2019年度NEDO次世代電池・水素成果報告会

発表No.H1-11

超高圧水素インフラ本格普及技術研究開発事業/国内規制適正化に関わる技術開発/本格普及期に向けた水素ステーションの安全性に関わる研究開発

河島　義実
一般財団法人石油エネルギー技術センター（JPEC）
国立大学法人横浜国立大学
２０１９年7月１８日

問い合わせ先
一般財団法人
　石油エネルギー技術センター
E-mail : yo-kawashima@pecj.or.jp
TEL : 03-5402-8506

事業概要

1.期間

開始　　：2018年6月
終了（予定）：2021年3月

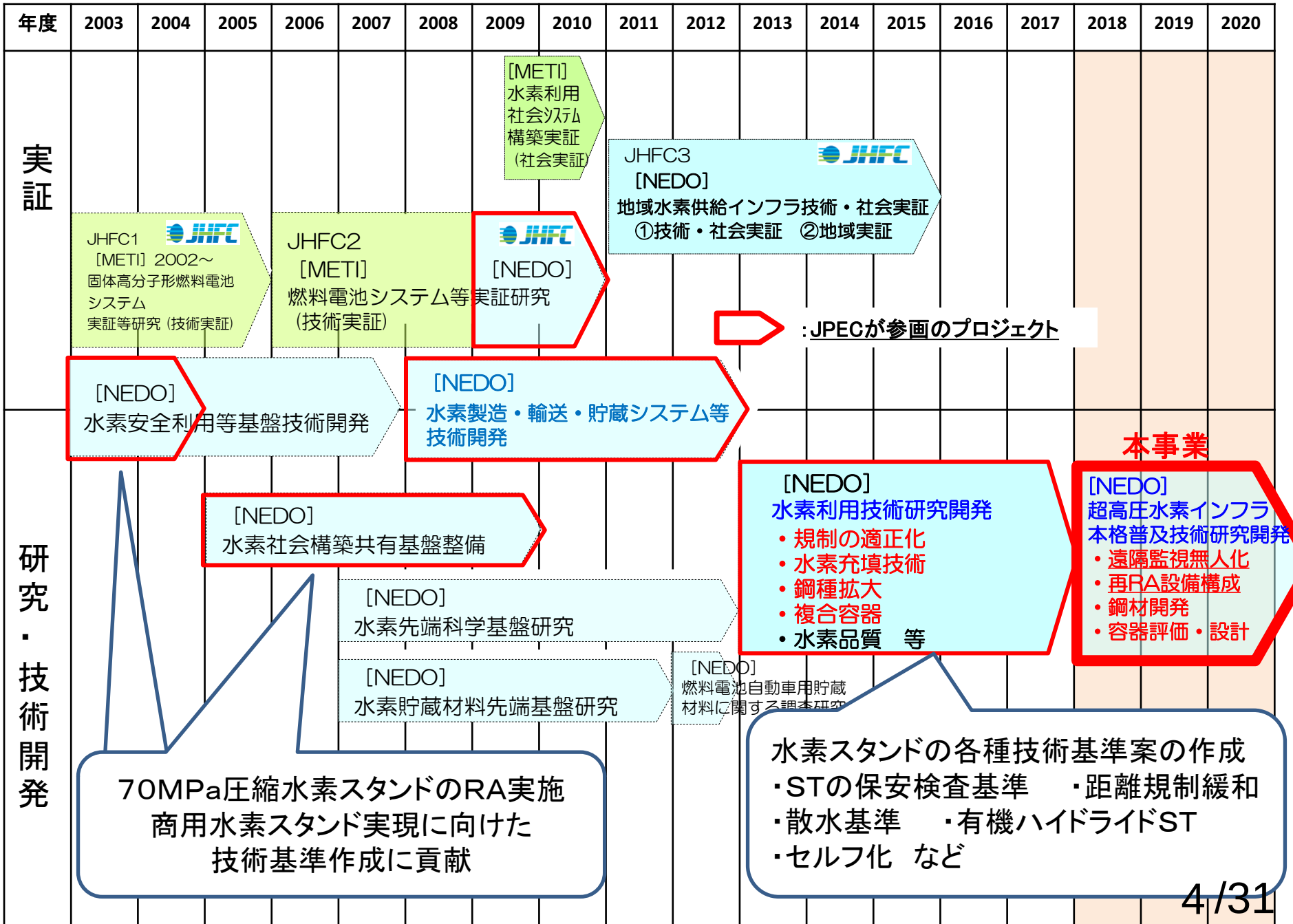
2.最終目標

サブテーマ	最終目標
①無人運転を実施するための研究開発 （遠隔監視による無人運転の実施）	遠隔監視スタンドの技術基準案の作成
②リスクアセスメントの再実施に基づく設備構成に関する研究開発 （RA再実施に基づく設備構成）	設備構成に関する技術基準案の作成

3.成果・進捗概要

サブテーマ／実施項目	成果内容	達成状況（2019．3）
①遠隔監視による無人運転の実施／ a) 法技術的課題の検討	・法技術的な課題の抽出と整理 ・理想の遠隔監視水素スタンドまでのロードマップの提示	○ ○
b)技術的課題の検討・安全対策立案	・従来RAでの人による安全対策の抽出と対応検討 ・従業者等の平常時、緊急時の作業の整理と対応検討	○ 2019年度3Q
c)技術基準案の策定 法整備対応		2019年度末 2020年度末
②RA再実施に基づく設備構成／ a)定量性・汎用性の高いRA手法の構築	・検討方針策定 ・評価用ワークシート作成	○ ○
b)水素ステーションモデルの構築	・PFD、P&ID、3Dの図面等の資料	◎
c)リスク算定実施と合理的な安全対策の立案	・水素スタンドの安全に必要な設備構成見直し中	2020年度1Q
d)技術基準見直し・技術基準案作成		2020年度末
e)検査・点検方法見直し案作成		2020年度末

水素関連技術研究開発事業とJPECの取組



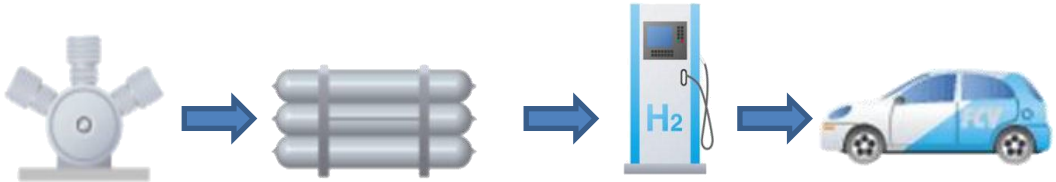
本格普及期に向けた水素ステーションの安全性に関わる研究開発

①遠隔監視による無人運転の実施

⇒運営費削減

水素ステーション

水素カードル
水素製造装置等



圧縮機　蓄圧器　ディスペンサー　燃料電池自動車

②RA再実施に基づく設備構成

横国大との共同実施

⇒建設費＆運営費削減

安全性の確保とステーションコスト（建設＆運営）低減の両立
⇒　水素インフラの拡大と事業自立化に貢献

①遠隔監視による無人運転の実施

■水素スタンドの安全対策

- ●水素を漏らさない
- ●漏れたら早期に検知し、拡大を防ぐ
- ●水素が漏れても溜まらない
- ●漏れた水素に火がつかない
- ●万が一、火災等が起こっても周囲に影響を及ぼさない又は影響を軽減する

水素受入設備
- ●耐震設計
- ●●ガス検知器、自動停止装置
- ●火災検知器、散水設備

水素ガス

水素製造装置
- ●耐震設計
- ●●ガス検知器、異常検知装置、自動停止装置
- ●換気設備
- ●鋼鉄製ケーシング

圧縮機
- ●耐震設計
- ●●ガス検知器、異常検知器、自動停止装置
- ●換気設備
- ●障壁

蓄圧器
- ●耐震設計、フレーム構造
- ●リークビフォー バースト設計
- ●●ガス検知器、自動停止装置
- ●緊急遮断弁
- ●安全弁、圧力リリーフ弁
- ●火災検知器、散水設備

ディスペンサー
- ●緊急離脱カプラー
- ●充填条件制御機能
- ●●ガス検知器、自動停止装置
- ●水素が滞留しない屋根構造
- ●火災検知器、散水設備

水素スタンドは、
二重三重の安全対策
が施されている

2018年5月28日 HESS第156回定例研究会 HySUT発表資料より

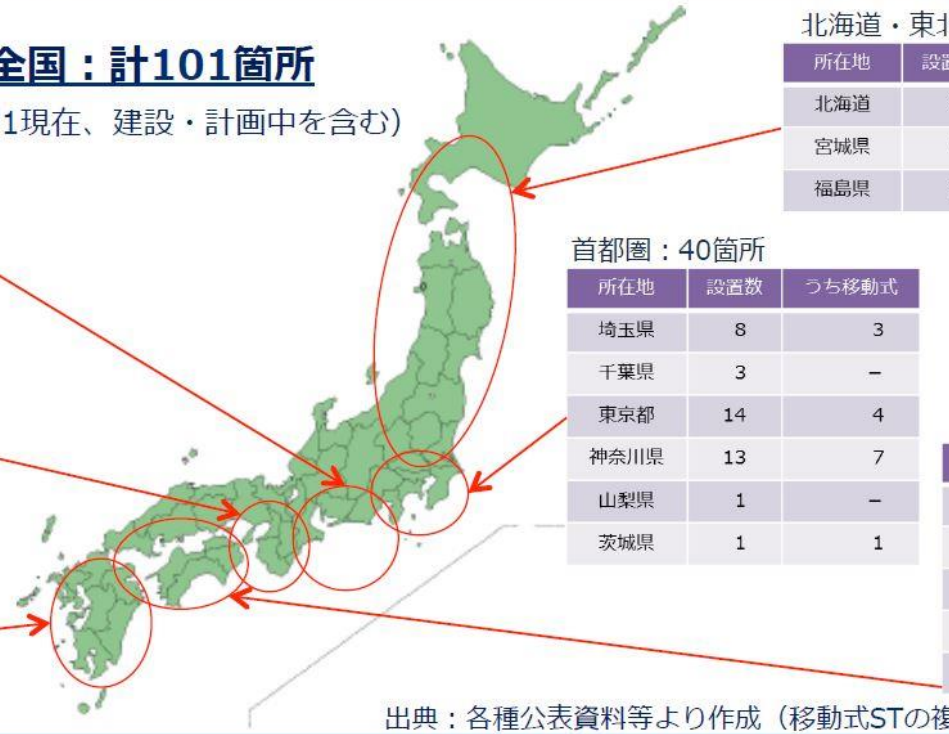
①遠隔監視による無人運転の実施

■水素スタンドの普及状況

JHyM ホームページより引用

全国：計101箇所

（2018/1現在、建設・計画中を含む）



中京圏：26箇所

所在地	設置数	うち移動式
愛知県	17	4
静岡県	2	1
三重県	2	2
岐阜県	5	4

近畿圏：12箇所

所在地	設置数	うち移動式
滋賀県	1	–
京都府	2	1
大阪府	7	1
兵庫県	2	–

九州圏：11箇所

所在地	設置数	うち移動式
福岡県	9	1
佐賀県	1	–
大分県	1	1

北海道・東北圏：4箇所

所在地	設置数	うち移動式
北海道	1	1
宮城県	1	–
福島県	2	2

首都圏：40箇所

所在地	設置数	うち移動式
埼玉県	8	3
千葉県	3	–
東京都	14	4
神奈川県	13	7
山梨県	1	–
茨城県	1	1

中国・四国圏：8箇所

所在地	設置数	うち移動式
山口県	1	–
岡山県	1	–
広島県	3	3
徳島県	2	2
香川県	1	1

出典：各種公表資料等より作成（移動式STの複数箇所運営を勘案）

FCV普及に向け、水素ST整備の加速化が必要

現在、水素スタンド普及のネックとなっているのは設置費用および運営費用

①遠隔監視による無人運転の実施

■水素スタンドのセルフ化のためのガイドライン作成

充填準備作業を委任する
準委任契約を締結

セルフ水素スタンドガイドライン
JPEC-TD　0004（2018）

平成 30 年 5 月 21 日　制定

一般財団法人石油エネルギー技術センター

経産省
「準委任契約」
結んだ顧客
セルフ充填
許可

2018年10月22日　日刊自動車新聞

水素充填　セルフ方式で

国内初　横浜に

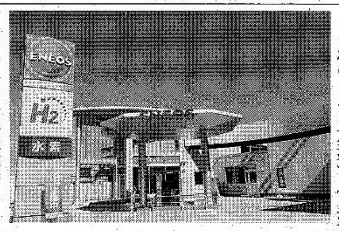
JXTG

JXTGエネルギー（大田勝幸社長、東京都千代田区）は、「ENEOS横浜綱島水素ステーション」（横浜市港北区）で国内初となるセルフ方式の水素充填サービスを23日から開始すると発表した。同社は現在、国内最大となる40カ所の水素ステーションを運営しており、今回のセルフ化の効果検証などを行った上で他の水素ステーションにも展開を検討していく。

水素ステーションでの水素充填作業はこれまで高圧ガス保安法に基づいて、国家資格を持ち一定年数の経験をしている保安監督者のもとで教育・訓練を受けた従業員のみに許可されていた。一方で、水素セルフ充填については水素ステーション運営事業者の要望を受け、石油エネルギー技術センターが今年5月に「セルフ充填ガイドライン」を制定。水素ステーションのセルフ充填についての要件や方法を示した。

これによると水素セルフ充填は、ユーザーが事業者と水素充填準備作業を行う契約を結び、さらに安全に関する講習を受講するなどの要件を満たすことでユーザー自ら水素を充填できるよう定めた。

同社ではグループ会社も含めた社員への1カ月以上にわたる検証を行った結果、水素セルフ充填の安全性や操作性に問題がないことを確認。ENEOS横浜綱島水素ステーションで同サービスを開始する。ユーザーに水素セルフ充填を経験してもらうことで、セルフ化の効果などについて検証を行う。



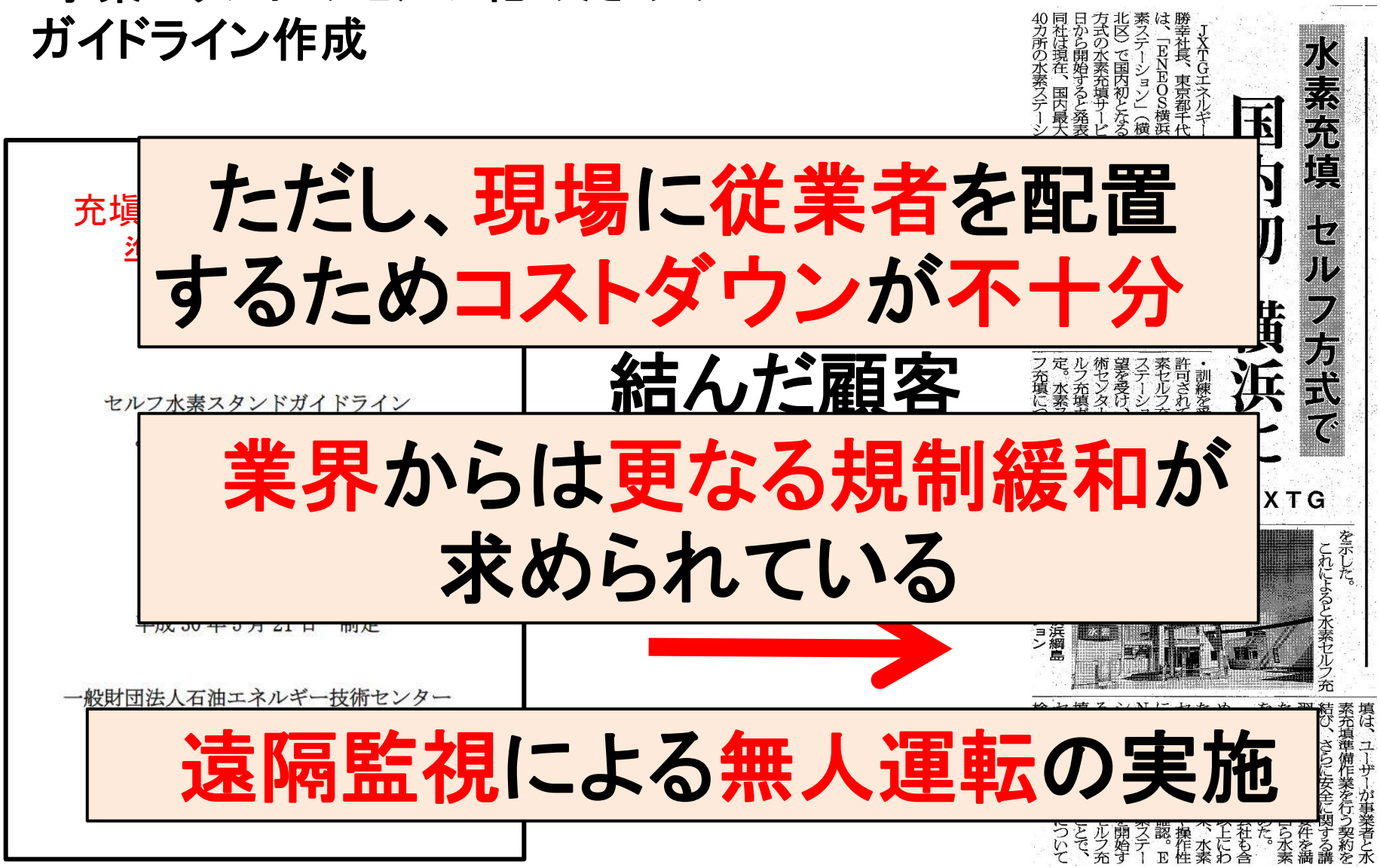
ENEOS横浜綱島水素ステーション

①遠隔監視による無人運転の実施

背景・目的

■水素スタンドのセルフ化のための
ガイドライン作成

2018年10月22日　日刊自動車新聞



ただし、現場に従業者を配置するためコストダウンが不十分

結んだ顧客

業界からは更なる規制緩和が求められている

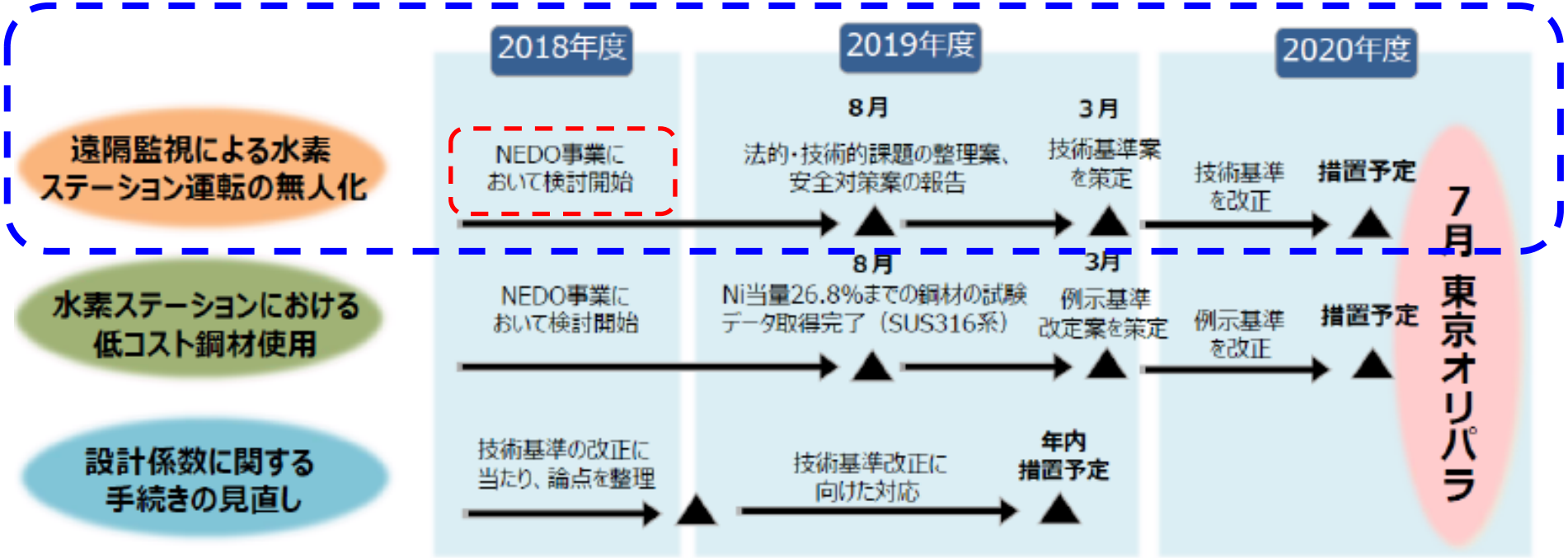
→

遠隔監視による無人運転の実施

①遠隔監視による無人運転の実施

水素・燃料電池戦略ロードマップからの抜粋

- 水素ステーションの整備費・運営費を低減させるため、安全確保を前提に、規制改革実施計画（2017 年 6 月 9 日閣議決定）で掲げられている 37 項目の規制見直しを着実に進める。以下の主要 3 項目については、達成目標時期を下図のとおり定める。



①遠隔監視による無人運転の実施

理想の遠隔監視スタンド実現（業界要望）

理想の遠隔監視水素スタンドイメージの共有化
（業界・行政（水素）・行政（高圧ガス）との意見交換）

法技術的な課題の抽出・整理

- 法技術的な課題の抽出
  - 顧客によるノズル着脱
  - 容器記載確認
  - 保安監督者兼任　など
- 関連法規制の整理

技術的な課題の抽出・整理

- 遠隔監視スタンドのリスクの抽出
  - 従来RAにおける人の関わる安全対策
  - 従業者等の作業項目の抽出、保安体制整理
- 他分野法基準の遠隔監視対策の調査
- 海外遠隔監視スタンドの保安対策など

理想の遠隔監視スタンド実現のための法技術的な課題の検討

理想の遠隔監視スタンド実現のための技術的な課題の検討

技術基準案、ガイドライン案等の策定

①遠隔監視による無人運転の実施

成果・進捗

a)法技術的な課題の検討

1） 国内法規制の整理

国内法規の整理 → 遠隔監視による水素スタンドの無人運転の実現のためには

（・高圧ガス保安法
・一般則 ・例示基準）

■脱圧したノズルの着脱は高圧ガス製造ではないとする
法：第５条第１号、第８条第２号等　一般則：第７条の３第３項第２号
例示基準：５９の９．車両の誤発進防止

■スタンドでの充填前のFCV容器期限確認を不要とする
法：第４６条、第４８条第１項第１号、第５号
一般則：第７条の３第３項第１号
規制改革要望㉖

■複数スタンドでの保安監督者兼任を可能とする
法：第２６条、第２７条の２第１項
一般則：第６３条第２項第２号、第６４条第２項第５号、内規（６４条関係）
規制改革要望㉙-a

■遠隔監視、巡回点検、緊急時対応で従業者の常駐を不要とする
法：第３６条　一般則：第８４条
一般則：第７条の３第３項第１号
例示基準：４９．設備の点検・異常確認時の措置
規制改革要望㉚

①遠隔監視による無人運転の実施

成果・進捗

2） 理想の遠隔監視水素スタンドに向けたロードマップ

ＳＴ（理想）
①一般ドライバーが充填準備ができる
②スタンドでの充填前の容器期限確認は不要
③保安監督者兼任が可能
④従業者・保安監督者が常駐せず 遠隔監視、遠隔緊急停止、巡回点検、駆付けで緊急対応

容器期限確認不要（例：車検等で対応） 規制改革要望㉖

ＳＴ（Ｖｅｒ２）
一般ドライバーが充填準備ができる
容器期限はスタンドで確認が必要（機械的な方法可）
遠隔or自動で保安監督者又は従業者が容器期限を確認
従業者・保安監督者が常駐せず 遠隔監視、遠隔緊急停止、巡回点検、駆付けで緊急対応

充填準備は高圧ガス製造ではない　容器期限確認方法

ＳＴ（Ｖｅｒ１）
ドライバーはみなし従業者
容器期限はスタンドで確認が必要（従業者の業務）
保安監督者兼任可能
従業者・保安監督者が常駐せず 遠隔監視、遠隔緊急停止、巡回点検、駆付けで緊急対応

保安監督者兼任可能　規制改革要望㉙-a　規制改革要望㉚

現状ＳＴ（有人セルフ）
ドライバーはみなし従業者
容器期限はスタンドで確認が必要（従業者の業務）
保安監督者
従業者常駐 日常点検、緊急対応

準委任契約　法・一般則　法・一般則（兼任不可）　法・一般則・例示基準

①遠隔監視による無人運転の実施

成果・進捗

2） 理想の遠隔監視水素スタンドに向けたロードマップ

ＳＴ（理想）

①一般ドライバーが充填準備ができる

②スタンドでの充填前の容器期限確認は不要

③保安監督者兼任が可能

④従業者・保安監督者が常駐せず 遠隔監視、遠隔緊急停止、巡回点検、駆付けで緊急対応

ＳＴ Ｖｅｒ１～２

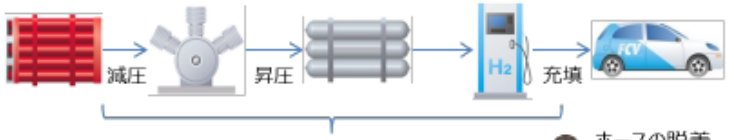
２０２０年遠隔監視水素スタンド

スタンドの外の
遠隔監視場所

ドライバーは
みなし従業者

1対1

巡回点検
駆付け
運営業務



従業者がいなくても、自動で
高圧ガスの製造
（昇圧、減圧、充填制御）
ができるようになる。

ホースの脱着
容器期限確認

ドライバー
準委任契約
によるみなし ←ドライバー
従業者

容器期限はスタンドで
確認が必要
（みなし従業者の業務）

保安監督者

ＳＴ（Ｖｅｒ０）

従業者・保安監督者が常駐せず 遠隔監視、遠隔緊急停止、巡回点検、駆付けで緊急対応

法・一般則・例示基準

現状ＳＴ（有人セルフ）

ドライバーは
みなし従業者

準委任契約

容器期限はスタンドで
確認が必要（従業者の業務）

法・一般則

保安監督者

法・一般則（兼任不可）

従業者常駐
日常点検、緊急対応

法・一般則・例示基準

①遠隔監視による無人運転の実施

b)技術的課題の検討と安全対策の立案

1） 現行水素スタンドに用いた従来リスクアセスメントでの人による安全対策の抽出と対応検討

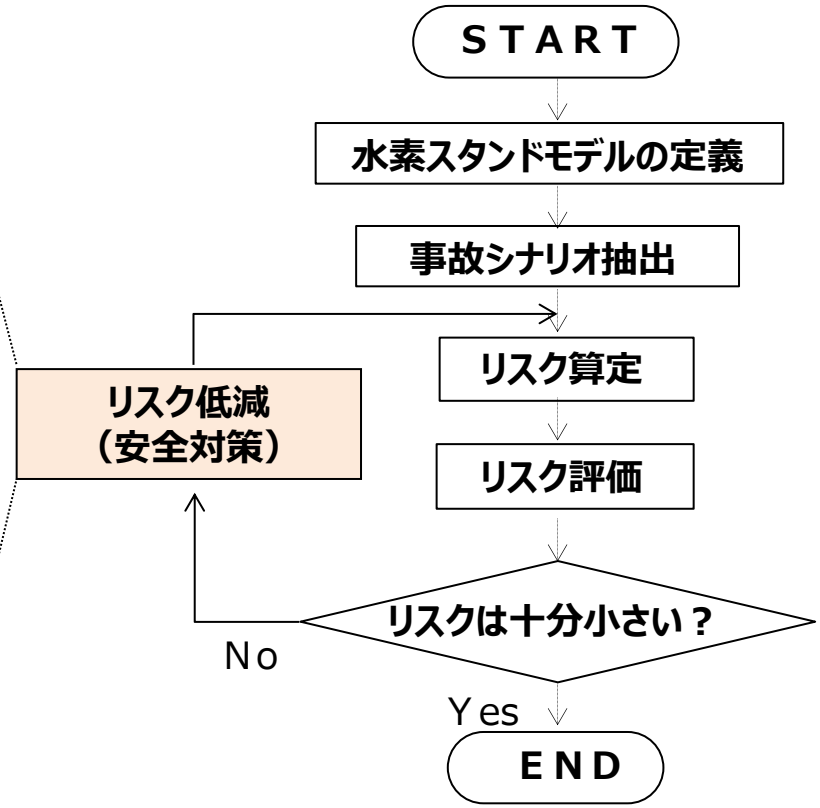
人が関与する安全対策の抽出

↓

抽出した安全対策が関与している事故シナリオのリスク算定を再評価

↓

評価結果が変わるものに対し、対策を検討



リスクアセスメントに基づく基本検討フロー

日常点検（発生頻度低減）、従業者が押す充填停止ボタン（発災後の拡散抑制）
→巡回点検、遠隔緊急停止、一般人が押せる緊急停止ボタンの設置で対応可能

①遠隔監視による無人運転の実施

成果・進捗

２） 平常時の従業者の作業の整理と対応検討

・現行水素スタンド技術基準（一般則、例示基準）における安全対策項目の検証
・一般則第７条の３第2項及び第３項より「人が関わる項目」を抽出し、整理

⇩

・第７条の３第２項・・・７種類に整理　　**・第７条の３第３項・・・１３種類に整理**

⇩

遠隔監視水素スタンド実現に向けた課題と対策を検討

⇩

＜抽出された課題と今後の検討方針＞

・ほとんどの抽出項目が「遠隔監視」、「巡回点検」、「遠隔緊急停止」により、現場従業者が常駐しなくとも**対応可能**

・以下の２項目について、追加対策等検討が必要。
１）遠隔監視場所とスタンド間の連絡手段（インターホン等）の構築
２）誤発進防止やノズル凍結対策等充填準備作業に関する顧客への周知

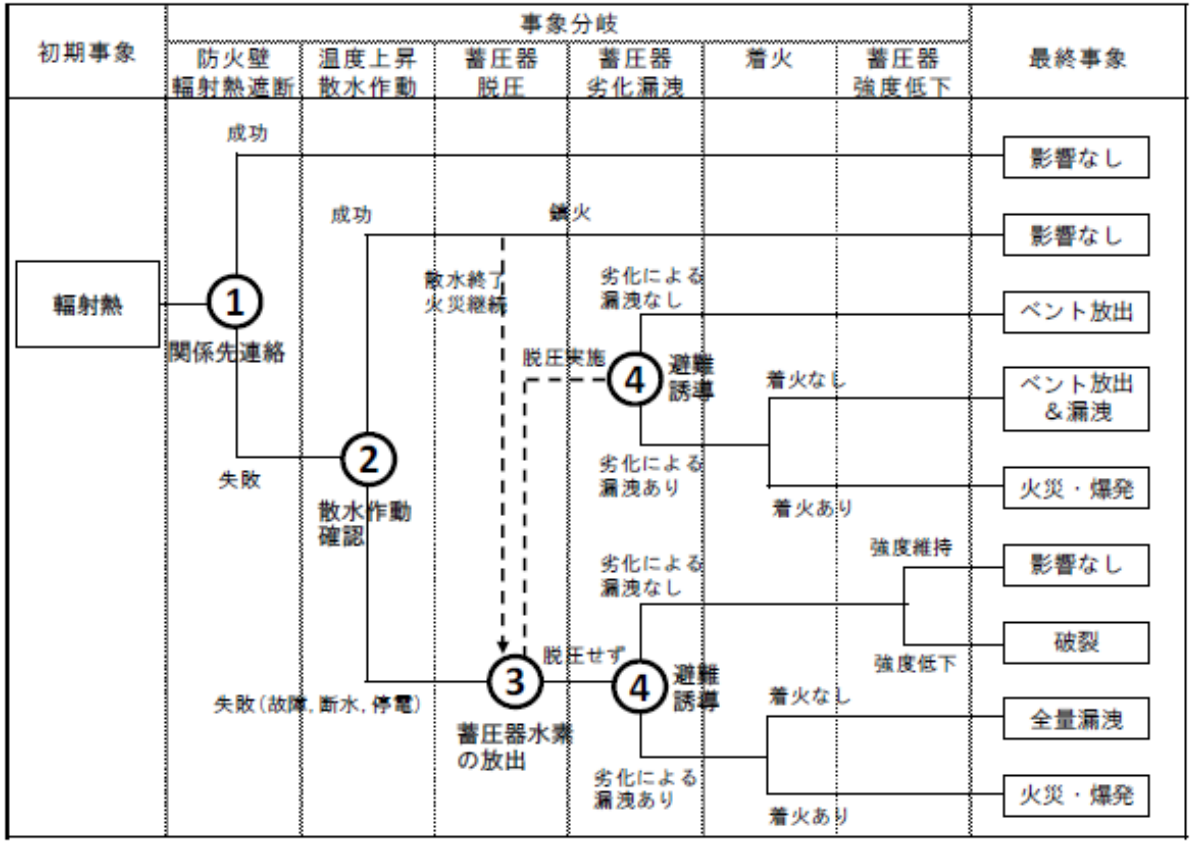
・始業、終業、日常点検に関しては、巡回点検等を活用することを考え、その具体化について、業界と検討中

①遠隔監視による無人運転の実施

3） 緊急時の従業者の作業の整理と対応検討

「水素スタンド緊急時対応基準作成のガイドライン」
（平成25年度～平成26年度　NEDO事業　水素利用技術研究開発事業にてJPECが作成）
における初期事象から発災に至る過程で、現場の従業者が行う安全対策を抽出整理

●初期事象（８件）
A：外力による配管の損傷　B：外力による蓄圧器の損傷　C：輻射熱による配管の損傷
D:火炎による配管の損傷　E:輻射熱による蓄圧器の損傷　F:火炎による蓄圧器の損傷
G：冠水による蓄圧器の流出　H:圧縮機の異常運転による圧力上昇



ガイドライン：
各初期事象の事象分岐ごとに
従業者の安全対策を提示

⇩

全ての初期事象について整理

①遠隔監視による無人運転の実施

成果・進捗

従業者の安全対策・・・・・１２項目に分類・整理

・「遠隔監視」「遠隔緊急停止」「駆けつけ」により対応可能（６項目）

❶インターロックによる設備の運転の停止を確認
❷手動で設備の運転を停止、遮断弁を閉止
❸製造設備の運転状況や事業所付近の状況を確認
❹水噴霧装置又は散水設備が自動で起動していることを確認
❺必要に応じ、水噴霧装置又は散水設備を手動で起動
❻蓄圧器を脱圧する

・「関係機関への連絡体制の構築」、「火気不使用の徹底」、「構内放送等の設置」により対応可能（３項目）

❼関係各署に連絡　❽事業所内の火気を直ちに消す　❾顧客、車両等の避難誘導

・要検討項目：以下の３項目に関して、消防や警備会社等の協力会社との連携などの仕組みづくりが重要→関係者と検討中

❿構内火災が発生した場合の初期消火について
⓫蓄圧器元弁の閉止操作について
⓬周辺住民への周知、避難誘導の方法について

①遠隔監視による無人運転の実施

成果・進捗

4） 米国カリフォルニア州水素スタンド現地調査

米国カリフォルニア州水素スタンド
・商用水素スタンド数：４０か所（全て遠隔監視水素スタンド）
・FCV台数：６５００台超　（2019．５ CaFCP HP より）

■運営事業者ヒアリング
・First Element Fuel　・Shell　・ITM POWER

■訪問スタンド　１１か所

■米国においては

・水素スタンドは、遠隔監視による無人運転が一般的。
・法規制において、遠隔監視による無人運転について特段定められていない。
・設備、装置は、NFPA 2、CSA HGV系、SAE J2600等の規格基準により設計・施工されており、その安全性は日本の設備、装置と同等。
・インターネット回線は、有線と無線の２回線。VPNとファイアウォールを設置。
・消防機関との緊急時の取決めが事業者となされている。

⇒設備や装置に関する安全性は日本も同等であり、日本でも遠隔監視による無人運転は可能。
日本の法規制に対応した遠隔監視による無人運転の許容が必要。

①遠隔監視による無人運転の実施

今後の予定

遠隔監視水素スタンド技術基準案作成に向けて

〇現行の水素スタンド保安体制

■通常、装置は自動的に運転され、不具合が起きた時は、インターロックにより、安全に停止する。

■さらに、温度異常、圧力異常があった場合、機械的に安全装置が作動する。
（散水装置、安全弁、圧力リリーフ弁など）

■現場の従業者は、通常時には、装置が問題なく動いているかを監視しており、不具合発生時には、インターロックにより安全に停止するか、機械的に安全装置が作動するかを監視している。

■現場の従業者は、日常点検やＦＣＶへの充填を行い、セルフ顧客の充填準備作業をフォローする。

■緊急時には、従業者は消防等への連絡、必要に応じて、緊急停止、災害対応、避難誘導等を行う。

〇遠隔監視水素スタンドの保安体制

■現行の水素スタンドと同じ安全対策が施されている。

■従業者が現場で監視していたことを、現場から離れたところで遠隔監視する。

■追加設備の措置

・設備によるホース及びノズルの自動脱圧措置

・遠隔監視している従業者と顧客が情報交換できるコミュニケーションツールの設置など

■緊急時の保安体制の構築

・遠隔からの対応

・現場に駆けつける体制：現地消防との協力、警備会社等協力会社の活用

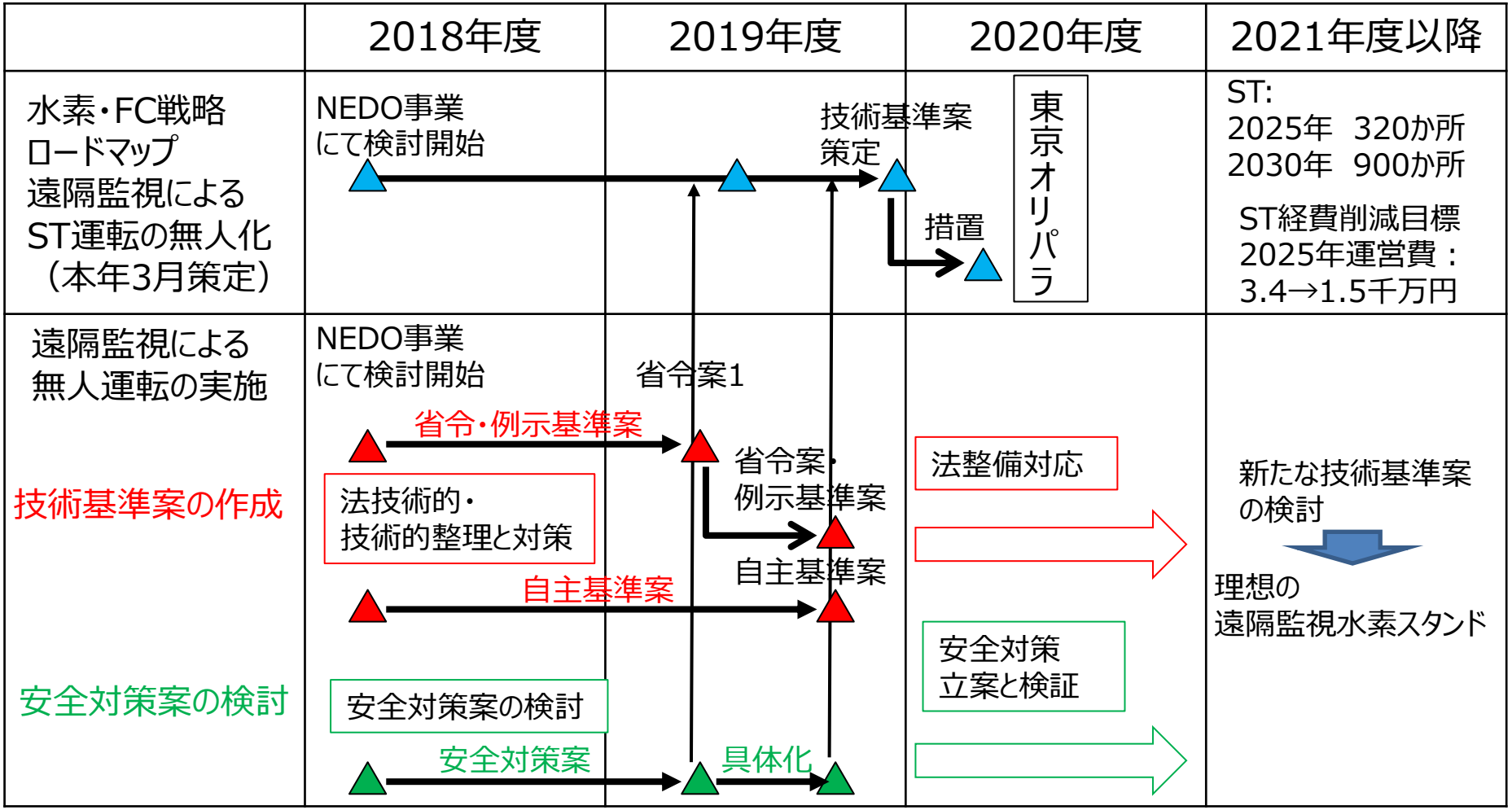
■サイバー攻撃、通信不具合による画面喪失への対策の検討。

技術基準案化

①遠隔監視による無人運転の実施

今後の予定

遠隔監視水素スタンド技術基準案作成に向けて



②リスクアセスメント（RA）再実施に基づく設備構成

従来RAの上に立脚した「再」RA

一般則　第7条の3（水素STの技術基準）及び例示基準の改正

措置に対する議論・調整等

本NEDO事業

安全の確保と設備構成・運用の合理化の両立を指向した技術基準案の策定

「再」リスクアセスメント

一般則　第7条の3に基づいた「実際に運用されている」商用水素STを一般化したモデル

商用水素STの建設・運用（約70箇所）

一般則　第7条の3（水素STの技術基準）及び例示基準

法制化に対する議論・調整等

NEDO事業
「水素水素安全利用等基盤技術開発」
2003～2004
「水素社会構築共通基盤整備事業」
2005～2009

水素STのリスクアセスメント（RA）

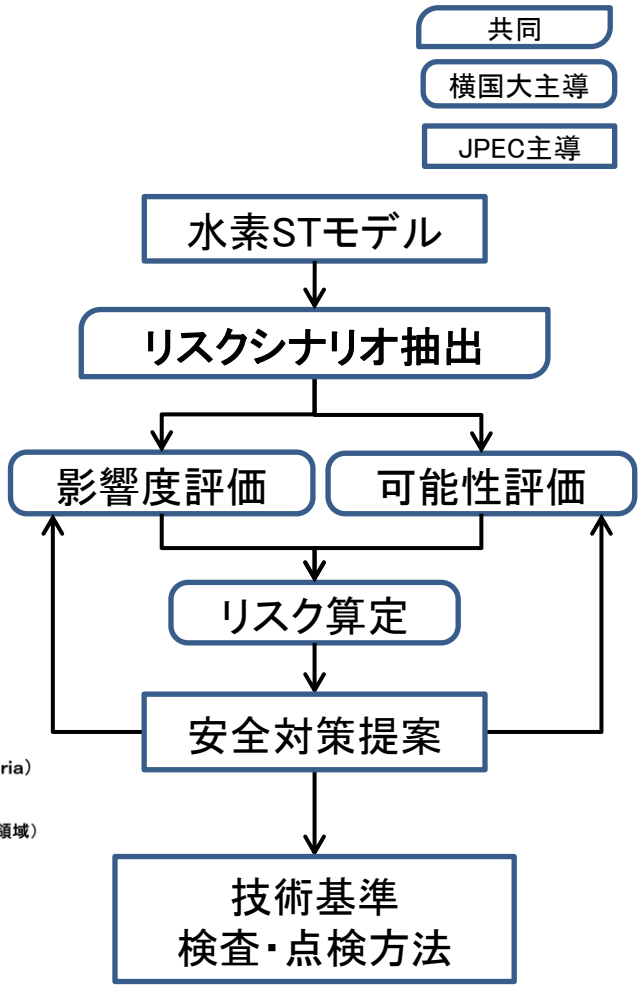
実証STをベースとした「商用水素STモデル」

②リスクアセスメント（RA）再実施に基づく設備構成

a)定量性、汎用性の高いリスクアセスメント手法の構築

1） 定量的リスク評価（QRA）の取組み

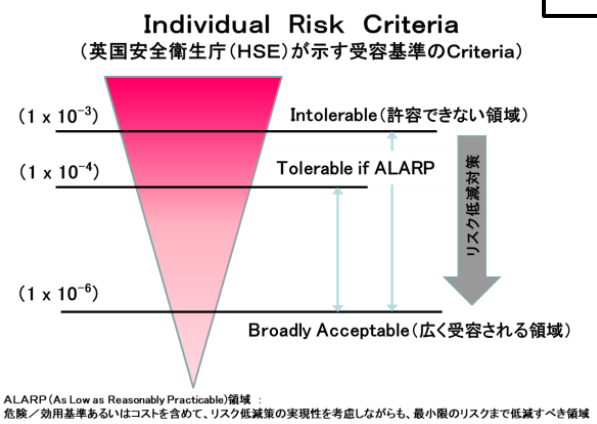
- 先行研究（米国Sandia研究所（2009, 2017）、産総研（2019））の成果、リスク評価に関する世界的な動向を踏まえ、可能な限り、定量的リスク評価（QRA）を行うこととした。
- 個人リスクとして死亡確率をクライテリアとする。（日本学術会議の“工学システムの社会安全目標報告”（2014）や英国・オランダ等の事例を参考に、具体的な数値は決定）



過去のNEDO事業
リスクマトリクスを用いた定性的（半定量的）リスク評価

		頻度（可能性）			
		A	B	C	D
影響度		ほとんど起こり得ない	起こりにくい	可能性がある	十分起こり得る
Ⅰ	極めて重大な災害	H	H	H	H
Ⅱ	重大な災害	M	H	H	H
Ⅲ	中規模災害	M	M	H	H
Ⅳ	小規模災害	L	L	M	H
Ⅴ	軽微な災害	L	L	L	M

本事業での検討
定量的なリスク評価



②リスクアセスメント（RA）再実施に基づく設備構成

2） 包括的なリスクシナリオ抽出

- ハザード同定手法として広く有効性が認められているHAZOP（Hazard and Operability Study）、FMEA（Failure Mode and Effect Analysis）を活用
- 連鎖・複合故障リスクシナリオの有無検証
- 商用STの運転実績、過去の水素ステーション事故事例を踏まえた検討
- 以下の事故要因を含めた検討
  - ✓ 人的要因（従業者誤操作、FCV誤発進、等）
  - ✓ 天災（地震、等）
  - ✓ 外乱（近隣火災、暴走車両飛込み、航空機墜落、等）
  - ✓ サイバー攻撃

HAZOP 481件、FMEA 624件 のリスクシナリオを抽出

3） アセスメントのフレームワーク検討

- 一連の評価に必要なデータを整理し、今後のリスク算定作業が円滑に行えるように、評価用データフォーマット（4つのExcelワークシート）を作成
  - ➢ リスクシナリオファイル
  - ➢ 頻度データファイル
  - ➢ 安全対策有効性評価ファイル
  - ➢ リスク算定総括ファイル

②リスクアセスメント（RA）再実施に基づく設備構成

b）既設ステーションの設備仕様を基にした水素ステーションモデルの構築

リスクアセスメントの対象とする水素ST設備について、その仕様・配置・運転方法等、RA検討に必要な情報を明確化するため、水素STモデル（P&ID等の図面・資料）を作成した。

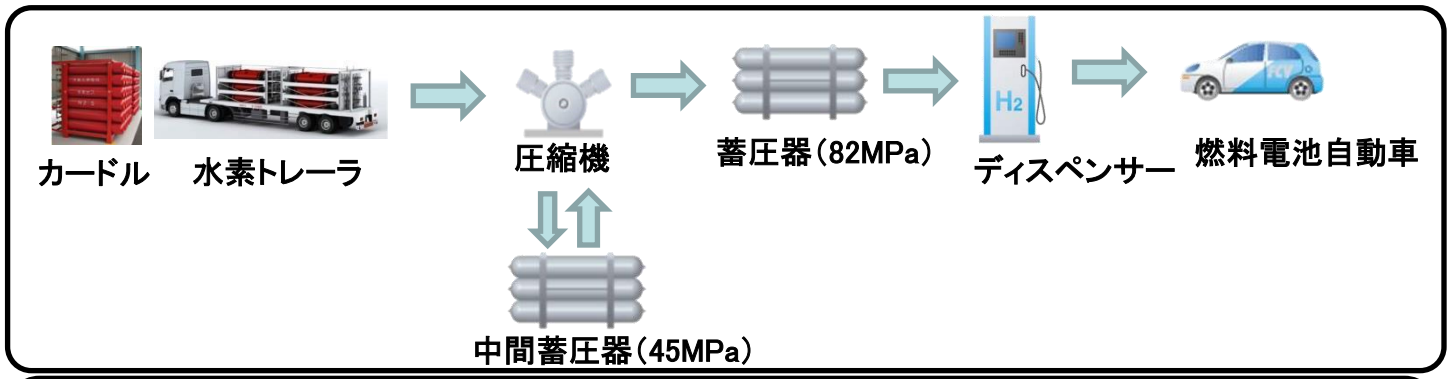
1） 調査、情報収集

既設商用STの調査、事業者ヒアリング、過去のNEDO検討時のモデル調査

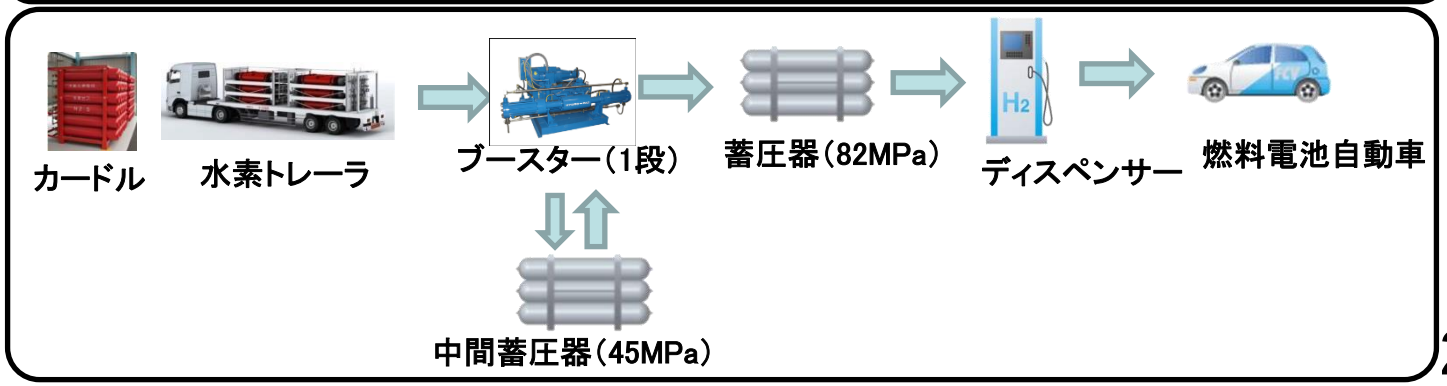
2） モデルの設備構成の決定

将来的に種々のバリエーションがあり得るST設備構成を、安全検討面で広くカバーすることができるモデルとして、下記の2種類のモデルを提案。事業者のコンセンサスを得た。

モデルA



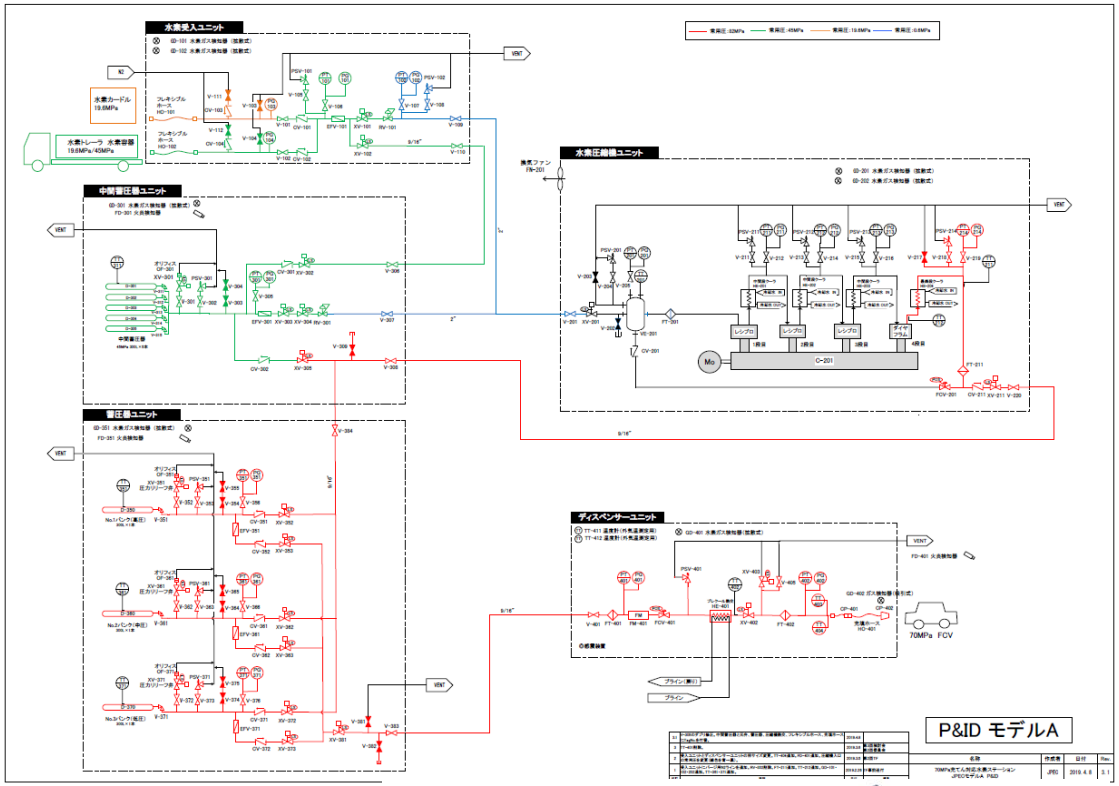
モデルB



②リスクアセスメント（RA）再実施に基づく設備構成

3） モデル資料の作成

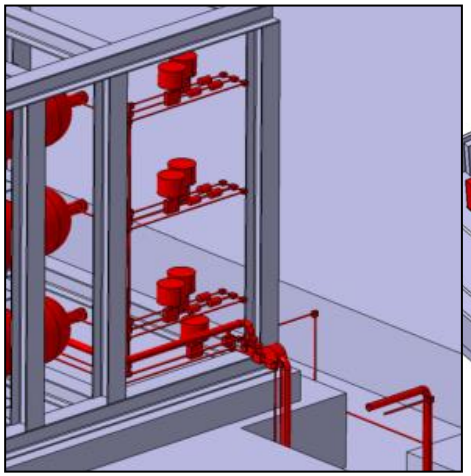
- 図面類
  - PFD（プロセスフローダイアグラム）
  - P&ID
  - 平面配置図、立面図

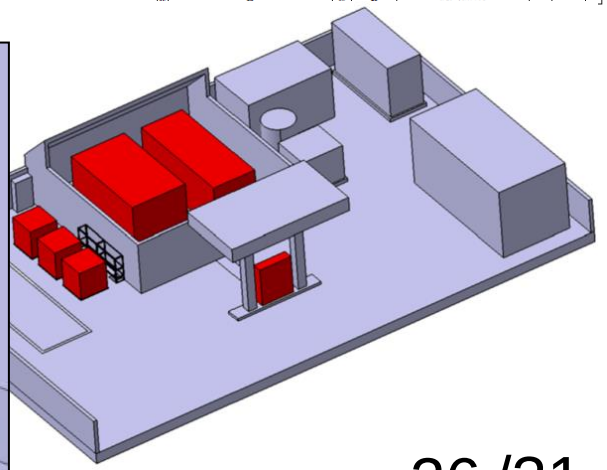


- 解説資料
  - 設備構成の概要説明資料
  - 運転モードと機器動作シーケンス
  - 異常時の機器動作シーケンス
  - 従業者の操作手順書
    （水素カードル/水素トレーラの
    脱着作業）

- 数値計算用3次元モデル

水素の拡散・燃焼・爆発挙動の3次元数値計算用に、3D-CADによる3次元モデルを作成





②リスクアセスメント（RA）再実施に基づく設備構成

c） リスク算定の実施とその結果に基づく合理的な安全対策の提案

2018年度は、リスク算定の準備作業を行った
2019年度からは、実際のリスク算定と、安全対策の必要性評価を行っている

3-STEPでの評価の実施

1. 「安全対策なし」のケース
   - 安全弁、各種インターロック等の安全対策は装備されていない前提でリスク算定を行う
   - 水素STの潜在的なリスクを洗い出すステップ

2. JPECモデル（A、B）に記載の安全対策ありのケース（現状ST）
   - 現行の商用STと同等の各種安全対策が備わっている前提でリスク算定を行う
   - 現行の技術基準（省令、例示基準）の必要十分性を確認するステップ

3. 安全対策の見直し検討 ⇒ 設備構成の見直し
   - 安全レベルに十分な余裕があるリスクシナリオに対しては、安全対策の簡素化を検討
   - 必要な安全レベルを満たさないリスクシナリオに対しては、必要な追加安全対策を検討

②リスクアセスメント（RA）再実施に基づく設備構成

1） 事故の可能性評価

- 水素STの水素ガス漏洩頻度のデータとして、Sandia（2017）のデータを活用予定。（現在入手できる最良のデータ）
- その他、機器故障率データベース（OREDA、国内原子力発電所機器故障率DB）を活用

2） 事故の影響度評価

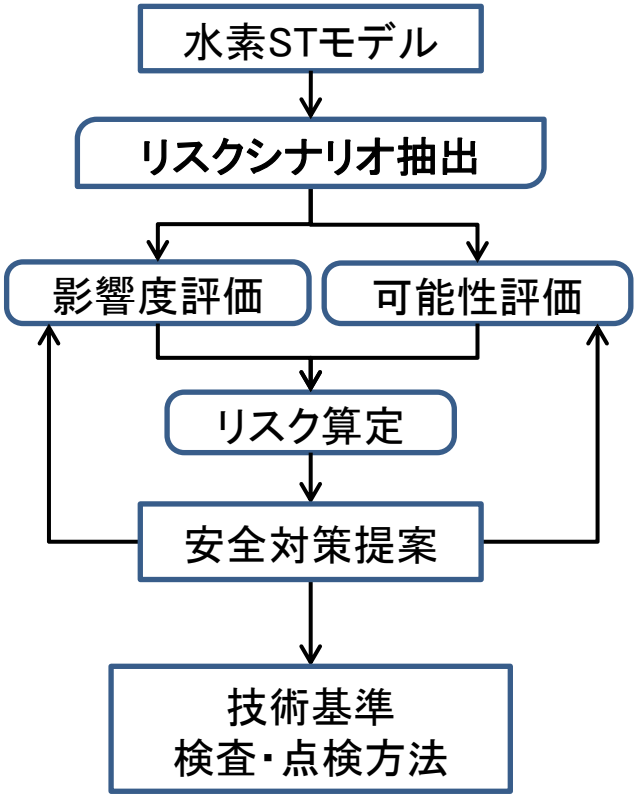
- 漏洩水素の拡散・燃焼・爆発の挙動を数値計算で評価予定
  - 2次元計算 ： Safeti
  - 3次元計算 ： FLACS
- 輻射熱・爆風圧の人体影響をプロビット関数を使用して確率的に評価

3） リスク算定

- リスク ＝ 影響度 × 可能性
- 算出したリスクの値をクライテリア（個人リスクとしての死亡確率）に照らして判断

4） 安全対策の有効性評価

- 漏洩検知&遮断による漏洩量低減効果
- 安全対策機器の動作信頼性評価



②リスクアセスメント（RA）再実施に基づく設備構成

成果・進捗

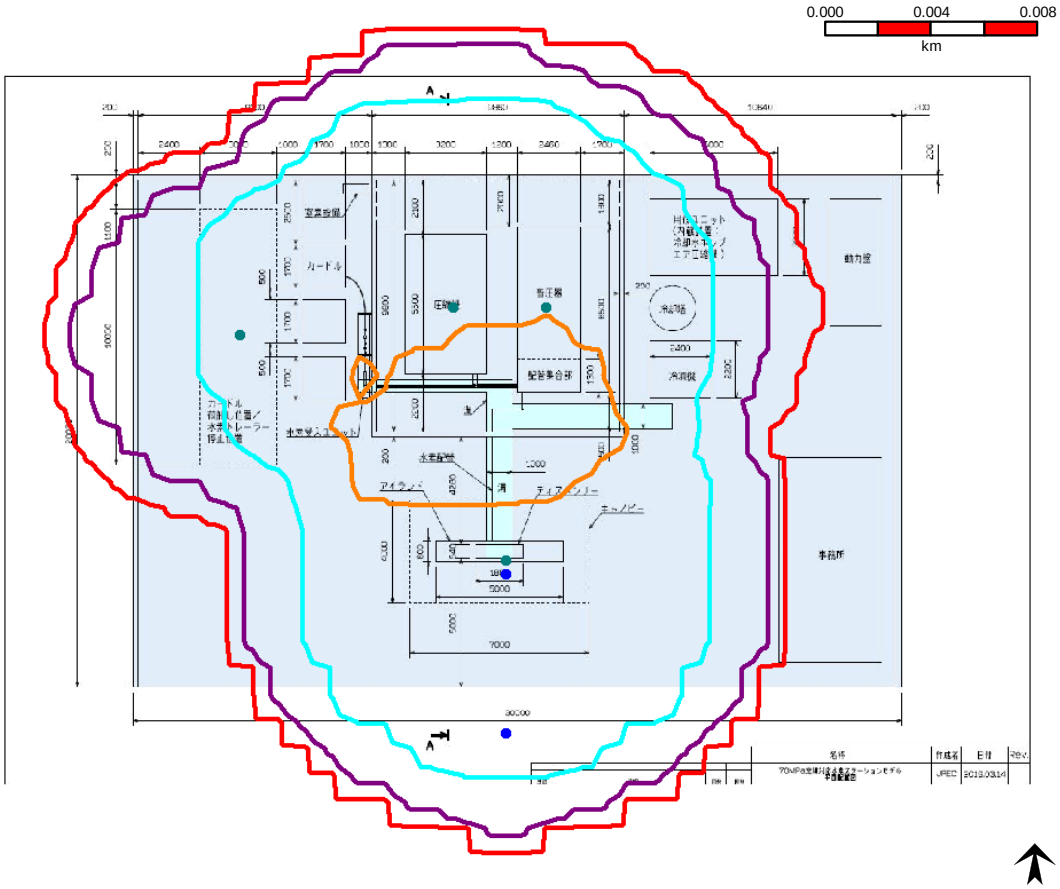
リスク算定例

「安全対策なし」のケース

右図は、漏洩水素によりJetFireが形成された場合の輻射熱影響によるリスクを、水素ST平面配置図上に等リスク線（リスクコンター）で表している。

- ステーションの各設備・機器において想定される各漏洩シナリオの個人リスクを、全シナリオについて重ね合わせて表示
- Jet Fireの輻射熱影響のみのリスクを計算（爆風圧影響は計算せず）
- 個人リスク　：　ある人がある地点に1年間ずっと存在すると仮定した時、1年間に人が死に至る確率(単位：/year)

- Safetiによる2次元解析結果
- 地上の障害物は無いという前提
- 漏洩頻度&開口サイズ：Sandia（2017）データによる
- 各種の安全対策は機能しないベースの計算（「安全対策なし」ケース）



リスクコンター（等リスク線）
橙：1.0×10E-3　/y
水：1.0×10E-4　/y
紫：1.0×10E-5　/y
赤：1.0×10E-6　/y

②リスクアセスメント（RA）再実施に基づく設備構成

今後の予定

c） リスク算定の実施とその結果に基づく合理的な安全対策の提案

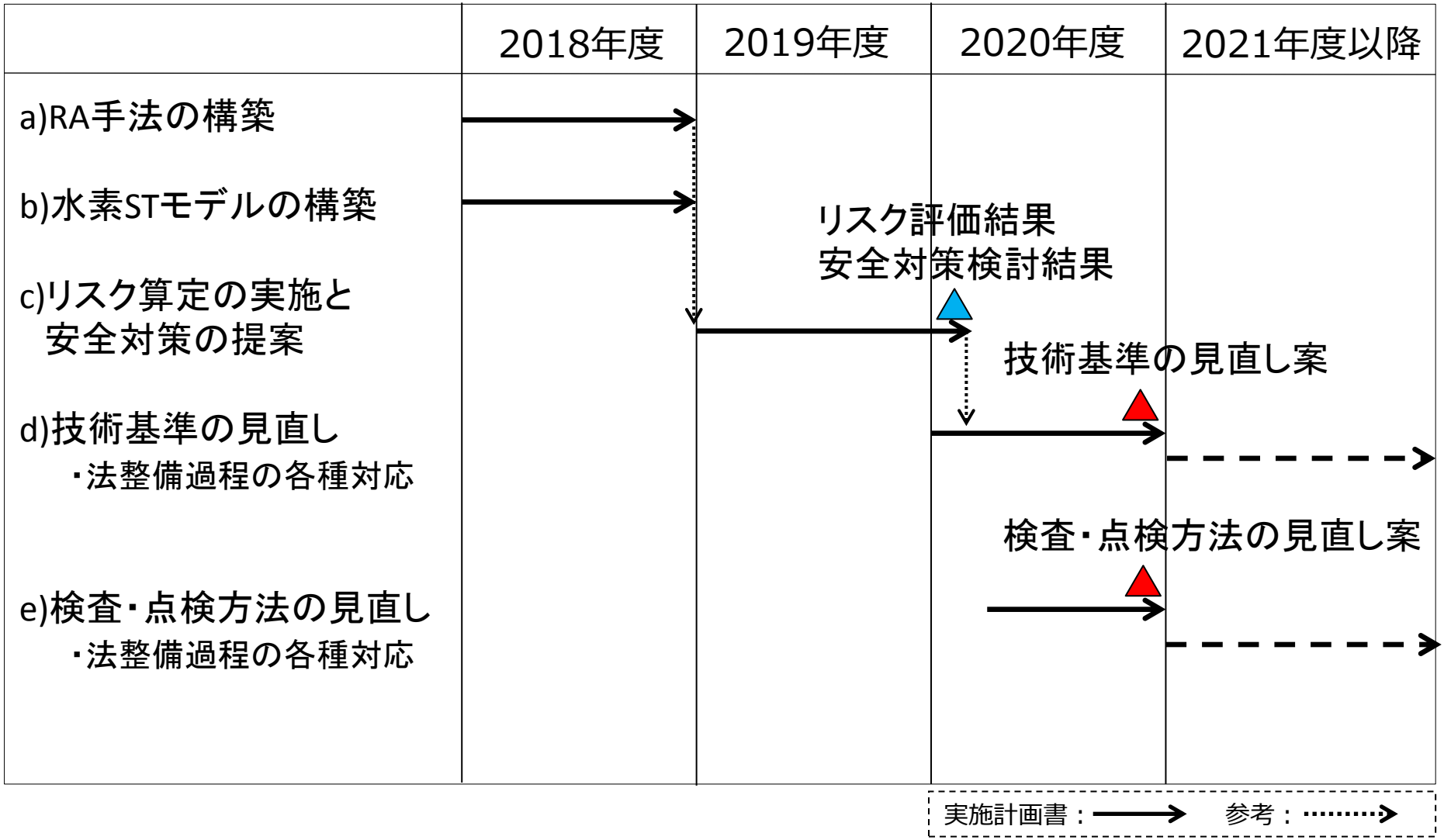
2019年度からは、実際のリスク算定と、安全対策の必要性評価を行っていく（2020年度1Q）

d） リスクアセスメントの再実施の結果等に基づく技術基準の見直し
e） リスクアセスメントの再実施の結果等に基づく検査・点検方法の見直し

c)の「リスク算定の実施とその結果に基づく合理的な安全対策の提案」の結果を元に、
以下の検討を2020年度に実施予定。

- 水素STの設備構成に関わる技術基準（省令・例示基準）の見直し案検討

- 水素ST設備の検査・点検方法の見直し案検討
  - 設備構成の見直しがなされた設備の検査・点検方法を検討する

②リスクアセスメント（RA）再実施に基づく設備構成

今後の予定