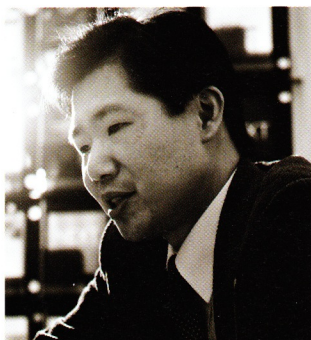


原子炉配管の非破壊検査技術の開発

原子力発電の安全性を飛躍的に高める監視技術を開発する

内一哲哉准教授



— 化石燃料が排出する温暖化ガスの削減が人類的な課題となる一方、石油価格が暴騰しているなかで、いま原子力発電に再び期待が集まっています。そのためには、原子炉の安全確保という社会的な要請に応えなければなりません。我々の研究は、疲労割れ、応力腐食割れ、減肉といった原子

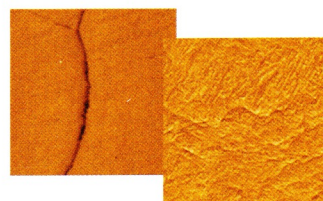
力機器の劣化・損傷を、監視・検出・評価することです。

— 現在の原子力発電所は、年に一度定期的に原子炉を止めて燃料交換と検査補修をしています。しかし、この方式は非常に効率が低いのです。運転をしながら最新技術によって常時原子炉をモニターし、修理が必要になりそうな箇所を把握して燃料交換時にまとめて修理をすれば、原子力発電の効率は飛躍的に上がりますし、センサーの信頼性が高ければ、原子炉の安全性も飛躍的に上がるわけです。

— 我々は二つのアプローチで原子炉配管の監視技術を開発しています。一つは、配管に発生したき裂を早期に検出し、そのき裂がどの

程度深刻なものを評価することです。き裂の検出には超音波と渦電流がセンサーとして使われるのですが、我々はこの二つのセンサーを一つのメカニズムに組み込んだシステムを開発しています。超音波センサーに強いフランスの国立応用科学院リヨン校と、渦電流に強い東北大学との共同開発が進行中です。超音波は配管表面の監視に、渦電流は配管深部の検出に強く、両方が揃えば、配管き裂の検出の信頼性は飛躍的に向上します。

— もう一つは、実際にき裂が発生する前に、配管材料の側から材料の劣化を示す信号を検出し、き裂の発生を前もって予測することです。原子炉配管にはオーステナイトと呼ばれるステンレス鋼が使われているのですが、材料劣化とともに弱い磁性が出てくることが発見されています。この磁性変化を検出することで、き裂が現実には発生する前にき裂発生を予測できるのではないかと考えているわけです。この材料劣化の検出・評価技術の実用化によって、未来の原子炉は非常に安全なものになっていくと思います。



オーステナイト系ステンレス鋼の劣化によるミクロ組織構造の変化

二酸化炭素の地下固定技術の研究

地下から出た二酸化炭素を再び地下に返す

伊藤高敏教授



— 人類が利用しているエネルギーの80%は化石燃料の燃焼によって発生していますが、その結果大量の二酸化炭素という温室効果ガスが発生し、人類の生存を脅かしています。この二酸化炭素を地下に封じ込める技術を我々は研究しています。

— まず、地下1キロほどに存在する地下水が豊富な地盤に、強い圧

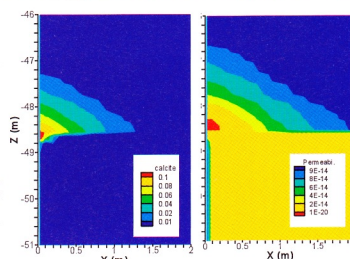
力をかけて二酸化炭素を押し込みます。地下1キロ付近は約100気圧という高圧環境ですから、二酸化炭素は液体になります。そして液化した二酸化炭素は、100年単位の時間をかけて地下水に溶け込んでいくのです。さらに一万年単位の時間が経つと、二酸化炭素はやがて鉱物化します。つまり、二酸化炭素は鉱物として地下に固定されるのです。

— この発想を実用化するためには、二酸化炭素を埋めるべき地下の状態を正確に知らなければなりません。地下構造にき裂や断層があれば、二酸化炭素が割れ目を伝って地上に出てきますし、圧力を掛け過ぎると地殻が割れてしまうこともあります。き裂や断層を探索するのに特

に重要なのが、専門用語で「地殻応力」と呼ばれている力で、これを正確に測定することが、二酸化炭素の地下封じ込めを成功させるための基本技術の一つなのです。

— 流体科学研究所は、この地殻応力の測定に「水圧破砕法」という技術を開発し、そのデータ解析に独自の手法を確立してきました。水圧破砕法とは、簡単に言いますと二枚の金属板を接着して測定したい地中に、二枚の金属板の間に圧力を掛けた水を注入し、金属板がどの時点で開くかで地殻応力が測定できるというものです。流体科学研究所が開発したこの技術とデータ解析法は、地殻応力を測定する世界標準技術になっています。

— 二酸化炭素を封じ込めやすい地下構造を、専門用語で帽岩（キャップ・ロック）と呼んでいますが、帽岩構造とは石油が貯まりやすい地下構造でもあります。我々の研究によって、地下から出た石油を燃やして発生した二酸化炭素を、再び地下に戻してやるのです。



数値シミュレーションによる具体性の検討
TOUGHREACTによるモデル化