

# 甲状腺被ばく線量モニタリングの 対象年齢について

令和3年2月18日

量子科学技術研究開発機構

栗原 治

# 甲状腺被ばく線量モニタリングの対象年齢

## 検討において考慮すべき事項

- **放射線被ばくによる健康影響**（確定的及び確率的影響）及び対象地域住民の全体的な**被ばく線量分布の把握**の両方の観点から、対象年齢の検討が必要。
- チェルノブイリ事故後のコフォート調査では**18歳以下を重点的に解析**  
→小児に認められた甲状腺がんの増加が、放射性ヨウ素による内部被ばくによるものであることが判明
- **胎児及び乳児**に対する放射線影響を考慮→ICRP Publ.88, Publ.95には母親の内部汚染による胎児または（授乳を介した）乳児への線量係数を掲載
- 成人の放射線リスクは子供に比べて低いですが、対象地域住民に対する**線量再構築**の観点から成人のモニタリングを一定数行うことは有用→高い線量が測定された子供の親や妊婦を対象とした測定を追加
- 福島県民健康調査の甲状腺検査は、震災当時、県内に居住していた**18歳以下の住民を対象**

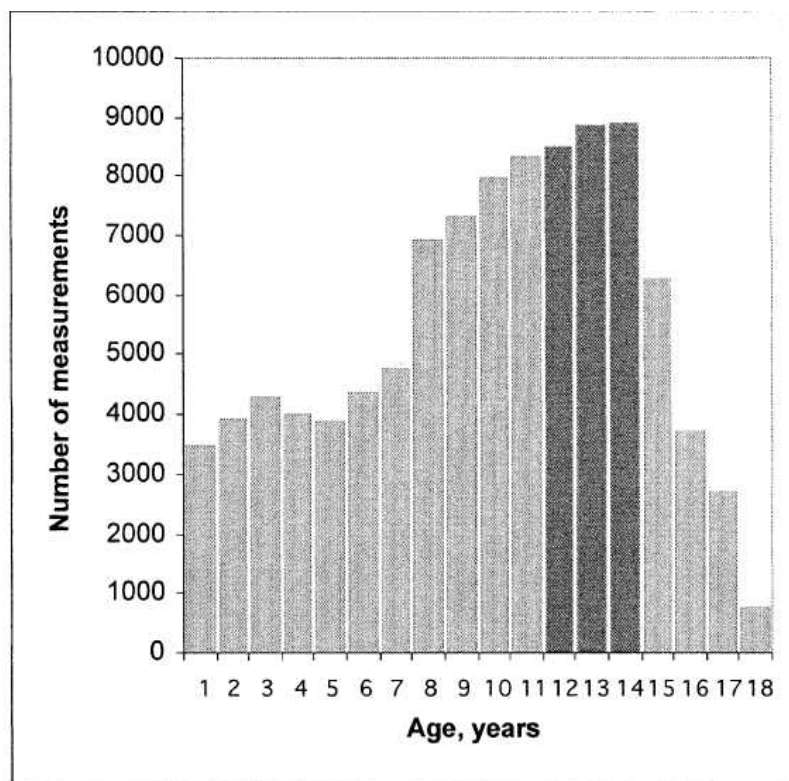


FIG. 1. Distribution of the numbers of direct thyroid measurements made in Ukraine in 1986 according to age at the time of the accident.

ウクライナで実施された甲状腺モニタリングの年齢分布

TABLE 5  
Distributions of Instrumentally Individualized Thyroid Doses for Age Groups of Children from Settlements in Different Areas

Category, location, and age group	Number of children	Percentage <sup>a</sup> of children with thyroid dose (Gy) in interval				
		≤0.2	>0.2-1	>1-5	>5-10	>10
Settlements not evacuated						
Rural areas						
1-4 years	9,119	40	43	15	1.7	0.87
5-9 years	13,460	62	31	6.5	0.44	0.07
10-18 years	26,904	73	23	3.7	0.16	<0.01
Urban areas						
1-4 years	5,147	58	33	7.5	1.0	0.70
5-9 years	11,421	82	15	2.6	0.23	0.04
10-18 years	24,442	91	7.7	1.4	0.12	<0.01
Evacuated settlements						
1-4 years	1,475	30	45	22	2.7	1.0
5-9 years	2,432	55	36	8.4	0.58	0.08
10-18 years	4,732	73	23	3.6	0.13	0.02

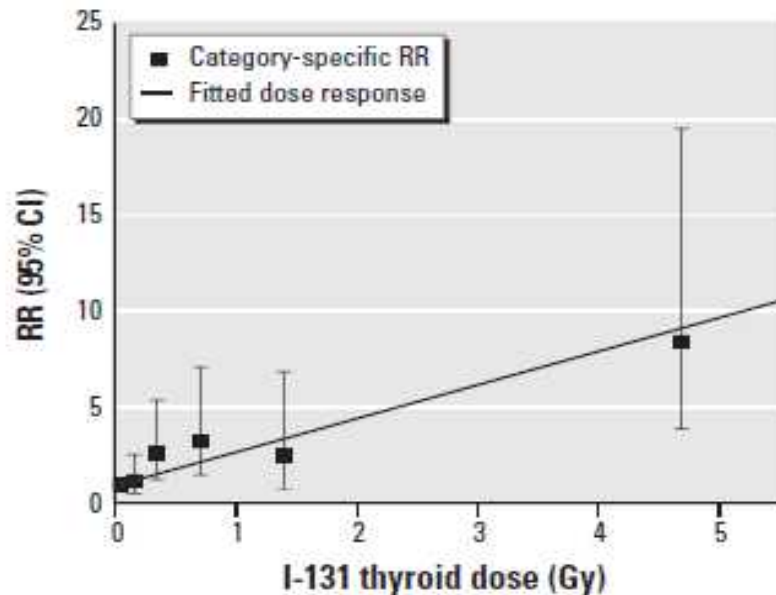
<sup>a</sup> Totals for each age group differ from 100% because of rounding of individual entries.

甲状腺モニタリングから評価された年齢群毎の甲状腺線量分布

個人の甲状腺モニタリングから評価された甲状腺線量分布を基礎として、個人の実測値が得られていない地域の線量を推計(線量再構築)

18歳以下の甲状腺吸収線量を重点的に評価・解析

## 参考資料2



**Figure 1.** Dose–response relationship between incident thyroid cancers and I-131 dose estimates in a cohort study of thyroid cancer and other thyroid diseases after the Chernobyl accident in Ukraine. The solid line represents fitted RRs based on the linear ERR model; data points and error bars represent category-specific RRs and 95% CIs for mean I-131 dose per category. The fitted linear dose response was adjusted to pass through the lowest I-131 category. The ERR was adjusted for sex, oblast of residence at the first screening examination, and continuous attained age.

Brenner et al. Environ. Health Perspect 119, 933-939 (2011)

甲状腺発がんリスクの解析  
➤ 年齢が若いほどリスクが高い

**Table 2.** Effect modification of the ERR of incident thyroid cancer per gray of exposure according to selected characteristics.

Characteristic	PY (n = 73,004)	Cases (n = 65)	ERR per gray (95% CI)
<b>Sex</b>			
Male	35,240	28	1.20 (0.03 to 6.74) <sup>a</sup>
Female	37,764	37	2.66 (0.46 to 12.49)
p-Value <sup>b</sup>			0.40
<b>Age at exposure (years)</b>			
0 to < 4	21,236	18	7.43 (< 1.67 to NE) <sup>c</sup>
4 to < 12	34,941	31	1.57 (–0.02 to 8.51)
12 to < 18	16,827	16	0.69 (< –0.04 to 6.31)
p-Value			0.40
<b>Attained age (years)</b>			
< 22	26,440	16	2.08 (0.10 to > 13.65) <sup>d</sup>
22 to < 30	34,374	25	1.83 (0.01 to 11.97)
30 to < 40	12,190	24	0.74 (< 0.06 to 4.95)
p-Value			0.71
<b>Time since exposure (years)<sup>e</sup></b>			
< 16.7	1,209	21	2.85 (0.08 to 44.31) <sup>f</sup>
16.7 to < 20.0	40,385	24	1.31 (0.05 to 7.18)
20.0–22.4	31,409	20	3.69 (0.43 to 42.80)
p-Value			0.60
<b>Oblast of residence<sup>g</sup></b>			
Zhytomyr	20,254 <sup>g</sup>	11	0.06 (< –0.02 to 1.08) <sup>h</sup>
Kyiv	14,710	15	2.70 (0.27 to 27.52)
Chemihiv	37,988	39	4.07 (0.95 to 16.80)
p-Value			0.008
<b>Oblast of residence in 1986<sup>g</sup></b>			
Zhytomyr	20,816	12	0.08 (< –0.01 to 1.27) <sup>h</sup>
Kyiv	13,443	11	1.22 (–0.02 to 12.59)
Chemihiv	38,746	42	5.20 (1.45 to 21.40)
p-Value			0.005
<b>Iodine prophylaxis in May–June 1986<sup>g</sup></b>			
No	51,674 <sup>g</sup>	50 <sup>g</sup>	2.11 (0.36 to 9.28) <sup>c</sup>
Yes	18,154	12	1.03 (< 0.08 to 9.84)
p-Value			0.56
<b>Diffuse goiter<sup>g,i</sup></b>			
No	57,122	45	1.78 (0.33 to 6.41) <sup>c</sup>
Yes	15,882	20	2.07 (0.03 to > 28.4)
p-Value			0.89
<b>Serum TG (ng/mL)<sup>f</sup></b>			
< 15.0	30,845 <sup>g</sup>	20 <sup>g</sup>	1.58 (< 0.32 to 13.77) <sup>c</sup>
15.0 to < 31.0	20,687	21	1.89 (0.18 to 12.21)
31.0–643.0	16,108	21	2.58 (0.16 to 34.73)
p-Value			0.92
<b>Serum TSH (mIU/L)<sup>f</sup></b>			
< 1.3	17,265 <sup>g</sup>	14 <sup>g</sup>	2.61 (0.06 to 30.89) <sup>c</sup>
1.3 to < 2.5	33,750	28	1.97 (0.06 to 12.30)
2.5–25.4	19,448	21	1.05 (0.02 to 7.60)
p-Value			0.74
<b>Urinary iodine (µg/L)<sup>f</sup></b>			
< 34.0	22,674 <sup>g</sup>	20 <sup>g</sup>	0.60 (< –0.002 to 5.69) <sup>c</sup>
34.0 to < 50.0	15,573	18	3.72 (0.36 to 52.48)
50.0–750.3	28,153	22	2.23 (0.16 to 18.49)
p-Value			0.36

NE, not estimable.

<sup>a</sup>Adjusted for attained age and oblast. <sup>b</sup>p-Value for tests of homogeneity of linear trends across categories of interest or 1 df interaction test between dose and continuous variable. <sup>c</sup>Adjusted for sex, attained age, and oblast. <sup>d</sup>Adjusted for sex, oblast, and time since exposure. <sup>e</sup>Difference between the exit date (date of thyroid surgery or last screening examination for those not operated upon) and date of the accident. <sup>f</sup>Reported at interview or detected during the first screening examination. <sup>g</sup>Person-years or cancer cases may not add up to column total because of missing values (excluded from analyses). <sup>h</sup>Adjusted for sex and attained age. <sup>i</sup>Based on palpation by endocrinologist and defined as grade 0, 1, or 2. In the analysis, grades 1 and 2 were combined as the “yes” category.

### 参考資料3

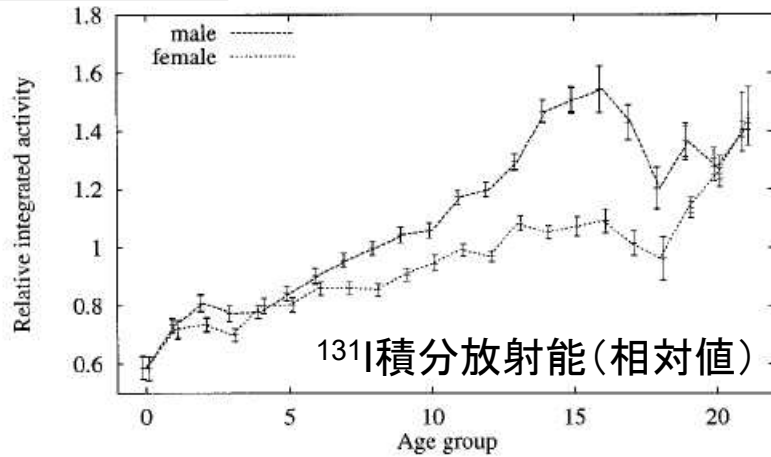


Fig. 6. Age-sex dependence of the integrated activities. The narrow uncertainties shown carry just the uncertainties of Fig. 1; the wide uncertainties contain also those from the correction factors. They play a noticeable role only for the oldest age groups.

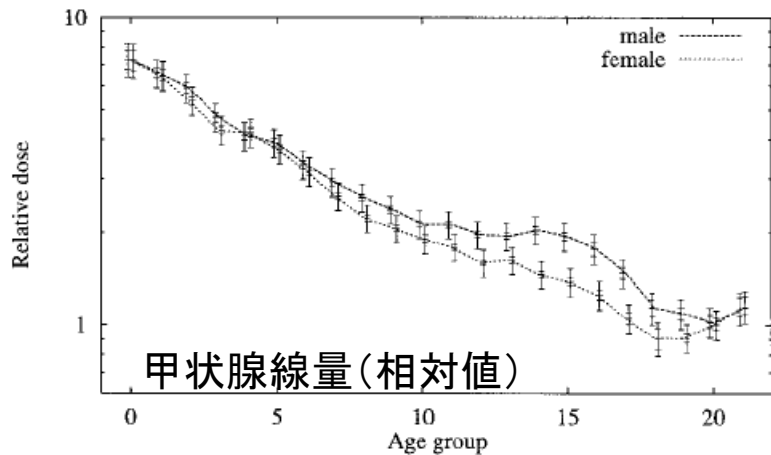


Fig. 7. Age-sex dependence of the thyroid doses. The narrow uncertainties shown carry just the uncertainties of Fig. 6; the wide uncertainties contain also those from the mass function.

Heidenreich et al. Health Phys. 80, 242-250 (2001)

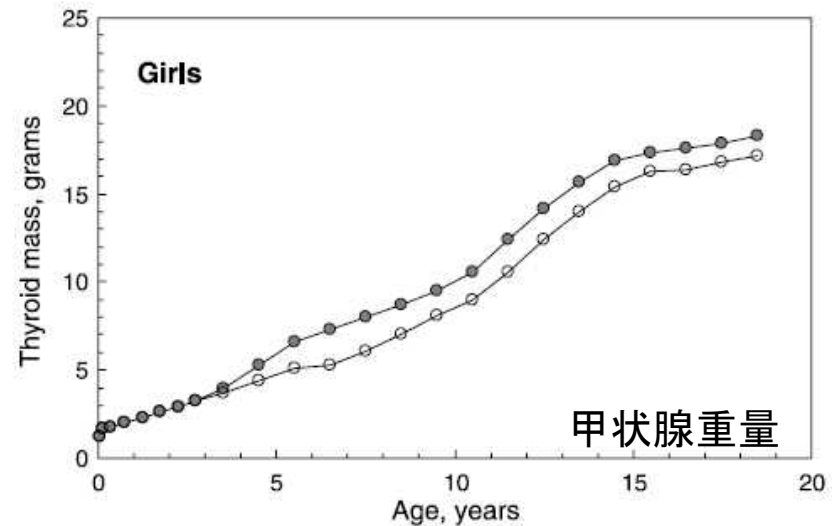
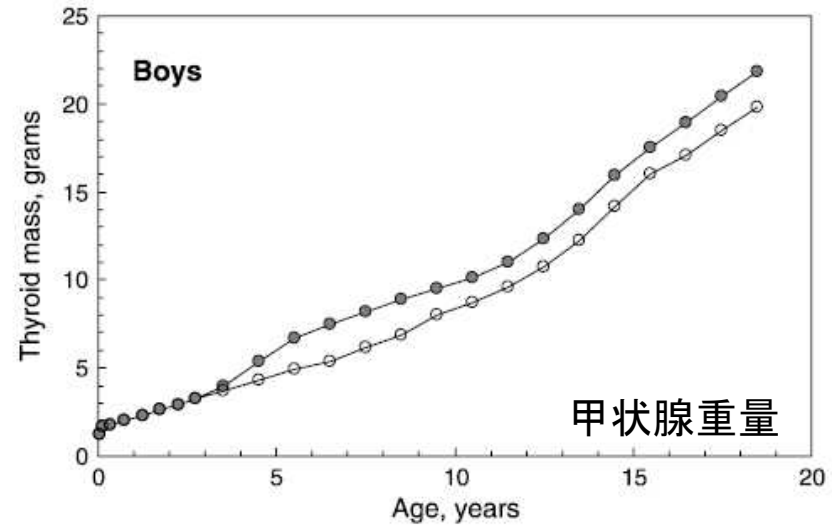


Fig. 7. Age-dependent thyroid mass for boys and girls of Kyiv and Chernihiv Oblasts (filled circles) and Zhytomyr Oblast (open circles).

Likhtarov et al. Health Phys. 106, 370-396 (2014)

甲状腺吸収線量の評価のために集団の甲状腺重量の計測を実施

参考資料4

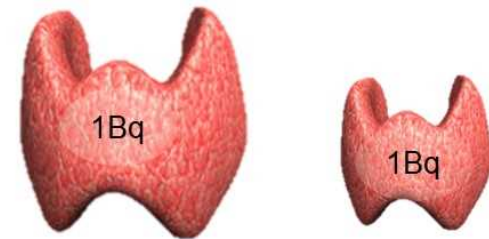
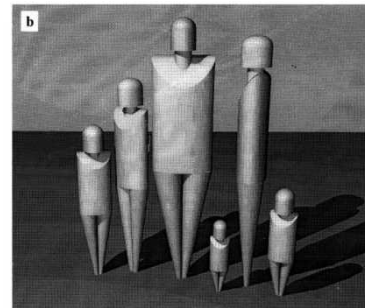
吸入摂取による線量係数(単位摂取量BqあたりのmSv)

核種	評価対象 (年齢)	乳児 (0歳)	1歳児 (1-2歳)	5歳児 (3-7歳)	10歳児 (8-12歳)	15歳児 (13-17歳)	成人 (18歳以上)
<sup>134</sup> Cs	全身	1.1E-05	7.3E-06	5.2E-06	5.3E-06	6.3E-06	6.6E-06
<sup>137</sup> Cs	全身	8.8E-06	5.4E-06	3.6E-06	3.7E-06	4.4E-06	4.6E-06
<sup>131</sup> I	全身	1.7E-04	1.6E-04	9.4E-05	4.8E-05	3.1E-05	2.0E-05
	甲状腺	3.3E-03	3.2E-03	1.9E-03	9.5E-04	6.2E-04	3.9E-04

※吸収タイプはいずれもタイプF, <sup>131</sup>Iの化学形は元素状ヨウ素の数値を引用(ICRP Publ.71)

$$\text{吸収線量} = \frac{\text{吸収エネルギー}}{\text{被吸収体の重量}}$$

ICRP標準人モデル上の甲状腺重量は、  
1歳児が1.78g, 成人が20g



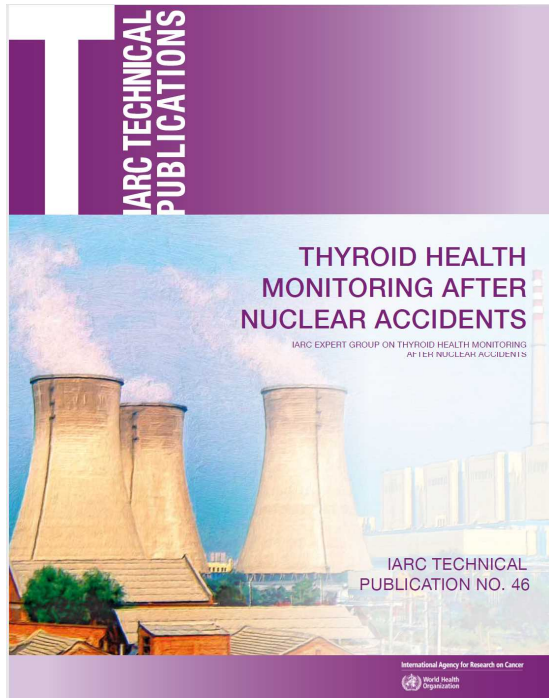
吸収線量:小さい    吸収線量:大きい  
同量の<sup>131</sup>Iが甲状腺に存在した場合

評価対象 (年齢)	乳児	1歳児	5歳児	10歳児	15歳児 (男性)	成人 (男性)
1日呼吸量(m <sup>3</sup> /day)	2.86	5.16	8.72	15.3	20.1	22.2
1日呼吸量×甲状腺線量係数 の成人に対する比	1.1	1.9	1.9	1.7	1.4	1.0

※1日平均呼吸量(ICRP Publ.71)

<sup>131</sup>Iの甲状腺等価線量係数は年齢差が大きく、1歳及び5歳年齢群が決定集団となる

*Considerations specific to release of radioactive substances, and radioiodine in particular  
Dosimetric monitoring in case of a radiological or nuclear accident involving release of radioiodine*



- 個人の甲状腺の放射性ヨウ素摂取量(つまり<sup>131</sup>I摂取量)を測定し評価するために、訓練を受けた専門スタッフをなるべく早期に、できれば原子力事故から**4週間以内**、**また遅くとも6週間以内**に配置すべきである(測定器の<sup>131</sup>I最小検出可能放射能が500Bqより小さければ、評価は事故後6週間後以降も行える)。
- この測定及び評価は、主要な被ばく経路をよりよく理解するのに有用な被ばくの概観を示すため、**十分な数の代表的な被災住民のサンプルに対して実施**しなければならない。
- 被ばくした住民の甲状腺の放射性ヨウ素摂取量を直接測定することは重要で、**被ばく時に小児期と思春期の子どもたち(19歳未満)そして妊婦だった女性を優先的に測定**する。
- 乳幼児の甲状腺の放射性ヨウ素摂取量の測定が不可能な場合、授乳中の女性に母乳の測定を受けてもらうべきである。
- 資源が許すならば、放射性ヨウ素によって**高線量の被ばくをした成人**の甲状腺測定も非常に有用な情報をもたらす。なぜなら、これによって、主な被ばく経路など、線量推定に重要となりうる因子を、子どもに見られるもの以外にも特定できるからである。

Outlierの探索が必要 →

原子力災害時における公衆の甲状腺被ばくモニタリングの留意事項を明示