

令和元年6月4日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(B) (海外学術調査)

研究期間：2016～2018

課題番号：16H05751

研究課題名(和文) 中国における循環器系疾患の死亡に対する住環境要因の関連性評価と防止対策の提案

研究課題名(英文) Research on the influence of living environment factors to cardio-cerebrovascular diseases in China, and proposal on the prevention measures

研究代表者

吉野 博 (Yoshino, Hiroshi)

東北大学・工学研究科・名誉教授

研究者番号：30092373

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 10,000,000円

研究成果の概要(和文)：中国の6地域の都市部と農村部で高齢者を対象にアンケート調査と実測調査を実施した。都市部・農村部ともに「高血圧症」の有症率が40%程度であった。北部地域の都市部では室温が概ね20℃以上で安定していたが、北部地域の農村部では室温が20℃に達しない場合が多く、室温変動も大きかった。南部地域では、都市部・農村部ともに室温と外気温との差が小さく、15℃に達しない場合が多かった。室温と収縮期血圧との間には負の相関がみられ、室温が低くなるにつれて血圧が上昇する傾向にあった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

中国では、住環境と循環器系疾患の関連性を検討した調査例は少なく、また、住環境は地域ごとに大きく異なる上、同じ地域であっても都市部と農村部では全く異なっている。地域ごとの違いや都市部と農村部の違いを踏まえながら、住環境と循環器系疾患との関連性に関する知見を蓄積できたことは、今後の住環境整備の施策を考える上で意義が大きい。

研究成果の概要(英文)：Questionnaire survey and field survey were conducted on elderly people in urban and rural areas in six regions of China. The prevalence of hypertension was around 40% in both urban and rural areas. In the northern regions, the room temperature in urban areas was stable at around 20°C, but that in rural areas seldom reached 20°C and fluctuated greatly. In the southern regions, the difference between room temperature and outdoor temperature was small in both urban and rural areas, and the room temperature seldom reached 15°C. There was a negative correlation between room temperature and blood pressure.

研究分野：建築環境工学

キーワード：循環器系疾患 住環境 中国の住宅 寒冷曝露 血圧

1. 研究開始当初の背景

近年、脳血管疾患は中国人の最も重要な死因の一つであり、脳血管疾患は都市部と農村部における死因のそれぞれ第3位と第1位である¹⁾。また、高血圧は脳血管疾患の発症の重要な危険因子の一つであることが指摘され、高血圧症有病率の増大に伴って脳血管疾患死亡率が上昇する傾向にある。研究代表者らは、平成13~16年度において中国の都市住宅を対象とした室内環境調査を実施し、冬季における9都市の住宅の温熱環境の調査結果により、暖房時の室内湿度には地域性が顕著であり、団らん時の室内温度は5~25℃、相対湿度は5~95%の範囲で、大きくばらついていることを明らかにした。日本では住宅内での温度差の緩和（ヒートショック防止）に注目が集まっているが、中国では、この問題に対する認識は低く、住環境と循環器系疾患の関連性を検討した調査例は少ない。

2. 研究の目的

本研究では、建築環境工学と疫学の視点から中国における住環境と循環器系疾患との関連性、即ち、暖房環境の特徴や生活習慣に関する要因がどの程度、血圧に影響するか等について明らかにすることを目的として、中国政府が公開している統計データの分析、中国の6地域の都市部と農村部におけるアンケート調査・実測調査を実施した。

3. 研究の方法

(1) 統計データの分析

中国の省・市ごとの統計データを用いて脳血管疾患死亡率の影響因子を調べた。説明変数としては、暖房ディグリーデー、標高、労働者の平均年収、高血圧有病率、食塩摂取量などを利用した。

(2) Phase 1 - アンケート調査

①調査対象及び調査方法

調査地域は、表1に示す6地域とした。都市部では集合住宅、農村部では戸建住宅を対象に、それぞれ約50件についてアンケート調査を実施した。なお、アンケートとともに液晶温度計を配布し、その読み取りも居住者に依頼した。

②アンケート調査項目

アンケート調査には、「個人属性と生活習慣」に関するアンケートと「居住環境」に関するアンケートの2種類を用いた。表2に主な調査項目を示す。

③アンケートの回収状況

アンケート回収状況は表3の通りであった。「個人属性と生活習慣」の方は、6地域の都市部と農村部で計745戸に配布し、有効な739票を回収した(回収率:98.9%)。「居住環境」の方は計621戸に配布し、すべて回収した。回収率の高い理由は、現地の大学の協力と町会を通じた配布と回収の実施による。

(3) Phase 2 - 実測調査

住宅の実測調査、高齢者の健康に関する聞き取り調査を行った。調査対象は、Phase1のアンケート調査において、実測調査への協力が得られた住宅から選定した。各地域の都市部と農村部において、それぞれ約5~10件を対象とした。調査項目は表4の通りとした。調査期間は一週間である。

4. 研究成果

(1) 統計データの分析

中国各省の男女別脳血管疾患死亡率の統計値をみると、すべての省において、男性の脳血管疾患死亡率が女性より高かった。脳血管疾患死亡率は、暖房ディグリーデーの増大に伴って上昇する明らかな傾向がみられた。また、地域性からみると、標高が高くなるにつれて脳血管疾患死亡率が上昇する傾向がみられ、標高が最も高い省の死亡率が最も高くなっていた。また、食塩摂取量の増加に伴って脳血管疾患死亡率が上昇する傾向が顕著であった。

(2) アンケート調査

①高齢者の健康状態

図1に高齢者の健康状態の集計結果を示す。都市部・農村部ともに「高血圧症」の有症率が他の症状よりも高く、全体でそれぞれ38%、43%であった。都市部をみると、北京・南京・上海では「高血圧症」は45%を超え、黒龍江・大連・湖南では約30%であった。農村部をみると、北部の大連と北京では「高血圧症」の有症率が半数以上を占めており、特に大連では60%以上を占めている。他の疾病については、都市部では「高コレステロール」の有症率が高い傾向にあり、特に南京で27%であった。農村部では「糖尿病」の有症率が他の疾病よりも高く、特に

表1 地域ごとの調査時期

省名	都市名	農村・都市	地域区分	調査時期
黒龍江	ハルビン チチハル	都市 農村	嚴寒地域	2018年1月
遼寧	大連	都市 農村	寒冷地域	2017年11月~12月初
北京	北京	都市 農村		2018年2月
江蘇	南京	都市 農村	夏暑冬冷地域	2017年12月末~2018年1月中旬
上海	上海	都市 農村		2017年12月末~2018年1月中旬
湖南	長沙 城歩	都市 農村		2018年1月

表2 アンケート調査の主な項目

主な分類	調査項目
個人属性・生活習慣	個人属性 ・性別 ・年齢 ・体重 ・身長 ・一日の過ごし方 ・タバコは1日何本吸う ・医師から診断を受けた症状 ・遺伝性高血圧症の有無 ・服薬歴(降圧剤、血糖降下薬、コレステロールを下げる薬、その他)
	生活習慣 ・入浴状況 ・入浴頻度 ・入浴時間 ・入浴形態 ・食事習慣 ・漬け物 ・揚げ物 ・味の嗜好 ・脂物の嗜好 ・飲酒頻度 ・飲酒量
	温度記録 ・液晶温度計の読み取り
居住環境	住宅環境 ・住宅形式 ・築年数 ・延床面積 ・年間収入 ・断熱材の使用状況 ・断熱材の場所 ・窓ガラスの枚数 ・日照り状況
	暖房環境 ・使用時期 ・種類

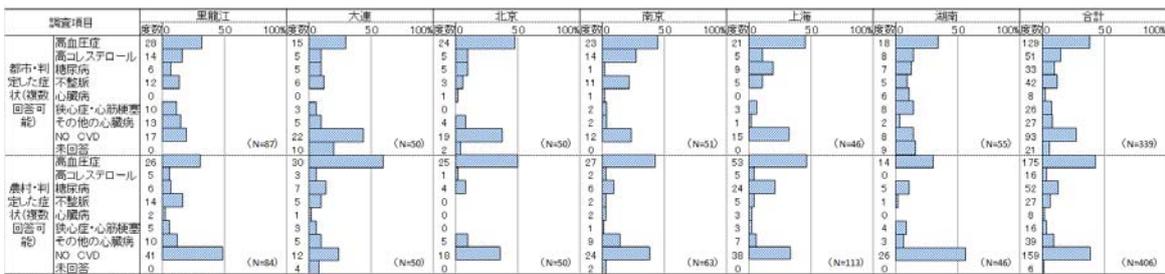
表3 アンケート回収状況(個人属性)

省名	都市名	農村・都市	個人属性と生活習慣		居住環境	
			配布数 (住)	有効回収数 (住)	配布数 (住)	有効回収数 (住)
黒龍江	ハルビン	都市	87	87	50	50
	チチハル	農村	84	84	50	50
遼寧	大連	都市	50	50	50	50
		農村	50	50	50	50
北京	北京	都市	50	48	50	50
		農村	50	50	50	50
江蘇	南京	都市	51	51	51	51
		農村	63	63	63	63
上海	上海	都市	46	46	46	46
		農村	113	113	60	60
湖南	長沙	都市	56	49	55	55
	城歩	農村	46	46	46	46
合計			745	737	621	621

表4 実測調査項目

主な分類	調査項目
物理環境	・室内温度と湿度 ・PM2.5(室内・外気)(湖南以外)
	・外気温度と湿度(南京・湖南以外) ・CO2濃度 ・VOCs
生理量	・血圧 ・心拍数

上海では21%であった。



注:「NO-CVD」:心・脳血管疾患なし

図1 アンケート集計結果(健康状態)

② 居住環境

住宅と暖房(図2):黒龍江・南京・湖南の都市部では床面積が100 m²以上の住宅が半数以上を占める。黒龍江・大連・南京の農村部で「60 m²未満」の割合が大きいものに対して、上海と湖南の農村部で100 m²以上の住宅が半数以上を占める。築年数について、都市部では「10年以上20年未満」の割合が最も大きく、農村部では「20年以上」の割合が大きかった。農村部に比べて都市部では全体的に住宅の断熱材の使用率が高かった。ただし、上海の都市部では断熱材の使用率が他の5地域よりも低かった。都市部をみると、北部地域の黒龍江・大連・北京では「地域暖房」の割合が70%以上を占めており、南部地域の南京・上海・湖南では「ルームエアコン」の割合が最も高かった。農村部をみると北部地域では「カン」(薪を燃やして床の全体または一部を煙道を通じて加熱するもの)の割合が大きく、南部地域の南京と上海では「ルームエアコン」の割合が最も大きかった。湖南の農村部では、殆どが地方特有の「火桶」(炭火を鉢に置いて身体の一部を暖めるもの)を使っていた。

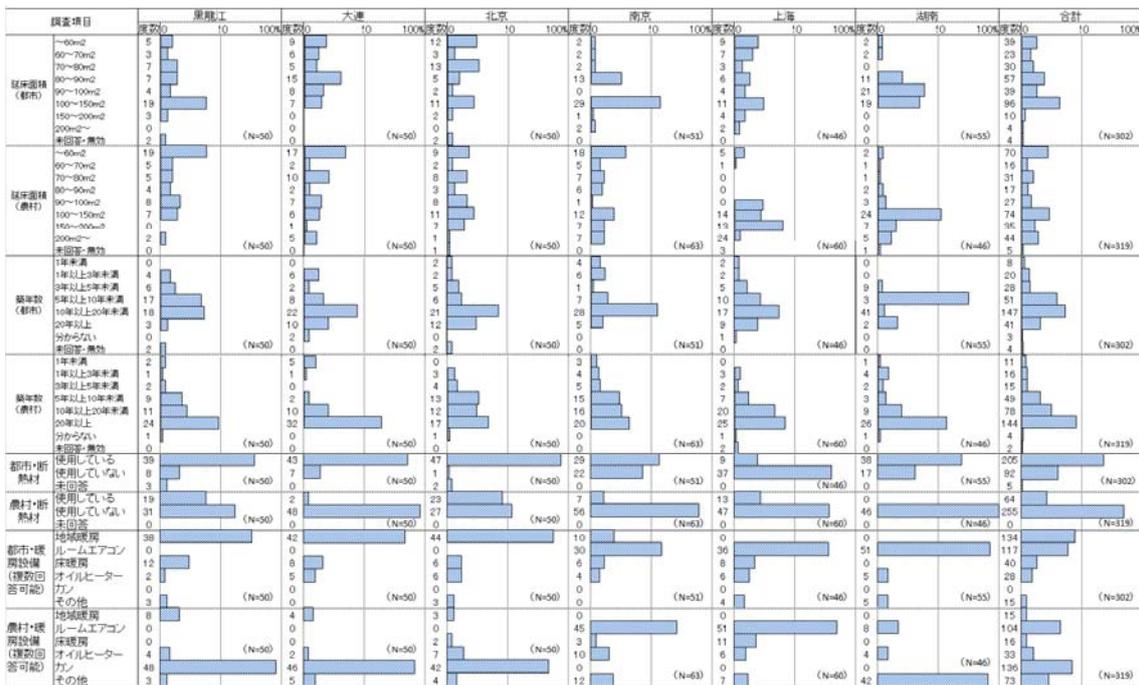


図2 アンケート集計結果(断熱材・暖房設備)

室温(図3):都市部をみると、北部地域では室温の変動幅が小さく、平均値は20℃以上であった。南部地域の上海と湖南では室温の変動幅が大きく、北部地域の3都市よりも室温は低かった。農村部をみると、北部地域の室温変動幅が大きいものに対して、南部地域の室温変動幅は比較的小さい。都市部・農村部ともに、南部の2地域では室内と外気の間大きな温度差が見られず、暖房が十分に行われていないことが分かった。紙面の都合で示していないが、団らん時の室温は、北部地域の農村部と南部地域の都市部において起床時よりやや高かった。

住宅温冷感(図略):都市部では、南部と比べて北部の方「どちらでもない」との答えが多く、上海と湖南以外の地域で「どちらでもない」が半数以上であった。農村部をみると、南部の3地域の温冷感は都市部と大体同じであるが、北部では「寒い」と答えた割合が明らかに大きかった。

(3) 実測調査

① 室温

図4に各室の実測期間中の平均室温を示す(1つのプロットは1つの住宅の期間平均値)。都

市部を見ると、北部地域では地域暖房が終日運転されているために室内は 20℃前後に維持されていたが、南部地域では暖房器具としてエアコンを所有しているものの殆ど使用されておらず、在室時においても室温が低かった。農村部においては、北部地域・南部地域ともに室温が 20℃に達しない場合が多い。図 5 に地域毎の室温の時刻別平均値を示す。一本の線は、5 戸、測定期間中の時刻別平均値をつなげたものである。都市部をみると、北部地域・南部地域ともに室温の日変動が小さいことが確認された。農村部では、北部地域の暖房器具の特性により室温変動幅が大きかった。

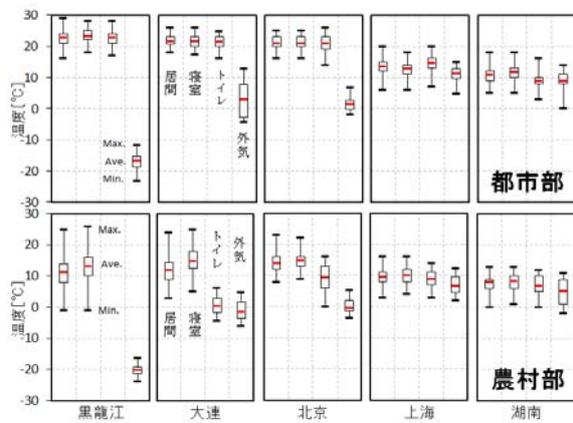


図 3 起床時の室温と外気温（南京欠測）

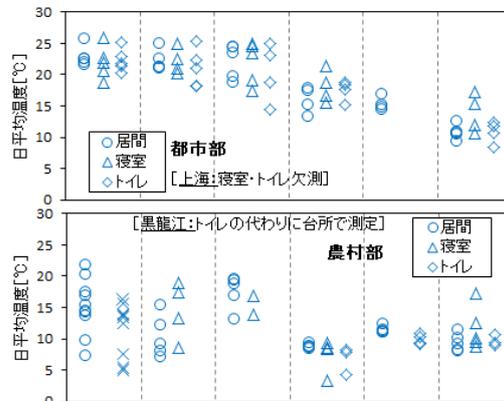


図 4 各室の実測期間中の平均室温

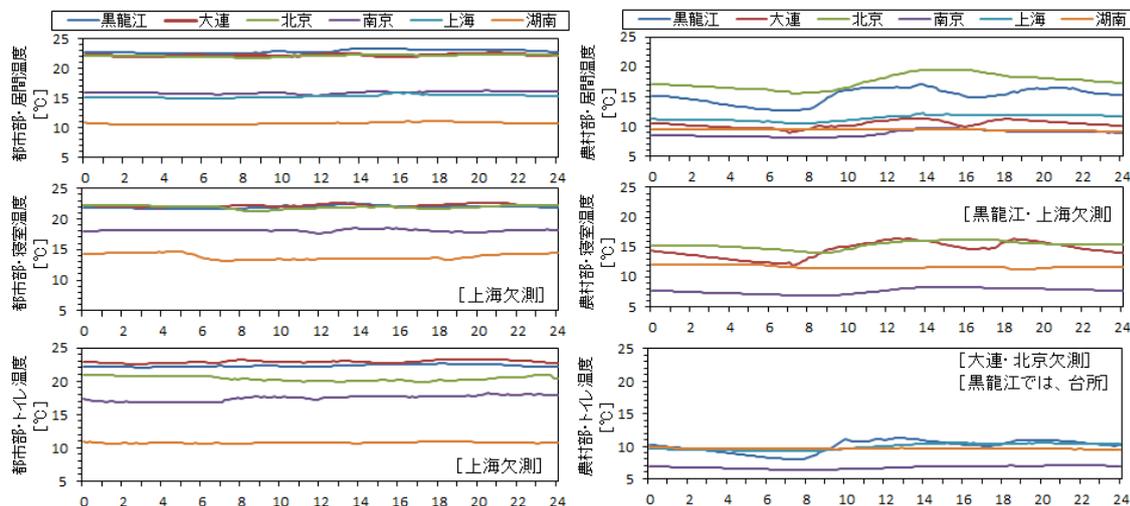


図 5 地域毎の室温の時刻別平均値（左：都市部 右：農村部）

②室内湿度

図 6 に地域毎の室内絶対湿度の時刻別平均値を示す。どの地域においても絶対湿度の日変動は小さかった。都市部をみると、全体的に北部地域の室内湿度が南部地域より低かった。農村部をみると、湖南以外の地域では湿度が都市部より低かった。

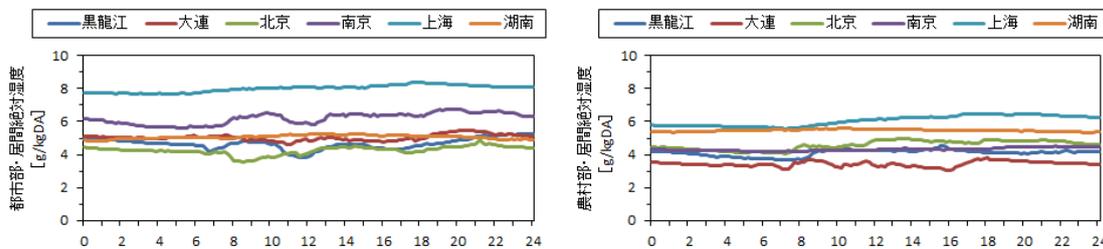


図 6 地域毎の居間湿度の時刻別平均値（左：都市部 右：農村部）

③室内 CO₂ 濃度

黒龍江・大連・南京の都市部では平均値が 1000 ppm を超え、南京のある住宅では 3000 ppm 以上に達していた。農村部を見ると、黒龍江のみ平均値が 1000 ppm を超えていた。農村部のうち南京・上海以外では、室内で薪や炭を燃やす場合が多いため、室内の CO₂ 濃度が高かった。

④室内 PM_{2.5} 濃度

都市部をみると、北京・黒龍江では外気濃度の影響により室内濃度が高く、大連・上海・南

京では特定の住宅で喫煙により室内濃度が外気濃度より高かった。農村部をみると、南京以外では室内濃度が外気濃度よりも高く、特に北部地域で高かった。

⑤室温と血圧との関係

図7に実測期間中の平均室温と平均収縮期血圧の関係を示す（1つのプロットは1人の居住者の実測期間中の平均値）。都市部の場合は、北部地域の居住者の血圧が南部地域の居住者よりも高い傾向にあった。北部地域と南部地域で分けて見ると、平均室温と平均収縮期血圧は負の相関を示した。農村部では、同じ地域の居住者の間で血圧の差が大きく、特に黒龍江・大連・上海では平均室温が最低となる住宅で血圧の最大値が現われた。また、農村部の全地域を合わせてみると、平均室温と平均収縮期血圧は負の相関を示した。図8に、各測定日の室温測定値と血圧測定値を、それぞれ実測期間平均値からの偏差に変換してプロットしたものを示す（1つのプロットは1人の居住者の1回の測定値）。この図は、各測定日の室温の違い（一時的な温熱環境曝露）と血圧との関係を表すと考えられ、都市部・農村部ともに負の相関がみられた。

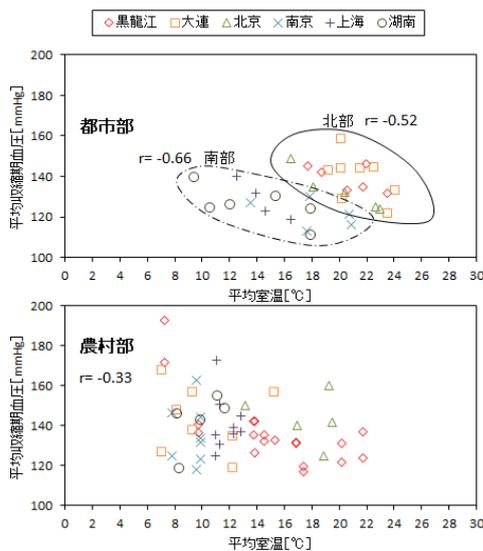


図7 平均気温と平均収縮期血圧の関係

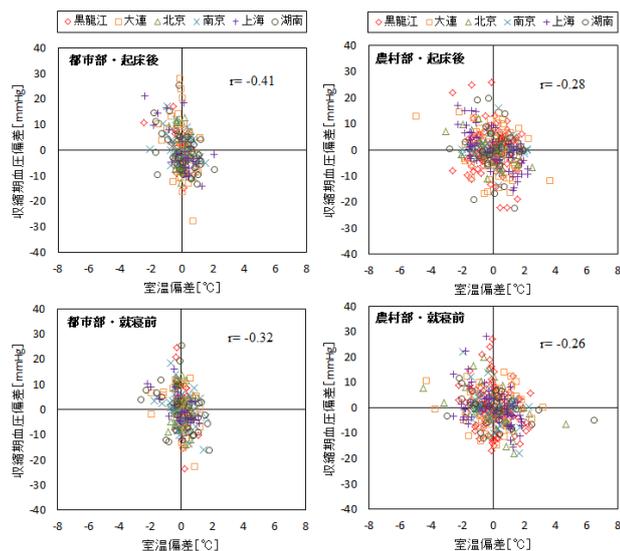


図8 各測定日の室温の違いと血圧の関係

〔引用文献〕 1) 中国国家统计局：中国統計年鑑, 2018.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 (計4件)

- ①張晴原, 吉野博, 柳宇, 長谷川兼一, 後藤伴延, 鍵直樹：中国における脳血管疾患死亡率に対する環境要因の分析, 日本建築学会技術報告会, 査読有, 24(56), 285-288, 2018
DOI: 10.3130/aijt.24.285
 - ②Guangtao Fan, Jingchao Xie, Hiroshi Yoshino et al.: Investigation of indoor thermal environment in the homes with elderly people during heating season in Beijing, China, Building and Environment, 査読有, 126, 288-303, 2017
<http://www.elsevier.com/locate/buildenv>
 - ③Jing Xiong, Zhiwei Lian, Huibo Zhang, Hiroshi Yoshino: Correlation between health discomforts and temperature steps in winter of China, Building and Environment, 査読有, 114, 387-396, 2017
<http://www.elsevier.com/locate/buildenv>
 - ④Jing Xiong, Zhiwei Lian, Huibo Zhang: Effects of exposure to winter temperature step-changes on human subjective perceptions, Building and Environment, 査読有, 107, 226-234, 2016
<http://www.elsevier.com/locate/buildenv>
- 〔学会発表〕 (計5件)
- ①松柏, 吉野博, 柳宇, 張晴原, 長谷川兼一, 鍵直樹, 後藤伴延：中国における循環器系疾患と住環境要因との関連についての調査研究 その2 アンケート調査の集計結果, 日本建築学会大会学術講演会梗概集 (北陸), 2019
 - ②吉野博, 長谷川兼一, 柳宇, 張晴原, 鍵直樹, 後藤伴延：中国における循環器系疾患と住環境要因との関連についての調査研究 その1 調査概要, 並びに上海, チチハルの戸建住宅の結果, 日本建築学会大会学術講演会梗概集 (東北), 2018
 - ③H. Zhang, X. Wu, H. Yoshino, U Yanagi, K. Hasegawa, N. Kagi, T. Goto: Investigation on Old People's Cardio-cerebrovascular Disease and Living Environment in Rural Areas of Northeast China in Winter, 4th International Conference On Building Energy, Environment (COBEE), 851-855, 2018
ISBN:978-0-646-98213-7
 - ④Hiroshi Yoshino, Huibo Zhang, U Yanagi, Kenichi Hasegawa, Tomonobu Goto, Naoki Kagi, Qingyuan Zhang: Investigation of association between indoor environment and elderly's cardio-cerebrovascular disease in China – Design and preliminary outcome, 15th Conference of the

International Society of Indoor Air Quality & Climate, Indoor Air 2018, 2018.

- ⑤ Xia Wu, Huibo Zhang, Hiroshi Yoshino, U Yanagi, Kenichi Hasegawa, Naoki Kagi, Tomonobu Goto:
Study on Association between Cardiovascular Disease and Old People's Living Environment in Rural
Shanghai in Winter, 10th International Symposium on Heating, Ventilation and Air Conditioning,
ISHVAC2017, 2847-2854, 2017

6. 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名：鍵 直樹

ローマ字氏名：(KAGI, NAOKI)

所属研究機関名：東京工業大学

部局名：環境・社会理工学院

職名：准教授

研究者番号：20345383

研究分担者氏名：後藤 伴延

ローマ字氏名：(GOTO, TOMONOBU)

所属研究機関名：東北大学

部局名：工学研究科

職名：准教授

研究者番号：20386907

研究分担者氏名：長谷川 兼一

ローマ字氏名：(HASEGAWA, KENICHI)

所属研究機関名：秋田県立大学

部局名：システム科学技術学部

職名：教授

研究者番号：50293494

研究分担者氏名：柳 宇

ローマ字氏名：(YANAGI, U)

所属研究機関名：工学院大学

部局名：建築学部

職名：教授

研究者番号：50370945

研究分担者氏名：張 晴原

ローマ字氏名：(CHO, SEIGEN)

所属研究機関名：横浜国立大学

部局名：大学院都市イノベーション研究院

職名：教授

研究者番号：70227346

(2) 研究協力者

研究協力者氏名：李 念平

ローマ字氏名：(LI, NIANPING)

研究協力者氏名：李 振海

ローマ字氏名：(LI, ZHENHAI)

研究協力者氏名：劉 京

ローマ字氏名：(LIU, JING)

研究協力者氏名：謝 静超

ローマ字氏名：(XIE, JINGCHAO)

研究協力者氏名：張 会波

ローマ字氏名：(ZHANG, HUIBO)

研究協力者氏名：関 軍

ローマ字氏名：(GUAN, JUN)

研究協力者氏名：呂 陽

ローマ字氏名：(LU, YANG)