

令和元年度厚生労働行政推進調査事業費補助基金
分担研究報告書

健康増進のための住環境についての研究
住居環境と循環器疾患に関する文献調査と課題抽出

研究分担者 杉山 大典 慶應義塾大学 看護医療学部 教授

研究要旨

住居環境と健康障害に関する騒音による健康影響については、これまでに世界各国で数多くの研究がなされている。そこで、本研究では健康障害の中でも循環器疾患に影響を与えられと考えられる住居因子に関する先行研究についての文献調査を行い、今後わが国において健康増進のための住居環境に関する研究を進める上で必要と思われる課題の抽出を試みた。

WHO の関連ガイドライン (WHO Housing and health guidelines および Noise guidelines for the European Region) を参考にした検索式にて PubMed を用いた文献検索を行い、1047 件の対象文献を抽出した (文献数固定日: 2019 年 11 月 25 日)。これに加えて、前述のガイドラインや review 文献を用いたハンドサーチを行った。評価対象となる居住環境因子については、その出現頻度を鑑み、1) 室内温度と循環器疾患の関連 2) 各種騒音と循環器疾患の関連 3) その他の住居環境因子と循環器疾患の関連 4) 1) ~ 3) の複数の因子と循環器疾患の関連 以上の 4 カテゴリーに先行研究を大別することとした。英語以外で書かれた文献や学術論文化されていない thesis および学会抄録は最終的な評価対象から除外した。また、アウトカムである循環器疾患については虚血性心疾患・脳卒中の発症もしくは死亡・循環器疾患による救急受診・循環器疾患による服薬 (除く降圧薬のみ) といったハードエンドポイントを扱ったものに対象を絞って検討を行った。

文献検索の結果、1) 室内温度と循環器疾患について 1 件、2) 各種騒音と循環器疾患について 28 件、3) その他の居住環境因子と循環器疾患について 3 件、4) 1) ~ 3) を複数評価した研究について 9 件抽出された。特に騒音と循環器疾患の関連については、騒音曝露と循環器疾患の発症・死亡などとの間に統計学的な有意差は別にして概ね正の関連が見られた。しかしながら、今回抽出された研究の中に日本国内で行われた研究は抽出されず、わが国においては虚血性心疾患よりも脳卒中の方が発症頻度が多いという特性も鑑み、今後は国の公的データを利用した研究を行い、わが国におけるエビデンスを構築する必要があると考えられた。

A. 研究目的

住居環境と健康障害に関する騒音による健康影響については、これまでに世界各国で数多くの研究がなされている。その中でも、WHO 欧州事務局の housing and health 部門によって、不適切な住宅の状態による居住者の疾病負荷についての検討が行われ、例えば「室内が-1℃低下すると冬季の過剰死亡率が 1.5%増加する」「交通騒音によって虚血性心疾患の相対リスクが 10dB あた

り 1.17 上昇する」といった曝露因子と健康障害の関が報告されており¹⁾、これらの知見を基にして WHO が HOUSING AND HEALTH GUIDELINE を発表している²⁾。また、騒音についてはやはり欧州を中心にして道路騒音・鉄道騒音・航空機騒音による健康影響を評価する研究が行われており、虚血性心疾患など心血管系疾患への影響を示唆する結果が発表されており、こちらも WHO Environmental Noise Guidelines for

the European Region という形のガイドラインがまとめられている³⁾。

本研究では、健康障害の中でも循環器疾患に影響を与えると考えられる住居因子に関する先行研究についての文献調査を行い、今後わが国において健康増進のための住環境に関する研究を進める上で必要と思われる課題の抽出を試みた。

B. 研究方法

居住環境と循環器疾患の関係について、WHOの関連ガイドライン（WHO HOUSING AND HEALTH GUIDELIN²⁾ および Noise guidelines for the European Region³⁾）を参考にした検索式("Living environment" OR "dwelling environment" OR "environmental temperature" OR "indoor temperature" OR "heat wave" OR "room heating" OR "noise exposure") AND (cardiovascular OR stroke OR "myocardial infarction" OR "blood pressure")にてPubMedを用いた文献検索を行い、1047件の対象文献を抽出した(データベースによる文献検索数固定日：2019年11月25日)。これに加えて、前述のガイドラインやreview文献を用いたハンドサーチを行った。

評価対象となる居住環境因子については、その出現頻度を鑑み、

- 1) 室内温度と循環器疾患の関連
- 2) 各種騒音と循環器疾患の関連
- 3) その他の住居環境因子と循環器疾患の関連
- 4) 1)～3)の複数の因子と循環器疾患の関連

以上の4カテゴリに先行研究を大別することとした。

居住環境と循環器疾患の関係についての文献調査では、英語以外で書かれた文献や学術論文化されていないthesisおよび学会抄録は最終的な評価対象から除外する事とした。また、研究デザインは横断研究・生態学的研究・症例対照研究・コホート研究など研究デザインによる除外は行わなかったが、レビュー論文についてはシステム

ティックレビュー／メタアナリシスではないレビュー論文は除外した。

アウトカムである循環器疾患については、今回の文献調査においては、虚血性心疾患・脳卒中を含む循環器疾患の有無・発症・死亡、循環器疾患による救急受診、循環器疾患による服薬(除く降圧薬のみ)といったハードエンドポイントをアウトカムとして含む研究のみを対象とし、高血圧・糖尿病などのソフトアウトカムのみをアウトカムにした研究は除外した。

C. 研究結果

「付表：住居環境と循環器疾患に関する文献調査のまとめ」に今回の文献調査結果をまとめた。

1) 室内温度と循環器疾患の関連

症例対照研究が1件抽出された⁴⁾。

この研究では、循環器疾患による救急受診と室内温度との関連が評価されていたが、有意な関連は見られなかった。

2) 各種騒音と循環器疾患の関連

28件の文献が抽出され、その内訳は横断研究5件^{5),6),9),13),20)}、生態学的研究2件^{12),24)}、ケースクロスオーバー研究1件²³⁾、症例対照研究5件^{7),14),15),16),29)}、Retrospective cohort study 2件^{19),21)}、コホート研究8件^{8),17),18),26),27),28),30),31)}、メタアナリシス5件^{10),11),22),25),32)}であった。

全体の傾向として、虚血性心疾患・脳卒中共に罹患・死亡・有病問わず相対リスク(オッズ比・罹患率比・ハザード比含む)で評価した場合、各種騒音との間に1.1～1.3程度の軽度な正の関連が見られ、メタアナリシスや対象人数が多い研究では有意な関連として観察された。

3) その他の住居環境因子と循環器疾患の関連

住居周囲の緑地環境との関連を評価した研究2件^{33),34)}、住居単位での大気汚染物質との関連を評価した研究1件³⁵⁾。いずれもコホート研究を基盤とした研究であった。

心血管の有無もしくは死亡に対する住居周囲の緑地環境の影響は調整オッズ比で評価した場合 0.96~0.97 と若干負の関連を示す傾向にあった^{33), 34)}。

一方、住居単位で測定した各種大気汚染の指標 (PM_{2.5}、黒炭、NO₂) と心血管死亡の関連はハザード比で 1.1~1.3 程度の軽度の正の関連を示した。

4) 1) ~ 3) の複数の因子と循環器疾患の関連
9 件の文献が抽出され、大気汚染と各種騒音の影響を評価した研究が 8 件³⁶⁾⁻⁴³⁾、大気汚染・各種騒音・住居周囲の緑地環境の影響を評価した研究が 1 件である⁴⁴⁾。研究デザインは 7 件がコホート研究^{36)-39), 41)-43)}、2 件が横断研究^{40), 44)}であった。

それぞれの因子を単独で評価した場合は、2) や 3) の結果とほぼ同様であった。

騒音と大気汚染の組み合わせ評価を行った場合、両者が高曝露の場合では心疾患に対する影響が増強されると報告している研究⁴⁰⁾⁻⁴²⁾がある一方、

片方の因子を解析モデルに加えて統計学的に調整すると、もう片方の心血管疾患に対する影響が減弱するという報告もあった^{36), 43)}。

D. 考察

室内温度については WHO HOUSING AND HEALTH GUIDELIN²⁾にて、冬季は 18℃以上にすることを推奨にしているが、これは低い室温と血圧上昇の関係を反映させたものである。血圧上昇は循環器疾患の重要なリスクファクターであることは間違いないが、今回の文献調査では室内環境と循環器疾患の罹患や死亡との関連を直接評価した研究は見いだせなかった。

各種騒音については、曝露評価が地域単位のものから研究対象者単位 (住居単位) のものまで様々なものが混在しているものの、概ね循環器疾患の罹患や死亡と各種騒音には弱いながらも正の関連が認められた。また、研究結果のところにも述べたように、統計学的な有意性については研

究対象人数に左右されるため、研究によって統計学的に有意か否かは異なるものの、騒音曝露と循環器疾患イベントが弱いながらも正の関連にある傾向については、交通・鉄道・飛行機といった騒音源の違い、研究デザインの違い、罹患・死亡といったイベントの種類、また虚血性心疾患や脳卒中といった疾病の違いによっても大きな違いは見られなかったため、騒音が循環器疾患の発症などに少なからず影響を与えている事が推察される。ちなみに、疾患については脳卒中の方が虚血性心疾患よりも controversial と述べている研究もあるが、今回抽出された研究の大半が欧州で行われたもので、欧米諸国は脳卒中の発症頻度そのものが虚血性心疾患よりも高くいため、統計学的有意差が見いだせにくくなっている事に起因していると思われる。

一方、騒音については、騒音そのものがストレスとなって交感神経系を賦活化させ動脈硬化の進展に寄与するという系が考えられる一方で、騒音そのものではなく、特に自動車などの排ガスによる大気汚染が主たる影響で、騒音はいわば交絡として介在しているに過ぎないという考えもある。騒音と大気汚染の複合要因について検討した研究では、相乗的に循環器疾患のリスク上昇に繋がると推察している研究⁴⁰⁾⁻⁴²⁾もあれば、大気汚染の影響を統計モデル調整すると騒音と循環器疾患の関連は減弱したという研究³⁶⁾や、逆に騒音は大気汚染の影響は受けない循環器疾患の独立した危険因子であると結論付けている研究⁴³⁾もあり、明確な結論は現時点では出せない。

今回抽出した文献は全て欧州を中心とした海外からの報告であり、少なくとも英文誌に発表されたレベルでのわが国発の研究は見つからなかった。わが国は欧米各国とは循環器疾患の発現頻度が大きく異なり、また虚血性心疾患に比べて脳卒中の方が多いという特徴を鑑みると、わが国においても循環器疾患の発症・死亡といったハードアウトカムと今回取り上げた住居環境関連因子との関連を評価する必要があると思われる。しかしながら、喫煙や高血圧・糖尿病・脂質異常症といった循環器疾患の古典的危険因子と比べると、騒

音や大気汚染などの環境因子の影響は小さく、統計学的有意差を期待して環境因子と循環器疾患の関連を行うとなると、数万～数十万単位での調査が必要となると予想される。また、既存の国内コホート研究と協働して研究を行う場合には、曝露因子の評価を住居単位で行う事はかなりの困難を伴うと思われる、実現可能性が高いとは言えない。したがって、現状ではまず国の公的データを利用した生態学的研究などからアプローチするのが現実的ではないかと考える。

E. 結論

本文献調査の結果から、住居環境（特に騒音）と循環器疾患の発症・死亡といったハードアウトカムの関連について一定のエビデンスの蓄積が確認されたものの、日本国内で行われた研究成果はほぼ皆無であり、今後は国の公的データを利用した研究を進め、わが国におけるエビデンスを構築する必要があると考えられた。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

G. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

<参考文献>

- 1) WHO Europe. Environmental burden of disease associated with inadequate housing. A method guide to the quantification of health effects of selected housing risks in the WHO European Region. Summary report. World Health Organization Regional Office for Europe, Copenhagen, 2011.
- 2) WHO Housing and health guidelines. 2018. ISBN 978-92-4-155037-6
- 3) Kempen EV, et al. WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Cardiovascular and Metabolic Effects: A Summary. Int J Environ Res Public Health. 2018. 22;15(2).
- 4) Uejio CK, et al. Summer indoor heat exposure and respiratory and cardiovascular distress calls in New York City, NY, U.S. Indoor Air. 2016; 26:594–604.
- 5) Babisch W, et al. Traffic noise and cardiovascular risk. The Caerphilly study, first phase. Outdoor noise levels and risk factors. Arch Environ Health. 1988;43:407-14.
- 6) Babisch W, et al. Traffic noise and cardiovascular risk: the Caerphilly and Speedwell studies, second phase. Risk estimation, prevalence, and incidence of ischemic heart disease. Arch Environ Health. 1993;48:406-13.
- 7) Babisch W, et al. The incidence of myocardial infarction and its relation to road traffic noise—The Berlin case-control studies. Environ. Int. 1994;20:469–474.
- 8) Babisch W, et al. Traffic noise and cardiovascular risk: the Caerphilly and Speedwell studies, third phase--10-year follow up. Arch Environ Health. 1999;54:210-6.

- 9) Belojevic G, et al. Prevalence of arterial hypertension and myocardial infarction in relation to subjective ratings of traffic noise exposure. *Noise Health* 2002;4:33-7.
- 10) van Kempen EE, et al. The association between noise exposure and blood pressure and ischemic heart disease: a meta-analysis. *Environ Health Perspect.* 2002;110:307-17.
- 11) Babisch W, et al. Health status as a potential effect modifier of the relation between noise annoyance and incidence of ischaemic heart disease. *Occup Environ Med.* 2003;60:739–745.
- 12) Grazuleviciene R, et al. Traffic Noise Emissions and Myocardial Infarction Risk. *Polish Journal of Environmental Studies.* 2004;13:737-741.
- 13) Franssen EAM, et al. Aircraft noise around a large international airport and its impact on general health and medication use. *Occup Environ Med.* 2004;61:405–413.
- 14) Babisch W, et al. Traffic Noise and Risk of Myocardial Infarction. *Epidemiology.* 2005;16: 33–40.
- 15) Willich SN. Noise burden and the risk of myocardial infarction. *Eur Heart J.* 2006;27:276-82.
- 16) Selander J, et al. Long-Term Exposure to Road Traffic Noise and Myocardial Infarction. *Epidemiology.* 2009;20: 272–279.
- 17) Sørensen M, et al. Road traffic noise and stroke: a prospective cohort study. *Eur Heart J.* 2011;32:737-44.
- 18) Sørensen M, et al. Road traffic noise and incident myocardial infarction: a prospective cohort study. *PLoS One.* 2012;7(6):e39283.
- 19) Correia AW, et al. Residential exposure to aircraft noise and hospital admissions for cardiovascular diseases: multi-airport retrospective study. *BMJ.* 2013 Oct 8;347:f5561.
- 20) Floud S, et al. Exposure to aircraft and road traffic noise and associations with heart disease and stroke in six European countries: a cross-sectional study. *Environ Health.* 2013;12:89.
- 21) Hansell AL, et al. Aircraft noise and cardiovascular disease near Heathrow airport in London: small area study. *BMJ.* 2013 Oct 8;347.
- 22) Banerjee D. Association between transportation noise and cardiovascular disease: a meta-analysis of cross-sectional studies among adult populations from 1980 to 2010. *Indian J Public Health.* 2014;58:84-91.
- 23) Tobías A, et al. Noise levels and cardiovascular mortality: A case-crossover analysis. *Eur J Prev Cardiol.* 2015;22:496-502.
- 24) Evrard AS, et al. Does exposure to aircraft noise increase the mortality from cardiovascular disease in the population living in the vicinity of airports? Results of an ecological study in France. *Noise Health.* 2015; 17: 328–336.
- 25) Dzhambov AM, et al. Exposure-response relationship between traffic noise and the risk of stroke: a systematic review with meta-analysis. *Arh Hig Rada Toksikol* 2016;67:136-151.
- 26) Héritier H, et al. Transportation noise exposure and cardiovascular mortality: a nationwide cohort study from Switzerland. *Eur J Epidemiol.* 2017;32:307–315.
- 27) Dimakopoulou K, et al. Is aircraft noise exposure associated with cardiovascular disease and hypertension? Results from a cohort study in Athens, Greece. *Occup Environ Med.* 2017;74:830-837.

- 28) H eritier H, et al. Diurnal variability of transportation noise exposure and cardiovascular mortality: A nationwide cohort study from Switzerland. *Int J Hyg Environ Health*. 2018;221:556-563.
- 29) Seidler AL, et al. The Effect of Aircraft, Road, and Railway Traffic Noise on Stroke – Results of a Case–Control Study Based on Secondary Data. *Noise Health*. 2018; 20: 152–161.
- 30) Br auner EV, et al. Long-term wind turbine noise exposure and incidence of myocardial infarction in the Danish nurse cohort. *Environ Int*. 2018;121:794-802.
- 31) Pyko A, et al. Long-term transportation noise exposure and incidence of ischaemic heart disease and stroke: a cohort study. *Occup Environ Med*. 2019;76:201-207.
- 32) Weihofen VM, et al. Aircraft Noise and the Risk of Stroke-A Systematic Review and Meta-analysis. *Dtsch Arztebl Int* 2019; 116: 237–44.
- 33) Picavet HS, et al. Greener living environment healthier people? Exploring green space, physical activity and health in the Doetinchem Cohort Study. *Prev Med*. 2016;89:7-14.
- 34) Vienneau D, et al. More than clean air and tranquillity: Residential green is independently associated with decreasing mortality. *Environ Int*. 2017;108:176-184.
- 35) Hvidtfeldt UA, et al. Long-term residential exposure to PM2.5, PM10, black carbon, NO2, and ozone and mortality in a Danish cohort. *Environ Int*. 2019;123:265-272.
- 36) Beelen R, et al. The joint association of air pollution and noise from road traffic with cardiovascular mortality in a cohort study. *Occup Environ Med* 2009;66:243–250.
- 37) Huss A, et al. Aircraft Noise, Air Pollution, and Mortality From Myocardial Infarction. *Epidemiology* 2010;21: 829–836.
- 38) Gan WQ, et al. Association of Long-term Exposure to Community Noise and Traffic-related Air Pollution With Coronary Heart Disease Mortality. *Am J Epidemiol*. 2012;175:898–906.
- 39) de Kluizenaar Y, et al. Road traffic noise, air pollution components and cardiovascular events. *Noise Health*. 2013 ;15:388-97.
- 40) S orensen M, et al. Combined effects of road traffic noise and ambient airpollution in relation to risk for stroke? *Environ Res*. 2014;133:49-55.
- 41) Bodin T, et al. Road traffic noise, air pollution and myocardial infarction: a prospective cohort study. *Int Arch Occup Environ Health*. 2016. 89:793–802.
- 42) Yang WT, et al. Road Traffic Noise, Air Pollutants, and the Prevalence of Cardiovascular Disease in Taichung, Taiwan. *Int J Environ Res Public Health*. 2018 Aug 9;15(8).
- 43) H eritier H, et al. A systematic analysis of mutual effects of transportation noise and air pollution exposure on myocardial infarction mortality: a nationwide cohort study in Switzerland. *Eur Heart J*. 2019;40:598-603.
- 44) Klompaker JO, et al. Associations of Combined Exposures to Surrounding Green, Air Pollution, and Road Traffic Noise with Cardiometabolic Diseases. *Environ Health Perspect*. 2019 Aug;127(8):87003.

付表：住居環境と循環器疾患に関する文献調査のまとめ

付表 1) 室内温度と循環器疾患の関連

研究	研究デザインと対象	曝露	結果
Uejio, et al .2016 ⁴⁾	New York での症例対照研究 (心血管疾患 291 例、対照群 471 例)	室内温度> 26℃ か否か	循環器疾患による救急受診と室内温度に有意な関連は見られず (オッズ比 0.85 (0.55-1.31))。

付表 2) 各種騒音と循環器疾患の関連

研究	研究デザインと対象	曝露	結果
Babisch, et al. 1988 ⁵⁾	Caerphilly に住む男性 2512 名を対象とした横断研究	51-55,56-60,61-65,66-70dB の 4 カテゴリーの道路騒音、測定は参加者単位	虚血性心疾患と道路騒音に有意な関連見られず
Babisch, et al. 1993 ⁶⁾	Caerphilly に住む男性 2512 名、Speedwell に住む男性 2348 名を対象とした横断研究	51-55,56-60,61-65,66-70dB の 4 カテゴリーの道路騒音、測定は参加者単位	66-70dB の高曝露群では 51-55dB の低曝露群と比べて虚血性心疾患罹患の相対リスクが若干上昇 (ただし有意ではない)
Babisch, et al. 1994 ⁷⁾	Berlin traffic noise studies 内での 2 つの症例対照研究 (急性心筋梗塞群 109/645 例、対照群 134/3390 例)	51-60,61-70,71-80db の 3 カテゴリーの道路騒音	71-80dB の高曝露群では 51-60dB の低曝露群と比べて虚血性心疾患のオッズ比はそれぞれの研究で 1.3 (0.5-3.8)、1.2(0.8-1.7)
Babisch, et al. 1999 ⁸⁾	Babisch, et al. 1993 の対象者を 10 年追跡したコホート研究	51-55,56-60,61-65,66-70dB の 4 カテゴリーの道路騒音、測定は参加者単位	66-70dB の高曝露群では 51-55dB の低曝露群と比べて虚血性心疾患罹患の調整オッズ比は Caerphilly で

			1.1 (0.6-1.9)、Speedwell で 1.2(0.8-1.7)。
Belojevic, et al. 2002 ⁹⁾	Pancevo の男性 1243 名、女性 1631 名を対象とした横断研究	騒音の程度を Not at all, Slightly, Moderately; Very, Extremely の 5 段階で主観的に評価。	Extreme 以上の場合、Slightly 以下と比べて心筋梗塞（自己報告）ありに対する調整オッズ比が男性 1.7 (1.0-2.9)、女性 1.0 (0.4-2.0)
Kempen, et al. 2002 ¹⁰⁾	既存の研究 3 件を対象としたメタアナリシス	道路騒音 5 dB 毎増加に対する影響	心筋梗塞に対する統合オッズ比 1.03 (0.99-1.09)、虚血性心疾患に対する統合オッズ比 1.09 (1.05-1.13)
Babisch, et al. 2003 ¹¹⁾	Babisch, et al. 1999 の追加解析	騒音による睡眠障害などの障害（主観的評価）	既往歴がなく、何らかの騒音による障害を良く感じている場合、感じていない場合と比べて虚血性心疾患発症に対する調整オッズ比が 1.7~3.0 と上昇傾向あり。
Grazuleviciene, et al. 2004 ¹²⁾	Kaunas city を対象とした生態学的研究	<60,60-64,65-69,≥70db の 4 カテゴリーの道路騒音	<60dB の地域と比べ、≥70dB の地域における心筋梗塞発症の相対リスクは 1.33 (0.76-2.32)
Franssen, et al. 2004 ¹³⁾	Amsterdam の空港 周囲 25km に住む 11812 名を対象とした横断研究	航空機騒音の 10 dB 毎増加に対する影響	循環器疾患に対する処方有りの調整オッズ比は 1.13 (0.94-1.35)
Babisch, et al. 2005 ¹⁴⁾	Berlin 市内の病院をベースにした症例対照研究（心筋梗塞群	≤60,61-55,66-70,≥70dB の 4 カテゴリーの道路騒音	≥70dB の高曝露群では≤60dB の低曝露群と比べて心筋

	1811 例、対照 2234 例群)		梗塞の調整オッズ比は 1.3 (0.88-1.8)
Willich, et al. 2006 ¹⁵⁾	Berlin 市内の病院をベースにした症例対照研究 (心筋梗塞群 4115 例と性・年齢でマッチングさせた対照群、男性は 1:1、女性は 1:2 でマッチング)	日中騒音 ≤ 60 (基準), $>60-65, >65-70, >70$ dB、夜間騒音 ≤ 50 (基準), $>50-55, >55-60, >60$ dB のそれぞれ 4 カテゴリーで定義	心筋梗塞に対する最高位騒音カテゴリーに対する調整オッズ比は日中騒音で男性 1.48 (1.17-1.89)、女性 1.24 (0.55-2.80)、夜間騒音で男性 1.54 (1.04-2.28)、女性 2.73 (1.09-6.84)
Selander, et al. 2009 ¹⁶⁾	Stockholm での Population ベースの症例対照研究 (心筋梗塞 1571 例、対照群 2095 例)	$\leq 50, 50-54, 55-59, \geq 60$ dB の 4 カテゴリーの道路騒音、測定は参加者単位	≥ 60 dB の高曝露群では ≤ 50 dB の低曝露群と比べて心筋梗塞に対する調整オッズ比は 1.21 (0.83-1.77)
Sørensen, et al. 2011 ¹⁷⁾	Copenhagen/Aarhus の住民 57 053 名を対象としたコホート研究 (平均追跡期間 6 年)	道路騒音 10 dB 毎増加に対する影響、測定は参加者単位	脳卒中発症に対する罹患率比は 1.14 (1.03-1.25)
Sørensen, et al. 2012 ¹⁸⁾	Copenhagen/Aarhus の住民 57 053 名を対象としたコホート研究 (平均追跡期間 6 年)	道路騒音 10 dB 毎増加に対する影響、測定は参加者単位	心筋梗塞発症に対する罹患率比は 1.12 (1.02-1.22)
Correia, et al. 2013 ¹⁹⁾	米国 89 の空港近くに住む 6027363 名を対象とした retrospective (cohort) study、2009 年度の claim データを利用。	航空機騒音 10 dB 毎増加に対する影響、測定は空港単位	循環器疾患の入院は航空機騒音 10 dB 毎増加に 3.5% (0.2%-7.0%)増加
Floud, et al. 2013 ²⁰⁾	欧州 6 カ国の空港近くに住む住民 4712 名を対象とした横断研究	航空機騒音 10 dB 毎増加に対する影響、測定は参加者単位	心疾患・脳卒中ありに対する調整オッズ比は 1.25 (1.03-1.51)

Hansell, et al. 2013 ²¹⁾	2001-5年のLondon, Heathrow 空港近隣住民約360万人を対象とした retrospective (cohort) study、claim データを利用。	航空機騒音を≤51～>63dBを3dB刻みでカテゴリーライズ	≤51dBと比較して、>63dBでは脳卒中入院の調整相対リスク1.24 (1.08-1.43)、冠動脈疾患入院の調整相対リスク1.14 (1.08-1.20)
Banerjee, 2014 ²²⁾	横断研究12件のメタアナリシス	交通騒音全般、各研究の基準 vs 最高位カテゴリー	循環器疾患有りに対する相対リスクは1.04 (0.96-1.12)
Tobias, et al. 2015 ²³⁾	2003-5年のMadridの住民 case-crossover 研究	市内の騒音を Noise Pollution Monitoring Grid を使って測定	全日1dBA増加あたり、心血管疾患死亡に対する相対リスク増加は6.6% (2.2-11.1%)
Evrard, et al. 2015 ²⁴⁾	フランスの3つの空港周辺地域161か所での生態学的研究	航空機騒音10 dBA 毎増加に対する影響	心血管疾患死亡に対する調整死亡比は1.18 (1.11-1.25)
Dzhambov, et al. 2016 ²⁵⁾	脳卒中と騒音の関連についてのメタアナリシス (道路騒音6件、飛行機騒音5件)	各種騒音10 dB 毎増加に対する影響	道路騒音の影響は統合相対リスク1.01 (0.96-1.06)、飛行機騒音の影響は統合相対リスク1.01 (1.00-1.02)
Heritier, et al. 2017 ²⁶⁾	コホート研究 Swiss National Cohort の対象者441万人 (3385万人年)	SiRENE project に基づいて推定された、道路・鉄道・航空機騒音各10 dBA 毎増加に対する影響	心血管死亡に対する道路騒音の影響は調整ハザード比1.038 (1.019-1.058)、鉄道騒音の影響は調整ハザード比1.018 (1.004-1.031)、飛行機騒音の影響は調整ハザード比1.026 (1.004-1.048)

Dimakopoulou, et al. 2017 ²⁷⁾	アテネ国際空港近隣住人 420 名を対象としたコホート研究 (横断研究の 7-9 年後のフォローアップ)	航空機・道路騒音各 10 dB 毎増加に対する影響、測定は参加者単位	心筋梗塞発症に対する飛行機騒音の影響は調整オッズ比 0.69 (0.29-1.63)、道路騒音の影響は調整オッズ比 0.96 (0.60-1.53)、脳卒中発症に対する飛行機騒音の影響は調整オッズ比 1.02 (0.30-3.54)、道路騒音の影響は調整オッズ比 1.33 (0.59-3.03)
Heritier, et al. 2018 ²⁸⁾	Heritier, et al. 2017 の追加解析、時間帯による違いを詳細に分析	SiRENE project に基づいて推定された、道路・騒音 1 標準偏差増加に対する影響	深夜帯での虚血性心疾患に対する調整ハザード比 1.025 (1.016-1.034)、昼間での虚血性心疾患に対する調整ハザード比 1.018 (1.009-1.028)、
Seidler, et al. 2018 ²⁹⁾	Frankfurt 空港近隣住民での症例対照研究 (脳卒中 25945 例、対照群 827601 例)	航空機・道路・鉄道騒音各 10 dBA 毎増加に対する影響	航空機騒音による有意なリスク増加は見られず。道路騒音によるリスク増加は 1.7% (0.3-3.2%)、鉄道騒音によるリスク増加は 1.8% (0.1-3.3%)
Brauner, et al. 2018 ³⁰⁾	コホート研究 Danish Nurse Cohort の参加者 23944 名	11 年間の平均タービン騒音 10dB 増加毎の影響	心筋梗塞発症に対する調整ハザード比は 0.99 (0.77-1.28)
Pyko, et al. 2018 ³¹⁾	Stockholm の住民 20012 名 (245 000)	交通・道路・航空機騒音各 10 dB 毎増加に対する影響	女性では虚血性心疾患発症に対する道路騒音の調整ハ

	人年) を対象とした コホート研究		ザード比 1.11 (1.00-1.22)、飛行 機騒音の調整ハザ ード比 1.25 (1.09- 1.44)。男性及び交 通騒音全体では有 意な関連見られ ず。
Weihofen, et al. 2019 ³²⁾	脳卒中と飛行機騒音 の関連についての7 件の研究を用いたメ タアナリシス	航空機騒音各 10 dB 毎 増加に対する影響	脳卒中に対する飛 行機騒音の影響は 統合相対リスク 1.013 (0.998- 1.028)

付表3) その他の住居環境因子と循環器疾患の関連

研究	研究デザインと対象	曝露	結果
Picavet, et al. 2016 ³³⁾	コホート研究 Doetinchem Cohort Study のフォローア ップ調査参加者	住居周囲の緑地環境 の有無	心血管疾患の有無と 住居周囲の緑地環境 の有無には有意な関 連見られず (調整オ ッズ比 0.97(0.93- 1.01))
Vienneau, et al. 2017 ³⁴⁾	コホート研究 Swiss National Cohort の 対象者 441 万人 (3385 万人年)	住居周囲の緑地環境 を Normalised difference vegetation index (NDVI)で定量化	NDVI 四分位範囲あ たり、心血管疾患死 亡に対する調整オッ ズ比 は 0.96 (0.95- 0.98)
Hvidtfeldt, et al. 2019 ³⁵⁾	コホート研究 Danish Cohort の参 加者 49564 名 (平 均追跡期間 18.1 年)	PM _{2.5} 5 μ g/m ³ 増加 あたり、黒炭 1 μ g/m ³ 増加あた り、NO ₂ 1 μ g/m ³ 増加あたりの曝露で 評価 (測定は住居単 位)。	心血管死亡に対する PM _{2.5} の調整ハザ ード比 1.29 (1.13- 1.47)、黒炭の調整 ハザード比 1.16 (1.05-1.27)、NO ₂ の 調整ハザード比 1.11 (1.04-1.17)

付表 4) 複数の住居環境因子と循環器疾患の関連

研究	研究デザインと対象	曝露	結果
Beelen, et al. 2009 ³⁶⁾	コホート研究 Netherlands Cohort Study on Diet and Cancer の参加者 117 528 名 (観察期間 10 年)。	交通密度は 10 000 自動車/24 h 増加当たりの影響で評価 (地区単位の評価)。黒煙濃度は 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 増加あたりの影響で評価 (地区単位の測定)、道路騒音は 50-55 (基準), 55-60, 60-65, >65db の 4 カテゴリーで評価 (個人単位の測定)	虚血性心疾患死亡に対する交通密度の調整相対リスク 1.11(1.03-1.20)、循環器疾患死亡に対する黒煙濃度の調整相対リスクは 1.39(0.99-1.94)。虚血性心疾患に対する >65db の最高位騒音域の調整相対リスクは 1.15 (0.86-1.53)で、黒煙濃度・交通濃度でさらに調整すると減弱した。
Huss, et al. 2010 ³⁷⁾	コホート研究 Swiss National Cohort の対象者 4,580,311 名 (22,512,623 人年)	航空機騒音は<45 (基準), 45-49, 50-54, 55-59, ≥60db の 5 カテゴリーで評価するとともに、同一地域での居住期間の長さも評価。PM _{2.5} は 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 増加あたりの影響を評価。	急性心筋梗塞に対する ≥60db の最高位騒音域の調整相対リスクは 1.3 (0.96-1.7)、15 年以上同じ場所に住んでいた場合の調整相対リスクは 1.5 (1.0-2.2)、PM _{2.5} の調整相対リスクは 0.98 (0.97-1.00)。脳卒中に対しては明らかな関連性なし。
Gan, et al. 2012 ³⁸⁾	Vancouver 住民 445868 名を対象としたコホート研究 (曝露期間 5 年間、追跡期間 4 年)	騒音 ≤58 (基準), 59-62, 63-70, >50dB および黒炭濃度 0-0.83 (基準), 0.84-1.02, 1.0-1.80, 1.81-4.98 ×10 ⁻⁵ /m の組み合わせに	基準に対し、騒音・黒炭ともに最高位の場合、冠動脈疾患死亡に対する調整相対リスクは 1.45 (1.14-1.85)

		よる影響、騒音の測定は参加者単位	
de Kluizenaar, et al. 2013 ³⁹⁾	コホート研究 GLOBE study の対象者 18213 名	道路騒音、PM ₁₀ 、元素状炭素、NO ₂ 、いずれも 95%-5%範囲増加分に対する影響を評価（測定は住居単位）。	循環器疾患入院に対する道路騒音の調整相対リスクは 1.03 (0.88-1.20)、PM ₁₀ の調整相対リスクは 1.04 (0.90-1.21)、元素状炭素の調整相対リスクは 1.05 (0.91-1.20)、NO ₂ の調整相対リスクは 1.12 (0.96-1.32)
Sørensen, et al. 2014 ⁴⁰⁾	コホート研究 DanishDiet,Cancerand Health cohort の対象者 57053 名（平均追跡期間 11.2 年）	NO ₂ 10 μ g/m ³ 増加あたり、道路騒音 10dB 増加あたりの評価（いずれも居住地で測定）。重複曝露については、それぞれ 3 カテゴリーに分けて評価。	NO ₂ , 道路騒音単独曝露モデルでの虚血性脳卒中に対する罹患率比はそれぞれ 1.11 (1.03-1.20)、1.16 (1.07-1.24)。重複曝露モデルでは、NO ₂ >15.7 μ g/m ³ ・道路騒音 >62.1dB の高曝露群で罹患率比 1.28 (1.09-1.52)
Bodin, et al. 2016 ⁴¹⁾	Skåne の住民を対象としたコホート研究の参加者 13512 名（観察期間 10 年）	道路騒音 10dB 増加あたり、NO _x 10 μ g/m ³ 増加あたりの評価。重複曝露については、道路騒音は<55/>55dB、NO _x は<20/>20 μ g/m ³ でそれぞれ 2 値化して評価	道路騒音、NO _x 単独曝露モデルでの心筋梗塞に対する罹患率比はそれぞれ 0.99 (0.86-1.14)、1.02 (0.86-1.21)。重複曝露モデルでは、NO _x ・道路騒音共に高曝露群で共に低曝露の場合と比較して罹患率比 1.21(0.90-1.64)
Yang, et al. 2018 ⁴²⁾	台湾の基幹道路沿いの住民 663 名を対象とした横断研究	道路騒音 5dBA 増加あたり、PM ₁₀ 1 μ g/m ³ 増加あた	道路騒音、PM ₁₀ 、NO ₂ 単独曝露モデルでの心血管疾患と

		り、NO ₂ 1ppb 増加あたりの評価。	の関連は調整オッズ比でそれぞれ 2.23 (1.26-3.93)、1.26 (0.45-3.54)、0.82 (0.33-2.04)。重複曝露モデルで検討した場合は、道路騒音 2.96 (1.41-6.3)、PM ₁₀ 1.04 (0.36-3.04)、NO ₂ 0.96 (0.37-2.49)
Heritier, et al. 2019 ⁴³⁾	コホート研究 Swiss National Cohort の対象者 441 万人 (3385 万人年)	道路・鉄道・飛行機騒音各 10 dBA 増加あたり、PM ₁₀ および NO ₂ 10 μg/m ³ 増加あたりの評価。	大気汚染の影響を加味しても各種騒音と心筋梗塞死亡の関連は大きく変化せず、道路騒音 1.034 (1.014-1.055)、鉄道騒音 1.020 (1.007-1.033)、飛行機騒音 1.025 (1.005-1.046)。一方、各種大気汚染指標と心筋梗塞死亡の関連は各種騒音の影響を調整すると減弱する傾向にあった。
Klompaker, et al. 2019 ⁴⁴⁾	オランダで健康調査に参加した 387195 名を対象とした横断研究	住居周囲の緑地環境 (NDVI で定量化)、PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、NO ₂ 、道路騒音。	PM _{2.5} (0.83μg/m ³ 増加あたり) のみ、脳卒中・心臓発作と有意な関連がみられ、調整オッズ比はそれぞれ 1.05 (1.01-1.09)、1.07 (1.05-1.10)

