

コンパクトディスク(CD)の開発、実用化技術系統化調査

1

Systemized Survey on the Development and Practical Application of Compact Disc (CD) Technology

井橋 孝夫 Takao Ihashi

■ 要旨

技術史を俯瞰してみると、1970年代後半は、エジソンが「蝋管で再生音システム」を世に出してから100年目に当たり、新しい技術の勃興を待っていた時期であった。一方、デジタル通信技術を音声放送に利用する研究開発は、NHK技術研究所でスタートしていた。長い基礎研究の末、最初の試作デジタル録音機が一般公開されたのは1969年であり、「デジタルオーディオの夜明け」でもあったのである。この基礎研究の責任者は、当時のNHK放送科学基礎研究所長であった中島平太郎である。後に、中島はソニー（株）に招聘され、デジタルオーディオやCDの開発を進めるオーディオ事業の責任者になり、「CDの父」及び「CD-Rの父」と呼ばれる功績を残し、紫綬褒章にその名を刻んだのである。振り返って、当時は、デジタルオーディオの機運が広がっていたが、具体的に商品イメージを描いているメーカは皆無であった。そのようななか、オランダのフィリップス社がコンパクトディスクの原型となる試作機を持って来日したのは1979年3月の事であった。ソニーは大きな衝撃を受け、商品化を即座に決定して、フィリップスとの直接交渉等の俊敏な行動に移していき、翌年の6月までにコンパクトディスクの技術内容や商品コンセプトが煮詰められていった。この、ソニー/フィリップスが提案したコンパクトディスクシステムは、1981年4月にサルツブルグで音楽、レコード関係者に盛大に披露され、6月にはニューヨークで、10月には東京で発表された。商品化は、翌1982年秋からであったが、本格的な普及期を迎えたのは1985年以降である。一方、その10年も前から、デジタルオーディオの基礎技術開発は進み、マスター音源の確保・蓄積に大きな役割を果たしたのである。

本調査報告では、デジタルオーディオの黎明期の状況を中島平太郎の「次世代オーディオに挑む」や備忘録を参考にし、コンパクトディスクの誕生する経緯を、当時、ソニーの交渉団の一員であった水島昌洋の備忘録を参考にした。その技術の核になった光学技術やデジタル信号処理技術については、関係者の発表している論文、文献等を参考に記述した。その後、拡張を続けたCDファミリーの状況や、コンピュータとの親和性が良いCD-ROMが誕生して、民生用ゲームを含む広い応用の中で、「マルチメディアやインタラクティブ」の概念を確立して、実用化されていく状況についても記述した。一方、CD-ROMが登場すると、それを制作するために互換性のあるCD-Rの必要性が高まり、コピー商品に対する懸念はあったものの、急拡大して人類史上最大のCD-Rメディアが生産される実態についても記述した。最後に、CDによって引き起こされたと思われる文化的革命についても章を割いたが、この系統化調査は、学術論文ではなく、失われていく貴重な産業技術を記録に留めたものである。

ネットワーク全盛の現代社会においても、CD-DAはオーディオ配布メディアとして、未だに主役の座を演じている稀有なケースで、技術史から考えると、21世紀初頭には新しいメディアやシステムに取って代わられる運命であった。しかし、発売以来35年も経っているのに、CDに代わるメディアが出現してこない現実がある。CDの最大の理解者でありサポーターでもあった（故）カラヤンの鋭い視線の奥にどのような未来が映っていたのであろうか？ 一方で、CDシステムは、20世紀最後の20年を駆け抜けた「風雲児」であった。幸運にも技術が市場と時代にマッチして、関連する巨大な産業群を作り史上最大のパッケージメディア・システムに育ったのである。その上で、そこで熟成された技術が、現代のネットワーク社会へ引き継がれた事は事実である。CDシステムは、概ねその使命を終えたが、難解な技術を産業レベルに構築した燦然と輝く技術史であったことを確認して要旨とする。

■ Abstract

Viewing the history of technology as a whole, the latter half of the 1970s had been one hundred years since Edison introduced a sound-reproducing system using a wax cylinder, and the world was awaiting the rise of a new technology. Meanwhile, NHK Science & Technology Research Laboratories had begun their research and development into using digital communication technology for audio broadcasting. After a long period of fundamental research, their first prototype of a digital recording device was presented to the public in 1969, heralding the dawn of digital audio. Heitaro Nakajima, then Director of NHK Broadcasting Science Research Laboratories, was the man responsible for this fundamental research. Nakajima later accepted an offer at Sony Corporation and became responsible for its audio business, developing digital audio and CD, achieving what led to him being called “the father of CD” and “the father of CD-R” and culminating in his name being engraved in a Medal of Honor with Purple Ribbon from the government of Japan. In retrospect, although the time was ripe for digital audio, no manufacturer had developed concrete product ideas. However, in March 1979, Philips, a company in The Netherlands, visited Japan with a prototype of what later became the compact disc. This made a great impact on Sony. It promptly agreed to negotiate directly with Philips and to commercialize the product, then followed this with agile action. The technical details and the product concept for the compact disc were determined by June of the following year. This compact disc system proposed by Sony and Philips was unveiled with ceremony to persons involved with music and recording at Salzburg in April 1981, followed by announcements in New York in June and in Tokyo in October. Commercialization began the following year, in the autumn of 1982, but its widespread adoption was in 1985 and beyond. On the other hand, the fundamental technology for digital audio had been in development for more than ten years, playing a large role in securing and storing master recordings.

The conditions at the dawn of digital audio in this survey report is based on *The Challenge for Next-Generation Audio* and memoranda by Heitaro Nakajima, and the sequence of events leading up to the birth of the compact disc is based on memoranda by Masahiro Mizushima, who was a member of Sony’s negotiation team at the time. Descriptions of optics and digital signal processing technologies forming the core of this technology are based on papers and documentation published by persons in the field. Also described are the CD “family” which followed and continued to grow, how the computer-friendly CD-ROM was born, and how the concepts of “multimedia” and “interactive” were established and came to be put to practical use across a broad scope of applications, including consumer games. Described, too, is how, once the CD-ROM (“read-only”) appeared on the scene, a compatible CD-R (“recordable”) became a necessity in order for consumers to create their own CDs, and, despite concerns about copyright violations, CD-R media production rapidly expanded, with the CD-R becoming the most mass-produced product in human history. Finally, a chapter is spent discussing the cultural revolution thought to have been triggered by the CD, however, this systemized survey is not an academic paper but a record of a valuable industrial technology on the decline.

Today, in which network reigns, CD-DA remains a rare case as it still plays the major role as an audio distribution medium. According to the history of technology, it had been destined to be replaced by new media or systems by the start of the 21st Century. However, the fact remains that, though 35 years have passed since its release, no medium has emerged to supplant the CD. What had the late Karajan, the one who had valued and supported the CD the most, seen in its future through his keen foresight? On the other hand, CD systems were heroes made by the times which sped fleetingly through the last 20 years of the 20th Century. They grew into the greatest packaged media system of all time as the technology was fortunate to match the market and the times, creating a large group of related industries. It is a fact that the technology which matured on this foundation was passed on to the current world of networks. CD systems have, for the large part, finished serving their purpose, but the brilliant history of its technology—formulating abstract technology to the level of industry—is affirmed to conclude this abstract.

■ Profile

井橋 孝夫 *Takao Ihashi*

国立科学博物館産業技術史資料情報センター主任調査員

1967 年	埼玉大学工学部卒業
同年	ソニー（株）入社 中央研究所配属
1974～1988 年	ディスク開発部門 研究統括
1988～1994 年	オーディオビデオ事業部門
1994～1997 年	マルチメディア推進部門 統括部長
1997～2002 年	フォーマットセンター センター長
2002～2006 年	（株）スタートラボ 代表取締役社長
2006 年	ビフレストック（株）代表取締役社長
1989～1998 年	オレンジフォーラム代表幹事
1999 年	CDs21 ソリューションズ代表幹事
1996～2001 年	DVD FLLC（株）取締役

■ Contents

1. はじめに	4
2. デジタルオーディオの黎明	7
3. CD の技術系統	19
4. ディスク製造方式の確立	40
5. CD ファミリーの系統図	47
6. CD 関連ビジネスの出現と規模	53
7. 記録型 CD の登場	75
8. 光メディア寿命推定の ISO 規格の構築	91
9. CD がもたらした文化革命	95
10. おわりに	100

石英系光ファイバ技術発展の系統化調査

2

Historical Survey of the Development of Silica Optical Fiber Technology

河内 正夫 Masao Kawachi

■ 要旨

長距離伝送媒体としてのガラス光ファイバの可能性を指摘したのは英国 STL (Standard Telecommunication Laboratories) に勤務していた C.K. Kao であり、1966 年のことであった。当初は半信半疑であった NTT (当時日本電信電話公社) が光ファイバの研究を開始したのは 1971 年のことで、米国のガラスメーカ Corning 社による 1970 年の光ファイバ (20dB/km @ 0.6328 μ m 波長) 発表の直後であった。さらに 1974 年の Bell 研究所の MCVD (Modified Chemical Vapor Deposition) 法による石英系光ファイバ (1.1dB/km @ 1.02 μ m) 作製報告に接した NTT は 1975 年に電線 3 社 (住友電工、古河電工、藤倉電線) との共同研究体制を整え、まずは MCVD 法を改良して石英系光ファイバの長波長帯 (1.3 μ m と 1.55 μ m) 開拓と極低損失化 (0.2dB/km @ 1.55 μ m) に進め、さらに日本発の量産製法 VAD (Vapor-phase Axial Deposition) 法の確立に成功した。現在、世界の光ファイバの約 60% (日本では 90%以上) が VAD 法を基本として製造されている。

上記の光ファイバ作製技術の進歩と同期して通信用半導体レーザなどの開発が進み、光ファイバを実際の伝送路として使うために必要な技術群 (光ファイバ接続、ケーブル構造、布設工法等) も整えられ、1981 年には NTT 公衆通信網への多モード光ファイバ通信システム (32Mb/s と 100Mb/s) の導入が行われた。NTT 民営化直前の 1985 年 2 月には本命の VAD 単一モード光ファイバによる日本縦貫光ファイバ幹線網 (旭川から鹿児島まで 3,400km 長、400Mb/s) が開通し、世界初の本格的な単一モード光ファイバ通信網となった。

その後の半導体レーザの高性能化と単一モード光ファイバの波長分散制御を含む時分割多重 (TDM: Time-Division Multiplexing) 方式の進歩、光ファイバ増幅器の開発と波長多重 (WDM: Wavelength-Division Multiplexing) 方式の導入、さらに最近のデジタルコヒーレント方式の導入に支えられた光通信技術の進展は目覚しく、今日では光ファイバ 1 本当りの伝送容量が 10Tb/s (100Gb/s $\times$ 100 波長) 級の幹線系システムも商用化されている。1981 年 (100Mb/s) に比べて 5 桁の容量向上である。

幹線系に比べて経済化要求が厳しいアクセス系については 2001 年から PON (Passive Optical Network) 方式による FTTH (Fiber-to-the-Home) サービスが本格スタートし、日本の FTTH 加入者数は 2017 年度末までに 3,000 万件を突破見込みである。伸びが著しいスマートフォンを含む携帯電話網も、ユーザ直近の無線区間を除いて、アンテナ基地局までは光ファイバ回線が担っている。

今日の光ファイバ通信網を構成する技術の広がりや、ハードウェアからソフトウェアまで広範囲に及んでいるが、本調査では、人類が発明した究極の伝送媒体とも言える石英系光ファイバの開発に軸足を置き、日本が世界に誇れる光ファイバ通信技術の発展経緯を報告する。

■ Abstract

Charles K. Kao of the British research center, STL (Standard Telecommunication Laboratories) proposed the potential of silica optical fiber as a long-distance transmission medium in 1966. At first, NTT (then Nippon Telegraph and Telephone Public Corporation) had doubts about Kao's proposal, but eventually started optical fiber research in 1971, just after the 1970 achievement of 20 dB/km optical fiber loss (at a wavelength of 0.6328 μm) by the U.S. glass manufacturer Corning. NTT was also largely encouraged by a 1974 Bell Laboratories report on 1.1 dB/km loss (at 1.02 μm) attained by using the modified chemical vapor deposition (MCVD) method, and in 1975 rapidly organized a joint R&D program with three Japanese cable manufacturers, Sumitomo Electric, Furukawa Electric, and Fujikura Cable. They improved the MCVD method to open the longer wavelength windows of 1.3 μm and 1.55 μm for silica optical fiber and attain the ultra-low loss of 0.2 dB/km at 1.55 μm . They further succeeded in establishing the Japan-originated vapor-phase axial deposition (VAD) method, highly suitable for the mass production of optical fiber. Today, approximately 60% of optical fiber in the world, and over 90% in Japan, is produced using VAD.

In conjunction with the above-mentioned progress of optical fiber fabrication technology, semiconductor lasers operating at 1.3 μm and 1.55 μm wavelengths were developed, together with other key technologies (such as optical fiber connection, cable fabrication and installation) required for constructing practical optical fiber transmission systems. In 1981, multimode optical fiber transmission systems of 32 Mb/s and 100 Mb/s were introduced into NTT's public communication network. In February 1985, just prior to the privatization of NTT, the 400 Mb/s trunk line, running through Japan lengthwise—a distance of 3,400 km from Asahikawa to Kagoshima—came into service using VAD single-mode optical fibers. This became the first full-fledged single-mode optical fiber telecommunication network in the world.

Since then, a tremendous increase in transmission capacity has been achieved mainly by 1) the progress of time-division multiplexing (TDM) technology with higher-performance lasers and dispersion-controlled single-mode fibers, 2) the invention of the optical fiber amplifier, 3) the adoption of wavelength-division multiplexing (WDM) technology, and more recently by 4) the development of digital coherent technology. Today, even trunk line systems with a 10 Tb/s (100 Gb/s $\times$ 100 wavelengths) capacity per fiber are in commercial service. This is five orders of magnitude larger than the capacity in 1981 (100 Mb/s).

As for access systems, which have more exacting economical requirements than trunk line systems, fiber-to-the-home (FTTH) service using passive optical network (PON) architecture started in earnest in 2001, and the number of FTTH subscribers in Japan is expected to exceed 30 million by the end of FY 2017. With increasing numbers of smartphone users, even the mobile communication networks are supported by optical fiber lines up to the antenna base station, with just the last mile being a wireless connection.

Though the technologies making up today's optical fiber communication networks cover a wide range of both hardware and software, this survey focuses on the development of silica optical fiber—the ultimate transmission medium ever invented by humankind—and describes the history of Japan's world-class optical fiber communication technologies.

■ Profile

河内 正夫 Masao Kawachi

国立科学博物館産業技術史資料情報センター主任調査員

昭和 48 年 3 月 東京工業大学大学院修士課程・電子物理工学専攻修了
昭和 48 年 4 月 日本電信電話公社（現 NTT）入社、以来、液晶表示、石英系光ファイバ、プレーナ光波回路の研究開発に従事
昭和 53 年 12 月 液晶の電気光学効果に関する研究で東京工業大学より工学博士号受領
昭和 57 年 2 月 カナダ通信研究所（CRC）交換研究員（1 年間）
平成 8 年 7 月より研究マネジメントに携わり、NTT 光エレクトロニクス研究所長、NTT 未来ねっと研究所長、NTT 先端技術総合研究所長等を歴任
平成 17 年 7 月 NTT エレクトロニクス株式会社（NEL）入社、取締役（技術開発担当）
平成 21 年 7 月 同社・技術顧問 & NEL フェロー
平成 26 年 3 月 同社を退職
平成 29 年 4 月 国立科学博物館 産業技術史資料情報センター主任調査員

電子情報通信学会名誉員（フェロー）、IEEE フェロー

■ Contents

1. はじめに	112
2. 光通信の夜明け前	115
3. 通信用石英系光ファイバの誕生	123
4. MCVD 法の改良で日本が先導した 長波長帯の開拓	136
5. 日本が開発した量産製法「VAD 法」	145
6. 初期の光ファイバ通信システム実験と 商用化努力	164
7. その後の発展概要	186
8. おわりに	196

抗生物質・抗菌薬創製技術の系統化調査

3

Systemized Survey on the Technologies of Antibiotics and Antibacterial Drug Discovery

草間 健 Takeshi Kusama

■ 要旨

抗生物質という言葉の定義は、ストレプトマイシンを発見したセルマン・ワックスマンにより提唱されたもので、厳密に言えばペニシリンやストレプトマイシンのように“微生物により生産され、微生物の発育を阻止する物質”とされる。しかし、感染症の治療を目的として、化学合成法により創られた抗菌薬の歴史はさらに半世紀以上も古く、治療薬として重要な役割をはたした。この報告書では両者をまとめ、抗生物質・抗菌薬創製技術の系統化調査とし、その開発の歴史および創製技術の系統化について調査し記載した。また、この調査報告書の中では、抗がん剤や抗ウイルス剤（これを抗生物質に含める記述もある）は除き、抗生物質をあくまで細菌（病原菌）に対する薬と定義している。

古代からほんの 70 年位前の終戦直後までの長い間、病気と言えはそのほとんどが感染症のことであり、感染症はまさに死に至る病であり続けた。医学者や化学者を中心に多くの人々がこれら病気の克服を目指して、その原因究明に奔走し、闘いの武器を見出しさらにそれを洗練させていった。彼らが発見し開発した抗生物質・抗菌薬は、うまく使えば、感染症を根本から治療してしまう薬である。近年、がんや心筋梗塞、それに生活習慣病と呼ばれる高血圧や糖尿病の深刻さが叫ばれ、その治療薬が注目を浴びているが、長い歴史の視点で考えれば、感染症治療薬が人類の歴史に及ぼした影響はとてつもない重さを持っていた筈である。この領域の薬がどのような経緯で研究・開発され、どのような人々の努力によって開拓されてきたかを第 2～6 章にまとめた。各章のタイトルは、欧米の著名な科学技術史家が当時の研究者達の働きを克明に調べ書き残した書物の中で、研究者達あるいはその成果に対して使った言葉であり、このタイトルを見れば、本系統化調査の要旨を理解できるものと考えられる。また、系統化の趣旨に従い、創製された薬剤、技術については可能な限り時系列に書いた。第 7 章 1～6 項は各論として抗生物質・抗菌薬を 6 つのグループにまとめて、個々の薬剤の開発経緯を示し、主として日本の研究者が果たした役割について書いた。最後にこれらの薬剤で淘汰される筈であった細菌の逆襲についても短く記した。

本報告書は以下のような構成で作られている。

- 1 章. はじめに
- 2 章. 感染症の歴史および社会的背景（日本／江戸後期以降）
- 3 章. 目に見えぬ物との闘い（微生物の狩人）
- 4 章. 魔法の弾丸を求めて（化学療法剤の開拓者達）
- 5 章. 奇跡の薬（ペニシリンの発見および再発見）
- 6 章. 白いペスト・結核との闘い
- 7 章. 各論
 - 7 章 1. アミノ配糖体系抗生物質（水溶性塩基性抗生物質）
 - 7 章 2. マクロライド系抗生物質
 - 7 章 3. キノロン系抗菌薬
 - 7 章 4. β ラクタム系抗生物質（ペナム系、 β ラクタマーゼ阻害薬、カルバペネム系など）
 - 7 章 5. β ラクタム系抗生物質（セフェム系）
 - 7 章 6. その他の抗菌薬と耐性菌の問題
- 8 章. おわりに

■ Abstract

The definition of the word “antibiotic” was proposed by Selman Waksman, who discovered streptomycin, and is strictly defined as ‘any substance produced by a microorganism that is antagonistic to the growth of other microorganisms,’ such as penicillin or streptomycin. The history of using antibacterial agents created by chemical synthesis to treat infectious diseases had started well over half a century earlier, and such agents had played a vital role as therapeutic drugs. This report both systematically surveys the technologies of antibiotics and antibacterial agent discovery, and examines and reports on the history of their development and of the systemization of drug discovery technology. In this survey report, antibiotics are defined as drugs targeting bacteria (pathogenic bacteria), excluding anticancer agents and antiviral agents (some descriptions include these in antibiotics).

In the long period of time since antiquity until the end of World War II only around 70 years ago, references to illness almost always pointed to infectious diseases, and such infectious diseases remained mortal illnesses. Many people, especially in medicine and chemistry, strove to conquer these illnesses. They made every effort to uncover their causes, discovered weapons to fight them, and refined such weapons. The antibiotics and antibacterial drugs that they discovered and developed, if used wisely, can cure infectious diseases at the source. In recent years, the gravity of cancers, heart attacks, and lifestyle diseases including high blood pressure and diabetes have been highlighted and their therapeutic drugs have received focus. However, in the context of long human history, the impact of antimicrobial agents has been monumental. Chapters 2 to 6 detail the events in how drugs in this area were researched and developed, describing the efforts of all those who discovered them and pioneered their development. The titles of each chapter are suitable translations of expressions used by well-known Western historians of science and engineering in their books about the researchers or their outcome as they scrupulously researched and wrote down the work of researchers at the time. These titles should give a clear overview of this systemized survey. In line with the purpose of systemization, the discovered drugs, agents, and technologies are written about chronologically as much as possible. Chapter 7-1 to 7-6 discusses in detail antibiotics and synthesized antibacterial agents grouped under six categories, with the history of development of each and the roles played by Japanese researchers. The counterattack by the bacteria which were supposed to be culled by these drugs and agents is also briefly discussed.

The structure of this document is as shown below.

Chapter 1. Introduction

Chapter 2. History of Infectious Diseases and Social Background (in Japan since Late Edo Period)

Chapter 3. The War with Invisible Foes (Microbe Hunters)

Chapter 4. Seeking the Magic Bullet (the Pioneer of Chemotherapy)

Chapter 5. The Miracle Drug (the Discovery and Rediscovery of Penicillin)

Chapter 6. The War against the White Plague—Tuberculosis

Chapter 7. Discussion in Detail

Chapter 7-1. Aminoglycoside Antibiotics (Water-Soluble Basic Antibiotics)

Chapter 7-2. Macrolide Antibiotics

Chapter 7-3. Quinolone Antibacterial Drugs

Chapter 7-4. β -lactam Antibacterial Drugs (e.g. Penams, Carbapenems, β -lactamase inhibitors)

Chapter 7-5. β -lactam Antibacterial Drugs (Cephem Antibacterial Drugs)

Chapter 7-6. Other Antibacterial Drugs and the Problem of Resistant Bacteria

Chapter 8. In Closing

■ Profile

草間 健 *Takeshi Kusama*

国立科学博物館産業技術史資料情報センター主任調査員

1969 年 山梨大学工学部発酵生産学科卒業
明治製菓（株）入社 薬品開発研究所配属
1970 年 同 開発二室（抗生物質の培養、精製、合成）
1980 年 同 生化学室 主任研究員
（バイオ医薬品、タンパク質）
1988 年 明治製菓本社 薬品開発企画部課長
（中枢薬担当：SSRI-PL）
1996 年 明治製菓本社 臨床開発センター副部長
1998 年 日本製薬工業協会（製薬協）研究開発委員会委員
1999 年 臨床開発センター長（SSRI 承認取得）
2000 年 明治製菓ロンドン事務所所長
2003 年 明治製菓退職
2009 年 英語塾主宰
2011 年 グローバルスクエア講師コース
2012 年 3WST 英語公認講師（TOEIC：975）
2016 年 横浜若葉台 CS 英語講師

■ Contents

1. はじめに	210
2. 感染症の歴史および社会的背景 （日本／江戸後期以降）.....	213
3. 目に見えぬ物との闘い （微生物の狩人）.....	220
4. 魔法の弾丸を求めて （化学療法剤の開拓者達）.....	228
5. 奇跡の薬 （ペニシリンの発見および再発見）.....	237
6. 白いペスト・結核との闘い	247
7. 各論	254
8. おわりに	310

35mm小型精密カメラの系統化調査

ーライカから一眼レフ、その進化の系譜ー

Systematic Survey on 35mm High End Camera -History from Leica to SLR-

三浦 康晶 *Kosho Miura*

■ 要旨

写真の歴史は 200 年近くにも及び、その写真を撮影するカメラも同じ年数を重ねている。しかしながら、初期のカメラは、大きな家具調の木箱であり、現代のような精密機械ではなかった。その後、感光材料の進化に伴い小型化されたが、19 世紀終わりまでは相変わらず箱形が主流であった。それを脱して全金属製の小型精密なものに生まれ変わるまで、写真の発明からある程度の時間を要した。

天才オスカー・バルナックが趣味で作った 35mm フィルムを使う試作品がカメラの歴史を変えた。本稿では、それ以前のカメラの歴史を第 2 章、その試作カメラ誕生の経緯を第 3 章にまとめた。

そのカメラは、第一次大戦後にライカの名で市販されることになった。当時の常識からは外れた精密感のあるその小さなカメラは、徐々にその携帯性、操作性のよさが受け入れられ、広く使われるようになった。その革新性こそが、誕生から約 100 年経過した今日においてもデザインや技術に影響を与えることになった。

他社も対抗機種で追随した。カメラ業界の最大手ツァイス・イコンの出したライバル機、コンタックスがライカと競合することで、この分野が飛躍的に発展した。この経緯について本稿の第 4 章に記した。

ライカとコンタックスの熾烈な開発競争の陰で、時代は第二次大戦へと向かっていた。その暗い影は小型の軍事光学兵器としてのカメラの進化にも大きな影響を与えた。日本でも小型カメラ開発の流れが生まれ、軍の要請によるライカコピー機の製造、あるいは興味本位での模倣が行われた。これらが日本における小型精密カメラの萌芽となった。

大戦中は、軍用以外のカメラの生産が中断されたが、蓄えた技術を活かして、戦後に生産再開、あるいは光学兵器産業から転進するメーカーが現れた。新たにカメラ生産を試みるものも加わった。小型精密カメラの発する精密感や佇まいが日本人の琴線に触れたのであろう。また、資源小国の日本では、原材料に対する付加価値の高いカメラ生産が適していた現実的な側面もあった。

朝鮮戦争特需の追い風に、小型精密カメラの先頭をひた走るドイツ陣営に迫る日本陣営であったが、1954 年のフォトキナでライカ M3 の登場という洗礼を受けることになった。ほとんど全ての性能が数歩先を行く現実を前に、日本は大きな衝撃を受けた。しかしながら、時代のうねりが日本カメラ産業を救った。写真文化の多様化によって、ライカのようなレンジファインダー機から一眼レフへと潮目が変わったのである。35mm 一眼レフもまた欧州発祥だが、その欠点を克服するには巧みな機構が必要なため、欧州での発展は遅々としたものだった。結果として、一眼レフはライカ M3 ショック以降の日本で大きく飛躍した。一眼レフの様々な欠点を、アイデアと努力で次々にクリアし、持ち前のモノづくり力で低価格・高品質の製品を供給し続けた結果、1960 年代には西ドイツを抜いてカメラ産業の世界トップシェアを握ったのである。ただ、その過程において、独創性や開発力の劣る多くのメーカーが淘汰されてしまったのも事実である。これら、一眼レフに移行する過程や時代背景などを第 5 章にまとめた。

第 6 章では、日本が先導した一眼レフの諸機能の進化と発展、特に自動化への流れについて、機能の観点からまとめた。独創的な縦走りシャッターやカメラの小型化、自動露出、AF 技術などは日本が主体的に開発、その地位を不動のものとし、時代がデジタルカメラに移行した今日においてもそれは変わらない。

本稿は、カメラの長い歴史のうち、ライカ以降の 35mm フォーカルプレーンシャッター機に限定し、また、全体を通して、専門的な論文形式を避け、カメラに興味を持つ多くの人に読みやすく書くことを心掛けたことを付記する。

■ Abstract

The history of photography spans almost 200 years, and the cameras which capture them have also been around just as long. However, early cameras were large wooden boxes in the style of furniture, not precision instruments as are today's cameras. Although they became smaller thereafter with the evolution of photo-sensitized material, the box shape was still the norm at the end of the 19th century. It took a certain amount of time since the invention of the photograph for the camera to break away from the box and become an object which is all-metallic, compact, and precise.

The prototype built by the genius Oskar Barnack as a hobby using 35 mm film changed the course of camera history. This report covers the history of camera before this event in chapter 2, and the sequence of events after the birth of this camera prototype in chapter 3.

This camera was put into mass market after World War I under the name Leica. This small camera, with a feel of precision far from the norm of the day, became widely used as people embraced its portability and ease of use. This innovation came to affect the design and the technology, even of today, about 100 years since its birth.

Other companies followed with competing models. The field developed dramatically as Contax, a rival model introduced by camera industry leader Zeiss Ikon, competed with Leica. Chapter 4 of this report covers the sequence of these events.

Competition in developing Leica and Contax was fierce. Meanwhile, the world was heading toward World War II. Its dark shadow brought a major influence on the evolution of cameras as compact optical military weapons. In Japan, as well, the foundation was laid for compact camera development, as Leica copies were produced as required by the military or imitations were made out of curiosity. This came to be the budding of compact precision cameras in Japan.

During the war, production of cameras for civilian use was interrupted. However, manufacturers appeared after the war, resuming production or changing their course from the optical weapon industry, making use of accumulated technology. They were joined by those attempting camera production for the first time. Perhaps the feeling of precision and the presence exuded by the camera touched the heartstrings of the Japanese. A pragmatic aspect of this was that camera production, high in added value compared to the raw materials, was perfect for Japan, a resource-poor country.

Aided by special demand generated by the Korean War, the Japanese companies were closing in on the German companies, which had been forging ahead at the forefront of compact precision cameras. However, they were given a harsh awakening at Photokina 1954 with the release of Leica M3. Facing the reality that they were outperformed by a few paces in almost all areas, Japan was given a great shock. Yet again, the Japanese camera industry was saved by the changing times. As the photography culture diversified, the tide turned away from rangefinder models like Leica toward single-lens reflex cameras (SLRs). 35 mm SLRs also originated in Europe, however, since skillful mechanisms were required to overcome their shortcomings, development in Europe progressed slowly. The outcome was that SLRs made great strides in Japan after the shock of Leica M3. Conquering the various shortcomings of SLRs one by one with idea and effort and continuing to supply low-cost, high-quality product in harmony with the craftsmanship in their nature resulted in Japan gaining the top global share of the camera industry by the 1960s, ahead of West Germany. However, it is also true that, during that process, many manufacturers inferior in originality or development capability were eliminated. Such processes of migration to SLRs and the background of the times are covered in chapter 5.

Chapter 6 examines the evolution and development of the many SLR functions led by Japan, especially the path to automation, from the viewpoint of functions. The original vertical-travel shutters, downsizing of cameras, automatic exposure, autofocus technology—these were independently developed by Japan, solidifying its position. This place has not changed in recent days since the times have moved on to digital cameras.

Of the long history of cameras, this report is restricted to the 35 mm focal-plane shutter models which started with Leica. It was written avoiding a technical report format throughout, with the intention for it to be easy to read for many people with an interest in cameras.

■ Profile

三浦 康晶 *Kosho Miura*

国立科学博物館産業技術史資料情報センター主任調査員

1977 年 北海道大学精密工学科卒業
1979 年 北海道大学大学院精密工学専攻科修了
1979 年 日本光学工業株式会社（現株式会社ニコン）入社、
カメラ設計部に配属、主に一眼レフカメラの機構設計に従事
2004 年 株式会社仙台ニコンに出向、一眼レフカメラの生産技術に従事
2009 年 株式会社ニコンに復職、後藤研究室に配属、主にデジタル一眼レフの企画開発に従事
2017 年 同社退職
2017 年 カメラ映像機器工業会に入会、現在に至る

■ Contents

1. はじめに	322
2. 写真の歴史ー概説	324
3. ライカの誕生	332
4. 35mm 小型精密カメラの発展	342
5. ライカコピーから一眼レフへ	360
6. 一眼レフの発展と技術の進化	388
7. あとがきにかえて	423