

# 系統運用者から見た電力設備の運用限度

系統運用者から見た電力設備の運用限度調査専門委員会編

## 目 次

1. 緒論	3	4.2 太陽光発電設備	70
1.1 まえがき	3	4.2.1 太陽光発電設備の概要	70
1.2 本報告書で扱う運用限度の定義	3	4.2.2 気象条件と出力の関係	71
1.3 本報告書の概要	4	4.2.3 出力制御	71
1.4 用語ならびに略語	4	4.2.4 出力増減スピード	72
2. 発電設備の運用限度	5	4.2.5 無効電力制御	72
2.1 まえがき	5	4.2.6 運転可能電圧	72
2.1.1 用語ならびに略語	6	4.2.7 運転可能周波数	73
2.2 火力発電設備	8	4.2.8 系統事故時の影響	73
2.2.1 火力発電設備の概要	8	4.3 風力発電設備	74
2.2.2 需給運用に関する運用限度	10	4.3.1 風力発電設備の概要	74
2.2.3 電圧運用に関する運用限度	21	4.3.2 気象条件と出力の関係	76
2.3 揚水発電設備	26	4.3.3 出力制御	77
2.3.1 揚水発電設備の概要	26	4.3.4 出力増減スピード	79
2.3.2 需給運用に関する運用限度	27	4.3.5 無効電力制御	79
2.3.3 電圧運用に関する運用限度	35	4.3.6 運転可能電圧	79
3. 送変電設備の運用限度	37	4.3.7 運転可能周波数	80
3.1 まえがき	37	4.3.8 系統事故時の影響	81
3.1.1 用語ならびに略語	37	5. 諸外国における電力設備に求める要件	82
3.2 架空送電設備	38	5.1 まえがき	82
3.2.1 架空送電設備の概要	38	5.1.1 用語ならびに略語	82
3.2.2 熱容量限度	39	5.2 諸外国の運用限度に関する規定の現状	82
3.2.3 許容電流と許容温度	40	5.2.1 欧州における運用限度に関する規定の現状	82
3.2.4 外部環境の影響	45	5.2.2 米国における運用限度に関する規定の現状	83
3.2.5 熱容量限度超過	45	5.3 調査結果	84
3.3 地中送電設備	47	5.3.1 周波数	84
3.3.1 地中送電設備の概要	47	5.3.2 熱容量	85
3.3.2 熱容量限度	47	5.3.3 電圧	86
3.3.3 許容電流と許容温度	48	5.3.4 力率	88
3.3.4 外部環境の影響	51	5.3.5 FRT・LVRT	88
3.3.5 熱容量限度超過	52	6. まとめ	92
3.4 変電設備	58	6.1 総括	92
3.4.1 変圧器	58	6.2 あとがき	92
3.4.2 直列機器	62	質問索引	
3.4.3 電圧限度	66		
4. 再生可能エネルギー発電設備の運用限度	70		
4.1 まえがき	70		

# 系統運用者から見た電力設備の運用限度 調査専門委員会委員

委員長	堀内 信幸(東京電力パワーグリッド)	柳沼 茂幸(東北電力)
幹事	中村 義和(東京電力パワーグリッド)	柳瀬 伸行(東京ガス)
委員	相場 茂(日本風力発電協会)	
	伊東 進治(三菱電機)	作業会
	江口 智秀(九州電力)	メンバー
	大城 裕二(沖縄電力)	生田 貴博(四国電力)
	大山 力(横浜国立大学)	石丸 将愛(東海大学)
	荻本 和彦(東京大学)	大岡 弘和(三菱電機)
	小田 雅寛(日立製作所)	川上 勝(東芝)
	金子 和博(大阪産業大学)	河野 俊介(早稲田大学)
	櫛谷 朋久(北海道電力)	河辺 賢一(東京工業大学)
	久保川 淳司(広島工業大学)	黒川 剛志(電源開発)
	香村 達哉(中部電力)	桑島 健治(富士電機)
	柴田 創(北陸電力)	小関 英雄(電力中央研究所)
	杉原 弘章(中国電力)	佐野 大輝(北海道電力)
	鈴木 義人(エーラスエナジーホールディングス)	造賀 芳文(広島大学)
	高橋 英人(東北電力)	竹本 泰敏(日本工業大学)
	田所 一茂(四国電力)	辻 隆 男(横浜国立大学)
	田村 滋(明治大学)	對馬 浩 芳(東北電力)
	堂本 宗宏(富士電機)	津村 宜 孝(九州電力)
	中井 裕二(エネット)	富永 達 也(北陸電力)
	永田 真幸(電力中央研究所)	原 亮 一(北海道大学)
	林 泰 弘(早稲田大学)	三好 晴 樹(日立製作所)
	藤田 吾郎(芝浦工業大学)	薬丸 幸 仁(中部電力)
	藤本 裕仁(東芝)	柳田 将 臣(中国電力)
	松原 雄樹(関西電力)	途中退任
	餘利野 直人(広島大学)	作業会メンバー
	若林 哲夫(電源開発)	秋山 昭 二(四国電力)
途中退任委員長	田治見 淳(東京電力)	堀川 達 弘(東北電力)
途中退任幹事	飯塚 巧(東京電力)	村野 秀 昭(九州電力)
	安田 祐 治(東京電力)	増岡 裕 樹(中国電力)
	八巻 康 一 郎(東京電力)	山下 大 介(中国電力)
途中退任委員	上田 知 広(大阪ガス)	
	大岩根 誠(九州電力)	
	斉藤 哲夫(日本風力発電協会)	
	佐藤 大作(エネット)	
	鈴木 立夫(富士電機)	
	高部 浩明(富士電機)	
	田中 俊光(北海道電力)	
	野端 直(関西電力)	
	政岡 喜美夫(四国電力)	

## 1. 緒論

### 1.1 まえがき

電力設備の運用限度については、「第 183 号 給電より見た電力機器運用限度(昭和 60 年 2 月)」により報告されている。その後、火力発電における超々臨界圧発電機、コンバインドサイクル発電機など、同技術報告では網羅されていない電力設備の導入が進んできており、系統運用者には、これら新技術の理解ならびにおのおのの設備が持つ固有の運用限度の理解が求められる。

また、電力システム改革の進展や「新しい火力電源入札の運用に係る指針」(経済産業省)が示されたことによる電気事業への新規参入、固定価格買取制度による再生可能エネルギーの導入拡大といった情勢変化に伴い、これまで電気事業に携わっていない系統利用者が増加することから、系統運用者にはこれまで以上にきめ細やかな説明が求められる。

以上の背景から、本技術報告書においては、電力設備の運用限度に対する系統運用者の理解促進の支援や、系統運用者が系統利用者へより丁寧な説明を果たすための有益な情報を提供することを目的として、第 183 号以降の新技術に重点を置き、運用限度の定義を整理したうえで、現在の電力設備の運用限度について調査し取りまとめた。

その結果、系統利用者の視点では、利用する電力システムを構成する各設備の運用限度について知ることができ、系統連系にあたって有益な情報を調査し取りまとめたものにもなっており、電力機器の設計者にとっても有益なものとなっている。

なお、第 183 号では多岐にわたる調査がなされたが、昨今の電気事業を取り巻く情勢変化をふまえ、次のように対象を絞り込み、調査した。

(1) **発電設備** 電力システム改革の進展や「新しい火力電源入札の運用に係る指針」(経済産業省)が示されたことによる火力発電事業への参入者の増加が見込まれる。そのため、火力発電設備については、昨今導入が進んでいる高効率コンバインドサイクル発電機(ACC, 1500~1600℃級 MACC)、最新鋭石炭機(超々臨界圧発電機・IGCC)などを対象に調査した。

また、再生可能エネルギー導入の拡大に伴い、需給調整・周波数調整に関する課題が顕著となる可能性がある。これらの課題に対し、揚水発電機の運用性向上が課題克服の選択肢の一つとなりうるため、揚水発電機(可変速揚水発電機を含む)についても調査した。

(2) **送変電設備** 「系統情報の公表の考え方」(資源エネルギー庁)にもとづき、特別高圧以上の系統の熱容量が公開となり、熱容量の限度に関する理解の一助として、熱容量限度について調査した。なお調査対象設備としては、

熱容量限度に主としてかわる架空送電設備、地中送電設備、変圧器、直列機器とした。

(3) **再生可能エネルギー発電設備** 再生可能エネルギーの中でも特に連系量が多く、系統運用に与える影響が大きい、風力発電設備、太陽光発電設備について調査した。

### 1.2 本報告書で扱う運用限度の定義

本技術報告書では、運用限度を次のように定義し、各電力設備の運用限度を調査した。

(1) **運用限度** 電力設備の製造者と購入者の間で共有される「(2) 保証値」を運用限度と定義する。

(2) **保証値** 致命的な損傷、寿命損失を与えることなく運用継続可能な値として、具体的な数値をもって電力設備の製造者と購入者の間で共有される値。基本的に、いわゆる仕様で定められる上下限と同義。

(3) **設備限界値** 電力設備および構成する部位、部品について、それ以上の温度、電流、電圧などで運用した場合に、機能喪失する境界値。

(4) **運用管理値** 「(2) 保証値」以外のさまざまな制約要因がある場合において、その制約要因を考慮のうえ、系統運用者が管理する値。

これら(1)から(4)の概念図を、図 1.2.1 に示す。

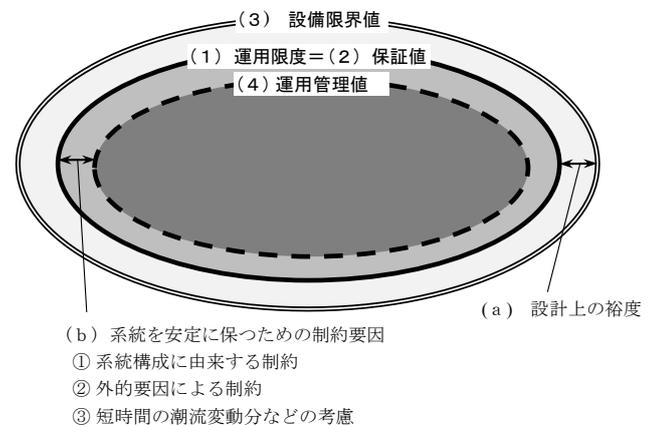


図 1.2.1 電力設備の運用限度にかかわる概念図

一般に電力設備の製造者は、「(2) 保証値」を満たすように設計するなかで、「(a) 設計上の裕度」を考慮することから、「(3) 設備限界値」は「(2) 保証値」を上回ることになる。すなわち、「(2) 保証値」を満たすように設計した結果として「(3) 設備限界値」が決まることがあることから、「(a) 設計上の裕度」の大きさを定量的に示すことは困難である。したがって、調査対象である「(1) 運用限度」として、「(3) 設備限界値」を採用することは困難である。

加えて、系統運用者は、①系統構成に由来する制約(電圧安定性、同期安定性など)、②外的要因による制約(火力発電設備における環境規制など)、③短時間の潮流変動分などの考慮などの「(b) システムを安定に保つための制約要因」