

# カールツァイスの歴史

History of Carl Zeiss

ZEISS

## 最初の顕微鏡

1590年(天正18年)日本で豊臣秀吉が天下統一をした頃、オランダで眼鏡製造者のヤンセン親子が最初の顕微鏡を作りました。

1600年代(寛永年代)にレーベン・フック、ロバート・フックらは様々な顕微鏡を作り、コルクの細胞(Cell)や、蚕の姿や、血液や精子や自分の歯垢の中の微生物等の数々の学術的なスケッチを残しています。



図1. 1670年代のレーベン・フックの顕微鏡レプリカ

## 近代顕微鏡の幕開け

1800年代(江戸時代)になるとイギリスで産業革命が始まり、製鉄技術や蒸気機関による動力源の刷新等が行なわれ、顕微鏡製造技術も大きく発展しました。

当時、イギリス、フランス等で様々な顕微鏡が作られましたが、なかでも1800年代後半のドイツで現代の顕微鏡の基礎となる技術が大きな進歩を遂げています。

## カールツァイス誕生から創業まで

ドイツ・ワイマールで生まれたカール・ツァイス(1816-1888/文化13年-明治21年)はギムナジウム(大学進学を前提とした10才~19才迄の学校)を卒業し、宮廷御用達の機械製作者フリードリヒ・ケルナー博士の下で4年間、機械や望遠鏡のレンズ製作の製造に携わりながら自己研鑽に励んでいました。その修業過程でツァイスは自らの力量に限界を感じ、ケルナー博士の許可を得て働きながらイエナ大学で数学、実験物理学、光学等の講義を聴講するようになります。

その後、マイスター制度(徒弟制度)の渡り職人として師匠であるケルナー博士のもとを離れ、7年間にわたってシュットガルト、ダルムシュタット、ウィーン、ベルリンなどで修業を重ね

ていきます。そして、1846年(弘化3年)ワイマール当局に工房設立申請書を提出し試験に合格し、国家にマイスターとして認められたカールツァイスはドイツ南部の町イエナのノイガッセ7番に光学機械製造のための工房を開設することができたのです。



図2. カール・ツァイス (1816-1888)

## 初期のツァイス工房

工房開設当初は、イエナ大学の実験装置の製造、組立、修理を請けおったり、天秤、眼鏡、光学器械等を販売していました。

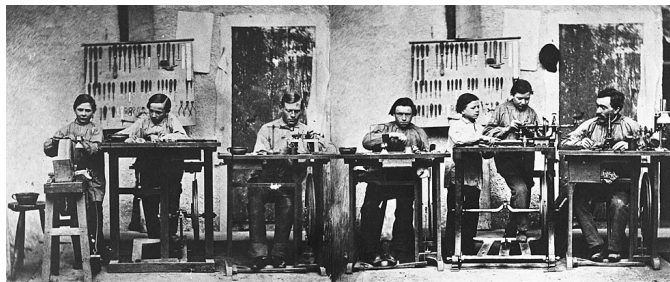


図3. 1864年当時のZEISS工房

イエナ大学の植物学者シュライデン博士の勧めにより顕微鏡の製造を始め、1847年(弘化4年)にツァイス初めての顕微鏡となるシングルレンズの顕微鏡(対物レンズを架台に固定した物)を製造し1年間で23台販売した記録が残されています。



図4. 1847年製 ZEISS最初の顕微鏡



# カールツァイスの歴史

その成功を元に対物レンズと接眼レンズから構成される顕微鏡の製作に取り掛かり1857年(安政4年)にStand I型を製造しました。それから次々に改良型や新型の顕微鏡を発売し、ツァイスの顕微鏡はドイツ国内でその性能の良さが評価されていきます。1861年(文久元年)にはチューリンゲン産業博覧会で金メダルを授与されるまでになり、1866年(慶応2年)には千台目の顕微鏡が製作されました。



図5. 1862年製 ZEISS顕微鏡

## アッペとの出会い

しかしながらツァイス自身はその性能について満足していませんでした。

ツァイスは自分が製造している顕微鏡には理論的な裏付けが少なく、先人達が築き上げたものを模倣し、少しばかりの改良をしたものに過ぎないと考えていたのです。

今後の顕微鏡の発展には科学的な理論と物理学的な計算に基づいた顕微鏡の製造が欠かせないと考え行動しました。

そのひとつとしてツァイスは以前からイェナ大学で仕事上の交流があった若干26歳のイェナ大学の物理学者エルンスト・アッペ(1840-1905/天保11年-明治38年)に顕微鏡製作に関する協力を依頼するのです。



図6. エルンスト・アッペ (1840-1905)

## アッペ誕生から企業家精神

アッペはドイツ中部のチューリンゲン州アイゼナハの貧しい一般労働者階級の家庭に生まれ、父親が企業(紡績工場)に過酷に使われている姿(朝4時から夜8時迄、14~16時間労働)を見ながら育ち、そのような社会・企業倫理に対しての疑問を抱えていました。

この時の経験はのちに彼が財団経営者となった時に、世界や政府に先駆けて従業員の社会保障(8時間労働制・有給休暇・健康保険・退職金・年金・社宅等)を考え実行する基礎となっています。

## ツァイスとアッペの産学連携

アッペは類まれな才能に恵まれギムナジウムを1年早く卒業し、奨学金の援助を受けて1857年から1861年(安政4年-文久元年)までイェナ大学とゲッティンゲン大学で学びました。

1861年(万延2年)に「熱と機械作動の間の等量定理についての実験による論証」という論文で博士号を取得し、1866年(慶応2年)にツァイスとの共同作業計画に関する契約を取り交わしました。それからツァイスとアッペの2人は膨大な作業を伴う顕微鏡の設計製作に情熱を注いでいきます。

## 顕微鏡の解像限界の定義付け

1872年(明治5年)にアッペの業績の代名詞となる「光学顕微鏡の結像理論に関する公式」(光学顕微鏡の解像限界は約200nmであることの計算式)を発表し、世界で初めて科学的な理論に基づいて製造された顕微鏡対物レンズ17種類が発売され、近代光学の新たな時代が始まりました。

$$d = \frac{\lambda}{2n \sin \alpha}$$

図7. アッペの公式

ツァイスとアッペ2人の共同作業により世界で初めて科学的な理論に基づいた光学顕微鏡製造の基礎が築かれたのです。

しかし解決できない大きな問題(残存収差:色のにじみ)が存在していて、どうしても解像限界まで観察できる顕微鏡が出来ていませんでした。

## レンズの元となる光学ガラスの問題

当時フランスやイギリスに優れた光学ガラスは存在していましたが、その光学ガラスでは理想とするレンズは出来ませんでした。

アッペは光学ガラスの改良が必要であると考え、光学ガラスの改良にも着手しましたが、すぐには良い結果が得られませんでした。

# カールツァイスの歴史

## ショットとの出会い

ガラス製造で試行錯誤していた1879年(明治12年)アッペの元に郵便物が届きます。

その中には数個のガラスと「私が作った新しいリチウムガラスをテストして戴けないでしょうか」と言う手紙が入っていたのです。その手紙の送り主はウイッテン生まれのオットー・ショット(1851-1935/嘉永4-昭和10)でした。

アッペは送られてきたガラスをプリズムに磨き、自作の光学検査機器で光学特性を調べてみて、その光学性能に驚きました。

そして、ショットはツァイス・アッペの援助を受けて1882年(明治15年)にイエナに小さなガラス工業技術研究所を興し、膨大な時間と費用をかけて百数十種類もの新種の光学ガラスを次々と製造することに成功したのです。



図8. オットー・ショット (1851-1935)

ここから器械製造業のツァイス、物理学者のアッペ、化学者のガラス職人のショットの3人による歴史的な共同作業が始まったのです。この3人の出会いと共同作業が顕微鏡をはじめとして、写真レンズ、双眼鏡、望遠鏡、測距義、測定機器、医用光学機器、手術顕微鏡、工業用測定機器、プラネタリウム、めがねレンズ、半導体製造装置などの各種精密光学機器の歴史的な近代光学発展の突破口となりました。



図9. ショットガラス工場風景

## ツァイス・アッペ・ショット

### 3人のコラボレーション

新しい光学ガラスやアルプスの山から採取した蛍石を手に入れたアッペは、1886年(明治19年)に、まったく新しいタイプの顕微鏡対物レンズを発表しました。

そのレンズの名前はアポクロマート。

このレンズは顕微鏡で画質や解像力を悪くする色収差が高度に補正された最も高性能な対物レンズの名称として現代でも一般的に使用されています。

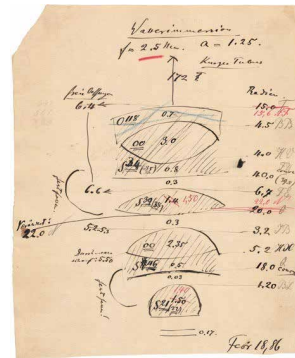


図10. 1886年の対物レンズ設計図と現代の対物レンズ断面

## コッホとツァイス顕微鏡

1843年(天保14年)ニーダーザクセン州の炭鉱管理人を父として13人兄弟の第三子として生まれ1905年(明治38年)にノーベル賞を受賞したロベルト・コッホは当時現在の新型コロナウィルスと同じように人類を苦しめていた原因不明の病気の原因解明に大きな業績を残した人物です。

コッホは結核、コレラ、チフス、炭疽病、破傷風等の疾患は細菌が原因ではないかと考察し、細菌の培養法や様々な染色法などを試しプレパラートを作成しました。

そのプレパラートをアッペが発明したアポクロマートとアッペコンデンサーと、ケーラー博士が発明したケーラー照明法で観察をし、其々固有の細菌が存在することを発見したのです。

病気の原因となる細菌の存在を世界で初めて、ツァイスの顕微鏡と当時実用化されていた銀塩写真技術(写真フィルム)を用いて結核菌等の細菌の写真を撮ることに成功しました。

コッホはこのことにより細菌学の基礎を築き、人類の生命維持に大きな貢献をし、1905年にノーベル賞を受賞しています。

(ツァイスには、コッホから「ツァイスの新しい顕微鏡と写真撮影装置のおかげで、細菌の写真を撮ることが出来た」と感謝の手紙が送られて来ました。)

# カールツァイスの歴史



図11. ロベルト・コッホと礼状 写真提供:Robert Koch-Institute

## アッペによるカールツァイス財団定款内「特許取得禁止条項」

アッペは自分が開発したアポクロマートやアッペコンデンサー等の新技術は、無数の先駆者達(例:アルキメデスやニュートン等の科学者達)の学問的業績を基盤として、その上に我々が少しばかり継ぎ足した理論を具現化することで実現できた結果であり、病気で苦しむ世界中の人々を救済することが出来る技術であるので、一企業や個人が特許を取って独占や利益をとることは許されないと明言しました。

そして1889年(明治22年)に創設したカールツァイス財団の定款で、学術研究に役立つ発明や改良については特許を取得することを禁止し、公開して社会の利益として広めることを定めたのです。(アッペ没後、ツァイスが発明した新技術で他社が特許取得をし始めたので、特許取得禁止条項は約款より削除されています。)

## アッペの企業理念

アッペが世の中に残した業績は物理・光学的な分野以外に、社会的な業績も多く、今の社会保障制度や労働者の権利保障制度に関する基礎も政府に先駆けて財団内で実践していました。

1889年(明治22年)当時は14~16時間労働が当たり前だった時代に、9時間労働とし、時間外労働手当、有給休暇、疾病手当、年金制度、社宅等、労働者の保護を目的とする当時では画期的な施策を行っていました。

## 創業後170余年 激動のツァイス

ツァイスは創業から170余年に至る今日まで、第二次世界大戦による東西ドイツ分裂に伴ったツァイス本社の東西分裂(商標の本家争い)、ベルリンの壁崩壊による再統合等、歴史に翻弄されてきた企業であるとも言えます。

## 財団企業と言う、

## 世界的に稀有な企業形態

カールツァイス財団というアッペが作った財団企業であるために、企業買収等の影響を受けず、いつの世もアッペの精神を引き継ぎ、ツァイスはオプトエレクトロニクス業界のリーディングカンパニーとして世界を牽引しています。

170余年におよぶ会社の歴史と世界中から集まるスタッフの経験や技術を用いて、光学顕微鏡、電子顕微鏡、X線顕微鏡、手術顕微鏡、医用光学機器、眼鏡レンズ、カメラ用レンズ、双眼鏡、工業用測定機器、半導体製造関連機器、プラネタリウム等を製造しています。

## アッペとノーベル賞

アッペは光学・物理学の世界で多くの業績を残し1903年(明治36年)キュリー夫妻が受賞時と、1905年(明治38年)コッホが受賞時にノーベル賞の候補となりましたが、残念ながらツァイスとの契約上、論文の発表数が少ない事や、1905年に亡くなった等の理由で受賞することはできませんでした。

## ツァイスの製品について

ツァイス・アッペの精神は今でもツァイスと言うブランド名が付いた製品と、全世界で3万人を越す社員のなかに脈々と受け継がれています。

### 参考文献

- ・100 Years Carl Zeiss in Japan: (カールツァイスジャパングループ)
- ・社会的経営理念:野藤忠 (森山書店)
- ・ツァイス企業家精神:野藤忠 (九州大学出版会)
- ・カールツァイスの経営倫理:野藤忠 (ミネルヴァ書房)
- ・ツァイス激動の100年:アーミン・ヘルマン著 中野不二男訳 (新潮社)
- ・カールツァイス創業・分断・統合の歴史:小林孝久(朝日新聞社)
- ・マイクロスコプ 浜野コレクションに見る顕微鏡の歩み: 秋山実 (オーム社)
- ・ローベルト・コッホ:トーマス・D・ブロック 長木・添川訳 (シュプリンガー・フェアラーク東京)
- ・コンタックス物語:竹田正一郎 (朝日ソノラマ)
- ・アサヒカメラ1996年12月号 ツァイスの歴史をひもとく 高島鎮雄 (朝日新聞社)
- ・カメラスタイル No.10 そうだ、コンタックスにしよう! :竹田正一郎 (ワールドフォトプレス)
- ・カメラスタイル No.9 ザ・ワイドショー~広角レンズ特集~:竹田正一郎 (ワールドフォトプレス)
- ・カメラスタイル No.19 ライカ&ハッセルブラッド:竹田正一郎 (ワールドフォトプレス)
- ・カールツァイスのすべて エイムック193 (樫出版社)
- ・ONLY ZEISS (京セラ株式会社)
- ・ONLY ZEISS II (京セラ株式会社)
- ・ZEISS Tスターレンズの世界 (株式会社ヤシカ)
- ・GAPRI ZEISS (株式会社ヨドバシカメラ)

著:田中 亨 カールツァイス株式会社 リサーチマイクロコピーソリューション



**カールツァイスメディテック株式会社**  
マイクロサージェリーディビジョン

〒102-0083 東京都千代田区麹町二丁目10番9号  
Tel 0570-021311 Fax 03-5214-1251  
[www.zeiss.co.jp/med](http://www.zeiss.co.jp/med)