

カナダにおける Bitcoin ATM の利用者調査

井垣秀星 †

明治大学総合数理学部先端メディアサイエンス学会菊池研究室 †

1 はじめに

近年、暗号通貨の利用者が増加している。中でも 2009 年から運用が開始された Bitcoin[1] の Blockchain Explorer サービス*のウォレットを保持しているユーザ数は、2018 年の 31,253,090 から 2019 年は 44,005,417 と 1 年間で 1,000 万以上増加している。その理由として、銀行などの第三者機関を介さずに取引できることや、資産価値、匿名性が高いという特徴が挙げられる。

匿名性評価、属性推定についてのいくつかの先行研究が行われている。永田は送信先集合による匿名性の評価実験により最大で 80.5% のアドレスが識別されることを示した [4]。Dupont らはタイムゾーン属性を 72% で推定できることを示した [5]。我々はタイムゾーン属性推定研究を平均取引時間分布を用いて行い、77% の結果を示した [6]。これらすべての研究において Bitcoin Talk†サイトに登録している利用者の Bitcoin Address を全 Bitcoin Address の標本データとして利用している。

しかし、Bitcoin Talk の登録ユーザは Bitcoin に技術関心のある技術力の高いユーザであることから一般の Bitcoin 利用者と比較して偏っていることが懸念される。そこで本研究では、オンラインではなく、実機にて預貯金操作をする必要があり、利用場所が限定される特徴から Bitcoin ATM 利用者に着目する。Bitcoin ATM 設置台数が 600 台を超えたカナダの Bitcoin ATM 利用者 Address を用い、Bitcoin Talk 利用者データとの統計的違いを示す。本研究では Bitcoin ATM、利用者の利用特徴の調査、また属性ごとに Bitcoin Address の利用方法が異なることを明らかにすることを目的とする。

2 背景

2.1 Bitcoin

Bitcoin は Nakamoto 氏の論文を基に特定の中央管理者を持たず、2009 年より運用が開始された暗号資産である。取引の検証や承認、新たなビットコインの発行は全ユーザの合意によって行われる。ビットコインの取引に関する情報はブロックに格納される。ブロックは約 10 分に 1 個生成され、各ブロックが 1 つ前のブロックと繋がってブロックチェーンを構成し、ノード間で分散管理されている。ブロックや取引に関する情報は Blockchain のクライアント、もしくは Blockchain Explorer サービスで確認できる。

2.1.1 Bitcoin Talk

Bitcoin Talk は Bitcoin 開発者のコミュニティサイトである。Bitcoin に関する質問から議論まで、様々なスレッドが立てられて話し合いが行われており、サイトに登録することで参加することが可能になる。サイトに登録すると個人のプロフィールページが割り当てられ、登録者は Bitcoin Address や居住地などを登録・公開することができる。

2.2 Bitcoin ATM

Bitcoin ATM は現金を利用して Bitcoin, Ethereum などの暗号通貨を購入できるサービスで、図 1 の様な機械を利用する。通常の ATM とは異なり、銀行口座、本人確認の必要はなく、現金を保持している人は誰でも利用できる。購入の手順は現金を投入、Bitcoin を受信する Bitcoin Address を提示、提示した Bitcoin Address に対して Bitcoin ATM Address から現金が送られて完了する。Bitcoin ATM を提供している企業の合計数は 53 企業、その中には General Bytes, Bitcoin Depot, Delloite といった企業が存在する。初めて設置されたのは、2013 年 10 月 29 日、都市はカナダのバンクバーである。ATM は 2019 年 11 月時点で週に 9.3 台のペースで設置されており、設置台数は累計で

†Department of Frontier Media Science, School of Interdisciplinary Mathematical Science, Meiji University, Kikuchi Laboratory

*<https://www.blockchain.com/explorer>

†<https://bitcointalk.org/>

6,000 台を超えた。設置箇所はアメリカに 3,924 台、次いでカナダが 653 台、イギリスに 272 台、オーストリアには 189 台あることが確認されている [7]。

3 データの説明

3.1 Bitcoin Talk

Bitcoin Talk のサイトの登録者が登録している Bitcoin Address をスクレイピングにより取得した。取引は Blockchain Explorer サービス [2] から取得した。Bitcoin Address の属性名は Bitcoin Talk として扱う。

3.2 Bitcoin ATM

カナダに設置されている Bitcoin ATM 3 台を直接利用して Bitcoin Address を取得した。Bitcoin ATM の Bitcoin Address は複数回利用した結果、変更されていないことも確認した。取得した Bitcoin Address と Bitcoin ATM の企業は表 1 の通りで、それぞれの名称を ATM1, ATM2, ATM3 と呼ぶ。これら 3 つの Bitcoin ATM Address から発生した取引を Blockchain Explorer サービス [2] から取得した。取引は Bitcoin ATM への入金目的の取引、Bitcoin ATM 利用者の取引、Bitcoin ATM を標的とした Dusting Attack の 3 種類に分類できる。この 3 つは取引中の Input Bitcoin Address, Output Bitcoin Address の数や Bitcoin Address によって区別される。3 種類の取引から Bitcoin ATM 利用者の取引のみを抽出した。Bitcoin ATM 利用者の取引の形を表 2 に示す。区分したそれぞれの取引数を表 3 に示す。また、ATM2 では約 1 年間、ATM3 では約半年間にわたって Bitcoin Address が利用されていない期間が確認された。そのため、取引のなかった前後の期間ごとにデータを分割して別々に分析を行った。分割した期間に対してはそれぞれ期間の番号を割り当てた。分割した期間と期間の番号を表 4 に示す。

3.3 Bitcoin ATM 利用者

Bitcoin ATM から表 2 で定める Bitcoin Address を Bitcoin ATM 利用者 Address と定める。さらに Bitcoin ATM Address ごとに取引を全て取得し Bitcoin ATM 利用者取引として扱う。Bitcoin ATM 利用者 Address の属性名はそれぞれ ATM1, ATM2, ATM3 とする。



図 1 Bitcoin ATM の機械

Summary - Squad_A	Picture/Text
Name: Squad_A Posts: 38 Activity: 38 Merit: 0 Position: Newbie Date Registered: May 11, 2017, 09:12:46 AM Last Active: January 29, 2018, 06:12:24 PM	
ICQ: AIM: MSN: YIM: Email: hidden Website: Current Status: <input type="checkbox"/> Offline Bitcoin address: 1E7jZMnyjSLMr3Es8MN6tvzzNrgz52u5v	
Gender: Age: N/A Location: Local Time: December 23, 2019, 03:02:49 AM Signature:	

図 2 Bitcoin Talk のプロフィールページ

表 1 Bitcoin ATM データ概要

Bitcoin ATM 企業	ATM 名	Address
General Bytes	ATM1	35pJQeflCGscLec9jyddMu2DLU5Swq12wK
	ATM2	39XfbZ24X4MFYkLaeSeqGCn1M9YTz68kes
Delloite	ATM3	3ABE4BZkwv2ubYYGhUtNxL57gMwenUEuNW

表 2 Bitcoin ATM 利用者取引

Input	Output
同じ Bitcoin ATM Address 1 つ以上	同じ Bitcoin ATM Address 1 つ以上 Bitcoin ATM 利用者 Address 1 つ

3.4 Bitcoin 価格

Bitcoin の価格は常に変化しており、同じ 1BTC でも 1 週間で日本円にして 50 万円の変動も過去に存在した。このような状況で Bitcoin 量同士を比較することに意味はないため、カナダドルに変換して購入量を比較する。

表3 Bitcoin ATM 取引数

ATM名	期間	合計	Bitcoin ATM 利用者	入金	Dusting Attack
ATM1	1	785	758	27	0
ATM2	1	1376	1093	283	0
ATM2	2	212	154	55	3
ATM3	1	92	87	5	0
ATM3	2	37843	37618	221	4

表4 属性別 Bitcoin Address の利用期間

属性名	期間	開始日	終了日	日数 [day]
Bitcoin Talk	1	2010-08-03	2019-10-28	3372
ATM1	1	2019-01-24	2019-11-03	284
ATM2	1	2016-12-14	2017-12-18	370
	2	2018-11-19	2019-10-31	347
ATM3	1	2019-01-09	2019-01-17	9
	2	2019-08-06	2019-11-04	91

4 データの分析

4.1 調査目的

本調査の目的は次の3つである。

- (1) Bitcoin ATM の利用の特徴を調査する。
- (2) Bitcoin ATM 利用者の特徴を明らかにする。
- (3) Bitcoin ATM 利用者と Bitcoin Talk 利用者の取引の統計的な違いを明らかにする。

本調査の概要を図3に示す。

4.2 データの収集

(1)Bitcoin Talk のプロフィールページから Bitcoin Address の項目のみを抽出する。

(2)Bitcoin Talk 利用者 Address の取引を Blockchain Explorer から取得する。

(3) カナダに設置されている Bitcoin ATM に少額の預金を行い、当著者の Bitcoin Address に送信している Bitcoin Address を Bitcoin ATM Address として Blockchain Explorer から取得する。

(4)Bitcoin ATM Address の全取引を Blockchain Explorer から取得する。取得した取引の中から Bitcoin ATM 利用者取引として表2の定義に沿った取引のみを抽出し Bitcoin ATM 取引とする。取得した Bitcoin 量は Bitcoin 価格のサイト [10] から取得した Bitcoin のカナダドル価格一覧を利用してカナダドルに変換した。

(5)Bitcoin ATM 取引から Bitcoin ATM Address 以外の Bitcoin Address を抽出して Bitcoin ATM 利用者

Address として扱う。Bitcoin ATM 利用者として収集した Bitcoin Address 数を表6に示す。

(6)Bitcoin ATM 利用者 Address 取引を Blockchain Explorer から取得する。

4.3 データの分析

4.3.1 Bitcoin ATM 利用の特徴

Bitcoin Explorer の wallet 利用者は増えていることを1節にて触れた。そのため、Bitcoin ATM 利用者も日々増加していることが想定される Bitcoin ATM 利用に関して明らかにすることを目的に利用回数と利用金額に関して統計情報を計算した。さらに Bitcoin 価格との関係をつえるため Bitcoin 価格データと重ねて時系列データとして可視化を行なった。

4.3.2 Bitcoin ATM 利用者の特徴

Bitcoin ATM 利用者 Address の利用期間、利用日の統計量を計算しそれぞれ可視化した。取引の数、取引中の Input Bitcoin Address 数、Output Bitcoin Address 数も同様に行った。

4.3.3 Bitcoin ATM 利用者と Bitcoin Talk 利用者の統計量の比較

Bitcoin Address の使い方の違いを明らかにするため Bitcoin Talk 利用者も Bitcoin ATM 利用者と同じ値の算出を行い、Bitcoin ATM 利用者の結果と比較を行った。



図3 システム構成図

4.4 実験結果

4.4.1 Bitcoin ATM 間の比較

Bitcoin ATM 取引を利用して1日当たりの利用回数、総利用金額を利用回数で割った利用平均金額を

表5 属性別 Bitcoin Address 数

属性名	期間	合計
Bitcoin Talk	1	1897
ATM1	1	552
ATM2	1	218
ATM2	2	79
ATM3	1	81
ATM3	2	22605

表6 Bitcoin ATM 利用者 Address 数

ATM 名	期間	合計	2 回以上利用	1 回利用
ATM1	1	552	56	496
ATM2	1	218	3	215
	2	79	8	71
ATM3	1	81	4	77
	2	22605	3533	19072

表7 Bitcoin ATM 1 日あたりの利用回数の統計量

ATM 名	期間	mean	min	median	max	stdev
ATM1	1	2.58	0	2	10	2.22
ATM2	1	0.61	0	0	6	1.07
	2	0.29	0	0	4	0.62
ATM3	1	30.44	0	0	139	48.08
	2	412.36	137	415	601	82.50

表8 Bitcoin ATM 利用金額 [CAD] の統計量

ATM 名	期間	mean	min	median	max	stdev
ATM1	1	165.03	0	71.18	1932.26	272.79
ATM2	1	8.12	0	0	151.92	18.04
	2	11.28	0	0	170.42	26.40
ATM3	1	162.55	0	0	440.82	197.34
	2	348.87	117.98	365.17	548.60	113.40

表7, 表8に示す。さらに単位時間ごとの利用頻度のデータを加え、時系列にて図4, 図5, 図6, 図7, 図8, 図9で示す。Bitcoin ATM 利用者 Address は同じ Bitcoin Address の利用よりも1度しか利用されていない Bitcoin Address の方が多いことが表6からわかる。取得した3つの Bitcoin ATM Address の内、表7より Deloitte の ATM3 は利用期間が3台の間でもっとも短いにも関わらず1日あたりの利用回数の中央値, 平均が他のものに比べて期間1, 2ともに飛び抜けて多い。General Bytes の ATM1, ATM2 では1日あたりの利用回数に関しては似通った値になっている。1日あたりの利用金額に関しては ATM2 のみ中央値, 平均において ATM1, ATM3 と比較して桁が一つ小さくなっていることが表8から分かる。

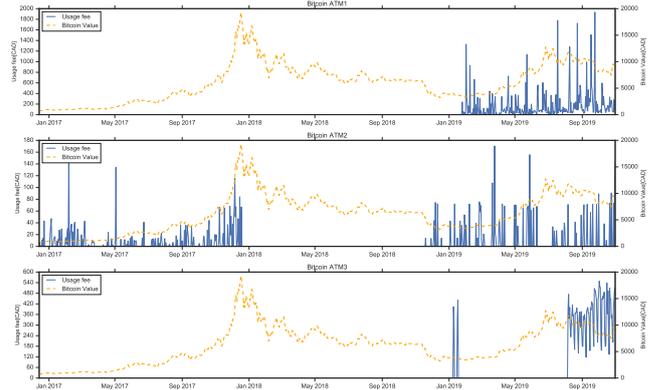


図4 Bitcoin ATM 1 日あたりの平均利用金額と 1BTC あたりのカナダドル価格

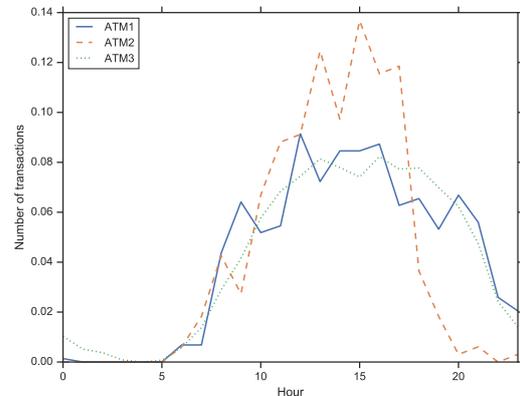


図5 Bitcoin ATM 1 時間毎の利用頻度

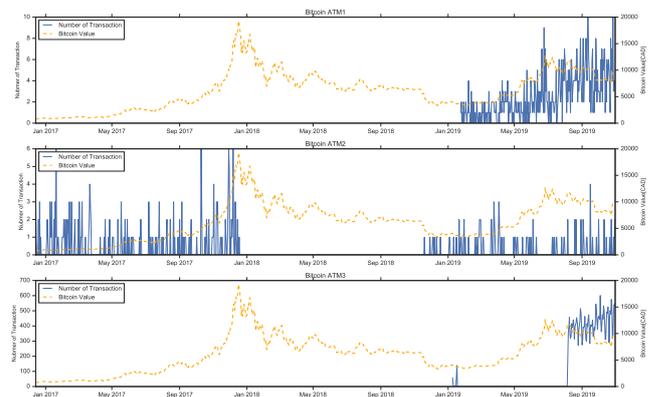


図6 Bitcoin ATM 1 日あたりの利用回数と 1BTC あたりのカナダドル価格

4.4.2 Bitcoin ATM 取引の特徴

Deloitte の ATM3 は飛び抜けて利用回数, 利用金額が多いことが確認できる。ATM1, 2 のみに着目すると1日あたりの Bitcoin ATM 利用回数は1-4 回程度であることが確認できる。また単位時間あたりの利用に

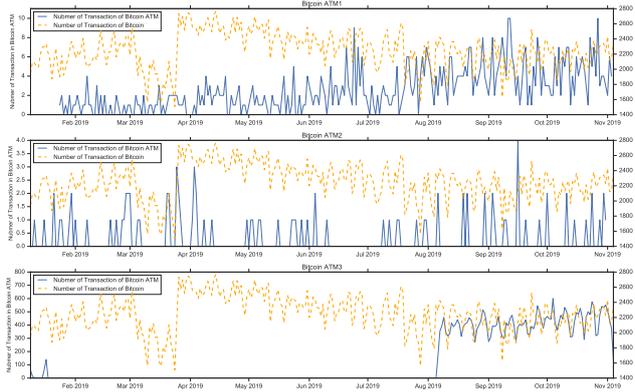


図7 Bitcoin ATM 取引数と Bitcoin システム全体取引数の比較

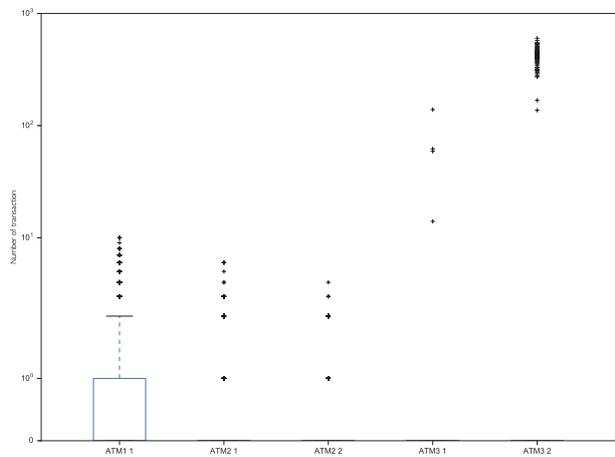


図8 Bitcoin ATM 利用回数

関しては 13-16 時の日中がピークであることがわかる。Bitcoin ATM3 の期間 2 の取引数が Bitcoin システム全体の取引数と同じ増減の挙動をしている

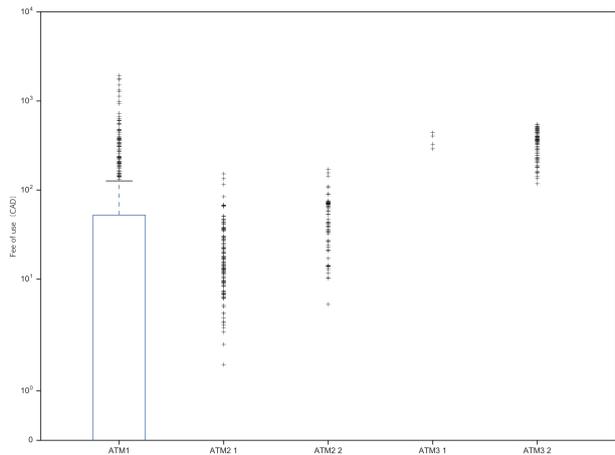


図9 Bitcoin ATM 利用金額

表9 属性別取引数の統計量

属性名	期間	mean	min	median	max	stdev
Bitcoin Talk	1	101.53	1	22	6081	317.36
ATM1	1	14.93	1	2	498	48.89
ATM2	1	8.67	1	2	1028	71.43
	2	12.37	1	2	212	35.45
ATM3	1	37.20	2	2	960	116.08
	2	14.44	1	2	45092	327.96

表10 属性別 Bitcoin Address 利用日数 [day] の統計量

属性名	期間	mean	min	median	max	stdev
Bitcoin Talk	1	398.74	0	183.16	2846.91	496.09
ATM1	1	41.92	0	0.14	1730.89	152.82
ATM2	1	69.63	0	1.16	1605.97	178.88
	2	57.95	0	0.12	1152.39	163.94
ATM3	1	107.07	0	0.93	1106.23	213.56
	2	26.95	0	0.12	2278.20	120.26

表11 属性別 Bitcoin Address 利用間隔 [hour] の統計量

属性名	期間	mean	min	median	max	stdev
Bitcoin Talk	1	96.31	0	3.30	56864.19	809.95
ATM1	1	72.21	0	11.31	31578.79	553.97
ATM2	1	217.60	0	1.00	17346.31	1141.32
	2	122.21	0	14.99	10021.4	529.77
ATM3	1	71.03	0	11.12	6811.04	306.98
	2	48.12	0	4.32	31594.49	318.06

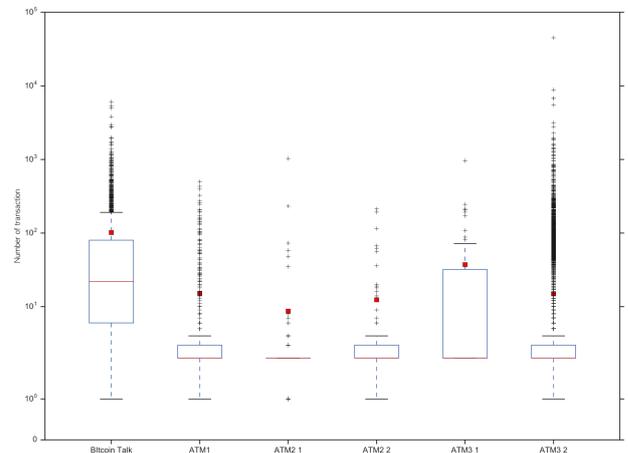


図10 属性別取引数

4.4.3 Bitcoin 価格変動と Bitcoin ATM 取引回数

Bitcoin の価格の前日との差額と 1 日ごとの Bitcoin ATM 取引回数の相関係数の結果を Bitcoin ATM ごとに計算した結果を表 12, 散布図と線形回帰線を図 13 に示す。ATM3 台とも、Bitcoin 価格の変動と取引回数に相関関係がないことがわかる。

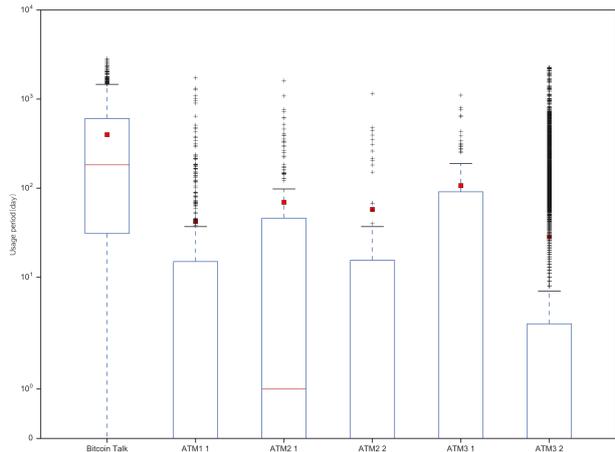


図 11 属性別 Bitcoin Address 利用期間

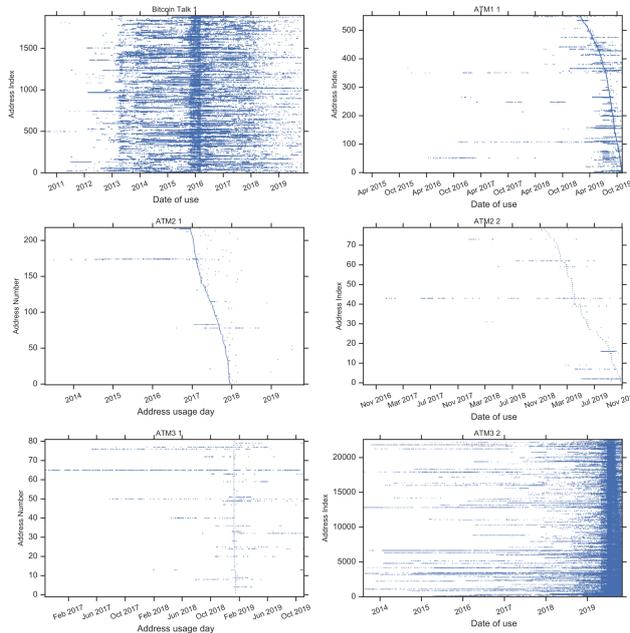


図 12 属性別 Bitcoin Address 取引発生日

表 12 Bitcoin ATM 取引回数と金額の相関係数

	ATM1	ATM2	ATM3
	0.019152	0.215929	0.191784

4.4.4 属性間の取引数統計量の比較

Bitcoin Address ごとの取引数に関して表 9, 図 10 に示す. Bitcoin Talk 利用者 Address ごとの取引数は平均, 中央値において 3 台すべての ATM よりも桁が一つ大きいことがわかる.

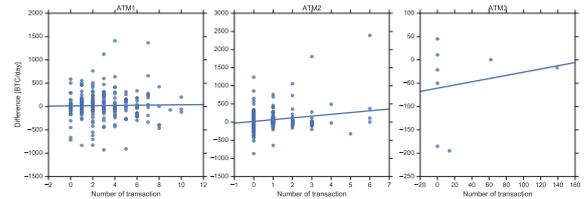


図 13 Bitcoin ATM の利用回数と Bitcoin 価格変動の関係

表 13 属性別取引内の Input 数の統計量

属性名	期間	mean	min	median	max	stdev
Bitcoin Talk	1	16.74	0	1	4507	69.85
ATM1	1	44.85	1	1	888	114.80
ATM2	1	5.55	1	1	593	24.88
	2	42.36	1	1	1000	121.00
ATM3	1	13.25	1	1	639	49.29
	2	46.18	1	1	1098	127.01

4.4.5 属性間 Bitcoin Address 利用期間, 利用間隔に関する統計量の比較

Bitcoin Address ごとに確認できた一番はじめての取引と最後の取引の日数からその間の日数を抽出し表 10, 図 11 にまとめた. さらに, 全取引の間の時間を取引利用間隔として表 11, 図 12 に示す. これらから Bitcoin Talk 利用者 Address 利用期間は約半年以上利用されている Bitcoin Address が多い, しかし, Bitcoin ATM の利用期間は約 1 日以下のものが大半であることが表 10 からわかる. Bitcoin Address を利用している間隔に関しては Bitcoin Talk 利用者も Bitcoin ATM 利用者も遜色がないことが表 11 からわかる.

4.4.6 属性間の取引の Input Address, Output Address 数に関する統計量の比較

Bitcoin Address 取引ごとの Input Address 数に関する統計量を表 13, 図 14 に, Output 数に関しては表 14, 図 15 に示す. Input Address 数, Output Address 数両方の統計値に関して Bitcoin Talk 利用者と Bitcoin ATM 利用者の間に大きな差は見られない. Bitcoin Talk 利用者の Output Address 数平均に関しては桁が一つ大きくなっているが, 最大の Output Address 数も桁が一つ大きくなっており, さらに標準偏差の値も大きく, いくつかの大きい値に平均が釣られて大きくなっていることがわかる.

表 14 属性別取引内の Output 数の統計量

属性名	期間	mean	min	median	max	stdev
Bitcoin Talk	1	149.60	0	2	13107	509.58
ATM1	1	7.56	1	2	2901	60.76
ATM2	1	3.05	1	2	200	7.24
	2	5.09	1	2	100	9.50
ATM3	1	13.67	1	2	2901	141.06
	2	6.94	1	2	7266	109.89

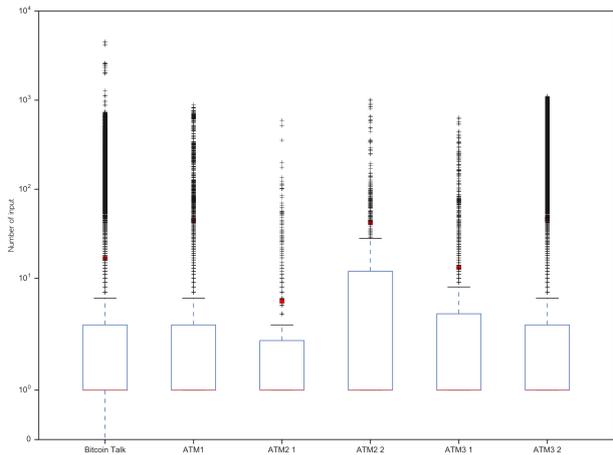


図 14 属性別取引内の Input Address 数

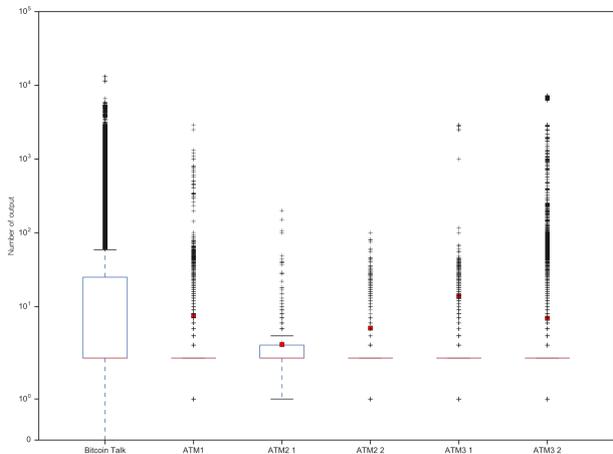


図 15 属性別取引内の Output Address 数

5 考察

Bitcoin ATM 取引に関して、Deloitte の Bitcoin ATM3 の取引数が Bitcoin 全体の取引数と同じ挙動をしていることから、Bitcoin ATM 利用者の取引数が Bitcoin 全体の取引数に強く影響している可能性が考えられる。Bitcoin ATM を複数回利用している Bitcoin Address は少ない。さらに Bitcoin ATM 利用者の特徴として、半数程度の Bitcoin Address が 2 回

程度の取引しか発生させず、1 日以内に他の Bitcoin Address に Bitcoin を送信していることが判明した。これらのことから Bitcoin ATM 利用者は Bitcoin Address を使い捨てる特徴があることが言える。この特徴は匿名性を考慮した Bitcoin Address の利用であると言え、利用者は匿名性を気にしているダークウェブなどの利用者が多いのではないかと考えられる。対して Bitcoin Talk 利用者 Address は中央値が 22、平均で 101 回ほどの取引が発生していることが確認でき、さらに Bitcoin Address 利用期間の中央値は約半年、平均が約 1 年になっている。このことから Bitcoin Talk 利用者は 1 つの Bitcoin Address を長く、複数回にわたって利用していることがわかる。匿名性の評価に利用された送金先集合に関わる Output Address 数は Bitcoin ATM 利用者と Bitcoin Talk 利用者の間に違いは確認できなかった。しかし、取引数と Bitcoin Address 利用期間の違いから Bitcoin Address 取引の送金先集合数に明らかな違いが生じていることから、Bitcoin ATM 利用者は Bitcoin Talk 利用者よりも匿名性が高いことが考えられる。

6 おわりに

本項では Bitcoin ATM 取引の特徴と Bitcoin ATM 利用者 Address と Bitcoin Talk 利用者 Address の特徴を比較して、利用方法の違いを明らかにした。

今後の課題として、実際に Bitcoin ATM 利用者に対して匿名性の評価実験、もしくは属性推定の実験を行い、Bitcoin Talk 利用者の結果との違いを比較、明らかにすることを挙げる。

参考文献

- [1] S. Nakamoto, "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System", 2008.
- [2] Blockchain, (<https://www.blockchain.com>, 2019 年 11 月参照)
- [3] Bitcointalk. (<https://bitcointalk.org/>, 2018 年 12 月参照)
- [4] 永田倅大, 菊池浩明, "Anonymity evaluation of Bitcoin addresses based on a set of output addresses", 2018.
- [5] J. Dupont, A. C. Squicciarini, "Toward De-Anonymizing Bitcoin by Mapping Users Loca-

tion”, In Proceedings of Conference on Data and Application Security and Privacy(CODASPY’15), pp.139-141, ACM, 2015.

[6] 井垣秀星, 永田倅大, 菊池浩明, ”Time zone estimation of Bitcoin user based on correlation of distributions of transaction time”, 2019.

[7] COINTELEGRAPH,
(<https://jp.cointelegraph.com>, 2019 年 12 月参照)

[8] coindesk,(<https://www.coindesk.com/25-year-old-to-plead-guilty-to-running-unlicensed-crypto-exchange>, 2019 年 12 月参照)

[9] www.coindeskjapan.com,(<https://www.coindeskjapan.com/28190/>, 2019 年 12 月参照)

[10] Bitcoin 価格, (<https://min-api.cryptocompare.com>, 2019 年 11 月参照)