

■ 企業データ

社 名	株式会社堀口硝子	創業又は設立	1947年10月13日
代 表 者 名	堀口三備	業 種	ガラス及び土石製品製造業
役 職	代表取締役	従 業 員	12人
資 本 金	1,500万円	連 絡 先	03-3636-6363
所 在 地	〒136-0072 東京都江東区大島2-39-4	加盟団体等	江戸切子協同組合／東京硝子製品協同組合
U R L	http://www.horiguchi.biz	事 業 区 分	試作開発＋設備投資

■ 事業計画概要

江戸切子は伝統文様を着色二層ガラス器に彫り込むカットグラスとして知られているが、新しい市場を開拓するために、新たな加工方法を開発し、高級腕時計の文字盤に応用する。今回の事業では、2色ガラスを真空加熱溶着させる新技術の確立・製品を目指した。それにより、世界でも通用する高級腕時計として製品化のための試作開発に取り組んだ。

本助成金の成果である、平面切子加工技術の確立により、ターゲットとする高級腕時計の文字盤への採用を目指していく。高

級腕時計の市場は、個数は少ないものの、金額面では腕時計市場の過半を占め、需要は伸びており、国産腕時計メーカーも力を入れている部分である。魅力的で、高級感の有る江戸切子腕時計は高級腕時計の中で、新たな市場を開拓し、利益の見込める事業になることを期待している。

又グローバル市場に向けた高級腕時計に採用されることにより、江戸切子ブランドの海外での認知拡大に繋がり、グローバルな市場展開への効果を期待している。

■ 実施事業

【1. 試作材料の製作】

従来の製法である吹きガラスに代わる平面材料としての素材を製作した。腕時計文字盤素材として、精度や透明度に優れ、平面度の確保された素材の製作に向け、最適なバー材の準備と切断加工につき、それぞれの加工メーカーを選定し素材の準備を行った。

【2. 実験設備と治具・金型の準備】

共同研究に取り組んだ芝浦工業大学により、保有する実験設備を今回の実験に合わせた調整及び実験用の金型の準備を実施した。金型は芝浦工業大学の保有する技術、加工設備により製作。加熱硝子が粘着しないように、DLCコーティングを施した金型にした。

【3. 硝子溶着の試作】

芝浦工業大学が持つ金型技術、硝子加工技術と、堀口硝子が持つ江戸切子ノウハウを元に、実験計画を立てて、気泡がなく、平面度を確保し、十分な接着力を確保した二層硝子の加工条件確立を目指した。

しかし、従来の吹きガラスの手法では、江戸切子の特徴である青と透明の二層硝子を、時計の文字盤に要求されるほどの高い平面度で作成することは困難であった。このため、平面ガラス板を2枚溶着する方法に転換したが、大気中で溶着させようとすると、2枚の間にどうしても空気層が入ってしまいクリアな素材ができなかった。そこで、真空下での溶着であれば空気層が避けられると考え、真空加熱に経験のある芝浦工業大学と共同で技術確立を図った。結果、クリスタル素材による無気泡のガラスロッドの作成、シリコンウエハの切り出しに使われるワイヤー切断によるスライス加工により、ガラス板の制作に成功した。

● 共同研究先の変更

2枚の真空溶着についての芝浦工業大学での実験は、大学側の事情により大幅に遅れた。さらに実験開始後に、保有する実験設備が想定の実験条件を満たさないことが判明した。設備改造にて対応するには費用面だけでなく時間の面でも間に合わないことが明らかになった。結果、急遽芝浦工業大学との共同研究を中止することとなった。

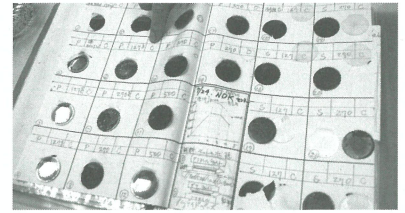
又、実験結果をもとに設備を発注する予定であったが、これも納期面で厳しいことがわかり、導入は諦め外注加工にて進めることを決めた。

残された時間で自社開発をすべく、実験の実施が可能な小型真空加熱炉（IHI社製）を持つメーカーに交渉し、自社の加熱炉も併せて、再度実験を開始した。

● 実験1

ガラスが発砲してしまった。原因は温度が高すぎたことだと考えられる。ただし、大気中ではこの温度で発砲することは

ないため、真空の影響とみられる。



● 実験2

ガラスのズレ防止を兼ねたウェイトを新規作成作成、使用を開始した。温度を下げて実験を行ったところ、逆に溶着がほとんどできなかった。温度が低かったことと、真空下での熱

伝達の差で、ガラスの温度が設定温度に届かなかったと考えられた。

● 実験3

昇温時間を長くとり実験を行ったが、1000番程度の磨き面のものは溶着しなかった。また、溶着した磨き面は外周のみの溶着で、中心部は未溶着であった。ほか、周囲は一部ヒートクラックで割れており、冷却時においては、炉内温度に比

べてガラス温度の低下が非常に遅れることが想定された。以上の結果より、真空下の加熱、冷却のタイムラグが想定以上に大きいことがわかった。

● 実験4

今度は加熱時間を十分とり、加熱温度も650度まで上げて実験した。結果、溶着はしたものの中心部は空気を嚙んだようになっていた。実験1のような発砲ほどではないものの、周辺部に一部発砲とみられる状況があるほか、合わせ

面中心部に身接着の部分がみられた。温度は十分に上がっていたことから、発生ガスが閉じ込められたものではないかと想定される。

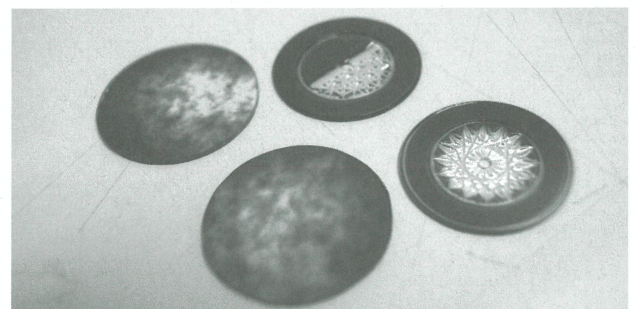
● 試作の結果

試行錯誤の結果、事業期間内に最適な加熱条件を見つ出すことはできなかった。実験結果からは、真空下で発砲せずに溶着させる温度範囲は極めて低いことが想定される。また真空下での加熱溶着は、大気中での溶着と比べ大きく異なる点が2点あることが判明した。1点は、減圧により低い温度で溶存ガスが放出されることと、もう1点は、加熱時に対流が発生せず、輻射熱のみでの加熱となること

だった。これにより、大気中とはまったく異なるカーブが必要となった。対流による電熱が発生しないことから、電熱が著しく制約を受けることがわかった。したがって、均一に加熱していくことは非常に難しく、炉内温度との乖離も大きい。今後は電熱性を挙げるための治具の工夫と、十分な余裕を持つでの加熱、冷却が必要と考えられる。要因は絞り込むことができたので、今後の開発の方向性も見えてきた。

【4. 切子デザイン】

上記の真空溶着の研究と並行して、社内のデザイン部門にて、切子文字盤の品位を決定するデザインについて検討した。伝統的なデザインを元に、腕時計に合った切子のデザイン案を作成した。



■ 事業取り組みの成果

今回の事業期間内では、残念ながら完全な江戸切子の文字盤の作成までは至らなかった。しかし、まったく新しい加工方法にチャレンジしたことで、経験則だけに頼らない開発ができ、新たな視点を獲得することができた。

今後の事業としては、国内外の時計メーカーを想定ユーザーとしている。市場規模はまだ不明だが、高級腕時計は大量生

産でなくとも世界で数百万個作られていると考えられている。しかし、江戸切子文字盤は世界で唯一であり、希少性は間違いない。今後一年かけて開発を完成させ、その後5年以内に年間5,000個規模の売上を目標とする。価格は未定だが、単価5,000円程度を想定し、年間2,500万円の売上げを目指す。