

人類の進歩とガラス

「自然は黒曜石を造り、人はガラスを作った」

目次

- ① 黒曜石により助けられた人類
- ② ガラスの起源
- ③ ガラス技術の進歩
- ④ 産業革命とガラス
- ⑤ 電気硝子の誕生
- ⑥ ガラス発展の背景
- ⑦ ガラスの未来

黒曜石とは

		SiO_2	粘性	
マグマ⇒溶岩 (火成岩)	玄武岩	少	低	ハワイキラウエア火山
	安山岩	↑	↑	
	デイサイト	↓	↓	雲仙普賢岳
	流紋岩	多	高	黒曜石 (ガラス質)

黒曜石組成 SiO_2 75%, Al_2O_3 15%

黒曜石使用の歴史

200万年前 石器時代始まる

20万年前 新人類の誕生

3～5万年前 黒曜石の使用（最終氷期の真只中）

1万年前 氷期が終わり、農耕・家畜の時代

黒曜石が人類に及ぼした影響

狩猟 武器（矢じり）

獲物の解体（刃物） 大型獲物、食の発達

皮鞣し 氷期の克服、衣住の発達

輝く石 メッカ カアバ神殿 聖なる石

交易 価値の認識、遠隔地交易

「しかし人はそれをガラスであることは知らなかった」

「ガラスこそ、自然が人に遺した貴重な素材」

黒曜石の道具としての終焉

金属の出現とともに、
道具としての役割は終わり、
宝飾品として現在まで使われている。

黒曜石の石言葉： 摩訶不思議

人が作ったガラスの始まり

火の使用	150万年前	焼けた石？、歯の変化
	30～80万年前	火打石
土器の始まり	1.6万年前	日本縄文初期
釉薬の始まり	紀元前5000年	メソポタミア
		陶器やタイルにガラス質の釉
		↓
		ビーズ、ガラス小板
銅器の出現	紀元前4000年	アイスマン銅製の斧
		銅製作時のスラグ
		↓
		ガラス

私見

『土器の焼成時に多量の植物灰と反応し、酸化物ガラスが出来た。
ガラスこそ 人によって作り出された最古の素材である』

ガラスの起源伝説

プリニウス「博物誌」 AD77年

フェニキア人が砂浜で食事の用意のため、
かまどを作ろうとしたが、適切なものがなかったため、
船に積載のソーダ塊を用いて、かまどとして使った。
熱せられたソーダ塊と砂が合わさり、ガラスとなった。

ガラス製品や、その原料であるソーダ塊を商品として
扱っていた、フェニキア人のキャッチコピー

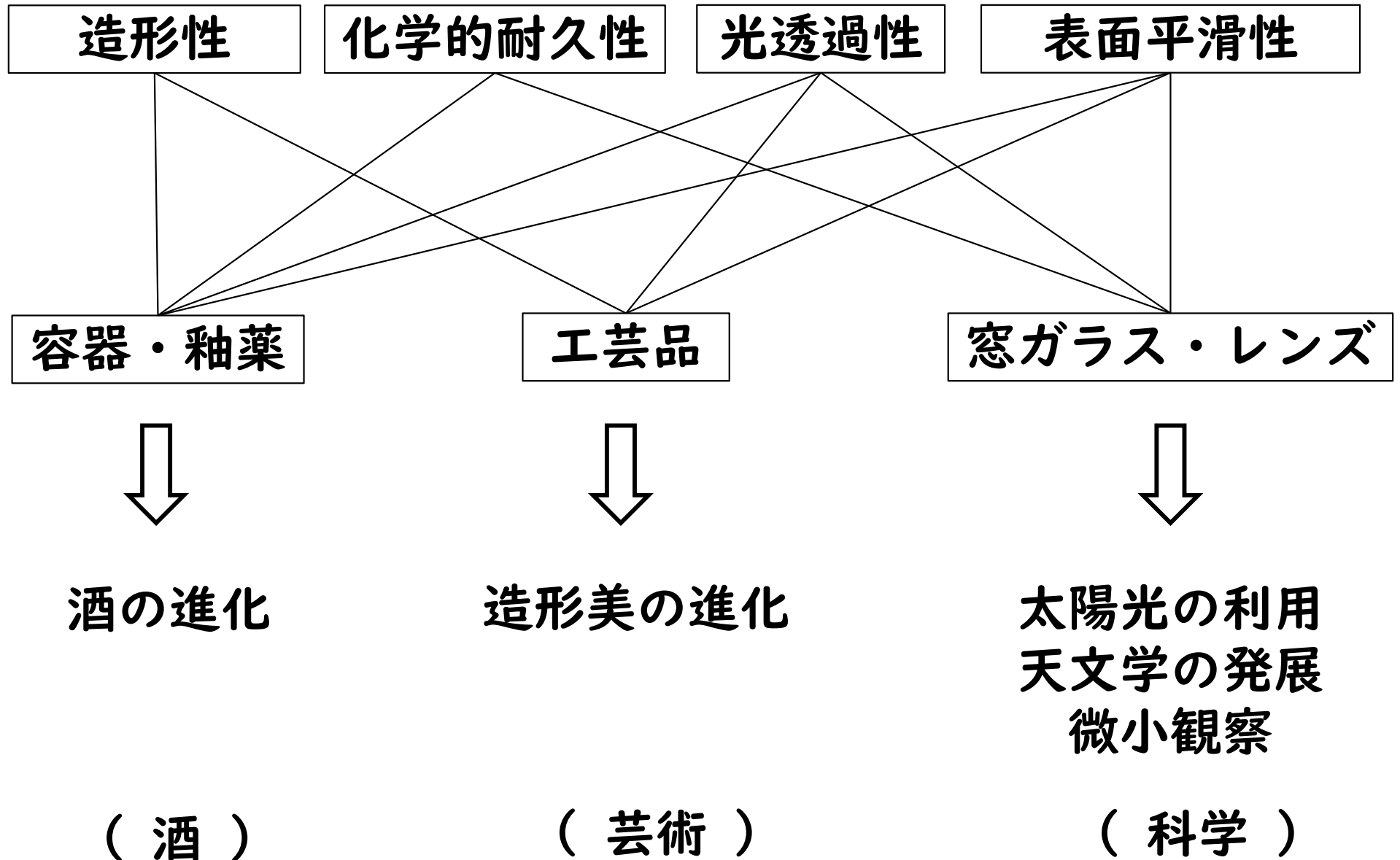
粘土板文書（ガラス製造レシピ）

伝イラク テル・ウマル出土

紀元前14～13世紀

大英博物館蔵

ガラス特性とその用途



ガラス技術の進歩

ガラスは17世紀ごろまで、用途・製法とも大きな進歩はなかった。

1) 熱エネルギー

1kgのガラスを作るのに、20～50kgの木材が必要

2) 原料

アルカリ原料は天然に依存（植物灰、鉱物ナトリウム）

3) 耐火ルツボ

	3世紀	16世紀	17世紀
容量	5kg	15kg	70kg

4) 成形技術

コア技法（紀元前16世紀）

鑄造法（紀元前8世紀）

吹き技術法（紀元前1世紀）

ガラス急激な進歩は、産業革命によってなされる。

産業革命とガラス

第1次 18世紀後半～イギリスにおける産業の変革
石炭利用によるエネルギー革命

ガラスの大量生産

第2次 19世紀後半～ドイツにおけるガソリンエンジンの発明
アメリカでの電気産業の勃興

電気ガラスの誕生

第3次 20世紀後半～ デジタル革命

光通信・電子機器用ガラス

(第4次 21世紀前半～ インターネット革命 AI 情報)

第4次 21世紀 ～ グリーン革命

ガラスへの期待

電気ガラスの誕生

電気絶縁性	気密性	造形性	光透過性
-------	-----	-----	------

白熱電球 1879年 エジソン 実用白熱電球発明
(京都八幡男山付近の竹をフィラメントとして使用)
Edison General Electric Company (GEの前身) 設立
コーニング 電球バルブの量産技術

真空管 1884年 エジソン 白熱電球の実験中に発明
1904年 フレミング 2極真空管発明
1906年 ド・フォレスト 3極真空管発明
(1950~1960年) トランジスタの時代を迎え終焉

蛍光灯 1893年 シカゴ万博で蛍光灯紹介
1934年 GEが蛍光灯発売

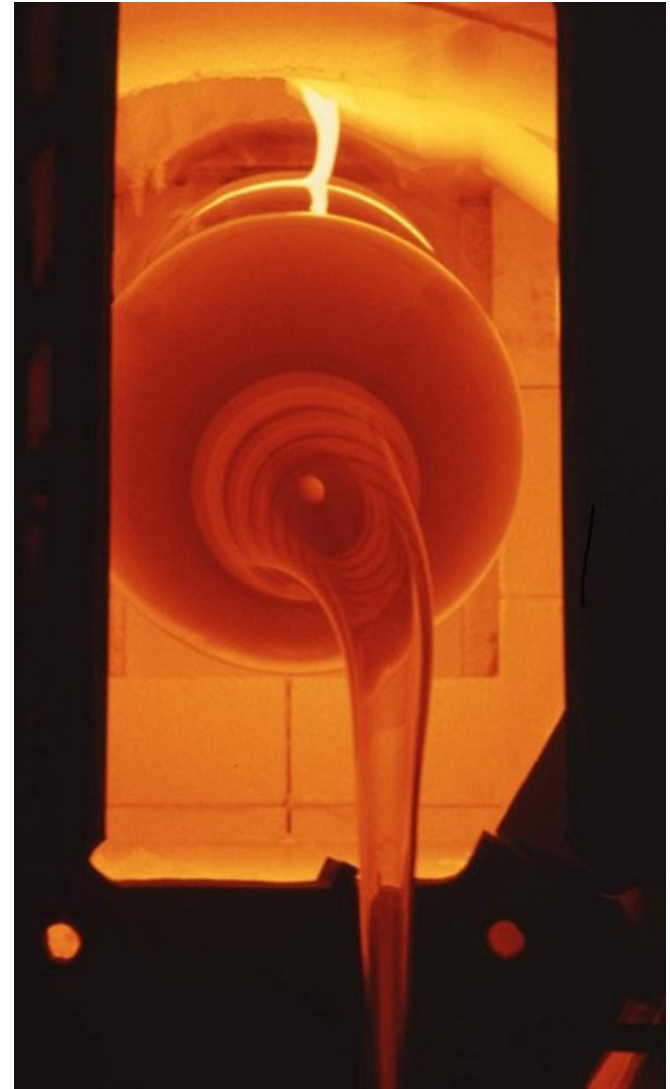
真空管と蛍光灯管の手吹き写真（1950年）



現在の中空品と管ガラスの成形法



ブロー成形



ダンナー成形

ブラウン管

1897年 ブラウン博士

ブラウン管発明

1926年 高柳健次郎

ブラウン管TV開発

1929年 英国BBC

TV実験放送

1931年 NHK技術研究所

公開実験

1937年 英国BBC

放送開始

1953年 NHK

放送開始



ブラウン管用ガラス

(パネル) X線遮蔽: SrO 、 BaO 、

(ファンネル) PbO

(ネック) PbO

成形法 プレス成形 ダンナー成形



機械遺産 2018年度認定

液 晶

1888年 オーストリア ライニッツァー 液晶発見

1968年 RCA 液晶ディスプレイ発明（ライフ不十分）

1973年 シャープ 液晶ディスプレイ電卓発売（NEGガラス）

1987年 シャープ 3インチ液晶カラーTV発売

2001年 シャープ アクオス本格発売



液晶基板用ガラス

TFT素子劣化防止 無アルカリガラス

成形法 フュージョン法/オーバーフロー法
フロート法

「製品の機能を満足させるガラス組成開発と
成形技術の開発が相俟って進歩」

フュージョン法（オーバーフロー法）

大きさ

第1世代 320×400mm

・

・

第5世代 1000×1200

・

・

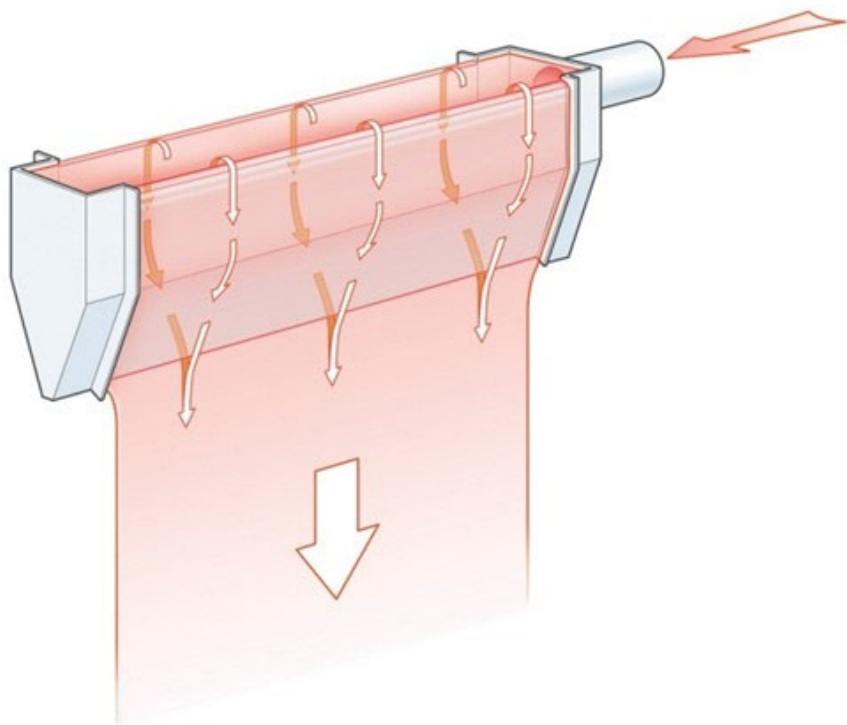
第8世代 2200×2400

・

・

第10世代 2880×3130

厚み 1.1→0.7→0.5→0.4mm→(0.03mm)



ガラス繊維

ガラスウール（短繊維）

1868年 濾材開発



断熱、防音、濾過

ガラス長繊維

1893年 シカゴ万博 GFドレス出展

1938年 OCF誕生

（OI、コーニング合併）



樹脂複合強化材

ガラスのドレス

風力発電ブレード

車載部品

医療用ガラス

- 1884年 アイルランド医師 注射器の発明
アンプル管、薬びんの開発
- 1911年 ドイツ ショット社、医療用ガラス開発
- 1895年 レントゲン博士、妻の手のレントゲンを撮る
高鉛ガラスの開発
- 1970年 ヘンチ バイオガラスの提言
- 1982年 小久保正 結晶化ガラス人工骨の開発



通信用光ファイバー

- | | | |
|--------|---------------|-------------------------------|
| 1880年 | グラハム・ベル | 音声を可視光線の信号に乗せ通信 |
| 1958年 | ナリンダー・シン・カパニー | コアクラッド型石英ガラスファイバー |
| 1964年 | 西澤潤一 | 自己集束型光ファイバー特許 特許庁不受理 |
| 1965年 | チャールズ・K・カオ | 不純物を含むガラスファイバーにおける
光減衰特性改善 |
| 1970年 | コーニング社 | 通信用光ファイバー実用化発表 |
| 1980年代 | 普及 | |
| 1990年代 | 発展 | |

産業革命後のガラス発展の背景

1. 石炭利用によるエネルギー革命（木→石炭→重油→天然ガス）
2. ソーダー工業の発展
3. 物質探求の時代

周期表 1869年 ドミトリ・メンデレーエフ提案
(2019年 発見150周年 国際周期表年)

ガラス特性の拡大

ガラスはすべての元素を溶け入れることによって
様々なガラス特性を設計することが出来る。

4. 電気製品を含む、生活、情報、インフラ製品の発明

ガラスは文明の産物を支えて来た素材である

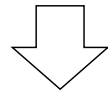
ガラス



「2022年 科学技術週間：一家に1枚ガラス」

まとめ

- ・天然のガラスである黒曜石は人類の進歩に寄与した
- ・ガラスは人類が作った最古の素材である
- ・ガラスは人類の生活、芸術、科学を支えて来た素材である
- ・電気ガラスの誕生は産業革命の成果を支えた
- ・ガラスの可能性は無限であり、新しく生まれる発想を形にするために必須の素材としての役割は続く



その進歩を支えるのは **科学** である