

エネルギーイノベーションプログラム 「革新的ガラス溶融プロセス技術開発」 (中間評価)

(2008年度～2012年度 5年間)

プロジェクトの概要 (公開) (Ⅲ. 研究開発成果、Ⅳ. 実用化・事業化の見通し)

NEDO エネルギー対策推進部
2010年 8月 26日

New Energy and Industrial Technology Development Organization

1/18

「革新的ガラス溶融プロセス技術開発プロジェクト」(中間評価)第1回分科会

発表内容

公開



NEDO

I. 事業の位置付け・必要性

- (1) NEDO事業としての妥当性
- (2) 事業目的の妥当性

NEDO

II. 研究開発マネジメント

- (1) 研究開発目標の妥当性
- (2) 研究開発計画の妥当性
- (3) 研究開発実施の事業体制の妥当性
- (4) 研究開発成果の実用化、事業化に向けたマネジメントの妥当性
- (5) 情勢変化への対応等

PL

III. 研究開発成果

- (1) 中間目標の達成度
- (2) 成果の意義
- (3) 知的財産権等の取得
- (4) 成果の普及
- (5) 成果の最終目標の達成可能性

PL

IV. 実用化・事業化の見通し

- (1) 成果の実用化可能性
- (2) 事業化までのシナリオ
- (3) 波及効果

2/18

Ⅲ. 研究成果について (1)中間目標の達成度

公開

① 開発目標と達成度

◎(大幅達成)、○(達成)、△(遅れて達成見込み)、×(未達)

事業原簿Ⅲ-28

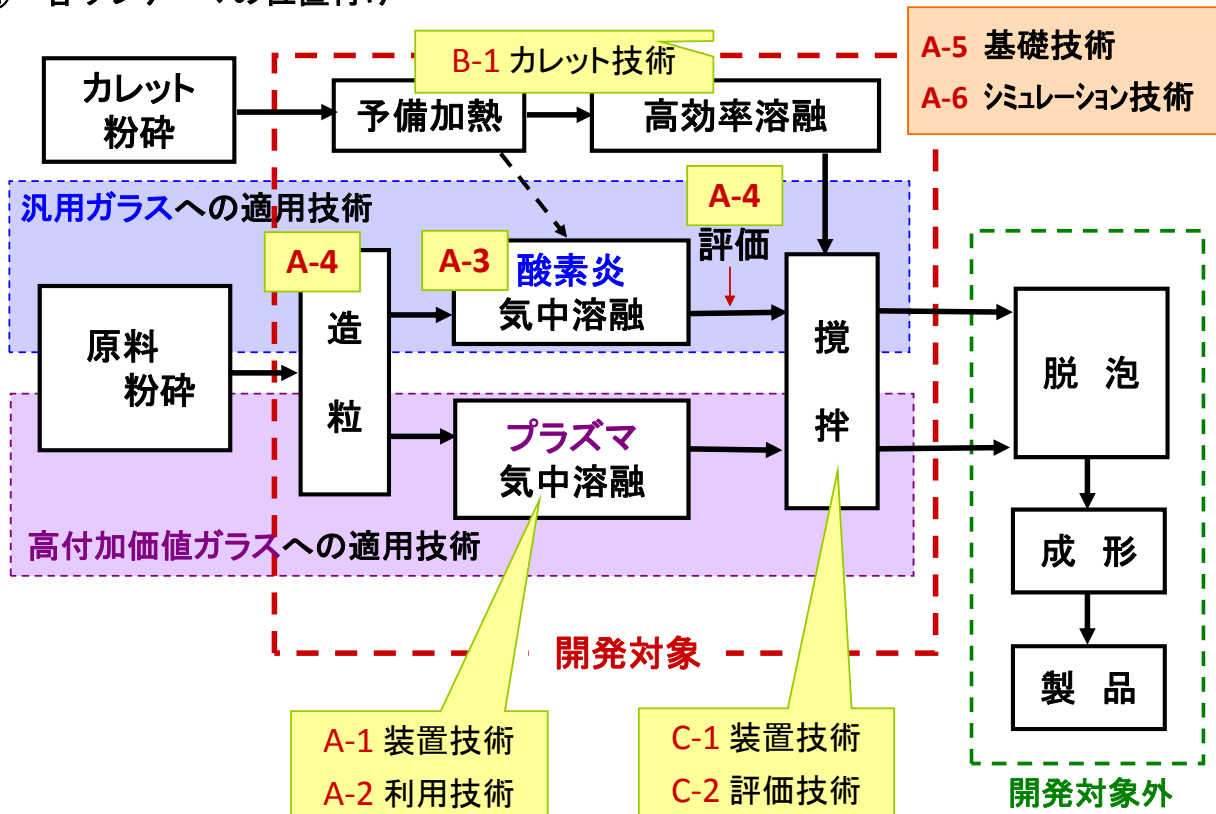
研究課題	H22年度目標(値)	達成度	H22年度達成見込み
A-1 プラズマ・酸素燃焼炎加熱のハイブリッド化技術	・電極消耗50mg/min以下 ・30分以上安定したハイブリッド加熱実現	○	電極消耗50mg/min以下を達成 30分以上安定したハイブリッド加熱を実現
A-2 プラズマ・酸素燃焼炎加熱の高付加価値ガラスへの適用性評価	・液晶用ガラスに対するプラズマまたはハイブリッド加熱の特徴を明確化。 ・泡挙動の観察・解析が可能なブロック状メルトサンプル作製。	○	液晶用ガラスの泡挙動等を評価し、プラズマ加熱の特徴を明確化できる見込み
A-3 超高効率気中加熱用試験炉開発及びエネルギー低減技術	カレットなしソーダ石灰ガラスを溶融エネルギー1000kcal/kg-glass以下かつ必要なガラス化率を達成。	○	バーナ改良等により1000kcal/kg以下を達成の見込み
A-4 超高効率気中加熱用原料及び溶融ガラス品質の評価	1mm径以上の気泡0.1個/kg以下の均質ガラスを得る。	○	適正原料、溶融ガラス評価等により気泡0.1個/kg以下の均質ガラスを得る見込み
A-5 気中溶融特有の現象と融液挙動の解明	・インフライトメルティング挙動およびガラス融液中の清澄挙動の直接観察と評価。 ・融液中のガス成分分析、ガラス物性定量評価	○	両挙動の直接観察と溶融雰囲気への影響を評価。融液中のガス成分の濃度測定とガラス物性の定量評価も実施の見込み
A-6 シミュレーション予測と高精度迅速化技術	試験炉の熱収支内訳をシミュレーションで±13%精度で予測。	○	モデル改良により、試験炉の熱収支内訳を±13%の精度で予測できる見込み
B-1 ガラスカレット高効率加熱技術	カレットの1200℃までの昇温時間1分以内。	○	気中溶融法によりカレットの1200℃までの昇温時間1分以内を達成できる見込み
C-1 高速混合技術	透過光評価で飲一に混合するまでの時間として4時間以内。	○	3対の攪拌子により4時間以内の攪拌操作での均一化達成の見込み
C-2 混合融液の均質性評価技術	泡と組成ムラを分離して検出し、その存在量変化を定量化することにより、均質性評価技術を確立。	○	泡と組成ムラを分離して検出し存在量変化を定量化する方法により、均質性評価技術を確立できる見込み

3/18

Ⅲ. 研究成果について (1)中間目標の達成度

公開

② 各サブテーマの位置付け



4/18

Ⅲ. 研究成果について (2) 成果の意義

公開

③ 成果の意義

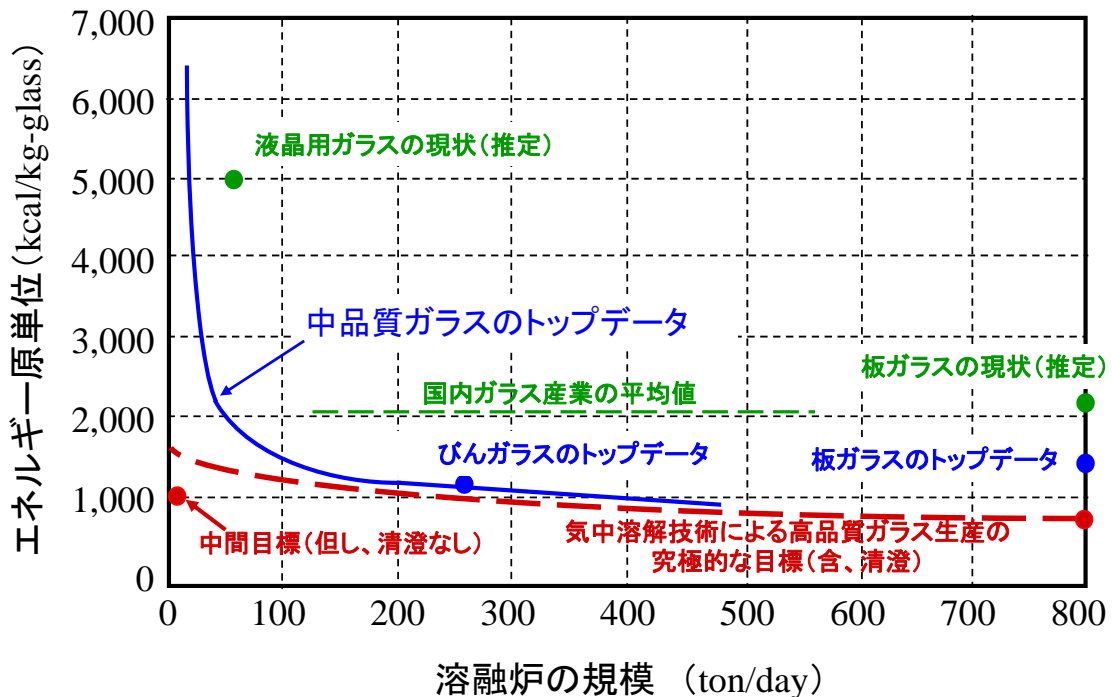
研究課題	H22年度達成見込み	成果の意義
A-1 プラズマ・酸素燃焼炎加熱のハイブリッド化技術	電極消費50mg/min以下を達成 30分以上安定したハイブリッド加熱を実現	電極不純物のガラスへの混入の課題解消 ハイブリッド加熱実用化の初期段階クリア
A-2 プラズマ・酸素燃焼炎加熱の高付加価値ガラスへの適用性評価	液晶用ガラスの泡挙動等を評価し、 プラズマ加熱の特徴を明確化できる見込み	液晶用ガラスへの適用性判断
A-3 超高効率気中加熱用試験炉開発及びエネルギー低減技術	1000kcal/kg-glass以下を達成できる見込み	世界トップレベルの最終目標溶融エネルギー(900kcal/kg-glass)への実現可能性判断。
A-4 超高効率気中加熱用原料及び溶融ガラス品質の評価	直径1mm以上の気泡が0.1個/kg以下の均質ガラスを得る見込み	既存清澄工程での泡消失が可能に (汎用ガラス品質面での実用可能性判断)
A-5 気中溶融特有の現象と融液挙動の解明	両挙動の直接観察と溶融雰囲気への影響を評価。融液中のガス成分の濃度測定とガラス物性の定量評価も実施の見込み。	気中溶解技術開発の方向付け 清澄シミュレーションの高精度化に寄与
A-6 シミュレーション予測と高精度迅速化技術	モデル改良により、試験炉の熱収支内訳を±13%の精度で予測できる見込み。	炉のスケールアップ、炉の運転のためのシミュレーション実用化への中間点
B-1 ガラスカレット高効率加熱技術	気中溶融法によりカレットの1200℃までの昇温時間1分以内を達成できる見込み。	小規模炉実用化のための最低レベル確保
C-1 高速混合技術	3対の攪拌子により4時間以内の攪拌操作での均一化達成の見込み。	小規模炉実用化のための最低レベル確保
C-2 混合融液の均質性評価技術	泡と組成ムラを分離して検出し存在量変化を定量化する方法により、均質性評価技術を確立できる見込み。	開発技術の品質評価が可能に

5/18

Ⅲ. 研究成果について (2) 成果の意義

公開

ガラス溶融炉のエネルギー原単位 (現行溶融技術と当プロジェクトの目標値)



Ⅲ. 研究成果について (3) 知財権等の取得

公開

④ 知財権等と成果の普及

事業原簿Ⅲ-30

特許、論文、外部発表等の内訳

区分 年度	特許出願			論文		その他外部 発表(プレス 発表等)
	国内	外国	PCT 出願	査読付	その他	
2008	0件	0件	0件	5件	5件	13件
2009	1件	0件	0件	4件	7件	3件

(先導研究 3件 0件 うち2件)
2005~2007年 (基本特許は2005年出願)

公開による模倣リスクを回避するため
特許出願件数は少ない

特許出願等

出願番号	発明の名称	出願人
特願2009-198477	造粒体の製造方法およびガラス製品の製造方法	旭硝子(株)

特許申請計画(件数)

研究開発期間(H20~H24)
実用化期間(H25~)

1件出願済み+3件計画予定
1件以上を想定

7/18

Ⅲ. 研究成果について (4) 成果の普及

公開

事業原簿Ⅲ-30

平成20年度論文発表

発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者
平成20年5月	<i>Chemical Engineering Journal</i> , 139 (2), III-23 p. 390-397 (2008. 5)	A Multi-Phase AC Arc Discharge and Its Application for In-Flight Glass Melting	Yaochun Yao, Md. Mofazzal Hossain, Takayuki Watanabe, Fuji Funabiki, and Tetsuji Yano
平成20年6月	<i>Science and Technology of Advanced Materials</i> , 9 (2), p. 025013 (2008. 4-6)	An Innovative Energy-saving In-flight Melting Technology and its Application to Glass Production	T. Watanabe, S. Inoue ほか
平成20年8月	<i>Thin Solid Films</i> , 516 (19), p. 6622-6627 (2008. 8)	Effects of Feed rate and Particle Size on the In-Flight Melting Behavior of Granulated Powders in Induction Thermal Plasmas	Yaochun Yao, Md. Mofazzal Hossain, Takayuki Watanabe, Tomoyuki Tsujimura, Fuji Funabiki, and Tetsuya Yano
平成20年10月	<i>Chemical Engineering Journal</i> , 144 (2), p. 317-323 (2008. 10)	Investigation on In-Flight Melting Behavior of Granulated Alkali-Free Glass Raw Material in 12-Phase AC Arc	Yaochun Yao, Kazuyuki Yatsuda, Takayuki Watanabe, Fuji Funabiki, and Tetsuji Yano
平成20年12月	<i>Journal of American Ceramic Society</i> , 91 (12), p. 3908-3914 (2008. 12)	In-Flight-Melted Soda-Lime-Silica Glass by RF Induction Thermal Plasma	Yaochun Yao, Tetsuji Yano, Fuji Funabiki, and Takayuki Watanabe
平成20年10月8日	第9回アジア太平洋プラズマ科学技術会議(中国・黄山)	Characteristics of Multi-Phase AC Arc Discharge for Innovative Glass Production	八田和之, 渡辺隆行
平成20年10月8日	第9回アジア太平洋プラズマ科学技術会議(中国・黄山)	In-flight Melting Behavior of Different Glass Raw Materials in 12-Phase AC Arc	Yao Yaochun, 八田和之, 渡辺隆行, 矢野哲司
平成21年2月2日	プラズマ科学シンポジウム(名古屋)	In-Flight Melting Behavior of Different Glass Materials in Multiphase AC Arc	渡辺隆行, 八田和之, Yao Yaochun, 矢野哲司
平成21年2月2日	プラズマ科学シンポジウム(名古屋)	Generation of Multi-Phase AC Arc for In-Flight Melting of Granulated Glass Raw Materials	八田和之, Yao Yaochun, 渡辺隆行
平成21年3月18日	化学工学会第74年会(横浜)	ガラス造粒粉体のインフライト熔融に用いる多相アーク発生技術	八田和之, Yao Yaochun, 渡辺隆行

8/18

Ⅲ. 研究成果について (4)成果の普及

公開

事業原簿Ⅲ-31

平成21年度論文発表

発表年月日	発表媒体	発表タイトル	発表者
平成21年8月	<i>Chemical Engineering Journal</i> , 150 (2-3), p. 561-568 (2009. 8)	In-Flight Melting Mechanism of Soda-Lime-Silica Glass Powders for Glass Production by Argon-Oxygen Induction Thermal Plasmas	M. M. Hossain, Y. Yao, T. Watanabe, F. Funabiki, T. Yano
平成21年10月	<i>Plasma Chemistry and Plasma Processing</i> , 29 (5), p. 333-346 (2009. 10)	Characteristics of Multi-Phase Alternating Current Arc for Glass In-Flight Melting	Y. Yaochun, K. Yatsuda, T. Watanabe, T. Matsuura, T. Yano
平成21年6月15-16日	第22回プラズマ材料科学シンポジウム(東京大学)	Generation of multi-phase AC arc for in-flight melting of granulated glass raw materials	渡辺隆行, 八田和之, Y. Yaochun, 松浦次雄
平成21年7月26-31日	第19回プラズマ化学国際シンポジウム(ドイツ・ポッフム)	Innovative In-Flight Glass Melting Technology Using Thermal Plasmas. (Invite)	渡辺隆行
平成21年7月26-31日	第19回プラズマ化学国際シンポジウム(ドイツ・ポッフム)	Generation and Characterization of Multi-Phase AC Arc for In-Flight Melting of Granulated Glass Raw Materials	渡辺隆行, Y. Yaochun, 八田和之, 松浦次雄
平成21年9月13-16日	日本機械学会2009年度年次大会(盛岡大学)	Generation of Multi-Phase AC Arc for In-Flight Melting of Granulated Glass Raw Materials. (Invite)	渡辺隆行
平成21年10月30日	第50回ガラスおよびフォトリソ材料討論会(京都大学)	革新的気中溶解技術が拓くガラス溶融の未来(招待講演)	井上 悟, 渡辺隆行, 矢野哲司, 酒本 修, 佐藤敬蔵, 伊勢田徹
平成21年3月15日	プラズマ支援燃焼研究会(大阪大学)	多相交流アークと酸素燃焼炎のハイブリッド・インフライト加熱によるガラス製造プロセス(招待講演)	渡辺隆行
平成21年3月18-20日	化学工学会 第75年 会(鹿児島大学)	多相アークを用いたインフライト溶融ガラス粒子の特性	市橋利夫, 鶴岡洋佑, 渡辺隆行, 矢野哲司
平成21年3月18-20日	化学工学会 第75年会 III-25(鹿児島大学)	インフライト溶融ガラス製造技術に用いる多相アークの安定性	鶴岡洋佑, 市橋利夫, 渡辺隆行, 松浦次雄
平成22年3月22-24日	日本セラミックス協会年会(東京農工大学)	作製方法の異なるソーダライムガラス原料の溶融挙動の直接観察	森島大樹, 田口潤, 矢野哲司, 柴田修一

9/18

Ⅲ. 研究成果について (4)成果の普及

公開

事業原簿Ⅲ-33

外部発表(プレス発表等)

年月日	発表媒体・内容等
平成20年6月21日	日本経済新聞1面 取材先:旭硝子(株)
平成20年8月26日	NHK総合TV「クローズアップ現代」 表題:グローバル・インフレの衝撃—転換する世界経済,日本は— 取材先:旭硝子(株)
平成20年8月26日	環境管理 平成20年12月号 解説記事投稿 伊勢田徹「革新的ガラス溶融プロセス」
平成20年9月1日	NGF機関誌New Glass No.90 解説記事投稿 伊勢田徹「気中溶解法による革新的省エネルギーガラス溶解技術の研究開発」
平成20年10月24日	電気硝子工業会第30回技術セミナー 井上 悟「革新的ガラス溶融プロセス技術開発 —ガラス溶融の未来—」
平成20年11月17日	日経ビジネス誌 2008年11月17日号 取材先:東洋ガラス(株)、旭硝子(株)
平成20年11月30日	NHK総合TV「経済羅針盤」 表題:逆境を好機に—世界企業の戦略— 取材先:旭硝子(株)
平成20年12月8日	NEDO省エネルギー技術フォーラム(東京) 井上 悟「直接ガラス化による革新的省エネルギーガラス溶解技術の研究開発」
平成21年1月26日	NGF 第88回ニューガラスセミナー(東京) 井上 悟「革新的ガラス溶解技術研究開発」
平成21年2月1日	プラズマ・核融合学会誌2009年2月号 解説記事投稿 渡辺隆行「熱プラズマの非平衡性を利用するプロセスと高温を利用するプロセス」
平成21年2月6日	日本セラミックス協会ガラス部会ガラス製造技術講演会(東京) 井上 悟「気中溶解プロセスを用いた革新的省エネルギーガラス溶解技術開発状況」
平成21年2月18日	NGF 第94回若手懇談会(東京) 井上 悟「革新的ガラス溶解技術研究開発状況」
平成21年3月1日	NGF機関誌New Glass No.92 解説記事投稿 伊勢田徹「NEDO“革新的ガラス溶融プロセス技術開発”プロジェクトの概要」
平成21年9月28日	NGF ガラス科学技術研究会講演(東京) 渡辺隆行「熱プラズマを用いたインフライト溶融によるガラス製造」
平成21年12月1日	旭硝子研究所報告 第59号(平成21年12月)解説記事投稿 酒本 修「革新的省エネルギーガラス溶解技術」
平成22年3月1日	NGF機関誌New Glass No.96 解説記事投稿 渡辺隆行「インフライト溶融によるガラス製造のための熱プラズマ発生技術」

10/18

Ⅲ. 研究成果について (5) 成果の最終目標の達成可能性

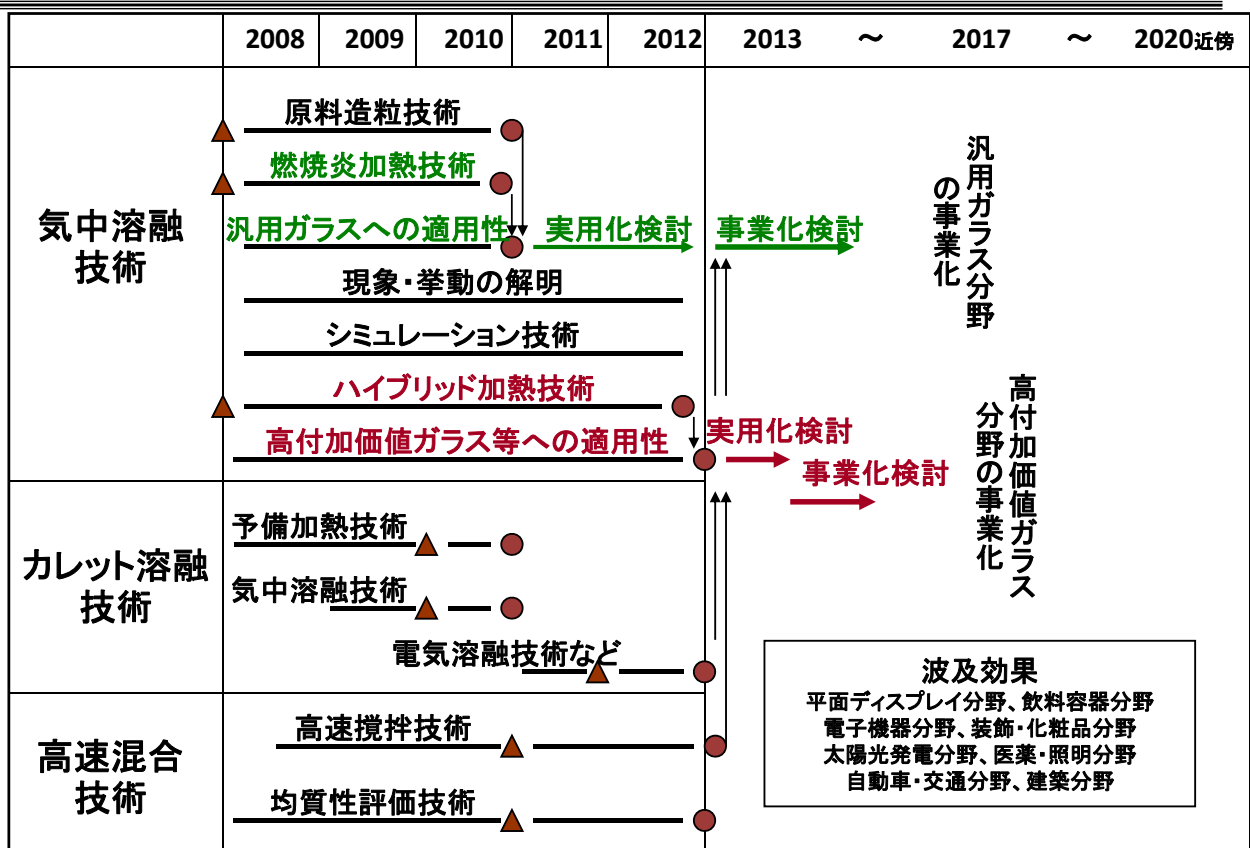
公開

⑤ 最終目標達成の可能性

研究課題	最終年度目標(値)	最終年度目標の達成可能性
A-1 プラズマ・酸素燃焼炎加熱のハイブリッド化技術	プラズマ変動±10%以内のハイブリッド加熱を30分以上連続運転	冷却システムと電源等の更なる改良で達成の予定
A-2 プラズマ・酸素燃焼炎加熱の高付加価値ガラスへの適用性評価	特殊ガラス溶融におけるプラズマおよび/またはハイブリッド加熱の実用性を判断。	難溶融ガラスについてプラズマ加熱の特徴を明確化することにより達成の予定
A-3 超高効率気中加熱用試験炉開発及びエネルギー低減技術	カレットなしソーダ石灰ガラスを溶融エネルギー900kcal/kg-glass以下かつ必要なガラス化率を試験炉で達成。	炉構造、バーナ構造、原料予熱等の適正化により達成の予定
A-4 超高効率気中加熱用原料及び溶融ガラス品質の評価	組成均質性が標準的なガラスびん生産品と同等なガラスを得る。	マイクロ解析と造粒技術等により達成の予定
A-5 気中溶融特有の現象と融液挙動の解明	気中溶解条件と融液の性質、清澄とカレット融液との混合との相関に関する科学的知見を収集。	気中溶融挙動、融液挙動の観察と気泡解析、気体溶解度測定等により達成の予定
A-6 シミュレーション予測と高精度迅速化技術	試験炉の熱収支内訳をシミュレーションで±5%以内の精度で予測	シミュレーションモデル改良による高精度化、演算の高速化で達成の予定
B-1 ガラスカレット高効率加熱技術	カレットの1200℃までの昇温時間1分以内溶融エネルギー1800kcal/kg-glass以下で溶融。	排ガスによる予備加熱に加え、微粒カレットは気中溶融法、粗粒カレットは電気溶融法により達成の予定
C-1 高速混合技術	確立した評価方法で2時間以内に均一化	3対の攪拌子による混合で達成の予定
C-2 混合融液の均質性評価技術	泡や組成ムラの代表的大きさの分布を評価	泡とムラを分離し定量化して達成の予定

Ⅳ. 実用化、事業化の見通しについて (1) 成果の実用化可能性

公開



IV. 実用化、事業化の見通しについて (1)成果の実用化可能性

公開

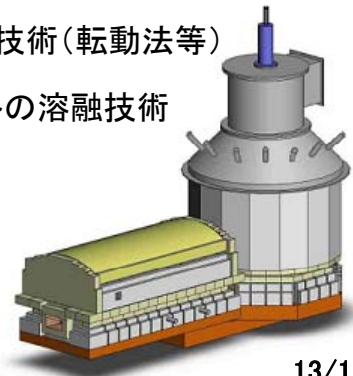
① プロジェクト終了後の実用化への課題

1. 高付加価値ガラス・難溶融ガラスへの適用(ハイブリッド加熱～燃焼炎加熱)

- ・ハイブリッド加熱技術の確立 : 電極冷却システムの高度化と連続耐久性向上
電極迅速交換機構の考案、炉構造の最適化
- ・カレット溶融の高速・高効率化 : 粗粒(低コスト)カレットの溶融技術
- ・カレット融液との高速均質化 : 攪拌システムの最適化

2. 汎用ガラスへの適用 (燃焼炎加熱)

- ・気中加熱技術の確立 : 炉構造の最適化、低コスト造粒技術(転動法等)
- ・カレット溶融の高速・高効率化 : 粗粒(低コスト)カレットの溶融技術
- ・カレット融液との高速均質化 : 攪拌システムの最適化
- ・脱泡技術 : 気中溶融に適合した簡便な脱泡(電解法等)



13/18

IV. 実用化、事業化の見通しについて (2)事業化までのシナリオ

公開

② コスト・操業・品質における優位性

・コスト試算例

	中品位ガラス100ton/day規模の場合	
	気中溶融炉	現行炉
炉の建設コスト	75,000万円	275,000万円
ランニングコスト (含、定修引当金)	2,820千円/日	3,470千円/日

・コスト・省エネ以外の利点

1) 炉の小型化に伴う利点

- ・素地替え等ジョブチェンジ時のロス(時間・廃ガラス)の低減
- ・1加エライン1窯化 (生産調整が容易に)
- ・定修時の炉材廃棄コストの低減
- ・既存炉との併設も可能 (実炉展開が容易に)

2) 高融点原料の溶解が可能 … 新品種ガラスの可能性拡大

3) 歩留り・品質の向上

14/18

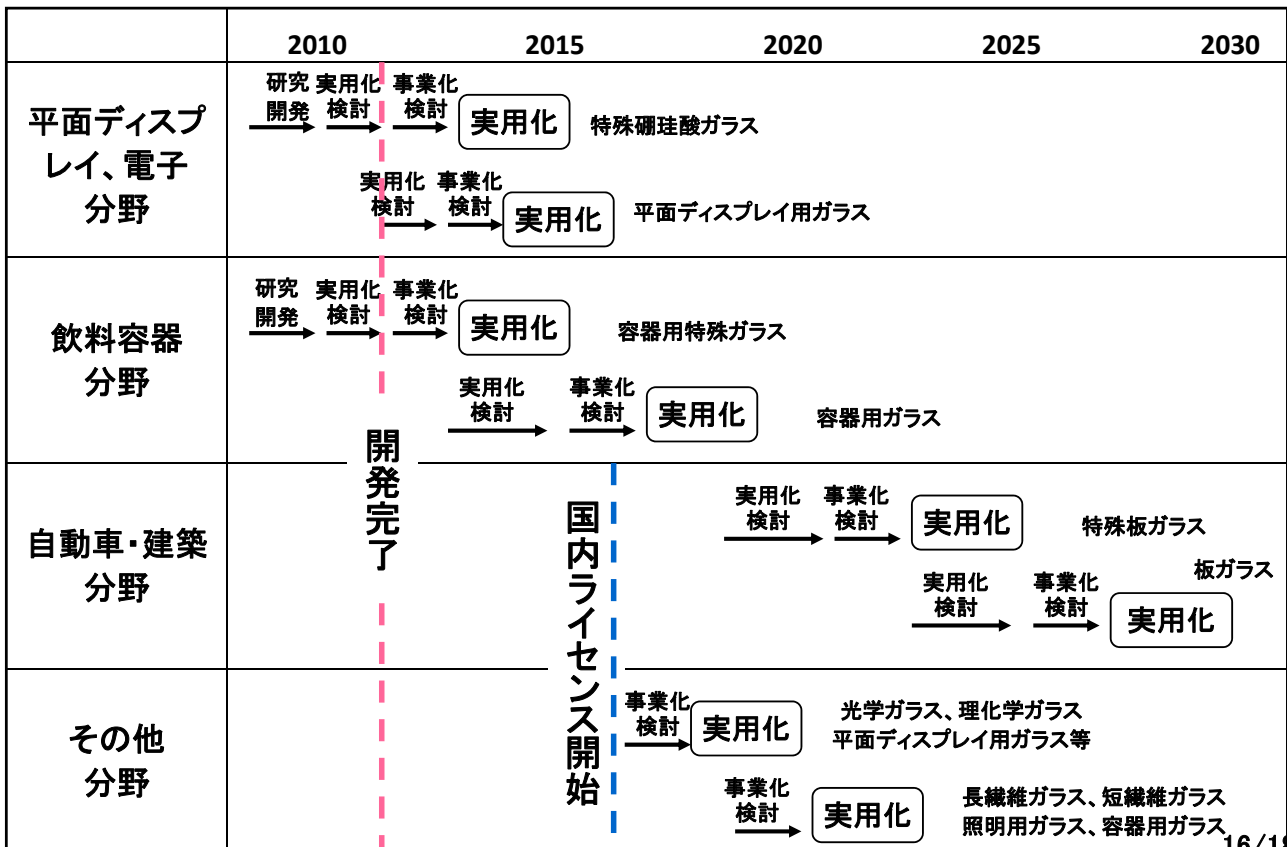
IV. 実用化、事業化の見通しについて (2)事業化までのシナリオ

③ 実用化、事業化までのシナリオ

事業原簿IV-3

導入計画	対象品目	溶解炉規模	根拠
開発完了～2年後	自動車用非球面レンズ 工業用耐熱ガラス	～20ton/日・基	汎用硼珪酸ガラスで先ず実績 (液晶用ガラス適用への前段階)
	着色剤用ガラス	2 ton/日・基	既存炉に追加設置 小さい泡が許容
～4年後	液晶用ガラス	10～50ton/日・基	短い炉寿命、建設コスト大幅削減 高品質化にも期待
～6年後	びんガラス(中規模)	50 ton/日・基	既存炉への追加設置も可能な規模
～10年後	びんガラス(大規模)	150 ton/日・基	既存炉のリプレイス 1窯1成形、低建設コスト、易素地替え
～12年後	特殊板ガラス	200ton/日・基	炉更新、低建設コスト、省エネ
～14年後	建築用・自動車用板ガラス	>500ton/日・基	炉更新、低建設コスト、省エネ

IV. 実用化、事業化の見通しについて (2)事業化までのシナリオ

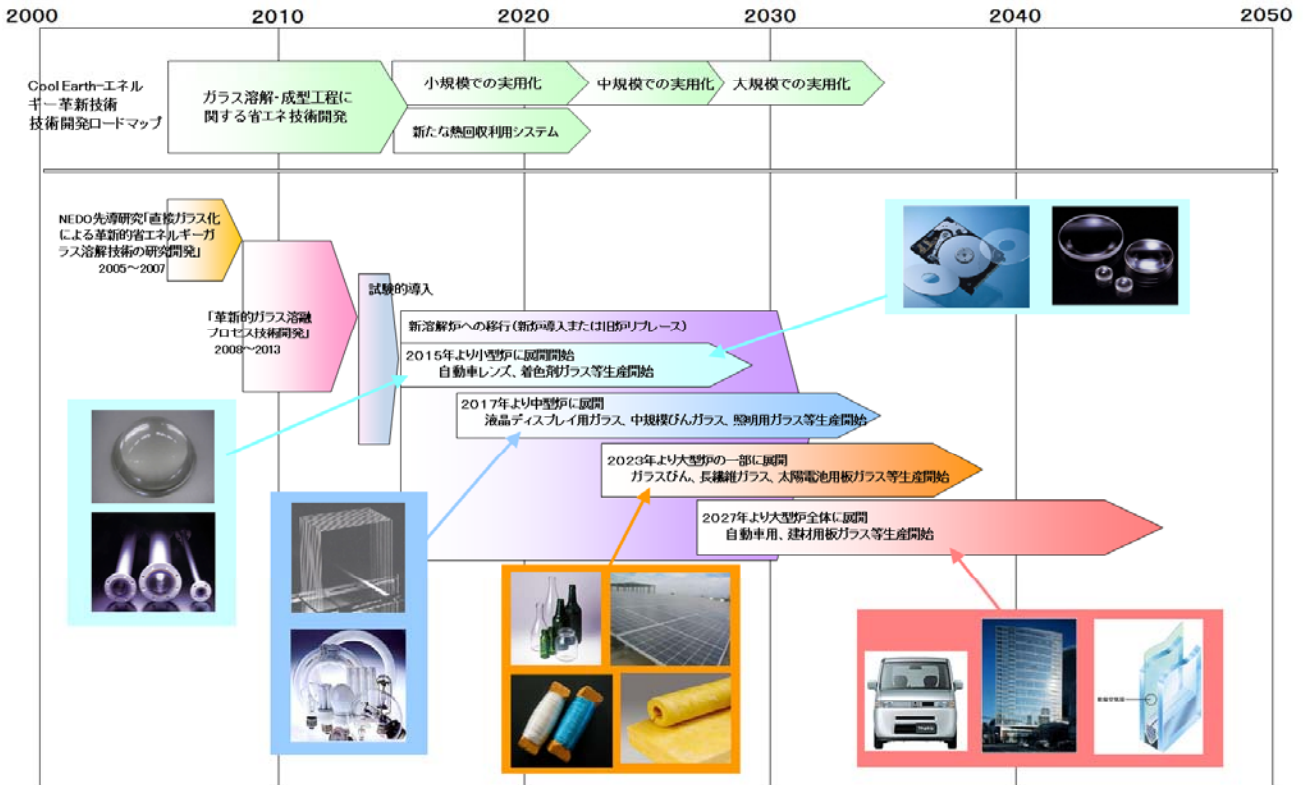


IV. 実用化、事業化の見通しについて (3)波及効果

公開

④ 関連分野への波及

事業原簿IV-2



IV. 実用化、事業化の見通しについて (3)波及効果

公開

⑤ 研究開発・人材育成への波及

(大学、NIMS、NGFによる研究開発の波及効果)

1. プラズマ研究への波及

- ・世界トップクラスの多相プラズマ発生技術等に関する研究 (従事者累計:9名)
- ・世界初の多相プラズマ-酸素燃焼炎ハイブリッド化技術 (同:9名)

2. ガラス研究への波及

- ・気中溶融諸現象の解明とガラス融液研究の深化 (従事者累計:4名)

3. シミュレーション技術の中小企業への普及

- ・NGFのガラス溶融シミュレーション研修会(5社+大学4研究室が参加)として、先導研究の成果を現行炉用アレンジし、教育啓蒙活動を推進中。現プロジェクトの成果もH25年より活用の予定