

2018年11月17日(14:15~15:30)
自動制御連合講演会(南山大学名古屋キャンパス)

ゲーム理論はアート：

日本の未来をデザインする政策のための第三の道

松島齊(東京大学大学院経済学研究科教授)

第1の道：市場至上主義(ダメ)

第2の道：官僚至上主義(ダメ)

第3の道：ゲーム理論(メカニズムデザイン)

本講演のメインメッセージ

「ビジネスリーダーの必須アイテムは
文系にあり」

ゲーム理論とは？

戦略的思考（インセンティブ、戦略的相互依存）のためのモダンアート

現代社会の諸問題：

- ・ バブルや危機はどのようにしておこるか？
- ・ 情報社会のイノベーションをどのようにとらえるか？
- ・ 秩序と繁栄はどのようになされるか？
- ・ 貧困救済には、どのような困難を乗り越えなければならないか？
- ・ 全体主義は日常的におこるか？
- ・ 監視社会において自律的に生きるには？
- ・ なぜハラスメントは日常的におこるのか？
- ・ テロリストから国民を守るためにはどうしたらいいか？
- ・ 日本のタブーはどのような弊害をもたらしているか？
- ・ なぜイギリスはEUから出たがるのか？
- ・ なぜトランプはオバマに食って掛かるのか？
- ・ なぜ東大経済の授業（のほとんど）がくだらないか？

諸問題の共通項は

「戦略的思考」が
当事者にとっても、分析者にとっても
重要であること

ゲーム理論は
戦略的思考をアナライズするために開拓された
モダンアートである！

ゲーム理論の創始者たち (1944~)

Principales exponentes



John von neumann
1903 --- 1957



Oskar morgenstern
1902 ---- 1976



John forbes nash
1938..

ゲーム理論は経済学の大革命（1）

ゲーム理論以前： 経済学のモデルは一つしかなかった

完全競争モデル（一般均衡理論）

プライステイカーの仮定

「あなたは戦略的思考をしなくてよい」

「分析者も戦略的思考を考えなくてよい」

しかし現実には戦略的思考の問題であふれている

ゲーム理論は経済学の大革命（2）

ゲーム理論以降： 面白いモデルをどんどん思いつけ！（アブダクション）

戦略的思考（インセンティブ、戦略的相互依存）をアナライズせよ！

ゲーム理論をつかって政策提言、ビジネスモデル提言せよ！

戦略的思考（インセンティブ、戦略的相互依存）を
アナライズするとは？

- 合理性の解明
- 非合理性の解明
- 多様な行動動機の解明

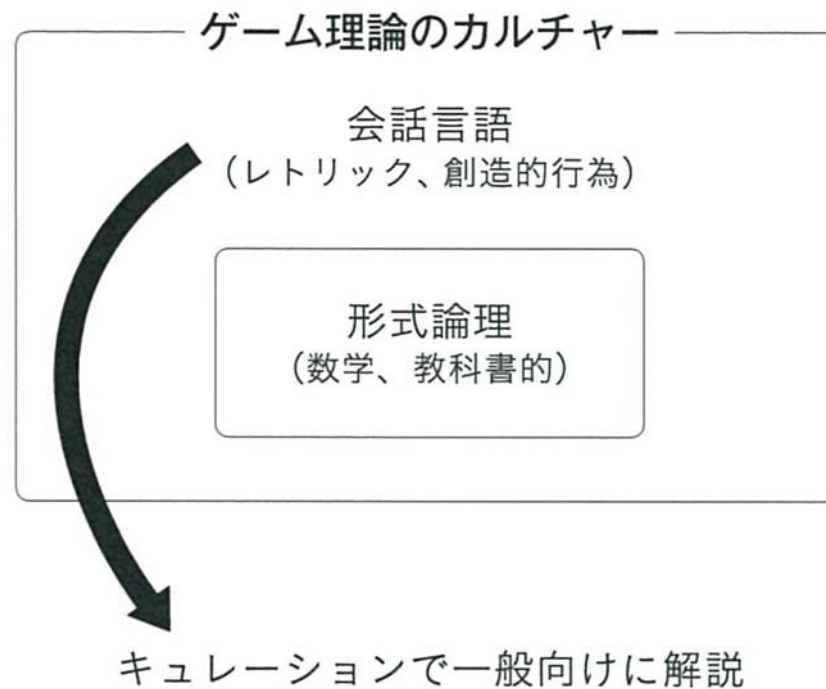
「ゲーム理論はアート：社会のしくみを思いつぐための繊細な哲学」

日本評論社（2018）：**世界一アバンギャルドなテキストブック**



ゲーム理論はアートである：Why? (1)

「絵画（作品）は芸術（アート）と日常の両方にかかわっている。どちらも作り出すことはできない。ぼくはその間のギャップで行為しようとしている」（ラウシェンバーグ）



特にクリプトエコノミクスに興味のある人はぜひ！

ゲーム理論はアートである：Why? (2)

アブダクション：社会の「本質」を思いつけ

2×2ゲーム：ゼロサム

	L	R
L	1 -1	-1 1
R	-1 1	1 -1

ジレンマ

	c	d
c	1 1	-1 2
d	2 -1	0 0

Coordination

	L	R
L	1 1	0 0
R	0 0	1 1

ゲーム理論はアートである：Why? (3)

より現実に即した抽象化を

企業間のジレンマ：

企業 A : PA 円 企業 B : PB 円

消費者：安い方を買う

∴ 価格競争 ⇒ PA = PB = 0 円へ

ゲーム理論はアートである：Why? (4)

ゲーム理論は
戦略的思考をアナライズする（だけ）のために
開拓された、（特殊な）応用数学である

- 標準形ゲーム
- 展開形ゲーム
- ベイジアンゲーム
- 協力ゲーム

標準形ゲーム：

三種の神器（プレーヤー、戦略、利得）

(N, S, u)

戦略的相互依存： $u_i(s_i, s_{-i})$

ナッシュ均衡：不動点 $s \in S$

$u_i(s_i, s_{-i}) \geq u_i(s'_i, s_{-i})$ for all $i \in N$ and $s'_i \in S_i$

展開形ゲーム：

時間、情報

$(N, (X, \chi), l, u, (H, h), (A, \alpha), p)$

完全均衡：いつ何時でもナッシュ均衡

評判、コミットメント

ベイジアンゲーム：

不確実性（不完備情報）：どのゲームかわからない
⇒ 確率的査定

$$((N, M, (\Omega_i)_{i \in N}, \Omega, (u_i(\cdot, \omega))_{\omega \in \Omega})_{i \in N}), p)$$

ベイジアン・ナッシュ均衡

情報の経済学（アカロフのレモン）
メカニズムデザイン（後述）

協力ゲーム：

安定性：**DANGO** 耐性

近年注目度アップ

ゲーム理論はアートである：Why? (5)

ゲーム理論実装で現実問題解決を

空港テロ対策：

ゼロサムゲームが現実の政策に使われている
(ゲームアート第1章)

Tambe, M. (2012): Security and Game theory

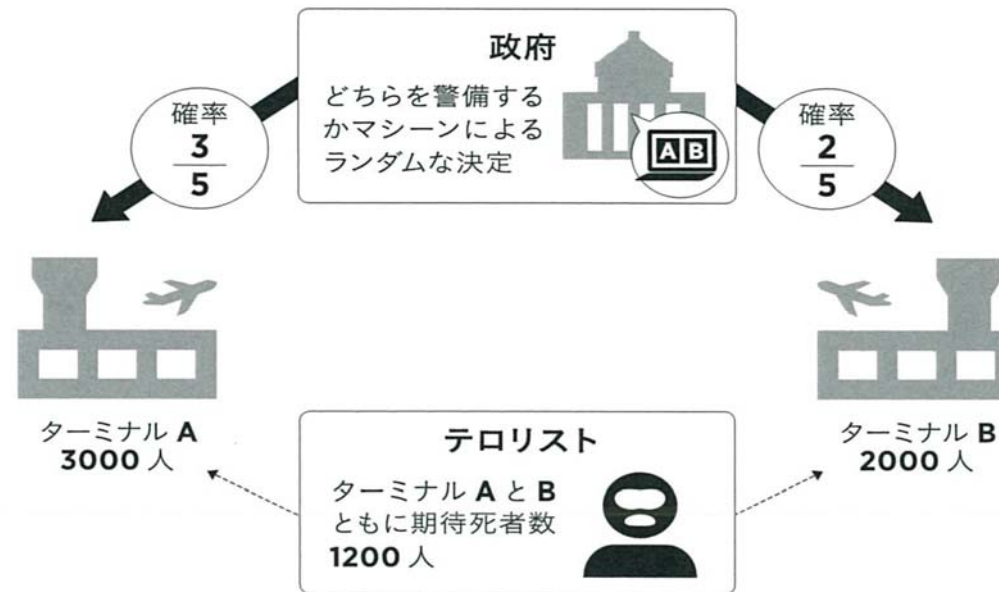


図2-2：最善のテロ対策

ゲーム理論は学際的共同作業の理論的支柱：Algorithmic Game Theory

「メカニズムデザイン」：ゲーム理論による制度設計

メカニズムデザインとは (1)

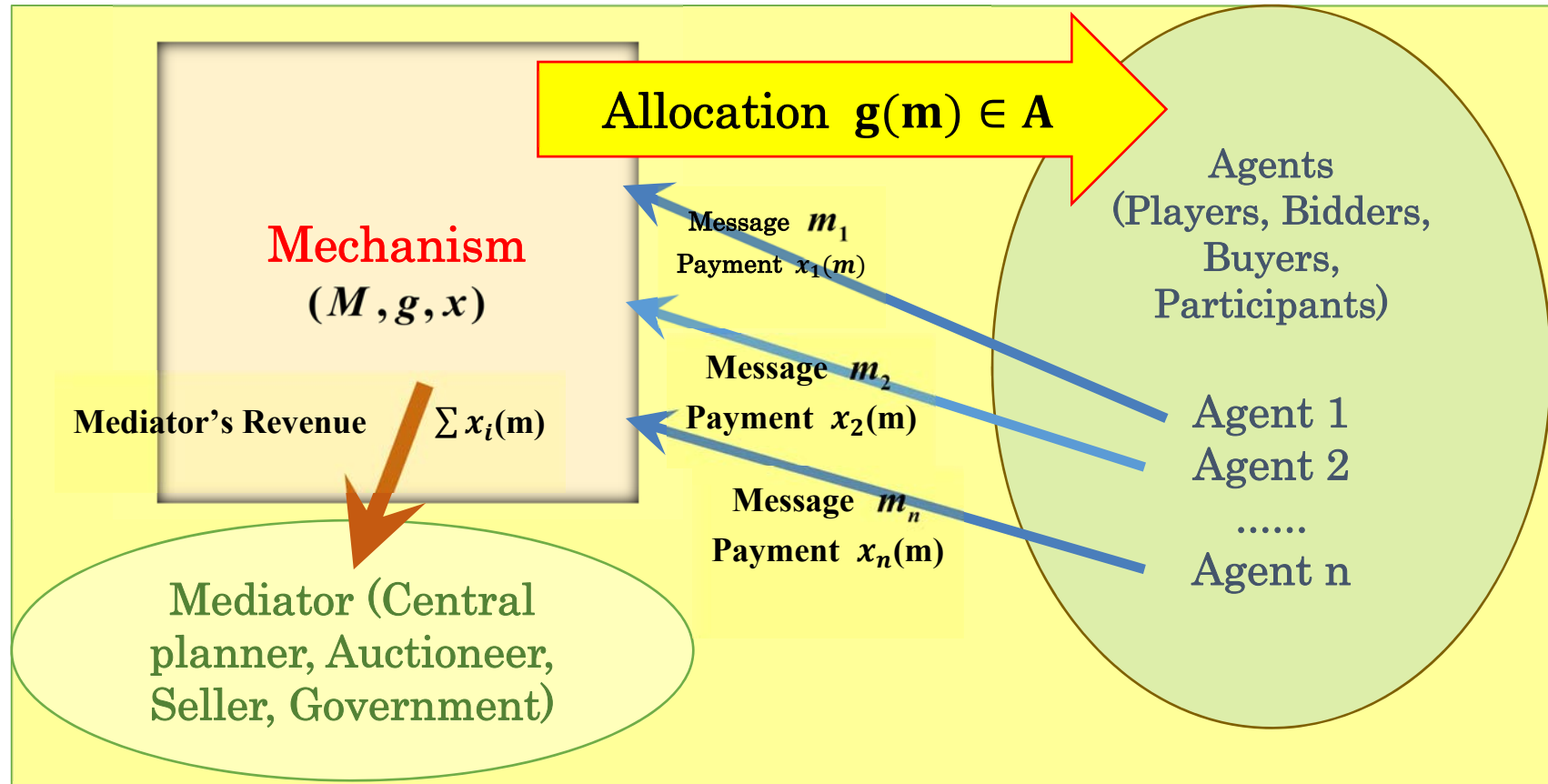
社会問題 = 配分問題

$$(N, A, \Omega, (\Omega_i)_{i \in N}, ((U_i(\cdot, \omega))_{i \in N})_{\omega \in \Omega})$$

メカニズム (分権的、社会制度)

$$(M, g, x)$$

メカニズムデザインとは (2)



メカニズムデザインとは (3)

メカニズムを通じて私的情報を表明：効率的配分達成に利用

メカニズムの善し悪しを判断する最重要ポイント：

Incentive Compatibility

(正直に表明するインセンティブがあるかどうか)

社会的選択ルール
 $f: \Omega \rightarrow A$

$$g(s(\omega)) = f(\omega)$$

for all $\omega \in \Omega$

メカニズム
 (M, g, x)
 戦略プロファイル
 $s \in S$
 (何らかの均衡になっている)

メカニズムデザイン研究の花形分野は
オークション

物の価値が白日の下にさらされる状況をアナライズ

築地のマグロせり



「オークションア (セリ人)」が
せり上げている
(Japanese Auction)

入札者は許可された専門業者のみ
尻尾の切れ目をみて品定めしている

家畜、家禽、中古車



自動せりあげ
オークション（人）でなく
機械が自動的にせり上げている

美術品



オークションではなく
入札者が指値をせり上げている

English Auction
(せりあげの一般的通称)

花卉オークション

アールスメール (アムステルダム)



大田区大田市場



工事発注、物資調達



封印入札

(せり上げ、せりさげは「公開入札」)

一位価格入札

一番高い指値をした人に落札
落札者の指値を支払う

リバース（逆）オークション

売り手が指値を競う
せり上げ→せりさげ
せり下げ→せりあげ

生活空間にオークションが入り込む： ネットオークション



入札者が指値をせり上げている
English Auction

期間内いつでも入札に参加でき
指値をせり上げられる

プロキシ (Proxy, 代理) 入札ができる

入札者はせり上げに応じることができる
上限を入力すればあとは自動的にせりあげに
応じることができる

ものつくりから Demand Side へ： スポンサードサーチ・オークション

iPad 15:26 89%

検索 花

ウェブ 画像 動画 辞書 知恵袋 地図 リアルタイム 一覧

検索設定 Yahoo! JAPAN ヘルプ

花 検索 +条件指定

約395,000,000件

otoko880ozora さん [ログアウト]

検索ツール

花 イラスト 花キュービッド 花言葉 誕生花 花燃ゆ 花は咲く あの花 で検索

花に関連した広告

お花の宅配サービス/花の贈り物 | flowergift.co.jp
www.flowergift.co.jp/
 お急ぎ便対応の花ギフト、即日花発送対応花の着日指定OK、新鮮な花を宅配します
 お祝いに★胡蝶蘭宅配 - 誕生日/お花の贈り物 - 豪華にピンク百合花束

季節の花300
www.hana300.com/ - キャッシュ
 季節の花300. 摩耶蘭 (まやらん) 初秋の頃、ひよるひよると伸びてきて開花♪ 萩 すずき 稲 数蘭 玉スダレ 彼岸花 金木犀 コスモス もみじ. 2015. 9. 8 更新♪ 解説・使い方 更新情報 当サイトでは、皆さんに「ひととき、花が楽しめる空間」を提供しています。
 6月 - 「5月」の花 (1) - あ行 - か行

花の画像 (128,000,145件) - Yahoo!検索 (画像)



花の画像 (128,000,145件) - Yahoo!検索 (画像)

広告

お花を宅配/全国送料無料
www.eflora.co.jp/
 AM10時迄のお申込で当日中に配達!
 10,000点から選べるお花ギフト

《日比谷花壇》お花のギフト配達
www.hibiyakadan.com/
 専属デザイナー監修の高品質フラワーギフト。インターネット限定商品も

送料無料で翌日に花ギフトを配送
www.flowerfarm.co.jp/
 低価格で気軽に贈れる花ギフトが豊富。
 誕生日などあらゆる目的に選べる花ギフト

(全国発送) お花の宅配
www.biz-hana.com/
 全国の優秀な生産者より直送、追加料金なしの安心お花販売

アマゾン 花
www.amazon.co.jp/

メカニズムデザインは 未来社会のインフラデザイン

電波オークション：携帯電話、5G

ブロックチェーン

.....

電波オークション (1) (ゲームアート第6章)

ターニングポイントは1994年アメリカ

「SMRA (Simultaneous Multi-Round Ascending Auction)」

ゲーム理論家 (Milgrom, McAfee, Wilson, Plott) が設計した
全く新しいオークションルール

Big Auction

二週間で400億ドル以上の国庫収入

さらに複雑なライセンス配分のためルール変更:

Core-Selecting Auction

「Combinatorial Clock Auction」

電波オークション（2）

電波オークションは世界中で導入され今日に至っている

OECD加盟国（2013年現在）

周波数オークション採用国（27）：

アイルランド、アメリカ、イギリス、イタリア、オーストラリア、オーストリア、オランダ、カナダ、韓国、ギリシャ、スイス、スウェーデン、スペイン、スロバキア、チェコ、デンマーク、ドイツ、トルコ、ニュージーランド、ノルウェー、ハンガリー、フィンランド、フランス、ベルギー、ポーランド、ポルトガル、メキシコ

周波数オークション非採用国（3）：

アイスランド、ルクセンブルグ、日本

日本（総務省）だけ導入しない

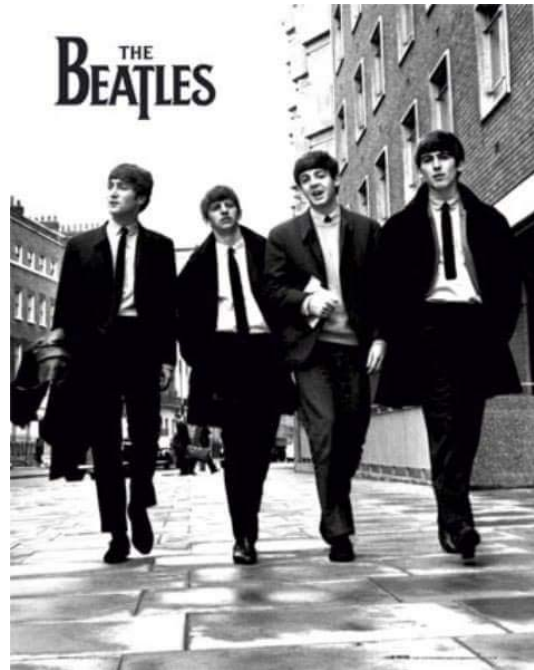
日本学術会議経済学委員会「持続的発展のための制度設計」分科会

オークションには黒歴史あり (ゲームアート第6章)

しかし経済学者は
オークションにそこしれないポテンシャルを見出した！

黒歴史（1）：人身売買

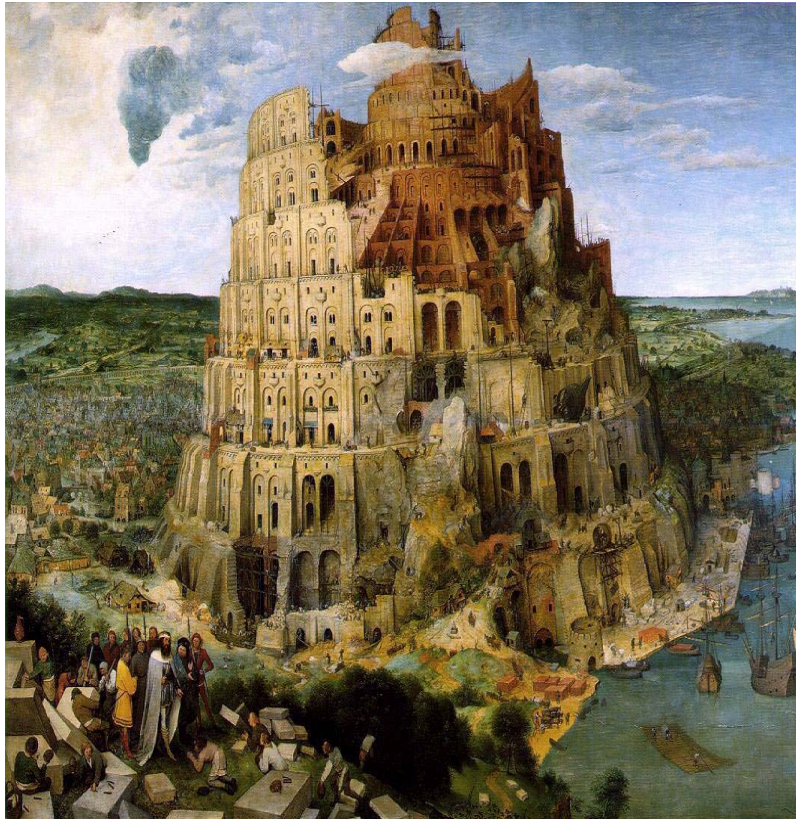
奴隷売買はオークションでなされていた（16、17、18世紀ごろ）
アフリカ ⇒ リヴァプールで入札 ⇒ アメリカへ



関係ないけど
リヴァプールサウンド

黒歴史（2）：バビロニア婚姻制度

紀元前500年ごろ



- ・ヘロドトス「歴史」第1巻196節
(紀元前450年ごろ)：最古の歴史書

少女を美人から順番にひとりずつ競売

Ascending と Descending のハイブリッド

0円からせり上げる

0円の入札者ゼロの場合せり下げにきりかえる

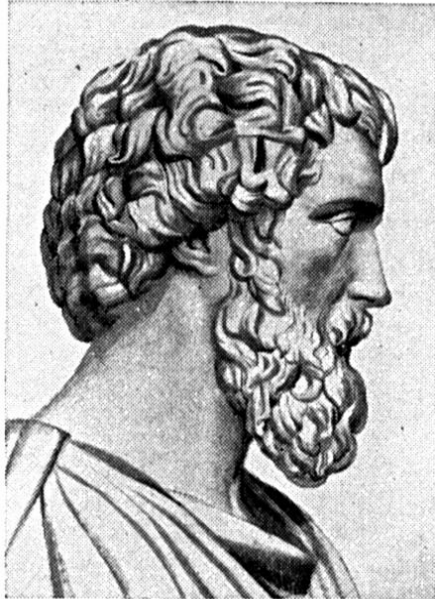
0円からせり下げ（マイナス価格）

最初に挙手した人落札（落札価格は嫁の持参金）

- ・法整備：競売成立後問題発覚
⇒ 購入金返還手続き

黒歴史（3）：ローマ帝国帝位競売（勝者の呪い）

エドワード・ギボン（18世紀ごろ）
「ローマ帝国衰亡史」



1世紀ごろ：近衛兵が皇帝ペルティナクス暗殺
近衛兵が「せり上げ入札」実施：高給を保証する人に帝位落札

入札者3人： スルピキアヌス、ディディウス：事情通
ユリアヌス：放蕩老人

ユリアヌスに落札： 徴税できず（市民に不評）
2か月後に打ち首

Winner's Curse（勝者の呪い）：油田採掘権取引などで有名

黒歴史（4）：キャンドルオークション（いかさま）



サミュエル・ピープス（イギリス海軍の父）

「日記」

17世紀ごろ（大航海時代）に書かれた奇書
暗号で書かれている

「イギリス式」の起源

Random Ending Rule

1インチのローソクに火をともし
火の消える直前に指値した者に落札

海軍の古船の売却などに慣習的に利用された
「いかさま」じゃないの？

オークションのコペルニクスの転回

黒歴史にも関わらず
経済学者はオークションにそこしれないポテンシャルを見出した

「よいことのみに使おう」
「いかさまを阻止しよう」
「談合を阻止しよう」



オークションは問題解決の最強手段になりうる

オークション研究の最強アート
ビックリーメカニズム

Vickrey, W. (1961): “Counterspeculation, Auction, and Competitive Sealed Tenders,” *Journal of Finance*.

「自分がいることによって被る他のプレイヤーの損失分」
 を支払うとするルール

$$x_i(m) = - \sum_{j \in N \setminus \{i\}} v_j(g(m), m_j) + \max_{a \in A} \sum_{j \in N \setminus \{i\}} v_j(a, m_j)$$

正直表明がベスト戦略！

効率的配分達成！

すべての配分問題に適用できる唯一無二の万能ルール！

ビックリーのアブダクション

一財一単位の日常的な入札：

「せり上げ」＝「二位価格オークション」

「二位価格」＝「自分がいることによって被る他のプレイヤーの損失分」

これを一般化できないか

⇒ ビックリーメカニズム誕生へ！

ビックリーメカニズムの実装にはさらなる工夫が不可欠

ビックリーオークションの欠点：

- **DANGO**
- **Cognitive complexity**
- **Computational Complexity**

One Never Fits All :
Practical Game Theory

Matching with Contracts

(オークション+マッチング)
適材適所を探すための一般理論

Kelso and Crawford (1982): “Job Matching, Coalition Formation, and Gross Substitutes”, *Econometrica*

労働（転職）市場

電力市場

パテント市場（アライアンス）

証券（発行流通）市場

不良債権処理

.....

メカニズムデザイン実装の最先端

Cryptoeconomics

(ブロックチェーン、仮想通貨、スマートコントラクト)

'Only good for drug dealers': More Nobel prize winners snub bitcoin



Ethan Wolff-Mann
Senior Writer

Yahoo Finance April 28, 2018

[Follow](#)



Blockchain は劇的に取引コストを下げる

Crowdfunding :

M 銀行の場合 : 「寄付 **1000 円** を **Bayreuth 銀行** に送金お願いします」
「お取り扱いしておりません」

S 銀行の場合 : 「寄付 **1000 円** を **Bayreuth 銀行** に送金お願いします」
「手数料 **4000 円** お支払ってください」

Blockchain の場合 : 「寄付 **1000 円** を **Bayreuth 銀行** に送金お願いします」
「手数料 **1 円** お支払ってください」

仲介手数料が **4000 円** から (ほぼ) **0 円** に

Bitcoin

(Satoshi Nakamoto)

取引所ごとのレート				
取引所名	売値	買値	スプレッド	24時間の取引高
Liquid	632,663	632,736	74	66,681BTC
bitFlyer	641,902	642,405	503	16,866BTC
BTCBOX	642,229	642,825	596	6,222BTC
coincheck	642,825	643,188	363	5,447BTC
bitbank	642,925	642,938	13	5,067BTC
BITPoint	643,037	643,382	344	2,934BTC
Fisco	635,000	660,000	25,000	16BTC

最適なアービトラージ **Liquid** で購入 **BITPoint** で売却 価格差 **+10,301**

投機的価値 (バブル、クラッシュ、クライシス)

Ethereum

(Vitalik Buterin)



スマートコントラクト
(新しいビジネスモデル創発)

IT 革命の難所は Incentives にあり (1)

(ゲームアート第2章)

例：決済システム

従来型のしくみ：

契約が正当かどうかは仲介業者によって「集権的に」管理

仲介業者に **Information Advantage** (支配力)

仲介業者の信用維持がインセンティブに：長期的関係、暗黙の協調

シャンパーニュ大市の「法制度ビジネス」(中世ヨーロッパ)

IT 革命の難題は Incentives にあり (2)

Blockchain のしくみ :

取引者全員が匿名

取引はすべて公開 (**No information Advantage**)

取引が正当かどうかは多数の **Miners** によって「分散的に」管理

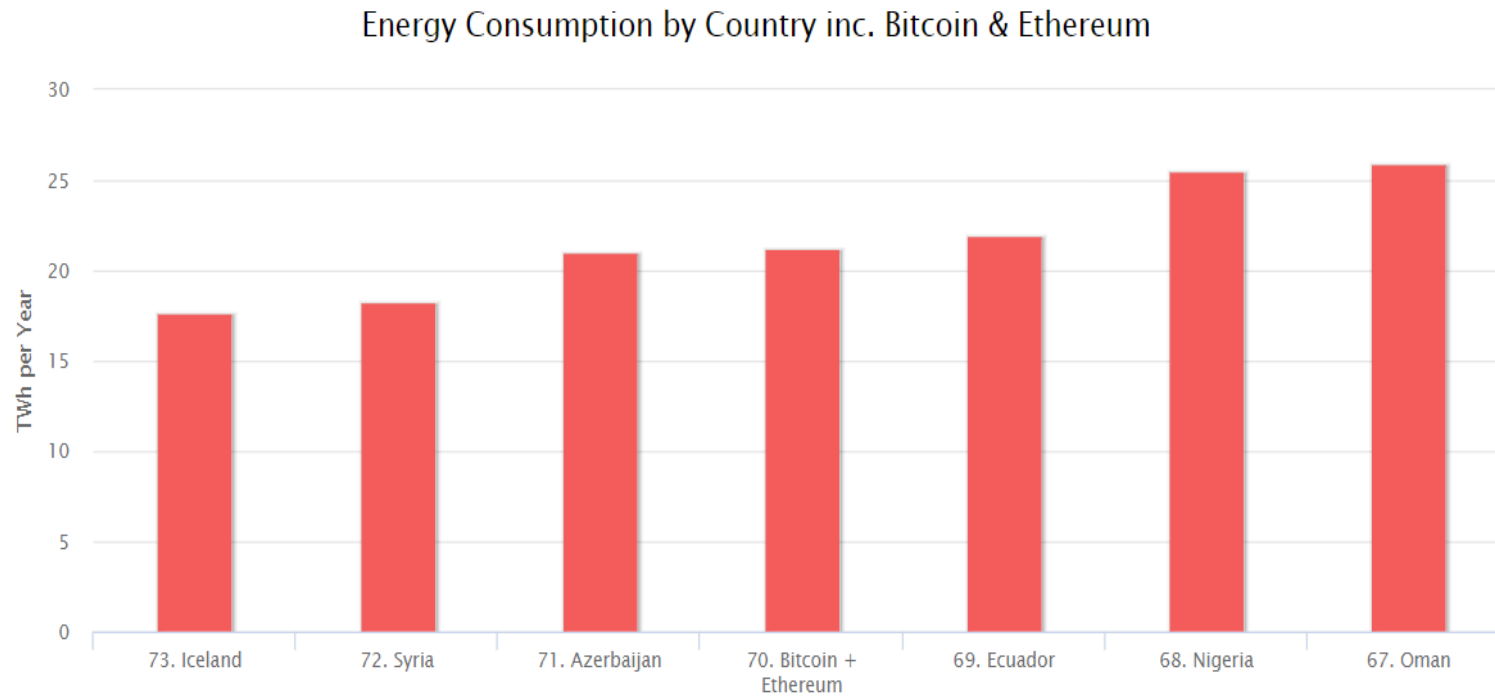
Miners のインセンティブがいまだに大問題
(ノーベル受賞者たちの不安の源泉)

cf. 地中海マグリブ商人の「村八分」(中世ヨーロッパ)

ゲーム理論 (メカニズムデザイン) でなんとかならないか!

Bitcoin Arm Race

早い者勝ちレースを制した **Miner** に報酬が支払われる
レースにかかる費用の総額は？



類似の問題

HFT Arm Race

(ゲームアート第10章)



フラッシュ・ボーイズ 10億分の1秒の男たち 単行本 - 2014/10/10

マイケルルイス (著), Michael Lewis (原著), 渡会 圭子 (翻訳), 東江 一紀 (翻訳)



43件のカスタマーレビュー

> その他 (2) の形式およびエディションを表示する

Kindle版
¥ 1,782

単行本
¥ 1,782 ✓prime

今すぐお読みいただけます: **無料アプリ**

¥ 340 より 51 中古品の出品
¥ 1,782 より 3 新品

11/16 金曜日 8:00-12:00 にお届けするには、今から**34分**以内にお届け日時指定便を選択して注文を確定してください (有料オプション。Amazonプライム会員は無料) [詳細を見る](#)

まとめ買いで
最大 **8%**
ポイント還元

【まとめ買いキャンペーン開催中】

本・雑誌を3冊以上を購入する際、クーポンコード「7813」を入力すると最大8%ポイント還元! [今すぐチェック](#)

メカニズムデザインは
これからのトップランナーの強力な武器になる

ただし参入障壁は低くない.....

例：イーサリアム取引手数料高騰のその後

First and second-price auctions and improved transaction-fee markets

Economics



vbuterin

2 Jul 3

Special thanks to David Easley, Scott Kominers and others I talked to about these topics at <http://www.sigecom.org/ec18/> ⁸², and to Vlad Zamfir for independently inventing and discussing the 50% targeting mandatory fee model.

In blockchains like Bitcoin and Ethereum, transaction fees are both one of the ways in which miners (or more generally block proposers) get rewarded for processing transactions, as well as the mechanism for transaction prioritization: each transaction includes the fee that it is willing to pay, and miners are incentivized to select transactions with the highest fees in order to maximize their revenue. This means that users that really need high priority in the short run can get prioritized by including a much higher transaction fee, and it ensures that in the long run the blockchain is filled with higher-value use cases rather than lower-value use cases.

Currently, almost all blockchains use a mechanism that is equivalent to a [first-price auction](#) ²⁶: everyone submits a bid, and then if they get included they pay exactly the bid that they submit. The problem with this kind of mechanism is that there is no simple strategy for choosing the optimal bid price. For example, if you value a tx getting included right now at \$1, you would be willing to bid anything up to \$1, but if everyone else is bidding \$0.05, then you could keep more money by bidding \$0.08 instead; optimizing this requires complex models of the economy and real-time blockchain usage.

The usual alternative is a [uniform-price auction](#) ³⁰, which involves charging every participant the same price as the price paid by the lowest bidder; that is, if for example the bids are:

手数料決定ルールの改正へ

現行ルール：

「一位価格オークション」

高騰しやすい

指値決定が複雑

通常の変替案：

「せり上げ（二位価格、Uniform Price Auction）」

DANGO おこりやすい

ブテリンの新案：

「50%強制ルール」

タトヌマンのリアルタイム実装

部分的に似たアイデア：Matsushima, H. (2008): "Detail-Free Mechanism Design in Twice Iterative Dominance: Large Economies," *Journal of Economic Theory*

とあるメディアの記事（微妙に不正確....）

Vitalik Buterin Proposes a Shift to Uniform Price Auction for Ethereum Miner Compensation

July 10, 2018 1:00 by [Rahul Nambiapurath](#)



Ethereum cofounder **Vitalik Buterin** has published a proposal to improve how **cryptocurrency miners** are paid. He believes that the current compensation model can be adjusted to benefit both miners and users. To that end, he has published a rather extensive **document** detailing how a uniform price auction can replace the current fee mechanism.