

平成24年度生活衛生関係技術担当者研修会

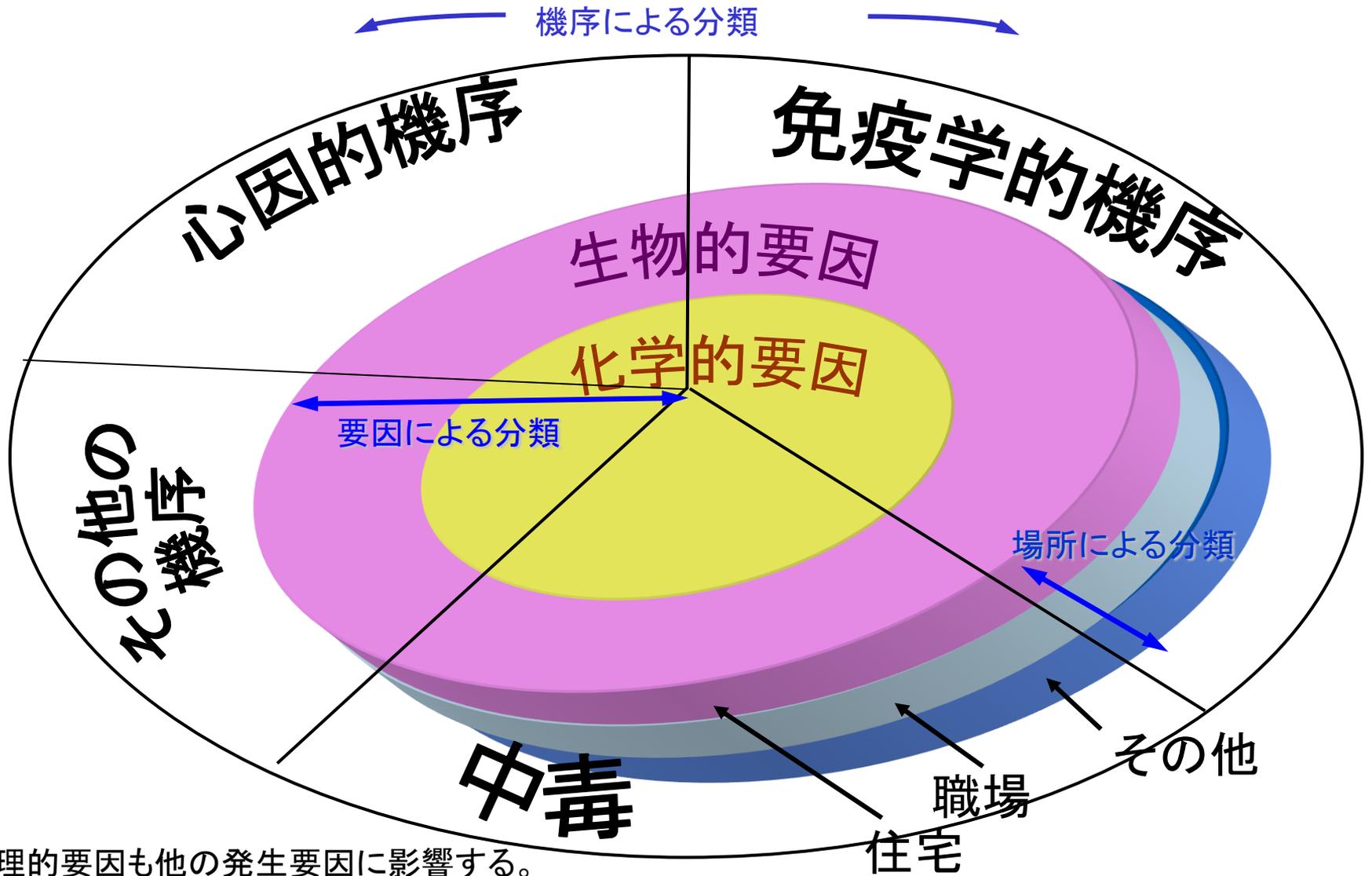
室内空気質環境実態調査の報告 及び 放射線問題の実態と対処法



平成25年3月12日
厚生労働省2階講堂

国立保健医療科学院・櫻田尚樹

シックハウス症候群に関する概念整理：要因・機序・場所による分類



※物理的要因も他の発生要因に影響する。

室内濃度指針値：シックハウス(室内空気汚染)問題に関する検討会

揮発性有機化合物	毒性指標	指針値	設定日
ホルムアルデヒド	ヒト吸入暴露における鼻咽頭粘膜への刺激	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.08 ppm)	1997. 6
アセトアルデヒド	ラットの経気道暴露における鼻腔嗅覚上皮への影響	48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.03 ppm)	2002. 1
トルエン	ヒト吸入暴露における神経行動機能及び生殖発生への影響	260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.07 ppm)	2000. 6
キシレン	妊娠ラット吸入暴露における出生児の中樞神経系発達への影響	870 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.20 ppm)	2000. 6
エチルベンゼン	マウス及びラット吸入暴露における肝臓及び腎臓への影響	3800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.88 ppm)	2000.12
スチレン	ラット吸入暴露における脳や肝臓への影響	220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.05 ppm)	2000.12
パラジクロロベンゼン	ビーグル犬経口暴露における肝臓及び腎臓等への影響	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.04 ppm)	2000. 6
テトラデカン	C8-C16混合物のラット経口暴露における肝臓への影響	330 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.04 ppm)	2001. 7
クロルピリホス	母ラット経口暴露における新生児の神経発達への影響及び新生児脳への形態学的影響	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.07 ppb), 0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.007 ppb, 小児)	2000.12
ダイアジノン	ラットの経口暴露におけるコリンエステラーゼ活性などへの影響	0.29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.02 ppb)	2001. 7
フェノブカルブ	ラット吸入暴露における血漿及び赤血球コリンエステラーゼ活性への影響	33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (3.8 ppb)	2002. 1
フタル酸ジ-n-ブチル	母ラット経口暴露における新生児の生殖器の構造異常等の影響	220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0.02 ppm)	2001. 7
フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	ラット経口暴露における精巣への病理組織学的影響	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (7.6 ppb)	2001. 7
総揮発性有機化合物		400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (暫定目標値)	2000.12

シックハウス症候群の発生予防・症状軽減のための室内環境の実態調査と改善対策に関する研究 (H23-健危-一般-010: 国立保健医療科学院・櫻田尚樹)

背景

- ・シックハウス、化学物質過敏症等の低濃度化学物質に対し種々の症状を訴える人の増加
- ・アレルギー症状を訴える人の増加
- ・一方で、過去の各省庁による広域的な各種シックハウス対策の実施とそれに伴う、室内空気質の改善の報告



目的

- ・室内環境の実態評価を行うとともに、それに伴うリスク評価を実施する。
- ・より良い室内環境の確保の対処法を開発する。
- ・化学物質に高感受性集団の頻度の経年変化を把握する。
- ・保健所等地方自治体における相談対応マニュアルを改訂する。

生活環境中の一次汚染物質およびそれらから環境中で生成される二次汚染物質を含めた、有害化学物質の動態を含めた環境実態評価(内山茂・稲葉・嵐谷・中込・櫻田)

室内環境を改善するための建築学的な対処法の検討(大澤・東)

化学物質に高感受性を示す集団比率の経年変化の評価(内山巖・東・加藤・緒方)

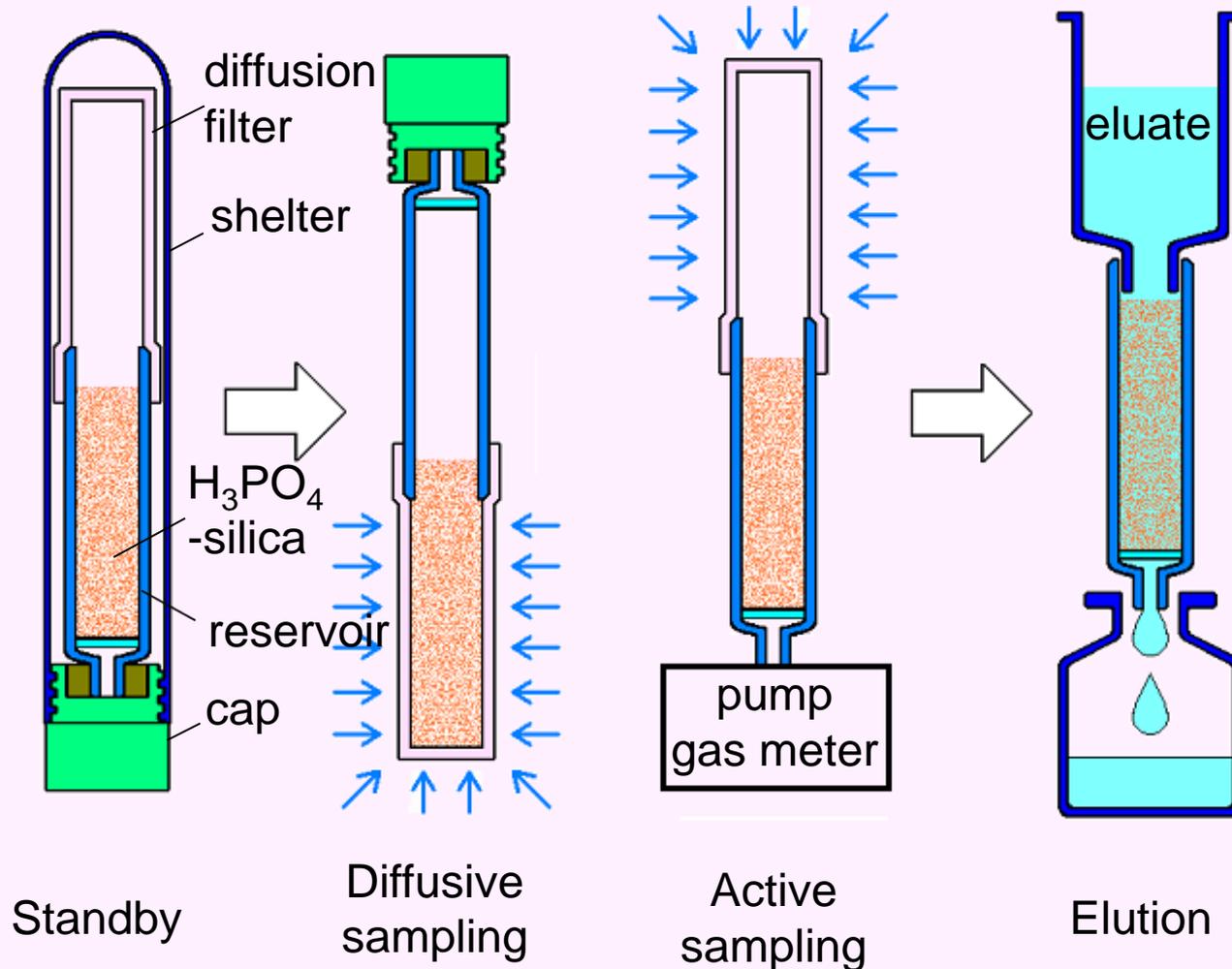
化学物質に高感受性を示す集団の宿主感受性要因の検討(加藤・櫻田)



- ・国内の室内空気質の実態を把握し、室内空気質によるリスク評価を行う(内山巖・東・緒方)
- ・以前に作成した保健所等地方自治体職員の活動補助となる相談対応マニュアルを改訂する(全員)

拡散サプラーによる室内空气中測定

各種拡散サンプラーの開発



★ DSD-NH₃: アンモニア, アミン類測定用拡散サンプラー (上図)

★ DSD-BPE/DNPH: オゾン, カルボニル化合物同時測定用拡散サンプラー
(そのほか、DSD-VOC:揮発性有機化合物, DSD-TEA:酸性ガス, 等)

DSD-BPE/DNPH

ozone
formaldehyde
acetaldehyde
acetone
acrolein
propanal
crotonaldehyde
2-butanone
benzaldehyde
i-valeraldehyde
valeraldehyde
o-tolualdehyde
m,p-tolualdehyde
hexanal
2,5-dimethylbenzaldehyde
heptanal
octanal
2-nonenal
nonanal
decanal

VOC-SD

hexane
2,4-dimethylpentane
ethyl acetate
trichloromethane
1,1,1-trichloroethane
heptane
carbon tetrachloride
1-butanol
benzene
1,2-dichloroethane,
trichloroethylene
1,2-dichloropropane
methyl isobutyl ketone
octane
toluene
butyl acetate
tetrachloroethylene
nonane
dibromochloromethane
ethylbenzene
m,p-xylene
o-xylene
 α -pinene
1,3,5-trimethylbenzene
1,2,4-trimethylbenzene
d-limonene
1,2,3-trimethylbenzene
p-dichlorobenzene

DSD-TEA

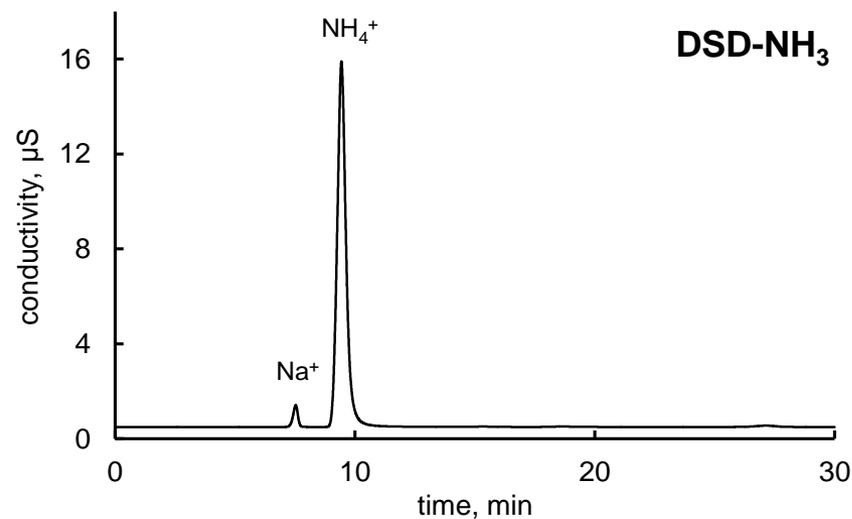
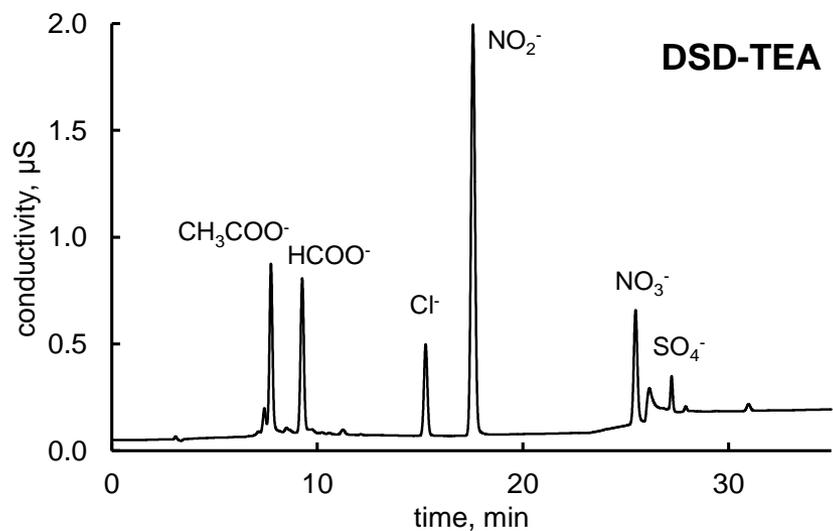
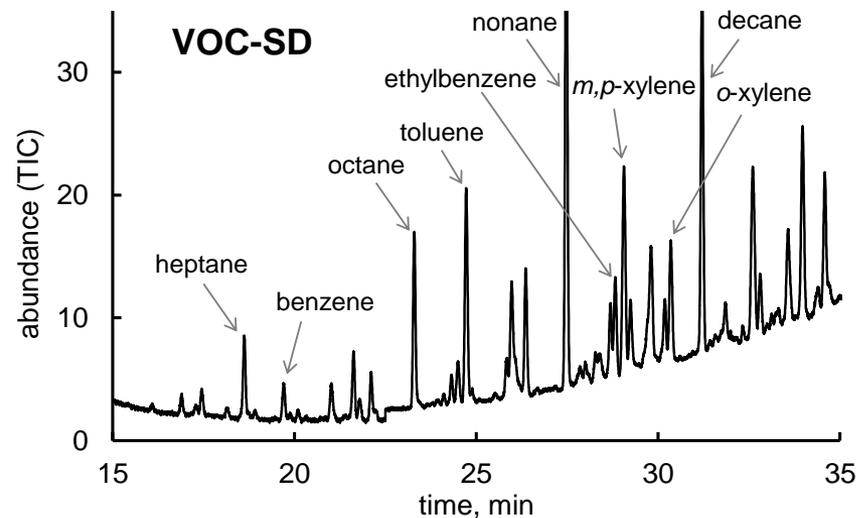
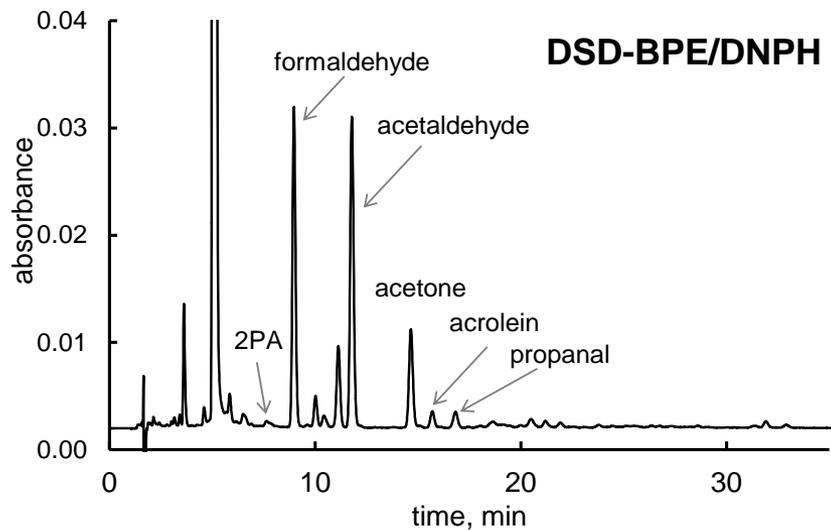
acetic acid
formic acid
nitrogen dioxide
sulfur dioxide

DSD-NH₃

ammonia



各サンプラーで捕集した実試料のクロマトグラム



空气中化学物質の実態調査

- ・オゾンおよびカルボニル化合物(22成分)
- ・揮発性有機化合物VOCs(30成分)
- ・酸性ガス(5成分)
- ・塩基性ガス(1成分)

以上4種の拡散サンプラーを用い全国実態調査を実施。

対象

- ・平成23/24年冬期;170家屋
- ・平成24年夏期;542家屋
- ・対象地域;北海道、関東、北陸、関西、四国、九州
- ・主に居住する室内および室外の2カ所において24時間捕集
- ・同時に室温を24時間連続測定し平均室温を算出

代表的な化学物質の全国平均濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Compound	Winter, 2012 n=170/542				Summer, 2012 n=542			
	Indoor		Outdoor		Indoor		Outdoor	
	mean	median	mean	median	mean	median	mean	median
formaldehyde	15	12	1.6	1.5	31	25	4.1	3.8
acetaldehyde	29	17	1.9	1.7	17	12	3.2	3.0
acetone	18	14	5.0	4.6	19	13	4.5	3.9
hexane	2.8	2.2	1.8	1.6	3.2	1.8	1.7	1.0
benzene	3.3	2.4	2.1	1.9	1.3	1.0	1.0	0.8
toluene	8.5	7.1	3.7	3.0	13	6.6	7.5	3.9
xylenes	11	2.4	2.7	1.0	8.8	2.2	2.4	0.8
α -pinene	6.8	1.6	0.1	0.0	26	2.9	0.6	0.0
<i>d</i> -limonene	34	17	0.7	0.0	17	7.3	0.5	0.0
<i>p</i> -dichlorobenzene	48	1.3	0.5	0.0	120	4.5	4.4	1.6
ozone	1.5	1.3	37	37	9.5	6.3	32	29
acetic acid	100	96	40	38	140	110	62	48
formic acid	69	34	19	13	26	23	14	13
hydrogen chloride	5.4	4.6	6.9	5.2	1.9	1.2	1.5	1.2
nitrogen dioxide	270	100	30	23	13	9.7	11	8.9
sulfur dioxide	2.1	0.8	3.5	1.3	0.6	0.6	1.2	0.7
ammonia	18	14	6.1	5.4	40	29	11	9.4

厚生労働省指針値，環境基準値の超過率

成分名	指針値 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	冬季	夏季
		超過率 %	超過率 %
ホルムアルデヒド	100	0	0.7
アセトアルデヒド	48	14	4.4
トルエン	260	0	0.2
キシレン	870	0	0
<i>p</i> -ジクロロベンゼン	240	4	7.0
オゾン*	120	0	0
塩化水素*	30	2.5	0
二酸化窒素*	113	46	0
二酸化硫黄*	100	0	0
アンモニア	700	0	0.2

* 環境基準値

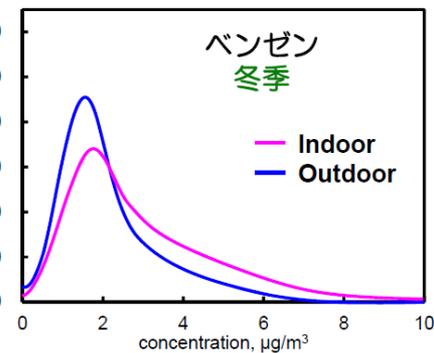
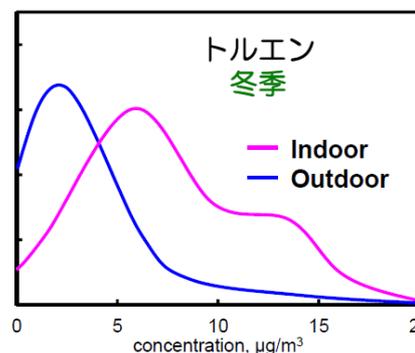
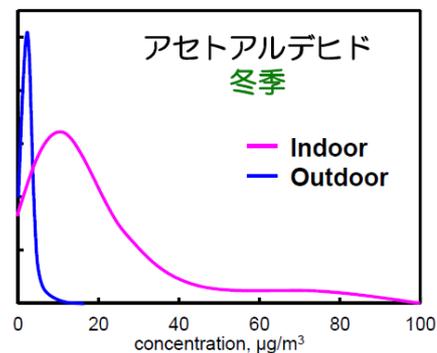
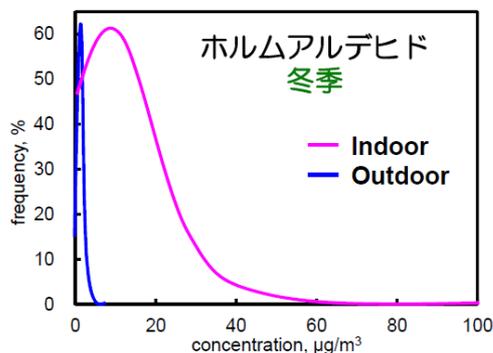
代表的な化学物質の冬季と夏季における濃度分布

指針値
($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

100
($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

48
($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

260
($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

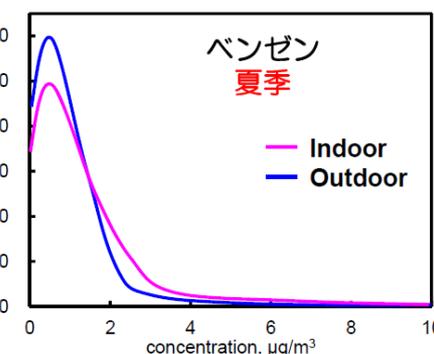
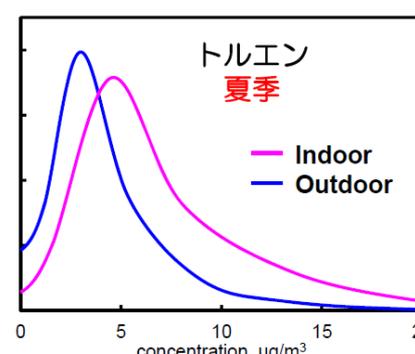
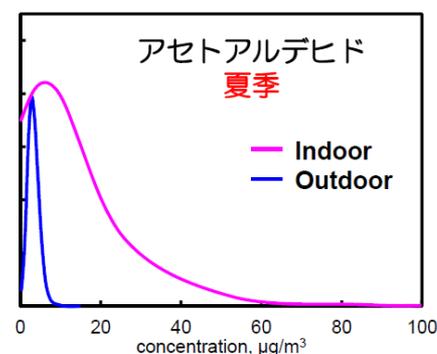
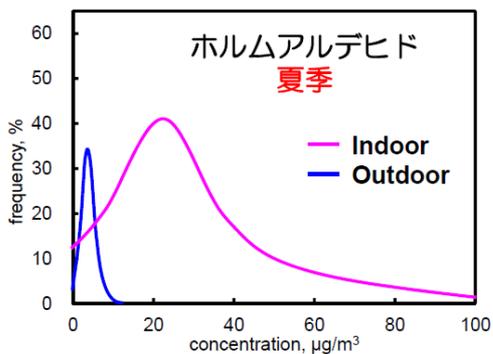


指針値
超過割合

0%

14%

0%



指針値
超過割合

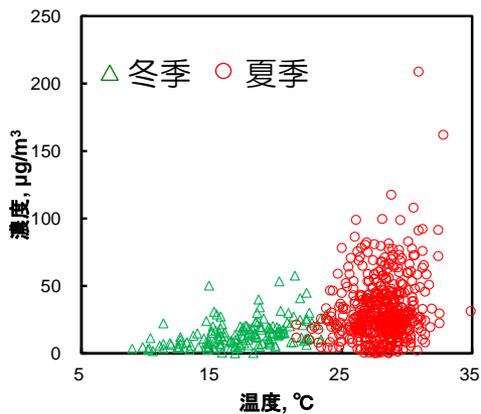
0.7%

4.4%

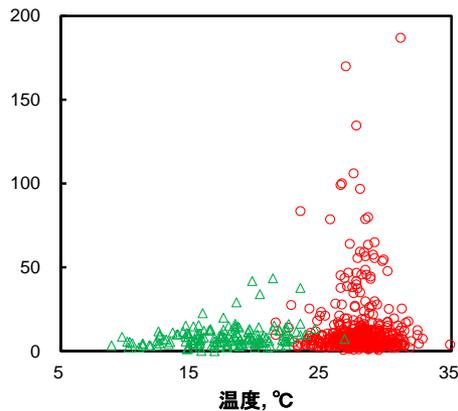
0.2%

代表的な化学物質濃度と24時間平均室温との関係

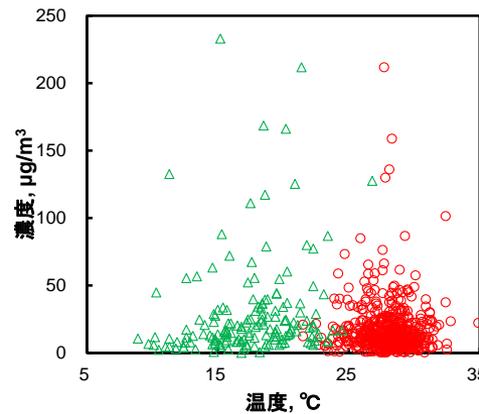
ホルムアルデヒド



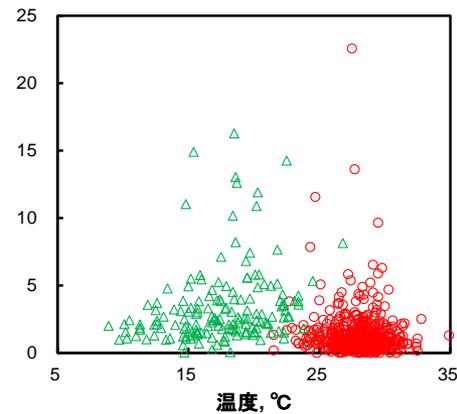
トルエン



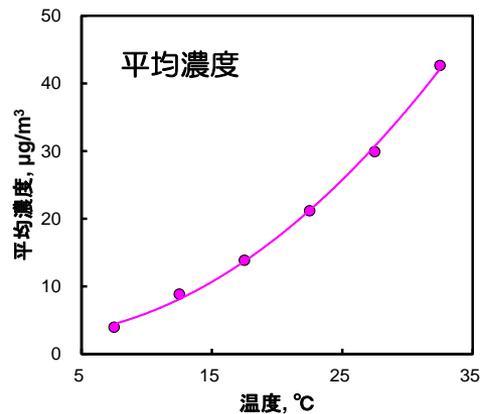
アセトアルデヒド



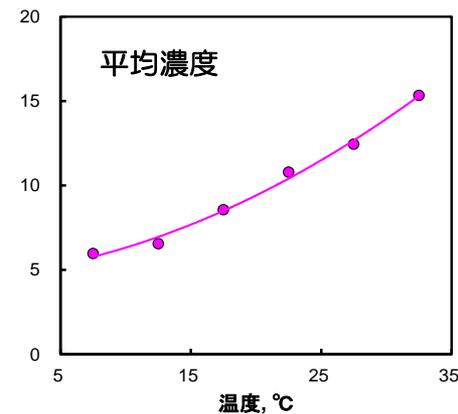
ベンゼン



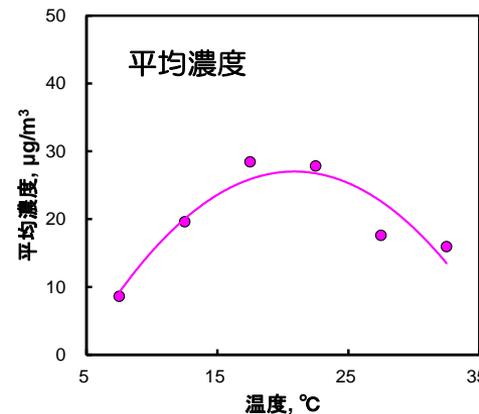
ホルムアルデヒド



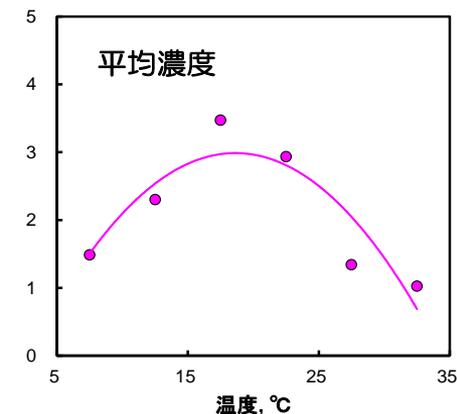
トルエン



アセトアルデヒド

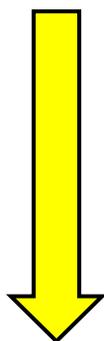


ベンゼン



飲酒によるアセトアルデヒドの発生

飲酒

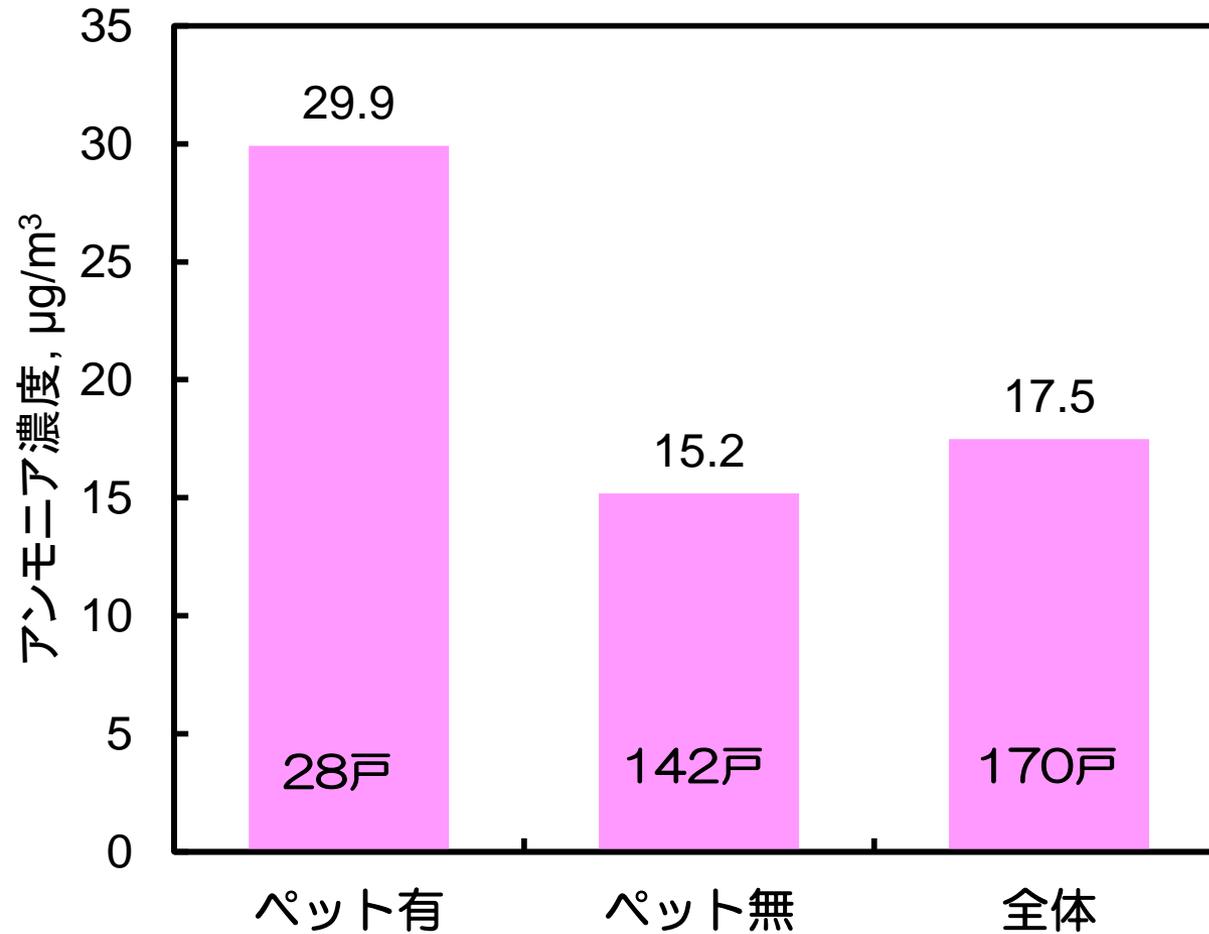


禁酒

compound	住宅A (KA-29)		住宅B (KA-32)		μg/m ³
	室内	室外	室内	室外	
	formaldehyde	58	1.6	30	
acetaldehyde	210	1.8	130	2.1	
acetone	36	5.2	18	5.9	
propanal	2.1	0.0	1.8	0.0	
d-limonene	40	0.0	87	0.0	
anmonia	14	2.5	11	3.4	
Temp. (°C)	21	10	21	11	
R.H. (%)	62	71	56	63	

compound	住宅A (KA-29)			住宅B (KA-32)			μg/m ³
	居間	寝室	室外	居間	寝室	室外	
	formaldehyde	37	34	3.3	27	41	
acetaldehyde	57	52	4.0	34	26	2.2	
acetone	29	31	6.8	16	15	5.0	
propanal	2.5	2.2	1.2	2.4	1.9	0.6	
d-limonene	17	14	0.0	190	70	0.0	
anmonia	15	14	2.6	13	11	3.7	
Temp. (°C)	21	—	10	22	—	16	
R.H. (%)	53	—	56	57	—	69	

ペットから発生するアンモニア（冬季）

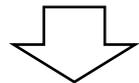


化学物質高感受性全国実態調査

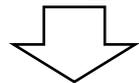
化学物質高感受性全国実態調査 調査方法

インターネット調査(登録モニター数:約105万人)

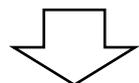
性別×年齢×全国8地方で80セルに分割



平成22年度の総務省国勢調査の人口動態に基づき7000サンプルを各セルに割り付け

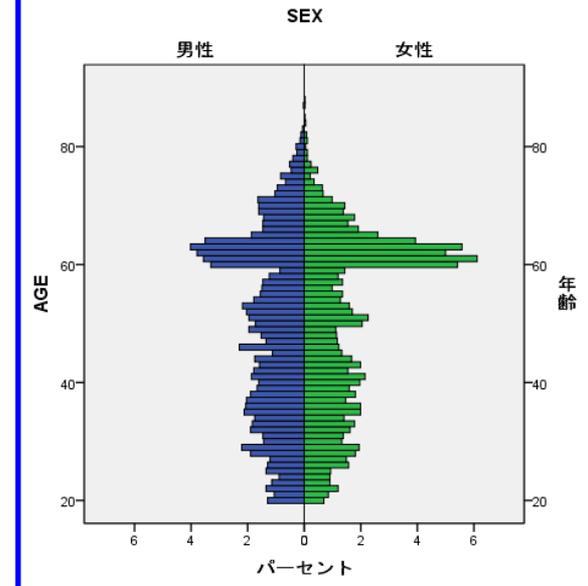


各セルの割り付け数とそのセルの登録モニターから無作為抽出(割り付け数の約1.5倍～2倍抽出、年齢層に応じて割り付け倍率を設定)して調査協力依頼



各セルの割り付け数を満たすように、上記無作為抽出及び調査協力依頼を繰り返す(今回は2回27,293件依頼:回収率26.5%)

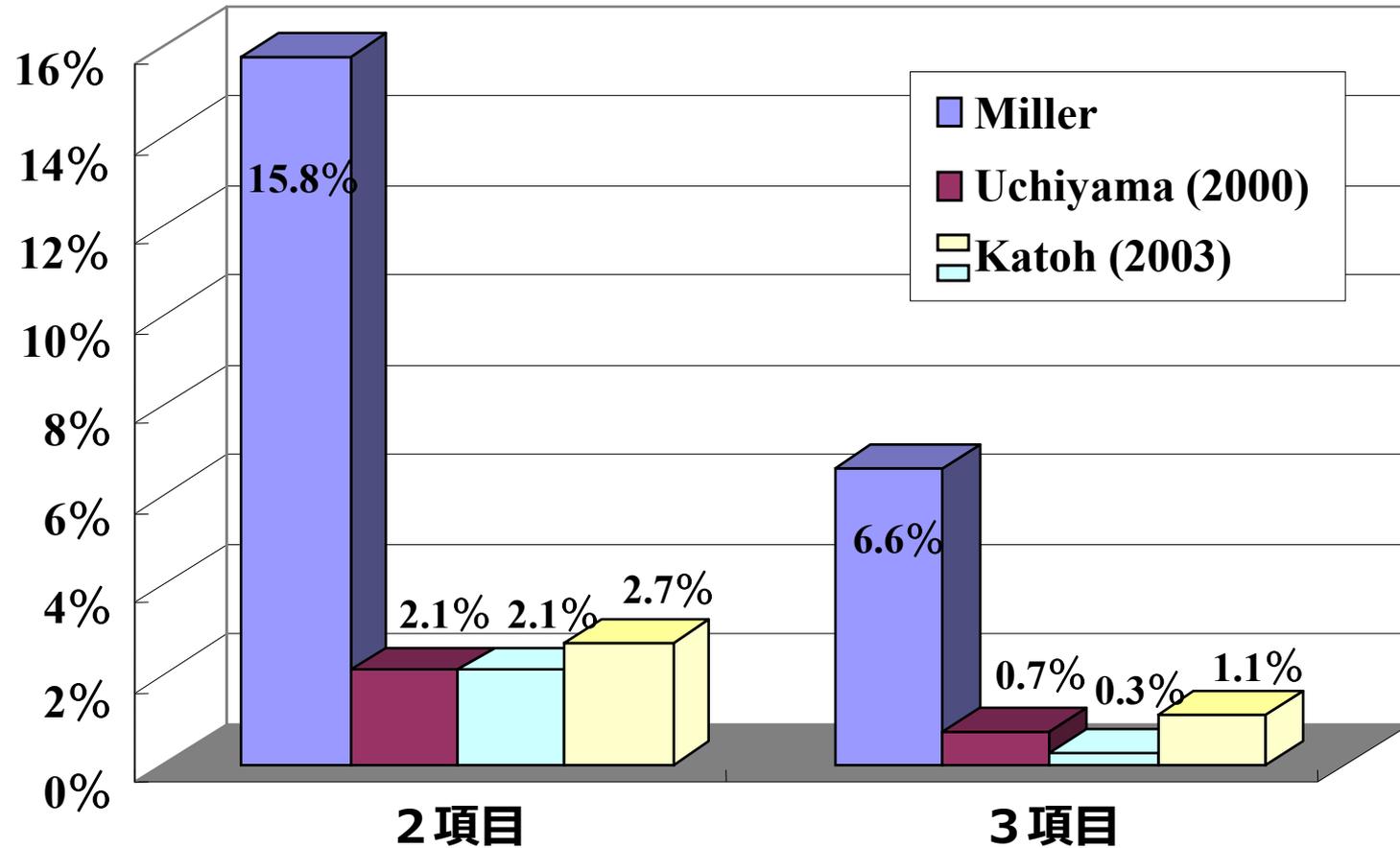
- 平均年齢49.6歳(20～88歳)
- 男性48.1%、女性51.9%



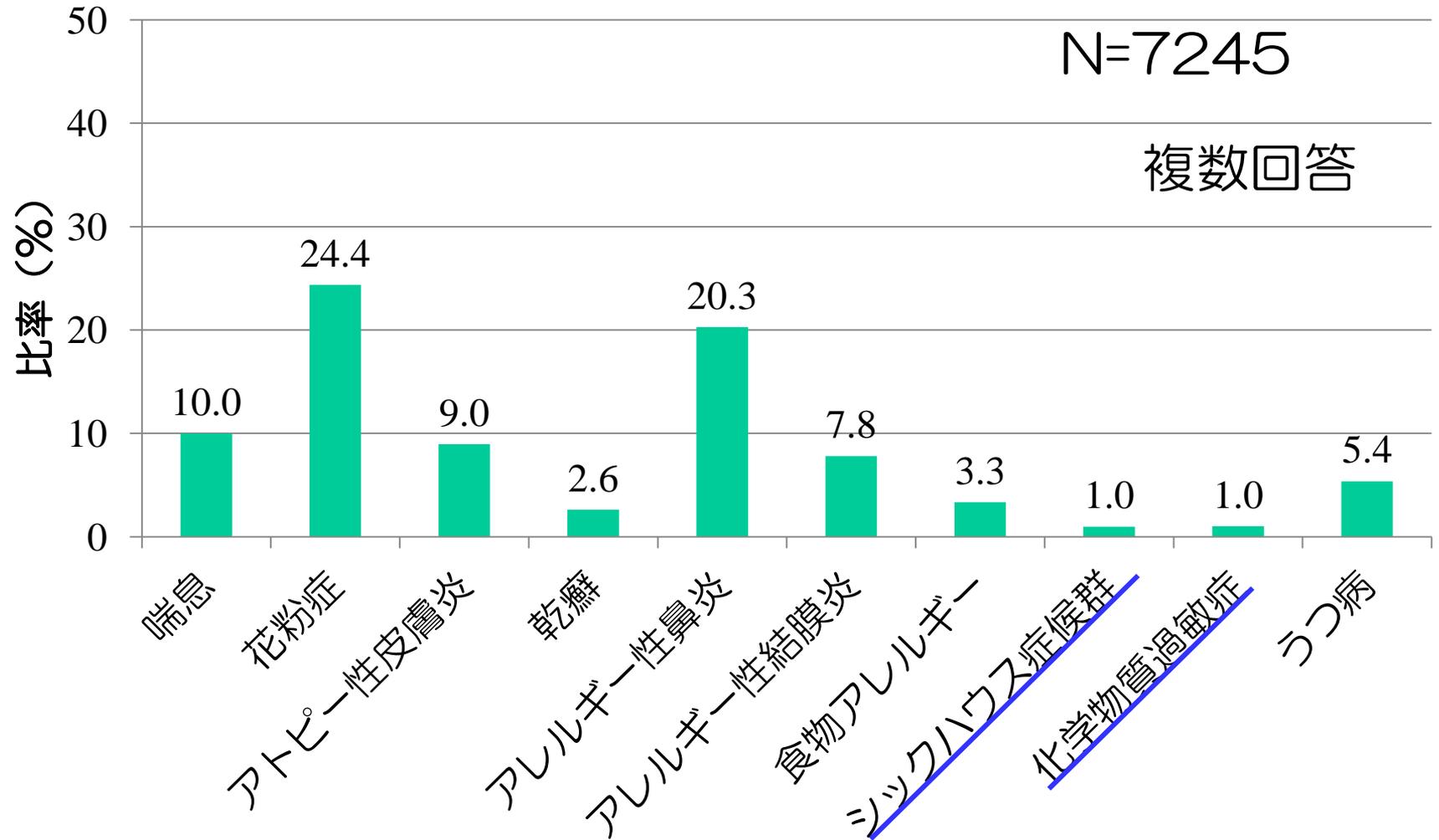
Quick Environmental Exposure AND Sensitivity Inventory (QEESI)

1. Miller らによって化学物質過敏症患者の診断・治療のために開発された調査票
2. “化学物質曝露による反応”, “その他の化学物質に対する反応”, “症状”, “マスクング (適応) ”, “日常生活の障害の程度” の5項目, 1問10点・各10問から成っている。
3. 今回、 “症状” , “化学物質曝露による反応” , “その他の化学物質に対する反応” を利用した。

カットオフ値を超えた人の割合の他の調査との比較



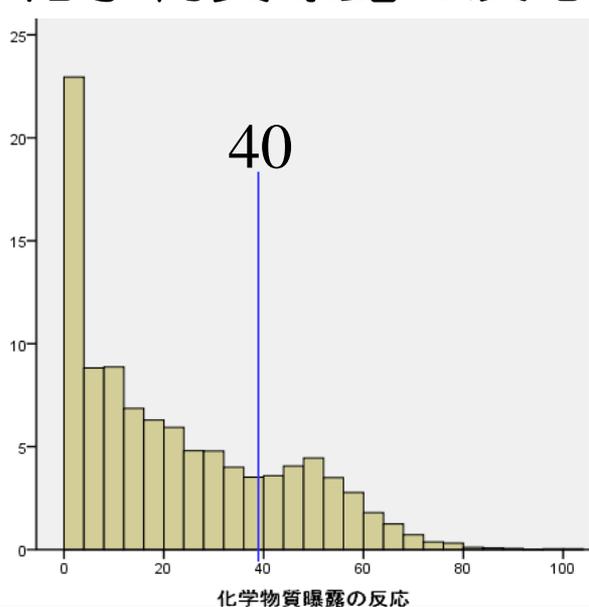
各種疾患の診断歴



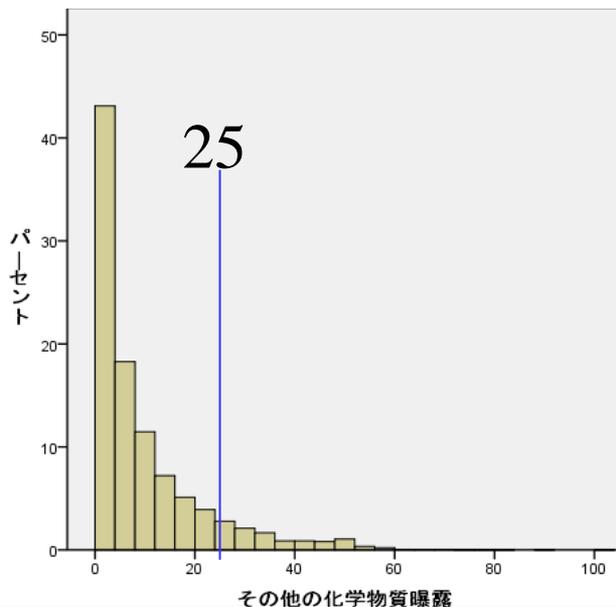
Quick Environmental Exposure AND Sensitivity Inventory (QEESI)

1. “化学物質曝露による反応”, “その他の化学物質に対する反応”, “症状”, “マスクング (適応)”, “日常生活の障害の程度” の5項目, 1問10点・各10問から成っている。
2. 今回、 “化学物質曝露による反応”, “その他の化学物質に対する反応”, “症状” を利用した。

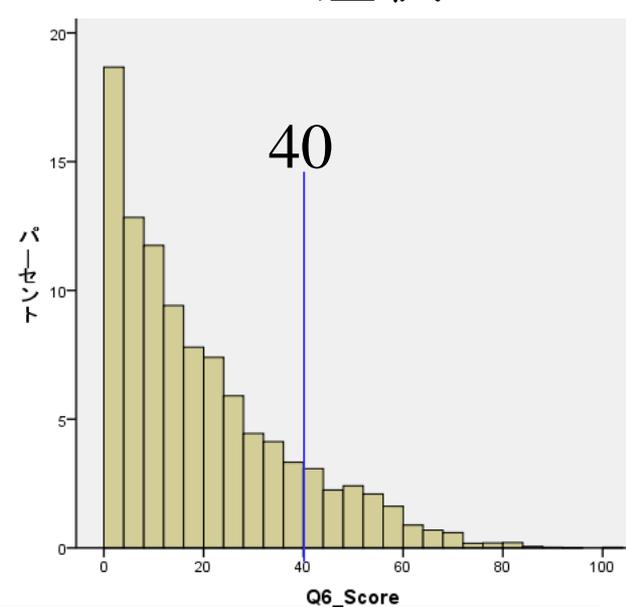
化学物質曝露の反応



その他の化学物質曝露への反応

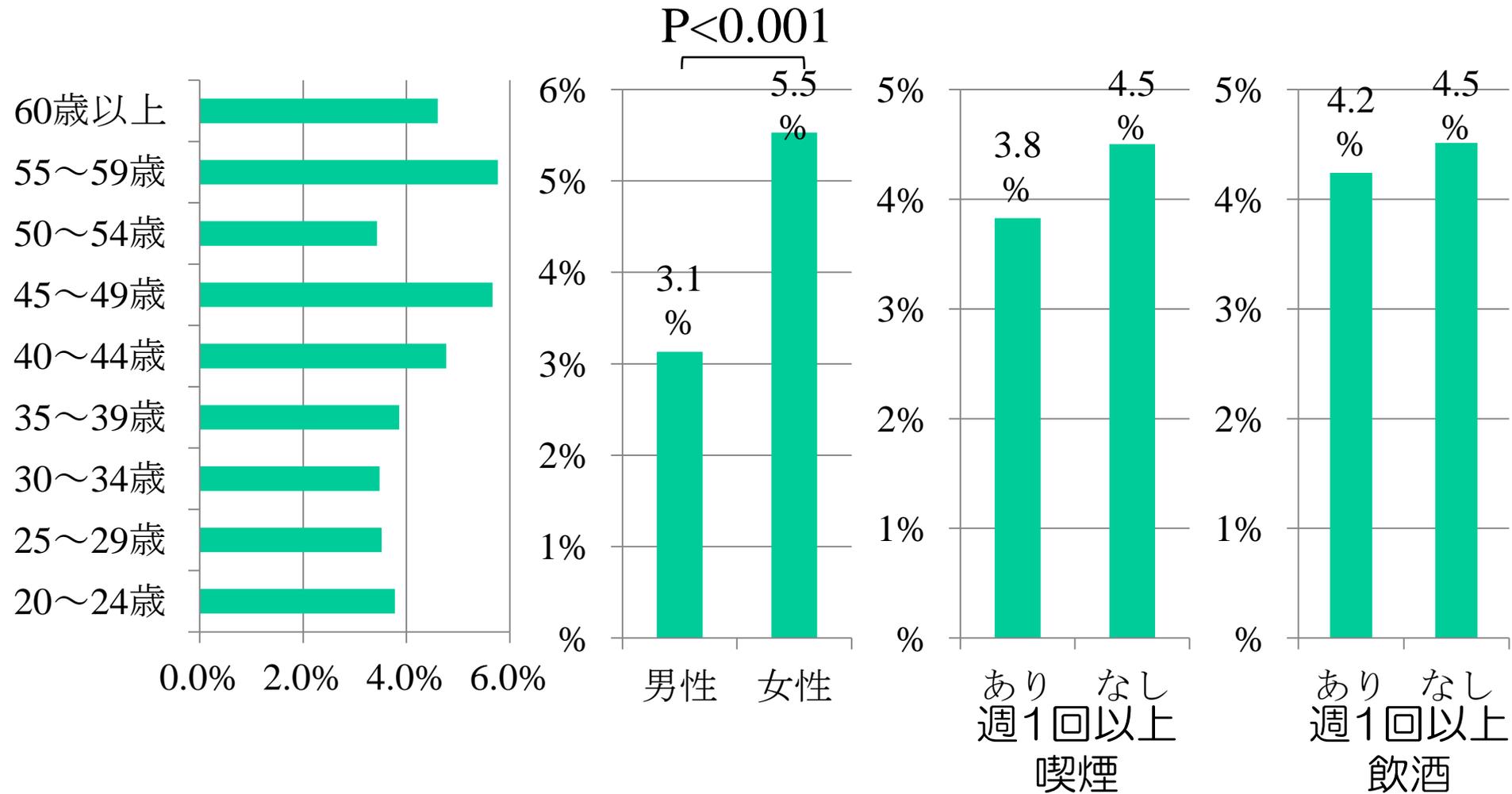


症状



	2000年7月対面調査 (N=2581)	2012年1月WEB調査 (N=7245)
カットオフ値以上		
3項目	0.74%	4.4% (317)
2項目	2.1%	12.1% (877)

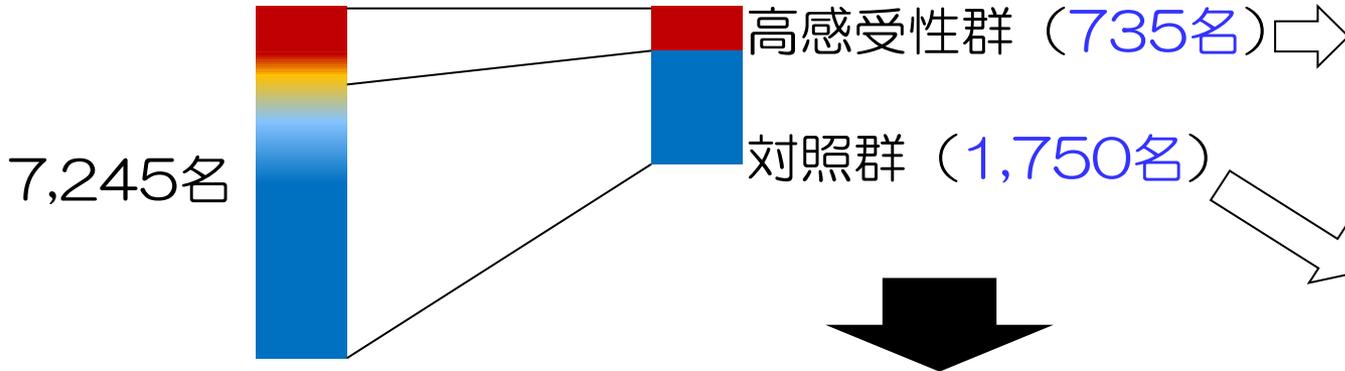
3項目でカットオフ値を超えた分布



H23年度調査の高感受性集団等の追跡調査

H24.1調査

H25.1調査



※QEESI調査で以下のいずれかのクライテリアを満たす

- ・ Miller(1999)
 - ・ 北條(2009)
 - ・ Skovbjerg(2012)
- 及びSHSやCSの治療中

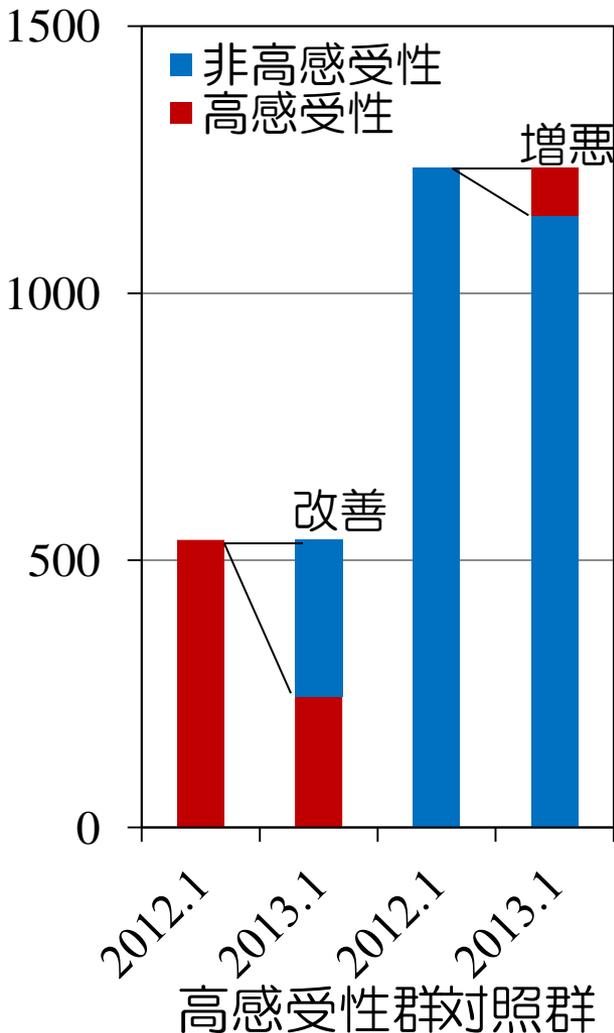
※上記以外から性別、年齢層を揃えて無作為抽出

	調査内容	方法
コホート調査 (高感受性群／ 対照群)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 化学物質感受性、居住環境、ストレスや感情、対人関係、ライフイベント等 ・ 1年後の感受性の状況 ・ 1年間の治療、処置、対策等の状況 	デンマークMCSセンターの調査票をもとに作成 QEESI+この1年の対処状況の項目追加

	高感受性群	対照群
回収数(率)	538名 (73.2%)	1,235名 (70.6%)
平均年齢	54.2歳 (22-88歳)	54.0歳 (21-89歳)
男性	33.1%	33.6%

1年間の高感受性の変化と、変化に関する要因

回答者数



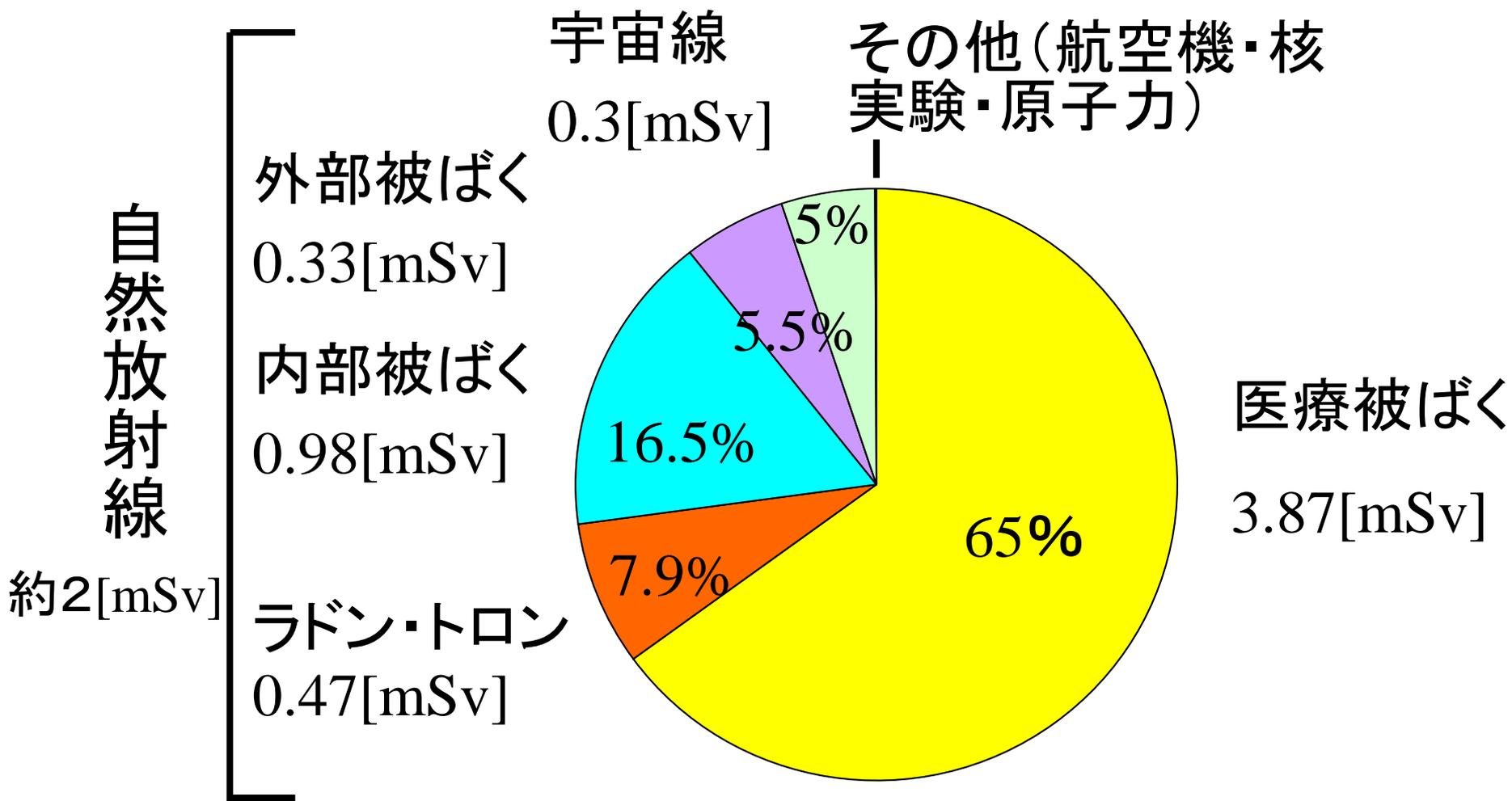
	オッズ比	
	高感受性群 (感受性改善)	対照群 (感受性増悪)
1. 医療機関での診療	0.71	2.14**
2. 医薬品の服用	0.66*	1.78*
3. 病気になった (病名:)	0.77	1.45
4. 心理カウンセリングを受けた	0.49	1.60
5. サプリメント (栄養補助食品、健康補助食品) の服用	0.97	1.09
6. 適度な運動を心掛けた	0.95	0.93
7. 運動不足	1.08	1.53
8. 規則正しい生活 (食事、睡眠など) を心掛けた	0.85	0.56*
9. 不規則な生活 (食事、睡眠など) を送った	0.84	1.98
10. 臭いや刺激の強いものを避けるようにした	0.95	8.72**
11. 臭いや刺激の強いものにふれる機会があった	1.66	8.65*
12. 生活習慣の変化 (具体的に:)	0.75	5.42**
13. 生活環境の変化 (具体的に:)	1.25	6.11**
14. 仕事や職場の変化 (具体的に:)	0.90	0.63
15. その他 (具体的に:)	0.37*	3.42**
16. 特に理由はない	1.75*	0.67

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

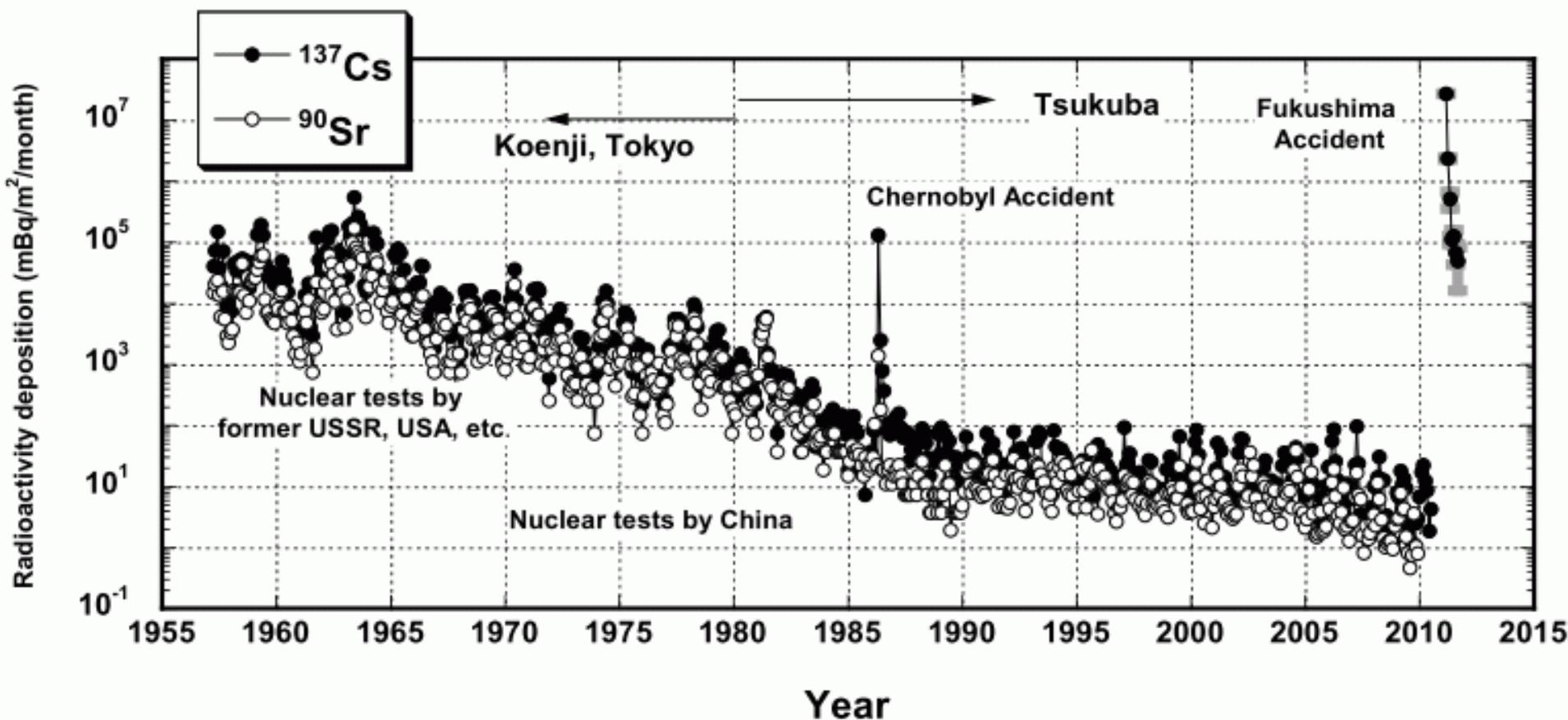
放射線問題の実態と対処法

事故前の日本の環境放射線

日本平均 5.97[mSv/年]



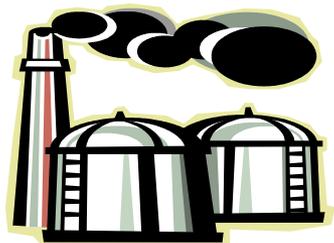
気象研究所における ^{90}Sr および ^{137}Cs 月間降下量の推移



環境における人工放射能の研究2011
気象研究所 地球化学研究部/環境・応用気象研究部
Artificial Radionuclides in the Environment 2011
Geochemical Research Department,
Meteorological Research Institute, JAPAN
ISSN 1348-9739, Dec. 2011

http://www.mri-jma.go.jp/Dep/ge/ge_report/2011Artifi_Radio_report/index.html

原発事故に伴う放射能汚染の人体への影響

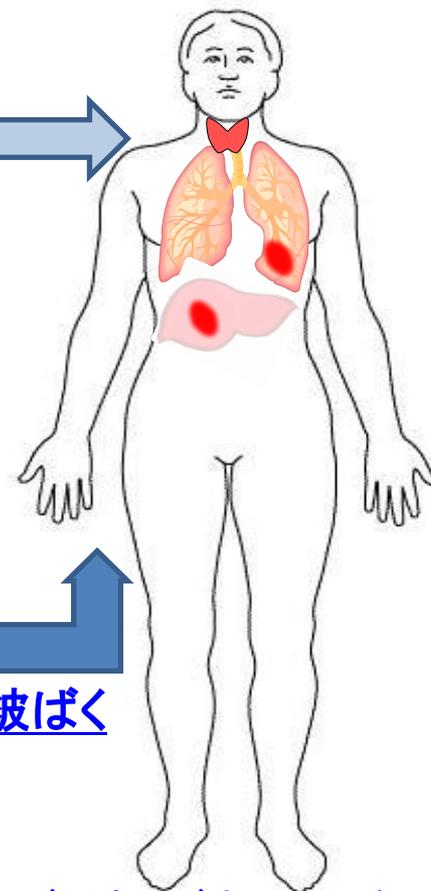


放射性物質の環境放出



外部被ばく

吸入曝露



内部被ばく

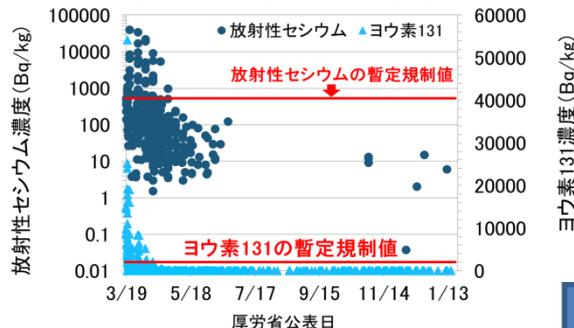


環境汚染

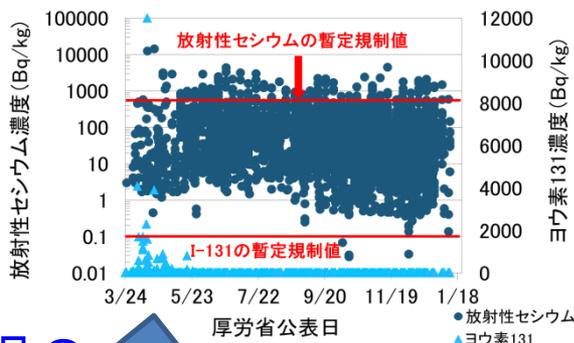
飲食品の汚染

食品の放射性物質濃度モニタリング例

ホウレンソウの放射性物質濃度



魚介類の放射性物質濃度



汚染飲食品のモニタリング

- ・バイオリジカルモニタリング (尿・血液・母乳等生体試料を用いた測定)
- ・ホールボディーカウンタによる体外計測

県民健康管理（全県民対象）

線量を把握（基礎データ）

基本調査

対象者：平成23年3月11日時点での県内居住者
方法：自記式質問票
内容：3月11日以降の行動記録
(被ばく線量の推計評価)



継続して管理

県民健康管理ファイル

- ☆健康調査や検査の結果を
個々人が記録・保管
- ☆放射線に関する知識の普及



データベース構築

- ◆県民の長期にわたる健康管理と治療に活用
- ◆健康管理をとおして得られた知見を次世代に活用

- ・ホールボディカウンター
- ・個人線量計

健康状態を把握

詳細調査

甲状腺検査 (18歳以下の全県民(県外避難者含む)に順次実施)

内容：甲状腺超音波検査
※3年程度で対象者全員の現状を把握し、その後は定期的に検査

健康診査 (既存の健診を活用)

対象者：避難区域等の住民 及び 基本調査の結果必要と認められた方
内容：一般健診項目+白血球分画等

対象者：避難区域等以外の住民
内容：一般健診項目

職場での健診や市町村が行う住民健診、がん検診等を定期的に受診することが、疾病の早期発見・早期治療につながる。

既存健診の対象外の県民への健診実施

こころの健康度・生活習慣に関する調査 (避難区域等の住民へ質問紙調査)

妊産婦に関する調査 (23年度:22年8月1日~23年7月31日の母子健康手帳交付者へ質問紙調査
24年度:23年8月1日~24年7月31日の母子健康手帳交付者へ質問紙調査)

相談・支援

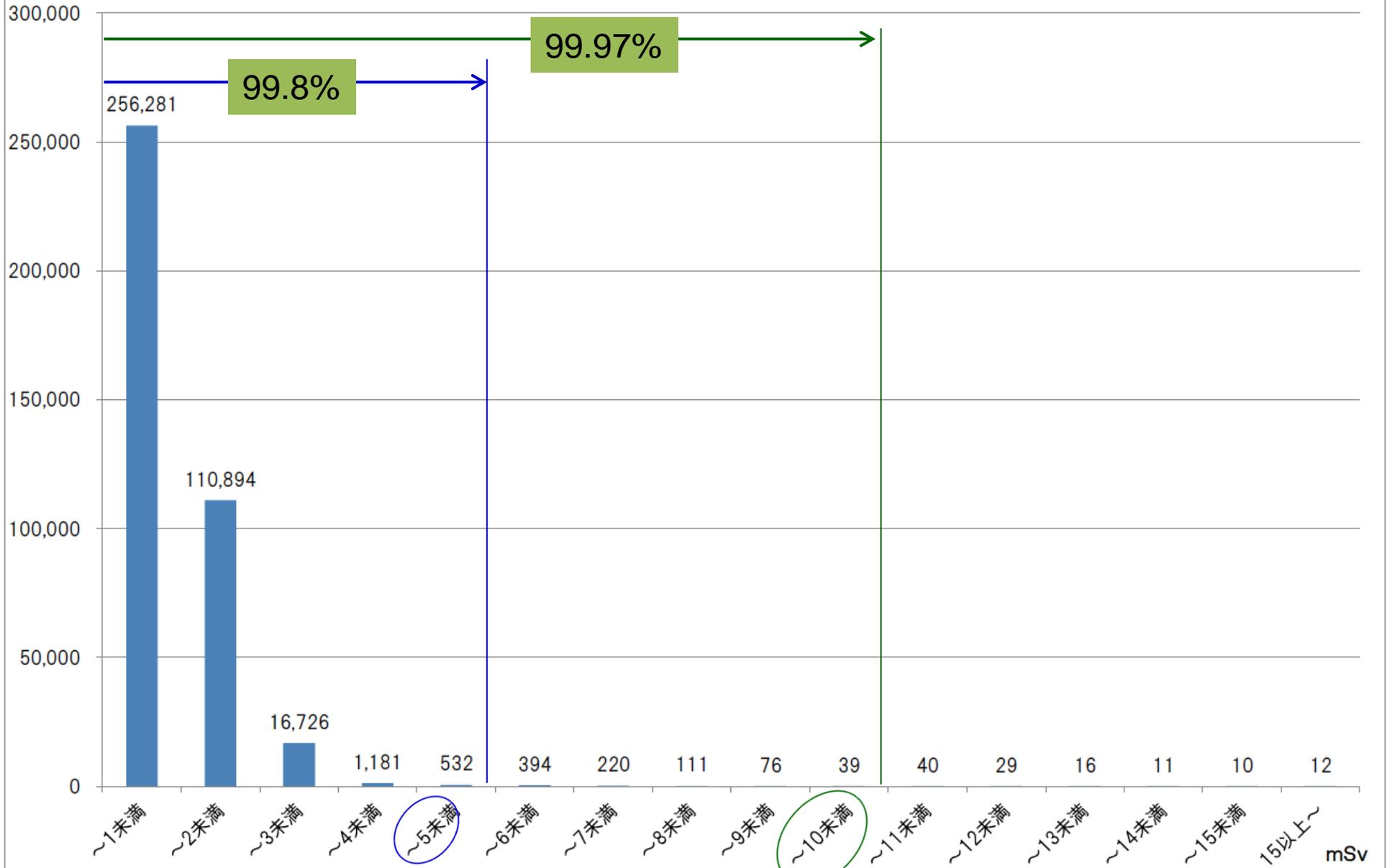
フォロー

治療

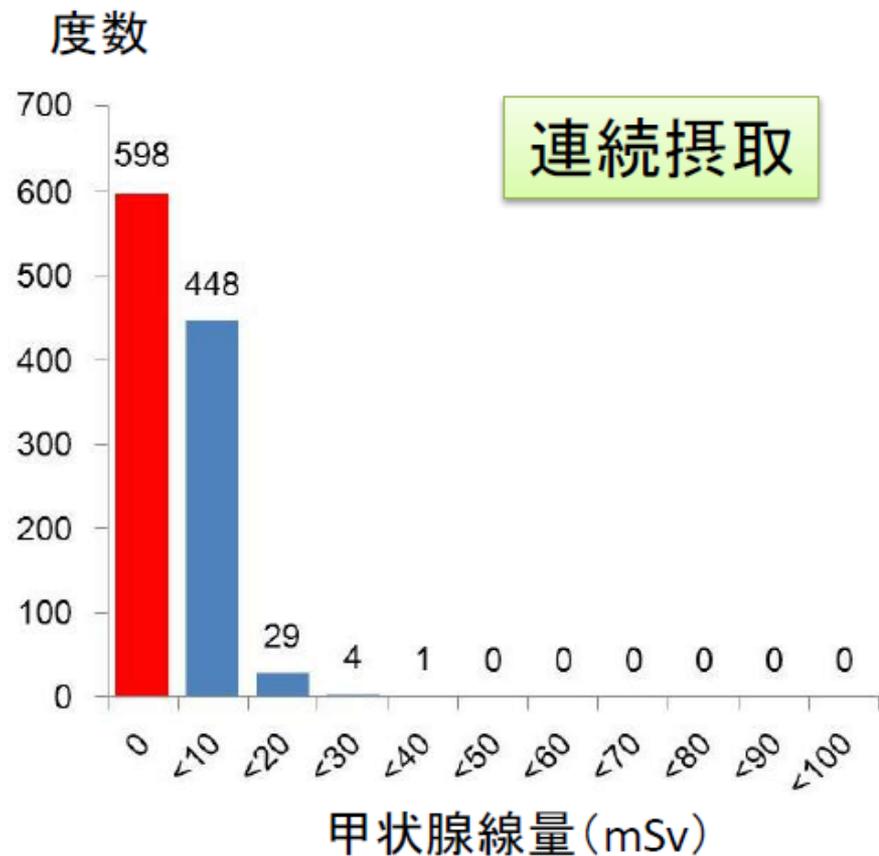
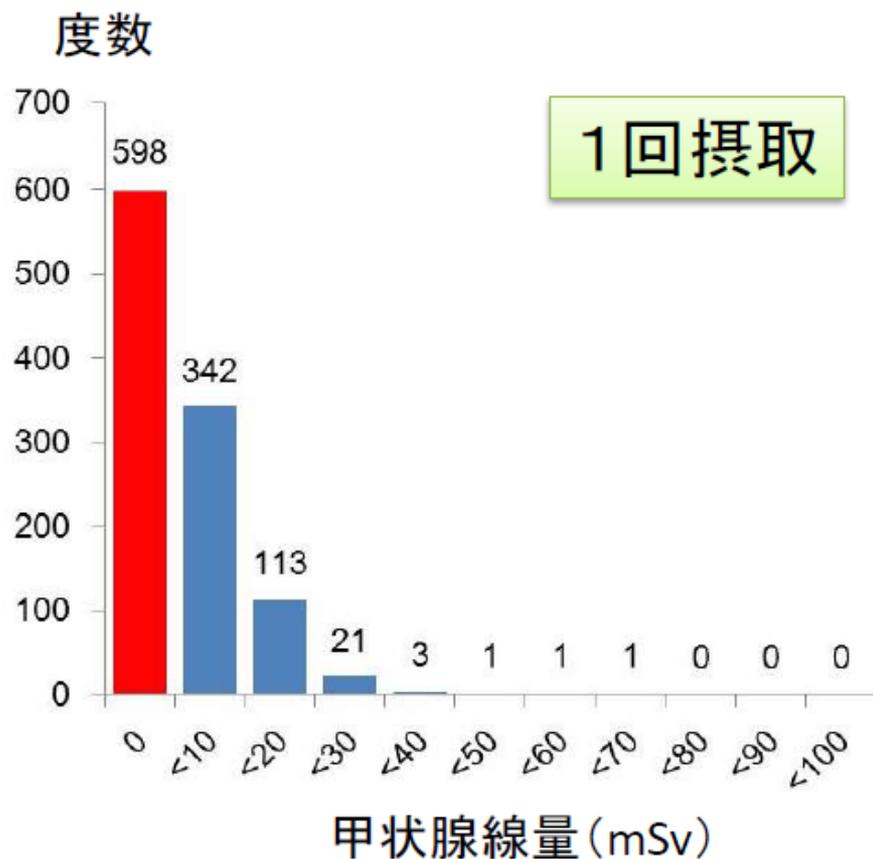
外部被ばく線量の推計

線量別分布状況
【放射線業務従事者を除く】

人数



甲状腺スクリーニング検査からの甲状腺線量*推計



99%以上は甲状腺線量*30mSv未満

*甲状腺線量:放射性ヨウ素による甲状腺預託等価線量

甲状腺検査の結果概要①

(※平成24年度については平成25年1月21日発送分までの集計結果)

検査実施総数			H23年度			H24年度		
			38,114人			94,975人		
判定結果	判定内容		H23年度			H24年度		
			人数	割合		人数	割合	
A判定	(A1)	結節や嚢胞を認めなかったもの	24,469人	64.2%	99.5%	53,028人	55.8%	99.4%
	(A2)	5.0mm以下の結節や20.0mm以下の嚢胞を認めたもの	13,459人	35.3%		41,398人	43.6%	
B判定	5.1mm以上の結節や20.1mm以上の嚢胞を認めたもの		186人	0.5%		548人	0.6%	
C判定	甲状腺の状態等から判断して、直ちに二次検査を要するもの		0人	0.0%		1人	0.001%	

〔判定結果の説明〕

- A1、A2判定は次回（平成26年度以降）の検査まで経過観察
 - B、C判定は二次検査（二次検査対象者に対しては、二次検査日時、場所を改めて通知して実施）
- ※ A2の判定内容であっても、甲状腺の状態等から二次検査を要すると判断した方については、B判定としている。
- ※ H24年度の検査結果は、平成25年1月21日発送分までの集計結果

（参考）

判定結果		H23年度			H24年度		
		人数	割合	計	人数	割合	計
結節を認めたもの	5.1mm以上	184人	0.48%	385人 (1.01%)	538人	0.57%	951人 (1.00%)
	5.0mm以下	201人	0.53%		413人	0.43%	
嚢胞を認めたもの	20.1mm以上	1人	0.003%	13,383人 (35.11%)	6人	0.006%	41,439人 (43.63%)
	20.0mm以下	13,382人	35.11%		41,433人	43.63%	

※ 結節、嚢胞両方の所見に該当しているケースも存在

ゲルマニウム半導体検出器による ガンマ線スペクトロメトリ



マリネリ容器
(容量1L)

検出器を覆う



Ge 半導体
検出器



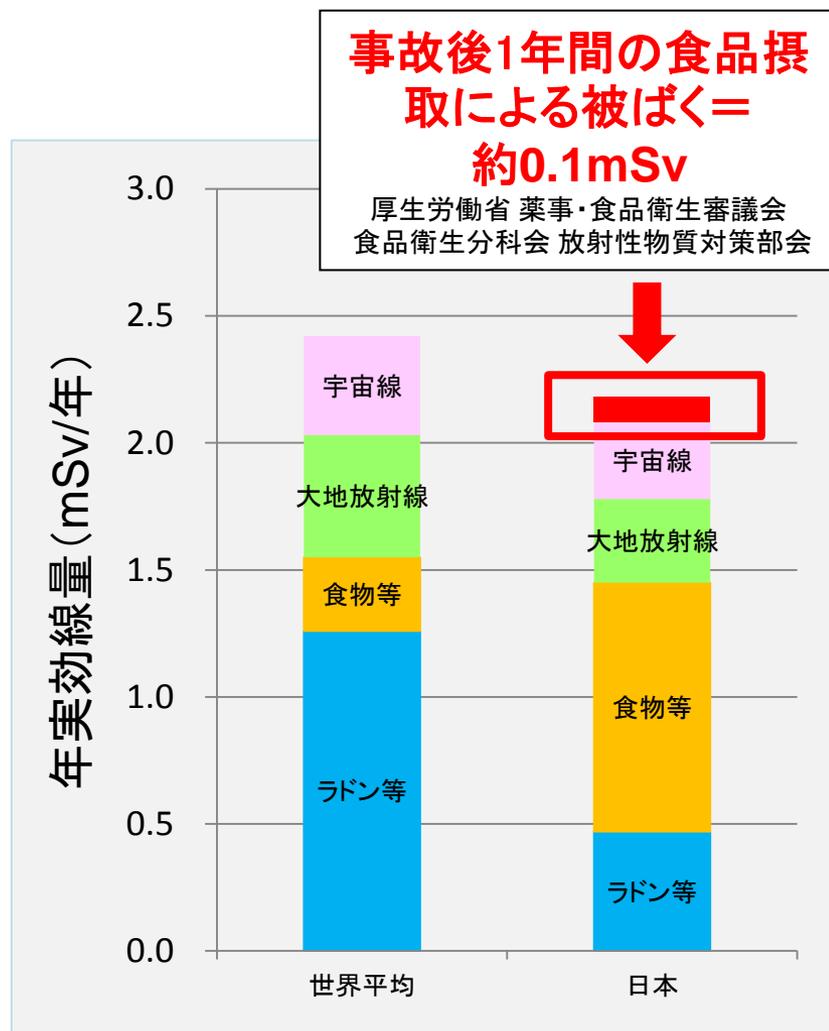
標線まで試料
を入れる。



検出器の上に
試料を載せ
る。

飲食品の暫定規制値における検査結果の概要

食品群	検査件数	超過件数
牛乳・乳製品	2,991	23
野菜類	21,121	451
穀類	5,553	2
魚介類	9,408	247
肉・卵	94,155	286
その他	3,808	197
計	137,036	1,206



*H24年10月24日厚労省公表分までを集計

H24.4.1以降検査実施分の結果の概要

食品群	検査件数	基準値超過件数	超過割合
飲料水	1,530	13	0.85%
牛乳・乳児用食品	4,610	0	0%
農産物	47,273	648	1.4%
畜産物	157,688	4	0.0025%
野生鳥獣肉	1,055	371	35.2%
水産物	18,317	989	5.4%
その他	8,727	151	1.7%
計	239,200	2,176	0.91%

*H25.2.13厚労省公表分までを集計

確率的影響

発がん、
遺伝的影響
リスク増加

平成23年3月15日
(非常時100mSv→250mSv)

放射線業務従事者の被ばく限度
100mSv/5年, 50mSv/年

環境放射線被ばく

公衆の年間の
被曝線量限度

東京-ニューヨーク往復



50 Sv (500kg)

10 Sv (100kg)

1 Sv (10kg)

100 mSv (1kg)

10 mSv (100g)

1 mSv (10g)

0.1 mSv (1g)

確定的影響

← 中枢神経死

← 腸管死

← 骨髄死

← 皮膚紅斑

← リンパ球減少

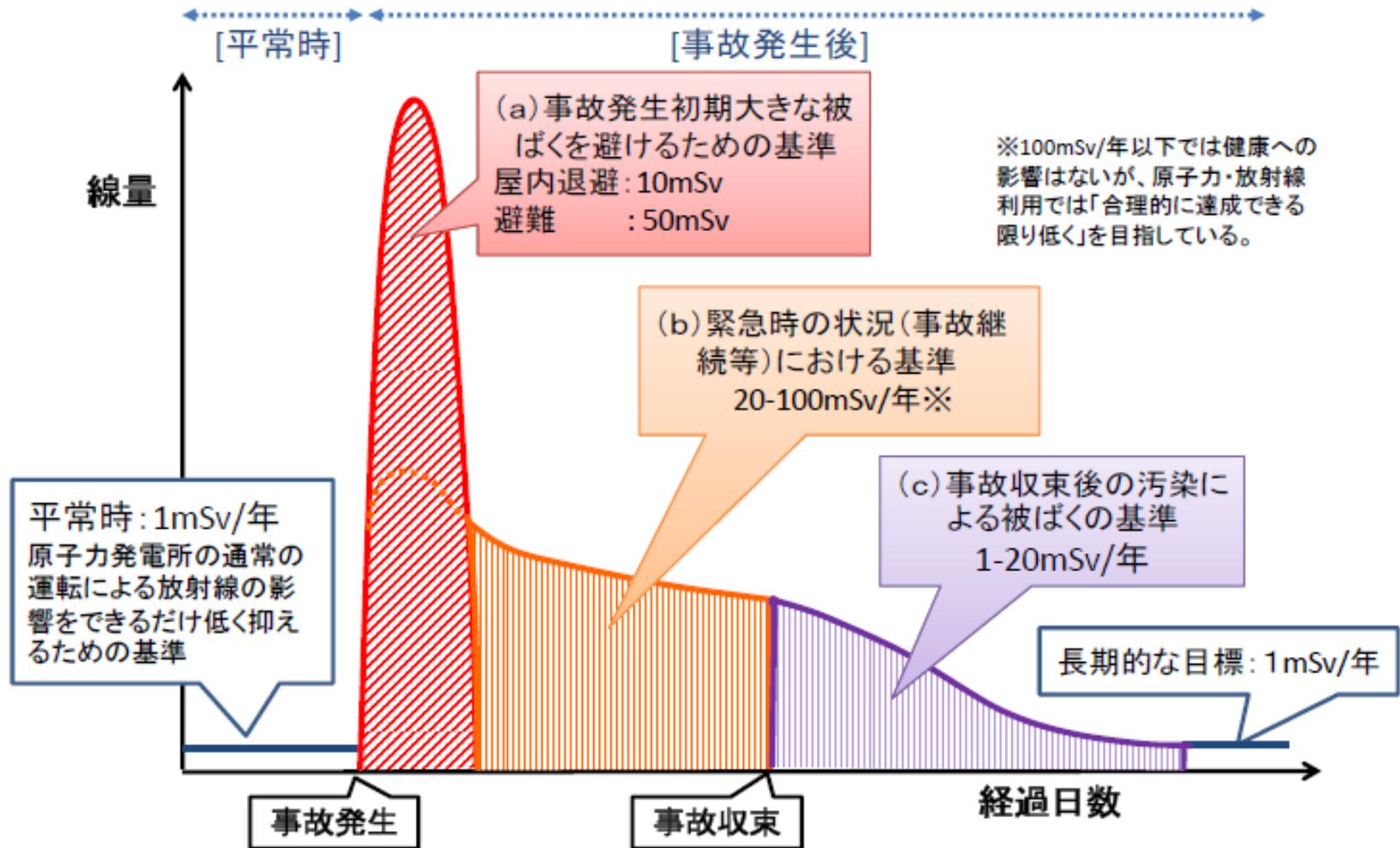
線量を重さの
イメージで
捉えると

ICRPは非常時の公衆の保護
のためには被ばく線量限度の
考え方を示している。ICRP

ref: 4847-5603-4313

Mar/21/2011

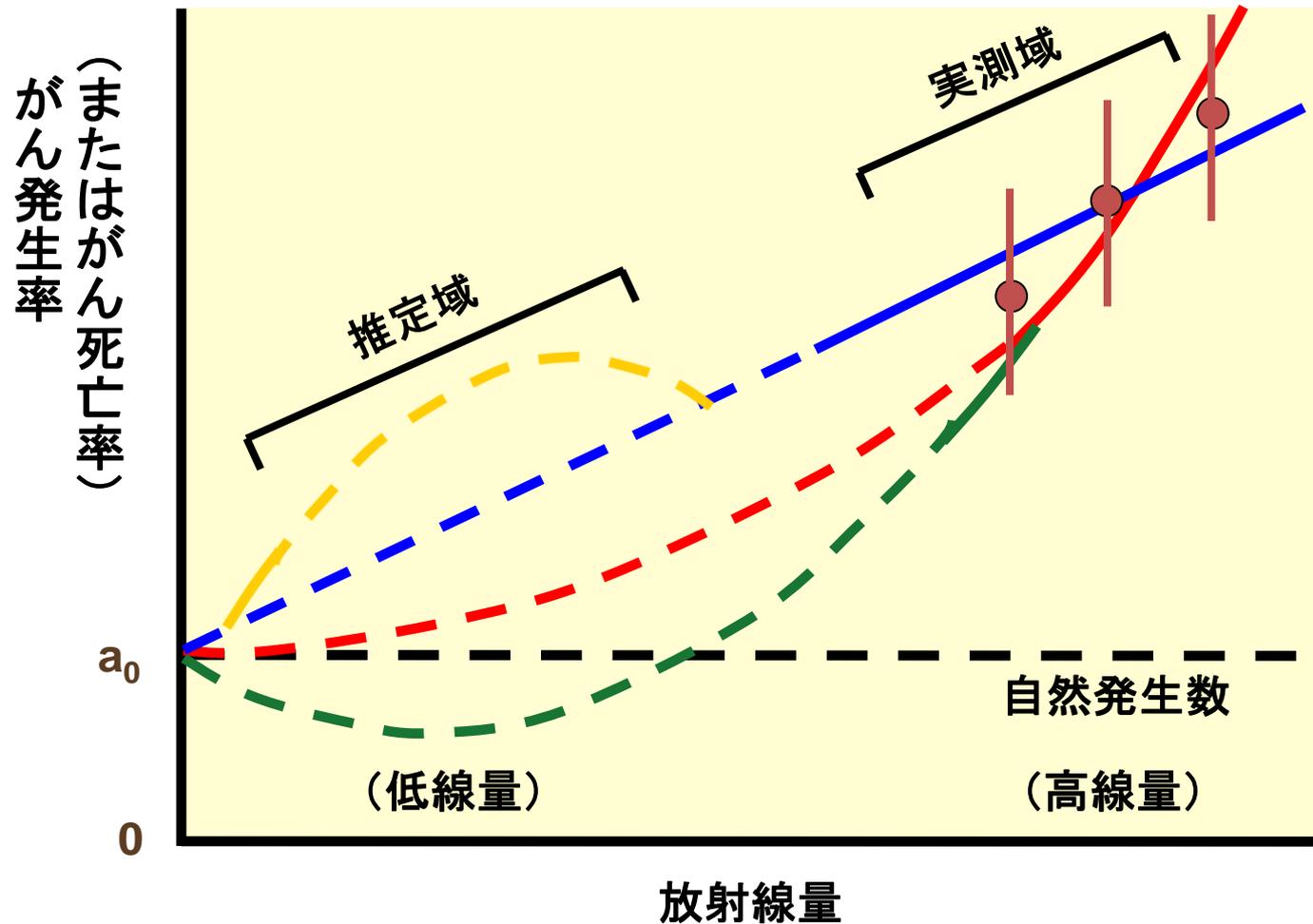
放射線防護の線量の基準の考え方



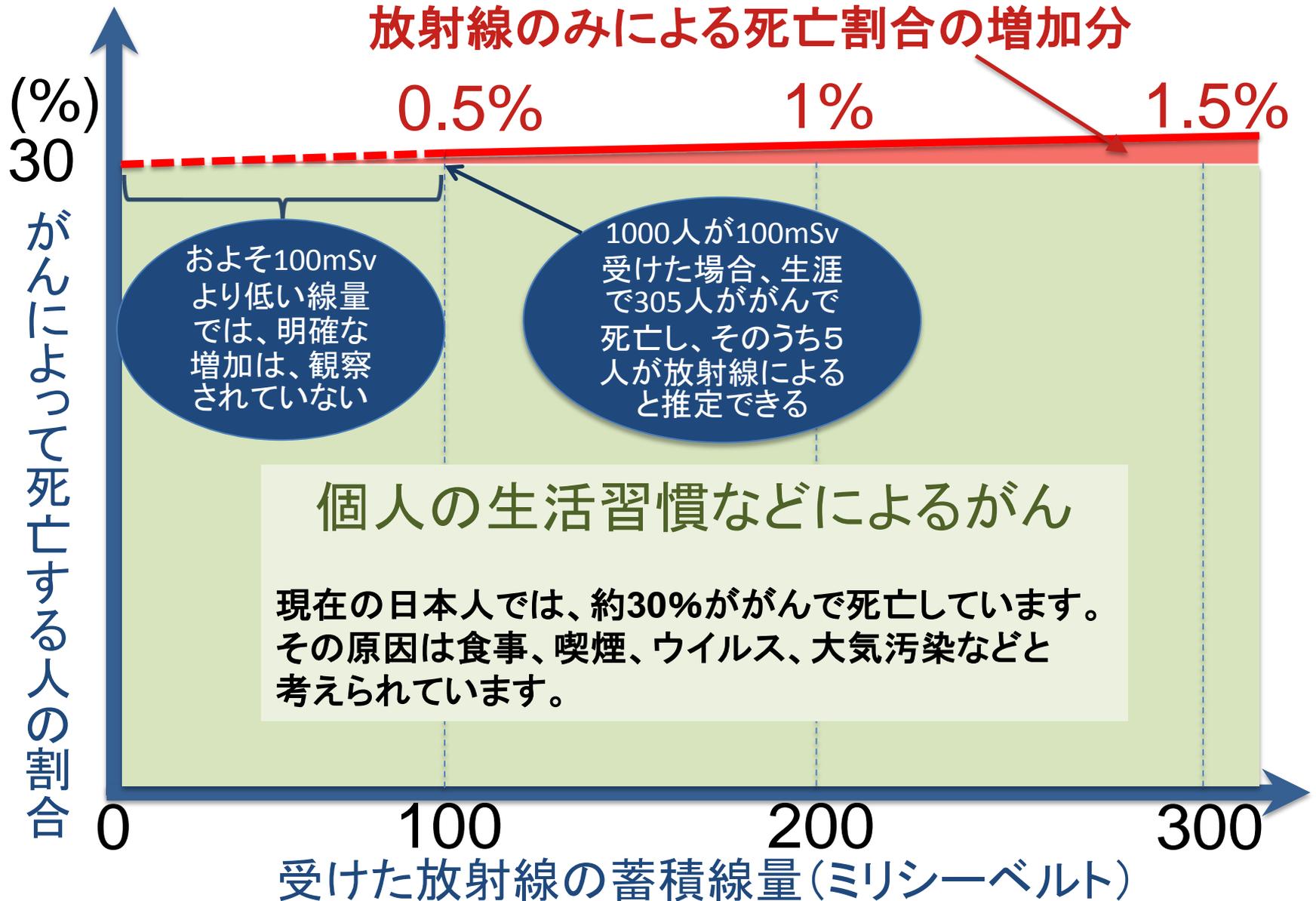
放射線によって誘発される健康影響の要約 (ICRP Pub96)

線量	個人への影響	被ばくした集団に対する結果
極低線量: およそ10mSv 以下 (実効線量)	急性影響なし。非常にわずかながんリスクの増加	大きな被ばく集団でさえ、がん罹患率の増加は見られない
低線量: 100mSv まで (実効線量)	急性影響なし。その後、1%未満のがんリスク増加	被ばく集団が大きい場合 (恐らくおよそ10万人以上)、がん罹患率の増加が見られる可能性がある
中等度の線量: 1000mSv まで (急性全身線量)	吐き気、嘔吐の可能性、軽度の骨髄機能低下。その後、およそ10%のがんリスクの増加	被ばくグループが数百人以上の場合、がん罹患率の増加が恐らく見られる
高線量: 1000mSv 以上 (急性全身線量)	吐き気が確実、骨髄症候群が見られることがある; およそ4000mSvの急性全身線量を超えると治療しなければ死亡リスクが高い。かなりのがんリスクの増加	がん罹患率の増加が見られる

低線量でのがん発生の線量-効果モデル



年間で100ミリシーベルトまでゆっくりと被ばくした場合のがん死亡

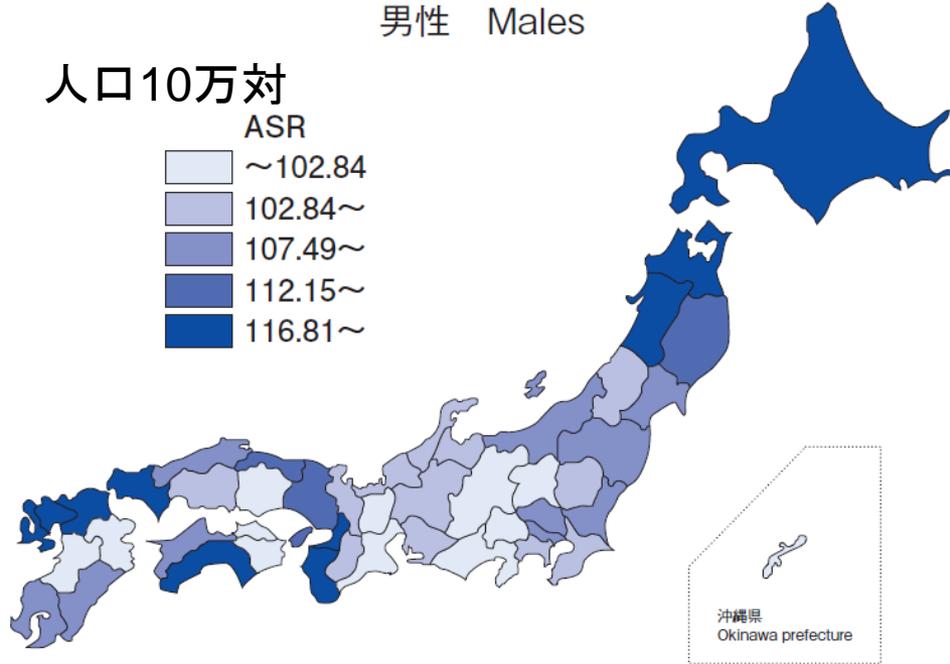
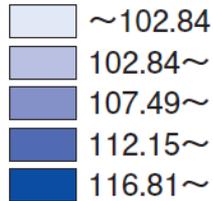


全がん 75歳未満年齢調整死亡率 日本 地図(2009年)

男性 Males

人口10万対

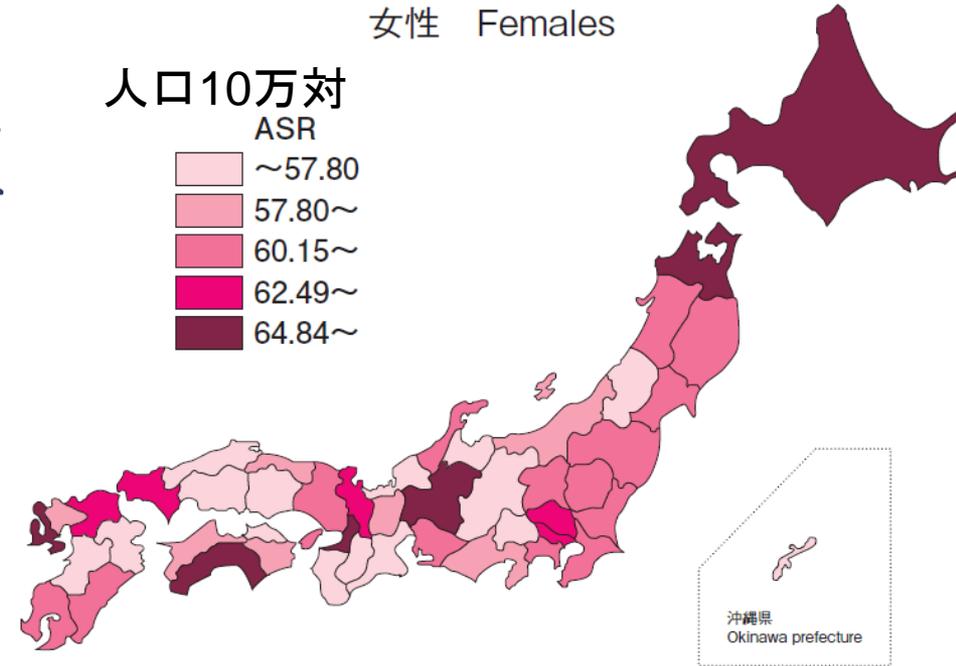
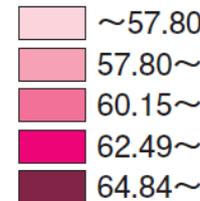
ASR



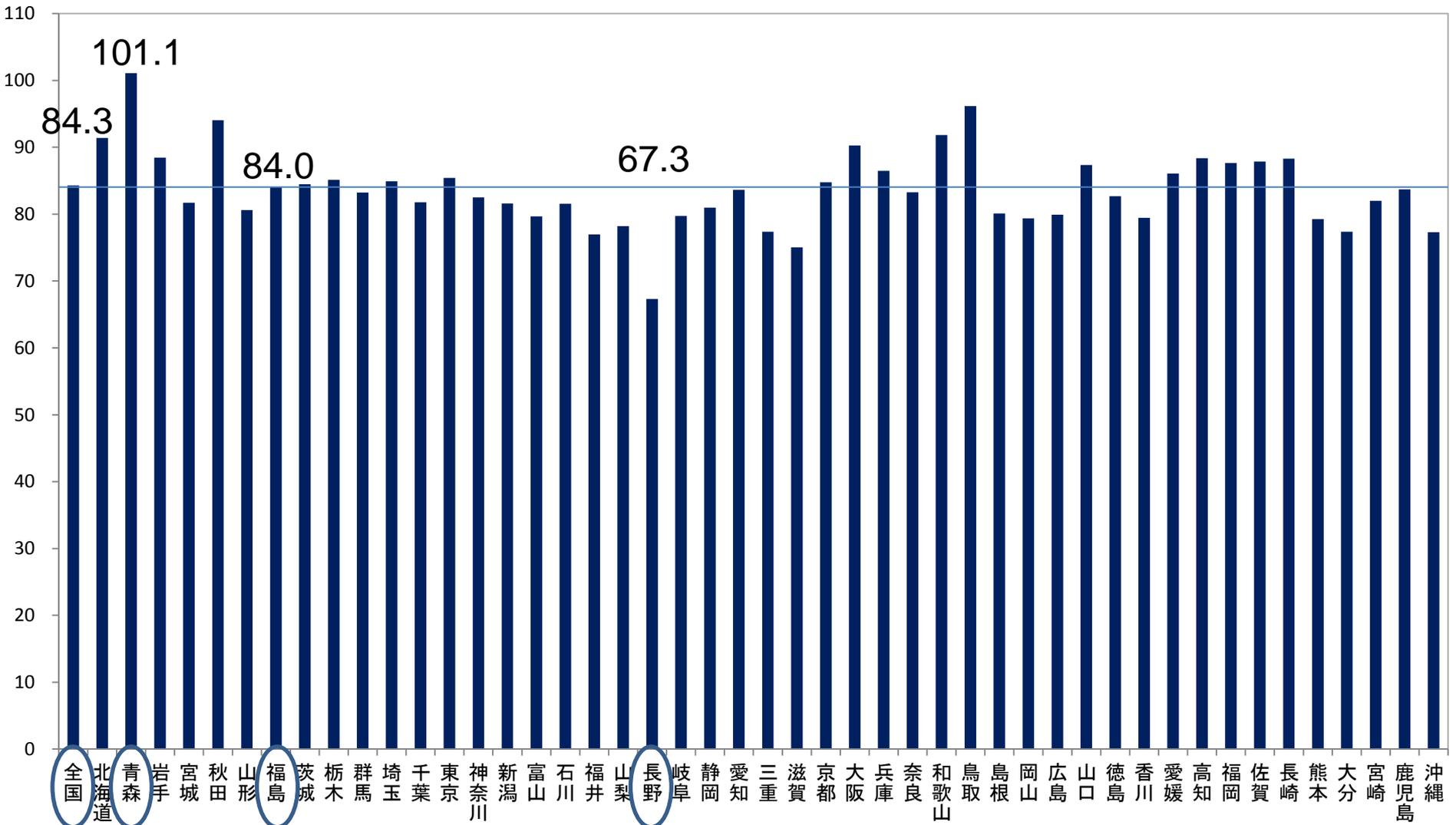
女性 Females

人口10万対

ASR



都道府県別 悪性新生物 75歳未満年齢調整死亡率推移 (2010年男女計)



危険と安全の考え方の例 (リスク論)



- ・ゼロリスクはあり得ない
- ・リスクとベネフィットはトレードオフの関係
- ・リスクの管理にはコストがかかる。リスクとコストの間にもトレードオフの関係
- ・一つのリスクと他のリスクの間にもトレードオフの関係

- ・大気環境分野:「しきい値のない発がん物質について、現段階においては生涯リスクレベル 10^{-5} を当面の目標」
- ・WHOの飲料水水質ガイドライン値:「発がん性に関連して遺伝子への悪影響があり、しきい値がないと考えられる物質の場合、生涯にわたる発がん性のリスクの増加分を 10^{-5} 以下に抑える」

種々のリスクの比較 (死亡率を指標とした場合)

10万人当たり年間死亡率(対数目盛)

