

QASG ニュース 97



品質保証研究会
Quality Assurance Study Group

2019・9

内容

I. 第29回通常総会開催

II. 第29回通常総会・特別講演

III. 平成30年度定例研究会・各グループ活動計画

IV. 令和元年度役員紹介

編集後記

I. 第29回通常総会開催

第29回通常総会が令和元年6月4日(火)、学士会館にて開催され、盛況のうちに終了した。当日は、37名出席(他書面による出席40名)のもと、石橋副会長の司会で進められた。

1. 通常総会議事

(1) 越塚会長挨拶

東京大学の越塚です。品質保証研究会第29回通常総会に先立ち、一言ご挨拶を申し上げます。

品質マネジメントの重要性は申すまでもないことと思います。特に、検査制度の見直しにより事業者の自主的な検査に変わることによって品質マネジメントについては、新しい検査制度の中核であり、極めて重要と考えています。さらに、最新の ISO 9001:2015 年版においてリスクを考慮した意思決定、その計画が要求事項として書き込まれています。事業者として自らこれらを作り上げて構築して行くことが、自主的、継続的安全性向上には極めて重要なことと思います。

品質保証研究会における、見学会及び講演会を含めその活動の中で、他産業に品質マネジメントを学びに行くと言う取り組みは、素晴らしいことと思っております。原子力学会で次世代軽水炉を社会的に受け入れてもらうためにどうするかという委員会活動がありました。そこでこの社会とは、原子力関係者とそれを取り巻く住民という構図が一般的には考えられていると思いますが、私の個人的意見としては原子力関係者を取り巻いている社会は二重になっているあるいは二種類存在すると思っています。外側には、住民や原子力に反対している人も存在しています。内側には様々な産業の工学分野が存在していると思っています。原子力は大学の中では工学系の中の1つの専攻ですが、他にも宇宙、機械、化学、土木、建築等の様々な専攻がありまして、我々原子力の考え方と共通していて、これをサポートしてくれることが極めて重要であることを大学組織の中でも感じています。



品質マネジメントは、自主的、継続的安全性向上の要ですが、他産業を学び、交流しながら進めて行くことは、大変素晴らしい事と考えています。益々、品質保証研究会が発展してこれらの活動を進めて行くことを希望致します。

(2)議長選任

会則/細則に従い、越塚会長が議長に選任され、(3)項議事が行なわれた。

(3)議案審議

① 平成30年度活動報告ならびに収支決算案承認の件

小貝幹事、西田幹事より、それぞれ活動報告ならびに収支決算報告が行なわれた。
また、渡邊監事より会計監査報告が行なわれ、両案ともに提案どおり承認された。

② 令和元年度活動計画ならびに収支予算案承認の件

小貝幹事、西田幹事より、それぞれ活動計画ならびに収支予算案の説明が行われ、
両案ともに承認された。

③ 令和元、2、3年度顧問選任の件

増山幹事より、関村顧問選任の説明が行われ、承認された。

2. 定例研究会活動状況報告

総会終了後、平成30年度の活動状況について、各グループリーダーから報告があった。

(1)第1グループ(工藤リーダー)

① 研究テーマ

品質システムの研究「原子力 QMS のあるべき姿に関する研究～原子力セクタ規格の調査・検討」

②活動概要

H30年7月9日を初回に、H31年4月8日までの5回に渡り第1グループ定例研究会を開催した。
ISO9001:2015を中心に、世界の潮流に留意しながら原子力セクタ規格のあるべき姿についての骨格を中心に以下を検討した。

1) 原子力セクタ規格コンセプト

原子力セクタ規格コンセプトとして、「品質マネジメントシステムにより高い品質を達成する」「原子力の特殊性を念頭に主要規格の良い点を取り入れる」「東電福島第一事故を踏まえて課題認識向上を図る(事前に備えることが出来なかった反省を活かす)」「QMS を有効に廻すために、ヒューマンファクタの融合を考慮する。」「原子力業界全体での役割分担を明確にし、自律的改善を促す(大きな QMS の検討)」「原子力にとって重要性の高い QA 技術を活用できるようにする。」について、再確認し「アウトプットとしての製品／サービスが原子力安全を向上させ、それが社会に受容され、社会から付託される。」という考え方について検討した。

2) 要求事項の整理

日本の産業界・原子力産業界の課題の整理を行うために、「技術レベル低下/新しい挑戦(福島廃炉)や同業他社間での協調など、意欲や技術レベルの維持の活動もあるが、全体的には機会減少により技術レベルの低下の不安がある。⇒ 機会減少により技術レ



ベルの低下の不安」「労働力の確保/自動化への対応・外国人の働ける環境」「原子力 QA の正しい理解/原子力は大変(ネガティブ) ⇒ 他の QMS より安心(ポジティブ)」「原子力 QMS は合理的であること/ルールの存在意義, 詳細さの違い」の課題について確認し、整理・考察を実施した。

3) 新規要求事項の確認

規制庁技術規則追加項目(“21 項目”)の影響評価として、「事業の品質管理の活動への期待」である健全な安全文化の育成と維持、CAP(corrective action program)の活用、リスク情報の活用、組織変更を含む変更管理他について検討し、今後の課題として「①QMS に係る全体的視点の取り組み」「②構内企業を含む発電所の一体となった取り組み」「③人と技術と組織の相互作用に係わる取り組み」「④CAP の有効活用の取り組み」「⑤リスクとの取り組み(RCA 手法の展開)」「⑥ヒューマンパフォーマンス向上・安全文化の取り組み」が必要になることを確認した。

また、原子力セクター規格への反映として、ISO 19443:2018 の原子力安全上重要な機器・役務を提供する供給者に対する特有の要求に基づき「安全文化」「安全上重要な機器の識別とグレード分け管理」「一般産業品採用時の管理」「偽造品等排除」「外部提供者に対する立入権の要求」の検討が必要になり、JEAG4121[2018 年追補版]との比較を実施し反映すべき項目について検討を継続することを確認した。

4) 製造者不正問題

日本の製造業における不正問題については、ここ数年度々取沙汰されており、当該企業より原因・対策が報告されているが、大きな QMS に含めるべき教訓を抽出するために「神戸製鋼グループ会社での記録改竄・捏造」「三菱マテリアルグループ会社での不適切行為」「東レ子会社の検査成績書の書き換え」等の報告書を読み込み、課題や教訓を挙げ、それに基づき教訓となりうる項目を 44 件抽出した。各項目について、誰が或いはどのプロセスが、どうあるべきか、それを実現するには何をすべきか、その施策により不正三要素(動機・機会・正当化)*の何が除去されるかをまとめた。さらに、不正を発生させないために鍵となる人・プロセス別に分類し、「経営層・従事者全員・組織構造・記録・内部監査・改善措置活動」等について「あるべき姿/ありたい姿」及びそれに基づく「施策」検討した。

①「組織層」

リスクコミュニケーション(都合の悪い情報を吸い上げることができる)⇒CAP、匿名通報制度等の運用

②「従業員」

課題を認識できる⇒「何が不正/違反であるか」「顧客の仕様を満たしているか」を正しく判断し対応するために必要な知識・情報を認識する

③「組織構造」

閉鎖性の少ない組織⇒人材ローテーション(リスク及び機会への取組みの一例)

④「記録」

データ改竄性の低いプロセス⇒データ収集～記録作成の自動化、データのセキュリティの確保

5) 一般産業向け工業品

一般産業向け工業品の調達・使用においては、「サプライチェーン側で原子力施設の安全機能に係るかどうかの判断」「原子力施設向けに設計及び製造されたものかどうかの判

断」「文書化の程度」等の課題に対して、技術規則改正版の文書や規制庁と事業者のやり取りの推移を注視し、運用の具体化を各組織で検討することが必要になる。

【定義】一般産業向けの工業品とは、原子力施設の安全機能に係る構造、システム又は機器及びその部品であって、原子力施設向けに設計及び製造されたものではないものをいう。

6) 偽造品・不正品・疑惑品の排除

「JIS Q 9100:2016（航空・宇宙及び防衛分野の組織に対する要求事項）」「ISO 19443:2018（原子力業界のサプライチェーンに対する要求事項）」等の規格の要求事項を確認し、現状国内生産品に関しては心配する状況にないが海外調達品や緊急対応時の調達には注意が必要で、調査した規格の要求は原子力セクタ規格として有用である。また、NRC・EPRI・IAEAより文献も発行されておりさらなる検討も可能である。

7) インセンティブの検討

「“大きなQMS”の実効性向上」に向けて、

- ①手法の検討(客観的な方法)として、共同監査、アンケートによる自己評価の回収
- ②評価指標として、エクセレンスの度合い、改善数
- ③インセンティブとして、活動に対する顧客の関与の軽減(或いは増えないこと)、監査の周期、表彰

実施の必要性を検討したが、実行するには困難さの意見も多く、まとめるには至っていない。事業者に対する規則基準案の要求にはサプライチェーンの参加も不可欠であるが、受注機会など事業者によるインセンティブの可能性を継続して検討を進める必要がある。

(2) 第2グループ(氏田リーダー)

① 研究テーマ

エラーマネジメントに関する調査研究

② 活動概要

H30年10月26日を初回にH31年4月26日まで、4回に亘り第2グループ定例研究会兼幹事会を開催し、以下の項目について検討した。



1) Man, Technology, and Organization(MTO)の調査検討

福島事故の知見として、基本的な想定について気づかれない可能性があり、個々のシステムの脆弱性の特定は困難であり、MTOという全体を考慮した取り組み(Systemic Approach)が必要であるという認識がIAEAを中心に共有されている。MTO関連の文献を数件収集し、その内容を評価し、各組織への適用性検討について試行した。

2) レジリエンスエンジニアリングの適用

・成功事例/組織事故分析例から良好事例の抽出

過去に分析した3事例に加え、「美浜2号機蒸気発生器伝熱管損傷事故(1991年2月9日)」、「JR福知山線脱線事故(2005年4月25日)」、「信楽高原鐵道列車事故(1991年5月14日)」、「博多駅前道路陥没(2016年11月8日)」の4つの事故時対応から良好事例を抽出し、その包括的な教訓を検討した。

その結果、新たに「周辺組織、個人の柔軟な対応」、「情報公開の徹底」、「教訓の風化防止」の3つの追加教訓を導出した。さらに、教訓の活用時期に応じて、「事前の対応」、「緊急時の対応」、「事後の対応」の3分類で整理・検討を実施した。

≪Ⅰ.事前の対応≫ ① 専門能力、ノンテクニカルスキル能力の醸成

② 能力発揮のための組織環境の整備

≪Ⅱ.緊急時の対応≫ ③ ゴールの共有

④ 緊急時体制の強化

⑤ 緊急時対応訓練の充実

⑥ 緊急時を想定したハード・ソフト対策の充実

⑦ 緊急時における人間特性の理解とマニュアル化

⑧ 周辺組織、個人の柔軟な対応

≪Ⅲ.事後の対応≫ ⑨ 情報公開の徹底

⑩ 教訓の風化防止

・良好事例からの教訓を抽出し、「一般的教訓を導出するための分析手順」をステップ1からステップ6まで整理した。今後の課題としては、日常業務活動の中からいかに良好事例を見つけ出すかにある。

・4プラントサイトにおける共通点と相違点

良好事例/失敗事例分析対象を、福島第一、福島第二、女川、東海第二の事故事象へ拡張し、4プラントサイトにおけるレジリエンスエンジニアリングの方法論に基づき、事故時対応を分析し、比較検討を試行し、共通点と相違点を検討した。

① 波の想定高さは時間とともに大きく変化しており、正確な情報とは言えない

② 4プラントともレジリエンスの好例が多くみられ、すべきことは実施している

① 対応の差は、優先順位の相違

⇒福島第一/第二は地震対策に注力、一方で女川/東海第二は津波対策に注力

⇒福島第一の1～4号機と5～6号機/福島第二の差は、結果論だが津波高さやサイト高さの関係の相違

・茨城県、福島県、宮城県の三県対応の相違点と共通点

東日本大震災時の茨城県、福島県、宮城県の三県の事故時対応の「共通点と相違点」、「危機対応力」、「三県及び国の地震・津波・原子力災害の対応準備」の3つの観点から分析を実施した。

① 三県対応の相違点

✓ 茨城県が最もうまく対応でき、宮城県がその次であり、原子力発電所等の情報収集・対応は両県とも特に問題は発生していない

✓ 福島県は当初の準備が十分でないため(公共の建造物の耐震対策が不十分、原子力対応班の不備など)、原子力発電所の災害のみならず、震災に対して不十分な対応(災害対策の全般的な不備)の問題があった

② 三県対応の共通課題

✓ 災害対策の経験が豊富で専門性が明確な組織(国交省地方整備局)や予備能力の高い組織(自衛隊)などは良く対処できているが、県のように経験が少ない少数の人員の組織で対応すべき範囲が広い場合は十分な対処が出来ない

✓ 計画外に人員を投入した場合、専門性・力量・業務内容の引継・情報共有などに問題が発生する

✓ 組織に対する災害の経験の蓄積により、組織の災害に対する対応能力は向上する

- ✓ 知事の判断によりある程度の計画外の対応は可能となるので、想定外の災害対応におけるリーダーシップは重要

(記録:奈良)

Ⅱ. 第29回通常総会・特別講演

「自然災害の予測と防災～現状と人工知能技術の活用～」

講師: アドバンスソフト株式会社研究顧問/東京大学名誉教授 井田 喜明

＜講師ご略歴＞

1965 年東京大学理学部物理学科卒業
1970 年東京大学院理学系研究科地球物理学博士課程
修了、理学博士
1977 年東京大学海洋研究所助教授、
1985 年東京大学地震研究所助教授、
1986～2002 年東京大学教授、
日本火山学会会長、火山噴火予知連合会会長、などを歴
任



私の専門は地球科学、自然災害の予測にも関わったことがあるが、この分野は進歩が遅い。現状は 10 年あるいは 20 年前と余り変わらない。一方、人口知能の進化は著しいものがある。例えば、人口知能エキスポに参加したことがあるが、4 年前は熱気があったが熱気のみ、それが今年は画像・音声認識などの実用化が進んでおり、明らかな進歩がある。

今年の人工知能エキスポで松田豊教授の講演を聴講した。20 世紀末からはインターネット技術が出てきて世界をリードしてきた。この先の 20 年は人口知能のディープラーニングが注目されるとのこと。

今日の講演は以下の項目について話したいと考えている。

- (1)自然災害の性質と人間の行動予測
- (2)人工知能技術の基礎と動向
- (3)自然災害の予測と人工知能技術の活用
- (4)東日本大震災の予測をふり返る。

これまで地球科学に関することはあまり講演されていないようである。本日の話の中心は(3)になると考えている。また(4)は原子力業界の皆さんにとっては大きなことである。地球科学者の立場からはどう見えているかをお話したい。

(1)自然災害の性質と人間の行動予測

原因別にみた世界の災害死者数の年変化を見ると、年毎の起伏が大きいことが分かる。非常に大きな災害があると災害死者数は激増する(2008 年サイクロン・ナルギス、2008 年文川地震、2010 年ハイチ地震)これより大災害に注目する必要があるといえる。

一方、東日本大震災(2011 年)は全体のグラフからみると災害死者の数としては他の災害に比べて大きくない。先進国では災害死者の数が抑えられているといえる。

大災害の深刻度は社会の脆弱性に強く異存している。これは災害を受ける人の側の問題ともいえる。つまり社会の側の問題となる。災害の被害を抑えるには災害が起こる前に予測して準備することが重要。もうひとつは事後にどう対応するかである。今日の話は予測が中心となる。

さて、人間の行動について考える。行動に関するシミュレーションは盛んに行われている。今日は例として交通の流れを紹介する。人間の移動は、人間に働く力を表現できれば運動方程式で定式化できる。一つの例としてある一定の場所(狭い道を通り抜ける人の流れを例に)に人が多くなると、移動の際に入り口の付近に渋滞が起きるシミュレーション結果を示す。他の例として人が部屋から逃げること想定したシミュレーション結果を示す。20 秒後にどうなっているか。81 人のケースでは全員逃げられるが 162 人の場合は逃げ遅れる人が出てくる。

ここから分かることは、人間の意志で決まる逃げる速度は、大きければ大きいほど早く逃げられるかというそうではない。シミュレーションの結果は、速度が大きいとパニックがおきて逃げ遅れる場合がでるということがわかる。

別の例として、逃げる経路の出口付近に柱がある場合を想定する。直感的には柱は障害になるが、シミュレーションによるとかえって流れが整理されて速く逃げられることもある。

こういったシミュレーションは盛んにおこなわれていて、いろんなソフトが出ており、様々な場面で活用されている。具体的な例として津波からの避難のシミュレーションを示す。この方法自体が正当化されているわけではないので、結果をどう Validation するのが問題となる。

次に自動車の走行に関しての例を示す。原子力との関わりで言えば、原子力発電所の事故の際など、避難には自動車が使われることが多いので重要である。自動車の解析では車をセルとして扱っている。これをセル・オートマトン法という。この手法はセルという不連続なモデルでの解析ではあるがうまく解析ができています。

(2)人工知能技術の基礎と動向

人工知能技術の基礎として、まず人工ニューラルネットワーク(ANN)について若干説明する。ニューラルネットとは神経細胞のことである。脳では情報は電気信号として神経細胞が伝えており、伝えていく間に洗練されていく。この状況を人工知能はまね、情報の抽象化を行っている。具体的にはいくつかの入力変数を与えて段階的に変換をして最後の目的に持っていく。例えば手書きの数字を読むことを想定する。手書きの数字を、30 点 X30 点の濃淡を表す画像データとして入力すると、その出力は入力された数字(0 なのか 8 なのか)にあたるかである。膨大な数の未定定数が現れ、それを決めるのが学習である。

また、自己組織化写像という技術がある。入力データを類似のデータが近くに来るように投影して似たものを集める。多数の入力データを用いて写像空間の格子点(重みベクトル)を調整し学習させることで任意のデータを分類できるようになる。

ここで、一旦、人工知能の一般的な話題に転換します。深層学習とはなにか。それはニューラルネットワークを多層化させることにより抽象度の高いデータを得ること。深層学習の向上でさまざまな認識力、画像認識、音声認識がすすんだ。これが自動運転技術や翻訳に役立っている。すなわち応用が進化している。

しかし、注意したいのは人工知能の危ないところ。人工知能は沢山学習材料を与えて学習させるものであるが、判断の理屈はブラックボックスとなる。ブラックボックスであることによって、学習の正当性はいろいろな材料に応用してその結果から判断するしかない。時には、学習によって論理的には決まり得ないことを決めてしまう場合がある。例えば、白黒写真のカラー化、植物の色を緑にするのは分かりやすいが、車の色はどうやって判断しているのか？実際の正解は分からないのではないかと、警察が白黒写真をカラー化した写真を用いて犯人が赤い車に乗っていたと判断するというような応用は誤りである。

(3)自然災害の予測と人工知能技術の活用

・気象現象

19 世紀に自然科学の体系が整ってから、演繹的予測ができるようになったのが科学の進歩である。例えば気象予測はそういう演繹的予測によって発展した。しかし、演繹的予測ができないことも多くある。地震や火山の噴火はその例で、現在でも経験的予測しかできていない。人工知能による予測は経験的予測によるものである。この人工知能をどう活用するかというのは面白いトピックであり、現状がどうなっているかを紹介していく。

気象現象は述べたとおり演繹的予測を行っている。適切な運動方程式に速度、圧力、温度などを入力して計算することで予測できる。しかし、一部の事象、雲の発生や降雨といった現象は運動方程式では表現できないため、モデルを使って組み込んでいく。これをパラメタリゼーションという。しかし、基本的な状況は計算で求めることができる。

一方で演繹的予測にも問題点がある。まずメッシュの大きさ、これが細かすぎると計算に時間がかかる。またパラメーター化ではいい加減な情報が入ってしまうことがある。かつ基礎方程式にはカオスの性質があり、計算結果がある程度時間がたつと不確実になる。カオスに対する対応として気象庁では、初期条件を少々変えていろいろと計算し平準化(アンサンブル平均)している。カオスの具体的な例として台風進路の話を示す。

ここで気象現象への人工知能技術の応用について考える。人工知能の活用は経験的予測によって演繹的予測の弱点を補うものである。例えば、インド洋の熱帯低気圧(サイクロン)の進路の例をあげる。人工知能での予測では過去の多くのサイクロンの軌跡データを学習させて経験的に予測させる。これにより演繹的な予測の弱点、格子点に比べて粗油規模な現象、雲や降雨などが強く関与する現象、カオスに乱される長期的な予測などにたいして有効に働く。

具体的な例として雨季のインドの降雨量の例を示す。降雨量は農業などに直接影響するので重要な指標である。しかし演繹的な予測ではカオスの領域になり予測ができない。そこで、過去 5 年分の降雨量を学習させて降雨量を予測している。また実際の観測データにより予測がうまくできるか確認し、フィードバックかけることができる。このように、気象現象に関しては結構役に立ちそうな印象を持っている。

・噴火現象

噴火過程は定性的にはシミュレーションできるが、地下の状態が不確定なため、定量的な予測はできていない。そこで前兆現象を用いて経験的に予測しようとしている。

1986 年の伊豆大島の噴火の例を示す。実は、これは講演者が最初に噴火予知に関わった事例である。一旦噴火事象がおわってから中腹で突然噴火が起きたという事象である。噴火の半年前に異常現象が観測されていたので、噴火は起こるだろうと予想していた。一方、山頂付近では沈下が観測されていた。マグマがたまってくれば山頂は上昇するはずなので、小さな噴火を予測した。しかし、山腹に次の割れ目が発生し地震がおき始め、約 2 時間で噴火にいたった。この過程で我々はなにもできなかった。

その後、2000 年の有珠山の噴火の際は地震が起きると噴火がおきるということは分かっていた。地震があったので、自治体と連絡して自治体が避難指示を出したため人的被害を最小限に抑えられた。

一方、2014 年の御嶽山の噴火予測自体には関わっていなかったもので、実際に何が行われていたかは分からないが、見る限りそれなりに予兆現象がでていたと思う。しかしなにも対応(警報、火山活動レベルも据え置き)しなかったため、ご存知の惨事に至ってしまった。

現在、火山学者は人口知能を様々に試してなんとか予測につなげようとしている。例えば、過去の噴火記録や火山性地震の観測データなどを学習させて予測につなげる試みを行っている。しかし、火山の多くは噴火事例が多くないので、学習題材をどう充実させるかが課題となっている。以下にいくつかの例を挙げる。

イタリアの Etna 火山では山頂噴火、山腹噴火などを予測しようとした。山頂噴火はそれなりに予測できているが、現状では山腹噴火になるか噴火せずとなるかの判定が難しい。ニュージーランドの Ruapehu 火山の例では火山性微動のタイプ分けが噴火に関係しているようなデータが得られている。

・地震現象

地震予知は長い歴史があるが、現在低迷している。日本では、東大地震予知研究所(1965 年設立)は予知のために作られたものである。

1970 年代には中国の海城地震(1975 年)の予知の成功などもあり、地震予知は楽観視されていた。しかし、1980 年代にはいと米国のパークフィールドの地震予知実験が失敗したこともあり、悲観論が広まった。日本においても阪神淡路大震災(1995 年)や東日本大震災(2011 年)においてほとんど有効な予知情報が出せなかった。

一方で、現在でも様々な挑戦が行われている。例えば、IBM は汎用人工知能であるワトソンを地震予知に用いようとしている。また、NASA は衛星探索に基づいて地震探索(ジオコスモ)の開発を進めている。しかしながら、目だった成果は聞こえてこない。

ところで、日本のような沈み込み帯では地震はプレート間地震と深発地震になる。阪神淡路大震災(気象庁では兵庫県南部地震と呼んでいる)の例でいうと断層があって、その断層がずれた結果、ずれた衝撃が地震となって伝わるのもの。

このとき、震源は断層のすべりが始まった場所として定義される。そして地震の観測ではすべりの開始点しか分からない。従って、余震の震源を連ねて断層はこうだったというような判断をする。実は、断層の全貌はそう簡単にはつかめない。

この阪神淡路震災では予知としてはなにもできなかった。この予知の失敗を受けて大きく変わったことが 3 つある。ひとつは緊急地震速報。これは P 波と S 波の伝播速度の違いを利用したもの。おおきな振動は横波(S 波)によるものであるが、同時に縦波(P 波)発生しており、伝播速度の違いから縦波が早く届く。これはほんの何十秒のレベルではあるが、うまく使えば役に立つのではということで発表されている。

ふたつ目は震度計の導入。それまで、震度は事後の調査で分かったものだった。阪神淡路大震災以後、震度計で加速度を計測することにより震度ををはかることとした。実はこれは日本だけでやっている。これによりリアルタイムで地震震度の分布がテレビなどでも分かるようになった。これは画期的なことである。

最後に、地震の発生を確率で評価することになった

その後、2016 年に熊本地震が起こった。この地震で研究者として面白かったのは、大きな地震が数多く起きたことである。従来の地震は本震のあとに比較的小さな余震が起きるのが通常だったが、この地震は群発地震の性質を持っていた。

ここで地震発生の弾性反発モデルを考える。ひずみがたまっていくと、地盤が弾性変形していき、ある限界点を超えると断層を境にすべりが起きる。滑ったあとはまたすぐにくっつく。

このすべりをベースに人工知能で予測しようとした例がある、このとき学習材料は、弾性反発モデルと類似な室内実験で得られた。滑りの休止時にも微小破壊がおきていて、それが音響信号として現れる。摩擦実験で検出した音響信号を人工知能で学習させて、滑りを予測しようとした。実験ではよく一致したが、実際にどうしたら良いか。日本には沢山ひずみの観測点がありデータを観測することができる。このデータをいろんな地震に対して入力し、学習させることで予測に役立てられるのではないかと考える。

・津波

地震発生後の津波の発生メカニズムは演繹的に計算可能なものである。地震の震源などが分かれば浅水波理論で比較的簡単に予測できる。遠方での地震による津波は震源が分かれば計算で予測できるが、計算に時間がかかる。そこで人工知能で学習させて予知させることで時間の短縮ができています。また、これは比較的良い一致をみている。

津波の伝播は計算で求められるが、断層のすべり量などを正確に知る必要がある。一方、観測で分かるのはすべりの始点だけで、その後のすべりは実は分からない。そこで気象庁では地震が起きると、それと似た過去の事例をみつけて予測に活用している。

(4) 東日本大震災の予測をふり返る

最後、東日本大震災、これはいろいろと異論はあるかもしれないが、我々がどう考えているかを紹介したい。震源をプロットした図をみると、海溝の海側にはみ出している。これは物理的におかしい。地震の観測点が海に少なかったために、震源の決定精度が悪かったのではないかと考えている。

次に揺れと津波について少し言及する。大きな地震だったので揺れは日本中あらゆるところで観測された。当然のことながら震度7の地域もあったが、これほどの大規模の地震としては震度7の領域が少ないのではないかと印象もある。大きな地震のエネルギーは長周期の揺れに分配されるのである。震度計は短周期の揺れを観測していることから震度7の領域があまり多くなかったのであろう。地震のエネルギーは長周期の揺れに出るため、例えばビルなどの高層建築がダメージを受けることもある。

また、津波に関しては計測器が壊れてしまった等の理由で、大きな津波が来た場所での津波の計測ができず、事後の痕跡の調査等で分かったものも多い。結局どう断層がすべったのかは現時点でも良く分かっておらず、各分野の研究者が合意できる結論はできていない。

これらを踏まえて、発生前の事情と反省をまとめる。

- ・大きな地震に対する警戒心が弱かった。多くの予知の研究者が M9 クラスの地震がおきるとは思っていなかった。

- ・地震の「連動」が見抜けなかった。M8 前後の地震ばかりに注目が集まり、それが合体して大きな地震となる可能性を見落としていた。

- ・M9 クラスの地震はそれまでも 1000 年に一回程度起きるといわれていたのに、準備ができていなかった。例えば、貞観地震(1000 年ほど前の地震)の際の記録では、今回の津波と似た津波が観測された記録がある。結果論としては東日本大震災は予測できたのではないかなと言える。

最後に、原子力発電所の事故について触れる。

原子力発電については部外者ではあるのであまり突っ込んだ議論はできないが、津波の高さに誤認があったとしても、電源が全て失われたことは、非難されて然るべきものではないか。

これはキチンとしたリスク評価をベースとして科学的に対応を行うということが出来ていなかった結果なのではないか。

それは、いわゆる安全神話のようなことで肝心な対応ができなかったのではないかと考える。安全神話が諸悪の根源ではないのか？

一方、昨今の動きを見るにつけ、この安全神話が復活しそうな気配を感じるのはどうしたことか。危機感を覚える。

—講演ここまで—

質疑応答

Q: 今日の講演にはなかったが、地震に関して、どうやって避難をさせるかをずっと真剣に考えなくてはいけないのではないかと？例えば広島の水害の際にもある地域で、「これが最後の電話です。私はこの電話を最後に避難します」といったら、その部落の人が全部逃げたという話も聞く。東北では事実がどうかかわからないが、お年寄りに対して「あなたが死んだら孫が悲しむ」といって避難を促したという話も聞く。これらは心理的な手法だとは思いますが、もう少し考えていく必要があると感じた。

A: この問題は昨今言われていることでもある。避難指示が出ていても逃げないで結果として犠牲になる方がいらっしゃる。情報が一般的でありすぎると自分には関係ないと考えてしまう傾向がある。地域で起こりそうなこととして具体的に出す。個別の対応をきめ細かくやるのが必要。そういう情報を出すには人工知能は強い。まさに、そういう情報を出すのが AI の一つの方向性ではないか。

Q: 日本は技術の議論は多いが実践を語る人が少ないと感じる。予測できないことからどうやって逃げる/避難するかを考えなくてはならない。

A: 国として戦略をたてて対策をとっていければ良い。

Q: 津波のシミュレーションで伺いたい。地震発生の予測は難しくても地震発生後の津波は演繹的に予測できると伺いました。であれば、非常の多くの計算をすれば津波の予測が迅速にだせるのではないかとと思っている。その辺の研究状況はどうなっているか？

A: シミュレーションを合わせてやればいろんな可能性がある。いろんなケースの計算をあらかじめしておいて、それを人工知能が選択すれば非常に多くの予測ができるはず。現状では気象庁は予算がそれほど多くないので、なかなか対応ができていない。

Q: やればできるということ？

A: 難しいのは、海岸あたりの複雑な地形の影響などで、いろんなことが起きる。それを予測することはできるがその結果、どんな反応(リバウンドの波)が出るかを計算するのが難しい。そのあたりの事象をデータとしてためて学習させればシミュレーションできると思う。

Q: 例えば部下に対して「だろう」、「はずだ」といった仮定で話をするな、といっている立場からすると、ここでまとめていただいたこと(すべて「だろう」、「なるはずだ」という文脈でのまとめ)は現状ではまだ使えないという認識があるということではないか？

A: ここでいう「だろう」というのは「今はダメだけど、期待がある」という意味合いで捉えている。研究者としては努力目標として今後やっていくと捉えれば良いのではないかと。

Ⅲ. 令和元年度定例研究会・各グループ活動計画

(1) 第1グループ(工藤リーダー) 令和元年度の活動計画

前年度までの活動を踏まえて、「QMS に係る全体的視点の取り組み」として①構内企業を含む発電所の一体となった取り組み、②人と技術と組織の相互作用に係わる取り組み、③CAPの有効活用の取り組み、④リスクへの取り組み(RCA 手法の展開)、⑤ヒューマンパフォーマンス向上・安全文化の取り組み、「個別の課題への取り組み」として、①一般産業向け工業品の使用、②CFSI(Counterfeit, Fraudulent and Suspect Items)排除、「大きな QMS の全体像の更新」等のテーマを深化する検討を行い全体的視点からの「日本の産業界／原子力産業界の QA 上の課題を整理する。

(2) 第2グループ(氏田リーダー) 令和元年度の活動計画

MTO文献調査・分析と国内適用の検討、良好事例分析及び4プラントと国・自治体対応の統合の確立とその適用に注力する。

①MTO文献の調査、分析と国内適用の研究

MTO関連の文献を収集・調査を継続的に実施し、その内容を評価し日本における各組織の安全管理手法への適用性を継続検討する

②良好事例分析

有名な成功事例や組織事故の分析で開発した分析手法を、身近な良好事例への適用を試みる

③福島事故の4サイトプラントと国・自治体対応の統合分析

H30年度は、H29年度に試みた「福島第一と福島第二東海第二と女川の4サイトの良好事例と失敗事例の総合的な比較分析」と「国、福島県、宮城県及び茨城県の事故対応の比較分析」とのリンクを図り、統合した分析を継続する

④フェーズドアプローチとFLEX手法との比較や有効性評価を試みる

IV. 令和元年度役員紹介

1. 役員紹介

会 長	越塚 誠一	東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻・教授
副会長	武田 博文	東芝エネルギーシステムズ株式会社
副会長	石橋 邦夫	株式会社 日立製作所
副会長	浅田 義浩	三菱重工業 株式会社
幹 事	小村 宏幸	東芝エネルギーシステムズ株式会社
幹 事	奈良 順一	一般社団法人 原子力安全推進協会
幹 事	藤巻 真吾	株式会社グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン
幹 事	西田 徹	ゼネラル・エレクトリック・グローバル・サービス
幹 事	錦野 嘉浩	日立GEニュークリア・エナジー株式会社
幹 事	小貝 真名美	日立GEニュークリア・エナジー株式会社
幹 事	増山 亨	東芝エネルギーシステムズ株式会社
幹 事	花岡 剛史	三菱重工業 株式会社
監 事	渡邊 邦道	一般社団法人 原子力安全推進協会
監 事	小林 宏光	東京パワーテクノロジー株式会社

2. 退任役員の紹介

幹事として長年ご活躍された三村 靖氏(日立GEニュークリア・エナジー株式会社)、佐藤 勝氏(東芝エネルギーシステムズ株式会社)が退任されました。これまでのご尽力に感謝致します。

3. 新任役員の紹介

今年度より小村 宏幸氏(東芝エネルギーシステムズ株式会社)、錦野 嘉浩氏(日立GEニュークリア・エナジー株式会社)が新役員として選任されました。



小村新幹事



錦野新幹事

編集後記

ラグビーワールドカップ(W杯)が9月20日～11月2日の日程で開催されており、連日、国内各所で熱戦が繰り広げられている。我々が日本チームは破竹の快進撃で、残念ながらベスト4入りは果たせなかったが、史上初のベスト8入りという快挙を成し遂げた。その活躍は日本国内だけにとどまらず、世界中に大きな感動を呼んでいる。

そのような中、10月13日に予定されていたプール戦B組最終戦のカナダ-ナミビア戦が台風19号の影響で中止となったが、戦わずして最下位となってしまったカナダチームは、すぐには帰国せずに釜石にとどまった。台風で被災した釜石市の市街地で、土砂を片づける清掃ボランティアに参加するためだ。「これまでの応援やおもてなしに対する感謝の気持ちを表したい。」という優しい想いとその姿は、TV報道や大会公式ツイッターなどで紹介され、世界中を感動の渦に巻き込んだ。

地元釜石の人達は、「屈強な選手たちの優しい気持ちが、本当に嬉しかった。」と感謝の気持ちを表し、選手たちとの交流を深めた。カナダチームが帰国する際にも、空港で多くの日本人からボランティア活動に対するお礼の言葉をかけられたそう。ファンデルメルビ選手は、「釜石でゴールに到達することはできなかったが、貢献することはできた。カナダ人であることを誇りに思う。」という言葉を残して帰国した。スポーツと真剣に取り組むからには、勝利を目指して日夜練習に励み、上位を目指すのは当然のことだが、カナダの選手たちは、勝つことだけが目的ではないということを教えてくれた。一番大切なものは、“相手を思いやる心”ということのを再認識し、カナダの選手たちの優しい思いやりに胸が熱くなった。

東日本大震災の際に、略奪することなく日本人が店舗の前に整然と並んで順番を待つ姿や、避難所で助け合う様子等が海外から賞賛された。震災は悲しい出来事であったが、『日本人は礼儀正しく思いやりのある国民』であることを世界が認識した出来事でもあった。カナダの選手たちのように、日本人であることを誇りに思えるよう、日々行動したいものだ。

(編集:M.K)

以上