

# 人間工学を考慮した原子炉制御室等に関する 設計ガイドについて

原子炉制御室等評価ガイド対応WG  
2022年3月3日

## ■位置づけ

IAEA SSG-51, NUREG-0711を始めとする, 人間工学関連の国際ガイドを参考に, 原子力規制庁「人間工学設計開発に関する審査及び検査ガイド」などの国内規制の要件, 及び既存関連規格 (JEAC-4624, JEAC-4804, JEAG-4617, JEAG-4802, JEAG-4627等) で規定する産業界プラクティスを考慮して, 人間工学プロセスを実践するためのガイド。

## ■全体的なプロセス

- ・ 設計開発計画
- ・ タスク分析
- ・ 教育訓練計画への反映事項の整理
- ・ 運転経験のレビュー
- ・ 要員の配置及び組織の分析
- ・ 設計開発の検証及び妥当性確認
- ・ 機能分析と機能配分
- ・ 対象設備の設計
- ・ 実装に向けた確認
- ・ 重要なタスクの特定
- ・ 対象手順書の設計
- ・ ヒューマンパフォーマンスの監視

## ■適用指針

「影響度に基づく適用」, 「新設, 改造工事, 運用における適用」, 「バックフィット」, 「現場の扱い」に関する適用指針を整理。

計画	分析	設計	検証&妥当性確認	設置/運転
設計開発計画				
	運転経験のレビュー	対象設備の設計	設計開発の検証と妥当性確認	実装に向けた確認  ヒューマンパフォーマンスの監視
	機能分析と機能配分	対象手順書の設計		
	重要なタスクの特定	教育訓練計画への反映事項の整理		
	タスク分析			
	要員の配置及び組織の分析			

図4. 1 人間工学プロセス

# 設計開発計画（計画）

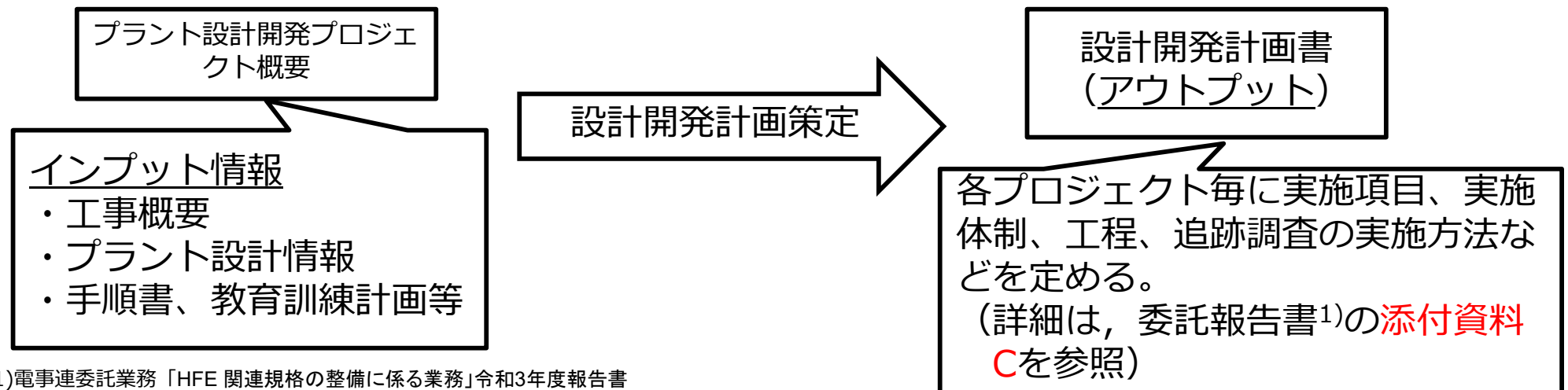
## ■目的

人間工学設計開発として必要な体系的なプロセスがプラント設計開発に適用され、また、HMI及び手順書の変更の際にはその変更の内容に応じて必要な実施項目が過不足なく実施されるよう、計画の時点で実施項目を整理すべく、人間工学プログラムに係る設計開発計画書を策定すること。

## ■実施事項

以下の内容を含めた、人間工学プログラムに係る設計開発計画書を策定する。

- ・人間工学プログラムの目標と範囲
- ・人間工学チームと組織
- ・人間工学プログラムのプロセスと手順書
- ・人間工学の課題の追跡調査
- ・技術プログラム



# 運転経験のレビュー（分析）

## ■目的

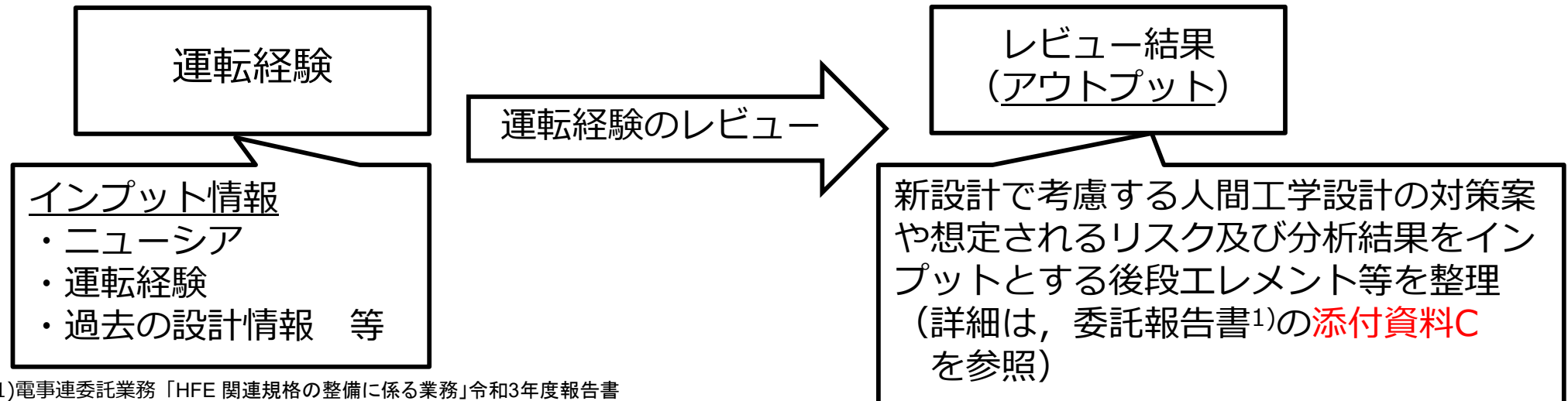
先行事例の人間工学設計の良好事例と不適合事例や問題点を特定，分析し，その結果を対象設備の設計，その対象設備に関連する対象手順書の設計及び教育訓練計画に反映すること。

## ■実施事項

過去の運転経験から当該プロジェクトで考慮すべき，良好事例，不適合事例や問題点をレビューし，人間工学設計の問題を特定，分析する。

### <具体的なレビュー事項>

- ・ 先行事例となるリファレンスプラントを選定し，人間工学関連の課題や良好事例を特定。（先行事例での重要なタスクについても着目し，レビューする）
- ・ 採用を検討するHMI技術に関する運転経験を調査。
- ・ 運転員へインタビューし，過去の運転経験に基づく人間工学関連の課題や良好事例を特定。



# 機能分析と機能配分（分析）

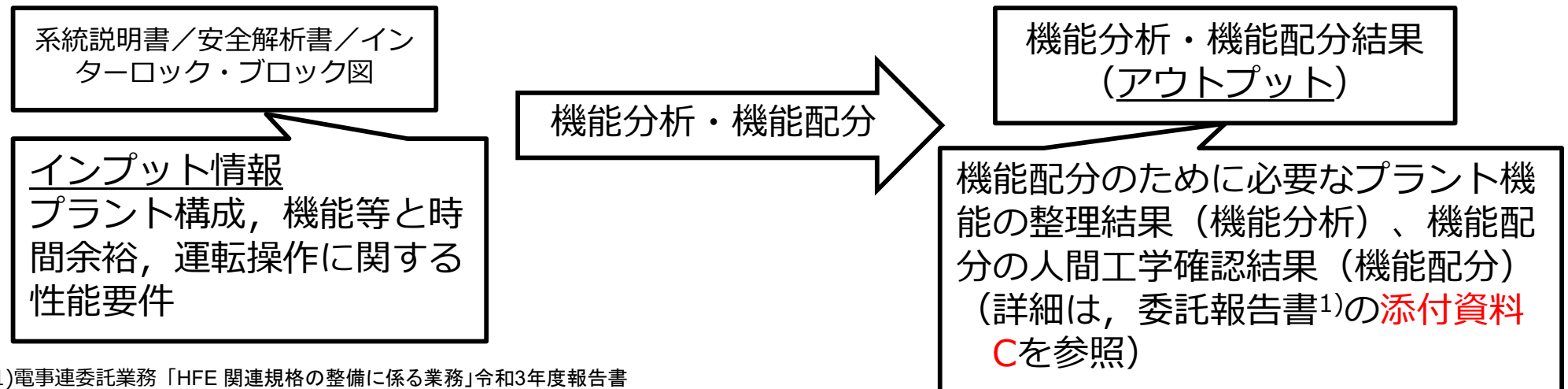
## ■目的

プラント安全および発電の維持のために実行されなければならない機能、及びそれらに関連する構築物、系統及び機器や機能を果たすのに必要な情報等について分析・整理し、それらを機能を実行する役割を人間および機械に配分すること。

## ■実施事項

機能分析：①異常の影響緩和の機能及び重大事故等に対処するために必要な機能、それぞれの機能に関する時間余裕、及び・運転操作に関する性能要件（作業負荷，制御特性等）、②それぞれの機能を直接果たす当該系並びに当該系が機能を果たすのに直接、間接に必要な特記すべき関連系の整理、③それぞれの機能を果たすのに必要な情報・パラメータや必要な制御の整理

機能配分：安全評価のシーケンス及び有効性評価のシーケンスを考慮して、異常の影響緩和の機能及び重大事故等に対処するために必要な機能に係る当該系及び特記すべき関連系に対して、制御を行う役割をが人間、機械又は人間と機械の組み合わせに配分する。



1)電事連委託業務「HFE 関連規格の整備に係る業務」令和3年度報告書

# 重要なタスクの特定（分析）

## ■目的

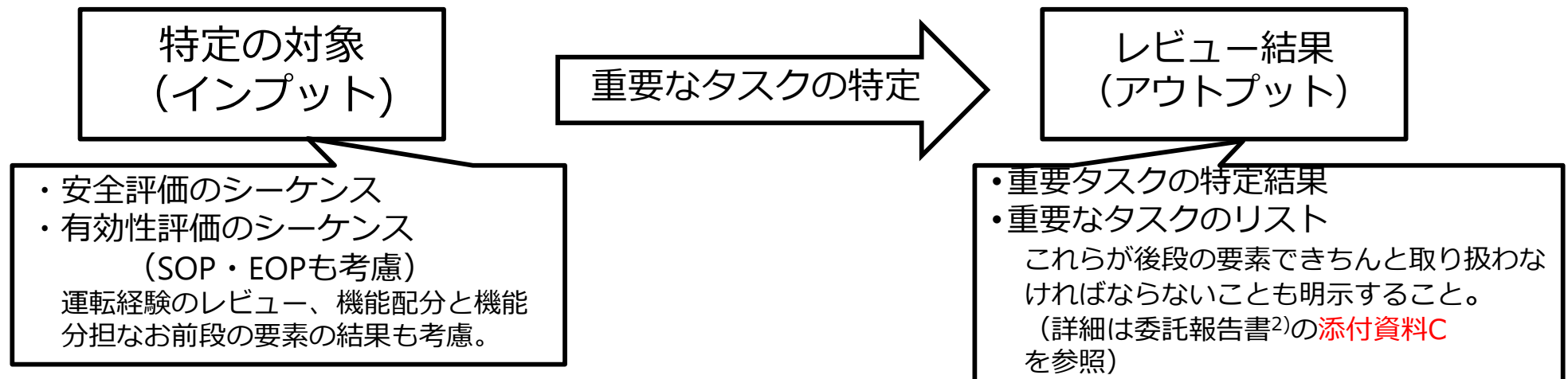
重要なタスクを特定し、それらに関する人的過誤が発生する可能性を最小化しかつ人的過誤が発生した場合にそれを検出しそれから回復できるよう、後段の人間工学プロセス<sup>1)</sup>で検討・対応されるようにすることを目的とする。

## ■実施事項

安全評価のシーケンス、有効性評価のシーケンスに基づき重要なタスクを特定し、それらが関連する後段の要素(タスク分析, 要員の配置及び組織の分析, 対象設備の設計, 運転手順書の設計, 教育訓練計画への反映等)できちんと取り扱われるようにすること。

### <具体的なレビュー事項>

- ・安全評価のシーケンス
- ・有効性評価のシーケンス（SOP・EOPも考慮）



1)タスク分析、要員の配置および組織の分析、対象設備の設計、対象手順書の設計、教育訓練計画の反映事項の整理等

2)電事連委託業務「HFE 関連規格の整備に係る業務」令和3年度報告書

# タスク分析（分析）

## ■目的

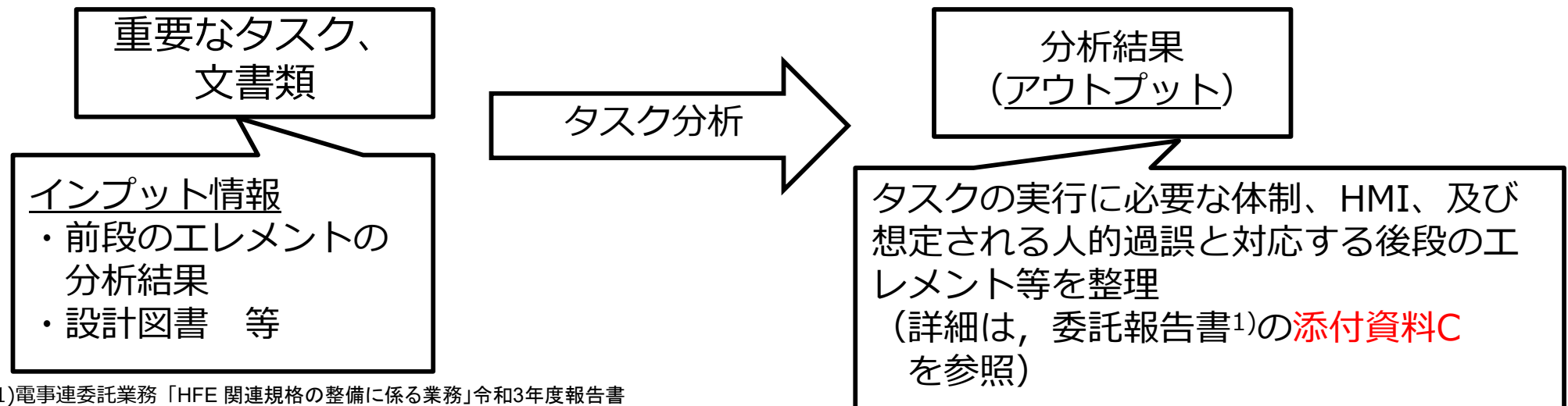
重要なタスクを対象として、タスクの性質、タスクの実行に必要な事項、タスク実行の体制及び力量を明らかにすること。

## ■実施事項

主として「重要なタスクの特定」にて明確化した重要なタスクを分析し、後段のエLEMENTの実施に必要な情報を整理する。

### <具体的な実施事項>

- ・タスク分析の範囲を明確化。必要に応じて、網羅性を確保したうえで対象を選別。
- ・重要なタスクを詳細化し、運転員のタスク（サブタスク）を抽出。
- ・サブタスクについて、詳細な内容、実行に要する時間、実行する人員、実行に必要なHMI、想定される人的過誤の種類、人的過誤に対応する後段のエLEMENT等を明確化。



1)電事連委託業務「HFE 関連規格の整備に係る業務」令和3年度報告書



# 要員の配置及び組織の分析（分析）

## ■目的

運転員が実施するタスクを勘案し、運転員の配置が必要な箇所に、資格要件を満たした運転員を必要数配置すること及び原子炉運転員を認定するための適切な資格要件を定めること。

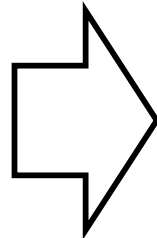
## ■実施事項

### <具体的な実施事項>

- ・ JEAC4804に則り運転責任者の資格要件を認定し、訓練により力量を付与する。
- ・ JEAG4802に則り運転員へ訓練により力量を付与する。また、運転員の認定制度を設け運用する。
- ・ プラント状態を考慮した総合的な業務を分析し、運転員の配置が必要な箇所に、資格要件を満たした運転員を必要数配置する。

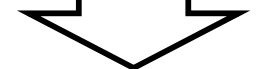
### インプット情報

- ・ 運転員の資格に関する規格
- ・ 他エレメントのアウトプット（タスク分析結果、運転経験のレビュー結果、機能分析と機能配分結果 等）
- ・ 規制要求（技術的能力 等）



要員の配置及び組織の分析  
実施計画策定  
(計画書)

プラント状態を考慮した  
総合的な業務分析



要員の配置及び組織の分析  
実施結果

- ・ 運転員の要員配置、要員数
- ・ タスクに応じた  
設備設計へのアウトプット  
教育訓練プログラムへのアウトプット 等  
(詳細は委託報告書<sup>1)</sup>の添付資料Cを参照)

1)電事連委託業務「HFE 関連規格の整備に係る業務」令和3年度報告書



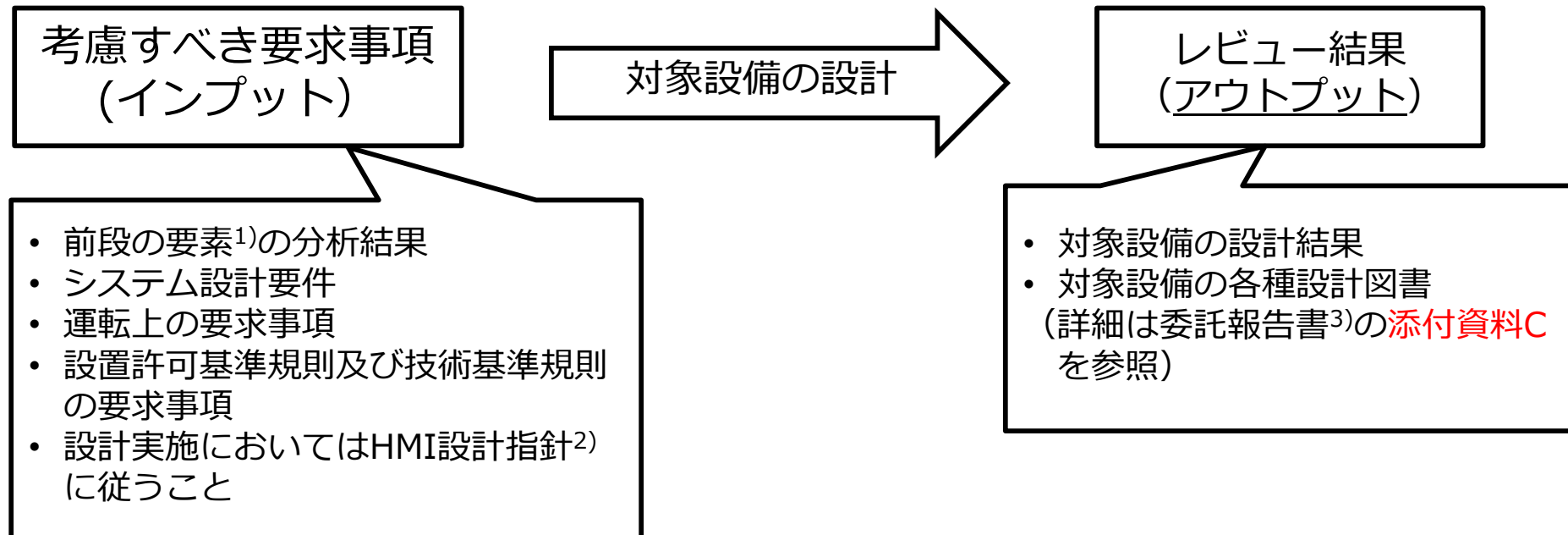
# 対象設備の設計（設計）

## ■目的

人間工学の原則と基準に体系的に基づき、機能やタスクに対する前段の人間工学プロセスで明らかにされた要求事項を、対象設備の設計の要求事項および警報、ディスプレイ、操作器、その他の対象設備の詳細仕様として具体化することを目的とする。

## ■実施事項

以下のインプットの要求事項を満足するよう対象設備（HMI）の設計を行い、それらを満足しているエビデンスを示す。



1) 運転経験のレビュー、機能分析と機能配分、重要なタスクの特定、タスク分析、要員の配置および組織の分析

2) 産業界ガイド2章(3)-(6)参照

3) 電事連委託業務「HFE 関連規格の整備に係る業務」令和3年度報告書

# 対象手順書の設計（設計）

## ■目的

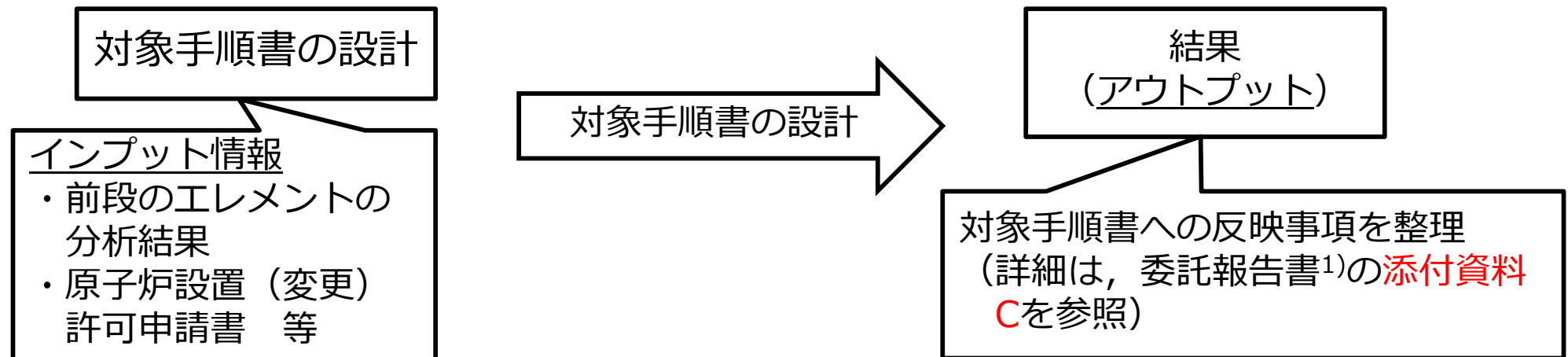
重要なタスクに対して運転員の対応及び運転員間の連携に関する手順が、人間工学的観点から技術的に正確、包括的、明確、使用が容易であり、妥当性が確認された手順となっていることを確認すること。

## ■実施事項

手順書の設計に必要なインプット内容の結果を分析し、手順書が目的を達成するための情報を整理する。

### <具体的な実施事項>

- ・前段の元素から対象手順書へのインプットとなる項目を抽出。
- ・各項目ごとに対象手順書の設計開発のインプットとして取り込まれていることが分かるように整理。



1)電事連委託業務「HFE 関連規格の整備に係る業務」令和3年度報告書

## ■目的

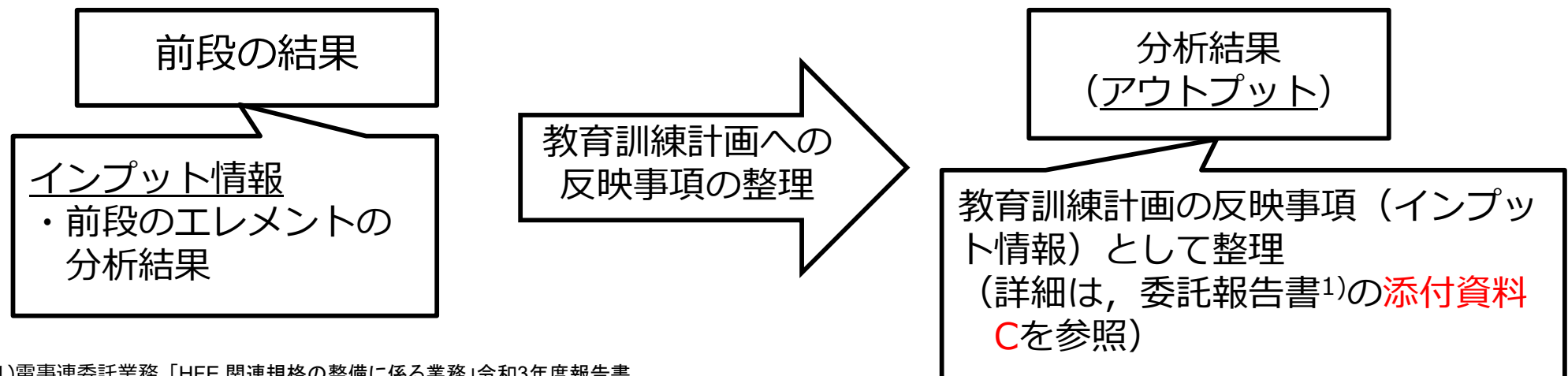
設備及び手順書の設計開発に用いる情報等について、教育訓練計画開発プロセスに考慮できるように、教育訓練計画の反映事項（インプット情報）として整理すること。

## ■実施事項

JEAG4802に則って開発・実施される運転員への教育訓練計画に対して、設備及び手順書の設計開発に用いる情報等が適切に反映事項（インプット情報）とされていることを確認する。

### <具体的なレビュー事項>

- ・設備及び手順書の設計開発に用いる情報等が、適切に運転員への教育訓練計画の反映事項（インプット情報）となっていることを確認する。
- ・設備及び手順書の重要な変更については、これらが有効になる前にその変更に関する訓練が行われることを確認する。



1)電事連委託業務「HFE 関連規格の整備に係る業務」令和3年度報告書

# 設計開発の検証及び妥当性確認

## ■目的

対象設備及び対象手順書に対し、その設計結果が機能及び性能に係る人間工学的要求に適合していること、さらに、想定される状況において、設備/手順書/要員等で構成する「統合システム」の観点で、要員がタスクを迅速かつ確実に実施できる設計であることを確認すること。

## ■実施事項

○タスク実行支援に関する要件の検証

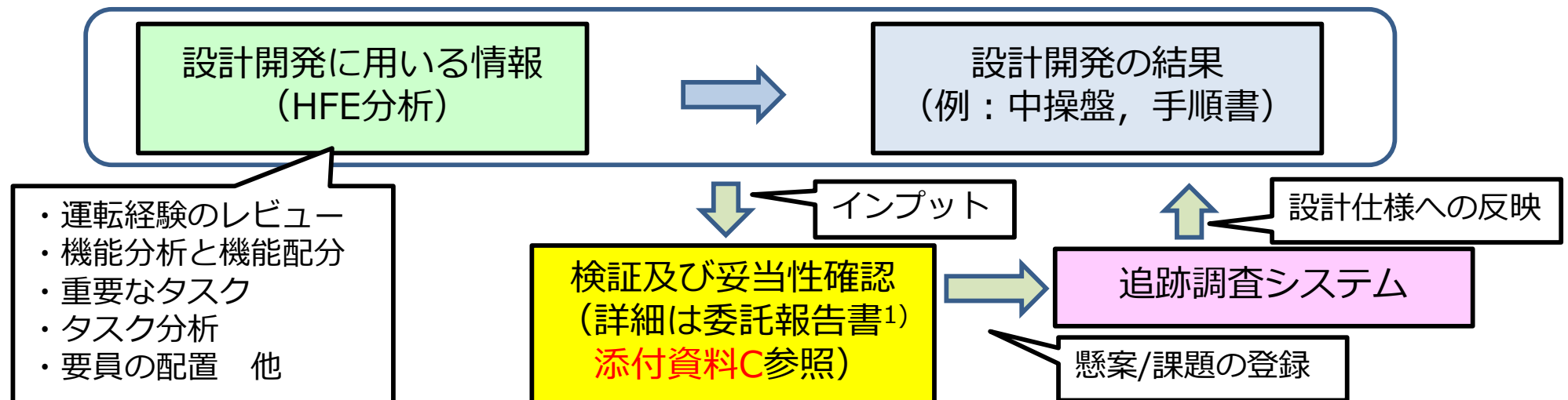
- ・タスク分析等からの機能要求が設計に反映されている（必要なHMIの可用性他）

○設計に関する要件の検証

- ・人間工学の原則・規格等に適合している（身体測定学データ、コーディング、ステレオタイプ他）

○妥当性確認

- ・統合システムの監視・操作性が動的検証等から開発目標を達成している（時間余裕他）



# 実装に向けた確認（確認）

## ■目的

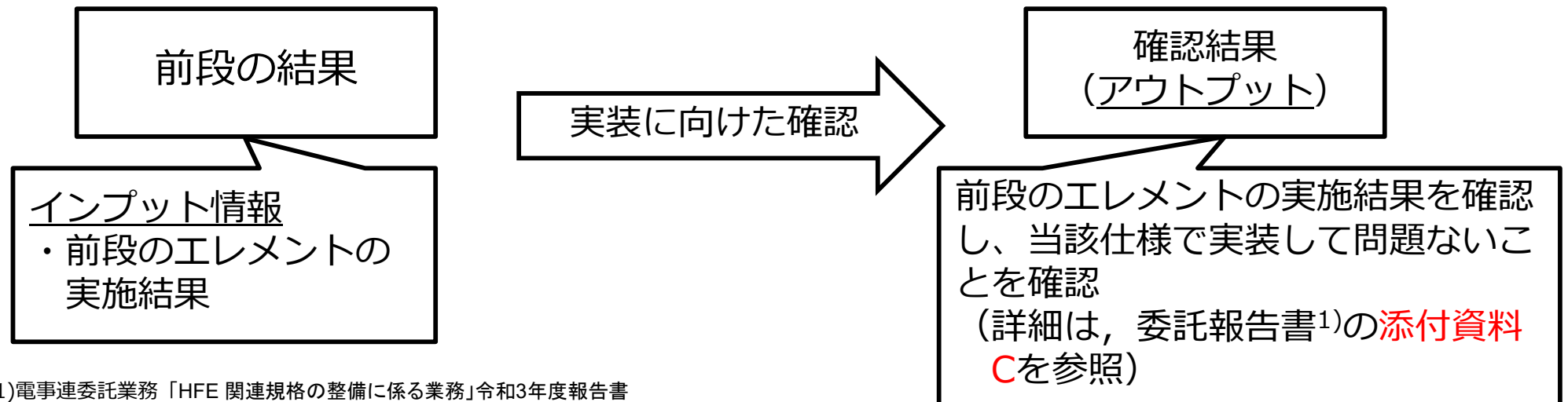
対象設備及び対象手順書の設計仕様について、検証及び妥当性確認された内容との相違点、あるいは未確認の設計仕様を抽出し、人間工学に関する課題の有無を確認すること。また、人間工学関連の全ての重要な課題が適切に扱われていることを確認すること。

## ■実施事項

前段のエLEMENTの実施結果を確認し、当該仕様で実装して問題ないことを確認。

### <具体的な実施事項>

- ・対象設備及び対象手順書の設計仕様と、検証及び妥当性確認された内容との相違点を抽出。また、検証及び妥当性確認で未確認の設計仕様を抽出。抽出した内容について、人間工学上の課題の有無を確認。必要に応じて設計仕様の見直しや、検証及び妥当性確認を再実施。
- ・人間工学関連の全ての重要な課題が適切に扱われていることを確認。



1) 電事連委託業務「HFE 関連規格の整備に係る業務」令和3年度報告書

## ■目的

妥当性確認の結果が時間を経ても有効であり維持されることを保証すること。

## ■実施事項

ヒューマンパフォーマンスの監視プログラムを構築する。

### インプット情報

- ・ 検証と妥当性確認の結果
- ・ その他（設計管理 等）

監視プログラムの構築

ヒューマンパフォーマンスの  
監視プログラム  
(アウトプット)

不適合管理システムや教育訓練計画  
に組み込むことも可能  
(HFEコアWGでのケーススタディ  
は未実施)