

題目：教育が技術の累積的進化を促すメカニズム：計算論モデルを用いた理論的検討

氏名：中田星矢

指導教員：竹澤正哲

人類は他の動物とは一線を画す、非常に高度な科学技術を持っているが、現代の人間が持つ高度な科学や技術は、単独個人が何も無いところから突然作り出したわけではない。人類の科学や技術は世代から世代へと伝達されながら、徐々に改良が積み重ねられ、発展してきたのである。これは累積的文化進化 (cumulative cultural evolution) と呼ばれる現象であり、人間と他の動物を峻別する鍵であると考えられている。しかし、なぜ人間だけが文化を累積的に発展させられてきたのだろうか。心理学や比較認知科学、数理生物学、人類学などによる一連の研究を通して、人間が累積的文化進化を達成できる要因として、教育 (teaching) が主要な候補の一つとして挙げられている。人間は、単独個人では学習できないような、高度な文化であっても、教育によって忠実な伝達を達成できることで、累積的文化進化を可能にしていると考えられている。この仮説を支持する結果が、理論・実証双方の研究で示されてきたが、これまでの研究では、モデルや実験デザインにいくつかの問題があった。たとえば、教育が有用であることを示した実験研究では、そもそも教育がある条件では、それ以外の条件で得られる情報も与えられた上で、さらに熟練者から教育を受けられるようになっていた。そのため、教育によって伝達が正確であることではなく、単に得られる情報量が多いことが、高いパフォーマンスに寄与していたとも考えられる。また、理論研究では、教育がない場合は伝達の際に大きなエラーが起こり、教育がある場合には、エラーが起こりにくい、というような伝達の正確性を確率で表現するようなモデルが用いられるが、これは教育をあまりにも単純化しすぎているようにも思える。確かに教育によって複雑な技術が正確に伝達されることはあるだろう。だが、技術が複雑になればなるほど、正確に伝達するためには、長い時間をかけて教育を受ける必要がある。一方で、個人の寿命は有限である。文化が漸進的に発展していくためには、正確な伝達をした上で、改良を加える必要がある。あまりにも長い時間が教育に費やされると、技術を継承するだけで寿命を迎え、技術を更に向上させるための時間がなくなり、技術の進歩は停滞してしまう。つまり、教育による正確な技術の伝達と、個人学習による技術の向上の間にはトレードオフの関係

が存在している。こういったことを考慮すると、教育によって文化を正確に伝達することで累積的文化進化が生じるということは本当にあるのだろうか。それどころか、教育による正確な伝達は、さらなる技術改良の機会を奪い、累積的文化進化を阻害する可能性さえある。

そこで、本研究では、上記のトレードオフを考慮し、さらにこれまでの研究では困難だった、伝達の正確性の定量的な分析も可能な、新たな計算論モデルによって、理論的な検討を行った。計算論モデルを用いた理論的な研究を用いることで、教育が累積的進化を引き起こすまでの、すべてのプロセスが定量的なデータとして得られる。この研究によって、実証研究では困難な、概念間の因果関係の特定や、詳細なプロセスの解明が可能となる。このモデルを用いてコンピュータ・シミュレーションを行った結果、(1) 長期的な教育は高度な技術の劣化を防ぐことで車輪の再発明を防止する、(2) レベルの高い技術を教育することが次世代のパフォーマンスを促進する、(3) 長期的な教育がさらなる技術改良を促す、などのメカニズムによって (4) 長期的な教育が累積的文化進化を促進する可能性が示唆された。また、教育によって伝達された知識が世代間でどれだけ類似していたかを分析した結果、(5) 長期的な教育は、特に高度な技術を伝達する際に、忠実な伝達に寄与しているが、(6) 忠実な文化伝達は累積的文化進化の原因ではなく、結果として現れうるということが明らかになった。これは、伝達の正確性と累積的文化進化の関係を議論する際に、対象としている文化の変化が、無意識なバイアスによるものなのか、それとも意図的な改良によるものなのかという従来の区別に加えて、パフォーマンスと学習しやすさの関係の正負を区別することの重要性を提起する。

本研究では、教育心理学や教育学、そして学習科学といった研究領域が扱ってきたような、教師から生徒という単一世代間での知識伝達というマイクロなプロセスを計算論モデルで表現した上で、経済学などで議論されてきた、教育が数世代にまたがって社会を発展させるというマクロな現象を文化進化論の観点で検討した。本研究で得られた知見は、文化進化の分野に対する貢献に留まらず、教育のグループ・ダイナミクスという社会心理学的な視点を、学習心理学や学習科学など教育と学習に関わる幅広い分野に遍く提供するものでもある。