

「アセスメント科学」

- 社会が要請する課題を対象とする科学 -

土岐博

大阪大学名誉教授

原子核物理理論研究

ATOMOS 日本原子力学会誌 2019.3

特集 創立60周年を迎え、学会は何をなすべきか I

目次

1 文明の恩恵を慎ましく受け、拓く道へ

松浦祥次郎

これまでをふりかえり、今後を展望する

9 科学者の社会的責任と
科学者コミュニティ

元日本学術会議 広渡清吾



広渡清吾 (ひろわたり・せいご)

東京大学名誉教授、公益財団法人・日本学術協力財団副会長、日本学術会議連携会員、第16期日本学術会議会長。専攻：ドイツ法・比較法社会論，1945年生。

科学者の社会的責任と科学者コミュニティ 広渡清吾

2010年学術会議「日本の展望—学術からの提言」

「学術のための学術」と「社会のための学術」を

不可分一体の本質的契機とする営みとして学術を捉える

2011年9月「東日本大震災からの復興と日本学術会議 の責務（幹事会声明）」の中の政府に対しての提言

- 1。助言の内容が「多くの専門知に基礎づけられる俯瞰的、
中立的検討を通じて総合的な知」として形成されるべき
- 2。政府の側が「科学者コミュニティの自律的活動を保証
し、情報を開示し、助言を政策的判断の基礎として考慮す
る」という立場をとること
- 3。学術会議の側もこのような学術的助言が「政策決定が
依拠しうる根拠の一つにとどまる」ものとして了解する

社会が要請する課題を対象とする科学

それを「アセスメント科学」と呼ぶ：長我部提案（日立）

Assessment science：科学で答えを出す（上限：下限）

（Trans-science：科学によっては答えられない課題）

具体的には

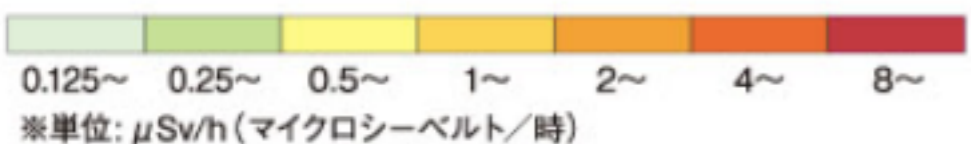
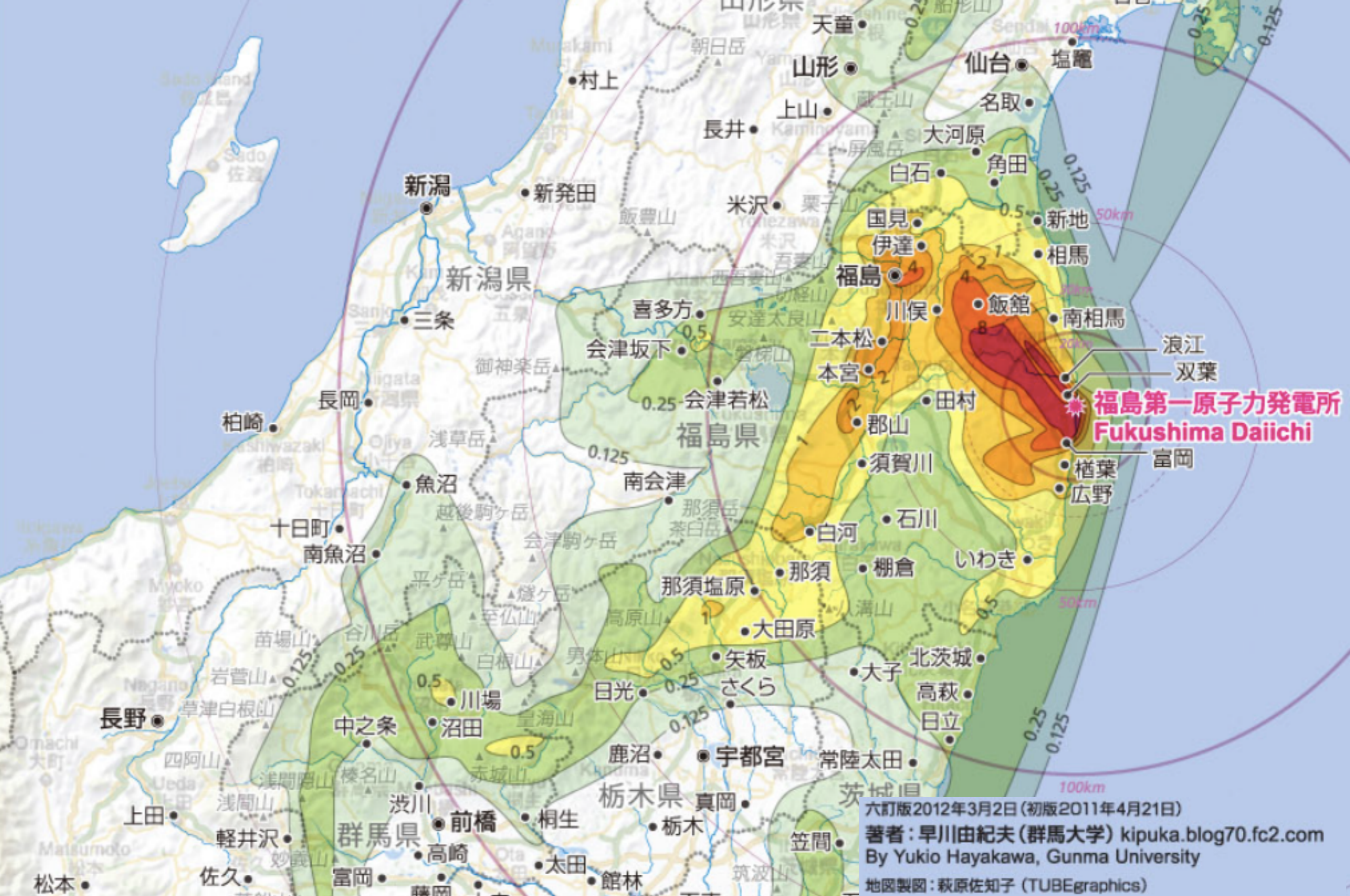
- 1。低放射線の生物への影響
- 2。人の健康（寿命）の理解（医療費削減）
- 3。持続的なエネルギー（太陽、水、化石燃料、原子力。。）
- 4。核廃棄物の低減と処理（現在は自然放射線の100分の1）
- 5。地球の温度変化への人の営みからの寄与
- 6。その他

福島事故と甲状腺がん (低放射線の生物への影響)

- 1。瞬間的に強い放射線の効果は定量的にわかっている
- 2。年間100mSv以下の放射線の生物影響の定量化は難しい
- 3。どんな事故でも必ず低線量の問題が出てくる
- 4。福島から学ぶ必要がある

Many collaborators

M. Bando, T. Wada, Y. Manabe, T. Higuchi, S. Hirota,
I. Tanihata, K. Satoh



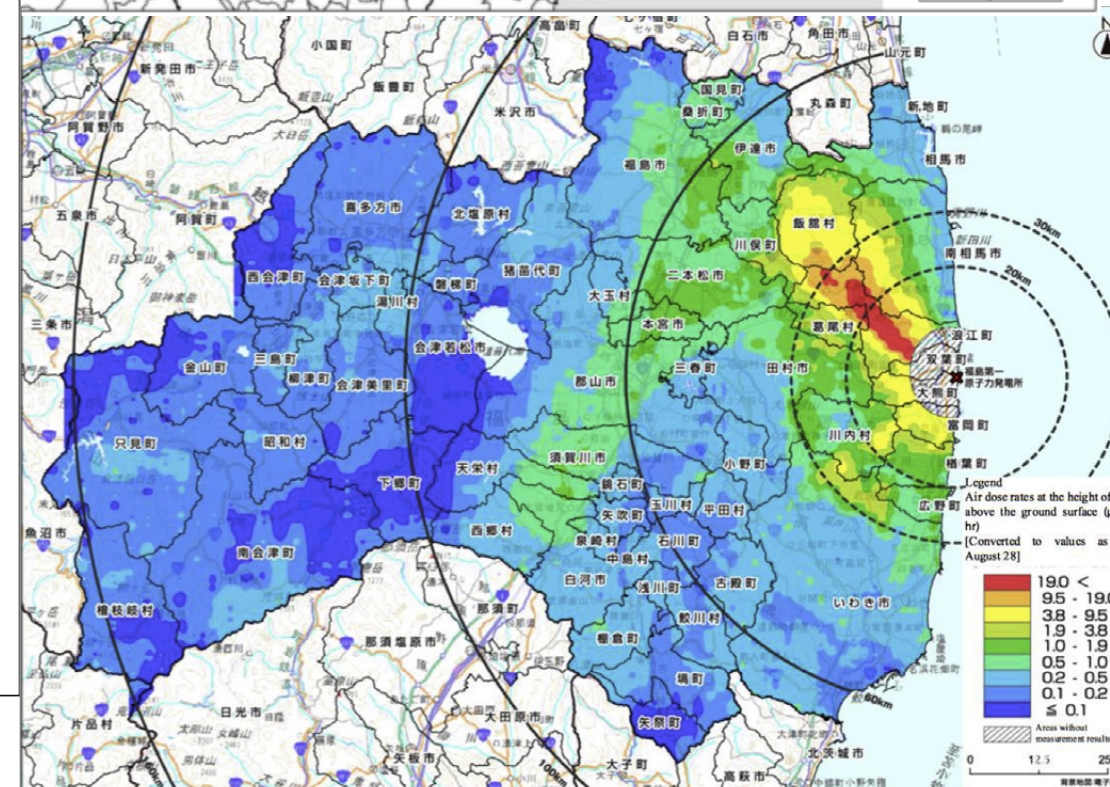
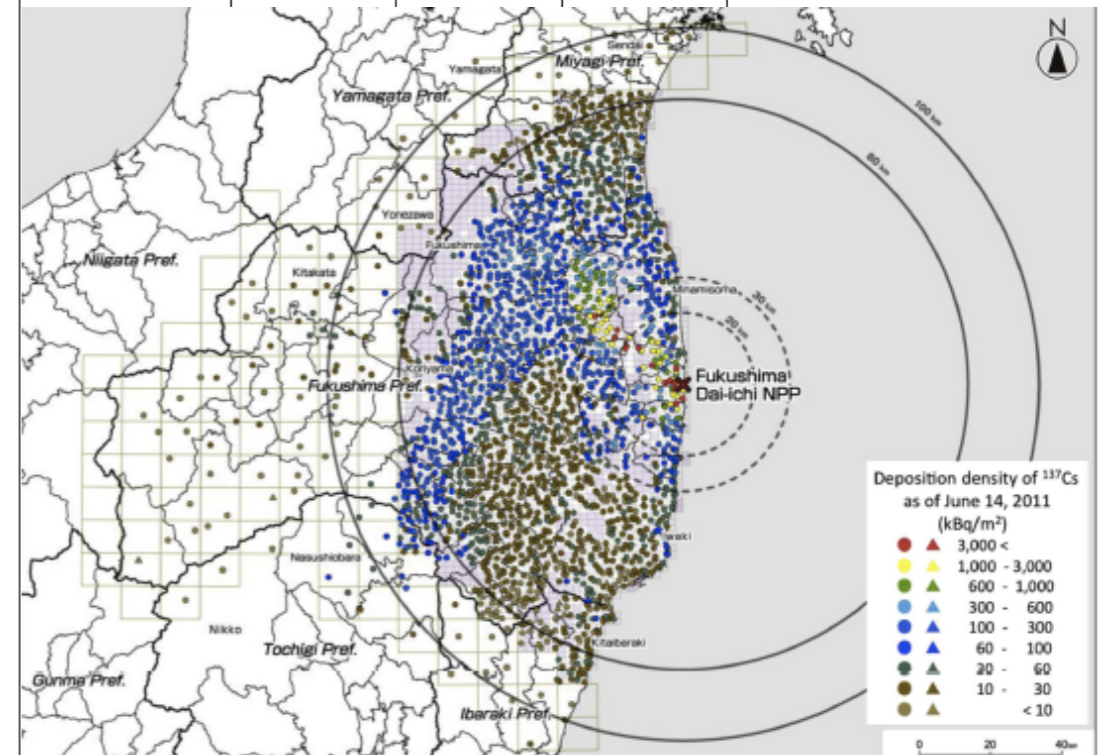
Earthquake No.1 2011.3.11 and 3 hydrogen explosion 2011.3.12 and 14

Radiations in soils and air dose

No.	City	Air dose rate [$\mu\text{Sv/h}$]	^{131}I [kBq/m ²]	^{134}Cs [kBq/m ²]	^{137}Cs [kBq/m ²]
1	Kawamata	1.59	0.931	159	175
2	Namie	14.43	7.13	1680	1860
3	Iitate	6.61	2.18	637	701
4	Minamisoma	1.81	0.820	162	181
5	Date	1.20	0.957	149	158
6	Tamura	0.60	0.502	55.0	58.8
7	Hirono	0.79	1.590	74.7	79.9
8	Naraha	1.58	5.130	113	128
9	Tomioka	6.99	32.0	854	955
10	Kawauchi	1.28	0.408	137	151
11	Okuma	17.79	32.0	2490	2740
12	Futaba	17.68	31.0	2310	2630
13	Katsurao	4.26	1.790	625	714
14	Fukushima	0.94	0.977	146	160
15	Nihonmatsu	1.44	0.628	132	148
16	Motomiya	1.50	0.305	167	183
17	Otama	1.02	0.510	111	122
18	Koriyama	0.69	0.383	91.3	99.5
19	Koori	1.34	0.970	150	168
20	Kunimi	0.90	0.483	116	125
21	Ten-ei	1.14	0.255	110	126
22	Shirakawa	0.65	0.255	63.7	68.1
23	Nishigo	0.87	0.095	80.9	91.8
24	Izumizaki	0.23	0.477	47.2	51.3
25	Miharu	0.64	0.524	75.1	80.9
26	Iwaki	0.34	0.876	26.4	28.7
27	Sukagawa	0.81	0.480	84.8	92.9
28	Soma	0.73	0.230	69.2	77.8
29	Kagamiishi	0.34	0.235	45.9	48.3
30	Shinchi	0.45	0.437	58.2	63.2

No.	City	Air dose rate [$\mu\text{Sv/h}$]	^{131}I [kBq/m ²]	^{134}Cs [kBq/m ²]	^{137}Cs [kBq/m ²]
31	Nakajima	0.30	-	22.9	25.4
32	Yabuki	0.31	-	24.5	27.0
33	Ishikawa				
34	Yamatsuri				
35	Asakawa				
36	Hirata				
37	Tanagura				
38	Hanawa				
39	Samegawa				
40	Ono				
41	Tamakawa				
42	Furudono				
43	Hinoemata				
44	Minamiaizu				
45	Kaneyama				
46	Showa				
47	Mishima				
48	Shimogo				
49	Kitakata				
50	Nishiaizu				
51	Tadami				
52	Inawashiro				
53	Bandai				
54	Kitashiobara				
55	Aizumisato				
56	Aizubange				
57	Yanaizu				
58	Aizuwakamatsu				
59	Yugawa				

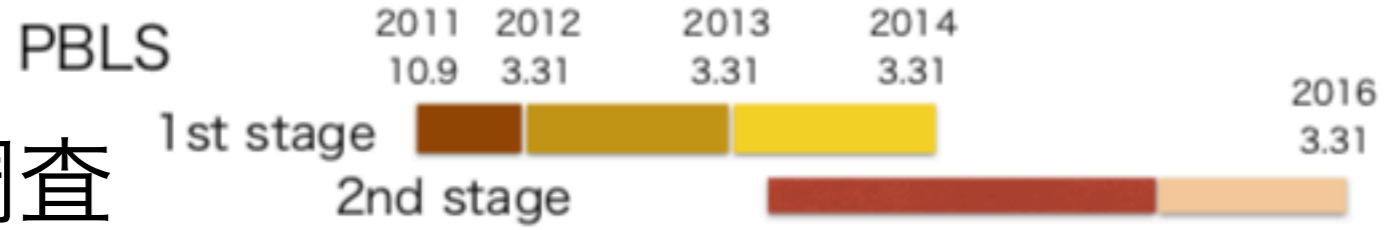
(2011.6.14)



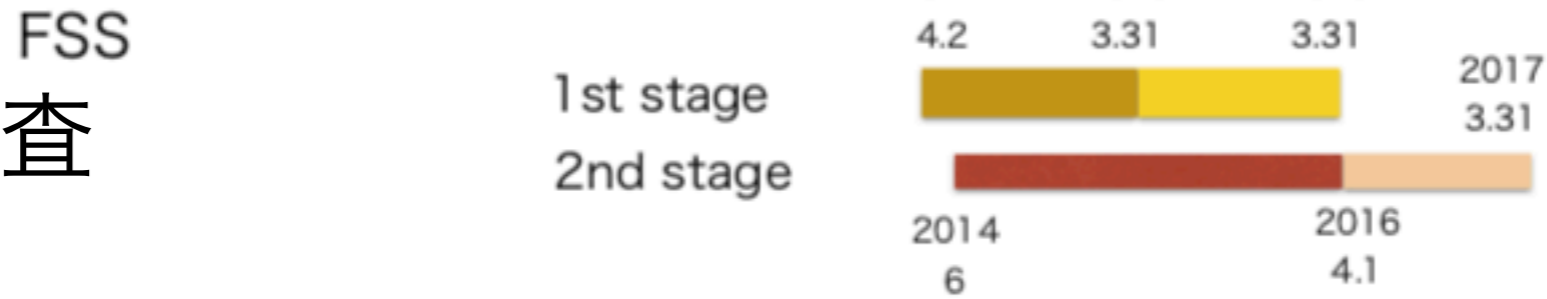
Thyroid cancer screening

300,000 children

先行調査

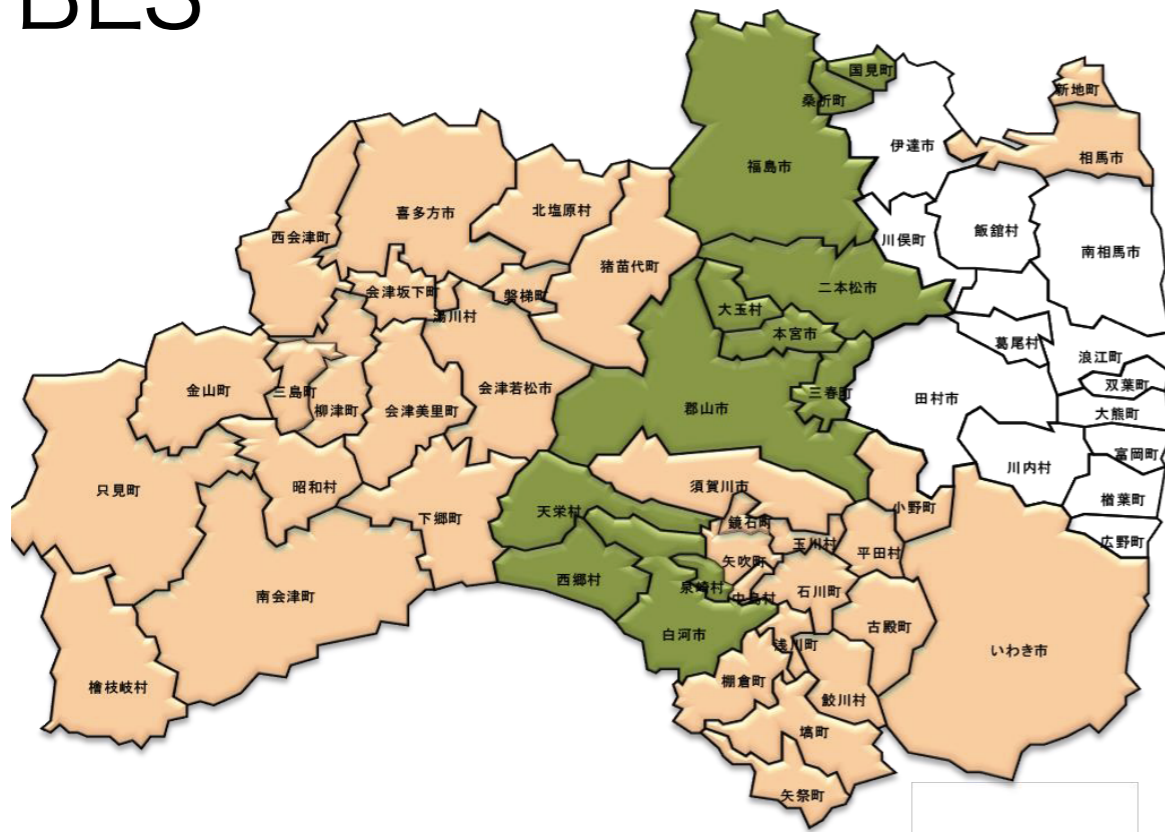


本格調査



本格調査2

Preliminary baseline survey
PBLS



Full-scale survey
FSS

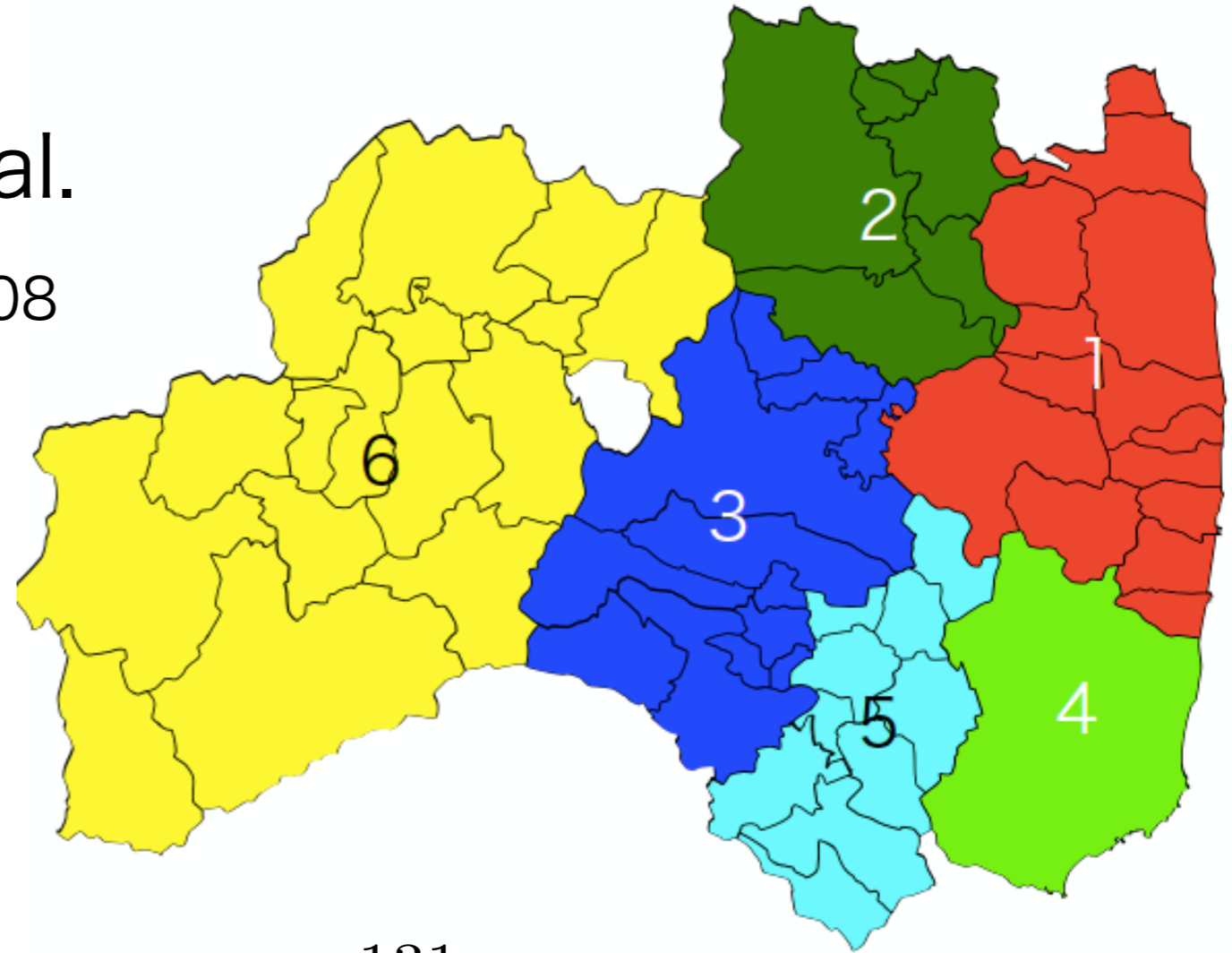


K. Saito, I. Tanihata et al.

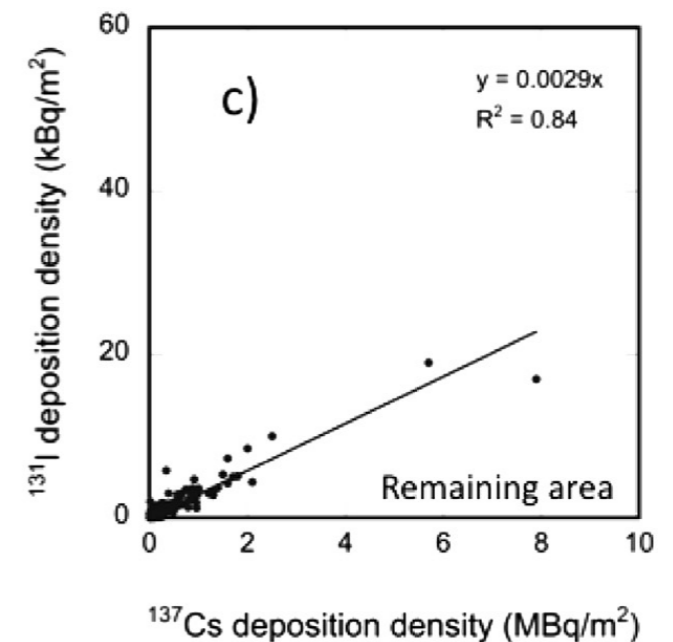
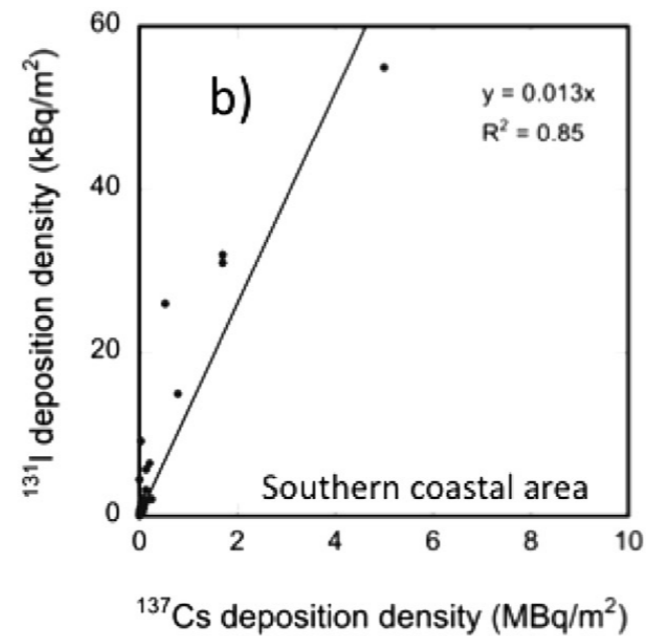
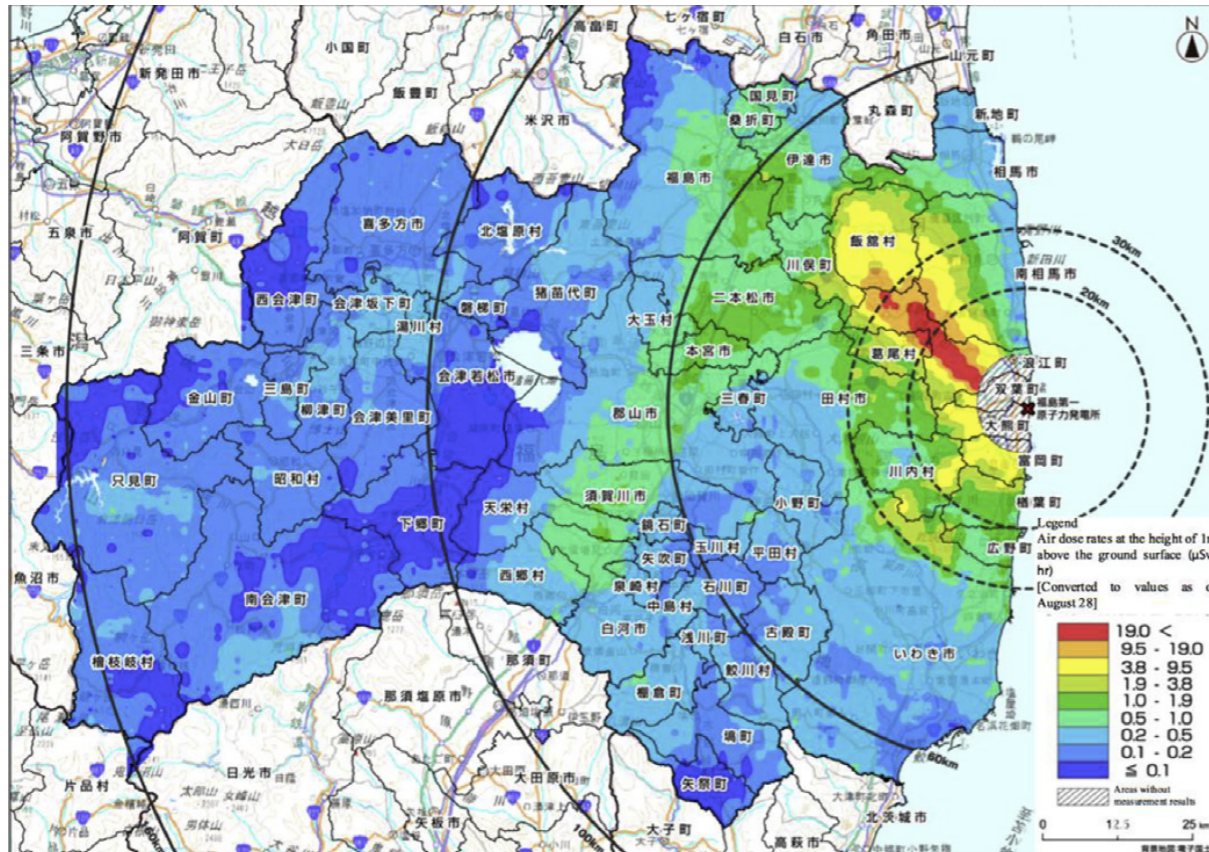
J. Env. Radioactivity 139 (2015) 308

Total dose

^{131}I



^{131}I



Numbers of cancer case
and air dose rate and ^{131}I

$$T(^{131}\text{I})=8 \text{ days}$$

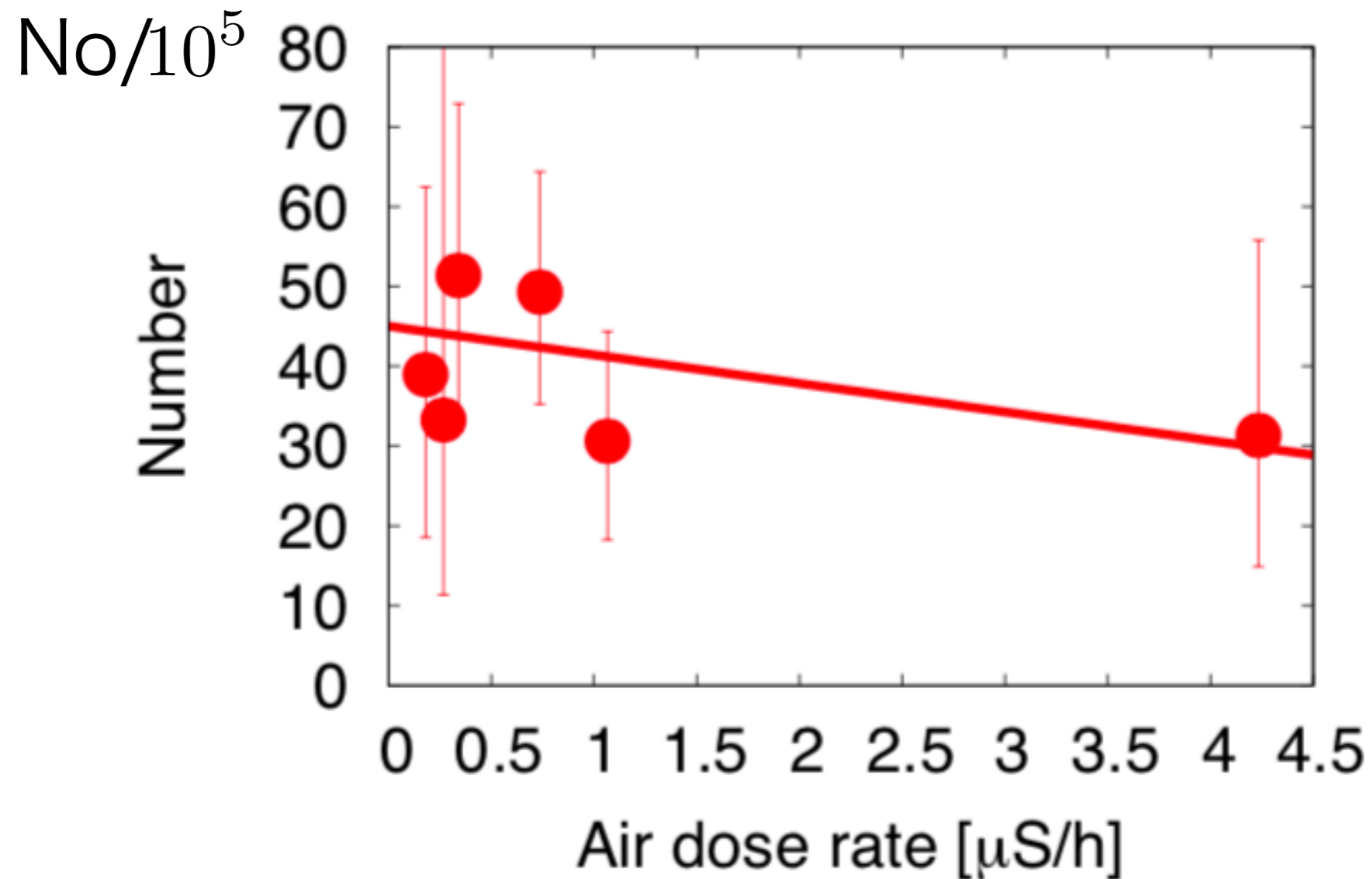
Area	FSS (Total)	Cancer n' (n)	PBLS (Total)	Cancer n' (n)	Air dose rate [$\mu\text{Sv/h}$]	^{131}I [kBq/m ²]
1	29471	12.8 (11)	35344	11.1 (10)	4.23	6.08
2	64339	22.1 (19)	72299	22.1 (21)	1.07	0.92
3	86981	30.8 (25)	96541	47.6 (44)	0.74	0.37
4	45265	11.0 (9)	49430	25.4 (24)	0.34	0.88
5	12247	2.4 (2)	13139	4.4 (4)	0.27	0.15
6	32207	6.7 (5)	33720	13.1 (12)	0.18	0.45

$$1y = 24 \times 365h = 8760h$$

$$n' = n \times \frac{\text{(number of children who were assigned for the second examination)}}{\text{(number of children who finished the second examination)}}$$

Natural radiation dose = 2.4mSv/y

PBLS cancer case

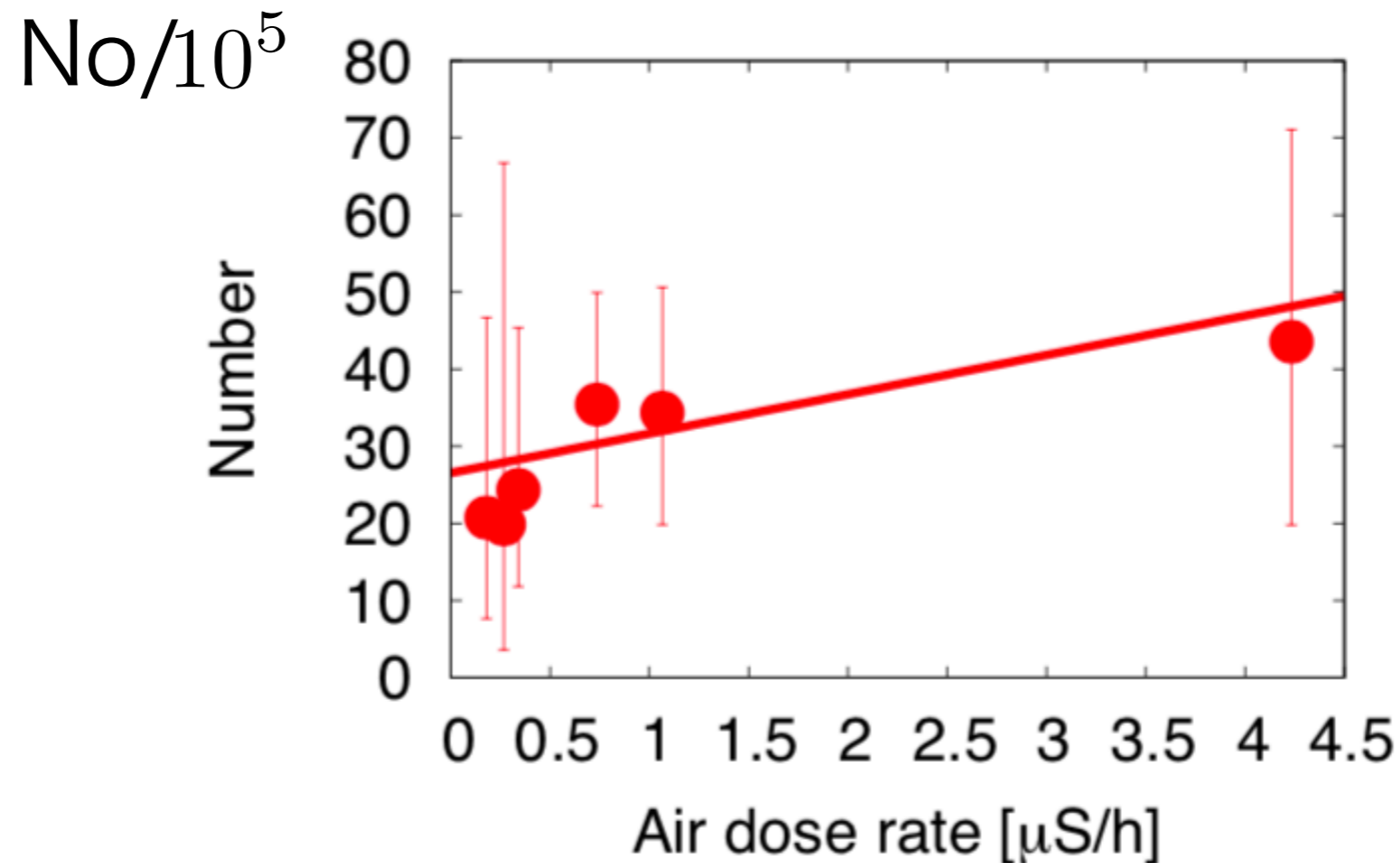


$$N = -3.58 x + 45.01 \quad (-6.81, 1.50) \quad 95\%$$

Slightly decreasing tendency
(Screening schedule effect?)

FSS cancer incidence vs air dose rate

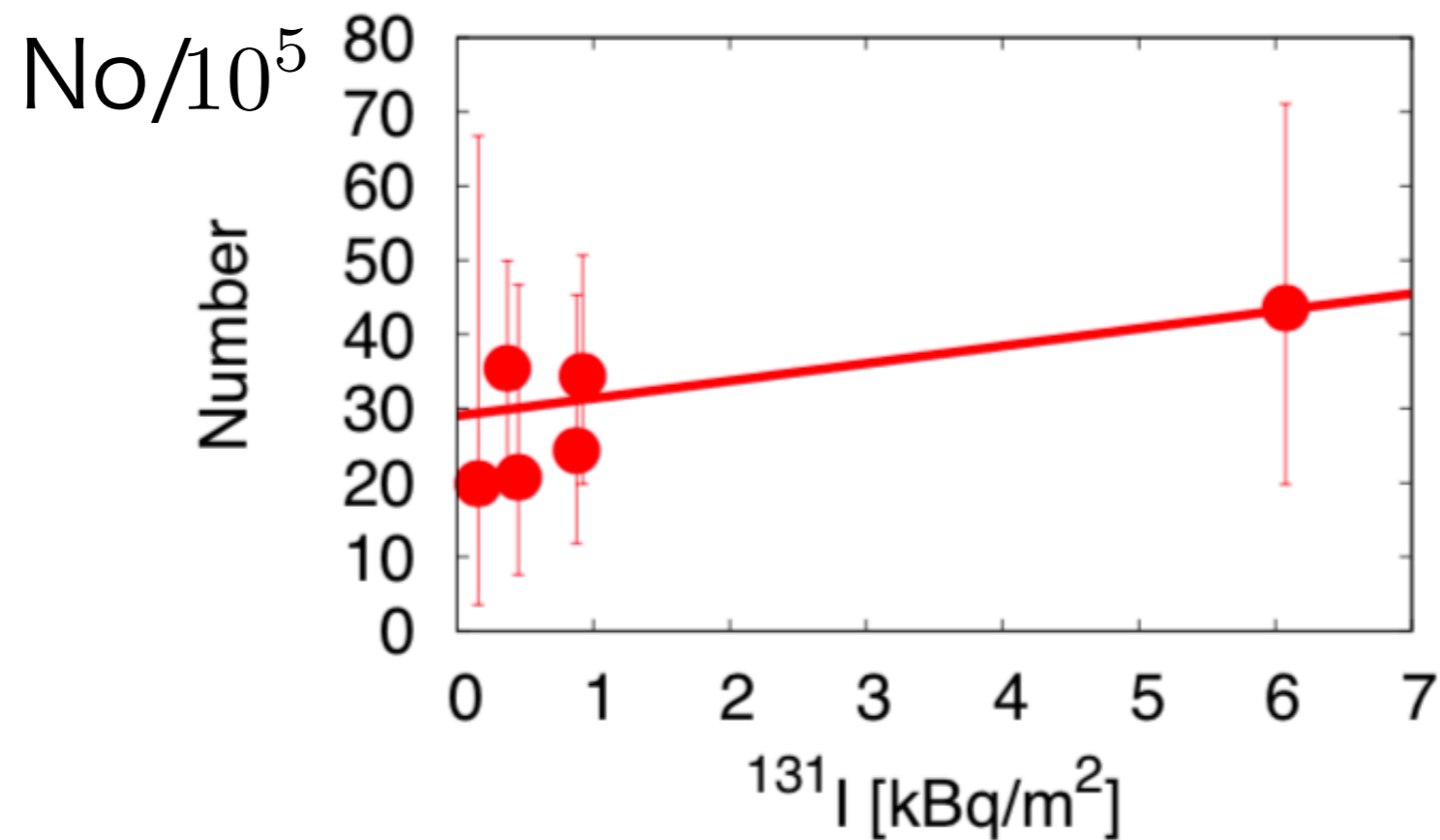
75 out of 270,454 children



$$N = 5.05 x + 26.54 \quad (0.44, 11.61) \quad 95\%$$

The tendency is positive

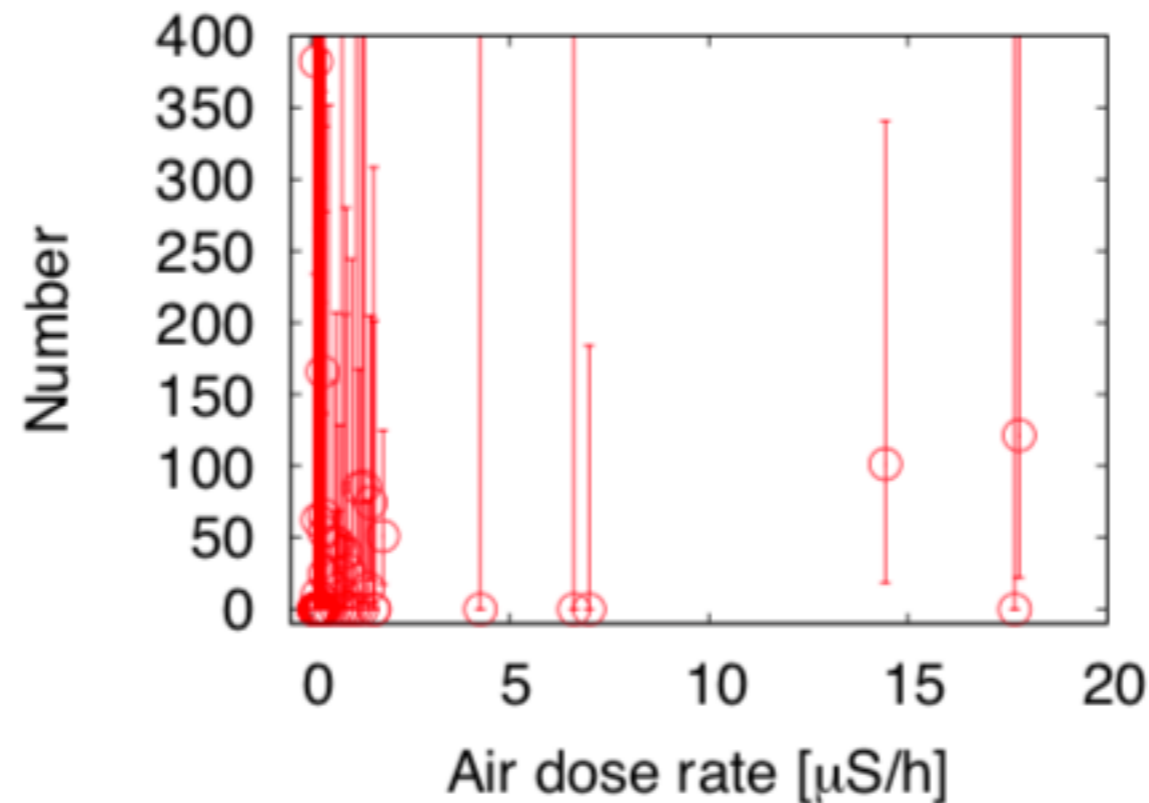
FSS: ^{131}I vs cancer incidence



$$N = 2.35 x + 29.03 \quad (-0.78, 7.27) \quad 95\%$$

The slope is smaller than the case of air dose rate
Intake of ^{131}I may not be the main cause of cancer

We use all the data of 59 municipalities.
 We use the statistical mathematics method.



(Error bars
are large.)

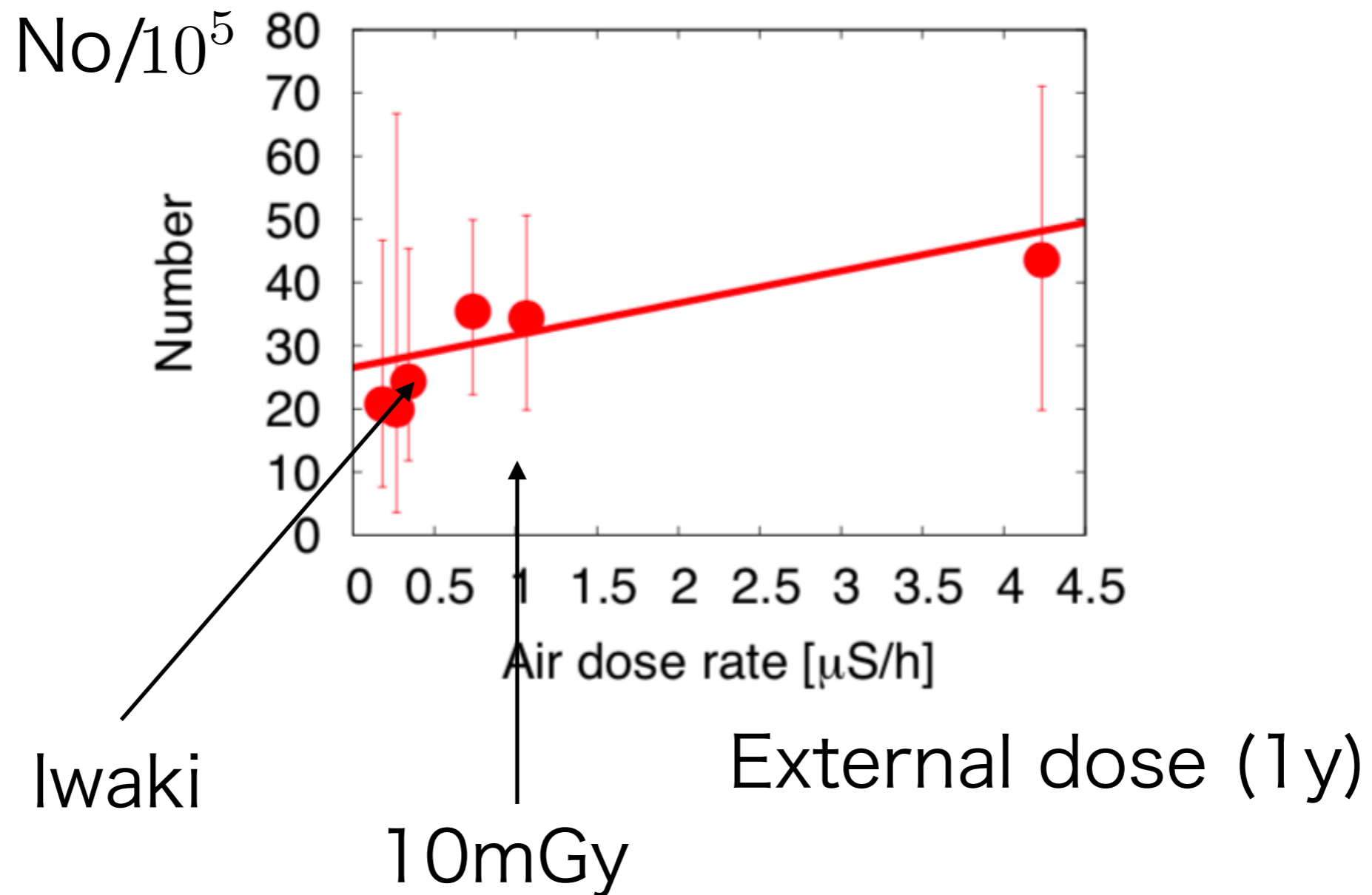
Poisson regression analysis (glm @ R)

Screening	dose	<i>a</i>	<i>b</i>	p-value of <i>a</i>	AIC
FSS	air-dose	0.075	-8.15	0.022	104.4
FSS	¹³¹ I	0.022	-8.08	0.31	107.4
PBLS	air-dose	0.0083	-7.80	0.83	128.6

(Akaike Information criterion)

Air dose rate \rightarrow External dose

FSS



本格調査では甲状腺がんと判定された数は放射線量と比例するように見える??——そのままに受け取って良いのか?

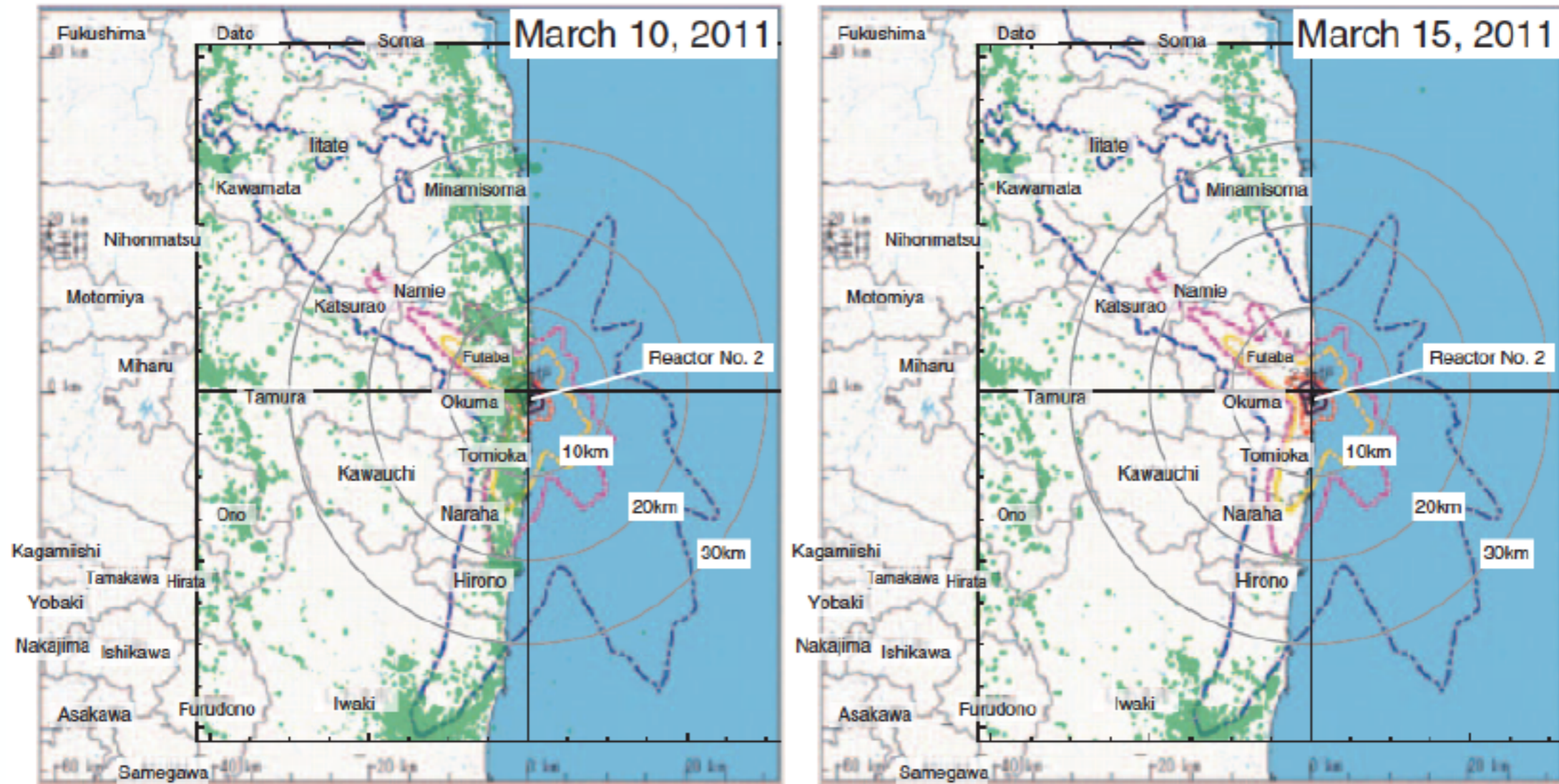
Critical discussion

1. Why the high dose area follow the increasing tendency?
2. No internal radiation (^{131}I)
3. If external radiation, why the effect of ^{131}I is small?
4. Can the increase of the thyroid cancer cases with air-dose related with the stress in life?
5. Can we quantify the stress, and relate with the amount of radiation?

Hayano, Adachi (2012) using GPS of mobile-phones

Proc Jpn Acad, Ser B 89 (2013) 196-199.

Escape from the high dose area

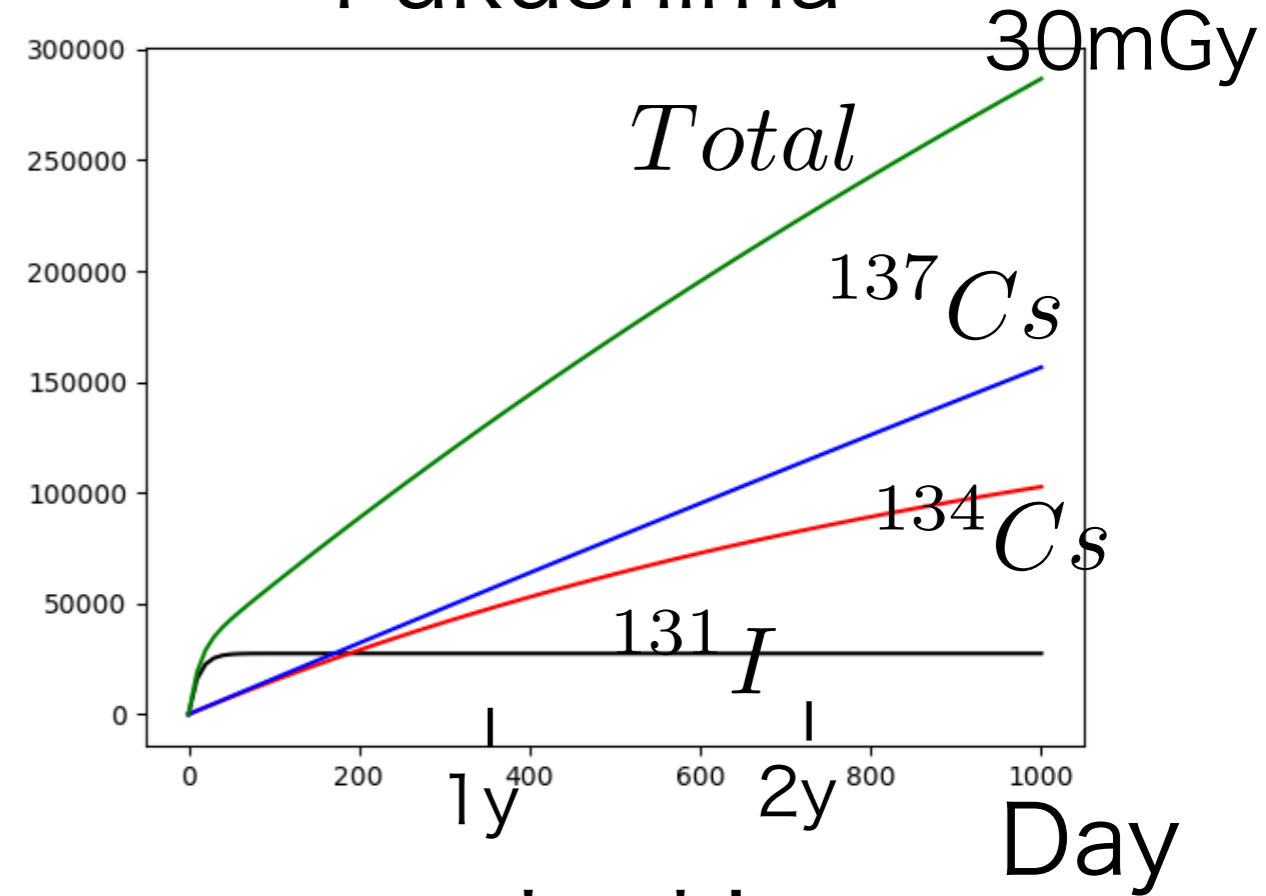


People within 20km have evacuated from the area
People further than 30km remained in the area

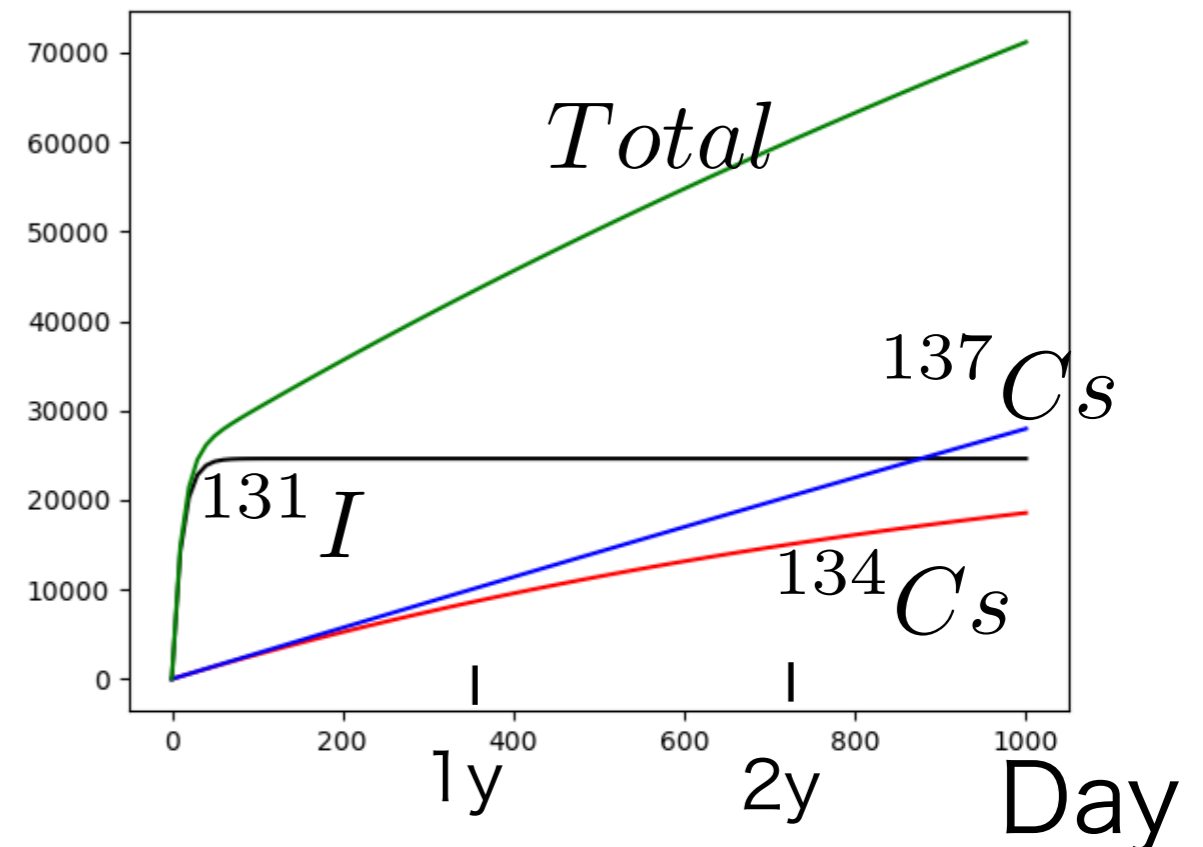
External dose (March 15)

rate → dose
Fukushima

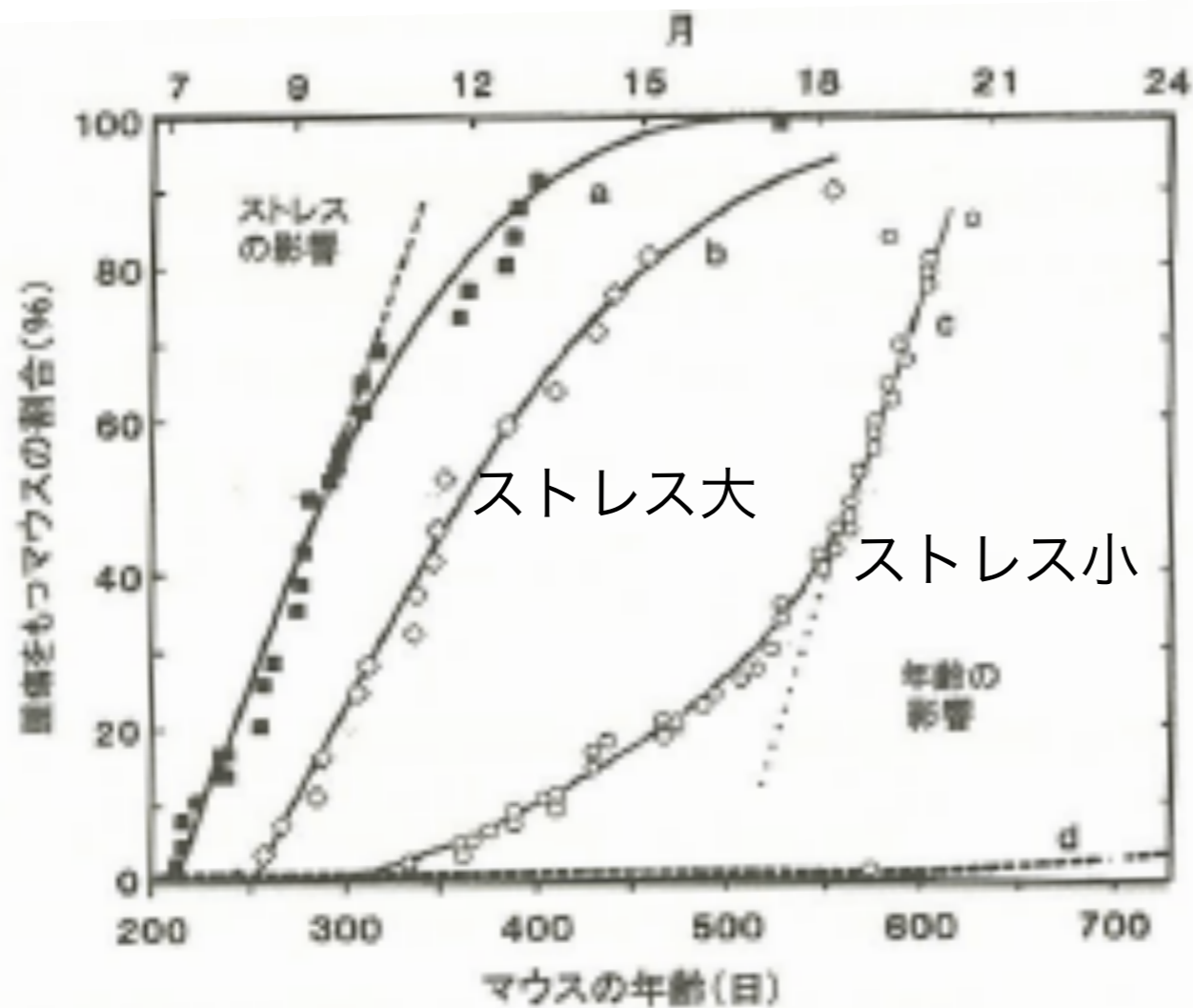
No.	City	Air dose rate [$\mu\text{Sv/h}$]	^{131}I [kBq/m ²]	^{134}Cs [kBq/m ²]	^{137}Cs [kBq/m ²]
1	Kawamata	1.59	0.931	159	175
2	Namie	14.43	7.13	1680	1860
3	Iitate	6.61	2.18	637	701
4	Minamisoma	1.81	0.820	162	181
5	Date	1.20	0.957	149	158
6	Tamura	0.60	0.502	55.0	58.8
7	Hirono	0.79	1.590	74.7	79.9
8	Naraha	1.58	5.130	113	128
9	Tomioka	6.99	32.0	854	955
10	Kawauchi	1.28	0.408	137	151
11	Okuma	17.79	32.0	2490	2740
12	Futaba	17.68	31.0	2310	2630
13	Katsurao	4.26	1.790	625	714
14	Fukushima	0.94	0.977	146	160
15	Nihonmatsu	1.44	0.628	132	148
16	Motomiya	1.50	0.305	167	183
17	Otama	1.02	0.510	111	122
18	Koriyama	0.69	0.383	91.3	99.5
19	Koori	1.34	0.970	150	168
20	Kunimi	0.90	0.483	116	125
21	Ten-ei	1.14	0.255	110	126
22	Shirakawa	0.65	0.255	63.7	68.1
23	Nishigo	0.87	0.095	80.9	91.8
24	Izumizaki	0.23	0.477	47.2	51.3
25	Miharu	0.64	0.524	75.1	80.9
26	Iwaki	0.34	0.876	26.4	28.7
27	Sukagawa	0.81	0.480	84.8	92.9
28	Soma	0.73	0.230	69.2	77.8
29	Kagamiishi	0.34	0.235	45.9	48.3
30	Shinchi	0.45	0.437	58.2	63.2



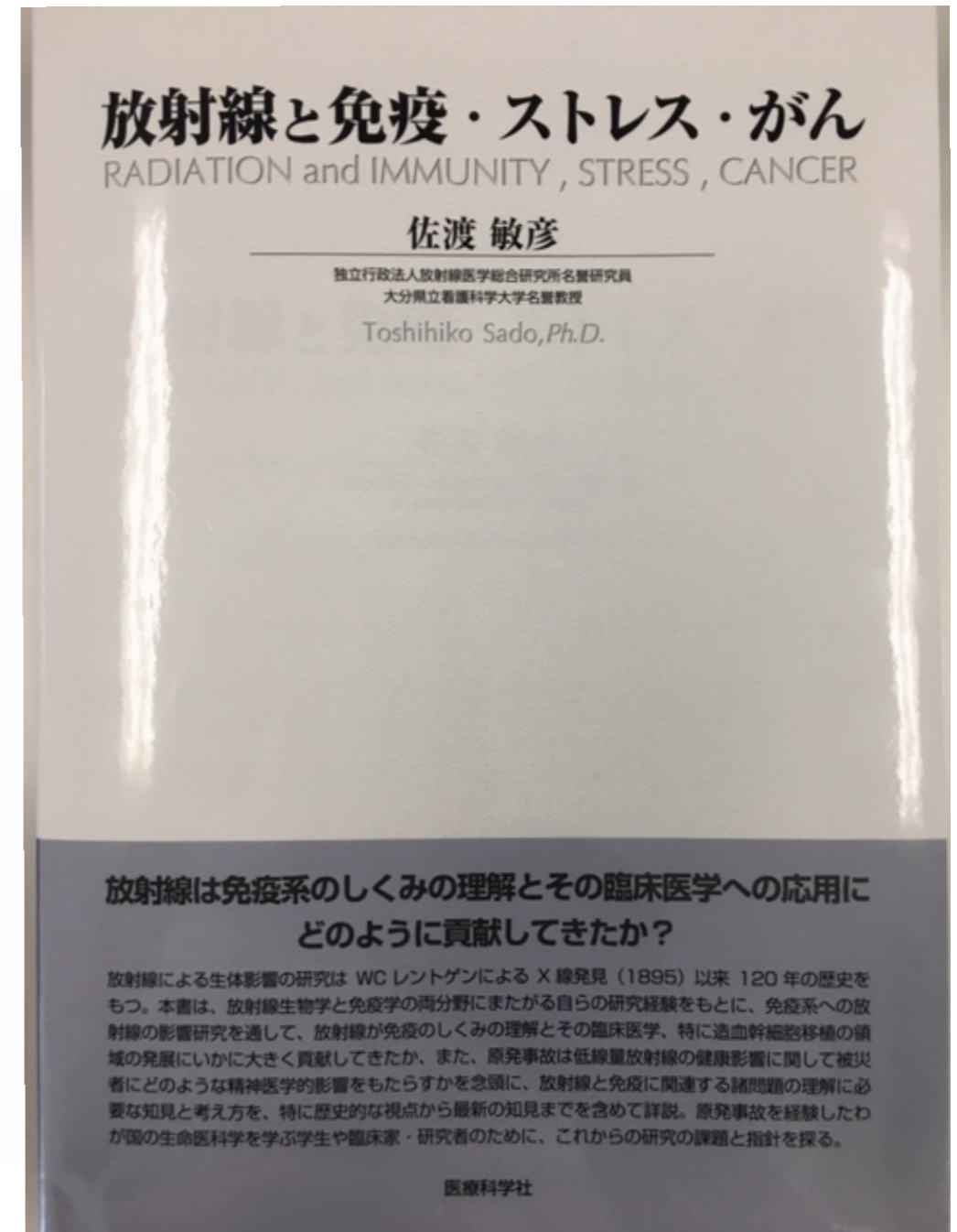
Iwaki



Book of Sado (P.440)



マウスの年齢 (日)



500 page

生活環境の変化で腫瘍の発生が変化する

(many data)

人へのストレス

Mental health impact of the nuclear accident:
Social abuse caused by structural violence
Takuya TSUJIUCHI

0246

KAGAKU

Mar. 2016 Vol.86 No.3

ストレス度は、国際的に標準化された質問紙「改訂出来事インパクト尺度 (Impact of Event Scale-Revised: IES-R)」を用いて、心的外傷後ストレス障害 (Post-traumatic Stress Disorder: PTSD)にみられる症状の強さを評価した。IES-R の得点が25 点以上になると、PTSD の可能性のあるストレスレベルだとさ

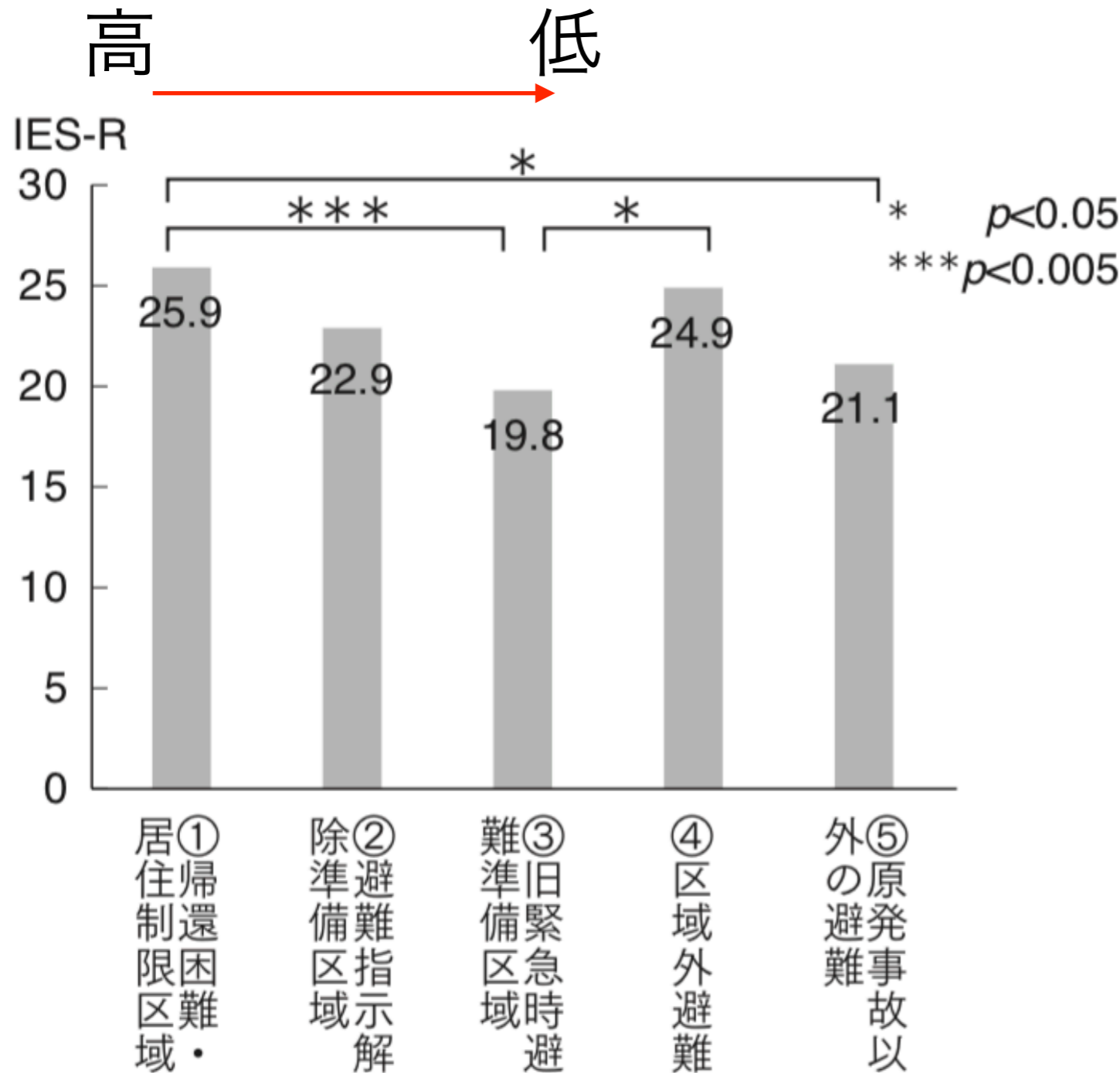
表 1—原発事故避難者における外傷後ストレス症状の4年間の推移⁶

調査時期	2012年3月 (1年後)	2013年2月 (2年後)	2013年3月 (2年後)	2014年3月 (3年後)	2015年2-3月 (4年後)
調査対象	埼玉県	福島県内 仮設住宅	埼玉県・東京都	埼玉県・東京都	全国
共同実施者	SSN	NHK	SSN	SSN	NHK
対象(世帯数)	2,011	2,425	4,268	3,599	16,686
回収数	490	745	530	761	2,862(448)
回収率	24.4%	30.7%	12.4%	23.9%	17.2%
<u>IES-R 平均±標準偏差</u>	36.31±21.46	34.20±20.55	31.93±21.13	31.07±21.59	25.86±19.42※
PTSDの可能性が ある者の割合	67.3%	64.6%	59.6%	57.7%	52.5%※

※2012～2014年の対象属性にできる限り合わせるために、帰還困難区域および居住制限区域からの避難者448名のデータを表示した。

2015年

ストレスの強さと地域性



「帰還困難区域」と「居住制限区域」の者をグループ①(588世帯)。今後数年のうちに避難指示が解除されて帰還が可能となる「避難指示解除準備区域」の者をグループ②(1002世帯)。2011年当時には避難指示が出ていたものの現在は既に解除されており、「旧緊急時避難準備区域」に該当する、既に帰還した者あるいは帰還できる者をグループ③(280世帯)。2011年当初から避難指示区域外であった、福島市・郡山市・いわき市からの市外・県外避難者で、いわゆる「自主避難者」と呼ばれる者をグループ④(622世帯)。相馬市およびいわき市の住民で、市内の仮設住宅にて避難生活を送る者を、「原発事故以外の地震・津波などの理由による避難者」と捉えてグループ⑤(298世帯)とした。

図1—避難指示区域別のストレス度比較¹¹⁾

放射線量が高い地域ほどストレスは高い

しかしどんなメカニズムでがんに関与するかは未明！！

Conclusion and Discussion

1. In PBLs, the cancer cases do not increase with the air dose rate
2. In FSS, the cancer cases increase with the air dose rate
3. Why the high dose area follow the increasing tendency?
4. Why the effect of ^{131}I is small?
5. The increase of the thyroid cancer cases may be related with the stress in life?
6. We should consider risks other than radiation on equal footing

タイトルへの結論

Assessment Science

- 1。社会のための学術（学術会議）
- 2。社会が要請する課題に取り組む（チャレンジ）
- 3。定量的にする（上限や下限を出す）
- 4。結果に対する原因は一つではない
- 5。分野を超えて真理のために葛藤（勉強）する
- 6。 「多くの専門知に基礎づけられる俯瞰的、
中立的検討を通じて総合的な知」（学術会議）