

課題目標・目的及び研究成果

研究開発課題名（研究機関名）： <div style="text-align: center;"> ナトリウム中の目視検査装置の開発 （独立行政法人日本原子力研究開発機構） </div>	
研究開発の実施者 機関名：独立行政法人日本原子力研究開発機構 代表者氏名：山下 卓哉 機関名：公立大学法人会津大学 代表者氏名：兼本 茂	
研究期間及び予算額：平成18年度～平成20年度（3年計画） 403, 280千円 平成18年度 219,957千円 平成19年度 134,437千円 平成20年度 48,886千円	
項目	内容
1. 目的・目標	本事業では、Na冷却炉の炉内目視検査用センサとして、機器の変形、破損、脱落等が確認できる解像度2.0mm程度を有し1画面当りの画像処理時間が約0.5秒の圧電素子受信方式のリアルタイムセンサと、疲労き裂の確認に必要な解像度0.3mm程度を有する光ダイアフラム受信方式の高解像度センサを試作し水中試験及びNa中試験により高速炉への適用性を実証する。
2. 研究成果	<div style="border-bottom: 1px solid black; padding-bottom: 5px;"> <p>【研究開発項目（1）目視検査用小型センサの設計・試作・試験】 [得られた成果]</p> <p>リアルタイムセンサについては、センサ要素体による試験を行い、ナトリウム濡れ性が向上するとされている表面の金処理の効果を確認し、最終的に使用する256chのリアルタイムセンサを試作した。</p> <p>高解像度センサについては、単体センサ、センサ要素体による試験を行い、実機用センサ（送信9ch、受信2500ch）を模擬できる高解像度センサ（送信9ch、受信256ch）を試作した。</p> </div> <div style="border-bottom: 1px solid black; padding-bottom: 5px;"> <p>【研究開発項目（2）信号処理システムの設計・試作・試験】 [得られた成果]</p> <p>リアルタイムセンサ用の高速信号処理システム及び高解像度センサ用の信号処理システムについては、想定通りの信号処理を行うことができた。</p> <p>信号処理のさらなる高度化のために、同時送受信による信号処理手法の開発も行った。いくつかの信号伝送パターンから最も解像度が高くかつ速度の速い手法の検討を行い、同時送受信方式による画像化速度の高速化が可能であることをシミュレーションにより確認した。さらに、実験データから得られたダンピング定数の最適化等によりシミュレーション精度を高めることに成功した。シミュレーションで得られた成果を反映し、信号処理システムにハードウェアを実装しその性能を実証する必要があるが、ハードウェア自体にも開発要素があるため今後の研究が期待される。</p> </div> <div style="padding-bottom: 5px;"> <p>【研究開発項目（3）水中試験およびNa中システム性能試験】 [得られた成果]</p> <p>リアルタイムセンサについては、想定通りの性能を発揮した。ただし、超音波の発受信に必要なナトリウムとの濡れに時間を要することがわかり、今後の課題となった。濡れ時間の短縮は検査時間の短縮になるため、</p> </div>

経済性向上につながる。また、これまで未知であった耐久性については、ナトリウム環境下で 200 時間以上の耐久性を示すことができた。

高解像度センサについては、水中試験で想定以上の成果を發揮した。具体的には、今まで確認されていなかった疲労き裂の画像化に成功している。ただし、こちらもリアルタイムセンサ同様にナトリウムとの濡れに時間を要したことは課題である。また、これまで未知であった耐久性については、ナトリウム環境下で 1000 時間以上の耐久性を確認することができた。

本研究を通して、金属表面のナトリウムに対する濡れ性と透過する超音波信号の強度に関して定量的に評価された研究がないことがわかった。今後は、濡れ性の改善と定量評価を確立することで、さらなる性能向上につながると思われる。

【事業全体】を通して

本事業全体を通し、Na 冷却炉の炉内目視検査用センサとして、機器の変形、破損、脱落等が確認できる解像度 2.0mm 程度を有し 1 画面当りの画像処理時間が約 0.5 秒の圧電素子受信方式のリアルタイムセンサの開発に成功した。また、疲労き裂の確認に必要な解像度 0.3mm 程度を有する光ダイアフラム受信方式の高解像度センサの開発に成功した。両センサとも水中試験及び Na 中試験により高速炉への適用性を実証することができた。また、更なる信号処理方法の高度化のために同時送受信方式の検討も行い、その可能性を示すことができた。ただし、超音波の発受信に大きな影響を与えるナトリウムに対する濡れ性向上に課題があることがわかった。

【論文、特許等】

日本原子力学会（口頭発表）

ナトリウム中目視検査用リアルタイムセンサの要素試験結果（2007年秋の大会）

ナトリウム中目視検査用高解像度センサの要素試験結果（2007年秋の大会）

ナトリウム中目視検査用リアルタイムセンサの要素試験結果（2）（2008年秋の大会）

ナトリウム中目視検査用高解像度センサの要素試験結果（2）（2008年秋の大会）

ナトリウム中目視検査用リアルタイムセンサの開発（2009年秋の大会）

ナトリウム中目視検査用高解像度センサの開発（2009年秋の大会）

特許

特願2008-53239：高解像度対応超音波センサ

特願2008-53251：高温環境下に存在する物体の状態を測定するための超音波センサ

<p>3. 事後評価</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実施計画の進捗 ・革新的なブレイクスルー ・成果及び発展性 	<p>【実施計画の進捗】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・センサー性能に影響するナトリウム濡れ性対応の課題は残ったものの、計画通り遂行したと評価する。 <p>【革新的なブレイクスルー】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ナトリウムの濡れ性対策が大きな課題となっている。実用化を目指して、今後濡れ性の改善・解決が望まれる。 <p>【成果及び発展性】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・当初目標に対して成果が得られてはいるが、ナトリウム濡れ性の影響を評価するために、ナトリウムの専門家を研究体制に入れてしっかりと検討を進めてもらいたい。
<p>4. その他</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・信号処理法を含め、計測技術の進展に成果があった。しかしながら、確実なナトリウム濡れ性の確保および計測時間を考えると、実用化には更なるブレイクスルーが必要と考える。