

レーザー中性子源による新しい非破壊検査技術

水素の可視化、元素ごとの温度を透過計測

Non-destructive Inspection by Laser-driven Neutrons

余語覚文 教授

共同者：有川安信准教授、Alessio Morace助教、早川岳人招へい教授、三間園興招へい教授

X線で見えない水素や元素の情報を瞬間分析

中性子は原子核を構成する、電荷を持たない粒子です。中性子はX線が苦手とするシリコンや金属に対する透過力が高く、深部まで透過できます。加えて、X線では見えない水素、水や有機物などを検出できます。しかし、中性子を得るには原子炉や加速器といった特別な施設が必要でした。

そこで我々は、指先サイズで短パルス・高輝度の中性子フラッシュを発生できる「レーザー中性子源」を開発し、「いつでも・どこでも」利用できる中性子分析を実現しました。



応用1

橋梁・ビルなどの老朽化検査や 水素機器の開発・信頼性向上技術

レーザー中性子源を使えば、メートルサイズの厚い構造物に進入した水を透かして見るができます。老朽化したインフラの補修の優先順位を非破壊で評価できます。また、X線と中性子のフラッシュを同時に発生できるので、有害物質の評価(図1は充電電池に含まれるカドミウムを検出)や、ステンレス配管中の水の検知に成功(図2)しています。燃料電池や水素エンジン、配管の内部の高圧水素を透過検出することも可能です。レーザー中性子源なら10万分の1秒で計測が完了するので、水素の動きを瞬間的に計測できます。カーボンニュートラル社会実現に不可欠な水素機器の開発・信頼性向上に役立ちます。

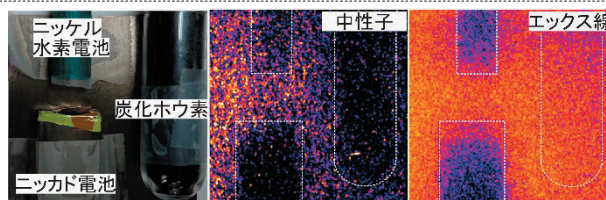


図1:レーザー中性子・X線同時撮像。中性子の透過率からニッケド電池内部のカドミウムの厚さを評価した。

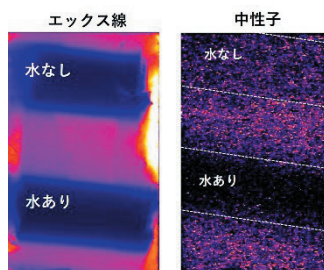


図2:ステンレス配管中の水の透過撮像。X線では配管の影だけが映り水の有無は分からないが、中性子では水のある方が影が濃く映るので判別できる。

応用2

元素を選別して温度を透過・瞬間計測：マルチパラメータ高速分析

中性子の吸収を計測することで、元素を選別してリモートで温度を計測することができます。例えば、リチウムイオン電池の場合、電極材料のみを選別して、温度変化を計測できます。電荷を持たない中性子は電気的影響が極めて少なく、充電・放電中に分析できます。これにより、破損・損傷する瞬間の様子をリアルタイムで計測することも可能になります。温度に加えて、材料ごとに選別した透過画像を同時計測できる、マルチパラメータ高速分析を実現します。

