

SF<sub>6</sub>代替ガスの国内外の最新の研究・技術開発動向調査専門委員会  
設置趣意書

放電・プラズマ・パルスパワー技術委員会

## 1. 目的

SF<sub>6</sub>ガスは安全性、信頼性、経済性にも裏打ちされその優れた絶縁性能、遮断性能により、GIS（ガス絶縁開閉装置）、GCB（ガス遮断器）、ガス絶縁変圧器などを中心に電力機器分野に適用され、世界的にも普及しており、特にコンパクト化、信頼度の要求の高い我が国において最も広範に使用されている。しかしながら1997年のCOP3京都プロトコルで温室効果ガスに指定され削減・監視の対象となり、特に最近はより強い温暖化対策が意識され、世界的にSF<sub>6</sub>ガス廃止の方向となっている。

そのため、SF<sub>6</sub>代替ガスの研究・機器開発が活発に行われており、現在では①C4FNを含む混合ガス、②合成空気を中心とする自然由来ガス、の2つの主流に収斂した感が有るが、SF<sub>6</sub>と同等の性能の獲得は難しく、現在も盛んに国内外、特に欧州機器メーカー・大学を中心に、パイロットプラントの運転の推進と共に部分放電（PD）診断など更なる技術向上の基礎研究もおこなわれている。

最近では基礎研究が減少し機器設計、運用法の開発ステージに移行してきた感が有る、例えば最新の2024年CIGREパリ大会では、SF<sub>6</sub>代替ガスの論文は、A3-20件、B3-9件、D1-7件の状況である。しかしながらISHなど学究に重点の有るアカデミックな学会では、いまだSF<sub>6</sub>代替ガスの研究発表は盛んに行われている。特にSF<sub>6</sub>では必須の位置付けのPD診断技術が代替ガスについては未成熟で、基礎絶縁特性分野において最も注目を集めているトピックで有り、CIGREでも特化したWG（WG.D1.78）が設置されている。

本委員会では、次の2章に記す機器・設備委員会の活動に協調・伴走しながら、最新のSF<sub>6</sub>代替ガスの研究動向を調査する。欧州機構の動きなどは迅速であることから、時間を掛けた評価よりも速報性・追従性を重視して適切に時宜にかなった発信をする。この活動は同時に、欧州を中心に未だ高電圧分野の基礎研究が盛んな大学の状況の認識にもつながり、国内の大学研究の活性化につながることや国内の技術継承の一助にもなることを期待する。

## 2. 背景および内外機関における調査活動

CIGREではA3「変電・配電機器」、B3「変電所と電気設備」、D1「材料と先進試験技術」などで、基礎特性、機器開発、変電機器としての運用、などそれぞれの分野に応じて、2010年度半ばから第I期のWGが活動を開始し（WG.A3.41、WG.3.45、WG.D1.67）それぞれTBを発刊して、現在は第II期（JWG.B3/A3.60、WG.D1.78）から第III期（JWG.B3/A2/A3/C3/D1.66）の活動ステージである。IECでも開閉機器系TC-17（MT3）、材料系TC-10（WG41）、で国際標準の新製または改定作業を行なっている。各WG、MTにおいて日本は複数の委員が参加し貢献しているが、欧州ほかの動向にアンテナを高くしておく必要が有る。

国内では産学一体（学識経験者、電気事業者、機器製造者）からなる「SF<sub>6</sub>代替ガス検討会」が2016年に発足し、SF<sub>6</sub>代替ガス適用のガイドラインとなる7要件など、国際社会に発信してきている。またJEMA（日本電機工業会）において国内開閉器メーカー7社で構成される「SF<sub>6</sub>ガス代替技術タスクフォース」が設立され、2021年8月より活動開始、前述の7要件に合致したSF<sub>6</sub>ガス代替技術への移行に向けたロードマップの策定や環境負荷（価値）の定量化方法の検討に取り組んでいる。更に、ステージが実適用に進んでいることから、機器製造から適用・運転・保守に至るまでの一連の課題に対して、使用者と製造者が一体となって技術面・運転面等への課題解決に向けた取組として、送配電網協議会・日本電機工業会の連携

のもとに「GHG削減協働検討WG」の設立が進められている。

なお電気学会としては最近では「ガス絶縁開閉装置の環境負荷低減への技術動向調査専門委員会」による技術報告 No.1561 が 2023 年 12 月に開閉器の視点から SF<sub>6</sub>代替ガスを調査しており、A 部門の調査専門委員会では技術報告 No.248 「気体絶縁への混合ガスの応用」(1987 年 5 月)、No.841 「SF<sub>6</sub>の地球環境負荷と SF<sub>6</sub>混合・代替ガス絶縁」(2001 年 5 月)、で SF<sub>6</sub>代替ガスを取り扱っており、それ以来 20 年超の空白期間が有り、今回の調査専門委員会活動は国内の技術継承の一助にもなる。

### 3. 調査検討事項

#### (1) 国際学会での研究発表の調査 (2022 年～)

- ・ ISH (2023 年、2025 年、2027 年)、
- ・ CIRED (2023 年、2025 年、2027 年)、
- ・ GD (2023 年、2026 年)、
- ・ CMD (2024 年、2026 年)、ほか。

#### (2) CIGRE での研究発表の調査

- ・ パリ大会論文 (2022 年、2024 年、2026 年)、コロキウム (2023、2025、2027)、ほか。
- ・ SC-D1 の WG 報告書 (WGD1.51-TB\_No.730、WGD1.67-TB\_No.839、WGD1.78-TB\_2026 年の予定)、  
\* 国際規制の動向などは、2 章に前述の国内別組織で詳細に検討されているため、本委員会では直接の対象としない (必要により、機器・設備 SC の WG.A3.41、WG.B3.45、JWG.B3/A3.60、JWG B3/A2/A3/C3/D1.66 にも言及する)。

#### (3) その他の学術論文誌の調査

- ・ 海外 (IEEE、J. Phys. D、など)、国内 (電気学会、など)  
\* 本委員会はエンジニアリング応用を指向した基礎研究の最新動向にフットワーク軽く追随するため、例えばマテリアルズインフォマティクスなど単独で大きな技術分野となるものは対象としない。必要により別調査委員会に委ねる (固体であるが最近技術報告 No.1542 (2023 年 7 月) で扱われている)。

#### (4) 電中研報告

- ・ (電中研-1、フェーズ 1) H17009、新開ほか、「SF<sub>6</sub>代替ガスとしての 3M<sup>TM</sup>Novtec<sup>TM</sup> 高機能性絶縁ガスの固体材料および水分との反応性に関する検討」、2018 年 6 月
- ・ (電中研-2、フェーズ 2) H20015、三坂ほか、「SF<sub>6</sub>代替ガスとしての 3M<sup>TM</sup>Novtec<sup>TM</sup> 高機能性絶縁ガスの固体材料および水分との反応性に関する検討」、2021 年 7 月
- ・ (電中研-3)  
GD22033、阿部ほか、「急峻方形波インパルスを用いた SF<sub>6</sub>代替ガスとしての F-ニトリルおよび F-ケトンの短時間領域絶縁破壊特性—大気圧・準平等電界下の絶縁破壊特性—」、2023 年 8 月
- ・ (電中研-4、フェーズ 3)

#### (5) 海外の大学の絶縁研究の調査

- ・ ドイツ (ドレスデン工大、ミュンヘン工大、ダルムシュタット工大)、
- イギリス (マンチェスター大、ウェールズ大)、スイス (ETH) ほか。

### 4. 予想される効果

- ・ 動きの早くインパクトの大きい SF<sub>6</sub>代替ガスの基礎研究の最新動向を把握し、国内研究者と共に、機器設計、設備企画・導入、設備運営、などの参考に電力ユーティリティ・機器製造のエンジニア・技

術開発者に、情報を発信する。

- ・未だ高電圧分野の基礎研究が盛んな欧州を中心した大学の状況を把握し、国内の大学研究の活性化につながることや国内の技術継承の一助にもなることも期待する。

5. 調査期間

2025年（令和7年）1月～2027年（令和9年）12月（3年間）

7. 活動予定

委員会	4回/年	幹事会	3回/年
見学会	1～1.5回/年（委員会と合わせて開催）		

8. 報告形態（調査専門委員会は必須）

技術報告をもって成果報告とする。

以上