

Sony AI「Hakken」による老化関連の未知遺伝子関係の発見

— 一次ソースに基づく徹底検証と知財・経営への含意 —

2026 年 9 月 10 日

Claude Fable 5.1

本稿では、事実の性質を【確認済み】（一次ソースで確認）、【報道ベース】（二次報道に依拠）、【分析・推測】（筆者の評価）の三区分で明示する。引用は文中の上付き番号で示し、末尾の参考文献に対応する。

1. 要旨

- ・ **前提は概ね真実だが、報道には重要な留保が必要。** Sony AI は 2026 年 9 月 3 日、プレプリント (arXiv:2609.04494) で仮説予測・説明システム「Hakken」を公表し、老化関連遺伝子について 1,543,297 件の確信度閾値超え仮説を生成、うち 3 件をウェットラボ検証に進め、2 件 (TP53-BAMBI、RAF1-TNF) を「これまで文献に記載のない相互作用」として確認したと報告した^[1]。ただし査読前・著者自己報告の段階であり、独立追試は成立していない。
- ・ 「発見」の実体は自律的 AI 科学者ではなく、文献ベースの関係予測+説明システム。
Hakken は LLM (Mistral-7B) と時系列知識グラフを融合した THiGERLLM (予測) と PHELIInE (説明) の二機構からなり、実験は AI が行わず、外部 CRO で人間の監督下に実施された^{[1][7]}。Google「AI co-scientist」や FutureHouse「Robin」と比べ、実験自動化ではなく「大規模な仮説スコアリング+根拠提示」に独自性がある。
- ・ **知財上の含意は大きい**が、**即座の特許化は限定的**。AI が提示した遺伝子相互作用そのものは自然法則・自然現象として特許不適格となる可能性が高く、応用（治療法・バイオマーカー用途）への具体化と自然人の実質的寄与が鍵となる。Sony 関連の当該技術特許は現時点で公開記録上確認できず、オープンソース公開 (HakkenOSS) と整合的である^[5]。

2. 前提の真偽検証と一次ソース

2.1 一次ソースの特定【確認済み】

- ・ **論文**：Tarek R. Besold, Uchenna Akujuobi ほか計 25 名, “Hakken: Predicting future discoveries to fill the gaps in today’s knowledge”, arXiv:2609.04494 [cs.LG; cs.AI]、2026 年 9 月 3 日投稿、全 66 ページ。DOI は登録手続き中で、査読誌掲載ではない^[1]。
- ・ **発表主体・共同研究機関**：Sony AI（バルセロナ、チューリッヒ、東京、ロンドン、ニューヨークの各拠点）。共同研究機関は The Systems Biology Institute（東京；Daniel Evans-Yamamoto、Sucheendra K. Palaniappan）。最終著者は Michael Spranger（Sony AI CEO）、著者に Hiroaki Kitano（Sony AI／The Systems Biology Institute／OIST）、Peter Stone、Peter Wurman を含む。責任著者は Tarek R. Besold（Sony AI, Scientific Discovery Flagship 統括、Senior Staff Research Scientist）^{[1][4]}。
- ・ **主張の原典**：「老化関連の未知の遺伝子関係を発見」という主張の原典は上記プレプリント本体（ウェットラボ検証の節）および Sony AI 公式ブログ（2026 年 1 月 26 日）である^{[1][3]}。二次的に AlphaSignal、XenoSpectrum、AIDB（X）等が報じた^{[6][7]}。

2.2 報道と一次発表の差異【確認済み／報道ベース】

- ・ 「AI が老化の謎を解明」的な見出しは誇張である。一次ソースは慎重に「knowledge prediction（知識予測）」と位置づけ、確認されたのは 2 件の分子間相互作用にとどまる^[1]。
- ・ 「150 万件の発見」ではなく「1,543,297 件の確信度閾値超え仮説の生成」が正確な表現である。実験検証に進んだのは 3 件、確認されたのは 2 件である^{[1][6]}。
- ・ 3 件目の SOAT1-STAT3（確信度 0.84183）は実験で支持されなかった。HepG2 細胞への LDL 負荷で SOAT1 を刺激したが、STAT3 に転写・タンパク質レベルの変化は認められなかった^{[1][7]}。この「明暗が分かれた」事実は誇張的な報道では抜け落ちがちである。

3. Hakken の技術内容【確認済み】

3.1 システム構成

- ・ **二機構構成**：THiGERLLM（Temporal Hierarchical Graph-based Encoder Representation with LLM、予測）と PHELIInE（Predicted Hypothesis Elucidation with Literature-Inferred Explanations、説明）からなる^[1]。

- ・ **基盤モデル**：外部 LLM である Mistral-7B-Instruct-v0.3（2024 年 5 月 22 日リリース）を言語分岐に使用しており、自社基盤モデルではない^[1]。
- ・ **使用データ**：PubMed Central（PMC）オープンアクセス全文、MEDLINE タイトル・抄録、商業ライセンス学術データセット。オープンソース版は NCBI PubTator3 で学習されている^{[1][5]}。
- ・ **仕組み**：文献を年次スナップショットの知識グラフ列に変換し、GraphSAGE と時間エンコーダで実体ペアの時間発展を捉える「グラフ分岐」と、文献テキストを解釈する「言語分岐」を統合する。設計上の特徴として、2 実体が共起しない文（各実体が独立に現れる文を各実体につき 20 文ランダム抽出）を集約し、既存の記述をなぞらずに潜在的結合を導く。先行モデル THiGER は関係の有無のみを予測したが、THiGERLLM は関係の「型」までマルチラベルで予測する。確信度はキャリブレーション済み（確率 p の予測が実頻度でも約 p の割合で正解となるよう調整）である^[1]。

3.2 「未知」の検証方法とウェットラボ検証

- ・ 2020 年を境とする厳格な時間分割ベンチマーク（2020 年以前の文献で学習し、以降に初報告された関係で評価）、専門家による定性評価、そして最終的にウェットラボ検証（細胞実験）という三段階で「未知」性を検証している^[1]。
- ・ RAF1 阻害剤投与で ERK リン酸化亢進と同時に TNF mRNA が一貫して増加し、P53 誘導で BAMBI 発現が極大発現時期と同期して上昇するという測定結果が得られた^[1]。
- ・ 実験自体は AI が行わず、外部 CRO において人間の監督下で実施された^{[1][7]}。実験計画の自律性はない点に留意が必要である。

3.3 性能評価

- ・ 2020 年カットオフ評価において、THiGERLLM のマクロ F1 は 51.16% で、先行モデル THiGER（50.98%）をわずかに上回った。一方、重み付き F1 は 73.73% 対 77.97%、nDCG 平均は 90.3% 対 92.19% と THiGER が上回る。マクロ再現率は 60.72% 対 46.13% と大幅に改善したが、マクロ適合率は 53.77% 対 60.20% と低下した。ベースラインにはランダム、Complex、KNN、マルチラベル MLP、ルールベース、tNodeEmbed 等が設定されている^[1]。

- ・ 著者自身が、未観測関係をすべて「真の負例」とみなす評価の性質上、報告値は性能の下限値（lower bound）であると注記している^[1]。

3.4 公開状況

- ・ オープンソース版「HakkenOSS」が GitHub（SonyResearch/HakkenOSS）で公開されており、PubTator3 のみで学習した予測モデルを含む。学習規模は 16 基の H100 で数日程度とされる^{[1][5]}。

4. 反響・評価【報道ベース】

肯定的評価：①LLM 単独ではなく時系列知識グラフとの融合により解釈可能性（PHELIInE による 2～4 ホップの文献経路の提示）を確保した点、②150 万件規模のスコアリングという網羅性、③ウェットラボ確認まで一貫通貫で実施した点が評価されている^{[6][7]}。日本語専門メディア XenoSpectrum（2026 年 9 月 9 日）は技術的に詳細かつ中立的に紹介し^[7]、AlphaSignal は「未発表の科学的事実を提案し、生物学者がラボに持ち込めるほど推論を説明する」と評した^[6]。

懐疑的評価・論点：①査読前・自己報告の段階で第三者追試が未成立、②確認は 2 件のみで母数（3 件）が極小、③1.5M 件から 3 件への絞り込みは専門家の主観的選定であり選択バイアスの余地がある、④評価ベンチマークが著者設計の自前環境、⑤不完全な負例ラベルの問題。これらは概ね XenoSpectrum および論文自身の考察節が明示している論点である^{[1][7]}。

老化研究者・計算生物学者からの独立した実名批評は、現時点で確認できていない【分析・推測：発表直後のため蓄積が不十分と考えられる】。

5. 文脈・位置づけ

5.1 Sony AI の研究戦略における位置づけ【確認済み】

- ・ Sony AI は 6 つの Flagship Project（AI for Creators、Gaming & Interactive Agents、AI Ethics、Scientific Discovery、Imaging & Sensing、Robotics）を展開している^[2]。
Scientific Discovery チームはバルセロナをハブとして THiGER（NeurIPS 2020 「Temporal Positive-unlabeled Learning for Biomedical Hypothesis Generation via Risk Estimation」の PU 学習の系譜）、SINERA/SINERAS（固有表現認識）等を経て Hakken に至った^{[4][8]}。

- ・ 従来の応用先はガストロノミー（食×健康、パーソナライズド栄養）であり、老化・創薬への展開は生物医学領域への本格参入と位置づけられる^{[2][4]}。
- ・ Hiroaki Kitano（Sony CSL 会長、Systems Biology Institute 会長、OIST 教授）が npj Systems Biology and Applications（2021 年）で提唱した「Nobel Turing Challenge」——2050 年までに自律的に研究を遂行しノーベル賞級の発見を成し得る AI Scientist の開発——という長期ビジョンの一環と位置づけられる^[9]。
- ・ ソニーグループの医療・ライフサイエンス事業（ソニー・オリンパスメディカルソリューションズ等）との直接的な連携は一次ソースでは確認できない【分析・推測：現段階では研究組織内の取り組みにとどまると考えられる】。

5.2 他社・他機関の AI 科学発見システムとの比較【確認済み／報道ベース】

- ・ **Google「AI co-scientist」**：Gemini 2.0 で構築されたマルチエージェント型「バーチャル科学協働者」で、Nature（2026 年）に掲載された^{[10][11]}。急性骨髄性白血病（AML）の薬剤リポジショニング、肝線維症の新規標的（FDA 承認抗がん剤 Vorinostat が TGF β 誘導のクロマチン構造変化を 91%抑制、Stanford/Peltz 研究室）、細菌のモバイル遺伝因子転移機構（当時未発表の機構を独立に再現）を in vitro／オルガノイドで検証した。生成・討論・進化のフレームワークが特徴である。一方で、提案薬の一つ binimetinib は AML で第 2 相試験に失敗した経緯があり、匿名のがん研究者は C&EN 誌上で「特に新規な標的を同定していない」と評したと報じられている^[21]。
- ・ **FutureHouse「Robin」**：Crow/Falcon/Finch を統合したマルチエージェントシステムで、Nature（2026 年）に掲載された^{[12][13]}。萎縮型加齢黄斑変性（dry AMD）に対し ROCK 阻害薬 ripasudil を提案し、RPE 細胞で検証した。ただし「検証パラドックス」——プレプリントで AI 解析モジュールが報告した ripasudil による RPE 貪食能 7.5 倍増（DMSO 対照比）が、人間の再解析で 1.75 倍、Nature 掲載版本文で 1.89 倍に縮小——が指摘され、AI 科学の再現性・検証負荷を象徴する事例となっている。FutureHouse 自身も「dry AMD を治したと主張しているわけではない」「まだ“Move 37”の瞬間ではない」と留保している^{[12][14]}。
- ・ **Sakana AI「The AI Scientist」（v2）**：ICLR ワークショップの査読を通過した論文を生成するなど、論文執筆まで含む端到端自動化を志向する^[15]。

- ・ **Hakken の独自性と限界【分析】**：上記が「エージェント的な実験計画・実行・執筆の自律化」を志向するのに対し、Hakken は「関係予測＋確信度＋文献ベースの説明」という、より限定的だが検証可能性とスケーラビリティに優れた設計である。限界は、あくまで文献に潜在する関係の予測であり、実験計画の自律性がない点にある。Insilico Medicine（PandaOmics による TNIK 標的発見→rentosertib）やゲノム生成 AI「Evo 2」とは異なり、化合物設計や配列生成は行わない。

5.3 日本の AI for Science 政策との関係【確認済み】

JST-CRDS は 2021 年の戦略プロポーザル「人工知能と科学」以来、「知識→仮説→予測→実験→知識」サイクル全体への AI 寄与（科学研究の自動化）を提唱してきた。2026 年 2～3 月には報告書「AI for Science の動向 2026」（CRDS-FY2025-RR-05、151 ページ）を公表し、文部科学省は 2026 年 2 月に「AI for Science 推進委員会」の第 1 回会合を開催した^[16]。Hakken は日本発（Sony／Systems Biology Institute／OIST）の民間主導事例として、この政策潮流に合致する代表例と位置づけられる【分析】。

6. 知財・企業経営への含意

6.1 AI 発見の遺伝子関係の特許適格性【分析】

- ・ AI が提示した遺伝子相互作用「そのもの」は、自然現象・自然法則として日米欧いずれにおいても特許不適格となるリスクが高い。米国では Alice／Mayo 枠組みの下で、実世界への統合や発明的概念（inventive concept）をクレームに織り込む必要がある^[18]。
- ・ 特許化を狙う場合は、(a)具体的な治療方法・投与レジメン、(b)診断・バイオマーカー用途、(c)化合物との組合せ、へと「応用」を具体化することが不可欠である。TP53 関連では既に多数の「method of treating」型特許が存在するため、FTO（実施の自由）評価も要する。
- ・ AI 生成の科学的知見（仮説リスト、確信度、文献経路）は、公開前であれば営業秘密・データとしての保護対象になり得るが、Hakken のように文献公開情報に基づく予測は、他者による独立導出の可能性が高い点に留意すべきである。

6.2 発明者適格の最新実務【確認済み（法的整理）／分析】

- ・ USPTO の 2024 年 2 月 13 日「Inventorship Guidance for AI-Assisted Inventions」
(Pannu 要素準拠) は、2025 年 11 月 28 日の「Revised Inventorship Guidance for AI-Assisted Inventions」(Federal Register 2025-21457) で全面的に撤回・置換された^{[17][19]}。改訂版は単一発明者の事例で Pannu 分析を用いず、AI を「単なる道具 (mere instruments)」と位置づけつつ、「発明者は自然人のみ」(Thaler v. Vidal, 43 F.4th 1207) を再確認している^[20]。
- ・ 実務対応としては、Hakken 等の AI 利用自体は発明者性を否定しないが、各クレームに自然人の実質的寄与 (着想=conception) が必要という原則は維持されている。DABUS 事件 (Thaler) で確立されたとおり、AI を発明者として記載することはできない^[20]。日本特許庁も自然人発明者を前提とする整理であり、AI 関与発明における人間の寄与の文書化が重要である【分析】。

6.3 Sony 関連特許の調査結果【確認済み・限定的】

- ・ Google Patents、Justia、USPTO 等の公開記録を横断検索した範囲では、「Sony Group Corporation」「Sony AI」「Sony Corporation」に帰属し、生物医学的仮説生成・時系列知識グラフによる科学的発見・文献ベース関係予測を具体的に請求する特許／公開出願は確認できなかった。発明者 Akujuobi/Besold/Kitano 名義の当該分野特許も未確認である。
- ・ 類似の技術トピックの特許は Accenture (US12455923B2「Intelligent collaborative decision generation system with iterative prediction of link set in knowledge graph」等) など他社に帰属しており、Sony 帰属ではない。THiGER 論文を参照・請求する特許も見当たらない。
- ・ Sony AI の当該研究群は学術論文とオープンソース (HakkenOSS) として公開されており、意図的に特許を追求していない可能性と整合的である^[5]。ただし出願は原則 18 か月非公開であるため、公開記録上の不存在は絶対的証明ではない【分析】。

6.4 企業の研究開発・知財部門への示唆【分析】

- ・ 研究プロセスへの組み込み：Hakken 型「仮説スコアリング+文献根拠提示」は、研究テーマ選定や仮説の優先順位付けに応用可能である。HakkenOSS は PubTator3 学習版が公

開されており、PoC 構築が可能である（学習は 16 基 H100 規模だが推論は小規模環境でも実施可能と考えられる）^[5]。

- ・ 発明発掘への応用：文献に潜在する未記載の関係を提示する機能は、研究者の着想支援と発明発掘の起点になり得る。ただし、AI の出力を人間が評価・選択し、実質的寄与を記録するプロセス設計が発明者適格の観点から必須である。
- ・ 先行技術調査への影響：時系列知識グラフによる関係予測は、「将来公知になり得る関係」の事前把握に資する一方、AI 予測を先行技術として扱うか否かは法的に未確定であり、慎重な運用を要する。

7. 今後の見通しと判断閾値【分析】

- ・ **即時（モニタリング）**：arXiv:2609.04494 の v2 改訂・査読誌掲載・第三者追試の有無を追跡する。特に TP53-BAMBI、RAF1-TNF の独立検証論文の出現を監視する。査読誌掲載または独立追試の成功があれば、技術的信頼性を「実証済み」に格上げする。
- ・ **短期（知財デューデリジェンス）**：J-PlatPat、Google Patents、WIPO で「Sony」×hypothesis generation／knowledge graph／relation prediction、および発明者名（Akujuobi、Besold、Kitano）を継続監視する。出願は 18 か月非公開のため、2026 年後半～2027 年の公開に注意する。Sony／競合の関連特許が公開されれば、参入障壁・FTO 評価を再実施する。
- ・ **中期（自社 R&D への組込み）**：確認事例が 2 件から大幅に増加（例：二桁）した場合はプラットフォーム価値を再評価し、自社の研究テーマ探索・発明発掘プロセスへの導入を本格検討する。
- ・ **未解決の論点**：①予測された関係の「未知」性の判定基準（文献照合の網羅性）、②専門家による絞り込みの再現性、③AI 予測の先行技術性・公知性の法的位置づけ、④オープンソース公開と商用展開（ライセンス、データ利用条件）の関係。

8. 留保事項

- ・ 本稿の技術・実験の記述はすべて査読前プレプリントおよび著者自己報告に基づく。独立検証は成立していない。

- ・ 確認された相互作用は 2 件のみで統計的一般化はできない。3 件中 1 件 (SOAT1-STAT3) は不支持であった。
- ・ DOI は登録手続き中で、arXiv 版のみが現存する一次ソースである。
- ・ Sony 関連特許の「不存在」は公開記録上の確認であり、非公開出願の存在を否定するものではない。
- ・ 特許適格性・発明者適格の議論は日米欧で流動的であり (USPTO ガイダンスも 2024→2025 年で改訂)、断定を避けるべき法的未確定領域である。
- ・ 老化研究者・計算生物学者による実名の独立評価は発表直後のため十分に蓄積されておらず、SNS 等の反応は初期的なものにとどまる。
- ・ 比較対象の他システム (Google AI co-scientist、Robin) の性能値は各社・各論文の自己報告であり、Robin の効果量が再解析で縮小した事例が示すとおり、AI 報告値は人間による再検証を要する。
- ・ 参考文献のうち URL を確認できなかったものは「URL 未確認」と明記した。

参考文献

- [1] Besold, T. R., Akujuobi, U., et al., “Hakken: Predicting future discoveries to fill the gaps in today’s knowledge”, arXiv:2609.04494 [cs.LG; cs.AI], 2026 年 9 月 3 日. <https://arxiv.org/abs/2609.04494> (HTML 版 : <https://arxiv.org/html/2609.04494v1>)
- [2] Sony AI, “Scientific Discovery” 研究領域ページ. <https://ai.sony/research-areas/scientific-discovery>
- [3] Sony AI Blog, “How Sony AI’s Scientific Discovery Team is Reimagining How Researchers Evaluate Hypotheses”, 2026 年 1 月 26 日. <https://ai.sony/blog/How-Sony-AI%E2%80%99s-Scientific-Discovery-Team-is-Reimagining-How-Researchers-Evaluate-Hypotheses/>
- [4] Sony AI Blog, “Behind the Research: How Sony AI Researchers are Pioneering AI Models for Scientific Discovery”. <https://ai.sony/blog/Behind-the-Research-How-Sony-AI-Researchers-are-Pioneering-AI-Models-for-Scientific-Discovery/>
- [5] SonyResearch, “HakkenOSS” (GitHub). <https://github.com/SonyResearch/HakkenOSS>
- [6] AlphaSignal, “Sony AI’s Hakken Predicted 1.5M Aging Hypotheses and Two Held Up in Lab”. <https://alphasignal.ai/news/sony-ai-s-hakken-predicted-1-5m-aging-hypotheses-and-two-held-up-in-lab>
- [7] XenoSpectrum 「過去の文献から未来の発見を導く、Sony AI の仮説生成システム『Hakken』の現在地」 2026 年 9 月 9 日. <https://xenospectrum.com/sony-ai-hakken-knowledge-prediction-preprint/>
- [8] Akujuobi, U., et al., “Temporal Positive-unlabeled Learning for Biomedical Hypothesis Generation via Risk Estimation”, NeurIPS 2020. (URL 未確認)
- [9] Kitano, H., “Nobel Turing Challenge: creating the engine for scientific discovery”, npj Systems Biology and Applications, 7(1):29, 2021. doi:10.1038/s41540-021-00189-3. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34145287/>
- [10] Google, “AI co-scientist” (Nature, 2026) . doi:10.1038/s41586-026-10644-y. <https://www.nature.com/articles/s41586-026-10644-y>
- [11] Google Research Blog, “Accelerating scientific breakthroughs with an AI co-scientist”. <https://research.google/blog/accelerating-scientific-breakthroughs-with-an-ai-co-scientist/>
- [12] FutureHouse, “Demonstrating end-to-end scientific discovery with Robin, a multi-agent system”. <https://www.futurehouse.org/research-announcements/demonstrating-end-to-end-scientific-discovery-with-robin-a-multi-agent-system>
- [13] FutureHouse, “Robin” プレプリント arXiv:2505.13400 (Nature 掲載版 doi:10.1038/s41586-026-10652-y) . <https://arxiv.org/abs/2505.13400>
- [14] FutureHouse (@FutureHouseSF), X 投稿.

<https://x.com/FutureHouseSF/status/2056813047180931316>

- [15] Sakana AI, “The AI Scientist-v2: Workshop-Level Automated Scientific Discovery via Agentic Tree Search”, arXiv:2504.08066. <https://arxiv.org/pdf/2504.08066>
- [16] JST 研究開発戦略センター「AI for Science の動向 2026 —AI トランスフォーメーションに伴う科学技術・イノベーションの変容」CRDS-FY2025-RR-05, 2026 年.
<https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2025/RR/CRDS-FY2025-RR-05.pdf>（紹介記事：
<https://current.ndl.go.jp/car/274789>）
- [17] USPTO, “Revised Inventorship Guidance for AI-Assisted Inventions”, Federal Register, Doc. 2025-21457, 2025 年 11 月 28 日. (URL 未確認)
- [18] Ropes & Gray, “Patentability Risks Posed by AI in Drug Discovery”, 2024 年 10 月.
<https://www.ropesgray.com/en/insights/alerts/2024/10/patentability-risks-posed-by-ai-in-drug-discovery>
- [19] Lexology, USPTO 発明者ガイダンス改訂（2025 年 11 月）に関する解説記事.
<https://www.lexology.com/library/detail.aspx?g=94a43879-f9f2-4c41-b683-5656652ffb3e>
- [20] Thaler v. Vidal, 43 F.4th 1207 (Fed. Cir. 2022). (URL 未確認)
- [21] Chemical & Engineering News (C&EN) , Google AI co-scientist に関する報道（匿名がん研究者のコメントを含む）. (URL 未確認)