

厚生労働科学研究費補助金

地域健康危機管理研究事業

屋内ラドンによる健康影響評価及び対策に関する研究
(H19-健危-一般-016)

平成19年度 総括・分担研究報告書

主任研究者 鈴木 元

平成20(2008)年3月

目 次

I. - 総括研究 報告

屋内ラドンによる健康影響評価及び対策に関する研究	1
鈴木元	
(資料1) 翻訳 アメリカ合衆国環境保護庁 EPA 402-K-06-094 (2006年12月修正版)「ラドン低減に関する消費者ガイド. あなたの家を修繕する方法」	6
(資料2) 翻訳 WHO 国際ラドン・プロジェクト「ラドン被ばく指針ワーキング グループ総括報告書案」	19

II. 分担研究 報告

1. ラドン低減化に関する文献調査研究	27
杉山英男、山口一郎、米原英典、毛利一平、木村真三、藤原佐枝子 (研究協力者) 立川佳美	
(資料1) Naismith SPら: 家屋の特徴がラドン対策の有効性におよぼす影響 HealthPhys. 75 (4): 410-416, 1998.	33
(資料2) Gregory TJら: 木造吊り床向けのラドン削減技術と充填剤の仕様の 圧力場の拡張評価 adiat Protect Dos. 56 (Nos 1-4): 71-76, 1994.	40
(資料3) Hopke PK 他: 室内空気清浄機によるラドン子孫核種の曝露と線量の 低減の評価 Radiat Protect Dos. 56(Nos 1-4): 55-60. 1994	45
(資料4) Naithmith S: ラドン補修処置の耐久性 Radiat Prot Dos. 71(3): 215-218, 1997.	47
(資料5) Huber J等: 室内ラドン濃度濃度以上高値での軽減システムの品質管理 Health Phys. 81: 156-62, 2001.	49
(資料6) Ratti A 等: イタリアでのラドン汚染制御に関する建築技術 Radiat Protect Dos. 78 (1): 49-54, 1998.	52
2. EPA 屋内ラドン肺癌リスクモデルの内製化に関する研究	59
緒方裕光、笠置文善	

III. 研究成果の刊行に関する一覧表	67
---------------------------	----

厚生労働科学研究費補助金（地域健康危機管理研究事業）
総括研究報告書

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

国立保健医療科学院 生活環境部長

研究要旨

2000年代前半に行われた肺癌と屋内ラドンに関するプール解析の結果、世界的に見ると屋内ラドンは、タバコに次ぐ肺癌リスク要因であることが判明した。そこで、我が国の屋内ラドンの人口加重平均を測定し、EPAのラドン肺癌リスクモデルを用いて、我が国の屋内ラドンの肺癌リスクの大きさを求める研究を開始した。平成19年度は、1800家屋で屋内ラドン測定を実施し、また、諸外国の屋内ラドン低減措置に関する文献を調査した。また、EPAの屋内ラドン肺癌リスクモデルを内製化する作業を行った。

分担研究者氏名・所属機関名及び所属機関における職名

杉山英男・国立保健医療科学院
生活環境部 室長
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
研究情報センター 室長
米原英典・放射線医学総合研究所
放射線安全センター
チームリーダー
笠置文善・放射線影響研究所
疫学部 部長代理
藤原佐枝子・放射線影響研究所
臨床研究部 部長
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
木村真三・労働安全衛生総合研究所
有害性評価研究グループ研究員

A. 研究目的

本研究の目的は、以下の研究を遂行し、屋内ラドン被ばくに対する政策決定に資する基礎資料を提供することである。具体的には、①米国環境保護庁EPAの屋内ラドン肺癌リスクモデルを内製化し、1980年代後半に測定された屋内ラドン（+トロン）の値を用いて、初期的な肺癌リスクの大きさを予測する。②トロンの影響を排した屋内ラドン濃度を新たに3900家屋で測定し、もってEPAモデルにより肺癌リスクを推計し直す。③WHOおよび、諸外国の屋内ラドン対策に関する文献調査を行い、その情報を広く共有すると共に、対策提言をまとめる。

B. 研究方法

(1) リスク計算手法

米国の科学アカデミーの下部組織である電離放射線生物影響第VI委員会 (BEIR VI委員会) は、1999年に屋内ラドンの肺癌リスクに関する報告書をだした。この報告書では、2種類のラドン肺癌リスク計算モデルを提唱した。2003年には、米国環境保護庁EPAがBEIR VI委員会のモデルを発展させ、1種類のラドン肺癌リスクモデルを発表している。本研究では、EPAラドン肺癌リスクモデルを内製化し、日本の年齢階層別、男女別の喫煙率、肺癌死亡率、喫煙の肺癌相対リスクの大きさを推計する。我が国の屋内ラドン濃度の人口荷重平均値が得られれば、その値を使って内製化されたEPAモデルを使ったラドンの肺癌寄与リスク推計が可能となる。

科学院のPCに内製化されたEPAラドン肺癌リスク計算プログラムの動作を確認するために、EPAの報告書に記載されている米国の年齢階層別、男女別の喫煙率、肺癌死亡率、喫煙の肺癌相対リスクなどの既存の疫学統計資料を用いて計算し、EPAの報告通りの結果が得られることを確認する。次いで、我が国の年齢階層別、男女別の喫煙率、肺癌死亡率、喫煙の肺癌相対リスクなどの既存の疫学統計資料を用いて計算を進める手順をとる。この際、初期的な我が国の屋内ラドン濃度として、米国の屋内ラドン濃度の50%値を用いる。この値は、1980年代後半に放医研が実施したラドン(トロン)調査の値に近似する値である。

(2) 全国屋内ラドン測定調査

ラドンとトロンを分別して測定可能な受動的ラドン・トロン分別測定器 (ハンガリーRadoSys社製) を用いて測定する。予算の制約もあり、3年間で3900家屋のラドン測定を実施する。測定期間は6ヶ月 (初年度第1回目は、4ヶ月) で、同一地区で

3月～8月、9月～2月の期間測定することにより、季節変動の影響を少なくする。対象住宅の選別においては、家屋構造に配慮し、H15年度の都道府県毎の木造戸建てと集合住宅の比率を参照して、その値に近い比率で選択する。都道府県別の対象家屋数の配分は、全国の住宅家屋数に対する都道府県の住宅数の割合で基本的に割り当て、さらに、屋内ラドン濃度のバラツキが大きいと推測される地区には割当数を増加させる手法 (Neyman分配法) を用いて決定する。ここで、屋内ラドン濃度のバラツキの大きさは、1980年代後半に放医研が行った全国調査の都道府県毎の標準偏差を用いる。

対象家屋は、地方衛生研究所協議会、保健所長会理事会を通じて登録をお願いした後に、個々の地衛研や保健所に資料を送付して登録者を募る。また、大学や研究所のネットワークを通じても対象者を募る。

(3) 屋内ラドン低減化に関する文献調査

EPAの「ラドン低減に関する消費者ガイド」、WHO国際ラドン・プロジェクト「ラドン被ばくワーキンググループ報告書案」を入手し、これらを全訳すると共に、英国、米国、イタリア等のラドン低減化に関する文献を入手し、検討した。

(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日付けで承認された (承認番号NIPH-IBRA#07009)。本研究では、氏名や家屋の情報取り扱いに関しては科学院の倫理委員会の方針に従い、細心の注意を払っておこなう。第1に、登録対象者から研究同意書を取り、研究を遂行する。第2に、分析や解析はバーコードで匿名化した状態で行い (連結可能匿名化)、分析や解析作業中に個人情報漏えいするリスクを低減している。第3に、LANに接続したPC上

には、暗号化した登録者ファイルのみを保管し、LANから切り離れたPCに郵送等の事務作業用に登録者ファイルをコピーし、別途保管する。そして、これらのPCは、鍵のかかる部屋に設置し、Log-inにIDが必要とするなどセキュリティーを高めている。第4に、同意書には個人氏名は残るが、住所が記載された部分は確認後シュレッダーにかけて廃棄する。アンケート用紙は、住所氏名が書かれたページは確認後シュレッダーにかけて廃棄され、アンケート部分はバーコードで匿名化された状態で鍵のかかる部屋のロッカーに保管する。これらの紙媒体および住所情報ファイルの資料は、平成22年度研究終了後に廃棄する。

C. 研究結果

(1) リスク計算法

分担研究報告書に詳細に報告する。

米国の屋内ラドン濃度の50%の値を用いたシミュレーションを行い、我が国の喫煙者、非喫煙者、男女別の屋内ラドンの寄与リスクの大きさを試算した。

今後、ラドン曝露推定の信頼区間や分布の試算に及ぼす効果、ラドン曝露量当たりの生涯リスク、原因分画の計算などに関して研究を継続する。

(2) 全国屋内ラドン測定調査

2008年2月段階で、全国から2800家屋の登録が得られた。平成19年10月～平成20年2月の期間は、青森、岩手、宮城、秋田、山形、福島、群馬、千葉、東京、埼玉、神奈川、富山、石川、京都、和歌山、鳥取、島根、岡山、徳島、香川、愛媛、高知、福岡、佐賀、長崎、熊本、宮崎、鹿児島、沖縄に900の測定器を配置した。平成20年3月～8月は、上記都道府県に加え、北海道、群馬、山梨、三重、大分に900の測定器を配置す

る。

平成20年3月現在、測定器の回収作業中であり、第1回発送分900家屋のラドン濃度測定は終了していない。

(3) 屋内ラドン低減化に関する文献調査

EPAやWHOのワーキンググループ報告案では、国や州のラドン対策に関する体制に言及している。すなわち、①国としての屋内ラドン対策レベルの策定、②国内の高ラドン地域の同定（ラドン・リスク地図）、③国民に対するラドンの健康リスクに関する情報提供、ラドンと喫煙との相乗作用、④ラドン測定法の標準化と検査機関の精度管理、⑤既存家屋ラドン低減化技術の標準化（米国では州による低減化工事請負業者の登録制度や認可制度を実施）、⑥ラドン高リスク地方での新築家屋に関する耐ラドン建築基準の策定や建築中の家屋のラドン濃度測定の義務化などである。

①のラドン対策レベルに関して、WHOは、幅のあるレファレンス・レベルを提示し、各国が対策レベルを決定する方向で勧告案を纏めると思われる。2006年にWHOが調査した結果では、回答した27カ国でラドン対策レベルを100-400 Bq/m³に設定していた。一方、国際放射線防護委員会ICRPは、対策レベルを200-600 Bq/m³としている。最終的なWHOの勧告案がどの範囲のリファレンス・レベルを勧告するかは、未だ確定していないが、上記の値から大きくずれることはないと思われる。

②1980年代後半に旧科技庁の放射線医学総合研究所が実施した全国調査では、ラドンとトロンを測定した結果ではあったが、米国のラドン対策レベルである148 Bq/m³を上回る家屋は、測定数5,718中25軒あった。そして、その多くが西日本に集中していた。この比率から

予測される全国の米国ラドン対策レベルを越す家屋数は、大凡20万家屋あると思われる。日本の家屋構造が、低換気率の構造に変化してきており、屋内ラドン濃度はそれに伴い上昇してきていると思われるが、今回の調査によって、その点は明確となるであろう。

③我が国では、屋内ラドン濃度が世界平均の半分と評価されていたこともあり、ラドンの健康リスクに関する国民への情報提供は遅れている。これまでの情報提供は、国民の平均的ラドン被ばくによる実効線量としての情報提供のみであった。近年、100Bq/m³といったレベルの屋内ラドン濃度であっても、有意に肺癌リスクを増加させることが判ってきており、より具体的な情報提供が要求されている。今回の研究により、我が国の屋内ラドンによる肺癌寄与リスクの大きさが推計される。仮に、我が国の屋内ラドンのレベルが米国の50%であると仮定すると、非喫煙者の肺癌の約9%、喫煙者の肺癌の4.5%前後がラドンにより誘発されたと推定される。

④ラドン測定法の標準化と検査機関の精度管理に関して。国民のラドンに対する関心が高まることを考えた場合、ラドン測定法に対するガイドラインを出すことは、意義がある。また、測定機器の線量キャリブレーションを認可された第三者機関で行われていることなどの品質管理基準を定め、登録あるいは認可された検査機関がラドン測定を行うべきである。最終年度までに、研究班としてのガイドラインを纏めてみたい。

⑤既存家屋のラドン低減化技術の標準化：WHOの調査によれば、大部分の国で既存家屋のラドン低減化工事は、家の所有者の自己責任で行うことになっている。米国で

は、ラドン低減化工事を行える業者を登録したり、認定したりする制度を立ち上げている。これは、効果のない無責任な工事が蔓延しないために必要な措置であろう。

我が国では、ラドン低減化という概念自体が普及していないため、国として標準的なラドン低減化技術を提示する必要があるのではないだろうか？今回文献調査したEPAの「ラドン低減に関する消費者ガイド」、Naismithらの「家屋の特徴がラドン対策の有効性および影響」 *Health Physics*, 75(4): 410-416, 1998. やCliffらの「ラドン曝露低減処置の有効性と持続性」 *Nuclear Technol. and Biology publishing*, 56(Nos 1-4): 65-69, 1994などは参考になるし、日本のどのような家屋で高ラドンが観察されたのか、家の構造等を詳細に分析しないと、どの欧米の低減化法が有効か予測しにくい。文科省で実施してきた高バックグラウンド地域でのラドン調査結果を参照しながら、検討を進めていきたい。

⑥新築家屋に対する耐ラドン建築基準に関しては、本年度は調査しなかった。来年度の宿題としたい。

D. 健康危険情報

本年度の研究では、健康危険情報は取得されていない。

E. 研究発表

1. 論文発表

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.

Ohishi W, Fujiwara S, Suzuki G, Chayama K: Validation of the use of freeze-dried sera for the diagnosis of hepatitis B and C virus infections in a longitudinal study cohort. In: Research Advances in Microbiology, Edited by Mohan RM. Global Research Network, Keraka, India, 7:1-9, 2007

2. 学会発表

Fujiwara S, Suzuki G, Cullings HM, Nishi N, Soda M, Tahara E. Gastric cancer risk in relation to A-bomb radiation and the other risk factors-- A nested case-control study. 13th International Congress of Radiation Research. 8-12 July 2007, San Francisco, California, USA.

F. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得
2. 実用新案登録

なし

3. その他

特記すべきもの無し

資料 1.

ラドン低減に関する消費者ガイド

epa.gov/radon/pubs/consguid.html
あなたの家を修繕する方法
U.S. EPA, 402-K-06-094, 2006年12月修正版

概要

あなたの家のラドン濃度を減らしましょう

ラドンは、肺がんの第2の主要な原因です。公衆衛生局長官とEPAは、ラドンの測定をし、高濃度の家においては、ラドンを低減することを推奨します。あなたの家のラドン濃度が1リットルにつき4ピコキュリー (pCi/L) かそれ以上であることが確認されたならば、あなたの家を修繕しましょう。4pCi/L未満のラドン濃度であっても、まだ危険をもたらすので、多くの場合減らす方がよいかもしれません。あなたが煙草を吸い、そして、あなたの家には高いラドン・レベルがあるならば、肺がんのあなたの危険性は特に高いです。

州により保証された、および/または資格を与えられたラドン緩和契約業者を選びましょう

あなたの家を修繕するために、資格のあるラドン緩和契約業者を選びましょう。まず、あなたの州のラドン事務所 (17ページを見る) と相談することから始めましょう。多くの州は、ラドン専門家に対して免許を得るか、保証されるか、登録することを要求しています。

あなたは、民間の専門機関に連絡を取り、あなたの地域で民間機関が保証するラドン専門家のリストを得ることも出来ます。詳細は4ページを見てください。

ラドン低減技術は機能する

ラドン低減システムは機能します。ある種のラドン低減システムは、最高99%あなたの家のラドン濃度を減らすことができます。一般に家を修繕するためのコストは、800ドルから2500ドル (1200ドルが平均原価) です。経費は、あなたの家の規模とデザインそしてどのラドン低減方法が必要かに従い異なります。何十万人もの人々が、既に彼らの家でラドン・レベルを減らした実績があります。

あなたの家のラドン低減システムを維持しなさい

あなたの家のラドン低減システムを維持することは、ほとんど努力をしなくても可能で、システムをきちんと機能させ続けることによりラドン・レベルを低く保つ事が出来ます (13ページを見る)。

イントロダクション

あなたはあなたの家のラドンを検査しました。では、その後は何をするのでしょう？この小冊子は、家のラドン測定を実施し、1リットルにつき4ピコキュリー (pCi/L) あるいはそれ以上のラドン濃度が確認された人々のためのものです。

この小冊子は、あなたを助けることができます：

- あなたの家のラドン濃度を減らす認定ラドン緩和契約業者を選びましょう

- ・ 適切なラドン低減方法を選びましょう
- ・ あなたの家のラドン低減システムを維持しましょう

もしあなたの家のラドンを検査する方法に関して情報が必要なら、州のラドン・オフィス（p.17参照）にお電話ください。そして、「ラドンに関する市民へのガイド」あるいは、もし家を売買するに当たり検査するのであれば「ラドンに関する家屋購買者および販売者へのガイド」のいずれかを入手して下さい。オンラインで、両方の文書の版は、<http://www.epa.gov/radon/pubs>でも利用できます。

ラドンはどのように家に侵入するか

ラドンは、土、岩と水の中のウランが崩壊して生成される天然に存在する放射性ガスです。あなたの家の内側の気圧は、あなたの家の土台下の土の圧力より通常低いのです。

圧力のこの違いのため、家は電気掃除機のような振る舞いをします。そして、土台の亀裂やその他の開口部を通してラドンを引き込みます。ラドンは井戸水の中にも存在するかもしれないが、水をシャワーや他の家庭の用途のために使うとき、屋内の空気中に放出される可能性があります。ほとんどの場合、水中から家に入っているラドンは、土からあなたの家に入ってくるラドンと比較してわずかな危険でしかありません。少数の家で、建材（例えば花崗岩と特定のコンクリート製品）はラドンを放つことがあります。しかし、建材は単独でラドン問題をめったに引き起こしません。合衆国では、土の中のラドン・ガスは、家の高いラドン濃度の主要な供給源です。

ラドンは、発癌性のある放射性ガスである

ラドンは、毎年何千名もの肺がん死を引き起こすと推定されています。実際、公衆衛生局長官はラドンが第2の肺がんの主要な原因であると警告しました。喫煙だけが、ラドンより多くの肺がん死を引き起こす原因です。あなたが煙草を吸い、そして、あなたの家が高いラドン・レベルであるならば、あなたは肺癌のリスクが特に高い事になります。

あなたの家のラドン検査結果は、どのような意味を持つか

どんなラドンの曝露でも、ある程度肺癌を引き起こすリスクがあります。ラドン・レベルが低ければ低いほど、あなたの家族の肺癌リスクは低くなります。空中のラドンの量は、空気1リットル当たりのラドンのピコキュリー量あるいはpCi/Lで計られます。時に、試験結果は、作業レベル（Working Levels, WL）で表されます。0.016 WLのレベルは、通常典型的な家のおよそ4pCi/Lと等しい値です。

連邦議会は、屋内のラドン・レベルは屋外のラドン・レベルと同等であるべしとの長期目標を設定しました。およそ0.4pCi/Lのラドンは、屋外の空気中で通常観察される値です。

一回の長期のテストの結果または二回の短期テストの平均が4pCi/L（または0.016のWL）のラドン濃度以上を示すならば、EPAはあなたの家を修繕することを勧めています。今日のテクノロジーで、大部分の家のラドン濃度は、2pCi/L以下まで減らすことができます。

レベルが2と4pCi/Lの間にあるならば、あなたは修繕することを考えてもよいでしょう。

短期テストは2日～90日の間、長期のテストは90日以上の間あなたの家でラドン測定をします。すべてのラドン・テストは、最低48時間連続でなされなければなり

ません。

短期テストはより速い結果を与えますが、長期のテストはあなたの家の一年中の平均ラドン濃度のより良く評価するでしょう。

EPAは、ラドン・テストの2つのカテゴリーを推薦しています。1つのカテゴリーは、販売を予定していない家屋のラドンに関心のある住宅所有者または居住者のためのものです。このような人は、「ラドンに関する市民へのガイド」を参照して下さい。第2のカテゴリーは、不動産業務のためのものです。この場合は、EPAの「ラドンに関する家屋購入者および販売者へのガイド」を参照して下さい。この中には、ガイダンスとともに、代表的な質問に対する回答が書かれています。

ラドン検査のキットを選ぶ

ラドンは見ることも嗅ぐこともできないので、特別な機器がそれを感知するために必要です。あなたの家を検査する準備ができたなら、あなたの州のラドン事務所（17ページを見る）に連絡して、認可されたラドン検査キットかラドン・テスターの入手場所の情報を得て下さい。あなたは、ラドン・ホットライン（17ページを見る）から、検査キットを注文することも、情報を得ることもできます。ラドン検査の装置には2種類あります。

受動的なラドン検査装置は、作動に電力を必要としません。これらは、活性炭容器、アルファ・トラック探知器、活性炭液体シンチレーション装置と電離箱型放射線測定器を含みます。短期、長期のどちらの受動的検査装置も、通常安価です。能動的ラドン検査装置は、作動するのに電力を使い、通常1時間当たりの測定値とテスト期間中の平均値を提供します。これらには、連続ラドン・モニター装置および連続作業レベル・モニター装置があり、これらの検査はより多く費用がかかります。州または地元の当局者は、装置の違いを説明してくれますし、あなたのニーズと予測される検査状況から最適であるものを推薦してくれます。必ず認可された検査施設から供給されるラドン検査装置を使うようにしてください。

契約業者を雇う理由？

EPAは、高いラドン濃度を下げることが特定の技術的な知識と特別な技術を必要とするので、あなたが資格のあるラドン緩和契約業者にあなたの家を修繕させるようお勧めします。適当な器材または技術的な知識なしでは、場合によってはラドン濃度を上昇させてしまったり、他の潜在的危険と追加費用を生み出したりしてしまふことがあります。しかし、あなたが自分で修繕することに決めたならば、あなたの州のラドン・オフィスから適当なトレーニング・コースに関する情報とEPAの技術的なガイダンス文書の写しを得てください。

どの契約業者でも達成できるか？

EPAはあなたがラドン問題を解決するための訓練を受け、保証された、および／または、資格のあるラドン緩和契約業者を使うことを推奨します。あなたは、ラドン測定をしたり、家屋のラドン緩和工事をしたりするサービス・プロバイダの資格を、いくつかの方法で確認することができます。最初に、あなたの州のラドン事務所（17ページを見る）と相談してください。多くの州は、ラドン専門家に、公的な免許をもち、保証証明をもち、登録されていることを求め、また、州の必要条件を満たすラドン緩和システムを設置することを要求しています。大部分の州は、あなたに州で営業している知識のあるラドン・サービス・プロバイダのリストを提供することができます。ラドン・サービスを管理していない州では、彼らがその分野の熟達度や信用証明書を持つかどうか、そして、彼らがExisting Low-Rise Residenti

al Buildings (E2121 (2003年2月)) でラドン緩和システムの設置のために測定・素材アメリカ学会 American Society for Testing and Materials (ASTM) の標準施工実務のような工業コンセンサス標準に従うかどうか契約業者に尋ねてください。

あなたは、民間熟達プログラムに連絡することで、あなたの地域で民間団体が証明するプロのリストを入手できます。そのようなプログラムは、通常メンバーに写真付き身分証明書を提供します。そして、それは彼らの資格取得 (s) と身分証明書の失効日をも示しています。民間熟達プログラムの詳細については、www.epa.gov/radon/proficiency.html を見て下さい。さもなければ、あなたの州のラドン事務所に連絡してください。

契約業者を選ぶ方法

見積もりを得なさい

あなたが他の家の修理業者を選ぶと同じように、契約業者をラドン問題を解決するために選びましょう。複数の見積もりをもらい、紹介先を教えて貰い、紹介先が契約業者の仕事に満足しているかどうか尋ねることは、賢いやり方です。また、契約業者に関して詳しくはあなたの州のラドン事務所またはあなたの郡/州消費者保護事務所に尋ねてみましょう。

契約業者を評価して、比較するとき、以下のチェックリストを使用するとよいです。そして、以下の問題を尋ねて下さい：

はい、いいえ、

- ・ 契約業者は、紹介先や写真を提供しますか？又、過去のラドン緩和工事で前後のラドン・レベルの結果を見せてくれますか？
- ・ 契約業者は、工事が何を巻き込むか、工事は完成までにどの位の日数を要するか、どの様にラドン低減システムが作動するかを説明できますか？
- ・ 契約業者は、診断検査の料金を加算しますか？
- ・ 多くの契約業者は、料金なしで見積もりを出してくれるが、診断検査のために課金するかもしれません。これらのテストはラドン低減システムの種類を選ぶための助けになり、特に契約業者が家屋の構造や予測される困難性に関して十分な知識を有していない場合には、必要です。さらに詳しい診断テストに関しては「ラドン低減技術」(p.8)を見て下さい。
- ・ 契約業者は、見積もりを出す前にあなたの家の構造を調べましたか？
- ・ 契約業者は、あなたのラドン測定結果の質をレビューして、適切な検査手続きがなされているかどうか判定しましたか？

契約業者の提案された経費を比較して、その経費で達成される内容を考慮しなさい：(1) より安価なシステムは、それを稼働し維持するためにより多くの出費があるかもしれない；(2) より安価なシステムは、より美観が劣っているかもしれない；(3) より高価なシステムは、お宅のために最適かもしれない；(4) 建築資材の品質は、システムが長く続く方法に影響を及ぼすであろう。

契約業者の提案と見積りは以下の項目を含みますか？：

はい、いいえ、

- ・ 州の認定や専門性熟達度や信用証明などの証明書提示？
- ・ 債務保険と債務契約がなされていることの証明および必要不可欠のライセンスを総てもっているかどうかの証明書提示？
- ・ ラドン低減システムの設計および施工の前に診断的検査が行われるか？
- ・ ラドン低減システムが正しく稼働しない場合にあなたに注意喚起する警告装置

が設置される？

- ・ 施工後にラドン低減システムが良好に作動していることをテストするか？
- ・ ラドン・レベルを4 pCi/L 以下に低減する保証とその保証期間？

契約

どんな仕事でも始まる前に、契約業者に契約を準備するよう頼みましょう。慎重に、あなたがそれに署名する前に、契約を読んで下さい。契約のすべてが最初の提案にマッチすることを確認して下さい。契約書は、システムの設置の前に、そして、設置期間中にどんな仕事が行なわれるか、システムが何から成るか、そして、システムがどのように作動するか正確に述べなければなりません。多くの契約業者は、彼らが交渉で決めたラドン濃度に達するためにシステムを調節するか、修正するという保証を提供します。慎重に、保証を記述している契約の条件を読んで下さい。慎重に、システムの最初のコストを増すかもしれないが、追加出費の価値があるかもしれないあなたの契約へのオプションの追加を考慮してください。典型的オプションは、保証期間の延長、サービス・プランや美観の改善を含むかもしれません。

契約書に記載されなければならない重要な情報は、以下に記します：

- ・ すべての税と許可証料金を含む総経費。そして保証金がある場合には、保証金の額と全額を納める時期。
- ・ 工事が完了する日時。
- ・ 契約業者が必要な認可をとること、および契約業者が建築規則に従うことへの合意。
- ・ 契約業者が責任保険を結び、それが契約されていること、そして工事の期間中に誰かに危害が加わった場合や財産に損害が加わった場合にあなたを守る事が保証されることを述べてあること。
- ・ 契約業者が工事期間内の損害および工事後の清掃に責任を持つことが保証されていること。
- ・ 合意したラドン・レベル以下に低減する保証の詳細。
- ・ 保証の詳細あるいは緩和システムの部品構成要素に伴うその他のオプションの詳細。
- ・ あなたが家売る際に保証が移譲可能かどうかに関する宣言文。
- ・ 工事が開始される以前に契約業者が住宅所有者に期待すること（例えば、作業区域に工事関係者が入りやすくすること）の記述。

ラドン低減システムで何に注目すべきか

あなたの家のためのラドン低減方法を選んでいくにあたり、あなたとあなたの契約業者は、以下に示すいくつかのものを考慮しなければなりません。：工事前のラドン濃度は、どの程度のレベルなのか、システムの施工とシステム稼働の費用、あなたの住宅サイズと土台のタイプ。

施工と稼働経費

家を修繕する契約業者のコストは、家の特徴とラドン低減法の選択に従い変わりますが、通常、800ドルから2500ドルの範囲です。ラドン低減システムの平均コストは、およそ1200ドルです。

大部分の種類ラドン低減システムは、暖房や空調された空気の若干の漏出が起きるため、その分の費用がかさみます。あなたの暖房や空調料金がどの程度増加す

るかは、あなたの住んでいる地方の気候や低減システムとして何を選んだか、また家がどの様に建てられているかにより変わります。ファンを利用するシステムは、ラドン濃度を減らすことにより効果的です；しかし、それはあなたの電気代をわずかに増やすでしょう。

16ページの表は、異なるラドン低減システムの施工費用と平均的運営経費をリストして、各々の手法が最も効果的な例を示しています。

ラドン低減技術

契約業者があなたの家のラドン濃度を下げるのに用いられることができる方法は、いくつかあります。いくつかの技術は、ラドンが家に侵入するのを防止するものですが、他の技術はラドンが家に入ったあとで減らす技術です。EPAは、一般に、ラドンの侵入を防止する方法を推薦します。例えば、土吸引は、家の下からラドンを吸引して、1本あるいは複数本のパイプを使って屋根の上に発散させるので、ラドンは急速に希釈され、家に侵入するのが妨げられます。

お宅の建設についてどんな情報でも、あなたの契約業者が最高のシステムを選ぶのに役立ちます。あなたの契約業者はお宅を目視点検して、お宅の特定の特徴を考慮するシステムを設計します。この点検が十分な情報を提供することができないならば、契約業者はあなたの家のために最高のラドン低減システムを開発するのを助けるために施工の最初の段階の間、診断的なテストを行う必要があるかもしれません。たとえば、あなたの契約業者は、空気の供給源と移動方向を見つけるために、化学煙を使うことがあります。

契約業者は、穴、排水管、溜りや割れ目に少量の煙を注入して、気流の源と方向を学ぶのです。気流の発生源は、ラドンの移動ルートの可能性があります。ラドン低減オプションを考慮するとき、契約業者は燃焼機器の排気ガスや煙の逆流に対する懸念を抱く場合があります、住宅所有者が燃焼機器を資格のある検査官にチェックしてもらうよう勧めるかもしれません。

もう一つの種類の診断テストは「土コミュニケーション検査」です。この検査では、掃除機と化学煙を使い、家の土台の下の1ポイントからもう一つへどれくらい簡単に化学煙が移ることができるかを調べます。掃除機ホースを1つの小さな穴に挿入して、第2の小さな穴で化学煙を使うことによって、契約業者は煙が掃除機の吸入によって第2の穴に吸引されるかどうか見ることができます。土コミュニケーション検査の間に煙の挙動を見ることにより、契約業者は特定のラドン低減システムがよくお宅で働くかどうか判断することができます。

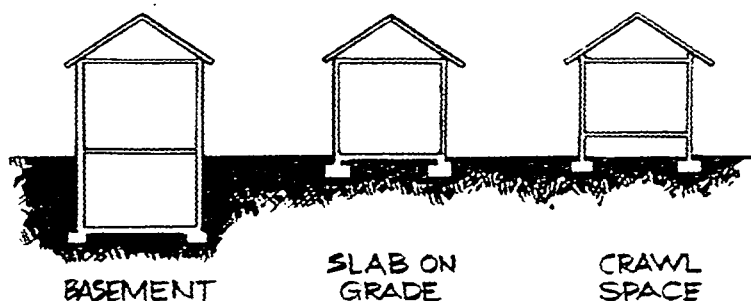
診断テストが必要かどうか、例えば土台の設計とか家の下の物質の種類などのお宅に特有の詳細によって決定されます。また、類似した家と類似したラドン検査結果に対する契約業者の経験とによっても、診断テストが必要かどうか決まります。

家の土台のタイプ

あなたの住宅タイプによって、最も機能するラドン低減システムは変わります。

家は、通常、その土台設計によって分類されます。例：地下室型、地上平板型（slab-on-grade, 地表面にコンクリートを流し込んだ土台）、または床下空間型（crawl space, 一階の床下に浅い空間がある）若干の家には、複数の土台設計が組み合わさっています。たとえば、家の一部の下に地階を持って、残りの家の土台は地上平板型か床下空間型であることは、良く見受けられます。これらの状況では、ラドン濃度を4pCi/L以下に下げるために複数のラドン低減技術の組合せが必要かもしれ

ません。



ラドン低減システムは、住宅土台設計によってグループ化することができます。あなたの家が上記の土台設計のどの種類かを確認して、どのラドン低減システムがお宅のために最高か見つけて下さい。

地下室と地上平板(スラブ) 型家

地下室または地上平板型土台をもつ家では、ラドンは通常4種類の土吸手法のうちの一つによって低減されます：平板土台下の吸引、排出タイル吸引、溜まり穴吸引およびブロック壁吸引。

能動的な平板土台下吸引（別名平板土台下陰圧法とも呼ばれる）は、最も一般的で、通常最も信頼できるラドン低減方法です。一つ以上の吸入パイプは、床を通過して平板土台下の圧砕された岩または土に挿入されます。吸引パイプは、家の外でからコンクリート平板の下に挿入されるかもしれません。必要な吸入パイプの数と位置は、空気が平板の下の圧砕された岩や土の中をどれくらい簡単に動くことができるか、またラドン源の強さ次第で変わります。しばしば、一つの吸入点だけで十分です。契約業者は、通常、目視検査や診断テストあるいは経験から、この情報を得ます。吸入パイプに接続したラドン排気ファンは、家の下からラドン・ガスを吸引して、外気にそれを放出すると同時に平板の下に陰圧を生みます。ファンの一般的な設置場所は、空調していない家やガレージ・スペース（屋根裏を含む）と家の外です。

受動的平板土台下吸引は、能動的な平板土台下吸引と同じ手法ですが、家の下からラドンを吸引するのにファンの代わりに自然の圧力差と気流に頼ります。受動的平板土台下吸引は、通常、新しく建設された家（14ページを見る）に設置されるラドン耐性特徴と関係しています。受動的平板土台下吸引は、通常、能動的平板土台下吸引ほど効果的に高いラドン濃度を減らすことが出来ません。

若干の家は、家の土台下の水を取り除くために、排水タイルか過排水タイルを設置しています。これらのタイルまたはパイプの吸入は、ラドン濃度を減らすことにしばしば効果的です。平板土台下あるいは排水タイル吸引の1つのバリエーションとして、水溜穴吸引があります。

しばしば、地階のある家には、望まれない水を取り出すために排水ポンプが設置されています。この水溜穴に蓋を被せて、水を連続的に吸引するようにすれば、それはラドン吸引パイプの設置場所になります。

ブロック壁吸引法が、地階の土台が中空ブロックの壁でできている場合に使うこ

とができます。この方法は、平板土台下吸引と類似して、ラドンを除去して、ブロック壁を減圧します。この方法は、平板土台下吸引と組み合わせてしばしば使われます。

縁の下空間を持つ家

縁の下空間を持つ家で効果的にラドン濃度を減らすためには、地面を高密度プラスチック・シートで覆うことが必要です。換気パイプとファンを使って、シートの下からラドンを吸引して、屋外に放散することが出来ます。土吸引のこの形は、膜下吸引法と呼ばれています。適切に適用された場合、この方法は、縁の下空間を持つ家のラドン濃度低減で最も効果的な方法であります。もう一つのより好ましくないオプションは、換気扇を使って能動的に縁の下の空間の減圧をはかる方法です。この技術は、一般に膜下吸引法と同様には機能しません。そして、燃焼機器からの排ガスや煙の逆流に対する特別な注意を必要としますし、空調した空気が漏れるために、光熱費が増加するかもしれません。

場合によっては、受動的に（ファンを使わずに）あるいは能動的に（ファンを使って）縁の下の空間を換気することによって、ラドン濃度を下げることができます。縁の下空間の換気は、土から家へのラドン吸入を減らし、そして、縁の下のラドンを希釈することによって屋内のラドン濃度を下げられるかもしれません。受動的な縁の下空間の換気は、換気口を開けるか、換気口を追加設置することによって行います。能動的な換気は、自然な空気循環に頼る代わりに、縁の下に空気に吹きつけるために、ファンを利用します。より寒い気候の地域では、受動的および能動的縁の下空間の換気を実施するためには、縁の下の水道管、下水道とその他の機器は、寒さに対して対策をとる必要があるかもしれません。

これらの換気オプションは、家の光熱費の増加をもたらすでしょう。

他のタイプのラドン低減方法

どんな種類の家ででも使われることができる他のラドン低減技術を以下に記します：密閉、家・部屋の加圧、熱回収換気と自然な換気。

土台の隙間やその他の開口部を**密閉**することは、ラドン低減の最も基本的な方策です。隙間を密閉することは、ラドンの屋内への流入を制限し、それによって他のラドン低減技術をより効果的で経済的にします。そして、空調した空気の損失を減らします。隙間の密閉は、それ単独ではラドン濃度を下げることができなかつたり、一貫した結果を示さなかつたりしましたので、EPAは、ラドンを低減するために単独でこの手法を採用することを推薦しておりません。ラドンが侵入してくる場所を確認して、永久に封をすることは、難しいのです。通常の家屋では、常に新しい侵入ルートができてしまい、また封入した古いルートが再開してしまいます。

家・室の加圧は、地階または生活空間に上階や屋外からファンを用いて空気を送り込むことによって達成します。これは、ラドンが家に侵入するのを防ぐために十分な圧力を、最も低い層の屋内（たとえば地階で）に加えようとするものです。この技術の効果は、住宅構造、気候、家の他の機器と居住者ライフスタイルによって制限されます。ラドンを中に入れられない十分な圧力を維持するために、通常の入退室時を除いて、最も下層階のドアと窓は、閉じておかなければなりません。この手法は、一般に、より多くの外気を屋内に導き、そして、それは湿気侵入とエネルギー浪費を引き起こすこととなります。

従って、他のより一般的な技術がラドンを十分に低減しなかったあと、この技術は考慮されるべきでしょう。

熱回収換気装置 (HRV) (空気-空気熱交換器とも呼ばれている) は、あなたの家でラドン濃度を減らすのを助けるため、換気量を増やすために設置することができます。HRVは、熱するか、冷やした空気を排出する際に、この排気を使って、取り入れる外気を暖めたり冷やしたりして、換気を増やします。HRVは、あなたの家の全部または一部を換気するように設計することができますが、地階だけを換気するのに用いられると、ラドン濃度を減らすのにより効果的でしょう。きちんとバランスが保たれて、維持されるならば、HRVは年を通して恒常的な換気レベルを確実に維持します。HRVは、他の屋内の汚染物質を持っている家では、空気質を改善することが期待されます。HRVは、冷暖房経費を確実に増大させますが、熱回収 (16ページを見る) のない換気ほど増大しないでしょう。

総ての家ではある程度の**自然換気**が起きています。下層のフロアで窓やドアや換気口を開けることにより、家の換気量は増えます。換気の増加は、外気とラドンを含んでいる屋内の空気を混ぜ合わせて、ラドン濃度を低下させる事ができます。しかし、一旦窓やドアや換気口が閉じられるならば、しばしばラドン濃度はおよそ12時間以内に前の値に戻ります。どんな種類の家の自然な換気でも、以下の欠点のため、一時的なラドン低減アプローチだと考える必要があります：空調した空気の漏出とそのため不快、取り込んだ外気を空調するための更なる経費、そしてセキュリティ懸念。

あなたの契約業者の仕事をチェックすること

以下に、あなたの家にラドン低減システムを設置するとき、あなたの契約業者が満たさなければならない基本的な施工条件のリストを示します。あなたのラドン低減システムが効果を発揮するためには、ラドン緩和標準がきちんと満たされていることが重要です。あなたは、この点を契約業者に確認して下さい。あなたは、あなたの契約業者が満たさなければならない州の必要条件が満たしているかどうか判断するために、あなたの州のラドン事務所と相談することができます。

- ラドン低減システムは、ハッキリとラベルで表示されていなければなりません。こうすれば、機能を損ねるような偶然のシステム変更を避けることができます。
- 土吸引システムの排気パイプは、屋根の表面からより上に、地表から10フィート以上、窓やドアやその他の開口部から最低10フィート離れたところで排気しなければなりません。これは、排気パイプが開口部より最低2フィート高い場所に排気しないと、家への再侵入が起きることを防げないからです。
- 排気ファンは、生活領域の内側や下に位置してはいけません。例えば、それは使われていない屋根裏や家の外に設置されるべきです。地下室に設置するのは駄目です。
- 排気ファンを屋外に設置するのであれば、契約業者は地域の建築規則を満たすファンを設置しなければなりません。
- 能動的ラドン低減システムの電気配線は、地域の電気規則に則って設置されなければなりません。
- 能動的システムが正常に作動しなくなった場合に警告を発する装置が設置されなければなりません。
- システムの故障の警告装置の例をあげると：
 - 液体のゲージ、音声アラーム、光インジケータ、ダイヤル (針表示) ゲージ。
 - 警告装置は、容易に視認できる、あるいは聞き取れる場所に設置されなければなりません。
 - あなたの契約業者は、警告装置が動くことを確認しなければなりません。
 - 後になってモニター装置がラドン低減システムの不調を示す際には、あなたは契約業者に電話をして調べて貰いましょう。

- ラドン緩和システムを設置した後の検査は、設置後30日以内に、しかしファン付のシステムならファンを稼働させてから24時間以降に行いましょう。契約業者はシステムの稼働状況とその初期評価のために、緩和システム設置後検査を実施する場合があります。しかし、これとは独立して、ラドン測定を行うことをお勧めします。独立した業者あるいはご自身でラドン測定を行うことによって、潜在的利害対立を排除する助けになります。システムの効果をテストするには、2-7日間の測定が推奨されます。測定を行い際は、通常の出入りを除いて、窓やドアはテスト前12時間およびテスト期間中は閉められなければなりません。
- あなたの契約業者が、あなたのラドン低減システムを完璧に説明して、それがどのように動くかについて示して、それを維持する方法を説明することを確認して下さい。文章の作動マニュアル・維持マニュアルをもらって下さい。それから保証証などのコピーももらって下さい。

ラドン低減システムを設置した家に住むこと

ラドン低減システムの維持

炉や煙突と同様で、ラドン低減システムは特定のメンテナンスを時々必要とします。あなたは、システムが正しく機能していることを確認するために、定期的に警告装置を見なければなりません。ファンは5年以上（メーカー保証は、5年を上回らない傾向がある）の間もつかもせませんが、その期間を過ぎたなら、修理するか、新品に取り替える必要があります。ファンを替えることは、作業費を含めて、およそ200ドルから350ドルかかります。ラドン濃度が低いままである事を確認するために、少なくとも2年おきに一度あなたの家を再測定すると良いでしょう。

ファンのスイッチを切ってはいけません； システムが正しく機能するためには、連続的にファンを作動させなければなりません。

HRVのフィルタは、定期的に掃除をし、年に2回交換しなければなりません。HRVの交替フィルタは、簡単に替えることが出来、10ドルから25ドルの値段です。フィルタがどこで購入できるか、あなたの契約業者に尋ねましょう。また、外側から新鮮な空気を持ち込む換気口は、葉や破片で塞がれていないかどうか調べる必要があります。換気システムは、毎年一度、暖房・換気・空調の専門家に頼んで、気流がきちんとバランスされているかどうかチェックしてもらいましょう。ラドン調節のために使われるHRVは、常に稼働させなければなりません。

ラドン・レベル低減後にあなたの家を改築すること

例えば、未完成の地階空間をリビング・スペースに変えるなど、ラドン低減システムを設置した後に家を大改造することに決めたなら、これらの変化が保証を無効にするかどうか、あなたのラドン契約業者に尋ねましょう。あなたがお宅の増築のため新しい土台を加える予定になっているならば、増築を含めた家全体のラドンを低減するために、どのような措置を講ずるべきか、あなたのラドン契約業者に尋ねましょう。改造したあと、必ずその改造がラドン低減システムの効果を減らさなかったことを確認するために、最も低層の居住空間の再テストをしましょう。

家の売買？

あなたが家を売り買いしていて、ラドンについての判断をする必要があるならば、EPAの「家屋購入者および販売者のラドン・ガイド」を読んで下さい。あなたがラドン

低減システムがある家を買っているならば、潜在的買い手にその情報を伝え、彼らにあなたのシステムの操作・管理に関する情報を提供しましょう。あなたが新居を建設しているならば、高いラドン・レベルの既存の家を修繕することよりも、ラドン耐性特徴を新しい建設に組み入れることがたいてい安くつくということを考慮して下さい。あなたの建築業者に、ラドン耐性建設特徴を導入できるかどうか尋ねましょう。あなたの建築業者は、EPAの文書「建築物からラドンを除く」を参照できます：あなたの建築業者は、「ワンステップずつラドン耐性住宅を建てるためのガイド」を使うか、あるいは、資格のある契約業者と共同して、適切なラドン低減システムを設計し設置する事が出来ます。EPAの技術文書を手に入れる、あるいは、資格のある契約業者を見つけるために、あなたの州のラドン事務所（17ページを見る）に連絡しましょう。すべての家はラドン検査されなければなりません。そして、高いラドン濃度は減らされなければなりません。ラドン耐性特徴で建設される新しい家さえ、ラドン濃度が4pCi/L以下であることを確認するために、居住後、検査しなければなりません。もち4pCi/L以上の試験結果であるならば、あなたは資格のある緩和業者に頼んで、およそ300ドルで換気口用のファンを既存の受動的なシステムに追加して、さらにラドン濃度を減らしてもらうことができます。

水の中のラドン

しばしば、屋内の空気中のラドンは、土と給水の2つの源から供給されています。水を通じてあなたの家に入っているラドンに比較すると、土を通してあなたの家に入っているラドンは、通常より大きなリスクです。ラドンが心配で、そして、家に専用の井戸があるならば、空気と水の両方のラドンを検査しましょう。空気と水の中のラドンを検査すれば、その結果、あなたはより完全に状況に最適なラドン緩和オプションを評価することができるでしょう。あなたの家の給水をテストする装置と手続きは、空気中でラドンを測るために使われるそれらと異なります。

あなたの給水のラドンは、吸入のリスクとわずかな摂取のリスクをもたらします。水の中のラドンから受けるリスクの大部分は、水をシャワーを浴びることに使ったり、他の家庭の目的のために使ったりするとき、空気に放出されるラドンによってもたらされます。研究は、ラドンを吸入することによりもたらされる肺がんリスクは、水のみこむことからくるラドンの胃がんリスクに比して、より非常に大きいことを示しています。

あなたの家の水が地表水であるならば、水由来のラドンは通常問題になりません。水源が地下水の場合、例えば私的な井戸や地下水を利用した公共給水システムであるとき、水中のラドンはより問題になりやすいでしょう。いくつかの公共給水システムでは、ラドン濃度を減らすために水を処理してから家庭に供給されています。ラドンが水を介してあなたの家に入っているとの懸念があり、その水が公共の給水システムであるならば、あなたの水供給元と連絡をとってみるべきです。

私的な井戸を検査した結果、水中のラドンが問題にあっているのなら、それは簡単に修復することが出来ます。あなたの家の給水は、次の何れかの方法で処理できます。家全体への給水の入り口部分で処理をすれば、家庭内の水配管内に入る手前で効果的にラドンを取り除くことが出来ます。給水の入り口部分での処理は、通常粒状の活性炭（GAC）フィルタか通気システムを使用します。GACは、通常通気システムより少ないコストで実施できます。このフィルタは、放射能を集めることができるので、廃棄するときには特別な処分の特別な方法を必要とします。GACフィルタと通気システムには、それぞれ利点と欠点があり、その事に関して、あなたの州のラドン事務所（17ページを見る）または水処置プロと話し合われるとよいでしょう。用途の段階での処理装置は、蛇口に取り付けて水からラドンを除去します。しかし、あなたが使う水の一

部、例えばあなたが飲む水などしか処理をしません。用途の段階での処理装置は、家で使われるすべての水から空気へ放出されるラドンを呼吸するリスクを減らすことには効果がありません。

水中のラドンや、その検査と処理、そして飲料水のラドン基準に関する情報を得たいとき、あるいは一般的な援助が必要なときは、あなたの州のラドン事務所（17ページを見る）またはEPAの飲料水ホットライン（800-426-4791）か、<http://www.epa.gov/safewater/radon.html>を参照して下さい。あなたの州のラドン事務所は、水中ラドン・テスト・キットの入手法を教えてください、試験結果を解釈するのを援助してくれます。

ラドン低減装置設置・稼働のコスト(EPA消費者ガイドライン)

技術	典型的ラドン低減率	典型的設置コストの範囲 (契約業者)	典型的稼働コストの範囲：ファンの電気代、冷暖房費の増加(年)	コメント
平板土台下吸引法（平板土台下陰圧法）	50-99%	\$800-2500	\$50-200	平板土台下の空気が容易に移動する場合は、最も良く機能
受動的平板下吸引法	30-70%	\$550-2250	若干の冷暖房費増加	寒い地域でより効果的。能動的平板土台下吸引法より効果悪い
排水タイル吸引法	50-99%	\$800-1700	\$50-200	部分的あるいは完全な排水タイル・ループのどちらでも効果
ブロック壁吸引法	50-99%	\$1500-3000	\$100-400	中空ブロック壁の家屋で応用可。主要な開口部を塞ぐ必要
水溜まり槽吸引法	50-99%	\$800-2500	\$50-250	平板土台下の空気が容易に水溜まり槽に移動する場合は、最も良く機能
縁の下の膜下減圧法	50-99%	\$1000-2500	\$50-250	寒い地方では、自然換気より熱損失が少ない
縁の下空間の自然換気	0-50%	無し、換気口追加の場合は\$200-500	若干の冷暖房費増加	コストは変動する
ラドン侵入経路の密閉	コメント参照	\$100-2000	なし	通常、他の技術と組み合わせることで実施。適切な材料と施工が重要。
屋内（地下室）加圧法	50-90%	\$500-1500	\$150-500	空気の漏れが少ない地下室で、外部や上階から隔離されていると機能
自然換気	効果は様々で、一時的	無し、換気口追加の場合は\$200-500追加	\$100-700	冷暖房の空気が顕著にもれるため、換気の頻度に依って冷暖房費が増加
熱回収換気法（HRV）	空かは様々。コメント参照	\$1200-2500	継続的に使用すれば、\$75-500	限定的使用。効果は、ラドン濃度とHRVにより取り入れる希釈用の外気の量により変わる。地下室などの限定的な空間に使用されるとき、最も効果が高い。
私的井戸水水道：脱気	95-99%	\$3000-4500	\$50-150	一般的に次のGACより効果的。効果を維持する目的で、毎年掃除と汚染防御が必要。ラドンを廃棄する装置が必要

私的井戸水水道：活性炭素粒 (GAC)	85-95%	\$1000-3000	なし	高濃度のラドンでは、脱気より効果が劣る。中等度 (5000pCi/L・水以下) で使用。活性炭に放射性のラドン娘核種が蓄積。タンクの周りに遮蔽を置いたり、廃棄に配慮が必要となる可能性
---------------------	--------	-------------	----	---

- 注1. ファンを稼働させた場合の電気代および冷暖房費の増加は、季候や家のサイズは電気代・燃料代などに関する一定の条件下で計算されている。あなたの家では、異なるかもしれません。
- 注2. 美観を保つための修繕を加えると、個々に記した典型的なコストよりも高くなるでしょう。