

IT が可能にする新しい社会サービスのデザイン

Design of a New Societal Service Realizable only with IT

中島 秀之

Hideyuki Nakashima

平田 圭二

Keiji Hirata

公立ほこだて未来大学

Future University Hakodate

h.nakashima@fun.ac.jp <http://www.fun.ac.jp/~nakashim/>

公立ほこだて未来大学

Future University Hakodate

hirata@fun.ac.jp <http://www.fun.ac.jp/~hirata/>

Keywords: 情報技術, IT, 社会サービス, モビリティ

1. はじめに

最近、内閣府からの提言で「ソサエティ 5.0」ということが言われているが、これはソサエティ 1 が狩猟・採集社会、2 が農耕社会、3 が工業社会、4 が情報社会ということで、それに続く社会という意味だそうだが。これまで我々は、情報は物質やエネルギーに続く世界観だと考えていて、図 1 のように表現してきた。

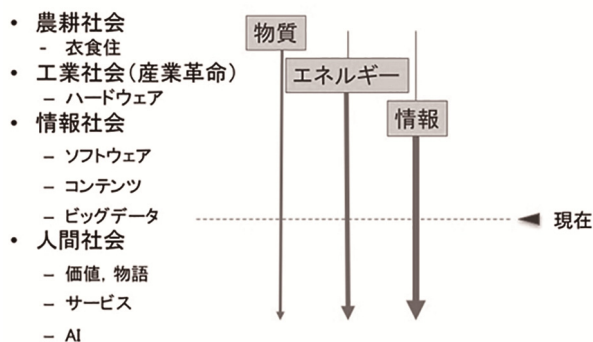


図 1 情報社会の位置付け

図 1 では狩猟・採集社会は明示していないが、あるものの消費だけで何も生産しない社会のことである。

物質の生産が始まったのが農耕社会、エネルギーの生産が中心になったのが産業革命に始まる工業社会である。現在は情報の扱いが世界を変えようとしている情報社会である。これで主な世界観は尽くされており、続く人間中心というのは情報社会の続きであると考えている。ソサエティ 5.0 はこの人間中心社会に相当する。ここでは社会のあり方の変革が問われる。従来の組織中心ではなく、個人の有機的結合が中心となると考えている。そしてサービスはそのような社会を営む上での重要な要素として位置付けてきた。

RISTEX 「IT が可能にする新しい社会サービスのデザイン」プロジェクトは、そのような大枠を念頭に、提案テーマの中身自体より大きめに命名した。前年度までの採択課題を見る限り、IT (情報技術) を最大限に活用した新しい社会システムの提案が無かったためでもある。

提案者らの従来の研究で、新しい交通システムの実効性が理論上は明らかになっていた⁽¹⁾。本プロジェクトの目的は実際に函館地域でサービス実践する^{*1} ことにあった。従来、実証実験のための予算を伴う仕組みは存在したが、サービスのループを回すことを主とするものは本プログラムが最初のものである。

我々はプログラムの特性を最大限に活かすことを念

*1 当初計画では実際に一般市民にサービス提供を行うことを目指していたが、法的問題やそれを解決するための自治体の積極性のなさ (保守的態勢) などから実証実験に留まってしまったのは残念である。ただし、RISTEX プロジェクト終了後に各所から声掛けが始まっており、近いうちに函館以外で実サービスが実現できそうである。

頭にプロポーザルを行った。筆者らが温めてきたサービス学のループを実施する形でプロジェクトが立案された。

以下ではまず2章で提案システムの概要を説明した後、3章でサービス学のループに基づいたプロジェクトの実施経過について述べる。4章ではプロジェクトで得た概念的成果について述べる。

なお、RISTEX プログラムではサービス学への貢献も求められており、プロジェクト推進方式にサービス学の知見を採り入れたほか、サービス行為や価値共創の定式化も並行して行ってきたが、それは以前にサービスロジー誌に発表した⁽²⁾ので、本稿では実践内容に絞って記述する。

2. スマートアクセスビークルシステム

2.1 提案の背景

高度成長期以降の都市化—クルマ中心社会の到来、中心市街地の空洞化と郊外の大型ロードサイド店への商圏の移行などを背景に、電車・バス等の公共交通は利用者が急減してきたが、近年は公共財源の緊縮化も相まって、大幅な路線減・便数減も回避できない状況にある。ここに来て、過疎とも言えないような市街地においても移動難民や買い物難民が急増しており、新たな公共交通システム—特定地域運行型 (STS: Special Transport System) / デマンド運行型 (DRT: Demand Responsive Transport) —の導入が活発化している⁽³⁾。地方の中小都市では、定時運行路線バスの全面廃止を断行し、一般ユーザーの利便性を切り捨てて高齢者向け等の特定ユーザーのみを対象とするデマンド交通への切り換えを図る例も登場するなど、ユニバーサルサービスとしての一般公共交通の行方が危ぶまれている。

一方で情報通信技術の急速な普及と発展により、社会インフラや都市サービスの領域において、これまで考えられなかったようなスマートな (賢い) 問題解決が実現可能になっている。高度な情報インフラは、いまや都市機能の状況や人間の諸活動を非常にきめ細かいメッシュと複雑多岐にわたるレイヤーで、かつリアルタイムで把握し制御することが可能になっている。

こうした情報通信技術の発展を背景に、公共交通に対する考え方も変革が可能である。従来のデマンド型の公共交通は、中小規模エリアで、かつ過疎地域の高齢者など特定地域の特定ユーザーを対象としなければ成立しないと考えられてきた。多くのデマンド公共交通は、従来、オペレータによる人的配車計画に依存しているため、一定の量を超えた乗客への対応や、配車

途上でのリアルタイム対応などに制約があったからである。しかし乗客からの予約受付と運行計画が、すべて高い信頼度でのコンピュータ自動制御で可能になれば、特定多数・不特定多数の乗客を対象に、複数の交通手段 (バス、タクシー、さらには自家用車なども含めて) の横断的な乗り合いサービスの提供も不可能ではない。従来の公共交通への固定観念を捨てて、まったく新しい概念のフルデマンド交通のアイデアを導入できると考えている。

2.2 システム概要

我々は 2011 年頃より新しいデマンド型交通システム「SAVS (Smart Access Vehicle System)」⁽⁴⁾ の開発に取り組んでいた⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾。SAVS はコンピュータによる集中制御方式を採用。このため柔軟な運行が可能であり、従来型の路線バスやタクシーの運行方式を完全に包含している。つまり、タクシーあるいはハイヤーのようにユーザーが独占する形態から、バスのように路線と停留所を固定して使うこともできる。例えば前者は観光、後者は通勤・通学に適していると考えられる。

SAV に乗りたいユーザー (乗客) は以下の手順で呼出すことになる (図 2) :

- (1) 現在位置と目的地を指定して配車をリクエスト (目的地を指定するところがタクシーの配車システムとの違いである。これによりルートの計算が可能となる)。
- (2) サーバーが最適車両を選択し、ユーザーにピックアップ予定時刻と目的地到着予定時刻を提示する。(複数のオプションを提示することも可能であるから、早い高額サービスと、遅い低額サービスからユーザーに選択させることもできる)。
- (3) ユーザーが受け入れた時点でデマンドが成立し、選ばれた車両には新しいルートが指示される。

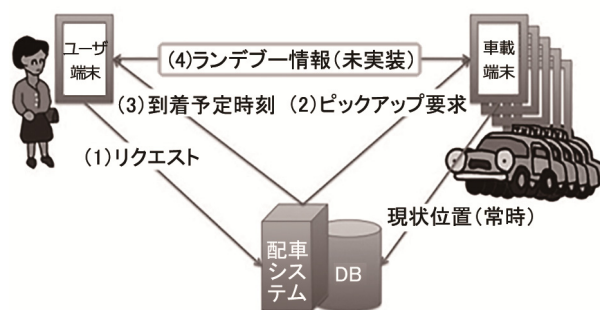


図2 SAVS 配車の仕組み

ただし(2)において、乗り合い方式のため、乗車後に

別のデマンドが発生する場合がある。そのような場合でもあらかじめ示した到達予定時刻を超えるデマンドは受け付けない。

現在、スマートフォンなどでタクシーの呼び出しアプリはいくつか提供されているが、これは単に空車を呼び出すだけであるからシステム的には単純なものである。SAVS は乗り合いを前提とし、乗客を乗せて運行中の車輛のルートを変更することを含むため、各車輛のルートを集中管理することになり、システムとしては複雑になる。

全車輛のルートがシステムが管理するというのがSAVSの最大の特徴であり、Uberなどとの違いもここにある。これにより様々な利便性が生まれてくる。特に将来の自動運転を考えた時の相性は非常に良く、SAVSはそのまま自動運転の導入が可能である。

SAVSはバス等の大型車輛を含めた運行を想定しているが、現在走行している公共交通車輛は5人乗り以下の乗用車型タクシー、10人乗り程度のミニバン型タクシー、中型バス、大型バスの4種類程度しかない。10～30人乗り程度の車輛のバラエティの増加が望まれる。特に10人乗り程度の車輛は乗客用ドアが1枚しかない上に車内通路が無いので乗合いには適さない。複数ドア（各座席列に1ドアが望ましい）の中型車輛の開発が待たれる。

3. プロジェクト実施経過

本プロジェクトの研究実施はサービスの実践ループ(図3)を体現するものとして計画した(図4)。実際に、初年度(H24年度、半年間)に1サイクル目の途中まで、以降1年間で1サイクルのペースで進めてきた。1巡目は実データによるシミュレータ構築、シミュレーション結果分析を行い、2サイクル目で、はこだて未来大グループは産総研グループが提案する配車・運行プランに基づいて初回の小規模運行実験を実施し、名工大グループ(H26年度より名大に所属変更)はその実験結果を受けて、人流・物流シミュレーションモデルを改良した。産総研グループは、順次、小規模運行実験のため改良した運行プランや配車ポリシー/アルゴリズムの研究開発を行った。

3サイクル目ではユーザーアプリのインターフェースの改善と運行実験を行うとともに、移動実態調査の結果や函館地域のバス会社・タクシー会社から提供された乗降データ等をベースに、価格、手段選択、時間などのパラメータを持つ人流モデルの構築を行った。価格に関しては実験参加者にアンケートも行った。最後の函館全域を対象としたシミュレーションは、プロジ

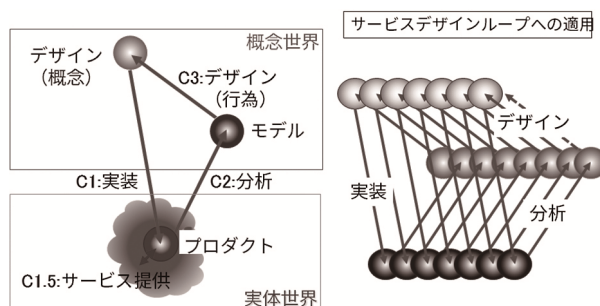


図3 構成的手法としてのサービスループ

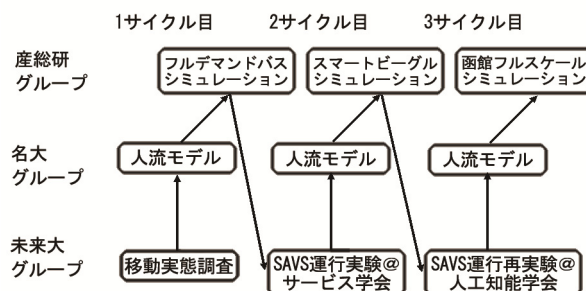


図4 本プロジェクトの研究実施の履歴

ジェクト終了(2015年9月)に若干遅れはしたものの、1日30万デマンドに対し、5000台の車輛があれば呼出し後5分以内にピックアップが可能との結論を得ることができた。

ここで注目すべきは、運行実験から得られた実データによるシミュレータ構築→シミュレーション結果分析→再び実世界での運行実験→実データによるシミュレータ改良というサービスループを回すことで、システム提供者、利用者、運用者の中で価値共創が観察できることである。そしてプロジェクト後期に、この観察結果を俯瞰し分析・概念化を行った。サービス学へのフィードバックとして、SAVシステムの開発経験を基に価値共創に焦点を当ててサービスループの定式化を行った。また、社会実装を阻害する法律的、制度的、組織的、社会的、文化的な普及阻害要因を1つずつ分析しその対策を検討した。

最終成果は以下の5項目である：

- (1) サービスデザインの理論と実践の2つのループを回すモデルの提案
- (2) 複数台車輛に対して計算機による完全自動リアルタイムのデマンド応答配車システムの実現
- (3) 現況再現性の高い人流モデル/交通行動モデルの構築
- (4) デマンド応答配車システムのマルチエージェントシミュレーション

- (5) 社会実装の際の非技術的な課題の同定とその解決策の提案⁽⁶⁾

4. 移動サービスのクラウド化

これまでの研究開発を通じて得られた概念のひとつに「移動サービスのクラウド化」^{*2}がある。移動サービスのクラウド化とは、移動サービスの物理的な側面と論理的な側面を分離して、複数の乗客の需要に対して、必要な時に必要なだけの移動サービスを生み出すことである(図5)⁽⁹⁾。移動サービスの物理的な側面とは移動サービスを提供する実際の車輌(タクシー、バス、自家用車等)とそれら車輌の管理・運用を指し、論理的な側面とはバス、タクシーといった現実の移動手段の差異を考えず本質的な移動というサービスそのものを指す。これら移動サービスの2つの側面があって初めてユーザーからの需要に応じたサービスが提供される。従来の移動サービスでは、物理的な側面と論理的な側面が分かちがたく結合しており、タクシー車輌ではタクシーの移動サービスのみしか受けられず、バス車輌ではバスの移動サービスのみしか受けられなかった(改めて文章にすると至極当たり前のことであるが)。

3 サイクル目ではユーザーアプリのインターフェースのこの物理的な側面と論理的な側面の結合をほどこことで、ある移動の需要に対して複数の車輌から単一の論理的な移動サービスを生成したり、単一の車輌から複数の論理的な移動サービスを生成したり、また、様々な種類の車輌をその需要に適応させることができる。

システム全体から見ると、どの車輌がどんなサービスのために機能しているかは、システムの部分によってまた時間によって変化する。例えば、ある瞬間、何台かの車輌はタクシーとして、別の何台かはバスとして、さらに別の何台かは乗合いタクシーとして機能する。1台の車輌から見ると、どの事業者のサービスを実現しているかが時々刻々と変わる。例えば、ある車輌は、事業者Aのバスとして機能した後、事業者Bの乗合いタクシーとして機能するかも知れない。さらに、異なる事業者の異なるサービスを受けている乗客や荷物が1台の車輌に乗り合わせる場合もあろう。

一般にクラウド化というと、データをサーバー上に

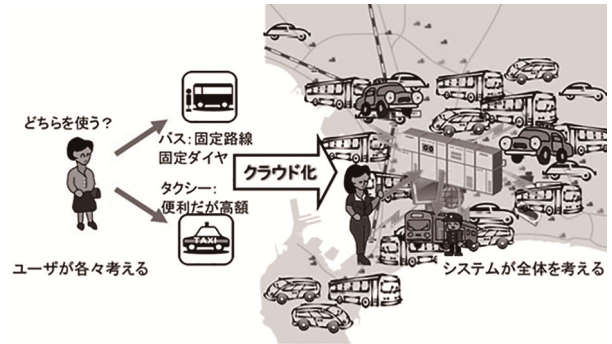


図5 移動サービスのクラウド化

保存し、そのデータや計算パワーを必要に応じていつでもどこからでも利用可能とすることを意味する。各ユーザーが自分専用のマシンやデータストレージを持つのではなく、ネットワーク上の複数の計算資源(サーバー、ストレージ、ネットワーク等)を単一の論理的な資源としてユーザーに提供する。昨今クラウドに注目が集まっている理由は、ユーザーが必要な計算資源を確保する際、(まるで水や電力やガスのように)利用者の手元でその質と量が調節できる点と利用者の手元で自由に加工(具体化)できる点である。このアナロジーで考えると、従来の公共交通ではタクシーやバスは事業者ごとに管理・運用されていたが、移動サービスのクラウド化は、全車輌の管理・運用をサービス提供のための共通インフラとして実現することと見なせる。全車輌の管理・運用を共通インフラとすることで、車輌や運行管理システムの運用や維持をより効率化できる。複数事業者の需要の増減を全体として吸収できるので設備費も効率化されよう。

移動サービスのクラウド化は運送・輸送事業者のビジネスモデルを変えるだろう。運送・輸送事業者は、その時々で必要な量の移動サービスをクラウド化した移動サービスから購入し、付加価値を付けて顧客(乗客)に提供するようになる。つまり、運送・輸送事業者はサービス業化し、その役割は、サービス提供のための共通インフラ上に高度なサービスを構築することに移っていく。事業者は事業者ごとに異なるプライシングを行いサービスの創案を競ったり、サービスの連携、共創、差別化を試みたりすることが期待される。また、このクラウド化は、昨今ネット上に誕生した新ビジネスに共通する特徴ではないかと考えられる。例えば、検索サービスを提供するGoogleはコンテンツを持っておらず、商品購買体験を提供するAmazonは実

*2 情報学的には"virtualization"という方が的確であるが、その日本語訳である「仮想化」は少しミスリーディングであるため、ここでは「クラウド化」とした。Virtualizationとは実質的な効果だけを残し、実体別のもの置き換えることである。例えば virtual realityとは現実ではないが、現実のものと同等の効果を持ったシステムのことであり、virtual memoryとは実際の記憶装置ではないところに記憶機能を持たせることである。

店舗を持っておらず、移動サービスを提供する Uber は運送車両を持っていない。このトレンドは、IT の発展により、従来サービスの物理的な側面と論理的な側面の結合をほどこき、ほどこされた物理的な側面をインフラとして現実的なコストで提供できるようになったことで生み出されたものである。

移動サービスのクラウド化を実現するための技術的課題は、事業者がサービスを設計・提供する際のプライシングに十分な情報と制御を提供することである。ある状況で移動サービスの需要に関して、プライシングに影響を与える主要なパラメータとして、必要な燃料量、移動時間、移動距離が挙げられる。よって、移動サービスの需要が生じた時にこれらパラメータを予測する技術、いずれかのパラメータを最適化する技術、妥当な選択肢を生成する技術等が必要になると考えている。

5. サービス創発の促進

我々は、サービス創発をより促進する仕組みとして、SAV システムをサービス提供プラットフォームと考え、B2B2C の形態でユーザーに移動サービスを提供する予定である。B2B の左側の B は、SAV システムの管理・運営をする事業者であり、クラウド化された移動サービスを提供する（プラットフォーム）。右側の B は、クラウド化された移動サービスを利用して実際のビジネスを組み立て利用者に提供する事業者である（サービスデザイナー）。B2B2C の C は移動サービスを実際に利用する顧客である。移動サービスのクラウド化の章で述べたように、B2B の形でクラウド化された移動サービスの段階を挟むことで、サービス創発の促進を期待する。この B2B2C の形で、プラットフォーム、サービスデザイナー、利用者間で良いアイデアの流れを作り出す上でペントランドのアプローチが参考になる⁽¹⁰⁾。まず、サービスデザインや利用者の様々な活動やコミュニケーションの細かな記録をビッグデータとして蓄積する。プラットフォームがサービスデザイナーに提供すべきは、このビッグデータに加えて、プライシングに必要な情報（サービスに必要な燃料量、移動にかかる予想時間と距離等）である。これらのデータをサービスデザイナーにオープンに提供する仕組みが構築できれば、サービス創発が促進されるであろう（もちろんセキュリティに留意しつつ）。

6. まとめ

RISTEX サービス科学プログラムにおける、新しい

交通システムの実践について述べた。

本研究はシステムの実装やシミュレーション技術の開発も重要ではあったが、何よりもそれを世に出すための様々な努力に価値があったと考えている。我々は函館市役所、函館バスや函館タクシーの他に、北海道運輸局、日産自動車総合研究所、富士通テン、国土交通省、横浜市交通局、京都大学（京都市のバスシステム）、名古屋大学（交通行政）、イーグルバス、十勝バス、黒部市、多治見タクシー協会などを訪問し意見交換を行った。通常の研究活動では得られない貴重な体験だったと考えている。

これらで得られたサービス実践に関する経験は別の文献⁽⁶⁾⁽⁸⁾にまとめておいた。

謝辞

ここに記した内容は、筆者らのみによるものではなく、本プロジェクトの参加者諸氏の共同の賜物である。共著論文にその名があるためここでの再掲は差し控える。

RISTEX サービス科学プログラムの存在なしにはここで述べたような実証を含むサービスマルチを回すことはできなかった。このプログラムを成立させた関係者の努力に感謝する。

プロジェクト実施の過程で函館タクシー、函館バス、横浜交通局交通部長、日産自動車総合研究所、(株)ドーコンの方々の協力を得た。特に、名古屋大学加藤博和准教授には交通行政に関して多大な情報提供を頂いた。

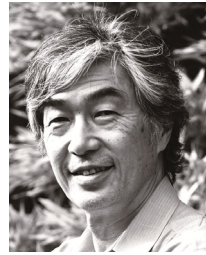
◆ 参考文献 ◆

- (1) 野田 五十樹, 篠田 孝祐, 太田 正幸, 中島 秀之, シミュレーションによるデマンドバス利便性の評価, 情報処理学会論文誌, 49, 1, pp. 242-252, 2008
- (2) 中島 秀之, 平田 圭二, サービス実践における価値共創のモデル, サービスロジー, サービス学会, Vol.1, No.2, pp.26-31 (2014, 7 月号).
- (3) J. Ambrosino and M. R. Nelson, editors. Demand Responsive Transport Services: Towards the Flexible Mobility Agency. Italian National Agency for New Technologies, Energy and the Environment, 2003. ISBN 88-8286-043-4.
- (4) 中島 秀之, 小柴 等, 佐野 涉二, 落合 純一, 白石 陽, 平田 圭二, 野田 五十樹, 松原 仁, Smart Access Vehicle System : フルデマンド型公共交通配車システムの実装と評価, 情報処理学会論文誌

57(4):1290-1302, 2016.

- (5) 中島 秀之, 白石 陽, 松原 仁, 「スマートシティはこだて」の中核としてのスマートアクセスビークルシステムのデザインと実装, 観光と情報7(1):19-28, 2011.
- (6) Hideyuki Nakashima, Syoji Sano, Keiji Hirata, Yoh Shiraiishi, Hitoshi Matsubara, Ryo Kanamori, Hitoshi Koshiba, Itsuki Noda, One Cycle of Smart Access Vehicle Service Development, ICServ2014, pp.287-295, 2014.
- (7) 中島 秀之, 野田 五十樹, 松原 仁, 平田 圭二, 田柳 恵美子, 白石 陽, 佐野 渉二, 小柴 等, 金森 亮, バスとタクシーを融合した新しい公共交通サービスの概念とシステムの実装, 土木学会論文集D3 (土木計画学) 71(5):I_875-I_888, 2015.
- (8) 中島 秀之, 田柳 恵美子, 松原 仁, 平田 圭二, 白石 陽, 新しい交通サービス実践への道程, サービス学会国内大会, 金沢, 2015
- (9) Hideyuki Nakashima and Keiji Hirata, Realization of Mobility as a Service in View of Ambient Intelligence, Proc. ICServ2015, San Diego, USA, July 2015.
- (10) アレックス・ペントランド, ソーシャル物理学〜「良いアイデアはいかに広がるか」の新しい科学, 小林 啓倫(訳), 矢野 和男(監), 草思社 (2015).

◇ 著者紹介 ◇



中島 秀之

東京大学情報理工学研究科 特任教授 (常勤), 公立はこだて未来大学名誉学長・特任教授 (非常勤), NEDO 技術戦略研究センター フェロー, 理化学研究所 健康脆弱化予知予防コンソーシアム 会長.



平田 圭二

1987 年東京大学大学院工学系研究科情報工学専門課程修了. 工学博士. 同年 NTT 基礎研究所. 1990-1993 年第五世代計算機プロジェクトに参加. 2011 年より公立はこだて未来大学教授. 専門はデマンド応答型公共交通システム, 音楽情報学.