

特集 ■ 超高齢社会と VR

「高齢者クラウド」の研究開発



廣瀬通孝

Hirose Michitaka

東京大学

1. はじめに

「高齢者クラウド」とは、JST（日本科学技術振興機構）・戦略的イノベーション創出推進プログラム「高齢社会を豊かにする科学・技術・システムの創成」において2010年より10年計画で推進されている研究プロジェクトのひとつである[1]。著者が「少子高齢化」という言葉について真面目に考えるようになったのは、2006年、同じくJSTの研究プロジェクトである「少子高齢社会と人を支えるIRT基盤の創出」においてであった。これは、少子高齢社会の克服のためにIRT（Information & Robot Technology）がどのような役割を演じることが出来るかを明らかにすることを目的とした研究プロジェクトであった。このプロジェクトはわずか数年のものだったが、こうした社会的課題について深く考える機会としては十分な長さだったと思っている。

IRTの研究期間に著者が実感したことは、まず、この問題は我が国において最優先の政策課題であり、対応を誤ると国の形が変わってしまうほどの深刻さを持つこと、さらに、そういう重要問題であるにもかかわらず、技術的なソリューションがあまり語られていないということである。

この2つの問題について、色々思いをめぐらしているところ、先述の「高齢社会...」プログラムが伊福部達先生を領域統括として組織された。日本IBM浅川智恵子氏とともにプロジェクト提案を行い、幸いにして採択されたというのが現在までの経緯である。

2. 高齢社会の到来とVR技術

図1に2055年の我が国の人口ピラミッドを示す。グラフの上部が大きく膨らみ、もはやピラミッドとはいえない状況になってしまっている[2]。

この状況をもう少し細かく見てみよう。

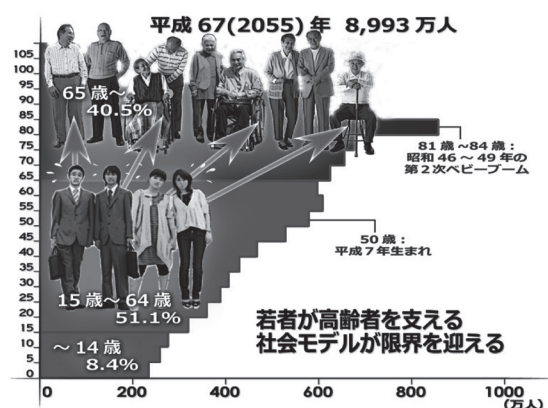


図1 2055年の人口ピラミッド

2030年までに我が国の労働人口は約1100万人減少すると見られている。とくにその傾向は地方で著しく、増田前岩手県知事の調査によれば、全国で2000存在する自治体のうち、900の自治体が2040年において人口10,000人を切り、その機能の維持が困難になるという（いわゆる増田リスト）。都心部への一極集中は以前にもまして激しさを増し、いわゆる極点社会とでも言うようないびつな社会構造があらわになってくる[3]。

都市部、とくに首都圏においては高齢者の割合が増加する。先の人口ピラミッドが示すように、15歳から64歳までのいわゆる労働可能人口は全人口の50%程度になり、逆に65歳以上の高齢者は約40%のマジョリティとなっていくであろう。

それは当然介護保険料をもたらすわけで、2050年には、要支援・要介護者が900万人に増加する結果、現在すでに9兆円の介護保険料が15兆円に達すると言われている[4]。

大変な社会の構造変化が待ち受けているわけで、高齢化は、我が国にとって最重要の社会問題である。これほ

ど重要な社会問題であるにもかかわらず、ソリューションとして論じられているのが、外国人労働力、女性就労など、文系的手段が中心であるのは残念なことである。著者の師匠である石井威望先生が、ICT と高齢社会との関係についてはるか昔に書いた書物が今だに引用されるぐらい議論が少ない [5]。

さて、ほとんどの読者はご存知と思うが、VR 技術が明示的な技術用語として社会に認知されたのが 1989 年のことである。それから 4 半世紀が経過した現在、VR 技術は世代交代の時期にある。大変高価であった HMD 等のデバイスも、従来とは比較にならないぐらいの低廉化と高機能化が進展中である。かつての夢の多くは実用の段階を迎えていると言ってよいだろう。

別の言い方をすれば、いろいろな技術がすでに利用可能であり、作るより使うことに頭を使う時代である。今や、技術そのものがコンテンツであった時代ではなく、技術をどういう視座から洗練化していくか、というコンテンツ主導型の構造へと技術開発のやり方を変えていかなければならない。

考えてみれば高齢化社会の到来は、VR 技術にとって、重要なコンテンツのひとつである。VR 研究者として、高齢化社会において VR 技術は何ができるのかを考えるべき時代が、今なのである。

3. バーチャル化とは何か

さて、今さらではあるが、バーチャルとは何だろうか。バーチャルとは、「実際には存在しないが、機能や効果において、存在するも同等の」という意味である。

バーチャル化の具体的方法論は図 2 に示すようなもので、我々と現実世界の間にデジタルメディアを挿入し、その関係を間接化することである。VR とは現実を模擬することだ、とよく言われるが、現実そのままではなく、現実のエッセンスを生かしつつも、それをどう積極的に変化させるかが、この技術の本質であると言っても過言ではないだろう。

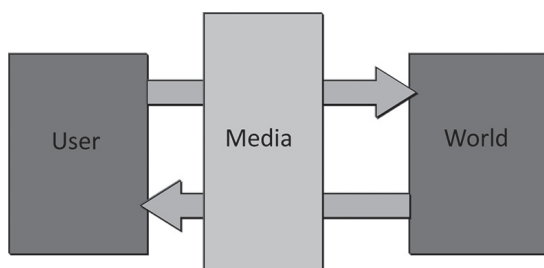


図 2 バーチャル化

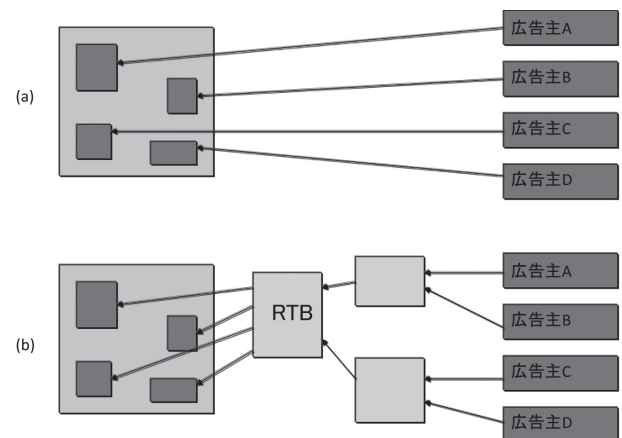


図 3 媒体への広告掲載のバーチャル化

具体的な例を挙げよう。例えば、新聞広告を考えてみると、従来の紙媒体ベースの新聞広告は、図 3 (a) に示すように、紙面の広告場所と広告主は一对一対応している。しかし、本来、好みは人様々であるから、読者の紙面ごとに違った広告が掲載されていてしかるべきである。とはいうものの、新聞が紙媒体への印刷という物理的手段を用いているかぎりにおいて、一枚一枚を変えるわけにはいかないであろう。しかしながら、それが電子媒体になった瞬間、話は別になる。

現在の電子媒体の広告の仕組みは図 3 (b) に示すようなもので、広告場所と広告主の関係は、はるかに複雑である。極端な話、読者がある記事をひらいた瞬間、どこにどういう広告を配置すべきかについて、オークション（RTB: Real Time Bidding）が行われるようになっていこともある。最も広告を出したい広告主が、もっとも見たい読者の広告位置に広告を出すことができるわけである。

こういうことは、やればできることはわかりきっているが、先述のように物理的手段を用いてはなかなか難しいものである。あたりまえのことがあたりまえのように実行できるようにすることが情報技術の本質である。

物販においては、少数の売れ筋商品とそうでない商品が存在する。売れ筋商品の存在は重要であり、例えば、8 割の売上げは、2 割の売れ筋商品が上げているという 2-8 の法則が知られている。であるから、一般の店舗は売れ筋商品を大事にする。そうでない商品を抱え込むことは、在庫費用がかさむことになり、したがって商品の数を絞り込むことが商売の秘訣とされてきた。

しかし、これは実際の店舗における常識である。この常識を電子的通販によって、物理的店舗を廃止し、電子店舗によって在庫費用を極限まで減少させ、信じ

られないほどの品ぞろえを実現し、競争力としたのが、Amazon 社である。

ロングテール部分の性質を一言でいうと、複雑で多様、つまりエントロピーが高いということである。コンピュータは情報を操る機械であり、エントロピーとは平均情報量のことである。バーチャル化するとは、コンピュータを使うことにより、（自然の摂理に反して）高エントロピーの状態を低エントロピーの状態に変換することに他ならない。

4. 高齢者クラウド

さて、ようやく本題に入ることができる。本プロジェクトの特徴を一言で言うならば、「高齢者問題を福祉問題としてとらえない」ということである。高齢者に関する議論のほとんどが、彼らは弱者であるという前提の下で行われている。しかしながら、本当にそうであろうか？ 高齢者は、長い期間に培われた専門的知識を有しており、その結果として全体を巨視的に見ることができると、若年層にはない様々な能力を有している。

にもかかわらず、多くの企業が高齢者の雇用をためらうのはなぜだろうか。いくら元気とはいえ、通院などで完全なフルタイム雇用は難しいこと、専門知識があることを裏返せば、職場の融通が利かないということ、さらに、就労に求めることが様々であるなど、もっと奥深い要因もあろう。つまり、若年層労働力が汎用すなわちエントロピーの低い労働力であるのに対し、高齢者労働力は多様であり、エントロピーの高い労働力なのである。この問題の解決にバーチャル化の技術が有効ではないかというのが、高齢者クラウド・プロジェクトの発想である（図4）。

クラウドソーシングという概念は、細分化された労働力をひとつに束ね、全体としてひとつかたまりの（扱いや

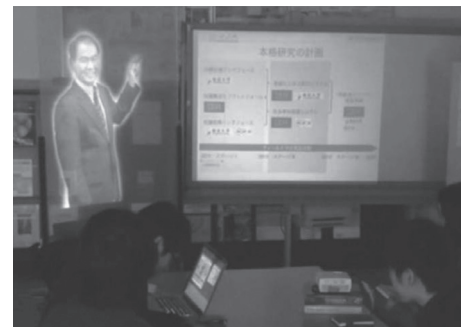


図5 実体型ディスプレイを用いた実世界アバタ

すい）労働力としてまとめようという考え方であり、その実現のためにデジタルメディアが大きな役割を果たすであろうことは言うまでもない。

例えば、VR においてよく登場するアバタを考えてみよう。通常、アバタといえばバーチャルな空間の内部における身体のことを指すが、クラウド化によって合成された労働力を具体的実体として見せていくために必要なのが、実世界におけるアバタ・システムということになる（図5）。

5. モザイク就労

バーチャル世界の中でのクラウドごしの働き方をわれわれは「モザイク就労」と呼んでいる。その組み合わせ方には、3つの種類があって、時間的に細分化されたものを組み合わせる「時間モザイク」、スキルのものを組み合わせる「スキルモザイク」、空間的に分散した労働力を組み合わせる「空間モザイク」である（図6）。

時間モザイクは、もっとも簡単なものである。例えば、Aさんが月、火、金しか働けず、Bさんが水、木しか働けないとき、両者を合わせると月一金フルタイムの労働者を作ることが出来る。通常、これをシフト表などにより手作業でやると、膨大な管理コストがかかるけれども、コンピュータを用いれば、はるかに大規模な不定型労働力のネスティングを動的に行うことができるはずである。

現在、東大・柏キャンパスの IOG が主宰する農業・福祉施設・学童保育・塾などの分野における試験的な高齢者就労の仕組み（「生きがい就労」プロジェクト）に協力し、10～30人規模の実証実験を展開中である。これまで、農作業の退退管理を携帯電話で行っていたチームリーダーによれば、月に2万円要していた連絡費用の節約だけでなく、作業内容の突発的な変更に対しても柔軟に対応できるようになったそうである。

スキルモザイクは、時間モザイクよりやや複雑な技術



図4 労働力のバーチャル化

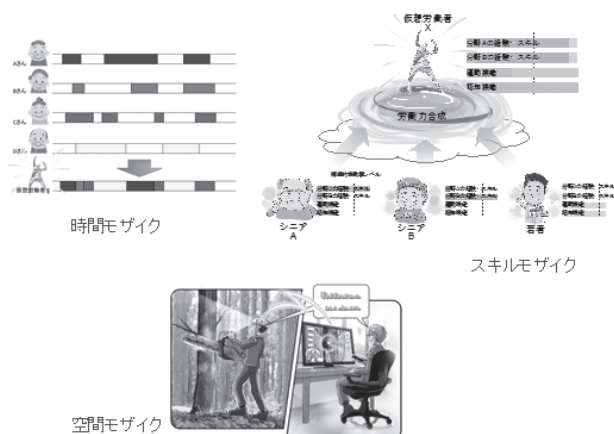


図 6 モザイク就労のいろいろ *口絵にカラー版掲載

を必要とする。このアイデアは、 α という能力を持つ A さんと β という能力を持つ B さんを組み合わせ、全体として $\alpha + \beta$ の能力を実現しようというものである。

これはいわばジョブマッチングの精微化である。この場合、各個人のスキルが明示的に属性として表現されていなければならないということが重要である。雇用者側も何ができる人を欲しいかを明示的に意識する必要があることももちろんである。我が国の労働市場において、従来の慣行では必ずしもこのことが意識されてこなかったという問題はあるが、今後、考え方の国際化にともなってより考えやすくなるだろう。

人間のスキルは、様々な手法によって測ることができる。例えば SNS などの電子メディア上の会話を分析することによって、個々人の好みや性格を明らかにすることができるだろうし、また、伝統技能における動作のコツなどを 3 次元のモーションデータや筋電の情報などとして記録することも今や可能である。

SNS におけるコミュニケーションの中で、さりげなくいくつかの質問を紛れ込ませ、それに対する応答からスキルを発見していくという手法も検討中である。この場合、集合知的な考え方を使えば最初から解答を準備する手間すら不要であり、大量のかくれた質問を準備することができる。

いずれにせよ、これによって個人のスキル属性が同定されれば、あとは時間モザイク同様のネスティング問題に帰着することができるはずである。

現在、日本点字図書館と協同でテキスト DAISY (Digital Accessible Information SYstem) 図書の校正作業をクラウドソーシングで実施中である。テキスト DAISY 図書の作成には、各ページの画像取り込み、OCR によ

る図書内容のテキスト抽出、テキストの誤認識箇所の校正、見出し付与という 4 段階を経る。この中でも、テキスト校正が最も煩雑な労働集約的作業であった。このため、校正を効率よく多人数で行えるよう、文字列校正、ルビ校正、一文字校正の 3 種類のクラウドソーシング用機能を実装した。文字列校正は文中の誤認識箇所の訂正、ルビ校正はルビのように小さい文字列における誤認識箇所の校正（拗音や促音のように本来は小さく表記されるものも他の文字と同一サイズで扱われることによる）のためである。また、一文字校正は系統的に間違えられる文字を一括修正すると共に、OCR 認識系の学習用データを集積するためのものである。各校正作業に求められるスキルは異なっており、参加者の得意とする作業も異なっている。このため、参加者の特性に合わせて、それをバランスよく配分して作業が完遂できることが重要である。

さて、最後が空間モザイクである。これは、一言で言えば、アバタ技術であり、テレグジスタンス技術である。モザイク型就労者がリアルワールドにおいてどう出現するかをもっとも実感できるのがこれである。

高齢者は、身体的な能力の劣化は避けることができない。しかし、人工的な身体を準備すればこの問題を克服することが出来る。翻訳などの純粋頭脳労働であれば、必ずしも仮想身体は必要としないだろうが、実際の作業はずっと空間的なものが含まれるわけで、従来の TV 会議をこえる仕組みが必要である。

重機や宇宙ロボットの制御など、ヘビーなテレグジスタンスロボットと一般の TV 会議端末とは、別々の存在である。しかしながら、両者は新しい概念に基づくテレワーク支援システムにおいては融合されるべきであり、両者の中間に望ましいデザインが存在すると思われる。幸い、図 7 に示すような軽量かつ安価なロボットが市販されはじめ、これらをベースにした遠隔コラボレー

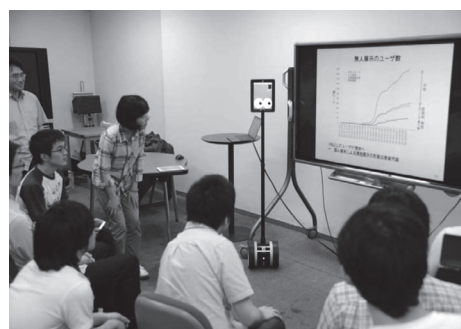


図 7 簡易ロボット(Double Robotics)を用いた遠隔授業の試み

ションシステムの形成が現実的なものとなりつつある。

これらのロボットを含むシステムの構築は一見そう見えるほど簡単ではない。こと高齢者に関しては、その操作の煩雑性、伝達情報の不鮮明性が、現地とのコミュニケーションを阻害する要因となるため、格段に身体化した操作インタフェースが必要である。「モザイク就労」を前提とするからには、同時に不特定多数の人間が入れ替わり、ひとつの仮想労働力として行動できるような枠組みが求められる。

遠隔地でアバタロボットがいかに振る舞うかも、就労場面への応用時には重要となる。ほとんどの就労現場はオフィスであり、違和感なく職場に溶け込めるデザインはまだ十分ではない。従来のメカを中心としたフィジカルなロボットのみならず映像を大胆に使用したバーチャルロボットもまた有望であろう。

本プロジェクトでは、この夏より、東京大学の大学院授業を例題として、アバタロボットの利用にかかわる実証実験を開始している。

6. クラウドソーシング企業の発展

高齢者クラウド・プロジェクトは、技術開発プロジェクトである一方、それをどう社会変革につなげていくかの運動でもある。

ここで述べたようなバーチャル化技術を駆使したビジネスが登場し、大きな産業セクターが形づくられてはじめて、このプロジェクトが成功したと言える。

幸い、まだ規模は小さいものの、いくつかのクラウドソーシング企業が登場し、それらの少なからざる割合が、高齢者就労に関して興味を持ち始めている。これらの企業が大きくなるというシナリオもあるだろうし、大手人材会社がクラウドソーシングに技術参入するというシナリオもあるだろう（図8）。

・ランサーズ株式会社	2008年4月設立	資本金：3億901万円
✓	案件総額120億円、会員数19万人（シニア2500人）、クライアント5万社。	
・株式会社クラウドワークス	2011年11月設立	資本金：7億4184万円
✓	案件総額111.5億円、会員数17.7万人、テレビ東京とシニア向け「シニアワークス」を展開（会員5000人）	
・株式会社ココナラ	2012年1月4日設立	資本金：1億617万円
✓	500円で得意を出品。	
✓	会員数7万人（50代5%、60代1%）	
・株式会社ライフネス	2009年11月設立	資本金：500万円
✓	テレワーク事業。テレワークを活用したBPOサービスの提供を開始。	
・株式会社リアルワールド	2005年7月29日設立	資本金：1億8500万円
✓	育児や介護、地域差によって、なかなか働く機会に恵まれない方々に、時間や場所に関係なく、インターネットを用いて作業する場所を提供。	

図8 クラウドソーシング企業の事例

現在、65歳以上の未就業者の4割が就業し、15～64歳と同等の生産性を実現したとしたら、23兆円近くのGDP上昇効果につながると試算される。

本稿ではVR技術をバーチャル化技術と読みかえ、やや広義にあつかった。しかし、ここで述べたように、VRという言葉のエッセンスは何かを考えた場合、ここでの読みかえを読者はお許しいただけると思う。

参考文献

- [1] 伊福部達：福祉工学への招待，ミネルヴァ書房（2014）
- [2] 総務省「国勢調査」及び「人口推計」，国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口（平成24年1月推計）：出生中位・死亡中位推計」（各年10月1日現在人口），厚生労働省「人口動態統計」
- [3] 日本経済新聞，2014.5.8
- [4] 小笠原泰，渡辺智之：2050 老人大国の現実—超高齢化・人口減少社会での社会システムデザインを考える，東洋経済新報社（2012）
- [5] 石井威望：二周目の人生設計，講談社（1990）

【略歴】

廣瀬通孝（HIROSE Michitaka）

東京大学大学院情報理工学系研究科 教授

1954年鎌倉生まれ。1977年東京大学工学部産業機械工学科卒，1982年東京大学大学院博士課程修了，工学博士。同大学工学部専任講師，1983年同助教授，1999年東京大学先端科学技術研究センター教授を経て，2006年東京大学大学院情報理工学系研究科教授。専門は，システム工学，ヒューマン・インタフェース，バーチャル・リアリティ。通信・放送機構 MVL/SVR プロジェクトプロジェクトリーダー，産業技術総合研究所特別顧問，情報通信研究機構 プログラムコーディネータなどを務める。情報化月間推進会議議長表彰，東京テクノフォーラム・ゴールドメダル賞，大川出版賞などを受賞。主な著書に「バーチャル・リアリティ」産業図書（1993），「電脳都市の誕生」PHP 研究所（1996），「空間型コンピュータ」岩波書店（2002），「ヒトと機械のあいだ」岩波書店（2007）など。