知識が翼を得る瞬間

第二次AIブーム、知の探求とその遺産

NotebookLM

知識の時代を巡る旅：第二次AIブームの探求

第一章：国家の夢

知識を処理するコンピュータ、第五世代プロジェクトの野望

第二章：仮想の専門家

人間の知見をデジタル化する、エキスパートシステムの台頭

第三章：知のフロンティア

言語という究極の課題への挑戦、機械翻訳の進化

終章：巨大な壁と新たなる地平

「暗黙知」の発見と現代への遺産

NotebookLM

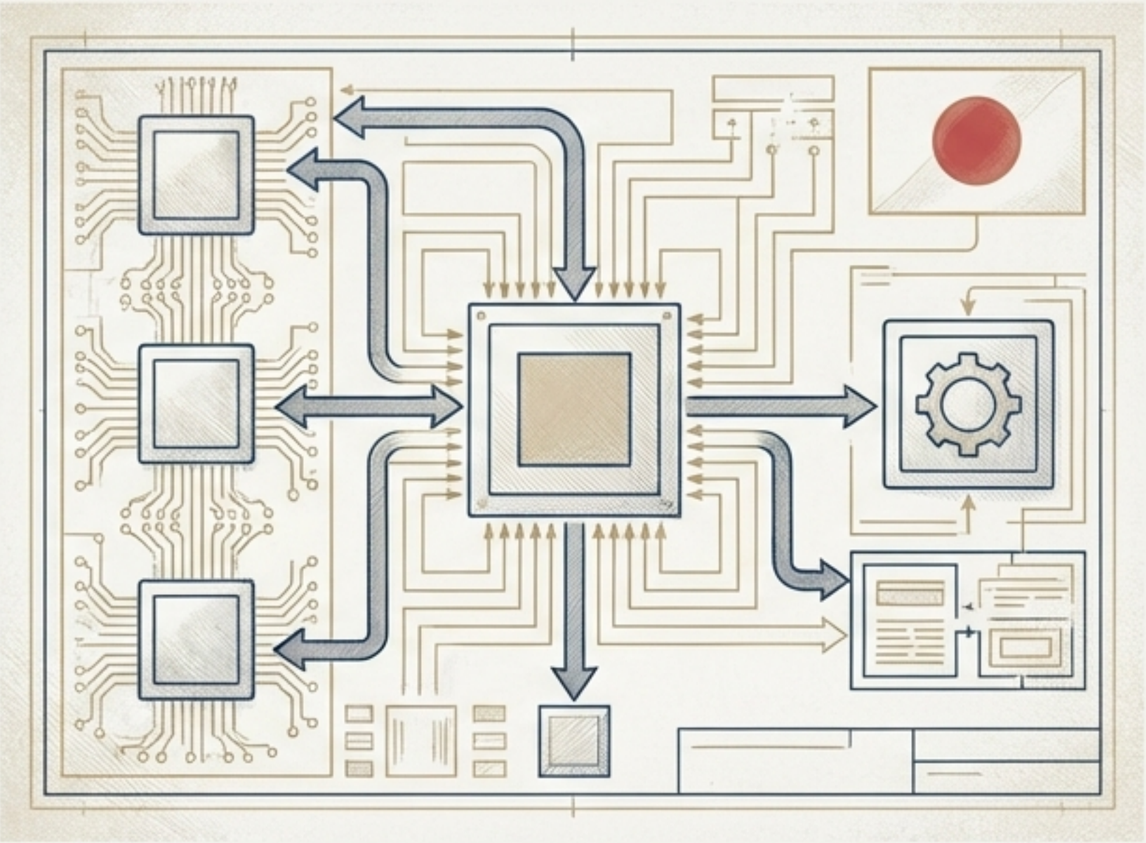
国家の夢：知識情報処理を目指した第五世代コンピュータ

壮大なビジョン

- 1982年、国家プロジェクトとして始動。
- 目的：単なる計算機ではなく、「知識情報処理」を行う1990年代の汎用コンピュータの開発。

破格の投資

- 総投資額：約540億円。これはAIが国家的な重要課題であったことの証左。



¥540,000,000,000

NotebookLM

推論を司るエンジン：論理プログラミング言語PROLOG

第五世代コンピュータの設計思想の中核は、超並列処理による高速化と、論理プログラミングによる推論機能。

コンセプト

論理式「BかつCならばAである」は、PROLOGでは `A :- B, C.` と記述される。`:- は「ならば（←）」を意味する。

具体例：三段論法

知識:
1. すべての人間は死すべきものである。
2. ソクラテスは人間である。

推論による結論:
ソクラテスは死すべきものである。

PROLOGの記述

```
**Knowledge**
1. mortal(X) :- human(X).
2. human(Socrates).

**Inference**
?- mortal(Socrates).
true.
```

要点:このように、与えられた知識から機械的に新しい知識（定理）を証明することが可能になった。

NotebookLM

言葉の裏を読むAI：談話理解システム「DUALS」の実力

DUALSは、論理プログラミングを応用し、物語の文脈を理解しようと試みた実験システム。

文：「**これ**を発見した機長のロールさんははっとしました。」

→ DUALSの理解：**「これ」**＝前の文全体の状況（エンジンから煙が出たこと）

文：「そしていざというときの用意するように命じました。」

→ DUALSの理解：**（誰が）**＝ロールさん

→ DUALSの理解：**（誰に）**＝淵上さん

文：「『お客さまにお知らせしますか』」

→ DUALSの理解：**話者**＝淵上さん

→ DUALSの理解：**聴者**＝ロールさん

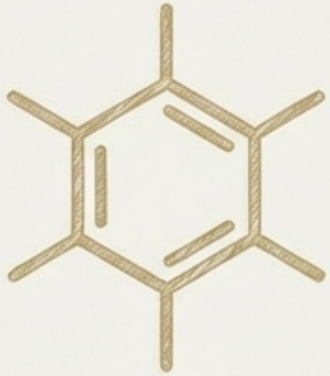
結論：単語の置き換えではなく、代名詞が指す対象や状況を推論し、人間のように「対話の流れ」を理解しようとしていた。

NotebookLM

仮想の専門家：人間の知見をデジタル化するエキスパートシステム

エキスパートシステムとは、特定分野の専門家の知識を取り込み、その専門家のように意思決定や問題解決を行うコンピュータ・プログラム。

DENDRAL (1965〜)



未知の有機化合物の分子構造を特定する化学者システム。世界初のエキスパートシステムと言われる。

MYCIN (1970s〜)

血液中のバクテリアを診断し、抗生物質を処方する感染症医システム。

インパクト: DENDRALの成功は「知識工学 (knowledge engineering)」という新分野を生み出し、日本の第五世代プロジェクトにも大きな影響を与えた。

NotebookLM

ケーススタディ：感染症専門医「MYCIN」との対話

500のルールを持つルールベースのシステム。簡単な質問に答えることで、菌を特定し、治療法を提案する。

診断対話の例

MYCIN: 「培地全体はどこ？」→ User: 「血液だ」

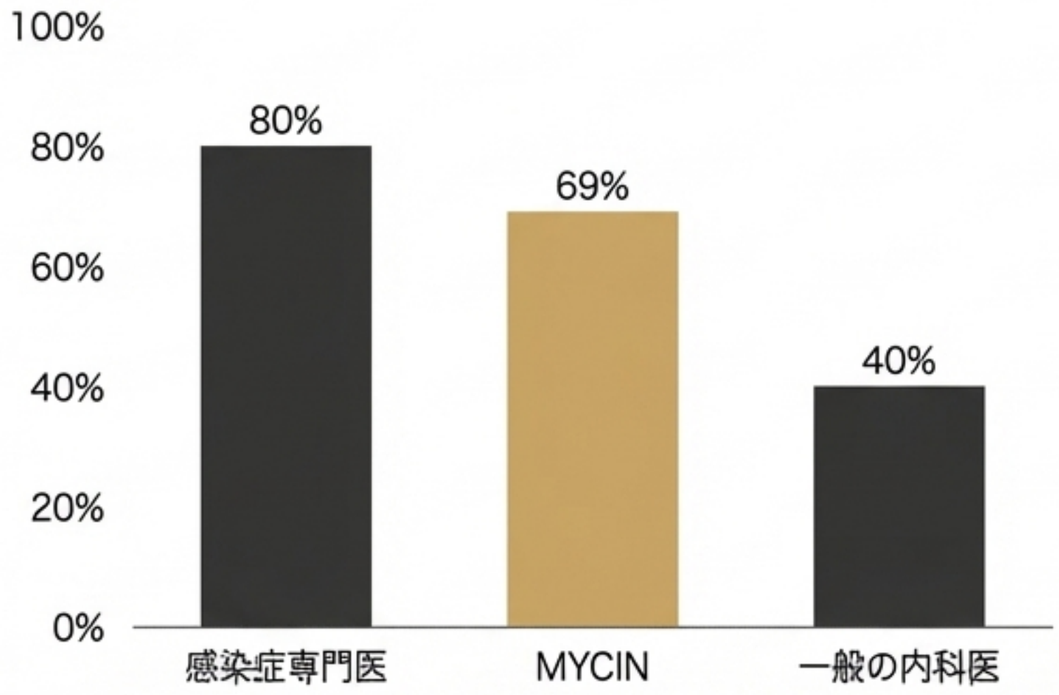
MYCIN: 「細菌グラム染色の分類の結果は？」→ User: 「ネガティブ」

MYCIN: 「細菌の形は？」→ User: 「棒状」

MYCIN: 「患者の痛みはひどいか？」→ User: 「ひどい」

MYCINの診断: 「細菌は緑膿菌である」

性能比較



ビジネスへの影響: 「これならビジネスになる」。専門家のように振る舞うAIの能力が、第二次AIブームの商業的な火付け役となった。

NotebookLM

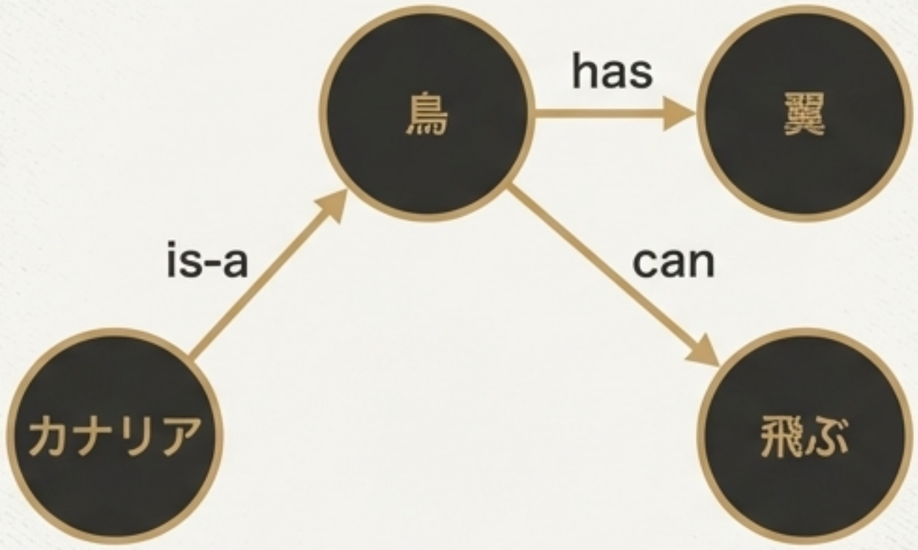
知の設計図：知識はいかにして表現されたか

専門家の知識をコンピュータで扱うには、知識を体系的に表現する必要があった。

主要な知識表現形式

- 意味ネットワーク（Semantic Network）：概念を「ノード（点）」で、概念間の関係を「リンク（線）」で表現するネットワーク構造。
- オントロジー（Ontology）：意味ネットワークをさらに発展させ、概念化を明示的に仕様記述したもの。より厳密な知識体系。

意味ネットワーク（Semantic Network）



究極の野望：CYCプロジェクト（1984〜）

目標：「人間の持つ全ての一般常識（森羅万象）をコンピュータに取り込み、知識ベース化する」。現在も継続中。

NotebookLM

知のフロンティア：言語の壁を越える挑戦

長尾真博士のビジョン

「言語はAIで最も重要なものである。」

「対話や文書の翻訳によって世界中の人々の相互理解がが深まり、世界の平和につながる。」

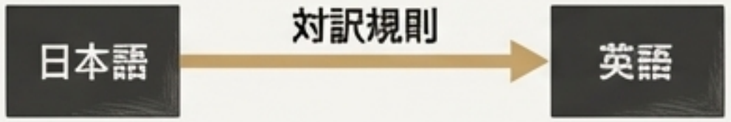
機械翻訳の構成要素

1. 機械辞書
2. 文法規則
3. アルゴリズム（翻訳プログラム）

NotebookLM

翻訳への3つのアプローチ

ダイレクト方式 (Direct Method)



概要: 原言語から目的言語へ、規則に基づき直接変換する。

特徴: シンプルだが、言語ペアごとに膨大なルールが必要。

トランスファー方式 (Transfer Method)

概要: 「解析→変換→生成」の3段階。一旦、言語に依存した中間構造に変換する。

特徴: ダイレクト方式より洗練されている。

ピボット方式 (Pivot Method)

概要: エスペラント語のような、全ての言語から独立した「中間言語」を介して翻訳する。

特徴: 多言語間の翻訳に効率的。理論上は最もエレガントだが、理想的な中間言語の設計が極めて難しい。

NotebookLM

栄光と挫折：立ちはだかった「知識獲得のボトルネック」

問題の核心

エキスパートシステムの開発において、
最大の障壁は「専門家からの知識獲得」
そのものの困難さにあった。

なぜ困難だったのか？

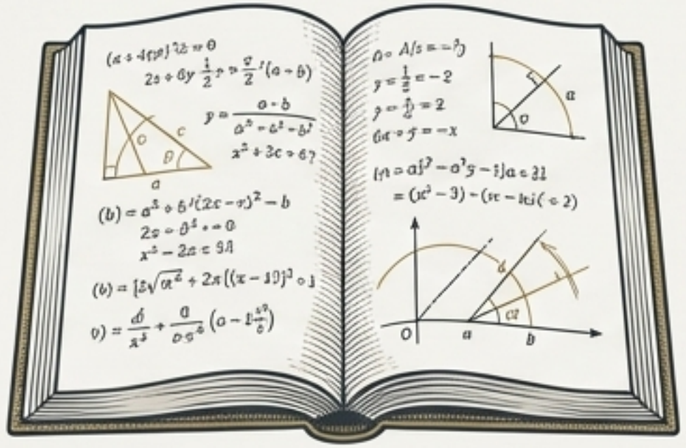
専門家の知識の多くは、単なる事実の集合
ではない。それは経験に根ざしており、
知識が豊富であればあるほど、言葉で説明
することが難しい「何か」であった。

引用: 「人間の一般常識がいかに膨大か、形式的な記述がいかに難しいかがわかります。」

NotebookLM

言葉にできる知、言葉にできない知

形式知（Formal Knowledge）



言葉や数式、図で表現できる、客観的で明示的な知識。

例：教科書の内容、マニュアル、法律。

AIとの関係：コンピュータが処理できる知識。
第二次AIブームが対象としたのは、この形式知であった。

暗黙知（Tacit Knowledge）

経験や勘、身体感覚に基づく、言語化が困難な主観的な知識。「分かっているのに、うまく言えない知識」。

例：優れた医師が患者の顔色から病状を察する直感。
熟練工の「匠の技」。自転車の乗り方。

AIとの関係：当時のコンピュータでは、この暗黙知を扱うことができなかった。

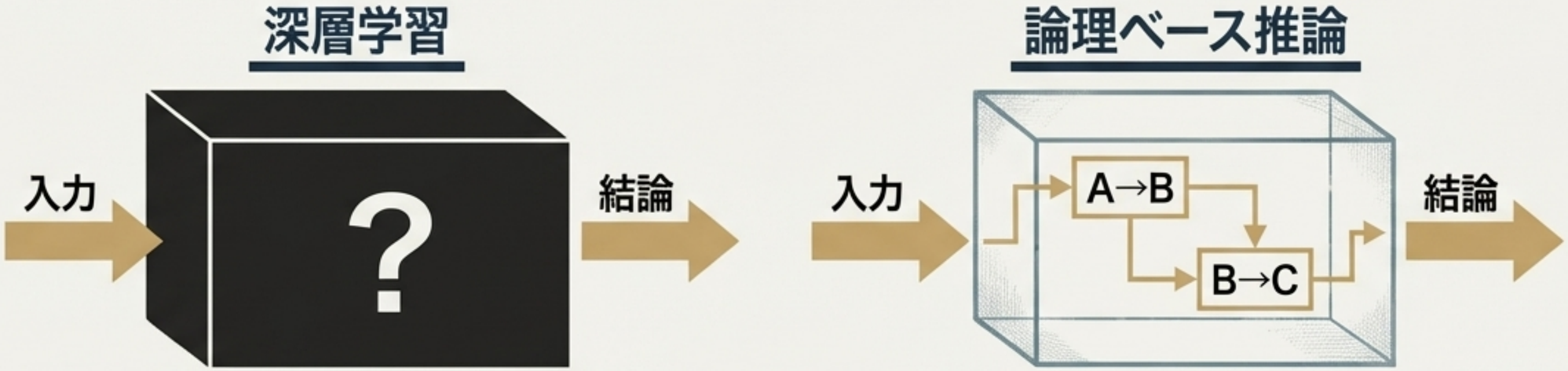
提唱者：マイケル・ポラニーが命名。

NotebookLM

過去からの遺産：なぜ今、第五世代が再評価されるのか

現代の課題

今日のAI、特に深層学習は「なぜその結論に至ったのか」を説明することが難しい （ブラックボックス問題）。



新たな要請

「人間中心のAI」社会では、AI倫理の観点から「判断根拠を説明できるAI (Explainable AI)」が強く求められている。

再評価の光

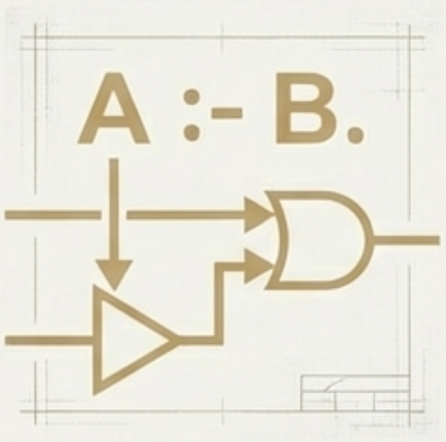
第五世代コンピュータが目指した論理ベースの推論は、その過程が人間にとって理解しやすく、説明可能性が高い。

> 故きを温ねて新しきを知る (ふるきをたずねてあたらしきをしる)

NotebookLM

「知識の時代」が我々に遺したもの

1



記号的知識への挑戦

第二次AIブームは、人間の知識を記号として表現し、論理で操作しようとする壮大な試みだった。

2

「暗黙知」という壁

その探求は、言語化できない直感や経験知、すなわち「暗黙知」という根本的な限界に直面した。

3

説明可能性という遺産

失敗と見なされた論理ベースのアプローチは、現代の「説明できるAI」への要求の中で、その価値を再発見されている。

NotebookLM

そして、問いは進化する

過去の問い：

「人間の知識を、いかにして機械に
記述し、推論させるか？」

現代の問い：

AI搭載の自動運転車は、信号無視で突然歩行者が飛び出した時、
飛び出した時、壁に激突してでも歩行者を救うべきか、
それも歩行者を犠牲にしてドライバーの命を救うべきか？

技術的な挑戦から倫理的な選択へ。AIの進化は、私たち自身に新たな問いを投げかけ続けている。

NotebookLM