

5. 実験①

実証実験サイトの概要

東京都江戸川区の集合住宅団地の1階妻側の3住戸を断熱・気密改修し、実証実験サイトとして使用した。

実証実験サイト

東京都江戸川区 昭和54年築 鉄骨鉄筋コンクリート造 1階妻側住戸



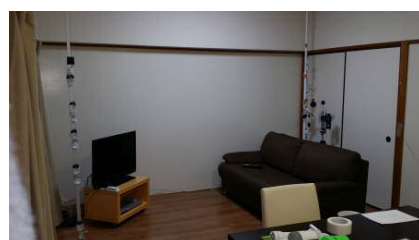
建物外観（共用廊下側）



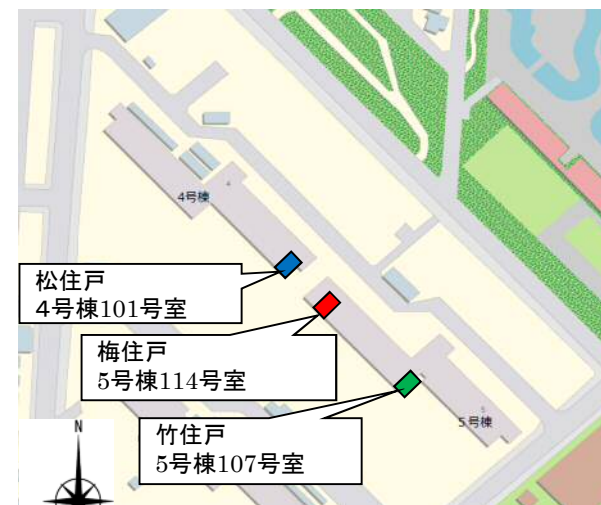
建物外観（バルコニー側）



浴室



室内環境（リビング）

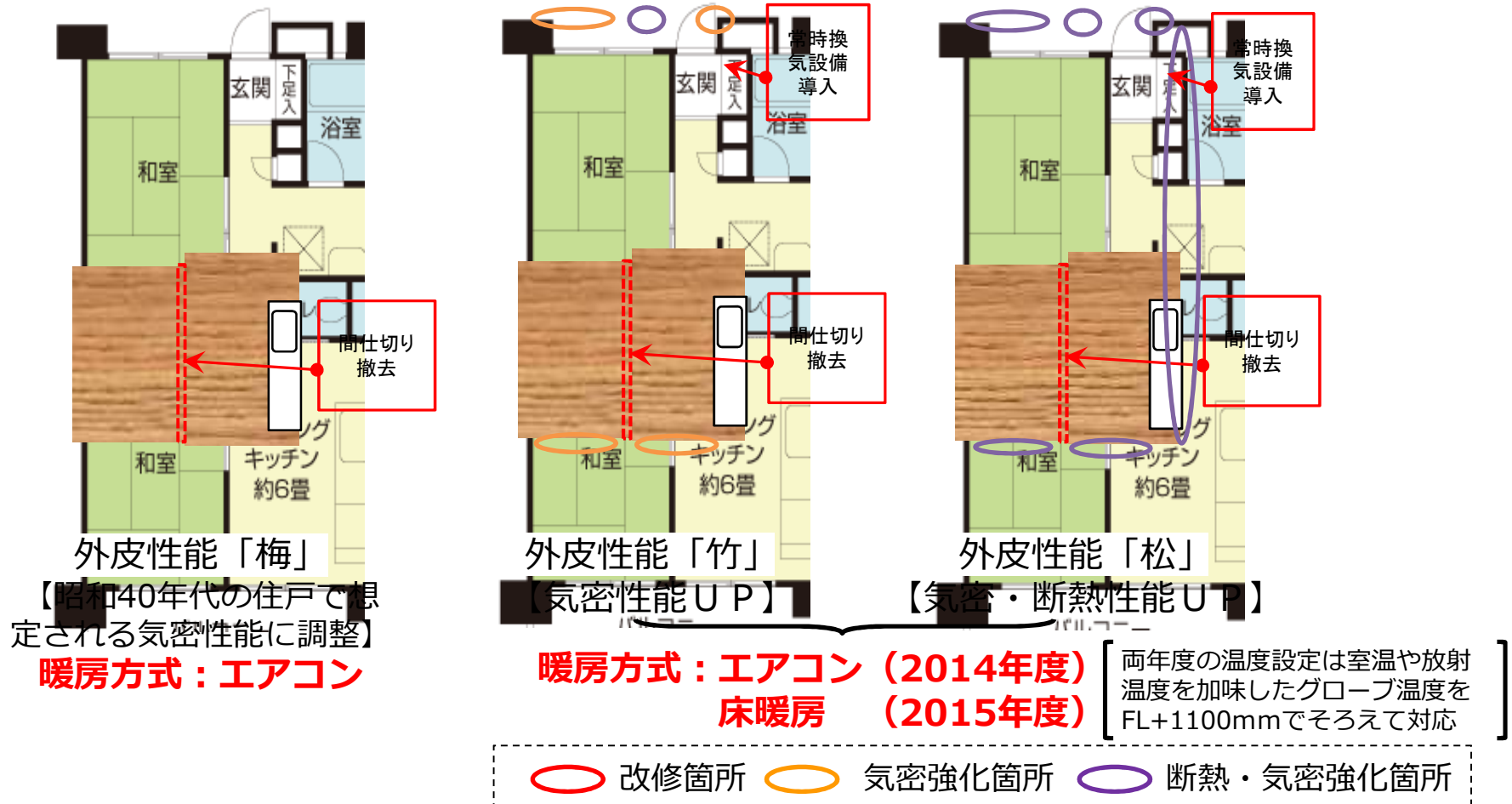


3住戸の配置

5. 実験①

実証実験住戸の概要

気密・断熱レベルに差を設けた3住戸に1泊した際の健康指標データと温熱環境データを測定。（2014年度と2015年度で暖房方式を変更）



5. 実験①

協力者の概要

協力者は原則として降圧剤を服用していない、もしくは降圧剤を服用していても規則的に服用しており、血圧がコントロールされている方を対象として募集し、なるべく性別および年齢はそろえるように努めた。

●協力者の年齢（2014年度）

性別	人数	年齢	平均年齢
男性	15名	61～77歳	68.5歳
女性	15名	60～77歳	69.1歳
	30名	60～77歳	68.8歳

●協力者の年齢（2015年度）

性別	人数	年齢	平均年齢
男性	12名	62～79歳	71.2歳
女性	15名	63～73歳	68.3歳
	27名*	62～79歳	69.6歳

※2015年度は男性14名、女性16名の計30名が参加したが、3名の方に一部データの欠損が確認されたため、27名を分析の対象者とした。

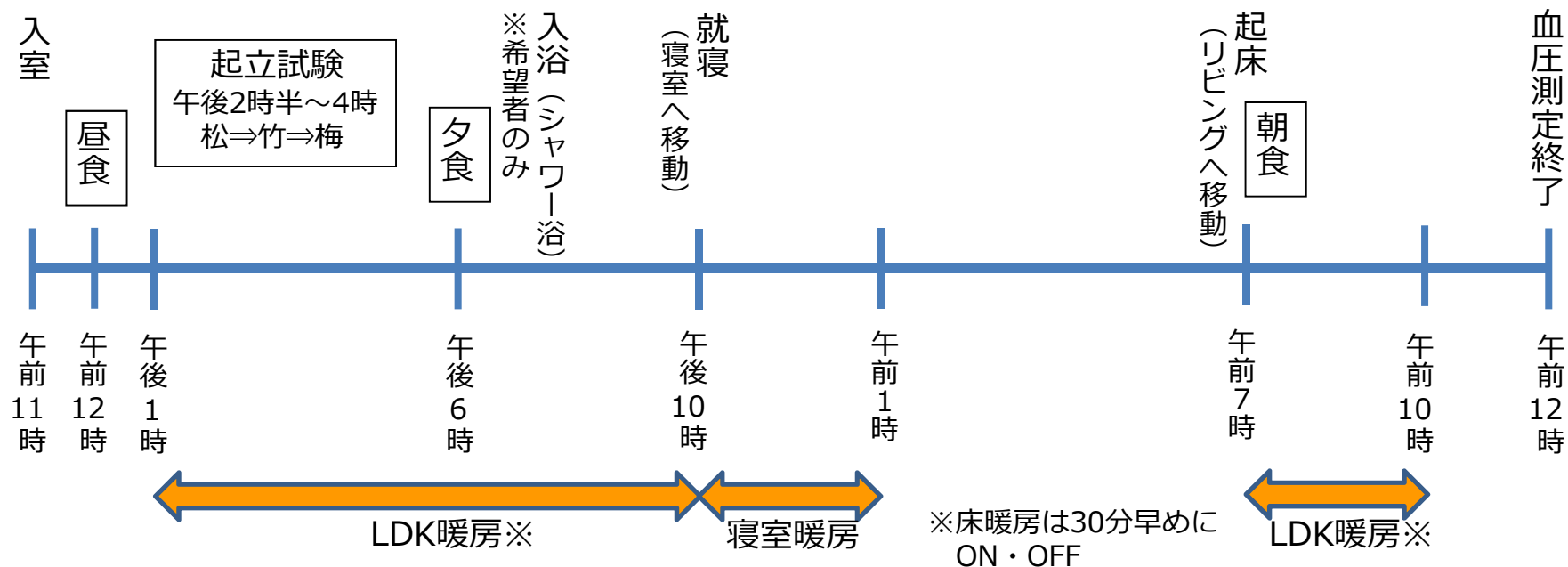
5. 実験①

協力者の滞在スケジュール

協力者は各住戸に午前11時～翌日午後1時過ぎまで1泊2日滞在した。宿泊の間は2日以上間隔をあけて、各住戸の滞在の順番は無作為とした。

各住戸の暖房運転時間は、リビングダイニングキッチン（LDK）では午前7時～午前10時、午後1時～午後10時（床暖房は暖房の特性を考慮して運転のON・OFFを30分早めにずらした。）寝室の暖房運転時間は午後10時～午前1時とし、協力者の負担が少なくなるように配慮した。

<協力者の滞在スケジュール>



5. 実験① 測定項目

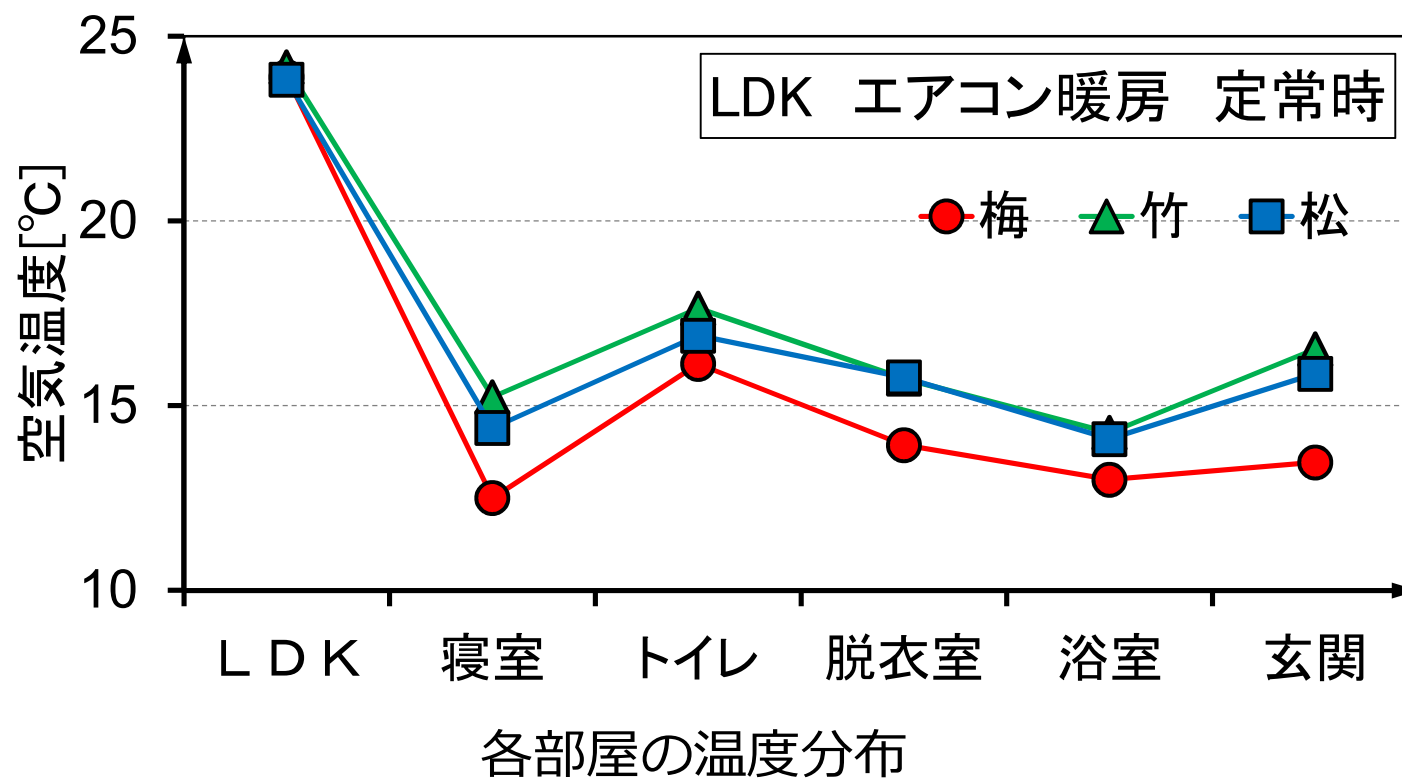
● 主な測定・分析項目

	計測項目	計測内容、設置場所
温熱計測 (無人計測時)	室温	LDK、トイレ、脱衣室、浴室、玄関、寝室 (床上1100mmに温度センサーを設置)
		LDKについては床上100mm (2015年度は50mm)、 600mm、900mm、1100mm、1500mmに設置
		経時的な室内環境の把握のため熱画像にて撮影
温熱計測 (健康計測時)	室温	LDKの押入近傍等、寝室 (床上1100mmに温度センサーを設置)
		LDKについては床上100mm (2015年度は50mm)、 と床表面温度を計測
	外気	気温、風速
健康計測	24時間血圧	血圧 (最高、最低、平均)、脈圧、脈拍
	起立試験による 自律神経負荷	血圧 (最高、最低、平均)、脈圧
		自律神経活動指標
	アンケート	快適感、温冷感

5. 実験①

温熱計測(各部屋の温度分布)

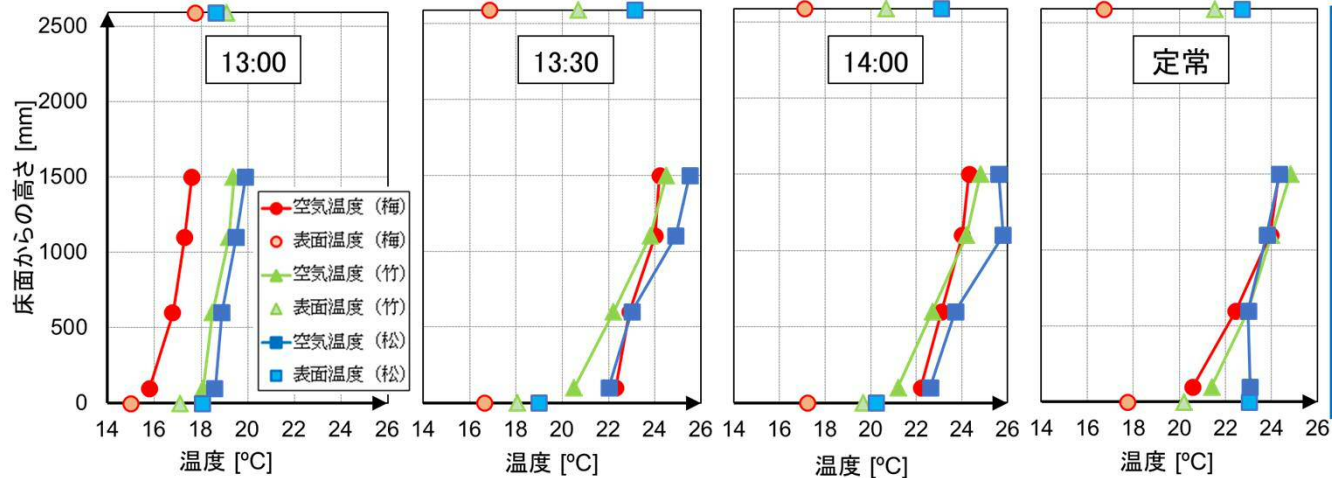
LDKをエアコンで暖房した時の各部屋の室温（空気温度、床上1100mm）を測定したところ、定常時でのLDKの室温は、松竹梅の全住戸で同程度となった。LDK以外の部屋については、松・竹ではほぼ同じ傾向となったが、梅では全室において、2℃程度低いことが確認された。
⇒気密強化+換気設備の導入による温熱改善効果を確認した。



5. 実験①

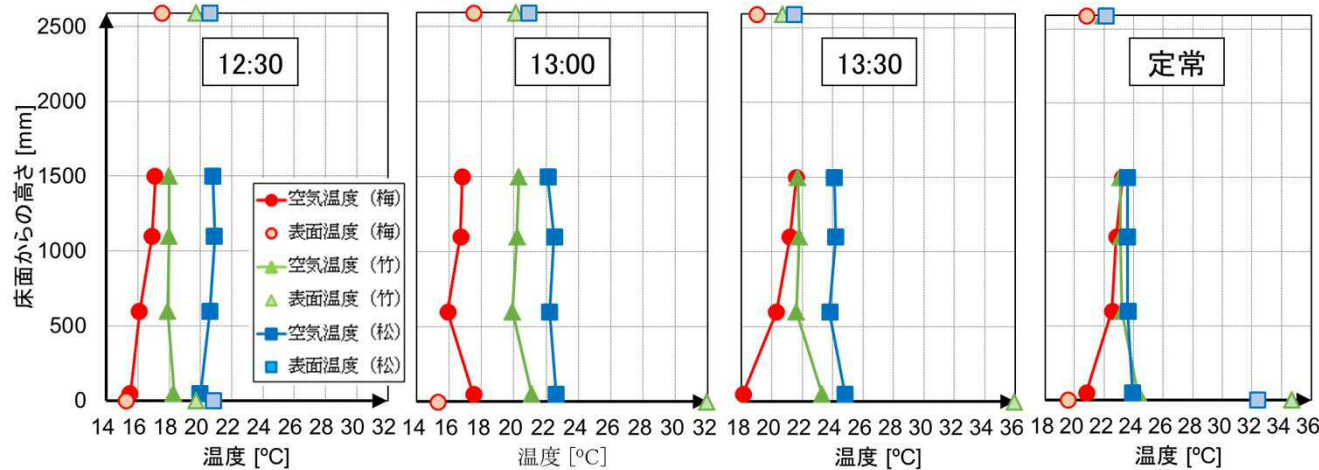
温熱計測(垂直温度分布)

●エアコン暖房時 (13時に暖房開始)



暖房開始後に、梅・竹では時間の経過とともに徐々に上下温度差がつきはじめた。松ではあまり差は見られない。

●松・竹は床暖房、梅はエアコン暖房時 (床暖房12時30分、エアコン13時に暖房開始)

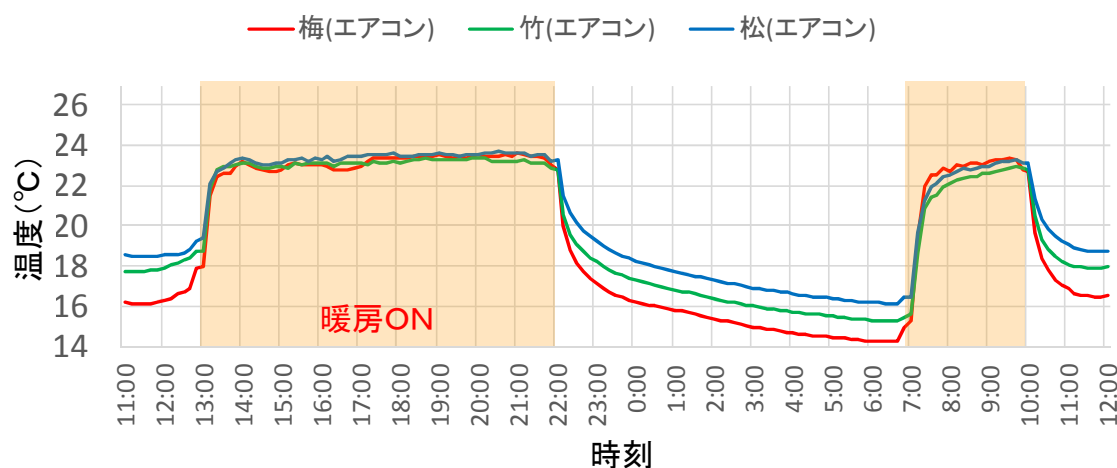


暖房開始前は、松・竹に比べて梅は上下温度差が大きい。暖房開始後に、梅は上下温度差が拡大した。松・竹は上下温度差の変化が少ない。

5. 実験①

温熱計測(健康計測時の室温 2014年度)

●居間の室温(床上1100mm)



計測期間中の
平均温度

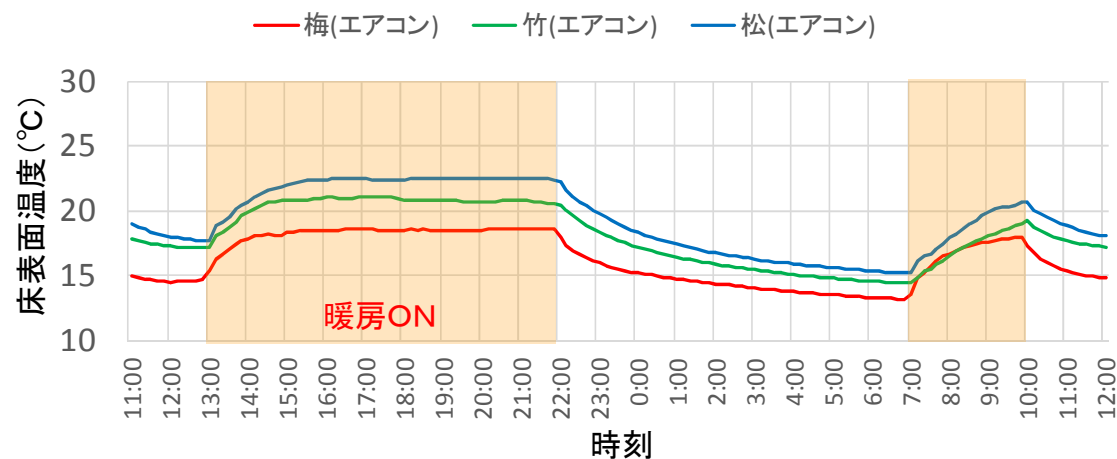
梅: 19.3°C
竹: 19.8°C
松: 20.4°C

滞在時(11:00-21:50、
7:00-12:00)の
平均温度

梅: 21.4°C
竹: 21.6°C
松: 22.0°C

暖房停止時の室温は、松>竹>梅の順で高い傾向にあり、実証実験期間中の平均温度は、松と梅で**1°C程度**の違いがあった。

●居間の床表面温度



計測期間中の
平均温度

梅: 16.2°C
竹: 18.1°C
松: 19.3°C

滞在時(11:00-21:50、
7:00-12:00)の
平均温度

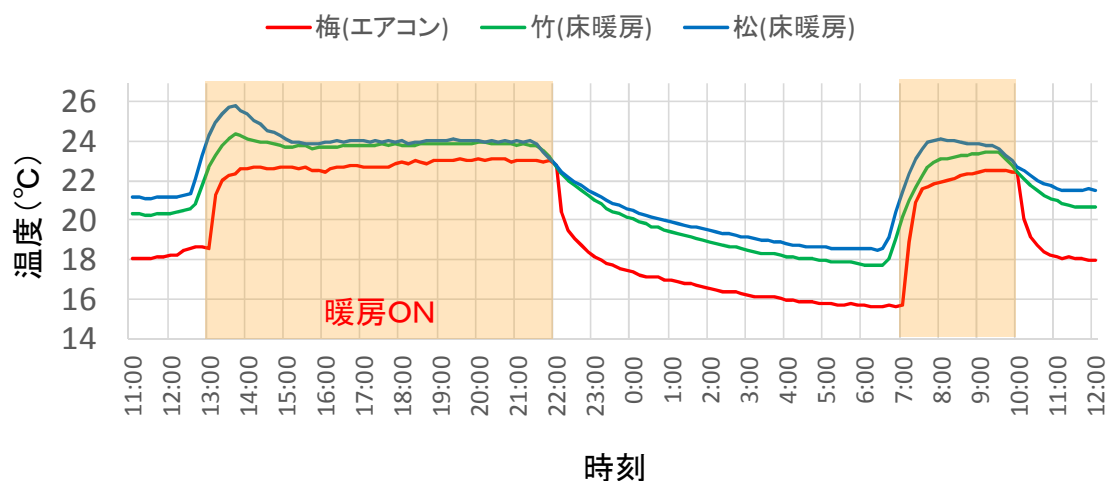
梅: 17.2°C
竹: 19.1°C
松: 20.4°C

床表面温度は、松>竹>梅の順番で高い傾向にあり、実証実験期間中の平均温度は、松と梅で**3°C程度**の違いがあった。

5. 実験①

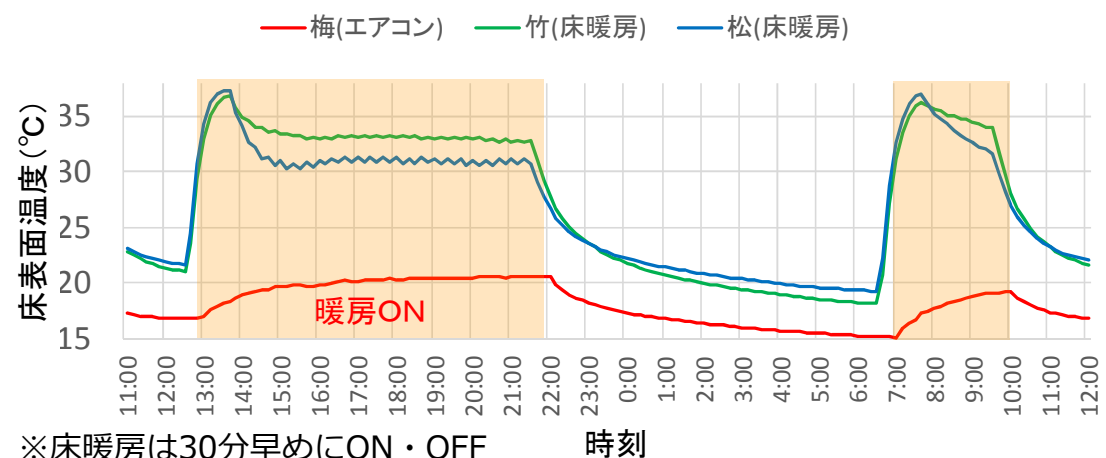
温熱計測(健康計測時の室温 2015年度)

●居間の室温 (床上1100mm)



断熱・気密性能の違いにより、松>竹>梅の順で室温が高い傾向があった。暖房停止時の室温は、松、竹に比べて、梅が有意に低かった。

●居間の床表面温度

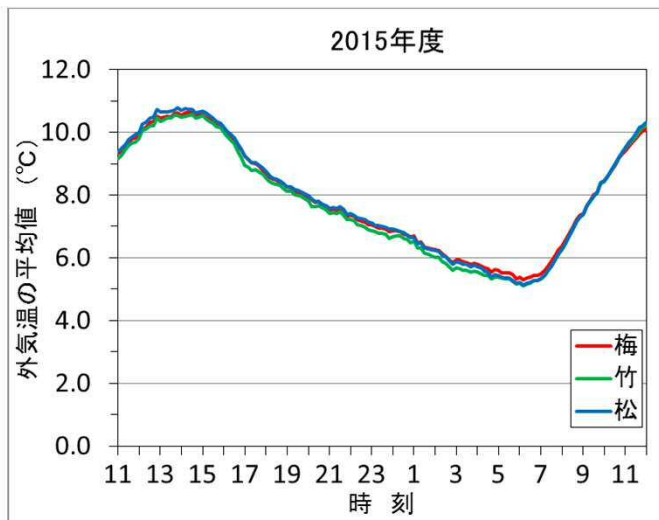
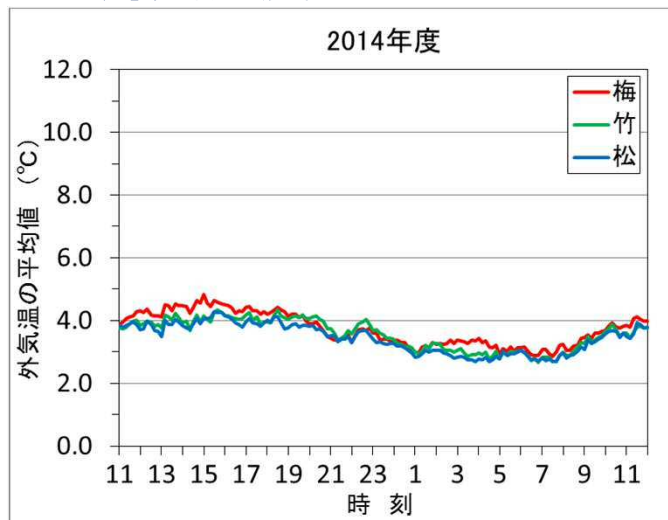


床暖房とエアコンの暖房方式の違いにより、滞在時の床表面の平均温度は、松・竹で30°C程度、梅は20°C未満だった。

5. 実験①

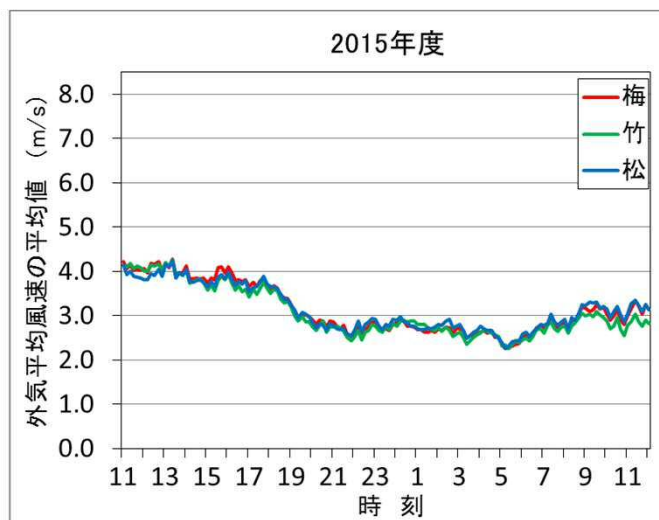
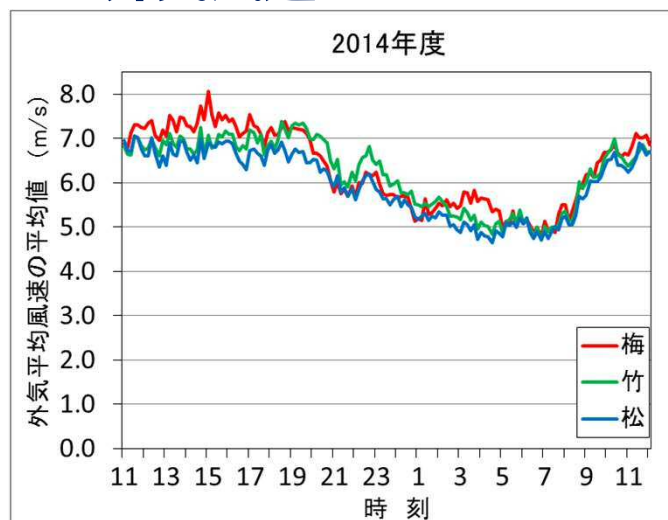
温熱計測(健康計測時の外気温度・外気風速)

●外気温度



健康計測期間中の外気温の平均値を算出したところ2015年度に対する2014年度の平均外気温は約4.3°C有意に低かった。

●外気風速

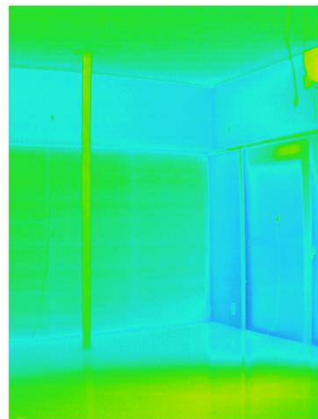
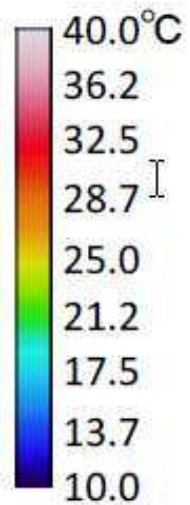


健康計測期間中の外気風速の平均値を算出したところ2015年度に対する2014年度の平均外気風速は約3.1m/s有意に強かった。

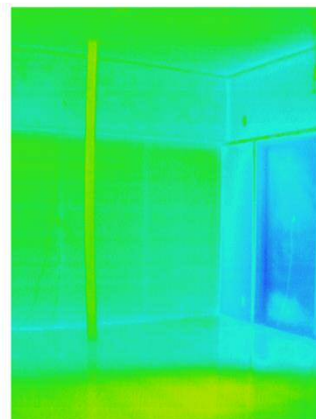
5. 実験①

温熱計測(熱画像 エアコン暖房時)

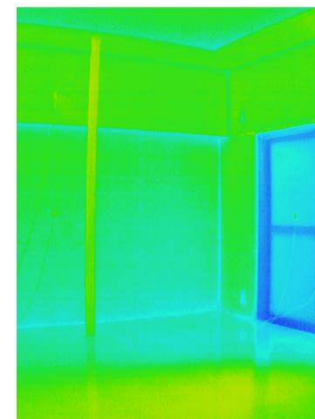
●LDK【エアコン暖房時】



梅住戸



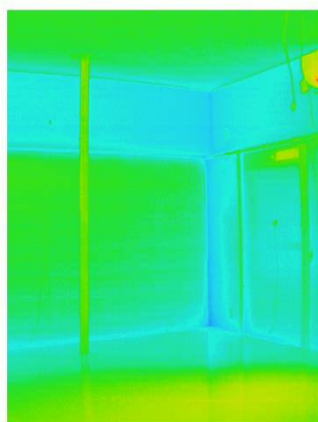
竹住戸



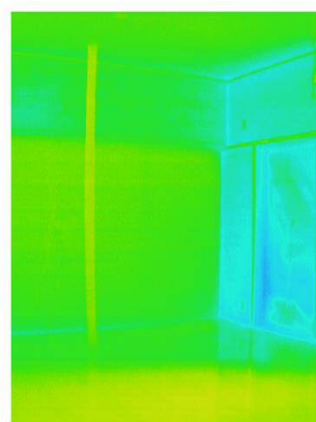
松住戸

2016/12/24 7:45

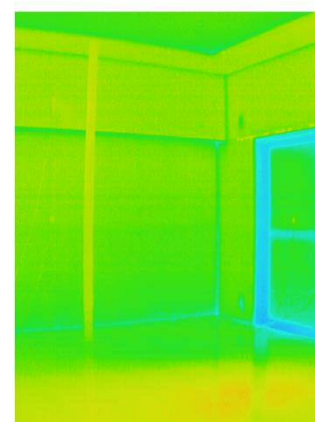
起床後
暖房運転
開始45分後



梅住戸



竹住戸



松住戸

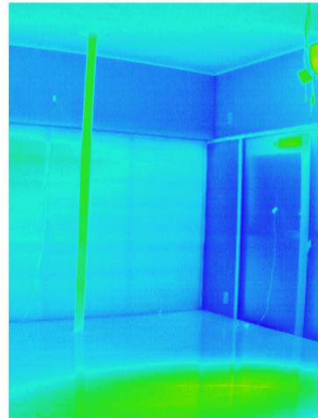
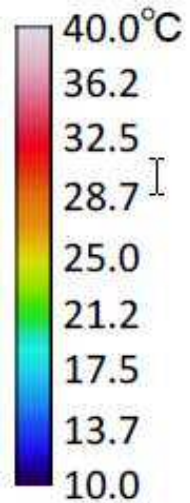
2016/12/24 14:45

起立試験時

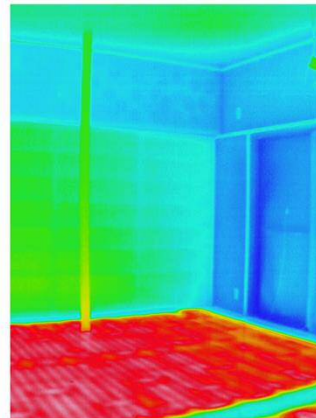
5. 実験①

温熱計測(熱画像 松・竹 床暖房 梅 エアコン暖房時)

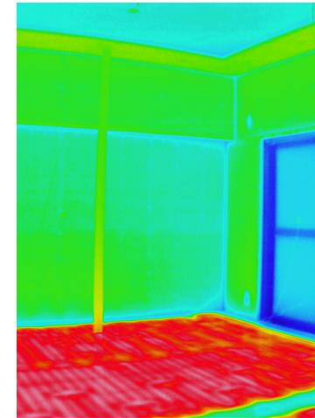
●LDK【松・竹 床暖房、梅 エアコン暖房時】



梅住戸



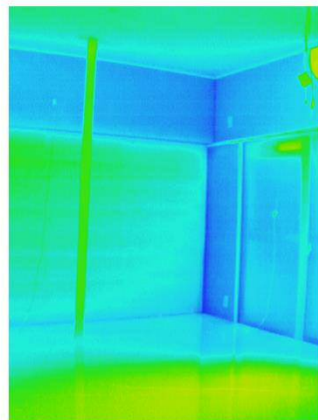
竹住戸



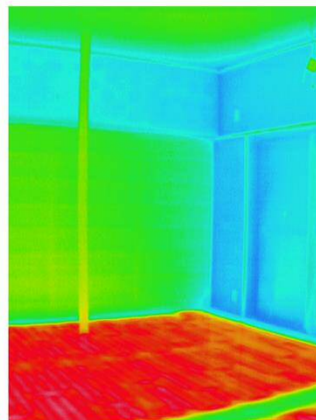
松住戸

2016/12/15 7:45

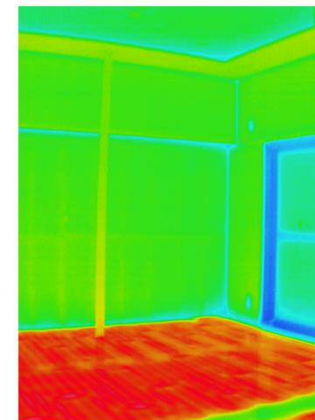
起床後
暖房運転
開始45分後



梅住戸



竹住戸



松住戸

2016/12/15 14:45

起立試験時

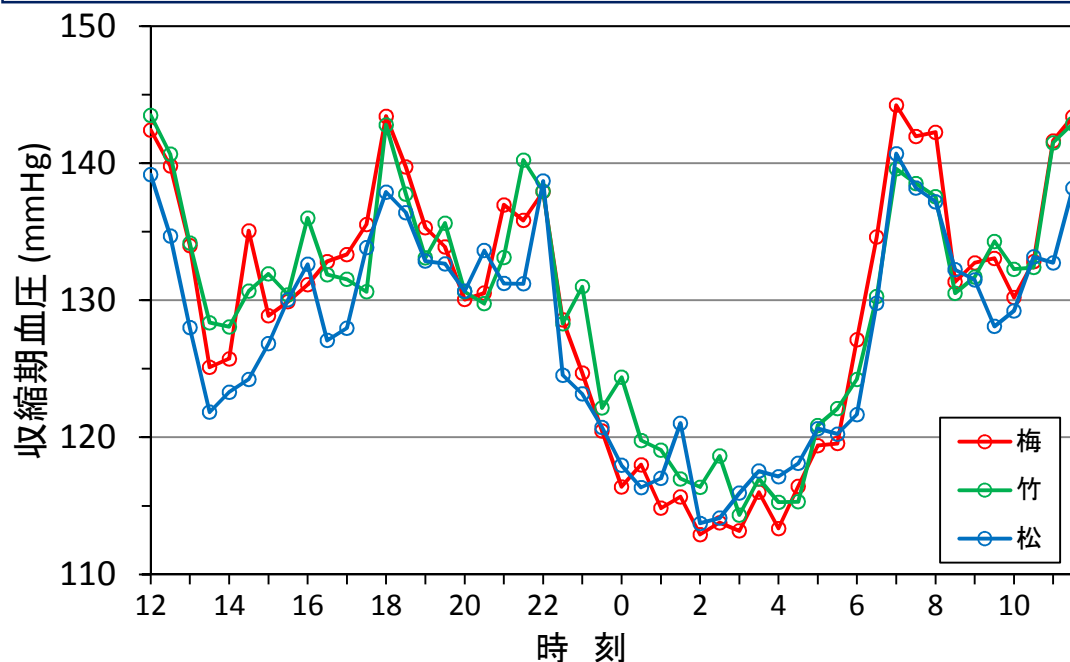
5. 実験①

健康計測(24時間血圧 2014年度)

●最高(収縮期)血圧【平均値／一般線形モデル】

午前12時～翌日午前11時30分の30分毎、30人分の血圧データの平均値について、外気温、外気風速を調整した値で有意差検討を行ったところ、活動時刻帯(12:00～22:00、翌7:30～11:30)の最高(収縮期)血圧では、松の住戸が、竹の住戸に対し2.8mmHg、梅の住戸に対し3.0mmHgの低減効果が認められた。

⇒厚生労働省が健康日本21(第二次)で進めている循環器疾病の目標に対して、住宅の断熱による温熱環境性能の向上も貢献できる項目となることが示唆された。



住戸、測定時刻にみた収縮期血圧の推移(2014年度)



血圧測定の様子

参考：

『健康日本21(第二次)』
(厚生労働省)

【循環器疾病の目標】

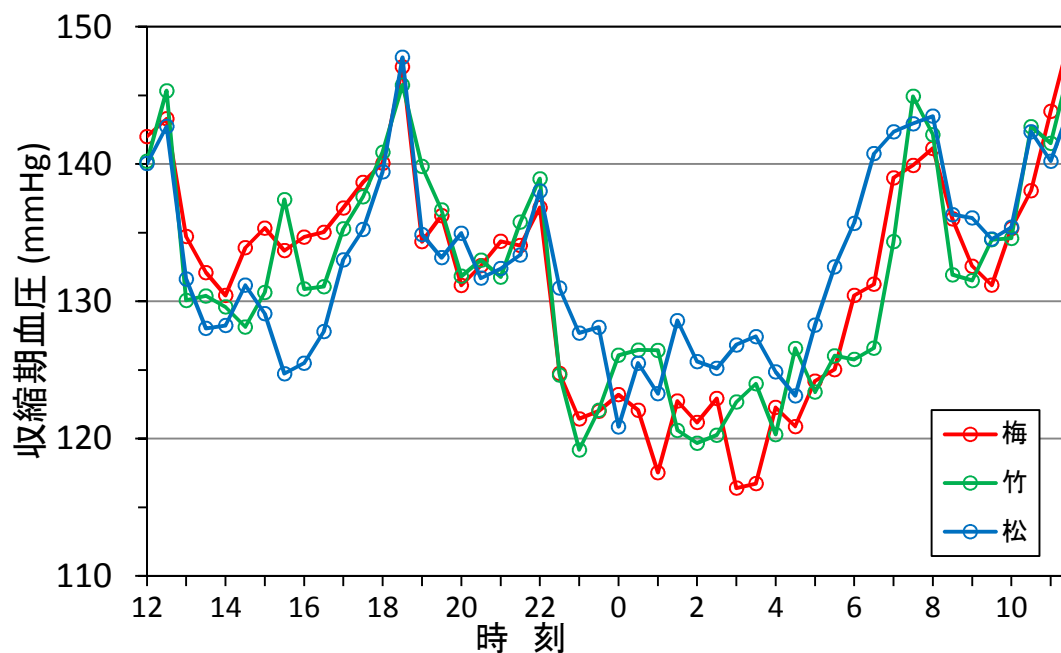
高血圧：最高血圧4mmHg低下

5. 実験①

健康計測(24時間血圧 2015年度)

●最高(収縮期)血圧【平均値／一般線形モデル】

2014年度の測定データと同様の解析を2015年度の24時間血圧データについても行ったところ、活動時刻帯(12:00~22:00、翌7:30~11:30)の最高(収縮期)血圧の平均値について、松の住戸では、竹の住戸に対し**1.1 mmHg**、梅の住戸に対し**1.5 mmHg**の差はあったが、統計的には有意とは認められなかった。



住戸、測定時刻にみた収縮期血圧の推移(2015年度)

5. 実験①

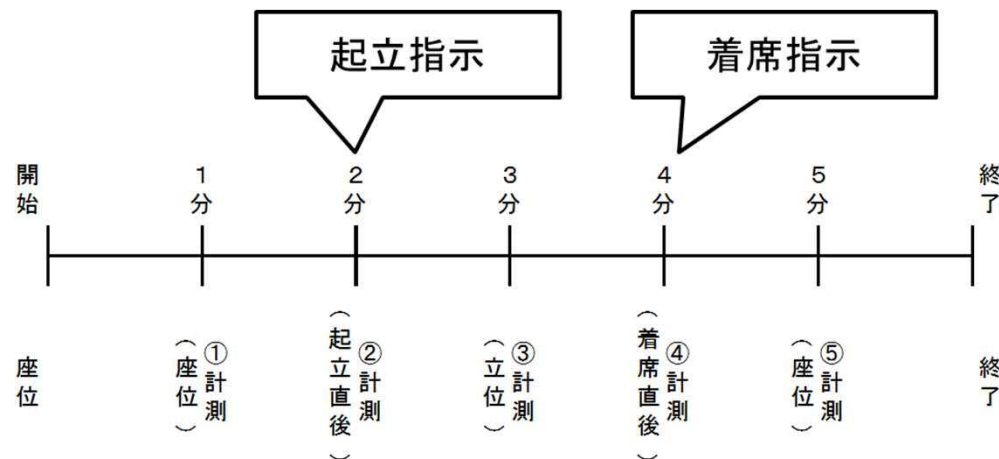
健康計測(起立負荷試験概要)

●起立負荷試験による血圧変化

今回の実証実験では、協力者は自宅でないモデル住宅の環境で1泊2日を過ごすため、より条件を整えた際の血圧変動を測定する目的で、モデル住宅の環境に慣れてきた時間に起立負荷試験による血圧変動を測定した。

(測定機器：クロスウェル社製『きりつ名人』)

《起立試験測定の流れ》



※起立試験は1日目14:30～16:00の間に実施



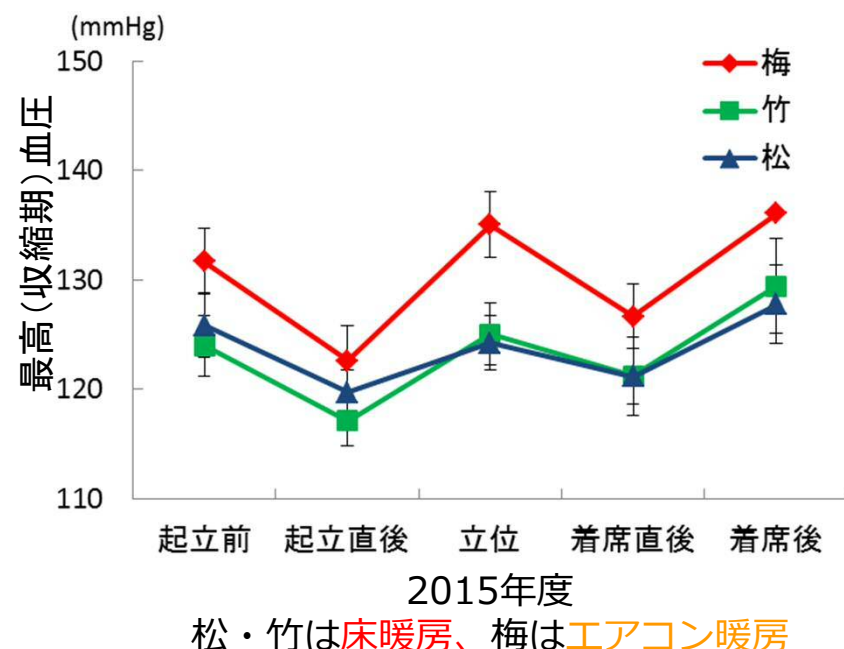
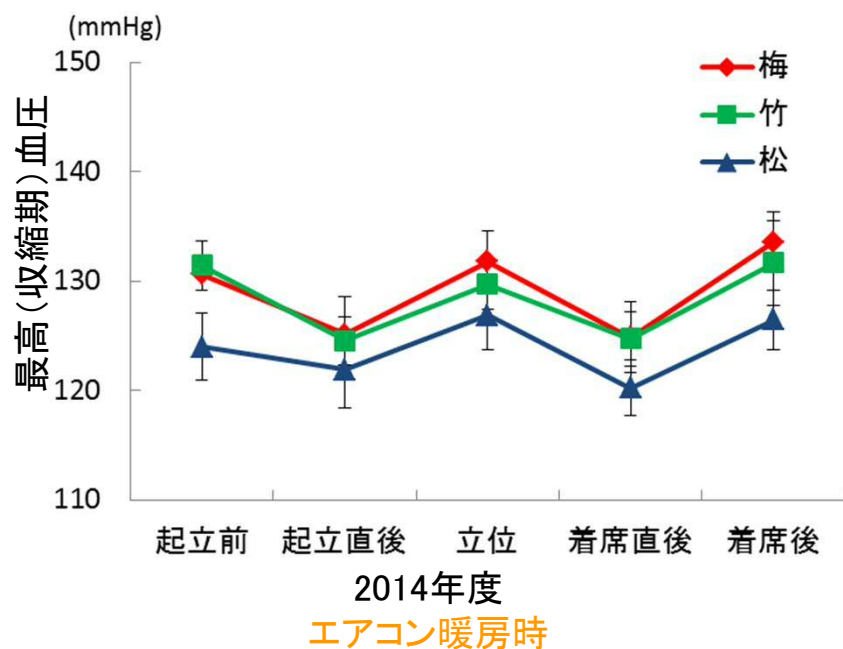
起立試験測定の様子

5. 実験①

健康計測(起立負荷試験結果)

●最高(収縮期) 血圧【起立負荷試験による血圧の変化】

2014年度、2015年度ともに最高(収縮期) 血圧において、部屋によって有意に差があることがわかった。2014年度は松が竹と梅に比べて低く、2015年度は松と竹が梅に比べて低かった。2014年度と2015年度の起立負荷試験の結果から、**住宅の断熱性能の向上や床暖房による温熱環境の改善が、高齢者の最高血圧に好影響を与える可能性があることがわかった。**



最高(収縮期) 血圧の変動【起立負荷試験】

5. 実験①

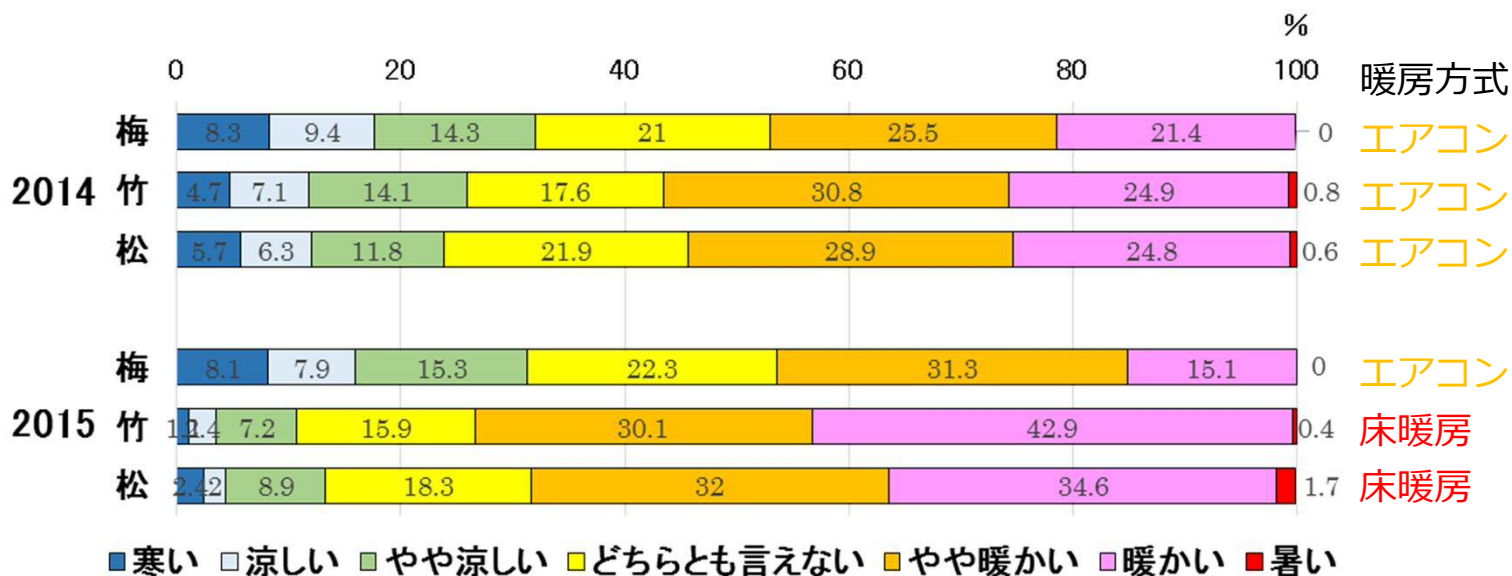
健康計測(アンケート 温冷感)

● 温冷感 (部屋間比較)

梅の住戸では、寒い～やや涼しいと回答した割合が多くなっており、2015年度では、住戸による分布の差が統計学的にも有意であった。

⇒断熱気密性能が高い住宅の方が暖かく感じる事がわかった。

また、床暖房の方がエアコンよりも暖かさを実感できる。



χ^2 検定 2014年度 $p=0.051$ 、2015年度 $p<0.001$

年度別・住戸別にみた温冷感の分布

5. 実験①

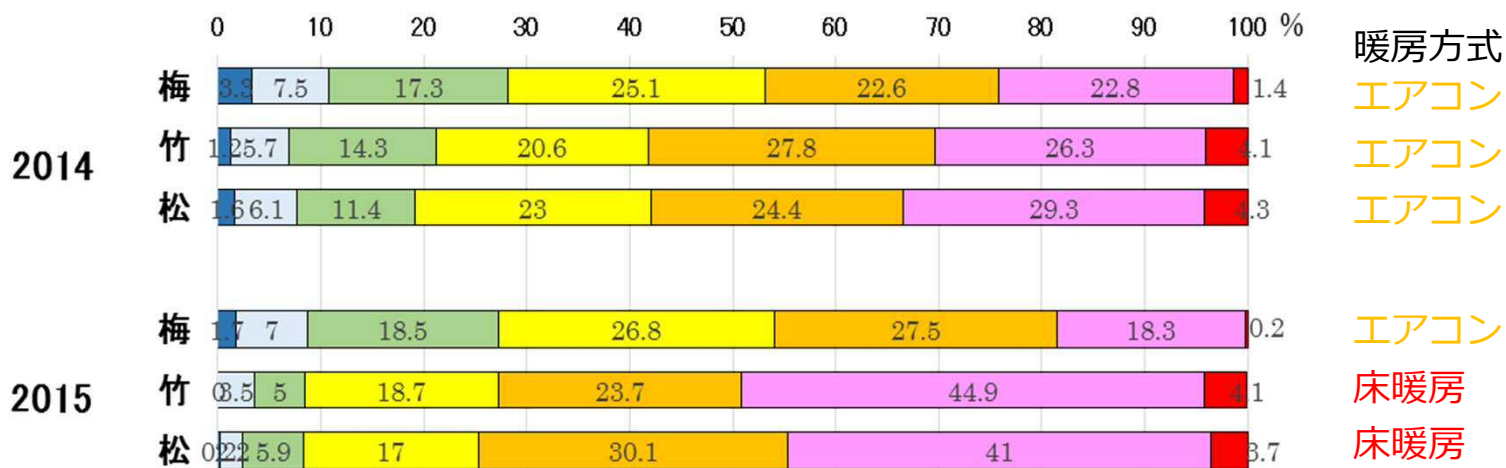
健康計測(アンケート 快適感)

● 快適感 (部屋間比較)

両年度とも住戸による分布の差が統計学的に有意であり、梅の住戸では、非常に不快～やや不快と回答した割合が多く、やや快適～非常に快適と回答した割合は少なくなっていた。

⇒断熱気密性能が高い住宅の方が快適に感じることがわかった。

また、床暖房の方がエアコンよりも快適さを実感できることがわかった。



■ 非常に不快 □ 不快 ■ やや不快 ■ なんともない ■ やや快適 ■ 快適 ■ 非常に快適

χ^2 検定 2014年度 $p < 0.001$ 、2015年度 $p < 0.001$

年度別・住戸別にみた快適感の分布