

# 5. 材料科学・材料工学における日仏共同研究

## “ELYTMAX, a Bridge between Japan and France in Material Science and Engineering”

①	Materials Design as Required and Alloys Development as Designed; 必要に応じた材料設計及び設計に応じた合金開発
NAME 名前	Prof. SHOJI Tetsuo 庄子 哲雄
AFFILIATION 所属	Frontier Research Initiatives, New Industry Creation Hatchery Center Tohoku University 東北大学未来科学技術共同研究センター
TITLE 役職	Professor 教授
CONTACT 連絡先	http://www.elyt-lab.com
TITLE OF INVENTION OR SPECIALITY 発明の名称もしくは専門	Materials Design as Required and Alloys Development as Designed; 必要に応じた材料設計及び設計に応じた合金開発
EXPLANATION  説明	<p>Current advancement of computational materials science both in atomic scale modeling and simulation for materials design and also in improved CALPHAD evaluation make it possible to fabricate an advanced materials with various properties as required in advanced structure and components such as superior creep resistance, high strength and fracture toughness, high resistance against environmental degradation and high resistance to hydrogen embrittlement. Some ongoing projects will be introduced in materials design based upon the DFT analysis and CALPHAD for an achievement of excellent durability of materials under extreme conditions</p> <p>原子スケールモデリングと材料設計のシミュレーションの両方における計算材料科学の現在の進歩と改良されたCALPHAD評価は、高度な構造と構成要素の必要に応じた様々な特性を持つ先端材料の設計並びに製造を可能にしてきており、これは、例えば、優れた耐クリープ性、高い強度と破壊靱性、環境劣化及び水素脆性に対する高い耐性が上げられる。いくつか進行中のプロジェクトは、DFT分析と極端な条件下での材料の優れた耐久性を達成するためのCALPHADに基づく材料設計に導入される。これは合金性能の実験的検証のためであり、材料設計により示唆された合金成分の材料製造には、理論通りの組成の合金製造が不可欠であり、それを阻害する不純物の排除が不可欠である。本グループは、世界最高純度の鉄を製造できる超高真空誘導加熱低温坩堝溶解炉を有しており、鉄基合金の理論通りの組成の試作が可能な設備をも有し、具体的な成果をあげてきている。</p>
MERITS 利点	Fabrication of alloys as designed is possible and alloy performance can be experimentally qualified
PERFORMANCE 性能	設計通りの合金試作が可能な設備を有しており、設計通りの合金試作により実験的検証が可能である
APPLICABLE FIELDS  応用分野	<p>Advanced Ultra Super Critical Boiler, SCC Resistant alloys for Nuclear Power Plants, Hydrogen Resistant alloys for Hydrogen Stations, Corrosion Resistant Alloys for Advanced Geothermal Plants</p> <p>先進超々臨界ボイラー、原子力発電所のためのSCC性合金、水素ステーション用の水素耐性合金、先進の地熱プラント用耐食合金、各種極限環境耐性合金。</p>
FIGURES/DIAGRAMS  図表等	
Figure caption 図の説明	

②	Sintering of coating by cold spray technique ポリマー材料の固相成膜技術
NAME 名前	OGAWA Kazuhiro 小川和洋
AFFILIATION 所属	Fracture and Reliability Research Institute / Tohoku University 東北大学大学院工学研究科附属先端材料強度科学研究センター
TITLE 役職	Professor 教授
CONTACT 連絡先	http://www.rift.mech.tohoku.ac.jp/en/professor/ogawa_lab.html
TITLE OF INVENTION OR SPECIALITY 発明の名称もしくは専門	Solid-state coating technique for polymer materials ポリマー材料の固相成膜技術
EXPLANATION  説明	<p>The process, cold spraying (CS) involves the impact of powder particles on to a target at very high speeds to form coatings or solid components. The powder particles, usually in the particle size range from 5 to 100 <math>\mu\text{m}</math> are accelerated by injection into a high velocity stream of gas. The high velocity gas is generated through the expansion of a pressurized preheated gas, which is accelerated to supersonic velocity, with an accompanying decrease in pressure and temperature, through a converging-diverging nozzle. The accelerated particles are then impacted onto the substrate after exiting the nozzle. The coating formation is somewhat close to more classical sintering. <i>Though this process is intensively used (with metals), it remains mainly empirical.</i></p> <p>コールドスプレープロセスは、コーティングあるいは厚膜構造体形成のため、粒子を高速で基材（ターゲット）に衝突させ成膜する技術である。通常、5～100<math>\mu\text{m}</math>の粒子を、高速ガス流で加速させる。この高速ガス流は、先細末広ノズルを通り、超音速に加速された予熱ガスの膨張により得られる。ノズルから噴射し加速された粒子は、基材上に衝突し、皮膜が形成される。この皮膜形成は、従来の焼結に似た現象である。本プロセスは金属材料の成膜で多く使用されているが、そのメカニズムはよくわかっていない。</p>
MERITS 利点	Phase transformation and heat affected zone can not be existed, because of solid-state coating without particle melting. 粒子を溶かさずに成膜できるため、相変態や熱影響が生じない。
PERFORMANCE 性能	It can be possible to make almost all metallic coatings, and a part of ceramic and polymer coating without particle melting. ほとんどの金属材料や一部のセラミックス、ポリマー材料の成膜
APPLICABLE FIELDS  応用分野	<p>The major advantage of the cold spray process is that it is a solid-state process, which results in many unique and high quality-coating characteristics. The deposition on the surface is purely attributed to the plastic deformation of the particles. It can be used to repair turbine blades, and mainly other devices. Considering polymers like ultrahigh molecular weight polymers like polyethylene, which are processed by sintering, might improve strongly the toughness near the surface and also decrease the friction coefficient. <i>It is worthy to notice that only a very few works were performed with polymer particles in thermal spray/cold spray</i></p> <p>コールドスプレー法の主なアドバンテージは、多くの優れた、かつ高品位な皮膜特性を得ることができる固相成膜プロセスであるという点である。表面上への粒子の付着は、粒子の塑性変形が大きく関与している。この方法は、ガスタービンブレードの補修や他の多くのプロセスへの応用が期待されている。焼結によって成型される超高分子量ポリエチレンのようなポリマー材料を考える場合、表面近くの靱性を改善することや摩擦係数を低減させることが期待される。これまでに、溶射やコールドスプレー法によるポリマーの成膜例はほとんどなく、本研究は極めて独創的である。</p>
FIGURES/DIAGRAMS  図表等 Figure caption 図の説明	 <p>Typical device      Experiment on metal      Numerical Simulation FEM-SPH</p> <p>UHMWPE on metal      Cavitation in water and typical damage of a propeller      Almost no damage while metals are strongly eroded</p>