

夏季における戸建住宅の室内の不快指数 (DI) の分析* —福岡市の2013年8月6日～22日の17日間の猛暑日—

須 貝 高**
石 田 卓**
岡 部 省 吾**

Analysis of Discomfort Index (DI) in the Room of Detached House in Summer -August 22 from 6 August 2013 in Fukuoka City (Extremely Hot Day of 17 Days)-

Takashi SUGAI**, Taku ISHIDA** and Shogo OKABE**

The period of above 35 °C, the highest temperature was extremely hot in the room at the same time as the extremely hot day outside. The housing low thermal insulation performance, during the day is a heat wave in particular, but because the air is not cold even late at night it is sleep time, it was in an environment where I can not sleep because of the heat in the room. Using a thermo-hygrometer under such circumstances, we analyzed the room using a discomfort index.

Key Words : Discomfort Index, Detached House, Summer, Extremely Hot Day

1. 研究目的

最高気温が35°C以上の期間は、外での猛暑日と同時に室内でも猛暑であった。特に断熱性能の低い住宅では、日中は猛暑であるが、睡眠時間である深夜でも外気が冷えないため、室内では暑くて眠れない環境であった。そのような状況下で温度計・湿度計を用いて、不快指数 (DI) を用いて室内を分析した。不快指数とは蒸し暑さを示す指数である。

不快指数を用いた理由は次の内容である。

a) 居住者は外の絶対湿度の高い梅雨季・夏季には外窓を開けると、湿気が入ってくるため、水廻り空間・タンス裏面・押入れ内などでカビ等が発生するため、外窓を開けない。その際、冷房を使用するが、リビングルーム及び洗面室では人体にあたることはあるが、睡眠中は直接人体にはあたらない方向に冷気を吹出している。

b) 測定するセンサーは温度計・湿度計である。与えられた住宅内で、どのような冷房をすれば不快指数の中で「快適」になるかを明らかにしたい。さらに居住者の意見も入れて快適性を分析する。ただし冷房コストについては考慮しない。

2. 研究概要

2-1. 住宅の平面図, 断熱性, 外付けシャッターの開閉など

住宅の平面図は図1に示す。

断熱性は床でロックウール (RW) 25mm, 壁で (RW) 50mm, 天井で50mm, 開口部では全室複層ガラス・アルミサッシである。基本的には旧基準 (昭和55年設置) に沿ったものであるが、開口部は単板ガラスでも可であるが、複層ガラスにしており、向上させている。また2Fは全て外付けシャッター (写真1) 及び廊下の突き当たりの室内側のすだれも、夏には一日中閉鎖している。

2-2. 実測する部屋名及び温湿度センサー^{*1)}, 温度センサー^{*2)}

実験対象室は1Fのリビングルーム, 洗面室, 2F

* 平成 25 年 11 月 30 日受付

** 建築学科

の南東室，北東室である。その写真2に示す。
 リビングルームは図1に示すように開口部は南側，西側にある。
 洗面室は1Fの北西側にあり，開口部は西側のみにある。
 2Fの南東室は開口部は南側・東側にある。
 北東室は開口部は北側にある。リビングでは中央高さ，洗面室では中央高，2Fの両室では睡眠しているため，床面から25cm（人間の鼻の高）に設置している。また温度センサーは実測する室内のクーラーの吹き出し口に設置している。

2-3. 不快指数 (DI)

不快指数は実測値を入れて次式で算出する。
 不快指数 (DI) = 0.81T + 0.01U (0.99T - 14.3) + 46.3
 T = 気温 (°C)
 U = 相対湿度 (%)

不快指数 (DI) と体感は表1のようである。
 DIは温度の差が湿度に比べて圧倒的に影響が大きい。

3. 測定期間中の不快指数の分析

3-1. 四室の時系列的分析

各室の8月6日から9日までの分析をおこなった。

それを図2に示した。
 下部には冷房の有無，左側には不快指数，右下には吹出口温度・外気温度を示した。
 2Fの両室には就寝中も明示している。四室の測定期間中の不快指数の平均値は表2の通りで，室内では「快適」となっているのはリビング・南東室・北東室であり，「やや暑い」のは洗面室である。外気の不快指数 (DI) は82.8%であり，10～18時の値は85.1%で「暑くてたまらない」状況になっている。また夜の20～6時の値は81.5%で「暑くて汗がでる」状況下である。

3-2. 温度・相対湿度による時間毎の不快指数の分析

各室の8月6日から9日までの分析を行った (図3)。冷房すると温度が低下し，且つ除湿することによって相対湿度が下がる。その結果，不快指数が「快適」な方向にむかう。

3-3. 2Fの北東室の室温が低くなった理由

表3にみるように23～7時の北東室は23.8°Cと低い値を示した。本人は冷房の好きなB氏で快適な環境で熟睡していた。なぜこのような低温なのかを分析した。北東室の隣室 (洋室2) の温度・下階の温度などを分析すると，平均値は表3である。隣室は29.5°C，1Fは室内のドアを解放しており，1Fは28.5°C，外気は29.1°Cと高温を示している。

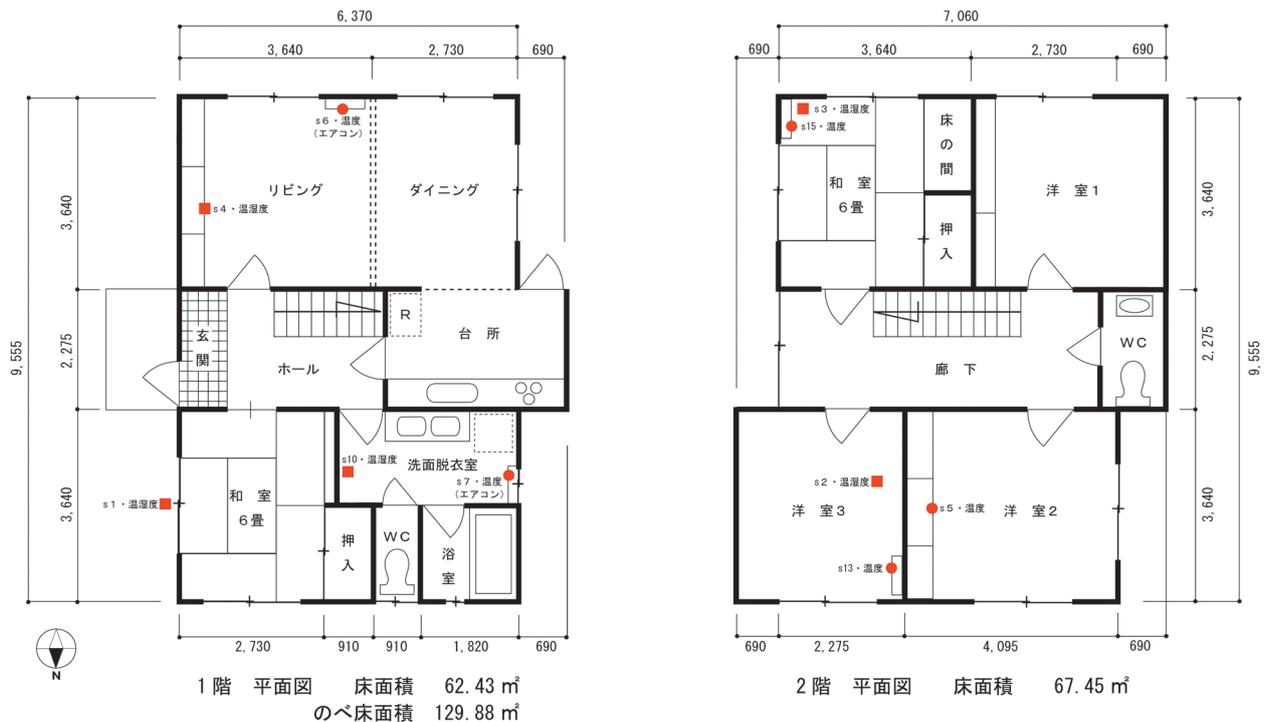


図1 住宅の平面図及び実験器具の配置図

そのため、床面・壁面の温度が高くなり、室内に流入してくる。その結果、北東室を低温にすると、快適な状態になった。

3-4. 測定期間中の四室の使用されている時間帯の不快指数 (DI) の分析

表4には室内の温・湿度・不快指数と居住者の意見を示した。また1Fのリビング及び洗面室の時間帯は7～24時で不快指数を分析した(図4-1)。表4より、リビングにいるA氏は汗をかくことが好きな方で、日中は冷房していない時間帯もあり、多少汗をかいても本人は快適であると考えている。そのためやや暑い環境になっている。冷房の好きなB氏が自宅に戻ってくれば、冷房をきかせることになる。その割合は「快適」が65%、「やや暑い」が35%である。

また、洗面室と同じ空間にトイレ及び浴室がある。西日が入ってくるのでクーラーを使用することが多い。不快指数では「快適」が51%、「やや暑い」が49%である。

南東室及び北東室は睡眠時間の23～7時間を分析した(図4-2)。

南東室は夜間冷房を行わないA氏が睡眠をとっている。「やや暑い」が60%、「快適」が40%である。本人は汗をかくのが大好きで、やや暑いのは自分にとっては快適であると主張している。逆に言えば、本人は「やや暑い」を「快適」だと言っている。このように個人個人によって異なっていることが分かる。これは温熱環境指標の中にPMV(予測平均温冷感申告)があり、その中にPPD(予測不満足者率)は「快適」が5%、「やや暑い」が25%になっている。このように「快適」、「やや暑い」の中でも不満者がいるのと同じこと

だと言える。

北東室は冷房の好きなB氏がいる。夜間はクーラーの設置温度を25℃にしているが、実際的には眠っている顔付近では23.8℃になっている。この温度はB氏にとっては熟睡できるので、大変「快適」でいる。

「快適」が97%、「やや暑い」が3%である。

表1の中にあるように、不快指数が「70%前後」が「もっとも快適」であると記している。これはリビングなどの状態の数値である。しかし、本人は布団の中で寝ている状態での分析である。測定期間中の就寝中の不快指数は表3から69.8%であり、70%とほぼ同じである。これは睡眠中の布団をかけた状態での値なので、B氏もA氏と同じようにPPD(予測不満足者率)の1人ではないかと考えている。

4. 総括

この体感については各々が育ってきた環境、その後転勤した箇所で生活していた体験もある。それらを踏まえて個人個人の体感が違うこともある。今回はある住宅内での冷房効果と不快指数の値とを比較して、どのような値になっているかを調べた。今後はますます省エネルギー化が問われており、住宅の断熱化が最も重要で、次に最小の冷房エネルギーで各々が不快指数の「快適」に近づいて、健康に生活することが大切である。

※1) 温湿度センサー付きデータロガー(温湿度測定範囲: 0～50℃, 湿度測定範囲: 10～95%, 測定精度±0.3℃, ±5%RH, (株)ティアンドデイ)

※2) 温度センサー付きデータロガー(温度測定範囲: 60～155℃, 測定精度±0.3℃, (株)ティアンドデイ)

表1 不快指数(DI)と体感

不快指数	体感	不快指数	体感
54 以下	寒い	70 前後	もっとも快適
55～59	肌寒い	75～79	やや暑い
60～64	何も感じない	80～84	暑くて汗が出る
65～74	快適	85 以上	暑くてたまらない



写真1 外装シャッターを終日閉じている。



写真2-1 右側は食堂、右窓は西側。クーラー有



写真2-2 東側壁面



写真2-3 北壁面の中央部に温湿度センサーを設置



写真2-4 洗面化粧室。右側の家具面に温湿度センサー設置。奥はトイレ

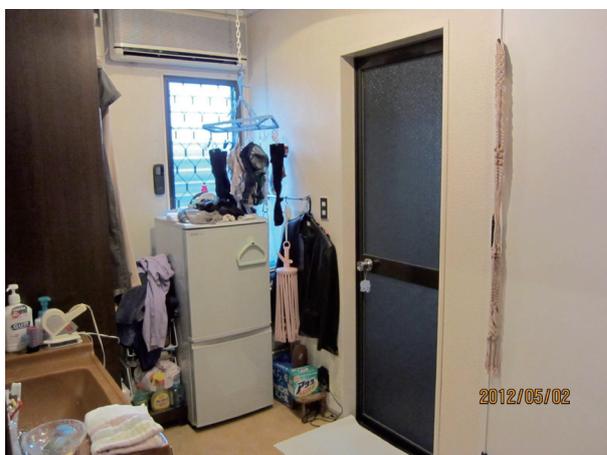


写真2-5 右側は浴室。西窓、上部はクーラー。下に冷蔵庫



写真2-6 2階南東室。窓の左側は東面。正面は南面。壁面上部にクーラー有。温湿度センサーは正面の床置き照明器に設置。



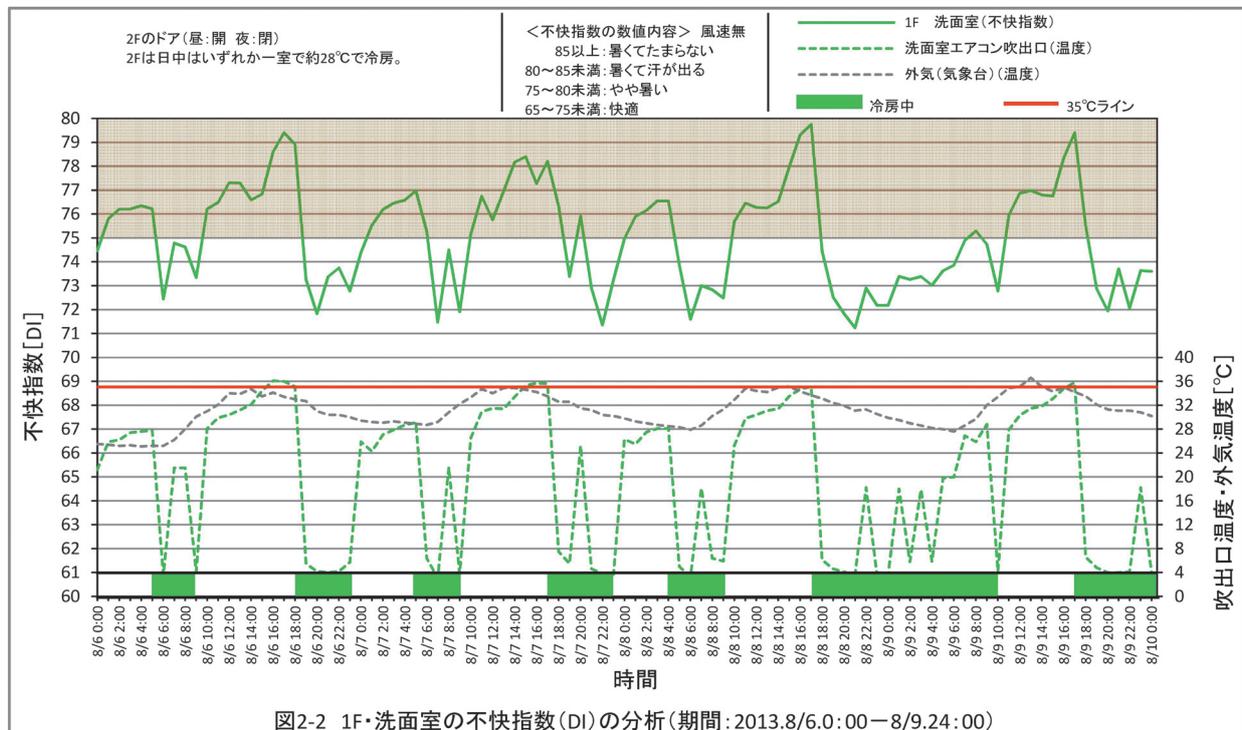
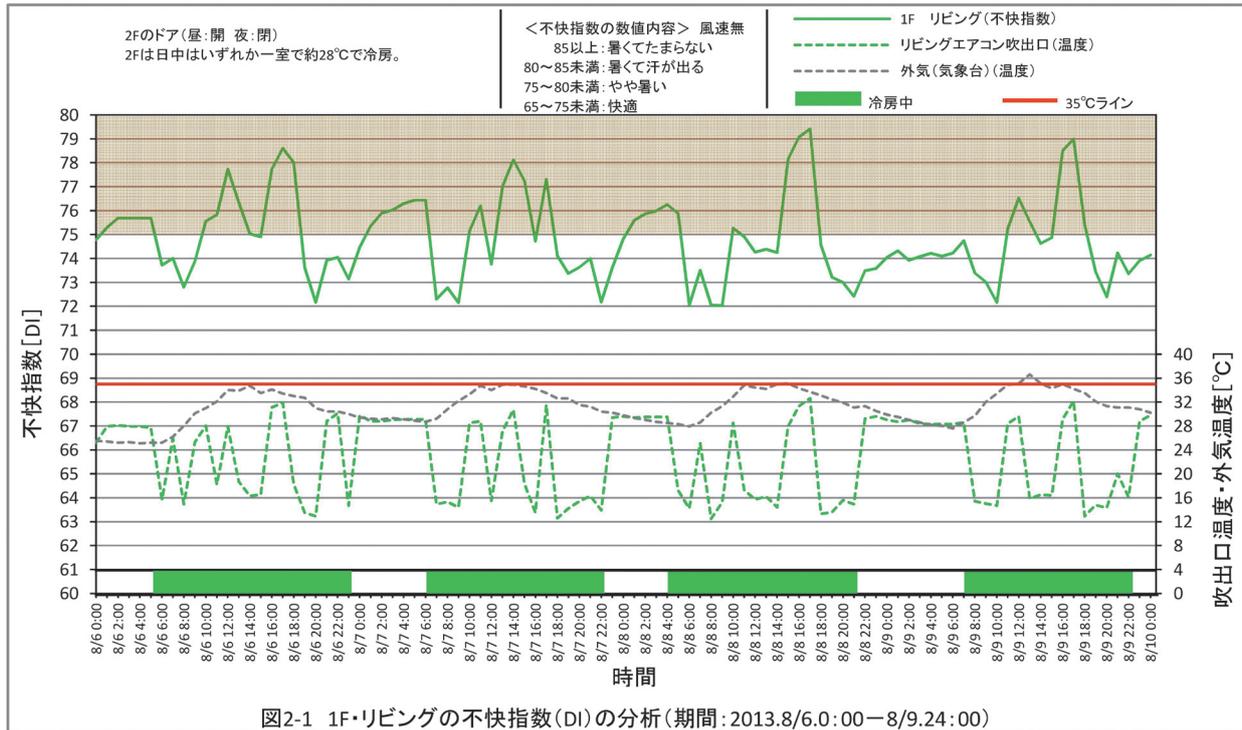
写真2-7 床置き照明器の箇所温湿度センサーを設置。

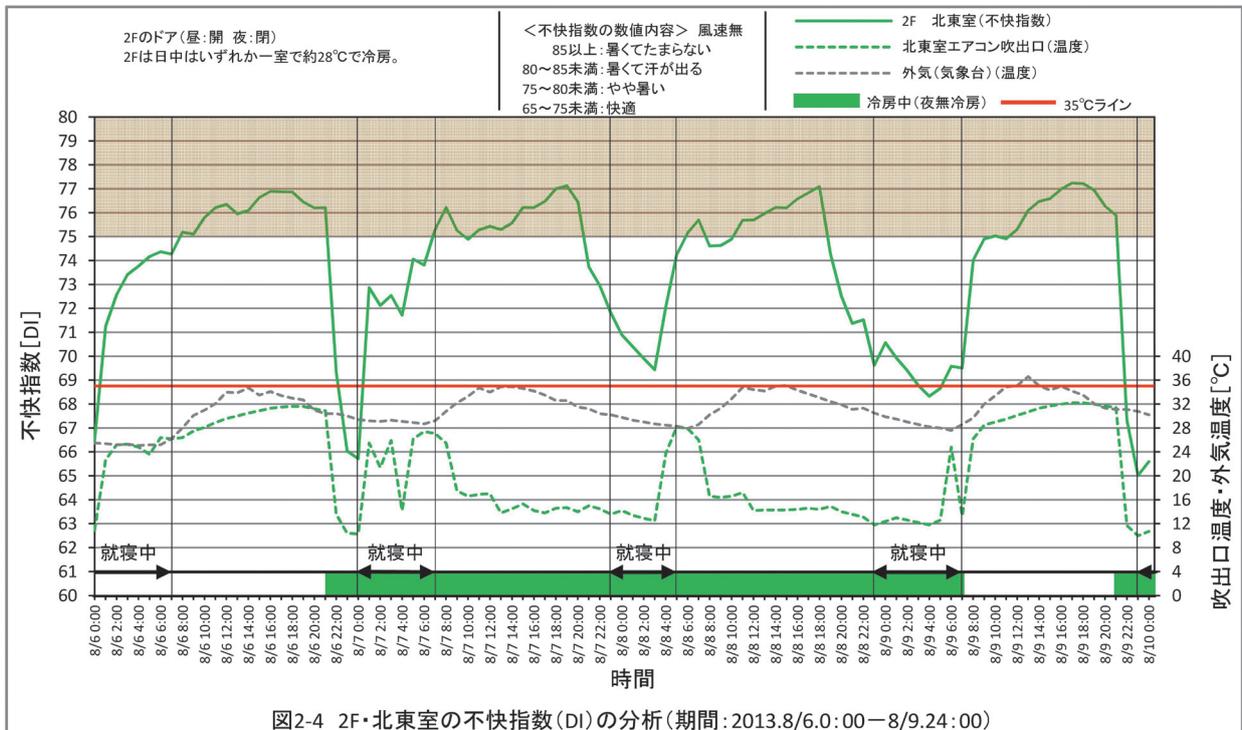
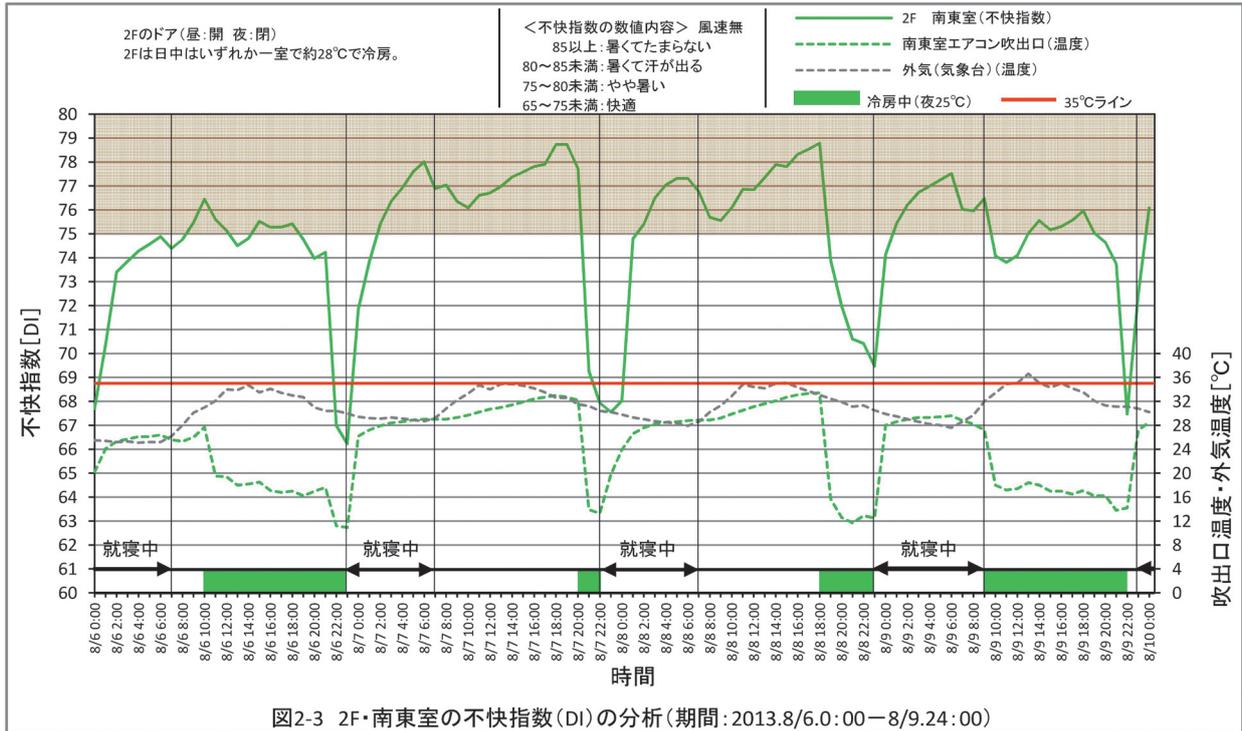


写真2-8 2階北東室。正面は北窓。右側は外壁、左側は北西室。左壁上面にクーラー有。温・湿度センサーは写真2-7と同じ高さに設置。

表2 各部屋毎の温・湿度、不快指数の平均値

部屋名		1F リビング	1F 洗面室	2F 南東室	2F 北東室	外気
2013年8月6日0:00~ 2013年8月22日24:00	温度(°C)	28.3	28.2	26.9	26.3	31.5
	相対湿度(%)	41.4	44.8	50.7	47.8	66.9
	不快指数(%)	74.9	75.3	74.3	73.3	82.8
						10~18時: 85.1%
						20~6時: 81.5%





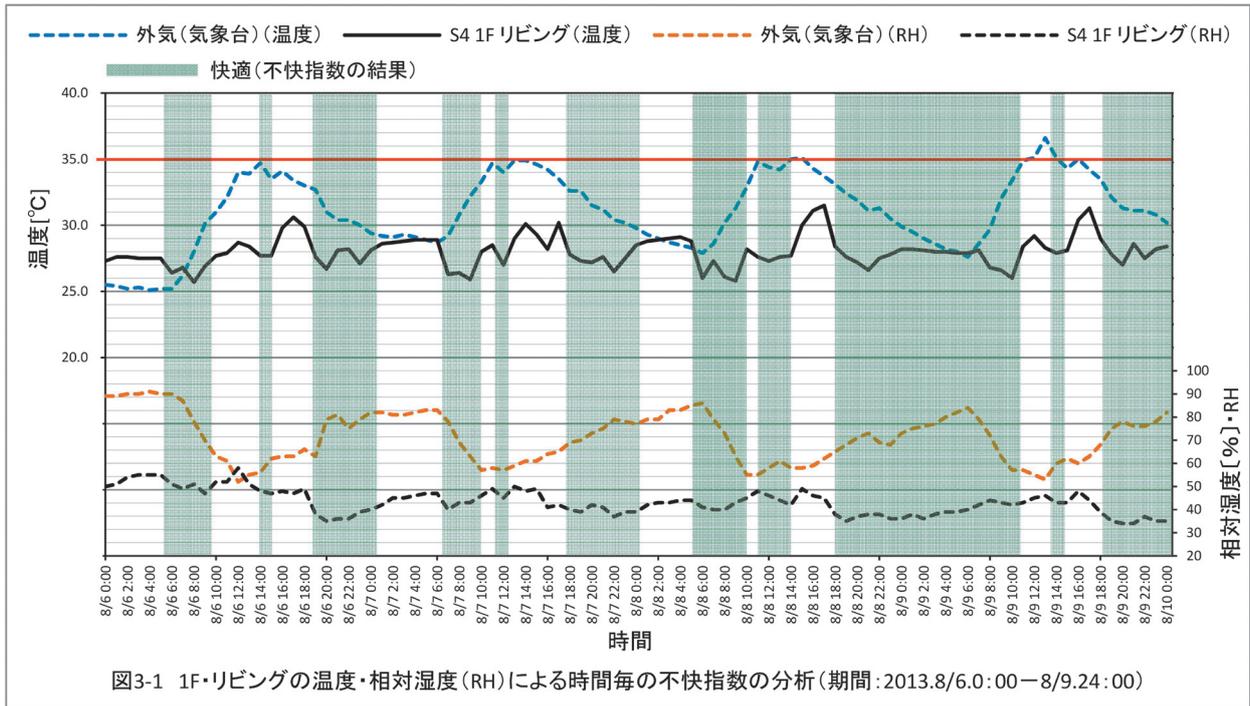


図3-1 1F・リビングの温度・相対湿度(RH)による時間毎の不快指数の分析(期間:2013.8/6.0:00-8/9.24:00)

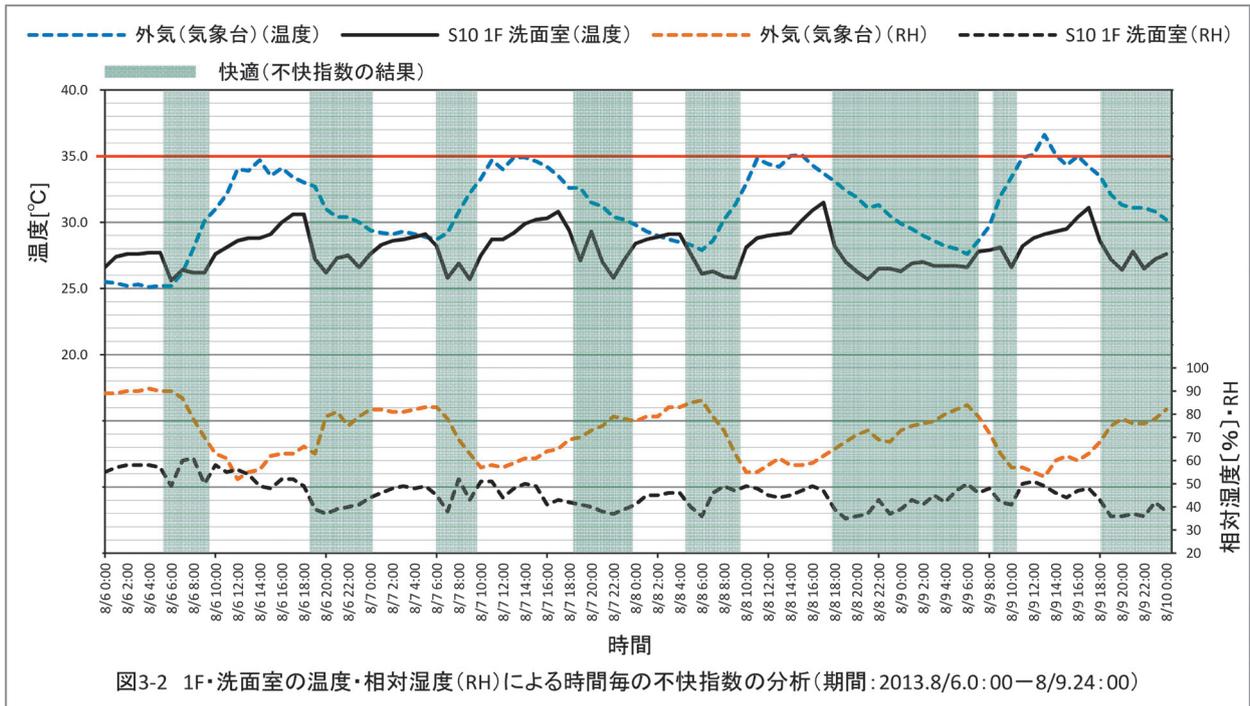


図3-2 1F・洗面室の温度・相対湿度(RH)による時間毎の不快指数の分析(期間:2013.8/6.0:00-8/9.24:00)

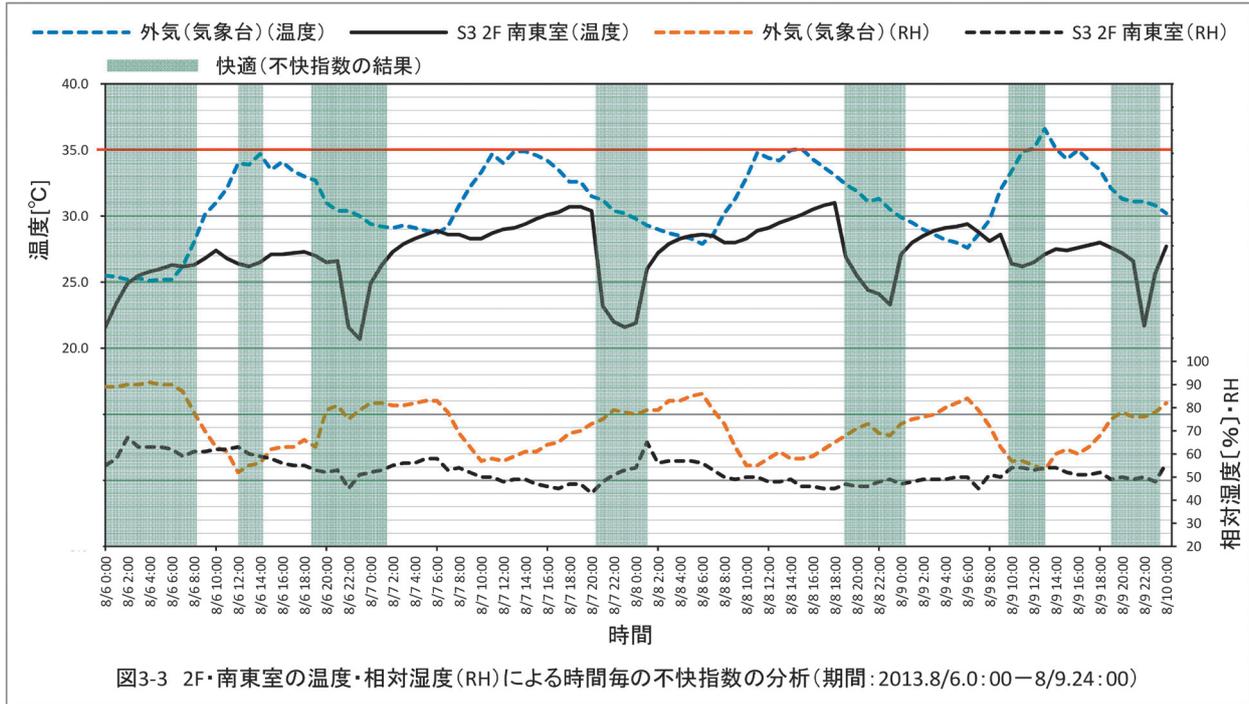


図3-3 2F・南東室の温度・相対湿度(RH)による時間毎の不快指数の分析(期間:2013.8.6.0:00–8/9.24:00)

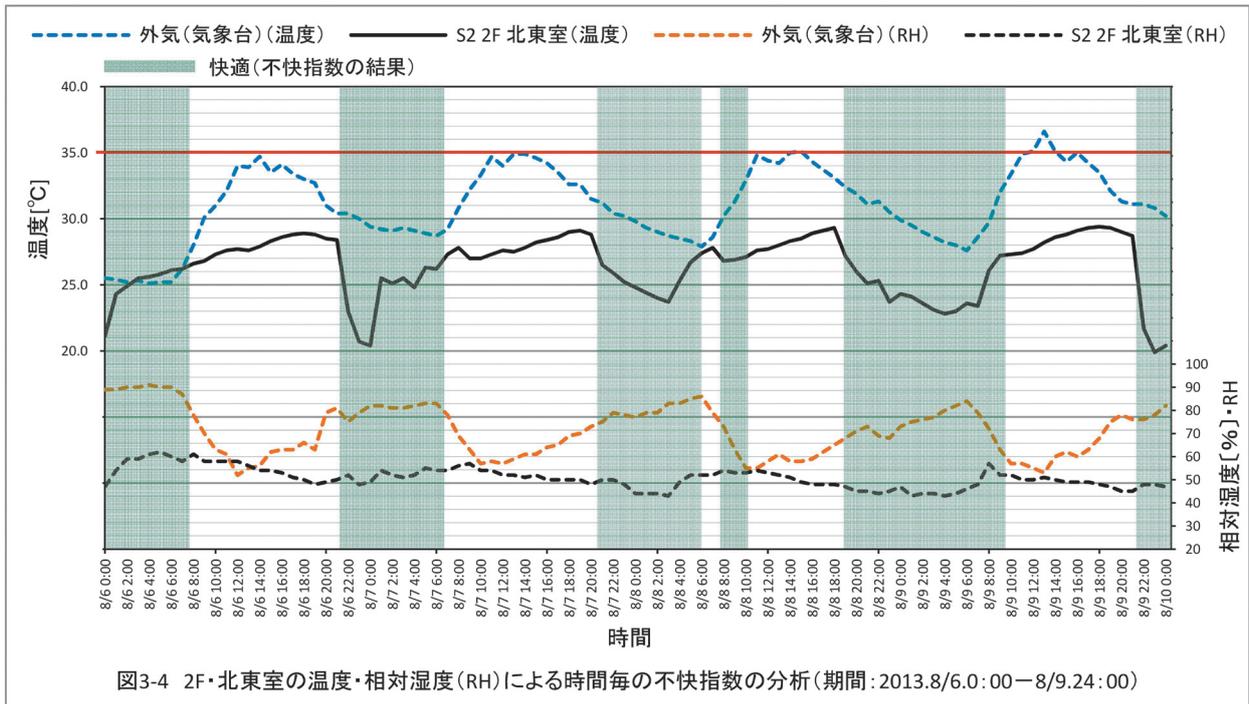


図3-4 2F・北東室の温度・相対湿度(RH)による時間毎の不快指数の分析(期間:2013.8.6.0:00–8/9.24:00)

表3 2F北東室を囲む部屋・外気温度及び不快指数(DI)の平均値

部屋名		1F リビング	1F 洗面室	2F 南東室	2F 北東室	2F 洋室2	1F リビング	1F 洗面室	外気
使用時間の平均値		7-24時の間の平均値			23-7時の間の平均値				
2013年8月6日～ 8月22日までの 温度、相対湿度、 不快指数	温度(°C)	28.1	28.0	26.7	23.8	29.5	28.5	28.5	29.1
	相対湿度(%)	40.9	44.7	52.0	47.3	—	—	—	—
	不快指数(%)	74.6	75.0	74.3	69.8	—	—	—	—

表4. 室内の温・湿度・不快指数と居住者の意見

(測定期間：2013年8月6日～22日)

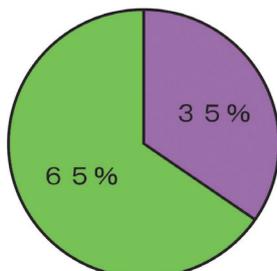
室名	リビング	洗面室	2F南東室 (汗をかくことの好きなA氏)	2F北東室 (冷房の好きなB氏)
窓・外付けシャッター	梅雨・夏には外気が入ってくると、押入れ中・タンス裏面などにカビが繁殖するため、窓を開けない 1Fは夜間のみ外付けシャッターを閉めている、2Fは一日中外付けシャッターを閉めている			
日中	25～26°Cにする	西側に窓があるので、必要時に冷房する	両室共に室内のドアを開けて、一室のみ28°Cで冷房	
睡眠前	室温	—	室内のドアを閉めて、両室共に24°Cで冷房 タンス・内装材など蓄冷状態	
	冷房時間	—	5～9時間	2～5時間
睡眠中	室温	—	無冷房	冷房温度：25°C
居住者の体験内容	—	—	日常では散歩をするのが好きで、汗をかくのが好きだ 冷房はあまり好きではない	日常は仕事以外は動かない 冷房は大好きだ
睡眠状態	—	—		
室温	28.1°C	28.0°C	26.7°C	23.8°C
相対湿度	7～24時の平均値 40.9%	7～24時の平均値 44.7%	23～7時の平均値 52% <small>日中も28°Cで、また夕方も24°Cで冷房・除湿し、布団も乾燥</small>	23～7時の平均値 47.3%
不快指数	快適：65% やや暑い：35%	快適：51% やや暑い：49%	快適：40% やや暑い：60%	快適：97% やや暑い：3%
居住者の意見	汗をかくのが好きなA氏なので、暑い時以外は冷房をつけない	西日が当たる時は、冷房する	最初快適であり、しばらくするとやや暑い環境になり、汗をかく。そのような状態が好きだ。A氏の主張は快適は60%、何も感じないが40%である。	日中は暑すぎるので、冷房を25°Cにすると熟睡でき、快適感がある
測定期間中の平均値	室温	28.3°C	28.2°C	26.9°C
	相対湿度	41.4%	44.8%	50.7% (乾燥)
カビの繁殖	カビは繁殖しない			

■ 65～75未満：快適

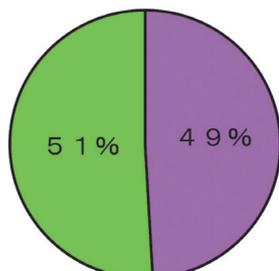
■ 75～80未満：やや暑い

■ 65～75未満：快適

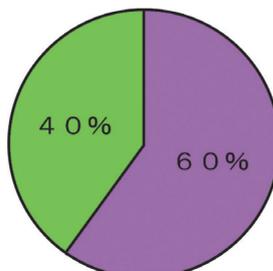
■ 75～80未満：やや暑い



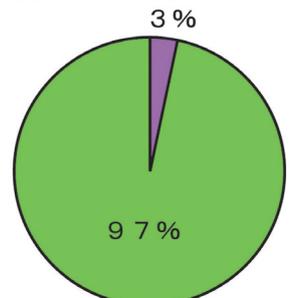
a) リビング



b) 1F 洗面室



c) 南東室



d) 北東室

図4-1 測定期間中の不快指数(DI)の分析
(期間：2013.8/6～8/22の内、7～24時のデータ)

図4-2 測定期間中の不快指数(DI)の分析
(期間：2013.8/6～8/22の内、23～7時のデータ)