

設計基準文書（DBD）の 作成状況と活用状況

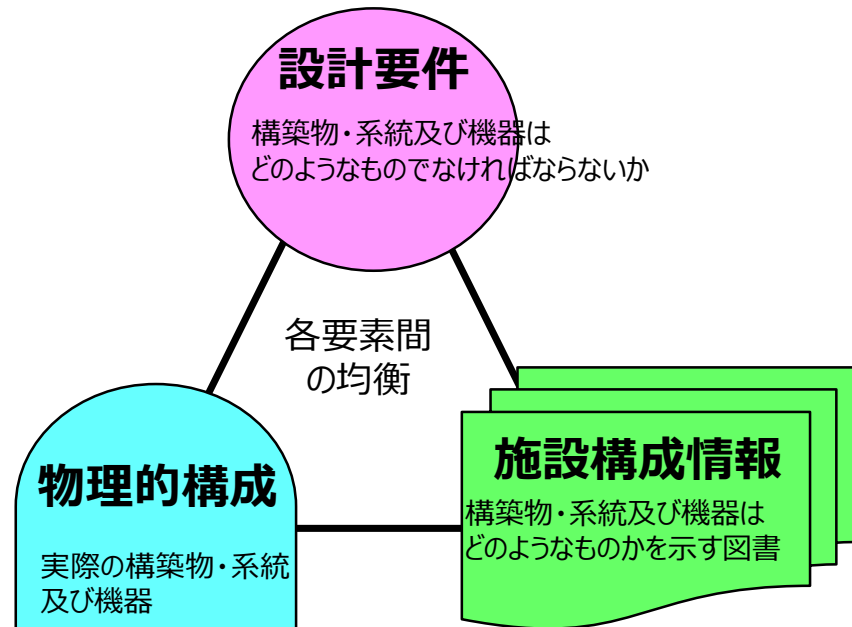
原子力エネルギー協議会（ATENA）

- コンフィグレーション管理 (CM)
- 設計基準 (Design Basis)
- 設計基準文書 (DBD)
- DBDの作成範囲・作成状況
- DBDの構成例
- DBDの業務での活用

コンフィグレーション管理（CM）

- 構築物、系統及び機器が設計で要求したとおりに製作・設置され、運転・維持（保全）されていることを常に確認、保証する仕組みであり、下図に示すように設計要件、施設構成情報、物理的構成の**3つの要素の整合性（均衡）を保つこと**。

均衡：整合性が維持されるとともに、整合性を崩すような変化（設計要件変更、設備改造等）が生じた場合に直ちに修正されること



図：CM均衡モデル

出典：IAEA SRS No.65 “Application of Configuration Management in Nuclear Power Plants”

検査制度見直しにおける取組

- 事業者の諸活動の中で CM は従来から実施
- リスク情報を活用してパフォーマンスベースで発電所の安全を確保していくための検査制度見直しを契機に、より体系的な仕組み構築が必要
- 検討を効果的に進めるため、事業者で連携して取り組み

（共通の取り組み）

- JANSI内にCM-WGを設置（2017年10月）
- JANSI-CMガイドライン初版制定（2018年9月）、第2版改定（2022年3月）
- BWR/PWRそれぞれで設計基準文書（DBD）のサンプルを作成し、その知見を各社に展開

（各社の取り組み）

- 保安規定「施設管理」においてCMの実施を明確化し認可を得ている
- CMに関するマニュアルが整備され、運用が開始されている
- 管理すべき機器・システムの抽出、リスト化を進めている
- 必要な設計基準文書（DBD）の作成を進めている

設計基準 (Design Basis)

- 規制要求を踏まえ、原子力安全を確保するうえで事業者が設定した安全上守るべき事項の集合体

米国NEIのガイドライン (NEI 97-04, Appendix B) における BWR 原子炉格納系統の例

機能要求	参照限度として用いる管理パラメータ
<p>A.原子炉格納系統（格納構造物と隔離系統を含む）は制御されていない環境への放射性物質の放出を防止するため、基本的に気密性の高い障壁とならなければならない。また、想定事故時に要求される期間中、安全上重要な原子炉格納系統の設計条件を越えないようにしなければならない。</p> <p><u>基準 (Basis)</u></p> <ul style="list-style-type: none">• GDC 16, 格納容器設計• GDC 38, 格納容器 除熱• GDC 50, 格納容器 設計基準 (design basis)• GDC 51, 格納バウンダリーの破損防止• GDC 54, 格納容器貫通配管系	<ol style="list-style-type: none">1. 原子炉格納系統は、LOCA時に核分裂生成物が二次格納容器及び環境に放出されるのを抑制する障壁を提供し、放射線量が10CFR100が規定する値以下であることを担保しなければならない2. 原子炉格納系統は、事故後最低限30日間はその漏えい率を維持する性能を有していなければならない3. 雰囲気制御系（不活性ガス系）は、通常運転下において原子炉格納容器雰囲気として酸素の体積割合をX.X%未満にし、それを維持しなければならない4. 原子炉格納容器系は、設計根拠（基準）圧力YY psigに耐えられるよう設計しなければならない
<p>補足的設計情報</p> <ul style="list-style-type: none">• 格納容器およびその圧力バウンダリーは、供用開始前に設計圧力の1.15倍までの試験圧力に於いて構造健全性が維持できることを実証できるように設計されている。• 格納容器隔離弁は、ASMEに従って設計・製造されている。• 格納容器は、漏えい試験の要件を満たすように設計されている。 等	

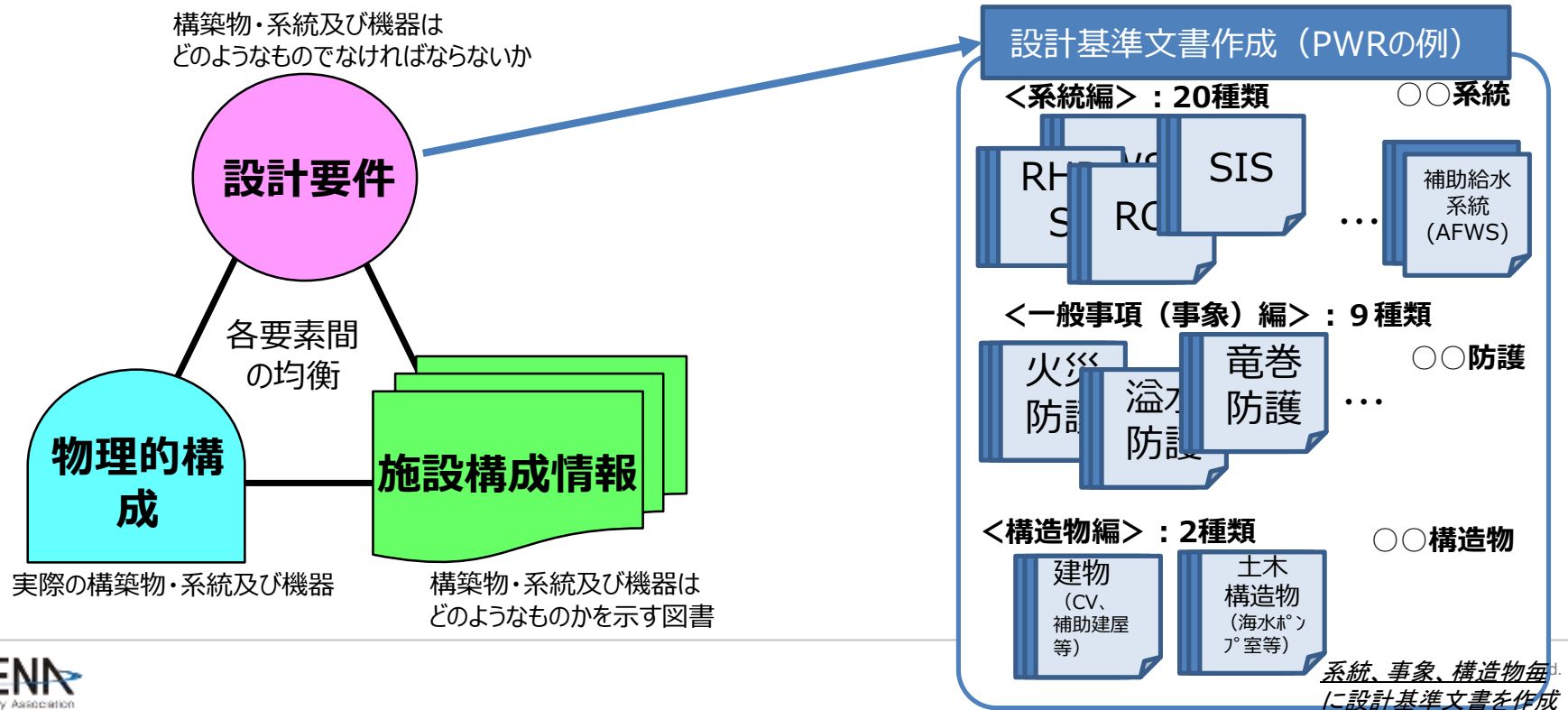
米国NEIのガイドライン(NEI 97-04, Appendix B)における非常用ディーゼル発電機系統の例

機能要求	参照限度として用いる管理パラメータ
<p>A.非常用ディーゼル発電機系統は、自動起動することで非常用母線の交流電源として最悪の負荷状況に対応し、外部電源喪失や母線の状態悪化といった事象に際し原子炉を停止させて安全な停止状態を維持するのに十分な(緊急時)電力供給能力を持たねばならない</p> <p><u>基準 (Basis)</u> GDC 17, 電源系統 GDC 4, 環境及び動的効果設計基準 GDC 5, SSCsの共有</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.最悪の負荷状況下で、要求される緊急負荷の全てに電力を供給するのに十分な容量と能力を有するべく、EDGはXXXXkWを継続的に供給ができればよいとする。 2. 必要最低台数のEDGをX日間運転するために、燃料貯蔵タンクには最低XXXXガロンが貯蔵されていなくてはならない。 3. 2基の独立した始動エアレーシーバーのそれぞれが、始動信号を受けたに、対応するEDGを起動させるのに十分な容量を持たなければならない。 4. 各々のディーゼル発電機は、設計基準事象発生中および発生後の環境下、所外電力に頼ることなく作動出来ること。それぞれの発電機は、冷却機器を母線に並列するまでに必要とされる時間、冷却機能の無い環境で始動し運転できなければならない。 <p>等</p>
<p>補足的設計情報</p> <ul style="list-style-type: none"> •EDGは、任意の24時間稼働中の連続定格のXXX%の定格を持つ。 •起動用空気溜めは、漏えい率は毎時XXXX kg/cm2およびクランキング時間約X秒あるいは2~3のエンジン回転に充分であることを前提条件として、再充填せずに機関起動に適切な量の空気を供給する。 •負荷の任意のステップ起動時の瞬時電圧低下は、発電機端子においてXXXボルト未満になってはならず、Y秒以内に定格電圧のzz%に回復しなければならない。 •ディーゼル燃料は、XX℃においてXXXXXX BTU/リットルの最低燃料油加熱容量を持つ。 •EDGは、負荷の完全喪失後の過渡により、ユニットの速度が過速度保護トリップの設定速度に到達しないように設計されている。 <p>等</p>	

設計基準図書 (DBD)

DBD (Design Basis Document)

- 規制要件を踏まえ、安全機能を確保する上で、重要な設計要件をとりまとめた図書。
- 設計基準文書により、安全上重要な**設計要件**を一元管理・体系的に整理し、CMを強化する。



DBDの作成範囲

- 安全上重要な設備（SSC）が対象。設置許可基準規則の各条文記載も踏まえて選定。
- ✓ 共通(一般)事項
耐震、津波防護、竜巻防護、内部溢水防護、火災防護などが該当
- ✓ 系統・構造物
(PWRの一例) 一次冷却系、余熱除去系、安全注入系、化学体積制御系、主蒸気および主給水系、原子炉補機冷却水系、原子炉補機冷却海水系、補助給水系、計測制御系、廃棄物処理系、放射線管理施設、原子炉格納施設、格納容器スプレイ系、換気空調系、非常用電源系、制御用空気系、建物、土木構築物、重大事故等対処設備

DBDの作成状況

- 再稼働済プラントは、上記の作成範囲のDBDを整備済み
- 再稼働前プラントは、主にプラント停止中にも機能が必要な系統（例：燃料プール冷却系など）から優先してDBDを順次整備中

DBDの構成例（PWR電力の一例）

➤ DBDで整理されるべき情報の整理と章構成について

⇒ 4章構成とし、2章「設計要件」では、規制要件を踏まえ、設計要件をとりまとめ、3章「設備の概略仕様及び確認事項」では、2章の設計要件を機器毎に展開して整理する。

DBD目次	
1章	概要（バウンダリとスコープ、システムの概要）
2章	設計要件
2.1	設置許可基準規則、技術基準規則
2.2	系統の設計要件
2.2.1	安全機能に関する設計要件（流量・温度・容量等）
2.2.2	信頼性に係る設計要件
2.2.2.1	重要度が特に高い安全機能を有する系統に係る設計要件（単一故障、共用禁止等）
2.2.2.2	その他一般的な設計要件（事象別：内部火災防護・溢水防護等）
3章	設備の仕様及び確認事項
3.1	系統構成設備
3.2	計装制御設備
3.3	電源設備
4章	参考文献（設置許可・工認・図面等）

→ 系統の概要及び範囲を記載

設計要件として記載
(Design Requirements)

設計要件を機器毎に展開

例

機器名称	設計要件
タービン動補助給水ポンプ	<ul style="list-style-type: none"> 起動信号を受けてから○秒以内に全速となること。 ポンプ運転流量○m³/h以上、ポンプ揚程○m以上であること。
非常用DG	<ul style="list-style-type: none"> 起動信号を受けてから○秒以内に電圧確立すること。 定格出力○kWが供給可能であること。

規制要件： 設置許可基準規則、技術基準規則

気象、地理等： 設置許可申請書 添付書類六
 安全設計： 設置許可申請書 添付書類八
 放射線管理： 設置許可申請書 添付書類九
 安全解析： 設置許可申請書 添付書類十

技術基準要求： 工認 基本設計方針

⇒ **設計要件**を整理する。

維持管理が重要

維持管理ができていないと…

CM 3要素の均衡が**不整合**

パフォーマンスが低下

DBDの構成例 (BWR電力の一例)

DBDで整理されるべき情報の整理と章構成について

⇒ 3章「系統設計要件とその根拠」では、規制要件を踏まえ、設計要件をとりまとめ、
4章「機器設計に対する要求」では、3章の設計要件を機器毎に展開して整理する。

DBD目次	
1章	序章 (系統概要)
2章	関連法規、規則・基準
3章	系統設計要件とその根拠
3.1	系統全体に対する機能・性能要求
3.1.1	許認可関連の機能要求
3.1.2	許認可関連以外の機能要求
3.2	系統機能を達成するための設計要求
3.2.1	系統構成要素への要求
3.2.2	系統構成要素を守るための要求事項 (外部、内部事象への耐力要求)
4章	機器設計に対する要求
4.1~4.X	〇〇ポンプ、〇〇熱交換器。弁、...
5章	他系統・構築物への要求
6章	試験及び保守
7章	参照図書
8章	添付資料

→ 系統の概要及び範囲を記載

設計要件 として記載
(Design requirement)

設計要件 を機器毎に展開

規制要件 : 設置許可基準規則・安全設計審査指針

気象、地理等 : 設置許可申請書 添付書類六
安全設計 : 設置許可申請書 添付書類八
放射線管理 : 設置許可申請書 添付書類九
安全解析 : 設置許可申請書 添付書類十

⇒ **設計要件**を整理する。

設計要件例

	機能要求	性能要求
燃料プール冷却浄化系 ・燃料プール冷却機能	・ 貯蔵設備は、崩壊熱を十分に除去し、最終的な熱の逃がし場へ輸送できる系統を有すること。	1.燃料プール内に貯蔵する使用済燃料から崩壊熱を除去し、プール水温が下記を満足すること。 a)通常最大熱負荷：52℃、b)最大熱負荷：65℃ (RHR熱交換器を併用) 2.燃料プール冷却浄化系及び残留熱除去系の熱交換器で除去した熱は、原子炉補機冷却系を経て、最終的な熱の逃し場である海へ輸送できること。

FPCポンプ	F P C熱交換器	ろ過脱塩装置 出入口弁、バイパス弁
1. 系統流量：〇〇 m ³ /h (1基当たり) 2. 基数：2	1.交換熱量：〇〇×10 ⁶ kcal/h@250m ³ /h(1基当たり) 2.基数：2 3.熱交換器入口温度：52℃	S1及びS2地震後、浄化系をバイパスして運転を行うため、中央制御室から遠隔手動操作にて開閉操作できること。

DBDの業務での活用

- DBDにより設計要件が体系的、一元的に整理されることで、設計要件の正確性、アクセシビリティ、理解度向上が期待される
- 施設管理（設計管理、保全など）において、設計要件への影響を評価および理解することに役立つ（例：設計変更、作業時の一時的な現場変更）
- 技術系職員の設計要件や安全への影響等についての理解向上にも役立つ

今後の取り組み

- DBDの日々の現場業務での活用機会を拡充していく（例：オペラビリティ判断）
- CMに係る原子力規制検査をサポートする情報として活用していく

DBDの業務での利用（目指すべき姿）

【例】

- ・プラント運転中の非常用DGの月例サーバランスで、DG室冷却ファン起動→「冷却ファン風量低」警報発信。
- ・運転員が原因調査したところ、土木関係の作業で、ファンの外気取入口がシート養生されていた。
- ・警報発信から養生撤去まで短時間で完了。→DGの機能喪失なし、オペラブルと事業者は判断。
- ・今後の傾向監視の分析にも用いる有益な情報となることから、CAPに登録。

★CAP登録の際に、事業者として自問自答すべき情報(例)

- ・**要求事項は何か**。（この例では「ファンの風量」ではなく、「**DG室の温度が一定以下**」=設計ベース）
- ・夜間や週末の人手が少ない時間帯、あるいは最も過酷な季節でもLOCA等が発生し、DGの機能が要求された場合にも同じように短時間で対応可能か。
- ・機能喪失していない（オペラブル）という自身の判断の技術的評価は妥当か。
- ・実際に事象が発生した時に室温は守られていたか。
- ・他のDGの待機状態は問題ないか。等

- ✓ DBを明確にすると、機能喪失しているかどうかの判断が具体的に可能に。
（副次的には、検査官も、オペラブルであったかどうかを検証しやすくなり、検査も効率的に）