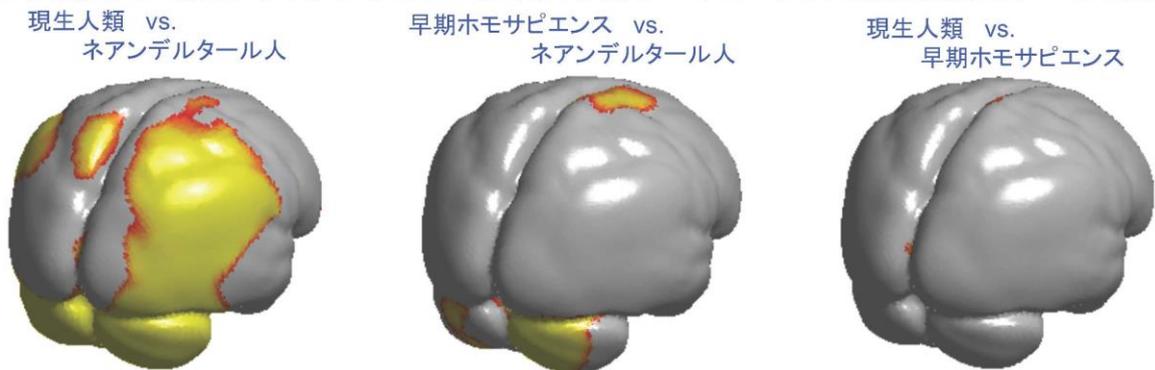


現生人類の脳からネアンデルタール人と早期ホモサピエンスの脳を復元した例



現生人類の平均脳からネアンデルタール人と早期ホモサピエンスの脳を復元し、三者を比較



黄色：形態に差があった脳領域

脳の形態復元により、ネアンデルタール人のほうが ホモ・サピエンスより小脳が小さいことを発見 ～ 絶滅の背景に脳の機能差が関係か？ ～

慶應義塾大学理工学部機械工学科の 荻原 直道 教授、名古屋大学大学院情報学研究科の 田邊 宏樹 教授を中心とする研究グループは、旧人ネアンデルタール人と新人ホモ・サピエンスの化石頭骨の中に収まっていた脳の形態を、数理工学的手法に基づいて精密に復元する方法を開発し、ネアンデルタール人とホモ・サピエンスの脳形態の違いについて検討しました。解析の結果、脳全体のサイズには大きな違いはないものの、ネアンデルタール人の小脳は、その時代のホモ・サピエンスと比較して相対的に小さいことを世界で初めて明らかにしました。小脳については、基本的には、運動機能に関わる部位と考えられていますが、研究グループは、小脳の相対容量が、言語生成や理解、ワーキングメモリ、認知的柔軟性などの高度な認知能力・社会能力とも関係することを現代人のデータを用いて明らかにしました。一時期共存していたネアンデルタール人とホモ・サピエンスですが、両者の間には脳形態の違いがあり、その違いが環境に適応する能力の差を生み出した結果、両者の命運を分ける要因となったと考えられます。

本研究成果は 2018 年 4 月 26 日（現地時間）に英国科学誌「Scientific Reports」に掲載されました。

1. 本研究のポイント

- ・ 数理工学的手法に基づいて、旧人ネアンデルタール人と新人ホモ・サピエンスの化石頭骨の中に収まっていた脳の形態を復元した
- ・ 両者の脳形態の違いを検討した結果、脳全体のサイズには大きな違いはないものの、ネアンデルタール人の小脳は、その時代のホモ・サピエンスと比較して相対的に小さいことを世界で初めて明らかにした
- ・ 現代人データを用いて、小脳の相対容量と認知能力に相関があることを示した
- ・ 一時期共存していたネアンデルタール人とホモ・サピエンスの間には脳機能の違いがあり、その違いが環境に適応する能力の差を生み出した結果、両者の命運を分けた可能性がある

2. 研究背景

現生人類（ホモ・サピエンス）とネアンデルタール人は、約4万年前のヨーロッパで、約5000年にわたり共存していましたが、そのうち、我々の祖先である現生人類のみが現代まで生き残り、ネアンデルタール人は絶滅してしまいました。この、現生人類とネアンデルタール人の「交替劇」には、環境変動や混血など、さまざまな要因が関与していると考えられています。今回、研究グループは、特に両者の神経基盤、つまり「脳」に相応の機能差があり、そこから生じた環境への適応能力の差が現代人の生存に有利に作用し、最終的に両者の命運を分けたと考え、両者の脳形態を化石から復元して、それを検証することを試みました。

3. 研究内容・成果

研究グループは、まず、3次元モデリング技術を駆使して、ネアンデルタール人と早期ホモ・サピエンスの化石頭骨とその内腔形状（エンドキャスト）を、高精度かつ客観的に仮想空間内に復元することを試みました。具体的には、化石頭骨のCT積層断層画像から、その3次元デジタルモデルを仮想空間内に構築し、分断された頭蓋破片を接合の滑らかさに基づいて組み立て、化石欠損部分を数理的に補完することで、ネアンデルタール人4個体と早期ホモ・サピエンス4個体の化石頭骨の復元を行いました。次に、脳イメージング研究の手法を用いて、1185名の現代人の頭部MRI画像から現代人の平均頭骨形態と、その中に収まる平均脳形態を求めました。この平均現代人頭骨を、化石頭骨へ変形させる関数を求めれば、化石頭骨に収まる脳形態を推定することが可能となります。本研究では、計算解剖学的手法に基づいてこの変形関数を導出し、化石頭骨に収まる脳形態を推定しました（図）。

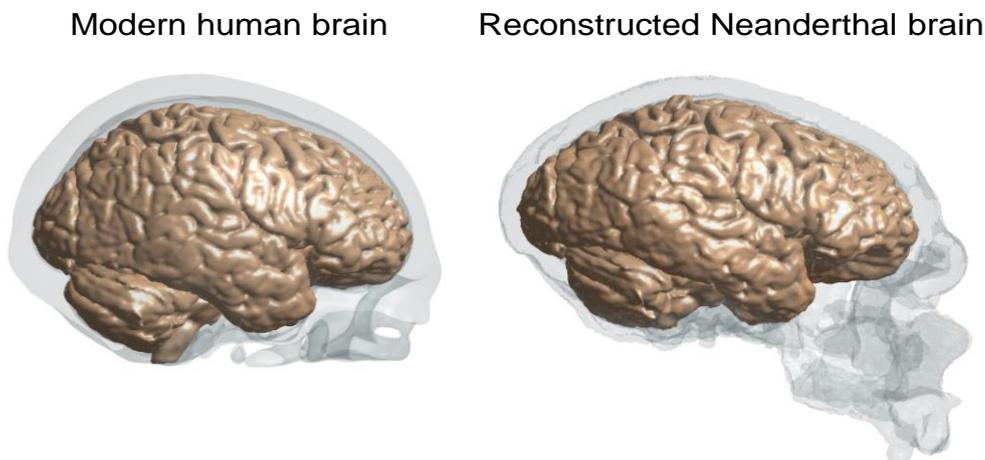


図 現代人の脳（左）と復元されたネアンデルタール人（La Chapelle-aux-Saints 1）の脳（右）

復元されたネアンデルタール人と早期ホモ・サピエンスの脳形態を比較した結果、ネアンデルタール人が絶滅する遙か前から、早期ホモ・サピエンスのほうがネアンデルタール人より小脳が大きく、逆に、ネアンデルタール人のほうが後頭葉が大きい傾向があることが明らかとなりました。一方、違いがあると予想された前頭葉については、両者の間に差を見出すことはできませんでした。

小脳は運動機能に重要な役割を持ちますが、近年の研究により認知機能との関わりも示されています。そこで研究グループは、ヒトコネクトームプロジェクト^{注1)} (Human Connectome Project, HCP) の MRI および心理学実験データを用い、現代人の小脳の大きさとさまざまな認知課題成績の関係を調べました。その結果、小脳の全脳に対する相対的な容量が大きいほど、言語生成や理解、ワーキングメモリ^{注2)}、認知的柔軟性といった高度な認知的・社会的能力を調べる課題の成績も良いという関係性があることが明らかとなりました。

これらのことを考え合わせると、ネアンデルタール人とホモ・サピエンスの脳形態の違いが環境に適応する能力差を生み、それが両者の命運を分ける1つの大きな要因となったと考えることができます。

4. 今後の展開

ネアンデルタール人が絶滅する遙か前から、現生人類のほうが小脳が相対的に大きかったという事実は、脳の機能差が「交替劇」に大きく関係していた可能性を示しています。我々の祖先である現生人類のみが現代まで生き残り、ネアンデルタール人は絶滅してしまった原因の解明につながることを期待されます。

<原論文情報>

雑誌名：Scientific Reports volume 8, Article number: 6296 (2018)

論文タイトル：Reconstructing the Neanderthal brain using computational anatomy
(計算解剖学に基づくネアンデルタール人の脳形態復元)

DOI：[10.1038/s41598-018-24331-0](https://doi.org/10.1038/s41598-018-24331-0)

<用語説明>

注1) ヒトコネクトームプロジェクト：

米国国立衛生研究所が主導する、ヒトの脳の解剖学的ネットワークや脳の情報処理、機能、病態などの解明を目指した大規模プロジェクト。

注2) ワーキングメモリ：

情報の保持だけでなく処理（操作）機能も重視した概念。複雑な思考のための能力を支えるものと考えられている。作業記憶や作動記憶とも呼ばれる。