

世界で最も精巧な頭部 3 次元 CG データを開発 ～脳神経外科医の解剖学的知識を可視化～

1. 発表者： 齊藤 延人（東京大学医学部附属病院 脳神経外科 教授）
金 太一（東京大学医学部附属病院 脳神経外科 助教）

2. 発表のポイント：

- ◆ヒトの頭部を精巧に再現した 3 次元コンピュータグラフィックス（3DCG、注 1）モデルを開発し、非商用、かつ研究もしくは教育用途に限り、そのデータの無償提供を開始しました。
- ◆ヒトの解剖所見や教科書を参考にして作成された世界で最も精巧な頭部 3DCG モデルであり、そのデータは今後も随時アップデートされる予定です。
- ◆本 3DCG モデルは、自由に使用でき、そのまま 3D プリンターで造形することもできます。また、いくつかの研究機関で開発に利用されるなど、高い拡張性を有しています。

3. 発表概要：

東京大学医学部附属病院脳神経外科の齊藤延人教授と金太一助教らの研究グループは、最先端のコンピュータグラフィックス技術を用い、ヒトの頭部の解剖学的構造を精巧に再現した 3 次元コンピュータグラフィックス（3DCG）モデルを開発し（図 1）、この度その無償提供を開始しました。

本 3DCG モデルは、内閣府総合科学技術・イノベーション会議が主導する革新的研究開発推進プログラム（ImPACT）の「バイオニックヒューマノイドが拓く新産業革命」（プログラム・マネージャー：原田 香奈子）の研究の一環として開発されたもので、バイオニックヒューマノイド（注 2）の基礎設計図となっています。

人体の高精細な 3DCG 作成には、高度な CG 技術と医学的知識、そして高い開発費を要するため、その開発は困難でした。本研究グループは、最先端のコンピュータグラフィックス技術と脳神経外科医の知見を集約し、医療の現場に必要な解剖情報を 3DCG として作製しました。

今回開発した頭部 3DCG モデルは 1,000 パーツ以上におよび、世界で最も精巧なものです。この度専用のホームページ（<https://brain-3dgc.org>）（図 2）を開設し、全てのパーツを無償で提供しています。

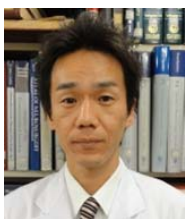
ダウンロードした 3DCG モデルは、非商用で、かつ研究もしくは教育用途であれば自由に使用できます。本 3DCG パーツは、いくつかの研究機関で開発に利用されるなど、その拡張性は高く、さまざまな分野で活躍することが見込まれます。世界最高レベルの精巧な頭部 3DCG を普及させることによって、医療や教育、研究開発など広い分野への貢献が期待されます。

本成果は、以下のプログラム・研究開発課題によって得られました。

内閣府革新的研究開発推進プログラム (ImPACT)



齊藤延人
教授



金太一
助教

プログラム・マネージャー： 原田 香奈子

研究開発プログラム： 「バイオニックヒューマノイドが拓く新産業革命」

研究開発課題： 「バイオニックヒューマノイド頭部モデルを対象とした評価システムの開発」

研究開発責任者： 齊藤 延人

研究期間： 平成 27 年度～平成 30 年度

本研究開発課題では、臨床データをもとに、脳神経外科領域における手術戦略や手技を構造化し、要素間の関係を整理してプログラム全体の研究開発へフィードバックします。そのための補助ツールとして、仮想空間上における脳の超高精細医用シミュレータの開発に取り組んでいます。

■原田香奈子プログラム・マネージャーのコメント■



本プログラムでは、センサーを内蔵した精巧な人体モデル「バイオニックヒューマノイド」を使って感覚的な表現を定量的に理解し、試行錯誤をなくすことで、技術シーズを早く社会に届けることを提案しています。今回の成果は、特に脳神経外科手術用バイオニックヒューマノイドに必要な頭部の解剖構造の 3D データ化に成功したものです。世界で最も高精細なこの頭部解剖構造を無償提供することにより、医療現場だけでなくさまざまな教育・研究開発分野への大きな貢献が期待されます。

4. 発表内容：

【研究の背景】

本研究は、ImPACT プログラム「バイオニックヒューマノイドが拓く新産業革命」の一環として実施されました。同プログラムでは、高感度センサーを内蔵した精巧な人体モデル「バイオニックヒューマノイド」を開発し、ヒトや実験動物の代替とすることで革新的技術の定量的な評価、ひいては同技術の早期社会実装の実現を目指しています。今回の成果物である「東京大学脳神経外科頭部 3DCG モデル」は「バイオニックヒューマノイド」の“設計図”としての役割を担っています。

「バイオニックヒューマノイド」の実現には、人体の形状情報を 3 次元のデータとして再現することが重要な要素の 1 つとして挙げられます。正確かつ精密な形状データの実現には、高度なグラフィック技術と深い解剖学的知識はもちろん、臨床医療の観点からみた正確性と有用性を見据える必要があります。しかしながら、現在市場に流通している人体の形状データは、特に頭部においてその正確性および精密性に課題がありました。また、精巧な 3DCG モデルはコストの面からも開発もしくは入手することが困難であり、教育や研究の分野では比較的単純なモデルを使用することが多いため、研究の発展、事業化、医療および教育への応用などの面で課題となっています。このため、「バイオニックヒューマノイド」の研究開発のみでなく、医学教育や脳神経外科手術の医療現場においても、複雑な脳の微細組織を 3 次元的かつ高精細に視覚化する必要がありました。

【開発内容】

本研究は、国立大学法人東京大学医学部附属病院脳神経外科の齊藤延人教授と金太一助教らの研究グループにより実施されました。今回の成果物である「東京大学脳神経外科頭部 3DCG モデル」は、市場に流通する人体形状データや医用画像には描写されないような微細な組織を中心に、最先端のコンピュータグラフィックス技術を用いて開発しました(図 3)。たとえば、三叉神経は顔面の感覚を司る重要な脳神経の 1 つですが、図 3 左のように通常の医用画像ではその一部しか確認できません。これに対し本研究で開発した 3DCG モデルでは、図 3 右のように三叉神経末梢部の詳細な構造のみでなく、多くの複雑な微細な血管組織まで再現しています。このような正確な情報を医師が認識することにより、安全に手術を行うことができます。

またこの度、開発した 3DCG モデルの無償提供を開始しました。

本 3DCG モデルには、以下のような特徴があります。

- 実際の人体の解剖所見や教科書を参考にして、複数の脳神経外科医が直接 3DCG を編集することによって作成されています。医用画像では確認できない脳実質内の神経線維、硬膜、微小血管などが精密に再現されています。
- 膨大な 3DCG に対して、リトポロジーなどの最新の CG 技術を使うことによって、データの軽量化や最適化を達成しています。
- ヒトの頭部の解剖構造が 1,000 パーツ以上の 3DCG モデル (STL フォーマット、注 3) で構成されています。用途に応じて必要なパーツだけをダウンロードして利用することが可能です。
- 3D プリントに対応できるように設計しており、ダウンロードした各パーツのデータを 3D プリンターでそのままプリント造形することも可能です。

【社会的意義】

質の良いデータは現代社会において最も重要な資源の 1 つです。今回のような精巧な 3DCG モデルは、高度なコンピュータグラフィックス技術と医学的知識、および高い開発費を要する

ため、容易に開発もしくは入手できるものではありませんでした。開発した 3DCG モデルを社会へ広く還元することによって、医学的知識の普及、医学教育や研究開発の促進、ひいては医療の質向上が見込まれます。

【その他】

本 3DCG モデルは、「東京大学脳神経外科頭部 3DCG データベース」(ホームページ <https://brain-3dgc.org>) へアクセスし、利用規約に同意すれば全ての 3DCG モデルを無償でダウンロードすることができます。非商用で、かつ研究もしくは教育用途であればそのまま使用していただくことはもちろん、編集・加工も自由です。医学講義や解剖学実習での活用、研究開発での活用、論文や著書などへの添付、スナップショットをウェブに公開するなど、当ホームページに記載されている規約を守っていただく限り自由に使用することができます。商用使用を目的とする場合や判断に迷われた場合には、お問い合わせください。

5. お問い合わせ先：

《研究に関するお問い合わせ》

東京大学医学部附属病院 脳神経外科

助教 金 太一 (きん たいち)

TEL : 03-5800-8853 (直通)

E-mail : tkin-tky@umin.ac.jp

《ImPACT の事業に関すること》

内閣府 革新的研究開発推進プログラム担当室

TEL : 03-6257-1339

《ImPACT プログラム内容および PM に関すること》

科学技術振興機構 革新的研究開発推進室

TEL : 03-6380-9012 FAX : 03-6380-8263

E-mail : impact@jst.go.jp

《広報担当者連絡先》

東京大学医学部附属病院 パブリック・リレーションセンター

担当：渡部、小岩井

TEL : 03-5800-9188 (直通)

E-mail : pr@adm.h.u-tokyo.ac.jp

科学技術振興機構 広報課

TEL : 03-5214-8404 FAX : 03-5214-8432

E-mail : jstkoho@jst.go.jp

6. 用語解説：

注 1) 3DCG

3次元コンピュータグラフィックスの略。コンピュータ内の3次元空間で表示される仮想モデルのこと。

注2) バイオニックヒューマノイド

ヒトや実験動物の代わりとなる、センサー付きの精巧な人体モデルのこと。内閣府総合科学技術・イノベーション会議が主導する革新的研究開発推進プログラム (ImPACT) の「バイオニックヒューマノイドが拓く新産業革命」 (プログラム・マネージャー: 原田 香奈子)

(<https://www.jst.go.jp/impact/program/15.html>) で開発している。

注3) STL フォーマット

3DCG モデルの代表的なフォーマットの1種。

7. 添付資料：

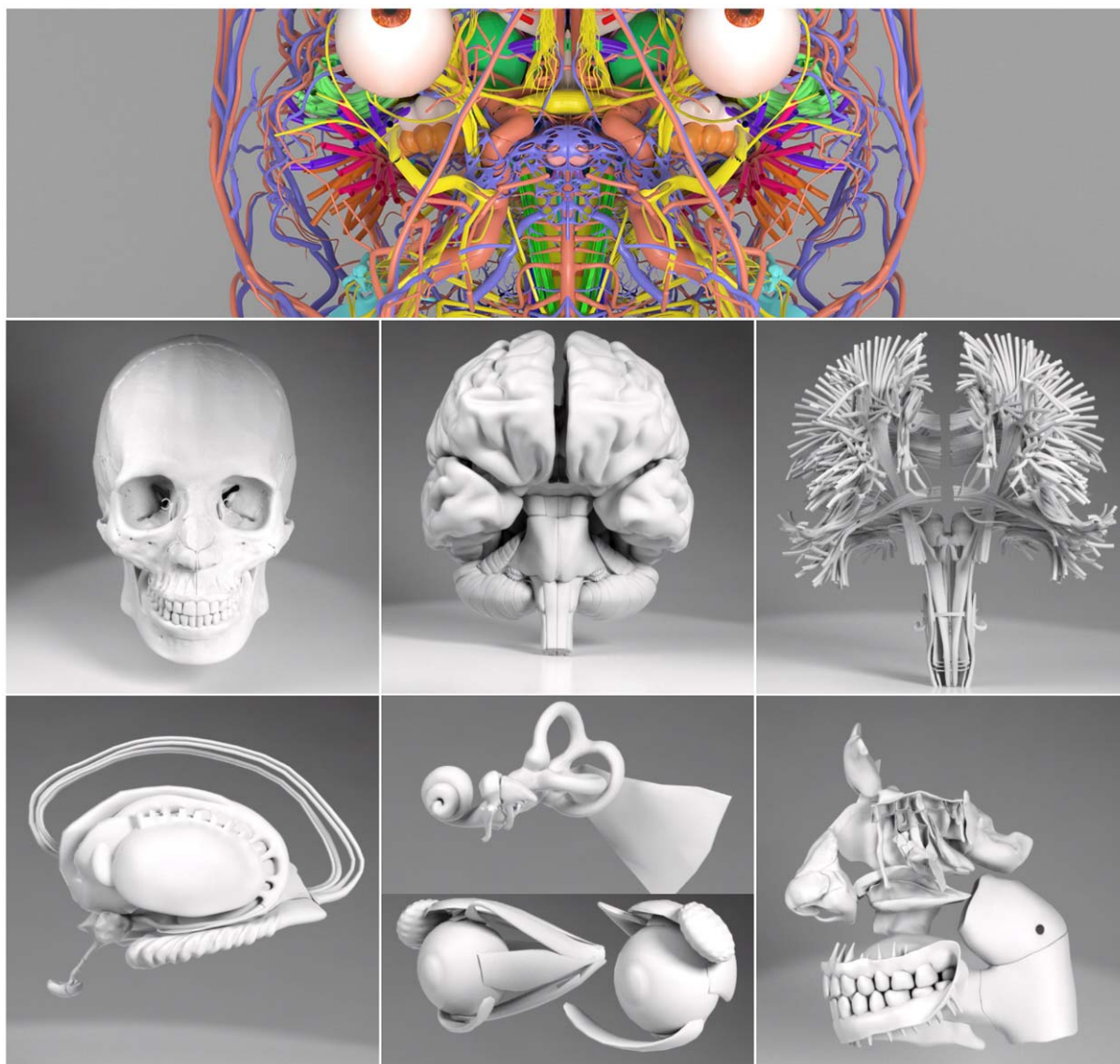
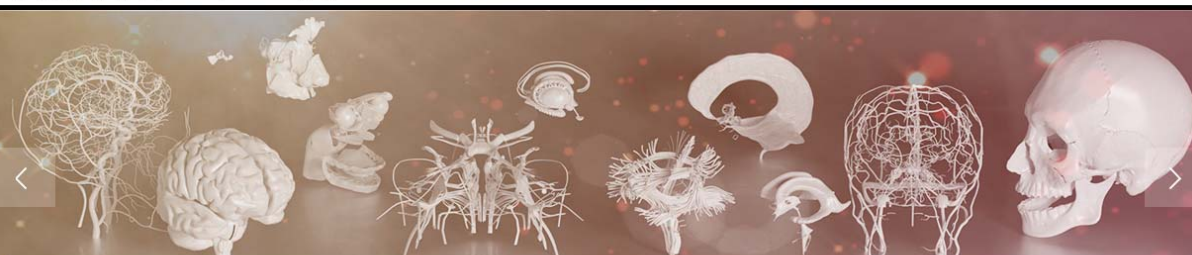


図1. 「東京大学脳神経外科頭部 3DCG データベース」からダウンロード可能な 3DCG の例



頭部3DCGモデルについて



東京大学脳神経外科頭部3DCGモデルとは

利用規約



頭部3DCGデータベースのダウンロードに関する利用規約

ダウンロードに関する説明



頭部3DCGデータベースをダウンロードする方法について

「東京大学脳神経外科 頭部3DCGデータベース」は、東京大学医学部附属病院脳神経外科で開発された3次元コンピュータグラフィックス（ポリゴンモデル）です。非商用かつ、研究もしくは教育用途に限り自由に使用することができます（商用使用を目的とする場合や判断に迷われた場合には、お問い合わせください）。

図2. 「東京大学脳神経外科頭部 3DCG データベース」のホームページ (<https://brain-3dcg.org>)。規約を守り会員登録すれば、全ての 3DCG がダウンロードできる。

医用画像から作成した3次元画像

今回開発した3DCG

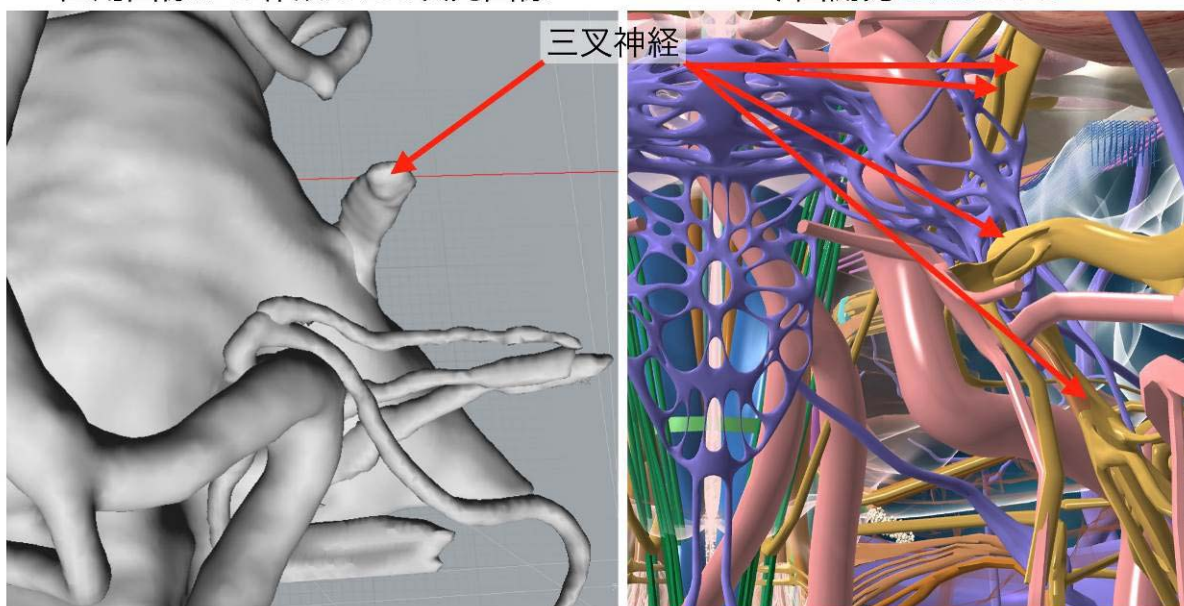


図3. 医用画像と今回開発した3DCGとの比較。上の2つの画像は脳幹の前面で、部位と向きは同じ。三叉神経の末梢部（矢印）、界面静脈洞や脳底静脈叢（青色の血管）をはじめ、多くの組織は医用画像では確認できない。