

**PRAのためのプラント固有データ収集と
信頼性データ構築への取組 (1)**

**我が国の
PRA用信頼性データに関する課題**

東京大学

山口 彰

確率論的リスク評価とは

- 複雑な原子炉システムを数理・工学的なモデルで表現する (複雑さ)
- システム・設備の信頼性データを収集する (エビデンス)
- プラントレベルの非信頼度を定量化する
- リスク情報の活用により、安全と経済性の向上を両立させる
 - PRAにより得られるリスク情報は、果たして信頼に足るものか？

論点（複雑さ）

- 複雑な原子炉システムの数理・工学的なモデルとはどのようなものか、モデル化は可能か
 - Reactor Safety Study（1975）において、リーダーであるラスムスン教授はイベントツリー／フォールトツリー法（ベル研究所、1961年）を導入した
 - 事故シナリオの進展を理解するという観点と、システム・機器の分析するという観点で、複雑かつ大規模なシステムをモデルとして記述することを可能にした
 - 現在では、計算機の進歩もあいまって、プラントシステムをリスクモデルとして構築することは本質的な困難ではなくなった

論点（エビデンス）

- システム・設備の非信頼度を定量化するための信頼性データとはどのように定義されるのか（エビデンス）
- エビデンスを収集するのは、PRAによってリスク情報を得るためである
- PRAにおける故障の定義は、その機器・設備の機能をPRAでどのようにモデル化するかに拠る
 - 炉心損傷を成功基準によって判断
 - シナリオの成功基準を阻害するような事象が故障
 - 従って、規制上の事象報告と必ずしも一致しない
- PRA用信頼性データはプラント固有のものを用いる
- プラントの機器・設備に関する知識と、PRAモデルと整合する考え方をもって、信頼性データを収集する

統計学と確率論

- 統計学

- 百万分の1の非信頼度には百万オーダーのデータが必要

$$10^{-6} = 10^{-2} \times 10^{-2} \times 10^{-2}$$

- システムモデルを分解すれば百オーダーのデータで足りる

- 確率論

- 稀有事象（共通原因事象、破局事象など）がリスク評価の課題になる

$$10^{-6} = 10^{-2} \times \{10^{-2} \times 10^{-2} + 10^{-2}\alpha\} + \varepsilon$$

- 稀有事象の情報の少なさをどのように克服するか

論点（稀有事象）

- きわめて高い信頼性を備えるべく用意されたシステム・設備の非信頼度を定量化する（**稀有事象**）
 - 故障実績の無いシステム・設備の故障データ
- Stanley Kaplan等
 - Statistics, as a subject, is the study of frequency type information. That is, it is the science of handling data. （データ統計を扱う学理）
 - Probability, as a subject, we might say is the science of handling the lack of data. （データ欠如を扱う学理）
- PRAは、データの無い問題をも扱う方法である
- 実際、リスクとは不確かな影響と定義される(IRGC)

PRAにおけるエビデンス

- 原子力施設のリスクを理解するために必要なエビデンスの集約が信頼性データ
 - PRAで用いる信頼性データは、故障統計だけではない
 - 我々は運転経験の全てをリスク評価に用いていない
 - リスク評価のモデルや精度、活用方法に応じたデータを収集する
- 信頼性データの構築には、データマネジメント（データの収集、分析、解釈）が必要である
- PRA用信頼性データとして、プラント固有のものだけでなく、一般データを有効に利用する方法、データの分析・評価を行う手法が開発されている

まとめ

- リスク情報の活用は、安全性と経済性を両立させる、おそらく唯一の方法である
 - PRAにより得られるリスク情報が信頼に足るものであることが求められる
- リスク情報が信頼に足るためには、PRA用信頼性データの技術的妥当性が重要である
- PRAのモデルに応じたプラント固有データの収集は不可欠でありその活動が進められている
- 信頼性データを収集するだけでなく、データマネジメントが重要である
- このようにして、信頼性データを構築するとともに、データの欠如を扱う学理としてのリスク評価によって、安全に関する不確かさを明示的に表現できる