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）
2022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

研究課題

ネットワーク学習、社会ビッグデータ解析

1. 銀行送金分析と経済ノレッジグラフ構築による実態分析

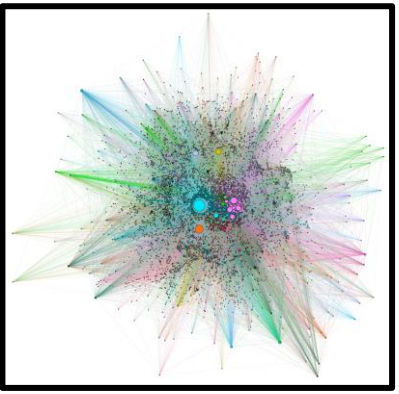
- 銀行送金：銀行との共同研究
- ビットコイン・イーサリアム送金：Zürich大学ブロックチェーンセンター所長：Prof. Dr. C. Tessoneと連携

2. 日米判決文を通したの法の構造分析と規範の形成過程

- 判決文：(株)TKCと共同研究
- TKC➔法学図書館にを提供

- 元東大計数・情理の学生➔弁護士と連携

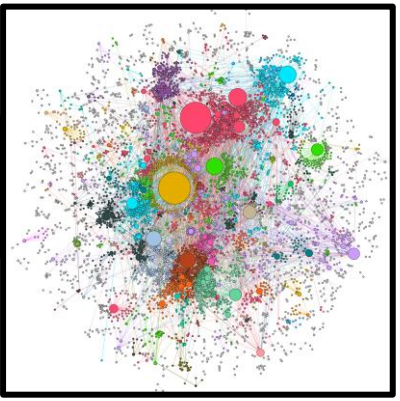
ビットコイン送金



3. テキストからネットワーク抽出とCOVID-19ニュース・経済政策

- 東大経研渡辺教授と連携

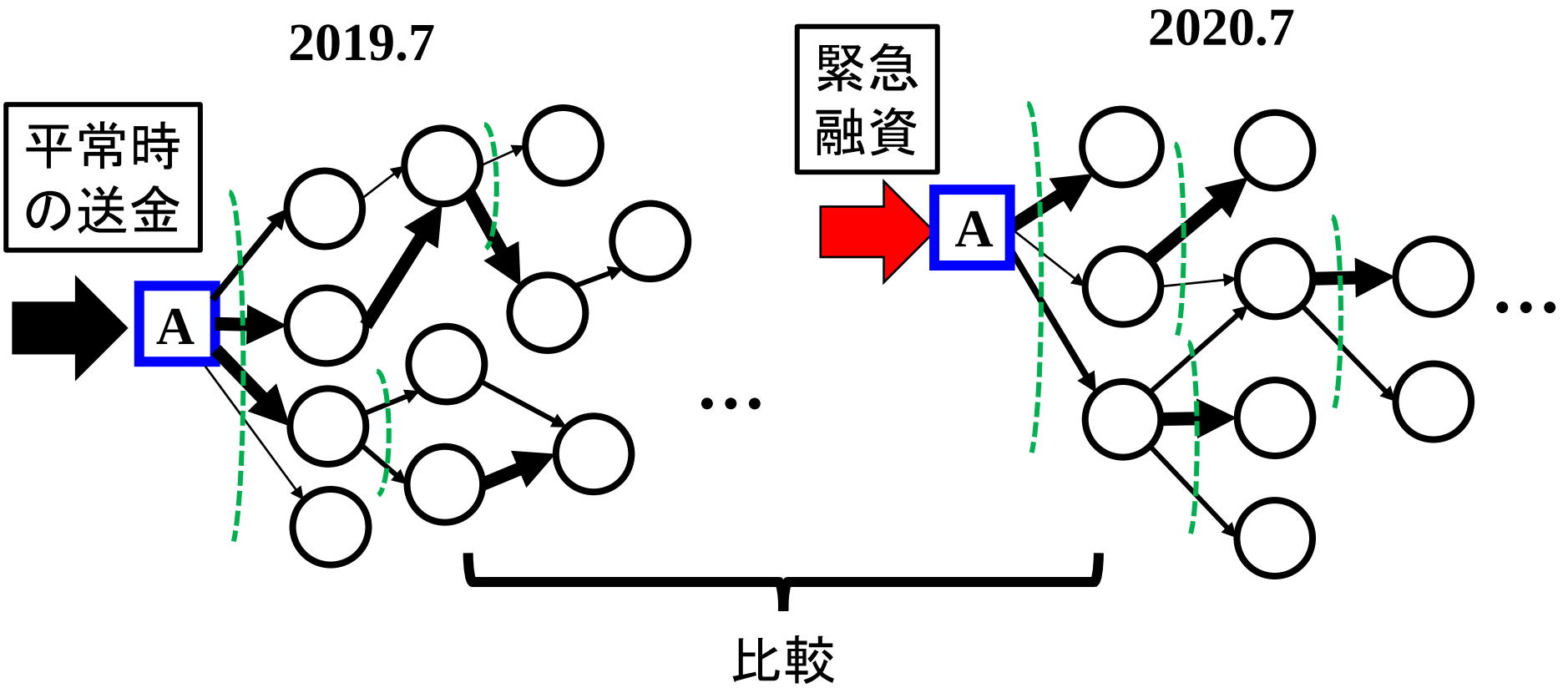
イーサリアム送金



緊急融資の線形按分

- 平常時・緊急融資時のお金の流れを線形按分で近似して比較

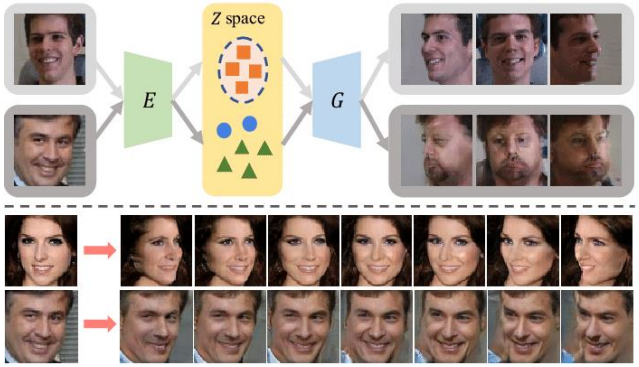
➔実証分析的には面白い



Q. 送金パターンを学習することで、例えば将来また同じような緊急融資を実施する時にどのように流れるか送金を生成できるようにできないか？

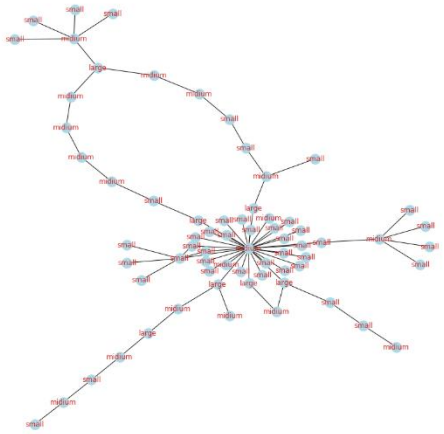
グラフ生成

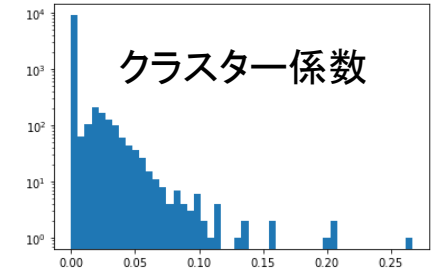
- **グラフを新規生成**
  - 自然言語生成、画像生成のグラフ版
  - グラフ生成自体は古典的モデルでも可能
- **深層学習によるグラフ生成**
  - 表現力向上、補助データ（非構造等）の活用（2018年～）
- 仮想通貨（イーサリアム）での生成例

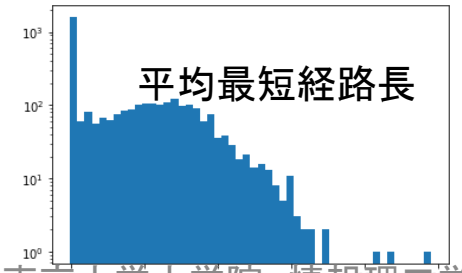


画像生成の例[Tian2018]

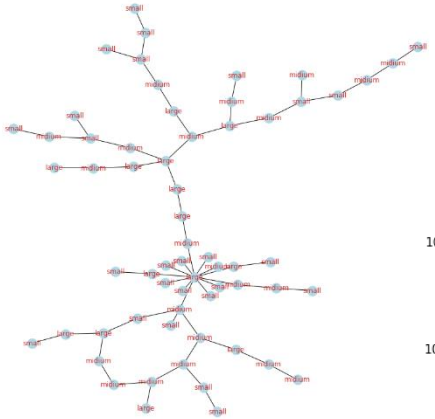
オリジナル

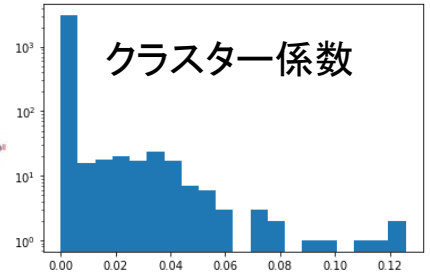


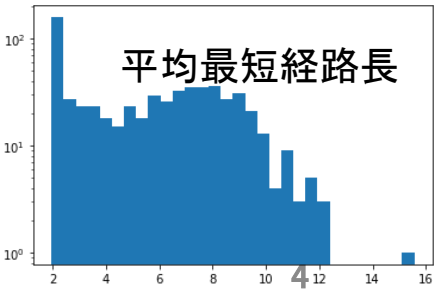




生成



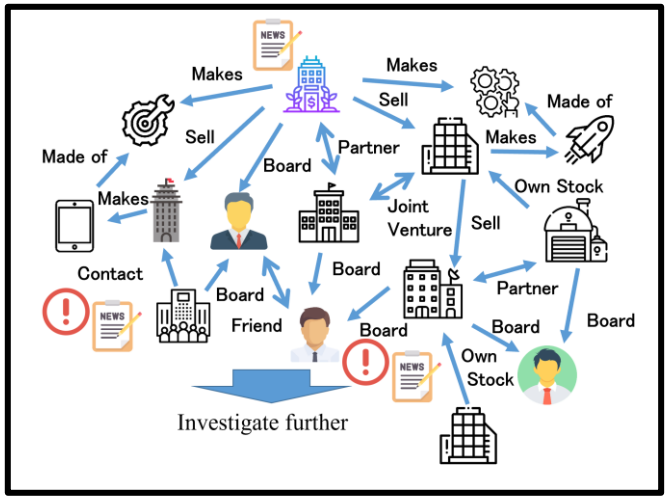




経済ノレッジグラフ

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

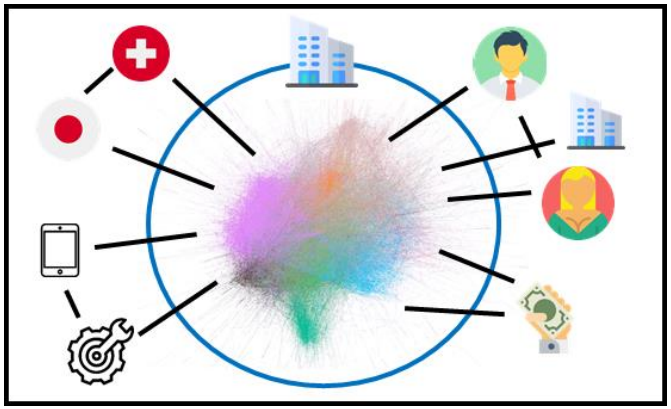
- 金融データをベースにノレッジグラフ作成➔**不正検知**[Hisano++2020]
- リスク管理、情報の信頼性、データ駆動型政策支援



● 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

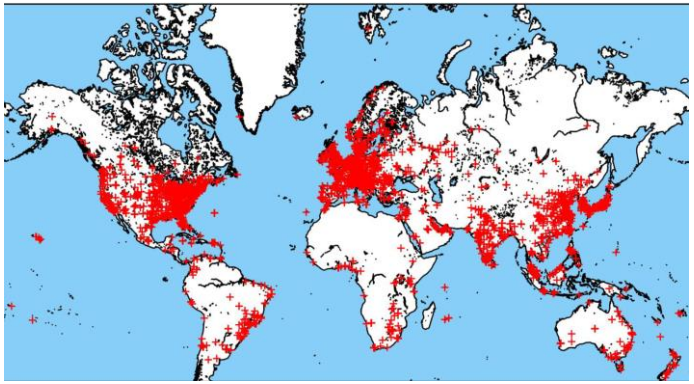
● ノード:5千万、エッジ: 4億



● 関係型(頻出上位25)

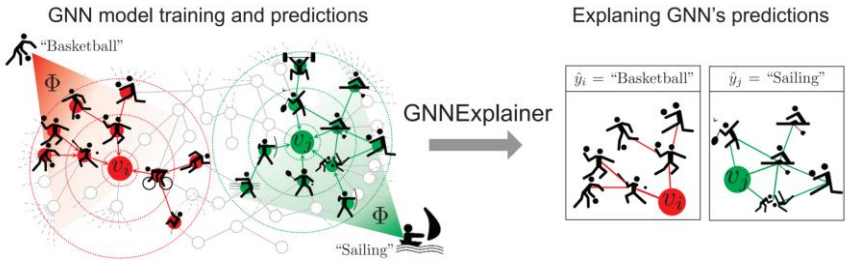
Rank	Relation	Number
1	located_in	2,723,162
2	customer	717,019
3	supplier	713,434
4	own_stock	493,316
5	belongs_to_industry	359,425
6	strategic_alliance	348,352
7	creditor	339,184
8	recieve_goods	330,311
9	send_goods	319,292
10	issue_stock	187,498
11	make_products	181,574
12	competitor	174,487
13	part_of_industry	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	http://dbpedia.org/ontology/party	55,653
24	employer	47,901
25	employee	47,184

● 予想対象(約3.5万)は世界中に存在

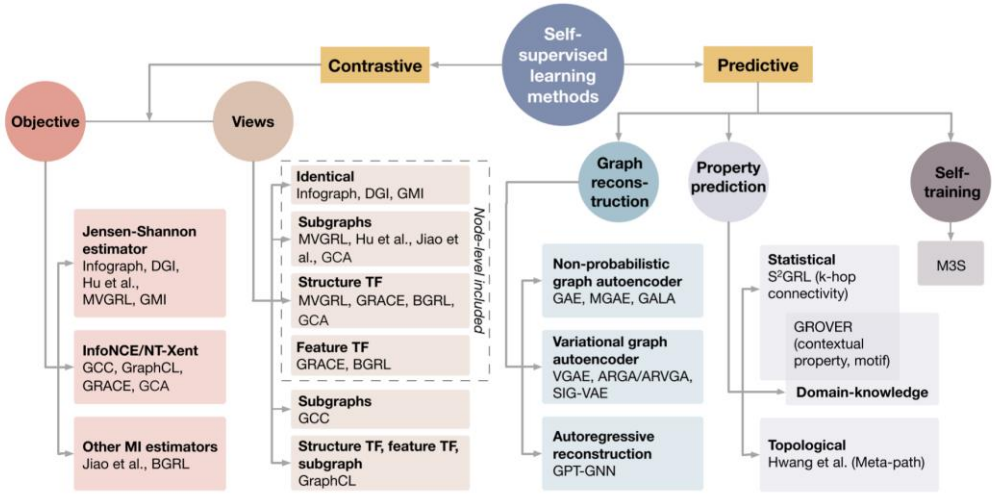


xAIとSelf supervised learning

- 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]

判決文データ

- **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）
  - 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[redacted]に基づき,被告A2の使用者兼被告車の運行供用者である被告＊株式会社(以下「被告会社」という。)に対しては[redacted]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。

深層学習で変換

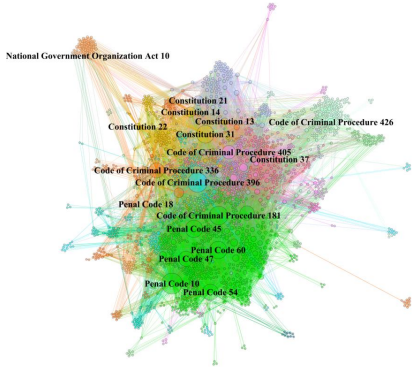
−1.3	−0.3	0.9	0.1	0.4

予想

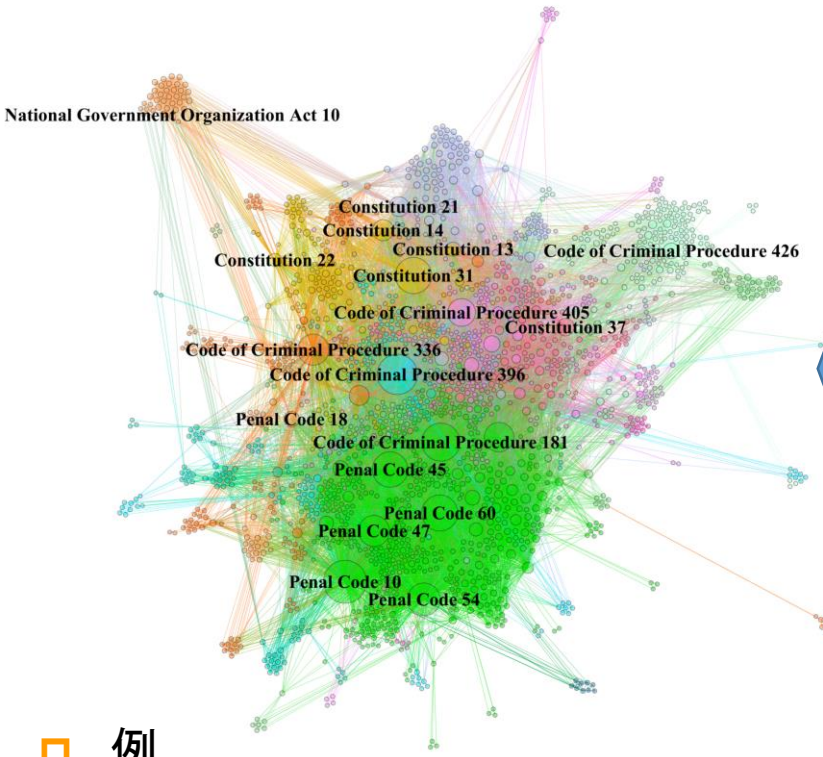
民法709条，民法715条，自動車損害賠償保障法3条，…

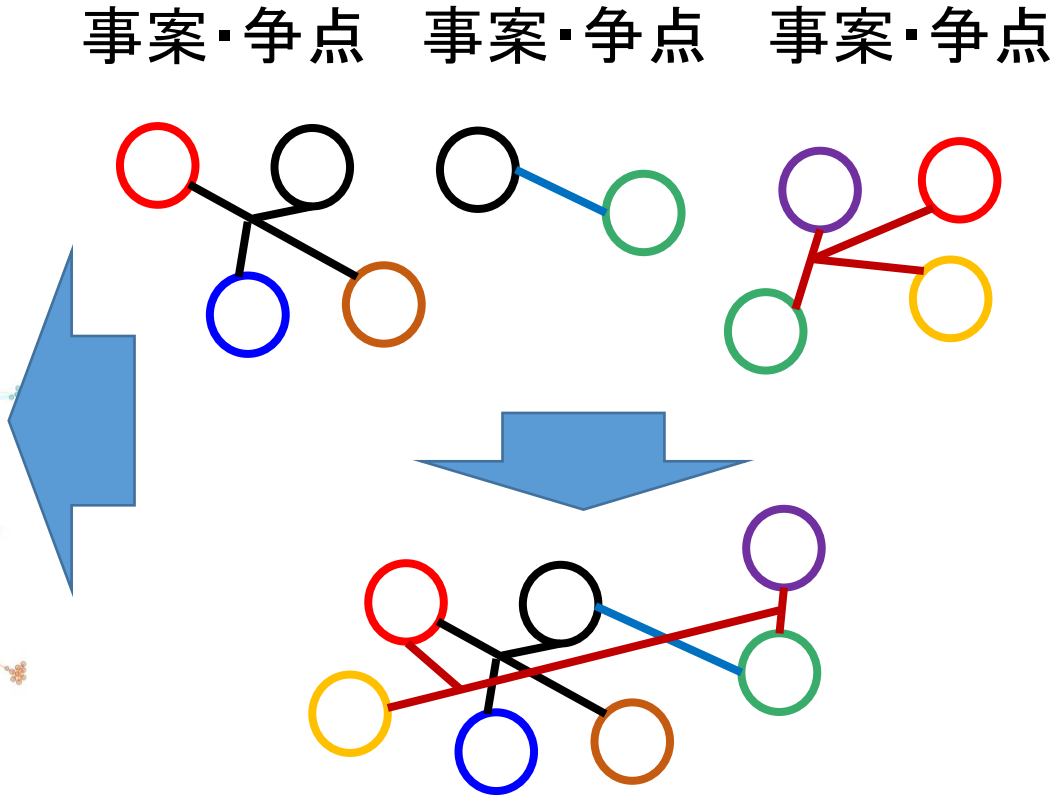
- **法の使われ方のネットワークの構築**

判決文 → 抽出 → 最大判昭和32年3月13日 / 刑法175条 / 最大判昭和44年10月15日刑集23巻10号1239頁 → 集約



ハイパーグラフ





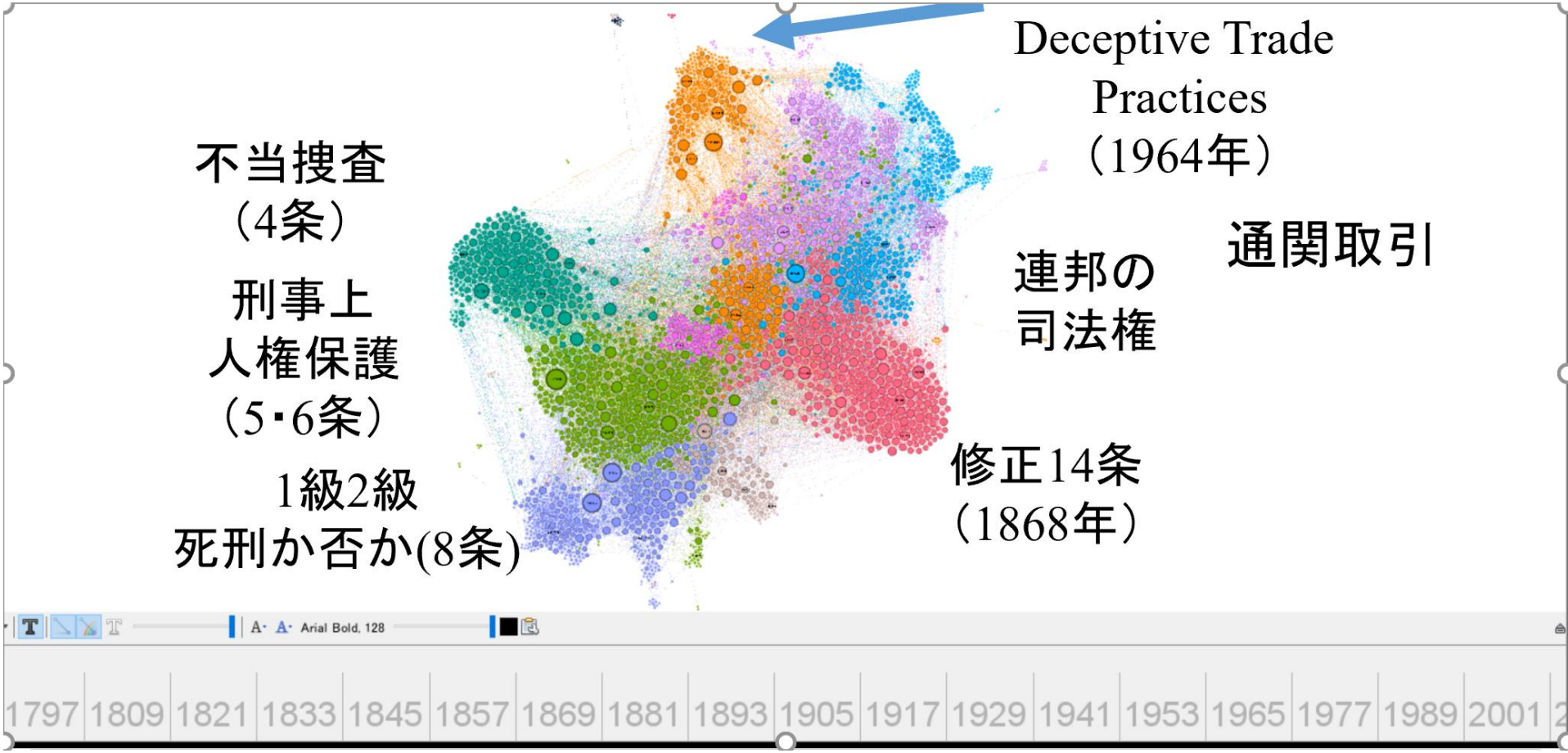
- 例
  - 国税通則法、所得税法、法人税法、消費税法、憲法30条、憲法84条
  - 商標法、不正競争防止法、最高裁判所平成20年9月8日判決、最高裁判所昭和43年2月27日判決、最高裁判所昭和38年12月5日判決
  - 刑法175条、最大判昭和32年3月13日、最大判昭和44年10月15日
- 法の構造に沿ったモデル開発が重要

判決文と規範の形成過程

米国判例の引用関係[Freelaw]

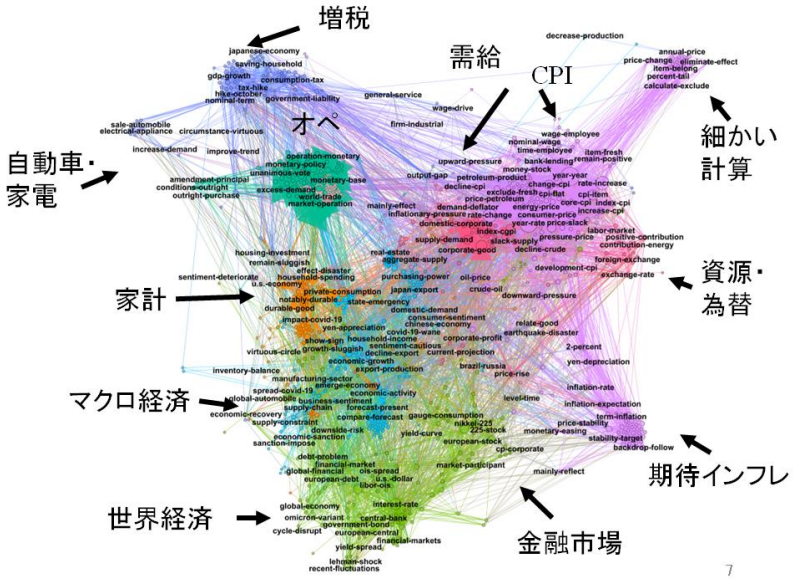
***次数500以上に限定＝3K,43K （元はノード,エッジ数＝3M,30M）**

➔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



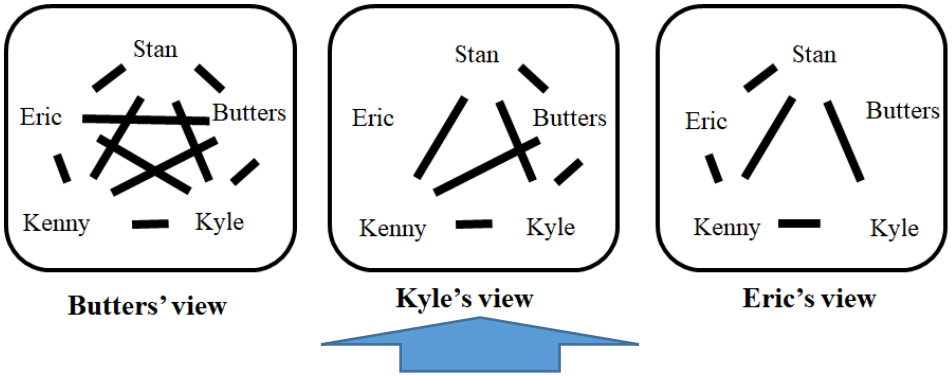
認知因果ネットワーク

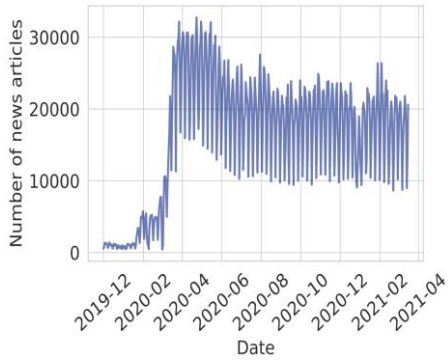
日銀発表から作成



- **捉え方の違い**が生む齟齬：
  - **中央銀行**：「マイナス金利→企業の資金調達コスト低下→企業の設備投資増加→景気回復」
  - **民間金融**：「マイナス金利→銀行の収益悪化→銀行の貸し渋り→企業の資金調達難→企業の設備投資減少→景気悪化」

- **認知社会ネットワーク➔認知因果ネットワーク（ネットワークの集団）**





- 周囲の友好ネットワークをどう記憶しているか（**認知社会ネットワーク**：[Krackhardt(1987)]）