



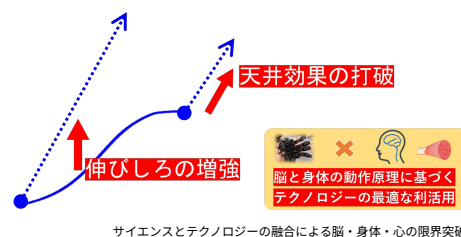
# 非侵襲BMIによる精神・身体状態の調節

ソニーコンピュータサイエンス研究所 東京リサーチ リサーチディレクター 古屋晋一

強調

私たちの能力の限界は、何が決めるのでしょうか？もちろん、生まれつきの遺伝によって決まる部分も少なくありません。しかし、日常生活や高度なトレーニングの中で感じる限界を決める要因は、これまで十分に明らかにされてきませんでした。

私たちのプロジェクトは、脳・心・身体限界を突破し、誰もが創造性を具現化する喜びを享受できる未来社会の実現を目指して、生体を傷つけない（非侵襲）脳機能評価技術や、ロボティクスや神経科学に基づくトレーニングシステムの開発に取り組んできました。自分の脳や身体をより良く知ることによって、私たちが「限界」だと思っていた能力には、方法によってはまだ向上し得る「伸びしろ」があることを発見しました。



## 技能の限界を突破するための脳への書き込み技術

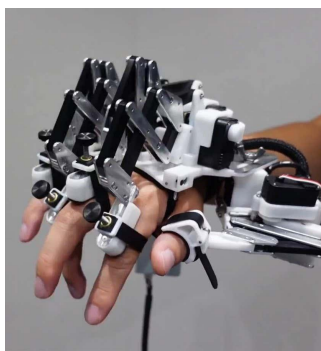
ピアニストやアスリート、外科医など、長年練習を重ねてきた熟練者でも、ある時点で技能の向上が停滞する「天井効果」が問題になります。従来は練習量を増やすことで突破を試みられてきましたが、過剰な練習は怪我や故障のリスクを伴い、また効果が十分でないことも報告されてきました。さらに、高速かつ複雑な動きは、実際に体験できないことが多く、言葉だけの指導では身体で覚えることが難しいという課題がありました。

- 指を独立して、高速で動かせる外骨格ロボットを装着し、自分自身では不可能な複雑かつ高速な手指運動を熟練したピアニスト約100名が体験。
- まず自宅で通常の課題を2週間練習し、技能が頭打ちの状態を作った後、外骨格ロボットを用いたトレーニングを実施。
- ロボット装着のトレーニングにより、複雑かつ高速な演奏課題を、正確性を保ちながら限界より速く演奏できるようになった。
- 効果はトレーニングを行った手だけでなく、反対の手にも見られた。
- 手指の筋力・敏捷性や知覚機能の変化は認められなかったが、運動野（大脳皮質）の可塑性（脳の機能変化）が確認された。
- 受動体験が脳の運動野に、高速複雑動作の技能を書き込んだことを示唆。

この研究は「天井効果＝不変の限界」ではなく、質の高い体験があれば限界を乗り越えられるという考えを提示しています。音楽だけでなく、スポーツ、外科手術などでの技能向上、さらには過剰練習による怪我の予防にも応用が期待されます。将来的には、こうした外骨格ロボットや仮想現実（VR）技術を活用した新しいトレーニングプログラムの普及や、人間の創造性・身体能力の制約を乗り越える教育・技能獲得手法としての展開が期待されます。



成果はScience Robotics誌の表紙を飾った他、The Times、BBC Newsなどで紹介



## 脳の調子を推定する技術

脳の調子は日によって異なります。牛場SPMのグループが開発したヘッドホン型脳波計を用いて、我々のピアノアカデミーの受講生であるジュニアピアニストの演奏前の準備脳波を、1年間という長期間に渡って計測しました。

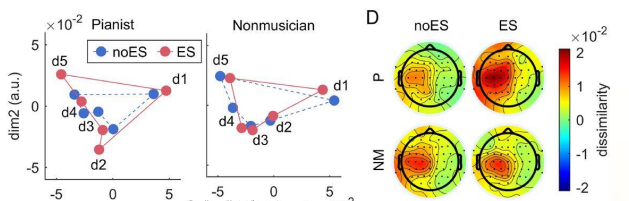
脳波信号から、1/fゆらぎと呼ばれる成分を抽出して解析した結果、パフォーマンスの日の違いを予測することに成功しました。これは本人に無自覚の調子の良し悪しを、非侵襲の脳機能計測とデータサイエンス技術によって推定できる可能性を示唆しています。



国際コンクール入賞歴のあるアカデミー受講生

## 脳の状態のコンディショニング技術

「身体の調子が悪い」と感じることは、身体を動かすことが職業であるアスリートや音楽家、外科医などには致命的な問題です。特に、巧緻な動作を実施する際に、指の動きがもつれてしまい、失敗してしまうことは、時に医療・文化・産業の質を落としかねない問題です。その背後には、各指から脳に送られる力触覚の情報が、脳の中で、それぞれの指の部屋に正しく送られない仕組みがあることや、各指からの情報が混線しないようにするための脳コンディショニング技術として、知覚できない微弱な電気刺激を末梢神経に与えることが有効であることを発見しました。



（左図）感覚の情報が脳内で混線し、指の動きがもつれる仕組み（上図）それぞれの指の脳内の部屋の距離が末梢電気刺激によって離れる仕組みを熟練者において発見



成果はThe Journal of Neuroscience誌に掲載

### 今後の展望

脳の状態から調子の良し悪しを予測できるということは、BMI技術を用いることで脳の調子の良し悪しを整えられる「Peaking」ができる可能性があり、そのためのシステムのプロトタイプを開発しました。今後はその効果を検証し、脳の状態を整えることが可能な世の中の実現を目指します。

また、私たちの身体・心の限界だと思っていたものは、サイエンスやテクノロジーによって突破可能であることが明らかになりました。その一つの手段である外骨格ロボットを全身に拡張し、より高度で複雑な技能の限界の突破を実現することや、長年培われたきた暗黙知を他者に転写したり、時代を超えて継承し続ける技術の実現に取り組んでいきます。

スポーツ選手にとってのスポーツ科学やナショナルトレーニングセンターがあるように、パフォーマンスアーティストの科学やトレーニングセンターの確立にも取り組み、文化の持続可能な発展を目指します。

### プロジェクトメンバー

平野雅人／Pei-Cheng Shih／西岡勇人／小笠原祐樹／汐谷祥子／塩木ももこ



### 古屋晋一

ソニーコンピュータサイエンス研究所 東京 リサーチディレクター

ソニーコンピュータサイエンス研究所 東京リサーチ リサーチディレクター、一般社団法人NeuroPiano代表理事、ハノーファー音楽演劇メディア大学 客員教授、東京藝術大学・京都市立芸術大学・桐朋学園大学 非常勤講師、東京音楽大学 特任教授、大阪大学基礎工学部、人間科学研究所を経て、医学系研究科にて博士（医学）を取得。ミネソタ大学 神経科学部、ハノーファー音楽演劇メディア大学 音楽生理学・音楽家臨床研究所、上智大学理工学部にて勤務した後、現職。研究の主な受賞歴に、ドイツ研究振興会（DFG）Heisenberg Fellowship、Klein Vogelbach Prize、Alexander von Humboldt財団Postdoctoral Fellowship、文部科学省 卓越研究員、日本学術振興会賞など。主な演奏活動として、Ernest Bloch音楽祭出演（アメリカ）、KOBE国際音楽コンクール入賞など。主な著書・訳書に、ピアニストの脳を科学する、ピアニストならだれでも知っておきたい「からだ」のこと。

