

2019年9月22日（11：10～12：10）

「難関大学フェア」講演

駿台予備学校お茶の水校2号館

# ゲーム理論（経済学）はアート

# ゲーム理論はアート (2018年 日本評論社)



第1章で「私がなぜゲーム理論を目指したか」を、燃えるように説明 ...

# 松島 齊

東京大学大学院経済学研究科教授

- 1960年 東京生まれ
- 1973年 駒場東邦入学
- 1979年 文科II類入学
- 1981年 経済学部進学
- 1983年 博士課程進学
- 1988年 経済学博士

## ゲーム理論

理論経済学のフロンティアに半世紀以上君臨

## 本講演の内容

第1章： 経済学は面白い

第2章： ゲーム理論はスゴイ

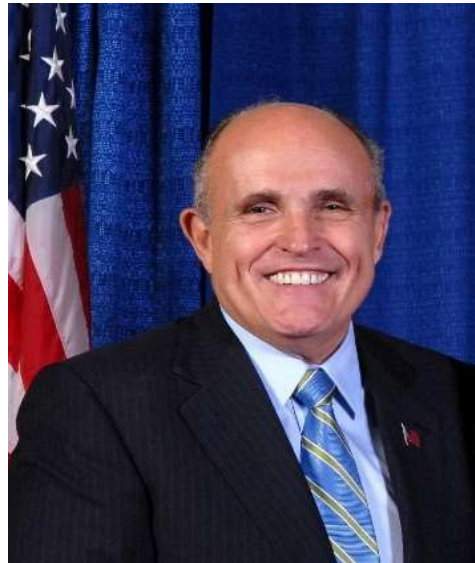
第3章： デジタル経済をあばく

# 第1章：

経済学は面白い

## 1990年代ニューヨークにおける急激な犯罪件数の低下

「ジュリアーニ市長による大胆な犯罪撲滅政策の成果」と  
メディア絶賛！  
「世界の市長」「ブロークンウィンドウ」



ところが .....

# “The Impact of Legalized Abortion on Crime”

*Quarterly Journal of Economics* 2001

by

**Steven Levitt (Chicago) and John Donohue (Stanford)**

計量経済学 (Econometrics) を駆使して  
因果関係 (Causality) を解明すると .....

「**1990** 年代の急激な犯罪件数低下の原因は  
ジュリアーニの政策ではなく  
**1973** 年の「ロー VS ウェイド事件」の判決にある」

1973

ロー VS ウェイド事件

墮胎禁止は違憲



1990 代～

犯罪率急減

この論文のインパクト大：

中絶反対（キリスト教、共和党）

中絶賛成（リベラル、民主党）

⇒ 貧困問題、教育問題へ

Levitt たちはどうしてこのような発見ができたのか？



計量経済学が高度に発展：  
多様なデータから真の「因果関係（Causality）」をあばく

因果関係を軽視した例：

「近年日本で糖尿病患者が増えている」  
「近年日本で自動車の普及率が上がっている」  
⇒「自動車が普及したため日本の糖尿病患者が増えた」

「近年日本で糖尿病患者が増えている」  
「近年中国の経済成長率が上がっている」  
⇒「中国経済が好調であるため日本の糖尿病患者が増えた」

しかし

数理や統計だけではこのような発見は決して生まれない

人文社会科学

(経済学、社会学、歴史、心理学)

の知見に裏付けられた

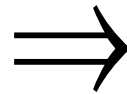
ひらめき！

## Levitt たちのひらめき

「急激な犯罪件数の低下はニューヨーク市に限られない」  
⇒ ニコラエ・チャウシェスク（ルーマニアの独裁者）に着目！

中絶禁止

チャウシェスクの落とし子  
(1966～)



ルーマニア革命  
(1989)



かつての経済学：

市場

合理的個人

今日の経済学：

社会一般、組織、制度、国家

限定合理的個人

(心理的、社会的、法的、進化的、宗教的)

みんなの誤解：

経済学といえば

マクロ、金融政策、財政政策、景気討論、株価予想 ...

実際は全く異なる：

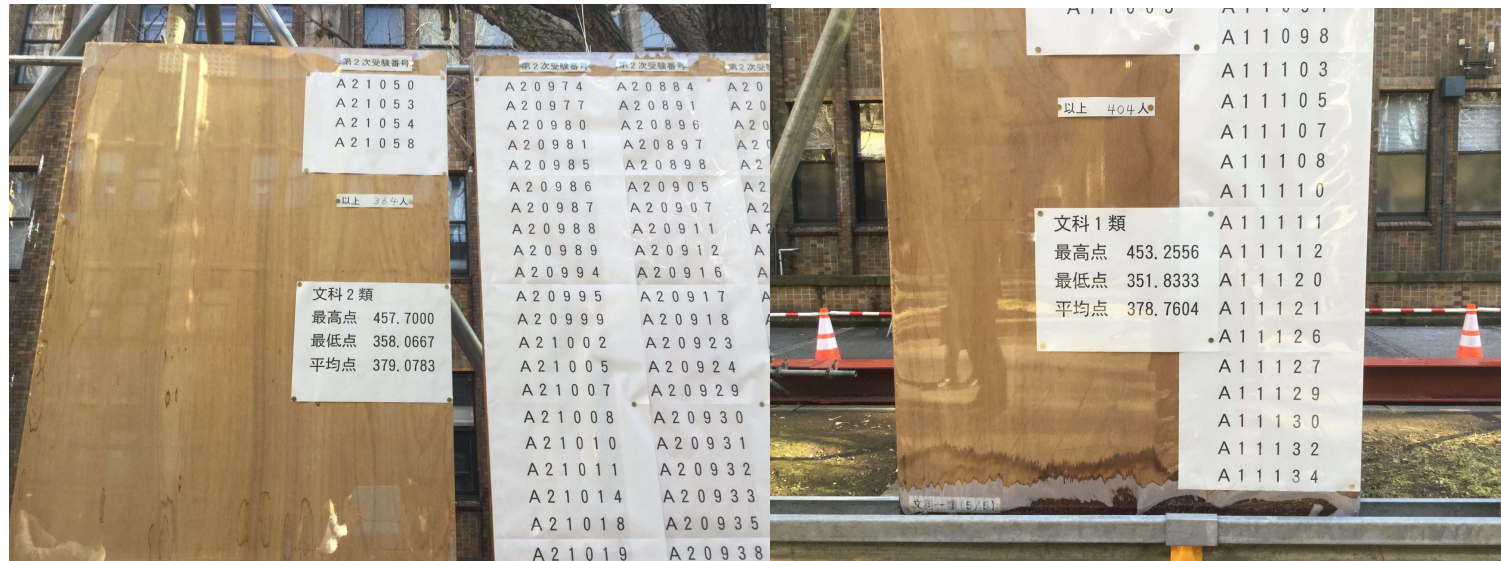
ミクロ中心に

「ルワンダにいてスーパーのレシートを収集

自前のデータを構築 ...」

かつての経済学部：ネコ・文II

今日の経済学部：文IIの人気アップ



理I、理II、文I、文IIIから経済学部へ

\* 経済学部は Levitt のような独創的人材を求めている！

## 第2章：

# ゲーム理論はスゴイ

## ゲーム理論：理論経済学のかなめ

人間社会の「戦略的相互依存」関係を分析するため  
独自に開拓された応用数学（1944～）





ゲーム理論の花形分野

## メカニズムデザイン

(オークション、マッチング・マーケットデザイン、情報デザイン)

今日のゲーム理論のフロンティア

ゲーム理論が学際的共同作業の理論的支柱に

AI、コンピューターサイエンス、アルゴリズム ...

## Algorithmic Game Theory

現実社会への前例なきチャレンジ

タブーとの闘いも

## 例 1 : 空港テロ対策

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

**1972 年 :** テルアビブ空港で日本赤軍が無差別乱射テロ  
テロリストと政府は「**ゼロサムゲーム**」をプレイしている  
相手の行動を正確に予測するのは不可能

**von Neumann and Morgenstern (1920 年ごろ)**

**「ミニマックス定理」**

相手の行動をランダムに予想を、ランダムな最適行動を

**2007 年 :** 100 年の際月を経てついにその真価を発揮 !

ゲーム理論家、テロ専門家、警察、空港関係者、Computer Scientists ...



ミニマックス戦略（最適なランダムプレイ）を実装する「マシーン」をデザイン

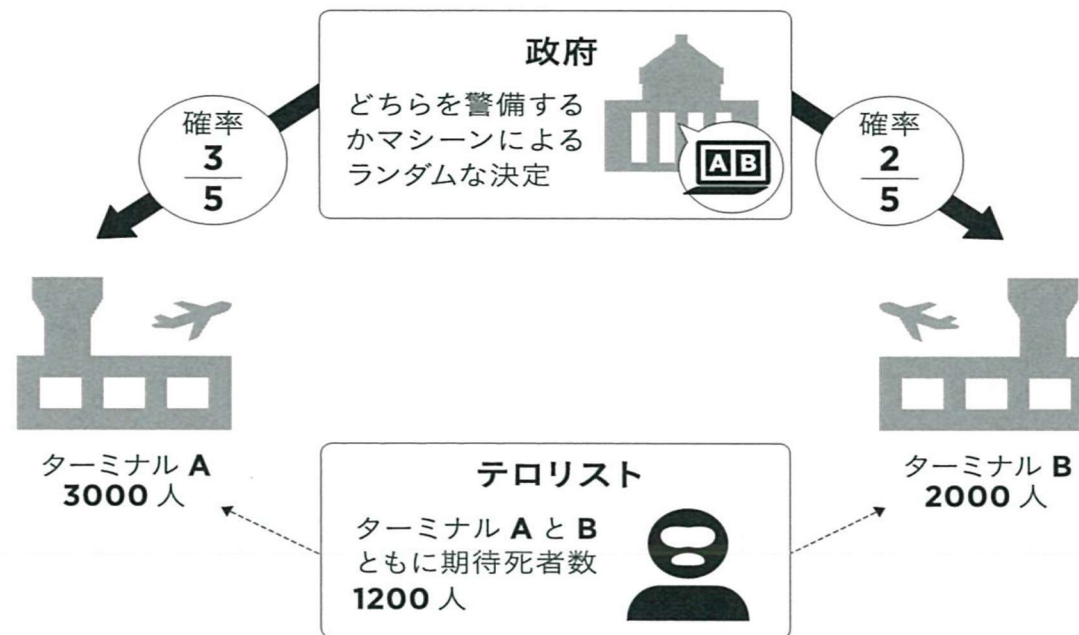


図 2-2 : 最善のテロ対策

## 例 2：腎臓移植 (Kidney Exchange)

昔： マフィアが貧しい家の子供の臓器を富裕者に高額で売っていた。

今： 貧しい家の腎臓病に苦しむ子供が、アメリカに行って移植手術を受けて助かり、ついでに旅行を楽しんで帰る。しかもタダ！

### 「臓器移植ネット」による マッチング・マーケットデザイン

しかし日本医師会はあまり奨励せず（人工透析、日本社会のタブー）

## 第3章：

# デジタル経済をあばく

経済学者独自の視点  
(インセンティブ、効率的配分、ガバナンス ...)  
から  
デジタル社会を解き明かす

デジタル技術が近未来を一変させるかもしれない

**AI (人工知能) :**

**Big Data, ML**

**5G (第5世代移動通信) :**

**VR, AR, 遠隔操作, 自動運転**

**Blockchain :**

暗号通貨

分散型ネットワークによるデータ管理

## 3.1. AI（人工知能）とインセンティブ

### 自動化（Automation）

AIによって知的作業も自動化へ  
失われる仕事、新しい仕事

### 予測（Prediction）と判断（Decision）

AIによる精緻で多様な予測  
最終的に判断するのは人間  
⇒ 機械と人間の共生

ex. 画像認識と診断、フレーム問題 cf. 自動運転

限定合理的個人： 複雑な環境では予測を不適切に利用  
心理的バイアスを悪用するビジネス

実験 (Shafir and Tversky, 1992) : L か R かを AI が事前に決定  
あなたは U と D どちら選ぶ？ (仮説的思考)

	L	R
U	10 10	1 0
D	12 0	3 10

過去に AI は高い頻度で U か D かを当てている  
(出来合い予測に過剰依存、認知バイアス)

	L	R
U	40%	10%
D	10%	40%



## 3.2. 5G（第5世代移動通信）と効率性

携帯電話から AR（拡張現実）VR（仮想現実）へ  
電波は産業全体のインフラに（cf. 土地）

ゲーム理論：

オークションによる電波利用免許配分（1994～）

**Big Auction: 2 週間で 5 兆円（USA）**

オークションプロトコル開発： **VCG Mechanism**（ノーベル賞受賞）

**SMRA**

**Combinatorial Clock Auction**

**Incentive Auction**

**Depreciating License ...**

## 電波オークションは世界中で導入 新規企業に門戸開く

### OECD加盟国（2019年現在）

#### 周波数オークション採用国（29）：

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、アイスランド、ルクセンブルグ

#### 周波数オークション非採用国（1）：

日本

### 3.3. Blockchain とガバナンス

暗号通貨（ビットコインなど）の取引記録管理技術

暗号通貨のみならず広範囲のデータ管理に適用へ期待大  
(サプライチェーン、信用スコア、ビジネス契約履行 ...)

「取引コスト（仲介手数料、書類作成、信頼確立）  
を大幅に削減」に期待大

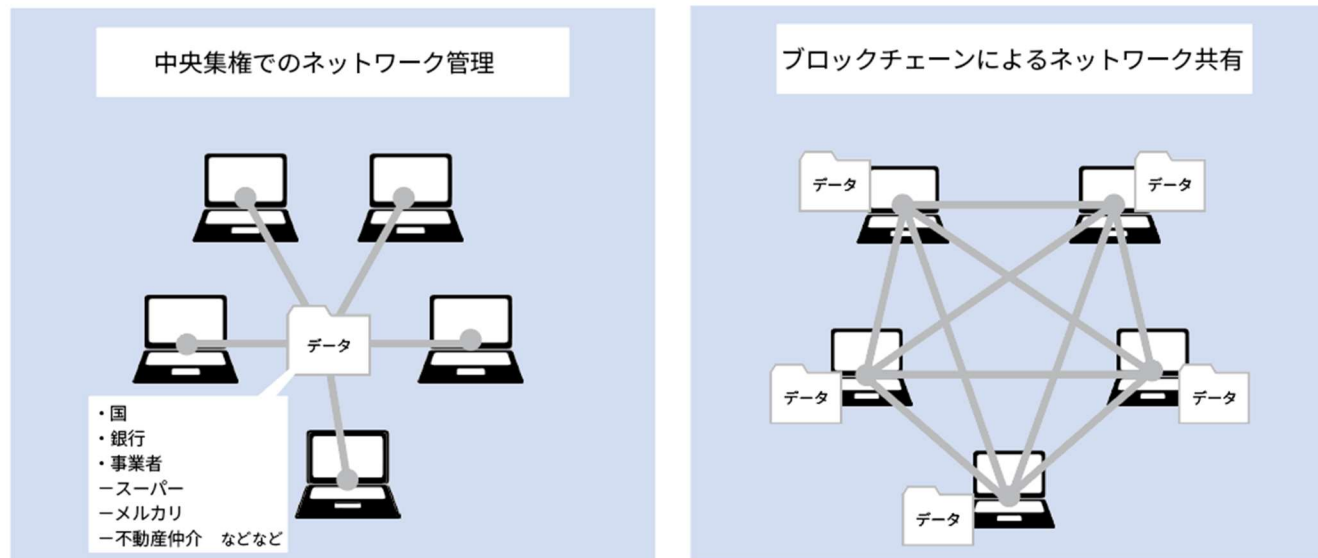
特に

「信頼関係がなくてもブロックチェーンでビジネスできる」  
⇒ ベンチャー参入促進に期待大

# ブロックチェーンとは (1)

## データ管理のための分散型ネットワーク

「誰かに独占所有されていない」  
「シャットダウンしても即時回復 OK」



画像出典：FLOC ブロックチェーン大学校 <https://floc.jp/log/basic/1014/>

## ブロックチェーンとは (2)

### 「ブロックチェーンなら改竄されない」



画像出典：FLOC ブロックチェーン大学校 <https://floc.jp/log/basic/1014/>

## Smart Contract

ブロックチェーン上でビジネス契約を自由に作成、履行

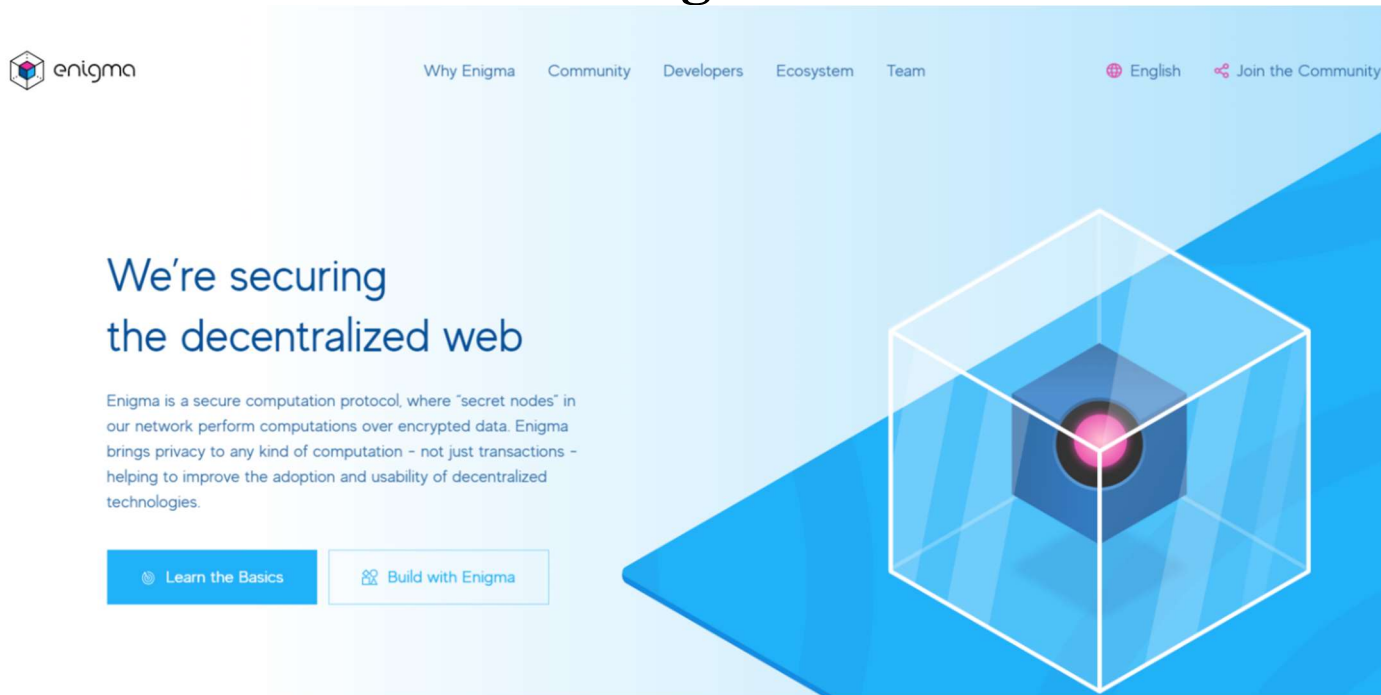
### Ethereum



## Secret Contract

ブロックチェーン上で情報のやり取りのルールデザインを自由に作成、履行

### Enigma



The screenshot shows the Enigma website homepage. At the top left is the Enigma logo, a cube with a red, blue, and green face. To its right is the text "enigma". The navigation menu includes "Why Enigma", "Community", "Developers", "Ecosystem", and "Team". On the right side, there are links for "English" (with a globe icon) and "Join the Community" (with a speech bubble icon). The main content area features the headline "We're securing the decentralized web" in a large, dark blue font. Below this is a paragraph of text: "Enigma is a secure computation protocol, where 'secret nodes' in our network perform computations over encrypted data. Enigma brings privacy to any kind of computation - not just transactions - helping to improve the adoption and usability of decentralized technologies." At the bottom of the main content area, there are two buttons: "Learn the Basics" (with a magnifying glass icon) and "Build with Enigma" (with a gear icon). On the right side of the page, there is a large graphic of a blue cube with a white outline, containing a smaller dark blue cube with a pink and black circular element in the center.

## ブロックチェーンがもたらす深刻なガバナンス問題

例： ある会社が **A** さんと **B** さんを雇う  
成果の高い方（勝者）には **100 HIT**（暗号通貨単位）  
低い方（敗者）には **50 HIT**  
⇒ ふたりとも一生懸命働くインセンティブもつはず

しかし **A** さんと **B** さんは  
ブロックチェーン（**Smart Contract**）を利用することで  
いとも簡単に談合できる



「エスクロー取引」作成： ふたりは **25 HIT** ずつエスクロー勘定に入金  
ブロックチェーンで管理 (**50 HIT** を封印)

勝敗が決まった後 **A** さんと **B** さんは各々 **A or B** 入力

入力 ( <b>A, A</b> )	<b>A</b> に <b>0 HIT</b>	<b>B</b> に <b>50 HIT</b>
入力 ( <b>B, B</b> )	<b>A</b> に <b>50 HIT</b>	<b>B</b> に <b>0 HIT</b>
その他の入力	<b>A</b> に <b>0 HIT</b>	<b>B</b> に <b>0 HIT</b>

(この場合 **50 HIT** は凍結されたまま)

「二人は正直に入力する」がナッシュ均衡になる

- ⇒ 二人はまじめに働かないで確実に **75 HIT** ずつ獲得する
- ⇒ このままでは会社倒産、ガバナンスに変化必要：  
「**A** と **B** を雇い続けて成果の履歴から評価」

## 3.4. 最後に：

既に文理の垣根は崩れている

デジタル技術開発の今まで： 理系主導型  
経済社会への影響には無頓着

⇒ 理系主導型から文理連携型へ：

ゲーム理論 + 暗号理論

ゲーム理論 + 計算科学

ゲーム理論 + コンピューターサイエンス

ゲーム理論 + データサイエンス

.....

\* 経済学部はこんなマルチプレイヤーも求めている