

大学図書館とSociety5.0

電気通信大学附属図書館Ambient Intelligence Agoraの未来像

村田 輝、上野 耕平（電気通信大学学術国際部学術情報課）

1. はじめに

電気通信大学附属図書館が人工知能先端研究センター（平成28年に電気通信大学が設置した人工知能研究拠点）との協働により構築したUEC Ambient Intelligence Agora(以下、「AIA」)は、図書館利用者のためのアクティブラーニングスペースとAI研究等のための実験スペースが融合した学修空間である¹⁾。“Society 5.0”（超スマート社会）の基盤である「現実世界からデータを集め、それを計算機の中で処理し、その出力を社会で活用する仕組み」²⁾を図書館の中に実現する試みであるともいえる。

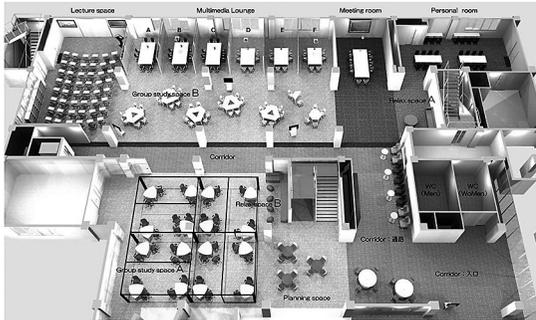


図1 AIA俯瞰イメージ

“Society 5.0”は、「第5期科学技術基本計画」³⁾において提唱された未来社会像であり、「サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会（Society）」⁴⁾と定義されている。テクノロジーの観点に限らず、経済、産業、社会、医療、福祉等にわたる多様な文脈で語られ、大きなインパクトを与えるビジョンとなっているものの、図書館関係者には浸透していないようである。しかし、“Society 5.0”は広範な社会課題と関連しており、図書館と関係の深いデータ・情報・知識とその活用のあり方を大きく変容させる可能性があること

から、図書館関係者が今後避けて通ることのできない課題である。

そこで本稿では、“Society 5.0”との関係においてAIAの現状及びその未来像を紹介するとともに、“Society 5.0”の時代における図書館のあり方を考えてみたい。

なお、本稿には筆者らの個人的見解が含まれており、所属機関を代表する見解を述べているものではない。また、“Society 5.0”に関して、基本となる考え方の多くを日立東大ラボの編著による『Society 5.0：人間中心の超スマート社会』⁵⁾に負っていることをあらかじめお断りしておきたい。

2. AIAの現状

図書館利用者のためのアクティブラーニングスペースであり、AI研究等のための実験スペースでもあるAIAの大きな特徴は、学修空間内に人感・温湿度・照度・CO₂等のセンサーやセンサー機能を有するカメラ・マイクが備え付けられている点にある。センサーから取得された多種多様なデータはビッグデータ化され、リアルタイムで可視化されるとともに、ディープラーニングマシンによって高度な解析を行うことができる設備を有している。AIA内における人間の活動や環境の変化を反映したビッグデータは、AIやデータサイエンスに関連する本学の教育研究活動に活用され、その成果をフィジカル空間にフィードバックすることで持続的に進化・発展する学修環境の創出を目指す。

AIA内では個人での学修、グループでのディスカッション、セミナーやシンポジウムなど、多様な活動が行われており、利用者も非常に多い。フィジカル空間での活動に関わる多種多様なデータが得られるという点で、AIAはビッグデータの宝庫であるといえる。



図2 AIAの学修風景



図3 AIAで開催されたシンポジウムの様子

一方で、AIA内の施設・設備は整備途上の段階にあり、特にアクチュエーション機能(バーチャル空間での分析に基づき、フィジカル空間への動きかけを行う機能)が未整備である。また、ビッグデータに含まれる個人データの扱いはAIAの運営上の課題となっているが、これはむしろ“Society 5.0”の実現を目指している社会全体にとっての課題であるといった方がよい。

上記の課題を残しながらも、AIA内ではすでに多様なプロジェクトが進行中であり、本学の教育研究活動等において重要な機能を果たすようになっている。

以下に、AIAにおいて現在進行中の活動の中から主要なものを取り上げて紹介する。

3. AIAにおける教育研究活動

3.1 学修空間におけるエネルギー活用の実証実験

本学 i-パワーエネルギー・システム研究センター(電気通信の観点からエネルギー・環境問題解決のための開発を行う研究拠点)の横川慎二教授らによるエネルギーマネジメント研究がAIAにおいて進行中である。この研究では、AIA内の全ての電源コンセントに機器を設置することで、空間内の電力消費量に関わるデータを取得し、他のセンサーデータと統合した分析を行うことによって、人の活動や環境変化との関わりにおいて電力消費を捉える実験を行っている。さらに、AIAの利用者に大容量モバイルバッテリーを貸与し、それによって生じる利用者の行動変化についての調査も行う。

AIAのようなアクティブラーニング空間において、利用者への電力供給は悩ましい問題となっている。パソコンやスマートフォンを活用して学修を行う現代の学生にとっては、ネット接続とともに電力の確保が欠かせないが、情報伝送では無線LANが利用される一方で、非接触による電力供給方式は実用化していない。そこで、柱や床、天井から配線したコードと電源タップにより電力供給を行うことになるが、人が自由に動き、椅子や机も移動することを前提に設計されているアクティブラーニング空間では、固定電源は学修活動を阻害する要因となる。利用者が電源の近くの席に集中し、空間の効果的な活用が図られにくくなるだけでなく、床に置かれたコードや電源タップは事故の原因ともなる。しかし、持ち運び可能なバッテリーの利用が拡がれば、電力利用の柔軟性が格段に向上し、アクティブな学修活動に好影響をもたらすことが予想される。

なお、この実証実験は、再生可能エネルギー電力の地産地消を支えるインターネット型自律分散電力プラットフォームを目指す研究の一環として行われているものである。

3.2 会話の空気を読み取るAIによるフワキラ空間の構築

本学人工知能先端研究センターに所属する坂本真樹教授は、AIを使って人の感性を数値化し、可視化する研究を行っている⁶⁾。同教授が近年の研究で目指しているのが、「会話の空気を読むAI(感性AI)によるフワキラ空間の創出」である。

具体的には、空間にいる人の発話や生体情報などを収集し、そのデータを元にして空間内の「音、音楽」「照明、光」「香り」などを調整し、知的生産性向上、共感促進、ストレス緩和が可能な空間の創出を目指している。実証実験はAIA内においても行われており、プロジェクションマッピングによる映像投影、アロマを使った香りの散布などにより、人の心理や生理の状態がどのように変化するのかを調べている(図4)。



図4 感性AI実証実験の様子(天井カメラ)

図書館における学修空間を巡っては、施設や設備、人的支援の問題が取り上げられることが多く、室内環境が話題とされることは少ない。しかし、空気質や照明などの室内環境は、居住者・利用者の健康や快適性に加えて認知機能に大きな影響を与えることが明らかになっており⁷⁾、近年では働き方改革の一環としてスマートオフィスの構築に積極的に取り組む企業も多い。利用者の知的活動の支援を目的とした施設である図書館は、環境が人の認知機能に影響を与えることにもっと注目し、利用者支援に対する環境面からのアプローチが必要であるとする。

このような背景の中で、感性AIによる環境コントロールの研究は、人間の知的生産性を高め、創造性を誘発する空間の性質を明らかにする研究であり、その成果をAIAへ実装することで、知的活動への更なる好影響が期待されるのである。

3.3 センサーによる空間利用の最適化

公共施設等における設備利用の状況把握や混雑の解消といった課題解決を目指す産学共同研究にAIAが活用されている。

机や椅子が固定されている空間であれば、利用状況の把握は比較的容易である。しかし、利用者の動きが活発で、頻繁に机や椅子の移動・組み替えが行われるアクティブラーニング空間においては、その状態を定量的に把握することは難しい。

そこで、アクティブラーニング空間に置かれている机や椅子にセンサーを設置し、送られてくるデータから、机と椅子の位置関係や着座状態を継続的に解析することで、利用状況や混雑度を把握する研究が行われている。さらに、その情報をアプリ等で配信し、施設外からでも利用状況の把握や座席等の予約ができるシステムの開発を目指す。

カメラからの画像情報を使用すれば、利用状況の把握や情報発信は比較的容易だと考えられるが、プライバシー保護の観点からこの方法を取ることはできない。しかし、上記のシステムが開発できれば、プライバシー問題を回避しつつ空間利用の最適化が可能となる。

3.4 対話型ロボットによる利用者支援

対話型ロボットは、センサー、アクチュエータ、コンピュータ(AI)が一体化したメディアである。最近では、人に癒しを与える家庭用ロボットが人気を呼んでいるが、あたかももうひとりの仲間がいるかのような存在感を持つロボットは、人とAIが違和感なく関わり合うためのヒューマンインターフェースとしての可能性が期待されている。このことから、図書館利用者の中に入り込んで多様な支援を行うAIのインターフェースとして機能する対話型ロボットの研究開発が行われている。

現時点で実現しているのは、キーワードに反応して書籍を検索したり、任意の書籍の紹介などを行う比較的単純なロボットであるが、将来的には、特定の個人に適した情報を推薦したり、行動や発言、情報提供を通してディスカッションを活性化する役割を果たすような高度な対話型ロボットの実現も期待される。また、学修活動において仲間のひとりのように振る舞うロボットによって、人間からの目線に近いデータが収集できる可能性がある点についても指摘しておきたい。

3.5 AI教育におけるAIA活用

「AI戦略2019～人・産業・地域・政府全てにAI～」(令和元年6月11日統合イノベーション戦略推進会議決定)⁸⁾では、「文理を問わず、全ての大学・高専生が、課程にて初級レベルの数理・データサイエンス・AIを習得」することを目標に掲げており、大学等におけるAI教育の必修化の動きがある。しかし、多くの大学等ではAI教育を行うための教育・学修環境が整っていないため、机上での学修が中心となることが予想される。本学においても、情報系分野を専攻しない学生を含めた全学的なAI教育の実施が検討されているが、学生自らがAIの構築や活用を実践できる環境を備えたAIAを有していることは、本学がAI教育を展開するに当たっての強みである。

AIAでは、多様なセンサーから取得したデータを教材として活用できるのみでなく、今後、各種のアクチュエータの整備が進められていくことにより、データ分析からアクチュエーションまでを一貫して実践できる学修環境を提供することができる。すなわちAIAで学ぶ学生は、ビッグデータを用いてデータ分析を行い、機械学習モデルを構築し、空調、照明、音、香りなどに関わる各種のアクチュエータの制御までを実践することが可能となる。これは別の側面からいえば、学生がAI・ビッグデータを活用しつつ、自らにとって学びやすい学修環境を自らの発想で主体的に構築していくことができる機会を提供するという点でもある。

“Society 5.0”の考え方の中に、都市や地域の課題に関わるデータをセンシング装置で収集し、オープンデータ化することを通して、市民参加・市民主導で環境改善などの課題解決をめざすという方向性があるが、AIAにおいては、学生参加・学生主導で学修環境における課題解決を進めていくことができる。“Society 5.0”の考え方を体現するモデルが図書館の中に実現しているともいえるだろう。

3.6 ビッグデータによる環境分析

様々な外部プロジェクトとの連携・協働のみでなく、ライブラリアン自らが日常的にセンシングデータを分析し、活用していくことが重要であることはいうまでもない。その一例として、本学教員の協力を得つつ、AIAのセンシングデータを分析する過程で明らかになったことを最後に述べる。

CO₂センサーから得られるデータは、その空間における人間の活動量や環境の快適性を示す指標となるものである。ところが、データ分析の過程において、人間の活動量を示す別の指標である人感センサーのデータとCO₂のデータは相関しない場合があり、時に異なる傾向を示すことが明らかになった。AIA内には、人が多いにも関わらずCO₂濃度があまり上昇しない区域がある一方で、人が少ないのにも関わらずCO₂濃度が上昇し、環境悪化が著しい区域があることがわかったのである(図5)。

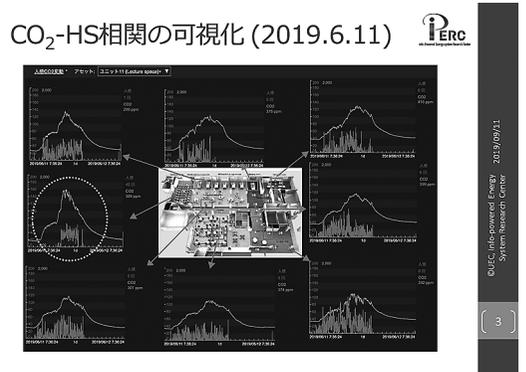


図5 CO₂と人感のデータ相関
このような現象が起こる理由は、AIAの全体で

発生したCO₂が一定の区域に流れていき、滞留したまま逃げ場を失っていることによるものであった。これはAIAの施設構造に起因するものであり、後追いで考えれば当然のことも思えたが、ビッグデータに基づく可視化を行わなければ課題として認識されることがなかった。CO₂濃度が一定の値を超えると思考力、集中力が減少することがわかっており、学生の学修効率が低下している可能性があることから、データと連動した空気質コントロールの必要性が明らかになったのである。

上記に示したのは単純な事例であるが、ビッグデータは時に予想もしなかった相関関係を明らかにし、取り組むべき課題を可視化する。課題解決の方向性を間違えないためにもデータに基づく分析が重要であることを示す事例である。

4. ビッグデータと図書館の未来

AIAにおける多様な活動を紹介してきたが、これらに通底するのはデータの活用である。ビッグデータが大学における教育研究活動や図書館の業務やサービスにおいて、大きな役割を果たしている未来は想像に難くない。それはAIAのように空間に対して設置されているセンサー等からのデータのみならず、従来個人情報保護の観点から単純な集計に用いられるのみだった、入退館や資料の利用状況等といったデータも含まれ得る。AIAにおける経験から、来るべき“Society 5.0”の時代における図書館は、ビッグデータへいかに関与するかが重要な要素となっていくと筆者らは考えている。

近年ではオープンサイエンスの文脈の中で、図書館が扱う情報資料の対象をデータにまで広げ、研究データ管理やデータリポジトリのあり方が話題とされるに至っている。ただし、ここでイメージされているのは、静的な固まりとしてのデータ群であり、紙からデジタルへ、文献からデータへと対象を変えながらも、対象となる資料に目録を付与し、体系的な管理を行うことに力を尽くしてきた図書館の伝統の延長上にある。

しかしながら、“Society 5.0”の文脈の中でイ

メージされるデータ・情報・知識は異なる様相を呈している。それは、フィジカルな空間から時々刻々と取得され、バーチャルな空間の中で合流と変容を繰り返し、再びフィジカルな空間に吐き出されて、人や物や社会に影響を与え続ける流動的なデータ・情報・知識のイメージである。そのような場においては、もはや人間知と機械知の区別をつけることすらできない。

そのような時代における図書館をイメージするならば、多種多様なデータが集まり、可視化が行われ、人やAIによって活用され、人と人、人とAIによってイノベーションが創出されていく共創の場としての図書館のイメージである。アーカイブの伝統を引き継ぎながらも、人間知と機械知が融合した流動的な知の世界に向かって一歩を踏み出していくことで、“Society 5.0”の時代における図書館の未来を構想することができるのではないか。

本学が構築しつつあるAIAには、図書館のそのような未来像の萌芽を見ることができると考えている。

(むらた てる、うえの こうへい)

参考文献・注

- 1) 上野友稔, 中田はるみ, 村田輝. 電気通信大学附属図書館「UEC Ambient Intelligence Agora」: 人工知能研究との協働による知能化されたアクティブラーニング空間の構築. 大学図書館研究. 2017, 107巻, p. 1709.1-1709.10. <https://doi.org/10.20722/jcul.1709>, (参照2020-03-03)
- 2) 日立東大ラボ編著. Society 5.0: 人間中心の超スマート社会. 初版, 日本経済新聞出版社, 2018, 311p.
- 3) 内閣府. “科学技術基本計画”. 内閣府ホームページ. <https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/index5.html>, (参照2020-03-03).
- 4) 内閣府. Society 5.0. 内閣府ホームページ. https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html, (参照2020-03-03).

- 5) 2) に同じ
- 6) 坂本真樹. 感性情報学：オノマトペから人工知能まで. 初版, コロナ社, 2018, 188p.
- 7) Harvard University. “The impact of green buildings on cognitive function”. Harvard University. <https://green.harvard.edu/tools-resources/research-highlight/impact-green-buildings-cognitive-function>, (参照2020-03-03).
- 8) 統合イノベーション戦略推進会議. “AI戦略2019～人・産業・地域・政府全てにAI～”. 首相官邸ホームページ. <https://www.kantei.go.jp/jp/singi/tougou-innovation/pdf/aisenryaku2019.pdf>, (参照2020-03-03)

大学図書館とSociety5.0 電気通信大学附属図書館Ambient Intelligence Agoraの未来像

村田 輝、上野 耕平(電気通信大学学術国際部学術情報課)

電気通信大学附属図書館Ambient Intelligence Agora(以下、「AIA」)は、図書館利用者のためのアクティブラーニングスペースとAI研究等のための実験スペースが融合した学修空間であり、“Society 5.0” (超スマート社会)の基盤となる仕組みを図書館の中に実現する試みであるともいえる。本稿では、AIAの現状及びその未来像を紹介するとともに、“Society 5.0” の時代における図書館のあり方について考察する。