

Center for Human-Engaged Computing (CHEC)

－ HCI から HEC へのパラダイムシフト－

任 向実

(受領日：2024年5月31日)

高知工科大学 Center for Human-Engaged Computing (CHEC)、情報学群
〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口185

E-mail: ren.xiangshi@kochi-tech.ac.jp

要約：Center for Human-Engaged Computing（およびその前身 Center for Human-Computer Interaction）の12年間の活動を、研究・教育、研究資金、国際会議活動、研究者交流などの側面から報告する。この期間に、人間とコンピュータ技術（あらゆる人工物）の関係に関する任のコア理念は既存の Human-Computer Interaction (HCI) の枠組みを超え、Human-Engaged Computing (HEC) に進化した。このパラダイムシフトに関して、HEC 理念提案の背景、波及効果について述べ、主要な関連研究成果を紹介する。

1. 緒言

2012年、本学における国際レベルの Human-Computer Interaction（以下、HCI）拠点として、まず、Center for Human-Computer Interaction (CHCI) が発足した。さらに、その発展形として、2015年4月、任が国際社会に提唱してきた「Human-Engaged Computing」の理念に基づき申請した Center for Human-Engaged Computing（以下、CHEC）が創設された。CHECはこの時採択された7つの研究センターのうち、唯一英語名称のみを持つ研究拠点である。

CHEC 創設当時、日本を含むアジア圏の大学では未だせいぜい HCI 講義を行うだけで、欧米の大学で既に結成されていたような、学科横断的な研究グループは珍しいものであった。そこで、任はこのような学際的な研究拠点を本学に創設し、HCI 研究のアジア圏のプラットフォーム、さらには世界のプラットフォームとすることを志した。これにより研究者間の研究交流を活発化し、先端的・独創的研究を世に発信できると期待した。

現代社会では、情報通信技術が人間生活のあらゆる場面で利用される。従って、究極的に求められる

のは人間と調和する技術である。CHEC 研究活動の目標は、人間とコンピューティング技術（広義には、あらゆるデジタル人工物）の関わり方を、様々な側面（技術、人類史、心理学、認知科学、生理学、哲学、UX、ゲーム、持続可能性、東洋思想、人間の智慧など）から分析・考察し、人間とより良く調和する方向で改善、開発に取り組み、人間と社会のウェルビーイングを実現することである。

2. 研究教育活動

CHEC（および CHCI）における主要な研究活動を以下に挙げる。

- 新理論展開：Human-Engaged Computing (HEC) 理論の構築と提唱、
- 研究プロジェクト：JST 国際科学技術共同研究推進事業「日本－フィンランド共同研究」（研究タイトル：高齢者のためのユーザインタフェースデザイン¹⁾をはじめとする公的研究助成金ベースの研究プロジェクト5本、
- 国際学術会議の開催：IDHF (2014, 2016)、IXAP (2016)、IWHEC²⁾ (2017年から毎年)、
- 学術交流・教育活動：各国からの HCI 分野の研究者や留学生などの積極的な招聘や受け入れ。

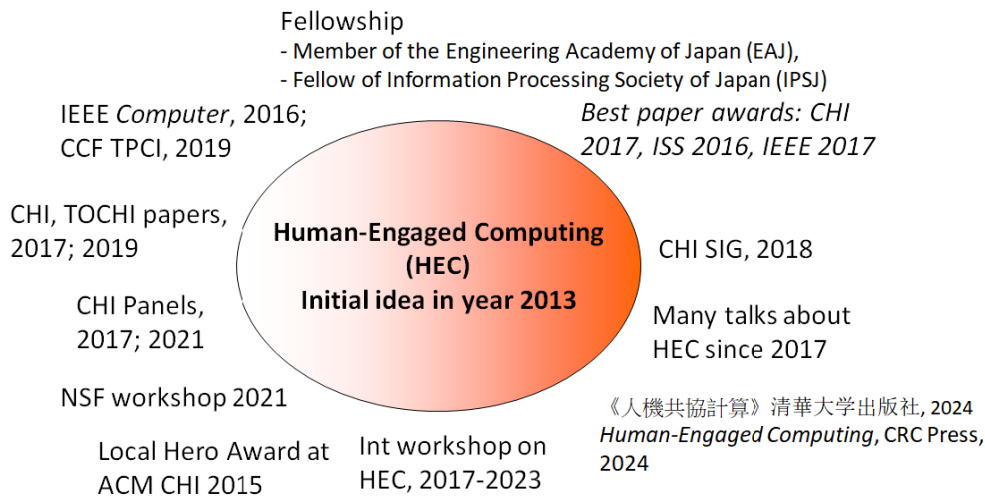


図 1. HEC の提唱がもたらした研究活動 (JSPS、JST など公的資金獲得 13 件)

CHEC の研究活動と研究成果は世界的に高い評価を得ているだけでなく、研究交流の世界的なプラットフォームとして本学の国際化と存在感にも貢献している。CHEC のステータスは、研究成果の学術書出版、論文発表、外部資金獲得、国際会議の主催、国内外からの招待講演、Fellowship 称号、外部研究者や卒業生からの評判などに反映されており、国内外の著名な研究グループや研究者らの活発な訪問はその証である (図 1、表 1)。

2.1 研究フォーカシング

CHEC は、HEC の理論の構築および発展に取り組むと同時に、人間とコンピュータとの関わりについての具体的な事例を設定し、様々な側面から実験・考察を行い、技術的見解に繋ぐという研究アプローチをとっている。以下に、CHEC で取り組んでいる 4 つの研究テーマを紹介し、その進展や HEC 理論との繋がりについて述べる。これらの研究テーマは、様々な要素や見解を共有し影響を及ぼし合っているため、明瞭に区別されない。

①マインドフルネス (付録 A に示した研究成果の一部の論文を参照)

HEC の概念では、テクノロジーやインタラクションによる副作用を「抗生 (Antibiosis)」と表現し、技術が人間に与える副作用を最小限に抑えるべきと考える。工業化時代以来、技術の発展には副作用が伴ってきた。イギリスの哲学者バートランド・ラッセルも、その著書『怠惰への讃歌 (原題: In Praise of Idleness), 1935』において、工業化がもたらす弊害をすでに指摘している。また、『愛すること (原題: The Art of Loving)』の著者、社会心理学者のエーリッヒ・フロム (1956) は、人々が忍耐

を失い不安になるのはスピードを求める工業化システムによるものだとしている。最近の情報技術の進歩や一人一 (多) 台のスマート端末の普及はこの現象を加速させた。電子ゲームを含む現在のスマート製品が私たちにもたらした問題は複雑である。大量の情報や生活様式の変化は、人々に運動不足などの身体疾患だけでなく、多くの精神疾患を引き起こしている。米国、日本、英国、韓国では、精神疾患の割合は 5 人に 1 人と報告されている³⁾。

このような状況下で、現在、日々の生活の中で安らぎを取り入れる方法として注目を集めているのが、古くから東洋で実践されてきたマインドフルネスである。近年、マインドフルネスの効果が科学的な研究によって確認され、関連する学術本、国際会議、ジャーナル、技術製品などへの注目が増大している。CHEC でも、創設当時からマインドフルネスを誘発するインタラクションの構成要素に着目したプロジェクト研究を行ってきた。これまでにない新しいインタラクティブ性を探り、より人間に調和するユーザインタフェースの設計に応用したい。

②ゲーミフィケーションとゲーム難易度 (付録 B に示した研究成果の一部の論文を参照)

ゲーミフィケーションとは、ユーザを楽しく熱中させるために、設計やルールなどのゲーム要素をゲーム以外のものに应用することである。ゲーミフィケーションをトレーニングなどに取り入れると、ユーザの学習や目標達成へのモチベーション、ひいては仕事での生産性や積極性、自己効力感や幸福感が高まるという多くの研究報告がある。若年層だけでなく、高齢者層もゲーミフィケーションによって行動意欲が向上するという研究報告もあり、教育や医療の場での利用が期待される。CHEC でも

表 1. CHEC/CHCI における研究・教育実績

教育活動	ポスドク研究員 5名 (フランス、中国、インド、タイ、韓国)、 博士学生 7名 (中国、イラン、エジプト、ミャンマー、インドネシア、タイ) 短期留学生受け入れ 48名 (7か国) 短期訪問者 86名 (12か国)
研究活動	学会誌論文 39報 (Q1: 19篇、Q2: 5篇) 査読付きの国際会議論文※ 61報 著書 2件 特許 2件 受賞 18件 招待講演・基調講演・パネル・特別講義 140件

※情報学、HCI 分野では、ジャーナルよりも国際会議に採択される方が難しいことが多く、研究発表の場としては国際会議が重視されている。高度な研究力を持つ大学研究機関では、分野の top conference (例えば、ACM CHI は HCI 分野における最高峰の国際会議) 採択の full paper が Q1 レベルのジャーナル掲載と同等かそれ以上と評価されている。図 2 は任と学生たちが参加した CHI2015 の会場にて撮った写真。CHI 2017 では、CHEC で取り組んだ研究の論文 4 報が採択され、2,111 名の著者のうち、任は採択数トップ top 1.18% に入った⁴⁾。本業績は、第 22 回日本バーチャルリアリティ学会大会 (2017 年 9 月) の主催者に注目され、オーガナイズドセッション「トップコンファレンス採択論文紹介」に招待された⁵⁾。後日、非常に密度が濃く参考になる点の多い発表であったと主催者からコメントをもらった。

ユーザのモチベーションを高めるためのゲーミフィケーション研究に取り組んでいる。当面の課題は、個々のユーザ能力に合わせた設定、ゲーム要素と感情のメカニズム、ユーザエンゲージメントなどである。

2020 年以降、主に動的難易度調整 (Dynamic Difficulty Adjustment, DDA) および主観的難易度の研究を進めている。DDA メカニズムは、プレイヤーがプレイ中に、ゲームの難易度をリアルタイムで調整する仕組みである。入力デバイスからの情報 (操作、時間、スピード、スコアなど) からプレイヤーのプレイ内容をコンピュータが判断し、コンテンツなどのゲーム内容を調整して、プレイヤーに最適なゲームの難易度を提供する。DDA は、心理学のフロー理論に基づき、プレイヤーが常にフロー状態でプレイできるよう、ゲームの難易度がプレイヤーのスキルレベルに合うように調整する。近年、DDA は、これまでのゲーム難易度調整方法の中でも特に優れた方法であると評価され、ゲーム難易度調整方法の主流になっている。このフロー理論に基づく DDA について、さらに AI、顔認識、EEG などの技術を設計に取り入れ、プレイヤーのスキルレベルにより適した難易度に調整しようとする試みがなされてきた。しかし、これらの技術を導入し、よりスキルレベルにあった難易度に調整しても、楽しさやゲームとの一体感などのプレイヤーの主観的体験は飛躍的に向上することはなく、DDA の発展は停滞している。そこで、我々は、フロー理論に依存しない新しい難易度調整メカニズムのフレームワークを提案した。

③支援インタフェース (付録 C に示した研究成果の一部の論文を参照)

高齢者や障がい者は、身体機能や生活環境の面か

ら考えても、テクノロジーの恩恵を一番受けるべき層であるが、普及が広まったスマートフォンなどのデジタルデバイスの利用については、問題点が多く享受が難しい。CHEC では、高齢者や視覚障がい者のユーザビリティを向上させ、デジタルデバイスの使用に対しポジティブな感情を高めてもらうための研究に取り組んでいる。高齢者のデジタルリテラシーは、世代間によって差があり、数年前と比べて現在は向上傾向にある。しかし、加齢に伴う身体的心理的变化は誰にでも訪れる普遍的な課題である。また、高齢者が使いづらいと思う設計は、若年者を含む誰にとっても使いづらい設計である可能性を含んでいる。視覚障がい者に関しては、近年、音声やスクリーンリーダーなどの技術により、モバイルデバイス上での利用範囲が広がったものの、細かい点においては依然として改善が必要である。

④ HEC 理論をベースにした計算フレームワーク化および基盤技術開発 (付録 D に示した研究成果の一部の論文を参照)

2020 年以降、HEC 理論の構築を促進すると同時に、HEC 理論をベースにした、計算フレームワーク化および基盤技術開発という実践も行っている。

HCI 研究分野の先行研究から、人・コンピュータ間のインタラクションの不均衡を起す原因の一つとして、人・コンピュータ間の双方の動作の齟齬があること、そして、この齟齬が相互作用する双方のその後の行動とタスクパフォーマンスに直接影響を与えることがわかっている。この事象の主な原因は、人とコンピュータが互いに動作・反応し合う過程で、人の動作の複雑さから、お互いの動作に「早まり」または「遅れ」が発生し、双方の動作の間に間隔が空いてしまうことである。人・コンピュータ



図 2. 任は ACM CHI 2015 にて Local Hero 称号を受けた（国内 4 名のうちの一人）。CHEC の学生（当時）は左から、博士課程学生 Handtyo Aulia Putra（インドネシア）、ポスドク研究員 Sayan Sarcar（インド）、任、博士課程学生 Nem Khan Dim（ミャンマー）、ポスドク研究員 Chaklam Silpasuwanchai（タイ）、吉林大学から短期留学生 Kuo PAN（中国）。後ろのボードは、会議主催者がデザイナーに依頼し作成したものである。

間の一連のインタラクションにおいて、時間とリズムをそれぞれ一本の線上に時系列で表すとき、時間とは動作の瞬間的な点を指し、リズムとは点で表される動作の一連のパターンを指す。時間とリズムはユーザ行動を理解する上で、またシステムの最適化を行う上で非常に重要であり、この時間とリズムを調整し不一致を改善することで、その後のユーザ経験や行動も改善されると考える。

そこで、現在、CHEC が取り組んでいるのが、人とコンピュータのインタラクションを時間とリズムという観点から計算フレームワーク化することである。このフレームワークは様々な場面での応用が期待できる。例えば、パーキンソン病患者のリズム運動療法では、コンピュータが一定のリズムで信号を発信し、患者はそのリズムに合わせて足踏みをする。従来の一方向性のインタラクション技術を用いた場合、コンピュータは患者の状態に関わらず絶えず一定のリズムを発信し、患者はそのリズムに自分の足踏みのタイミングがマッチするように足踏みをす

る。しかし、運動障害のあるパーキンソン病患者にとって、一方向的にコンピュータが発信するリズムに自分の歩行リズムを合わせるのは困難で、多くの時間を要し、精神的にも挫折感や喪失感などのマイナスな気持ちが生じ得る。この場合、インタラクション技術は一方向的にリズムを発信するのではなく、対象となる患者の状態も考慮に入れるべきである。コンピュータは患者の状態をリアルタイムで検知し、その状態に適した応答を自動的に行う。例えば、患者の歩行リズムがコンピュータが発信しているリズムに合っていない時、コンピュータは患者の生理学的指標およびパフォーマンスデータから患者の状態を検知・解析し、患者の状態に適した間隔のリズムを発信する。患者はそのフィードバックに基づくリズムに自分の歩行リズムを合わせていく。患者とコンピュータの間で少しずつ調整を重ね、その患者の状態に最も適したリズムに近づけていく。患者は自分の歩行がコンピュータのリズムと合うことで達成感や自己効力感を高めることができる。ユー

ザ経験およびタスク達成の効率・効果の向上が期待できる。

2.2 外部資金によるプロジェクト

CHEC が獲得した外部資金による 5 つのプロジェクトを紹介する。研究テーマはタッチパネル操作におけるペン・指入力特性、視覚障がい者・高齢者のための支援インタフェースデザイン、およびゲーミフィケーションなどである。これらプロジェクト内容の変遷から、任の最近 10 年間の研究が、それ以前の技術指向の HCI 研究（ペンベースインタラクション、マルチタッチインタラクション、アイベースインタラクション、触覚インタラクション、ジェスチャー入力など）から、人指向の HCI/HEC 研究（ヒューマンパフォーマンスモデル、ゲームエンゲージメントインタラクション、マインドフルネスインタラクション、高齢者と視覚障がい者のためのユーザインタフェース設計など）へとシフトしていることが分かる。

①日本学術振興会基盤研究 B 「ペン・指の入力特性に適した次世代ユーザインタフェースの創生」(2011-2013 年度)

タッチパネル上の指操作と従来からのペン操作によるそれぞれのジェスチャの特性を定量的に比較し、ペンに適したジェスチャが指に適切かどうかを理論的に解明した。HCI 領域のトップ国際誌「TOCHI (ACM Transactions on Computer-Human Interaction)」に掲載され、タッチパネルの操作性を向上させるインタフェースデザインに有用なガイドラインを構築したと世界的に高い評価を受けた。この研究プロジェクト開始とともに、IBM 研究所（アルマデン）の客員研究員に招請され¹⁵⁾、その成果として複数の共著論文（例えば、CHI 2012, TOCHI）が生まれた。

②マイクロソフトリサーチコア連携研究プロジェクト「Enhancing Kinect-based Interaction Effectiveness by Utilizing Various Input and Output Modalities」(2012-2013 年度)

Kinect でのインタラクション技術、特に入力・出力技術の機能を拡張することを目的とした。低コスト・軽量ポケットサイズのワイアレスセンサネットワークモジュールおよびウェアラブル振動制御モジュールを実装し、ユーザにとって最適な入力ジェスチャおよび音声・触覚フィードバックの効果を確認した。本研究の応用例は視覚障がい者にエクサゲーム（運動とゲーム）の基盤環境を提供することである。

本プロジェクトを通じ、Microsoft Research Faculty Summit に参加したことで、世界各国のトップ研究者や大学関係者との交流もできた。例えば、この会議の場で香港理工大学のコンピューティング学科長（当時）と相知ることとなり、のちに本学との協定締結に繋がった。執筆の段階で、再度 5 年間の協定を更新した。

③日本学術振興会基盤研究 C 「Assisting Blind People to Interact with Public Displays」(2013-2015 年度)

2012 年度から 2015 年度まで助教（当時）として本研究室に在籍していた金起範氏（KIM Kibum : 韓国の Hanyang University 大学終身教授）が研究代表者として主導した研究である。この研究では、視覚障がい者が大型公共ディスプレイ上の目標物にアクセスするためのジェスチャー入力と触覚振動フィードバックの実行可能性を調査し裏付けすることができた。関連の研究論文は、IEEE SMARTCOMP 2017 にて Best Community Paper Award を受賞した。

④科学技術振興機構 SICORP（フィンランドアールト大学との共同研究）「高齢者のためのユーザインタフェースデザイン」(2014-2016 年度)

高齢者の加齢による認知機能や運動能力に適応したスマートフォン用の新しいユーザインタフェースの設計が研究目的である。具体的には、日本側は高齢者の入力操作性を向上するテキスト入力インタフェースなどフロントエンドソフトウェアの開発を行い、フィンランド側は高齢者の能力に適応し、ユーザインタフェースを最適化するバックエンドソフトウェアの開発を行い、アビリティベースオプティマイゼーションのフレームワーク構築に取り組んだ。関連の研究論文は、HCI 領域の top conference ACM CHI 2017 にて Best Paper Award (top 1% of 2424 submissions) を受賞した。また、ACM ISS 2016 にて Best Paper Award も受賞した。

⑤日本学術振興会 若手研究 B 「Investing Cognitive Enhancement of Elderly People by Using Motion Video Games」(2016-2018 年度)

2015 年度から 2016 年度まで助教（当時）として本研究室に在籍していたシルパスワンチャイチャクラム氏（Silpasuwanchai Chaklam : Asian Institute of Technology の助教授）が研究代表者として主導した研究である。本研究の目的は、高齢者向けにカスタムメイドのビデオゲームを開発し、高齢者のグロスモータースキルの素質と限界、およびゲームの介入効果を調査することである。研究成果として、Manual Difficulty Adjustment（手動難易度調整）および Dynamic Difficulty Adjustment（動的難易度調



図 3. CHEC が主催した国際会議

整)について、高齢者の思考・行動特性に関する見解を発展させることができた。また、ゲームプレイ中の高齢者と若年成人の動作を比較し、腕と足の動作において空間的およびリズム的なインターバルの必要性を確認することができた。

CHEC 所属の博士課程学生が受けた国際会議発表助成金

- 2020 年 電気通信普及財団 海外渡航旅費
(援助金額 180,000 円) Xinhui JIANG
- 2020 年 丸文財団 国際交流助成金
(援助金額 100,000 円) Yang LI
- 2017 年 NEC C&C 財団
国際会議論文発表者助成金
(援助金額 200,000 円) Kavous Salehzadeh
- 2016 年 電気通信普及財団 海外渡航旅費
(援助金額 250,000 円) Qinglong WANG
- 2012 年 NEC C&C 財団
国際会議論文発表者助成金
(援助金額 200,000 円) Huawei TU

2.3 CHEC 主催の国際会議

CHEC は、HCI 研究の国際的なシンポジウムやワークショップを開催し、未来に向けた特定のテーマを採り上げた(図 3)。これらの会議により、HCI 分野の枠を超えて、人間と技術とが関わる様々な研究分野において、本学の世界的知名度の向上に貢献した。

① Interactive Design and Human Factors (IDHF) 2014

<https://www.kochi-tech.ac.jp/news/2014/002005.html>

参加者：87 名、参加国：11 か国

Interactive Design とはコンピュータやスマートフォンなどのインタラクティブ製品のシステムやア

プリケーション設計時にインタフェースを改善しユーザビリティを向上させる分野であり、Human Factors は機器やシステムの設計時に人間工学を応用する分野である。インタラクティブデザインには、ツールと人間の心理的身体的特性、環境、組織、社会などの相関の適切化を図る人間工学からの知見を共有する必要があるが、実際にはこの 2 分野の交流は少ない。会議で発表された様々な研究結果から総括して、2 分野のこれからの方向性として、人間と他要素間の相互作用の理解を深めた、ユーザのウェルビーイングを追求したより人間にフォーカスした設計を確立していくことが共通の課題であることを認識した。

会議で採択された一部の論文の拡張版を再審査し、採択された論文を、国際誌 *Interacting with Computers* 特集号 (Special Issue in Human Factors and Interaction Design for Critical Systems) に掲載した。

② Interactive Technology and Aging Population (IxAP) 2016 & IDHF 2016

<https://www.kochi-tech.ac.jp/english/news/2016/002856.html>

参加者：120 名、参加国：11 か国、26 研究機関、18 大学

老化は人間に様々な身体的、心理的、認知的、行動的变化をもたらすと同時に、テクノロジー利用にも大きな影響を与えている。一方、産業界での技術製品開発は若年者の使用に焦点を当てたものが多い。高齢者のテクノロジー利用のしづらさや不平等はここに起因する。インタフェースデザインにおいても、この認識を高め、高齢者の積極的なテクノロジー利用を後押しする仕組みづくりが必要である。本会議の目的は、老化を研究テーマとして扱う様々な分野の研究結果から断片化されている知見を統合



図 4. 左上：香美市立片地小学校の見学（2016）。右上：四万十町立昭和小学校の見学（2017）。左下：オープンキャンパス（2016）。下中：YOSAKOI サマースクール（2018）。右下：小学生からの感謝状。

し、誰もが使いやすいインタフェースデザインの開発や強化に活かしていくことであった。

③ International Workshop on Human-Engaged Computing (IWHEC) 2017 ~

<https://iw2021.xrenlab.com/>

2021 年は on-line 開催、参加者数は 2141 名

2017 年から定期開催を始めた IWHEC では、これまで開催したシンポジウムを発展させ、「人間とコンピュータ（あらゆる人工物）の関係の再考」を踏まえて、任の提唱する理念「Human-Engaged Computing」をテーマとした。HCI/HEC にかかわる著名な研究者を国内外から招聘し、学際的な特徴を持つ研究分野のアイデア交換・創出・発信のための世界的なプラットフォームになることも目指した。開催をきっかけに、CHEC でも新たな共同著書や共同論文を創出、また、進行中のプロジェクトも発展させることができた。本学学生も論文やポスターを発表し、優秀な発表は査読を経て受賞もしている。特に日本人の学生にとっては、海外の様々な研究に触れてよい刺激になった。例えば、ポスターセッションでは、海外研究者達との英語による研究交流を経験することができた。

④ HCI 分野最高峰の国際会議 ACM CHI における Workshop および Special Interest Group (SIG) Meeting

以下は、CHEC がアメリカ、イギリス、カナダ、

フィンランド、デンマーク、スコットランド、香港などの世界的に著名な研究者たちと連携、主催した学会活動である。各イベントの開催年月、名称、テーマを示す。

2015 年 4 月 CHI 2015 Workshop 「Leveraging and Integrating Eastern and Western Insights into Human Engagement Studies」

2016 年 5 月 CHI 2016 SIG Meeting 「Rethinking Mobile Interface for Older Adults」

2017 年 5 月 CHI 2017 Workshop 「Designing Mobile Interactions for the Aging Populations」

2021 年 5 月 CHI 2021 Workshop 「Designing Mobile Interactions for the Aging Populations」

2.4 国内外からの研究者招聘

イノベティブな発想には異なる背景の人々による「協創」「共協」が必要であり、「協創」「共協」の重要な活動の一つが学術交流である。CHEC は、国内外から研究者を招聘し、講演開催および研究交流を積極的に行った。講演者は、HCI 分野以外にも、経済学、神経科学、心理学、教育学や医学分野の研究者、企業家などを招聘した。本学の研究者と学生達には、HCI/HEC 分野開発研究の最新動向を把握したり、自己の研究に対する他の HCI 研究や異なる分野の人々の視点を知るとともに、今後のコラボレーションの可能性を探る機会になることを

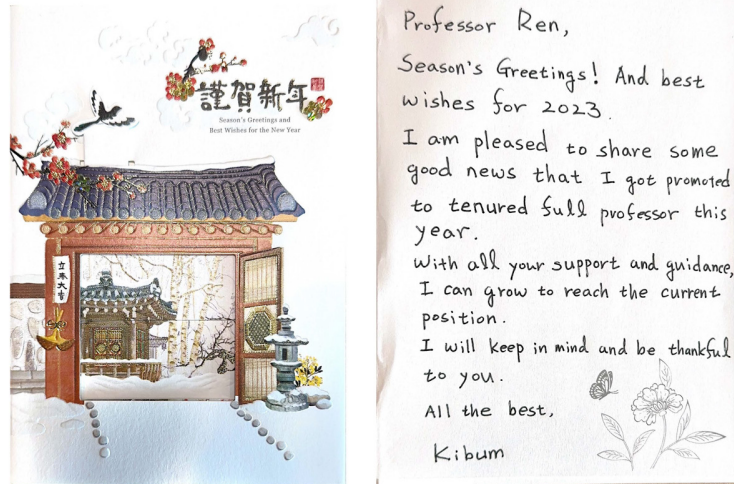


図 5. Kibum KIM 氏からの新年メッセージ

期待している。

来訪者との個人的な繋がりは、やがて協働・共協への道を拓き、最終的に組織的な繋がりへと発展する可能性を持っている。例えば、環境問題など世界規模の課題の解決には、国際的なネットワーク、異分野間のネットワークを確立し、新しい知的基盤を作ることが必要であろう。大学に期待されるのは新しい知識の創造および人材の育成である。CHEC における研究者同士の草の根の交流は、大学の使命という観点からも極めて意義深いと考える。

2.5 国際色豊かな研究室と研究的教育

HCI/HEC 分野の研究拠点として充足し、12年の間に各国から多くの留学生や研究員が集まった。中国、韓国、タイ、ミャンマー、インドネシア、インド、エジプト、イラン、フランス、フィンランド、アメリカ、スペイン、国の数は12か国に上る。当然ながら、CHECの公式用語は英語である。また、任は、次世代の育成や本学のPRにも繋がると考え、研究室見学の希望（小学生の見学、オープンキャンパス、YOSAKOI サマースクール、大使館の来賓など）に対してはオープンドアを心掛けてきた（図4）。インドネシアからの2名の学部生が、YOSAKOI サマースクールでCHECを訪れたのをきっかけに、1名はリサーチインターンとしてCHECで短期留学し、1名は本学修士課程へ進学し修了した例もある。

人間にとって使いやすいインタフェースを考える上で、多様性を考慮することは不可欠である。また、文化や社会環境が違って、HCI/HEC研究のスタートは人間の理解である。その点において、

CHECに多様な文化があることは、研究の視野を広げ、多方面から考えられるようになるなど、研究により影響を与えたと考える。

CHECの日本人の学生にとっても、英語でのコミュニケーション能力の向上や、他国の価値観を知り自国の常識にとらわれない広い視野を持つことができるようになるなど、国際的な感覚が身に着くよい機会となった。当時学部3年生であった今田晴菜（現NTTコミュニケーションズ）は“*In CHEC, I can feel the diversity and get involved in different cultures. There are no barriers but communication, trust, and sparks of ideas.*” 彼女の卒業研究は就職先のプロジェクトに繋がったように見える（<https://journal.ntt.co.jp/article/9143>）。また、CHECの秘書も次のようにコメントしている。“CHECに所属した多くの日本人学生が英語でのコミュニケーション・スキルと国際的な感覚を身につけて卒業しています。日本にいながらにして海外留学しているような、このような研究室は日本中どこにもないのではないのでしょうか。”

CHECで研究活動を行った留学生やポスドク研究員は、皆素晴らしい研究成果をあげ、その多くは現在も世界各国（中国、韓国、タイ、インドネシア、ミャンマー、オーストラリア、エジプト、イギリス、フランス、スイス）の大学や研究機関でHCI分野の研究者として活躍している。今後は人間生活のあらゆる場面でテクノロジーが利用され人と技術が「共生」「共協」するであろうから、HCI/HEC研究はこれまで以上に重要視される。HCI/HEC分野での教育研究を通じてこれからも貴重なHCI/HEC人材を育てていきたい。

外部からの訪問者や学生たちのコメントの紹介

• 福田敏夫教授 (JST ムーンショット目標 3¹⁸⁾「自ら学習・行動し人と共生するロボット」のプログラムディレクター、元 IEEE 会長、2018 年 12 月 CHEC 訪問) : 「国際的に活発な研究室を見て感心しました! もっといろいろ出来そうですね。Human Engaged computing HEC 面白いです。他にも似たような研究をしていれば、Community を作れば良いですね。」

• Jeffrey Bardzell 教授 (当時 at Indiana University、2017 年 11 月訪問) : “your students at every level impressed me, from the undergraduates through the post-doc. Your group demonstrates that highly technical computer science can also be idea-driven, epistemologically pluralistic, and intellectually curious; I only wish my technical colleagues were more like you! It was a pleasure to learn about what they are doing. The workshop itself was also among the best-run workshops I have ever attended. ... I hope this is the beginning, not the end, of our collaborative explorations!” と手紙にコメントし、その後、CHEC 所属の博士課程学生 WANG Chen の副指導教員を快諾してくれた。さらに、Bardzell 教授は IWHEC 2020 で再び本学を訪問した。また、Bardzell 教授は、本年 8 月には WANG Chen の学位論文最終審査会に出席する予定である。一方、UNC (University of North Carolina) School of Information and Library Science の学部長として、本学/CHEC とのより持続的な関係を希望し、共同研究プロジェクトの可能性を打診してきた。そこで、本年 8 月来校の機会に、情報学群との共同研究ワークショップを開催する。

• Ann Light 教授 (University of Sussex、2017 年 11 月訪問) : “CHEC is cultivating a large number of inspiring students and post-docs.”

• Kibum Kim 教授 (Hanyang University、元 CHEC ポスドク 研究員) : “I believe the experience of working in CHEC leads me to become a faculty member. I appreciate all your support and guidance.” と 2015 年 greeting card にメッセージを綴ってくれた。また、2023 年 greeting card にテニユア教授となった旨を報告してくれた (図 5)。

• Sayan Sarcar 講師 (Birmingham City University、元 CHEC ポスドク 研究員) : “During my 3 years stay in CHEC, I have come across to a multicultural research community which not only helps to enhance my HCI research capabilities through several regular activities such as seminars and workshops, paper reading sessions

- 第1段階: Human-Computer Interaction (HCI)
人とコンピュータの相互作用
- 第2段階: Man-Computer Symbiosis
人とコンピュータの共生 (15~500年)
- 第3段階: Ultra-Intelligent Machines
スーパーAI

図 6. J.C.R. リックライダーが予言した人とコンピュータの関係~ 1960 年当時の予測~

etc., but also encourages philosophical discussions which provide a lens of understanding inner capacities of human.”

3. 人間とコンピュータ技術の関係におけるパラダイムシフトー Human-Computer Interaction (HCI) から Human-Engaged Computing (HEC)

HCI 研究は、1970 年後半~ 1980 年前半に、パーソナルコンピュータの登場・一般化を背景に、欧米を中心に重要視され盛んに行われるようになった。しかし、それよりも前の 1960 年、まだ汎用コンピュータがなかった時代に、人間とコンピュータとの将来的な関係について既に予見している研究者がいた。コンピュータネットワークシステムを最初に構想したコンピュータサイエンスの先駆者で心理学者でもあった J.C.R. リックライダー (Joseph Carl Robnett Licklider) である。彼は、「Man-Computer Symbiosis (人とコンピュータの共生)」という論文の中で、人とコンピュータの関係には 3 つの段階 (図 6) があると予測した。

リックライダーの第 3 段階、人間の知能を超えるスーパー AI の到来についても、現在では 2050 年頃には汎用 AI が人間の知能を超え、技術的シンギュラリティが到来するという仮説もある。このシンギュラリティについて人々が強く関心を持つ根本的な要因はどこにあるのか。コンピュータを人間の化身のように表現する「Artificial Intelligence (AI) : 人工知能」という言葉は、コンピュータの更なる能力向上に対する人々の期待を助長すると同時に誤解も招いている。現状の生成 AI は、プログラミング、大量のデータ、トライアルエラーなどの多くの人による作業を必要とし自律的ではない。汎用性も予想以上に低い可能性があり、単なるツールの域を越えていないため、「機械学習」と呼ぶべきという主張もある⁶⁾。

リックライダーの第 1 段階は、60 年が過ぎた現在、依然として盛んに行われている。また、近年

- 第1波： Man-Machine Fit
人間と機械の適合を最適化すること
- 第2波： Similarity between human and machine information processing
人間と機械情報処理間の類似点を強調するもの
- 第3波： Focus on Human
人間に焦点を当てること
- 第4波： (Current wave) More Human-Centered Perspective
(現在の波) よりいっそう人間中心の視点
- 第5波： Human-Engaged Computing (HEC)

図 7. Human-Computer Interaction (HCI) 分野の 5 つの波

AI ブームにより、第 2 段階は現実味を帯び、これからどのように人とコンピュータが「共生」していくのかについて、将来人類は AI をコントロールするのか、それとも人類が AI にコントロールされるのか？活発な議論がある。これについて、任にはまだ正解がない、または不要であると考えている。学界では「人・コンピュータ統合」「人・AI 融合」「人・AI 協働」など様々な見解が示されているが、人間が単なるテクノロジーの消費者の立場で、さらなる効率と生産性をシステム的にした考えが多く見られる。任は、視点を変えたらよいのではないかと思う。つまり、「人類の持続可能な社会の実現に向けて、人類が直面している主な課題は何か？」あるいは「人類の利益や人間の生存の確率向上のために、どのような技術を生み出せばよいのか？」と。そのためには、人と人工物（AI を含むさまざまなデジタル製品）の理想的な関係を究明し、それをベースにした技術研究開発をすることが、持続可能な社会の実現の可能性を高め、人類全体の幸福を促進する。任が説く HEC はそのための基本的な考えを既に提示している^{7,8)}が、より包括的なアーキテクチャの設計には、学際的分野の研究者同士の協同の努力が不可欠である。

これまでの HCI 研究の歴史を見ると、その研究傾向が効率性・生産性重視の技術指向的価値観からユーザの人間の要素に焦点を置いた人間主義にシフトしてきたことがわかる。任と研究者ら^{7,8,13)}は、HCI 分野の研究傾向は、コンピュータ技術開発や社会情勢を背景に、これまで 4 つの波を形成してきたと考える（図 7）。第 1 の波は、生産工学と人間工学を背景に、人間と機械の適合を最適化することに焦点を当てたものであった。第 2 の波は、認知心理学に触発され、人間と機械情報処理間の類似点を強調するものであった。第 3 の波は、HCI の社会的及び情緒的な側面に取り組むことにより、研究の焦点を人間に移行させた。第 4 及び現在の波

は、ポジティブ心理学と認知神経科学からの知見を合わせ、肉体的及び精神的幸福、創造性、感情、道徳的価値観、そして自己実現のような要因を考慮する。即ち、よりいっそう人間中心の視点を有している。

第 4 波以降、人とコンピュータが共生していく人類社会のあり方にフォーカスが移ってきた。任は、これからの HCI 研究の軸となるような視点を熟慮し、CHCI 発足の翌年から「Human-Engaged Computing (HEC)」の概念を提案してきた。これは、人とコンピュータの理想的な関係性についての哲学的な思想であり、第 5 波になることを期待している（図 7）。HEC についての詳細の紹介は本稿のスコープを超えているので、関連の論文（例えば^{7,8,9,10,11,12)}）および今後の著作に譲ることとし、ここでは基本的な思想を紹介する。

HEC 思想は、HCI 研究の第 4 波と研究的視点の一部を共有している。現代は、HCI の影響下、例えば、若者のデジタル中毒によるうつ病など新たな社会問題が生まれている（HEC は、テクノロジーやインタラクションによる副作用を Antibiosis と表現する）。任は、このような状況では、技術力が高まれば人間の潜在能力が低まるという反比例の関係性ではなく、人間のポテンシャルや潜在的な能力を向上させる技術をデザインするような方向を目指すべきと考える（HEC は、このような技術を Engaging Computer or Engaging Technology と表現する）。そして、HEC はインタラクション中のタスクに完全に没入し一体化しているような人間を Engaged Human と表現する。HEC は技術力を単なる共生ではなく、Synergized Interaction or Synergism（「共昇」的相互作用または「共協」的相互作用）させて、双方を最大限に発揮させ現実世界の複雑な問題を解決しようとする。任はこのような関係性を、易経の「陰・陽」や中庸の“適切なバランス”という東洋哲学から着想を得た。自然界の事象は陰と陽で成り立っており、その陰陽は相対立するものでは

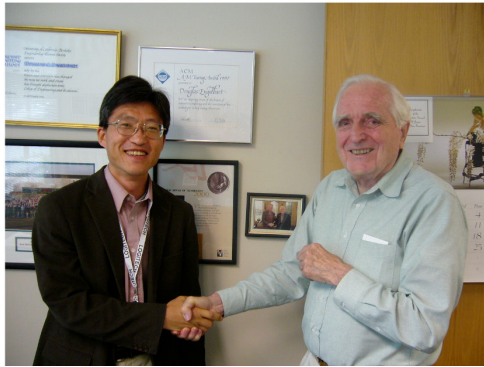


図 8. シリコンバレーでエンゲルバード氏との面会 (左)、直筆のメッセージ (右)

*Let's focus our HCI attention
on increasing Human capabilities
to develop, integrate and
understand the knowledge
required for improving society's
ability survival probability.
Oleg Engelbart, 25 May 06
Bootstrap Alliance*

なく、二つで一つとなるものである。異質な関係である陰陽が共存しようと調和するとき、循環を起こし新たな進化を遂げる。人間は本来、様々な潜在能力(美的感覚、マインドフルネス、注意力・集中力、自制心、自発性、自己移入、そして信頼心などのソフトスキル)を備えている。これらのソフトスキルは、単なる日常生活や仕事の手段のみならず、人工知能と人類を区別し、人類が存在する重要な意義であり、人類の持続発展のための重要な能力である。任は、Engaging Technology を研究・開発し、人間のこのような能力、ひいてはウェルビーイングを向上させる時代の到来を期待する。人間の潜在能力(特に東洋思想の「心」)の向上は単なる個人の精神的側面にプラスに作用するだけでなく、ウェルビーイングの促進など、集団的なウェルビーイングを向上させ、ひいては人類共通の多くの課題(環境、経済、国家や文明間の紛争など)の解決や持続可能な社会の実現に繋がると考える¹⁴⁾。

任が HEC 研究を考えるようになった背景には、3つの要因がある。

1. 30年に渡る Human Computer Interaction (HCI) 分野での基礎研究。その間、国内外で数多くの研究交流・学会活動などを行ってきた^{15, 16)}。このように自分自身の経験や形成した理念そのものが、HEC を考え出す核となった。
2. 人類の持続可能な発展のためには、人間とテクノロジーの関係はどのようなものにすべきかとの問い。人類・HCI・テクノロジー史・東洋西洋思想を分析。現状は「心」を持たない技術が人間の「身」、「知」に対する欲望を拡大した結果であり、持続可能な発展のため、東洋思想(特に「心」)をテクノロジーの研究開発に導入すべきと認識した。
3. 2006年5月、シリコンバレーにおけるダグラスエンゲルバード氏との会談。エンゲルバード氏

は、今日も我々が利用している対話型コンピュータの原型を設計した人物である(コンピュータ操作のマウスは、彼が創出した多くの発明物の一つ)。訪問の終盤に、私と学生へ直筆のメッセージ「Let's focus our HCI attention on increasing human capabilities to develop, integrate and understand the knowledge required for improving society's survival probability」を受け取った(図8)。エンゲルバード氏は、人類全体を俯瞰する視点で人間の未来を考え、現状のままでは人間の未来はないかもしれないと危惧していた。HCIの分野からもっと新しいアプローチを生み出して、人間の未来を救わなければならない、と。

4. 結言と HEC の将来展望

以上、CHEC の12年間の主な活動について、研究テーマ、内容、外部資金、国際会議主催、研究者招聘交流、研究的教育という側面、そして HCI から HEC へパラダイムシフトした背景・考え方を述べた。

HEC の最大の特徴は、東洋思想を技術の研究開発・教育に導入するという考え方である。東洋の文化・哲学をベースにした人工物の研究開発・教育は、時代をリードし、世界変革の流れになることが期待できる。任は、将来も AI は infrastructure であり、人類の持続可能な社会の実現には、HEC のような新しい研究教育の領域や新しい投資機会が必要であり、その考えは今も依然として変わらない。

実は、人間とテクノロジーの関係を再考する動きは近年国内外において始まっている^{9, 20, 17)}。国内では、JST 大型プロジェクトムーンショット^{18, 19)}、ウェルビーイングとテクノロジーの関係性^{21, 22)}、海外においては、人間とテクノロジーの関係に焦点を当てたパネルやワークショップなどが頻繁に行われている。HEC の理念は特に海外の IT コミュニ



図9. 任は ACM CHI 2017 にパネルリストとして参加。左から、司会者：Umer Farooq (Facebook) ; Jonathan Grudin (Microsoft Research)、およびパネリスト：Ben Shneiderman (University of Maryland), Pattie Maes (MIT)。Shneiderman 教授と Maes 教授が CHI 1997 のパネルで行なった有名な討論『人工知能は敵か味方か (原題：Machines of Loving Grace: The Quest for Common Ground Between Humans and Robots), 2015』に収録された。

ティーンに注目され、任は以下の4つに招待された：

- CHI 2017 パネル (図9)¹⁹⁾、
- CHI 2021 パネル²⁰⁾、
- “Human-Technology Interaction Workshop” (2021年5月アメリカ国立科学財団 NSF 主催)、および
- “AI 時代におけるヒューマン・コンピュータ・インタラクションの機会と課題” (2024年3月中国計算機学会 CCF 主催)。

そして、中国のコアジャーナル *Science & Technology Review* の特別寄稿論文にも招待された²³⁾。

近年、スタンフォード大学は2019年に Institute for Human-Centered Artificial Intelligence²⁴⁾、ケンブリッジ大学は2023年 Institute for Technology and Humanity を設立した²⁵⁾。そのような意味で本学の CHEC は先鞭を取ったと言える。

CHEC における研究・教育活動を通して、任は人間と技術との在り方についての研究が宿命のように感じている。技術が空気と水のように我々の生活に溶け込み、その切り分けが曖昧になる中、常にヒューマニスティックを尊重して研究を遂行したいと考える。現在、海外の出版社が HEC 理念に興味をもち、2冊の HEC 書籍出版作業が進行中である。1つは中国語版 (7月出版予定)²⁶⁾、他の1つは中国版の内容を大幅にアップデートした英語版 (今秋交付予定)²⁷⁾ である。さらに、興味を示す国内の出版

社があれば、中国語版と英語版を元に、最新の考えを追加して日本語版を執筆したいと考えている。

本招待論文の依頼に応じて原稿を執筆していたところ、HEC 思想の一部と同様な理念をもつ「東京フォーラム」を発見した²⁸⁾。今後も、人類の未来を見据えて人間と科学・技術との関係を再考する場が増えていくことを期待したい。

5. 謝辞

高知工科大学の恵まれた研究・教育環境の下で、国際的な研究活動を展開し、人間とコンピュータ (情報や人工物など) が関わる分野に対する世界的な指針とも言うべき HEC の理念を発想するに至った。

2012年、佐久間健人元学長の洞察力のお陰で Center for Human-Computer Interaction (CHCI) を設立することができた。国際レベルの研究教育拠点としての期待に心から感謝したい。2015年、新しく選ばれた7つの研究センターのうち、Center for Human-Engaged Computing (CHEC) だけが英語名を持つ唯一の研究センターである。これは、磯部雅彦元学長の英断のおかげである。その後も、蝶野成臣学長をはじめ、教員の先生方ならび優秀な職員や秘書の方々に様々な支援を頂いたことに深く感謝申し上げたい。様々なレベルで HEC の理解を深め、発展させてきた CHEC/CHCI のすべてのメンバー、

CHEC/CHCI の運営に多大な協力を頂いたすべての人々に深く感謝する。

最後に、交流を通して HEC の考え方に共鳴し、HEC 思想の価値を認め、貴重なアドバイスと支援を提供することにより、HEC 思想を軸とする CHEC 活動としての国際ネットワークの形成に多大な貢献をしてくれた、世界中の研究者や関係者の方々に深く感謝する。

文献

- 1) 国際科学技術共同研究推進事業 [EB/OL]. (2015-03-27) [2024-06-03]. <https://www.jst.go.jp/pr/info/info1094/index.html>
- 2) International workshop on human-engaged computing [EB/OL]. (2021-03-19) [2024-06-03]. <https://iw2021.xrenlab.com>.
- 3) 佐々木 司 [EB/OL]. [2024-06-18]. <https://www.gakkohoken.jp/special/archives/219>.
- 4) CHI2017 論文採択情報 [EB/OL]. (2017) [2024-06-03]. <https://www.kashyaptodi.com/chi2017/authors>.
- 5) トップコンファレンス採択論文紹介 [EB/OL]. (2017) [2024-06-03]. <https://confit.atlas.jp/guide/event/vrsj2017/session/3C02-02/class>.
- 6) シモセラ エドガー (2024). 生成系 AI の世界における創造性. 電子情報通信学会誌, 107(5), 411-415.
- 7) Ren, X. (2016). Rethinking the Relationship between Humans and Computers. *Computer*, 49(8), IEEE, 104-108.
- 8) Ren, X., Silpasuwanchai, C., and Cahill, J. (2019). Human-Engaged Computing: The Future of Human-Computer Interaction. *CCF Transactions on Pervasive Computing and Interaction*, 47-68, Springer. Selected feature paper in Springer, and CCF TPCI best paper award (one of two papers selected from all publications in 2019).
- 9) Farooq, U., Grudin, J., Shneiderman, B., Maes, P. and Ren, X. (2017). Human Computer Integration versus Powerful Tools. *Proceedings of the 2017 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (CHI '17)*. Denver, CO, USA: ACM, 2017: 1277-1282.
- 10) Law, E., Silpasuwanchai, C., Ren, X., et al. (2015). Leveraging and integrating Eastern and Western insights for human engagement studies in HCI. *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. Seoul, Korea: ACM, 2433-2436.
- 11) Niksirat, K., Sarcar, S., Sun, H., et al. (2018). Approaching engagement towards human-engaged computing. *Extended Abstracts of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. Montréal, Canada: ACM, 1-4.
- 12) Goethe O, Salehzadeh Niksirat K, Hirskyj-Douglas I, et al. (2019). From UX to engagement: Connecting theory and practice, addressing ethics and diversity. *Universal Access in Human-Computer Interaction. Theory, Methods and Tools: 13th International Conference*. Orlando: Springer International Publishing, 91-99.
- 13) Harrison, S., Tatar, D., and Sengers, P. (2007). The three paradigms of HCI, *Alt. Chi. Session at the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, San Jose, CA, USA: SIGCHI, 1-18.
- 14) 任向実 (2022). 「技術は人なり」から導き出された私の研究 [EB/OL]. (2022-01-13) [2024-05-27]. <https://www.tduaa.or.jp/support/blog007/>.
- 15) 任向実 (2011a). IBM 研究所とトロント大学滞在看聞. 高知工科大学紀要, 8(1), 233-243.
- 16) 任向実 (2011b). イノベーション・マネジメント・人材獲得と国際化に関する見聞と考え. 高知工科大学紀要, 8(1), 255-262.
- 17) Rodrigues Barbosa, G. A., da Silva Fernandes, U., Sales Santos, N., & Oliveira Prates, R. (2023). Human-Computer Integration as an Extension of Interaction: Understanding Its State-of-the-Art and the Next Challenges. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 40(11), 2761-2780. <https://doi.org/10.1080/10447318.2023.2177797>
- 18) ムーンショット目標3 [EB/OL]. (2020-2) [2024-05-27]. <https://www.jst.go.jp/moonshot/program/goal3/>.
- 19) ムーンショット目標9 [EB/OL]. (2021-11) [2024-05-27]. <https://www.jst.go.jp/moonshot/program/goal9/>.
- 20) Wang, D., Maes, P., Ren, X., et al. (2021). Designing AI to work with or for people? *Extended Abstracts of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. CHI, 2021: 1-5.
- 21) 出口康夫 (2023). 京大哲学講義 AI 親友論. 徳間書店.
- 22) 七沢智樹 (2024). 「ウェルビーイングとテクノ

ロジーの関係性」を哲学するー批判と具体的実践ー。情報処理, 65(6), e12-e17.

- 23) Wang, C., Ren, X. (2024). Paradigm shift: From human-computer interaction to human-engaged computing. *Science & Technology Review*, 42(8): 6-20. <https://doi.org/10.3981/j.issn.1000-7857.2024.01.00013>
- 24) Adams A. (2019). Stanford university launches the institute for human-centered artificial intelligence [EB/OL]. (2019-03-18) [2024-05-27]. https://news.stanford.edu/2019/03/18/stanford_university_launches_human-centered_ai.
- 25) Issimdar M. (2023). Cambridge university launches institute for technology and humanity [EB/OL]. (2023-11-21) [2024-05-27]. <https://www.bbc.com/news/uk-england-cambridgeshire-67479270>.
- 26) 任向実, 付志勇, 麻曉娟, 等 (2024). 人機共協計算. 清華大学出版社.
- 27) Ren, X. and Wang, C. et al. (2024). *Human-Engaged Computing*. CRC Press.
- 28) 科学の進展で生じた不安の緩和は対話が鍵に「科学と人の心」をテーマに東京フォーラム2021 [EB/OL]. (2021-01-19) [2024-06-05]. https://www.u-tokyo.ac.jp/focus/ja/features/z0508_00030.html

付録 A. マインドフルネスに関連する一部の論文の概要

Attention Regulation Framework: Designing Self-Regulated Mindfulness Technologies.

Niksirat, K.S., Silpasuwanchai, C., Cheng, P. & Ren, X. (2019). *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 26(6), 1-14.

マインドフルネスは心身の健康により効果があり、そのアプリケーションは世界的に注目されている。しかし、既存アプリケーションの多くは、個々のユーザの心身のニーズやペースに適応できていないガイダンスを採用している。本研究の目標は、ガイダンスによる瞑想を越えた自己制御による瞑想の実践であり、ユーザに対して適応性の高いマインドフルネスアプリケーションの設計方法を探究する。ユーザが注意を自然かつ継続的に今の瞬間に戻し、非評価の意識を発達させるためのフレームワーク (Attention Regulation Framework, ARF)、インタラクションガイド設計、インタフェースを提案する。これは、ユーザの微妙な動きを非侵襲的に検出・フィードバックするメカニズムにより実現する。

ARF による 2 つの設計を準備し、ユーザが静的 (落ち着いている) および動的瞑想 (ゆっくりした身体動作) 条件下にある場合の ARF の効果を検証した。既存のガイダンスによる瞑想アプリケーションに比較すると、ARF によるアプリケーションは、注意力、マインドフルネス、気分、幸福感、身体のバランスを改善するのに効果的であることが判明した。

A Framework for Interactive Mindfulness Meditation Using Attention-Regulation Process.

Niksirat, K.S., Silpasuwanchai, C., Ahmed, M., Cheng, P. and Ren, X. (2017). *Proceedings of the ACM CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'17)*, Denver, USA (May 6-11, 2017), 2672-2684. Acceptance rate = 25%

現代人の生活ではストレスが常態化しつつある。マインドフルネス (現在の瞬間に注意を向ける状態) による瞑想は、このストレス緩和に効果がある。スマートフォンの普及により、マインドフルネスベースのモバイルアプリケーション (mindfulness-based mobile applications, MBMAs) が注目を集めている。現在の MBMA は、主に音声などのガイダンスに従う形式だが、必ずしも効果的ではなく周囲の環境にも影響されやすい。例えば、ユーザがインタラクションのペースについていけない場合は、周囲に誰もいないような落ち着いた環境が必要である。本研究では、マインドフルネスの原則に基づくゆっくりとした反復的・継続的動作によるシンプルなアプローチを用いて、ユーザが自身の能力と状態に応じて注意力を自己調整できるインタラクティブフレームワークを提案・検証した。我々の提案したフレームワークは肯定的な結果を示し、混雑した場所でも快適に使用できることを示した。

Understanding the Role of Human Senses in Interactive Meditation.

Ahmed, M., Silpasuwanchai, C., Niksirat, K.S., and Ren, X. (2017). *Proceedings of the ACM CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'17)*, Denver, USA (May 6-11, 2017), 4960-4965. Acceptance rate = 25%

生活上のペースが加速した現代社会では、緊張や不安がますます日常的となっている。そのような中で、リラクゼーション (感情が緊張と不安から解放されている状態) のための瞑想が注目を集めている。人々の間で利用が広がる瞑想アプリケーションは、人間の触覚 (touch)、聴覚 (audio)、視覚 (visual) を利用しているが、これら人間の感覚と瞑想の間で起こるインタラクティブな関係性はよく理

解されていない。本研究では、単一の感覚および組み合わせた感覚が双方向対話型瞑想に及ぼす影響を調査した。その結果、瞑想時には特定の感覚がより有効性があるという当初の予想を裏切って、それぞれの感覚が、瞑想時のリラックス状態と緊張状態のバランスを取り、集中状態を維持する役割によって、その有効性を定義できることが判明した。

付録 B. ゲーミフィケーションとゲーム難易度に関連する一部の論文の概要

Developing a Comprehensive Engagement Framework of Gamification for Reflective Learning.

Silpasuwanchai, C., Ma, X., Shigemasa, H., & Ren, X. (2016). Proceedings of the 2016 ACM Conference on Designing Interactive Systems (DIS 2016, June 4–8, 2016, Brisbane, Australia), 459–472. Acceptance rate = 26%

エンゲージメントは学習のためのゲーミフィケーションの有効性を測る重要な尺度となる。本研究では、文献レビューとメタ統合に基づき、ゲーミフィケーションを学習設計に取り入れるための包括的なフレームワークを提案する。そのフレームワークは、戦略的ゲーミフィケーション、エンゲージメントの次元、ユーザの学習効果の繋がりを示す。フレームワークについて、ユーザ調査を実施し以下3事項の実証実験を行った。

1. 戦略的ゲーミフィケーションがエンゲージメントを引き起こす可能性、
2. エンゲージメントの3つの次元がユーザのスキル習得と発揮に影響を及ぼす可能性、
3. これまでの研究では考慮されてこなかったタスクそのものの特性と学習者自身の特性がエンゲージメントに影響を与える可能性。

本研究のフレームワークは、学習のためのゲーミフィケーションのメカニズムの深い理解を提供し、ゲーミフィケーション研究やゲーム設計の理論的基盤として機能する。

Designing Concurrent Full-Body Gestures for Intense Gameplay.

Silpasuwanchai, C. and Ren, X. (2015). International Journal of Human Computer Studies (IJHCS), 80(8), 1–13.

ビデオゲームプレイにおいて、全身ジェスチャ入力はコントローラーなどでの入力に比べ、人間にとってより自然で直感的な入力を可能にするが、ゲーム開発者が設計した全身ジェスチャが必ずしも最適であるとは言えない。ゲームジェスチャインタ

フェース設計における主な課題は、ビデオゲームがもつ集約的・動的な特性へ対応するため、様々な体の部分を使用して複数の全身ジェスチャを同時に実行する必要があることである。本研究の目的は、激しいゲームプレイ中でも高いインタラクティブティを可能にする全身同時ジェスチャの調査である。以下がユーザ調査の主な項目である：

1. 誘発調査に基づく、全身ゲームジェスチャにおけるユーザの嗜好、
2. 適合性評価に基づく、一般的ゲームアクション/コマンドに代わる適切な身体部位の組み合わせ、
3. 自発的選択に基づく、全身同時ジェスチャの組み合わせのコンセンサス。

Rethinking Dynamic Difficulty Adjustment for Video Game Design.

Guo, Z., Thawonmas, R., & Ren, X. (2024). Entertainment Computing, Volume 50, May 2024, 100663.

動的難易度調整 (DDA) は、長年にわたりゲーム研究分野で大きな関心を集めてきた。人々の高い期待にもかかわらず、プレイヤー体験の向上における DDA の有効性は確定できていない。本論文の目的は、4つの重要事項 (DDA の定義、範囲、価値、設計) について答えを求めることで、DDA の理論的基礎を再構築することである。DDA と DDA 設計に関する新たな視点を獲得するために包括的な文献レビューを実施した。DDA のフロー理論への不当な依存を明らかにし、ゲーム難易度の概念に基づき DDA を再定義し、DDA の実施範囲と価値について解説した。さらに、ゲームクリアを目標においた DDA 設計フレームワークを提示し、実用的なアプローチとして6ステップの DDA 設計プロセスを提案した。本研究は、将来のゲーム研究における DDA の理解と設計についての理論的サポートを提供する。

付録 C. 支援インタフェースに関連する一部の論文の概要

Ability-Based Optimization of Touchscreen Interactions,

Sarcar, S., Jokinen, J., Oulasvirta, A., Silpasuwanchai, C., Ren, X. (2018). Pervasive Computing: Special Issue - Accessibility, 17(1), 15–26, IEEE.

感覚運動機能障がいおよび認知機能障がいを持つユーザのインタフェース設計を改善し、能力ベースの最適化を達成するための計算アプローチを提示する。オプティマイザーが個人の能力に適応した

ユーザインタフェースを算出し、タスク固有の認知モデルを基準として評価する。本計算アプローチは大規模なデータ収集を必要としない。また、ユーザ自身または介護者によって、自動および手動の両方で最適化することが可能である。本研究では、振戦と失読症を持つユーザ向けに、テキスト入力速度を向上させるとともにエラーを減少させる可能性を持つ最適化されたタッチスクリーンレイアウトを提示した。能力ベースの最適化の応用はこの2つの例に限らない。

Designing Motion Marking Menus for People with Visual Impairments.

Dim, NK., Kim, K., and Ren, X. (2018). *International Journal of Human-Computer Studies (IJHCS)*, 109, 79-88.

視覚障がいを持つユーザのスマートフォンアクセシビリティは、主にスクリーンリーダーと音声コマンドに依存している。しかし、視覚障がいを持つユーザは移動環境での安全性を主に周囲環境音に左右されるため、スクリーンリーダーや音声コマンドは理想的ではない場合がある。最近の研究では、モバイルデバイスのマーキングメニューにより、視覚健常のユーザが迅速かつ目を使わずにアクセスできることが示された。しかし、この研究報告では、視覚障害のあるユーザのニーズを満たす設計上の含意や適応が欠けている。本研究では、視覚障がい者が3D モーションを介してマーキングメニューを使用し、スマートフォンの機能呼び出す能力を調査する。調査結果から、視覚障がいを持つユーザのマーキングメニューのための最適なメニュー項目数(幅)とメニューレベル(深さ)を探索、提示する。また、マーキングメニューのプロトタイプを、AndroidスマートフォンのアクセシビリティメニューシステムであるTalkBackTMと比較した。研究結果は、参加者がTalkBackを使用するよりもマーキングメニューを使用する場合の方がメニュー選択をより速く実行できることを示した。この結果に基づいて、視覚障がいを持つユーザ向けのマーキングメニューとモーシオンジェスチャインターフェイスを設計するためのガイドラインを作成する。

付録 D. 理論をベースにした計算フレームワーク化および基盤技術開発に関連する一部の論文の概要

Rhythm Research in Interactive System Design: A Literature Review.

Tan, P. and Ren, X. (2023). *International Journal of*

Human-Computer Interaction, 1-20. <https://doi.org/10.1080/10447318.2023.2294628>

リズムは構造や秩序感覚を生み出し、ユーザのインタラクティブシステム理解とナビゲートを容易にする。このため、ユーザエンゲージメントをより楽しくモチベーションが高いものにする。しかし、このトピックに関する既存文献は断片的で、設計者のための包括的ガイダンスを見つけることは難しい。本論文は、PRISMA法に基づくインタラクティブシステムの設計のためのリズム研究の最初の文献レビューである。批判的レビュー法に基づき59件の論文を分析し6研究ジャンルを特定した。文献レビューから、人間リズム駆動の3特質とコンピュータリズム駆動の3特質を含む6デザイン特質を提案する。さらに、リズムジャンルとリズム分類フレームワークおよびデザイン特質に関連する新たな問題について議論する。本論文の目的は、インタラクティブシステムにリズムを統合したいと考えるデザイナーに包括的ガイダンスを提供し、インタラクティブシステムデザインにおけるリズムの役割の理解を深めることである。

Designing Soundscapes System for Walking Creativity.

Tan, P., & Ren, X. (2023) 令和5年度電気・電子・情報関係学会四国支部連合大会英語発表奨励賞受賞

The Effects of Rhythmic Footstep and Sound Interactions on Creativity: A Design and Evaluation Study

Tan, P., & Ren, X. (2024). *International Journal of Human-Computer Interaction* (has been provisionally accepted for publication, pending minor revisions on April 29, 2024).

これまで歩行の足音のリズムおよび様々な音が創造性に与える効果が研究されているが、足音と音を組み合わせたものについては研究されていない。我々は、「足音駆動の音刺激 (FSS)」、「音駆動の足音調整 (SFR)」、「ランダムな足音と音の相互作用 (RFSI)」の3モードを包むFootstep and Sound Interactions (FSI) フレームワークを設計した。3モードと歩行のみの条件を比較するユーザ研究を屋内と屋外で実施し、以下の結果を得た：

1. FSS モードは両屋内外で身体認識と注意力調整において高いパフォーマンスを示した。
2. 屋内参加者の創造性スコアは屋外参加者のスコアより高かった。
3. 屋内 FSS モードは屋内 RFSI モードと比較してより高い創造性を生み出した。

4. 屋内 FSS モードの参加者は他グループと比較して心拍数とケイデンスが創造性と有意な相関を示した。

これらの結果から、FSI フレームワーク、注意力和創造性に関連する FSI の効果、そして歩行体験の文脈でのデザインの示唆と今後の研究方向について考察する。本研究は、モバイル技術が向上した結果、音楽を聴きながら歩くことが人々の日常的な活動になったことを背景に、HEC における Synergized Interaction（共協的相互作用）の概念から着想したものである。

Center for Human-Engaged Computing (CHEC) – Paradigm Shift from Human-Computer Interaction (HCI) to Human-Engaged Computing (HEC) –

Xiangshi Ren

(Received: May 31st, 2024)

Center for Human-Engaged Computing (CHEC), School of Informatics,
Kochi University of Technology
185 Miyanokuchi, Tosayamada, Kami City, Kochi 782-8502, JAPAN

E-mail: ren.xiangshi@kochi-tech.ac.jp

Abstract: This article introduces the 12-year activities of the Center for Human-Engaged Computing (CHEC), formerly known as the Center for Human-Computer Interaction. It mainly includes research, research-oriented education, external research funding, hosting of international conferences, and researcher invitations and exchanges. During this period, my core philosophy regarding the relationship between humans and computer technology (all artifacts) has evolved beyond the existing Human-Computer Interaction (HCI) framework into Human-Engaged Computing (HEC). With regards to this paradigm shift, this article describes the background to the proposal of HEC thought, its ripple effects, and it introduces major related research outcomes.