

# Master's Thesis

## High-Frequency Trading trader's order frequency analysis using Multi-Hawkes Process

Hiroki Watari

20M30462

Graduate Major in Artificial Intelligence  
School of Computing  
Tokyo Institute of Technology

Supervisor: Misako Takayasu

January, 2021

# Abstract

情報技術の発展を背景とした金融市場の高頻度化が進み、それに伴い高頻度金融データと呼ばれる取引単位の詳細なデータが蓄積され利用可能になりました。これを背景として、金融市場に参加するトレーダーがどのような戦略に従い取引を行っているのか。そして彼らの取引戦略が市場価格の形成にどのような役割を果たしているのかということも詳細に研究が行われるようになってきています。

トレーダーの取引戦略と市場価格形成を関係付けた経済物理学の代表的な事例の 1 つとして、データドリブンに個々のトレーダーの取引行動をモデル化し、板の発生、そして市場価格形成の関係までを理論的に明らかにした事例が挙げられます。金融市場の高頻度化、及び詳細なトレーダーの取引行動の解析が近年可能になったことも背景として存在しており、高頻度金融データの解析は今後も研究の需要と可能性が高い分野だと考えられます。

そこで本研究では超高速取引トレーダー (以下、HFT) の取引行為がどのように行われているのかを理解することを目的として、ドル円の外国為替市場に参加している個々の HFT トレーダーの注文頻度の解析を行います。具体的には、HFT トレーダーの買い注文と売り注文がどのようなタイミングで注文されている傾向にあるのかを、多次元 Hawkes 過程を用いて解析しました。

その結果、多くの HFT トレーダーの買い注文は市場全体の買い注文発生と売り注文キャンセル時、HFT トレーダーの買い注文は市場全体の売り注文発生と買い注文キャンセル時に発生する傾向にある示唆を得たことを報告します。

# Contents

<b>Abstract</b>	<b>ii</b>
<b>1 Introduction</b>	<b>iv</b>
<b>2 Data Description</b>	<b>v</b>
<b>3 Method</b>	<b>vii</b>
<b>4 Result</b>	<b>viii</b>
<b>Proof of Theorem 1</b>	<b>ix</b>
<b>Acknowledgment</b>	<b>x</b>

# 1 Introduction

近年，情報通信技術の発達や情報処理機器の高性能化に伴い，世界中の金融市場において取引システムの高速化や，取引データの時間解像度の向上が図られている．

HFT トレーダーに対して多次元 Hawkes 過程でモデル化した事例は筆者が知る存在しない．本研究の実証結果はその意味においては最初の研究と位置づけられる．

本研究の構成は以下の通りである．セクション 2 では，本研究で使用するデータ及び HFT トレーダーの説明を行う．セクション 3 では，多次元 Hawkes 過程の導入及び最適化手法について記述する．セクション 4 では，実証分析の結果とその解釈について議論する．セクション 5 ではモデルの妥当性について言及最後に，セクション 5 は本論文の結言である． I introduce a sample of how to write a thesis [1].

## 1.1 Sample

$$r^2 = \sum_{k=1}^n x_k^2 \tag{1}$$

According to Table 1, it has four elements  $(a, b, c, d)$ .

Table 1: Elements

$a$	$b$
$c$	$d$

## 2 Data Description

本研究では、EBS が提供する USD/JPY 市場の高頻度注文送信および取引データを使用します。EBS の USD/JPY 市場の高頻度注文と取引データを使用します。このデータは 2016 年 6 月 5 日から 6 月 10 日までの 1 週間を対象としており、その間に約 300 万件の注文が提出されました。このデータセットでは、各レコードには価格だけでなく、数量。とタイムスタンプ（ミリ秒単位）だけでなく、匿名化されたトレーダーと銀行の ID も含まれています。これらの ID は 匿名化されていますが、この期間中は固定されているため、特定のトレーダーや銀行による取引の完全な履歴を追跡することができます。特定のトレーダーや銀行の 1 週間の取引履歴を追跡することができます。トレーダーが指定できる最小価格単位は 0.005 円、最小送信量は 100 万ドルです。ここでは、価格単位を 0.001 円の tpip とします（すなわち、トレーダーが指定できる最小価格単位は 5tpip）。価格単位は 0.001 円の tpip（トレーダーが指定できる最小価格単位は 5tpip）、数量は 100 万ドルの倍数とします。合計で、335 の銀行が この週に行われた取引の総額は約 680 億ドルでした。

注文した時刻[ms]	トレーダーID	銀行ID	注文タイプ	価格[円]	注文量[ドル]	約定量[ドル]	キャンセル時刻[ms]	約定した時刻[ms]
2016/6/6 19:00:01.261	7BD	0D37	limit Ask	106.515	1000000	0	2016/6/6 19:00:03.109	-
2016/6/6 19:00:01.451	AT6	550	limit Bid	105.390	2000000	0	2016/6/6 19:00:03.987	-
2016/6/6 19:00:03.342	SA2	550	limit Bid	105.405	1000000	0	-	2016/6/6 19:00:03.987
2016/6/6 19:00:03.987	MML	005E	Market Ask	105.405	1000000	1000000	-	2016/6/6 19:00:03.987
2016/6/6 19:00:05.121	TOB	005E	Market Bid	106.470	2000000	0	-	-
2016/6/6 19:00:06.981	AT2	009E	limit Ask	106.470	1000000	1000000	2016/6/6 19:00:10.080	-
2016/6/6 19:00:07.111	DOB	005E	limit Ask	106.470	1000000	1000000	2016/6/6 19:00:11.089	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-

Figure 1: テーブルデータの例

### 2.1 Short review our analysis

本研究では EBS 社提供の spot 取引のデータを使用する。gygygyyy

### 2.2 High-Frequency Trader

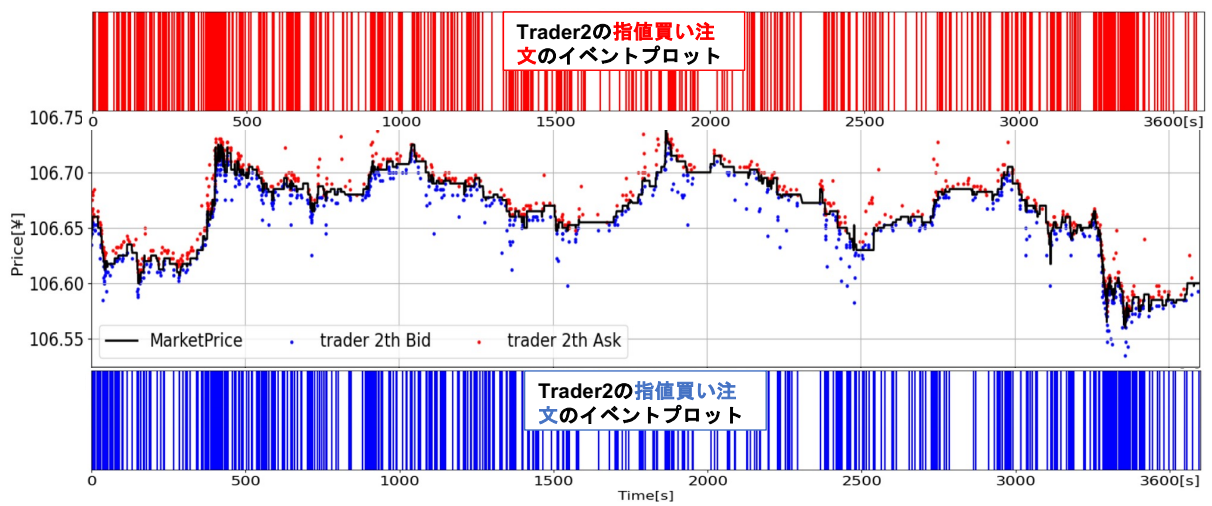


Figure 2: テーブルデータの例

## 3 Method

### 3.1 Short review our analysis

## 4 Result

### 3.1 Short review our analysis



# Proof of Theorem 1

Appendices can be added.

# Acknowledgment

Thank you.

# References

- [1] T.Ozaki. Naximum likelihood estimation of hawke's self-exiting point process.  
*Ann.Inst.Statist.Math.*, 31:145–145, 1979.