

ICT による新社会システム創成と 生産性 [Ⅱ・完] ——システム創成論から ICT による社会変革へ——

Innovating Social Systems via ICT, and Productivity [Ⅱ・Finish]:
Systems Innovation Theory and Social Transformation through ICT

長谷川孝明

Abstract

本稿は ICT による新社会システム創成と生産性を二回構成で論じる第 2 回に当たり、システム創成論と ICT による社会変革、生産性について述べている。本稿の前半では、システム創成論として、方法論、プラットフォーム論、IT 四大インパクトとリアルワールド性、ICT と社会変革に関して考え方を紹介し、後半ではそれらを踏まえて、ICT による新社会システム創成から究極の生産性向上を想定して週休 6.5 日制を遠望した未来の人間社会に関する思考実験的議論の展開を試みている。

キーワード：IT 四大インパクト，研究開発施策課題設定，メタ議論，シェアリングビジネス，週休 6.5 日制

1. ま え が き

前号第 1 回⁽¹⁾では、情報通信技術（ICT）に関係する研究開発とシステム創成論の導入部を述べたが、本稿はその続編に当たる。まず、システム創成論の残りの部分として、システム創成の方法論、プラットフォーム論、「IT 四大インパクト」と社会変革などを述べる。それらを踏まえて、ICT による新社会システムの創成で生まれる社会の劇的な生産性向上を想定し、働き方を含めた未来の人間社会に関する思考実験的議論を行う。第 1 回でもお断りしたとおり、様々な根っこからこの種の

Meta 理論が生まれて、似ている部分も異なる部分もあるが、本稿でも第 1 回と同様に筆者が 2000 年以降進めてきた内容^{(2)~(19)}を中心に述べる。第 1 回⁽¹⁾と同様にエッセイのように読み進めて頂ければ幸甚である。なお、本稿では ICT に加えて、情報技術の略語 IT も用いており、これらは近年では不可分な状況であるが、本稿では文脈に応じて使い分けている。

2. システム創成論の展開部^{(2)~(19)}

2.1 システム創成の方法論

システム創成の方法論を紹介する（図 1）。よく使われてきたあるシステムから考え始めるとする。このシステムは「本質的に何のために存在するのか?」、「ユーザーがそのシステムを使いたいと思う真の目的は何なのか?」、「何がうれしくてそれを使うのか?」など、徹底的に機能や目的を抽象化して、図の上部に向かって抽象化の上り階段を登ってゆく。その後、新たに創成するシステムを世の中に出す時期を考えて、科学技術やライフスタイル・価値観、ユーザが持ち歩く可能性のある機器などを境界条件としながら、具体化の下り階段を下りてシステムを創ってゆく。例えば、システムを 3 か月後に出すなら簡単なサーバとアプリまで、3 年後ならハードウェアの一部を含めて、15 年後なら全く新しいハードウェアの普及も含めて大掛かりなシステムの構築まで

目 次

- [Ⅰ] ICT 研究開発とシステム創成論の導入部（12 月号）
- [Ⅱ・完] システム創成論から ICT による社会変革へ（1 月号）

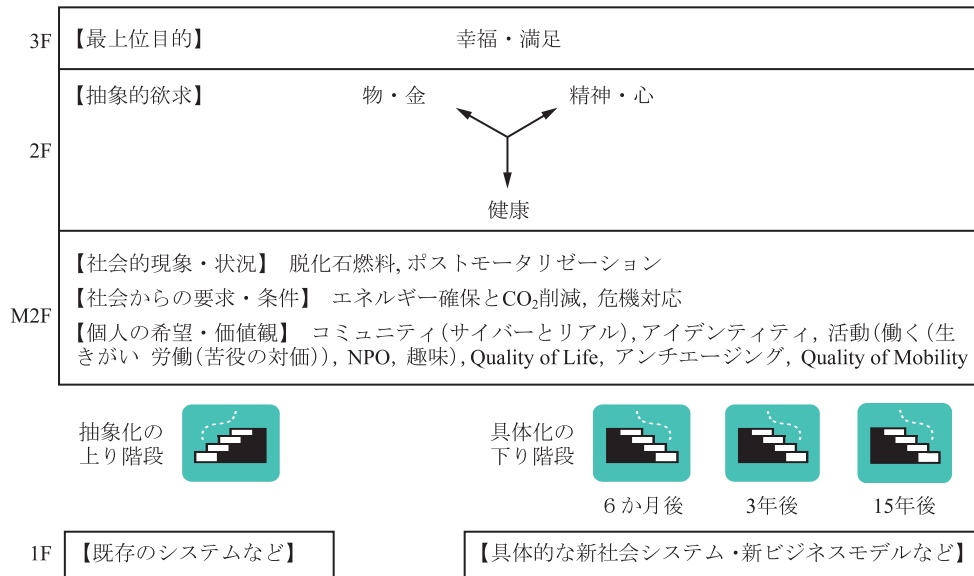


図1 システム創成の方法論：抽象化の上り階段と具体化の下り階段による階層思考的システム創成本質を射抜いた十分な抽象化が重要である。

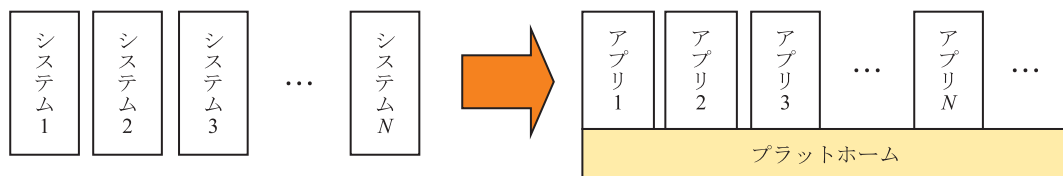


図2 専用システムからプラットフォーム指向へ プラットホーム+アプリケーションによるシステムの実現で、実現方法の違いを意味し、ワープロ、携帯電話、カーナビ、音楽プレーヤなど多くのものが該当する。

可能など、社会に提供するまでの時間の長短によって、下り階段の到着地が変わってくる。

2.2 プラットホーム論

システムの実現がプラットフォーム指向に変わったことも述べておく必要がある。昔、専用システムで実現されていたシステムが、プラットフォーム上の1アプリとして実現されるようになった。ワープロ、携帯電話、カーナビ、音楽プレーヤなど、昔は、それぞれが専用のシステムとして世に出されていたが、今ではいろいろなOSやandroidなどのプラットフォーム上の1アプリとして各システムが実現されている。例えば、昔は専用機としての携帯電話機で通話したが、現在では携帯機器（スマートフォン）のプラットフォーム上に載った「携帯電話」アプリを使って、ユーザは従来の携帯電話機能を楽しんでいる。一言で言えばシステムの実現方法の変化である（図2）。汎用性の高いプラットフォームは、様々なシステムを短時間に低コストで効率的に創成できる。

情報システムがブラウザを一種のプラットフォームとして、ハードウェアやOSの種類に依存せずに実現されていることも合理的な流れである。システムの実現方

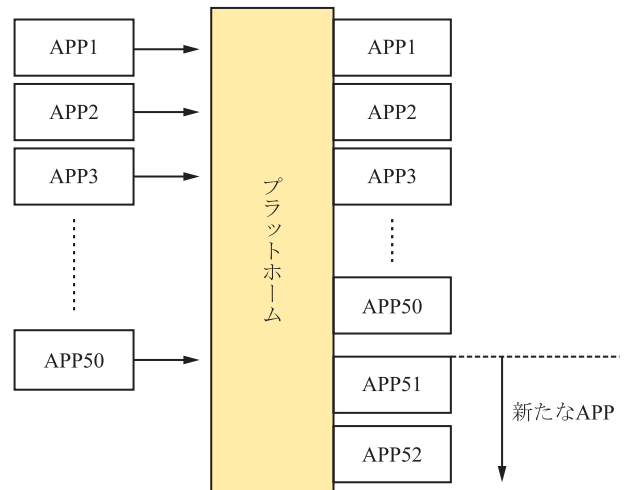


図3 汎用性の高いプラットフォームの創成 様々なユースケースを想定し典型的なアプリケーションを例えば50挙げて、それらのアプリが動作できるような環境をプラットフォームが提供できるようにすることで汎用性の高いプラットフォームの創成が期待できる。プラットフォームの開発にコストがかかっても、新たなアプリケーションが容易に創られることにより、一つ一つを専用システムとして開発するより最終的に低コストな実現ができる。すなわち、B by C（費用便益効果）が高い。

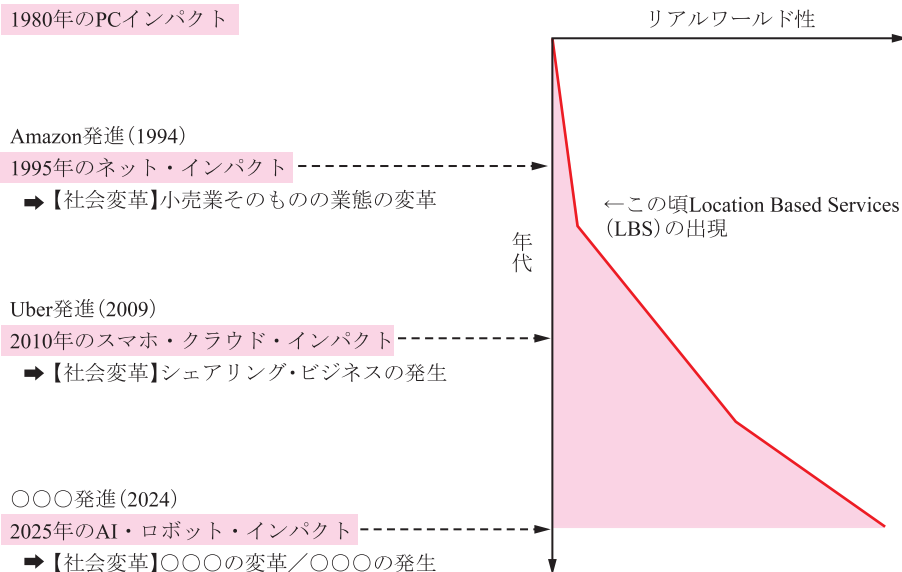


図4 IT環境の変化とIT四大インパクト 15年ごとのIT環境の変化と21世紀に入ってから
のITのリアルワールド性の急激な拡大が顕著になってきた。

法が、専用システムからプラットフォーム上のアプリによる実現に変わってきたことは、新しいシステムの創成においても常に留意する必要がある。このときに、汎用性の高いプラットフォームを創ることが必要になる場合もある。汎用性の高いプラットフォームを創るためには、まず、そのプラットフォームが動く機器を使う人間の活動を様々なシーンで想定し、典型的なアプリを例えば50挙げる。次に、これらの全てのアプリをいずれも動作させられるプラットフォームを創る。ここでそれら50のアプリが様々なユースケースに対応するように挙げられていれば、それらを共通に載せられるプラットフォームは汎用性が高く、新たな51番目、52番目のアプリも容易に創出され、プラットフォーム開発者の想像をはるかに超えた数多くのアプリが生まれる(図3)。50の典型的アプリを挙げる場は、技術者に限らず、正に人間社会を熟慮する文理融合の場である。

2.3 IT四大インパクトとリアルワールド性

IT四大インパクトのお話をしたい。筆者は、15年ごとにITの世界に大きな変革がきていると考えている。これは当該技術の研究がなされた時期ではなく、あくまで当該技術が社会一般で使われるようになった時期で見ている。例えば、インターネットは1960年代に米国の軍事研究として端を発するが、1989年から1996年にかけてオープン化が進み、商業利用も可能となり、昔研究者や技術者の仲間内のネットワークだったものが、1995年頃には多くの一般の人々が当たり前を使うようになった。この時期以降にインターネットが社会に与えた影響を考えて、筆者は1995年の「ネット・インパクト」と呼んだ。遡ること15年から始めて筆者は各インパクト

を、1980年の「PCインパクト」、1995年の「ネット・インパクト」、2010年の「スマホ・クラウド・インパクト」と称してきたが、2025年は「AI・ロボット・インパクト」と称してよいことは明らかだろう(図4)。

次にITのリアルワールド性にも触れたい。人も物もリアルワールドの存在であり、これに作用するITを重視した研究を進めてきた。筆者及びその周囲では、2000年頃から「リアルワールドのIT」という表現を使ってきたので、ここでもその言葉を用いる。

20世紀までは、携帯電話があちこち動き回って、通話に使われることがあっても、携帯電話機の位置情報そのものが一般のサービスに利用されることはほとんどなかった。米国FCCの勧告でE911により緊急通報の際には発信者の位置が分かる携帯電話を2002年までに実現することが望まれ、特に2000年以降、持ち歩く携帯電話の位置情報に関する研究開発が盛んになり、携帯電話の基本機能として「情報通信機能」に「位置特定機能」が加わるようになってきた。位置に依存したサービス(LBS: Location Based Services)⁽²⁰⁾が脚光を浴びたのはこの頃からである。

2010年頃になると、従来の携帯電話機に代わってスマートフォンを多くの人々が使うようになった。これには様々なセンサが載りそれをユーザが持ち歩く。携帯機器に、「情報通信機能」と「位置特定機能」に続く、種々の「センシング機能」が加わり、更に、情報通信機能にも、「Wi-Fi」と「Bluetooth」が事実上の標準装備になった。これらは図5に示すように三次元的な相乗効果を生み、スマートフォンは新社会システム創成にとって大きなポテンシャルを持つ存在となった。詳細は省くが、Wi-Fiが情報通信だけでなく位置特定にも利用され

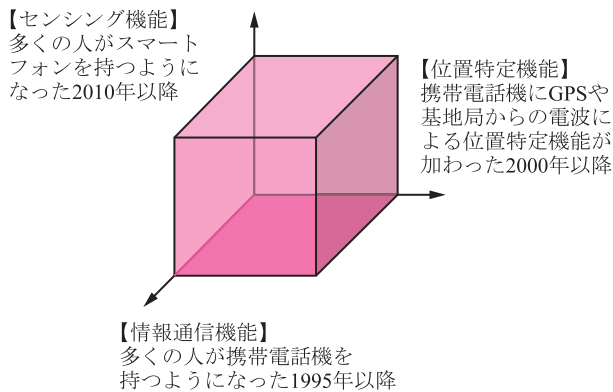


図5 フィーチャーフォンからスマートフォンへ三次元的な分野の拡大 1995年には多くの人が携帯電話を持つようになったが、基本機能は情報通信で、2000年代に入り位置特定機能が加わり、2010年以降はセンシング機能が加わった。ユーザの持ち物は社会インフラを支える重要な要素となった。また、スマートフォンで種々のセンシング機能に加えてWi-FiとBluetoothが事実上の標準装備になったことは、これら三基本機能の性能そのものも大きく向上させている。

るようになり、位置特定性能が向上した上、位置情報を利用するアプリは基本的にそのまま動作することを付記しておく。

2.4 ICTと社会変革

1995年の「ネット・インパクト」では、その前年にAmazonが立ち上がり、小売業そのものの業態を変えるという「社会変革」を起こした。これは従来なかったICT、すなわちオープン化されたインターネットの出現が、小売業そのものを変えたという意味を持つ。

2010年の「スマホ・クラウド・インパクト」、その前年にUberが立ち上がり、その後様々なシェアリングビジネス⁽²¹⁾が立ち上がったことは皆さん御存じのとおりである。すなわち、従来のBusiness to Consumer (B2C) ビジネスでない、Peer to Peer (P2P) シェアリング。これは、前号⁽¹⁾で述べたように「きめ細かな時空間マッチング」、「事業者決済の仕組み」、「相互（提供者／利用者）評価」を三要素としており、スマホとクラウドがなければ実現困難な新社会システムである。これは社会にシェアリングビジネスが出現するという変革をもたらした。

このような科学技術の普及、すなわち多くの人々が従来存在しなかった機器や環境を当たり前にするようになることは、大きな社会変革の可能性を有する。

図4の中の2025年の「AI・ロボット・インパクト」の前後の「〇〇〇」に何が入るか興味深い。その前年の2024年、具体的企業名に何が入るか明らかになるにはもう少し時間が必要であるが、読者の中からそれを創設する方が出ることを楽しみにしている。

「AI・ロボット・インパクト」による社会変革も、様々な根っこを持つ読者により様々な議論が繰り広げら

れることを期待しているが、筆者は「ICTによる生産性の劇的な向上」が働き方やライフスタイルを含めた社会変革にどのような影響を与えるかについて十分に考えておく必要があると思っている。「週休6.5日制」を遠望して、これを実現するための新社会システム創成の考察を進めることは特に研究開発施策に携わる人々にとって重要なことであると考え、本稿では、「AI・ロボット・インパクト」を前提とした、生産性と私たちの働き方に関する少々荒っぽい議論に筆を進めたい。

3. 生産性と未来

3.1 コンペティタは異業種の時代

近年、コンペティタとして異業種の参入が増えたと言えるだろう。あらゆる大中小の駐車場が自動車を借りるステーションとなるフリーフローティング型カーシェアリング⁽²²⁾。海外の路上駐車OKの都市では、近くの路上に駐車中の自動車を借りて、目的地の建物のエントランスの前で借りた自動車を返却するシステムも使われている。自転車シェアリングのステーション数は普及の要であるが、日本でも急増中である⁽²³⁾。これらはスマートフォンとクラウドとIoT機器によってはじめて可能になった社会システムである。経路検索などでは、人々の出発点と到着点（OD）が駅から駅あるいはバス停からバス停で考えられていた移動が、はるかに細かいODで考える時代になり、しかもそれを支える仕組みはICTと最小限の人手によって実現される。

タクシーに目を転ずれば、ICTを前提としない昔は、乗客とタクシーが出会う場所は駅前のタクシー乗り場など、あらかじめ決められたタクシー乗り場を設置することに合理性があったが、スマートフォンを前提とする今ではあらゆる場所がタクシー乗り場になった。客待ち、タクシー待ちの時間の減少は生産性向上の一例である。

3.2 ICTで変わる働き方と人間社会の究極の未来

週休6.5日を実現するためにいかに社会システム創成を行うか、未来を考えてみる。例えば農業分野。AIを利用したロボットによる自動収穫技術も開発されている⁽²⁴⁾。この分野の進化は、昼間農業従事者が目で判断し、熟れた果実から選択的に収穫していった畑でAIロボットは24時間収穫をしてくれる環境も提供しよう。ロボットが動くためのエネルギーもロボット自体が供給する。収穫はもちろん農作業の一部にすぎないが、例えば全世界の人々が摂取する食糧の生産のうち、人手でやっていた作業の9割をロボットが行ったとすると、生産者の労働時間は1/10で済む。週40時間なら4時間。一週間に4時間ずつ交代で働き、農産物が同じ価格とすれば、農業従事者の一人当りの収入は今と同じ。物価も食料供給量も今と同じ。人手の介在が大きい分野ほど仲

び代は大きい。ただし今の生産方法の効率化や最適化だけでは明らかに実現不可能であり、ジャンプした新農業生産システム（抜本的な実現方法の変革）が必要となる。

人や物の移動にしてもしかり、決済にしてもしかり、顧客への様々なサービスにしてもしかり、基本的にユーザは機械を自分で操作してサービスや物の提供を享受することを受け入れるとする。これが基本形となり、対面でサービスや物の提供を受けることは例外処理で、高い対価で提供を受けることになる。対面の対応サービス提供者の時給は今の10倍、給与合計を変えないとすれば労働時間は1/10になる。

この観点で生産性を考えれば、「何人で今と『同等の』サービスや物を社会に提供できるか？」という問題になる。「同等の」というところが大事なポイントであり、決して「同じ」サービスではない。例えば、自宅から職場への全員の移動を考える。これを何人の従事者で実現するか？ 全ての移動を支える従事者、これには直接的に移動を提供する人のほかに、保守点検、経理・決済などを担当する全ての人が含まれる。交通モードも現在の公共交通機関、電車・バス・タクシーに加えて、カーシェアリングや自転車シェアリング、ライドシェアなど全ては利用する移動システムの選択肢になる。この多くをロボットが行うようになり、1/10の人数で移動を提供することができれば、この分野でも同等の移動サービス環境をユーザは享受しながら、週休6.5日が達成できることになる。

これらが示すことは、人間にサービスするロボットが技術的に実現可能だけでなく、ユーザー一人一人が人間の対面サービスでなく、機械によるサービスを受け入れるマインドが必要になる。もちろん様々な事情もあり、全員一律に受け入れることは現実的ではなく、人間の対面提供を要望する人がいても当然であるが、対面サービスの対価は今より大幅に高くなることはやむを得ない。

人が働くという行為は尊いものであり、持続可能な範囲でその対価が高くあるのは当然なことである。

経営者としても、人手が足りないから労働者の確保を考えるというのではなく、全く従来と異なる方法で実質的に従来と同等のサービスや社会的効果を提供する新社会システムの構築を進めるといった考え方が重要である。Digital Transformation (DX) である。今までと同じやり方の延長で、ジャンプしない改善では生産性を飛躍的に上げることは難しい。

生産性を上げて真に豊かな社会へ向かうことを考えるときは産業界ばかりでなく、前述のように、一般のユーザもDXに協力することは必要である。すなわち、社会システム創成を考える際、Business to Consumer (B2C) でシステムを考えるのではなく、いわば(B+C)2Cで考えるということである。CはBから全てのサービスを

受けるのではなく、Cは自分でできることは自分で行い、自分ではできないことをBから提供してもらい、最終的にCが目的を達成するということである。

欲しい清涼飲料水をCが口で言うだけの対面販売から自販機になると、お金を入れてボタンを押す行為はCが行うようになった。モビリティ分野の自転車シェアリングで言えば、移動は、スマートフォンと自転車という機械相手にユーザが自分で自転車を借りて目的地まで自分の力で移動して、返却と支払いを完遂する。目的の清涼飲料水入手や目的地までの移動といったCの目的を達成するために、BがCの協力を前提とするようなシステムの基本設計は大幅な生産性向上のポテンシャルを持つ。

生産性が今の10倍になっても、全員が10倍の消費を望むなら、この議論の仮定では働く時間は変わらないが、大幅な勤務時間の短縮が可能ならば、家族の送迎や介護と生産世代の勤務時間との間で発生している社会課題も、解決すべき点（問題設定）が大きく変わってくるだろう。

週のうち6.5日の時間の使い方は、今とは大きく異なり、ボランティア活動や、職場に限らない様々な交流や豊かな活動に目が向いてゆくことになろう。業務で忙しい時期の合間の忙しくない時期、人は時間潰しの行為に走ることがあるかもしれないが、初めから週休6.5日を前提とした社会では、人は6.5/7という自分の大半の時間の過ごし方を考えることが普通になり、人間として豊かな過ごし方を考えて日々を過ごすようになりはしないか。それぞれの過ごし方は個人の価値観で決まることになる。

4. む す び

本稿はICTによる新社会システム創成と生産性を二回構成で論じる第2回にあたり、システム創成論とICTによる社会変革、未来の生産性について述べた。

本稿の前半では、システム創成論として、方法論、プラットフォーム論、IT四大インパクトとリアルワールド性、ICTと社会変革に関して述べ、後半ではそれらを踏まえて、ICTによる新社会システム創成で生まれる社会の劇的な生産性向上を想定しながら、週休6.5日制を遠望した未来の人間社会に関する思考実験的議論を試みた。

1995年の「ネット・インパクト」は、その前年の1994年にAmazonが立ち上がり、小売業そのものの業態の変化という社会変革を起こし、2010年の「スマホ・クラウド・インパクト」では、その前年の2009年にUberが立ち上がり、社会変革として様々なシェアリングビジネスが起こったことを述べた。

その先にある2025年の「AI・ロボット・インパク

ト」による社会変革として劇的な生産性の向上を想定し、それが人間社会にどのような影響を及ぼす可能性があるか思考実験的議論を試みた。「週休 6.5 日制」の社会である。もちろんこれは、いきなりではなく、できることから。しかも、まずは「週休 3 日制」の実現から。

もちろん様々な御意見はあると思うが、社会がどこに向かい、どうしたらよいか、この点を十分に考慮した上での研究開発施策課題の設定は大事なことで、それぞれの分野での研究に従事する方、開発に従事する方、施策に携わる方、事業運営される方、そしてもちろん一般ユーザの方が交わって多くの議論と知見を共有し、あるべき社会の動きにつながることを切に願って筆を置く。

謝辞 本稿の執筆を御依頼頂き、また、様々な段階で貴重な御助言を頂いた会誌編集委員会委員の立命館大学佐保賢志准教授はじめ全会誌編集委員の皆様に心から深謝致します。

文 献

- (1) 長谷川孝明, “ICT による新社会システム創成と生産性 [I] ——ICT 研究開発とシステム創成論の導入部——,” 信学誌, vol. 107, no. 12, pp. 1169-1174, Dec. 2024.
- (2) 長谷川孝明, “ITS とシステム創成に関する一考察,” 信学技報, ITS2002-120, pp. 13-17, March 2003.
- (3) 長谷川孝明, “ITS プラットフォーム “EUPITS” ～実現へのアプローチ～,” 信学技報, ITS2003-8, pp. 41-47, May 2003.
- (4) 長谷川孝明, “ITS プラットフォーム “EUPITS” ～具体化に向けて～,” 信学技報, ITS2003-26, pp. 29-34, Sept. 2003.
- (5) 長谷川孝明, “システム創成と空間的心地よさの質について～IT による QoS の向上とモビリティ～,” 信学技報, ITS2010-67, IE2010-142, pp. 287-292, Feb. 2011.
- (6) 長谷川孝明, “システム創成の視点からみた電気自動車普及のシナリオ,” 信学技報, ITS2008-65, IE2008-235, pp. 177-182, Feb. 2009.
- (7) T. Hasegawa, “Diffusion of electric vehicles and novel social infrastructure from the viewpoint of systems innovation theory,” IEICE Trans. Fundamentals, vol. E93-A, no. 4, pp. 672-678, April 2010.
- (8) 長谷川孝明, “システム創成論とその応用としての超小型電気自動車「イヴ」,” 国際交通安全学会誌, vol. 36, no. 3, March 2012.
- (9) 長谷川孝明, “新しい交通システムのデザイン論,” 国際交通安全学会誌, vol. 37, no. 3, Jan. 2013.
- (10) 長谷川孝明, “IT で高度化するモビリティのシステム創成論的観点からの研究開発,” 信学 FR 誌, vol. 7, no. 2, pp. 133-139, Feb.

2013.

- (11) T. Hasegawa, “Toward the mobility-oriented heterogeneous transport system based on new ICT environments-Understanding from a viewpoint of the systems innovation theory,” IATSS Research, vol. 42, issue 2, pp. 40-48, July 2018.
- (12) 長谷川孝明, “生活者 ITS プラットフォームと PDA について,” 信学技報, ITS2004-27, pp. 71-77, Sept. 2004.
- (13) 長谷川孝明, 福田 朗, 下田 學, 井上貴之, 矢内裕之, 森谷潤一郎, 山下清司, 水野一男, 渡部晴夫, 小川喜一郎, 児玉一成, 太田裕史, 波多野啓介, “Airport Passenger ITS (APITS) —WYSIWYAS 案内板による空港旅客ナビゲーション—,” 信学技報, ITS2005-89, IE2005-296, pp. 59-64, Feb. 2006.
- (14) 長谷川孝明, “WYSIWYAS ナビゲーション環境の実現—リアルワールドの IT の意味—,” 信学技報, ITS2008-30, pp. 19-24, Dec. 2008.
- (15) 藤田俊輔, 間邊哲也, 長谷川孝明, “ユビキタスクラークによるバーチャル企画室の実現,” 信学技報, ITS2012-2, pp. 7-12, May 2012.
- (16) 藤田俊輔, 長谷川孝明, “バーチャル企画室—実製品の重要性—,” 信学技報, ICM2013-48, LOIS2013-52, pp. 7-12, Jan. 2014.
- (17) S. Fujita, T. Hasegawa, and T. Manabe, “Ubiquitous clerk and virtual planning office -Significance of actual products-,” Proc. 2014 IEEE World Forum on Internet of Things (WF-IoT), pp. 394-399, Seoul, Korea, March 2014.
- (18) T. Manabe and T. Hasegawa, “A design methodology for positioning sub-platform on smartphone based LBS,” IEICE Trans. Fundamentals, vol. E99-A, no. 1, pp. 297-309, Jan. 2016.
- (19) 長谷川孝明, “少子高齢社会のモビリティ確保へのアプローチとシェアリング・エコノミー,” 信学技報, ITS2017-10, pp. 49-52, Sept. 2017.
- (20) Location-based services, J. Schiller and A. Voisard, eds., Elsevier, 2004.
- (21) R. Botsman and R. Rogers, What's Mine Is Yours: The Rise of Collaborative Consumption, HarperCollins Publishers, 2010.
- (22) 例えば, H. Becker, F. Ciari, and K.W. Axhausen, “Measuring the car ownership impact of free-floating car-sharing-A case study in Basel, Switzerland,” Transportation Research, Part D 65, pp. 51-62, 2018.
- (23) <https://www.hellocycling.jp/info/news/2024/07/10/2513/>
- (24) 例えば, 上垣俊平, 荒木秀和, 豊島 亮, 新崎 誠, 上田大介, 山崎龍次, “環境認識に AI を用いたトマト収穫ロボット,” Panasonic Technical Journal, vol. 64, no. 1, May 2018.

(2024 年 9 月 4 日受付)



は せ が わ たかあき
長谷川 孝明 (正員: フェロー)

1981 慶大・工・電気卒。1986 同大学院博士課程了, 工博。同埼玉大・工・電気助手, 助教授を経て, 2006 同大学院・理工研・数理電子情報部門教授。2023 退職。現在, 埼玉大名誉教授として, フリーランスで研究/教育/講演/財団法人/社団法人などの活動。