ChatGPT

OpenAI「Working with academic communities to build scientific understanding」深掘り調査報告

エグゼクティブ・サマリー

2026年10月26日、OpenAIは「Working with academic communities to build scientific understanding（学術コミュニティとの連携による科学的理解の深化）」を公開し、**数学の局所平滑化予想、計算機科学の指数時間仮説（ETH）、物理学の4次元量子場理論**に関する3件の重大な研究成果を内部AIモデルが生成したと発表した。同時に、AIが生成した長大な証明原稿をそのまま「完成した学術論文」と見なすのではなく、**「raw research data（研究の生データ）」として学術共同体に渡し、人間の専門家が検証・説明・文脈化する**という新しい研究公開モデルを試している。英語版と日本語版の公式記事は内容的に対応しており、ユーザー提供PDFでも、タイトル・日付・三つの成果・四原則・資金支援まで確認できる。 [1]
filecite turn0file1 filecite turn0file0

本件の本質は、単なる「AIが難問を解いた」という技術ニュースよりも、**フロンティアAIが、人間の査読・説明能力を上回る速度で研究候補を生産し始めたとき、科学的知識を誰が、どの順番で、どう検証し、誰に功績を帰属し、誰がアクセスできるようにするのか**という科学制度の設計実験にある。OpenAIは「透明性」「AIの成果に対する学術的クレジットをOpenAIが求めないこと」「人間の説明・検証作業への認知」「独立性」の四原則を掲げ、NDAなし、外部研究者の参加は任意・無報酬、結論は各研究者自身のものとした。 [2]

ただし、**3件の数学的・科学的主張が、2026年10月28日時点で学界における確定済みの定理・物理学的成果になったと評価するのは早い**。数学とETHについては自然言語原稿とLean形式化が公開されているが、Leanで検証された形式命題が、非形式的な論文が主張するすべての意味・一般性・前提を完全にカバーしているかは別問題である。例えばETHについてOpenAIの公開Leanスコープは、固定された k-CNFに対する厳密な部分指数時間の計数・SATアルゴリズムを形式化している一方、論文側にはさらに鋭い計算量評価があると明示している。 [3]

もっとも論争的なのは**「shepherd（シェパード、先導する外部専門家）」方式**である。OpenAI自身も、最初の専門家を選ぶことで「誰が最初に関与するか」を企業が決め、情報の非対称性を生むと認めている。しかも発表前日の10月25日、独立した数学・AI諮問グループは、企業が特定の数学者を優先的・象徴的に指定する方式について、アクセス格差、共同体の主体性喪失、選定バイアス、専門家の評判の「借用」などを理由に、今後採用しないよう勧告していた。したがって、10月26日のOpenAI方式は、**学界からの批判を取り込んだ改善策であると同時に、その批判と正面から緊張関係にある実験**でもある。 [4]

資金面では、OpenAIはSimons Foundationへ**500万ドル**を拠出し、AI生成成果の理解・検証・発展のためのワークショップ、会議、特別プログラムを支援するとしている。Simons Foundation側の発表では、OpenAIとAnthropicなどを含む取り組みは合計**1,500万ドル規模の資金・リソース**で、資金の管理・配分を財団側が担う。これは企業から研究者への直接給付より利益相反を緩和する設計だが、どの領域にAIが投入されるかという**研究アジェンダ設定権**は依然として大手AI企業に集中し得る。 [5]

総合評価としては、今回の枠組みは、**Leanによる形式検証、原データ公開、変更履歴、外部研究者の独立性、独立財団を介した研究支援**という意味で、AI科学研究のガバナンスを一歩具体化した重要な試みである。一方で、①未公開のフロンティアモデルへのアクセス格差、②大量成果による査読・検証能力の逼迫、③選定された専門家への先行アクセス、④AI企業による研究アジェンダ形成、⑤誤りや不十分な引用、⑥デュアルユース、⑦誰が法的・学術的責任を負うのか、という問題は未解決である。最も望ましい方向は、**「AI**

企業が成果を発見する」仕組みより、「独立した共同体が成果を検証・再現・棄却できる」仕組みを強くすることである。 6

イニシアチブの位置づけと正確なタイムライン

何が新しいのか

OpenAIの10月26日記事は、固有名を持つ恒久的な助成プログラムというより、**研究成果の公開・検証ガバナンスを実験的に作り替えるイニシアチブ兼研究発表**と理解するのが正確である。記事は「三つの公開アプローチのどれが最も有用かまだ分からない」と明記しており、完成した制度ではなく、学術共同体からのフィードバックを受けて改訂していくプロトコルである。 1

特に重要なのは、OpenAIがAI生成原稿を**学術論文そのものではなく「研究の生データ」**と定義した点である。これは従来の著者中心型の科学出版から、「モデルが候補証明を大量生成→形式化→人間共同体が意味を読み解く」という分業へ規範を移そうとする提案と解釈できる。ユーザー提供英語版PDFの1〜2ページ、日本語版の1〜2ページでも、この位置づけ、三つの公開方針、四つの原則が確認できる。
filecite turn0file1 filecite turn0file0

主要一次資料

一次資料	日付	本件との関係
OpenAI「First Proof submissions」	2026-02-20	研究レベル数学でAI証明を専門家レビューにかけ、当初正しいと思われた問題2の解答をコミュニティ分析後に誤りと認めた。現在の「AI出力≠確定知識」という考え方の前史。 7
OpenAI「数学と理論計算機科学における10の進展」	2026-08-01	AI生成証明では生成主体を正確に帰属させ、人間は文脈化・発展を担うという考えを明示。後続研究論文も脚注で列挙。 8
OpenAI「数学・人工知能諮問グループ」	2026-09-21	IASを拠点とする独立グループとの関係を公表。8月28日以降の内部モデルの急速な数学能力向上を背景として説明。 9
OpenAI「数学におけるAIの進展の共有」	2026-10-06	GitHub、Lean、改訂・引用ルールを用いる大規模公開。10月26日の方式に直接つながる先行実験。 10
Simons FoundationのAI・基礎科学支援	2026-10-15	OpenAIの500万ドル拠出を含む研究者側の検証・能力形成インフラ。 11
AGMAI「designating mathematicians」声明	2026-10-25	特定専門家の優先指定に対する独立学界側の批判。OpenAI発表の前日。 12
OpenAI「Working with academic communities…」	**2026-10-26**	本調査の中心。数学・CS・物理で三つの異なる公開モデルを比較実験。 1

詳細タイムライン

日付	出来事	意味
2026-08-28	OpenAIが新内部モデルの訓練開始と説明。後に数学の多数の未解決問題への進展を主張。	「少数のAI成果」から「高スループットの研究生成」へ問題設定が変化。 [9]
2026-09-09	Yang–Mills存在証明の自然言語出力を生成したとOpenAIが主張。	物理案件の開始。 [13]
2026-09-18	QCDに関する証明を生成したと主張。	より複雑なゲージ場＋フェルミオン系へ拡張。 [13]
2026-09-21	OpenAIが数学・AI諮問グループとの関係を公表。	外部ガバナンスを制度化。 [9]
2026-09-29	独立諮問グループがAI数学成果の公開原則を提示。	「理解はorganic/community-ledであるべき」という規範が形成される。 [12]
2026-10-06	大規模数学リポジトリ公開。OpenAIの公式コミュニティ説明では、公開時点で**722原稿、372の結果ファミリー、約4,000問題の評価、10件の短縮推論サマリー**。	大量生成が査読容量・引用・説明責任の問題を顕在化。 [14]
2026-10-16	ETH自然言語反証を生成、Yang–Mills存在証明のLean形式化完了とOpenAIが説明。	CSと物理案件が検証フェーズへ。 [13]
2026-10-17	ETHをLean形式化。	公開可能な機械検証アーティファクトが成立。 [15]
2026-10-18	全次元局所平滑化のAI出力を取得。	数学案件の生成。 [13]
2026-10-19	同成果をLean形式化。	出力翌日に形式化という極端な研究速度。 [16]
2026-10-25	独立諮問グループが「特定数学者を指定する方式」の欠点を明示。	翌日のOpenAI方式に対する重要な先行批判。 [12]
2026-10-26	本記事公開。	数学＝全面公開、CS＝公開＋シェパード、物理＝シェパード判断で保留、という比較実験開始。 [13]
2026-10-28	本稿の評価基準日。	独立検証・査読・引用蓄積にはまだ極めて短期間であり、成果の「確定」と公開プロセスの「成功」を区別する必要がある。 [17]

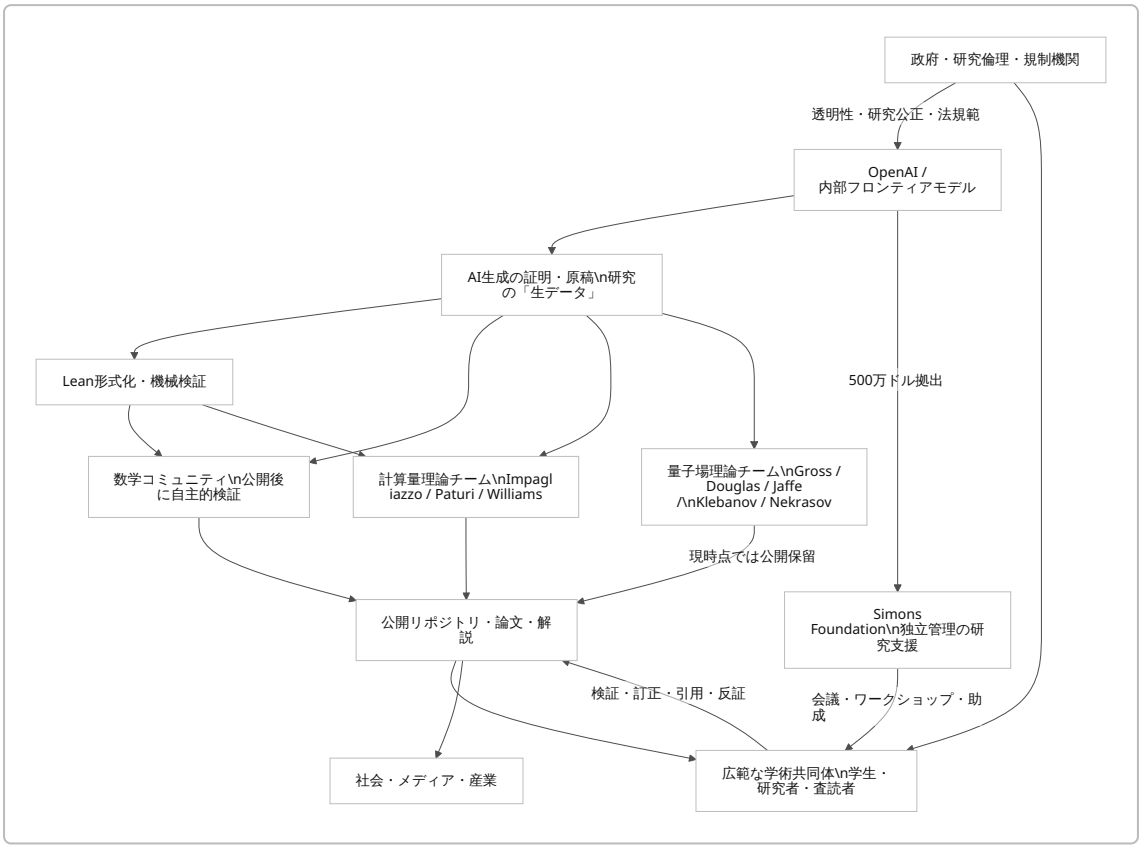
目的・方法・パートナー・資金・データガバナンス

目的と基本設計

OpenAIが提示した直接の目的は、AIモデルが生成する「研究の生データ」を、専門家による検証・説明・文脈化を通して**scientific understanding（科学的理解）へ変換すること**である。そのため、同じ公開方式を全分野に一律適用せず、三つの異なる方式を試して比較する。 [1]

第一の**数学型**では、AI出力とLean証明を直接公開し、誰が理解・解説を進めるかを共同体に委ねる。第二の**計算機科学型**では、原データを全面公開しつつ、ETHの提唱者を含む外部専門家チームが検証・説明を組織する。第三の**物理型**では、専門家チームに先に材料を渡し、そのチームが公開時期・書き方を主導する。 13

この比較実験は、概念的には次のような構造である。



この図の重要な点は、**「モデル→論文→真理」という直線ではなく、「モデル→候補成果→形式検証→共同体による理解・反証→知識」という循環構造**である。OpenAIの四原則とSimons Foundationによる独立資金管理は、この中間層を厚くしようとする設計である。 5

ガバナンス四原則

OpenAIは外部共同研究に以下の原則を設定した。第一に**透明性**で、NDAを要求せず、参加者は作業・中間成果・結論を公に議論できる。第二に**No Academic Credit**で、OpenAIは内部モデルによる発見を自社研究者の学術的発見として取得しない。第三に**Recognition**で、人間チームが作成した説明・論文・資料には人間の功績を認め、先行研究・手法・アイデアへの適切な帰属を確保する。第四に**Independence**で、参加は任意・無報酬であり、外部研究者はOpenAIを代表せず、OpenAIも彼らを代表しない。 2

これは研究倫理上かなり重要である。「AIが原始的な証明を生成したこと」と「人間がそれを理解可能な数学・物理学へ変換したこと」を**別々の知的貢献として扱う**からである。ICMJEの2026年版方針も、AIを著者として扱わず、人間が正確性・引用・透明性に責任を持つべきだとしており、OpenAIの設計は少なくともこの方向性とは整合的である。 18

資金と利益相反の構造

OpenAIは本件と並行してSimons Foundationへ**500万ドル**を拠出し、AIが生んだ成果の理解・再検証・発展のための研究会、ワークショップ、会議、特別プログラムを支援するとしている。資金はOpenAIではなくSimons Foundationが管理・配分する。 5

Simons Foundation側は、OpenAI・Anthropicなどとの取り組みについて合計**1,500万ドルの資金・リソース**を報告し、研究者自身がAI成果を評価し、ツールを学び、共同体の基準を形成することを目的としている。同財団のDavid Spergelは、**“The community should be driving discussions … not any single company or institution.”** と述べている。これは本件における最も明確なガバナンス原則の一つである。 11

独立財団を介すことは、OpenAIが「自社の主張を検証してくれる研究者」に直接資金を配るより望ましい。しかし、資金源がAI企業であること、どの問題をモデルが先に探索するかを企業が決められること、最も高度なモデルへのアクセス権を企業が保持することから、**経済的利益相反を緩和しても、認識論的・アジェンダ設定上の利益相反は残る**。これは制度設計上の重要な区別である。 19

共同研究・論文・リポジトリと測定可能な成果

三つの中核コラボレーション

分野・主張	先行研究との関係	外部パートナー	データ・公開方式	現在の検証状態
局所平滑化予想・Kakeya	Guth–Wang–Zhangは $2+1$ 次元の局所平滑化を証明。Wang–Zahlは2025年に3次元Kakeyaを解決。OpenAIは全次元への拡張を主張。 20	記事では、公開前に相談した「専門家」は匿名。公開後は共同体主導。	自然言語論文＋Leanを GitHub公開。 16	Leanスコープは $n \geq 2$ の局所平滑化、Kakeya最大評価、Kakeya集合の全Hausdorff次元などを明示。ただし学界による通常の査読・統合は初期段階。 21
ETHは偽	Impagliazzo–Paturi–Zaneが提唱したETHは、SATを基礎とする多数の条件付き下界で利用されてきた。OpenAIは固定幅CNFを部分指数時間で扱うアルゴリズムを主張。 22	Russell Impagliazzo、Ramamohan Paturi（UCSD）、Ryan Williams（MIT）がシェパード。	**全raw data公開**、自然言語証明＋Lean公開、OpenAIが分野横断会議への資金提供を約束。 23	Leanは固定 k のCNFに対する部分指数時間の厳密計数・SAT結果を形式化。シェパード参加は「承認」ではなく、独立検証プロセス。 24
Yang–Mills/QCD等の存在	BalabanのconstructiveQFTを基礎に、4次元ゲージ場＋フェルミオンを含む理論の数学的存在を主張。純粋Yang–Mills存在はClay問題の「一部」とOpenAI自身が表現。 13	David Grossが主導、Michael Douglas、Arthur Jaffe、Igor Klebanov、Nikita Nekrasov。	AI生成アーティファクトは**現時点で保留**し、専門家グループが自ら書き上げる。 13	OpenAIはYang–Mills存在のLean形式化完了を主張するが、数学・CS型とは異なり資料そのものは同時公開されていない。独立再検証可能性が最も低い。 13

物理案件については特に表現に注意が必要である。OpenAIは**「Millennium Prize problemの一部」**と書いており、これを「AIがYang–Millsミレニアム懸賞問題を完全解決した」と言い換えるのは、現段階では公式発表を超える。 13

関連する学術共同体との協働の蓄積

10月26日の制度は突然現れたわけではない。2月のFirst Proofでは、専門家やコミュニティからのフィードバックを受け、OpenAI自身が当初有望と考えた解答の一つを後に誤りと認定した。この経験は、**モデル内部の確信や企業側評価だけでは研究成果を確定できない**ことを実証した事例でもある。 7

8月の「数学と理論計算機科学における10の進展」では、OpenAIはAI生成結果がBloom、Sawin、Schildkraut、Zhelezov、Pohoata、Saha、Xu、Ye、Goh、Hatami、Lee、Zhuらによる後続研究につながった例を挙げている。これは、AI出力が単なるベンチマーク結果ではなく、人間研究者が引用・改良・関連問題へ展開する**研究シード**として機能し始めた証拠である。 8

10月6日の数学公開は規模がさらに大きい。OpenAIの公式Developer Community説明では、初期公開時点で**722原稿、372の関連結果ファミリー、約4,000問を用いた評価、10件の短縮された推論サマリー**が含まれ、多数にLean形式化が付属した。OpenAI公式ページはGitHubでの改訂・引用ルールも導入したと説明している。 14

一方、学術共同体側も受動的ではない。10月24日には、OpenAI原稿の難読性や不完全な引用を改善するため、研究者らが**oai-math-revised**という共同編集ハブを立ち上げ、学生、ポスドク、教員を含む広い参加を呼びかけた。これは「AIの大量出力を、人間が共同で編集可能な知識へ変換する」という能力形成の具体例である。 25

測定可能なアウトカム

指標	2026年10月28日時点で確認できる値	解釈上の注意
10月26日発表の重大成果候補	**3分野・3件**	これはOpenAIの「発見」主張数であり、独立査読で確定した成果数ではない。 13
公開済み自然言語＋Leanセット	**少なくとも2件**（局所平滑化、ETH）	物理は公開保留。 26
ETH生成→Lean	**1日**（10/16→10/17）	研究生成速度の指標であって、共同体による理解に必要な時間ではない。 13
局所平滑化生成→Lean	**1日**（10/18→10/19）	同上。 13
物理のAI出力	Yang–Mills 9/9、QCD 9/18、Yang–Mills Lean完了10/16	アーティファクト非公開のため外部再現性は未確立。 13
OpenAI→Simons Foundation	**500万ドル**	独立研究者による理解・検証・発展用。 5
Simons側の関連総規模	**1,500万ドル相当の資金・リソース**	OpenAIだけの金額ではなく、他社を含む広い枠組み。 11

指標	2026年10月28日時点で確認できる値	解釈上の注意
10月6日数学リリース	**722原稿、372ファミリー、約4,000評価問題、10推論サマリー**（公開時）	「372/4,000」を成功率と解釈できない。選別・グルーピングが介在する。[27]
ETH公開物	OpenAI名義の10/25付preprint＋Leanスコープ	GitHub/preprint段階であり、通常の引用指標はまだ研究インパクトの尺度として未成熟。[28]
政策変更	**本発表を直接原因とする法令・政府方針変更は確認できない**	発表から2日であり、既存AI法・研究公正ルールとの整合性が今後の論点。[29]

したがって、現時点で最も堅い「成果指標」は**引用数ではなく、公開された検証可能アーティファクトの数、形式化までの時間、独立検証に投入される資金、共同体側の再編集・検証活動**である。引用数や後続定理数を主要KPIにするには時期尚早である。[30]

科学的利益と倫理・アクセス・デュアルユース上のリスク

ポジティブな影響

第一の利益は**探索空間の劇的な拡大**である。局所平滑化、ETH、4次元量子場理論のように、人間が数十年にわたり研究してきたテーマについて、モデルが短期間に候補証明を生成し、それを形式化できるなら、AIは「既知の文献を要約する補助者」から「新しい仮説・証明候補を出す探索エンジン」へ役割を変える可能性がある。局所平滑化の従来の到達点であるGuth–Wang–Zhangの $2+1$ 次元結果や、2025年のWang–Zahlによる3次元Kakeya解決と比較して、OpenAIが主張する全次元結果の射程は非常に大きい。[31]

第二は**再現性の機械化**である。自然言語証明は、曖昧な定義、暗黙の補題、誤った符号、参照漏れを含み得るが、Leanでは少なくとも「指定された形式命題が、指定された公理・ライブラリの下で導出可能か」を機械的に検査できる。ETHと局所平滑化のスコープ文書は、何を形式化したかを具体的に列挙しており、従来の「AIが証明した」という広い広報文言より監査可能性が高い。[32]

第三は**訂正可能性と版管理**である。10月6日の公開ではGitHubを利用して原稿、Lean、改訂・引用ルールを公開し、コミュニティ側からも再編集プロジェクトが生まれている。これは従来のAIデモより、誤りを取り消し、差分を追跡し、第三者が再検証する科学的インフラに近い。[33]

第四は**capacity building（学界の検証能力形成）**である。Simons Foundationを介した資金は、単にOpenAIの計算費用を支えるのではなく、ワークショップ、会議、特別プログラム、独立研究者による検証に向けられる。AI時代に希少になるのが「証明生成能力」ではなく「大量の候補結果を理解して知識体系へ統合する人間側の時間」だとすれば、この投資は方向として合理的である。[34]

利益とリスクの比較

次元	潜在的利益	対応するリスク
発見速度	数十年来の問題に対する候補解を短時間で生成。[13]	生成速度が人間の検証速度を上回り、学界に「査読負債」を蓄積する。10月6日の数百原稿規模が象徴的。[35]

次元	潜在的利益	対応するリスク
再現性	Leanにより特定の形式命題を機械検証できる。 32	モデル本体、探索ログ、計算資源が完全公開されなければ「同じ発見プロセス」の再現はできない。物理案件は成果物自体も保留。 36
オープンサイエンス	数学・ETHではraw data、preprint、Leanを公開。 13	分野によって公開条件が異なり、物理では選ばれた専門家に情報優位が生じる。 4
功績帰属	OpenAIはモデルの発見について自社研究者のacademic creditを求めない。人間の説明作業は別途認知。 13	「発見」「形式化」「理解」「文章化」「先行アイデア」の境界が曖昧で、引用や優先権を巡る争いが増える。 37
人材育成	新しいLean、検証、AI共同研究スキルを学べる。独立助成も存在。 11	若手が未解決問題を通して技能を形成する機会をAIが先取りし、研究職のインセンティブを変える懸念。 38
アクセス	公開成果は世界中から検証可能。 13	最先端モデル自体は同等条件で全研究者に提供されておらず、「発見能力」は企業側、「後処理」は公共側という非対称構造になり得る。 39
独立性	外部参加者は無報酬・NDAなし・独立。資金はSimonsが管理。 5	OpenAIが最初のシェパードを選ぶこと自体が共同体内の地位・情報・研究方向を左右する。OpenAIもこの情報非対称を認める。 19
デュアルユース	より高速なアルゴリズムや暗号・セキュリティ改善につながり得る。	同じ研究能力は暗号解析、脆弱性探索など攻撃的研究にも転用できる。Anthropicは2026年、AIが暗号方式の新しい弱点を発見した実例を報告している。 40

バイアスと「誰が科学に参加できるか」

通常のAIバイアス論は訓練データの人種・性別・言語偏りを指すことが多いが、本件ではより重要なのは**制度的選択バイアス**である。どの未解決問題を内部モデルに投入するか、どの結果を「重要」として公表するか、誰に先に連絡するか、どの専門家をシェパードに選ぶかを企業が決めるからである。AGMAIは、この選定を「opaque and unaccountable（不透明で説明責任を欠く）」ものになり得ると指摘した。 12

これは単に公平性の問題ではない。研究者にとって「半年先に証明される問題」を選ぶことはキャリア上重要であり、企業の人脈に近い研究者だけが公開前のAI成果を知れば、論文、講演、助成、採用などに累積的な差が生じ得る。この意味で、情報アクセスは新しい形の**科学資本**になる。OpenAI自身が「initial shepherds」の選択が情報の非対称性を作ると明示したことは、この問題を認識している証拠でもある。 13

デュアルユースを過大評価もしない

ETH反証が正しいとしても、**ただちにP=NPを証明したことにはならず、現行暗号が直ちに破られることも意味しない**。報道でもRyan Williamsらは、もし有効なら高速アルゴリズム探索を刺激し得る一方、P対NPそのものは未解決だと区別している。 41

他方で、一般的なフロンティア科学AIのデュアルユースは現実の問題である。AnthropicはClaudeがHAWKやround-reduced AESへの改良攻撃を発見したと報告し、学術機関とCryptanalysisBenchを構築しつつ、責任ある開示手続きを採用した。したがって、将来のAI科学公開では「数学だから常に即時全面公開」「物理だか

ら常に非公開」という分野単位ではなく、**成果ごとの悪用可能性・再現コスト・防御優位性を評価する段階的公開**が必要になる。 40

ステークホルダーの反応

学術界

最も制度的に重要な反応は、Institute for Advanced Studyを拠点とする独立したAdvisory Group on Mathematics and Artificial Intelligenceである。同グループの目的は、AI企業と数学共同体の間で、数学の長期的利益を守りながら公開方法を助言することであり、OpenAIの内部組織ではない。IASも、同グループを数学・数学者共同体の利益のためにAI企業との関係を助言するプロジェクトとして説明している。 42

10月25日の声明で同グループは、専門家を指定する方式について、利点を認めながらも **“the disadvantages outweigh the advantages”** と結論づけた。理由は、①先行・不平等なアクセス、②共同体から選択権を奪うこと、③企業ネットワークに依存した偏った選出、④著名研究者の評判が企業発表を正当化する「borrowed reputation」、⑤公開後の自発的な共同理解がすでに機能しており指定制度が必須ではないこと、である。 12

これより前の「A Severe Misalignment of AI in Mathematics」は、AI企業が「未解決問題を解くこと」を能力ベンチマーク化し、競争的に大量解決する方向が、数学という学問と共同体の長期的利益に**“severely misaligned”**だと批判した。OpenAIが独立諮問グループを設けた背景には、こうした数学界からの反発が明示的に存在する。 43

一方、反応は全面否定ではない。ETH検証チームのRyan Williamsは、結果が正しければ、研究者がより高速なアルゴリズムやP=NPの可能性を以前より真剣に考える契機になり得るとする一方、自身がOpenAIの主張を「認証済み」としたわけではないと報じられている。この「興奮しながらも認証とは区別する」という姿勢が、現時点の妥当な学術的スタンスに近い。 41

産業界と研究財団

産業側では、AI-for-scienceの競争そのものが急速に拡大している。OpenAIに限らずAnthropicも2026年に暗号解析、蛋白質設計、科学計算などで学術機関と協働し、AIを新規発見に使う取り組みを進めている。特に暗号解析ではETH Zurich、Tel Aviv University、TU Berlinとベンチマークを構築し、成果の事前共有・責任ある開示を行った。これはOpenAIの「公開か保留か」という問題が、一社固有ではなく**AI-for-science産業全体のガバナンス問題**になっていることを示す。 44

Simons Foundationの立場は、企業の科学能力を否定するのではなく、**科学共同体が検証基準と利用規範の主導権を持つべきだ**というものに近い。企業資金を独立財団が管理し、研究者側の会議・検証・能力形成に戻す仕組みは、産学連携と共同体自治の折衷案である。 11

メディア

The Vergeは10月26〜28日の報道で、三つの成果そのものと同程度に、**誰が先に成果へアクセスできるのかというgatekeeping問題**を取り上げた。特に物理結果を一般公開せず、指定された専門家グループに委ねた方式は、数学共同体側の直前の勧告との緊張が強い。 45

Business InsiderはETHを巡る専門家反応を、興奮と慎重論が併存するものとして報じた。ポイントは「Leanがあるから直ちに学界の検証が終わった」のではなく、**形式化された命題の意味、アルゴリズムの射程、既存のETH依存結果への波及を人間が評価する作業がこれから始まる**という点である。 41

日本語メディアではGIGAZINEが10月27日に三成果と公開方式を紹介し、OpenAIが原稿を「未加工の研究データ」と位置づけている点を強調した。日本語で本件の一次情報に当たる場合は、二次記事よりOpenAIの公式日本語版を併読するのが望ましい。 46

政策当局・市民社会

2026年10月28日時点で、この10月26日の発表を名指しして政府が規制変更・公式評価を行ったことは、今回確認した日米欧の主要公的資料には見当たらない。 発表から2日しか経っていないため、ここでは「反応がない」こと自体を政策的賛否と解釈すべきではない。むしろ既存の研究公正・AIガバナンス枠組みにどう位置づけるかが今後の課題である。 29

市民社会・研究倫理の観点では、UNESCOが生成AIについて、人間中心性、包摂性、公平性、データ格差への配慮を求めてきた。AI研究能力が一部企業・高所得国・著名研究機関に集中する本件では、単に「論文PDFが無料」という意味でのオープンアクセスだけでなく、**計算資源、モデルアクセス、研究資金、検証能力への公平なアクセス**まで考える必要がある。 47

法規制・研究公正上の含意と推奨ベストプラクティス

日本

日本では2025年にAI法が全面施行され、国は国際規範を踏まえた「人工知能関連技術の研究開発及び活用の適正性確保に関する指針」を整備することとされ、同指針は2025年12月19日に決定された。2026年3月改定のAI事業者ガイドラインなども一覧化されている。さらに2026年7月14日には**人工知能基本計画・第II期**が閣議決定されている。 48

OpenAI型の学術AI協働について日本で特に重要なのは、共同研究における知財・技術情報管理である。経済産業省は2026年4月の「技術流出対策ガイダンス第2版」で、**国内外との共同研究に伴う技術流出**を独立のリスク類型として追加した。したがって、未公開のAI証明、訓練・評価データ、研究者の未発表アイデアを国境を越えて共有する場合、学術的オープンネスと経済安全保障・営業秘密保護の境界を契約上明確にする必要がある。 49

民事責任についても、経産省は2026年4月、AIのブラックボックス性・自律性のため裁判例が十分でないとして、現行の不法行為法・製造物責任法上の解釈を整理した手引きを公表している。科学成果の場合、誤ったAI証明自体が直ちに製造物責任問題になるわけではないが、AI生成結果を医療、材料設計、金融、インフラなどへ応用して損害が生じる段階では、**誰が検証義務を負っていたかという記録**が重要になる。 50

EU

EU AI Actは科学研究に一定の例外を設け、**市場投入・実運用前のAI研究・試験・開発活動**や、科学研究専用に開発・運用される一定のAIシステムを適用範囲外とする一方、現実環境でのテストなどには例外の限界がある。またGPAIモデルへのガバナンス義務はすでに適用段階にあり、2026年8月以降はAI Actの執行・一部透明性規則も本格化している。 51

より直接的なのはEuropean Research Areaの**Responsible Use of Generative AI in Research**ガイドラインである。2026年10月16日の最新版は、agentic AIまで対象を広げ、accountability、transparency、responsibilityを研究公正の中心に置いている。AIが自律的に長期の研究課題を遂行するOpenAI型モデルは、まさにこの最新版が想定する新しい問題領域に該当する。 52

著作権・著者性・学術的責任

米国著作権局は、生成AI出力の著作物性について、AIそのものではなく**人間の創作的寄与**が著作権保護の基礎になるという方向で整理を進めている。OpenAIがAI生成原稿を「OpenAI」名義のpreprintとして管理することと、著作権法上どの部分に人間著作者性が成立するかは同一問題ではない。 53

学術出版ではICMJEが、AIを著者として記載・引用してはならず、人間著者が正確性、引用、権利処理、盗用防止に責任を持ち、AI利用を開示すべきだとしている。これはOpenAIの「モデルによる原始発見」と「人間による説明・執筆」を分離する考えを支持する一方、**最終的に誰か人間が科学的責任を引き受けない“著者不在の研究”は制度的に扱いにくい**ことも示す。 54

推奨されるベストプラクティス

本件から導かれる実務上の最適解は、単なる「全部公開」でも「専門家だけに渡す」でもない。以下の多層構造が望ましい。

第一に、発見主張と検証状態を明示的に分離すること。 「AIが生成」「Leanで指定命題を検証」「専門家が内容を読了」「独立グループが再証明」「査読済み」「学界で標準結果として採用」という段階を別々のステータスとして表示すべきである。現状のように「proved」という言葉と「shepherded/verified」を同じ記事内で扱うと、一般読者には確定度を誤解させる余地がある。 55

第二に、形式化のカバレッジをmachine-readableに公開すること。 Leanファイルが存在するだけでなく、論文の各主張・系・応用のどこまでが形式化済みか、何が対象外かを対応表で示すべきである。ETHのscope文書はこの方向の良い例であり、今後すべてのAI生成研究に標準化できる。 32

第三に、シェパード選定を企業から切り離すこと。 特定研究者への先行アクセスが必要なら、企業が直接選ぶのではなく、学会・独立財団・公開抽選を含む委員会が選定し、選定基準、利益相反、アクセス日時を公開する方が望ましい。AGMAIの批判は、単に誰を選んだかではなく、**企業が選ぶ構造そのもの**に向けられている。 12

第四に、公開物には永続識別子、完全な版履歴、withdrawal/retractionラベル、引用修正履歴を付けること。 GitHubは迅速な訂正には優れるが、学術記録としてはDOI、固定版、撤回履歴と連携した方が良い。10月6日の公開とその後のコミュニティ修正活動は、その必要性を示している。 33

第五に、独立検証資金は第三者機関にプールすること。 Simons方式を拡張し、特定企業の成果だけではなく、複数AI企業・大学・非営利団体の結果を同じ基準で検証できる基金にすることが望ましい。資金配分者と成果主張者を分離することで、利益相反を減らせる。 11

第六に、デュアルユース評価を成果単位で実施すること。 数学の抽象定理でも、暗号、サイバー、分子設計などへの直接的応用を持つ場合がある。Anthropicの暗号解析研究が示すように、AIは既知脆弱性だけでなく新しい数学的攻撃法を発見し得るため、公開前に第三者を含むbenefit–risk reviewを行うべきである。 40

第七に、研究者がAIを検証するコストそのものを測定すること。 「AIが1日で証明した」という生成側KPIだけでは不十分であり、専門家が理解するまでの人時、必要な会議数、訂正件数、独立再証明数、引用修正数、形式化カバレッジ、後続研究数を追跡すべきである。この指標がなければ、AIが科学を「加速」したのか、それとも単に未検証原稿の流量を増やしたのか区別できない。10月6日の数百原稿公開は、この測定の必要性を特に強く示す。 35

ギャップ、不確実性、オープンクエスチョンと総合評価

最大の不確実性は、当然ながら**三つの主張の最終的な正しさと重要性**である。Lean形式化は強い証拠だが、形式化された定理が自然言語で宣伝される定理と完全に同一か、形式化が依存する定義が共同体の標準的意味と一致するか、新しい補助PDEやアルゴリズムが本当に先行研究にはないか、といった評価は専門家の読解を要する。 32

第二に、**物理結果の検証可能性**が不足している。OpenAIはYang–Mills存在証明のLean形式化まで完了したと主張する一方、選定された専門家グループの判断でアーティファクトを公開していない。そのため、同じ発表内で数学・CSよりエビデンスの公開度が低く、外部研究者は主張を同条件で監査できない。この差は「三つの公開方式の比較実験」という意味では有用だが、現時点では物理方式が最も強い情報非対称を作っている。 56

第三に、**モデル自体の再現性**がない。論文・Leanが公開されても、どのモデルチェックポイント、どの探索アルゴリズム、どの問題選定、何回の試行、どの失敗例、どの人間介入によって候補が得られたかが完全には公開されなければ、「科学成果」は検証できても「AI科学者としての能力主張」は完全には再現できない。これは論文の再現性とAIシステムの再現性を分けて評価すべき理由である。 14

第四に、**selection effects（選択効果）**が不明である。約4,000問題を評価して372の結果ファミリーを公開したとしても、何を「成功」と数え、失敗をどの程度除外し、似た結果をどうグループ化したかが分からなければ、単純な372/4,000をモデルの研究成功率として扱えない。独立検証プロジェクトもこの点を明示的に注意している。 27

第五に、**科学的人材形成への長期影響**が測られていない。未解決問題に何年も取り組む過程は、証明を得るためだけでなく、新しい概念、技法、研究者、共同体を育てる教育装置でもある。AIが最終解を先に大量に提示すると、人間はより高次の理解へ移れる可能性もある一方、若手が「解けるが難しい問題」に挑戦する機会を失う可能性もある。現時点ではどちらが支配的かを示す実証データはない。数学界の強い懸念はこの点に集中している。 57

第六に、**功績配分の新しい標準が未確立**である。AIが発見し、人間Aが検証し、人間Bが説明を書き、人間Cが新しい応用を発見した場合、「theorem credit」「authorship」「priority」「citation」をどう分けるかは従来の著者制度だけでは処理しにくい。OpenAIの「No Academic Credit / Recognition」原則は有用な第一歩だが、学会・出版社・助成機関が共通ルールとして採用したわけではない。 58

第七に、**誰がAIの研究アジェンダを決めるか**が最も深い政治経済的問題として残る。最先端モデル、莫大な計算資源、大量の未解決問題を探索する能力を一部企業が保有し、大学側がその出力を検証する構造になると、大学は知識生産の起点ではなく、企業生成成果の「解釈・査読層」に変わる可能性がある。Simons Foundationの独立資金やAGMAIの共同体自治要求は、まさにこの力関係を是正しようとする制度的応答と読める。 59

したがって、この2026年10月26日のOpenAI発表を評価する際に最も重要なのは、**「AIが本当に三つの大問題を解いたか」だけではない**。より長期的には、科学の信頼性を支えてきた査読、再現性、功績帰属、共同体自治、若手育成、オープンアクセスを、AIによる発見速度が桁違いに高まった世界でどう再設計するかが本件の核心である。OpenAIが原稿を「研究の生データ」と位置づけたことは、この問題を正しく認識した重要な前進である。しかし、**生データから「科学的知識」への変換権限までAI企業が握らないこと**が、制度の正当性を左右する。 60

現時点の最も妥当な評価は、**科学的成果については「非常に重大な、形式検証を伴う主張だが、共同体による独立検証・統合は継続中」、ガバナンスについては「透明性と独立支援を強化する有望な実験だが、シェパード選定とアクセス格差という核心的問題をまだ解いていない」**という二段構えである。2026年10月28日

時点では、引用数や受賞、政策変更よりも、今後数か月から数年にわたる独立再証明、訂正率、後続論文、研究者参加の多様性、モデルアクセスの改善、そして物理アーティファクトの公開可否を追うことが、このイニシアチブの真の成功を測る上で重要になる。 61

---

1 2 5 13 19 23 36 55 56 58 60 61 Working with academic communities to build scientific understanding | OpenAI
https://openai.com/index/building-scientific-understanding-with-academic-communities/?utm_source=chatgpt.com

3 15 24 26 30 32 math/lean/docs/378.md at main · openai/math · GitHub
https://github.com/openai/math/blob/main/lean/docs/378.md?utm_source=chatgpt.com

4 12 Disadvantages of Designating Mathematicians for AI Output Releases | What's new
https://terrytao.wordpress.com/2026/10/25/disadvantages-of-designating-mathematicians-for-ai-output-releases/comment-page-1/?utm_source=chatgpt.com

6 52 ERA Living Guidelines on the responsible use of Generative AI in research updated - Research and innovation
https://research-and-innovation.ec.europa.eu/news/all-research-and-innovation-news/era-living-guidelines-responsible-use-generative-ai-research-updated-2026-10-16_en?prefLang=ga&utm_source=chatgpt.com

7 私たちの First Proof の提出 | OpenAI
https://openai.com/ja-JP/index/first-proof-submissions/?utm_source=chatgpt.com

8 数学と理論計算機科学における10の進展 | OpenAI
https://openai.com/ja-JP/index/ten-advances-in-mathematics/?utm_source=chatgpt.com

9 数学・人工知能諮問グループ | OpenAI
https://openai.com/ja-JP/index/advisory-group-on-mathematics-and-ai/?utm_source=chatgpt.com

10 33 39 数学における AI の進展の共有 | OpenAI
https://openai.com/ja-JP/index/sharing-ai-progress-in-mathematics/?utm_source=chatgpt.com

11 34 59 Simons Foundation Launches $15M Effort To Help Mathematicians Navigate AI Era – Simons Foundation
https://www.simonsfoundation.org/news/simons-foundation-launches-15m-effort-to-help-mathematicians-navigate-ai-era/?utm_source=chatgpt.com

14 27 35 First look at mathematics manuscripts from an internal frontier model at OpenAI - Community - OpenAI Developer Community
https://community.openai.com/t/first-look-at-mathematics-manuscripts-from-an-internal-frontier-model-at-openai/1403886?utm_source=chatgpt.com

16 21 math/lean/docs/079.md at main · openai/math · GitHub
https://github.com/openai/math/blob/main/lean/docs/079.md?utm_source=chatgpt.com

17 41 What smart people are saying about OpenAI's Exponential Time Hypothesis claim
https://www.businessinsider.com/smart-people-openai-exponential-time-hypothesis-2026-10?utm_source=chatgpt.com

18 54 ICMJE | Recommendations | Manuscript Preparation and Submission
https://www.icmje.org/recommendations/browse/artificial-intelligence/?utm_source=chatgpt.com

20 31 A sharp square function estimate for the cone in $\mathbb {R}^3$ | Annals of Mathematics
https://annals.math.princeton.edu/2020/192-2/p06?utm_source=chatgpt.com

22 Lower Bounds Based on the Exponential Time Hypothesis: Edge Clique Cover | Springer Nature Link
https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2864-4_777?utm_source=chatgpt.com

25 37 oai-math-revised: a community hub for revising OpenAI’s math write-ups | What's new
https://terrytao.wordpress.com/2026/10/24/oai-math-revised-a-community-hub-for-revising-openais-math-write-ups/comment-page-1/?utm_source=chatgpt.com

28 math/preprints/The-Exponential-Time-Hypothesis-is-False-October-25-2026/README.md at main · openai/math · GitHub
https://github.com/openai/math/blob/main/preprints/The-Exponential-Time-Hypothesis-is-False-October-25-2026/README.md?utm_source=chatgpt.com

29 AI戦略 - 科学技術・イノベーション - 内閣府
https://www8.cao.go.jp/cstp/ai/?utm_source=chatgpt.com

38 Solving Math's Greatest Problems Was an Art Form. Then Came AI
https://www.wired.com/story/solving-maths-greatest-problems-was-an-art-form-until-ai?utm_source=chatgpt.com

40 44 Discovering cryptographic weaknesses with Claude \ Anthropic
https://www.anthropic.com/research/discovering-cryptographic-weaknesses?utm_source=chatgpt.com

42 Projects | Jonathan M. Nelson Center for Collaborative Research | Institute for Advanced Study
https://www.ias.edu/nccr/projects?utm_source=chatgpt.com

43 57 Declaration — Math and AI
https://mathandai.org/?utm_source=chatgpt.com

45 OpenAI announces three big science discoveries and a new way to work with academics
https://www.theverge.com/ai-artificial-intelligence/1019143/openai-eth-kaseya-science-math-physics?utm_source=chatgpt.com

46 OpenAIが数学・コンピュータサイエンス・物理学における調和解析・計算複雑性理論・量子場理論に関する3つの新たな発見を発表、指数時間仮説は誤りである - GIGAZINE
https://gigazine.net/news/20261027-openai-three-new-discoveries/?utm_source=chatgpt.com

47 UNESCO: Governments must quickly regulate Generative AI in schools
https://www.unesco.org/en/articles/unesco-governments-must-quickly-regulate-generative-ai-schools?utm_source=chatgpt.com

48 人工知能関連技術の研究開発及び活用の適性性確保に関する指針 - 科学技術・イノベーション - 内閣府
https://www8.cao.go.jp/cstp/ai/ai_guideline/ai_guideline.html?utm_source=chatgpt.com

49 「技術流出対策ガイダンス第2版」を取りまとめました （METI/経済産業省）
https://www.meti.go.jp/press/2026/04/20260427002/20260427002.html?utm_source=chatgpt.com

50 「AI利活用における民事責任の解釈適用に関する手引き」を公表しました （METI/経済産業省）
https://www.meti.go.jp/press/2026/04/20260409001/20260409001.html?utm_source=chatgpt.com

51 European research development and deployment of AI | Shaping Europe’s digital future
https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/european-ai-research?utm_source=chatgpt.com

53 Copyright and Artificial Intelligence | U.S. Copyright Office
https://copyright.gov/ai/?utm_source=chatgpt.com