

日本財団補助金による  
1996年度日中医学協力事業助成報告書  
-在留中国人研究者研究助成-

平成9年3月10日

財団法人 日中医学協会  
理事長 中島 章 殿

I. 研究者氏名 沈 凌   
研究機関 日本大学歯学部 研究指導者 西山 實  職名 教授  
所在地 〒101 東京都千代田区神田駿河台 1-8-13 電話 03-3219-8127 内線 \_\_\_\_\_

II. 過去の研究歴

H2.10.21 来 日 \_\_\_\_\_  
H4.4.1 ~ H5.3.31 日本大学歯学部 聴講生 (歯科理工学教室) \_\_\_\_\_  
H5.4.1 ~ 現在 日本大学歯学部助手 (歯科理工学教室) \_\_\_\_\_

III. 過去の研究実績

1. 石こう模型の表面精度に関する研究 — アルジネート印象材と硬質石こうとの組み合わせによる石こう模型の表面アラサの光学式測定器による測定 — 歯科材料・器械 Vol. 11, No. 5, 1992
2. 鋳造体の表面性状に及ぼす鋳造用埋没材の影響について 日大歯学 Vol. 67, No. 1, 1993
3. チタンのろう付けに関する研究 第I報 市販ろう材の組成とろう付け引張強さについて 歯科材料・器械 Vol. 14, No. 2, 1995

IV. 本年度の研究業績

(1) 学会、研究会等における口頭発表 (学会名・内容)

1. 第27回日本歯科理工学会 H8.4.21~22  
チタン鋳造用埋没材に関する研究 —埋没材の熱伝導率について— \_\_\_\_\_
2. 第28回日本歯科理工学会 H8.9.22~23  
チタン鋳造体の研磨に関する研究 —粒子の形状と研磨面について— \_\_\_\_\_
3. 日本大学歯学会平成8年度大会 H8.11.30~12.1  
チタンと各種セメントとの接着強さに関する研究 \_\_\_\_\_
- (2) 4. 第10回歯科チタン研究会 H9.1.9~10  
鋳造体反応層に関する研究 —埋没材とグラファイト鋳型との比較— 特性— \_\_\_\_\_  
日大歯学 Vol. 70, No. 5, 1996 \_\_\_\_\_
2. チタンのろう付けに関する研究 第II報 市販ろう材の電気化学的挙動 \_\_\_\_\_  
日大歯学 Vol. 70, No. 5, 1996 \_\_\_\_\_

V. 今後の研究計画及び希望

ニッケルを含まないTi-Zr-Cu合金系の歯科用チタンろう材の開発を行っている。ろう材の作製には、赤外線照射器を用いたが、試作ろう材中に微細な気泡などが観察された。そこで、現在ろう材の作製方法として、プラズマ放電焼結機 (PAS) を用いる方法やチタン鋳造機のルツボを改良してアーク放電による方法などについて検討中である。さらに、ろう材組成を大きく変化させた場合についても検討する予定である。

VI. 研 究 報 告 (日本語、又は英語で書いて下さい。 2,000字程度で記載下さい。)

別紙

VII. 指導教官の意見

チタンは、軟質なものと硬質なものとあり、口腔内の金属修復物をすべてチタンで作製することが可能な金属である。さらに、現在のところ金属アレルギーの報告もないことから、生体に対して安全な材料であると考えられる。チタンを歯科用金属材料として広く普及させるためには、多方面からの検討が必要であるが、クラウン・ブリッジに利用するためにはろう付などによる加工技術が必要条件である。

沈凌さんの取り組んでいる新しい歯科チタン用ろう材の開発には、多くの期待が寄せられている。すなわち、現在市販されているチタン用ろう材は、構造、ろう付引張強さ、耐食性および融解拡散後の状態の測定・観察結果から、ろう付引張強さは十分であるがニッケルを含有することや積層ろう材による不均一性などの問題点がある。そこで、ニッケルを含まないろう材を試作しているが、高温で活性なチタンを基材とするため、ろう材の作製には、酸化防止、減圧およびろう材の拡散などが必要なのが判明した。そこで、今後、沈凌さんの益々の研鑽によって、所期の目的に叶ったろう材の作製方法の確立と本研究が早期に完結されることを期待したい。

## 研究報告書

平成9年3月10日

沈 凌

### 新しい歯科用ろう材の開発

#### 1. はじめに

チタンは、耐食性、機械的性質および生体適合性などに優れ、歯科修復用材料として有望な金属である。しかし、歯科領域にチタンが応用されてからまだ日が浅く、この材料をさらに広く普及させるには、鑄造時にチタンとの反応性の低い鑄造用埋没材の開発や鑄造修復物の接合方法すなわち、ろう付の検討などが必要で、前者については、マグネシア系、グラファイト系などを基材とした検討が行われているが、後者については検討が始まったばかりである。

現在、チタンのろう付に使用されているろう材は、TiとNi-Cu合金を積層したろう材が用いられている<sup>1)</sup>が、構成成分のNiは皮膚や粘膜に対してアレルギーの問題<sup>2)</sup>があり、また、積層ろう材は、短時間の融解では拡散が不十分でろう材が不均一となる場合があった<sup>3)</sup>。さらに、0.1 M 塩化ナトリウム溶液中における電気化学的挙動からの検討では、Ni含有ろう材で、Niの溶出が疑われた<sup>4)</sup>。そこで、Niを含まないTi-Cu-Zr合金によるろう材を試作し、そのろう付引張強さおよびろう材の反射電子像について検討した。

#### 2. 実験材料および方法

試作ろう材は、工業用ろう材T-5000（東京ブレーズ）を基準に図1に示す6種類とした。ろう材の作製には、試薬の粉末Ti、CuおよびZrを既定の割合で混合し、アルゴン雰囲気の内熱線ろう付器（LIGHT SOLDER：コベルコ科研）を用いた。

試作ろう材のろう付引張強さは、純チタン棒（ $\phi 2.4 \times 20\text{mm}$  JIS 3種：神戸製鋼）を用いて突き合わせろう付を行い、その引張試験から求めた。すなわち、純チタン棒を、精密切断機にて切断したのち、切断片を超音波洗浄器によって洗浄して、ろう付用母材とした。ろう付は、母材をクリップにて固定し、ろう付間隙 $0.05\text{mm}$ とし、試作ろう材 $10\text{mg}$ を置き赤外線ろう付器を用いて行った。ろう付後、母材に流れた過剰なろう材を旋盤にて除去したのち、ろう付試験体を万能試験機（TCM-5000A：ミネベア）を用いてクロスヘッドスピード $1\text{mm}/\text{min}$ の条件で引張り、その平均値を求め、ろう付引張強さとした。

### 3. 結果および考察

図2に試作ろう材のろう付引張強さを示した。引張強さは、試作ろう材No.3が $315.7\text{MPa}$ （最大値： $382.8\text{MPa}$ ）と最も高い値を示した。その他の試作ろう材では、 $230\sim 255\text{MPa}$ であった。

現在、使用されている歯科用チタンろう材のろう付引張強さが、 $510\sim 430\text{MPa}$ <sup>1)</sup>であることから、試作ろう材の引張強さは低い値であった。この理由として、次のことが考えられた。すなわち、基準とした工業用ろう材T-5000のろう付引張強さが、 $381\text{MPa}$ <sup>5)</sup>であるのに対して、同一組成の試作ろう材No.0が $250\text{MPa}$ であったことから、試作ろう材の作製方法に問題があるものと考えられた。そこで、試作ろう材を樹脂に包埋して、空隙の有無や金属組成について反射電子像から検討した。

図3に試作ろう材の反射電子像を示した。これらの写真から試作ろう材には、多くの空隙が観察された。また、No.3では、明確な濃淡差が観察された。これらの濃淡部をX線マイクロアナライザーによって定量分析した結果、Aの部分は純チタンであることが判明した。すなわち、今回作製した試作ろう材では、チタンが完全に拡散せず、さらに、作製中におけるアルゴンガスの巻き込みや酸化物などによると考えられる多くの空隙がみられた。

以上から、チタンろう材の作製に当たっては、作製時より酸化防止および減圧などの環境条件について詳細に検討する必要があると考えられた。

#### 4. 結論

Ti-Zr-Cu合金からなる6種類の試作ろう材を作製し、そのろう付引張強さを測定した結果、次のような結論を得た。

1. ろう付引張強さが最も強いろう材は、No. 3のTi, ZrおよびCuをそれぞれ、45, 25および35wt%とした組成であった。
2. 上記ろう材を用いたろう付引張強さは、315.7MPaであった。
3. 試作ろう材には、多くの空隙が観察された。

#### 文献

- 1) 菊地久二, 沈 凌, 湯田雅士, 松平修一, 西山 實, チタンのろう付に関する研究 第1報 市販ろう材の組成とろう付引張強さについて, 歯科材料・器械, 14巻2号, 213-218, 1995
- 2) 井上昌幸, 中山秀夫, 歯科と金属アレルギー, デンタルダイヤモンド, p 76-85, 1993
- 3) 菊地久二, 湯田雅士, 西山 實, チタン用ろう材の形状および組成について, QDT, 19巻1号, 87-91, 1994
- 4) 菊地久二, 野元成晃, 沈 凌, 小野内 真, 黒谷知子, 太田 肇, 池谷正洋, 西山 實, チタンのろう付に関する研究 第2報 市販ろう材の電気化学的挙動, 日大歯学, 70巻5号, 712-719, 1996
- 5) 菊地久二, 西山 實: ろう付用ろう材の研究, 第7回チタン研究会講演抄録集, 31-32, 1994

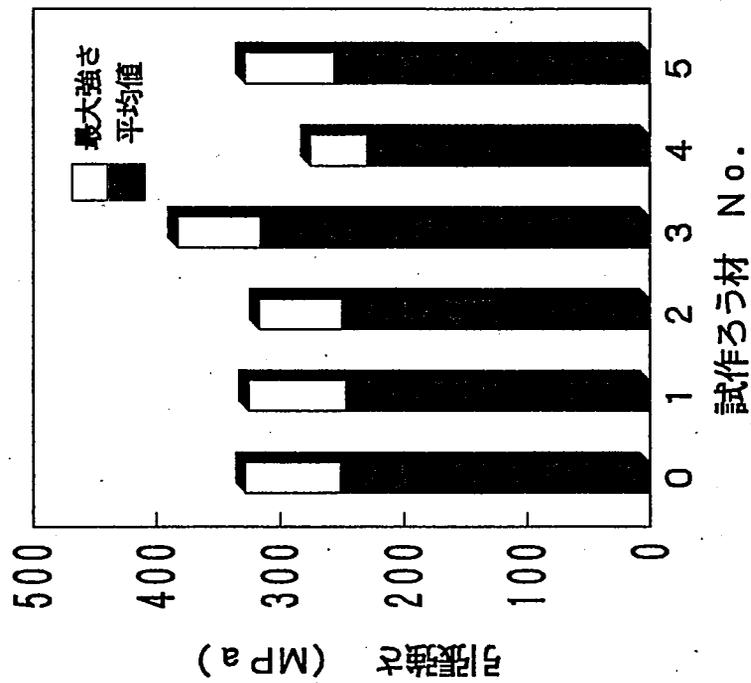
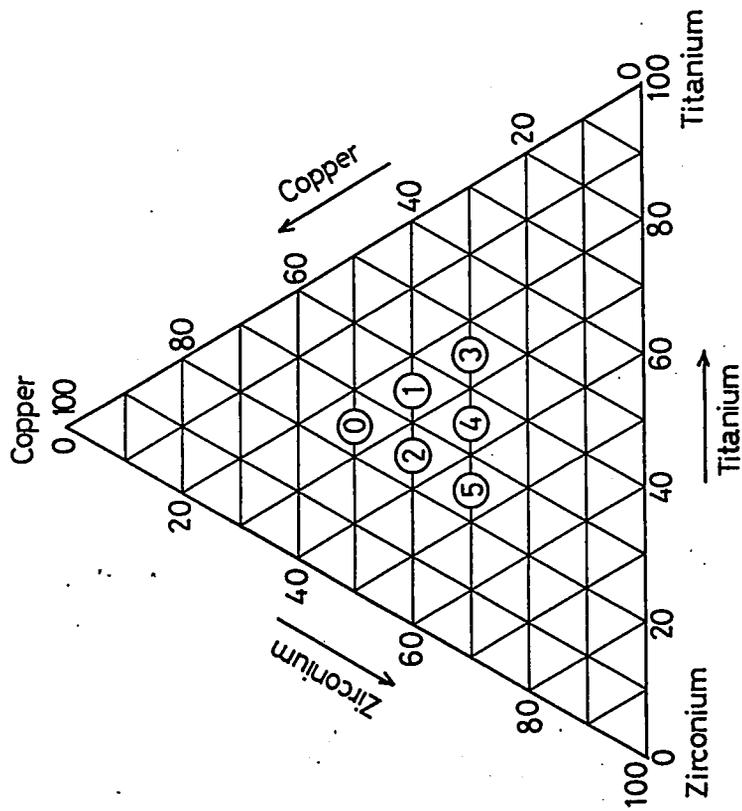


図1 試作ろう材の組成

図2. 試作ろう材のろう付引張強さ

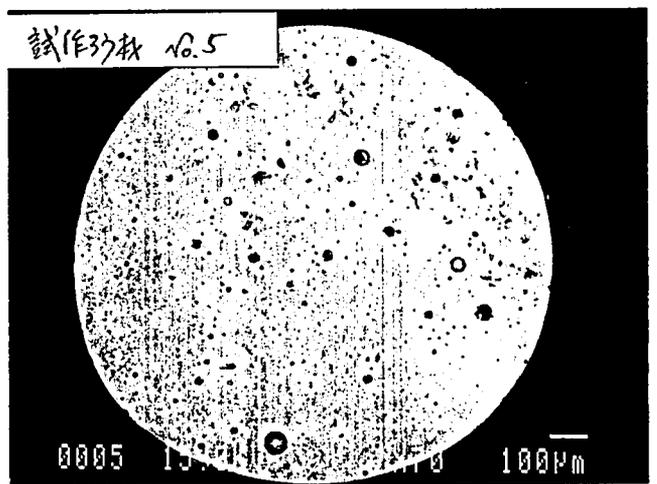
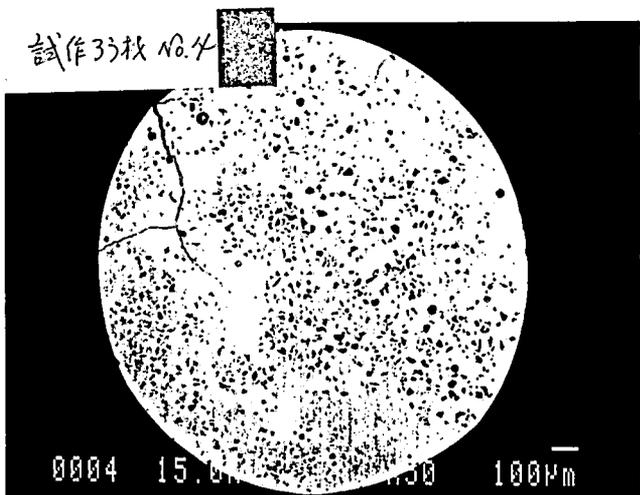
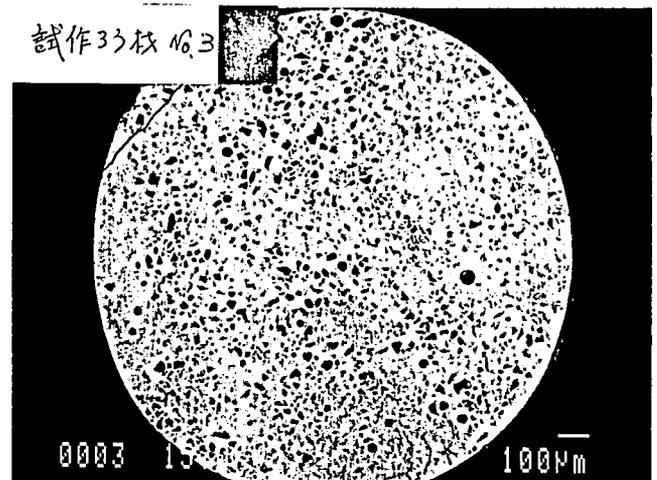
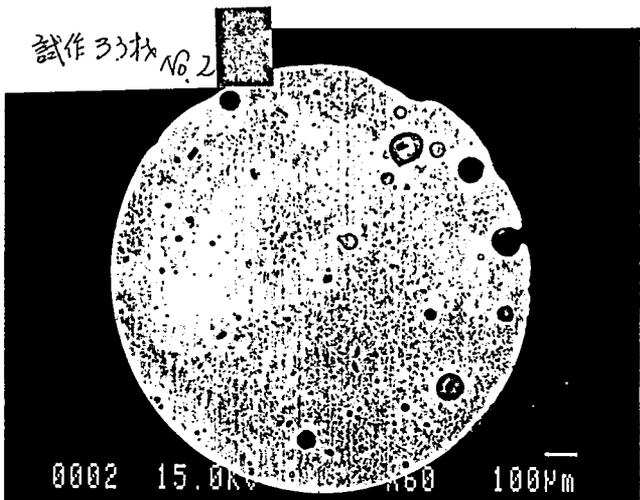
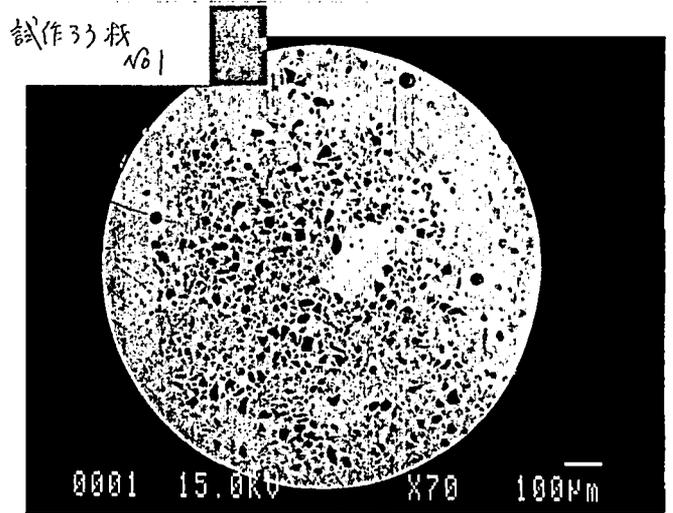
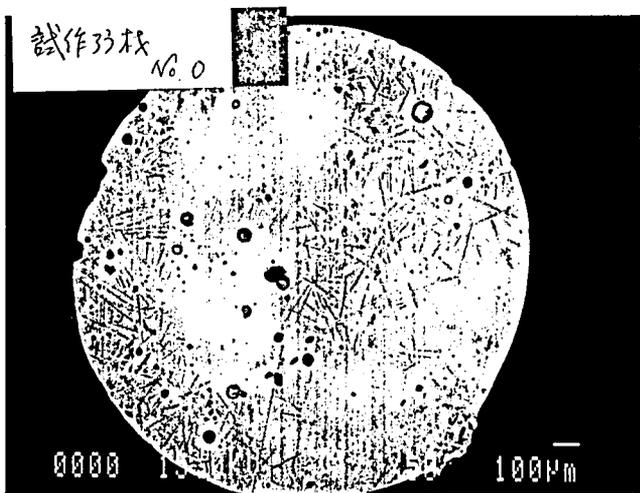


図3. 試作ろう材の反射電子像