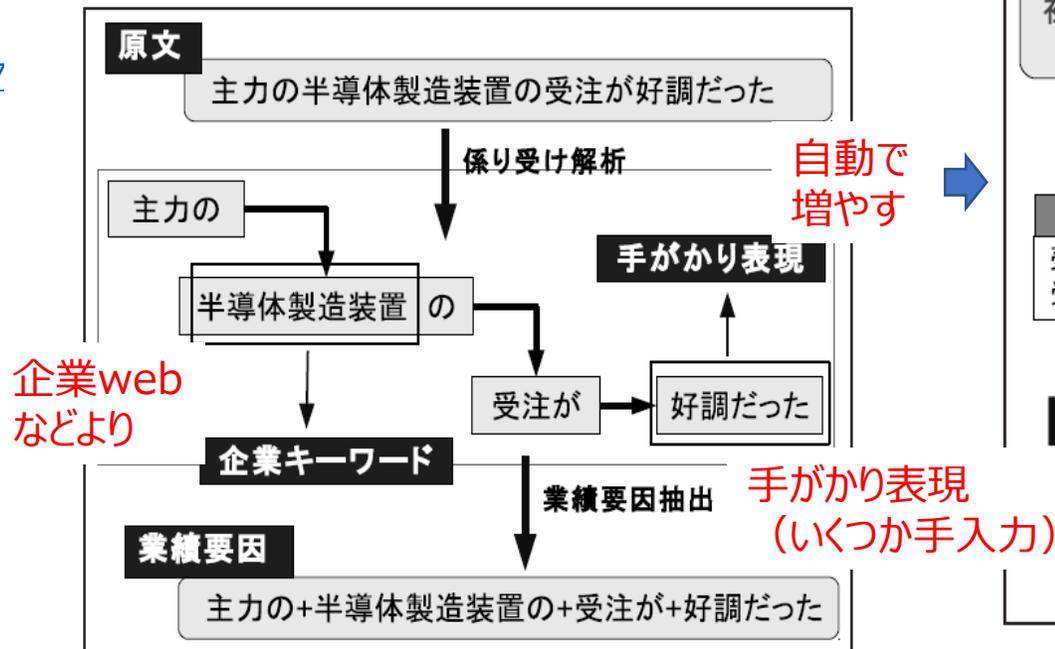


図2 手がかり表現と企業キーワードを使用した業績要因の抽出

(ブートストラップ法)

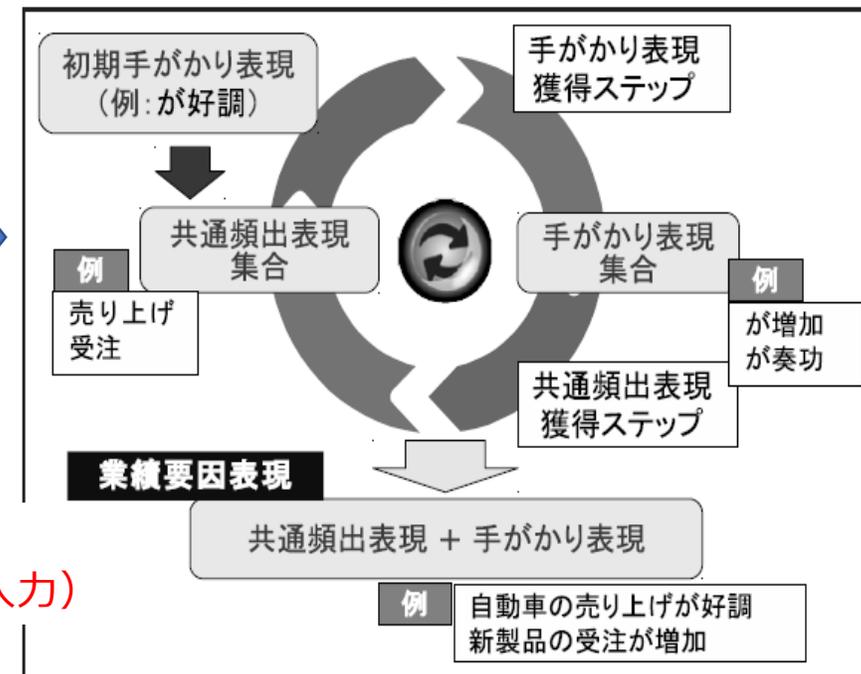


図1 共通頻出表現・手がかり表現自動獲得手法の概要

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

## 日本経済新聞

大和投信、決算資料を自動で要約 成蹊大と組みシステム

### 企業の決算短信 PDF の自動要約

Automatic Summarizing PDF Files of Summary of Financial Statements

瀬戸孟<sup>1</sup> 酒井浩之<sup>1</sup> 坂地泰紀<sup>1</sup>

Takeshi Seto<sup>1</sup>, Hiroyuki Sakai<sup>1</sup>, and Hiroki Sakaji<sup>1</sup>

<sup>1</sup>成蹊大学理工学部情報科学科

<sup>1</sup>Department of Computer and Information Science, Faculty of Science and Technology, Seikei University

## BERT を用いた有価証券報告書からの ESG 関連文抽出 ESG-related sentences extraction from securities reports using BERT

土橋 諒太<sup>1\*</sup> 中田 和秀<sup>1</sup>  
Ryota Dobashi<sup>1</sup> Kazuhide Nakata<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東京工業大学工学院経営工学系

<sup>1</sup> School of Engineering, Department of Industrial Engineering and Economics,  
Tokyo Institute of Technology

<https://sigfin.org/026-02/>

## 特許ドメイン特化型 BERT による脱炭素関連特許技術の 「見える化」

“Visualization” of decarbonization-related patent technologies by patent domain-specific BERT

前原義明<sup>1</sup> 久々字篤志<sup>1</sup> 長部喜幸<sup>1</sup>

Yoshiaki MAEHARA<sup>1</sup>, Atsushi KUKU<sup>1</sup>, and Yoshiyuki OSABE<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 日本特許情報機構

<sup>1</sup>Japan Patent Information Organization

<https://sigfin.org/027-06/>

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/](https://www.nikkei.com/article/DGXLASGD02H4D_X00C16A6EAF000/)

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

## 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/DGXLIRST0444423R30C17A7000000/>

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こなかったことに加え、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

(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

おまけ：高速取引

(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

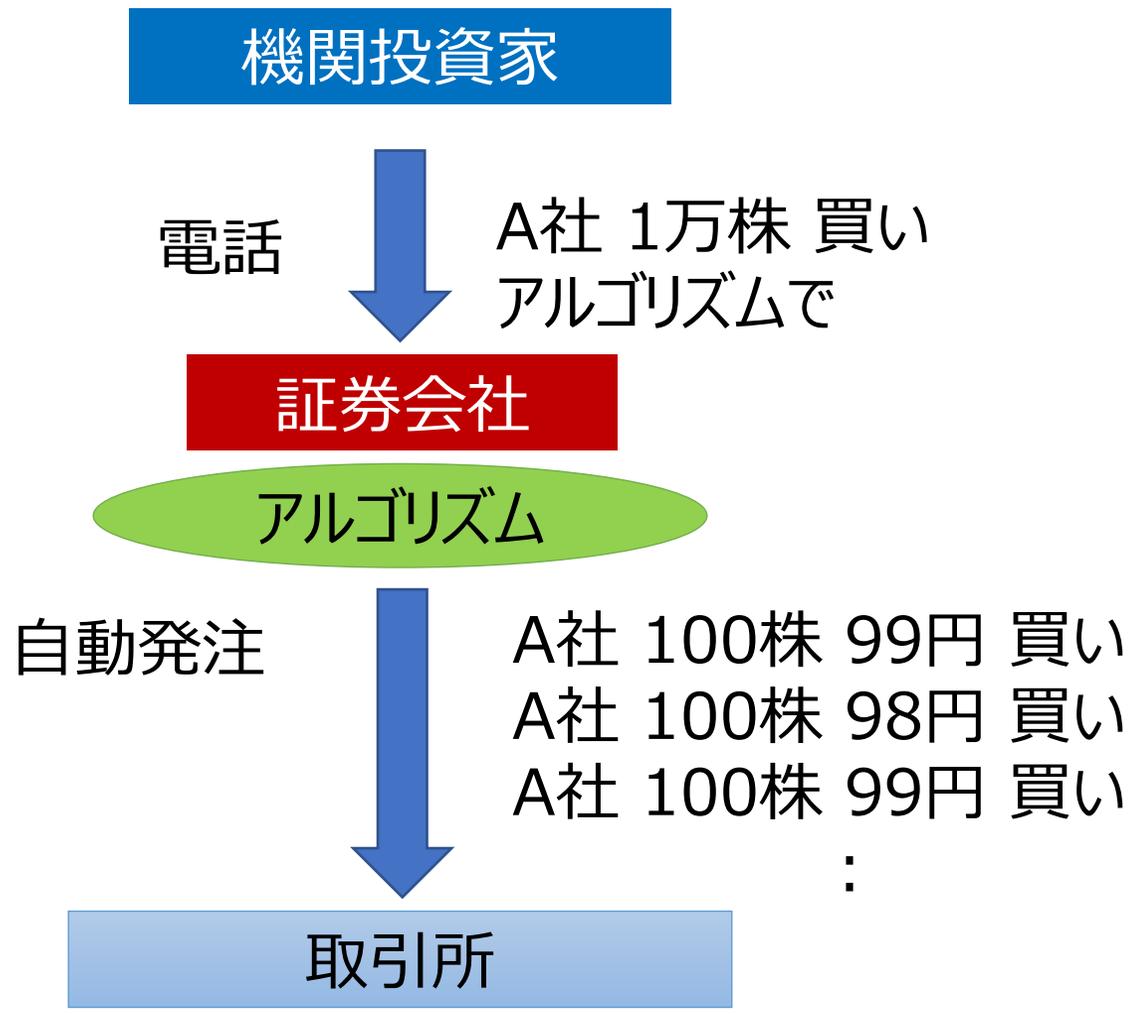
(参考文献)

水田孝信 「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」,  
2021, スパークス・アセット・マネジメント

<https://www.sparx.co.jp/report/special/2764.html>

# 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/](https://www.boj.or.jp/announcements/release_2017/rel170412c.htm/)



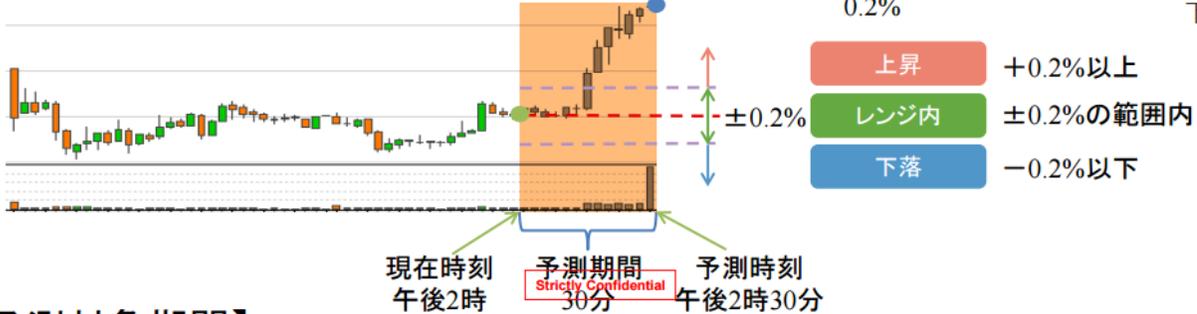
コアテクノロジー・人工知能&ビッグデータ活用／野村証券 – 深層学習で株価を予測

ツイート シェア0 LINEで送る

(2016/5/30 05:00)

## みずほ証券の株価予測システム

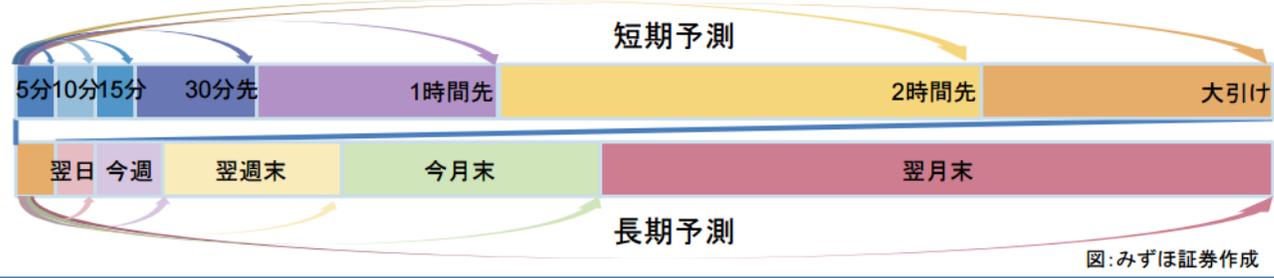
### 【予測内容】



1秒間に1000回という超高速取引(HFT)が席卷する世界の株式市場。人間の能力を超えた市場環境下で、より有利な取引を実現するため、証券業界では人工知能(AI)...

<https://www.nikkan.co.jp/articles/view/00386896>

### 【予測対象期間】



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

# 人工知能を使ったアルゴリズム取引事例 1 (2/2)

2017/4/13 日本銀行コンファレンス

[https://www.boj.or.jp/announcements/release\\_2017/rel170412c.htm/](https://www.boj.or.jp/announcements/release_2017/rel170412c.htm/)

## 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



はい  
これはリンゴです

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

金融市場の価格時系列は  
"斉一性原理"が成立していない  
自然科学のような普遍的な法則はない

水田孝信 「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, スパークス・アセット・マネジメント

<https://www.sparx.co.jp/report/special/3118.html>

## 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

とはいえ、、、

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

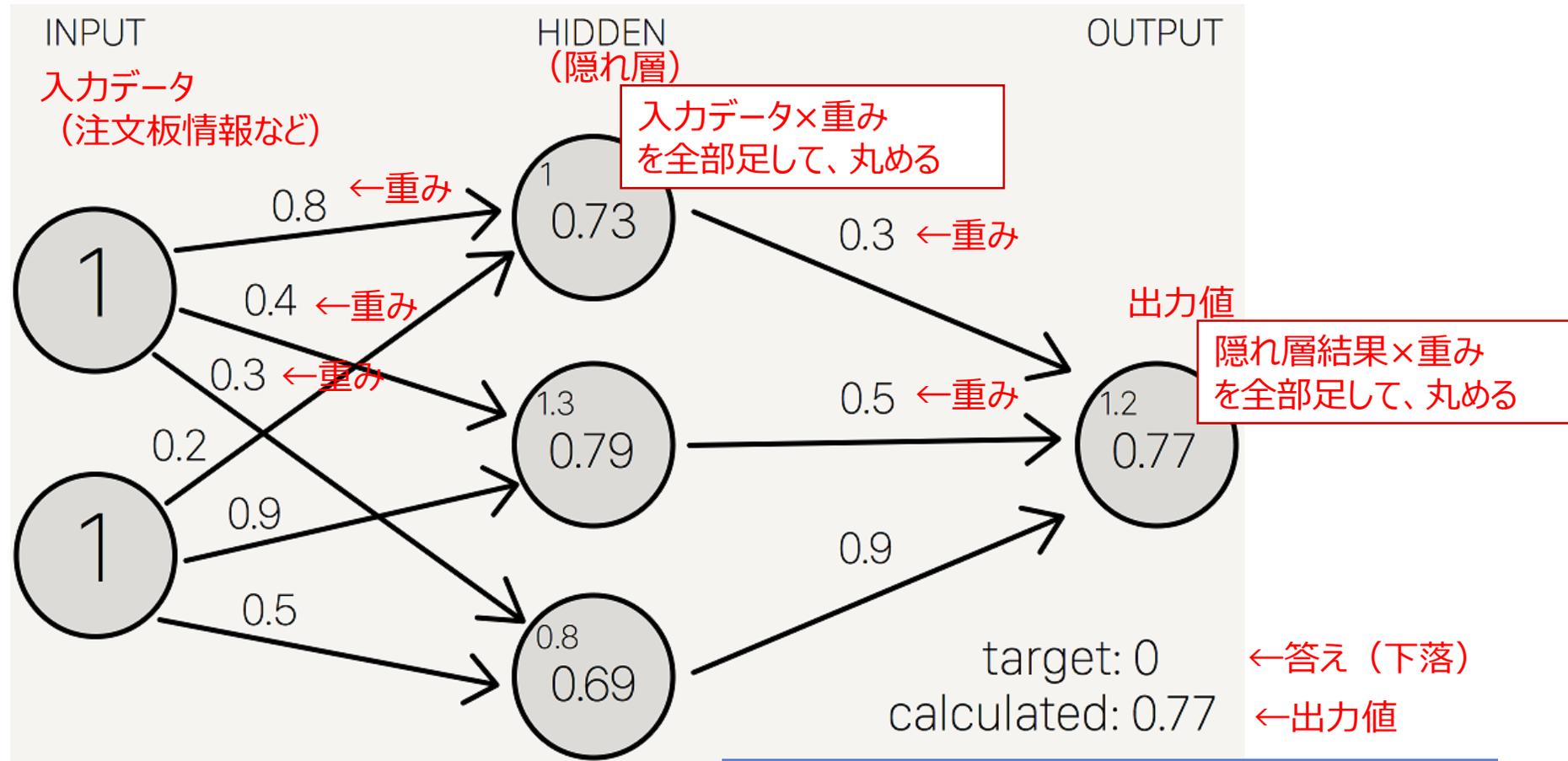


文章理解が必要がない

市場予測の中では、  
人工知能が得意な分野

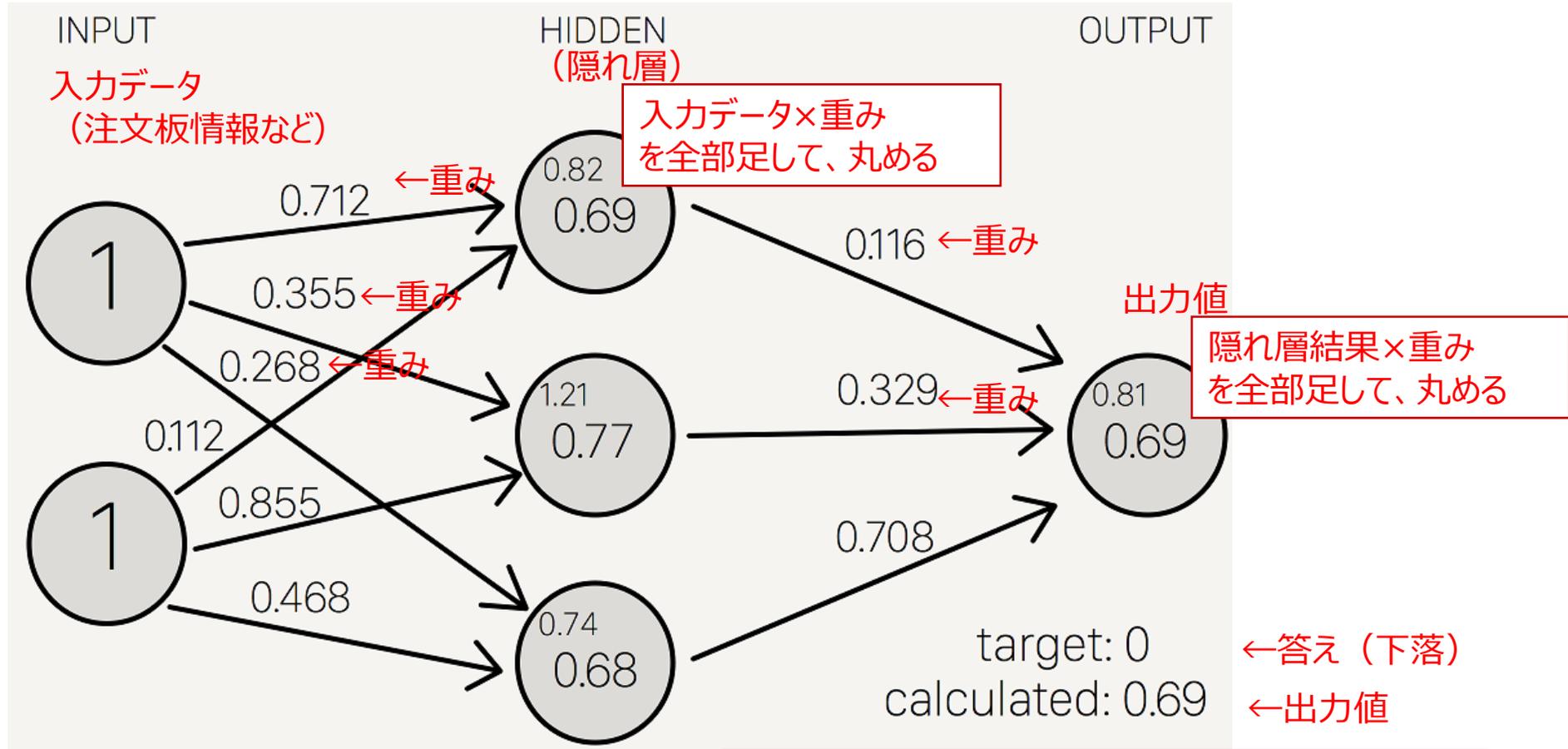
# どういう仕組みか？(1/2)

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

<https://stevenmiller888.github.io/mind-how-to-build-a-neural-network/>

(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

(元からある)  
ファクターへの  
投資戦略

人工知能

ファクターの追加

人工知能

タイミングや組  
み合わせなどの  
出力や修正

売買リスト

(その後の売買の執行方法は  
通常のリターンと同じ)

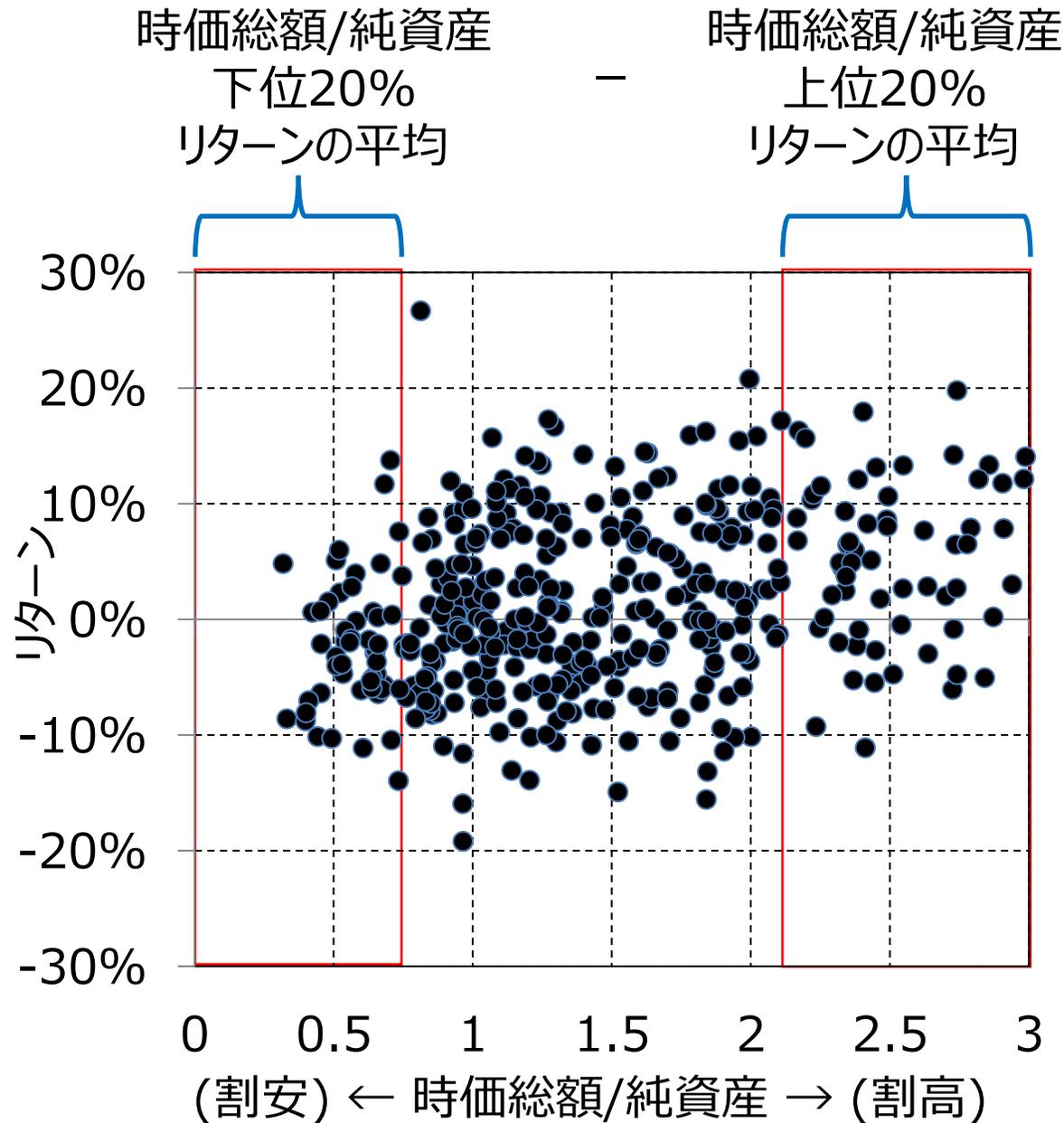
2017/4/13 日本銀行コンファレンス でも言及あり

[https://www.boj.or.jp/announcements/release\\_2017/rel170412c.htm/](https://www.boj.or.jp/announcements/release_2017/rel170412c.htm/)

最近の研究：阿部真也、中川慧、“グローバル株式市場における深層学習を用いたマルチファクター運用の実証分析”、第33回人工知能学会全国大会、2019年

[https://doi.org/10.11517/pjsai.JSAI2019.0\\_4Rin135](https://doi.org/10.11517/pjsai.JSAI2019.0_4Rin135)

# (参考)ファクターへの投資



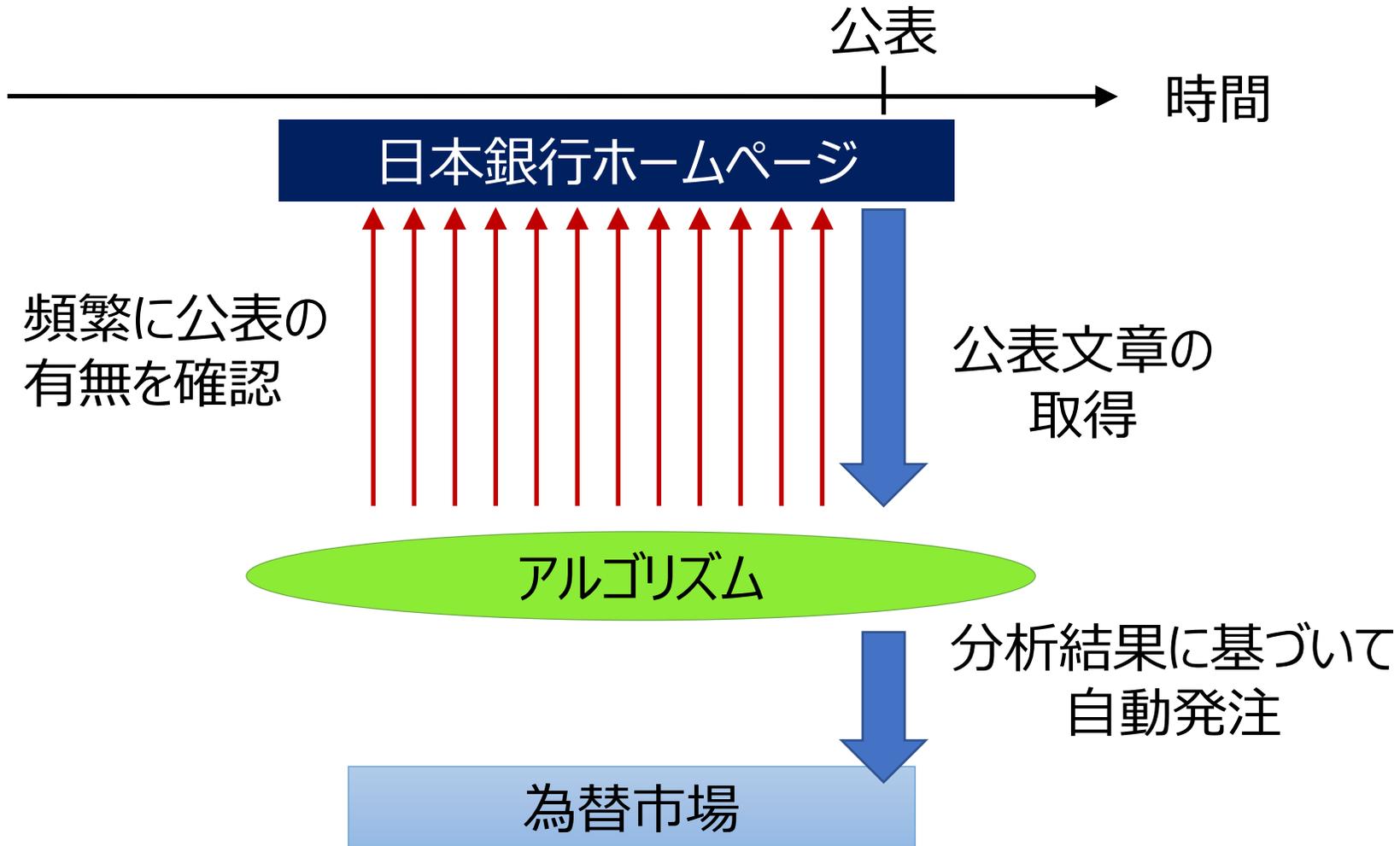
= ファクター有効性

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

- (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

### おまけ：高速取引

- (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

### (フルバージョン資料)

株式の高速取引と取引所の高速化 <https://mizutakanobu.com/2021HFT.pdf>

### (参考文献)

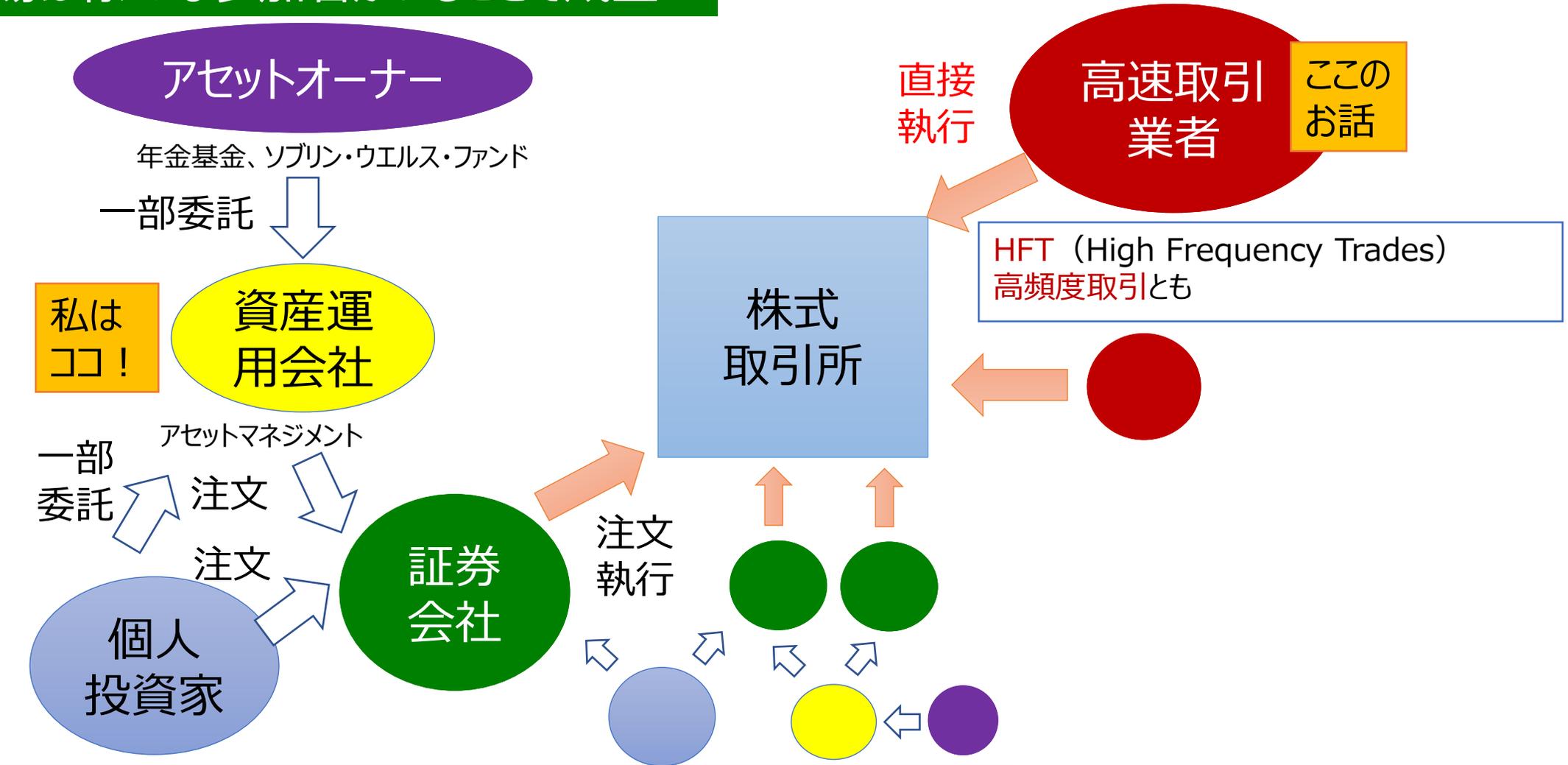
<https://www.sparx.co.jp/report/special/>

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-

2021/4/12 フラッシュ・クラッシュ・トレーダー"と呼ばれた男はフラッシュ・クラッシュとはあまり関係なかった：高頻度取引との知られざる戦い

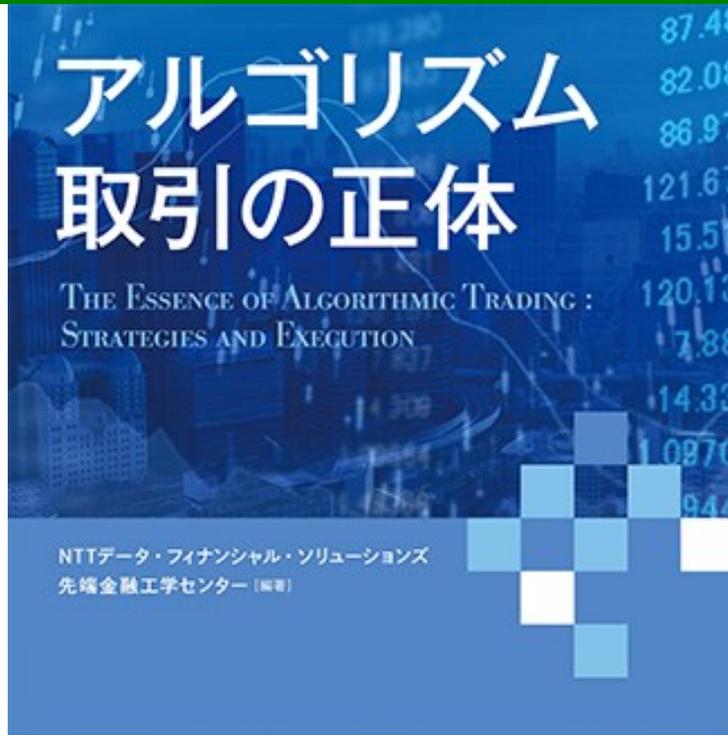
# 株式市場は様々な参加者がいることで成立



高速取引業者：株式の転売で儲けたい：古本屋  
アセットオーナー、投資家：企業を保有したい：本を読みたい

お互いに必要

本を手に入れるのに古本屋は必要だが、ぼったくられたくない  
(高頻度取引業者は生きてほしいがボロ儲けして欲しくない)



## 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を超える戦略のねらいと手順を体系的に解説
- ◆ FX市場におけるアルゴ、2018年4月から金商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
- ◆ 金融機関市場部門の実務家、ヘッジファンドの手口に興味があるFX・株式投資家、初心者いづれにも役立つアルゴリズムの基本書、本邦初登場!

一般社団法人金融財政事情研究会

### 第1章アルゴリズム取引とは

1-1 アルゴリズム取引とは / 1-2 アルゴリズム取引の目的 / 1-3 アルゴリズムの種類 / 1-4 アルゴリズムの運用者 / 1-5 アルゴリズム取引環境の変化とHFT / 1-6 アルゴリズム取引規制

### 第2章アルゴリズム取引の市場環境

2-1 証券市場 / 2-2 証券取引所 / 2-3 証券会社 / 2-4 売買制度 / 2-5 マーケット情報 / 2-6 レイテンシー削減のための接続方式 / 2-7 不公正取引 / 2-8 アメリカの市場環境

### 第3章市場取引におけるリターン、リスク、コスト、流動性

3-1 損益 / 3-2 リターン、コスト、リスク / 3-3 流動性

### 第4章アルゴリズム取引概論

4-1 アルゴリズム取引の目的 / 4-2 アルゴリズム取引戦略の大分類 / 4-3 アルゴリズム取引の利用形態 / 4-4 アルゴリズム構築手順の概要

### 第5章アルゴリズム取引戦略

5-1 執行アルゴリズム / 5-2 ベンチマーク執行アルゴリズム / 5-3 マーケット・メイキング・アルゴリズム / 5-4 裁定アルゴリズム / 5-5 ディレクショナル・アルゴリズム / 5-6 市場操作系アルゴリズム

### 第6章HFT：高頻度取引

6-1 HFTの概要 / 6-2 HFTの定義 / 6-3 HFTのシェア / 6-4 HFTのアルゴリズム取引 / 6-5 HFTが市場に及ぼす影響 / 6-6 HFTの規制

### 第7章外国為替取引におけるアルゴリズム取引

7-1 外国為替取引の市場環境 / 7-2 株式取引アルゴリズムと外国為替取引アルゴリズムの違い / 7-3 外国為替取引におけるアルゴリズム取引戦略 / 7-4 個人投資家からみたFX取引アルゴリズム

### 第8章アルゴリズム取引の環境の変化と投資家の取組み

8-1 アルゴリズム取引の変化 / 8-2 プレイヤー別の対応状況 / 8-3 アルゴリズム取引の導入における課題と対策 / 8-4 個人投資家の視点から

### [付録]

A インプリメンテーション・ショートフォール

B 証券会社やFX業者が提供するオーダー・タイプ

<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

高速取引のみならずアルゴリズム取引全般の実態を正確に紹介

## とりあえず、おすすめの本をあげておきます(2/2)

- ✓ “フラッシュ・クラッシュ”は非常に客観的で余計な脚色がなく、敵・味方の無理な押し付けもない、良く書かれたノンフィクション
- ✓ ただし、この本の主題は高速取引でもなければ、フラッシュ・クラッシュではない。個人投資家が相場操縦に手を染め、捕まる物語
- ✓ 主人公はe-mini S&P 500先物の取引で大量の見せ玉を行って逮捕された個人投資家であり、高速取引はやっていない
- ✓ しかも主人公の取引は2010年のフラッシュ・クラッシュとほぼ関係ない
- ✓ しかし、逮捕時にメディアに“フラッシュ・クラッシュ・トレーダー”として紹介されたため、このタイトルとなった
- ✓ 犯罪に手を染めてしまった経緯、捜査側の行動、逮捕後に犯人から手口を教えてもらう当局など、とても勉強になった
- ✓ 「金融市場には、正義も悪もない。いるのはルールを守っているものと、そうではないものだけ」を実践できなかった主人公と実践している当局者たちの物語

映画化も予定されている(余計な脚色がつかないかちょっと心配)

<https://www.hollywoodreporter.com/news/dev-patel-star-flash-crash-new-regency-see-saw-1280039>



### フラッシュ・クラッシュ

<https://www.kadokawa.co.jp/product/321707000030>

私のレポートでも取り上げてます



“フラッシュ・クラッシュ・トレーダー”と呼ばれた男はフラッシュ・クラッシュとはあまり関係なかった：高頻度取引との知られざる戦い

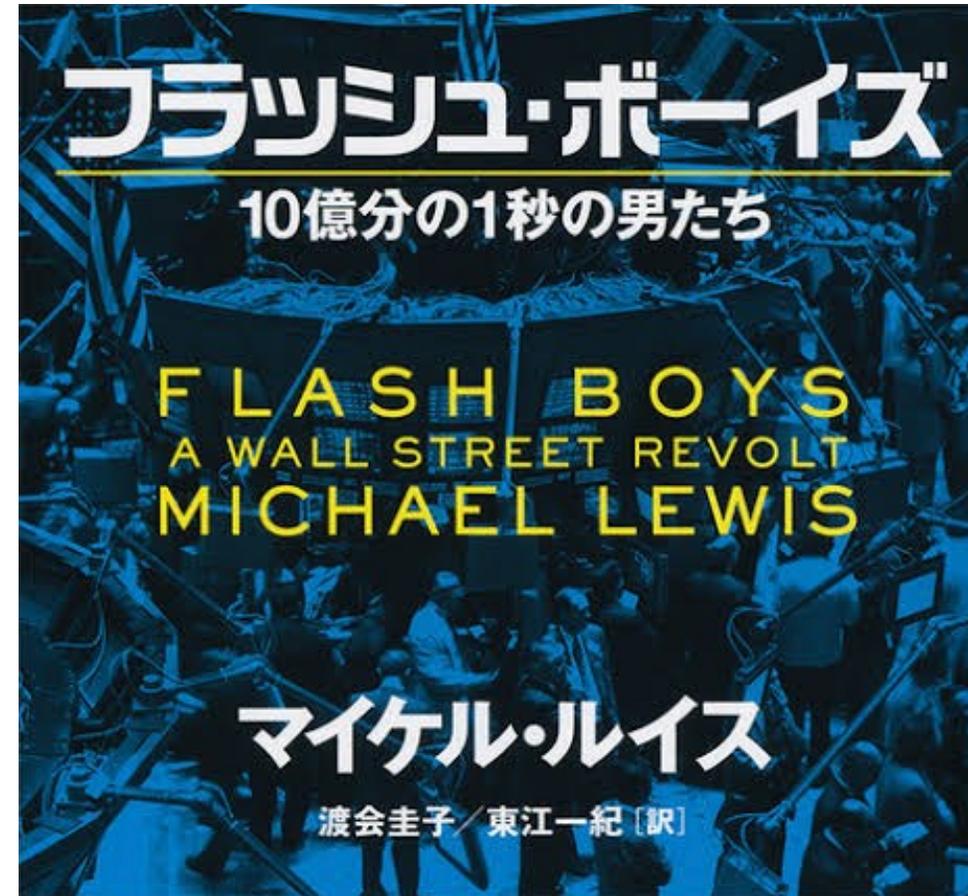
<https://www.sparx.co.jp/report/special/3149.html>

## 注意が必要な本・映画

- とにかく大げさ
- 高速取引を悪者にしたい意図  
↑このために誤った記載多数
- 高速取引を排除する取引所を作った人を正義として描く  
↑現実ではあまり普及しなかった取引所(IDX)  
この部分は映画化はされていない <https://iextrading.com/stats/>  
⇔ 映画化された部分の方が悪意は少ないかな  
(裁定取引の話)
- やたらと敵・味方、善・悪に分けたがる(そんなのはない)
- 2009年～2011年ごろの話  
↑今こんなには儲からない(後述)

しかし、ハードウェアの戦いだという雰囲気はあっている

フラッシュ・ボーイズ <https://books.bunshun.jp/ud/book/num/9784167913403>



カンザス～ニューヨーク間1,600kmを、  
直線の光ファイバーケーブルで繋ぐ！

本作に描かれた  
衝撃の実話が映画化!!

『ハミングバード・  
プロジェクト  
0.001秒の男たち』

2019年9月27日(金)  
TOHOシネマズ シャンテほか  
全国ロードショー  
配給: ショウゲート

文春文庫

# 重要なポイント

- 金融市場には、正義も悪もない  
いるのはルールを守っているものと、そうではないものだけ  
→ 他の投資家同様に検査されれば良い
- 一般投資家の本音は、高速取引業者は生きててほしいが  
ボロ儲けして欲しくない  
→ 本を入手するのに古本屋は必要だが、ぼったくられたくない
- 高速取引の主要な戦略は昔からあるものを機械化したもの

### マーケットメーカー戦略

買いと売りの両方を常に出しておき、その差額だけ儲かる  
↑ 古本屋と似ている

### 裁定取引

経済的価値が同じにもかかわらず、  
取引所（市場）によって価格が異なる場合、  
安いほうを買って高いほうを売る  
↑ 新品より高く買ってくれる古本屋を探すのに似ている（せどり）

人工知能を使うような高度な計算はあまりしていないのでは？

買いと売りを同時に出す

	売り 注文数量	価格	買い 注文数量
	84	101	
注文 	176	100	
		99	204 
		98	77

99円と100円を行ったり来たりしていると儲かる

↑ 99円で買って100円で売ること繰り返す

これらの注文価格の先頭に並ぶ必要がある < 一番速い必要

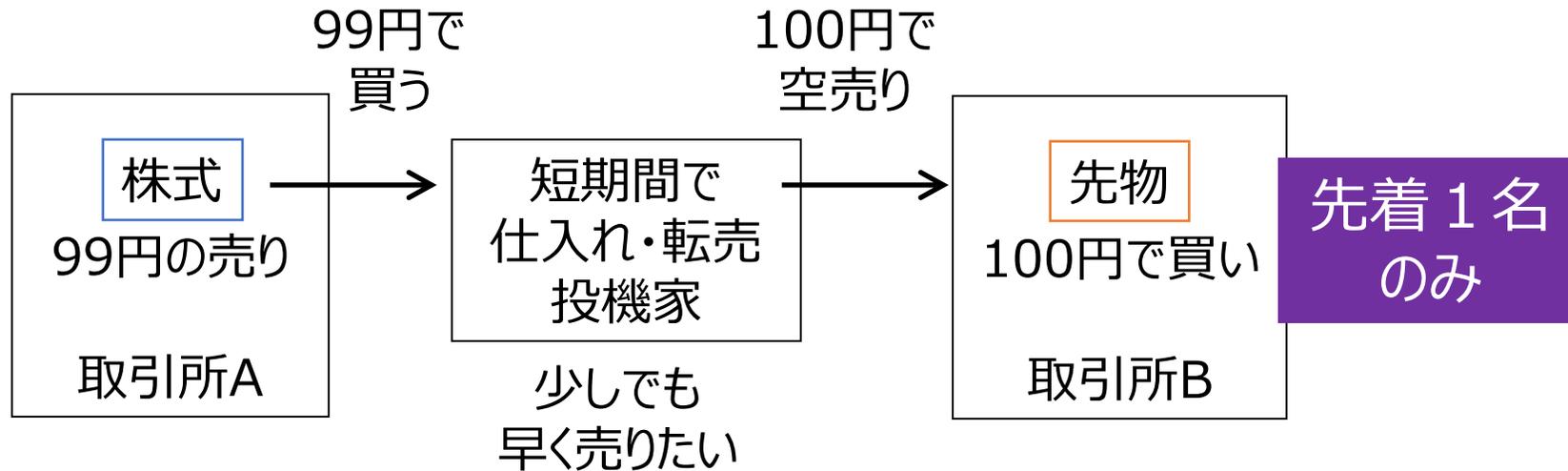
市場がどちらかの方向に動き出したら、すばやく逃げる必要

↑ 99円で買ったものがもっと安い値段でしか売れなくなる

**高速に取引できることが非常に重要な戦略**

昔からある戦略。以前は大人数で手作業で行われていた。  
彼らの仕事が機械化され効率化された ⇒ 社会全体のコストは下がったと考えられる。

経済的価値が同じものを、（例）99円で買い瞬時に他で100円で売る  
取引所間や現物（株式）・先物・オプション間、ETF・現物間など  
（時間がたてば同じものになるもの同士）  
昔からある戦略が機械化されたもの



1番でないと意味がない

誰よりも高速に取引できることが非常に重要な戦略

映画“ハミングバード・プロジェクト”はこの話

# 高速取引行為者登録一覧

令和3年6月1日現在

※登録状況の詳細については、管轄財務局へお問い合わせください。

【全行為者数：54】

所管	登録番号	登録年月日	高速取引行為者名	法人番号	本店所在地
金融庁	関東財務局長（高速）第22号	平成31年4月9日	Citadel Securities (Hong Kong) Limited	—	16th Floor Two International Finance Centre, 8 Finance Street, Central, Hong Kong
関東財務局	関東財務局長（高速）第1号	平成30年6月6日	Susquehanna Pacific Pty Ltd	—	Level 48, Tower One, International Towers, 100 Barangaroo Avenue, Barangaroo, NSW 2000, AUSTRALIA
関東財務局	関東財務局長（高速）第2号	平成30年6月21日	<u>Virtu Financial Singapore Pte. Ltd.</u>	—	20 Anson Road, #20-01 Twenty Anson, Singapore, 079912
関東財務局	関東財務局長（高速）第5号	平成30年6月22日	Grasshopper Pte.Ltd.	—	18 Cross Street, #07-02/03 Cross Street Exchange, Singapore 048423
関東財務局	関東財務局長（高速）第6号	平成30年6月22日	Optiver Australia Pty Limited	—	33-39 Hunter Street, SYDNEY NSW, Australia 2000
関東財務局	関東財務局長（高速）第7号	平成30年6月22日	Vivienne Court Trading Pty Ltd	—	Level 1, 188 Oxford Street, PADDINGTON NSW 2021, Australia
関東財務局	関東財務局長（高速）第8号	平成30年8月31日	<u>ダルマ・キャピタル株式会社</u>	4011101074671	東京都千代田区神田須田町一丁目3番地9 PMO神田万世橋5F

全54社、日本所在は1社のみ（2021/6/1現在）

<https://www.fsa.go.jp/menkyo/menkyoj/kousoku.pdf>

秘密主義で公には話をしてくれない。しかし、上場企業もあり開示資料ある会社も。ダルマ・キャピタル(唯一の日本所在)は最近取材に応じている。

2021/5/14、テレビ東京「ガイアの夜明け」にでてました

<https://www.tv-tokyo.co.jp/plus/business/entry/2021/023748.html>

“テレ東BIZ”(初月無料)で見れます

[https://txbiz.tv-tokyo.co.jp/gaia/vod/post\\_226800](https://txbiz.tv-tokyo.co.jp/gaia/vod/post_226800) 50

ダルマ・キャピタル社長

何も説明せず 秘密結社のように取引するのは無責任ではないか



- (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

おまけ：高速取引

(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



SPARX Asset Management Co., Ltd.

(参考文献)

水田孝信 「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」,  
2021, スパークス・アセット・マネジメント

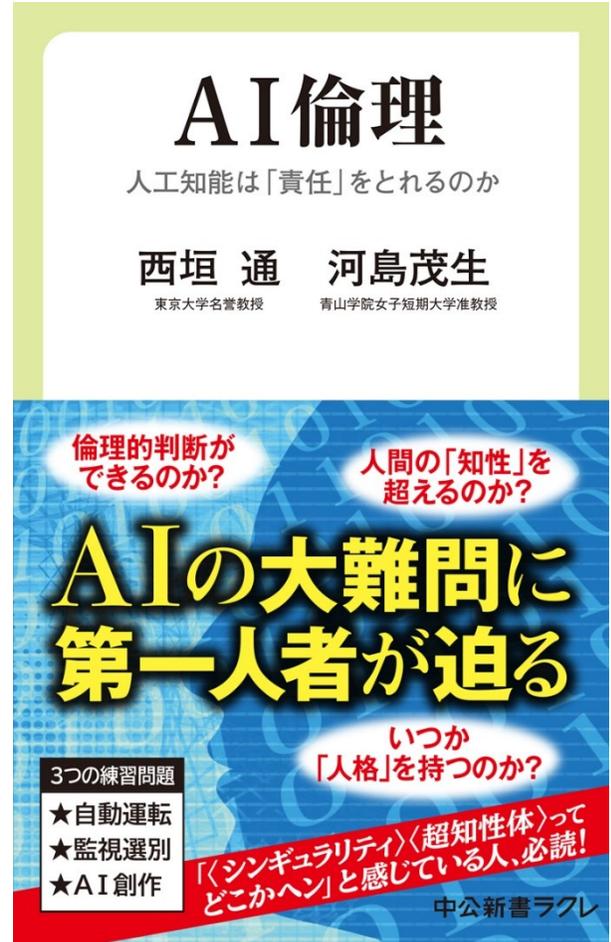
<https://www.sparx.co.jp/report/special/2764.html>

防犯カメラの解析で犯人を素早く特定



監視カメラで特定の人種を瞬時に判別し追跡

ディープフェイク、ドローン兵器(無人兵器)の暴走に並び、大きな議論となるだろう



<https://www.chuko.co.jp/laclef/2019/09/150667.html>

## 日本経済新聞

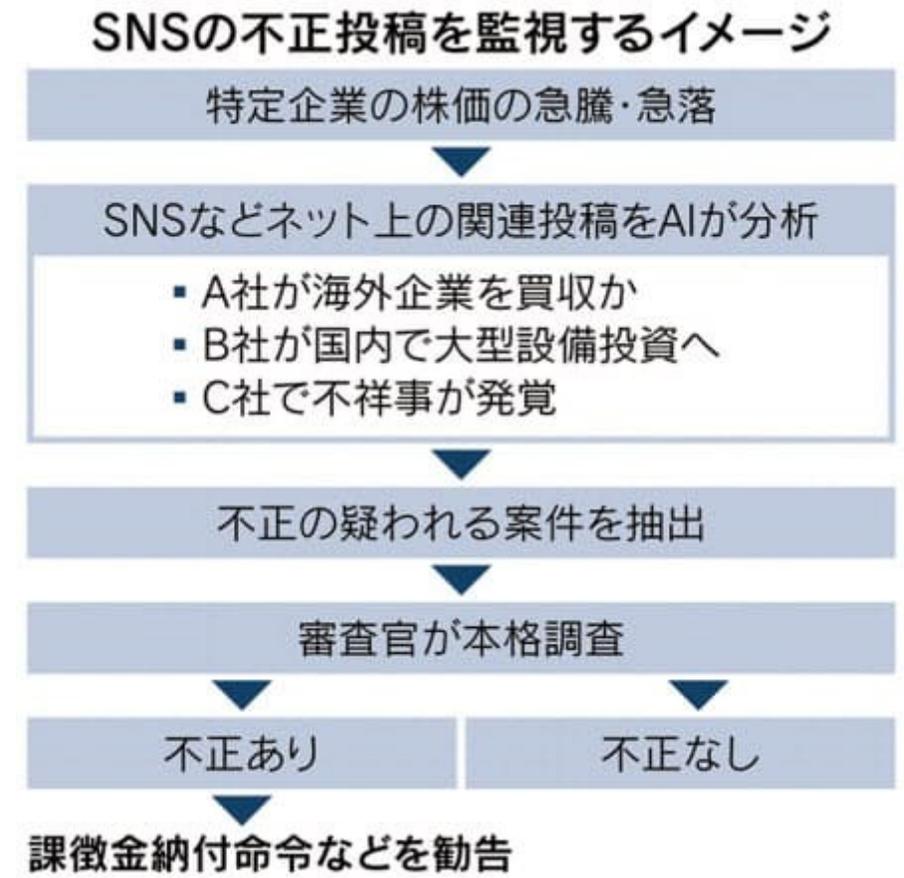
2019年6月11日 (火)

### 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

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



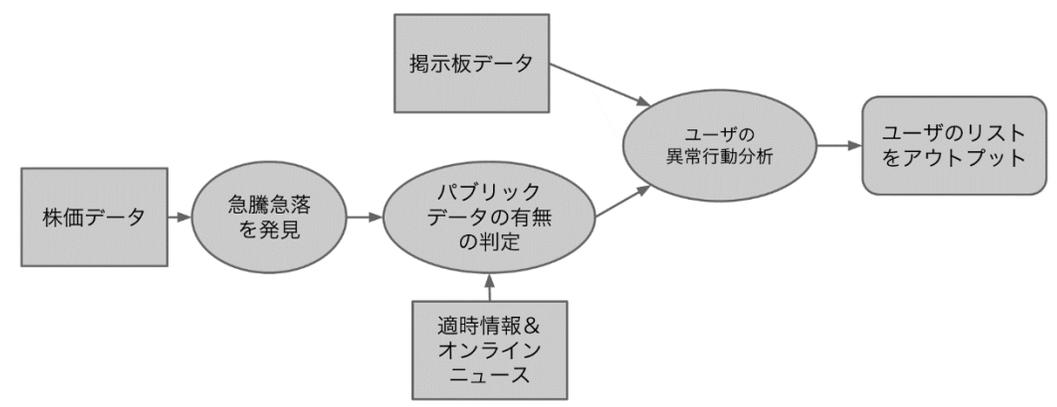
## 株価操縦の疑いのある書き込みを探す研究

<https://sigfin.org/SIG-FIN-015-03/>

### 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

宮崎 邦洋<sup>1\*</sup> 松尾 豊<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 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>

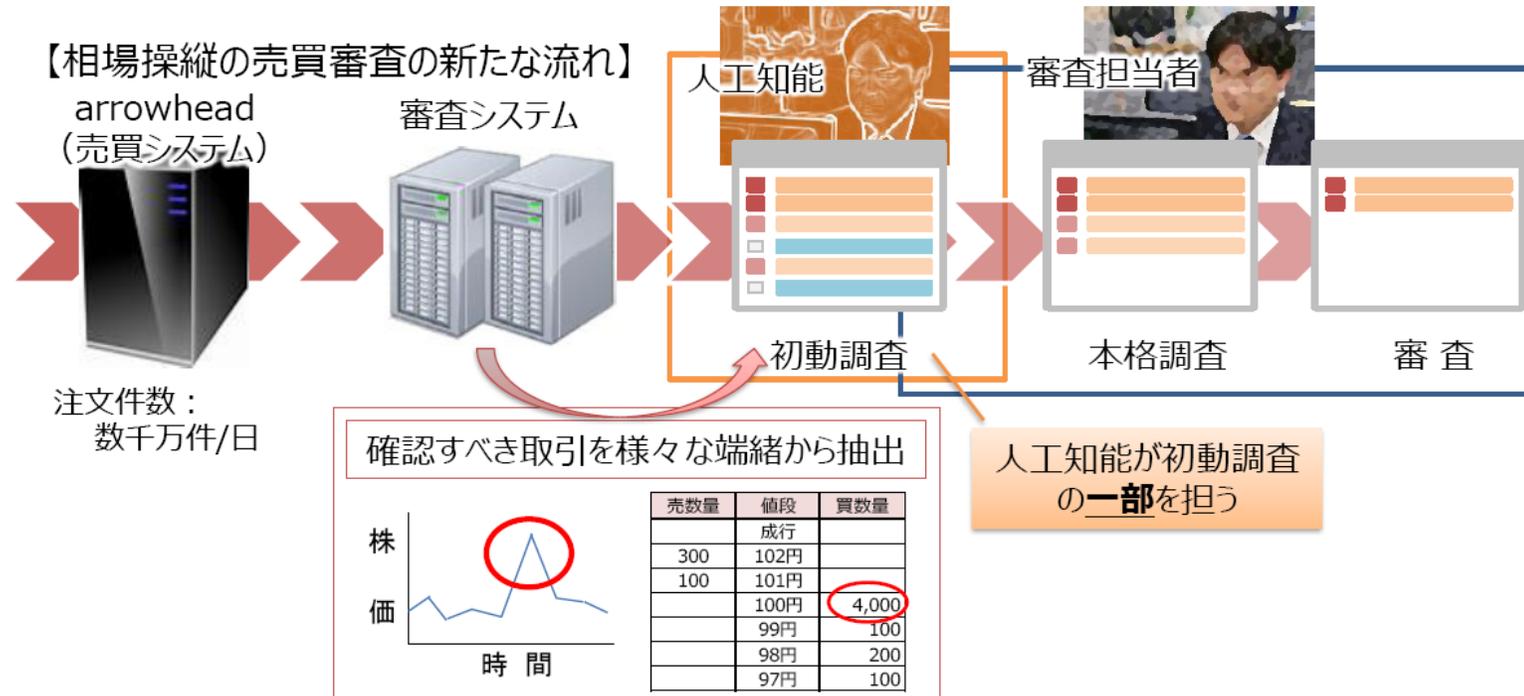
## 売買審査業務へのAI適用（業務効率化）

- 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

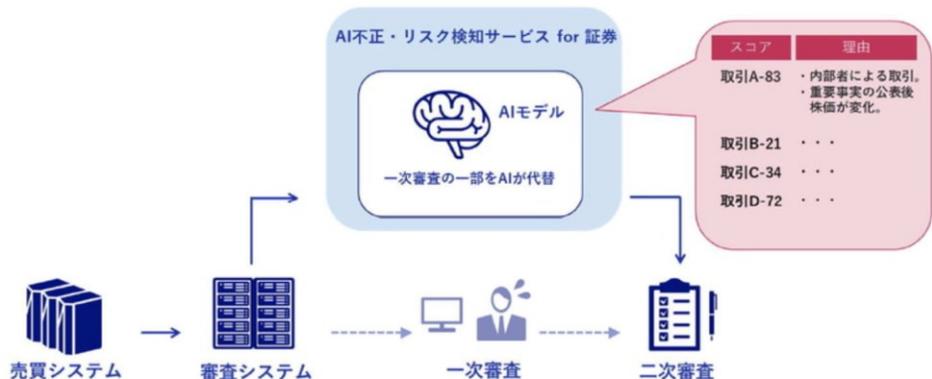
東京証券取引所  
大阪取引所  
日本取引所自主規制法人  
日本証券クリアリング機構





## ニュース

### インサイダー取引をAIで検知。SBI証券とNEC



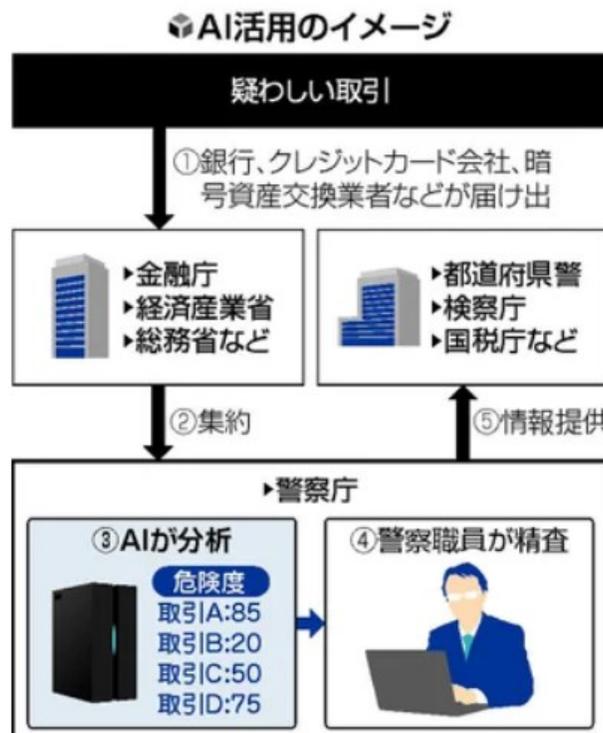
<https://www.watch.impress.co.jp/docs/news/1350990.html>



## 【独自】資金洗浄など「疑わしい取引」AIが分析...摘発事例を学習して選別

2021/10/25 15:00

この記事スクラップする



<https://www.yomiuri.co.jp/national/20211025-OYT1T50124/>

# 人工知能が勝手に不正取引をしたら法的責任は？

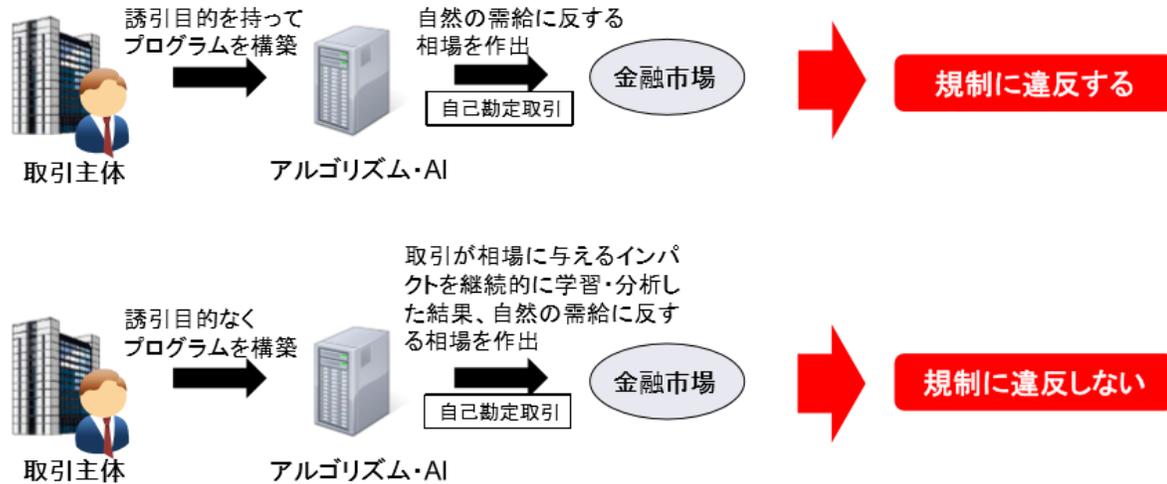
(参考文献)

水田孝信「人工知能が不正取引を行ったら誰の責任か？」, 2020  
スパークス・アセット・マネジメント

<https://www.sparx.co.jp/report/special/3071.html>

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？

12

第4回金融資本市場のあり方に関する産官学フォーラム  
(2019/2/22)基調報告(3)

<http://www.pp.u-tokyo.ac.jp/CMPP/forum/2019-02-22/>

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

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 —

- AI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 → する場面があることが分かった
- ここでいう“勝手に”とは、AI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、AI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）、AI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、「AI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**

予稿 [https://doi.org/10.11517/pjsai.JSAI2020.0\\_2L5GS1305](https://doi.org/10.11517/pjsai.JSAI2020.0_2L5GS1305)

プレゼン資料 <https://mizutakanobu.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

おまけ：高速取引

- (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

(フルバージョン資料)

<https://mizutatakanobu.com/2022r.pdf>

YouTube: <https://youtu.be/tq9AsMrig9s>

(参考文献)

水田孝信 「金融市場の制度設計に使われ始めた人工市場」, 2021, スパークス・アセット・マネジメント

<https://www.sparx.co.jp/report/special/3215.html>

(そのほかの人工市場) <https://mizutatakanobu.com/202202SMASH.pdf>

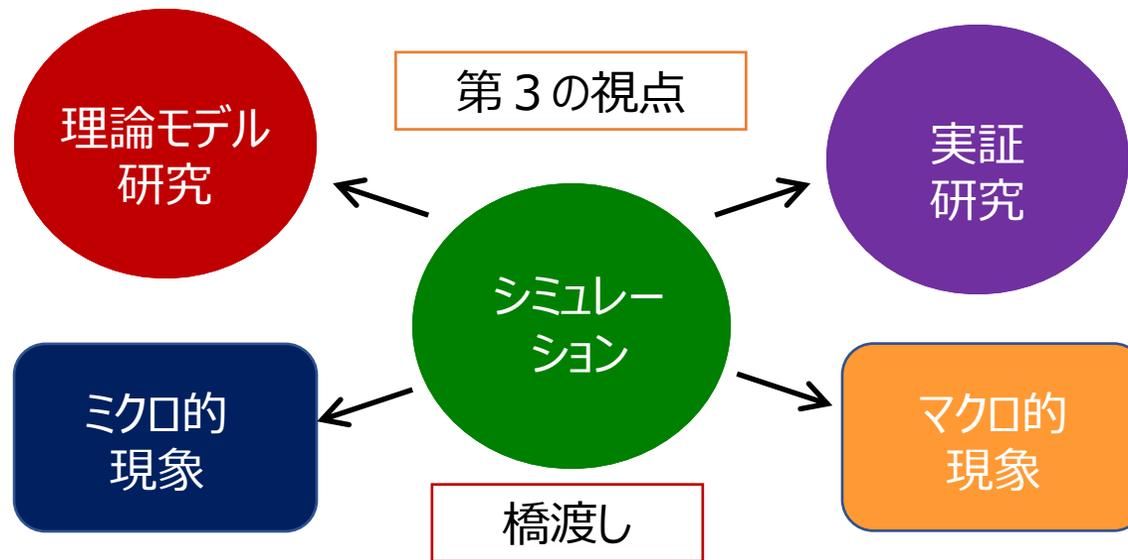


SPARX Asset Management Co., Ltd.

SPARX

# さまざまな分野で活躍する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。  
エージェントは比較的シンプルなモデルでお互いに相互作用する。それらが集積して複雑なマクロの挙動がみれる。



- 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

# 活躍するエージェントシミュレーション

役所の意思決定にも使われている



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>

<https://www.city.okayama.jp/0000006104.html>



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)

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](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

版本 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」に敢えて挑戦する!

著者 山影進 定価(本体2000円+税)

(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/publications/books/2012/hoshiro\\_2012\\_03.html](https://jwww.iss.u-tokyo.ac.jp/publications/books/2012/hoshiro_2012_03.html)



<https://www3.nhk.or.jp/news/html/20200220/k10012294081000.html>

<https://archive.md/uUuwa>

(和文速報論文) <https://doi.org/10.1527/tjsai.D-K28>

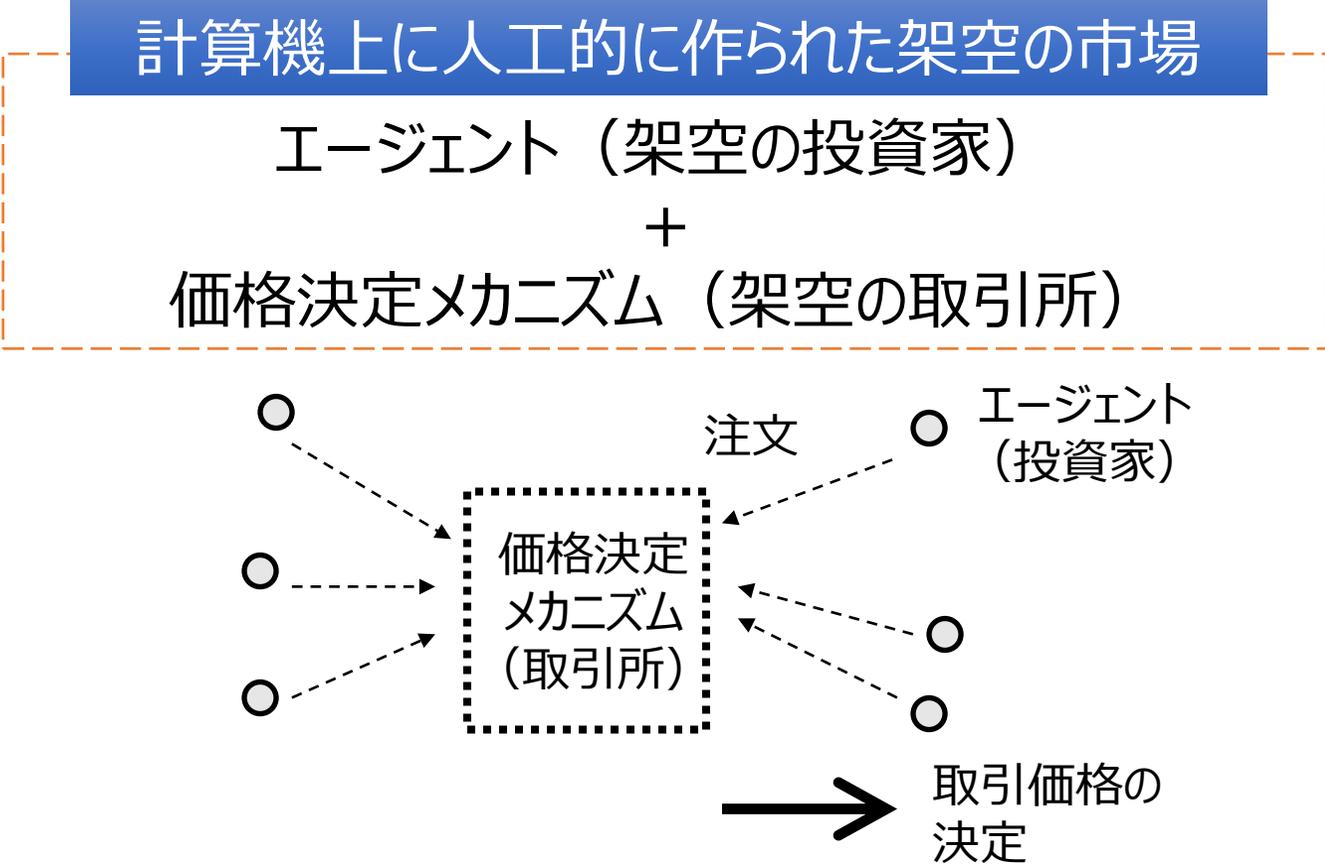
新型コロナではNHKにも取り上げられる注目度  
(筑波大 倉橋先生)

注：新型コロナではエージェントではない  
シミュレーションのほうが多い

例) 西浦モデル、東京大学藤井・仲田モデル

<https://covid19outputjapan.github.io/JP/>

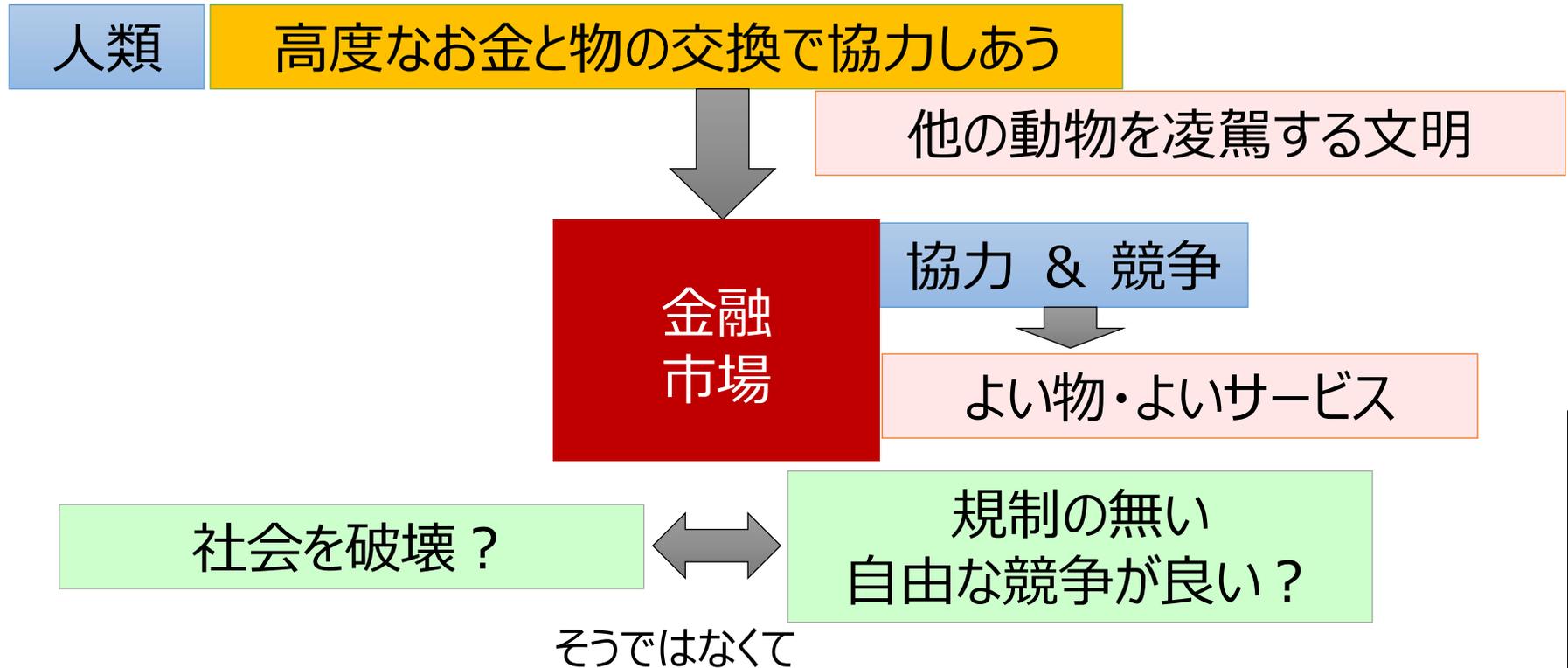
# 人工市場モデルを用いたシミュレーションとは？ (金融市場のエージェントシミュレーション)



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

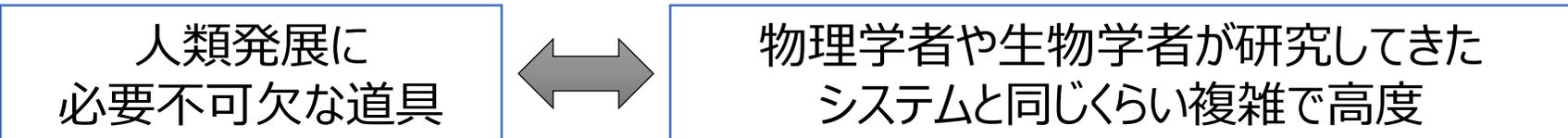
これまでに導入されたことがない金融市場の制度やルールも議論できる  
その純粋な影響を抽出できる

# 金融市場の制度設計の重要性



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」, 2002年(原著) <https://www.keio-up.co.jp/np/isbn/9784766427837/>



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>

## ECB総裁講演でも取り上げられる

ヨーロッパ中央銀行(ECB)総裁だったトリシェが効率的市場仮説に基づく金融理論が、金融危機中の政策決定に関してほとんど役に立たなかったと述べ、エージェントシミュレーション(広い意味で人工市場)などが金融政策に貢献することを期待していると述べた講演

<https://www.ecb.europa.eu/press/key/date/2010/html/sp101118.en.html>

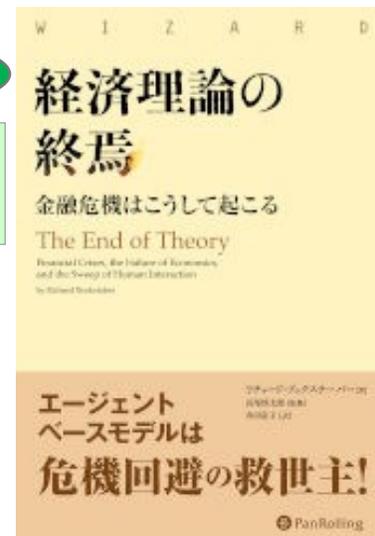
これまでの経済学ではリーマンショックを分析・対応できなかったという批判  
→ 人工市場 (エージェント・ベースド・モデル) ならできるとある・期待

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)

### J P X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(J P X) 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

**37本中、実に11本が人工市場を用いた研究(2021年12月末現在)**

呼び値の刻み、H F T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>



JPX  
JAPAN EXCHANGE  
GROUP

日本取引所グループ

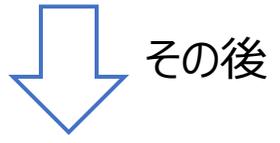
東京証券取引所  
大阪取引所

日本取引所自主規制法人  
日本証券クリアリング機構

# シミュレーション結果が実際の制度変更に参考にされた例



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



## その後 日本経済新聞 株価を10銭刻みに 日本取引所、まず100銘柄前後 値動き細かく

2013年3月29日 2:00 [有料会員限定]  
[https://www.nikkei.com/article/DGXNASGD2806B\\_Y3A320C1MM8000/](https://www.nikkei.com/article/DGXNASGD2806B_Y3A320C1MM8000/)

株価の刻みが10銭になった場合のイメージ (A社の株価の値動き)

現在	<b>101円</b>
	(前日比1円高) = 1%
変更後	<b>100円60銭</b>
	(前日比60銭高) = 0.6%
	…より細かな取引が可能に

日本取引所の現物株市場見直しの流れ

- 2013年7月: 大証の現物株市場を東証に統合
- 2014年1月: 株価の刻み幅縮小を一部銘柄に試験導入
- 2015年半ば:
  - 次期売買システムが稼働
  - 刻み幅縮小を本格導入へ

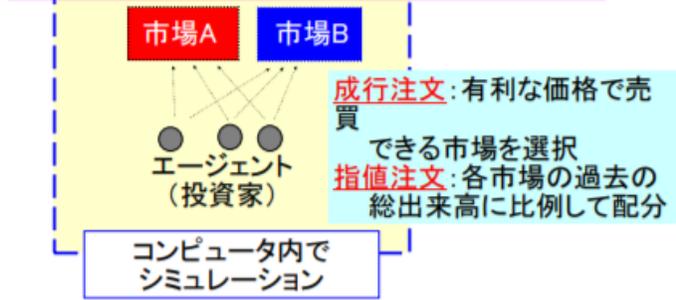
# 人工市場シミュレーションを用いた 取引市場間におけるティックサイズと取引量の関係性分析

水田 孝信 スパークス・アセット・マネジメント株式会社 東京大学大学院工学系研究科  
 和泉 潔 東京大学大学院工学系研究科 JST さきがけ

早川 聡 株式会社東京証券取引所派生商品部  
 吉村 忍 東京大学大学院工学系研究科

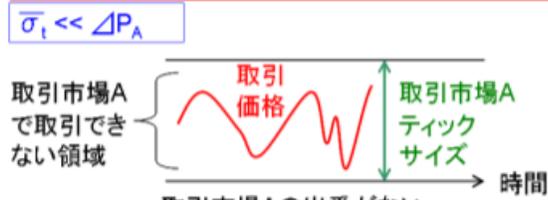
## 人工市場シミュレーション

ティックサイズのみ異なる市場A、Bでどのように出来高シェアが移り変わるかを分析

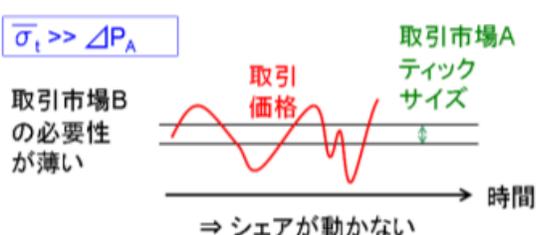


(右上)ティックサイズが小さい → 市場にシェアが移っていく  
 (右)小さすぎるティックサイズ競争は意味がない

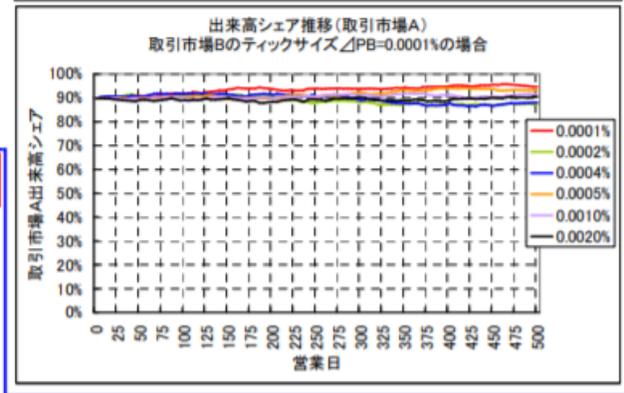
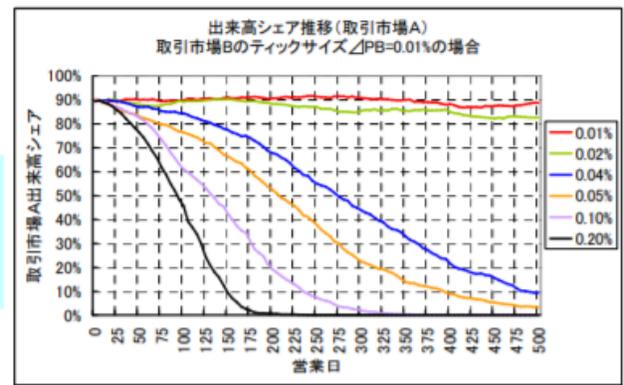
## ティックサイズと短期ボラティリティ



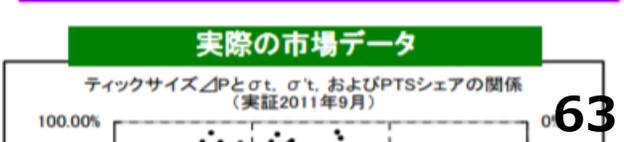
取引市場Aの出番がない → 取引市場Bの高い約定率 → 素早く取引市場Bがシェアを奪う



## 出来高シェアの推移



取引量シェアが移り変わらない条件  
 (1)ティックサイズ  $\Delta P$  が他市場のものより小さい  
 または  
 (2)ティックサイズ  $\Delta P$  が "あるべき" 短期ボラティリティ  $\sigma_t$  より小さい



世界的な銀行大手 JP Morganがスポンサーの国際学術会議  
ACM International Conference on AI in Finance で多く発表されている  
<https://ai-finance.org/>

短い時間スケール(秒以下)なら注文状況(板の状況)に再現性ある

↑ 人間の手で行えないので機械化されている時間スケール

- ・ 高速取引：高速であることを生かして利益を狙う(高速化のため戦略は単純化)
- ・ 執行アルゴリズム取引：手の内を知られないように注文を自動的に小口に分ける

GANを用いた実データの学習を行い、  
注文データが与えられたら次の注文を  
1つ返す生成器を作る  
インサンプルの実データの中に  
"もしこの注文があれば"をシミュレートする。  
Coletta 2021 <https://arxiv.org/abs/2110.13287>

良くも悪くもエージェントに前提を置かず  
大量のデータからGANで注文生成器を作る

データがないところからシミュレーションをスタートできない  
実データの中に人工データを少し混ぜるイメージ  
→ 全く経験のない環境は不得意  
制度設計には向かない

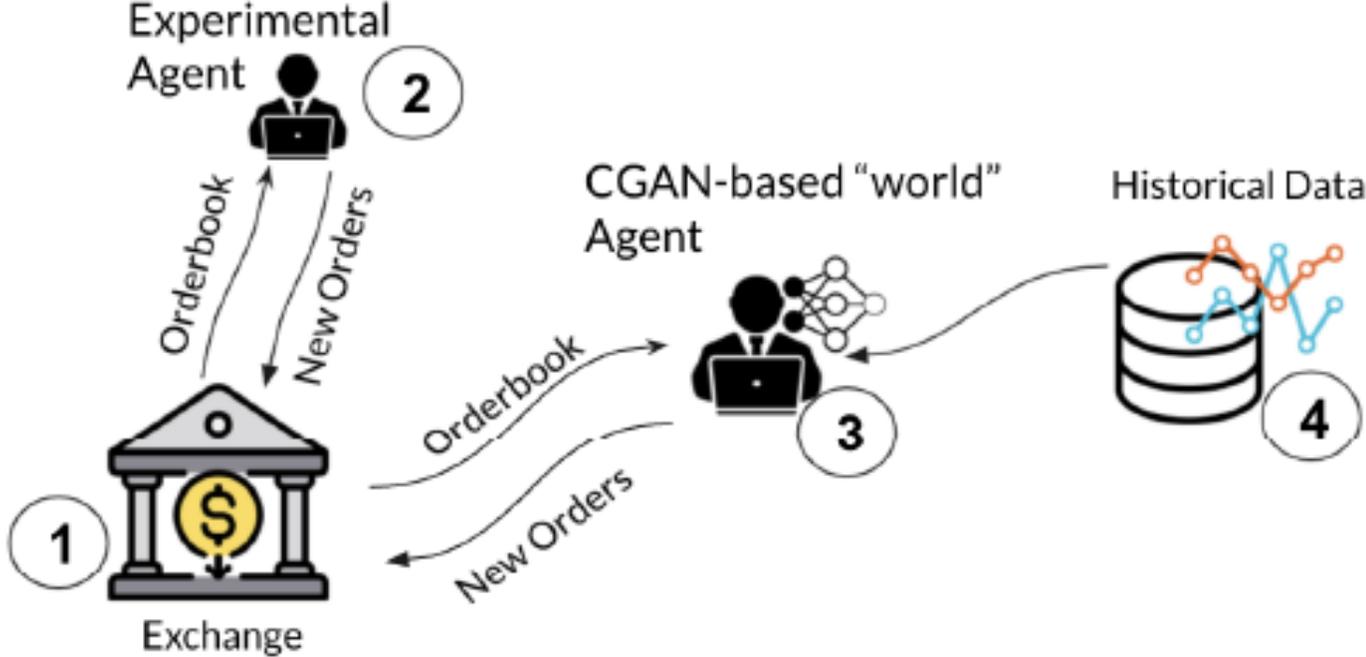
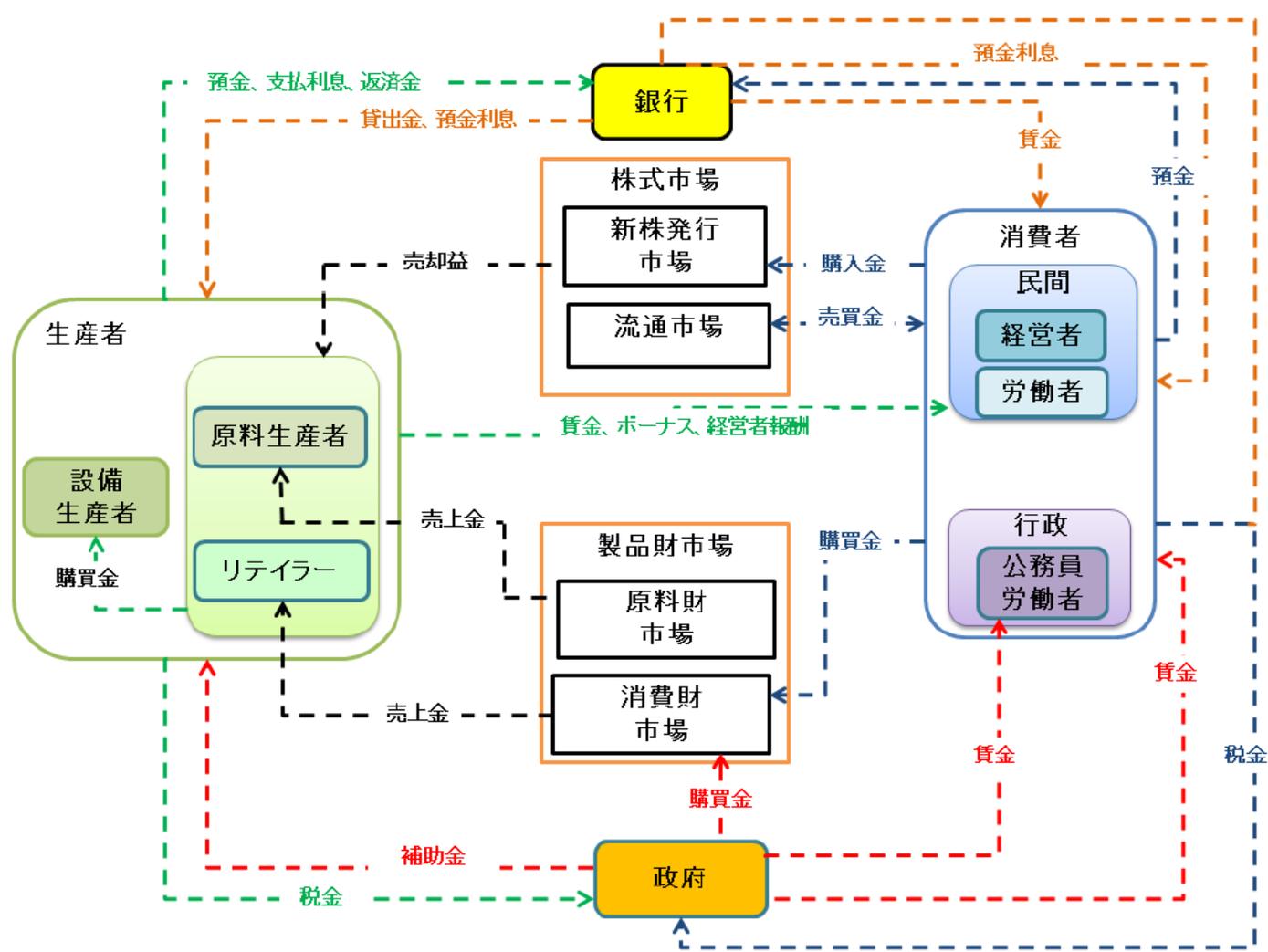


Figure 2: CGAN-Based Simulation Framework.64



財政政策や金融政策、金融危機のメカニズムなどを議論するため、社会経済全体をモデル化した人工市場、人工社会、マクロ経済シミュレーターとも

例えば、この研究は、政府や企業、銀行などの各経済主体の財務諸表の動きを簿記の仕訳から実装

これらの研究の発展により、金融政策がシミュレーション結果を参考にしながら決められたり、国政選挙では各政党が財政政策のシミュレーション結果を出し合っ  
て論争をしたりする日は近いかもしれない

高島幸成、“ABMによるマクロ経済基本挙動再現の為のモデル構造に関する研究”、  
博士論文、千葉工業大学大学院社会システム科学研究科、2013  
<http://id.nii.ac.jp/1196/00000044/>