

# 医療ニーズに基づいた 新規歯科材料の開発

川本千春 [北海道大学病院/助教]  
小野寺真也 [北海道曹達株式会社 研究開発部/グループリーダー]  
矢後亮太郎 [北海道大学病院/医員]

## 背景・目的

本研究は、審美歯科領域に資する新規漂白材料の開発を最終目標とする。そのための第一歩として、①デジタル画像解析と補正マーカーを組み合わせた色彩学的評価法を確立し、従来の分光測色法との相関を検証した。次に、②漂白後に問題となる接着力低下に対して、抗酸化機能をもつ白金ナノコロイド(CPN)の有効性を電子スピン共鳴法で評価し、接着強さ回復効果を明らかにした。さらに、③漂白後の後戻りを抑制する材料の検索を行った。これらの成果を基盤として、新規漂白剤の創出に取り組み、初期的な評価を進めた。

## 内容・方法

本研究では、歯科材料の開発に資する知見を得るため、3種類の研究を実施した。

①**色彩学的評価**では、歯科材料の色適合性を評価するためにCIEDE2000カラーディファレンス測定を採用し、異なるシェード(A1, A2, A3, A4)における色差( $\Delta E_{00}$ )を測定した。従来の分光測色計による評価に加え、デジタル画像解析ソフトと画像補正マーカー(CASMATCH)とを用いた新規評価手法を導入し、得られたデータ間の相関性を解析した。

②**漂白後の接着力の回復**では、過酸化水素処置によるエナメル質を漂白後、抗酸化剤(白金ナノコロイド[CPN]、アスコルビン酸ナトリウム[SA]、p-トルエンスルフィン酸[PT])で処理した。微小引張接着試験( $\mu$ TBS)により接着強さを評価し、電子スピン共鳴法(ESR)でラジカル消去活性を測定した。併せてSEM観察によりエナメル表面の形態変化を解析した。

③**漂白後の後戻り抑制**に関しては、漂白直後にフッ化物バーニッシュを適用し、コーヒー溶液浸漬後の $\Delta E_{00}$ を算出することで着色抑制効果を評価した。SEM観察により表層の再石灰化や微細構造の変化を確認し、臨床の有効性を示した。

さらに次世代に向けた新規歯科用漂白剤の検討も行い、その評価にあたっては色彩学的指標や臨床適応性を踏まえた基礎的検証を進めた。

## 結果・成果

本研究では、3つの独立した研究を通じて、歯科材料開発における色彩学的評価法、抗酸化能による接着回復、そして漂白後の後戻り抑制に関する知見を得た

①では、画像補正マーカーを用いたデジタル画像解析法が、従来の分光測色計による評価と強い相関( $r \geq 0.8$ )を示すことが確認された。これにより、新規コンポジットレジンの色適合性評価において、簡便かつ実用的な手法としての可能性が示された。また、色適合性評価では、A2, A3, A4のシェー

ドにおいて既存の材料と比較して良好な適合性を示した。特に暗いシェードでは顕著に優れた色調統合性を有し、臨床応用上の有用性が示された。SEM解析では、均一な球状ナノファイバーを含有しており、光散乱の抑制を通じて色調再現性を高めている可能性が示唆された。光透過特性の解析においても、従来材料に比べて安定した透過光強度分布を示し、臨床での安定した審美性に資することが期待された。さらにCASMATCHを用いた画像解析法は、測定条件の違いにも安定して対応できることから、汎用性の高い評価法としての有用性が確認された。

②では、CPNの漂白後の接着力回復効果と抗酸化能を明らかにした。微小引張接着試験では、漂白直後のエナメル質にCPNをわずか20秒間塗布するだけで、接着強さが非漂白群と同等レベルにまで回復した。一方でSAやPTでは十分な回復効果が得られず、短時間処理での即時性においてCPNが優れていることが示された。SEM観察の結果もこれを支持しており、CPN群のエナメル表面は非漂白群に近い平滑な形態を保持していたのに対し、SA群やPT群では粗造で不規則な表面形態が観察された。ESR測定の結果、SAのみが持続的なラジカル消去活性を示し、CPNやPTでは十分なラジカル消去活性を認めなかった。これらの結果から、CPNは漂白後の接着障害を克服するための有望な抗酸化材料であることが示唆された一方、従来提唱されていた抗酸化能との関連性は認めなかった。

③では、フッ化物バーニッシュの即時塗布により漂白直後の $\Delta E_{00}$ 値が有意に低減し、SEM観察においてもエナメル表層の粗造が軽減され、再石灰化の兆候が確認された。特に保持性の高い製品では、ブラッシング後も残存効果が認められ、漂白直後の後戻り抑制に有効であることが示された。

## 今後の展望

今後は、本研究で確立した色彩学的評価法をより多様な歯科材料に応用し、審美性を定量的に評価する基盤技術として発展させる。同時に、CPNを活用し、漂白後接着回復の臨床応用に向けた前臨床試験を進める。特に安全性評価やレジン系材料との長期的適合性を検討することで、即時修復を可能とする新規材料の実用化を目指す。さらに、新規歯科用漂白材料の開発に向けた研究も継続して行い、産学連携を通じて審美性と機能性を兼ね備えた次世代歯科材料の創出を目指す。

今後は、本研究で確立した色彩学的評価法をより多様な歯科材料に応用し、審美性を定量的に評価する基盤技術として発展させる。同時に、CPNを活用した漂白後接着回復については、安全性やレジン系材料との長期的適合性を含めた前臨床試験を進め、即時修復を可能とする新規材料の実用化を目指す。さらに、漂白後の後戻り抑制効果を踏まえた新規歯科用漂白剤の開発を継続し、審美性と機能性を兼ね備えた次世代歯科材料の創出を目指す。これらの取り組みは、産学連携を通じて臨床現場への早期導入と知的財産化を推進し、審美歯科治療の質向上と患者満足度の向上に寄与することが期待される。