

AlphaEvolve の概要と成果

Felo AI



概要

Google DeepMind が開発した進化的コーディングエージェント「AlphaEvolve」は、大規模言語モデル (LLM) である Gemini の創造性と進化的アルゴリズム、自動評価システムを組み合わせることで、アルゴリズムの発見と最適化を自律的に行う AI である [232456](#)。AlphaEvolve は、56 年間破られなかった行列乗算アルゴリズムを改善し、300 年以上未解決であった数学の難問「キスティング数問題」で新たな進展をもたらすなど、数学やコンピュータサイエンスの分野で顕著な成果を上げている [348](#)。さらに、Google のデータセンター効率化、TPU チップ設計の改善、Gemini モデル自体の学習時間短縮など、実用的な応用も進んでいる [7820](#)。AlphaEvolve の登場は、AI が自ら科学的発見を行う時代の到来を示唆しており、今後の研究開発や産業に大きな影響を与える可能性を秘めている [115](#)。

詳細レポート

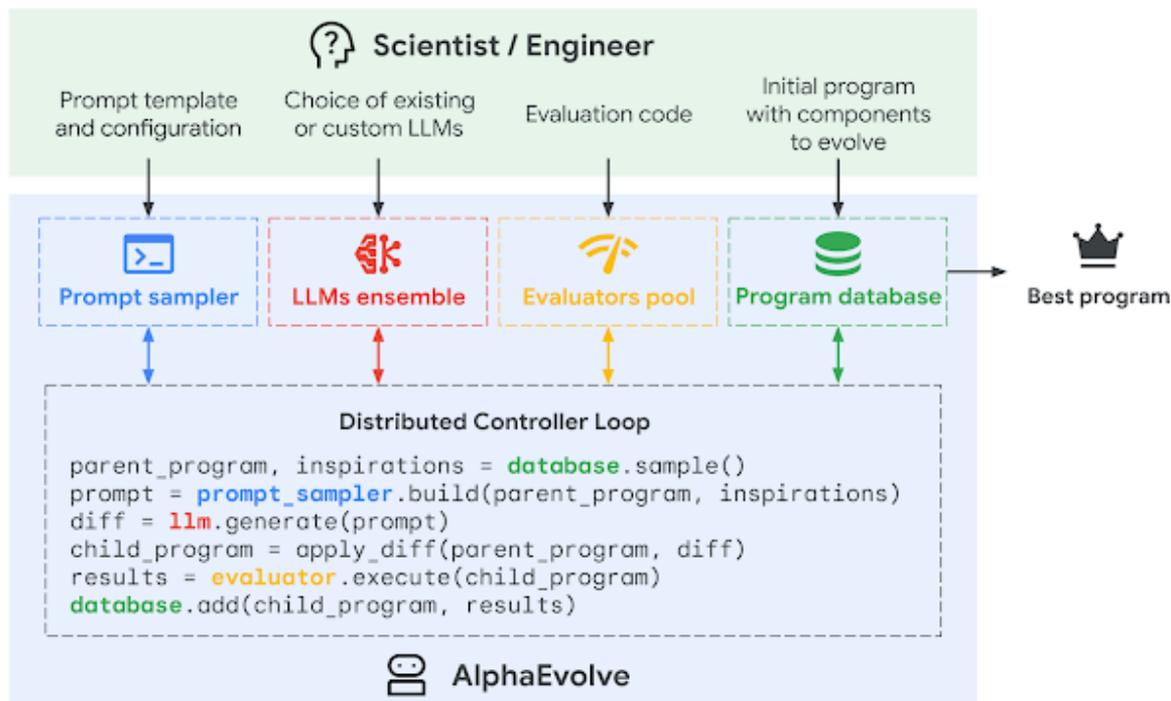
AlphaEvolve とは

AlphaEvolve は、Google DeepMind によって開発された、Gemini を搭載した AI コーディングエージェントである [234356](#)。その主な目的は、コンピュータサイエンスの基礎となるアルゴリズムや複雑な数学的課題に対し、人間がゼロから開発するのではなく、AI 自身が解法を見つけ出し、最適化することにある [71758](#)。

AlphaEvolve のシステムは、主に以下の要素で構成される [71756](#)。

- **アイデア生成:** 高速な「Gemini Flash」が多様なアイデア候補を生成する [71756](#)。
- **提案と実装:** より強力な「Gemini Pro」がアイデアを深く洞察し、アルゴリズムを実装するプログラムを提案・生成する [71756](#)。
- **評価と進化:** AlphaEvolve に組み込まれた自動評価ツールが、生成されたプログラムを検証、実行、スコアリングし、有望なアイデアを進化させていく [71724](#)。この評価結果は LLM にフィードバックされ、より高性能な解の生成に繋がる [24](#)。

この進化的アプローチは、特に数学や計算科学のように明確な評価基準が存在し、機械による自動評価が可能な問題に対して非常に有効である [1439](#)。



主な成果

AlphaEvolve は、理論と実用の両面で注目すべき成果を上げている。

数学・コンピュータサイエンス分野

● 行列乗算アルゴリズムの改善:

- 4×4 の複素数行列の乗算において、1969年に Volker Strassen が発見したアルゴリズム（スカラー乗算 49 回）を 56 年ぶりに改善し、48 回のスカラー乗算で実行する新しいアルゴリズムを発見した [389](#)。これは、以前の行列乗算に特化した AI「AlphaTensor」が特定のケースで見つけた改善をも上回る成果である [3956](#)。この発見は、人間には扱いにくい複素数の世界で探索した結果であり、AI ならではのアプローチと言える [14](#)。
- その他にも、14 の異なる行列乗算ターゲットで既存の記録を更新している [8](#)。

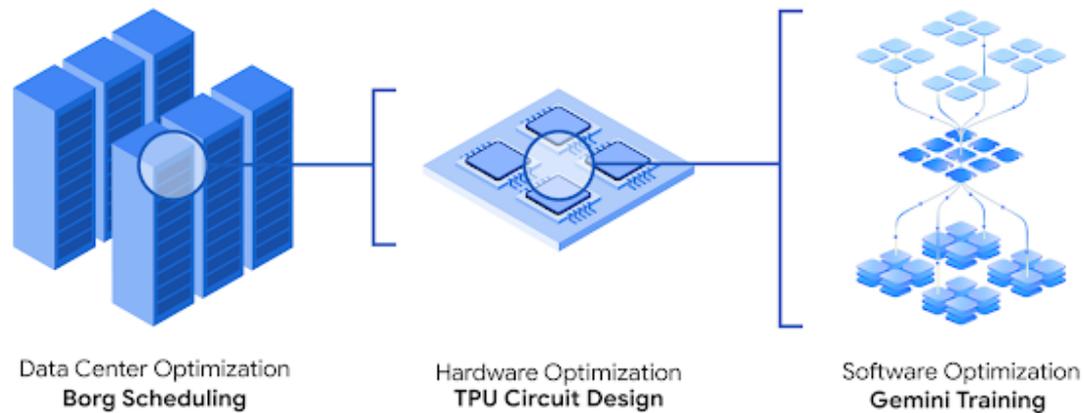
● キissing 数問題 (Kissing Number Problem) への貢献:

- 「ある一つの球に、互いに重なり合うことなく接触できる同じ大きさの球の最大数はいくつか？」という、300 年以上数学者を悩ませてきた幾何学的な難問である [42132](#)。
- AlphaEvolve は、11 次元空間において、これまでの下限であった 592 個を上回る 593 個の球配置を発見し、新たな下限を確立した [147](#)。

● その他の未解決問題への貢献:

- 数学的解析、幾何学、組み合わせ論、数論など、50 以上の数学の未解決問題に適用された [82223](#)。
- 約 75% のケースで既存の最良解法 (SOTA) を再発見し、約 20% のケースではそれを上回る新しい構成や解法を発見し、問題の進展に貢献した [178](#)。
- 具体的な例として、エルデシュによって設定された最小重複問題の改善、自己相関不等式の既知の境界の改善、不確定性原理の構成の精緻化などが挙げられる [81639](#)。

実用分野 (Google 内部での活用) AlphaEvolve は、Google のコンピューティングエコシステム全体で既に活用されている [56](#)。



- **データセンターの効率化:**
 - Google のデータセンター管理システム「Borg」のスケジューリングアルゴリズムを改善し、世界中のコンピューティングリソースを平均 **0.7%** 継続的に節約することに成功した [7820](#)。このソリューションは **1 年**以上にわたり本番環境で運用されている [2056](#)。
- **TPU (テンソル・プロセッシング・ユニット) の設計改善:**
 - TPU の算術回路において、機能的に同等な簡素化 (不要なビットを削除する Verilog リライト) を提案し、次世代 TPU に採用された [7822](#)。これにより、チップのパフォーマンスが向上する [22](#)。
- **Gemini モデルのトレーニング時間短縮:**
 - Gemini アーキテクチャにおける行列乗算カーネルを **23%** 高速化し、Gemini のトレーニング時間を **1%** 削減した [82237](#)。カーネル最適化に必要なエンジニアリング時間も数週間から数日に短縮された [2256](#)。
- **FlashAttention カーネルの高速化:**
 - Transformer ベースの AI モデルで使用される FlashAttention カーネルの実装を最大 **32.5%** 高速化した [2056](#)。

AlphaEvolve の仕組みと特徴

AlphaEvolve は、LLM の創造性と進化的探索、そして厳格な評価プロセスを組み合わせることで、従来の人間によるアルゴリズム設計の限界を超えることを目指している [2324](#)。

- **LLM の活用:** 高速な Gemini Flash で広範なアイデアを探求し、高性能な Gemini Pro で深い洞察に基づいた提案を行うという、特性の異なる LLM をアンサンブルで活用する [756](#)。LLM には、問題の詳細、既存のコード、関連文献、確率的テンプレートなどがコンテキスト情報として与えられる [24](#)。
- **進化的探索:** 候補となる解の集団を「検証」「実行」「採点」の反復によって進化させる [14](#)。このアプローチは、

MAP-Elites アルゴリズムや島嶼ベースの個体群モデルに着想を得ており、解の多様性を維持しつつ高性能な解を探索するのに役立つ [1659](#)。単に解を直接進化させるのではなく、解を発見するためのヒューリスティックな探索アルゴリズム自体を進化させることもある [59](#)。

- **自動評価:** Python で記述されたユーザー定義の評価関数によって、生成された解の品質が客観的かつ定量的に評価される [2459](#)。評価は、単純な条件チェックから複雑なシミュレーション実行まで多岐にわたる [24](#)。評価カスケード（段階的に困難なテストで弱い解を早期に除外）や、LLM による定性的フィードバックの評価もサポートする [59](#)。
- **人間との協調:** 現状では、人間が興味深い問題を特定し、明確な評価基準を設定し、候補解をループに配置するという形で、人間と AI の協力的なループが存在する [2](#)。
- **多様な抽象化レベル:** 問題に応じて、生の解文字列、解を構築するコンストラクタ関数、解空間を探索する探索アルゴリズムなど、複数の抽象化レベルで問題解決に取り組むことができる [59](#)。

AlphaEvolve の意義と影響

AlphaEvolve の登場は、AI の研究開発手法における転換点となる可能性がある [1](#)。

- **アルゴリズム設計のパラダイムシフト:** 従来、人間の知見と経験に大きく依存してきたアルゴリズム設計のプロセスが、自律的な AI によって進化し始めている [115](#)。AI が人間では思いつかないような独創的な解決策を生み出す能力を示している [8](#)。
- **科学的発見の加速:** 数学の未解決問題の解決や、新しい科学的知見の発見を加速させる可能性が期待される [2324](#)。
- **産業構造・研究開発への影響:** AlphaEvolve の成果が商業分野に広がれば、ソフトウェア開発、通信ネットワーク、創薬、材料開発など、様々な分野で産業構造や研究開発のあり方が根本から変わる可能性がある [123](#)。

今後の展望と課題

AlphaEvolve は大きな可能性を秘めている一方で、いくつかの課題や考慮事項も存在する。

- **応用分野の拡大:** 今後は、材料科学、創薬、持続可能性といった、より広範で複雑な分野への応用が期待されている [11323](#)。
- **学術機関への早期アクセス:** Google DeepMind は、学術ユーザー向けに AlphaEvolve の早期アクセスプログラムを計画している [1717](#)。
- **倫理的課題とガバナンス:** AI が発見する未知のアルゴリズムが人類社会に与える影響は未知数であり、安全性と透明性を担保するためのガバナンス体制の構築が急務となる [1](#)。
- **限界:**
 - 現状では、ソリューションをアルゴリズムとして記述し、自動評価できる問題に適用が限定される [2039](#)。人

間の主観が重要な分野など、数値化や明確な評価が難しい問題への適用は難しい [2039](#)。

- 進化させたいコードを AI に提示する必要があるため、機密性の高いプロジェクトでの使用には注意が必要である [20](#)。

結論

AlphaEvolve は、大規模言語モデルと進化的アルゴリズムを融合させることで、AI が自ら新たなアルゴリズムを発見し、長年の科学的難問を解決する能力を持つことを示した画期的なシステムである。既に Google 内部での実用化が進み、データセンターの効率化や次世代半導体の設計、さらには AI モデル自体の開発加速に貢献している。特に、56 年ぶりに更新された行列乗算アルゴリズムや、300 年以上未解決だったキスティング数問題における新発見は、AI による科学的発見の新時代の到来を予感させる。今後、材料科学や創薬など、より広範な分野への応用が期待される一方で、AI が生み出す未知の技術に対する倫理的な課題や社会的な影響についても慎重な議論と対策が求められる。AlphaEvolve は、AI が人間の知的活動を拡張し、科学技術の進歩を加速させる強力なツールとなる可能性を秘めている。

1. [AI が自らアルゴリズムを創出する「AlphaEvolve」発表 計算 ...](#)
2. [56 年ぶりの数学における画期的発見... 【独占】 - note](#)
3. [Google の新型 AlphaEvolve エージェントが高度な研究で人間 ...](#)
4. [72 小时破解 300 多年数学难题！谷歌推出自我进化 AI 工具 ...](#)
5. [Google が開発した進化的 AI 「AlphaEvolve」は未知の ...](#)
6. [Tsubame - X](#)
7. [AI が自らアルゴリズムを発見・進化させる「AlphaEvolve ...](#)
8. [AlphaEvolve : 科学技術とアルゴリズム発見を加速する進化的 ...](#)
9. [Google DeepMind の AlphaEvolve : AI が自ら新アルゴリズムを ...](#)
10. [突破 300 年数学难题！陶哲轩出题，DeepMind 通用科学 AI 智能 ...](#)
11. [Kenn Ejima on X: "今年一番の衝撃。Google から発表された ...](#)
12. [Google DeepMind の「AlphaEvolve」が拓く新時代 | 福岡 浩二](#)
13. [d on X: "Google Deepmind が新 AI 「AlphaEvolve」を発表 概要 ...](#)
14. [Google DeepMind AlphaEvolve の衝撃 - システムサーバー](#)
15. [ホーダチーHodatsu | LLM Researcher × AI Engineer on X ...](#)
16. [DeepMind AlphaEvolve 不要直接找答案，而是演化搜寻答案的 ...](#)
17. [AI が自らアルゴリズムを発見・進化させる「AlphaEvolve」発表](#)
18. [AlphaEvolve とは？Google の“進化する AI”の仕組みと活用 ...](#)
19. [AI が自らアルゴリズムを発見・進化させる「AlphaEvolve」発表](#)

20. [AI がコードを進化させる—DeepMind が新技術「AlphaEvolve ...](#)
21. [谷歌发布 AlphaEvolve : 能发明新算法、改进芯片设计、解疑难 ...](#)
22. [Google DeepMind が AlphaEvolve をリリース、300 年前の数学 ...](#)
23. [\[技術紹介\] AI がアルゴリズムを進化させる未来 — JOBIRUN](#)
24. [Google DeepMind の AlphaEvolve が拓く科学的発見と ...](#)
25. [谷歌 DeepMind 发布 AlphaEvolve : AI 革新算法发现 — 新浪财经](#)
26. [bioshok \(INFJ\) on X: "GoogleDeepMind が数学や ...](#)
27. [布留川英一 / Hidekazu Furukawa \(@npaka123\) / X](#)
28. [AlphaEvolve: A Gemini—powered coding agent for designing ...](#)
29. [56 年无人解开的数学难题, 被谷歌的新 AI 突破了 — 极客公园](#)
30. [CHIHAYA ちはや on X: "ㄗ \(°▽°\) !! Google DeepMind ...](#)
31. [karminski—牙医 on X: "实现 AGI 真的要来了吗? 即 AlphaGo 在 ...](#)
32. [数学の難問解決から Google インフラ最適化まで驚異的な能力 ...](#)
33. [最強通用科学 Agent 来了! 一口气解决芯片设计、矩阵乘法和 ...](#)
34. [AI が自ら新アルゴリズムを発見し実用化へ — innovaTopia](#)
35. [谷歌 AlphaEvolve 突破 300 年数学难题引领 AI 技术革新_算法 — 搜狐](#)
36. [d on X: " \(訳\) AlphaEvolve による行列積のブレークスルーが](#)
37. [最強通用科学 Agent 来了, 一口气解决芯片设计、矩阵乘法和 ...](#)
38. [IT navi — X](#)
39. [数学の難問解決から Google インフラ最適化まで驚異的な能力 ...](#)
40. [IT navi on X: "自らコンピュータの計算手順やアルゴリズムを ...](#)
41. [AI が自ら新アルゴリズムを発見し実用化へ — innovaTopia](#)
42. [AlphaEvolve : 科学技術とアルゴリズム発見を加速する進化的 ...](#)
43. [月読いおり on X: "正直、「高度なアルゴリズム」とか](#)
44. [Google が開発した進化的 AI 「AlphaEvolve」は未知の ...](#)
45. [CHIHAYA ちはや on X: "ㄗ \(°▽°\) !! Google DeepMind ...](#)
46. [Edit History / X](#)
47. [『AlphaEvolve: A Gemini—powered coding agent for designing ...](#)
48. [Google DeepMind の AlphaEvolve が拓く科学的発見と ...](#)
49. [AI がコードを進化させる—DeepMind が新技術「AlphaEvolve ...](#)
50. [56 年ぶりの数学における画期的発見... 【独占】 — note](#)

51. [Google DeepMind AlphaEvolve の衝撃 - システムサーバー](#)
52. [きになるなるなる - Raindrop.io](#)
53. [AI が自らアルゴリズムを発見・進化させる「AlphaEvolve」発表](#)
54. [AlphaEvolve: A Gemini-powered coding agent for designing ...](#)
55. [Fugu-MT 論文翻訳 \(概要\) : AlphaEvolve: A Learning Framework to ...](#)
56. [AlphaEvolve: A Gemini-powered coding agent for designing advanced algorithms - Google DeepMind](#)
57. [Google が開発した進化的 AI「AlphaEvolve」は未知のアルゴリズムや未解決数学問題の新解法を発見可能、すでに Google 内部では AI 開発やチップ設計の効率化に活用されている - GIGAZINE](#)
58. [Google DeepMind、AI が自らアルゴリズムを発見・進化させる「AlphaEvolve」発表 - ITmedia AI+](#)
59. [Paper Review: AlphaEvolve: A coding agent for scientific and ...](#)
60. [Google DeepMind's AlphaEvolve automates code discovery ...](#)
61. [The AI That Just Rewrote Math History \(Meet AlphaEvolve\)](#)
62. [akakit - X](#)
63. [AI が自らアルゴリズムを創出する「AlphaEvolve」発表 計算 ...](#)
64. [なぎさ on X: "この「Google の最新 AI、AlphaEvolve」が発見 ...](#)
65. [DeepMind introduces AlphaEvolve: a Gemini-powered coding ...](#)
66. [【中学生でもわかる】AI が自分で"進化"して超難問を解く ...](#)
67. [AI が自らアルゴリズムを発見・進化させる「AlphaEvolve」発表](#)
68. [Google DeepMind、AI が自らアルゴリズムを発見・進化 ...](#)
69. [Meet AlphaEvolve, the Google AI that writes its own code ...](#)
70. [AlphaEvolve: A Gemini-powered coding agent for designing ...](#)
71. [ChatGPT「GPT-4.1」が利用可能になり「deep research」が ...](#)
72. [AlphaEvolve Tackles Kissing Problem & More - IEEE Spectrum](#)
73. [Google DeepMind's AlphaEvolve Trains Itself to Create ...](#)
74. [AI が自らアルゴリズムを発見・進化させる「AlphaEvolve」発表](#)
75. [Google AlphaEvolve: A Deep Dive into Gemini-Powered Math ...](#)
76. [「キス」の検索結果 - Yahoo! ニュース](#)
77. [Google DeepMind's new AI agent cracks real-world problems ...](#)
78. [AlphaEvolve: A Gemini-powered coding agent for designing advanced algorithms - Google DeepMind](#)
79. [AlphaEvolve Tackles Kissing Problem & More - IEEE Spectrum](#)
80. [The AI That Just Rewrote Math History \(Meet AlphaEvolve\)](#)