

2.4.4 トラスト

(1) 研究開発領域の定義

トラストとは、情報システムや情報サービスにおける安心や信頼の概念の総称である。悪意ある第三者の攻撃から情報やシステム、サービスを守るセキュリティーや、想定する機能が安定して維持されるという広義の信頼性（ディペンダビリティ）のみならず、心理学や人文社会学の概念を含む。トラストに関しては、さまざまな分野で幅広い研究が行われているが、本研究開発領域では、情報システムや情報サービスへの社会の依存度が高まる中、社会との接点で生ずるトラストの問題や、トラストを確保するための取り組みについて、人間の心理、制度、および技術の側面から述べる。

(2) キーワード

人間の心理、法制度、公平性、解釈性、透明性、デジタル署名、リモート署名、トラストサービス、eIDAS（Electronic Identification, Authentication and Trust Services）規則、コンピューテーショナルトラスト（Computational Trust）、自動化システムにおけるトラスト（Trust in Automation）、倫理的・法的・社会的課題（ELSI：Ethical, Legal and Social Issues）

(3) 研究開発領域の概要

[本領域の意義]

1968年、ドイツの理論社会学者であるNiklas Luhmannが著作「信頼—社会的な複雑性の縮減メカニズム¹⁾」の中で、古典的トラストは「社会生活の基本的な事実である。（中略）こういうこと（社会生活）が可能であるのは、我々が他者や社会に対して一定の信頼をおいているからにほかならない」と述べているとおり、トラストは古くから安心・信頼できる社会を形づける重要な仕組みとして存在してきた。Luhmannは、トラストのメカニズムを「複雑性を縮減するメカニズム」と述べているが、複雑性が増し、一般市民的な視点からはブラックボックス化が進む情報社会では、トラストの概念／仕組みも大きく変化してきている。この変貌するトラストの概念、およびその獲得は、例えばプラットフォーマーがビジネスを成功させる鍵と認識されるようになってきており²⁾、また人々が安心して社会生活を営む上でも重要になってきている。

[研究開発の動向]

① 情報システムや情報サービスの社会への浸透とトラスト

近年、さまざまな情報システムや情報サービスが日常的に利用され、我々の生活に欠かせない存在になっている。その一方で、利用者のトラストを揺るがしかねない問題も発生している。例えば、インターネットやソーシャル・ネットワーキング・サービス（SNS：Social Networking Service）は、幅広い企業や組織、個人で活用され、普及するようになった。企業や組織は、さまざまな情報を不特定多数の人々へ届け利用者の拡大を図るだけでなく、インターネットやSNS上の口コミや行動データをサービスへ生かす動きがある。利用者にとっても、コミュニケーションツールとしてだけでなく、商品やサービスを比較する際の有益な情報源としての活用も広がっている。一方で、インターネットやSNS上に溢れる情報は、必ずしも客観的に正しいと判断されるものばかりではない。COVID-19の感染が広がる中、2020年2月、「トイレ紙が不足する」という根拠のない情報が拡散された結果、日本中の店舗でトイレ紙が品薄となった事態は記憶に新しい。インターネットやSNSなどの情報ネットワークが浸透している現代では、このよう

なフェイクニュースまたは誤情報の拡散が社会問題にまで発展しており、情報サービスや情報そのものに対する不信感を招いている。また近年、行政サービスにおいてもデジタル化の動きが広がりつつある。SNSや各種アプリを活用し、公共サービスや情報の提供を行うなど、各自治体での取り組みが進んでいる。2016年1月からはマイナンバーカードの交付が開始された。マイナンバーカードは公的な本人確認書類として利用できる他、さまざまな行政サービスを利用する際に活用することができる。一方、国が網羅的に個人情報把握し管理するのではという不信感や、個人情報漏えいへの懸念が根強く、国民から広くトラストを得られているとは言い難い。普及率も人口の約23%にとどまっている(2020年12月1日時点)³⁾。

このようにさまざまな情報システムやサービスが社会に浸透すると同時に、それらに対するトラストの重要性が認識されるようになった。トラストの実現を目指し、後述のトラスト研究の動向でも紹介するように、さまざまな分野での研究が行われ議論されているところであるが、本領域においては、トラストを確保するための要素として、人間の心理、制度、および技術による側面に注目する。

まず、情報システムやサービスをトラストするかどうかは非常に主観的なものであり、人間の心理に大きく影響される。例えば、インターネット上のショッピングサービスにおいて、クレジットカード番号を安心して入力するかどうかは、サービスのセキュリティやユーザービリティだけでなく、利用者自身の好みや直感などの内的な要素が関係することが示されている⁴⁾。セキュリティやプライバシーが技術的に確保されていても、それを心理的に受け入れることができず、不安を感じること⁵⁾や、第三者の口コミや評判が肯定的にも否定的にも人間の心理に影響を与えることがある。このような人間の心理の様相は、育ってきた時代や環境、社会的背景などによって多様かつ複雑であり、心理学や経済学、人文社会学などを含む学際的な検討が行われている。

基盤となる法律や制度、第三者機関、保険制度などによる保証によって、トラストを確保することもできる。例えば「トラストサービス」というインターネット上における人、組織、データなどの正当性を確認し、改ざんや送信元のなりすましなどを防止する仕組みがある。欧州では2016年にeIDAS (Electronic Identification, Authentication and Trust Services) 規則⁶⁾が施行されており、デジタル署名などのトラストサービスについて、EU全域にわたる枠組みが示されている。また民間の保険の中には、大規模災害やサイバー攻撃などのリスクに備えられるような制度・サービスを提供するものもあり、これを活用することもトラストを得る一つの方法である。

加えて、技術的な側面からのアプローチも有用である。「2.4.1 IoT・制御システムセキュリティ」、「2.4.2 サイバーセキュリティ」、および「2.4.3 データ・コンテンツのセキュリティ」で紹介した悪意ある第三者の攻撃から守るためのセキュリティ技術や、デジタル署名、ブロックチェーン(詳細は、「2.5.7 ブロックチェーン」参照)、スマートコントラクトをはじめとする、情報システムや情報そのものの信頼性を保証する技術、そのほか情報システムの公平性・解釈性の確保などによって、情報システムのトラストを技術的に担保することが可能であろう。

② トラスト研究の動向

トラスト自体の研究は、従来、哲学、心理学、社会学、経済学といったさまざまな分野で進められてきた。例えば、心理学の観点からは、「なぜ人は他者を信頼するのか」という人間の心理や意図に関する研究が、社会学の観点からは、「なぜ人は他者から信頼されるように行動するのか」といった人間の行動に基点を置いた研究などが進められてきた⁷⁾。

1990年代に入ると、システム・情報科学技術分野でもトラスト研究が盛んに行われるようになってきた。

そのきっかけとして、マルチエージェントシステムや分散エージェント基盤の研究に従事していたStephen Marshが提唱したコンピューテーショナルトラスト (Computational Trust) がある⁸⁾。これは、人間社会の概念であったトラストを計算科学 (Computational Science) からアプローチする研究であり、まさにデジタル社会に向けて変貌するトラストのための研究と言える。1) 被信頼者の信頼性 (Trustworthiness)に関する情報を定量的・客観的に観測するための研究、2) 観測されたトラストバリューを評価計算する手法や形式化の研究、3) 当該結果に基づく意思決定のためのトラストポリシーに関する研究に大別される。

1990年代中頃からは、機械の自動化や自律化が進む中で、人間が機械の振る舞いをどのように認知するか、つまり人間が機械をどのように信頼するかという問題を含む、Trust in Automation⁹⁾の研究が進められた。これは、人間の自動化システムに対する信頼が、(特に自律性の高い) システムの利用にどのような影響を与えるかを扱う、認知システム工学的アプローチである。もともとは工場などのプロセス制御系に端を発しているが、近年は自動運転などの研究においても盛んである。自律性がますます高まる機械や情報システムと、人間との協調を考えていく上で、両者の信頼関係をどのように構築・維持するかは重要な課題となっている。

近年では、より自律化した機械として、人工知能 (AI) へのトラストに注目が集まっている。AIが社会に実装されていったときに起こり得る、社会・人間への影響や倫理的・法的・社会的課題 (ELSI: Ethical, Legal and Social Issues) の議論が活発化しており、どうすれば社会において人間がAIをトラストできるかの研究が盛んである(「2.1.9 社会におけるAI」参照)。

米国では2010年代の国民ID戦略の中でトラストフレームワークが生まれた。トラストフレームワークとは、オンラインサービスを利用・提供する際に、ユーザー認証の信頼性を保証し合い、ユーザー情報を、事業者間で安全に流通させるための、ガバナンス/プライバシー/テクノロジーを包括する枠組みである。米国政府の国民ID戦略の中で採用されただけでなく、米国以外の政府や、ISO (International Organization for Standardization) やITU-T (International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sector) などの国際標準化団体、世界経済フォーラム (ダボス会議) などでもプロジェクト化され、普及に向けた国際協調や制度的/技術的相互運用性について議論されている。国内では全国の大学などと大学共同利用機関法人情報・システム研究機構国立情報学研究所 (NII: National Institute of Informatics) が連携して、「学術認証フェデレーション (通称: GakuNin)」として運用が開始されている。

このようにトラストに関する研究はさまざまな分野において多岐にわたって行われている。分野統一的なトラストの定義は存在しておらず、トラストを得るための要素にも多様な考え方がある。本領域においては、トラストは、デジタル化が進む現代社会で重要となる情報システムや情報サービスにおける安心や信頼の概念の総称とし、悪意ある第三者の攻撃から情報やシステム、サービスを守るセキュリティーや、想定する機能が安定して維持されるという広義の信頼性 (ディペンダビリティ) のみならず、心理学や人文社会学の概念を含むものと捉える。

(4) 注目動向

[新展開・技術ピックアップ]

① トラストサービスと eIDAS (Electronic Identification, Authentication and Trust Services) 規則

トラストサービスに関わる制度として、我が国においては電子署名法¹⁰⁾が2001年に施行された。これは、

民事訴訟法上の否認防止の役割を果たす紙文書をデジタル文書へ置き換えるために必要な制度であった。一方、人（自然人）や法人、不動産などに加え、自動車や医療機器のようなIoTデバイスや暗号資産などがデジタルに識別・検証可能になれば、さまざまな処理を機械的に行ったり、連携させたりすることが可能になる。紙文書からデジタル文書への単なる置き換えではなく、このような本質的なデジタル社会に対応するために必要なトラストサービス全般に関して、現在総務省を中心に制度設計の議論が行われている。

欧州では、2016年からeIDAS規則が施行され、トラストサービスについて包括的に規定している。eIDAS規則では、自然人や法人などを識別可能として、これらが作りだしたデータの主体者の証明や、時刻のデジタルな証明（デジタルタイムスタンプ）を行う第三者機関の枠組みを提供している。また、国や分野の境界を超えるための保証レベル基準の相互運用性確保が図られていることは、欧州をまたぐ包括的な制度として重要である。さらにeIDAS規則は、欧州の標準化団体による標準化を実質的に義務付けており、多くの欧州標準が開発されてきている。トラストサービスでは、このeIDAS規則によって欧州が先行的にルール化を進め世界をリードしており、今後もその動向に注目が集まっている。

② 脱ハンコとリモート署名の活用

COVID-19が契機となりテレワークの導入が進む一方で、文書への押印のために出社せざるを得ないという「ハンコ（押印）出社」が話題となった。従来の紙文書と押印は、長くにわたり社会に浸透し慣習化してきたこともあり、本質的に否認防止を必要としないものまで過度にハンコを必要とする社会を生んでいた。行政手続きのデジタル化を進める政府は、手続きの多くで押印を廃止することを表明しており、脱ハンコへの動きが加速している。

不要な押印廃止の取り組みのため、本人認証や文書の真正性担保のための有効な手段として、デジタル署名の利用拡大に向けた取り組みが進められている。ただし、デジタル署名に使う暗号鍵／署名鍵を利用者が管理するのは安全性に課題がある。そこで、暗号鍵／署名鍵を事業者（トラストサービスプロバイダー）が管理するリモート署名という枠組みがある。欧州のeIDAS規則では、リモート署名を実施するトラストサービスプロバイダーの信頼性を保証するために、要求事項を明確化し、プロバイダー認証を行っている。我が国では、リモート署名を安全に利用するための技術的な要件が明確化されていないことに加え、現在の電子署名法の特定認証業務は、eIDAS規則のようにトラストサービスプロバイダーを位置付けられておらず、技術と制度の双方に渡った課題がある。

2020年4月に日本トラストテクノロジー協議会（JT2A：Japan Trust Technology Association）からリモート署名ガイドラインが公開されるなど、課題解決に向けた活動が進められている¹¹⁾。

[注目すべき国内外のプロジェクト]

① 科学研究費助成事業「情報社会におけるトラスト」（日本学術振興会）

日本学術振興会（JSPS：Japan Society for the Promotion of Science）では、科学研究費助成事業・基盤研究（B・C）における特設分野研究として、「情報社会におけるトラスト」分野が設定され、研究が進められている（2019年度～）。当該特設分野研究では情報社会におけるトラストに関して、トラストの客観的な評価尺度や評価方法、トラストの設計と実現手法、社会的な取り組みの強化など、多面的な研究が行われている¹²⁾。

② 欧州・SmartCom プロジェクト

IoT (Internet of Things) やCPS (Cyber Physical System) と呼ばれる、サイバーとフィジカルを高度に連携したシステムにおいては、フィールド (フィジカル空間) に配置されるセンサーの信頼性 (Trustworthiness) が必要になり、またこのセンサーが法定計量としての計測が求められる場合、計量法に即した計測機器の校正トレーサビリティの証明が求められる。さらに、利用者からトラストが得られる仕組みの構築も重要である。

これらの要求に対し、欧州のSmartCom (Communication and validation of smart data in IoT-networks¹³⁾) プロジェクトでは、デジタル校正証明書によりトレーサビリティを検証可能とすることが目指されており、そこでは信頼の基点の確立やハードウェアセキュリティ (「2.4.1 IoT・制御システムセキュリティ」参照)、eIDASの証明書の利用など、さまざまな要素を組み入れながら、システム全体として人や社会からのトラストの獲得を実現することが検討されている¹⁴⁾。

③ 欧州・GAIA-X プロジェクト

ドイツ政府とフランス政府が、2019年10月29日に発表したEU規模でのデータの共有や利活用を支援するため、クラウドサービスのインフラを構築する構想 (GAIA-X プロジェクト) を打ち出している。GAIA-Xは、認証や契約手続に基づいてデータへのアクセスを制御し、データ主権を保護しつつさまざまなクラウドサービスとの相互運用性を確保する技術的な仕組みであり、データ流通の観点から企業間のトラストの在り方に影響を与えるものとして注目される。

(5) 科学技術的課題

トラストに関する科学技術への要求は、改ざん防止/完全性 (Integrity)、否認防止 (Non-Repudiation)、真正性 (Authenticity) などだけでなく、透明性 (Transparency) や説明責任 (Accountability)、トレーサビリティ (Traceability) などの社会的要求も結びついている。これらは、単一の技術のみで情報システム・サービス全体を担保することは難しく、複数の技術を組み合わせることが必要である。

例えばIoTシステムの場合、信頼の基点の構築や機器認証 (「2.4.1 IoT・制御システムセキュリティ」参照) をベースとして、「2.4.2 サイバーセキュリティ」から「2.4.3 データ・コンテンツのセキュリティ」まで、ライフサイクル全体にわたるトラストを担保することによって、上記要求に応えたサービスとして価値を生むと考えられる。この中にミッシングピースとなる技術があるとトラストを揺るがすことになりかねず、システム全体を縦断した対策が不可欠である。またAIなどの自律的なシステムにおいては、特に社会との関係の中で公平性や解釈性、透明性の確保などが注目されており、そのための技術的な対策が検討されている (「2.1.4 AIソフトウェア工学」参照)。

(6) その他の課題

① 技術と制度の関係

トラストに関わる多くの課題は、科学技術だけでは解決できず、特に制度と技術の統合が重要である。既存の制度/法規制が科学技術の発展の壁となり、イノベーションを阻害する一面がある一方、デジタル社会に相応しい法規制が、技術開発を促進していく可能性もあり、国際的な競争力につながっていくことが期待できるためである。「排気ガス規制法」が排気ガス除去の技術を推進したように、デジタル社会にお

るトラストを念頭においた制度／法規制は、トラストに関する技術的な課題を打ち破ると言っても過言ではない。そのためには、社会的要求、倫理も含めたデジタル社会の制度／法規制のあり方など、学際的な活動や、法規制、産学連携、分野連携、人材育成など多面的な取り組みが重要である。

また、トラストに関する制度で重要なのは標準化である。デジタル社会は、局所最適化ではなく、全体最適化を目指す方向に向かっている。その際、制度が果たす役割として、さまざまなシステムやデータなどの連携や相互のやりとりができる相互運用性の確保（特に法的相互運用性）と、そのための標準化の推進が必要になる。リスクに応じた保証レベルを、地域、分野を超えて適用するためには、適度な制度による強制力が必要であり、特に保証レベルの法的相互運用性の確保が出来ないと、デジタル技術によるスケールアウトしたサービスの構築が出来ない恐れがある。

② 接触追跡とプライバシー（個人データ活用とそのリスク）

COVID-19感染拡大防止のため、世界各国で市民の接触追跡（コンタクトトレーシング）の仕組みが導入されている。データを国の中央サーバーで管理する集中型と、スマートフォンなどの端末内に保管する分散型、接触把握手法をGPSの位置情報を用いるか、近距離無線通信 Bluetoothによる接触情報を用いるかの違いなど、さまざまな形態が各国でとられている。コンタクトトレーシングは、市民の行動履歴や接触者履歴などのデータ収集・分析によって感染拡大防止の効果を期待できるが、その効果を最大限活かすためには、大多数の人々の間でこの仕組みが普及され活用される必要がある。行きすぎれば国による市民監視にもなりかねない中、どのように人々や社会からのトラストを得て、広く社会へ導入できるかが鍵となっている。

中国では、GPSの位置情報を基に移動経路や感染者との接触の有無などのデータを国が一元的に管理し、感染リスク度に応じた「ヘルスコード」が提示される仕組みを導入している。これによって、市民は公共交通機関やスーパーマーケットをはじめとするありとあらゆる場所の立ち入りや移動がコントロールされている。このような仕組みは、プライバシーの侵害だとの批判も見られるが、COVID-19の感染拡大を最小化できるという便益が重んじられた文化的な背景や、監視カメラを始めとするさまざまな監視や管理が政府主導で進められてきた経緯などから、社会に受け入れられたものと考えられる。

一方、欧州の多くの国や我が国は、プライバシー保護をより徹底したApple-GoogleによるAPI (Application Programming Interface) (以下、Apple-Google方式) を活用したアプリを導入している。Apple-Google方式は分散型のシステムであり、Bluetoothによる接触情報のみがユーザー端末に一定期間保管され、感染者との接触の有無については端末内でデータ照合がなされる。プライバシー保護を徹底することで社会からのトラストを得て、広い普及が目指された仕組みであるが、普及率はあまり高くない。我が国における接触確認アプリCOCOA (COVID-19 Contact Confirming Application) は、2020年6月に導入されたが、同アプリのダウンロード件数は、2020年12月28日時点で約2,245万件¹⁵⁾であり、徐々に利用数は増えつつも、依然として日本の人口の20%未満にとどまっている。プライバシー保護が確保されたデザインになってはいるものの、人々の心理的な障壁は依然として存在しており、トラストが得られていない状態と言える。接触確認アプリやその仕組みが広く人々からのトラストを得られるためには、プライバシー確保のための技術的要件だけでなく、意義・目的との適合性や差別の排除などの社会的要件も含めて仕組みを考慮することや、人々の視点に立った議論を十分に尽くし、理解が得られるような説明を継続的に実施していくことが重要と考えられる。

参考文献

- 1) ニクラス・ルーマン『信頼—社会的な複雑性の縮減メカニズム』大庭健, 正村俊之 訳 (東京: 勁草書房, 1990) .
- 2) レイチェル・ボッツマン『TRUST 世界最先端の企業はいかに〈信頼〉を攻略したか』関美和 訳 (東京: 日経BP, 2018) .
- 3) 総務省「マイナンバーカード交付状況」, https://www.soumu.go.jp/kojinbango_card/#kouhu
- 4) 村山優子, 藤原康宏, “トラストの感情としての安心およびその要因について”, Reliability Engineering Association of Japan, Vol.31, No.1 (2009) .
- 5) 国立大学法人東京大学, 学校法人東洋大学, 日本電信電話株式会社「「インターネット利用における不安に関する国際比較調査」により”安心”と”安全”の乖離を実証～安全でも、不安を感じる日本人の特徴が明らかに～」(2010年9月2日) .
- 6) THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION, “REGULATION (EU) No 910/2014 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 23 July 2014 on electronic identification and trust services for electronic transactions in the internal market and repealing Directive 1999/93/EC”, Official Journal of the European Union L257 (2014) : 73-114.
- 7) 川崎千晶, “組織間における信頼のメカニズムと移行プロセス”, 早稲田大学大学院商学研究科紀要 (72) (2011) , 40-49.
- 8) Stephen Paul Marsh, “Formalising trust as a computational concept”, Ph.D. dissertation. University of Stirling (1994) : 1-184.
- 9) Bonnie M. Muir, "Trust in automation : Part I. Theoretical issues in the study of trust and human intervention in automated systems", Ergonomics 37, no. 11 (1994) : 1905-1922. <https://doi.org/10.1080/00140139408964957>
- 10) e-GOV 法令検索「平成十二年法律第百二号：電子署名及び認証業務に関する法律」, https://elaws.e-gov.go.jp/search/elawsSearch/elaws_search/lsg0500/detail?lawId=412AC0000000102
- 11) 日本トラストテクノロジー協議会リモート署名タスクフォース「リモート署名ガイドライン」, <https://www.jnsa.org/result/jt2a/2020/index.html>
- 12) 日本学術振興会 科学研究費助成事業「別表3 特設分野研究」, https://www.jsps.go.jp/j-grantsinaid/03_keikaku/data/h30/h30_bepyo3.pdf
- 13) SmartCom, “Communication and validation of smart data in IoT-networks”, EURAMET, <https://www.euramet.org/research-innovation/search-research-projects/details/project/communication-and-validation-of-smart-data-in-iot-networks/>
- 14) Tuukka Mustapää et al., “Metrological Challenges in Collaborative Sensing : Applicability of Digital Calibration Certificates”, Sensors 20, no. 17 (2020) : 4730. doi : 10.3390/s20174730
- 15) 厚生労働省「新型コロナウイルス接触確認アプリ (COCOA) COVID-19 Contact—Confirming Application」, https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/cocoa_00138.html