原 著 論 文

撤去した固定性金属補綴装置の観察

—変色について—

田中美保子 三海 正人 中村 茂 小池 麻里 藤井 弘之

Observation of the Fixed Metal Prosthodontic Appliances Removed from the Oral Cavity

—On the Discoloration—

Mihoko Tanaka, Masato Mikai, Shigeru Nakamura, Mari Koike and Hiroyuki Fujii

Abstract : The discoloration of the fixed metal prosthodontic appliances, which had been removed from the oral cavity, was observed to obtain epidemiological and clinical suggestions to select the dental alloy. This study was performed on 396 fixed metal prosthodontic appliances which were removed from the oral cavity. The findings were as follows :

1. The appliances were composed of 7 kinds of dental alloy, Au-Pd-Ag-Cu-alloy (74.4%), Ag-alloy (9.8%), Ni-Cr-alloy (9.5%), Au-alloy (4.5%), Amalgam (0.5%), Co-Cr-alloy (0.3%), Titanium alloy (0.3%), and others (0.7%). The appliances observed were full cast crowns (33.1%), bridges (21.0%), fillings or partial veneer crowns (16.7%), resin faced cast crowns (13.1%), connected crowns (6.3%), root caps (2.5%), band crowns (2.3%), porcelain-fused-to-metal-crowns (1.8%), metal cores (1.8%), and attachments (1.5%).
2. The proportion of the discoloration of appliances removed was 69%, and this was about 1.7 times higher than before removal ($p < 0.01$).
3. The discoloration of appliances increased with the duration of use in the oral cavity ($p < 0.01$), and the appliances of Ag alloy were the most discolored (88.9%, $p < 0.05$) among 7 kinds of alloy.
4. Discoloration was frequently observed at the soldered portions, inner margin, and basal surfaces of pontic or the lower parts of connection at the proximal embrasure ($p < 0.05$).
5. The proximal surfaces adjoining discolored appliances were more discolored than those adjoining nondiscolored appliances ($p < 0.01$).
6. In patients whose oral prophylaxis status were better, the appliances tended to be less discolored.

Key words : dental alloy, discoloration, fixed prosthodontic appliance

I. 緒 言

歯科用金属の化学的安定性は、生体材料として主要な具

備条件である¹⁻⁴⁾。金属の変色は、この化学的安定性を知る臨床的な方法で、その結果は疫学的にも主要な指標となると考えられる⁵⁾。

藤井は、口腔内で使用されている歯科用金属修復物や補綴装置の変色を肉眼的に観察し、腐食が疑われた変色（以下、単に変色という）は、可撤性装置で調査対象の約3%、固定性装置では調査対象の約10%であったと報告した⁴⁾。しかし、固定性装置の変色を口腔内で直接視認でき

長崎大学歯学部歯科補綴学第二講座（主任：藤井弘之教授）
Department of Removable Prosthodontics, Nagasaki University
School of Dentistry (Chief: Prof. Hiroyuki Fujii)
平成10年7月30日受付

る部位は限られており、装置を口腔外で詳細に観察すれば、その頻度はさらに高くなると予想される。

本研究の目的は、固定性金属補綴装置の変色を撤去前後で観察・比較し、疫学および臨床的な指標を得ることである。

II. 研究方法

1. 調査の対象と観察項目

調査の対象は、1997年2月から6月までの5カ月間に、長崎大学歯学部附属病院補綴科外来および一般の歯科医院(5県・14施設)の受診者から撤去された396個の固定性金属補綴装置である(表1)。撤去した理由は、脱離、除去、抜歯などである。

対象患者は331人、男性98/女性231/不明2で、平均年齢は55歳、装置装着期間は平均7.5年であった(表2)。3段階で評価した彼らの口腔清掃状態は、良い13.1%、ふつう65.4%、悪い18.9%、未記入2.6%であった(図1)。

観察項目は、撤去装置の種類、装置の金属種、変色の程度、変色の部位で、さらに隣接する金属製補綴装置がある

表1 Removed and observed prothodontic appliances and participating institutions
観察した撤去装置と参加施設

(1997.2~1997.6)		
	施設	撤去装置(個数)
一般歯科医院	14	275
長崎大学歯学部附属病院補綴科外来	1	121
計	15	396

表2 The characters of the group object
(The distinction of sex and age of the patients/
duration appliances worn)
対象集団の特性
(患者の性別と年齢/装置の装着期間)

		員数	年齢	装着期間(年)
男性	平均	98	57	7.2
	範囲		20~85	1週~25年
女性	平均	231	54	7.6
	範囲		10~88	40月~30年
不明		2	—	—
全体	平均	331	55	7.5
	範囲		10~88	1週~30年

図1 Oral prophylaxis status
口腔清掃状態

場合には、その金属種と変色の有無も観察した。記録には、著者が作成した統一調査票を用いた(図2)。なおデータの解析は、カイ二乗検定もしくはt検定を用い、カイ二乗検定が有意な場合には、さらにHaberman法で有意なセルを特定した。

2. 装置の種類と金属種

撤去装置の種類は、充填物および一部被覆冠、全部鑄造冠、レジン前装冠、陶材焼付冠、帯冠金属冠、ブリッジ、連結冠、根面板、アタッチメント、メタルコアに分類した。

装置の金属種は、Au合金、Au-Pd-Ag-Cu合金、Ag合金、Ni-Cr合金、Co-Cr合金、チタン合金、アマルガム、その他の8種に分類して判定した。自院で装着していた146装置は診療録でその種類を確認し、それ以外の装置のうち227個はX線光電子分光分析装置(ESCA:島津製作所製ESCA-850)で、23個は蛍光X線分析計(XRFS:セイコーインスツルメンツ社製SEA 2110L)で定性分析して金属種を同定した⁶⁻⁹⁾。この場合、銀基合金については、Au, Pd, Ag, Cu元素を含むものをAu-Pd-Ag-Cu合金、Au元素を認めないものをAg合金と判定した。

3. 変色の程度と部位

変色の程度は目視法により、なし/軽度(曇りを含む)/著しいの3段階で判定した。なお変色なしとは固有の金属色にほとんど変化を認めないもの、軽度とは表面の光沢が失われ曇りや微妙な変色を認めるもの、著しいとは明らかな黒変あるいは茶褐色変を認めるものである。また、撤去装置を口腔内の所定の部位に復位できる場合には、口腔内でも変色の程度と部位を調べた。

観察部位は、装置の両隣接部、咬合面・頬舌側面部、内面マージン部、マージン部を除く内面部で、ブリッジや連結冠に関してはポンティックの基底面および連結部の下部を、さらにろう着部があるものについては同部も観察した。

著者の1人が、調査表に記載された事項と回収した装置を対比し、誤記が明らかな場合には記録を修正したが、記載漏れのある場合には、その記録を統計処理時に除外した。

4. 隣接補綴装置の金属種と変色

前述した金属種の分類に基づいて、隣接補綴装置の金属種が、撤去装置に対して同種か異種かを判定した。隣接補綴装置の金属種は、当該装置を自院で装着していた場合だけ診療録で確認した。

なお、隣接装置の変色については、各担当歯科医が肉眼的に変色の有無を判定した。

		No _____
1. 除去した日	H. 9 年 月 日	
2. 患者名	_____ () 歳 (男・女)	Dr _____
4. 装着年数	_____ 年 月	部位 _____
5. 清掃状態	どれかに○を <div style="display: inline-block; vertical-align: middle;"> a : 良い b : ふつう c : 悪い </div>	
6. 修復物は貴院で装着したもので、金属名・商品名がわかりますか	a : わからない b : わかる → ()	
7. 修復物を外す前・外した後の曇り・変色など(腐蝕状態)はどうでしたか	(外す前) <div style="display: inline-block; vertical-align: middle;"> a : 認めない (部位/状態) b : 少し認める () c : かなり認める () </div> (外した後) <div style="display: inline-block; vertical-align: middle;"> a : 認めない (部位/状態) b : 少し認める () c : かなり認める () </div>	
8. 修復物と接触しているものは		
(A) 直接、義歯のメタルが接触していますか	どれかに○を <div style="display: inline-block; vertical-align: middle;"> a : していない b : している → () </div> 金属名 / 色 / 曇りや変色 (銀・金) (あり・なし)	
(B) 対合歯	複数に○可 <div style="display: inline-block; vertical-align: middle;"> a : 天然歯 → <div style="display: inline-block; vertical-align: middle;"> 1 : 金属修復物 → () (銀・金) (あり・なし) 2 : 義歯のフレーム → () (銀・金) (あり・なし) 3 : アマルガム充填 </div> c : その他 () d : ない </div>	
(C) 隣在歯 1	<div style="display: inline-block; vertical-align: middle;"> <div style="text-align: center;">+</div> </div> <div style="display: inline-block; vertical-align: middle;"> a : 天然歯 → <div style="display: inline-block; vertical-align: middle;"> 1 : 金属修復物 → () (銀・金) (あり・なし) 2 : 義歯のフレーム → () (銀・金) (あり・なし) 3 : アマルガム充填 </div> c : その他 () d : ない </div>	
隣在歯 2	<div style="display: inline-block; vertical-align: middle;"> <div style="text-align: center;">+</div> </div> <div style="display: inline-block; vertical-align: middle;"> a : 天然歯 → <div style="display: inline-block; vertical-align: middle;"> 1 : 金属修復物 → () (銀・金) (あり・なし) 2 : 義歯のフレーム → () (銀・金) (あり・なし) 3 : アマルガム充填 </div> c : その他 () d : ない </div>	
9. コメント(喫煙・薬・唾液・金属の味がするなど) ()		
10. 返却の必要 (あり・なし)		

図 2 The example of questionnaire
調査表の実例

III. 結 果

1. 装置の種類と金属種

撤去装置の種類と金属種を表 3 にまとめた。撤去装置の種類は、全部鑄造冠 33.1%，ブリッジ 21.0%，充填物および一部被覆冠 16.7%，レジン前装冠 13.1%，連結冠 6.3%，根面板 2.5%，帯冠金属冠 2.3%，陶材焼付冠 1.8%，メタルコア 1.8%，アタッチメント 1.5% であった。また、装置の金属種は、Au-Pd-Ag-Cu 合金 74.4%，Ag 合金 9.8%，Ni-Cr 合金 9.5%，Au 合金 4.5%，アマルガム 0.5%，Co-Cr 合金 0.3%，チタン合金 0.3%，その他(分類不能) 0.7% であった。

2. 撤去前後で比較した変色

撤去後に変色を認めた固定性金属補綴装置は全体の 69.0% で、撤去前の当該値 (41.1%) の約 1.7 倍であった (図 3, $p < 0.01$)。

装置別にみると (図 4)、充填物および一部被覆冠と全部鑄造冠では、軽度変色観察例が撤去後に有意に増加した ($p < 0.05$)。一方、ブリッジでは、撤去後に著しい変色を認めた例が有意に増加し ($p < 0.05$)、連結冠でもこの傾向がうかがえた。

3. 清掃状態、装着期間による変色の差異

口腔清掃状態が良いと判定されたグループでは、他のグループに比較し、統計的な有意差はないものの、変色がない装置の割合が多い傾向があった (図 5)。

なお、装着期間が長くなるほど有意に変色の程度も進行

表 3 Sorts of alloy for each appliances removed
撤去装置の装置別金属類

装置 (個数)	Au 合金	Au-Pd-Ag-Cu 合金	Ag 合金	Ni-Cr 合金	Co-Cr 合金	チタン合金	アマルガム	その他
充填物/一部被覆冠 (66)	0.0	75.8	21.2	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0
全部铸造冠 (131)	2.3	74.0	10.7	12.2	0.0	0.0	0.0	0.8
レジン前装冠 (52)	1.9	80.8	5.8	9.6	0.0	1.9	0.0	0.0
陶材焼付冠 (7)	71.4	0.0	0.0	14.3	0.0	0.0	0.0	14.3
帯冠金属冠 (9)	0.0	40.0	0.0	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ブリッジ (83)	8.3	77.4	4.8	8.3	1.2	0.0	0.0	0.0
連結冠 (25)	8.0	76.0	4.0	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0
根面板 (10)	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
アタッチメント (6)	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
メタルコア (7)	0.0	42.9	42.9	0.0	0.0	0.0	0.0	14.2
全装置 (396)	4.5	74.4	9.8	9.5	0.3	0.3	0.5	0.7

図 3 Frequency (%) of discoloration of the appliances removed
撤去装置の変色の程度と頻度

図 4 Frequency (%) of discoloration for each appliances
装置別にみた撤去装置の変色の程度と頻度

することが示された (図 6, $p < 0.01$).

4. 金属種による変色の差異

撤去後に判定した変色の程度を金属種でみると, Ag 合金の変色なしの頻度が低かった (11.1%, $p < 0.05$) (図 7). また, Au-Pd-Ag-Cu 合金, Ni-Cr 合金, Au 合金の順で変色例が減少する傾向がうかがえたが, 統計的な有意性を認めるには至らなかった.

5. 部位による変色の差異

撤去装置の変色を部位別にみた結果を図 8 に示す. 著しい変色例は, ろう着部, 内面マージン部で多く (78.6%, 35.5%, $p < 0.01$), マージン部を除く装置の内面部, 咬合面・頬舌側面部, 隣接部では有意に少なかった (13.0%,

13.2%, 13.2%, $p < 0.01$). 軽度の変色例は, ポンティック基底部および連結部下部, 隣接部, 咬合面・頬舌側面部に多く (27.8%, $p < 0.05$, 22.5%, $p < 0.01$, 21.8%, $p < 0.05$), 内面部では少なかった (7.3%, $p < 0.01$). 変色なしは, 内面部がもっとも多く (79.7%, $p < 0.01$), ろう着部, 内面マージン部, ポンティック基底部および連結部下部で少なかった (21.4%, 49.2%, $p < 0.01$, 50.6%, $p < 0.05$).

金属種別にみると, Ag 合金ではどの部位においても変色率が高い傾向であった. Au-Pd-Ag-Cu 合金は, 咬合面・頬舌側面部を除いたすべての部位で Ag 合金や Ni-Cr 合金に比較して, 変色の割合がやや低い傾向にあった (表 4).

図 5 Frequency (%) of discoloration and oral prophylaxis status
清掃状態と変色の頻度

図 7 Frequency (%) of discoloration and each alloy
金属種と変色の頻度

図 6 Duration of appliances wear and degrees of discoloration
装着期間と変色の程度

6. 隣在する金属製補綴装置と撤去装置の変色

隣在する補綴装置が異種金属であっても同種金属であっても、撤去装置隣接部の変色の程度に差は認められなかった (図 9, 上段)。

しかし、隣在する補綴装置の隣接面が変色している場合には、撤去補綴装置の隣接部の著しい変色例が有意に多く、隣在する補綴装置の隣接面が変色していない場合に

は、撤去補綴装置の隣接部の変色例も有意に少なかった (図 9, 下段, $p < 0.01$)。

IV. 考 察

1. 方法について

本研究では、一般歯科医院と長崎大学歯学部附属病院補綴科外来の計 15 施設で撤去された固定性金属補綴装置を調査の対象とした。変色については、統一調査票を用いて各調査項目ごとに判定基準を示し、さらに各施設から集まった判定結果を著者が再確認したが、結果はやはり主観的判定によるものである。

対象集団の歯科的特性は、口腔清掃状態について、藤井が報告⁴⁾した集団にほぼ類似している。撤去装置の装着期間 (平均 7.5 年) は、患者本人の記憶に依存する 경우가少なくはないが、森田の報告¹⁰⁾を参考にすれば、撤去補綴装置としてはおおむね平均的な期間であると考えられる。

撤去装置の変色の程度は、本報では主治医が目視法で、なし/軽度/著しいと判定したため、判定者間の判定のばらつきが心配されたが、実際には撤去後の変色について著者が再確認した結果 (変色なし: 30.9%, 軽度: 47.6%, 著しい: 21.5%) と有意差がなかった ($\chi^2 = 0.011$, $p = 0.994$)。

2. 撤去前の変色について

撤去前の固定性金属補綴装置の変色率は約 41% であった。口腔内で使用中の固定性金属補綴装置を観察した報告

図 8 Frequency (%) of discoloration for each portion of appliances
部位別にみた変色の頻度

表 4 Frequency (%) of discoloration at each portion of appliances
各部位および金属種別にみた変色率

金属種	部位	咬合面・頬舌側面	隣接面	内面マージン部	内面	ボンテック基底部/ 連結部下部	ろう着部
Au 合金	(n=18)	22.2	30.4	70.0	22.2	0	66.7
Ni-Cr 合金	(n=38)	23.1	36.2	63.3	17.9	57.1	100
Au-Pd-Ag-Cu 合金	(n=296)	30.9	31.6	43.1	19.1	50.8	76.5
Ag 合金	(n=39)	75.6	69.7	86.1	28.6	66.7	100

図 9 Frequency (%) of discoloration of the proximal surfaces of removed appliances
撤去補綴装置の隣接部接触面の変色の頻度—隣接金属装置との関係—

では⁴⁾, 変色が明らかで腐食していると判定された固定性装置は約 10.1% とされており, 撤去装置の変色はこの約 4 倍である。金属補綴装置の変色は口腔内での使用年数や対象患者の生活習慣や歯科的特性, 撤去理由, あるいは観察部位や評価法によっても異なる。

口腔内の清掃状態別にみると, 統計的な有意性はないものの, 清掃状態が良いグループの変色例が少ない傾向にあり (図 5), また, 金属の変色が著しいものは装着期間が長い (図 6) という結果からも, 口腔内環境の要素が, 歯科用金属の腐食に無関係でないことが示唆される。本研究の観察対象は, 脱離, 破損や二次齲蝕などによる除去, 抜歯など, 何らかの理由で撤去する必要がある装置であった

ため, 継続して使用されている口腔内の補綴装置⁴⁾と比較して, 変色率が高いのはあらかじめ予想できた。おそらく, 使用期間と撤去前の劣悪な使用環境が変色率を高めた主要な要因であろうと考えられる。

3. 撤去後の変色について

撤去後の変色程度を金属種別にみると, Ag 合金で変色していない例が有意に少ないことが特徴的であった (図 7)。最も使用頻度が高かった Au-Pd-Ag-Cu 合金でも, 変色が軽度のものが 46.9%, 著しいものが 21.2% であり, 撤去装置では約 70% が変色していることになる。

変色の部位や程度は観察部位によって差があり, ろう着

部、内面マージン部あるいはポンティック基底部および連結部下部で著しい変色例が特に多かった。これらの部位は、石原ら¹¹⁾が行った顕微鏡、光切断顕微鏡による各種冠用合金の撤去観察所見でも特に著明な変化が認められた部位であり、口腔内では目視し難い部位でもある。撤去前と比較して、撤去後の変色率が約1.7倍へと増加した(図3)のはこのことに起因すると思われる。またこの結果は、口腔内に装着されている、使用中の固定性補綴装置の変色率を予測するときに参考になると考えた。

4. 隣在する補綴装置と撤去装置の変色との関係

撤去装置隣接面の変色率は隣在する金属補綴装置の金属種が同種であっても異種であっても、統計的に有意差はなかった。しかし、隣在する装置に変色を認めた場合、撤去装置隣接部の変色率が高かった(図9)。これらの2つの結果は、調査対象の金属種構成や接触金属の部分的な清掃状態、あるいは口腔内に残っている接触金属を、肉眼的に観察するときの検出限界などを反映していると考えられる。

いわゆるガルバニック腐食の影響を考えたとき、各元素の含有量や鋳造法、あるいは金属種の分類法によって、結果が違ふ可能性もある¹²⁾。局所的な腐食の場合、部分的な清掃状態も重要な腐食誘発因子であるし、これに直接影響する補綴装置の形態や歯周組織の状態も考慮する必要がある。さらに、隣在歯間では、補綴装置間の接触面積や間隙の量がすきま腐食あるいは接触腐食の挙動と関連する¹³⁾、金属表面の研磨面の不均質が電解腐食の挙動に影響を与える¹⁴⁾。臨床的には、隣在歯間での腐食は複雑な環境のなかで生じており、金属表面のより詳細な観察が必要である。

5. 臨床的意義

本研究の目的は、歯科用金属材料の化学的安定性を臨床的に評価しようとするものである。目視で認知できない軽度の変色や、変色しない腐食例(例えば溶出型腐食)の存在¹⁵⁾を考えると、本調査結果は金属材料の化学的安定性の一端をとらえたにすぎない。しかし、これら材料は多様な口腔内環境で現実使用されるものであり、本調査結果は歯科用金属アレルギーや歯科用金属の選択を考える上で、疫学的に有用な1つの資料を提供すると思った。

V. 結 論

長崎大学歯学部附属病院補綴科外来および一般の歯科医院の受診者から撤去された、固定性金属補綴装置396個の変色を目視で観察した結果以下の知見を得た。

1. 撤去された固定性補綴装置の金属種は、Au-Pd-Ag-Cu合金74.4%、Ag合金9.8%、Ni-Cr合金9.5%、Au

合金4.5%、アマルガム0.5%、Co-Cr合金0.3%、チタン合金0.3%、その他0.7%であった。装置の種類は、全部鋳造冠33.1%、ブリッジ21.0%、充填物および一部被覆冠16.7%、レジン前装冠13.1%、連結冠6.3%、根面板2.5%、帯冠金属冠2.3%、陶材焼付冠1.8%、メタルコア1.8%、アタッチメント1.5%であった。

2. 装置撤去後の変色率(69.0%)は、撤去前(41.1%)の約1.7倍であった($p<0.01$)。

3. 撤去装置の変色率は、金属種別では、Ag合金がもっとも高値であった(88.9%、 $p<0.05$)。

4. 変色率が高い部位は、ろう着部(78.6%)、内面マージン部(50.8%)、ポンティック基底部および連結部下部(49.4%)であった($p<0.05$)。

5. 装着期間、隣在歯金属補綴装置の接触面の変色の有無は、撤去装置の変色率に有意な影響を与えた($p<0.01$)。

6. 口腔内の清掃状態が良い例では変色も少ない傾向があった。

7. 以上の結果は、補綴装置に使用する金属を選択する上で参考にすべき事項と考えた。

稿を終えるにあたり、本調査にご協力をいただいた歯科診療施設の先生方、および長崎大学歯科補綴学第二講座の方々に謝意を表します。

なお本論文は、平成9年度日本補綴歯科学会九州支部学術講演会(平成9年8月31日、福岡)において発表した。また、本研究の一部は、文部省科学研究補助金(基盤研究(C)(2):10671837)によった。

文 献

- 1) 歯科用金属規格委員会報告書。歯科用金属の規格並びに銅合金に関する見解。補綴誌28特集号:1304-1354, 1965。
- 2) 松村光明。歯冠修復物金属の評価法に関する研究。補綴誌30:1198-1209, 1986。
- 3) 井上昌幸, 埴 英郎, 南 孝。歯科用金属の口腔内における腐食変化と基礎的試験法について。DE 95:35-40, 1990。
- 4) 藤井弘之。補綴臨床の立場からみた金属の選択基準。補綴誌41:525-533, 1997。
- 5) 堀部 隆, 岡本佳三ほか。鋳造用ニッケルクロム合金の腐食と変色。歯材器 3:605-613, 1984。
- 6) 大野弘機, 遠藤一彦, 田辺道穂。ESCAを用いた微量試料の定量分析。島津評論 47(1):97-101, 1990。
- 7) 鈴木乃里子, 井上昌幸。アレルギー金属含有体の特定法。井上昌幸, 中村秀夫編。歯科と金属アレルギー 86-97, 東京:デンタルダイヤモンド社, 1993。
- 8) 藤井弘之。金属アレルギーと歯科臨床。日歯医師会誌 49:302-312, 1996。
- 9) 蛍光X線分析計SEA 2110 L型(セイコーインスツルメンツ社製)。取扱説明書, セイコーインスツルメンツ社, 1997。
- 10) 森田 学。歯科用修復物の使用年数に関する疫学調査。口腔衛

生会誌 45 : 788-793, 1995.

- 11) 石原寿郎, 井上昌幸, 草刈 玄. 歯科用合金の耐食性に関する臨床的観察 第 1 報 各種冠用合金の撤去 観察所見. 補綴誌 9 : 104-114, 1965.
- 12) 吉成正雄, 金子 節, 住井俊夫. 歯科用合金からの金属元素の溶出に及ぼす電位の影響—静的浸漬試験との比較—. 歯材器 11 : 515-526, 1992.

- 13) 野沢俊彦. 歯科用銀合金の局部腐食の電気化学的計測. 歯材器 12 : 473-485, 1993.
- 14) 伊藤伍郎. 腐食科学と防食科学 改訂版 127, 東京:コロナ社, 1990.
- 15) 小池麻里, 中村 茂, 寺野元博ほか. 浸漬試験を用いたチタンの化学的安定性に対する評価. 第 11 回歯科チタン研究会抄録集 : 38-39, 1998.