無機材質研究の現状と将来

田 中 廣 吉* 白 崎 信 一**

1. は じ め に

表題に無機材質[†]としてあるのは故なきことではない。無機材料が強いニーズ指向性を受けもった表現であるのに対し、無機材質は、構造・組織、化学組成、不定比性などの素性をまず明確にし、しかるのちに物性・機能を認識しようとする行為がこめられている。

最近、無機ファインという言葉が定着しつつある⁽¹⁾。これは、精細にデザインされた構造・組織をもった、高度機能を示す、高い付加価値をもった知識集約型無機材質で、その原料の選択や製造過程には高度な注意が払われる。無機ファインの組成も、各種金属酸化物、ホウ化物、窒化物、炭化物と広範で、その形態には、焼結体、単結晶、ガラス、粉体などがあり、材料としての種類も、耐熱材料、電磁気材料、光学材料、超硬材料、触媒、医用材料、原子力材料、とまことに多彩で、エネルギー、電子、航空・宇宙、家電、重電、自動車、建築、原子力、医療、装飾の各産業を支えている。いずれにしろ、機能材、構造材を問わず、無機材質の現在から将来をにらむものは、無機ファインのカテゴリーに入るものと見てよいのである。

トーマス・クンの近著⁽²⁾“科学革命の構造”によると、『科学の発展はパラダイム(Paradigm: 既成概念)で説明できない変則性が集積したとき、すなわちパラダイムが行き詰ったときに、対象をみる視点を換え、新しいパラダイムになる候補を選ぶことによって、新しい展開がみられ、科学は飛躍的に進歩し、古いパラダイムは消滅するか、これに包括されて候補パラダイムが新しいパラダイムになる過程をたどる。』としている。無機ファインの構造・組織あるいは物性・機能は高次性、多様性、不確定性を含んでいて、新しいパラダイムをかつとる候補としての立地条件を満足している⁽³⁾。材料革命の素材とし

て無機ファイン、中でもファインセラミックスがとりあげられているのも、まさにこのような事情によっている。最近では、無機ファインの薄膜化、微小化、繊維化、気孔化、複合化、無孔化技術が進んで、その多様性、高次性が増々増大し、それに伴って不確定性の範囲も増々拡大しており、新しいパラダイムを獲得できる可能性は一段と高くなっているといえよう。更に、超高圧、極低温、超高真空技術などの極限技術が無機ファインに作用させることによって、新しいパラダイムを獲得する領域を見付け出すのも一つの方向といえる。

技術移転による途上国の技術力の増強、資源保有国のナショナリズムによる価格の高騰、現地一次加工政策などによって、日本の工業は質的な転換を要請されている。他方、資源多消費型、公害発生型ボタン工業はすでに限界に達し、省資源、省エネルギー型産業への転換、知識集約型産業への移行の要請は極めて強いものとなっている。いずれの場合も、無機ファインの育つ社会的背景とみることができよう。

2. 無機材質研究の位置づけ

無機材質研究の位置づけを二、三の側面からみてみよう。無機ファインのうち、焼結体、粉体、ガラスの三態は、その高次構造・高次組織(欠陥構造、非平衡構造、非平衡欠陥構造、組成変動および粒界、不純物、空孔の介在組織など)故に、機能・物性あるいは合成法との相関についての学理的整理は極めて不十分なものであり、従って正しい無機材質研究を行うためには、上記構造・組織を中央に置いて展開することを常に心がけなければならない(図1)。

一方、単結晶ではどうであろうか? 単結晶は完全性、均一性、異方性といった大きな特徴をもち、焼結体

図1 無機材質研究における、構造・組織、化学組成から機能・物性および合成法への展開。

† ここでは非金属無機材質に限定する。

* 無機材質研究所所長

** 無機材質研究所総合研究官

Present and Future in Studies on Inorganic Materials ;
Hirokichi Tanaka, Shin-ichi Shirasaki (National Institute
for Research in Inorganic Materials, Ibaraki)
1980年7月30日受理

では代替できない機能・物性を持ち、精密加工の容易さ、特性の再現性、信頼性に優れているといわれる。

LaB_6 は高輝度サブミクロン電子源として関心を集めており、高分解能走査電子顕微鏡、X線マイクロアナライザーなどの分解能向上、微小加工、微細記録に必要な細いビーム径の要請に答えつつある素材である。ADL社製の単結晶育成装置を用い、1 MPa (10 kgf/cm²) の Ar ガス加圧下、2970~3270 K で育成された LaB_6 単結晶の Berg Barrett X線法による写真(写真1)は、結晶方位が数秒ずれた微結晶の集合体であり、かつ多くの気孔の存在が認められ⁽⁴⁾、単結晶といえどもこの限りにおいて多結晶的なものであり、より完全性、均一性が要求される。また、 LiNbO_3 、 LiTaO_3 圧電単結晶ウエハは、TV の中間周波フィルター用として実用に供されているが⁽⁵⁾、将来更に進んでオプトエレクトロニクス材料として光導波路や記憶素子として用いるとなると、その完全性、均一性を更に高め、微小欠陥を制御して行かなくてはならない。SOS(Silicon on Sapphire)デバイス用基盤⁽⁶⁾や磁気バブルメモリ用基盤としてのガドリニウム・ガリウム・ガーネット($\text{Gd}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}$; 略称 G.G.G.) は現在量産段階にあるが⁽⁷⁾、これらについても同じことがいえるのである。これらの例にみられるように、程度の差はあるが、単結晶がその均一性、完全性を使命とする限り、焼結体、粉体と同じように、構造・組織に注目して、いわゆる無機材質研究を行う必要があるのである。

なお、図1における相関関係が定量的に確立されれば、無機ファインについての材料設計が可能となり、その開発はフィロソフィカルに進めることができる⁽⁸⁾。

それならば、無機材質研究は、どのような基盤に立って進められるべきであろうか？ 結晶化学と物性物理学はこれを支える2本柱であるとされるが(図2)、これらの学は、当面、理想構造もしくは低次構造を基盤として、高次の解析結果を蓄積しようとする強い指向性をもって、これだけでは無機材質研究は成り立たない。

無機材質の多くの機能・物性が、その製造履歴によっ

写真1 LaB_6 単結晶の Berg-Barrett 写真; 使用 X線 $\text{CuK}\alpha_1$, 回折面(211), 結晶成長方向 [111]。

て敏感に変化する事実が知られており、この事実に対処し、これを適切に処理することが要請される。このことは見方を変えれば、簡単には特徴づけられない材料の高次構造・高次組織の変化に伴って、機能・物性がどのように変化するか(構造敏感性)⁽⁹⁾についての学理的整理の要請ともみることができよう。無機ファインの開発においては、高度機能を探索することは重要なことではあるけれども、このような機能を再現性よく引き出すことが、それ以上に重要なことなのである。いずれにしても、無機材質研究にしろ、無機ファインの開発研究にしろ、結晶化学や物性物理学が、構造敏感性に調味されて始めて重要な基盤を提供することができるのである(図2)。

図2 無機材質研究を支える3本柱。

3. キャラクタリゼーション研究の現状と将来

キャラクタリゼーションとは、材料の組織・構造、それに化学組成、不定比性などの素性を明確にしようとする行為であって、無機材質研究の根幹をなすものである。素性を更に細分すると、組織・構造には、電子構造、格子欠陥構造、非平衡構造、非平衡点欠陥構造、転位構造、表面構造、気孔、不純物、粒界の介在組織などが含まれるし、化学組成には、不定比性、不純物濃度およびその分布、組成変動、などを含んでいる⁽³⁾。

本節では、無機ファインのキャラクタリゼーションおよびその機能・物性への簡単な展開について、二、三の具体例を示すこととする。 $\beta\text{-Al}_2\text{O}_3(\text{Na}_2\text{O} \cdot 11\text{Al}_2\text{O}_3)$, $\beta''\text{-Al}_2\text{O}_3(\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{MgO} \cdot 5\text{Al}_2\text{O}_3)$, $\beta'''\text{-Al}_2\text{O}_3(\text{Na}_2\text{O} \cdot 4\text{MgO} \cdot 15\text{Al}_2\text{O}_3)$ は Na の超イオン導電体として知られ、Na-S セルの電気自動車への利用、ナトリウム-臭素電池($\text{Na-Hg}/\beta\text{-Al}_2\text{O}_3/\text{Br}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) のペースメーカー、腕時計、カメラ露出計(電池電圧 3.77 V) への利用が検討されている。いずれも Na-O を含んだ層を通しての Na イオンの拡散は極めて早い。写真2は $\beta''\text{-Al}_2\text{O}_3$ の 1 MeV 高分解能電顕によって撮影された格子像(構造像)で⁽¹⁰⁾、白い連続斑点は Na_2O 組成をもった層に対応し、やや黒い領域はスピネル構造をもったブロックで、これは 6 配位スピネル、6 配位、4 配位の混合スピネル、6 配位スピネル相

写真2 β'' - Al_2O_3 の 1 MeV 高分解能電顕による格子像。

の積み重なりから成り立っているものと解析されている。写真には、白い連続斑点の欠落した厚いスピネルブロックの生成がところどころに認められる。これは Na_2O の散逸、それに伴う正規スピネルブロックの合体したブロックで (P 様式, Q 様式の二通りが認められる), このような欠落は β - Al_2O_3 や β''' - Al_2O_3 には認められない。 β - Al_2O_3 と β''' - Al_2O_3 の Na-O 層では, Na:O 比が 1:1 で, その電気的中性条件の達成には, スピネルブロック層の陽イオンの参加が必要であり, 従って Na_2O が散逸 (高温下あるいは電子線照射下) するためにはブロックの破壊を伴う。このことが, β'' - Al_2O_3 が熱的に不安定であり, β - Al_2O_3 や β''' - Al_2O_3 が高温下で安定な理由となる。このような超高压電顕の透過波と散乱波の位相関係を適当にもって行くことによって得られる構造像は, 今後も材料の原子位置や点欠陥のキャラクタリゼーションのために有力な手段になるであろう⁽¹¹⁾。

代表的強誘電体 BaTiO_3 に La^{3+} などの希土類を添加して, 高温焼成すると半導体化が起り, この種焼結体は PTC (正の温度係数) サーミスターとして, また Bi, Mn を焼結体の粒界に熱拡散させたものは粒界層コンデンサー (見掛け比誘電率 $\approx 10000 \sim 50000$) として広範な用途をもっている。図3は, La^{3+} の添加によって生成した Ba 位置空孔を含む多結晶試料 ($\text{Ba}_{0.9}\text{La}_{0.0667}\text{TiO}_3$) と純粋の BaTiO_3 多結晶の酸素の体積拡散係数の温度依存性を示したものである⁽¹²⁾。図から明らかなように, Ba 位置空孔を含む試料では, 高温で酸素空孔の生成過程が顕著に認められる。

結論を急げば, La^{3+} を添加した場合, その電気的中性条件は Ba 位置空孔の生成によって達成され, Ba 空孔を含むことによって系の化学結合強度が弱められ, 従

図3 BaTiO_3 (黒丸) および Ba 位置空孔を含む ($\text{Ba}_{0.9}\text{La}_{0.0667}\text{TiO}_3$) TiO_3 (白丸) の酸素の体積拡散係数, 数字は活性化エネルギー (kJ/mol) を示す。

ってこのものを高温に加熱した場合, 酸素の解離が簡単に起って, ホストに電子をトラップした酸素空孔が熱的に生成することになる。この電子が半導性的の原因となると解析されている。このような考え方は, La^{3+} によって置換された Ba 位置から直接電子が遊離して半導体化するとした従来の考え方とは異なっている。従来体積拡散係数の測定可能な下限値はせいぜい $\approx 10^{-18} \text{ m}^2/\text{s}$ とされていたが, 粒界拡散の早い焼結体を使用して特殊な解析を行うことによって $10^{-24} \text{ m}^2/\text{s}$ まで測定可能となっており⁽¹³⁾, この結果極めて微量の点欠陥量の消長をキャラクタリゼーションすることが可能となっている。この手法を用いて, 非平衡点欠陥構造, 平衡点欠陥構造の不純物添加および昇温に伴う変化について確実なデータが蓄積されるであろう。

人工ダイヤモンドは, 微細な単結晶のものは樹脂やメタルに包埋して, 焼結体はそのまま, 研削材, 切削剤, 穿岩用ビットとして賞用されている。写真3は Ar イオンシニング法によって薄片にした天然ダイヤモンドの 1000 kV 電顕による透過像を示したものである⁽¹⁴⁾。ラセン転位, 転位ループおよび析出物が認められる。析出物は転位の合体によって発生した格子間炭素が窒素の集合したものとして解析されている。これのうち, いずれがダイヤモンドの強度を制御しているかについては, 今後の問題として残されるが, 高い応力下でのダイヤモンドの転位の動的挙動やパイリングアップ過程が連続的に撮影される日も近いものと期待される⁽¹⁵⁾。

最近, 省エネルギーに関連して, 発電用, 自動車用の

表1 ファインセラミックスの機能と材料, 用途, (文献(1)より抜粋)

	機 能	物 質 と 状 態	応 用 素 子	応 用 装 置
電 磁 気 的 機 能	A-1 高絶縁性	Al ₂ O ₃ (高純度ち密焼結体, 薄板 状単結晶) BeO(高純度ち密焼結体) C(高純度単結晶)	集積回路基板 放熱性絶縁基板 〃	集積回路 〃 〃
	A-2 誘電性	BaTiO ₃ (高純度ち密焼結体, 単 結晶) Bi ₂ O ₃ ・3SnO ₂ (高純度ち密焼結体)	高容量キャパシター 〃	電子回路
	A-3 圧電性	Pb(Zr _x , Ti _{1-x})O ₃ (分極処理ち密 焼結体) ZnO(配向性薄膜) SiO ₂ (配向性薄膜)	発振子, 着火素子, 電波フ ィルター, 圧電トランス 表面弾性波遅延素子 発振子	超音波素子, 電子回路 電子回路 時計
	A-4 集電性	Pb(Zr _x , Ti _{1-x})O ₃ (分極処理ち密 焼結体)	赤外線検出素子	
	A-5 強誘電性	(1-x)Pb(Zr _x , Ti _{1-x}) O ₃ +(x)La ₂ O ₃ (ち密透光性焼結体)	画像記憶素子, 電気光学偏 光素子	
	A-6 軟磁性	Zn _{1-x} Mn _x Fe ₂ O ₄ (ち密焼結体, 粒 界制御) γ-Fe ₂ O ₃ (針状微粉)	記憶, 演算素子, 磁心 磁気テープ	コンピューター, トランス テーブルコーダ
	A-7 硬磁性	SrO・6Fe ₂ O ₃ (ち密焼結体, 配向性) SrO・6Fe ₂ O ₃ (粉体ゴム中分散体)	磁石 可撓性といし	TVブラウン管 気密性シャッター(冷蔵庫)
	A-8 半導性	La _{1-x} Ca _x CrO ₃ (焼結体) SnO ₂ (多孔質焼結体, Pt 賦活) 遷移金属酸化物(ち密焼結体) ZnO-Bi ₂ O ₃ (組織制御焼結体) 半導性 BaTiO ₃ (組織制御焼結体)	抵抗発熱体 ガスセンサー サーミスタ 電圧安定素子(バリスタ) 自己制御系抵抗発熱素子	高温電子炉 ガス洩れ警報器 温度制御器 避雷素子, 過電流防止回路 電子ジャー, ふとん乾燥器
	A-9 イオン導電性	β-Al ₂ O ₃ (ち密焼結体) 安定化ジルコニア(ち密焼結体)	Na-S 電池 酸素ガスセンサー	電力 Lord Levelling 溶鋸炉制御, 自動車エンジ ンの空気/燃料比制御器
	A-10 電子放射性	LaB ₆	電子銃用熱陰極	熱電子装置
硬 度 ・ 硬 質 機 能	B-1 研摩・研削・ 切削	Al ₂ O ₃ , B ₄ C, ダイヤモンド(粉体) 〃 (樹脂ボンド) 〃 (金属ボンド) TiN, TiC, B ₄ C, Al ₂ O ₃ (ち密焼結体)	研 摩 材 と い し 切 削 工 具 〃	
	B-2 強度機能	Si ₃ N ₄ , SiC(ち密焼結体)	タービン翼	自動車エンジン
光 学 機 能	C-1 螢光性	Y ₂ O ₃ :Eu(粉体)	螢光体	カラーテレビブラウン管
	C-2 透光性	Al ₂ O ₃ (透光性ち密焼結体) SnO ₂ (塗布膜)	耐熱耐食透光性 半導性可視透光性	高圧ナトリウムランプ管 くもり止めガラス
	C-3 偏光性	PLZT(前出 A-5 参照)		
	C-4 光反射性	TiN(金属光沢表面)	耐熱性金属特性	太陽熱集光器
	C-5 赤外線反射性	SnO ₂ (塗布膜)	可視透光赤外放射特性	省エネルギー型窓ガラス
	C-6 導光性	SiO ₂ (高純度繊維)	オプティカルファイバー	光通信ケーブル, 胃カメラ
熱 的 機 能	D-1 耐熱性	ThO ₂ (ち密焼結体)	耐熱構造物	高温炉
	D-2 断熱性	K ₂ O・nTiO ₂ (繊維) CaO・nSiO ₂ (多孔質体)	耐熱断熱体 軽量断熱体	省エネルギー型炉 不燃性壁材
	D-3 伝熱性 (A-1)参照	BeO(高純度ち密焼結体) C(高純度単結晶)	絶縁基板 〃	集積回路 〃
生 ・ 化 学 機 能	E-1 生物骨材代替	Al ₂ O ₃ , Ca ₅ (F,Cl)P ₃ O ₁₂ (高純度焼結体)	人工骨, 人工歯	Bio-Ceramics
	E-2 担体性	SiO ₂ (孔径制御多孔質体) Al ₂ O ₃ , TiO ₂ (多孔質体)	固定化酵素担体 触媒担体	Bio-Chemistry への展開 化学反応制御
	E-3 触媒性	K ₂ O・nAl ₂ O ₃ (多孔質焼結体)	水性ガス反応触媒	耐熱性触媒の開発

写真3 天然ダイヤモンドの透過電顕写真。ラセン転位， $\langle 011 \rangle$ 方向の転位ループおよび $\{001\}$ 面上に析出物が認められる。

熱機関の効率向上が問題となっている。このため熱機関の入口温度の上昇が望まれ、高温で使用できる無機材質として、従来の耐熱合金に代って SiC , Si_3N_4 , サイアロン (SiAlON) がその候補として登場し、世界各国で精力的研究が続けられている⁽¹⁶⁾。高温での破壊の微視的過程を解明するために、前記方法は有効となる。更に硬度機能を示すファインセラミックス一般について、転位の動的挙動と、粒内破壊、粒界破壊、介在相を通しての破壊との関係が明らかになれば、セラミックスの機械的強度について基盤が確立することになる。

次に無機ファインのキャラクタリゼーションについての近未来動向について触れてみよう。

PZT 圧電体 ($\text{Pb}(\text{Zr} \cdot \text{Ti})\text{O}_3$) や $\text{Li}(\text{Nb} \cdot \text{Ta})\text{O}_3$ 表面波フィルターなどの固溶体機能材では、結晶学的等価位置での構成イオンの不均一分布(組成変動)が重要な問題になっている。電気機械結合係数とその温度係数が共に優れていることが予想される $\text{Li}(\text{Nb} \cdot \text{Ta})\text{O}_3$ の単結晶育成には当面成功していないが、組成変動が制御できて単結晶が引上げられる日も近いと思われる。

焼結体の焼結体たる所以は粒界の存在にあり、これを積極的に利用して PTC サーミスター、 ZnO の粒界に Bi , Mn などを熱拡散して得られるバリスター、更には Mn-Zn フェライトに微量の SiO_2 などを添加して粒界を高抵抗層とした高性能軟質フェライトなどが開発されている。粒界のキャラクタリゼーションは焼結体研究のある種のゴールと目されるが、今後 STEM(走査型透過電子顕微鏡)による粒界における不純物の集中、粒界での不純物と転位との係り合い、粒界電子伝導およびイオン伝導について着実なデータが積み上げられるものとみられる。

無機材質のキャラクタリゼーション研究において最も立ち遅れているのが、非平衡構造、非平衡点欠陥構造のそれであろう。微粒子に含まれる非平衡欠陥、高温下

でも安定に存在する非平衡点欠陥の問題が重要となろう。点欠陥構造は、それが単純欠陥であるかぎり、やや低次構造に属するが、更に高次構造の非平衡性として、構成原子の配位子場の非平衡性が挙げられる。このような高次非平衡性と不純物との係り合いあたりが、材料のキャラクタリゼーションの近未来の目標の1つと考えられるが、このことについての理解は、粒界の完全なキャラクタリゼーションと共に、極めて難解で、その道程は遠いといわなければならない。

4. 無機ファイン材料開発の現状と近未来

表1に現在および将来をにう無機ファインのうち、将来特に期待されているファインセラミックスについて、その機能と用途について示すこととする⁽¹⁾。紙数の都合で特に説明を加えないこととする。

最後に将来の無機材料開発の方向について概念的に記述して終りとしたい。

(1) 近い将来具体的なニーズにつながる重要なシーズを育成する材料分野

(i) アモルファス材料, (ii) 高性能セラミックス材料, (iii) 複合材料

(2) 未踏分野で新しいシーズを生み出す可能性のある材料分野

(i) 極限科学技術関連材料, (ii) 宇宙空間を利用した材料製造

(3) 既存のニーズ指向材料を更に高度な水準に導びく材料研究開発分野

(i) 核融合開発関連材料, (ii) エネルギー, 省エネルギー技術開発関連材料, (iii) ライフサイエンス技術関連材料, (iv) 海洋開発関連材料, (v) 宇宙・航空技術関連材料, (vi) 情報・電子技術関連材料

文 献

- (1) 柳田博明：化学と工業, **31**(1978), 690.
- (2) T.S.Kuhn, 中山 茂訳：科学革命の構造, みすず書房, (1976)。
- (3) 田中廣吉：新素材開発の現状と展望, テクマート(株), (1976), p.1.
- (4) 田中高穂, 石沢芳夫, 河合七雄：固体物理, **10**(1975), 299.
- (5) 奥田博夫：固体物理, **13**(1978), 88.
- (6) 伊藤糾次：電子材料, **11**(1972), 20.
- (7) 高木一正, 石井 満, 鴨下源一：電子材料, **15**(1976), 78.
- (8) 白崎信一：材料科学, **16**(1980), 238.
- (9) 白崎信一：化学と工業, **31**(1978), 694.
- (10) Y.Matsui and S.Horiuchi：Acta Cryst., in press.
- (11) S.Horiuchi, Y.Matsui, Y.Bando, T.Katsura and I.Matsui：J.Electron Microscopy, **27**(1978), 39.

- (12) S. Shirasaki, T. Tsukioka, H. Yamamura, H. Oshima and K. Kakegawa: Solid State Commun., **19**(1976), 721; S. Shirasaki, H. Yamamura, H. Haneda, K. Kakegawa and J. Moori: J. Chem. Phys. in press. (Oct. issue, 1980)
- (13) K. Kijima and S. Shirasaki: J. Chem. Phys., **65**(1976)2668; S. Shirasaki, I. Shindo and H. Haneda: Chem. Phys. Lett., **50**(1977), 459.
- (14) 守吉佑介, 加茂睦夫, 佐藤洋一郎, 瀬高信雄: 昭和55年窯業協会年会講演要旨集, p. 53.
- (15) M. Moriyoshi, W. D. Kingery and J. B. Van der Sande: J. Material Sci., **13**(1978), 2507.
- (16) S. Prochazka and R. J. Charles: Am. Ceram. Soc. Bull., **52**(1973), 885; K. Komeya, H. Inoue and A. Tsuge: J. Am. Ceram. Soc., **57**(1974), 411.

ノートから: SI 単位(3)——体 積—— 東北大工・及 川 洪

1. cm^3 と m^3 (基本単位)

長さの基本単位は metre (単位記号 m) ですから, 体積の基本は m^3 であって, cm^3 ではありません。したがって, cm^3 の単位で示すと丁度表現し易い数値の場合を除いて, $\text{cm}^3 (=10^{-6} \text{m}^3)$ の使用は避けるべきです。

例: 銅原子の原子容 $17.06 \times 10^{-24} \text{cm}^3 \rightarrow 1.706 \times 10^{-29} \text{m}^3$
 17.06Å^3

また, 単位体積当りの量を示す場合の単位には, m^{-3} が入るわけです。 $\text{cm}^{-3} (=10^6 \text{m}^{-3})$ で単位体積当りの量を示すことは避けるべきです。

例: 空気の密度 $1.293 \text{mg/cm}^3 \rightarrow 1.293 \text{kg/m}^3$

2. リットルと dm^3

1 リットルは, 以前水 1 kg の体積と関係づけられ, $1.000028 \times 10^{-3} \text{m}^3$ と定義されていました。しかし, この定義は 1964 年国際度量衡総会において廃止され, 今は 1 リットルは $1 \times 10^{-3} \text{m}^3 = 1 \text{dm}^3$ の別名であると了解されています。

体積に関する精度の高い表現には m^3 (あるいは dm^3 , cm^3 , mm^3 など) を用いるべきで, そのような場合にはリットルという表現は不適当とされています。

ところで, リットルを示す記号は本来ラテン小文字 l なのですが, これは印刷上数字の 1 と極めてまぎらわしいものです。通常のタイプライターでは小文字の l を数字の 1 に代用してしまうくらいです。そこで ltr. や litre を用いてもよいことになっていました。1978 年国際度量

衡委員会はリットルの記号として L を提案しています。

印刷上の手間からも, 読み易さからも, リットルは L で示すのがすっきりしているように思われます。ただし, これは単位記号は小文字で始めるという原則に反しています。もっとも, リットルは厳密な意味での SI 単位ではありませんから, このような点を特に問題にするほどのことも無いかもしれません。

3. kL と mL

日常生活上は m^3 は大き過ぎるのでその 1/1000 である dm^3 を単位として用いたい, あるいは, cm^3 は小さ過ぎるのでその 1000 倍の dm^3 を単位として用いたい, というのが dm^3 をリットル L という名で呼んでいる主な理由でしょう。ところで, $1\text{L} = 1 \text{dm}^3$ が基本単位であるかのように感じられるために, その 1000 倍を kL と称する場合があります。SI 単位から見れば, この表現は $\text{k}(\text{dm}^3)$ というおかしいことになっているわけです。ですから, kL は, もっと単純な m^3 で表現すべきものです。

リットルの 1/1000 を mL といいます。その昔, 体積は $\text{cc} (= \text{cm}^3)$ で表されていたものを, 液体の体積をリットル (1000.028cm^3) で測定するようになったため, cc は使用できなくなって, 代りに mL が登場しました。しかし, 現在は, 体積は m^3 単位で表現されるようになったので, 体積の表示はまた昔に戻ったことになります。現在は $\text{mL} = \text{m}(\text{dm}^3) = 10^{-6} \text{m}^3$ ですから, mL はすなおに cm^3 (あるいは 10^{-6}m^3) という単位で表示する方がよいと思われます。