

事業区分	経常研究(応用)	研究期間	平成22年度～平成23年度	評価区分	事後評価
研究テーマ名	高輝度蓄光製品の量産製造技術の確立				
(副題)	蓄光材・ガラスフリット複合体による屋外で長期間安定使用可能な高輝度蓄光製品の量産製造技術の確立				
主管の機関・科(研究室)名	研究代表者名	窯業技術センター・陶磁器科 吉田英樹			

<県長期構想等での位置づけ>

長崎県総合計画	基本理念:産業が輝く長崎県 政策:5.次代を担う産業と働く場を生み育てる (3)新産業の創出・育成
長崎県科学技術振興ビジョン	2-1.産業の基盤を支える施策 (2)次代を担う産業と働く場を生み育てるための、地場産業が持つものづくり技術の高度化
長崎県産業振興ビジョン	基本方針:3.時代をリードする新産業の創出・育成 重点プロジェクト:3.新産業(成長分野産業)振興プロジェクト (1)環境・新エネルギー分野の振興

1 研究の概要(100文字)

蓄光材とガラスフリットの複合化により、屋外で長期間安定に使用可能な高耐候性・高輝度蓄光製品に関して製造コスト削減・需要増への対応を目的に量産製造技術を確立する。	
研究項目	原料均一混合条件の検討 成形方法の検討 センター保有電気炉による最適焼成条件の検討 企業保有設備による最適焼成条件の検討

2 研究の必要性

1) 社会的・経済的背景及びニーズ
蓄光製品は、電気エネルギー不要、ランニングコストが安い(基本的にゼロ)、CO ₂ を排出せず地球温暖化防止に貢献できるといったメリットを持ち、避難場所案内板や車歩道の境界を明示する道路鋸などの夜間視認性向上を目的として、道路資材としての導入が進みつつある。例えば、大阪府では、「防災安全みちづくり事業」の一環として、災害時の徒歩帰宅困難者支援を目的に主要幹線道路沿いに蓄光性の案内板や道路鋸設置を進めている。
蓄光材は耐水性が低く、そのままでは屋外使用ができないため、製品化するために粒子状の蓄光材を樹脂やセラミックスなどで固めた構造をとるのが一般的である。この蓄光製品を屋外で活用するには、屋外で長期間安定して蓄光性能を維持できる【耐候性】と、薄暮時から翌朝まで視認可能とする【長時間残光性】が必要である。
長崎県内には蓄光製品を開発製造している企業が数社あり、全国的にも先進的で高いレベルの技術力を有している。窯業技術センターにはこれら企業の競争力向上を支援することが求められており、そのためには量産技術と評価技術の確立が不可欠である。特に、セラミックス製やガラスフリット製蓄光製品は、耐候性には優れているが高温で焼結させる工程が必要なため、蓄光材がセラミックスあるいはガラスと反応して十分な輝度が得られない問題点があり、その解決が喫緊の課題となっている。
2) 国、他県、市町、民間での実施の状況または実施の可能性
蓄光製品は、防災や避難誘導を目的に、テープや表示板といった形態で多く販売されている。現在販売されている蓄光製品のほとんどが蓄光材を樹脂で固めた樹脂製蓄光製品である。また、セラミックス製蓄光製品は耐熱性を活かして、地下鉄駅ホームにおける火災停電時の避難誘導サインとして東京都や横浜市の地下鉄に導入され、長崎県の企業が製造した蓄光性避難誘導明示物も採用されている。

3 効率性(研究項目と内容・方法)

研究項目	研究内容・方法	活動指標	H		単位
			22	23	
	粒度分布の大きく異なる蓄光材とガラスフリットを大きなロットで均一に混合するための混合方法およびその最適条件について検討する。	混合機の種類と混合方法	目標	3	種
			実績	3	

プレス成形方法について最適成形条件を検討する。	金型の形状、原料の充填方法、プレス圧	目標	1	種
		実績	1	
センター保有の電気炉を用いて、目標の性能を確保するための最適焼成条件を検討する。	昇温速度、最高温度と保持時間	目標	1	種
		実績	1	
企業の焼成設備で実証試験を実施し、その焼成条件を検討する。	電気炉、シャトル窯、ローラーハースキルン	目標	3	種
		実績	3	
耐衝撃性の評価を行って現状の性能を把握し、性能的に問題があれば、形状や材料面から解決を図る。	屋外での実証試験	目標	1	種
		実績	1	

1) 参加研究機関等の役割分担

窯業技術センター：量産製造のための成形および焼成方法の検討および輝度の評価

筒山太一窯：保有設備による量産製造の実証試験

2) 予算

研究予算 (千円)	計 (千円)	人件費 (千円)	研究費 (千円)	財源			
				国庫	県債	その他	一財
全体予算	14,587	7,172	7,415				7,415
22年度	8,252	3,591	4,661				4,661
23年度	6,335	3,581	2,754				2,754

過去の年度は実績、当該年度は現計予算、次年度以降は案

人件費は職員人件費の見積額

(研究開発の途中で見直した事項)

当初計画ではバッチ炉である電気炉及びシャトル窯の他に連続炉としてトンネル窯を検討予定だったが、さらに生産性の高いローラーハースキルンに変更した。

4 有効性

研究項目	成果指標	目標	実績	H 22	H 23	得られる成果の補足説明等
	混合・成形・焼成条件の最適化による歩留まり	80%	87%			センターの設備を用いた製造プロセスの最適化により、JIS Z 9107 に準拠したりん光輝度試験により測定した励起光照射停止 10 時間後の残光輝度が 7mcd/m ² 以上を達成できる歩留まり。
	企業の設備を用いた実証試験による歩留まり	80%	83%			企業の設備を用いた焼成条件の最適化により、1 ロット 1000 個のサンプルにおいて JIS Z 9107 に準拠したりん光輝度試験により測定した励起光照射停止 10 時間後の残光輝度が 7mcd/m ² 以上を達成できる焼成歩留まり。
	耐衝撃性の高い製品開発	1 件	1 件			耐衝撃性能の実証および問題解決を図り、高い耐衝撃性を有する蓄光製品を開発する。

1) 従来技術・先行技術と比較した新規性、優位性

樹脂製蓄光製品は、蓄光材を樹脂に練り込むだけの工程のため、製造が容易で長時間残光性も高いことから、現在蓄光製品の主流となっている。しかし、樹脂の特性上、紫外線に弱く、屋外使用で性能が低下することを確認している。また、セラミックス製蓄光製品は、耐久性には大変優れているが、高温で焼き固める工程が必要であり、また蓄光層を厚く形成できないため、製品の輝度性能が十分に得られなかった。本研究ではこれらの課題を解決する技術の確立と量産化をめざしており、完成後には本県独特の新規な製品が市場に流通することが期待できる。

2) 成果の普及

研究成果の社会・経済への還元シナリオ

企業の設備を用いた最適焼成条件を確立するので、すぐに技術移転が可能である。

研究成果による社会・経済への波及効果の見込み

・経済効果：36 億円

全国の国道の総キロ数は約 60,000km である。国道の両側に蓄光性道路鉄を 2m 間隔で両側に施工した場合、6000 万個が使用される見込みで、樹脂製道路鉄の価格：1 個 6000 円で算出すると需要予測額は 3600 億円となり、その 1%を確保できれば売り上げは 36 億円となる。

(研究開発の途中で見直した事項)

種類	自己評価	研究評価委員会
事前	<p>(21年度) 評価結果 (総合評価段階:)</p> <p>・必要性 蓄光製品は、ランニングコストゼロのエコロジー製品であり、案内板等道路資材として導入が進みつつある。大阪府や宮崎県でも蓄光性道路資材をすでに導入しており、今後同様の需要拡大が期待できるため、試作に成功したガラスフリット製蓄光製品の量産製造技術の確立が必要である。</p> <p>・効率性 センターの保有する混合・成形・焼成の製造設備をフル活用することで迅速に基本的な最適製造条件を把握し、さらに企業の設備で実証試験を行うことで量産製造技術の確立を効率的に行うことができる。</p> <p>・有効性 従来の樹脂製蓄光製品は、輝度は高いが耐候性が低く、セラミックス製蓄光製品は、耐久性は優れているが、輝度性能が十分ではない。一方、試作に成功したガラスフリット製蓄光製品は、耐候性・輝度特性ともに優れた屋外向け蓄光製品である。</p> <p>・総合評価 屋外向け蓄光製品市場は今後拡大することが期待できることから、従来品にはない耐候性・輝度特性を有するガラスフリット製蓄光製品の量産製造技術を一刻も早く確立することが急務である。</p>	<p>(21年度) 評価結果 (総合評価段階: S)</p> <p>・必要性 ランニングコストゼロという点や従来製品の欠点を補うメンテナンスフリーという点からも、今日的テーマであり、今後の需要が見込まれる。県内窯業分野における新技術開発案件として必要性は大きい。</p> <p>・効率性 量産化技術の確立という明確な目標があり、研究計画も良好である。加工、生産システムの効率を上げる目標設定が必要であり、大学等の研究機関との連携により、さらに強力になるのではないかと。</p> <p>・有効性 耐候性や長時間残光性には期待できるが、耐衝撃性についても検討が必要である。エコ運動が広まるにつれ応用例が増えるものと思われ、経済効果も十分に期待できる。ただし、コストの低減方法の検討が重要となる。</p> <p>・総合評価 市場調査を綿密に行い、多様なニーズを把握することで応用分野の展開が望まれる。今後の「エコ」に貢献する技術であり、業界に大きく寄与する研究である。</p>
	対応	<p>対応</p> <p>・耐衝撃性の向上についての検討を研究項目に加える。</p>
途中	<p>(年度) 評価結果 (総合評価段階:)</p> <p>・必要性</p> <p>・効率性</p> <p>・有効性</p> <p>・総合評価</p>	<p>(年度) 評価結果 (総合評価段階:)</p> <p>・必要性</p> <p>・効率性</p> <p>・有効性</p> <p>・総合評価</p>
	対応	対応

<p>事後</p>	<p>(24年度) 評価結果 (総合評価段階: A) ・必要性 S 蓄光製品は、ランニングコストゼロで防災に役立つ製品として大阪府や宮崎県では蓄光性道路資材をすでに導入している。また東日本大震災を契機とするさらなる防災意識の高まりから今後屋外向け蓄光製品の需要拡大が期待できるため、試作に成功したガラスフリット製蓄光製品の量産製造技術の確立が必要である。 ・効率性 A センターの保有する大型の混合・成形・焼成設備を用いることで迅速に最適製造条件を把握できた。さらに企業の焼成設備で実証試験を実施したことで量産性を効率的に確認することができた。 ・有効性 A 今回検討した製造設備のスケールアップにより、従来設備では月産2,000個程度であった生産能力を、月産50,000個まで拡大できることが実証でき、量産化と低コスト化に対して有効な量産技術が確立できた。 ・総合評価 A 屋外向け蓄光製品市場は今後拡大することが期待されており、本研究により量産製造に一定の目処がついたことから、従来品にはない高耐久性・高輝度蓄光製品として一刻も早く販路を開拓したい。</p>	<p>(24年度) 評価結果 (総合評価段階: A) ・必要性 A 県産の新たな特徴ある製品を広く普及させるためには、低コストに製品を量産する技術の確立は重要であり、地場企業支援として必要な取組みである。 ・効率性 A 製造法を工夫することで低コスト化が実現できている点は評価できる。今後は、さらなる低コスト化のために、高価な原材料の代替品や安価に原材料を調達する方策などを検討することが必要。 ・有効性 A 製品としての価値を高めるためには、良いデザインとの融合が必要と考えられる。また、デザインによっては発光部分を少なくして材料コストを抑えることも可能と思われるので検討してほしい。 ・総合評価 A 当初の目標を達成して成果を得ている。製品の販売コストはさらに抑える必要があると思うので、引き続きコストダウンに努めてほしい。また、製品のバリエーションを増やすことも検討してほしい。</p>
<p>対応</p>	<p>対応</p>	<p>・必要性 今後も量産技術の高度化によりコストダウンを図り、地場企業を積極的に支援する。 ・効率性 蓄光材は、基本特許を持つメーカーが独占的に製造販売しているため高価で代替品もない。一方、ガラスフリットについては安価な代替品の検討をすでに進めており、コストダウンの余地が十分にあると考えている。 ・有効性 デザインについては、避難誘導のみならず日常的な安全・安心を確保する夜間マーカーとしての役割を果せるよう、所内の戦略・デザイン科と連携しながら、デザイン心理学等を活用して付加価値の高い製品開発を行う。また、新たな焼成方法により発光部分を薄肉化しても従来どおりの輝度性能を維持できる可能性を見出ししているため、材料コスト低減に向けてさらなる開発を進める。 ・総合評価 原料調達、製造プロセス、形状・デザインなどを総合的に検討することによりさらにコストダウンを進める。また、製品バリエーションについては、24年度開始の経常研究において、様々な製品形状に対応する成形プロセスの検討ならびに発光色の多色化をすでに進めており、一部確立できた成果をもとに建築・土木資材メーカーと共同で新製品開発を進めている。</p>

総合評価の段階

平成20年度以降

(事前評価)

- S = 積極的に推進すべきである
- A = 概ね妥当である
- B = 計画の再検討が必要である
- C = 不相当であり採択すべきでない

(途中評価)

- S = 計画以上の成果をあげており、継続すべきである
- A = 計画どおり進捗しており、継続することは妥当である
- B = 研究費の減額も含め、研究計画等の大幅な見直しが必要である
- C = 研究を中止すべきである

(事後評価)

- S = 計画以上の成果をあげた
- A = 概ね計画を達成した
- B = 一部に成果があった
- C = 成果が認められなかった

平成19年度

(事前評価)

- S = 着実に実施すべき研究
- A = 問題点を解決し、効果的、効率的な実施が求められる研究
- B = 研究内容、計画、推進体制等の見直し求められる研究
- C = 不相当であり採択すべきでない

(途中評価)

- S = 計画を上回る実績を上げており、今後も着実な推進が適当である
- A = 計画達成に向け積極的な推進が必要である
- B = 研究計画等の大幅な見直しが必要である
- C = 研究費の減額又は停止が適当である

(事後評価)

- S = 計画以上の研究の進展があった
- A = 計画どおり研究が進展した
- B = 計画どおりではなかったが一応の進展があった
- C = 十分な進展があったとは言い難い

平成18年度

(事前評価)

- 1: 不相当であり採択すべきでない。
- 2: 大幅な見直しが必要である。
- 3: 一部見直しが必要である。
- 4: 概ね適当であり採択してよい。
- 5: 適当であり是非採択すべきである。

(途中評価)

- 1: 全体的な進捗の遅れ、または今後の成果の可能性も無く、中止すべき。
- 2: 一部を除き、進捗遅れや問題点が多く、大幅な見直しが必要である。
- 3: 一部の進捗遅れ、または問題点があり、一部見直しが必要である。
- 4: 概ね計画どおりであり、このまま推進
- 5: 計画以上の進捗状況であり、このまま推進

(事後評価)

- 1: 計画時の成果が達成できておらず、今後の発展性も見込めない。
- 2: 計画時の成果が一部を除き達成できておらず、発展的な課題の検討にあたっては熟慮が必要である。
- 3: 計画時の成果が一部達成できておらず、発展的な課題の検討については注意が必要である。
- 4: 概ね計画時の成果が得られており、必要であれば発展的な課題の検討も可。
- 5: 計画時以上の成果が得られており、必要により発展的な課題の推進も可。