

② 原子力発電所の安全性・信頼性向上

C S R 重要課題

原子力発電所の安全・安定運転



九州電力(株)は、福島第一原子力発電所の事故を教訓に、国の新規規制基準を踏まえ、重大事故を起こさないための対策や、万が一の重大事故に対処するための対策の強化を図り、原子力発電所の安全・安定運転に万全を期してまいります。

●原子力発電の重要性

原子力発電については、国の「エネルギー基本計画」において、「重要なベースロード電源」と位置付けられており、さらに、「長期エネルギー需給見通し」において、2030年度の原子力比率を20～22%とする電源構成

更に、安全性の向上の取組みに決して終わりがなくことを肝に銘じ、安全性・信頼性の向上に自主的かつ継続的に取り組み、地域の皆さまに安心・信頼していただけるよう、努めてまいります。

燃料の供給安定性

原子力発電の燃料となるウランは、石油や天然ガスに見られるような特定地域への強い偏在がないため、資源確保の観点から供給安定性に優れています。

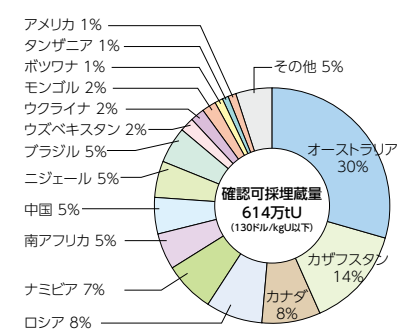
また、ウランは石油等の化石燃料に比べて少ない量で発電を行えるため、輸送や貯蔵が容易です。

地球温暖化への対応

原子力発電は、発電過程において、地球温暖化の大きな原因となるCO₂を排出しない電源であり、地球温暖化への対応を図る上で重要な役割を果たします。

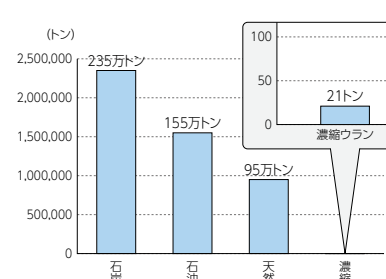
なお、太陽光発電や風力発電は、原子力発電と同様、発電時にCO₂を排出しない電源であるものの、導入コストが高く、かつ、自然条件に左右される等の理由から利用率が低い等の課題があります。

■世界のウラン資源の埋蔵量



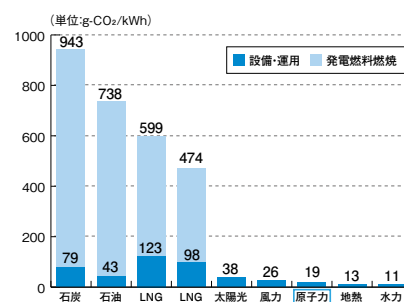
出典：経済協力開発機構/原子力機関、国際原子力機関の共同報告書(2018.12)を基に作成

■100万kWの発電所を1年間運転するために必要な燃料



出典：電気事業連合会「原子力・エネルギー図面集2016」をもとに作成

■各種電源のライフサイクルCO₂排出量



※発電燃料の燃焼に加え、原料の採掘から発電設備等の建設・燃料輸送・精製・運用・保守等に消費されるすべてのエネルギーを対象としてCO₂排出量を算出。
出典：電力中央研究所報告書をもとに作成

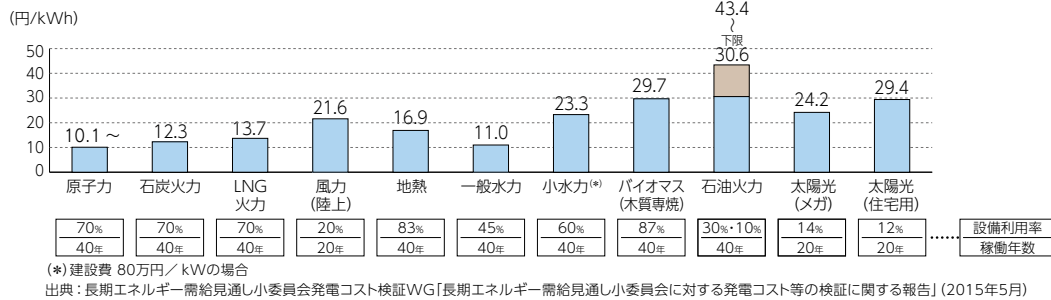
経済性

2015年5月に長期エネルギー需給見通し小委員会発電コスト検証WGで取りまとめられた報告書においても、原子力発電は、LNG火力や石炭火力等の他の主要な電源と比較して、経済性に遜色はない結果となっ

ています。

また、原子力発電は、化石燃料を用いる火力発電に比べて発電コストに占める燃料費の割合が小さいため、燃料価格に左右されにくいという特徴があります。

■1kWhあたりの発電コスト(2014年モデルプラント試算結果)

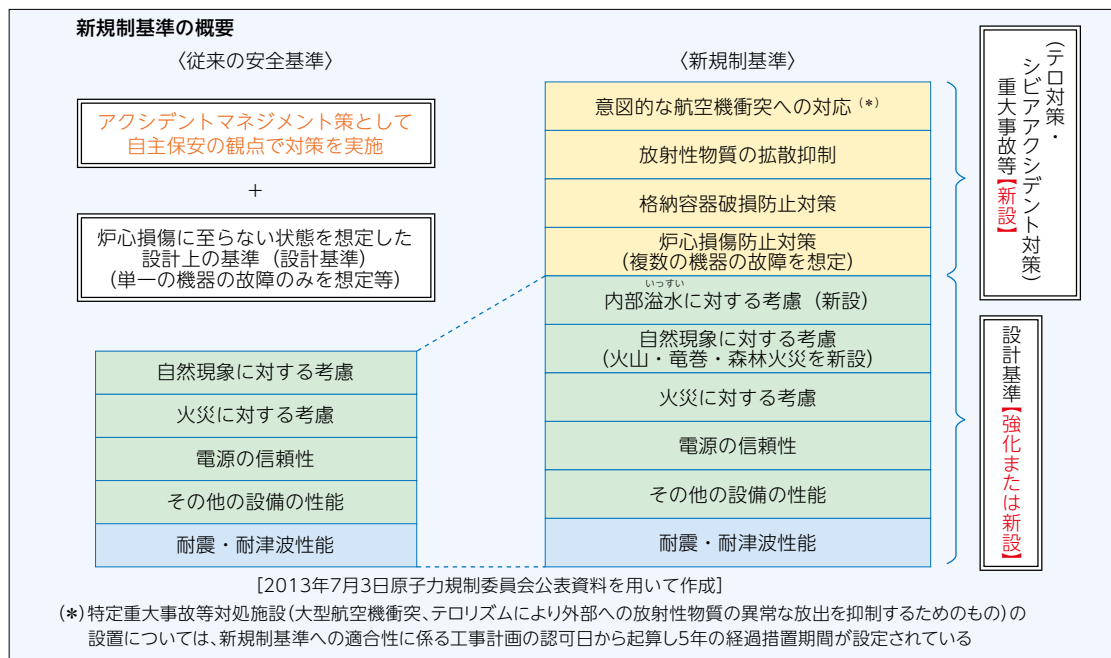


●新規規制基準への適合性確認

九州電力(株)は、2013年7月に川内原子力発電所1、2号機、玄海原子力発電所3、4号機について、国へ新規規制基準への適合性確認のための申請を行いました。

川内原子力発電所1、2号機は2015年度に、玄海原子力発電所3、4号機は2018年度に、国により新規規制基準に適合していることが確認されました。

■原子力規制委員会の新規制基準の概要



●更なる安全性・信頼性の向上

新規規制基準では、地震や津波等の共通の要因によって、原子力発電所の安全機能が一斉に失われる事を防止するために、耐震・耐津波性能や電源の信頼性、冷却

設備等の設計基準が強化されました。また、設計の想定を超える事態にも対応できるよう、重大事故対策等が求められました。

1 設計基準の強化・新設

(1) 地震

- 敷地内に活断層がないことを確認
- 基準地震動を策定
 - ①発電所周辺の活断層を考慮：540ガル(川内、玄海)
 - ②北海道留萌支庁南部地震を考慮：620ガル(川内、玄海)

(2) 津波

- 基準津波を策定
 - 発電所への津波高さを設定：海拔6m(川内)、海拔6m(玄海)
- 発電所の主要な設備が設置されている敷地高さは、津波高さに対し、十分な余裕があることを確認
 - 敷地高さ：海拔約13m(川内)、海拔約11m(玄海)

(3) 自然現象・火山・竜巻等

- 発電所の運用期間中にカルデラの破局的噴火が発生する可能性は極めて低いと評価(火山活動のモニタリングを実施)
- 火山灰が降った場合(厚さ:川内15cm、玄海10cm)でも、安全上重要な建屋や機器への影響がないと評価
- 最大風速100m/秒の竜巻を想定し、飛来物の発生防止のため、資機材等を固縛、保管庫内に収納等を実施(国内の過去最大の竜巻92m/秒を考慮)

■ 資機材等を収納する保管庫(玄海)



(4) 火災・^{いっすい}溢水

- 自動消火設備や耐火隔壁等の設置
- タンクや配管が壊れて発生する溢水等への防護対策として、^{せき}堰や水密扉を設置

■ 溢水対策(水密扉)



■ 自動消火設備(ハロン消火設備)



2 重大事故対策

(1) 炉心損傷防止対策

- 電力供給手段の多様化
 - ・ 外部電源及び常設の非常用電源が喪失した場合に備え、大容量空冷式発電機等を設置
- 原子炉の冷却手段の多様化
 - ・ 常設のポンプに加え、可搬型のポンプ等を配備
 - ① 可搬型注入ポンプによる原子炉及び蒸気発生器への注水
 - ② 常設電動注入ポンプによる原子炉への注水
 - ③ 格納容器スプレイポンプによる原子炉への注水
 - ④ 移動式大容量ポンプ車による原子炉補機冷却設備への海水供給

■ 大容量空冷式発電機



■ 移動式大容量ポンプ車



(2) 格納容器破損防止対策

- 格納容器の冷却手段の多様化
 - ・ 常設のポンプに加え、可搬型のポンプ等を配備
 - ① 常設電動注入ポンプによる格納容器スプレイ
 - ② 可搬型注入ポンプによる格納容器スプレイ
 - ③ 移動式大容量ポンプ車による格納容器再循環ユニット^(※1)への海水供給
- 水素濃度低減対策
 - ・ 水素爆発を防止するために、格納容器内に水素が発生した場合でも、水素の濃度を低減するための設備を設置
 - ④ 静的触媒式水素再結合装置^(※2)
 - ⑤ 電気式水素燃焼装置^(※3)

■ 静的触媒式水素再結合装置



(※1) 冷却水による熱交換で、格納容器内の空気を冷却する装置 (※2) 触媒により、水素と酸素を反応させて水にする装置
(※3) 電気ヒータにより、水素を強制的に燃焼させて水にする装置

(3) 放射性物質の拡散抑制

- 格納容器等の破損箇所に放水する移動式大容量ポンプ車、放水砲、海洋への拡散を防ぐシルトフェンス(水中カーテン)の配備

■ 放水砲



(4) 重大事故へ対処する拠点施設

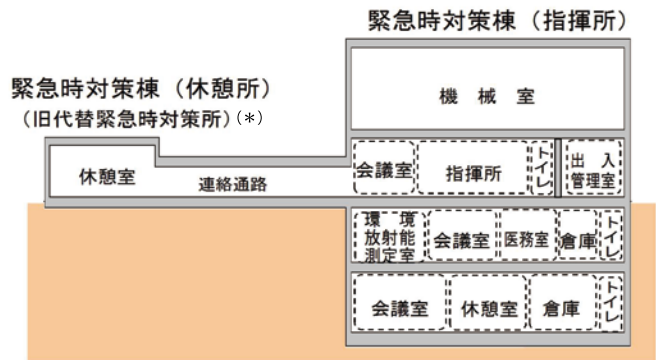
● 緊急時対策所の設置

- ・耐震性、通信設備等、新規規制基準の要求を満たす代替緊急時対策所を設置
- ・また、川内原子力発電所については、更なる機能向上を図った耐震構造の緊急時対策棟について、設置工事を実施中。玄海原子力発電所については、設置に向けた検討を実施中。(2020年5月末現在)

■ 代替緊急時対策所(玄海)



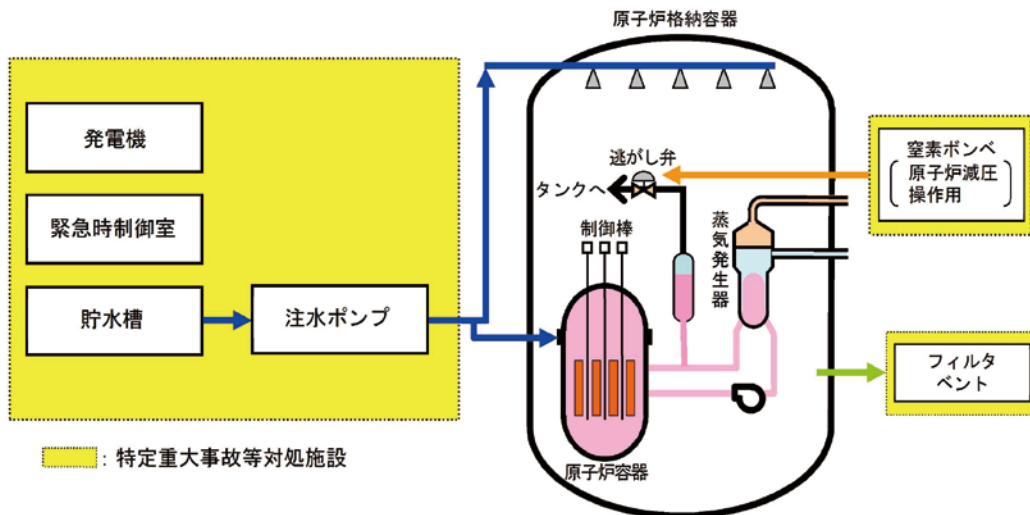
■ 緊急時対策棟の完成イメージ(川内)



(*) 緊急時対策棟(指揮所)の設置後、「代替緊急時対策所」は、「緊急時対策棟(指揮所)」と連絡通路で繋ぎ、緊急時対策要員の休憩室として使用する。

3 特定重大事故等対処施設

- 原子炉補助建屋等への故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムにより、原子炉を冷却する機能が喪失し炉心が著しく損傷した場合に備えて、原子炉格納容器の破損を防止するための機能を有する施設の設置
- ・川内原子力発電所については設置工事を実施中。玄海原子力発電所については国の審査中。(2020年5月末現在)



特定重大事故等対処施設の概要図

●重大事故などに対応する要員の確保と様々な訓練

九州電力㈱の川内原子力発電所1、2号機及び玄海原子力発電所3、4号機では、万が一の重大事故等が発生した場合、勤務時間外や休日(夜間)でも、速やかに対応できるよう、発電所内または発電所近傍に、重大事故等に

対処する要員52名を確保しています。この52名は、重大事故等に迅速かつ確実に対応できるよう、役割に応じた訓練を定期的の実施しています。

■原子力発電所における重大事故等への対応訓練状況

電源供給訓練



◇高圧発電機車の電源ケーブル接続



◇高圧発電機車による電源供給(夜間)

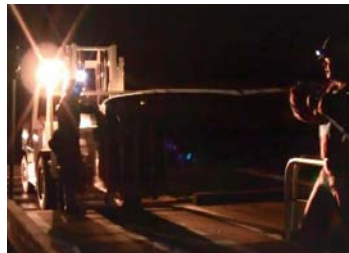


◇電源ケーブルの運搬

冷却水供給訓練



◇移動式大容量ポンプ車の設置



◇ホースの運搬・設置(夜間)



◇海水を取水する水中ポンプの設置

放射性物質拡散抑制訓練



◇放水砲の設置



◇放水砲による放水

消火訓練(専属消防隊)



◇敷地周辺での森林火災を想定した訓練

がれき撤去訓練



◇重機によるがれき撤去

緊急時の運転操作訓練



◇シミュレータを使用した運転操作

原子力防災訓練



◇代替緊急時対策所での訓練

●原子力災害時における住民の皆さまの避難などに対する支援

原子力災害時における自治体の避難計画等への積極的支援

原子力防災に係る地域防災計画・避難計画については、自治体が策定していますが、その充実・強化に向けた検討を行っている「地域原子力防災協議会」から要請を受けた項目に対して、九州電力(株)及び九州電力送配電(株)はできるだけの支援を行うこととしております。

また、安全や防災の追求は不断に行うものであるという考えのもと、今後も国や自治体が主催する原子力防災訓練に積極的に参加するとともに、その結果等を踏まえ、取組み内容の継続的改善に努めていきます。

■原子力防災支援に係る主な取組み

- PAZ内の要支援者の避難手段として不足する福祉車両やバス及び運転手等の確保
- 避難退域時検査・除染、緊急時モニタリングの要員及び資機材の支援
- 放射線防護対策施設・避難所等への生活物資(食料、寝具等)の備蓄支援
- オフサイトセンター、放射線防護対策施設、モニタリングポストへの燃料補給支援



福祉車両(ストレッチャー仕様)



福祉車両(車椅子仕様)



避難退域時検査・除染



モニタリングポストへの燃料補給支援

原子力災害時における自治体の避難計画に対する支援体制の強化

九州電力(株)は、鹿児島県知事からの「自治体の避難計画に対する支援体制の強化について」のご要請を踏まえ、「地域原子力防災協議会」からの要請に基づく支援とは別に、地域の皆さまの更なる安心に繋がる取組みを進めております。

また、玄海地域においても、川内地域同様、自治体の避難計画に対する支援体制の強化について取り組むこととしております。

■自治体の避難計画に対する支援体制強化に向けた主な取組み

- UPZ内の自治体への福祉車両の追加配備
- PAZ及びPAZに準ずる地域の避難道路へのアクセス道路等の改善(側溝の蓋、街路灯の設置等)
- PAZ内の山間部等にお住まいで、避難に不安をお持ちの高齢者の方々への支援等

■UPZ内自治体への福祉車両の追加配備

原子力災害時等に要支援者等の避難支援に使用していただくため、UPZ内の自治体及び福祉施設等へ、福祉車両を追加配備しました。(川内地域:35台、玄海地域:44台)



追加配備した福祉車両

■PAZ内山間部の高齢者避難支援訓練の実施

2020年2月に実施された鹿児島県原子力防災訓練において、PAZ内の山間部で避難に不安をお持ちの高齢者の方々の避難支援訓練を実施しました。



高齢者避難支援訓練

●安全管理体制

品質保証活動

九州電力(株)では、社長をトップとする原子力安全のための品質マネジメントシステムに基づく保安活動を的確に実施し、異常を未然に防ぐためのリスクマネジメントをはじめとする継続的改善に着実に取り組むことにより、原子力発電所の安全性と信頼性の維持・向上を図っています。

安全文化の醸成

原子力のもつ様々なリスクに対する意識を高め、「安全のために何ができるか」を従業員一人ひとりが自ら問いかけ、リーダーシップを発揮してパフォーマンス向上に取り組んでいくことのできる組織風土の育成と維持に継続的に取り組んでいます。

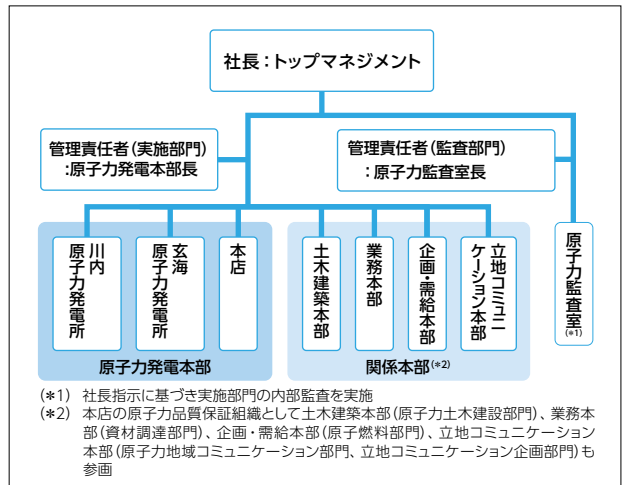
●原子力発電設備の維持管理

原子力発電所の安全性・信頼性を確保するため、法令や民間規格の要求事項を適切に反映した設備の保守管理活動を着実にを行い、設備や機器が所定の機能を発揮しうる状態にあるように維持管理を行っています。

また、原子力発電所の個別機器の点検や補修等の保全計画書を運転サイクルごとに国へ届け出て確認を受けています。

さらに、新たな保全技術を導入する等保全プログラムを充実させ、保全の継続的な改善を図るとともに、世界原子力発電事業者協会(WANO)、日本原子力安全推進協会(JANSI)のセミナー等社外からの支援を積極的に活用し、原子力発電所の安全性・信頼性をより一層向上させていきます。

■品質保証体制(2020年4月末現在)



定期検査

「原子力の業務運営に係る点検・助言委員会」からの総括報告書の受領及び今後の取組み

九州電力(株)では、原子力の業務運営に関して、社外有識者を中心とした「原子力の業務運営に係る点検・助言委員会(以下、委員会)」を2012年9月に設置し、客観的、専門的な立場から点検や助言をいただけてきました。

2020年3月には、これまでの委員会活動を総括した『総括報告書』が作成され、原子力に関する業務運営は、委員の提言を反映しながら改善され透明性は向上していること等が確認されたため、委員会終了の判断をしたことが、総括結果としてまとめられました。

委員会からの提言を踏まえ、今後も自律的に原子力の業務運営の更なる改善に努めてまいります。

なお、引き続き、第三者的な視点からご意見をいただく仕組みとして、新たに「原子力に係る安全性・信頼性向上委員会」を設置し、原子力の更なる安全性向上に取り組んでまいります。



原子力の業務運営に係る点検・助言委員会

●放射線管理

放射線業務従事者の放射線管理

九州電力(株)の原子力発電所では、放射線業務従事者の被ばく線量を可能な範囲で低減するため、作業時に放射線を遮へいする設備の設置や作業の遠隔化・自動化等を行っています。

なお、放射線業務従事者が実際に受けている被ばく線量は、2019年度実績で平均0.4ミリシーベルトであり、法定線量限度(*)を大きく下回っています。

(*)発電所等で働く作業員に対する制限(年間)：5年間につき100ミリシーベルトかつ1年間につき50ミリシーベルトを超えない

原子力発電所周辺の環境放射線管理

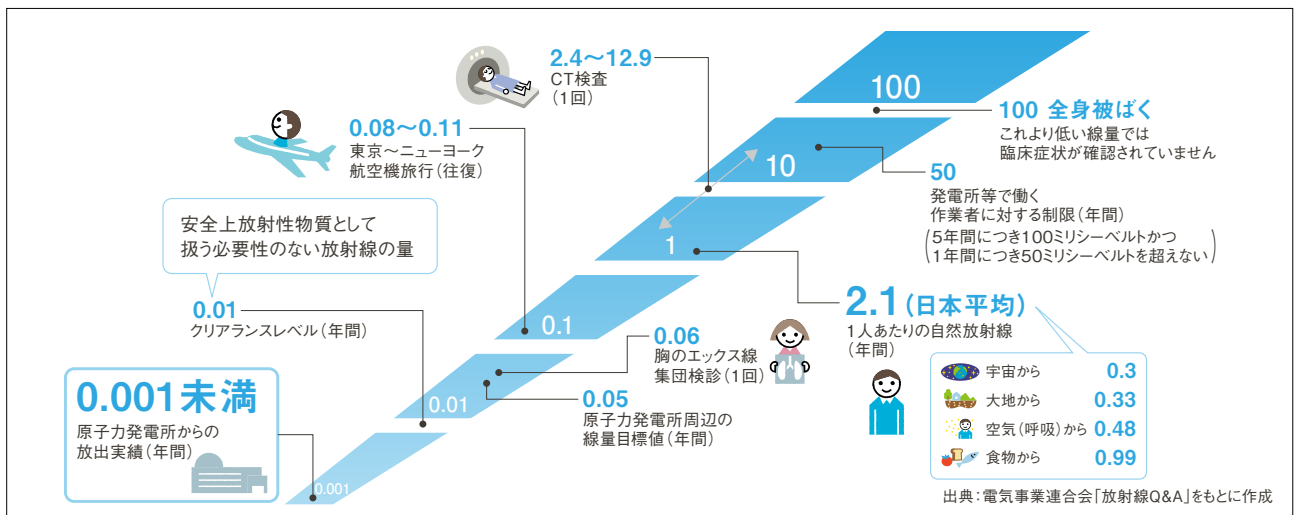
原子力発電所周辺において放射線量を連続して監視・測定し、九州電力(株)のホームページでリアルタイムにデータを公開しています。また、定期的に土・海水・農作物・海産物等の環境試料に含まれる放射能を測定しており、現在まで、原子力発電所の運転による環境への影響は認められていません。

なお、原子力発電所周辺の人々が受ける放射線量は、年間0.001ミリシーベルト未満で、法定線量限度の年間1ミリシーベルト及び旧原子力安全委員会が定める目標値の年間0.05ミリシーベルトを大きく下回っています。

ホームページ

発電→原子力情報→当社の原子力発電→原子力発電所の運転状況
→リアルタイムデータ

■日常生活と放射線の量(単位：ミリシーベルト)



●放射性廃棄物の管理・処理

低レベル放射性廃棄物

原子力発電所から出る廃棄物のうち、放射性物質を含むものは「低レベル放射性廃棄物」に分類・管理されます。

処理の後、発電所内にて保管されているドラム缶は、日本原燃(株)の低レベル放射性廃棄物埋設センター(青森県六ヶ所村)に搬出・埋設処分され、人間の生活環境に影響を与えなくなるまで管理されます。

■放射性固体廃棄物の累計貯蔵量(2019年度末現在)
単位：本(200リットルドラム缶相当)

	発電所内貯蔵量	搬出量(*)
玄海原子力発電所	38,418(39,256)	12,712(10,992)
川内原子力発電所	27,303(26,275)	640(640)
合 計	65,721(65,531)	13,352(11,632)

※()内は2018年度末

(*)低レベル放射性廃棄物埋設センターへの搬出分

■低レベル放射性廃棄物の処理方法

状態	処理方法
気体状のもの	①放射能を減衰
	②放射能を測定し安全を確認
	③大気に放出
液体状のもの	①処理装置で濃縮水と蒸留水に分離
	②濃縮水はセメントやアスファルト等で固めてドラム缶に詰め、発電所内の固体廃棄物貯蔵庫に保管
	③蒸留水は放射能を測定し安全を確認した上で、海に放出
固体状のもの	①焼却や圧縮により体積を減容
	②ドラム缶に詰め、発電所内の固体廃棄物貯蔵庫に保管

用語集

放射性物質
放射線
放射能
低レベル放射性廃棄物

高レベル放射性廃棄物

使用済燃料の再処理過程で発生する高レベル放射性廃液にガラス素材を混ぜてガラス固化体にしたものが「高レベル放射性廃棄物」です。この廃棄物は、日本原燃(株)の高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター(青森県六ヶ所村)等で30～50年間冷却のため貯蔵した後、最終的に地下300メートルより深い安定した地層に安全に処分されることになっています。

なお、九州電力(株)分のガラス固化体は、2019年度末現在で累計187本が同センターに受け入れられています。

最終処分事業については、経済産業省の認可法人

「原子力発電環境整備機構」(NUMO)が実施しています。国は、2015年5月、「特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針」を改訂し、地層処分の仕組みや日本の地質環境等について理解を深めるため、2017年7月、地域の科学的特性を全国地図の形で示した「科学的特性マップ」を公表しました。さらに、2018年7月に閣議決定された「エネルギー基本計画」において、この公表を契機に、国民理解・地域理解を深めていくための取組みを一層強化し、複数の地域による処分地選定調査の受入れを目指すこととしています。

玄海原子力発電所1、2号機の廃止措置

1号機は2015年4月27日に運転を終了、2017年4月19日に国からの廃止措置計画の認可、7月12日に廃止措置に係る地元の事前了解を頂き、現在、廃止措置を実施中です。

2号機は2019年4月9日に運転を終了、2020年3月18日に廃止措置計画の認可を頂きました。

廃止措置についても、安全を最優先に取り組んでいきます。

■玄海原子力発電所1、2号機の廃止措置工程

	廃止決定日	廃止日	廃止措置計画認可日
玄海1号機	2015年 3月18日	2015年 4月27日	2017年 4月19日(2019年9月3日変更認可申請)
玄海2号機	2019年 2月13日	2019年 4月 9日	2020年 3月18日(2019年 9月 3日申請)

	解体工事準備期間 (1号機約10年、2号機6年) 1号機:2016年度(認可後)～2025年度 2号機:2020年度～2025年度	原子炉周辺設備等 解体撤去期間(約15年) 2026年度～2040年度	原子炉等 解体撤去期間(7年) 2041年度～2047年度	建屋等解体撤去 期間(7年) 2048年度～2054年度
▼廃止措置計画認可				
汚染のない設備解体撤去				
汚染状況の調査				
低線量設備解体撤去				
原子炉本体等放射能減衰(安全貯蔵)				
原子炉本体等解体撤去				
核燃料物質の1、2号機内燃料貯蔵設備外への搬出				建屋等解体撤去
汚染の除去				
汚染された物の廃棄				

●原子力防災体制

九州電力(株)では原子力災害発生及び拡大を防止し、復旧を図るために必要な業務等を定めた「原子力事業者防災業務計画」を、関係自治体の地域防災計画と整合を図りながら策定しており、防災対策の充実を図っています。

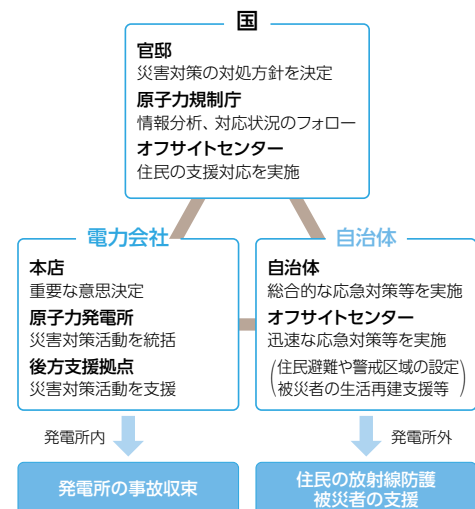
万が一の原子力災害発生時には、住民の方々の避難に資する迅速な通報連絡を行い、国の緊急時対応センターと連携し、事故の拡大防止に全力を尽くすとともに、発電所周辺のモニタリングを実施します。

また、社内訓練の実施により、災害対応の実効性や緊急時対応能力を高めるとともに、毎年度実施される県主催の原子力防災訓練に参加し、原子力防災組織の有効性の確認や防災対策の習熟を図ることにより、防災対策に万全を期します。

■防災対策の主な充実内容

- 原子力発電所に「代替緊急時対策所」、本店に「原子力施設事態即応センター」を整備、国の災害対策本部や関係自治体等との連携体制を確立
- 災害対策活動を支援する後方支援拠点の整備
- 重大事故を想定した原子力防災訓練の実施

■原子力災害発生時の対応体制



原子力防災訓練

九州電力㈱の原子力発電所では、周辺に放射線による災害を及ぼす事故が起こることのないように万全の安全対策を講じていますが、万が一の災害に迅速に対応するため、原子力災害対策特別措置法や、災害対策基本法に従い、国・自治体・事業者それぞれが防災計画を定め、平常時から災害のための体制の充実に努めています。

九州電力㈱は、佐賀県、鹿児島県等の原子力防災訓練への参加や、原子力事業者防災業務計画に基づく訓練を行い、その中で本店及び発電所内に緊急時対策本部を設置し、通報連絡や緊急時モニタリング、要支援者の避難等の対応が適切に行えることを確認しています。



川内原子力発電所の重大事故を想定した社内原子力防災訓練(2019年10月)

原子力発電所の安全・安定運転を継続するための技術継承への取り組み

原子力発電所の安全・安定運転を継続するためには、社員の技術力維持・継承も重要な課題であり、九州電力㈱では、発電所の運転・保守等に関する技術について、OJTを基本とした技術力の維持・継承に取り組んでいます。

入社後は、基本的に原子力発電所の発電課に配属し、プラントの運転や設備等を広く習得させ、運転員として育成を行う者以外については、設備のメンテナンス、放射線や原子燃料の管理等を担う各課への配属を通じ、専門知識の早期習得を図っています。

また、玄海・川内原子力発電所の訓練センターに設置している運転シミュレータや保守訓練設備を有効に活用し、実践的な教育訓練を実施しています。



玄海原子力発電所訓練センターシミュレータ室

複合災害への対応

九州電力㈱では、自然災害(地震、津波等)と原子力災害が同時に発生した場合(複合災害)に、九州電力送配電㈱と連携して非常災害対策組織と原子力災害対策組織を統合し、対策総本部として一体となった対応が行えるよう、社内体制を整備しています。

全社訓練等を通じて、複合災害発生時の対応体制や役割分担等の実効性を検討・改善し、対応能力の向上を図っていきます。

【複合災害発生時の社内体制】

- ・九州電力㈱ 社長が総本部長として全社対策組織を指揮
- ・それぞれの対策組織の責任者を副総本部長とする体制

対策総本部（統合本部）

【非常災害対策組織】

（非常災害の予防及び復旧等、
電力の安定供給に万全を期す）

総本部長（九州電力㈱社長）

【原子力災害対策組織】

（発電所の災害を防止し、また発生した
災害の拡大防止・早期復旧に万全を期す）

副総本部長
(非常災害対策組織責任者)

対策本部(支社等)

対策部(配電事業所等)

副総本部長
(原子力災害対策組織責任者)

原子力発電所
対策本部

後方支援
拠点

▼全社訓練

