

# トリチウム

質量数が3である水素の同位体(三重水素)

半減期12.32年で ${}^3\text{He}$ へと $\beta$ 崩壊(18.6keV)する

宇宙線と大気との反応により地球全体で年間約72 PBqほど天然に生成される(核実験由来のものは減っている)

発電炉では年間約100TBq生成され、国際的な規制体系に基づき環境に放出されている

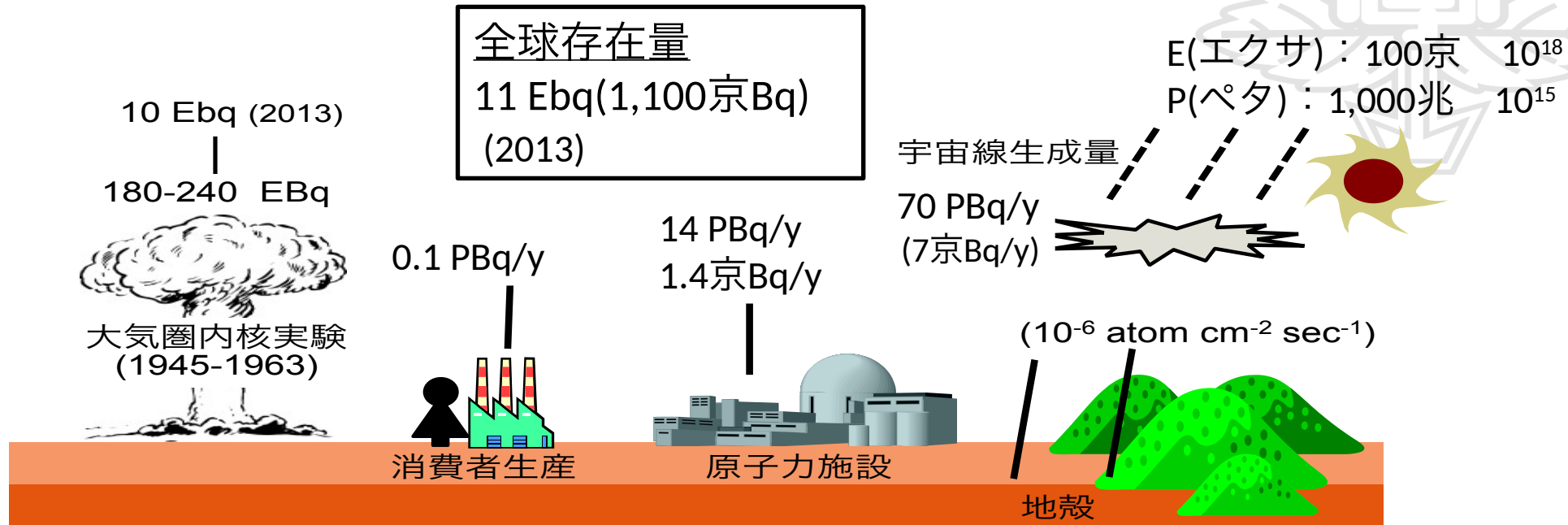
水の理想的なトレーサーとして生物学を中心とした研究に利用されている。

# 日本とトリチウム

- 原水爆実験のフォールアウト
  - 降水中に100Bq/ L(1960s)-->0.5Bq/L
- 生物学分野でのトレーサーとしての利用
  - 生物学的半減期
- 管理の特殊性
  - スミア法(拭き取り法)によるモニタ
- 1F事故での処理水
  - 海洋に放出処分
- 核融合炉の燃料
  - プラズマ・核融合学会 専門委員会 (茨城大学理工学研究科鳥養先生)

# 地球上に存在するトリチウム

・原子力施設からの放出量 → 宇宙線起源の20%に相当

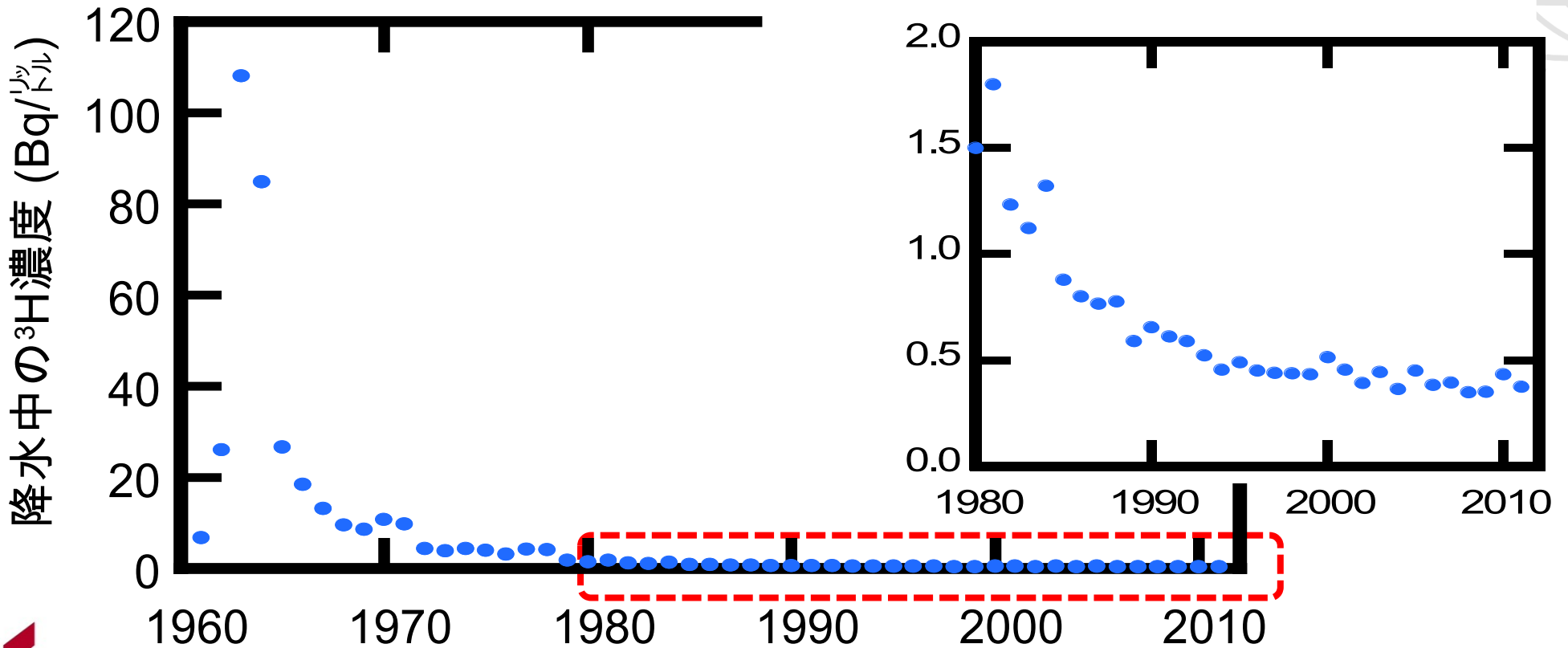


自然界では、年間7京Bqのトリチウムが生成しているのので、トリチウム処理水の処分を検討されている22兆Bqのトリチウムの海洋放出は、地球全体では誤差の範囲です。  
→ 総量ではなく、濃度の問題です。

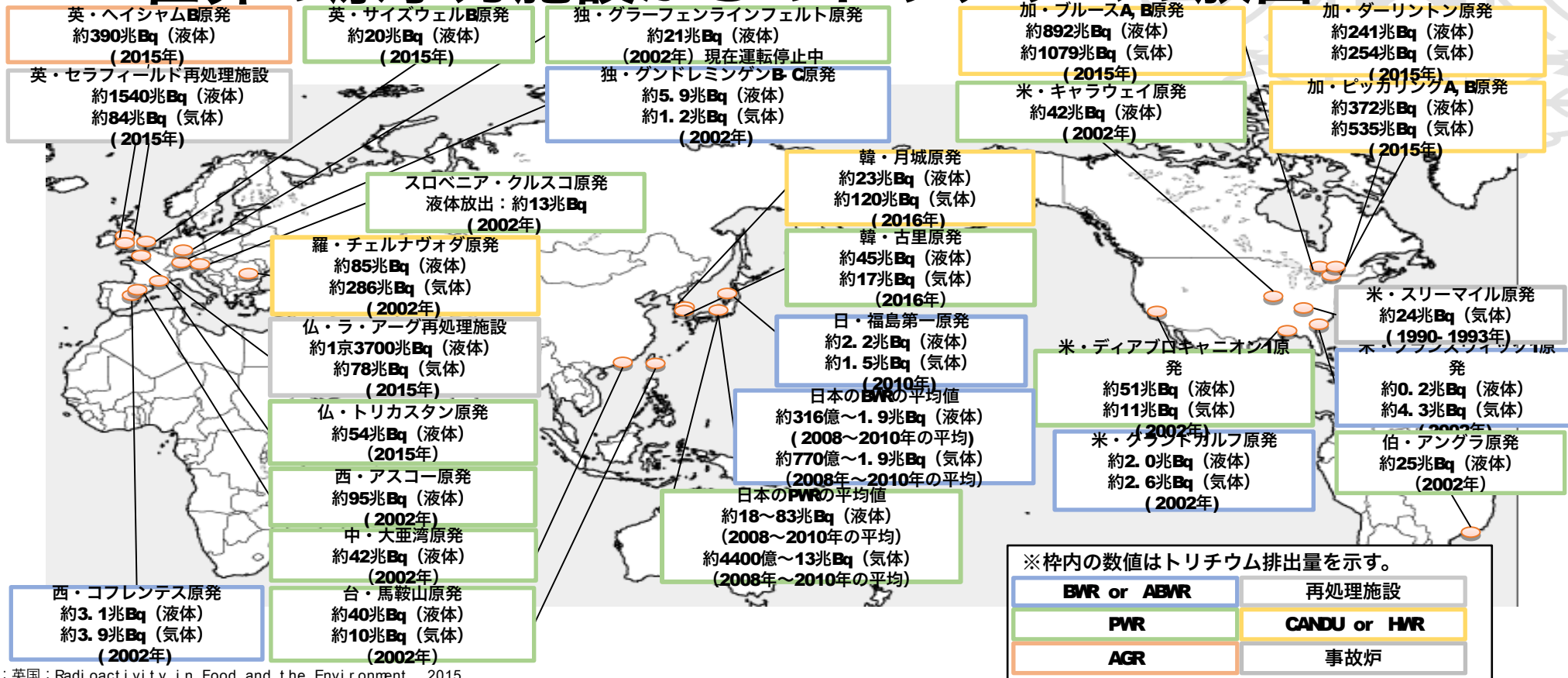


# 日本における降水中のトリチウム濃度の変遷

東京、千葉における降水中トリチウム( $^3\text{H}$ )濃度



# 世界の原子力施設からのトリチウムの放出



※枠内の数値はトリチウム排出量を示す。

BWR or ABWR	再処理施設
PWR	CANDU or HWR
AGR	事故炉

<参考> 1兆Bq ≈ 約0.019g (トリチウム水)

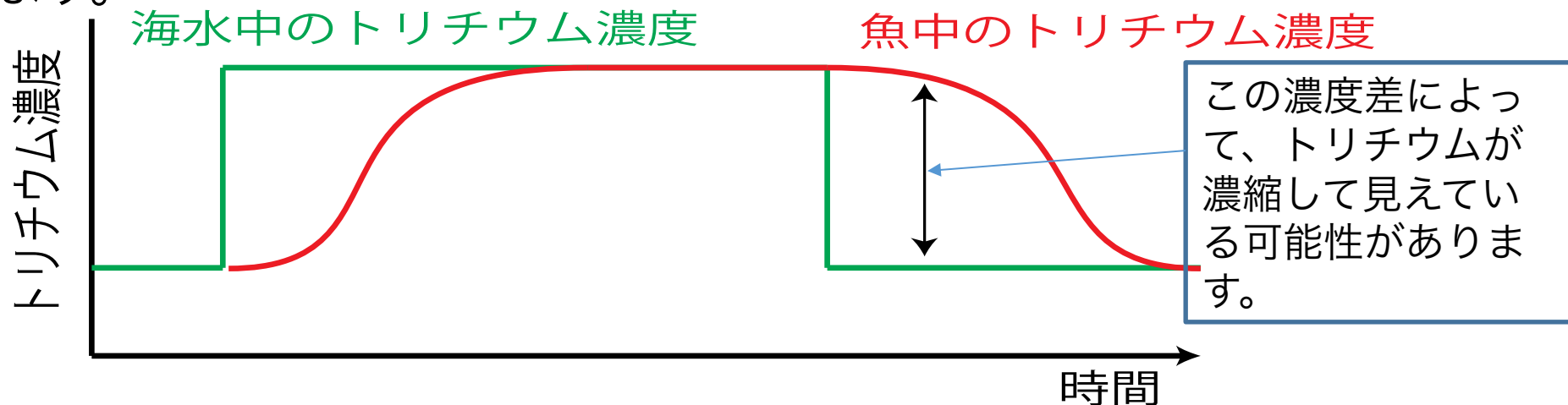
(出典：経済産業省資料)

出典：英国：Radioactivity in Food and the Environment, 2015  
 カナダ：Canadian National Report for the Convention on Nuclear Safety, Seventh Report  
 フランス：トリチウム白書2016  
 韓国：韓国原子力安全委員会「Korean Sixth National Report under the Joint Convention on the safety of spent fuel Management and on the safety of radioactive Waste Management」  
 日本：平成25年度原子力施設運転管理年報 (原子力安全基盤機構)  
 その他の国々：INSCEAR「2009年報告書」

# トリチウムの生体濃縮は起きるのか？

生体へのトリチウムの取り込みに関する研究は、イギリスやカナダで報告されています。

- ✓ 海水のトリチウム濃度変化に対して、魚のトリチウム濃度変化は遅れます。



◆ 私の体の中ではトリチウムの濃縮は観測されていません。

東京電力が計画しているトリチウム処理水中での魚などの飼育により、生物におけるトリチウム濃縮挙動が明らかになると考えられます。

# 体内のトリチウムと内部被ばく

- 食物や飲料水中のトリチウム濃度は雨水のそれと同じと考えられる。
  - 有機結合型への変換反応は十分遅く、生体内での濃縮は認められない
- 預託実効線量(mSv) = 実効線量係数(mSv/Bq) × 年間の核種摂取量(Bq)
  - トリチウム(水)の実効線量係数： $1.8 \times 10^{-8}$  mSv/Bq
  - トリチウム(有機物)の実効線量係数： $4.2 \times 10^{-8}$  mSv/Bq
- 0.5 Bq/Lの水を一年間飲み続けた場合
  - $0.5 \text{ Bq/L} \times 1.65 \text{ L/日} \times 365 \text{ 日} \times 1.8 \times 10^{-8} \text{ mSv/Bq} = 5.4 \times 10^{-6} \text{ mSv}$

# 日本人が自然から受ける被曝線量の内訳

被曝の種類	線源の内訳	実効線量 (mSv/年)
外部被曝	宇宙線	0.3
	大地放射線	0.33
内部被曝 (吸入摂取)	222Rn	0.37
	220Rn	0.09
	喫煙 (210Pb、210Poなど)	0.01
	その他 (ウランなど)	0.006
内部被曝 (経口摂取)	210Pb、210Po	0.80
	3H	0.0000082
	14C	0.01
	40K	0.18
	合計	2.1



# トリチウム濃度と年間被ばく線量(食品+水)

	トリチウム濃度 (Bq / リットル)	1年間摂取し続けた時の年間被ばく線量* (mSv / 年)
マウスの発がん実験で、発がん頻度が自然発生と同程度となる境界濃度	139,000,000	2,050
オーストラリアの飲料水中のトリチウムの濃度限度	76,103	0.72
ICRPがこの濃度未満であれば人体に問題ないとする濃度	60,000	0.89
管理区域・原子力施設からの排水基準	60,000	0.89
WHOの飲料水のガイドライン	10,000	0.14
カナダの飲料水中のトリチウムの濃度限度	7,000	0.10
東京電力が海洋放出を検討している濃度	1,500	0.02
飲料水の連邦基準(USA)	740	0.01
核実験当時の降水中のトリチウム濃度	110	0.0016
ドイツの飲料水中のトリチウムの濃度限度	100	0.0015
現在の降水中のトリチウム濃度	0.5	0.0000074
海水中のトリチウム濃度	0.1	0.0000015

# 海洋放出時にトリチウムは検出されるか？

- ✓ トリチウム処理水は1,500 Bq/l以下の濃度で海洋放出を予定しています。
  - トリチウムは環境中にたくさん存在するので、海水により2,000倍に希釈されたら環境中のトリチウムと区別ができなくなります。

- ✓ 平均濃度620,000Bq/lのトリチウム処理水を、1日500ton処理すると仮定すると、1日あたりの排水量は21万tonです。

- 平均の水深が20mとすると、
  - 21万トン：100m×100m×20m
  - 21万トン×2,000：4.6km×4.6km×20m

海水の希釈効果は非常に大きいので、放出口付近から数キロも離れば検出は非常に困難になります。



# 正確な比較情報と風評

- トリチウムは原子力施設で作られ、放っておくと増殖し、生体内で濃縮
- トリチウムは天然に存在し、半減期12.3年で減衰、濃縮効果は無視出来る○
- 
- 風評を受ける人は正確な情報を知っている。
- 風評を流す人は・・・？
- 
- 定量的な比較情報の共有が重要
- 
-