【問 1 模範解答】
研究者らによると、寒い時期に受精した（された）子どもは、温かい時期に受精した兄弟と比較して、将来的に肥満になりにくい傾向があるこという。

この研究結果は、気候変動に起因する気温の上昇が、逆に肥満になりやすい人の増加に寄与している可能性を示している。

親が低温にさらされる環境刺激は、生殖細胞を介して子孫に伝わり、子供が脂肪を熱として燃焼しやすい体質になるようだ。

Nature Metabolism 誌に掲載されたこの研究は、東北大学などの研究チームによるもので、受胎時の環境条件が子供の脂肪代謝にどのような影響を及ぼすかを調査した（研究、調べた）ものである。

研究チームは、この物質が脂肪酸やその他の化学物質を消費して熱を発生させることで肥満を防ぐと考えられているため、褐色脂肪に研究を集中させた。

研究チームは、日本最北端の北海道に住む成人男性 356 人の同意を得て、画像診断によって褐色脂肪の機能を調べた。同時に、被験者の出産時期の情報をもとに、精子と卵子の受精日を計算した。そして、各被験者の受精時期を寒い季節（10 月中旬から 4 月中旬）と暖かい季節のどちらかに分類した。

その結果、寒冷な気候で受精されたと推定される被験者の 78.2%が活発な褐色脂肪を有していたのに対し、気温の高い気候で受精された被験者では 66.0%であったことが明らかになった。2 つのグループ間の差は統計的に有意であった。興味深いことに、生年月日と褐色脂肪の活動量には相関関係が見られなかったことから、出産の季節ではなく、受胎のタイミングが重要であることがわかった。

研究チームは同様に、東京近郊の成人男女 286 人を対象に、画像診断以外の方法で褐色脂肪の分析を行った。寒い時期に妊娠した被験者は、褐色脂肪の密度も高いことが判明した。さらに、寒い（震えるほど）時期に妊娠した（子をもうけた）人の全体的なエネルギー消費量は、体格や身体活動の影響を除外するために統計的調整が行われた後、より高いことが判明した。

東北大学医学部のヨネシロタケシ准教授は、寒い時期に受精された人ほど肥満の程度と内臓脂肪の量が低いと指摘した。

これらすべての結果は、授精の日以前の気温が低かっただけでなく、その前後の一日の気温変動が大きかったことが主な原因である。

親が極寒の気候や気温の変化にさらされることで、生殖細胞が刺激され、子孫が 「寒さに耐えられる 」ようになると考えられている。この生物学的メッセージは、生殖細胞を通じて受精卵に伝達され、その後新生児に伝わると考えられる。

その結果、生まれたばかりの子供は、凍てつくような大気の状況下（状態）でも脂肪を燃焼させ、体温を上昇させる能力が高まるため、肥満になりにくいのだ。

【問 2 模範解答】
電気的脳刺激は数学学習を向上させ得る

読解、言語、数学などの領域において、努力を伴う学習と練習は学業達成の中核であり、将来の職業的展望、社会経済的地位、健康アウトカムを形づくるものである。しかし、学習成果にはしばしば格差が生じ、初期の認知的優位性がさらなる優位性を生む「マタイ効果」が認められる。

学習者がしばしば困難を示す領域の一つが数学学習である。神経生物学的研究は、数学学習において背外側前頭前皮質（dlPFC)、後部頭頂皮質（PPC)、および海馬が関与することを明らかにしてきたが、これらの因果的寄与は明確にはなっていない。

さらに、最近の知見は、神経可塑性および学習における興奮／抑制（E/I）バランスの潜在的役割を強調している。数学学習を駆動するメカニズムの理解を深めるため、英国の神経生物学研究グループは二重盲検の興奮性神経刺激を統合する新規アプローチを用い、その行動的・機能的・神経化学的影響を検討した。

特定の神経結合の強さは、数学をどの程度習得できるかを予測し、またこれらのネットワークを弱電気刺激することで学習を促進し得る。読解や数学のような認知技能においては、初期の優位性が時間とともに蓄積する傾向がある。他方で数学能力は小児期から成人期にかけて頭打ちになりやすく、生得的な脳特性が社会経済的地位など外的要因とは独立して学業成績を規定している可能性がある。

数学学習の神経生物学をより良く理解するため、研究者らは 72 名の参加者が 5 日間の数学課題を行う間、数学学習に関連する脳領域間の結合強度を測定した。dlPFC は実行機能およ

び計算に重要な役割を果たし、PPC は記憶想起に関与する。

参加者は、解法計算または暗記を要する数学課題を遂行中に、dlPFC または PPC への弱い電気刺激を受けるか、プラセボ群に割り当てられた。また磁気共鳴スペクトロスコピーを用いて、脳の可塑性と学習能力を示唆する化学物質であるグルタミン酸と GABA の量を測定した。

研究者らは、dlPFC、PPC、海馬（長期記憶に関与し、本研究ではアルゴリズムを課題間で一般化する働きを担う）のベースライン結合性が強いほど、参加者が計算課題を求められた際の数学成績が良好であるが、暗記課題ではそうではないことを明らかにした。

dlPFC と PPC 間の結合が弱い者は、dlPFC への電気刺激後に計算学習が向上した。研究者らは、この結果が、生物学的ハンディキャップに苦しむ者の数学学習を支援するために脳刺激を用いる可能性を示唆するとしている。また著者らは、神経化学、脳可塑性、および実行機能や記憶に関係する領域間の情報伝達との間に複雑な関係を見出した。

今後の研究では、これらの関係をさらに深く検討し、この種の神経刺激アプローチが実験室外でも有効であるかどうかを検証する必要がある。筆頭著者は「心理学、神経科学、教育学の知見を統合し、これらの神経生物学的制約に対処する革新的技法を開発することにより、より多くの人々が潜在能力を発揮し、多様なキャリアの道を広げ、所得・健康・福祉の長期的格差を縮小できる」と述べている。

【問 3 模範解答】

AI is transforming oncology by enhancing cancer detection, diagnosis, treatment planning, and drug discovery. AI applications include radiology, pathology, genomics, and patient monitoring, supporting personalized and efficient cancer care. Despite its potential, AI faces challenges such as data privacy, lack of standardized datasets, algorithmic bias, and the need for explainable systems. Ethical concerns involve responsibility, consent, and equity. Future directions include integrating AI into remote care, rare cancer research, psycho-oncology, and global health solutions. Collaboration among clinicians, engineers, and policymakers is essential to maximize AI’s benefits while ensuring safety, fairness, and patient-centered care in oncology.