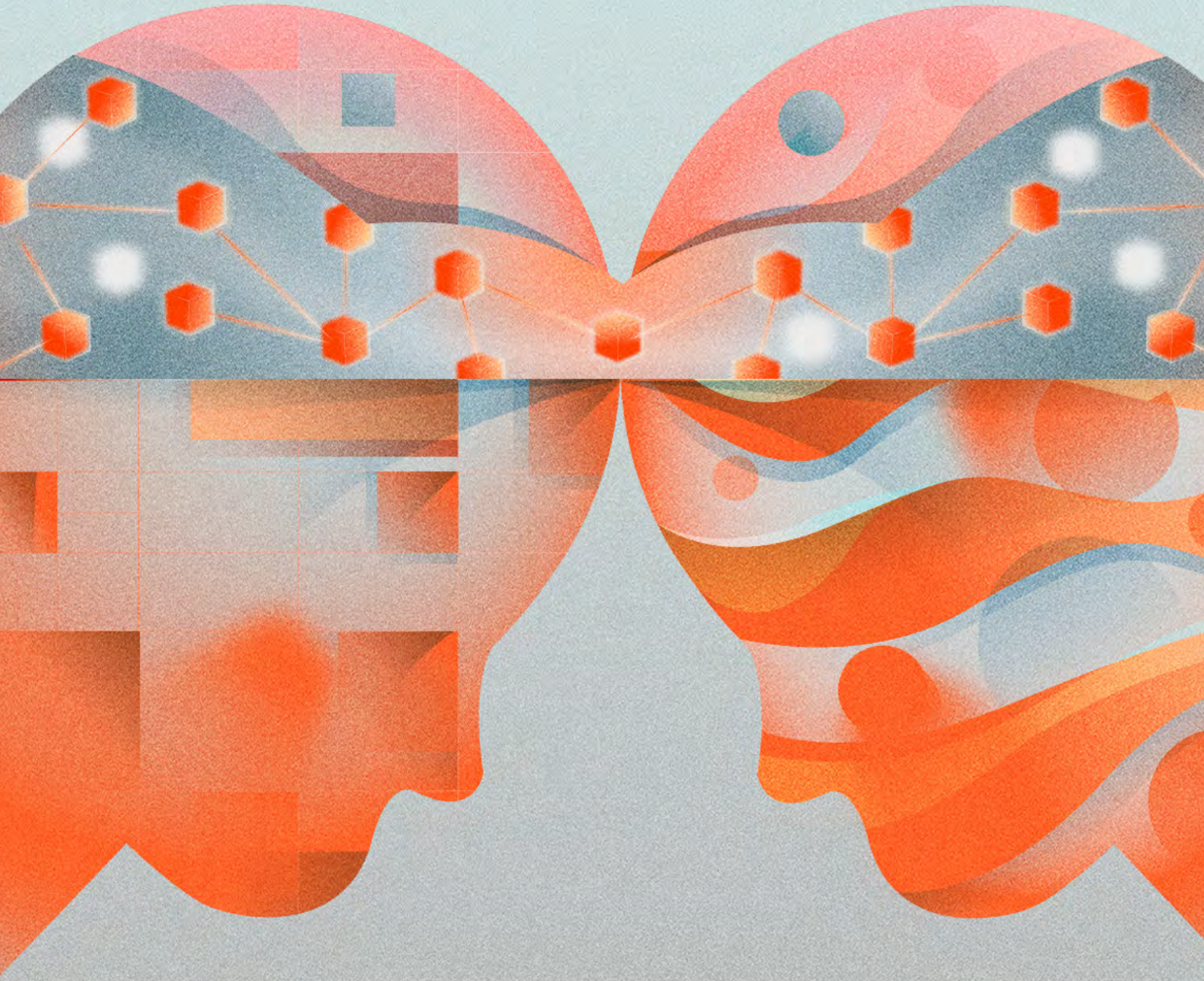
o9 デジタルブレイン：ニューロシンボリックAIアーキテクチャ

実運用で真価を発揮する、エンタープライズ・エージェンティックAI



WRITTEN BY DR. ASHWIN RAO

はじめに

多くの企業がエージェンティックAIの将来性に期待を寄せるのは当然のことですが、デモや導入の初期段階で失敗に終わるケースが多々あります。その理由は、現在主流のエージェントの多くが大規模言語モデル（LLM）を基盤としており、LLM単体では、企業固有のコンテキストを本質的に理解できないという点にあります。端的に言えば、LLMは流暢な文章を生成することはできても、コンテキストが提供され、適切に管理されない限り、貴社のビジネスを真に「知る」ことはできないのです。

企業には、二つの選択肢があります。一つは、エージェントの大部分をLLMに依存させたまま運用し、不十分なコンテキストや制御に伴う限界を受け入れる道です。もう一つは、信頼性の高いナレッジを供給し、ビジネスロジックや制約条件を徹底させ、実業務のシステムやワークフローに接続するとともに、大規模なガバナンスを実現するエンタープライズ・インテリジェンスレイヤーによって機能を拡張する道です。

ここがo9の強みです。o9は、約15年にわたり、シンボリックAI（相関関係、ルール、意思決定ロジックなど論理推論によって問題を解決する古典的なAIアプローチ）に根ざした、実運用で高い信頼性を発揮するエンタープライズナレッジ基盤を構築してきました。この強固な基盤と、LLMを含む最高水準のニューラルAI（ニューラルネットワークを用いて大量のデータから特徴やパターンを自動的に学習するAI技術）を融合させることで、o9独自の「ニューロシンボリック・エージェンティックAI」を実現しました。

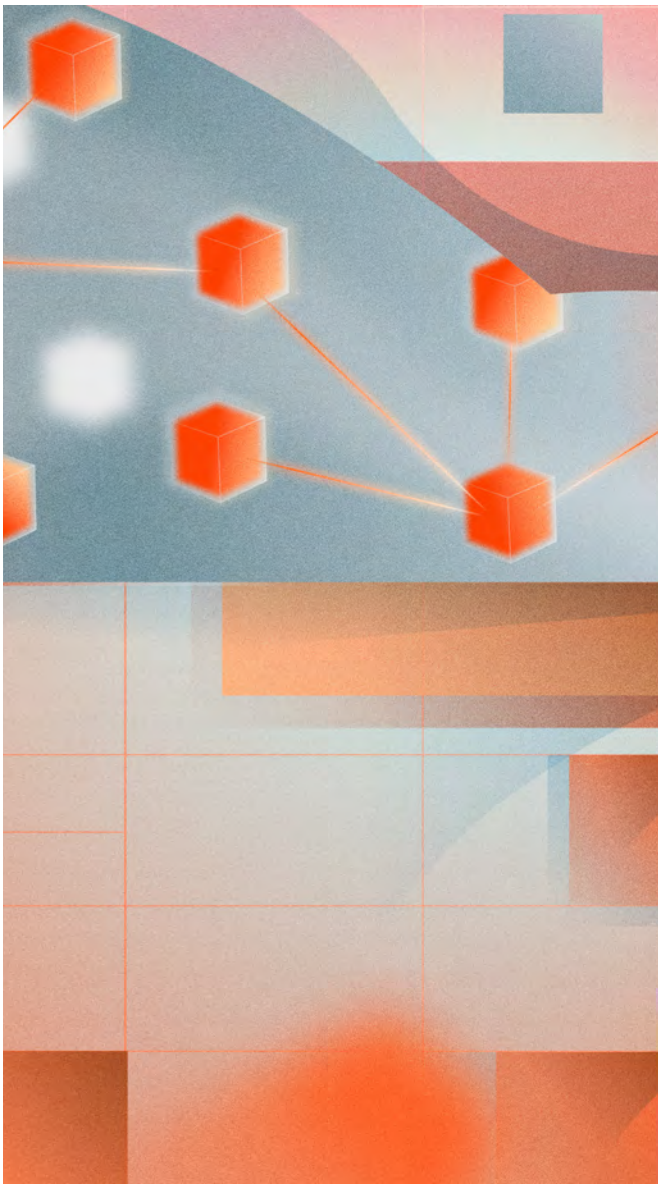
対話や生成能力が求められる局面ではその特性を最大限に活かし、正確な根拠と実行力が不可欠な局面では確実に機能する、実効性の高いソリューションを提供します。

多くのAIエージェントが実運用に至らない理由

現在市場に存在するエージェントの多くは、LLMを主軸に据えた設計となっています。このエージェントは、一見もっともらしいナラティブを生成できますが、企業が当然備えるべき制約条件、意思決定権限、そしてデータプロベナンスといった要件を欠いているのが実態です。

実証実験の段階において、実行中の正確な計画バージョンや前提条件、制約に基づいた回答の裏付けが困難になるのは、まさにこうした要素の欠落に起因しています。また、予測、最適化、シミュレーション、ワークフローといった実務上のツールを安全に呼び出すことや、憶測に陥ることなく再計画の反復プロセスを回すこと、さらには経営層が大規模な組織を統制するために不可欠なトレーサビリティの確保も容易ではありません。

実証実験のみで終わらず、実運用に耐えうるケイパビリティを得るためには、アーキテクチャの設計が鍵になります。



o9のニューロシンボリック・エージェンティックAIの動作原理

直感と厳密性の融合

ニューロシンボリックAI



システム1

ニューラルAI

- 探知
- 認識
- パターン認識

- テキスト処理
- シグナル
- パターン認識

システム2

シンボリックAI

- 論理的推論
- 制約条件
- 説明責任

- ルール
- 意思決定モデル
- 監査証跡

ニューロシンボリックAIは、2つの要素を融合しています。

LLMS

ニューラルAI

非構造化データに対する高速かつ直感的なパターン学習に長けています。強力な能力を持つ反面、根拠となるコンテキストを逸脱すると、ハルシネーションを引き起こしやすいという課題があります。

エージェント

シンボリックAI

明示的な構造、ドメイン固有の意味論、そして厳密な推論を特徴とします。精密で説明が可能であり、安全性も担保されている一方、適応的知覚や言語理解力が伴わなければ、その活用範囲は限定的なものに留まります。

o9のニューロシンボリックアプローチは、自然な対話や解釈、情報の統合にLLMを活用する一方で、シンボリックAIがエンタープライズグレードの強固な根拠を提供します。意思決定、計画、制約条件、説明責任、データプロベナンス、そして実行可能な推論経路において高い精度を実現できるため、信頼性の高い、監査可能なアウトプットを導き出します。

主要なケイパビリティ

高精度なコンテキスト構築

一般的なAIエージェントの多くは、限られたドキュメントやダッシュボードから情報を取得し、不足分をLLMに推論させますが、これこそがハルシネーションや根拠の乏しい曖昧な推奨事項を招く要因になります。

一方、o9では、計画、事実、前提条件、制約、バージョン、さらには予実の乖離や個別の状況に至るまで、最適な粒度と正確なバージョンに基づいてコンテキストを構築します。エージェントは、単なるドキュメント検索によるベストエフォート型の情報収集ではなく、ガバナンスの効いた体系化された経営管理データ（製品・拠点・財務等の定義）にその根拠を置いています。

安全なツール・アクションインターフェース

企業において、エージェンティックAIは、定義されたガードレールの中でシステムへのクエリ実行、計画や最適化の算出、ワークフローの起動などを確実に行う能力が求められます。o9のエージェントは、統制されたツールやワークフローを活用し、単なる問いかけから分析、さらには具体的なアクションへとシームレスに移行可能です。一方、LLMのみに依存するエージェントは対話的な推奨に留まることが多く、安全かつ統制された実行プロセスには繋がりません。

堅牢な制御ループ

エンタープライズグレードのエージェントは、単発のチャット回答を返すだけの存在ではありません。目標の定義、実行ステップの策定、前提の変化に伴う再計画、トレードオフの推論、そして適切な終了判断といった堅牢な制御ループを通じて動作します。このループは、企業のセマンティクス（ビジネスの構造とデータの意味合い）とツール実行に直結しているため、エージェントは憶測に左右されることなく、実効性の高い反復プロセスを回すことができます。

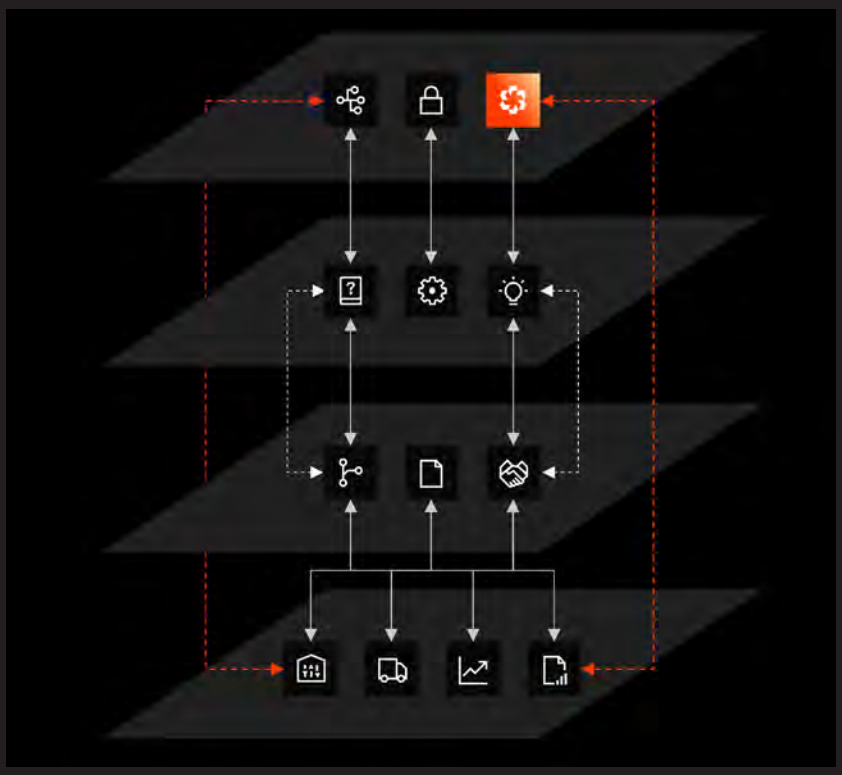
プロンプトに依存したエージェント設計は、前提条件の変化に対して脆弱であり、部門横断的なトレードオフが絡む複雑な業務の実運用を支えるには力不足と言わざるを得ません。

全社規模でのガバナンス、安全性、評価

経営層が求めているのは、単なる「回答」ではなく、組織全体で行われるAI主導の意思決定におけるガバナンスです。このためには、意思決定権限の明確化、承認フロー、トレーサビリティ、データプロベナンス、そして精緻な評価が不可欠です。o9のアーキテクチャは、あらゆる意思決定や推奨事項に、その根拠となる追跡可能なエビデンスが紐付けられており、設計段階からガバナンスが組み込まれているためプラットフォームを通じてその実効性を担保します。

多くのアプローチが実用化の壁に突き当たるのは、「誰が承認したのか」「どのポリシーが適用されたのか」「根拠となるエビデンスは何か」「パフォーマンスは継続的にモニタリングされているか」といった、企業経営における根幹的な問いに答えられないためです。

シンボリックAIの基盤：o9エンタープライズナレッジグラフ



【バリューチェーングラフ】
モノと価値の流れ、計画、実績、および財務成果のデジタルツイン

【意思決定プロベナンスグラフ】
前提条件、選択肢、およびトレーサビリティを備えた管理の核となる意思決定データ

【学習済みルールグラフ】
形式知化されたポリシーおよび学習済みルール

【演算依存関係グラフ】
大規模なシナリオ、最適化、およびエージェントを支えるモジュール型実行基盤

多くのベンダーは、デジタルツインの構築に留まっている一方、o9が構築したのは、真の意思決定システムです。

o9のシンボリックAIは、LLMの上に形式的なルールを薄く重ねたような、付け焼き刃の層ではありません。o9は15年以上にわたり、あらゆる業界の計画・実行業務や意思決定の実態を深く洞察し、独自のエンタープライズナレッジグラフを精緻に組み上げてきました。単なるデータの蓄積にとどまらず、バリューフローの定義から、計画の意図、コミットメント、ガバナンス、そして最終的な成果に至るまでの構造を完全に網羅した、実効性の高い基盤です。

o9シンボリックAIを構成する4層の高度なアーキテクチャ

多くのベンダーがデジタルツインの構築に留まる一方、o9はさらにその先へと踏み込んでいます。相互かつ密接に連携する4つのグラフ構造を構築することで、エージェンティックAIに実業務での安全性、迅速性、そして真のエンタープライズグレードの品質をもたらしています。

バリューチェーングラフ（バリューフローのデジタルツイン ＋ 計画アーティファクト）

このレイヤーは、価値の創出から実現に至るプロセスを可視化する「生きた地図」としての役割を果たします。最適な粒度と正確なバージョン管理のもと、製品、ネットワーク、顧客、財務構造といったビジネスオブジェクトを、時系列の計画、実績、前提条件、予実乖離、さらには個別の状況と紐付けます。部門横断的な計画立案やP&Lのトレーサビリティを実現するための、全社共通の言語を確立することができます。

意思決定コンテキストグラフ（意思決定とそのコンテキストのエンタープライズメモリ）

一般的な企業はトランザクションを追跡しますが、意思決定そのものを追跡することは稀です。o9は、何を、いつ、誰が、なぜ決定したのか、どのような代替案が検討されたのか、どのような前提条件があったのか、そしてどのようなコミットメントが生成されたのかを記録することで、コミットメント、予測、目標を明確に区別し、説明責任や監査可能性を強化するとともに、バイアスや恣意的な数値操作を排除します。

学習済みルールグラフ（エンタープライズポリシーおよびルールとして形式知化された学習事項）

このレイヤーは、意思決定の記録を組織の共有知へと変換します。サマリーやインサイト、そして最も重要な「どのような条件下で何が機能するか」という実行可能な条件付きルールを抽出することで、サイクルを重ねるごとに組織全体の意思決定の質を向上させます。

コネクテッドコンピュートグラフ（What-If分析と4つのWを実現する俊敏かつ実行可能なエンジン）

データパイプライン、分析、予測、最適化、シミュレーション、およびAIエージェントを1つのコンピュートシステムとして統合する、モジュール型の実行基盤です。この基盤は、定期的な計画サイクルでの活用はもちろん、サプライチェーンの混乱といった突発的な事態、あるいは経営層からの「もし〜という事象が起きたらどうなるか」というWhat-ifの問いかけに対し、即座に対応します。

4つのW

事後分析（できごとの振り返り）

W1	何が起きたのか？ 計画、予測、または目標に対してどのような事象が発生したのか。
W2	なぜ起きたのか？ その結果をもたらした要因、根本原因、および意思決定時の条件は何だったのか。

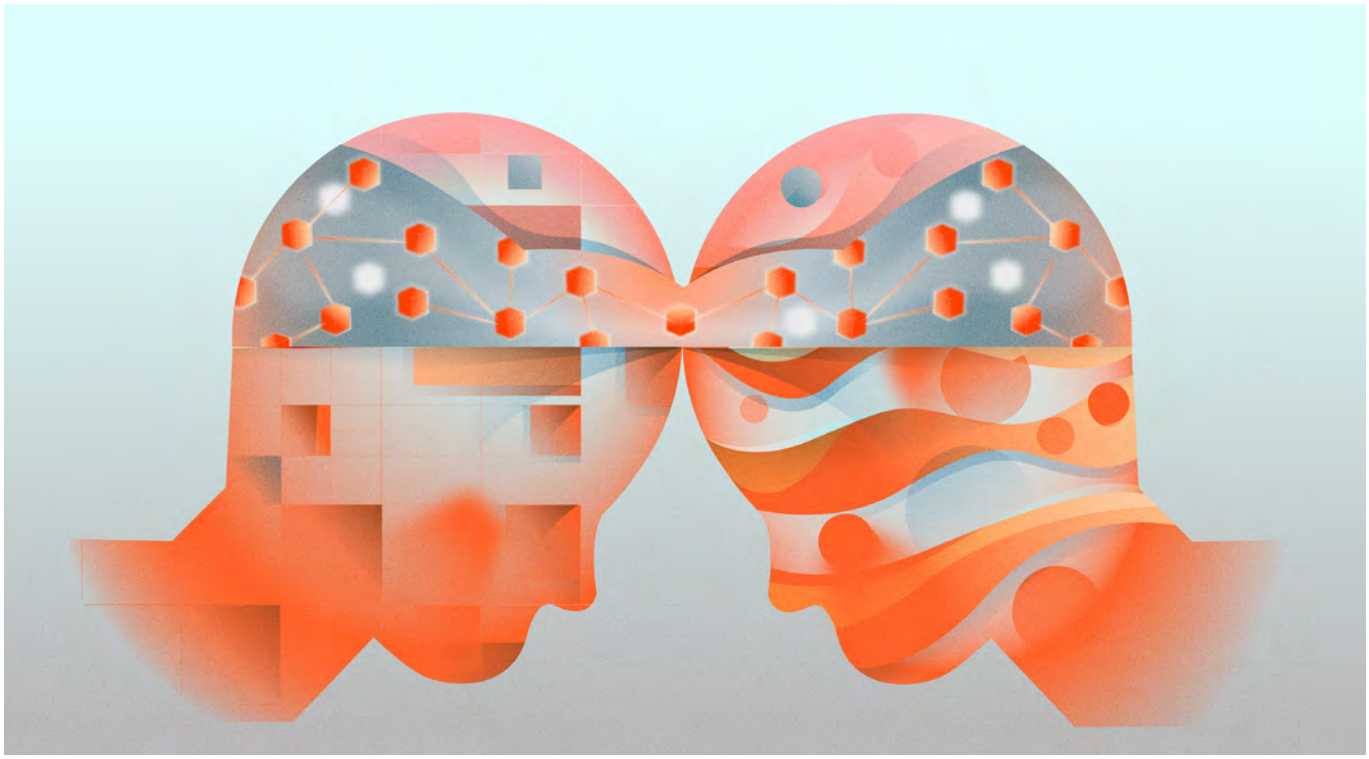
4つのW

意思決定支援（未来への打ち手）

W3	何が起きそうか？ 主要な入力変数、計画、および要因に今後どのような変化が予想されるか。 また、オペレーションおよび財務面でどのような結果が想定されるか。
W4	何をすべきか？ 目標との乖離を解消し、計画を改善しつつより優れた成果を導き出すための最善のアクションは何か。

これら4つの問いは、一見シンプルですが、企業の意思決定の根幹をなすものです。現状の診断と把握、将来シナリオの策定、そして実行すべき最善の打ち手を一つのループとして繋ぎ合わせます。また、特筆すべきは、変更のあった箇所のみを特定して再計算できる点であり、大規模な組織においても極めて俊敏なシナリオ分析を実現します。

エージェントが、コンテキスト、実務ツールの実行力、およびガバナンスを備えた上でこれら4つのWに回答できるようになれば、全社規模での実運用が可能となるでしょう。



実運用での価値

エンタープライズナレッジグラフに根ざしたニューロシンボリック・エージェンティックAIにより、経営層が求める高度なトレーサビリティや説明責任を担保しつつ、ビジネスサイクルを劇的に加速させます。制約条件や監査可能性を一切妥協することなく、市場シグナルの検知から分析、意思決定、そして実業務での実行までをシームレスに繋ぎ合わせ、統制の取れた迅速なアクションを可能にします。

技術的信頼性が支える確かなビジネス成果

o9のニューロシンボリック・エージェンティックAIは、LLMの柔軟性を企業独自の厳密な定義、制約条件、およびガバナンスによって高度に制御でき、自動化と次の成果を実現します。

- **可視化の先にある意思決定の高度化**
  意思決定とその成果を記録するシステム・オブ・レコードとして機能します。個人の経験則や断片的な情報に頼るのではなく、データに基づいた体系的な改善を組織全体で継続的に実行できます。

- **迅速かつ信頼性の高いWhat-if分析**
  迅速なシナリオ検証と、統制された計画への即時反映を可能にします。高度なガバナンスを維持しながら、戦略から実行までを圧倒的なスピードで直結させます。

- **組織的な学習とナレッジの深化**
  業務の成果からポリシーやルールを学習し、形式知化します。チームの体制変更や人材の流動化に左右されることなく、時間の経過とともに組織全体のパフォーマンスを自動的に強化するサイクルを確立します。

エンタープライズAIの未来となるアーキテクチャ

現在普及しているエンタープライズAIの多くは、あくまで「コパイロット（副操縦士）」の域に留まっています。対話の支援ツールとしては有用ですが、ビジネスにおいて最も重要な説明責任を果たす能力には限界があります。目指すべき未来は、AIが意思決定、ガバナンス、実行、そして継続的な改善のプロセスそのものに深く組み込まれた姿で、意思決定とその成果は単なる事後報告のための記録ではなく、経緯まで追跡可能な管理の核となるデータとして扱われます。

> この姿を実現するためには、単なるLLMの層を重ねるだけでは到底不十分です。o9が長年培ってきたエンタープライズグレードの根拠（グラウンディング）が不可欠です。すなわち、バリューフローの意味論、意思決定メモリ、学習済みルール、そしてユーザーの意図を分析やWhat-if、さらには具体的なアクションへと安全に変換できるコネクテッドコンピュートを備えた、強固な基盤が必要です。

エージェンティックAIの導入検討にあたり

実運用に耐えうるエージェンティックAIの真価を見極めるためには、まず要件を精査しなければなりません。具体的には、高精度なコンテキスト構築、安全なツール・アクションインターフェース、堅牢な制御ループ、そして全社規模でのガバナンスと評価体制が備わっているかを確認することが、検討の第一歩です。

実践的なアプローチとして、貴社の事業において重要度の高い「意思決定ループ」を一つ選定し、実際のプロセスに即した詳細な検証を実施することを推奨します。現在のビジネス成果の基盤となっている具体的な計画、前提条件、制約、および意思決定権限を反映させ、実務に即した環境でその実効性を直接評価することが肝心です。

o9のエージェンティックAIが圧倒的な優位性を誇るのは、企業における計画、意思決定、統治、学習のプロセスを15年にわたり精緻に定義し、構築してきたシンボリックAIという強固な基盤があるからです。シンボリックAIと最新のLLMの能力を高度に融合させることで、経営層が現実のビジネスの最前線で全幅の信頼を置ける、真のニューロシンボリック・AIエージェントを実現しています。

寄稿者

o9ソリューションズについて

米国ダラスに本拠を置くo9 Solutions（オーナイン・ソリューションズ）は、AIを搭載した次世代サプライチェーンプランニングプラットフォーム『o9デジタルブレイン』を提供しています。

多様な業界の大手企業に導入されているo9デジタルブレインは、需要予測や供給計画、統合事業計画など、企業のサプライチェーンDXを強力に支援しています。

私たちのミッションは、o9デジタルブレインを通じて、グローバル企業のサプライチェーン、商業、財務、サステナビリティにまつわる意思決定を変革することです。

著者

アシュウィン・ラオ博士
o9ソリューションズ　AI戦略 R&D エグゼクティブ バイスプレジデント

エディター

ルパート・ボジャー
o9ソリューションズ　シニアコピーライター兼エディター