

屋外計測に向けて車載完了！ 理研可搬型中性子源システム RANS-III

SATテクノロジー・ショーケース2025

■ はじめに

理研光量子工学研究センター(RAP)中性子ビーム技術開発チームでは、7 MeV陽子線リニアック(RFQ+DTL連結)とベリリウムターゲットによる理研小型中性子源システム(RIKEN Accelerator-driven compact Neutron System, RANS) (図1上)を2013年より稼働させ、実用構造材料を中心に分析を行っている^[1,2]。解析例としては、コンクリート内部の非破壊観察(水の浸透、空隙の生成、鉄筋腐食、塩分量)、鋼板の腐食に関する水の挙動観察、鉄鋼材料等の応力下における集合組織の挙動解析などが挙げられる。これらの解析には飛行時間分析法(TOF)や後方散乱分析法が用いられ、中性子ビームのパルス化が必須であり加速器パルス中性子源が有利である。橋梁などの社会インフラでは予防保全が喫緊の課題であり、「現場での非破壊計測」ニーズが高い。非破壊計測でよく知られるX線においては大型放射光施設からコンパクトなテーブルトップX線装置までラインナップが揃っており、近年大型構造物非破壊観察への実用化が始まっているが、中性子源については移動可能で十分なパルス特性を持つものはこれまで実用化開発されていない(持ち運び可能な中性子源としては、放射性同位元素(RI)や核融合反応を利用した装置が存在するが、強度は不十分である)。そこで移動設置可能な加速器中性子源を開発するRANS-II^[3]プロジェクトが実施された。十分なパルス強度が得られ、遮蔽も軽量化できることから陽子線リニアック(RFQ)とリチウムターゲットとの組み合わせによる可搬型中性子源システムの開発を理研では進めている(図1下)。

■ 活動内容

1. 理研可搬型中性子源システムRANS-IIIの開発状況

RANS-IIで得られた測定技術、加速器技術、遮蔽パラメータを基に、さらなる軽量化を行ったRFQ加速器(500MHz)とリチウム標的、遮蔽体を搭載したRANS-III^[4]を開発中であり、トレーラー車載状態での実地測定に向けた準備を進めている(図2)。現在は機器の車載が完了し、加速器の動作試験を実施中である。RANS-IIIでは中性子を下方に向けて照射し、中性子後方散乱測定とPGAAによる水分・塩分測定を通して橋梁の劣化を測定する。本プロジェクトはSIPサブ課題B・先進的なインフラメンテナンスサイクルの構築 (b-2:構造物内部や不可視部分などの変状・予兆の検知技術) に採択され開発が加速されている。

2. 試験施設の建設と実環境試験

2025年には新設の試験棟(中性子工学施設北棟)にトレーラーを格納した状態で中性子発生試験と実サンプル測定を実施する。測定環境における放射線量を最小限にするため、建屋内で中性子・ガンマ線計測を行って遮蔽性能の評価・最適化を行う。現在新建屋は建設工事中で、2025年1月に竣工予定である。工事と並行して放射線管理区域変更申請の準備を行っており、いよいよ屋内での実証実験間近である。道路床版等を用いた実サンプル測定では測定時間評価、測定効率化を実施する。

■ 関連情報等

(WEBサイト・参考論文)

- [1] <https://rans.riken.jp/>
- [2] Y. Otake, J. Neutron Research, vol. 23, 2-3, pp. 119-125, 2021.
- [3] T. Kobayashi, S. Ikeda, Y. Otake, Y. Ikeda, N. Hayashizaki, Nucl. Instr. Meth. A 994, 165091, 2021.
- [4] S. Ikeda, T. Kobayashi, Y. Otake, R. Matsui, M. Okamura, N. Hayashizaki, J. Neutron Research, vol. 24, 3-4, pp. 249-259, 2022.

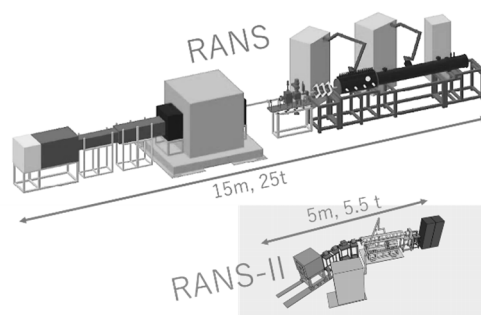


図1 理研小型中性子源システム RANS と可搬型プロトタイプの RANS-II



図2 屋外測定を行う RANS-III のイメージ

代表発表者 小林 知洋(こばやし ともひろ)
所 属 国立研究開発法人理化学研究所
光量子工学研究センター
中性子ビーム技術開発チーム
問合せ先 〒351-0198 埼玉県和光市広沢 2-1
TEL: 048-462-1111
e-mail: t-koba@riken.jp

■キーワード: (1) 加速器中性子源
(2) インフラ非破壊検査
(3) 水分計測・塩分計測
■共同研究者: 大胡武 池田裕二郎
大竹淑恵 (理研)
池田翔太 林崎規託(東京科学大)