

つくば市
スマートワトソン君実証実験報告書
(つくば環境スタイルサポーターズプログラム 承認番号平 24 第 1 号)

2013 年 3 月

株式会社インテグラル

目次

1.	はじめに.....	1
1)	背景.....	1
2)	目的.....	1
3)	事業実施期間.....	1
4)	概要.....	1
2.	実験結果.....	3
1)	公共施設の実験.....	3
1)-1	一覧.....	3
1)-2	実験状況.....	3
1)-3	アンケート結果.....	3
1)-4	考察.....	4
2)	一般住宅（つくば環境スタイルサポーターズ会員宅）の実験.....	5
2)-1	会員の属性と実施スケジュール.....	5
2)-2	測定状況.....	5
2)-3	アンケート結果.....	5
2)-4	考察.....	8
3.	まとめ.....	9
1)	評価.....	9
2)	課題.....	9
4.	最後に.....	10

1. はじめに

1) 背景

近年、地球温暖化防止対策として民生部門のエネルギー削減や既存住宅ストックの優良化が求められており、住宅の断熱性能の向上は喫緊の課題となっている。しかしながら、住宅において、特に既築の住宅について、その断熱性能やエネルギー使用状況を把握する手段は少ない。そこで、既存住宅の断熱性能の見える化やエネルギー使用量の見える化を実現する簡易な測定ツールが必要とされている。

2) 目的

つくば市に所在するインテグラル（以下、インテグラル）では、この問題を解決するために、筑波大学大学院システム情報工学研究科中内靖准教授との共同研究で、いばらき大県創造基金を活用して、「スマートワトソン君」を開発した。この「スマートワトソン君」システムを用いて、木造建築物の温湿度および電力量データ測定の実現性と課題を検討するため、つくば市の協力を得て、実証実験を行った。

特に、中規模木造公共施設におけるデータ測定では、本システムによるデータ測定が可能であるか、また、データ測定により施設内の温湿度や電力消費量を『見える化』することで、施設利用者の施設内環境や省エネに対する意識が変化するのかを検証することを目的とする。

3) 事業実施期間

2012年10月～2013年3月

4) 概要

本実証で用いたスマートワトソン君の概略を示す。参加者は図1のようなインターネット画面で、測定データを確認することができる。

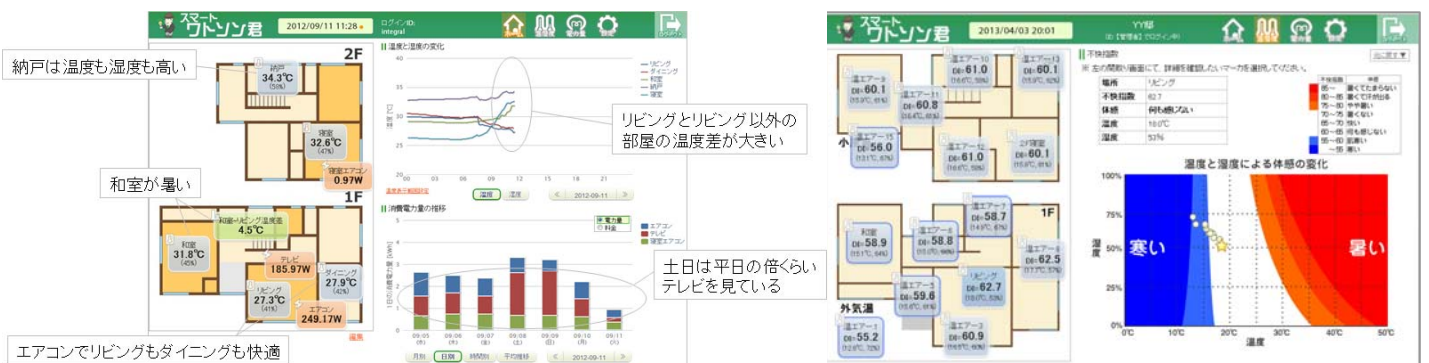


図1 利用者が閲覧するインターネット画面例

スマートワトソン君の機器の構成、および、仕組みを、図2に示す。

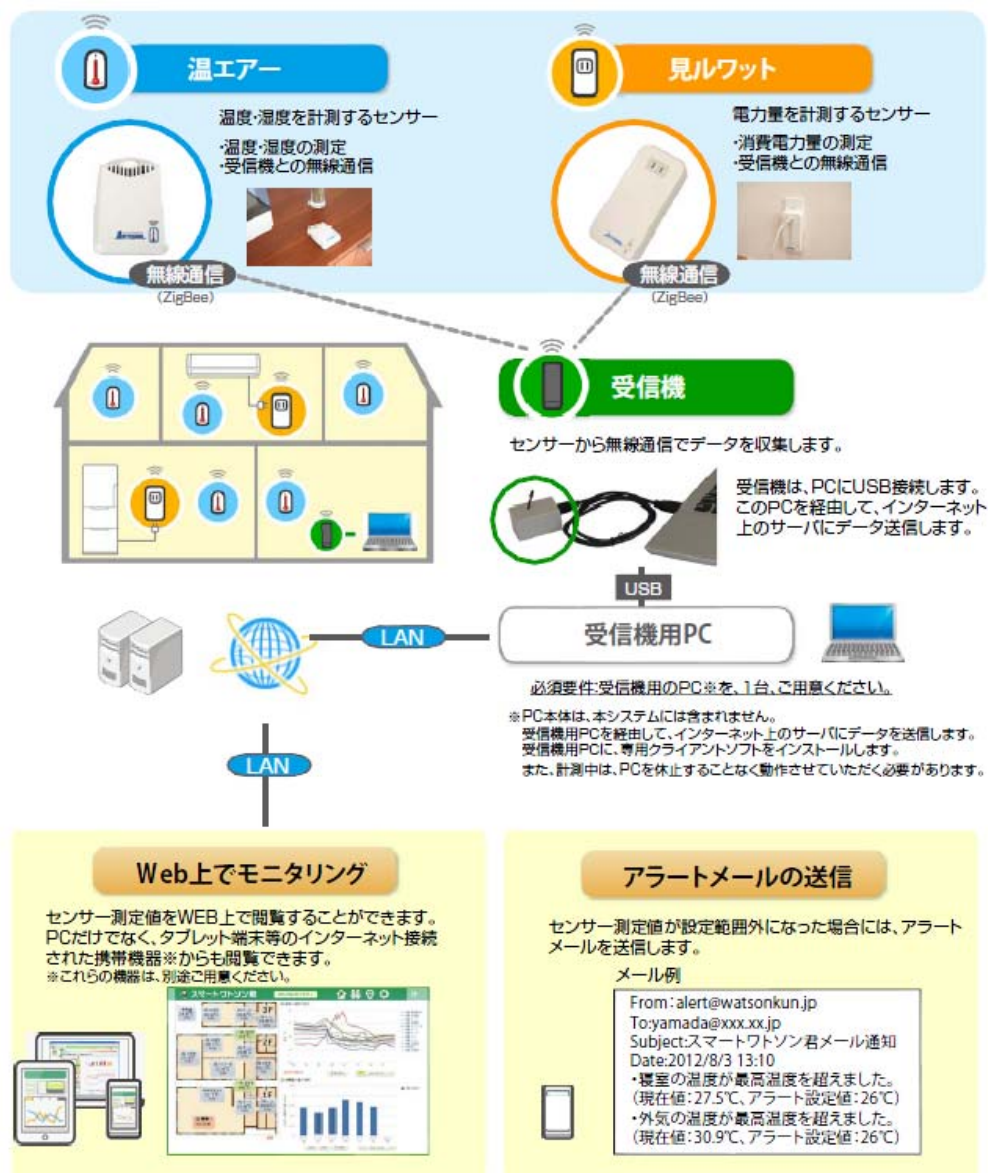


図2 機器構成と仕組み

実証実験では、一定期間の温湿度および電力量データの測定を行う。実験は通常の使用状況におけるデータ取得を目的とし、実験による建築物への使用制限はない。

データ測定期間は1物件について2週間～1ヶ月を想定し、測定に必要なインターネット環境およびデータ受信用パソコンはインテグラルが用意する。また、公共施設へのセンサーの設置はインテグラルが行う。

なお、本実証は、つくば環境スタイルサポーターズの事業所会員であるインテグラルが実証実験となるプログラムを提供し、個人会員の中からモニターを募り（右図は募集チラシ）、参加した初めてのサポーターズプログラムである。



2. 実験結果

1) 公共施設の実験

1)-1 一覧

No	施設名	築年	住所	構造	特徴
1	東幼稚園	18	つくば市	木造	平屋、開口多い
2	東小学校	18	つくば市	混構造	2階建て、オープンスペース多い
3	谷田部中学校	10	つくば市	木造	平屋、金属ドア多い

1)-2 実験状況

つくば市内の幼稚園、小学校、中学校での構造として木造部分を有する公共施設3箇所の協力のもと、実験を行った。

第1回目は、10月から12月のまだあまり寒くない時期に上述の3箇所において、第2回目は、2月のもっとも寒い時期に2箇所（東幼稚園、東小学校）において行った。

実験で使用する機器の構成は、施設の広さや設置位置を考慮し以下とした。

施設名	温エアー	見ルワット※ルーター機能
東幼稚園	8台	6台
東小学校	12台	23台
谷田部中学校	5台	8台

1)-3 アンケート結果

実証実験に参加いただいた各施設の管理者の方に、実験終了後、ヒヤリング形式でご意見・感想をまとめた。以下は、その結果である。

施設名	ご意見
東幼稚園	<ul style="list-style-type: none">・不快指数として示されたのが興味深かった。・計測結果を見て、思っていたよりも乾燥していたのに驚いた。・濡れタオルで乾燥対策を行ったが、あまり効果が見られなかった。
東小学校	<ul style="list-style-type: none">・2F 東側など、教室によって暖房効果が小さい部屋があることがわかった。・東側教室(日が当たらない)と西側教室(日が当たる)を比較した場合、4～5℃程度の温度差が発生することがあるとわかり、よかった。・ヒーターは職員室で一括管理しているので、教室の温度が見えるとヒーターの電源のON/OFFの判断に役立つ。
谷田部中学校	<ul style="list-style-type: none">・実証実験で行った計測によって、具体的に何ができるのか興味がある。・夏に西側が暑くなるので、夏の計測で実態を知りたい。

1)-4 考察

<中規模木造建築における計測可能性>

- ・ 小学校・幼稚園という中規模建物においても測定可能なことが確認できたが、機器の設定の簡易さ、動作の安定性について、改善項目が見られた。
- ・ 幼稚園では、無線通信にとっては不利な人の出入り、すなわち、園児の在室状況に影響を受け、無線通信状況が悪化することを確認した。製品で採用している2.4GHz帯の通信の特徴として、水分量の多いところでは不利となる点があるが、これが検証された。
- ・ 第1回目、第2回目では、平均外気温や湿度に差があったが、測定の安定性については、影響がなかった。

<利用者の施設内環境や省エネ意識への効果>

- ・ 第1回目は、それほど寒い時期でもなく、また、気温差の小さい時期であったため、利用者の関心は比較的薄かったが、第2回目においては、十分に寒い時期で暖房器具もフルに使っており、かつ、インフルエンザ・ノロウイルスなどの流行時期であったこともあり、関心が高かった。温度環境や暖房機器エネルギー量の把握への関心度は、季節に大きく依存して変化する。また、気温差が激しく、寒さ・暑さが厳しい時期に実験を行えば、諸所の特徴を顕著に示すことができる。省エネの意識変化を起こすには、季節はもっとも重要な要素であることが確認された。
- ・ 第2回目では、2/4～2/15の2週間、小学校と幼稚園を同時計測した。この期間の外気温は、最低が-3℃、最高が10℃に達しない非常に寒かった。2施設を比較すると、不快指数も温度・湿度も、幼稚園のほうが比較的部屋間の差はないが、これはプラン上、規模が小さいために差異が出にくいことや、暖房設備が閉じた空間である各部屋に配置されていることにより、効果的に温められる特性が活かされていると思われる。
- ・ 小学校では、教室の配置状況、あるいは暖房運転状況による、部屋間の温度差を確認した。大きな施設ほど、日射の影響と、教室の用途・使用時間・頻度などを考慮する必要性が明確となった。設計時の検討も重要であるが、計測によってわかる各教室の温度環境の特徴をふまえて、季節により教室の利用頻度や時間帯を変化させるなどで快適性や暖房効率を向上させることができると考えられる。
- ・ 幼稚園では、乾燥対策として濡れタオルなどの対策をしたが、あまり効果がみられなかったとの報告があった。このように、各対策の効果を数字で把握することで、さらに次の対策を検討する必要性に気づくことも重要であると考えられる。

2) 一般住宅（つくば環境スタイルサポーターズ会員宅）の実験

2)-1 会員の属性と実施スケジュール

参加総数	17 会員				
構造	木造 12 件	軽量鉄骨 3 件	鉄筋コンクリート 2 件		
様式	戸建 15 件	集合 2 件			
実施時期	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月
	5 件	5 件	4 件	3 件	1 件

2)-2 測定状況

つくば市、あるいは近郊にお住まいで、つくば市が行う「つくば環境スタイルサポーターズ」に登録されている方に案内をお送りし、応募のあった 17 件において、約 2 週間、実験を行った。

また、希望された方については、“住まいの省エネ診断”を実施した。これは、住宅そのものの断熱性能を診断するものである。一定の条件のもと、暖房機器を止めてからの室内温度の下降状況から熱損失を推定するものである。

2)-3 アンケート結果

実証実験に参加いただいた会員の方に、実験終了後、アンケート用紙により、ご意見・感想をまとめた。以下は、その結果である。

【実証実験に興味をもった理由】

- ・室内外の温湿度が、5ヶ所、ワイヤレスで測定できること。自宅にもこんなシステムを組んでみたかった。
- ・省エネに興味があったから（オール電化住宅なので）。
- ・家の断熱性能が気になったため。
- ・我が家は環境にやさしい家だと日頃から思っていたので実験で確かめたかった。
- ・各電気機器の使用電力の状況把握。
- ・各部屋の温度変化/室内温度と体感温度の比較。
- ・築 34 年経過後もどの程度の劣化がみられるのか。気密性が保たれているのかを確かめたかった。
- ・かねてより関心があったが、温湿度はともかく電力量の測定は簡単にはできていなかった。家で、どの物がどのくらいの電気を使っているか知りたかったから。
- ・何となく面白そうだったから。
- ・温湿度測定ができるから。

【センサー設置について】

- ・普通（回答数 4）
- ・簡単（回答数 10）
- ・電池が消耗していたのかもしれないが、電力消費が大きい。結露？でセンサーが動作しなくなることがあった。商用電源がつけられるようになっているともっとよい。

- ・どこに設置するか決めるのに少し悩んだ。(設置したい場所と高さのかねあいで)
- ・冬の時期でしたので、あまり高い位置への取り付けは避けるようにした。
- ・表・裏により違いかでののか。
- ・あるセンサーが途中で信号送信を停止していた。電池交換と若干の位置調整で復帰した。
- ・洗たくばさみがついていて、つけやすかった。
- ・意外と良い高さに設置する(例えば床から 20cm、120cm)ところにひっかけるところが無い。

【常駐計測プログラムについて】 ※センサーからのデータ受信を行うプログラムです。

- ・見やすい、あるいは、比較の見やすい(回答数 11)
- ・特にグラフがあって見やすい。”
- ・普通(回答数2)
- ・困難
- ・説明書を見なくても操作できた。
- ・文字サイズをもう少し大きくしてもよいかと・・・。
- ・電力量測定画面は、2 つに分けたほうが見やすい。
- ・シリアルナンバーだけでなく、温エアー①、②の表示があるともっとわかりやすい。
- ・シリアル No 表示なのでどの温エアー番号なのかわかりづらい。
- ・ノート PC 自体のチェックプログラムが走ると停止してしまうことがあったのは残念である。
- ・気温・湿度の表示はわかるが、電気はどうして測定されているのか。
- ・見ルワットの送信が途絶えた期間があった。PC の再起動で復帰せず、コンセントの脱着で復帰した。
- ・温度センサーにどの段階で電池を入れればよかったのか良くわからないが、設置した場所に入れるのが良い様だった。

【環境パネルについて】 ※計測したデータをインターネット上で確認する WEB ページです。

- ・見やすい、あるいは、比較の見やすい(回答数 9)
- ・特にグラフがあって見やすい。
- ・説明書を見なくても操作ができた。
- ・普通(回答数 2)
- ・温度表示範囲指定が機能しない。
- ・温度差が少ない場合、グラフにカーソルをあてても区別しにくい。
- ・温度表示が当初 0℃までで、連絡して氷点下まで表示できるようにした。外部温度は氷点下になる日がけっこうある。
- ・2 回目を行うときはポート設定をしなければならないのがわからなかった。多分それを行わなかったので1 回目の引き続きの形式になったのだと思う。
- ・3G などの細い回線でのアクセスでは画面の表示、書き換えが時間がかかる。高速で概略のトレース表示 → 選択すると詳細表示になるとよい。
- ・スマホの画面は動きが悪かった。

【省エネに役立ったか】

- ・無回答(回答数 5)
- ・役立った、比較的役立った(回答数 4)
- ・温度の変化や消費電力はもちろん、湿度変化がとても興味深かった。予算が許せば各部屋や天井裏にも
- ・配置したシステムを作りたい。
- ・普通
- ・経時的に電力消費量がわかるので最初のころや気になったとき、どのくらいかが確認できてよい。
- ・冷蔵庫が少し古めなので消費電力がわかってよかった。
- ・炊飯器の保温機能に対し、想像以上に電力をつかっていた。
- ・テレビの主電源 OFF はあまり効果を感じなかった。
- ・省エネはできるだけこまめに消灯することを心がけている。推奨されているようなことは 3.11 以前からもしていた。経費節約の点では、洗濯機、乾燥機、エアコン、ストーブなどは安い夜間電力を使っている。洗面所にある電気ストーブがすごい電気を使っていたから、あまりつけないようにした。
- ・あまり役に立たない。と言うのは、床暖に使っている電力を知ることができないから。
- ・リアルタイムで外からも状況把握ができて、興味深くこまめにチェックを入れることができた。

【その他】

- ・見ルワットのほうで、エアコンの測定をしたかったのですが、200V 用のためプラグが合わず残念だった。
- ・すまいの省エネ診断の住宅調査マニュアルの記入が素人で難しかった。
- ・興味深いシステムで個人的にも欲しいが、新発売キャンペーンでもちょっと高いよなあ、の印象がある。
- ・何かとご迷惑をおかけいたし申し訳ありませんでした。次回もよろしく願い申し上げます。
- ・簡単に温湿度や消費電力の経過が蓄積されて、データをいろいろ活用できることはすばらしい。断熱リフォームなどに目に見える形で提案できて有用な方法だと思う。
- ・PC はもう少し低能力、低消費電力型でもよいと思う。
- ・省エネ診断では、一台のエアコン(4Kw)だけでは 25°Cまで上げられなかった。それでも住まいの省エネ診断ができればよいですが。
- ・省エネへの意識が高まり、省エネ関連の雑誌を見て、実行してみた。
- ・家族全員へ周知はしたが、どれだけ協力を得られるかが課題。
- ・温湿度センサーNo5 外部(玄関ドア-外)設置が、温度表示に異常が見られた。12月5-6日、12月12-13日。電池を入れ替えたら正常値に戻った。
- ・オール電化で夜間電力の 200V 系で貯湯、蓄熱していて、他ではあまり使ってないので、家の受電電力で評価しなかった。それを評価しないと外気温と使用電力の相関が見られない。やむを得ず、寝室のエアコンとデロンギヒーターのコンセントに見ルワットを取り付けた。南からの日射しの効果がよくわかる。
- ・外に出ずに、楽に温度を知ることができてよかった。電気ストーブにすごい電気代がかかっていたことに気づいて良かった。家の中の温度の遷移がどんなものか良くわかったことが良かった。
- ・家の中の温度変化と天気の間関係を、改めて理解できた。
- ・外の家との比較で、OMソーラーでの快適な生活環境の特徴をデータから見出せるといいなと思う。

- ・省エネ以外に、見ルワットを外部からチェックできることで子供の帰宅が確認できる等、見守りとしても活用することができた。

2)-4 考察

<多様な住宅建築における計測可能性>

- ・住宅ごとに、構造、間取り、家財量など、条件が異なることにより、安定性のある物件もあれば、少なからず不安定な物件も見られた。このため、通信端末（イーモバイル）や PC の再起動などを、施主の方に行っていただくことがたびたびあった。データが順調に計測できない可能性やその場合の対処方法について、利用者の方への事前説明をもっと丁寧に行う必要があることが明確となった。
- ・つくば環境スタイルサポーターズの方の中には、日ごろよりセンサー機器の扱いに慣れた方が多かったためか、機器の扱いについて、“簡単だった”との声も多く聞こえたが、機器到着から設置までに日時が経過する方もみられた。設置方法の煩雑さについて改善の余地が見られた。

<利用者の施設内環境や省エネに対する意識への効果>

- ・住宅ごとに、空気（温度・湿度）環境について、数値を用いて見える化したことにより、理解を深めていただけた。
- ・住宅の外皮設計において、断熱性への配慮を行っておられる建物が多くみられ、また、その効果が計測データより確認できた。複層ガラス設置、床壁天井などの断熱材設置、間取りの工夫などによる効果が確認できた。たとえば、外気が氷点下になった時、単板ガラスの部屋では 6 度程度まで下がるのに対して、複層ガラスの部屋では 10 度程度に保たれる。外壁に面さないよう配置された浴室の例では、13 度程度に保たれていた。また、こうした配慮を行っておられる方々ほど、省エネに対する意識が高く、関心が高いことがわかった。
- ・住宅の外皮設計にとどまらず、設備による省エネについて先見的な知見を取り入れて行っている住宅の効果も確認できた。たとえば、太陽熱により温められた空気で基礎を蓄熱し、ゆっくり放熱して建物全体を温める仕組みを取り入れた物件では、温度のばらつきが非常に少なく、理想的な住宅環境が実現されていることが確認できた。こうした住宅では、新築時に断熱等に関する工事費用をかけたと思われるが、その効果を実際の住宅のデータとして公開していくことで、今後住宅を建築しようとする施主は費用対効果を知ることができ、省エネ住宅の普及促進につながると考えられる。
- ・一方、暖房機器を使わない、我慢の省エネを実施されていると思われる住宅も見受けられた。これらの住宅では、主たる居室と洗面室との温度差が大きい。この状態は、交通事故より多いといわれる住宅内事故死が起こる可能性が高い。断熱リフォーム工事を行うことで温度差は改善できるが、そうしたこと以外に普段の生活での工夫として、トイレや洗面室に行くときに 1 枚羽織るとか、入浴前にシ

ャワーを流すなどして浴室温度を上げることにより、懸念されるリスクを減らせることを知らせていくことが重要であると思われる。

- ・ 公共施設と同様に、寒暖が少なく暖房機器を用いない時期においては、数字として寒さが出てこないので関心も薄い。意識変化に影響を与える目的として、こうした計測を効果的な季節に行うことが重要である。

3. まとめ

1) 評価

つくば市の協力により、本システムの適用分野として構想している公共施設での応用の可能性、有用性の検証、および課題が明確にできた。

寒暖の激しい時期であれば、計測期間が短くても現状把握は十分にでき、その施設にあった対策を検討できることがわかった。継続的な検証、設備コントロールの自動制御などといった大掛かりなシステムを費用をかけて構築しなくても、今回の実証実験程度の取り組みによって、環境の改善は十分に促進され、省エネ意識も高まるものとする。

住宅においては、外皮設計や冷暖房の設備設計により、住宅の断熱性に大きな差異があることが検証できた。住宅の断熱リフォームが進まない理由として、費用対効果が見えないことが課題として言われているが、今回のような実証データを公開していくことで、新たに住宅を建築しようとする人は身近な事例として費用対効果を知ることができ、それをふまえて、工事費用総額としては大きくなる消費行動を決定し、住宅の省エネ化の促進に大きく貢献すると考えられる。

2) 課題

今回の実証実験の結果をふまえて、今後、解決すべき課題は以下のとおりである。

- ・ 電波障害の克服
2.4GHz 帯による通信の限界に対して、機器の改良や設置方法の工夫などにより改善を検討していく必要がある。
- ・ 季節を選ばない省エネ効果の見せ方
寒暖の差が大きいときに効果的であることがわかったが、1年の約半分を占める寒暖の差が少ない季節において、環境把握や省エネ効果をどのように見せていくか工夫が必要である。
- ・ 現状をふまえた注意喚起、効果的な対策の提示
現状を知らせるだけでなく、その後、どのような注意をすべきか、あるいは対策を行うべきかを、個人のライフスタイルにあわせて、類型化してアドバイスできることが必要である。

4. 最後に

今回の実証実験では、地元企業の提案にはじまり、これに行政と一般市民が参加する組織である“つくば環境スタイルサポーターズ“の協力を得られたことも大きな成果であったと考える。将来のエネルギー需給は地域単位でも取り組むべき課題である。今回の実証実験への一般市民の積極的な参加は、将来のエネルギーに関するコミュニティ意識の潜在シーズとして、大いに評価されるべきである。今後もこうした取り組みを季節ごとに続けていくことで、つくば市全体の省エネ意識向上に貢献していきたい。