

データ科学との融合による核燃料研究の新展開

(11) 機械学習を用いた新規高熱伝導率核燃料の選択と U_2Ti の物性評価

New Developments in Nuclear Fuel Research through Integration with Data Science

(11) Selection of novel high thermal conductivity nuclear fuels based on machine learning and physical property evaluation of U_2Ti *寅田 琉介¹, 大石 佑治¹, 牟田 浩明¹, 孫 一帆², 熊谷 将也^{2,3,4}, 黒崎 健²¹大阪大学, ²京都大学, ³さくらインターネット, ⁴理化学研究所

機械学習によって熱伝導率が高いと予測されたウラン化合物の中から U_2Ti を選択し、アーク溶解と放電プラズマ焼結により高密度単相試料を作製した。熱伝導率の温度依存性についてレーザーフラッシュ法を用いて評価し、機械学習の予測結果と比較した。

キーワード：核燃料物質, 機械学習, ウラン化合物, U_2Ti , 高熱伝導率

1. 緒言

UO_2 には原子炉で用いる上で好ましい性質がいくつかあるものの熱伝導率が低いという欠点が存在する。そのためより高い熱伝導率を有する新規核燃料の開発が望まれている。核燃料開発にあたり近年様々な分野で盛んに行われている機械学習を用いた材料開発に着目した。この手法を原子力分野で用いることで核燃料の効率的な開発が期待される。そこで Sun[1]らの熱伝導率予測をもとに高い熱伝導率と高いウラン密度を併せ持つと考えられる U_2Ti を選択、単相試料を作製し物性を評価した。

2. 実験方法

化学量論組成となるように U および Ti を秤量、アーク溶解した後粉碎し、放電プラズマ焼結と熱処理を行って高密度バルク試料を作製した。X 線回折測定と走査電子顕微鏡およびエネルギー分散型 X 線分析により、目的の化合物である U_2Ti が合成できていることを確認した。その後、レーザーフラッシュ法により熱伝導率を評価した。

3. 結果

X 線回折測定とエネルギー分散型 X 線分析結果から、作製した試料は U_2Ti が主相の均一な試料であると確認できた。 U_2Ti の熱伝導率の実験結果を他の U 化合物の文献値とともに図に示す。 U_2Ti の熱伝導率は 1000 K までの温度域において UO_2 の熱伝導率を大きく上回った。 U_2Ti の熱伝導率は機械学習による予測範囲内に収まっており、予測結果と一致したと言える。また、温度の上昇に伴って U_2Ti の熱伝導率も上昇した。この温度に伴う熱伝導率上昇は電子熱伝導率の寄与が大きいと考えられる。発表では電子熱伝導率についても議論する。

参考文献

[1] Y. Sun et al., *Journal of Nuclear Science and Technology*, **61**, 778-788, (2023).

[2] K. S. Chaudri et al., *Prog. Nucl. Energy*, **63**, 57-65, (2013).

[3] J.T. White et al., *Journal of Nuclear Materials*, **464**, 275-280, (2015).

*Ryusuke Torata¹, Yuji Ohishi¹, Hiroaki Muta¹, Yifan Sun², Masaya Kumagai^{2,3,4} and Ken Kurosaki²

¹Osaka Univ., ²Kyoto Univ., ³Sakura Internet, ⁴RIKEN.

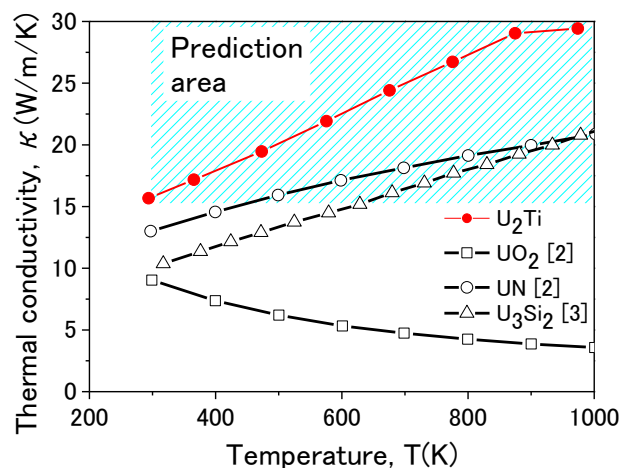


図 U_2Ti および他の U 化合物の熱伝導率と機械学習の予測範囲