

# 关于多核素去除设备等处理水（ALPS处理水）排放入海 相关辐射影响评估结果（设计阶段\*）的修订

**TEPCO**

---

2022年4月28日

\*本项评估报告，还将依据排放入海相关计划的设计执行相关研究进展、各方意见、国际原子能机构（IAEA）专家评估、第三方评估交叉核验等获得知识积累，不断适当加以调整。

# 修订概要

- 在2021年11月公布“ALPS处理水排放入海相关辐射影响的评估结果（设计阶段）”后，本公司根据研究进展、通过意见征集收到的日本国内外意见、IAEA工作人员及国际专家所做评估、与原子力规制委员会讨论等，对评估做出如下部分调整和修订
- 在辐射影响评估方面，关于大幅低于一般公众剂量限值、剂量约束值\*、以及国际组织所倡导的针对每个物种的设定值这一结论，在修订前后没有改变

章	主要变更点
执行摘要	新增摘要
评估概要	反映1～10章的变更内容
1.背景	新增ALPS处理水等的产生等背景信息
2.ALPS处理水的处置研究	新增ALPS处理水处置相关研究过程
3.评估实施目的	无变更
4.评估方针	参见下一页“评估相关主要变更点”
5.ALPS处理水等的水质及排放方法	反映研究进度（实施计划及审核会议等）
6.人（公众）防护相关评估	参见下一页“评估相关主要变更点”
7.环境保护相关评估	从参考资料变更为正文内容
8.评估相关不确定性的考察	参见下一页“评估相关主要变更点”
9.针对排放入海ALPS处理水实施的监测	新增研究进度（审核会议、综合监测计划等）
10.总结	反映评估相关变更内容

## 评估相关主要变更点

- 本次修订中，虽然由于辐射路径新增等，引起人体剂量评估值出现微增，但较剂量约束值相比，影响极其轻微的这一结论没有改变
- 由于原子力规制委员会在2022年2月表示，作为辐射影响评估确认方针和评估标准，日本国内核电站的剂量目标值（全年0.05毫西弗）与IAEA安全标准剂量约束值是相当的，因此我们把该值（全年0.05毫西弗）当作本评估中的剂量约束值
- 关于摄取海产品引起的内部辐射的评估，假设摄取氚的10%是属于有机结合型的氚（OBT）
- 完善本报告的评估中关于放射性物质富集相关假设（平衡状态）的记述
- 关于人的防护相关评估，对源项（释放放射性物质的种类及量）、辐射路径和评估所使用的海水中放射性物质浓度的部分内容加以调整、评估
- 对于扩散模拟结果显示、计算区域边界部位浓度充分低于海水中氚浓度加以明确表述
- 在潜在辐射相关评估中，重新考虑管道泄漏、储水罐泄漏两种情况，确认低于事故发生时的标准（5毫西弗）
- 对本报告评估结果的不确定性进行考察后得出评估结果，认为源项中的核素组成以及鱼类贝类浓缩系数等转移系数具有较大的不确定性

## 关于本评估

- 根据政府的“基本方针”，针对按照本公司探讨的设备设计与运用实施排放时，辐射对人及环境的影响，规定了采用国际上广为知晓的方法（国际原子能机构（IAEA）安全基准文件、国际放射防护委员会（ICRP）建议）进行评估的方法。
- 据此进行评估的结果大幅低于剂量限度、剂量目标值、以及国际机构所倡导的按照不同生物物种规定的数值，表明处理方式对人及环境的影响极其轻微。
- 今后，我们将在办理获得原子能管制委员会实施计划批准所需相关手续的同时，通过IAEA专家等审查、各方意见及评议等，对评估作出调整。
- 同时，为了消除日本国内外的担忧并获得理解，我们将继续保持较高透明性，发布关于辐射对人及环境影响的相关科学信息。

为了确保公众及环境安全，东京电力严格遵守关于排放水中氚及其他放射性物质浓度，日本国内根据国际标准（IAEA安全基准文件、ICRP建议）制定的规定标准及各类法令等。

- 1.作为评估前提的排放方法**
- 2.评估方法
- 3.评估结果
- 4.其他变更点
- 5.参考

# 作为评估前提的排放方法

- 排放的ALPS处理水经过净化处理，氚以外的62种核素及碳14的告示浓度比总和\* 小于1
- 排放前对64种核素进行测量、评估（包含通过第三方机关的测量、评估），确认实现上述净化处理
- 氚全年排放量小于发生事故前的福岛第一核电厂排放管理目标值规定的22兆贝克勒尔
- 在进行排放时，将使用海水稀释至100倍以上，排放口的氚浓度小于1,500贝克勒尔/公升（Bq/L）。通过上述处理，氚以外的62种核素及碳14的告示浓度比总和亦稀释至小于100分之1
- 稀释后的ALPS处理水将被排放到距离核电厂海面约1km的海底，避免排放水再次被作为稀释用海水取用
- ALPS处理水的稀释率、性状发生异常时，将迅速关闭紧急遮断阀，同时停止ALPS处理水转运泵并停止排放

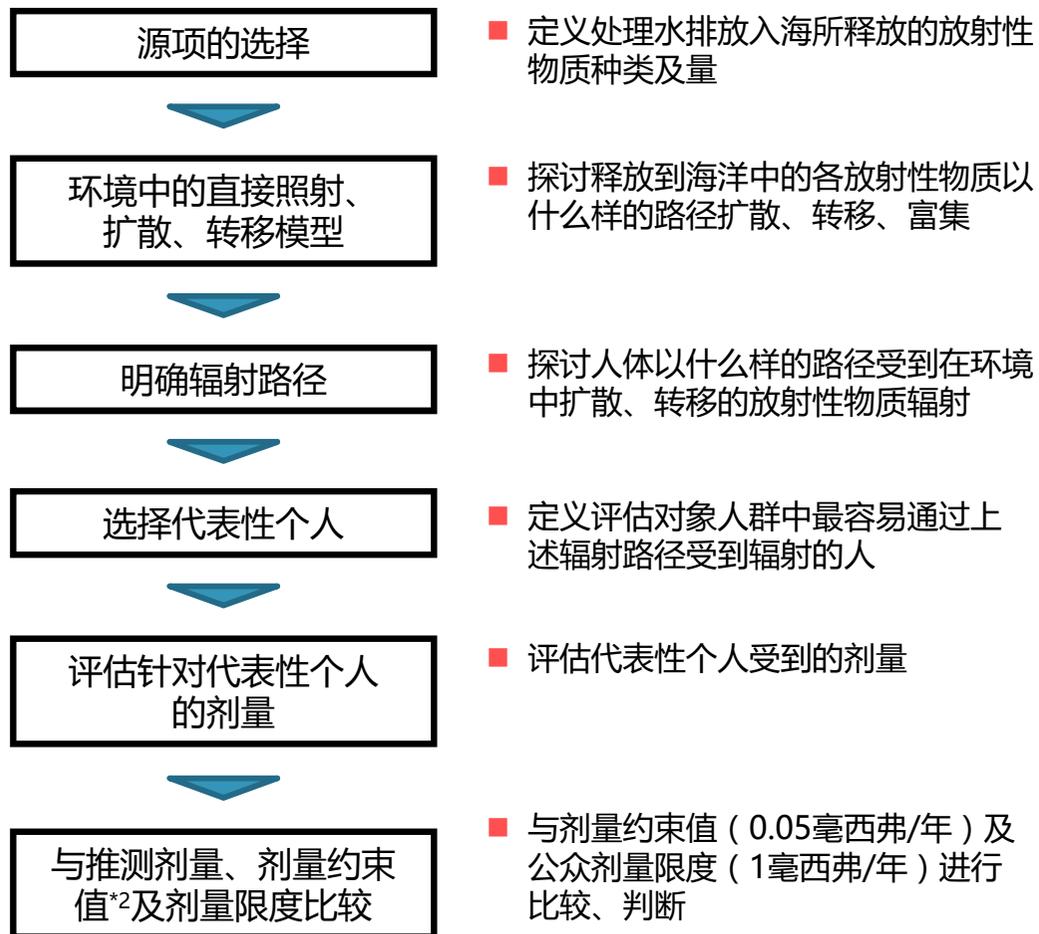
\* 告示浓度比总和：排放水中含多种放射性物质时，计算各核素浓度相对于法令规定限度的比率并进行合计的数值。法令规定在福岛第一核电厂排水口的告示浓度比综合不得超过1。在按照本次计划向海洋进行排放时，将实施ALPS等处理，使氚以外的放射性物质在稀释排放前阶段的告示浓度比总和小于1，并使用100倍以上的海水进行稀释，使氚浓度降至告示浓度（低于60,000贝克勒尔/公升）的40分之1（1,500贝克勒尔/公升）。通过上述处理，氚以外的放射性物质浓度将大幅低于告示浓度。

- 1.作为评估前提的排放方法
- 2.评估方法**
- 3.评估结果
- 4.其他变更点
- 5.参考

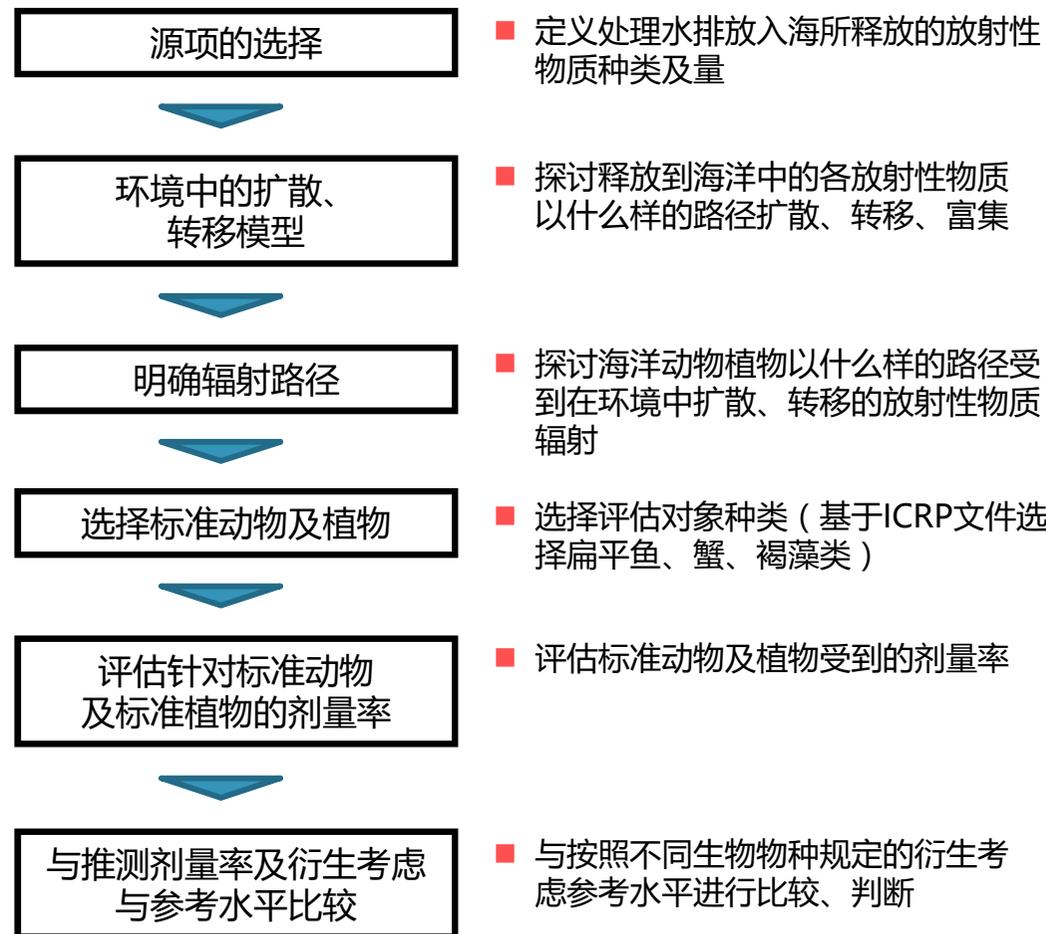
# 辐射影响评估步骤

根据国际原子能机构（IAEA）的安全基准文件\*1，按照以下步骤进行了评估

## 对人体影响的评估



## 环境保护（人以外的生物）相关评估



\*1 IAEA GSG-9 “Regulatory Control of Radioactive Discharges to the Environment”

IAEA GSG-10 “Prospective Radiological Environmental Impact Assessment for Facilities and Activities”

\*2 剂量约束值：在达到剂量限制之前，由负责某一辐射工作或设施的人员为优化防护安全而设定的值。原子力规制委员会于2022年2月16日就福岛第一核电站做出以下见解：核电站剂量目标值（全年0.05毫西弗）与IAEA安全基准剂量约束值相当。

## 源项（释放出的放射性物质种类和量）的选择

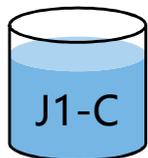
- 从更为现实的预估角度出发，假定实际的ALPS处理水中、64种核素实测值齐全的3组储水罐组的水，分别经海水稀释后，在排海期间连续排放，并就此进行评估
- 对于以前从未检出过的放射性物质，也假定其包含在检测下限值之内进行评估
- 关于根据截至2021年11月本报告中设定的“以假定的ALPS处理水为依据的源项”进行评估的结果，由于其假设仅包含了辐射影响相对较大的核素、评估过度，因此，我们并未将之与其他评估结果并列记述，而是作为参考C“关于根据假设运用管理值的ALPS处理水进行辐射评估的结果”加以记述



### i. K4储水罐组

氚浓度：约19万贝克勒尔/升

氚之外放射性物质总浓度申报比\*：0.29



### ii. J1-C储水罐组

氚浓度：约82万贝克勒尔/升

氚之外放射性物质总浓度申报比\*：0.35



### iii. J1-G储水罐组

氚浓度：约27万贝克勒尔/升

氚之外放射性物质总浓度申报比\*：0.22

任何情形下，其前提都是

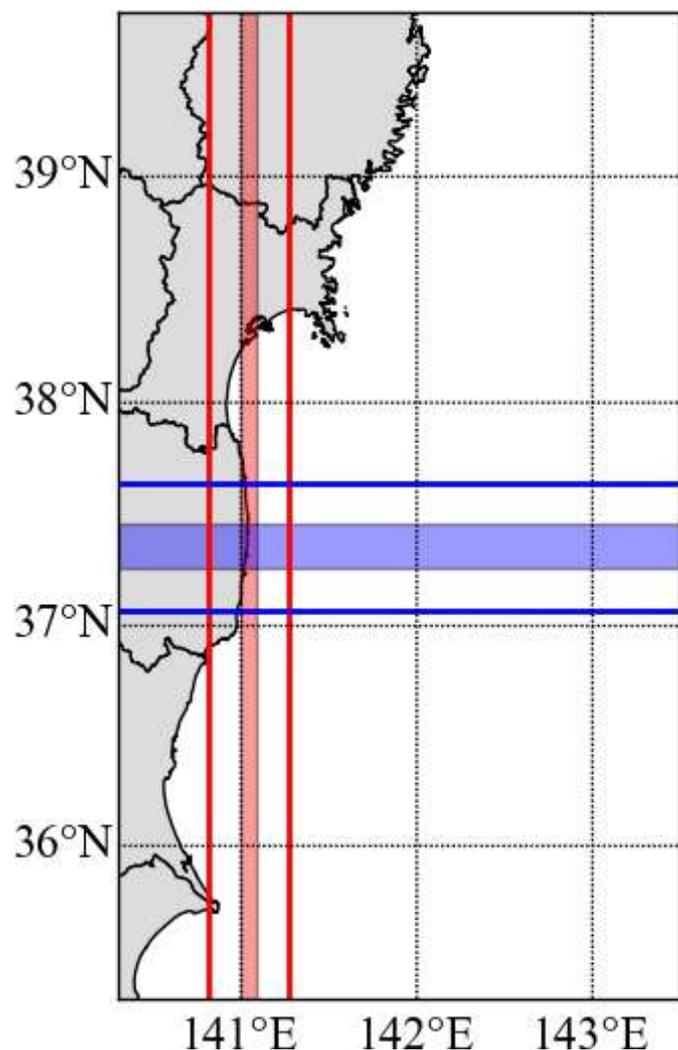
- 全年氚的释放量要在22兆贝克勒尔范围内
- 要将氚浓度稀释到低于1,500贝克勒尔/升

\*总浓度申报比：当排放水中含有多种放射性物质时，计算每种核素浓度与法定限值的比值并求和。在福岛第一核电站，法律规定排水口的总申报浓度比不得超过1。在本次计划进行的排海入海中，将对氚之外的放射性物质进行ALPS等处理，在排放前将其稀释到总申报浓度比小于1，而对氚浓度，则要用100多倍的海水稀释，以使申报浓度（小于60,000贝克勒尔/升）降至其40分之1（1,500贝克勒尔/升）的水平。由此，氚之外的放射性物质的浓度将大大低于申报浓度。

# 环境中的扩散、转移（海域扩散计算）

使用通过还原计算福岛第一核电厂事故后的海水中铯浓度确认再现性的模型

同时，提高分辨率进行计算以确保能够对核电厂附近海域进行详细模拟



- 于福岛洋面适用区域海洋模型（Regional Ocean Modeling System：ROMS）
- 海域流动数据
  - 使用在海洋表面驱动力中内插气象厅短期气象预测数据的数据<sup>[1]</sup>
  - 作为外海边界条件及数据同化\*的原数据，使用海洋再分析数据（JCOPE2<sup>[2]</sup>）
- 模型范围：阶段性地提高北纬35.30～39.71度、东经140.30～143.50度（490km×270km）、核电厂周边南北约22.5km×东西约8.4km的海域分辨率
  - 分辨率（整体）：南北约925m×东西约735m（约1km）、垂直方向30层
  - 分辨率（附近）：南北约185m×东西约147m（约200m）、垂直方向30层（左图红色与蓝色影线交叉的海域）
- 气象及海象数据
  - 2014年及2019年两年实施

\*数据同化：在数值模拟中引进实测数据的手法。亦称为松弛逼近方法（Nudging）。

[1] 桥本 笃、平口 博丸、丰田 康嗣、中屋 耕，《全球变暖导致的日本气候变化预测（1）-气象预测及分析系统NuWFAS在长期气候预测中的运用-》，电力中央研究所报告，2010。

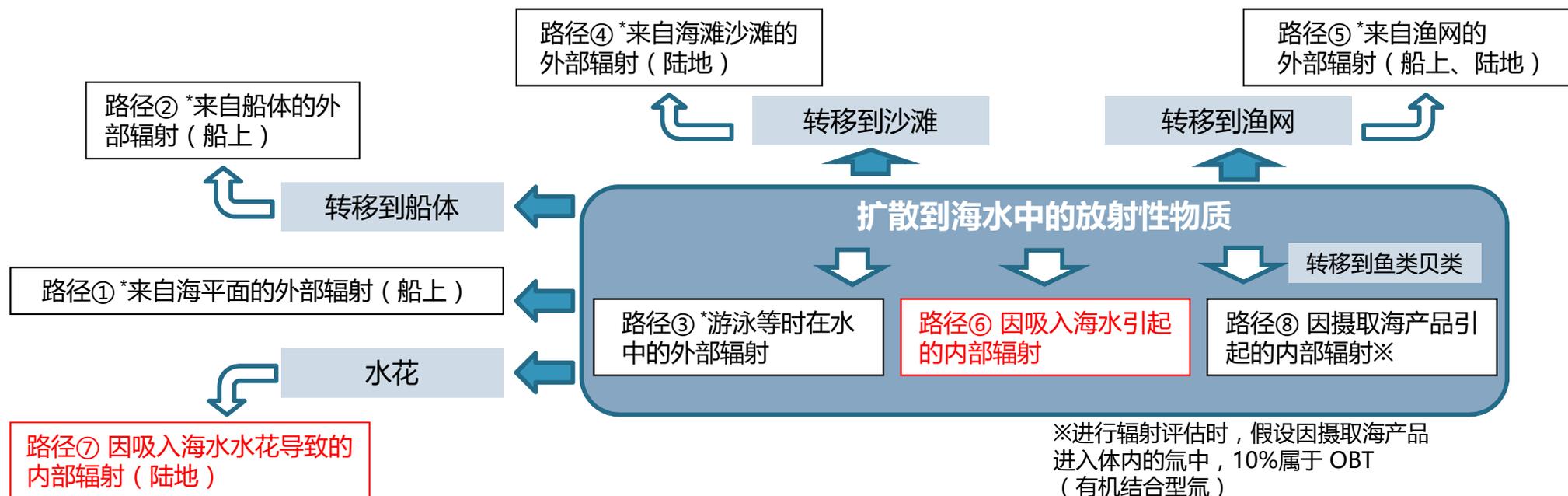
[2] Y.Miyazawa, R.Zhang, X.Guo, H.Tamura, D.Ambe, J.-S.Lee, A.Okuno, H.Yoshinari, T.Setou, and K.Komatsu, "Water mass variability in the western North Pacific detected in a 15-year eddy resolving ocean reanalysis," 2009.

# 确定辐射路径（评估模型）

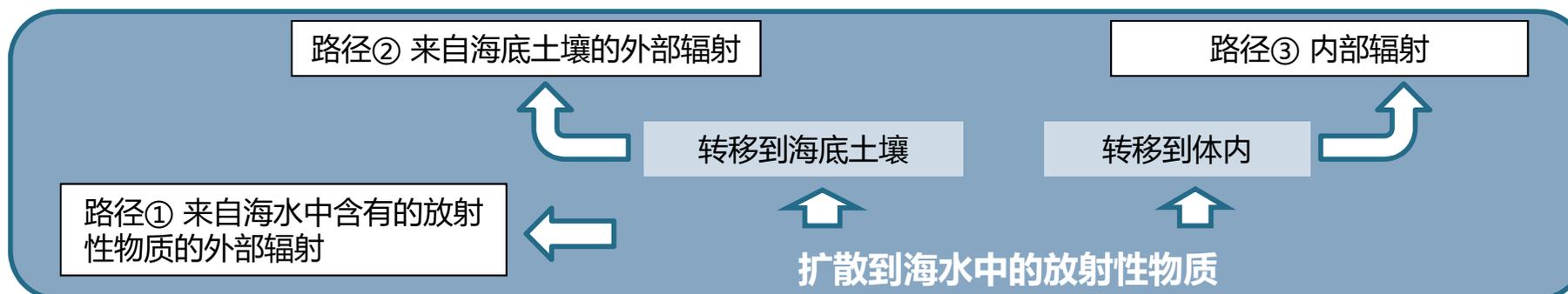
## （1）转移路径和辐射路径（对人辐射）

- 参考IAEA安全标准文件及日本国内事例等设定（选择过程等记载于附件VI“关于非评估对象的转移路径和辐射路径”）

※关于外部辐射，由于是稀释放射性物质后再排放、预计影响较小，所以只以伽马射线为对象进行评估（\*的路径）



## （2）转移路径及辐射路径（动植物）



# 环境中的扩散和转移（用于评估的放射性物质浓度的计算）

- 全年均衡释放气，使用全年实际气象和海象数据计算海域氚浓度
- 在核电站周边 10km×10km 区域计算氚的全年平均浓度
- 在游泳等时在水中的外部辐射、来自海滩沙滩的外部辐射、因吸入海水导致的内部辐射、以及因吸入海水水花导致的内部辐射方面，调整了作为对逗留沙滩时的辐射评估地点
- 其他辐射路径方面，在核电站周边 10km×10km 区域内实施评估
  - 上层（来自海平面、船体的外部辐射）、全层（来自渔网的外部辐射、因摄取海产品引起的内部辐射）、下层（对动植物的辐射）分别计算
  - 按照算出的氚浓度，根据释放量的比例计算，得出其他63种核素的浓度
- 此外，为了针对因评估对象海域范围导致的结果不确定性进行评估，亦在5km×5km范围及20km×10km范围内实施辐射评估（记载于附件XII“关于辐射评估中使用的海水浓度评估范围导致的影响”）



\* 共同渔业权非划定区

## 剂量评估中使用的海水浓度评估地点

出处：以地理院地图（电子国土Web）为基础，由东京电力控股株式会社制作

<https://maps.gsi.go.jp/#13/37.422730/141.044970/&base=std&ls=std&disp=1&vs=c1j0h0k0l0u0t0z0r0s0m0f1>

※此外，针对氚以外核素亦评估为以溶解到海水中的状态进行扩散、转移。

# 设置代表性个人及标准动植物

## (1) 代表性个人 (人体辐射)

- 生活习惯 (外部辐射) 根据《发电用轻水反应堆设施安全审查中的公众剂量评估》设置
  - 全年120天 (2,880小时) 从事渔业, 其中80天 (1,920小时) 在渔网附近作业
  - 全年在海岸的时间为500小时, 游泳为96小时
- 海产品全年摄入量 (内部辐射) 通过最新的食品摄取数据进行两种评估, 即平均摄取量与较多摄取鱼贝类人群的摄取量 (平均+2 $\sigma$ \*)

表4-8 摄取平均量海产品的个人摄取量 (g/天)

	鱼类	无脊椎动物	海藻类
成人	58	10	11
幼儿	29	5.1	5.3
婴儿	12	2.0	2.1

表4-9 摄取较多量海产品的个人摄取量 (g/天)

	鱼类	无脊椎动物	海藻类
成人	190	62	52
幼儿	97	31	26
婴儿	39	12	10

## (2) 标准动植物 (环境保护)

从ICRP Pub.136\*\*所示的海洋环境中的标准动植物中, 选择标准扁平鱼、标准蟹、标准褐藻

- 扁平鱼: 周边海域广泛栖息有比目鱼、鲽鱼类, 是重要的作业对象鱼种
- 蟹: 周边海域广泛栖息有细点圆趾蟹、三疣梭子蟹等
- 褐藻类: 周边海域广泛分布有马尾藻类、黑海带

\* $\sigma$ : 标准偏差

\*\* ICRP Pub.136 "Dose Coefficients for Non-human Biota Environmentally Exposed to Radiation"

# 评估针对代表性个人的剂量

## 外部辐射（路径①②③④⑤）

- 乘坐船舶移动或在水下作业时来自海水辐射的辐射（路径①③）

辐射量 = 有效剂量换算系数 × 海水中放射性物质浓度

- 因从海水转移到船体或沙滩等处的放射性物质所产生辐射造成的辐射（路径②④⑤）

辐射量 = 有效剂量换算系数 × 转移系数 × 海水中放射性物质浓度

- 表示1贝克勒尔/公升的各放射性物质对人体造成的辐射剂量的有效剂量换算系数使用废弃措施工程环境影响手册\*1中规定的系数
- 表示从1贝克勒尔/公升的海水中所含各放射性物质中会有多少放射性物质转移到船体或沙滩等处的转移系数主要使用6处再处理工厂许可文件\*2中规定的系数。仅沙滩转移系数使用原原子能安全委员会准则类\*3中规定的系数

\*1 《发电用反应堆废弃措施工程环境影响评估技术调查 — 环境影响评估参数调查研究（2006年度经济产业省委托调查）附件废弃措施工程环境影响评估手册》，（财）电力中央研究所

\*2 《6处事业所再处理事业指定申请书》，日本原燃服务株式会社

\*3 《发电用轻水反应堆设施安全审查中的公众剂量评估》，原子能安全委员会

# 对代表性个体的剂量评估

## 内部辐射（路径⑥⑦⑧）

辐射剂量 = 有效剂量系数 × 摄取率

- 将游泳等时误饮海水引起的摄取率设定为0.2升/小时（路径⑥）
- 在沙滩吸入海浪溅起水花时的摄取率（路径⑦）

摄取率 = 海水放射性物质浓度 × 呼吸率 × 水花在空气中的浓度 ÷ 海水密度

- 呼吸率使用原原子力安全委员会准则类<sup>\*1</sup>中规定的系数
- 水花在空气中的浓度使用TECDOC-1759<sup>\*2</sup>中规定的系数

- 因摄取海产品的摄取率（路径⑧）

摄取率 = 海水放射性物质浓度 × 浓缩系数 × 海产品全年摄取量

- 有效剂量系数使用IAEA GSR Part 3<sup>\*3</sup>中规定的系数
- 浓缩系数使用IAEA TRS No.422<sup>\*4</sup>中规定的鱼类、无脊椎动物（鱿鱼、章鱼除外）、海藻的数值
- 不考虑海产品市场中从稀释、采集到摄取的过程中各放射性物质的衰减
- 此外，海产品摄取率按鱼类、无脊椎动物（含虾、蟹、鱿鱼、章鱼）、海藻分类计算

\*1 《发电用轻水反应堆设施安全审查中的公众剂量评估》，原子力安全委员会

\*2 IAEA-TECDOC-1759, "Determining the Suitability of Materials for Disposal at Sea under the London Convention 1972 and London Protocol 1996: A Radiological Assessment Procedure"

\*3 IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 3, "Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards"

\*4 IAEA Technical Report Series No.422, "Sediment Distribution Coefficients and Concentration Factors for Biota in the Marine Environment"

# 对代表性个体的剂量评估

## 评估标准（外部辐射与内部辐射合算评估）

- 与一般公众的剂量限度1毫西弗/年比较
- 2022年2月，原子力规制委员会表示，0.05毫西弗/年（50微西弗/年）作为确认辐射影响评估的方针与评估标准，与IAEA安全标准剂量约束值相当，因此我们把该值（全年0.05毫西弗）当作本评估中的剂量约束值

### 完善记述：关于氙以外核素转移、富集的评估（4章）

- 氙全年释放量按上限值22兆Bq进行评估
- 通过7年扩散模拟计算，确认各年海洋中转移、扩散的变动较小
- 评估认为，原本耗时较长的放射性物质转移、浓缩，瞬时即达到平衡状态
  - 虽然本评估是对1年辐射的评估，但是这一评估是对长期释放引起环境中放射性物质已达富集状态的评估，因此整个排放期间内的辐射剂量不会超过这一水平

# 对标准动植物的剂量率评估

## 动植物

- 关于动植物，评估其生存环境中的剂量率
- 使用ICRP所提出的标准动植物以及剂量换算系数，通过下列公式进行计算
- 对外部辐射，考虑来自海水的辐射和来自海底土壤的辐射

内部辐射量 = 内部剂量换算系数 × 海水放射性物质浓度 × 浓度比（路径③）

外部辐射量 = 0.5 × 外部剂量换算系数 × 海水放射性物质浓度（路径①）

+ 0.5 × 外部剂量换算系数 × 海水放射性物质浓度 × 分配系数（路径②）

- 内部和外部剂量换算系数使用ICRP Pub. 136\*<sup>1</sup> 及BiotaDC\*<sup>2</sup>所规定的系数
- 浓度比使用ICRP Pub. 114\*<sup>3</sup>、以及IAEA TRS-479\*<sup>4</sup>及TRS-422\*<sup>5</sup>的浓度系数所规定的数值
- 分配系数使用IAEA TRS-422所规定的系数（2.3.OCEAN MARGIN *Kds*）

## 评估标准

- 与ICRP在Pub.124\*<sup>6</sup>中所提示的建议注意参考等级（DCRL）\*<sup>7</sup>进行比较

\*1 ICRP Pub.136, "Dose Coefficients for Non-human Biota Environmentally Exposed to Radiation"

\*2 ICRP BiotaDC程序 v.1.5.1 (<http://biotadc.icrp.org/>)

\*3 ICRP Pub.114, "Environmental Protection: Transfer Parameters for Reference Animals and Plants"

\*4 IAEA Technical Report Series No.479, "Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer to Wildlife"

\*4 IAEA Technical Report Series No.422, "Sediment Distribution Coefficients and Concentration Factors for Biota in the Marine Environment"

\*6 ICRP Pub.124 "Protection of the Environment under Different Exposure Situations"

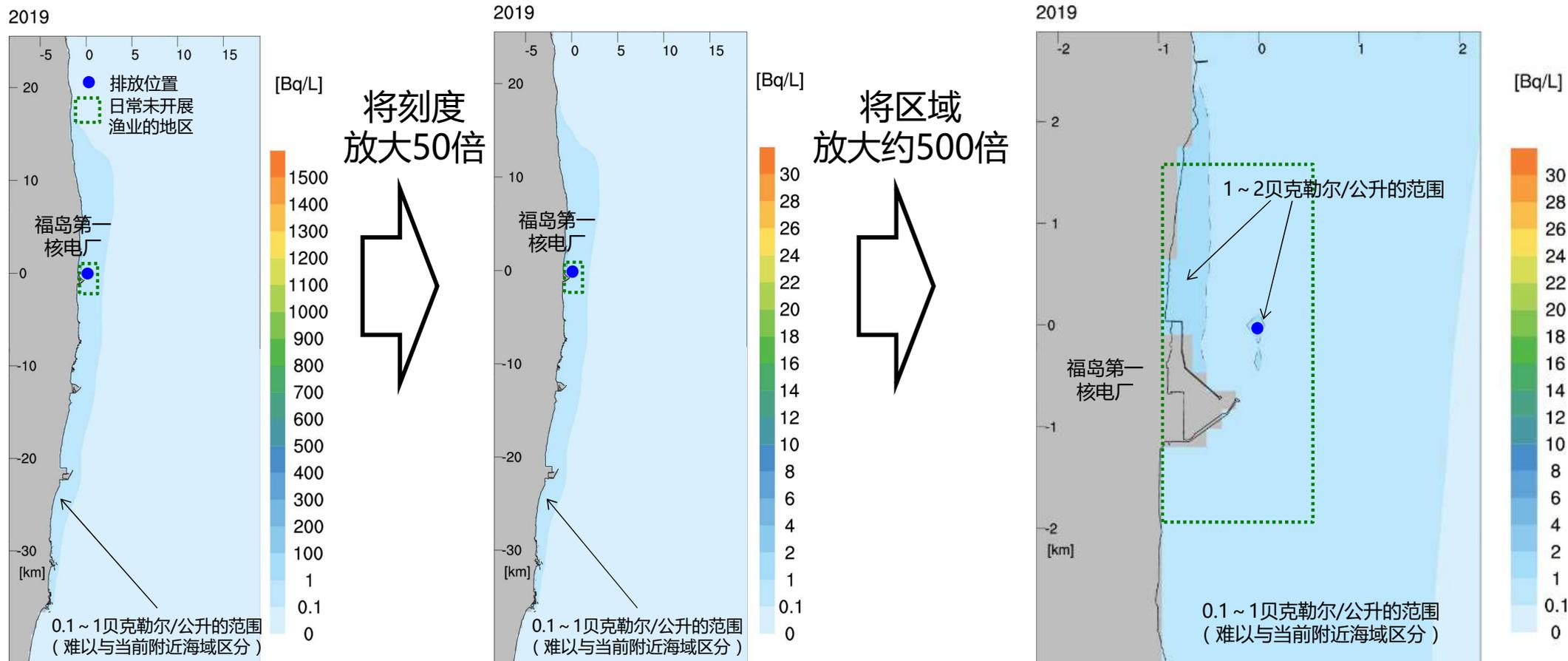
\*7 建议注意参考等级（Derived Consideration Reference Level, DCRL）：ICRP倡导的为各个物种确定具有一位数幅度的剂量率范围，是如有超出、则需考虑其影响的剂量率水平。

- 1.作为评估前提的排放方法
- 2.评估方法
- 3.评估结果**
- 4.其他变更点
- 5.参考

# 海洋扩散模拟结果

根据通过2019年气象及海象数据进行评估的结果显示，评估浓度大于当前周边海域海水所含氚浓度 (0.1 ~ 1贝克勒尔/公升\*) 的范围 (虚线内侧范围) 仅限于核电厂周边2 ~ 3km的范围

※WHO饮用水水质标准中10,000贝克勒尔/公升的10万分之1 ~ 1万分之1



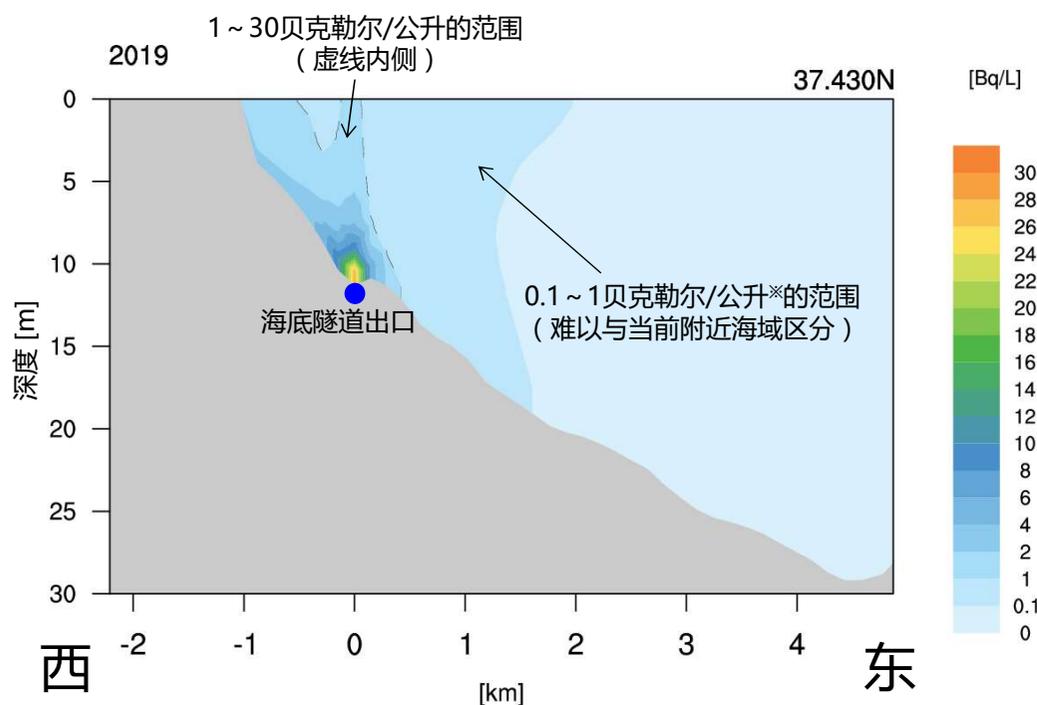
福岛县洋面放大图  
(以最大刻度30贝克勒尔/公升制图)

核电厂附近放大图  
(以最大刻度30贝克勒尔/公升制图)

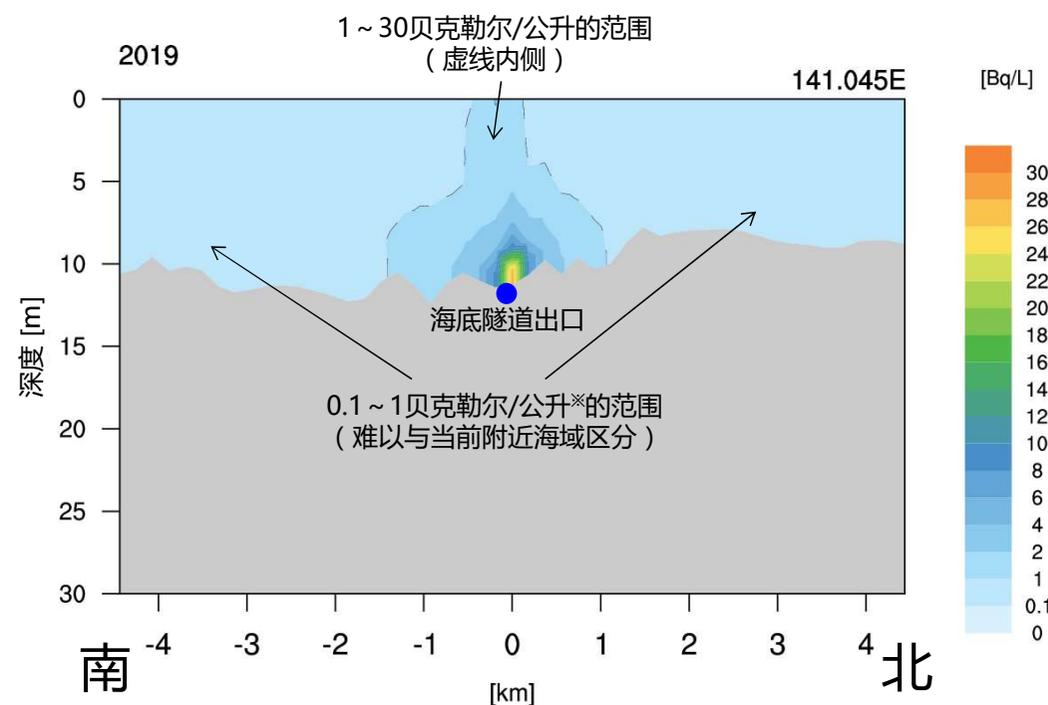
# 海洋扩散模拟结果 (隧道出口附近)

扩散前隧道出口周边浓度迅速下降

此外，**大幅低于**根据ICRP建议制定的日本国内规定标准（6万贝克勒尔/升）以及**WHO饮用水水质标准规定（1万贝克勒尔/升）**



隧道出口东西截面图  
(以最大刻度30贝克勒尔/公升制图)

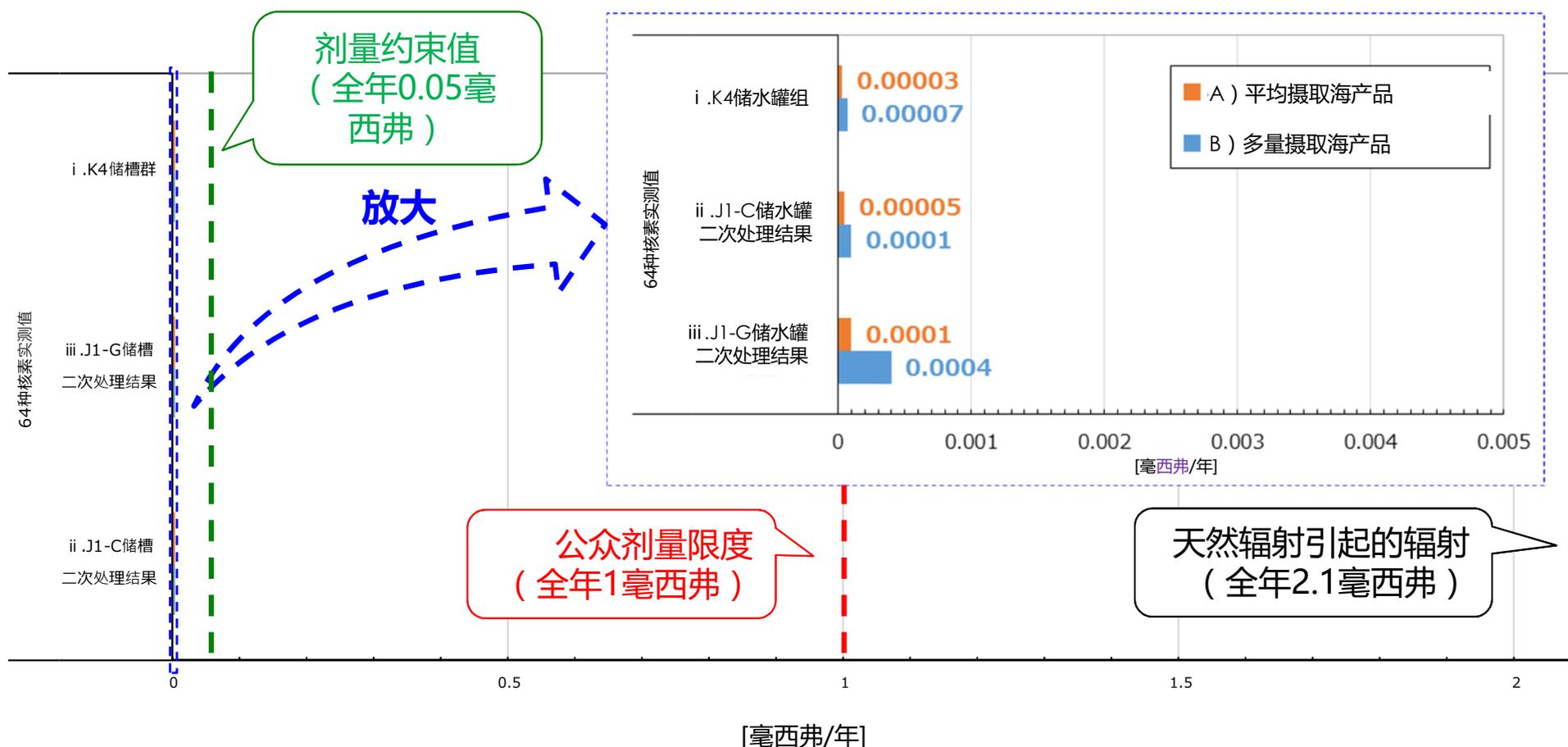


隧道出口南北截面图  
(以最大刻度30贝克勒尔/公升制图)

※WHO饮用水水质标准中10,000贝克勒尔/公升的10万分之1 ~ 1万分之1

# 对人辐射的评估结果（设计阶段、依据64种核素实测值的评估）

- 64种核素实测值评估结果显示，约为一般公众剂量限度（全年1毫西弗）的3万分之1 ~ 3000分之1，与剂量约束值相对应的日本国内核电站剂量目标值（全年0.05毫西弗）相比约为2000分之1 ~ 100分之1



(注) 只显示成人的结果作为代表。这个评估是假定即使是从未被检出过的未检出核素也存在于检出下限值、并加以测算的结果。而且，这个评估只是现阶段的结果，根据今后的讨论进展和公司内外意见结果等，可能会对评估加以更新。

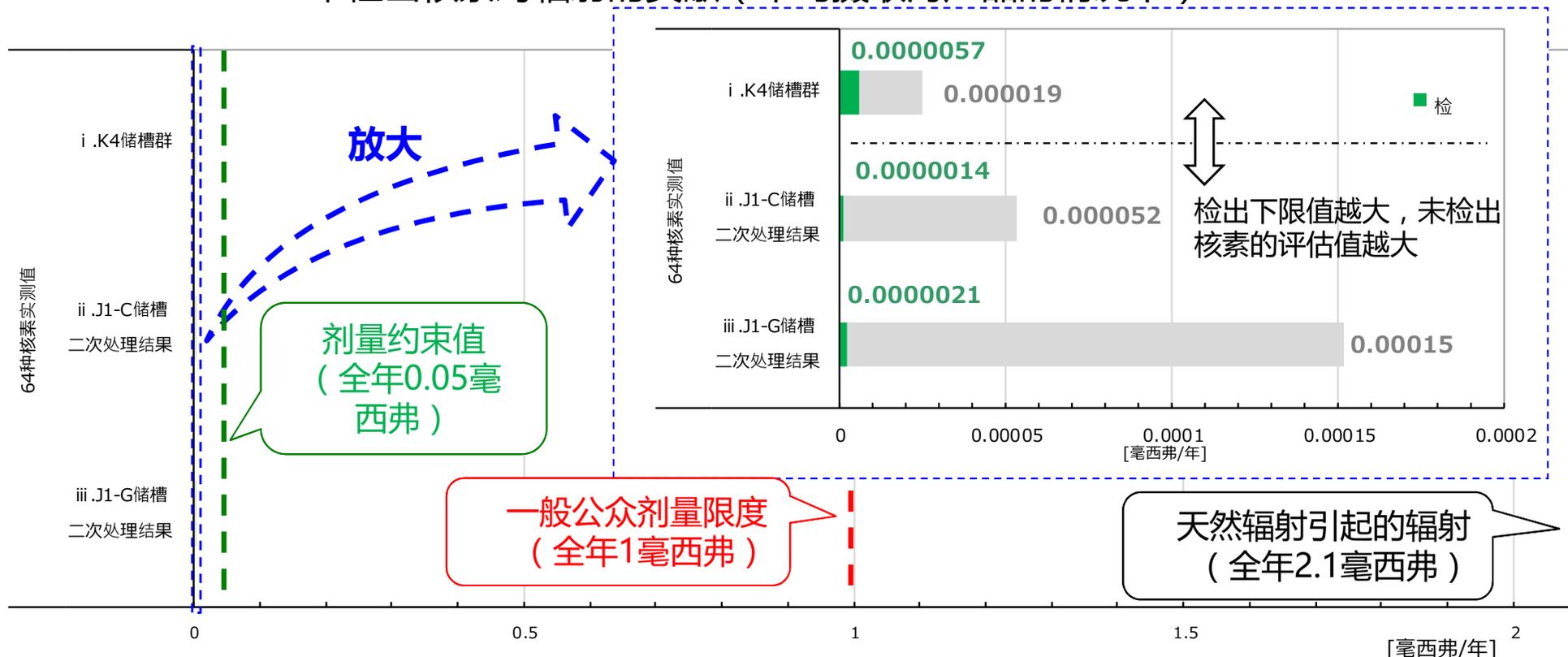
# 评估结果 (设计阶段、依据实测值评估) 未检出核素的相关考察

- 在依据64种核素实测值的评估中，鉴于迄今的分析评估假定的都是从未被检出过的未检出核素也存在于检出下限值，因此推定，对辐射的大部分贡献是来自于“未检出核素”，64种核素的实际评估结果数值可能更低

- 今后，将每年大致进行1次检测，检测将依据比通常还要低的检出下限值进行，以此努力掌握未检出核素的影响程度

i .K4：降低检出下限值的详细分析  
ii .J1-C, iii .J1-G：可持续运用的检出下限值

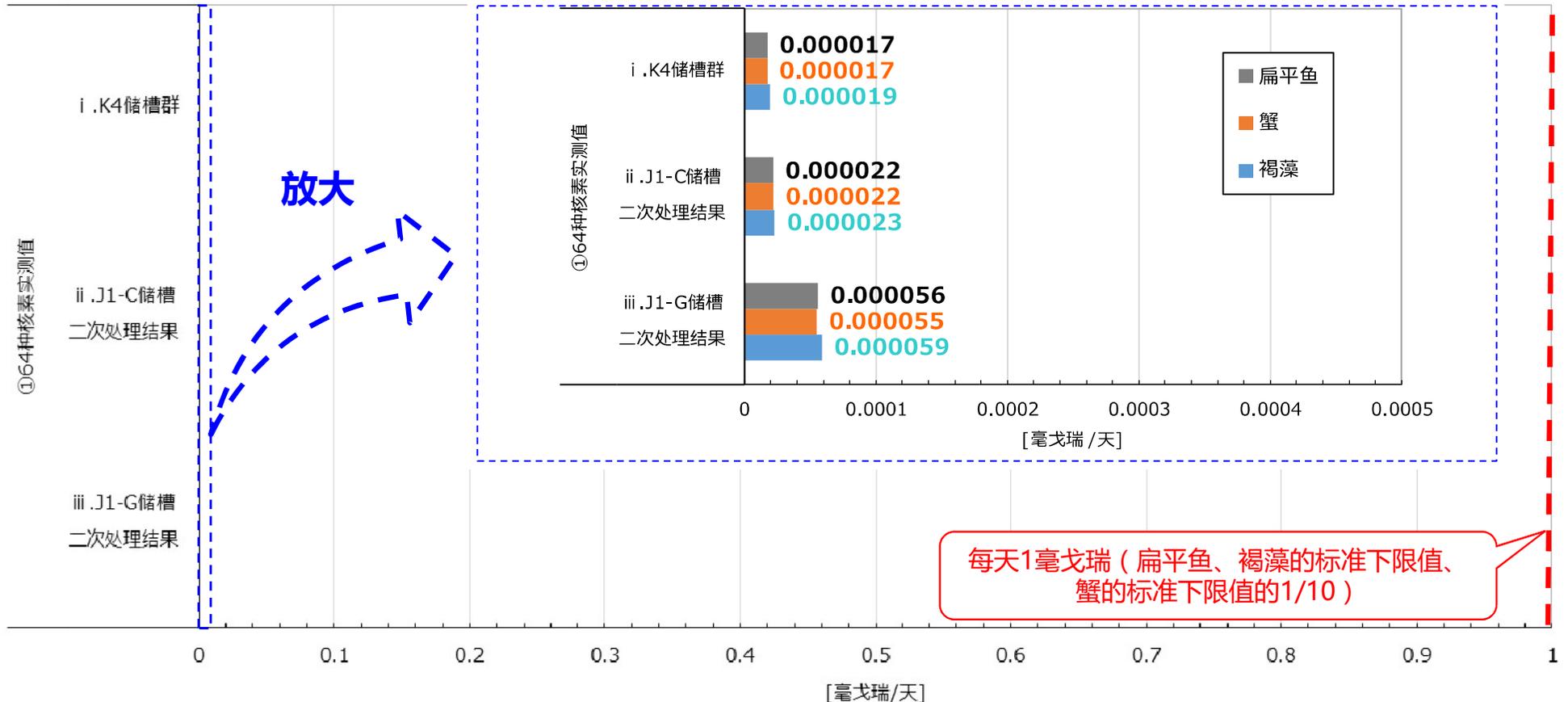
## 未检出核素对辐射的贡献 (平均摄取海产品的情况下)



(注) 只显示成人的结果作为代表。而且，这个评估只是现阶段的结果，根据今后的讨论进展和公司内外意见结果等，可能会对评估加以更新。

# 动植物辐射评估结果 (设计阶段、通过64种核素实测值进行评估)

- 相对于作为评估标准的衍生考虑参考水平\* (扁平鱼1~10毫戈瑞\*\*/天、蟹10~100毫戈瑞/天、褐藻1~10毫戈瑞/天) 下限值, 通过64种核素实测值进行的评估结果仅为约6万分之1~约2万分之1 (蟹约为60万分之1~20万分之1)



(注) 该评估中, 针对一次都未被检测到的未检测核素, 假设其含量为检测下限值进行了试算。此外, 该评估为当前结果, 根据今后的探讨进度及公司内外审查结果等会对评估结果进行更新。

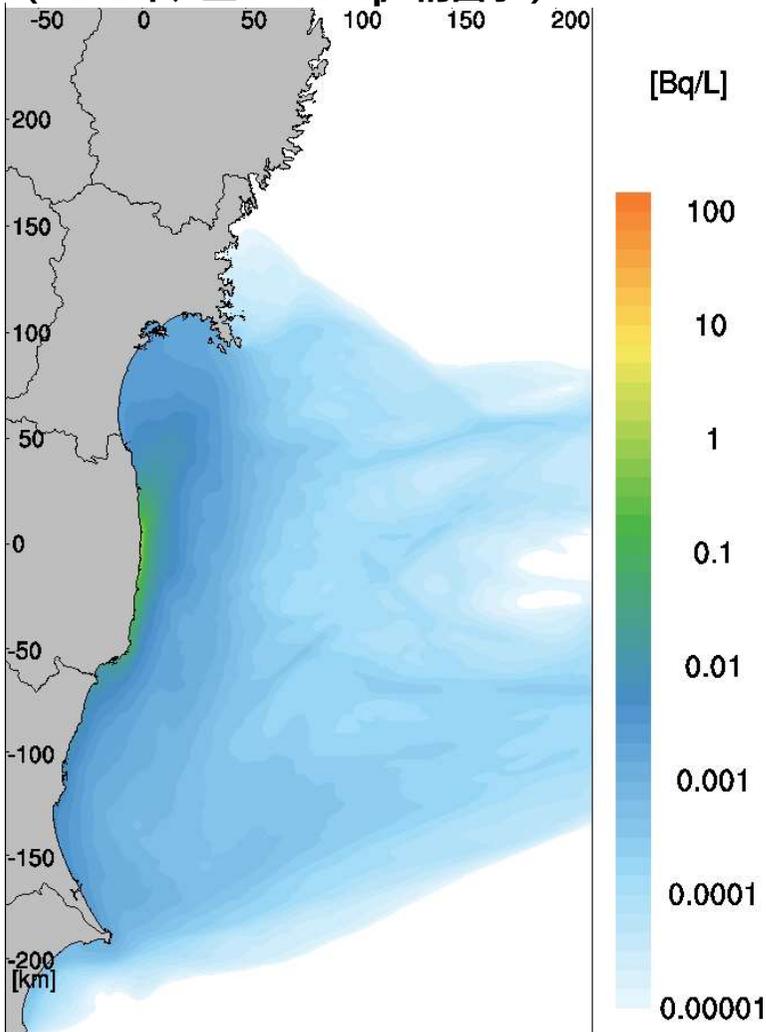
\* 衍生考虑参考水平 (Derived Consideration Reference Level, DCRL) : ICRP所倡导的针对各个物种分别规定范围为1位数的剂量范围。超过该范围时便为需要考虑影响的剂量率水平。

\*\* 戈瑞: 表示物质吸收剂量 (所吸收能量的量) 的单位, 希沃特是表示人体所受辐射影响大小的单位。准确表示应为希沃特 = 修正系数 × 戈瑞, 但在伽马射线、β射线中几乎相同

1. 作为评估前提的排放方法
2. 评估方法
3. 评估结果
- 4. 其他变更点**
5. 参考

# 其他变更点 (对模拟计算区域外的影响)

计算区域整体的全年平均浓度分布图  
(2019年、至1E-05Bq/L的图示)



数字为与核电站之间的距离[km]

- 关于根据2019年气象及海象数据计算的全部区域全年平均浓度，于左图表示至1E-05Bq/L的图示结果。
- 计算范围边界中2014年~2020年的全年平均浓度最大值如下表所示，全在东侧，为1.1E-04~2.6E-04Bq/L，充分低于日本周边海域的海水中氚浓度（约1.0E-01Bq/L）。
- 根据核电站周边10km×10km范围的全年平均浓度计算的辐射评估结果显示，不仅低于一般公众剂量限值1mSv/年，更大幅低于剂量约束值0.05mSv/年，因此计算区域外浓度更低，无需对辐射影响进行评估。

各年模型边界（南北、东西）的全年平均浓度最大值与位置

年	浓度 (Bq/L)	位置 (与核电站之间的距离)		
		东西	南北	距离表层的深度
2014	1.1E-04	向东约218km	向南约162km	约9.0m
2015	2.6E-04	向东约218km	向南约102km	约0.6m
2016	1.4E-04	向东约218km	向南约6km	约5.5m
2017	2.4E-04	向东约218km	向南约30km	约9.0m
2018	1.9E-04	向东约218km	向南约97km	约0.6m
2019	1.6E-04	向东约218km	向南约68km	约1.7m
2020	1.9E-04	向东约218km	向南约25km	约1.7m

## 其他变更点（调整潜在辐射相关评估）

- 虽然潜在辐射相关评估在修订前作为参考，但是在原子力规制委员会的ALPS处理水处置实施计划相关审核会议的讨论中，得到了考虑设备情况的场景选择、现实性源项的使用、转移路径、辐射路径完整性等意见，如下表所示，我们对评估方法作出调整，并记载于正文。
- 通过重新选择场景，虽然流出量及辐射路径出现变化，且评估值变大，但数值小于事故发生时标准5mSv的结果并无变化。

评估步骤	修订前报告	本报告
场景的选择	因管道破裂，1天流出ALPS处理水5000m <sup>3</sup>	情况1：因管道破裂，连续20天每天流出500m <sup>3</sup> 情况2：因储水罐破损，1天流出30000m <sup>3</sup>
源项	均为Te-127	基于实测值的源项
转移、辐射路径	仅来自海洋表面的外部辐射	与平时的辐射相同
代表性个体	在距离排水口1km处作业	普通生活中在沙滩评估地点的辐射，亦考虑内部辐射
评估结果	7.3E-05mSv	情况1 7E-04 ~ 5E-03mSv 情况2 4E-02 ~ 2E-01mSv

## 其他变更点（考虑不确定性）

- IAEA的GSG-10中要求在进行辐射影响评估时考虑数据的偏差及不确定性。
- 在修订前的报告中，作为参考，于结尾就不确定性做了表述。
- 本报告根据原子力规制委员会ALPS处理水处置实施计划相关审核会议讨论结果，针对更多参数及条件，亦尝试使用参数调查方法进行详细评估。
- 不确定性大致包括源项的核素组成、鱼类贝类浓缩系数等转移系数，但辐射评估结果充分低于剂量限值1mSv/年及剂量约束值0.05mSv/年，并不会对评估保守性造成影响。

- 1.作为评估前提的排放方法
- 2.评估方法
- 3.评估结果
- 4.其他变更点
- 5.参考**

# 【参考】旨在确保安全的设备的整体情况

出处：依据地理院地图（电子国土Web），由东京电力控股株式会社制作  
<https://maps.gsi.go.jp/#13/37.422730/141.044970/&base=std&ls=std&disp=1&vs=c1j0h0k0i0u0t0z0r0s0m0f1>

## 二次处理设备（新设反渗透膜装置）

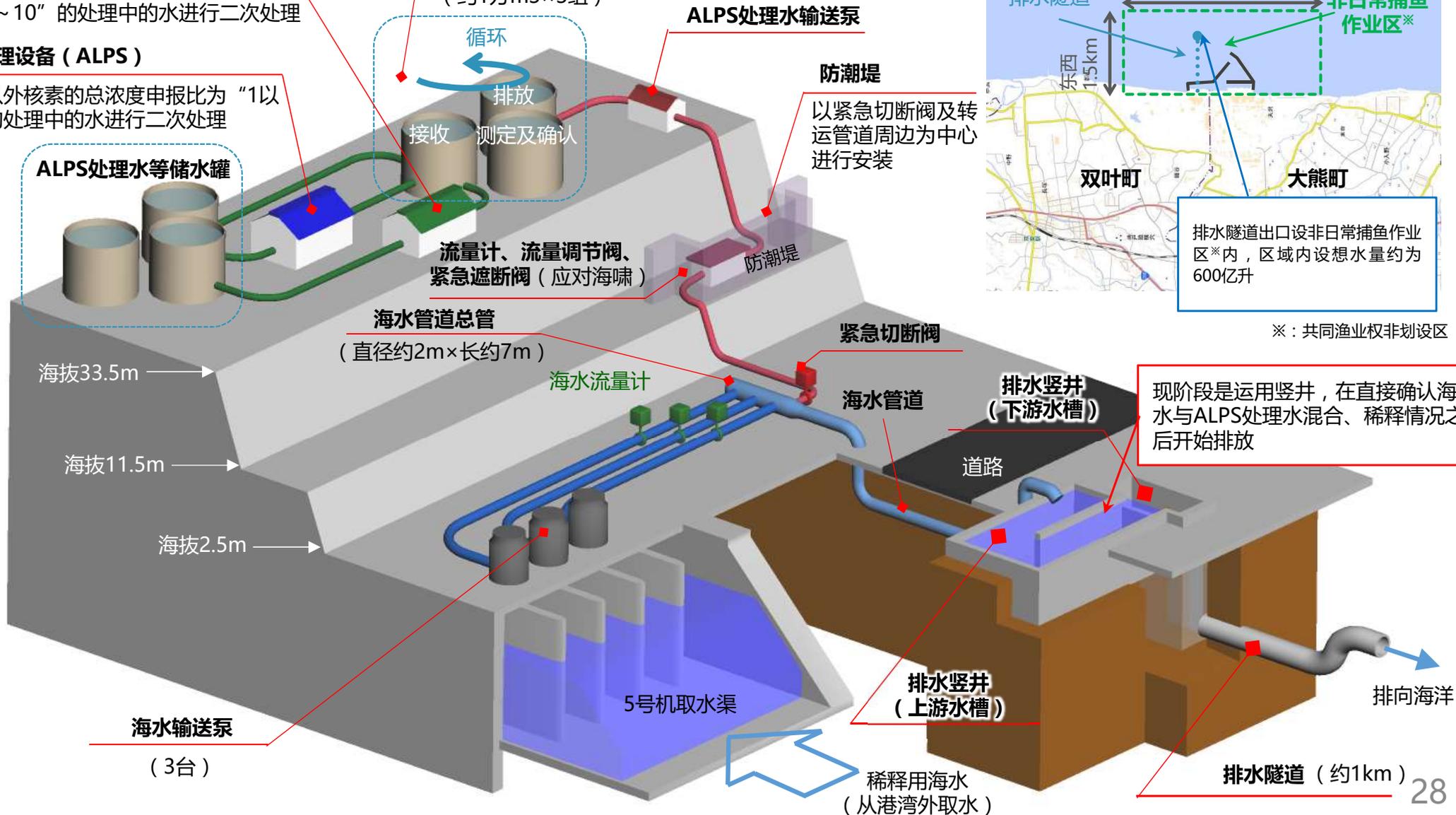
对氚以外核素的总浓度申报比为“1~10”的处理中的水进行二次处理

## 二次处理设备（ALPS）

对氚以外核素的总浓度申报比为“1以上”的处理中的水进行二次处理

## 用于测定及确认的设备（K4储水罐组）

由3组储水罐组构成，分别承担接收、测定及确认、排放工序，在测定及确认工序中，通过循环、搅拌，采集均化水进行分析（约1万m<sup>3</sup>×3组）

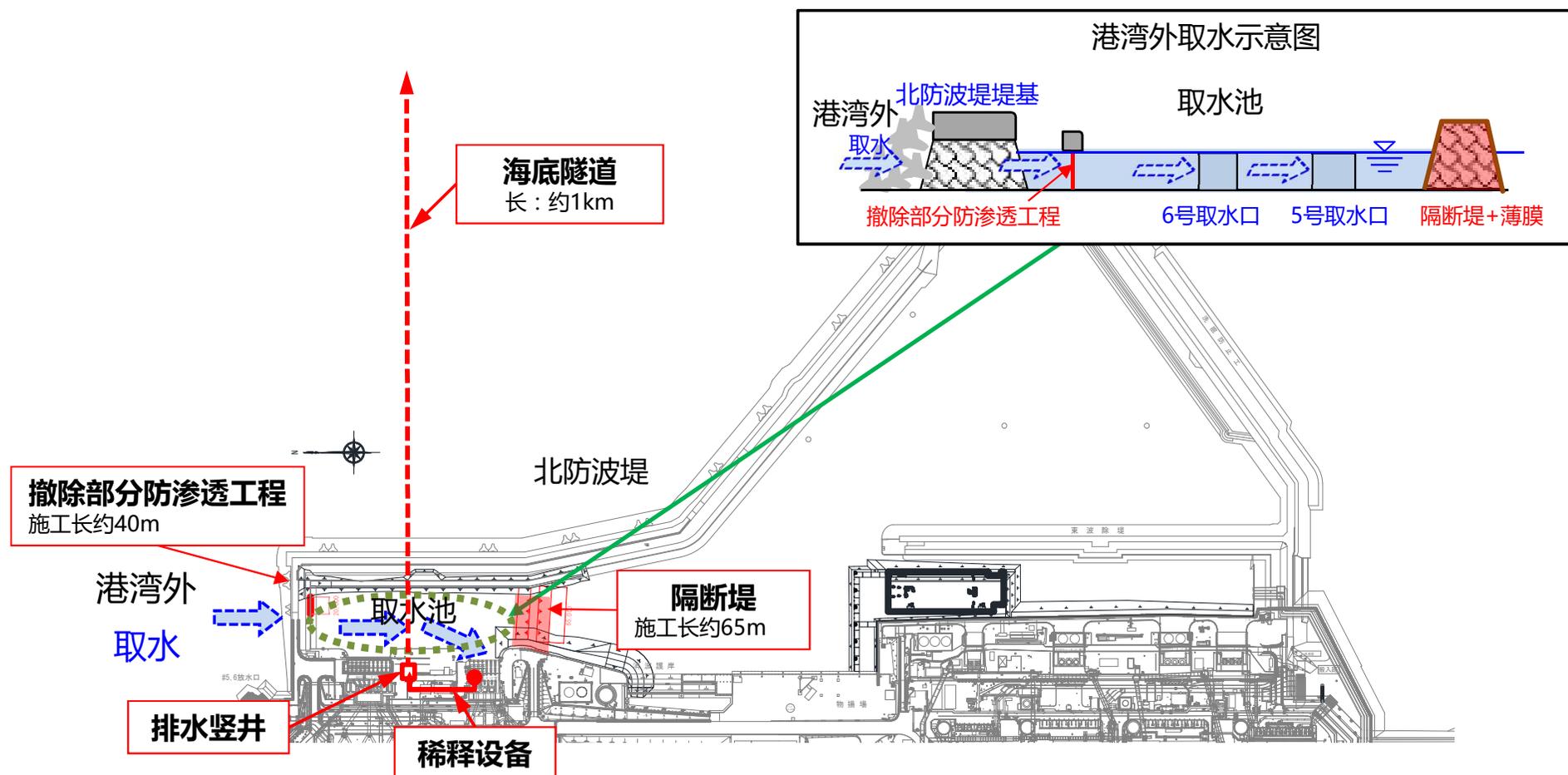


※：共同渔业权非划设区

现阶段是运用竖井，在直接确认海水与ALPS处理水混合、稀释情况后开始排放

# 【参考】 港湾设计

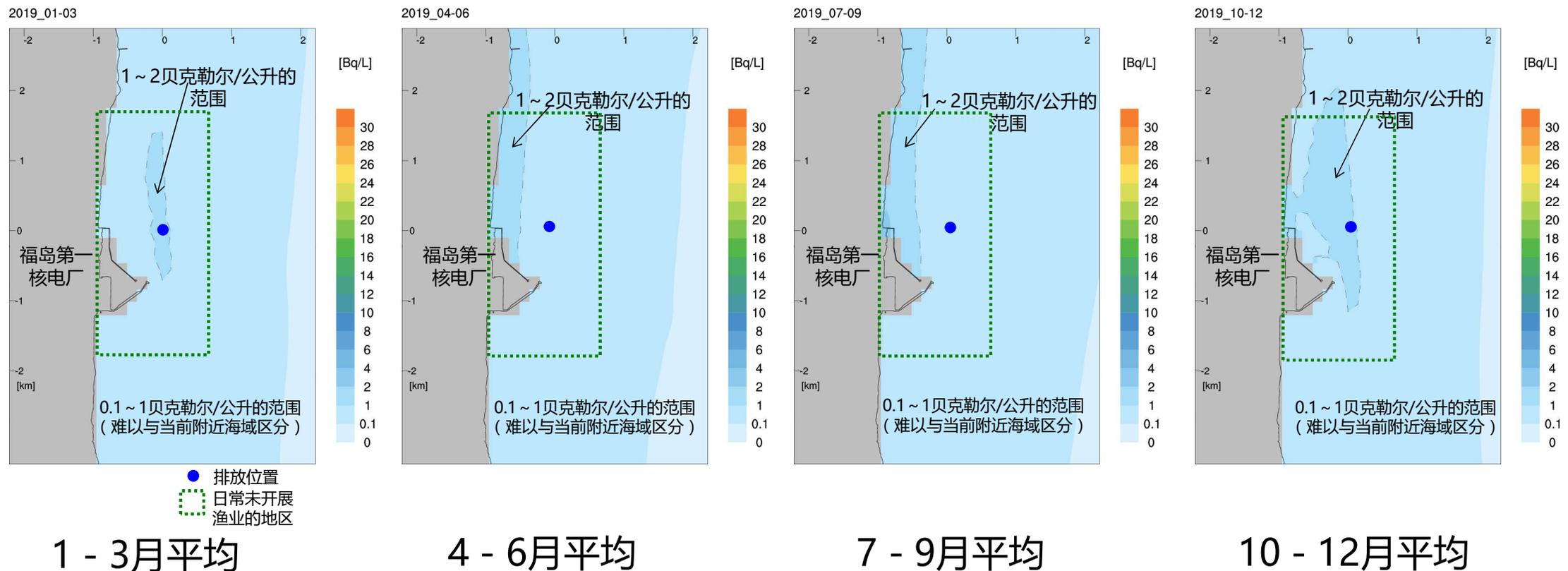
- 对部分北防波堤进行改造，取港湾外海水用作稀释，并通过隔断堤与港口内部分离，以此避免港口内的海水与稀释用海水直接混合。
- 通过从距离沿岸约1km的场所进行排水，实现海水难以再循环（不易再次取水用作稀释用海水）的设计。
- 海底隧道方面，在进行海洋钻探调查等工作后进行详细探讨。



# 【参考】海洋扩散模拟结果 (季节平均)

即使取季节平均值，评估浓度大于当前周边海域海水所含氚浓度 (0.1 ~ 1 贝克勒尔/公升 ※) 的范围 (虚线内侧范围) 也仅限于核电厂周边。

※WHO饮用水水质标准中10,000贝克勒尔/公升的10万分之1 ~ 1万分之1



# 【参考】海洋扩散模拟结果 (扩散倾向)

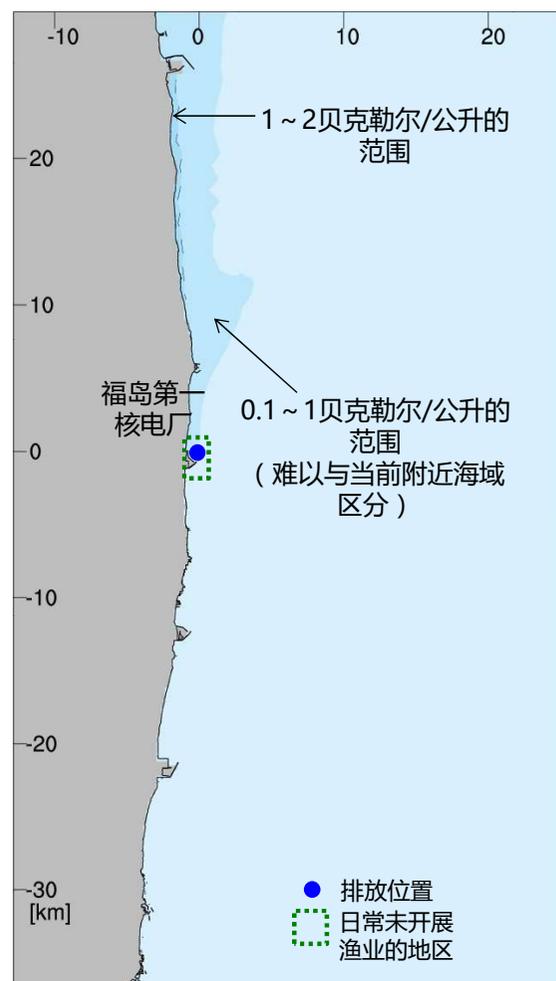
在模拟结果中，即便评估浓度高于当前周边海域海水中所含氚浓度（0.1~1贝克勒尔/公升<sup>\*</sup>）的范围（超过1贝克勒尔/公升的范围）扩大至最远处之日，也没有超过排放口的南北30km左右的范围。

※WHO饮用水水质标准中10,000贝克勒尔/公升的10万分之1~1万分之1

20190521

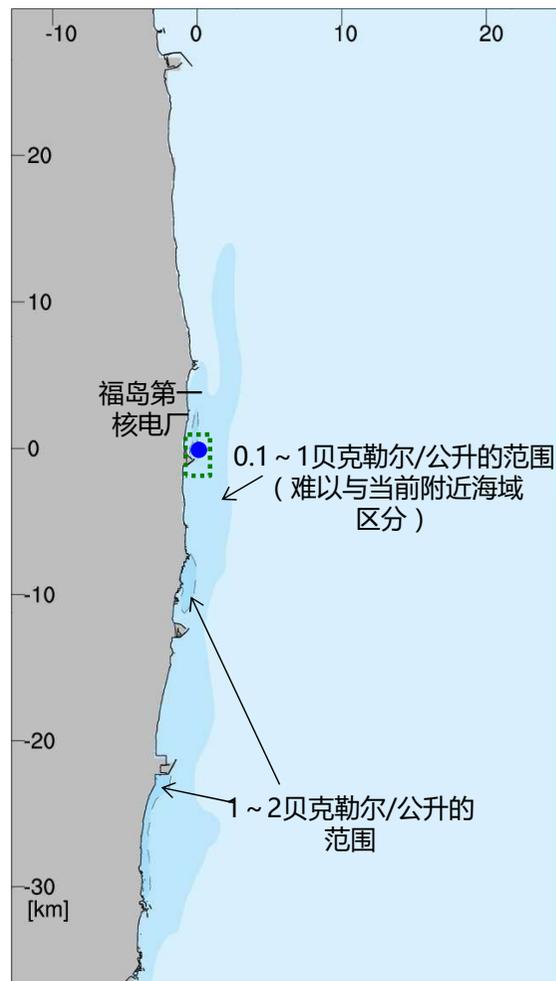
20190211

20190829



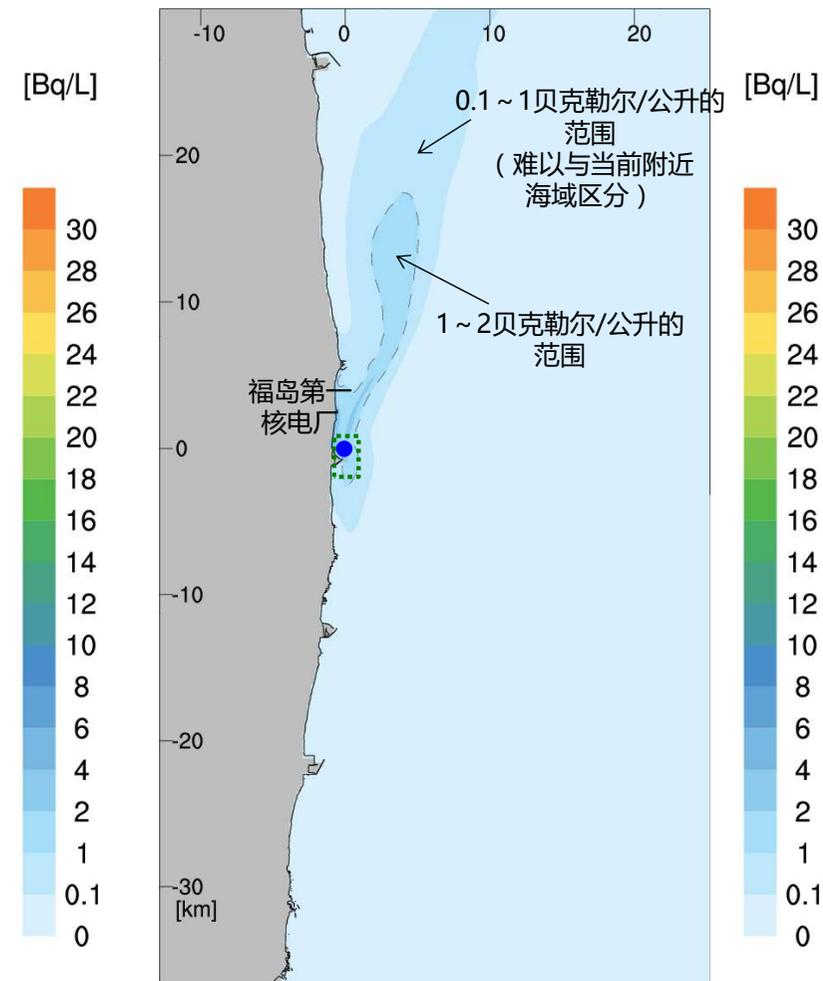
向北扩散最远的情况

(以最大刻度30贝克勒尔/公升制图)



向南扩散最远的情况

(以最大刻度30贝克勒尔/公升制图)



向东扩散最远的情况

(以最大刻度30贝克勒尔/公升制图)

# 【参考】海洋扩散模拟结果 (扩散倾向)

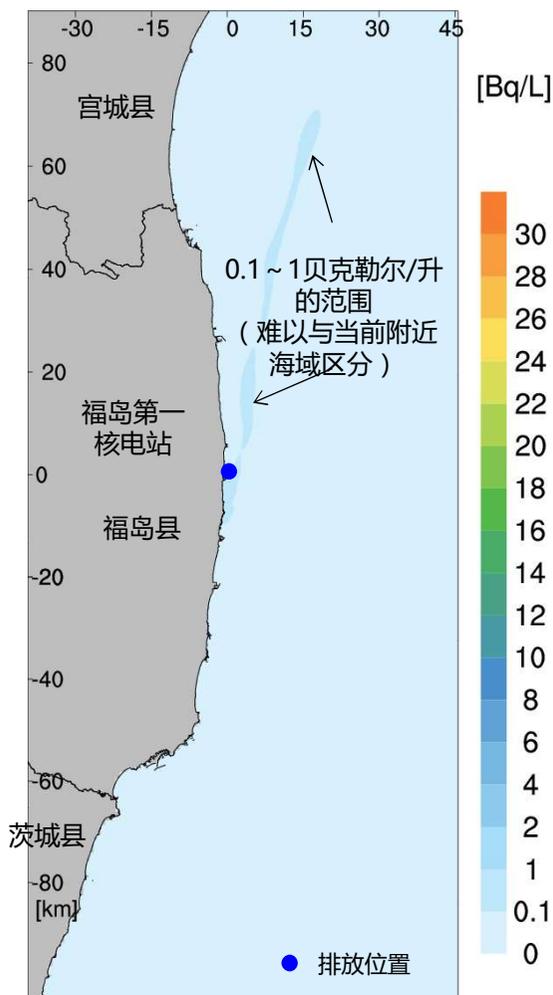
而关于在实测中无法与当前周边海域海水所含氚浓度 (0.1 ~ 1 贝克勒尔/升<sup>※</sup>) 进行区别的低浓度 (超过0.1 贝克勒尔/升的范围), 通过模拟结果确认扩散至最远处之日的扩散范围可以发现, 其存在以下倾向。

※WHO饮用水水质标准中10,000贝克勒尔/升的10万分之1 ~ 1万分之1

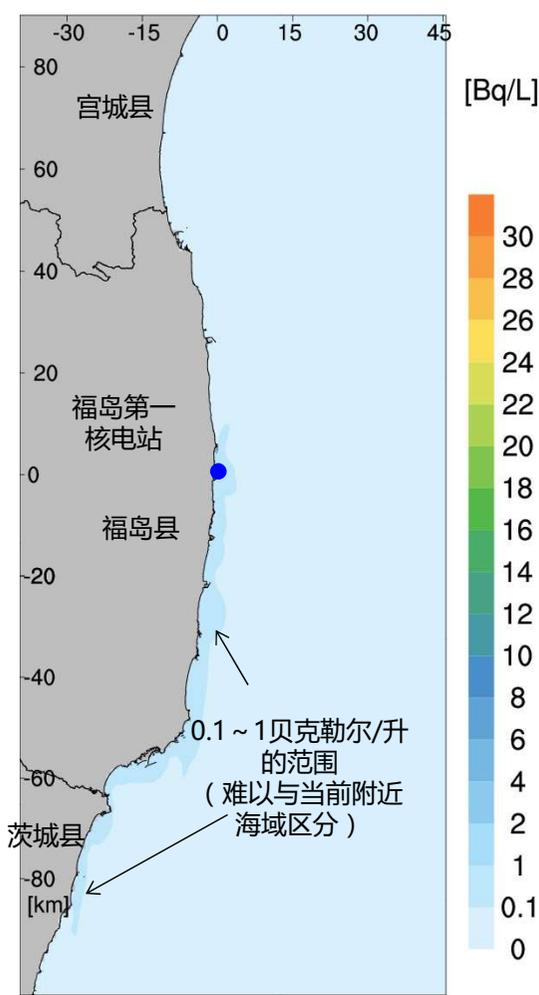
20190827

20191027

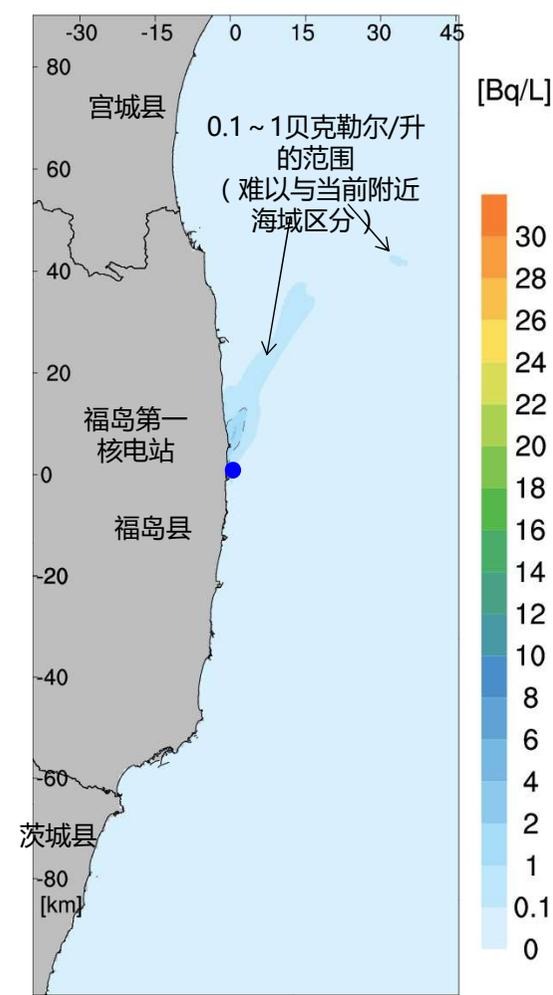
20190806



向北扩散最远的情况  
(以最大刻度30贝克勒尔/升制图)



向南扩散最远的情况  
(以最大刻度30贝克勒尔/升制图)



向东扩散最远的情况  
(以最大刻度30贝克勒尔/升制图)

# 【参考】不同排放位置对扩散影响的考察

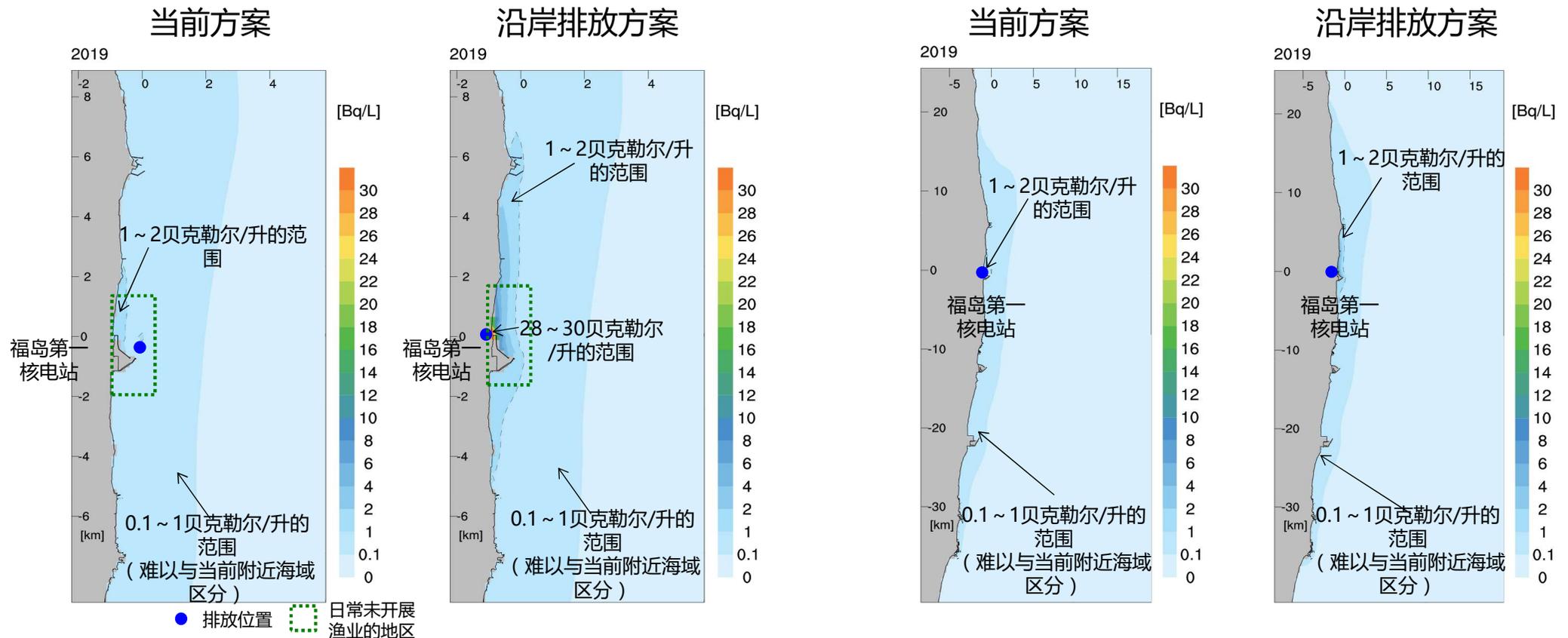
在按照此次计划进行扩散模拟的同时，还实施了假设将当前5、6号机排水口位置作为排放位置的沿岸排放情况的模拟（但忽略了取水位置的再循环）

针对评估浓度高于当前周边海域海水所含氚浓度（0.1 ~ 1 贝克勒尔/升<sup>\*</sup>）的范围（虚线内侧范围），相对于沿岸排放时核电站周边6 ~ 7km的范围，**当前方案（海底隧道）仅限于2 ~ 3km的范围。**

※WHO饮用水水质标准中10,000贝克勒尔/升的10万分之1 ~ 1万分之1

## 福岛县洋面放大图

## 广域图



## 【参考】评估辐射对人和环境影响的前提条件

- 氚释放量：全年22兆贝克勒尔

评估项目	i . K4储水罐组	ii . J1-C储水罐 二次处理结果	iii . J1-G储水罐 二次处理结果
氚浓度 [Bq/L]	19万	82万	27万
全年ALPS处理水 排放量[m <sup>3</sup> /年]	12万	2.7万	8.1万

- 考虑到海洋的漂流和扩散，我们采用福岛第一核电站周边10km×10km范围内的平均海水浓度进行评估

✓ 一般财团法人 电力中央研究所将领域海洋模型“ROMS:Regional Ocean Modeling System”适用于福岛海域的模型

- 关于辐射路径，设定如下路径

对人辐射影响评估	对环境辐射影响评估
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓来自海平面的外部辐射</li> <li>✓来自船体的外部辐射</li> <li>✓游泳时的外部辐射</li> <li>✓来自海滩沙滩的外部辐射</li> <li>✓来自渔网的外部辐射</li> <li>✓因吸入海水引起的内部辐射</li> <li>✓因吸入海水水花引起的内部辐射</li> <li>✓因摄取海产品引起的内部辐射</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓来自海水的外部辐射</li> <li>✓来自海底沉积物的外部辐射</li> <li>✓来自体内摄入放射性物质的内部辐射</li> </ul>

## 【参考】辐射对人影响详细评估结果

评估条件	源项的核素组成	基于实测值的源项 ( )内为修订前数值					
		i .K4储水罐组		ii .J1-C储水罐二次处理结果		iii .J1-G储水罐二次处理结果	
		A : 平均	B : 多量	A : 平均	B : 多量	A : 平均	B : 多量
外部辐射 ( mSv*/年 )	海平面	6.5E-09 ( 6.5E-09 )		1.7E-08 ( 1.7E-08 )		4.7E-08 ( 4.7E-08 )	
	船体	4.8E-09 ( 5.2E-09 )		1.2E-08 ( 1.3E-08 )		3.3E-08 ( 3.4E-08 )	
	游泳时	4.5E-09 ( 2.8E-10 )		1.2E-08 ( 7.6E-10 )		3.2E-08 ( 2.0E-09 )	
	海滩沙滩	7.8E-06 ( 5.0E-07 )		2.1E-05 ( 1.3E-06 )		5.6E-05 ( 3.6E-06 )	
	渔网	1.6E-06 ( 1.6E-06 )		4.3E-06 ( 4.3E-06 )		1.2E-05 ( 1.2E-05 )	
内部辐射 ( mSv/年 )	吸入海水	3.3E-07 ( - )		3.1E-07 ( - )		3.2E-07 ( - )	
	吸入水花	9.3E-08 ( - )		2.0E-07 ( - )		4.0E-07 ( - )	
	摄取海产品	1.5E-05 ( 1.5E-05 )	6.1E-05 ( 6.1E-05 )	2.8E-05 ( 2.8E-05 )	1.1E-04 ( 1.1E-04 )	7.9E-05 ( 7.9E-05 )	3.0E-04 ( 3.0E-04 )
合计 ( mSv/年 )		<b>3E-05</b> ( 1.7E-05 )	<b>7E-05</b> ( 6.3E-05 )	<b>5E-05</b> ( 3.4E-05 )	<b>1E-04</b> ( 1.1E-04 )	<b>1E-04</b> ( 9.4E-05 )	<b>4E-04</b> ( 3.1E-04 )
一般公众剂量限值 : 1mSv/年 与剂量约束值相当的日本国内核电站剂量目标值 : 0.05mSv/年							

## 【参考】辐射对动植物影响的评估结果详细

评估项目		实测值的源项		
		( ) 内为修订前数值		
		i. K4储槽群	ii. J1-C储槽群	iii. J1-G储槽群
辐射 ( mGy*/天 )	扁平鱼	2E-05 ( 1.7E-05 )	2E-05 ( 2.2E-05 )	6E-05 ( 5.6E-05 )
	蟹	2E-05 ( 1.7E-05 )	2E-05 ( 2.2E-05 )	6E-05 ( 5.5E-05 )
	褐藻	2E-05 ( 1.9E-05 )	2E-05 ( 2.3E-05 )	6E-05 ( 5.9E-05 )
衍生考虑参考水平 ( DCRL )				
扁平鱼 : 1-10 mGy/天		蟹 : 10-100mGy/天	褐藻 : 1-10mGy/天	

\*mGy : 毫戈瑞

## 【参考】对于辐射影响评估报告意见征集的应对

- 在去年11月发布本报告的同时，开展意见征集，以进一步完善报告内容。
  - 征集期间：2021年11月18日0时至2021年12月18日0时的一个月  
(均为日本时间)
  - 参与方式：仅限填写本公司主页登载的征集表
  - 使用语言：日文及英文
  
- 征集意见数：共计414件（含因系统故障导致的14件重复投稿）
  - 日文：395件、英文：19件
  
- 征集意见反映情况
  - 新增及调整评估（新增评估条件等）：9件
  - 完善记述（新增记载评估条件等）：32件
  - 表述的优化（订正错误内容等）：5件
  
- ➔ 本公司针对代表性意见的回答参见下一页

# 【参考】辐射影响评估报告的主要反映事项

	反映内容的具体示例
新增及调整评估	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 新增辐射路径（游泳时吸入海水及吸入海水水花）</li> <li>■ 调整潜在辐射评估方法</li> <li>■ 考虑有机结合型氙的影响</li> <li>■ 已释放到环境中的放射性物质影响</li> <li>■ 考察模型边界的具体浓度对模型外的影响</li> <li>■ 评估中使用的海水浓度相关案例分析</li> </ul>
完善记述	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 新增处置方法选择过程的相关章节及参考</li> <li>■ 新增环境中核素富集的相关记载</li> <li>■ 新增模拟中使用的模型及评估条件</li> <li>■ 反映报告公布后的讨论及原子力规制厅审核进展</li> <li>■ 转述以往公布的资料记载信息（排放期间的考察等）</li> <li>■ 辐射以外的环境影响相关评估结果</li> <li>■ 新增监测相关记载</li> </ul>
表述的优化	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 修改不易理解的表达</li> <li>■ 改善英文版翻译质量（计划于今后发布）</li> <li>■ 订正错误内容</li> </ul>