

# e-CSTIを活用したブロックチェーン分野の 研究動向分析

---

内閣府 科学技術・イノベーション推進事務局 上席科学技術政策フェロー  
筑波大学 教授  
面 和成

※内閣府のウェブサイト「研究領域の違いによる研究資金配分と論文アウトプットの関係性分析」に掲載された資料をベースとしている。  
[https://e-csti.go.jp/downloads/2-kenkyu/funding2/e-csti-security-report\\_202209.pdf](https://e-csti.go.jp/downloads/2-kenkyu/funding2/e-csti-security-report_202209.pdf)

# エビデンスに基づく政策立案の必要性

内閣府にて必要なデータを収集し，関係者と共有するプラットフォームを構築

## エビデンスシステム (CSTI)

我が国の大学・研究法人等における  
「研究」「教育」「外部資金獲得」状況のエビデンスを収集・整理  
～インプットとアウトプットの関連を分析可能に～

関係府省庁  
エビデンスに基づく  
より効果的・効率的な  
政策立案(EBPM)へ

大学・研究開発法人  
エビデンスに基づく  
より効果的・効率的な  
法人運営(EBMgt)へ

「研究力」「教育力」「外部資金獲得力」

我が国の科学技術・イノベーション力の向上

➤ <https://e-csti.go.jp>

e-CSTI Evidence data platform constructed by Council for Science, Technology and Innovation [本文へ](#)

文字サイズ 標準 大 言語 日本語 English

TOP | e-CSTIとは | 分析 | お知らせ | お問い合わせ

**e-CSTI**

### e-CSTIとは？

客観的根拠（エビデンス）に基づき日本の科学技術政策の政策立案（EBPM: Evidence based Policy Making）及び国立大学法人・国立研究開発法人等の法人運営（EBMgt: Evidence based Management）を推進するため、科学技術イノベーション関連データを収集し、データ分析機能を提供するシステム（エビデンスシステム）です。

[詳しく知りたい方](#) >

- 2020年3月にe-CSTI分析機能を関係府省庁へ、7月末に国立大学・研究開発法人等へ利用開放を開始
- 2020年9月1日、一般公開サイトを立ち上げ

# エビデンスシステム（CSTI）の概要

## 目指すべき 将来像と目標

- ・民間投資の呼び水となるよう**政府研究開発投資をエビデンスに基づき配分**することにより、官民合わせたイノベーションを活性化
- ・**国立大学・研究開発法人がEBMgtで経営を改善**し、そのポテンシャルを最大限発揮
- ・エビデンスシステムを構築し、**2020年3月に政府内利用、7月末に国立大学・研究開発法人等内利用を開始、9月1日に公開可能部分について一般公開サイトを立ち上げ**

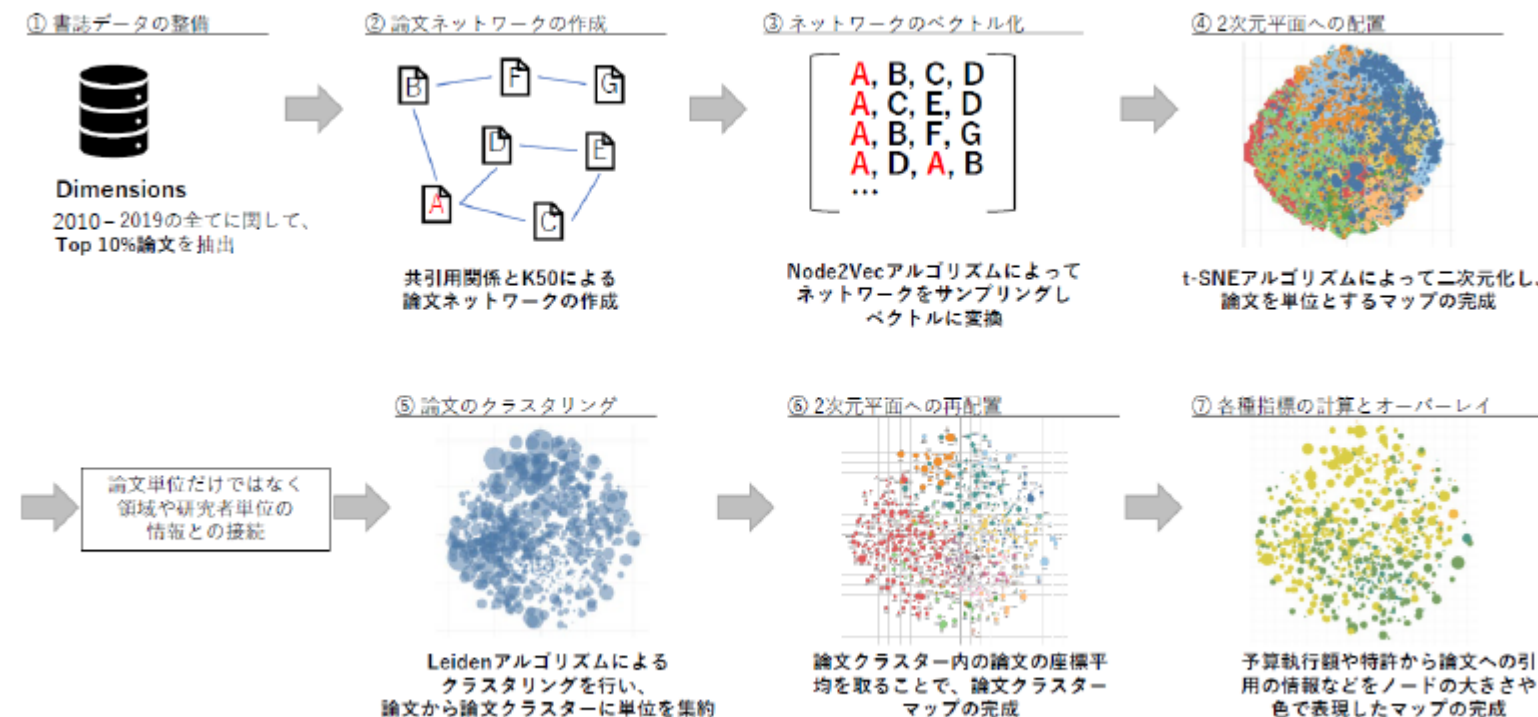
	エビデンスシステムの分析	具体的内容
1.	科学技術関係予算の見える化	行政事業レビューシートや各省の予算PR資料を活用し、関係各省の予算の事業内容、分野等の分類を可能とすることにより、科学技術関係予算が見える化する。
2.	国立大学・研究開発法人等の研究力の見える化	効果的な資金配分の在り方を検討するため、政府研究開発投資がどのように論文・特許等のアウトプットに結びついているかを見る化する。
3.	大学・研究開発法人等の外部資金・寄付金獲得の見える化	大学・国立研究開発法人等への民間研究開発投資促進に向け、①各法人の外部資金獲得実態を見る化するとともに、②各法人が用途の自由度の高い間接経費や寄付金をどのように獲得しているかを見る化する。
4.	人材育成に係る産業界ニーズの見える化	各大学等が社会ニーズを意識しつつ教育改善を図ることを可能とするため、産業界の社会人の学びニーズや産業界からの就活生への採用ニーズを産業分野別、職種別に見える化する。
5.	地域における大学等の目指すべきビジョンの見える化	イノベーション・エコシステムの中核となる全国の大学等が、今後目指すべきビジョンの検討を進めるため、地域毎の大学等の潜在的研究シーズや地域における人材育成需給を見る化する。

# 分野全体を俯瞰した研究動向の分析ツール（論文マップ）の開発について

Digital Science社が提供するDimensionsの書誌情報データベースにある**Top10%論文（2010～2019年の過去10年間の200万本以上、学会発表等を含む）**を、論文同士の共引用関係を元に、**1,100程度の論文クラスター**に分類。

さらに、**各論文クラスターを12,500程度のサブクラスター**に分類し、マップ化。注目する技術・論文が含まれるクラスターの特徴を分析することで、**注目する技術等の動向や、共著ネットワーク等の分析、強みを有する研究機関の把握**等を行う。

## マップ作成の流れ



**深層学習に基づく自然言語処理を使用することで、任意のキーワードを与えればその内容に関係が深い論文集合を提示する機能を整備。関心を有する技術を含む論文クラスターを特定することが可能。**



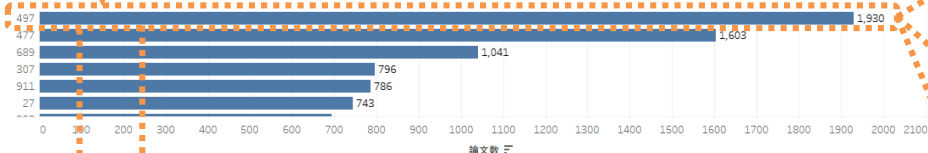
# e-CSTIを活用した各分野における研究動向の把握に向けた取り組み

## ■ 任意のキーワードと関係が深いクラスターを提示

文字列検索 (論文タイトル・要約内の単語を検索)

security

「security」に関係が深いクラスターを抽出

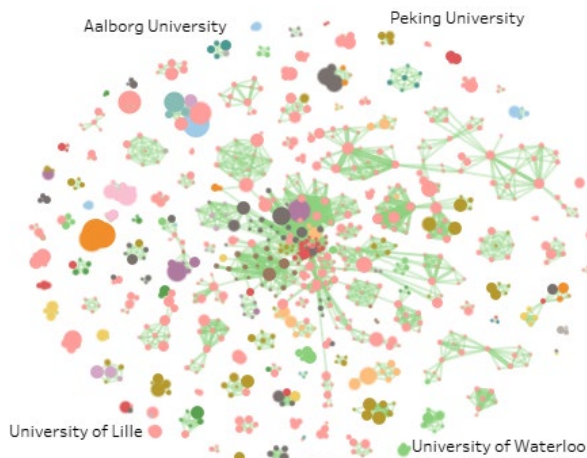


クラスター497に含まれる論文のタイトル等を表示

論文ID	論文タイトル	著者	所属機関	発表年	被引用数
1057	Discovering Android Malware: Characterization and Evolution	NULL	United States	2012	1,309
	Experimental Security Analysis of a Modern Automobile	NULL	United States	2010	927
	Source: Discovering a Cyberware Trojan	IEEE Security & Privacy	NULL	2011	813
	Security of the Internet of Things: perspectives and challenges	Wireless Networks	China, OTHER	2014	686
	Tampered	ACM Transactions on Computer Systems	United States, South Korea	2014	659
	Stable and Secure Sharing of Personal Health Records in Cloud Computing Using Attribute-Based Encryption	IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems	United States	2012	654
	Enabling Public Availability and Data Dynamism for Storage Security in Cloud Computing	IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems	United States, China	2011	643

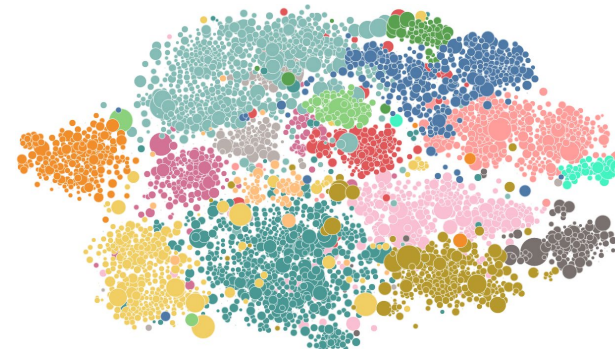
## ■ 国際的な共著ネットワークを可視化

クラスター497のサブクラスターに含まれる論文著者のネットワークを表示



## ■ クラスターごとに論文を2次元マップで表示

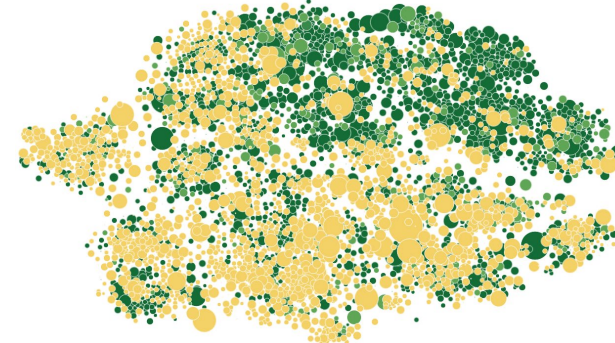
サブクラスター別に色分け



著者の所属機関の国別に色分け

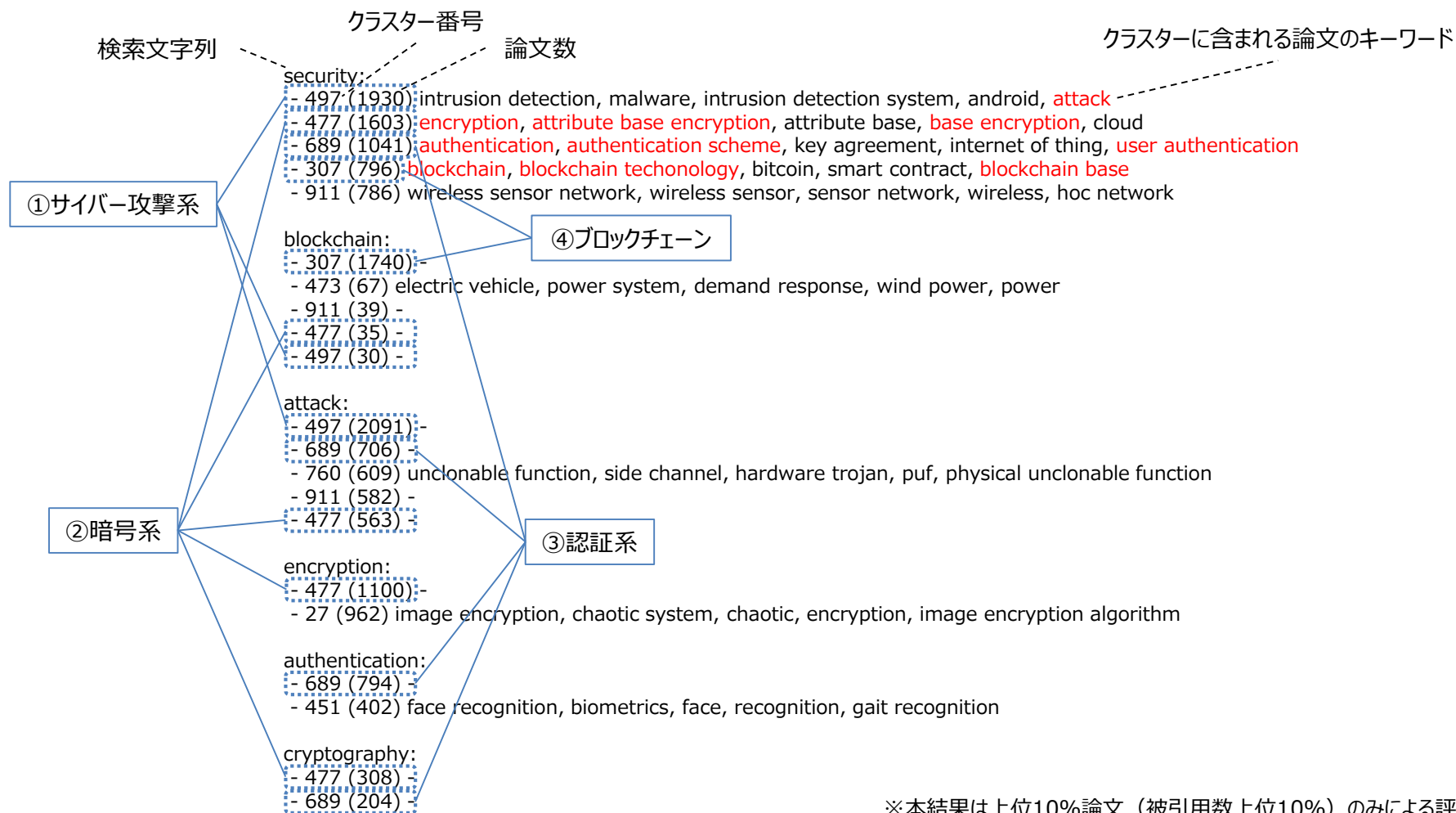


Article/Proceeding等の論文種別で色分け



# 情報セキュリティに関する論文クラスターの特定

■可視化分析ツール（文字列検索（正規表現）によるクラスター分析）を用いて、情報セキュリティに関する論文クラスターを検索したところ、①サイバー攻撃系、②暗号系、③認証系、④ブロックチェーン関連をキーワードとする4つのクラスターを特定し、試行的な分析を実施。

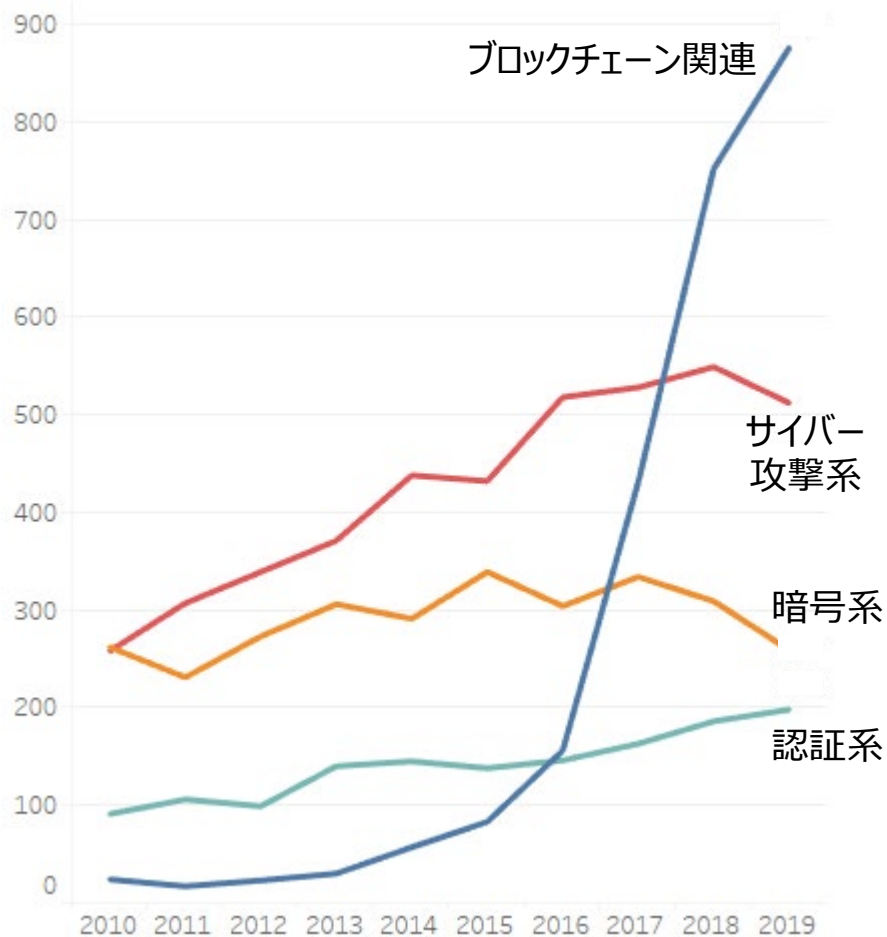


※本結果は上位10%論文（被引用数上位10%）のみによる評価

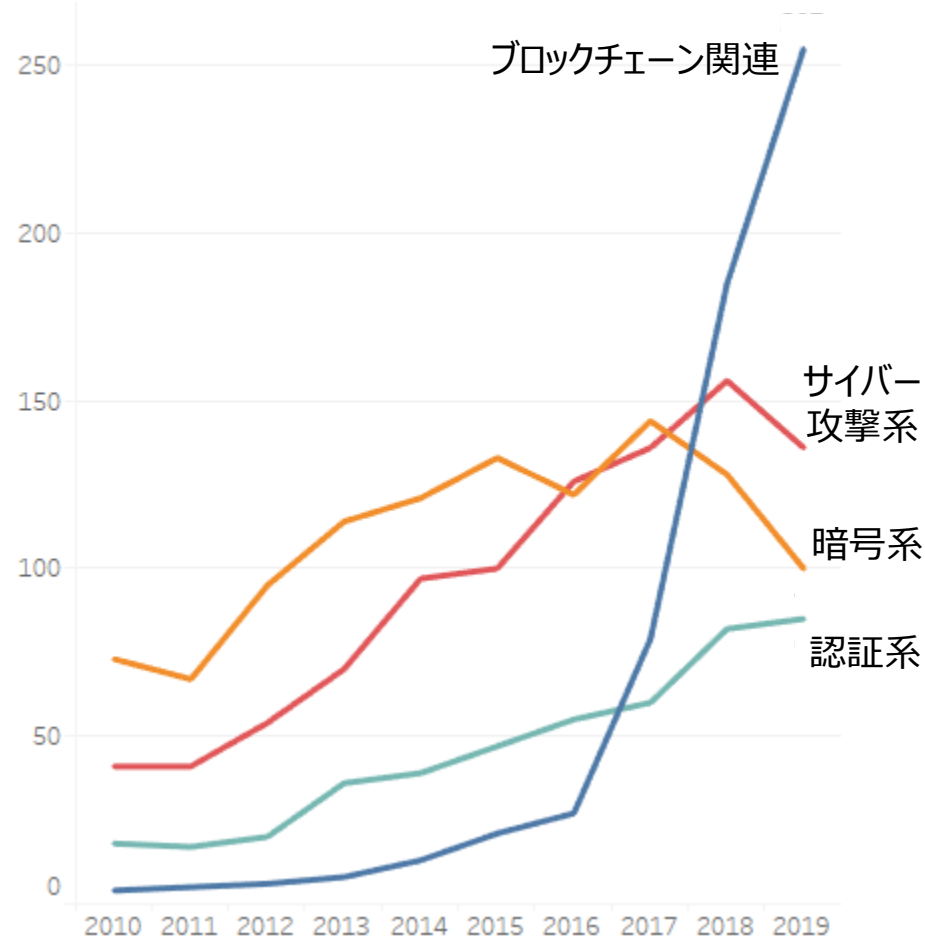
# 情報セキュリティに関するクラスターにおける論文数・国際共著論文数の推移（2010～2019）

- サイバー攻撃系の研究は近年重要さを増しており、論文数が増加傾向。国際共著論文も増加。
- 暗号系（暗号化・プライバシー関連）の研究は、一定の論文数が継続。
- 認証系の研究も論文数が増加傾向にある。
- ブロックチェーンは新しい技術であり、様々な分野への適用の可能性・将来性が指摘される中、論文数が急激に増加している。

## 論文数



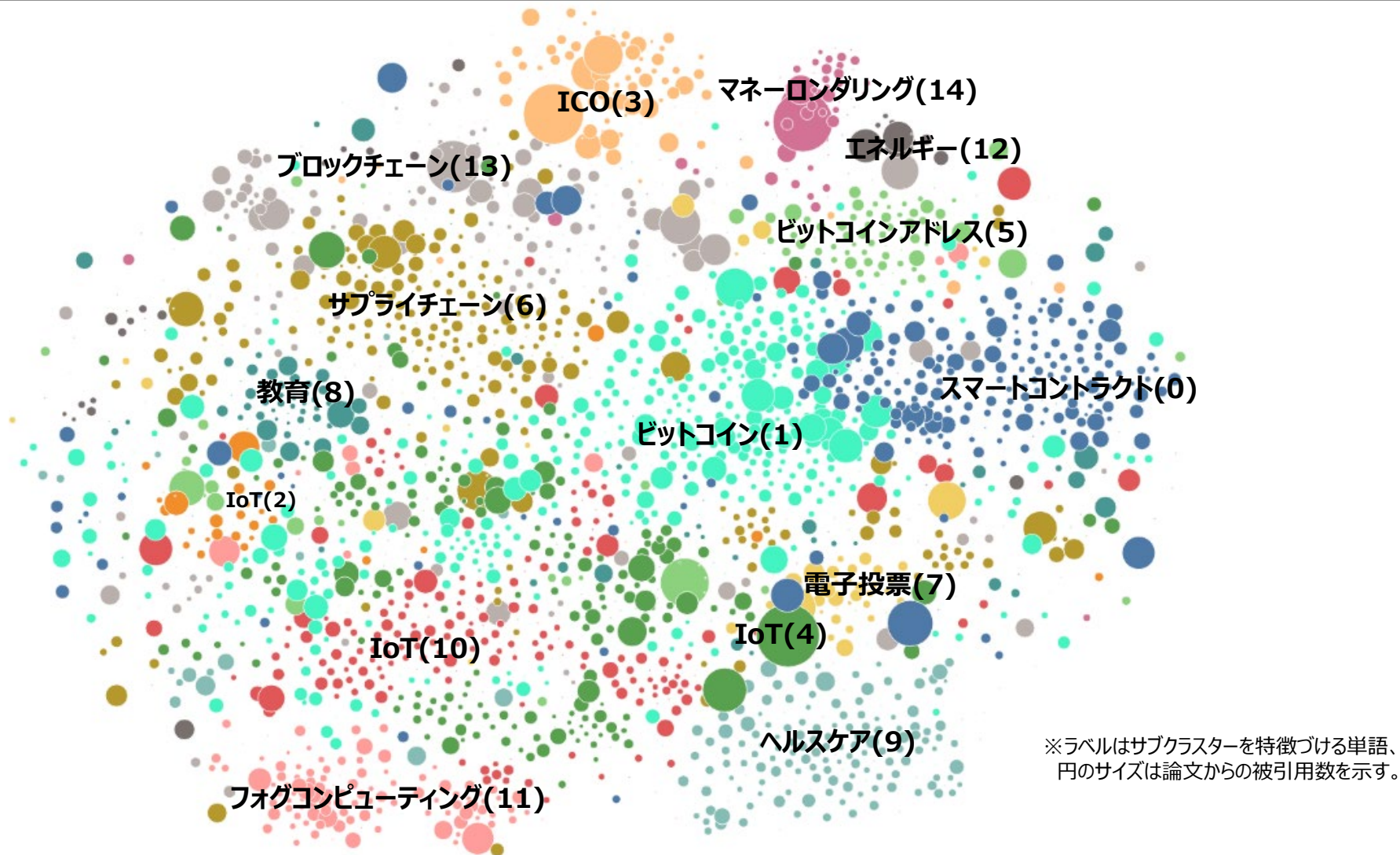
## 国際共著論文数





# ブロックチェーン関連クラスタの論文マップ

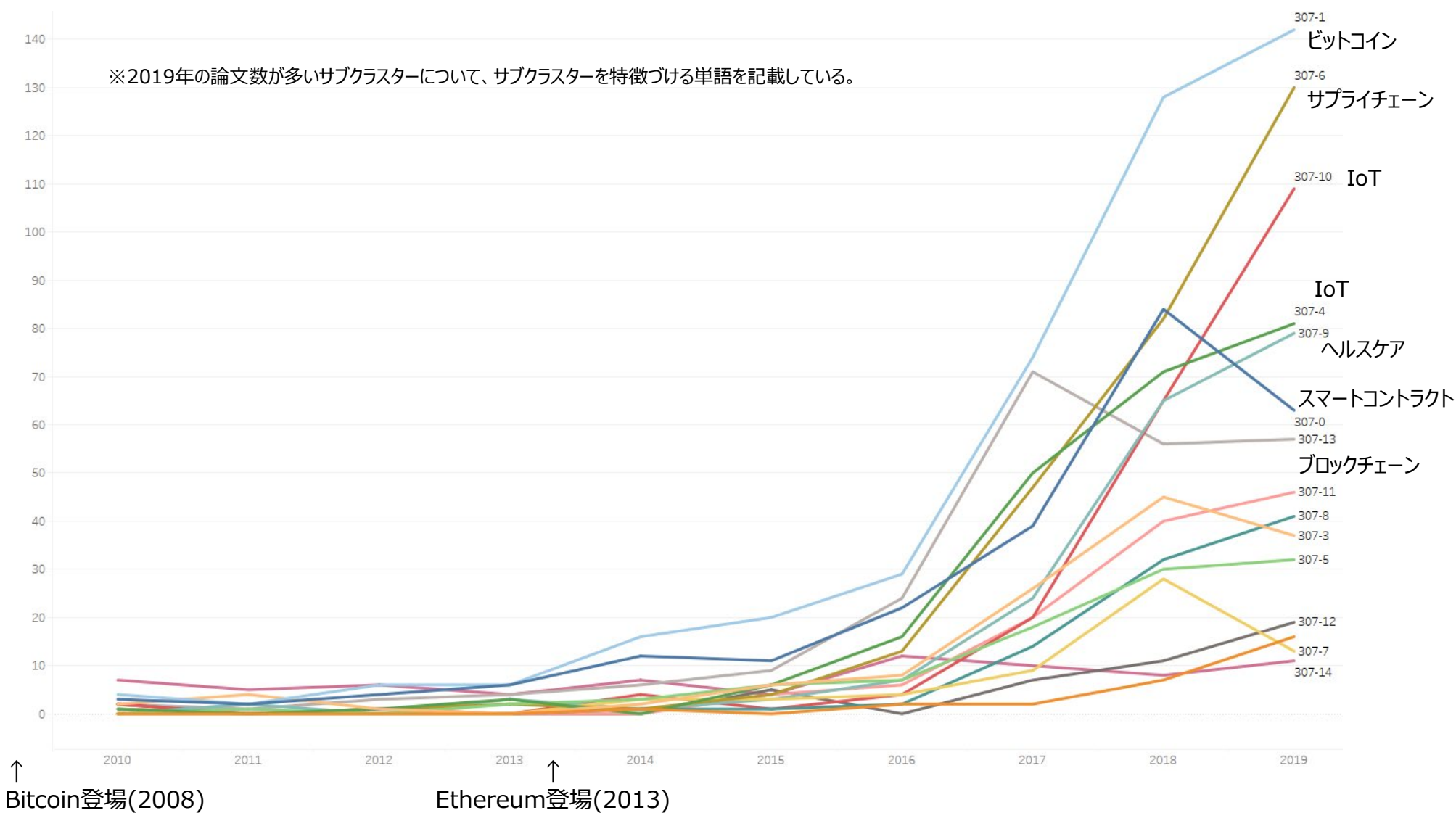
■ブロックチェーンをキーワードとして含む論文クラスタは15のサブクラスタに分類され、それぞれが、ブロックチェーンの適用分野や関連技術により、特徴づけられている。



# ブロックチェーン関連クラスターのサブクラスターにおける論文数の推移

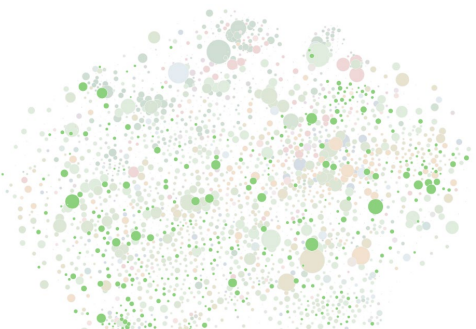
■多くのサブクラスターにおいて、論文数は増加傾向にある。

※2019年の論文数が多いサブクラスターについて、サブクラスターを特徴づける単語を記載している。



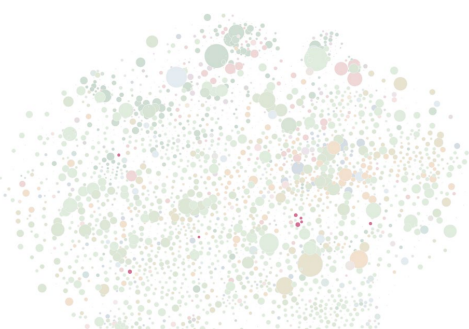
# ブロックチェーン関連クラスタの論文マップ° (論文分野の可視化)

■ AI、ハードウェア、ビジネス、法学、経済、公衆衛生まで、ブロックチェーン分野の関連分野は多岐にわたる。特にAIとの融合分野の論文が多い。



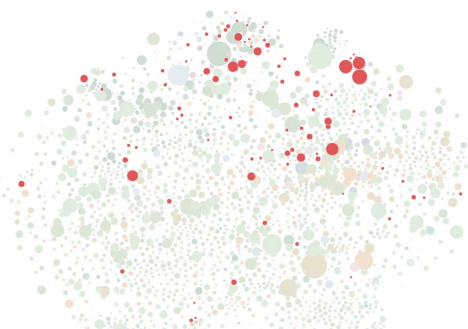
## AIと画像処理

医療インテリジェンス、自律的IoT、  
ブロックチェーン解析など



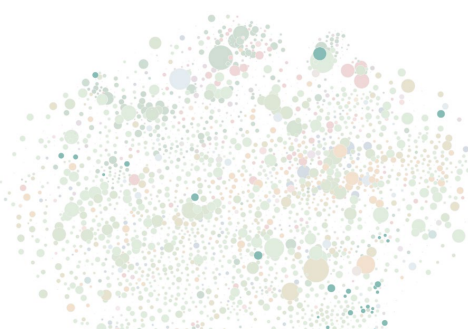
## 製造

製造システム、工場ネットワーク、  
製造情報の管理など



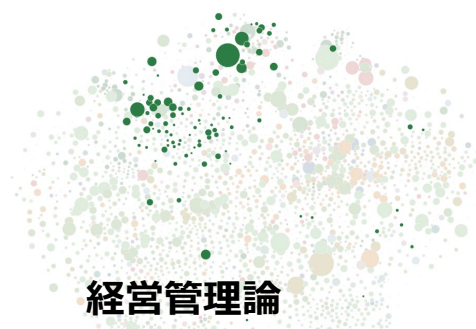
## 応用経済学

ビットコイン市場、エネルギー市場、  
セルフィッシュマイニングなど



## 公衆衛生

臨床試験、ヘルスケア、  
医薬品サプライチェーンなど



## 経営管理論

クラウドファンディング、ビジネスモデル、  
サプライチェーン管理など



## 法学

マネーロンダリング防止、電子政府、  
著作権など



## 銀行、金融、投資

クラウドファンディング、ICO、  
コーポレートガバナンスなど

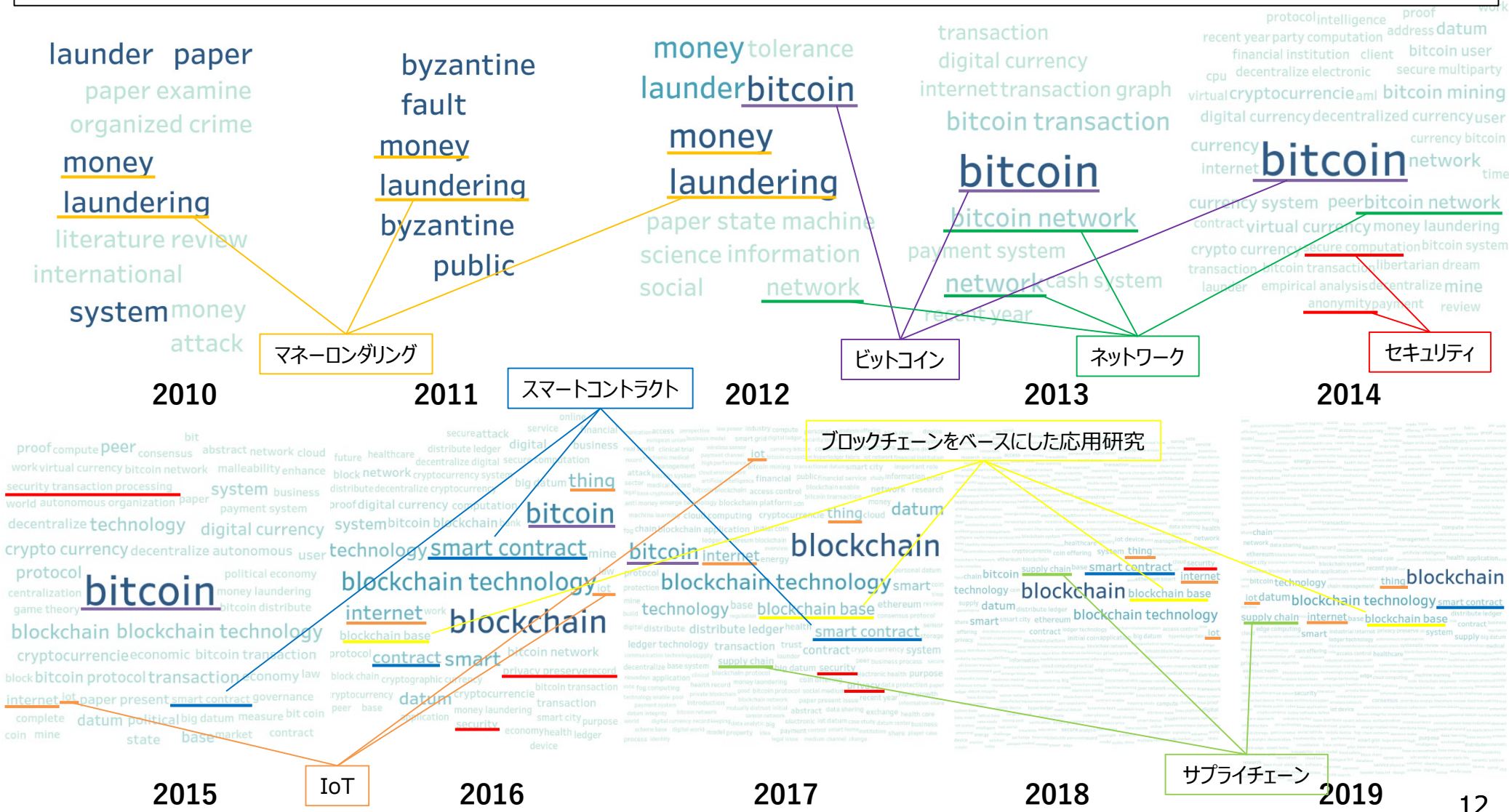
※円のサイズは論文からの被引用数を示す。



# ブロックチェーン関連クラスターに含まれるキーワードの変化による研究動向把握

- 当初は、マネーロンダリングへの懸念から関連の論文が多かったが、**ビットコインやセキュリティ強化、サプライチェーンへの活用**等、様々な研究が実施されていることが示唆される。最近では**自律分散型プログラム（スマートコントラクト）**もキーワードとして出現している。

※2010-2015は頻出回数2以上のキーワード、2016-2019は頻出回数3以上のキーワードを表示



# ブロックチェーン関連クラスター含まれる応用キーワード (2015~)

※頻出回数20回以下、論文数2以上で表示

■ 論文のキーワードからは、**金融、サプライチェーン、医療、エネルギー、著作権、保険、契約管理等さまざまな分野への適用に向けた研究**が行われていることが示唆される。

2015

datum official currency law and economic advanced metering social identity profoundly influence standard for thought compute recent proliferation proliferation of bitcoin technology of bitcoin protocol that facilitate hybrid advanced metering behavioral choice blockchain base decentralization normative standard consensus online communication protocol meter infrastructure law payment system behavioral inhibition system social coin cryptocurrency bit coin political economy money laundering decentralize autonomous stream bit decentralize autonomous organization cloud governance distribute cryptographic protocol internet of thing transaction processing advanced metering infrastructure include electronic payment base decentralized governance meter infrastructure design smart contract paper present social identity conflict protocol decentralize decentralized governance literature online communication communication protocol innovation economic literature infrastructure design game theory model complete pose problem state regulation internet complete security theory model

**Political economy (政治経済学)**  
**Governance (ガバナンス)**  
**Money laundering (資金洗浄)**  
**Decentralized autonomous organization (DAO)**  
**Internet of things (IoT)**  
**Smart contract (スマートコントラクト)**  
**Cryptographic protocol (暗号プロトコル)**

**Healthcare (ヘルスケア)**  
**crowdfund (クラウドファンディング)**  
**Supply chain (サプライチェーン)**  
**Contract management (契約管理)**  
**Economic theory (経済理論)**

device attack cash system healthcare peer block chain bitcoin digital venture capital base smart bank equity crowdfunde byzantine fault trust decentralized ledger current research anti money laundering bitcoin cryptocurrency program smart contract literature review bitcoin network distribute ledger technology supply chain decentralize digital currency lot decentralized cryptocurrency system code bitcoin protocol cryptographic currency traditional business model money laundering cryptographic primitive distribute ledger contract management electronic health service bitcoin transaction economic theory transaction ledger contract law fraud purpose digital ledger crowdfunde market security big datum electronic health law equity

2016

2017

data analytic bitcoin system control system big financial service machinedigital currency model literature review central authority electric vehicle legal chain management paper investigate introduction clinical performance analysis electricity market financial institution emergence of artificial base on block digital identity datum integrity industrial revolution laundry software define network blockchain application case study high performance european union blockchain technology enable distribute ledger system ic trust third party emerge technology industry challenge information and communication recently gain gain widespread adoption sustainable development goal pharmaceutical supply chain purpose this paper supply chain management communication technology payment sustainable development blockchain revolution public entity cryptocurrency purpose the purpose private technological innovation blockchain platform peer to peer access control system information share fog access control policy industrial internet construction authentication anti money peer land transaction gain widespread highly sensitive review world sensor network transparency access

**Data analytic (データ分析)**  
**Electric vehicle (電気自動車)**  
**Clinical (臨床)**  
**Electricity market (電力市場)**  
**Digital identity (デジタルアイデンティティ)**  
**Software define network (ソフトウェア定義ネットワーク)**  
**Sustainable development (SDGs)**  
**Fog (フォグコンピューティング)**

Manufacturing (製造)

Energy (エネルギー)

Smart city (スマートシティ)

Intellectual property (知的財産権)

Medical datum (医療データ)

Copyright (著作権)

Corporate governance (コーポレートガバナンス)

Insurance (保険)

Maritime industry (海事産業)

Clinical trial (臨床試験)

open source private sector manufacturing transparency blockchain world city infrastructure health information paper focus energy internet bitcoin transaction smart city network access management intellectual property medical datum performance analysis revolution develop country access control system energy trading legal healthcare datum base distribute potential management blockchain implementation monetary policy object abstract blockchain cryptocurrency base base privacy preserve anti money laundering economic growth characteristic of decentralization nowadays practical byzantine fault anti money smart contract enable blockchain base privacy control byzantine consensus datum integrity apply blockchain technology support smart contract practical byzantine base architecture real world copyright smart city infrastructure blockchain framework urban information and datum insurance pki corporate governance electric vehicle blockchain revolution scalable blockchain contract application government service opportunity regular basis health care system modern economy online maritime industry performance private datum real time public sector hoc network clinical trial

2018

2019

decentralization paper present payment world's population iot system gain much popularity develop rapidly security threat secure energy trading factormodern business process pharmaceutical insight ambient assist live intelligence product deletion receive considerable attention mobile business process management product attribute base access financial service health datum decentralized storage care remote byzantine fault tolerance artificial distribute denial blockchain base privacy secure datum sharing blockchain base trust base architecture blockchain empower overview of blockchain bitcoin blockchain communication channel public ledger technology future research control system digital forensic ledger lot of interest security perspective data mining attention in recent chain network trade privacy

**Secure energy trading (安全な電力取引)**  
**Pharmaceutical (製薬)**  
**Ambient assist live (自立生活支援技術)**  
**Digital forensic (デジタルフォレンジック)**



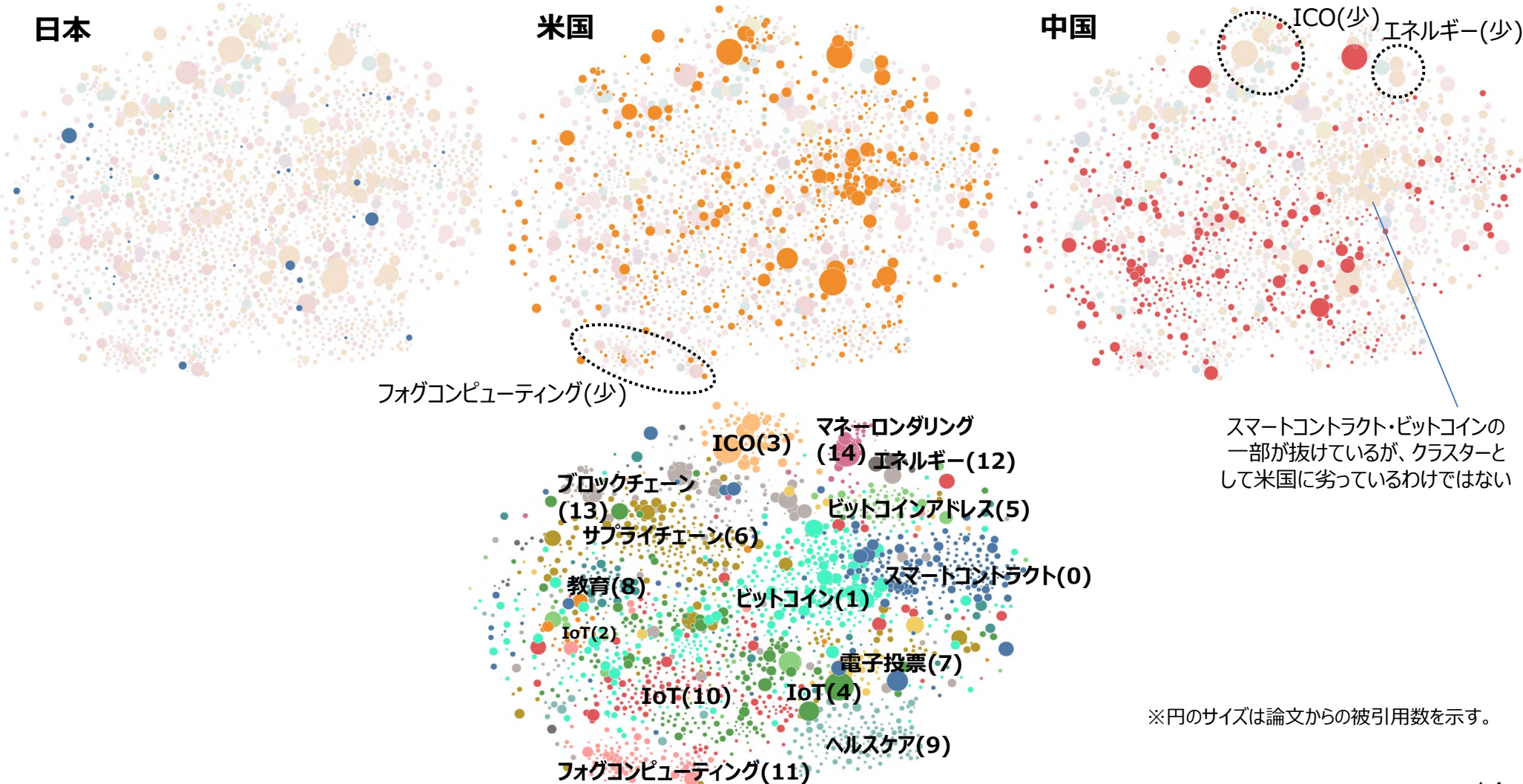
# ブロックチェーン関連クラターの論文マップ（国別の論文輩出状況の可視化）

- 米国と中国で若干の棲み分けがなされている。米国はフォグコンピューティングが特に弱く、中国はICO（Initial Coin Offering）とエネルギーが特に弱い。
- 日本は米中に比べ論文数が少ない。

日本

米国

中国

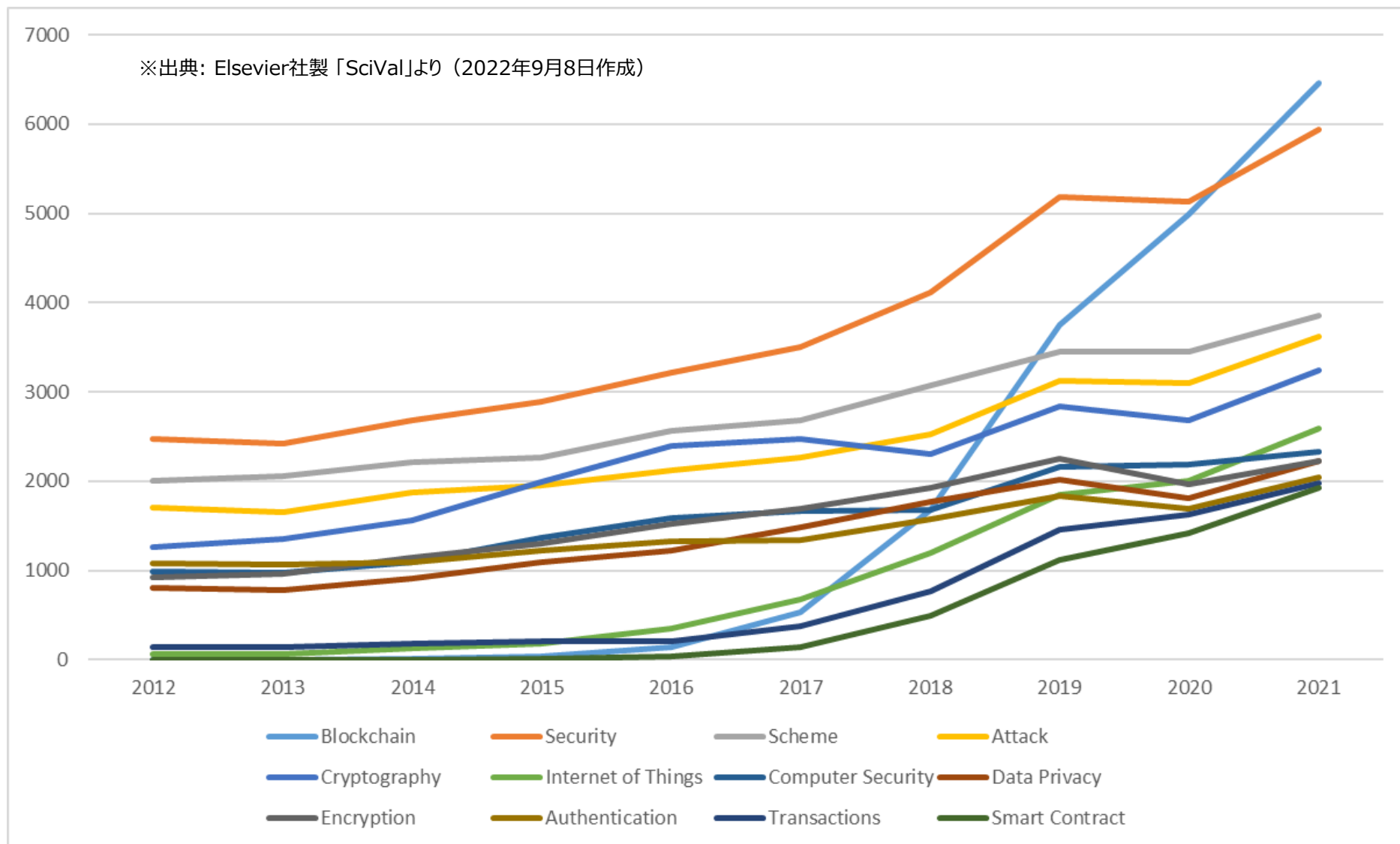


スマートコントラクト・ビットコインの一部が抜けているが、クラスターとして米国に劣っているわけではない

※円のサイズは論文からの被引用数を示す。

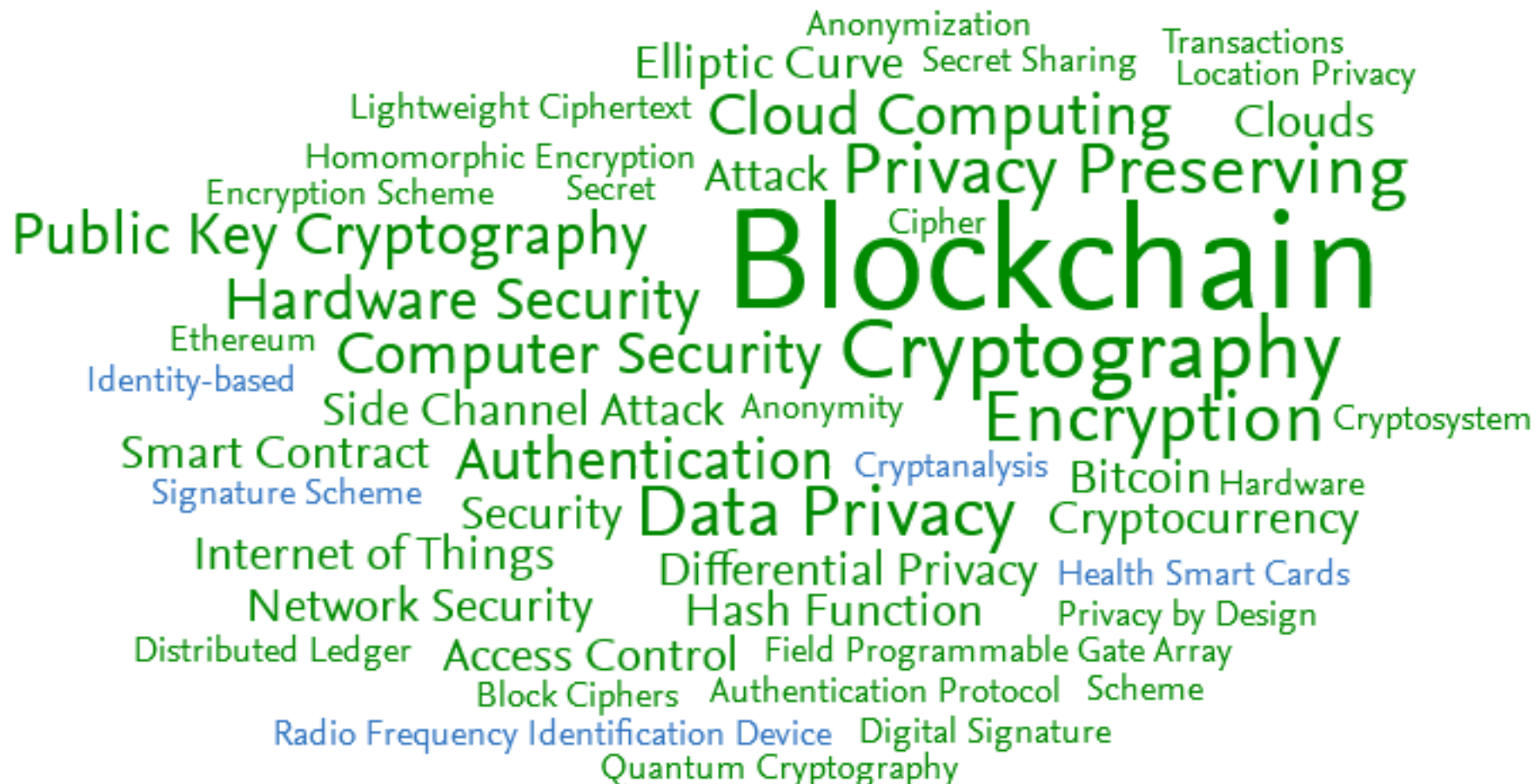
# 参考：暗号・認証・データプライバシー分野におけるキーワード推移（SciVal版）

- Elsevier社に研究分析ツールSciValを利用した分析，文献データベース（Scopus）を利用
- SciValのトピック「TC.84」（**Cryptography; Authentication; Data Privacy**）を対象
- 2021年は，1位：Blockchain，2位：Security，3位：Scheme，4位：Attack，5位：Cryptography



## 参考：暗号・認証・データプライバシー分野におけるワードクラウド（SciVal版）

- 「Blockchain」が暗号・認証・データプライバシー分野の最頻出キーワードであることがわかる
- そのほか、11位の「Transaction」、12位の「Smart Contract」が興味深い



本分析にご協力いただいた皆様に感謝申し上げます。

- ・白井俊行氏（内閣府）：総括
- ・井上瑶子氏（内閣府）：分析補助
- ・七丈直弘氏（政策研究大学院大学）：分析手法の開発，可視化分析ツールの作成・分析
- ・寺田好秀氏（政策研究大学院大学）：可視化分析ツールの作成・分析
- ・加瀬豊氏（政策研究大学院大学）：データ前処理・分析補助
- ・永井博昭氏（内閣府，名古屋大学）：SciValによる分析補助