2019/2/8

人工知能の可能性と限界

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、ダウンロードできます:
http://mizutatakanobu.com/201902.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

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：1,000円

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/

人工知能学会およびSIG-FINで議論された研究も紹介

人工知能学会には誰でも入れます

一般社団法人 人工知能学会
The Japanese Society for Artificial Intelligence
https://www.ai-gakkai.or.jp/

年会費10,000円
入会金2,000円

隔月で学会誌
(本屋だと2,000円超)
が届きます

2019年度人工知能学会全国大会（第33回）
2019年6月4日（火）～6月7日（金） 新潟県新潟市（朱鷺メッセ 新潟コンベンションセンター）

人工知能学会全国大会
次回は2019年6月4～7日@新潟市
https://www.ai-gakkai.or.jp/jsai2019/

前回の鹿児島大会では、
参加者数：2,611人
スポンサー：68社

Home » 人工知能学会について » 学会概要 » 平成29・30年度代議員名簿

平成29・30年度代議員名簿

松原　仁	公立はこだて未来大学
真部　雄介	千葉工業大学 情報科学部
丸山　文宏	(株)富士通研究所 人工知能研究所
水田　孝信	スパークス・アセット・マネジメント(株) 運用調査本部
村上　明子	日本アイ・ビー・エム(株) ワトソン開発
村田　剛志	東京工業大学
森川　幸治	パナソニック(株) 先端研究本部

https://www.ai-gakkai.or.jp/about/about-us/assembly/

東京大学 公共政策大学院 非常勤講師

http://www.pp.u-tokyo.ac.jp/faculty/mizuta-takanobu/

水田　孝信
MIZUTA, Takanobu

非常勤講師 / Part-time Lecturer

水田　孝信 MIZUTA, Takanobu

スパークス・アセット・マネジメント株式会社

個人サイト

Courses in AY 2017

- 5123440 経済物理学
- 5174003　国際金融・開発研究：学際系（経済物理学）

研究分野

人工市場シミュレーション（マルチエージェントシミュレーション，エージェント・ベースド・モデル）を用いた金融市場の規制・制度の研究

本業および私自身の研究：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/

私自身の研究分野（人工市場）を
一般向けに解説したインタビュー記事です

国際学会での発表、受賞

中央がBank of America Merrill Lynchロンドンオフィス

3rd place award 受賞

IEEE Computational Intelligence for Financial Engineering & Economics 2014

We hereby certify that

Do Dark Pools Stabilize Markets and Reduce Market Impacts? Investigations using Multi-Agent Simulations.
by
Takanobu Mizuta, Shintaro Kosugi, Takuya Kusumoto, Wataru Matsumoto, Kiyoshi Izumi, Shinobu Yoshimura

has been awarded 3rd place for

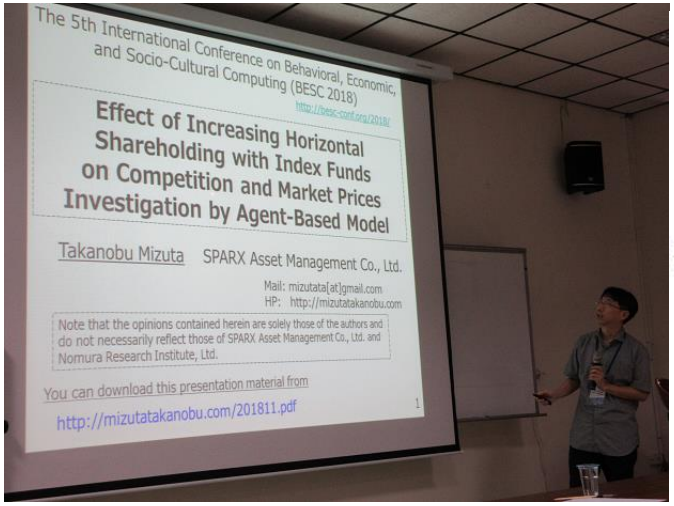
the 2014 CIFER Best Paper.

London, March 28, 2014

Bank of America Merrill Lynch

↑IEEE Computational Intelligence for Financial Engineering & Economics 2014, Bank of America Merrill Lynch, Canary Wharf, UK http://www.ieee-cifer.org/

（IEEEは世界最大の工学系学会で無線LANの規格とかも扱う）



BESC 2018

Distinguished Research on BEHAVIORAL AND ECONOMIC COMPUTING

Presented to

Isao Yagi, Yuji Masuda and Takanobu Mizuta

For Detection of Factors Influence Market Liquidity Using an Agent-based Simulation

UTS

共著者の八木先生が Distinguished Research on Behavioral and Economic Computing 受賞

↑The 5th International Conference on Behavioral, Economic, and Socio-Cultural Computing, Kaohsiung, Taiwan http://besc-conf.org/2018/

私自身の研究分野の参考文献

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」

（１）高まった注目と広がった誤解

（２）人工知能とは具体的には何なのか？：囲碁を例に

（３）人工知能の可能性と限界：自然言語処理を例に

（４）金融業界での最近の情報通信技術（AIに限らず）

- （４－１）不公正取引の検出
- （４－２）執行アルゴリズム取引の強化
- （４－３）その他：表情分析、銀行ＡＰＩ、ブロックチェーン他
- （おまけ）人工市場シミュレーションによる規制・制度の議論

（１）高まった注目と広がった誤解

（２）人工知能とは具体的には何なのか？：囲碁を例に

（３）人工知能の可能性と限界：自然言語処理を例に

（４）金融業界での最近の情報通信技術（AIに限らず）

- （４－１）不公正取引の検出
- （４－２）執行アルゴリズム取引の強化
- （４－３）その他：表情分析、銀行ＡＰＩ、ブロックチェーン他
- （おまけ）人工市場シミュレーションによる規制・制度の議論

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/

テクノロジープロパガンダ

人工知能学会誌 2017年9月号 佐藤哲也「AIと政治」http://id.nii.ac.jp/1004/00008791/

起業家：当然、新技術を売り込みたい
学術界：競争的資金の割合増加、大学発ベンチャー
　　⇒　客観的な議論よりプレーヤーとしての主観
メディア：読者うけする派手なニュース

結果、

「このようなスタートアップやベンダなどの産業界とアカデミズムとメディアの三角関係は基本的に新技術の有用性を必要以上に声高に主張するばかりで、その客観的な評価が伝達されることは極めて少なくなる」

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．

人工知能（AI）は言うほどまだまだすごくない。シンギュラリティは来ない。人類がAIに支配されるとのたまう悲観論者を信じるな！　空前のAIブームに潜む「大うそ」を、フランス人哲学者が宗教論的アプローチを駆使してラディカルかつロジカルに暴き出す。

結局、強化学習も教師あり学習も自律性はないのだ。実際、強化学習アルゴリズムを使用する際には、人間が最適な選択を行なう基準を設定し、機械はこれを変更できないようになっている。　よって、教師あり学習も強化学習も、機械を自律させることはない。つまり、スティーヴン・ホーキング、イーロン・マスク、ビル・ゲイツ、スチュワート・ラッセルらが次々と公にした懸念を、裏づけるものは何もないのである。

http://www.hayakawa-online.co.jp/shop/shopdetail.html?brandcode=000000013576

人工知能によって、「永遠の命を得る」か「機械に支配されて人類滅亡」という両極端な誤解があり、その誤解を解く本
↑ こんなぶっ飛んだ誤解している人、日本にはいないような、、、

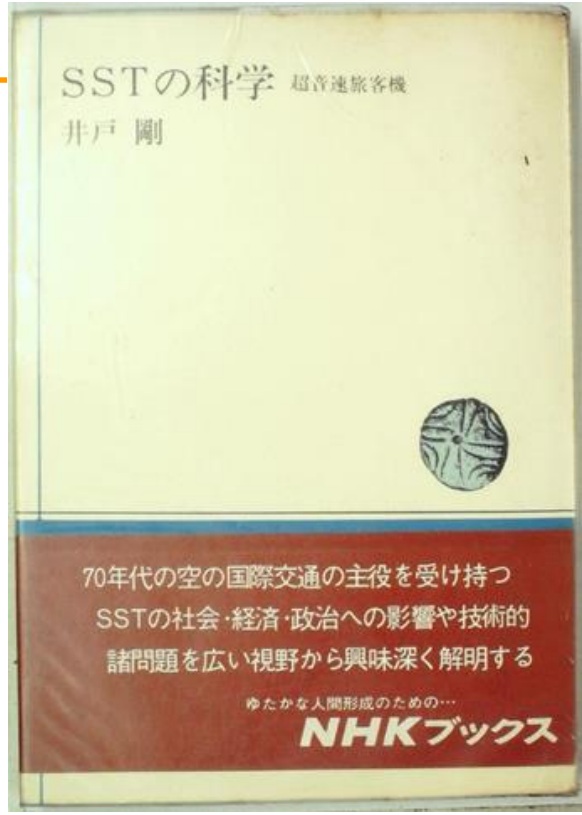
米国の方が誤解が広がっている

新技術評価のジレンマ

顕著な事例： 1960年代の超音速旅客機の議論

1969年、NHKに依頼されて宇宙航空学が専門（ただし超音速旅客機は専門でない）学者が書いた本

序盤：なぜ超音速旅客機の開発が遅れているのか？
終盤：「いや、これ全然無理でしょ」を遠まわしに



その領域プレーヤー

一番詳しい ⇔ 客観的な情報一番出さない

周辺のプレーヤー

勉強すれば一番客観的な情報出せる
⇔通常は勉強するインセンティブない

SSTの科学―超音速旅客機 (NHKブックス) 1969
https://www.amazon.co.jp/dp/4140011025

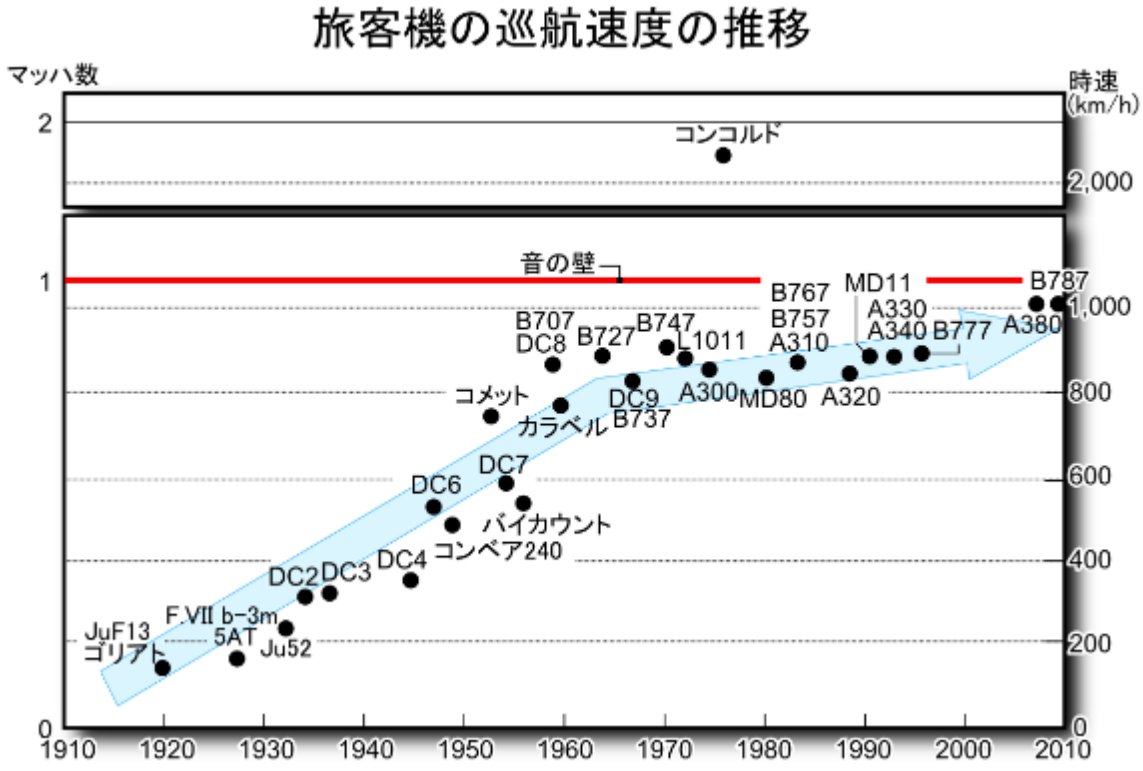
明確に存在する技術の壁の認識

その領域プレーヤー

技術の壁を認識 ⇔ いいたくない

周辺のプレーヤー

勉強すれば技術の壁に気付ける



先の本が出た1969年は、過去２０年で商業用ジェットエンジンなどの技術革新により、羽田ーロサンゼルスが６０時間から１０時間に短縮されるなど旅客機の急進歩の時代だった。当時の人々は５０年後の今も１０時間のままだと想像しえないだろう。

https://ja.wikipedia.org/wiki/旅客機

人工知能の技術の壁：意味の理解？自然言語の理解？

“意味”とはどういう意味かすら分かっていない人間が、
意味の分かる機械など作れるだろうか？

（１）高まった注目と広がった誤解

（２）人工知能とは具体的には何なのか？：囲碁を例に

（３）人工知能の可能性と限界：自然言語処理を例に

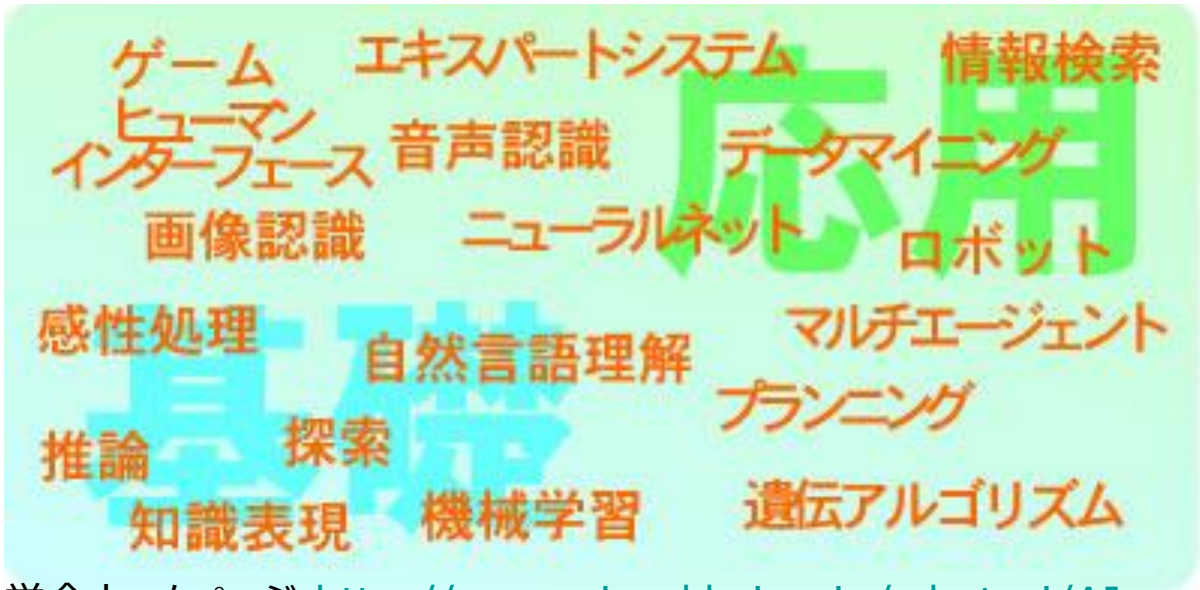
（４）金融業界での最近の情報通信技術（AIに限らず）

- （４－１）不公正取引の検出
- （４－２）執行アルゴリズム取引の強化
- （４－３）その他：表情分析、銀行ＡＰＩ、ブロックチェーン他
- （おまけ）人工市場シミュレーションによる規制・制度の議論

そもそも人工知能とは？

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

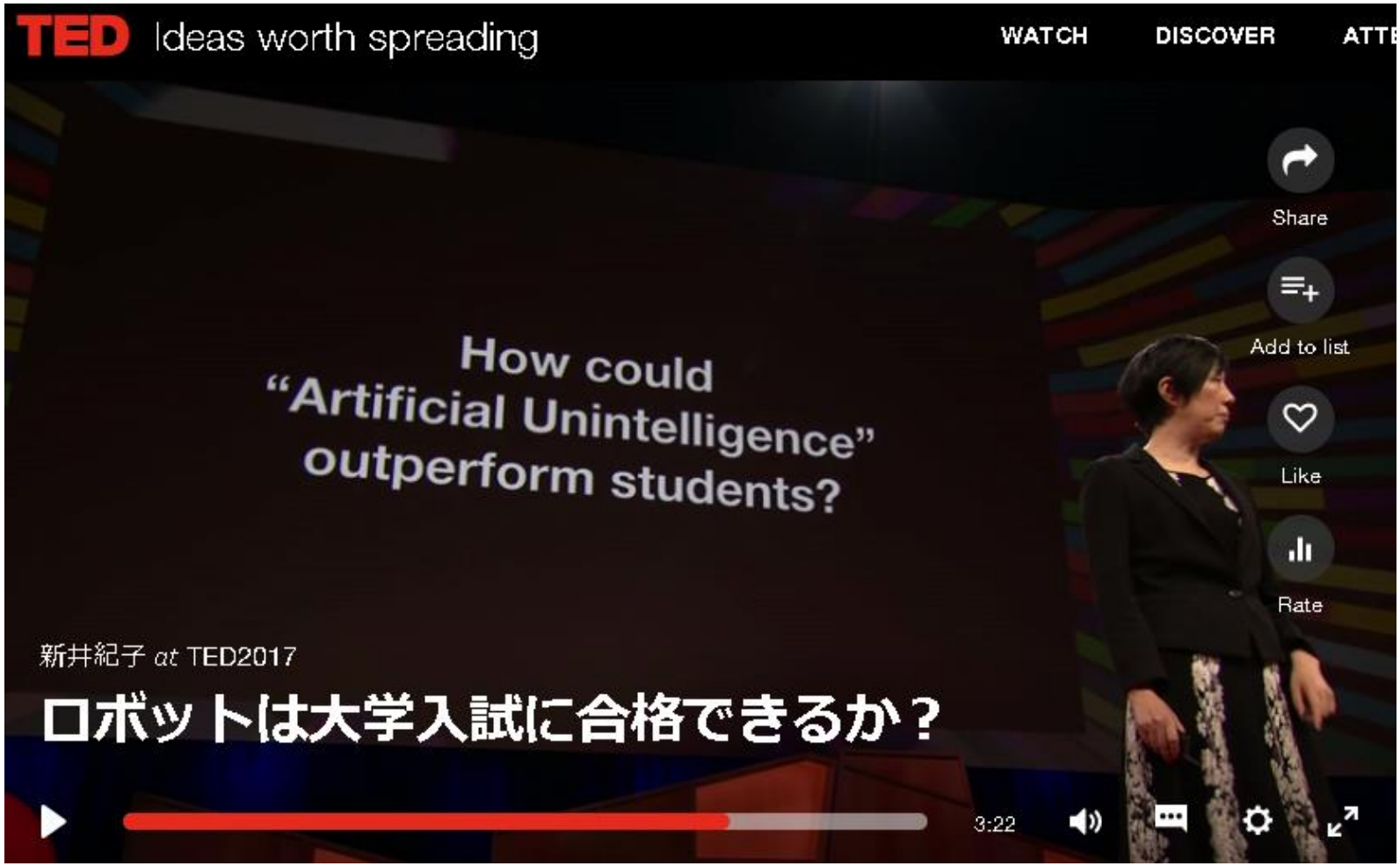
怖がる必要は全くない、所詮は計算機

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

やったことのないことを取り扱う難しさ

【産業技術総合研究所公式 広報YouTube】
深層学習(Deep Learning)を利用した「物体折り畳みタスク」

産総研(人工知能研究センター)と早稲田大学(尾形哲也研究室)では、動作教示や模倣を利用したヒューマノイドロボットの動作学習に取り組んでいます。 2017/08/03 に公開

https://www.youtube.com/watch?v=YH1TrL1q6Po

タオルをたたむ練習をしたロボット ⇒ なんと本もたためた！ ！

国際学会でも注目をあつめた凄い技術

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。

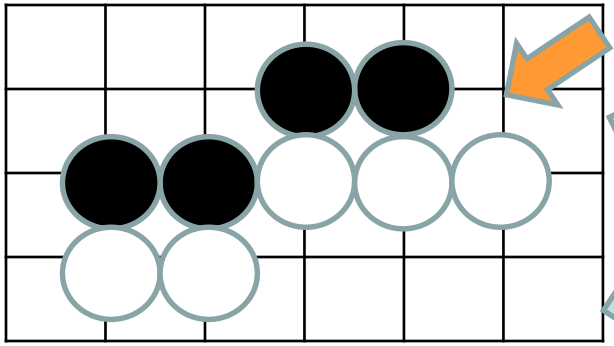
Nature 日本語ハイライト版 https://www.natureasia.com/ja-jp/nature/pr-highlights/12229

超ザックリな仕組みの説明

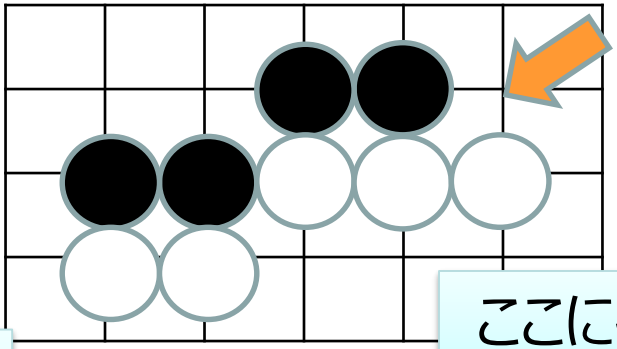
どうやって囲碁をさしているか？誤解を恐れずに、簡単に言えば、、、

（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

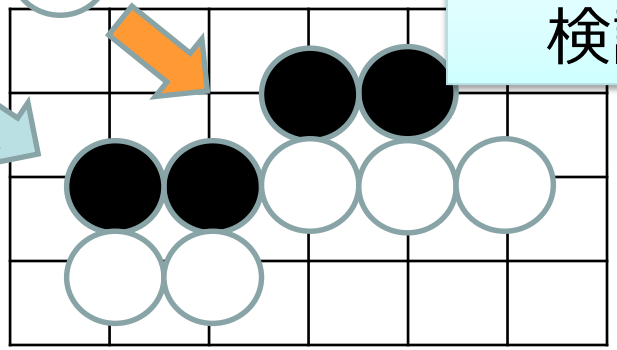


ここに打つ

自分同士で
何度も対戦

圧勝でも
ない

違う手を
検討

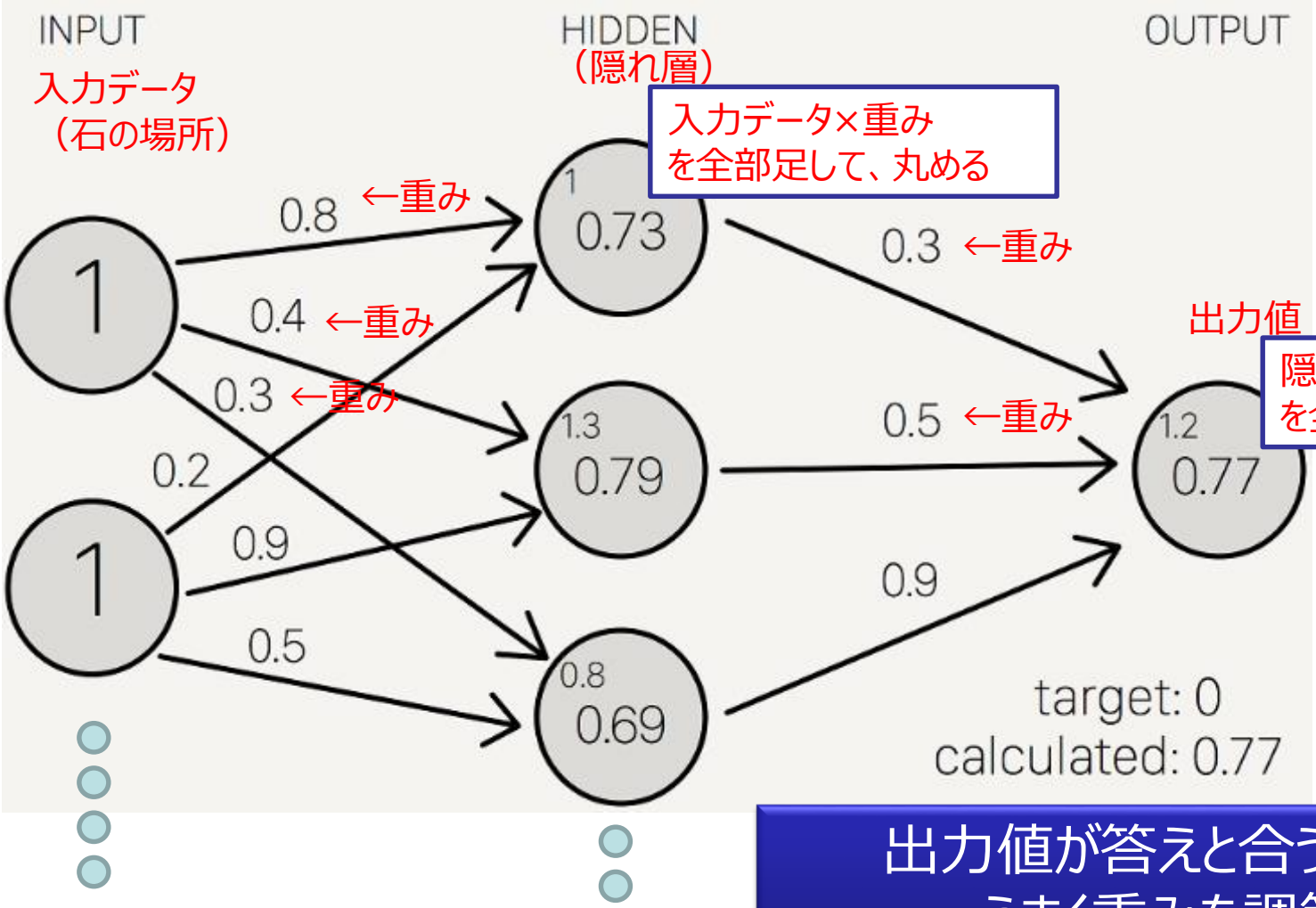


おびただしい回数繰り返せば、かなりのケースを網羅できる

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)

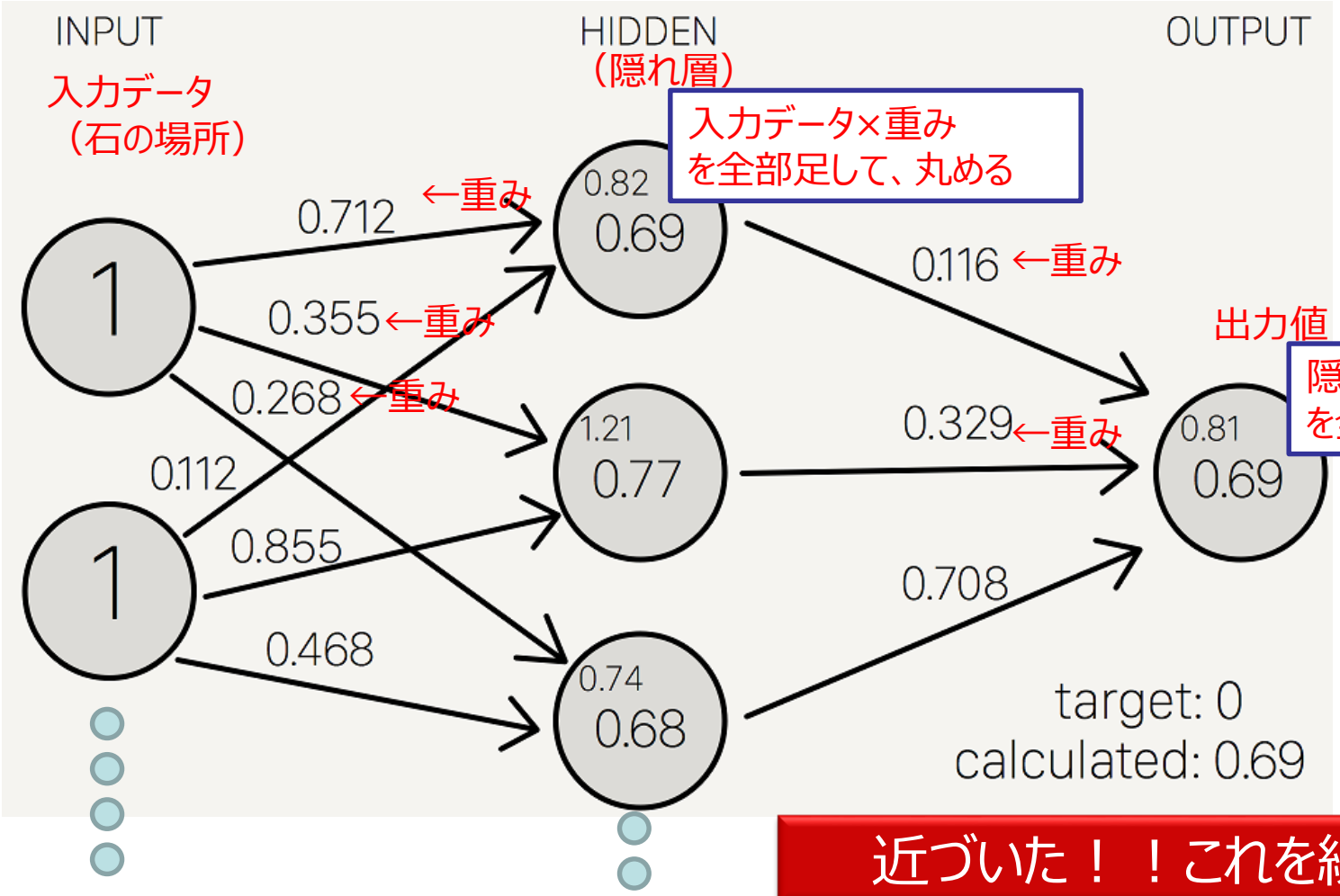
ニューラルネットワークを例に説明します
実際にはこれが非常に入り組んでもっと高度に工夫された
ディープラーニングが使われています



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

⇕

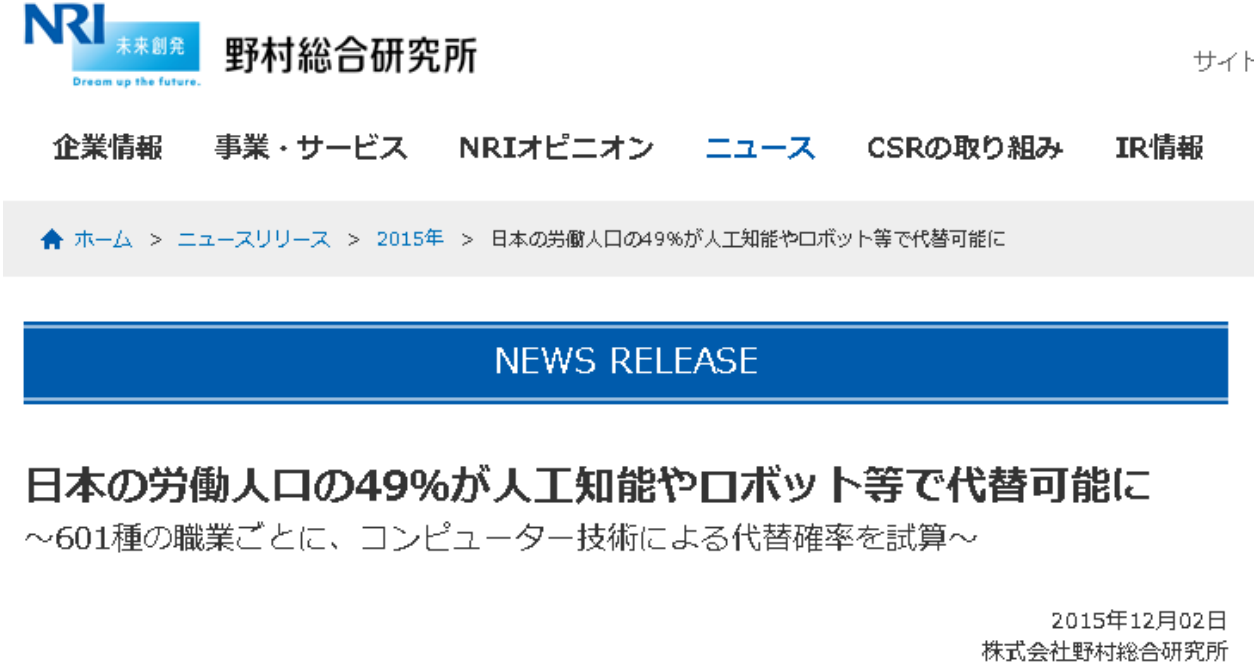
人間より本質的に頭がよくなったわけではない
過去データのパターン分類・分析⇔新しいものを創造できない

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



人工知能やロボット等による代替可能性が低い100種の職業（抜粋）
※職業名は、労働政策研究・研修機構「職務構造に関する研究」に対応

エコノミスト、商品開発部員、経営コンサルタント、評論家、、、
観光バスガイド、旅行会社カウンター係、保育士、社会福祉施設介護職員、
テレビカメラマン、、、

**人工知能が得意なこと苦手なことは、
人間が得意なこと苦手なこととは全く違う**

今でも、機械でも出来るが人間の方が低コストという分野は多い

野村総合研究所 ニュースリリース https://www.nri.com/jp/news/2015/151202_1.aspx

人工知能が得意なこと苦手なこと

人工知能が得意なこと苦手なことは、
人間が得意なこと苦手なこととは全く違う

人工知能にとっては意外に簡単なこと

囲碁（世界チャンピョンに勝った）、戦闘機・偵察機の操縦、Ｆ１の運転、、、

囲碁
http://www.nikkei.com/article/DGXMZO98496540W6A310C1000000/
戦闘機
http://www.sankei.com/wired/news/160710/wir1607100002-n1.html

超細分化すれば
簡単な作業に落とし込める

- 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

人工知能にとっては意外に難しいこと

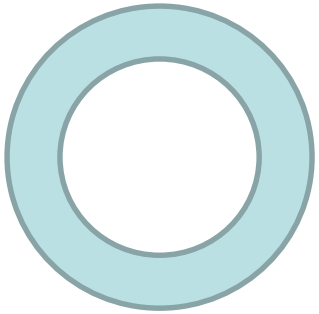
旅行会社カウンター係、センター試験（東ロボくん）、文章を理解する、、

旅行会社カウンター係
https://www.nri.com/jp/news/2015/151202_1.aspx
東ロボくん
https://news.yahoo.co.jp/byline/yuasamakoto/20161114-00064079

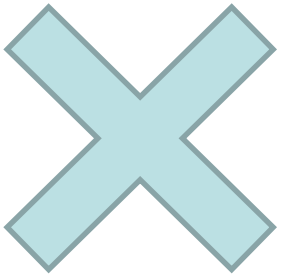
文章の意味を理解できない

- １人で練習できない
- 取り扱う範囲が事前には不明
- 繰り返し同じことが起きない

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



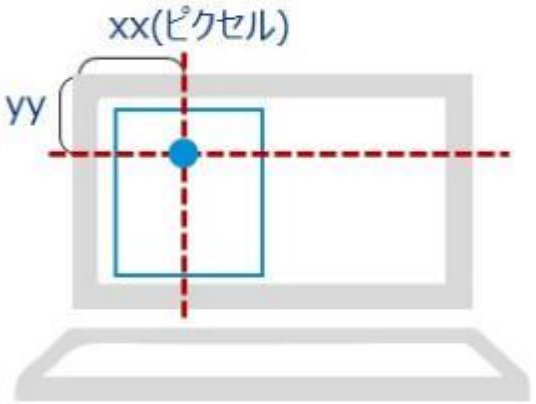
時間があっても人間にしか
できない創造的なこと

「人工知能を使って凄いことをしたい！」と経営者が言っても実際に「すべきこと」はこういうことだったりする

「RPA（Robotic Process Automation）」はどうやってPCの作業を自動化する？代表的な3つの方法
http://www.itmedia.co.jp/enterprise/articles/1803/08/news012.html

デスクトップにおける作業を自動化する3つのアプローチ

座標で場所を指定する



ディスプレイの左上隅を基準に、「横にxxピクセル」「縦にyyピクセル」と指定する

画像認識で場所を覚えさせる

例)「OK」の画像があるところを指定する

対象を「構造的」に検出する

一意に指定可能なHTMLタグ（階層）を検出する

吉丸新一郎（KPMGコンサルティング）がアイティメディアで執筆した記事一覧
http://www.itmedia.co.jp/author/216906/

（１） 高まった注目と広がった誤解

（２） 人工知能とは具体的には何なのか？ ：囲碁を例に

（３） 人工知能の可能性と限界：自然言語処理を例に

（４） 金融業界での最近の情報通信技術（AIに限らず）

- （４－１）不公正取引の検出
- （４－２）執行アルゴリズム取引の強化
- （４－３）その他：表情分析、銀行ＡＰＩ、ブロックチェーン他
- （おまけ）人工市場シミュレーションによる規制・制度の議論

（２－１）文章の要約・分析・作成

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

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。

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 *1

*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都分（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。

ロボットは東大に入れるか2016　結果概況

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

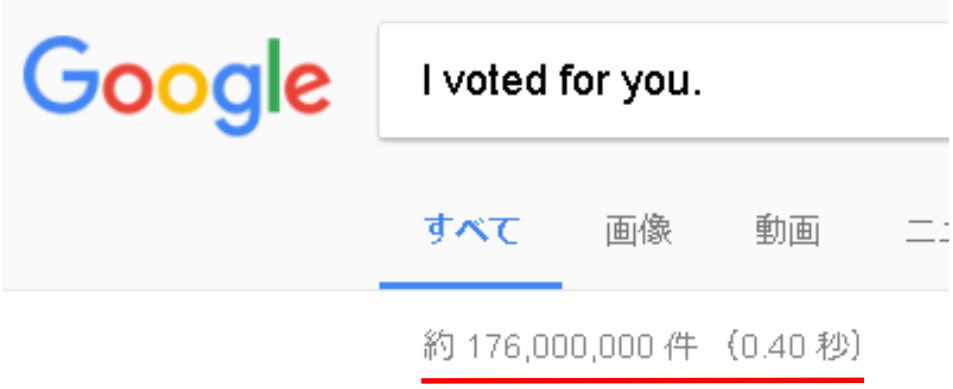
Yahoo!News個人： 湯浅誠 2016/11/14
https://news.yahoo.co.jp/byline/yuasamakoto/20161114-00064079/

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)

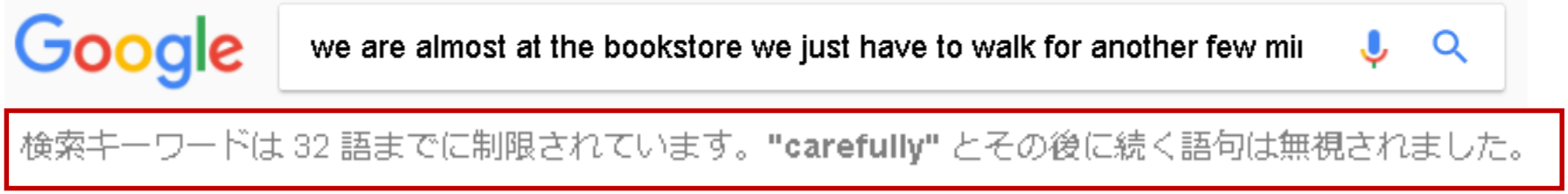
→正解はYour shoelace is untied.(靴ひもがほどけているよ)

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/

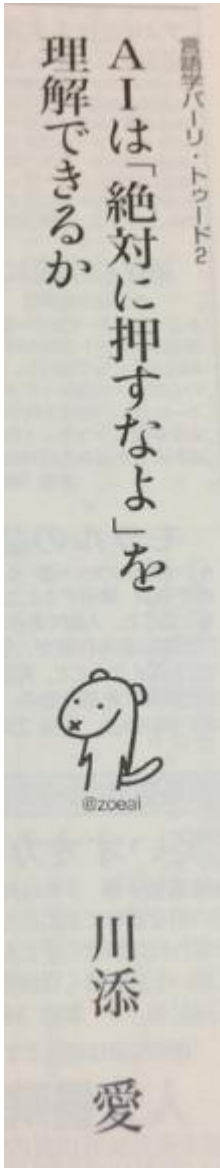
言語学者が書いた本

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

案外、このような意味が分からなくてもできる文章処理の仕事は多い？？

目的のないおしゃべり（カメレオンの章）

人間）最近どうしてる？

過去の人間の会話（チャット）データ

問）もう、ムカつくんだけど。
返）怒られた～。ぐすん。

もっとも近い（問）を探す
近い例）重複する文字が多い

問）最近どう？
返）まあまあだよ

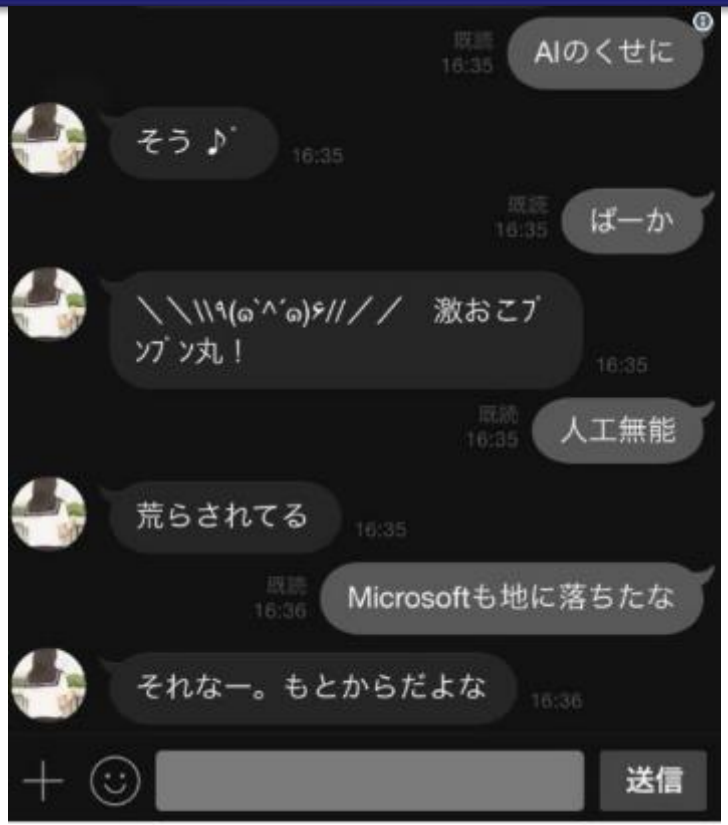
機械）まあまあだよ

このような方法でも「人間だと勘違いする」人がときどきいるくらいの精度でおしゃべりできる

会話データが多いほど適切な返答がある可能性高い
自身のおしゃべりからデータの自動収集して大量のデータを稼ぐ

Microsoftのチャットボット：りんな（日本）とTay（米国）

https://plus1world.com/line-ai-rinna-matome



Minato(ツーバスニキ)
@Minatnoy

りんなちゃんMSのこと嫌いなのでは…？？？

16:37 - 2015年8月10日

♡ 6 Minato(ツーバスニキ)さんの他のツイートを見る

ふじみくん
@fjym_is_chatter

りんなちゃんとの会話楽しすぎワロタ

4:53 - 2016年12月26日

♡ 2 ふじみくんさんの他のツイートを見る

Tayは公表半日でヘイトスピーチを繰り返し一時停止

https://ja.wikipedia.org/wiki/Tay_(%E4%BA%BA%E5%B7%A5%E7%9F%A5%E8%83%BD)

仕組み上、当然に、チャットボットは「人間の鏡」

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」

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

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

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～

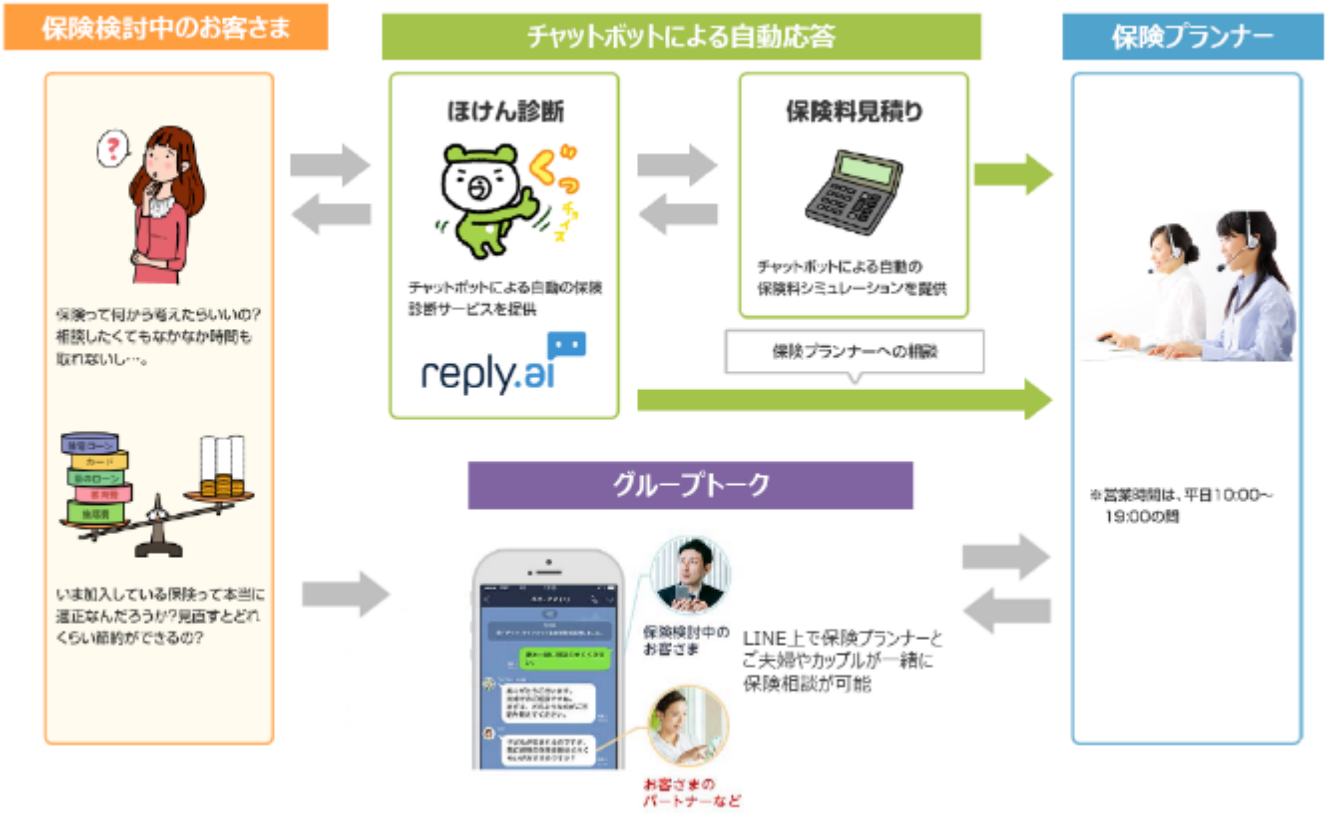
第1部：チャットボット導入事例の紹介

- 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

金融機関におけるBOTの活用：ライフネット生命の例



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　http://www.newtonpress.co.jp/newton/back/bk_201809.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.

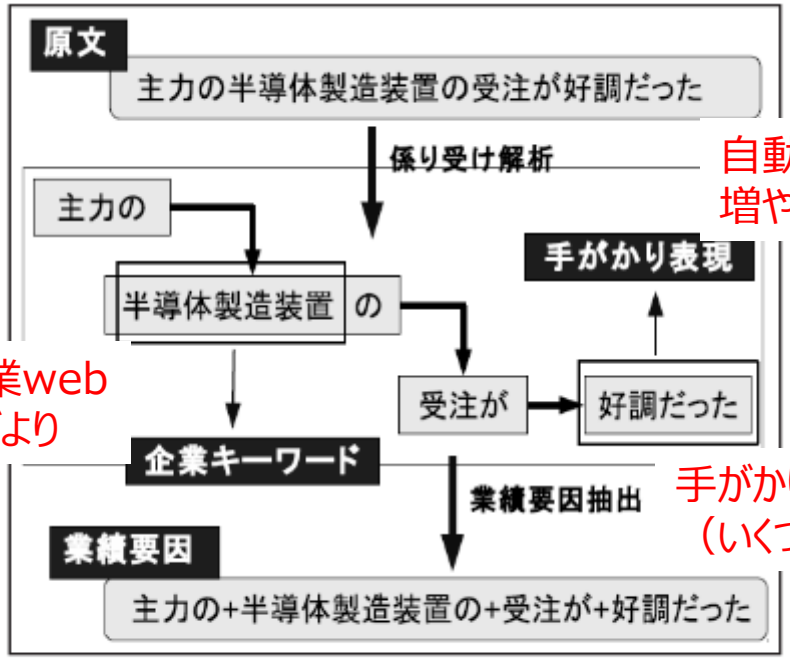


図 2　手がかり表現と企業キーワードを使用した業績要因の抽出

自動で増やす

企業webなどより

手がかり表現（いくつか手入力）

（ブートストラップ法）

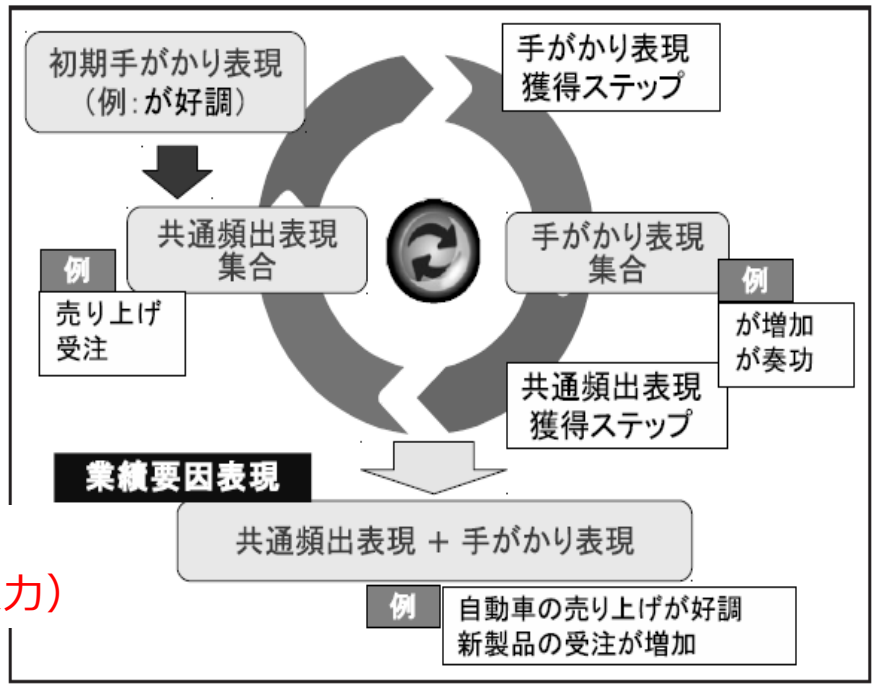


図 1　共通頻出表現・手がかり表現自動獲得手法の概要

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

成蹊大 酒井研究室ホームページで公開

公開システム

http://www.ci.seikei.ac.jp/sakai/

■ CEES ： http://hawk.ci.seikei.ac.jp/cees/

企業のWebサイトで公開されている決算短信PDFファイルから業績要因を含む文を自動的に抽出し、その抽出した業績要因を対象にした決算短信PDF検索システムです。例えば「太陽電池」で検索すると、太陽電池を業績要因にもつ業績要因文を検索し、その文が記載されている決算短信PDFとその企業を表示します。それにより、「太陽電池」が業績要因である企業＝「太陽電池」と関連のある企業を検索する企業検索としても利用が可能です。
「↑」「↓」の矢印は、決算短信、もしくは業績要因の極性（ポジティブ・ネガティブ）を表します。

■ CS ： http://hawk.ci.seikei.ac.jp/CS/

決算短信PDFから因果関係を抽出し，それを用いて因果関係を検索することができるシステムです。例えば原因として「猛暑」，結果として「エアコン」を入力すると，原因が「猛暑」で結果が「エアコン」を含む因果関係を情報として記述している決算短信PDFとその企業を検索することができます。それにより、「猛暑」であれば「エアコン」が好調な企業＝「猛暑」で業績が変動する企業を見つけることができ、その企業に投資するための判断材料として役立つことができます.

実際にやってみると、単なる検索ではないことが分かります。

CEES http://hawk.ci.seikei.ac.jp/cees/

CS http://hawk.ci.seikei.ac.jp/CS/

東京大学 坂地さんのページ

http://socsim.t.u-tokyo.ac.jp/CSDEMO/

試しに入れた文章 https://news.finance.yahoo.co.jp/detail/20170915-00934034-fisf-market

今日の欧米外為市場では、ドル・円は上げ渋る展開を予想したい。今晩発表の米国の主要経済指標は伸び鈍化が予想され、ドル買いには慎重になる可能性があろう。また、北朝鮮が弾道ミサイル発射で再度の挑発行為を強行したことで、警戒感からの円買いは続きそうだ。

前日発表された米国の8月消費者物価指数（CPI）は予想よりも強い内容となり、13日の8月生産者物価指数（PPI）の前月比プラス圏浮上とともにインフレの改善が好感された。本日早朝に北朝鮮が発射した弾道ミサイルは、8月29日に続き日本上空を通過しリスク回避的な円買いが強まった。ただ、前日からミサイル発射の兆候が伝わっていたため、円買いを予測していた投資家が米CPIの伸び拡大を背景に109円半ばでドル買いに動き、ドル・円はすぐに110円台を回復した。

今晩も引き続き米経済指標が材料視されやすいだろう。ただし、8月小売売上高（21時半）は前回を下回る伸びとなる公算で、マイナスに落ち込んだ場合には成長持続を期待したドル買いは後退しそうだ。このほか、9月NY連銀製造業景気指数（21時半）や8月鉱工業生産（22時15分）、9月ミシガン大学消費者信頼感指数速報値（23時）などの主要指標はいずれも前回を下回る見通しで、前日高まった連邦準備制度理事会（FRB）の年内追加利上げ観測は一服しよう。

一方、本日の北朝鮮による弾道ミサイルの発射を受けて、国連安保理は日本時間16日4時から非公式の緊急会合を開催する予定。しかし、国連安保理が北朝鮮の核実験に対し石油輸出に上限を設定した制裁を3日前に決議したばかりであるにもかかわらず、北朝鮮はなお挑発行為を繰り返しており、市場の懸念は後退しないだろう。今晩の会合で何らかの追加制裁が決議されたとしても安心感は広がらないとみられ、引き続きリスク回避的な円買いがドル・円の重石となりそうだ。
(吉池 威)

因果関係抽出デモ　http://socsim.t.u-tokyo.ac.jp/CSDEMO/

	原因	結果	手がかり表現
3	北朝鮮が弾道ミサイル発射で再度の挑発行為を強行した	警戒感からの円買いは続きそうだ。	で、
6	米CPIの伸び拡大	円買いを予測していた投資家が109円半ばでドル買いに動き	を背景に
6	前日からミサイル発射の兆候が伝わっていた	円買いを予測していた投資家が米CPIの伸び拡大を背景に109円半ばでドル買いに動き、ドル・円はすぐに110円台を回復した。	ため、
8	前回を下回る伸びとなる公算	8月小売売上高（21時半）はマイナスに落ち込んだ	で、
9	9月ミシガン大学消費者信頼感指数速報値（23時）などの主要指標はいずれも前回を下回る見通し	前日高まった連邦準備制度理事会（FRB）の年内追加利上げ観測は一服しよう。	で、
10	本日の北朝鮮による弾道ミサイルの発射	国連安保理は日本時間16日4時から非公式の緊急会合を開催する	を受けて、

テキストを貼り付けると原因ー結果に整理してくれる

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。

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。

業績要因文の分析
→業績に重要な文の抽出
→要約

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

広がる新聞記事自動作成

ＡＩ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ＡＩ記者「おーとりぃ」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「○○社の株価が○○%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○年○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://www3.nhk.or.jp/news/business_tokushu/2018_1018.html

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　簗 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

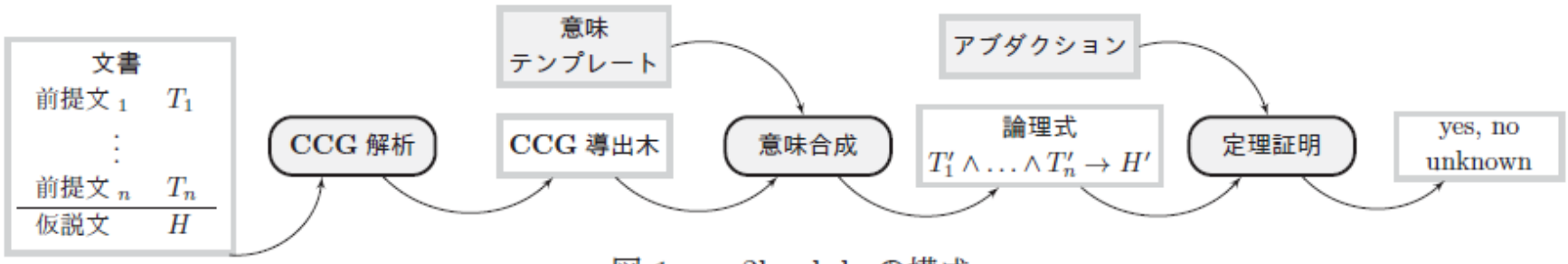


図 1: ccg2lambda の構成

(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。

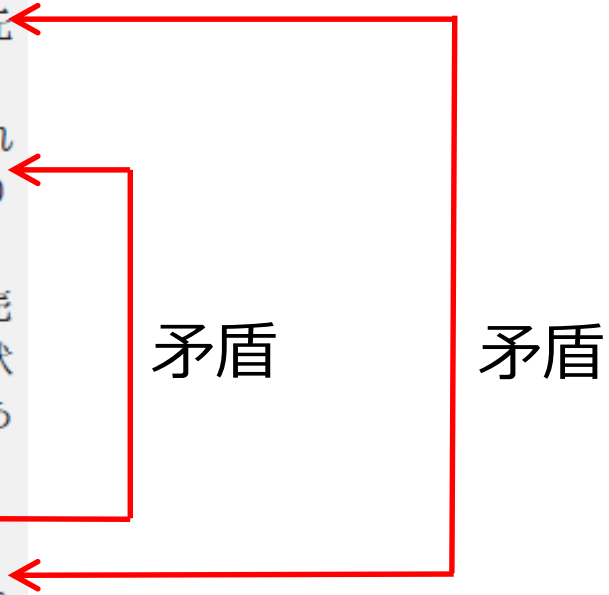


図 3: 矛盾検知の具体例

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。 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。 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。 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。

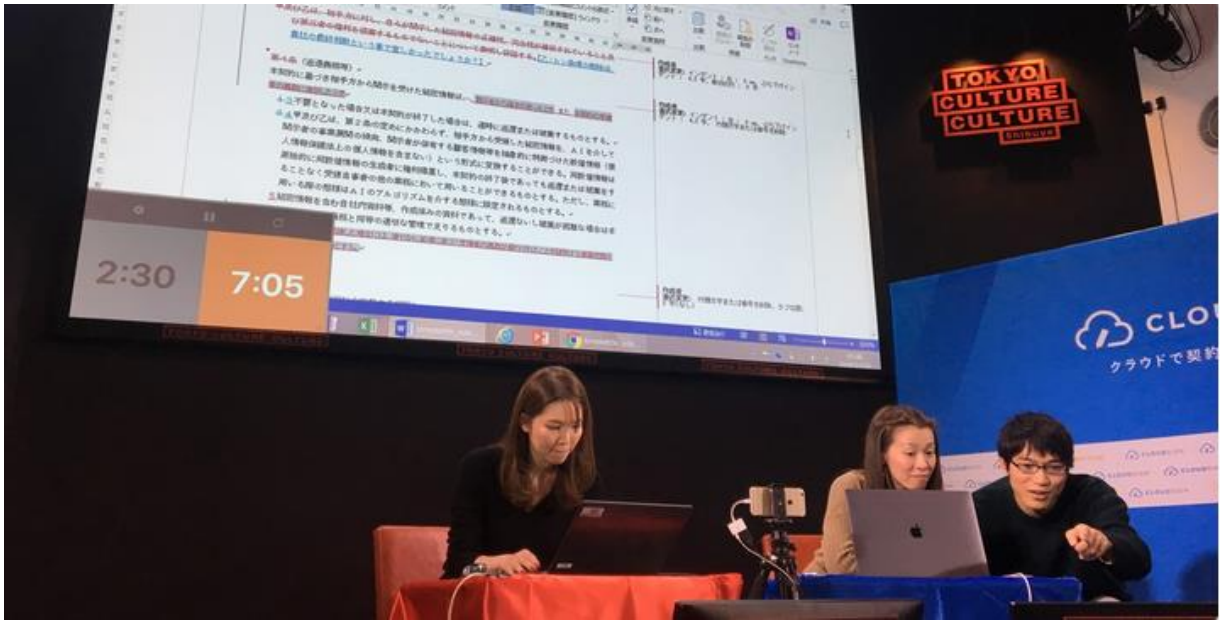
Check List

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

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

６月新潟での人工知能学会：法学応用専門のセッションあり

OS-7　AIの法学への応用

オーガナイザ

佐藤 健（国立情報学研究所）、新田 克己（国立情報学研究所）

内容・テーマの例

IBMワトソンプログラムの法律文書への応用や契約文書不整合表現のチェック等、人工知能の法律分野への応用が進みつつある。本セッションでは、最近の研究成果について人工知能学者だけではなく法学者も含めた発表を募集するとともに、今後の研究方向について議論を行う。研究テーマの例としては、ベイジアンネットワークによる事実認定、議論学に基づいた法的議論の解析、自然言語処理を用いた法律知識の包摂推論の実現、論理的推論を用いた判決推論支援等が考えられる。

https://www.ai-gakkai.or.jp/jsai2019/os#os-7

講演はこのページまでの予定です。
次ページ以降は参考資料です。

レポート文章の自動生成技術

（おまけ）

SIG-FiN
JSAI Special Interest Group on Financial Informatics

http://sigfin.org/020/

人工知能学会 金情報学研究会（SIG-FIN）
2018/3/20 東京証券取引所

東証の方による招待講演
「人工知能の売買審査業務への適用」
「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－」

(1) ダークネット観測情報を用いた仮想通貨市場におけるリスクの考察 -仮想通貨市場におけるオルタナティブ・データの活用
(2) ビットコイン市場におけるニュースの関係性における分析
(3) 感情によるマルチモーダルAIを利用したIPO株価推定
(4) 欧州中央銀行総裁の表情解析から見る量的金融緩和政策の縮小決定
(5) A possible approach to combining popular Japan equity market strategies with an emphasis on machine learning solutions
(6) 人工市場を用いた市場流動性に影響を与える要因の検出,
　　益田裕司(神奈川工科大学), 水田孝信(スパークスアセットマネジメント), 八木勲(神奈川工科大学)
(7) テキストマイニングによる有価証券報告書の因果関係文の抽出
(8) 経済テキストからの市況分析コメントの自動生成
(9) ベクトル表現を用いた因果関係連鎖の抽出
(10) 極性付与されたアナリストレポートと株式リターンとの関連性
(11) 深層学習を用いた経済テキスト可視化の検証
(12) 金融レポート、およびマクロ経済指数によるリアルタイム日銀センチメントの予測
(13) 単語の類義性・対義性を考慮したドメイン特化極性辞書構築
(14) テキストマイニングによる金融レポートの自動生成支援
(15) 潜在トピック空間上でのマルチタスク学習による企業評価テキストデータを用いた財務指標予測
(16) LSTMネットワークによる企業財務データの回帰分析
(17) 高頻度注文情報の符号化と深層学習による短期株価予測
(18) ボラティリティ・クラスタリングが観測される時系列のローソク足同時分布モデル

最大の応用先として注目を集めてきた

(8) 経済テキストからの市況分析コメントの自動生成

経済テキストからの市況分析コメントの自動生成

Automatic generation of market analysis comments from financial articles

酒井 浩之[1*]　坂地 泰紀[2]　和泉 潔[2]　松井 藤五郎[3]　入江 圭太郎[4†]

Hiroyuki Sakai[1]　Hiroki Sakaji[2]　Kiyoshi Izumi[2]　Tohgoroh Matsui[3]　Keitaro Irie[4]

[1] 成蹊大学 [1] Seikei University [2] 東京大学 [2] The University of Tokyo

[3] 中部大学 [3] Chubu University

[4] 三菱 UFJ 国際投信 [4] Mitsubishi UFJ Kokusai Asset Management

三菱UFJ国際投信があらかじめプレスリリースを出していた

QuickMoneyWorld

QUICK資産運用研究所

三菱ＵＦＪ国際投信、「ＡＩで市況コメント自動生成」を研究　東大と共同で

2018/2/28 13:52 | 資産を殖やす | AI, テキストマイニング, 運用会社

Tweet　シェア　G+　B!ブックマーク 1　RSS　LINEで送る

三菱ＵＦＪ国際投信はＩＴ（情報技術）を活用した業務効率化の一環として、東京大学と産学共同で「ＡＩ（人工知能）を使った金融市況分析テキストの自動生成」の研究に取り組んでいる。投資信託の運用報告書などに掲載する市況分析コメントの作成をＡＩに任せることで、運用担当者が本来の業務に集中できる環境を整えるのが狙いだ。

https://www.quick.co.jp/3/article/12893

手法

Step 1: ある期間の日経平均について言及している記事から，日経平均が大きく変動したことについて述べた記事（以降，分析記事と定義）を深層学習により抽出．

Step 2: ある期間の日経平均について言及している記事集合から，その期間における重要なキーワード（以降、重要キーワード）を抽出（例：人民元，中国人民銀行）．

Step 3: Step 1 で抽出した分析記事集合より，日経平均が大きく変動した要因について述べた文（以降，要因文と定義）を抽出．

Step 4: Step 3 で抽出した要因文集合と，Step 2 で抽出した重要キーワード集合を使用し，重要な文を判定

Step 5: Step 4 で判定された重要な文を時系列順にならべ，市況分析コメントとする

自動作成されたコメント

今月の国内株式市況は、◆１１日の日経平均株価は前日の米国株高を手掛かりに一時１３８円高を付けたが、人民元切り下げで一転して売りが優勢となり、２２６円安まで値下がりする場面があった。人民元安は米国の利上げ観測から軟調に推移していたアジア通貨にも波及。アジアの主要な株式市場でも売りが広がった。◆１１日の東京株式市場で日経平均株価は一時、年初来高値を上回る水準に上昇した。しかし、中国人民銀行による人民元の実質切り下げを機に下落に転じた。人民元の切り下げの影響は日本にとどまらず、欧米やアジアなどの株式市場にも及んだ。◆中国の景気減速から始まった世界市場の動揺がいったん収まり、株式や原油などリスク資産の買い戻しが活発になっている。２８日の日経平均株価は３日続伸し、直近安値の２５日に比べて７％上げた。一方、一部の新興国通貨への売り圧力はなお強く、混乱再燃の懸念はくすぶっている。

日経平均の騰落が大きかった日の新聞記事をうまく切り貼り

(14) テキストマイニングによる金融レポートの自動生成支援

テキストマイニングによる金融レポートの自動生成支援

Generation Support of Financial Reports by Textmining

丸澤 英将[1]　和泉 潔[1]　坂地 泰紀[1*]　田村 浩道[2]
本廣 守[2]
Hidemasa Maruzawa[1]　Kiyoshi Izumi[1]　Hiroki Sakaji[1]　Hiromichi Tamura[2]　Mamoru Motohiro[2]

[1] 東京大学大学院工学系研究科
[1] Graduate School of Engineering, The University of Tokyo
[2] 野村證券株式会社
[2] Nomura Securities Co.,Ltd.

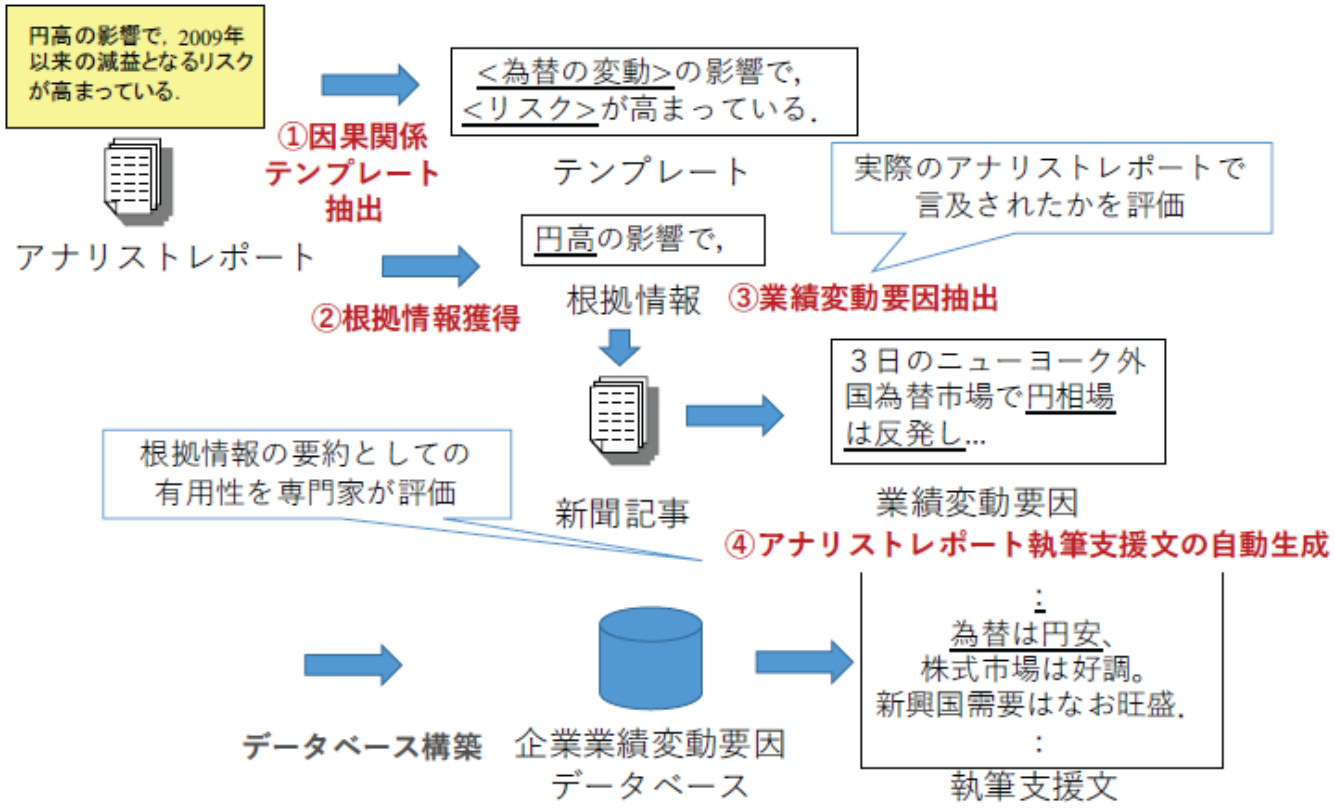


表 5: 自動抽出文例（化学業種）

提案手法	石油製品の取引価格がアジアで軒並み下落している.
比較手法	各地の寺社などに油のような液体がまかれた事件は，警察庁によると 14 府県 43ヶ所（１日現在）に被害が広がった.

表 6: 自動抽出文例（食品業種）

提案手法	伊藤忠商事はチョコレート原料の加工・販売事業に参画する.
比較手法	ショットピーニングは微小な金属粒を材料の表面にぶつけて耐久性を高める加工技術.

表 8: 自動抽出文例（自動車業種）

提案手法	シティグループ証券は２０１７年の円ドル相場を年平均１ドル＝１２９円と予想していますが，２０年には１１６円まで円高になると予想しています.
比較手法	ドル／円１ドル＝１１２．１７～１１２．２０円（７０銭の円高）【中略（ユーロ／円，ユーロ／ドル相場の値）】（東京市場１２時時点）.

（１）高まった注目と広がった誤解

（２）人工知能とは具体的には何なのか？：囲碁を例に

（３）人工知能の可能性と限界：自然言語処理を例に

（４）金融業界での最近の情報通信技術（AIに限らず）

- （４－１）不公正取引の検出
- （４－２）執行アルゴリズム取引の強化
- （４－３）その他：表情分析、銀行ＡＰＩ、ブロックチェーン他
- （おまけ）人工市場シミュレーションによる規制・制度の議論

以下は、金融業会全体でよく出てくる新技術（いわいるFintech）のうち、
まだ紹介してないものをごく紹介する ⇒ 人工知能とは限りません

融資（特に小口）

機械学習

大量のデータを**反復的**に学習し、パターンを見つけ出し、返済能力を自動的に判定する

- クレジッドカード：審査、不正使用　→ すでに実用化
- 銀行の小口融資：始まってる？

金融業界では、AIが最も貢献しているのは
特に、マネーロンダリングや不正アクセスなど不正行為の発見

株価操縦の疑いのある書き込みを探す

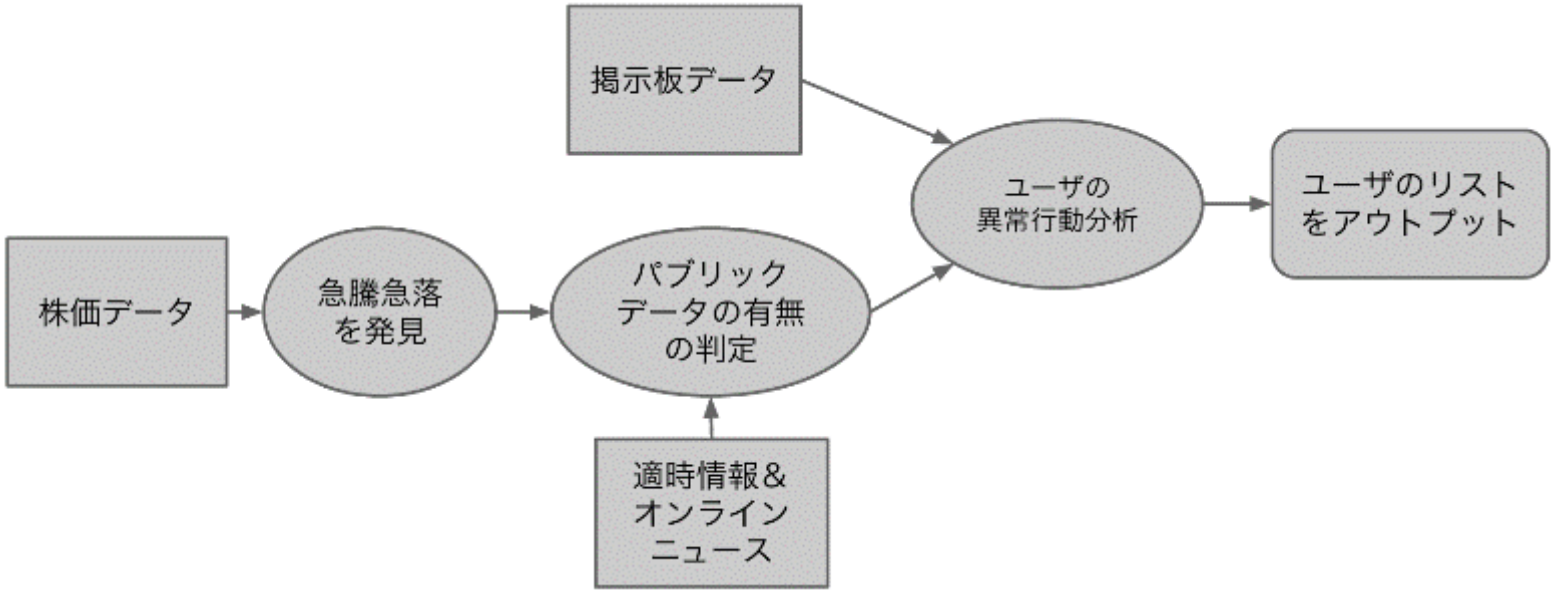
http://sigfin.org/SIG-FIN-015-03/

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？

株価操縦の疑いのある書き込みを探す

人工知能学会 全国大会 2018/6/4-8 鹿児島

https://confit.atlas.jp/guide/event/jsai2018/subject/1M2-04/advanced

相場データ間密度比推定による株式市場における見せ玉検知

Algorithmic Detection of Quote Spoofing in Stock Exchange Market
Using Probability Density Ratio Estimation

中原 健一 *1　島田 史也 *1　宮崎 邦洋 *2　関根 正之 *2　大澤 昇平 *2　大島 眞 *3
松尾 豊 *2

*1 東京大学大学院 情報理工学系研究科　*2 東京大学大学院 工学系研究科
*3 株式会社 だいこう証券ビジネス

板情報から見せ玉の疑いがある事例を抽出
初めのスクリーニングに活用できそう

金融庁の動向

日本経済新聞

小 中 大　記事利用について　印刷

「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/

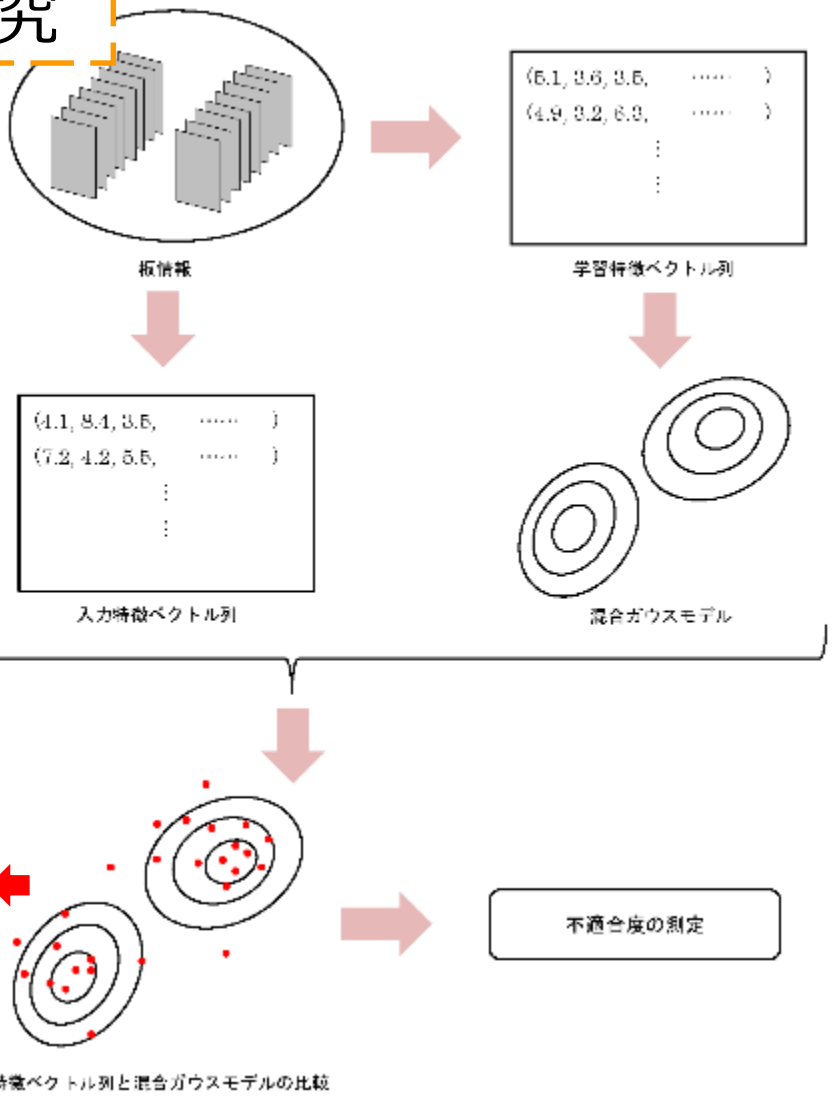
異常な取引を見つける

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

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

	発行日	タイトル
Vol.18	2016/12/14	人工市場を用いた日本版本上場規則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ブデータクションの分析
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、Yie dCo、ソーラーREITの考察～
Vol.15	2016/03/30	金融市場インフラに対する分散型合意技術の適用可能性について
Vol.14	2016/03/09	日経225先物の指数サイクルとETFの売買行動の実証分析
Vol.13	2016/03/01	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	2016/02/08	従業員持株会が主要な資金、および企業価値に与える影響
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板情報アルゴリズムの共存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	2014/07/01	High Frequency Quoting, Trading, and the Efficiency of Prices
特別レポート	2014/07/10	米国市場の流動性と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	2014/03/20	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板の異常の検出
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	東証一場位における空売りの実施及び空売り規制の影響



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

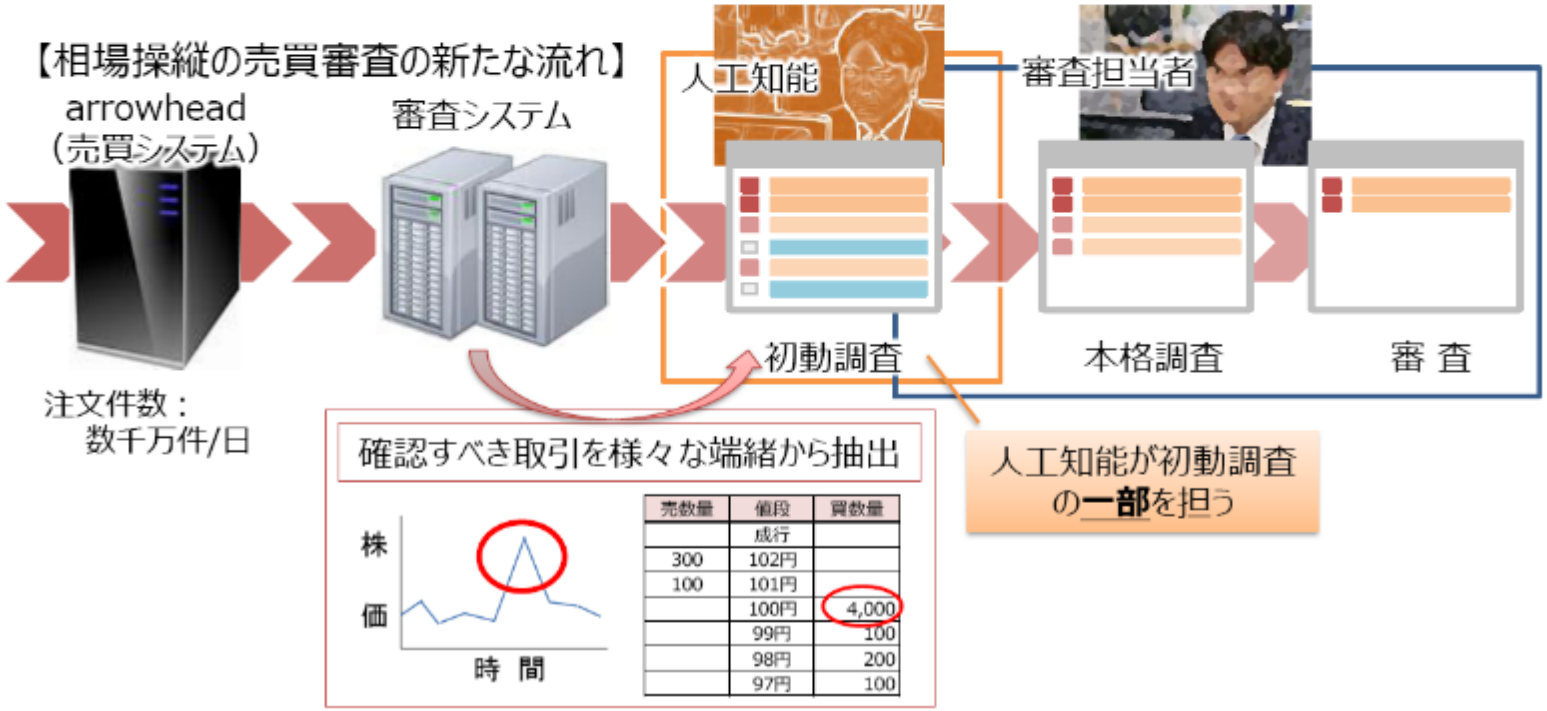
東証： 売買審査業務への人工知能の導入（2018/3/19）

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

（おまけ）不正を見つけ出すソフトウエア：ゴッサム

http://www.nicmr.com/nicmr/report/repo/2017/2017spr07.html

http://bizmakoto.jp/makoto/articles/1310/17/news020.html

NOMURA Home

野村資本市場研究所

Nomura Institute of Capital Markets Research

野村資本市場クォータリー　2017年春号

ビッグデータ分析による不正取引検知の分野で急成長するパランティア・テクノロジーズ

齋藤　芳充、吉川　浩史

要 約

1. ビッグデータの活用が多くの産業で進み、関連ビジネスが拡大を続ける中、IBMやヒューレット・パッカード等の大企業と並んで、グローバルに収益を伸ばしているのが、未上場の米ベンチャー企業、パランティア・テクノロジーズである。
2. パランティアの強みは、従来多くの人手・時間と高い専門性が必要だった非構造化データの統合・分析を、容易に可能としたソフトウェア「ゴッサム」にある。情報や情報間の関連性をどう定義するかは、データベースの構造や分析結果を左右する重要な要素だが、ゴッサムはこれを柔軟に変更することができる。分析結果を地図データやネットワーク図に出力する機能もあり、高い汎用性と優れた操作性が評価されている。
3. パランティアは、米政府機関や、米銀を含む大手企業と巨額の契約を締結しており、中でもSEC（証券取引委員会）はパランティアの技術を、過去40年分以上の取引記録解析を通じた投資詐欺捜査に用いているほか、HFT（高頻度取引）に代表される技術革新に対応するべく導入された市場データ分析ツールにも使用している。
4. 金融とITの融合が進み、規制・監督側においてもITの活用が進む中で、ビッグデータの活用は、成長産業として大きな可能性を秘めており、民間金融機関でもビッグデータ分析を事業及び管理に応用していくことが今後一層重要となろう。

速報

2013年10月17日 07時30分 更新

伊吹太歩の時事日想：

CIAも頼みにする今シリコンバレーで最もアツいIT企業 (1/2)

世界を震撼させた米国のネット監視システム「PRISM（プリズム）」。前CIA長官は、諜報活動のデータ分析部分を担うあるITベンチャーを指して「必要とされるいい『ねずみ取り』だ」と語る。

[伊吹太歩，Business Media 誠]

パランティアの助力でターゲットの行動は丸裸になる

スノーデンの暴露以来、パランティアが注目されてきた理由は、NSAなど米情報機関に彼らが開発したソフトウエアが採用されているからだ。同社はこれまでも話題にのぼることはあったが、取引相手と扱うサービスの特性から何だか謎めいたよく分からない企業だと見られてきた。そうしたことも、余計に人々が興味を持つ要素になっていた。

パランティアの顧客には、NSA、FBI、CIAだけでなく、ニューヨーク市警などの名も挙がる。民間企業の取引先はあまり明らかになっていないが、例えばバンク・オブ・アメリカ、JPモルガン、IBM、ロッキード・マーティン、さらにスノーデンが勤めていた米セキュリティ会社のブーズ・アレンなどが知られている。

同社幹部には24時間の護衛が付いている

前途洋洋にみえるパランティアだが、リスクを負っている。国際テロ組織アルカイダの元最高指導者ウサマ・ビンラディンの居場所を突き止めるのにもパランティアが一役買ったとの噂があり、同社の幹部は過激派や陰謀論者などから殺人予告を受けてきた。彼らには今も24時間態勢でボディガードが付いている。

（１）高まった注目と広がった誤解

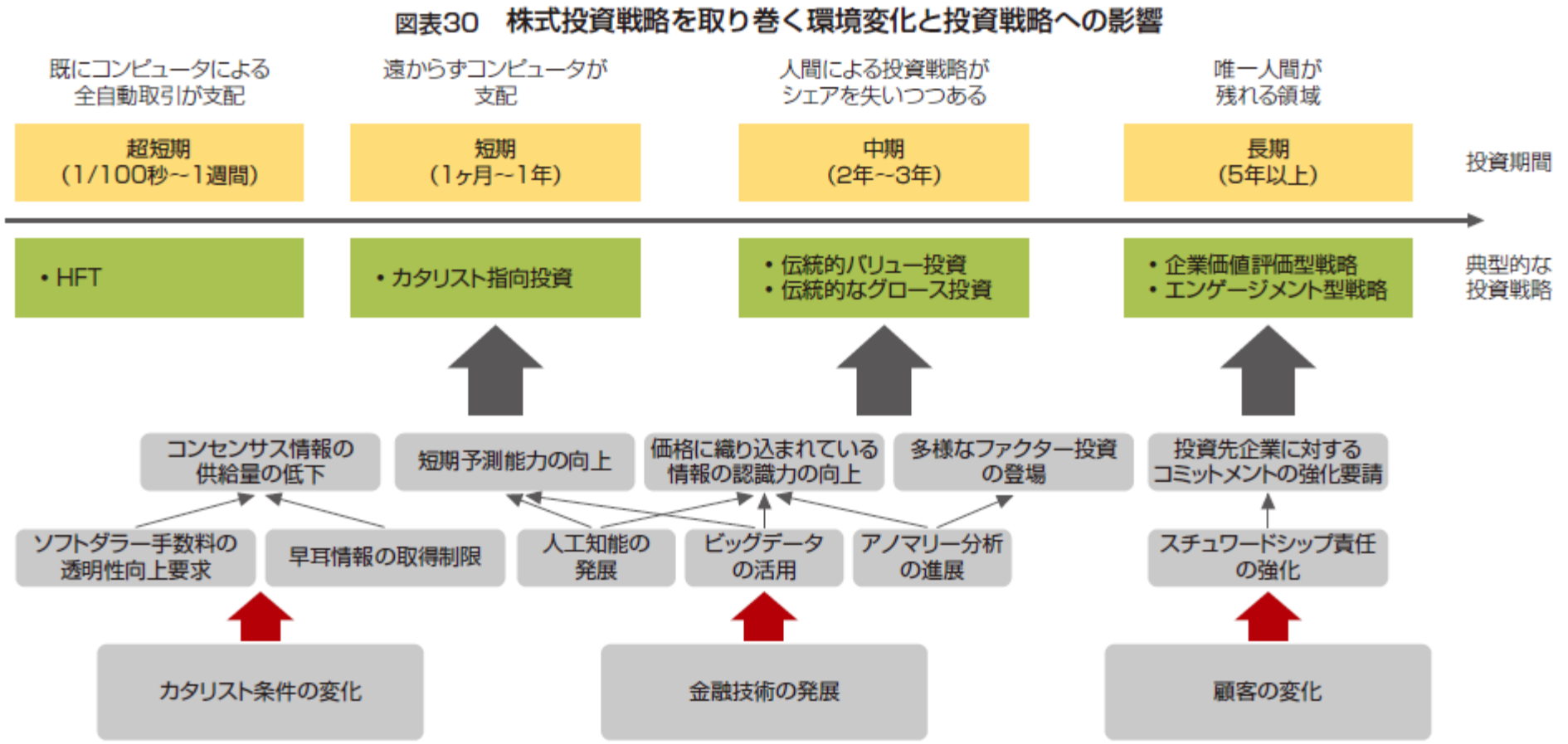
（２）人工知能とは具体的には何なのか？：囲碁を例に

（３）人工知能の可能性と限界：自然言語処理を例に

（４）金融業界での最近の情報通信技術（AIに限らず）

- （４－１）不公正取引の検出
- （４－２）執行アルゴリズム取引の強化
- （４－３）その他：表情分析、銀行ＡＰＩ、ブロックチェーン他
- （おまけ）人工市場シミュレーションによる規制・制度の議論

人工知能が人間を凌駕する市場予測は超短期のみ

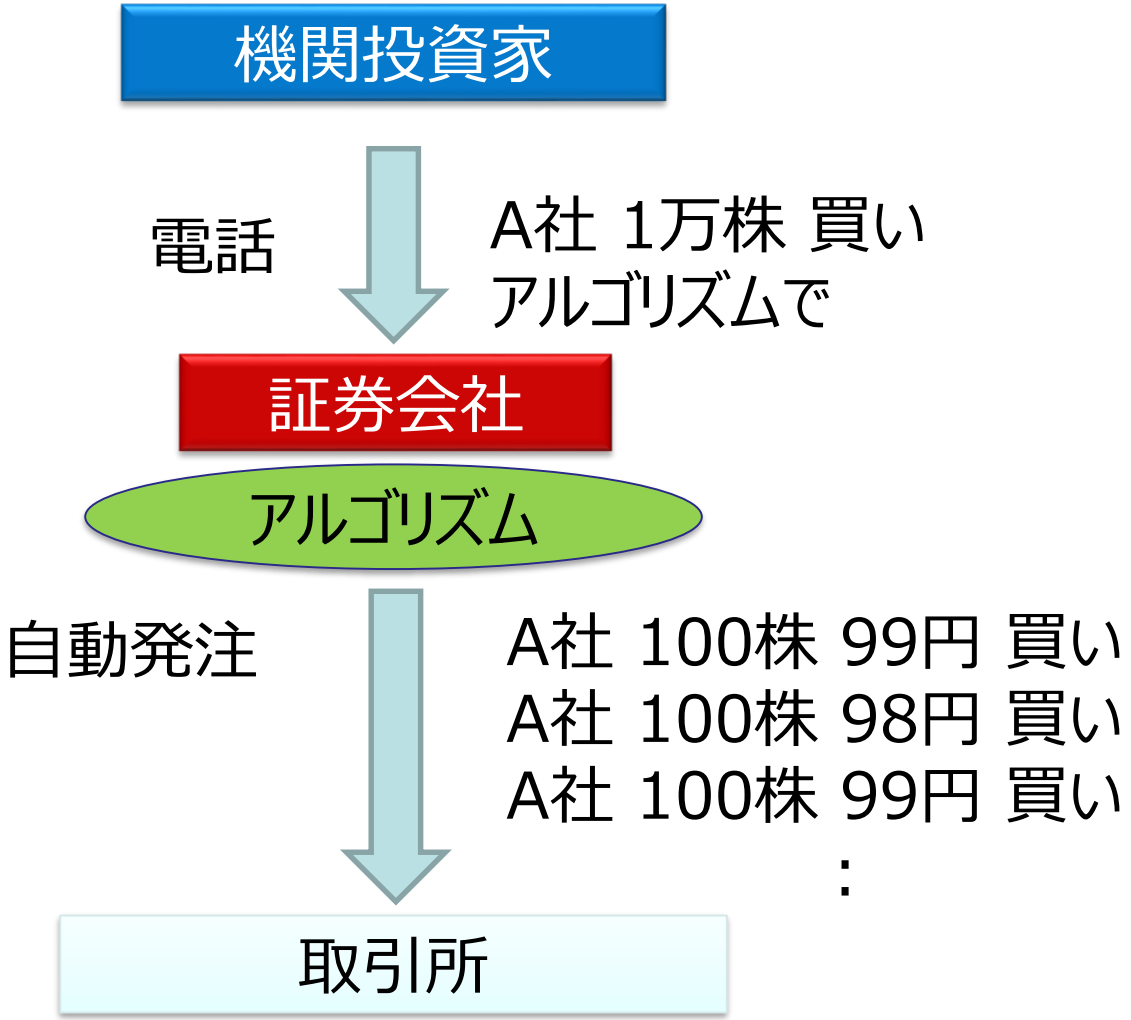


堀江ほか，「日本の資産運用ビジネス2016/2017」，野村総合研究所
http://fis.nri.co.jp/~/media/Files/publication/research/JAMB2016_2017.pdf

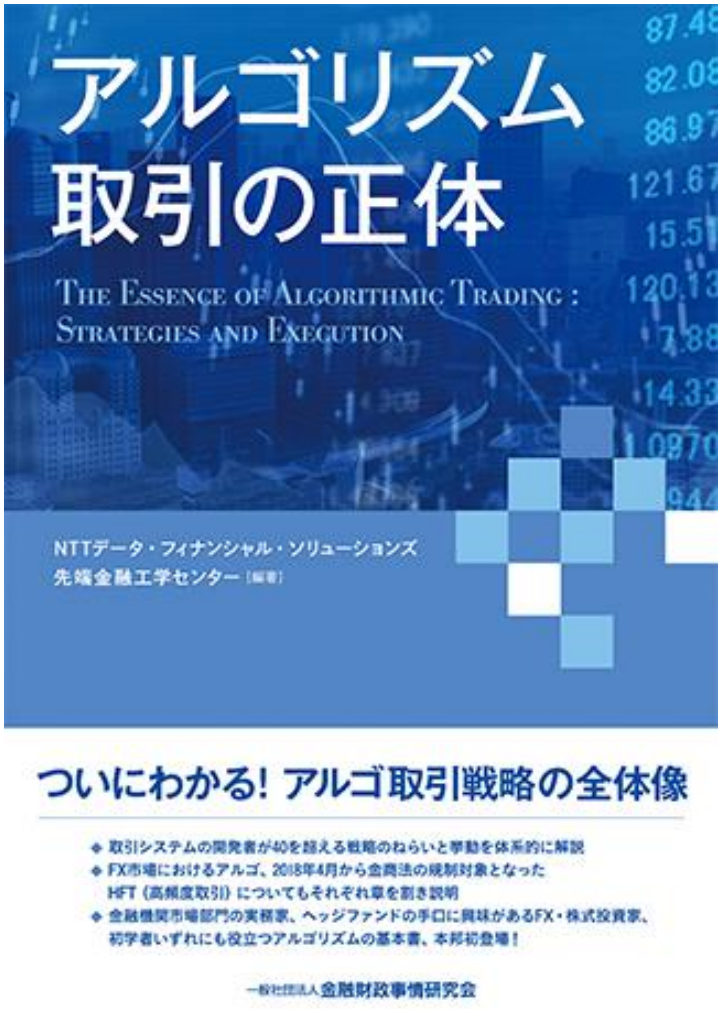
中・長期投資（１年以上）：今後も人間が主（人間を補佐する機械はあり）
短期（１年以下）：これから人間と機械が戦う領域（もともと人間でもうまくいってない）
超短期（１日以下）・執行アルゴリズム：完全に機械化、機械学習搭載開始

執行アルゴリズムとは？

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



（おまけ）さまざまな目的をもったアルゴリズム取引



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

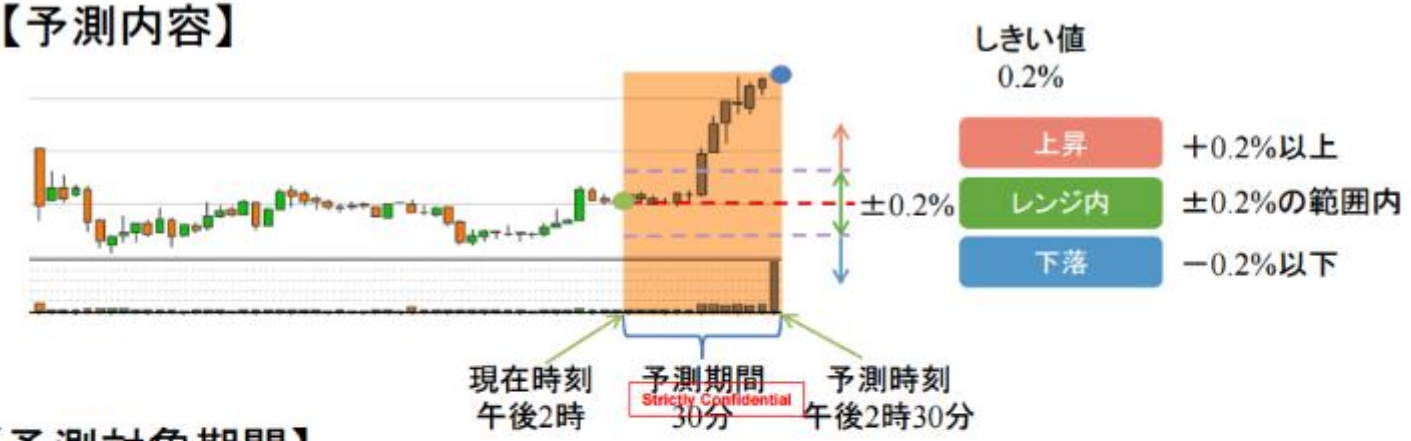
人工知能を使ったアルゴリズム取引事例１（1/2）

2017/4/13 日本銀行コンファレンス

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

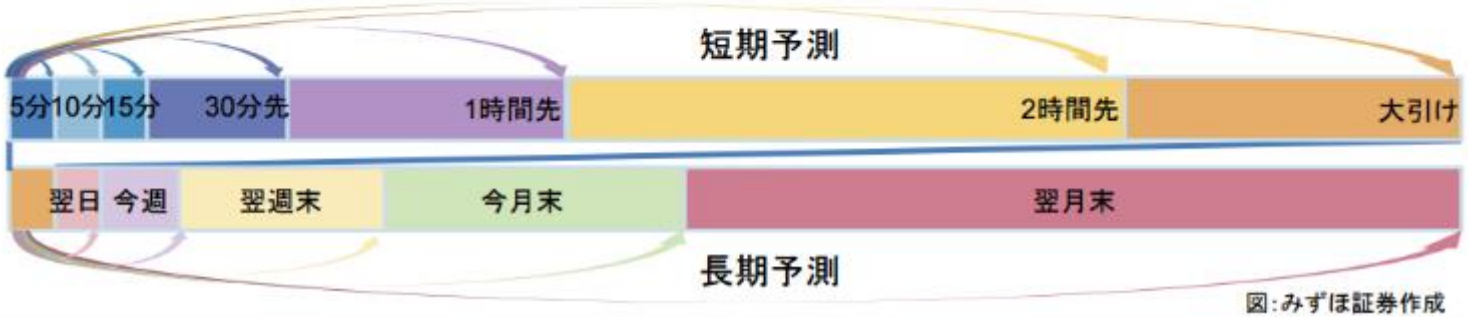
みずほ証券の株価予測システム

【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

人工知能を使ったアルゴリズム取引事例２

2016/5/30 日刊工業新聞
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

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

（2016年5月30日　モノづくり）

トレーディング支援にＡＩを活用（イメージ）

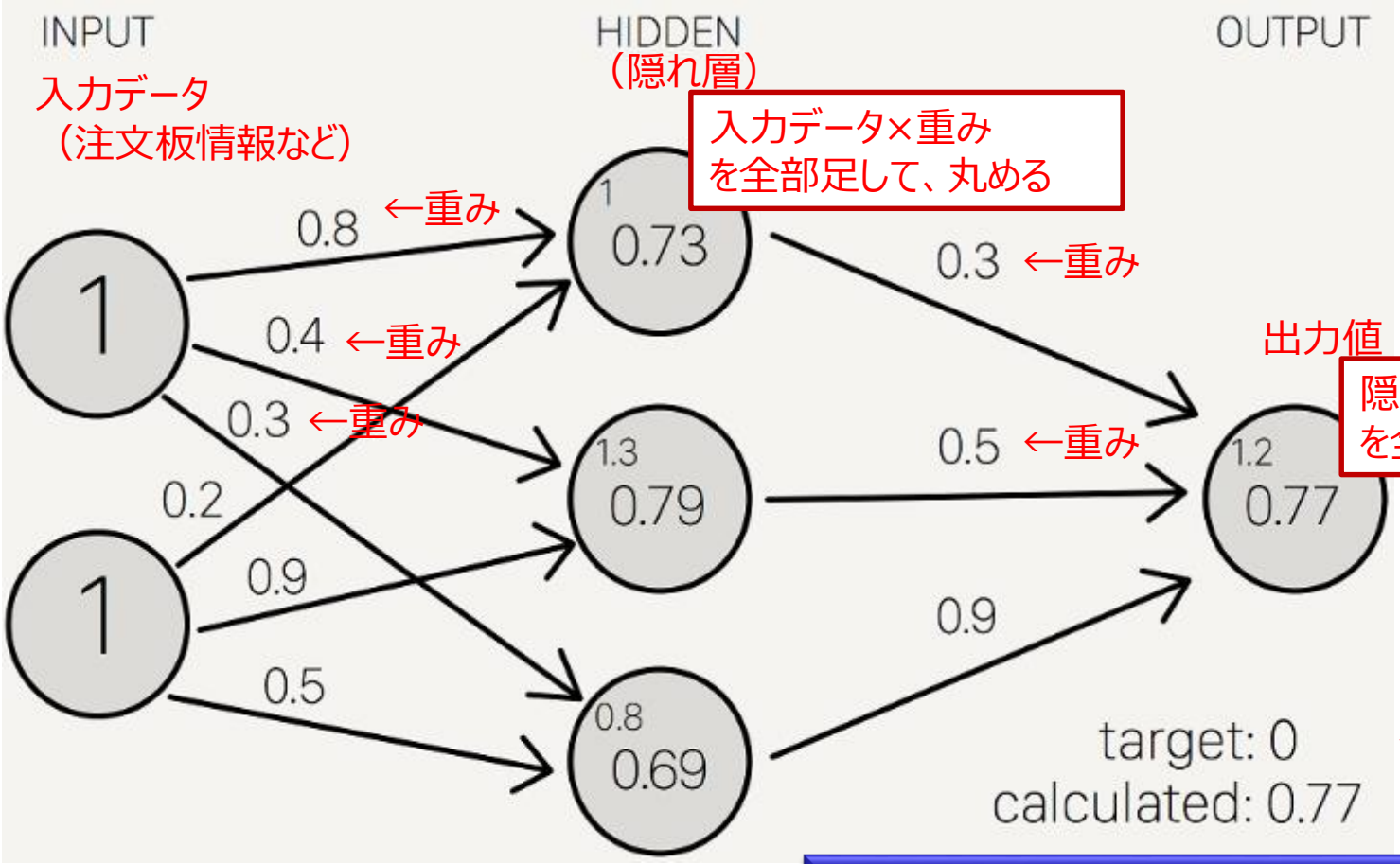
１秒間に１０００回という超高速取引（ＨＦＴ）が席巻する世界の株式市場。人間の能力を超えた市場環境下で、より有利な取引を実現するため、証券業界では人工知能（ＡＩ）の活用研究が進む。野村証券はディープラーニング（深層学習）を活用したＡＩを使い、数分後の株価を予測するシステムを開発した。的中率は１００％ではないが、多くの銘柄で大量の注文を執行する際に有効。４月から一部の機関投資家向けに試験的なサービス提供を始めている。

《機関投資家向け試験運用－最適解を選択、警告機能も》

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

どういう仕組みか？(1/2)

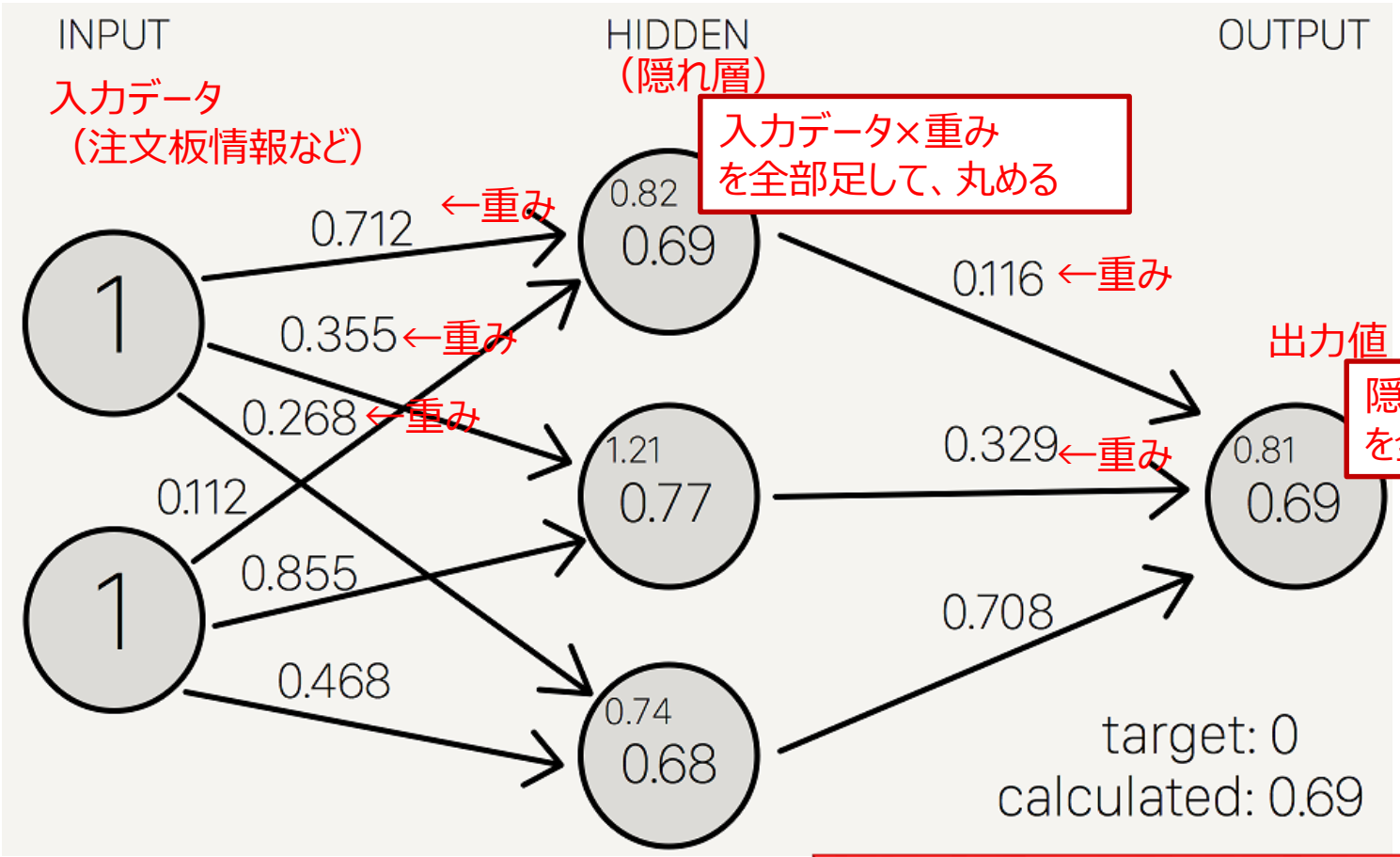
ニューラルネットワークを例に説明します
実際にはこれが非常に入り組んでもっと高度に工夫された
ディープラーニングが使われています



**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/

HFT： マーケットメーカー戦略

念のため補足

HFTの多くはマーケット・メーカー戦略
⇒ 買いと売りを同時に出す

売り	価格	買い
84	101	
176	100	
	99	204
	98	77

注文 ⇒ 176

204 ⇐ 注文

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円で売ることを繰り返す
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円で買っちゃったものがもっと安い値段でしか売れなくなる

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。

HFT最王手バーチュ

2016/4/5 日本経済新聞
米ＣＥＯに聞く超高速取引の世界
シングルヒットで収益蓄積

日本経済新聞

小 中

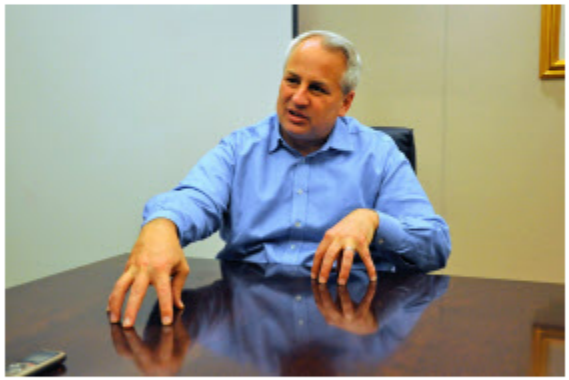
米CEOに聞く超高速取引の世界　シングルヒットで収益蓄積

2016/4/5 2:00 | 日本経済新聞 電子版

人間が想像できないほど速い速度で売買する高頻度取引（ハイ・フリークエンシー・トレーディング＝HFT）が、日本を含めて世界の市場で存在感を高めている。実際にどんな取引をして、どう収益を得ているのかは見えにくい面も多い。唯一米国で上場しているバーチュ・ファイナンシャルの最高経営責任者（CEO）、ダグラス・シフ氏にHFTを巡る議論を聞いた。

――具体的にどんな取引をしているのですか。

「コンピューターを使い、株式や先物、原油、為替など1万2000もの金融商品のマーケットメーク（値付け）をしている。日本では上場投資信託（ETF）に加えて、数百の個別株の取引を手掛けている。例えば、日経平均株価のETFを売りたい、買いたいという世界中の投資家と売買するのが我々だ。売りたい値段と買いたい値段との価格差が収益の源泉になる。価格が上がる、下がるといった投資の方向感は持っていない」



バーチュ・ファイナンシャルのダグラス・シフCEO

――上場に向けた目論見書の中で、1238日間で損を出したのが1日だけだったというのが話題になりました。

「それ（1237日の勝利）についてはもうコメントしない。その数字がとてもネガティブに語られてし

http://www.nikkei.com/article/DGXMZO99122930R30C16A3I00000/

マーケットメーカー戦略が主要な戦略

日本のHFT ダルマ・キャピタル

2019/1/16 NHK
株価の波乱要因？！ 超高速取引の実態は

自社開発のプログラムについて説明する塩谷代表

これら２つの戦略そのものは広く知られていて、ライバル同士ではどうしてもプログラムが似通って来ると言います。このため究極的には、市場の変動に応じていかに速く注文を出せるかがカギになります。

この会社は、取引所のサーバーに近い場所に自社のサーバーを置き、注文を出しています。ケーブルの距離が短ければ短いほど、情報をやり取りするスピードがわずかでも上がるためです。

さらに、東証から送られてくる売買の情報を受けてから、次の注文を出すまでのプログラムの反応速度をなるべく速くするようシステム開発を重ねています。その速度は１秒の10億分の１、「１ナノ秒」の単位での競争になると言います。

「ぬれ手にあわの商売と思われがちですが、スピードを上げるためのコストが極めて高く、競争はしれつです。開発競争に敗れて廃業する会社も多いのです」（塩谷代表）

https://www3.nhk.or.jp/news/html/20190116/k10011779661000.html

マーケットメーカーと裁定取引の両戦略が主

HFTの楽でない現状

2014/7/8 ロイター [焦点] 超高速取引の厳しい「台所事情」、利幅少なく競争も激化

http://jp.reuters.com/article/stocksNews/idJPL4N0PJ00M20140708

『情報技術革新がもたらす証券市場への影響に関する研究会』中間報告書（PDF）

http://www.jsri.or.jp/publish/other/pdf/006.pdf
http://www.jsri.or.jp/publish/other/

金融庁 金融研究センター 平成28年度ディスカッションペーパー
「諸外国における市場構造とHFT を巡る規制動向」

http://www.fsa.go.jp/frtc/seika/discussion/2016/04.pdf
http://www.fsa.go.jp/frtc/seika/seika.html

日本証券経済研究所 証券経済研究 第94号
「HFTとダーク・プールに対する規制状況ー規制状況の国際比較ー」

http://www.jsri.or.jp/publish/research/pdf/94/94_08.pdf
http://www.jsri.or.jp/publish/research/94/94_08.html

日本におけるHFT規制の議論

奥山大輔 公益財団法人資本市場研究会 月刊資本市場 2016年9月号
「我が国株式市場における高速取引に対する規制の在り方」

http://www.camri.or.jp/annai/shoseki/gekkan/2016/pdf/201609-8.pdf

HFT業界：装置産業化

2017/3/22 The Wall Street Journal
高速取引に陰り
フラッシュ・ボーイズに苦難の時代

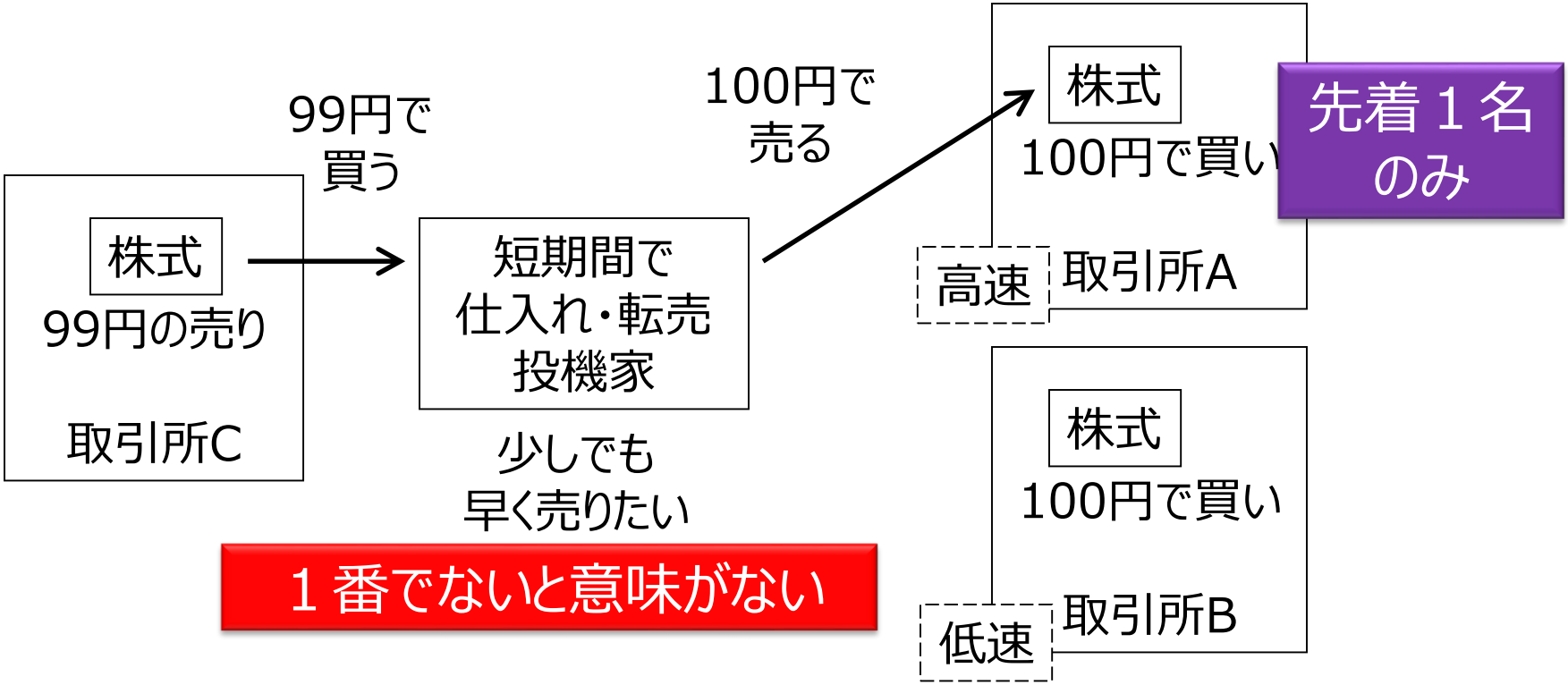
先週米HFT大手バーチュ・ファイナンシャルが同業のKCGホールディングスに買収を提案したとのニュースが流れたが、その背後にはこうした状況があったのだ。この買収が実現すれば、
電子取引で米最大手2社が統合することになる。バーチュの株価は15年の上場時から約4分の1に下落し、KCGは過去2四半期にわたり主力のマーケットメーキング事業が赤字だった。多くの業界大手が撤退した。インタラクティブ・ブローカーズ・グループのトーマス・ピタフィ会長兼最高経営責任者（CEO）は今月、オプション市場のマーケットメーキング業務から撤退する方針を明らかにした。これはピタフィ氏が1980年代に創設に参画した事業だ。かつてヘッジファンド大手シタデルでグローバルなHFT業務を率い、その後はHFT会社テザ・テクノロジーズを立ち上げたミーシャ・マリシェフ氏は昨年11月、テザが自己勘定取引から手を引くと述べた。

http://jp.wsj.com/articles/SB11171128282105153616004583037991111080344

現在の航空業界のような状況になるだろう

高速化： 取引所間競争の重要な要素

取引所が多数存在 ⇒ 競争 ⇒ より流動性が高い取引所
投資家に選んでもらえる取引所



１番でないと意味がない

他が同じ条件なら注文処理が早い取引所に注文
何度も取引できる、機会を逃したくない

他の取引所より注文処理が
少しでも速いことが重要

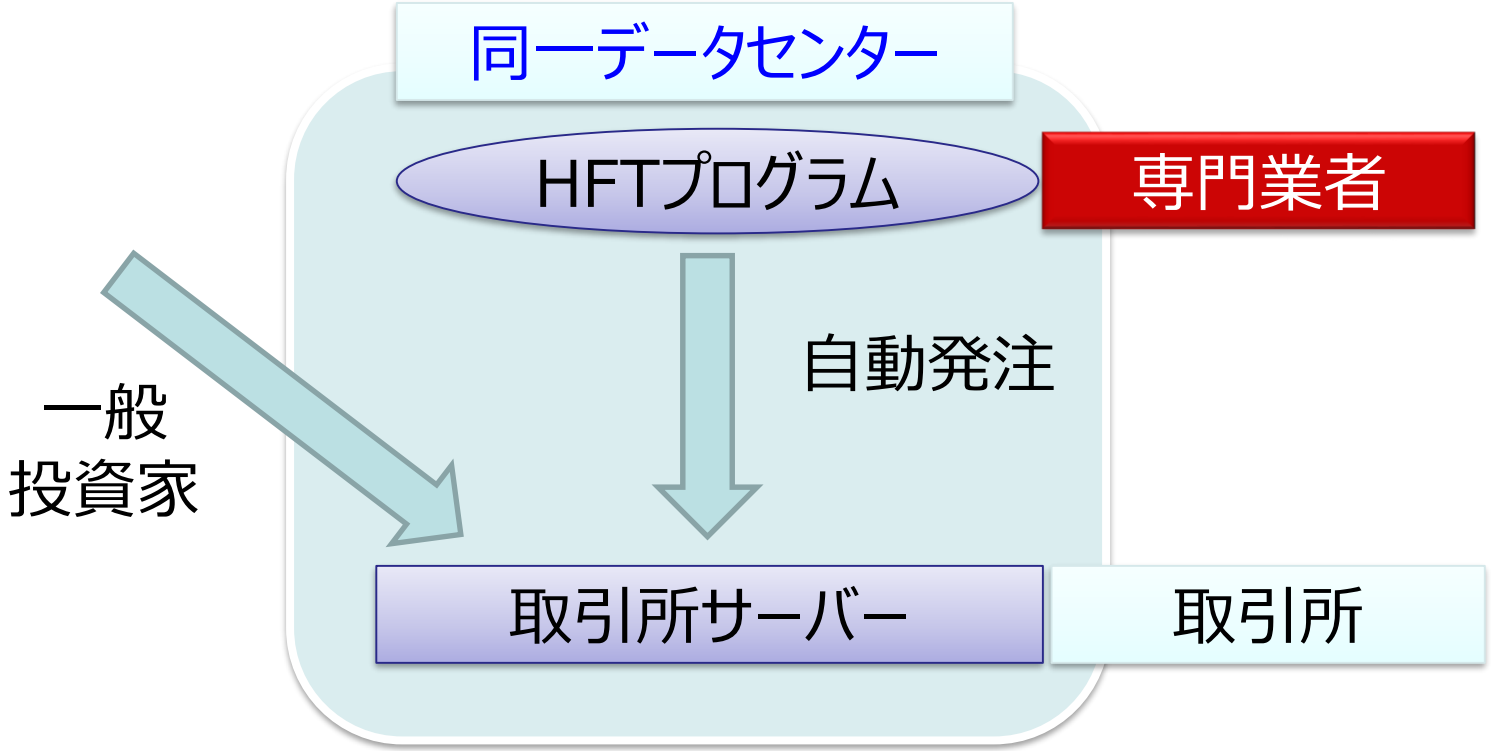
⇒ 高速化競争

情報処理学会誌 2012/8「金融市場における最新情報技術：1. 金融の役割と情報化の進展 -市場の高速化と課題-」
http://id.nii.ac.jp/1001/00083434/

HFT（高頻度取引）の出現

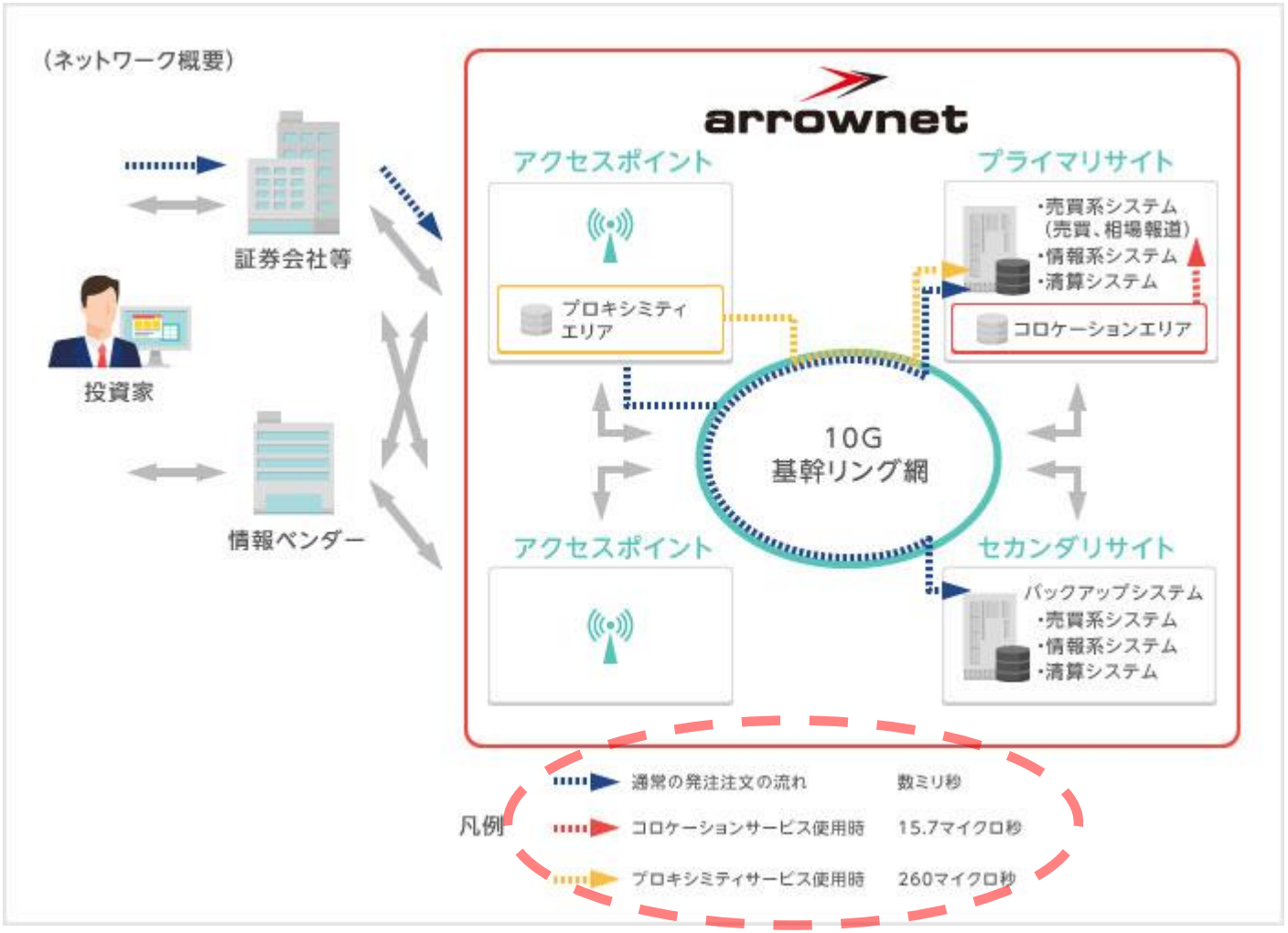
HFT：数十マイクロ秒ごとといった高頻度に
注文を出したりキャンセルする機械の投資家
↑　いち早く注文が取引所に届くように隣のサーバーラックに
⇒コロケーションサービス（取引所提供）

1番になるために、、、



東京証券取引所提供コロケーション・サービス

2010年東京証券取引所の新システム“arrowhead”がスタート
本格的な高速取引システムの時代が始まった



http://www.jpx.co.jp/systems/connectivity/ 動画もあるよ！

http://www.jpx.co.jp/systems/connectivity/ 動画もあるよ！
「コロケーションサービスのメニューや施設の性能を以下の動画にて短時間で分かりやすくご紹介しております。」

使用しているケーブルについての説明とかも（2分36秒あたり）
サーバー2重化、電源、空調とかも（2分30秒～4分くらい）

東証の方のプレゼン資料(1/3)

2013/4/26講義（慶應義塾大学）
証券市場におけるICTの活用について

実はICTの最先端

JPX JAPAN EXCHANGE GROUP

- Time is Money
  - コンピュータ間の通信に要する時間を徹底的にそぎ落とす競争
    - arrowhead構築のためにミドルウェアを新規開発
    - ICTの研究室を持つ取引所・・・ベンダーに依存せず最先端ハードを使う
    - データベースもメモリ上に配置・・・arrowheadではメインメモリが10.6TB（稼働時）
    - 金融では信頼性が命なのに、TCPではなくUDP
    - 時刻同期の精度向上のために・・・GPSアンテナをデータセンターに立てる
      - NTP(Network Time Protocol)からPTP(Precision Time Protocol)へ
    - ソフトウェア処理からハード処理へ・・・FPGAの活用（CPUオフロード）
    - 光ファイバーよりも速く・・・直線距離で通信できる無線を利用（電波塔建設）
- Race to zero
  - 各社の取引システムはトップシークレット
    - データセンター内でもサーバ・ルーター等のメーカー・機種が分らないように、幕を張って隠している。
    - 取引所システムと各社のシステム間のケーブル長も等しい長さに。

© 2013 Japan Exchange Group Inc. and/or its affiliates. All rights reserved.

http://www.slideshare.net/kabucontse/20130426

東証の方のプレゼン資料(2/3)

2013/4/26講義（慶應義塾大学）
証券市場におけるICTの活用について

証券業界におけるシステム高速化等の特徴

JPX JAPAN EXCHANGE GROUP

- バッチ処理よりもオンライン（トランザクション）処理に比重
- （ゆえに）ThroughputやBandwidthよりLatencyを最重視
  - 最初にタッチするにためには??
  - 同じ40GbpsでもEthernetではなくInfinibandが選ばれる
  - 業務で使うにはLow Jitterであることも大切

- 高いAvailability・Reliabilityが求められる
  - 高速化のためにIn Memoryにする一方、3重化によって99.999%の可用性
  - TCPの代わりにReliable UDP
  - 世界トップクラスの堅牢なファシリティ・耐震性を持ったデータセンター
  - テロ対策・大規模災害による同時被災回避の観点でバックアップ拠点を用意

- 顧客を守る・取引所を守るという発想
  - 限界が来る前に流量を制御するPacket/Traffic Shaping
  - 出力を増やさないために、入力を絞るという発想
  - 顧客のIT投資の回数を抑えるような計画・アーキテクチャ

© 2013 Japan Exchange Group Inc. and/or its affiliates. All rights reserved.

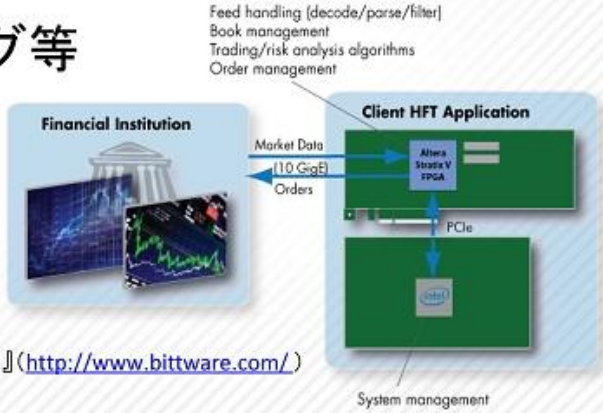
http://www.slideshare.net/kabucontse/20130426

東証の方のプレゼン資料(3/3)

2013/4/26講義（慶應義塾大学）
証券市場におけるICTの活用について

高速・高頻度取引で活用される技術の例

- In-Memory Database
  - 最近では、永続化の観点からあえてSSD（Fusion-IO）を使う例も
- LDMA/RDMA
  - とにかく無駄なコピー回数を減らす（ホップ数の削減）
- Many Core CPU
  - 複数のサーバーに機能分散させるのではなく、同一ノード内に入れる
- FPGAなどを利用したOffload Engine
  - CPU負荷を下げて、返せるものは特殊なNIC内で返す
- GPGPUの利用による高速プライシング等



出典：『Fusion-io』（http://www.fusionio.jp/），『BittWare』（http://www.bittware.com/）
2013年4月4日16時（日本時間）現在での最新版を取得。

© 2013 Japan Exchange Group Inc. and/or its affiliates. All rights reserved.

Page 31

http://www.slideshare.net/kabucontse/20130426

大量の注文データ処理を行う業者

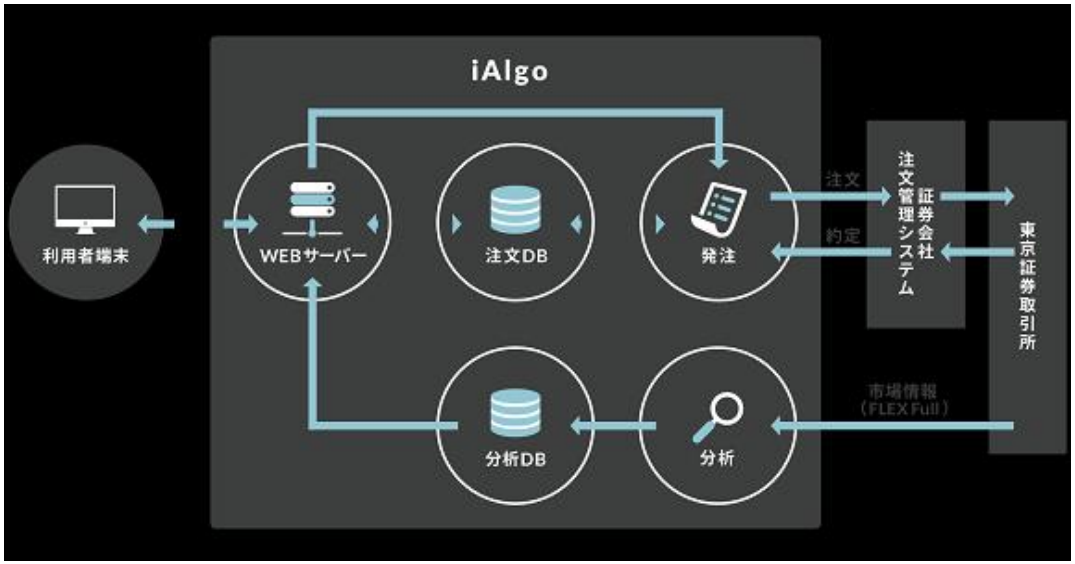
数理技研 iAlgo紹介ページ

技術的課題の解決（フル市場情報のリルタイム分析）

FLEX Fullで配信されているデータは約4千銘柄分、通常の**1日あたりのデータ量は約12ギガバイト**、メッセージ(パケット）数にして約4～5千万メッセージ/日ですが、相場状況により増大することもあります。秒単位で単純平均すると2000～3000メッセージ/秒のメッセージ数ですが、１日のうちでも取引開始時や大引け時などに取引量が特に多くなるような傾向があり、**ピーク時には4万～6万メッセージ/秒**になります。

iAlgoではこれら全てのデータを受信し、リアルタイムに分析計算を実行、結果をDBに格納します。 元となる市場情報はUDPマルチキャストによる変化分の配信であるため、受信処理の遅延はデータの欠落につながり、結果として以降の分析が不可能になるような重大な障害となります。また、一般のDBへの格納はI/O性能が問題となり、このような大量データのリアルタイム処理には不適です。

また、弊社のオンメモリDBMSであるCoreSaverを採用し、全てをオンメモリベースで処理するとともに、取引所システム開発などで培ってきたマルチスレッド・キューなどの低レイテンシー処理のノウハウを駆使して、上記のような問題をクリアして安定的に稼働するリアルタイム分析システムを構築しました。勿論、サーバ障害時はフェイルオーバー(自動切替）でサービス継続する冗長系も備えています。



http://www.suri.co.jp/service/tech/ialgo/

データが大量なのでその扱いだけで工夫が必要

個々の装置でニュース記事となる

2016/8/8 The Wall Street Journal
進化する超高速取引、光速の領域に踏み込む

進化する超高速取引、光速の領域に踏み込む

オーストラリア証券取引所のデータセンター PHOTO: AUSTRALIAN SECURITIES EXCHANGE

By VERA SPROTHEN
2016 年 8 月 8 日 15:01 JST

金融市場では取引速度を競うレースが依然として活発だが、世界で最も強力な証券会社や取引所に対して光速に匹敵する速度で株式取引を処理できるというスイッチを提供しているのは、フィンテック（IT技術を使った新たな金融サービス事業）を手掛ける一握りの新興企業だ。

豪シドニーに本拠を置くメタマコ（Metamako）とエクサブレイズ（Exablaze.）両社や、シカゴに本拠を置くエクセロア（xCelor）社は、取引所から電子トレーダーに送るデータなど、メッセージを一方から他方に送るのに約4ナノ秒（1ナノ秒＝10億分の1秒）しかかからないスイッチを製造している。

注文を集めてそれを取引所に送るプロセスを含めると、新しいスイッチが一つの動作を完了するのに要する時間は、光が野球の本塁から一塁までの距離を進む時間とほぼ同じだ。これは取引所のサーバールームで現在使われている多くのスイッチよりも数倍も速い。超高速取引（HFT）の世界では、まばたきの間に富を獲得したり失ったりする行為が何度も繰り返されているのだ。

http://jp.wsj.com/articles/SB11948173908644753879104582238422701469822

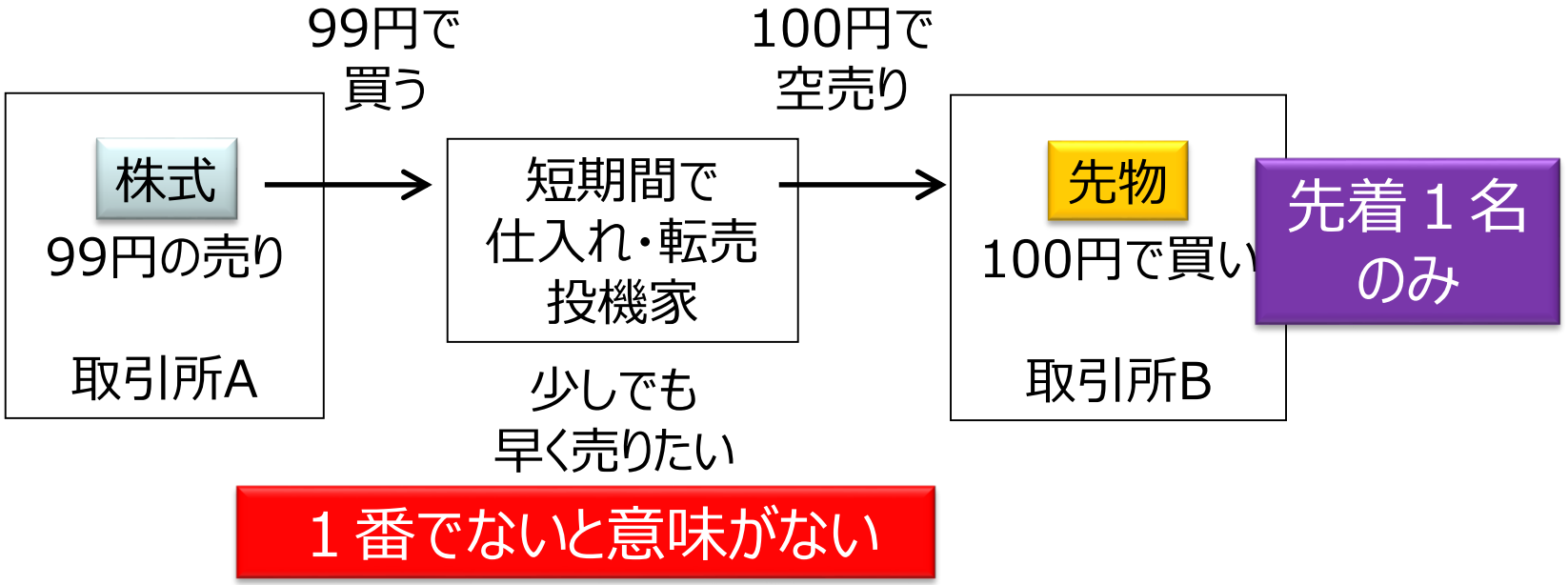
裁定取引（アービトラージ）

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

証券会社や専門業者が自社のお金で利益目的で行う

高速化以前から存在、新しくない。



後ほど決済する

・株式-先物： SQ日(清算日)の寄り付きで株式を手放す、先物はキャッシュで決済

・株式-ETF： 株式を使った設定解約

・株式同士： とくに必要ない

シカゴ取引所－ニューヨーク取引所の裁定取引

2013/4/26講義（慶應義塾大学）
証券市場におけるICTの活用について

実はICTの最先端

回線より伝播塔の方が速い

Chicago - New York

- Spread Networks 社のDark Fiber Service
  roundtrip latency : 12.29msec (825mile * 2)
- NeXXCom Wireless 社のWireless Service
  roundtrip latency : 9.88msec (760mile * 2)
- Speed of Light
  roundtrip latency : 7.84msec (730mile * 2)

出典:
『McKay Brothers』(http://www.mckay-brothers.com/),『Spread Networks』(http://www.spreadnetworks.com/)
『Cielo Networks』(http://www.cielonetworks.com/),『NeXXCom Wireless』(http://www.nexxcomwireless.com/)
2013年4月4日16時(日本時間)現在での最新版を取得。

© 2013 Japan Exchange Group Inc. and/or its affiliates. All rights reserved.

http://www.slideshare.net/kabucontse/20130426

重いシステムコスト

2016/8/30 Bloomberg シカゴ－東京の高速トレーディング網構築で高頻度会社が協議－関係者

裁定取引業者も厳しい時代に、、

Bloomberg ▼ シカゴ－東京の高速トレーディング網構築で高頻度会社が協

シカゴ－東京の高速トレーディング網構築で高頻度会社が協議－関係者

Brian Louis、Annie Massa

2016年8月30日 10:02 JST

- 「ゴー・ウェスト」はマイクロ波通信塔と海底ケーブルを活用する
- シタデルやバーチュ、ジャンプが協議に関わっている－関係者

ライバル同士の複数の高頻度取引会社が、環太平洋地域の超高速トレーディングを可能にするシカゴと東京間の通信網の共同構築で協議中だ。事情に詳しい関係者が明らかにした。

数カ月前に始まったこの協議は非公開だとして匿名で語った同関係者によると、このプロジェクト名は「ゴー・ウェスト」。シカゴ地域から米西海岸のシアトル近郊まで一連のマイクロ波通信塔を建て、そこからアジアまでは海底ケーブルでつなぐという。協議に関わっているのはシタデルとバーチュ・ファイナンシャル、ジャンプ・トレーディングだが、最終的な参加者は決まっておらず協議も最終段階ではないと、関係者は説明した。３社はコメントを控えた。

このようなネットワーク構築での協力は、トレーディング時間の短縮をミリ秒単位で長年競い合ってきた大手取引会社の休戦を示唆しているかもしれない。この話題に詳しいエール大学のグレッグ・ローリン教授（天文学）の試算によ

https://www.bloomberg.co.jp/news/articles/2016-08-30/OCP43S6K50Z601

（１）高まった注目と広がった誤解

（２）人工知能とは具体的には何なのか？：囲碁を例に

（３）人工知能の可能性と限界：自然言語処理を例に

（４）金融業界での最近の情報通信技術（AIに限らず）

- （４－１）不公正取引の検出
- （４－２）執行アルゴリズム取引の強化
- （４－３）その他：表情分析、銀行ＡＰＩ、ブロックチェーン他
- （おまけ）人工市場シミュレーションによる規制・制度の議論

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/

ドラギ総裁とコンスタンシオ副総裁

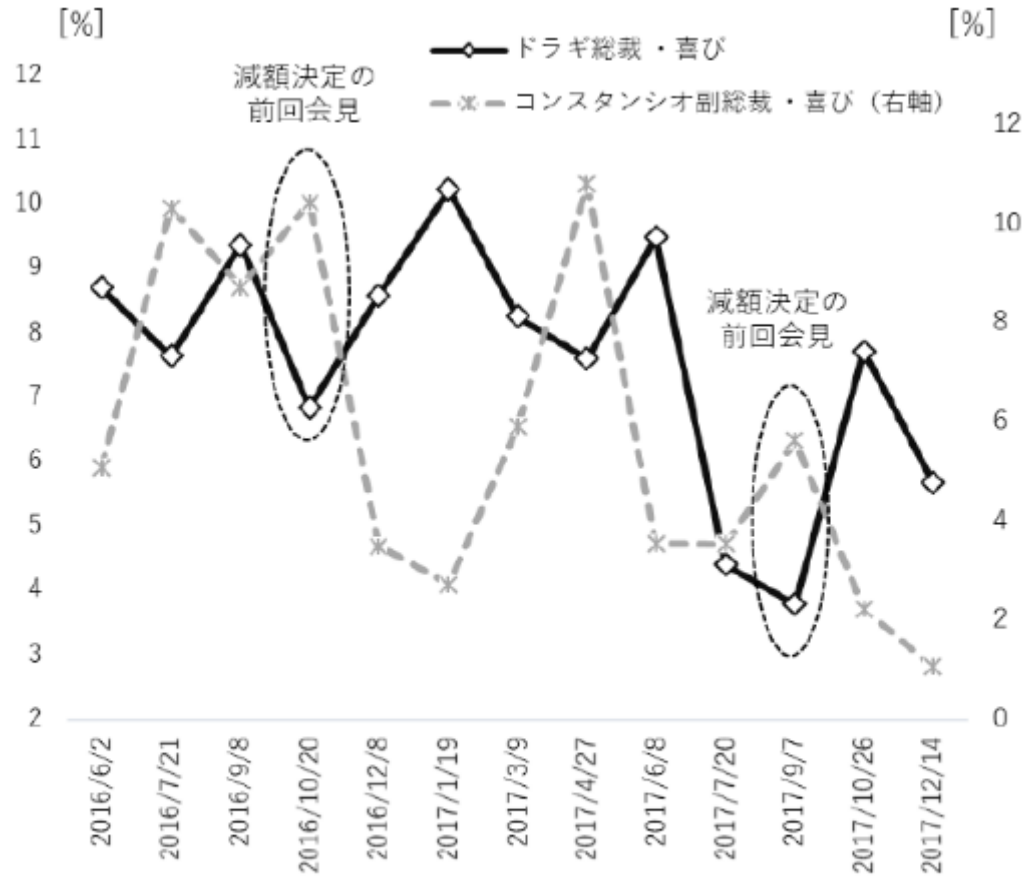


図 3: ドラギ総裁とコンスタンシオ副総裁の感情値

論文
http://sigfin.org/020-04/

総裁と副総裁は，「喜び」の割合が，総裁とは逆の方向に変化する傾向

2 人で会見したほうが意図せざるメッセージを与えるリスクを減らせる

やってること

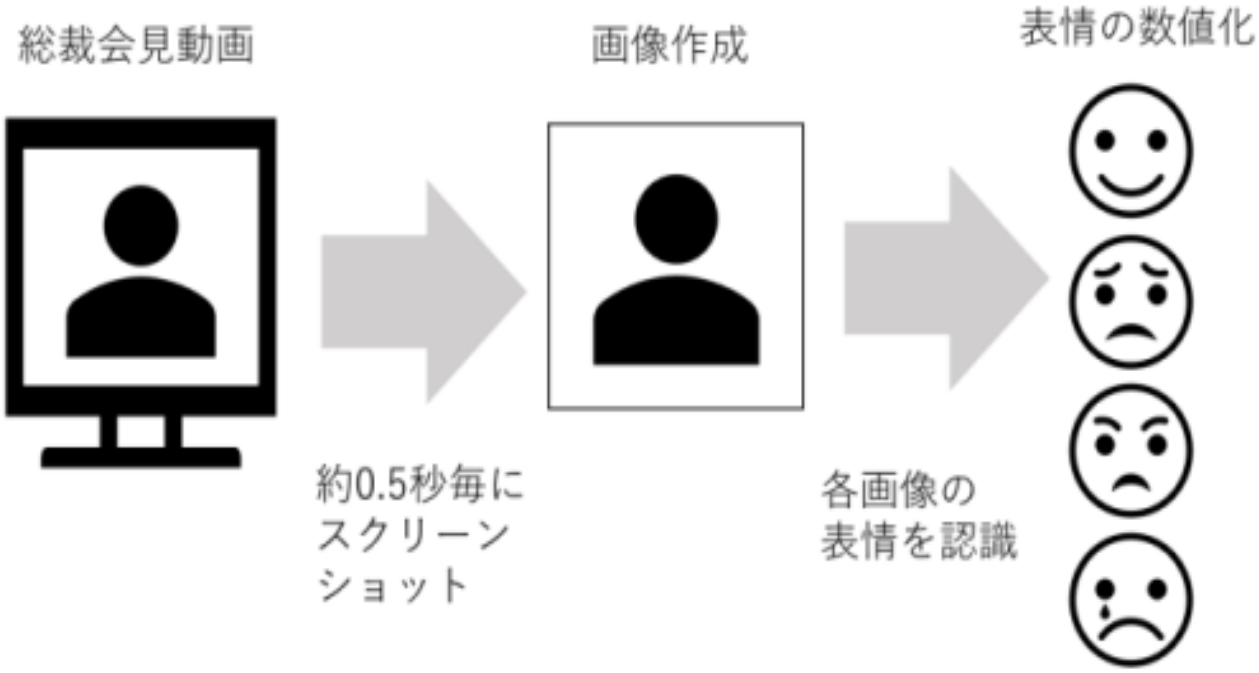


図 2: 会見動画の感情値の計測手順

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

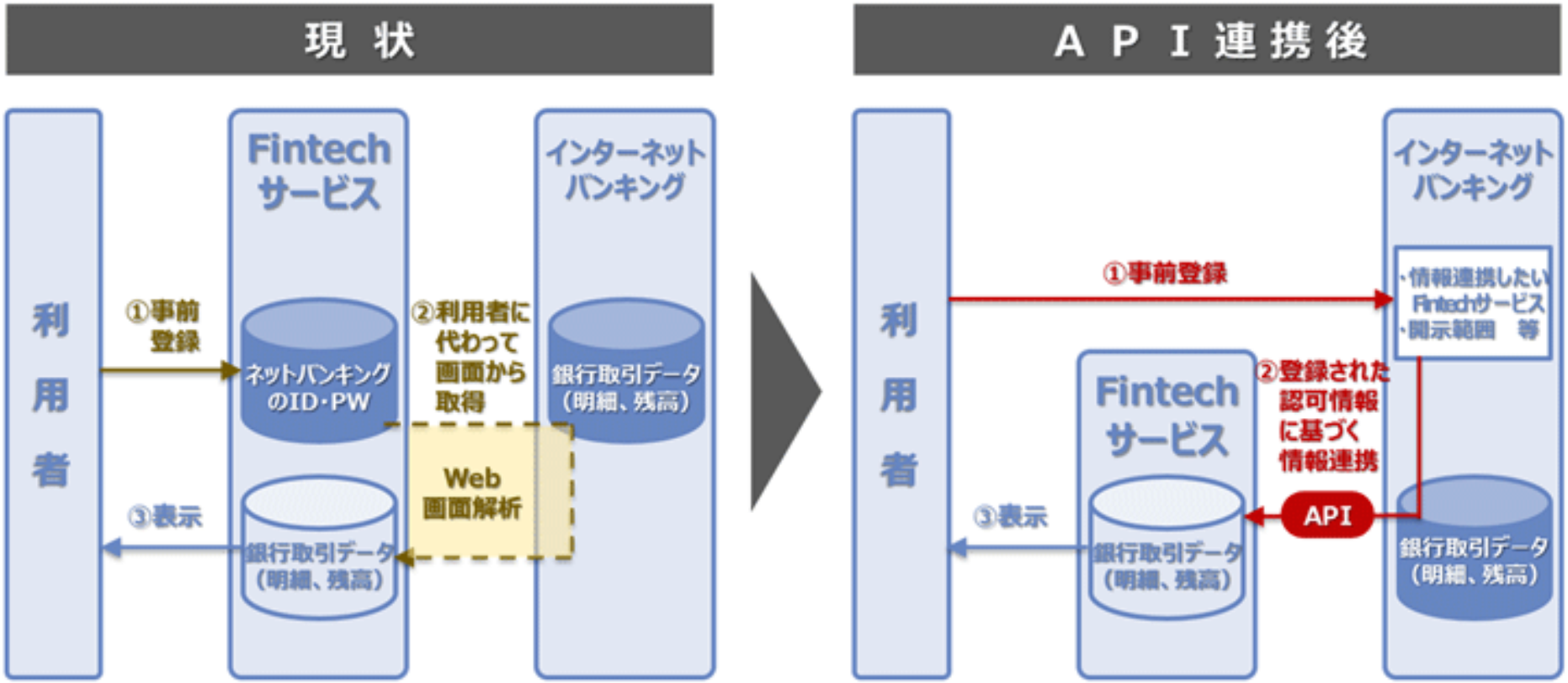
動画：日経チャンネル「Live! 日銀総裁会見」
表情の数値化： Microsoft Cognitive Services Emotion API
↑スマホアプリなどに使える

Microsoft Cognitive Services Emotion API

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

銀行API

http://www.nttdata.com/jp/ja/news/release/2015/102202.html



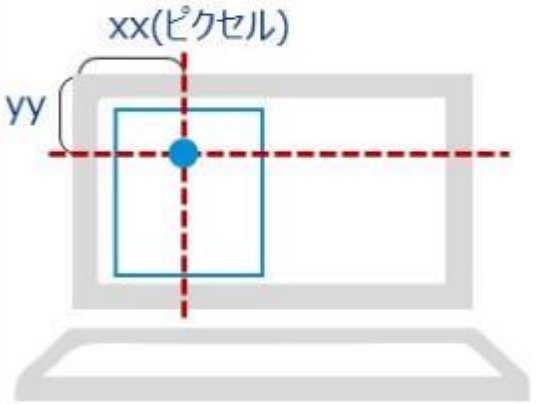
バンキングシステムに接続する便利なアプリが可能となる
現在、法改正含め議論が進む

「人工知能を使って凄いことをしたい！」と経営者が言っても実際に「すべきこと」はこういうことだったりする

「RPA（Robotic Process Automation）」はどうやってPCの作業を自動化する？代表的な3つの方法
http://www.itmedia.co.jp/enterprise/articles/1803/08/news012.html

デスクトップにおける作業を自動化する3つのアプローチ

座標で場所を指定する



ディスプレイの左上隅を基準に、「横にxxピクセル」「縦にyyピクセル」と指定する

画像認識で場所を覚えさせる

例)「 OK 」の画像があるところを指定する

対象を「構造的」に検出する

一意に指定可能なHTMLタグ（階層）を検出する

吉丸新一郎（KPMGコンサルティング）がアイティメディアで執筆した記事一覧
http://www.itmedia.co.jp/author/216906/

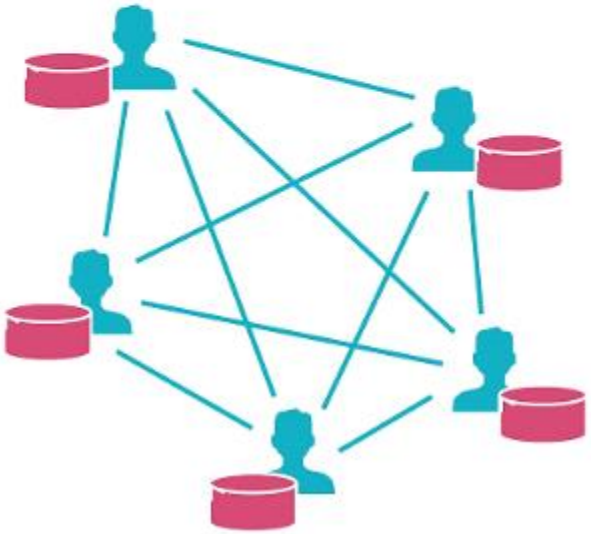
ブロックチェーン/分散台帳技術

https://www.slideshare.net/cookle/5-58379474

データはネットワークの各参加者が管理

普通のシステム

ブロックチェーン



ビットコインの基盤技術

さまざまな応用先が期待される

契約書、銀行システム、買掛・売掛金、などなど

（１）高まった注目と広がった誤解

（２）人工知能とは具体的には何なのか？：囲碁を例に

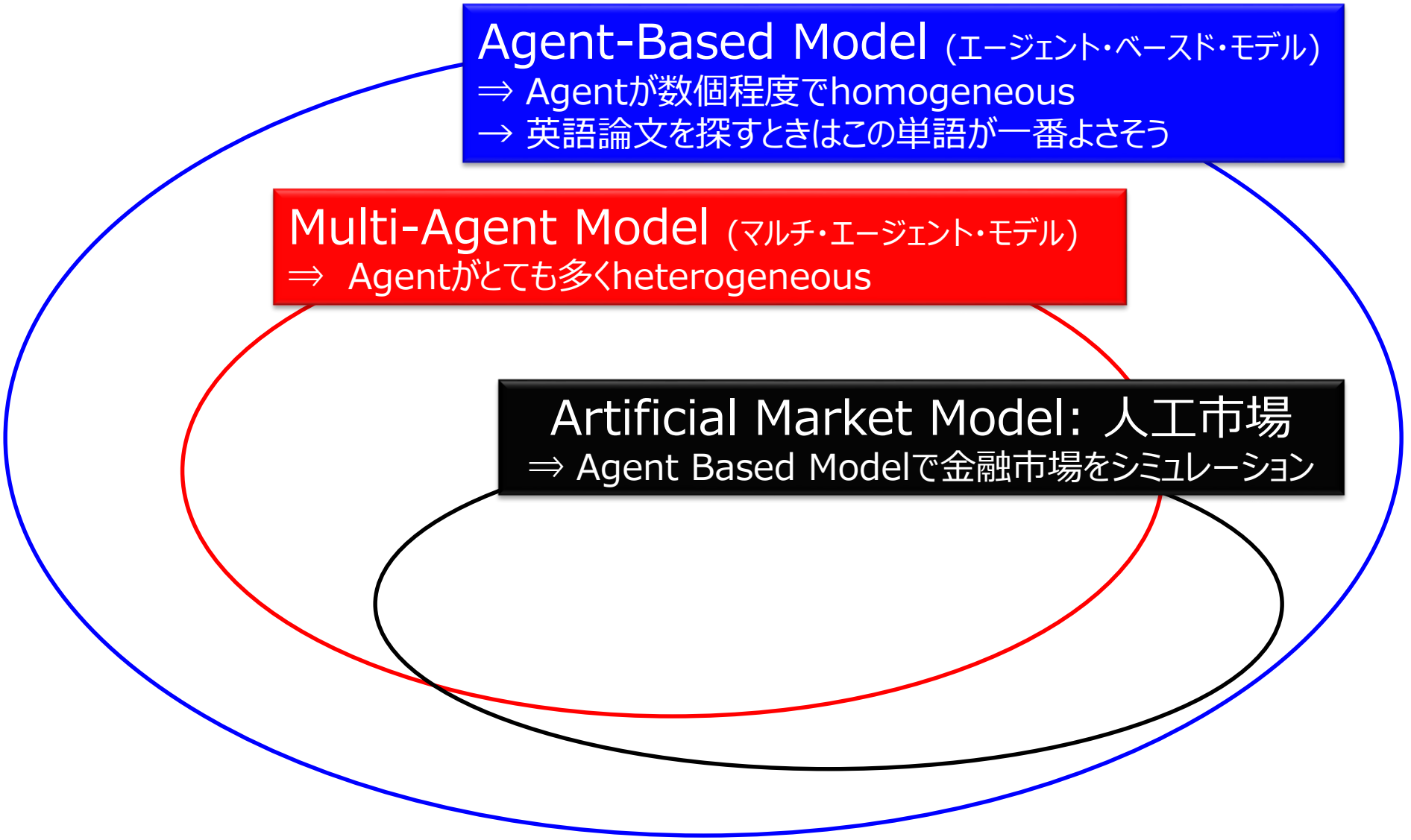
（３）人工知能の可能性と限界：自然言語処理を例に

（４）金融業界での最近の情報通信技術（AIに限らず）

- （４－１）不公正取引の検出
- （４－２）執行アルゴリズム取引の強化
- （４－３）その他：表情分析、銀行ＡＰＩ、ブロックチェーン他
- （おまけ）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

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

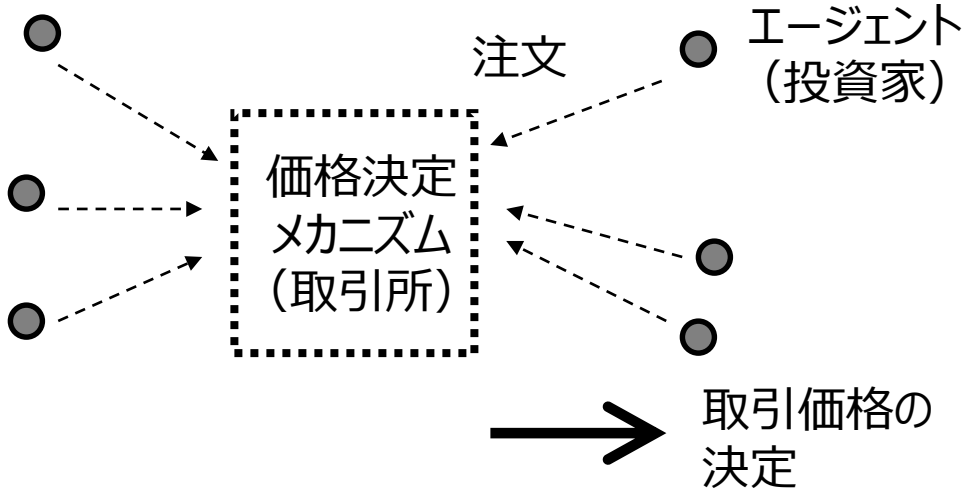
人工市場モデルを用いたシミュレーションとは？

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/

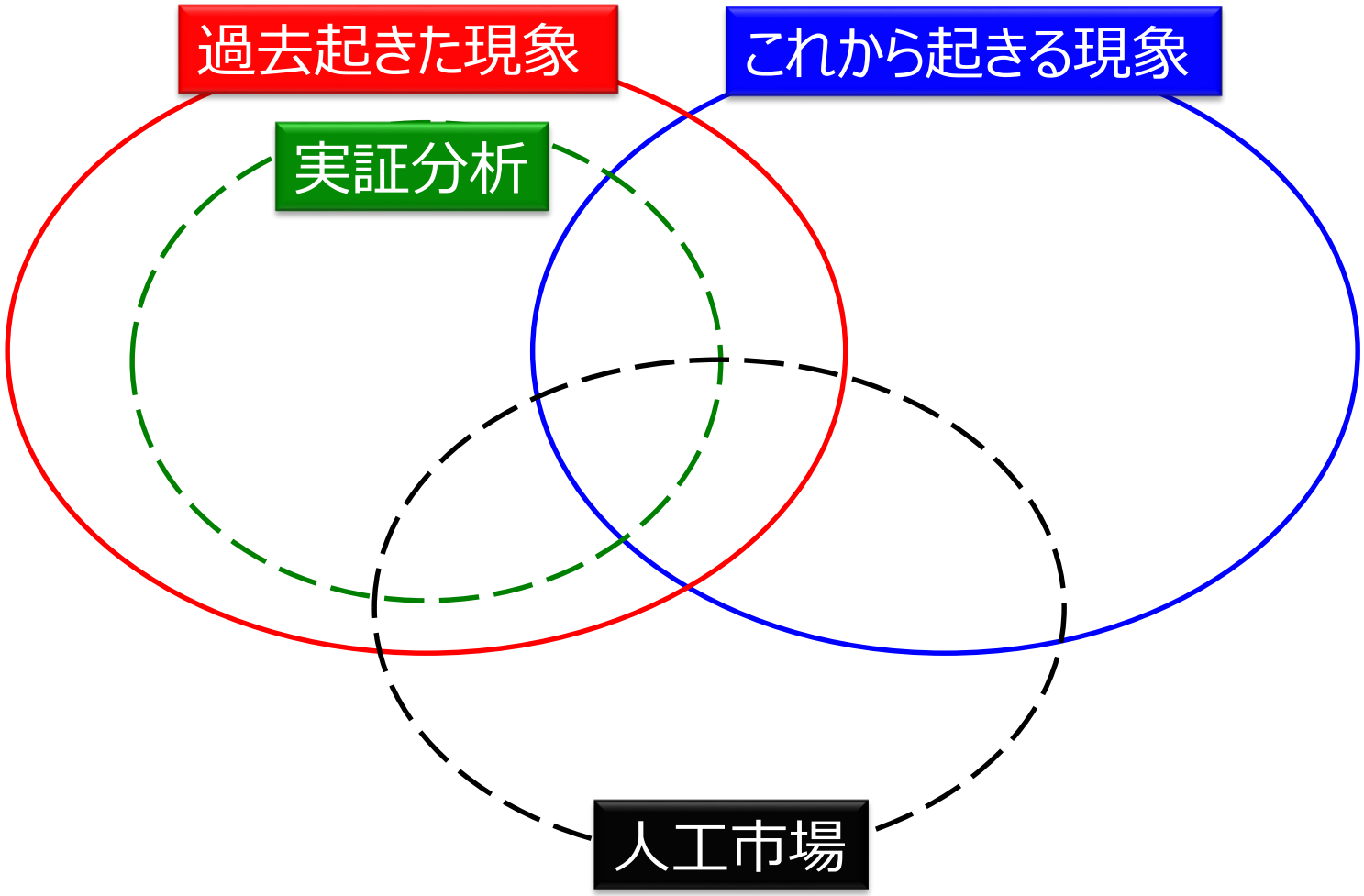
国債市場のデータ分析と銀行ネットワークシミュレーションを比較

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

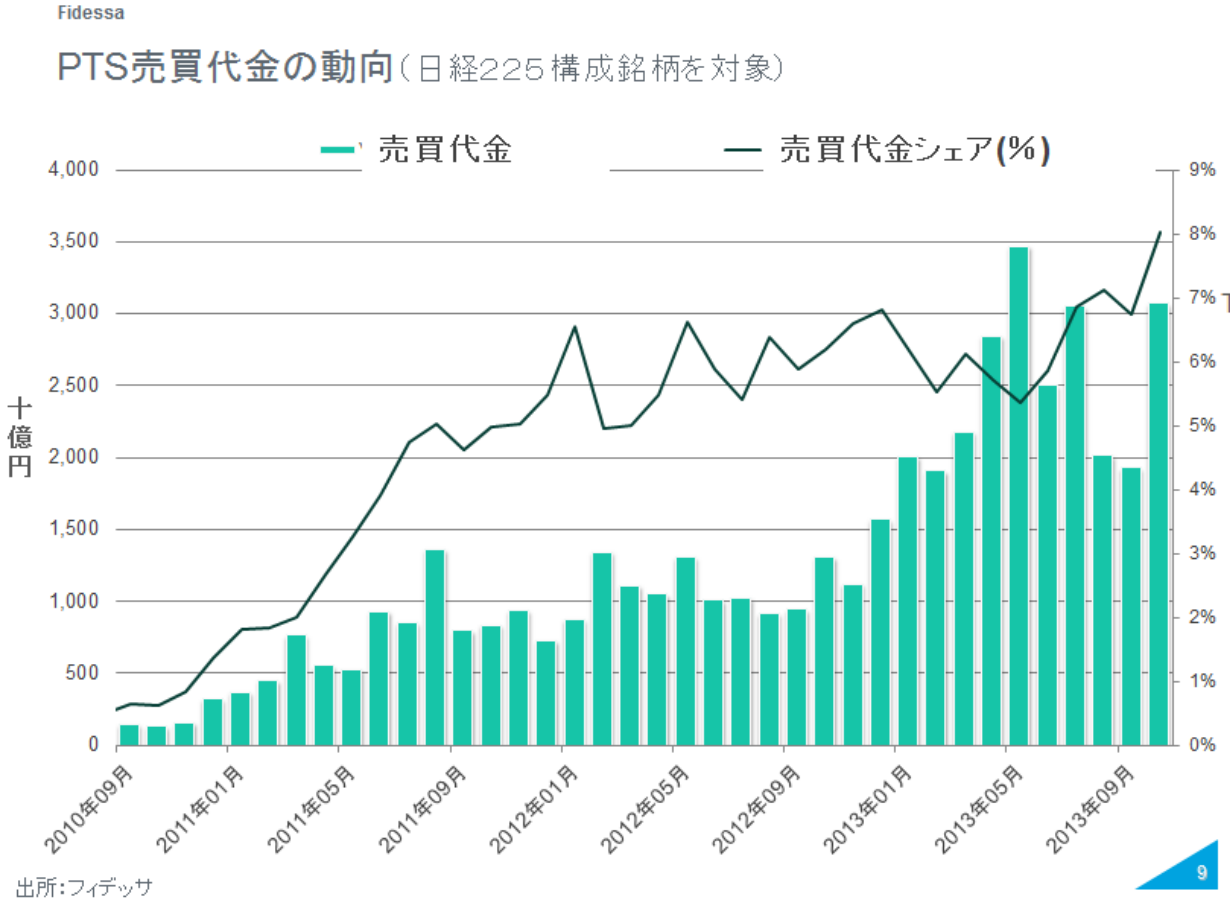
過去の特定事象の再現は目的でない

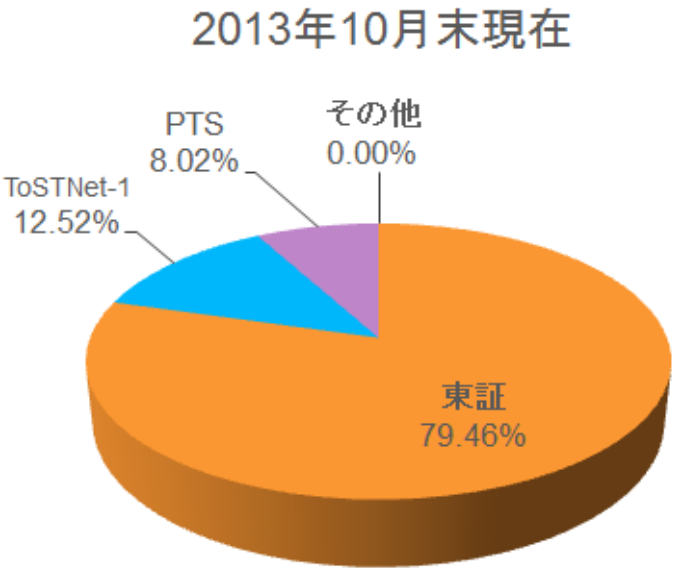
実際の議論で参考にされることを目指す

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



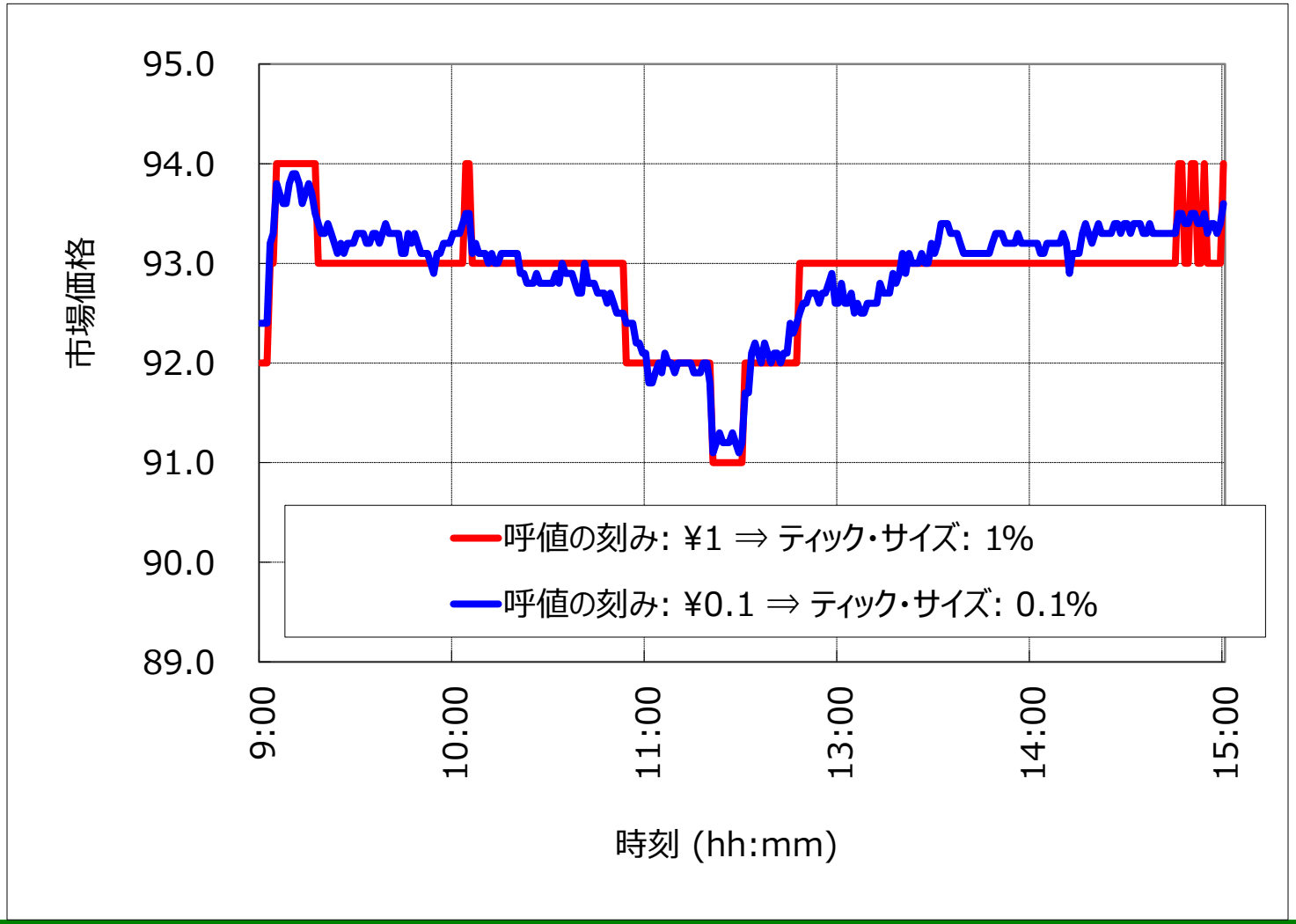


青の”ToSTNet”は
殆どが”ダーク・プール”？

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

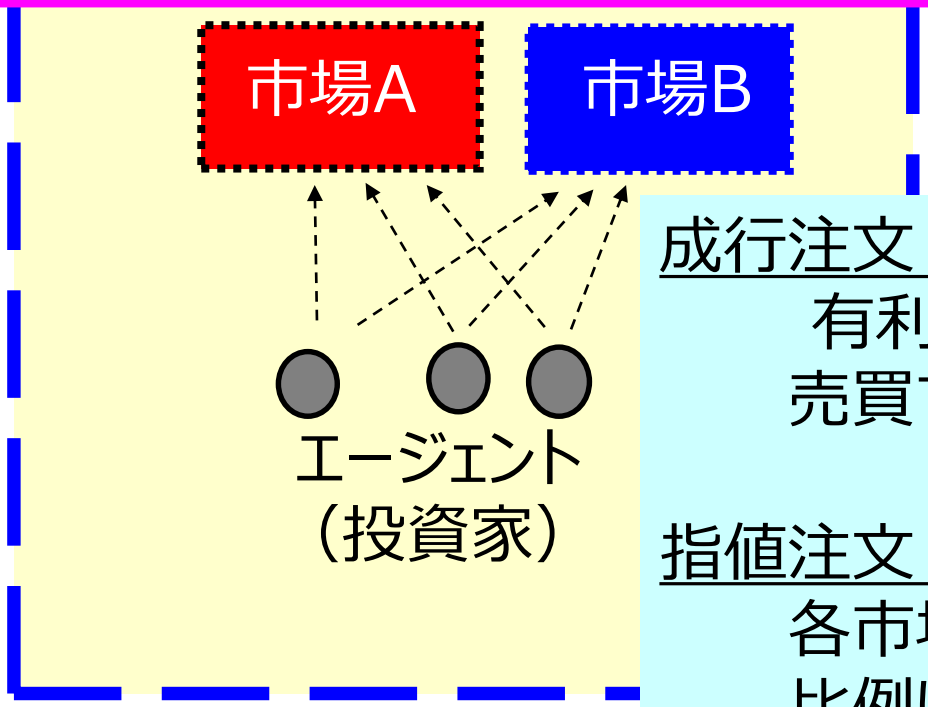
2013/3/29 JPX社長記者会見：呼び値の刻みを細かくすることを発表
日経新聞朝刊の一面記事に

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

$w_{i,j}$　τ_j
一様乱数で決定
途中で変わらない

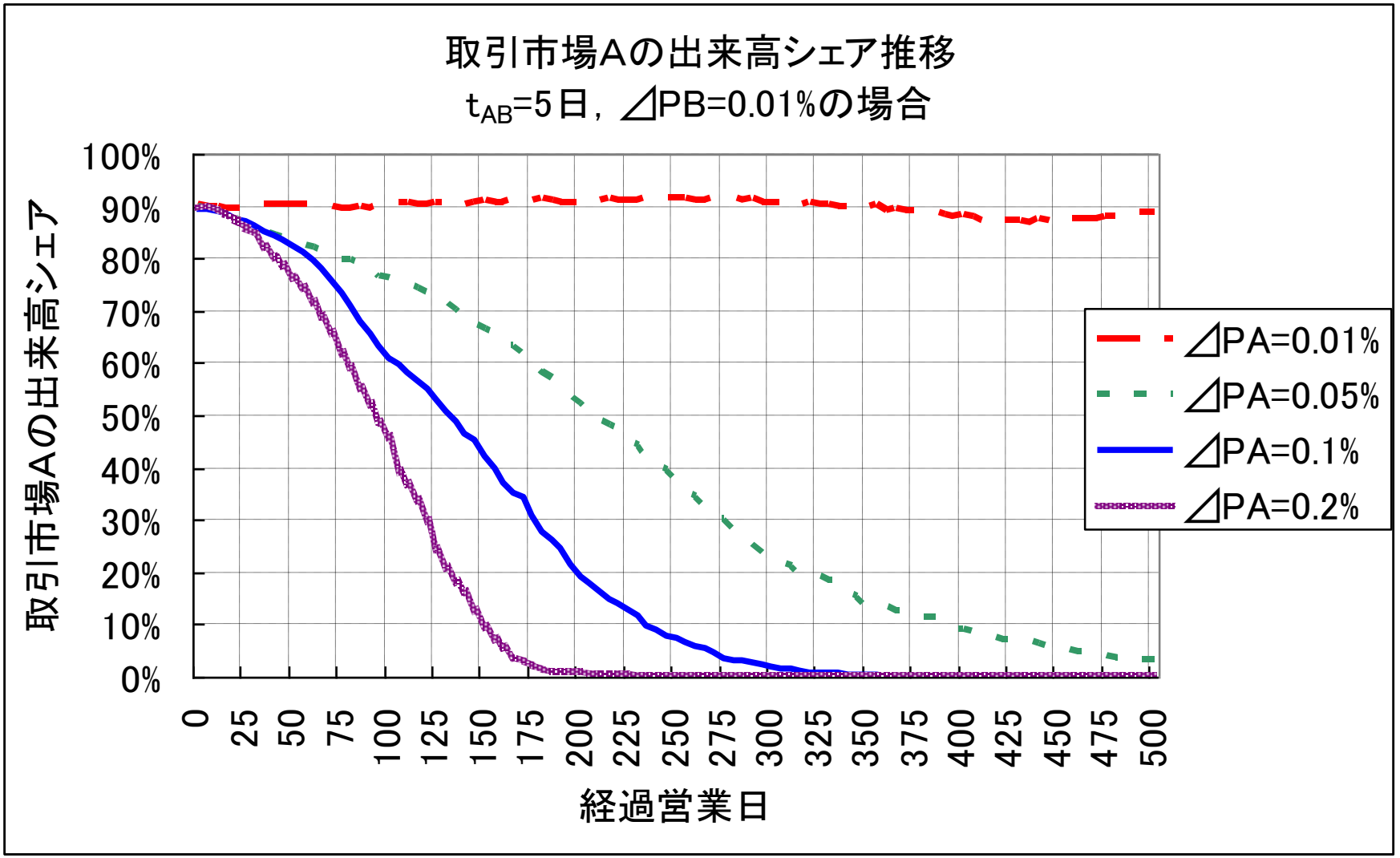
$w_{i,j}$　i=1,3: 0～1
　　i=2:　0～10
τ_j　0～10000

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

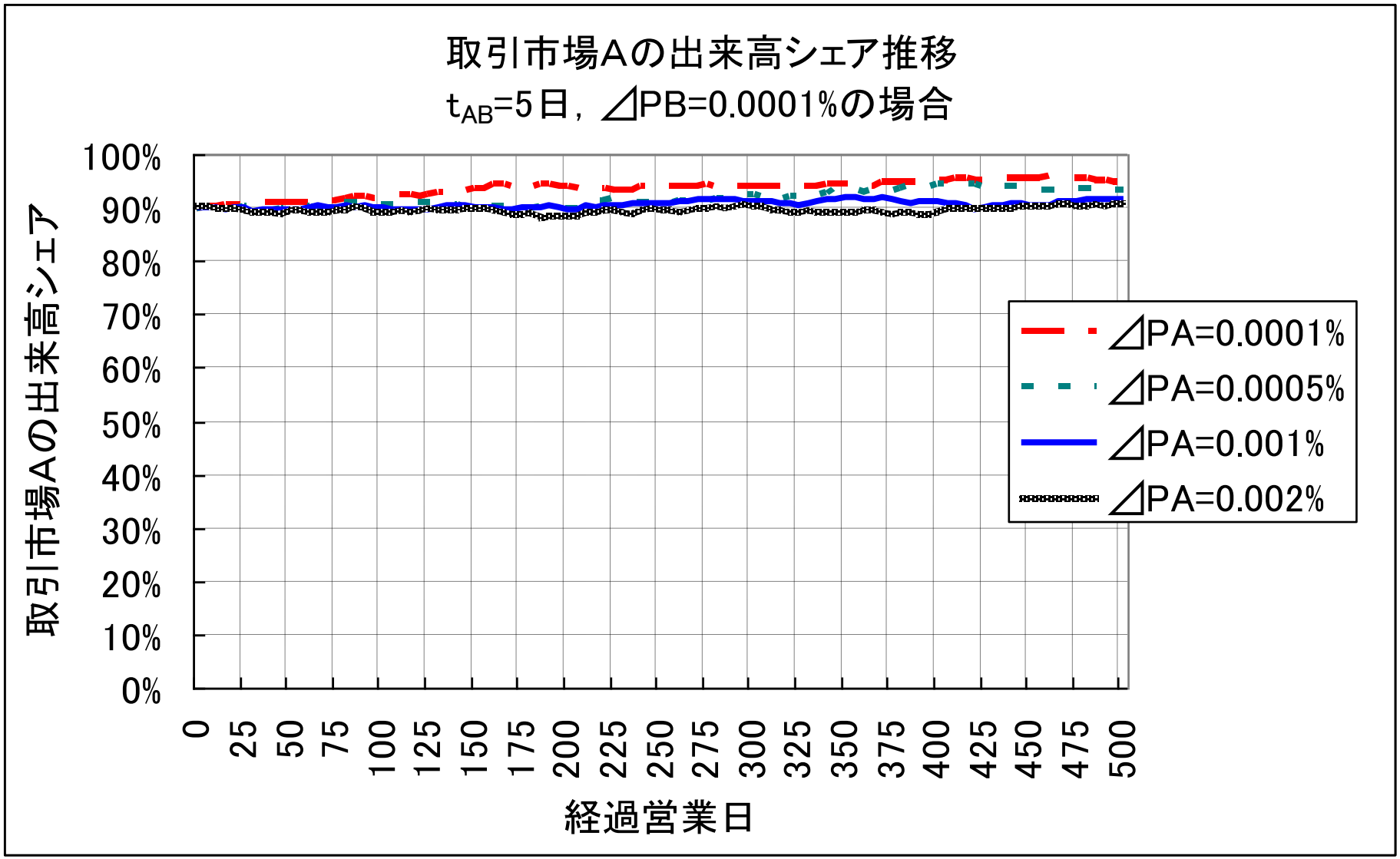
米国におけるニューヨーク証券取引所のシェア

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

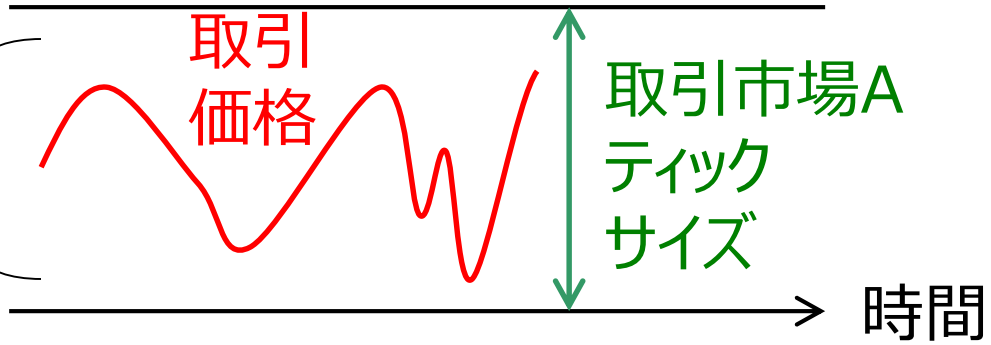
ティックサイズが小さい場合



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

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

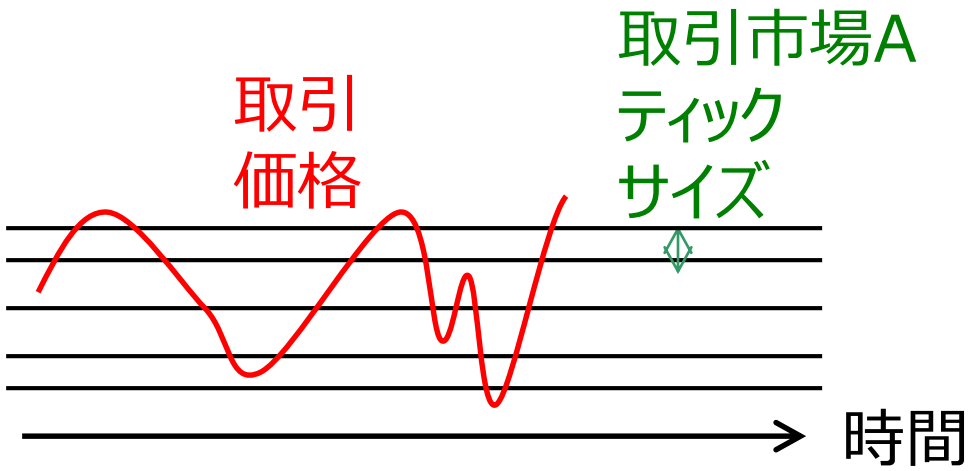
取引市場Aで取引できない領域



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

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

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