

# NEDO 先導プロジェクト「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」の紹介

(株)ニューガラスフォーラム

伊勢田 徹

## Introduction of NEDO Frontier Project “Reformative glass-dissolution technology for energy conservation by Direct Glass-formation”

Toru Iseda

New Glass Forum

### 1. はじめに

本年8月よりスタートしたNEDO研究開発機構「エネルギー使用合理化技術戦略的開発/エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発」事業における「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」プロジェクトについて、計画の概要を紹介する。ガラス溶解技術の産学官連携による研究開発は、7年ほど前から(株)ニューガラスフォーラム（以下NGF）において毎年のように計画されてきたが、これまで実現せず、今回が我が国で最初のプロジェクトとなる。

ガラス産業連合会（以下GIC）がまとめた報告書「ガラス産業技術戦略2025年（改訂版）」<sup>1)</sup>には、“産学官共同で取り組むべき研究テーマ”が多数掲げられ、翌H15年に、これらのテ-

マのうちガラス産業が特に期待するテーマについて、アンケート調査が行われた。その上位ランクテーマを図1に示す。「革新的溶融プロセス」「溶融温度の低温化技術」「溶融・脱泡メカニズム解明」「エネルギー利用率向上」が上位1~4位を占め、ガラス溶融技術への期待が非常に高いことが改めて確認された。

問題は、研究資金と具体的な研究テーマである。ガラス溶融技術の研究には多額の費用と期間が必要とされる。一時代前ならまだしも現在は、1産業界にとどまる研究開発に大規模な国の支援は期待できない。かといって、ガラス企業による共同出資も、企業を魅了する具体的な研究テーマがなければ難しい。その研究テーマとして、技術戦略に挙げられた減圧脱泡技術や酸素燃焼技術は、特定企業の不参加が予想された。溶融脱泡メカニズム解明やエネルギー利用率向上技術では具体的開発イメージに乏しく、公的予算の獲得は難しい。実用化の可能性があり、企業が単独では開発できない何らかの新規な技術を誰かが捻り出す必要があった。

このような中でNGFは、H12年に「革新的

〒104-0005 東京都港区新橋 2-12-15

田中田村町ビル8階

(株)ニューガラスフォーラム

TEL 03-3595-2775

FAX 03-3595-0255

E-mail: iseda@ngf.or.jp

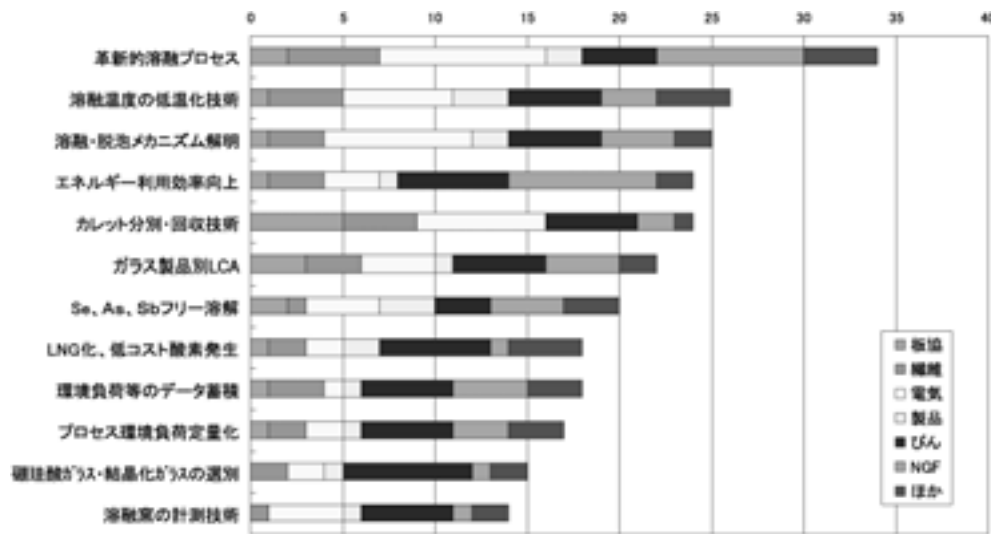


図1 GIC アンケート調査における上位ランクテーマ (1~12位)

ガラス化リアクターの研究」(高電場による反応促進), H13年に「省エネルギー型ガラス溶融炉の開発」(融液中燃焼技術), H14年に「高品質ガラス部材創成プロセス制御技術」(基礎的研究), H16年に「新熱源導入による省エネ高品質ガラス溶解技術の研究開発」(プラズマ溶解技術)を, 国あるいはNEDOに提案してきた。H17年度の今回は5度目の提案であった。

ガラス産業技術戦略報告書やGICアンケート調査で強く指摘されたこととして, 産-学官との乖離と産の秘密主義がある。産の秘密主義を解き放つのは「学におけるプロセス研究の推進」であり, 学に対する産の期待もそこにある。しかし, 学にとっては, ガラスのプロセス研究は費用と学生集めの点で敷居が高く, しかも, 産が期待するものが何なのかが学からは見えにくい状況がある。この状況を打破するにも, 産学官共同によるガラス溶融技術の研究開発が囑望されていた。

## 2. なぜ今, 革新的なのか

GICのアンケート調査(前出)で, 「革新的溶融プロセス」に多くの期待が寄せられたのはなぜであろうか。米国エネルギー省とGMIC(米国ガラス製造企業協会)の溶融プロセスの革新に向けた積極的な取り組み<sup>2)</sup>もさることながら, NGF ナノガラス材料技術ワークショップ(H12)において「ナノガラスへの期待」と題して述べられた近藤敬氏(当時, 日本セラミックス協会ガラス部会長)の提言(機能分離溶融によるガラス製造の高効率化, 低温溶融化など)もガラス企業関係者を十分刺激するものであった。

板ガラス, ガラスびん, 繊維ガラス, CRTガラスを始め平面ディスプレイ用ガラスに至るまで, 全世界の量産規模のガラスはF. Siemensが1860年に発明した溶融炉に基づいて生産されており, 140年以上にわたり革新を経験してこなかった。しかし, 地球環境問題がクローズアップされ, 京都議定書が採択された今, 国内全産業の消費エネルギーの1%を占めるガラス産業にとって, 昨今の原油価格の高騰も相俟つ

て、省エネへの取り組みは避けて通れない課題となっている。

ガラス製造プロセスは長い年を経て技術的に洗練され、エネルギー効率の面でも決して他産業に見劣りするものではない。しかし、平面ディスプレイ用ガラスに代表されるように、ガラスに求められる品質は年々高度化し、気泡や未溶解欠点を含む多量の不良ガラスが、製造プロセス内で再度溶かされてエネルギーが浪費されている現実がある。工程内リサイクルを考慮した正味歩留りは、ガラス産業全体で平均72%前後（GIC 内部資料による）であり、ディスプレイ用等はこの数値をかなり下回るはずである。さらに、歩留まりが100%であったとしても、溶融プロセスのエネルギー効率は30%前後にとどまっている<sup>3)</sup>。これはガラスの均質化・脱泡などのためガラス融液を長時間にわたり高温度に保たなければならないためである。

消費エネルギーの大幅な低減を可能にする革新的技術が登場する余地は十分にあり、我が国が率先してこれに取り組むことが国際的優位性維持のため不可欠といえる。

### 3. プロジェクトの概要

ガラス製品の多くは1~6日間程度の長時間にわたる溶融を経て製造される。それは未溶解欠点の解消、気泡の除去、組成の均質化などに長時間の溶融が必要なためである。しかし、ルツボによる少量のガラス試作においては、1時間前後の高温保持で未溶解欠点や気泡のない均質なガラスを得ることができ<sup>4)</sup>、原理的にガラス製造に長時間が必要なわけではない。実炉とルツボとの差異が何に基づいているか、明確なところはまだ定かではない。

今回のプロジェクトでは特に未溶解欠点と均質化に着目し、両者の差異が原料溶解の初期段階で生じているものと想定した。すなわち、炉に投入された原料は融液上で時間をかけてゆっくりと昇温・反応し溶解し融液化するが、その

溶け方は均質ではない。ソーダ石灰ガラスを例にとると、ソーダ灰や清澄剤は先に融液化して沈降し、珪砂は取り残され、その中には互いに集合・粗大化してますます溶けにくい珪砂の集合体となるものが生ずる。この集合体の生成が未溶解欠点解消の長時間化をもたらすと考えた。珪砂をある程度細かくし、かつ、溶解過程で珪砂同士が直接接触しないように、十分な量のソーダ成分等で珪砂を覆うことができれば、溶解は短時間のうちに完結し、粗溶融過程の短時間化が実現できるはずである。

問題はその具体的手段である。珪砂をソーダ成分等で覆った原料であっても、現行炉に投入したのでは、やはり、ゆっくり温度上昇する過程で不均質な溶解が生じ、珪砂リッチの集合体形成は避け難い。

これを回避するために採用した方法が、気中加熱である（図2）。原料は微粉化、均質混合されて1mm以下の細かな粒子状に成形される。原料粒子は飛翔中加熱・分解され、融液着地後は炉壁などからの輻射熱により所定温度まで熱せられる。珪砂は十分な量のソーダ成分等で覆われてから着地するため、珪砂リッチの集合体は生じにくく、珪砂溶解の短時間化と溶解初期での組成均質化が達成されると目論んでいる。今回のプロジェクト名に用いた「直接ガラス化」は、鉄鉱石等の原料を微粉化・混合し固相反応により鉄鋼を製造する「直接還元」にちなんだ。

原料中の炭酸塩からの分解ガスの放出や水分の蒸発は気中加熱時にはほぼ完了し、ガラス中の気泡は融液着地後の昇温と機能分離型清澄槽において除去される。機能分離型清澄技術やカレット併用に不可欠な融液の強制攪拌技術は、多額の研究開発費用を必要とすることと、今回のNEDO予算が先導的研究を対象としていることから、本プロジェクトでは除外した。

今回のプロジェクトの研究開発体制を図3に示す。GICプロセス技術部会主査である井上悟リーダー（物質研究所）のもとに、東京工業大

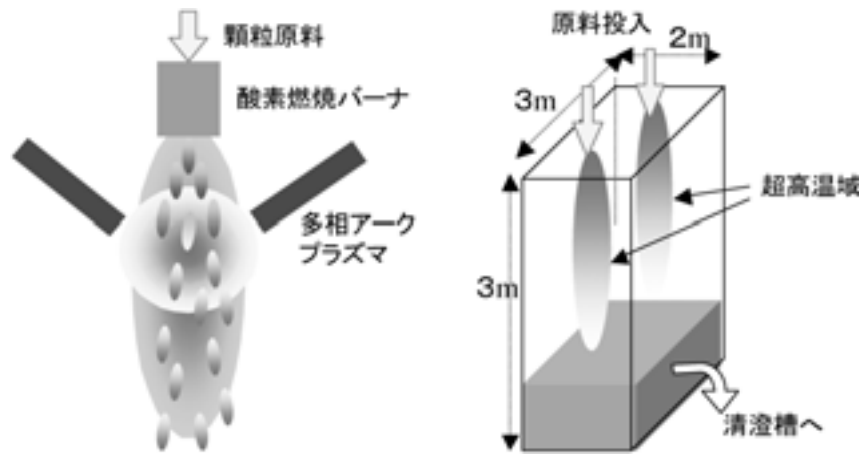


図2 新溶解技術における気中加熱と溶解炉の概念図

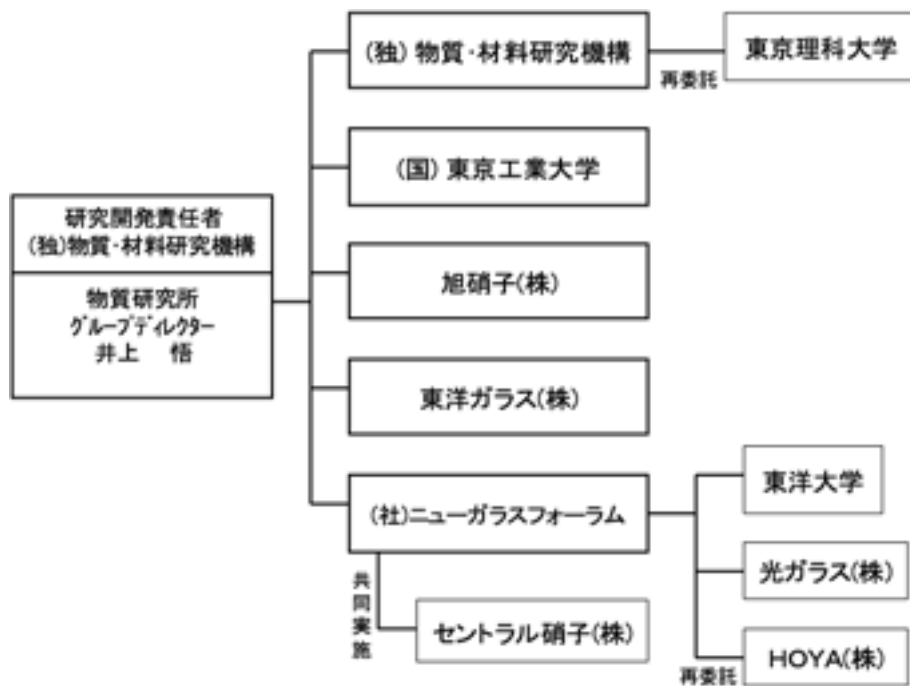


図3 新溶解技術の研究開発体制

学の3研究室、旭硝子、東洋ガラス、物質研究所、東京理科大学、東洋大学、HOYA、光ガラス、セントラル硝子およびNGFの10団体が参画し、それぞれが保有する技術ポテンシャルをフルに発揮して効率的に研究開発を推進す

る。開発期間は当面H18年度までであるが、目論み通りの結果が得られればH19年度まで延長される。

図4は、その研究開発スケジュールである。気中加熱技術を軸に、原料技術である造粒溶解

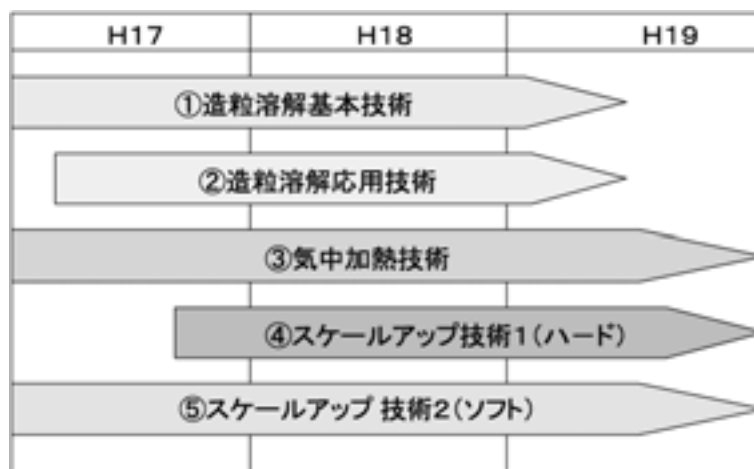


図4 新溶解技術の研究開発スケジュール

技術，実機想定試験などのスケールアップ技術1（ハード）およびシミュレーション技術によるスケールアップ技術2（ソフト）などの開発を進める。最初の1年半ほどで新溶解技術の基本的な目処を立て，H20年3月までに基盤技術の確立を目指す予定である。

最後に，今回のプロジェクト立ち上げに多大なご支援をいただいたガラス産業連合会の技術委員会，事務局，省エネ勉強会の関係者のかたがた，ならびに，7年以上にわたる不動の熱意とご支援をいただいた川地伸治氏（元日本電気硝子）に深く感謝します。

#### 4. おわりに

実質的な研究開発が始まったばかりの現時点では，本技術の可能性を具体的に表現することはできなかったが，今後，研究開発の進捗に応じて差し障りのない範囲で，極力途中結果を公表してゆきたいと考えているので，ご注目賜りたい。

#### 参考文献

- 1) ガラス産業連合会，“ガラス産業技術戦略 2025年（改訂版）”，2002年。
- 2) 米国エネルギー省ホームページ，[http://www.eere.energy.gov/industry/glass/active\\_rd.html](http://www.eere.energy.gov/industry/glass/active_rd.html)。
- 3) 山根正之編，“ガラス工学ハンドブック”，朝倉書店，1999年。
- 4) ガラス産業連合会，“プロセス技術部会報告書”，2004年。