

スケーリングを超えて：フランソワ・ショレが提唱する汎用人工知能へのアーキテクチャ的パスに関する詳細分析

Gemini Deep Research

第1章 序論：スケーリングを超えたパラダイムシフト

1.1 フランソワ・ショレの紹介：アーキテクトにして知的挑発者

フランソワ・ショレは、現代の人工知能（AI）分野において、二つの重要な側面を持つ人物として認識されている¹。第一に、彼は深層学習ライブラリ **Keras** の制作者であり、ユーザーエクスペリエンス、モジュール性、そして明確な抽象化に焦点を当てることで深層学習を民主化した、極めて実践的なソフトウェアエンジニアである³。第二に、彼は **AI** 研究者および思想家として、現在の主流であるスケーリングパラダイムに対する最も著名な批判者の一人であり、汎用人工知能（AGI）に向けた包括的な代替ビジョンを提唱している⁷。最近、彼は **Google** を退社し、プログラム合成による **AGI** 開発を専門とする新たな研究所 **Ndea** を共同設立した。これは、単なる批判から具体的な構築へと、彼の活動が決定的な段階に入ったことを示している¹。

ショレのキャリアには、一貫した哲学が流れている。それは、**Keras** の API 設計と **AGI** 研究の両方に通底する、**構成可能性（compositionality）、抽象化（abstraction）、そして効率性（efficiency）**への強いこだわりである。**Keras** が成功したのは、開発者に対してクリーンで再利用可能、かつ組み合わせやすい構成要素（ビルディングブロック）を提供したからに他ならない⁵。彼の **AGI** ビジョンは、これと全く同じ原則を知能そのものに適用する。すなわち、**AI** が自ら抽象的で構成可能な「認知的」サブルーチンのライブラリを構築し、それを再利用することで効率的に新たな問題に適応していく姿を構想しているのである⁷。この視点は、彼が単なるツール開発者ではなく、知能のアーキテクチャそのものを探求する思想家であることを示している。

1.2 本講演の中心的な主張

YouTube で公開された講演「AGI への道 (The Path to AGI)」は、2020 年から 2024 年にかけて AI 業界を席卷した「事前学習スケーリング時代」に対する、ショレのマニフェストとして位置づけられる⁹。この講演における彼の中心的な主張は、真の知能はモデルの規模 (スケール) から自然に生まれる「創発的特性」などではなく、適応と発明という特定の学習可能な「プロセス」であるという点にある⁷。したがって、この講演の目的は、現在主流となっている大規模言語モデル (LLM) 開発の路線に対し、具体的かつアーキテクチャに基づいた代替案を提示することにある。

1.3 本レポートの対象範囲と構成

本レポートは、ショレの講演における主張、その理論的基盤、実証的証拠 (ARC ベンチマーク)、そして AI コミュニティ全体におけるその受容について、網羅的な分析を提供することを目的とする。具体的には、彼のスケーリング批判を解体し、彼が提唱する新たな知能の定義を詳述する。次に、その理論を具現化した ARC ベンチマークの設計思想と結果を分析し、彼が示す AGI への具体的な道筋、すなわち「プログラム合成」を核とするアーキテクチャを解説する。最後に、これらの主張に対するコミュニティの反応、批判、そして支持を概観し、ショレのビジョンが AI 研究の未来にどのような意味を持つのかを結論づける。

第 2 章 「スケーリング時代」の解体：現代 AI に対するショレの批判

2.1 知能の幻想：記憶 対 推論

ショレの批判の核心は、現在の LLM が本質的に「美化されたハッシュテーブル」¹¹ま

たは「内挿的な記憶」システムであるという点にある¹²。これらのモデルは、膨大な訓練データからパターンを検索し、それを再結合することには長けているが、真の推論能力は欠如していると彼は断じる¹³。

このアプローチは、絶えず変化し、常に新しい事象が発生する現実世界においては「ひどい戦略」であるとショレは主張する。なぜなら、起こりうる全ての事象に対して事前に準備することは不可能だからだ¹²。彼にとって知能とは、何をすべきか

わからない時に使う能力であり、未知の状況に適応する能力そのものである¹⁷。

この批判は、近年の LLM の流行に反応して生まれたものではない。むしろ、彼の長年にわたる一貫した立場が、現在の状況によって改めて証明された形となっている。ショレは 2019 年、LLM の本格的な流行に先駆けて論文「知能の測定について (On the Measure of Intelligence)」を発表し、ARC ベンチマークを導入した¹。当時から彼は、GPT-2 のようなモデルの限界を指摘しており¹⁸、記憶に基づくベンチマークの問題点や、真の汎化能力を測るテストの必要性といった、彼の批判の理論的枠組みはすでに完成していた⁸。その後、GPT-3 や GPT-4 といった巨大モデルが ARC で大きな進歩を示せなかったという事実は¹⁸、彼の 2019 年の論文がスケーリングパラダイムの限界を正確に予測していたことの強力な証左となった。

2.2 的を射て、要点を外す：ベンチマークの問題

2020 年から 2024 年にかけての「事前学習スケーリング時代」は、既存のベンチマークを次々と「破壊」することによって定義された⁷。しかしショレは、これが AI 研究に歪んだインセンティブをもたらしたと指摘する。彼が「ショートカットの法則」と呼ぶこの現象は、「測定対象としたものを達成するが、それ以外の全てを犠牲にする」というものだ⁷。記憶された知識で解ける試験形式のベンチマークを目標に設定した結果、AI 業界は強力な「記憶エンジン」を構築したが、それは「発明エンジン」ではなかった⁹。

彼はこの状況を、チェスの世界チャンピオンを破った Deep Blue になぞらえる。Deep Blue は目標を達成したが、我々はそこから「知能について何も学ばなかった」と彼は言う⁷。ベンチマークのスコアを向上させることと、真の知能を開発することは、全く別の目標なのである。

2.3 スケーリングの壁

ショレは、単にモデルを大きくするだけで性能を向上させる時代は限界に達しつつあると断言する¹⁶。2010年代の深層学習ブームの主な原動力は計算コストの低下であったが、それだけでは次の飛躍には不十分だというのである¹⁷。

この見解は、彼一人だけのものではない。Meta社のチーフAIサイエンティストであるヤン・ルカンも同様に、現在のLLMの路線はAGIへの道のりにおける「脇道、気晴らし、行き止まり」であると述べている¹⁷。驚くべきことに、OpenAIのサム・アルトマンCEOでさえ、LLMをスケールアップさせるだけではAGIには至らないだろうとの見解を示している¹⁷。これは、業界の最前線にいる研究者たち自身が、スケールアップのみに依存するアプローチの限界を認識し始めていることを示唆している。

第3章 目標の再定義：スキル獲得効率としての知能

3.1 基礎論文：「知能の測定について」（2019年）

ショレの講演内容は、単なる意見表明ではなく、2019年に発表された彼の学術論文「知能の測定について」という厳密な理論的基盤の上に成り立っている⁸。この論文の目的は、AIシステム間、そしてAIと人間の間での公正な比較を可能にする、知能の形式的な定義を確立することであった⁸。

3.2 スキル対知能：核心的な区別

ショレの理論の根幹をなすのは、「スキル」と「知能」の明確な区別である。

- **スキル (Skill)** : 特定のタスクを遂行する能力。ショレによれば、スキルは無限の事前知識 (priors) や訓練データによって「買う」ことができ、システムの真の知能を覆い隠してしまう⁷。スキルはあくまで知的なプロセスの「出力」または「成果物」に過ぎない⁷。
- **知能 (Intelligence)** : 新しいスキルを効率的に獲得する「プロセス」そのもの。それは、特定のタスク範囲において、事前知識、経験、そして汎化の難易度を考慮した上での「スキル獲得効率」として定義される⁸。知能とは、未知の状況に対する適応性と柔軟性の尺度なのである⁹。

この知能の定義は、本質的に「経済的」な視点に基づいている。それは、情報的な入力（事前知識、経験）と価値ある出力（広範なスキル）の間の「変換率」に関するものだ²³。この枠組みは、AGI という問題を「神のような精神を創造する」といった神秘的なものから、情報効率を最適化するという、より現実的な工学的問題へと再定義する。スケールパラダイムが膨大なリソース（データ、計算能力）を投入してスキルを生成する経済的に非効率なアプローチであるのに対し、ショレの定義は、少ないリソースから多くのスキルを生み出す、投資対効果 (ROI) の高いシステムを知能的と見なす。この経済的な視点は、なぜ彼の提案する解決策が再利用可能な構成要素（抽象化）に焦点を当てるのかという明確な論理的根拠を提供する。

3.3 定義を支える 4 つの柱

ショレの知能の定義は、以下の 4 つの重要な要素によって構成されている。

- **事前知識 (Priors)** : システムが学習を開始する時点で持っている知識や仮定。人間との公正な比較のためには、AI も人間のような「コア知識プライマー」（例：対象の恒常性、基本的な幾何学、エージェント性など）を前提として評価されるべきである²⁴。
- **経験 (Experience)** : システムが訓練中に受け取る、タスクに関連する新しい情報の量。この定義は「効率」を重視するため、**最小限**の経験でスキルを獲得することが重要となる²⁴。
- **適用範囲 (Scope)** : 知能は普遍的なものではなく、特定のタスク群に相対的なものである。ショレは、我々が意味のある評価を行える唯一の適用範囲として、人間中心のタスク空間を提唱している¹¹。
- **汎化の難易度 (Generalization Difficulty)** : テスト環境が訓練環境とどれだけ異なるかを示す尺度。真の知能は、汎化の難易度が高いタスクにおいて発揮される

第4章 ARC という試練：真の推論能力を測るベンチマーク

4.1 理論の具現化としての ARC

抽象化・推論コーパス（Abstraction and Reasoning Corpus、ARC）は、単なるベンチマークではない。それは、「知能の測定について」で提唱された理論原則を物理的に具現化したものである⁸。ARC は、単なるスキルではなく、スキル獲得効率を測定するために特別に設計されている。

4.2 設計思想と方法論

- 「人間には容易、AI には困難」：この中核的な原則は、人間の認知能力と現在の AI との間の根本的なギャップを浮き彫りにするタスクを特定することを目指す。蓄積された知識（結晶性知能）ではなく、新しい問題解決能力（流動性知能）に焦点を当てている²⁵。
- コア知識プライマー：タスクは、文化や特定の専門知識を必要とせず、人間が生まれつき持っているような生得的な事前知識（対象の恒常性、対称性、数え上げ、基本的なトポロジーなど）のみで解決できるように設計されている²⁵。
- 少数ショット学習：各タスクでは、通常 3 つ程度の少数のデモンストレーションペアしか提供されない。これにより、システムはごくわずかな「経験」から汎化することを強制され、力づくの記憶による解決を防ぐ²⁷。
- フォーマット：レイヴンの漸進的マトリックスに触発された、グリッドベースの視覚的推論パズル形式を採用している²³。被験者は、出力グリッドのサイズと内容を含め、正しい出力グリッド全体を構築する必要がある²⁵。

4.3 試練の進化：ARC-1、ARC-2、ARC-3

ARC は静的なテストではなく、それ自体が進化する研究プログラムである。その進化は、ショレが考える AGI への道をミニチュア版として示している。

- **ARC-1 (2019 年)**：スケーリングの限界を白日の下に晒した。GPT-2 から GPT-4.5 へとモデルサイズが 5 万倍に増加したにもかかわらず、ARC-1 の性能は 0% から約 10% へとわずかに向上したに過ぎなかった⁷。これは、ショレの仮説に対する強力な実証的証拠となった。
- **ARC-2 (2024 年)**：さらに難易度を高め、「構成的汎化 (compositional generalization)」、すなわち既知の概念を新しい方法で組み合わせる能力をテストするために設計された²⁰。GPT-4.5 や Llama 4 のようなトップモデルのスコアは 0% であり、o1-pro のような先進的なシステムでさえ 1~1.3% にとどまる。これに対し、人間の平均スコアは約 60% である²⁰。
- **ARC-3 (2026 年計画)**：静的なパズルを超え、「対話的エージェンシー (interactive agency)」を評価することを目指す。これは、対話的な環境の中でシステムが自ら探索し、目標を設定し、それを追求する能力を測るものである⁷。

この進化の過程は、ショレの AGI へのロードマップそのものである。第一段階 (ARC-1) でスケーリングの不十分さを証明し、第二段階 (ARC-2) で構成的推論をテストし、第三段階 (ARC-3) で目標指向のエージェンシーをテストする。このベンチマーク自体が、研究分野全体を彼の提唱する道筋に沿って導くための「羅針盤」として機能しているのである³⁴。

4.4 ARC Prize

ARC Prize は、ARC の解決に研究者の注目を集め、その解決策をオープンソース化することを目的とした、数百万ドル規模のコンペティションである。これは、最先端の研究が企業の研究所内で秘匿される傾向に対抗するという明確な意図を持っている¹。

表 4.1 ARC ベンチマークスイートにおける性能比較

ベンチマーク	モデル/人間	スコア (%)	年/パラダイム
--------	--------	---------	---------

ARC-1	人間のベースライン	~95	- / 生物学的知能
ARC-2	人間のベースライン	~60	- / 生物学的知能
ARC-1	GPT-2	0	2019 / 事前学習トランスフォーマー
ARC-1	GPT-4.5	~10	2024 / 事前学習トランスフォーマー
ARC-2	GPT-4.5	0	2024 / 事前学習トランスフォーマー
ARC-2	o1-pro	1-1.3	2024 / テスト時適応/ 探索
ARC-1	o3-model	76-87	2024 / テスト時適応/ 探索
ARC-2	o3-model	1-2	2024 / テスト時適応/ 探索
ARC-1	Kaggle コンペ最高スコア	21 (2020), 30 (2023), 53 (2024)	- / プログラム合成など

出典:⁹

この表は、ショレの主張全体を裏付ける定量的な証拠を一覧で示している。スケールアップだけでは性能が頭打ちになること（0%→10%）、そして新しいアーキテクチャ（テスト時適応/探索）が ARC-1 で飛躍的な進歩をもたらした一方で、より困難な ARC-2 では根本的な汎化の問題が依然として残っていることが明確に見て取れる。このデータは、彼の理論的議論を具体的かつ否定しがたい事実根拠に根ざしたものにしている。

第5章 前進への道：発明する AI のための設計図

5.1 2024 年のパラダイムシフト：テスト時適応（TTA）

ショレは、2024 年を AI 分野が静的な事前学習済みモデルから「テスト時適応（Test-Time Adaptation, TTA）」へと移行し始めた年として位置づけている⁷。TTA システムは推論時に静的ではなく、未知の問題に対応するためにその場で学習し、自身の状態を適応的に変更することができる⁹。これこそが、既知のルーチンを実行する「スキル」から、未知に適応する「知能」へと移行するための鍵であると彼は主張する²⁰。

5.2 万華鏡仮説：2 種類の抽象化

ショレは、知能が 2 種類の異なる「抽象化」を融合させる能力に依存しているという仮説を提唱している⁷。

- **タイプ 1（価値中心的抽象化）**：直感的、知覚的、パターンマッチング的な抽象化。これは深層学習が得意とする領域である。高速だが、統計的な相関関係に限定される²⁰。
- **タイプ 2（プログラム中心的抽象化）**：記号的、論理的、ルールベースの推論。これは、プログラミングに見られるような計画や体系的な問題解決の基礎となる²⁰。

5.3 中核メカニズム：深層学習誘導によるプログラム合成

これこそが、ショレが提案するアーキテクチャの心臓部である。これは、両方の世界の長所を組み合わせようとするハイブリッドアプローチだ³⁶。

純粋なプログラム探索には、解決不可能な問題があった。考えられるすべてのプログラムの空間は組み合わせ的に爆発するため、力づくで正解プログラムを探し出すことは現実的ではない⁷。ショレの解決策は、深層学習モデル（LLM など）が持つタイプ 1 の「直感」を、この探索を誘導するために利用することである。深層学習モデルは問題を直接解くのではなく、有望な解候補や構成要素を提案することで、記号的な（タイプ 2 の）探索空間を劇的に縮小させる⁹。

この「直感と記号的推論の融合」⁷こそが、発明的な AI を生み出す鍵だと彼は信じて

いる。OpenAI の o3 モデルが ARC-1 で示した近年の成功は、このパラダイムの有効性を示す証拠と見なされている。o3 は、自然言語プログラム（思考の連鎖）の空間を探索する形式のアルゴリズムを使用しているように見えるからだ¹⁵。

5.4 最終目標：プログラマーのようなメタ学習システム（Ndea の使命）

ショレが描く最終的なビジョンは、「生涯学習し、自己改善する、深層学習誘導によるプログラム合成エンジン」である⁹。このシステムは、メタ学習器、あるいは「プログラマーのような」AI として機能する⁷。

この AI は、抽象的で再利用可能なサブルーチン（プログラムや概念）のグローバルなライブラリを継続的に拡張していく。新たな問題に直面した際には、その深層学習的な直感を用いて、これらの構成要素を迅速に選択し、新しい解決策へと組み立てる。これは、人間のソフトウェアエンジニアが既存のライブラリを活用して新しいソフトウェアを開発するプロセスと酷似している⁷。これこそが、彼の新しい研究所 Ndea の明確な使命であり、その最初のマイルストーンは、このようなシステムを用いて ARC をゼロから解決することである⁷。

このハイブリッドアーキテクチャは、単なる巧妙な工夫ではない。それは、AI の歴史における二大難問、すなわち「記号接地問題（シンボルグラウンディング問題）」と「組み合わせ爆発問題」を直接解決することを意図した設計である。記号的 AI に対する古典的な批判は、探索空間の組み合わせ爆発と、記号が現実世界の意味とどのように結びつくかという記号接地問題であった¹⁹。ショレのアーキテクチャは、深層学習モデルの「直感」を使って探索木を刈り込むことで組み合わせ爆発に対処し、tractable（扱い可能）なものにする。同時に、膨大なデータで訓練された深層学習モデルが提案する構成要素は、データから学習したパターンに「接地」された記号を提供することになる。これは、かつて記号主義 AI とコネクショニスト AI を分断した根本的な問題に対する、壮大な統一の試みなのである。

第 6 章 広範な議論：受容、批判、そして支持

6.1 コミュニティからの批判と反論

- 「ゴールポストを動かしている」: AI が進化するにつれて、ショレのような研究者がより困難な新しいベンチマークを作り出し、AGI の定義を絶えず変えているという批判は根強い³⁴。しかしこの見方は、測定対象（知能）への理解が深まるにつれて測定器具（ベンチマーク）を改良していくという、科学的なプロセスを誤解している。ショレは恣意的にルールを変えているのではなく、測定尺度が理論的構成概念を正確に捉えているかを検証する「構成概念妥当性」のプロセスに従っているのである。チェスは初期の粗雑な測定基準だった。Deep Blue による「解決」は、チェスで人間に勝つことが汎用知能の適切な尺度ではないことを示した⁷。ARC は、事前知識や経験を統制し、汎化に焦点を当てることで、より優れた尺度となるよう設計された⁸。ARC-1 から ARC-2 への進化は、さらなる改良である。これは不正な「ゴールポストの移動」ではなく、証拠に基づいて理論と測定を洗練させていく科学的方法そのものである⁴²。
- ARC の妥当性: ARC はあまりに抽象的で、現実世界の有用な知能とはかけ離れているという意見もある³⁴。ARC のパズルを解く能力が、事業を立ち上げたり、洗濯物を畳んだりする能力にどう結びつくのか、という疑問である³⁴。
- プログラム合成はより複雑な約束事に過ぎないのか?: 懐疑論者は、「メタ学習」や「学習方法を学習する」システムの約束は数十年前から繰り返されてきたが、記号接地、組み合わせ爆発、転移学習といった根本的な課題は依然として解決されていないと指摘する¹⁹。

6.2 支持と共通見解

- ヤン・ルカン: Meta 社のチーフ AI サイエントリストは、ショレの著名な盟友である。彼もまた、深層学習だけでは ARC を解決できず、現在の LLM 路線は AGI への「脇道」であると主張している¹⁷。両者ともに、推論し計画できるアーキテクチャの必要性を認識している。
- ジェフリー・ヒントン: AGI の到来時期についてはより楽観的であるものの、彼の見解もショレのアーキテクチャに関する主張と必ずしも矛盾するものではない。重要なのは、深層学習の最前線にいる研究者の多くが、現在のスケールアップのみに依

存するアプローチの限界を認めているという点である⁴⁴。

- **広範な専門家コミュニティ:** 調査や議論によれば、AI 専門家の大多数は、単に「現在の AI アプローチをスケールアップ」させるだけでは AGI は達成できないと考えており、これはショレの基本的な前提と一致している¹⁵。

6.3 議論の統合：根本的な分裂

この議論は、単一のベンチマークをめぐるものではなく、知能の本質そのものをめぐる根本的な分裂を反映している。すなわち、知能は巨大で均質なネットワークから生まれる創発的な特性なのか、それとも構造化された複合的なアーキテクチャの産物なのか、という問いである。ショレやルカンらは「構造主義」または「アーキテクチャ主義」の陣営を代表し、極端なスケーリング支持者は「創発主義」の陣営を代表していると言えるだろう。

第 7 章 結論：AGI 研究の新たな航路を描く

7.1 ショレのビジョンの統合

本レポートで分析してきたショレの主張は、一貫した論理で結ばれている。スケーリングパラダイムは真の知能を生み出す上で壁に突き当たった。スキル獲得効率に基づく新たな知能の定義が、進むべき道を示している。ARC ベンチマークはその羅針盤を提供する。そしてその道は、深層学習の直感と記号的なプログラム合成を融合させた、ハイブリッドなメタ学習システムを通じて切り拓かれる。

7.2 AI 産業への示唆

もしショレの仮説が正しければ、単に巨大で静的な LLM をスケールさせることに向けられている莫大な資本投資は、誤って配分されている可能性がある。AGI の未来は、スケールで競争する巨大企業ではなく、彼の Ndea のような、斬新なアーキテクチャを探求する小規模で集中した研究所によってもたらされるかもしれない¹⁰。彼の研究は、AI 分野全体の研究ポートフォリオを多様化させるべきだという強い呼びかけなのである。

7.3 知能の未来

最終的に、ショレの研究は単なる技術的な提案以上の意味を持つ。それは、知能の本質そのものについての哲学的な表明である。知能とは、既存の道を旅するだけでなく、新しい道を自ら建設していく、能動的で、適応的で、創造的なプロセスである²⁰。彼のビジョンは、単なる自動化では達成できない方法で科学の進歩を加速させる可能性を秘めた、発明し発見することができる AI への航路図を描き出しているのである⁷。

引用文献

1. François Chollet - Wikipedia, 7 月 12, 2025 にアクセス、
https://en.wikipedia.org/wiki/Fran%C3%A7ois_Chollet
2. François Chollet Biography | Booking Info for Speaking Engagements, 7 月 12, 2025 にアクセス、
<https://www.allamericanspeakers.com/celebritytalentbios/Fran%C3%A7ois+Chollet/464127>
3. www.allamericanspeakers.com, 7 月 12, 2025 にアクセス、
<https://www.allamericanspeakers.com/celebritytalentbios/Fran%C3%A7ois+Chollet/464127#:~:text=Fran%C3%A7ois%20Chollet%20is%20a%20distinguished,experiment%20with%20neural%20networks%20efficiently.>
4. en.wikipedia.org, 7 月 12, 2025 にアクセス、
<https://en.wikipedia.org/wiki/Keras>
5. Francois Chollet - The Keras Blog, 7 月 12, 2025 にアクセス、
https://blog.keras.io/author/francois_chollet.html
6. Keras Python (開発者のための仕組み) - IronPDF, 7 月 12, 2025 にアクセス、
https://ironpdf.com/ja/python/blog/python_help/keras-python/
7. François Chollet: How We Get To AGI- YouTube, 7 月 12, 2025 にアクセス、
<https://www.youtube.com/watch?v=5QcCeSsNRks>
8. On the Measure of Intelligence arXiv:1911.01547v2 [cs.AI] 25 Nov ..., 7 月 12, 2025 にアクセス、
<https://arxiv.org/abs/1911.01547>
9. François Chollet on Why Scaling Is Not the Path to AGI | StartupHub.ai, 7 月 12,

- 2025 にアクセス、 <https://www.startuphub.ai/ai-news/artificial-intelligence/2025/francois-chollet-on-why-scaling-is-not-the-path-to-agi/>
10. François Chollet Starts an AILab Dedicated to AGI- AutoGPT, 7 月 12, 2025 にアクセス、 <https://autogpt.net/francois-chollet-starts-an-ai-lab-dedicated-to-agi/>
 11. [D] Chollet -- On the measure of intelligence -- give us your opinions ..., 7 月 12, 2025 にアクセス、
https://www.reddit.com/r/MachineLearning/comments/h0h1l4/d_chollet_on_the_measure_of_intelligence_give_us/
 12. Francois Chollet, Mike Knoop - LLMs won't lead to AGI- Dwarkesh Podcast, 7 月 12, 2025 にアクセス、 <https://www.dwarkesh.com/p/francois-chollet>
 13. 280 | François Chollet on Deep Learning and the Meaning of Intelligence - Sean Carroll, 7 月 12, 2025 にアクセス、
<https://www.preposterousuniverse.com/podcast/2024/06/24/280-francois-chollet-on-deep-learning-and-the-meaning-of-intelligence/>
 14. François Chollet, author of Keras, lays it out pretty clearly that LLMs are just... | Hacker News, 7 月 12, 2025 にアクセス、
<https://news.ycombinator.com/item?id=39497426>
 15. François Chollet on why LLMs won't scale to AGI- Effective Altruism Forum, 7 月 12, 2025 にアクセス、
<https://forum.effectivealtruism.org/posts/MGpJpN3mELxwyfv8t/francois-chollet-on-why-llms-won-t-scale-to-agi>
 16. LLMs won't lead to AGI- Francois Chollet - Effective Altruism Forum, 7 月 12, 2025 にアクセス、
<https://forum.effectivealtruism.org/posts/um7tDLrjLWKG58vYa/llms-won-t-lead-to-agi-francois-chollet>
 17. LLMs are a dead end to AGI, says François Chollet - Freethink, 7 月 12, 2025 にアクセス、 <https://www.freethink.com/robots-ai/arc-prize-agi>
 18. I don't find any of Chollet's critiques of LLMs to be convincing. It's almost - Hacker News, 7 月 12, 2025 にアクセス、
<https://news.ycombinator.com/item?id=40712431>
 19. François Chollet's AGI Vision Sounds Impressive But... - Winsome Marketing, 7 月 12, 2025 にアクセス、 <https://winsomemarketing.com/ai-in-marketing/fran%C3%A7ois-chollets-agi-vision-sounds-impressive-but>
 20. François Chollet on the end of scaling, ARC-3 and his path to AGI- The Decoder, 7 月 12, 2025 にアクセス、 <https://the-decoder.com/francois-chollet-on-the-end-of-scaling-arc-3-and-his-path-to-agi/>
 21. François Chollet on winning the \$1M AGI prize #ai#competition - YouTube, 7 月 12, 2025 にアクセス、 <https://m.youtube.com/shorts/uusq9Kf6FZA>
 22. On the Measure of Intelligence - Paper-to-Podcast - Summary, 7 月 12, 2025 にアクセス、
<https://paper2podcast.com/summary.php?paper=Measuring+Intelligence%3A+A+Simplified+Approach>

23. On “On the Measure of Intelligence” by F. Chollet (2019) - Robert Tjarko Lange, 7 月 12, 2025 にアクセス、 <https://roberttlange.com/posts/2020/02/on-the-measure-of-intelligence/>
24. The Measure of Intelligence - Temple CIS, 7 月 12, 2025 にアクセス、 <https://cis.temple.edu/tagit/presentations/The%20Measure%20of%20Intelligence.pdf>
25. About ARC - Lab42, 7 月 12, 2025 にアクセス、 <https://lab42.global/arc/>
26. What is ARC-AGI? - ARC Prize, 7 月 12, 2025 にアクセス、 <https://arcprize.org/arc-agi>
27. Abstraction and Reasoning Corpus | arc – Weights & Biases - Wandb, 7 月 12, 2025 にアクセス、 <https://wandb.ai/lavanyashukla/arc/reports/Abstraction-and-Reasoning-Corpus--Vmlldzo3MTUwNw>
28. ARC (The Abstraction and Reasoning Corpus) Dataset - Papers With Code, 7 月 12, 2025 にアクセス、 <https://paperswithcode.com/dataset/arc-the-abstraction-and-reasoning-corpus>
29. The Abstraction and Reasoning Challenge (ARC), 7 月 12, 2025 にアクセス、 <https://pgpbpadilla.github.io/chollet-arc-challenge>
30. fchollet/ARC-AGI: The Abstraction and Reasoning Corpus - GitHub, 7 月 12, 2025 にアクセス、 <https://github.com/fchollet/ARC-AGI>
31. AI の限界に挑戦！新たな AGI テストが多くのモデルを困惑させる - AI ニュース速報, 7 月 12, 2025 にアクセス、 <https://arvo.net/ai/ai-news-special-report/7756/>
32. 汎用 AI 向け新テスト「ARC-AGI-2」で人間が AI に圧勝 AI の新たな課題が浮き彫りに - Plus Web3, 7 月 12, 2025 にアクセス、 <https://plus-web3.com/media/1607-250325arc/>
33. François Chollet: ARC-3 and the Path to AGI: r/singularity - Reddit, 7 月 12, 2025 にアクセス、 https://www.reddit.com/r/singularity/comments/1lrba0m/fran%C3%A7ois_chollet_arc3_and_the_path_to_agi/
34. François Chollet: The Arc Prize and How We Get to AGI[video] | Hacker News, 7 月 12, 2025 にアクセス、 <https://news.ycombinator.com/item?id=44455175>
35. ARC Prize – a \$1M+ competition towards open AGI progress | Hacker News, 7 月 12, 2025 にアクセス、 <https://news.ycombinator.com/item?id=40648960>
36. It's Not About Scale, It's About Abstraction - YouTube, 7 月 12, 2025 にアクセス、 <https://m.youtube.com/watch?v=s7NlkBwdj8>
37. François Chollet on OpenAI o-models and ARC - YouTube, 7 月 12, 2025 にアクセス、 <https://www.youtube.com/watch?v=w9WE1aOPjHc>
38. #84: Could Program Synthesis Unlock AGI? - Turing Post, 7 月 12, 2025 にアクセス、 <https://www.turingpost.com/p/fod84>
39. #84: Could Program Synthesis Unlock AGI? - Hugging Face, 7 月 12, 2025 にアクセス、 <https://huggingface.co/blog/Kseniase/fod84>
40. I believe that program synthesis will solve reasoning. And I believe that deep learning will solve program synthesis (by guiding a discrete program search

- process). : r/singularity - Reddit, 7 月 12, 2025 にアクセス、
https://www.reddit.com/r/singularity/comments/ldjmlhu/i_believe_that_program_synthesis_will_solve/
41. François Chollet (creator of ARC-AGI) explains how he thinks o1 works: "...We are far beyond the classical deep learning paradigm": r/singularity - Reddit, 7 月 12, 2025 にアクセス、
https://www.reddit.com/r/singularity/comments/1hwvr42/fran%C3%A7ois_chollet_creator_of_arcagi_explains_how/
 42. [D] Paper Explained - On the Measure of Intelligence by François Chollet - Part 1: Foundations (Video Analysis) : r/MachineLearning - Reddit, 7 月 12, 2025 にアクセス、
https://www.reddit.com/r/MachineLearning/comments/gv6tbi/d_paper_explained_on_the_measure_of_intelligence/
 43. Thoughts on the ARC benchmark – Weights & Biases - Wandb, 7 月 12, 2025 にアクセス、
<https://wandb.ai/dipamc77/posts/reports/Thoughts-on-the-ARC-benchmark--VmldzoyMTY4NDQx>
 44. The AI Revolution: Transformations Before AGI Emerges - Inform Software, 7 月 12, 2025 にアクセス、
<https://www.inform-software.com/en/blog/artificial-intelligence/before-we-reach-agi-the-real-ai-revolution-is-already-happening>