

富山県歯科医師会
令和4年度 学術研修会
2022/12/11

チタン冠の特徴

日本大学 歯学部 歯科理工学講座
小泉 寛恭

本日の講演

Part 1: 材料学的性質

Part 2: 臨床編

Part 1: 材料学的性質

チタンの性質

1. チタンは活性が高い
2. チタンは不純物を含む
3. チタンは軟らかい
4. チタンは軽くて熱を伝えにくい
- 5.

チタンの性質



発見

- 1790年：英国人 William Gregor
 - 砂の中に新元素
 - メナカイト
- 1795年：ドイツ人 Martin Heinrich Klaproth
 - ギリシャ神話の巨人 Titan
 - Titanium、チタン

資源

- 10番目に多い元素（クラーク数 0.63）
 - O, Si, Al, Fe, Ca, Na, Mg, K, (H)に次ぐ
 - Rutile：高品位 (TiO_2)、資源偏在・少量
 - Ilmenite： $\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$ 、合成ルチルにupgrade

チタンは活性が高い

製錬（鉱石→金属）

➤ 活性が高く酸素と結合→困難

1. 酸化チタン $\text{TiO}_2 \rightarrow \text{TiCl}_4$

2. TiCl_4 の還元

➤ 1910年：ハンター法 (Na)

➤ 1955年：工業化

➤ 1936年：クロール法 (Mg)

➤ 1948年：工業化

➤ 1952年：大阪チタニウム製造

3. スポンジチタンの溶解

➤ プレス+プラズマ溶接→電極

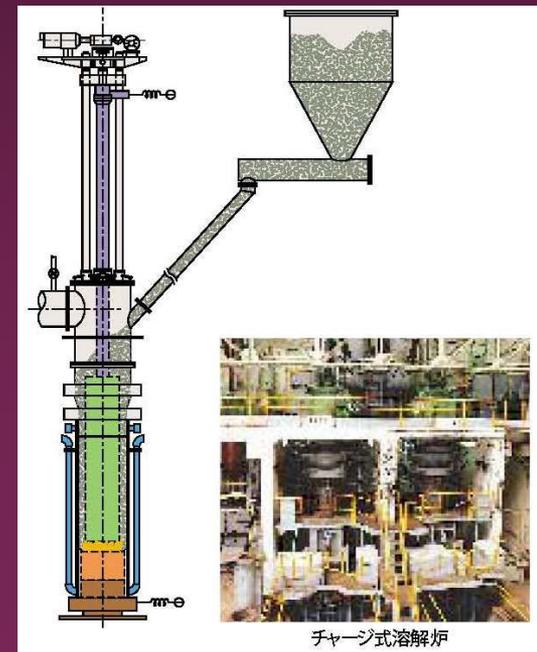
➤ 消耗電極式真空アーク溶解

H Koizumi

ルチル鉱石



チタンスポンジ



チタンは不純物を含む

- チタンは活性が高いため酸素などの不純物を固溶しやすく、
- 純金属といえるほど高純度の材料を製造することは困難
- 純チタン？ Pure titanium？
- CPチタン， Unalloyed titanium
- ISO， JIS， ASTM： grade 1～4

チタンは不純物を含む

組成 (ISO 5832-2)

表1 外科インプラント用チタンの組成⁴⁾

種類	元素濃度最大限度 (質量%)					
	N	C	H	Fe	O	Ti
Grade 1 ELI	0.012	0.03	0.0125	0.10	0.10	残部
Grade 1	0.03	0.08	0.0125	0.20	0.18	残部
Grade 2	0.03	0.08	0.0125	0.30	0.25	残部
Grade 3	0.05	0.08	0.0125	0.30	0.35	残部
Grade 4A, 4B	0.05	0.08	0.0125	0.50	0.40	残部

チタンは不純物を含む

組成 (ISO 5832-2)

表1 外科インプラント用チタンの組成⁴⁾

種類	元素濃度最大限度 (質量%)					
	N	C	H	Fe	O	Ti
Grade 1 ELI	0.012	0.03	0.0125	0.10	0.10	残部
Grade 1	0.03	0.08	0.0125	0.20	0.18	残部
Grade 2	0.03	0.08	0.0125	0.30	0.25	残部
Grade 3	0.05	0.08	0.0125	0.30	0.35	残部
Grade 4A, 4B	0.05	0.08	0.0125	0.50	0.40	残部

チタンは軟らかい

チタンの機械的性質

- 1%以下の不純物→機械的性質**大変化**
- ISO、JIS、ASTM：grade 1～4
- 純度が高いほど
 - **弱く、軟らかく、加工性に富む**
- 含有酸素量が多いほど
 - **強く、硬く、脆い**

チタンは軟らかい

機械的性質 (ISO 5832-2)

表2 外科インプラント用チタンの機械的性質 (最小値) ⁴⁾

種類	条件	引張強さ (MPa)	耐力 (MPa)	伸び (%)	絞り (%)
Grade 1 ELI	焼なまし	200	140	30	—
Grade 1	焼なまし	240	170	24	30
Grade 2	焼なまし	345	275	20	30
Grade 3	焼なまし	450	380	18	30
Grade 4A	焼なまし	550	483	15	25
Grade 4B	冷間加工	680	520	10	—

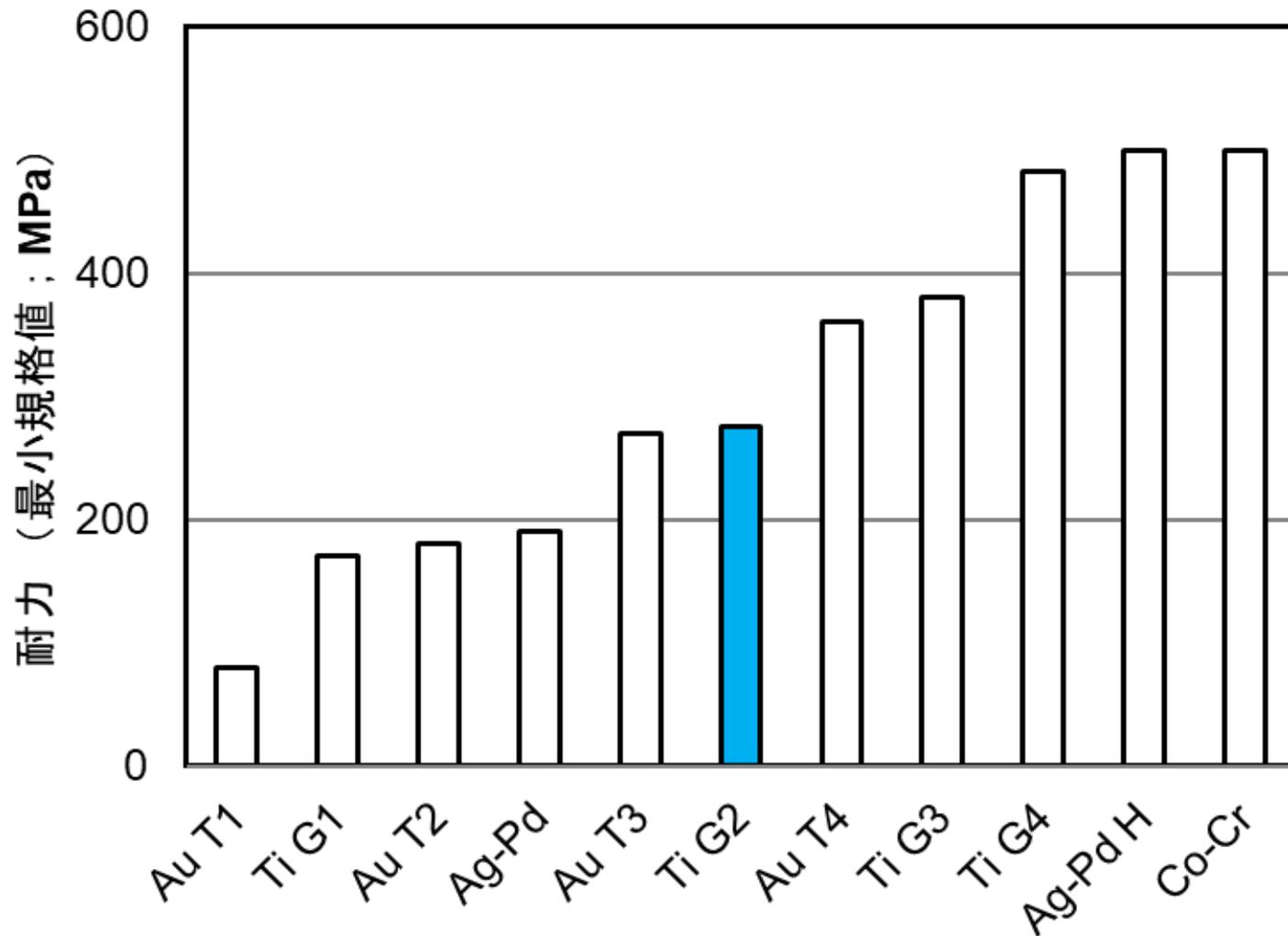
チタンは軟らかい

機械的性質 (ISO 5832-2)

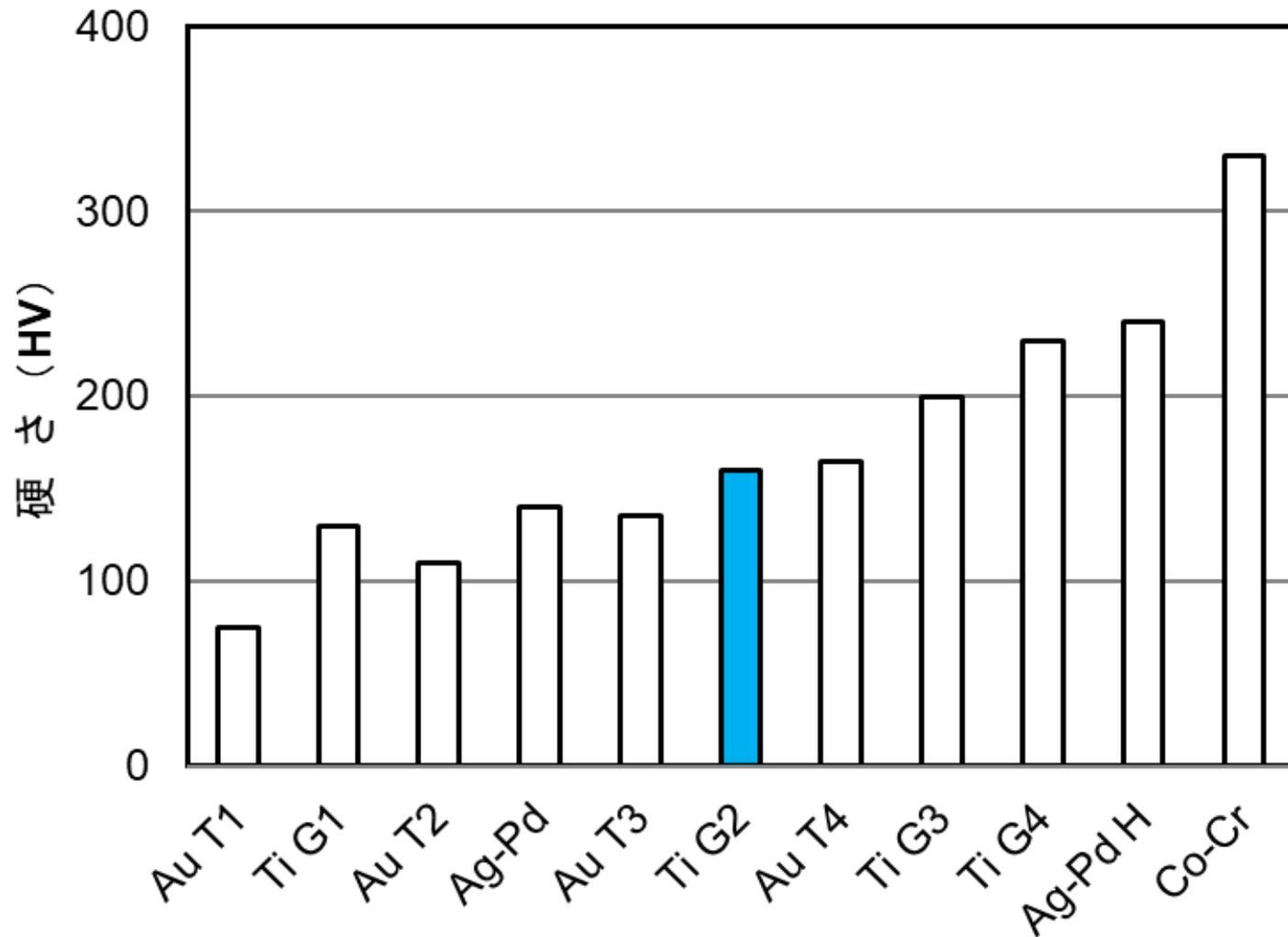
表2 外科インプラント用チタンの機械的性質 (最小値) ⁴⁾

種類	条件	引張強さ (MPa)	耐力 (MPa)	伸び (%)	絞り (%)
Grade 1 ELI	焼なまし	200	140	30	—
Grade 1	焼なまし	240	170	24	30
Grade 2	焼なまし	345	275	20	30
Grade 3	焼なまし	450	380	18	30
Grade 4A	焼なまし	550	483	15	25
Grade 4B	冷間加工	680	520	10	—

チタンは軟らかい



チタンは軟らかい



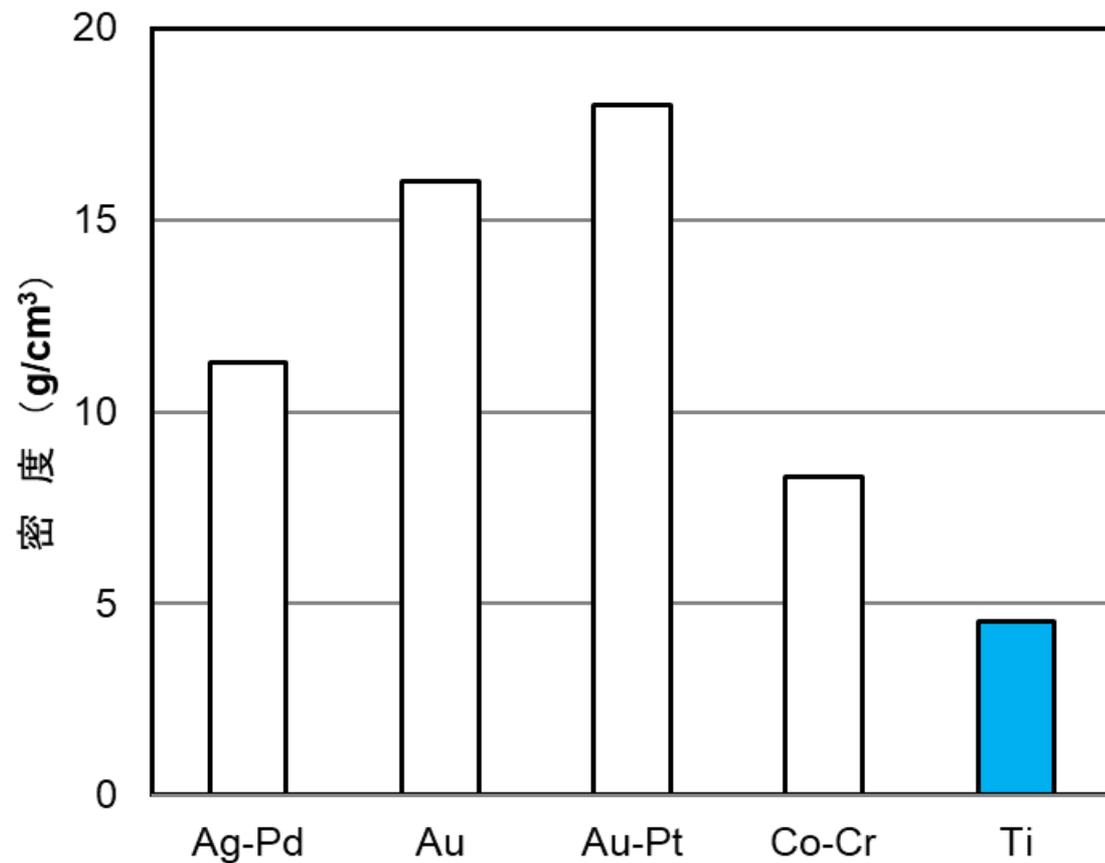
チタンは軟らかい

チタンの機械的性質

- 2種チタンは、
- タイプ3～4金合金や金銀パラジウム合金並みに軟らかい。

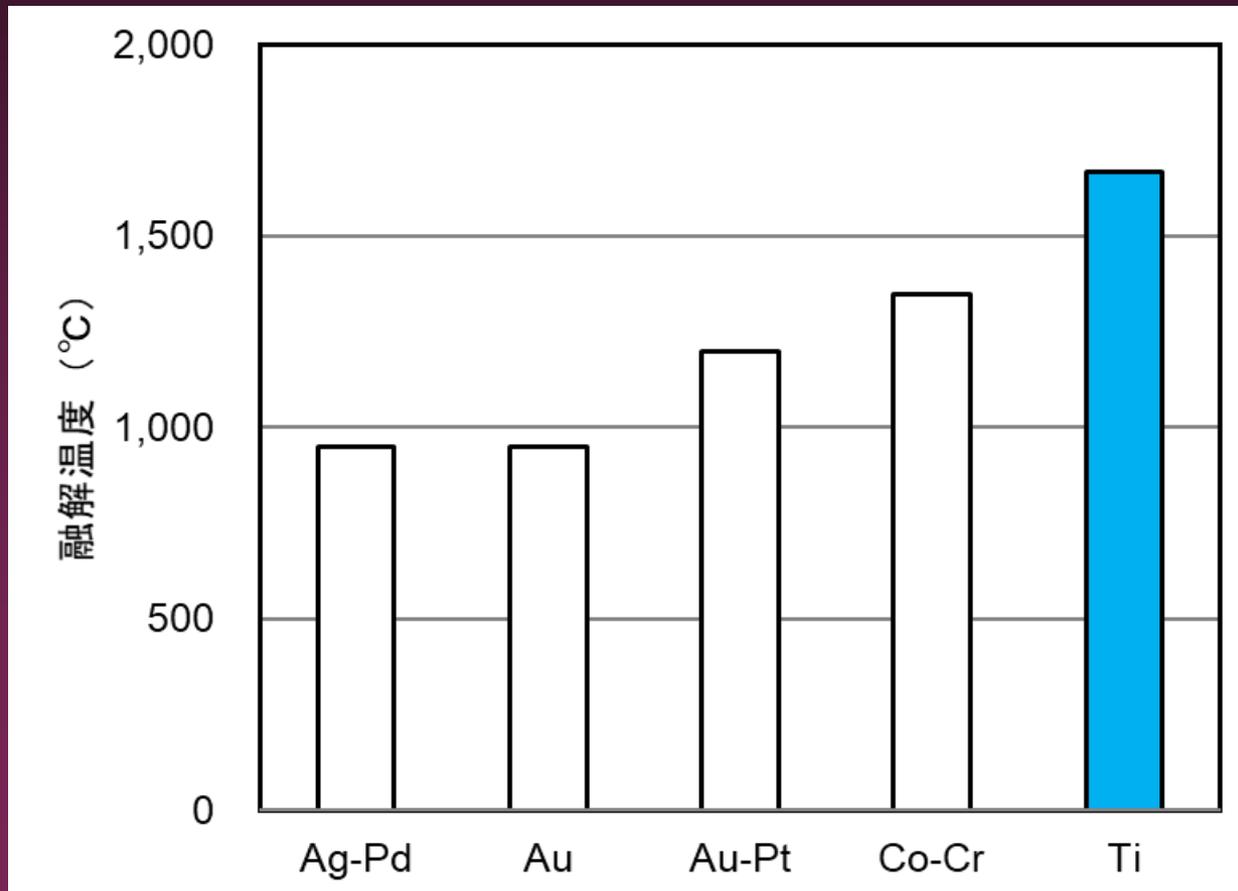
チタンは軽い

➤ 密度：4.54 (g/cm³) 軽い！



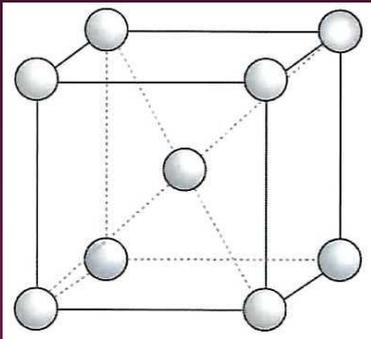
チタンは軽い

➤ 融点：1,668 °C 高い！

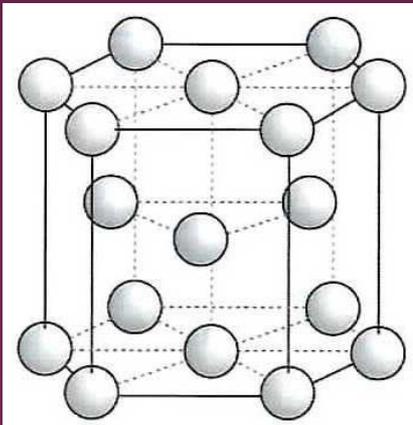


チタンは軽い

➤ 変態点：882 °C 結晶構造変化



➤ 高温—体心立方晶 BCC (β 相)



➤ 低温—稠密六方晶 HCP (α 相)

チタンは熱を伝えにくい

- 熱伝導率：22 (W/mK) **小さい**
 - 貴金属合金の1/10以下
 - コバルトクロム合金の1/3以下
- 切削加工時に発生する**熱が逃げにくく、**
- 高速切削や冷却不足によって**火花が飛んだり、** 工具が激しく摩耗したりする

チタンは熱を伝えにくい

- 熱膨張係数 ($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$) : 8.4
小さい
- 金合金の約1/2
- セラミックスや歯質と同程度
- 適切な焼付用陶材が必要

チタンは膜に覆われている

化学的性質

▶ 不動態皮膜

▶ 表面の酸化チタン被膜 (TiO_2)

▶ 厚さ：数 nm

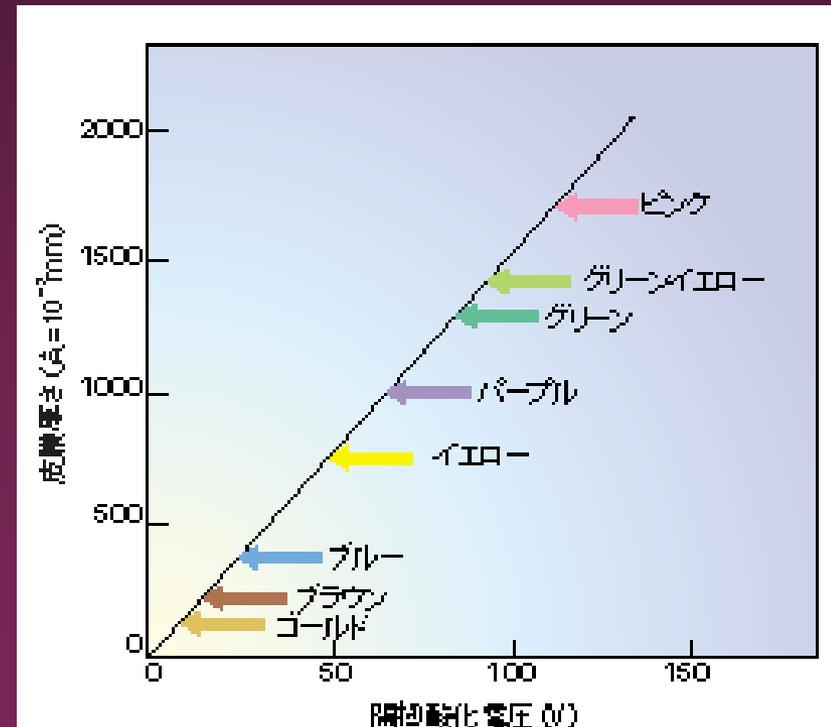
▶ 高い反応性

▶ 強固な被膜

▶ 容易な再生：数 ms

▶ 優れた耐食性

▶ 生体適合性



金属の腐食と耐食性

腐食 (Corrosion) とは？

- 腐って形が崩れること。腐蝕。
- 化学的な作用により物質が表面から損なわれること。金属に限らない。

金属の腐食

- 金属が化学的あるいは電気化学的反応により、**金属イオン**を放出したり、表面に**腐食生成物**を形成したりする現象。

金属の腐食と耐食性

金属の腐食

➤ 金属の酸化

➤ 金属イオンの放出： $M \rightarrow M^{2+}$

➤ 腐食生成物の形成： $M \rightarrow MO$

➤ 金属鉱石は大部分が酸化物

(水酸化物、硫化物)

↓ 製錬 (還元) ↑ 腐食 (酸化)

➤ 純金属

➤ 金属が安定な化合物に戻ろうとする現象

金属の腐食と耐食性

イオン化傾向

- 金属が酸化（イオン化）しやすいかどうか
- 金属の標準電極電位（酸化還元電位）
 - 貸そうかな？まあ当てにすんな。ひど過ぎる借金。
 - K, Ca, Na, Mg, Al, Zn, Fe, Ni, Sn, Pb,
(H), Cu, Hg, Ag, Pt, Au
- [大: 低: 卑] Ti, Al, Nb, Zn, Cr, Fe, In, Co, Ni, Mo, Sn, (H), Cu, Hg, Ag, Pd, Pt, Au [小: 高: 貴]

金属の腐食と耐食性

腐食生成物

- ほとんどの金属で表面に形成される。
- 酸化物、水酸化物、硫化物など
- 1. **さび皮膜**：Feの赤さびのように、腐食に対する保護性が小さく、腐食が進行する。
- 2. **自然化成皮膜**：Cuの緑青やZnの皮膜のように、生成には時間がかかるが、腐食に対する保護性を有する。
- 3. **不動態皮膜**：TiやCrの酸化被膜のように、極めて生成が早く、腐食に対する保護性が高い。

金属の腐食と耐食性

不動態

- 金属表面に極薄い（nmオーダーの）**安定**な酸化皮膜が形成され、金属が腐食しにくくなること。
- チタン合金、Co-Cr合金、ステンレス鋼などは、**Ti**や**Cr**の不動態皮膜により良好な耐食性を示す。
- イオン化傾向が大きくても耐食性が悪いとは限らない。Ta、Nb、Zr、Ti、Crなどが不動態化しやすい。

電極反応 (酸化還元反応)	標準電極電位 (酸化還元電位) (V vs. SHE)	実用上の 貴な序列
$\text{Au} \rightleftharpoons \text{Au}^{3+} + 3\text{e}^-$	1.498	Rh
$\text{Pt} \rightleftharpoons \text{Pt}^{2+} + 2\text{e}^-$	1.18	Nb
$\text{Ir} \rightleftharpoons \text{Ir}^{3+} + 3\text{e}^-$	1.156	Ta
$\text{Pd} \rightleftharpoons \text{Pd}^{2+} + 2\text{e}^-$	0.951	Au
$\text{Hg} \rightleftharpoons \text{Hg}^{2+} + 2\text{e}^-$	0.854	Ir
$\text{Os} + 4\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{OsO}_4 + 8\text{H}^+ + 8\text{e}^-$	0.838	Pt
$\text{Ag} \rightleftharpoons \text{Ag}^+ + \text{e}^-$	0.800	Ti
$\text{Rh} \rightleftharpoons \text{Rh}^{3+} + 3\text{e}^-$	0.758	Pd
$\text{Cu} \rightleftharpoons \text{Cu}^+ + \text{e}^-$	0.521	Ru
$\text{Ru} \rightleftharpoons \text{Ru}^{2+} + 2\text{e}^-$	0.455	Os
$\text{Sn} \rightleftharpoons \text{Sn}^{2+} + 2\text{e}^-$	-0.138	Hg
$\text{Mo} \rightleftharpoons \text{Mo}^{2+} + 2\text{e}^-$	-0.200	Ga
$\text{Ni} \rightleftharpoons \text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^-$	-0.257	Zr
$\text{Co} \rightleftharpoons \text{Co}^{2+} + 2\text{e}^-$	-0.28	Ag
$\text{In} \rightleftharpoons \text{In}^{3+} + 3\text{e}^-$	-0.338	Sn
$\text{Fe} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$	-0.447	Cu
$\text{Ga} \rightleftharpoons \text{Ga}^{3+} + 3\text{e}^-$	-0.549	Be
$\text{Ta} \rightleftharpoons \text{Ta}^{3+} + 3\text{e}^-$	-0.6	Hf
$\text{Cr} \rightleftharpoons \text{Cr}^{3+} + 3\text{e}^-$	-0.744	Al
$\text{Zn} \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$	-0.762	In
$\text{Nb} \rightleftharpoons \text{Nb}^{3+} + 3\text{e}^-$	-1.099	Cr
$\text{V} \rightleftharpoons \text{V}^{2+} + 2\text{e}^-$	-1.175	Fe
$\text{Mn} \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 2\text{e}^-$	-1.185	Ni
$\text{Zr} \rightleftharpoons \text{Zr}^{4+} + 4\text{e}^-$	-1.45	Co
$\text{Hf} \rightleftharpoons \text{Hf}^{4+} + 4\text{e}^-$	-1.55	Zn
$\text{Al} \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + 3\text{e}^-$	-1.662	Mo
$\text{Ti} \rightleftharpoons \text{Ti}^{2+} + 2\text{e}^-$	-1.630	V
$\text{Be} \rightleftharpoons \text{Be}^{2+} + 2\text{e}^-$	-1.847	Mg
$\text{Mg} \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^-$	-2.372	Mn
$\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	0.00 (基準)	

金属の腐食と耐食性

口腔内は厳しい腐食性環境

- 唾液、飲食物
- 多様な電解質溶液
- pH、酸素分圧の変動
- 局所における閉鎖環境
- 細菌産生物、滲出液などの生物学的要因
- 応力負荷、摩耗などの力学的要因

金属アレルギー

＜アレルギーのクームス分類＞

I型：即時型

- IgEが関与。数時間で消退。
- 気管支喘息、アトピー性皮膚炎、花粉症、食物アレルギー、アナフィラキシーショック

II型：細胞障害型

- 自己免疫反応。IgGが関与。
- 溶血性貧血、血小板減少症、重症筋無力症

III型：免疫複合体型

- 抗原－抗体－（補体）複合体。
- SLE、関節リウマチ、血清病、急性糸球体腎炎

金属アレルギー

IV型アレルギー：遅延型、細胞免疫型

原因

- 抗原に感作されたT細胞が産生するサイトカインによって引き起こされる

機序：感作過程 → 誘発過程

歯科用合金とアレルギー性

使用する歯科用合金が
金属アレルギーを起こしやすいかどうか？

- 含まれる元素（パッチテスト陽性率）
- 金属イオンの溶出性（耐食性）

歯科用合金とアレルギー性

金属アレルギーを起こしやすい元素

パッチテスト陽性率

(松村光明: 東京医科歯科大学アレルギー外来, 2006-07)

➤ 高 : Ni, Co, Hg, Pd

➤ 中 : Cu, Cr, Sn, Pt, Mo, In, Au, Ir, Zn

➤ 低 : Ag, Al, Mn, Fe

歯科用合金とアレルギー性

合金の耐食性

- ▶ 優：金合金、チタン、チタン合金
- ▶ 良：金パラ、コバルトクロム合金、ニッケルチタン合金
- ▶ 可：銀合金、ステンレス鋼、アマルガム、ニッケルクロム合金

歯科用合金とアレルギー性

合金の耐食性

- ▶ 優：金合金、チタン、チタン合金
- ▶ 良：金パラ、コバルトクロム合金、ニッケルチタン合金
- ▶ 可：銀合金、ステンレス鋼、アマルガム、ニッケルクロム合金

歯科用合金とアレルギー性

チタン系以外は金属アレルギーを起こしやすいのか？

- ある意味 Yes.
- 患者によってパッチテスト陽性金属元素は大きく異なる
- 耐食性の良いものは比較的安全

チタンの歯科鑄造

- ▶ 融点が高い 溶解方式
- ▶ 高温で酸化されやすい 雰囲気
- ▶ 高温で活性が高い 鑄型材
- ▶ 比重が小さい 加圧方式

→ 新しい歯科鑄造法

チタンの歯科鑄造

- 鑄造機の開発
 - 真空システム
 - 鑄型加熱方式
 - 溶湯注入方式
- 鑄造条件の決定
 - 溶解雰囲気
 - 鑄型温度
 - 鑄造圧
- 鑄型材の開発
 - 溶湯との反応性
 - 膨張量の制御



チタンの歯科鑄造

溶解方式

- アーク溶解、高周

雰囲気

- 不活性ガス（アル

鑄型材

- 酸化物の生成自由
 - $\text{SiO}_2 > \text{TiO}_2 > \text{ZrO}_2$

加圧方式

- 差圧鑄造（ガス加圧＋吸引）、遠心鑄造



生体用チタン合金

チタン

ISO 5832-2; ASTM F 67

- 強度不足
- 耐摩耗性不足

Ti-6Al-4V合金

ISO 5832-3; ASTM F 136, 620, 1108

- 航空宇宙用高強度合金
- ELI (extra low interstitial)
- 外科インプラント用
- 耐摩耗性不足
- Vに細胞毒性

→ 生体用チタン合金の開発

生体用チタン合金

α 型

- 耐熱合金（耐酸化性、熱的安定性）

$\alpha + \beta$ 型

- 高強度、析出硬化性、熱処理性
- Ti-6Al-4V, Ti-5Al-2.5Fe, Ti-6Al-7Nb

β 型

- 低弾性率、熱処理性、加工性
- Ti-15Mo系, Ti-13Nb-13Zr, Ti-Nb-Ta-Zr系

$\alpha + \beta$ 型チタン合金

➤ 高強度

➤ 析出硬化性、熱処理性

➤ Ti-6Al-4V ELI ISO 5832-2

➤ Ti-3Al-2.5V ASTM F 2146

➤ Ti-5Al-2.5Fe 旧ISO 5832-10

➤ Ti-6Al-7Nb ISO 5832-11

Ti-6Al-7Nb合金

外科インプラント用高強度チタン合金

- ISO 5832-11; ASTM F1295
- $\alpha + \beta$ 型

機械的性質

	min.
➤ U.T.S.	900 MPa
➤ Proof strength	800 MPa
➤ Elongation	10 %

組成

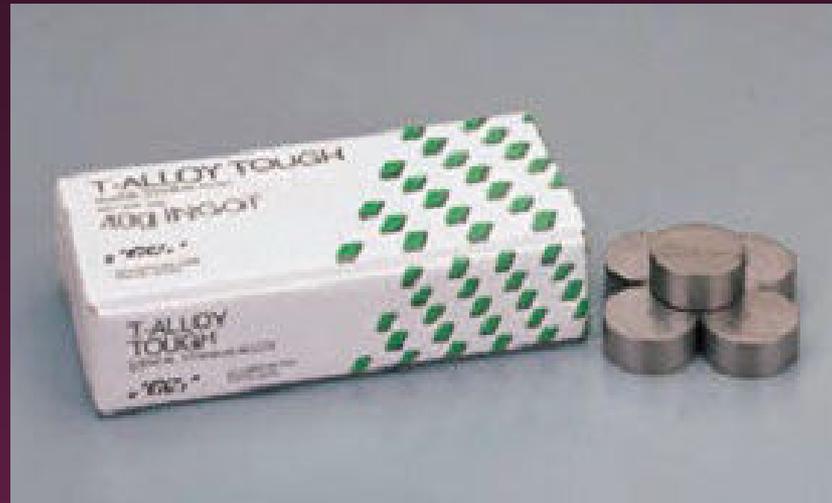
- Ti-6Al-4V合金のVをNbで置換
- mol%で等量

歯科鑄造用Ti-6Al-7Nb合金

Ti-6Al-7Nb合金歯科鑄造体：

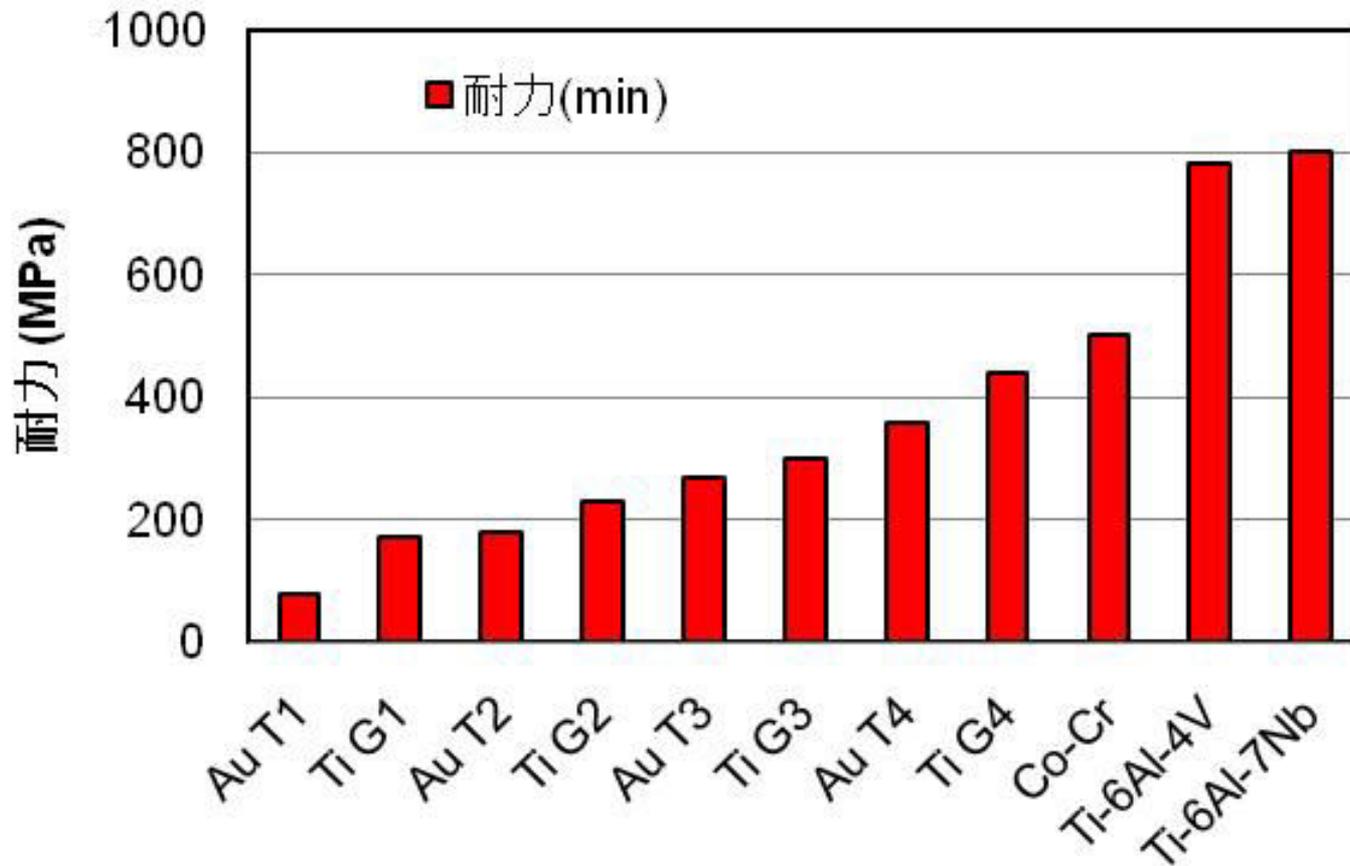
- 優れた力学的性質 → 力学的信頼性
 - 高い強度、伸び
- 良好な耐食性 → 生体安全性
- 鑄造性
 - 少ない鑄造欠陥 → 構造的信頼性
- 耐摩耗性
 - 良好な研磨性 → 技工操作性

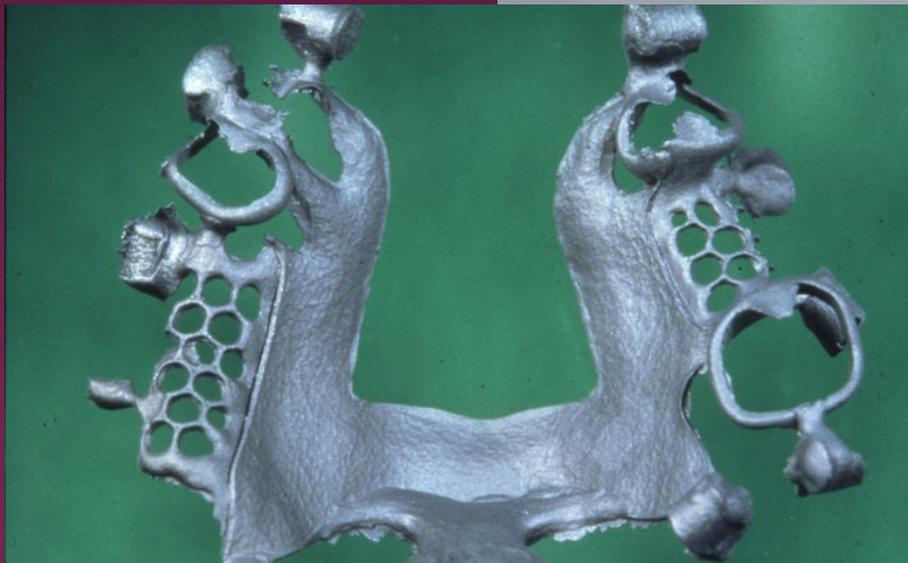
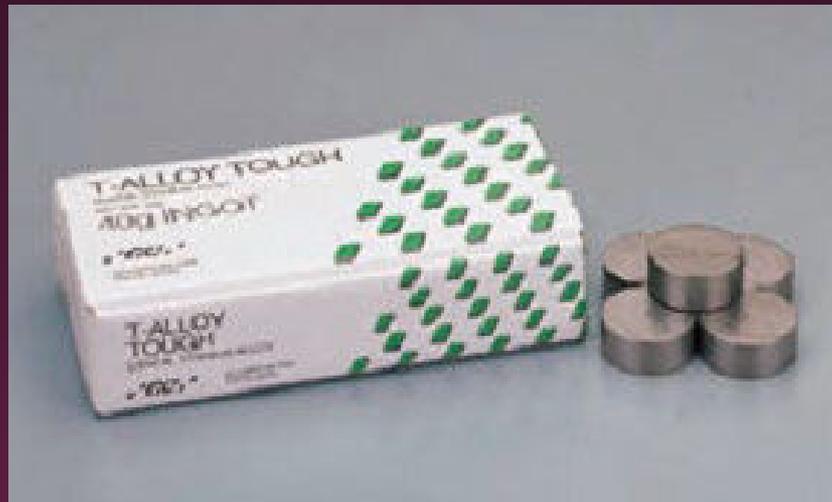
→Ti-6Al-7Nb合金は歯科鑄造用合金として優れた性質を有し、臨床応用できる。



1. 大古田守弘, 加藤勇, 川津善律, 浜中人士, 米山隆之, 小林郁夫, 土居寿:
生体用インプラント部材, 特開平08-246084: 1996年9月24日
2. 歯科鑄造用Ti-6Al-7Nb合金「Tアロイ-タフ」 (株)ジーシー
医療用具承認番号: 20900BZZ00109000号

チタン合金の機械的性質



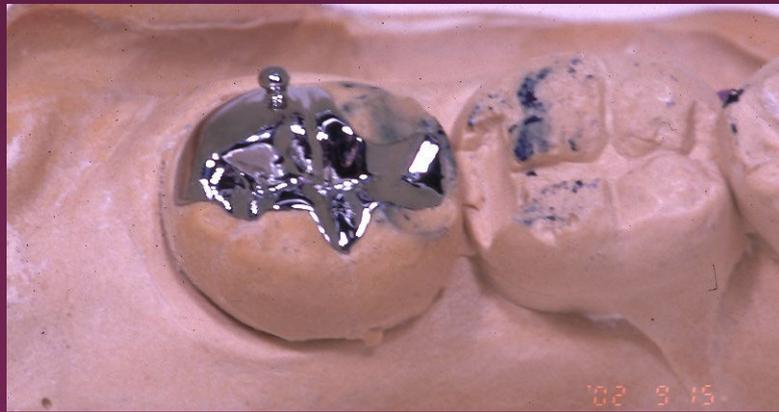


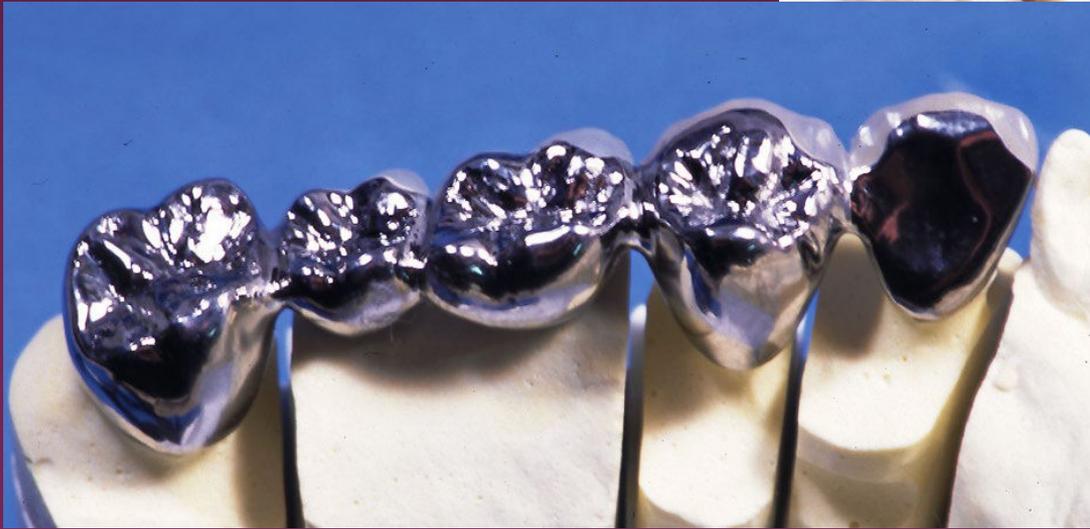


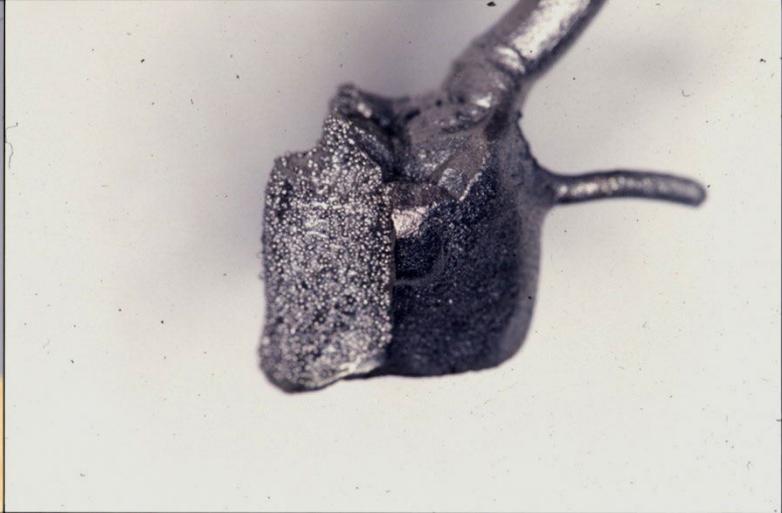
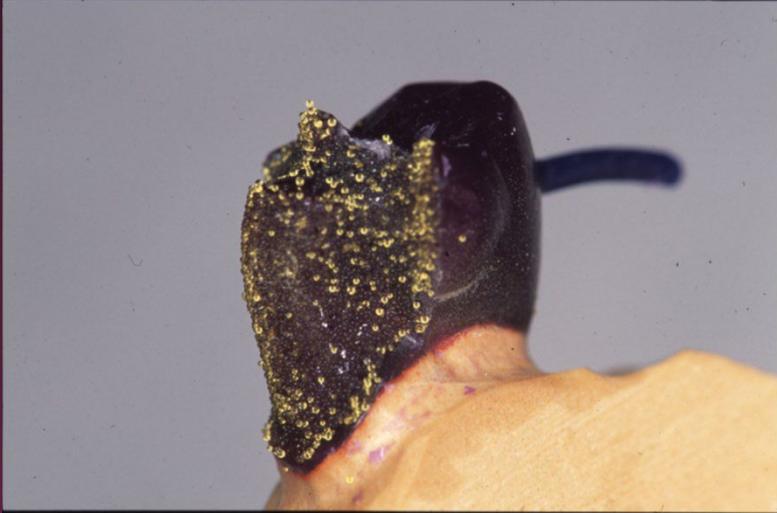












Ti-15Mo-5Zr-3Al合金

機械的性質：Ti-6Al-4V合金以上

- 引張強さ (MPa): 940 (>860)
- 耐力 (MPa): 900 (>780)
- 疲労強さ (MPa): 580 (>410)
- 伸び (%): 12 (> 10)
- 弾性係数 (GPa): **80** (<110)

Maehara K, Doi K, Matsushita T, Sasaki Y. *Mater Trans* 2002;43:2936-42.

Ti-15Mo-5Zr-3Al合金

外科インプラント用高強度チタン合金

- 日本でTi-15Mo系 β 型合金として開発
- 耐食性：CPチタンやTi-6Al-4V合金と同等
- 生体適合性：Ti-6Al-4V合金と同等以上
- 機械的性質：Ti-6Al-4V合金以上
- 1995年：厚生省認可
- 2002年：JIS T 7401-6
- 2004年：ISO 5832-14として審議開始



Date 2006-08-18	Reference number ISO/TC 150/SC 1N 580
Supersedes document	

This document is still under study and subject to change. It should not be used for reference purposes.

ISO/TC 150/SC 1 Title: Materials Secretariat: DIN - Germany	REQUESTED ACTION Circulated to P- and O-members, and to technical committees and organizations in liaison for: <input checked="" type="checkbox"/> information <input checked="" type="checkbox"/> discussion at Vienna, Austria/ 12th and 13th September 2006 <small>[venue/date of meeting]</small> <input type="checkbox"/> comments by <small>[date]</small> <input type="checkbox"/> voting (P-members only: ballot form attached) by <small>[date]</small> <i>P-members of the technical committee or subcommittee concerned have an obligation to vote.</i>
--	---

Title: pre-DIS manuscript ISO/DIS 5832-14
'Implants for surgery – Metallic materials – Part 14: Wrought titanium
15-molybdenum 5-zirconium 3-aluminium alloy'

Source: This Working document was prepared by the Project Leader T. Yoneyama according to the comments received on the CD ballot of this project

Status: Preparation of the discussion at the meeting in Vienna, Austria on 12th and 13th September 2006 (see agenda item 7.3.1)

Implants for surgery — Metallic materials — Part 14: Wrought titanium 15-molybdenum 5-zirconium 3-aluminium alloy

1 Scope

This part of ISO 5832 specifies the characteristics of, and corresponding test methods for, the wrought titanium 15-molybdenum 5-zirconium 3-aluminium alloy for use in the manufacture of surgical implants.

This standard applies to materials in bar form up to a maximum diameter of 100 mm.

NOTE The mechanical properties of a sample obtained from a finished product made of this alloy can differ from those specified in this part of ISO 5832.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

ISO 643:2003, *Steels – Micrographic determination of the apparent grain size*

ISO 6892:1998, *Metallic materials — Tensile testing at ambient temperature*

3 Chemical composition

The heat analysis when determined as specified in Clause 6 shall comply with the chemical composition specified in Table 1. Ingot analysis may be used for reporting all chemical requirements except hydrogen, which shall be determined after the last heat treatment and pickling procedure.

Primary Cemented Stem



K-MAXステムです。
材質はチタン合金(Ti-15Mo-5Zr-3Al)です。

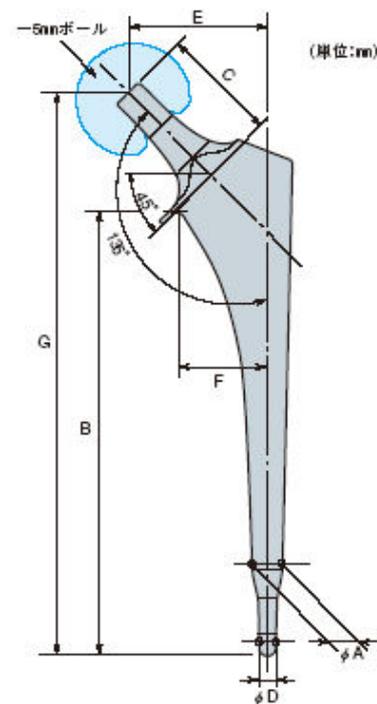
■K-MAXステム

◇K-MAX QC HIPカラーード ステム

商品No.1	商品No.2	品名	A	B	C	D	E	F	G
HS8C-3M	SHS8C-3M	QCHIPステム カラーツキ 3	7	116	32	4.6	36	21.9	148
HS8C-4M	SHS8C-4M	QCHIPステム カラーツキ 4	8	121			37	23.2	153
HS8C-5M	SHS8C-5M	QCHIPステム カラーツキ 5	9	126			38	24.6	158
HS8C-6M	SHS8C-6M	QCHIPステム カラーツキ 6	10	131			39	25.9	163
HS8C-7M	SHS8C-7M	QCHIPステム カラーツキ 7	11	136			40	27.3	168
HS8C-8M	SHS8C-8M	QCHIPステム カラーツキ 8	12	141			41	28.6	173

K-MAX QC HIPステム

[医療機器承認番号:21400BZZ00389000]



Part. 2 臨床編

臨床編

チタン鑄造冠の鑄造・研磨

チタン鑄造冠の保険適用拡大の可能性

チタンと装着材料との接着について

臨床編

チタン鑄造冠の鑄造・研磨

チタン鑄造冠の保険適用拡大の可能性

チタンの特性

生体用金属材料

耐食性，組織親和性，骨結合性，生体安全性に優れる

金属アレルギー少ない

経済性

原産国：中国，オーストラリア，カナダ

輸入相手国：南アフリカ，インド，オーストラリア

スポンジチタン99.5% (Kg) \$ 7-8

(レアメタルロンドン相場，スポット価格，日刊鉄鋼新聞より引用)

大阪チタニウムテクノロジーズ (旧住友チタニウム)，東邦チタニウム

医療（厚生労働省HPより）

安全で質の高い医療サービスを提供するために…

けがをしたり病気になった時に、安全で質の高い医療サービスを受けることができる医療提供体制を確立し、赤ちゃんからお年寄りまで全ての国民が、健康で長生きできる社会を目指しています。

歯科における金属アレルギー

アマルガム中の水銀によるアレルギー性口内炎
1928 Fleischmann 1938 Traub, Holmes

感作陽性率の高い金属元素

Ni, Zn, Pd, Co, Hg (國分ら, 東京歯科大学)

Ni, **Cr**, Co, Hg (野村ら, 新潟大学)

國分克寿ら.日本口腔検査学会雑誌2013;5(1):45-50.

野村修一, 橋本明彦. 歯科金属アレルギーの臨床. Niigata Dent J 2004;34(1):1-10.

アマルガムは2016年4月保険適用廃止

歯科における金属アレルギー

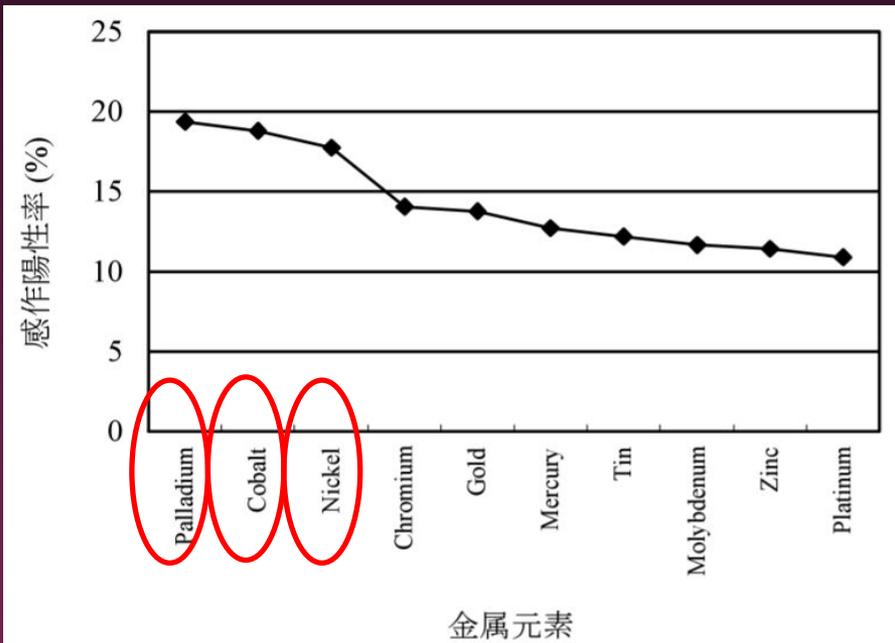


図10 金属元素別感作陽性率

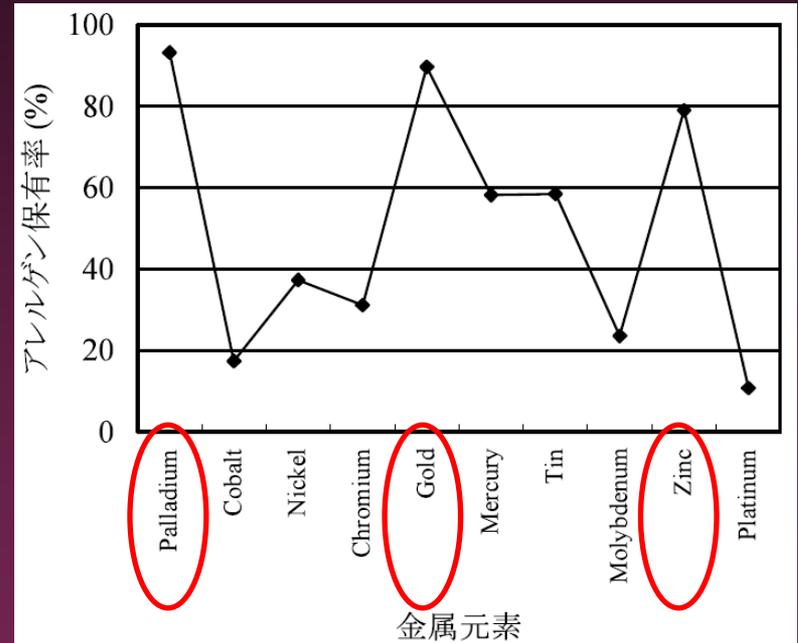
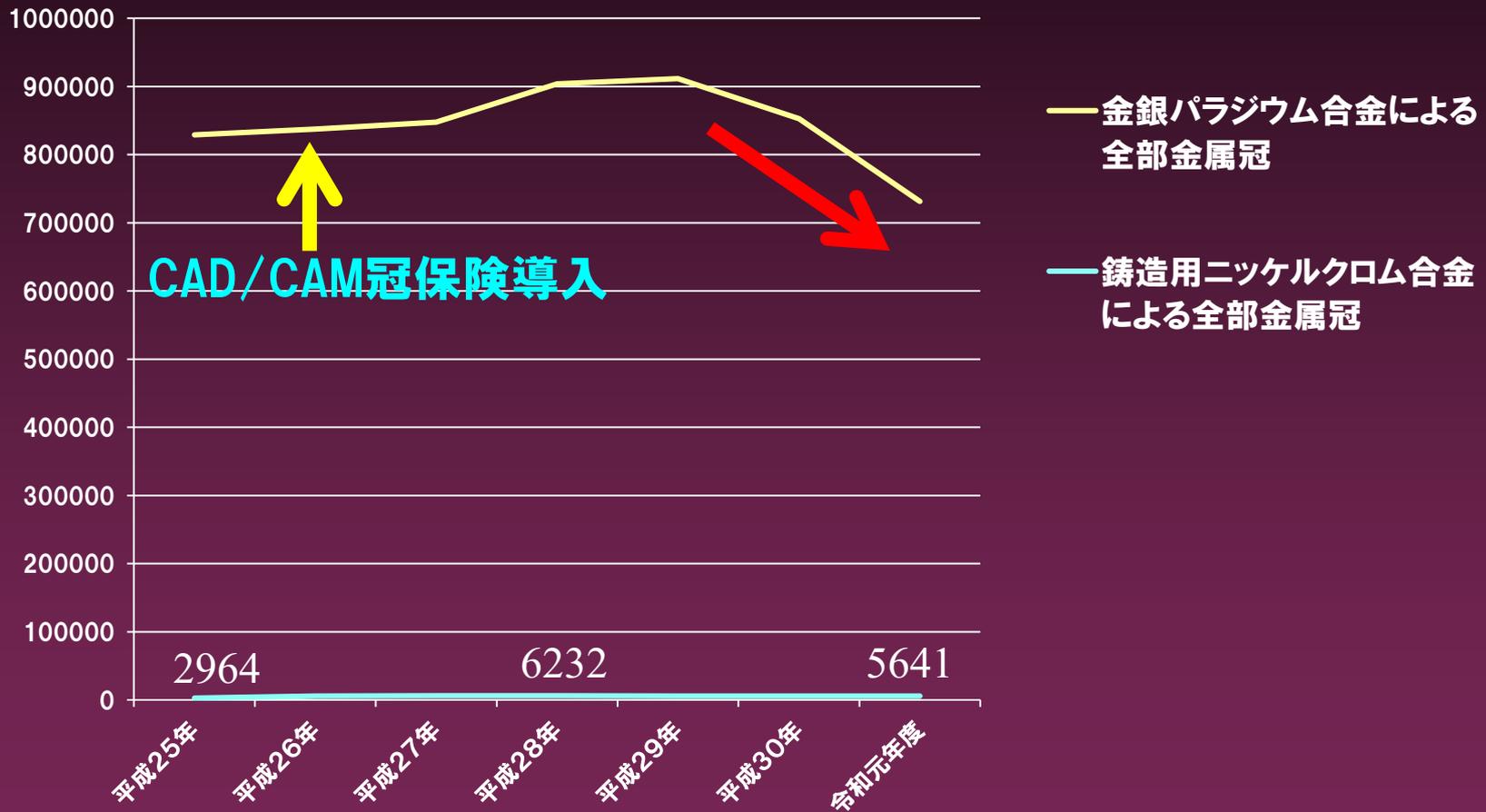
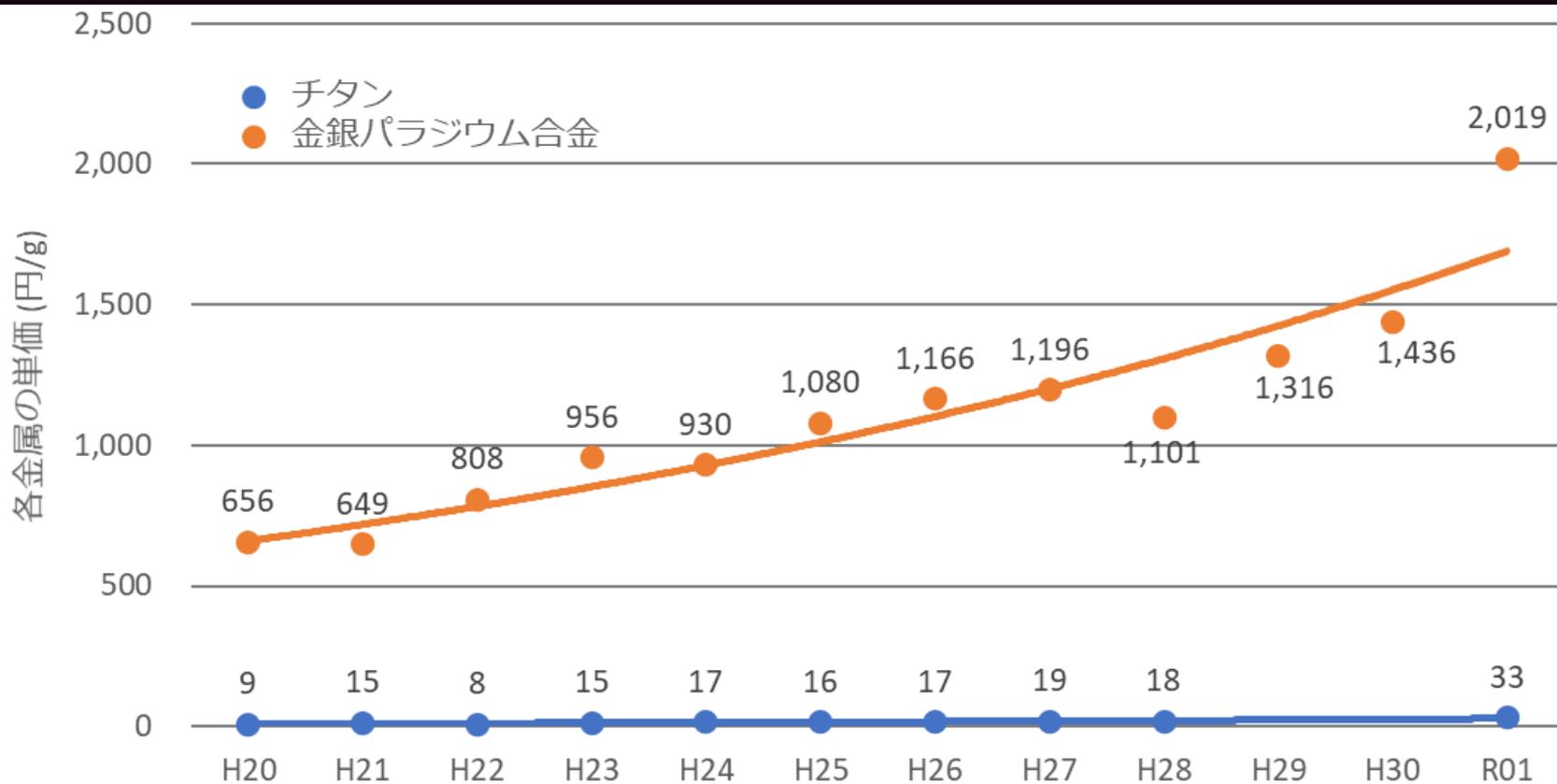


図11 金属元素別アレルギー保有率

社会医療診療行為別統計

H25-R1 全部金属冠 6月審査分





チタンおよび金銀パラジウム合金の価格の推移

竹内義真，米山隆之，小泉寛恭，河合達志。

日本歯科理工学会雑誌 40，41-5，2021より引用

スクラップアンドビルド

平成30年度診療報酬改定で

歯科用鑄造用ニッケルクロム合金が2年経過
措置後に廃止（令和2年3月31日迄）

歯科鑄造用ニッケルクロム合金の薬事承認は
1970年3月20日合金線，合金板とのからみ
保険適用1983年2月
1985年承認基準変更 ベリリウム問題

CAD/CAM冠

(コンポジットブロック) の保険適用

H26から

- 1) 左右上下顎第二大臼歯の咬合支持の
確立がされている症例における
上下顎第一大臼歯
- 2) 歯科用**金属アレルギー**患者を対象に
すべての大白歯

では以下の症例では？

対象歯の歯冠高径が低い

咬合圧の影響によって適用できない症例

高い機械的性質と耐食性を有し，組織親和性，生体安全性に優れたチタンおよびチタン合金の鑄造法による歯冠修復物を提案



医療技術提案書

H16から

提出可能な団体の1つとして日本歯科医学会分科会
(日本歯科理工学会)

どこへ提案？厚生労働省保険局

何のために？「**新技術**」C2を保険適用していただく
受診者と診療担当者両方にとって必要な技術
有用，安全，効率，倫理，社会的妥当性，普及

別のお話：医療機器(器械・材料)の保険収載(保険医療材料)として認めてもらうのはメーカーが届け出を出す。「**新機能**」C1

今回のチタン双方同時申請

2017年，チタン医療技術提案書却下

《大臼歯部チタンおよびチタン合金による歯冠修復物》

技術の概要

金属アレルギーを有する患者への大臼歯歯冠修復物に、高い機械的性質と耐食性を特徴とし組織親和性、生体安全性を有するチタンおよびチタン合金を用いて、鑄造法にて製作する。

対象疾患名

C、Pul、Per、歯(の破折、破損(破折)、脱離、不適合

現在当該疾患に対して行われている治療(コンポジットレジンによるCAD/CAM冠)との比較と有効性

① 製作方法が鑄造法である。

→ 支台歯の形態への自由度が高くなり、十分な歯冠高径を得ることができない場合等は保持孔および保持溝の付与を行い歯冠修復物の維持力の向上を図ることができる。このような複雑な形態はCAD/CAMシステムでは製作が困難である。

② 機械的性質が優れている。

→ 過度な咬合圧が加わる場合にも適用できる。そのため、上下顎の空隙の確保等のための対合歯の削合や脱離等による再製作および再装着の頻度が減少することにより患者の負担軽減につながる。

支台歯に保持孔を付与した例



* 複雑な形態であるため、ワックスアップして鑄造する方法が適している。

チタン合金による歯冠修復物例



鑄造システム

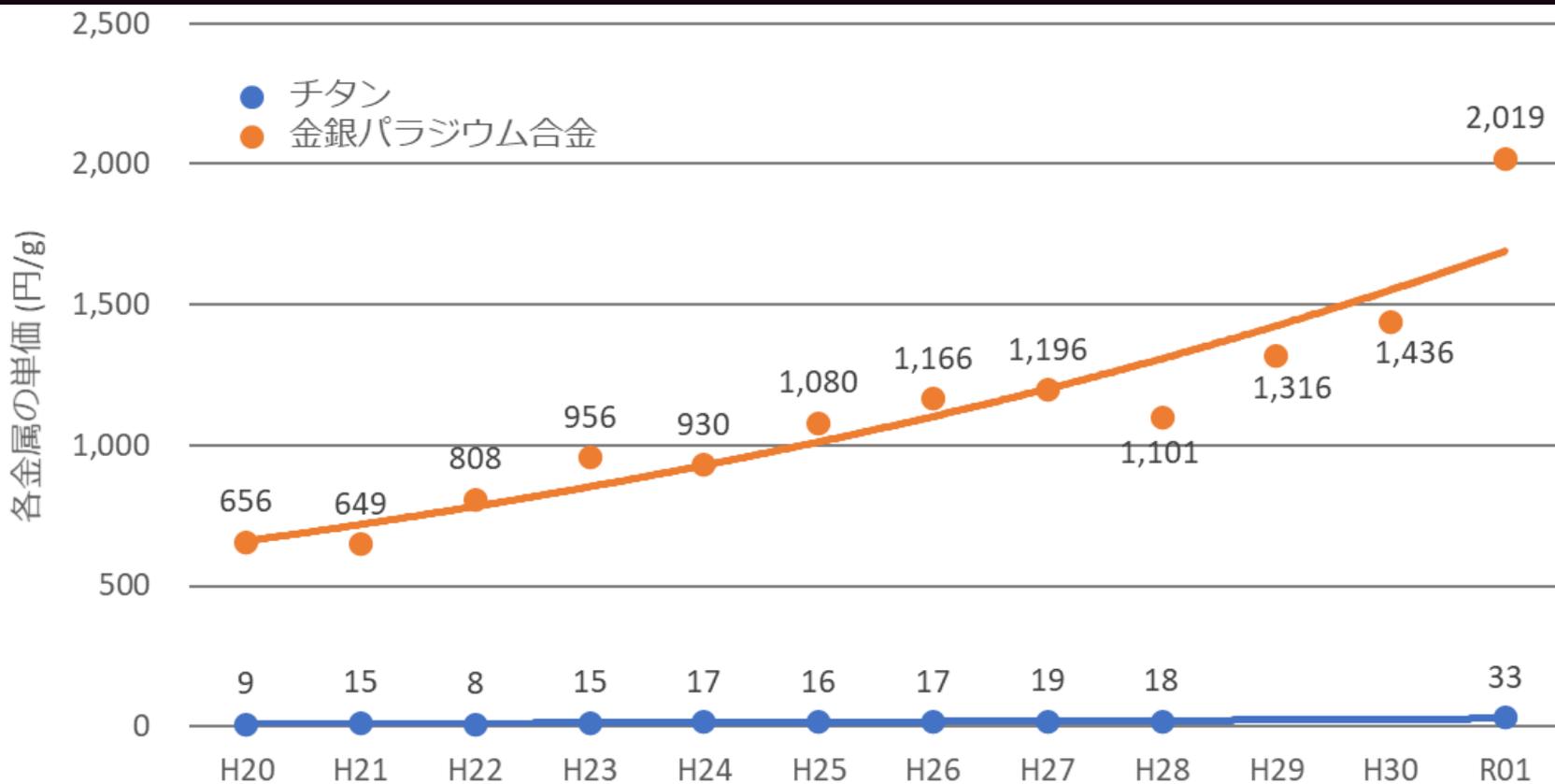
鑄造方式: 遠心鑄造または加圧鑄造方式
溶解方式: アルゴン雰囲気中における直流アーク溶解



チタン用鑄造機



チタン用埋設材



チタンおよび金銀パラジウム合金の価格の推移

竹内義真，米山隆之，小泉寛恭，河合達志。

日本歯科理工学会雑誌 40，41-5，2021より引用

医療技術提案書に記載されたエビデンス

① 生体親和性、生体安定性について

チタンの表面に形成される酸化被膜（不動体被膜）は強固であり、容易に再生されるため、生体内のような腐食性の環境下でも耐食性が保たれ、組織親和性、生体安定性が高い。（[金属バイオマテリアル](#), 2007, 東京, pp37-41）。チタンに対するアレルギーについては、適切な検知法は確立されていないものの臨床報告がほとんど認められておらず、金属アレルギー患者の治療に有用な金属材料であると考えられている（[Contact Dermatitis](#), 2016 Jun; 74 (6) :323-45.）。Ti-6Al-7Nb合金の耐食性については、長期間浸漬試験およびアノード分極試験によって評価した結果では、Ti-6Al-4V合金よりも優れており、チタンと同等であったと報告されている（[J Mater Sci Mater Med](#), 1998 Oct;9 (10) :567-74.）。

② 機械的性質について

標準的な摩耗試験を実施した研究では、コバルトクロム合金が最も高い耐摩耗性を示し、チタン合金とチタンが次いで良好であり、貴金属合金が最も低かったと報告されているが（[Biomed Mater Eng](#), 1995;5 (3) :161-7.）、咀嚼を模擬した摩耗試験装置で鑄造した金属製人工歯の耐摩耗性を評価した研究では、タイプ4金合金が最も優れており、これと有意差は無いがTi-6Al-7Nb合金とTi-6Al-4V合金が次いでおり、チタンは金合金よりも有意に低かったと報告されている（[J Prosthodont](#), 2002 Dec; 11 (4) :263-9.）。また、咀嚼サイクル模擬摩耗試験によりチタンとTi-6Al-7Nb合金の鑄造試料を比較した研究報告でも、Ti-6Al-7Nb合金の方が耐摩耗性が優れていたと報告されている（[Biomaterials](#), 2003 Apr; 24 (8) :1519-24.）。Ti-6Al-7Nb合金の鑄造体の機械的性質についての報告では、引張強さはチタンの約2倍、Ti-6Al-4V合金を数%下回る程度であり、伸びはTi-6Al-4V合金より40%程度大きく、十分な強さと延性を示した（[J Mater Sci Mater Med](#), 1998 Oct;9 (10) :567-74.）。

③ 鑄造性について

高速の遠心式鑄造機を用いたチタンの鑄造性は加圧吸引式の鑄造機の場合よりも良好であり、従来の鑄造方法による金合金の鑄造性に匹敵すると報告されている（[J Mater Sci Mater Med](#), 2000 Sep;11 (9) :547-53.）。

④ 適合精度について

チタン鑄造体の適合精度については、チタン用に開発されたマグネシア系鑄型材の焼成条件と熱膨張量、適合精度との関連についての研究で、チタン用遠心鑄造機を使用したクラウンモデルの適合精度は、焼成条件の調整により61 μmであったと報告されている（[歯科材料・器械](#)15: 276-282, 1996.）。また、チタン用リン酸塩系埋没材を用いて1室加圧式鑄造機で鑄造したクラウンモデルの適合精度については、1200℃以上で鑄型を焼成することにより適合精度が向上すると報告されている（[Dent Mater J](#), 2001 Sep;20 (3) :195-205.）。

⑤ 臨床成績

チタンの鑄造によって製作された歯冠修復物について、111個のクラウンについて装着時の適合性を評価した結果、金銀パラジウム合金との比較では、優れている19%、同等43%、劣っている38%であり、ニッケルクロム合金との比較では、優れている56%、同等33%、劣っている7%であった。装着時の咬合調整に問題があったものは12%で他の合金の場合と差がなかった。また、2年後のリコールでは62個のクラウンが調査され、変色と咬耗がそれぞれ1症例（2%）で認められ、ブランクの付着程度は、金銀パラジウム合金やニッケルクロム合金と差が無かったと報告されている（[Dent Mater J](#), 1985 Dec; 4 (2) :191-5.）。167個のチタンクラウンを2年間の追跡調査（CDA評価）の結果は、全てのクラウンに脱離することなくマージン部の適合状態も経過良好であり、大部分の評価が優良であったと報告されている（[Acta Odontol Scand](#), 1990 Apr;48 (2) :113-7.）。

医療技術提案書に記載されたエビデンス

総説論文

チタンおよびTi-6Al-7Nb合金は生体安全性が高く、機械的性質も良好であることから、鑄造用金銀パラジウム合金の代替材料として優れた性質を有しており、特に間接修復用コンポジットレジンCAD/CAM冠が適応でない大臼歯部や臼歯部ブリッジにおける有用性が高いと評価される。鑄造技術に関しては、適切な鑄造機と鑄型材を使用することにより、現在の金銀パラジウム合金と同等の適合精度を確保するとともに、確実な装着材料も市販されていることから、大臼歯部の鑄造金属冠を適応とする保険導入は十分考慮に値すると考えられる。チタンおよびチタン合金自体の価格は金銀パラジウム合金より安価であるが、鑄造システムは比較的高価であり、より高度な技術が必要とされるため、その経済性については詳細な検討が必要である。

(Koizumi H et al. J Prosthodont Res 2019;63:266-270)

医療技術提案書に記載されたエビデンス

臨床経過

チタンの鑄造によって製作された歯冠修復物について、1982年から2年間の臨床成績が報告されている。2室の加圧吸引式鑄造機とマグネシア系鑄型材を使用してチタンを鑄造しているが、当時は鑄型材の膨張が十分でなかったため、石膏模型上にスペーサーを使用する方法が用いられている。111個のクラウンについて装着時の適合性を評価した結果、金銀パラジウム合金との比較では、優れている19%、同等43%、劣っている38%であり、ニッケルクロム合金との比較では、優れている56%、同等33%、劣っている7%であった。装着時の咬合調整に問題があったものは12%で他の合金の場合と差がなかった。また、2年後のリコールでは62個のクラウンが調査され、変色と咬耗がそれぞれ1症例(2%)で認められ、プラークの付着程度は、金銀パラジウム合金やニッケルクロム合金と差が無かったと報告されている

Clinical application of pure titanium crowns. Ida K, Tani Y, Tsutsumi S, Togaya T, Nambu T, Suese K, Kawazoe T, Nakamura M, Wada H. **Dent Mater J** 1985;4 (2):191-5.

チタン鑄造に係る材料 薬機法 承認済み 医療技術提案書に添付

2011年10月01日作成(第1版)

承認番号: 21500BZZ00155000

歯科材料 01 歯科用金属
管理医療機器 歯科鑄造用チタン合金 70794000
純チタン2種

資料6/17

2010年07月09日作成(第1版)

届出番号: 26B2X00012000027

機械器具 70 歯科用鑄造器
一般医療機器 歯科技工用アーク鑄造器 70752000
シンビオンキャスト

【警告】

①本製品は歯科補綴物作成用の鑄造器です。他の用途には使用しないこと。

- ①電源スイッチ
- ②ロックレバー
- ③内圧表示器
- ④レベルアジャスタ

* 2016年03月改訂 第2版(新記載要領に基づく改訂)
2009年07月作成 第1版

医療機器届出番号: 26B1X00004000157

歯科材料 8 歯科用石こう及び石こう製品
一般医療機器 歯科高温鑄造用埋没材 70900020
松風スピードチタンインベストメント

【警告】

1) 本材はシリカを含有する。遊離シリカは長期にわたって吸入すると肺が損傷される可能性があるため、粉塵による人体への影響を避けるため、局所吸塵装置、公的機関が認可

して20分間室温で放置します。埋没を完了した40分後に900℃に昇温したファーネスに鑄型を入れて、ワックスを焼却し、その温度で2時間係留を行います。その後、600℃まで下げ、30分間係留したのち、鑄造します。

医療機器に係る保険適用決定区分及び価格（案）

中医協 総-1-1
2.5.13

販売名 純チタン 2種
保険適用希望企業 株式会社ニッシン

販売名	決定区分	主な使用目的
純チタン 2種	C2（新機能・新技術）	本品は歯科用鋳造機により、溶融成型される歯科補綴物を製作する鋳造用金属である。

（注）金属アレルギーに関する文言はない

○ 保険償還価格

販売名	償還価格	類似機能区分	外国平均価格との比
純チタン 2種	47 円 / g	原価計算方式	—

準用技術料

M015-2 CAD/CAM冠 1,200 点

留意事項案

- ・ 大白歯について、歯科鋳造用チタン合金を用いて全部金属冠による歯冠修復を行った場合には、当該点数に準じて算定する。

推定適用患者数

約 70,000 歯 / 年

中医協 総-1-1より引用

C2：新機能，新技術

何が新機能？

何が新技術？

C2区分での保険導入 「歯科医側にとって最高」

技術料に保険点数がつく

他の区分：包括，個別評価，「新機能」C1

表10 第一大臼歯の歯冠修復における冠技術料と材料料の比較

	CAD/CAM 冠	チタン鑄造冠	金銀パラジウム合金鑄造冠
冠技術料	1,200	1,200	454
冠材料料	442	66	862
診療報酬点数	1,642	1,266	1,316
技術料×0.7*	8,400円	8,400円	3,178円
材料料	4,420円	660円	8,620円
金銀パラジウム合金材料料			
200401 随時改定 I	2,083円 /g	× 3.52	733点
200701 随時改定 II	2,662円 /g	× 3.52	937点
201001 随時改定 I	2,450円 /g	× 3.52	862点
純チタン2種			
200601 C2	47円 /g	× 14g インゴット	66点 (658円)

*製作技工に要する費用：社会保険診療報酬・歯科点数表の解釈・通則（概算）

新機能

表5 鑄造用合金としての一般的評価

	チタン	Ni-Cr 合金	金銀パラジウム合金	銀合金
機械的性質	—	—	—	低い
化学的性質	一部の化合物に弱い	生体への安全性	—	耐食性
埋没材	特殊	—	—	—
鑄造機	特殊	—	—	—
切削, 研磨	困難	—	—	—
その他	低価格, 軽量	—	元素金属の価格変動	—

新技術（チタンの鋳造）

異なる埋没材，異なる鋳造機

表6 鋳造用埋没材の比較

	石膏系	石膏系	リン酸塩系	アルミン酸塩系
結合材（硬化成分）	α 半水石膏	α 半水石膏	リン酸アンモニウム， マグネシア	アルミン酸カルシウム
耐火材（型材）	α 石英	α クリストバライト	クリストバライト，石英， マグネシア	マグネシア， ジルコニウム
膨張	—	—	—	硬化膨張 0.55 ~ 1.25%
主な適用金属	銀合金	金銀パラジウム合金， 金合金	各種合金	チタン，Ti-6Al-7Nb 合金

松村英雄，小泉寛恭．日本歯科医師会雑誌第73巻第11号P38より引用

チタン専用埋没材

T-インベスト	株式会社ジーシー	36,750	2 kg×5 袋
T-インベストC&B粉	株式会社ジーシー	6,000	65 g×30 包
T-インベストC&B液	株式会社ジーシー	2,700	300 ml
松風スピードチタンインベストメント粉	株式会社松風	20,400	5 kg
松風スピードチタンインベストメント液	株式会社松風	2,800	500 ml
シンビオン-TC	株式会社ニッシン	29,500	200 g×25 袋
シンビオン-TM	株式会社ニッシン	29,500	180 g×20 袋

リン酸塩系埋没材は…

チタン鑄造精度については、アルミン酸塩-マグネシア系埋没材がリン酸塩系埋没材より良好であることが報告されている。

(Leal B et al. Braz Dent J 2013;24:40-6.)

鑄造用チタンインゴット

T-アロイス(純チタン1種)	株式会社ジーシー	¥40,600	650 g (13 g)
T-アロイM(純チタン2種)	株式会社ジーシー	¥43,800	650 g (13 g)
T-アロイH(純チタン3種)	株式会社ジーシー	¥50,000	1 kg (30 g)
T-アロイタフ(Ti-6Al-7Nb)	株式会社ジーシー	¥56,300	1 kg (30 g)
チタン100(純チタン2種)	株式会社松風	¥15,000	500 g (30 g)
純チタン2種	株式会社アイキャスト	¥30,000	700 g (14 g)
6-7チタン(Ti-6Al-7Nb)	株式会社アイキャスト	¥45,000	900 g (30 g)

現在国内で入手可能なチタン鑄造機

製品名	メーカー	価格 (万円)	鑄造方式・規格等
シンビオンキャスト	株式会社アイキャスト	335	アルゴンアーク 一室加圧鑄造方式
セレキャストスーパーR	セレック株式会社	435	アルゴンアーク 水平遠心鑄造方式
チタンハイキャスト	有限会社OHデンタルサービス	380	アルゴンアーク 縦型遠心鑄造方式
YSE-50T	吉田キャスト工業株式会社	~700	アルゴンアーク 真空遠心チタン鑄造方式
YSE-100T	吉田キャスト工業株式会社	~900	アルゴンアーク 真空遠心チタン鑄造方式

減圧の状態から鑄造時にアルゴンガス0.2MPa程度で
一気に加圧を行い，鑄型内と鑄造機内の差圧で鑄込む

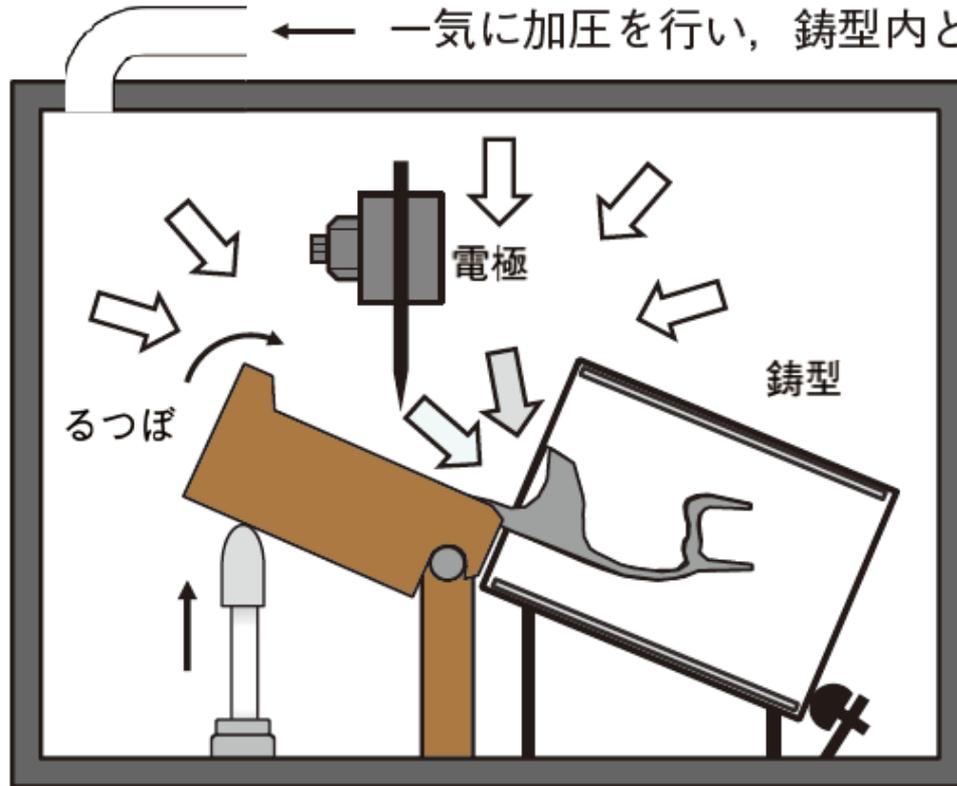


図5 鑄造時にアルゴンガスにて加圧し，直流アーク溶解方式で鑄造を行う



松村英雄，小泉寛恭．日本歯科医師会雑誌第73巻第11号P39より引用

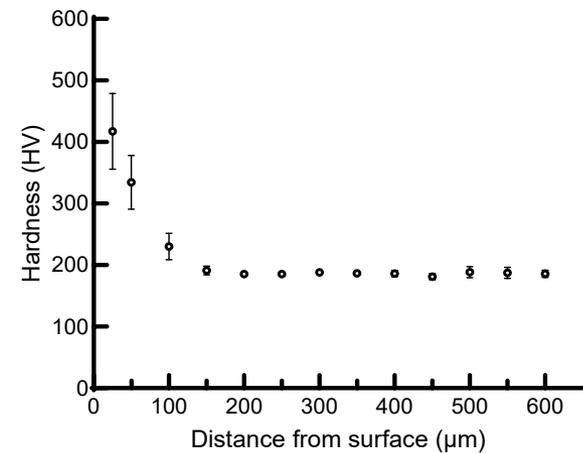
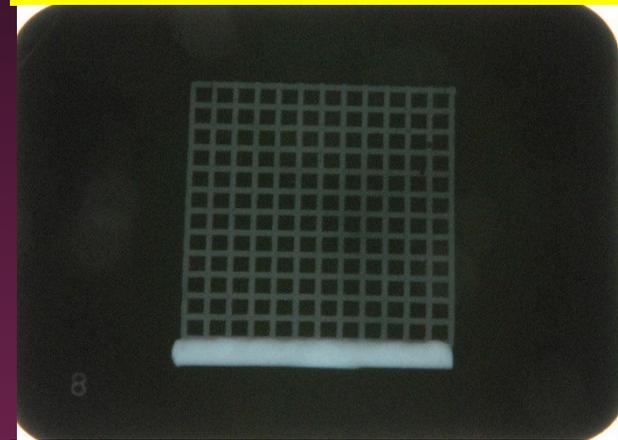
スプルー径



黒岩昭弘. スプルーの条件がチタン鑄造の鑄込み率に及ぼす影響. 歯材器 1992; 11: 262-277.

スプルー径は2 mm以上が望ましい

鑄造機: シンビオンキャスト
埋没材: シンビオンTC
金属: 純チタン2種30 g
アルゴンガス鑄造圧0.2 MPa
30.5×30.5 mm Mesh
As cast
水中超音波洗浄のみ



臨床編

チタン鑄造冠の鑄造・研磨

チタン鑄造冠の保険適用拡大の可能性

チタンの研磨

チタンの高反応性と低熱伝導性から
困難



低中速回転，弱圧にて研削・研磨時の発熱を抑えることが重要

チタン研磨材料の一例



チタノーカーバイドバー2本,
(DFS社製)
ホワイトユニバーサル2本
(Dedeco社製, 砥粒は炭化ケイ素)
松風シリコンポイントM2本
(松風社製, 砥粒は炭化ケイ素)
バッファローロビンソンブラシ
(Buffalo社製)
フェルトホイール
(池田社製)
ウールホイール
(Becht社製)

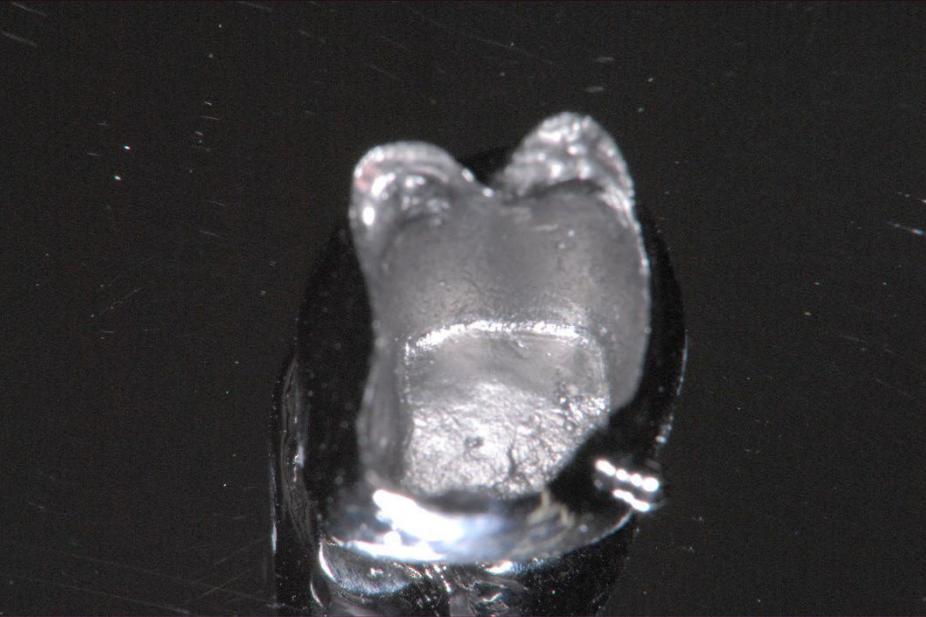
仕上げ研磨材



仕上げ研磨用の多目的研磨用コンパウンド P-マルチソフト（モリタ東京製作所製，砥粒は酸化アルミニウム）

水溶性のため金属－レジンの境界が黒くなりにくく，研磨後の洗浄が容易である．またリキッド状であるため，研磨熱を抑える役割もある．レジン，金属に使用可能な歯科技工用研磨材





適合



チタンクラウンの適合性
文献値

シャンファー形態

60 μm , 22.4 μm ,

43.6~89.2 μm

ショルダー形態

42.1~83.4 μm ,

ベベルドショルダー形態

81 μm

粗研磨



中研磨



仕上げ研磨





仕上げ研磨



水溶性の仕上げ研磨材を使用することにより金属の反
と発熱を抑える

臨床編

チタン鑄造冠の鑄造・研磨

チタン鑄造冠の保険適用拡大の可能性

医療技術再評価提案書の一例 (保険既収載技術用)

令和元年度第3回診療報酬調査専門組織・医療技術評価分科会 (厚生労働省HP)

(1) 診療報酬改定において対応する優先度が高い技術

264 件

新規技術 102 件
既存技術 162 件

- ① うち、学会等から医療技術評価分科会に提案のあった技術^{*1}
- ② うち、先進医療として実施されている技術^{*2}
- ③ うち、①及び②に該当する技術

258 件

6 件

3 件

診調組 技-2-1
2 . 1 . 9

既 423201 前歯部CAD/CAM冠

日本歯科審美学会

保険医療材料制度等に準じて、対応を行う。



本品
(切削加工前のブロック)



切削加工後



装着時

出典: 企業提出資料

医療技術再評価提案書 (保険既収載技術用)

中医協 総 - 2
2 . 8 . 1 9

医療機器の保険適用について (令和2年9月収載予定)

区分C1 (新機能)

	販売名	企業名	保険償還価格	算定方式	補正加算等	外国平均価格との比	頁数
①	Claria MRI CRT-D シリーズ	日本メドトロニック株式会社	4,760,000 円	類似機能区分 比較方式	有用性加算 (ハ) 3%	1.03	2
②	Viva CRT-D シリーズ		4,440,000 円			1.08	
③	RESONATE CRT-D シリーズ (単極又は双極用)	ボストン・サイエンティフィック ックジャパン株式会社	3,780,000 円		改良加算 (ヘ) 5%	0.96	7
④	RESONATE CRT-D シリーズ (4極用)		4,190,000 円			1.03	
⑤	CASPER Rx 頸動脈用 ステント	テルモ株式会社	184,000 円		有性性加算 5%	0.93	12

区分C2 (新機能・留意事項変更)

	販売名	企業名	保険償還価格	算定方式	補正加算等	外国平均価格との比	頁数
⑥	カタナ アベンシァ N	クラレノリタケ デンタル株式会社	5,760 円/ブ ック	原価計算方式	-	-	15

キ エナメル色 (切縁部色) とデンティン色 (歯頸部色)、及びこれらの移行色 (中間色) を含む複数の色調を積層した構造であること。

医療技術再評価提案書 (保険既収載技術用)

前装冠

ブリッジ

接着ブリッジ

CAD/CAM



Fig. 7. Facial view of FPD seated with adhesive resin.



Fig. 8. Occlusal view of FPD.

Matsumura H, Yoneyama T, Shimoe S. Veneering technique for a Ti-6Al-7Nb framework used in a resin-bonded fixed partial denture with a highly filled indirect composite. J Prosthet Dent 2002;88:636-9.

チタンとデジタルテクノロジー



11 Titanium metal framework on definitive cast.



19 Definitive restorations at 12 months.

Reshad et al. J Prosthet Dent 2009;271-8.

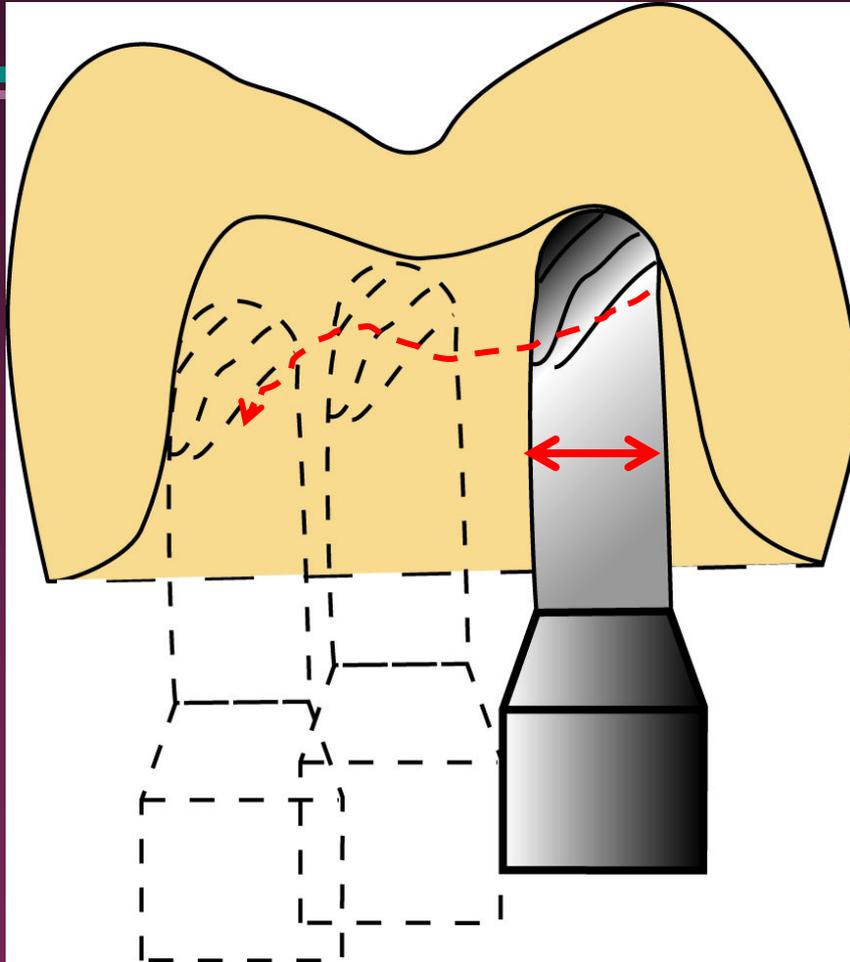
チタン製フレームワーク

CAD/CAMと鑄造法によるチタン冠の適合

Takeuchi et al. J Prosthodont Res 2020;64:1-5.

Table 1. The marginal gap of titanium and titanium alloy depending on fabrication systems (μm).

Fabrication system	Material	Marginal gap	Finish line
CAD/CAM-EDM	CP Ti	54.0	Chamfer
Cast		60.0	
CAD/CAM-EDM	Ti	32.0	Chamfer
CAD/CAM	CP Ti	47.0 ^a	Shoulder
Cast (Phosphate-bonded investment)	CP Ti	22.4	Chamfer
Cast (Phosphate-bonded investment)-EDM	CP Ti	83.9	Shoulder
		50.6 ^b	
	Ti-6Al-4V alloy	50.8	
		24.5 ^b	
Cast (Phosphate-bonded investment)	CP Ti	86.1 ^c	Shoulder
		97.7 ^d	
	Ti-6Al-4V alloy	84.4 ^c	
		76.4 ^d	
CAD/CAM: Pro 50	Ti	79.5	Chamfer
		23.9 ^e	
CAD/CAM: Precident DCS		18.2	
		7.8 ^e	
CAD/CAM: Everest		88.3	
		38.4 ^e	
Cast (Phosphate-bonded investment)	CP Ti	89.2	
		43.6 ^e	
Cast (Silica-free and phosphate-free, alumina and magnesia-based investment)	CP Ti	42.1 ^f	Shoulder
		83.4 ^g	
		61.6 ^h	
	Ti-6Al-4V alloy	36.9 ^f	
		67.3 ^g	
		54.1 ^h	
CAD/CAM: Everest	Ti	79.4	Chamfer
WAX/CAM: Everest (The double scan technique)		73.1	
The cathodic-arc vapor-deposition process	Ti	30.0	Shoulder
Cast (Phosphate-bonded investment)	CP Ti	81	Beveled shoulder
Cast (Magnesium oxide-bonded investment)		64	
Cast (Zirconium-based investment)	CP Ti	<50.0	-
Cast (Magnesium oxide-bonded investment)		<50.0	
Cast (Magnesia-based investment)	CP Ti	55.2	Shoulder
CAD/CAM: Everest	Ti	67.0	
Cast (Magnesia-based investment)	CP Ti	52.2	Chamfer
CAD/CAM: Everest	Ti	59.8	
Cast (Magnesia-based investment)	CP Ti	76.1	Knife edge
CAD/CAM: Everest	Ti	80.7	



← 特に隅角部は
切削加工用ミリング
バーの口径を考慮する
必要がある
不適合になりやすい部
位

4軸あるいは5軸制御で
切削加工

切削用ミリングバーのCAD/CAM冠切削の模式図

今後の課題



臨床編

チタン鑄造冠の鑄造・研磨

チタン鑄造冠の保険適用拡大の可能性

チタンと装着材料との接着について



図1 チタンおよびチタン合金に有効なプライマーの例
貴金属および非貴金属に有効な機能性モノマーが含有されている。

アロイプライマー（貴金属：VBATDT，非貴金属：MDP）
メタルリンク（貴金属：10-MDDT，非貴金属：6-MHPA）

口腔内試適後にアルミナブラスト処理



チェアサイドで使用可能な圧力調整機能付
歯科用ブラスター

- ✓ 圧力調整可能なチェアサイドブラスター
- ✓ 適切なブラスト圧に調整可能
- ✓ チェアサイドでの使用が可能
- ✓ 使用用途について
- ✓ 適正噴射距離

アドプレップ
モリタ HPより引用
8万円程度

マイクロエッチャーII A



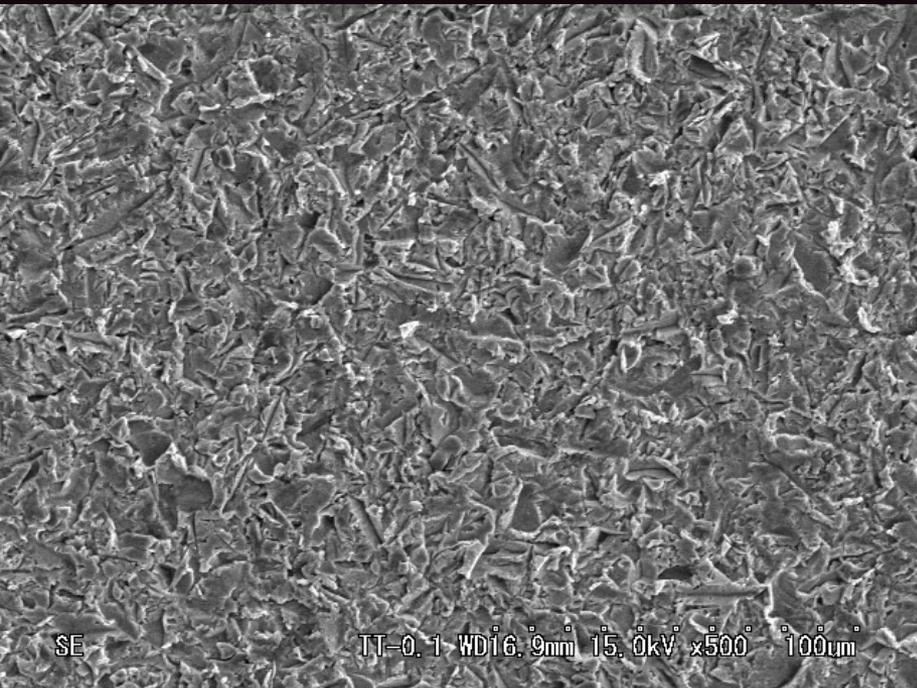
医療機器届出番号: 13B2X10359010025

マイクロエッチャーII A・フローキット

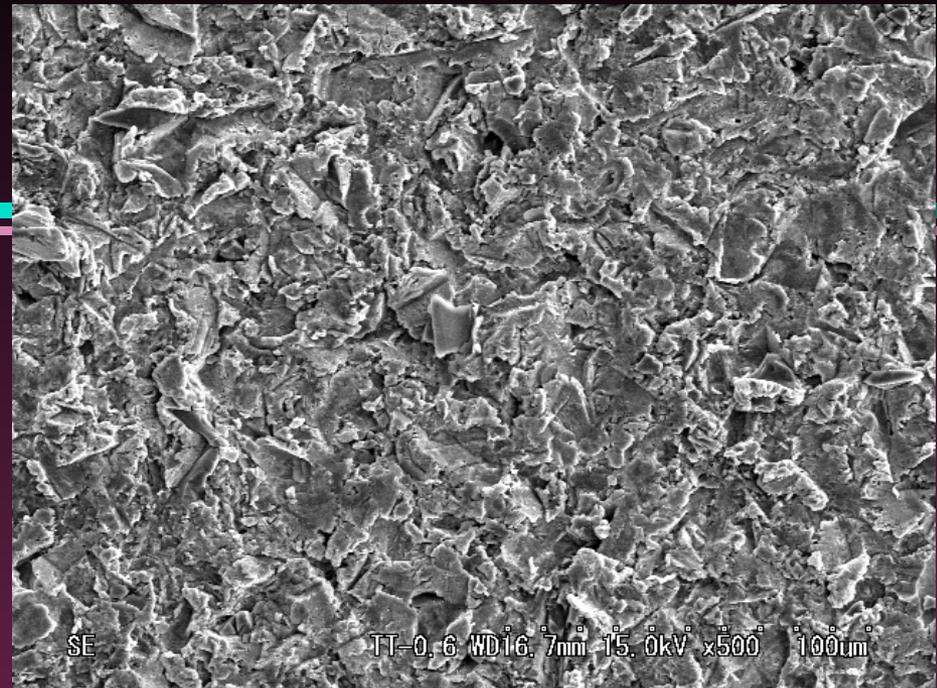


医療機器届出番号: 13B2X10359010025

マイクロエッチャー
モリムラ HPより引用
6万円程度



0.1 MPa



0.6 MPa

アルミナブラスト処理後のTi-6Al-7Nb合金のSEM像
左：0.1 MPa，右：0.6 MPaの噴射圧で処理を行っている。
明らかに0.6 MPaの処理面が粗造になっている。

Ishii T, Koizumi H et al. J Oral Sci 51:16~166, 2009.から改変引用



チタンクラウン内面

左：チタン鑄造後の状態，マグネシア系埋没材を使用することにより埋没の焼付きなどは少なくなっている

右：アルミナブラスト処理後，貴金属によるクラウンと同様に試適，咬合調整が終了した後にブラスト処理を行う

表 クラウン・ブリッジに使用するチタンと金属面処理の例

フレーム材料	クラウン 純チタン2種 (チタン100, 松風) (T-アロイ M, ジーシー) (純チタン2種, ニッシン) 等	ブリッジ Ti-6Al-7Nb 合金 (T-アロイタフ, ジーシー) (6Al7Nb チタン合金, ニッシン) 等
金属面の処理	試適後, 装着直前にアルミナブラスト処理 (噴射圧 0.6 MPa, 粒径 50 ~ 70 μm , ハイアルミナス, 松風) を行い, 非貴金属に適したプライマーを塗布 (アロイプライマー, クラレノリタケ) (メタファストボンディングライナー, サンメディカル) (スーパーボンド PZ プライマー, サンメディカル) (メタルリンク, 松風) 等	
前装面の処理	アルミナブラスト処理後, 非貴金属用プライマーを塗布し, 機能性モノマーを含有したオペークレジンを使用する (ソリデックスオペーク, 松風) (セシード N オペークプライマー, クラレノリタケデンタル) 等	

小泉寛恭. 接着歯学第39巻第2号P70-74より引用

本日の講演内容は、

- 日本歯科理工学会誌40巻1号P54-58 (2021.01)
「チタン鑄造冠の保険収載までの道のりと今後への期待」
- 日本歯科医師会雑誌73巻11号P899-905 (2021.02)
「チタン鑄造冠の大白歯への適用」
- 歯界展望 137巻6号 P1207-1212(2021.06)
「【チタン補綴装置を知る】チタンクラウンの臨床(解説/特集)」
- 接着歯学 39巻2号 P70-74(2021.08)
「保険収載された「鑄造チタンクラウンの接着」】チタンおよびチタン合金製クラウンの接着(解説/特集)」

富山県歯科医師会の皆様,
ご清聴ありがとうございました