

図．年間降水量

・年間を通じて降水量が少なく、東京の6割程度となっている。

(3) 温熱光環境等の計測

1. 計測期間

計測期間は夏冬ともに1週間とした。

夏季

教室（職員室）内および外気の温湿度計測

2012年8月23日（木）PM13:00 ~ 2012年8月31日（金）PM15:00

表面温度と教室（職員室）内の照度計測

2012年8月23日（木）AM11:00 ~ AM12:00（計測機器設置日）

2012年8月31日（金）PM15:30 ~ PM16:30（計測機器回収日）

冬季

教室（職員室）内および外気の温湿度計測

2013年1月25日（金）PM17:00 ~ 2013年2月1日（金）PM15:00

表面温度と教室（職員室）内の照度計測

2013年1月25日（金）PM15:30 ~ PM17:00（計測機器設置日）

2013年2月01日（金）PM15:30 ~ PM17:00（計測機器回収日）

2. 計測機器設置場所

温湿度計測

計測場所と計測高さを次に示す。

夏季

教室（職員室）	床上 800mm、1,500mm、2250mm
体育館	南側及び北側 床上 1,500mm
屋外	屋上：床上 300mm 1階教室外：床上 3,000mm 1階校舎-体育館渡り廊下：2,300mm

図．温（湿）度計測機器設置場所と計測高さ（夏季）

冬季

教室（職員室）	床上 800mm、1,500mm、2,250mm（4-1 教室と 2-2 教室：床面）
トイレ・廊下	1階 床上約 1,000mm
体育館	南側 床上約 1,000mm
屋外	屋上：床上約 300mm

図．温（湿）度計測機器設置場所と計測高さ（冬季）

夏季の計測結果を受けて、1階教室外、1階校舎-体育館の渡り廊下、体育館北側の計測を除外した。新たに寒さが特に厳しいと指摘された1階・3階廊下（床上 1,500mm）、1階・3階の男子トイレ（踊り場）と、各教室の上下温度分布を把握するために3階 4-1 教室、2階 2-2 教室の床面を追加した。

表面温度計測

次に示す箇所の表面温度を計測した。

- ・教室及び職員室：窓（内側、外側）、外に面した柱（内側、外側）、天井、梁下、床
 - ・廊下：窓（内側、外側）、教室側の柱（内側、外側）、外壁（内側、外側）
 - ・体育館：南側外壁（内側、外側）、北側外壁（内側、外側）、天井（南側、北側）、床
- なお、冬季の計測場所は夏季と同様とした。

照度計測

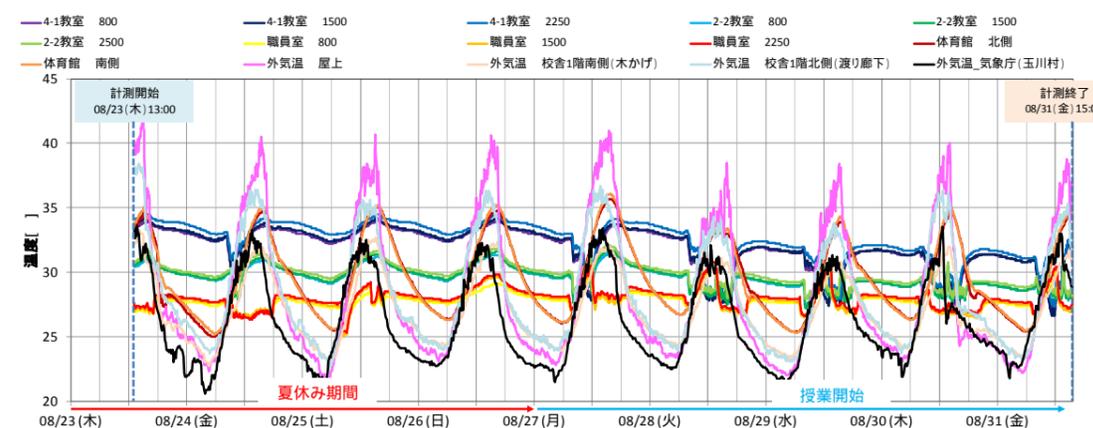
計測高さを机上面高さとし、照明のOn-Off時について教室及び職員室内の3点（窓側、中央、廊下側）を計測した。体育館については、照明Off時について計測した。

なお、冬季の計測場所は夏季と同様とした。

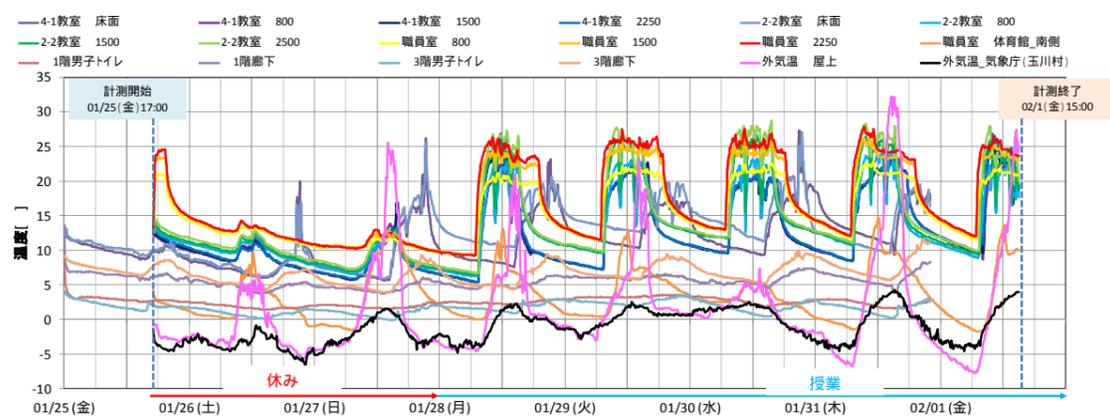
3. 計測結果

計測結果の一部を次に示す。

校舎各室の気温



図．各室の気温と外気温（夏季）



図．各室の気温と外気温（冬季）

夏季

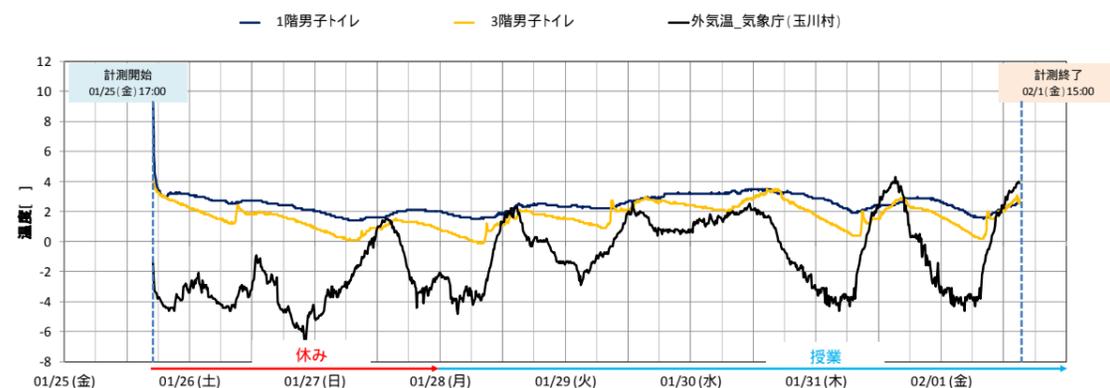
・室温は1階（職員室）から3階（4-1教室）に上がるに従い高くなった。その温度差は、3階と2階を比較すると概ね3℃、2階と1階を比較すると2℃程度の差が生じている。また、各教室（職員室）内の上下温度に差がほぼないことから、室内温度は均一と思われる。

冬季

・暖房を行わない場合の各教室の室温は、3階から1階に下がるにつれ高くなった。FFストーブを使って暖房を行っていた1月28日（月）の室温は、各教室の運用状況によって室温の変動はあるものの、最高温度はほぼ同様となった。なお、1月29日（火）から1月31日（木）までの間、4-1教室の暖房はエアコンのみとしたが、その間、2-2教室及び職員室との室温の差が5℃程度生じた。

・一般的にエアコンを使用した場合は、上下温度分布に差が出やすいと言われているが、床面を除き800mm、1,500mm、2,250mmの高さで温度の差異は見られなかった。FFストーブを利用した場合には、上下温度分布が2℃程度の差が見られた。これは、ストーブとエアコンの設置位置や吹き出し位置、吹き出し風速等による影響が大きいと思われる。なお、床面はどちらも低い。

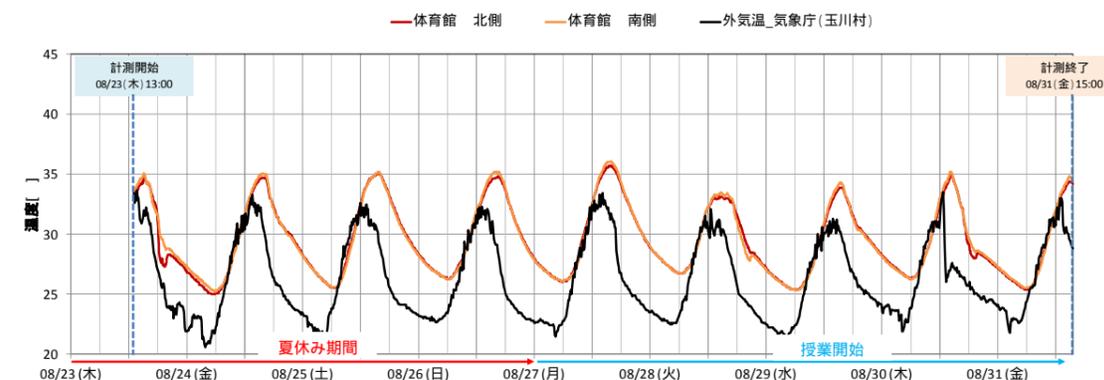
トイレの気温（冬季のみ）



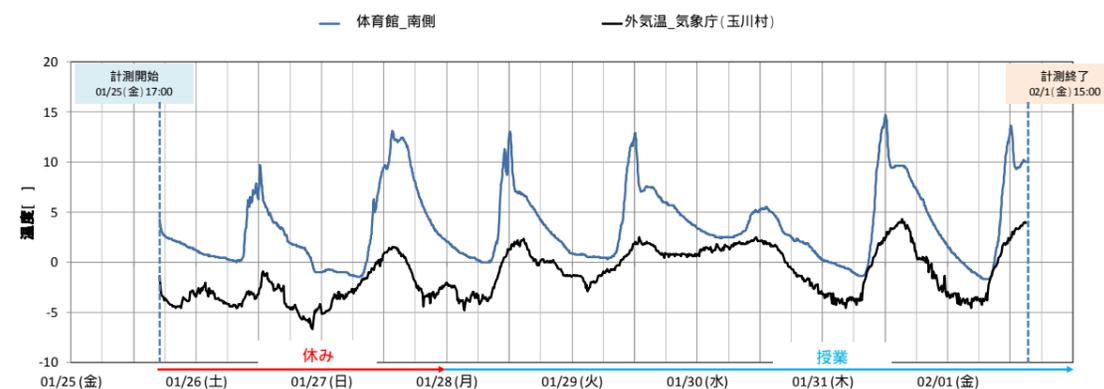
図．1階と3階のトイレ（冬季）

・踊り場にあるトイレは計測日全体を通して5℃以下となっており、非常に寒い空間であることが分かった。1階のトイレは、3階のトイレよりも若干ではあるが、室温が高い傾向にある。

体育館の気温



図．体育館の気温（夏季）



図．体育館の気温（冬季）

夏季

・日中の室内（アリーナ）の気温は外気温より2~5℃程高い。

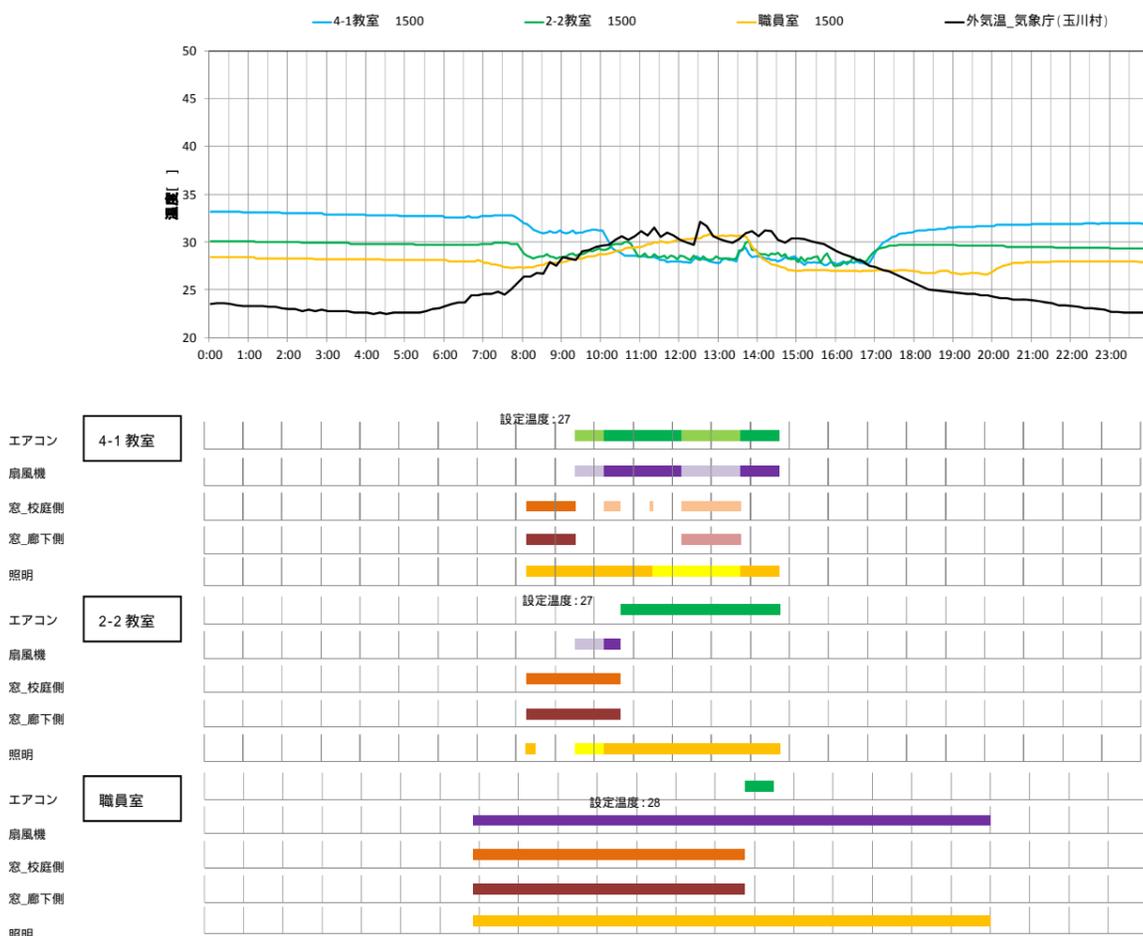
・アリーナ内は南側、北側に関係なく、ほぼ同じ室温となっており、方角による差異はほとんどない。

・日中は35℃程度まで上がるが、明け方は25℃程度まで下がる。

冬季

・曇りの日であった1月30日（水）を除き、晴れの日には日中で10℃程度の室温を記録した。外気温との差が最大10℃程度あった。

教室等の温度変化



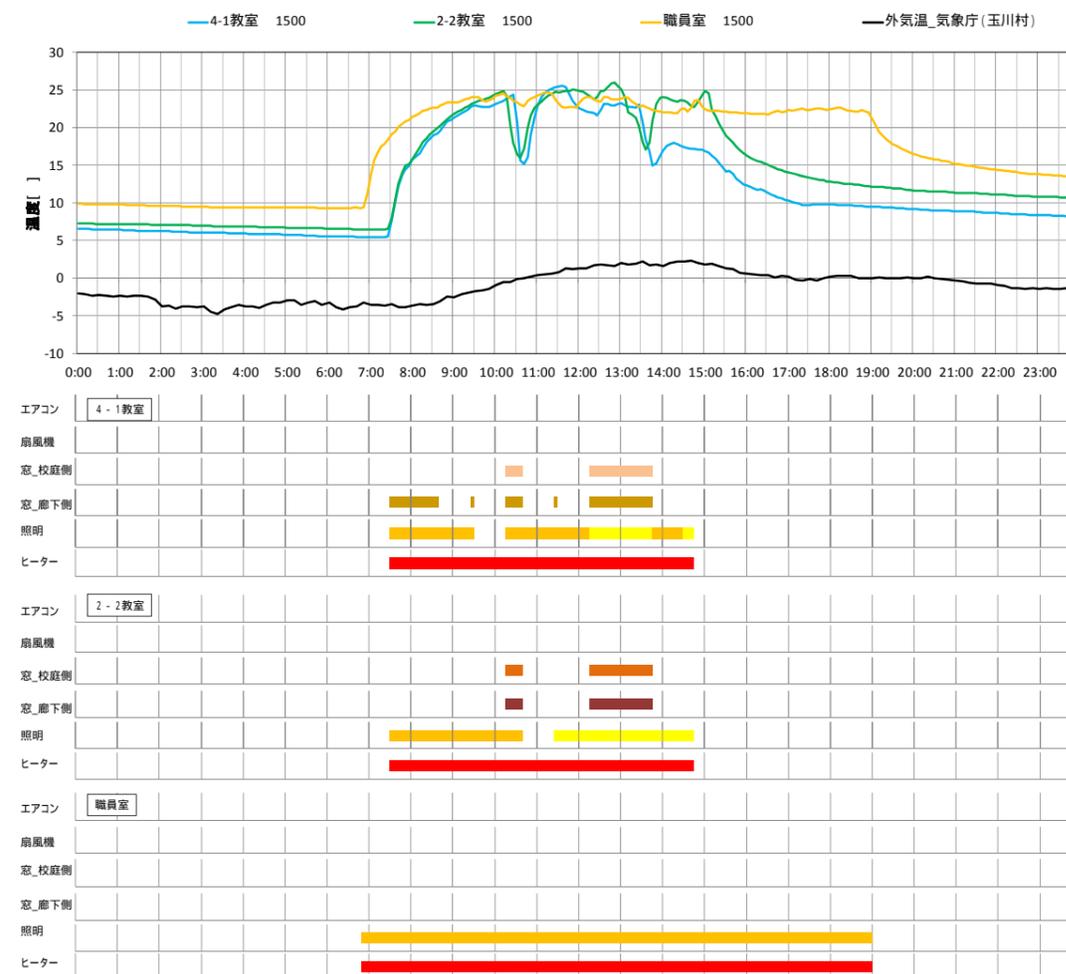
図．教室等の温度変化と運用状況（夏季 8月28日（火））

天候 午前：晴れ 午後：晴れ

横棒グラフは運用状況について示している。
薄い色は、断続的な使用
濃い色は、連続使用

夏季

- ・4-1 教室、2-2 教室および職員室は、始業前に室温が低下している。窓を開放することに起因していると思われる。
- ・4-1 教室、2-2 教室はエアコンを午前から使用している。職員室ではエアコンを使用していないため室温がゆるやかに上昇している。
- ・エアコンを使用した際の各室の室温は 28 程度を保っている。
- ・職員室では、午後 8 時まで扇風機を使用していたが、使用後は室温が 1 程度上昇した。



図．温度変化と運用状況（冬季 1月28日（月））

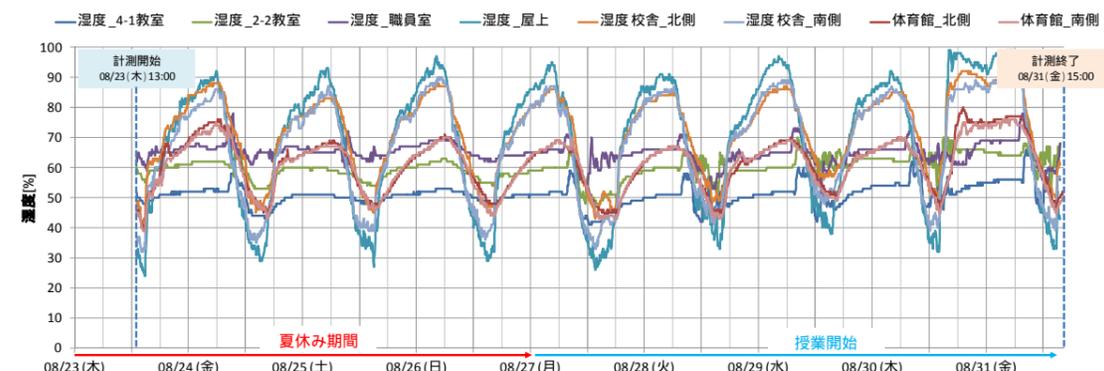
午前：晴れ 午後：晴れ（屋上およびグラウンド等に積雪あり）

横棒グラフは運用状況について示している。
薄い色は、断続的な使用
濃い色は、連続使用

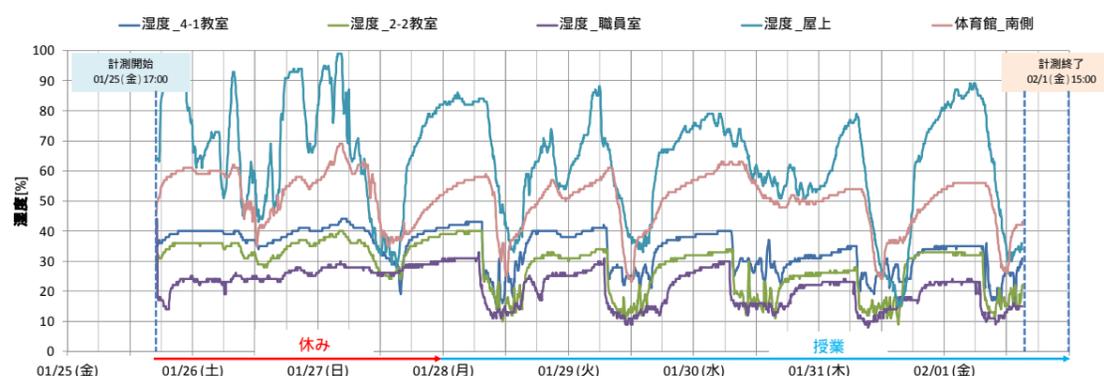
冬季

- ・各教室とも FF ストープによる暖房をしていたが、最高温度はほぼ同様となった。
- ・室温が急激に下がる時間帯もあるが、休み時間における窓やドアの開閉の影響によるものと思われる。

教室等の湿度



図．教室と屋外の湿度（夏季）



図．教室と屋外の湿度（冬季）

夏季

- ・外気の相対湿度については、屋上が最も変動幅が大きく、60%の差が生じた。
- ・体育館の相対湿度は、南側と北側を比較しても差異は見られない。
- ・各教室の相対湿度については、1階から3階に上るに従い相対湿度が低くなる。これは上階の方が温度が高くなることに起因していると思われる。高温ほど飽和水蒸気量が高くなる（より多くの水蒸気を含むことができる）ため、水蒸気量が同じ場合、室温が高いと相対湿度は低くなる。

冬季

- ・1階から3階に上るに従い相対湿度が高くなる傾向にある。
- ・各教室がFFストーブを使用した1月28日（月）の日中の相対湿度は10%～20%程度とほぼ同様な値を推移している。しかし、4-1教室がエアコンのみを使用した1月29日（火）～1月31日（木）の相対湿度は、FFストーブを使用した2-2教室および職員室と比べるとその差が10%程度高くなっている。これは、4-1教室の室温が低いことに起因していると思われる。高温ほど水蒸気を多く含むことが可能となるため、水分量が同じ場合、室温が高いと相対湿度は低くなり、室温が低いと相対湿度は高くなる。
- ・なお、計測期間中は教室内に加湿器の設置はしておらず、数本のペットボトルのキャップを開けた状態で設置するなどの湿度向上の対策を施していたが、湿度は低い状況にあり、あまり効果はなかったものと考えられる。

教室等の表面温度



図．教室と職員室の表面温度（夏季 8月23日（木）AM11:00）



図．教室と職員室の表面温度（夏季 8月31日（金）PM16:00）



図．教室と職員室の表面温度（冬季 1月25日（金）PM16:20）

夏季

- ・校舎3階の4-1教室、2階の2-2教室、1階の職員室の該当箇所について表面温度を計測したところ、階数が高い室内ほど表面温度が高くなる傾向がみられた。

冬季

- ・教室内の柱や梁といった躯体や、床や天井などの仕上げ材の表面温度は、1階の職員室が高く上階は低い傾向が見られるが、教室や廊下の窓の表面温度は3階から1階に下りるに従い低下している。これは、低層階ほど窓や壁が積雪によって冷やされていることが原因と思われる。

教室等の照度



図．教室と職員室の照度（夏季 8月23日（木）AM11:00）



図．教室と職員室の照度（夏季 8月31日（金）PM16:00）



図．教室と職員室の照度（冬季 1月25日（金）PM16:20）

夏季

- ・照明 ON 時の照度は OFF 時よりも高い。
- ・窓側から廊下側に向かうに従い照度が低くなる。また、3階から1階に下りるに従い照度が低くなるが、校舎南側に植栽された樹木の影響を受けたものと思われる。

冬季

- ・窓側から廊下側に向かうに従い照度が低くなる。
- ・なお、季節と計測時間による違いはあるが、総じて夏よりも照度が落ちる傾向にある。

（5）エネルギー使用量の把握

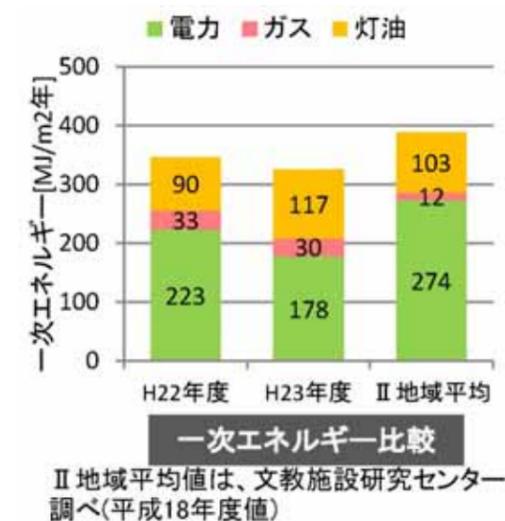
1．一次エネルギー換算によるエネルギー使用量

矢吹小学校の検針票から毎月の全体の電力量、ガス使用量、灯油使用量を把握し分析を行った結果の一部を示す。なお、本調査及び分析は国立教育政策研究所が行った。

各エネルギーを一次エネルギーに換算したエネルギー総使用量とエネルギー種別による一次エネルギー換算の比較を示す。



図．総エネルギー使用量（国立教育政策研究所作成）

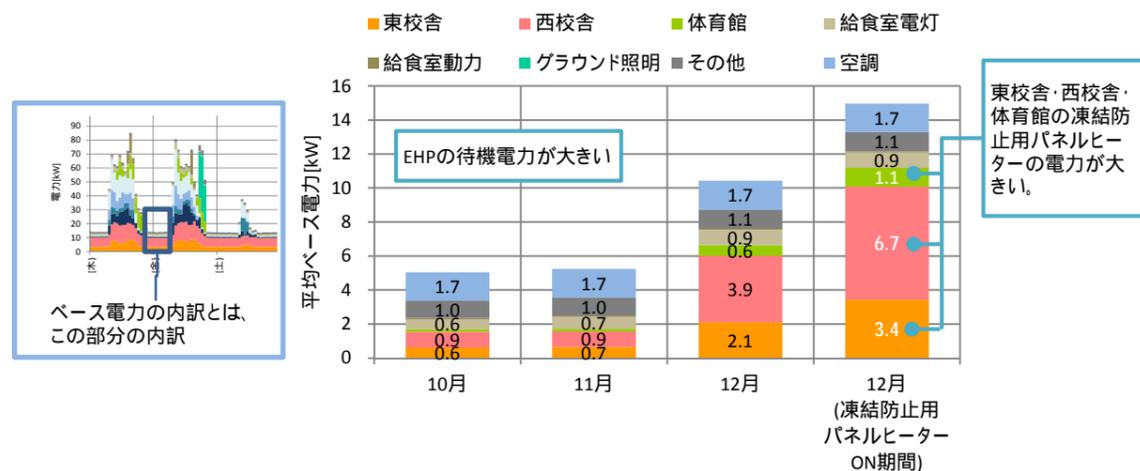


図．一次エネルギー換算による種別毎の使用量の比較（m²当たり）
（国立教育政策研究所作成）

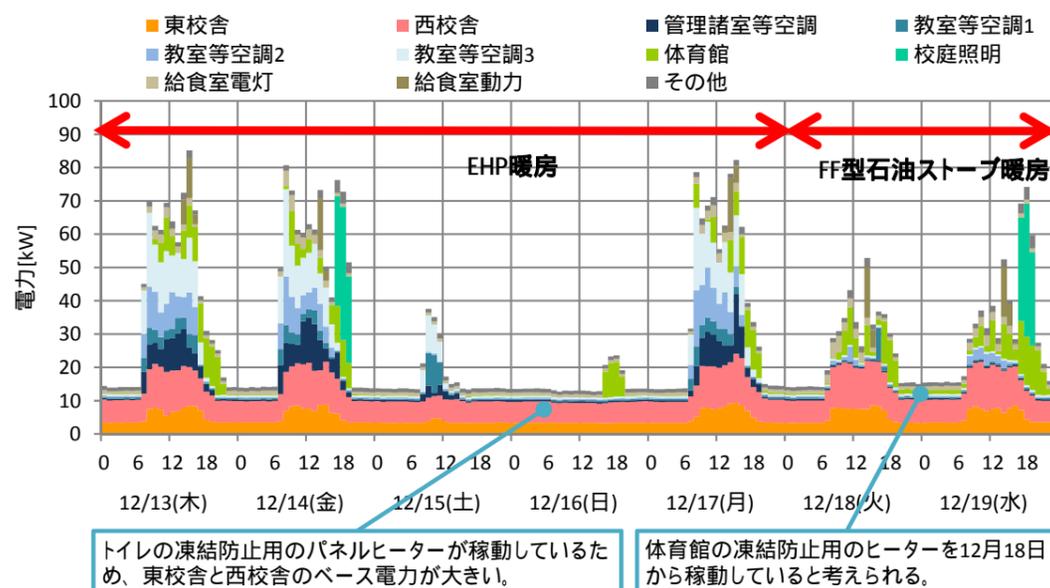
- ・エネルギー使用量は冬季の方が多いたことが分かる。
- ・一次エネルギー換算でみたエネルギー使用量は電力が半分以上を占める。
- ・単位面積当たりのエネルギー使用量を矢吹町が該当する寒冷地区分 地域の平均値と矢吹小学校を比較すると少ないことが分かる。

2．冬季のエネルギー使用状況

国立教育政策研究所が秋から冬季にかけて行った電力使用状況の調査分析結果の一部を示す。



図．月別のベース電力



図．電力の変動（12月中旬）

- ・ベース電力は冬季に増す。
- ・その理由として、トイレに設置したパネルヒーターの電力量が大きいことが挙げられる。

(6) まとめ

考察の一部を次に示す。

1. 温度

教室（職員室）

- ・1階から3階に上るに従い、夏期は温度が高く、冬期は低い傾向がみられた。特に3階教室（4-1教室）の

夏期の室温については、日射の影響を壁面だけでなく屋上からも受けていることが考えられる。そのため、屋上の断熱も肝心である。また、開口部についても断熱性を高めることが重要と考えられる。朝方の冷たい外気を教室内にとりこむことで、教室内がある程度涼しくなっていることから、夏期は、夜間から朝方までの外気を積極的に取り入れることが温熱環境改善のポイントと考えられる。

トイレ

- ・冬期計測期間におけるトイレの室温は、5℃以下を推移しており、非常に寒いことが分かった。

体育館

- ・夏冬ともに南側、北側に関係なく、ほぼ同じ室温となっており、方位による差はほとんどみられなかった。夏季の日中は35℃程度と外気温よりも数度高い。
- ・冬季は、晴れの場合、日中外気温が5℃以下でも10℃程度の室温を記録した。

2. 湿度

- ・冬期は1階から3階に上るに従い湿度が高くなり、夏期は3階から1階に下りるに従い湿度が高くなる傾向がみられた。これは、高温ほど飽和水蒸気量を多く含むことが可能であるため、水分量が同じ場合、室温が高いと相対湿度は低くなり、室温が低いと相対湿度は高くなることが要因と思われる。
- ・冬期の相対湿度については、各教室がFFストーブを使用した場合、日中の湿度は10%～20%程度とほぼ同じ値を推移した。教室内に加湿器の設置はしておらず、数本のペットボトルのキャップを開けた状態で設置するなどの湿度向上の対策を施していたが、湿度は低い状況にあった。

3. 光環境

教室

- ・窓側から廊下側に向かうにつれて照度が低くなる。また、3階から1階に下がるに従い照度が低くなるが、校舎南側に植えてある樹木の影響を受けたものと考えられる。

体育館

- ・照度は中央部分が低くなる傾向がみられた。北側と南側の窓の影響が大きいものと考えられる。

4. 電力使用量（国立教育政策研究所）

- ・EHPの待機電力が大きい。空調を使用しない期間においても、40kWh/日の消費電力量がある。使用しない期間はブレーカーを落とすなどの運用の工夫でエネルギーの削減が可能と考えられる。
- ・冬季の凍結防止用パネルヒーターの電力量が大きい。校舎の断熱性能が向上することによって、凍結防止用の電力を削減するとともに、トイレの快適性の向上につながると考えられる。
- ・教室内のコンセント数は少なく、使用していない電化製品のプラグを抜いている様子が見られた。改修により、コンセント数が増えることによって、ベース電力が増加する可能性がある。1教室あたり数Wから、電化製品のモードによっては30W以上増すことが考えられる。1教室あたりの消費電力量は小さいが、教室数、時間を積算することによって、電力量が大きくなると考えられるので、注意が必要である。もともと、オフィスなどに比べ、学校の消費電力は少なく、電化製品の使用時間の少しの増加が消費電力量に影響してしまうため、運用のルールを決めたり、一括で電源をOFFにできるスイッチを教室ごとに設けるなど、工夫が必要と考えられる。暖房便座を設ける場合も同様の配慮が必要と思われる。

エコ改修・ゼロエネルギー化の検討

（１）断熱性の向上

本校の温熱環境を改善するためには、断熱性と気密性の向上を図る必要があることは自明の理である。断熱性の向上を図るために改修による断熱方式の検討を行った。

１．断熱方式

断熱方式には大きく分けて内断熱工法と外断熱工法の２通りがある。日本では内断熱工法が主流である。内断熱工法と外断熱工法では、室内環境等において違いがみられる。

- ・内断熱工法：鉄筋コンクリート造などの構造躯体の室内側に断熱材を張る工法
- ・外断熱工法：鉄筋コンクリート造などの構造躯体の外側に断熱材を張る工法

２．内断熱・外断熱工法の違いによる室温変化

建物が鉄筋コンクリート造の場合、コンクリートの熱容量（物体の温度を 1 上昇させるのに必要な熱量）が高いために冷暖房の効果に違いがある。

- ・内断熱：コンクリートが外に面し断熱材が室内側にある内断熱の場合は、冷暖房の効き目が早い。その反面、冷暖房を切ると室温がすぐに下がる傾向にある。
- ・外断熱：外断熱は、冷暖房のスイッチを入れてもすぐには涼しく（暖かく）なりにくい。しかし一旦涼しく（暖かく）なるとコンクリートに蓄熱されるため、冷暖房を止めてもすぐには室温が上下しない。

３．結露対策

- ・外断熱の場合、外気・気温の影響を受けず、室内環境に壁面温度が同調するため、内断熱に比べ結露を抑制する効果がある。しかし、施工精度や断熱材の性能等によって、断熱材の外側で内部結露を生じる可能性があるため、導入には注意を要する。

４．断熱改修の課題

熱橋（ヒートブリッジ：熱が通る箇所）対策が十分に行えない。

- ・内断熱の場合は、教室境の壁と外壁面の接合箇所等における熱橋を考慮しなければならない。
- ・外断熱の場合は、バルコニーと外壁面の接合箇所、そして 1 階床下の熱橋を考慮しなければならない。

５．建設コスト・工期

イニシャルコストは内断熱に比べて外断熱の方が大きく割高となる。建築工事に加えて調湿を備えた換気システムを導入する等の換気設備の導入が一層求められることもその要因となる。一方で、工期は内断熱工法の方が施工手間が増え、時間が掛かる可能性が高い。

（２）湿気・冷気対策

１．夏季

教職員ヒヤリングを通して、校舎の西側の湿度が高く、特に家庭科調理室は、換気に気をつけても日当たりが悪くてジメジメしているという意見があった。また、梅雨時期になると湿気が多くなるので床が滑るとの意見もある。

家庭科調理室の前の廊下の窓はガラスブロックとなっているため、通風が十分に取れないことがその一因と

考えられる。引き違いの窓に改修し通風を確保する。

また、外気温は日中と夜間の寒暖の差が大きいということが調査により分かった。一方で室内は夜間も室温があまり下がらないことも分かった。夜間は教室側の窓を開け、換気扇を廊下側の窓に設けて外の冷気を室内に取り入れ熱気を逃がす夜間換気が効くことが予測される。

２．冬季

冬季は非常に廊下やトイレが寒い、特に 1 階が寒いとの意見があった。計測調査により大変低い温度であることが分かった。窓や外壁面の表面温度も低く、コールドドラフトが発生していることが予想される。また、冷気が階段を通して降りてきていることも予測できる。

廊下側の外壁面の断熱性を向上するとともに、3 か所の階段に扉を設け、冷気が下りてくることを防ぐことが考えられる。

冬季の換気については、できる限り外気を温めて室内に給気することが望ましい。全熱交換器の導入が考えられるが、太陽熱を利用して空気を温め、室内に取り入れることも今後検討する。

また、冬季の加湿については加湿器の設置が考えられる。

（３）電力・エネルギー消費量の削減

１．照明・自然採光利用

光環境の調査結果より、窓側と廊下側では大きな照度差があること、晴天時には、窓側は照明を付けなくても冬季でも十分な照度（机上 500lx）が確保できることが分かった。

照明負荷低減には、まず窓側と中央、廊下側の照明を系統分けすることが考えられる。また、LED 等の高効率照明に変えて消費電力を抑えることも求められる。

窓側の照度は夏場の晴天時でも 1,000～1,800lx 程度であった。バルコニーが庇替わりとなり、夏場の強い直射光が抑えられていると考えられる。

自然光をより生かすために、バルコニーにルーバー等を取り付けることが考えられるが、管理の問題を考慮し、室内のカーテンボックス等で光を反射させ、奥の方に取り入れることも考えらえる。

２．凍結予防対策

国立教育政策研究所の調査分析により、各トイレに設置した凍結予防のパネルヒーターの電力消費量が大きいことが分かった。現在は夜間に連続運転せざるを得ない状況にある。

給水設備の凍結防止には、ロータンク方式の場合、水抜きすることも考えられるが、災害時の利用を考えた際には課題がある。また水を流動させることも考えられるが、節水の面で課題がある。

便器の凍結防止には、トラップ部分にヒーターを付ける便器も販売されているが、1 台当たり 20～35W 程度の消費電力が掛かる。水を抜くことも考えられるが臭気対策ができない。

以上のことから、トイレの改修では温度環境を改善するために十分な断熱等を施した上で暖房設備を設置し、トイレ内が 0 度以下にならないように運転する暖房はできる限り連続運転を行わずに済む環境を用意する必要がある。

３．ベース電力の削減

国立教育政策研究所の調査分析により、エアコン等の待機電力の負荷が比較的大きいとの結果報告があった。長期休みは受変電設備で使わない室のエアコンの動力系統を落としておくことも有効だと考えられる。

4. BEMS（ビルディング アンド エネルギー マネジメント システム）

電力消費量を抑えるためには、どこでどの程度の電力量を使用しているかリアルタイムで把握できるような仕組みを導入することも有効である。電力だけではなく、水や灯油、ガスの使用量も把握できる。いわゆるエネルギーの見える化であるが、その検討を行った。

現状の管理システム

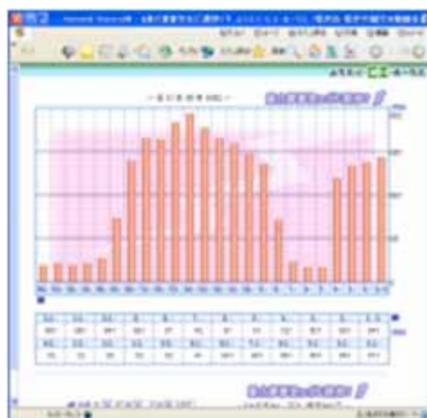
現在の電力管理における課題を整理する。

- ・照明はローカルスイッチのみであり、センターで管理できない。
- ・空調機はセンターコントロールパネルがあり、職員室で集中管理ができる。
- ・中央監視装置、エネルギーモニターや故障、警報をセンター化したものはない。

BEMS 導入の可能性

照明分電盤、空調制御ユニット、灯油等の各エネルギーメーター等に信号装置を取り付け、BEMS を構築した場合、

- ・各種エネルギーデータのモニタリングにより、消費エネルギーを予測した省エネ対策が計画しやすくなる。
- ・照明電力量、空調電力量を随時測定し、スケジュール制御を行うことにより、省エネを図る。
- ・各階の廊下等の照明を学校の運用状態に合わせてチドリ点灯、消灯しやすくなる。
- ・警備システム等より最終出退信号を受け、各室の照明、空調の切り忘れを防止しできる。
- ・学校のホームページ上でエネルギー使用量（電気、ガス、水、油）を1時間単位でどこでも閲覧可能となる。



写真．Web モニター

課題

BEMS 導入の課題を整理する。

- ・節電効果の目標設定
BEMS を導入する際には電力消費削減量の目標値を想定する必要がある。例えば民間のオフィスビルが補助金を受けて導入する場合は最低 10%以上削減することが必須と言われている。
- ・導入コストと維持管理コスト
現在の電力料金等に対して BEMS 導入による削減効果を予測し、初期投資がどの程度の期間で回収できるかを考慮して初期投資額を決めることが求められる。また、アグリゲータと呼ばれるエネルギー管理支援サービスを行う事業者の支援を受けなければ維持管理を含めてその運用は難しい。そのコストの回収も踏まえてシステムを組み立てる必要がある。

5. 節水・雨水利用

上水の消費量を減らすために、トイレの便器を節水型に変更することが考えられる。

現在の従来品の大便器は大よそ 13l / 回（大）、10l / 回（小）の水を消費している。節水型にした場合、大よそ 6l / 回（大）、5l / 回（小）となる。小便器は 6l / 回（従来品）、4l / 回（節水型）である。

児童のトイレ利用回数について、小便 4 回（6 回 / 日のうち、学校でトイレを使う回数）、大便 0.3 回（男子）

0.5 回（女子）と仮定し、現在の児童数で水消費量を計算すると、大よそ 4,000l（4 t）の水消費量を削減できる可能性がある。

なお、洗浄水量が 5l / 回を切る超節水型便器も市販されているが、排水管内の詰りの危険性が少ない 6 リットル / 回以上の仕様とすることが望ましいと考えられる。

（4）太陽熱利用

体育館の温熱環境を改善するために、検討委員会で視察した荒川区立第 7 峡田小学校にも導入されていた太陽熱を利用した採暖システムを採用することが考えられる。屋根に集熱パネルを設け、集熱した空気を床暖房に生かすシステムであり、通称、空気集熱式ソーラーシステムと呼ばれている。これをユニット化し販売している専門のメーカーが存在する。



写真．空気集熱式ソーラーシステムの概念図

ユニットは集熱面と空気を床下にするエアハンドリングユニットからなるものであり、床面積 150～200 m²で 1 ユニットが目安とされている。現体育館のアリーナ床面積は大よそ 1,000 m²であるため、6 台程度のユニットを設置する必要がある。

導入にあたっては、

- ・既存の屋根面に載せるために積載荷重が増す。そのため構造の荷重条件を確認する必要がある。
- ・災害時に停電となった場合にも運転できるように、自立運転可能な太陽光発電と組み合わせることを検討する。なお、エアハンドリングユニットの消費電力量は、中速運転で 200W 程度である。

（5）木質化

温かみと潤いのある学校空間を実現するために、内装に木材を積極的に使用することを検討委員と教職員より積極的に求められた。

その実現にあたっては、地元の木、県産材を使い、森林育成に貢献することが肝要と考える。壁面、床面、天井の仕上げ、児童ロッカー等の造作家具において使用できると思われる。水が掛かる部分は避ける等の適材適所を図る必要がある。

（6）ゼロエネルギー化

ゼロエネルギー化について、太陽光発電の発電量の検討を行った。

1. 現在の消費電力量

平成22年と23年の平均で大よそ	92,000 kwh / 年
9,200 kwh / 月	暖房は灯油利用、学校のエネルギーとしては、冬夏の増加がないのでほとんどが照明負荷と推測
460 kwh / 日	200日（授業を行う年間日35週×5日+）
58 kwh	1時間当たりの電力量
	学校の運用時間を8時間と仮定

2. 太陽光の年間発電量の検討

日照グラフ / 月 過去平均 KWh/m2

傾斜角		50 度
方位		45 度

* 季節にかかわらず効率安定している数字を選択

月	平均日射量 KWh/m2	日	1-温度ロス	月次発電量 KWh/月
1	3.0	31	0.90	6,026
2	3.8	28	0.90	6,895
3	3.9	31	0.85	7,399
4	4.0	30	0.85	7,344
5	4.0	31	0.85	7,589
6	3.7	30	0.80	6,394
7	3.7	31	0.80	6,607
8	3.7	31	0.80	6,607
9	3.1	30	0.85	5,692
10	3.1	31	0.85	5,881
11	3.1	30	0.80	5,357
12	3.1	31	0.90	6,227

*NEDO DATAbase
場所: 福島県 石川

計算式より想定
太陽光発電想定容量 **80 kW**

460 kwh/日 **エコ改修で約80%負荷省エネ**
電気消費量 / 日 **368 kWh/日**

* 1-その他のロス = 0.9
諸条件による

年間の発電量 **78,017 kWh/年**

$$\frac{78,017 \text{ kwh}}{368 \text{ kwh}} = \text{運用可能日数} \quad \text{電気消費量}$$

212 日

以上により、現在使用している電力量をエコ改修 + 省エネ利用で 2 割削減し、80kw の太陽光発電を導入すれば、1 年間の消費電力をまかなえると予測できる。(ただし、夏期を中心とした余剰発電消費を含める)

3. 灯油を電力換算した場合

・灯油の消費量：約 13,000 l = 36.7MJ / l × 13,000 l = 477.1GJ (2 年間平均)

灯油の電力換算	年間	477 GJ/年
	電力量換算	48,883 kWh/年 (9.76MJ / kwh)

負荷低減目標	60%	(エコ改修による)
太陽光発電で賄う目標発電量	29,330 kWh/年	

*80kwの太陽光発電量(78,017/kwh/年)と比較して、太陽発電容量を求めると
太陽光発電想定容量 **30 kw**

トータル発電容量 110 kw

現在の灯油消費量の 4 割削減できれば、30kw の太陽光発電により 1 年間を通した一次エネルギーベースにおけるゼロエネルギー化が図れる。

4. 冬期の暖房をエアコンに頼る場合

エアコン定格電力	131.1 kw
1日8hで70日	8 h
	70 日
負荷率	50%
想定エアコン年間負荷	131.1*8H*70日*0.5= 36,708 kWh/年
目標とする省エネ率と消費量	80% 29,366 kWh/年 (エコ改修による)

太陽光発電想定容量	30 kw
トータル発電容量	110 kw

5. 太陽光発電容量

以上により、目標値を **110kw** と想定する。

6. 設計概算

想定容量	110 kW	計算根拠	
		1m ²	発電効率 160 W
パネル設置面積	688 m ²		
太陽光発電設置面積			
架台等考慮	756 m ²		
	22,688 kg	機器概算 荷重	30 kg/m ²

7. 主たる構成機器の期待寿命

- ・太陽電池パネル・・・期待寿命 20 年以上
- ・パワーコンディショナ・・・期待寿命 10 年以上

8. 考察

110kw の太陽光発電を導入した場合、現在の消費エネルギーより、電力を 2 割、灯油を 4 割削減することがゼロエネルギー化の条件となる。

ただし、平成 24 年度に導入したエアコンの夏期の電力消費量を踏まえていないため、設計段階で更に精査する必要がある。

また、10 年後のパワーコンディショナの交換費用の他、日常の清掃を含めた維持管理費を見込んでおくことも求められる。

(7) 環境教育

環境教育に資する学校施設として、緑化空間の整備、環境学習室、グリーンルームの検討を行った。

1. 緑化空間の整備

給食施設の跡地を利用して児童が緑や土に触れられる空間を用意し、体験を通して自然環境を学ぶ場とする

ことを検討した。菜園や花壇、ピオトープ、芝生、原っぱなどにすることが考えられる。ただし、設計で作り込み過ぎないようにすることが肝要である。

2. 環境学習室

エコ改修の考え方や仕組みを学ぶ場、省エネ活動の拠点として児童が訪れやすく分かりやすい位置に環境学習室を設けることを検討した。

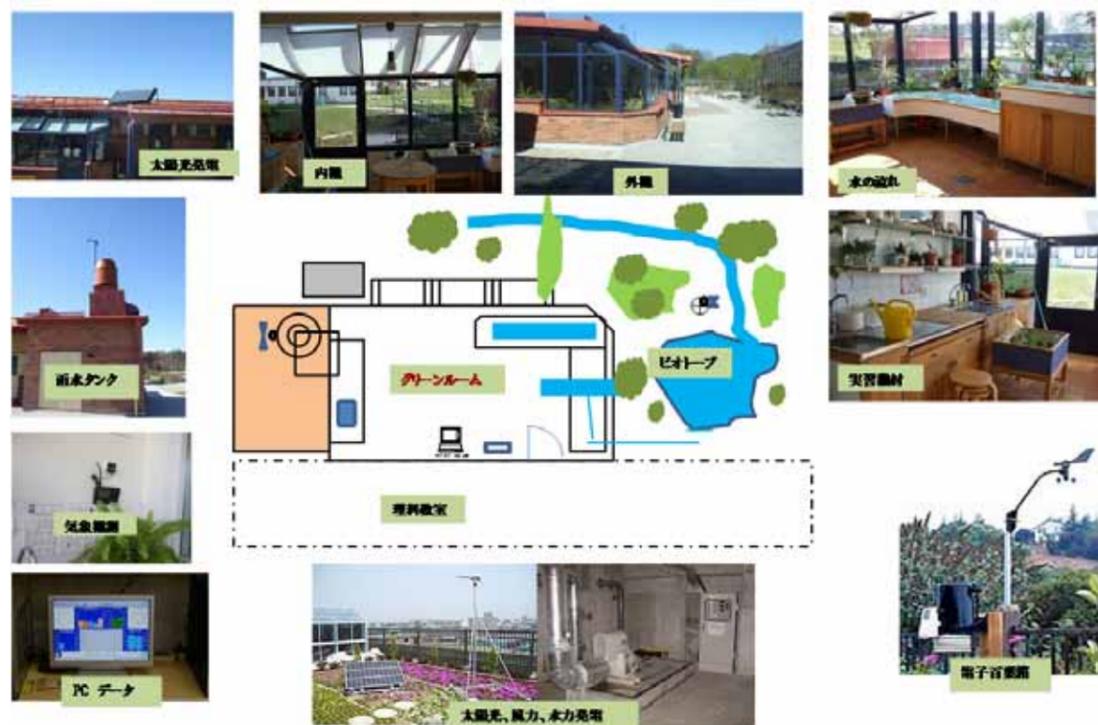
具体的な設えは設計段階で決定する。ワークショップを通して得られたアイデアとして、

- ・どの程度溜ったか把握できるリサイクルボックス
- ・断熱改修の仕組みが分かる工夫
- ・太陽光発電が分かる仕組み
- ・電力等のエネルギー消費量が分かる仕組み
- ・環境教育の学習成果物の発表の場（掲示・展示）

などが考えられる。

3. グリーンルーム

自然の循環システムを体験的に学べる温室を検討した。スウェーデンの学校に設けられたグリーンルームを事例として紹介した。



図．グリーンルームのイメージ

スウェーデンの学校では、太陽光発電によりポンプを動かし、雨水をろ過して温室内で循環させている。その水で魚や植物を育てることで、地球の循環システムを体験的に学べる場としている。天気の変化によって、ポンプも動かなくなるなど、環境の変化にその循環システムも大きな影響を受けることが理解できる。

スウェーデンの事例は一つの可能性を示したものに過ぎず、今後の検討にあたっては、環境教育における具体的な利用方法とその教育的価値を考え、矢吹小学校に必要とされる場所として設計する必要がある。

4. その他

ワークショップでは環境教育のアイデアを出し合った。その結果の一部を示す。

- ・生ゴミのたい肥化
- ・打ち水として利用できる雨水タンクの設置
- ・グリーンカーテン
- ・楽しく分別できる教室のゴミ箱
- ・風車

などについて設計段階で更に検討を進める。

まとめ：施設計画の目標

以上の検討を通して、次に示すエコスクールに関する施設計画の目標を定めた。

1. 校舎等の温湿光環境の改善、快適性の向上と省エネの両立

- ・断熱性と気密性の向上を図り、少ないエネルギーで快適な内部空間を維持できる環境を整備する。
- ・夏季や中間期の通風を確保し、冬季は冷気の流動を防げる施設設備とする。
- ・自然光や高効率照明器具を有効利用して窓側と廊下側の照度差を改善し、目に優しく環境に優しい光環境を用意する。
- ・水を大切に使える環境を用意する。

2. ゼロエネルギー化

- ・太陽光発電による創エネルギーと消費エネルギーとのバランスを目指す。
- ・消費エネルギーと創エネルギーの「見える化」を図り、効率的なエネルギーの消費を運営上の工夫で効果的に組み立てられるようにする。
- ・運用負荷に合わせて電気を蓄電するなどエネルギーの無駄を防ぐ。

3. 木質化

- ・県産材を活用し、あたたかみのある落ち着いた学校空間をつくる。
- ・内装に木を使うことで、室内環境の調湿性を高める。

4. 環境教育の推進

- ・カリキュラムの中で「環境教育」を位置付け、本校の教育的特長として継続的に推進するための環境教育教材となる施設整備を行う。