

非平衡反応場を利用した低環境負荷ナノ材料創製技術

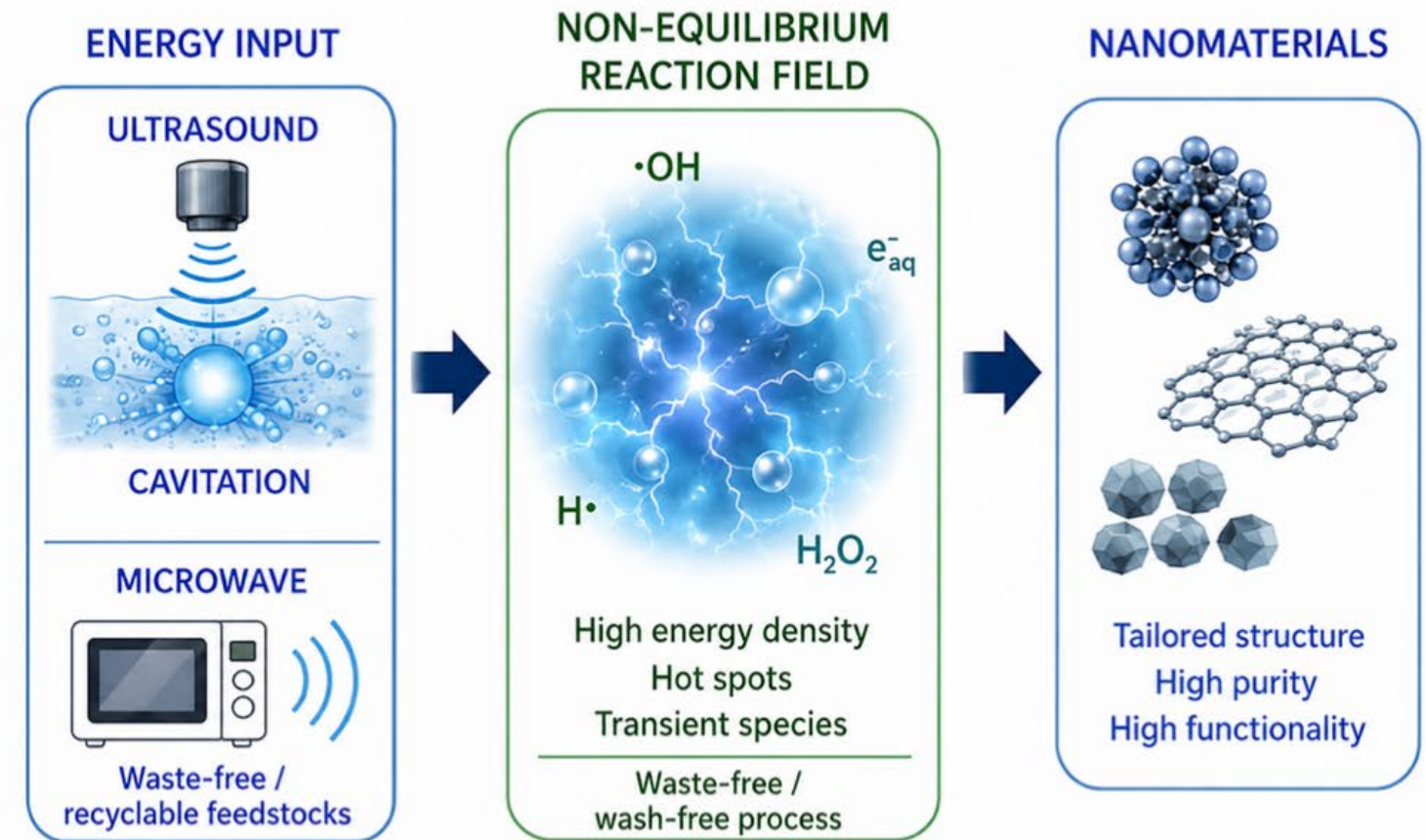
Sustainable Nanomaterial Manufacturing via Non-Equilibrium Reaction Fields



林 大和 / Yamato Hayashi,
東北大学 / Tohoku University

Graduate School of Engineering,
Department of Applied Chemistry

Low-temperature, low-waste, and
resource-efficient nanomaterial
processing enabled by ultrasonic
cavitation and microwave irradiation.



LOW-TEMPERATURE | LOW-WASTE | RESOURCE-EFFICIENT

SUSTAINABLE

超音波キャビテーションとマイクロ波照射により実現する
低温・低廃棄物・省資源ナノ材料プロセス

なぜこの技術が重要か Why This Technology Matters

従来プロセスから非平衡反応場へ
From Conventional Processing to Non-Equilibrium Reaction Fields

従来プロセスの課題 / Conventional Process Challenges

-  高温の熱処理 /
High-temperature thermal
processing
-  毒性原料と廃棄物発生 /
Toxic chemicals and waste
generation
-  洗浄・精製工程 /
Washing and purification
steps
-  エネルギー消費 /
Energy consumption

従来のプロセス Conventional processing



高温・多薬剤・多工程・高エネルギー
High-temperature ·
Chemical-intensive · Multi-step ·
Energy-intensive

非平衡反応場 Non-equilibrium reaction fields



局所エネルギー・低温・低廃棄物・省資源
Localized energy ·
Low temperature · Low waste ·
Resource efficient

非平衡反応場による可能性 / Opportunity

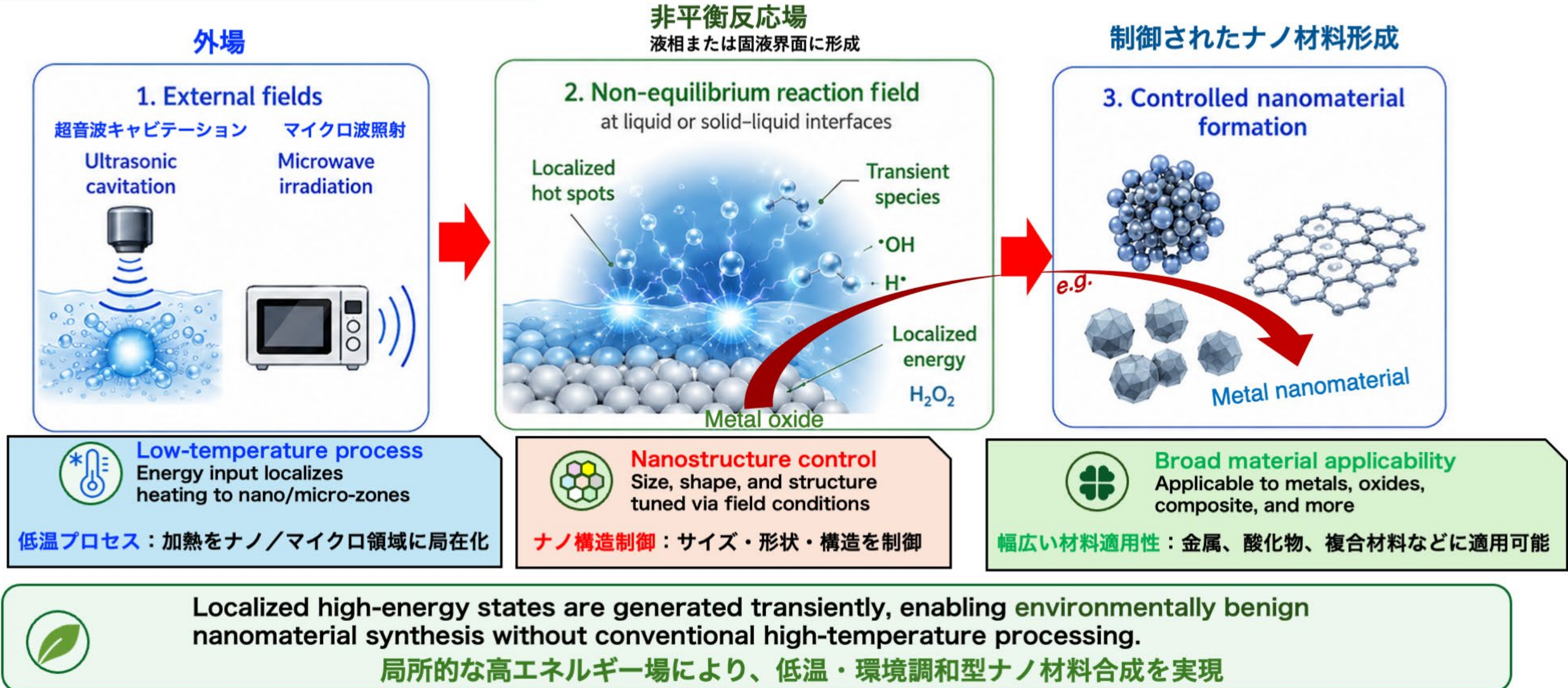
-  局所エネルギー入力 /
Localized energy input
-  より低いプロセス温度 /
Lower process temperature
-  簡素化された低廃棄物プロセス /
Simplified, low-waste
processing
-  省資源型ナノ材料創製 /
Resource-efficient
nanomaterial fabrication



サステナブルなプロセス革新は、材料創製段階から始まる。
Sustainable process innovation begins at the materials fabrication stage.

中核技術コンセプト Core Technology Concept

廃棄物を出さずに資源をナノ材料へ変換
Waste-free resource-to-nanomaterial conversion



好循環 Positive Spiral

高収率
High yield

高濃度プロセス
High-concentration

無毒原料
Nontoxic raw materials

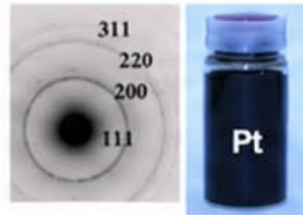
無駄ゼロ
Wasteless

簡単プロセス
Simple

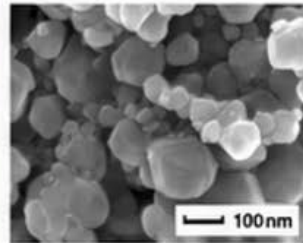
低コスト
Low cost

金属ナノ粒子 / Metal nanoparticles

Ag, Cu, Pt | Ultrasonic cavitation / microwave processing



$\text{PtO}_2 + \text{EtOH} + \text{ultrasound}$
→
Surfactant-free platinum nanoparticles

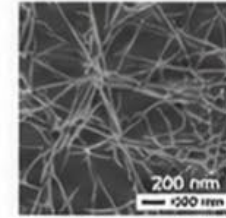


$\text{CuO} + \text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{Microwave}$
→
Ultra-high-concentration rapid synthesis of dispersant-free Cu nanoparticles

- ✓ 70°C, 10 min, 4 M, 80 nm
- ✓ No washing required
- ✓ Waste-free / dispersant-free

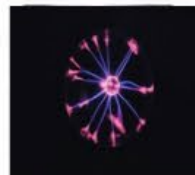
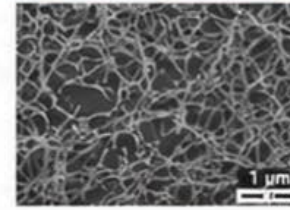
効率的な低温創製 /
Efficient low-temperature fabrication

金属ナノワイヤ / Metal nanowires



$\text{Ag}_2\text{O} + \text{Carboxylic acid} + \text{ultrasound}$
→
Carboxylic-acid-modified silver nanowires

Flexible silver nanowire transparent conductive film



Plasma pretreatment or heating at 100°C for a few seconds



- ✓ Rapid processing
- ✓ Self-heating reaction
- ✓ Energy-efficient

サイズ・形態・界面の制御 /
Control of size, morphology, and interfaces

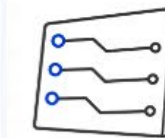
ナノ複合材料・界面材料 / Nanocomposites / interface materials



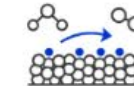
銀ナノ粒子コート落花生 /
Silver nanoparticle-coated peanuts

安全なプロセス /
Safe process

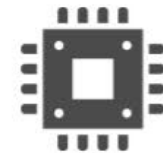
各種応用例 / Application examples



導電性フィルム /
Conductive films



触媒 /
Catalysts



電子パッケージ /
Electronics packaging



エネルギーデバイス /
Energy devices

先端材料に向けた機能設計 /
Tailored functionality for advanced materials
導電・界面材料 / Conductive and interface materials



低温 / Low-temperature

エネルギー削減・安全
Energy-saving & safe



低薬剤 / Low-chemical

原料負荷を低減
Reduce chemical load



洗浄フリー /
Wash-free

洗浄工程ゼロ・環境負荷低減
No washing step,
lower environmental impact

環境価値と企業連携

Environmental Impact and Collaboration Opportunities

環境価値 / Environmental Value



エネルギー消費の削減 / Reduced energy consumption



CO₂排出の低減 / Lower CO₂ emissions



工程簡素化と薬剤使用量の削減 /
Simplified processing and fewer chemicals



資源効率と循環性の向上 /
Improved resource efficiency and circularity

想定用途 / Potential Applications



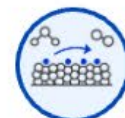
電子実装・電子材料 / Electronic materials



導電材料 / Conductive materials



エネルギー材料 / Energy materials



触媒材料 / Catalysts



機能性ナノ材料 / Functional nanomaterials

求める連携 / What We Are Looking For

1



企業との共同評価 /
Joint evaluation with industry
partners

2



実材料系での実証 /
Demonstration in practical
material systems

3



海外展開・技術マッチング /
Overseas application and
technology matching

4



ライセンス・共同開発 /
Licensing and collaborative
development



サステナブルなナノ材料プロセスを、実用的な環境・産業ソリューションへ展開するためのパートナーシップを歓迎します
We welcome partnerships to translate sustainable nanomaterial processing into practical environmental and industrial solutions.