

## メタ研歴史探訪

### 金属と著名人 ―鉛・アンチモンと活版印刷発明家グーテンベルク―

日鉄鉱業株式会社技術顧問 五味 篤

活版印刷技術は羅針盤、火薬とともに「ルネサンス三大発明」のひとつとされる。これはドイツの商業都市マインツ(注-1)で宝石細工師を営んでいたヨハネス・グーテンベルク(図版1)(注-2)

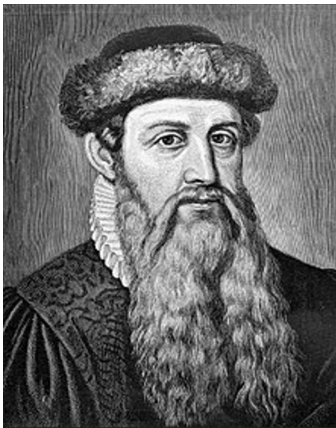
によって 1445 年に完成された複合技術である。その具体的な成果として、1455 年に「グーテンベルク聖書」と呼ばれる最初の印刷聖書「四十二行聖書」(写真 1)(注-3)が羊皮紙に先ず 45 部印刷され、次いで紙に 135 部印刷されたとされる。羊皮紙版で現存するものは完全なものが 4 部と不完全なものが 8 部で、紙に印刷された紙版で現存するのは完全なものが 17 部、不完全なものが 19 部となっている。

グーテンベルクが発明した活版印刷技術で使用された活字(写真 2)



写真1 四十二行聖書

マイケル ポラード (1994):グーテンベルク p,77 より転載



図版1 グーテンベルク (1393 頃 - 1468 年)

マイケル ポラード (1994):グーテンベルク p,8 より転載

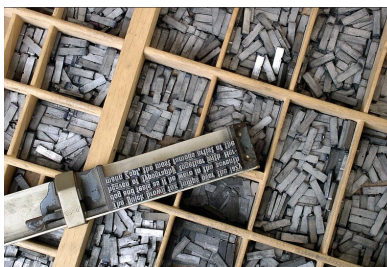


写真2 活字 出典:Wikipedia

“File:Metal movable type.jp”  
11 July 2014, at 11:21 (UTC).

は、硬い金属にアルファベット文字を彫刻した父型を造り、銅のような軟らかな金属片にパンチ法(注-4)で打ち込んで母型とし、その母型をたくさん準備し活字合金を流し込んで造られた。このため、高さの揃った同じ字体の活字が多量生産できるようになった。「グーテンベルク聖書」の印刷には、2 ページで活字およそ 6,000 個が必要とされた(図版2)。活字合金の組成を決定するためにも数多くの実験がなされた。鉛を主体にした活字合金の組成の例では、鉛 80%、アンチモン 17%、錫 3%の組成の場合、融点は 240℃(凝固完了温度)であった。一般の活字で鉛 73~87%、アンチモン 12~20%、錫 1~7%の三元合金が選ばれている。ふつう金属に熱を加えると膨張する性質があるのに反して、アンチモンは溶けた状態から冷えて固まる際に 0.95%ほど体積が膨張する性質がある。そのため、アンチモンを加えることによって、母型の隅々まで活字合金が行き渡るので、高精度な活字の鑄造が可能となった。



図版2 初期の植字作業

植字作業には熟練した読み書きのできる植字工を多数必要とした。彼らはエリート階級であり、やがて植字工や印刷工はギルド(同業組合)を結成し、自分たちの仕事や収入を守った。  
 マイケル ポラード (1994):グーテンベルク p.115 より転載

グーテンベルクの活版印刷技術が画期的だったのは、低温で溶融し鑄造しやすい鉛、錫、アンチモン合金(活字合金)からなる活字材料、正確で生産性の高い活字鑄造技術、金属活字に適した印刷用油性インキ、ライン川沿いのワイン農家で使用されていた葡萄絞り機を元にした平圧印刷機(写真3、図版3)を組み合わせ、実用的システムとしたことであり、それによって初めて効率的な印刷物の生産が実現した。1904年に現在主流となっている平版オフセット印刷が発明されるまでの450年間は、これにとって代わる印刷技術は現れなかった。

それまで欧州での書籍生産は写字生達による手書きでの「書き写し」(図版4)または木版印刷であり、効率的な活版印刷は欧州での書物生産に一大変革を起こした。マルティン・ルター(注・5)の「95ヶ条の論題(Ausschnitt aus den 95 Thesen)」(写真4、図版5)(注・6)が活版印刷されたことで、3年間で30万部も印刷されて広く普及し、宗教改革で重要な役割を果たした。

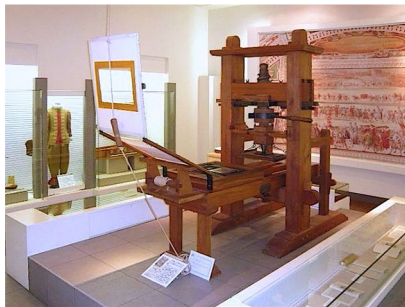


写真3 グーテンベルクの平圧活版印刷機(レプリカ)

天草コレジオ館所蔵 大神学校「天草コレジオ」付設の印刷所では、「天草本」と呼ばれるグーテンベルク式印刷機による活版印刷物「平家物語」、「伊曾保物語」(イソツブ物語)、「羅葡日辞典」(ラポニチ辞典=ラテン語・ポルトガル語・日本語の対訳辞書)など多数が印刷された。



図版3 グーテンベルクの印刷工房

The Story of Graphic Design- Evolution より転載  
[The Story of Graphic Design - Evolution :: Behance](#)



図版4 写本をする修道士  
 フランス人修道士ジャン・ミエロが複写台で仕事をしている図。1430年。  
 マイケル ポラード (1994):グーテンベルク p.19 より転載

なお、中国では9世紀以降、大量の印刷物が作成されたが、漢字文化圏では活字の種類が膨大なものとなるため、活版印刷は定着せず、長らく木版印刷が一般的となった。日本でも江戸時代の蔦屋重三郎(1750 - 1797年)のように、多数の狂歌師、戯作師、浮世絵師の作品刊行に携わって化政文化の隆盛に一役買った版元でも、長らく木版印刷が一般的であった。しかし、明治になり国策である殖産振興、富国強兵とともに、紙幣の発行、西欧知識の摂取と普及を主眼とした国民教育が重要とされて、教科書、書籍、雑誌、新聞の印刷、出版のために活版印刷技術が導入された。細密な漢字の活字を作る必要から、アルファベット活字のように硬

い金属の父型を銅に打ち込むパンチ法ではなく、電胎法<sup>(注-7)</sup>で金属母型が作られた。

当時のインキは筆記用で、初期のものは煤と糊と水から成っていた。12世紀には硫酸鉄、没食子という実から採ったタンニン、ゴム、水から成るインキが開発されて普及していた。しかし、これらはどちらも活字合金の版面には付着しないため、活版印刷には適さなかった。グーテンベルクが活版印刷のために開発したインキは、版に付着することができる高粘度のインキで、煤を顔料とし、溶剤にテレピン油、クルミ油、亜麻仁油などを使った、乾燥の早い油性インキが作られた。

活版印刷の発明によって、一部の聖職者や特権階級が独占してきた知的財産が、容易に社会一般の人々にも流布するようになったが、グーテンベルク個人は常に経済的な苦境に晒され、借金の返済と訴訟に苦しめられることとなった。

活版印刷事業は多大な資金を要した。硬い金属に文字を彫る父型作り、パンチ法による母型作り、活字合金を作る鉛、錫、アンチモンの金属の購入、活字合金の溶融と大量の鋳造、植字で版を組む作業、プレス印刷機や関連した機器の製作、上質な羊皮紙や用紙の購入などの経費に加え、印刷職人たちへの賃金、印刷工房の賃貸料、製本代など膨大な資金が必要とされた。印刷物や書籍が販売されるまではしばらくの間は収入がないので、莫大な資金は借入金で賄われたが、その返済は容易ではなかった。実際にグーテンベルクの印刷作業のほとんどは、資金の回転が速い、簡単な印刷物を扱う「端物印刷」であったとされ、そのなかには教会から請け負った「贖宥状(免罪符)」(図版6)<sup>(注-8)</sup>の印刷もあったとされる。

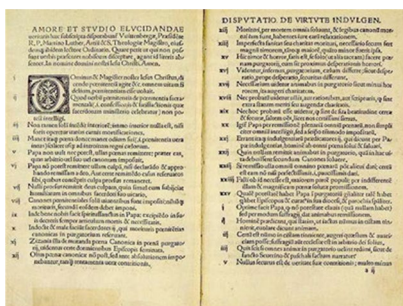


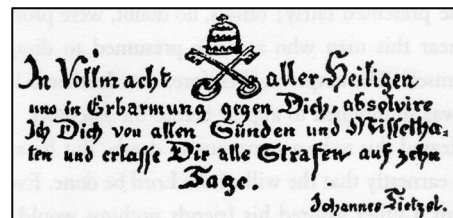
写真4 95ヶ条の論題

出典 Martin Luther und die Reformation, <https://martinlutherunddiereformation.jimdo.free.com/95-thesen/>



図版5 ヴィッテンベルクの城教会の門扉に95ヶ条の論題を張り出すルター

John 15 Rocks "The 95-Theses of Martin Luther Translated into English" <https://www.john15.rocks/95-theses-martin-luther-original-translation/>



図版6 免罪符(贖宥状)

「すべての聖徒たちの権威と、あなたへの憐れみをもって、私はあなたをすべての罪と悪行から赦し、10日間のすべての懲罰を赦します。」ヨハネス・テッツェル Pre-Reformation <https://www.dkiel.com/Creeds/PreReformationGraphics.html> より転載

そのため、グーテンベルクは多くの投資家や銀行から融資を受けたが、記録によればきちんと返済されたためしはなかったらしい。一番の投資家はマインツに住むヨハン・フスト (Johann Fust:c.1395-1466年)で、元金と利息6%を返済できない場合には印刷設備一式を没収するという条件で、1450年に800グルテンという大金を融資した。2年後、最初の借金元金屋や利息の一部さえ返済されなかったにも拘わらず、共同経営者になることを条件にさらに800グルテンを融資した。この融資を受けて着手していたのが「グーテンベルク聖書」で、1450年に作業を開始、1474年には印刷機6台で1日300枚が印刷され、

1282 ページ 641 枚からなる聖書の 300 部相当が印刷されていた。しかし、印刷に時間が掛かり過ぎたことが遠因で、1455 年にフストは借金(元金 1600 グルデン+利子 426 グルデン=2026 グルデン=250 頭の成牛価格相当)の返済を求めてグーテンベルクをマインツ市法廷に訴えた。その結果、フストの勝訴となり、グーテンベルクは活字や印刷機のみならず完成間際の聖書も手放さねばならなくなった。

マインツ市法律顧問コンラート・フメリー(Konrad Fumery)はグーテンベルクの窮状をみて、1 台の印刷機と活字を貸与し、1461 年には「三十六行聖書」<sup>(注-9)</sup>が印刷・刊行された。さらにグーテンベルクは 1465 年にマインツ市アドルフ・フォン・ナッサウ(Adolf von Nassau: 1423 頃 - 1475)大司教に終身有給侍従として招かれ、年金などを支給され、穏やかな老後を過ごし 1468 年に没した。

一方、フストは印刷設備や聖書の在庫を取得、グーテンベルクのところで働いていた工房長ペーター・シェファー(Peter Schoffer: 1430-1503 年)など多くの印刷職人を迎え、「グーテンベルグ聖書」を完成させた。これは良く売れて、十分な収入があったので、フストとシェファーは共同で 1457 年にさらに「聖詩篇」<sup>(注-10)</sup>を出版、1516 年まで同じ版で何度も重版された。シェファーはフストの娘婿になった。二人は 1466 年にフストが亡くなるまで、115 冊の書籍を出版、さらにシェファーも印刷、出版、販売の事業を拡げていった。また、1462 年マインツの大司教を巡る内乱でグーテンベルクが建てた印刷工場が全焼、失業した印刷職人達がドイツから欧州中に散らばっていった結果、印刷術は欧州全域に急激に広がっていった。

それまで唯一ラテン語で書かれていた聖書は、ドイツ語、フランス語、スペイン語、オランダ語などに翻訳されて出版された。これによって、一般人は司祭の手引きなしに聖書を学ぶことができるようになり、それまで教会が管理してきた信仰、思想、生き方について疑問を呈するようになった。これがやがてマルティン・ルターの宗教改革とプロテスタントの誕生に繋がっていった。

注-1) Mainz ドイツ、ラインランド＝プファルツ州の州都でマイン川とライン川の合流点で河川交通の要衝の商業都市として栄えた。ここで指導的な役割を果たしていたマインツの大司教は貨幣を製造する造幣局を所有していたため、マインツには宝石細工、金銀細工、金属研磨の職人が集まった。16 世紀前半、大司教アルブレヒト・フォン・ブランデンブルク(Albrecht von Brandenburg: 1490-1545 年)は大司教位就任の際、アウグスブルク(Augsburg)の大富豪フッガー(Fugger)家から借金して教皇に支払ったが、彼はその大金の返済を教会が発行する贖宥状(免罪符)の利益によって賄おうとした。贖宥状販売をドミニコ派修道会の説教僧テッツェル(Tietzel)に委ね、テッツェルは巧みな説教により、身分や収入に応じて寄進の額を定めて贖宥状(図版 6)を売りまくっていった。

注-2) Johannes Gensfleisch zur Laden zum Gutenberg (1398 頃 - 1468 年) 父親と叔父は大司教の造幣局の役人であったことから、若い頃から精密な金属加工の技術を学んだと考えられる。1428 年、父親の死後はマインツを去り、ライン川上流のシュトラスブルグ(Strasbourg)に移転、そこでしばらく印刷技術の研究に励んだが、1448 年までにはマインツに戻ったとされる。

注-3) 四十二行聖書 42-line Bible 西洋初の印刷聖書で、ほとんどのページが 42 行で左右 2 段組みであることが

ら「四十二行聖書」と呼ばれることとなった。1282 ページあった。別名グーテンベルク聖書と呼ばれる。当時もっとも広く流通していたラテン語聖書「ヴルガータ」のなかの「パリ本」をテキストとしている。現物はニューヨーク公立図書館、英国図書館、マインツのグーテンベルグ博物館、慶應義塾大学図書館などに遺っている。

注-4) パンチ法 Punchcutting 硬い金属にアルファベット文字を彫刻し父型を造り、銅のような軟らかい金属片に打ち込み母型を造る方法で、母型に低融点鉛合金を流し込むだけで同じ高さの揃った活字が多量生産できることになった。

注-5) Martin Luther (1483 - 1546 年) ドイツの神学者、教授、聖職者、作曲家で、聖アウグスチノ修道会に属する。ルターが教会のやり方が問題と考えたのは、「本来罪の許しに必要な悔い改めなしに、金銭で免罪符を購入することのみで、ありとあらゆる罪を免れることができるというのは、贖宥行為の濫用である。」であった。

注-6) 5ヶ条の論題 95 Thesen 1517 年 10 月 31 日にマルティン・ルターがラテン語で発表したとされる文書で、この文書をヴィッテンベルク(Wittenberg)の城教会の門扉に貼りだしたのが、カトリック教会から分離しプロテスタントが誕生した宗教改革の発端になったとされており、カトリック教会の贖宥状(免罪符)販売を批判したものであった。

注-7) アメリカで発明された活字母型製造法で、活字原寸大に切った柘植材の面に彫刻刀で逆文字に彫刻し、導電のためカーボンブラックを加えた蠟で父型を型取りし、銅を型に電着させて凹型の母型を得た。電鑄法とも呼ばれる。日本の活字は長崎奉行所のオランダ語通訳であった本木昌造(1824-1875 年)によって明朝体フォントが開発された。

#### 参考文献

ヒュー・オールダシー=ウィリアムズ、安部恵子・鍛原多恵子・田淵健太・松井信彦(訳)

(2017): 鈍い鉛の灰色の真実。「元素を巡る美と驚き アステカの黄金からゴッホの絵具まで(下)」, 早川書房, p.31-45.

一般社団法人日本印刷産業連合会(2024): 印刷の歴史第 4 話: グーテンベルクが発明した活版印刷術

[https://www.jfpi.or.jp/questionnaire\\_topics/id=3561](https://www.jfpi.or.jp/questionnaire_topics/id=3561)

マイケル ポラード (著)・松村 佐知子 (翻訳)(1994):グーテンベルク

ものづくりの国ドイツ 活版印刷の誕生 トランスユーロ株式会社 HP

<https://www.trans-euro.jp/>