

チンパンジーの肝炎治療の経過

—世界初の治療成功と肝臓癌リスクの露見—

概要

京都大学野生動物研究センターの平田聡教授と熊本大学大学院生命科学研究部の田中靖人教授らの研究グループは、かつて医学実験の対象となり人為的に肝炎ウィルスの持続感染を引き起こされていたチンパンジーを対象に、ウィルス除去のための投薬治療を行い、その結果と経過について明らかにしました。C型肝炎ウィルスに持続感染したチンパンジー8個体に、ヒト用に開発された肝炎治療薬を投与したところ、6個体ではウィルスを完全に排除することに成功しました。過去のC型肝炎医学実験モデルだったチンパンジーに、純粹に治療目的で投薬して、治療成功したのは今回の例が世界初です。8個体のうち2個体ではウィルス排除ができませんでしたが、これはウィルスに薬剤耐性の変異が生じていたためと考えられます。また、ウィルスの排除に成功した6個体のうち3個体では、のちの検査によって、肝臓癌が生じていることが判明しました。これらのチンパンジーにC型肝炎ウィルス実験が行われたのは今から30年—40年前のことで、その後の長い年月のあいだに徐々に病状が進行して癌化していたと推測されます。

本研究成果は、2026年7月20日に国際学術誌「*Journal of Medical Virology*」にオンライン掲載されました。



写真：チンパンジー・ショウボウの快気祝い。C型肝炎ウィルス感染の投薬治療の成功を、マンゴーなどのごちそうでお祝いしました。提供：熊本サクチュアリ

1. 背景

現在は C 型肝炎ウイルスとして知られる病原体ウイルスは、1989 年にウイルスが同定されるまで未知のウイルスでした。この未知の病原体の解明と治療法の確立のため、ヒトに近縁なチンパンジーが医学実験モデル動物となり、人為的にチンパンジーに病原体を注入した研究が行われました。その後、ウイルスが同定され、治療法も進歩して、C 型肝炎は薬によってほぼ治る病気となりました。ただ、実験に使われたチンパンジーは、ウイルスに感染したままとなっていました。

京都大学野生動物研究センターの附属施設である熊本サンクチュアリでは、かつて国内の複数の組織で医学実験の対象となっていたチンパンジーが余生を過ごす場として、動物福祉に配慮して彼らの飼育をしています。2022 年時点で 8 個体の C 型肝炎ウイルス持続感染のチンパンジーがいました。平田聡らが 2022 年に論文として刊行した研究によって、過去に医学実験の対象となり C 型肝炎ウイルスに持続感染したチンパンジーは、そうでないチンパンジーに比べて、早く死亡する傾向にあることが明らかとなっていました。

2022 年時点で生存していた 8 個体の C 型肝炎持続感染のチンパンジーについて、もし投薬によってウイルスを排除できれば、彼らの余生を延ばせる可能性があると考え、ヒト用に開発された C 型肝炎治療薬をチンパンジーに投与して治療を試みることにしました。治療薬の購入には高額のコストがかかることから、クラウドファンディングをおこなって資金を集め、計約 5000 万円のご寄付を頂いて、8 個体全てのチンパンジーに投薬をおこなうことができました。

2. 研究手法・成果

対象の 8 個体について、事前の血液検査によって肝臓の状態を評価し、治療薬と投薬期間を定めました。3 個体はグレカプレビル／ピブレンタスビルの 8 週間投与（ショウボウ、アキナ、ススム）、4 個体はグレカプレビル／ピブレンタスビルの 12 週間投与（サイ、ムサシ、クミコ、キャンディー）、1 個体は当初グレカプレビル／ピブレンタスビルの投与をしたものの中間検査で十分な効果が認められなかったためソホスブビル／ベルパタスビル及びリバビリンの 24 週間投与（ユキオ）をそれぞれおこないました。これらの薬は錠剤で、チンパンジーにそのまま飲ませるのは不可能なので、粉状にしたうえで、蒸かしたサツマイモを団子状に丸めたものやジュースに混ぜるなどして投与しました。

投薬終了後に採血して C 型肝炎ウイルスの有無を確認するとともに、投薬終了後約 6 か月後にも同様の検査をおこなって、両方の検査でウイルスが検出されなかった場合に治療成功と判断しました。6 個体では治療成功となり、投薬によってウイルス排除に成功しました（ショウボウ、アキナ、ススム、サイ、ムサシ、クミコ）。これまでの国内外のチンパンジー C 型肝炎医学実験の歴史において、治療薬の開発と効果測定の目的でチンパンジーに治療薬を投与した例はありましたが、医学実験としてではなく、純粋に治療の目的で投薬治療が試みられた報告はなく、今回が初めて、治療の目的でチンパンジーの C 型肝炎ウイルスの除去に成功した事例となりました。一方、2 個体では、投薬終了後もウイルスが検出されました（ユキオ、キャンディー）。これらの個体のウイルスの遺伝子を解析したところ、薬剤耐性と考えられる変異が検出されました。こうした変異体によって治療が困難になったと考えられます。

投薬終了後に、全個体の肝臓の状態をエコーなどによって詳しく調べてみると、3 個体において、肝臓に腫瘍が見つかりました（クミコ、ススム、ムサシ）。2 個体（クミコ、ススム）はその後、肝臓癌が原因で亡くなりました（注：ススムの死亡は本論文投稿より後のことで、本論文には死亡のことは記載されていません）。腫瘍の初発見時にすでに比較的大きなものであったことから、投薬治療の前に既に癌が生じていたと推測されます。

今回の治療対象の 8 個体が C 型肝炎ウイルス実験を受けたのは今から 25 年—43 年前のことになります。

それ以来の長い年月にわたって、こうしたチンパンジーの体内に肝炎ウィルスが存在して、肝臓に悪影響を与えていました。治療に成功したチンパンジーについては、治療後に血液検査で測った肝機能の値が向上していました。投薬が功を奏し、健康な状態を取り戻してきていると評価できます。



蒸かしたサツマイモに薬を入れて団子にする



薬入りのサツマイモ団子を食べるチンパンジー・ユキオ

3. 波及効果、今後の予定

チンパンジーを対象にした肝炎感染実験がおこなわれていた当時、肝炎ウィルスがチンパンジーに与える影響は軽微なものであると考えられていました。世界的にも多くのチンパンジーが肝炎実験の対象となってきましたが、2022 年に平田らが論文で報告するまで、肝炎ウィルスに感染したチンパンジーの寿命が短くなっていることは知られていませんでした。ヒトでは C 型肝炎から肝硬変を経て肝臓癌になることは広く知られた事実です。チンパンジーでも肝臓癌の症例報告は数例ありましたが、ヒトと同様に C 型肝炎感染が癌を引き起こすかどうかは、本研究の前の時点では明確な結論が得られていませんでした。本研究で示された肝臓癌の 3 個体について、C 型肝炎ウィルスの人為的感染から癌の発生まで 30 年—40 年の歳月が流れていました。そうした長い年月をかけて癌化するものであること、さらに、世界的にもチンパンジーの肝炎実験後の追跡調査などがおこなわれてこなかったことなどが、事態が表面化していなかった一因と考えられます。チンパンジー

への肝炎実験研究が行われていた当時、実験後 30 年—40 年を経た将来のことを十分に予見しえなかった事も挙げられます。

チンパンジーの C 型肝炎ウイルス感染をヒト用治療薬で治療可能であると示すことができたのは、ひとつの大きな成果だと考えられます。一方で、薬剤耐性ウイルスの存在や、肝臓癌の発生といった負の側面があることもまた本研究によって明らかとなりました。

熊本サンクチュアリには、今回の C 型肝炎治療対象だった個体も含めて、2026 年 7 月現在 47 個体のチンパンジーが暮らしています。彼らの健康維持と福祉向上を目指した活動を続けていきたいと考えています。

4. 研究プロジェクトについて

以下の 2 つのクラウドファンディングによって治療薬の購入をおこないました。

(1) https://readyfor.jp/projects/ks_kyoto-u_2

(2) https://readyfor.jp/projects/ks_kyoto-u_3.

日本医療研究開発機構からの研究費も受けました(AMED JP25fk0210172)

<研究者のコメント>

チンパンジーを対象にした医学実験によって、C 型肝炎ウイルスが特定されました。その後の研究の進展によって、有効な治療薬が開発され、ヒトでは多くの患者の方々が救われてきました。一方で、実験対象だったチンパンジーへの治療はおこなわれてきませんでした。過去に実験対象となったチンパンジーの余生と福祉について、目を向けるべき時だと考えています。欧米ではまだ C 型肝炎ウイルス持続感染のチンパンジーが複数いると推測できます。本研究がきっかけとなって、欧米のそうしたチンパンジーたちの福祉向上に役立てばと願っています。平田聡

<論文タイトルと著者>

タイトル： Direct-Acting Antiviral Therapy and Hepatocellular Carcinoma in Captive Chimpanzees With Long-Standing Chronic Hepatitis C Virus Infection (C 型肝炎ウイルス持続感染のチンパンジーに対する直接作用型抗ウイルス剤による治療と肝細胞癌)

著 者： Satoshi Hirata, Etsuko Nogami, Toshifumi Udonon, Michiko Fujisawa, Yasuhito Tanaka (平田聡、野上悦子、鶴殿俊史、藤澤道子、田中靖人)

掲 載 誌： *Journal of Medical Virology* DOI : <https://doi.org/10.1002/jmv.71074>