

リアルとネットを統合した インタラクティブサービスの開発

Development of interactive services that integrate the Internet and the real world

古田真理¹ 山下和也¹ 井上恵¹ 本村陽一¹

Mari Furuta¹, Kazuya Yamashita¹, Megumi Inoue¹, and Yoichi Motomura¹

¹産業技術総合研究所人工知能研究センター

¹Artificial Intelligence Research Center National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

Abstract: Although the Japanese service industry accounts for 70% of the gross domestic product, labor productivity is low, and improving it is very important for making the Japanese economy better. By clarifying the value required by service stakeholders, the value of the service can be increased, leading to an improvement in the labor productivity of services. In this research, as a means to clarify the value required by stakeholders, we have developed the "AI Touch Rally", which has been studied in the past, to make it more practical, such as making it compatible with the real space and the Internet.

1. はじめに

公益財団法人日本生産性本部が 2019 年に発表した、“日本の労働生産性の動向 2019 報告書”によると、第 3 次産業、いわゆるサービス産業は日本の国内総生産 (GDP) の約 7 割を占めているため、日本の経済においてサービス産業の生産性を向上させることは重要なことである。しかし、日本のサービス産業の生産性は世界に比べて低く、日本生産性本部が今年発表した、“質を調整した日米サービス産業の労働生産性水準比較”によると、サービス産業分野においてサービスの質を加味して生産性を米国と比較した結果、日本は米国の 4~5 割程度の生産性水準にとどまっており、サービス産業においてさらなる生産性向上を進める必要性を示唆している。サービス産業の中でも特に物の売買をせず、サービスのみでやりとりを行う‘サービス業’に着目する。日本生産性本部が 2019 年に発表した、“労働生産性の国際比較 2019”より産業別の労働生産性の国際比較を見ると、サービス産業のうち、教育、社会福祉、テーマパーク、映画館などの各種娯楽、理美容やクリーニング、各種メンテナンスなどが含まれる対個人分野などの‘サービス業’では、比較的他の分野に比べて他国より労働生産性が低く、また自国内で比べても‘サービス業’のみが 1995 年に比べて 2017 年が下回っていることが分かる。つまり、サービス産業の中でも‘サービス業’が特に労働生産性が低く、これを改善すること

は日本の経済をより良くする上で重要であると言えるだろう。

では‘サービス業’の労働生産性の向上を図るにはどうしたら良いのだろうか。経済産業省の”中小サービス事業者の生産性向上のためのガイドライン”によると、そもそも労働生産性とは付加価値額÷従業員数（もしくは労働時間数）で計算される 1 人当たり付加価値額であり、労働生産性を向上させるには以下の 2 つの方向性が存在する。

- ・ 付加価値の向上…提供するサービスの価値を増大させる（売り上げ向上）

- ・ 効率の向上…時間や工程の短縮（コスト削減）

このうち、本論文では前者の提供するサービスの価値を増大させることで‘サービス業’の労働生産性の向上を図ることを試みる。

サービスの価値を増大させることを目指すにあたり、山下ら [16] の考え方を参考にすると、サービスをステークホルダー間の価値のやりとりと定義し、サービスの価値構造を明らかにすることで、サービスの価値を増大させるためには何をすべきなのかを理解することができる。例えば‘サービス業’の一つである音楽フェスでは、ステークホルダーとして大きく分けて来場者、出演者関係、フェス経営関係者の 3 者がいて、3 者の間ではそれぞれが求める価値を提供し合っている。具体的には、出演者関係がフェス経営関係者に求める価値のうちの 1 つとして、“希望の時間にライブを行いたい”というものがあるだ

ろう。各ステークホルダーが求める価値を満たすことで最大限サービスの価値を引き上げることができる。(図1)

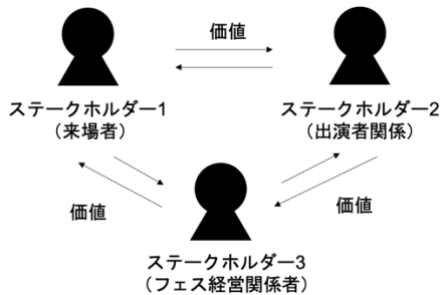


図1. ステークホルダー間の価値のやりとり

ではそれぞれが求める価値とは何なのだろうか。先程の音楽フェスの例でいうと、サービス改善を図るのはフェス経営関係者であるので、来場者と出演者関係が求める価値を知りたい。来場者が求める価値を知る方法としては近藤ら [5, 6, 7] が開発した“AI タッチラリー”がある。“AI タッチラリー”は過去にいくつかのイベントなどにて実験を行い、開発された来場者の求める価値をデータ分析の観点から明らかにするシステムである。しかし、現在新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) の拡大に伴い、今年3月にオンライン診療が時限的な措置として認められるなど、リアル空間において人が直接交流するサービスに代わり、オンライン上で交流することのできるサービスの需要が急増している。そのため、本研究ではリアル空間とオンライン空間の両方で来場者が求める価値を知ることができるシステムの開発を行った。

2. 先行研究 (AI タッチラリー)

“AI タッチラリー”の開発、導入実験は近藤ら [5] によって初めて行われた。会場内にブースが多いため、来場者がそのブースを巡るイベントにて、RF-ID シールを用いて、各ブースにある ID 認証端末で来場者自らが ID 認証を行うことで来場者の行動履歴や属性を取得することができるシステムとなっている。その後、近藤ら [6]、近藤ら [7]、大和田ら [8]、大和田ら [9]、山下ら [10] によってさらなる実験と改良が行われ、古田ら [11] と碓井ら [12] によって来場者の行動履歴や属性を取得した後確率的潜在意味解析 (Probabilistic Latent Semantic Analysis) 通称 PLSA を用いて様々な人がいる来場者をクラスタリングし、ベイジアンネットワークを用いてクラスタごとに何を求めている来場者がいるのかを明らかにできるよう拡張が行われ

た。なお、PLSA は Hofmann ら [13] によって提案されたトピックモデルの 1 つで、2 つの変数 x, y の背後に共通特徴となる潜在変数 $z \in Z = \{z_1, z_2, \dots, z_k\}$ があると仮定し、 x, y を同時にクラスタリングする手法であり、ベイジアンネットワークは確率変数をノードとし、変数同士の依存関係を確率的なネットワークとしてモデル化したものである。その後も古田ら [14]、井上ら [15] で改良を重ねた。また、様々なサービスで用いられるようシステムの汎用性を持たせるために、古田ら [11]、碓井ら [12] では商業施設で、井上ら [13] では日本科学未来館で実験が行われている。

本研究では前述のようにリアル空間で開発されてきた“AI タッチラリー”をオンラインでも活用できるように、インタラクティブサービスシステムを開発した。

3. 開発したシステム

本研究では過去に研究されてきた“AI タッチラリー”をリアル空間とオンライン空間の両方で来場者が求める価値を知ることができるシステムに拡張し、サイエンスアゴラ 2020 にて実際に導入を行った。

3.1. サイエンスアゴラ 2020

サイエンスアゴラとは科学と社会をつなぐ目的で毎年開催されており、来場者が科学に関する様々なブースを巡るイベントである。サイエンスアゴラにはステークホルダーとして、大きく分けると来場者、イベント主催関係者、ブース出展者の 3 者がいる。このうち、来場者の求める価値を知るために、2016 年から“AI タッチラリー”を導入してきた。昨年まではリアル空間で開催されてきたが、今年オンラインで開催されている。

3.2. システム概要

開発したシステムの概要を図 2 に示す。トップページの次に認証を行うことで個人の識別を行う。認証後、アンケートを行い、来場者の簡単な属性を取った後、来場者はブースを巡ることができる。その際、ブースを巡った履歴、つまり行動履歴を取ることができるようになっている。

本システムは過去に研究されてきた“AI タッチラリー”を拡張し、リアル空間とオンラインの両方で活用できるようにしたもののだが、他の大きな改変点として、“AI タッチラリー”に初めてエージェントを起用した。来場者により楽しんでもらうことで“AI タッチラリー”の利用率を高めることが目的である。

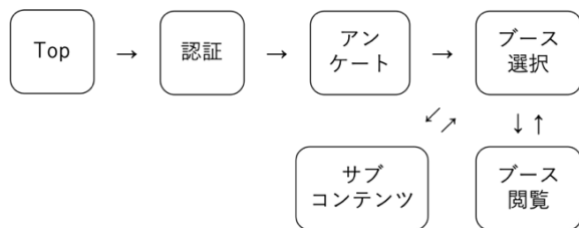


図2. 本システムの概要図

本システムは過去に研究されてきた”AI タッチラリー”を拡張し、リアル空間とオンラインの両方で活用できるようにしたものだが、他の大きな改変点として、”AI タッチラリー”に初めてエージェントを起用した。来場者により楽しんでもらうことで”AI タッチラリー”の利用率を高めることが目的である。

3.2.1. ブース選択

本システムにおけるブース選択時の画面を図3に示す。ブースを選択する方法は主に2つあり、1つ目は画面上部でエージェントがお勧めするブースを選択する方法、2つ目は画面下部でMap上で会場を巡り、目的のブースを選択する方法である。また、PCからのアクセスのみ、サブコンテンツとして設けている回遊済のブースの表示からブースを選択することもできる。

画面上部でのエージェントのお勧めは、事前に行なっていたブース出展者へのアンケート結果よりベイジアンネットワークを構築し、それを利用して来場者のアンケート結果から来場者ごとに最適なブースを表示している。これは、以前のサイエンスアゴラで来場者から、“ブースが多く、どれを見れば良いのかが分からない”といった要望があったため、イベント主催関係者から来場者への価値の提供として組み込まれたものである。

画面下部のMap機能はリアル空間のイベントで来場者が得られる価値とオンラインで得られる価値が近くなるために、来場者がリアル空間でイベントをまわっているような感覚になるように設計された機能である。

3.2.2. ブース閲覧

本システムにおけるブース閲覧時の画面を図4に示す。画面下部でブースの閲覧ができると同時に、画面上部でブースの評価ができるようになっている。

3.2.3. サブコンテンツ

本システムではサブコンテンツとして、エージェントと対話できる機能、自由記述で要望や感想が書け

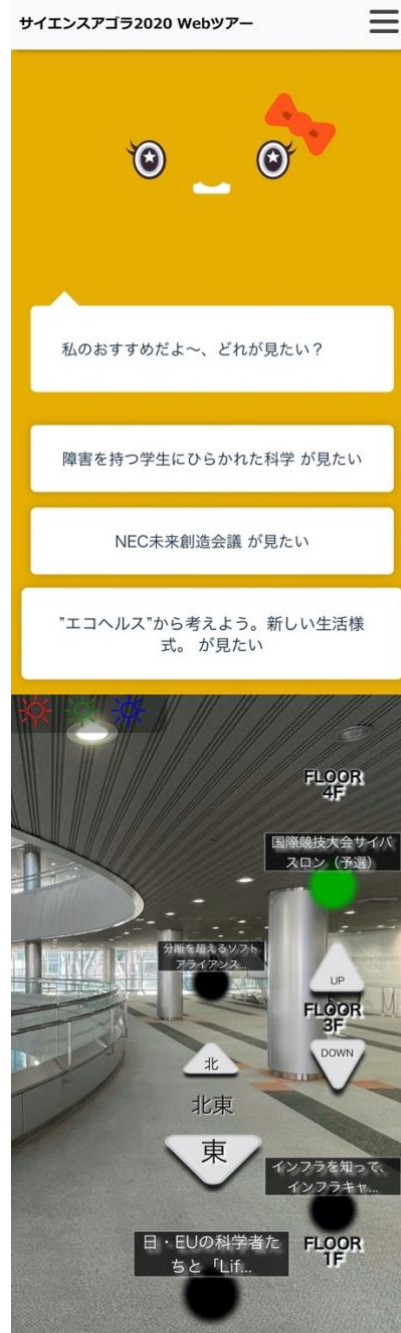


図3. ブース選択時の画面

る機能、回遊済のブース一覧を見ることができる機能、ブース出展者がリアルタイムに来場者数などの情報を知ることができる機能などがある。エージェントと対話できる機能はエージェントとの対話を通してアンケート以外の来場者のさらなる属性を取得することができる。自由記述で要望や感想が書ける機能はデータ分析では把握しきれない来場者が求める価値を探るために新たに設けた。回遊済のブース一覧を見ることができる機能では、PCからのアクセスのみブースに投票ができる機能と回遊済ブースに



図 4. ブース閲覧時の画面

再び訪問できる機能が搭載されている。ブース出展者がリアルタイムに来場者数などの情報を知ることができる機能は来場者が求める価値として提供される機能で、ブース出展者のみがアクセスできる独立のサイトが用意されている。

3.2.4. エージェント

エージェントは産業技術総合研究所が保有する Reco! というキャラクターを利用した。(図 5) 来場者ごとに 4 つの中から 1 つキャラクターが割り当てられる。

3.3. サービス内での本システムの位置づけ

サイエンスアゴラ 2020 というサービスにおいて、本システムはステークホルダーの一員である来場者の求める価値を知るためだけでなく、ステークホルダー3 者の求める価値を満たすという目的でも利用されている。



図 5. Reco!

昨年までのサイエンスアゴラの”AI タッチラリー”での分析とリアル空間からオンラインへの変更になったという事実から予測した今年のサイエンスアゴラでの 3 者の求める価値は以下の通りである。

- ・ 来場者: ブースを楽しみたい, お勧めのブースが知りたい, リアル空間をまわっているような臨場感を味わいたい
- ・ ブース出展者: ブースの内容を来場者に知ってもらいたい, より多くの来場者に来て欲しい, ブースに来た人の情報をリアルタイムに知りたい
- ・ イベント主催関係者: 来場者数が増えて欲しい, 新規来場者獲得につながる内容の出展をして欲しい

これらのうち、来場者のお勧めのブースが知りたい, リアル空間をまわっているような臨場感を味わいたいという価値とブース出展者のブース来場者の属性が知りたい, ブースの来場者数と満足度をリアルタイムに知りたいという価値を満たすために利用されている。

4. 実験結果の考察

本システムで得られる情報は以下の通りとなる。

- ・ 来場者ごとのアンケートの回答 (id, 時間, 回答等)
- ・ 来場者ごとの Reco! とのやりとり (id, 時間, 回答等)
- ・ 来場者ごとのブース訪問履歴 (id, 時間, リンク元 (Reco! のおすすめか map からか 振り返りマップからか), ブース番号, ブース名, ブースの評価等)
- ・ 来場者ごとの行動履歴 (id, 時間, ブース名又はエントランスなどの場所名, サイトへの訪問回数)
- ・ 来場者ごとのブースの評価 (id, 時間, 回答等)
- ・ 来場者ごとの振り返りマップにおける投票 (id, 時間, ブース名, ブース番号)
- ・ 来場者ごとの Reco! の割り振り (id, キャラクタ

一等)

・ 任意の来場者による自由記述の意見（回答）
これらのうち、アンケートの回答と Reco!とのやりとりより、来場者がそれぞれどのような属性を持っているのかを分析することができる。ブース訪問履歴と行動履歴、ブースの評価、振り返りマップにおける投票からは、来場者それぞれの満足度や行動に現れている来場者がイベントに求める価値を分析することができる。また、それらと来場者の属性を合わせて、どのような属性の来場者がどのような行動をしたのか、どのような満足度だったのかなどが分析でき、より詳細に、来場者がイベントに求める価値を知ることができる。任意の来場者による自由記述の意見では、それ以外のデータから分析することができなかつた来場者が求める価値を把握できる。

“AI タッチラリー”では、イベント後に得られたデータから分析を行うことまでがシステムに含まれている。上記のようなデータ分析の具体例については過去の“AI タッチラリー”の文献を参照していただきたい。 [11, 14, 15]

5. まとめと展望

本研究ではリアル空間とオンライン空間の両方で来場者が求める価値を知ることができるシステムの開発を行った。今回はサイエンスアゴラ 2020 で導入を行ったが、その他の様々なサービスでこれを用いることで、ステークホルダーの一員である来場者が求める価値を明らかにすることができ、サービスの価値を引き上げることに繋がる。

今後の課題としては、現在のシステムではステークホルダーのうち、来場者の求める価値のみが明らかになるため、他のステークホルダーである出展者関係などの求める価値を知ることはできない。今後の研究により、サービスのステークホルダー全員の求める価値を知ることができるシステムに拡張できれば、導入することでサービスの価値を最大限に引き上げるために必要な条件が明らかになるシステムとなり、サービス産業の労働生産性改善に繋がることが期待される。

謝辞

本研究は国立研究開発法人科学技術振興機構 (JST)、新エネルギー・産業技術総合開発機構 NEDO 事業「次世代人工知能・ロボット中核技術開発 / 次世代人工知能技術分野 / 人間と相互理解できる次世代人工知能技術の研究開発」、及び「次世代人工知能・ロボットの中核となるインテグレート技術開発 / 人工

知能技術の社会実装に向けた研究開発・実証及び人工知能技術の適用領域を広げる研究開発 / サイバーフィジカルバリューチェーンの構築・AI 導入加速技術の研究開発」の支援を受け、産業技術総合研究所人工知能技術コンソーシアムの活動として実施を行いました。

参考文献

- [1] 公益財団法人日本生産性本部: 日本の労働生産性の動向 2019 報告書, (2019)
- [2] 公益財団法人日本生産性本部: 質を調整した日米サービス産業の労働生産性水準比較, (2020)
- [3] 公益財団法人日本生産性本部: 労働生産性の国際比較 2019, (2019)
- [4] 経済産業省: 中小サービス事業者の生産性向上のためのガイドライン, (2015)
- [5] 近藤那央, 竹内理人, 櫻井瑛一, 本村陽一: ID カード AI 対話システムを用いたイベント空間における行動データの収集と行動支援技術, 人工知能学会合同研究会, (2016)
- [6] 近藤那央, 竹内理人, 山下和也, 櫻井瑛一, 本村陽一: 大規模イベントにおける人の行動履歴情報収集とそれを利用したインタラクティブシステムの開発に向けて, 人工知能学会全国大会, (2017)
- [7] 近藤那央, 原田奈弥, 山下和也, 大前智嵩, 本村陽一: 大規模 イベントにおける来場者回遊行動分析, 人工知能学会全国大会, (2018)
- [8] 大和田智之, 山下和也, 大前智嵩, 本村陽一: イベント参加者の属性情報および行動履歴データの分析と活用, 人工知能学会全国大会, (2018)
- [9] 大和田智之, 對間悠一, 山下和也, 高松倫芳, 櫻井瑛一, 高岡 昂太, 大塚芳嵩, 澤谷真澄, 齊藤裕一郎, 中庭伊織, 長谷篤拓, 潤間励子, 本村陽一: イベント来場者への行動推薦による変容の分析, サービス学会, (2019)
- [10] 山下和也, 對間悠一, 大和田智之, 高松倫芳, 櫻井瑛一, 高岡 昂太, 大塚芳嵩, 澤谷真澄, 齊藤裕一郎, 中庭伊織, 長谷篤拓, 潤 間励子, 本村陽一: イベント来場者と企画者双方へ最適化されたサービスを提供する AI 対話型行動支援システム開発に向けて ~サイエンスアゴラ 2018 での実証実験~, サービス学会, (2019)
- [11] 古田真理, 山下和也, 碓井舞, 内藤まゆこ, 本村陽一: 実社会ビックデータと確率モデルを用いた施設内サービス空間でのイベント来場者の行動・感情分析, 人工知能学会合同研究会, (2019)
- [12] 碓井舞, 山下和也, 古田真理, 内藤まゆこ, 大西正輝, 本村陽一: AI タッチラリーシステムを用い

た商業施設内イベント来場者の行動・心理データの
収集と活用サービス, 人工知能学会合同研究会,
(2019)

- [13] T.Hofmann and J.Puzicha, "Latent class models for collaborative filtering", *Proc. 16th international joint conference on Artificial intelligence*, 1999
- [14] 古田真理, 山下和也, 本村陽一: 確率モデルを用いた大規模イベントの来場者回遊行動分析, 情報処理学会, (2020)
- [15] 井上 恵, 山下和也, 内藤 まゆこ, 古田 真理, 高岡 昂太, 本村 陽一: 科学館における来館者の満足度向上と科学館スタッフのスキル向上貢献のための回遊行動分析, 行動計量学会, (2020)
- [16] 山下和也, 對間悠一, 大和田智之, 大塚芳嵩, 竹田会里, 櫻井瑛一, 高岡昂太, 澤谷真澄, 斉藤裕一郎, 中庭伊織, 石田和宏, 長谷篤拓, 長谷川裕久, 豊田俊文, 潤間励子, 本村陽一: イベント空間のモデリングによるイベント来場者と企画者の満足の最大化, 行動計量学会, (2019)