

令和 5 年 6 月 22 日現在

機関番号：32621

研究種目：学術変革領域研究(B)

研究期間：2020～2022

課題番号：20H05716

研究課題名（和文）エキスパートの技能と心の限界とその突破

研究課題名（英文）Surmounting the limit of psycho-motor skills of expert pianists

研究代表者

古屋 晋一（FURUYA, Shinichi）

上智大学・上智大学・准教授

研究者番号：20509690

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 20,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、エキスパートの技能の限界を規定する要因の同定と突破技術の創出を目指した実験研究を行った。その結果、巧緻運動技能の向上に能動運動時の体性感覚機能が関連していることや、心理緊張に伴う技能の失調に伴い、聴覚運動統合機能の異常が起こることが明らかとなった。さらに受動的な複雑動作の体性感覚体験は、エキスパートの運動技能の向上に寄与することが明らかとなった。これらの結果は、エキスパートの運動技能の限界と、感覚機能との関連を示唆するものである。

研究成果の学術的意義や社会的意義
長年に渡り訓練を積んだ技能の限界は、産業や医療、文化の発展を阻害するボトルネックの一つである。本研究はその限界規定要因としての感覚機能を同定し、得られた知見に基づいたトレーニングを開発し、実験研究を通して効果を実証した。得られた知見はエキスパートの技能の天井効果を打破するトレーニングやリハビリテーションの開発のための基礎的知見を提供する。

研究成果の概要（英文）：This empirical research aimed to identify possible factors that define the limits of experts' skills and to develop means whereby overcomes the limits. The results revealed that somatosensory function during active movement production is related to the improvement of fine motor skills, and that abnormal auditory-motor integration function occurs with the loss of skills in association with psychological stress. Furthermore, somatosensory experiences of passive complex movements contributed to the improvement of experts' motor skills. These results suggest a relationship between the ceiling effect of experts' motor skills and their sensory function.

Translated with www.DeepL.com/Translator (free version)

研究分野：身体運動学

キーワード：可塑性 天井効果 感覚運動統合

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

長年トレーニングを積んだ技能は、訓練に伴う向上が起こらない現象がしばしば見られる。これは天井効果と呼ばれ、特にエキスパートの技能の限界を突破する上でのボトルネックとして知られている (Furuya et al. 2014 J Neurosci)。従来、運動技能の限界を突破する方法として、筋力トレーニングなどがスポーツの現場などでは数多く行われてきた。しかし、脳神経系の観点から技能の規定要因を同定し、それに基づいたトレーニングを創出する取り組みは十分に行われていない。そのため、手術の手技や、工芸技能、パフォーマンスアートにおける身体技能の向上が頭打ちになる問題が解決されず、産業や医療、文化の発展のボトルネックとなっている。

2. 研究の目的

本研究は、エキスパートのモデルとしてピアニストを対象とし、手指の巧緻運動技能の天井効果を規定する神経要因を明らかにすることを目的とした。さらに、得られた知見に基づいて天井効果を打破するトレーニングを開発・検証し、限界突破の規定要因と技能の限界突破との因果関係を明らかにすることも目指す。

3. 研究の方法

運動中の知覚機能(能動知覚)に着眼を置き、鍵盤を指先で打鍵する動作中に、鍵盤の重さをハプティックデバイスを用いて操作したり、発音のタイミングを可変聴覚フィードバックシステムを用いて操作することで、能動知覚と卓越した技能の関係を調べた。

また、外骨格ロボットを用いて、手指の複雑な動作を受動的に体験させるトレーニングを行い、その前後での巧緻運動技能を評価した。

これら運動時および安静時の感覚機能への介入の効果を評価するために、高精度のセンシングシステムを用いた技能特徴量の抽出のパイプラインの開発と評価を行った。

4. 研究成果

ハプティックデバイスを用いて、打鍵中の鍵盤の重さを微小に操作し、その差異を弁別させるトレーニングをピアニストに行った結果、ピアニストの力触覚弁別機能の向上のみならず、一定の力で打鍵を繰り返す際の発揮力のバラツキが減少した。このような力触覚機能と運動機能の向上は、ピアニストにおいてのみ認められ、非音楽家では認められなかった。また、打鍵力のエラーを可視化するトレーニングを行った結果、このような力制御能力の向上は認められなかった。以上の結果から、力触覚を対象とした能動知覚のトレーニング(Active Haptic Training)は、エキスパートの技能の限界突破に寄与することが示唆された(Hirano et al. 2020)。

可変聴覚フィードバックを用いて演奏中の聴覚情報に外乱を与えた結果、パフォーマンスの異常はピアニストの非緊張時の演奏には認められなかったが、ピアニストの緊張時と非音楽家の非緊張時に認められた。これは聴覚フィードバックに基づく運動制御(フィードバック制御)が心理緊張に伴い機能異常を起こすことを示唆している。さらに、可変聴覚フィードバックによる聴覚外乱を無視して練習するトレーニングを行った結果、心理緊張下での感覚フィードバック制御の失調が低減した。以上の結果から、心理不安に伴うパフォーマンスの限界を打破するために、可変聴覚フィードバックを用いたトレーニングが有効である可能性が示唆された(Furuya et al. 2022)。

手指の外骨格ロボットを用いて受動運動を繰り返し行った結果、ピアニストの手指巧緻運動技能の向上が認められた。さらに、介入効果を異なる年代のピアニストで比較した結果、成人ピアニストに比べて、10代の若年ピアニストの方が介入効果が大きいことが明らかになった。これらの結果は、受動体性感覚トレーニングがエキスパートの巧緻運動技能を向上することを示唆する予備的知見である(Furuya et al. 2023)(図1)。

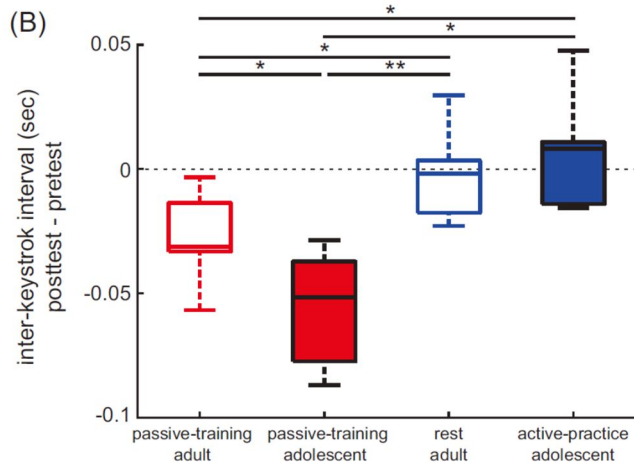


図1. 外骨格ロボットの訓練効果
<引用文献>

- Masato Hirano, Muzuha Sakurada, Shinichi Furuya (2020) Overcoming the ceiling effects of experts' motor expertise through somatosensory training. *Science Advances* 6(47): eabd2558
- Shinichi Furuya*, Reiko Ishimaru*, Takanori Oku, Noriko Nagata (2021) Back to feedback: aberrant sensorimotor control in music performance under pressure. *Communications Biology* 4(1): 1367
- Shinichi Furuya, Ryuya Tanibuchi, Hayato Nishioka, Yudai Kimoto, Masato Hirano, Takanori Oku (2023) Passive somatosensory training enhances motor skill of piano playing in adolescent and adult pianists. *Annals of the New York Academy of Science* 1519(1): 167-172

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Hirano Masato, Furuya Shinichi	4. 巻 -
2. 論文標題 Active haptic training improves somatosensory-motor feedback control in the motor skills of experts	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 -	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1101/2022.02.17.480969	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Furuya Shinichi, Ishimaru Reiko, Oku Takanori, Nagata Noriko	4. 巻 4
2. 論文標題 Back to feedback: aberrant sensorimotor control in music performance under pressure	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Communications Biology	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s42003-021-02879-4	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 Muramatsu Kaito, Oku Takanori, Furuya Shinichi	4. 巻 12
2. 論文標題 The plyometric activity as a conditioning to enhance strength and precision of the finger movements in pianists	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-022-26025-0	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Furuya Shinichi, Tanibuchi Ryuya, Nishioka Hayato, Kimoto Yudai, Hirano Masato, Oku Takanori	4. 巻 1519
2. 論文標題 Passive somatosensory training enhances piano skill in adolescent and adult pianists: A preliminary study	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Annals of the New York Academy of Sciences	6. 最初と最後の頁 167 ~ 172
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/nyas.14939	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------