

# 第 1 章 コンタクトレンズの歴史(表 1)

## I 創 生 期

コンタクトレンズ(CL)の歴史には著名な科学者が名を

連ねる。1508 年, da Vinci は水を満たしたガラスボールで模型眼を作り, 網膜にどのような像が映るかという実験を行った(図 1)。水に接してもものを見る初めての試み

表 1 コンタクトレンズ(CL)の歴史

1508	da Vinci 水を満たしたガラスのボールに自身の眼をつけ, 網膜に像がどのように映るかを検討		
1636	Descartes 水の入った筒を角膜に接触させたときの網膜像について検討(筒を短くすると現在の CL と同じ)		
1823	Herschel 透明なゼリー状物質を介して球面ガラスを眼の表面に接触させ, 乱視矯正を試みた(CLの原理)		
1886	Galezowsky 術後の疼痛軽減と感染防止のため, コカインと水銀昇華物を染み込ませたゼラチンディスクを角膜上にのせた(初の治療的使用)		
1887	Saemisch 兔眼性角膜炎に対して, 角膜部分が透明で強膜部分に彩色をしたガラス製眼蓋を長期装用させた		
1888	Fick 角膜レンズ, 強角膜レンズの2種類のレンズを考案. "Eine Contactbrille" という論文を発表. 「コンタクト」という言葉が初めて用いられる		
1889	Müller 自身の強度近視を矯正するために直径 12 mm のレンズ(Hornhaut Linsen : 角膜レンズ)を作製		
ハードコンタクトレンズ (HCL)			
1936	Feinbloom 角膜部分は光学ガラス, 強膜部分は不透明な合成樹脂でできた強角膜レンズを作製(遠近両用 CL デザインを考案)		
1937	Teissler Cellulose acetate を材料とした強角膜レンズを作製(初のガス透過性 CL)		
1938	Obrig, Müller Polymethyl methacrylate (PMMA) 製の強角膜レンズを切削研磨により作製する方法を考案し, 軽量化, 装用感向上に成功 (PMMA CL の誕生)		
1948	Tuohy PMMA 製角膜レンズを初めて作製		
1951	水谷 PMMA 製強角膜レンズを円錐角膜患者に国内で初めて処方		
1957	Wesley 直径 8.9 mm の Sphericon CL を紹介. 以降, 急速に我が国で普及		
HCL		ソフトコンタクトレンズ (SCL)	
1961		Wichterle 2-hydroxyethyl methacrylate (HEMA) と呼ばれる高分子ポリマーを材料とした含水性ソフトコンタクトレンズ(SCL)をスピンキャスト製法により製造	
1971	Gaylord ガス透過性材料である silicone methacrylate を開発		
1972		日本における SCL 販売が認可	
1978	Cellulose acetate butyrate (CAB) を材料とするガス透過性 HCL (RGPCL) を米国食品医薬品局 (FDA) が承認		
1979	PMMA-シリコンコポリマーを材料とする RGPCL を FDA が承認 [Dk 値(酸素透過係数値) レースの始まり]		
1984		デイスポーザブル SCL (DSCL) 登場 [我が国では 1991 年に 1 週間連続装用の DSCL が, 1994 年に頻回交換型 SCL (FRSCL) が販売]	
1993		1 日 (毎日) DSCL が登場 (我が国では 1995 年に販売)	
1998		シリコンハイドロゲル CL (SHCL) 販売	



図 1 da Vinci の原理.

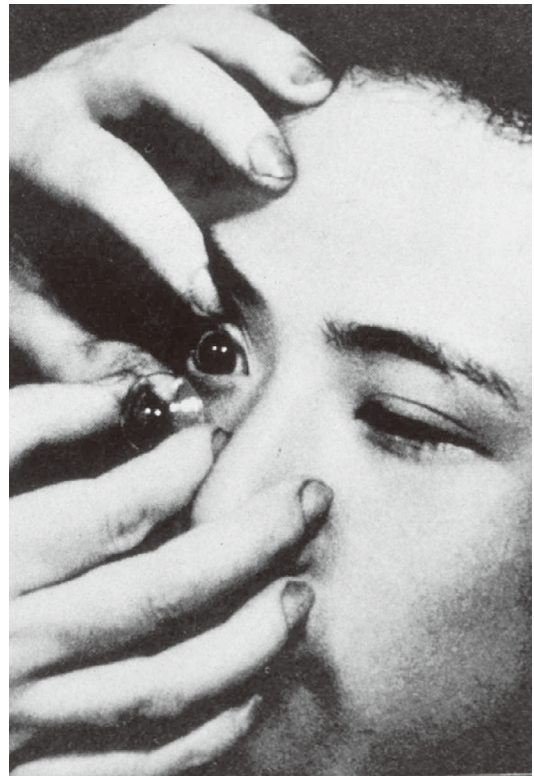


図 3 国内における初めての CL 装用.

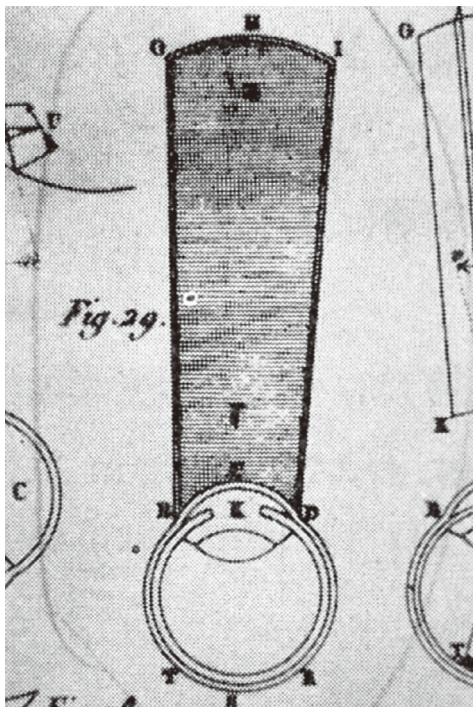


図 2 Descartes の原理.

であったことから CL の始祖とされる。1636 年、Descartes は水の入った筒を角膜に接触させた際の網膜像を論じた(図 2)が、筒を短くすれば現在の CL と変わりのない点で CL の概念により近い発想といえる。また、1823 年、Herschel は“表面が不正な角膜を矯正するには、外表面は角膜と同じカーブで、内面は不正部分を正確に陰

刻したレンズを用いる”とする CL の乱視矯正に近い理論を発表している。一方、1886 年に Galezowsky がコカインと水銀昇華物を染み込ませたゼラチンディスクを角膜上にのせたのがソフトコンタクトレンズ(SCL)の始まりである。しかし、以後長らく SCL へ応用できる含水性材料が開発されることはなかった。

## II ガラス製レンズの登場

屈折矯正を目的としたレンズの装着を初めて試みたのは、1888 年の Fick とされる。彼は人間の屍体眼をもとに作製したレンズを自ら装着し、“Eine Contactbrille(接触眼鏡)”という表題で発表している。翌 1889 年には、Müller も自分自身の強度近視を矯正するために直径 12 mm の“Hornhaut Linsen(角膜レンズ)”を作製した。しかし、この時代のレンズはガラス製で重く、装用感も不良であったため、実際の臨床で使用されることはなかった。1926 年、石原がドイツからガラス製の強角膜レンズを持ち帰り、日眼会誌に紹介した。

## III 合成樹脂レンズの時代へ

1930 年代にアクリル樹脂が開発されると、1936 年に Feinbloom は角膜部が光学ガラス、強膜部が合成樹脂の強角膜レンズを作製し、レンズ重量を軽減できること、加工性も良く、生体安全性にも優れていることを示した。その後、1938 年に Obrig が polymethyl methacrylate (PMMA) 製の強角膜レンズを、1948 年には Tuohy

が同じく PMMA 製の角膜レンズ，すなわち現在のハードコンタクトレンズ(HCL)の原型となるものを作製した。1951 年，水谷は PMMA 製強角膜レンズを円錐角膜の患者に我が国で初めて処方した(図 3)。1957 年，Wesley が Sphericon CL(直径 8.9 mm の PMMA 製角膜レンズ)を日本に紹介，以降国内で HCL が普及するようになった。

#### IV ガス透過性 HCL の時代

PMMA の最大の欠点は酸素を透過させないことにあった。1970 年代に入り，酸素透過性材料 cellulose acetate butyrate(CAB)を素材とするレンズが初めて開発されたが，性能に劣っていたため普及しなかった。1974 年には PMMA の基本構造にケイ素が添加された silicone methacrylate によるガス透過性 HCL(rigid gas-permeable contact lens : RGPCL)が開発され，さらに含フッ素素材も開発され次第に PMMA 単体レンズは使用されなくなった。その後，RGPCL の酸素透過性は向上し連続装用も可能となった。

#### V SCL の登場と普及

1954 年，Wichterle と Lim が 2-hydroxyethyl methacrylate(HEMA)の合成に成功し，その後の 1961 年，Wichterle によってスピんキャスト法によるレンズの製

法が確立された。1972 年，我が国でも HEMA 素材の低含水性 SCL が終日装用レンズとして承認された。1983 年には高含水率(70%)SCL の連続装用も承認された。その後，より安価で大量生産が可能なモールド製法が確立されると，極薄デザインのもと，SCL の交換期間を短くした頻回交換型 SCL(FRSCL)が 1994 年に承認され，さらに 1995 年には 1 日ディスプレイ SCL(DSCL)が承認を受けシェアを拡大した。また，レンズデザインも非球面デザイン，トーリック，マルチフォーカル，虹彩付などへ多様化し，消毒も熱消毒法から化学消毒法(過酸化水素消毒：1991 年承認，多目的溶剤：1996 年承認)へと移行していく。ガス透過性の高いシリコンエラストマーやブチルアクリレートなどの非含水性素材のレンズが試みられたが，固着の問題で普及には至らなかった。

#### VI シリコンハイドロゲル CL の時代

シリコンエラストマーやブチルアクリレートの共重合体に HEMA を重合させることにより，含水性でかつ従来型 SCL よりも酸素透過性が約 7 倍以上高いシリコンハイドロゲル CL(SHCL)が開発された。2004 年に承認後も，さまざまな改良が施され，徐々に主流の位置を占めつつある。良好な装用感と高い酸素透過性が実現された点で，理想の CL に一歩近づいたと考えられる。