

MIT Technology Review

Published by KADOKAWA / ASCII

Vol.

78

2025.10

パワー・ハングリー AIとエネルギーの未来

News&Trends

AIがウイルスを設計、ゲノム生成時代の幕開け
プーチン「臓器交換で不死」発言を検証する

Interview

藤木庄五郎 (バイオーム)

003

特集

パワー・ハングリー AIとエネルギーの未来

004

AIはどれほど電力を消費するか
本誌調査で分かった新事実

018

AIエネルギー調査の舞台裏
本誌はこうして算出した

023

AIは送電網の救世主か破壊者か
急増する電力需要と効率化への期待

026

「データセンター銀座」は
砂漠地帯にあった

037

U35 イノベーターの軌跡 #30

藤木庄五郎（バイオーム）

ネイチャーポジティブ時代を経済の力で動かす起業家

040

News&Trends

AIがウイルスを設計、ゲノム生成時代の幕開け

「培養肉」2年間禁止に企業反発、米テキサス州提訴へ

核融合ベンチャーが10億ドル契約、石油大手エニが顧客に

プーチン「臓器交換で不死」発言、最新研究とのギャップを検証

●本PDFに収録した記事の情報は原則として、初出時の情報です。記事中の初出日をご確認ください。

●WebサイトのURLやソフトウェアのバージョン等は予告なく変更されている場合があります。

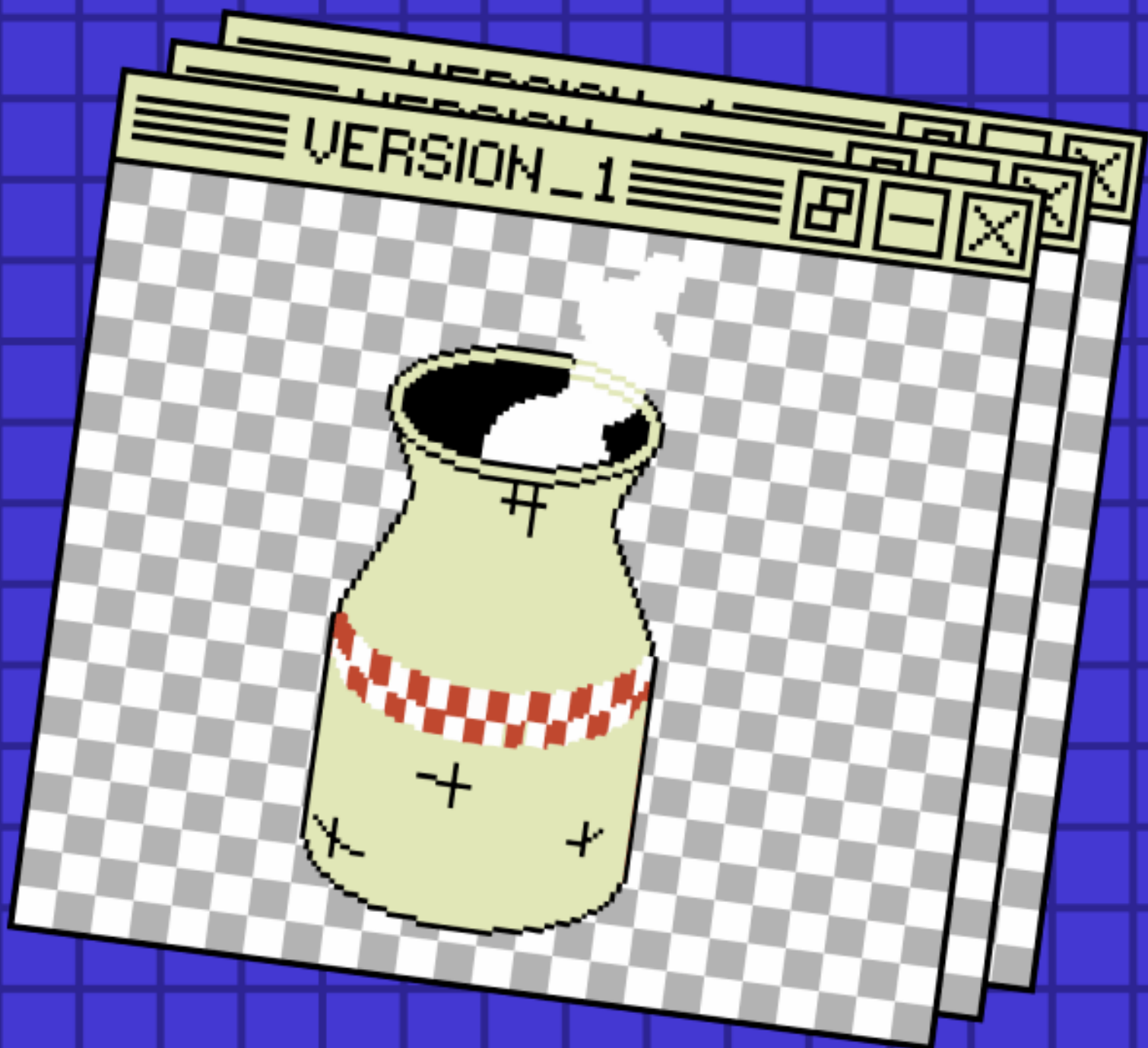
●本PDFは情報の提供のみを目的としています。本PDFを運用した結果について、著者およびMIT Technology Review Japan/株式会社角川アスキー総合研究所は一切の責任を負いません。

●本PDFに登場する会社名、商品名は該当する各社の商標または登録商標です。本PDFでは®マークおよびTMマークの表示を省略しています。

パワー・ハングリー AIとエネルギーの未来

人工知能（AI）が膨大な電力を消費する技術であることはすでに知られている。しかし、電力をどれほど貪るのか？それが今後どれほど拡大するのか？誰がその代償を支払うのかといった点については、ほとんど報じられてこなかった。MITテクノロジーレビューの取材班はこれらの問いに答えるため、およそ6カ月にわたって独自の調査を実施。AIのエネルギーおよび資源使用の現状、今後数年で予想される展開を描き出し、いま適切な対応が求められる理由を明らかにする。

Nick Little



AIはどれほど電力を消費するか 本誌調査で分かった新事実

私たちが利用する人工知能 (AI) によるテキストや画像、動画の生成で排出される温室効果ガスは、ごくわずかに見えるかもしれない。だが、業界が追跡していない総量を合算し、今後の展開を考慮すれば、その影響は無視できないものとなる。

by James O'Donnell (米国版AI／ハードウェア担当記者) & Casey Crownhart (同気候変動担当記者)

人 工知能 (AI) が私たちの生活に統合されることは、過去10年間でもっとも大きなオンライン・ライフの変革である。現在、何億人もの人々が宿題や調査、コーディング、さらには画像や動画の作成のために、日常的にチャットボットを利用している。だが、それらを支えているのは一体何なのか？

今回、MITテクノロジーレビューが発表する新たな分析は、AI産業が消費するエネルギー量について、1回のクエリに至るまで前例のない包括的な視点を提供し、そのカーボンフットプリントが現在どの段階にあり、今後どこに向かうのかを明らかにするものだ。AIが数十億人規模のユーザーを日々抱える時代へと突き進む中、その全容が浮かび上がってきた。

この記事は以下の4部構成になっている。

第1部：モデルの構築

第2部：ひとつのクエリ

第3部：燃料と排出量

第4部：これからの未来

MITテクノロジーレビューはAIのエネルギー需要を測定する24人の専門家に取材し、さまざまなAIモデルとクエリを評価し、数百ページに

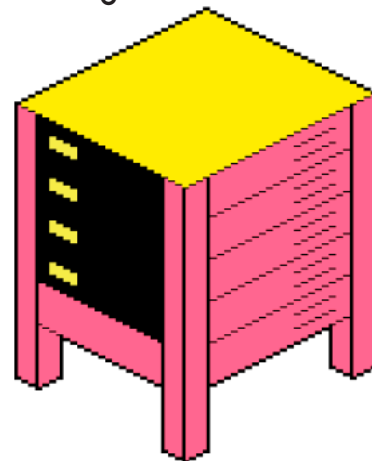
及ぶ予測と報告書を読み込み、さらに主要なAIモデル開発企業に将来の計画について取材した。その結果、AIのエネルギー消費に関する一般的な理解には、数多くの見落としや誤解があることが明らかになった。

調査は、「AIに投げる1回のクエリにどれだけのエネルギーがかかるのか」という小さな疑問から始まった。なぜなら、こうしたクエリは単なるチャットボットにとどまらず、検索やエージェント、さらには日常的に使われるフィットネス管理、オンライン・ショッピング、航空券の予約といったアプリにも組み込まれているからだ。このAI革命を支えるために必要なエネルギー資源は膨大であり、世界の大手テック企業はそれをいかに確保するかを最優先課題としている。そしてその動きは、エネルギー供給網の再構築にまでつながろうとしている。

メタ (Meta) とマイクロソフトは、新たな原子力発電所の建設に向けて動いている。オープンAI (OpenAI) など複数の企業とドナルド・トランプ大統領は「スターゲート (Stargate)」構想を発表し、最大10カ所のデータセンター建設に5000億ドルを投資する計画だ (各センターは、ニューハンプシャー州

全体の電力需要を上回る5ギガワットを必要とする可能性がある)。アップルは、今後4年間で米国内の製造・データセンター施設に5000億ドルを投資する計画を明らかにしている。グーグルは、2025年にAIインフラだけで750億ドルを投資する予定だ。

データセンターで
使用される電力の
炭素強度は、米国の
平均値よりも48%高い。



現在、チャットGPTは世界で5番目に訪問者数の多いWebサイトとされており、インスタグラムの次、Xよりも上位に位置している。

単にデジタル化が進むことで電力需要が増えるわけではない。これはAI特有の現象であり、近年の巨大テック企業による電力消費パターンからの顕著な逸脱である。2005年から2017年にかけて、フェイスブックからネットフリックス (Netflix) に至るまで、クラウド型オンライン・サービスの台頭に対応すべく、多数のデータセンターが建設されている。にもかかわらず、電力消費量は効率性の向上によってこれまでほぼ横ばいに維持されていた。しかし、2017年、AIがすべてを変え始めた。AI向けに設計された高エネルギー消費型ハードウェアが導入されたことで、データセンターの電力消費は2023年までに2倍に膨れ上がった。最新の報告によれば、現在米国全体

の電力の4.4%がデータセンターに使用されている。

AIが進む方向——より個別化され、人間に代わって複雑な問題を推論・解決でき、あらゆる場面に浸透する——を踏まえると、現在のAIによるフットプリントは、まだまだ小さい段階にある可能性が高い。ローレンス・バークレー米国立研究所が2023年12月に発表した最新の予測によれば、2028年にはデータセンターで使用される電力の過半がAI用途に費やされる見通しだ。その時点で、AI単体による年間電力消費量は、全米の家庭の22%に相当する規模に達する可能性がある。

一方で、データセンターは、目先の需要を満たすために、天然ガスなどの炭素強度の高いエネルギー源へとシフトする傾向にあり、その結果、温室効果ガスの排出を増やしている。しかも、こうした成長は、まだ定着途上にある新技術に対して起きているものであり、教育や医療アドバイス、法的分析といった多くの分野では、現在のAIが最適手段ではないか、あるいはエネルギー負荷の小さい別の代替技術が存在する可能性がある。

AIのエネルギー消費量について話すと、しばしば的はずれな議論になってしまうことがある。個人の行動を責める方向に進むか、より大きな気候変動の原因と比較して相対化されて終わってしまうのだ。だが、こうした反応はいずれも本質を捉えていない。AIはもはや避けられない存在であり、たとえ1回のクエリがもたらす影響が小さくても、政府や企業はすでにAIの需要に合わせて、はるかに大きなエネルギーの未来を見据えて動いている。

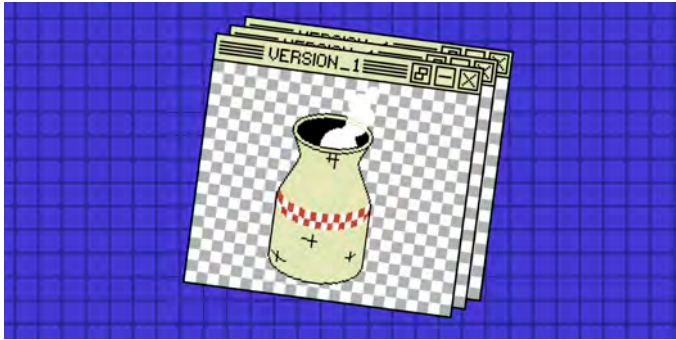
本誌はそれとは異なるアプローチ

を取っている。それは、データセンターの立地、電源の選定、そしてAIの拡大による負荷を可視化し、説明責任をいかにして果たせるようにするのかといった、これからの重要な意思決定に役立つ情報を提供するための会計アプローチである。

なぜこのようなアプローチを取るのか？ それは、テック企業、電力会社、そして連邦政府によって提示されたAIの野心的な未来像にもかかわらず、その実現の具体的な過程は依然として不透明である体。科学者や公的資金による研究機関、活動家、そしてエネルギー企業は、主要なAI企業およびデータセンターの運営者が自らの活動に関してあまりにも情報を開示していないと主張している。AIモデルを構築・展開している企業は、核心的な問いに対して沈黙を保つ傾向がある。それはすなわち、「これらのモデルとの対話に、いったいどれほどのエネルギーが必要なのか」「AIの未来を支えるのは、どのような種類のエネルギー源なのか」という問いである。

このような情報の欠如により、エネルギー需要を予測する職責を担う者でさえも、無数のピースが欠けたパズルを組み立てることを余儀なくされている。AIが将来の電力網および排出量に及ぼす影響について、正確な予測を立てることがほぼ不可能となっているのだ。さらに悪いことに、電力会社がデータセンターと結ぶ契約によって、AI革命のコストが最終的に一般消費者に転嫁される可能性が高く、それは電気料金の値上げという形で現れることが予想される。

情報量が多く、理解には時間を要するかもしれない。だが、この未来の全体像を描き出すには、まずその起点から語る必要がある。



Nick Little

第1部：モデルの構築

旅行計画の相談や動画の生成をAI
モデルに依頼する以前に、そのモデ

ルはデータセンターで「誕生」する。
サーバーラックが何カ月にもわた

って稼働し続け、訓練データを取り込み、数字を処理し、膨大な計算を実行する。このプロセスは時間も費用もかかり、オープンAIはGPT-4の訓練に1億ドル以上の費用と50ギガワット時のエネルギーを消費したと推定されている。これは、サンフランシスコ市全体の電力需要を3日間賄える規模に相当する。このような訓練を経て初めて、ユーザーがモデルに問いかけたり、出力を生成したりする「推論 (inference)」が可能となるのだ。モデルを開発する企業はこの推論の段階で莫大なコストを回

データセンターでは何が起きているのか？

各データセンターにおいて、AIモデルはGPU（画像処理装置）と呼ばれる専用チップを搭載したサーバー・クラスター上に読み込まれる。特に注目されるのが、エヌビディア (Nvidia) 製の「H100」と呼ばれるGPUである。このチップは2022年10月に出荷が開始され、翌月にはChatGPT（チャットGPT）が一般公開された。以降、H100の販売は急増しており、その結果、エ

ヌビディアは世界で最も時価総額の高い公開企業の1社にたびたび名を連ねている。他にも、A100や最新の「ブラックウェル (Blackwell)」シリーズといったチップが存在するが、これらすべてに共通するのは、高度な演算処理を実行するために必要とされる莫大な電力であり、それにより加熱を防ぐ冷却対策が不可欠

であるという点である。

単一のAIモデルであっても、十数個のGPU上に展開されることがあり、大規模なデータセンターともなれば、1万個以上のこうしたチップが相互に接続さ

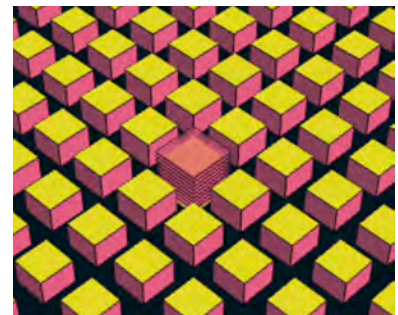
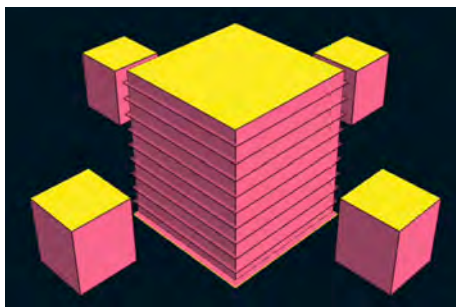
れている場合もある。これらのGPUに密接に接続されているのが、情報をGPUに供給する役割を担う

CPU（中央処理装置）や、システム全体を冷却するためのファンである。サーバーラック間の長いケーブルや、断熱素材の不完全さによりエネルギーの一部は各所で損失している。また、多くのデータセンターでは、冷却作業のために1日に数百万リットルの水（しば

しば飲用可能な淡水）が使用されている。

これらのAIモデルは利用が予想される需要に応じて、世界各地の複数のデータセンターの数百から数千単位のクラスター上に配備される。それぞれの施設は異なる電源構成を有しており、使用するエネルギー源の種類もさまざまである。こうしてネットワーク上に接続

されたモデルは、ユーザーからの問い合わせを受け取るその瞬間を、静かに待ち構えているのである。



収し、利益を得ることを期待している。

「どの企業にとっても、モデルによって利益が生じるのは推論の段階だけです」と語るのは、AIの推論効率の向上について研究しているマイクロソフト・アジュール (Microsoft Azure) の研究者、エシャ・チョークセである。

専門家およびAI企業との対話から明らかになったのは、AIのエネルギー需要の大部分を占めているのは訓練ではなく推論であり、今後もその傾向が続くということである。現在では、AIの計算能力の80～90%が推論に費やされていると推定され

ている。

こうした処理のすべてはデータセンターでされている。サーバーおよび冷却システムを収容したデータセンターは米国全体で約3000カ所存在し、アマゾンやマイクロソフトといったクラウド・サービス提供企業やテック大手によって運営されている。また、多くのAIスタートアップもこれらを利用している。推論専用設計されたデータセンターの数は増加傾向にあるものの、その正確な数は不明であり、それらの施設に関する情報は厳重に秘匿されている。

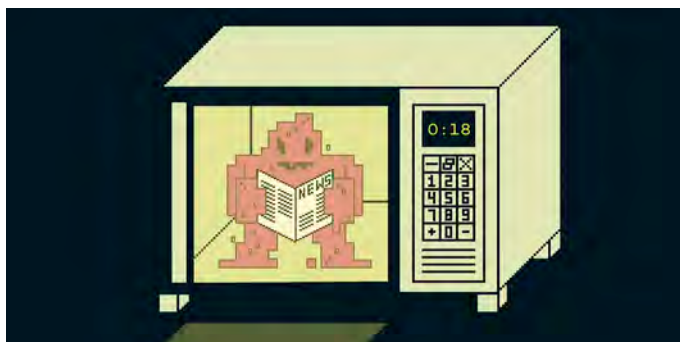
知っていることであり、一般には明らかにされていない。

このことは、オープンAIの「GPT」、グーグルの「Gemini (ジェミニ)」、アンソロピック (Anthropic) の「Claude (クロード)」といった、よく知られた「クローズド」なモデルに共通している。こうしたモデルの重要な詳細情報は、企業秘密とみなされて厳重に守られており、その理由の一端には、悪い広報効果を避けたいという意図もあると考えられる。これらの企業には情報を公開する動機がほとんど存在せず、実際これまでに開示された例はほとんどない。

「クローズドなAIモデルの提供者たちは、完全にブラックボックスを提供しています」と語るのは、セールスフォース (Salesforce) でAIサステナビリティ部門を統括し、AIプラットフォーム提供企業ハグニング・フェイス (Hugging Face) の研究者らとともに、AIのエネルギー需要の透明化に取り組んできたボリス・ガマゼイチコフだ。「企業によるより多くの情報開示がなければ、我々は単に『正確な推定値が得られない』という段階にとどまらず、『そもそも何の根拠も持ち得ない』という状況に置かれているのです」。

では、どこからエネルギー使用量の推定値を得ればよいのだろうか？

いわゆる「オープンモデル」は、研究者がダウンロードしてカスタマイズできるものであり、特定のタスクにおいてH100 GPUがどれほどのエネルギーを必要とするかを測定するための特別なツールへのアクセスも可能である。オープンモデルの人気は非常に高く、メタは2024年4月、自社モデルの「Llama (ラマ)」が12億回以上ダウンロードされたと発表している。多くの企業は、チ



Nick Little

第2部：ひとつのクエリ

AIモデルに質問を投げかける際のエネルギー負荷を推定したグラフをいくつか見たことがあれば、それは自動車の燃費や食洗機のエネルギー評価のように、共通の計算手法に基づく「測定可能な値」なのかもしれない。だが、それは誤解である。

実際には、モデルの種類や規模、生成される出力のタイプ、さらにはユーザーの制御が及ばない無数の変数——例えばリクエストが送信されるデータセンターが接続している送電網の種類や、処理される時間帯など——によって、1回のクエリが

他のクエリよりも何千倍もエネルギーを消費し、排出量を生み出すことがある。

そして、多くのAIモデルに（例えばChatGPTのWebインターフェースやInstagram＝インスタグラムのようなアプリ経由で）クエリを送信する際、その後にデータセンター内で何が起こるかについては、ほとんど公開されていない。どのデータセンターが処理を担当したのか、それに必要とされたエネルギー量はどれほどか、そのエネルギー源の炭素強度はどの程度か——これらの情報は、モデルを運用する企業のみが

Insider Online限定

eムックはMITテクノロジーレビュー[日本版]の
有料会員限定サービスです。
有料会員はすべてのページ、バックナンバーを
ダウンロードできます。

ご購入はこちら



<https://www.technologyreview.jp/insider/pricing/>

No part of this issue may be produced by any mechanical, photographic or electronic process, or in the form of a phonographic recording, nor may it be stored in a retrieval system, transmitted or otherwise copied for public or private use without written permission of KADOKAWA ASCII Research Laboratories, Inc.

本書のいかなる部分も、法令または利用規約に定めのある場合あるいは株式会社角川アスキー総合研究所の書面による許可がある場合を除いて、電子的、光学的、機械的処理によって、あるいは口述記録の形態によっても、製品にしたり、公衆向けか個人用かに関わらず送信したり複製したりすることはできません。