

生活歯クラックへの対応

セラミックスを用いた接着修復の臨床シナリオ



University of Sydney Director at Wdental & InnerWest Dental Sydney
歯科医師

Anthony Mak (アンソニー・マック)



略歴・所属団体◎2002年 シドニー大学歯科学部卒業。2007年 シドニー大学大学院臨床歯科研究科口腔インプラント専攻修了。2003年～ シドニー大学歯学部准講師。2003～2004年 シドニー大学歯学部クリニカルアソシエイト。2019年～ 臨床歯科大学院口腔インプラント研究科の執行委員企画部
GCヨーロッパ・保存修復アドバイザー委員会／オーストラリア歯科医師会／シドニー大学同窓会執行委員会／バイオエミュレーション会員・オーストラリアチームリーダー

Private Practice, Melbourne, Australia
歯科医師

Andrew Chio (アンドリュー・チオ)



略歴・所属団体◎1995年 メルボルン大学歯学部卒業 (First class honors: BDSC)。1996年～2003年公的機関およびプライベート歯科医院に勤務。2003年よりArawataデンタルセンター (オーストラリア・メルボルン)
GCオーストラリア保存修復アドバイザー委員／オーストラリア補綴歯科学会理事

はじめに—Introduction

生活歯に生じるクラックは、日々の診療でよく遭遇する。多くの場合、歯科医師はこのクラックに対応するため、診断し、理想的な治療法を決定する必要があるが、明確で広く受け入れ

られているコンセンサスはなく、治療は困難である。

今回は、「生活歯に生じる症状のないクラック」と「症状の伴うクラック」に重点をおいて、よく遭遇するクラック

の種類について考察する。さらに、同一患者さんの連続した2つの症例で、これらの管理について詳述する。

クラックの種類と対応—Defining the Crack Type/Management

米国歯内療法学会は、歯に認められるクラックを5つのカテゴリーに分類しており¹⁾、今回はこの5つのカテゴリーをもとに対応した。

その5つのカテゴリーとは、①Craze lines、②Fractured cusp、③Cracked tooth、④Split tooth、⑤Vertical root fractureである (図A)。

①Craze lines

歯に認められるクラックで最も頻度が高く、最も懸念の少ないのは、エナメル質内にとどまる亀裂線である。亀裂線は、修復治療は不要で、歯と罹患部に変化がないか経過観察するだけでよい。

②Fractured cusp・③Cracked tooth

この2つは、比較的術者の主観によって管理されており、クラックの程度、術者の経験や患者さんの症状によって対応が異なると思われる。

④Split tooth

クラックが歯の歯冠部から歯根面へとつながる。クラックが根尖方向にあまり広がっていなければ、歯の挺出ができる場合がある。しかし、クラックが根尖近くまで広がっていると、抜歯しなければならない場合が多い。

⑤Vertical root fracture

垂直性歯根破折と診断された歯は、一般的に抜歯適応となる。

Classification 分類	Origin 起点	Direction 方向	Symptoms 症状	Pulp status 歯髓の状態	Prognosis 経過予想
①Craze lines	歯冠	一定方向	無症状	生活歯髓	非常に良好
②Fractured cusp	歯冠	近遠心または頬舌方向	軽度の痛み (咬合痛や冷水痛)	ほぼ生活歯髓	良好
③Cracked tooth	歯冠・歯根	近遠心しばしば歯の中心	急性の痛み	症例による	やや不良(不安):亀裂の深さや程度
④Split tooth	歯冠・歯根	近遠心	顕著な痛み	ほぼ根管充填歯	不良(不安):亀裂が多少歯肉縁下を超えている
⑤Vertical root fracture	歯根	頬舌方向	歯周病時のような 漠然とした痛み	ほとんど 根管充填歯	不良(不安):歯根分割抜去



図A 米国歯内療法学会が分類した5つのクラックにおけるそれぞれの特徴(出典 Hasan S, Singh K, Salati N. Cracked tooth syndrome: Overview of literature. Int J Appl Basic Med Res. 2015 Sep-Dec;5(3):164-8.)とイメージイラスト。

文献には、クラックについて明確な治療法は示されていない。また、無症状のクラックが生じた歯に修復治療が必要になる時期についても、明確な推奨はない。依然としてクラックの修復による管理では、咬頭の保護、接着による補強と咬合調整を行うことで、歯

がたわんでクラックが拡大するのをある程度抑制することが目標となる。

また留意すべきは、クラックの予後が常に不確かだということである。歯が理想的に修復された場合でさえ、クラックが進行するおそれが常にある。Krellら²⁾とWuら³⁾の研究では、可逆性

歯髓炎の兆候や症状を伴う歯に早期にクラックが確認され、クラウンが装着された場合、3~6年の間に症例の約20~30%で歯内治療的介入が必要になることが明らかにされている。

症状のないクラックと症状を伴うクラック—Asymptomatic vs Symptomatic cracks

■ 症状のないクラック

症状のないクラックや不完全破折がより深刻な合併症につながるエビデンスがある^{2, 4~9)}が、歯が破折する危険

性の有無や修復の介入が必要な時期については、ほとんどコンセンサスが得られていない¹⁰⁾。

● 症状のないエナメル質クラック

従来のクラックの分類では、エナメル質クラックの背後にある病変の可能性に重点が置かれていなかったが、現在、無症状のエナメル質クラックに関

するいくつかの報告がされている。Clarkら¹¹⁾は、象牙質クラック、う蝕やクラックからの微少漏洩の可能性など、潜在的な病状のリスクに基づき無

症状のエナメル質クラックを分類し、リスクが高くなるほど、無症状であっても歯の修復を強く推奨している¹²⁾。

● 症状のない象牙質クラック

現在入手可能な文献では、症状の伴うクラックの治療に重点が置かれているが、象牙質クラックは構造的なクラックと見なされるべきであることから、

無症状の象牙質クラックの管理には症状の伴うクラックの治療に用いられる原則を適用できると思われる。どのような介入であっても、その目的はクラ

ックの進行を予防、抑制し、好ましくない病的な転帰を防ぐことである⁶⁾。

■ 症状の伴うクラック

歯の破折の臨床的な兆候や症状は、破折の程度や位置により様々である^{13, 14, 15)}が、主な症状として咬合時痛および温度変化、特に冷温での知覚過敏が挙げられ、甘みへの知覚過敏も報告されている¹⁸⁾。圧からの解放に伴う疼痛も一貫した症状である^{13, 16, 17)}。Cracked tooth syndrome (CTS、亀裂歯症候群)は、上記の症状を持続的に伴う不完全破折の推定診断に使用される用語である。

クラックが歯髄複合体に伸展する

と、歯内に兆候や症状が起こりうる。

CTSの治療において広く受け入れられている修復プロトコルはなく¹⁹⁾、文献で報告されている従来からのCTSの治療法には、「残存歯質を支持し、クラックの拡大予防や抑制をするための咬頭被覆」などがあり、上記の基準に合致するコア築造と全部被覆冠による治療は、相当数の開業医が第一選択とする修復法として報告されている²⁰⁾。

より保存的な方法として接着修復のプロトコルを使用することも、破折歯の

修復において有望な選択肢である^{21, 22)}。接着修復は「力の分散」や「破折拡大リスクの減少」により機能の保護につながり予知性が高く²³⁾、形成された歯は接着修復により安定するという研究報告もある^{24, 25)}。また、ファイバー強化型コンポジットレジン (国内未発売) を接着修復に活用することにより、応力の分散・吸収、クラックの改善につながり、破折歯の更なる悪化を防ぐことができることも示されている^{26~29)}。

Case report 1

ここでは、リチウムシリケートガラスセラミックス (イニシャル LiSiプレス) を用いて上顎右側臼歯部を修復した症例を提示する。治療は2年間にわたり行った。また、発現時の症状とクラックの種類に応じて、異なる形態の接着性セラミックス修復物で修復した。

●初期の所見

年齢・性別: 63歳女性

主訴: 6]の修復物の再治療のため来院

所見: 6]は大きなアマルガム修復後、遠心頬側咬頭部が破折し、グラスアイオノマーセメントで暫間修復されていた。修復物の口蓋側マージン部はアマルガムと歯の間に隙間が認められ、食渣の陥入が生じていた。7]は、頬側中央部、口蓋側中央部、遠心辺縁隆線に

エナメル質クラックが認められ、修復治療が必要であった。遠心辺縁隆線のクラックはエキスプローラーで検知でき、食渣も挟まっており、Clarkら¹¹⁾のガイドラインにより、介入の適応であった。両臼歯の歯内および歯周の評価は健康な正常範囲内であり、異常所見はなかった。



1-1 上顎右側臼歯部の術前所見。

●6]と7]の治療計画

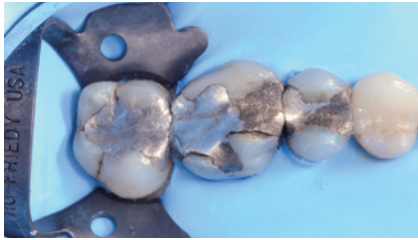
上顎右側臼歯部を一度に修復する治療計画を検討したが、この計画は時間と経済的な理由により、患者さんに受け入れられなかった。

文献のエビデンスに基づき、リチウムシリケートガラスセラミックス (イニシャル LiSiプレス) を用い、間接法で6]と7]の咬頭を完全に被覆するとい

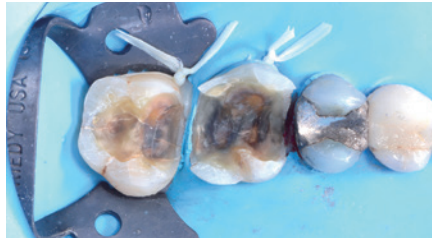
う治療計画を立てた。古いアマルガム修復物を除去したところ、窩底内に症状のない象牙質クラックが明らかに観察された。接着性セラミックスアンレーは、クラックの拡大を予防、抑制し、好ましくない病的な転帰を予防することを目的とし、このようなクラックを管理できると思われる。

材料の選択も長期的な研究により裏付けられており、イニシャル LiSiプレスなどのリチウムシリケートガラスセラミックスは、機能性や審美性の回復につながる持続性のある方法として理想的であり、低侵襲な介入により残存歯質の喪失が最小限に留められた。

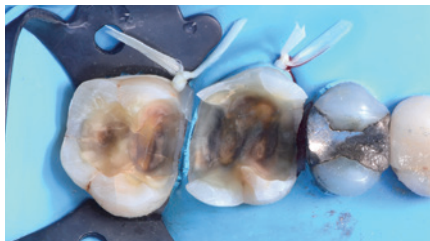
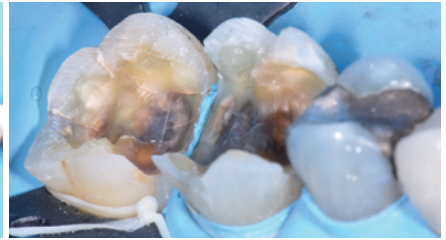
● 6]と7]の修復



1-2 麻酔し、ラバーダム防湿を行った。ラバーダムにより形成と接着処理の最初から最後まで清潔で乾燥した術野を維持することは、極めて重要である。



1-3 破折したアマルガム修復物やう蝕部分を除去し、窩洞形成した後の 6]と7]。



1-4 鋭利な内側隅角をすべて丸め、応力が集中する部位が生じないようにしたうえで、象牙質を接着に最適な状態にするべく窩洞のエアーアブレーションを行った。



1-5 エナメル質をセレクトィブエッチングし、G-プレミオ ボンドを塗布、光重合した。形成した窩洞内の不整なくぼみを埋め、さらに接着ハイブリッド層を補強するため、フロアブルコンポジットレジンに薄く一層窩洞内に流し、光重合を行った。

Immediate dentin sealing (IDS、即時象牙質シーリング)

1-5で行っているのはImmediate dentin sealingと呼ばれる処置である。形成後印象採得前に象牙質をコンポジットレジンでコーティングすることで、セラミックス修復物と歯質との接着の最適化と、術後疼痛のリスクを低減する。



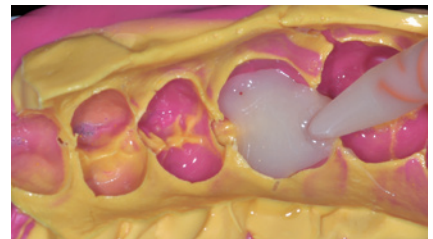
1-6 エナメル質マージンの修正と、余剰アドヒーシブやコンポジットレジンのバリを取り除くため、超音波インスツルメントで形成の最終仕上げを行った。



1-7 圧排糸で歯肉圧排を行い、形成歯と咬合関係を口腔内スキャナでデジタル印象採得した。



1-8 6]と7]のIDS終了時のデンタルX線写真。



1-9 暫間補綴物は、部分印象により作製したシリコンコアにテンプスマート（デュアルキュア型テンポラリー用コンポジット）を注入し、完成させた。

リチウムシリケートガラスセラミックの修復物を歯科技工所で製作した後、患者さんの2回目の来院時に、暫間修復物を取り外し、残ったすべての仮着セメントを超音波スケーラーで除去した。修復物の試適前に形成部にエアアブレーションを行い、表面を確実に清掃して付着物がない状態にした。27 μ mの酸化アルミニウムを弱圧で使用すると、塗布したボンディング材や

歯質が除去されるリスクがそれほど大きくなく³⁰⁾、理想的に形成面が清掃できることが十分に証明されている。IDSを用いる場合、エアアブレーションはIDS処理面を再活性化させる役割も果たす³¹⁾。

その後修復物を試適して、適合、マージン、隣接面コンタクトポイントが適切かを確認した。

修復物を試適した後、修復物の内

面、適合面の清掃と、適切なプライマー(G-マルチプライマー)でシランカップリング処理を行った。研究により、シランカップリング処理した修復物を熱処理するとコンポジットレジンのガラスセラミックスへの接着強度が向上されることが示されている^{32~34)}ため、熱処理も行った。



1-10 歯科技工所で製作された 6]と 7]のイニシャル LiSiプレス修復物。

接着手順として 6]と 7]を順次個別に接着処理することにした。

まず、7]をラバーダムで術野を防湿した後、35%リン酸ジェルでエナメル質とIDS処理面を15~20秒間エッチングし十分に水洗した。

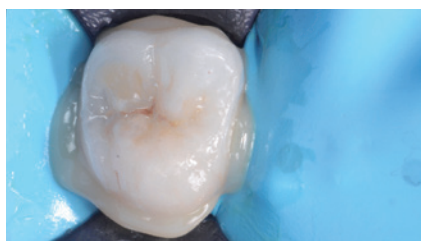
形成部にG-プレミオ ボンドを一層塗布し、光重合した。続いて 7]の修復物を、フロアブルコンポジットレジジン(シェードA2)を使用して接着した。研究

により、光重合型フロアブルコンポジットレジンをガラスセラミックス材料で作製された間接法修復物の接着材料として使用した場合、高照射量の重合器を使用し照射時間を延長することで、十分に重合されることが示されている。

セメント除去処理中は一定の力をかけながら装着を維持し、ブラシ、インスツルメント、フロスを使い、余剰セメントの大部分を除去した。途中で圧を

緩めると、セメント層にギャップや空隙が生じる可能性がある。

すべての光重合処理中に不注意に歯髄を損傷しないよう修復物の各面をエアで冷却しながら光重合し、その後、エアや水で冷却した。マージン部にエアバリヤー材を一層塗布し最終光重合を完了した。こうすることで、修復物と歯の界面に重合が不十分な酸素阻害層が生じない。



1-11 フロアブルコンポジットレジジン(シェードA2)で 7]にイニシャル LiSiプレス修復物を接着した。



1-12 7]の余剰セメントを除去した。次に 6]を防湿し、7]と同じ手順で接着処理を行った。



1-13 6]と 7]の接着処理が完了した状態。

ラバーダムを除去後、ファインのダイヤモンドポリッシングバーで咬合調整を行い、セラミックス用シリコーンポイントで研磨を行った。

図1-14、1-15より、装着直後のイニシャル LiSiプレスが光学的かつ機能的に一体化されていることがわかる。



1-14 術直後の 6と7の頬側面観。



1-15 術直後の 6と7の咬合面観。

Case report 2 Case report 1 と同一の患者さん

●第1段階から2年後の所見

年齢・性別: 65歳女性

主訴: 6と7の修復から2年間安定していたが、咀嚼時に5に違和感を覚え始めて来院

所見: 口腔内を詳しく検査したところ両小臼歯は生活歯であり、深いポケット

トは検出されなかった。また、デンタルX線検査で、根尖部に病巣は見られなかった。打診と触診でも注目すべき反応はなかったが、バイトスティックで検査した際に、解放による疼痛が5の頬側咬頭に確認され、CTSと診断した。



2-1 4と5の術前所見。

●4と5の治療計画

CTSの歯の修復において、ファイバー強化型コンポジットレジンで内部固定して補強する方法が有効と考えられるため、今回は4と5をファイバー

強化型コンポジットレジンによる支台修復(コア築造)とイニシャル LiSiプレスで修復することにした。これであれば、クラウンにより小臼歯の唇側面を

被覆でき、患者さんが笑ったときに修復物マーゲンが見えてしまうおそれもない。

●4と5の修復



2-2 術中の4と5。



2-3 アマルガム修復物とう蝕を除去し、窩洞形成した後の4と5。5に、窩底に沿って近心から遠心に伸びるクラックが認められる。



2-4 5のクラックを補強するため、ファイバー強化型フロアブルレジンとフロアブルコンポジットレジン(シェードAO2)を用いてコア築造と支台歯形成を行った。短いファイバーが窩底のクラックに入り込むことで、クラックの継続的なたわみと拡大を防ぐことが可能である。



2-5 4と5の支台歯形成後のデンタルX線写真。



2-6 圧排糸で歯肉圧排し、口腔内スキャナでデジタル印象採得を行った。



2-7 歯科技工所で製作された4と5のイニシャル LiSiプレス修復物。



2-8 接着の準備として4と5にラバーダム防湿を行った。



2-9 エアーアブレーション処置後、形成部にセレクトティブエッチングを行い、G-プレミオ ボンドを塗布し光重合した。



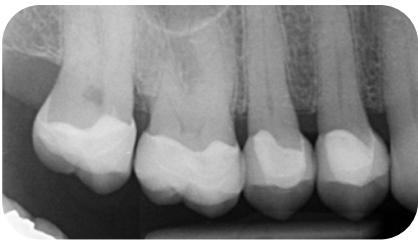
2-10 ジーセム リンクフォース (オペークシェード) を用い、シランカップリング処理などを済ませたイニシャル LiSiプレス修復物を接着した。



2-11 術直後の咬合面観。



2-12 術直後の頬側面観。



2-13 術後1週間の7654のデンタルX線写真。



2-14 術後1週間の咬合面観。5の咬合痛が完全に解消した。



2-15 6と7は2年6ヵ月、4と5は6ヵ月経過時の咬合面観と頬側面観。



結論—Conclusion

本ケースプレゼンテーションは、生
活歯のクラックの管理について現在の
知識を詳述し、様々な症例をリチウム
シリケートガラスセラミックス（イニシ

ヤル LiSiプレス)を用いた接着処置に
よる管理について解説した。ジーシー
社の幅広い接着修復製品で診療を行
うことで最適な材料の組み合わせによ

る有用性が発揮され、こうしたクラック
の修復治療への対応方法はシンプル
にそしてシステム化されている。

●Reference

- Rivera EM, Walton RE. Cracking the Cracked Tooth Code: Detection and treatment of various longitudinal tooth fractures. AAE, Colleagues for Excellence, Newsletter, Summer, 2008.
- Krell KV, Rivera EM. A six year evaluation of cracked teeth diagnosed with reversible pulpitis: treatment and prognosis. J Endod. 2007; 33:1405-1427
- Wu S, Lew HP, Chen NN. Incidence of Pulpal Complications after Diagnosis of Vital Cracked Teeth. J Endod. 2019 May;45(5):521-525.
- Walker BN, Makinson OF, Peters MC. Enamel cracks. The role of enamel lamellae in caries initiation. Aust Dent J. 1998;43(2):110-116.
- Abou-Rass M. Crack lines: the precursors of tooth fractures - their diagnosis and treatment. Quintessence Int Dent Dig. 1983;14(4):437-447.
- Agar JR, Weller RN. Occlusal adjustment for initial treatment and prevention of the cracked tooth syndrome. J Prosthet Dent. 1988;60(2):145-147.
- Pitts DL, Natkin E. Diagnosis and treatment of vertical root fractures. J Endod. 1983;9(8):338-346.
- Bader JD, Shugars DA, Martin JA. Risk indicators for posterior tooth fracture. J Am Dent Assoc. 2004; 135(7):883-892.
- Ailor JE Jr. Managing incomplete tooth fractures. J Am Dent Assoc. 2000;131(8):1168-1174.
- Bader J, Shugars D, Roberson T. Using crowns to prevent tooth fracture. Community Dent Oral Epidemiol. 1996;24(1):47-51.
- Clark DJ, Sheets CG, Paquette JM. Definitive diagnosis of early enamel and dentin cracks based on microscopic evaluation. J Esthet Restor Dent. 2003; 15(7):391-401; discussion 401.
- Ratcliff S, Becker IM, Quinn L. Type and incidence of cracks in posterior teeth. J Prosthet Dent. 2001;86(2): 168-172.
- Ehrmann EH, Tyass MJ. Cracked-tooth syndrome: Diagnosis, treatment and correlation between symptoms and post-extraction findings. Aust Dent J 1990;35:105-102.
- Geurtsen W. The cracked-tooth syndrome: Clinical features and case reports. Int J Periodontol Rest Dent 1992;12:395-405.
- Chong BS. Bilateral cracked teeth: A case report. Int Endod J 1989;22: 193-196.
- Cameron CE. The cracked tooth syndrome: Additional findings. J Am Dent Assoc 1976;93:971-975.
- Brännström M. The hydrodynamic theory of dentinal pain: Sensation in preparations, caries, and the dentinal crack syndrome. J Endod 1986;12:453-457.
- Cameron CE. The cracked tooth syndrome. J Am Dent Assoc 1964;68: 405-411.
- Banerji S, Mehta SB, Millar BJ. Cracked tooth syn- drome. Part 2: restorative options for the management of cracked tooth syndrome. Br Dent J. 2010;208(11): 503-514.
- Hilton TJ, Funkhouser E, Ferracane JL, Schultz-Robins M, Gordan VV, Bramblett BJ, Snead RM Jr, Manning W, Remakel JR; National Dental PBRN Collaborative Group. Recommended treatment of cracked teeth: Results from the National Dental Practice-Based Research Network. J Prosthet Dent. 2020 Jan;123(1):71-78.
- Signore A, Benedicenti S, Covani U, Ravera G. A 4- to 6-year retrospective clinical study of cracked teeth restored with bonded indirect resin composite onlays. Int J Prosthodont. 2007 Nov-Dec;20(6):609-16.
- Opdam NJ, Roeters JJ, Loomans BA, Bronkhorst EM. Seven-year clinical evaluation of painful cracked teeth restored with a direct composite restoration. J Endod. 2008 Jul;34(7):808-11.
- Magne P, Oganessian T. CT scan-based finite element analysis of premolar cuspal deflection following operative procedures. Int J Periodontics Restorative Dent. 2009 Aug;29(4):361-9.
- Bremer BD, Geurtsen W. Molar fracture resistance after adhesive restoration with ceramic inlays or resin-based composites. Am J Dent. 2001; 14:216-220.
- Santos MJ, Bezerra RB. Fracture resistance of maxillary premolars restored with direct and indirect adhesive techniques. J Can Dent Assoc. 2005; 7:585.
- Kumar BS, Spoorti P, Reddy J, Bhandi S, Gopal SS, Ittigi J. Evaluation of fracture resistance of reattached vertical fragments bonded with fiber-reinforced composites: an in vitro study. J Contemp Dent Pract. 2013 Jul 1;14(4):573-7.
- Belli S, Dönmez N, Eskitaşcioglu G. The effect of c-factor and flowable resin or fiber use at the interface on microtensile bond strength to dentin. J Adhes Dent. 2006 Aug;8(4):247-53.
- Belli S, Eraslan O, Eskitaşcioglu G, Karbhari V. Monoblocks in root canals: a finite elemental stress analysis study. Int Endod J. 2011 Sep;44(9):817-26.
- Lassila L, Säilynoja E, Prinsi R, Vallittu PK, Garoushi S. Fracture behavior of Bi-structure fiber-reinforced composite restorations. J Mech Behav Biomed Mater. 2020 Jan;101:103444.
- Chaiyabutr Y, Kois JC. The effects of tooth preparation cleansing protocols on the bond strength of self-adhesive resin luting cement to contaminated dentin. Oper Dent. 2008;33:556-563.
- Magne P, So WS, Cascione D. Immediate dentin sealing supports delayed restoration placement. J Prosthet Dent. 2007;98:166-174.
- Barghi N, Berry T, Chung K. Effects of timing and heat treatment of silanated porcelain on the bond strength. Journal of Oral rehab 2000; 27: 407-412.
- Chiayi S, Oh WS, Williams JR. Effects of post silanization drying on the bond strength of composite to ceramic. J Prosthet Dent 2004; 91: 453-458
- Corazza PH, Cavalcanti SC, Queiroz JR, Bottino MA, Valandro LF. Effect of post-silanization heat treatments of silanized feldspathic ceramic on adhesion to resin cement. J Adhes Dent. 2013 Oct;15(5):473-9.

The 5TH INTERNATIONAL DENTAL SYMPOSIUM

2021.4.17SAT ▶ 18SUN

2022.4.16SAT ▶ 17SUN

開催日程変更

会場:東京国際フォーラム

国際歯科シンポジウム
公式アプリ

〈セッション〉
至極の審美修復
～生体調和した審美修復とは～

Anthony Mak先生 ご登壇いただく予定です