

課題名	ナノ粒子分散ナトリウム的高速炉への適用化技術の開発			
参画機関	(独) 日本原子力研究開発機構、北海道大学、三菱重工業（株） 三菱 FBR システムズ（株）			
事業規模	期間	平成 22～24 年度	総額	434 百万円

**【研究代表者】**

荒 邦章 (独) 日本原子力研究開発機構  
グループリーダー

**【研究概要】**

高速増殖炉は、原子炉で発生した熱を取り出すための媒体（冷却材）として金属ナトリウムを使用しています。ナトリウムは熱の伝えやすさが水の100倍もあること、800℃を超える高温になるまで沸騰しないことなど、冷却材としての優れた性質を持っていますが、その一方で空気（酸素）や水に触れると激しく化学反応するという欠点も持っています。

革新性に富む技術の提案として、これまでに、電気陰性度（原子が電子を引き寄せる強さ）が大きく原子間結合力の強い金属（チタンなど）をナノ粒子として液体ナトリウム中に分散させると、酸素や水との反応が顕著に低減する可能性が見いだされています。この性質を高速増殖炉の熱媒体として使用するための研究を行った結果、懸念される空気や水との反応において顕著な低減効果があることを実証することができました。また、ナノメートル級の小さな粒子とすることで、ナトリウムが本来有している優れた熱媒体としての性質を殆ど損なわないことも明らかにすることができました。

**【その後の取り組み】**

原子力分野の技術と先端分野のナノテクノロジーの融合により、原子炉の安全性を高める新たな熱媒体を創成できる可能性を見いだすことができました。この新しい技術の基になっている現象の解明を進めながら、今後の原子炉に求められる高い安全性の実現に向けて、ナトリウムの潜在的な危険性を低減できるという革新性を活かしたシンプルで安全な高速増殖炉システムの実現に貢献したいと思えます。

【成果】

1. ナノ粒子分散ナトリウムの高速増殖炉における反応低減効果（燃焼火災）

ナトリウムは、空気に触れると燃えて周囲の温度を上げ構造物にダメージを与えることが懸念されますが、ナノ粒子の分散によって、燃える温度が顕著に低下し、さらに燃焼が途中で消えてしまう可能性が見いだされました。

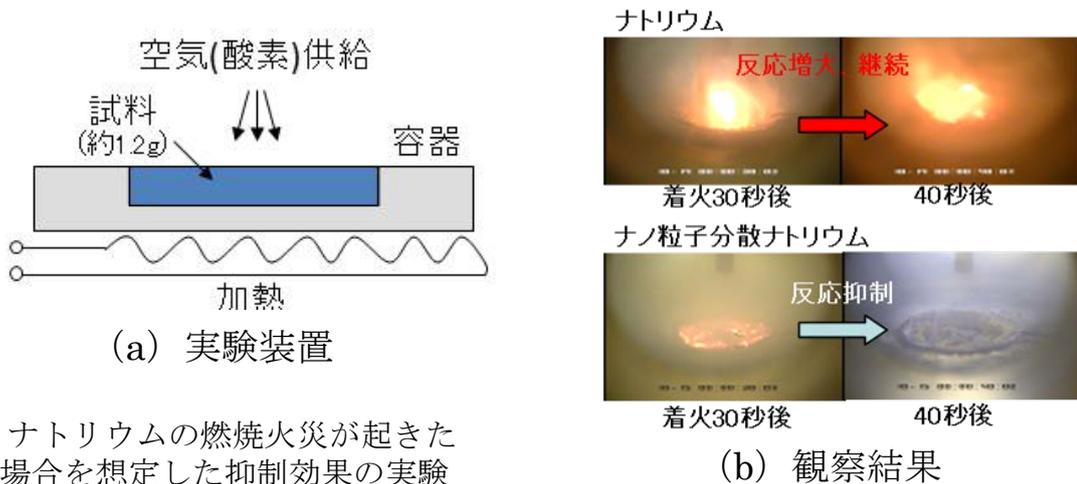
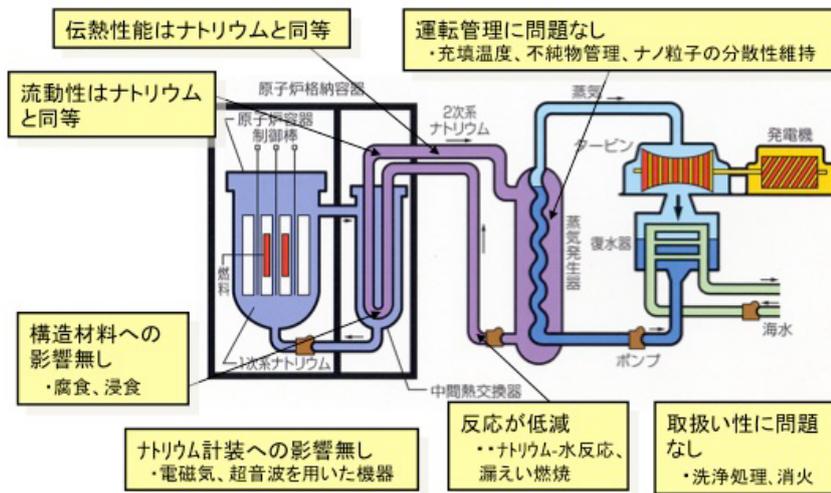


図1 ナトリウムの燃焼火災が起きた場合を想定した抑制効果の実験

2. ナノ粒子分散ナトリウムの高速増殖炉への適用性



粒子を分散させることによって、ナトリウムの流動性を損なうことが懸念されますが、ナノメートルサイズの粒子にすることで、流動性に有意な影響を及ぼさない少量(体積濃度1%程度)でも反応抑制効果を生み出すことが明らかになりました。他の影響も調査し大きな問題の無いことを確認しました。

図2 ナノ粒子分散ナトリウムを高速増殖炉に適用した場合の問題の有無の調査結果

代表的な特許、論文、受賞

【出願特許】

1. 特願 2013-166232、「ナノ粒子分散液体アルカリ金属の濃度制御方法およびそのシステム」出願人：原子力機構、三菱重工業㈱

【発表論文等】

- Masahiro NISHIMURA, Keiichi NAGAI, Takamitsu ONOJIMA, Jun-ichi SAITO, Kuniaki ARA and Ken-ichiro SUGIYAMA: The Sodium Oxidation Reaction and Suppression Effect of Sodium with Suspended Nanoparticles - Growth Behavior of Dendritic Oxide during Oxidation -, JNST, vol. 49, No. 1, 71-77 (2012).
- Jun-ichi SAITO, Toshio ITAMI and Kuniaki ARA: The Preparation and Physical Properties of Liquid Sodium Containing Titanium Nanoparticles, J Nanopart Res, 14:1298, 1-17 (2012).
- Koichi FUKUNAGA, Masahiko NAGAI, Kuniaki ARA, Jun-ichi SAITO: Study on Liquid Sodium with Suspended Nanoparticles - (1) Fabrication and Dispersion of Nanoparticles, Poster session presented at: 2012 TMS Annual Meeting & Exhibition, 2012 March 11-15; Orlando, Florida, USA.