

戦略的創造研究推進事業 CREST
研究領域「人間と情報環境の共生インタラクション
基盤技術の創出と展開」
研究課題「提示系心理情報学に基づくインタラクシ
ョン基盤確立」

研究終了報告書

研究期間 2018年10月～2024年03月

研究代表者：寺田 努
(神戸大学 大学院工学研究科 教授)

§1 研究実施の概要

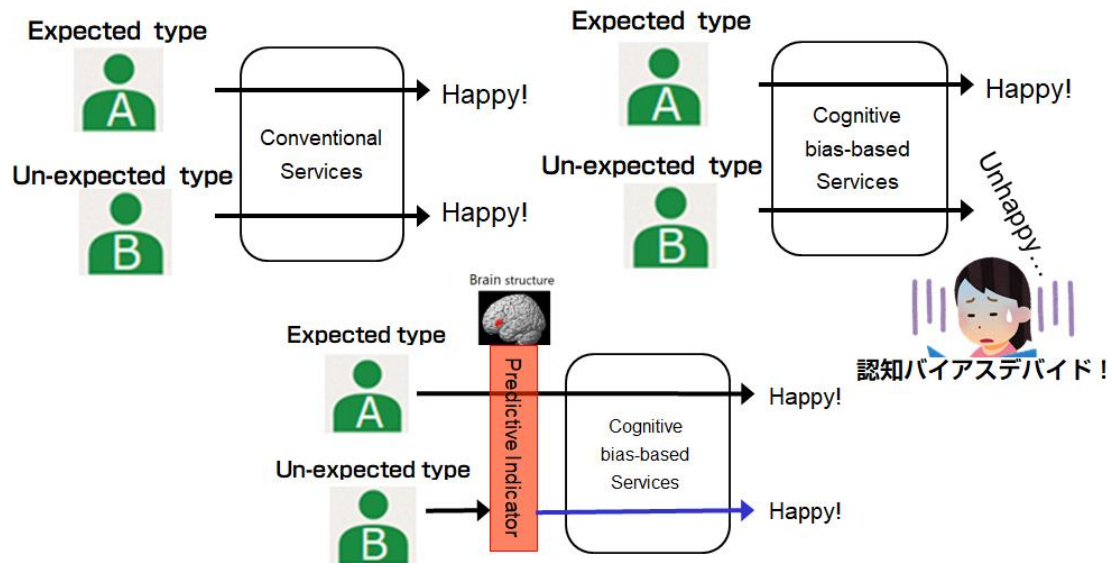
(1)実施概要

本研究の目的は、認知バイアス等の心理効果を活用した効果的なインタラクション技術を多数提案するとともに、そういった心理効果に対する受容性はユーザ毎に異なり、効果の度合いの違いや場合によっては想定と逆効果(逆極性)になる場合があることを示すこと、さらには MRI で計測した脳構造を分析することで、その受容性をあらかじめ知ることができることを明らかにすることである。これまでの成果としては、ポジティブ・ネガティブ刺激によってメンタルスポーツの成績を上げ下げできることや、ウェアラブルデバイスによる視覚刺激によって主観的な時間感覚が変化することなどを含めて 30 に及ぶ新たな情報提示心身影響を発見した(寺田 G)。また、受容性スクリーニングに関しては、VR を活用したトレーニングへの受容性や、ポジティブ・ネガティブ刺激への受容性などが MRI を用いた脳構造分析によって予測可能であることを示した(細田 G)。さらに、そのような心理影響を考慮した情報提示技術をエンタテインメントの現場において応用し、故障がバレない提示や電飾衣装の設計ガイドラインを確立した(柳沢 G)。

本研究プロジェクトは、寺田グループ、細田グループ、柳沢グループのそれぞれが研究を進めているが、個別の成果以外に下記のグループ連携成果があり、これが本研究プロジェクトの代表的な成果でもある。

1. 情報提示の受容性スクリーニングという新しい概念を提唱し、脳構造データを用いることで実際にスクリーニングが行えることを実証した。

本研究のもっとも大きな成果となる寺田 G と細田 G の共同成果である。現在、情報提示技術に心理効果を応用したものが多数登場しつつあり(寺田 G の成果において多数提案した)、今後もそういったインタラクション技術が多数登場してくることが考えられるが、情報提示が人間の心身に与える影響には個人差があり、同じ情報提示によっても人によってまったく逆の効果を引き起こす可能性がある。例えば、心拍数を増やすようなある心理的情報提示によって、想定通りに心拍数が上昇するユーザもいれば、逆に心拍数が減少してしまうユーザも例外的に存在するため、そのような人にとっても危険な状況を生み出しかねず、社会実装への大きな壁となっていた。また、そのような逆極性の人は他の心理効果に対しても逆極性になる場合が多く、つまり、心理効果を応用した情報提示技術の進展を放置しておけば、そのような逆極性の人にとってとても生きにくい世界になると考えられる。本研究ではそのような状態を下図の通り「認知バイアスデバインド」と呼ぶ。このようなデバインドを起こさないためには、ユーザがあるインタラクション技術や情報提示技術を活用したサービスを受ける前に、自分がそのようなサービスに対してどのような反応を示すのかをスクリーニングし、自分にあった使い方ができるようにする必要がある。これがインタラクション受容性スクリーニング技術であり、本研究のオリジナリティである。この技術の研究として、寺田 G における条件付けを用いたメンタル制御のスクリーニング技術や、細田 G における VR におけるトレーニング受容性など実証的な評価研究を含めて多くの成果が挙がっており、新たな概念を提唱していると同時に、今後のインタラクションデザインにおける重要な設計指針を提供していると考えている。



2. 多数のプロフェッショナルステージパフォーマンスの運用と分析結果から、見た目ディペンダビリティ、の概念を提唱し、LED 衣装のデザインガイドラインを構築した。

実践的なエンタテインメント分野における寺田 G と柳沢 G の共同成果である。柳沢が CTO を務める m plus plus 株式会社は、電飾服を中心とした実践的なエンタテインメント技術の提供会社である。有名プロフェッショナルアーティストを含めて多数の電飾服運用実績をもち、その結果から、電飾服などのエンタテインメント機器においては、機器自体の故障を防ぐ従来のディペンダビリティの考え方とは別に、機器の効果を直接享受する聴衆にとって機器の故障がバレなければいいという「見た目ディペンダビリティ」の考え方を提唱した。機器自体の故障を防ぐ場合、機器を多重化するなどの処置が必要なため、できるだけ軽量化して踊りの邪魔をしない電飾服では採りづらいアプローチである。一方で、見た目ディペンダビリティは機器の故障自体は許容し、観客の違和感を感じさせないことに注力した新しい考え方である。この考え方によってエンタテインメント機器のデザインは大きく変わると考えられる。そのための研究として、柳沢 G では人はどのような故障によって違和感を抱くのかを明らかにする研究を推進した。また、見た目ディペンダビリティが高くなる LED 衣装のデザインガイドラインを策定し、海外学術論文として発表した。

(2) 顕著な成果

＜優れた基礎研究としての成果＞

1. 認知バイアスの受容性スクリーニング技術の確立に向けた取組み

概要：認知バイアスを活用したインターフェースには人により受容性があり、MRI で計測した脳構造情報によってその受容性を事前に知るといふこれまでに存在していなかった新たな考え方を提案し、複数の認知バイアスに関してそれがうまく働くことを示した。このような受容性スクリーニングという考え方自体がこれまで類を見ない提案であり、この成果が広まることで、新たな認知バイアスの評価においてはまず受容性を計測すべき、など評価実験自体のやり方に対して変革をもたらす可能性のある研究テーマである。

2. 遂行能力の計測技術確立に向けた取組み

概要：子の遂行能力(目標達成を可能にする行動の継続)の発達には、親自身の遂行機能の強さが重要であることに加え、親の養育態度として、子供に対して統制的すぎたはいけないことを明らかにした。また、認知バイアスの一種であるダニングクルーガー効果(自身を過少評価をしてしまうバイアス)が遂行機能に強く影響していることを明らかにした。このような成果から、従来遂行機能において重要視されていなかった「認知バイアスの修正」が重要であることを示唆できたことは、人材

育成や教育にとって大きな知見である。

3. 人がもつ違和感を定式化する取組み

概要：人が音楽や映像を見て「すごい」と思う気持ちや、PC 上でインタフェースを使っている「使いやすい」と思う気持ちは、そのコンテンツや操作方法に対する「違和感」がどの程度あるかに大きく関連している。そこで、視覚・聴覚において、どのような「正解からのずれ」が聴衆の違和感に結びつくのかを明らかにする研究を行い、人が違和感を感じるメカニズムの一端を明らかにした。

< 科学技術イノベーションに大きく寄与する成果 >

1. エンタテインメント現場のための実践的な情報提示技術

概要：実際にシステムが故障しているが観客にはそれがバレていない状況を「見た目のディペンダビリティが高い状況」と定義した。これまでの経験や実験を通して、この見た目のディペンダビリティを高く保つための実践的な衣装の配線技術や、デザイン技術をまとめ、ガイドラインとして公開した。これは、「上手くいく」舞台演出を実現するための指針となる成果である。

2. COVID-19 時代のための情報提示技術

概要：コロナ禍におけるエンタテインメント全体の変化を踏まえ、遠隔配信ライブというこれから主流になり得るライブ方式における臨場感向上のためのシステムを実装し、実際のオンラインライブを対象に実証実験を行った。また、認知バイアスを活用したインタフェースを用いて、ノエビアスタジアム神戸におけるコロナ禍対策の分散帰宅を実現するシステムの実証を行った。このような取組みは、これから変化していくパンデミック下での情報技術の新しい道筋を示しかつ優位性を示したものであり、波及効果は高い。さらに、パンデミックによる大学生のメンタル低下を事前スクリーニングする技術を開発するなど、これから重要になる社会問題を解決に導く取組みを行った。

3. やり抜く力の発達予測モデルの開発

概要：聖人における遂行機能(やり抜く力)が幼児期において、どのような影響を受け発達するものなのかを予測するモデルを約 110 名の親子に対して分析調査を行った。その結果、子供の全体的な遂行能力の高さは、親の遂行能力の高さから予測できること、子供の興味の一貫性は親の養育態度が統制的でないことが重要であることを明らかにした。子供の遂行能力(一貫した興味を持つこと)は、親が子供に対して権威的に振る舞い、過度に統制を取ろうとする養育態度のもとでは、健全に発達しない可能性が示唆されたことも非常に重要な意義をもち、これからの教育や習い事に対する支援モデルに係わる重要な知見になっている。

< 代表的な論文 >

1. Ryo IZUTA, Tsutomu TERADA, Yutaka YANAGISAWA, Minoru FUJIMOTO, and Masahiko TSUKAMOTO, "Design Guidelines on LED Costumes for Dance Performances," Journal of Designs, Vol. 3, No. 4:51, pp. 1-24, doi:10.3390/designs3040051 (Dec. 2019).

概要：この論文は、実際にプロフェッショナルな現場で利用される電飾衣装をデザインするにあたって、システム故障に加えて、上記の「見た目ディペンダビリティ」が低い状況を作らないためのガイドラインを16の項目にまとめて公開したものである。また、そのガイドラインに沿って作成した電飾衣装が実際に信頼性高く稼働したことを確認しており、これまで以上にトラブル対策の重要性が増している電飾を用いたステージパフォーマンスを成功させるための重要なドキュメントである。

2. Chihiro HOSODA, Satoshi TSUJIMOTO, Masaru TATEKAWA, et al., "Plastic frontal pole cortex structure related to individual persistence for goal achievement," Communications Biology, 3, 194 (2020).

概要：この論文は、従来定量化指標のなかった、長期的な遂行能力(やり抜く力, GRIT)の個人差について、脳構造情報(前頭極)から、高確率で事前に予測できることを示した。さらに、長期的な

遂行能力が低い個人については、スモールステップの設定により、学習行動を強化させることができ、同時に脳可塑性も誘導し、前頭極が過疎的に変化することを明らかにした。定量指標のなかった認知機能個人差についての事前スクリーニング、および、介入による認知機能変容とその背景の神経基盤の過疎的变化を初めて見出した重要なドキュメントである。

3. Hiroki WATANABE, Miwa SUMIYA, and Tsutomu TERADA, "Human-Machine Cooperative Echolocation using Ultrasound," IEEE Access, Vol. 10, pp. 125264--125278, doi:10.1109/ACCESS.2022.3224468 (Nov. 2022).

概要：この論文は、ヒアラブルデバイスにおいて、人がきこえる音の周波数帯域等を自由に制御できるようになる「聴力自在化環境」を使って、盲目の人に超音波の反射音を可聴音として聞かせることで、エコーロケーション(音だけで周囲の障害物などの情報を知覚する)が実現でき、さらに反射音の機械学習結果と超音波の生音を聞くことを組み合わせることで、自己達成感が高い状態で高精度なエコーロケーションが行えることを示したものであり、人の五感を改変する事例としても、機械学習だけではなく人間が生音を聞いて自分で判断する要素を残すことで人間が達成感をもったまま機械と協調できることを示した点で重要な研究成果である。

§2 研究実施体制

(1)研究チームの体制について

① 寺田グループ

研究代表者:寺田 努 (神戸大学大学院工学研究科 教授)

研究項目

- ・心理的効果を備えた情報フィードバックに基づく身体情報制御技術の確立
- ・他者への情報提示における心理的効果の活用
- ・情報提示のためのシステムプラットフォームの確立
- ・実践的応用研究

② 細田グループ

主たる共同研究者:細田千尋 (東北大学大学院情報科学研究科 准教授)

研究項目

- ・健康行動における特性に合わせたインタラクションの効果検証
- ・非認知能力の発達要因の解明

③ 柳沢グループ

主たる共同研究者:柳沢 豊 (m plus plus 株式会社 CTO)

研究項目

- ・ステージパフォーマンスのための心理効果に基づくディペンダビリティ確保技術
- ・CG を用いた検証と実現場での検証

(2)国内外の研究者や産業界等との連携によるネットワーク形成の状況について

・情報提示による心理的人物誘導の実証及び、COVID-19 関連への研究成果の適用という観点から、神戸市、ノエビアスタジアム神戸、ヴィッセル神戸、楽天モバイル、デンソーテンと協業し、プロサッカーゲームの観戦者の帰宅分散を実現するためのグループを形成した。ここでは、プロサッカーチームヴィッセル神戸のためのスマートフォンアプリケーションを観客に提供し、そこでの時刻表等の情報提示方法を工夫することで帰宅する人々の帰宅時間を分散させる方法を実証実験している。

- ・NICT の角谷美和研究員らによるヒューマンエコーロケーション(視覚障害者が周囲を

把握するために舌打ちなどをして反響音を聞くようなプロセス)を研究しているグループと協業し、寺田グループの聴力自在化技術を用いてウェアラブルデバイスを活用したヒューマンエコーロケーションを実現した。

- ・広島大学医学部の服部稔先生らと共同で、リハビリテーションのセンシングやゲーミフィケーションの取組み、ダヴィンチなどのロボット手術における疲労の計測などの協業を行っている。

- ・パラリンピック種目でもある「ボッチャ」の日本代表チームと協業し、日本代表選手の合宿においてフォームや体重心計測、それに基づくフォーム修正などのプロジェクトに参画した。このときに計測した選手のうち1名は、東京パラリンピック 2020 にて金メダルを獲得している。

- ・フォントのトップメーカーであるモリサワ社と協業し、ウェアラブル環境における情報提示のなかで、特にフォントの影響について研究を推進した。結果、従来見やすいとされていたフォントデザインはウェアラブル環境では逆に見にくくなる可能性があるなど、画期的な成果が得られた。

- ・神戸青少年科学館と協業し、大学の研究成果を常設展示するための取組みを行っている。2022 年度より神戸大学の寺田の研究グループの成果を展示しており、2023 年 9 月現在も継続中である。関東における日本科学未来館のように、研究成果と一般の人々をつなぐ場として青少年科学館を活用する道筋をつけた。

- ・寺田は、神戸市における AR を活用したメリケンパーク魅力向上推進協議会会長を務めた。観光における情報提示技術の重要性を示してきた知見から、協議会の会長を務めるとともに、神戸のクリスマスイルミネーションの事業者選定委員長、神戸ポートタワーリニューアルにかかわるプロジェクションマッピング担当者などの職を務め、情報提示技術の一般活用を行う地盤を整えた。

- ・寺田は神戸市の複数の小学校において、ウェアラブルカメラなどの ICT 機器を用いた避難訓練方法を提案し、実際に小学校にて訓練を実施した。避難行動が明確に記録されることによって、自分で経路を決める避難訓練を行わせることに成功し、何ができて何ができなかったのかを記録から明確に振り返る授業を行った。このように、小中学生などの教育における情報提示技術の重要性は増しており、実際の取組みを行う中で関係を構築した。

- ・放送大学の加藤 浩教授らとともに、対面授業と遠隔授業の違いを計測するといった研究を推進している。放送大学は記録したコンテンツを用いてテレビ等で講義を実施するが、このような形態と一般の対面形態の違いを明らかにできれば、放送大学の授業になにを加えればより効果的な教育を行えるのかが明らかになる。さらには、近年の COVID-19 による授業の遠隔化・オンデマンド化に対しても、これらの研究成果から提言が行えると考えている。

- ・寺田は公益財団法人神戸医療産業都市推進機構 医療イノベーション推進センター フェローを務めている。先端医療現場におけるセンシング・情報提示の重要性はますます高まっており、医療イノベーション推進センターとともに医療の高度化に取り組んでいる。

- ・寺田は、大阪・関西万博に関連して、パビリオンにおける情報提示技術の重要性を知

る専門家として、大阪・関西万博兵庫棟等展示基本計画策定支援業務審査委員会委員、大阪・関西万博兵庫棟 展示設計・制作プロポーザル 審査委員、「大阪・関西万博」ひょうご活性化推進協議会企画委員会 専門委員、大阪・関西万博 関西パビリオン展示設計・運営計画策定支援業務事業者選定委員、大阪・関西万博 関西広域連合 WEB パビリオン構築・運用業務事業者選定委員、など、複数のパビリオンに関して委員を務めている。

- ・ステージイベントの実証実験を行うパートナーとして、東京スクールオブミュージック&ダンス専門学校および名古屋スクールオブミュージック&ダンス専門学校との連携を進めている。ステージイベントや、オンラインでのライブ、ダンスレッスン、楽器等のレッスンにおける、視覚的な情報提示の与える観客や生徒への心理的効果を調べる実験について、共同して進める予定である。

- ・プロ野球球団(西武ライオンズ)の新人選手を対象とし、どのような性格特性、認知バイアスをもつ傾向の人が、どのような指導によって成績を伸ばすかを解明するためのデータ取得を開始している。新人選手をスター選手に育てることは、球団の中でのコア目標の一つでもあり、従来の運動能力だけでなく性格特性なども精査した上での効果的なトレーニングシステムを開発することに対して研究成果から提言が可能になると考える。

- ・株式会社花王とともに、健康長寿社会の実現に向けて、食事内容のレコーディングによる健康行動維持法の効果を検証した。これらは単にレコーディング効果を検証したのではなく、事前に計測した性格特性や脳情報から予測できる grit 程度などを元に、レコーディングに対して個別最適なフィードバックの効果を検証した。

- ・三鷹市教育委員会とともに、三鷹市の全公立小学校中学校の生徒、保護者、教員を対象に、個別最適化教育推進のための日々の生活、学業などを記入するアプリの開発と、一部実験的に性格特性や自己効力感、メタ認知などを取得し、性格特性ごとに最適な教育指針を打ち出すための基礎データの取得を行っている。