

# 装身具向けパラジウム合金の実用化に関する研究（第2報）

宮川 和博・望月 陽介・有泉 直子・近藤 誠<sup>\*1</sup>

## Study on Practical Use of Palladium Alloys for Jewelry (2nd Report)

Kazuhiro MIYAGAWA, Yosuke MOCHIZUKI, Naoko ARIIZUMI and Makoto KONDO<sup>\*1</sup>

### 要 約

開発したパラジウム合金についての実用化に向けての改良およびろう材の検討を行った。昨年度実用化に向けた鑄造実験を行ったパラジウム合金について、鑄造自体に問題は発生しなかったが、その後の指輪のサイズ合わせの作業中に割れが発生した。そこで配合をわずかに変え、再度鑄造テストを行ったところ良好な結果が得られた。

また、ろう材について、Pd-Agをベースとした合金で配合を変えて評価を行った。その結果、従来のWGろう材に比べ母材に近い色相で有りながら作業性が変わらないろう材の開発することができた。

### 1. 緒 言

装飾用の貴金属材料は、銀系合金、金系合金、白金系合金に大別できるが、金およびプラチナの価格高騰により、低価格帯の商品においては材料コストを抑えるため貴金属の成分量を減らして製品開発を目指す傾向がある。

貴金属成分の配合量を減らすことは、本来貴金属の持つ耐食性や機能・特性が損なわれ、一定限度を超えた貴金属合金は購入時に問題はないが、長く使用することにより変色などの問題が発生する恐れがあり、ユーザの信頼性低下を招く可能性がある。

このため、海外ではパラジウムジュエリーが流通するようになりパラジウムが宝飾用貴金属素材として定着しつつある。

一方、日本では宝飾材料としては、プラチナやホワイトゴールドの割金としての利用がほとんどであり、パラジウムが主体となったジュエリーはほとんど製造されていない。

パラジウムは、自動車用触媒や歯科用材料などに多く使用されている安全性および耐食性に優れた白金系の貴金属であり、プラチナと比較した場合、価格は1/2程度、比重は56%であり、比較的安価で高品質な材料である。

そこで、当センターでは新たに装身具向けパラジウム合金について検討を行い、鑄造性も良く、高硬度かつ色相も遜色ない配合のパラジウム合金を開発することができた<sup>1)</sup>。

本研究では、開発したパラジウム合金の普及を目指すため、課題等について検討し、合金の改良およびろう材の検討を行った。

### 2. 実験方法

#### 2-1 実用化に向けた鑄造テストおよび改良

昨年度、以前の研究で最も最も鑄造性や硬さが良好であったパラジウム合金（配合No.12<sup>1)</sup>の三元合金、以降Pd950(新)とする）における鑄造条件の検討を行い、良好な鑄造が行える条件を見いだした<sup>2)</sup>。

ペンダントトップやピアスなどは鑄造後に仕上げの工程を経て製品として出荷されるが、指輪においては、サイズ棒を通しハンマーなどで叩きながら内径を指定のサイズに合わせるサイズ合わせという作業が入る（図1）。

そのサイズ合わせの作業中に指輪が割れてしまうという事例が発生した（図2）（図3）。Pd950(新)はHV152（キャスト上がり）と貴金属材料としては硬く伸びが小さい材料である。そのため、サイズ合わせ時の内径を広げる作業時などにハンマーの衝撃により割れが発生してしまったと考えられる。

そこで、鑄造性も良くサイズ合わせ時の割れも発生しない合金配合について検討を行った。合金の配合についてはPd950(新)をベースとして、そこから割金の配合をわずかに変えながら行った。作製した合金で実際に表1の条件で鑄造実験を行い鑄造したサンプルの品質（鑄肌、割れ、鑄造巣）を目視で確認した後にサイズ合わせ作業を行い、割れが発生するかどうかを確認した。

\*1 山梨県水晶宝飾協同組合



図1 指輪のサイズ合わせ



図2 サイズ合わせ時の割れ

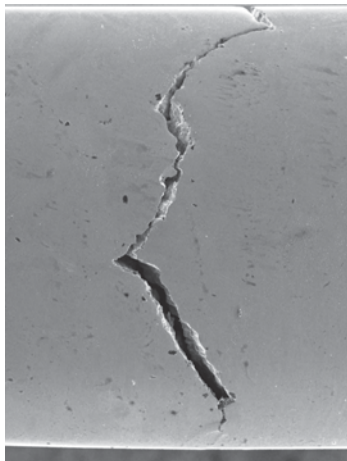


図3 指輪割れ部の観察結果

表1 鑄造条件

埋没材	無結合型シリカ系埋没材 ALL89 (吉田キャスト工業(株))
混水比	30% (埋没材 1kg に対し専用バインダー 5%水溶液 300ml)
鑄型乾燥	6h
鑄型焼成	室温 → 150℃ → 250℃ → 950℃ → 900℃
鑄造機	真空遠心鑄造機 VCC (安井インターテック(株))
鑄造温度	1650℃
回転数	400rpm
使用ガス	アルゴン

## 2-2 パラジウムろう材の検討

装身具製造には製品を接合するろう付け作業が必要となることが多い。貴金属装身具材料向けのろう材では、通常のろう材に要求される流動性、温度、強度などの他にろう付け部が目立たないことが要求される。現在、パラジウム合金のろう付けにはホワイトゴールドろうが利用されており、作業性やろう材としての性能については問題ないが、ベースが金であるため、母材となるパラジウム合金と色相が異なっており、ろう付け部が目立ってしまうといった欠点がある。

そこで、パラジウムをベースとしたパラジウム合金専用のろう材について検討を行った。パラジウム-銀をベースとして他の材料を混合してろう材を試作し、母材との色差、作業温度、湯流れ、作業性について評価を行った。

色差は紫外可視分光光度計(日本分光(株)V-570)を使用して行い、湯流れおよび作業性については企業において実際に作業者に評価をお願いした。

比較対象として従来よりプラチナやホワイトゴールドなどの白系素材に使用されている市販のK14WGろう、K18WGろう、Ptろうについて同様の評価を行った。

## 3. 結果および考察

### 3-1 実用化に向けた鑄造テストおよび改良結果

Pd950(新)をベースとして、配合や配合比を見直した合金を作製し、評価を行った。その結果、配合1~3までは鑄造性も悪くなり割れも多数発生したが、配合4においては、鑄造性も良好かつリング合わせ時の割れも発生しないことが確認できた(表2)。配合4は硬さが119HVと従来のものに比べ低い、実用レベルとしては十分な硬さであるため、問題ないと思われる。

表2 合金改良結果

	硬さ(HV) (キャスト上がり)	鑄造性	サイズ合わせ時の割れ
Pd950(新)	152	○	有り
配合1	180	×	有り
配合2	149	×	有り
配合3	145	×	有り
配合4	119	○	無し



図4 鑄造ツリー（配合4）



図5 指輪（配合4 サイズ合わせ後）

### 3-2 ろう材の検討結果

表2に試作ろう材および各種ろう材の評価結果を示す。

試作ろう材については、試作した中で最も良好であった2種類について示す。

試作ろう材は2種類とも母材との色差（ $\Delta E$ ）が小さくほぼ同じ色として扱える範囲で有りWGろうと比較すると、ろう付け部が目立ちにくいと思われる。作業温度はWGろうに比べ高いが、通常のバーナーの作業温度範囲であるため問題はないと思われる。

WGろうは、作業温度も低く湯流れや作業性は良いが、 $\Delta E$ が大きいためろう付け部が目立ってしまう。

Ptろうは作業温度が高く通常のバーナーが使用できないため、高温の酸素バーナーを使う必要があるため、作業性の面で他の材料に劣る。また母材のパラジウムを溶かしてしまう可能性もある。

この結果から、試作Pdろう材は、色調も母材のパラジウム合金と近く、作業性も従来のろう材と変わらない材料であることが確認できた。

また、試作ろう材(1)と(2)は湯流れ性が異なるため、ろう付け箇所など状況によって使い分けることが可能である。

表3 ろう材の評価結果

	色差 ( $\Delta E$ )	作業 温度	湯流れ	作業性
	作業者の評価コメント			
試作Pdろう(1)	4.69	1050℃	遅い	○
	流れが悪いが付きは良い			
試作Pdろう(2)	2.89	1000℃	早い	○
	流れが速く細かいろう付けに向く			
K14WGろう	16.12	780℃	早い	○
	溶けも早く、流れも良い			
K18WGろう(1)	8.99	840℃	早い	○
	色が出る(金色) 早い時間で流れる			
K18WGろう(3)	14.04	800℃	早い	○
	色が出る(金色) WGろう(1)より早く流れる			
Ptろう	14.58	1110℃	早い	×
	酸素バーナーを使うため時間がかかる 母材を溶かすおそれあり			

## 4. 結 言

パラジウム合金の実用化に向けて、合金の改良およびろう材について検討したところ、以下の結果が得られた。

- (1) 鑄造性も従来と変わらず、指輪のサイズ合わせ作業においても、割れの発生しないパラジウム合金を開発できた。
- (2) 従来のWGろうに比べ、ろう付け部が目立たないパラジウム用ろう材が開発できた。

## 参考文献

- 1)宮川 和博, 有泉 直子, 望月 陽介, 鈴木 文晃, 阿部 治, 布施 嘉裕, 古屋 雅章: 山梨県総合理工学研究機構研究報告書, No.8, p.35-40(2013)
- 2)宮川 和博, 有泉 直子, 望月 陽介, 近藤 誠: 山梨県工業技術センター研究報告, No28, p.88-90(2014)
- 3)諏訪 小丸: ジュエリーキャスティングの基本と実際, 柏書店松原 (2001)