

INSS

JOURNAL

Journal of the Institute of Nuclear Safety System

Vol.30 2023

概要版



Institute of Nuclear Safety System, Incorporated

株式会社 **原子力安全システム研究所**

【社会システム研究所】 【技術システム研究所】

〒919-1205 福井県三方郡美浜町佐田64号 TEL.0770-37-9100(代) FAX.0770-37-2008
URL <http://www.inss.co.jp>



社会システム研究所

人間科学・社会科学により
安全と信頼を追究

ヒューマンファクター研究センター

人間行動グループ
組織文化グループ

社会システム
研究所

社会意識・エネルギー問題
研究プロジェクト

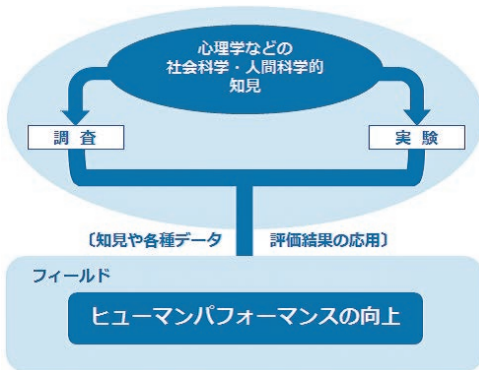
主な研究活動内容

① ヒューマンファクター研究

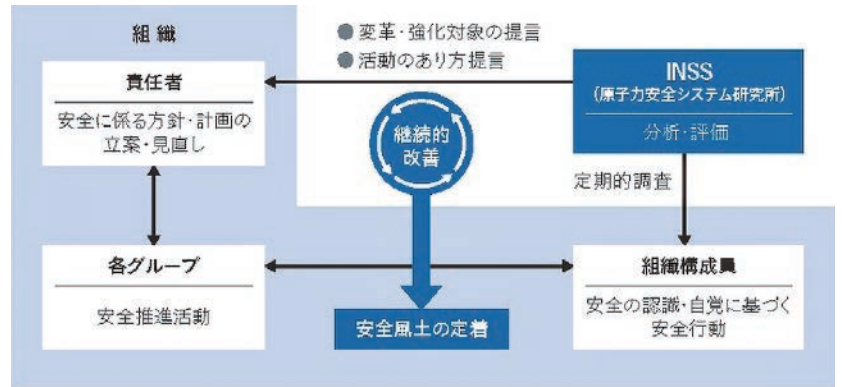
◆原子力発電所における事故の防止、安全性向上のための人的側面からの調査・研究

- ・ヒューマンパフォーマンス向上に関する調査・研究
- ・安全文化の浸透・定着方策に関する実践研究
- ・組織の安全風土調査（質問紙調査・フィールド調査）
- ・職場風土の改善方策に関する研究（モチベーション・リーダーシップ）

ヒューマンパフォーマンス向上に関する研究（イメージ）



安全風土評価システム



② 社会意識・エネルギー問題研究

◆原子力発電に関する社会意識・態度の調査・研究

- ・原子力に関する世論動向の継続調査
- ・中間層における態度変容の傾向に関する調査
- ・中間貯蔵施設の受け止めに関する調査

社会意識調査のスキーム



◆原子力のエネルギー源としての位置付け、ならびにエコノミー・エコロジーとの関連を含めた研究

- ・学校でのエネルギー環境教育の実践・普及に関する調査

エネルギー環境教育
実践事例集



掲載論文紹介

原子力発電所に関わる出来事が職員に及ぼした影響について —安全風土アンケート調査を通して— (SR-1)

ヒューマンファクター研究センター
組織文化グループ
福井 宏和

研究概要

2003年から2021年まで3年毎に全国の原子力発電所において安全風土のアンケート調査を実施してきた。その間、原子力発電所に関わる種々の出来事が発生している。アンケート調査は、これらの出来事の前後においても定期的実施され、職員の安全風土に対する認識がデータとして記録されている。本研究では、原子力発電所の安全風土に影響を与えたと考えられる主な出来事について概観する。

原子力産業従業員の安全風土評価における年齢差 (SR-2)

ヒューマンファクター研究センター
組織文化グループ
寺口 司

研究概要

本研究では従業員の年齢によって職場の安全風土評価（従業員を安全行動に導く組織環境かどうかの評価）が異なる点を検討した。同時に職位や世代などの調整要因を探索的に検討し、年齢による安全風土評価の違いを生み出す要因を検討することも目的とした。その結果、20歳代以下が他の年齢よりも評定値が高いことが示された。

リスクにフォーカスすることによって若年層の原子力発電利用態度は変わるか？ (SR-3)

社会意識・エネルギー問題
研究プロジェクト
北田 淳子

研究概要

世論調査では若年層のほうが原子力発電の利用に肯定的な傾向がある。原子力発電のリスクやネガティブな事実にかかわる認識が少ないことが一因との先行研究をふまえ、20代と60代対象のWeb調査で、原子力発電のリスクにフォーカスすることによる態度への影響を分析した。その結果、若年層は容易に否定的に変わりやすいわけではないことが示された。

2050年カーボンニュートラル実現に関する人々の意識 (SR-4)

社会意識・エネルギー問題
研究プロジェクト
夢田 幹宏 (現 日本原子力産業協会)

研究概要

本研究では、カーボンニュートラルに関する人々の意識について調査を行った。現状では、カーボンニュートラルについての認知はなされていない。このためカーボンニュートラルの情報発信をする際には、「情報を論理だてて処理するための科学的に裏付けのある情報提供」とされるものに依存して発信することには一定の限界があると言わざるを得ない。提供できる情報量は限られているため、情報共有の動機づけを高めていくような取組みが必要となる。

エネルギー問題におけるリスク・コミュニケーション—共に考える姿勢が示されることの意味— (SR-5)

社会意識・エネルギー問題
研究プロジェクト
夢田 幹宏 (現 日本原子力産業協会)

研究概要

この調査では対話冒頭で「共に考えるための時間を持たせてほしい」と宣言することによって共考の姿勢を示し、それによって対話にどのような影響があるのかを検討した。今回の調査が示すところによれば、コミュニケーションの送り手が「共考の姿勢」を伝え、コミュニケーションを受ける人との間で「共考の姿勢」が共有されることで、より自然な形のコミュニケーションに繋がることが示された。

意識調査で科学技術リテラシーをどのように尋ねるか？ (SR-6)

社会意識・エネルギー問題
研究プロジェクト
藤田 智博

研究概要

科学技術をめぐるリテラシーの有無は、意思決定の背後にある事実判断の正確性という観点から理解することが可能である。本研究では、エネルギー問題や原子力発電について人々がどのような事実判断を下しているのかを測定する質問を考案し、それらを組み込んだ社会調査を実施した。分布、回答特性、変数間の関連といった結果を報告する。

働きがいのある会社で行われている取り組み：テキストマイニングによる分類の試み (R-1)

ヒューマンファクター研究センター
組織文化グループ
後藤 学

研究概要

本研究では、働きがいのある会社の取り組みに関する記述についてテキストマイニングを行い、取り組み内容の分類を試みた。具体的には、共起ネットワークから得られた13のコミュニティを、(1) 制度整備に関する取り組み、(2) 人材育成に関する取り組み、(3) 意識共有に関する取り組み、(4) コミュニケーション活性化と一体感に関する取り組み、(5) 社会貢献に関する取り組みの5つに整理した。

新型コロナウイルス感染対策緩和段階におけるテレワークの状況 (R-2)

ヒューマンファクター研究センター
組織文化グループ
濱野 和佳

研究概要

新型コロナウイルス感染症対策に伴う行動制限が緩和されるにつれて、テレワークの定着状況がどのように推移しているか、各種継続調査の結果をもとに整理した。テレワークの実施率は、第1回緊急事態宣言解除後、低下傾向が続き、テレワークを積極的に推進する企業は減ってきているが、従業員のテレワーク継続意向は高まっている傾向が示された。

掲載資料紹介

福島第一発電所事故後の原子力発電に対する 海外世論の動向(6) (R-3)

社会意識・エネルギー問題
研究プロジェクト
大磯 眞一

研究概要

本研究では、欧の一部の国の原子力発電に関する世論調査結果について調査した。米国においては、2022年時点で、原子力発電に対する支持は不支持を上回っており、欧州における世論調査結果をみても、英国、スウェーデン、チェコにおいて同様であり、中でも2月にロシアによるウクライナ侵攻のあった2022年には、3か国とも支持率が伸びた。

エネルギー・環境問題の視点を取り入れた デジタル教材の制作について(1) (R-4)

社会意識・エネルギー問題
研究プロジェクト
西野 加奈江

研究概要

当プロジェクトが事務局を務めるエネルギー環境教育関西ワークショップ研究会の2022年度活動において、有志メンバーによりデジタル教材制作ワーキングを結成し、エネルギー・環境問題の視点を取り入れたデジタル教材制作に取り組んだ。ここでは、完成した2つのコンテンツについて紹介する。

技術システム研究所

原子力発電の安全性・信頼性の
一層の向上を追求

高経年化研究センター
計画グループ
経済動・構造グループ
材料グループ

原子力情報研究プロジェクト

安全・防災研究プロジェクト

技術システム
研究所

主な研究活動内容

① 高経年化研究

- ・ 先手管理につながる高経年化対策
- ・ 材料劣化のメカニズムの解明や予測・評価に関する研究
- ・ 機器の非破壊検査に関する研究
- ・ 構造強度評価に関する研究

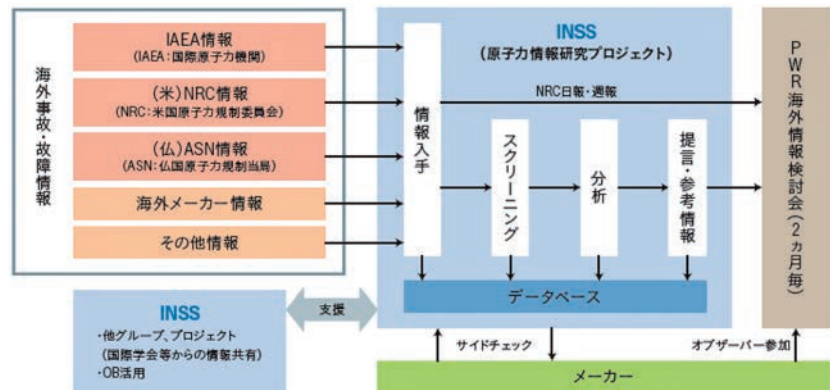
高経年化対策における安全研究 (イメージ)



② 原子力情報分析

- ・ 海外の原子力発電所の運転経験等の情報収集・分析
- ・ 分析結果を電力会社に報告 (提言)

海外トラブル情報入手から事業者への提言の流れ



③ 安全・防災研究

- ・ 過酷事故の事象進展予測や影響緩和、原子力防災対応支援に関する研究
- ・ 原子力プラントの事故時の安全裕度評価に関する研究

原子力災害事象の事象進展予測技術開発



プラント安全評価における解析作業



掲載論文紹介

熱疲労における亀甲状亀裂の発生要因と強度に及ぼす影響 (NT-1)

高経年化研究センター
熱流動・構造グループ
釜谷 昌幸

研究概要

配管の内部流体の温度変化によって亀甲状の亀裂が発生することがある。本研究では、①なぜ亀甲状になるのか、②亀甲状亀裂によって配管の強度はどの程度低下するのか、を調べた。①については、数値シミュレーションにより模擬される亀裂が亀甲状となる場合の条件を調べた。②については、再現された亀甲状亀裂を有する管の強度を解析により明らかにした。

高低温水合流配管における疲労寿命評価法の検討(有効ひずみ範囲を用いた荷重履歴効果の考慮) (NT-2)

高経年化研究センター
熱流動・構造グループ
三好 弘二

研究概要

複雑に変動する荷重下では、変動荷重の大小の順序により疲労寿命が変化するためその寿命予測は容易ではない。本研究では、高低温水が合流するティー部に生じる流体温度変動による熱疲労現象を対象に、履歴効果による寿命低下とその要因について明らかにした。また、疲労亀裂進展の駆動力に着目することでその寿命低下を保守的に考慮可能な評価法を提案した。

原子炉容器鋼中の溶質原子クラスタ形成に対するSiの影響 (NT-3)

高経年化研究センター
材料グループ
藤井 克彦

研究概要

原子炉容器鋼に中性子照射で形成する溶質原子クラスタの形成機構を明らかにすることを目的に、原子炉容器鋼のモデル合金であるFe-Mn-Si合金およびFe-Mn合金に対して、Feイオン照射試験とアトムプローブ分析を実施した。その結果、低照射量での溶質原子クラスタ形成の初期過程において、Siが共存するとMnの集積が抑制される機構が明らかになった。

Ni基合金溶接部のSCC割れ面可視化 (NT-4)

高経年化研究センター
材料グループ
石田 仁志

研究概要

これまでにも面が接触する割れの可視化に有効とされる高調波法によって、Ni基合金溶接部のSCCの可視化が可能であることを示してきた。この度、現行法である超音波パルス法のうち最も高度な手法とされるフェーズドアレイ探触子を用いて、Ni基合金溶接部のSCCを測定し、高調波法との比較、測定条件としての屈折角と焦点深さの影響に関する知見を得た。

TT690合金冷間加工材の高温クリープ試験における粒界キャビティ分布と応力分布の関係の評価 (NT-5)

高経年化研究センター
材料グループ (現 関西電力)
大蔵 徹

研究概要

本研究では、TT690合金のSCC発生に寄与する可能性が指摘されている粒界キャビティについて、引張荷重の軸方向に応力分布が形成するテーパ付平板試験片を用いて応力分布との関係性を評価した。その結果、認められた値から、冷間加工により導入された空孔が応力勾配を駆動力として高応力部に集積して粒界キャビティを生成したことが示唆された。

電子顕微鏡とアトムプローブによる中性子照射ステンレス鋼の粒界偏析の評価 (NT-6)

高経年化研究センター
材料グループ
三浦 照光

研究概要

中性子照射によりステンレス鋼の粒界に元素が偏析する現象は照射誘起応力腐食割れの原因の一つである。粒界偏析を定量評価する方法には、電子顕微鏡を使った分析法とアトムプローブを使った分析法がある。本報告では、両分析法による評価結果を空間分解能の観点から比較し、評価結果を統一的に扱う上での測定や解析上の注意点を示した。

亜鉛注入したPWR1次系環境水中におけるTT690材の腐食挙動に及ぼす溶存水素濃度の影響 (NT-7)

高経年化研究センター
材料グループ
金島 慶在

研究概要

亜鉛注入したPWR1次系模擬水環境でTT690合金を用いた浸漬試験を行い、プラント運転温度範囲での腐食挙動に対する溶存水素(DH)濃度の影響を評価した。その結果、亜鉛注入環境下においても、高DH濃度側で腐食が抑制される傾向が示されるとともに、亜鉛注入により酸化物の形成が抑制されることが確認された。

高調波法によるA6061アルミニウム合金中の微細粒子形成の評価 (NT-8)

高経年化研究センター
材料グループ
前田 悠希

研究概要

原子炉容器鋼の照射脆化の非破壊評価の適用を目的に、熱時効を行い、微細粒子を形成させたA6061アルミニウム合金の非線形パラメータを測定した。今回の測定体系では、非線形パラメータは微細粒子の形成に鈍感であったものの非線形パラメータと硬さに一定の相関が認められ、非線形超音波伝搬特性が微細粒子の形成に依存する可能性が示唆された。

INSS JOURNAL Vol.30 2023

掲載論文・解説紹介

海外トラブル分析から学ぶコンフィグレーション管理について (NT-9)

原子力情報研究プロジェクト
田中 秀夫

研究概要

リスク情報を活用した意思決定によるリスクマネジメントを支える機能として、規制要求を含む要件と文書化された情報と機器・構築物の3要素が不整合を生じさせないためのコンフィグレーション管理が位置付けられる。ここでは、海外トラブル分析に際し、このコンフィグレーション管理の不備に関し視点を変えて分類することで、是正措置の十分性について評価できる可能性を示す。

2022年度 関西電力美浜発電所 防災訓練シナリオに基づく解析 (NT-10)

安全・防災研究プロジェクト
川崎 郁夫

研究概要

今回、2022年度に実施された関西電力美浜発電所防災訓練シナリオに基づく解析を実施した。具体的には、事象発生とその後の工学的安全設備の多重故障、アクシデントマネジメント (AM) 等を想定した解析を実施し、得られた結果から特定事象発生時刻やプラント応答、AMの評価を実施した。

フラッキング状態での鉛直管内流動特性への 液粘性の影響 (NT-11)

安全・防災研究プロジェクト
高木 俊弥

研究概要

加圧水型原子力発電所で、発電中に原子燃料を冷却している水が配管破損などにより外に漏れると、系統内の圧力が下がり蒸気と水が混合した状態となる。当研究所では、その際の原子燃料の冷却可否を検討するため、気体と液体が混合した流れの特性について評価を行っているが、今回は液体の粘性が気体や液体の流れに及ぼす影響について実験結果から評価を行った。

統計的安全評価における代替統計モデルの適用 (実機条件に対する不確かさ解析のベイズ推定) (NT-12)

安全・防災研究プロジェクト
木下 郁男

研究概要

加圧水型原子炉の小破断LOCA事象を対象とした統計的安全評価において、代替統計モデルを使用した95%累積確率値の評価の有効性をRELAP5計算結果と比較して検討した。
適応的サンプリング手法を適用することによって、代替統計モデルによる95%累積確率値の評価は、RELAP5計算結果とよく一致し、順序統計法よりも精度がよく、変動が小さいことを確認した。

上下端がラウンドの鉛直管における 気液対向流の数値計算 (NT-13)

安全・防災研究プロジェクト
村瀬 道雄

研究概要

数値流体力学 (CFD) コード FLUENT を使用して直径 40 mm で上下端がラウンドの鉛直管を用いた空気と水での対向流実験に対する検証解析を行った。上端で水の落下が制限される気相体積流束が小さい条件に対し、落下水体積流束の計算値は測定値とよく一致したが、気液界面での数値拡散が大きく液相体積率が過大に計算された。

自然対流における飽和蒸気と 空気の混合気体からの壁面凝縮 (NT-14)

安全・防災研究プロジェクト
村瀬 道雄

研究概要

原子炉事故時における格納容器内構造物への凝縮熱流束 q_c の評価を目的とし、強制対流に対する q_c の相関式を基に自然対流に対する q_c の相関式を求めた。求めた q_c の相関式は従来データの最小値とよく一致したが、主流で定義された q_c の相関式を構造壁近くの乱流層に適用すると q_c の計算値は減少するため、今回、乱流層に適用する際の q_c の修正式を求めた。

GOTHICコードによる平板への壁面凝縮実験の 数値計算 (NT-15)

安全・防災研究プロジェクト
(現 MHI NS エンジニアリング)
鈴木 替教

研究概要

原子力発電所事故時に原子炉格納容器内に冷却材が漏えいした際、放射性物質の屋外への放出を最終的に守っている格納容器の健全性を確認するには格納容器内部壁面に凝縮した水の伝熱特性を正しく評価・反映する必要がある。本研究では、格納容器解析コード GOTHIC を用いた事故時の評価で伝熱事象の適切な評価の可否について基礎実験結果と解析結果の比較から検討を行った。

オーステナイト系ステンレス鋼溶接熱影響部の高温水中 SCC進展挙動 —これまでの研究状況と今後の課題— (RV-1)

高経年化研究センター
材料グループ
山田 卓陽

研究概要

オーステナイト系ステンレス鋼の高温水中応力腐食割れは、冷間加工により硬化すると促進されることが知られている。一方、溶接熱影響部も硬化する可能性があるが、この硬化に着目した研究例は少ない。本報告では、この溶接熱影響部の硬化に着目した INSS での研究成果を中心に再整理して紹介し、今後の課題について述べた。

掲載解説紹介

米国の原子力発電所周辺地域の暴風雨等による 被害状況調査 (R-5)

原子力情報研究プロジェクト

須山 健

研究概要

今後の気候変動により、わが国でも台風、竜巻、強風などの規模が増大したとしても、原子力発電所は極めて保守的な仮定で設計されているため安全性には影響がないが、発電所周辺地域への影響も懸念されるため、台風等の規模が日本より大きく、災害の状況が比較的詳しく公表される米国を対象として、その原子力発電所付近の被害状況を調査した。

シビアアクシデント時の炉心燃料損傷 リロケーションに関する総合効果試験 (C-1)

安全・防災研究プロジェクト

西田 浩二

研究概要

本報告では、シビアアクシデント (SA) 時の炉心燃料損傷、リロケーションに関する総合効果試験について解説する。試験体系、熱水力条件の差により温度挙動は異なるが、被覆管温度はジルコニウム-水発熱反応により上昇し、燃料のリロケーション等の影響を受けて変化する。今回、SA解析コードMAAP5は被覆管温度を予測すると共に、燃料のリロケーションを模擬した。

所員の主な受賞歴

2013年3月 NACE International 2013 CORROSION Best Paper Award

- ◆受賞対象テーマ：Dependence of Stress Corrosion Cracking of Alloy 690 on Temperature, Cold work, and Carbide Precipitation
-Role of Diffusion of vacancies at Crack tips

受賞者：有岡 孝司 山田 卓陽 宮本 友樹 寺地 巧

2014年3月 NACE International 2014 W.R. Whitney Award

受賞者：有岡 孝司

2015年4月 日本機械学会賞（論文／2件）

- ◆受賞対象テーマ：Correlation between Flow Accelerated Corrosion and Wall Shear Stress Downstream from an Orifice

受賞者：歌野原 陽一 長屋 行則 中村 晶 村瀬 道雄 釜堀 孝一

- ◆受賞対象テーマ：電子後方散乱回折（EBSD）による構造材料の損傷評価（測定手順標準化のための測定品質の定量評価）

受賞者：釜谷 昌幸

2017年5月 日本保全学会 論文賞

- ◆受賞対象テーマ：Fatigue Damage Management Based on Postulated Crack Growth Curve

受賞者：釜谷 昌幸

8月 日本混相流学会 論文賞

- ◆受賞対象テーマ：鉛直管における気液対向流制限に関する研究

受賞者：楠木 貴世志 山本 泰功 村瀬 道雄

2018年5月 日本保全学会 論文賞

- ◆受賞対象テーマ：Measurement of Flow Accelerated Corrosion Rate at an Elbow Pipe and Combination Effect of an Upstream Orifice

受賞者：歌野原 陽一 釜堀 孝一 中村 晶 村瀬 道雄

2019年6月 日本保全学会 論文賞

- ◆受賞対象テーマ：原子カプラントにおけるレジリエンス評価法の開発（その3：レジリエンス指標の評価法と適用性に関する検討）

受賞者：釜谷 昌幸

2020年9月 日本行動計量学会 杉山明子賞（出版賞）

- ◆受賞対象テーマ：原子力発電世論の力学 —リスク・価値観・効率性のせめぎ合い—（2019年10月 大阪大学出版会の発刊）

受賞者：北田 淳子

2021年9月 産業・組織心理学会 優秀論文賞

- ◆受賞対象テーマ：安全の現場に求められるワークモチベーション：安全志向のモチベーションの効果とその源泉としての自己価値充足モデル

受賞者：藤田 智博 後藤 学 河合 学

2022年8月 日本混相流学会賞 技術賞

- ◆受賞対象テーマ：蒸気と非凝縮性ガスの混合気体から構造物表面への凝縮伝熱の評価方法

受賞者：村瀬 道雄 歌野原 陽一

2023年3月 日本機械学会北陸信越支部賞 技術賞

- ◆受賞対象テーマ：原子炉システム解析コード RELAP5 の高度化に関する技術開発

受賞者：木下 郁男

2023年3月 日本原子力学会賞 論文賞

- ◆受賞対象テーマ：Micro-mechanical investigation about degradation of grain boundary cohesive strength of neutron-irradiated stainless steels

受賞者：三浦 照光 藤井 克彦

2023年6月 日本保全学会賞 論文賞

- ◆受賞対象テーマ：Development of Reliability Assessment Model for Seismic Loading that considers Fatigue Damage

受賞者：釜谷 昌幸