

テルアビブ大学(Tel Aviv University)の研究者は、緑色弱、赤緑色覚異常を補正するために、メタサーフェスとして知られる超薄型光学デバイスを市販のコンタクトレンズに組み込んだ。新しいカスタマイズ可能なコンタクトレンズは、様々な色覚異常を経験する人々に役立つ便利で快適な方法を提供することができる。

イスラエルのテルアビブ大学、研究チームの1人、**Sharon Karepov**は、「赤と緑を区別する問題は、バナナが成熟しているかどうかなど、単純な日常的な行動を妨げる。われわれのコンタクトレンズは、ナノメトリックサイズのゴールド楕円ベースのメタサーフェスを利用し、これらの欠陥に対処するカスタマイズされた、コンパクトで耐久性のある方法を実現する」と説明している。

Optics Letters で、研究チームは、色覚異常のシミュレーションに基づいて、新しいメタサーフェスベースコンタクトレンズが、失われた色コントラストを取り戻し、色覚を10倍まで改善すると報告している。

新しい特殊設計の機能をコンタクトレンズに導入するために用いられたアプローチは、他の形態の色覚異常、眼の疾患にも役立つように拡張可能である、と研究者は説明している。

補正をカスタマイズ

緑色弱、ほとんど男性に起こるが、これは緑の光を検出する光受容体が、赤い色に関連する光に反応する疾患である。研究者は、100年以上前に、この視覚問題が、過度の色知覚検出を低減することで改善できると知っていたが、快適でコンパクトなデバイスでこの補正を実現することは難しい。

「ガラスベースのこの補正コンセプトは、商用で利用できるが、それらはコンタクトレンズよりも著しく大きい。提案された光学素子は、超薄型で、ハードコンタクトレンズに組み込める。緑色弱と屈折障害など他の色覚異常の両方が、一つのコンタクトレンズ内で処置できる」と **Karepov** は説明している。

この問題を解決するために研究チームは、特殊な光学特性を持つように設計された人工の薄膜、メタサーフェスを利用した。ナノスケール金の楕円でできたメタサーフェスは、過去数10年幅広く研究され、それを透過する光に特殊効果を実現するように

設計可能になっている。しかし、研究者は、従来法で平坦面となっているメタサーフェスをコンタクトレンズの湾曲面に組み込む方法が必要だった。

「われわれは、当初のフラット基板から、コンタクトレンズのような他の表面にメタサーフェスを移行する技術を開発した。この新しい製造プロセスが、メタサーフェスを他のフラットではない基板に組み込むためのドアを開いた」と同氏は説明している。

フラットから湾曲面へ

研究チームは、新しい製造手順の全工程後、メタサーフェスの光応答をテストし、メタサーフェスの構造を綿密に調べるために微細画像を取得した。計測は、メタサーフェスの光操作特性が、曲面への移行後に変わっていないことを示していた。つまり、そのプロセスは成功だった。

次に研究チームは、光学素子導入前後の緑色弱を定量化するために色知覚の標準シミュレーションを利用した。10倍までの改善を確認し、緑色弱のために失われた視覚コントラストが、基本的に完全回復していることを確認した。

そのコンタクトレンズを市場に出す前に臨床試験が必要であるが、研究チームによると、メーカーはコンタクトレンズ製造の成形プロセス中にメタサーフェスを組み込み、ハードコンタクトレンズにそれらを熱溶解できる。チームは、メタサーフェス移行プロセスの研究と改善を続け、他のアプリケーションにもそれをテストする計画である。



図 1 これらの画像は、メタサーフェスベースのコンタクトレンズが、緑色弱の人にもたらず効果を示している。左は元の状況、真ん中は、緑色弱の人にどのように見えるかを示している。右の画像は、緑色弱の人にみえた情景で、新しいコンタクトレンズによって補正されている(Credit: Sharon Karepov, Tel Aviv University)。