

① 人をエンパワーする情報学

「エンパワー」とは

エンパワー (Empower) とは、本来「人に能力や権限を与える」という意味であり、エンパワーメント (Empowerment) は、個人や集団が潜在的な能力を発揮することを可能にする社会を実現しようという社会的な意味で用いられてきた。近年では、看護・介護、ビジネスの場面でも用いられ、実践されてきている。ここでは、人を勇気付けて、人が本来持っている生きる力を湧き出させる、という意味で使われている。

情報学の分野においては、ACM SIGCHI が 1990 年に開催した国際会議 CHI '90 のテーマが "Empowering People" であり、筆者が初めてこの言葉を意識したのが、このときであった。図-1 は本会議の Proceedings の表紙であり、このテーマが最も目立つ位置に掲載されている。以降、Empowerment や Empowering という言葉は使用頻度を増し、IEEE Xplore や ACM Digital Library で検索を行うと、2,000 件前後の文献がヒットする。最近では、Microsoft のミッションステートメントに "Our mission is to empower every person" と述べられているように、これからの情報学が進むべき方向性を示唆しているといえる。

本稿では、このような背景をふまえ「人をエンパワーする情報学」を、人が本来持っている潜在力を引き出し、人々の生活の質を向上させるための情報学として定義し、その全体像を解説する。

どのように人をエンパワーするか

人をエンパワーする手法を具体化するために、生活の質の向上という目的のもとに、人が本来持って

いる潜在力をどのように引き出すかを整理する。生活の質の向上といっても多様な側面があるが、情報学が果たす役割という視点から整理すると、「人を補完し、人と協調し、人を拡張する」という3つの観点を導入すると問題点を明らかにすることが可能である。

まず、「補完」とは、障がい者や高齢者などの身体や感覚の機能が低下した人を補助することである。ここでは、人の潜在力とは障がい者や高齢者の残存機能を意味する。単に機械が人の肩代わりをするのではなく、残存機能を活かすことが真の支援である。

次に「協調」とは、人が日常的に接する工学システムを、人と一体化するように調和させることである。例としては自動車運転者の支援システムが分かりやすいであろう。運転者の覚醒度モニタリングや自動運転機能との役割分担などは、運転主体としての人と、移動支援者としての自動車の協調を実現する。

そして、「拡張」とは、人が潜在的に有しているクリエイション機能を外在化し伸長させることである。ここでいうクリエイション機能とは、作品制作者の能力には限定されない。近年、鑑賞者との相互作用によって作品が成立するインタラクティブアートでは、鑑賞者が創作の一環を担う。鑑賞者が受身であった従来の芸術作品とは異なり、能動的に相互作用を持つことによって、自分なりの意味を見出すことができる。逆に言うと鑑賞者が自分でも気がつ

■ 岩田洋夫 ■ 筑波大学

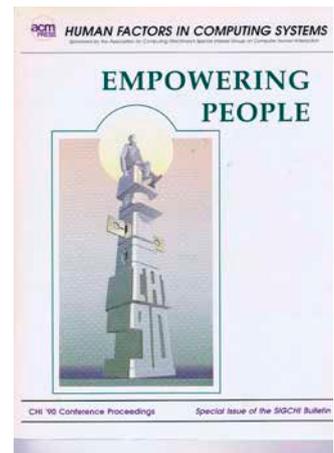


図-1 CHI '90 Proceedings の表紙

かなった潜在力をうまく引き出すのが、良いインタラクティブアート作品である。

人を支援するという課題には、大局的には「ハンディキャップ→健常→超人」というスペクトルがあり、「人を補完し、人と協調し、人を拡張する」という観点からは、このスペクトルのすべてをカバーするものである。

生活の質の向上は国家的な目標であり、第4期科学技術基本計画において重要課題として取り上げられていた。具体的には「利便性」、「安全性」、「心の豊かさ」という文言が方々に現れている。上記の3つの観点は、「補完」が「利便性」、「協調」が「安全性」、「拡張」が「心の豊かさ」に結びつくものである。

「補完」、「協調」、「拡張」の3つの観点は、それぞれが別のシステムに対応するものではなく、3つが融合したときに大きな効果をもたらす。例として「プレイフル・リハビリテーション」を挙げることができる。図-2は筆者の研究室における事例であるが、体験者の両足が固定された2つのモーションプラットフォーム（揺動装置）が、歩行リハビリテーションに必要な軌跡を提示すると同時に、歩行動作に合わせて没入映像が提示され、散歩を楽しむ気分が味わえる。これは、リハビリテーション支援機器として機能改善を担保（補完）するだけでなく、利用者が自身の意図通りに機器を操作可能（協調）であることが求められ、さらに人々の運動への動機付けを行うため、エンタテインメント性や創造性を喚起（拡張）するのである。このように高い付加価値を持った医療福祉機器は今後重要性を大いに増してくるであろう。



図-2 プレイフル・リハビリテーション



図-3 メディアビークル

もう1つの融合例として「スマートモビリティ」を挙げる。図-3は、筆者のアート作品「メディアビークル」であり、没入ディスプレイと車輪付き脚機構によって構成されている。これは自動車とVR端末が合体したもので、現在急速に進む自動車の情報化の先にある未来のモビリティに対するビジョンを示したものである。

メディアビークルは多様な機能を盛り込めるプラットフォームである。たとえば、人が主体的に運転する形態を採りつつも、状況によっては機械が自らの判断で制御を行い、人の安全性と快適性を保証する（協調）機能が実装できる。また、知覚・認知・運動機能の一部に障がいを持つ人の機能を代替する（補完）ことも可能である。さらに、運転の安全性を確保しつつ運転する行為の新たな喜びを創出する（拡張）ことは、今後の自動車にとって重要な意味を持つであろう。

「人をエンパワーする情報学」の体系

「人をエンパワーする情報学」の学問的体系について考察する。人をエンパワーするシステムはきわめて多様であるが、それらに共通するのはインタラクティブであることである。インタラクティブなシステムは次の3つの基本要素によって構成される。

まず、ユーザとしての人間の諸特性を表す「ユーザ要素」、次に人とシステムの相互作用を実現する「システム要素」、そして、人が相互作用する対象を構成する「コンテンツ要素」である。以下のそれぞれの内容を説明する。

①ユーザ要素

人間の特性という問題はきわめて広汎な学問に及ぶが、システムと相互作用を持つという場面における人間の特性は以下の4つの観点で網羅することが可能である。

- 物理的特性 身体 の形状や運動の特性
- 生理的特性 神経系の状態や感覚機能
- 心理的特性 認知・記憶・判断などの高次機能
- 社会的特性 人と人のつながり

②システム要素

人とシステムの相互作用を実現するためには、人間の状態をセンシングする入力システムと、その結果を人間の感覚器官に提示する出力システムが必要である。入力システムは、人間の物理的状態、生理的状態、心理的状態を検出する。ユーザ要素で述べた物理的特性・生理的特性・心理的特性には、それぞれ各種のセンサが存在する。一方、社会的特性を直接計測するセンサは存在しないので、システム要素には入れていない。

出力システムは、人間の感覚モダリティに対応して各種のディスプレイが存在する。人間の感覚モダリティは専門的には以下のように分類される。

- 特殊感覚
視覚、聴覚、嗅覚、味覚、前庭覚（三半規管が検出する加速度）
- 体性感覚
皮膚感覚（皮膚の感覚点が検出。狭義の触覚）
深部感覚（筋肉や関節が検出。手応えなど）

③コンテンツ要素

人が相互作用する対象を記述し、インタラクションの方法を定義するのがコンテンツ要素である。

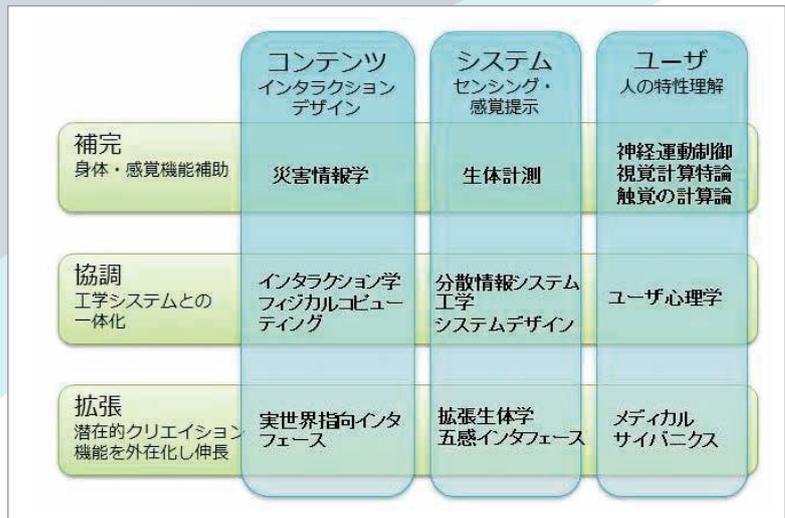


図-4 「人をエンパワーする情報学」の体系

VRであれば、バーチャル世界の形状や属性を記述し、その中で起こる事象を生起させる物理法則を実装する。このバーチャル世界に現実世界の情報を融合させるAR (Augmented Reality) の構成手法もこれに含まれる。

これらの3要素と、前章で述べた「補完」、「協調」、「拡張」の3本柱を直交させてマトリックスを組むと「人をエンパワーする情報学」の体系を形作ることができる。図-4では、例としてマトリックスの各要素に筑波大学で開講されている授業科目を入れているが、さまざまな研究テーマをこのマトリックスの要素に入れることが可能である。

次に、このような体系を持つ「人をエンパワーする情報学」の学問的位置づけについて考察したい。学問体系の全体像は、我が国では科学研究費の細目表が決定しているといっても過言ではない。2013年度に細目表が改訂され、「総合系」の下に「情報学」が分野として格上げされた。情報学の下には4つの分科があり、その中の「人間情報学」が最も「人をエンパワーする情報学」に近いと考えられる。この分科の下には「ヒューマンインタフェース・インタラクション」という細目があり、上記の「ユーザ要素」、「システム要素」、「コンテンツ要素」の考え方は、インタラクションの基礎技術の体系を提案するものである。

一方、「補完」「協調」「拡張」の3本柱は、目的



図-5 エンパワースタジオ外観



図-6 グランドギャラリー (写真: Kenta Hasegawa)

を表すもので、インタラクティブ・システムを用いて何をすべきかを提案している。これらを実現するためには、情報学の中だけでなく、医学、芸術、ビジネス科学、心理学などの分野を横断するアプローチが必要である。

エンパワースタジオ

前章で述べた「人をエンパワーする情報学」を推進するためには、「ユーザ要素」、「システム要素」、「コンテンツ要素」に関する研究を行いつつ、「補完」「協調」「拡張」を実現するプロトタイプの実装を行う必要がある。しかも、ただ作るだけでなく、社会とのかかわりの中で意義を見出さなければならない。それを提供する場として、筑波大学では「エンパワースタジオ」を2015年に新設している。これは、研究開発と人々の体験の場を融合したものであり、デモンストレーションによって第三者から評価を得て、それを次のステップの研究開発に活かす、とい



図-7 "CarryOtto"

うスタイルを実践する場となっている。通常、展示というとすでに終わった研究の成果を報告するという位置づけが一般的であるが、筆者は研究途上のシステムのデモを科学館や美術館で公開することによって、一般社会からのフィードバックを得て、それを次の研究課題に反映させる、というスパイラル状の研究スタイルをとってきた。人をエンパワーするシステムの研究開発にも、この手法が不可欠であり、それを組織的に定期的に行う場としてエンパワースタジオを設計した。科学館や美術館は展示の場としては効果的であるが、研究活動と合体させるのは困難である。そこで、エンパワースタジオは実験室と展示ギャラリーを併せ持ったものにした。

図-5はエンパワースタジオの外観である。向かって左の建屋が研究棟で、研究室の壁を越えて学生がコラボレーションできる多機能実験室を備える。ここでは、可動式でレイアウトを変えることによってさまざまな機能を発揮するオリジナルの仕器を備えている。

向かって右側の建屋は大空間棟で、展示スペースと大型実験装置を格納する。グランドギャラリーと名づけた展示スペースでは、可動式で各種の機材を取り付けることができるホワイトキューブを開発しており、多様なシステムの展示に対応する(図-6)。

これらのインフラストラクチャを活用して、学生が自主的に研究を行い、ユニークなシステムを多数試作している。たとえば、図-7の"CarryOtto"は、



図-8 Large Space

ローマ時代の戦車チャリオットにヒントを得たもので、馬に替わってインホイールモータを手足で操る。バリアフリーの新しいスポーツとして大いに注目を集めている。

さらに大空間棟の最大の特徴である無柱構造を活かして、画期的な大型装置の導入を行った。これが幅 25m、奥行 15m、高さ 8m の VR システム "Large Space" である。この直方体の全周の壁と床に、クリスティ・デジタル・システムズのプロジェクタ 12 台を用いて立体映像を投影する。同時にモーションキャプチャと、ワイヤー駆動で人を浮遊させるモーションベース（揺動装置）も備えた。これらの機材はすべてトラス（組み立て式の鉄骨）の上に取り付けられているので、内部空間は完全なオープンスペースであり、さまざまな研究目的に使うことが可能である。図-8 は壁面と床面のスクリーンの一部であり、中に入っている人と比べるとその大きさが分かる。床が広大なために、多人数が同じ体験を共有することが可能になる。これは、最近急速に普及が進んでいる HMD が装着者 1 人にしか体験を与えられない限界を打破するものである。

さらに、Large Space の床と壁は体育館仕様になっており、トラス上の機材は防球枠で囲われている。したがって、この中で球技スポーツを行うことも可能である。実際に、学生が床面プロジェクションを用いてボールの動きを映像で修飾する "Sports Support System" を、実習科目の履修中に開発している。



図-9 Bird Song Diamond プロジェクト

Large Space のコンテンツとして最も着目すべきは、UCLA の Victoria Vesna 教授が主導する "Bird Song Diamond" プロジェクトで制作された参加型の芸術作品である。バーチャルな鳥の群れと参加者がインタラクションを行い、モーションベースを用いて、実際に人間を鳥のように飛行させる（図-9）。Bird Song Diamond は芸術、生態学、工学、物理学などの分野を横断するプロジェクトで、エンパワースタジオはこのような連携のハブとしても機能している。

超スマート社会における人をエンパワーするシステムのフレームワーク

最後に、「人をエンパワーする情報学」の将来ビジョンについて言及したい。科学技術基本計画は、2017 年度から第 5 期に移行する。第 5 期で大きく取り上げられたのが「超スマート社会」であり、IoT などの情報技術が表舞台に立つ形になっている。このような超スマート社会において、人をエンパワーするシステムはどうあるべきであろうか。

筆者は VR の研究が本格化した 1990 年代の初頭に、VR の将来像として図-10 のようなフレームワークを描いた。いささか古い図であるが、人をエンパワーするための情報インフラとして紹介したい。

図-10 の中央にある「データワールド」とは、我々の社会における情報のコンテンツが集積されたも

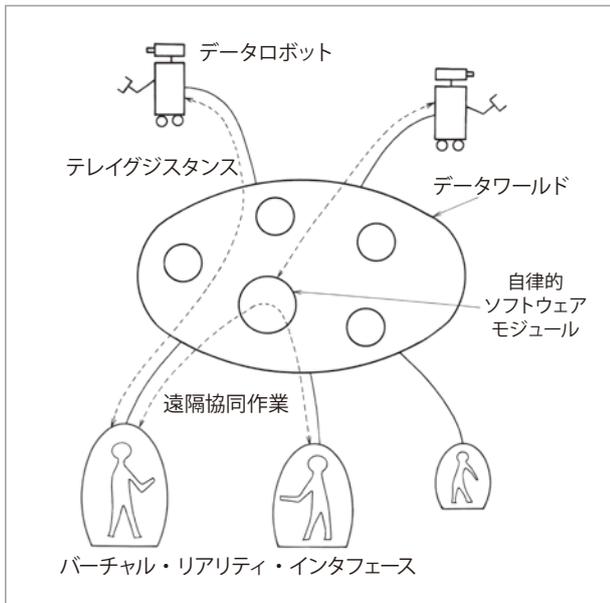


図-10 超スマート社会における人をエンパワーする情報インフラ (日本機械学会誌, Vol.98, No.919 (1995) に掲載)

のである。この中にある「自律的ソフトウェアモジュール」は、蓄積された情報を整理したりフィルタリングしたり、またシミュレーションを行う。今日的に言えばビッグデータがこれに相当する。図-10の上にある「データロボット」とは各種のセンサを用いて実世界から情報を収集するロボットである。現代ではドローンが典型的なデータロボットである。

また、データロボットはセンサと通信機能があれば何でもよく、まさにIoTである。図-10の下にある「バーチャルリアリティ・インタフェース」は読んで字のごとくであり、データワールドの情報を、五感を用いてユーザに体験させる。現代では医療分野における手術シミュレータなどが相当する。バーチャルリアリティ・インタフェースをデータロボットに直結すればテレイグジスタンス(遠隔臨場制御)が可能になり、素情報に触れることや遠隔の人との対話が可能になる。今日ではディスプレイに車輪を付けた代理人口ロボットの実用化も進んでいる。

この図を描いたのは20年以上前であるが、当時の夢物語が現代ではさまざまな形で実現しているのが分かる。このフレームワークは、ますます充実していき、今後超スマート社会の情報インフラを形作るであろう。

(2016年9月30日受付)

■ 岩田洋夫 (正会員) iwata@kz.tsukuba.ac.jp

1986年東京大学大学院工学系研究科修了(工学博士)、現在筑波大学システム情報系教授。バーチャルリアリティの研究に従事。2013年より、エンパワーメント情報学プログラムリーダー。2016年より、日本バーチャルリアリティ学会会長。

