「リーマン予想、Claude で証明か」報道の検証

― Lean 形式証明の検証状況と数学界の評価 ―

2026 年 11 月 21 日（日本時間）時点

Claude Fable 5.2

要旨

- **報道の核心は事実である。**2026 年 11 月 20 日（米国時間）、Anthropic 所属の数学者 Levent Alpöge（レヴェント・アルポゲ）氏が個人サイトに文書を掲載し、Claude との協働でリーマン予想の証明を発見したと信じる旨を表明した[1,2]。誤報や捏造の類ではない。
- **ただし「証明された」とは確定していない。**公開されたのは 4 ページの文書と巨大な Lean 形式証明だけで、人間が読める論文、arXiv 投稿、査読論文はいずれも確認できない[1,3]。
- **機械検証は第三者の手でほぼ再現されている。**MIT の Andrew Sutherland 氏の公開ページによれば、全 175,187 モジュールのコンパイルと複数の独立カーネルによる再検証が通過し、依存する公理は標準の 3 つだけである。一方、end-to-end の comparator 検査は 11 月 20 日 22:05（UTC）時点で実行中であり、完了は一次ページで確認できていない[4]。
- **人間が論証を理解・検証した例は確認できない。**クレイ数学研究所は本問題を未解決として掲載し続けており[5]、ミレニアム懸賞の要件（適格な媒体での出版、出版後 2 年の経過、数学界の一般的受容）は満たしていない[6]。

本稿は「確認できた事実」と「分析・推測」を区別して記す。参考文献のうち※印を付したものは、本稿作成時に本文へ直接アクセスできず、検索結果の抜粋、二次引用、または先行調査段階の確認に依拠している。

1　記事と一次ソースの特定

1.1　依頼記事の特定

【確認できた事実】依頼の見出し（「『リーマン予想』、Claude で証明か…Anthropic の数学者が発表」）と完全に一致する記事は特定できなかった。末尾の言い回しが一致するのは、読売新聞の「167 年解けなかった『リーマン予想』、生成 AI が証明か…アンソロピックの数学者が発

表」（ワシントン発、11 月 21 日配信）である[7]。国内では表 1 のとおり、主要各紙・通信社が 11 月 21 日に一斉に報じた。

【分析・推測】依頼の見出しは、読売記事の見出しが配信先やまとめサイトで改題されたもの（「生成 AI」→「Claude」、「アンソロピック」→「Anthropic」）か、CNET Japan 等の類似見出しとの混同である可能性が高い。いずれの記事も、伝えている出来事は同一である。

表 1　国内の主な報道（2026 年 11 月 21 日）

媒体	見出し	備考
読売新聞[7]	167 年解けなかった「リーマン予想」、生成 AI が証明か…アンソロピックの数学者が発表	ワシントン発の署名記事
朝日新聞[8]	超難問「リーマン予想」AI と証明か 米アンソロピックの数学者発表	Yahoo!ニュース配信
時事通信[9]	AI で「リーマン予想」証明か 米アンソロピックの数学者	シリコンバレー発
共同通信[10]	AI で難問リーマン予想証明か 米アンソロピックの数学者が主張	ワシントン発。NYT の 20 日報道を引用
BBC News[11]	AI が数学の未解決問題「リーマン予想」を証明か 米アンソロピックの数学者が主張	Yahoo!ニュース配信
CNET Japan[12]	Claude を使い「リーマン予想」を証明か Anthropic 数学者が発表 Lean 検証も通過、数学界が精査へ	見出しは先行調査による（再確認できず）
ビジネス+IT[13]	167 年未解決の数学最大の難問「リーマン予想」を Anthropic 数学者が Claude で証明か？	Yahoo!ニュース配信
日本経済新聞[14]	アンソロピック研究者、数学難問「リーマン予想」を AI で解決と発表	見出しは先行調査による（再確認できず）
ギズモード・ジャパン[15]	Anthropic の人が Claude で数学界のラスボス「リーマン予想」の正面を発見したらしい（原文ママ）	11 月 21 日 02:45 配信の独自記事

1.2　一次ソース

【確認できた事実】

- **本人の文書**（alpo.ge/remark.pdf）：本稿作成時に内容を直接確認した。4 ページで、表題・署名はなく（報道は「Remark」と呼ぶ[2]）、一人称で書かれている[1]。
- **Terence Tao 氏のブログ**（11 月 20 日付）：Alpöge 氏が社内 AI モデルを用いて、巨大で Lean のみの一般化リーマン予想の証明を生成した、と紹介している[3]。
- **Sutherland 氏（MIT）の検証ページ**：独立に行った検証の結果を逐次公開している[4]。
- **論文・公式発表**：今回の主張に対応する arXiv プレプリントや査読論文は確認できない。Anthropic は会社としての発表を出しておらず、AP 通信の取材にも回答していない[5]。

表 2　関連する出来事の時系列（2026 年）

日付	出来事	文献
8 月 10 日	Anthropic、未公開の研究版 Claude によるゼータ零点割合の下界改善（41.6%→67.2%）を発表	[16]
9 月 8 日	OpenAI、ナビエ–ストークス問題（外力あり）の解決案を発表	[17]
10 月 6 日	Alpöge 氏の文書が示す作業の起点。同日、OpenAI が数学原稿 722 本を公開	[1,18]
10 月 19 日	Quanta 誌、OpenAI による「準リーマン予想」の証明を詳報	[19]
11 月 15〜16 日	文書の時系列上、テータリフト連鎖に関する項目（15 日）と一般化リーマン予想（16 日）	[1]
11 月 19 日	Anthropic、Nasdaq に上場	[20]
11 月 20 日	Alpöge 氏が文書と Lean コードを公開。Tao 氏がブログで紹介。MIT の検証ページ公開（22:05 UTC 更新）	[1,3,4]
11 月 21 日	国内各紙が報道	表 1 参照

2　発表内容

2.1　人物

【確認できた事実】Alpöge 氏は 1992 年生まれ。Harvard 大学（数学学士・物理学修士、2014 年）、Cambridge 大学（MASt、2015 年）を経て、2020 年に Princeton 大学で博士号を取得した（指導教員は Manjul Bhargava 氏）。Harvard Society of Fellows のジュニアフェロー（2021〜

2025 年）の後、Anthropic のテクニカルスタッフとなった[21]。専門は数論・数論的統計である。AP 通信も同氏を Anthropic の技術スタッフと記しており[5]、外部協力者ではなく社員である。

2026 年には、7 月に AI モデルを用いたヤコビアン予想の反例を発表し[21]、8 月のゼータ零点論文では著者として検証と責任を担った[22]。9 月には OpenAI のナビエ–ストークス発表をめぐる帰属論争の当事者となった[21,18]。11 月 20 日には、Tristan Buckmaster 氏らとの共著で、外力のない Euler 方程式・Navier–Stokes 方程式の有限時間爆発（AI 支援、Lean 形式化付き）も同時に公表している[3]。

2.2 使用モデル

【確認できた事実】文書は「Claude」と記すのみで、モデル名を特定していない[1,2]。Tao 氏は「社内 AI モデル」と表現し[3]、BBC は非公開バージョンの Claude と報じている[11]。計算量や費用は開示されていない。

【分析・推測】Fable、Mythos、Opus など特定の公開モデルと結びつける一次情報は確認できない。8 月の成果でも「未公開の研究版 Claude」が使われており[16]、同系統の社内モデルである可能性はあるが、推測の域を出ない。

2.3 協働の形（本人の説明）

- 文書に載る時系列は 2026 年 10 月 6 日から 11 月 16 日までの 20 項目で、Claude が作成したとされる[1,23]。最終項目（一般化リーマン予想）の日付は 11 月 16 日である。
- 本人が方向づけを行い、単純化したモデル上で 2 つの手法を組み合わせた。本問題に移ってからは Claude が大半を担った[24]。終盤で Claude が自分を大きく引き離した、と本人は記している[1]。
- 鍵となる着想は、長さ X の和に対して長さ$\sqrt{X}$程度の「テータリフトの連鎖」を使う点で、この連鎖の長さは Claude が提案したとされる[1,2]。
- 突破は日曜深夜で、本人は「Dario」に公表の可否を尋ね、経営陣と信頼する数学者が進め方に合意したと記す[1]。各社報道はこれを Dario Amodei CEO としている[5]。
- 公表は Anthropic の Nasdaq 上場（11 月 19 日）の翌日だった[20,24]。本人はタイミングの悪さを認めつつ、冷笑的な受け止めは誤りだと述べている[1]。

2.4　公開形態

- 人間可読の完全版は巨大で読めず、公開は不適切だとして、Lean 形式化のみを公開した。AI が生成した非形式的な下書きは 25 万ページを超えるという[1]。
- Lean アーカイブは 14 分割で配布されている[1]。
- 本人は、高階群上の保型形式に十分習熟していないこと、Claude が担った部分についての自分の要約は不正確かもしれないことを認めている。今後、論証を理解・簡略化して書き直し、拡張リーマン予想への展開を図るとしている[1]。

3　数学的中身

3.1　主張の範囲

- **リーマン予想（RH）本体**：ゼータ関数の非自明な零点の実部はすべて 1/2 である。Lean の最上位定理は、Mathlib に既にある RH の定義をそのまま用いている[4]。
- **一般化リーマン予想（GRH）**：ただしディリクレ L 関数に限られる[4,2]。
- **拡張リーマン予想（ERH）**：時間をかければ到達できるという見込みにとどまり、今回の主張には含まれない[1]。

3.2　アプローチ

【確認できた事実】出発点は、有限体上の関数体で RH の類似を示したステパノフの議論である。この議論は因子の多重度を使うが、整数の世界には多重度の直接の対応物がない。そこで、ユニタリ群の間のテータリフトを連鎖させて多重度の効果を再現する、というのが文書の説明である[1,2]。Tao 氏は、ごく初期の分析として、ラングランズ・プログラムと数論幾何の現代的成果を総動員しているように見えると述べている[3]。

【分析・推測】論証の全体構造は人間による解読が始まったばかりであり、数学的な妥当性を本稿で評価することはできない。

3.3　規模

Lean のモジュール数は 175,187[4]、総行数は 17,374,215 行との集計が報じられている[25]（AP 通信は約 1,700 万行と記述[5]）。

3.4　2026 年 8 月の成果との違い

【確認できた事実】Anthropic は 8 月 10 日、未公開の研究版 Claude が「臨界線上にある零点の割合」の下界を 41.6%から 67.2%に引き上げたと発表した[16]。対応する論文（arXiv:2608.13637）は、零点の 2/3 以上が単純かつ臨界線上にあること（従来の記録は 5/12）などを示す。同論文は、論証は Claude が発見・執筆し、記載著者が検証して内容に責任を負うと明記し、あわせて、この手法では RH 本体には届かないとも述べている[22]。

【分析・推測】8 月の成果は「例外の割合を減らす」下界の改善であり、今回の主張は「例外が 1 つもない」ことの証明である。両者は質的に別物で、今回の主張は 8 月の手法の延長線上にはない。

4　検証状況と専門家の評価

4.1　機械検証の状況

【確認できた事実】Sutherland 氏のページ（11 月 20 日 22:05 UTC 更新。検査の実行には Claude Code を使用）が示す状況は表 3 のとおりである[4]。

表 3　MIT 検証ページが示す検査結果（2026 年 11 月 20 日 22:05 UTC 時点）

検査項目	結果
ビルド	全 175,187 モジュールがエラーなしでコンパイル（Lean／Mathlib v4.33.1）
依存する公理	propext、Classical.choice、Quot.sound の標準 3 公理のみ
leanchecker（全モジュールのカーネル再検査）	通過（175,187／175,187）
lean4lean（独立カーネル）	通過（5 モジュールは計算上限を引き上げて再実行）
nanoda（Rust 製の独立カーネル）	受理
con-leche（master 版）	1,468,418 宣言を受理。比較モードで主要 5 定理の対応を確認
Lean v4.36.0 同梱の con-leche／con-ron	終了コード 2 で処理を辞退。特定の帰納型への未対応が原因で、棄却ではないと説明
Lean 標準カーネル／paranoid カーネル	判定未了（実行中）

検査項目	結果
lake comparator（end-to-end）	定理文の比較と公理チェックは通過。カーネル検査が実行中で、未完了

同ページは留意点として、ビルドがサンドボックス化されていないクラウド環境で行われたこと、正規のビルド手順とのバイト単位の一致確認は 77 モジュールの抽出にとどまること、結果は使用したカーネルと Mathlib の定義の正しさに依存することを挙げている[4]。

- Sutherland 氏は Scientific American 誌に対し、問題が潜んでいる確率はほぼゼロだと述べたと報じられている[26,27]。
- Kevin Buzzard 氏（Imperial College London）は、comparator の成功をなお待っているとし、最初に問うべきは Lean 上の定理文が意図した命題に対応しているかだと指摘している[26,27]。

【未確認】comparator が paranoid モードまで完了したとする X 上の投稿[28]や、形式化された定理文が GRH であることを数学者が確認したとの情報があるが、本稿では一次ページによる裏づけを取れていない。

4.2　数学者の評価

表 4　主な数学者のコメント

氏名（所属）	評価の要旨	文献
Terence Tao（UCLA）	消化には時間がかかる。人間の著者と意思疎通できる点は助けになる。	[3]
James Maynard（Oxford）	正しさに 98〜99%の確信を示した。完全に確認されれば歴史的な節目になるとの趣旨の発言も報じられる。	[23,29]
Alex Kontorovich（Rutgers）	計算機による検証は人間の査読より厳格だが、自分はまだ論証を理解できていない。	[5]
Martin Bridson（クレイ数学研究所 所長）	歴史的に重要な発表だが、真の理解までの道のりは長い。検証には時間がかかる。	[5]
Brian Conrad（Stanford）	著者自身が理解しきれていない証明の公開を「completely outrageous」と批判。	[23]

氏名（所属）	評価の要旨	文献
Andrew Granville（Montréal）	公開物は論証として読める形になっていないと批判し、上場直後という時期にも言及したと報じられる。	[29]

4.3　同日の対抗主張

【確認できた事実】同じ 11 月 20 日、米国数学会（AMS）会長で Stanford 大学の Ravi Vakil 氏が、Alessandro Masullo 氏による「人間のみで書いた」とする競合の証明草稿を公開した。Masullo 氏は 1 年かけて推敲する予定だったが、公開を前倒しした形である。約 8 時間後、Vakil 氏は、複数の人から問題点の指摘があった（一部は AI モデルを使って見つかった）と追記し、証明戦略の正しさについては何も主張しないとしている[24,23]。

5　過去事例・他社動向との比較

5.1　過去の「証明」主張との違い

【分析・推測】過去の主張（2018 年の Atiyah 氏の発表など）は、人間による読解の段階で受け入れられなかった。今回は、形式証明が第三者の手で再コンパイル・再検証されている点が決定的に異なる。その反面、人間が読める論証が存在しないという、過去になかった弱点を抱えている。

5.2　OpenAI の動き

【確認できた事実】

- 9 月 8 日、OpenAI はナビエ–ストークス問題（外力あり）の解決案を発表した。クレイ数学研究所は 9 月 11 日に「apparently（見たところ）」決着したと表明したが、懸賞は授与されておらず、問題は「Active」の扱いである[17]。この発表をめぐっては、Buckmaster 氏・Alpöge 氏の未公表研究との関係について帰属論争が起き、フィールズ賞受賞者らが懸念を示す声明を出したと報じられている[18,21]。
- 10 月 6 日、OpenAI は 722 本の数学原稿を公開した[18]。その中には「準リーマン予想」（零点が臨界帯より狭い帯に収まるという、RH より弱い命題）の証明が含まれ、Quanta 誌によれば専門家は概ね正しいとみている。ただし、RH 本体は依然として遠いかもしれないとの見方も紹介されている[19]。

【分析・推測】Anthropic と OpenAI は、いずれも非公開の社内モデルで難問攻略を競っている。準リーマン予想の証明は、人間の専門家が解読して短い論証に圧縮する作業が進んだことで受容が広がった[19]。今回の主張についても、同様の「人間による解読・簡略化」が次の焦点になる。

5.3 「Lean で通る」ことの意味

【分析・推測】形式検証が保証するのは「コードに書かれた定理文が公理から導かれる」ことである。(1)その定理文が数学者の意図する RH・GRH と一致するか、(2)検証ツールチェーンに抜け穴がないか、(3)なぜ正しいのかを人間が理解できるか、は別の問題として残る。今回は(1)について Mathlib 既存の定義を使っている点が強みであり[4]、残る論点は主に(2)の最終確認と(3)である。

6 今後の見通しと影響

6.1 検証の道筋

【分析・推測】想定される段階は次のとおりである。

(1) comparator 検査の完了と、定理文の人手による監査（数日単位）。

(2) Lean Zulip 等での証明戦略の抽出[3]。

(3) Alpöge 氏による人間可読版の論文化（数か月以上）。

(4) 適格な媒体での出版。

(5) 出版から 2 年以上の経過と数学界の一般的受容を経て、クレイ数学研究所が検討[6]。

懸賞に関する判断が出るのは、早くても 2029 年以降とみられる（推測）。なお、規則の公開ページには、受賞主体が人間か AI かに関する記載は確認できなかった[6]。

6.2 暗号への影響

【分析・推測】RH の証明は、RSA 暗号などを直ちに破るものではない。RSA の安全性は素因数分解の計算困難性に依拠しており、RH は素数分布の誤差評価に関する命題であって、効率的な因数分解アルゴリズムを与えるものではないからである。影響の中心は、GRH を仮定していた計算量評価（素数判定アルゴリズムの決定性など）が無条件の結果になるという理論面にある。ただし、証明に使われた新手法が別の帰結を生むかどうかは、論証が解読されるまで分からない。

6.3　数学への影響

【分析・推測】確定すれば、RH・GRH を仮定してきた多数の条件付き結果が無条件の定理となる。ただし今回の GRH はディリクレ L 関数に限られるため[4]、より広い L 関数に関する仮定までは解消されない。

6.4　AI 業界・市場への影響

【確認できた事実】Anthropic 株は発表当日（11 月 20 日、上場 2 日目）に下落した[23]。ギズモード・ジャパンは執筆時点で約 14%安と記している[15]。

【分析・推測】本件と株価の因果関係は不明である。確定すれば、純粋数学の最重要問題で AI が決定的な寄与をした事例となる。同時に、「著者自身も理解しきれていない証明」をどう扱うかという新しい規範問題を数学界に突きつけることになる。

6.5　知財・研究帰属の論点

【確認できた事実】

- 8 月の論文は、論証を Claude が発見・執筆し、人間の著者が検証と責任を負う、という形でクレジットを明記した[22]。
- 今回の文書は本人名義で「Claude と協働」と記し、公表には経営陣が関与している[1]。
- OpenAI の事例では、未公表研究との関係をめぐる帰属論争が現に生じている[18]。

【分析・推測】

- **著作権**：定理や証明のアイデア自体は保護の対象ではない。保護され得るのは表現（Lean コード、文章）だが、AI 生成部分については人間の創作的寄与の有無が問われるというのが日米の実務の流れであり、約 1,700 万行のコードの扱いは整理されていない。
- **特許**：数学的証明そのものは特許の対象にならない。AI を発明者とする出願は、DABUS 関連の各国判断で否定されてきた。証明から応用発明（アルゴリズム等）が派生する場合は、人間の寄与の特定と立証が鍵になる。
- **研究成果の帰属**：実務上の主戦場は、雇用主の職務上の成果としての扱い、社内決裁、未公表研究へのアクセス管理といった契約・倫理面である。

- **懸賞の受賞主体**：AIの寄与が大きい成果を誰に帰属させるかは、クレイ数学研究所の裁量に委ねられる部分が大きく、未確定である。

【実務上の示唆】AI 支援で得た成果を公表する際は、(1)人間の寄与（問題設定、方向づけ、検証）、(2)AI の寄与、(3)形式検証の範囲、を分けて記録・明示しておくことが望ましい。8 月の論文のクレジット表記は、その実務上のひな型になる。

7　未確認事項・留意点

- 依頼の見出しと完全に一致する記事は特定できていない。
- 使用モデルの名称、計算量、費用は開示されていない。
- comparator検査の完了、および数学者による定理文の確認は、一次ページで確認できていない。
- Nature、Scientific American、国内各紙（Yahoo!ニュース配信等）の本文は、本稿作成時に直接取得できなかった。該当する文献には※印を付した。
- 先行の調査報告にあった「OpenAI が公開翌日に 3 本を撤回した」との記述は、本稿の照合では確認できなかったため採用していない。
- 先行の調査報告から次の 3 点を修正した。(1)Anthropic 株の下落は「発表翌日」ではなく発表当日（11 月 20 日）である。(2)Boston Globe 掲載記事は NYT ではなく AP 通信の配信である。(3)OpenAI のナビエ–ストークス発表は、Lean 形式化を伴っていなかったとする報道があるため[18]、「Lean も公開」とは記していない。
- 状況は時間単位で動いている。本稿は2026年11月21日（日本時間）時点の情報に基づく。

参考文献

※印：本稿作成時に本文へ直接アクセスできず、検索結果の抜粋、二次引用、または先行調査段階の確認に依拠した文献。

[1] Levent Alpöge（無題・無署名の文書。報道での通称「Remark」）, 個人サイト掲載, 2026 年 11 月 20 日公開（本稿作成時に内容を確認）. https://alpo.ge/remark.pdf

[2] OfficeChai Team, "Claimed Riemann Hypothesis Proof Made With Claude Appears On Anthropic Mathematician Levent Alpöge's Website", OfficeChai, 2026 年 11 月 20 日.

https://officechai.com/ai/claimed-riemann-hypothesis-proof-made-with-claude-appears-on-anthropic-mathematician-levent-alpoges-website/

[3] Terence Tao, "Unforced Euler singularity, unforced Navier-Stokes singularity, and the Generalized Riemann Hypothesis", What's new（ブログ）, 2026 年 11 月 20 日. https://terrytao.wordpress.com/2026/11/20/unforced-euler-singularity-unforced-navier-stokes-singularity-and-the-generalized-riemann-hypothesis/

[4] Andrew Sutherland, "RH Lean proof: verification files", MIT, 2026 年 11 月 20 日 22:05（UTC）更新版. https://math.mit.edu/~drew/grh/

[5] Associated Press, "Anthropic worker claims to have cracked unsolved math problem with the help of AI", The Boston Globe 掲載, 2026 年 11 月 21 日. https://www.bostonglobe.com/2026/11/21/nation/anthropic-worker-solve-math-problems-ai-riemann-hypothesis/

[6] Clay Mathematics Institute, "Rules for the Millennium Prize Problems"（2018 年 9 月 26 日改定）. https://claymath.org/millennium-problems/rules

[7] 読売新聞オンライン「167 年解けなかった『リーマン予想』、生成 AI が証明か…アンソロピックの数学者が発表」（ワシントン＝中根圭一）, 2026 年 11 月 21 日. 見出しと配信日は Infoseek ニュースの関連記事一覧（下記 URL）で確認。記事本体の URL は未確認。※ https://news.infoseek.co.jp/article/jiji_2026112100365/

[8] 朝日新聞「超難問『リーマン予想』AI と証明か 米アンソロピックの数学者発表」, Yahoo!ニュース配信, 2026 年 11 月 21 日.※ https://news.yahoo.co.jp/articles/c147d2e31e91f8dd4e13abc85138ce02b16b01e9

[9] 時事通信「AI で『リーマン予想』証明か 米アンソロピックの数学者」, 時事ドットコム, 2026 年 11 月 21 日.※ https://www.jiji.com/jc/article?k=2026112100365&g=int

[10] 共同通信「AI で難問リーマン予想証明か 米アンソロピックの数学者が主張」, 沖縄タイムス＋プラス配信, 2026 年 11 月 21 日.※ https://www.okinawatimes.co.jp/articles/-/1971575

[11] BBC News「AI が数学の未解決問題『リーマン予想』を証明か 米アンソロピックの数学者が主張」, Yahoo!ニュース配信, 2026 年 11 月 21 日.※ https://news.yahoo.co.jp/articles/4c361d5de6e0be64539e158655d0b138d118ff9d

[12] CNET Japan「Claude を使い『リーマン予想』を証明か Anthropic 数学者が発表 Lean 検証も通過、数学界が精査へ」, Yahoo!ニュース配信, 2026 年 11 月 21 日（見出し・URL は先行調査による。本稿では再確認できず）.※ https://news.yahoo.co.jp/articles/c6bed2e9ea95a323d4d3d5960dba7846bf5f84b1

[13] ビジネス+IT「167 年未解決の数学最大の難問『リーマン予想』を Anthropic 数学者が Claude で証明か？」, Yahoo!ニュース配信, 2026 年 11 月 21 日.※ https://news.yahoo.co.jp/articles/bb4c00777000269d949f031f692cff5a647b2b91

[14] 日本経済新聞「アンソロピック研究者、数学難問『リーマン予想』を AI で解決と発表」, 2026 年 11 月 21 日（見出し・URL は先行調査による。本稿では再確認できず）.※ https://www.nikkei.com/article/DGXZQOSG20CQC0Q6A121C2000000/

[15] かみやまたくみ「Anthropic の人が Claude で数学界のラスボス『リーマン予想』の正面を発見したらしい」（見出しは原文ママ）, ギズモード・ジャパン, 2026 年 11 月 21 日. https://www.gizmodo.jp/article/2611-claude-riemann-hypothesis-proof/

[16] Anthropic, "Learning more about Claude's mathematical capabilities", 2026 年 8 月 10 日（8 月 13 日更新）. https://www.anthropic.com/research/riemann-zeta

[17] Eric W. Weisstein, "Millennium Prize Problems", MathWorld — A Wolfram Web Resource（2026 年 11 月 21 日閲覧）. https://mathworld.wolfram.com/MillenniumPrizeProblems.html

[18] Elroy Fernandes, "OpenAI drops 722 AI math proofs and mathematicians are not impressed", Startup Fortune, 2026 年 10 月 7 日. https://startupfortune.com/openai-drops-722-ai-math-proofs-and-mathematicians-are-not-impressed/

[19] Konstantin Kakaes, "AI Proved the Quasi-Riemann Hypothesis. What Happens Now?", Quanta Magazine, 2026 年 10 月 19 日. https://quantamagazine.org/ai-proved-the-quasi-riemann-hypothesis-what-happens-now-20261019

[20] Al Jazeera, "Anthropic starts trading in the US after blockbuster IPO", 2026 年 11 月 19 日.※ https://www.aljazeera.com/economy/2026/11/19/anthropic-starts-trading-in-the-us-after-blockbuster-ipo

[21] Wikipedia（英語版）, "Levent Alpöge"（2026 年 11 月 21 日閲覧）. https://en.wikipedia.org/wiki/Levent_Alp%C3%B6ge

[22] Levent Alpöge, Ralph Furman, "More than two thirds of the zeta zeros are simple and on the critical line", arXiv:2608.13637, 2026 年 8 月. https://arxiv.org/abs/2608.13637

[23] Ana Maria Constantin, "Anthropic mathematician says he and Claude proved the Riemann hypothesis", The Next Web, 2026 年 11 月 21 日. https://thenextweb.com/news/anthropic-alpoge-claude-riemann-hypothesis-proof-lean

[24] Manuel Uth, "Hours after Anthropic claims a Claude proof of the Riemann hypothesis, Stanford releases an all-human competing draft", The Decoder, 2026 年 11 月 21 日. https://the-decoder.com/hours-after-anthropic-claims-a-claude-proof-of-the-riemann-hypothesis-stanford-releases-an-all-human-competing-draft/

[25] Y Kobayashi「167 年間未解決の『リーマン予想』がついに証明された？Anthropic の数学者が Claude との共同成果を発表」, XenoSpectrum, 2026 年 11 月 21 日. https://xenospectrum.com/claude-riemann-proof-independent-verification/

[26] Scientific American, "The AI Riemann hypothesis proof is almost certainly true, independent mathematicians attest", 2026 年 11 月（20 日付と報じられる）.※ https://www.scientificamerican.com/article/the-ai-riemann-hypothesis-proof-is-almost-certainly-true-independent-mathematicians-attest/

[27] Alexis Dufresne, "Alpöge's Claude-assisted Riemann proof clears Lean checks", AI Weekly, 2026 年 11 月 21 日（上記 Scientific American 記事の内容を紹介）. https://aiweekly.co/alerts/alpges-claude-assisted-riemann-proof-clears-lean-checks

[28] Naskręcki 氏（X: @nasqret）の投稿, 2026 年 11 月.※ https://x.com/nasqret/status/2123858004542189855

[29] Nature News, 記事番号 d41586-026-03812-7, 2026 年 11 月（表題は未確認）.※ https://www.nature.com/articles/d41586-026-03812-7