

鉛を含むソーダ-石灰-苦土ガラスからの失透結晶

岸 井 貫⁽¹⁾

Crystals Produced by Devitrification of a Soda-Lime-Magnesia Glass Containing Oxide of Lead

By Toru KISHII

Mechanical and Material Engineering Department (in Field of Lamp and Tube),
Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd.

Crystals produced by devitrification of soda-lime-magnesia glass containing PbO (about 2 wt. %) were microscopically observed. Quartz, cristobalite, devitrite, diopside, α -wollastonite and albite were found as were in cases of ordinary soda-lime and soda-lime-magnesia glasses. Moreover, several kinds of unidentified crystals were also seen.

[1] は し が き

酸化鉛 PbO を含むソーダ-石灰-苦土ガラスの溶解炉に生じた失透結晶を観察した。PbO 含量は 2 wt% くらいなので、通常のソーダ-石灰-苦土ガラスの場合と同じく石英 (SiO₂)、クリストパライト (SiO₂)、デビトライト (Na₂O·3CaO·6SiO₂)、 α -ウォラストナイト (CaO·SiO₂)、透輝石 (CaO·MgO·2SiO₂)、そう長石 (Na₂O₂·Al₂O₃·6SiO₂) 等が見出されたが、なお判定できなかった鉱物も多かった。

ガラスはそうよう (tank furnace) で溶かされていた。炉の補修時に取りはずされたタンクブロックに付着していたガラスを試料とした。このようなガラスは耐火物を溶かしこんでいるため、Al₂O₃ が多くなっている。このガラスの屈折率は 1.53 であったが、試料

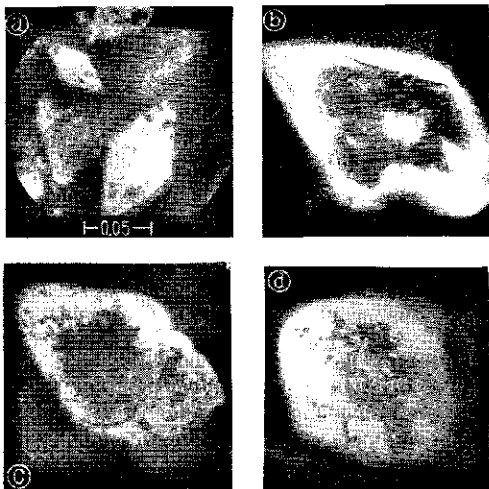


図 1. 直交ニコル (a) 石英粒 (双六角すい) の集まり (b) 表面に刻み模様を持つ石英粒 (c), (d) 他物を包含する石英

Crossed nicols: (a) Mass of quartz grains (hexagonal bipyramids), (b) Quartz grains with etching patterns on the surfaces, (c), (d) Quartz grains with inclusions

ガラスは組成変化によって 1.55 くらい値を示すことがあった。ガラスの主成分は SiO₂, Na₂O, CaO, MgO, PbO, Al₂O₃ であるが、微量成分として K₂O, As₂O₃, Sb₂O₃, B₂O₃ が含まれていた。

X線回折の結果を表 1 と図 26 にまとめて掲げた。写真に付記した尺度の単位

は mm であり、とくに記していないものは通常光で見たものである。

[2] 鉱物の記述

2.1

図 1 は石英である。輪かが明りょうでないが双六角すいらしい。図 2 は石英と透輝石、図 3 は石英とデビトライト、図 4 は石英とそう長石らしい結晶と

がそれぞれ共存する例である。図 5 は透輝石、図 6 は透輝石かまたは他種の輝石と思われる小粒、図 7 はデビトライト、図 8 はデビトライト、透輝石、そう長石が共存するものを示した。

これらは PbO を含まないソーダ-石灰-苦土ガラスにおいても見出された⁽¹⁾。

2.2

図 9, 10, 11 に α -ウォラストナイトと推定される結晶を示した。

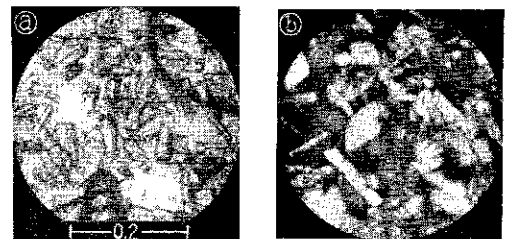


図 2. (a) 透輝石の小粒の集まり (b) 直交ニコルでは粒状の石英も見える

(a) Mass of laths of diopside. (b) With crossed nicols granular quartz are also seen.

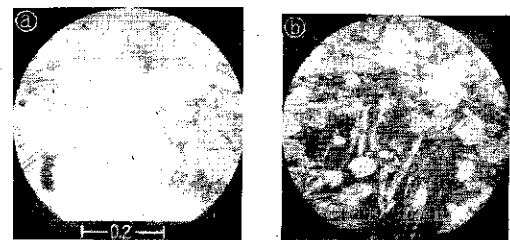


図 3. (a) デビトライトの針状晶 (b) 直交ニコルでは石英粒も現われる

(a) Needles of devitrite. (b) With crossed nicols quartz grains are also seen.

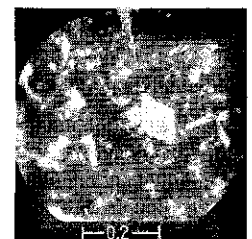


図 4. 背景の微小なそう長石と共存する石英粒 直交ニコル

Quartz grain with minute albite crystals in the background—crossed nicols

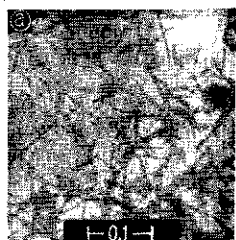
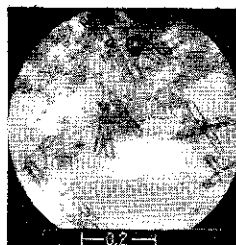


図 5. 透輝石小柱の集まり
あるものは十字形双晶を
示す

Mass of laths of
diopside—Some show
cruciform twinning.

図 6. (a) 小柱形結晶 (恐らく輝石類) (b) 放射状集合

(a) Minute laths (presumably pyroxene)
(b) Radiating aggregate

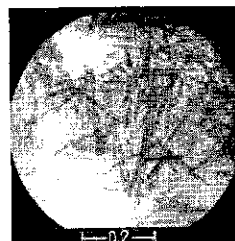


図 7. デビトライトの針状晶

Needles of devitrite

図 8. (a) 透輝石の小柱とデビトライトの板晶の集まり
(b) 直交ニコールではそう長石も見える

(a) Minute laths of diopside and plates of
devitrite. (b) With crossed nicols albite
crystals are also seen.

六角板状の微晶や六角板の平行連晶、樹枝状晶など、いろいろの形に群集したり連結して興味深い。この鉱物は前報のガラスには見られなかった⁽¹⁾。図 12 はクリストパライトの樹枝状晶と共存していた例である。

以下に判定できなかった鉱物を掲げる。

2.3

図 13 の鉱物は、屈折率がガラスよりやや高く、小さい角度で斜消光をし、伸長は正であった。X 線回折図は得られた (図 26 a)。これを含んでいたガラスを分析した結果ではもとのガラスに比べて $\text{SiO}_2 - 0.5$, $\text{Al}_2\text{O}_3 + 1.2$, $\text{Na}_2\text{O} + 0.3$, $\text{CaO} + 1.4$, $\text{MgO} - 0.4$, $\text{PbO} - 0.1$ (wt.%) の組成変化をしていた。耐火物を溶かして Al_2O_3 が増している。

2.4

図 14 はデビトライトの針状晶が密集しているが、直交ニコールで

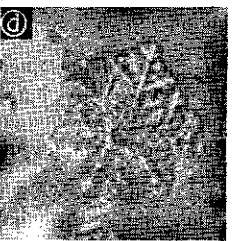
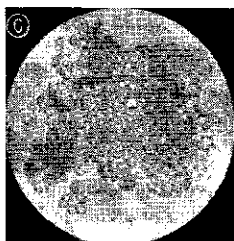
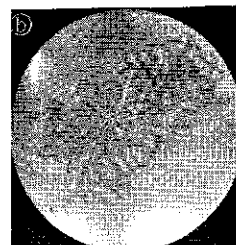
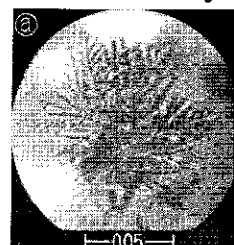


図 9. 種類の樹枝晶 (恐らく α -ウォラストナイト)

Various dendrites (presumably α -wollastonite)

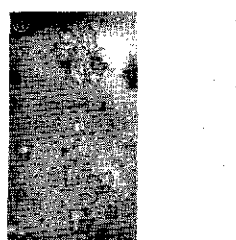
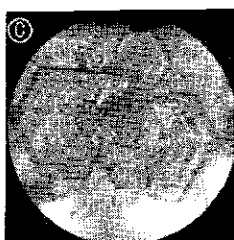
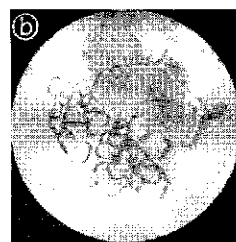
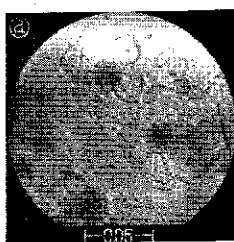


図 10. 六角板晶の集合あるいは平行連晶 (恐らく α -ウォラストナイト)

Mass or parallel grouping of hexagonal
crystals (presumably α -wollastonite)

表 1. X 線回折の結果

Results of X-ray diffraction study on devitrified crystals

Figure Number	13(a), (b) 26(a)	13(c)	14 26(b)	15	16 26(c)	19 26(d)	20 26(e)	21 26(f)	22
	3.7 ₆ Å s	4.4 Å m	4.6 Å m	4.5 Å m	4.3 ₂ Å m	3.9 ₉ Å m	3.9 ₅ Å m	3.2 ₁ Å s	3.5 Å
	3.1 ₇ ss	3.8 ₀ s	3.8 ₄ s	3.8 ₀ s	3.7 ₆ m	3.2 ₁ s	3.6 ₁ w	2.9 ₀ w	* w
	2.8 ₆ s	3.2 ₁ s	3.2 ₅ s	3.2 ₆ s	3.2 ₄ s	3.0 ₀ w	3.1 ₂ ss	2.7 ₇ w	2.9
	2.4 ₇ m	3.0 ₉ s	2.9 ₉ m	2.9 ₀ s	2.9 ₆ s	2.6 ₂ w	2.7 ₆ m	2.0 ₆ m	2.4 ₆ w
	2.0 ₆ m	2.9 ₀ m	2.8 ₆ s	2.7 ₂ w	2.6 ₈ w	2.1 ₆ w	2.4 ₄ m	1.8 ₀ m	2.1 ₀ w
	1.7 ₉ s	2.3 ₀ m	2.7 ₀ w	2.3 ₄ w	2.3 ₀ w	2.0 ₇ w	2.3 ₆ w	1.4 ₈ m	1.8 ₄ w
	1.5 ₂ w	1.7 ₈ w	2.3 ₁ w	1.7 ₉ m	1.8 ₀ w		2.0 ₉ m		
	1.4 ₇ m	1.4 ₇ w	1.7 ₉ m	1.4 ₆ w			1.5 ₆ w		
			1.7 ₂ w				1.4 ₆ m		
							1.3 ₆ m		

* not clearly dissolved, ss: very strong, s: strong, m: medium, w: weak

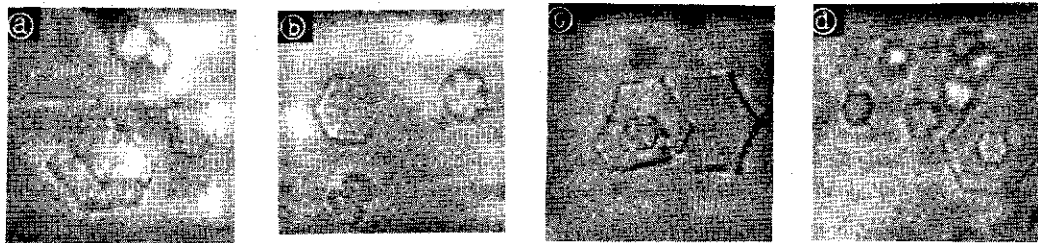


図 11. 六角形の微晶

Minute hexagonal crystals

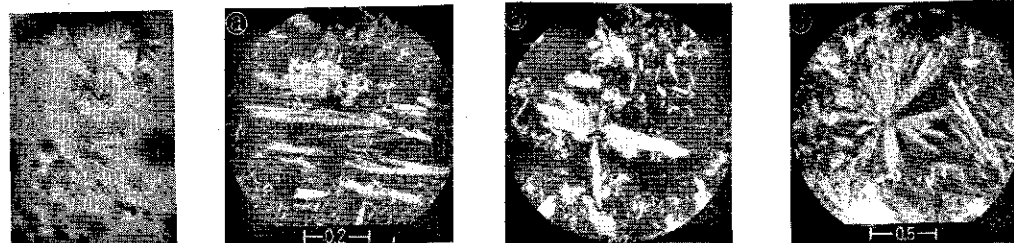


図 12. クリソバライトの樹枝晶と α -ウォラストナイトの六角板

Dendrites of cristobalite and hexagonal plates of α -wollastonite

図 13. 長石類に似た鉱物の種類の晶癖 直交ニコル

Various habits of feldspar-like minerals. Crossed nicols.

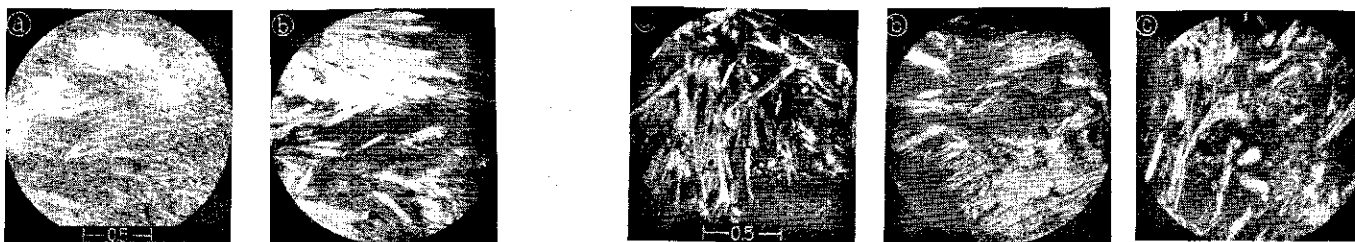


図 14. (a) デビトライトの針状晶 (b) 直交ニコルでは複屈折の大きい板晶がはさまって見える

(a) Needles of devitrite. (b) With crossed nicols birefringent plates are also seen between them.

図 15. 長石類に似た鉱物の種類の晶癖 直交ニコル

Various habits of feldspar-like minerals. Crossed nicols.

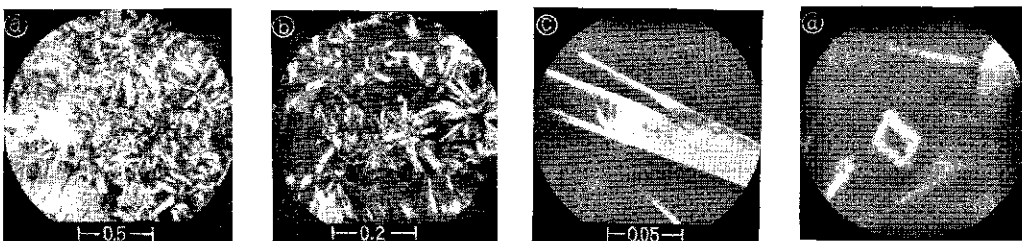


図 16. 直交ニコル (a) 四角柱の集まり (b) 柱形結晶の放射状発達 (c) 柱のくぼんだ端部 (d) 四角柱の断面

Crossed nicols: (a) Mass of tetragonal columns, (b) Radiating developments of columns, (c) Concave end of a column, (d) Cross section of a tetragonal tube.

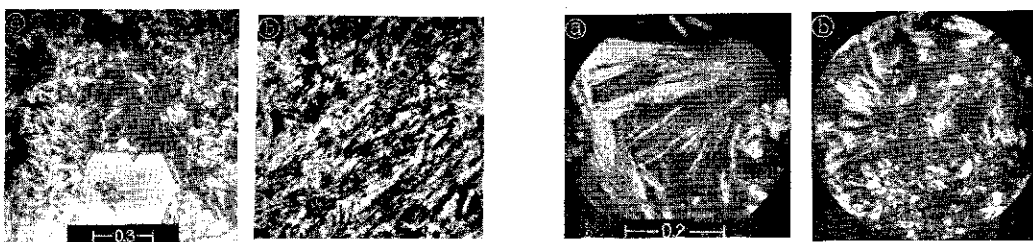


図 17. 流紋状構造

Fluidal patterns

図 18. 長石類に似た鉱物の種類の晶癖 直交ニコル

Various crystalline habits of feldspar-like minerals. Crossed nicols.

はなお長い板状結晶が間にはさまっているのが見える。この複屈折は中ぐらいと思われるが、厚いので見かけ上大きい。屈折率はガラスよりわずかに高く伸長は正であった。回折図形を図 26 (b) に掲げた。図 15 も同様な回折図を示す鉱物のいろいろの形である。

図 16 は四角柱が密集したもので、放射状集合も多く端部はしばしばくぼんで管形になっている。図 14, 15 の結晶と比べて外形が大変ちがうけれども、似た回折図を与えた (図 26 (c))。

2.5

図 17, 18 は図 14, 15 の鉱物とともに見出されたものである。図 13 ないし 18 に掲げた鉱物は、 Al_2O_3 に富んだガラスから生じていること、外形上の

類似点等から長石類だとの推測ができよう。しかし回折図は斜長石系列のどれにも相当しないし、伸長が正であることも斜長石とちがう。 $PbO-Al_2O_3-SiO_2$ 系の鉱物、あるいは PbO を少量含んだ長石類等である可能性も検討する必要がある。

2.6

図 19 は針状晶が放射状に集合したもので、直交ニコルでは複屈折性の板状晶が同心的にもなっているのが見える。後者の伸長は負である。回折図を図 26 (d) に示す。

図 20 にもいろいろの放射状晶を掲げた。屈折率をたがいに異にする二、三の鉱物が混在しているようで、回折線 (図 26 (e)) も幅が広い。

図 21 は外形、屈折率、伸長 (正) がデビトライトによく似ているが、X線回折 (図 26 (f))

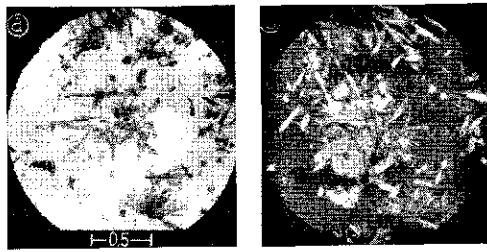


図 19. (a) せんい状外見を示す放射状晶 (b) 直交ニコル

(a) Radiating aggregates with fibrous appearance
(b) Crossed nicols

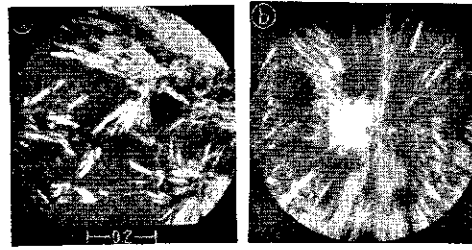


図 20. 直交ニコル 各種の放射状晶

Crossed nicols. Various radiolites

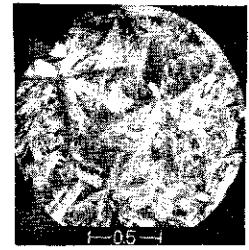


図 21. ほうき形結晶の集まり 直交ニコル

Mass of brush-like crystals.
Crossed nicols.

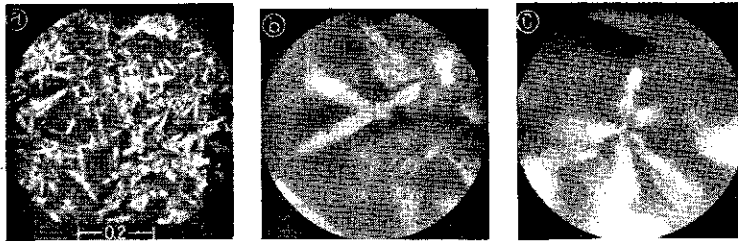


図 22. 直交ニコル (a) 無定形小柱の集まり (b) 十字形双晶 (c) 放射状集合

Crossed nicols: (a) Mass of subhedral laths, (b) Crusiform twin, (c) Radiating aggregate.

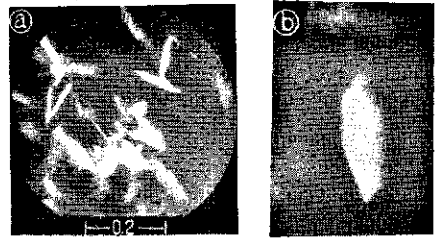


図 23. 直交ニコル (a) 六角板状晶の集まり (b) 六角板 (c) 十字形双晶 (d) 放射状集合体

Crossed nicols:
(a) Mass of hexagonal plates,
(b) Hexagonal plate,
(c) Crusiform twin,
(d) Radiating aggregate.

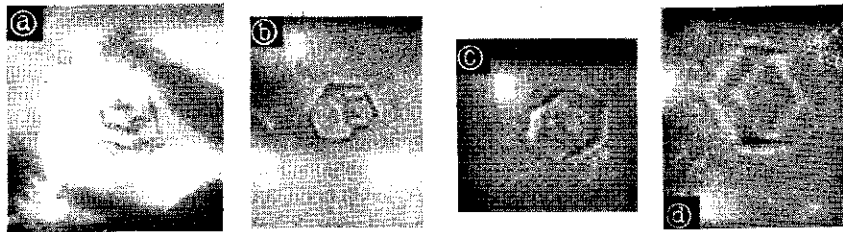


図 24. 各種の六角形結晶

Various hexagonal crystals



図 25. 各種の立方形結晶

Various cubic crystals

ではこれとは明らかにちがっている。

2.7

図 22 は小さい柱形結晶が集まっている。屈折率は 1.57 くらいと思われ、通常光でも外形はよく認められる。いくらか無定形に近く、複屈折は中ぐらい、小角度で斜消光をし伸長は負である。十字

形、放射状の双晶も多く見られた。回折図(表1)は十分に明りょうではなかった。

2.8

図 23 は六角板状の結晶の集合である。屈折率はガラスに近くて通常光では外形がほとんど見えない。おそらく六方晶系に属し、直交ニコル下でも板面に垂直

に見た姿勢では複屈折が認められない。十字形、放射状の双晶が多く、複屈折は低いから中ぐらい、板を横から見た時の伸長は負であった。

2.9

図 24, 25 は透輝石らしい柱状晶の間に散在していた微晶で、外

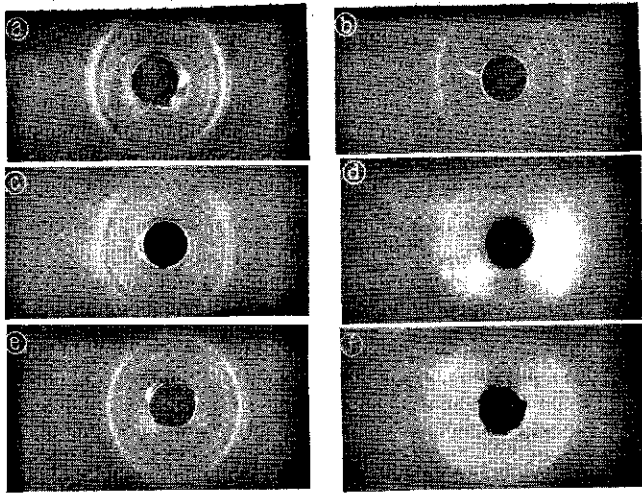


図 26. X線回折図形 (a) 図 13 に示した結晶 (b) 図 14 に示した結晶 (c) 図 16 に示した結晶 (d) 図 19 に示した放射状結晶 (e) 図 20 に示した結晶 (f) 図 21 に示した結晶

X-ray diffraction patterns: (a) Crystals shown in Fig. 13, (b) Crystals shown in Fig. 14, (c) Crystals shown in Fig. 16, (d) Radiolite shown in Fig. 19, (e) Crystals shown in Fig. 20, (f) Crystals shown in Fig. 21

形から推定すると六方晶系 (図 24) と立方晶系 (図 25) とに属する 2 種類に分けられる。屈折率は相当低い (1.50 以下)。たとえば B_2O_3 等の微量成分を含む鉱物ではなからうか。

[3] む す び

最近是新種光学ガラス, 特殊用途のガラス, 新しい管球用ガラス等がつつぎと開発されてきた。これらからの失透発生や, 耐火物との反応による侵食生成物の形成はいわば人工鉱物の合成実験である。これらガラスの多くは多種類の酸化物から成る融液であって, 生成物の同定は少数の成分から成る系における相平衡の基礎的研究を積上げた後でなければむずかしい。本報の鉱物に対して近い将来に筆者が判定を下しうるとはほとんど予期されないが, なんらかの参考資料となり, また専門の方の御教示を受けられることがあれば幸いである。

文 献

- (1) 岸井 貫: ソーダ-石灰-苦土ガラスからの失透結晶, 東芝レビュー, 15, 1, p. 61 (1960)
同第 2 報: 東芝レビュー, 15, 2, p. 132 (1960)

不思議な数: Zero

Zero は数字としては最後に発明されたものである。ギリシャの数学者達は数を幾何学的に考えており点と線で表わしていたため, この何もない Zero を図示することができなかつたため, 彼等には Zero を発見するチャンスはなかつたのである。バビロニア人は "Place System" に数のベースをおいていたので, やがて Zero に達する道を歩いていたのである。バビロニアの数学者達は数千年間数と数との間に Zero の代りにただスペースを置いていた。紀元前 300 年頃はそのスペースにドットを打っていた。このドットは単に句読点記号として使われ本当の数としての認識に達していなかつたのであるが, 西暦の初め

に至り, インドの数学者がはじめて Zero を数字として採り上げたのである。このヒンズーの発明した Zero は非常に有効であり, またたく間にアラビアに広まり, その後そのすばらしさはヨーロッパ全部に行きわたってしまったのである。

この Zero は単に数の一つであるばかりでなく, 計算の対称として計算の技術の上に大きな貢献をした。ルネッサンス時代負数が現われるに及び Zero はその分岐点としての重要な地位を得た。そして現在の電子計算機時代においては二進法の登場とともに, この Zero は 1 とともに重要な二つの数字の内の一つとして再認識されつつある。 (原科)