

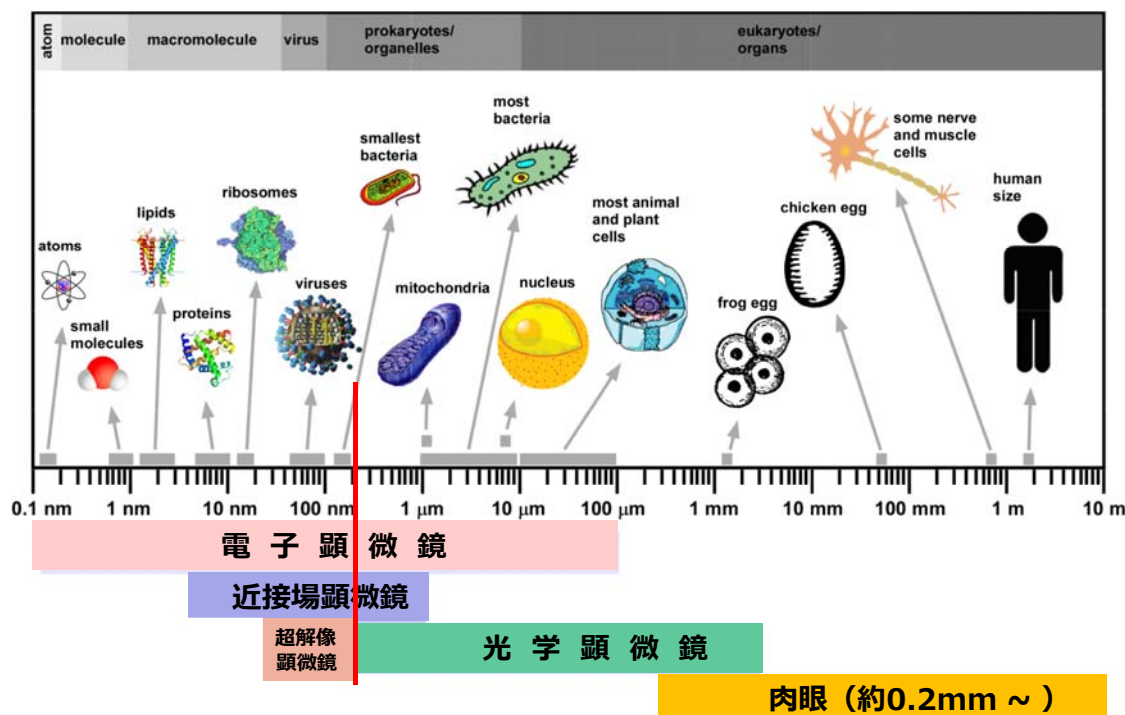
顕微鏡を中心とした光学と写真の歴史

2016.09.03

Carl Zeiss Microscopy GmbH 田中 亨



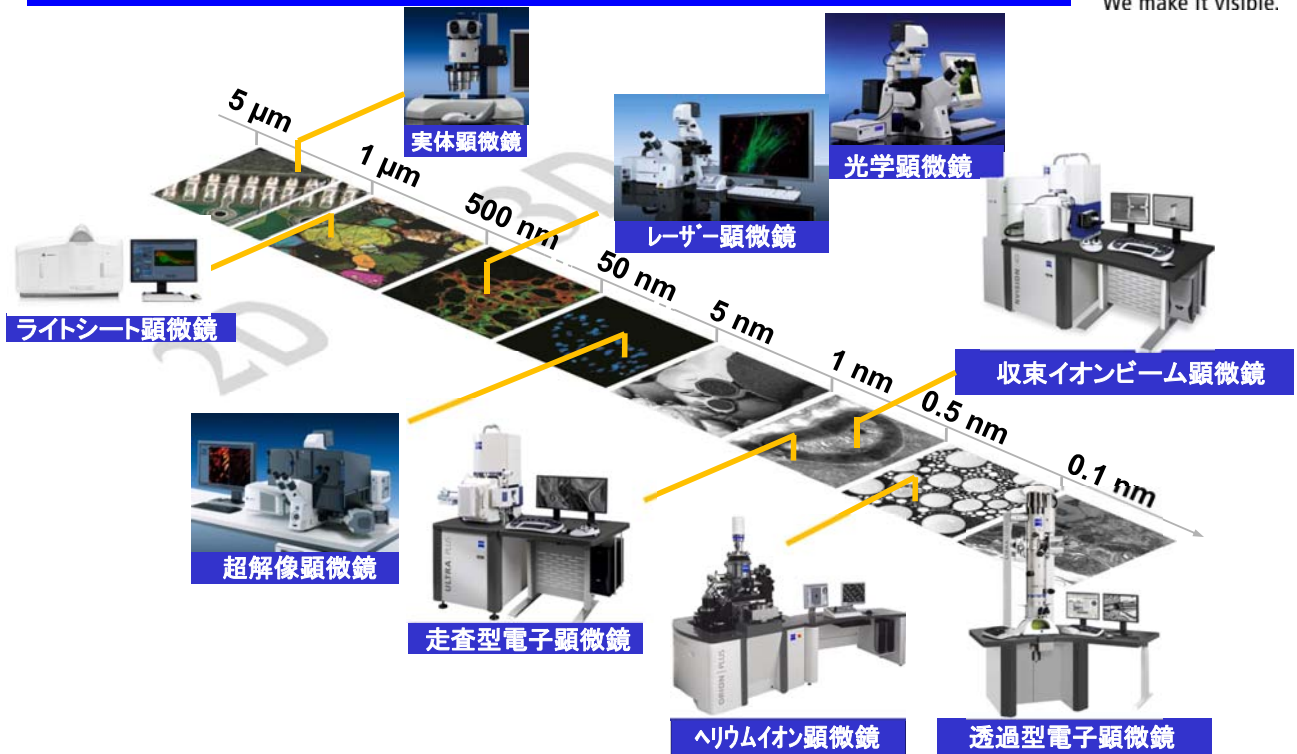
物の大きさについて



各種顕微鏡の種類と解像度



We make it visible.

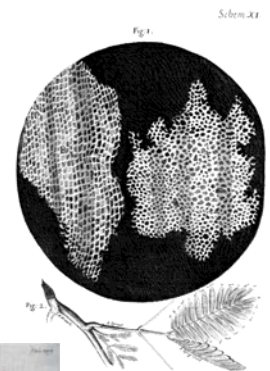


ガラスと初期の顕微鏡の歴史1 (二人のフック)

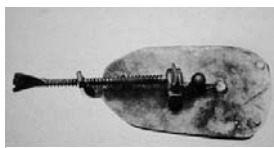


We make it visible.

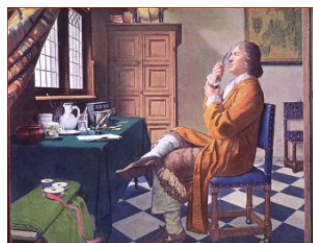
- BC2200年頃 シリア・メソポタミアでガラス製品が作られる
- BC1400年 ガラスがレンズとして使われる。(虫眼鏡)
- 1300年代 眼鏡レンズ発明
- 1590年 オランダのヤンセンが複式顕微鏡を発明
(倍率 3×~9×程度)
- 1665年 ロバート・フックが複式顕微鏡 (倍率50×程度)
でコルクを観察して小さな部屋を発見して、
Cell (細胞) という名前を付ける。
(1665年 ミクログラフィア出版)



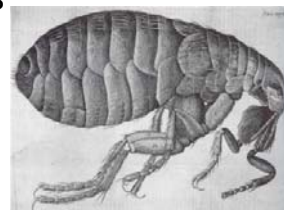
ミクログラフィアの絵



レーヴェン・フックの顕微鏡



フェルメールの科学者の絵



レーヴェン・フックが単式顕微鏡
(倍率50×から300×程度) を作成する。
(1674年 微生物、1677年 精子等を発見)
分解能が数 μ m

顕微鏡メーカー創業等の歴史



We make it visible.

- 1831年 ロス【英国】創業 他にカールペッパー/アダムス等
- 1840年 スペンサー【米国】創業 後のアメリカンオプティカル(AO)
- 1846年 カールツァイス【ドイツ】創業 (電顕発売 1949年)
- 1849年 ケルナー【ドイツ】創業 1869年よりライツ
- 1853年 ボッシュ&ロム【米国】創業
- 1866年 英国王立顕微鏡協会(RMS設立)
- 1876年 ライヘルト【オーストリア】創業
- 1917年 日本工学工業【日本】創業 東京計器製作所と岩城硝子製造所が合併
- 1919年 高千穂製作所【日本】現在のオリンパス創業 いわしゃ エムカテラ製作
- 1938年 シーメンス【ドイツ】電顕発売 (1847年創業)
- 1939年 日立製作所【日本】電顕研究開始 (1942年発売)
- 1946年 日本電子【日本】電顕研究開始 (1949年発売)
- 1971年 FEI【米国】創業 (電顕発売 1949年)

5

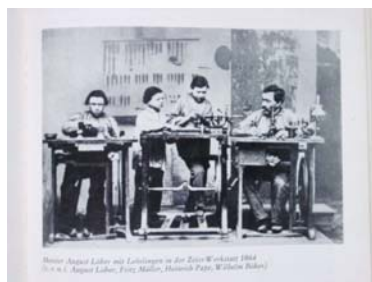
光学顕微鏡の歴史(Carl Zeiss創業期)

1846年 ドイツ イエナ カールツァイス創業



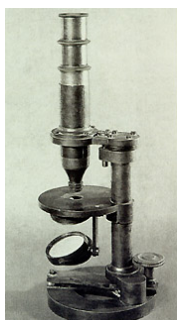
We make it visible.

1800年代半ばまで 理論的な裏付けのない顕微鏡製作時代

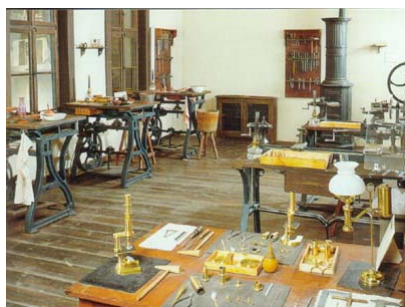


1864年 Zeiss
工場内写真

1846年 Zeiss工場外観および最初の単式顕微鏡



1857年 最初の複式顕微鏡
Stativ I



1860年 Zeiss 工場復元 (従業員20名)
JENA 光学博物館地下 大河ドラマ撮影時のセットを移設



レンズ研磨台

6

ツァイス親方(マイスター)とアッベの出会い



We make it visible.

カール ツァイス エルンスト アッベ



1903年 ノーベル物理学賞候補
1905年 ノーベル医学賞候補

1866年7月3日共同作業の取り決め

7

エルンスト・アッベの略歴



We make it visible.

- 1840年1月23日 チューリンゲン地方 アイゼナッハ 生まれ
父は、紡績工場の職長（朝5時～夜7時まで14時間労働）
貧しい家庭に育ち、のちに社会福祉施策に傾倒する。
- 1857年～61年 奨学金を得てイェナ大学・ゲッティンゲン大学で学ぶ
- 1861年3月23日 ゲッティンゲン大学で博士号取得（指導 カール・スネル）
- 1863年（23歳）イェナ大学の私講師（Zeiss社員数 約25名）
- 1866年（26歳）カールツァイスとのコラボレーション開始
- 1870年（30歳）イェナ大学の客員教授就任
- 1872年（32歳）アッベ「顕微鏡における結像理論」発表
- 1875年（35歳）カールツァイスの協同経営者となる（社員数 約50名）
- 1878年（38歳）ヘルムホルツより、ベルリン大学教授職、KAISER
WILHELM（のちのMax Plank研究所）所長職依頼を断る
- 1884年（44歳）ショットとガラス技術研究所を設立
- 1888年（48歳）カールツァイス死去 ツァイスの最高責任者となる
- 1889年（49歳）財団設立
- 1905年（65歳）エルンスト・アッベ 没

8

写真の歴史



We make it visible.

- 1825年 ニエプス【フランス】ヘリオグラフィーによる風景写真撮影
- 1839年 ダゲール【フランス】ダゲレオタイプ（世界初の実用的銀板写真）
- 1848年 日本へダゲレオタイプ渡来
- 1888年 ジョージ・イーストマン・コダック【米】セルロイドベースフィルム開発
- 1925年 ライカ A（I）型発表
- 1934年 富士写真フィルム 創立
- 1935年 KODAK カラーフィルム（映画用 コダクローム発売）
- 1936年 AGFA カラーネガフィルム 発売
- 1948年 POLAROID インスタント写真 発売
- 1975年 KODAK 100x100=1万画素のデジカメ 開発
- 1981年 ソニー デジタルカメラ「マビカ」 発売
- 1995年 カシオ 96枚撮影可能なコンパクトデジカメ「QV-10」発売
- 1991年 ニコン デジタル一眼 Nikon D1 発売
- 2007年 デジタルカメラとフィルムカメラの売上逆転
- 2010年 スマートフォンの影響でデジカメの売上この年がピーク
- 2012年 KODAK 経営破綻

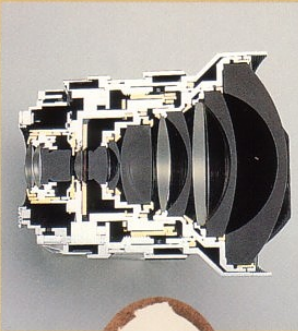
9

近代顕微鏡の起源


3人のコラボレーションによるブレイクスルー




We make it visible.



Carl Zeiss



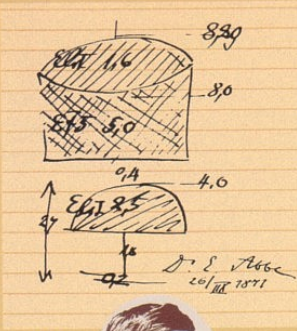
Carl Zeiss
150 Years
Innovation
in Optics




Carl Zeiss

1816-1888


機械製造のマスター



Ernst Abbe



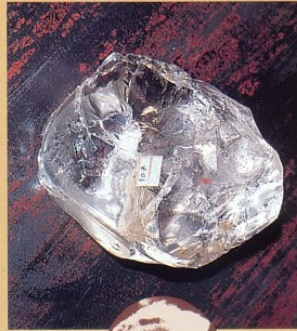
Carl Zeiss
150 Years
Innovation
in Optics




Ernst Abbe

1840-1905


物理学者



Otto Schott



Carl Zeiss
150 Years
Innovation
in Optics



Otto Schott

1851-1935

ガラス職人

光学顕微鏡と写真の歴史 1

(近代顕微鏡の基礎理論構築)



We make it visible.

- 1800年代 近代顕微鏡（複式顕微鏡）の発達
- 1839年 **ダゴール（仏）** ダゲレオタイプ写真開発
- 1873年 エルスト アッベの正弦条件論文発表
(光学顕微鏡の物理学的な解像限界の定義)
- 1873年 アッベコンデンサーを開発
- 1877年 油浸法を発明
- 1882/3年 コッホによる、結核菌/コレラ菌の発見
(1905年ノーベル医学・生理学賞受賞)



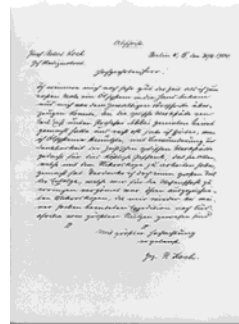
$$d = \frac{\lambda}{2 \sin \alpha}$$



コッホの顕微鏡



検鏡中のコッホ



コッホからZeiss社
への礼状



コッホ画 トリパノソーマ

光学顕微鏡と写真の歴史 2

(エルスト・アッベ 他の発明)

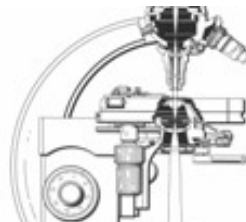


We make it visible.

- 1886年 蛍石によるアポクロマート発明
(3波長について色収差補正されたレンズ)
ZEISS社 特許取得禁止条項により、特許を取得せず。



- 1889年 **KODAK** セルロイドベースのフィルム発表
- 1893年 ケーラー照明法論文発表
(限りなく顕微鏡の解像限界値に近づく 約200nm)



近代光学の人類への貢献



We make it visible.



1893年ケーラー照明法の確立で、器械(設計・製造・検査)、ガラスレンズ(アポクロマート)と写真フィルム、理論的な使用、記録方法のすべてが完成した。

この新しい顕微鏡と写真技術でコレラ、ペスト、チフス、結核、マラリア、ジフテリア、破傷風等の病原菌が次々と発見・記録・発表されるようになり、人類の生命維持等に大きな貢献をした。

13

光学顕微鏡と写真の歴史 3 (エルnst・アッベ 他の発明)



We make it visible.

- 1897年 グリノー博士考案の双眼実体顕微鏡開発
- 1904年 ケーラー (Zeiss) 紫外線顕微鏡を開発
- 1931年 エルnst・ルスカ 電子顕微鏡開発
(1986年ノーベル物理学賞受賞)
- 1932年 ツェルニケ位相差顕微鏡の理論発表
(1953年ノーベル物理学賞受賞)
- 1935年 KODAK コダクローム(映画用) 発売
- 1941年 Zeiss・位相差顕微鏡試作・発表



グリノー式双眼実体顕微鏡



世界初の
位相差顕微鏡

- 1975年 KODAK 100x100=1万画素デジカメ発表
- 1981年 ソニー マビカ 発売 28万画素
- 1982年 Zeiss 世界初のレーザー顕微鏡 発売
- 1991年 KODAK デジタル一眼 DCS 発売 130万画素



紫外線顕微鏡

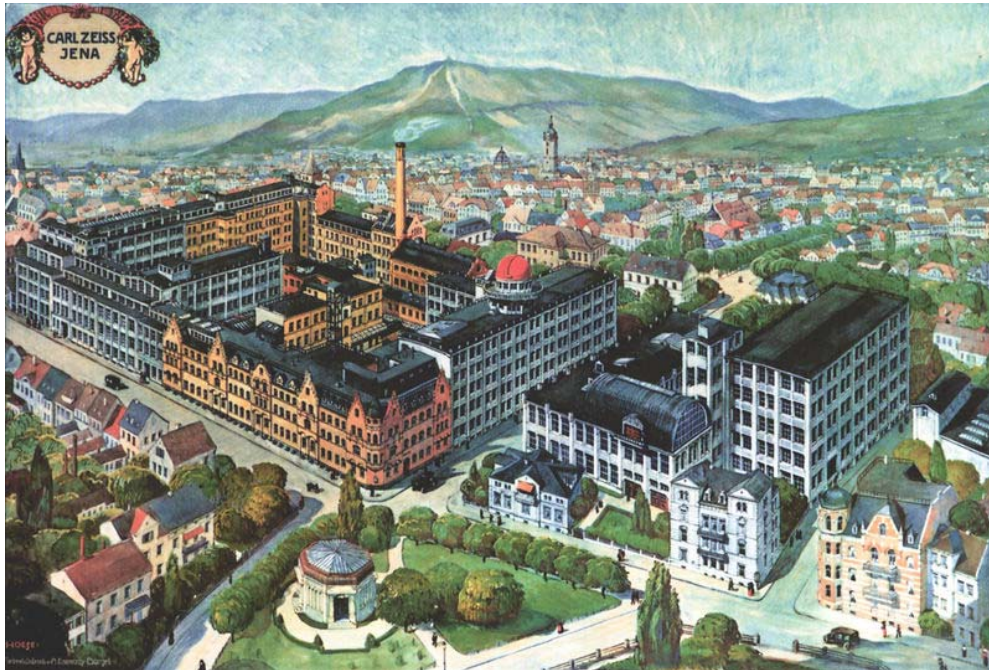
14

近代光学の聖地 ドイツ イエナ



We make it visible.

1910年 Carl Zeiss Jena



15

財団企業と言う、世界的に稀有な企業形態 特許取得禁止条項



We make it visible.

1889年、ツァイス没後、アッペの考えを元に財団が作られ、当時財団傘下の企業体には、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定款で禁止してしまう。

それは私的欲望のための競争を制限して、学術の進歩を阻害するという理由等からであるが、他社がツァイスの発明について自分の名義で特許を取得して技術を独占し始めたためアッペ没後に定款から特許取得禁止条項が削除された



・財団は非営利団体であるために、財団傘下の企業の本来の目的は利潤は薄くても、学術の進歩に貢献するもの、すなわち、あまり他社が手をつけたがらない孤独な分野に、進んで先駆者となることであるということも定款に定められた。

・2002年に株式会社になったが、財団が唯一にしての単独の株主となっていて企業買収等の資本家等からの考えに左右されない経営形態を保っている。

16

現在、我々が運営している事業は無数の先駆者達の学問的業績を基盤として、その上に少しばかり継ぎ足した理論を具現化することで収益をあげ、それをさらに学問の一層の進歩とともっと高度な応用の実現のために再投資している。

しかし、そこから生まれた利益はローデリッヒ・ツァイス（ツァイスの息子）と私（アッベ）のポケットに流れ込んできている。

私（アッベ）はそういうものを私有する資格はないし、ローデリッヒ・ツァイスにも無い。

要するに、ツァイスの事業は誰にとっても個人的利益の源泉であってはいけない。その成果は、ツァイスの従業員のものであるし

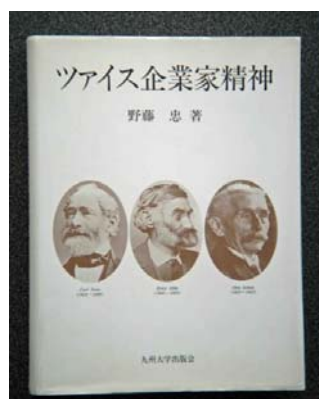
もっと考えれば、人類全体のものだ。

エルンスト・アッベ

社会学的な観点から見たアッベの思想 (Carl Zeiss 財団の社会的貢献)



1988年 CARL ZEISS 没
100周年記念10マルク記念硬貨



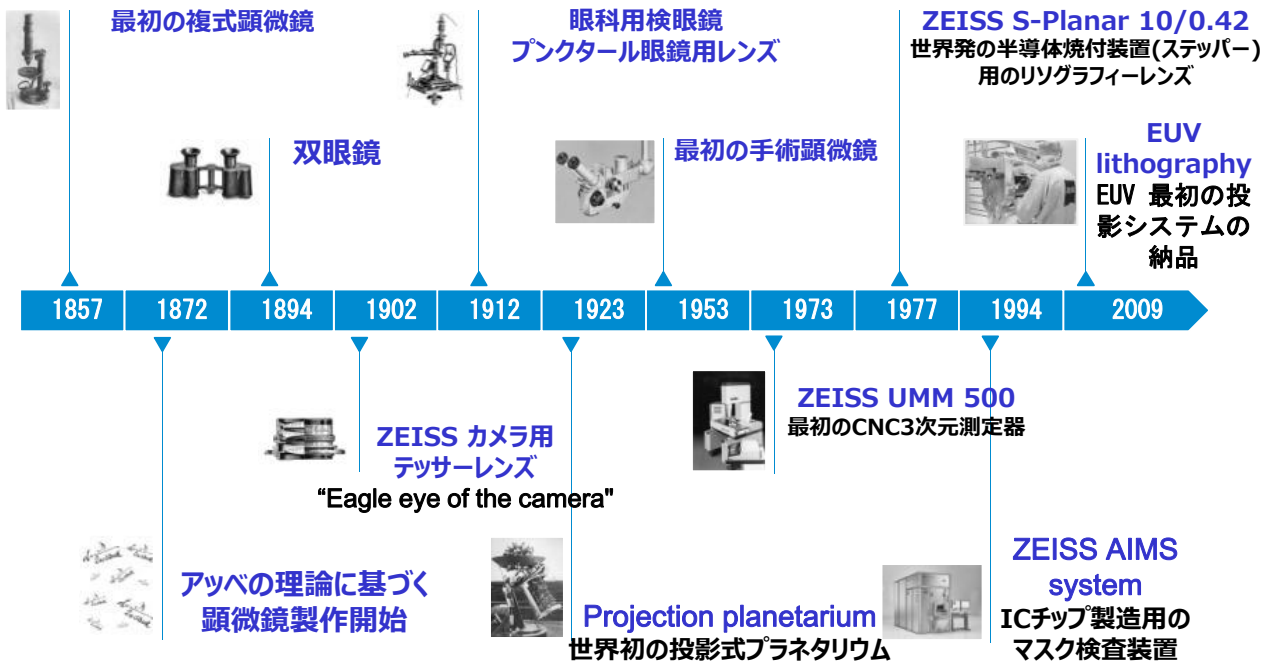
- 1846年 ZEISS創業
- 1866年 複式顕微鏡千台製作祝典 従業員数20名
- 1875年 健康保険(疾病基金)を創設
- 1883年 健康保険に関するドイツ帝国法の制定
- 1888年 カール・ツァイス他界 累計生産数1万台
- 1889年 年金規約を作成・アッベ寄付行為書作成
- 1889年 ZEISS財団の成立 ・1日9時間労働制
- 1892年 労働契約（就業規則）を法制化
- 1896年 有休休暇制度・解雇保証制度を発足 615名
- 1900年 週40時間・1日8時間労働制を実施 1,114名
- 1905年 アッベ他界 従業員数1,600名
- 1919年 ショット社 ZEISS財団に編入

西南学院大学 商学部 経営学科 野藤 忠 教授 著書(九大出版会)
経営史・経営思想史・企業経営の歴史的、理論的・政策的な研究がテーマ

Technical Milestones



We make it visible.



19



We make it visible.

ご清聴ありがとうございました。



20