

<技術情報検討会資料>

技術情報検討会は、新知見のふり分けや作業担当課の特定を目的とした事務的な会議体であり、その資料及び議事録は原子力規制委員会の判断を示すものではありません。

電磁両立性（EMC）に係る規制動向の調査について（案）

令和3年9月9日
技術基盤課
システム安全研究部門

1. 経緯

原子力規制委員会の重要課題として、発電用原子炉施設におけるデジタル安全保護系の共通要因故障（CCF: Common Cause Failure）対策があり、ソフトウェア起因の CCF 対策として満足すべき水準が示され、対策が進められてきている。一方、CCF の要因としては、この他にも計測制御設備などで使用される機器間の電磁波による相互干渉が考えられることから、電磁両立性（EMC: Electromagnetic Compatibility）を考慮した設計として達成すべき具体的な水準等に関する調査を行い、第44回技術情報検討会において、中間報告¹を行った。

その際、海外における、試験方法等に係わる詳細な文書、機器の認証に関する事項、対象とすべき設備、原子力発電所での適用事例等について調査することとした。また、これに加え国内外のトラブル等の発生状況等について調査を実施したことから、その結果を報告する。

2. 海外調査

2. 1 試験方法等に係る文書

- 試験方法等に関する基本文書²については、第44回技術情報検討会において報告した IEC62003 及び R.G1.180 に加え、EPRI-TR-102323 の最新版（Rev. 5、2019年発行）を対象とした。基本文書の比較を添付資料-1に示す。3つの基本文書には、ほぼ同等の要求が定められているが、低周波数のエミッション試験については、IEC62003 に記載がなく、R.G1.180、及び EPRI-TR-102323 の方が関連する MIL 規格を指定することで明確な記載となっている。
- 各基本文書の示す詳細な試験仕様に関する IEC 規格及び MIL 規格は、IEC 規格については半数強が国内規格化（JIS C 61000 シリーズとしての発行）されていたが、MIL 規格については確認できなかった。

1 資料44-1-4 電磁両立性（EMC）に係る規制動向の調査について

2 原子力施設で適用すべき詳細な試験条件等に関する標準的な規格基準を記載する文書である、R.G1.180 (Guidelines for Evaluating Electromagnetic and Radio-Frequency Interference in Safety-Related Instrumentation and Control Systems)、EPRI-TR-102323 (Guidelines for Electromagnetic Compatibility Testing of Power Plant Equipment)、及び IEC62003 Nuclear power plant - Instrumentation and control important to safety - Requirements for electromagnetic compatibility testing)の3文書をここでは基本文書と称している。

2. 2 対象設備

- 米国においては、R. G1. 180 が直接的に対象とする設備は安全系設備である。対象設備の感受性の確認に加え、対象設備の設置場所の周辺設備からのエミッション（電磁波の放出及びその強度）が、対象設備の感受性の限界を超えない範囲にあることの確認を求めている。したがって、安全系及び非安全系の計測制御設備及び電気設備からのエミッションも対象となる場合があると考えられる。調査結果の概要を添付資料-2に示す。

2. 3 原子力発電所での適用事例

米国の原子力発電所における適用事例として10事例を対象に、適用規格、試験施設、認可状況等について調査した。調査は主としてプラント型式、又はデジタルプラットフォーム³の標準設計について実施した。（添付資料-3参照）。

① 適用規格

感受性に関しては IEC 規格による例と MIL 規格による例があるが、エミッションについては調査対象とした各事例において MIL 規格が適用されている。

② 試験施設

EMC 試験は、ISO/IEC 17025 の認定を受けた施設において実施されている。米国内の試験施設によるものが多いが、他の国の試験施設による例もある。なお、国内にも ISO/IEC 17025 認定を得た試験施設は存在することから、これらの規格による試験を実施することは可能と考えられる。但し国内では一般的な用途として MIL 規格が適用される例が少ないことから、これに対応できる試験所は限られる。

③ 認可状況

基本文書に記載された全ての規格に適合して認可されている事例と、一部に適合しておらず条件付きで認可されている事例があった。標準設計として規格に適合した範囲を認可し、それ以外の部分は個別プラントにおいて対応しているものと考えられる。この際に付されている条件の例としては、周辺ノイズ環境を測定して問題ないことを示すこと等の事例があった。

3. 国内外における不具合等

米国において LER (Licensee's Event Report) として報告された事例及び米国及び国内の不具合・品質情報から、米国 45 件程度、日本国内で 30 件程度の事

3 安全保護系ロジックの処理を実行するための標準化されたデジタル設備（一般的にハードウェア、基本ソフトウェア、及び開発環境等を含む）

例を抽出し分類した（添付資料-4 参照）。

- 国内では、PWR については、安全保護系の誤動作による原子炉トリップ等の事例は報告されていないが、BWR については 8 件（アナログ設備 5 件、デジタル設備 3 件）報告されている。発生原因は、保守作業管理、品質管理によるものもあるが、プラント機器等からのノイズによるものが多い。
- 米国では、安全保護系等の誤動作に至った事例は PWR で 18 件、BWR で 7 件報告されており、さまざまな安全系機器の誤動作、動作不良が生じている。発生原因は、国内と類似しているが、最近の事例として計測制御設備の扉を開放した状態での事象発生等が報告されている。

4. 今後の対応

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第 6 条及びその解釈等において、外部からの衝撃による損傷の防止等について規制している⁴が、具体的適用規格は規定していない。今後、海外調査の結果を踏まえ、国内の産業界における EMC 対策として達成すべき水準についての考え方及び基本文書が指定する規格基準の適用性並びに国内における試験実施の可能性等に関する事業者の状況について、公開で意見を聴取し、制度改正の可否等についての検討を行う。

また、一般的な EMC の条件を超える可能性のある電磁パルス等への対応について引き続き調査を実施する。

⁴ 同規則第 12 条（安全施設）及びその解釈、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第 35 条（安全保護装置）及びその解釈

【添付資料】

添付資料-1 EMCに関連する試験規格の比較表

添付資料-2 EMC対策で対象とすべき設備について

添付資料-3 海外プラントの対応状況に関する事例調査

添付資料-4 EMCに関連するトラブル等の発生状況(国内及び海外)

添付資料-1 EMCに関連する試験規格の比較表

要求事項		RG 1.180 Rev.2 (2019)	EPRI-TR-02323 Rev.5 (2019)	IEC 62003 Ed.2 (2020)
1.全般	1.1 プラント運転環境	安全系 I&C の感受性は想定環境に対して 8dB のマージンを確保	安全系 I&C の感受性は想定環境に対して 8dB のマージン ⁵ を確保	IEC 61000-6-5 の原子力発電所のインターフェースタイプ 2 または 3 に設置されている I&C 及び電気機器が対象
	1.2 プラント制限区域	EMI/RFI 放射源の使用を禁じる制限区域を設けること	EMI/RFI 放射源の使用を禁じる制限区域を設けること	
2.EMI/RFI 制限方法(接地法等)		IEEE Std. 1050-2004	IEEE Std. 1050-1996 (最新化されていない)	—
3.放射 (エミッション)	3.1 伝導(低周波数)	MIL-STD-461G CE101	MIL-STD-461 CE101	—
	3.2 伝導(高周波数)	MIL-STD-461G CE102 又は、IEC 61000-6-4 CISPR 16	MIL-STD-461 CE102、又は、IEC 61000-6-4	IEC 61000-6-4
	3.3 放射(低周波数)	MIL-STD-461G RE101	MIL-STD-461 RE101	—
	3.4 放射(高周波数)	MIL-STD-461G RE102 又は、IEC 61000-6-4 CISPR 16	MIL-STD-461 RE102、又は、IEC 61000-6-4	IEC 61000-6-4
4.感受性	4.1 伝導	(電力線) MIL-STD-461G CS101, 114、又は、IEC 61000-4-6, 13, 16 (信号線) MIL-STD-461G CS114, 115, 116、又は、IEC 61000-4-6, 16, 4, 5, 12	低周波数 MIL-STD-461 CS101、又は、IEC 61000-4-13/16 高周波数 MIL-STD-461 CS114、又は、IEC 61000-4-6 電気的高速過渡 MIL-STD-461 CS115、IEEE Std. C62.41-1991、又は IEC 61000-4-4	<u>IEC61000-4-4</u> <u>IEC61000-4-6</u> <u>IEC61000-4-11</u> IEC61000-4-13 <u>IEC61000-4-16</u> <u>IEC61000-4-17</u> IEC61000-4-28 IEC61000-4-29 <u>IEC61000-4-34</u>
	4.2 放射(磁界)	MIL-STD-461G RS101 又は、IEC61000-4-8, 9, 10	MIL-STD-461 RS101、又は、IEC 61000-4-8/9/10	<u>IEC 61000-4-8, 9, 10</u>
	4.3 放射(電界)	MIL-STD-461G RS103 又は、IEC 61000-4-3	MIL-STD-461 RS103、又は、IEC 61000-4-3	<u>IEC61000-4-3</u> <u>IEC61000-4-20</u>

5 EPRI-TR-02323 において、初版では代表的なプラントの実測値に対して一定のマージンを設けることとしていたが、その後の改定版では NRC の評価書等の見解を反映して規定したエミッションの許容値に対してマージンを確保することとされている。

要求事項	RG 1.180 Rev.2 (2019)	EPRI-TR-02323 Rev.5 (2019)	IEC 62003 Ed.2 (2020)
5.耐サージ性 (減衰振動、単一電流パルス/ 電圧パルス、連続バースト波)	IEEE Std. C62.41.1-2002, C62.41.2- 2002, C62.45-2002、又は、IEC 61000-4-12, 5, 4	IEEE Std. C62.41-1991、又は、 IEC 61000-4-5/12/18	<u>IEC 61000-4-5,12</u>
6.静電気放電	IEC 61000-4-2	IEC 61000-4-2	<u>IEC 61000-4-2</u>
7.文書化	電磁両立性を証明するデータについ て独立監査可能なようトレーサブルで 理解可能なように文書化	—	試験中の構成と動作モードを正確に 記載すること、及び採用された試験手 順と各試験に適用された基準を明確 に示すことが必要
8.備考		詳細な試験条件を規定する IEC/MIL 規格の最新版を適用することが推奨 されている。	

補足:

- ・ 下線は JIS C 61000 シリーズとして国内規格化されているものを示す。
- ・ 3.2 伝導(高周波数)、3.4 放射(高周波数)に関して、RG 1.180 Rev2 では非安全系について FCC Class A, B 認証も可としている。
- ・ 耐サージ性は国内では JEAG-4607-1999「原子力発電所の耐雷指針」で規定されている。

添付資料-2 EMC 対策で対象とすべき設備について

EMC 対策の対象とする設備は安全系設備であるが、米国規制ではこの設置場所の EMC 環境を確認することを求めている。(各設備が規格を満足していれば相互に影響を与えないとするのが EMC の考え方であるため、周辺に設置される設備は検討が必要な対象となると考えられる。) 安全系計測制御設備の周辺に配置される設備が対象となり、非安全系の計測制御設備・通信設備、安全系及び非安全系の電気設備等がある。

(1) 計測制御設備(非安全系)

R.G1.180 の適用対象は基本的には安全系の計測制御設備であるが、この要件を「非安全系計測制御設備についても適用することができる」としている。(R.G1.180 に示す条件の試験で安全系設備へ悪影響を与えないことを示すことにより、これと近接して設置することができるものと考えられる。)

非安全系の通信関連の設備等に関しても同様であるが、所定の条件を満足しない場合には、該当する設備に近接して利用しない等の管理が必要となる。

(2) 電気設備(安全系及び非安全系)

電気設備は、それに付属する制御回路(組込みデジタルデバイス(EDD: Embedded Digital Device)を含む)が影響を受けないこととともに、電源設備自身がノイズの発生源として他へ悪影響を与えないことの両面に注意を払う必要がある。

添付資料-3 海外プラントの対応状況に関する事例調査

(1) マイクロプロセッサ方式のデジタルプラットフォーム*3(主として新設及び設備更新向け)

プラント	実施者/製品名	適用規格	試験施設	認可状況
U.S.EPR(審査中)	フラマトム社、TXS	エミッション:MIL-STD-461E 感受性:IEC61000 シリーズ (開発時点は欧州基準)	(不明)	EPRI TR-102323 Rev.3 記載の EMC 要求に準拠している。 補足)米国での申請時に再評価した結果、一部を満足していなかったため、システム構成を一部改造したとしている。
Diablo Canyon	Triconex 社、TRICON v10	エミッション:MIL-STD-461E 感受性:IEC61000 シリーズ	米国試験施設 (ISO/IEC 17025 認定施設)	エミッション試験では CE101、及び CE102 について適合しない結果が得られたため、試験結果が問題ないことを実機適用段階で評価するとされている。感受性試験では一部のモジュールについて適合しない結果が得られたため、問題ないことをプラントへの実機適用段階で評価するとされている。
AP1000 (建設中)	WH 社、Common-Q	エミッション:MIL-STD-461E 感受性:MIL-STD-462D (RG1.180 発行前であり EPRI TR-102323 に準拠)	米国試験施設 (ISO/IEC 17025 認定施設)	感受性試験で EPRI TR-102323 の要求に完全には適合しない結果が得られたため、実機適用段階で設置環境が EMC 試験で確認した感受性限界を下回っていることを確認することを前提条件として承認されている。
US-APWR(審査中)、及びプラットフォーム共通認証	三菱電機社、MELTAC	エミッション:MIL-STD-461E 感受性:MIL-STD-461E (RG-1.180 Rev.1)	国内試験施設 (ISO/IEC 17025 認定施設)	MIL-STD-461E に記載の EMC 要求に準拠している。 申請段階では CE101 対応の試験は不要として基本承認を得ているが、その後当該の試験も実施したとの記載に改訂されている。補足)エミッション試験の一部は申請段階で再実施し要求に全て適合することを確認したとしている。
Hope Creek 核計装更新等	GE 社、NUMAC	エミッション:MIL-STD-461E 感受性:IEC61000 シリーズ (RG-1.180 Rev.1、EPRI TR-102323)	米国試験施設 (ISO/IEC 17025 認定施設)	RG-1.180 Rev.1 及び EPRI TR-102323 の要求を満足しているとしている。但し、実機適用段階では、設置場所におけるエミッション源(他設備)の制限、良好な接地の実施、及び設備/ケーブルの分離等が必要であるとされている。

(2) FPGA(Field-Programmable Gate Array)方式のデジタルプラットフォーム*3(主として新設及び設備更新向け)

プラント	デジタル I&C	適用規格	試験施設	認可状況
Diablo Canyon	WH 社、ALS	エミッション:MIL-STD-461E 感受性:IEC-61000 (一部を MIL-STD-461E RS103*1)	米国試験施設 (ISO/IEC 17025 認定施設)	一部で要求に適合しない試験結果が得られたため設備を改造して再度試験を実施し、なおも一部要求を満足しない部分が残されているが、実機適用段階で妥当性を確認するとして NRC の承認を取得している。
プラットフォーム 共通認証	東芝社、核計装設備	エミッション:MIL-STD-461E 感受性:IEC-61000 (一部を MIL-STD-461E RS103*1)	米国試験施設 (ISO/IEC 17025 認定施設)	一部で要求に適合しない試験結果が得られたが、設備を改造して再度試験を実施し、全ての要求を満足することを確認したとしている。
プラットフォーム 共通認証	Radiy 社、RadICS	エミッション:MIL-STD-461E 感受性:MIL-STD-461E	カナダ試験施設 (ISO/IEC 17025 認定施設)	試験関連要求基準を全て満足する試験結果が得られたとしている。

(3) 既設プラントへ適用されているデジタルプラットフォーム*3

プラント	デジタル I&C	適用規格	試験施設	認可状況
米国既設	WH 社、Eagle-21	エミッション:該当無し 感受性:独自 (RG 1.180 発行前。一部 MIL 規格のノイズ試験を実施)	—	以下の試験を実施したとしている(一部を記載) ・ ランダムノイズ試験、MIL 仕様ノイズ試験 ・ クロストーク(誘導)ノイズ試験 ・ 高圧過渡試験、サージ耐力試験、RFI 試験
仏国既設 (米国における 共通認証)	Rolls-Royce 社、Spinline 3*2	エミッション:MIL-STD-461E 感受性:IEC-61000 (一部を MIL-STD-461E RS103*1)	米国試験施設 (ISO/IEC 17025 認定施設)	一部で要求に適合しない試験結果が得られたため設備を改造して再度試験を実施したが、なおも一部要求を満足しない部分が残されているが、実機適用段階で妥当性を確認するとして NRC の承認を取得。

*1: IEC シリーズによる試験ではカバーされない低周波数領域での試験を MIL-STD-461E RS103 で実施している。設置環境に依存して必要となる試験であるが、既設向けあるいはプラットフォーム共通認証では適用環境の自由度を大きくするため実施される場合が多いと推定される。

*2: フランスの既設プラント、及び設備更新で多くの実績を有するデジタルプラットフォーム。米国でプラットフォームとしての共通認証が申請されていることから、本表では情報が公開されている米国における許認可に関する情報を記載した。

*3: 本文脚注 3 参照

添付資料-4 EMCに関連するトラブル等の発生状況(国内及び海外)

EMCに関連するトラブル等の事例を抽出しその傾向を整理した。⁶ 本調査の対象はデジタル設備であるが、参考としてアナログ設備についても調査に含めた。

(1)国内

事業者が公開しているデータベース(NUCIA)から、一定の検索条件(ノイズ、サージ、EMC、EFI、RFI等)で約30件を抽出した。このうち安全系設備に係わる事例を分類した結果を以下に示す。

①発生件数

発生原因別の誤動作事象の件数を以下に示す。()内は誤動作には至らなかったが、警報の発生やパラメータの変動を生じた事象の件数を示す。

発生原因 プラント・機器種別		機器ノイズ	雷サージ	静電気	溶接機等 ^{注1}	誤動作事象
国内 PWR	アナログ	1 ^{*1} +(1)	—	—	—	1
	デジタル	—	—	(1)	(1)	—
国内 BWR	アナログ	3 ^{*2} +(2)	2 ^{*3}	—	(1)	5
	デジタル	(3)	1 ^{*4}	1 ^{*5}	1 ^{*6}	3

注1: 溶接機/無線機等の、保守・試験等のために近傍で一時的に使用される機器

- *1: 定検中に、制御用空気圧縮機が出力端子台端子間でアークが発生して停止した事例(ノイズの直接的影響ではないがノイズ対策品の設計不良を原因とした不具合事例)
- *2: 選択スイッチのノイズで検出器が誤動作してタービン/原子炉スクラム発生した事例、検出器内アンプ回路誤動作により主蒸気管圧力低信号が発生した事例、及び起動領域中性子束検出器が誤動作し片系のスクラムが発生した事例。
- *3: 平均出力領域モニタが落雷によるノイズの影響で誤動作し原子炉スクラムが発生した事例
- *4: 定検中に雷によるノイズで主蒸気管モニタが誤動作しスクラム/主蒸気隔離が発生した事例
- *5: 主蒸気管放射線モニタの同一系列内の2つが同時に誤動作し原子炉自動停止した事例
- *6: 近傍の溶接作業のノイズが原因で中間領域核計装が誤動作し片系のみスクラムした事例

②発生傾向

- a PWR については、ノイズを直接的な原因とした原子炉トリップのような事例は報告されていない。設備の種別ではアナログ設備2件、デジタル設備2件となっている。また、発生原因は保守作業に伴う溶接機等のノイズによるものと、設計不良によるものに分類される。
- b BWR については全体で24件、原子炉スクラム/ハーフスクラム等を生じた事例8件が報告されており件数が比較的多い。アナログ設備5件、デジタル設備3件となっている。発生原因は保守作業管理、品質管理によるものと比べ、プラント機器等からのノイズによるものが多い。

⁶ 注意: 本調査結果は、参考としたデータベースにより登録する基準、ベースとするプラント数・炉型比率等の条件、及び調査期間(米国1970年代、国内1980年代以降)が異なること、更にデータの検索条件等で差異が生じる可能性等も考慮し、詳細な事例数の多寡ではなく全般的な不具合発生傾向の分析を目的としてまとめている。

(2) 海外(米国)

米国を対象に、事業者が提出した報告書⁷、及びトラブル事例のデータベースから、ノイズに関連する国内調査と同様の一定の検索条件で約 45 件を抽出した。このうち安全系設備に係わる事例について分析した結果を以下に示す。ここでは、誤動作を生じた事例について示している。

① 発生件数

発生原因別の誤動作事象の件数を以下に示す。

発生原因 プラント・機器種別		機器ノイズ	雷サージ	静電気	溶接機等 ^{注1}	誤動作事象
米国	アナログ	5 ^{*1}	—	—	9 ^{*2}	14
PWR	デジタル	1 ^{*3}	—	—	3 ^{*4}	4
米国	アナログ	—	—	—	2 ^{*5}	2
BWR	デジタル	5 ^{*6}	—	—	—	5

注 1: 溶接機/無線機等の、保守・試験等のために近傍で一時的に使用される機器

- *1: 低圧遮断器内蔵リレーが電圧瞬時スパイクで誤動作して遮断器がトリップした事例、電源フィルタの能力を超えるノイズにより非常用ディーゼル発電機(EDG)が誤動作、動作不良を生じた事例、及びケーブル分離が不十分で起動試験時ノイズの影響により EDG が動作不良を生じた事例
- *2: 無線機使用時に近傍に設置された主蒸気圧力伝送器が誤動作した事例(2 件)、複数の圧力伝送器が誤動作して原子炉トリップした事例、デジタル電圧計をシールド未施工ケーブルで接続しパーシャルトリップを生じた事例(2 件)、出力領域炉外核計装設備校正時にデジタルマルチメータを接続し誤信号が発生した事例、炉外核計装設備近傍で無線機器を使用した時に制御棒が引き抜かれた事例、溶接作業によるノイズで 1 台の主蒸気圧力伝送器が誤動作した事例、及び扉を開けた状態で無線機器を使用したため安全系チラーが誤動作した事例。
- *3: リレーのノイズの影響で DG 起動シーケンスの動作異常が両トレンで発生した事例、及びスイッチ操作時のノイズの影響で中間領域核計装系が誤動作し原子炉トリップした事例
- *4: 溶接機ノイズによりデジタル給水隔離設備が 2 トレンに同時に短時間誤動作した事例、タービン動補助給水ポンプ出口弁補修時の溶接作業によるポンプ制御用出力カードの故障、及び扉を開けて試験中に近傍で無線機器を使用したため母線遮断器が誤開し外部電源喪失を生じた事例
- *5: 無線機使用時に近傍に設置されていた電磁リレーが誤動作して遮断器がトリップした事例、無線機使用時に、近傍に設置されていた余熱除去系統の温度高トリップ回路が誤動作。
- *6: 電源供給ライン切替え時のノイズで核計装系設備のフェーズ断により片系がスクラムした事例、再循環ポンプの試験中に当該電源ケーブルからのノイズで核計装系が異常指示値となった事例、高圧ケーブルシールドの接地不良を原因としてノイズが発生して片系スクラムした事例、起動回路内の他リレーからのノイズを原因として EDG が起動に失敗した事例、及び電力供給系を複数回入切する通常と異なる試験時のノイズで片系スクラムした事例。

7 LER: Licensee's Event Report (米国で認可取得者が作成する不具合等に関する報告書)

② 発生傾向

- a 米国では PWR の報告件数が比較的多くなっている。(プラント数の影響もあると推定される。)
- b 誤動作事例は国内では大半が核計装・放射線計装設備であるのに対して、米国では広い範囲の安全系機器の誤動作、動作不良が生じている。
- c 発生要因は国内と類似しているが、差異としては、最近の事例として計測制御設備の扉を開放した状態での事象発生が報告されている

(3)まとめ

国内外の事例調査から、以下の結果を得た。

① 国内外の不具合等発生状況

- ✓ 国内外とも、誤表示(誤警報、誤ったパラメータ表示等)のみならず、安全系設備の誤動作に至る事象が発生している。
- ✓ 国内では原子炉が停止する等の安全側へ誤動作する事例が発生しているが、海外事例ではこれに限定されていない。(但し、各事例について教訓反映が必要か否かについては引き続き精査が必要。)

② デジタル化との関連

アナログ設備とは数が異なり比較が難しいため、デジタル設備について適用が進められたと考えられる 2000 年前後のデジタル設備に関する不具合事例数を以下に示す。

年代	米国	日本
1999 年まで	1	0
2000 年以降	10	3

③ 最近の事例

海外事例では国内とは異なる事例がいくつか報告されている。

a. キャビネットの扉を開けた状態で発生した事例

- ✓ 工安系シーケンス設備の試験中に近傍で携帯電話等を使用したために、母線遮断器が誤開して外部電源喪失が発生し非常用 DG が起動した事例(2015 年、米国 PWR)
- ✓ 安全系チラー制御設備の近傍で無線機器を使用したため、設備がトリップした事例(2018 年、米国 BWR)

b. 機器組込の制御回路が誤動作した事例

- ✓ デジタル回路内蔵の遮断器が、EMC 試験時に想定していなかった状態(遮断器を投入する時のノイズは未考慮)で誤動作(2005 年、米国 PWR)
- ✓ タイマーリレー交換時、同じ型番にもかかわらず内部がデジタル回路に変更されており、起動回路内の他リレーからのノイズにより非常用 DG の起動に失敗(2016 年、BWR)