

---

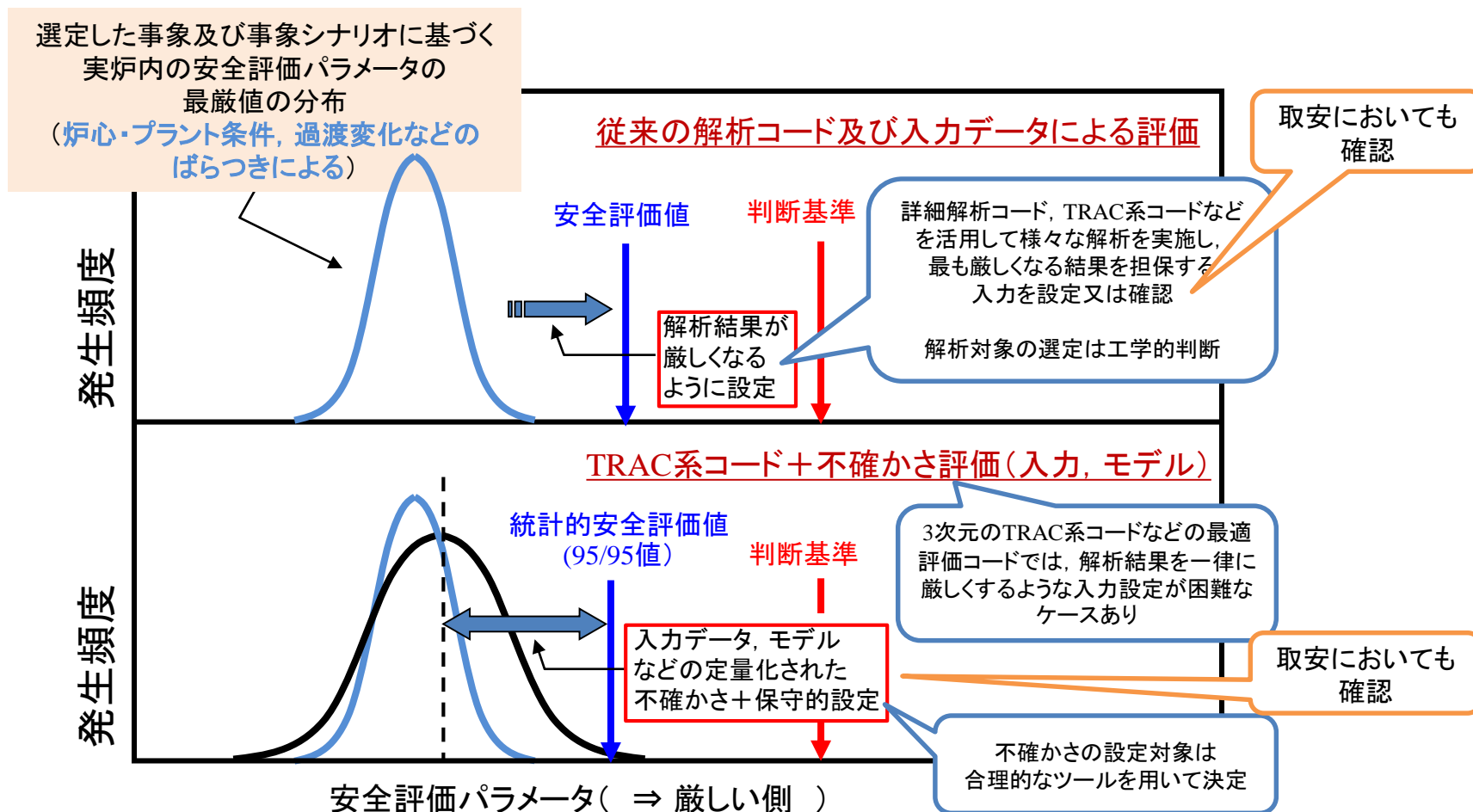
# 統計的安全評価手法の導入などについて

**ATENA 燃料技術WG**

2022年7月11日

# 従来手法（炉心1点）の安全評価値と統計的安全評価値の比較

- 従来手法（BWRのAOOに対しては炉心1点近似の安全評価コードを使用）
  - 様々な入力に対して、結果が最も厳しくなるように解析条件を設定
  - 保守性が明確な機器については厳しい結果になるように仕様値の上限又は下限値を使用



# 従来手法（炉心1点以外）の安全評価値と統計的安全評価値の比較

## ■ 従来手法（BWR, PWRのLOCA, non-LOCAなどを対象）

- 安全評価パラメータ\*に対し結果が厳しくなるように、解析条件の設定及び相関式\*\*の選定
- 保守性が明確な機器については厳しい結果になるように仕様値の上限又は下限値を使用

選定した事象及び事象シナリオに基づく  
実炉内の安全評価パラメータの  
最厳値の分布  
(炉心・プラント条件、過渡変化などの  
ばらつきによる)

- \* 燃料被覆管温度など
- \*\* 膜沸騰熱伝達相関式など
- \*\*\* 総合効果試験などが対象

発生頻度

### 従来の解析コード及び入力データによる評価

安全評価値 判断基準

解析結果が  
厳しくなる  
ように設定

複雑な事象に対しモデル(相関式)などの不確かさの影響を包絡できる設定が  
できていることの確認  
← 妥当性確認結果の活用が重要\*\*\*

取安においても  
確認

### TRAC系コードなどの最適評価コード+不確かさ評価(入力, モデル)

統計的安全評価値  
(95/95値) 判断基準

入力データ, モデル  
などの定量化された  
不確かさ+保守的設定

3次元のTRAC系コードなどの最適  
評価コードでは、解析結果を一律に  
厳しくするような入力設定が困難な  
ケースあり

保守的な入力設定が可能で、判  
断基準に対して大きな設計余裕  
(安全余裕)が生じる場合、TRAC系  
コードなどの最適評価コードで保守  
的な解析を実施する場合がある。

ただし、統計的安全評価などの合理的な不確かさ評価手法を適用して  
保守性を確認

取安においても  
確認

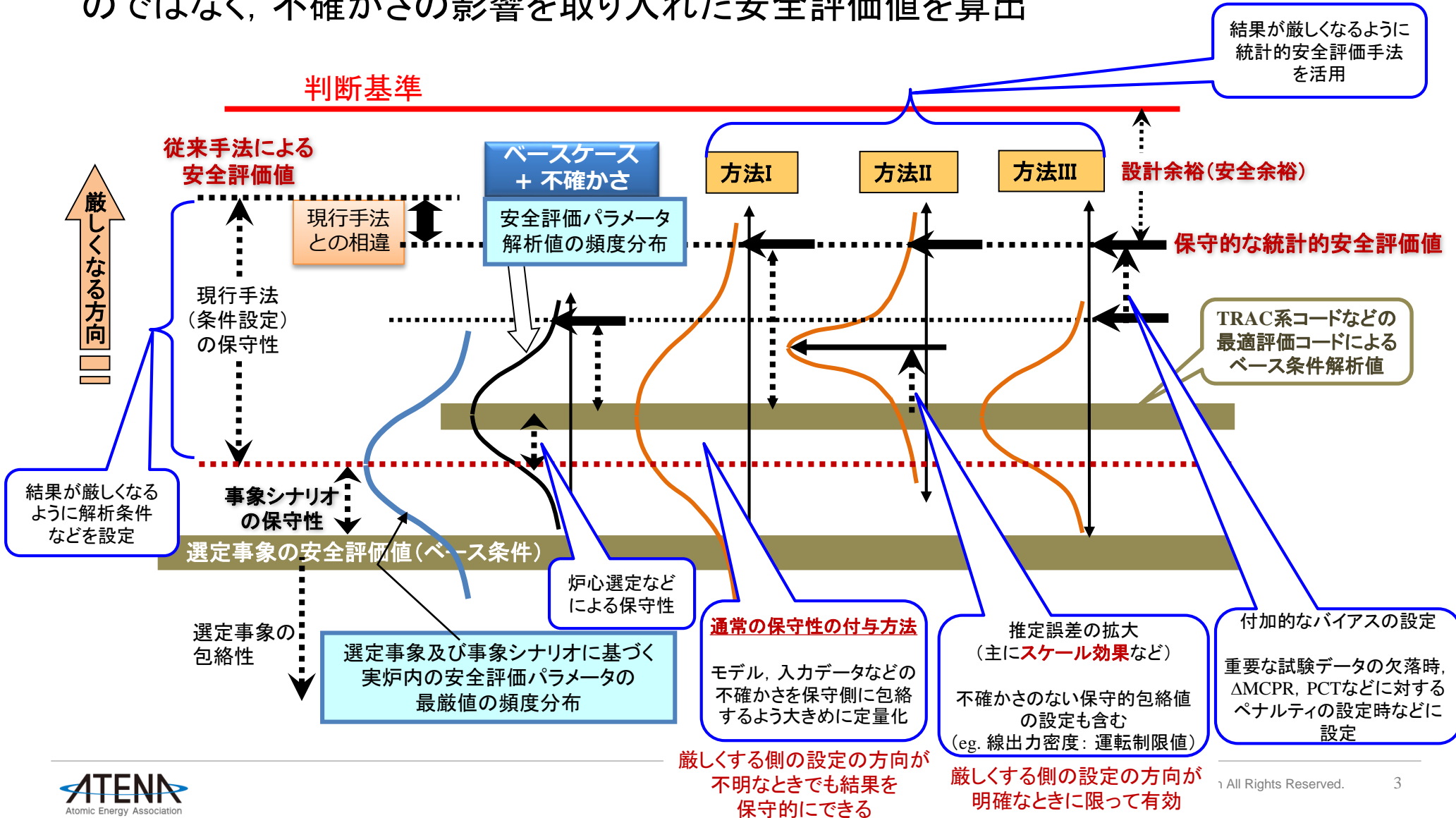
不確かさの設定対象は  
合理的なツールを用いて決定

発生頻度

安全評価パラメータ( ⇒ 厳しい側 )

# 保守的な設定に関する基本的方法

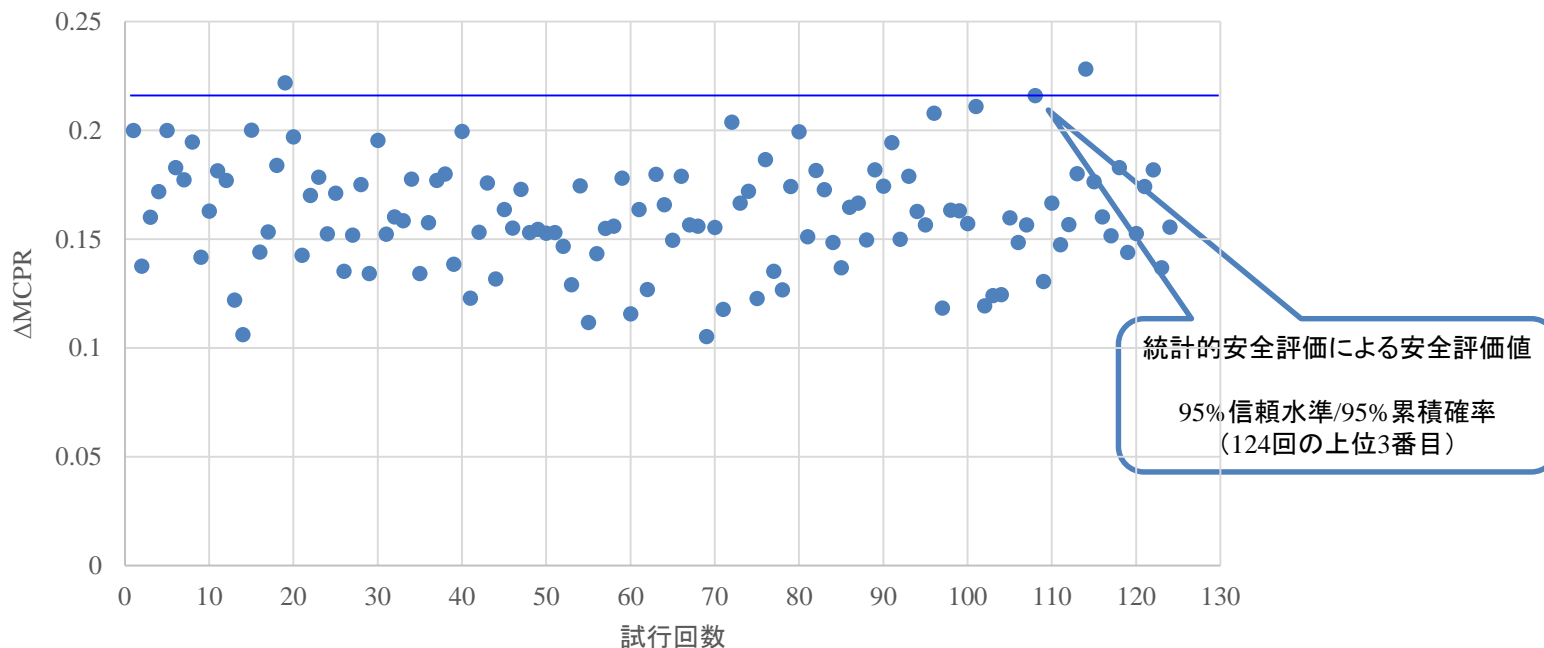
- 統計的安全評価手法では、安全評価値が厳しくなるよう解析条件を定める(従来手法)のではなく、不確かさの影響を取り入れた安全評価値を算出



# 取替炉心の安全性の確認

## ■ 取替炉心の安全性の確認

- ▶ サイクルごとの**具体的な炉心及び燃料の設計に基づいて、申請時の基本設計の妥当性を確認**
  - 従来手法： 申請時の安全評価の入力条件の範囲内に入っていることを確認
  - 最適評価コード採用後： 申請時の安全評価結果（統計的安全評価結果など）の範囲に入っていることを確認



安全評価パラメータ( $\Delta MCPR$ )評価値(124回試行)のイメージ

# 従来手法と比較した統計的安全評価導入のメリット

---

TRAC系コードなどの最適評価コードを用いた統計的安全評価の導入には、次の利点がある。

- 不確かさを正しく定量化でき、95%確率の保守性を明らかにできる。
  - 設計余裕(安全余裕)を明確化できる。
  - 由来の不明な不確かさの影響がない。
- 安全評価の方法に漏れがなく、かつ、具体的に手順化されているため、安全評価の過程も含めて、安全評価結果の妥当性に係る説明及び確認が容易になる。
- 保守性、由来の不明な不確かさの影響、入力設定の妥当性などの把握のための、他の詳細コードを用いた評価、確認などが不要となる。
  - 関連して、新たに導入される10×10燃料装荷炉心・プラントの安全評価に対して従来手法を適用する場合に想定される、入力設定の見直しに伴う説明シナリオの再構築、これに対する妥当性の評価・判断なども不要となる。

---

以下，参考

# IAEAによる安全余裕の整理の例

IAEA-TECDOC-1418

## Implications of power uprates on safety margins of nuclear power plants

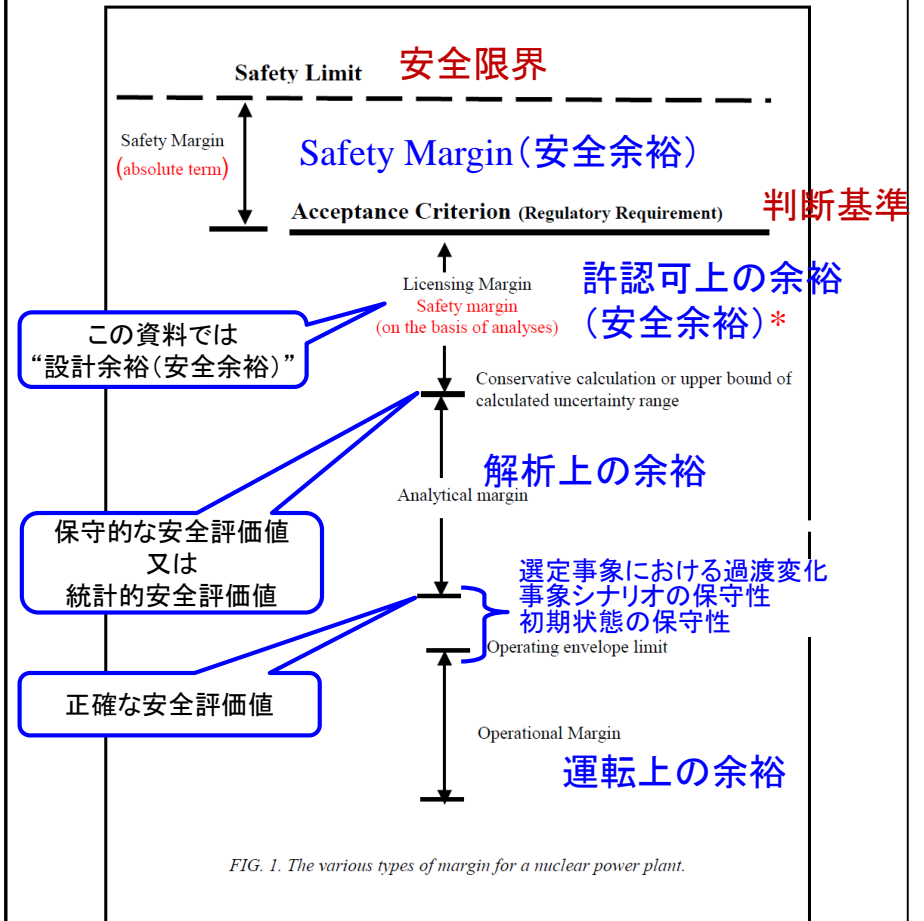
Report of a technical meeting organized in cooperation with the OECD/NEA held in Vienna, 13–15 October 2003



September 2004

### 2. TERMS AND DEFINITIONS FOR DIFFERENT TYPES OF MARGINS

An illustration of the different types of margins is given in Figures 1 and 2. The following definitions were developed by the experts for the purposes of the Technical Meeting mentioned. They are listed, according to Fig. 1, from top to bottom.

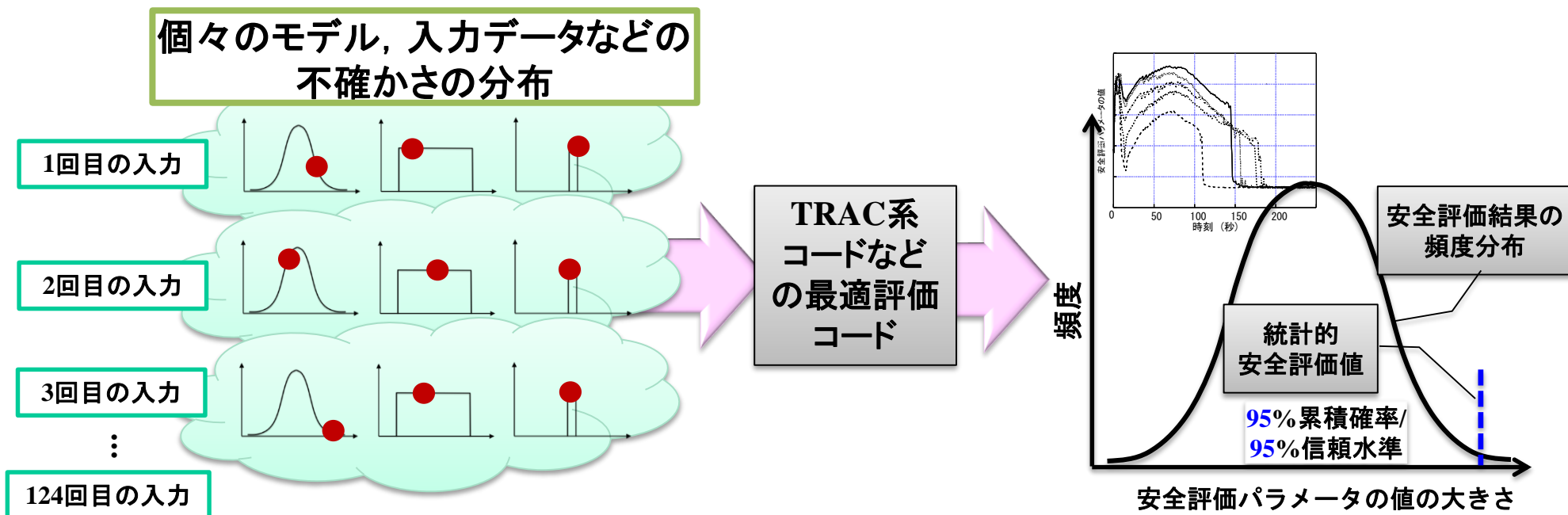


\* BWR AOOのMCPR評価時では、この幅はゼロ



# 統計的安全評価に適用される統計解析法

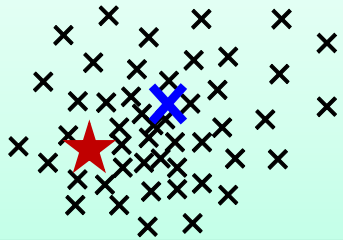
- 不確かさ分布をもつ様々な入力によって厳しい側の安全評価値を算出



# モデル, 入力データなどの不確かさのイメージ

- 統計的安全評価は, 不確かさの影響を取り入れた安全評価値を算出

★真値の候補 ×計算値の平均



誤差 = 真値の候補と結果との偏差(符号あり)

誤差の期待値を推定誤差と呼称

不確かさ = 真値の候補を含むばらつきの幅(符号なし)

