

伝統工芸分野におけるAI活用の現状と課題

The Current Situation and Issues in the Use of AI in Traditional Crafts Industry

川 越 仁 恵

〈論文要旨〉

本稿では、手工芸的な在来産業にAI導入の動きがある昨今、システムは産業に適した提案がなされているか、適切に導入する方策を考えた。まず2.ではAIによるデザイン支援といった今日的課題を経営史で取り上げる意義を、応用経営史の視点と、歴史的意匠を経営資源とする視点から述べた。3.では当該分野へのAI導入の傾向には感性検索・VR・デザイン支援の3つがあると示した。4.ではAI提案適合性の分析視角として中西崇文の方法をとり、中でも「サブイシュー」の重要性を説明した。5.では3.で整理した従来のAI提案研究のうち、9年間継続的に研究された石川県田鶴浜建具を題材に、開発されたAIの適不適を中西の方法論で分析した。一連の研究は感性検索とVRの開発を成し遂げたものの、総じて目的とは異なるシステムとなり、主旨と実体の乖離が見られたことを明らかにした。その上で一連の研究目的に沿うのならば、むしろARでのプレゼンテーションと、建具のデザイン支援を目指すべきと指摘した。最後に6.では手工芸的な在来産業全体にとってAI導入の含意を述べ、経費を抑える、手間がかかるところをAIの作業とし、人間は構想に集中することが、AI活用の主眼になると推察する。

〈英文要旨〉

In the traditional craft industry, there has been a move to implement AI in recent years. I have researched how to properly implement AI in the traditional craft industry. Proposing AI systems for that field tend to sensitive retrieval, VR, and design support. Among them, the study of AI system on fittings made at Tatsuruhama area, Ishikawa prefecture, was lasted for nine years. These studies had developed the system of sensitive retrieval and VR. But I'd realized the purpose and the system did not match. If developing a system that would match those objectives, I indicate AR and design support would be better. Implication is that design support AI was good for cost-saving and tedious parts in traditional crafts industry.

〈キーワード〉

在来産業、伝統工芸、デザイン、応用経営史、AI

1. はじめに

筆者はこれまで、経営史において従来の盲点だった、非文字情報を分析の対象とする研究を新たな方向性として示してきた¹。これまで経営史は、数字情報、文字情報を考察対象としてきた。そこから導きだせる分析のみと限定するのであるならば、経営史が解明できることにはおのずと限界が生じる。そこで、文字・数字以外の情報を分析の対象とする、経営史の新たな道を探してきた。とりわけ筆者は、手工芸的な在来産業における意匠の見本帳や下絵を研究対象にしてきた。

その過程で、群馬県繊維工業試験場主催の2019年・2020年共同研究²において、桐生織物機業が所有する和装帯の下絵をAIによって分類・検索ができないか、という取り組みを実施した³。機械学習によって質とスピードを高め続ける検索は、人工知能の得意分野である(中西2019,77)。この検索や分類には、特殊用語よりも日常生活に近い言葉で検索できる「感性検索」という、人工知能によって可能となる検索方法を用いた。通常、帯地の検索には、織元や小売店は紋様の名称による分類を施していて、それは一般の人は知らない特殊用語でもある。それを、春や秋といった季節性による検索や、祝意を表す柄、宮廷由来の高貴な柄といった意味合いに紐づいて感覚を呼び覚ます言葉、すなわち日常使用している感性語によって検索することを目指したのである。

製造業は現在、デジタル化を急速に進めている。機械が人の仕事をして人員削減につながり、人工知能(Artificial Intelligence, 以下AI)⁴が人間の仕事を奪うといった言説も、マスコミでは

¹ 島田昌和との2016年度本学共同研究「渋沢敬三の社会経済思想—実業史博物館構想に見る経営史アプローチ」(研究代表者:島田昌和)を発端に、以下のように考察を発表している。

・島田昌和・川越仁恵.2016.「非言語情報を用いた新たな経営史分析手法の提起 —渋沢敬三の社会経済史思想と日本実業史博物館構想をヒントとして」経営史学会第52回全国大会で口頭発表

・川越.2016.「非言語情報を用いた新たな経営史分析手法の提起 —渋沢敬三の社会経済史思想と日本実業史博物館構想をヒントとして」『文京学院大学経営学部経営論集 第26巻第1号』文京学院大学総合研究所, 23-42.

・川越.2018.「渋沢敬三の社会経済思想 —実業史博物館構想に見る経営史アプローチと資料42・1512の調査—」『文京学院大学総合研究所紀要 第18号』、文京学院大学総合研究所, 63-74.

また島田単独の下記口頭発表にも影響を受け、参考にしてている。

・島田昌和.2016.「渋沢敬三の社会経済思想 —実業史博物館構想にみる経営史アプローチ」企業家研究フォーラム2016年度年次大会での口頭発表

² 特定非営利活動法人北関東産官学研究会共同研究事業(第1種共同研究補助金B)2019年度助成研究「人工知能(AI)による着物帯地デザインの分類・管理及び新規デザインの創出」、及び同2020年度助成研究「着物帯地のデザインデータ管理技術の開発及び配色提案による新規デザイン創出」による。2019年度研究についての成果は、『HiKaLo技術情報誌』第75巻に掲載された。

³ 桐生織物機業の老舗である合同会社後藤が所有する同社の和装帯の下絵は、2017年度本学共同研究「桐生着物『後藤』デザイン見本コレクションの調査分析とデジタル化」(研究代表者:島田昌和)において撮影を行い、高画質デジタル画像として、多目的利用が可能な状態で記録していた。それが祖となつて、群馬県工業試験場の共同研究が生まれた。

⁴ 中西(2019,21)によれば人工知能の定義は「人間の思考プロセスをモデル化した処理を含む技術の総称」であるとし、本稿ではそれにならう。さらに中西(2019,37)は、道具から人工知能への進化を分かりやすく、次のように整理している。進化の第一段階である道具は「人力で動かす補助器具」。第二段階である機械は「外部からの動力を受けて、目的に応じた一定の動作をするもの」。第三段階は自動化のうち「従来の自動化」と呼ぶも

多く聞かれる。斎藤幸平(2021, 92-93)は「AIやロボットの技術発展によって、自由な働き方ができるという言説も眉唾ものであることがわかるでしょう。」と行き過ぎた資本主義の産物であることを、一般向けの著書で述べる⁵。これには、漠たる不安をもつ製造業従事者も多くいることだろう。これに対し人工知能学者からAIは怖くないのだという表明もなされている(中西2017)。

とくに筆者が長く研究を続けてきた手工芸的な在来産業、いわば一般的に伝統工芸と呼ばれるような分野にも、機械化だけでなく自動化、いわゆるデジタル化・IT化が進み、前述桐生織物のようにAI化を進めようという企業もある。手工業には「親方の背中を見て育つ」「技は見て盗む」という言葉に表されるように、高度な技術は文章や言語で教えられることなく熟練職人を見て経験的に覚えるのがまだまだ慣習となっている。一般的な製法は教科書や授業によって理解できても、商品に差がつく部分となる高度なコツや技能は、人に宿り、客観的なアウトプットが難しい暗黙知であると考えられてきた。その暗黙知にさえ、整理し工程を細密に分解して明確な基準のある部分を抽出すれば、部分的に従来の自動化を超えて、AI化の動きがある。

本稿での問いは2つある。手工芸的な在来産業に導入するAIプログラムの試論がこれまでにいくつか散見される。いずれも人工知能、情報科学の学会論文である。この中で述べられるAIプログラムは、的外れな開発になっていないか、というのが一つめの問いである。論文が発表されているのなら、実装されているか継続的に使用されているかはともかく、伝統的な手工芸の分野にもAI化が起ころはじめているとみてよい。この段階で現状把握し、在来産業研究の成果に即して、評価と批判による再検討を行う必要がある。もう一つは、それではAIは手工業のどこへどんなふうに取り入れればよいのか、AIの適切な取り入れ方である。AIは人間の仕事を奪うのか否かという雑駁な概論を超える段階にきている。他方、手工業生産も早晚デジタル化、AI化する。暗黙知の領域が多いこの産業において、長い歴史を有する企業が多い中で、どのようなAI化を進めるのが産業として望ましいのだろうか、展望したい。この二つの問いは、一つめの問いを検討すれば自ずと二つめの展望を示すことになるだろうと考える。人の仕事を奪うと考えずに、創

ので「人間があらかじめ記述した行うべきこと(手順)を、その記述通りに自動的に実行するもの。その手順を書く手法としてプログラミング(コンピュータ・システム)が発展」。第四段階である「人工知能による自動化」は「与えられた条件やデータに応じて、動的に行うべきことを変え、自動的に実行するもの」で、本稿ではこれを考える。

⁵ 斎藤はAIを活用した労働のうちワーバーイーツのアルバイトをしたことがあるという自身の体験を同書で述べている。その上でAIを忌避する理由は二つ、一つめはどこへどのルートで最短で運ぶかというアルゴリズムとGPS機能によって示される、すなわち労働内容が機械に決められ、そこには他人とコミュニケーションを取る喜びや創造性の余地はなく、「構想を奪われた」ただの単純労働になることを挙げ、もう一つは「何より、きちんと働いているかどうかを機械によって監視されるのは気分が悪い」と述べる。「人から構想を奪う」という点は同書で都度述べ、AI化以前に分業化そのものが人から構想する創造性を奪うのであるという。AI化は作業を区分けすることで実現するため、AIとは分業の極端な一形態であるという本質をついている。その一方で、こと在来産業的な手工業生産においては、分業にあっても十分に人間の想像力を駆使する範囲での作業の切り分けであることには目を配っていない。加えてAIについてもただ一例を経験し考察したに過ぎず、斎藤の懸念に当たらないAIの異なる側面を見出すことが本稿の目的である。ただし筆者も、AIの的外れな開発と闇雲な導入には首肯できない。

造的ではあるが人が面倒くさいと思うことをする、という点がカギになろう。

本稿は、まず第2章で、極めて現代的なAIというトピックスを経営史において論じる意義について、前提を述べる。第3章では手工芸的な在来産業、いわば伝統工芸と一般的に呼ばれる分野に絞って、AIプログラムを当該分野に適用して提案された論文を概観し、現状を先行研究として把握する。第4章ではAIプログラムが的外れでないか分析するための方法論に移る。中西崇文(2019)の視点を現状分析の方法とする。適切なAIプログラムを開発するためには「イシュー指向型」の考え方が必要であると論じ、言い換えれば「イシュー指向型」で取り入れることが、AIの適切な取り入れ方になるとも解釈できる。本稿ではその視点を手工芸的な在来産業に適用してどのような「イシュー指向型」が求められるのかを論じる。第5章では、先行研究のAIプログラム論文のうち、石川県の建具産業に導入するシステムについて取り上げ、「イシュー指向型」での批判と評価を行う。伝統工芸へのAIプログラムの適用は単発論文が多い中で、この一連の論文は、連続して論文発表され、AIプログラムが継続して開発されたようである。そのうえで同研究が目的とした「生産性の効率化」に資するAIシステムを、建具産業の実態に照らして筆者の2つの試論を提示する。最後に、手工芸的な在来産業に資するAIシステムとはどのようなものか、含意を述べる。

2. AI化という今日的な課題を、経営史の課題として考える意義

経営史は、歴史的事象を素材としている研究が多い。その中で、筆者が極めて現代的なAIというトピックスを、経営史で論じようとする意義は以下の2点である。

2.1 応用経営史という方法

経営史学が過去の出来事のみを対象とし、分析結果は過去に限って述べるに留まる自己規定をやめる動きがある。橘川武郎が経営史学研究の一つの方向性として、2006年以来主唱する「応用経営史」である⁶。

「応用経営史とは、経営史研究を通じて産業発展や企業発展のダイナミズムを析出し、それをふまえて、当該産業や当該企業が直面する今日の問題の解決策を展望する方法である。」(橘川2016, 3)と定義する。現代の問題にも関わらず、歴史から解決を考えることがなぜ必要なのか、以下のように説く。

一般的に言って、特定の産業や企業が直面する深刻な問題を根底的に解決しようとするときには、どんなに「立派な理念」や「正しい理論」を掲げても、それを、その産業や企業

⁶ 橘川. 2016「はじめに：本書のねらいと構成」では、提唱のはじまりは『経営史学』第40巻第4号に掲載された橘川. 2006「経営史学の時代—応用経営史の可能性—」としている。

がおかれた歴史的な文脈（コンテキスト）のなかにあてはめて適用しなければ、効果を上げることができない。また、問題解決のために多大なエネルギーを必要とするが、それが生み出される根拠となるのは、当該産業や当該企業が内包している発展のダイナミズムである。ただし、このダイナミズムは、多くの場合、潜在化しており、それを析出するためには、その産業や企業の長期間にわたる変遷を濃密に観察することから出発しなければならない。（橘川 2016, 4）

そして経営史学の成立そのものが、過去でなく同時代的問題を考えるためだったのだとして、「（前略）経営史学は、1929年の世界大恐慌前後にアメリカで誕生したことからもわかるように、現実社会の動向とつねに密接な関係をもってきた。第2次世界大戦後の世界的規模での企業経営の発展に歩調を合わせて経営史学は世界各地に広がり、まずは先発工業化諸国で」（橘川 2016, 4）広まったのだという。「そして最近では新興国で、経営史学会の設立があいついで」（橘川 2016, 4）おり、すなわち「歴史的視点から現実社会に示唆を提供する経営史学への期待は高まっている。」（橘川 2016, 5）と述べる。まさに「経営史学が過去の事実を解析だけの時代は、終わりを告げた。」（橘川 2016, 5）と確言する。

その上で橘川は、応用経営史の応用例として、日本石油産業が国際競争力を構築する方策という極めて現代的なテーマを、産業がおかれた歴史的な文脈から分析し、今後の施策を力強く提言している。

応用経営史が提唱された2006年以降、この方向での研究成果があがっている。グローバル化・合併買収・企業の社会的責任などの新しい事案まで、歴史から汲み取って課題解決できると示す研究が2018年に刊行された（阿部・橘川 2018）。近年の経営史の入門書には、すでに応用経営史が含まれている（橘川 2018）。

歴史学は一般に、時代時代の要素や関係性の中で発生した出来事はその時代に限ったものであって、分析はその範囲で完結するという歴史研究もあるのは否めない。その上たとえ類似した現象であっても、時と場所が異なれば前回の解決策が今回の解決策にならないと考える立場もあろう。これに関して橘川は、応用経営史は単純にあらゆる問題をパターン化して「適用」しようとする、安易な演繹的方法では決してないとする（橘川 2018, 24）。あくまで時系列に即した分析を第一義的に追求した上で、「2010年代であるからこうするべきであるとか、1930年代であったのだからこうすべきであったなどというように、様々な事象に対して、時代背景を織り込んだ評価を加える」絶対年代を考慮に入れた検討に取り組むことが、重要であると説く（橘川 2018, 24-25）。総じて経営史学の特色は「事後的（ex post）ではなく、事前的（ex ante）な視点から分析することにある」とし、歴史的な事象を結果から評価する経済史学の特色と対比してみせた（橘川 2018, 22）。

歴史学がいわば結果学問、批評学問であって、過ぎ去った事例ばかりを話題にして現代性はまるでないと批判され、自らもそれを是としている点には、閉塞感があったことは事実である。

その前提を大きく変えようとしている。

筆者は在来産業分野、とくに意匠制作面でこの方法を用いてみたい。まだまだ伝統的な手技と暗黙知の残る手工業分野が、デジタル化という現代的な課題に際し、とくにAIの導入をどのように実施すればよいのかを考えたい。

ここでは少なくとも、古い見本帳や図案、下絵などを将来新商品に利用するというのではない。また歴史の中で鍛錬されてきた手作業には機械に替えられない長所がある、と人の労働を奪うAI化を批判する主旨ではない。同時に、工程は部分的にAIに置き換えることができてクリエイティブな意匠部分は人間ならではの行為であるから困難であるとか、仮にできてもAIにどの部分を任せるかあるいは任せないかを人が主導的に判断していいのだ、といったAIか人間かの単純な二項対立で論じたいわけでもない。

現状、業界の歴史的な文脈を表層的にしか理解せずに、プログラミングできるものから闇雲にAIシステムを組んでいる例が散見される。つまり誰が何のために使うものなのかが不確定なままで目的と方法が不一致、出来上がっても効果を発揮できないシステム作成に改善の余地がある。本稿でとりわけ分析する和風建具の販売に寄与するデジタルシステムでは、業界の問題点は発見しているものの、業界に備わった構造的な商習慣は考慮していない。建具という伝統的な住宅設備の性質、商習慣などから、どのようなシステムならば現場が便利になるのか、を具体的に示した。橘川の理論の実践とするには、あまりに小さな課題かもしれない。本稿が橘川の提唱する方法論に合致する考察になったかどうか、わからない。しかし業界に根付いた構造を発見して、最新のデジタルシステムに提言できれば、本稿の当面の目標は達成される。とりえずデジタル化されればよいというものでなく、長い歴史の中で業界に備わった構造から設計したシステムであってほしい。以上の理由から本稿は応用経営史手法を試みることにする。

2.2 歴史的デザインは重要な経営資源

経営史研究はこれまで研究の対象は文書や帳簿といった文字情報、金額や生産高など数量情報を用いてきた。しかしこれまで着目されなかった非言語情報や実物資料を研究対象とすれば、これまでの経営史では見えなかった側面が明らかになるのではないかと考えてきた。経営には色彩やデザインで表現されたもの、たとえば織物のデザインや図案、使われた色彩など、文字や数字でない情報が時として重要なファクターとなっている、とこれまでの研究で述べてきた(川越 2019, 69)。

デザインや紋様は、昔から商売上重要な経営資源であった。長い歴史の間に企業に蓄積されてきて、倒産しない限り手放すことはない。それだけデザインは企業の保ち伝える重要な歴史資料なのである。仮に倒産の憂き目にあって、気心の知れた同業者にオリジナルの下絵や素描を託し、それまでの取引先のアフターフォローも同時に委託するなど、老舗が守ってきた伝

統模様を他社であっても捨てずに活用してほしいと願う⁷。デザインや紋様は企業単体のみならず、その企業の基盤となった産地や、産地を含む業界に蓄積されてきたものといえる。

しかも歴史的なデザインは、意味を持つものが多く、そのことが経営に大きな影響を及ぼしてきた。デザイン発生時の背景や歴史上積み重ねられた紋様にまつわる逸話から、紋様に意味付けや、「火難を逃れられるように」といった紋様を使う意図がしだいに生じてきた。こうして構成された模様が全体でメッセージ性を帯びると、季節性や場面性などの法則が付随し、模様の利用場面が慣習として規定される。たとえば宮中に端を発する高貴な背景を持つ紋様は、着物ならば正装用であってカジュアルには向かない、インテリアに使用するならば結婚式場の壁に適するといった用途が、しだいに明確になっていく。このことは模様を配した商品の仕様とそれに伴う品質に連動する。加えて鳳凰紋様の壁のクロスは結婚式の季節前に納品、桜紋様の着物は正月には販売開始と、販売・製造の繁忙期にも影響を与えてきた。デザインが開発された時点から現在に至るまで、古いものでは1千年に渡って、デザインは製造業を左右する一端を担ってきたと考える。デザインは新しさという側面が着目され、時勢のニーズに合わせて次々と変えていくことが経営戦略の柱であったことは論を待たないが、新しさとは一見無縁に連綿と続いてきた紋様もまた、企業経営に大きく関わってきた経営史的要素をもつのである。

したがって、見本帳や下絵はたとえ数量データが記載されていないとしても、それは経営文書と同様に分析の対象にすべきなのである。

AI開発の現状を見ると、デザイン・意匠・文様と呼ばれるグラフィック部分に関して、AIプログラムを開発しようという動きがほとんどである。難解な意匠名でなくイメージを伝える言葉で品物を選ぶ「感性検索法」、製品デザインを機械学習で手助けする「デザイン協調支援」が活発である。したがって、当該産業における歴史的な非文字情報が、AI導入という今日的課題を迎えたという点で、応用経営史として取り上げる意義はあると考える。

3. 手工芸的な在来産業の分野におけるAI導入に関する、これまでの研究

手工芸的な在来産業、いわば伝統工芸と一般的に呼ばれる分野で、デザイン面のAIシステムを試作したこれまでの論文を整理してみたい。伝統工芸のどの部分をAI化しようとしているのだろうか。水準は年を追って高まっているのだろうか。研究動向に一定の方向性がみられるため、それを軸に整理していく。

3.1 手工芸的な在来産業でのAIプログラムの嚆矢

AI関連の代表的な学会・学術雑誌を見渡すと、手工芸的な在来産業におけるAI活用の論文

⁷ 筆者が2016年富山県高岡市の鋳物メーカー能作(1916年創業)にて行ったインタビュー、2018年京都府京都市の複数の西陣織織元へのインタビューによる。

は、1998年に発表されたテキスタイル(ファブリック)デザインへ適用するプログラムが最初であろう(杉田・植田・高畑・柴田 1998, 177-182)。日本各地で製造される繊維産業に使用される材料や製品デザインを、産地ごとにデータベースを持った「分散型繊維デザインデータベース」を目指している。ウェブを通じて利用者はそれぞれの場所からデータベースにアクセスして、全国の画像を検索し閲覧できる。この検索ではAIが得意とする2つの検索方法を提案している。一つは繊維名や織物名がわからなくても、色彩や「エレガント」といった印象を表す言葉や感覚的な言葉で検索できる「感性検索法」である。もう一つは「類似検索法」で、模様の特徴を指定して似たものを導出する方法である。これらの検索法は検索を重ねるほど自動学習によって質が高まるといふ。

3.2 感性検索法の研究

感性検索法は、1998年論文(杉田・植田・高畑・柴田 1998, 177-182)以降、伝統工芸分野のテーマの一つとなる。理由に、手工芸的な在来産業には、一般者には知識のない特殊な専門用語が業界内で用いられていることを挙げている。この専門用語で分類してしまうと、一般者による検索では、適切な結果が導かれぬ可能性が高い。そこで、一般者が日常用いる一般用語に近く、さらにイメージや感覚をそのまま検索語に持ち込むことができれば、誰でもハードルなく検索ができると前提した。

1999年に石川県田鶴浜町に所在する障子や襖、欄間などの建具産地において、建具を自由に検索できることを目指して、「華やかな」「落ち着いた」などの感性語によって検索できる仕組みを提案した(高坂他1999)。「華やかな」という言葉で表現されるのは、色・模様パターンの大小・模様が直線か曲線かという3点が影響するとし、この3点が感性語と連動しているとした(高坂他1999, 51)。

この後、伝統工芸を素材とした感性検索法の考察は、田鶴浜町の建具において継続的に発表される。1999年には検索のための感性語が3種類だったものが、2001年には18種類に増やし、建具と感性語の対応が少なかったところを充実させた(宮川他 2001,45)。2002年には、感性語をインテリアと建具の組み合わせに紐づける実験を行い、感性は建具単体のデザインから影響を受けるのではなく、建具が設置された室内空間全体から「華やかな感じ」というイメージが想起されるのだとした(宮川他 2002. 6)。感性語「華やかな」に紐づく建具設置画像を被験者に見てもらい、感性語通りに華やかな感じがするか判断するテストを行ってみて、おおむね感性語と画像が合致するとわかった(宮川他 2002.10)。

次に検索の仕組みだけでなく、データベースの構造へと考察が移った。検索とはデータベースからデータを探し出すわけだが、データベースにもいくつかの形式があってリレーショナルデータベース型と半構造型などがある(宮川他 2003.2)。建具の検索だけでも複雑に枝分かれしている上、空間要素にもいくつかある今回のケースでは、半構造型データベースの方が適するとしている(宮川・杉田・柴田 2003.12)。

また、増え続ける建具のデザインを簡便にデータベース化する仕組みにも、考察は及ぶ。2003年12月には、Visual Pattern Image Coding (VPIC) と呼ばれる視覚パターン画像を符号化するスキームを用いて、自動的にデータベースへの登録作業ができる提案がなされた。

2004年2月には感性語と建具の組み合わせはより多くの人の感性と合致しているか、176名に実験している(宮川他 2004.2.)。この研究を最後に、田鶴浜建具での感性検索の研究はみられなくなる。

3.3 VRを用いたプレゼンテーションシステムの研究

石川県田鶴浜町の建具産地を題材とした研究においては、建具を仮想現実 (Virtual Reality, 以下 VR) 空間の洋間や和室に設置し交換して見比べることも検討された。

この建具での研究の最初となる1999年論文から、臨場感のあるVR空間に設置して見ることができ、建具の開閉、照明の調光ができるという。2002年にそれをより正確に記述して、システムアーキテクチャをはっきりさせている(杉田他 2002.2)。2003年には、VRの品質向上のため、CAVEというシステムを用いる提案をする(石田他 2003)。巨大な多面スクリーンと立体視用メガネを用いるCAVEはマウスとデスクトップモニターを用いるそれまでの方法より、没入感がある上、どの角度からも実物大で細部を見ることができるなど高性能であると説く。しかし2004年CAVEを操作するのに必要なハードウェアを利用者が使いこなすのに時間がかかるとして、利用者アンケートでは批判的な結果が出た(石田他 2004)。2007年の論文ではCAVEは専用のハードウェアが必要で高価で容易に導入するのは難しいとし、低価格なディスプレイをつなげて大画面にするという新提案をした(千葉他 2007)。田鶴浜町の建具産地での研究も、VR空間で検索結果をプレゼンテーションする話題も2007年で終了する。

3.4 デザイン制作支援システムの研究

製造業全体で見ると、このテーマの開発が一番多いように見受けられる。しかし手工芸的な在来産業では少ない。たとえ開発してもユーザーの平均年齢が高いため、または急成長産業でもないためであろうか。ここで取り上げるのはCADなど設計ソフトといった手作業の延長、Photoshopなどの描画・画像補正のような従来の自動化レベルではない。AIで自動学習し、ウェブから類似のデザインを探索する、あるいは画像生成などを対象として探した。

管見に入る限り、1997年に服飾デザインにおいて、体形寸法を入れるとスカートの型紙が表示され、ユーザーと対話的に修正するシステムが試作された(早川他 1997) のが最初期のものと思われる。2004年にはカーデザイナーの描き出す美しい曲線、つまり専門的高度技量を、定量化し曲線分析した形式知に替えて、プログラムが描き出すことを目指した研究が現れる(原田 2004)。2005年にはコンピュータとの対話で女性用ブラウスのデザインを作り上げるプログ

ラムも提案された (土井他 2005)。

この中でようやく手工芸的な在来産業にも AI でのデザインを試みる研究が登場した。加賀友禅の留袖における模様配置規則を学習すること、背景模様と主たる模様を分けて学習すること、サンプル画像から指定されたモチーフを引き写し規則に則って配置することができるシステムが提案された (鎌田他 2006)。模様は従来の作例から「亀 1 匹」「アヤメ 1 本」といった最小単位となるモチーフを、サンプルとして切り出しておく。そしてサンプルから複製したモチーフを、着物の規則性に基づいて再配置する仕組みである。

伝統的な紋様表現は自由な画風というより形式美であって、AI の深層学習、画像生成に適しているので、良い着眼点である。この方法は、じつは友禅職人が手描きで行う方法そのままといってもいい。ただし職人は時としてこれまでにないモチーフを創出することもあれば、とりわけ配置に合わせて収まりがよいようにモチーフの形をデフォルメするといった、その場その場の柔軟な対処が通常である。それはこの AI プログラムには含まれないようであった。美の基準は様々あって、同稿の筆者は機械が生成したオリジナル画像について「着物模様に極めて近いものが生成できた。」と自己評価しているが、筆者には機械が描いた着物の模様は流れ・連なりに違和感があった。加賀友禅業界に実装が叶ったかは明らかでないが、その後、深化させた論文は見当たらない。

この頃には AI によるデザイン支援を謳った研究が、製造業全体でやや増えてくる感がある⁸。伝統工芸分野では 2013 年に、石川県に産する輪島塗・山中漆器・九谷焼・金沢箔のテクスチャを貼りつけて、照明の反射や曲面に沿った模様の変化を計算し、質感を高度に再現する技法の研究がある (宮田他 2013)。照明器具や箱など器物に貼りつけてコンピュータ上で見て、デザインスケッチや形状モデル制作の労・時間・コストを省くため、工程の前半部が大幅に短縮される。その後実際に試作をする段階があるというから、試作した実物を目で見て触って確認する工程も残されるので、発注者にも安心である。目的と方法が合致している。

3.5 手工芸的な在来産業の分野における AI 導入の傾向

ポイントを整理すると、1998 年が嚆矢で、繊維産業において始まった。およそ 3 種類の方向性がみられ、感性検索法の研究、VR プレゼンテーションの研究、デザイン制作支援システムの研究があった。ほとんどが継続論文のない状態であったが、田鶴浜町の建具を対象とした研究は 1999 年から 2007 年に渡り、8 年間継続して考察が深められた。

対象となった伝統工芸は、石川県田鶴浜町の建具・加賀友禅・輪島塗・山中漆器・九谷焼・金沢箔で、なぜかすべて石川県の工芸であった。宮田一乗・梶井紀孝・餘久保優子・加藤直孝 (2013) による輪島塗・山中漆器・九谷焼・金沢箔を活用した研究は、石川県が 2004 年に策定した「石川県産業改革新戦略」による産学連携推進と、文部科学省が 2005 年から 2007 年に実施

⁸ 伊藤他 (2007)、山川他 (2007) など。

した「都市エリア産学官連携促進事業」において開発された成果である。後章で詳述する田鶴浜建具の研究は、2000年に経済産業省資源エネルギー庁電源地域産業育成支援事業によって助成を受けている。石川県は県の施策として在来産業の発展に従来から力を注いでいて、補助金や助成金がつくことがAI開発の動機になっているものとみられる。

4. 中西崇文「イシュー指向型」AIシステムという視座

中西崇文は『稼ぐAI ー小さな会社でも今すぐ始められる「人工知能」導入の実践ステップ』(2019)において、あるべきAIシステムのすがたに重要な視座を提供した。これを次章一連の建具AI論文の有効性を論じる上での方法としたい。

中西は、人工知能には特化型人工知能と汎用型人工知能と大きく2種類あって、とりわけ「特化型人工知能は、何か一つの役割に特化した部分で性能を発揮する人工知能」(中西 2019,24)であって、「現時点において実現され、ビジネスに応用できる人工知能は(中略)特化型人工知能であることは、繰り返し強調しておきたい。」(中西 2019,25)という。一方、人工知能は導入したが「『やってみたもののうまくいかなかった』というようなことの多くは、人工知能を導入すること自体が目的になってしまっているから起こる」(中西 2019,3)のであって、「人工知能を導入すれば必ず、生産性、効率性、利便性向上を期待できると考えてしまいがちであるが、実は現実問題として、人工知能を導入する以前に『従来の自動化』するだけで解決するものももちろん存在するし、ここまで技術が進展した今でもまだ、人間がやった方がコストのかからないものも存在する。そのようなものは必ずしも人工知能を使って自動化する必要はない。」(中西 2019,57)と述べる。

そしてAI導入に成功するためには「『どこでどのような人工知能を適用していくのか』という議論」が必要で、これが「イシュー指向型」の考え方であるとする(中西 2019,2)。「『イシュー指向型』とは、現場で解決しなければいけない本質的なイシューを明確にして見極め、その本質的な課題を起点にして物事(ここでは、人工知能の導入)を進めていく方法を意味する。」「『どのような課題(イシュー)を解決するために、人工知能を適用していくか』を考える」(中西 2019,12)べきであると主唱する。それには「『自社にとって解決すべきイシュー』を発見し、磨き、人工知能に活用できる形に細かく分解する作業を丁寧にやっていけばよいのだ。」(中西 2019,16)と方法を提示する。

人工知能で適用可能なイシューの条件には4つあるという。

- ① 「〇〇を自動化する」といった規模のイシューに分解されていること。
- ② イシューを解決するために必要な要件セットが漏れなく規定できること。
- ③ ②で表す各要件についてデータで取得可能なこと
- ④ ③のデータからイシューを解決するために必要な解釈が可能なこと。(中西 2019,44)。

AIシステムを組むためには「異種のデータが混合していても構わないので、データが取得で

きることが重要」と強調するも、「データが取得できたとしても、そのデータがイシューの解決に使いえなかったら意味がない。」「データでイシューが解決するように解釈できるか」がカギだと述べる (中西 2019,46)。

イシューを導く作業は4段階あって、

(1) 表出化 イシューを設定するために、問題点だと思われる物事について、できる限り暗黙知から形式知にする。

(2) 要件化 イシューを解決するために必要な要件を漏れなく挙げる。

(3) データ化 各要件がデータとして存在するか、もしくは今後取得可能かを検討する。

(4) 指標化 イシューを解決するために、「データをどのように解釈するか」を規定する。

(中西 2019,49)

さらにイシューを分解して考えると、サブイシューとして以下のことが必要になる。

① Who…誰のために自動化すべきか

② What…何を自動化すべきか

③ When…いつ自動化すべきか

④ Where…どこで自動化すべきか

⑤ How…どのように自動化すべきか

(中西 2019,54)

業務のどの部分を AI 化するのがよいか、と考えるには「日々の業務の中で、『苦手だな』『ムダだな』『なかなか難しいな』『うまくできていないな』と思うところを特にピックアップして」AIの対象にできる (中西 2019,51)。「イシューから人工知能の活用を考えることは、現実世界に散在する生産性、効率性、利便性が低い部分を人工知能というツールを使って高めることに等しい。」(中西 2019,43) と述べる。

この視座に触発されて、筆者が付け加えて考えたいのは、サブイシューの重要性である。中西によると、サブイシューはイシューに含まれる下位概念の位置づけである。筆者にはどちらかという、(1) から (4) は AI 研究者や AI プログラマーがシステムを組む時、どうやったらシステムを組める課題へと換えられるのかを考える方法で、データサイエンティストに向けて発している言葉のように思われた。サブイシューはなるほどイシューを分解しているようだが、その実ビジネスパーソンの論理で、ビジネスではこのような問いを立てて物事を見ていると感じた。第5章で批判ならびに評価する建具 AI 研究は、(1) から (4) はできているが、① から⑤は不十分であった。これは一連の建具 AI 研究が AI 研究者によってなされた考察だからであろう。中西は「本当の意味での人工知能の活用を社会 (ビジネス) の中で具体化していくには、人工知能の技術面に強い専門家 (データサイエンティスト) と、仕事上の課題 (イシュー) から人工知能の使用目的を考えられるビジネスパーソンの両方の視点が必要なのだ」(中西 2019,2) と唱えている。本稿ではこの主張に同意し、加えて中西のサブイシューを主軸として深めたいと考えた。

5. 石川県田鶴浜町建具産地を例としたAIシステムの検討

1998年を嚆矢とする手工芸的な在来産業へのAI提案の中で、多数の論文が発表され継続して研究が続けられたのは、石川県田鶴浜町の建具産地を例とした研究であった。伝統工芸へのAI提案は単発論文がほとんどだが、その中で1999年に始まり、9年に渡って17本の論文が継続して書かれた。この17本の論文では「伝統工芸デザインシステム」「デジタル伝統工芸システム」という仕組みが提起されているが、それは20年経った今、稼働は見られない。一連の建具AI研究の残した成果はどんなものであろうか。この17本について研究に新たな進展が見られたもののみを対象に、第4章で分析視角とした「イシュー指向型」に沿って評価と批判を行う。

以下は、ここで検討する論文と、論述の主要話題を一覧にした。各論文の詳細な検討については、川越仁恵(2021b)をご覧ください。

発表年	執筆者	題名	掲載誌	内容
1999年 12月	高坂幸春 宮川明大 橋本浩二 柴田義孝	「感性を考慮したデジタル伝統工芸プレゼンテーションシステム」	『マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集1999-18』情報処理学会	感性検索とVRで建具を閲覧するシステムの最初の論文。「デジタル伝統工芸」の初出。
2001年 10月	宮川明大 杉田薫 細川美佳子 柴田義孝	「伝統工芸プレゼンテーションと感性語との関連性の分析」	『マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集2001-13』情報処理学会	VR。「デジタル伝統工芸システム」の初出
2002年 2月	杉田薫 宮川明大 柴田義孝	「JGNを利用したVR デジタル伝統工芸システム」	『情報処理学会論文誌43巻2号』情報処理学会	VR
2002年 6月	宮川明大 細川美佳子 杉本匡光 柴田義孝	「仮想現実空間下における伝統工芸分野への感性情報処理技術応用に関する考察」	『マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集2002-54』情報処理学会	感性検索
2002年 10月	宮川明大 杉田薫 細川美佳子 杉本匡光 柴田義孝	「伝統工芸分野への感性情報処理技術応用に関する考察」	『マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集2002-15』情報処理学会	感性検索
2003年 2月	宮川明大 杉田薫 柴田義孝	「伝統工芸プレゼンテーションシステムにおけるDCMLの提案」	『マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集2003-18』情報処理学会	「DCML (Digital Crafting Markup Language)」 「伝統工芸デザインシステム」の初出。データ構造についての論述。
2003年 3月	石田智行 宮川明大 杉田薫 柴田義孝	「リアリティを向上させたバーチャル伝統工芸システム」	『第65回全国大会講演論文集2003-1』情報処理学会	VR。CAVEの初出。「バーチャル伝統工芸システム」の初出

発表年	執筆者	題名	掲載誌	内容
2003年 12月	杉田薫 石田智行 宮川明大 柴田義孝	「伝統工芸オブジェクトの物理的特徴量を用いた感性検索法」	『マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集2003-19』情報処理学会	感性検索
2003年 12月	宮川明大 杉田薫 柴田義孝	「DCMLを用いた伝統工芸品検索についての考察」	『マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集2003-19』情報処理学会	感性検索
2004年 2月	宮川明大 杉田薫 柴田義孝	「デジタル伝統工芸プレゼンテーションシステムのための感性情報処理法」	『情報処理学会論文誌45巻2号』情報処理学会	感性検索
2004年 3月	石田智行 杉田薫 宮川明大 柴田義孝	「CAVEシステムを利用したバーチャル伝統工芸システム」	『第66回全国大会講演論文集2004-1』情報処理学会	VR
2004年 6月	石田智行 宮川明大 柴田義孝	「多様性を考慮したバーチャル伝統工芸システム」	『研究報告マルチメディア通信と分散処理2004-61』情報処理学会	VR
2004年 9月	石田智行 宮川明大 柴田義孝	「JGN IIを用いたバーチャル伝統工芸システムの提案」	『研究報告グループウェアとネットワークサービス2004-94』情報処理学会	VR
2004年 12月	宮川明大 石田智行 杉田薫 柴田義孝	「伝統工芸記述言語DCMLにおけるデータ抽象化に関する考察」	『マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集2004-15』情報処理学会	感性検索
2004年 12月	石田智行 宮川明大 杉田薫 柴田義孝	「次世代ネットワーク上における協調支援を考慮した高臨場感伝統工芸システム」	『マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集2004-15』情報処理学会	VR
2005年 6月	石田智行 宮川明大 柴田義孝	「臨場感通信を目的としたJapan Gigabit Network 2上におけるバーチャル伝統工芸システム」	『研究報告マルチメディア通信と分散処理2005-58』情報処理学会	VR
2007年 6月	千葉豪 柴田義孝	「複数ディスプレイ環境におけるバーチャル伝統工芸システムの提案」	『マルチメディア通信と分散処理研究報告2007-58』情報処理学会	VR

5.1 田鶴浜町建具産地に提案されたAIシステムの概要

高坂他 (1999) が、最初の論文である。石川県田鶴浜町は建具の産地である。同稿で話題に上る建具には、木枠に障子紙を貼った採光できる扉や窓である障子、同じく木枠に紙を張っているが採光できない紙を貼った扉である襖、木の板に彫刻など装飾を施し紙は貼っていない欄間である。障子には採光のためだけで開閉できないはめ殺しのももある。欄間はインテリアや採光のためであり、おおむね障子や襖の上に取り付けられ、開閉できない。建具の産地は現在では少なくなったが、田鶴浜町に産する建具は「田鶴浜建具」と呼ばれ健在である。一般に建具産地は手作業の部分が多いため、規格サイズ以外の自由自在なオーダーも受注し、注文住宅にはなくてはならない。一方で生産数に限界がある上、注文住宅が減った現在では手づくりの建具は減少傾向にあるという⁹。

⁹ 2012年東京建具協同組合員である台東区の建具製造業者へのインタビューによる。

高坂以降続く論文は、同内容の後継論文として位置付けられ、少しずつブラッシュアップを重ねて概念が整っていくものの、システムアーキテクチャは1999年に祖型が出来上がっている。

一連の論文群ではAIが得意とする3つのテーマが追究された。一つは、建具を含む伝統工芸を難しい専門用語でなく一般用語で、しかも「華やかな」といったイメージを表す言葉で検索できる、これまでより一般者目線の検索の仕組み、感性検索法である。「落ち着いた感じの建具が欲しい」「華やかな室内にしたい」という感覚そのまま検索できる。二つめは、それをただ品物写真で見えるのではなくVR上で配置してリアルに見ることができる、VRプレゼンテーションの構築である。三つめはマルチメディアデータベースで、全国各地の産地を統一的にデータベース化してネットワークでつなぎ、感性検索及び通常検索で建具が探せる仕組みである。この3つが一体となってプログラムされる。

システムアーキテクチャはクライアント・エージェント (CA)・知識エージェント (KA)・マルチメディアデータベース (MDB) で構成されている。

システムでは以下のような動作が行われる。利用者が「落ち着いた」空間を見たいと希望したとする。CAが検索要求を受け付けCAから感性語「落ち着いた」がユーザークエリとしてKAへ送信される。KAでは「落ち着いた」に関連する建具の特徴を示すエージェントクエリへと変換し、MDBへ検索要求を発行して、空間・景観・建具データが選択される。取得した検索結果はKAで統合され、CAへ提供されて「落ち着いた空間」のVRプレゼンテーションを利用者が見られるようになる(杉田他 2002,635-636)。

5.2 目的・AIプログラムの利用者・「伝統工芸デザインシステム」

高坂他(1999,49)では、目的を伝統工芸や地場産業の活性化としている。システムの利用者は「インテリアデザイナーや同業のデザイナー、旅館・ホテル・住宅等の建築を予定している利用者」である(高坂他 1999,50)。この時点でシステムアーキテクチャは出来上がっていて、これが題名にある「デジタル伝統工芸プレゼンテーションシステム」であろうが、システムの動作は書かれているもののシステムの概念や含意は説明されていない。

2001年は、「伝統工芸品の持つイメージを如何にして消費者に伝えるかが課題」(宮川他 2001,43)と述べ、感性検索によって品物を選ぶシステム利用者は消費者であり、同時にVRで建具だけを写真を見て選ぶより、仮想であっても室内に配置して建具を見ることによって、建具のイメージが消費者に伝わるというのである。同稿が前作に付け加えた新しい成果は、前論文1999年には感性検索の例として出している感性語は「落ち着いた」「古典的な」「やわらかな」「華やかな」の4語を挙げているが、同稿では18語に増やし、3か所4種類の属性の人々にこの感性語は適正かどうかの調査を行った部分である。

2002年2月論文は提案するAIシステムを「デジタル伝統工芸プレゼンテーションシステム」ではなく「デジタル伝統工芸システム」というまた別の名で呼んで、一節を立てて概念を提唱している(杉田他 2002)。「デジタル伝統工芸システム」(杉田他 2002,634-635)の利用者は「イ

インテリアや建具の生産者、旅館・ホテル・住宅等の建築を予定している消費者ら」である。感性検索の結果をVRでプレゼンテーションできるという前論文までの主張の他に、新しく「伝統工芸品を用いた建築物の室内空間を設計可能な」「消費者と生産者による協調デザイン支援機能」をもう一つの機能として持つと主張している(杉田他 2002,635)。デザインの加工、編集が容易で創作、設計段階からプレゼンテーションを行うことができ、工程の効率化を図れるという(杉田他 2002、634)。しかしシステムアーキテクチャの中にはデザインを製造者がその場で加工し、即座にVR空間にはめ込んで見せる仕組みはない。目的には伝統工芸(建具)の「生産性の効率化」(杉田他 2002,633)「製造工程の効率化」(杉田他 2002,634)が挙げられている。

2002年6月論文(宮川・細川・杉本・柴田 2002) デジタル伝統工芸システムを図化した「デジタル伝統工芸構成概念図」を提示している。図ではKA・MDBを、各地でCAによってVR空間を見ている利用者と高速ネットワークで結ぶイメージが示された。2002年10月の論文(宮川・杉田・細川・杉本・柴田 2002)では図を地図の上に落として見やすくした。

2003年2月論文(宮川・杉田・柴田 2003)では建具の受発注時に起きやすい問題を列記していて、意思決定時間の短縮による効率化を訴えている(宮川・杉田・柴田 2003,74)。システム利用者は建具に「予備知識のないユーザー」(宮川・杉田・柴田 2003,73)で、システムは「一般消費者」「生産者」「営業」の三者が共有するプラットフォームとしている。システムの根幹となる技術にDigital Crafting Markup Language (DCML)というマークアップ言語を使用し、そのためにデータベースの形式を柔軟性のある半構造型データベースにすると、整理された。またこのシステムを「伝統工芸デザインシステム」と3つめの別の呼称を出す。

2003年3月論文(石田他 2003,126)ではVRをCAVE型のシステム(多面スクリーンで囲んだ空間の中にユーザーが入り、スクリーンに立体視用のステレオ画像を投影することで没入感を与えるシステム)で見る方法に替える提案がされ、建具の購入したい一般消費者には高臨場感が得られ、販売が促進されると考えている。CAVEを使って一番効果を得られるのが、購入者である。「伝統工芸プレゼンテーションシステムを構築することにより家内製(本文ママ。「制」の誤りか)手工業的な産業界に対して販売から生産までの一貫した流れをVRシステム上に展開が可能」で「産業界へ一石を投じることが出来る」と目的を述べた。

2003年12月論文(杉田他 2003)ではVPIC (Visual Pattern Image Coding. 視覚パターン画像を符号化するスキーム)で、増える建具を定量的判断で専門知識不要、自動登録できるといって、製造者に便利な機能を付与する提案がされた。呼称が「デジタル伝統工芸システム」に戻っている(杉田他 2003,145)。

2004年9月論文では「非効率的な生産性」(石田・宮川・柴田b 2004,27)をここでも問題視している。そこで高速ネットワークにCAVEどうしを接続して、「同じ共有空間内で、顧客と営業、設計者同士、デザイナー同士、更には、設計者とデザイナーと顧客が相談しあいながらインテリアなどを決めるといったものを想定している。(中略)顧客と営業は計画案の作成や全体像の相談などを行う。設計者はその計画案を元に基本設計や設計図承認を行い、デザイナーは空

間コーディネートやインテリアなどを配置する」VRシステムを将来的には作りたい、と願った。別の新しい呼称「バーチャル伝統工芸システム」が題名に登場する。

2004年12月では、一般消費者と製造者は異なる視点から検索を行うだろうとし、一般消費者がイメージで行う感性検索だけでなく、製造者が製品名や専門用語で行う検索も、同時に可能にする仕組みを考えたという(宮川・石田・杉田・柴田 2004,127)。ここで検索の利用者像が一つ増えたことになる。呼称は「伝統工芸デザインシステム」を使用している。

一連の最後の研究は2007年(千葉他 2007)で、VRのCAVEシステムは高価なため、廉価に抑える方法を提案したところで、研究が止まっている。

5.3 一連の研究成果への批判

一連の研究では、論文で標榜したこととプログラムした内容が大きく乖離している感が否めない。ところで中西崇文は「イシュー」を分解すると下位概念「サブイシュー」が現れると説く。第4章で述べた通り、導かれたイシューはどちらかというシステムを組むことに向って整理する手順で、AI学者が社会から課題を見つけ出すには有効であると感じた。その意味では一連の建具AI研究はイシューに沿って正しく構築されているといえよう。他方筆者は、中西(2019)の提出したサブイシューに着目して、この建具の研究ではそれに不整合が見られると同時に、産地の特性や商習慣などを考慮に入れると、むしろこのサブイシューが小さくはない要件ではないか、と考えるに至った。そこでここではサブイシュー「Who」「What」「How」を主たる視座として用い、批判する。

5.3.1 誰のために自動化すべきか (Who) が不明確

一連の研究は、システムの利用主体やターゲットが不明確である。これを使うのは誰か、誰のためのシステムかということである。対象となるのは上記の論文に、旅館・ホテル・住宅等の建築を予定している「設計者」「営業」「デザイナー」「一般消費者」と「生産者」が登場する¹⁰。詳しくは書いていないが「営業」「設計者」「デザイナー」とは建築を予定している建築会社や工務店の人間であろう。建具組合によると、賃貸マンションなどの場合、製造者は工務店や建築会社から発注を受ける。一方個人住宅の場合は、工務店や建築会社を通じて、一般消費者から発注を受けることが多く、営業担当が一般消費者と製造者をつないで進めることがほとんどであるという¹¹。

これと感性検索法とVR空間プレゼンテーションが関わってくる。専門用語がわからずイメージで検索したいのは、建具に予備知識のない一般消費者である。あたかも部屋にいるかのような高臨場感で建具を配置したところを見たいのも、一般消費者である。したがってこのシ

¹⁰ 対象となる利用者像は文章中に「インテリアデザイナーや同業のデザイナー、旅館・ホテル・住宅等の建築を予定している利用者」(高坂他 1999,50)、「インテリアや建具の生産者、旅館・ホテル・住宅等の建築を予定している消費者ら」(杉田他 2002,634-635)、「一般消費者」「生産者」「営業」(宮川・杉田・柴田 2003,73)、「顧客と営業、(中略)設計者とデザイナー」(石田・宮川・柴田 2004,27)と出てくる。

¹¹ 2021年6月、東京建具協同組合の複数の建具製造業者へのインタビューによる。

システムで検索し VR に投影して閲覧する中心は、一般消費者である。

しかしシステムは建築関連でのみアクセスできるものであろうから、一般消費者にまずはインターフェイスを開いて見せる建築関連の立場の人もいると考えてよい。インターフェイスは一般消費者向けだが、一緒に見ながら建具のカスタマイズを考えるのは、デザイナー・設計者・営業・製造者ということになる。この2重の利用者が対象者として論文内で示され、これがターゲティングとイシューを複雑にしている。2重の利用者のため「一般消費者及び生産者が異なる視点から検索を行なうため」「一般的な解釈から専門的な解釈まで様々なスタイルで分類されており、それらを効率よく活用出来るよう検討した」(宮川・石田・杉田・柴田 2004,127)「利用者の多様な目的を考慮した検索技術」(同前,125)として、一般消費者向けの感性検索法だけでなく、「4組障子」「書院」といった専門用語で検索する製造者向けの検索法も保持されている。2重ターゲット両方が使える実際的なシステムになっているにも関わらず、論文ではその構造に言及せず、結果、ターゲットが論文の中で不明確になっている。

同時に何に対して有効なシステムを構築したのかというイシューも、主唱と実態とがかけ離れている。伝統工芸一般に有用なシステムとしているが、その実は建具に限定した建具検索プレゼンシステムなのである。システムは建具をプレゼンテーションするために開閉機能などついているのに、陶磁器や漆器なども一元的に管理し検索できるようにしようとするから、データモデルの変更を余儀なくされる(宮川・杉田・柴田 b 2003,163)。中西(2019,28)は「何でもできる汎用的な人工知能を目指すのではなく、あえて人工知能の機能を特化させた商品・サービス」でイシュー化することで「競争優位(先行者利益)を得ようと各社がしのぎを削っている」という。あえてAIの機能を特化させた商品・サービスに絞って一連の開発をするのが望ましかったのではないかと考える。

5.3.2 何を自動化すべきか(What)が不明瞭

何に貢献するシステムか、目的が不明瞭である。目的や課題を「生産性の効率化」(杉田他 2002,633)「製造工程の効率化」(杉田他 2002,634)」と述べるが、その中身が不明瞭である。

製造工程の効率化といって一番に思いつくのが、製造者が担う建具製造工程の短縮化であるが、このシステムでは叶えられない。

ただし宮川・杉田・柴田 a (2003,74) が示すように、製造者とデザイナーの合意形成も製造工程の一部ととらえるならば、そこには非効率が確かにある。製造者は、建具は建築と同じで構造体は変更できないことを前提としながら、構造体とは無関係な装飾部分にはこれまでにない斬新なアイデアは聞かせてほしいと願う。建具の構造を知らないデザイナーは、ただのグラフィックデザインと同じように見た目先行の仕様を出すたびに、躯体が歪むと却下され続ける。製造者とデザイナーの意思疎通が行き届かず、合意形成に時間がかかるのは事実である¹²。また、顧客の希望を汲み取る質疑応答も、長くかかるものである。感性検索で顧客が自ら希望

¹² 2021年6月、東京建具協同組合の複数の建具製造業者へのインタビューによる。

の原形となるサンプルを探し当てることができれば、それを足場として、提案やカスタマイズができ合意形成も効率的である。設計段階からプレゼンテーションを行うことができ、工程の効率化を図れる(杉田他 2002、634)という利便性の根本には、この上記2つの煩雑さを少なくできることがあるのであろうと推察する。ただシステムの目的を端的に述べるならば、生産性の効率化と言うよりは、どちらかというところクローズな建具をオープンにし、一般消費者の知識を増やすステップから販売促進へとつなげる趣旨の方が近いように思われる。

5.3.3 どのように自動化すべきか (How) に一貫性がない

システムには「消費者と生産者による協調デザイン支援機能」をもう一つの機能として持つと主張している(杉田他 2002,635)。デザインの加工、編集が容易で創作、設計段階からプレゼンテーションを行うことができるとする(杉田他 2002、634)。確かにこれは効率化が見込めるが、当のシステムの中にデザイン支援機能はシステムアーキテクチャに含まれていない。デザインシステムではない、デザインはこれではできないのである。どのように自動化したのが合致せず、これでは論に一貫性を欠く。

これはシステムに呼称が一定しないことにも結び付く。同じシステムに言及しながらも6つの名称で定義を繰り返したのは、掲げた目標に実体を沿わせようと試行錯誤したためだろうか。後から生まれた「バーチャル伝統工芸システム」がもっとも頻出した呼び名となった¹³。中には「伝統工芸デザインシステム」という呼称もあった。しかしこのシステムは最後までデザインを創出できないシステムであり、デザイン支援・デザイン協調支援は達成されていないから、デザインシステムという呼称は名と体が異なる。

5.3.4 どちらの自動化手法で実現すべきか (Which) が不適切

本稿第4章で述べた中西(2019)のWho・What・When・Where・How 5つのサブイシューにおいて、建具AI研究を検討するうちにwhichというトピックもあることに気が付いた。HowとWhatに近いが、How(どのように自動化すべきか)に付随して考えるべき要件で、現状実現できる自動化手法のうち「どちらを/どれを(Which)」採用するかである。現状、社会で実装されているAIを知る人ならばどれが適切かわかることだ。この建具研究はAI学者によるものだから、適切に選べたはずである。

システムの自動化手法は3つ、全国建具産地の建具を閲覧できるマルチメディアデータベース、感性検索法、そしてVRでのプレゼンテーションシステムから成っている。このうち、VR空間でのプレゼンテーションの高臨場感、没入感は生産性の効率、ないし販売の促進に果たして有用か、が疑問である。VRではよりリアルに建具の質感と、設置空間を疑似体験することを目指して、接近して実物大に細部まで高画質で視認できる、ウォークスルー、任意の視点から建具を観察できる、建具の開閉、時刻による外光の差し込みまで可能にしている(石田・杉田・

¹³ 17論文合わせて「デジタル伝統工芸プレゼンテーションシステム」1回、「デジタル伝統工芸システム」2回「伝統工芸プレゼンテーションシステム」2回、「バーチャル伝統工芸システム」5回、「伝統工芸デザインシステム」2回、「伝統工芸システム」1回の登場であった。たかが呼び名、と言えないだろう。

宮川・柴田 2004,4-134)。しかしここまでの没入感は不要らしいことが、石田・宮川・柴田 a (2004,82) で証明されている。アンケートで「伝統工芸品を購入する場合に有効であるかどうかを質問した」ところ、「どちらとも言えない」と答えているユーザーが多数を占めたといい、効果がないことがわかる。理由は「システムの伝統工芸品がどこまで有効なのか分からない」「伝統工芸品は、実際に見て購入したい」からだという。残念ながらいくら没入感のある CAVE であっても、畢竟自分の家ではなく仮想空間にすぎないので、これが自宅だったらと想像で補う必要がある。システムが組めるからといって作っても、残念ながら不要なシステムであるとアンケートで証明されてしまった。

現状実現できる自動化手法のうち、VRはこのケースには適さない。人工知能を導入しても『『やってみたもののうまくいかなかった』』というようなことの多くは、人工知能を導入すること自体が目的になってしまっている」(中西 2019,3) ケースではなかったか。中西 (2019,57) の「人工知能を導入すれば必ず、生産性、効率性、利便性向上を期待できると考えてしまいがちであるが、実は現実問題として、(中略)人間がやった方がコストのかからないものも存在する。そのようなものは必ずしも人工知能を使って自動化する必要はない。」という指摘は、当を得ていると同意する。現状同じく、自宅に設置したところを想像して補ってみる作業ならば、建具屋が自社商品を室内に設置した写真をウェブ上で閲覧できる仕組みでよかったのではないだろうか。

5.3.5 業界の性質・建具の特性の調査不足

業界の商習慣や調査が足りない、または建具の特性を理解不足のままシステムを組んだように思われる。その結果、必要なインフォメーションを欠いていて、システムが一般消費者に大きな不利益をもたらす可能性がある。

「日頃製品に接する機会が多い営業・職人と予備知識の少ない一般消費者との感性の異なり」(宮川・杉田・柴田 a 2003,73) は、感性が異なるだけでなく、じつは評価する要点が異なるからである。

製造者は建具の特性を良く知り「玄関や土間のような温度湿度の上下が激しいところには板戸、そこに採光が必要ならば下方に板をはめた腰付障子が望ましい。襖は一番影響を受けるので避ける。」「東向きや南向きの直射日光が入る場所や寝室には、ガラス戸は適さない」「組子細工は造りが繊細で美しく、高価な贅沢品。頻繁に開け閉めする場所の扉では狂いが生じて、修理費用がかさむ。」といった点から商品を見ている。このインフォメーションは購入する消費者にとって重要なことだが、このシステムではそれを発する機会はない。通常は、営業担当や製造者など専門知識を有する人物が、購入者に設置状況を聞いて、じかにアドバイスしている¹⁴。

このシステムに合わせるならば、建具を選んだ段階で、その画面に「玄関や台所など温度湿度が変動する場所に面した場所ではありませんか？この建具は温度湿度の影響を受けやすいの

¹⁴ 2021年6月、東京建具協同組合の複数の建具製造業者へのインタビューによる。

で不向きです。」といった場所の特性を投げかけて、適切・不適切を核とした専門的解説を自動で付帯させられるだろうか。もしくは発注時には自動でなく、やはり専門家への相談を前提とするか、どちらかが必要であろう。自動的なメンションか、人によるコンサルティングか、あるいは部分的には機械によるコンサルティングが可能になるか。いずれにせよこの情報は、建具購入時にはなくては困る情報なのである。

かつてAIでは専門家と同等のエキスパートシステムを開発するのが中心テーマだったが、専門知識の抽出の難しさとそれをシステムに置き換える困難があったため、その方向性は下火になった経緯があるという(宮川・石田・杉田・柴田 2004,126)。それに照らして考えると、この必要事項は組み入れ方を工夫する必要がある。中西(2019,21)によれば人工知能は「人間の思考プロセスをモデル化」しているのであるから、人間のコンサルティングを一部分モデル化できれば可能である。それには「人工知能に活用できる形に細かく分解する作業を丁寧にやっていけばよいのだ。」(中西 2019,16)ということになる。

5.4 一連の研究成果への評価

次に、一連の研究成果を評価する。このトライアルは決して無駄ではないことを示す。

一つめは、産地の製品を統一的に管理するデータモデルで横断的に検索できるようデータベース化して、一般者は感性検索法で検索でき閲覧できるのは、大変便利な機能である。建具としてすでに成立している製品を、最大限見ることができ、一般消費者はそこから選んで希望でき、各産地では他産地を参考にして試作できる。製造が多様になる。

二つめは、上記マルチメディアデータベースを感性検索法で一般消費者も検索でき、且つ製造者や工務店も専門用語で検索でき、それを閲覧できるプラットフォームを構築する意義は大きい。VRプレゼンテーションはアンケートでも明らかなおり無駄なので外したとしても、選択した建具を見ながら対話できるウェブ上のプラットフォームは、話し合いをスムーズにして意思決定のスピードを速めて工程を効率化できる。検索結果を直ちに購入することはなく実物を見てからの購入になることは5.3.4で引用したアンケート結果で明らかだが、一般消費者が自ら関与して検索できることは、建具の知識が増えて建具へのハードルが下がる。また希望を一つ一つ聞き出して建具を提示するより、試行錯誤のロス時間が少ない。これは打ち合わせの効率化が図れると考える。

三つめは、VRで歩き回れる仕組みは不要だが、その中に含まれたリアルな質感表現は高価な試作の代用として肝要である。たとえば建具の色や材質を変更したいという場合に活用できる。これはデザイン支援ということになり、宮田他(2013)で開発したように、工芸品のテクスチャは光学特性を反映させた表現で貼り付ける方法が適している。一連の研究にあったリアルな質感を求める着眼点は、評価できる。

5.5 「生産効率を挙げる」目的で、最適なAI化2つの方向性

5.5.1 AR (拡張現実) への変更・導入

5.3.4でVRはこのシステムでは効果がないと、アンケート結果を引用して述べた。理由はどのつまり仮想空間であって、そんなに良くできていても自宅に設置したと同じようには見えないから、という点であった。これは、VRでなくAR (Augmented Reality 拡張現実) であつたらどうか。ARは現実世界に加工した画像を重複表示させるものである。たとえば建具を設置したい場所を撮影して、そこに希望の建具が重複表示される仕組みであれば、自宅の壁・什器はそのままなので、あたかも本当に選んだ建具を施工したように見ることができよう。ARでは実物大で表示することが可能で、マーカーとなるものを決めておき一緒に画像に写しこめば、それが基準となつて、実物大に拡大縮小されて建具をはめ込むことができる。現在、田鶴浜建具やその他の産地建具では、この方法は取り入れられていないようである。すでに2017年9月スウェーデン発家具量販店IKEA (イケア) が、AR (拡張現実) を活用した新たなスマホアプリ「IKEA Place (イケア・プレイス)」をリリースした¹⁵。VRより販売促進に効果があると推察する。

5.5.2 建具デザイン支援システム

本当に生産効率を上げるなら、建具デザインを速く、数多く、正確に、多様に、新作を出すことが一番であろう。建具は田鶴浜建具のように多くの場合主材が木製で、建造物と同様、歪まないように構造計算がしてある。構造体は躯体を維持するためにあるのでそれほど多様性はなく、デザインは構造には影響しない装飾部で冒険することができる。場合によってはその装飾も、躯体を支える一部になる¹⁶。逆に言えばいかに斬新なアイデアで美しくても、構造体には反映できず、建具は成立しない。ただのグラフィックデザインと同じように考えて描いても、建具は商品にならない不正確な図面となる。建具製造者はこのことを予めデザイナーに話しておけば、商品として成立し且つ新規のデザインを得ることができるのに、暗黙知であるゆえに説明できず、結句良いデザインは手に入らない。建具を知らないデザイナーはこの間違いを往々にして犯し、建具職人も説明せずただ辟易し、物別れに終わる。これがよくあるデザイナーと製造者の関係である¹⁷。

デザイナーがボツにするデザインを少なくし、且つ製造者は想像を超えるデザインを提供されるには、どうすればよいか。

システム上で建具をグラフィックデザインで描く描画ソフトの形式をとる。建具の装飾に使

¹⁵ 「IKEAがARを活用した商品カタログアプリをリリース」2017年9月16日
<https://techable.jp/archives/63798>

¹⁶ 2021年6月、東京建具協同組合の複数の建具製造業者へのインタビューによる。

¹⁷ 宮川・杉田・柴田(2003,74)には執筆者が経験した1999年の事例を挙げ、知識のないデザイン設計者の図面は見た目優先で、制作が不可能または困難となり、あとからデザイン変更をしなければならなかったと述べる。また同様の事態を見聞きした筆者も、東京都美術館主催「新伝統工芸プロデュース事業」(TOKYO CRAFTS & DESIGN 2012)ではそれを避けコミュニケーションを図る専門家伴走型支援を打ち出して改善できた(川越2016,236-237)。

用される組子などのパーツが、建具本体とともに画面上に表示される。建具として構造を保持する躯体は描画で変更できないものの、自由に編集加工できる部分が示され、デザイナーはそのスペースは自由にパーツを組み合わせて当てはめる。建具設計の構造計算が自動化され、装飾部の力学計算がなされて、建具として歪んでしまうものはパーツの組み合わせにエラーが表示される。この考え方を基本に、対話形式でデザイン支援を行うもの、簡単な加工費用が算定できるものなど応用が可能である。デザイナーだけでなく製造者本人もこれが使いこなせれば、デザイナーに頼らず多様なデザインの建具を、速く数多く作ることができよう。

ただし、問題もある。デザイン支援AIの実装は、建具の売り上げ動向によるだろう。建具業界全体でなくても、産地単位の動向でよいが、産地がデザイン支援を受けるほど展望があるかは、開発に向かう先として考慮に入れる必要がある。たとえば筆者の調査¹⁸で東京を例にとると、マンション建設での和室向け規格品で簡素な建具の発注が多くなったものの、東京では他産地に比べると茶室や書斎などに設置する凝った趣向の建具も少ないもの無くはない、ということであった。彼らが本当に「腕が鳴る」のはこういった趣味性の高い凝った造りの建具であるが、これは「ただの大金持ちではなく、インテリア富裕層でなくちゃ、わからないよ」と述べた。並行して伸びているのが新商品で、マンションでもエントランス用に開閉しない建具を装飾パネルとして加工した商品、リモートワーク時に自分の背面に置く衝立などである。建具としては旧来の用途の範囲だが使用場面に変化が見られ、サイズや建具の自立性といった製品の仕様にも変化が起こる。そうなれば建具の構造力学的に変化が生じ、設計図も異なる。次々と創出される使用場面に対応して、設計が変化することをAIシステムに予め内包させられるものなのだろうか。

変貌する産地の実態をその都度丁寧にマーケティング調査し、技術特性や製品特性の知識を持つ人と共に、AIシステム組むのが良策であろう。

6. おわりに

最後に手工芸的な在来産業に資するAIシステムとは、どのような方向性が考えられるか、本稿の含意を述べる。建具に限らず、二点展望してみたい。

中西(2019,51)は、「日々の業務の中で、『苦手だな』『ムダだな』『なかなか難しいな』『うまくできていないな』と思うところを特にピックアップして」AIにしてもらえばよい、と述べている。まさにこの発想を用いて、大量のデザインを出力するデザイン支援AIが重要となる。AIによる大量のデザイントライアルを重ねる中で、これまで市場にない斬新な一点を生み出す利点に着目すべきと考える。計算機処理は瞬時に大量の答えを出し、その中には珍妙なもの、いわゆる「ハズレ」が多くでき、それは一見無駄に思われる。その多くは、市場では受け入れられない、売れないデザインが提示されるだろう。しかしながら、市場にはすでに人が考え付いたも

¹⁸ 2021年6月、東京建具協同組合の複数の建具製造業者へのインタビューによる。

のがあるわけであって、人は人の好むものを知って居るからこそ、的を外さない代わりに、奇抜な衝撃力のあるものはそうそう生み出されない。人の容易に考え付くものでは、いくら投入してもたかが知れている。

そこで、一見珍妙なものであっても人の考えないものを臆せず作ってしまう、AIの特性を利用する。そこから珍妙な「ハズレ」を除いて、価値ある奇抜なものだけを選ぶ作業が人間には残されている。これを繰り返せば、機械学習によっていずれハズレが少なくなり、総じて当たりの確立が高まり、見つける作業が楽になるだろう。

他方、AIによる自動化は流行予測も可能であろう。AIシステムを組む側も、無駄と分かる作業が大部分であると分かっているシステムを組むより、売れ筋を見つけてシステムの方が開発し甲斐があるに違いない。しかし、ここに手工芸的な在来産業の特性がかせになる。在来産業は流行予測で商機を得るような、アグレッシブに動く市場ではない。流行を予測できて、売れないものを作らない防御策は講じることができて、流行が当たったからと言って業界が大きく動くことはない、そういった価値変動の少ない業種である。手工業品は工業製品とは異なり、大量生産大量消費を前提としない。流行予測はあったとしても、それほど業界が望んでいるものとは、推察されない。むしろ無駄な行為が多いとしても黙々と実施してくれるAIに期待がかかるのである。

もう一点は、工芸品のテクスチャとグラフィックデザインを器物に貼り付けて画面に提示できて、合意形成をスムーズにするデザイン支援AIが重要となる。宮田他(2013)で提案されたようなシステムが望まれる。

宮田他(2013,2352-2353)は石川県の工芸品を例に、「新たな商品を試作したり、仕上がり具合を実物の手板見本を用いて提案するには多大な時間とコストがかかる」と述べる。工業製品とは異なり、手工芸的な在来産業の製品は、天然材料を用いるため材料の調整・準備に時間がかかる上、化学材料に比べて高価である。作業も各工程で自然乾燥させたり、蒸したり、寝かせたりして、工業製品より時間がかかる。それを人件費のかかる手作業で行う。それゆえ、商品にする予定のないものは、デザインも試作も、極力避ける。

しかしこれが業界にとっては、良い結果とならない。なぜなら、商談が来ても手持ちのサンプルが少ないので、説明は紙面や口頭になってしまう。それでは出来上がりの想像を、顧客に十分促すことができず、結局販売に結びつかない。注文が確定した時にだけ試作に踏み切るので、仕事のバリエーションが増えない¹⁹。

そこで宮田他(2013)は試作を省く代わりに仮想で「商品イメージを手軽に可視化」(宮田他2013, 2352) するとして、AIによるデザイン支援システムを導入する理由を説明している。この研究で実装されたように、仮想であっても工芸品の見た目がある程度のリアリティをもって分

¹⁹ 東京都指定伝統工芸品産業の新製品開発事業、東京都美術館主催「新伝統工芸プロデュース事業」(TOKYO CRAFTS & DESIGN 2012)の中で、筆者がたびたび直面した問題であった。

かる。この説明ツールで、紙や口頭での説明より、顧客には格段にリアルな想像ができるだろう。

手工芸的な在来産業は、AIによって経費を抑える、手間がかかり面倒なところを減らすことを目指し、人間は構想に集中することが、AI活用の主眼になると推察する。

謝辞

本稿作成にあたって、文京学院大学島田昌和先生、小松香爾先生には資料の提供など様々なご示唆を頂戴した。また、東京建具協同組合の製造者の方々はお忙しい中をインタビューに応じて下さった。記して感謝を申し上げる。

【参考文献】

- 阿部武司・橘川武郎.2018.『社史から学ぶ課題解決』出版文化社
- 石田智行・柴田義孝・宮川明大・杉田薫.2003.「リアリティを向上させたバーチャル伝統工芸システム」『情報処理学会第65回全国大会講演論文集』情報処理学会,125-126.
- 石田智行・杉田薫・宮川明大・柴田義孝.2004.「CAVEシステムを利用したバーチャル伝統工芸システム」『情報処理学会第66回全国大会講演論文集』情報処理学会,133-134
- 石田智行・宮川明大・柴田義孝a.2004.「多様性を考慮したバーチャル伝統工芸システム」『研究報告マルチメディア通信と分散処理 2004-61』情報処理学会,77-82.
- 石田智行・宮川明大・柴田義孝b.2004.「JGN IIを用いたバーチャル伝統工芸システムの提案」『研究報告グループウェアとネットワークサービス 2004-94』情報処理学会,27-32.
- 石田智行・宮川明大・杉田薫・柴田義孝.2004.「次世代ネットワーク上における協調支援を考慮した高臨場感伝統工芸システム」『マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集2004-15』情報処理学会,137-142.
- 石田智行・宮川明大・柴田義孝.2005.「臨場感通信を目的としたJapan Gigabit Network 2上におけるバーチャル伝統工芸システム」『研究報告マルチメディア通信と分散処理 2005-58』情報処理学会,105-110.
- 伊藤誠・幸村真佐男・加藤良将・杉本直温.2007.「壁紙の意匠解析とデザイン支援」『第6回情報科学技術フォーラム 大会講演論文集』,269-270.
- 鎌田洋輔・宮田一乗.2006.「着物模様のためのデザイン支援ツールの提案」『2006年度人工知能学会全国大会論文集』(セッション1D2-2),1-2.
- 川越仁恵.2016.「第3節 創業100年を超える伝統的工芸品企業」ファミリービジネス白書企画編集委員会編『ファミリービジネス白書 2015年版 —100年経営をめざして』同友館,234-239.
- 川越仁恵.2019.「後藤織物所蔵の下絵と桐生織物の図案業界」『文京学院大学総合研究所紀要 第19号』文京学院大学総合研究所,69-87.
- 川越仁恵.2021b.「AI研究が製造業デザイン分野にもたらした成果の検討」『文京学院大学総合研究所紀要 第22号』掲載予定.
- 北関東産官学研究会編集委員会編.2021.『HiKaLo技術情報誌 第75巻』、北関東産官学研究会編集委員会,17-19
- 橘川武郎.2016.『応用経営史 福島第一原発事故後の電力・原子力改革への適用』(株)文真堂
- 橘川武郎.2018.『ゼロからわかる日本経営史』(日経文庫1400)日本経済新聞出版社
- 高坂幸春・宮川明大・橋本浩二・柴田義孝.1999.「感性を考慮したデジタル伝統工芸プレゼンテーションシステム」『マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集 1999-18』情報処理学会,49-54.
- 斎藤幸平著・日本放送協会／NHK出版編.2021.『カール・マルクス 資本論 一巻、実践の書』(NHKテキスト「100分で名著」)NHK出版
- 杉田薫・植田佳典・高畑一夫・柴田義孝.1998.「WWW環境における繊維デザイン画像データベースシステムの実現化」『研究報告グループウェアとネットワークサービス 1998-8』情報処理学会,177-182.
- 杉田薫・宮川明大・柴田義孝.2002.2.「JGNを利用したVRデジタル伝統工芸システム」『情報処理学会論文誌 第43巻2号』情報処理学会,633-646.
- 杉田薫・石田智行・宮川明大・柴田義孝.2003.「伝統工芸オブジェクトの物理的特徴量を用いた感性検索法」『マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集 2003-19』情報処理学会,145-150.

- 千葉豪・柴田義孝.2007「複数ディスプレイ環境におけるバーチャル伝統工芸システムの提案」『研究報告マルチメディア通信と分散処理 2007-58』情報処理学会,91-96.
- 土井美鈴・山本高美・藤代一成.2005.「対話型再進化計算に基づくアパレルデザイン支援におけるブラウジング手法」『第4回情報科学技術フォーラム 大会講演論文集』,173-176.
- 中西崇文.2017.『シンギュラリティは怖くない 一ちょっと落ち着いて人工知能について考えよう』草思社
- 中西崇文.2019.『稼ぐAI ー小さな会社でも今すぐ始められる「人工知能」導入の実践ステップ』朝日新聞社
- 早川晃源・田中弘美・坂口嘉之・原田隆司.1997.「仮想服飾デザイン支援システムの試作」『1997年電子情報通信学会総合大会 大会講演論文』,347.
- 原田利宣.2004.「事例に基づく自動車外形形状デザイン支援システム」『2004年度人工知能学会全国大会論文集』(セッション1E3-02),1-2.
- 宮川明大・杉田薫・細川美佳子・柴田義孝.2001.「伝統工芸プレゼンテーションと感性語との関連性の分析」『マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集 2001-13』情報処理学会,43-48.
- 宮川明大・細川美佳子・杉本匡光・柴田義孝.2002.「仮想現実空間下における伝統工芸分野への感性情報処理技術応用に関する考察」『研究報告マルチメディア通信と分散処理 2002-54』,91-96.
- 宮川明大・杉田薫・細川美佳子・杉本匡光・柴田義孝.2002.「伝統工芸分野への感性情報処理技術応用に関する考察」『マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集2002-15』情報処理学会,15-20.
- 宮川明大・杉田薫・柴田義孝a.2003.「伝統工芸プレゼンテーションシステムにおけるDCMLの提案」『研究報告マルチメディア通信と分散処理 2003-18』情報処理学会,71-76.
- 宮川明大・杉田薫・柴田義孝b.2003.「DCMLを用いた伝統工芸品検索についての考察」『マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集 2003-19』情報処理学会,161-166.
- 宮川明大・杉田薫・柴田義孝.2004.「デジタル伝統工芸プレゼンテーションシステムのための感性情報処理法」『情報処理学会論文誌 第45巻2号』情報処理学会,526-539.
- 宮川明大・石田智行・杉田薫・柴田義孝.2004.「伝統工芸記述言語DCMLにおけるデータ抽象化に関する研究」『マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集 2004-15』情報処理学会,125-130.
- 宮田一乗・梶井紀孝・餘久保優子・加藤直孝.2013.「工芸素材の質感表現手法を活用したデザイン支援システムの開発」『電子情報通信学会論文誌D Vol.J96-D No.10』
- 山川望・廣安知之・三木光範.2007.「対話型遺伝的アルゴリズムを用いたデザイン支援システムにおけるユーザの嗜好情報の抽出と利用」『2007年度人工知能学会全国大会論文集』(セッション3B6-1),1-2