

# 電磁両立性（EMC）に係る 原子力発電所における対応について 産業界としての対応方針

（第1回 意見聴取会）

2021年12月16日

原子力エネルギー協議会

# 目次

---

1. 背景
2. 電磁環境の影響と対策について
3. 国内原子力発電所での具体的な電磁環境への対応
  - 3.1 電磁環境への対応として達成すべき水準
  - 3.2 設計及び運用面からの対策例
  - 3.3 想定される電磁環境への対策と試験規格
  - 3.4 システム設計上の安全性への考慮
  - 3.5 供用後の設備更新・追加に対する対応
4. 原子力発電所における電磁両立性（EMC）に関する国内外の状況
  - 4.1 国内外の規制・規格の変遷
  - 4.2 国内外の規制・規格の体系
  - 4.3 国内試験項目と欧米規格の関係
  - 4.4 国内試験項目と欧米規格の比較
5. 現状のまとめと今後の対応方針

# 1. 背景

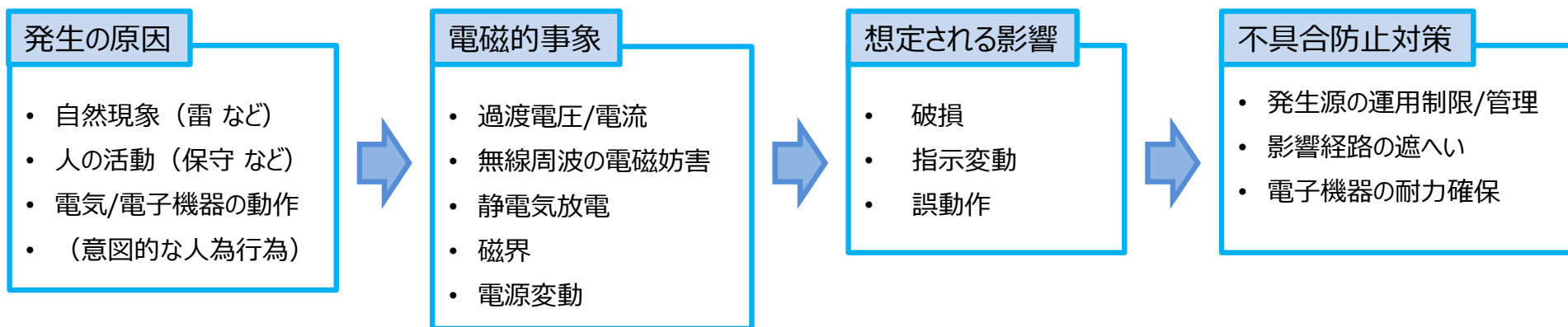
- ✓ 国内の原子力発電所へのデジタル技術導入に向け、産業界は1990年代から電磁環境への対応を自主的に進めてきた。
- ✓ 一方で、2000年代に入り、欧米では電磁両立性(EMC : ElectroMagnetic Compatibility)に関する原子力発電所向けの規制ガイドや規格が整備されてきた。
- ✓ ATENAとしても、これらの欧米の規制ガイドや規格の調査を進めるとともに、更なる安全性向上を図るべく電磁両立性(EMC)に対する今後の対応方針を検討している。



- ✓ この度、技術情報検討会での報告内容も踏まえて、国内原子力発電所での具体的な電磁環境への対応及び電磁両立性(EMC)に関する国内外の状況を踏まえた産業界の見解を纏めたため、今後の産業界の取組み方針も含めて、意見交換をさせて頂きたい。

## 2. 電磁環境の影響と対策について

- ✓ 様々な原因により発生する電磁的事象によって、電子機器の破損や一過性の指示変動、誤動作などを生じないように、設計・運用にて対策することにより、電子機器の健全性を確保する。
- ✓ 電磁的事象への電子機器の耐力（イミュニティ）と電気／電子機器の動作によって生じる電磁的事象（エミッション）のバランスを考慮する電磁両立性（EMC）の考え方が取り入れられてきている。
- ✓ イミュニティの評価については、典型的な電磁的事象を模擬して耐力を試験する方法が標準規格化されている。
- ✓ エミッションの評価については、無線周波の電磁妨害に関する放出限度値の基準と試験方法が標準規格化されている。



## 3. 国内原子力発電所での具体的な電磁環境への対応

---

- 3.1 電磁環境への対応として達成すべき水準
- 3.2 設計及び運用面からの対策例
- 3.3 想定される電磁環境への対策と試験規格
- 3.4 システム設計上の安全性への考慮
- 3.5 供用後の設備更新・追加に対する対応

## 3.1 電磁環境への対応として達成すべき水準

### 【達成すべき水準】

以下の典型的な電磁的事象の影響によって、原子力発電所の安全機能を損なわないこと。

- ①過渡電圧/電流    ②無線周波の電磁妨害    ③静電気放電    ④磁界    ⑤電源変動

### 【具体的な対策】

機器・装置の重要度や仕様（電源、入力信号の種類など）に応じて、以下の対策を実施している。

#### ✓ 設計面からの対策

- ノイズフィルタや絶縁回路の設置、シールドケーブル／光ケーブルの使用、接地方式における配慮など、各種ノイズ対策（JEAG4608における耐雷対策を含む）
- 安全保護系については、1990年代から原子力工学試験センター（原工試）での実証試験や電力共同研究（電共研）などを通して、電磁環境に対する試験の実施方法を整備

#### ✓ 運用面からの対策

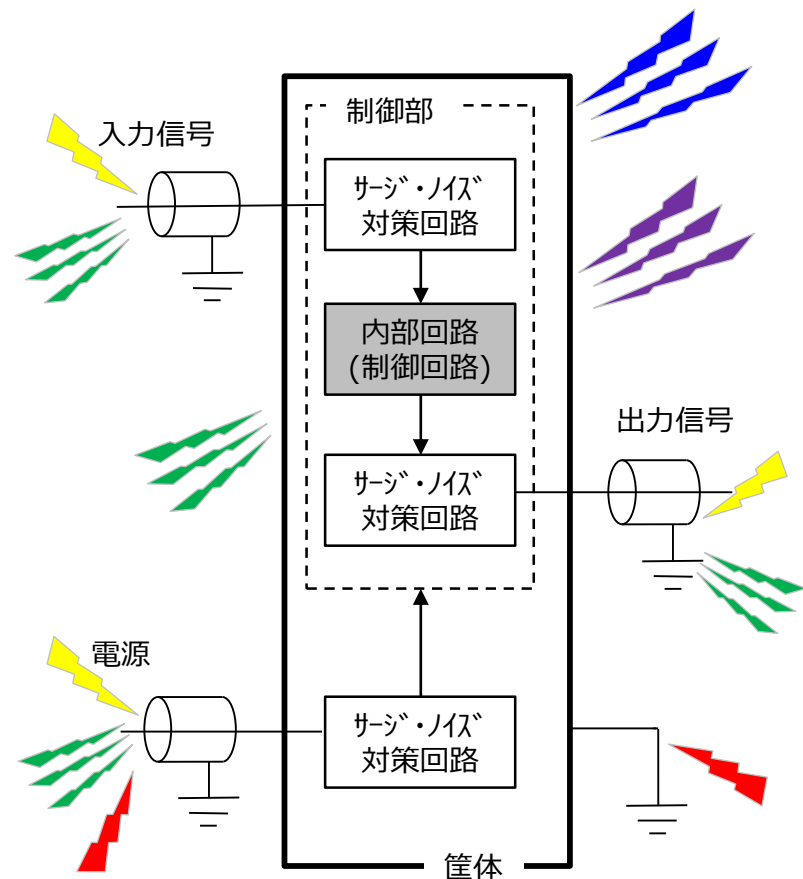
- 溶接作業の制限、大型電動工具使用時のノイズチェック、制御回路保守時の静電気対策などの実施
- 携帯電話の持ち込み管理、中央制御室におけるカメラフラッシュの使用制限など

### 【実績】

設備設置時やプラント起動試験時の機能試験などにおいて、設置環境下での安全機能の健全性を確認している。その結果、**周辺ノイズ環境**下における電磁的障害により、一過性の指示変動などはあったものの安全保護系が作動できなくなるような事象は発生していない。

## 3.2 設計及び運用面からの対策例

✓ 電磁環境への設計及び運用面からの対策例は右記の通り。



### ① 過渡電圧/電流

- <設計面>
- 電源受電部にサージ・ノイズ対策用フィルタの設置
  - 信号送受部にサージ・ノイズ対策用フィルタや絶縁回路の設置
  - 通信ラインに光ファイバケーブルの適用
  - ツイストケーブル、フェライトやサージ吸収回路の適用
  - 避雷器の採用、シールドケーブルの適用
  - 電源/計装/制御ケーブルは別のトレイ、ダクトに敷設
- <運用面>
- 溶接作業の制限、大型電動工具使用時のノイズチェック

### ② 無線周波の電磁妨害

- <設計面>
- 金属筐体に制御装置を格納し接地
  - シールドケーブルの適用
- <運用面>
- 携帯電話の持ち込み管理
  - 中央制御室におけるカメラフラッシュの使用制限

### ③ 静電気放電

- <設計面>
- 人が接触する部位を接地(機器内部へのノイズ侵入防止)
- <運用面>
- 装置に触る人の静電気対策

### ④ 磁界

- <設計面>
- 金属筐体に制御装置を格納
  - 配置設計での対応(近傍に強い磁界が発生する設備を設置しない)
  - 磁界に敏感な素子(ホール素子など)を適用しない

### ⑤ 電源変動

- <設計面>
- 電源受電部にサージ・ノイズ対策用フィルタの設置
  - バッテリーから給電される無停電交流電源装置から給電
  - 電源回路に対して瞬停対策や入力電圧範囲の拡大対策
- <運用面>
- 溶接作業の制限

### 3.3 想定される電磁環境への対策と試験規格

✓ 想定される電磁環境に対する対策と参照している試験規格を下表に示す。

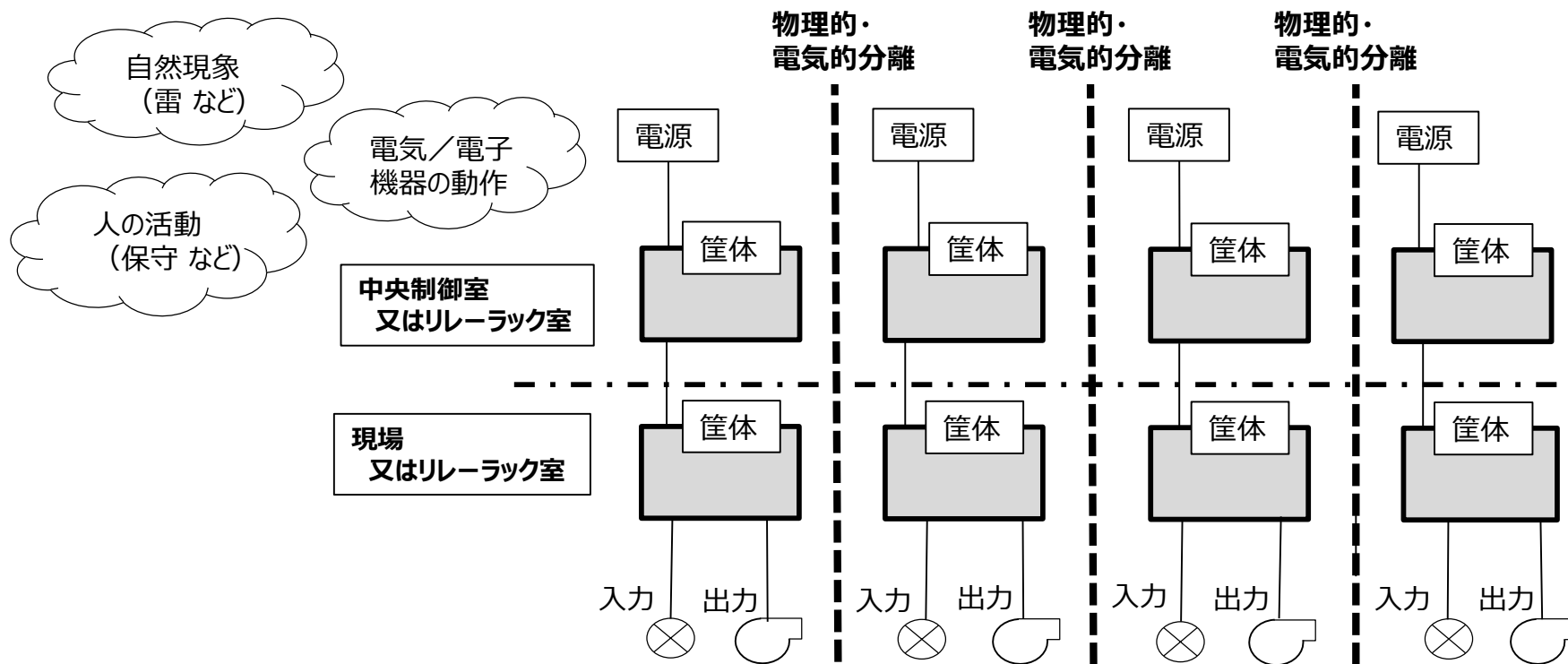
想定される電磁環境			対策		
電磁的事象	想定ノイズ源／原因	ノイズ種別	対象	設計面からの対策例	参照している主な試験規格
①過渡電圧/ 電流	<ul style="list-style-type: none"> <li>誘導性負荷の開閉</li> <li>電気系統の開閉/負荷の切替</li> <li>雷による誘導雷事象</li> <li>電源回路の故障や絶縁破壊</li> <li>配電系統の故障や漏れ電流</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>誘導ノイズ</li> <li>雷インパルス</li> </ul>	AC電源線 入出力信号線	<ul style="list-style-type: none"> <li>電源受電部にサージ・ノイズ対策用フィルタの設置</li> <li>信号送受部にサージ・ノイズ対策用フィルタや絶縁回路の設置</li> <li>通信ラインに光ファイバケーブルの適用</li> <li>ツイストケーブル、フェライトやサージ吸収回路の適用</li> <li>避雷器の採用、シールドケーブルの適用</li> <li>電源/計装/制御ケーブルは別のトレイ、ダクトに敷設</li> </ul>	JIS C 61000-4-4 IEEE 472 JEC-0103 JEC-210,212※1
②無線周波の 電磁妨害	<ul style="list-style-type: none"> <li>高周波利用設備</li> <li>無線通信機</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>電波ノイズ</li> </ul>	盤	<ul style="list-style-type: none"> <li>金属筐体に制御装置を格納し接地</li> <li>シールドケーブルの適用</li> </ul>	JIS C 61000-4-3 JEITA IT-1004 JEIDA-29※2
③静電気放電	<ul style="list-style-type: none"> <li>人体から直接、又は人体から近接している物質への静電気放電</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>静電ノイズ</li> </ul>	盤	<ul style="list-style-type: none"> <li>人が接触する部位を接地(機器内部へのノイズ侵入防止)</li> </ul>	JIS C 61000-4-2 IEC 801-2
④磁界	<ul style="list-style-type: none"> <li>導体の電源周波数電流又は機器に接近する他装置(例：変圧器からの漏れ磁束)</li> <li>落雷や低中高圧の電気システムの初期の故障過渡事象</li> <li>断路器などによる高圧バスの切り替え</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>磁界ノイズ</li> </ul>	盤	<ul style="list-style-type: none"> <li>金属筐体に制御装置を格納</li> <li>配置設計での対応(近傍に強い磁界が発生する設備を設置しない)</li> <li>磁界に敏感な素子(ホール素子など)を適用しない</li> </ul>	JEITA IT-1004 ※2
⑤電源変動	<ul style="list-style-type: none"> <li>位相制御機器やUPS機器など</li> <li>ランダムに負荷状態が変わるもの(溶接機など)、負荷のむ/む(電動機)、ステップ電圧変化</li> <li>電源系統における故障、又は設備内の負荷の大きな急変</li> <li>負荷と発電容量との動的バランスの変化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>電圧変動</li> <li>周波数変動</li> <li>瞬停</li> </ul>	AC電源線	<ul style="list-style-type: none"> <li>電源受電部にサージ・ノイズ対策用フィルタの設置</li> <li>バッテリーから給電される無停電交流電源装置から給電</li> <li>電源回路に対して瞬停対策や入力電圧範囲の拡大対策</li> </ul>	産業界自主 (メカ標準)

※1：JEC：電気学会 電気規格調査会規格 ※2：JEITA/ JEIDA：電子情報技術産業協会規格



### 3.4 システム設計上の安全性への考慮

- ✓ 多重性を有する安全系設備は、相互に物理的・電氣的分離を確保し独立性を有しているため（電源系も独立）、典型的な電磁的事象の影響により共通要因故障が発生する可能性は、充分低いと考えられる。



## 3.5 供用後の設備更新・追加に対する対応

### 【供用後の設備更新時】

- ✓ 既設設備を取り替える場合には、盤設計などにおいて典型的な電磁的事象への対応を考慮してきた。
- ✓ 特に、デジタル安全保護装置への取替に際しては、機種開発時の典型的な電磁的事象への対応検証などにより、その設計に基づく電磁環境対策が適格であることを確認してきた。
- ✓ また、デジタル制御装置を常用系へ先行採用し実績を重ねた上で、安全保護装置へ適用するなどの対応も実施してきた。

### 【新規制基準対応などによる設備追加時】

- ✓ 新規制基準対応設備の一部は、安全保護装置が設置されるリレーラック室などに設置又は保管されている。
- ✓ これらのうち常設設備はハードワイヤード又は光伝送の電気計装盤であり、電磁環境の観点で従前の設備と比較しても特異なものではなく、典型的な電磁的事象によりプラントの安全性が損なわれた事はない。
- ✓ これらのうち可搬型の通信連絡設備（衛星電話など）は、運用面として安全保護装置周辺で使用するものではなく、十分に離れた場所に保管する、電源をOFFするなどしており、電磁環境に影響を与えることはない。

## 4. 原子力発電所における電磁両立性（EMC）に関する国内外の状況

---

- 4.1 国内外の規制・規格の変遷
- 4.2 国内外の規制・規格の体系
- 4.3 国内試験項目と欧米規格の関係
- 4.4 国内試験項目と欧米規格の比較

# 4.1 国内外の規制・規格の変遷

- ✓ 国内ではデジタル安全保護装置に対する電磁環境への対応として1990年代に産業界自主にて実証試験などを実施、その後2000年代に入りデジタル安全保護装置に対する規制要件が明確化され、2011年にはJEAC4620-2008「安全保護系へのデジタル計算機の適用に関する規程」がエンドースされ、現在の「設置許可基準規則/技術基準規則」に至る。
- ✓ 一方、欧米では2000年代から規制ガイド、規格が整備されてきた。

	1990年代	2000年代	2010年代	2020年代			
国内 産業界	原子力工学試験センター ▲ 1989年 JEAG4609	産業界自主					
	電共研 ▲ 1993年BWR常用系デジタル初号機(柏崎3号、浜岡4号)	▲ 1996年BWR総合デジタル初号機(柏崎6号)	▲ 2008年 JEAC4620-2008 (JEAG4609から分離)	▲ 2009年PWR総合デジタル初号機(泊3号) ▲ 2020年 JEAC4620-2020改定 (4.9.4設計の「確証」、(解説-11)追加など)			
国内規制	▲ 1991年PWR常用系デジタル初号機(大飯3号)	▲ 2006年 第22条解釈で「実証」要求 (別記-7)	▲ 2011年 第22条解釈で「確証」要求 (JEAC4620-2008エンドース)	▲ 2013年 新規制基準施行			
RG1.180 <sup>※1</sup>		Rev.0	Rev.1	Rev.2			
TR-102323 <sup>※2</sup>		Rev.0	Rev.1	Rev.2	Rev.3	Rev.4	Rev.5
IEC 62003 <sup>※3</sup>				Ed.1	Ed.2		

※1: Guidelines for Evaluating Electromagnetic and Radio-frequency Interference in Safety-related Instrumentation and Control systems(米国NRC)  
 ※2: Guidelines for Electromagnetic Interference Testing of Power Plant Equipment(米国 電力研究所(EPRI))  
 ※3: Nuclear power plants - Instrumentation, control and electrical power systems - Requirements for electromagnetic compatibility testing(IEC)

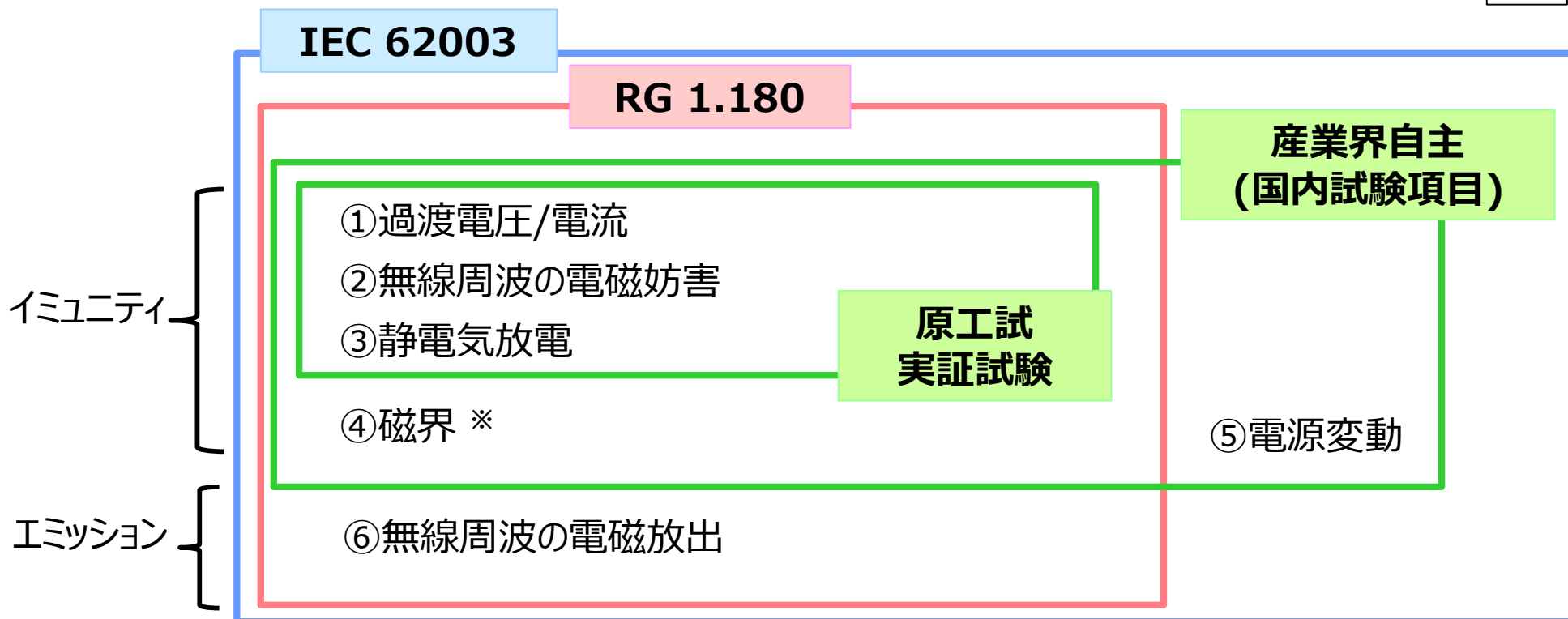
# 4.2 国内外の規制・規格の体系

	国内	米国	欧州
規制	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">設置許可基準規則(EP)</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">技術基準規則(CP)</div> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 10px auto;">RG 1.180</div>	<p style="text-align: center;">各国規制</p>
産業界	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 10px auto;">国内試験 (原工試、電共研)</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 10px auto;">JEAC4620-2008</div>	<p style="text-align: center;">(NRCはSERにて認めている。)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 10px auto;">EPRI TR-102323</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 10px auto;">IEC 62003</div>
一般	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 10px auto;">JIS C 61000シリーズ</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 10px auto;">JEC-0103 etc</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 10px auto;">MIL-STD-461</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 10px auto;">IEEE 62.41 etc</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 10px auto;">IEC 61000シリーズ</div>
対象	<p>【EP/CP】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>安全施設(EP6条、12条/CP7条、14条)</li> <li>安全保護装置(EP24条/CP35条)</li> </ul>	<p>【RG 1.180】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>安全系計装制御システム</li> <li>安全機能に影響を与える非安全系計装制御システム(エミッションのみ)</li> </ul>	<p>【IEC 62003】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>安全機能を有する計装、制御、電気システム</li> <li>上記以外のシステム(エミッションのみ)</li> </ul>
バックフィット	—	「要求しない」と明記	Annex Eには、既設の運転中プラントのEMC環境評価ガイダンス有
備考	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 10px;">参考資料1</div> <div style="font-size: 24px; margin-right: 10px;">⇒</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px 15px;">23</div> </div>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 10px;">参考資料3</div> <div style="font-size: 24px; margin-right: 10px;">⇒</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px 15px;">26</div> </div>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 10px;">参考資料4</div> <div style="font-size: 24px; margin-right: 10px;">⇒</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px 15px;">27</div> </div>

# 4.3 国内試験項目と欧米規格の関係

- ✓ 典型的な電磁的事象に対する国内試験項目と欧米規格の関係を以下の概略図に示す。
- ✓ 従来の国内試験項目は、イミュニティに関しては欧米規格と同様の電磁的事象を考慮した試験を実施してきたが、試験規格の細部に至っては必ずしも一致していない。また、エミッションに関しては試験を実施していない。

添付3 ⇨ 21



※ 近傍に考慮すべき強磁界発生源が無いと判断できる場合は省略可

# 4.4 国内試験項目と欧米規格の比較 (1/2)

✓ 電磁的事象に対する欧米試験規格と国内で参照している試験規格との対比を下表に示す。

想定される電磁環境		欧米規格			設計及び運用面からの対策例	国内で参照している主な試験規格
電磁的事象	想定ノイズ源/原因	試験規格 (内容)	RG 1.180	IEC 62003		
①過渡電圧/電流	誘導性負荷の開閉	IEC 61000-4-4 (高速トランジエント/バースト)	○	○	<設計> ・電源受電部にサージ・ノイズ対策用フィルタの設置 ・信号送受部にサージ・ノイズ対策用フィルタや絶縁回路の設置 ・通信ラインに光ファイバケーブルの適用 ・ツイストケーブル、及びフェライトやサージ吸収回路の適用 ・避雷器の採用及びシールドケーブルの適用 ・電源/計装/制御ケーブルは別のトレイ、ダクトに敷設 <運用> ・溶接作業の制限、 ・大型電動工具使用時のノイズチェック	JIS C 61000-4-4 IEEE 472
	電気系統の開閉 雷による誘導雷事象	IEC 61000-4-5 (サージ)	○	○		JEC-0103 JEC-210,212
	電気系統の開閉/負荷の切替 電源回路の故障や絶縁破壊	IEC 61000-4-12 (減衰振動波)	○	○		IEEE 472
	配電系統の故障や漏れ電流	IEC 61000-4-16 (電源周波数15Hz~150kHzの電磁誘導)	○	○		※
	高・中電圧の断路器での切り替えなど	IEC 61000-4-18 (減衰振動波・変電所など高圧設備)	—	○		※
②無線周波の電磁妨害	高周波利用設備 無線通信機	IEC 61000-4-6 (150kHz~80MHz無線周波のケーブル伝導)	○	○	<設計> ・金属筐体に制御装置を格納し接地 ・シールドケーブルの適用 <運用> ・携帯電話などの持込み管理 ・中央制御室におけるカメラフラッシュの使用制限	※
		IEC 61000-4-3 (80MHz~6GHz無線周波の直接放射)	○	○		JIS C 61000-4-3 JEITA IT-1004 JEIDA-29 (特定周波数のみ)
③静電気放電	人体から直接、又は人体から近接している物質への静電気放電	IEC 61000-4-2 (静電気放電)	○	○	<設計> ・人が接触する部位を接地(機器内部へのノイズ侵入防止) <運用> ・装置に触る人の静電気対策	JIS C 61000-4-2 IEC 801-2

○ : ガイド制定有り    — : ガイド制定無し    ※設備構成及び環境などから現状試験実施せず

# 4.4 国内試験項目と欧米規格の比較 (2/2)

想定される電磁環境		欧米規格			設計及び運用面からの対策例	国内で参照している主な試験規格	
電磁的事象	想定ノイズ源/原因	試験規格 (内容)	RG 1.180	IEC 62003			
EMC/EMI	④磁界	導体の電源周波数電流又は機器に接近する他装置(例：変圧器からの漏れ磁束)	IEC 61000-4-8 (電源周波数磁界)	○	○	<設計> ・金属筐体に制御装置を格納 ・配置設計での対応(近傍に強い磁界が発生する設備を設置しない) ・磁界に敏感な素子(ホール素子など)を適用しない	BWR : JEITA IT-1004A PWR : ※
		落雷や低中高圧の電気システムの初期の故障過渡事象	IEC 61000-4-9 (インパルス磁界)	—	○		※
		断路器などによる高圧バスの切り替え	IEC 61000-4-10 (減衰振動磁界)	—	○		※
	⑤電源変動	位相制御機器やUPS機器など	IEC 61000-4-13 (AC電源の高調波)	○	○	<設計> ・電源受電部にサージ・ノイズ対策用フィルタの設置 ・バッテリーから給電される無停電交流電源装置から給電 ・電源回路に対して瞬停対策や入力電圧範囲の拡大対策 <運用> ・溶接作業の制限	※
		ランダムに負荷状態が変わるもの(溶接機など)、負荷のON/OFF(電動機)、ステップ電圧変化	IEC 61000-4-14 (AC電源の電圧変動)	—	○		産業界自主(メカ標準)
		電源系統における故障、又は設備内の負荷の大きな急変	IEC 61000-4-11 (AC電源の電圧低下/瞬断)	—	○		産業界自主(メカ標準)
		負荷と発電容量との動的バランスの変化	IEC 61000-4-28 (AC電源の周波数変動)	—	○		産業界自主(メカ標準)
		整流装置や蓄電池の充電器	IEC 61000-4-17 (DC電源のリップル)	—	○		※
		DC配電システムの障害や負荷の大きな変動、電源の切り替え	IEC 61000-4-29 (DC電源の電圧低下/瞬断)	—	○		※
		電力系統や設備の短絡故障又は負荷の大きな急変など	IEC 61000-4-34 (AC電源の電圧低下/瞬断・大電流機器)	—	○		※
⑥無線周波の電磁放出	制御装置	IEC 61000-6-4 (無線周波の直接放出・ケーブル伝導放出)	○	○	設備設置時又はプラント起動試験時の機能試験などにおいて、設置環境下での安全機能の健全性を確認		

○ : ガイド制定有り    — : ガイド制定無し    ※設備構成及び環境などから現状試験実施せず



## 5. 現状のまとめと今後の対応方針

### 現状のまとめ

- ✓ 国内原子力発電所では、電磁両立性(EMC)を含む電磁環境への対応として達成すべき水準は確保できている。
  - 「設計・運用」と「試験」を組み合わせ、対応してきた
  - その結果、過去30年間でプラントの安全性を損なう事象は発生していない
- ✓ 一方で、試験の実施要領など国内プラントの共通の指針又は標準となっていない。



### 【産業界での議論と対応の方向性】

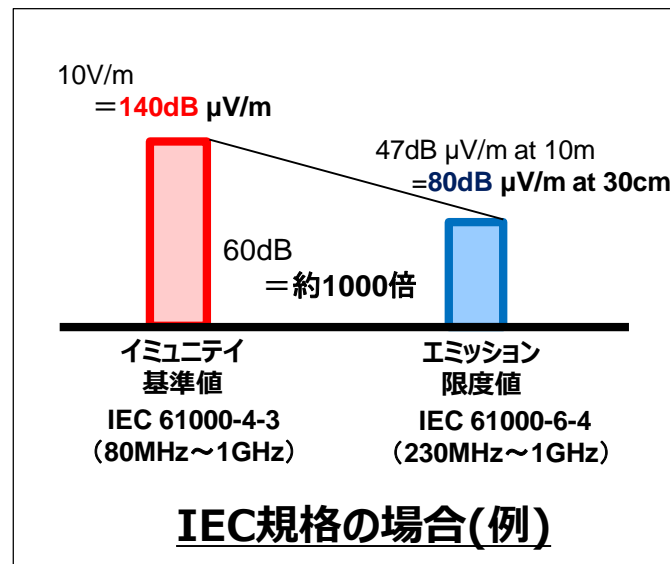
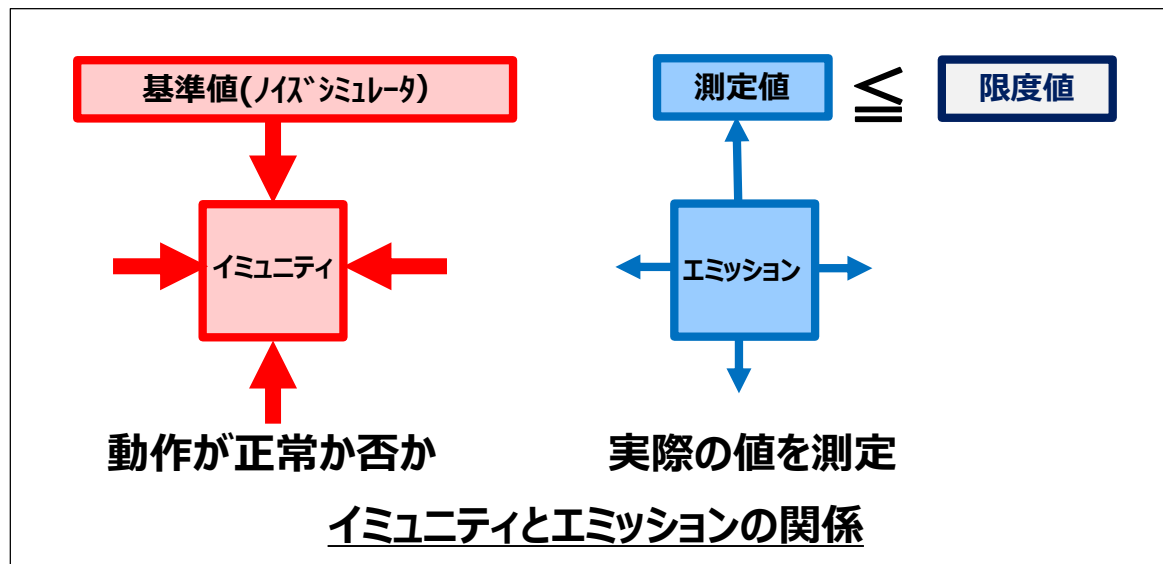
- ✓ ATENA-WGでは2022年6月目途に以下の内容について検討継続し、産業界の自主活動として取組んでいく。
  - 欧米の最新規格に照らして設計、運用、試験などに際して、EMCの観点から実施すべき追加項目はないか検討の上、その結果をATENA文書にて明確化
  - 米国を参考に既設パイロットプラントにおける周辺ノイズ環境の測定方法、評価方法などの検討
- ✓ 今後、産業界の詳細な対応内容が纏まり次第(2022年6月目途)、次回意見交換をお願いしたい。

---

# 添付資料

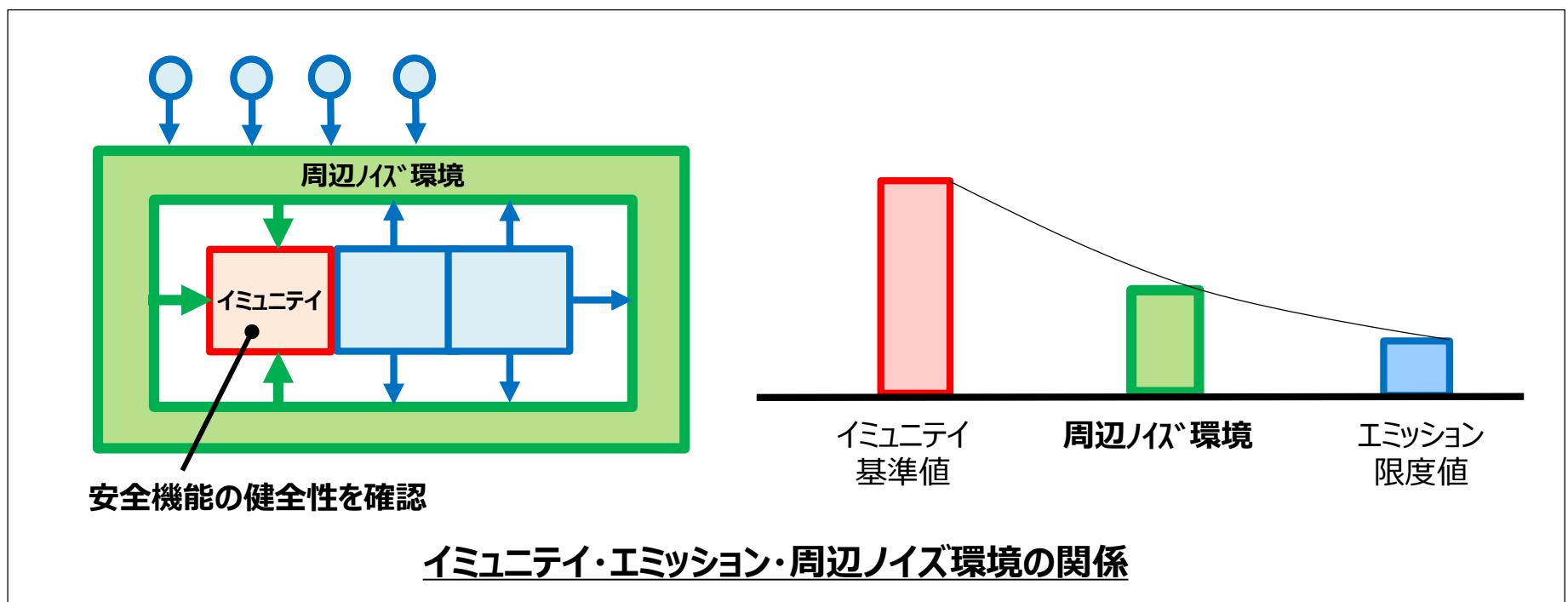
## 添付1 周辺ノイズ環境の考え方(1/2)

- ✓ 無線周波の電磁妨害に関する**エミッションの限度値**は、テレビ、ラジオなど無線通信受信機への妨害を想定した試験標準規格で定められており、イムニティ試験の標準規格で規定される耐力確認値よりはるかに小さい。(IEC 61000-4-3の場合、1/1000程度)
- ✓ このため、ある機器のエミッションの限度値は、他の機器(無線通信受信機能のないもの)の**イムニティ(耐力)**への影響評価の参考にはなるが、保守側の値でもある。



# 添付1 周辺ノイズ環境の考え方(2/2)

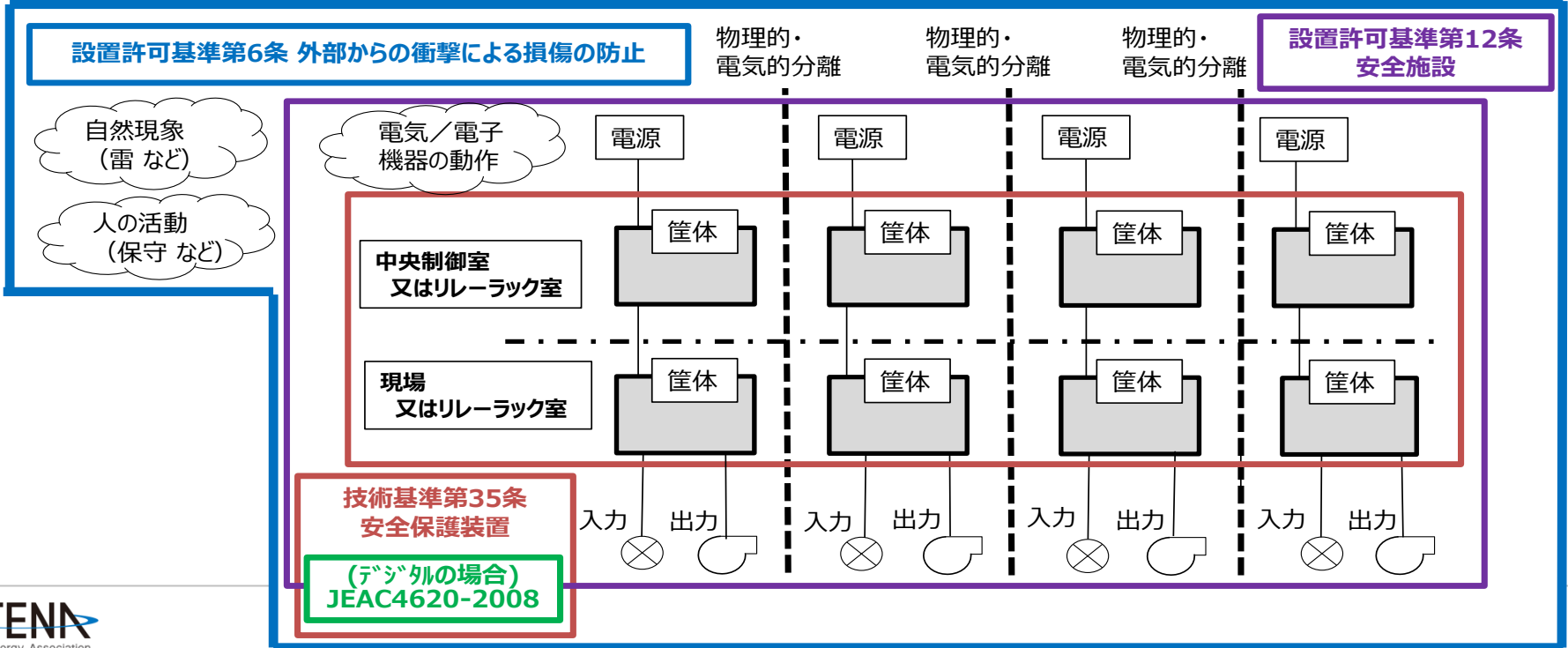
- ✓ 米国では、プラント内での複数の機器からのエミッションの総合的な値（すなわちプラント内の無線周波における**周辺ノイズ環境**の値）を、ある機器（無線通信受信機能のない機器）に対するエミッションの影響（現在の状況及び今後の追加設備の影響）の評価に利用している。  
(例：EPRI TR-102323)



# 添付2 許認可上の対応整理

- ✓ 設置許可基準第6条及び第12条、技術基準第35条に基づき、安全施設の各設備に対し電磁的障害の影響評価を実施。
- ✓ 特に、デジタル安全保護装置に対しては、技術基準第35条の解釈でJEAC4620-2008の4.8章環境条件に対する「確証」が要求されている。
- ✓ 許認可申請における説明資料において、耐ノイズ、サージ対策として以下のような内容を記載。
  - ・雷、誘導サージ、電磁波障害などによる擾乱に対して、ラインフィルタや絶縁回路の設置、光ケーブルの適用
  - ・機器、装置の開発検証時に耐ノイズ/サージに対する耐性を確認

参考資料6 → 29





---

# 參考資料

# 参考資料1 国内の規制要求事項(1/2)

## 実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（抄）

規則	解釈
<p>(外部からの衝撃による損傷の防止)            第六条            3 安全施設は、工場等内又はその周辺において想定される<b>発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象</b>であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して安全機能を損なわないものでなければならない。</p>	<p>第6条（外部からの衝撃による損傷の防止）            8 第3項に規定する「発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）」とは、敷地及び敷地周辺の状況をもとに選択されるものであり、飛来物（航空機落下等）、ダム崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突又は<b>電磁的障害</b>等をいう。</p>
<p>(安全施設)            第十二条            3 安全施設は、設計基準事故時及び設計基準事故に至るまでの間に<b>想定される全ての環境条件において</b>、その機能を発揮することができるものでなければならない。</p>	<p>第12条（安全施設）            6 第3項に規定する「想定される全ての環境条件」とは、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時において、その機能が期待されている構築物、系統及び機器が、<b>その間にさらされると考えられる全ての環境条件</b>をいう。</p>



# 参考資料1 国内の規制要求事項(2/2)

## 実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則（抄）

規則	解釈
<p>(外部からの衝撃による損傷の防止)            第七条            2 周辺監視区域に隣接する地域に事業所、鉄道、道路その他の外部からの衝撃が発生するおそれがある要因がある場合には、事業所における火災又は爆発事故、危険物を搭載した車両、船舶又は航空機の<b>事故その他の敷地及び敷地周辺の状況から想定される事象</b>であって人為によるもの（故意によるものを除く。）により発電用原子炉施設の安全性が損なわれないよう、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。</p>	<p>第7条（外部からの衝撃による損傷の防止）            3 第2項に規定する「事故その他の敷地及び敷地周辺の状況から想定される事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）」には、ダム            の崩壊、船舶の衝突、<b>電磁的障害等</b>の敷地及び敷地周辺の状況から生じうる事故を含む。</p>
<p>(安全設備)            第十四条            2 安全設備は、設計基準事故時及び当該事故に至るまでの間に<b>想定される全ての環境条件において</b>、その機能を発揮することができるよう、施設しなければならない。</p>	<p>第14条（安全設備）            3 第2項に規定する「想定される全ての環境条件」とは、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時において、所定の機能を期待されている構築物、系統及び機器が、<b>その間にさらされると考えられる全ての環境条件のことで</b>、格納容器内の安全設備であれば通常運転からLOCA（冷却材喪失事故）時までの状態において考えられる圧力、温度、放射線、湿度をいう。</p>
<p>(安全保護装置)            第三十五条 発電用原子炉施設には、安全保護装置を次に定めるところにより施設しなければならない。</p>	<p>第35条（安全保護装置）            4 デジタル安全保護系の適用に当たっては、日本電気協会「安全保護系へのデジタル計算機の適用に関する規程」（JEAC 4620-2008）（以下「JEAC4620」という。）5. 留意事項を除く本文、解説－4から6まで、解説－8及び解説－11から18まで並びに「デジタル安全保護系の検証及び妥当性確認に関する指針」（JEAG 4609-2008）本文及び解説－9に以下の要件を付したものであること。ただし、「デジタル」は「デジタル」と読み替えること。</p> <p>（3）JEAC4620の4. 8における「想定される電源擾乱、<b>電磁波等の外部からの外乱・ノイズの環境条件を考慮した設計</b>とすること」を「想定される<b>電源擾乱、サージ電圧、電磁波等の外部からの外乱・ノイズの環境条件を考慮して設計し、その設計による対策の妥当性が十分であることを確認すること</b>」と読み替えること。</p>

## 参考資料2 JEAC4620（抜粋）

### JEAC4620-2008（現在エンドースされている版）

#### 4.8環境条件

デジタル安全保護系は、期待される安全機能に応じて必要な耐震性、耐サージ性を有するとともに、火災防護上の措置、設置される場所における予想温度、湿度、放射線量、想定される電源擾乱、電磁波等の外部からの外乱・ノイズの環境条件を考慮した設計とすること。（解説-8）

#### （解説-8）耐サージ性のみ抜粋

耐震性、耐サージ性、火災防護上の措置については、以下の規格、指針を参照する。

耐サージ性：「原子力発電所の耐雷指針：JEAG4608-2007」

### < 参考 >

### JEAC4620-2020

#### 4.9 外的要因

##### 4.9.1 環境条件

デジタル安全保護系は、次の環境条件を考慮した設計とすること。

- ・設置される場所における予想温度、湿度、放射線量
- ・想定される電源じょう乱、サージ電圧、電磁波等の外部からの外乱・ノイズ

##### 4.9.4 設計の確証

4.9.1 及び4.9.2 で要求された設計による対策が適格であることを確証すること。（解説-11）

#### （解説-11）外的要因（設計の確証）

確証することとは、型式試験、使用実績、解析、又はこれらを組み合わせること等により、設計による対策が適格であることを確認することをいう。

## 参考資料3 RG1.180 Rev.2 (抜粋)

### Purpose of Regulatory Guides

Regulatory guides are not substitutes for regulations and **compliance with them is not required. Methods and solutions that differ from those set forth in RGs will be deemed acceptable** if they provide a basis for the findings required for the issuance or continuance of a permit or license by the Commission.

#### 1. General (2段落目)

This guidance is applicable to **all new safety-related systems or licensee-initiated modifications to existing safety-related systems** that include **analog, digital, or hybrid** systems and components (i.e., analog and digital electronics equipment). **Existing installed systems and equipment are not required to undergo additional testing.** The emissions control aspects of this guidance also apply to **non-safety-related systems and components** whose operation can affect safety-related system or component functions. The endorsed test methods for evaluating the electromagnetic emissions, EMI/RFI susceptibility, power surge and electrostatic discharge withstand capabilities of safety-related equipment are intended for application in test facilities or laboratories before installation.

## 參考資料4 IEC62003 Ed2.0 (拔粹)

---

### INTRODUCTION

#### c) Recommendation and limitation regarding the application of this standard

It is important to note that this standard establishes no additional functional requirements for safety systems but clarifies the criteria to be applied for qualification to Electromagnetic and Radio Frequency Interference (EMI/RFI) from the commercial standards.

### 5 EMC test requirements

Nuclear instrumentation, control, and electrical equipment important to the safety of a nuclear plant (as defined in the IEC/IEEE 60780-323 standard) shall satisfy the requirements for emissions generated by the equipment and immunity to electromagnetic interference as documented in this document.

Controlling the emissions from all types of equipment (important to safety and non-safety equipment) is necessary to ensure that the electromagnetic environment is bounded by the test levels recommended in this standard.

## ABSTRACT

This study was undertaken to provide utilities with a more complete understanding of the electromagnetic interference (EMI) problem and to provide technically sound alternatives to demonstrate that EMI will not adversely affect the operation of sensitive electronic equipment.

The recommended tests are consistent with standards defined by military and commercial sectors, and the levels are conservative based on the analyzed data. In addition, emissions data collected under NRC Regulatory Guide 1.180 (issued in January 2000) were integrated with EPRI data to define more pragmatic limits that removed excessive conservatism without compromising nuclear safety.

# 参考資料6 許認可申請における説明資料 (1/4)

## 添付資料 14

### 電磁的障害影響評価について

#### 1. 基本方針

安全保護系は、電磁的障害による擾乱に対して、制御盤へ入線する電源受電部へのラインフィルタや絶縁回路の設置、外部からの信号入出力部へのラインフィルタや絶縁回路の設置、通信ラインにおける光ケーブルの適用等により、影響を受けない設計としている。

#### 2. サージ・ノイズ、電磁波に対する具体策

電磁的障害には、サージ・ノイズや電磁波の侵入があり、これらは低電圧の計測制御回路に対して影響を及ぼす恐れがあるため、計測制御回路を構成する安全保護系制御盤及びケーブルは、フィルタや絶縁回路の設置によりサージ・ノイズの侵入を防止するとともに、鋼製筐体や金属シールド付ケーブルの適用により電磁波の侵入を防止している。(図1 参照)

計測制御回路を構成する制御盤及びケーブルは原則として以下の設計としている。

##### (1) サージ・ノイズ対策

###### a. 電源回路

制御盤へ入線する電源受電部にサージ・ノイズ対策としてフィルタを設置し外部からのサージ・ノイズの侵入を防止する設計としている。

###### b. 信号回路

電磁的影響を受けやすい起動領域モニタ及び出力平均モニタについては、サージ・ノイズ対策として必要に応じてフィルタを使用し、外部からのサージ・ノイズの侵入による影響を防止する設計としている。

#### (2) 電磁波対策

##### a. 筐体

制御盤の制御部、演算部は鋼製の筐体に格納し、筐体は接地することで電磁波の侵入を防止する設計としている。

##### b. ケーブル

ケーブルは必要により金属のシールド付ケーブルを使用し、金属シールドは接地して電磁波の侵入を防止する設計としている。

#### 3. 電磁波等の発生源に対する対策

電源ケーブルは信号ケーブルとは別のトレイ・ダクトに敷設し、信号ケーブルはシールド付ケーブルを使用して接地することで計装回路への電磁的影響を防止している。

東京電力HD(株) 柏崎刈羽原子力発電所原子炉設置変更許可申請書(6号及び7号原子炉施設の変更)  
(原規規発第1712272号 平成29年12月27日許可) 第六条(外部からの衝撃による損傷の防止) まとめ資料(抜粋1/2)

# 参考資料6 許認可申請における説明資料 (2/4)

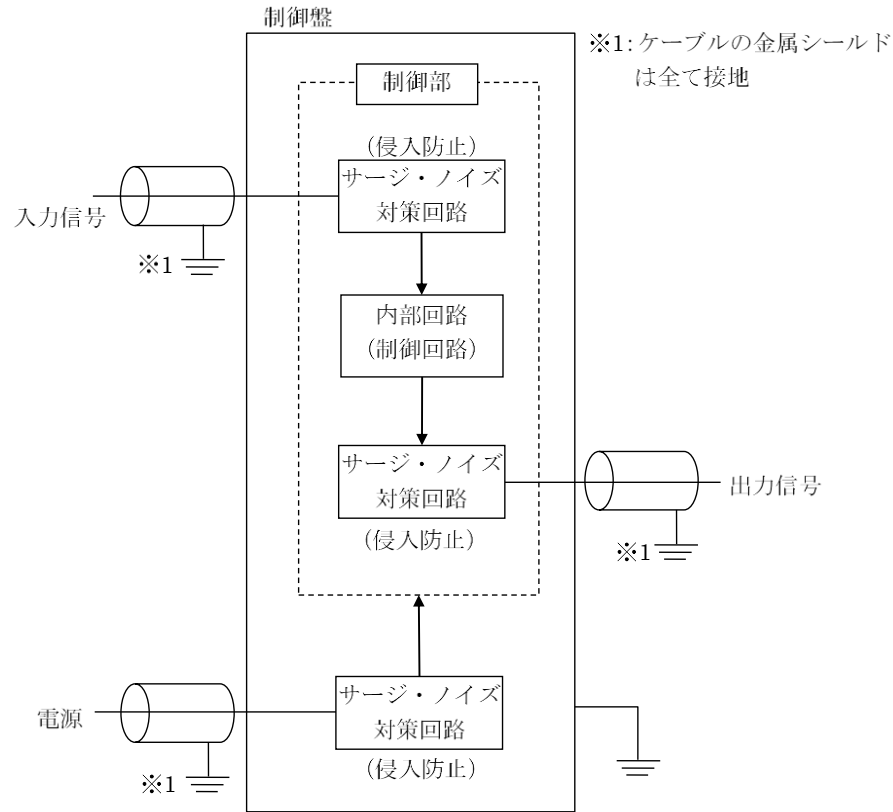


図1 電磁的障害対策の例

東京電力HD (株) 柏崎刈羽原子力発電所原子炉設置変更許可申請書 (6号及び7号原子炉施設の変更)  
(原規規発第1712272号 平成29年12月27日許可) 第六条 (外部からの衝撃による損傷の防止) まとめ資料 (抜粋2/2)

# 参考資料6 許認可申請における説明資料 (3/4)

## 4.3 耐ノイズ・サージ試験

耐ノイズ・サージ試験として、以下の試験を実施している。耐ノイズ・サージの準拠規格の使用クラスを表2に示す。

### (1) 静電ノイズ試験

運転中の操作対象カード(CPU 周辺カード)について適合レベルを印加し、正常に動作することを確認している。

### (2) 電波ノイズ試験

装置の近傍に電波発生器を置き、電波照射し、正常に動作することを確認している。電界強度の条件は、10V/m(周波数帯域 150MHz(トランシーバ)、460MHz(トランシーバ)、800MHz(携帯電話)、1.9GHz(PHS))としている。

### (3) 誘導ノイズ試験

信号ライン、電源ラインに適合レベルを印加し、正常に動作することを確認している。

### (4) 雷インパルス試験

電源ライン、信号ラインに適合レベルを印加し、絶縁破壊がないことを確認している。

## 5. 試験結果

以下のとおり、デジタル安全保護系設備の設置環境において、要求される機能を満足することを確認している。

環境条件	試験項目	試験結果	判定
温度・湿度	温度・湿度試験	正常に動作	良好
絶縁耐力	絶縁抵抗測定	仕様値を満足	良好
	耐電圧試験	絶縁破壊なし	良好
耐ノイズ・サージ	静電ノイズ試験	正常に動作	良好
	電波ノイズ試験	正常に動作	良好
	誘導ノイズ試験	正常に動作	良好
	雷インパルス試験	絶縁破壊なし	良好

関西電力(株) 工事計画認可申請書 (美浜発電所3号機の変更の工事)  
 (原規規発第1610261号 平成28年10月26日認可) 添付資料46 (デジタル安全保護系説明書 別添Ⅲ) (抜粋1/2)



# 参考資料6 許認可申請における説明資料 (4/4)

表 1 環境仕様及び準拠規格

項 目		環 境 仕 様	準拠規格
温度・湿度	周囲温度	0～50℃	—
	相対湿度	10～95%	
絶縁耐力	絶縁抵抗	5MΩ以上	JEM1021
	耐電圧	AC電源入力ライン：AC2kV(印加電圧) アナログ入出力信号ライン：AC1kV(印加電圧) デジタル入出力信号ライン：AC2kV(印加電圧)	
耐ノイズ・サージ	静電ノイズ	放電パルス電圧：4kV	JIS C 61000-4-2 レベル 2
	電波ノイズ	電界強度 10V/m (周波数帯域 150MHz、460MHz、800MHz、1.9GHz)	JEITA IT-1004 (現在は JEITA IT-1004A)
	誘導ノイズ	AC電源入力ライン：電圧ピーク 4kV、繰返し率 5kHz、100kHz 外部取り合い入出力信号ライン：電圧ピーク 2kV、繰返し率 5kHz、100kHz	JIS C 61000-4-4 レベル 4
	雷インパルス	AC電源入力ライン：4kV(印加電圧) デジタル入出力信号ライン：4kV(印加電圧)	JEC-210(現在は JEC0103)

関西電力(株) 工事計画認可申請書 (美浜発電所 3号機の変更の工事)  
 (原規規発第1610261号 平成28年10月26日認可) 添付資料46 (デジタル安全保護系説明書 別添Ⅲ) (抜粋2/2)