

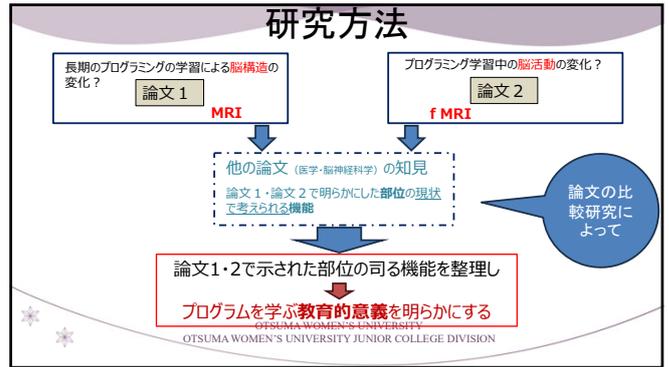
大妻女子大学
大妻女子大学短期大学部

プログラムを学ぶ教育的意義の検討 — 脳神経科学からの知見 —



本郷健*1,*2 八高隆雄*2,*3
*1 大妻女子大学 社会情報学部
*2 国立精神・神経医療研究センター 脳病態統合イメージングセンター
OTSUMA WOMEN'S UNIVERSITY
OTSUMA WOMEN'S UNIVERSITY JUNIOR COLLEGE DIVISION

1



2

大妻女子大学
大妻女子大学短期大学部

論文1

Structural Neuroplasticity in Computer Programming Beginners

プログラミング初心者における構造的神経可塑性

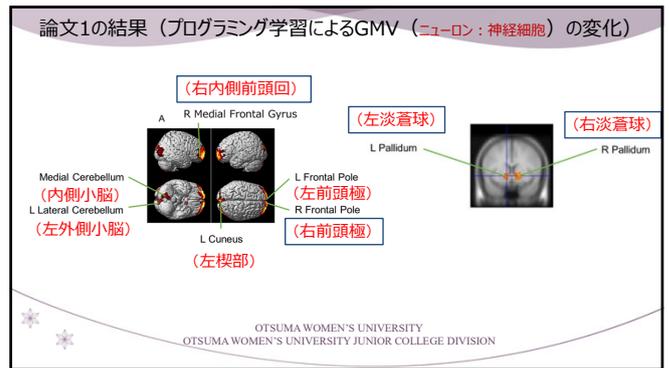
<https://academic.oup.com/cercor/advance-article-abstract/doi/10.1093/cercor/bhac567/6587988>

本郷健*1+4, 八高隆雄*2+4, 吉永健二*3+4, 鹿野利春*5, 宮崎美智子*1, 花川隆*3+4

*1 大妻女子大学 社会情報学部 情報デザイン専攻
*2 東京電機大学 工学部 機械工学科
*3 京都大学大学院医学研究科・医学部 総合神経解剖学・神経画像学教室
*4 国立精神・神経医療研究センター 脳病態統合イメージングセンター
*5 京都府立大学 データ表現学部 データ情報専攻

OTSUMA WOMEN'S UNIVERSITY
OTSUMA WOMEN'S UNIVERSITY JUNIOR COLLEGE DIVISION

3



4

前頭極の機能

<他論文の知見から>

1. 細田らの研究 (東大、帝京大、国立精神・神経医療研究センター 共同研究)
Plastic frontal pole cortex structure related to individual persistence for goal achievement. *Communications Biology*, 28 April 2020. <https://www.nature.com/articles/s42003-020-0930-4>
—目標達成までの「やり抜く力」に関わる大脳前頭極の可塑性—

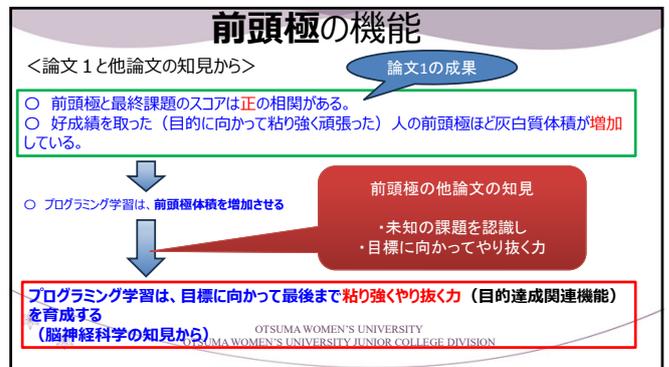
- 前頭極の灰白質の体積と白質拡散異方向性は、目的達成に必要な「やり抜く力」を予測できる。
- 最後までやり抜けそうか否かを80パーセント以上の精度で正しく予測する。(バイオマーカー)

2. 宮本健太郎らの研究 (東京大学大学院医学系研究科 生理学)
Reversible silencing of the frontopolar cortex selectively impairs metacognitive judgment on non-experience in primates. *Kentaro Miyamoto, Rieko Setsuie, Takahiro Osada, Yasushi Miyashita Neuron*, 97, 989-989.e6 (2018) <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/293895916>

○ 前頭極は未経験の出来事に対するメタ認知判断をつかさどる

OTSUMA WOMEN'S UNIVERSITY
OTSUMA WOMEN'S UNIVERSITY JUNIOR COLLEGE DIVISION

5



6

他の部位は同様な方法で
詳細は省略

OTSUMA WOMEN'S UNIVERSITY
OTSUMA WOMEN'S UNIVERSITY JUNIOR COLLEGE DIVISION

7

補足 淡蒼球と学習意欲

まずやってみる。すると、脳のやる気スイッチ「淡蒼球」がはたらきはじめ

プログラミング学習環境は、学習アクションを起こしやすい。

自分が主体的に起こした(積極的
反応の原理)行動に対する結果
が直ぐに戻る(即時確認の原理)。
修正を加えて、目標を達成させる。
(スモールステップの原理)
(自己ペースの原理)

引用: Newton_Special, 2024, pp82-83

12

論文 2 による成果
Changes in functional brain activity patterns
associated with computer programming
learning in novices

初心者のコンピュータ・プログラミング学習に伴う脳機能活動パターンの変化

Brain Structure and Function
<https://doi.org/10.1093/brain/awz429-023-02674-3>

菱川賢志*1*2、吉永健二*1*3、東口大樹*1*3、本郷健*1*4、花川隆*1*3

*1 国立精神・神経医療研究センター 脳形態統合イメージングセンター 先進脳画像研究部
*2 東京医科歯科大学大学院歯学総合研究科・歯科学総合研究科 (博士後期課程)・NCNP脳生理病理学分野
*3 京都大学大学院医学研究科 神経解剖学・神経画像学教室
*4 大妻女子大学 社会情報学部

OTSUMA WOMEN'S UNIVERSITY
OTSUMA WOMEN'S UNIVERSITY JUNIOR COLLEGE DIVISION

13

左・右下前頭回 (弁蓋部・三角部) の機能

<論文 2 と他論文の知見から>

論文 2 の成果

- 右下前頭回とテストスコアは正の相関がある。(初期の学習者)
- 好成績を取った人ほど右下前頭回の脳活動は活発である。

↓

○ プログラミング学習中は左・右下前頭回が活性化。成績と右下前頭回に正の相関がある

左・右下前頭回に関する他論文の知見
・「言語」を司る部位である

↓

プログラミング学習中は、「言語」を司る部位のうち、右下前頭回 (弁蓋部・三角部 = フローカ野) の神経可塑的变化を誘発するのに役立つ = プログラミング学習固有の領域 (脳神経科学の知見から)

OTSUMA WOMEN'S UNIVERSITY
OTSUMA WOMEN'S UNIVERSITY JUNIOR COLLEGE DIVISION

15

まとめ 論文 1・2 から示された教育的意義

長期の学習による脳構造の変化から (論文 1)

1. プログラミング学習が、目的達成関連機能 (「粘り強くやり抜く力」や「未知の問題の解決」) に関わる部位を増加させ、強化する。
2. プログラミング学習が演繹的思考の訓練に効果がある。
3. プログラミング学習が「報酬」の量を予測して「やる気」を引き出す訓練に効果がある。
4. プログラミング学習は複数の部位が連携している。
5. 汎用的能力 (やり抜く力、問題解決能力、演繹的思考、やる気) と関係する部位を有意に変化させていることから、汎用的能力の育成に寄与している。

学習中の脳活動の変化から (論文 2)

1. プログラミング学習の固有の能力を司る部位が存在する。それは右下前頭回である。

OTSUMA WOMEN'S UNIVERSITY
OTSUMA WOMEN'S UNIVERSITY JUNIOR COLLEGE DIVISION

18

おわりに

プログラミングの学習は

- プログラミングの技術・技能の修得のみでなく
- 汎用的な能力及び独自(領域固有)の能力を支える部位の訓練に寄与することが

脳神経科学の知見から示された。

OTSUMA WOMEN'S UNIVERSITY
OTSUMA WOMEN'S UNIVERSITY JUNIOR COLLEGE DIVISION

20