

200942012B

厚生労働科学研究費補助金

健康安全・危機管理対策総合研究事業

屋内ラドンによる健康影響評価および  
対策に関する研究

H19-健危-一般-016

平成19年～平成21年度 総合研究報告書

研究代表者 鈴木 元

平成22(2010)年 3月

# 目 次

## I. 総合研究報告

屋内ラドンによる健康影響評価および対策に関する研究 ----- 1

鈴木 元

(資料1) アンケート調査用紙 ----- 11

(資料2) 季節調整係数 ----- 15

(資料3) アンケート調査解析 ----- 16

(資料4) ラドン低減に関する消費者ガイド (低減化対策部分のみ)  
----- 21

(資料5) WHO ラドンハンドブック ----- 28

総合研究報告書

屋内ラドンによる健康影響評価及び対策に関する研究

主任研究者 鈴木 元

国際医療福祉大学 クリニック 教授

研究要旨

本研究は、我が国の屋内ラドンに関する政策決定のための基礎資料を収集する目的で、屋内ラドンの全国人口荷重平均値の推計、屋内ラドンによる肺がんの推計、屋内ラドン低減に係わる要因解析、WHO や諸外国の屋内ラドン対策に関する文献調査を実施した。

結果： 47 都道府県で 3900 軒に測定器を発送し、有効回収率約 88%のサンプルを解析した。屋内ラドン濃度は、対数正規分布として矛盾しないため、対数変換値で季節変動を調整した。また、季節調整において、戸建て、集合住宅別に屋内ラドン濃度の調整をおこなった。算術平均値 (SD) は 14.4 (15.0) Bq/m<sup>3</sup>、幾何平均値 (GSD) は、11.0(2.1)Bq/m<sup>3</sup>、最高値は 333Bq/m<sup>3</sup>、最低値は 0.1 Bq/m<sup>3</sup>であった。都道府県別の家屋数で調整しなおし、人口荷重平均値を求めたところ、幾何平均値は 10.8 Bq/m<sup>3</sup> (95%信頼区間: 10.0-11.7)となった。都道府県別でみると、算術平均で岩手県(31.3Bq/m<sup>3</sup>)、北海道 24.9Bq/m<sup>3</sup>)、広島県 (23.3Bq/m<sup>3</sup>)、沖縄県 (23.3Bq/m<sup>3</sup>)、山口県(21.5Bq/m<sup>3</sup>)で屋内ラドン濃度の平均値が高い。これらの地域では、WHO の参考値レベルである 100Bq/m<sup>3</sup>を超過する家屋の割合は、各々4.4%、0.7%、0.3%、2.7%、0.1% であると推定された。

WHO ラドンハンドブックの手法で推計される我が国の肺がん死亡にせめるラドンが関与する死亡の割合は 100Bq/m<sup>3</sup>当たりの過剰相対リスク 0.1(あるいは 0.2) を使い求めると、1% (あるいは 2%) である。EPA の手法で屋内ラドンの寄与の割合 (ethiologic fraction) を評価すると、男性現在喫煙者・禁煙者の肺がんの 2.0%、男性非喫煙者の肺がんの 4.2%、女性現在喫煙者・禁煙者の肺がんの 2.1%、女性非喫煙者の肺がんの 4.5%と推計された。全体としては日本の肺がんの 2.4%がラドンによると推計された。

多変量解析により、屋内ラドン濃度を修飾する統計学的に有意な因子を明らかにした。詳細は、本文を参照されたい。有意な説明変数は、季節 (春夏より秋冬が高い:  $-\beta=0.627$ )、住宅形式 (戸建て住宅より集合住宅が高い: $\beta=0.541$ )、建造時期 (古い方が高い:  $\beta=0.131$ )、窓の開閉頻度 (頻度が高い方が低い: $\beta=-0.078$ ) である。建造時期は、建築基準法が改定された平成 15 年前後で 11~12%の変動があり、ラドンガスの低減に寄与したと思われる。

情報公開として、米国環境保護庁 (EPA) が開発した屋内ラドンの肺がん寄与割合を推計するモデルに関する文書(83 ページ)、EPA が消費者向けに出版したラドン対策文書(18 ページ)、WHO のラドンハンドブック (要約、1 章、4 章、5 章、43 ページ) を 翻 訳 し 、 ホ ー ム ペ ー ジ に 公 開 し た (<http://www.niph.go.jp/soshiki/seikatsu/radonindex.html>)。

## 分担研究者氏名・所属機関名および所属機関における職名

山口一郎・国立保健医療科学院・生活環境部  
主任研究官

緒方裕光・国立保健医療科学院・情報センタ  
ー長

米原英典・放射線医学総合研究所・放射線防  
護研究センター・規制科学総合研究グルー  
プリーダー

笠置文善・放射線影響研究所・疫学部・副部  
長

藤原佐枝子・放射線影響研究所・臨床研究部・  
部長

木村真三・労働安全衛生総合研究所・人間工  
学・リスク管理研究グループ・研究員

杉山英男・国立保健医療科学院・生活環境部  
室長（H19年度、H20年度）

毛利一平・労働安全衛生総合研究所・研究企  
画調整部 上席研究員（H19年度）

### A. 研究目的

#### 背景

ラドンガスは、土や岩石中に存在する放射  
性物質で、自然界から人類が被る放射線被ば  
くの最大の原因物質である。鉱山労働者の疫  
学調査により、作業環境中のラドン曝露は肺  
がんのリスクであることが判明していた。し  
かし、鉱山より低い一般住宅のラドン濃度レ  
ベルでもリスクがあるか否かは、最近までわ  
かっていた。なかった。

1980年前後から世界各国で実施されてきた  
個々の屋内ラドン・肺がん症例対照研究は、  
屋内ラドンと肺がんの相関を示唆するもので  
あったが、統計パワーが不足しており、有意  
な結果ではなかった。統計パワーを増やす目  
的で、これらの屋内ラドン・肺がん症例対照  
研究のうち、規模が大きく観察期間が長い北  
米、欧州、中国のデータがそれぞれ統合され、  
2000年代前半に相次いでプール解析された。  
この解析により、一般的な家屋の屋内ラドン  
濃度のレベルであっても、ラドン曝露は有意  
に肺がんのリスクを上昇させることが明らか  
となった。これを受けて、WHOやIAEAなどの  
国際機関は、屋内ラドン対策に関する参考レ

ベルの改訂に動き出し、WHOは2009年9月に  
新たな参考レベル（100 Bq/m<sup>3</sup>以下、これが不  
可能な場合300 Bq/m<sup>3</sup>を超えないレベルを国が  
定める）を提案した。ICRPは、2009年12月  
に2007年勧告を改訂し、屋内ラドン濃度の参  
考レベルを300 Bq/m<sup>3</sup>以下にするよう勧告した。  
IAEAは、基本安全基準BSSの改訂を検討中  
であり、WHOやICRPの動きを踏まえた新たなラ  
ドン参考レベルを提案する予定である。

### 目的

我が国は世界平均に較べると屋内ラドン濃  
度は低いこともあり、屋内ラドンの健康影響  
評価は十分行われてはこなかった。そこで、  
本研究では政策判断の基礎資料となるデー  
タを収集することを目的として以下の調査研  
究を実施した。

第1に、全国3900家屋でパッシブ型ラド  
ン・トロン分別測定器を用いて春夏期、秋冬  
期の半年間ラドン濃度測定を実施し、もつ  
て屋内ラドン濃度の人口加重全国平均値、都  
道府県別の平均値を求めた。

第2に、測定器を設置した住人にアンケ  
ー調査を行い、屋内ラドン濃度の修飾因子を  
解析した。

第3に、得られた人口加重全国平均値と男  
女・年齢階層別の喫煙率や喫煙の肺がん相  
対リスクなどの既存のデータを利用し、米  
国環境保護庁が開発した屋内ラドンの肺がん  
推計モデルを用いて我が国の屋内ラドンの  
肺がん死亡に対する寄与の割合を算定した。

第4に、屋内ラドンによる健康影響や対策  
に関する重要文献を翻訳し、住民や行政・  
専門家等に情報提供した。

### B. 研究方法

#### (1) 対象者および屋内ラドン測定法

平成15年の都道府県別家屋数統計および  
1990年代に放医研が実施したラドン（ト  
ロンを含む）測定全国調査のラドン濃度の  
分散を用いてNeyman分配法により都道府  
県別のサンプル数を決定した。測定対象と  
なる家屋は、地方衛生研究所、保健所、学  
会等の名簿を使

ってボランティアを募った。

ラドンには3つの同位元素が存在するが、量的に多く健康問題が危惧されるのは狭義のラドン( $^{222}\text{Rn}$ )とトロン( $^{220}\text{Rn}$ )である。トロンは短半減期なので、土中から家屋さらに肺への侵入はラドンに較べて少なく、健康影響も低い一方、トロンは土壁などの建材からも放出されるため、家屋によっては測定の際にトロンの関与が問題となる。本研究では、パッシブ型ラドン・トロン分別測定器(ハンガリー RadoSys 社)を用いて、両同位元素を別々に測定した。

## (2) アンケート調査

測定器を設置した住人から、家の構造、家の形式、建築年、設置場所、換気等に関するアンケートを実施した。質問票は資料1に示す。

## (3) 統計解析

統計解析は、SPSS バージョン 15 を使った。

## (4) リスク推計手法

本研究は、屋内ラドン濃度と肺がんの関連を直接調査するものではない。本研究では、屋内ラドン濃度の平均値と分散から肺がんリスクを推計する手法をとる。

放射線リスクの大きさを推定するために、2つの方法を採用した。第1の手法は、WHOが2009年に公表したWHOラドンハンドブックの手法である。屋内ラドン・肺がん症例対照研究プール解析より得られたリスク係数を用いて推計する手法で、リスク係数は年齢、性別、喫煙状況に関わらず一定である(過剰相対リスク10%あるいは20%/100Bq/m<sup>3</sup>)。第2の手法は、米国の科学アカデミーBEIR VI委員会が、全世界の鉱山労働者の疫学データから得られたラドン曝露濃度当たりのリスク係数を用いて推計する手法で、EPAが改良したものを利用する。このモデルは、リスク係数は喫煙者と非喫煙者、曝露期間、性を考慮したリスク推計モデルである。

## (5) 文献調査

米国EPAの「ラドン消費者ガイド」、ラドン低減化に関する主要な13論文、EPAの「住居

内ラドンによるリスクの評価」、2009年9月に公表されたWHO「ラドンハンドブック」(要約、第1章、第4章、第5章)を翻訳した。また、ホームページを開設し、これらの情報を開示した(<http://www.niph.go.jp/soshiki/seikatsu/radonindex.html>)。

## (倫理面への配慮)

本研究は、国立保健医療科学院・研究倫理審査委員会において審議され、平成19年6月21日付けで承認されている(承認番号NIPH-IBRA#07009)。

## C. 研究成果

### (1) 屋内ラドン測定調査

測定器とアンケートの有効回収率は、平均88%でI-IV期で解析対象となったサンプル数は、2916である。本報告書の作成段階では、V期のデータを分析中で、解析対象には含めていない。屋内ラドン濃度の分布は、対数正規分布と矛盾せず(Kolmogorov-Smirnov 検定:  $z = 1.118$ ,  $p = 0.164$  (両測))、特に鉄筋コンクリート・煉瓦・コンクリートブロック住宅でより強く対数正規分布に従った(Kolmogorov-Smirnov 検定:  $z = 0.496$ ,  $p = 0.966$  (両測))。春夏期の測定値と秋冬期の測定値では、換気率や季節風の影響を受け、屋内ラドン濃度値が有意に異なるため、両者が対数正規分布上平行移動して重なるように係数を掛けて調整した。調整係数は、集合住宅と戸建て住宅で異なる値を用いた(資料2)。算術平均値(SD)は14.4(15.0) Bq/m<sup>3</sup>、幾何平均値(SD)は、11.0(2.0) Bq/m<sup>3</sup>、最高値は333 Bq/m<sup>3</sup>、最低値は0.1 Bq/m<sup>3</sup>であった(表1)。都道府県別の家屋数で調整しなおし、人口荷重平均値を求めたところ、幾何平均値は10.8 Bq/m<sup>3</sup> (95%信頼区間: 10.0-11.7)となった。都道府県別でみると、岩手県(31.3 Bq/m<sup>3</sup>)、北海道24.9 Bq/m<sup>3</sup>、広島県(23.3 Bq/m<sup>3</sup>)、沖縄県(23.3 Bq/m<sup>3</sup>)、山口県(21.5 Bq/m<sup>3</sup>)で屋内ラドン濃度の平均値が高い(図1)。これらの地域では、WHOの参考値レベルである100 Bq/m<sup>3</sup>を超過する家屋の割合は、各々4.4%、0.7%、0.3%、2.7%、0.1%あると推定された。

## (2) 屋内ラドンの修飾因子の解析 (アンケート調査) (資料3参照)

屋内ラドン測定と同時に実施したアンケート調査結果を用いて、対数変換屋内ラドン濃度との相関を解析した。屋内ラドン濃度は、個々の因子との相関解析では、季節(春夏期<秋冬期)、住宅構造(プレハブ<木造・2x4<鉄筋コンクリート、ブロックなど)、住宅形式(戸建て<集合住宅)、建造時期(古いほど高い)、換気率の低さ(換気扇、換気口、窓の開閉、部屋の出入り口の開閉)と相関した(資料3A)。

平成15年より建築基準法が改定され、換気率が改善している。また、昭和55年以前はラジウム-226含有率の高いリン酸石膏ボードを壁材や天井材に使用していた。そこで建造時期を①平成15年以降、②昭和64年~平成14年、③昭和55年~昭和63年、④昭和34年~昭和54年、⑤総和4年以前の5時期に区分してその影響を検討した。対数変換屋内ラドン濃度は、住宅形式を考慮しない場合、①<②<③<⑤<④の順で増加するが、③④⑤間の変化は有意でない。戸建てと集合住宅に分けて解析すると、戸建てでは建造時期が古いほど屋内ラドン濃度は高く、①-②、②-③、③-④、④-⑤間の増加率は各々11.9%、6.0%、6.0%、0.6%であった。また、集合住宅では、①-②、②-③、③-④間の増加率は各々10.7%、7.3%、-12.5%であった。⑤のサンプル数が4と少ないため、④-⑤間の変化率は省略する。これらのデータは、戸建てでも集合住宅でもH15年前後で変化率が大きく、建築基準法の改定が屋内ラドンの低減にも寄与していると推察される。一方、③-④間の増加率は、戸建てと集合住宅で各々6.0%、-12.5%と逆行方向の値であるが、木造と鉄筋コンクリート・煉瓦・コンクリートブロックで分類した場合は、③-④間の増加率は各々5.3%、6.9%とほぼ同じであった。④-⑤間の増加率は両者とも1.6%であることから推察すると、リン酸石膏ボードが耐火ボードとして使用されなくなった昭和55年頃に屋内ラドンの低下が始まっているとの考えと矛盾しない。今後、石膏ボード使用状況を含めた追加解析が必要である。

換気システムがある住宅と無い住宅の比較

では、後者が前者より有意に屋内ラドン濃度が高かった。換気システムの中では第1種換気方式(給排気とも強制ファン使用)が第2種換気方式や第3種換気方式より屋内ラドン濃度が低い傾向にあるが、その差は有意ではなかった。換気システムの設置率は、H15年以降の住宅で高くなっており、最近の住宅でのラドン低減に寄与していると思われる。

多変量解析を行い、主たる屋内ラドンの修飾因子を解析した。最も寄与が大きいのは、季節(春夏より秋冬が高い： $\beta=-0.627$ )、次いで住宅形式(戸建てより集合住宅が高い： $\beta=0.541$ )、建造時期(古い方が高い： $\beta=0.131$ )、窓の開閉頻度(頻度が高い方が低い： $\beta=-0.079$ )であった(資料3B)。

次に木造・2x4住宅と鉄筋コンクリート・煉瓦・コンクリートブロック住宅に分けて解析すると、前者、後者とも、季節、建造時期、窓の開閉頻度、住宅形式(戸建てより集合住宅が高い)がラドン濃度を有意に修飾した。季節の影響は、木造・2x4住宅の方が高く( $\beta$ 値： $-0.653$  vs.  $-0.584$ )、住宅形式の影響は鉄筋コンクリート・煉瓦・コンクリートブロック住宅の方が大きかった( $\beta$ 値： $0.268$  vs.  $0.392$ )。

## (3) 屋内ラドンの肺がん寄与の大きさ

WHOは、欧州、北米、中国の屋内ラドンと肺がんの症例対照調査プール解析結果を纏めて、屋内ラドンの肺がん死亡リスク係数を相対リスクとして1.1(屋内ラドン濃度の推計精度の高い家屋に限定した解析では $1.2/100\text{Bq}/\text{m}^3$ )とした。リスクは、年齢、性別、喫煙/非喫煙にかかわらず一定である。このリスク係数を用いると、我が国の全肺がん死亡者のうち1.1%(95%信頼区間：1.0-1.2)

(高い方のリスク係数を使った場合は、2.2%(95%信頼区間：2.0-2.3)がラドンに関係した肺がん死亡と推定される。他方、EPAのモデルを使うと、我が国の肺がん死亡に占める屋内ラドンの寄与の割合(etiological fraction)は、男性の喫煙経験者(現在喫煙および禁煙)の肺がんの2.0%、男性非喫煙者の肺がんの4.2%、男性全体の肺がんの2.3%、女性喫煙経験者の肺がんの2.1%、女性非喫煙者の肺がんの4.5%、全女性の肺がんの2.4%、全体と

しては、日本の肺がん死亡の 2.4% が屋内ラドンによると推計された。信頼区間を考慮すれば、WHO の手法での評価と EPA の手法での評価はオーバーラップしている。日本全体としては、屋内ラドンの肺がんへの寄与は小さい。

#### (4) ラドン対策

ラドン低減化対策の方法論に関しては、米国環境保護庁 (EPA) の消費者ガイドを参考文献として添付した (資料 4)。この文書では、比較的簡便な工事で実施できるものから、新築設計時に対策を講じなければならぬものまで、複数の対策に関して費用効果が検討されている。WHO は、高ラドン地域では、建築基準法のような規則によって屋内ラドン濃度を管理する方法が有効であるとしている。

既存住宅に適応しやすい手法としては、屋内換気率の改善 (自然換気、強制換気)、地面から土間あるいは土間下空間へのラドン侵入防止策 (土間コンクリートの表面のシールド加工、床下の土面をシートで被膜し、シート下の土中のラドンガス脱気法を組み合わせる方法)、土間下空間換気 (自然換気、強制換気) 等がある。屋内の床面の膜等によるシールドは、床下の露結を増やすことより、長期的に家屋の損傷を早めるため推奨されない。土間下の換気率を変える手法は、冷暖房の効率に影響を与える可能性がある。

今回の調査で WHO 屋内ラドン参考レベルを超す家屋の割合は、全国で 0.1%、岩手県や沖縄県では各々 4.4%、2.7% と推計された。参考レベルを超すとはいえ、その屋内ラドン濃度は  $100\sim 200\text{ Bq/m}^3$  の範囲に収まる。欧米の実証研究によれば、換気率を改善することにより屋内ラドン濃度は大凡半減される。すなわち、大多数の日本における高屋内ラドン住宅は、換気率の改善により WHO 参考レベル未満にラドン濃度を低減できる可能性が高い。

沖縄など温暖な地域であれば、土間下空間の換気や土間コンクリートの表面を膜加工してラドンガスの侵入を防ぐなどの方法が考えられる。これらの対策は、新築時に施行することが望ましい。

古くなった集合住宅ほど屋内ラドン濃度が有意に高くなっていた。その原因は、今回の調査では明らかにできなかった。欧米の先行

研究によれば、古い住宅ほど土間のコンクリート等にひび割れが増えるため、土中のラドンガス侵入経路が増すといわれている。ひび割れ等によるラドンガス侵入経路は、プラスチック膜等によるシールドが対策として考えられる。また、今後、集合住宅の地階にある機械室やガス・水道・下水などの配管設備がラドンガスの侵入経路になっているのか否かを検討し、もしそうならばこれらの設備室の換気率を改善する等により、効率的な対策ができるかもしれない。

#### D. 考案

本研究の新規性は、以下の 4 点である。第 1 に、我が国で初めて屋内ラドンの人口加重平均値を求めた。第 2 に、都道府県別に WHO の屋内ラドン濃度参考レベルを超す家屋割合を推計した。第 3 に、従来、我が国では実効線量として屋内ラドンのリスクを評価してきたが、今回、数学モデルを用いて肺がん死亡に占める屋内ラドンの寄与の大きさを推計した。第 4 に、EPA や WHO の重要文献を翻訳し、広く公開した。

本調査は、予算の制約もあり、厳密な住民の無作為抽出調査はできなかった。公衆衛生や学会関係者の名簿をベースにしているため、年齢が若く、収入が高くなる可能性があり、住環境が平均的な国民より新築が多くなる可能性がある。また、可能な限り戸建て住宅と集合住宅の割合は、都道府県毎に平成 15 年の統計に合わせるようにしたが、一部の地域では集合住宅の割合が増えてしまった。これらの結果、前者は屋内ラドン平均値を低下させ、後者は上昇させる方向でバイアスとして働く可能性がある。しかし、一般住宅でのラドン健康影響は、日本の公衆衛生や放射線関係者でも知られてはおらず、対象者の家屋で特別なラドン対策が行われていた可能性は皆無である。この面でバイアスが存在した可能性はない。

屋内ラドンの全国算術平均濃度  $14.4\text{ Bq/m}^3$  は、以前、都道府県各 20 家屋、合計 899 家屋の測定により求められていた値  $15.5\text{ Bq/m}^3$  より小さい。この値は、OECD 参加国 29 カ国の平均値  $39\text{ Bq/m}^3$  より低く、日本より低い国

はオーストラリアとアイスランドのみである。

都道府県別にみると、岩手県や沖縄県はWHOの参考値レベルである100 Bq/m<sup>3</sup>を越す家屋の割合が4.4%、2.7%と推計された。今後、これらの地域の測定数を増やし、ラドン対策が必要な地域をさらに絞り込む必要がある。また、ラドンが高くなる原因(土壌中のラドン濃度、特殊な建材使用、特殊な建築様式、換気率など)を解析する必要がある。

屋内ラドンを心配する住民に対して、標準的なラドン測定法、オーソライズされたラドン測定業者名、オーソライズされた対処法などを伝えることは、行政の責任である。詐欺まがいの業者が住民の不安につけ込むことを防止するために、何らかの仕組みを作る必要がある。今回の調査では、この問題は検討しなかった。このような問題は、測定や建築の専門家を含めた技術的な検討が不可避である。と同時に、行政として対応するためには厚生労働省だけでなく文部科学省や国土交通省など省庁を越えた検討委員会を設置する必要がある。

## F. 研究発表

### 1. 論文発表

当該ラドン研究に関しては、今後英文原著論文として発表する予定である。放射線や公衆衛生に関する研究発表論文を、以下に記す。

(鈴木)

1. Suzuki G, Cullings H, Fujiwara S, Ohishi W, Matsuura S, Kishi T, Akahoshi M, Hayashi T, and Tahara E: *LTA 252GG and GA genotypes are associated with diffuse type noncardia gastric cancer risk in Japanese population.* *Helicobacter*, 14(6): 571-9, 2009.
2. Uchiyama S, Inaba Y, Matsumoto M, Suzuki G. Reductive amination of carbonyl 2,4-dinitrophenylhydrazones using 2-picoline borate and high-performance liquid chromatographic analysis. *Analytical Chemistry*, 81: 485-9, 2009.
3. Ohishi W, Fujiwara S, Colonge JB, Suzuki G, Akahoshi M, Nishi N, Takahashi I, Chayama K: Risk factors for hepatocellular carcinoma in a Japanese population: a nested case-control study, *Helicobacter pylori.* *Cancer*

*Epidemiology Biomarkers & Prevention.* 17(4): 846-854, 2008.

4. Tatsukawa Y, Yamada M, Hsu W.-L., Cologne JB, Suzuki G et al.: White blood cell count, especially neutrophil count as a predictor of hypertension incidence among Japanese population. *Hypertens Res* 31:1391-7, 2008.
5. Suzuki G, Cullings H, Fujiwara S, Hattori N, Matsuura S, Hakoda M, Akahoshi M, Kodama K, Tahara E: Low-positive antibody titer against *Helicobacter pylori* cytotoxin-associated gene A (CagA) may predict future gastric cancer better than simple seropositivity against *Helicobacter pylori* CagA or against *Helicobacter pylori.* *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention*, 16(6):1224-8, 2007.
6. Sugita K, Koyano M, Endo O, Watanabe T, Yamashita N, Ushiyama A, Suzuki G. Perfluorinated compound levels in urban airborne particles - recent aspects in Tokyo area -. *Organohalogen Compounds* 69: 2885-8, 2007.

(米原)

1. 小佐古 敏荘\*, 山本 英明\*, 大越 実, 米原 英典: 放射線安全の考え方と関連する基準の国際動向、日本原子力学会誌、50(4)、219-231、2008
2. 米原 英典、石森 有\*、秋葉 澄伯\*、飯田 孝夫\*、飯本 武志\*、甲斐 倫明\*、下 道 國\*、床次 眞司、山田 裕司、吉永 信治、米澤 理加\*: 屋内ラドンリスクに関する疫学研究とその評価、保健物理、42(3)、201-213、2007
3. K Iwaoka, S Tokonami, HYonehara, T Ishikawa, M Doi, Y Kobayashi, Y Yatabe, H Takahashi, Y Yamada: Continuous measurements of bronchial exposure induced by radon decay products during inharation, *Review of Scientific Instruments*, 78(9), 093301-1-093301-4, 2007,
4. Y Fujikawa\*, M Shimo\*, H Yonehara, et.al: On the Optimal Regulation of Technologically-Enhanced Naturally Occurring Radioactive Materials, *Japanese Journal of Health Physics*, 41(2), 99-108, 2006
5. Y Yamada, Q Sun\*, S Tokonami, S Akiba\*, Wi Zhuo, S Zhang\*, T Ishikawa, M Furukawa, K Fukutsu, HYonehara: Radon-thoron discriminative measurements in Gansu



province, China, and their implication for dose estimates, *Journal of Toxicology and Environmental Health. Part A*, 69(7/8), 723-734, 2006

(緒方)

1. Otsuka K, Koana T, Tomita M, **Ogata H** and Tauchi H. Rapid Myeloid Recovery as a Possible Mechanism of Whole-Body Radioadaptive Response. *Rad. Res.* 170 (2008) 307-315.
2. Nakajima H, Mizuta N, Fujiwara I, Sakaguchi K, **Ogata H**, Magae J, Yagita H and Koji T. Blockade of the Fas/Fas ligand interaction suppresses hepatocyte apoptosis in ischemia-reperfusion rat liver. *Apoptosis* 13 (2008) 1013-1021.
3. Abe T, Ohde S, Ishimatsu S, **Ogata H**, Hasegawa T, Nakamura T and Tokuda Y. Effects of meteorological factors on the onset of subarachnoid hemorrhage: A time-series analysis. *J Clinical Neuroscience* 15 (2008) 1005-1010.
4. Tokuda Y, Takahashi O, Ohde S, **Ogata H**, Yanai H, Shimbo T, Fukuhara S, Hinohara S, Fukui T. Health Locus of Control and Use of Conventional and Alternative Care: a Cohort Study. *British Journal of General Practice* 57 (2007) 643-649.

(藤原)

1. **Fujiwara S**, Nakamura T, Orimo H, Hosoi T et al.: Development and application of a Japanese model of the WHO fracture risk assessment (FRAX). *Osteoporos Int* 19: 429-35, 2008
2. Nerishi K, Nakashima E, Minamoto A, **Fujiwara S**, Akahoshi M, Mishima h, Kitaoka T, Shore RE Postoperative cataract cases among atomic bomb survivors: Radiation dose response and threshold. *Radiat Res* 168:404-408,2007
3. Nakashima E, Akahoshi M, Neriishi K, **Fujiwara S** Systolic blood pressure and systolic hypertension in adolescence of atomic bomb survivors exposed in utero. *Radiat Res* 168:593-9,2007.

(笠置)

1. Nishi N, Sugiyama H, Hsu WL, Soda M, **Kasagi F**, Mabuchi K, Kodama K: Differences in mortality and incidence for

major sites of cancer by education level in a Japanese population. *Ann Epidemiol.* 18: 584-91, 2008.

2. Preston DL, Cullings H, Suyama A, Funamoto S, Nishi N, Soda M, Mabuchi K, Kodama K, **Kasagi F**, Shore RE. Solid cancer incidence in atomic bomb survivors exposed in Utero or as young children. *J Natl Cancer Inst*, 100: 428-36, 2008.
3. Yamada M, Mimori Y, **Kasagi F**, Miyachi T, Ohshita T, Sudoh S, Ikeda J, Matsui K, Nakamura S, Matsumoto M, **Fujiwara S**, Sasaki H. Incidence of dementia, Alzheimer disease, and vascular dementia in a Japanese population: Radiation Effects Research Foundation Adult Health Study. *Neuroepidemiology*, 30: 152-60, 2008.

(山口)

1. T Fujibuchi, **I Yamaguchi**, H Watanabe, K Kimura, S Tanaka, T Kida and H Nagaoka. Nationwide survey on the operational status of medical compact cyclotrons in Japan. *Radiological Physics and Technology.* 2(2), 2009. 126-132.
2. T Fujibuchi, **I Yamaguchi**, T Kasahara, T Iimori, Y Masuda, K Kimura, H Watanabe, T Isobe and T Sakae. Measurement of thermal neutron fluence distribution with use of <sup>23</sup>Na radioactivation around a medical compact cyclotron. *Radiological Physics and Technology*2(2), 2009. 159-165.
3. 山口一郎、木村健一、田中真司、渡辺浩、池田昌隆、藤淵俊王。最大加速電圧が 10 MV の診療用高エネルギー放射線発生装置使用室電子直線加速器治療室内の熱中性子束計測。日本放射線安全管理学会誌 2008;7(1):41-48.
4. S Suzuki, S Furui, **I Yamaguchi**, M Yamagishi, T Abe, I Kobayashi, T Haruyama. Entrance surface dose during three-dimensional imaging with a flat-panel detector angiography system. *JVIR* 2008; 19(9):1361-1365.

(木村)

1. **Kimura, S**, Shibato, J, Agrawal, G. K, Kim Y. K, Nahm, B. H, Jwa, N. S. H, IWAHASHI, H, and Rakwal R.: Microarray analysis of rice leaf response to radioactivity from contaminated Chernobyl soil.: *Rice Genetics*

*Newsletter*, 24: 52-54, 2008

2. Rakwal, R. **Kimura, S.** Shibato J. Nojima K. Kim YK. Nahm BH. Jwa NS. Endo S. Tanaka K. Iwahashi H.: Growth retardation and cell death in rice plants irradiated with carbon ion beams is preceded by very early dose-/time-dependent gene expression changes : *Molecules and Cells*, **25**(2):1-8, 2008

## 2. 学会発表

1. 鈴木、山口、緒方、米原、藤原、笠置、木村：全国屋内ラドン濃度計測に基づく肺癌リスク推計（第二報）、第 52 回日本放射線影響学会、平成 21 年 11 月、広島市。
2. 鈴木、緒方、杉山、山口、米原、藤原、笠置、木村：全国屋内ラドン濃度計測に基づく肺癌リスク推計（第一報）、第 51 回日本放射線影響学会、平成 20 年 11 月、北九州市。
3. 鈴木 元、屋内ラドンの肺癌リスク、第 20 回公衆衛生情報協議会、2007 年 2 月、高松
4. Cullings HM, **Suzuki G**, Fujiwara S. Fitting of bivariate finite mixture distributions for applications in clinical diagnostic tests. *International Association of Statistical Computing*, 2008.12, Yokohama.

## 3. その他の情報公開

EPA ラドン消費者ガイド翻訳版

EPA ラドン肺がんリスクモデル翻訳版

WHO ラドンハンドブック抄訳版（予定）

<http://www.niph.go.jp/soshiki/seikatsu/info.htm>

## G. 知的財産権の出願・登録状況

なし

図1. 都道府県別対数変換屋内ラドン濃度 (箱ひげ図)

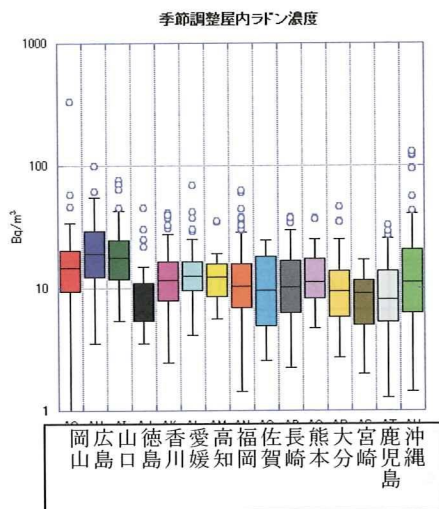
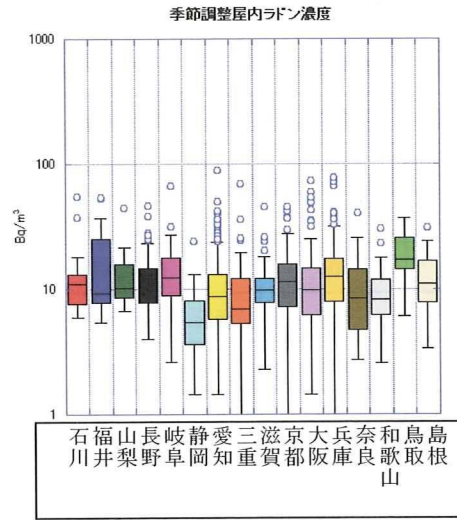
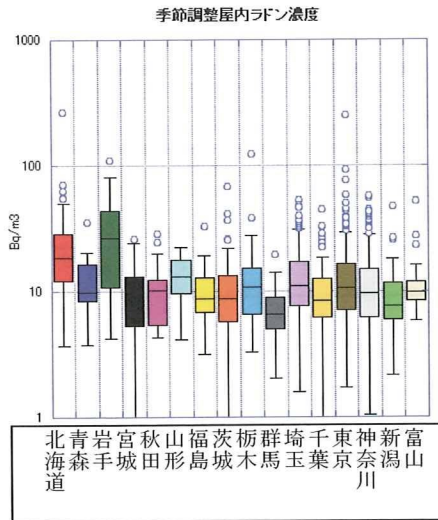


表 1. 都道府県別屋内ラドン濃度

季節変動係数で調整後の屋内ラドン濃度 (I 期~IV 期) (単位 Bq/m<sup>3</sup>)

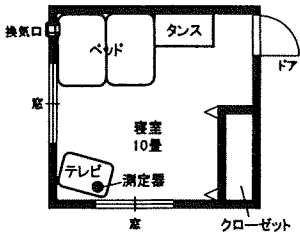
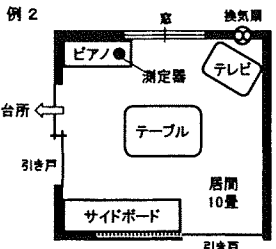
都道府県	算術平均	SD	幾何平均	GSD	都道府県	算術平均	SD	幾何平均	GSD
北海道	24.7	29.7	18.6	2.0	滋賀	11.3	6.7	10.1	1.6
青森	12.4	7.5	10.5	1.8	京都	13.8	8.9	11.6	1.9
岩手	31.3	25.9	22.3	2.4	大阪	12.9	11.4	9.9	2.0
宮城	10.5	6.0	8.7	1.9	兵庫	15.5	12.8	12.1	2.0
秋田	10.7	6.5	9.1	1.7	奈良	11.2	8.7	8.7	2.1
山形	13.7	5.1	12.7	1.5	和歌山	11.1	7.8	8.9	2.0
福島	10.5	5.8	9.2	1.7	鳥取	19.5	9.0	17.6	1.6
茨城	11.9	11.1	8.8	2.2	島根	13.2	7.6	11.3	1.8
栃木	16.4	22.5	11.3	2.1	岡山	18.7	32.9	13.5	2.1
群馬	7.5	3.8	6.6	1.6	広島	23.3	14.9	19.6	1.8
埼玉	14.6	10.0	11.9	1.9	山口	21.5	14.2	18.2	1.7
千葉	10.4	7.1	8.7	1.8	徳島	10.6	8.8	8.6	1.8
東京	15.2	20.0	11.3	2.0	香川	13.6	8.3	11.6	1.8
神奈川	12.8	10.6	9.7	2.1	愛媛	15.0	9.9	13.0	1.7
新潟	9.3	6.2	8.0	1.7	高知	14.1	8.3	12.3	1.7
富山	13.3	10.5	11.1	1.7	福岡	13.3	9.7	10.9	1.8
石川	13.1	10.0	11.2	1.6	佐賀	11.6	7.3	9.4	2.0
福井	17.3	15.7	12.7	2.1	長崎	14.2	10.6	10.9	2.1
山梨	13.6	9.0	11.9	1.6	熊本	13.6	7.5	12.1	1.6
長野	13.4	8.5	11.5	1.7	大分	12.7	10.1	10.0	2.0
岐阜	14.6	10.0	12.4	1.7	宮崎	9.0	4.6	7.8	1.8
静岡	6.2	4.0	5.3	1.7	鹿児島	10.4	7.9	7.9	2.2
愛知	11.8	10.4	9.1	2.0	沖縄	23.3	32.6	12.4	2.9
三重	9.8	8.9	7.7	2.0	全国	14.4	15.0	11.0	2.0

資料 1. アンケート調査用紙

<p>Q1. 測定期間中に引越しをしましたか？</p> <p>1. はい 2. いいえ 3. わからない</p>	<p>Q2. 調査期間中に測定器の設置場所を変更しましたか？</p> <p>1. はい 2. いいえ 3. わからない</p>
<p>Q3. どの部屋に測定器を設置しましたか？</p> <p>1. 居間 2. 寝室 3. 居間兼寝室 4. その他 _____</p>	<p>Q5. お住まいの住宅構造をお答えください。</p> <p>1. 木造 2. 2×4(ツーバイフォー) 3. 鉄骨または鉄筋コンクリート 4. 木造または鉄骨プレハブ 5. コンクリートブロック 6. レンガ 7. その他 _____ 8. わからない</p>
<p>Q4. 測定器は壁からどのくらい離れていましたか？</p> <p>約 _____ cm</p>	<p>Q7. いつごろ建てられましたか？</p> <p>( 1. 明治 ) ( 2. 大正 ) ( 3. 昭和 ) _____ 年ごろ ( 4. 平成 ) )</p> <p>5. 明治以前に建てられた 6. わからない</p>
<p>Q6. お住まいの形式をお答えください。</p> <p>1. 戸建て住宅 (2世帯住宅を含む) 2. 集合住宅 (マンション・アパート等) 3. その他 _____ 4. わからない</p>	<p>Q9. お住まいの周りについて、当てはまるものすべてに○をしてください(おおむね半径 100m の範囲で結構です。)※複数回答可</p> <p>1. 露頭(岩などが露出している大きな崖など)がある 2. 洞くつ等がある 3. 温泉がある 4. その他 _____ 5. 特にない</p>
<p>Q8. 建物は何階建てですか？(すべての項目に記入して下さい。)</p> <p>地上 _____ 階建て 地下 _____ 階建て(無い場合は 0 を記入)</p> <p>半地下</p> <p>1. ある 2. ない 3. わからない</p>	

<p><b>Q10. 測定器を設置した部屋の床下はどのようになっていますか？</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 床下に空間がある</li> <li>2. 床下に空間はない</li> <li>3. 部屋がある</li> <li>4. その他 _____</li> <li>5. わからない</li> </ol>	<p><b>Q11. 部屋の床下の空間はどのようになっていますか？</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 換気口、床下用の換気扇などがある</li> <li>2. 換気扇などは無く、換気されていない</li> <li>3. その他 _____</li> <li>4. わからない</li> </ol> <p>(Q11回答後Q12へ)</p>
<p><b>Q12. 測定器を設置した部屋の床から天井までの高さはどの位ですか？</b></p> <p>約 _____ m</p>	<p><b>Q13. 測定器を設置した部屋は何階にありますか？</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 地上 _____階</li> <li>2. 地下 _____階</li> <li>3. 半地下</li> </ol>
<p><b>Q14. 測定器を設置した部屋の広さはどの位ですか？</b></p> <p>約 _____ 畳</p> <p>または</p> <p>約 _____ m<sup>2</sup></p>	<p><b>Q15. 測定器を設置した部屋の天井は主に何でできていますか？</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. クロス張り</li> <li>2. 化粧石膏ボード</li> <li>3. 合板(化粧合板)</li> <li>4. 屋根の材料のまま</li> <li>5. その他 _____</li> <li>6. わからない</li> </ol>
<p><b>Q16. 測定器を設置した部屋の床の表面は何でできていますか？</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 畳</li> <li>2. 木・板・フローリング</li> <li>3. コンクリート</li> <li>4. 大理石・石・タイル</li> <li>5. その他 _____</li> <li>6. わからない</li> </ol>	<p><b>Q17. 測定器を設置した部屋の壁は主に何でできていますか？</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 石膏ボード(クロス張りなどが施されている場合を含みます。)</li> <li>2. 木・合板(化粧合板)</li> <li>3. コンクリート(クロス張りなどが施されている場合を含みます。)</li> <li>4. 土壁</li> <li>5. その他 _____</li> <li>6. わからない</li> </ol>

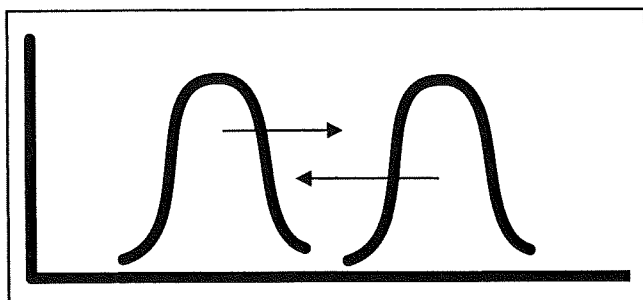
<p><b>Q18. 測定器を設置した部屋に換気扇がありますか？</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. あるがほとんど使っていない</li> <li>2. 常に使っている</li> <li>3. 1日1回以上、1回5分以上使う</li> <li>4. 1週間に1回程度使う</li> <li>5. 天気や季節がいい時は使う</li> <li>6. ない</li> <li>7. わからない</li> </ol>	<p><b>Q19. 測定器を設置した部屋に換気口がありますか？</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. あるがほとんど閉めている</li> <li>2. 常に開けている</li> <li>3. 1日1回以上、1回5分以上開ける</li> <li>4. 1週間に1回程度開ける</li> <li>5. 天気や季節がいい時は開ける</li> <li>6. ない</li> <li>7. わからない</li> </ol>
<p><b>Q20. 測定器を設置した部屋に井戸水や温泉水を使った蛇口がありますか？</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 井戸水を使っている</li> <li>2. 温泉水を使っている</li> <li>3. あるがほとんど使わない</li> <li>4. ない</li> <li>5. その他 _____</li> </ol>	<p><b>Q21. 測定していた間、測定器を設置した部屋の窓はよく開けましたか？</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 毎日定期的にあけた(1日1回、5分以上)</li> <li>2. 季節や天候によってちがうが、ほぼ毎日</li> <li>3. 1週間に1回～2回程度</li> <li>4. ほとんどあけない</li> <li>5. 窓はない</li> <li>6. わからない</li> </ol>
<p><b>Q22. 測定器を設置した部屋で「すきま風」を感じますか？</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 感じない</li> <li>2. 風が強いときは感じる</li> <li>3. 感じる</li> <li>4. わからない</li> </ol>	<p><b>Q23. 測定器を設置した部屋の出入り口のドアや障子は、いつもどうなっていましたか？</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 部屋への出入りの時のみ開閉する(普段は閉まっている)</li> <li>2. 開いている時と閉まっている時は半々</li> <li>3. ほとんど開いたままになっている</li> <li>4. わからない</li> </ol>

<p><b>Q24. 測定器を設置した部屋の室内全体を換気する特別な換気システム<sup>※</sup>がありますか？</b></p> <p>1. ある</p> <p style="margin-left: 20px;">a. 第1種換気方式</p> <p style="margin-left: 20px;">b. 第2種換気方式</p> <p style="margin-left: 20px;">c. 第3種換気方式</p> <p>2. ない</p> <p>3. わからない</p> <p>注) 第1種換気方式：排気・給気とも強制ファンで行う方法      第2種換気方式：給気を強制ファンで行い、排気は自然排気で行う方法      第3種換気方式：排気を強制ファンで行い、給気を自然給気で行う方法</p>	<p><b>Q25. 測定器を置いている間、お住まいで大きな修理やリフォームなどを行いましたか？</b></p> <p>1. はい</p> <p>2. いいえ</p> <hr/> <p><b>Q26. 測定期間中、お住まいの周りで積雪がありましたか？</b></p> <p>1. ある</p> <p style="margin-left: 20px;">最深 _____ cm の積雪が、      _____ 月に約 _____ 日間あった</p> <p>2. ない</p> <p>3. わからない</p>
<p><b>Q27. 測定期間中、連続して3日以上留守（部屋を閉め切ったまま）にしたことがありましたか？</b></p> <p>1. ある</p> <p style="margin-left: 20px;">3日間以上留守にしたのは約 _____ 回</p> <p style="margin-left: 20px;">このうち連続して最長 _____ 日間留守にした</p> <p>2. ない</p> <p>3. わからない</p>	
<p><b>Q28. 測定器を部屋のどのあたりに設置しましたか？例を参考にして部屋の簡単な見取り図を書いてください。（窓、ドア、換気扇、換気口、主な家具の位置等もご記入ください。）</b></p> <p>例1</p>  <p>例2</p> 	



## 資料 2. 季節調整係数

春夏のヒストグラムを右方移動、秋冬のヒストグラムを左方移動し、重ねる。



春夏の Ln ラドン平均値 = a

秋冬の Ln ラドン平均値 = b

春夏測定値 =  $x_i$ , 秋冬測定値 =  $y_j$ , 春夏季節調整後ラドン濃度 =  $X_i$ , 秋冬季節調整後ラドン濃度 =  $Y_i$  とすると

$$\text{Ln}(X_i) = \text{Ln}(x_i) + (b-a)/2$$

$$\text{Ln}(Y_i) = \text{Ln}(y_i) - (b-a)/2$$

$$X_i = \text{Exp}(\text{Ln}(x_i) + (b-a)/2) = x_i \cdot \text{Exp}((b-a)/2)$$

$$Y_i = \text{Exp}(\text{Ln}(y_i) - (b-a)/2) = y_i / \text{Exp}((b-a)/2)$$

戸建て住宅： 春夏の Ln ラドン平均値 = a = 1.915

秋冬の Ln ラドン平均値 = b = 2.626

$$\text{Exp}((b-a)/2) = 1.43,$$

$$1 / \text{Exp}((b-a)/2) = 0.7$$

集合住宅： 春夏の Ln ラドン平均値 = a = 2.498

秋冬の Ln ラドン平均値 = b = 3.038

$$\text{Exp}((b-a)/2) = 1.31,$$

$$1 / \text{Exp}((b-a)/2) = 0.76$$

### 資料 3. アンケート調査解析

アンケートを解析しやすいように再コード化して解析した。

屋内ラドンは、対数正規分布に従うため、解析は対数変換ラドン濃度を被説明変数として解析した。

数値は 平均値±標準偏差

#### A: T検定 及び 単相関解析

① Q5 家の構造： オリジナル (1) 木造、(2) 2 x 4、(3) 鉄骨または鉄筋コンクリート、(4) 木造または鉄骨プレハブ、(5) コンクリートブロック、(6) 煉瓦、(7) その他、(8) 判らない

1 : (1)、(2)、(7) の 4 x 6	N=1700、	2.231 ± 0.7138
2 : (3)、(5)、(6)	N=917、	2.670 ± 0.8178 (vs. 1, p < 0.001)
3 : (4)	N=249、	2.115 ± 0.7186 (vs. 1, p = 0.017)
4 : (7)	N=16、	2.058 ± 0.5258 (vs. 1, p = 0.335)
99 : (8) および未記入	N = 34	

② Q6 住宅形式： オリジナル (1) 戸建て住宅、(2) 集合住宅、(3) その他、(4) 不明

1 : (1)	N=2168、	2.235 ± 0.7448
2 : (2)	N=724、	2.735 ± 0.7518 (vs. 1, p < 0.001)
3 : (3)	N = 4	
99. (4) 未記入	N=10	

③ Q7 建造時期： オリジナル (1) 明治 XX 年 (2) 大正 XX 年 (3) 昭和 XX 年 (4) 平成 XX 年、(5) 明治以前、(6) 判らない

(1) 全体として解析

1: H15 年以降	N = 430、	2.154 ± 0.7950
2: S64 - H14	N = 1320、	2.332 ± 0.8972 (vs. 1, p < 0.001)
3: S55 - S63	N = 551、	2.435 ± 0.7763 (vs. 2, p = 0.011)

4: S34 - S54 N = 440. 2.474  $\pm$  0.7533 (vs. 3, p = 0.417)  
5: S33 年以前 N = 99, 2.465  $\pm$  0.7533 (vs. 4, p = 0.916)  
99 : 判らない、および未記入 N = 76

Pearson の相関係数 0.117 (p < 0.001)

(2) 住宅形式 (戸建てと集合住宅) に分けて解析

A. 戸建て

1: H15 年以降 N = 267, 1.939  $\pm$  0.7589  
2: S64 - H14 N = 974, 2.170  $\pm$  0.7506 (vs. 1, p < 0.001)  
3: S55 - S63 N = 440, 2.300  $\pm$  0.7373 (vs. 2, p = 0.002)  
4: S34 - S54 N = 360. 2.439  $\pm$  0.7258 (vs. 3, p = 0.008)  
5: S33 年以前 N = 94, 2.453  $\pm$  0.7623 (vs. 4, p = 0.874)

B. 集合住宅

1: H15 年以降 N = 162, 2.520  $\pm$  0.7100  
2: S64 - H14 N = 345, 2.790  $\pm$  0.7872 (vs. 1, p < 0.001)  
3: S55 - S63 N = 106, 2.993  $\pm$  0.6970 (vs. 2, p = 0.012)  
4: S34 - S54 N = 75. 2.619  $\pm$  0.7182 (vs. 3, p = 0.001)  
5: S33 年以前 N = 4, 2.923  $\pm$  0.3095 (vs. 4, p = 0.404)

④ Q13 設置階数

0 : 半地下、地下 N=5, 2.260  $\pm$  0.8141 (vs. 1: p = 0.69)  
1 : 1階 N=1459, 2.316  $\pm$  0.7693  
2 : 2階 N=940, 2.267  $\pm$  0.7739  
(vs. 1: p = 0.134)  
3 : 3階~8階 N=295, 2.639  $\pm$  0.7405  
(vs. 1: p < 0.001)  
4 : 9階以上 N=184, 2.741  $\pm$  0.7050  
(vs. 1: p < 0.001)

99 : 未記入

Pearson の相関係数 0.070 (p < 0.001)

⑤ Q18 換気扇 : オリジナル (1) あるがほとんど使っていない、(2) つねに使っている、(3) 1日1回以上、1回5分以上使う、(4) 1週間に1度程度使う、(5) 天気や季節がよい時使う、(6) ない、(7) 判らない

0 : (1) (6) N=2122, 2.377  $\pm$  0.778

1 : (4) (5)	N=64,	2.441 ± 0.7395 (vs. 0: p=0.516)
2 : (3)	N=469,	2.355 ± 0.7649 (vs. 0: p=0.575)
3 : (2)	N=239,	2.181 ± 0.7910 (vs. 0: p<0.001)

99 : (7) 未記入  
Pearson の相関係数 -0.054 (p = 0.003)

⑥ Q19 換気口 : オリジナル (1) 有るがほとんど閉めている、(2) 常に開けている、(3) 1日1回以上、1回5分以上開ける、(4) 1週間に1度程度開ける、(5) 天気や季節がよい時開ける、(6) ない、(7) 判らない

0 : (1) (6)	N=1695,	2.378 ± 0.7813
1 : (4) (5)	N=346,	2.467 ± 0.7224 (vs. 0: p = 0.051)
2 : (3)	N=268,	2.271 ± 0.8172 (vs. 0: p = 0.038)
3 : (2)	N=536,	2.286 ± 0.7724 (vs. 0: p = 0.017)

99 : (7) 未記入  
Pearson の相関係数 -0.051 (p = 0.007)

⑦ Q21 窓の開閉 : オリジナル (1) 毎日定期的の開けた (1日1回、1回5分以上)、(2) 季節や天候によって違うが、ほぼ毎日、(3) 1週間に1回～2回程度、(4) ほとんど開けない、(5) 窓はない、(6) 判らない

0 : (4) (5)	N= 494,	2.569 ± 0.7233
1 : (3)	N=688,	2.553 ± 0.7448 (vs. 0: p = 0.706)
2 : (2)	N=1095,	2.248 ± 0.7598 (vs. 0: p < 0.001)
3 : (1)	N=604,	2.174 ± 0.7981 (vs. 0: p < 0.001)

99 : (6) 未記入  
Pearson の相関係数 -0.202 (p < 0.001)

⑧ Q22 すきま風 : オリジナル (1) 感じない、(2) 風が強い時は感じ