

# 久野G研究紹介

東京大学大学院 情報理工学系研究科  
数理・情報教育研究センター / 数理情報学専攻(兼担)  
2023年



創発的研究支援事業

*Fusion Oriented REsearch for disruptive Science and Technology*

UTokyo  
**FSI**  
The University of Tokyo  
Future Society Initiative



# 法律とDS・AI

## 1. 法律とDS・AI

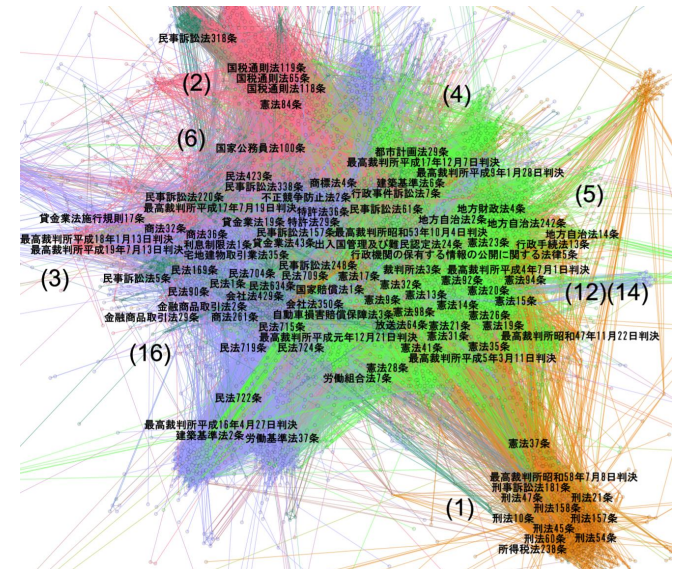
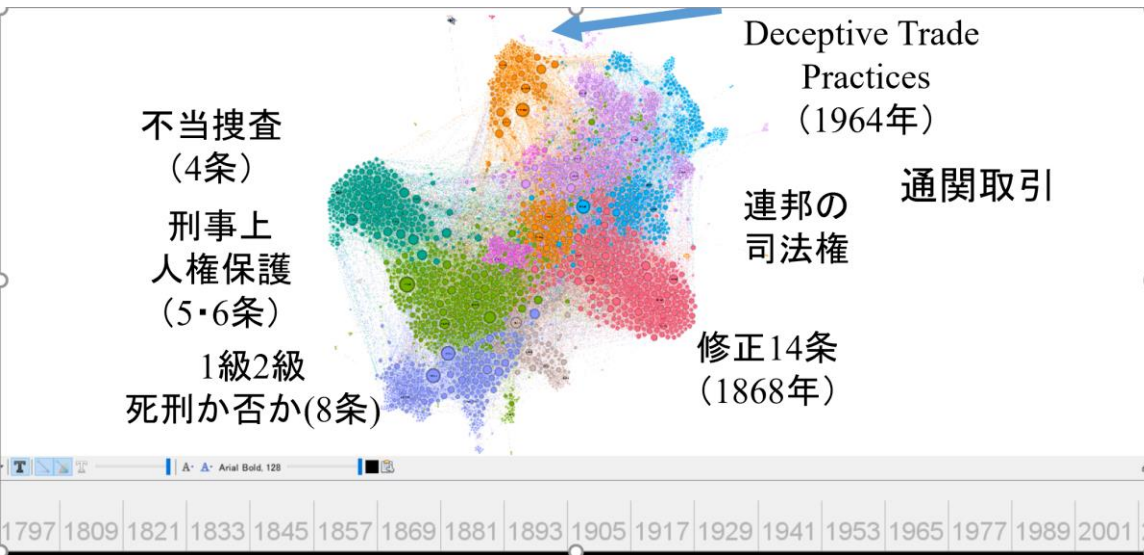


### (1) 司法 (TKCと共同 → 国内判決文データ)

- 判決文の構造化、LegalBERT日本版、検索エンジンの改良 **元東大情報系・現弁護士 + 元東大法学/法科・現司法修習生と共同**

### (2) 規範進化と数量比較法学 (UZH LegalDSのProf. Dr T Altwickerと共同)

- 判例変更と規範進化
- Anecdotal比較法学 → **数量比較法学 (日・米・独・瑞)**



# 金融

## 2. 送金データと金融予兆分析(都市銀行と共同)

### (1) テンポラルグラフとリンクウェイト予測

- ある送金はどのように影響を持つか・COVID-19期でも汎化するか

### (2) 仮想通貨送金との比較分析

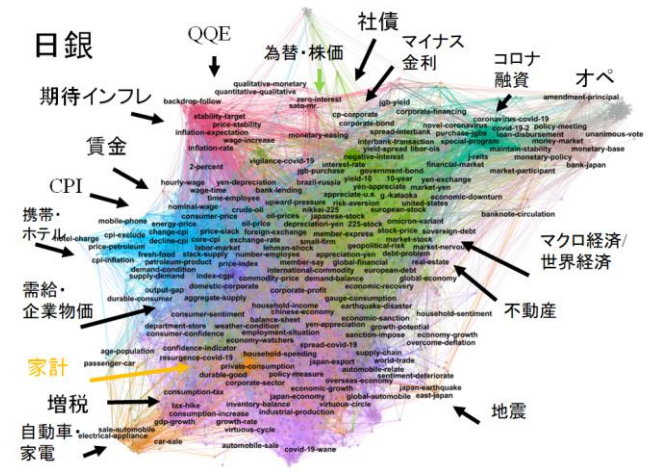
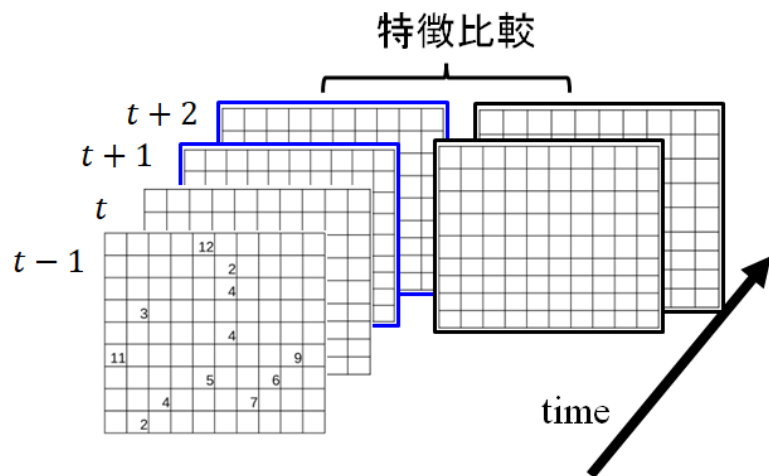
- UZH Blockchain CenterのProf. Dr CJ Tessoneと共同

## 3. 経済ネットワークのデータベース

### (1) 異質情報ネットワーク/経済ノレッジグラフ

- 不正検知・ノード埋込

### (2) シナリオ分析(中小企業庁・東大経研渡辺教授と共同)



# 法・判例穴埋め問題

深層学習で変換

- 引用理由文と法・判例(条文と判例との引用部分両方をマスク)の関係
  - 1本件は,原告の運転する普通乗用自動車(以下「原告車」という。)と被告A2(以下「被告A2」という。)の運転する中型貨物自動車(以下「被告車」という。)との間で発生した交通事故に関し,原告が,被告A2に対しては[マスク]に基づき,被告A2の使用人兼被告車の運行供用者である被告エバーグリーン株式会社(以下「被告会社」という。)に対しては[マスク], [マスク]に基づき,395万9870円及びこれに対する平成24年1月6日(本件事故発生の日)から支払済みまで民法所定の年5分の割合による遅延損害金の連帯支払を求める事案である。



予想

民法709条, 民法715条, 自動車損害賠償保障法3条, ...

- 法律・判例名予想: 8割方正答(右はF値)

- 簡単な手法でも精度は高いが法に適応したモデルが必要 LegalBERT[Chalkidis2020]  
LamBERTa[Tagarelli2021]

method	category	Fu	Pu	Ru	FM
単語頻度	刑事判例	49.04	48.44	56.41	26.06
	刑事条文	46.89	54.57	45.76	24.89
	民事判例	41.42	47.08	41.75	22.13
	民事条文	7.57	7.18	8.54	3.9
USE	刑事判例	44.27	43.94	52.38	23.89
	刑事条文	50.33	58.8	48.31	26.52
	民事判例	41.73	50.84	39.94	22.37
	民事条文	13.94	17.55	13.65	7.68
T5	刑事判例	1.38	1.8	1.55	0.83
	刑事条文	21.36	25.57	21.13	11.57
	民事判例	7.41	10.11	7	4.14
	民事条文	22.74	25.15	23.68	12.2
LDA	刑事判例	5.01	4.43	6.33	2.61
	刑事条文	28.2	35.22	27.09	15.31
	民事判例	26.78	29.68	28.72	14.6
	民事条文	4.87	4.43	5.69	2.49
doc2vec	刑事判例	3.23	2.73	4.17	1.65
	刑事条文	0.33	0.82	0.47	0.3
	民事判例	0.04	0.07	0.09	0.04
	民事条文	0	0	0.03	0

Kondo, R., Yoshida, T. and Hisano, R., "Masked prediction and interdependence network of the law using data from large-scale Japanese court judgments", Artif Intell Law (2022)"

# 判決文の論理構造

## □ 検索エンジンの改良 (TKC)

- 民事の判断過程に沿ったアノテーション作成と構造化

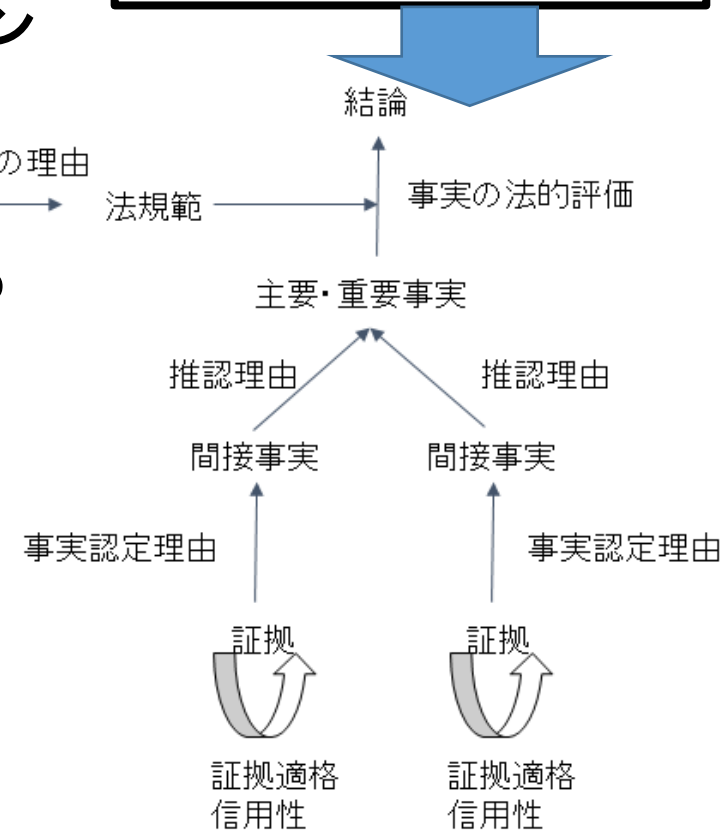
## □ 判決文の構造 → 一定の法則に従っている

- 法的三段論法
- 各争点ごとに事実認定について  
／法規範について

## □ 裁判官の(判決文上での)思考過程

- 証拠から認められる事実は何か
- 法規範はどのように解釈すべきか
- 事実を法規範に適用すると  
どのような結論が得られるか
- 結論はどうか

判決文の論理構造  
に従わず読んでも何も  
わからない



# 最終ゴール

## 3. 規範進化の過程

- 規範進化
- 数量的国際比較分析

### 米国判例の引用関係[Freelaw]

\*次数500以上に限定=3K,43K (元はノード,  
エッジ数=3M,30M)

→描画の都合で3Mノードから3Kノードに減ら  
したため18-19世紀に判例が少ない

不当捜査  
(4条)

刑事上  
人権保護  
(5・6条)

1級2級  
死刑か否か(8条)

Deceptive Trade  
Practices  
(1964年)

連邦の  
司法権

修正14条  
(1868年)

通関取引



# 米国判例

Constitutionality of the Death Penalty (9)

Public Defense Guarantee (8)

Miranda rights

Evidence exclusion (7)

Implied federal function and state taxing power (6)

Defamation and Freedom of Speech (5)

summary judgment (1)



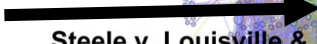
(1)

Anderson v. Liberty Lobby, Inc. (1986)  
McDonnell Douglas Corp. v. Green (1973)

(2)

Conley v. Gibson (1957)

Principles of State Trial Jurisdiction



(3)

Erie R. Co. v. Tompkins, 304 U.S. 64 (1938)  
Steele v. Louisville & N. R. Co. (1944)

State Jurisdiction (Personal Jurisdiction)



(4)

Pennoyer v. Neff (1878)

(5)

Garza v. Alviar (1965)

(10)

United States v. Atkinson (1936)

Gregg v. Georgia (1976)

Strickland v. Washington (1984)

Chapman v. California (1967)

In re Winship (1970)

Johnson v. Zerbst (1938)

Gideon v. Wainwright (1963)

Chambers v. Florida (1940)

Mathews v. Eldridge (1976)

Monroe v. Pape (1961)

Ashwander v. Tennessee Valley Auth. (1936)

Yick Wo v. Hopkins (1886)

McCulloch v. Maryland (1819)

Gibbons v. Ogden (1824)

Pierce v. Society of Sisters (1925)

NAACP v. Button (1963)

New York Times Co. v. Sullivan (1964)

(6)



Jurek v. Texas (1976)

Jackson v. Virginia (1979)

(8)

Mapp v. Ohio (1961)

Terry v. Ohio (1968)

Katz v. United States (1967)

図 5.3 米国判例引用ネットワーク

# Change of precedents (判例変更)

## □ Can we track case changes from network information?

- Schenck v. United States (1919) “Clear and Present Danger” → Brandenburg v. Ohio (1969) “Imminent lawless action;“
- Goldberg vs Kelly (1970) : “interest–benefit ratio” → Mathews vs Eldridge (1976) : “cost–benefit analysis”
- Regina vs Hicklin (1868) : “ Subjective determination of obscene material” → Roth vs US (1957) / Miller vs California (1973) : “average man”
- Betts vs Brady (1942) : “ No criminal defense attorney is not a violation of the 14th Amendment” → Johnson vs Zerbst (1938) / Gideon vs Wainwright (1963) : “ The right to have an attorney”
- Conley vs Gibson (1957) : “ Plain and concise statement” → Ashcroft vs Iqbal (2009) : “plausibility”
- Pennoyer vs Neff (1878) : “ theory of territorial sovereignty” → International Shoe Co. vs Washington (1945) “ Theory of Fairness”



# 簡単なネットワーク問題

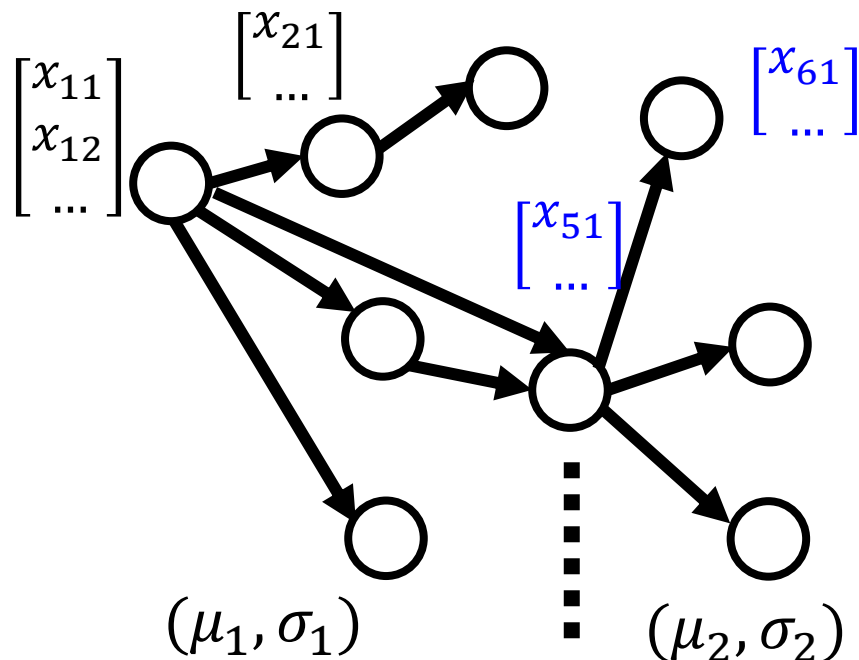
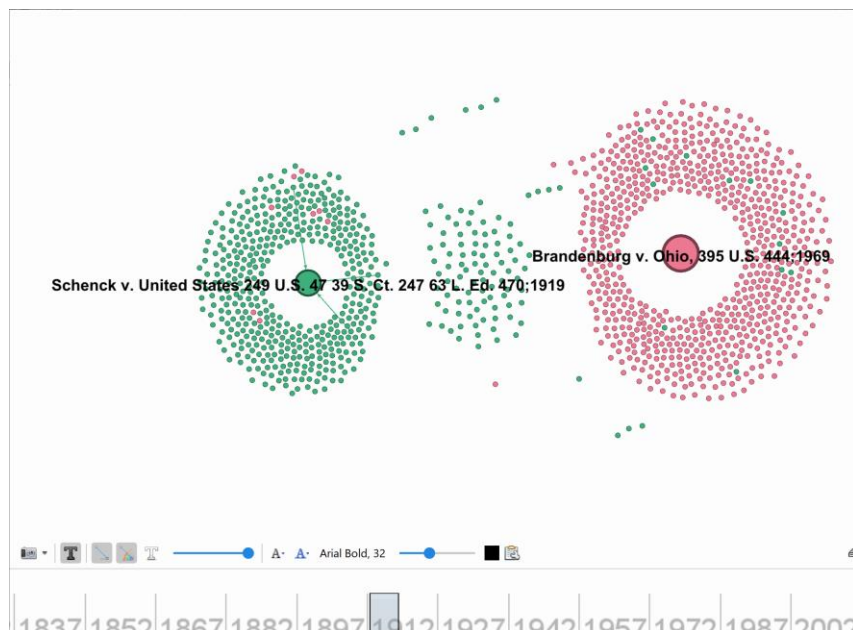
## (1) 判例変更抽出アルゴリズム

- アルゴリズムは簡単でも自明でない判例変更を出せると価値が高い

## (2) 単語埋め込みのネットワーク変化点検知

- 各判決の単語埋め込みがどの判決を通じて変わったか → 例えば憲法修正1条の考え方を大きく変えた判決はどれか？

“For a representative democracy ceases to exist the moment that the public functionaries are by any means absolved from their responsibility to their constituents; and this happens whenever the constituent can be restrained in any manner from speaking, writing, or publishing his opinions upon any public measure, or upon the conduct of those who may advise or execute it.’ An unconditional right to say what one pleases about public affairs is what I consider to be the minimum guarantee of the **First Amendment**.” [New York Times Co. v. Sullivan (1964)]



# 日本の法・判例構造

- 1998年～2018年までの判決文
- 左：刑事判決の法・判例の共起
- 右：民事・刑事の全体

判決文

抽出

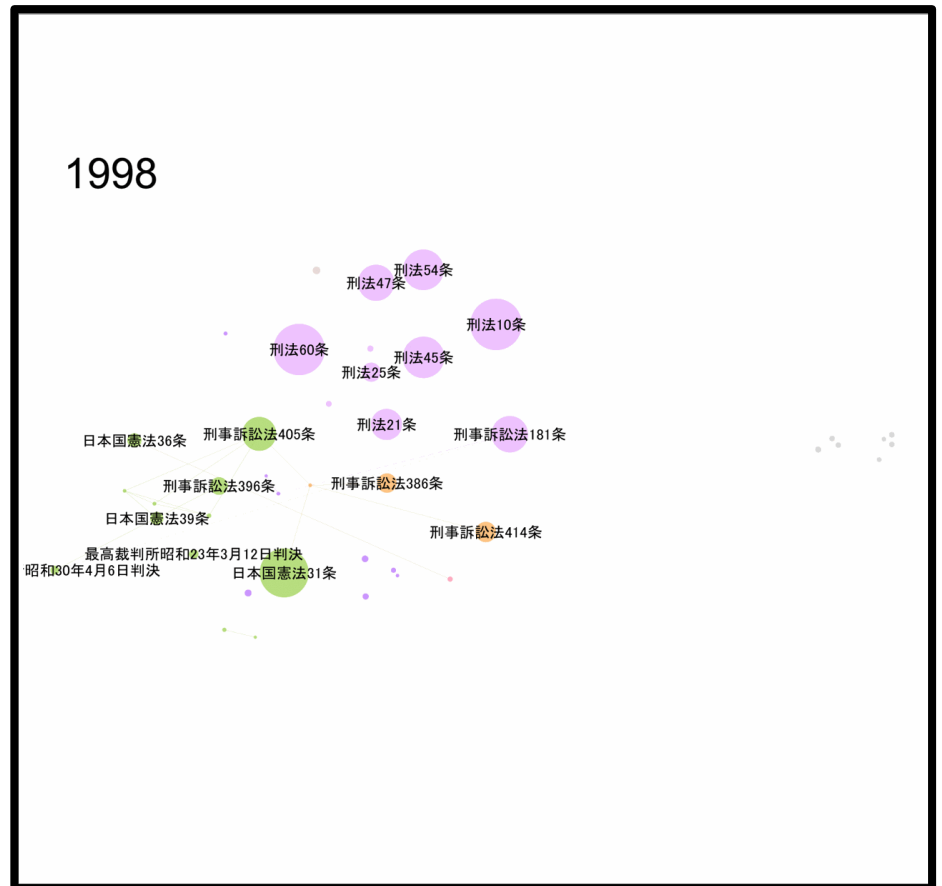


商標法



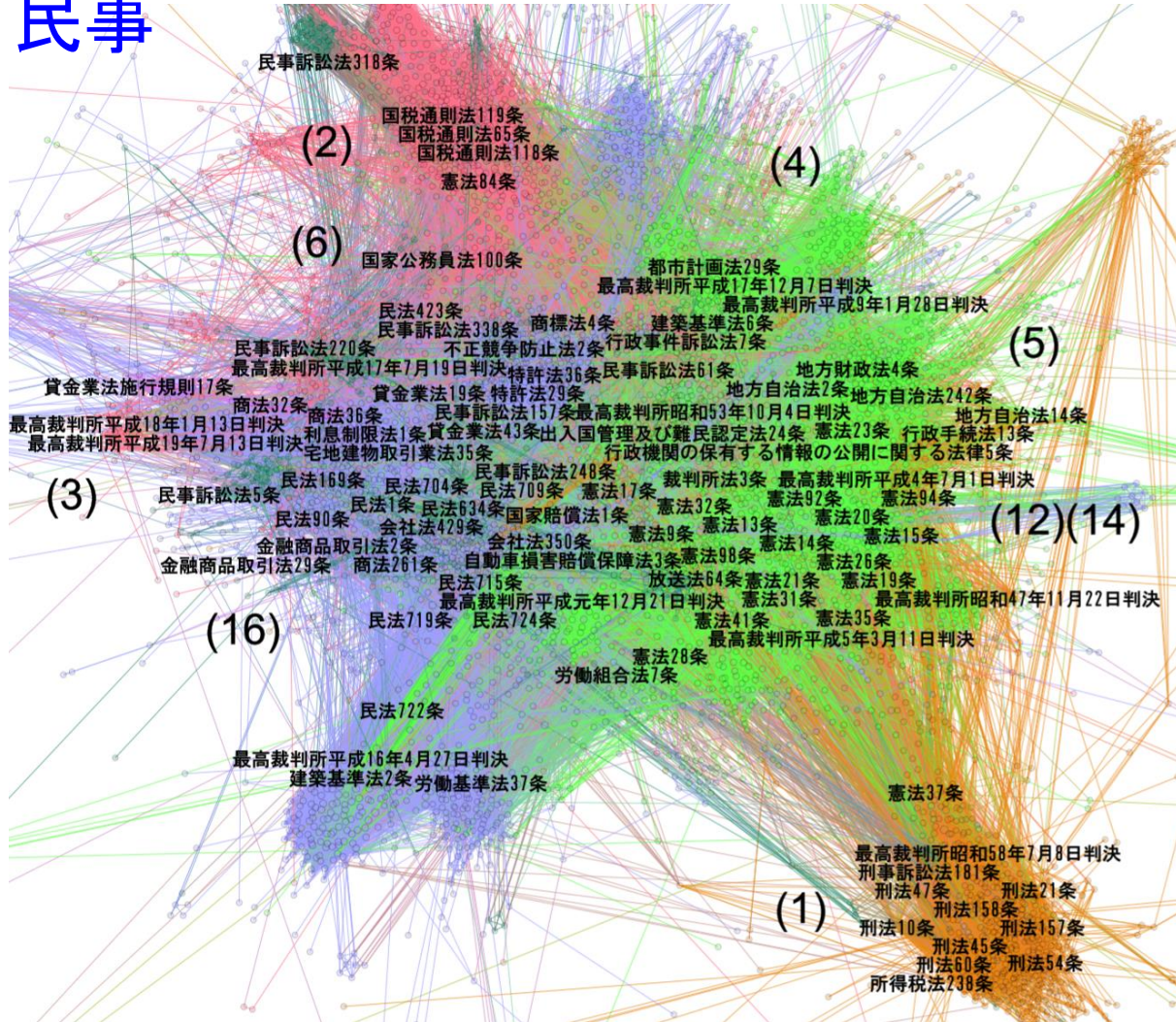
不正競争防止法

最高裁判所昭和  
38年12月5日



# 法の構造分析

民事

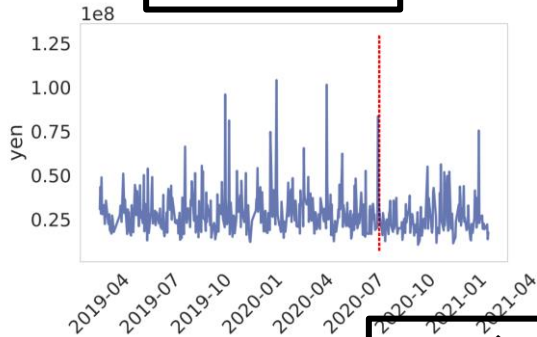


- 民事・刑事の境界部分が面白い
- クラスタリングのクラスタリングを重ねるとどこで民事刑事は統合されるか

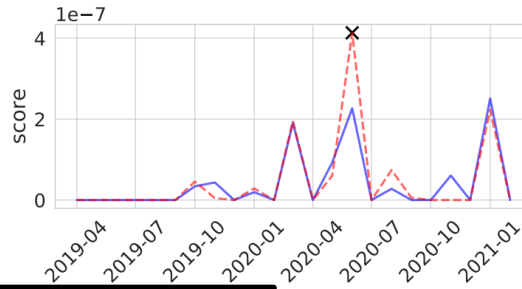
刑事

# 銀行送金データ

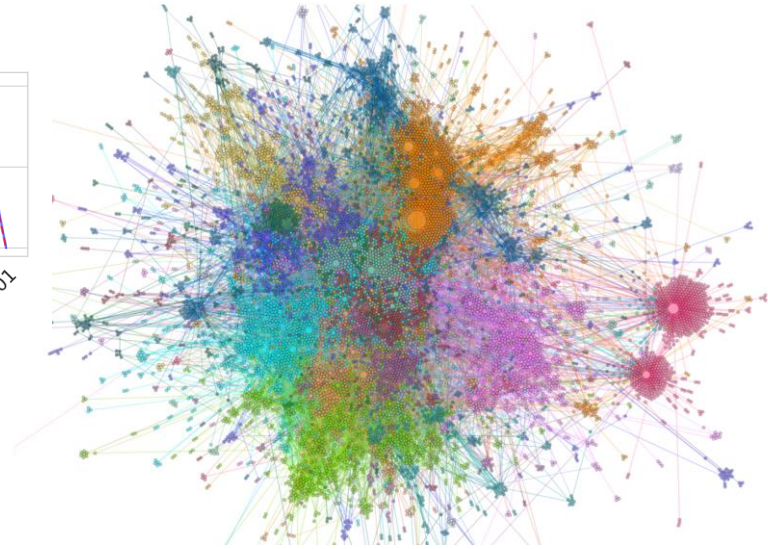
## 平均送金額



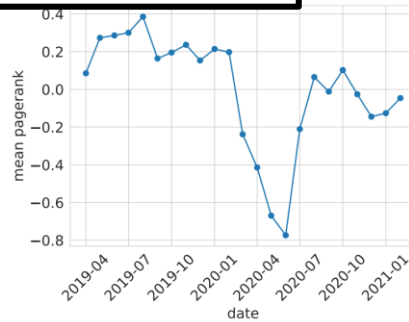
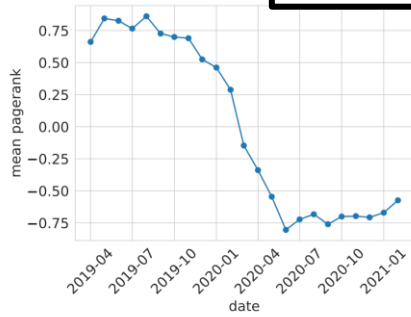
## 異常検知



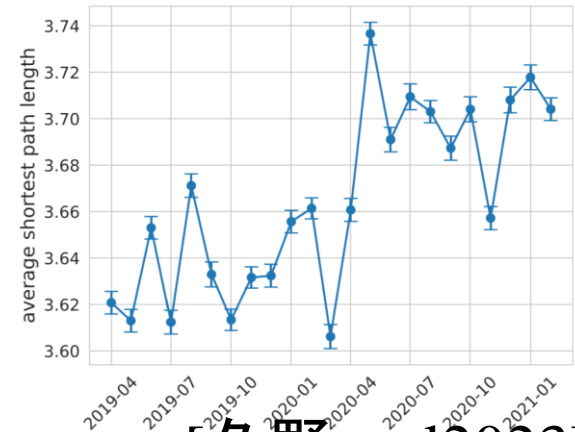
## 企業ネットワーク



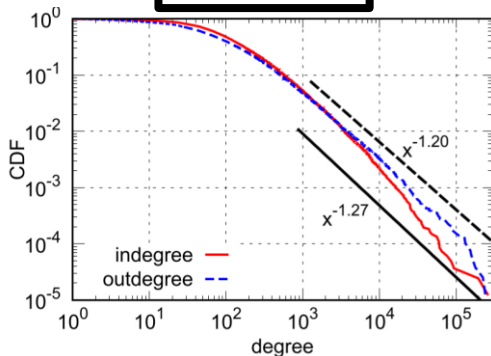
## ページランクの時間変化



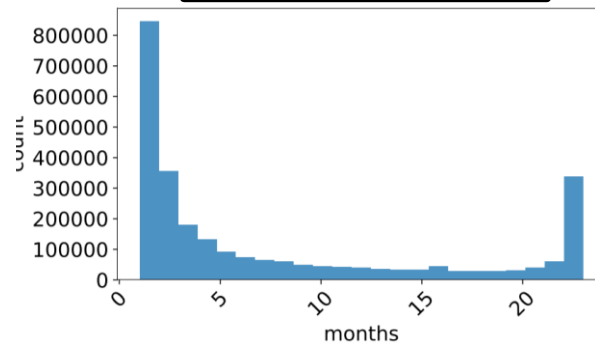
## 平均最短経路長



## 次数分布



## エッジの出現月数



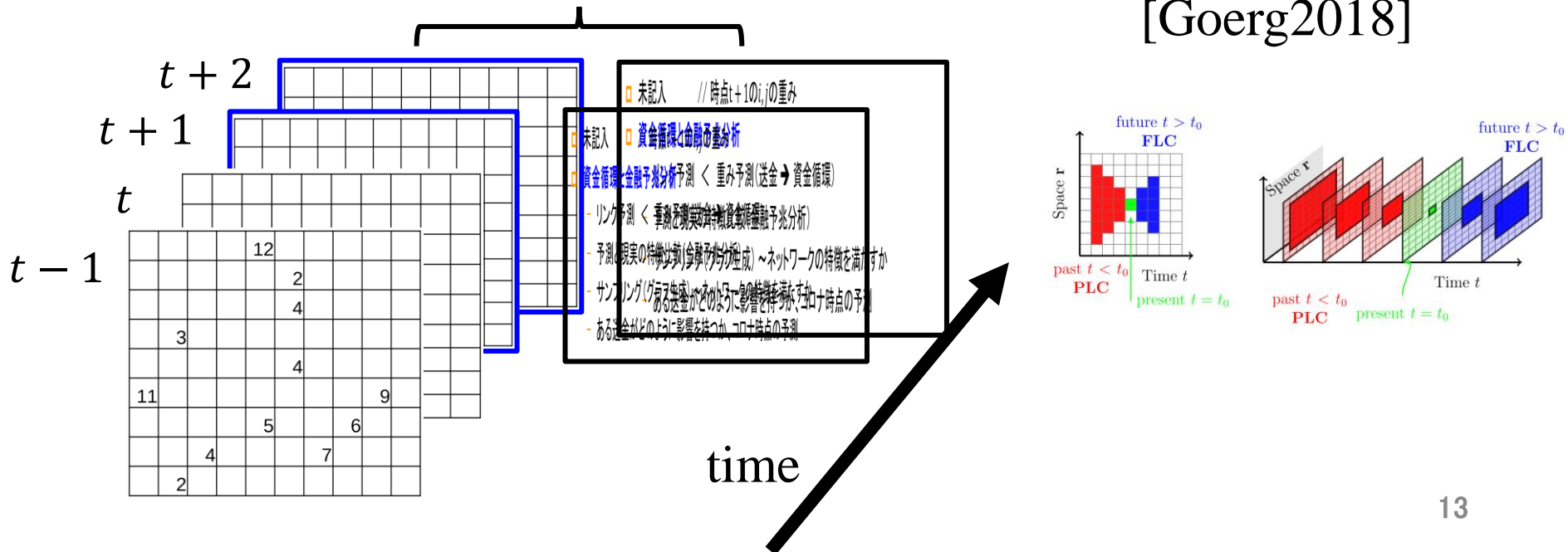
[久野 et al 2023]

# 送金データのリンクウェイト予測

- $p(Y_{t+1}|G_{1:t})$  // 時点  $t + 1$  の  $i, j$  の重み
- 資金循環と金融予兆分析
  - リンク予測 < 重み予測 (送金 → 資金循環)
  - 予測と現実の特徴比較 (金融予兆分析)
  - サンプリング (グラフ生成) ~ ネットワークの特徴を満たすか
  - ある送金がどのように影響を持つか、コロナ時点の予測

## 特徴比較

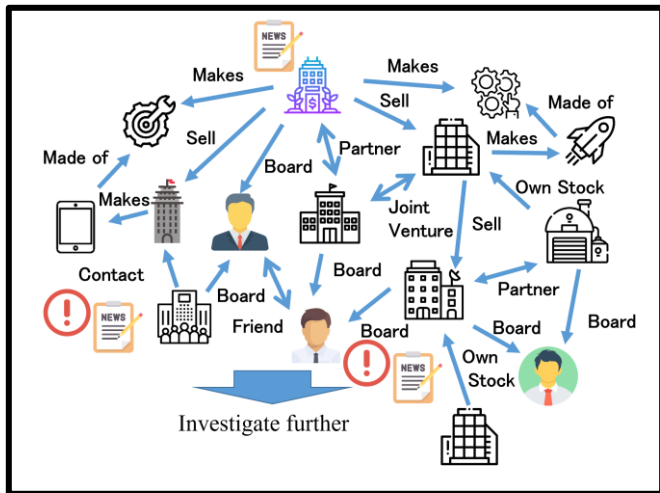
## 時空間の場合 [Goerg2018]



# 経済ノレッジグラフ

関係に注目した世界中の企業・人・製品のデータベースの構築

- 金融データをベースにノレッジグラフ作成 → 不正検知 [Hisano++2020]
- リスク管理、情報の信頼性、データ駆動型政策支援

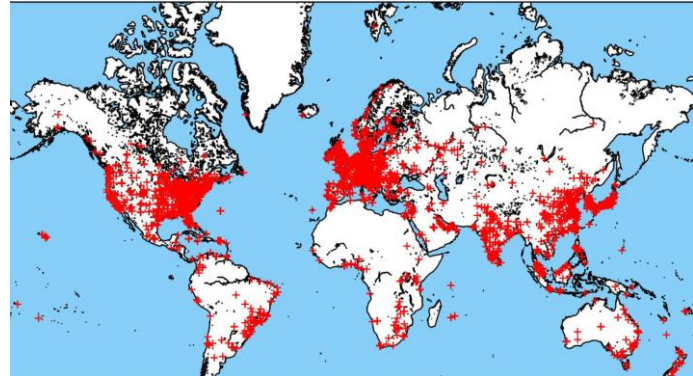


## ● 金融データ7種と公開情報2種でデータベース作成

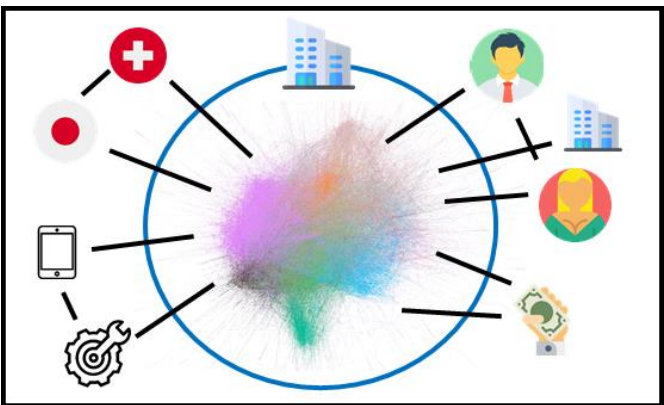
Source	Date of Acquisition	Node types	Relation types	Num Nodes	Num Edges
Dow Jones Adverse Media Entity	Dec 2016	Firm	Location, Homepage	132,127	390,320
Dow Jones State Owned Companies	Dec 2016	State Owned Firms	VIP, Employee, Owner	280,995	702,172
Dow Jones Watchlist	Dec 2016	VIPs, specially interested person	social relations	1,826,273	8,322,560
Capital IQ Company Screening Report	Dec 2016	Firms	Buyer-Seller, Borrower etc	505,789	2,916,956
FactSet	Dec 2015	Firm, Goods, Industry	Parent-child firm, Issue Stock	613,422	8,213,225
FactShip	Jan 2017	Firm, Goods, Invoice etc	Overseas trade etc	16,137,550	36,345,381
Reuters Ownership	Dec 2016	Owners, Stocks	Issue, Own	1,560,544	121,769,151
Panama papers	Jan 2017	Entities, Officers	shareholder of, director of	888,630	1,371,984
DBpedia	Apr 2016	Various	Various	35,006,127	249,429,771

## ● 関係型(頻出上位25) ● 予想対象(約3.5万)は世界中に存在

Rank	Relation	Number
1	located_in	2,723,162
2	customer	717,019
3	supplier	713,434
4	own_stock	493,316
5	belongs_to_industry	359,425
6	strategic_alliance	348,352
7	creditor	339,184
8	recieve_goods	330,311
9	send_goods	319,292
10	issue_stock	187,498
11	make_products	181,574
12	competitor	174,487
13	part_of_industry	172,621
14	borrower	153,203
15	domain	131,153
16	distributor	116,262
17	subsidiary	107,119
18	parent-company	107,117
19	associated-person	100,699
20	international_shipping	95,050
21	associate	72,685
22	landlord	62,904
23	<a href="http://dbpedia.org/ontology/party">http://dbpedia.org/ontology/party</a>	55,653
24	employer	47,901
25	employee	47,184

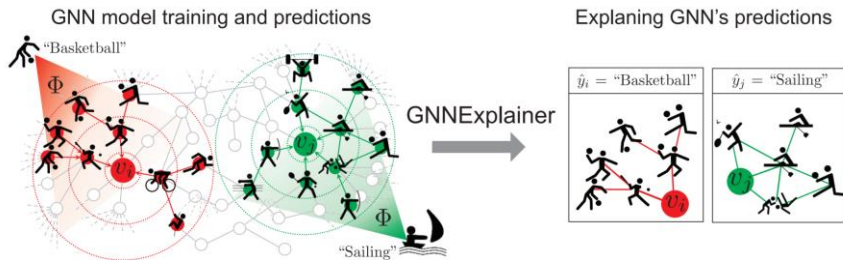


## ● ノード:5千万、エッジ:4億

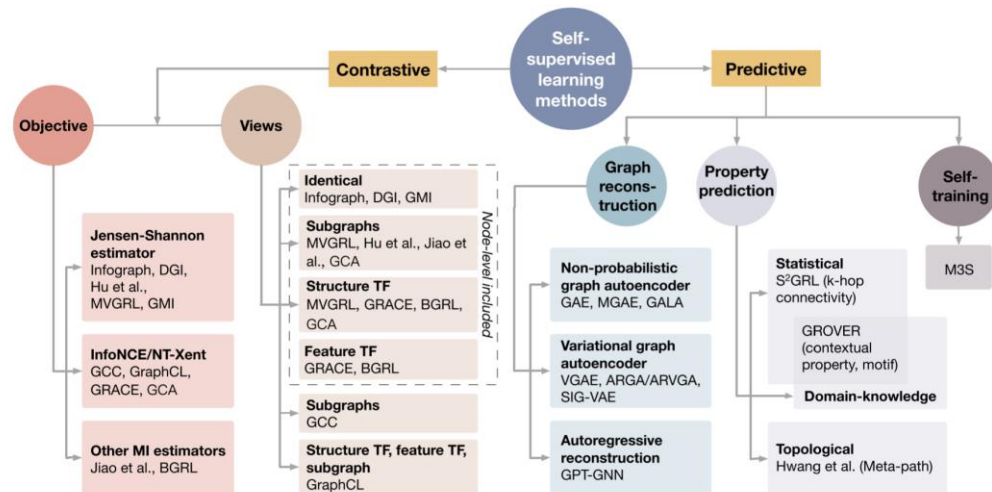


# xAIとSelf supervised learning

- 旧データ → データ更新(2023)
- 経済応用を考えると解釈性は重要
  - GraphExplainer[Ying++2019]
- Self supervised learning[Xie++2021]
  - あるネットワークの学習結果を元のデータは共有せずに他で使える → 経済価値が大きい



[Ying++2019]



[Xie++2021]

# まとめ

□ ネットワーク × 金融・法律

□ 実データをベースにモデル開発したい

- 今日あげたものに関してはデータ整備の作業はほぼ全て終わっているのですぐモデルの話に取り掛かれる