

原 著

## 新しい多目的型金合金 (Degunorm) に関する 基礎的・臨床的検討

稲垣 亮一・丹野 雅仁・安藤 申直  
高田 雄京\*・飯島 一法\*・奥野 攻\*  
今野 龍彦\*\*・佐々木 金也\*\*・依田 正信\*\*  
木村 幸平\*\*

東北大学歯学部附属歯科技工士学校

(主任: 木村幸平校長)

\*東北大学歯学部歯科理工学講座

(主任: 奥野 攻教授)

\*\*東北大学歯学部歯科補綴学第一講座

(主任: 木村幸平教授)

(平成7年10月13日受付, 平成7年11月13日受理)

### Fundamental study on and clinical application of a new multi-purpose dental casting alloy (Degunorm)

Ryoichi Inagaki, Masahito Tanno, Nobunao Ando,  
Yukyo Takada\*, Kazunori Iijima\*, Osamu Okuno\*,  
Tatsuhiko Konno\*\*, Kinya Sasaki\*\*, Masanobu Yoda\*\*  
and Kohei Kimura\*\*

*School for Dental Laboratory*

*(Chief: Director Kohei Kimura),*

*\*Department of Dental Materials Science*

*(Chief: Prof. Osamu Okuno),*

*\*\*Department of Prosthetic Dentistry I*

*(Chief: Prof. Kohei Kimura),*

*Tohoku University School of Dentistry*

**Abstract:** Surface roughness of a cast formed by a new multi-purpose casting gold alloy (Degunorm, abbreviated as DN) was measured and compared with that of a platinum-added gold alloy (PGA2, abbreviated as P2), which is presently widely used, and that of a gold alloy specialized for porcelain fusion (KIK, abbreviated as KI). Furthermore, fracture testing of DN-made porcelain fused to a metal crown was carried out for comparison with KI.

This investigation led to the following conclusions:

1. The surface roughness of DN and that of P2 were not significantly different from each other, while the surface roughness of KI was significantly higher than that of the other materials ( $p < 0.01$ ).
2. Fracture testing of porcelain fused to metal crowns in a clinically used form

revealed no significant difference between DN and KI, even though the value for the porcelain fused to metal crowns of DN was 148 kgf on the average, which was lower than the value of 181 kgf for KI.

3. Examples of clinical applications that best utilize the features of this new material have shown that DN can be applied clinically in cases in which application of ordinary alloys is difficult.

**Key words:** gold alloys, multi-purpose type, crown and bridge prosthesis

## 緒 言

口腔内での金属イオンの溶出を防ぎ、僅かなガルバニ腐食をも防ぐという考えから、インレーやクラウン、ブリッジ、金属床、さらに陶材焼付冠にいたるまでの金属を応用した補綴物の金属を、すべて同一の合金で統一する試みは、数年来ヨーロッパなどで行われており、多目的型の鑄造用金合金が開発されるようになってきた<sup>1)</sup>。

このような多目的型の金合金では、従来の単目的型の金合金とは異なり、あらゆる用途に合致するような機械的性質に加え、陶材の焼付性をも備えていることが要求される。これらの厳しい諸特性を満たし、しかも安全な金属元素のみを組成とする合金の開発は難しいのが現状であり、今回開発された合金についても、金属組織や強化機構などの詳細な内容についてはまだ報告されていない。

著者らは、このような新しいタイプの多目的型金合金の、金属組織、機械的性質、熱的性質、腐食溶出について検討を加え、

- (1) 時効硬化により、ほぼ Type IV 金合金に匹敵する硬さが得られた。
- (2) 融解範囲は固相点が 905°C、液相点が 989°C であった。
- (3) 熱膨張曲線は陶材焼付用の金合金とほぼ一致した。
- (4) NaCl 水溶液による溶出試験での耐食性は白

金加金より優れていた。

などの結論を得て、東北大学歯学雑誌第 14 巻 1 号に報告した<sup>2)</sup>。

今回は、この多目的型金合金の臨床的な有効性をさらに探るため、この合金と、従来の代表的な ADA 規格タイプ IV 金合金および陶材焼付用金合金について、鑄造後の表面粗さを測定した。また、この合金を用いて臨床形態に製作した陶材焼付冠の破折試験を行い、従来の焼付用金合金による試料の強度と、比較検討した。さらに、これらの結果をふまえ、この多目的型金合金の特性を生かした 2 臨床例を述べる。

## 材料と方法

### 1. 材 料

実験に使用した多目的型金合金は、Dugusa 社製 Dugunorm (以下略号 DN で示す) であり、対照として用いた白金加金は石福金属製 PGA2 (略号 P2)、従来の陶材焼付用金合金は石福金属製 KIK (略号 KI) である。表 1 に 3 種類の金合金の公表組成ならびに融解温度範囲、表 2 に機械的性質の公表値を示す。

その結果、この合金は P2 同様、ADA 規格タイプ IV<sup>3)</sup> の金合金である白金加金に近い機械的性質を示していることがわかった<sup>2)</sup>。

表 1 実験に使用した各種金合金の公表組成 (mass%)

合 金 (略号)	Au	Pt	Pd	Ag	Cu	In	Zn	Ir	他	融解温度範囲
多目的型金合金 (DN)	73.8	9.0	—	9.2	4.4	1.5	2.0	0.1	—	900- 990°C
白金加金 (P2)	68.0	5.0	2.0	9.2	15.0	—	—	—	0.8	880- 950°C
陶材焼付用金合金 (KI)	85.5	4.0	8.0	0.5	—	—	—	—	2.0	1170-1200°C

(各社カタログによる)

表2 各種金合金の機械的性質

合金 (略号)	耐力 (MPa)		引張強さ (MPa)		伸び (%)		硬さ (Hv)	
	軟化	硬化	軟化	硬化	軟化	硬化	軟化	硬化
多目的型金合金 (DN)	340	500	560	650	14	6	150	230
白金加金 (P2)	—	—	500	794	14	3	175	265
陶材焼付用金合金 (KI)	—		392		4		135	

(各社カタログによる)

## 2. 方法

### 1) 表面粗さ測定

表面粗さの測定は、スライドグラス上で鏡面状に作製した10×15×1 mmのワックスパターンを使用し、図1のように、測定面を上に向け埋没した。DNおよびP2では、石膏系クリストバライト埋没材(松風社製)を、KIではリン酸塩系埋没材(GC社製)を用い、標準混液比にて埋没し、鑄造は、温度管理が可能なCaspack(Dentronics社製)を用い、メーカー指示の融点で行い、酸処理後、測定試料とした。なお、おのこの金属について試料数を10枚とした。

測定は、触針式表面粗さ計サーフコム554A(東京精密社製)を用い、中心線平均粗さ(Ra)と最大高さ(Rmax)を求めた。

### 2) 破折試験

多目的型金合金DNを用いて製作した陶材焼付冠試料の破折強度試験は、上顎左側中切歯を想定し、図2に示すように切縁に歯冠軸に対して45°の角度で静的に線荷重を加え、破折時の荷重を測定した。

メタルコーピングの厚さは0.3 mm、完成後のクラウンの厚さが、ショルダー部で約1.0 mm、唇舌的中央部で約1.5 mm、隣接面および切縁部で約2.0 mmとなるようにし、舌側面の高さの1/2まで金属が露出するいわゆるベニヤタイプとした。

陶材は、あらたに開発されたこの金属専用のDEGUCERAM GOLDを使用した。焼成は、メーカー指示の焼成温度800°Cで行った。この焼成温度は、従来の陶材と比較すると約150°C程度低い。

試料数は5個とし、完成したクラウンを金属支台にリン酸亜鉛セメント(GC社製)にて合着し、23°C、相対湿度50%の室温中に24時間放置後、破折試験を行った。

試験には、オートグラフIS500(島津社製)を用い、クロスヘッドスピードは毎分2.5mmで行った。

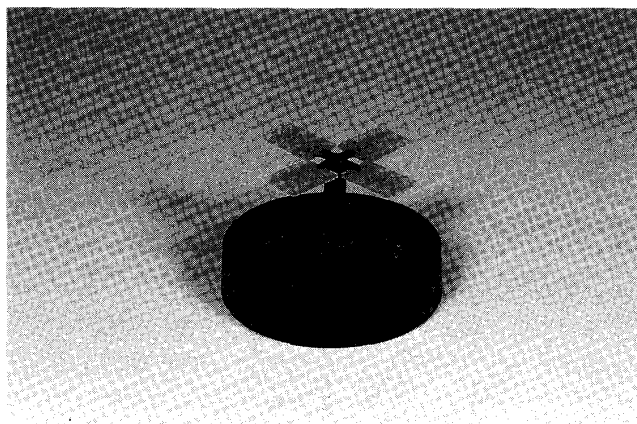


図1 ワックスパターン

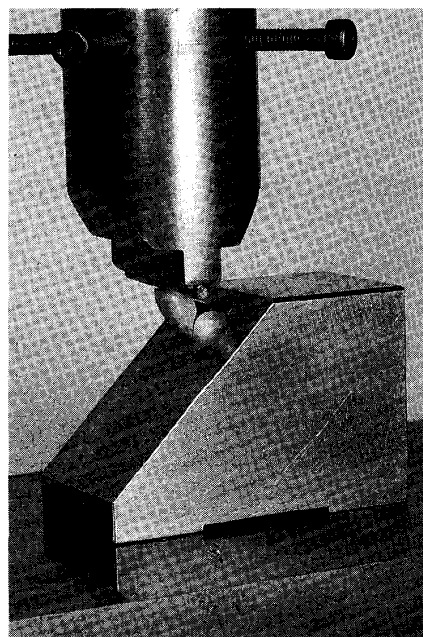


図2 臨床形態の破折試験

この結果を同様に作製した従来の焼付用金合金 KIK とビタ VMK68 陶材を使用した試料の結果<sup>4)</sup>と比較検討した。

なお、P2 は焼付用合金ではないので、破折試験は行わなかった。

## 結 果

### 1. 表面粗さ (図 3)

中心線平均粗さ (Ra) の平均は、DN が  $0.45 \mu\text{m}$ 、P2 が  $0.44 \mu\text{m}$ 、KI が  $0.75 \mu\text{m}$ 、最大高さ (Rmax) の平均は、DN が  $4.2 \mu\text{m}$ 、P2 が  $4.4 \mu\text{m}$ 、KI が  $5.6 \mu\text{m}$  で、いずれの場合も DN と P2 に有意な差は認められなかったが、これら 2 つと KI の間には、1% の危険率で有意差が認められた。

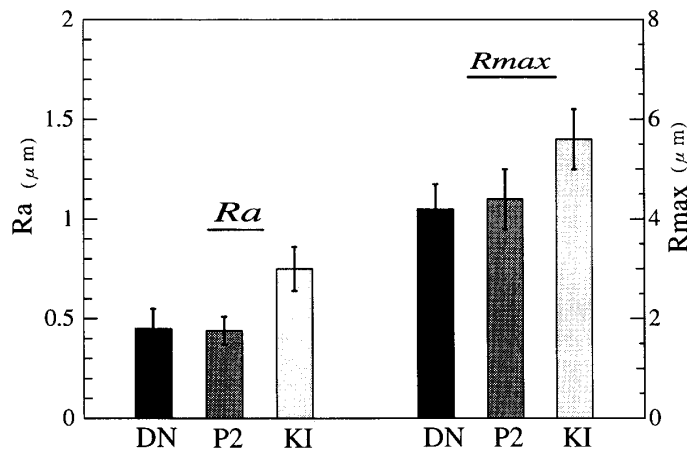


図 3 鑄造体の表面粗さ

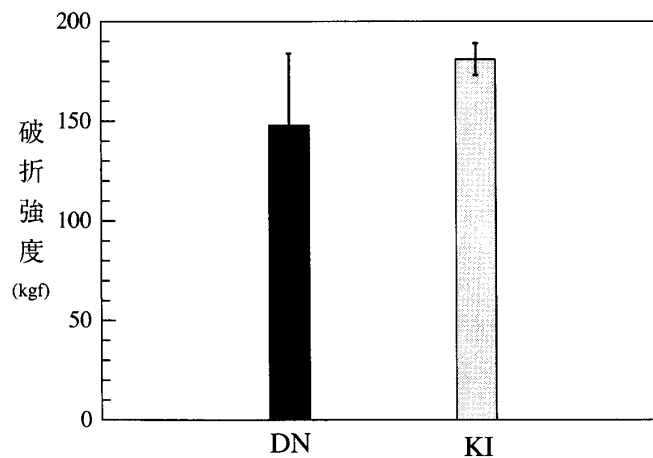


図 4 臨床形態の破折強度

### 2. 破折試験 (図 4)

DN を使用した焼付冠は、平均 148 kg 重で、KI を使用した場合の平均 181 Kg 重には及ばないものの、両者の間には、危険率 5% で有意な差は認められなかった。

## 考 察

### 1. 表面粗さ

表面粗さは埋没材の違いによる影響が大きいことが推測され、リン酸塩系埋没材を用いた、KI の表面粗さが大きくなったものと考えられる。

吉田ら<sup>5)</sup>によると、各種研磨材による研磨面の表面粗さ(最大高さ)は、カーボランラムポイントで  $10 \sim 11 \mu\text{m}$ 、サンドペーパーコーンで  $4 \sim 8 \mu\text{m}$ 、シリコンポイ

ント茶で約 $1\mu\text{m}$ 、青で約 $0.3\mu\text{m}$ 、鹿皮ホイールで約 $0.1\sim 0.2\mu\text{m}$ であるとしており、臨床上これらの研磨材を順に使用して、鑄造体を鏡面に仕上げている。P2は従来より広く臨床に使用されており、同じく吉田ら<sup>5)</sup>は鑄造後の表面粗さが12%金銀パラジウム合金に比べ小さいと報告している。したがって、今回の結果よりこの多目的型金合金の表面粗さは、臨床的に十分であると思われる。

## 2. 破折試験

同様の破折試験で、ビタデュールNを使用したポーセレンジャケットクラウンは平均46kg重であった<sup>6)</sup>。ビタVMK68とKIKとの組合せによる陶材焼付冠の金属フレームの形態の違いによる強度は、今回と同じベニヤタイプが平均181kg重で最も高く、フルベークタイプは128kg重、唇側カラーレスタイプは160kg重であった<sup>4)</sup>。したがって、いずれの形態でも陶材焼付冠はポーセレンジャケットクラウンの約2から3倍の強度があり、臨床上も破折などはほとんどみられず、強度の点で問題点は特に認められないと考えられる。

しかし、ポーセレンジャケットクラウンでも20年間使用している例もあり、臨床上に最低限必要な強度について、具体的にその数値を示した報告はなされていないため、どの程度の強度があれば十分であるのかについては今後の研究が待たれる。著者らが行った、新鮮天然抜去歯にポーセレンジャケットクラウンの支台歯形成後、全部鑄造冠を装着し、今回と同様に荷重を加えた実験では、天然支台歯が約60kg重程度で破折した。

したがって、強度が100kg重をはるかに越える強度を示すDNおよびKIは、いずれも臨床的には十分な強度を持つと考えられる。

## 症 例

多目的型金合金の特性を生かした2臨床例を述べる。

### 症例1 (27歳, 女性) (図5-8)

下顎右側小白歯2本欠損の症例である。犬歯は健全歯なので部分被覆冠(ピンレッジタイプ)、第一大臼歯は不適合クラウンを撤去したのち全部鑄造冠を、それぞれ支台装置とし、欠損部はスペースが狭いことから

小白歯1歯分の大きさの陶材焼付ポンティックのブリッジを装着することにした。図5は支台歯形成後の舌側面観を示す。図6に示すように、下顎犬歯の部分被覆冠は、削除量をできるだけ少なくし、接着ブリッジタイプ設計とした。第一大臼歯との保持力の違いが大きいことから、片側離脱を防ぐため、第一大臼歯にキーアンドキーウェイを用いた可動性連結による、半固定性ブリッジとした。

図7および8はブリッジ装着後の口腔内である。通常、このような設計の場合、ポンティック部の金属は陶材を焼付けるために、KIKのような陶材焼付専用の金属を用いるが、部分被覆冠やキーアンドキーウェイ部は、KIKでは軟らかすぎるため、白金加金のように強度の大きな金属を用いる必要がある。このように、それぞれに適した合金の性質が異なるため、これまでは別々の合金で製作し、後鑲着により連結しなければなら



図5 症例1の支台歯形成後(舌側面観)

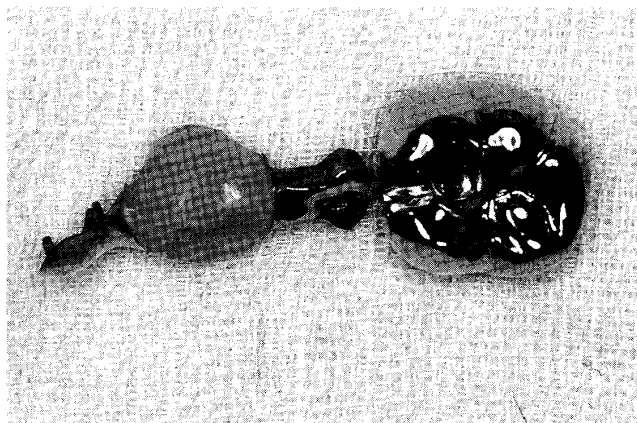


図6 完成ブリッジ

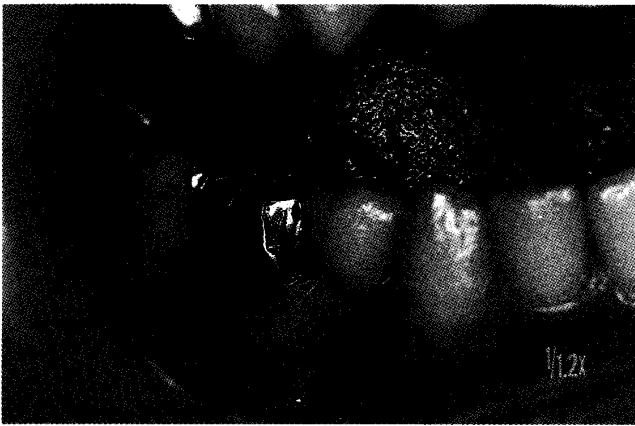


図7 ブリッジ装着後 (頬側面観)



図9 症例2の初診時

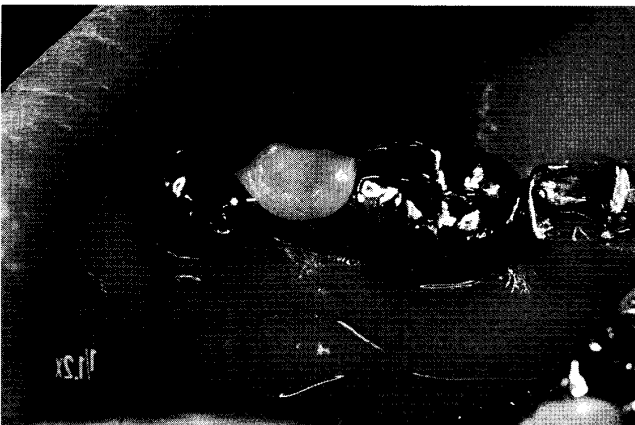


図8 ブリッジ装着後 (舌側面観)



図10 ブリッジ除去後

らなかった。この作業は、位置の固定など技工操作が難しく、非常に高度な技術を必要としていた。

しかし、今回のような多目的型金合金を使用すれば、あらかじめ前鑲着により連結してから陶材を焼成できるため、この煩雑さが解消され、より簡単に精度よく製作することができる。

#### 症例2 (57歳, 男性) (図9-15)

図9は初診時で、上顎左側2番欠損に、中切歯と犬歯を支台として装着されていた接着ブリッジが脱離していた。このブリッジを除去すると、図10のように、犬歯の近心面は、大きくスライスカットされた形跡が認められた。中切歯と犬歯は二次齲蝕は認められるものの、残存歯質、特に唇側面の歯質は十分残っており、歯髄も健全であった。ブリッジを再製作する場合、支台装置を前装冠とすると、歯質全体の削除量が大き

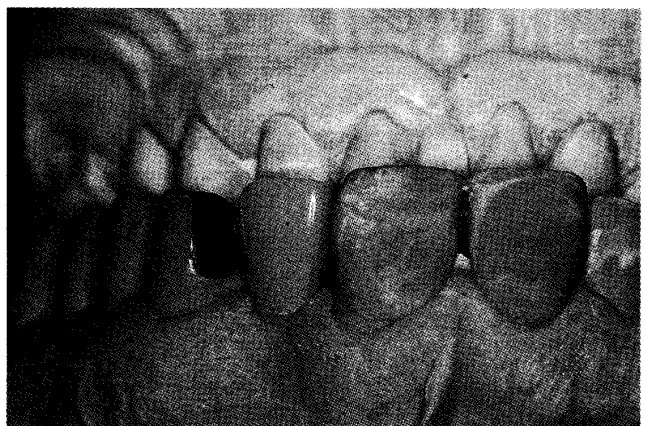


図11 研究用模型での検討

きるため、削除量の少ない接着ブリッジをあらためて製作するのが適当と考えられた。

しかし、接着ブリッジにした場合、犬歯の唇側面はすでに削除されているので、図11のワックスで示すように、最終的に金属が唇側面にかかり露出してしまい、審美的に問題が残る。接着ブリッジのままこの問題を解決するには、この露出金属部分に、陶材を焼き付けることができればよいと考えられるが、従来の合金では不可能であった。ところが今回の多目的型金合金を用いれば、これが可能となった。

図12は、支台歯形成後を示す。犬歯に金属ラインを出さないよう、いわゆるカラーレスにするため、唇側のマージンはヘビージャンファーに形成した。

図13および14は、模型上で完成した接着ブリッジである。鑄造体部分は鑲着により連結した後、ポンティックと、犬歯の隣接面から唇側面にかけて、陶材を焼き付けた。図15は、装着後の口腔内を示す。犬歯の唇側面の陶材は厚さが少なく、色調再現が困難で



図12 支台歯形成後

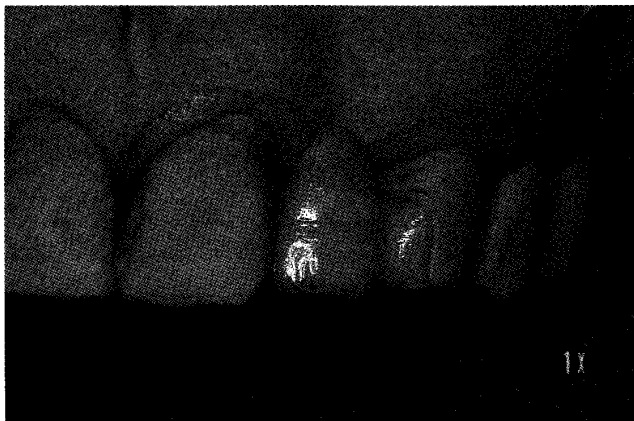


図13 完成ブリッジ（唇側面観）

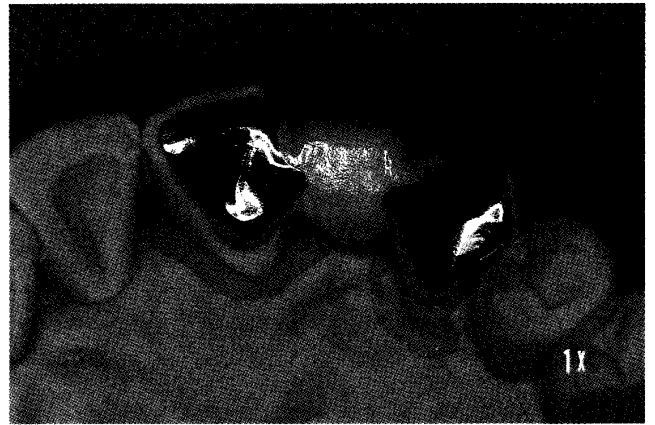


図14 完成ブリッジ（舌側面観）

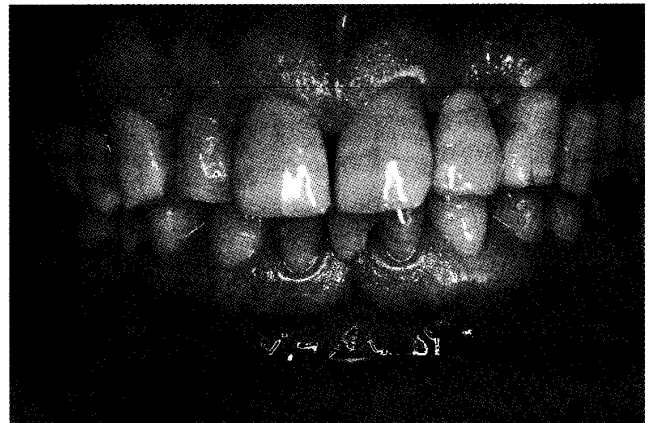


図15 ブリッジ装着後

あったが、従来の方法と比べれば金属の露出がなく、審美的な回復ができた。

## 結 語

今回の実験結果から、多目的型金合金は、鑄造後の表面粗さが従来型の白金加金合金と同程度であり、従来型の焼付用金合金と比較し優れていること、さらに臨床形態の試料の破折強度は、ほぼ同程度であることが明らかとなった。

また、症例によってはこの合金の特長を生かして、これまでにない臨床応用が可能であることが示唆された。

本論文の要旨は第27回東北大学歯学会(1995年6月、仙台)において発表した。

**内容要旨:** 最近, 新たに開発されたインレーやクラウン, ブリッジ, 金属床, さらに陶材焼付冠にいたるまでが製作可能な, 多目的型の鑄造用金合金 (Degunorm, 以下 DN) と, 従来の代表的な金合金の白金加金 (PGA2, 以下 P2) および陶材焼付用金合金 (KIK, 以下 KI) の, 鑄造後の表面粗さを測定した。さらに, この金合金 (DN) を用いて製作した陶材焼付冠の破折試験, 臨床応用を行い, 従来の焼付用金合金 (KI) と比較検討し, 以下の結論を得た。

1. 表面粗さは, DN と P2 の間に有意な差は認められなかった。しかし, DN と P2 のいずれよりも KI の方が粗さが大きく, 1% の危険率で有意に差が認められた。

2. 陶材焼付冠の臨床形態による破折試験では, DN を使用した焼付冠は, 平均で 148 Kg 重で, KI を使用した場合の 181 Kg 重には及ばないものの, 両者の間には, 危険率 5% で有意な差は認められなかった。

3. この合金の特長を生かした臨床例により, これまで困難とされた症例に対する応用が可能であることがわかった。

## 文 献

- 1) Meier, B., Komma, O., Kempf, B. and Weppler, M.: A new metal-ceramic system Some aspects of materials technology. Dental-labor **41**: 1387-1394, 1993.
- 2) 高田雄京, 飯島一法, 奥野 攻, 佐々木金也, 依田正信, 木村幸平, 丹野雅仁, 稲垣亮一, 安藤申直: 新しい多目的型金合金の組織と諸特性. 東北大歯誌 **14**: 68-74, 1995.
- 3) American Dental Association: Guide to DENTAL MATERIALS AND DEVICES 5th ed. American Dental Association, Chicago, 1970, pp. 37-39, 147-149.
- 4) 渡邊一成, 依田正信, 稲垣亮一, 吉田恵夫: 陶材焼付前装冠の破折強度について. 補綴誌 **32** 巻 **79** 回特別号: 45, 1988.
- 5) 吉田恵夫, 佐々木金也: 適合, 接触状態のよい鑄造冠をどのようにして作るか ②. Dental Diamond **3**: 46-49, 1988.
- 6) 渡邊一成, 依田正信, 稲垣亮一, 吉田恵夫: セレストアクラウンの強度に関する研究. 補綴誌 **30**: 1442-1443, 1986.