

「高透光性ジルコニアの物性比較および臨床範囲に関して」

—光学印象と従来法印象による臨床比較の報告—

坂田 克己 Sakata Katsumi

香川県歯科技工士会所属

(株)シケン

徳島県小松島市芝生町西居屋敷55-1



I.はじめに

2005年ごろから、国内メーカーのジルコニア材料への参入が始まり今日に至っている。ジルコニア登場当初、強度重視で透光性は劣り審美的には陶材を用いて築盛する必要があった。このジルコニアが第1世代ジルコニアと言われている。2011年、歯科用ジルコニア原料のリーディングカンパニーである東ソー株式会社によって、ジルコニア粉末 Zpek が開発されアルミナの含有量を減らすことにより強度を維持し透光性を向上させた高透光性 TZP 型ジルコニアが第2世代である。同ジルコニアの登場により、臼歯部オールジルコニアへの対応が可能になった。2014年に同社がジルコニア粉末 Zpek Smile を開発した。イットリアの含有量を増加し立方晶領域を増加することで結晶構造は安定し、強度は低下するが TZP 型ジルコニアと比較すると透光性に優れている高透光性 PSZ 型ジルコニアの登場が第3世代である。同ジルコニアの登場により、前歯部フルジルコニアへの対応が可能になった。このように歯科用ジルコニアの臨床応用は、前歯部の審美領域にも十分対応できる素材になっており、化学的耐久性にも優れているジルコニアの需要は、今後も増えてくると予測される。また近年、ジルコニアの加工において CAD/CAM システムが必要不可欠であり、その歯科用 CAD/CAM システムの需要は増し精度は年々向上していることから急激に普及している。

現在、各メーカーで高透過性 PSZ 型ジルコニアをラインナップに加えているが、メーカーによって商品名もハイトランス、スーパートランス、ウルトラトランスと様々である。試験規格も同一基準でないことから正しい認識を得るため、試験規格を同条件にした状態で物性比較を行った。あわせて臨床データから見る適応範囲も考察した。口腔内スキャナを使用した光学印象においても、シロナ・コネクシステム(口腔内光学印象、ミリングシステム)に始まり、光学印象機器の薬事承認を得ているメーカーは増えてきている。口腔内光学印象データを歯科技工所へ転送して、歯科技工物を製作する時代になっており、今後ますます普及すると推測される。本稿では高透光性ジルコニアを使用したデジタル光学印象採得(光学印象口腔内スキャン)と従来法印象の臨床比較を報告する。

II.実験

【材料】

実験に使用したジルコニアディスクは、KZR-CAD ジルコニアディスク SHT(山本貴金属)、ノリタケ カタナ ジルコニア UTML(クラレノリタケ)、アダマンド MD プラス(アダマンド)、BELLEZZA HT(アイキャスト)4メーカーの A3ディスクを用いた。

実験1 3点曲げ強さ試験

【方法】各ジルコニアディスクの中央部を切削し(加工機 BELLEZZA 5X)、試験片を各7枚用意した。

セラミック用試験規格 ISO 6872に基づき試験条件を厚さ 1.2 ± 0.2 mm、幅 4 ± 0.2 mm、支点間距離12mm、各メーカー指定焼成条件に従い試験片を焼成した。(注:クラレノリタケのみ変更、のちに説明)

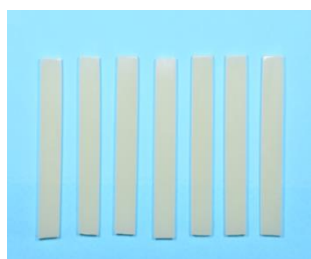
各メーカー試験規格と公表値(図1)

	規格	強度(MPa)
アダマンド MD プラス	JIS R1601	1100
アイキャスト BELLEZZA HT	ISO 6872・2008	650
山本貴金属 SHT	JIS T6526・2012	770
クラレノリタケ UTLM	ISO 6872・2008	557

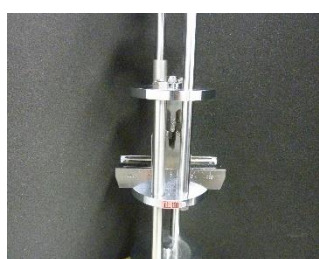
各メーカー指定焼成スケジュール(図2)

	メーカー指定	実施条件
アダマンド MD プラス	1450度まで毎分5度で昇温 1450度で2時間係留後放冷	メーカー指定条件
アイキャスト BELLEZZA HT	1450度まで毎分5度で昇温 1450度で2時間係留後放冷	メーカー指定条件
山本貴金属 SHT	1000度まで2時間かけて昇温 1450度まで4.5時間かけて昇温 1450度で2時間係留後放冷	メーカー指定条件
クラレノリタケ UTLM	550度まで毎分10度で昇温 1550度で2時間係留 毎分10度で降温	注)1550度まで毎分5度で昇温 1550度で2時間係留 毎分5度で降温

試験片研磨は耐水ペーパー#320,#600,#1200の手順で研磨を行い試験片とした。試験装置は SHIMAZU 製 AG-15 kN を用い、クロスヘッドスピード1mm/min で曲げ強さ試験を実施した。同時に経過観察として水中、水酸化ナトリウム、塩酸の溶液に浸漬し3カ月後と6カ月後の強度試験の計測も行った。



曲げ試験片



曲げ試験器具



浸漬状態



BELLEZZA 5X

クラレノリタケ焼成スケジュールの変更について(図2)

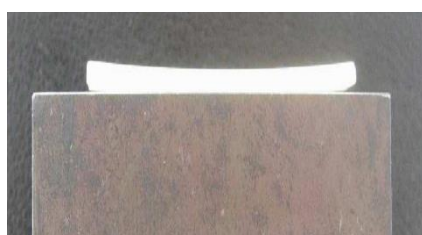
メーカー指定焼成スケジュールに従い焼成を行ったが、焼成後の試験片体はいずれも反りが発生した。他社も若干の反りが生じたが反りの大きさは次に示す通りである。

山本貴金属 SHT<アイキャスト BELLEZZA HT<アダマンド MD プラス<クラレノリタケ UTLM

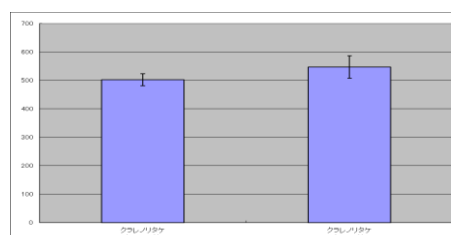
クラレノリタケ UTLM においては極めて反りが強く(図3, 4), 試験片研磨の仕上がりが他社と同じ状態にならないと判断し、反りを抑えるため昇温,降温温度を毎分10℃から5℃に変更した。予備試験比較(図5)として10℃と5℃の試験片を3点曲げ強さ試験を行ったが、標準偏差に大きな差異は認められなかった。



昇温10℃の試験片(図3)



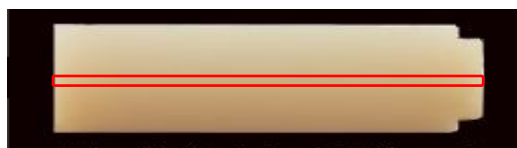
昇温5℃の試験片(図4)



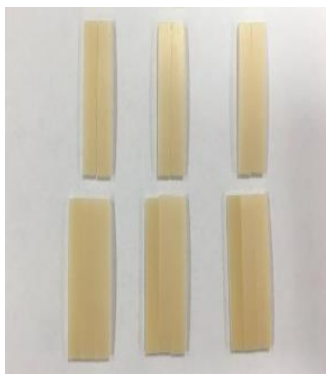
10℃と5℃予備試験比較(図5)

クラレノリタケ UTML 試験片の強い反り発生要因

今回使用したジルコニアディスクの中で、クラレノリタケ UTML は4層からなる多層タイプであり、試験片の切削をディスク中央部(図6)としたにも関わらず、以下のような色調の試験片が切削された。(図7)



クラレノリタケ UTML ディスク(図6)

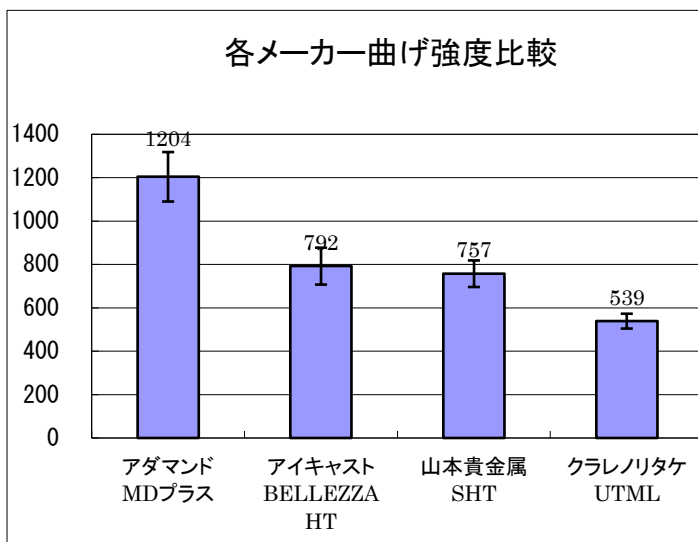


切削後の試験片(図7)

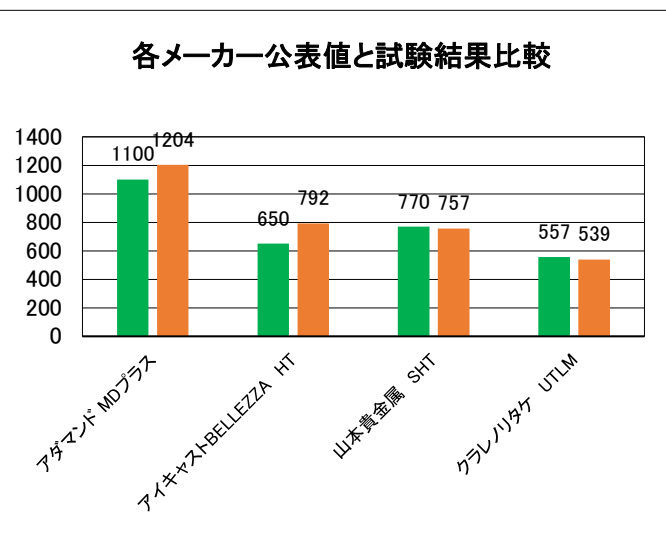
ディスクごとの積層の割合に個体差があり、各層によって収縮が異なると推測される。色調の薄いものは反りが強く、濃いものは反りが弱い。今回、焼成温度と各層の収縮の因果関係は追及できていない。

【結果】

曲げ強さ結果(図8)



公表値比較(図9)



【考察】

結果から(図8)アダマンド MD プラスは1100MPaを超えており、TZP 型のジルコニアである。公表値との比較(図9)では、公表値より非常に高い数値を示している材料もある。このように公表値はメーカーによって下限値を記載しているメーカーもあれば、上限値を記載しているメーカーがあると推測される。グラデーショントイプジルコニアディスクは、強度に影響はないが色層によって収縮率が異なると思われる。

実験2 3点曲げ強さ試験(浸漬後)

浸漬条件

浸漬液: ①塩酸水溶液(pH=1)②水中(pH=7)③水酸化ナトリウム(pH=14)

浸漬期間:

① 37℃浸漬液中で3か月間

② 37℃浸漬液中で6か月間

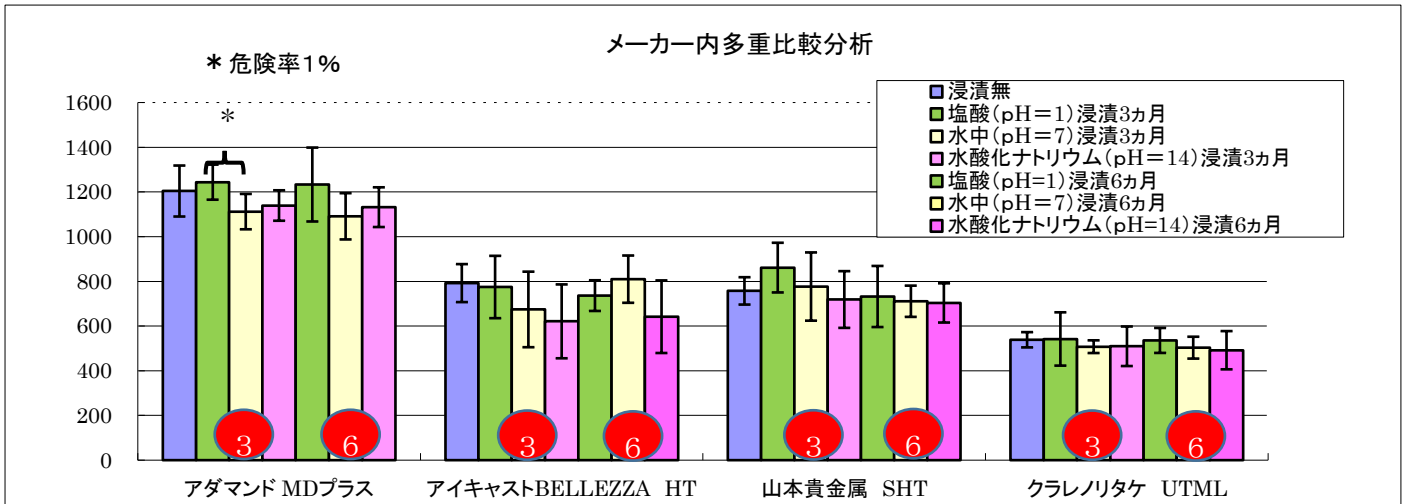
37℃蒸留水中で24時間浸漬をコントロールとして用いた

水酸化ナトリウム浸漬は15ml,その他2種は10mlの褐色瓶に浸漬した。

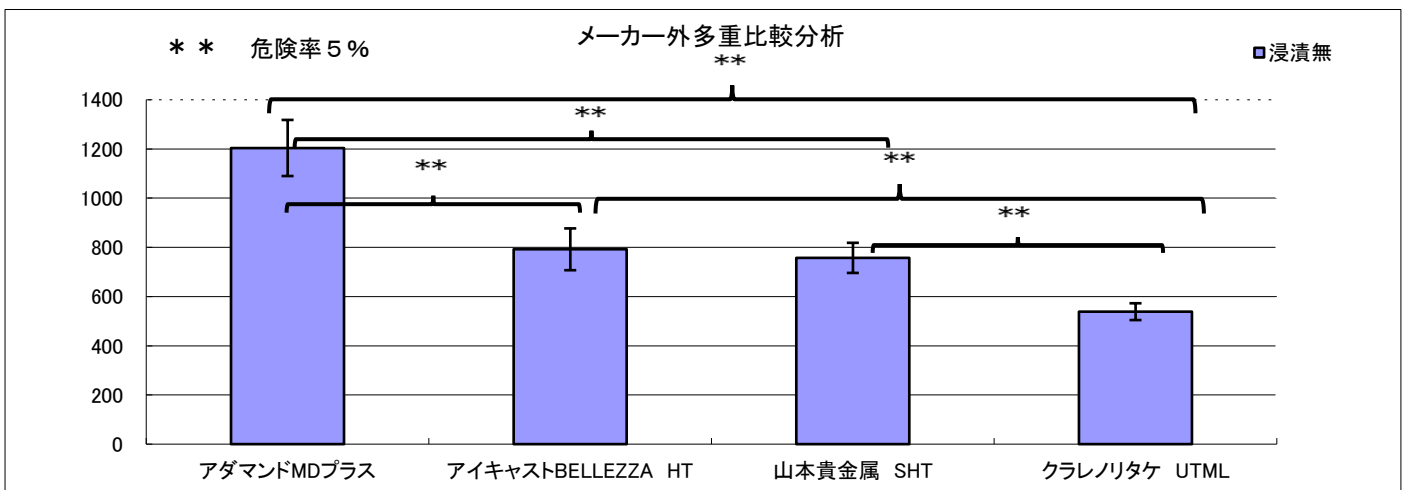
切削条件, 試験規格, 試験片条件, 研磨方法, 使用機械は全て3点曲げ強さ試験時(浸漬なし)と同様である。

【結果】

(図10)



(図11)



【考察】

(図10)から、各メーカーによっては標準偏差値の幅が大きいものや、6か月浸漬より3か月浸漬の方が低下している結果がある。強度に変化があるように見えるが、これらは試験結果の上限值と下限値の差が大きく、極端に大きいものに関しては切削時もしくは焼成時にマイクロクラックが発生している可能性があると考えられる。多重比較分析の結果から(図10～図11)アダマンド MD プラスは、3ヶ月浸漬時の塩酸と水中間に危険率1%の有意差があるが、(原因を追究できず、今回イレギュラーと考える)それ以外の各メーカー内比較ではいずれも有意差は無いとの結果が出ている。このことから物性の変化はなく、水分存在下での強度低下(劣化)はしないと言える。

各メーカー同士の比較分析も行った。この比較分析によって各メーカーの物性の違いが見えてくる。アダマンド MD プラスは強度面だけ見ても他のジルコニアディスクと物性的に異なるが、結果も危険率5%の有意差がある。山本貴金属 SHT、アイキャスト BELLEZZA HT、クラレノリタケ UTML は強度面から同型のジルコニアであるが、山本貴金属 SHT、アイキャスト BELLEZZA HT 間以外では危険率5%の有意差があり、同型のジルコニアではあるが物性的に異なると言える。山本貴金属 SHT、アイキャスト BELLEZZA HT 間には有意差がないことから、この2メーカーは同様の成分を用いたジルコニアと推測される。

実験3 透光性試験

【方法】

各ジルコニアディスクの中央部を切削し(加工機 BELLEZZA 5X)、試験片を各2枚用意した。各メーカー指定焼成条件に従い試験片を焼成した。試験片研磨は、耐水ペーパー#320,#600,#1200の順で研磨を行い試験片とした。使用

測定機器は KONICA MINOLTA 製分光測色計 CM-3600d を用いた。試験条件は大きさ28mm×28mm,厚さ1mm±0.2mm,光源は D65(紫外域を含む昼光で照らされている物体色の測定用光源)視野 10° 測定波長360nm~740nm で行った..



メーカー公表	厚さ	測定波長	透過率
アダマンド MD プラス	-	-	-
アイキャスト BELLEZZA HT	1mm	-	50%
山本貴金属 SHT	1mm	-	51%
クラレノリタケ UTLM	0.5mm	700um	43%

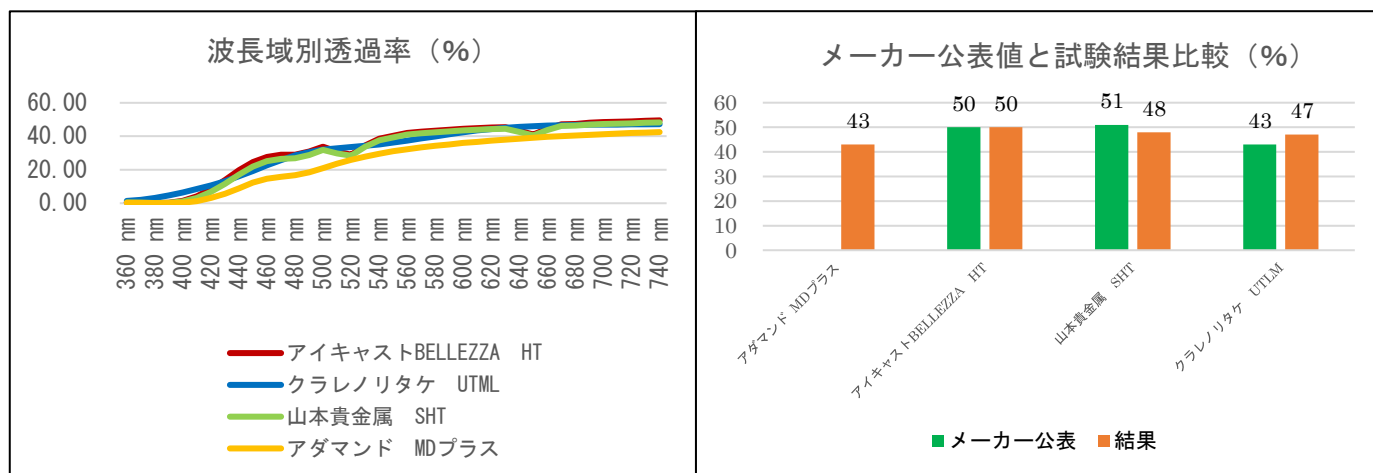
KONICA MINOLTA 製,分光測色計 CM-3600d

各メーカー公表値(図12)

【結果】

透過率測定結果(図13)

メーカー公表値と試験結果比較(図14)



【考察】

結果から(図13~図14)アダマンド MD プラスは3点曲げ強さ結果も踏まえ、TZP 型のジルコニアであり、透過性の数値から高透光性 TZP 型ジルコニアと言える。他3メーカーは公表値とほぼ同等であり、強度結果も踏まえ、透光性が43%以上あることから高透光性 PSZ 型のジルコニアと言える。(図13)から山本貴金属 SHT とアイキャスト BELLEZZA HT は同様の波長域でグラフが屈折しており、多重比較分析の結果(図11)からもこの2メーカー間には有意差はなく、同様の成分を有したジルコニアと推測される。クラレノリタケ UTLM は、試験結果の方が透光性が高く、多層構造によるため測定する層によって結果に違いがあると推測される。

Ⅲ.調査

臨床データから見る適応領域について

全国の歯科医院を対象に高透光性 PSZ 型ジルコニアを使用した臨床データの分析を行った。

調査内容:高透光性 PSZ 系ジルコニアによる臨床領域

対象症例と歯数:フルジルコニアクラウン660症例1188歯,ジルコニアインレー412症例505歯

使用材料:アイキャスト BELLEZZA HT(A シェード)



アイキャスト BELLEZZA HT シェード(図15)

【調査結果】

適応領域(図16)

クラウン		性別		上・下顎		ユニット			ブリッジ		仕上げ	
症例数		男性	女性	上顎	下顎	単冠	連冠	3本 Br	上顎	下顎	ステインあり	ステインなし
合計	660	172	488	311	349	430	41	189	107	82	431	229
		26.1%	73.9%	47.1%	52.9%	65.2%	6.2%	28.6%	56.6%	43.4%	65.3%	34.7%

歯数	部位(1188歯)						
	前歯			臼歯			
	1番	2番	3番	4番	5番	6番	7番
1188	14	106	73	142	218	316	187
	12.3%	8.9%	6.1%	12.0%	18.4%	26.6%	15.7%
	27.4%			72.6%			

インレー		性別		上・下顎		ユニット			仕上げ	
症例数		男性	女性	上顎	下顎	単冠	連冠	3本 Br	ステインあり	ステインなし
合計	412	127	285	161	251	354	27	31	173	239
		30.8%	69.1%	39.1%	60.9%	85.9%	6.6%	7.5%	42.0%	58.0%

歯数	部位(510歯)				
	臼歯				
	4番	5番	6番	7番	8番
510	83	108	192	122	5
	16.3%	21.2%	37.6%	23.9%	1.0%

【考察】

調査結果(図16)からクラウン、インレーともに女性の使用比率が高い。開口時に目立つ下顎での使用も半数以上を示していることから、審美的に優れていると言える。強度においても連冠,Br への使用されており、咬合圧の強い大臼歯部への使用が多い。前歯部へも27.4%使用されており、優れた透過性により前歯部にも対応できている。アイキャスト BELLEZZA HT は A0,A1,A2,A3,A3.5の5色のシェードラインナップを有しており、(図15)ステインを施すことで多様に対応出来る。このことから高透光性 PSZ 系ジルコニアの臨床範囲は、臼歯部3ユニットクラウンおよび前歯部審美領域にも十分に対応できる。

IV臨床例

直接法印象(口腔内光学スキャン)と間接法印象(シリコン印象)による臨床比較

製作方法:直接法 口腔内光学印象→印象データをラボへ→ラボにて歯冠デザイン→ラボにてミリング→歯科医院
 間接法 口腔内シリコン印象→印象をラボへ→模型製作～技工物完成→歯科医院

検証機器:Dentsply Sirona 社 CEREC AC Omnicam 及び3M ESPE 社 True Definition

True Definition(3M)

臨床例1

レジン前装金属冠(山本金属ルナウイング)間接法と フルジルコニアクラウン(アイキャスト BELLEZZA HT)直接法との比較
左上1番2番 A3 ステインあり



間接法(レジン前装金属冠)



直接法(BELLEZZA)



直接法接着後(BELLEZZA)

臨床例2

レジン前装金属冠(山本金属ルナウイング)間接法とフルジルコニアクラウン(アイキャスト BELLEZZA HT)直接法の比較
右下3番 A2 ステインあり



間接法(レジン前装金属冠)



直接法(BELLEZZA HT)



直接法接着後(BELLEZZA HT)

CEREC AC Omnicam(Dentsply Sirona)

臨床例3

フルジルコニアクラウン(アイキャスト BELLEZZA HT) の間接法と直接法の比較
左下5・6・7番ブリッジ A3 ステインあり



間接法(BELLEZZA HT)



直接法(BELLEZZA HT)



直接法接着後(BELLEZZA HT)

臨床例4

ジルコニアインレー(アイキャスト BELLEZZA HT)の間接法と直接法の比較
左上6番 A1 ステインなし



間接法(BELLEZZA HT)



直接法(BELLEZZA HT)



直接法装着後(BELLEZZA HT)

臨床例5

ジルコニアインレー(アイキャスト BELLEZZA HT) 間接法と直接法の比較

左下7番 A1 ステインなし



間接法(BELLEZZA HT)



直接法(BELLEZZA HT)



直接法接着後(BELLEZZA HT)

間接法と直接法比較(図17)

間接法	内面調整	コンタクト調整	咬合調整	マージンショート	形態調整
症例1	無し	あり	あり	無し	無し
症例2	無し	あり	あり	無し	無し
症例3	無し	あり	少し低い	あり	無し
症例4	無し	無し	無し	あり	無し
症例5	印象変形				

直接法	内面調整	コンタクト調整	咬合調整	マージンショート	形態調整
症例1	無し	無し	無し	無し	無し
症例2	無し	無し	無し	無し	無し
症例3	無し	無し	微調整	無し	無し
症例4	無し	無し	無し	無し	無し
症例5	無し	無し	無し	無し	無し

【考察】

(図17)から間接法は、印象エラーによるマージンショート・変形の発生を招くリスクは避けられない、コンタクト・バイト調整に至っても直接法に比べ格段に時間を費やしている。ただ直接法の場合、口腔内スキャニング時は歯肉の圧排や口腔内の環境(乾燥)は必須であり、各種設定値の打ち合わせは歯科医師と技工士間で必要である。

【まとめ】

透過性の高いジルコニアは、透過性に対し強度は相反するものである。高透光性 PSZ 型ジルコニアも優れた透光性を有しているため強度や耐久性に不安を抱いていたが、臼歯であれば3ユニット、審美領域である前歯部にも十分対応出来ると言える。物性的にも化学的耐久性にも優れており、水分存在下でも劣化をしない優れたマテリアルである。しかし、同じ高透光性 PSZ 型ジルコニアであっても、メーカーにより強度の違いがあるため、症例によって使用材料を見極めなければならない。そして、光学印象による補綴物の製作は、従来法印象と比べても同等もしくはそれ以上の精度を有しており、従来法印象時に起こる印象の変形を考えれば、光学印象は優れており、今後ますます普及してくると予測される。

参考文献

ジルコニアの特性を活かした歯科審美修復

伴 清治