

OS-02

データ流通社会における技術基盤と異分野連携

—オーガナイズドセッションから見る基礎と実践—

Cross-disciplinary Collaboration and Technical Basis in Data Trading Society
— Foundation and Application Viewed from the Organized Session —

早矢仕 晃章

東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻

Teruaki Hayashi

Department of Systems Innovation, School of Engineering, The University of Tokyo.
hayashi@sys.t.u-tokyo.ac.jp, <http://teruaki-hayashi.weebly.com/>

大澤 幸生

(同上)

Yukio Ohsawa

ohsawa@sys.t.u-tokyo.ac.jp, <http://www.panda.sys.t.u-tokyo.ac.jp/>

Keywords: data market, data exchange, data trading, cross-disciplinary data collaboration.

1. はじめに

昨年2018年6月、鹿児島開催の第32回人工知能学会全国大会にて、データ市場および異分野データ連携のオーガナイズドセッション（以下、OS）が開催された。「異分野データ連携におけるデータ市場とデザイン」と題したこのOSでは、7件の先端的な研究およびビジネス事例が発表され、活発な議論が繰り広げられた[早矢仕18]。2013年のビッグデータのブーム、そして昨今の人工知能（AI）技術の進展により、今やデータは研究およびビジネスにおいて欠かすことができない重要な材となっている。また、SNSやセンサなど、我々の日常生活で利用する多くのサービスにもデータは深く入り込んでおり、米国のGAF（Google, Amazon, Facebook, Apple）や中国のBAT（Baidu, Alibaba, Tencent, Huawei）などのビッグデータホルダの名前をメディアで聞かない日はほとんどない。

一方で、複雑かつ多様なデータが生成・連携されたことにより、データは肥大化し、設計者・保有者ですら全体の把握が困難となってきている。また、技術の進展により多様なシステムやデータがやり取りされるようになり、事象のダイナミクスは複雑化の一途を辿っている。このような中、データを交換可能な材として扱うことで、利用方法および価値を策定したり、データ自体を売買するビジネスが登場してきた。原初のデータは実世界の事象を文字、数値、記号によって抽象化することで、未知の現象の本質を理解するためのものであったが、「交換

可能な材」という特徴は初期のデータにはなかった近年の新しい特徴である。2018年に著者らの研究チームでは、このデータ市場の世界的な動向を調査するため、日・米・欧・中をターゲットとしたデスクリサーチを行った[早矢仕19c]。その結果、現在のデータ市場ビジネス*1の半数以上は2010年以降に設立され、特にビッグデータのブームといわれた2013年頃から事業数が急激に伸びていることがわかった。また、興味深いことに、データ市場ビジネスを展開する企業が新たに設立されただけでなく、今までデータが主ビジネスではなかった企業がデータ市場ビジネスに続々と参入してきているのである。

「石油」と形容され、研究における材、そして企業にとっては経済成長の要であるデータであるが、データを取り巻く環境の急激な変化は実社会にさまざまなひずみを生み出している。2018年5月に施行されたEU一般データ保護規則GDPR（General Data Protection Regulation）はデータビジネスおよびデジタルエコノミーに大きな転換を迫った。GDPRとは、EU内のすべての個人のデータを保護する枠組みである。2019年1月、フランスの規制当局CNILがGoogleに対し5,000万ユーロ（約62億円）の罰金を命じたのも記憶に新しい。GDPR施行以降、データの越境性や取得に対して、多くの企業が非常に慎重になってきている。AI研究などへ

*1 データを売買・取引・交換するビジネスおよびデータを用いた異業種共創支援サービスを指す。データ交換のプラットフォーム運営者（データ取引市場、データ流通市場など）や、他者のデータを加工し、販売する事業者も含む。



図1 OSの会場と発表の様子

の影響や事例はまだ報告されてきていないが、個人情報に関する取決めは一層厳しくなることが予想される。

今や世界規模でデータを巡る議論は活発になってきており、技術的な課題だけでなく、法制度、社会の受容性、リテラシー教育など、さまざまな問題が生じてきている。これらのデータ市場およびデータ流通を阻害する社会的要因などについても議論し、これからのデータ流通社会に向けて提言すべく、2019年度の人工知能学会全国大会にてOS「データ流通社会における技術基盤と異分野連携」の開催が実現した。ご発表・ご参加いただいた皆様に、この場をお借りし深く感謝したい。本解説記事では、本OSのまとめとして、データ市場および異分野データ連携の関連技術と課題について概説し、発表された研究の概要を紹介する。これにより、本分野に興味をもたれた読者の参考になれば幸いである。

2. 発表論文概要

本OSでは以上の課題に対して取り組む発表、データ市場を支える基礎技術や異分野データ連携の事例についての議論、そして招待講演およびパネルディスカッションを行った。なお、紹介はOS内での発表の順番に準ずる。

2.1 Data Jackets Evolving and Connecting via History of IMDJ

大澤と早矢仕は、データジャケット(DJ)[Ohsawa 13]を用いたワークショップ[大澤 17]にて得られたデータの価値発見と異分野データ連携の事例を紹介しつつ、データの多様性の変化と変遷を議論した[Ohsawa 19]。さらにDJ検索システムであるDJストア[早矢仕 16]によって、「地震データ」と「スーパーマーケットのPOSデータ」の類似性を発見した事例を示した。通常、地震のデータとPOSデータは分野も違う異種のデータである。しかし、データを活用するコンテキストの類似性により、同じアルゴリズムを適用できる場合がある。例えば、「時系列の予兆を捉え、変化を説明する」というコンテキ

ストにおいては両データは同値関係にあるといえる。ここでのコンテキストは、IMDJにおいて検討されたデータ利活用方法(ソリューション)を意味する。この事例を用いながら、新たなアルゴリズム開発の着想に至った経緯とアナロジーによるアルゴリズムの転用の可能性が述べられた。

また、データの多様性の変化と変遷については、2014年から2019年にDJとして登録されたデータ内のキーワードの増加をKeyGraph [Ohsawa 98]を用いて可視化したものを用いた。2014年初期においては、データの増加に伴い、キーワードの種類も増加していくが、極めて疎なネットワークとなる。一方、データの増加に伴い、データ間をつなぐコンテキストに相当するキーワードが増加し、密な構造となっていく変化を捉えた。データ市場がデータ保有者のみで成立するものではないことを考えれば、市場にてやり取りされるデータにコンテキスト(データを用いて解決したい要求やデータの活用方法など)が増えていくことは当然の帰結といえよう。しかし、データ取引市場や情報銀行を含む昨今のデータ市場は、機械可読性と客観性を重視しており、データを入手する意図やデータの活用方法の議論が疎かとなっている。本発表および[早矢仕 16, 岡久 18, Ruijter 17, 高間 15]など、データにおけるコンテキストの重要性は議論されており、今後の社会実装が期待される。

2.2 ブロックチェーンを用いたデータ流通基盤における思考プロセスに応じたデータ可視化方法

宮原らは、Virtuora DX データ流通・利活用サービス(以下、Virtuora DX)における異種のデータ可視化手法について議論した[宮原 19]。異業種データ共創への期待は高いものの、実際に多くのデータが組織の中に蓄積されたまま、経営資源として資産化されていない(このようなデータはdark dataと呼ばれ始めている)。そのため、データを共有するだけでなく、信頼された相手と安心・安全にデータ利活用方法を議論し、データ流通とビジネス化を実現するプラットフォームおよびそのプロセスを方法論として確立することが必要となる。上記問題の解決のため、Virtuora DXはブロックチェーン技術をベースに、信頼のおける関係者どうしが参加するコンソーシアム(組織や業種を超えた共創コミュニティ)をコアとしたプラットフォームとなっている[Ejiri 18, 池田 18]。このコンソーシアムにより、単一の企業では困難であった分野間データ流通と活用を迅速に行うことが可能となる。本研究では、Virtuora DXにDJおよびKeyGraphを導入し、コンソーシアムメンバー内での円滑なデータの関係性を発見するツールを提案した。これより、情報の過多・過少の問題を回避しつつ、各企業が保有するデータの概要情報を安心・安全に共有・可視化することで、Web上で企業を超えたデータ流通・利活用とアイデア創出を可能とした。さらに発表では、三菱

地所、ソフトバンク、富士通、東京大学の4組織をコアとした、東京・丸の内エリアの異業種共創プロジェクト[大丸有 18]の成果が紹介された。東京・丸の内エリアを中心に12の企業・組織が集まり、産学連携によるデータ利活用実証実験が行われた。Virtuora DX およびDJの導入により、異種の企業の信頼が醸成から、コンソーシアムを中心としたコミュニティが形成され、いくつかの成果が得られたことが報告された。

IoT 技術や各種センサの進化によって、ヒト・モノに関連する膨大な情報をデータ化、蓄積できるようになってきた。同時にビッグデータ解析やAIの活用によって、新たな価値創出を目指す動きが世界的に加速している。AI技術の進展により、データの多様化のみならず、今までデータビジネスが主ではなかった企業がデータ市場に参入してくるなど、データに関係する業種も増加の一途を辿っている。オープンなデータ市場ではなく、コンソーシアムという戦略によって価値あるデータを意味のある相手と交換するモデルは今後さらに重要になると予想される。本発表は多様な背景知識を有するデータ市場のステークホルダに対して重要な技術基盤を提示しているといえよう。

2.3 三層ニューラルネットワークにおける Ring-LWE ベース準同型暗号を用いた効率的なプライバシー保護推論処理

情報銀行のように、パーソナルデータを活用することへの期待が高まっている。しかし、プライバシー保護やデータの機密性の確保が障壁となり、複数組織間でのデータ共有と問題解決に至った事例は多くないのが現実である[Xu 14]。また、異なるデータの組合せから個人情報復元できることは以前から指摘されており[Acquisti 09, Montjoye 15], [Rocher 19]の最新の研究では、わずか15のデモグラフィック属性(年齢, 性別, 職業などの人口統計学的属性)から99.98%の精度で匿名化されたデータセットから個人を再識別できることを明らかにした。そのため、データの匿名化に頼るだけでなく、プライバシーを保護したうえで、組織を横断してデータ解析を行い、結果を得る技術の確立は多くの分野で求められている。手塚らは、Ring-LWE ベース[Naehrig 11]の準同型暗号を用いて三層ニューラルネットワークの内積演算を効率良く行えるプライバシー保護機械学習モデルを提案し、その性能を評価した[手塚 19]。従来のモデルでは、活性化関数にReLU 関数やSigmoid 関数を用いていたが、有限次元の多項式を表せないなどの課題があった。提案されたモデルでは、入力データを暗号化し、その識別結果を受け取るクライアント、そして学習済モデルを用いて暗号化した入力に対する識別結果を計算するサーバからなる。これにより、クライアントはデータのプライバシーを漏らすことなく、モデル製作者はモデルを公開することなく効率的な推論

処理を実現できる。

これらのプライバシー保護推論処理技術が社会実装された際のメリットは大きい。例えば、パーソナルデータを扱う各企業が互いに保有する顧客のデータを秘匿したまま、データを統合・解析し、結果を得ることが可能となる。さらに、上述のように匿名化したデータセットであっても、プライバシーの問題を解決することは困難であることが示されており、匿名化データの解析ではなく、プライバシーデータを暗号化して解析するという戦略のほうが現実的かつ実用的である。しかし、課題も多く、手塚らが指摘しているように、複雑な非線形関数を暗号化した状態で表現することは難しく、計算時間と分析精度の観点から実用性を損なう可能性がある。まだ発展途上であるが、異分野データ連携による新たな価値創出において、今後の発展が期待される技術であるといえよう。

2.4 データプラットフォームにおける異分野データネットワークの成長過程に関する一考察

センサの高度化, IoTによる多様な機器の相互接続環境の進展, さらに5Gなどの次世代通信環境の整備により、多種多様なデータが時々刻々と生成され、新たな種類のデータが誕生している。そして近年、データを交換可能な材として、異分野間でデータを交換・結合させる動きが活発になってきている。このような中、データプラットフォームと呼ばれる、異種のデータを交換する場がWeb サービスとして誕生しつつあり、覇権争いが行われつつある[早矢仕 19a]。しかし、どれほどの規模のデータがあれば自身のプラットフォームが十分に機能するのか、またどのような種類のデータがプラットフォームの成長に寄与するのか、ということは十分に研究されていない。著者らの発表では、データプラットフォームがSNSのようなネットワーク構造をもつという仮定から、異種のデータのネットワークが成長する過程を観察し、ダイナミックな特徴の変化を考察した[早矢仕 19b]。さらにネットワーク特徴量の変化を動的に捉えることで、データプラットフォームの戦略立案支援の可能性を示した。

ゲームセオリー[Sooksatra 18], プライバシー問題[Niu 19, Xu 14], 市場評価[Quix 17, Stahl 14], 市場を模したワークショップ技法[Ohsawa 15], ブロックチェーン[Dai 19]など、異業種のデータ固有の特徴に着目したデータ市場モデルは存在するが、複雑ネットワークのアプローチによる研究はそれほど多くない。[早矢仕 19a]では、静的なデータのネットワークを解析しているが、マクロな現象としての社会において、静的なネットワークというものはあまり存在せず、それらは動的なネットワークの近似である。そのため、実社会のデータプラットフォームにおける時々刻々と新しいデータが参入するダイナミズムを理解することが喫緊の課題であった。この研究の結果はデータプラットフォームをサービ

ス展開する組織、およびこれからデータプラットフォームに参入する企業にとって有用な知見となると考えられる。データプラットフォームやデジタルエコノミーは近年誕生したばかりの新しい市場である。本発表にてネットワーク分析によっていくつかの重要な知見が得られたが、それは一つのアプローチに過ぎない。データの規制やデータの品質、信頼性評価など、検討すべき課題や未知の要因は多く、多様なアプローチから検討が必要な分野であるといえる。

2.5 データ登録制度の提案

小池の発表では、法制度の側面からデータ流通社会の在り方や新たな制度の必要性を議論した [小池 19b]。データは知的財産の一種であるが無体物である。そのため、産業財産権と異なり、財産権としての権利の有無が明確でなく、第三者のデータに関する権利の調査も容易ではない。そこで、小池は産業財産権登録制度、著作権登録制度などを参考にし、データ登録制度を新たに創設し、データに関する権利の有無の明確化を提案した。データに財産的価値があることは認められており、不正競争防止法の改定により、管理性、相当蓄積性などの一定の要件を満たすデータは限定提供データとして保護対象に追加された [小池 19a]。小池の提案では、プログラムの著作物は公表が要件とされずに登録が可能であることを例にあげ、登録機関の設置とデータの申請、審査、登録の方法などを論じた。また、登録機関は情報処理業務について秘密保持義務を設け、違反した場合の刑罰規定を設定することの重要性を指摘した。

データの権利帰属、実データの同一性の立証方法についての議論は絶えない。技術的なアプローチはさまざま提案されているものの本発表の興味深い点は、法的アプローチによる解決の試みである。質疑応答においては、統計データなどの静的データの登録は可能だが、時々刻々と生成される動的データの登録方法など、非常に活発な議論が行われた。情報漏えいのリスクもさることながら、データは複製が容易であるため、常に権利侵害のリスクにさらされており、データを扱う企業はセキュリティに多大なコストを支払っている。登録制度のメリットを認めつつも、実現性における課題が新たに表出するなど、興味深い発表となった。また、法律面においてもデータに関して国内外でさまざまな議論が存在する [石井 14, 森 14, 高崎 14]。また、GDPR の登場やデータの越境性の課題が議論されており、データを取り巻く法制度は今後も目が離せない。また、データを巡る法律およびビジネスにおける注意点については [福岡 19, 中崎 18] が詳しいので参照されたい。

2.6 PR 効果測定のための複数組織間のデータ流通プロセス設計

本 OS の最後は、複数組織間のデータ流通プロセス設

計に関する発表である [上島 19]。近年、データ流通産業の成長に伴い、広告や PR 施策の投資効果を検証する手法の確立が期待されている。しかし、季節変動やトレンド、広告・PR 活動、突発的イベントなどのすべての事象の関連性を把握することは難しく、データ収集から分析、因果関係の抽出など、膨大なコストを要することが知られている。そのため、データを含む限られたリソースによる簡潔かつ持続的な効果検証が必要である。そこでこの研究では、効果検証の指標策定に必要なデータを選定し、複数の組織からデータを入手し、統合するデータ流通プロセスを設計し、実践した。その結果、データの所在調査、データ利活用知識の表出・整理、品質の評価、データ設計、分析手法の選定、手法の適用、結果の評価に至る一連のプロセスにおいて、15 社による 15 種類のデータ流通を 4 か月程度で実現した。この手法により、組織間のデータ活用に要する実施コスト、失敗リスクを低減しつつ、多くの権利関係者が介在する多種多様なデータを、低負荷で、速やかに、持続的に活用できる可能性を示唆した。

異分野データ連携による新事業の創出や新しい知識発見への期待が高まっているが、闇雲にデータを探し、組み合わせれば良いというわけではない。異種のデータの組み合わせは客観的な解釈を難しくさせることが指摘されている [Bollier 10]。また、ほしいデータが必ずしも入手可能な状態にあるわけではない [Ellram 16, Rabinovich 11]。さらに、データが増加すれば導ける仮説も指数的に増加するため、さまざまな領域のあらゆるデータの組み合わせを考慮することはほとんど不可能である。つまり、データによる既存のビジネスの付加価値向上や新ビジネスの創出に対する潜在的な期待を意思決定につなげるためには、データ分析だけでなく、ステークホルダ、潜在的リスク、権利関係や取引・交渉のコストなど、関連するさまざまな要素を考慮した事業計画の策定と支援手法が必要となる。従来のプロジェクトでは約 12 か月を要していたこと、さらに、データ取得および前処理段階に約 80% の時間を費やされていること*2 を考慮すると、期間が 1/3 に削減されたことは非常に大きな成果であると考えられる。今回の発表では一事例の紹介に留まり、他の商材におけるデータ流通プロセスの設計が今後の課題であるものの、これらの活動がさらに広まり、異分野データ連携が促進され、データ流通社会が発展することが期待される。

2.7 招待講演とパネルディスカッション

本 OS では、アビームコンサルティング株式会社の安

*2 <https://www.forbes.com/sites/gilpress/2016/03/23/data-preparation-most-time-consuming-least-enjoyable-data-science-task-survey-says/>



図2 招待講演者の安藤氏と発表者によるパネルディスカッションの様子

藤有紀氏をお迎えし、「ビジネス現場からのデータ流通への期待」と題して講演をいただいた。コンサルティングの現場でもデータ流通に対するクライアントからの多様な期待がある。しかし、「売りたいデータはあるのだが売り方がわからない」、「ほしいデータがあるのだが、誰がもっているのかわからない」など、実現したいビジネスのイメージはあるものの、いまだデータ流通が大きなトレンドになっていないことによる障壁が存在する。データ流通に関する期待が高まる中、技術的にはデータ流通がほぼ可能であり、制度面での検討と整備も進んできている。しかし実際にデータ流通を実ビジネスで生かすためには、技術のみならず、具体的なユースケースの創出と共有が必要であるというメッセージをいただいた。

続いて、以上を結論とせず、オープンクエスチョンとしたうえで、安藤氏をコーディネータ、本OSの発表者らをパネリストとして迎え、会場を巻き込んだパネルディスカッションを行った。「データ流通・異分野連携を盛り上げるには?」をテーマに、ほしいデータと既存データのどちらを共有するのか、また、データがわかる人を増やすのか、データのプロを育成するのか、について研究とビジネスの両面から活発な議論を行った。データを扱うすべての業種・学問が対象であるため、議論は尽きなかったが、データリテラシー教育とコミュニケーションの重要性はすべてのパネリストで共通した課題となった。データ市場はまだまだ発展途上であり、今までデータが主たるビジネスではなかった企業も日々参入してきている。そのため、市場に関わるステークホルダの専門知識は多岐にわたり、異業種共創の議論を収束させることは容易ではない。彼らが一堂に会してデータの活用方法について話し合い、データの利用方法と価値を策定するためには、データリテラシーが重要となる。データを正しく読み解き、活用する能力は来るデータ流通社会の必須の能力であるといえよう。また、さまざまな背景知識をもつステークホルダが共存するデータ市場にお

いて、コミュニケーションはデータの利用方法を策定し、有益な意思決定を導く共通理解を醸成するツールとなる。これらの能力の育成により、より一層データ市場が活性化し、それを支える技術群が発展していくという結論によって、パネルディスカッションは締めくくられた。ご講演いただいた安藤氏、ならびにパネルディスカッションにご登壇いただいた皆様に、この場をお借りし感謝と御礼を申し上げます。

3. まとめと今後の展望

本解説記事では、2019年度人工知能学会全国大会のOS「データ流通社会における技術基盤と異分野連携」に関して、セッションの紹介とともに研究動向の解説を行った。本解説を通して、多くの方に異分野データ連携とデータ市場関連技術に関心をもっていただければ幸いである。

また、過去5年のデータ市場に関する国際ワークショップ*3から発展し、昨年より異分野データ連携に関する二つの国際的な取組みがスタートした。一つはInternational Conference on Data Miningの併設ワークショップとして始まったInternational Workshop on Cross-disciplinary Data Exchange and Collaboration (CDEC)である。第1回目の開催では、DTAの事務局長であり、EverySense, Inc.のCEO 真野 浩氏を招待講演にお迎えし、7件の一般発表を含む10件の発表が行われ、国際的にデータ流通およびそれを支える技術について活発な議論が行われた*4。もう一つは、関西大学ソシオネットワーク戦略研究機構と東京大学国際オープンイノベーション機構の共催により実現したInternational Symposium on Socionetwork Strategies in the Market of Data (ISSMD*5)である。ISSMDでは、国際的に活躍されている石井夏生利氏(中央大学)、谷口和繁氏(Inter-American Development Bank)、Dries Benoit氏(Ghent University)、Dirk Van den Poel氏(Ghent University)、Janos Kertesz氏(Central European University)をお招きし、2日間にわたってデータ市場の実装、技術、事例、法制度について議論した。また、今年の11月には第2回となるCDEC 2019*6の開催も予定しているなど、今後も国内外で研究会・ワークショップを企画する予定である。ぜひとも論文投稿をご検討いただきたい。

*3 <http://www.panda.sys.t.u-tokyo.ac.jp/MoDAT/>

*4 <http://www.panda.sys.t.u-tokyo.ac.jp/CDEC/2018/>

*5 <http://www.panda.sys.t.u-tokyo.ac.jp/symposium/ISSMD/>

*6 <http://www.panda.sys.t.u-tokyo.ac.jp/CDEC/2019/>

謝 辞

OS「データ流通社会における技術基盤と異分野連携」の発表者の方々、聴講者の皆様、JSAI 2019 の運営および本誌の編集にご尽力いただいた皆様に感謝致します。

◇ 参 考 文 献 ◇

- [Acquisti 09] Acquisti, A. and Gross, R.: Predicting social security numbers from public data, *Proc. National Academy of Sciences of the United States of America*, Vol. 106, No. 27, pp. 10975-10980 (2009)
- [Bollier 10] Bollier, D.: *The Promise and Peril of Big Data*, Aspen Institute (2010)
- [Dai 19] Dai, W., Daia, C., Choo, K. R., Cui, C., Zou, D. and Jin, H.: SDTE: A secure blockchain-based data trading ecosystem, *IEEE Trans. on Information Forensics and Security* (2019)
- [大丸有 18] 大丸有プロジェクト: 業種を超えたデータ活用で新たな街づくりを目指す実証実験を東京・丸の内エリアで開始, https://www.t.u-tokyo.ac.jp/shared/press/data/accnws_201805141055024188804874_762187.pdf (2018) (Accessed on 08/27/2019)
- [Ejiri 18] Ejiri, Y., Ikeda, E. and Sasaki, H.: Realization of data exchange and utilization society by blockchain and data jacket: Merit of consortium to accelerate co-creation, *IEEE Int. Conf. on Data Mining Workshops*, pp. 180-182 (2018)
- [Ellram 16] Ellram, L. M. and Tate, W. L.: The use of secondary data in purchasing and supply management (P/SM) research, *J. of Purchasing and Supply Management*, Vol. 22, No. 4, pp. 250-254 (2016)
- [福岡 19] 福岡真之介, 松村英寿: データの法律と契約, 商事法務 (2019)
- [早矢仕 16] 早矢仕晃章, 大澤幸生: Data Jacket Store: データ活用知識構造化と検索システム, 人工知能学会論文誌, Vol. 31, No. 5, pp. A-G15 1-9 (2016)
- [早矢仕 18] 早矢仕晃章, 大澤幸生: 異分野データ連携におけるデータ市場とデザイナー—オーガナイズドセッションから見る基礎と実践—, 人工知能, Vol. 33, No. 6, pp. 836-842 (2018)
- [早矢仕 19a] 早矢仕晃章, 岩永宇央, 岩佐太路, 大澤幸生: データジャケットを用いた異分野連携に資するデータの特徴とネットワーク分析, 知能と情報, Vol. 31, No. 1, pp. 534-545 (2019)
- [早矢仕 19b] 早矢仕晃章, 大澤幸生: データプラットフォームにおける異分野データネットワークの成長過程に関する一考察, 2019 年度人工知能学会全国大会 (第 33 回) 論文集 (2019)
- [早矢仕 19c] 早矢仕晃章, 小口 裕, 飛沢省二, 大澤幸生: 日本・米・欧州・中国のデータ市場ビジネスの動向, 信学技報, Vol. 118, No. 453, pp. 1-4 (2019)
- [池田 18] 池田栄次, 佐々木泰芳: 『ブロックチェーン データジャケット』で実現するデータ流通・利活用社会 861 異業種共創を加速するコンソーシアムの効用 861, 2018 年度人工知能学会全国大会 (第 32 回) 論文集 (2018)
- [石井 14] 石井夏生利: アメリカのプライバシー保護に関する動向, 情報処理, Vol. 55, No. 12, pp. 1346-1352 (2014)
- [小池 19a] 小池誠: データの法的保護—平成 30 年不正競争防止法改正の紹介—, 信学技報, Vol. 118, No. 453, pp. 5-10 (2019)
- [小池 19b] 小池 誠: データ登録制度の提案, 2019 年度人工知能学会全国大会 (第 33 回) 論文集 (2019)
- [宮原 19] 宮原広翼, 江尻祐介, 池田栄次, 佐々木泰芳: ブロックチェーンを用いたデータ流通基盤における思考プロセスに応じたデータ可視化方法, 2019 年度人工知能学会全国大会 (第 33 回) 論文集 (2019)
- [Montjoye 15] Montjoye, de Y.-A., Radaelli, L., Singh, V. K. and Pentland, A.: Unique in the shopping mall: On the reidentifiability of credit card metadata, *Science*, Vol. 347, No. 6221, pp. 536-539 (2015)
- [森 14] 森 亮二: 日本の個人情報保護法改正の状況, 情報処理, Vol. 55, No. 12, pp. 1353-1360 (2014)
- [Naehrig 11] Naehrig, M., Lauter, K. and Vaikuntanathan, V.: Can homomorphic encryption be practical?, *Proc. 3rd ACM Workshop on Cloud Computing Security Workshop, CCSW'11*, pp. 113-124, New York, NY, USA, ACM (2011)
- [中崎 18] 中崎 隆, 安藤広人, 板倉陽一郎, 永井徳人, 吉峯耕平: データ戦略と法律, 日経 BP 社 (2018)
- [Niu 19] Niu, C., Zheng, Z., Wu, F., Gao, X. and Chen, G.: Achieving data truthfulness and privacy preservation in data markets, *IEEE Trans. on Knowledge and Data Engineering*, Vol. 31, No. 1, pp. 105-119 (2019)
- [Ohsawa 98] Ohsawa, Y., Benson, N. E. and Yachida, M.: KeyGraph: Automatic indexing by co-occurrence graph based on building construction metaphor, *Proc. IEEE Int. Forum on Research and Technology Advances in Digital Libraries (ADL '98)*, pp. 12-18 (1998)
- [Ohsawa 13] Ohsawa, Y., Kido, H., Hayashi, T. and Liu, C.: Data jackets for synthesizing values in the market of data, *Procedia Computer Science*, Vol. 22, pp. 709-716 (2013)
- [Ohsawa 15] Ohsawa, Y., Kido, H., Hayashi, T., Liu, C. and Komoda, K.: *Innovators Marketplace on Data Jackets, for Valuating, Sharing, and Synthesizing Data*, pp. 83-97, Springer International Publishing (2015)
- [大澤 17] 大澤幸生, 早矢仕晃章, 秋元正博, 久代紀之, 中村 潤, 寺本正彦: データ市場, 近代科学社 (2017)
- [Ohsawa 19] Ohsawa, Y. and Hayashi, T.: Data jackets evolving and connecting via history of IMDJ, 2019 年度人工知能学会全国大会 (第 33 回) 論文集 (2019)
- [岡久 18] 岡久太一, 高間康史: ローカルデータ・公開データを統合利用可能なコンテキスト検索エンジンの提案, 2018 年度人工知能学会全国大会 (第 32 回) 論文集 (2018)
- [Quix 17] Quix, C., Chakrabarti, A., Kleff, S. and Pullmann, J.: Business process modelling for a data exchange platform, *29th Int. Conf. on Advanced Information Systems Engineering*, pp. 153-160 (2017)
- [Rabinovich 11] Rabinovich, E. and Cheon, S.: Expanding horizons and deepening understanding via the use of secondary data sources, *J. of Business Logistics*, Vol. 32, No. 4, pp. 303-316 (2011)
- [Rocher 19] Rocher, L., Hendrickx, J. M. and Montjoye, de Y.-A.: Estimating the success of re-identifications in incomplete datasets using generative models, *Nature Communications*, Vol. 10, No. 1, p. 3069 (2019)
- [Ruijter 17] Ruijter, E., Grimmlikhuijsen, S., Hogan, M., Enzerink, S., Ojo, A. and Meijer, A.: Connecting societal issues, users and data. Scenario-based design of open data platforms, *Government Information Quarterly*, Vol. 34, No. 3, pp. 470-480 (2017)
- [Sooksatra 18] Sooksatra, K., Li, W., Mei, B., Alrawais, A., Wang, S. and Yu, J.: Solving data trading dilemma with asymmetric incomplete information using zero-determinant strategy, in Chellappan, S., Cheng, W. and Li, W., eds., *Wireless Algorithms, Systems, and Applications*, pp. 425-437, Cham, Springer International Publishing (2018)
- [Stahl 14] Stahl, F., Schomm, F. and Vossen, G.: Data marketplaces: An emerging species, *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*, pp. 425-437 (2014)
- [高間 15] 高間康史, 加藤 優, 桑折章吾, 石川 博: 動向に関する問いを対象とした検索エンジンの提案, 人工知能学会論文誌, Vol. 30, No. 1, pp. 138-147 (2015)
- [高崎 14] 高崎晴夫: 個人情報保護にかかわる法制度をめぐる EU の状況, 情報処理, Vol. 55, No. 12, pp. 1337-1345 (2014)
- [手塚 19] 手塚雄大, 王 立華, 林 卓也, Sangwook, K., 為井智也, 大森敏明, 小澤誠一: 三層ニューラルネットワークにおける Ring-LWE ベース準同型暗号を用いた効率的なプライバシー保護推論処理, 2019 年度人工知能学会全国大会 (第 33 回) 論文集 (2019)
- [上島 19] 上島邦彦, 登坂泰斗, 谷口耕平, 早矢仕晃章, 大澤幸生: PR 効果測定のための複数組織間のデータ流通プロセス設計, 2019 年度人工知能学会全国大会 (第 33 回) 論文集 (2019)
- [Xu 14] Xu, L., Jiang, C., Wang, J., Yuan, J. and Ren, Y.: Information security in big data: Privacy and data mining, *IEEE Access*, Vol. 2, pp. 1149-1176 (2014)

著者紹介

**早矢仕 晃章** (正会員)

2012年東京大学工学部卒業, 2017年同大学院工学系研究科博士課程修了, 博士(工学)取得. 2017年より, 東京大学大学院工学系研究科助教. 専門はデータ活用知識の構造化とシナリオ創出支援. データジャケットを用いた検索システムやデータ設計支援手法を開発. 平成28年度東京大学大学院工学系研究科長賞, 本学会2018年度全国大会優秀賞など.

主な著書に「データ市場」(近代科学社, 2017).

**大澤 幸生** (正会員)

1995年東京大学で博士(工学)取得後, 大阪大学助手, 筑波大学および東京大学准(助)教授, JST研究員などを経て, 2009年より東京大学大学院工学系研究科教授. 非線形光学, 人工知能, 経営科学の研究から「チャンス発見学」なる分野を創始. 2013年より, データ流通と創造的分析を同時に刺激するデータ市場研究に傾注. 近著に「Innovators' Marketplace」

(Springer, 2012), 「データ市場」(近代科学社, 2017), 工学教程「知識システム」(丸善, 2018).