

# 貨幣をつくる 金属材料

世界で流通している貨幣は約190種類あると言われている。  
世界の各国では、肖像や代表的な動植物、名所などをモチーフとしたデザインの貨幣を使用している。  
日本は世界でも有数の貨幣製造技術を持っていると評価されている。  
金属貨幣のあゆみをたどりながら、最新製造技術を展望する。

## 金属貨幣のルーツ

金属製の貨幣は、紀元前7世紀前後に中国やリディア（現在のトルコ西部）で出現したといわれている。西洋最古の貨幣は紀元前670年頃、リディアでつくられた「エレクトロン貨」だ。エレクトロンとはギリシャ語で琥珀を意味し、エレクトロン貨幣が琥珀色をした金と銀の天然の合金の粒で、琥珀に似ていたため名づけられた。動物や人物が打刻され、西洋における打刻型の鑄造貨幣へとつながっていった。紀元前6～4世紀には、ギリシャの諸都市に伝わり、アテネでは「ふくろう銀貨」と呼ばれる質の良い銀貨がつくられた。紀元前3世紀の古代ローマでも貨幣を使用しており、金・銀・青銅貨を発行していた。民衆に皇帝の権威を知らしめるため、貨幣にはローマ皇帝の顔が入っていた。

一方、中国では春秋時代から戦国時代（紀元前770～221年）にかけて、古代の鋤型農具をかたどった「布幣・（貨）」や刀の形を模した「刀幣・（貨）」、あるいは円形の貨幣がつくられていた。そして使用に便利のように、次第に孔あきのものが多くなり、製作上の便宜から四角の孔に変化し、秦の始皇帝（紀元前221年）のとき円形四孔で初めて額面を表示した貨幣「半両銭」がつくられた。いずれも青銅製だった。この形が中国で2000年間続き、日本にも伝わり広がっていった。<sup>(1)</sup>

日本の金属貨幣は、683年に中国の「開元通宝」をモデルとして「富本銭」、708年に「和同開珎」がつくられたのが始まりだ。それから250年間に「皇朝十二銭」がつくら



リディア王国(紀元前7～6世紀)のエレクトロン金貨  
大きさは11 mm×13 mm。貨幣の価値の象徴としてライオンの頭が刻印されている。(日本銀行貨幣博物館所蔵)

れたが、その後は豊臣秀吉が金・銀貨幣をつくるまでの約600年間、中国から輸入された。そして徳川家康が日本で初めて貨幣制度を統一し、金銀銅の三貨制度が確立した。<sup>(2)</sup>

## 近代化の先駆的役割を果たした造幣事業

現在、日本の貨幣は独立行政法人造幣局が製造し、日本国政府が発行している。造幣局は明治政府によって近代的な貨幣制度を整えるため、当時経済の中心地であった大阪に工場が建設された。1871（明治4）年4月に創業すると、その3カ月後に日本最初の貨幣法規「新貨条例（太政官布告）」が制定された。これにより通貨単位は1両＝4分＝16朱の4進法から、1円＝100銭＝1000厘の10進法へと変更され、本位金貨幣と補助銀貨幣、補助銅貨幣の製造が始まった。

本位金貨幣は5種類（20円、10円、5円、2円、1円）で、1円金貨幣は金1.5g、2円

### 明治3年銘の20円金貨

表面（左）に中央に天皇を象徴する玉を抱く龍図、裏面（右）の左右に錦の御旗、中央に日章と八稜鏡、およびそれを取り囲む菊と桐の枝飾りが配された。刻印は彫金家の加納夏雄（東京美術学校（現東京藝術大学）初代彫金科教授）が製作した。



### 古代中国の貨幣 (紀元前8～3世紀頃)

青銅製貨幣の形状は布幣（左）、刀幣（右）などから円銭へと発展した。

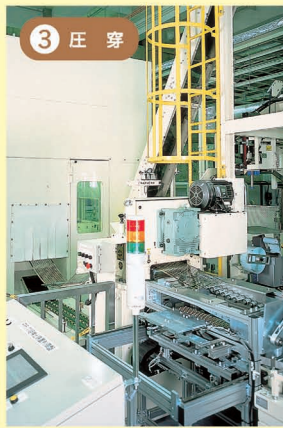
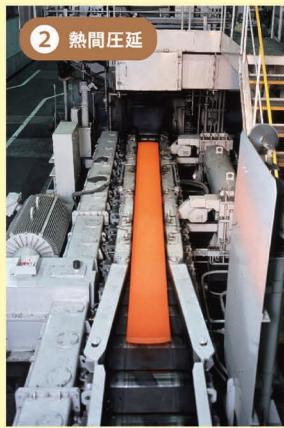
以上の金貨幣にはそれぞれ額面の約1.5倍分の重さの金が含まれていた。純金では軟らかすぎ、摩耗しやすいため、銅を混ぜ品位を900\*とした。補助銀貨幣は4種類（50銭、20銭、10銭、5銭）と海外貿易用の本位1円銀貨幣がつくられた。純銀もまた軟らかく摩耗しやすいため、本位1円銀貨幣は品位を900とし、当時の金銀比価1:16に基づき、銀含有量を決定した。補助銀貨幣は、銀価格上昇による鑄潰しを防ぐため、額面相当よりやや少ない銀含有量とし、品位を800とした。補助銅貨幣は4種類（2銭、1銭、半銭、1厘）で、素材に江戸時代の銅銭などが使われたが、不純物が多かったため、イギリス人技師の指導で反射炉を築造し、銅を精製した。

機械設備はイギリスが香港に設立して廃局していた造幣所から中古品を購入したものであったが、それ以外の貨幣製造に必要な硫酸、ソーダ、石炭ガス、コークスの製造や電信・電話などの設備並びに天秤、時計などの諸機械の製作は全て造幣局で自給自営していた。明治政府の造幣事業は、要素技術を利用する産業の裾野を広げ、日本の近代化の先駆的な役割を果たした。<sup>(3)</sup>

\*金貨幣の品位は重量の千分率(%)で表すことが多い。



## 貨幣の製造工程



## 500円貨幣の偽造防止技術



### 斜めギザ

大量生産型の貨幣では世界初だった。ギザを斜めにすることで偽造抵抗力を向上させた。



### 潜像

光の入射角と反射角による反射光の明暗の差による現象を応用した。



### 微細点

桐の葉の中央部分に施され、目に見えないほどの微細な穴がいくつも刻まれている。



### 微細線

髪の毛より細く、切削加工の限界に挑んだ金属彫刻における最先端技術を使用した。

## 安定供給を担う 効率的な生産ライン

貨幣の材料には、(i)大量に入手でき、価格が安定していること、(ii)国民に好感をもたれること、(iii)貨幣製造に適し、流通中に变形や摩耗しにくいこと、(iv)偽造されにくいこと、(v)自動販売機その他の機械に使用の際、識別が便利であることなどが求められる。そこで金、銀、銅、ニッケル、亜鉛、錫、アルミニウムのほか、これらの合金である銀合金、白銅、青銅、黄銅など、さまざまな金属材料が世界各国で使用されている。なかでも銅合金が多く使われているのは、銅は比較的豊富で価格も手頃で、合金にすると何十年も流通できるような耐食性や耐摩耗性などの耐久性があり、穴を開けたり大きさを変えたりと加工性が良好で、様々な色合いのものができるといった特徴を持っているからだ。

現在、造幣局で製造している通常の貨幣は、500円ニッケル黄銅貨幣、100円白銅貨幣、50円白銅貨幣、10円青銅貨幣、5円黄銅貨幣、1円アルミニウム貨幣の6種類だ。どのように製造されているのかを見てみよう。

まず銅やニッケルなどの金属と、回収された貨幣を電気炉で溶かし、連続铸造装置で約450 kgの鋳塊をつくる(貨幣の製造工程①、以下同様)。これを均熱炉で再加熱し、熱間圧延機で厚さ約7 mmまで延ばす(工程②)。酸化して黒くなった表面を削り、冷間圧延機で貨幣の厚さ約2 mmまで引き延ばし、コイル状に巻く。そして圧延板を圧穿機で貨幣の形に打ち抜く(工程③)。これを「円形」と呼んでいる。打ち抜かれた後の板は溶解工程に戻し、再利用している。圧穿工程後、円形の周囲に膨らみのある縁をつけ(工程④)、模様を出しやすくするため、焼鈍炉で円形を加熱して軟らかくする。焼鈍した円形を酸で洗浄して油汚れや酸化膜を取り除き、脱水・乾燥する。そして圧印機によって1分間に約750枚の高速で円形の裏と表に模様をつける(工程⑤)。圧印力は500円貨幣の場合約850 kNに達するため、金型の長寿命化を目的に、CrN表面処理技術により、表面を硬化させて生産性を向上させた。圧印された貨幣の検査を経て、合格したものを決まった数量で封緘する(工程⑥)と完成だ。圧印工程では無人搬送車が貨幣を運んでおり、省力化が図られている。

## 偽造を防ぐ 世界最高水準の技術力

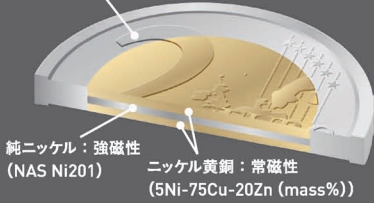
世界約190カ国・地域のうち、自前で貨幣を製造しているのは約60カ国で、その他は造幣機関を持っておらず他国に製造を委託している。日本は2012年、バングラデシュ中央銀行の貨幣製造に関する国際競争入札で、イギリスやドイツ、スペイン、オランダなどの強国に競り勝ち、戦後初の一般流通貨幣を受注し、2カタ貨幣(日本円で約2.5円)5億枚を製造した。さらに2016年には一般流通貨幣の受注2件目となったジョージア(旧グルジア)の20テトリ貨幣(日本円で約9円)を落札し、1,400万枚を製造している。またバングラデシュやニュージーランド、スリランカなどの記念貨幣もつくっており、2007年以降に製造した外国貨幣は10カ国14種類にのぼる。

国際入札などで日本の強みとなっているのは技術力だ。500円貨幣は世界でも屈指の高額貨幣で、1999年頃に韓国の500ウォンなど海外貨幣の不正使用に対する偽造防止対策が日本の技術水準の高さを世界に

1ユーロ  
貨幣2ユーロ  
貨幣

## 2ユーロ貨幣のバイカラー・クラッド構造

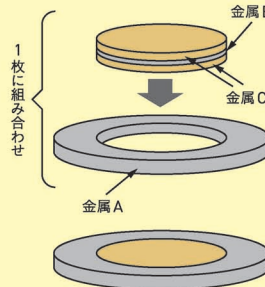
白銅：常磁性 (25Ni-75Cu (mass%))

純ニッケル：強磁性  
(NAS Ni201)ニッケル黄銅：常磁性  
(5Ni-75Cu-20Zn (mass%))

日本製の純ニッケル（純度99.6%以上）は、ユーロ貨幣の一部に使用されている。

※常磁性：磁石に付く力が非常に弱い性質

## バイカラー・クラッド技術の仕組み



異なる種類の金属板をサンドイッチ状に挟み込むクラッド技術でできた円板を、それと異なる金属のリングの中にはめ合わせるバイカラー技術を用いてつくられている。

地方自治法施行60周年記念貨幣(大阪府)  
500円バイカラー・クラッド貨幣

表面に仁徳天皇陵古墳をデザインしている。

知らしめた。

偽造防止技術は主に4つある。1つ目が「斜めギザ」だ。貨幣側面のギザは、表裏面に対して通常垂直に刻まれているが、斜めにする事でプレス時の金型からの取り出しが困難となり、また金型に特殊な技術が必要となるため、偽造抵抗力を向上させた。2つ目は「潜像加工」だ。貨幣を見る角度によって「0」の中に500円という文字や縦棒が見え隠れする。イギリス2ポンド貨幣をはじめ諸外国の貨幣にも使用されているが、流通貨幣としての発行は数例のみとなっている。3つ目は「微細点加工」で、転写等による偽造を防ぐため貨幣模様中央部に微細な穴加工を行っている。4つ目は「微細線加工」で、上下文字部「日本国」「五百円」の周りに扇状に微細な線模様を施している。偽造を防ぐ効果は非常に高い。

次世代貨幣の製造に対応した  
技術革新

一方、ヨーロッパでも偽造防止技術は進化している。1ユーロ及び2ユーロ貨幣は、周囲リング部分に中央コア部分をはめ込んだ金銀2色のバイメタル構造で、1ユーロと2ユーロでは配色が逆になっている。さらに中央コア部分は中心に純ニッケルを挟んだ3層構造となっている。ニッケルが磁石に付く性質を利用し、偽造防止のため精密に磁気特性を調整している。

こうしたなか、日本では2008年から発行されている地方自治法施行60周年を記念した47都道府県別の500円記念貨幣で、日本貨幣史上初となるバイカラー・クラッド(2色3層構造)技術を導入した。また貨

幣の裏面の古銭中央の四角の穴の部分には、地方自治法施行60周年を記念した「60」の文字と47都道府県を示す「47」の文字が浮かび上がる潜像加工に加え、微細点・微細線加工を施したほか、側面には斜めギザの一部を他のギザとは異なる形状にした「異形斜めギザ」を採用した。異形斜めギザ加工技術は、日本独自に開発したものだ。次世代貨幣の製造に対応した新たな挑戦に取り組み、技術の研鑽が続けられている。

(取材協力、画像提供：独立行政法人造幣局、日本冶金工業(株))

## 文 献

- (1) 造幣博物館 展示資料解説
- (2) 造幣局ホームページ「日本の貨幣の歴史」  
<https://www.mint.go.jp/kids/history>
- (3) 「造幣局のあゆみ 改訂版II」造幣局のあゆみ編集委員会

## INTERVIEW

信頼と挑戦  
世界に誇れる貨幣をつくるために

貨幣の製造にあたっては、純正画一で偽造されない貨幣を、合理的な価格で安定的かつ確実に供給することを使命として、効率的な生産技術の導入、確実な品質管理システムの構築、高度な偽造防止技術の開発などに取り組んでいる。

国民の貨幣に対する信頼の維持と国民生活の向上に寄与するためには、創業期の先人たちがそうしてきたように、何事も恐れず挑戦し、どんな困難も乗り越えて

いくという伝統をこれからも受け継いでいくことが大切だ。

例えばバングラデシュ2タカ及びジョージア20テトリの一般流通貨幣製造では、日本の貨幣とは異なるステンレス素材に挑戦し、知見を広げることができた。

これからも国民の皆様の信頼に応えるよう、たゆみない挑戦を続けていく。

森 英明 さん  
独立行政法人造幣局  
研究所 研究管理課長

表面に非常に微細な溝をつくることによって虹色に輝いて見える発色技術は、新幹線鉄道開業50周年記念貨幣(1,000円銀貨幣)に採用。見た目では判別しやすい偽造防止技術だ。