

令和3年7月28日
愛媛大学

真珠の輝きを再現できる新しい光学モデルの構築に成功 ～光学シミュレーションに基づいた高品質な真珠の開発に期待～

このたび、愛媛大学大学院理工学研究科の尾崎良太郎准教授の研究グループは、愛媛県農林水産研究所水産研究センターとの共同研究で、真珠内部での光の透過、反射、散乱を考慮した新しい光学モデルを構築し、真珠の輝きを生み出す干渉色を光学計算により再現する技術を新たに開発しました。この研究により、どのような内部構造をもつ真珠がどのような干渉色を示し、どのような外観になるのかをコンピュータグラフィックスで予測できるようになりました。この技術は、真珠の高品質化や、これまでにない新しい輝きをもつ真珠の開発に貢献すると期待されます。

なお、本研究の成果は、2021年7月27日付けで、Springer Nature社が発行する学術雑誌『Scientific Reports』のオンライン版に掲載されました。

つきましては、是非、取材くださいますようお願いいたします。

記

掲載誌：Scientific Reports

題名：Structural colors of pearls

著者：Ryotaro Ozaki, Kei Kikumoto, Masataka Takagaki, Kazunori Kadowaki, Kazushi Odawara

URL: <https://www.nature.com/articles/s41598-021-94737-w>

DOI: [10.1038/s41598-021-94737-w](https://doi.org/10.1038/s41598-021-94737-w)

責任著：尾崎 良太郎(愛媛大学)

本件に関する問い合わせ先

愛媛大学大学院理工学研究科

准教授 尾崎 良太郎

TEL:089-927-9764

Mail:ozaki.ryotaro.mx@ehime-u.ac.jp

※送付資料4枚(本紙を含む)

真珠の輝きを再現できる新しい光学モデルの構築に成功 ～光学シミュレーションに基づいた高品質な真珠の開発に期待～

【ポイント】

- 真珠内部の透過光、反射光、散乱光を考慮した新しい光学モデルの構築
- 真珠の表面にある厚さ数百ナノメートルの層の構造によって決まる真珠の干渉色を光学シミュレーションで再現することに成功
- 真珠の干渉色のメカニズムの解明により、より高品質な真珠の開発に期待

【概要】

愛媛大学大学院理工学研究科の尾崎良太郎准教授らの研究グループは、愛媛県農林水産研究所水産研究センターとの共同研究で、真珠内部での光の透過、反射、散乱を考慮した新しい光学モデルを構築し、真珠の輝きを生み出す干渉色を光学計算により再現する技術を新たに開発しました。真珠の干渉色は、真珠表面に存在する厚さ数百ナノメートルのアラゴナイト結晶層の厚さにより色が変化します。この新しい光学モデルに基づき、アラゴナイト結晶層の厚さの異なる真珠の干渉色をシミュレーションしたところ、実際の真珠の干渉色およびその外観を再現することに成功しました。真珠の養殖には1年以上の年月が必要ですが、本技術により、真珠にどのようなアラゴナイト結晶層の分布をもたせると、どのような干渉色を示し、どのような外観になるのかをコンピュータグラフィックスで予測できるようになります。この技術は、真珠の高品質化や新しい輝きをもつ真珠の開発に貢献すると期待されます。なお、本研究の成果は、2021年7月27日付けで、Springer Nature社が発行する学術雑誌『Scientific Reports』のオンライン版に掲載されました。

【詳細】

金、ダイヤ、サファイア、ルビーなどの宝石のほとんどは地中の鉱物ですが、真珠は海の中の貝によって生み出される宝石です。また、真珠は人間が作ることができる唯一の宝石でもあります。真珠は日本が誇る輸出水産物であり、日本の生産額は160億円を超える規模です（令和元年度）。また、愛媛県の実産額は72億円で日本一となっており、真珠は日本にとっても、愛媛にとっても非常に重要な水産物です。真珠の価値は、大きさ、光沢、干渉色などで決まりますが、真珠の美しい干渉色は、厚さ数百ナノメートルのアラゴナイト結晶層が創り出す構造色によるものです（図1）。真珠の光学に関する研究は古く、著名な光学研究者であるブリュースターが1833年に執筆した本の中にも干渉色についての記述もありますが、現在でも完全な原理の解明までには至っていません。これまでにもブラッグ反射に基づいた光学モデルなどがありましたが、本研究では、真珠内部の透過光、反射光、散乱光を考慮した新しい光学モデルを構築しました。

新しい光学モデルに基づくと、従来知られているブラッグ反射だけでなく、光を強く散乱

させる真珠核が疑似的に光源の役割を果たすため、真珠表面での反射光と真珠内部からの透過が我々の目に届きます。このふたつの反射光と透過光の重ね合わせにより真珠の干渉色が決定されます。今回、真珠内部の多重散乱を Kubelka-Munk 理論で計算し、アラゴナイト結晶層の多重反射を Transfer Matrix 法で計算することで、真珠内部の透過光、反射光、散乱光を再現することに成功しました。また、光学計算によって得られたそれぞれのスペクトルをコンピューターでビジュアル化するために、C 言語の構文をベースとしたシェーディング言語 OpenGL Shading Language を用いたプログラムも独自に開発しました。実際に、アラゴナイト結晶層の厚さの異なる真珠の光学スペクトルを新しい光学モデルで計算し、コンピュータグラフィックスによりビジュアル化すると実際の真珠に近い外観を再現することができました (図 2)。本手法は、アラゴナイト結晶層の分布の変化に伴う外観の変化を予測できるため、真珠の高品質化や、これまでにない新しい輝きをもつ真珠の開発に貢献することが期待されます。特に、真珠の養殖には 1 年以上の年月が必要であるため、効率的な真珠の研究開発を行うために、本技術は非常に重要な基盤技術になるといえます。

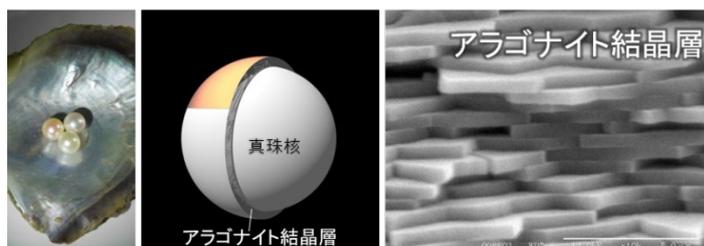


図 1. 真珠構造の模式図とアラゴナイト結晶層の電子顕微鏡像

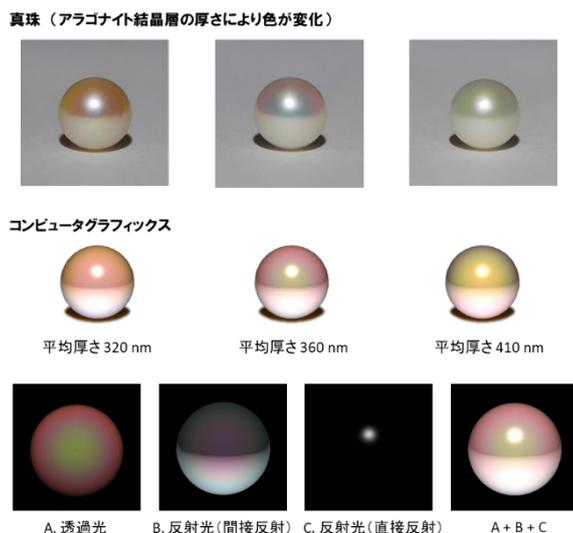


図 2. 厚さの異なるアラゴナイト結晶層をもつ真珠と新しい光学モデルにより再現したコンピュータグラフィックス

【論文情報】

掲載誌：Scientific Reports

題名：Structural colors of pearls

(和訳：真珠の構造色)

著者：Ryotaro Ozaki, Kei Kikumoto, Masataka Takagaki, Kazunori Kadowaki, Kazushi Odawara

DOI：10.1038/s41598-021-94737-w

URL：<https://www.nature.com/articles/s41598-021-94737-w>

【研究サポート】

生物系特定産業技術研究支援センター 革新的技術開発・緊急展開事業

耐病性や真珠品質にもとづくアコヤガイ選抜技術と育種素材の開発

【本件に関する問い合わせ先】

愛媛大学大学院理工学研究科 准教授 尾崎 良太郎

電話：089-927-9764

E-mail：ozaki.ryotaro.mx@ehime-u.ac.jp