

CAD/CAM 用二ケイ酸リチウム ガラスセラミックブロックの 耐摩耗性評価

○山本浩嗣、 篠崎裕 株式会社ジーシー研究所
Yamamoto K., Shinozaki Y. GC Corporation R&D Dept.

目的

ガラスセラミックスの中でも二ケイ酸リチウムは優れた審美性と強度を有することから年々、その需要は高まっている。また、近年は CAD/CAM 技術の発展から、ジーシーでは CAD/CAM 用二ケイ酸リチウムガラスセラミックブロック（イニシャル LiSi ブロック）を開発し、発売している。

この材料は口腔内で長期に使用されるために、咬合による材料の耐摩耗性を明らかにすることは重要である。そこで、本報告では二ケイ酸リチウムガラスセラミックス製品について、ハイドロキシアパタイトに対する二体摩耗試験を行い、耐摩耗性について評価を行った。

材料および方法

表 1 使用材料

材料	Lot.	主成分	熱処理
イニシャル LiSi ブロック (LS)	2007310	二ケイ酸リチウム	不要
製品 A	Z00FTM	メタケイ酸リチウム (熱処理前)	必要
製品 B	16008743	二ケイ酸リチウム	必要



図 1 ジーシーイニシャル LiSi ブロック

二体摩耗試験

試験材料としてイニシャル LiSi ブロック（以下 LS）と加工後に熱処理が必要な製品 A、製品 B を使用した。材料側の摩耗試験面が直径 2.1 mm の円形となる STL データを作製し、各製品を CAD/CAM 加工機（Aadva LW-I、GC）にて加工した。加工後に添付文書に従い、製品 A および製品 B はファーンレス（Programat EP5000、Ivoclar Vivadent）にて熱処理した。その後、研磨材（セラシャインポリッシャー、GC）を用いて研磨した。対合歯としてハイドロキシアパタイト（以下、HAp）を使用し、耐水研磨紙（P4000）にて注水研磨した。それぞれを摩耗試験機（東京技研）に取り付けて、二体摩耗試験（荷重 300 gf、滑走回数 10,000 回）を行い、摩耗前後のサンプル高さから摩耗量を評価した（n=4）。得られた結果は一元配置分散分析と Tukey 検定にて統計解析を行った。

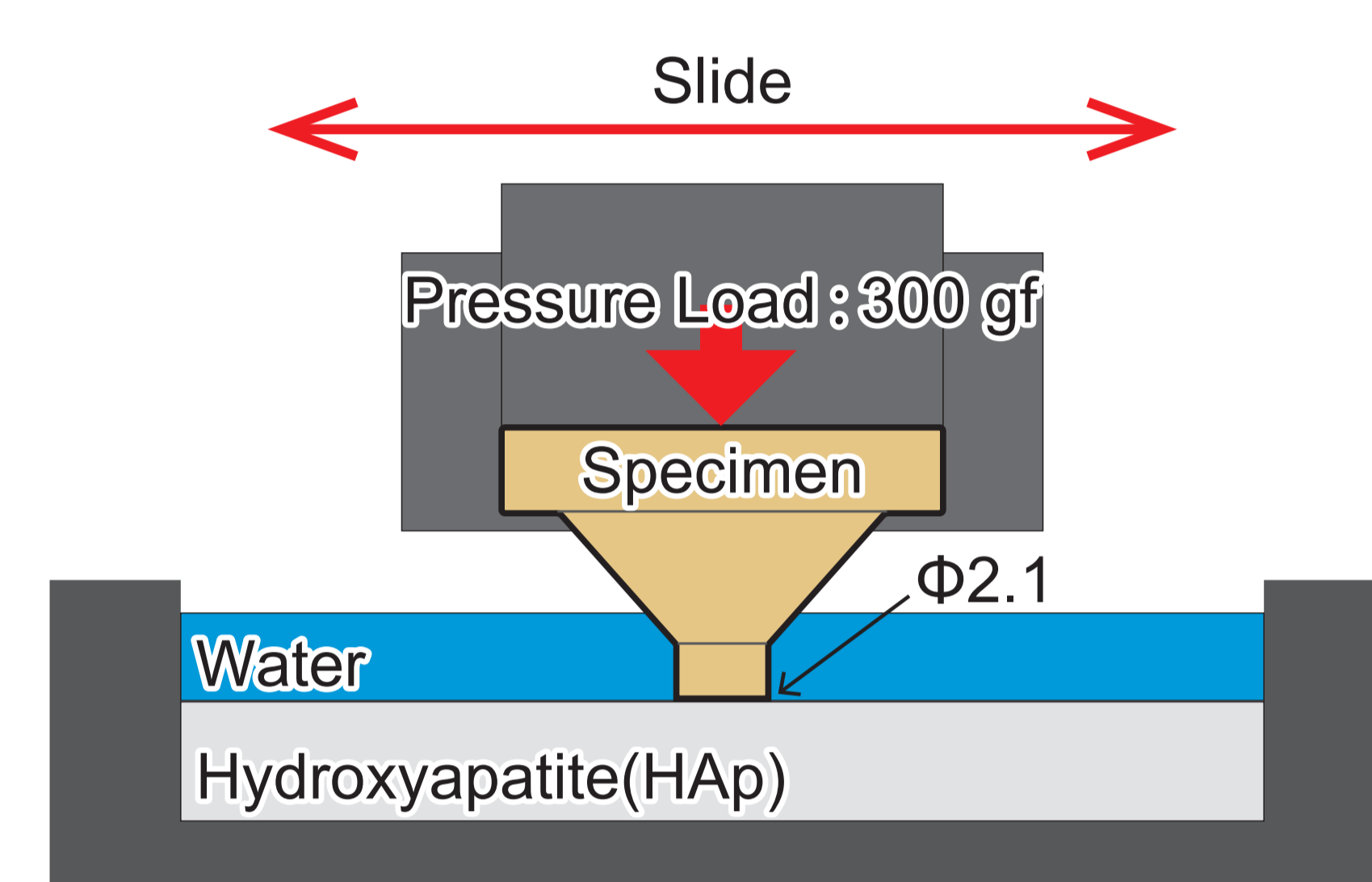


図 2 二体摩耗試験

結晶サイズおよび結晶の割合の測定

各サンプルについて耐水研磨紙（P4000）にて注水研磨し、エッチング（5N NaOH、60°C、5 日）を行った。そのサンプルを走査電子顕微鏡（SEM、SU-70、日立）にて撮影し、得られた画像から画像解析ソフト（Image J、NIH）にて結晶サイズと結晶の割合（Relative crystalline surface area : RCSA）を算出した（n=5）。

組成分析 (XRF)

各サンプルについて耐水研磨紙（P1000）にて注水研磨し、蛍光 X 線分析（XRF、ZSX Primus IV、Rigaku）にて組成分析を行った。

結果

図 3 に二体摩耗試験の結果を示す。摩耗量は LS が 1.0 μm と他 2 製品よりも有意に低く、製品 A は 8.0 μm と製品 B は 8.3 μm であり、同程度であった。製品 A は標準偏差が大きく、数値にバラつきが見られた。

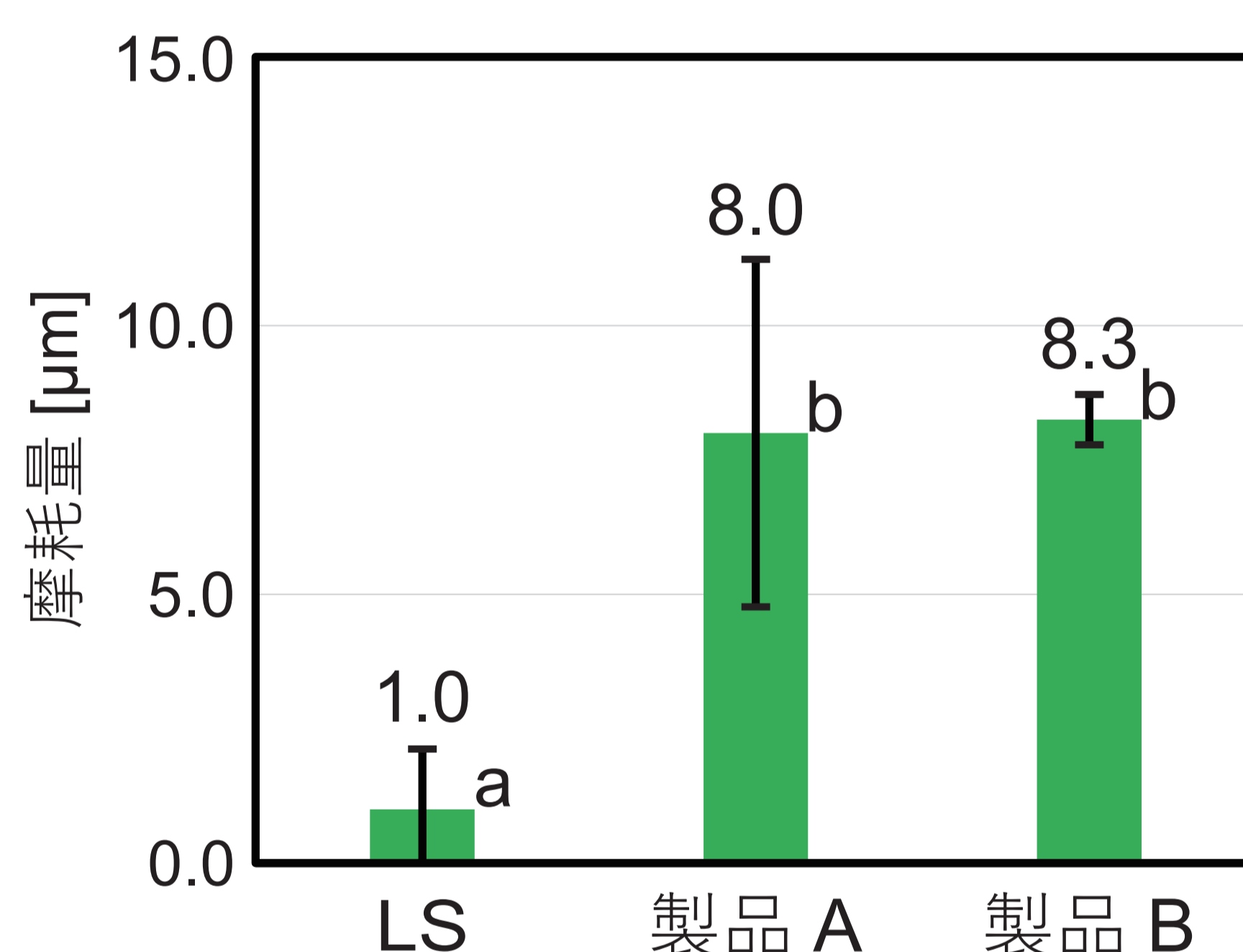


図 3 二体摩耗試験 (異なるアルファベット a、b は有意差あり (p<0.01))

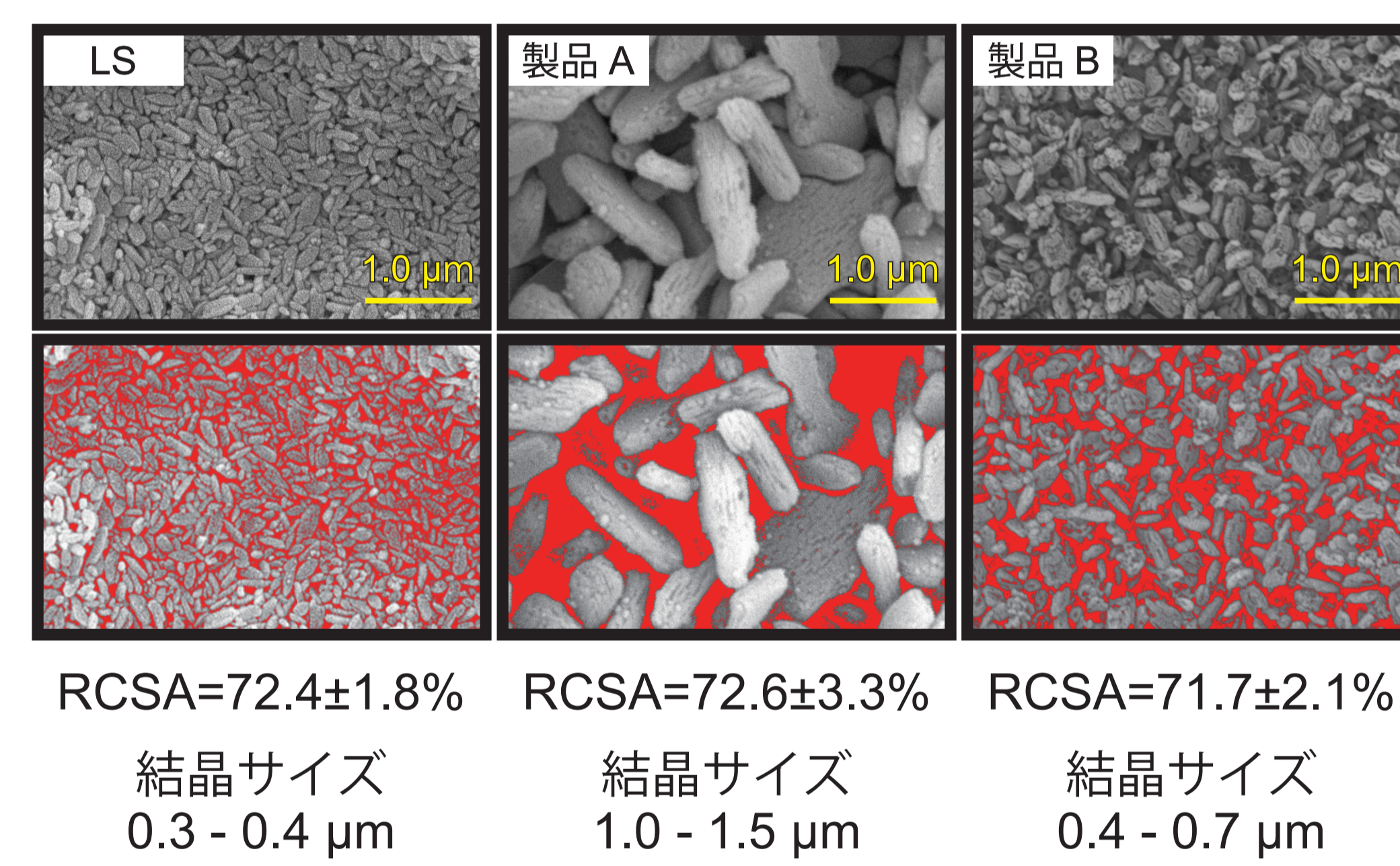


図 4 SEM 画像と結晶サイズおよび結晶割合 (RSCA) (上段：SEM 画像、下段：解析画像 (赤；ガラスマトリックス、グレー；結晶))

表 2 組成分析結果 (Na/K の割合)

	LS	製品 A	製品 B
Molar Ratio Na/K	0.56	0.03	0.19

考察

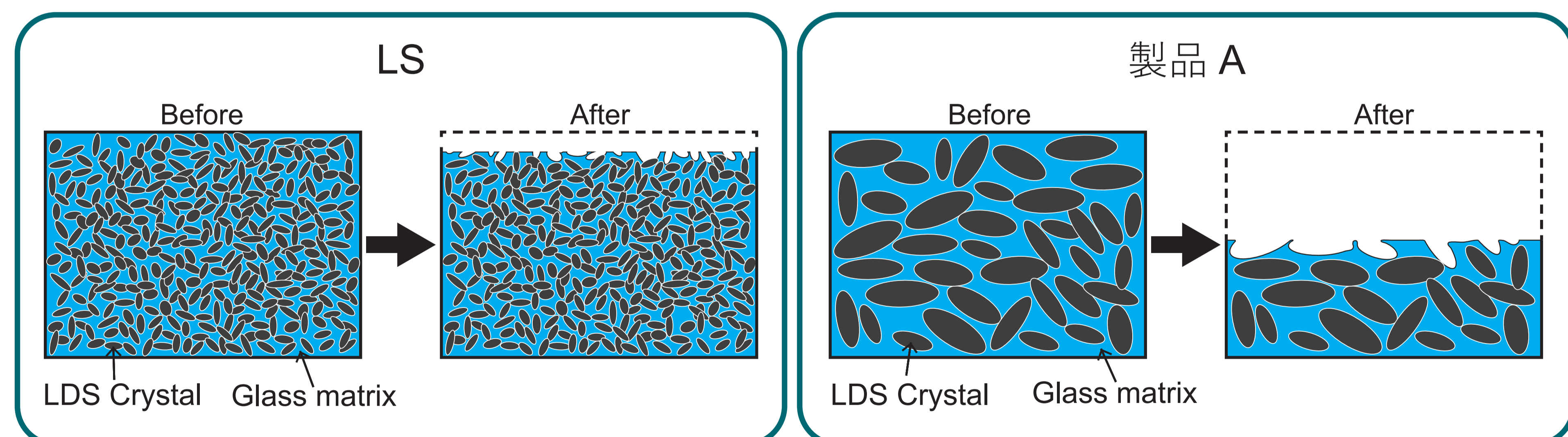


図 5 結晶サイズおよび密度と摩耗のイメージ図

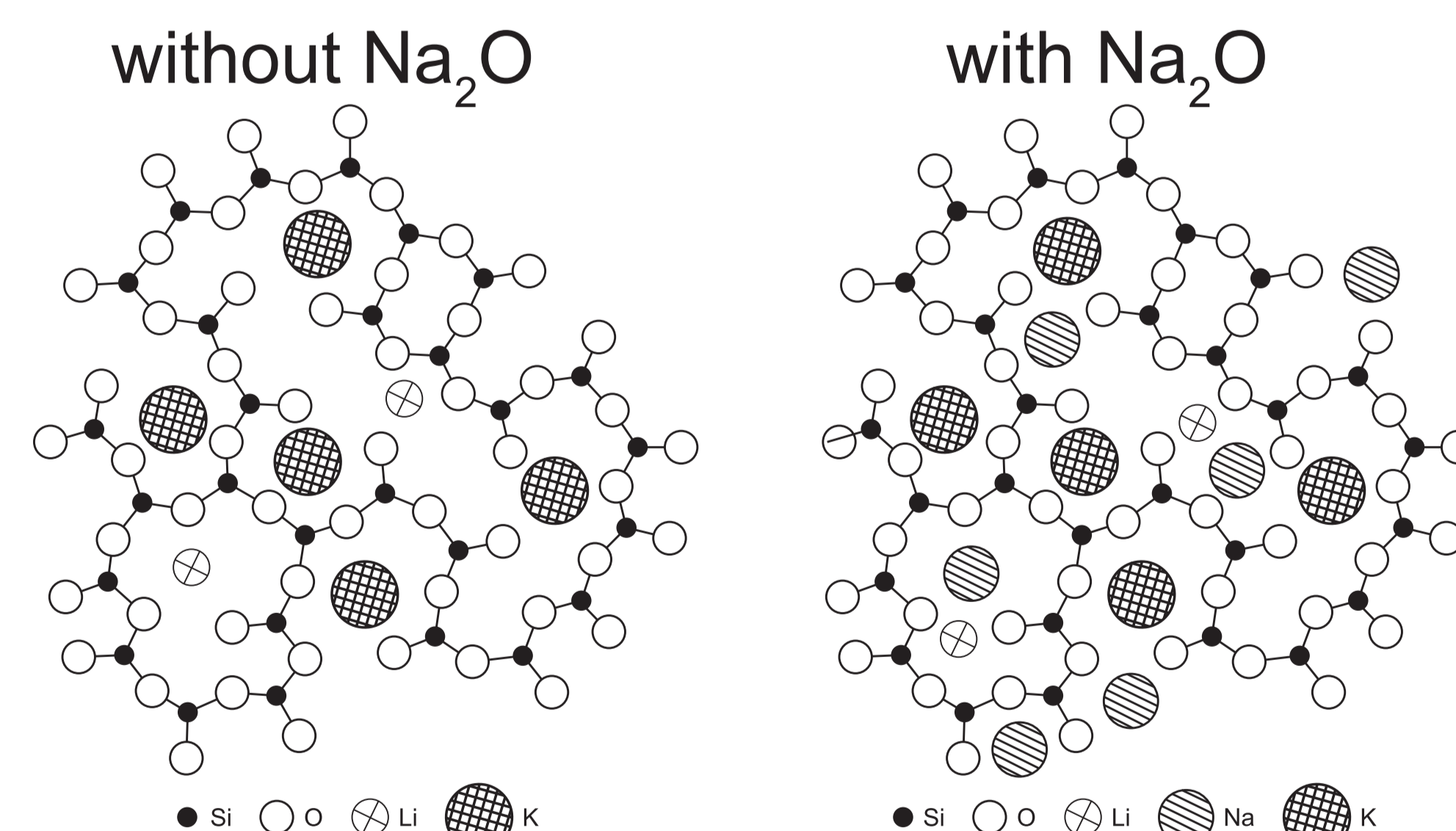


図 6 混合アルカリ効果のイメージ図 (イオン半径：Li⁺ < Na⁺ < K⁺) B. E. Warren, J App. Physics, Vol. 13, Oct. 1942 の図を改変

図 5 に結晶サイズおよび密度と摩耗のイメージ図を示す。製品 A のように結晶サイズが大きいと摩耗によって結晶が脱落したときの摩耗量が大きくなる。LS は結晶サイズが小さいために脱落しても摩耗量が少ないと考える。

図 6 に混合アルカリ効果のイメージ図を示す。混合アルカリ効果は複数のアルカリ金属元素をガラス中に加えることで、アルカリイオンの移動度が減少し、ガラスの物理的耐久性や化学的耐久性が向上する現象である。この効果は Na と K のモル比が 1 に近づくにつれて高くなると言われている。LS は他 2 製品と比べて Na/K 比が高く、ガラスマトリックスの耐久性が高いと考える。

これらより、LS は結晶サイズが小さく、Na/K 比が高いことからガラスの耐久性が高いために製品 A や製品 B よりも摩耗量が少なかったと考える。製品 A が結晶サイズや Na/K 比ともに摩耗に対して有利な製品 B と摩耗量が同程度となったのは、製品 A の結晶サイズがとても大きく、また摩耗量の標準偏差が大きいことから、結晶の脱落が少ないときは摩耗量が少なく、脱落が多い時は摩耗量が多くなり、平均した結果として製品 B と同程度になったと考える。

結論

LS は 3 製品の中で最も耐摩耗性に優れた材料であることが示唆された。

利益相反の開示：

発表者は株式会社ジーシーの社員であり、給与の支払いを受けている