

特集：高齢者施設の環境衛生管理と室内環境の改善

<総説>

北海道における社会福祉施設の建物断熱性能とエネルギー消費量に関する研究

羽山広文¹⁾, 片岡みさ²⁾

¹⁾ 北海道大学大学院工学研究院

²⁾ 北海道大学大学院工学院

Building insulation performance and energy consumption survey on social welfare facilities in Hokkaido

Hirofumi HAYAMA¹⁾, Misa KATAOKA²⁾

¹⁾ Faculty of Engineering, Hokkaido University

²⁾ Graduate School of Engineering, Hokkaido University

抄録

本研究では北海道における規模が大きくエネルギー消費量の多い老人福祉施設を対象に、建物の状況、エネルギー消費量などを調査し、省エネルギー・省資源に資する改善方法を検討した。さらに、実際の施設内の温熱環境、入居者の健康度を分析した結果、以下の知見を得た。

- (1) 有効回答数165件のアンケート調査から、建物の規模、築年数、仕様などの建物状況を分析した結果、施設の平均述べ床面積・平均築年数は、特別養護老人ホーム：3,729m²・20.3年、軽費・養護老人ホーム：3,486m²・18.0年だった。
- (2) 各建物の電気、ガス、油などの各種エネルギー消費量の調査結果から、暖房用途、冷房用途、ベースの3種類の消費量を推定した。エネルギー消費原単位・暖房用途のエネルギー消費量比率・建物の熱損失係数は、特別養護老人ホーム：2,512 MJ/(m²year)・44.5%・3.08 W/(m²K)、軽費・養護老人ホーム：2,082 MJ/(m²year)・50.5%・2.58 W/(m²K)だった。
- (3) 前項で得られた建物の熱損失係数を用い、建物の熱性能向上に伴うエネルギー消費量削減効果を推定した結果、建物の断熱性能を住宅の次世代省エネ基準（地域区分Ⅰ）1.6W/(m²K)程度にすることで、暖房エネルギー消費量が約50%削減することを示した。
- (4) 札幌市内の3施設において室内温熱環境と入居者の健康感を調査した結果、2施設では共用部と居室の温度差が5℃以上あった。相対湿度は居室・共用部ともに20~30%の場所が多かった。高血圧者の方が居室と共用部の温度差が大きい環境に居住していることがわかった。

キーワード：社会福祉施設、省エネルギー、エネルギー消費量、熱損失

Abstract

In this study, targeting large-scale welfare facilities for the elderly (that consume a huge amount of energy), an improvement process for investigating the conditions of buildings, energy consumption, and contributing to energy and resource saving was investigated. Moreover, analyzing the thermal environment inside actual

連絡先：羽山広文

〒060-8628 北海道札幌市北区北13条西8丁目

Kita 13, Nishi 8, Kita-ku, Sapporo Hokkaido 060-0808, Japan.

Tel: 011-706-6249

Fax: 011-706-7828

E-mail: hayama@eng.hokudai.ac.jp

[平成29年2月13日受理]

facilities and the health of the residents revealed the following four findings:

- (1) According to the results obtained by analyzing the conditions of buildings (scale, age, specification, etc.) by means of a questionnaire (which elicited 165 valid responses), the average total floor area and average age of facilities are respectively as follows: intensive-care nursing homes for the elderly: 3729 m² and 20.3 years; low-cost nursing homes for the elderly: 3486 m² and 18.0 years.
- (2) From the results of an investigation on various types of energy consumption (e.g., electricity, gas, and oil) of each building, three types of energy consumption (i.e., heating use, cooling use, and base use) was supposed. In detail, the basic unit of energy-consumption, energy-consumption ratio of heating use, and the coefficient of heat loss of the building are as follows: intensive-care nursing homes for the elderly: 2,512 MJ/(m² year), 44.5%, and 3.08 W/(m² K); low-cost nursing homes for the elderly: 2,082 MJ/(m² year), 50.5%, and 2.58 W/W/(m² K).
- (3) By using the coefficient of heat loss acquired above, the effect of reducing energy consumption by improving thermal performance of a building was estimated. According to the results of the estimation, setting the thermal insulation performance of a building to the residential next-generation energy-saving standard (area classification I) of 1.6 W/W/(m² K) cut energy consumption for heating by about 50%.
- (4) At three facilities in Sapporo city, indoor thermal environments and the health of residents were investigated. According to the results of the investigation, the temperatures of the common-use areas and private rooms differed by 5°C at two of the facilities. However, in the majority of facilities, the relative humidity of both the common-use areas and private rooms was in the range of 20–30%. Results conclude that hypertensive persons in those two facilities are living in an environment in which the temperatures of the common-use areas and the private rooms differ significantly.

keywords: social welfare facilities, energy conservation, energy consumption, heat loss

(accepted for publication, 13th February 2017)

I. 研究の背景と目的

東日本大震災による原子力発電所の過酷事故を契機に、現在多くの原子力発電は停止し、電力のCO₂排出原単位が上昇している。また、原油・天然ガスなどのエネルギー価格、外国為替相場の変動により、種類を問わずエネルギー単価が上昇している。このような背景を鑑みると、地球環境保護だけでなく経済的支出抑制の観点から、可能な限り建物のエネルギー消費量の削減が責務といえる。

一方、近年少子高齢化に伴い社会保障費の増加が顕著になっており、その抑制が急務である。社会福祉施設は、その多くの費用が税金で賄われている。特に、積雪寒冷な北海道では、暖房用エネルギー消費量の比率が高く、施設の運営に関わる費用のうち光熱費の負担割合が多く、その節減が望まれる。

本研究では規模が大きくエネルギー消費量の多い老人福祉施設を対象に、建物の状況、エネルギー消費量などを調査し、省エネルギー・省資源に資する改善方法を検討する。さらに、実際の施設内の温熱環境、入居者健康度を分析し、健康度、ライフスタイルについても分析する。具体的な検討事項を以下に示す。

- (1) アンケート調査から、建物の規模、築年数、仕様などの建物状況を明らかにする。
- (2) 各建物の電気、ガス、油などの各種エネルギー消費量の調査結果から、暖房用途、冷房用途、ベースの3種類の消費量を推定する。また、暖房用途の結

果から、建物の断熱性能(熱損失係数)を推定し、築年数、規模などとの関連を分析する。

- (3) 前項で得られた建物の熱損失係数を用い、建物の熱性能向上に伴うエネルギー消費量削減効果を推定する。
- (4) 老人福祉施設の温熱環境評価と入居者の健康度・ライフスタイルを調査する。

II. 建物状況のアンケート調査

1. 調査対象概要

特別養護老人ホームは、原則として65歳以上でかつ要介護3以上の認定を受け、自宅での介護が困難な方を入居対象者とした公的施設である。寝たきり等の重度の方や緊急性の高い方が優先的に入居できる。入居希望者は非常に多いが、2014年3月現在、50万人以上の待機者がいる[1]。

一方で、軽費老人ホームとは、社会福祉法人や地方自治体などが運営する福祉施設で、自治体の助成により比較的低価格でサービスを提供している施設である。入居対象者は主に生活に対する不安のある自立あるいは要支援の高齢者、特に75歳以上の後期高齢者である。A型、B型、ケアハウスに分類される。

また、養護老人ホームは、介護保険施設ではなく市町村による措置施設である。入居対象者は介護を必要としない自立した65歳以上の高齢者かつ経済的および環境上

の理由により自宅で生活することが困難な方である。要介護の方や一定以上所得のある方は入居できない。

以後、特別養護老人ホームを「特養」、軽費老人ホームおよび養護老人ホームを「軽費・養護」と呼ぶ。

2. 調査概要

北海道内全ての特養、軽費・養護に表1に示すアンケート調査を実施した。郵送による回答率はそれぞれ35.9%、38.3%で有効回答率はそれぞれ27.4%、34.4%であった。

表1 アンケート概要

配布対象	北海道内全ての特養	北海道内全ての軽費・養護
配布数	376件	180件
回答数	165件(35.9%)	69件(38.3%)
有効回答数	103件(27.4%)	62件(34.4%)
対象期間	2012年4月～2013年3月	2014年4月～2015年3月
項目	建物概要	
	建築設備概要	
	省エネルギーに対する意識	
	エネルギー・水使用量(各月・年間)	

3. アンケート結果概要

延床面積別、地域別、竣工年別の施設数割合を表2に示す。延床面積はどちらも4,000m²以下の施設が6割以上を占めたが、6,000m²以上の大規模な施設は特養の方が多かった。平均延床面積はそれぞれ3,729m²、3,486m²であった。地域別ではいずれも札幌を含む道央が最も多く、半数近くを占めた。特養では1971年以降ほぼ同数の施設が建てられているのに対し、軽費・特養は1991年以降に急増している。これは、ケアハウスの運営が民間事業者にも認められたことで設立が増えたものと考えられる。平均築年数は特養が20.3年、軽費・養護が18.0年(いずれもアンケート回収当時)であった。

居室以外の窓ガラスタイプについて、シングルガラス窓が特養、軽費・養護ともに1割を超えており、北海道という土地柄に対し高い値を示した(表3)。冬期に居室とその他の場所で温度差が大きくなりヒートショックを起こす可能性が考えられる。一方、暖房の稼働期間に関しては8ヶ月以上と答えた施設が約6割で、10月から稼働させる施設が多かった(表4)。中には10ヶ月以上と回答した施設もあり、1年のうちで暖房に使用される

表3 窓ガラスのタイプ

ガラスタイプ	割合(%)	
	特養	軽費・養護
シングル	10.7	11.3
複層または二重	80.6	82.3
その他	0	1.6
回答なし	8.7	4.8

表4 暖房期間別施設数割合

暖房期間	割合(%)	
	特養	軽費・養護
5ヶ月	1.9	3.2
6ヶ月	2.9	6.5
7ヶ月	24.3	25.8
8ヶ月	35.0	35.5
9ヶ月	18.4	21.0
10ヶ月以上	7.8	3.2
回答なし	8.7	4.8

表5 変換係数

種別	単位熱量
電気	9.76MJ/kWh
都市ガス	45.0MJ/Nm ³
LPG	100.5MJ/m ³
重油	39.1MJ/L
灯油	36.7MJ/L

エネルギーが非常に多いことが窺える。

III. エネルギー消費量の調査と消費特性の評価

1. エネルギー消費実態把握

アンケートの回答によって得られた各月の各種のエネルギー使用量を基に、表5の換算係数と各施設の延床面積から年間一次エネルギー消費原単位を算出した。年間の消費原単位をエネルギー種類別でみると、特養、軽費・養護どちらも重油と電力の占める割合が高く、全体の9割近くを占めた(図1)。夏期に全く重油・灯油を使用していない施設もあり、石油系のエネルギーの大部分は暖房用に用いられていると考えられる。年間一次エネルギー消費原単位の平均は特養が2,512[MJ/(m²・年)]、軽費・養護が2,082[MJ/(m²・年)]で、特養の方が多かった。

表2 要素別施設数割合

割合(%)	延床面積	～2,000m ²	～4,000m ²	～6,000m ²	6,000m ² ～		
		特養	20.4	42.7	20.4	16.5	
	軽費・養護	16.1	53.2	24.2	6.5		
割合(%)	地域	道央	道南	道北	道東		
	特養	47.6	8.7	18.4	25.2		
	軽費・養護	51.6	16.1	12.9	19.4		
割合(%)	竣工年	～1970年	～1980年	～1990年	～2000年	～2010年	2011年～
	特養	2.9	21.4	21.4	23.3	24.3	6.8
	軽費・養護	1.6	9.7	12.9	41.9	30.6	3.2

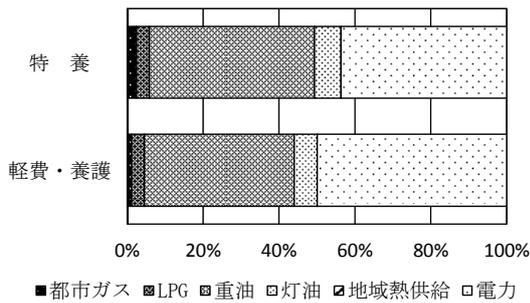


図1 種類別エネルギー消費量構成比

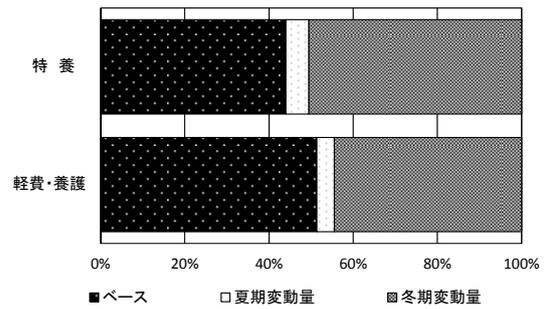


図3 用途別エネルギー使用量の年間割合

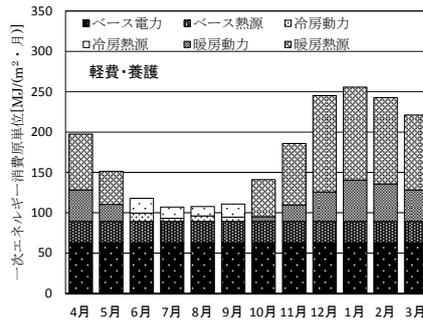
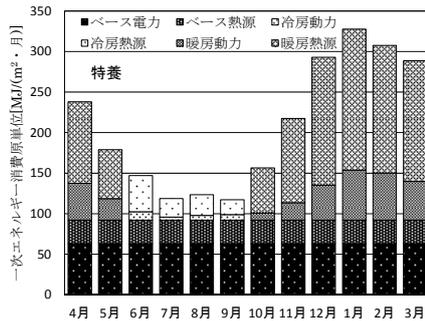


図2 用途別エネルギー使用量の年間推移

次に、月別消費量の最小値をベース値（ベース電力、ベース熱源）とし、6～9月の夏期変動量、10～5月の冬期変動量をそれぞれ冷房用（冷房動力、冷房熱源）、暖房用（暖房動力、暖房熱源）とすることで消費用途を推定する（図2）。どちらも10月以降消費量が増え、1月に最大の消費量となった。年間消費量の用途別の内訳をみると、特養と軽費・養護でベース：44.0%・51.4%、夏期変動量5.5%・4.1%、冬期変動量：50.5%・44.5%であり、ベースとともに冬期の使用量が多かった(図3)。ベースと冬期変動量の用途で省エネルギーが実現すれば、年間消費量においても大幅な削減が見込まれることは明らかである。特養の方が暖房用エネルギーの示す割合が高い理由としては、重介護の方が多く入居者の代謝が落ちていることが想定され、その分施設管理者が温度管理を徹底している可能性が考えられる。

2. 建物熱性能の推定

建物の断熱性能を熱損失係数 $Q[W/(m^2 \cdot K)]$ 値と比較する。総合熱貫流率 $KA[W/(K)]$ 、延床面積 $A[m^2]$ とすると、 Q 値は以下の式で示される。

$$Q = \frac{KA}{A} \tag{1}$$

今回は KA が未知数であるため、反復計算によって KA の値を推定し Q 値を算出する。初めに KA 値を仮定し式②～④を用いて $\Delta t, n, D_{n-n}$ を求めたのち、式⑤で再び KA を算出する。これを繰り返すことで値を収束させ、 KA を推定した。ただし、自然温度差 $\Delta t [^\circ C]$ 、内部取得熱 $H_g [W]$ 、暖房度数 $D_{n-n} [^\circ C \cdot \text{日}/\text{年}]$ 、暖房システムの効率 $\eta [-]$ 、暖房用エネルギー消費量 $H_y [kWh/\text{年}]$ 、暖房度

日数の近似係数 $a_1 \sim a_3$ としている。さらに、暖房効率を80%、暖房設定温度を $22^\circ C$ とする。 D_{n-n} は2012年度と2014年度の各施設が所在する最寄りアメダス気象データ[2]から算出し、各施設に最も近い観測地の値を使用した。

$$\Delta t = \frac{H_g}{KA} \tag{2}$$

$$n = t - \Delta t \tag{3}$$

$$D_{n-n} = a_1 n^2 + a_2 n + a_3 \tag{4}$$

$$KA = \frac{1000 H_y}{24 \eta D_{n-n}} \tag{5}$$

これらの計算結果から得られた特養と軽費・養護の平均 Q 値はそれぞれ $3.08 [W/(m^2 \cdot K)]$ 、 $2.58 [W/(m^2 \cdot K)]$ であった。特養の方が高い Q 値を示したが、これは比較的古い施設が多いことが理由と考えられる。また、大規模な施設が多く形状が複雑である可能性もある。次世代省エネ基準で北海道の住宅における Q 値基準が $1.6 [W/(m^2 \cdot K)]$ とされていることから、どちらも断熱性能が低いことがわかる。

3. 要素別特性把握

(1) 規模

延床面積が大きくなるにつれて一次エネルギー消費原単位はどちらも減少傾向にあったが、軽費・養護の方がより顕著であった（図4）。 Q 値も規模が大きくなるにつれ減少しているが、 $4,001 \sim 6,000 m^2$ で最も低い値となり $6,000 m^2$ を超えるとやや値が大きくなっていった（表6）。外皮面積率が高いほど Q 値は大きくなるため、一般的に規模が小さいほど Q 値は大きくなるが、大規模な施設に

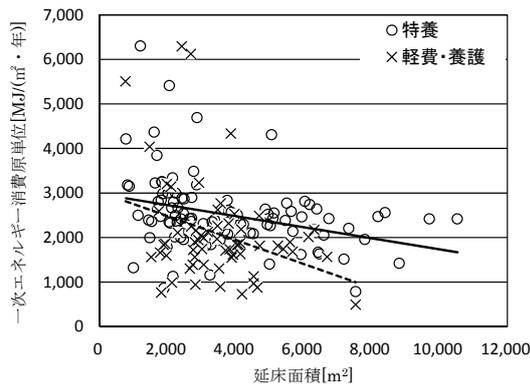


図4 延床面積と消費量の関係

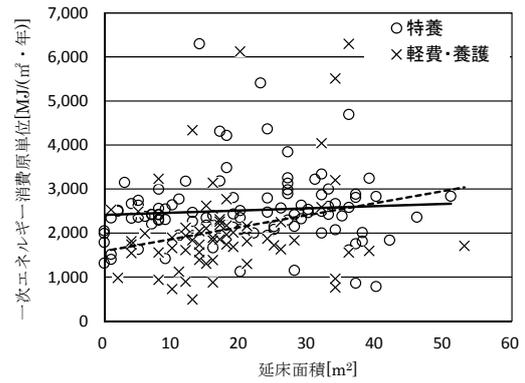


図5 築年数と消費量の関係

関しては形状が複雑であることや中庭があることなどにより外皮面積率が高くなっている可能性がある。

(2) 地域

特養、軽費・養護ともにQ値は道北で最も小さく、道央で最も高い値となった(表7)。北海道の中でも特に寒さの厳しい道北では、他の地域に比べて断熱性能が高く、また、エネルギー消費量も少ないことから設備も寒冷地に最適な仕様のものであると推測できる。

(3) 竣工年

年代別にみると特養の2011年以降に建てられた施設に関しては明らかに消費量が少なくQ値も低かった

(表8)。2010年頃から照明器具や熱源方式の変化によって性能が向上したものと考えられる。一方で、築年数と消費量に相関はあまり見られず、ばらつきも大きかった(図5)。軽費・養護は古い施設ほど消費量が増えていた。

1970年以前の軽費・養護は消費量、Q値ともに小さいが、これは2015年に大規模な改修が行われたためであると思われる。また、1971～1980年の軽費・養護のQ値は非常にばらつきが大きかった(図6)。6件のうち2件が改修を行っており、これらがQ値の低い2件であることから改修による効果は大きいといえる。なお、1970年以前の軽費・養護は1件であったため除外した。

表6 規模別の消費量と熱損失係数

延床面積	件数		エネルギー消費量[MJ/(m²・年)]		熱損失係数[W/(m²・K)]	
	特養	軽費・養護	特養	軽費・養護	特養	軽費・養護
～2,000m²	21	10	2,938.4	2,459.3	3.67	3.02
～4,000m²	44	32	2,545.0	2,237.4	2.96	2.83
～6,000m²	21	15	2,398.5	1,630.2	2.89	1.88
6,000m²～	17	4	2,226.6	1,557.7	3.99	2.02

表7 地域別の消費量と熱損失係数

地域	件数		エネルギー消費量[MJ/(m²・年)]		熱損失係数[W/(m²・K)]	
	特養	軽費・養護	特養	軽費・養護	特養	軽費・養護
道央	49	31	2,588.9	2,157.2	3.31	2.81
道南	9	10	2,209.2	2,078.2	2.89	2.47
道東	26	12	2,561.9	2,074.8	2.91	2.37
道北	19	8	2,392.7	1,891.6	2.82	2.19

表8 竣工年別の消費量と熱損失係数

竣工年	件数		エネルギー消費量[MJ/(m²・年)]		熱損失係数[W/(m²・K)]	
	特養	軽費・養護	特養	軽費・養護	特養	軽費・養護
～1970年	3	1	2,344.3	1,706.6	2.72	2.14
～1980年	22	6	2,442.9	3,185.3	2.80	4.25
～1990年	22	8	2,777.9	1,871.6	3.13	2.13
～2000年	24	26	2,663.8	2,149.9	3.33	2.63
～2010年	25	18	2,423.5	1,785.0	3.32	2.19
2011年～	7	2	1,771.7	1,753.7	2.29	2.39

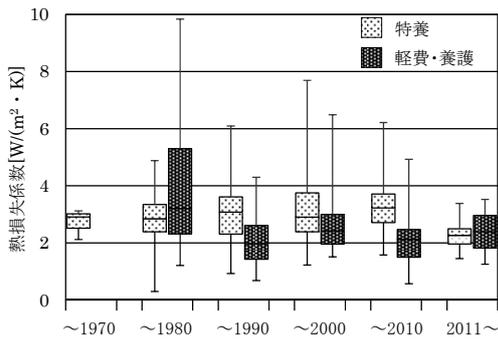


図6 竣工年別熱損失係数

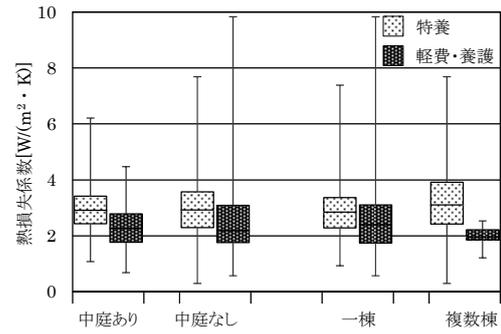


図7 形状別熱損失係数

表9 形状別消費量と熱損失係数

	件数		築年数[年]調査当時		延床面積[m ²]		エネルギー消費量[MJ/(m ² ・年)]		熱損失係数[W/(m ² ・K)]	
	特養	軽費・養護	特養	軽費・養護	特養	軽費・養護	特養	軽費・養護	特養	軽費・養護
中庭あり	34	15	13.8	17.8	4,791.6	3,665.1	2,469.9	1,872.1	3.12	2.29
中庭なし	64	46	24.0	18.4	3,334.7	2,505.7	2,513.0	2,176.9	3.05	2.67
一棟	58	51	17.0	17.2	3,898.0	3,397.1	2,353.9	2,195.3	2.92	2.69
複数棟	40	10	25.2	23.4	3,756.3	3,932.5	2,695.4	1,625.6	3.30	1.97

(4) 建物形状

各施設のWebページ, Google Earth[3], 国土地理院地図[4]を用いて, 中庭の有無と建物の棟数を識別した。両施設ともに中庭なし, 一棟の施設が多かった(表9)。中庭を有する施設は延床面積が大きく比較的新しい施設に多く, 複数棟は古い施設が多かった。中庭があり, 複数棟の方が外皮面積率が高くなり, 一般的にはQ値も高くなるが, 実際には値は小さくばらつきも少なかった(図7)。寒さが厳しい地域ほど断熱性能が高いのと同様に, 外皮面積率が高くなるため断熱を強化していると考えられる。

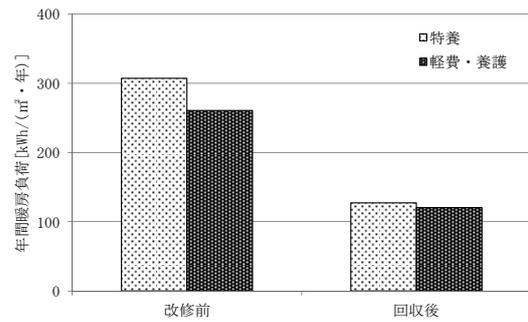


図8 建物の断熱改修効果

IV. 省エネルギー対策の効果

2000年以前に建てられた施設(特に特別養護老人ホーム)は, 建設当時の省エネ基準では断熱性能が低い。一方, 1981年以前の建物は旧耐震基準で建設されており, 耐震改修を行う際に断熱改修されることもあるが, 必ずしも全ての建物が断熱改修されるわけではない。ここでは, 1998年以前に建てられた施設が改修によって住宅における次世代省エネ基準(地域区分I)である $Q=1.6[W/(m^2 \cdot K)]$ を実現できた場合を想定し, 暖房負荷の削減効果を試算する。なお, 改修を行っている施設の基準の年は竣工年ではなく改修を行った年とする。

特別養護老人ホームと軽費・養護老人ホームの施設数はそれぞれ, 寒住法(1980年以前)が8件と1件, 旧省エネ基準(1981~1991年)が9件と2件, 新省エネ基準(1992~1998年)が7件と7件であった。これらの特別養護老人ホーム24件, 軽費・養護老人ホーム10件について, 建物の断熱改修・換気設備改修を行った場合の年間暖房負荷を算出した。なお, 算出にあたり, 内部取得熱はベース電力の40%を見込み, 窓からの日射取得熱量は

無いこととした。さらに, 高齢者が利用する施設であることから, 改修の前後で室内温度環境は変わらないものとした。

試算の結果を図8に示す。この結果, 特別養護老人ホームの年間暖房負荷が $286kWh/(m^2 \cdot 年)$ から $131kWh/(m^2 \cdot 年)$ へ, 軽費・養護老人ホームの年間暖房負荷が $259kWh/(m^2 \cdot 年)$ から $119kWh/(m^2 \cdot 年)$ へ低減した。低減率は双方とも約52%であった。

V. 温熱環境評価と入居者の健康度調査

1. 調査・施設の概要

対象施設は札幌市内3か所の高齢福祉施設である(表10)。施設の温度・湿度(50ヶ所)や湿度環境が入居者の健康に与える影響を評価するため, 冬期(2014年12月13日~2015年3月31日)までの1時間ごとの温湿度計測データを用いて, 入居者の健康状態と居室の温度や湿度の頻度分布で占め志, 居住環境の傾向を分析した。

表 10 調査対象の概要

施設名	入居者数	定員	複合施設	施設建築年	施設規模(延べ面積)	構造	階数	暖房種類
施設A	30	30	総合	1999	1,728	RC	5階	重油ボイラー・灯油ボイラー・電気ストーブ
施設B	44	50	単独	1985	2,054	RC	3階	重油ボイラー
施設C	50	50	単独	1986	1,837	RC	5階	重油ボイラー

気の侵入や共用部での低温暴露を置きたため居室の温度を高くしていることが考えられる(図9)。施設B,Cの居室と共用部の温度差は約5℃程度あり、ヒートショックを起こす可能性もある(図10)。

次に、共用部と居室の相対湿度分布をみると、共用部と居室ともに大きな差異はなかった(図11)。しかしその値は20~30%の範囲が多く、極めて低湿度な環境であることがわかる。室内湿度が低いとインフルエンザなどの感染病にかかりやすくなってしまいますので改善が急がれる。

2. 温熱環境

各施設の温度分布、居室と共用部の温度差の分布をみると、施設Aでは共用部と居室の温度差が小さいのに対し、施設B,Cは温度差が大きい。一方で、鋸歯の温度は施設Aよりも高くなっていることから、共用部からの冷

3. 温熱環境と健康調査

高血圧者と健常者の居室と共用部の温度差分布をみると、顕著な差はないものの、高血圧者の方が居室と共用

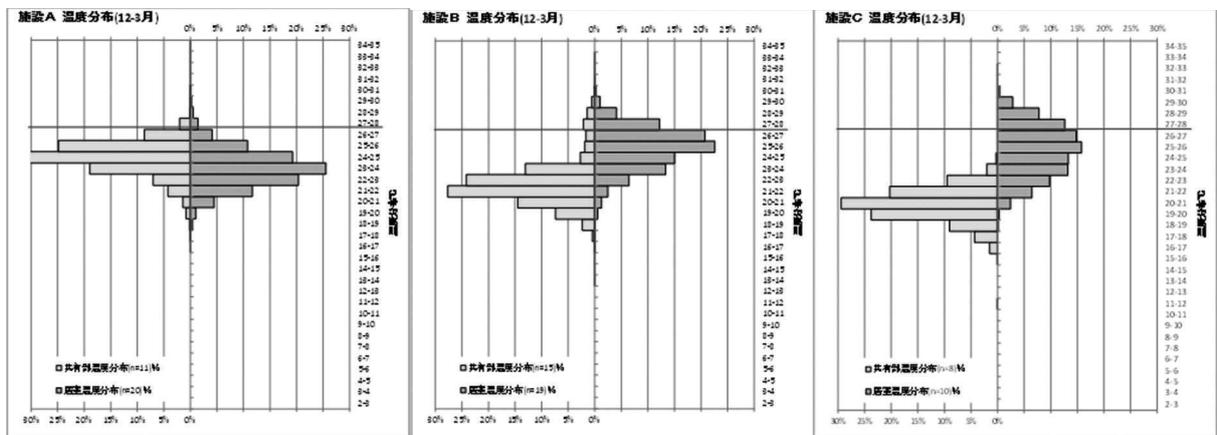


図9 共用部と居間の温度分布

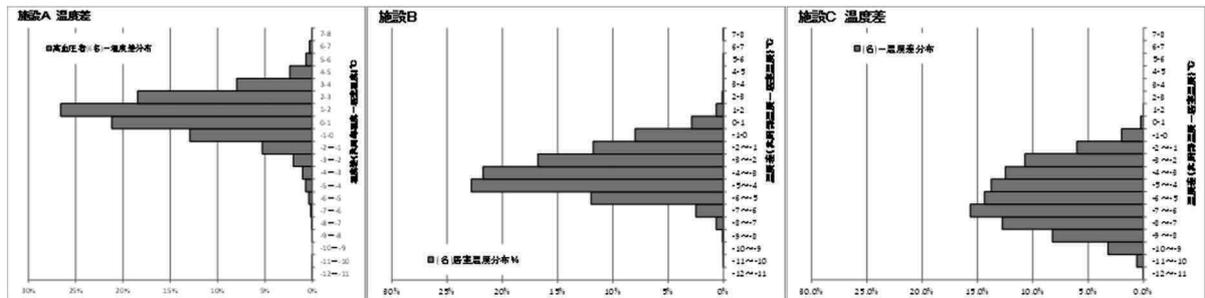


図10 居間と共用部温度差の分布

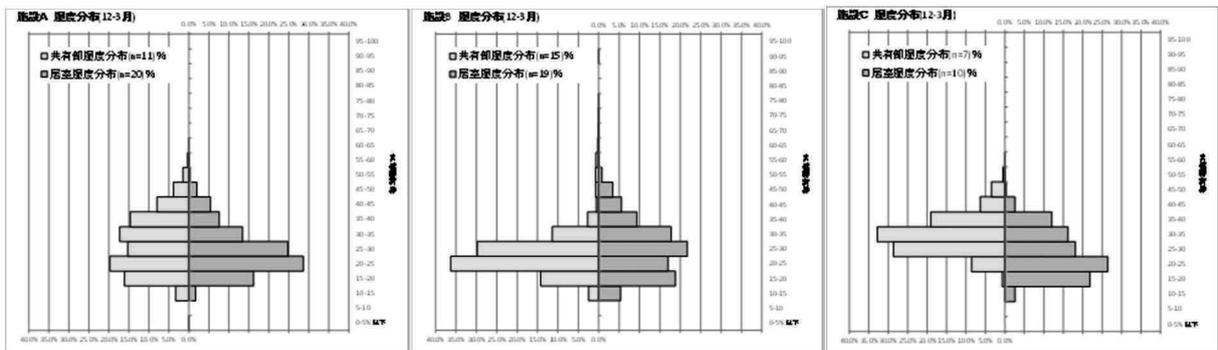


図11 共用部と居間の湿度分布

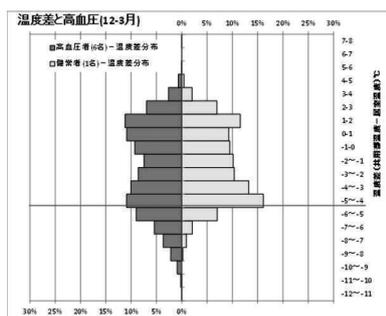


図 12 高血圧者と健常者の温度差 (居室 - 共用部)

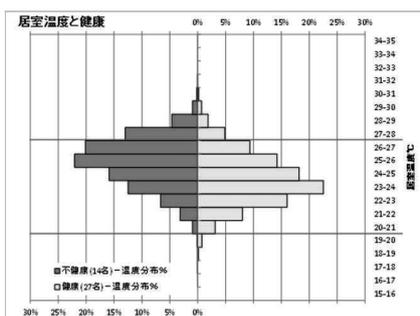


図 13 不健康であると感ずる者と健康であると感ずる者の居室温度

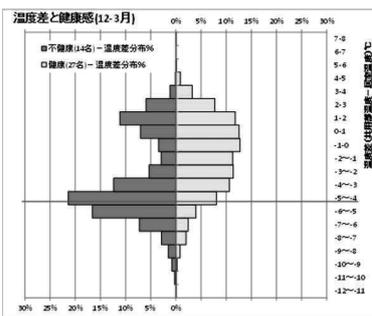


図 14 不健康であると感ずる者と健康であると感ずる者の温度差 (居室 - 共用部)

部の温度差が大きい環境に居住していることが分かる (図12).

自身で不健康であると感じている者と健康であると感じている者の居室温度分布をみると、不健康であると感じているものの方が冬期の居室温度が高い傾向があった (図13). 12~3月の温度分布は、不健康であると感じている者の最頻値は25-26℃であるが、健康であると感じている者は23-24℃であり、2℃以上の差がみられた。一方で、25℃を境にしてみると、不健康であると感じている者は居室の温度が25℃より高い割合が60.9%と多かった。居室と共用部の温度差分布では、不健康であると感じている者の温度差はふた山分布となった (図14)。共用部より5℃以上高い人と、1~2℃低い人に分かれている。

VI. まとめ

本研究では北海道における規模が大きくエネルギー消費量の多い特別養護老人ホームと軽費・養護老人ホームを対象に、建物の状況、エネルギー消費量などを調査し、省エネルギー・省資源に資する改善方法を検討した。さらに、実際の施設内の温熱環境、入居者の健康度を分析し、健康度、ライフスタイルについても分析した結果、以下の知見を得た。

- (1) アンケート調査から、建物の規模、築年数、仕様などの建物状況を分析した結果、施設の平均述べ床面積・平均築年数は、特別養護老人ホーム：3,729m²・20.3年、軽費・養護老人ホーム：3,486m²・18.0年だった。平屋建ての施設が圧倒的に多く、今後大規模改修建て替えが必要な建物も多く見られた。
- (2) 各建物の電気、ガス、油などの各種エネルギー消費量の調査結果から、暖房用途、冷房用途、ベースの3種類の消費量を推定した。エネルギー消費原単位・暖房用途のエネルギー消費量比率・建物の熱損失係数は、特別養護老人ホーム：2,512 MJ/(m²year)・44.5%・3.08 W/(m²K)、軽費・養護老人ホーム：2,082 MJ/(m²year)・50.5%・2.58 W/(m²K)だった。年間を通じて利用者が滞在する建物である

にも関わらず、断熱性能が低く、暖房用途のエネルギー消費量が約50程度であった。

- (3) 暖房エネルギー消費量削減を目的に、建物の熱性能向上に伴うエネルギー消費量削減効果を推定した結果、建物の断熱性能を住宅の次世代省エネ基準 (地域区分 I) 1.6W/(m²K)程度にすることで、暖房エネルギー消費量が約50%削減することを示した。現在の省エネ基準では老人福祉施設に特化した基準はなく、今後の断熱基準強化が望まれる。
- (4) 老人福祉施設3施設について温熱環境、健康度、ライフスタイルに関し調査した結果、いずれの施設でも冬期間は連続暖房を行っている。しかし、居室と共用部の温度差、居室の相対湿度など温熱環境の差が日常の室温管理にも影響している。もし、高齢者福祉施設がビル管法 (相対湿度40%~70%) の適用を受けると、明らかに不適の範囲になる。適正な室内湿度の確保は、感冒やインフルエンザの罹患予防の観点で重要である。さらに、高血圧者と健常者の居室と共用部の温度差分布をみると、顕著な差はないものの、高血圧者の方が居室と共用部の温度差が大きい環境に居住しており、多少の影響が示唆される。

謝辞

本研究はLIXIL住生活財団研究助成No.14-32「特別養護老人ホームのエネルギー消費実態調査と建物性能向上の効果把握」(H26年度) (研究代表：羽山広文) および、空気調和・衛生工学会北海道支部設備技術研究会「高齢者社会福祉施設の建築・エネルギー実態調査に関する研究」(H27-H28年度) (研究代表：羽山広文) の助成を受けた。また、アンケート調査にあたり、北海道老人福祉施設協議会および各特別養護老人ホームの協力を得た。さらに、老人福祉施設の温熱環境評価と入居者の健康度調査に関しては、各老人福祉施設および日本データサービスの協力を得た。関係者へ謝意を表す。なお、本研究の一部は、北海道大学工学系ヒトを対象とする研究審査委員会 (海大工第65号) の許可を得ている。

参考文献

- [1] 厚生労働省/特別養護老人ホームの入所申込者の状況 (平成26年3月25日発表). <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/0000041418.html> (accessed 2017-3-23)
- [2] 気象庁HP. <http://www.jma.go.jp/jp/yoho/>(accessed 2017-3-23)
- [3] Google Earth HP. <https://www.google.co.jp/intl/ja/earth/> (accessed 2017-3-23)
- [4] 国土交通省国土地理院HP. <http://www.gsi.go.jp/> (2017-3-23)

関連発表

- [1] 羽山広文, 森太郎, 菊田弘輝, 柳沢治, 長尾崇史. 北海道における特別養護老人ホームのエネルギー消費量に関する研究その1 アンケート調査結果. 空気調和・衛生工学会北海道支部第48回学術講演会; 2014.3.10; 札幌. 同論文集. p.225-228.
- [2] 羽山広文, 森太郎, 菊田弘輝. 北海道における特別養護老人ホームのエネルギー消費量に関する研究その2 建物概要とエネルギーおよび水消費量. 空気調和・衛生工学会大会学術講演会; 2014.9.3-5; 秋田. 同論文集. p.53-56.
- [3] 片岡みさ, 羽山広文, 森太郎, 菊田弘輝. 北海道における特別養護老人ホームのエネルギー消費量に関する研究その3 エネルギー消費実態把握. 空気調和・衛生工学会北海道支部学術講演会; 2015.3.10; 札幌. p.21-22.

- [4] 片岡みさ, 羽山広文, 森太郎, 菊田弘輝. 北海道における特別養護老人ホームのエネルギー消費量に関する研究その1 アンケート調査結果およびエネルギー消費実態. 日本建築学会大会; 2015.9.16-18; 大阪. 同学術講演梗概集. p.1077-1078.
- [5] 片岡みさ, 羽山広文, 齊藤雅也. 北海道における特別養護老人ホームのエネルギー消費実態. 第74回日本公衆衛生学会総会; 2015.11.4-6; 長崎. 日本公衆衛生雑誌. 2015;62(10特別附録):416.
- [6] 片岡みさ, 羽山広文, 森太郎, 菊田弘輝. 北海道における軽費老人ホーム・養護老人ホームのエネルギー消費量に関する研究その1 アンケート調査結果. 空気調和・衛生工学会北海道支部学術講演会; 2016.3.8; 札幌. 同論文集. F-2
- [7] 片岡みさ, 羽山広文, 森太郎, 菊田弘輝. 北海道における軽費老人ホーム・養護老人ホームのエネルギー消費量に関する研究その1 アンケート調査結果およびエネルギー消費実態. 日本建築学会; 2016.8.24-26; 福岡. 同学術講演梗概集. p.1197-1198.
- [8] 片岡みさ, 羽山広文, 森太郎, 菊田弘輝. 北海道における社会福祉施設のエネルギー消費量に関する研究その1 アンケート結果およびエネルギー消費実態. 空気調和・衛生工学会学術講演会; 2016.9.13-15; 鹿児島. 同論文集. p.17-20.
- [9] 片岡みさ, 羽山広文, 齊藤雅也. 北海道における社会福祉施設のエネルギー消費量に関する研究. 第75回日本公衆衛生学会総会; 2016.10.26-28; 大阪. 日本公衆衛生雑誌. 2016;63(10特別附録):658.