

2 ニューロテック・サイバネティクス

# 心と心、体と体、そして心と体をつなぐ コミュニケーションの実現に向けて

NTT人間情報研究所（以下、人間研）では、人と人、人と機械をつなぐ、より直感的なインタフェースの実現や、障がいの有無にかかわらず誰もが使いやすいインタフェースの実現に向け、脳波を活用したニューロテック、筋電気刺激などを活用したサイバネティクスに注力しています。本稿では、最新の研究テーマをご紹介します。

## NTTにおけるニューロテック・サイバネティクスの取り組み

NTT人間情報研究所では、長年コミュニケーションを円滑に、そしてリッチにする研究に取り組んできました。例えば、頭でイメージしただけでコンピュータの操作ができるといった、生体信号を使ったインタフェースのコンセプトは昔から存在している。一方、近年では、脳波や筋電などバイタル情報を取得するデバイスや、筋肉に直接電気刺激を与え運動を発生させるデバイスの小型化、高精度化が進み、研究成果を社会実装する土壌が整いつつある。私たち人間研は、こういったデバイス

の進化を追い風として、ニューロテック・サイバネティクスの研究を加速している。本稿では、近年の研究成果の例として、①脳波に含まれる情動等を可視化しコミュニケーション促進に活用する「脳内表象可覚化技術」、②複数名の脳波を同期させることでコミュニケーションを促進する「ニューラルカップリング技術」、③微弱な電気刺激で表情をコントロールしコミュニケーションを円滑化する「表情認知傾向変容技術」、④脳波や筋電といったバイタル情報を使って自分や自分のアバターを思い通りに動かす「運動能力転写技術」の4つの技術を紹介する。



NTT人間情報研究所  
サイバネティクス研究プロジェクト  
プロジェクトマネージャ  
青野 裕司氏

## 脳内表象可覚化技術

我々は、感情に限らずさまざまな感性状態はそのときの脳の状態に表現されていると考え、“脳の表情”

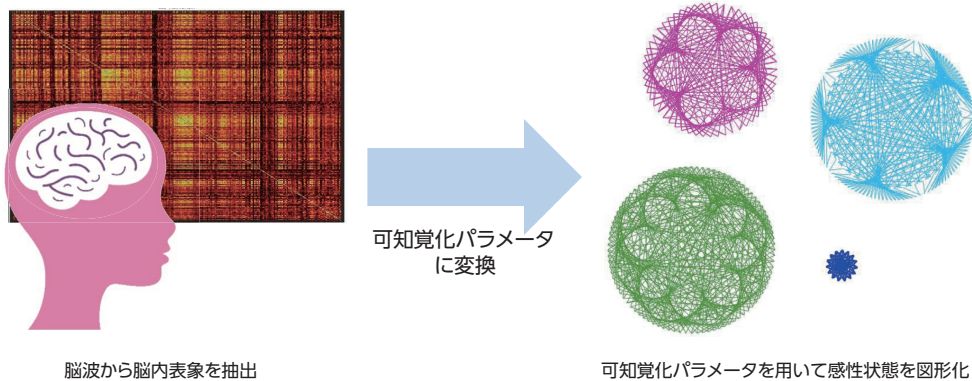


図1 脳波データを用いた、感性状態に関する脳内表象の可覚化

を多次元的な表現でリアルタイムに知覚可能にする「脳内表象可知覚化技術」を開発した。

本技術では、脳波データから感性に関する超高次元な脳情報（＝脳内表象）を抽出し、次元圧縮法を用いてそこから可知覚化用パラメータを生成することで、感性の状態に応じたさまざまな幾何学図形を描画し、リアルタイムでアニメーション表示する（図1）。脳内表象を抽出するモデル化は、脳の個人差を考慮し、事前に取得した脳波から個人ごとに作成する。図形化には多次元情報を表現する手法の1つとして、“Rose of Venus”と呼ばれる幾何学図形を採用し、さまざまな感性の状態を図形の大きさや色、模様、形として表現することを可能にした。

本技術を用いた効果検証実験の結果、相手が飲んだお茶に対して感じたおいしさの程度を脳内表象から読み取れることを確認した。今後は、より適切な可知覚化手法の検討を進めるとともに、本技術をコミュニケーションの場面で使用し続けたと

きに起こる脳内表象の読み取り精度の変化など長期的な効果検証を行う予定である。

本技術はメタバースなどアバターを用いたコミュニケーションに対しても適用可能である。脳内表象をアバターがまとうオーラとして提示したコミュニケーション実験では、相手が見ている画像に対して抱く好き嫌いといった評価を、オーラから読み取れることを確認した。これはコミュニケーション時の感性伝達に脳内表象が寄与する可能性を示唆している。メタバース空間では表情や身振り手振りなどの表現が制限されるのに加え、言葉や相槌などの表出や受容の仕方の異なる様々な国・文化の人が集まるため、円滑にコミュニケーションを行うことがより難しい。本技術を用いることで、文化に依存することなく、直接感性を伝え合うことが可能になる。

## ニューラルカップリング技術

互いに共感しているときや協調作



NTT人間情報研究所  
デジタルツインコンピューティング  
研究プロジェクト  
研究員 伏尾 佳悟氏

業を行っているときの二者の脳活動などに同期現象がみられることが先行研究で報告されている。そこで、我々は介入によって同期状態を誘発することで、共感しやすい状態や協調し合える状態をつくり出せると考えた。コミュニケーション量の増加、質の向上、それに伴う円滑な作業の実現をめざした「ニューラルカップリング技術」の取り組みを行っている。

同期状態を誘発する最も単純なニューロフィードバックとして、二者間の脳波データの各周波数帯域の同期率をリアルタイムで計算、出力するシステムを構築した。これに

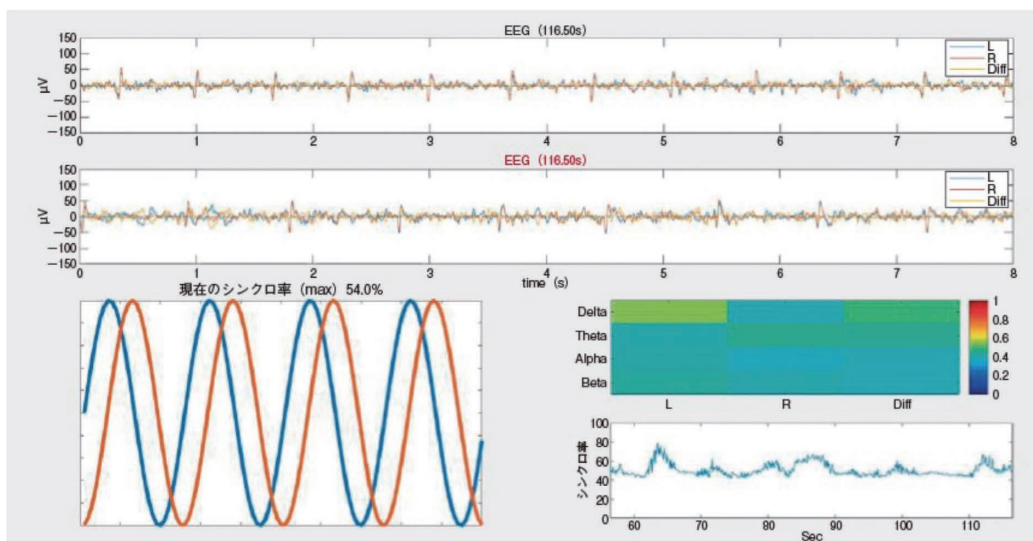


図2 2者のカップリング率のフィードバック画面

よって、使用者は現在の同期率やその全体的な推移を画面上で確認しながら、協調タスクやコミュニケーションを行うことができる（図2）。

本システムを用いた効果検証実験では、 $\alpha$ 波の同期率と協調作業効率に関係があることが確認された。今後は、同期率の向上がコミュニケーション量の増加、質の向上、協調作業時のタスク効率へ与える影響を確認する。また、同期率を向上させるための適切な介入方法の検討を行っていく。

### 表情認知傾向変容技術

相手の表情から感情を読み取る表情認知傾向には個人差があり、この個人差がコミュニケーション齟齬の要因となる場合がある。したがって表情認知傾向を補完または変容することができれば、より円滑なコミュニケーションが可能となる。本研究は、ヒトにとって負担の少ない外部刺激を提示することで、ヒトの表情認知傾向を変化させ、望ましい認知を促すことで、コミュニケーションを支援することを目的としている。

一例として、笑いを代表するポジ



図3 表情認知傾向変容技術

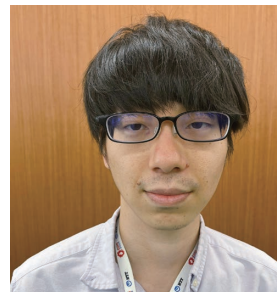
ティブな感情と関連がある、頬の表情筋を刺激することで、表情認知傾向をポジティブに変容させる検討を行なっている。

実験では図3に示すように表情筋に対して気付かない程度の電気刺激を提示することで、ニュートラルに近い表情を認知した際に、その認知傾向をポジティブ方向に変容させる可能性を示した。

### 運動能力転写技術

我々は長年、筋電センサー等で人の筋肉の動きを測定・記録し、筋電気刺激により測定した動きを自分や他者へ転写する、運動能力転写技術の研究を進めてきました。この技術により、例えば楽器演奏やスポーツなど、習熟が難しいとされる動きに関して、熟練者の動きをセンシングし、それを初心者に転写することで、効率的に正しい動きを身に付けることができることを実験により確認した。この技術は、加齢や障がいによって思った通りに動くことができなくなった際に、過去の自分を含む健常者の動きを転写することで、運動能力を再獲得するといった応用が考えられる。そして近年では、筋肉の動きから筋肉の動きへの運動転写にとどまらず、脳波からの運動制御や、メタバース空間内のアバターの運動制御へと研究を広げている。

まず脳波からの運動制御では、「脳の指令で筋肉が動き運動が行われる」という複雑なメカニズムをモデル化した「Neuro-Motor-Simulator」を開発し、脳波から精度よく運動を再現する技術の創出を目指している。この技術は、将来的には、脊椎



NTT人間情報研究所  
共生知能研究プロジェクト  
研究員 萩山 直紀氏

損傷などで四肢の運動に障がいを持った方が運動能力を取り戻す、「人工脊椎」に発展する可能性を有している。また、脳波や筋電をセンシングし、人の運動を制御するのではなく、メタバース空間内のアバターを制御する研究にも取り組んでいる。この研究では、全身の筋肉が少しずつ動かしにくくなるALSを抱えたDJ／アーティストと連携し、わずかに動く筋肉から筋電をセンシングすることで、メタバース内のアバターをコントロールし、ライブパフォーマンスを行う試みを実施している。

### 今後の取り組み

人間研では、本稿で紹介した技術以外にも、様々なニューロテック・サイバネティクス研究を推進することで、心と心、体と体、そして心と体が直接的につながりあう、新たなコミュニケーション技術の創出を加速している。これらの技術によって、性別、年代、文化、志向等の様々な違いを乗り越えて、誰とでも分かり合える世界、そして年齢や障がいの有無にかかわらず、誰でも思い描いた通りに体を動かし運動可能とする世界の実現を目指している。