

Title	新たなサービスイノベーションアプローチ：ロボット技術によるサービス生産性の向上
Author(s)	石黒, 周
Citation	年次学術大会講演要旨集, 23: 83-86
Issue Date	2008-10-12
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/7508
Rights	本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management.
Description	一般講演要旨

新たなサービスイノベーションアプローチ： ロボット技術によるサービス生産性の向上

○石黒 周（MOTソリューション／ロボットラボラトリー）

1. はじめに

経済のサービス化が進展し、日本を含む先進国の経済の過半がサービスによって生み出されている。一方、サービスのグローバルな競争の激化が進み、競争に勝ち抜くためにいかに生産性を高めるかが、サービス産業にとって最も重要な課題の一つとなっている。サービス業へのテクノロジーの導入による生産性の向上については、その重要性に言及した先行文献^[1]も数多く見られ、また多くの事例が積み重ねられてきている。特に近年、サービス生産性に対する取組みは米国を始めとする先進国の経済戦略・産業政策における重点テーマとしても取り上げられるようになってきている。日本においてもサービス産業生産性協議会が立ち上げられ、生産性向上に対し、培われてきた製造業の持つ知識やテクノロジーの導入の検討が始まっている^[2]。

本論文では、近年急速に進歩をとげている、現時点では日本が国際的な競争力を有するロボットならびにロボット技術に注目し、それらを組み込むことによってサービス生産性の向上をはかる新たなサービスイノベーションアプローチを取り上げる。これらのアプローチのコンセプトを、サービスの特性、生産性向上のための要素、ロボット／ロボット技術の特徴を考慮することにより考案し、各コンセプトに対し、実事例を対応づけることにより、これらのコンセプトが成立しうることを示す。

まず、製造業とは異なるサービス事業の生産性向上のアプローチを考案するために、モノと比較したサービスの特性がサービス事業の生産性向上を構成する要素にどのような影響を与えるかを考える。つづいて、サービスの各特性と、生産性向上を構成する各要素に対応して、サービス特性が与えるネガティブな影響を抑制あるいは回避したり、逆にポジティブな影響を活かすことにつながるアプローチ案を考案した。これらのアプローチ案から、ロボット／ロボット技術の特徴を活かすことができるアプローチのコンセプトを作成した。その結果、5つのアプローチのコンセプトが考案できた。これまでに事業化されたり、現在、開発が進行中のロボット／ロボット技術の事例の中から、各アプローチのコンセプトに該当する事例をあげることで、そのコンセプトが成り立ちうることを示した。

(1) サービスの4特性

モノとの対比の中で、サービスは無形性、同時性、消滅性、異質性の4つの特性を持つと言われている^[3]。サービスは物質的な実体がなく、触れることも、見ることもできない活動そのものであるという特性が無形性である。同時性は、サービスは生産と消費が同時に行われ、消費者とサービス提供者が相互作用を与えることによってサービスが生まれるという特性である。以上の2つの特性から、消滅性と呼ばれる、サービスは在庫できないという特性と、サービス提供プロセスにサービス提供者と消費者が相互作用を与えることによりサービス品質に差異が生じるという異質性と呼ぶ特性がもたらされる。

(2) サービスの生産性向上とサービスイノベーション

生産性は、経営資源投入の結果、どれだけの成果が得られたかを示す指標で、生み出される付加価値を、それを生み出すための経営資源の投入量によって除すことにより得られる。したがって、生産性の向上は、付加価値と生産効率の2つの要素の向上をはかることによって実現できる。

本論文では、このサービス生産性の向上すなわち、付加価値と生産効率のいずれか、あるいは両方の向上を革新的な手法によって行うことをサービスイノベーションと呼ぶこととする。

(3) ロボット／ロボット技術とは

ロボット政策研究会によると、ロボットは、「センサー、知能・制御系、駆動系の3つの要素技術を有する、知能化した機械システム」として定義されており^[4]、ロボット技術は、これらの3つの要素技術を指す。この定義下では、ロボットは産業用ロボットや人間型ロボットのような一般に広く認知されているようなものばかりではない。3つの要素技術を組み込んでありさえすれば、パワースーツと呼ばれる人間の作業や歩行の支援をする装着具や知能化された家やビルなどの空間もロボットである。

2. サービス特性がサービス生産性向上に与える影響

サービスの4つの特性ごとに、付加価値向上と生産効率向上というサービス生産性向上の2つの要素に与える影響を以下にあげる。加えて、生産性向上に対するネガティブな影響からもたらされる課題解決の方法あるいはポジティブな影響によって生み出される付加価値を向上させる方法について述べる。

(1) 無形性

無形性によって生じるサービスの経験属性、信用属性からもたらされるデメリットはサービスの有形化によって軽減される。無形性のマーケティング⁶⁾やサービスマネジメントの7Pに含まれるフィジカルエビデンスなど⁶⁾においても、サービスを有形化することにより、顧客に対してサービスの価値を知らしめ、顧客満足が高まることにより付加価値向上につながるとしている。無形性によって生じる影響には、上記以外に、無形性から派生する特性である消滅性と異質性からもたらされる影響も加えられる。サービスは在庫ができないため、消費者はサービス消費の時と場所の制約を受けるが、この制約がなくなることは付加価値の向上につながる。さらに、需給バランスがくずれた時に、消費者を待たせたり、サービス生産要員が余剰の状態になるといった非効率的な生産につながる。また、異質性によりサービスの生産は、その活動に関わる個々の人間の状態や暗黙知に左右され、生産効率やサービス品質のバラツキを生み出してしまふ。したがって、サービスプロセスを可視化し、計数値化することができれば、生産効率や品質をマネジメントすることができるようになり、生産効率向上につなげることができる。

(2) 同時性

同時性によって消費者とサービス提供者間の相互作用の中からサービスが生産され顧客価値が創出される。したがって、同時性による生産性向上に対するポジティブな影響は、消費者とサービス提供者間の対話や経験共有を通して顧客価値の共創が生じ、その中で従来になかった新たな機能の提供や経験価値が創出されることにより付加価値が向上することである⁷⁾。特にそれらが従来になかった手段によって実現されることでサービスイノベーションとなる。同時性によって生じる影響には、上記以外に、同時性から派生する特性である消滅性と異質性からもたらされる影響も加えられる。まず、消滅性によって、サービスは在庫ができないため、顧客はサービス消費の時と場所の制約を受ける。また、需給バランスによっては顧客を待たせたり、生産要員が余剰の状態になるといった非効率的な生産を行うことにつながる。したがって、消費の時と場所の選択幅を広げたり、顧客を待たせない方法をとることによって付加価値向上をはかったり、余剰人員を抑えつつも需給変化に柔軟に対応しうる生産方法によって効率性向上をはかることが求められる。また、異質性により、消費者とサービス提供者の相互作用時にサービス品質の差異が生まれ、個々の顧客にマッチしないサービスの提供や、生産効率の低下につながる。これらは、サービスの生産を人間が行うことによって生じるため、人間の作業支援や無人化によって、個々の顧客に適したサービスを提供することによる付加価値向上や生産能力を一定レベル以上に持ち上げることにより生産効率向上をはかることが可能になる。

(3) 消滅性

前述の通り、無形性と同時性から派生する特性である消滅性による、サービス生産と消費の時と場所の制約からの解放という顧客にとっての付加価値向上を実現するためには、生産と消費の分離、すなわちセルフサービス機の提供に切り替えるという方法が考えられる。これはサービス提供者と顧客間の「しなくて済むようになるロジック」から「できるようになるロジック」への転換のアプローチである⁸⁾。また、サービス生産要員の作業支援や無人化によって、需給の変化に対応するための非効率的な生産体制を改善しうる。

(4) 異質性

無形性と同時性から派生する特性である異質性により、消費者とサービス提供者の相互作用時に発生するサービス品質の差異が生じ、個々の顧客に適したサービスが提供されなかったり、生産効率が低下する。これらは、前述の通り、生産要員の状態や要員が保有する暗黙知の可視化によって、ならびに作業支援方法の工夫や無人化の検討によって、個々の顧客への最適なサービス提供による付加価値向上や品質のバラツキを抑えた生産効率の向上につなげることが可能である。

3. ロボット/ロボット技術によるサービス生産性向上アプローチの5つのコンセプトと事例

センシング、知能・制御系、駆動系といったロボット技術とそれらを組み込んだロボットシステムを念頭に置いて、サービス特性の生産性向上に与える影響からもたらされる課題の解決と付加価値創出や向上を可能とするサービスイノベーションアプローチのコンセプトを考案した。以下にその5つのアプローチコンセプトとそれらに対応する実際に開発あるいは事業化されたロボットシステムのサービス提供プロセスへの導入事例をあげ、各アプローチコンセプトが実際に成立しうることを示す。

(1) 能動的見える化アプローチ

2.(1)無形性ならびに2.(4)異質性で述べた、サービスの有形化、可視化による消費者への付加価値向上とサービス提供者の生産効率向上のアプローチとして、消費者に対するサービスの見える化とサービス提供者に対する生産プロセスの見える化が考えられる。例えば取得が困難であるなど物理的に可視化しにくい情報を能動的に取得して可視化したり、可視化したデータに基づき、能動的なアクションによって、異常を知らせたり、問題に対処するアプローチである。可視化はセンシング技術により、また能動的な情報取得や問題への対処などは知能・制御系技術と駆動系技術によって実現可能である。消費者に対するサービスの能動的見える化の一事例が、アサンテ社の白アリ防除ロボットシステム「ミルボ」である。床下や天井裏など顧客か

から見えないところでの白アリ駆除作業と被害状況を、ロボットが直接現場に入り、ロボットの目を通して顧客に提示する。顧客はごまかされていないなどの安心感を得て、価格や結果に納得する。サービス生産プロセスの見える化による効率向上としては、コマツ社の KOMTRAX システムを組み込んだ建機による土木工事がその一事例である。KOMTRAX システムにより、建機に内蔵されたセンサーから、建機の駆動に関する情報をリアルタイムに取得し、得られた情報から建機の制御を行うなど効率のよい作業管理を行っている。

(2) 顧客経験価値共創アプローチ

2.(2)同時性で述べた、サービス提供プロセスにおいて顧客との価値共創が行われ、付加価値が創出されるアプローチの一つが顧客経験価値共創アプローチである。例えば、顧客の経験を、センサーを通して取得し、その情報を蓄積・処理することにより、顧客満足度が高まる経験を抽出し、その経験を再現して提供するといったことが可能である。積水ハウス社のサステナブルデザインハウスはその一事例である。中に住む人が心地よいと感じているときの家の中の温度や湿度などの環境条件を家に組み込んだセンサーを通して取得し、その状態を窓やひさしの開閉を自動制御することで、日当たりや風を取り入れて再現するといったハウスシステムである。

(3) ハイパーヒューマン機能提供アプローチ

2.(2)同時性で述べた、サービス提供時の顧客との価値共創における付加価値創出あるいは向上のもう一つのアプローチがハイパーヒューマン機能提供である。ハイパーヒューマン機能とは、人間の能力を超えた機能を指す。人間の感覚機能や運動機能などよりも優れたセンサーや駆動系を組み込んだシステムをサービスプロセスに組み込むことにより、付加価値を向上したり、従来にない付加価値を創出する。災害救助ロボットや原子炉内で作業する極限環境ロボットなどを活用した救助や点検サービスはその事例である。

(4) 自律的作業代替アプローチ

2.(1)無形性、(2)同時性、(3)消滅性で述べた、顧客のサービス消費の時と場所の選択幅を広げたり、顧客を待たせないことによって付加価値向上につながる方法として、サービス生産要員に代わって自律的に作業を行うロボットをサービス提供プロセスに組み込むアプローチが考えられる。ビジネスデザイン社のイフボットや NEC 社の PaPeRo などの、独居老人や軽度の要介護者の話し相手となるコミュニケーションロボットをケアハウスや在宅介護に導入しているサービスはその一事例である。要員がいつでもそばにいたができる場所や時間帯でなくても顧客の話し相手となり、安心や癒しといった付加価値の提供につながっている。

また、余剰人員を抑えつつも需給バランスに柔軟に対応しうる効率性の高い生産方法として、あるいは2.(4)異質性によるサービス品質の差異によって生じる生産効率の低下を抑える方法として、自律型ロボットのサービス生産プロセスへの導入が考えられる。例えば、安川電機社の双腕ロボット・MOTOMAN-DA20 を、物流倉庫における物品検査やラベル貼り作業プロセスに導入している事例がその一事例である。24 時間無人稼働も可能であり、需要のピーク時に合わせた人員の確保も不要となり、また未熟練作業者に代わって安定した生産効率を保てるなど、柔軟に作業体制を組むことが可能となる。

(5) 協調的最適化アプローチ

2.(1)無形性、(2)同時性、(3)消滅性で述べた、余剰人員を抑えつつも需給バランスに柔軟に対応しうる効率性の高い生産方法として、生産要員各自の能力を引き出しながら、要員と協調して生産効率を高めることができるシステムを導入するアプローチが考えられる。これは各生産要員の能力、置かれた状況、意図などをセンシングし、タスクをこなすための協調動作の制御を行うことによって実現できる。サイバーダイン社の全身スーツ型の筋力増強支援システム・HALはその一事例である。このパワースーツは、装着した人間の筋電位をセンシングし、出そうとしている力に応じて腕や足の力を増強することにより、一人では持てない荷物の搬送などを可能とする。例えば、従来3人を要していた介護現場における入浴サービスがパワースーツを装着した介護士1人で実現できるようになると言われている。

また、2.(1)無形性、(2)同時性、(4)異質性で述べた、消費者とサービス提供者の相互作用を通じた、個々の顧客に適したサービスの提供という付加価値創出の方法ならびにサービス生産要員の能力のバラツキによるサービス生産効率の低下を抑える方法としても、協調的最適化アプローチが考えられる。まず、個々の顧客に適したサービスの提供は、顧客の能力、置かれた状況、意図などをセンシングし、その能力を引き出しながら、顧客が実現したい目標の達成を顧客と協調しながら実現するシステムによって可能となる。上記のHALはその一事例である。四肢に障害のある人がHALを装着することにより、障害のレベルに応じて、各人の保有する筋力が補完され、増強されて、実現したい作業を自力で行うことができる。また、生産要員の能力のバラツキによる効率低下の抑制は、生産要員の能力、置かれた状況、意図などをセンシングし、各要員の能力を一定レベルに引き上げることににより実現できる。これに対してもHALはその一事例である。女性や高齢者など筋力の弱い介護士でもHALを装着することにより、必要な作業能力を保有することが可能となり、高効率な介護サービスが提供できるようになる。

表1に、サービス特性、サービス生産性向上の要素、サービスイノベーションアプローチコンセプトなら

びにその事例の一覧を示した。

表1 ロボット/ロボット技術によるサービスイノベーションアプローチのコンセプト

サービスの特性	付加価値の向上		生産効率の向上	
	コンセプト	事例（企業名）	コンセプト	事例（企業名）
無形性	・能動的見える化 ・自律的作業代替 ・協調的最適化	・白アリ防除ロボット(アサンテ) ・コミュニケーションロボット(ビジネスデザイン、NEC) ・パワースーツ(サイバーデザイン; 以下C社)	・能動的見える化 ・自律的作業代替 ・協調的最適化	・KOMTRAX 対応建機(コマツ) ・双腕ロボット(安川電機) ・パワースーツ(C社)
同時性	・顧客経験価値共創 ・ハイパーヒューマン機能提供 ・自律的作業代替 ・協調的最適化	・知能化住宅(積水ハウス) ・災害救助/極限環境ロボット ・コミュニケーションロボット(ビジネスデザイン、NEC) ・パワースーツ(C社)	・自律的作業代替 ・協調的最適化	・双腕ロボット(安川電機) ・パワースーツ(C社)
消滅性	・自律的作業代替	・コミュニケーションロボット(ビジネスデザイン、NEC)	・自律的作業代替 ・協調的最適化	・双腕ロボット(安川電機) ・パワースーツ(C社)
異質性	・協調的最適化 ・能動的見える化	・パワースーツ(C社) ・白アリ防除ロボット(アサンテ)	・協調的最適化 ・能動的見える化 ・自律的作業代替	・パワースーツ(C社) ・KOMTRAX 対応建機(コマツ) ・双腕ロボット(安川電機)

4. まとめ

本論文では、サービスの4特性、サービス生産性向上のための2要素、ロボット/ロボット技術の特徴から考案したサービス生産性向上アプローチのコンセプトに対し、該当する実事例をあてはめることにより、そのコンセプトが成立しうることを示した。そのコンセプトは、能動的見える化、顧客経験価値共創、ハイパーヒューマン機能提供、自律的作業代替、協調的最適化の5つである。

現在、急速に進展しつつあり、日本が国際的な競争力を有するロボット/ロボット技術は、その多くが製造業の新たな製品事業の対象として事業化や開発が進められており、必ずしもサービスイノベーションの手段として捉えられていない。サービスロボットと呼ばれるサービスを提供するロボットの開発が数多く試みられているが、これらについても多くがサービス生産性の向上が第一義ではなく、ロボット/ロボット技術を開発することが第一義となっている。これに対し、本論文では、サービスイノベーションの新たなアプローチを生み出す従来にない手段としてロボット/ロボット技術を捉えたとき、どのようなアプローチに妥当性があるかを検討している。本論文で取り上げたサービス特性、生産性向上のための要素、ロボット技術の特徴のとらえ方や粒度を変えることによって、異なるアプローチやもっと緻密なコンセプトが描けると考えられる。これらの検討を進めた後に、そこからサービスイノベーションを実現するためには、サービス事業者とロボットの開発事業者やロボット技術研究者といった事業領域、専門領域の異なる事業者や研究者が、そのコンセプトを共有して連携していくことが必要である。

参考文献

- [1] Theodore Levitt, *Production-Line Approach to Service*, HBR, Sep-Oct., 1972
- [2] 経済産業省編, 「サービス産業におけるイノベーションと生産性向上に向けて」, 経済産業調査会, 2007
- [3] W.E.Sasser, Jr., R.P.Olsen and D.D.Wyckoff, *Management of Service Operations: Text, Case, and Readings*, Allen & Bacon, 1978
- [4] ロボット政策研究会報告書, <http://www.jara.jp/img/060516.pdf>, 2006
- [5] Theodore Levitt, *Marketing Intangible Product and Product Intangible*, HBR, May-June, 1981
- [6] B.H.Booms and M.J.Bitner, *Marketing Strategies and Organization Structures for Service Firms*, American Marketing Association, 1981
- [7] C.K.Prahalad, Venkat Ramaswamy, 「価値共創の未来へ」, ランダムハウス講談社, 2004
- [8] R.Normann, 「サービス・マネジメント」, NTT 出版, 1993