

다핵종제거설비 등 처리수 취급에 관한 실시 계획 변경 인가 신청서 일부 보정 [개요]

TEPCO

2023년 2월 14일
도쿄 전력 홀딩스 주식회사

- 당사는 다핵종제거설비 등 처리수(이하, ALPS 처리수)의 취급에 대하여, 2021년 4월에 공표된 정부의 기본방침을 근거로 하여, ALPS 처리수 희석 방출 설비 및 관련 시설에 대한 설계 및 운용 등의 구체적인 검토와 공사를 진행하고 있습니다.
- 2022년 11월 14일, ALPS 처리수 희석 방출 설비의 운전 및 보수관리 등 조직체제, 해양방출 전 방출 기준에 부합하는지를 확인하기 위한 측정·평가대상 핵종, 측정·평가대상 핵종의 재검토를 토대로 한 방사선 환경영향평가 결과 등에 대한 추가·개정을 실시하여 '후쿠시마 제1원자력발전소의 특정 원자력 시설과 관련된 실시계획 변경 인가신청서'를 원자력규제위원회에 제출하였습니다.
- 그 후, 특정 원자력 시설의 실시 계획 심사 등과 관련한 기술 회합 등에서 원자력규제위원회가 지적한 사항 및 IAEA의 지적 사항을 토대로, 2023년 2월 14일 '후쿠시마 제1원자력발전소의 특정 원자력 시설과 관련된 실시계획 변경 인가신청서'를 일부 보정하여(이하, 일부 보정) 원자력규제위원회에 제출하였습니다.
- 앞으로도 후쿠시마 주민분들과 국내·국제사회의 모든 분께 과학적 근거에 의거한 정보를 알기 쉽게 전달하고, 다양한 기회를 통해 여러분의 우려나 의견을 경청하며 지속적으로 당사의 생각과 대응을 철저하게 설명함으로써 폐로 작업의 일환인 ALPS 처리수에 대한 이해를 돕기 위해 계속 노력해 나가겠습니다.
- 또한 ALPS 처리수 희석 방출 설비 등의 공사 상황을 적시에 전달하고, 지자체의 안전 확인이나 국제원자력기구(IAEA)의 리뷰 등에 대해서도 성실하게 대응해 나가며 객관성과 투명성을 확보함으로써 국내외로부터 신뢰받을 수 있도록 노력하겠습니다.

1-1. 실시 계획의 일부 보정 개요

실시 계획의 일부 보정 내용

슬라이드

제3장 특정 원자력 시설의 보안

제1편/제2편 보안에 관한 직무

ALPS 처리수 희석 방출 설비 운용 개시 후의 운용 체제 변경

5~6

제3편 보안에 관한 보충설명

ALPS 처리수의 해양 방출 전에 방출 기준(고시 농도비 총계 1미만)을 확인하기 위한 측정·평가 대상 방사성 핵종의 선정

7~17

ALPS 처리수 희석 방출 설비의 운전 관리에 대하여

18~19

참고자료

'도쿄전력홀딩스 주식회사 후쿠시마 제1원자력발전소의 다핵종제거설비 등 처리수 처분에 관한 기본방침'을 토대로 한 대응

ALPS 처리수의 해양 방출에 관한 방사선 환경영향평가보고서(건설단계)

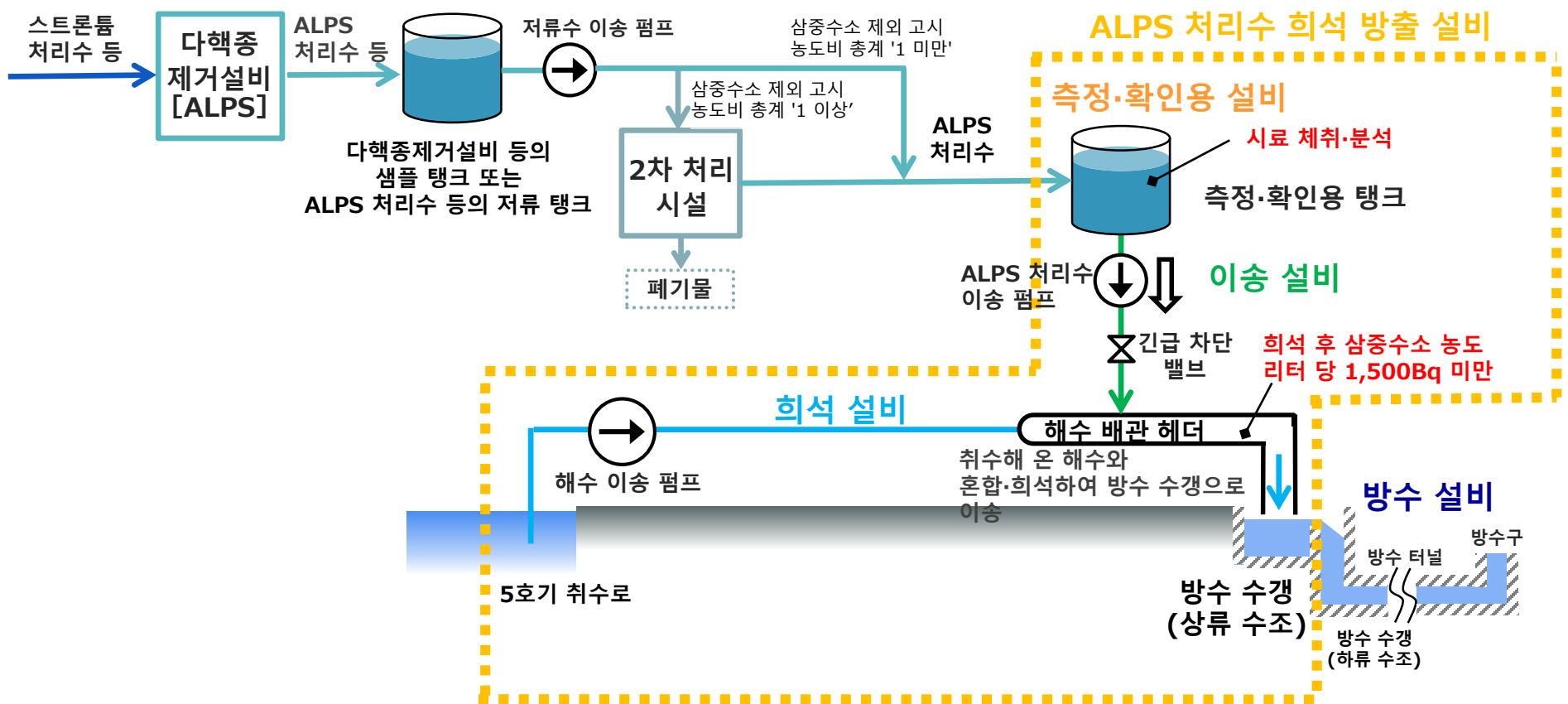
별지3

2-1. ALPS 처리수 희석 방출 설비 및 관련시설의 전체 개요



- 목적
다핵종제거설비를 통해 방사성 핵종의 농도가 기준치 이하가 될 때까지 핵종이 제거되었음(삼중수소를 제외한 방사성 핵종의 고시 농도비 총계 1 미만) 을 확인하고, 핵종이 제거된 'ALPS 처리수'를 해수로 희석하여 해양으로 방출합니다.

- 설비 개요
측정·확인용 설비를 이용하여 측정·확인용 탱크 및 기타 탱크 군의 방사성 핵종 농도를 균일하게 만든 후, 시료를 채취·분석하여 'ALPS 처리수'가 되었음을 확인합니다. 그 후 이송 설비를 통해 ALPS 처리수를 해수 배관 헤더로 이송한 후, 희석 설비를 통해 해수 이송 펌프로 5호기 취수로에서 취수해 온 해수와 혼합하여 삼중수소 농도가 리터 당 1,500Bq(벵크렐) 미만이 될 때까지 희석한 후, 방수 설비로 내보냅니다. 방수 설비를 통해 연안에서 1km 떨어진 방수구에서 해양으로 방출합니다.



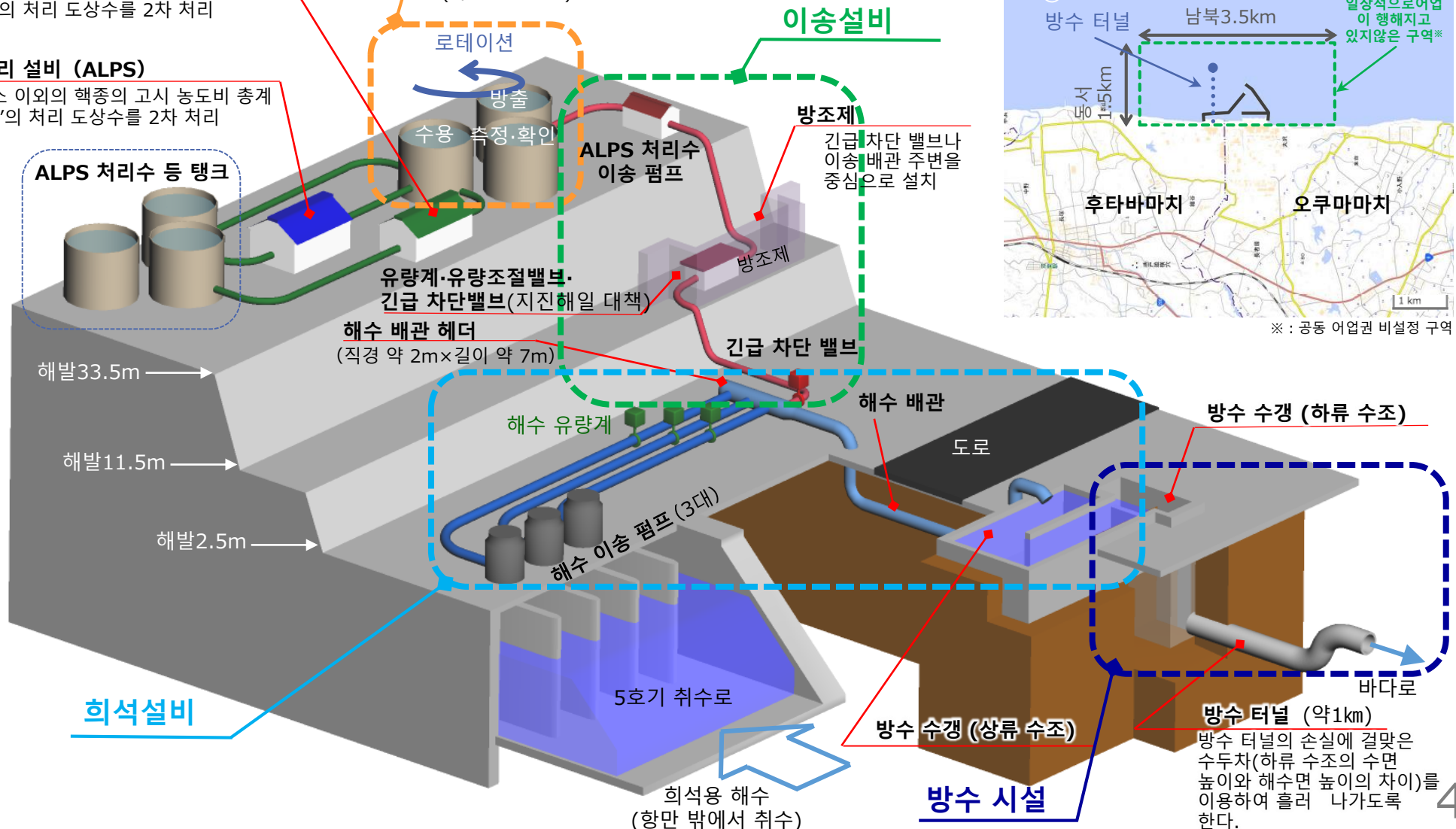
2-2. ALPS처리수 희석방출설비 및 관련시설의 전체상

측정·확인용 설비

3군으로 구성되어 각각 수용, 측정·확인, 방출 공정을 담당하며, 측정·확인 공정에서는 순환·교반으로 균질화한 물을 채취하여 분석을 실시. (약 1만m³×3군)

2차 처리 설비 (신설 역침투막 장치)
삼중수소 이외의 핵종의 고시 농도비 총계 '1~10'의 처리 도상수를 2차 처리

2차 처리 설비 (ALPS)
삼중수소 이외의 핵종의 고시 농도비 총계 '1 이상'의 처리 도상수를 2차 처리



출처 : 지리원 지도(전자 국토Web)을 기반으로 하여 도쿄전력홀딩스 주식회사에서 작성
<https://maps.gsi.go.jp/#13/37.422730/141.044970/&base=std&ls=std&disp=1&vs=c1j0h0k0l0u0t0z0r0s0m0f1>



※ : 공동 어업권 비설정 구역

3-1. 조직체계 (개요)

- ALPS 처리수 희석 방출 설비의 운용 개시 후에도 지금과 같이 ALPS 처리수 프로그램부가 해양 방출에 관한 설비의 프로젝트의 계획 및 관리를 하되, 설비의 보수 관리나 운전 관리 등 운용 부분의 실시 계획을 명확하게 하였습니다. 보정 신청 변경은 없습니다.

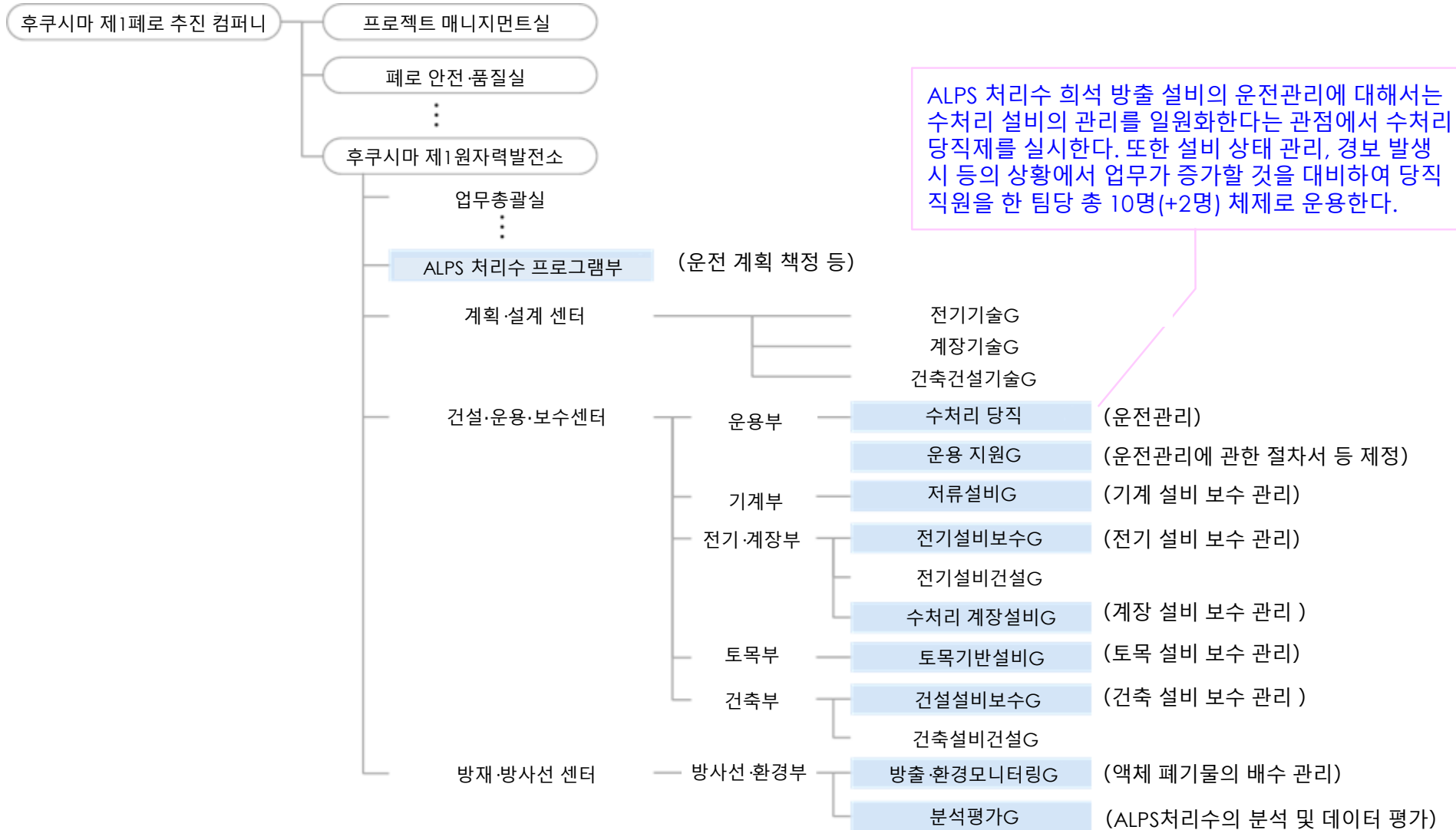
조직	보안에 관한 직무 빨간색 : 기재 변경 부분
ALPS 처리수 프로그램부	해양방출 관련 설비의 프로젝트 계획 및 관리, 운용방법의 검토 및 <u>ALPS 처리수 희석 방출 설비의 운전 계획에 관한 업무</u> 등
건설·운용·보수 센터 운용부 수처리 당직	오염수 처리설비 등, 체류수 저류 건물, 다핵 제거설비 등, 서브드레인 등의 수처리 시설 및 <u>ALPS 처리수 희석 방출 설비</u> 의 운전관리
건설·운용·보수 센터 기계부 저류 설비G	오염수 처리 설비 등(저류 설비)의 토목 설비 및 <u>ALPS 처리수 희석 방출 설비의 기계 설비</u> 에 대한 보수 관리 오염수 처리 설비 등(저류 설비의 부대 설비) 및 빗물 처리 설비 등의 건설·설치 및 보수관리
건설·운용·보수 센터 전기·계장부 수처리 계장G	오염수 처리설비, 체류수를 저류하는 건물, 다핵종 제거설비, 서브드레인 등의 수처리시설, 유처리 장치, 3호기 원자로 격납용기 내 취수 설비, <u>ALPS 처리수 희석 방출 설비</u> 등과 관련된 계장 설비의 건설·설치 및 보수관리

덧붙여 상기 이외의 운용 장소에 대해서는, 현재의 실시 계획 안에서 직무의 해석이 가능하기 때문에 실시 계획의 기재 변경은 시행하지 않습니다. 각각의 직무는 아래와 같이 해당 부서에서 대응합니다.

·운전 관리 중 절차서 등에 관한 업무	:건설·운용·보수센터	운용부	운용지원G
·전기설비의 보수관리	:건설·운용·보수센터	전기·계장부	전기설비 보수G
·토목설비의 보수관리	:건설·운용·보수센터	토목부	토목 기반 설비 G
·건축설비의 보수관리	:건설·운용·보수센터	건축부	건축설비 보수 G
·액체 폐기물 등의 배수 관리	:방재·방사선 센서	방사선·환경부	방출·환경운동 G
·ALPS 처리수 분석	:방재·방사선 센서	방사선·환경부	분석평가 G

【참고】ALPS 처리수의 해양 방출과 관련된 조직 체제

- ALPS 처리수 해양 방출 운용 체제를 후쿠시마 제1 폐로 추진 컴퍼니의 체제도로 나타내면 다음과 같음.
- 특정 원자력 시설의 실시 계획 심사 등과 관련한 기술 회합에서 설비 보수 및 운용 조직이 망라되어 있음이 확인됨.



4-1. 측정·평가 대상 핵종의 선정 (개요)

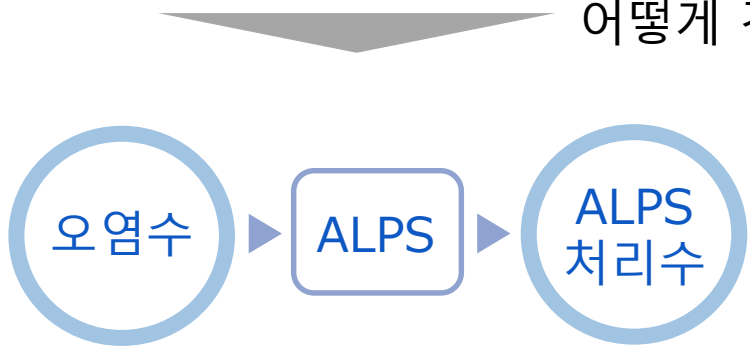
목적

왜 지금 측정·평가 대상 핵종을 선정하는가

방출 기준에 부합하는지 확인하기 위하여 ALPS처리수를 희석·방출하기 전에 측정·평가할 핵종의 선정 방침을 다시 한번 철저히 검증했습니다.

근거

측정·평가 대상 핵종의 선정 방침에 따라 평가한 결과 오염수에는 29개 핵종이 유의하게 존재할 가능성이 있음을 확인하였습니다.



어떻게 검증하였는가

폐지 조치에 관한 연구 등에서 주목받고 있는 핵종을 추가로 분석하였으나 ALPS 처리수 안에 지금까지 확인하지 못했던 새로운 핵종(알파핵종 포함)은 존재하지 않았습니다.

측정·평가 대상 핵종으로 29개 핵종을 선정

29개 핵종에는 주요 7개 핵종 ※ · 탄소 14 · 테크네튬 99가 포함되어 있습니다
※: 과거에 실행한 62개 핵종 분석에 있어 고시 농도에 대해 유의하게 검출된 세슘134, 세슘137, 스트론튬90, 요오드129, 코발트60, 안티몬125, 루테튬106을 가리킴.

향후

측정·평가 대상 핵종의 정기적인 확인

향후 폐로 작업의 진척 상황에 따라 측정·평가해야 할 핵종이 바뀔 가능성이 있으므로 감시 대상 핵종 등을 정기적으로 확인할 예정입니다.

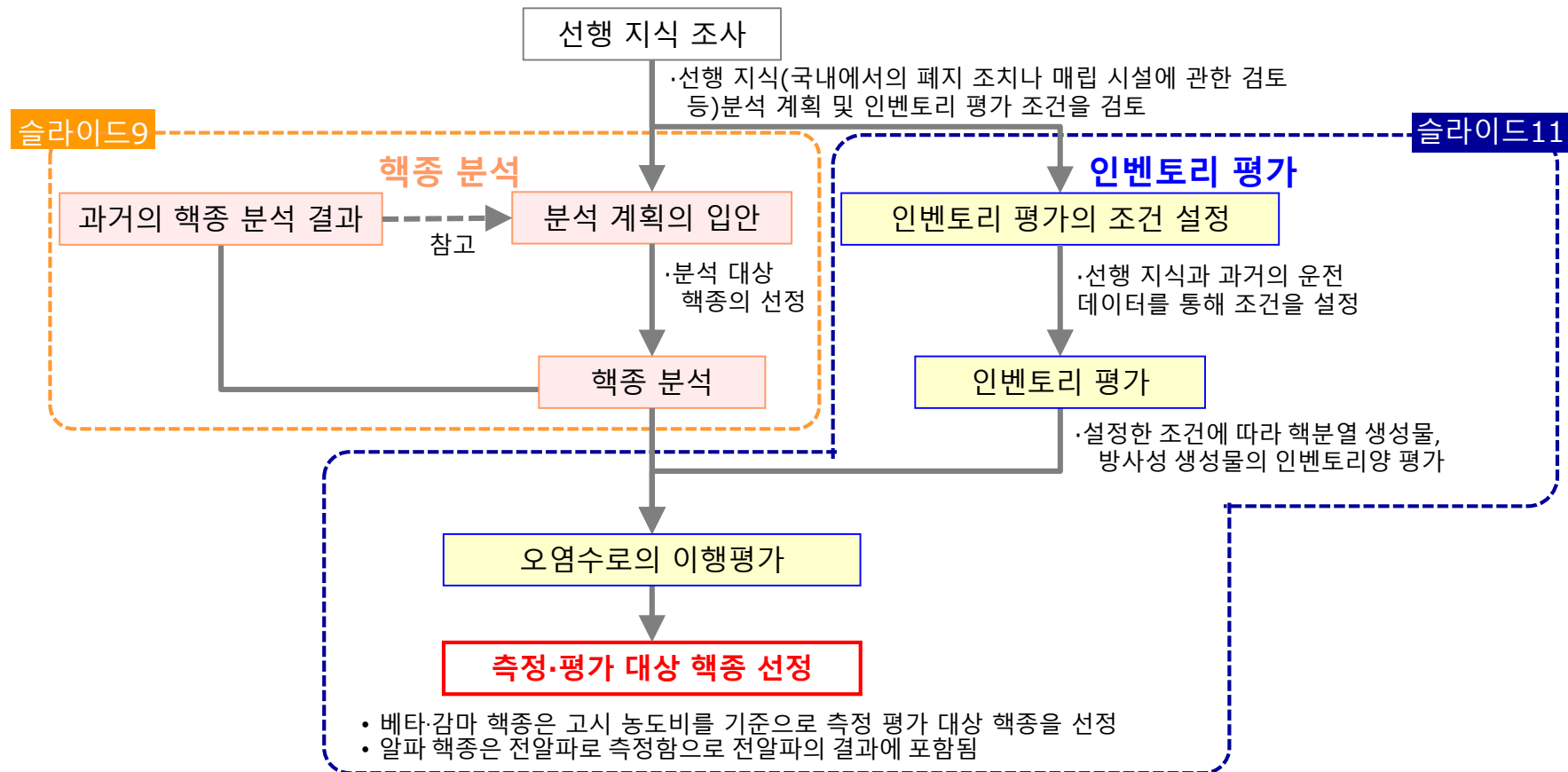
자주적인 측정

ALPS 제거 대상인 62개 핵종 중 이번에 측정·평가 대상에서 제외한 39개 핵종에 대해서는 측정값이 검출 한계 미만임을 확인하여 뜯소문에 의한 피해를 최소화해 나갈 예정입니다.

4-2. 측정·평가 대상 핵종의 선정

ALPS 처리수 중 선량 평가에 영향을 줄 수 있는 핵종의 선정 방침

이전의 실시 계획에는 'ALPS 처리수를 희석·방출하기 전에 방출 기준(ALPS 처리수에 포함된 삼중수소 이외의 방사성 물질의 고시 농도비 총계 1 미만)에 부합하는지를 분명히 하기 위하여, 국내에서의 폐지 조치나 매설 시설에 관한 지식을 바탕으로 다시 한번 철저히 검증한 후 측정·평가 대상 핵종을 선정한다'라는 방침을 기재하고 있습니다. 이번 실시 계획에서는 상기의 검증 결과를 토대로 핵종의 선정 방침을 기재하였습니다.



측정·평가 대상 핵종 선정 검토의 전체상

4-3. 핵종 추가 분석 결과

- 검증에 있어, 폐지 조치나 매설 시설에 관한 연구에서 주목을 받고 있는 핵종이 실제로 원자로 건물의 체류수나 스트론튬 처리수, ALPS 처리수 등에 유의하게 존재하는지를 과거의 분석 결과의 검토 및 추가 분석을 실시하여 확인하였습니다.
- 그 결과, **폐지 조치나 매설 시설에 관한 연구에서 주목받고 있는 핵종(알파 핵종 포함)은 ALPS 처리수에서 검출되지 않았음**※을 확인했습니다.

※ : 고시 농도의 1/100 이하인 동시에 검출한계치 미만, 우라늄은 환경 중에 포함된 매우 미량의 천연 우라늄이 검출

과거에 측정을 실시한 핵종

제9회 ALPS처리수 심사 회합 자료 인용

핵분열 생성물 : 56개 핵종

부식생성물 : 6개 핵종

그 외 핵종 : 2개 핵종

Rb-86 루비듐	Sr-89 스트론튬	Sr-90 스트론튬	Y-90 이트륨	Y-91 이트륨	Nb-95 나이오븀	Tc-99 테크네튬
Ru-103 루테튬	Ru-106 루테튬	Rh-103m 로듐	Rh-106 로듐	Ag-110m 은	Cd-113m 카드뮴	Cd-115m 카드뮴
Sn-119m 주석	Sn-123 주석	Sn-126 주석	Sb-124 안티모니	Sb-125 안티모니	Te-123m 텔루륨	Te-125m 텔루륨
Te-127 텔루륨	Te-127m 텔루륨	Te-129 텔루륨	Te-129m 텔루륨	I-129 요오드	Cs-134 세슘	Cs-135 세슘
Cs-136 세슘	Cs-137 세슘	Ba-137m 바륨	Ba-140 바륨	Ce-141 세륨	Ce-144 세륨	Pr-144 프라세오디뮴
Pr-144m 프라세오디뮴	Pm-146 프로메튬	Pm-147 프로메튬	Pm-148 프로메튬	Pm-148m 프로메튬	Sm-151 사마륨	Eu-152 유로퓸
Eu-154 유로퓸	Eu-155 유로퓸	Gd-153 가돌리늄	Tb-160 터븀	Pu-238 플루토늄	Pu-239 플루토늄	Pu-240 플루토늄
Pu-241 플루토늄	Am-241 아메리슘	Am-242m 아메리슘	Am-243 아메리슘	Cm-242 퀴륨	Cm-243 퀴륨	Cm-244 퀴륨

Mn-54 망가니즈
Fe-59 철
Co-58 코발트
Co-60 코발트
Ni-63 니켈
Zn-65 아연

H-3 삼중수소	C-14 탄소
-------------	------------

64개 핵종 이외의 핵종 : 20개 핵종

Cl-36 염소	Ca-41 칼슘	Ni-59 니켈
Se-79 셀레늄	Nb-94 나이오븀	Mo-99 몰리브데넘
Tc-99m 테크네튬	Te-132 텔루륨	I-131 요오드
I-132 요오드	La-140 란타넘	U-233 우라늄
U-234 우라늄	U-235 우라늄	U-236 우라늄
U-238 우라늄	Np-237 넵투늄	Pu-242 플루토늄
Cm-245 퀴륨	Cm-246 퀴륨	

선행 지식을 참고로 이번에 추가 분석한 핵종

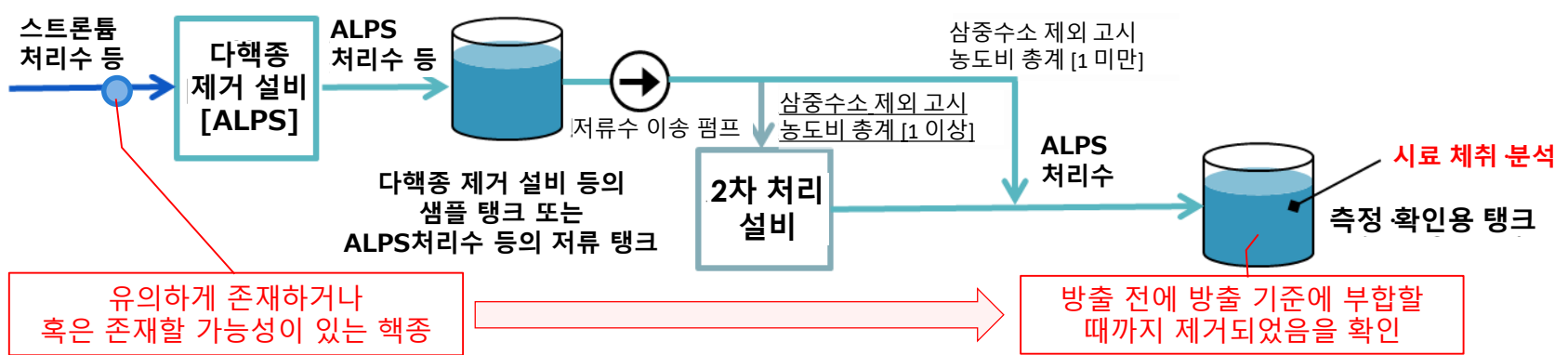
(아래의 핵종 이외에도 원자로 건물의 체류수나 스트론튬 처리수 등에 유의하게 포함될 가능성이 있는 α핵종도 확인)

Fe-55 철	Ni-59 니켈	Nb-93m 나이오븀	Mo-93 몰리브데넘	Sn-121m 주석	Cl-36 염소	Ca-41 칼슘	Zr-93 지르코늄	Ba-133 바륨	Se-79 셀레늄	Pd-107 팔라듐
-------------------	--------------------	-----------------------	-----------------------	----------------------	--------------------	--------------------	----------------------	---------------------	---------------------	----------------------

[참고] 측정·평가 대상 핵종의 선정 방침

- ALPS 처리수 등의 주요 7개 핵종*에 탄소14와 테크네튬99를 더한 9개 핵종의 방사능 농도 분석 결과 합계치와 전베타 측정치에 있어, 현행 64개 핵종 외에 방사성 핵종의 존재를 의심케 하는 데이터의 괴리는 인정된 바 없습니다. 또한 전알파에 대해서도 불검출 상태가 계속되고 있습니다.
 - * : 과거에 실행한 62개 핵종 분석에 있어 고시 농도에 대해 유의하게 검출된 세슘134, 세슘137, 스트론튬90, 요오드129, 코발트60, 안티몬125, 루테튬106을 가리킴.
- 아울러, 앞서 설명한 것과 같이 현행 64개 핵종 이외에 폐지 조치나 매설 시설에 관한 연구에서 주목받고 있는 핵종을 개별적으로 분석한 결과, 이 또한 ALPS 처리수에서 검출되지 않았음을 확인했습니다.
- 이와 같이 ALPS의 제거 성능은 문제없이 기능하고 있으며 ALPS 처리수에서 유의하게 존재할 가능성이 있는 핵종은 주요 7개 핵종과 탄소14와 테크네튬99임을 재확인하였습니다.

한편, 측정·평가 대상 핵종은 지금까지의 ALPS 처리수에 관한 심사회의와 원자력규제청 및 IAEA의 지적을 바탕으로 원자로 건물 체류수나 스트론튬 처리수 등에서 유의하게 존재하거나 혹은 존재할 가능성이 있는 핵종은 방출 기준에 부합할 때까지 'ALPS 처리수'에서 제거하였음을 방출 전에 확인한다는 관점에서 선정하였습니다.

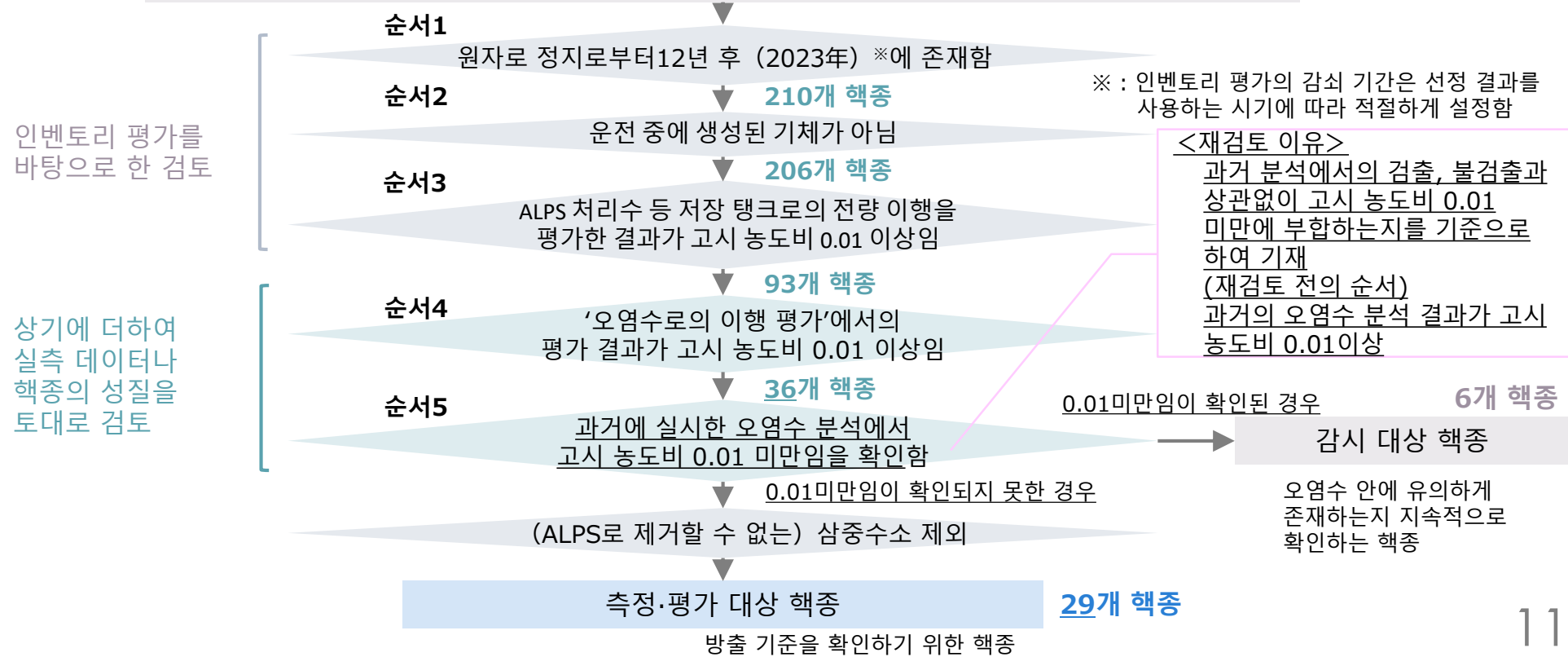


4-4. 인벤토리 평가에 의한 측정·평가 대상 핵종의 선정

- 측정·평가 대상 핵종은 하기와 같은 선정 흐름을 통하여 선정
- 선정 흐름으로는 IAEA나 원자력규제청의 의견을 바탕으로 핵종의 반감기를 고려하여 현실적으로 존재할 가능성이 있는 핵종들을 선정합니다. 그 후 ALPS 처리수 등 저장 탱크 내에 방사성 물질이 전량 이행하고 있다고 하는 가정※ 하에 이론상의 재검토를 실시하고 있습니다. 또한 12년간 축적해 온 오염수에 대한 실측 데이터와 핵종의 성질을 바탕으로 오염수 안에 유의하게 존재할 가능성이 있는 핵종에 대하여 평가하고 있습니다.
- 보정 신청에서는 특정 원자력 시설의 실시계획 심사 등과 관련된 기술 회합 등에서 논의한 내용을 바탕으로 순서 5의 일부를 재검토합니다.

※ : 지진 후 12년간 오염수 처리를 계속 실시하여 동 탱크에 저류해 온 것을 감안한 가정임

인벤토리 평가에서 사용한 핵종의 라이브러리 (약1000개 핵종)



4-5. 선정된 측정·평가 대상 핵종

- 앞서 설명한 선정 흐름에 따라 평가한 결과, **ALPS 처리수의 해양 방출에 있어 측정·평가를 실시하는 대상 핵종은 아래의 29개 핵종과 삼중수소로 선정**되었습니다.
- 2022년 11월의 실시계획 변경 신청 시에는 측정·평가 대상 핵종을 30개 핵종으로 정했으나, 특정 원자력 시설의 실시계획 심사 등에 관한 기술회의 등에서의 논의를 바탕으로 이번 보정 신청에서는 철55를 새로 선정하고, 카드뮴113m과 큐륨243는 제외하였습니다 (자세한 내용은 P14 참조).

【측정·평가 대상 핵종 (29개 핵종)】 ※ : 아래 표의 핵종 이외에 삼중수소도 측정

ALPS 처리수를 해양 방출할 때 아래 표의 핵종이 방출 기준(고시 농도비 총계 1 미만)에 부합하는지 확인합니다.

C-14 탄소	Sr-90 스트론튬	I-129 요오드	Eu-154 유로퓸	Pu-239 플루토늄
Mn-54 망가니즈	Y-90 이트륨	Cs-134 세슘	Eu-155 유로퓸	Pu-240 플루토늄
Fe-55 철	Tc-99 테크네튬	Cs-137 세슘	U-234 우라늄	Pu-241 플루토늄
Co-60 코발트	Ru-106 루테튬	Ce-144 세륨	U-238 우라늄	Am-241 아메리슘
Ni-63 니켈	Sb-125 안티모니	Pm-147 프로메튬	Np-237 넵투늄	Cm-244 퀴륨
Se-79 셀레늄	Te-125m 텔루륨	Sm-151 사마륨	Pu-238 플루토늄	

선정 흐름에 따라 추가한 핵종(2022년 11월 신청 시점)

선정 흐름에 따라 보정 신청에서 추가한 핵종(이번에 신청)

※ : 측정·평가 대상 핵종에서 제외한 Cd(카드뮴)-113m은 감시 대상 핵종으로 선정, Cm-243은 ALPS 제거 대상 핵종으로서 자체 측정

4-6. 측정·평가 대상 핵종의 정기적인 확인

- 앞서 설명한 측정·평가 대상 핵종은 향후 폐로 작업의 진척 상황에 따라 바뀔 가능성이 있으므로 아래의 확인 작업을 계속하여 실시할 것입니다.
- 측정·평가 대상 핵종 이외의 핵종(이하,기타 핵종)이 유의하게 존재하는 것이 확인될 경우 측정·평가 대상 핵종의 재평가를 실시합니다. 또한 방사성 핵종의 감쇠에 대해서도 선정 흐름에 반영할 것입니다.

【방출 때마다 확인】

ALPS 처리수 방출 기준을 확인할 때 전알파, 전베타, Ge반도체 검출기를 통한 감마선 측정에서 기타 핵종이 유의하게 존재하지 않음을 확인합니다.

【오염수 방사능 농도 트렌드 확인】

집중 폐기물 처리 건물을 거친 후의 오염수의 방사능 농도가 과거에 측정된 농도 이하인지 확인합니다.

【조사 분석】

조사 분석에서는 위의 확인 과정에서 우려되는 점이 발견됐을 경우 기타 핵종의 존재를 조사합니다. 또한 우려되는 부분이 없더라도 스트론튬 처리수 등에서 감시 대상 핵종이 유의하게 존재하지 않음을 1년에 1회 빈도로 확인하고, 기타 핵종의 존재 여부에 대해 조사합니다.

○감시 대상 핵종 (6개 핵종)

과거의 오염수·처리수 분석에서는 유의한 농도로 검출되지 않았지만, 오염수 안에 유의하게 존재하지 않는지 거듭 확인하는 핵종.

Cl-36 염소	Nb-93m 나이오븀	Nb-94 나이오븀	Mo-93 몰리브데넘	Cd-113m 카드뮴	Ba-133 바륨
--------------------	-----------------------	----------------------	-----------------------	-----------------------	---------------------

선정 흐름에 따라 이번 보정 신청에서 추가한 핵종

※ : 감시 대상 핵종에서 제외한 Fe-55는 측정·평가 대상 핵종으로 선정

[참고] 측정·평가 대상 핵종 등의 변경 이유

- 특정 원자력 시설의 실시 계획 심사 등과 관련된 기술 회의 등의 논의를 통해 변경한 측정·평가 대상 핵종 등과 그 변경 이유는 다음과 같습니다.

변경신청 (2022년11월 신청시점)

Fe-55 철	<p style="text-align: center;">감시 대상 핵종</p> <p>추가 분석한 원자로 건물 체류수의 잔여물과 여과액을 분석한 결과 중에서 검출된 잔여물의 분석치(고시 농도의 1/100 이하)만 검토 대상으로 하였음.</p>
Cd-113m 카드뮴	<p style="text-align: center;">측정 평가 대상 핵종</p> <p>ALPS 처리 전후의 분석에서 한 번도 검출된 적은 없으나 문헌상 물에 대한 용해도가 높다는 것이 알려져 있기 때문에 만약을 위해 측정·평가 대상 핵종으로 선정하였음.</p>
Cm-243 퀴륨	<p style="text-align: center;">측정 평가 대상 핵종</p> <p>순서4의 '오염수로의 이행 평가' 에서 퀴륨 동위원소만을 하나의 그룹으로 하고, 그 중 선량 영향이 큰 핵종인 퀴륨243과 퀴륨244를 선정하였음.</p>

보정 신청 (이번 신청)

<p style="text-align: center;">측정 평가 대상 핵종</p> <p>보다 보수적으로 평가하기 위하여 검출된 잔여물의 분석치와 검출하한치인 여과액의 분석치를 가산하여 검토 대상으로 한 결과, 고시 농도인 1/100을 초과하였기에 변경함.</p>
<p style="text-align: center;">감시 대상 핵종</p> <p>ALPS 처리 전에 시행하는 스트론튬 처리수 분석에서 고시 농도의 1/100 미만임을 확인했다는 이전 실적이 있으므로 다른 핵종과 마찬가지로 선정 흐름에 따라 감시 대상 핵종으로 재정리함.</p>

순서4에서 선정 제외

핵종 그룹을 재정리하여 수중에서 유사한 성질을 가지는 퀴륨과 아메리슘을 동일 그룹으로 한 결과, 그룹 내에서의 퀴륨 243의 선량 영향이 작은 것을 확인할 수 있었기 때문에 이를 제외함.

[참고]ALPS 제거 대상 핵종(62개 핵종),탄소14와의 비교

- 이번 검증에서 변경된 핵종은 아래와 같습니다.
- 또한 지금까지의 측정에 있어 셀레늄79이 ALPS 처리수 등의 전베타 분석에서 존재를 의심할 만한 데이터의 괴리가 없었다는 점, 우라늄 234, 우라늄 238, 넵투늄 237은 지금까지의 ALPS처리수 등에서 전알파 분석의 결과 검출되지 않았다는 점, 이번에 실시한 추가 분석에서 이들 핵종이 검출되지 않았다는 점, 철 55는 오염수 내에서 주로 고체 형태로 존재한다는 점으로 미루어 봤을 때, ALPS 처리수에 이들 핵종이 유의한 농도로 존재하지 않을 것이라고 생각되지만 만약을 위하여 측정·평가 대상에 포함하였습니다.
- ALPS 제거 대상 핵종 중 선정에서 제외된 39개 핵종이 오염수 안에 유의하게 존재할 가능성은 없습니다만, 방출 전에 자체적인 측정을 통하여 이들 핵종이 검출 한계 미만임을 확인 하도록 하겠습니다.

측정·평가 대상 핵종 : 29개 핵종 (=24+5)

※ : 아래 표의 핵종 외에 삼중수소도 측정

C-14 탄소	Y-90 이트륨	Cs-137 세슘	U-238 우라늄	Cm-244 퀴륨
Mn-54 망가니즈	Tc-99 테크네튬	Ce-144 세륨	Np-237 넵투늄	
Fe-55 철	Ru-106 루테튬	Pm-147 프로메튬	Pu-238 플로토늄	
Co-60 코발트	Sb-125 안티모니	Sm-151 사마륨	Pu-239 플로토늄	
Ni-63 니켈	Te-125m 텔루륨	Eu-154 유로퓸	Pu-240 플로토늄	
Se-79 셀레늄	I-129 요오드	Eu-155 유로퓸	Pu-241 플로토늄	
Sr-90 스트론튬	Cs-134 세슘	U-234 우라늄	Am-241 아메리슘	

ALPS 제거 대상 핵종 측정·평가 대상 핵종에서 선정 외로 분류된 핵종 : 39개 핵종 (=13+10+16)

Fe-59 철	Te-129m 텔루륨	Co-58 코발트	Te-123m 텔루륨	Zn-65 아연	Ba-137m 바륨	Cm-242 퀴륨
Rb-86 루비듐	Cs-136 세슘	Y-91 이트륨	Te-127 텔루륨	Rh-106 로듐	Pr-144 프라세오디뮴	Cm-243 퀴륨
Sr-89 스트론튬	Ba-140 바륨	Nb-95 나이오븀	Te-127m 텔루륨	Ag-110m 은	Pr-144m 프라세오디뮴	
Ru-103 루테튬	Ce-141 세륨	Sn-123 주석	Gd-153 가돌리늄	Cd-113m 카드뮴	Pm-146 프로메튬	
Rh-103m 로듐	Pm-148 프로메튬	Sb-124 안티모니	Tb-160 터븀	Sn-119m 주석	Eu-152 유로퓸	
Cd-115m 카드뮴	Pm-148m 프로메튬			Sn-126 주석	Am-242m 아메리슘	
Te-129 텔루륨				Cs-135 세슘	Am-243 아메리슘	

■ : 선정 흐름에 따라 만일을 대비하여 추가한 핵종 (5개 핵종)

■ : 인벤토리 양이 감소하여 순서1에서 선정 외로 분류된 핵종 (13개 핵종)
 ■ : 인벤토리 양이 감소하여 순서3에서 선정 외로 분류된 핵종 (10개 핵종)
 ■ : 원자로 등에서 오염수로의 이행 상태를 실태에 맞게 재검토한 결과, 순서4,5에서 선정 외로 분류된 핵종 (16개 핵종)

} 해당하는 핵종의 반감기 1년 미만

【참고】 방출 전에 매회 측정하는 핵종은 69개 핵종(29+39+1) **TEPCO**

측정·평가 대상 핵종 : 29개 핵종

C-14 탄소	Sr-90 스트론튬	I-129 요오드	Eu-154 유로퓸	Pu-239 플로토늄
Mn-54 망가니즈	Y-90 이트륨	Cs-134 세슘	Eu-155 유로퓸	Pu-240 플로토늄
Fe-55 철	Tc-99 테크네튬	Cs-137 세슘	U-234 우라늄	Pu-241 플로토늄
Co-60 코발트	Ru-106 루테튬	Ce-144 세륨	U-238 우라늄	Am-241 아메리슘
Ni-63 니켈	Sb-125 안티모니	Pm-147 프로메튬	Np-237 넵투늄	Cm-244 퀴륨
Se-79 셀레늄	Te-125m 텔루륨	Sm-151 사마륨	Pu-238 플로토늄	

: 새로 선정된 핵종

고시 농도비 총계를 기준으로 평가하여 1미만임을 확인

ALPS 제거 대상 중 측정·평가 대상 외 핵종 : 39개 핵종

Fe-59 철	Rh-103m 로듐	Sd-124 안티모니	Ba-137m 바륨	Eu-152 유로퓸
Co-58 코발트	Rh-106 로듐	Te-123m 텔루륨	Ba-140 바륨	Gd-153 가돌리늄
Zn-65 아연	Ag-110m 은	Te-127 텔루륨	Ce-141 세륨	Tb-160 터븀
Rb-86 루비듐	Cd-113m 카드뮴	Te-127m 텔루륨	Pr-144 프라세오디뮴	Am-242m 아메리슘
Sr-89 스트론튬	Cd-115m 카드뮴	Te-129 텔루륨	Pr-144m 프라세오디뮴	Am-243 아메리슘
Y-91 이트륨	Sn-119m 주석	Te-129m 텔루륨	Pm-146 프로메튬	Cm-242 퀴륨
Nb-95 나이오븀	Sn-123 주석	Cs-135 세슘	Pm-148 프로메튬	Cm-243 퀴륨
Ru-103 루테튬	Sn-126 주석	Cs-136 세슘	Pm-148m 프로메튬	

검출한계치 미만임을 자체적으로 측정하여 확인

H-3
삼중수소

희석 후의 삼중수소 농도가 리터 당 1,500Bq 미만에 되도록 희석 배율을 설정하기 위해 측정

매 회 측 정

감시 대상 핵종 : 6개 핵종

Cl-36 염소	Nb-93m 나이오븀	Nb-94 나이오븀	Mo-93 몰리브데넘
Cd-113m 카드뮴	Ba-133 바륨		

유의하게 존재하지 않음을 1년에 한 번 확인

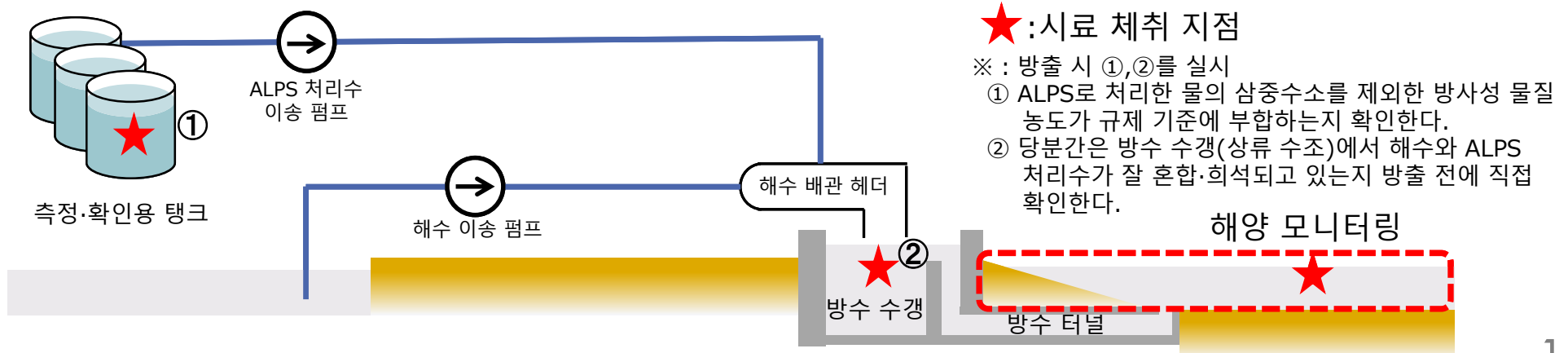
4-7. '삼중수소를 제외한 측정·평가 대상 핵종 선정' 정리

- 당사는 ALPS 처리수를 환경에 희석·방출하기 전에 최종적으로 확인할 핵종에 대해서, 지금까지의 ALPS 처리수에 관한 심사 회합에서의 논의와 제1회 IAEA 리뷰 보고서, 후쿠시마현 기술 검토회 보고서의 요구 사항에 입각하여 재차 철저한 검증을 실시하였습니다.
- ALPS 처리수에 포함된 방사성 물질에 대해서는 지금도 지속적으로 측정을 실시하고 있으며, 주요 7개 핵종*과 탄소14, 테크네튬99 이외의 핵종이 유의하게 존재하지 않음을 전베타 측정·전알파 측정 등을 통해 확인하고 있습니다. 나아가 선행 지식을 바탕으로 그 존재가 의심되는 핵종을 추가로 분석한 결과 ALPS 처리수 안에 새로운 핵종(알파핵종 포함)은 검출되지 않았습니다.
- 이에 따라 ALPS 처리수의 희석·방출 전에 최종적으로 측정·평가를 실시할 핵종으로 ALPS 처리수 안에 포함되어 있는지의 여부에 관계없이 ALPS로 정화 처리하기 전의 오염수 안에 유의하게 존재할 가능성이 있는 핵종을 고려하여 총 29개 핵종을 선정하였습니다. 측정·평가 대상 핵종 선정 방침에 대해서는 '제2회 IAEA 처리수 안전성 리뷰'에서 확인을 받았습니다.
- 덧붙여 ALPS의 제거 대상으로 한 62개 핵종 중 이번에 측정·평가 대상에서 제외된 39개 핵종이 오염수 안에 유의하게 존재할 가능성이 없으나, 뜬소문으로 인한 피해를 최소화하기 위하여 방출 전에 자체적으로 측정해 검출 한계 미만임을 확인할 예정입니다.

※ : 이전 실시한 62개 핵종의 분석에서 고시 농도에 비하여 유의하게 검출된 세슘134, 세슘137, 스트론튬90, 요오드129, 코발트60, 안티모니125, 루테튬106를 가리킴.


5-1. 방출 개시 후 해양 모니터링에서 이상치가 검출될 경우 ① **TEPCO**

- 2022년 3월 24일 'ALPS 처리수 취급에 관한 해양 모니터링 계획'을 공표하고 모니터링 측정 지점, 측정 대상, 측정 빈도를 추가했습니다. ALPS 처리수 방출 전에 현재의 환경 상태를 파악하기 위하여 2022년 4월부터 해당 계획을 운용하기 시작했습니다.
- 또한 2022년 7월에 인가를 받은 실시 계획에는, 해양 모니터링에서 이상치가 검출될 경우 ALPS 처리수의 해양 방출을 중단하도록 규정하고 있습니다.
- 2023년 2월 1일에 개최된 원자력규제위원회의 회의*에서 '해양 모니터링에서 이상치가 발견될 경우에 대한 방침'을 현재 심사중인 실시 계획에 추가하도록 지시가 있었기에 보정 신청에서는 상기에 대한 내용을 추가하였습니다. ※특정 원자력 시설의 실시 계획 심사 등과 관련된 기술 회합
- 또한, ALPS 처리수의 해양 방출에 있어
 - ✓ 삼중수소를 제외한 방사성 물질 : 희석 방출 전에 규제기준에 부합하는지 확인
 - ✓ 삼중수소 : 법령기준 60,000Bq/L의 40분의 1 이하, WHO 식수 기준 10,000Bq/ℓ의 7분의 1 이하가 될 때까지 대량의 해수로 희석
 하기 때문에 방출한 시점에서 '희석된 처리수'는 안전한 상태에 있다고 판단하고 있습니다.



5-2 . 방출 개시 후 해양 모니터링에서 이상치가 검출될 경우 ② **TEPCO**

- 해역 모니터링에 있어 해양 방출의 일시 정지 여부를 판단하기 위해 사용하는 ‘이상치에 대한 방침’으로 다음 내용을 추가했습니다.

항목	내용	
<p>이상이라 판단하는 상태</p>	<p>■ 대량의 해수로 희석한 ALPS 처리수가 방출구에서 배출된 후 바다에서 확산이 진행되지 않아, 삼중수소 농도가 배출된 직후의 상태에서 저감되지 않은 채 그 영역이 확대되고 있는 상태</p> <div data-bbox="1073 518 1951 811" style="border: 1px solid gray; padding: 10px; text-align: center;"> <p>희석된 ALPS 처리수의 확산이 진행되지 않아 방출한 양에 비례하여 삼중수소 농도가 저감되지 않는 영역이 확대</p>  <p>방출구</p> <p>이상 시의 방출구 주변 이미지</p> </div>	
<p>대상 지점</p>	<p>방출구 부근</p>	<p>발전소 주변 (방출구 부근의 바깥쪽)</p>
<p>해당하는 경우</p>	<p>삼중수소 농도가 방출의 운용치(설비 또는 측정의 불확실성을 감안하더라도 정부 방침으로 규정된 삼중수소 농도의 상한치인 1,500Bq/ℓ 을 웃돌지 않도록 설정)에서 저감되지 않은 채 그 영역이 확대되고 있는 경우</p>	<p>■ 신속하게 상황을 파악하기 위해 실시하는 분석의 결과, 해수 중의 삼중수소 농도가 명백히 이상으로 판단할 수 있는 수치가 나올 경우</p>
<p>운용 방법</p>	<p>■ 이 방침을 바탕으로 향후 구체적인 시료 채취 지점, 이상으로 판단하는 수치 등 운용상 필요한 사항을 사내 매뉴얼로 규정한다. 또한 상기와 더불어 통합 모니터링 계획에 입각한 모니터링 전체에 있어, 평소와 다른 상황 등이 확인·판단된 경우 필요한 대응을 취한다.</p>	