

ジルコニア修復物を装着した歯への再治療時におけるインパルスデンタルレーザーの応用

亀戸デンタルオフィス 奥田 祐司 院長 愛知学院大学歯学部未来口腔センター 客員研究員

患者の審美要求の増加、CAD/CAM機器の開発、セラミックス技術の進歩に伴い、オールセラミック修復物は現在審美治療を行う上で欠かせない物となってきている。とりわけジルコニアセラミックスは優れた強度と化学的安定性のために、オールセラミック修復の中心的な素材となってきている。反面、ジルコニアはその高い強度ゆえに、再治療が必要になった場合撤去の困難さが懸念されており、使用を控える臨床家も多い。そこで、今回は口腔内用Nd:YAGレーザーであるインパルスデンタルレーザーを用いてジルコニア修復物にダメージを与え撤去を簡単に行う方法を紹介する。またその応用として、ジルコニアクラウンの穴あけについても解説する。



Nd:YAGレーザー照射によりジルコニア表面はどう変わるのか？

ジルコニアはその温度により3つの結晶構造を有し(単斜晶、正方晶、立方晶)、室温では通常単斜晶で存在する。歯科用ジルコニアは通常イットリウム、セリウム、カルシウム、マグネシウムなどのイオンを固溶させて、正方晶、立方晶を安定化させている。正方晶は3つの結晶構造の中で一番小さく、正方晶で安定化させることによりジルコニアはセラミックスにおいては特異的に高い強度を持つこととなる。すなわち、応力誘起相転移と呼ばれる結晶構造変化に伴う体積の膨張により、ジルコニアはクラックの進行を抑えることができる。(図1)

このようなジルコニアにNd:YAGレーザーを照射すると図2のように火花が出て、ジルコニア表面に黒色変化が認められる。これはレーザーの光熱効果によりジルコニア表面のレーザー照射部分だけが酸素欠乏となった結果である。図3またジルコニアはきわめて低い熱伝導率のためレーザー照射部分だけにレーザーの熱エネルギーが蓄積し、局部的にきわめて高い温度に上昇し、融解温度にまで達する。照射を終了すると冷却が始まり、融解→凝固→冷却(液相→立方晶→正方晶)の過程で亀裂が発生し、強度が著しく低下する¹⁾。

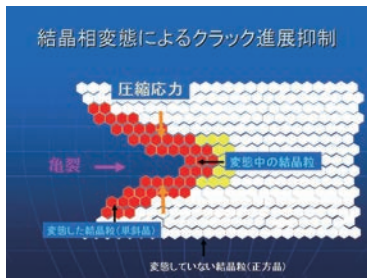


図1 ジルコニアの応力誘起相転移の図

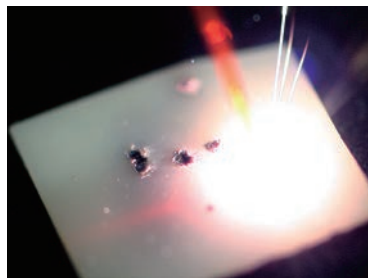


図2 ジルコニア表面にNd:YAGレーザーを照射した写真。火花を散らし黒色の変化を認める

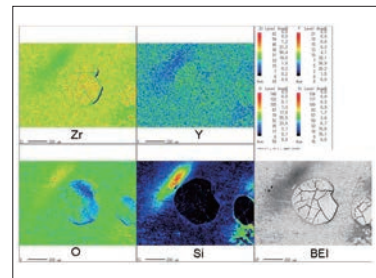


図3 元素分析の結果酸素(O)とケイ素(Si)の減少を認めた

Nd:YAGレーザー照射によりジルコニアの強度はどの程度変化するのか？

図4,5のように3点曲げ強さで約半分、ビッカース硬さも約半分になることがわかる。Nd:YAGレーザーの照射条件によらず強度低下が認められるため、安全性確保のため、弱めの照射強度100mJ、1.5Hzが推奨される。また炭酸ガスレーザー及びEr:YAGレーザーでは顕著な変化を認めなかった²⁾。

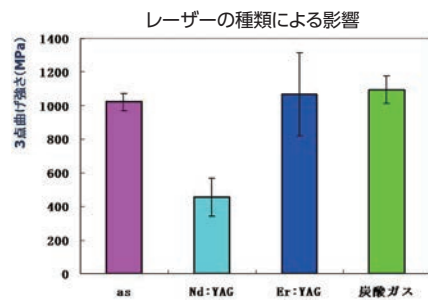


図4 Nd:YAG(100mJ/15Hz/1.5W) Er:YAG(1pps/50mJ) 炭酸ガス(4.0W照射時間5ミリ秒)で照射後のジルコニアの3点曲げ強さ

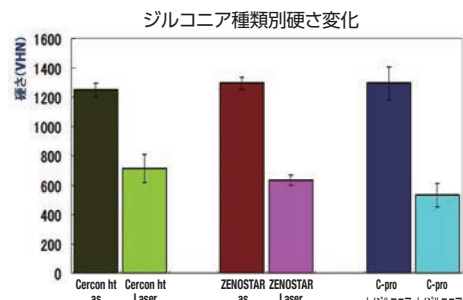


図5 Nd:YAG(100mJ/15Hz/1.5W)照射後の各種ジルコニアの硬さ変化

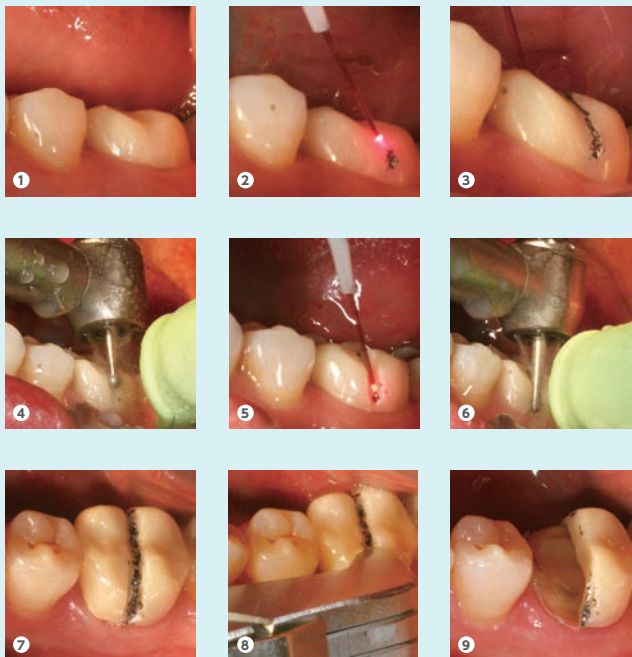
以下に口腔内でジルコニアクラウンを撤去した例を用いて具体的な手順を紹介する。
 基本的には以下の3つのステップにより構成される。

- 1.Nd:YAGレーザー照射によりジルコニア表面に損傷を与える
- 2.ダイヤモンドポイントなどで機械的に損傷部を除去し溝を形成
- 3.溝にクラウンプリッティングプライヤーなどを挿入しクラウンを割る

臨床応用例 1

- ① 左下6番のジルコニアフルクラウンの除去を行う
- ② Nd:YAGレーザー(100mJ、15Hz、1.5kW)照射により頬舌的に黒色変化で線を引く。レーザーの照射はエアークーリングをしながら行う
- ③ 松風340ダイヤモンドポイントにより黒色部を削除しこの溝に沿ってジルコニアは最終的に破断する
- ④ 再度レーザー照射する
- ⑤ スプリッティングプライヤーを挿入するための溝を形成するため、松風101ダイヤモンドポイントで黒色部を削除する
- ⑥ 削除している途中で硬さを感じた場合は切削を中止して再度レーザーを照射しスプリッティングプライヤーの挿入できる深さの溝を形成する。深さが確保できれば支台までスリットを形成する必要はない
- ⑦ レーザーを照射し再度ジルコニアに損傷を与える
- ⑧ スプリッティングプライヤーを挿入しジルコニアを近遠心に押し広げ割る
このとき両隣に歯が押され患者さんが圧痛を感じる場合があるので、一声かけることが望ましい
- ⑨ 支台歯を傷つけることなく撤去完了

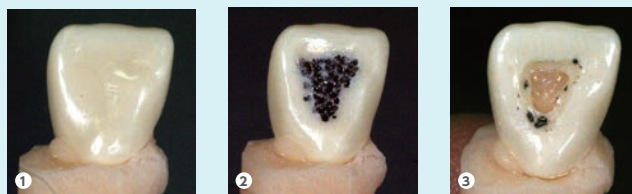
どうしても補綴物の撤去を行わずに再治療を行いたい場合は舌側からの穴あけにも応用できる



臨床応用例 2

- ① レーザー照射によりくりぬきたい部分に損傷を与える
- ② ダイヤモンドポイントを用いて黒色部をくりぬいていく
- ③ 金属を用いていないので根管治療を行う際にエンドメータの使用が可能である

レーザー照射により黒色変化の認められたところをラウンドバーにて穴をあける。これにより補綴装置を除去せずに口蓋側からの根管治療が行える



どちらの方法も慣れは必要であるがおおむね5分程度で可能となる。

最後にインプラント上部構造においても今回の方法は応用できるが、インプラント体に直接Nd:YAGレーザーを照射してしまうとチタンに損傷を与えてしまうため、十分に注意をしていただきたい。

参考 論文

- 1) Noda, M., Okuda, Y., Tsuruki, J., Minesaki, Y., Takeuchi, Y., Ban, S.: Surface damages of zirconia by Nd:YAG dental laser irradiation. Dental Materials Journal, 29(5): 536~541, 2010.
- 2) 奥田 祐司, 伴 清治: 口腔内治療用Nd:YAGレーザーを活用したジルコニアフルクラウンの撤去方法-支台歯を傷つけず"5分"でできる"臨床テクニック. 補綴臨床, 47(5): 496~502, 2014

ジルコニア修復物を装着した歯への再治療時におけるインパルスデンタルレーザーの応用

亀戸デンタルオフィス 奥田 祐司 院長 愛知学院大学歯学部未来口腔センター 客員研究員

患者の審美要求の増加、CAD/CAM機器の開発、セラミックス技術の進歩に伴い、オールセラミック修復物は現在審美治療を行う上で欠かせない物となってきている。とりわけジルコニアセラミックスは優れた強度と化学的安定性のために、オールセラミック修復の中心素材となってきている。反面、ジルコニアはその高い強度ゆえに、再治療が必要になった場合撤去の困難さが懸念されており、使用を控える臨床家も多い。そこで、今回は口腔内用Nd:YAGレーザーであるインパルスデンタルレーザーを用いてジルコニア修復物にダメージを与え撤去を簡単に行う方法を紹介する。またその応用として、ジルコニアクラウンの穴あけについても解説する。



Nd:YAGレーザー照射によりジルコニア表面はどう変わるのか？

ジルコニアはその温度により3つの結晶構造を有し(単斜晶、正方晶、立方晶)、室温では通常単斜晶で存在する。歯科用ジルコニアは通常イットリウム、セリウム、カルシウム、マグネシウムなどのイオンを固溶させて、正方晶、立方晶を安定化させている。正方晶は3つの結晶構造の中で一番小さく、正方晶で安定化させることによりジルコニアはセラミックスにおいては特異的に高い強度を持つこととなる。すなわち、応力誘起相転移と呼ばれる結晶構造変化に伴う体積の膨張により、ジルコニアはクラックの進行を抑えることができる。(図1)

このようなジルコニアにNd:YAGレーザーを照射すると図2のように火花が出て、ジルコニア表面に黒色変化が認められる。これはレーザーの光熱効果によりジルコニア表面のレーザー照射部分だけが酸素欠乏となった結果である。図3またジルコニアはきわめて低い熱伝導率のためレーザー照射部分だけにレーザーの熱エネルギーが蓄積し、局部的にきわめて高い温度に上昇し、融解温度にまで達する。照射を終了すると冷却が始まり、融解→凝固→冷却(液相→立方晶→正方晶)の過程で亀裂が発生し、強度が著しく低下する1)。

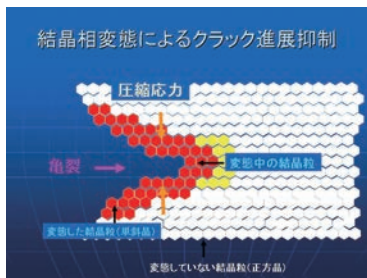


図1 ジルコニアの応力誘起相転移の図

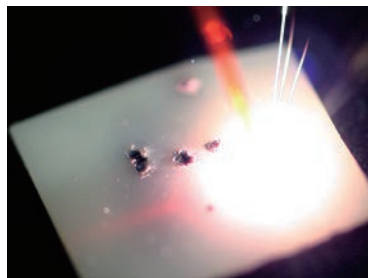


図2 ジルコニア表面にNd:YAGレーザーを照射した写真。火花を散らし黒色の変化を認める

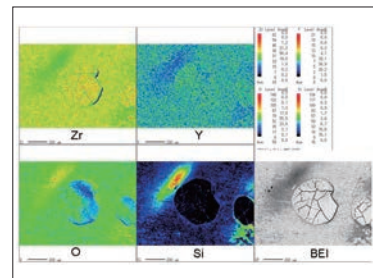


図3 元素分析の結果酸素(O)とケイ素(Si)の減少を認めた

Nd:YAGレーザー照射によりジルコニアの強度はどの程度変化するのか？

図4,5のように3点曲げ強さで約半分、ビッカース硬さも約半分になることがわかる。Nd:YAGレーザーの照射条件によらず強度低下が認められるため、安全性確保のため、弱めの照射強度100mJ、1.5Hzが推奨される。また炭酸ガスレーザー及びEr:YAGレーザーでは顕著な変化を認めなかった2)。

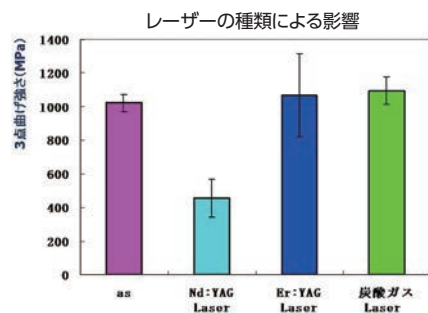


図4 Nd:YAG(100mJ/15Hz/1.5W) Er:YAG(1pps/50mJ) 炭酸ガス(4.0W照射時間5ミリ秒)で照射後のジルコニアの3点曲げ強さ

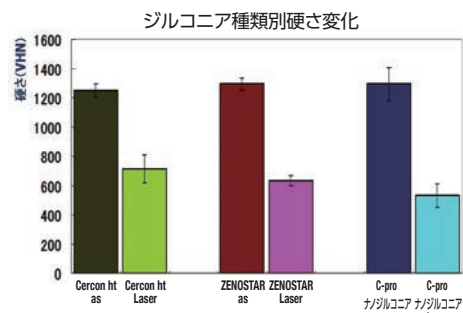


図5 Nd:YAG(100mJ/15Hz/1.5W)照射後の各種ジルコニアの硬さ変化