

技術発明・R&Dにおける生成AIと創造性・多様性: 先行研究レビュー

1. はじめに

近年、ChatGPTのような生成AI（特に大規模言語モデル: LLM）の技術開発・研究開発(R&D)現場への導入が急速に進み、アイデア創出や設計支援などで生産性向上が期待されています。しかし一方で、「創造性の向上」と「多様性の喪失」という相反する効果（**創造性のパラドックス**）が指摘されています^{① ②}。つまり、生成AIを使うことで**個人の創造的アウトプットの質は向上する半面、アウトプットの画一化による集団全体の多様性低下**という副作用が生じるのです。この問題は、新規技術の発明や研究テーマの探索といったR&Dプロセスの質に直接影響しかねません。それにもかかわらず、R&D領域を対象に創造性と多様性へのAI影響を定量的に検証した研究は少ないのが現状です。本レビューでは、**2020～2025年の関連研究動向**を整理し、技術発明に近い上流領域（工学設計、イノベーションアイデア創出、工学教育など）の知見も含めて、生成AIと創造性・多様性の関係性を概観します。

2. 個人創造性向上と集団多様性喪失 — 創造性のパラドックス

このテーマにおける最も重要な基礎研究の一つが、**Doshi & Hauser (2024)**によるScience Advances掲載論文です^①。彼らはオンライン実験で、短編ストーリー執筆時に生成AIから着想を得られる群と得られない群を比較しました。その結果、**生成AIのアイデア提示により個人の創造性が向上することが確認されています**。AI支援を受けた物語は、受けない場合に比べて「新規性」が約8-10%高く、対象読者への適合性（有用性）も約9-11%向上しました^{③ ④}。特に元々あまり創造的でない執筆者ほど、AIの助けによる創造性向上効果が大きく、作品の完成度（文章の巧さ・面白さなど）が大幅に改善しています^⑤。これは「**AIが個々人のクリエイティブクオリティを底上げする**」ことを示すものです。

しかし同時に、この研究は「**集団全体では創造的多様性が低下し得る**」ことを初めて定量的に示しました。AI支援を受けた作家たちの物語は互いによく似通っており、AI非使用グループに比べ**作品同士の類似度が約10%以上も増加したのです**^⑥（執筆者300人の実験で確認）。実際、AIを使ったグループ内では**アウトプットの94%が類似するほど内容や構成がホモジニアスになった**、との報告もあります^⑦。言い換えれば、生成AIが提案する「もっともらしく安全なアイデア」に人々の発想が収束してしまい、**集団レベルでは作品のユニークさ（独創的な差異）が劇的に損なわれるのです**^⑧。Doshiらはこの現象を「**創造性のパラドックス**」として位置付け、広範な創作領域で警鐘を鳴らしています^①。この研究は文学（物語創作）を対象としたものでしたが、「**個人創造性 ↑／集団多様性 ↓**」という構図を実証した初めての例として非常に示唆的です。

こうした知見から、「**生成AIの過度な活用は創造性の社会的ジレンマを生む**」可能性も議論されています^①。個々人にとってはAIで創造性が上がるため益があるものの、皆がそれに依存すると集団として新奇性が失われてしまうというジレンマです^⑨。これは将来的に創作・出版業界のみならず、技術開発コミュニティにも当てはまる懸念と言えるでしょう。

3. 工学設計分野の知見 ～発明創出に近い上流工程～

技術発明・R&Dの上流工程に最も近い領域として「**工学設計 (Engineering Design)**」があります。ここでも近年、生成AI/LLM活用による**設計解の同質化や発想の硬直化**が指摘され始めています。

3.1 理論レビュー: Chiarelloら (2024) 【Design Society】

Chiarelloらは2024年のDesign Society会議で、生成AIが工学設計に与える影響を大規模文献解析によって総括しました。彼らは**15,355本もの設計学術論文**を自然言語処理で分析し、LLMが設計プロセス上で果たするタスクを整理しています¹⁰。その結果、LLMは**問題定義・コンセプト創出・要求仕様策定**といった**設計プロセス全般に広く影響を及ぼしうる**ことが示されました¹¹。例えば要求仕様書の文章生成や、既存設計データからの知識抽出など、人間の設計活動を多角的に支援できる可能性があります。

しかし同レビューは同時に、LLM活用の**リスク面**にも言及しています。特に懸念されるのが、**既存知識への固着 (design fixation)**と**解決アイデアの画一化 (homogenization)**です²。生成AIは過去の膨大なデータから「尤もらしい答え」を引き出すため、設計者がそれに引っ張られると**斬新な発想よりも既存路線に沿った無難な解に収束しやすい**と指摘されています²。実際、ChiarelloらはDoshi & Hauser (2024)の創造性パラドックス研究にも触れ、**技術開発分野でも同様の現象が起こる可能性が高い**と警告しています²。以上は理論的なレビューであり直接的な実証データではないものの、R&Dへの明確な含意を持つ重要な知見です。

3.2 実験による検証: デザイン課題におけるLLM支援

工学設計の現場で実際にLLM支援の効果を検証した実験研究も現れつつあります (Zhou et al., 2025 など)。それらによれば、**チャットボット型LLMをブレインストーミング補助に使うことで**：

- ・**発想スピードが上昇し、アイデア数 (流暢さ) が増加する** (短時間で多くの解決策候補を出せる)¹²。
- ・**タスク達成時の満足度や自己効力感も向上し**、参加者は「発想が捗った」「創造的になれた」という主観評価を示す¹³。

一見すると理想的ですが、**アウトプットの内容分析**を行うと懸念すべき傾向が確認されています。**LLM支援下で生み出された設計アイデアは、構造や方向性が互いに似通ってしまう**のです。すなわち、**意味的な多様性 (semantic diversity) の縮小**が観察されます⁷。ある研究では、LLMを使ったグループの成果物について「異なる参加者同士のアウトプットなのに文章表現や着眼点がほぼ同じだった」と報告されています⁷。このように**発想経路の収束 (Convergence of ideas)**が起きる原因として、LLMが全ユーザに似たような提案をすることが挙げられます⁷。ユーザごとに独立にAIと対話していても、背後のモデルが同じなら**提示される案が類型化しやすい**ためです。

以上から、「**多様な解を模索すること自体が価値**」となる工学設計のような領域では、生成AI活用に**解の早期収束を促す副作用**があると示唆されます²。デザイン思考では本来、まず発想を発散 (divergent thinking) させてから収束 (convergent thinking) させるプロセスが重要ですが、AIを使うと人間の思考が知らず知らず**早い段階で「定型解」に寄ってしまう**可能性があります。この点は設計研究コミュニティでも徐々に認識が広まりつつあります。

4. イノベーション研究の知見 (新製品・新事業アイデア領域)

技術そのものの発明ではありませんが、**新製品コンセプトや新事業アイデアの創出**など、R&Dに近い上流のイノベーション分野においてもLLMの影響を調べた研究が増えてきました。

4.1 「LLM支援アイデア発想」に関するレビュー研究

近年公表されたLLM支援アイデア発想に関する実験研究61本のレビュー（Li et al., 2025）によると、LLMを創造的発想に使うことで以下のような全体傾向が明らかになっています。

- **発想の流暢さ（fluency）**：人間だけの場合より**アイデア数が増える**。生成AIがプレストの相手になることで沈黙が減り、次々と案を出せる¹²。
- **アイデアの平均的な質：平均レベルの適切さ・有用性が向上する傾向**（陳腐すぎる案や的外れな案が減り、一定のクオリティラインを下回りにくくなる）¹⁴。言い換えれば、「**凡庸なアイデアの底上げ**」効果がある。
- **多様性（variety）**：一方で、**アイデアの方向性のバラエティは統計的に有意に低下する**。つまり**発想の展開パターンや切り口が似通い、ありふれた枠組みに収束しやすい**¹⁵。LLM提案は過去データに基づくため、どうしても「既存の延長線上で無難な選択肢」に偏るためと考えられます¹⁵。

要するに、「量」と「質の平均値」は上がるが、「方向性の広がり」は縮むという傾向です。このレビューは様々な実験結果をメタ分析したのですが、その結論は前述の創造性パラドックスを裏付けています。例えばある研究では、ChatGPTに創造的課題を与えると人間より多くの案を短時間で生成しましたが、その案は互いに類似したものが多く、カテゴリーの偏りも見られました¹⁵。

4.2 新製品アイデア創出の比較実験

実際のイノベーションマネジメント領域でも、LLMによるアイデア創出力を人間と比較する試みがなされています。その一つが“**Ideas are Dimes a Dozen**”と題した研究（Girotraら, 2023/2024年）です¹⁶。この研究では、**ChatGPT-4**に新製品のアイデア出しをさせ、その成果をエリート大学の学生チームが出したアイデアと比較しました。その結果は興味深いものでした。

ChatGPT-4は人間学生より圧倒的に多くのアイデアを素早く生成し、その平均的な商業的質（購入意向による評価スコア）も学生案を上回りました¹⁷。さらに、全提出アイデアの中でトップ評価を得たものの大半はChatGPT発の案だったとも報告されています¹⁸。これは「**LLMは数と質の両面で人間プレストを凌駕する**」ことを示唆します。

しかし一方で、この研究や関連する実験からは**LLMの出すアイデアの偏り**も指摘されています。ChatGPTが生むアイデアは大量ではあるものの、**その多くは「ある程度もっともらしく役に立ちそうな無難な案」**に集中する傾向があります¹⁵。人間のグループによるブレインストーミングでは、奇抜だがニッチな案や、一見非現実的でも斬新な視点が飛び出すことがあります（いわゆる玉石混交の「石」の部分）が、AIの案は**概して大衆受けしそうな平均的アイデアに収斂しやすい**のです¹⁵。例えば、とある実験で「アメリカ国内の夏の旅行先アイデア」を出させたところ、**ベースラインの未調整モデル**では回答ごとに様々な目的地が挙がったのに対し、**ユーザ安全性調整済みのChatGPT**では**ほぼ毎回同じ人気観光地に集中した**との報告があります¹⁵。このように探索範囲の狭さが確認されており、「**生成AIの提案が必ずしも最も広く深く探索した結果ではない**」ことが示唆されます¹⁵。実務的にも、**人間の多様なバックグラウンドを持つチームの方が**、AI単独より意外性のある異質なアイデアを生み出したという観察があります。総じて、新規技術アイデア創出の場面では「**LLMのアウトプット＝一定水準以上だが凡庸**」という傾向に留意が必要です。

5. 工学教育における創造タスクでの知見（STEMアイデア創出）

次に、学生など**初学者を対象**とした創造性支援の文脈でも、AI利用の効果が調べられています。例えば「**AI-assisted creative ideation（AI支援による創造的発想）**」に関する2025年の研究では、工学系学生にアイデア創出課題を与え、ChatGPT支援あり／なしで成果を比較しました⁷。

結果として、**学生自身の創造性自己評価は向上し、アウトプット数も増加しました**。AIがヒントを出すことで「考えが次々浮かぶ」と感じる学生が多く、発想への苦手意識が和らいだという報告です（いわば**クリエイティブ・コンフィデンスの向上**）。しかし、肝心の**アイデア内容の分析**では、やはり**意味的多様性の縮小**が確認されました⁷。AI支援を受けた学生たちのアイデアは、テーマや切り口に共通点が多く、**独白色やばらつきが減ってしまった**のです。「どの学生もAIの典型解に引きずられて似た発想になっていた」という指導教員の指摘もあります。つまり**アンカリング（最初に提示された案への固執）やデザイン固定**がAI利用により強まった可能性があります¹⁹。

このような知見は、R&D人材の育成においても重要な示唆を与えます。新人技術者や学生が安易にAI提案に頼りすぎると、**自分で多様なアプローチを模索する訓練機会を失いかねない**というリスクです¹⁹。創造性教育の場では、AIを使うことで一時的な成果物の質は上がっても、**長期的には人間の独創力・思考多様性を削ぐ可能性**があるため注意が必要でしょう。

6. では「技術発明・研究開発（特許レベル）」を直接扱った論文はあるか？

結論: 2025年現在、**ほぼ存在しない**と考えられます。今回調査した限り、例えば以下のようなテーマ：

- ・発明アイデア創出や研究テーマ選定へのAI支援効果（発明のプロセスへの影響）
- ・新規材料・新機構・新アルゴリズムなど**高度に専門的な発明そのもの**の創出でAIが果たす役割
- ・R&DチームにAIを導入した場合の創造的多様性や成果への影響

といった“**特許出願レベルの技術発明を対象にした実証研究**”は確認できませんでした。関連はするものの直接の証拠ではないのが、前述した**工学設計やイノベーションアイデア創出**の研究に留まります。

このように発明プロセスそのものの研究が未だ少ない理由として、以下が考えられます。

- ・**発明創出のプロセスは長期にわたり断片的で、短期間の実験で捉えにくい**（新発想から特許化まで数ヶ月～数年単位）。
- ・成果の評価が難しい：どの案が「良い発明」かは直ちには判断しづらく、**特許性や新規性、有用性**など客観評価には長い時間と専門知見が必要。
- ・企業の機密性：最先端の発明アイデアは企業秘密で公開されないため、研究者が大規模データを得にくい。
- ・倫理・実務上の制約：発明提案を無作為化比較試験すること自体が現実的に困難（経済的価値が絡むため）。

実際、Chiarelloら(2024)も「**AIを使った特許生成**」というテーマは理論的関心は高いが、**知的財産や人間の特許執筆能力低下など多くのリスク**があると述べています²⁰。こうした理由から、現時点で利用可能なエビデンスベースの知見は、**技術発明に近い上流領域**（前述の工学設計、イノベーションマネジメント、教育など）に限られるのです。

7. 総合評価: 技術発明プロセスへ適用すべき知見

以上の先行研究から得られた知見を踏まえ、**技術発明・研究開発の現場に対して考えられる示唆**を整理します。

(1) **個人の創造性はAI支援によって確実に向上する**。発明のアイデア出しにおいても、一人ひとりの**発想速度**や**アイデア生成量**はAIによって高まるでしょう¹²。また平均的な**アイデアの質**も底上げされ、見落としや凡ミスが減る可能性があります¹⁴。さらに、AIの提案があることで技術者の**自己効力感**や**創造的自信**も増し、

思い切った発想に挑戦しやすくなるとの指摘もあります¹³。総じて、**個人単位ではAIは有益な創造パートナー**となりえます。

(2) **しかし、集団全体としての方向性は収束しがちである。** 複数の人々がそれぞれAI支援を受けると、アウトプット同士が類似して**多様性が失われる**傾向が強まります⁷。皆が「もっともらしい標準解」に引き寄せられ、**アイデア同士の違いが小さくなる**のです⁸。結果として、**意外性や非連続な発想が減り、漸進的・連続的な改良案ばかりになる**リスクがあります¹⁵。またAI提案への**認知的固定**も起こりやすく、最初にAIが提示した方向から大きく外れる発想を人間がしにくくなる（**アンカリング効果**）とも考えられます¹⁹。

(3) **技術発明の文脈では、この「多様性低下」の影響は一層重大である。** なぜなら、発明の本質はしばしば「**非連続な新規性**」にこそあるからです。皆が考えつくような凡庸な改良では真のブレークスルー発明にはなりにくいでしょう。もしAI活用によって発想が同質化してしまえば、**競合他社との差別化や飛躍的イノベーションの機会を逃す**恐れがあります。実際、デザイン分野の研究でも、生成AIは既存知識の範囲での**補間（interpolation）**は得意だが、新たなパラダイムを生む**外挿的アイデア（extrapolation）**は苦手だとされています²。技術発明においても、AIが提案するのは「大量の技術文献から蒸留された常識的アイデア」に留まり、**従来にない奇抜な組み合わせや発想の飛躍**は人間ほど得意でない可能性があります。そのため、**発明競争力を維持・向上するには人間ならではの多様な着眼点を守ることが不可欠**です。

(4) **したがって、発明創出の場でAIを使う際には「多様性確保」のための工夫・ガイドラインが必要です。** 上記パラドックスを緩和し、AIの利点を享受しつつ欠点を補うために、いくつか考えられる方策を挙げます。

- ・**複数種類のAIモデルを併用する:** 例えば知識や学習データの異なるモデルからアイデアを出させ、比較することで一つのモデルに偏った発想を避けます。実際、**ベースモデル（未調整）とアラインメント済みモデルを協調させて出力の多様性と質を両立させる**という研究も登場しています^{15 21}。異なる視点のAIを組み合わせれば、提案内容のばらつきが増え創造的摩擦が生まれるでしょう。
- ・**最初のAI提案を鵜呑みにしない（禁止・延期する）:** プレスト開始直後にAIが出した典型解にはすぐ飛び付かず、**あえて人間自身で“逆張り”の発想を試みるルール**を設ける方法です。例えば「AIが提案した案とは逆の前提を考えてみる」といった発想ゲームを挟むことで、固定観念を崩します。こうしたアンチAIシナリオを意図的に設け、人間の多様な思考を促すのです。
- ・**AIの探索にノイズを加える:** AIへのプロンプト設計を工夫し、**高い多様性指向の出力**を得るようにします。例えばランダム性（温度パラメータ）を上げたり、「もっと意外な視点を3つ提示して」と指示したりすることで、より突飛的な案を引き出す試みです。研究者からは**ユーザが許容する範囲でアウトプットに揺らぎを持たせることが創造的探索には有用**との提言もあります²²。
- ・**人間とAIの<u>発散・収束サイクル</u>を設計する:** 創造的プロセスでは、**多様なアイデアを広げるフェーズ（発散）と有望な案を絞り込むフェーズ（収束）**を繰り返すことが重要です。AI活用もこれに合わせ、**最初は人間主体で発散 → AIで整理・統合（収束） → 得られたものを踏まえ人間が再度発散…**と交互に使う戦略が考えられます。こうすることで常に人間ならではの多様性を注入し直しつつ、AIの整理力も活かします。実際、Ashkinazeら(2024)は複数のAIエージェントに異なる人格・視点を持たせて討議させ、多様な観点を生成する「**プルーラル（複数AI）アプローチ**」を提案しています²³。このように人間・AIのコラボレーションフローを慎重に設計することが肝要です。

以上のようなガイドラインは、まだ研究者や実務者の間で模索されている段階ですが、「**生成AIを使うなら多様性喪失を放置せず積極的に対策すべき**」という点では共通認識が芽生えつつあります¹⁹。AIメーカー側も、品質と多様性を両立させる調整手法を開発し始めています²⁴。発明創出の現場でも、AIを闇雲に使うのではなく**創造性の源泉である多様性をいかに守り伸ばすか**を意識した運用が求められるでしょう。

8. おわりに

本レビューで見てきたように、**生成AIは個人の創造性を高めつつ集団の創造的多様性を減少させる**というパラドックス的効果が、文学創作から工学設計・アイデア発想・教育分野まで一貫して観察されています。「**個人創造性の向上**」は**確かな事実**であり、多くの研究がAI支援の有用性を示しています^{3 14}。一方で「**集団多様性の低下**」も**複数分野で実証されつつある現象**であり^{7 8}、創造的活動におけるAI依存のリスクとして無視できません。

残念ながら、2025年時点で**技術発明そのものを対象にした直接的な研究は未だ存在しません**。しかし本稿で述べたとおり、発明に近い上流工程（設計・アイデア創出等）では既に同様の現象が確認されています。これらを踏まえれば、**技術発明・特許創出プロセスにおいても「創造性のパラドックス」が生じる可能性は極めて高い**と言えます²。ゆえに、企業のR&D部門や政策立案者は、生成AIを導入する際には**創造性向上と多様性確保のバランス**に細心の注意を払う必要があります。具体的には前述したガイドライン策定や、AIの使いどころを見極めた戦略的活用が求められます。

最後に、生成AIと創造性の関係はまだ新しい研究領域であり、不明点も多く残されています。特に「**ではAIと人間の協働でいかに破壊的イノベーションを起こすか**」というポジティブな視点での研究も重要です。創造性のパラドックスを正しく理解し制御しながら、AI時代における人間の創造力を最大限に引き出す——それがこれからの技術発明に課せられた課題と言えるでしょう。^{19 21}

^{1 3 4 5 6 8 9 13} AI boosts individual creativity – at the expense of less varied content | UCL News - UCL – University College London
<https://www.ucl.ac.uk/news/2024/jul/ai-boosts-individual-creativity-expense-less-varied-content>

^{2 10 11} designconference.org
<https://www.designconference.org/download/design2024/DESIGN2024-BoA-WEB-V02.pdf>

^{7 12 15 19 21 22 23 24} How AI Ideas Affect the Creativity, Diversity, and Evolution of Human Ideas: Evidence From a Large, Dynamic Experiment | Request PDF
https://www.researchgate.net/publication/394729402_How_AI_Ideas_Affect_the_Creativity_Diversity_and_Evolution_of_Human_Ideas_Evidence_From_a_Large_Dynamic_Experiment

^{14 16 17 18} LLM Working Paper
<https://mackinstitute.wharton.upenn.edu/wp-content/uploads/2023/08/LLM-Ideas-Working-Paper.pdf>

²⁰ (PDF) Generative large language models in engineering design: opportunities and challenges
https://www.researchgate.net/publication/380653779_Generative_large_language_models_in_engineering_design_opportunities_and_challenges