

”インフライト・メルティング・マテリアル法”を利用した 機能性物質の開発 ～環境配慮・省エネルギー～

Development of new functional materials by using the in-flight melting materials system

高輝度光科学研究センター¹、神戸大²、鳥取県産業技術センター 機械素材研究所³、立命館大⁴、

大阪大⁵、大川原化工機株式会社⁶、ニューガラスフォーラム⁷、株式会社ジェイテック⁸

○岡田 京子¹、梶並 昭彦²、玉井 博康³、藤井 康裕⁴、是枝 聡肇⁴、梅咲 則正⁵、根本 源太郎⁶、
佐藤 敬蔵^{7,8}

JASRI¹, Kobe Univ.², Tottori institute of Industrial technology³, Ritsumeikan Univ.⁴, Osaka Univ.⁵,
Ohkawa Kakohki Co., LTD.⁶, New Glass Forum⁷, Japan Technical Exchanges & Consulting⁸

○Kyoko Okada¹, Akihiko Kajinami², Hiroyasu Tamai³, Yasuhiro Fujii⁴, Akitoshi Koreeda⁴, Norimasa
Umesaki⁵, Gentaro Nemoto⁶, Keizo Sato^{7,8}

E-mail: okada@spring8.or.jp

「インフライト・メルティング・マテリアル法」を利用する、13A(メタンが主成分)ガスと純酸素ガスをを用いる掌サイズバーナー(佐藤敬蔵が2008-2012年度のNEDO遂行時のバーナーを性能保持で小型化)を用いる0.5×0.5×2mの小型システム(図1)を鳥取県産業技術センター機械素材研究所に設置し、ほぼ最適のガス流量とガス混合比での稼働に成功した(2022/10)。現在は、環境にも配慮した様々な機能性物質(図2)の開発と、機能発現のメカニズムの解明および熔融・冷却(緩和)過程の基礎研究を行っている。来年度からは、次世代の自動車やドローン向けの制御回路部用の耐高熱の金属と非金属を繋ぐために金属成分の割合が漸増する、密着強度を上げるために粒径各種の物質開発(バーナーの固定利用)や、(AI)ロボットで行う鋭角・狭所部分への溶射(バーナーの可搬利用)も順次立ち上げる予定である。

本手法は以下の(1)-(4)の特徴を持つので、基礎研究と新物質探索に最適である。そこで、NEDO遂行時に作製されたインフライトガラスを分析して本手法のみで0.1秒以内にガラス化する理由とアルカリ成分がほぼ飛散しないメカニズムを明らかにした(Ref.2)。また、本手法でならこそそのガラス組成の”直径数十ナノメートルレベルで長さ数十ミクロン以上の針状形状”も発見した(Ref.1)。そこで、NEDO遂行時の課題群も全て解決し、さらに①②③等の改良・高度化もおこなった本手法を用いてインフライトガラス各種(図3-4)や金属(Ti, Fe, Cu, Au他)付与の機能性物質の開発、および、針状形状の作り分け等を行っている。現在は、NEDO遂行時の試料と現在の試料の比較を元に開発を進めている。①高純度の粒径0.1-a few μm の工業材料を使用、②大川原化工機(株)との共同研究でスプレードライ機を利用して造粒粉表面へのナトリウムの染み出し・造粒粉内の多数の孔空き空間作製・造粒粉の成分均一化を実現する新造粒粉を作製、③酸素過剰炎の制御をより詳細に最適化。

なお、2023度からは、現在使用中の13Aガス用のバーナーに比べて燃焼速度が5-6倍速い”水素ガス”のグリーンでエコな小型バーナー(岡田が開発中)の投入も行い、酸化炎と還元炎の使い分け、酸化物と窒化物の作り分けも行う。※本システムの貸出での共同研究も可能です。興味のある方、連絡下さい。

*(1)無容器法で外混合なので成分変更が容易で、無汚染に多種多様な機能性物質を作製できる。(2)従来法の半分以下の省エネルギーで従来法の10万分の1以下の時間の0.1秒以内に、機能性物質を簡単に作製できる。(3)単純スケールアップで10g/分(学術利用)~100t/日(産業利用)に対応でき、粒状ガラスも塊ガラスも同システムで作製できる。(4)サンプルを採取するインフライトバス中の位置や投入熱量を変えれば熔融過程の途中止め状態という高活性状態を得られる。

謝辞：本研究は、大学、研究所、県産技、メーカー等の多数の方々の御協力の下で遂行中です。

Ref.1: K. Okada *et al.*, "Needle-like forms with a few tens of nanometer in diameter and more than a few tens of micrometer length, and specific oxygen state during In-flight glass melting", JCS-Japan, 130, S1-S6, 2022. <https://doi.org/10.2109/jcersj2.22021>

Ref.2: K. Okada *et al.*, "In-flight melting method with an oxygen-excess gas burner for glass making", JCS-Japan, 128, 981-990, 2020. <https://doi.org/10.2109/jcersj2.20054>



図1. インフライト・メルティング・マテリアル法を使って機能性物質を開発する小型システム(鳥取県産業技術センター機械素材研究所に設置)。現状は13Aガスと純酸素のバーナー(佐藤の開発品)で機能性物質の探索中。2023年度には水素ガスと純酸素のバーナー(岡田の開発品)も投入、グリーン・エコのマテリアル開発へ。



図2. インフライト・メルティング・マテリアルの応用例。

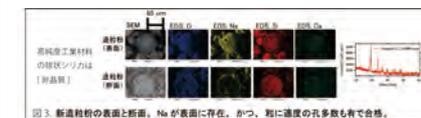


図3. 新造粒粉の表面と断面。Naが表面に存在。かつ、粒に濃度の孔多数も有る。

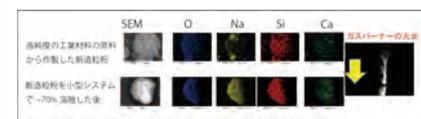


図4. 小型システムを使って作製したインフライトガラスの粒の例。