

安全目標がなぜ必要なのか

山口 彰

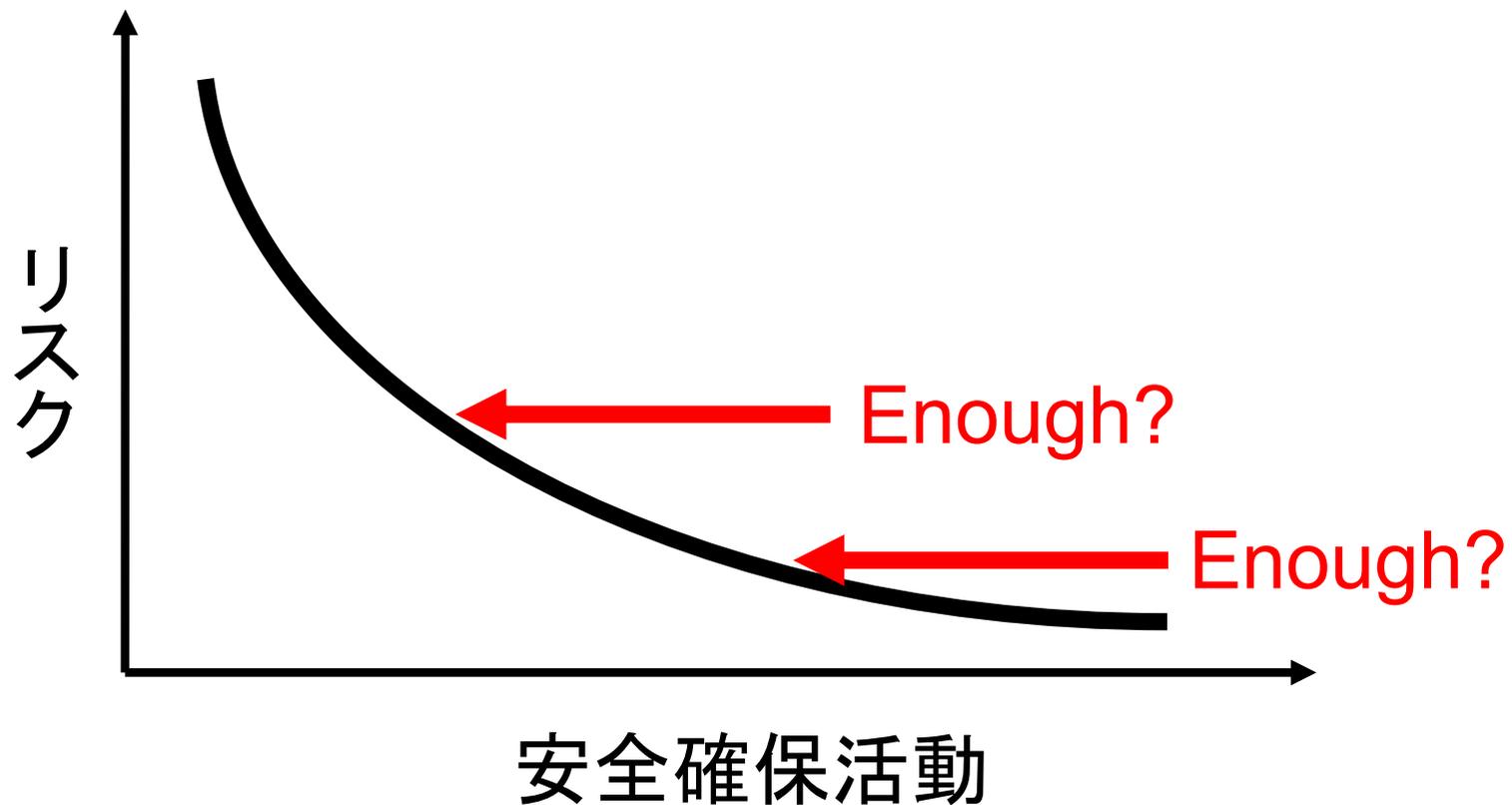
東京大学大学院

yamaguchi@n.t.u-tokyo.ac.jp

自主的安全確保活動のあり方

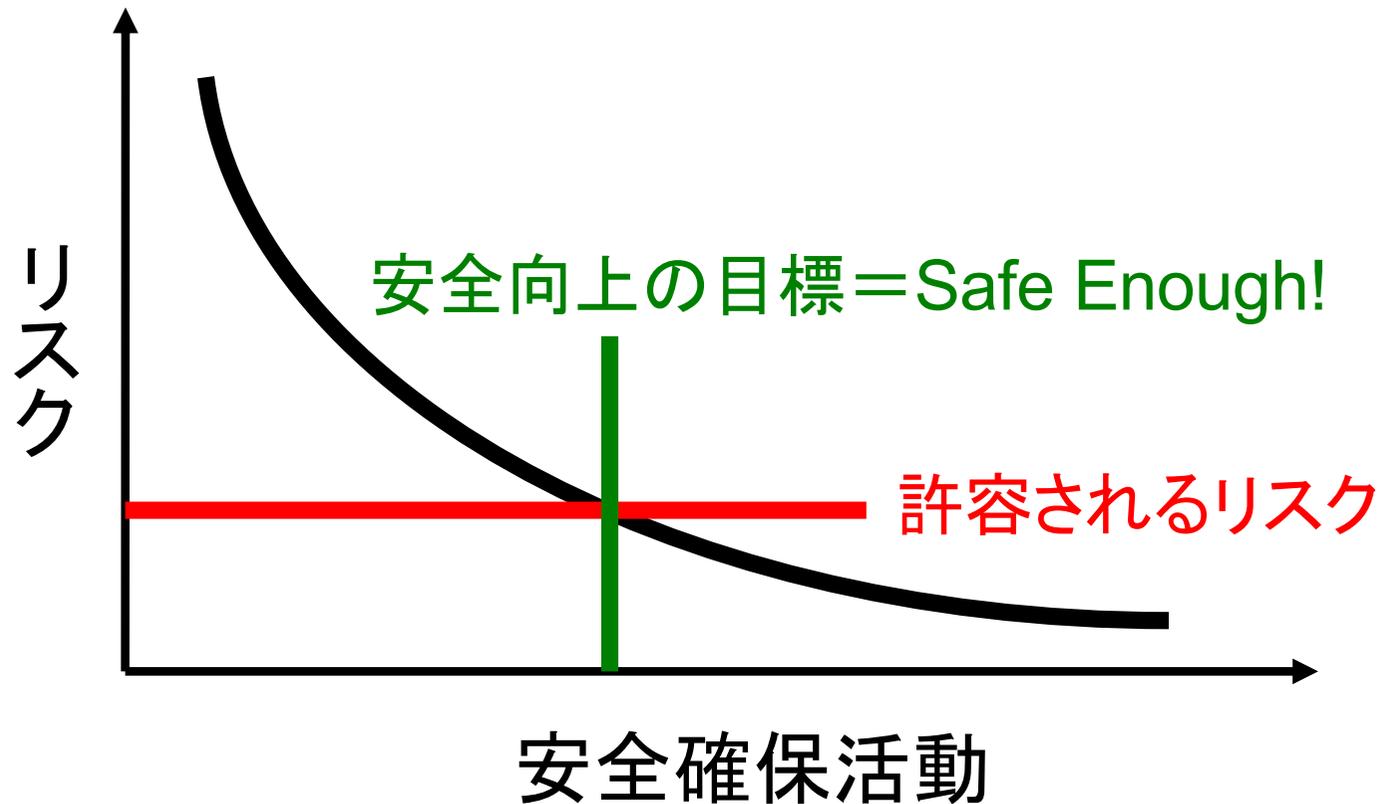
How Safe Is Safe Enough?

- さらにリスクを低減し続ける



許容されるリスク

- もし、“許容されるリスク”
というものがあるならば・・・



安全の目標と安全の水準との比較評価

- 原子力規制委員会が示す安全の目標と、規制基準への適合によって達成される安全の水準を、確率という尺度のみを用いて直接に比較評価し、説明することは現状できないし、行うべきものではない。
- 原子力規制委員会が示す安全の目標は、福島第一原子力発電所事故のような重大な事故を再び起こさないとの決意の下、安全神話に陥ることなく、**不断に安全性向上を図るとの姿勢**に基づくものである。また安全の目標は、原子力規制委員会が**規制基準の策定などに当たり参照**すべきものである。
- 安全の目標については、以上のような点こそ、国民に説明するべきものである。

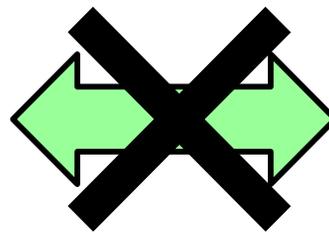
安全の目標と安全の水準

規制基準

個別の対策について、1(適合)か0(不適合)かで判断するもの



陽に確率を用いてはいない



比較評価すべきでない

安全の目標

不断に安全性向上を図るとの姿勢
規制基準の策定などに当たり参照

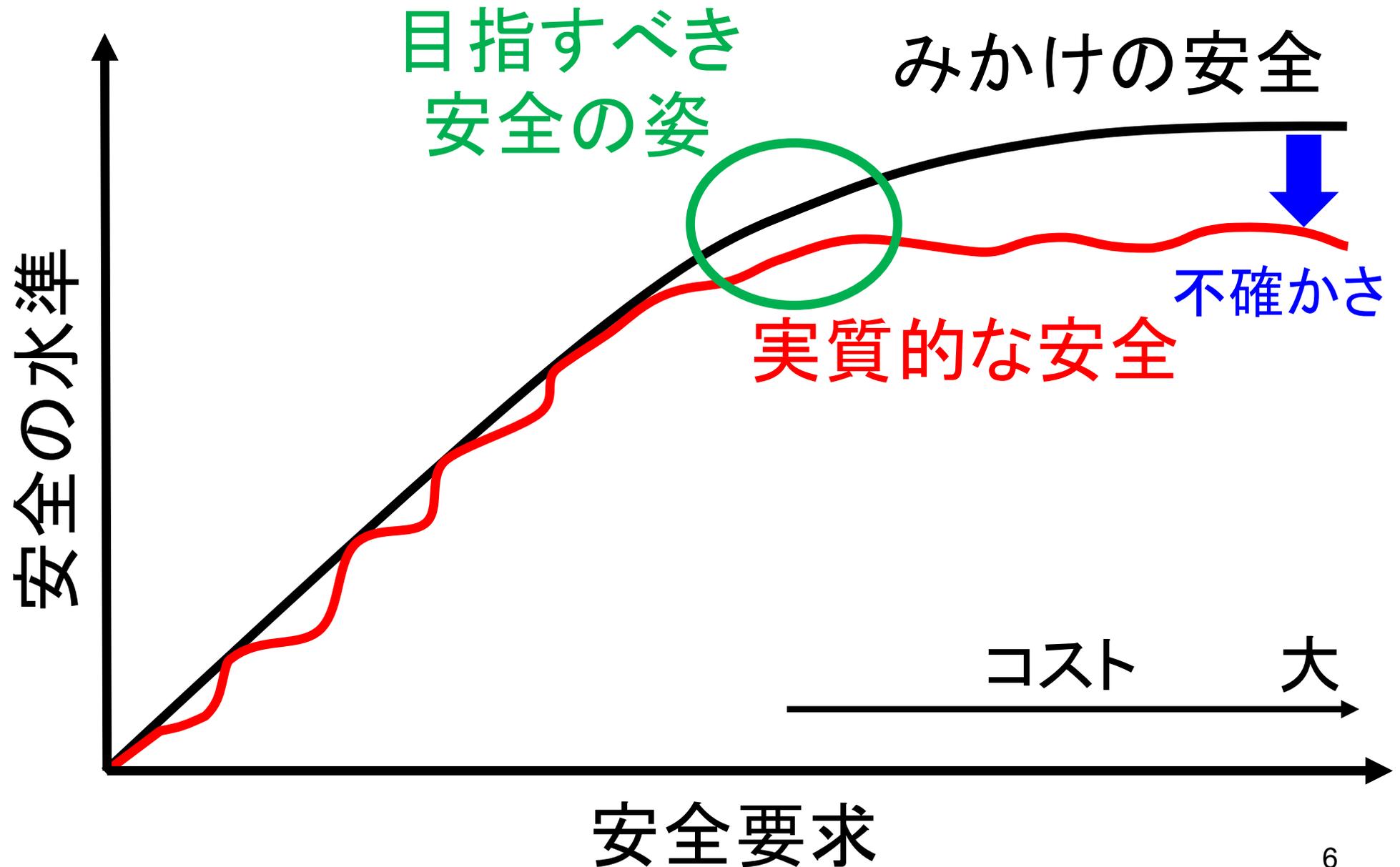


現在は確率を用いて表現

さらなる安全性向上
規制の継続的改善



実質的な安全とみかけの安全



確率論的リスク評価と安全の目安

- 原子力発電所を隔離された地下立地とすべきであるとの申し立てに対して、USNRCはVIA (Value Impact Analysis) を実施した
- A Value-Impact Assessment of Alternate Containment Concepts, NUREG/CR-0165 (1978)
 - 炉心溶融時の蒸気と非凝縮性ガスにより格納容器加圧破損が支配的なリスク要因 (WASH-1400の知見)
 - 現状の設計と9種類の代替設計を比較
 - 6種類の格納容器の代替設計概念
 - 設計圧力を増加
 - 格納容器の容積増加
 - 炉心溶融事故時に格納容器ベント
 - 炉心溶融事故時に格納容器の蒸気凝縮
 - 格納容器運転圧力を低下
 - 炉心溶融事故時に非凝縮性ガスを排出

格納容器代替概念の検討(1)

格納容器耐圧性強化

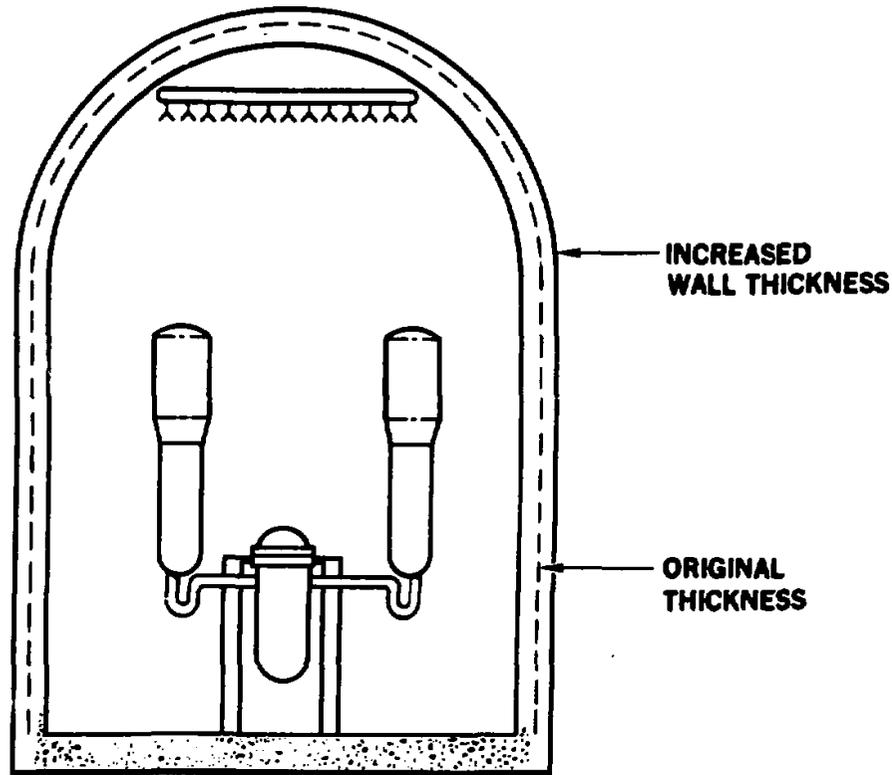


Figure 3. Stronger Containment

浅地下立地

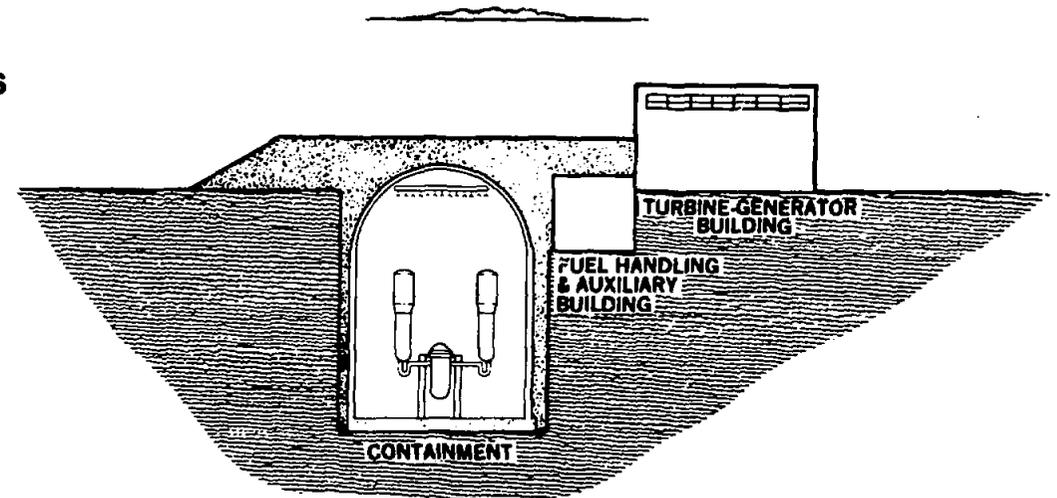


Figure 4. Shallow Underground Siting

格納容器代替概念の検討(2)

深地下立地

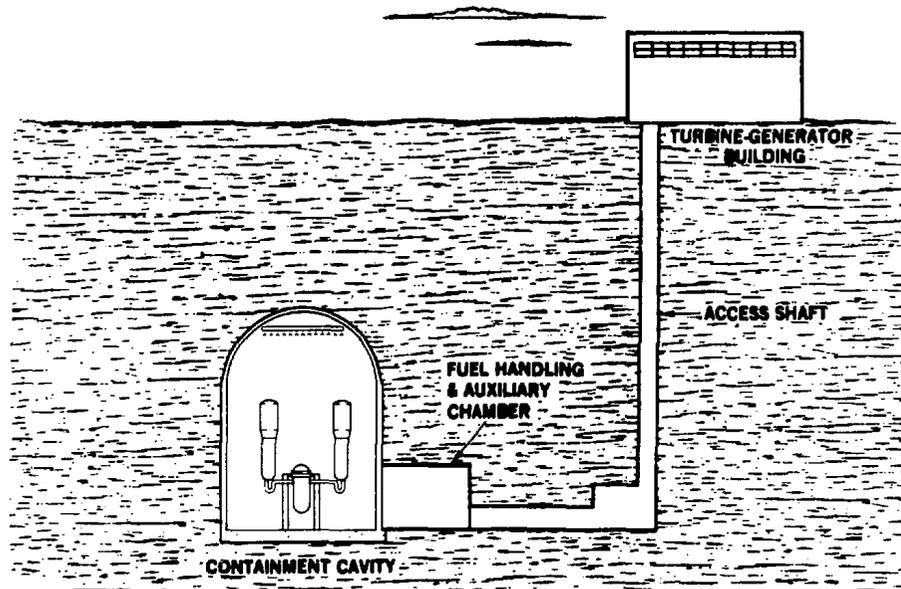


Figure 5. Deep Underground Siting

格納容器容積増加

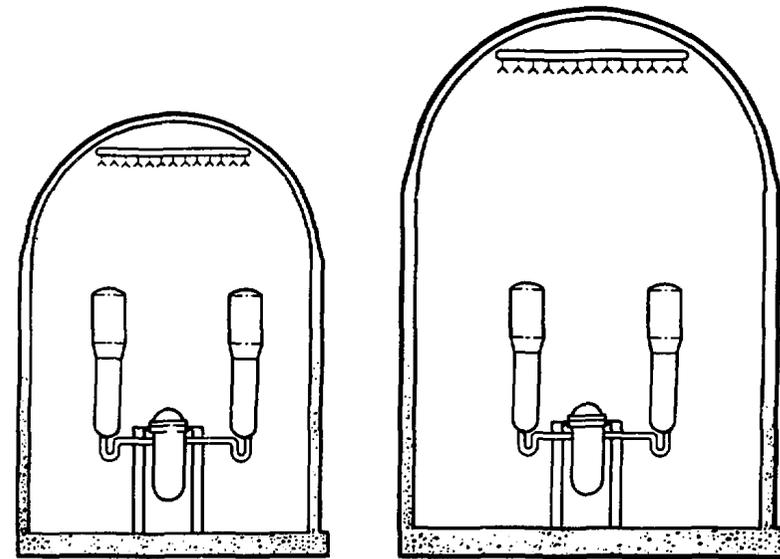


Figure 6. Increased Containment Volume

格納容器代替概念の検討(3)

フィルタ付き
ベント

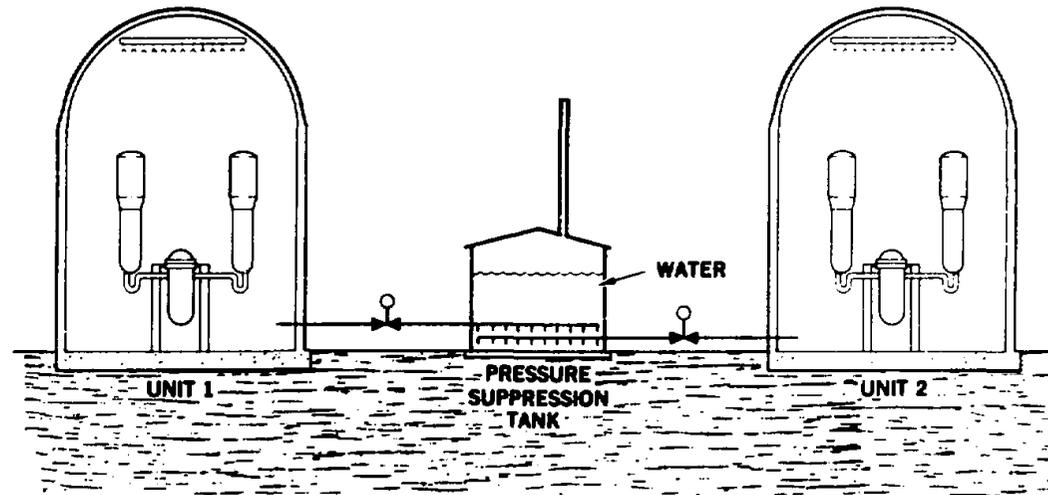


Figure 7. Filtered Atmospheric Venting

ベント用建屋

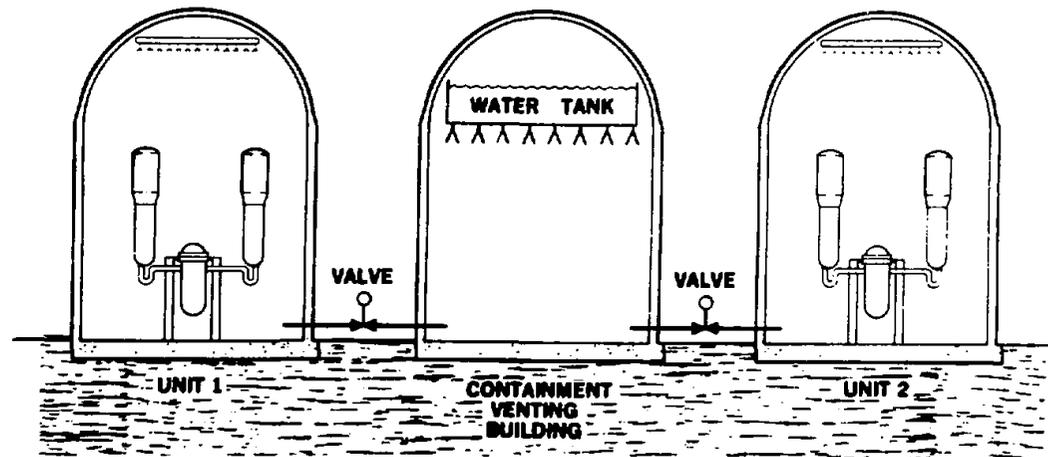


Figure 8. Compartment Venting

格納容器代替概念の検討(4)

地下排出
(薄いベースマット)

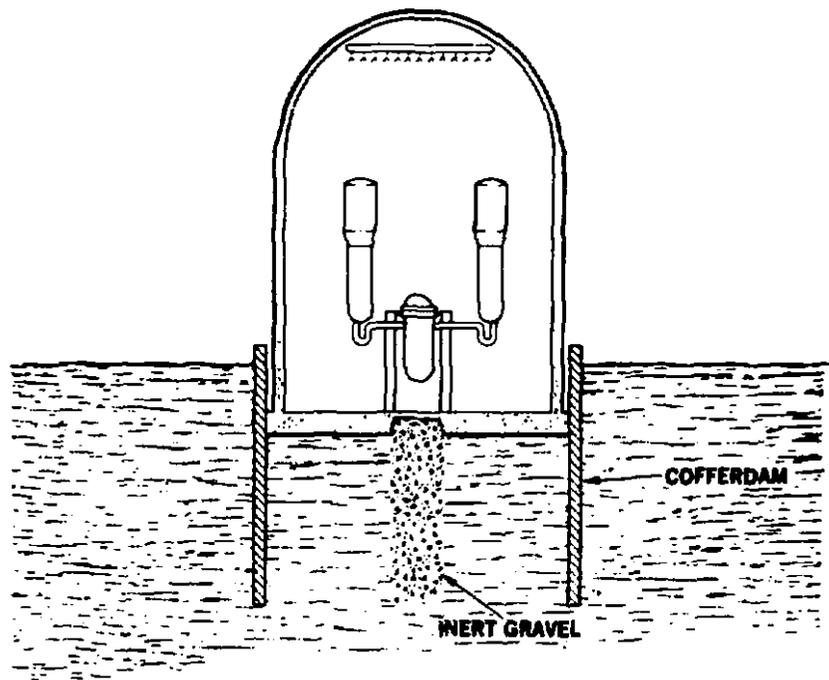


Figure 9. Thinned Base Mat

減圧格納容器

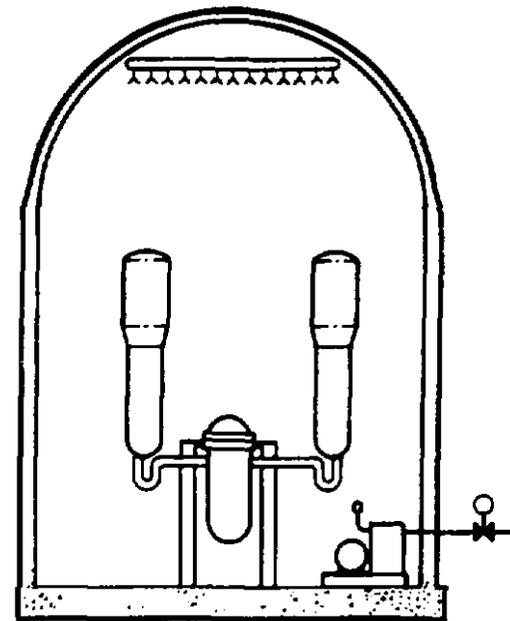


Figure 10. Evacuated Containment

二重格納容器

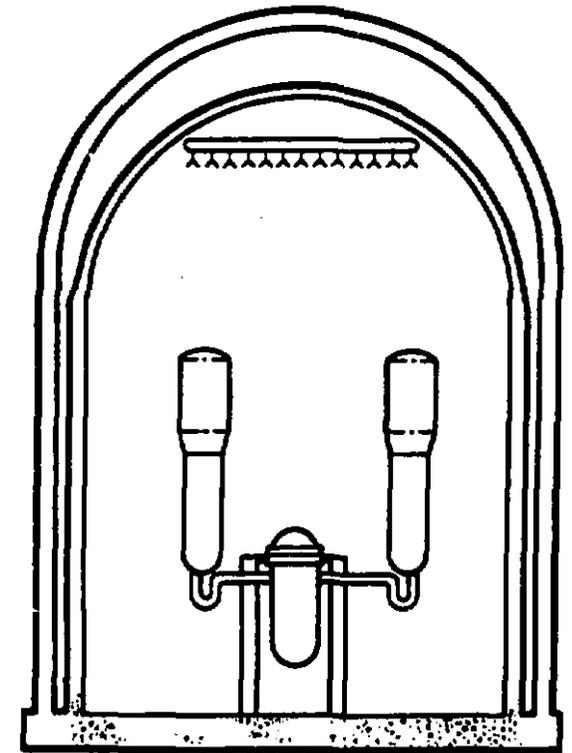
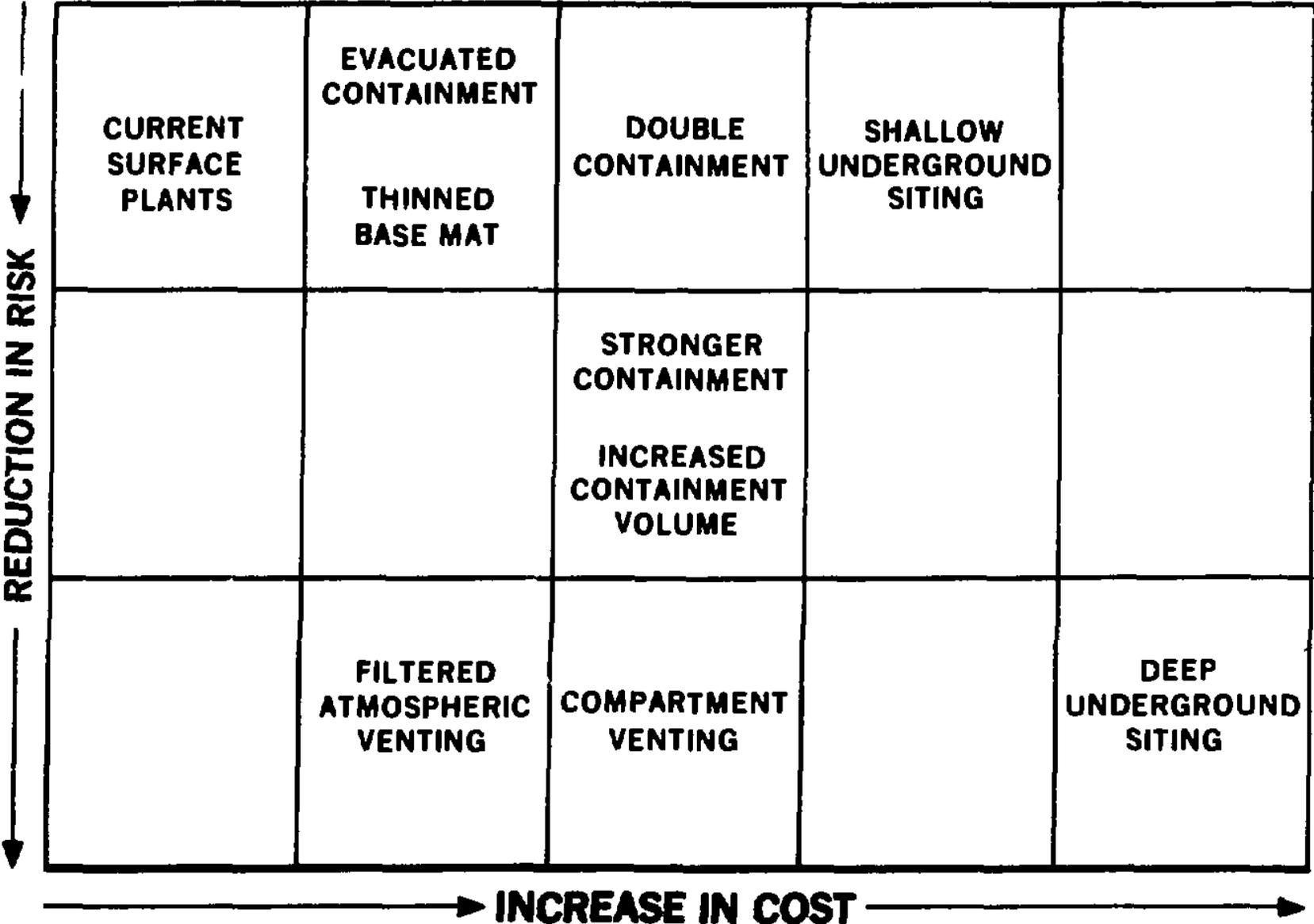


Figure 11. Double Containment

Value Impact 分析



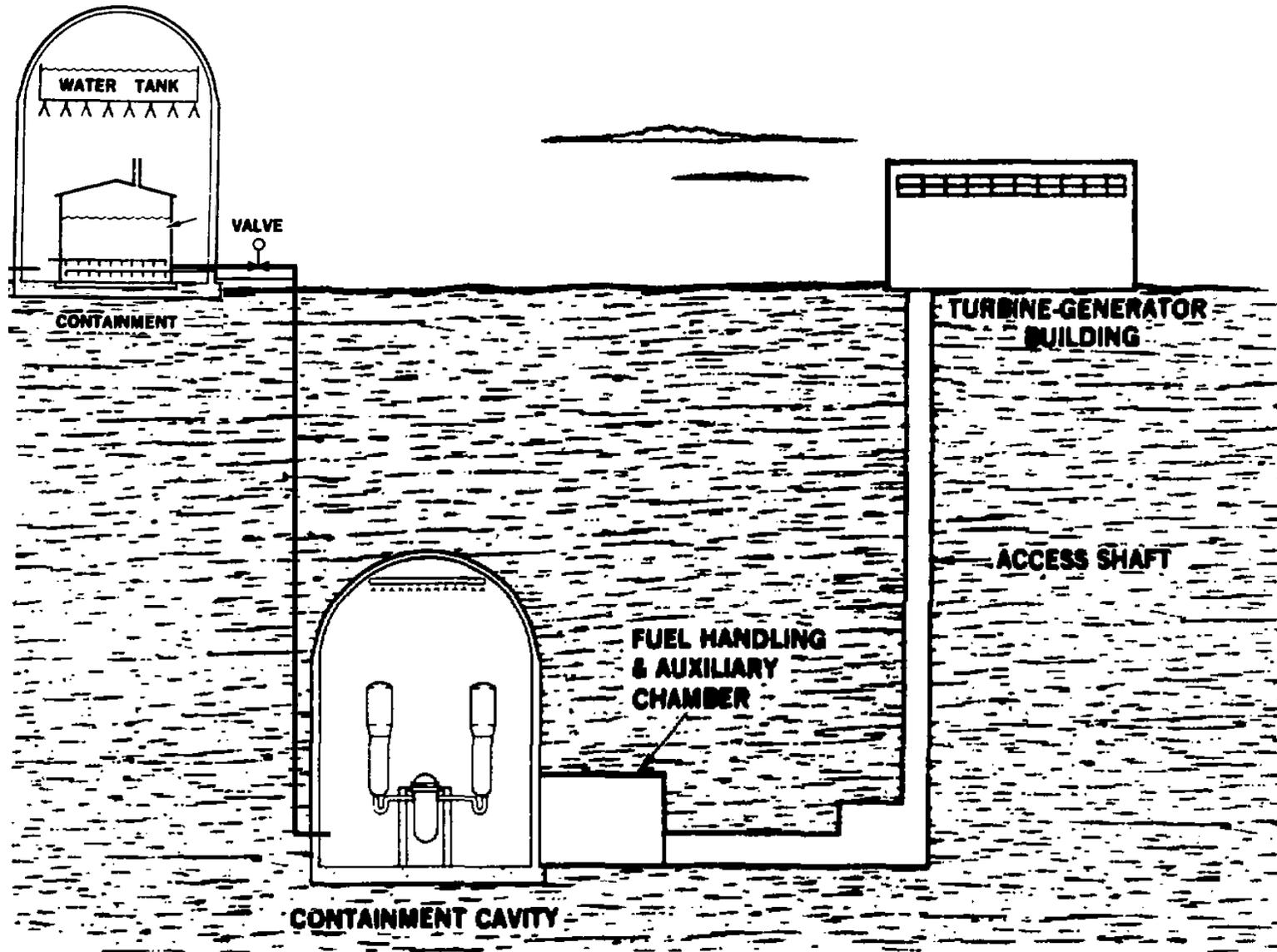
統合的なValue-Impact分析

- Value (実質的な安全の向上) はRSSの結果による

9つの格納容器代替概念

	建設コスト増加	建設期間長期化	規制の遅れ	動的機器	重大な設計変更	技術開発	運転への影響	設備共用	コスト
	<u>Increased Construction Cost</u>	<u>Extended Construction Schedule</u>	<u>Significant Regulatory Delay</u>	<u>Active Components</u>	<u>Significant Design Modifications</u>	<u>Potential Technological Developments</u>	<u>Impact Normal Operations</u>	<u>Potential Multiple Use</u>	<u>Cost Estimate (10⁹ \$)</u>
Filtered Atmospheric Venting	X			X				X	0-10
Compartment Venting	X	Possibly		X				X	20-40
Deep Underground Siting	X	X	X	X	X	X	X		200-400
Stronger Containment	X				Some				15-25
Increased Containment Volume	X				Some				20-30
Shallow Underground Siting	X	X	X		X		X		100-200
Evacuated Containment	X			X			X		0-10
Double Containment	X				X		X		20-30
Thinned Base Mat					X				0-10

安全が向上するのなら・・・



安全の目標の階層的な構造

- 人と環境を原子力の施設と活動に起因する放射線の有害な影響から防護するという原子力安全の目的は、原子力利用を不当に制限することなしに達成しなければならない。このため合理的に達成できる限り最高水準の安全性を達成しつつ原子炉等の施設を運転できるよう
 - 放射性物質の放出を抑制
 - 放射性物質等の制御の喪失を防止
 - そうした事態が発生した場合の影響の緩和（IAEA）
- 公衆の健康と安全の適切な保護を確保し、公共の防衛とセキュリティを推進し、環境を保護する（USNRC）
 - 定性的目標（生命・健康リスク、社会リスクの有意な増加）
 - 定量的目標（0.1%）
 - サロゲート目標（CDF、LERF）

原子力安全委員会の安全目標

■ 定性的目標

- 原子力利用活動に伴って放射線の放射や放射性物質の放散により公衆の健康被害が発生する可能性は、公衆の日常生活に伴う健康リスクを有意には増加させない水準に抑制されるべきである

■ 定量的目標

- 安全目標をこのように定めることによって様々な原子力利用活動に係るリスク管理者にそれぞれの分野で健康被害の可能性を抑制するために行うべき活動の深さや広さを共通の指標で示すことができる
- 定量的目標は主として原子力施設の安全確保活動の深さと広さを決めるために用いられるので、原子力施設の種類毎に、その施設に固有の重大な事故事象を選び、定量的目標に適合する事故事象の発生確率を性能目標として策定することを検討する

安全目標の要件：ACRSの提案（1980年10月）

- 競合技術より低い社会リスク
- 個人に及ぼすサイトリスク
 - 事故やがんの死亡リスク
 - 個人リスクとベネフィット
- 安全にかかる設計は、**事故の防止**と**影響緩和**を重視、事故の確率、周辺に住む**個人（単数）の死亡確率**
- ALARAコスト効果基準による適切な対策
- 軽水炉の全ての事故ソースを考慮、大きな不確かさが存在すること
- 事故の可能性をさらに下げるインセンティブ、不当な技術へのペナルティ、社会への過度なコスト負担がないように
- 社会的・地域的資産（帯水層や肥沃な農地）の喪失も重要な基準（議論するも目標として提案しなかった）

DAVID OKRENT, The Safety Goals of the U.S. Nuclear Regulatory Commission, SCIENCE, VOL. 236 (April 17, 1987)

安全目標についてのコメント

- 原子力安全委員会の委員長在任当時、安全目標の設定の専門部会で、「工学的な目標設定に人の死を指標にするのは不適切」、「確率論的な議論により安全目標を設定しても社会には理解されない」といった批判があり、実際の設定には至らなかった。（松浦）
- 安全目標は、満たすべき「基準」ではなく、一つの指針である。実際にその目標を目安として、さらなるリスク低減を図るかどうかの意思決定に活かすことによって、はじめて、安全目標を作った意味がでてくる（Apostolakis）
- リスクと便益の評価は避けて通れず、それを合理的に行わなければならない。原子炉の安全に関する意思決定はあらゆる情報に基づいて行われるべきである。これは、産業界にとっても、規制側にとっても重要なことである。PRAによって、原子炉安全に真に大切なものに光を当てることができる。（Apostolakis）
- NRCは安全目標、シビアアクシデント、バックフィットという、後に相矛盾することになる幾つかの政策方針を採用した。（Okrent）
- せめて、災害の可能性は合理的に達成できる限り小さくするべき。その目安は早期死亡確率、経済損失リスク等で示されるというべき（改正原子炉等規制法について）（近藤）