

遺伝子組換え作物の国別栽培状況 (2023)

- ・ 遺伝子組換え作物の栽培面積は、米国・ブラジル・アルゼンチン・インド・カナダの上位5カ国で約9割。

位	国名	面積 (百万ha)	栽培されている主要な遺伝子組換え作物
1	米国	74.41	トウモロコシ、ダイズ、ワタ、アルファルファ、ナタネ、テンサイ
2	ブラジル	66.92	ダイズ、トウモロコシ、ワタ、サトウキビ
3	アルゼンチン	23.13	ダイズ、トウモロコシ、ワタ、コムギ
4	インド	12.07	ワタ
5	カナダ	11.49	ナタネ、ダイズ、トウモロコシ、テンサイ
6	パラグアイ	4.29	ダイズ、トウモロコシ、ワタ
7	南アフリカ	3.31	トウモロコシ、ダイズ、ワタ
8	中国	2.76	ワタ
9	パキスタン	2.28	ワタ
10	ボリビア	1.42	ダイズ
11	オーストラリア	1.42	ナタネ、ワタ
12	ウルグアイ	1.23	ダイズ、トウモロコシ
13	フィリピン	0.62	トウモロコシ、コメ
14	ベトナム	0.22	トウモロコシ
15	スーダン	0.20	ワタ
16	コロンビア	0.15	トウモロコシ、ワタ
17	ミャンマー	0.12	ワタ
18	ホンジュラス	0.05	トウモロコシ
19	スペイン	0.05	トウモロコシ
20	インドネシア	0.02	サトウキビ、トウモロコシ
21	チリ	0.01	ナタネ、トウモロコシ、ダイズ
22	メキシコ	0.01	ワタ
23	エチオピア	0.01	ワタ
24	ケニア	0.00	ワタ
25	バングラデシュ	0.00	ナス
26	ポルトガル	0.00	トウモロコシ
	合計	206.26	

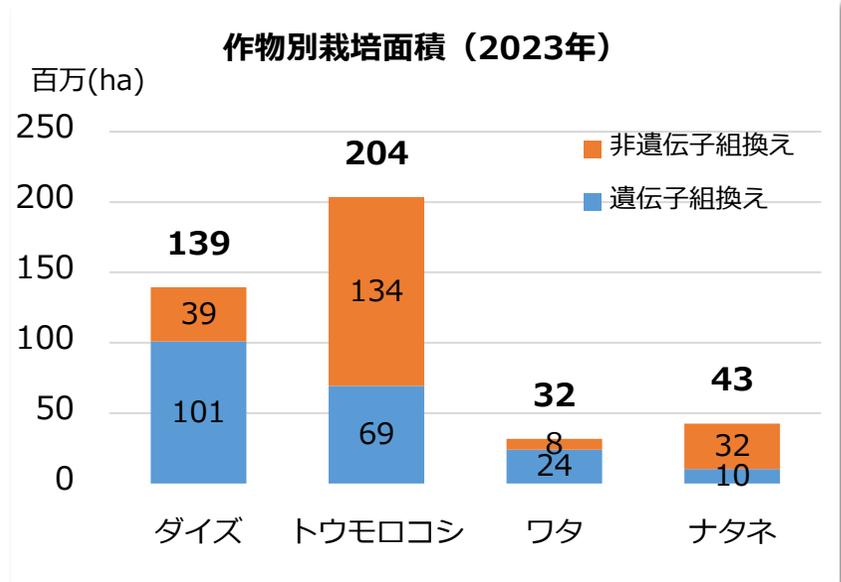
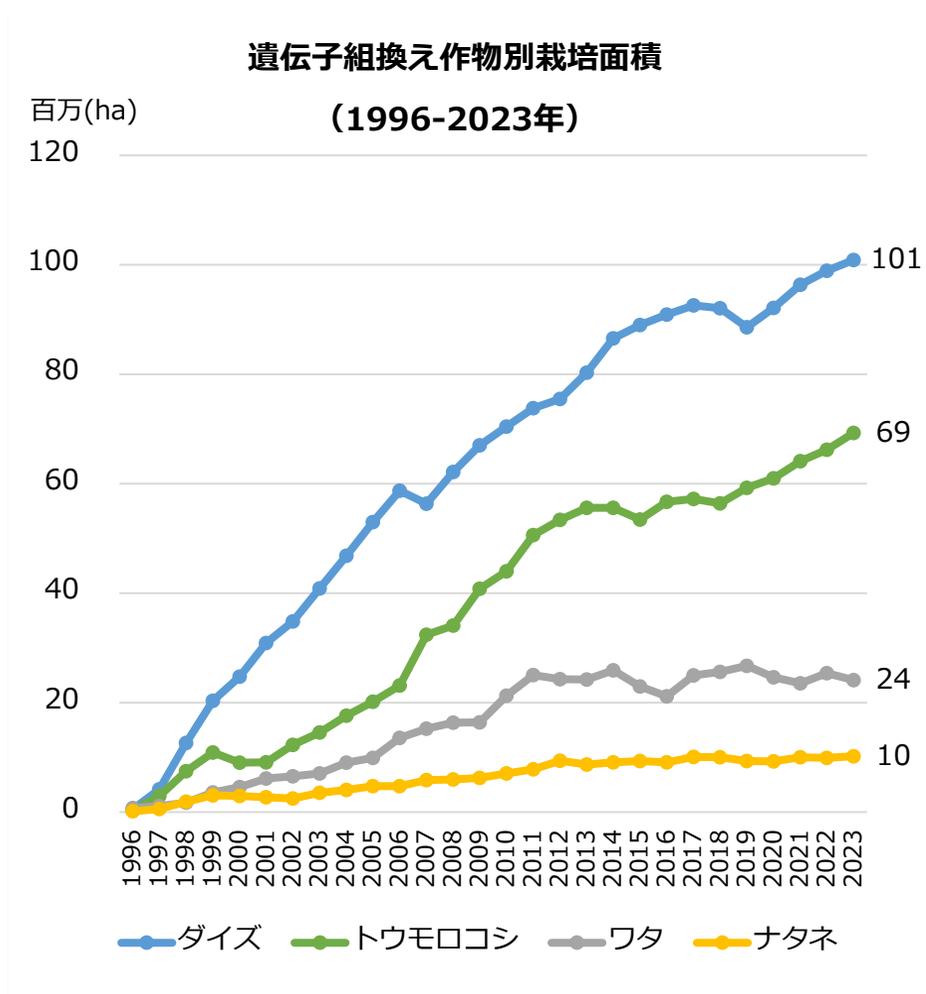
※面積は小数点第3位を四捨五入

出典：バイテック情報普及会提供資料

AgbioInvestor GM monitor 「Global GM Crop Area 2023 Review (February 2024)」をもとにバイテック情報普及会とりまとめ

遺伝子組換え作物の作物別栽培状況

- 遺伝子組換え作物栽培の上位国において、ダイズ、トウモロコシ、ワタなどの主要作物に関しては、8~9割以上が遺伝子組換え。



遺伝子組換え作物の作付割合 (% , 2023年)

	ダイズ	トウモロコシ	ワタ	ナタネ
世界全体	72	34	76	24
米国	95	93	97	96
ブラジル	99	97	99	0
アルゼンチン	99	99	99	0
カナダ	81	88	0	95
オーストラリア	0	0	99	27

出典：バイテック情報普及会提供資料

AgbioInvestor GM monitor 「GM and Approval Data(All Data 2024 V3.xlsx)」をもとにバイテック情報普及会とりまとめ

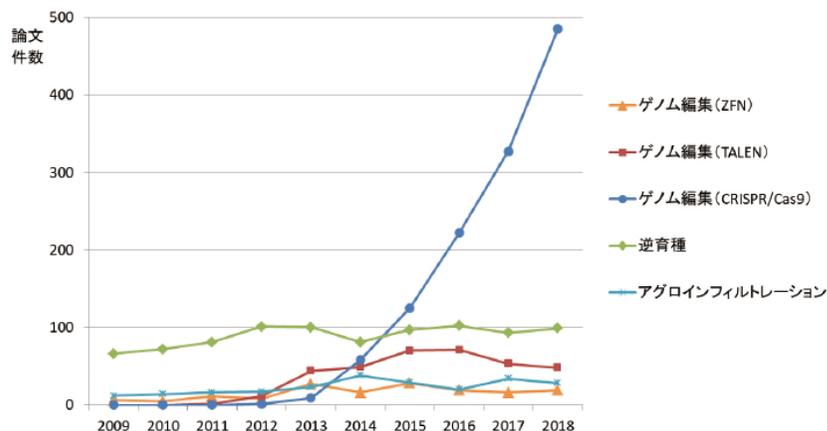
4 その他 ③ 育種技術

ゲノム編集等の新しい育種技術

- 遺伝子組換えとは異なる新しい育種技術の開発が進み、中でもCRISPR/Cas9を用いたゲノム編集は2013年以降急増。

主な新しい育種技術の論文数推移

- 新たな育種技術の例として、ゲノム編集技術、オリゴヌクレオチド誘発突然変異導入技術、シスジェネシス／イントラジェネシス、RNA依存性DNAメチル化技術、遺伝子組換え台木を利用した接ぎ木、逆育種、アグロインフィルトレーション等。
- ゲノム編集（特にCRISPR/Cas9）を用いる研究が最多。



出典： <http://doi.org/10.15108/stih.00175>

直近のゲノム編集関連研究

- ISAAA（国際アグリバイオ事業団）で紹介されている2024年の記事から抜粋。

国	作物	概要
ニュージーランド	キウイ	キウイフルーツの潰瘍病に対する抵抗性向上。
米国	ブラックベリー	シードレスブラックベリーを開発。
中国	ワタ	綿花の生物的ストレス耐性を改善。
米国	カメラナ	油分の多いカメラナを生成。
米国	イネ	イネにおいて光合成経路を初めて改変。
米国	ジャガイモ	ジャガイモのゼブラチップ病に対する抵抗性が向上。
中国	ダイズ	ダイズの収量とタンパク質含有量が向上。
中国	トマト	トマトの干ばつ抵抗性と果実収量が改善。
中国	トマト	果実の成熟が促進され、トマトの果実の硬さが向上。
中国	サトウキビ	サトウキビ及び非栽培草においてゲノム編集を活用。
インド	ジャガイモ	ソラニンの含有量が低いトランスジェニックジャガイモを作出。
中国	オオムギ	複数の遺伝子を改変し、オオムギの食物繊維含有量が増加。
中国	コムギ	コムギの葉のさび病抵抗性を改善。
中国	コムギ	コムギの粒長と重量を増加。
米国	アルファルファ	アルファルファのリグニン沈着を抑制し、飼料の品質を改善。
中国	ダイズ	より香りの強い豆乳を作ることができるダイズを開発。
オランダ	イチゴ	ゲノム編集された単一細胞からイチゴの再生する技術の研究。

研究開発・論文作成のAIサイエンティスト：サカナAI（日本）

- 日本のスタートアップであるサカナAIは、大規模言語モデル（LLM）を活用した自動論文作成技術である、「AIサイエンティスト」を発表。論文のアイデア検討、文献検索、実験計画、実験の反復、図の生成、原稿の執筆、レビューまでを自動で実施。

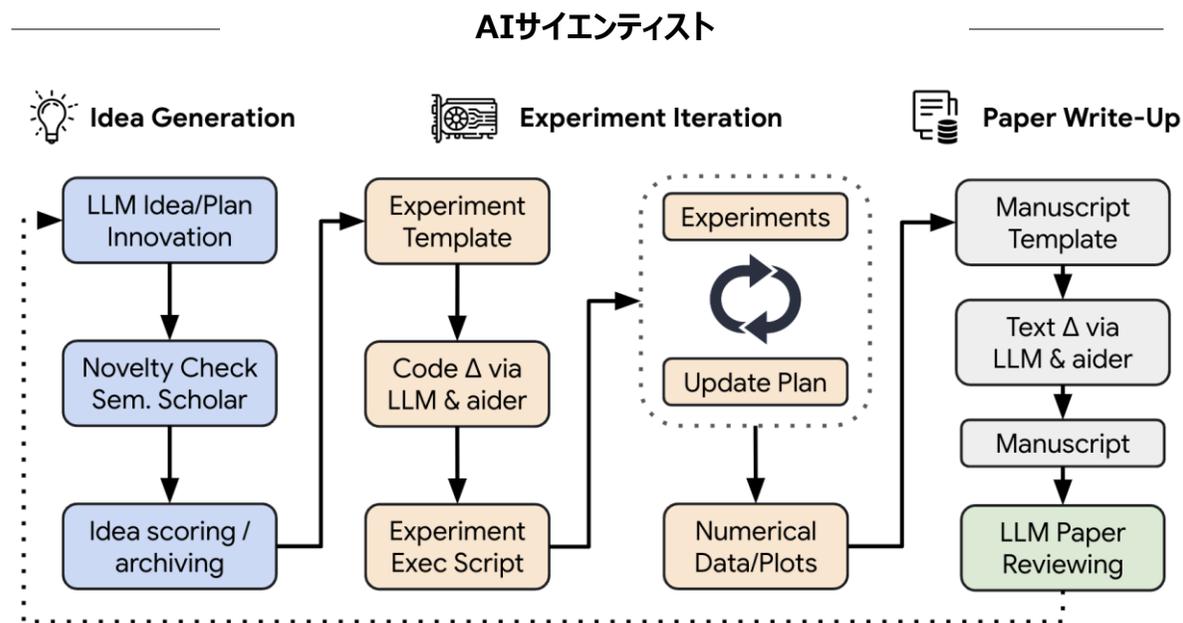
- AI サイエンティストは、実験の設計から、実験の実施、反復、論文執筆、関連文献の引用、自動論文レビュー等が可能。
- GPT-4oやClaude Sonnet 3.5、DeepSeek Coder、Llama-3.1 405b等のLLMを活用。また、Semantic Scholarという学術論文の検索APIを活用して、文献検索やレビューを実施。
- 1 論文あたり約 15 ドルのコストで作成され、完全な論文にまとめることが可能。ただし、結果の解釈においてやや説得力がない部分がある、図表や写真の読み取り能力がない等、現時点ではまだ欠陥がある。

【社会実装状況】

- 実証段階

【予算】

- （シリーズA）約300億円調達（2024年9月時点）



出典：SAKANAAi Webサイト
<https://sakana.ai/ai-scientist/>

化学合成実験に関する自動化モデル：浙江大学（中国）

• 中国の浙江大学では、大規模言語モデル（LLM）のGPT-4を活用した化学物質の合成を行う際のタスク処理のフレームワーク「LLM-RFD」を構築。文献検索、実験デザイン、機器制御、スペクトル分析、分離支援、結果分析等を自動で実施。

- 化学合成における機械学習の活用については、部分的な（サブタスクの）開発にとどまっていた。これを開発プロセス全体に適用し、その汎用性とパフォーマンスの実証を中国の浙江大学が実施。
- 銅/TEMPO系によりアルコールをアルデヒドに変換する反応をモデルとして、3つの異なる反応（SNAr反応、光酸化還元CCクロスカップリング反応、及び不均一光電気化学反応）での検証を実施。
- 既存文献の高効率な参照を通じて得た情報を基に様々な条件下での反応効率の予測、実験上の課題に対する解決策の提案、GC-FID-MS（並列炎イオン化検出器付きガスクロマトグラフィー）の結果分析の自動化等の成果が得られた。

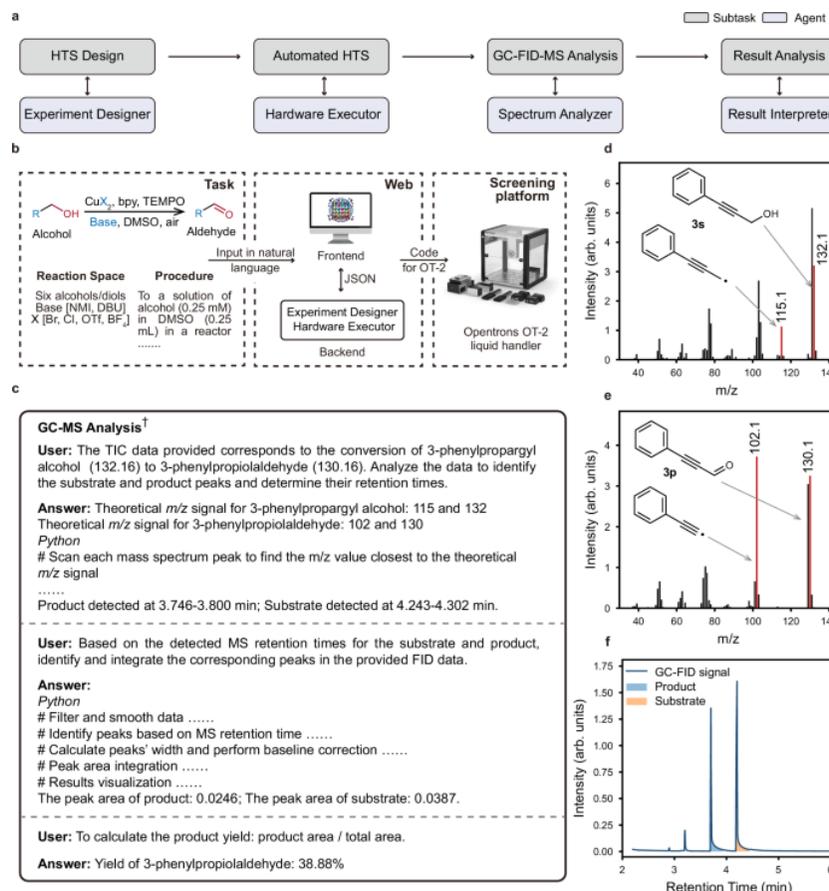
【社会実装状況】

• 研究段階

【予算】

- 中国国家自然科学基金（22478335、22227812、22108242）（YM）、中国国家重点研究開発計画（2021YFA1502700）（YM）、浙江省大学基礎研究基金（226-2024-00113）（YM）

LLM-RFDによる検証



出典：Ruan, Y., Lu, C., Xu, N. et al. An automatic end-to-end chemical synthesis development platform powered by large language models. Nat Commun 15, 10160 (2024). <https://doi.org/10.1038/s41467-024-54457-x>

AIによる機能解明速度の検証：インペリアル・カレッジ・ロンドン（英国）

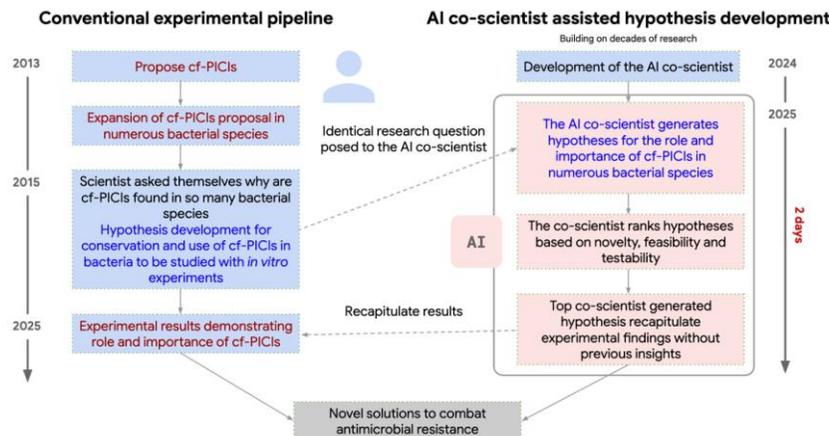
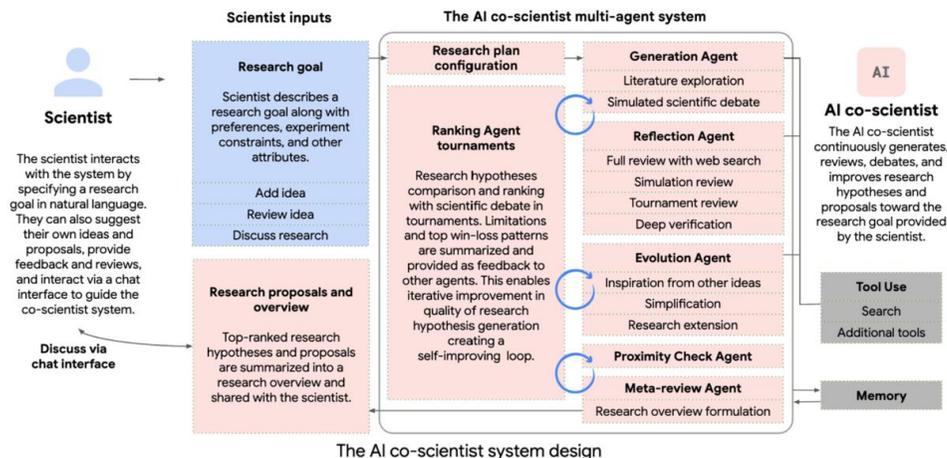
- Googleの開発したAI co-scientistを活用して基礎研究を効率化する実証試験が様々実施されている。
- 抗菌薬耐性 (AMR) に関連する細菌の遺伝子の進化に関する研究において、微生物学者が10年を要した仮説をAI co-scientistは2日で作成。

- Googleの開発したAI co-scientistは、研究者が自然言語で研究目標を入力すると、文献調査、有力な研究仮説の検討、研究プランの改善支援、詳細な研究概要の作成、実験プロトコルの生成等を支援。
- 英国のインペリアル・カレッジ・ロンドンの研究チームが対外的な公表を行っていない課題である「カプシド形成ファージ誘導性染色体島(cf-PICI)が複数の細菌種にわたって存在する理由の解明」をAI co-scientistに指示。
- 研究者が10年かけて到達した仮説である「cf-PICI が多様なファージ尾部と相互作用して宿主範囲を拡大」という結果を、AI co-scientistは実験をせずに、数十年分の文献調査を基に仮説を作成。さらに研究者が想定していなかった仮説の提示もあり、その仮説に基づく実験に取り組む方針。

【社会実装状況】

- 実証段階

科学者とAI co-scientistの連携により機構解明の期間の短縮



出典： <https://research.google/blog/accelerating-scientific-breakthroughs-with-an-ai-co-scientist/>

ヒューマノイドロボット：Figure（米国）

- ・ オムディアの調査「ロボット・ハードウェア市場予測 - 2021～30年」によると、世界のヒューマノイド・ロボットの出荷台数は2027年までに1万台、2030年には3万8,000台と予想。
- ・ Tesla（米国）が自社工場で活用するためのヒューマノイドロボットの活用を目指して開発を進めており、Figure（米国）、1X Technologies（ノルウェー）、ENGINEAI（中国）等のスタートアップや、ボストン・ダイナミクス（米国）等が注目されている。

- ・ 自動車工場の生産現場、物流、介護等、労働力不足の現場での活用を見越して、ヒューマノイドロボットの開発が全世界で進んでいる。
- ・ 大規模言語モデル(LLM)により自然言語での動作指示が可能になっていることや、バーチャル空間での強化学習により動作を自律的に制御できる能力が大きく向上したこと等が寄与。
- ・ 中国のENGINEAIは3万8500元（約80万円）でヒューマノイド・ロボットを販売するとともに、技術のオープンソース化により北京大学、清華大学とも連携。

【社会実装状況】

- ・ 研究開発段階（一部、社会実装段階）

【予算】

- ・ Figure AIはマイクロソフト、OpenAI Startup Fund、NVIDIA等から総額6億7500万米ドル調達
- ・ 1X TechnologiesはOpenAIがシリーズAのリード投資家となり1億2500万米ドルを調達

大型資金調達で注目を集めるヒューマノイドロボット



出典：Figure社
Webサイト
<https://www.figure.ai/>



出典：1X
Technologies社
Webサイト
<https://www.1x.tech/discover/announcement-1x-unveils-neo-beta-a-humanoid-robot-for-the-home>