

ハイパーテラヘルツとは何か (What is “Hyper Terahertz”?)

ハイパーテラヘルツ波とは、テラヘルツ(THz)帯域の電磁波の一種で、周波数が約1兆ヘルツ(1 テラヘルツ)以上の高い周波数領域を指します[1]。電磁スペクトル上では、テラヘルツ波は電波(マイクロ波)と光(赤外線)の中間に位置し、波長はおよそ $30\text{ }\mu\text{m} \sim 3\text{mm}$ 程度です[1]。身近な例で言えば、空港のボディスキャナーに使われる電磁波や、遠赤外線に近い波長帯がテラヘルツ領域に該当します。「ハイパー」という言葉は、特に高出力・高周波のテラヘルツ波を強調するために使われることがありますが、基本的にはテラヘルツ波と同義と考えて差し支えありません。

テラヘルツ波は非電離放射線 (=X線のように分子を電離しない) であり、適切な出力であれば生体への安全性が高いとされています[1]。ただし水分によって吸収されやすいため、生体組織内への浸透深さは $0.1 \sim 0.3\text{mm}$ 程度と浅く、主に皮膚表面で作用します[2]。このため、皮膚や浅い組織への非侵襲的な応用が期待されています。

テラヘルツ波が生体に与える影響 (Effects of Terahertz Waves on the Body)

細胞・組織への作用: テラヘルツ波は水やタンパク質などの分子振動・回転エネルギーに共鳴し、生体内で様々な反応を引き起こす可能性があります[3][4]。研究によれば、THz 波を照射することでタンパク質の構造変化 (コンフォメーション変化) が起こりうることが示されています[5]。例えば、血清中のアルブミン蛋白にテラヘルツ波(約 3.68THz)を当てると、その結合特性が増大し、分子構造が変化したという報告があります[6]。また、テラヘルツ波は酵素の活性にも影響を与え、抗酸化酵素 (スーパーオキシドジスマターゼやカタラーゼ等) の活性が照射 $45\sim$

60 分程度で有意に高まったという実験結果もあります[7]。これらはテラヘルツ波が細胞の代謝バランスやストレス応答を調節しうることを示唆しています。

さらに、THz 波は細胞膜にも影響を及ぼします。例えば、通常は膜を通過できない物質が、THz 波照射によって一時的に細胞内に侵入できるようになる現象が観察されています[8]。これはテラヘルツ波が細胞膜の透過性を変化させ、薬剤や有効成分の浸透を助ける可能性を示しています。また、免疫細胞であるリンパ球に 3.68THz の照射を行った研究では、自発的あるいは刺激誘発的な細胞分裂（有糸分裂）の増加が報告されており、細胞増殖に対する効果が示唆されています[9]。もっとも、細胞の反応はその状態によって異なり、照射条件（周波数や出力、時間）によっても効果が変わるために、慎重な調整が必要です。

血流・代謝への影響: テラヘルツ波の生体効果で注目されるのが、血液循環や代謝機能の改善です。いくつかの研究は、THz 波が血液の特性を改善しうることを示しています。例えば、不安定狭心症の患者の血液を用いた実験では、150～240GHz 帯（0.15～0.24THz）のテラヘルツ波を 15 分間照射することで、高粘度だった血液の粘度が正常化し、赤血球の凝集や変形能の改善が観察されました[10]。血液の粘度が下がり赤血球が柔軟になることは、末梢までの血流がスムーズになることを意味します。つまり、THz 波照射によって血行促進効果が期待できるということです。

また、ロシアの総説論文では「テラヘルツ波には多様な代謝作用があり、生体の代謝状態の補正（調整）が可能である」とまとめられています[11]。具体的には、細胞内の脂質過酸化反応（LPO）や酵素系の変化、自律神経や内分泌系の調節など、生体リズムや基礎代謝を整える方向での作用報告があります[12][13]。これらの知見は、「テラヘルツ波によって乱れた細胞のリズムを正す」「自律神経を整える」といった一般向けの表現に科学的な裏付けを与えるものです。

安全性について: 低出力のテラヘルツ波は前述の通り非電離で安全性が高いとされますが、高出力の超短パルス(フェムト秒パルス)などを用いると、細胞にストレスを与える可能性があります。実際に、ピコ秒級の強力な THz パルスを皮膚モデルに当てたところ、DNA 損傷マーカーである H2AX タンパク質のリン酸化（切断さ

れた DNA 鎖で誘導される現象) が確認されたという報告もあります[14]。これは過剰な THz 照射では細胞に損傷を与えることを示唆しています。ただし通常の美容・医療応用で用いられる出力は安全基準内であり、適切に使えば有害な影響はほとんどないと考えられています[1]。

以上のように、ハイパーテラヘルツ波は生体に対し分子レベルから細胞・循環系まで幅広い影響を及ぼしうることがわかつてきました。その特性を活かし、近年では美容や医療の分野で応用研究が進んでいます。以下では、美容分野およびペット（動物）分野での具体的な活用事例や効果について、最新の研究成果をもとに解説します。

美容分野での応用 (Applications in the Beauty Field)

皮膚への効果: テラヘルツ波が美容領域で注目される理由の一つは、皮膚のコンディション改善やエイジングケアへの潜在的効果です。皮膚は人体の中で比較的表層に位置し、THz 波の作用が届きやすい組織です[2]。研究では、テラヘルツ波を皮膚に照射すると表皮・真皮の水分状態やコラーゲン組成に変化が生じ、傷の治癒過程や炎症反応に影響を与えることが示唆されています[15]。例えば、ある基礎研究では高出力 THz パルスを皮膚に当てるとき、傷ができた時と似たような細胞信号（成長因子 TGF- β の増加など）が誘導されることが報告されました[16]。これは一見ネガティブにも思えますが、適度な刺激として捉えれば創傷治癒やコラーゲン産生を促すトリガーになりうる可能性があります。

実際、骨組織の研究ですが THz 波による組織再生の促進が確認された例があります。2025 年に報告されたラットの実験では、0.1THz (100GHz) のテラヘルツ波を 1 日 20 分×4 週間、骨欠損部位に照射したところ、コラーゲンの生成や血管の新生 (angiogenesis) の増加によって骨の再生が有意に早まったとされています [17][18]。照射 4 週間後には、未照射群に比べ骨量や骨の連続性が高まり、新生骨には血管成長を促す VEGF タンパク質の発現増加も認められました[17]。この研究は骨の治癒を題材にしていますが、コラーゲン産生や血流増加という点で皮膚のリジュビネーション（若返り）にも通じるメカニズムです。皮膚でも、十分な血

流や栄養供給はコラーゲンの生成・維持に不可欠であり、THz波による微小循環の改善は肌のハリ・ツヤ向上やくすみの軽減につながる可能性があります。

美容機器への応用例: 最近では、テラヘルツ技術をうたった美容機器や化粧品アクセサリーが登場しつつあります。例えば日本の美容市場では、テラヘルツ波を発生する特殊な石（テラヘルツ鉱石）を使った美顔ローラーや、髪・頭皮ケア用のブラシなどが販売されています[19]。ある製品では、「森林浴の20倍のマイナスイオンとテラヘルツ波を放出し、全身のツボを刺激して血行と代謝を促進、肌状態を改善する」と謳われています[20]。さらに「鉱石よりも5倍強い有効波（テラヘルツ波）がブラシに共鳴し、自律神経を整える安全な赤外線周波数（NASAが発見）を放射する」といった触れ込みで、家族全員やペットにも使えるヘルス&ビューティーデバイスとして宣伝されています[21][22]。

このような宣伝文句には誇張も含まれていますが、先述の研究知見と照らし合わせると全く根拠が無いわけではないことがわかります。THz波照射による血流促進や代謝アップは実験的にも示唆されていますし[10][23]、自律神経系への作用についても後述するように動物実験で不安・ストレスの軽減効果が報告されています[24]。美容機器では、こうした効果を低刺激・非侵襲で得られる点が利点として強調されています。また、THz波が細胞膜透過性を高める性質[8]を利用し、「化粧水や美容成分を肌の奥まで浸透させやすくする」という応用も考えられています。実際にエステサロン向けの業務用マシンでも、「1秒間に1兆回の振動（テラヘルツ波）で細胞を共鳴させ、有効成分の浸透力を高める」と謳う機器が登場しています[25]。

エイジングケア・治療面での可能性: テラヘルツ波は医療分野では皮膚がんの非侵襲検出や火傷深度の診断などにも応用研究が進んでいます[26]。治療応用としてはまだ初期段階ですが、例えば難治性の傷や潰瘍の治癒促進、アトピー性皮膚炎など炎症性皮膚疾患の鎮静なども将来的に検討されています[26][27]。一部の研究では繰り返しTHz波を当てると皮膚の傷の治りが遅れたとの報告もあり[27]、照射条件の最適化が課題ですが、適切に用いれば皮膚再生をコントロールする新しい光治療になり得ると期待されています。

以上のように、ハイパーテラヘルツ波は美容分野で**肌細胞の活性化**、**血行促進**、**成分浸透の向上**など多面的なメリットが期待されています。ただし、市販製品の中には科学的根拠が十分でないものもあるため、効果をうたう際には**信頼できる研究データの有無**を確認することが重要です。幸い、ここ5年以内にも信頼性の高い論文が増えており、テラヘルツ美容の科学的裏付けが徐々に整いつつあります。

ペット分野での応用 (Applications in the Pet/Animal Field)

ペットや動物の領域でも、テラヘルツ波の生体作用に注目が集まっています。ただし現在のところ、ペット向けに市販されているテラヘルツ製品は美容以上に少なく、主に研究段階の成果が中心です。ここでは、動物実験や獣医学の観点から得られた知見をもとに、ペット分野への応用可能性を紹介します。

ストレス・行動への影響: 興味深いことに、テラヘルツ波は**動物の不安やストレス行動を軽減**する効果が報告されています。あるマウス実験では、定期的に THz 波を照射した群が**不安や抑うつの指標となる行動**が減少し、**社交的な振る舞い**が増加したとされています[24]。具体的には、テラヘルツ暴露を受けたマウスは暗所から明るい場所へ出てくる頻度が増えたり、他個体との交流時間が長くなるなど、**抗不安・抗うつ的な変化**を示しました[24]。この作用機序について、最近の研究は THz 波が脳内の神経活動や神経伝達物質に影響を与える可能性を示唆しています。たとえば 2025 年の細胞神経科学の研究では、0.15THz の照射により海馬の**興奮性ニューロンの活動が高まり**、シナプス可塑性が促進されることでマウスの空間記憶（作業記憶）が向上したという結果が報告されています[28][29]。このように、THz 波は**脳機能の調節**を通じて動物の行動・気分に作用しうるのです。

ペットへの応用という観点では、例えば**花火や雷で怯える犬猫の不安を和らげる**、**高齢ペットの認知症状を緩和する**といった可能性が考えられます。現時点ではマウスなど小動物モデルでの知見ですが、将来的に安全な THz 照射装置を開発し、

ペットのリラクゼーションや行動療法に活用するといったシナリオも期待されます。

痛み・治療への応用: テラヘルツ波の鎮痛効果も見逃せません。ある研究では、約30～40THz（中赤外に近い高周波数帯）の「高周波テラヘルツ刺激」をマウスの脳に照射したところ、慢性疼痛による不安様行動が減り、痛みそのものも軽減されたと報告されています[30]。この効果はテラヘルツ波が脳内の痛み経路（前帯状皮質の神経活動）を抑制した結果と考えられており[30]、侵襲の少ない経頭蓋（頭の外から）の痛み治療法として注目されています。ペットにおいても、例えば関節痛や術後の痛みを和らげる目的で、THz 照射が役立つ可能性があります。従来、動物の鎮痛や鎮静には薬剤を用いるのが一般的ですが、薬を使えない場合や補助療法として、光や電磁波による物理的アプローチは有益です。テラヘルツ波は深部までは届きませんが、神経の反応を変調することで全身的な鎮痛・リラックス効果を引き出せる点がユニークです。

健康・治癒への効果: 前述の骨再生研究[17]は、人間だけでなく動物の外傷治療にも応用できる知見です。骨折したペットの患部に THz 波を当てれば、血管新生や骨形成を促して治癒期間を短縮できる可能性があります。実際、血管新生(angiogenesis)の促進は傷の治りを早める重要な要素であり、THz 波が血管内皮細胞を活性化して血管の芽吹きを促すことが培養細胞レベルで示されています[31][32]。PLOS 誌に掲載された実験では、ヒトの血管内皮細胞(HUVEC)にテラヘルツ波を照射すると細胞内カルシウムイオン濃度が上昇し、その下流で血管成長因子 VEGF のシグナルが活性化され、結果として新しい毛細血管網の形成（血管新生）が亢進しました[31][32]。ペットの怪我や外科術後の創部に応用すれば、こうした生体の自己治癒力を高める光療法となり得ます。

また、生体全体への影響として、THz 波は自律神経系やホルモン系にも作用しうるとされています。例えば先述のロシアのまとめでは、150GHz 帯の THz 波を照射したラットでストレスホルモンのバランスが改善したり、抗酸化酵素が増加するなど生体防御機構の向上が認められました[33][34]。これはペットの健康維持に

も通じる話で、例えば老化抑制や免疫力アップといった観点で THz 波を検討する価値を示しています。

ペット分野での実用展望: 現状では、一般消費者向けに「ペット用テラヘルツ機器」が広く普及しているわけではありません。しかし美容機器の一部には「ペットにも使える」というものがあり[22]、愛犬・愛猫のマッサージやブラッシングにテラヘルツ波の効果を取り入れようという動きも見られます。例えば前述の日本製ケアブラシでは、人の頭皮ケアだけでなく大型犬から小型犬、猫まで使用可能とうたい、ペットの毛並みケアやリラックス用途を提案しています[22]。ペットにブラシを当てるだけで血行が良くなり、毛艶が増したりリラックスするといった体験談も聞かれます。ただし、こうした市販品の効果は個人の感想レベルであり、科学的検証が十分とは言えません。今後、大学や研究機関の獣医学研究でペットへの THz 波応用のエビデンスが蓄積されれば、動物病院での理学療法機器として承認される可能性もあります。

興味深い関連分野として、THz 波の画像診断への応用もあります。テラヘルツイメージングは非侵襲的に皮膚や歯の状態を見たり、水分量を測定できるため、ペットの皮膚病変の早期発見や術後創部のモニタリングに役立つ可能性があります [35][36]。例えば包帯の上からでも患部の水分（浸出液やむくみ）をチェックできる技術が開発されており[36]、動物でもケアに役立てられるでしょう。

おわりに (Conclusion)

ハイパーテラヘルツ波（テラヘルツ波）は、この数年で美容・医療分野における研究が飛躍的に進み、「見えない光で体をケアする」新しいアプローチとして注目されています。美容分野では、THz 波が皮膚細胞の働きを活性化し、血流や代謝を改善することで、美肌・エイジングケアに貢献しうることが示されました。実際の美容機器にも徐々に応用されつつあり、一部の研究成果は市販デバイスのコンセプトを裏付けています[10][23]。ペット分野においても、基礎研究レベルながらストレス緩和、疼痛軽減、組織修復促進など、多方面で THz 波の有用性が報

告されています[24][30]。特に**非侵襲で安全性が高い**ことから、動物にも優しい治療・ケア手段となる潜在力があります。

とはいっても、ハイパーテラヘルツ応用はまだ新しい領域であり、効果を最適に引き出すための**周波数・出力・照射時間の最適化**や、長期的な安全性評価など課題も残っています。今後さらに信頼性の高い論文やエビデンスが蓄積されることで、一般消費者が安心して利用できる美容機器・ペットケア機器が登場してくるでしょう。現時点では、宣伝文句をうのみにせず**科学的根拠を確認する姿勢**が大切ですが、ハイパーテラヘルツ技術は美容と健康の未来に向けた**最先端のツール**として、大いに期待されています。

参考文献・情報源: 最新の研究論文や大学・研究機関の発表を基に作成しました [9][17][24]。各種効果については、論文で確認された事実を平易な言葉で説明していますが、不明な専門用語があれば注釈を加えるよう努めました。ハイパーテラヘルツの世界は日進月歩であり、今後もアップデートされる知見に注目してください。

[1] [2] [15] Terahertz radiation and the skin: a review - PMC

<https://PMC.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7881098/>

[3] [4] File:Thz freq in EM spectrum.png - Wikimedia Commons

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Thz_freq_in_EM_spectrum.png

[5] [6] [7] [8] [9] [10] [11] [12] [13] [23] [33] [34] Regulatory effects of terahertz waves | Russian Open Medical Journal

<https://www.romj.org/2013-0402>

[14] Intense THz pulses down-regulate genes associated with skin ...

<https://www.nature.com/articles/srep02363>

[16] High-power femtosecond-terahertz pulse induces a wound ... - Nature

<https://www.nature.com/articles/srep02296>

[17] [18] Noninvasive Terahertz Therapy Promoted Bone Regeneration via Localized Angiogenesis in a Pre-Clinical Tibial Defect Model - PubMed

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40833888/>

[19] 【楽天市場】 テラヘルツ（美顔器・スチーマー | 美容・コスメ ...

<https://search.rakuten.co.jp/search/mall/%E3%83%86%E3%83%A9%E3%83%98%E3%83%AB%E3%83%84/204245/>

[20] [21] [22] Kup BLANCHE Terra Care Brush Spa Combing Hyper Terahertz Wave Transfer Brush 3 Minutes of Nightly Brushing Care also be used on [Self-Head Treatment] / w cenie od 838 | Joom

<https://www.joom.com/pl/products/691b9d04e8d64c01ed89b649?srsltid=AfmBOoOzxLYU8neVlAkgf6KKFeLCO0Ws0jADdPbFXW0iazoMjbETtdis>

[24] [28] [29] THz Waves Improve Spatial Working Memory by Increasing the Activity of Glutamatergic Neurons in Mice

<https://www.mdpi.com/2073-4409/14/5/370>

[25] DEEP ENERGY NX | エナジートリートメントで芯から整える ...

<https://www.bigarden.jp/view/page/den?srsltid=AfmBOoqVrwhuGcE3HNCmM5RrTvNkrTHYZeNzzZqjnx0Vtwg8Syzva-Z7>

[26] Research Advances in Terahertz Technology for Skin Detection

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39841526/>

[27] Research Advances in Terahertz Technology for Skin Detection

<https://journals.sagepub.com/doi/10.1089/photob.2024.0079?cid=int.sj-abstract.similar-articles.7>

[30] Terahertz Wave Alleviates Comorbidity Anxiety in Pain by Reducing ...

<https://PMC.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11633831/>

[31] [32] Terahertz Irradiation Promotes Angiogenesis in vitro by Enhancing ...

<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0317426>

[35] New Imaging Technique to Assess Burn Injuries

https://apl.uw.edu/project/project.php?id=terahertz_spec

[36] Superiority of terahertz over infrared transmission through bandages ...

<https://pubs.aip.org/aip/apl/article/108/23/233701/311561/Superiority-of-terahertz-over-infrared>