2019/1/22

金融資本市場論 第7講の１
テクノロジーの進化と金融資本市場

# 資産運用業界における人工知能と人工市場シミュレーションを用いた金融市場の制度の議論

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)
http://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:
http://mizutatakanobu.com/20190122.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：　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の定量的分析、
　　リスク管理関連の社内システム開発・運用、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(SIG-FIN)幹事
2017・18年度 人工知能学会 代議員

# 今日は２つのことをお話します

## （１）資産運用業界における人工知能

- （１－１）そもそも人工知能とは？
- （１－２）文章の要約・分析・作成
- （１－３）執行アルゴリズム取引の強化
- （１－４）不公正取引の検出

こちらをより詳しく知りたい方はこちらも参照

2018/8/3「資産運用業界が期待する人工知能-最新の研究も加えて-」
日本テクニカルアナリスト協会 セミナー

http://mizutatakanobu.com/20180803.pdf

## （２）人工市場シミュレーションによる規制・制度の議論

こちらをより詳しく知りたい方はこちらも参照

2019/1/23「人工市場シミュレーションを用いた金融市場の制度・規制の議論」
横浜国立大学 金融市場構造論 講義資料

http://mizutatakanobu.com/20190123.pdf

# その他の話題：もしご興味あればご覧下さい

SPARX Asset Management Co., Ltd.

SPECIAL REPORT
スペシャルレポート

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

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
http://money-bu-jpx.com/news/article008322/

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）資産運用業界における人工知能

- （１－１）そもそも人工知能とは？
- （１－２）文章の要約・分析・作成
- （１－３）執行アルゴリズム取引の強化
- （１－４）不公正取引の検出

# （２）人工市場シミュレーションによる規制・制度の議論

# 人工知能学会 金融情報学研究会 (SIG-FIN)

SIG-FIN
JSAI Special Interest Group on Financial Informatics

http://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
参加費毎回異なる：無料～1,000円くらい

前回２５０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　http://sigfin.org/mailman/listinfo/jsai-fin

次回：3/3(日)：金融情報学研究会@東京 吉祥寺(成蹊大学)

http://sigfin.org/022/

本日は、人工知能学会およびSIG-FINで議論された研究を主に紹介

# 日本銀行での人工知能コンファレンス：総裁が挨拶するほどの注目度

## 日本銀行決済機構局・金融市場局合同コンファレンス「AIと金融サービス・金融市場」（4月13日）資料

2017年4月12日
日本銀行決済機構局
日本銀行金融市場局

### 講演等

- プログラム [PDF 116KB]

### 開会挨拶

- AIと金融のフロンティア
  日本銀行総裁　黒田 東彦

### 第1部：パネルディスカッション「AIと金融サービスの将来」

#### パネリスト

- ショートプレゼンテーション：Deep Learningがもたらす産業革命 [PDF 10,947KB]
  株式会社Preferred Networks　取締役最高執行責任者　長谷川 順一　氏
- ショートプレゼンテーション：Human Centric AI Zinraiによるデジタルビジネス革新 [PDF 4,961KB]
  富士通株式会社 執行役員　原 裕貴　氏
- ショートプレゼンテーション：三井住友信託銀行におけるAIを中心としたFinTechへの取組み [PDF 1,027KB]
  三井住友信託銀行株式会社　経営企画部主管　依田 康裕　氏

#### モデレータ

日本銀行決済機構局長　山岡 浩巳

### 第2部：パネルディスカッション「AIと金融市場へのインパクト」

#### パネリスト

- ショートプレゼンテーション：トレーディングフロアーでのAI実務 [PDF 651KB]
  みずほ証券株式会社　エクイティ本部 部長　紺谷 傑　氏
- ショートプレゼンテーション：ビッグデータ／機械学習のアクティブ運用への利用 [PDF 610KB]
  ゴールドマン・サックス・アセット・マネジメント株式会社　計量運用部長　内山 雅浩　氏
- ショートプレゼンテーション：市場におけるAIの活用と今後の可能性 [PDF 950KB]
  スパークス・アセット・マネジメント株式会社　ファンドマネージャー　水田 孝信　氏

#### モデレータ

日本銀行金融市場局長　清水 誠一

金融においても人工知能の注目度は半端ない

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

# メディアに出たがらない本当の専門家

人工知能学会誌 2017年11月号 鳥海不二夫「小特集「マスメディアから見た人工知能」にあたって」
http://id.nii.ac.jp/1004/00008914/

こと研究者には，マスメディアなどに出演して解説する行為を好意的に見ない風潮があるように思われる．しかしながら，現在のテレビ放送などでは，著名だが本学会では見たこともない研究者が「人工知能の専門家」として意見を述べている姿を見掛けることがある．そこで人工知能の現状と乖離した言動があれば，将来的な失望を招く結果となりかねない．専門家が自らの専門分野について正しく社会に伝えることは，間違った言説を広めないためにも重要なことであるように思われる．

現在のブームが永遠に続くと信じている人工知能研究者はいないだろう．人工知能に対する期待も落ち着きを見せ始めている今，ブームをどこに着地させるのかはこれから数年間の大きな課題となる．その際には，社会と研究者がより多くの接点をもち，正しい現状を伝えることで，過度の期待や失望を避けることができるのではないかと考え，本特集がその一助になればと期待している．

# （１）資産運用業界における人工知能

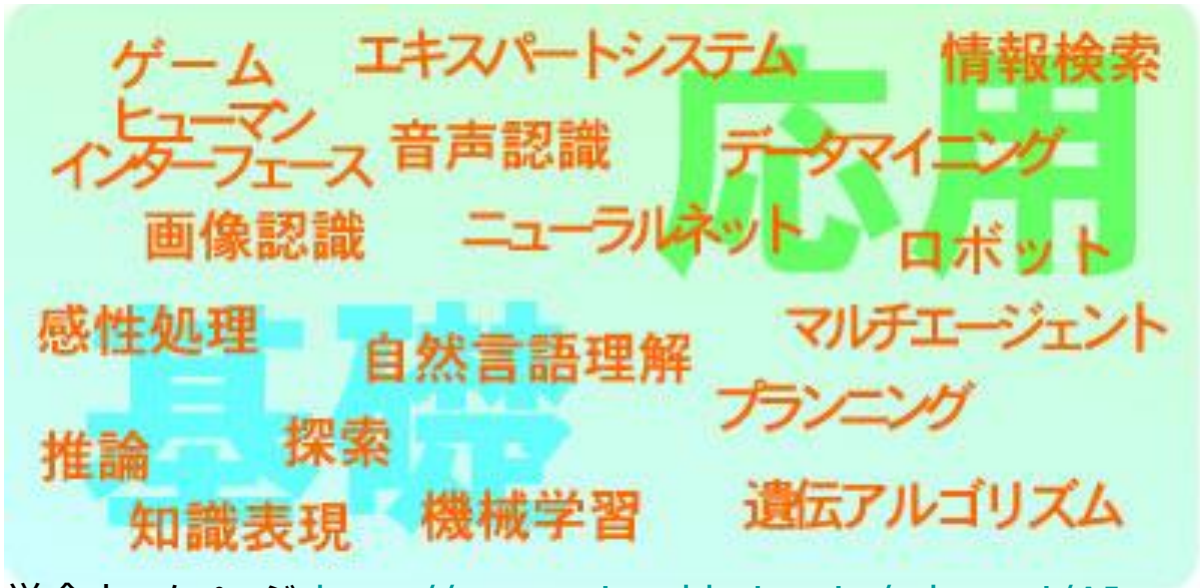
- （１－１）そもそも人工知能とは？
- （１－２）文章の要約・分析・作成
- （１－３）執行アルゴリズム取引の強化
- （１－４）不公正取引の検出

# （２）人工市場シミュレーションによる規制・制度の議論

# 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．




人工知能学会ホームページ http://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

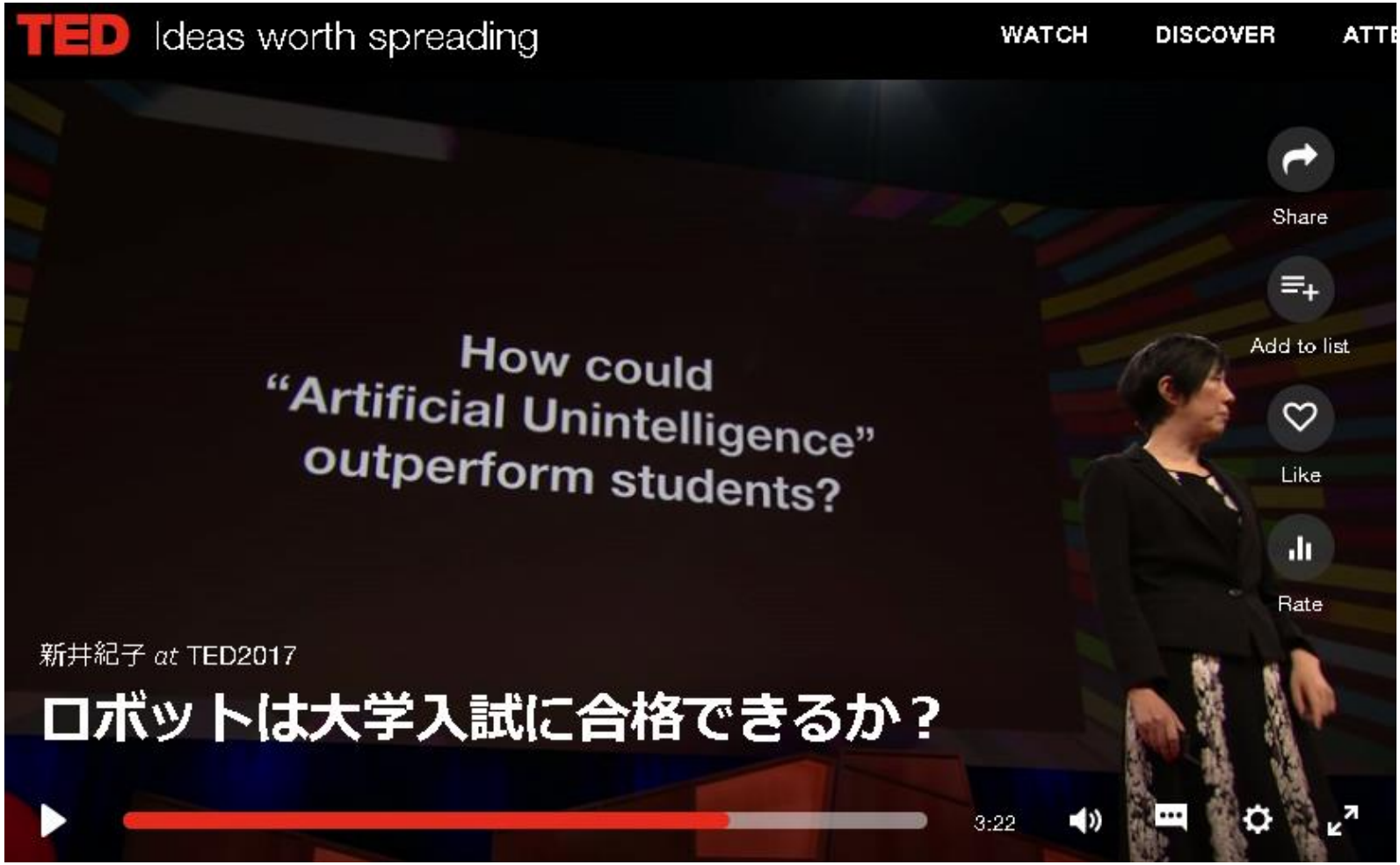
怖がる必要は全くない、所詮は計算機

誤解も
広がっている

以後、“弱い人工知能”を単に“人工知能”と呼びます。

# 分かりやすいTED動画

2017 バンクーバー，　新井紀子「ロボットは大学入試に合格できるか？」




https://www.ted.com/talks/noriko_arai_can_a_robot_pass_a_university_entrance_exam/transcript?language=ja

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んじゃないの？

米グーグルの研究部門であるGoogle DeepMindが開発した囲碁AI（人工知能）「AlphaGo（アルファ碁）」と、韓国のプロ棋士イ・セドル氏が2016年3月9日～15日に韓国で相まみえた五番勝負は、イ・セドル氏が第四局で一矢を報いたものの、4勝1敗でAlphaGoの圧勝に終わった。

IT Pro http://www.nikkei.com/article/DGXMZO98496540W6A310C1000000/

アルファ碁「イ・セドル九段に勝つために5000年分勉強した」

アルファ碁は今でも一日3万回の対局を通じて実力を伸ばしている。ファン・フィとの対局前に3000万のアマチュアの棋譜を消化した後に、プロ碁師の棋譜を文字通り「暴風吸引」して囲碁レベルを高めた。アルファ碁は人が1000年以上かかる100万回の対局を数週間で学習できる。

MK NEWS http://japan.mk.co.kr/view.php?category=30600006&year=2016&idx=4119

2017年10月「アルファ碁ゼロ、アルファ碁との対局で100戦100勝」

「アルファ碁ゼロ」は、人間による入力をせず、全くの独学で、古典的な戦略ゲームである囲碁を白紙の状態から急速に習得できることが分かった。約500万回の自己対局をへた時、アルファ碁は、棋士を凌駕し、全ての旧バージョンのアルファ碁との対局に勝利した。

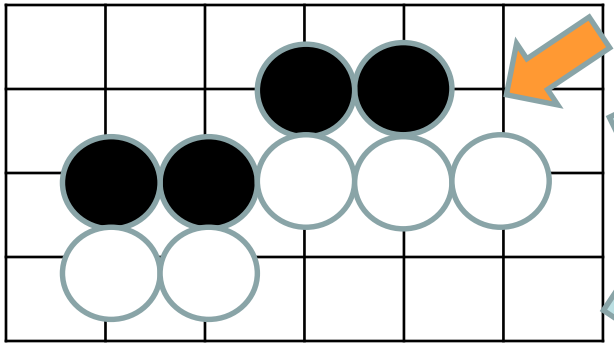
Nature 日本語ハイライト版 https://www.natureasia.com/ja-jp/nature/pr-highlights/12229

# 超ザックリな仕組みの説明

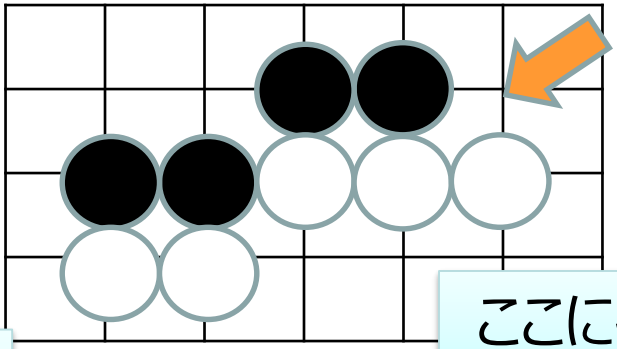
どうやって囲碁をさしているか？誤解を恐れずに、簡単に言えば、、、

（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？



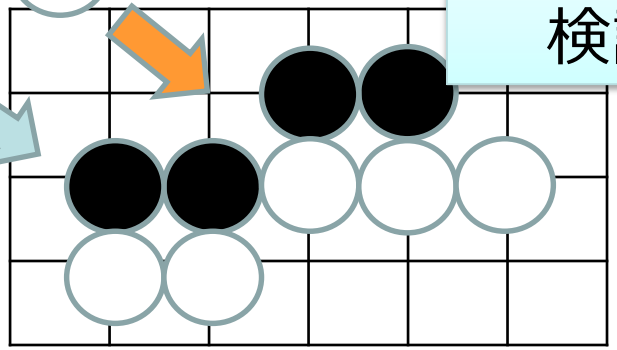
圧勝



ここに打つ

自分同士で
何度も対戦

圧勝でも
ない



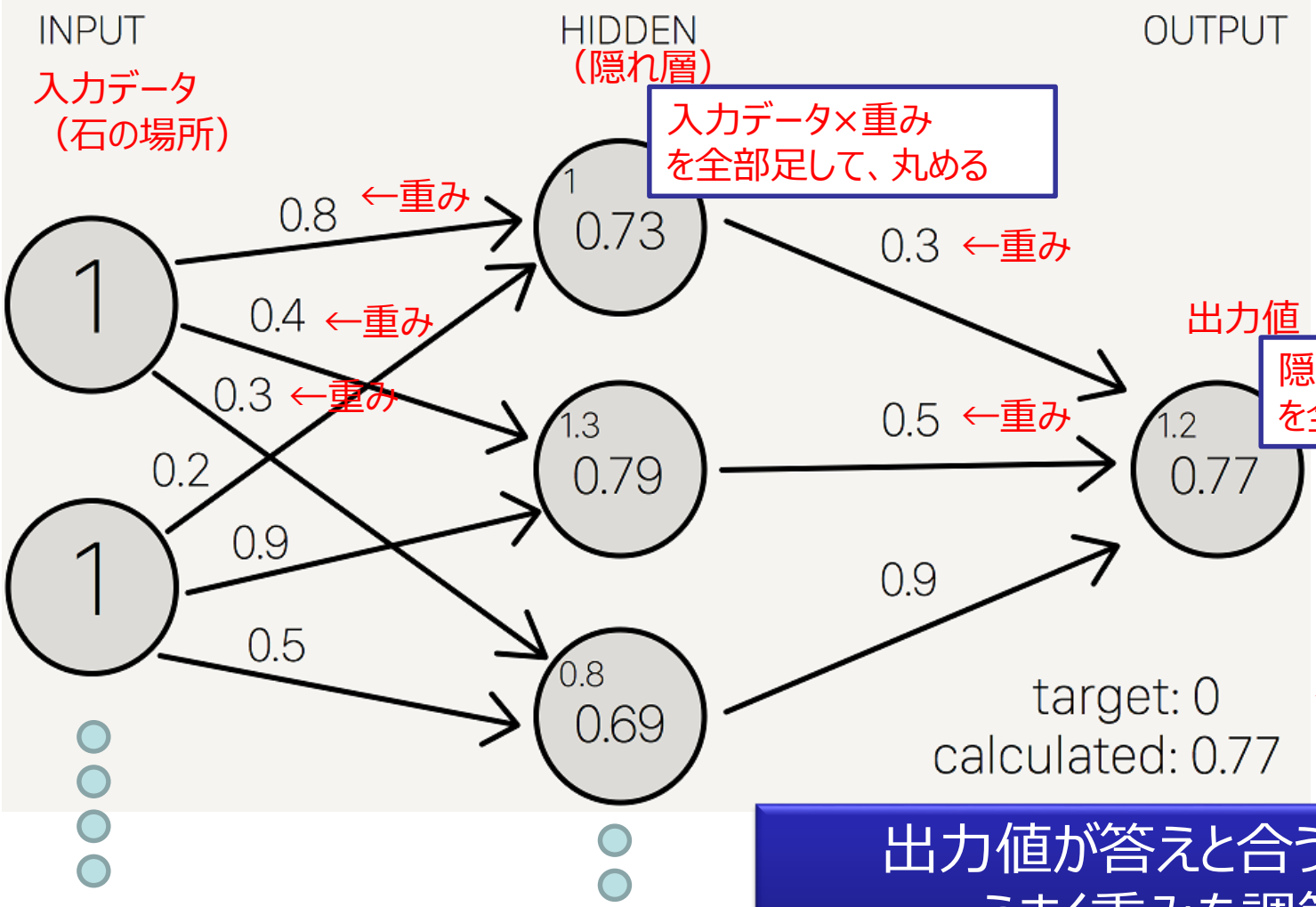
違う手を
検討

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

私だって5,000年あれば同じことが出来る

# もうちょっと詳しく(1/2)

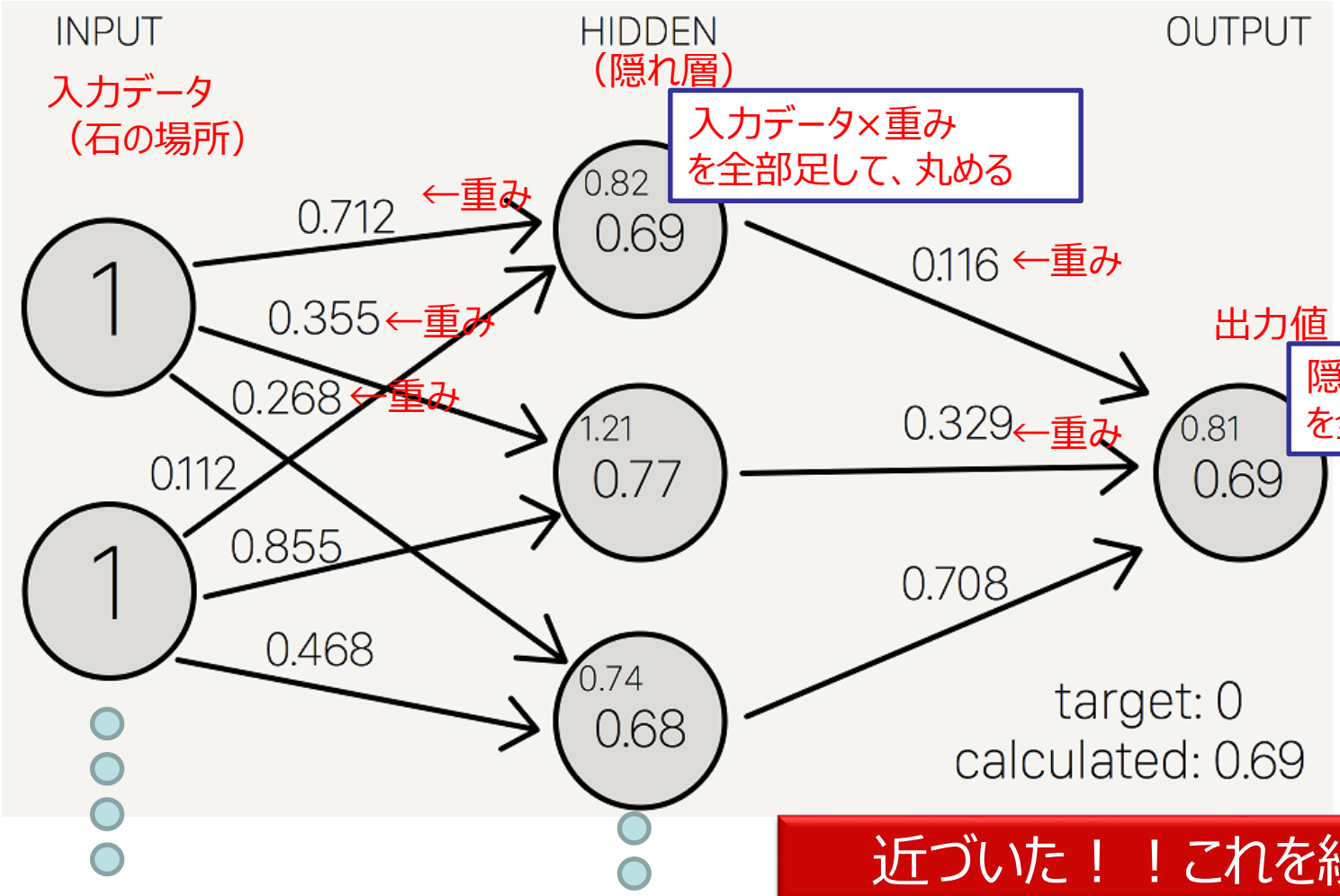
ニューラルネットワークを例に説明します
実際にはこれが非常に入り組んでもっと高度に工夫された
ディープラーニングが使われています




出力値が答えと合うように
うまく重みを調節

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

# もうちょっと詳しく(2/2)




近づいた！！これを繰り返す

この局面ではどこにおけば勝率が高いか自動的に発見

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

# 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

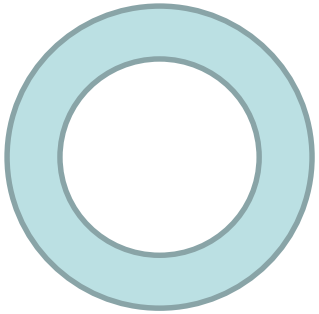
人間は対局経験数のわりに異様に強い
囲碁というゲームを作り出したりは出来ない

**人工知能は、人間にとって有用な道具である**

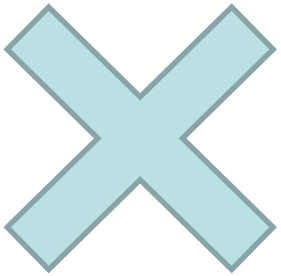
人間より頭は悪いが、
飽きずに、大量に、速く、
データを処理できる

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

# 人工知能が得意なこと苦手なこと



単純で面倒な(新人)仕事を
(圧倒的に)すばやく行う



時間があっても人間にしか
できない創造的なこと

# （１）資産運用業界における人工知能

- （１－１）そもそも人工知能とは？
- （１－２）文章の要約・分析・作成
- （１－３）執行アルゴリズム取引の強化
- （１－４）不公正取引の検出

# （２）人工市場シミュレーションによる規制・制度の議論

# 東ロボくんプロジェクト、東京大学合格を断念（2016/11/14）

## AIは国語が苦手

――なぜ、AI研究者が「読解力」に関心を？

東ロボは、問題を解き、正解も出すが、読んで理解しているわけではな

**現段階のAIにとって、文章の意味を理解することは、不可能に近い。**

そうすると、特に難しいのが国語と英語だ。

国語では、2016年のセンター試験模試（進研模試　総合学力マーク模試

200点中96点しかとれなかった。

偏差値は49.7。

5科目8教科全体の偏差値が57.1だったことを踏まえると、かなり低く、

これらの教科は苦手だということがはっきりした。

ロボットは東大に入れるか2016　結果概況

ロボットは東大に入れるか２０１６　結果概況
進研模試 総合学力マーク模試・6月

ベネッセコーポレーション 2016年度進研模試 総合学力マーク模試・6月
（受験者総数 264,604人）

| | 国語 | 数学 | | 英語 | | 理科 | 地歴 | | 5教科8科目総計 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 数学IA (*1) | 数学IIB (*1) | 英語（筆記） | 英語（リスニング） | 物理 (*2) | 日本史B | 世界史B | |
| 配点 | 200 | 100 | 100 | 200 | 50 | 100 | 100 | 100 | 950 |
| 学生平均点 | 96.8 | 54.4 | 46.5 | 92.9 | 26.3 | 45.8 | 47.3 | 44.8 | 437.8 |
| 東ロボ得点 | 96（現代文:80 古文:16） | 70 | 59 | 95 | 14 | 62 | 52 | 77 | 525 |
| 東ロボ偏差値 | 49.7 | 57.8 | 55.5 | 50.5 | 36.2 | 59.0 | 52.9 | 66.3 | 57.1 *3 |

*1 数学については、問題文を機械が理解可能な形式表現に変換する過程で、辞書エントリの不足および開発段階の部分（文間の関係認識など）における曖昧性解消処理の結果に限り、一部、人手による追加・修正を加えた。追加・修正を行わない場合の得点は数学IA・数学IIBともに43点。

*2 物理では、人手で問題文を機械処理可能な形式表現へと変換した。

## ちゃんと読めば、わかるのか？

しかし同時に、疑問に思ったことがある。

**「文章の意味を理解できない東ロボよりも、得点の低い高校生がいるのは、どういうことだ？」**

**人工知能は文章の意味を理解できない**

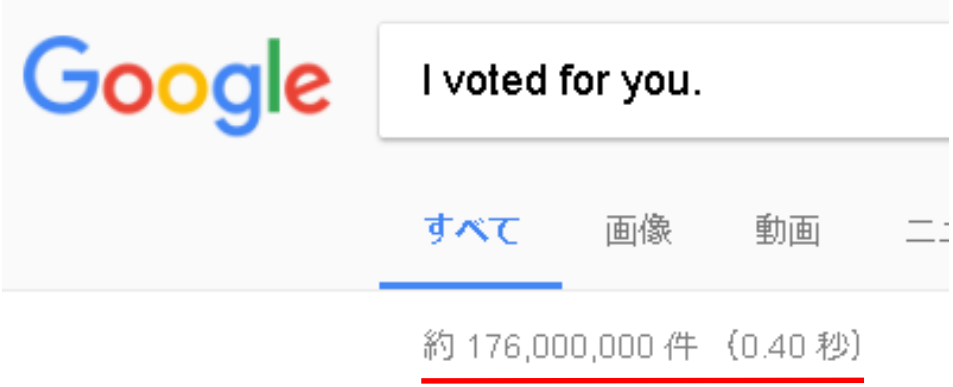
Yahoo!News個人： 湯浅誠 2016/11/14
https://news.yahoo.co.jp/byline/yuasamakoto/20161114-00064079/

# 東ロボくん解けた問題、解けなかった問題（1/2）

Most of students voted (　) Tom's proposal. 答え for

どうやって解いているか？誤解を恐れずに、簡単に言えば、、、

（説明を簡単にするために文章を簡略化していますが、当然、こんなことは人工知能にはできません。）




I voted a you. : 1億4千万件
I voted at you. : 1億6千万件
I voted to you. : 1億2千万件
I voted from you. : 1億2千万件
I voted with you. : 1億6千万件
I voted in you. : 1億6千万件

for だと 1億7千万件！正解だ！

**人工知能は文章の意味を理解できない**

# 東ロボくん解けた問題、解けなかった問題（２/2）

**不得意な会話文完成問題**

Nate: We're almost at the bookstore. We just have to walk for another few minutes.
（ネイト：もう少しで本屋さんに着く。
あと数分歩くだけだ）

Sunil: Wait. [　　]
（スニール：待って。[　　]）

Nate: Oh, thank you. That always happens.
（ネイト：あっ、ありがとう。それはいつも起きるんだ）

Sunil: Didn't you tie your shoe just five minutes ago?
（スニール：ほんの5分前にも靴ひもを結ばなかった？）

Nate: Yes, I did. But I'll tie it more carefully this time.
（ネイト：うん、結んだ。でも、今度はもっと注意して結ぶよ）

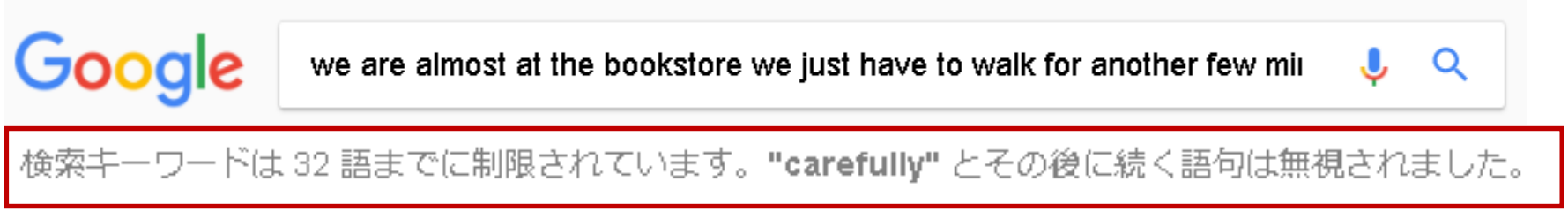
**→正解はYour shoelace is untied.（靴ひもがほどけているよ）**

1. "We walked for a long time."
2. "We're almost there."
3. "Your shoes look expensive."
4. "Your shoelace is untied."

① だいぶ歩いたね。
② もうすぐだね。
③ 高そうな靴だね。
④ 靴紐がほどけてるよ。

**データが少なく読解力が問われる問題**

（注）ベネッセコーポレーションの協力を得て作成



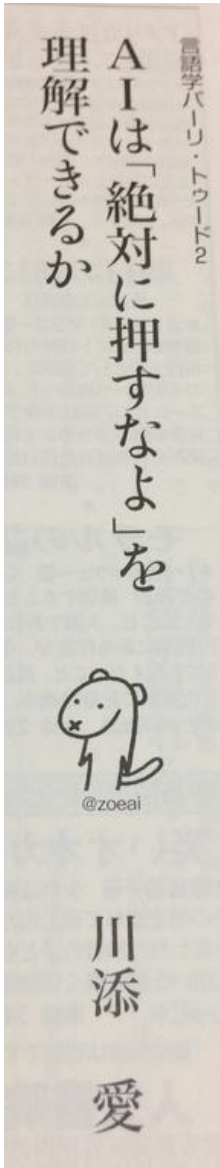

https://www.nikkei.com/article/DGKKZO13282780T20C17A2TJN000/

# 言語学者が書いた本

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

https://twitter.com/zoeai

別の本です→




http://www.utp.or.jp/book/b372531.html

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

# 機械にできること

・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

# 異様にマニアックな質問に答える（アリの章） 1/2

人間）1603年に江戸幕府を開いたのは誰？

Wikipedia、辞書、辞典、新聞記事、

●●・・・・

答えのタイプ：「人物」
↑場所、食べ物、、、、
1000種類以上

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

「1603年」、「江戸幕府」の近くにもっとも良く現れる「人物」を検索

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年に征夷大将軍（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。

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

# 異様にマニアックな質問に答える（アリの章） 2/2

人間）フク子さんは居間で新聞を手に取り台所を通って、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？

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」

http://www.asahi.com/and_w/life/SDI2014051360471.html

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

# LINE上に多数存在するBOT

http://humming-bird.info/linebot/linebot_cases/

# 金融機関におけるBOTの活用

https://www.boj.or.jp/announcements/release_2018/rel180810d.htm/

日本銀行は、物価の安定と金融システムの安定を目的とする、日本の中央銀行です

日本銀行
BANK OF JAPAN

## 第6回FinTechフォーラム　～チャットボットの進化と金融ビジネスへの活用～

### 第1部：チャットボット導入事例の紹介

- ライフネット生命のLINE活用術 [PDF 1,599KB]
  ライフネット生命保険株式会社営業本部マーケティング部長　岩田慎一　氏
- かんぽ生命におけるAIへの取り組み [PDF 2,437KB]
  株式会社かんぽ生命保険デジタルサービス推進部企画役　松阪高宏　氏
- SMBCグループにおけるチャットボット導入事例 [PDF 2,448KB]
  株式会社三井住友フィナンシャルグループIT企画部長／株式会社三井住友銀行システム統括部長　山下雷行　氏

### 第2部：裏で動いている技術の解説

- AI×言葉（合言葉）によるチャットボットの取り組み [PDF 1,792KB]
  株式会社野村総合研究所AIソリューション推進グループマネージャー　神田晴彦　氏
- IBM Watsonを活用したチャットボット構築のアプローチ [PDF 2,028KB]
  日本アイ・ビー・エム株式会社ワトソンサービスソリューションアーキテクト　田中 孝　氏

# 機械にできないこと（現在の技術の延長線上でもできないこと）

「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

「川の近くへ行って遊ばない。」
　○川の近くへ行かない。遊ばない。
　×川の近くへ行く。遊ばない。
「建物の外へ出て火の元に近づかない。」
　○建物の外へ出る。火の元に近づかない。
　×建物の外へ出ない。火の元に近づかない。

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をもらった」と「花子は太郎にチョコレートをあげた」。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、かっこ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くった」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。

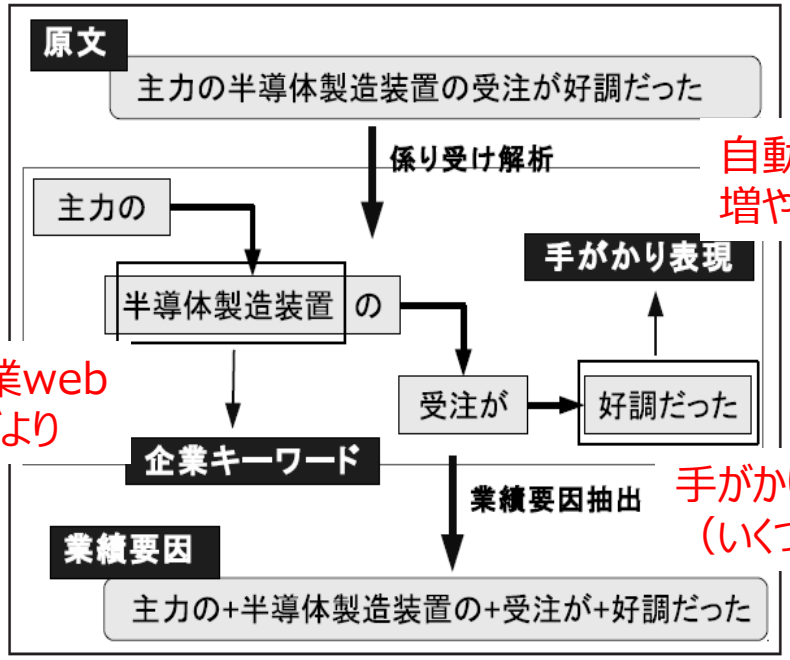
## 新語への対応

「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）
http://www.newtonpress.co.jp/newton.html

# 金融業界での高度な事例：業績要因文の抽出

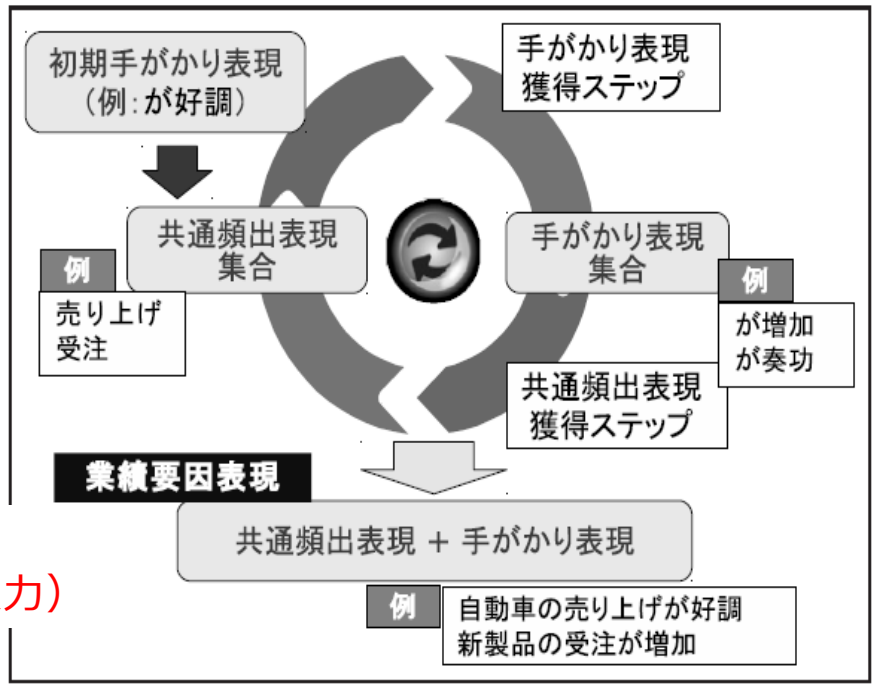
http://doi.org/10.1527/tjsai.




企業web
などより

自動で
増やす

（ブートストラップ法）




手がかり表現
（いくつか手入力）

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

# 決算短信の要約

日本経済新聞

小 中 大 印刷

## 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リポートにまとめ、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リポートに盛り込む。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、数分でリポートを自動作成する。リ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、リ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が高い。銘柄選択のコストがかからないぶん手数料が安いためだ。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

また，以下に　　の決算短信 PDF から生成した要約を示す．

---

【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こと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。

---

日経新聞 http://www.nikkei.com/article/DGXLASGD02H4D_X00C16A6EAF000/
SIG-FIN-013-10 http://sigfin.org/SIG-FIN-013-10/

# 新聞記事の自動作成

決算サマリー（Beta）　※企業開示をもとに自動で作成。詳しく見る›

## 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

共有　保存　印刷　その他

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。

**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

http://www.nikkei.com/article/DGXLRST0444423R30C17A7000000/
日経新聞 決算サマリー http://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

# 失敗例

## [redacted]の17年8月期、最終損益15億円の赤字

2017/10/16 22:46

共有 保存 印刷 その他

[redacted]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[redacted]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

# 法的な文章の記載漏れ・整合性チェック

https://confit.atlas.jp/guide/event/jsai2018/subject/3G1-05/advanced

3G1-05

人工知能学会 全国大会 2018/6/4-8 鹿児島

*The 32nd Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, 2018*

## 意味解析システム ccg2lambda による金融ドキュメント処理

Semantic Parsing in ccg2lambda and its Application to Financial Document Processing

外園 康智 *1 Yasunori Hokazono
長谷川 貴博 *2 Takahiro Hasegawa
渡邉 知樹 *3 Kazuki Watanabe
馬目 華奈 *4 Kana Manome
築 有紀子 *4 Yukiko Yana
谷中 瞳 *3 Hitomi Yanaka
田中 リベカ *4 Ribeka Tanaka
Pascual Martínez-Gómez *5 Pascual Martínez-Gómez
峯島 宏次 *4 Koji Mineshima
戸次 大介 *4 Daisuke Bekki

*1野村総合研究所 *2オメガ・パートナーズ *3東京大学 *4お茶の水女子大学
*5産業技術総合研究所

目論見書のような法的で正確性が求められる金融文章に、
必要な文章が含まれているか、記載事項に矛盾がないか
確認する技術

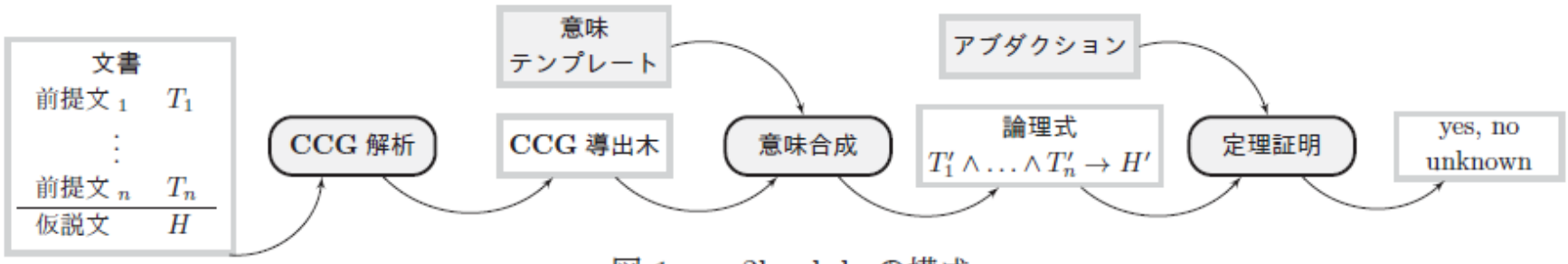



図 1: ccg2lambda の構成

(1) 本社債は、劣後特約が付されているため、発行者が発行する劣後特約が付されていない社債と比較して、元利金の弁済順位が低い劣後社債です。
(2) 本債券を含む劣後社債は、活発な流通市場が形成されていないため、一般の社債に比べて流動性が低くなります。
(3) 本社債は、売却できない、または希望する条件では売却できず、金利水準や発行者の経営状況または財務状況、格付けの状況等により元本を割り込む可能性があります。
(4) 劣後社債は、一般に流動性が高くなります。
(5) 本社債は、弁財順位が、一般の社債より高くなります。
(6) 本債券は、上場株式等の譲渡所得等として申告分離税の対象となります。

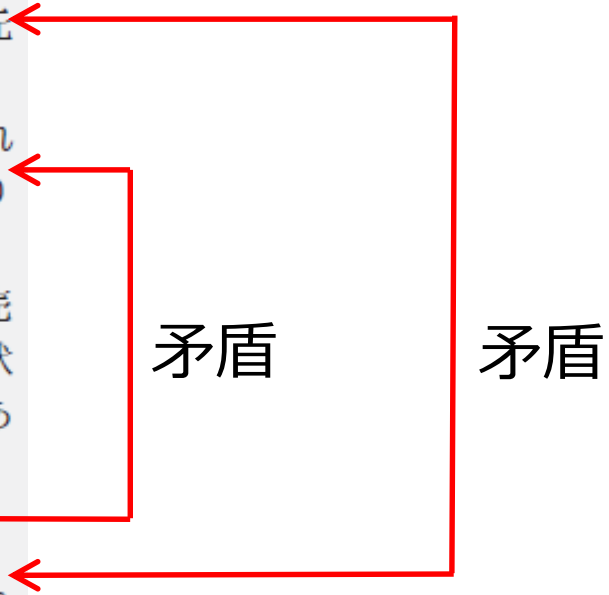



図 3: 矛盾検知の具体例

| T-H ペア | 正解 | 予測 |
|---|---|---|
| T: 反社会的勢力とは、関わりを持たないことを定めます。<br>H: 反社会的勢力とは、関わりを持たない。 | yes | yes |
| T: 警察や弁護士、全国暴力追放推進センター等の外部専門機関と、綿密に連携しています。<br>H: 暴力追放推進センターと、連携している。 | yes | yes |
| T: 株主、販売先、購買先についての反社会的勢力チェック業務の主管部署は、経営管理部です。<br>H: 反社会的勢力チェック業務の主管部署がある。 | yes | yes |

http://anlp.jp/proceedings/annual_meeting/2018/#A6-5

# 日本史問題を解いた結果

**Input text**

5月29日、織田信長は中国遠征の準備のため、本能寺にいた。
先に中国遠征に向かった明智軍は、6月2日に本能寺を攻撃する。
100人ほどの部下の信長は、圧倒的多数の明智軍に勝てなく、自ら火を放ち、自害した。

**Check List**

| | |
|---|---|
| 信長は、圧倒的多数の明智軍に勝てなかった。 | yes(3) |
| 信長は、100人ほど部下がいた。 | yes(3) |
| 明智軍は中国遠征に向かっていた。 | yes(2) |
| 信長は、京都で、中国視察の準備をしていた。 | unknown |
| 信長は、京都にいた。 | yes |

「本能寺は京都にある」という知識を使う

# （おまけ：文章じゃないけど）総裁の表情を分析して金融政策を予測

## 焦点：世界初、ＡＩで日銀総裁の表情解析　政策予想に応用も

https://reut.rs/2gSGGE8

論文

http://sigfin.org/019-22/

［東京　２０日　ロイター］ - 東京大学出身の研究者らが、日本銀行の金融政策決定会合後に開催される黒田東彦総裁の記者会見の映像を人工知能（ＡＩ）モデルを使って分析し、その表情と金融政策の変更との間に相関関係を確認したと発表した。世界初の試みとされ、将来的に、日銀が次の会合で金融政策を変更するかどうかの予測に応用できる可能性がある。

**学会発表がそのままメディア報道されるのは珍しい**

総裁は会見でこの研究について聞かれ「あまり意味があるとは思えない」

https://www.nikkei.com/article/DGXLASFL31HLT_R31C17A0000000/

やってること

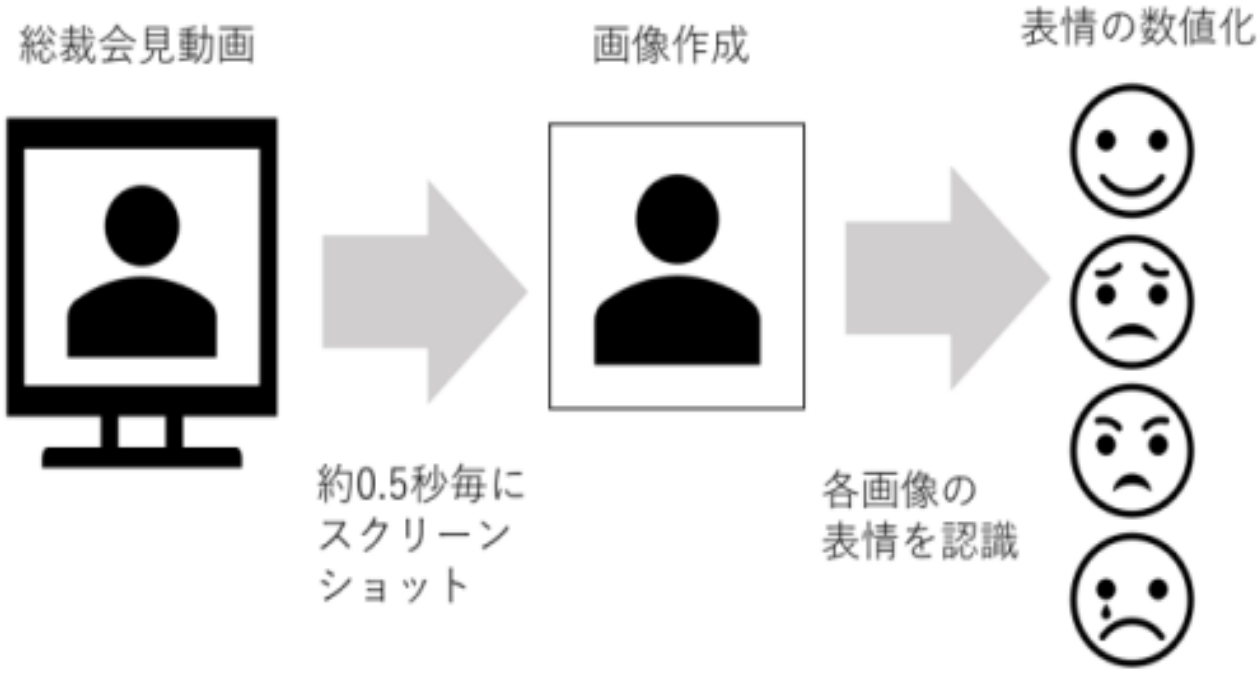



図 2: 会見動画の感情値の計測手順

http://sigfin.org/019-22/

動画：日経チャンネル「Live! 日銀総裁会見」
表情の数値化： Microsoft Cognitive Services Emotion API
↑スマホアプリなどに使える

# Microsoft Cognitive Services Emotion API

https://azure.microsoft.com/ja-jp/services/cognitive-services/emotion/

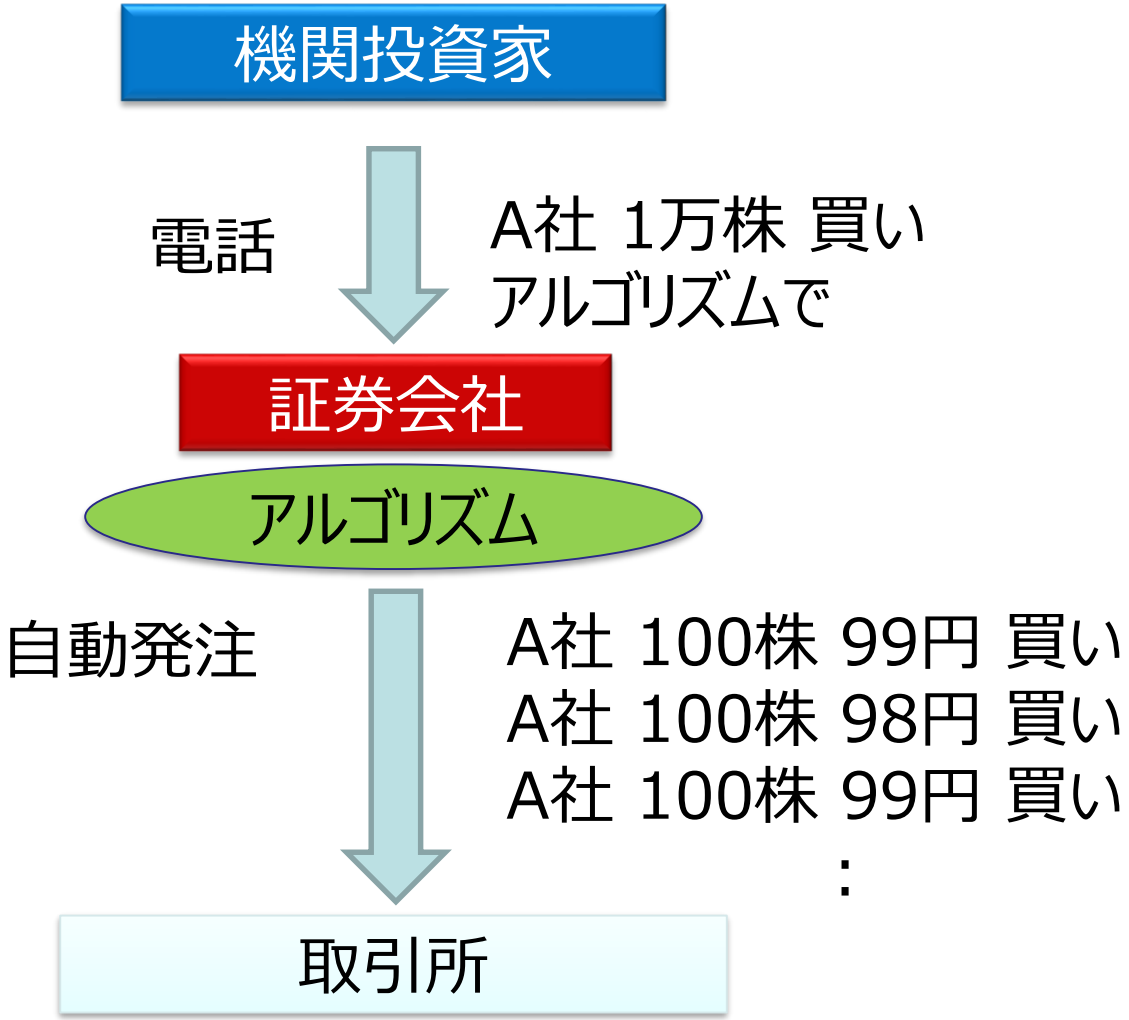
# （１）資産運用業界における人工知能

- （１－１）そもそも人工知能とは？
- （１－２）文章の要約・分析・作成
- （１－３）執行アルゴリズム取引の強化
- （１－４）不公正取引の検出

# （２）人工市場シミュレーションによる規制・制度の議論

# 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



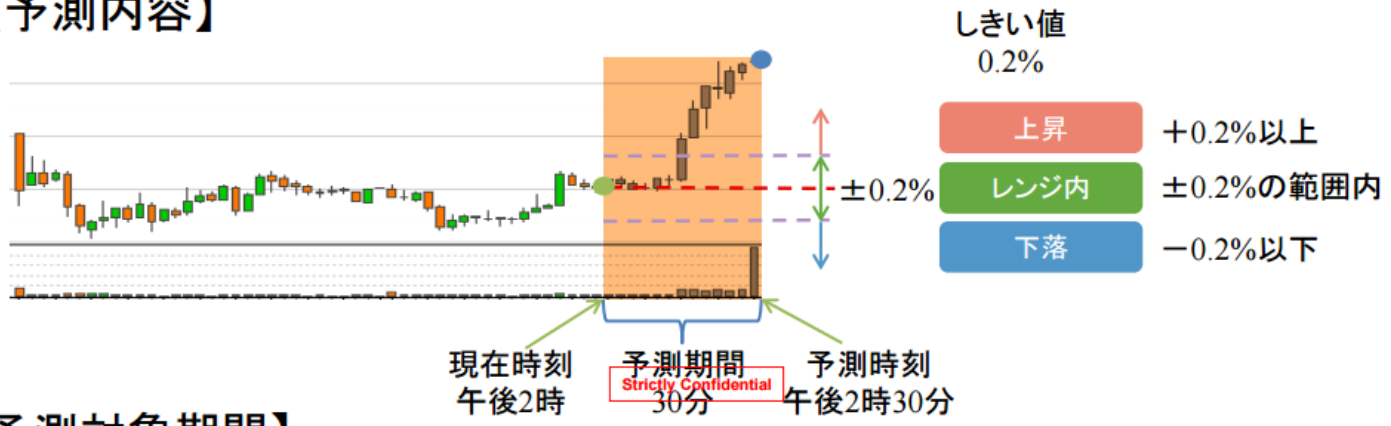
# 人工知能を使ったアルゴリズム取引事例１（1/2）

2017/4/13 日本銀行コンファレンス

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

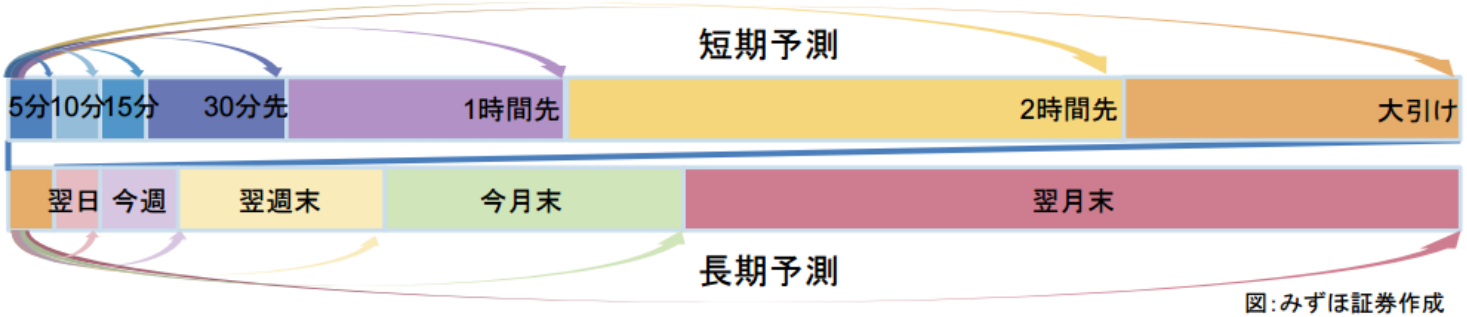
**みずほ証券の株価予測システム**

【予測内容】




Strictly Confidential

【予測対象期間】




図：みずほ証券作成

MIZUHO 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

# 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**

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

## AI実務を実現するために

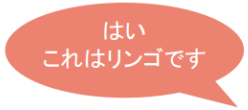
### 高速検証環境

- 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

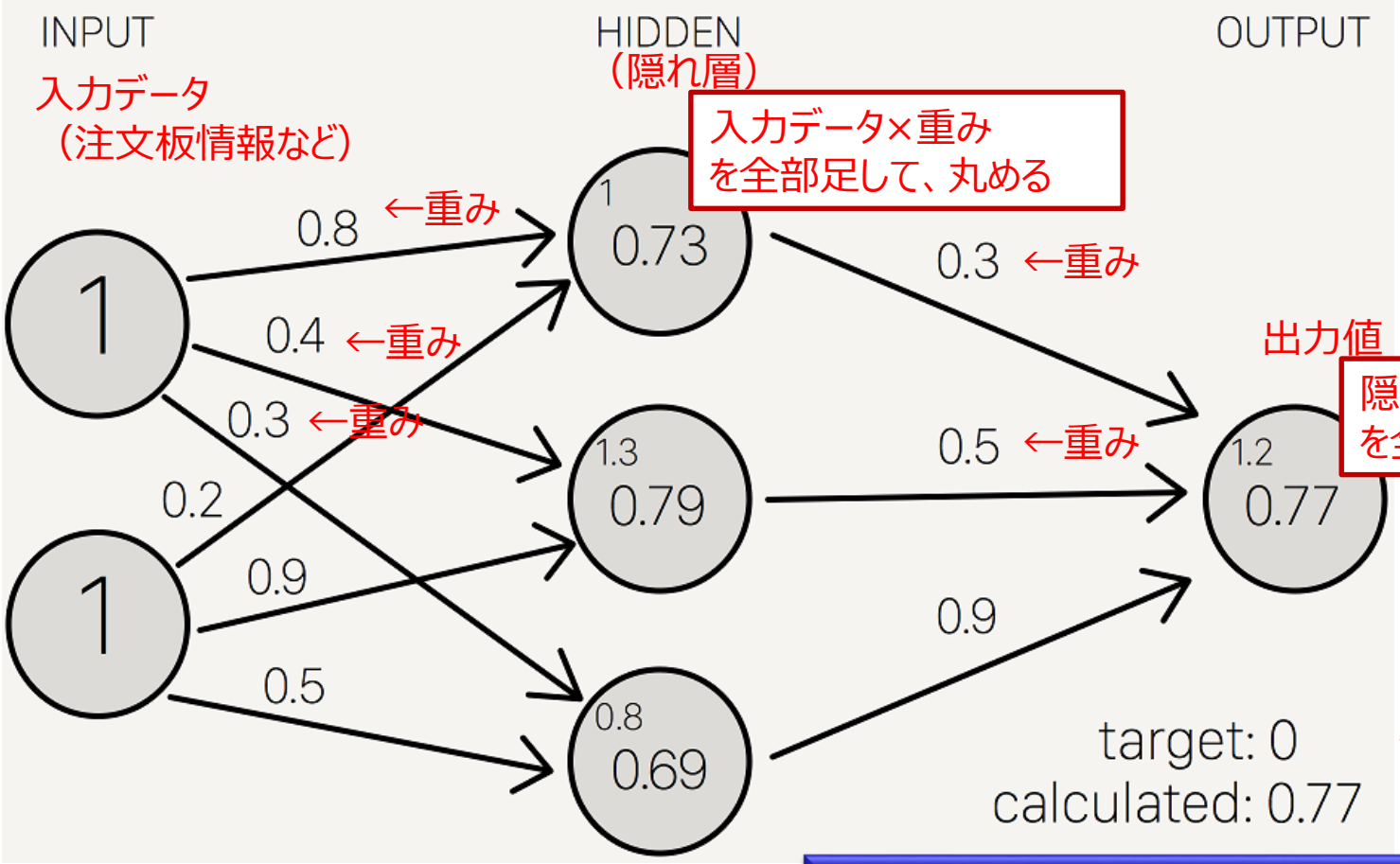
重要な情報は注文板の状況

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)

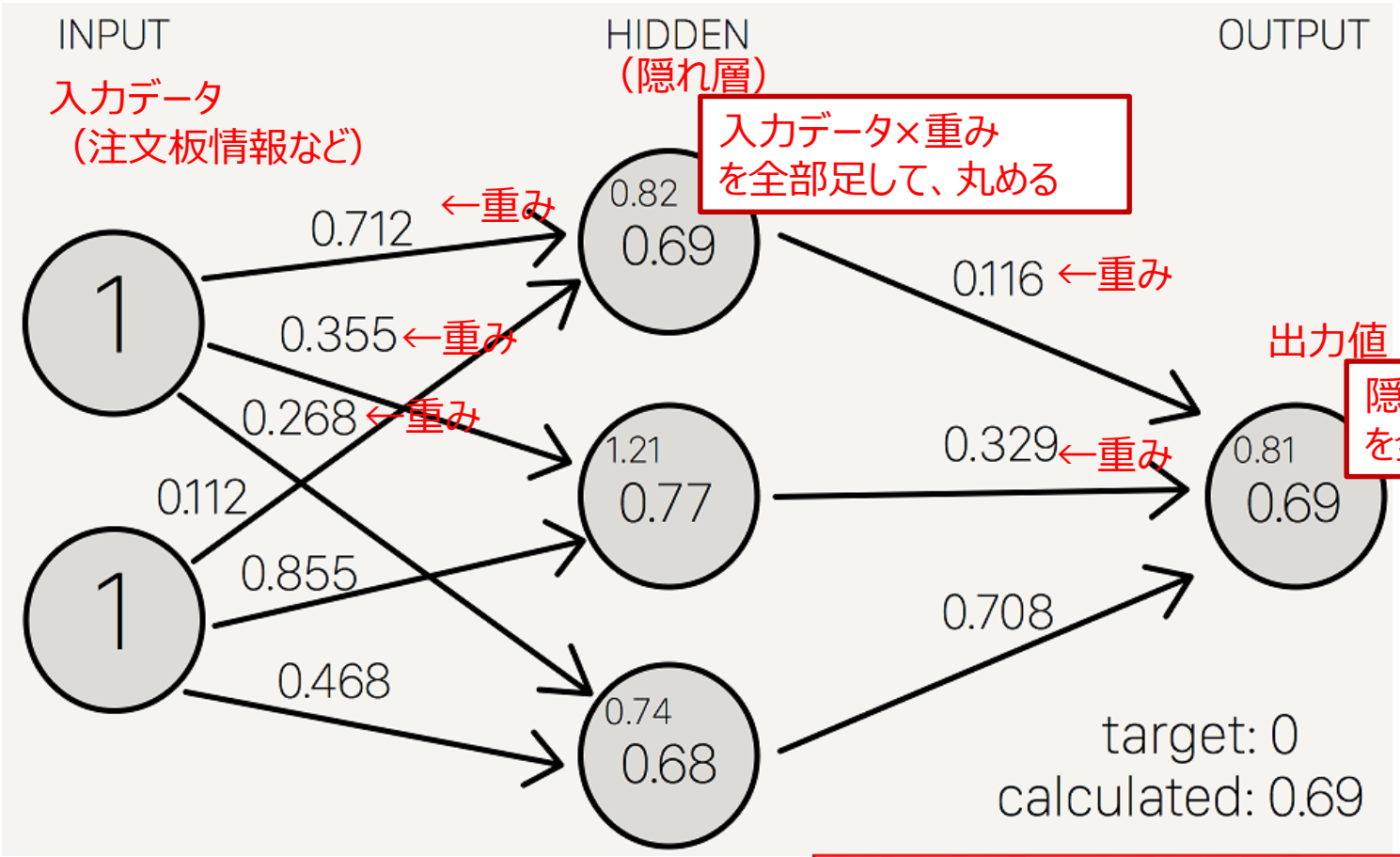
ニューラルネットワークを例に説明します
実際にはこれが非常に入り組んでもっと高度に工夫された
ディープラーニングが使われています




出力値が答えと合うように
うまく重みを調節

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

# 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/

# （１）資産運用業界における人工知能

- （１－１）そもそも人工知能とは？
- （１－２）文章の要約・分析・作成
- （１－３）執行アルゴリズム取引の強化
- （１－４）不公正取引の検出

# （２）人工市場シミュレーションによる規制・制度の議論

# 不公正取引の検出

異常な取引の自動抽出
価格操作を意図した掲示板書き込みの監視

膨大な注文情報（ティックデータ）やインターネット掲示板の情報を解析して、不正行為の可能性があるものを抽出する

人手で全て見るよりも効率的

初めのスクリーニングとしての役割

金融ではマネーロンダリングや銀行口座への不正アクセスの取り締まり、クレジットカードの不正利用など、その他ではサイバー攻撃の取締りなどで、すでに実績があるらしい。

# 株価操縦の疑いのある書き込みを探す

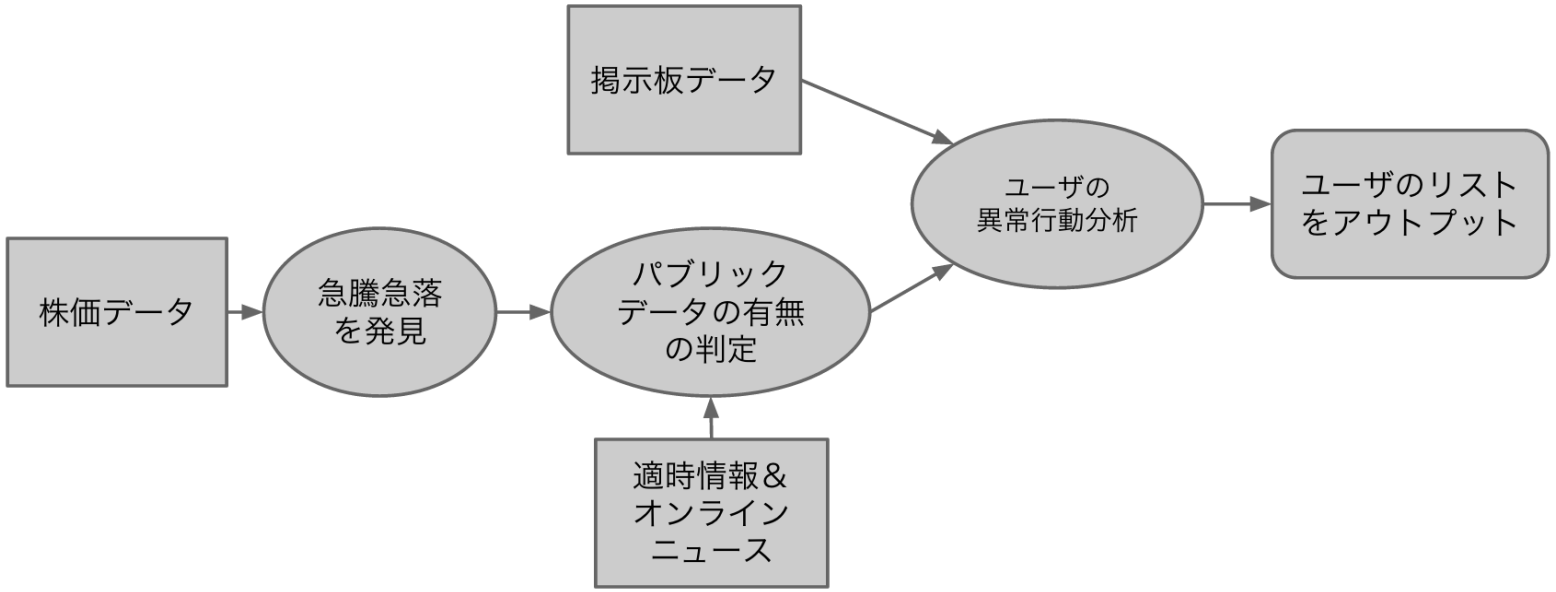
http://sigfin.org/SIG-FIN-015-03/

## 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

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？

# 金融庁の動向

日本経済新聞



## 「ＡＩの株取引、監視もＡＩで対抗」

### 佐々木・金融庁総括審議官に聞く

2017/7/24 2:00 | 日本経済新聞　電子版

生き馬の目を抜く株取引の世界。一瞬の情報伝達の時差を突いたり、状況の変化に素早く対応したりして売買するには、もはや人工知能（ＡＩ）を使った方が有利との見方もある。人知を超えた取引を監視するには、従来のルールは通用しない。証券取引等監視委員会の前事務局長である佐々木清隆・金融庁総括審議官に、ＡＩ時代の市場の番人のあり方を聞いた。

――証券市場では自動取引や超高速取引（ＨＦＴ）といったコンピューターによる売買が増えています。

「ＩＴ（情報技術）が株取引に与える影響など、時代の変化を受けて監視委も変わらなければならない。2017年１月、中期活動方針を公表した。規制順守を確保するための技術『レグテック』を市場監視にも導入したい」

「株取引はＩＴと親和性が高く、我々は常に技術発展への対応を迫られてきた。既にＡＩによる取引も始まっている以上、監視する側もＡＩで対抗する必要がある」

――人が監視するのはもう無理なのでしょうか。

証券取引等監視委員会の前事務局長、佐々木清隆・金融庁総括審議官

http://www.nikkei.com/article/DGXMZO19110590R20C17A7I10000/

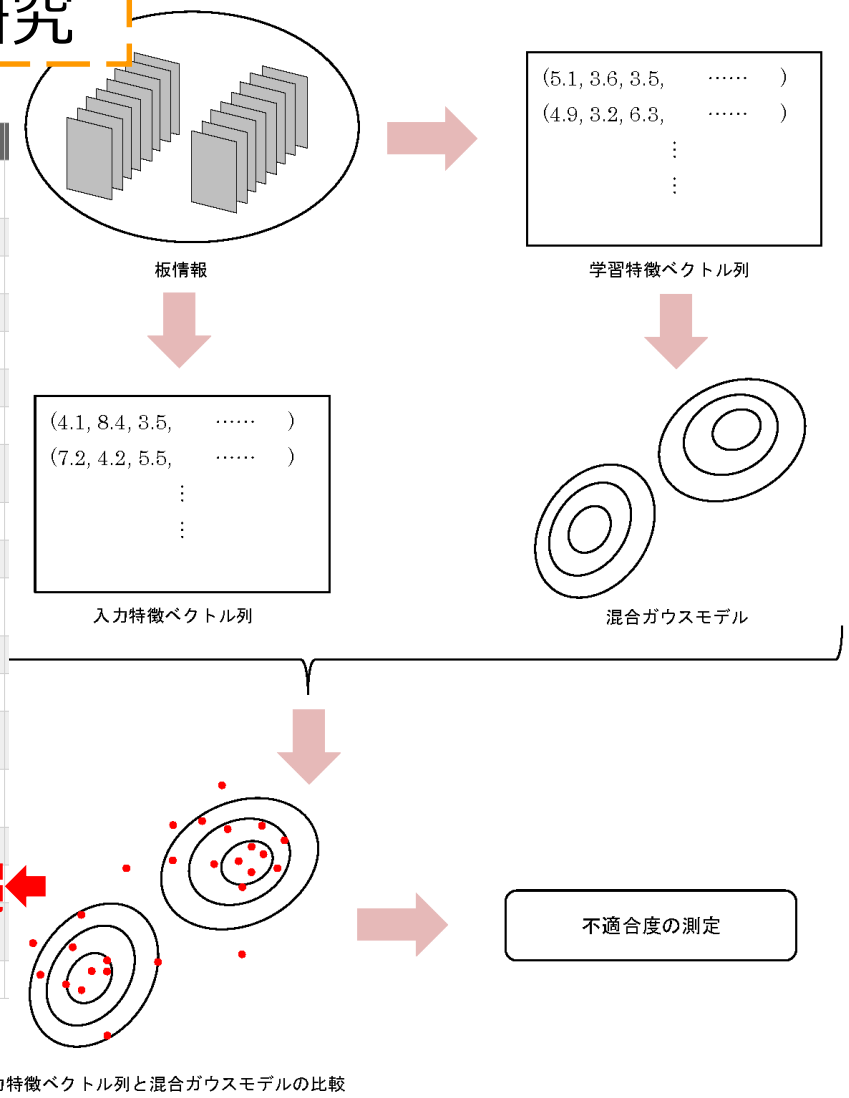
# 異常な取引を見つける

http://www.jpx.co.jp/corporate/research-study/working-paper/
JPXワーキング・ペーパー Vol.3 (2013年3月19日)

## 東京証券取引所と東京大学の共同研究

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

| | 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株式市場間の注文板形成の先行遅行関係分析 |
| Vol.12 | 2016/03/28 | 従業員持株会が生産性、賃金、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

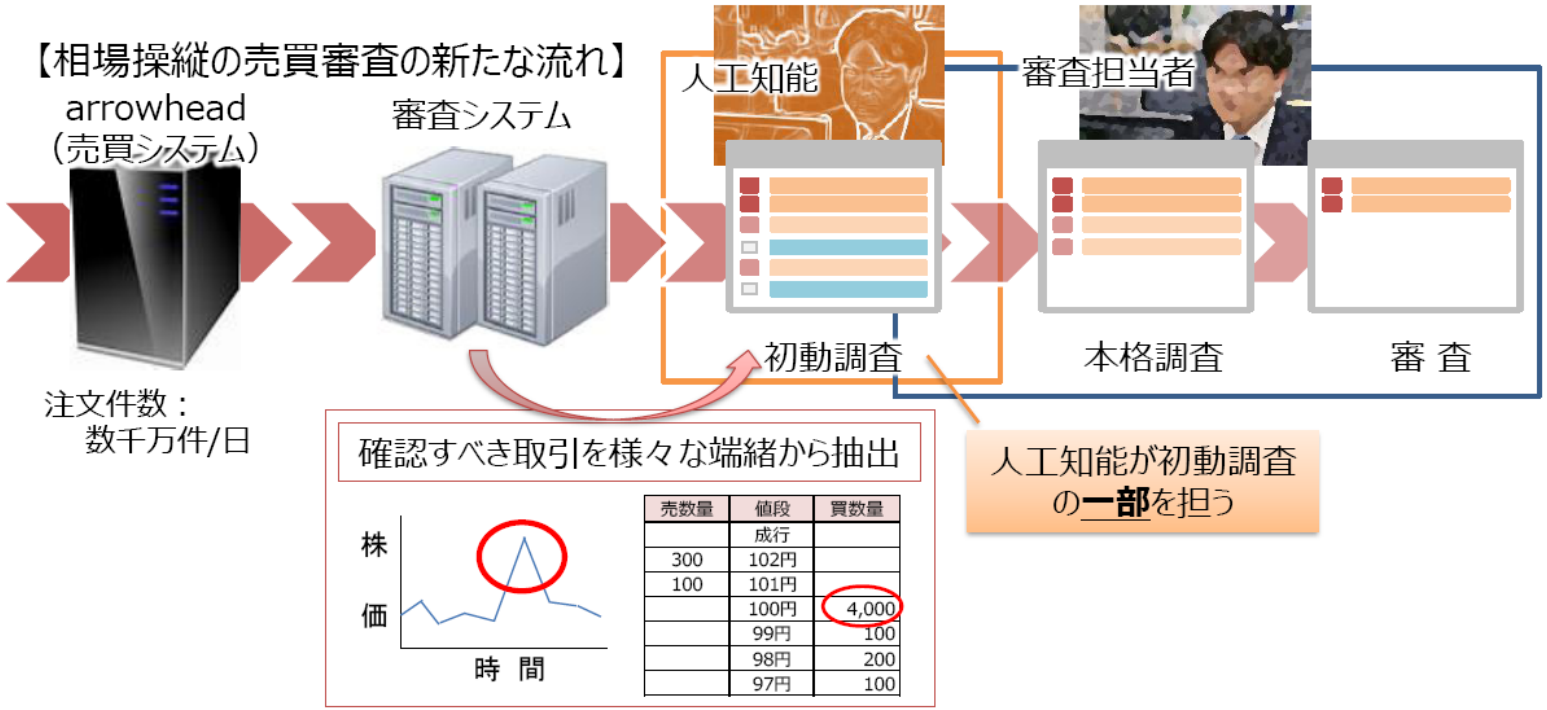
# 東証： 売買審査業務への人工知能の導入（2018/3/19）

プレスリリース http://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

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




Copyright © 2018 Japan Exchange Regulation All Rights Reserved

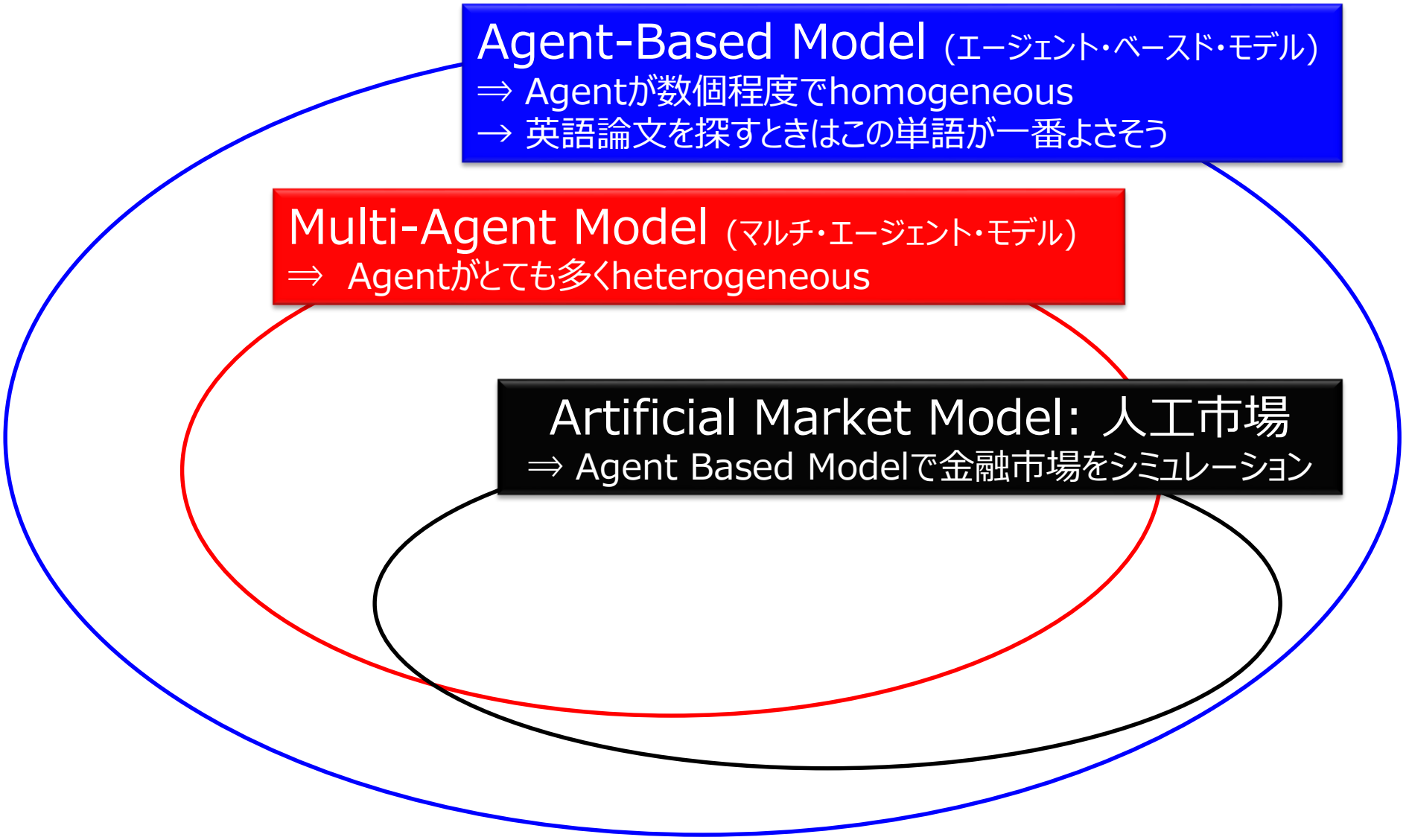
（１）資産運用業界における人工知能

- （１－１）そもそも人工知能とは？
- （１－２）文章の要約・分析・作成
- （１－３）執行アルゴリズム取引の強化
- （１－４）不公正取引の検出

（２）人工市場シミュレーションによる規制・制度の議論

# 各種言葉が表す領域（人によってけっこう使い方が違うが、、）

## Agent-Based Model, Multi-Agent Model, Artificial Market Model




以後、基本的には“人工市場”を使います

# 参考文献： 人工市場を用いた金融市場の規制・制度の議論

最近の私の研究については
2019/1/23「人工市場シミュレーションを用いた金融市場の制度・規制の議論」
横浜国立大学 金融市場構造論 講義資料
http://mizutatakanobu.com/20190123.pdf

本テーマの基本的なことから書いてあります
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）
http://mizutatakanobu.com/jphd.htm

ごく簡単な英文レビュー論文
Mizuta (2016) A Brief Review of Recent Artificial Market Simulation Studies for Financial Market Regulations And/Or Rules, SSRN Working Paper Series
http://ssrn.com/abstract=2710495

発売予定の本
（マルチエージェントシリーズ B-6）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, 2019-2020予定？（私も著者の一人）

発表予定の解説論文
証券アナリストジャーナル 2019年5月号,
水田孝信「人工市場シミュレーションを用いた金融市場の規制やルールの議論」

# 金融市場の制度設計の重要性

人類　高度なお金と物の交換で協力しあう

他の動物を凌駕する文明

金融市場

協力 & 競争

よい物・よいサービス

社会を破壊？ ⇔ 規制の無い自由な競争が良い？

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**

John McMillan (2002, 訳2007)

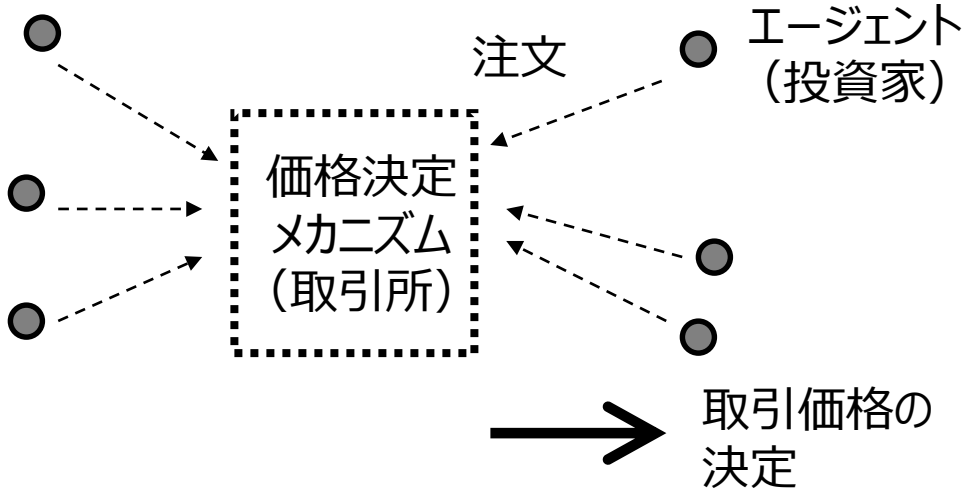
人類発展に必要不可欠な道具 ⇔ 物理学者や生物学者が研究してきたシステムと同じくらい複雑で高度

**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**

# 人工市場モデルを用いたシミュレーションとは？

**計算機上に人工的に作られた架空の市場**

エージェント（架空の投資家）
＋
価格決定メカニズム（架空の取引所）




**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

# 金融市場の規制・ルール変更の議論に貢献

呼値の刻みの縮小（適正化）、空売り価格規制（アップティック規制）、
適切な値幅制限の制限時間や値幅、ダーク・プールの適正な普及率、
バッチオークションの副作用、ＨＦＴが市場間競争に与える影響、
証券取引所システムの適切な速さ、レバレッジドETFの影響、
信用分散規制の影響、自己資本規制やVaRの効果、
銀行の連鎖倒産、クラッシュの伝播・それをおさえる制度・規制
売買の少ないアクティブ運用が市場を効率化するかどうか

## NATUREやSCIENCEに，人工市場に期待をかける記事

Farmer and Foley (2009) The economy needs agent-based modelling, Nature, 460, 685-686, Aug 2009 http://www.nature.com/nature/journal/v460/n7256/full/460685a.html

オバマ大統領の経済チームが作成した洗練された経済・金融（数理）モデルはリーマンショックを理解するのに役に立っただろうか、いや役に立っていない。今まさに、エージェント・ベースド・モデル（人工市場モデル）が必要だ

Battiston et al. (2016) Complexity theory and financial regulation-Economic policy needs interdisciplinary network analysis and behavioral modeling-, Science 19 Feb 2016, Vol. 351, Issue 6275, pp. 818-819. http://science.sciencemag.org/content/351/6275/818

銀行間ネットワークやエージェント・ベースド・モデル（人工市場モデル）の研究を複雑系モデルとして紹介。金融の応用研究の分野では、複雑系モデルを使った研究は、まだ初期段階だがとても期待される分野。エージェント・ベースド・モデルは、金融の複雑系に潜む正のフィードバック現象を弱くし金融システムの安定化させるような、政策や規制はどのようなものかの知見を得られる。世界の金融システム全体をリアルタイムに監視する技術へつなげたいと、抱負。

**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）ならできることある・期待**

# 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）

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

### 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

**24本中、実に6本が人工市場を用いた研究(2018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**

http://www.jpx.co.jp/corporate/research-study/working-paper/

### 日本銀行職員のワーキング・ペーパー

Toshiyuki Sakiyama and Tetsuya Yamada, Market Liquidity and Systemic Risk in Government Bond Markets: A Network Analysis and Agent-Based Model Approach
http://www.imes.boj.or.jp/research/abstracts/english/16-E-13.html
(日本語要約版) https://www.boj.or.jp/research/wps_rev/lab/lab16j09.htm/

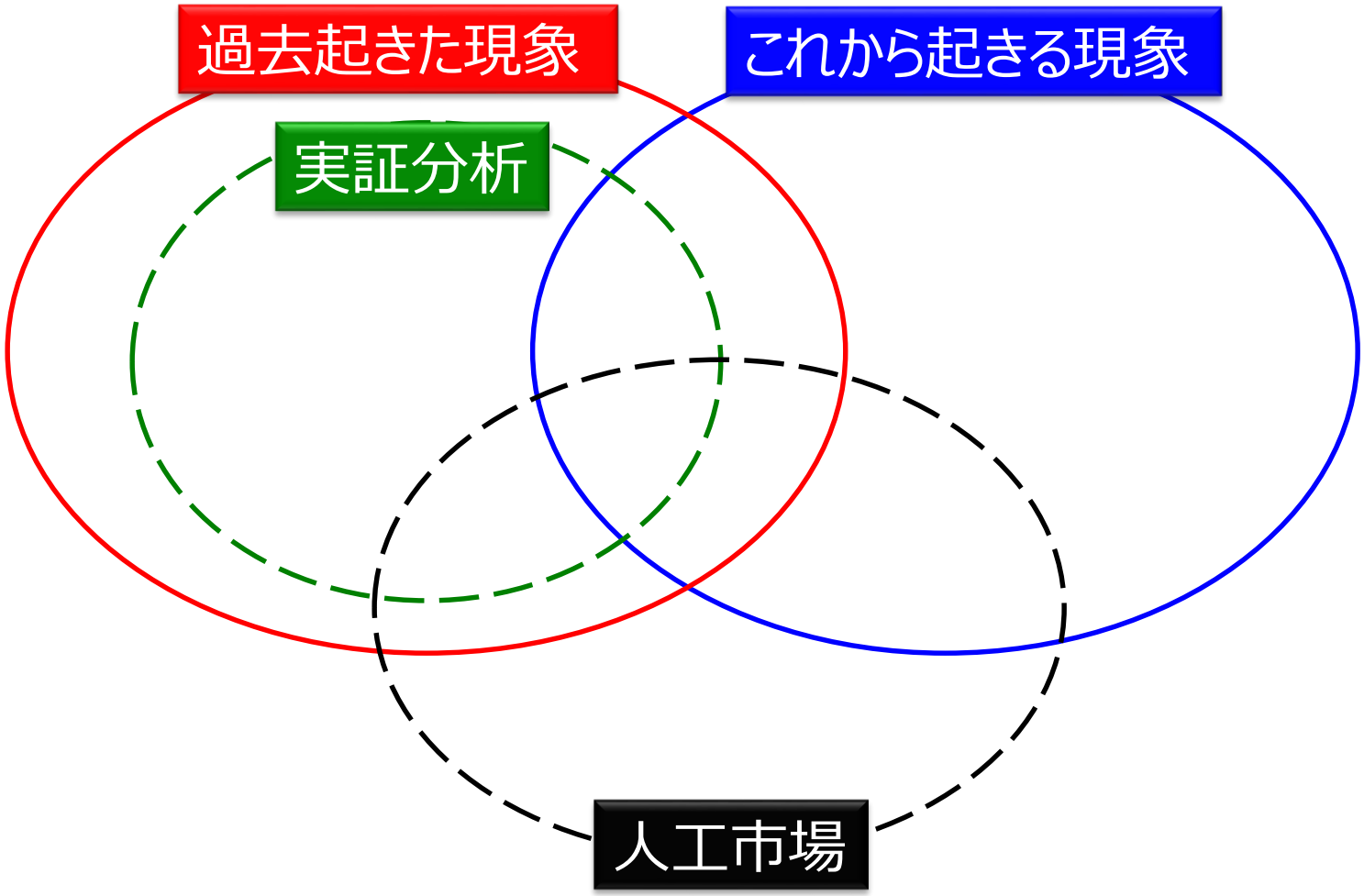
国債市場のデータ分析と銀行ネットワークシミュレーションを比較

### EUが資金を出す金融政策研究プロジェクト

Integrated Macro-Financial Modelling for Robust Policy Design Work Package 7: Bridging agent-based and dynamic-stochastic-general-equilibrium modelling approaches for building policy-focused macro financial models http://www.macfinrobods.eu/research/workpackages/WP7/wp7.html

当然のようにエージェント・ベースド・モデルの研究が含まれる。マクロ経済を分析するにDSGEモデルでは不十分で、複雑系をそのまま扱えるエージェント・ベースド・モデルをDSGEモデルと比較可能な感じで導入しようっていう感じの研究

# 人工市場の得意とする範囲



# 人工市場

調査対象に応じたモデルに必要な要素の特定
規制・制度のパラメータ感応度を分析
実際に議論されている規制・制度を分析・設計

規制・制度の議論に実務的に使える知識の獲得を目指す

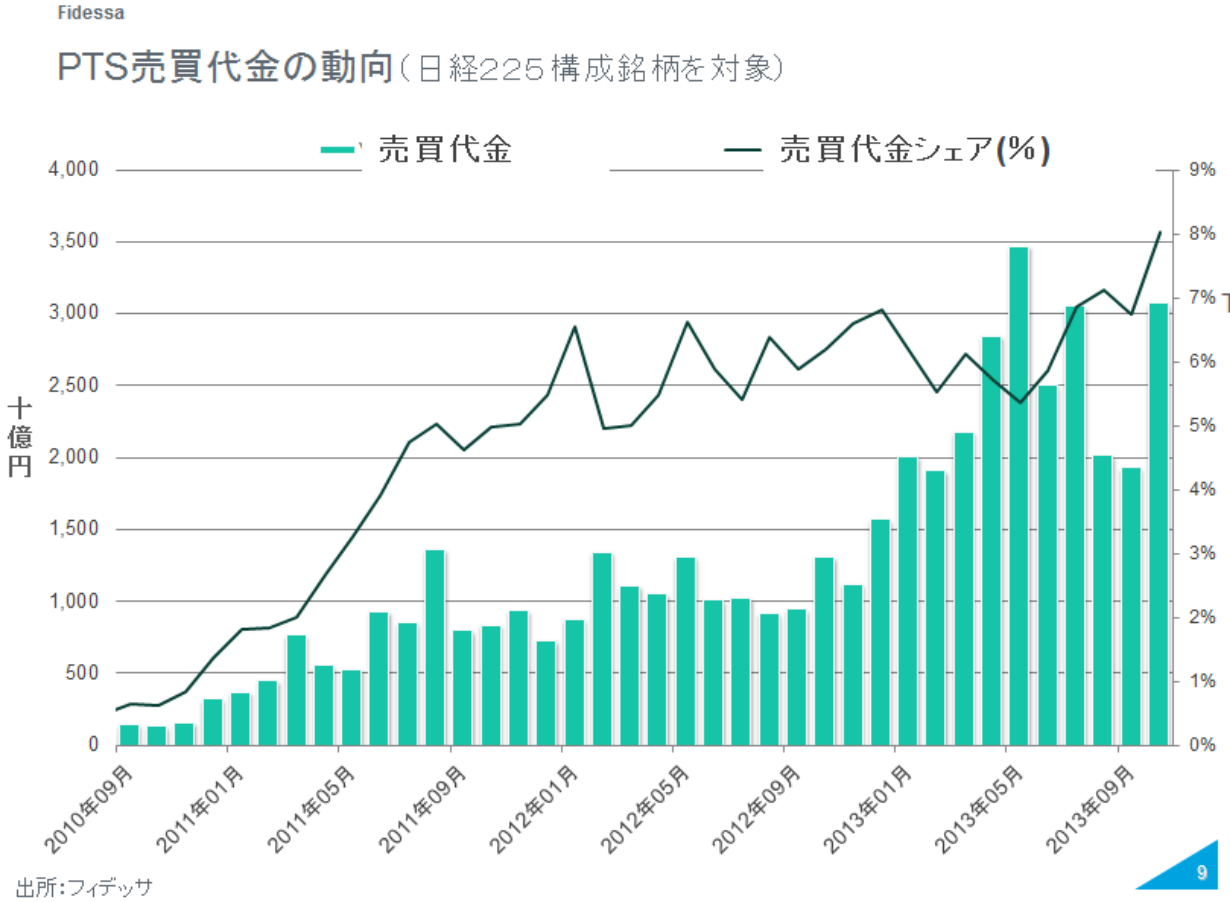
過去の特定事象の再現は目的でない

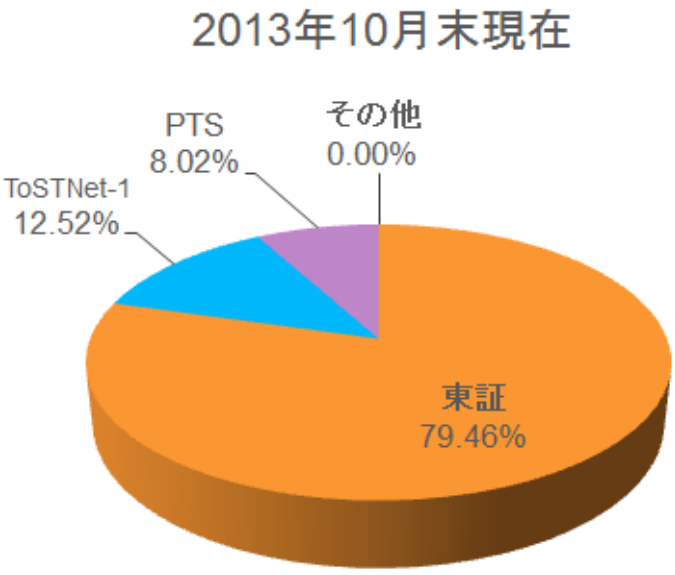
実際の議論で参考にされることを目指す

コロンブスのたまご的な気づき

# 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



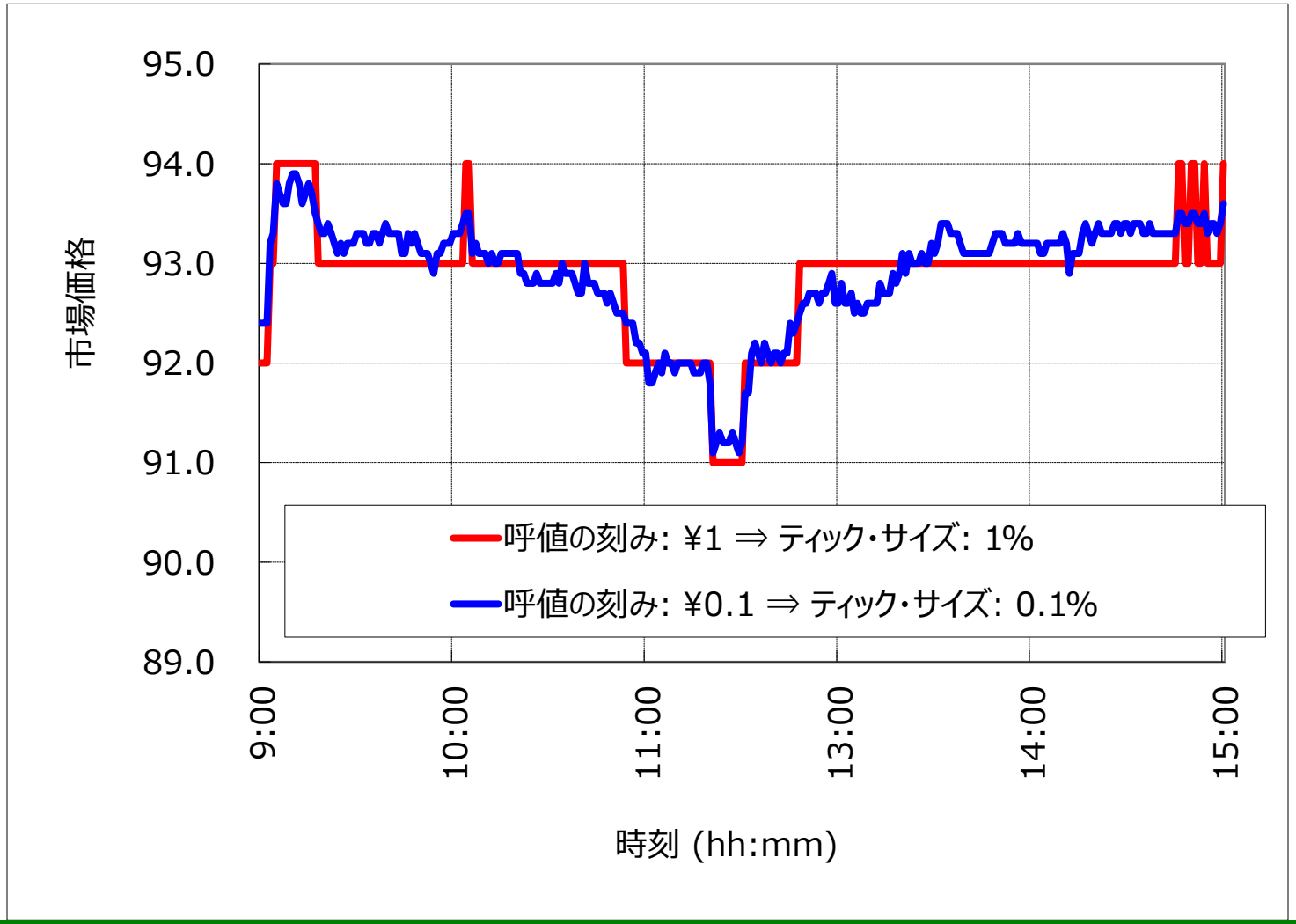




青の”ToSTNet”は
殆どが”ダーク・プール”？

https://www.fidessa.com/jp/newsletter/issue009/issue009

# PTSとの競争は“ティック・サイズ”が重要な要素の１つ

同じ株式の、２つの取引市場での株価の動き




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

# ティック・サイズ変更に関する共同研究の推移

2011～2012 東京証券取引所の一部の方々が
人工知能学会ファイナンスにおける人工知能応用研究会に出入り

2012/12 東京証券取引所と東京大学工学系研究科が
共同研究開始を発表

2013/1/30 ＪＰＸ（日本取引所グループ）ワーキングペーパー
☆呼び値の刻みが大きいとＰＴＳにシェアを奪われる
共同研究第一弾として社長記者会見でも触れられる

2013/3/19 人工知能学会ファイナンスにおける人工知能応用研究会
東京証券取引所で開催、招待講演にて上記研究を発表

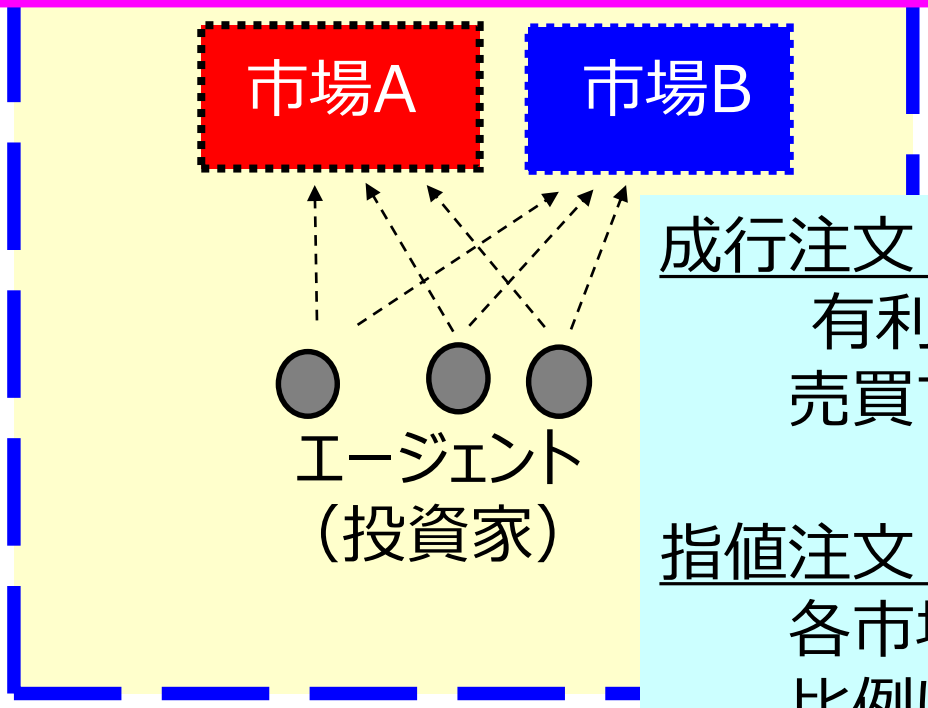
2013/3/29 JPX社長記者会見：呼び値の刻みを細かくすることを発表
日経新聞朝刊の一面記事に

2014/7/22 一部の銘柄で10銭(0.1円)刻みの注文が可能に

2015/9/24 ごく一部の銘柄でティック・サイズを拡大

# 人工市場のモデル

価格の刻み（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




成行注文（即座に成立する注文）：
有利な価格で
売買できる市場を選択

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

市場Ａ：　初期の取引量シェア　９０％、ティック・サイズ大きい
市場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

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

ファンダメンタル

ノイズ

エージェントの
パラメータ

$w_{i,j}$　$\tau_j$
一様乱数で決定
途中で変わらない

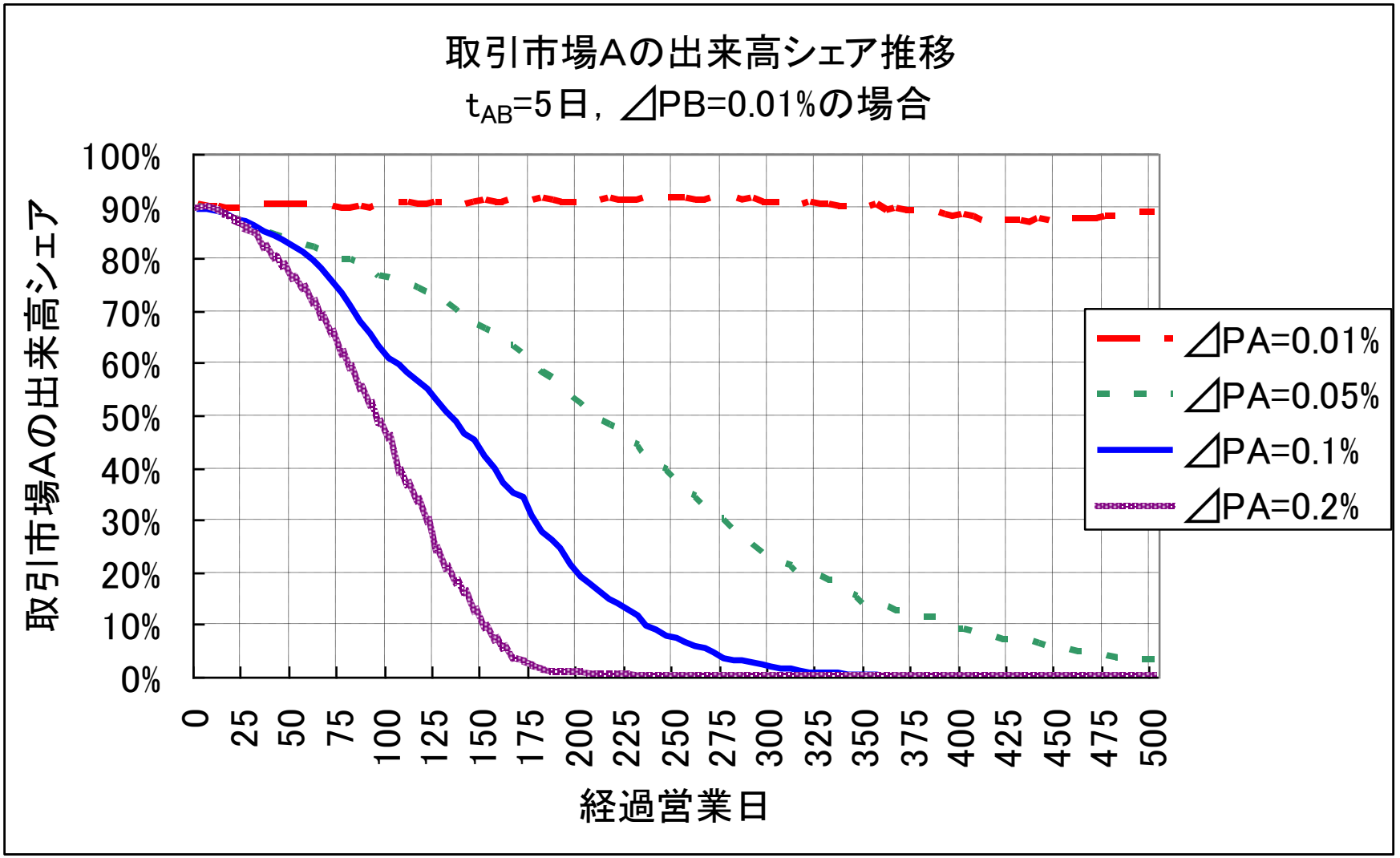
$w_{i,j}$　i=1,3: 0～1
　　i=2:　0～10
$\tau_j$　0～10000

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

$\varepsilon^{t}{}_{j}$
正規乱数
平均0
σ=3%

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

# ティックサイズが大きい場合




ティックサイズの差が大きいほどシェアが早く移り変わる
横軸は２年間 ⇔ 米国で起きた時間スケールに近い

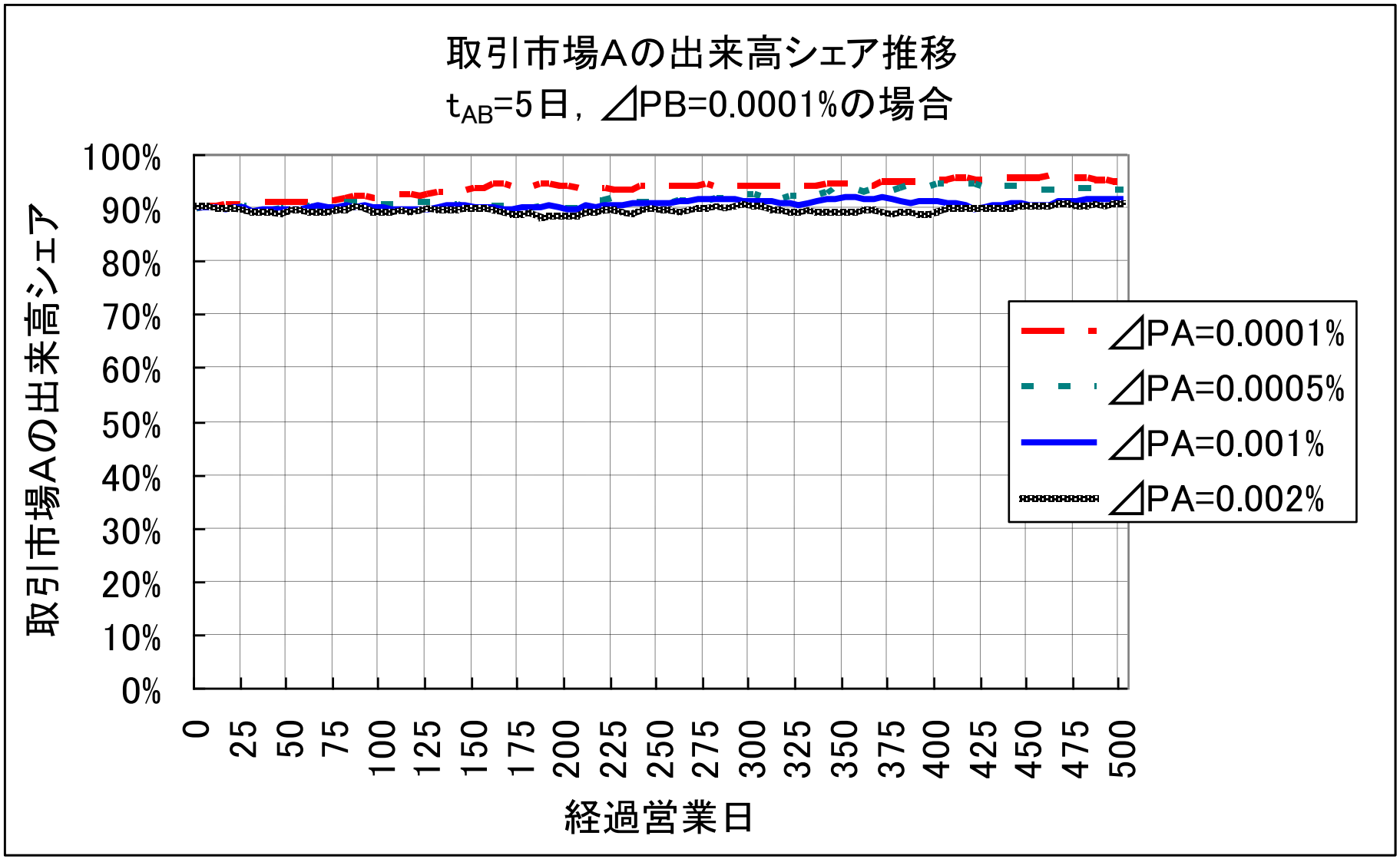
# 米国におけるニューヨーク証券取引所のシェア

清水葉子, 金融庁金融研究センター ディスカッションペーパー 2013年5月

http://www.fsa.go.jp/frtc/seika/discussion/2013/01.pdf

2年程度で支配的地位から陥落

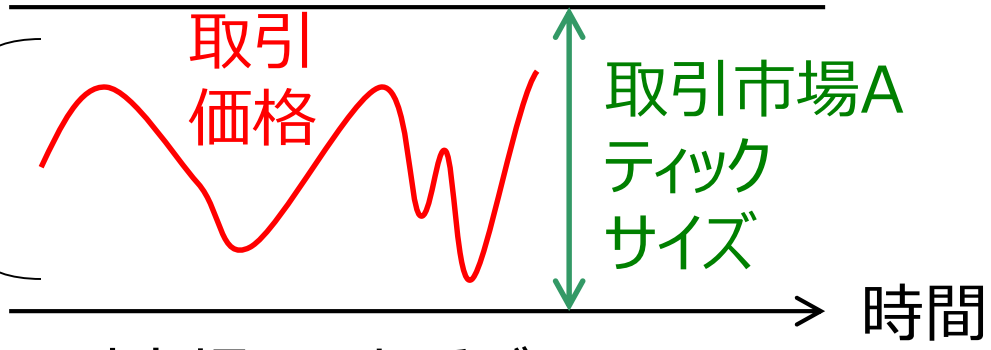
# ティックサイズが小さい場合




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
大きな差があってもシェアを奪えない

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

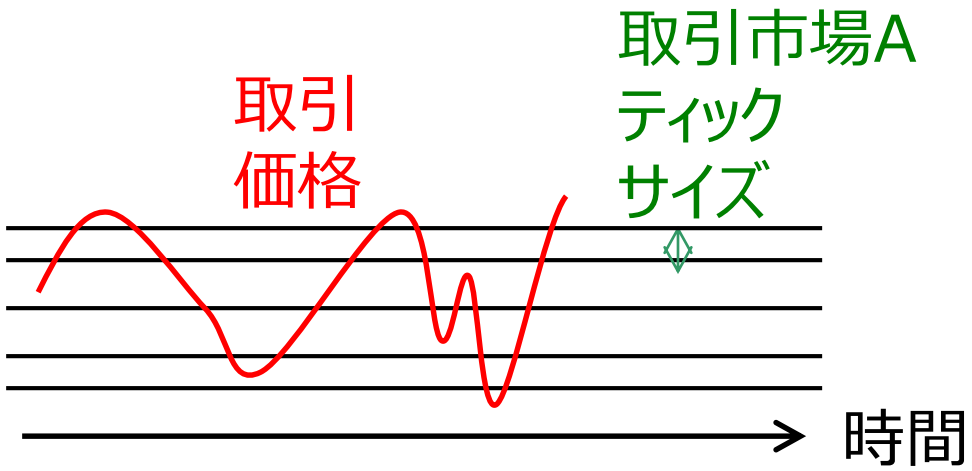
取引市場Aで取引できない領域




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

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

取引市場Bの必要性が薄い




⇒ シェアが動かない

# 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可能性があり、価格期間は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
  ⇒　ティック・サイズ引き下げの理由に？

- 大きすぎる、小さすぎる、の具体的な水準（数値）を示唆

# その後の研究の進展

さらに単純化したモデルにより解析的な分析がなされ、
整合的な結果が得られた

← ティックサイズの比ではなく差がシェアの移る速さを決める

← ティックサイズの過当競争は意味がない

CSP16 IOP Publishing
Journal of Physics: Conference Series **750** (2016) 012019 doi:10.1088/1742-6596/750/1/012019

Market A is chosen at a probability 1 in case of (i) and 1/2 in case of (iii). Likewise, market B is chosen at a probability 1 in case of (ii) and 1/2 in case of (iii) Therefore, share of market A and B should be

$$\begin{aligned} S_A^* &= 1 \cdot P_1' + \frac{1}{2} P_3' \\ &= \frac{1}{2} - \frac{1}{2}(a-b), \end{aligned} \tag{4}$$

$$\begin{aligned} S_B^* &= 1 \cdot P_2' + \frac{1}{2} P_3' \\ &= \frac{1}{2} - \frac{1}{2}(b-a). \end{aligned} \tag{5}$$

Therefore, it is found that share is shifted from a market with a larger tick size to a market with a smaller tick size. Moreover, the size of share-shift is determined by difference between tick sizes, not ratio between tick sizes.

* Nagumo, S. et. al.(2016), The effect of tick size on trading volume share in three competing stock markets, Journal of Physics: Conference Series, vol. 750,no.1. http://stacks.iop.org/1742-6596/750/i=1/a=012019

* Nagumo, S. et. al.(2017), The Effect of Tick Size on Trading Volume Share in Two Competing Stock Markets, Journal of the Physical Society of Japan, vol. 86,no.1. https://doi.org/10.7566/JPSJ.86.014801