

脳科学から見たプログラミング教育の意義

○本郷 健*1,*2

*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総合イメージングセンター

1. はじめに

プログラミング教育が学校教育に導入された背景は、国の産業政策の一環であることは否めない。残念なことに、純粋な教育的観点からその意義について検討された研究は少ない¹⁾。一方、学習を脳科学の立場から検討する研究は、脳イメージング技術の進展とともに、医学や脳科学の分野で急速に進展しつつある。しかし、長期に亘る学習コホート手法による脳構造の変化についての研究は少なく、プログラミング学習と脳構造の変化を論じた報告は、我々の知る限りにおいて無い。

そこで、我々が行った研究²⁾では、1) プログラムを学ぶことによって脳の構造は変化するか? 2) 変化するとしたら、その部位はどこか? 3) その部位はどのような機能と関係するのか? の課題について明らかにした。

ここでは、当論文を元にプログラミングの教育的意義について考察する。

2. 主とした論文の紹介

「Structural Neuroplasticity in Computer Programming Beginners」(Cerebral Cortex (Oxford ACADEMIC)) の概要を報告する²⁾。

(1) 研究目的

プログラミング学習の基盤となる認知システムや神経基盤は依然不明な点が多い。そこで、初めてコンピュータ・プログラミングを体験する大学生を対象に、構造的磁気共鳴画像 (MRI) のボクセルベース・モルフオメトリ (VBM) 解析により、神経可塑性変化を示す脳領域を同定することを目的とする。

(2) 研究方法

実験に先立ち、大妻女子大学生命科学研究倫理委員会および国立精神・神経

医療研究センター倫理審査委員会で承認された研究計画書に基づき、書面によるインフォームドコンセントを行った。参加者はすべて公募された。MRI の撮影は、国立神経・精神医療研究センターの 32 チャンネルフェーズドアレイ受信コイルを装備した 3T スキャナー (Skyrafit; Siemens, Germany) で行った。

高解像度 3 次元 T1 強調画像解析は、SPM12 (<http://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm/>) と CAT12 toolbox (<http://www.neuro.uni-jena.de/cat/index.html>) を用いた。

実験全体の概要を図 1 に示す。学習群は、実験前にプログラミングの学習経験は無く、初めてプログラミングを学ぶ被験者で 36 名からなる。統制群は、実験前・実験期間中はプログラミングの学習をしない 31 名からなる。実験前に両群とも学習に関するアンケート調査、頭部 MRI 画像を撮像する。学習は半年間 (9 月～2 月) で、通常授業の 15 コマ (90 分) に加えて、プログラミング講習会 13 コマ (90 分) を受講する。プログラミング言語は Processing である。中間試験はプログラミングについての基本命令、基本構造をペーパー試験で行った。加えて、プログラミング問題遂行時の脳活動を測定する fMRI

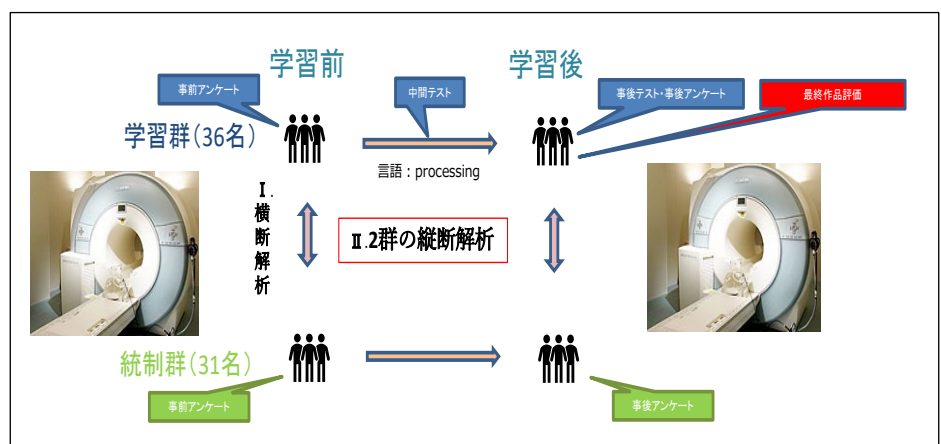


図 1 実験概要

撮像を行った。学習後に両群のMRI撮像、アンケート調査を行った。学習群は期末ペーパー試験、最終作品の提出及び問題遂行中のfMRI撮像を行った。

(3) 解析

学習前の脳画像の横断的なVBM解析を行い、同一集団であることを確認した。2群の縦断的解析により、時間と集団の2要因の交互作用を示す部位を同定し、同定された脳領域(関心領域VOI)の脳灰白質容量を算出し、学習前後の変化量を求めた。関心領域の脳灰白質容量の変化量と行動評価(テストスコアや最終課題作品スコア)のピアソン相関を求めた。

(4) 結果

図2にプログラミング学習前後で変化した領域(部位)の一部を示す。

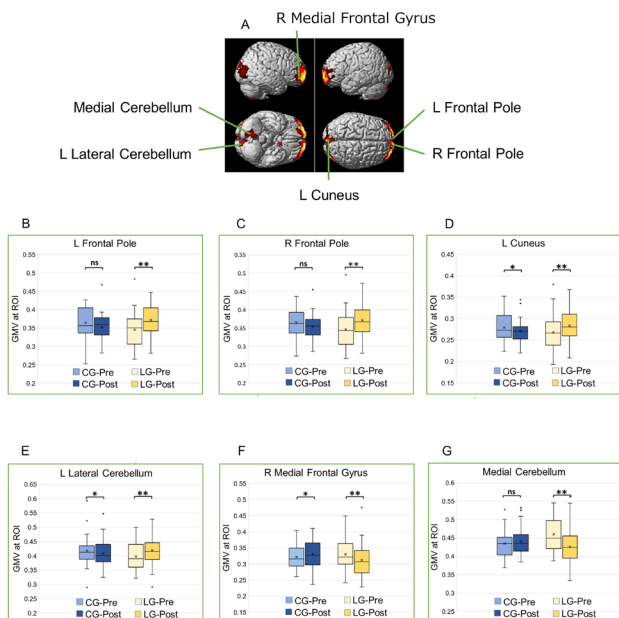


図2 プログラミング学習前後で脳灰白質が変化した部位『2)の論文から引用』

プログラミング学習によって、左前頭極、右前頭極、右内側前頭回、左楔部、左外側小脳(後小葉と虫部隆起(tuber))、内側小脳(虫部垂(uvula)と扁桃(tonsil))、右淡蒼球、左淡蒼球の8部位に有意な神経可塑性変化が出現することを明らかにした。図2に脳灰白質の変化量と行動スコアに有意な相関が存在した部位の一部(右前頭極と最終課題スコア)を示す。テストスコアと右内側前頭回、右淡蒼球、左淡蒼球に強い相関(p<0.01)

があった。

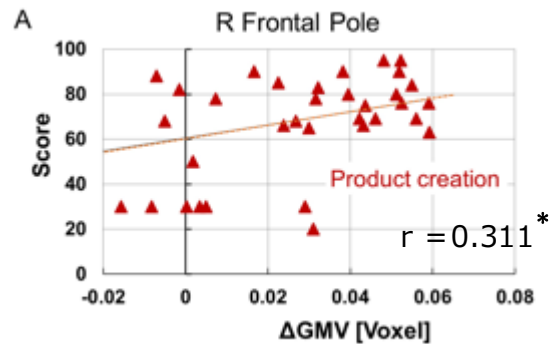


図3 右前頭極と最終課題スコア『2)の論文から引用』

このことから、プログラミング学習は複数の部位が連携して支えていることを明らかにした。

3. 論文の成果から教育的意義の検討

①前頭極は人類が最後に発達させた部位であり、「粘り強くやり抜く力」や「未知の問題の解決に関わる」と考えられている。そこがプログラミングを学ぶことで増加・強化されたことが示された点が重要である。②右内側前頭回は演繹的思考を支える部位と考えられている。テストスコアと相関が有意にあることはプログラミング学習が演繹的思考の訓練に関係することを示している。③左右の淡蒼球は報酬の量を予測して、「やる気」に関係する神経回路である。プログラミング学習の成果と正の関係がある。最近話題のAIの強化学習と関係する部位でもある。

4. おわりに

初心者のプログラミング学習は、粘り強くやり抜く力や問題解決能力や演繹的思考ややる気など、いわゆる汎用的能力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関係していることが示された。

5. 参考・引用文献

- 1) 山本、本郷、本村、永井：初等中等教育におけるプログラミング教育の教育的意義の考察、教育情報研究、32巻2号、2016
- 2) Hongo T, Yakou T, Yoshinaga K, Kano T, Miyazaki M, Hanakawa T : Structural Neuroplasticity in Computer Programming Beginners、Cerebral Cortex, bhac425, <https://doi.org/10.1093/cercor/bhac425>