

令和 2 年 6 月 8 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B) (特設分野研究)

研究期間：2016～2019

課題番号：16KT0101

研究課題名(和文)人工物ジレンマの解決のための情報設計論の構築

研究課題名(英文)Construction of Information Design Theory for Resolving Artifact Dilemma

研究代表者

西野 成昭(Nishino, Nariaki)

東京大学・大学院工学系研究科(工学部)・准教授

研究者番号：90401299

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,400,000円

研究成果の概要(和文)：デジタル化によって社会に豊かさをもたらす一方で様々な弊害を起こしうる現象のことを「人工物ジレンマ」と定義し、そのような弊害が起こらない人工物設計論の構築を目指し研究を行った。(1)スマート家電、(2)情報セキュリティ、(3)プラットフォームビジネス、(4)Internet of Things、(5)資源循環の5つを具体的対象としてサブテーマを設定し、それぞれの事象において人工物ジレンマが潜在する社会的構造を分析した。さらに、それらの知見を総合し、人工物ジレンマを含む社会システム構造の定式化を行い、情報の分離構造の設計問題として議論できる一般化されたフレームワークを構築することができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、近年のデジタルライゼーションは必ずしも全てが社会を豊かにするものばかりではないということを描くものである。その構造を理解するために、人工物のデジタル化の適切なあり方を検討するフレームワークを提供している。学術的な観点からは、提案するフレームワークはゲーム理論を応用したもののみであり、社会科学の理論を人工物設計へ応用する可能性を切り拓くものであり、その意義は重要なものである。

研究成果の概要(英文)：This project defines 'Artifact dilemma' as a phenomenon that digitalization could benefit societies, whereas at the same time it might have harmful effects. We aim at providing a framework where we discuss how to design artifacts in order to prevent such a harmful effect. For that, the following five sub-themes are set: (1) smart appliances, (2) information security, (3) platform-type business, (4) Internet of Things, and (5) circular economy. Each sub-theme elucidated the fundamental structure and characteristics of social systems that could potentially have artifact dilemma. Finally, from the findings in the sub-themes, this project could construct a general framework that enables to formulate a social system structure of artifact dilemma theoretically and discuss design issues about how to separate information from artifacts.

研究分野：サービス工学、実験経済学、ゲーム理論、マルチエージェントシステム

キーワード：人工物工学 設計工学 情報化社会 デジタルライゼーション

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年の目覚ましい情報通信技術 (ICT) の進歩に伴って、ハードウェアとしての人工物と、本来人工物に埋め込まれていた情報がデジタル化され、その分離が目覚ましく進行している。人工物から情報が分離するという現象は、すでに 90 年代に上田[1]によって人工物圏からの情報圏の分化という表現によって、同様のことが指摘されている通りであるが(図 1)、現在の社会はさらにそれが加速している。そのような情報圏の分化は、様々な産業の発展に寄与してきた。例えば、ハードとしての PC 端末と、その上にインストール可能なソフトウェアとしてのデジタル化された情報の分離は、ユーザーの使用環境に応じて、人工物がその目的の違いに柔軟に適応的に振る舞うことを可能にした。それは、各ビジネスで複雑なオペレーション環境に対応できる情報システムの構築も可能にし、当該ビジネスを発展させ社会全体の経済成長にも大きく寄与してきた。特に現在は、Internet of Things (IoT)、Cyber Physical System (CPS)、Industry 4.0 などに代表されるように、人工物からの情報分離によってさらに大きな社会的変革がもたらされようとしている。

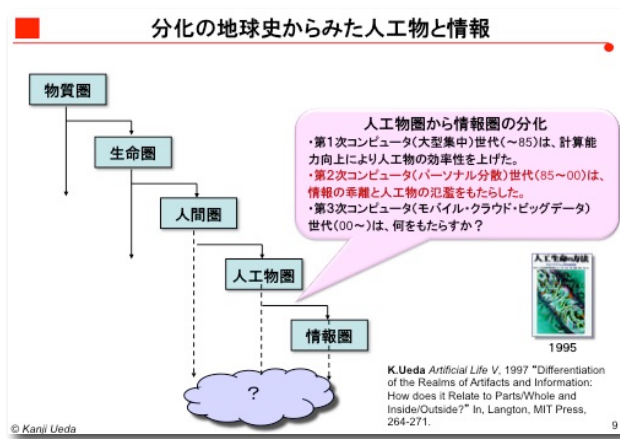


図 1: 人工物圏から情報圏の分離 (出所: 上田完次, 日本学術会議サービス学学科会シンポジウム発表資料, 2014)

一方で、人工物からの情報の分離は、同時に深刻な問題も引き起こす。その典型的な例は、デジタルジレンマ[2]として指摘されているデジタルデータ保存の問題である。CD-ROM 等に保存されたデジタルデータは劣化することがないため、当時は半永久的に保存できると考えられたが、実際はハードとしての CD-ROM 自体は熱に弱いため物理的劣化を伴いデータは簡単に消失する。物理的劣化が無かったとしてもデータ保存形式が異なるために新しい OS やソフトウェアで読み込めないという互換性の問題が生じ、90 年代の旧式の PC で保存したデータが現在の新型の PC では読めないことがしばしばある。また、新しいデータ形式や媒体が登場する度に別媒体にコピーをしてはそれだけ大きな手間とコストがかかる。結果として、紙媒体に印刷するなど、アナログ形式がデジタルデータよりも低コストで長く保存できる現象を指摘するものである。これ以外にも、例えば、個人情報流出やクラウド上のセキュリティ問題など、これらは本質的に人工物からの情報の分離によって引き起こされている問題といえる。

このような人工物からの情報の分離が引き起こす問題構造はデジタル機器だけでなく、すべての人工物に共通する。例えば、非常に単純な例であるが「金庫」という人工物であっても同様の問題構造を持っていることを以下に説明する。金庫は施錠することで貴重品を安全に保管できる人工物である。しかし、これは鍵という金庫とは別の人工物に施錠/解錠ための情報が埋め込まれ、金庫自体から鍵という形で情報を分離している。この場合、鍵の紛失によって中身を取り出せなくなる状況が生じるが、データの互換性が無いために新しい PC では保存データにアクセスできない状況と本質は同じである。一方で、パスワードを入力する電子キータイプの金庫であれば、施錠/解錠のための仕組みと情報が金庫自体に埋め込まれており、そのような問題は発生しない。すなわち、デジタルジレンマの問題は、デジタル機器自体が問題を起こすのではなく、デジタル化された情報の利用の仕方によって引き起こされるのである。このように、人工物と分離された情報という観点から人工物の設計のあり方を考えることが重要である。

2. 研究の目的

上記で述べた通り、ハードウェアとしての人工物から本来埋め込まれていた情報が分離され、新たな社会構造を生み出し、生活を豊かにしてくれる一方で、情報セキュリティやデータ保存の問題などの社会的問題も同時に引き起こされている。このような問題は単に情報化が引き起こす問題ではなく、人工物が根源的に持つ問題であり、情報分離による豊かさの一方で弊害を起こしうる現象を「人工物ジレンマ」と定義する。本研究課題では、この人工物ジレンマの問題の理論的基礎と解決のための人工物設計論に資することを目的として研究を推進した。

3. 研究の方法

上記の背景・目的に対し、まず、以下の 5 つの顕在化しつつある現在の具体的社会課題をサブテーマとして設定した。

- (1) スマート家電のログデータ構造と標準化
- (2) 人工物における情報セキュリティ問題
- (3) プラットフォーム型ビジネスエコシステムの構成問題
- (4) IoT におけるデータ所有権と利用
- (5) 人工物の設計/使用情報と資源循環

対象となる事象のモデルの構築と被験者を用いた経済実験やシミュレーション、実データを利用した実証分析等のアプローチを用い、人工物ジレンマが潜在する社会の構造を明らかにする。

人工物ジレンマは、単に製品アーキテクチャの問題ではなく、製品の利用者等を含む社会システムとして問題を扱わなければならないため、人工物の生産者とサービス提供者、利用者の関係性を取り扱う必要がある。そのような意思決定主体を構成要素として定式化するために、ゲーム理論の枠組みを用いてモデル化することを軸に進めた。一方、経済実験では、実験経済学の被験者実験の手法を援用し、構築した理論モデルに基づいて、統制された実験室での仮想経済社会における人々の振る舞いを分析する。加えて、マルチエージェントシミュレーションや実フィールドにおけるデータ分析等を通じて、人工物ジレンマに関する実社会の性質や特徴を明らかにする。

最終的に、これらの個別事象から得られた知見を参考に、人工物ジレンマの問題を一般的な構造として定式化可能なフレームワークとしてまとめる。

4. 研究成果

以下では、まず5つのサブテーマ毎に、それぞれで得られた成果について簡潔にまとめる。最後に、各テーマから得られた知見を参考に、本研究課題の総括として、人工物ジレンマを表現することが可能な理論フレームワークとして得られた定式化について述べる。

(1) スマート家電等から得られる人工物ログデータの標準化問題

スマート家電を製造・販売する企業からの協力を得て、ログデータと利用者のライフスタイルに応じた製品利用パターンの違いを分析した。スマート家電を利用する消費者に対して、ライフスタイルに関する調査を実施し、因子分析によって得られた5パターンの利用パターンと、実際のスマート家電のログから、利用の違いについて明らかにした（一部の結果を図2に示す）。さらに、関連事業者やIoT専門家らとの議論を通じて、図3のようなスマート家電の利用におけるデータのやり取りやそれによる相互作用などの共通的構造が明らかになった。

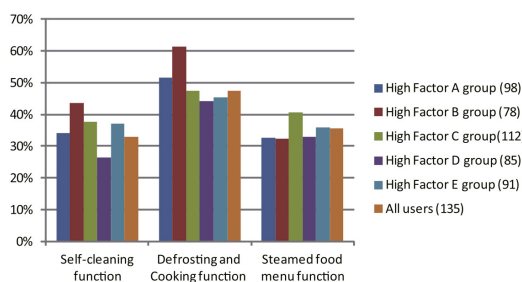


図2：スマート家電の利用パターンの違い

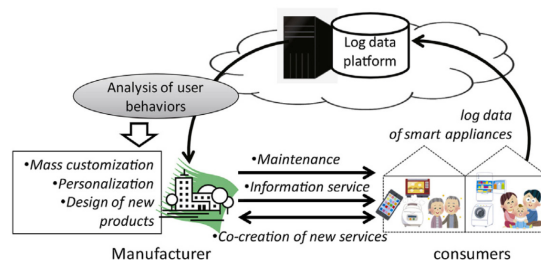


図3：スマート家電利用におけるデータ構造

(2) 人工物における情報セキュリティ問題

本サブテーマでは、始めに情報セキュリティにおける問題構造について分析を行った。まず、情報資産の脅威-脆弱性-対策の関係の構造を明確にし（図4）、情報セキュリティ事象が決定論的事象と確率論的事象の二重構造から成ることを明確化した。さらに、経済産業省が公開している「平成17～21年情報処理実態調査」のデータを用いて、その構造の妥当性の検証を行った。

次に、情報資産に関する脅威と脆弱性の関係をマルチエージェントによりモデル化し、シミュレーションによりその解決策について分析を進めた。結果の一例として、シミュレーションで設定した視野パラメータ（従業員が脅威を熟知している範囲に相当）に応じて、情報セキュリティ事故の発生頻度が左右されることを示した。ただし、個別対策の場合には、視野を大きくしても、当初は事故件数が増えてしまいパフォーマンスが悪くなる可能性があることも同時に示された。加えて、クラウドサービス市場における情報セキュリティ監査の問題を、ゲーム理論的な観点から分析を行った。誘引両立的な監査報酬の条件などを明らかにしている。

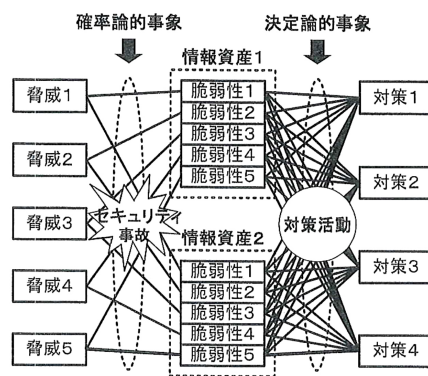


図4：脅威-脆弱性-対策の関係の構造

(3) プラットフォーム型ビジネスエコシステムの構成問題

プラットフォームビジネスは多岐にわたるが、シェアリングビジネスにおけるプラットフォームの問題に焦点を当てた。現在は、カーシェアリングのように企業が製品を用意し、それを消費者が利用する形式が多いが、それに加えて、消費者が有する遊休資産を消費者間でシェアする

ビジネス構造をモデル化し、シミュレーション・経済実験によって分析を行った。

分析の結果、生産者の製品開発における戦略の棲み分けなどの特徴を得ることができた。例えば、耐久性を低くして、消費者が製品をシェアリングサービスへ提供することを阻害するパターンや、逆に耐久性を上げることで、シェアリングを促進するパターンなどである。特に、耐久性を上げる場合には、併せて製品価格を上げて利益の減少を防ぐ一方で、製品長期利用から環境負荷の低減にも繋がるため、今後のシェアリングビジネスにおける有効な1つのエコシステムの構造である可能性を示した。また、これらの分析に加えて、ビジネスエコシステムとして、シェアリングビジネスにおけるプラットフォームの一般的構造を整理している（一部の例を図5に示す）。

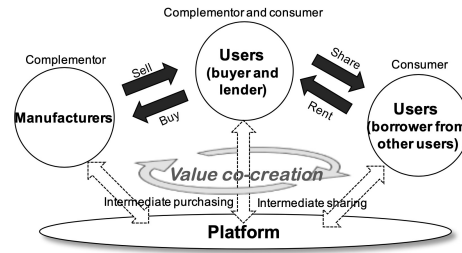


図5：シェアリングビジネスにおけるプラットフォームの構造

(4) IoTにおけるデータ所有権と利用

IoT機器の例として2つの具体的な事象を対象に分析を進めた。1つはIoT調理機器をサブスクリプションサービスとして提供されているケースで、もう1つはIoT技術（RFIDを製品タグに埋め込む技術）を利用したサプライチェーンマネジメントの例である。紙面の制約から後者の成果について述べる。IoT機器の成果については、分担者の竹中らによる2019年の業績等を参照のこと。

RFIDのケースでは、アパレル産業を対象に、サプライチェーン全体でのRFIDタグの利用形態についてアンケート調査（アパレル関連業者701件、物流事業者115件の回答を得た）を行った。分析により得た結果の一例を図6に示す。消費者と接点があるフロントエンド企業と、サプライチェーン上流の企業とでは、同じ製品を扱っていてもRFIDのデータをどのように利用するかは全く異なる。そのような利用の仕方や業種の違いをネットワーク構造として可視化したものが図6である。ノードが1つの企業を表しており、利用形態の近さでクラスタリングしている。このように、サプライチェーン全体における利用方法の構造が明らかになった。

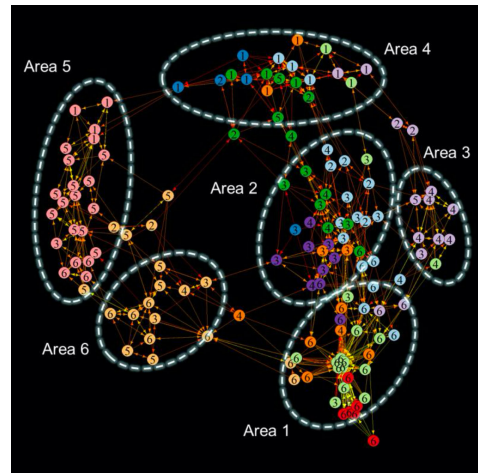


図6：アンケート結果をネットワーク構造として可視化

(5) 人工物の設計/使用情報と資源循環

資源循環の問題を扱うために、サーキュラーエコノミーのモデルを構築し、特に分解等のコストの大きさによって、資源循環可能な割合にどの程度変化があるかという観点に着目しながら分析を進めた。モデルはゲーム理論に基づいて構築しており（図7）、様々なケースにおいてナッシュ均衡を導出し、その状態の違いから、資源の循環性について分析を進めた。結果として、生産者がリマニュファクチャリングパーツを使うかどうか、製品販売ではなくサービス提供するかなどの観点から、7つのパターンが得られた。それぞれのパターンにおいてサプライチェーン全体として資源循環上のボトルネックとなる主体や原因を明らかにしている。

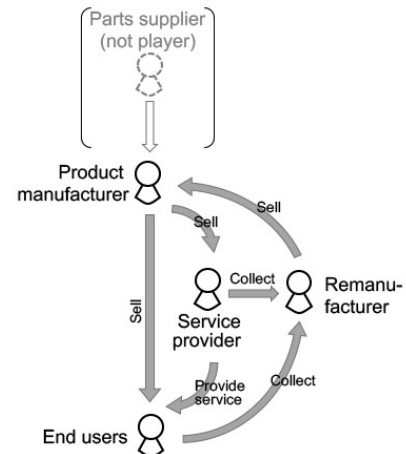


図7：サーキュラーエコノミーのモデル

(6) 人工物ジレンマの理論フレームワークの構築

上記の5つの個別テーマで得られた知見を総合し、人工物ジレンマを抽象化された一般的な形式として定式化できる枠組みを構築した。ここでの定式化は、基本的にゲーム理論の記述体系を応用し、人工物と情報という2つに分けて、社会的な価値を考えるものとして構築されている。

① 構成要素

1つの人工物を a で表し、それは製品などの物理的実態を伴うハードとしての人工物を表すものとする。その集合を A で表す。人工物のユーザーを u で表し、その集合を U とする。そして、本来人工物に埋め込まれていた情報が分離され、デジタル情報やソフトウェア等で取り扱いが可能となった情報を d で表し、その集合を D とする。

対象とする社会システム全体において、人工物がユーザーによって使用された時に得られる

総便益を表す関数として、便益関数を $f: 2^E \rightarrow \mathbb{R}$ と定義する。ここで、 $E = A \cup U \cup D$ とし、 E の冪集合から実数空間への写像として定義する。

また、 $X \in 2^E$ は集合であるが、そこに含まれるユーザーによって人工物と情報が利用される状態を意味しており、その時の便益全体の大きさを表すものが $f(X)$ ということである。便益はユーザーが人工物を使用した際に初めて便益が生じるものとするため、 u と a のどちらかが欠けても便益関数の値は 0 となる。

② 各主体が有する価値

各主体が有する価値を考えるにあたり、協力ゲームの枠組みを用いた。協力ゲームでは一般に、プレイヤー間の拘束力ある合意を前提とし、プレイヤーの提携等を通じて得られた利得をどのように配分するかを考える。人工物ジレンマの問題では、人工物を利用することで得られる総便益が協力ゲームの利得に相当するものとみなし、総便益がそれぞれの主体（分離情報、人工物、ユーザー）にどのように分配されるのかを考える問題となる。

まず、人工物ジレンマ問題においても、協力ゲームと同様に配分を $v = (v_i)_{1 \leq i \leq |E|} \in \mathbb{R}^{|E|}$ とする。厳密には、以下を満たす時、 v を配分と呼ぶ。

[定義 1] 情報分離構造 $\langle A, U, D, f \rangle$ において、実数値ベクトル v は以下の 2 つの条件を満たす時、配分と呼ぶ。

1. $\sum_{i \in E} v_i = f(E)$
2. $\forall i \in E, v_i \geq f(i)$

一般的に、人工物を利用によって便益を生じる状況において、情報や人工物が追加された場合、少なくとも便益が変わらないか増加することになる。もし必要なければ使わなければ良いだけであり、負になることは通常ありえない。すなわち、以下の優加法性を満たすと考える。

[定義 2] 情報分離構造 $\langle A, U, D, f \rangle$ において、 $X \cup Y = \emptyset$ の任意の部分集合 $Y, Y \subset E$ に対して、 $f(X \cup Y) \geq f(X) + f(Y)$ であるとき、情報分離構造 $\langle A, U, D, f \rangle$ は優加法性を満たすという。

次に、コアの概念に基づいて、情報分離構造において以下のように価値配分集合と定義する。

[定義 3] 情報分離構造 $\langle A, U, D, f \rangle$ が優加法性を満たす時、以下で定義される配分の集合 V を、価値配分集合と呼ぶ。

$$V = \{ v \in \mathbb{R}^{|E|} \mid \forall X \in 2^E \setminus \{\emptyset\}, \sum_{i \in X} v_i \geq f(X) \}$$

ここで、 V は集合として定義される。なお、この集合におけるある価値配分 $v = (v_i)_{1 \leq i \leq |E|} \in V$ において、 v_i を主体 $i \in E$ が有する価値とみなす。

上記の枠組みで、分離情報集合が空集合の時が、人工物から情報が分離されていない状況を表すことになる。つまり、情報分離構造 $\langle A, U, D, f \rangle$ と、 $D' = \emptyset$ とし情報が埋め込まれた状態の人工物集合 A' とで表される情報分離構造 $\langle A', U, D', f \rangle$ の、それぞれにおける価値ベクトルを比較すれば、情報分離によってどれだけ価値を生み出したかが分かる。単純な例であるが、1 つの人工物と 1 人のユーザーの場合について、このフレームワーク説明する図を示した (図 8)。

このように、人工物ジレンマの問題を一般的な構造として定式化可能な枠組みを構築することができた。これを用いることで、情報はどのように扱うべきか (人工物から分離すべきかどうか) という指針が得られる。社会システムの構造という視点から、製品やビジネスの設計時に情報のあり方を検討することが可能になる。

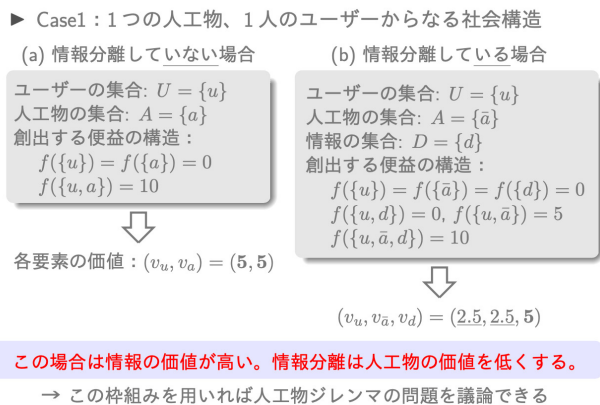


図 8 : 定式化の説明

参考文献

[1] K. Ueda, "Differentiation of the Realms of Artifacts and Information: How does it Relate to Parts/Whole and Inside/Outside?," In Artificial Life V (C. Langton ed.), MIT Press, pp. 264-271, 1997

[2] National Research Council, The Digital Dilemma: Intellectual Property in the Information Age, National Academy Press, 1999

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 T. Takenaka, T. Kushida, N. Nishino, K. Kurumatani	4. 巻 12
2. 論文標題 Equilibrium Analysis of Service Ecosystems for Labor-Intensive Services Using Multi-Agent Simulation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 International Journal of Automation Technology	6. 最初と最後の頁 459-468
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.20965/ijat.2018.p0459	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 T Hara, T. Sakako, R. Fukushima	4. 巻 6
2. 論文標題 Customization of product, service, and product/service system: what and how to design	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Mechanical Engineering Reviews	6. 最初と最後の頁 18-00184
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1299/mer.18-00184	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 T. Kawanaka, S. Rokugawa, H. Yamashita	4. 巻 17
2. 論文標題 Information Sharing and Security for a Memory Channel Communication Network	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Industrial Engineering and Management Systems	6. 最初と最後の頁 444-453
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.7232/iems.2018.17.3.444	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Z. Zhu, N. Nishino	4. 巻 12
2. 論文標題 Research on Willingness to Pay of Internet of Vehicle	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 International Journal of Automation Technology	6. 最初と最後の頁 308-318
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.20965/ijat.2018.p0308	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Nariaki Nishino, Takeshi Takenaka, Hiroki Takahashi	4. 巻 66
2. 論文標題 Manufacturer 's strategy in a sharing economy	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 CIRP Annals - Manufacturing Technology	6. 最初と最後の頁 409-412
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cirp.2017.04.004	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 川中孝章, 六川修一	4. 巻 34
2. 論文標題 サイバー保険市場に関するくさびのカタストロフィー・モデル	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本経営システム学会誌	6. 最初と最後の頁 45-53
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計23件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 12件)

1. 発表者名 N. Nishino, T. Takenaka, H. Takahashi, Y. Inoue
2. 発表標題 Platform in manufacturing for enhancement of product value by sharing
3. 学会等名 13th CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 M. Terano, A. Kimura, J. Ozawa, Y. Nishikawa, T. Takenaka, F. Oura
2. 発表標題 Lifestyle analysis with IoT data acquired from coffee roaster for service development
3. 学会等名 2019 IEEE International Conference on Consumer Electronics (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西野 成昭
2. 発表標題 人工物ジレンマの提案と理論フレームワーク
3. 学会等名 第10回横幹連合カンファレンス
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 寺野 真明, 木村 文香, 小澤 順, 西川 由理, 竹中 毅, 大浦 楓子
2. 発表標題 IoT珈琲焙煎機のライフスタイル分析のサービス継続施策への活用
3. 学会等名 2019年度 人工知能学会全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 N. Nishino, B. Tjahjono
2. 発表標題 Modelling Circular Economy Using Game Theory
3. 学会等名 8th International Conference on Operations and Supply Chain Management (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 原 辰徳, 岡田 有希, 太田 順
2. 発表標題 ユーザ活動を起点としたサイバーフィジカルシステムのモデル化と構造分析手法
3. 学会等名 日本機械学会第28回設計工学・システム部門講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroki Takahashi, Nariaki Nishino, Takeshi Takenaka
2. 発表標題 Multi-agent simulation for the manufacturer's decision making in sharing markets
3. 学会等名 11th CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Jun Takeoka, Takeshi Takenaka, Nariaki Nishino, Takahiro Kushida, Koichi Kurumatani
2. 発表標題 Service Ecosystem Analysis by Multi-Agent Simulation for Designing Sustainable Services
3. 学会等名 5th International Conference on Serviceology (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Takaaki Kawanaka, Shuichi Rokugawa, Hiroshi Yamashita
2. 発表標題 Information Security in Communication Network of Memory Channel Considering Information Importance
3. 学会等名 2017 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Takeshi Takenaka, Nariaki Nishino
2. 発表標題 Nature of value and emergent synthesis
3. 学会等名 10th CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 高橋裕紀, 西野成昭, 影山和郎
2. 発表標題 マルチエージェントシミュレーションを用いたシェアリングサービスにおける生産者の意思決定分析
3. 学会等名 サービス学会第5回国内大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 原辰徳
2. 発表標題 使用段階に配慮したエコデザインのための品質機能展開
3. 学会等名 エコデザイン・プロダクツ&サービスシンポジウム 2016
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 川中孝章, 六川修一
2. 発表標題 記憶通信路のコミュニケーション・ネットワークにおける情報セキュリティ
3. 学会等名 第7回横幹連合コンファレンス
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

プロジェクト紹介記事: Nariaki Nishino, "Construction of information design theory", Impact, pp.21-23, 2020 (DOI: 10.21820/23987073.2020.1.21)

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	原 辰徳 (Hara Tatsunori) (00546012)	東京大学・大学院工学系研究科(工学部)・主幹研究員 (12601)	
研究分担者	川中 孝章 (Kawanaka Takaaki) (10644784)	東京大学・大学院工学系研究科(工学部)・講師 (12601)	
研究分担者	竹中 毅 (Takenaka Takeshi) (70396802)	国立研究開発法人産業技術総合研究所・人間拡張研究センター・研究チーム長 (82626)	