

東田名誉教授らが提唱した CD38-オキシトシン脳内分泌仮説に基づく古ゲノム学的洞察から「人間社会の協力の進化」を解析した論文がアメリカから発表されました。

要約

社会集団の進歩(社会性が密になること)に伴い、オキシトシンシステムの遺伝子変異が集積してゆくこと(genomic positive selection)、またそれがより密な(協力的)社会経済人間活動を可能にしたと考えられる。個人の脳内では、東田らが提唱した、オキシトシンが社会性と密接にかかわっているという仮説に基づき、(図 1: CD38 により)脳内のオキシトシン量を増加させ、またそのキシトシンに反応するためにオキシトシン受容体数を増加させ、社会性反応を増強できる(すなわち、オキシトシン系の活性を高める)遺伝子変異が生じたと考えられる。その結果はさらに密なる社会生活、人と人との結束を増し、社会交流を活発にし、定住都市化(市場形成)を促したと考えられる。そこで、CD38 やオキシトシン受容体遺伝子の一塩基多様性を指標に、アンデスの山奥の住民で 13,000 年間の変化が解析された。ここでは、13,000 年前、海岸から 3,000 メートル以上の高地へ移住し、その地の環境に適応し、その中で食料を調達していた集団が、初期の古代農耕牧畜を開始し定住し、古代の集団生活をスタートさせた後、さらに効率的な農耕牧畜を発展させた。そして、初期の古代都市(村)集団から、今の都市社会や市場(経済)を形成するように変容してきた。その社会生活の進化の過程の中のどこかの時期に、オキシトシンによる社会性反応を増強するのに成功した(オキシトシン系の活性を高める)遺伝子変異が生じたと考えられる。古代人、アンデスの奥地の住民や現在の首都リマに住む住民の遺伝子解析の結果、3500 (BCE1500 年)から 2000 年前の 1500 年間に最初の変異が生じそれが淘汰され、集積されてきた。それはアンデスの後期形成期で、ちょうど古代牧畜農耕時代であることがわかった。

背景

遺伝子と文化が共進化するという考えは、社会科学や生物科学の分野で最近ますます注目を集めている新しい分野です。(2022 年のノーベル生理学医学賞が、独マックス・プランク進化人類学研究所のスバンテ・ペーゴ教授の「絶滅したヒト属のゲノムと人類の進化に関する発見」に送られたのでわかる)。人間社会は、人口がますます増え、密集し、つながりのある集落で相互作用するにつれて、協力的な関係を結ぶ(結束)するための幅広い文化的解決策を開発してきました。協力の重要性を考えると、人類の進化を通じて、集団の結束力を向上させることに関連する遺伝子の選択もあった可能性があります。もしそうなら、オキシトシン受容体遺伝子と CD38 遺伝子は過去に淘汰された証拠を示すと期待できます。さらに、淘汰が検出された場合、淘汰のタイミングを推定することで、この遺伝的信号経路を社会の協調に有利な条件として特定できる可能性があります。アンデス中南部の高地のチチカカ盆地は、古代アンデス高地における人々の相互協力と社会経済的変容(社会進化)をオ

キシトシンシグナル強化選択から調査できると思います。

別の言い方をすると、人間社会は、利己的な行動を制限し、協力を促進する規範によって特徴付けられます。オキシトシン系は、社会的行動の重要な調節因子であり、協力の進化に関与している可能性があります。オキシトシンは側坐核と前帯状皮質の両方に作用し、社会的結合と社会的結束を促進します。東田名誉教授らの発見した CD38 遺伝子とオキシトシン受容体遺伝子の発現は、これらの脳領域におけるオキシトシンの分泌と結合にそれぞれ影響を与えることが知られています (図 1)。

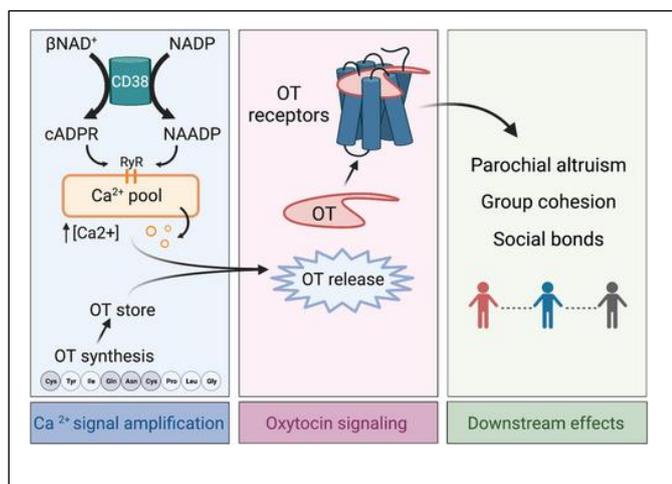
アンデス高地は、社会協力関係の進化におけるオキシトシンの役割を評価する絶好の土地です。そこで豊富な考古学的記録は、高地探検、狩猟経済、農業牧畜、都市化への進化のを通じて、13,000 年にわたる人口増加と協力的な社会が出現し変容してきました。古代と現代の全ゲノムの両方を用いた対立遺伝子軌跡モデリングによりオキシトシン受容体および CD38 対立遺伝子の強い正の選択が人口の増加や社会経済の変容と関連しているとわかりました。

これらの淘汰は、約 3,500 年から年前に始まり、この時期は地域の後期形成期とティワナク期 (牧畜農業の発展、人口増加、定住都市化、暴力の発生率が比較的低い時代) にあたります。目覚ましく永続的な文化的発展とともに、特定の脳領域におけるオキシトシン信号系 (CD38 依存的オキシトシン分泌と受容体結合) の増加は、アンデス高地のチチカカ盆地における初期の都市化を促進する大規模な社会協力を促進した可能性があります (図 2)。

出典

Sophie K. Joseph, Elizabeth Wagman, Nabeel Diab, Nicholas Ryu, Minwoo Lee, Randall Haas, James K. Rilling, Mark S. Aldenderfer, John Lindo, Paleogenomic insights into cooperation in the ancient Andes from positive selection on oxytocin pathway genes. *Genes, Brain Behavior*, First Published: 5 February 2024

図 1



2

