

安全性に関する国際規格化の動向と我が国の現状と課題

1. 日本の安全技術の現状

近年、ガス器具使用中の一酸化炭素中毒事故情報の共有化不備、大型トラックの車軸部品の欠陥に伴うリコールや報告漏れ、沸騰水型原子炉圧力容器の内部構造物で確認されたひび割れに対する点検・修理記録等の不適切な報告、また直近では一連の調査で発覚した原子力発電所の制御棒が抜けて起きた臨界事故が未報告だった事例など社会では安全規則の形骸化や不備が要因と考えられる事故が度々起きて情報の共有化の必要性が改めて認識され、安全責任に対する企業倫理が問われている。

社会を騒がす事故の原因調査によって後で明らかとなる安全に対する取組みの欠如は、ひとつには科学技術に対する当事者の過信、社会へのリスク情報の発信不足によるところが大きい。これを解消していくためには、科学技術が及ぼす倫理的・法的・社会的課題に対する責任ある取組み、科学技術に関する説明責任と情報発信の強化、科学技術に関する国民意識の醸成、国民の科学技術への主体的な参加の促進などが求められ、第3期の「科学技術基本計画」では、「健康と安全を守る」等の基本理念を具体化するために6つの政策目標が掲げられている。このうち「健康と安全を守る」の理念具体化目標として「安全が誇りとなる国（世界一安全な国・日本を実現）」が掲げられているが、上述のような社会安全を損なう事故・事件が無くなり、安全が確立され信頼される社会となるためには、様々な安全規格を遵守し、またこれらの背景を含めた科学技術を分かりやすく国民に伝えるなど、研究者・技術者と社会との間のコミュニケーションの果たす役割が重要である。本稿ではこの主旨を受けて、先ず社会安全の基本となる産業の安全規格への取組に関する国際動向をいくつか紹介し、さらに筆者が係わる原子力発電の運転管理分野における安全の取組みに焦点を絞って海外規格基準の動向と我が国の現状を比較することとしたい。

2. 世界の安全規格の動向

欧州では、市場統合の手段として、「技術的な整合と規格へのニューアプローチ (1985)」指令に始まる産業の統一規格化が進められ、現在 EU 域内全ての製品はこの指令に基づく規格に適合することが求められている。例えば「基本概念、設計のための一般原則」(ISO12100)は、この指令に沿って定められた機械安全に関する基本安全規格である。

この基本安全規格は、図1に示すように機械関連では国際標準機構 (ISO) 規格を、電気関連では国際電気標準会議 (IEC)規格を基に整合を取りながら統一化が進められており、「安全の規格作成のためのガイドライン」(指針51)によって、リスク、安全、傷害、危険源 (ハザード) 等の基本的な概念が規定されている。

このガイドライン (指針51)によると、3つの階層化構造の頂点に位置するA規格は、共通に適用される基本概念・設計原則を扱う規格とされ、ISO12100 (機械類の安全性・基

本概念設計のための一般原則)と ISO14121 (リスクアセスメントの原則) の 2 つの規格がこれに該当する。この A 規格の概念は、リスクアセスメント (機械の安全を構築するうえで機械が持つ危険源を見つけて評価すること) を重視し、①本質安全設計によるリスクの低減、②安全防護装置の設置、③使用上の安全性に関する注意などの情報提供の 3 つの方法を用いてリスクを低減し、安全性を確保するよう要求する。そしてその下位の B 規格には、安全関連設備で共通に使用される要素 (例えば、安全に係わる装置や電気設備、電子機器など) と、安全に係わる物理量 (例えば、温度や離隔距離など) に関する規格が規定され、国際標準機構 (ISO) のインターロック規格 (ISO 14119) や安全距離規格 (ISO 13852) 等、及び国際電気標準会議 (IEC) の電気設備安全規格 (IEC 60204) やセンサ安全規格 (IEC 61495) 等が該当する。また、さらにその下位の C 規格には、工作機械や産業用ロボットなど個別製品の安全要件を記述した製品安全規格が定められている。

この A 規格の『設計で安全を先ず確保すべきであって、作業者の意識で安全を確保するのは最後の手段』の思想を主張した「基本概念設計のための一般原則」(ISO12100) は、すでに広く国際的に導入されている「品質システム」(ISO9000) や「環境マネジメントシステム」(ISO14001) と並んで今後グローバル化した市場で必須の要件となることが予想される。

日本では厚生労働省から「包括的な安全基準に関する指針」(2001) が発出され、機械類の安全性に関する JIS 規格として、基本概念規格 (JIS B9700-1)、設計原則規格 (JIS B9700-2)、リスクアセスメント規格 (JIS B9702) 等が順次制定されている。美浜原子力発電所 3 号機の 2 次系配管破損事故の再発防止対策では、現場の労働安全策の必要性を多角的に評価して、可能な限りリスクを低減するため、労働安全衛生マネジメントシステム (OSHMS) が導入された。これは ILO (国際労働機関) が発表した「労働安全衛生マネジメントシステムに関するガイドライン」(ILO-OSH-2001) に先立って厚生労働省が開発したシステムで、どちらかと言えばイギリス規格協会の OHSAS18001 を参考にしたものである。なおこの規格・認証は、中央労働災害防止協会が認定基準を定めている。

次章ではエネルギー分野の中から、安全またはリスク情報発信の面で社会の関心が深い原子力発電の運転段階における安全規制について触れる。

3. 原子力安全規制の動向

原子力発電は世界 31 カ国で 429 基が運転され、我が国でも 2006 年末現在で 55 基が稼働し、総発電電力量の約 3 割を発電している。現在、原子力発電は、エネルギーセキュリティと地球環境温暖化抑止策の一つとして世界的にも再評価の動きが高まり、「原子力カルネッサンス」と呼ばれる時代を迎えつつあるが、残念ながら我が国では原子力産業界を揺るがす不祥事、事故が続き、高レベル放射性廃棄物の処分施設立地調査や使用済み原子燃料を再処理して抽出したプルトニウムを軽水炉で再び燃やすプルサーマル計画などは牛歩の速

度で進められている。

これらの社会的に大きな影響を与える不祥事、事故を概観してみると、組織の安全管理、品質保証、そして安全文化に関する課題が見えてくる。例えば、1999年に東海村で起きた核燃料加工工場の臨界事故では、認可された手順を逸脱した運用などの安全管理面の問題だけでなく現場作業員の教育不足など経営資源の適切な配分に係る組織経営にまで批判の矛先が向けられた。また2001年に発覚した原子炉の中にある炉心支持構造物の自主点検結果や格納容器漏洩率測定検査における一連の不正問題では、組織的なデータ改ざんが取りざたされ、電力会社の経営陣が責任を取って退陣することとなった。これらの事故・事件は、原子力安全に対する組織のトップマネジメントの重要性や対象設備の技術規格に対する整備の必要性を痛感させ、品質保証に係る規格基準を導入する契機となった。また2004年に起きた美浜原子力発電所の二次系配管破損事故でも、事故の背景にある品質保証の課題がクローズアップされ、安全文化の観点から組織を適切に評価する基準の必要性について認識が高まった。そしてその後も水力発電所のダムに関するデータ改ざんに端を発した一連の調査で、志賀原子力発電所の臨界事故が公表されず、運転経験の貴重な情報の共有がなされていなかった事実が判明するなど、安全文化に対する姿勢を社会から問われる事例が続き、原子力発電に対する社会的信頼を失墜させている。

以下に、原子力発電に対する信頼回復の第1歩としての必要条件である安全・安定運転とそれを支える安全文化の醸成に関する国際規格の動向についていくつかトピックスを追ってみる。

3.1 国際原子力機関安全基準文書 (Safety Standard Series)

原子力の平和利用の促進とともに、平和利用から軍事利用への転用防止を目的として組織された国際原子力機関 (IAEA) では、その権限の中の一つに「国連機関等と協議、協力の上、健康を保護し、人命及び財産に対する危険を最小にするための安全上の基準を設定し又は採用する」ことが謳われ、原子炉施設に関する安全基準を始めとする各種の国際的な安全基準・指針の作成及び普及活動が行われている。この安全基準・指針はIAEA安全基準文書と呼ばれ、加盟国自身がそれを国内規制基準として採用するかどうかはその国の裁量に委ねる国際標準規格と位置づけられている。

安全基準文書は図2に示すとおり、「安全原則」、「安全要件」、「安全指針」の3段階の階層構造を持つ多数の文書から成っており、「安全原則」は安全性に関する要件の目標・概念・原則等を示すもの、「安全要件」は安全原則の目標、概念、原則に基づく基本要件を示すが、満足できない場合は対策が必要なレベルを示すもので表現に shall が用いられる。「安全指針」は、安全要件を満足する方法に関する勧告やガイダンスを示し、遵守することを期待されるが目標を満足するならば他の代替方法も認めるもので、表現に should が用いられる。

最上位に位置する安全原則は、現在「原子炉施設の安全性」(No. 110)、「放射性廃棄物管理の原則」(No. 111-F)、「放射線防護及び放射線源の安全性」(No. 120)の3件があるが、近年これらを一つに統合すべく検討が進められている。

3.2 米国規制体系(10CFR Part50 及び民間規格(ANSI/ANS-51.1,51.2 等))

米国の原子力規制体系は、実質的に連邦規則 (Code of Federal Regulation:10CFR) およびその下位には行政指導等、更にはその下に指針および民間基準等が位置づけられ、性能規定化された規制体系となっている。

例えば、原子力発電所における保守が不十分なために生ずる機器故障を最小限に抑えるために、米国原子力規制委員会 (以下NRC) は保守規則 (10CFR50.65)を作成して要件を設置者に課し、保守規則の対象となる構造物、系統、機器については原則的規定のみを示している。一方産業界は、原子力管理人材協議会 (現 米国原子力協会 : NEI) で設置者が保守規則に対応するための具体的なガイドライン (NUMARC 93-01) を作成し、NRC は、これを規制側のガイドライン「原子力発電所の保守の有効性の監視」 (R. G. 1. 160) の中で、容認する形を取っている。

このように米国の規制は、原則的要件のみを示し、それに適合する達成手法は設置者の自主的判断に任せるという柔軟なパフォーマンスベースの規則である。1998年には行政管理予算局から各連邦機関の長宛に「自主規格の作成及び使用に関する連邦政府の関与」と題する文書 (Circular A-119(改訂版)) が発信され、民間規格の優先利用、政府規格の民間規格への代替可能性の見直し等詳細な事項が示されていて、民間規格は、Regulatory Guide、連邦規則 (10CFR)、標準審査指針、技術仕様書、一般通達文書などで積極的に引用されている。

以下に、原子力安全を確保する安全基準として原子力発電所の運転段階における規格基準の動向に触れることとし、保安規定、リスク情報活用、安全文化の視点からこれらの国際規格基準の適用状況と我が国の現状について述べる。

1) 保安規定

原子炉施設は基本設計段階から建設段階において安全を担保する種々の要求が出され、これらに適合する施設が作られているが、我が国では運転段階において、設置者自らが定めて遵守することを求める保安規定と呼ばれる安全規定が原子炉等規制法で位置づけられている。

この保安規定には原子炉の災害を防止するための基本的な事項を定めることを目的として安全文化を基礎とした従業員の行動規定、公衆の被曝を可能な限り低い水準に保つ行動規定、災害防止のために適切な品質保証活動等が記載される。

我が国の保安規定は、1999年の核燃料加工工場の臨界事故、2001年の電力会社の検査データ問題を契機に、品質保証に対する詳細な取組み (ISO 9000 をベースにした JEAC4111-2003 を採用) を盛り込み、大幅な充実が図られた。この結果、少なくともドキュメントベースでは欧米の水準と肩を並べるものと評価されているが、安全に関する規

定としてはまだまだ充実の余地があるとする声もある。例えば、前述のとおり欧州では国際原子力機関 (IAEA) が「安全基本原則」を定め、原子力発電所の運転に関する「安全要件」を出しているが、これと我が国の保安規定を比較すると、運転経験の適切な評価・活用、火災防護への対応、職員の資格訓練に関する特殊技能認定、保守管理・点検検査に係るデータ分析、放射線防護に関する ALARA の具体的計画等において記載ぶりが同等とは言いがたいとの指摘がある。また米国の規制体系 (10CFR 等) と比較すると、火災防護に対する記載、保守試験等に関する民間規格の適用、ALARA の具体的計画において記載が不十分との指摘がある。これらの様々な指摘は、国の安全規制体系の包括的な枠組みの中で整合性を確認しつつ検討が進められることを期待されている。

2) リスク情報活用

リスク情報の活用について規格化された欧米の現状を概観すると、米国では、原子力規制委員会 (NRC) は設置者が確率論的安全評価 (PSA) を判断根拠に活用することを選択肢として認めており、1970年代から原子力発電所の事故リスクを定量評価してきた。そしてスリーマイル原子力発電所2号機の事故 (1979年) を踏まえて、「どこまで安全なら十分と言えるのか？」を追求し、1986年にNRCは安全目標および補助的数値目標として炉心損傷頻度及び早期大規模放出頻度を定めるなど、個別プラント毎に脆弱性を評価している。その後、事業者からリスクベース規制を導入して運転コストを合理的に抑制すべきとの提言がなされ、規制側は従来からの設計思想である深層防護の思想を支援する技術的に可能な範囲で、確率論的安全評価の活用枠を拡大するなどの基本方針が出され、1999年には許認可事項変更の際にリスク情報を活用するための一般規制及び個別規制のガイドライン

(RG. 1. 174-178) が発行されている。また最近では、「リスク情報」を活用した原子力安全規制体系の構築が進められており、確率論的安全評価活用方針、確率論的安全評価を規制に活用する際の規制ガイドライン、「リスク情報」活用に関する民間規格等の体系的な整備が進められている。

我が国では、安全規制の科学的・合理性をより一層向上させる手段として「リスク情報」の活用が期待されており、2003年に原子力安全委員会は「リスク情報を活用した原子力安全規制の導入の基本方針」を決定し、これを受けて行政庁では具体的な導入過程の検討が行なわれている。この中で、米国の民間規格と比較して人間信頼性評価手法の高度化、経年変化や組織因子にかかる確率論的評価手法の確立を目指した検討が今後必要とされている。また地震以外の津波等外的事象に起因するリスクや発電所内の火災に起因するリスク評価手法の確立や規格化も期待されている。これらについてはデータベースの整備から始まり、手法、評価基準が公開され、多くの観点からレビューを受けて信頼されるシステムの完成が求められる。

いずれにしても、このような定量的数値目標の設定は、規制側や事業者側が科学合理的な判断をおこなうための有効な手段と考えられるが、これをもって社会の安心が全て得ら

れるわけではないことに留意する必要がある。安心とは絶対的数値で量ることが出来ないもの、言い換えれば「割り切れない」ひとつの心理状態であり、感情的な「信頼」という要素を伴っている。立場の異なる者が意見を述べ合い、双方の理解・信頼を高めるリスクコミュニケーションの役割はここにも求められている。

3) 安全文化

原子力発電プラントの安全確保は、設備の健全性確保とこれを運用する人間・組織の制度やマネジメントの両輪で成り立っている。最近の我が国では原子力安全文化の劣化が進み、ついに顕在化したのではないかとと思わせる事例が続いているが、この原子力安全文化については国際機関 (IAEA、OECD/NEA) や欧米各国が規制の関与のあり方について議論を重ねており、我が国でも検討を進めている。

国際原子力機関 (IAEA) では、国際的に重要な原子力安全問題一般について情報交換や事務局長への勧告を行う諮問機関として、事務局長の下に国際原子力安全グループ (INSAG) が設置されている。この国際原子力安全グループはチェルノブイリ事故後の検討会議でまとめた概要報告書 (INSAG-1) の中で、はじめて安全文化の概念を発信し、その後 1991 年に取りまとめられた報告書の中で「安全文化」の必要な構成要素 (INSAG-4) が提示された。また優れた安全文化を支えるため、安全マネジメントの観点からの要件及び評価の視点 (INSAG-13) が示され、これをさらに具体化した日常実務の中で定着させるための視点及びそれを診断する質問等 (INSAG-15) も示されている。

このように欧州では、IAEA が安全文化の定義、評価項目の開発、劣化兆候の把握、安全マネジメントシステムへの取組など評価手法、評価の視点を提示し、各国はこれを基に国内規制体系への取り込みを図っている。なお国の規制側が事業者の安全文化醸成もしくは品質保証の確保に直接関与することは馴染まないとの考え方から、規制側の主たる役割は事業者の安全文化醸成活動を支援することと考えているようである。

また米国では、1989 年に「原子力発電所の運転の実施に対する政策声明書」が出され、「安全文化」とその属性が定義され、この後、種々の安全文化確立のための声明が出されてきた。2002 年に NRC 委員長は安全文化を直接規制することは困難だとしたものの、デービスベッセ発電所の原子炉上蓋腐食問題 (2002) を契機に安全文化を問うトラブルが顕在化した反省から再び検討が始まっているようである。

いずれにしても原子力発電所の安全確保の性能が適切に達成されていることを分かりやすく明示するため、米国では事業者の設備信頼性を評価するだけの従来のやり方に代えて運転性能指標に基づく規制、すなわちリスクを評価し、外部に向かって色別表示する原子炉監視プロセス (ROP: Reactor Oversight Process) の運用が始まっている。これは立会、記録確認等を組み合わせて事業者の活動全般を確認する検査で、我が国では電気工作物のうち特に重要度が高い設備について事業者が行う定期事業者検査に国の検査官立ち会い、

又は記録を確認する安全規制制度となっているが、米国の場合は、発電所の運転経歴データを基に作成した運転性能指標の評価結果と、組織、検査手法の妥当性等に対するNRCが行う日常の検査活動の結果を総合的に評価するものである。それぞれの運転性能指標は色別され、リスクが許容範囲に収まり基本的に安全が保持されている「緑」から、安全裕度の減少度合いに応じて「白」、「黄色」、そしてリスクが高まり安全余裕が許容できない程度まで減少した「赤」の4種に分類される。

この米国流の検査制度は、原子炉運転監視プロセスとして「ヒューマンパフォーマンス」「安全を重視した作業環境」「問題の発見・是正する仕組み」の観点から安全文化を間接的に検査するもので、NRCの検査マニュアル・チャプター (IMC 0305) 及び検査手順書 (IP95003) が公開されているが、これによると、安全文化そのものを検査することは極めて難しいが、安全文化が分野横断的に問題を顕在化させることを踏まえて、これらの視点から安全文化の構成要素を特定し具体的な検査項目を明確化するものである。これらの規格基準は事業者に対するものではなく、規制側が評価するポイントとして公開されており、「安全文化要素に対する検査要件例」、「安全文化要素に対する質問書」、「焦点を当てたグループ及び個人に対するインタビューのガイダンス」及び「構造化行動観察に関するガイダンス」などである。このように米国では社会に向かってリスクを判り易く表示し、深刻なリスクとなる前に、この総合的な評価方式でパフォーマンスが悪化している原子炉を特定し対応策をとろうとしている。この結果、米国では安全規制のプロセスの透明性が向上し、また事業者の自主性を重んずることで安全重要度の高い機器や系統に経営資源を集中させ、安全に対する総合的な信頼性を高めることが可能になったといわれる。我が国でも総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会の下で検査の在り方に関する検討会において種々の検査方式の可否について議論が行われている。

4. 結語

事故経験が蓄積され、その反省を昇華させた安全規則を遵守しなかったために起きた事故はあとを絶たず、法律だけでなく民間規格を含めた広い意味での「コンプライアンス」が社会のキーワードとなっている。社会の中では人々の信頼を得ることが重要であり、自らの業務を規格基準類と整合性を持たせるだけでなく、業務の透明性を高めてこれを社会に向かって説明する責任、そして結果を保証することが求められている。このため原子力分野ではリスク情報を活用した規制方策の導入を試みているが、これは一定のリスクが社会に受容されることを前提にしている。しかし、社会では同レベルのリスクであっても原子力のリスクを特別なものとする傾向があり、リスクコミュニケーションの研究などリスクの社会的受容性の課題を併せて考察する必要がある。またグローバル化した社会では安全規則を重視した国際規格基準の動向に絶えず注意を払っていくことが国際市場で生きていくための必須条件であることは言うまでもない。

- [1] ISO/DIS12100(2000) : ” 機械類の安全性—基本概念、設計のための一般原則”
- [2] 向殿政男 (監修) 日本機械工業連合会 (編) (1999) : ” ISO 「機械安全」国際規格”、日刊工業新聞社
- [3] 鈴木達治郎、城山英明、武井撰夫 (2005) : , “原子力安全規制における米国産業界の自主規制体制等民間機関の役割とその運用経験：日本にとっての示唆”, 社会技術研究論文集
- [4] 原子力安全基盤機構 (2005) “米国等の保守管理活動に関する状況” 第 13 回検査の在り方に関する検討会資料-3
- [5] 中島 清他 (2006) “新安全論-グローバルイゼーション下での新安全論” 三菱総研倶楽部 Vol. 3 (No. 4)
- [6] 日本エヌ・ユー・エス株式会社 (2005) “米国における民間規格の活用状況に関する調査報告書”
- [7] 日本エヌ・ユー・エス株式会社 (2005) “欧州におけるリスク情報を活用した原子力安全規制の動向調査”
- [8] JANUS-LIS (2006) Bimonthly Report2006-09 “原子力発電所の監視プロセス (ROP) に関する安全文化評価の強化”
- [9] INSAG-1 (1986) 「チェルノブイリ事故の事故後検討会議の概要報告書」
- [10] INSAG-4 (1991) 「Safety Culture」
- [11] INSAG-13 (1999) 「Management of Operational Safety in Nuclear Power Plants」
- [12] INSAG-15 (2002) 「Key Practical Issues in Strengthening Safety Culture」

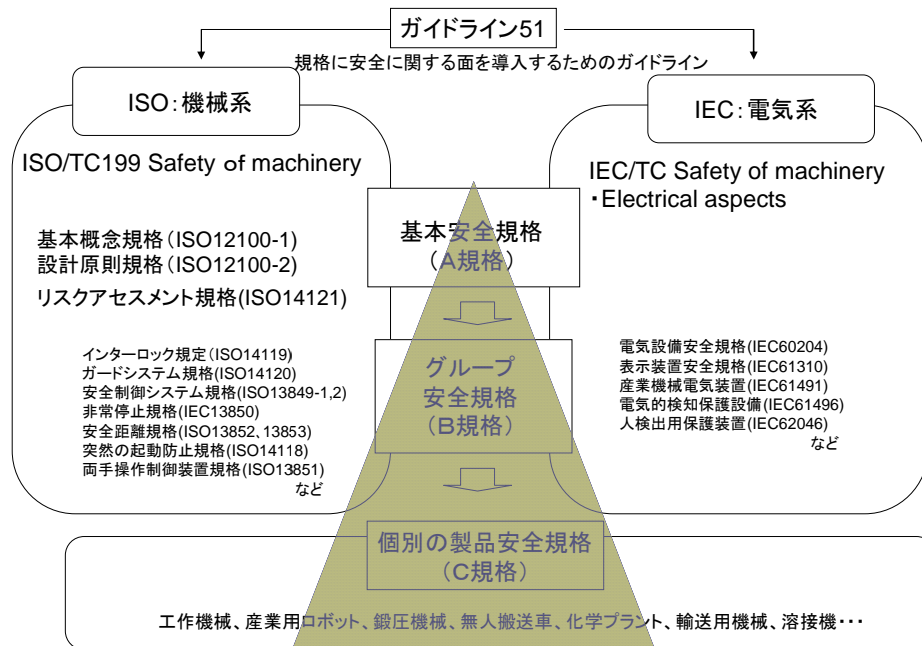


図 1 国際安全規格の階層構造

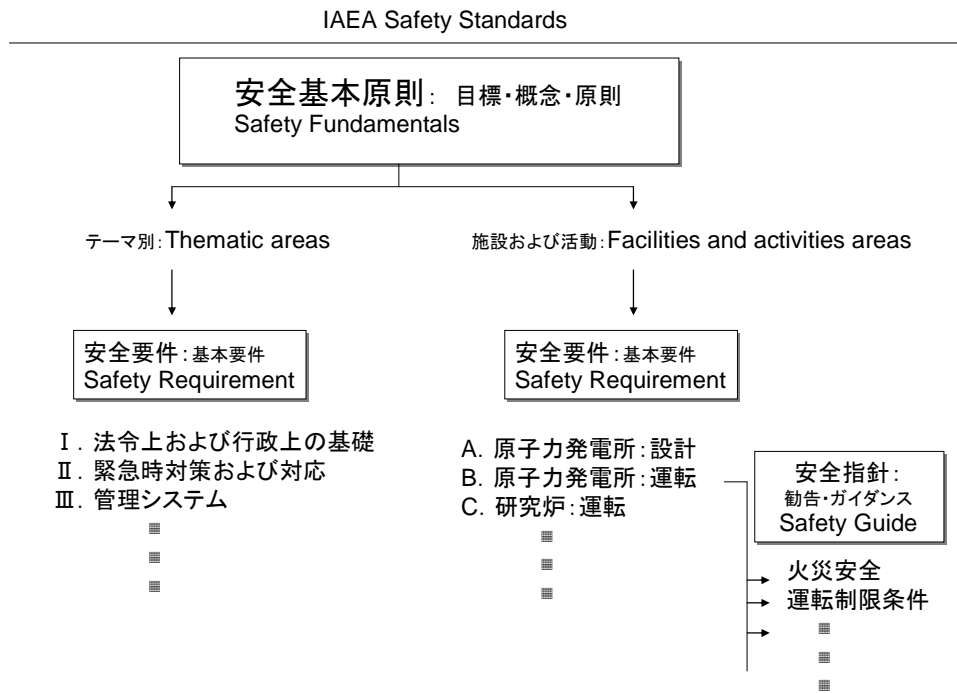


図2 国際原子力機関 (IAEA) の安全基準類体系