

公益財団法人 東京都環境公社
東京都地球温暖化防止活動推進センター(クール・ネット東京) 御中

Airソーラー社会実装推進事業

テレコムセンタービルにおけるAirソーラーを用いた 建材一体型太陽光発電(BIPV)内窓の実証実験

報告書(公開用)

本書は、東京都地球温暖化防止活動推進センター(クール・ネット東京)の『Airソーラー社会実装推進事業』により、YKK AP株式会社(対象事業者)、東芝エネルギーシステムズ株式会社、株式会社関電工の三社にて実施した「テレコムセンタービルにおけるAirソーラー※1を用いた建材一体型太陽光発電(BIPV)※2内窓の実証実験」の報告書(公開用)です。

※1: Airソーラー: ペロブスカイト太陽電池の東京都としての呼称

※2: 建材一体型太陽光発電(BIPV): Building Integrated Photovoltaics

YKK AP株式会社(対象事業者)
東芝エネルギーシステムズ株式会社
株式会社関電工

2026年3月19日

－ も く じ －

【1】 目的・実施体制	．．．．． 3
【2】 BIPV内窓の配置	．．．．． 4
【3】 実証実験の期間・設置方法の検討	．．．．． 5
【4】 BIPV内窓 視認性	．．．．． 6
【5】 成果報告	．．．．． 7
【6】 まとめ	．．．．．11

【1】 目的・実施体制

■事業の目的

臨海副都心の既存ビルである「テレコムセンタービル」に、Airソーラーを用いた建材一体型太陽光発電による内窓（以下、「BIPV内窓」）を設置し、発電確認を一定期間行うことにより、熱線反射ガラスを用いたビルはAirソーラーの普及の対象となりうるかの検証を行うことを目的とした。

■実施体制

本事業は、YKK AP(株)（対象事業者）、東芝エネルギーシステムズ(株)、(株)関電工の三社で実施した。実施体制、各社の役割や主な取り組み内容について、以下に示す。

	YKK AP(株) :対象事業者	東芝エネルギーシステムズ(株)	(株)関電工
役割	Airソーラーを活用したBIPV内窓を用い、実証実験として既存ビルへの実装を行う	室内におけるAirソーラーの発電性能の研究開発	Airソーラーを活用したBIPV内窓における実証実験の電気システム検討
主な取り組み内容	① BIPV実証実験の検討 ② Airソーラー(フィルム型)に対する設置方法検討 ③ 上記に対応したBIPV内窓の製造、設置 ④ データ確認・分析 ⑤ 省エネへの考察 ⑥ 本事業の申請会社（全体取り纏め/事業窓口）	① Airソーラー(フィルム型)の提供 ② 本実証実験による比較パターンでのAirソーラーの発電性能の検証	① Airソーラー(フィルム型)に対するBIPV内窓の電気システム検討 ② BIPV内窓のデータ測定 ③ データ確認・分析

【2】 BIPV内窓の配置

■BIPV内窓の配置状況について

テレコムセンタービル 西棟7階40区画にBIPV内窓を設置した。(写真①) Airソーラー(フィルム型): 10窓(うち1窓はLED点灯用)、Airソーラー(ガラス型): 2窓、フレキシブルシリコン太陽電池: 2窓、太陽電池を設置しない内窓: 1窓の合計内窓: 15窓を製作した。LED点灯用以外の各窓でMPPT負荷装置による発電量の測定を行った。また、温度や日射照度、太陽光スペクトル測定も行った(写真②)。



写真① 室内のBIPV内窓設置状況（実証実験中に撮影） 写真の数字①～⑮は、内窓設置箇所



写真② 左: テレコムセンタービル、右: 室内のBIPV内窓設置状況（2025年8月5日 YKK AP ニュースリリースより抜粋）

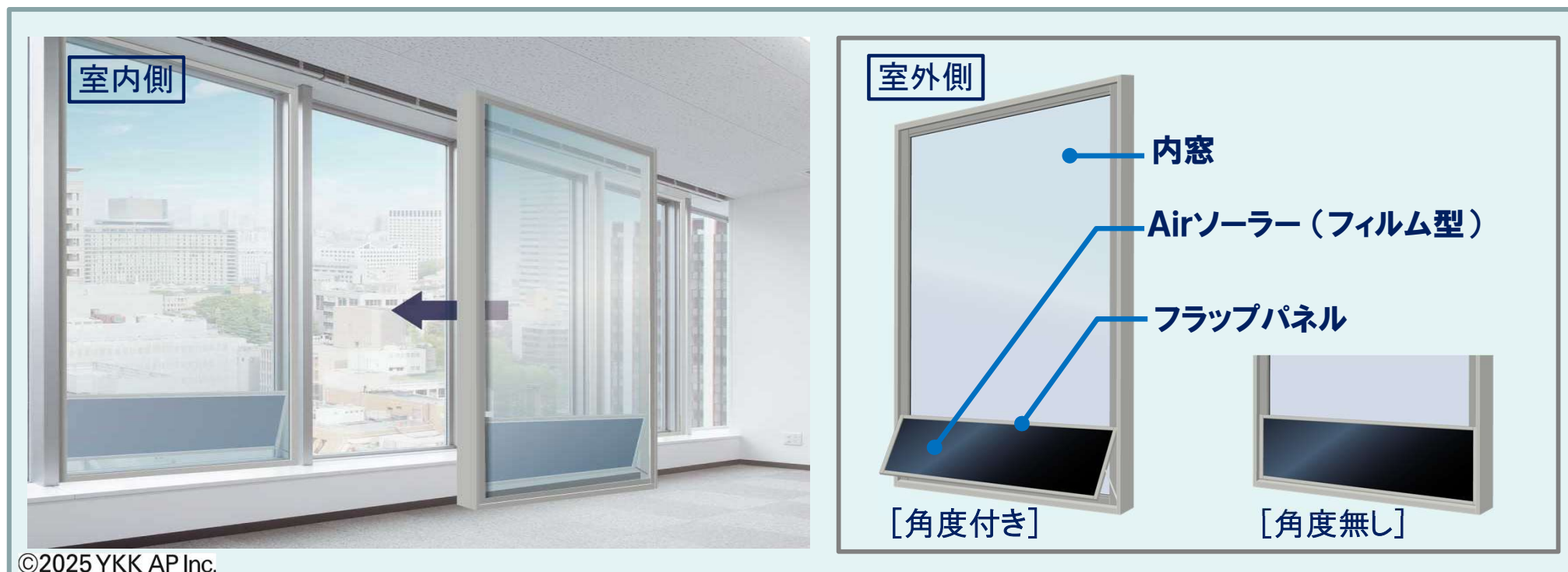
【3】 実証実験の期間・設置方法の検討

■実証実験の期間

2025年8月5日～2026年1月20日

■Airソーラー(フィルム型)設置方法の検討

Airソーラー(フィルム型)の窓への設置検討を行い、内窓にAirソーラー付きのフラップパネルを装着する構造を採用することで、外窓にも内窓にも直接貼らずに、フィルム型の太陽電池を設置する方法とした(図①)。



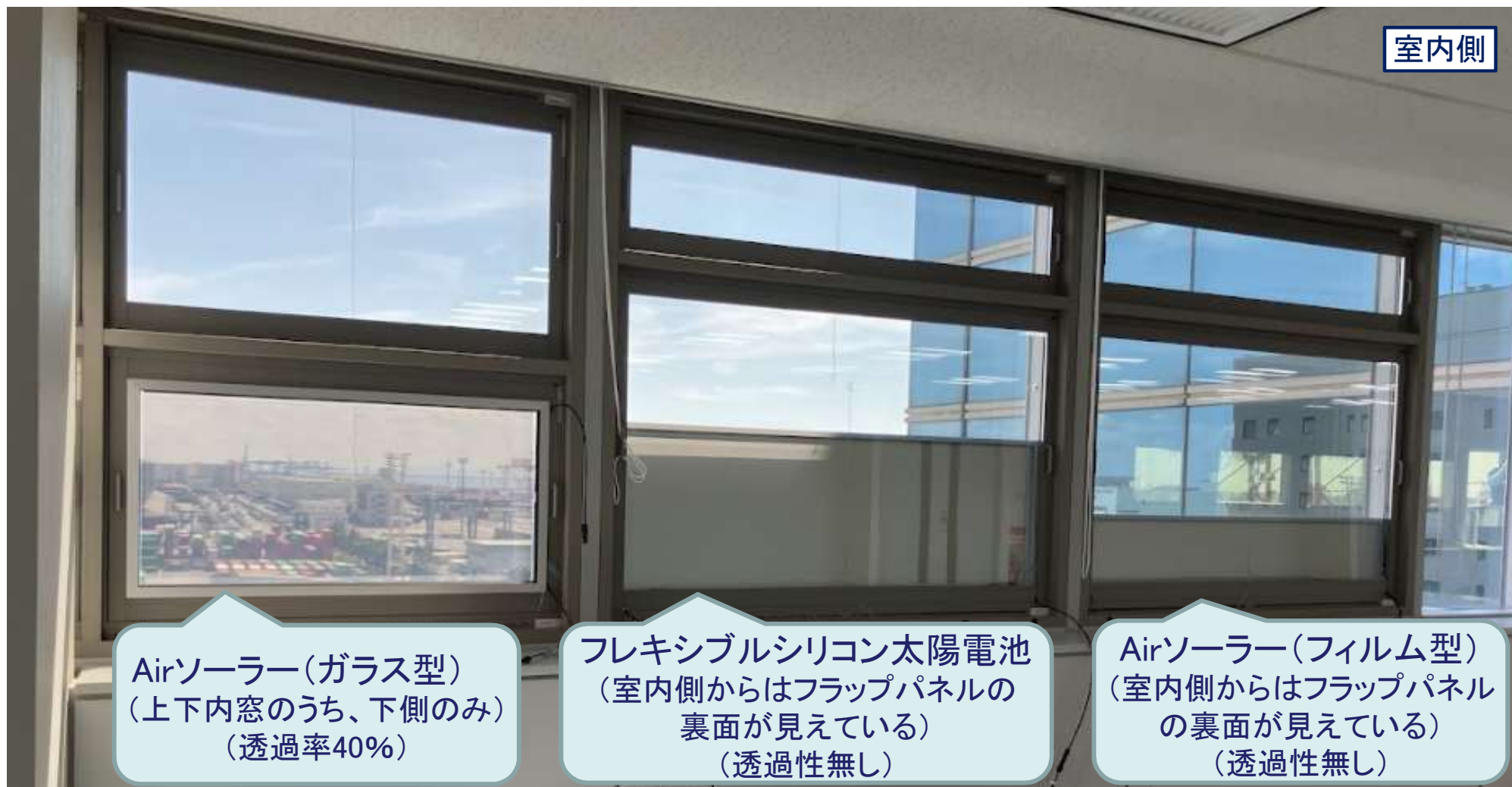
図① Airソーラー(フィルム型)BIPV内窓 イメージ図 (2025年8月5日 YKK AP ニュースリリースより抜粋※)

※ 本書向けに、ニュースリリース時の『ペロブスカイト太陽電池』の文言を、東京都としての呼称『Airソーラー』に変更

【4】 BIPV内窓 視認性

■三種類の太陽電池によるBIPV内窓の視認性

発電量の比較用に、三種類の太陽電池をBIPV内窓に使用した。写真③の通り、写真左側の上下に分かれた内窓の下側に、Airソーラー(ガラス型)を組み込んでいる。写真中央のフレキシブルシリコン太陽電池、及び写真右側のAirソーラー(フィルム型)は、太陽電池の高さに合わせたフラップパネルに装着させているため、室内側からはフラップパネルの裏側が見えている状態である。



写真③ 三種類の太陽電池によるBIPV内窓設置 視認性

【5】 成果報告

① 太陽電池の発電量比較

セル面積換算による発電量は、以下の順で多かった(図②)。

1. フレキシブルシリコン太陽電池
2. Airソーラー(ガラス型)
3. Airソーラー(フィルム型)

② 設備利用率の比較

設備利用率※は、以下の順で高い結果となった(図③)。(理由は後述⑧項)

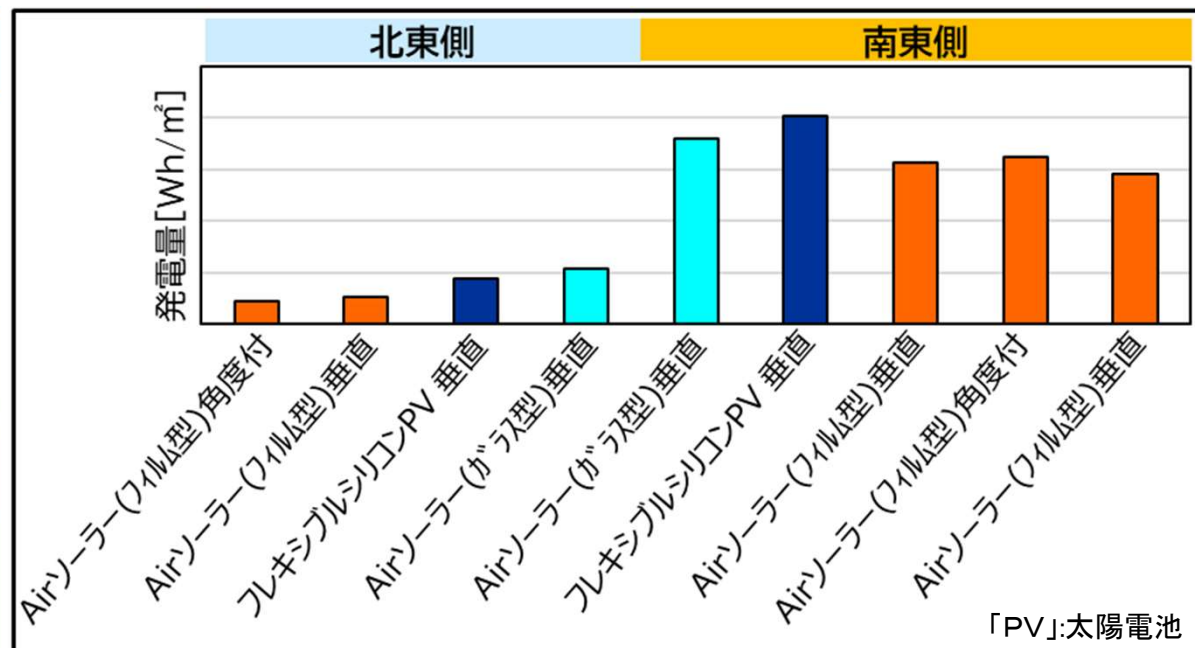
1. Airソーラー
(フィルム型とガラス型での大差無し)
2. フレキシブルシリコン太陽電池

※ 設備利用率:

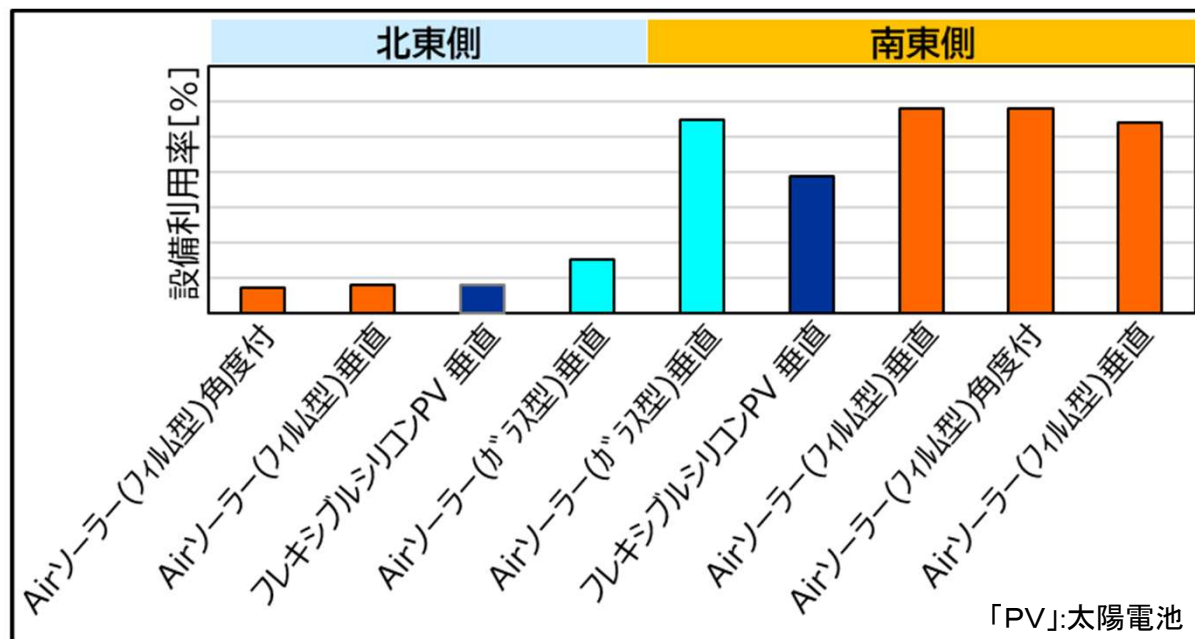
定格稼働した際の発電量に対し、実際の発電量が何%であったかを示す数値。数値が高いほど有効利用できていることになる。

《図②、③における測定データについて》

- ・対象期間: 実証期間のデータにおいて大きなデータ欠損が無い2025年9月29日～11月1日、及び12月3日～12月15日(47日分)の発電データに限定して比較
- ・対象時間帯: 南東側のAirソーラー(ガラス型)とフレキシブルシリコン太陽電池の設置位置は、昼前後に建物の影が掛かり発電量が大きく減るため、午前11時迄の時間帯の発電データに限定して比較
- ・対象内窓: 写真①(3ページ)内窓②③④⑤⑥⑦⑨⑩⑭



図② セル面積換算による発電量の比較



図③ 設備利用率の比較

【5】 成果報告

③ 季節変動

季節変動を確認したところ、冬になるにつれて、発電量が多くなった(図④)。この理由は、夏よりも冬のほうが太陽高度が低くなるため、垂直に設置した太陽電池に光が入りやすくなったことによると考えられる。

④ 方位比較

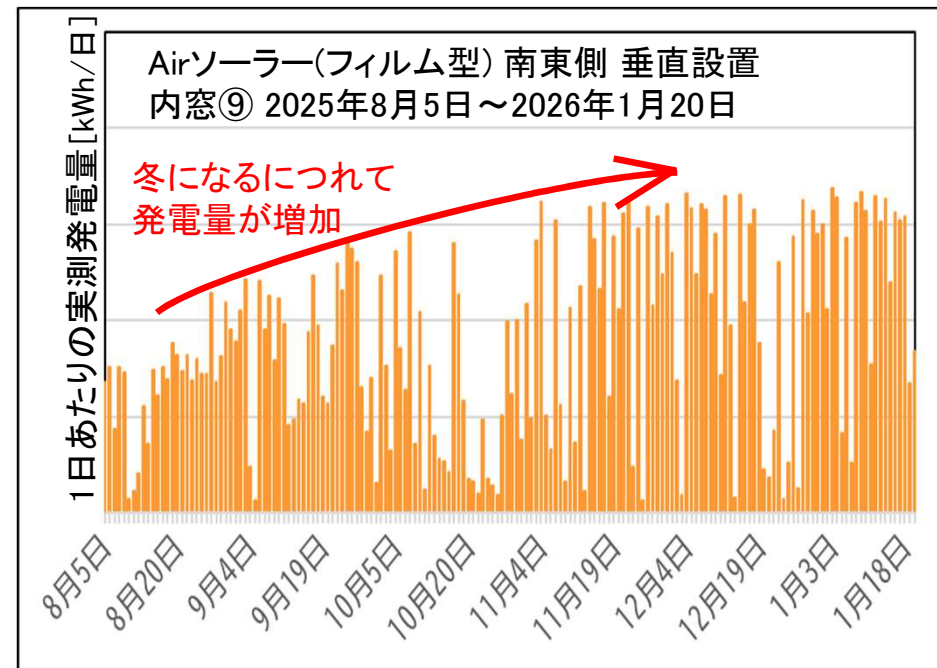
北東側と南東側で発電量を比較すると、実証期間を通して、やはり南東側の方が発電量が多かった。これは、北東側は、日照時間が短いこと、テレコムセンタービル東棟の建物影が掛かる影響が考えられる(写真④)。

⑤ 角度比較

南東側のBIPV内窓において、太陽電池の設置は垂直よりも、角度が付いている方が発電量が多かったが、冬になるにつれて差が少なくなった。これは、冬は太陽高度が低くなるため、垂直設置が有利になったことが理由と考えられる。(北東側では、発電量が少ない状態にあり、角度の違いによる顕著な差は見られなかった)

《図④における測定データについて》

- ・対象期間: 実証期間である2025年8月5日～2026年1月20日
(ただし、大きなデータ欠損がある9月28日は除く)
- ・対象時間帯: 終日
- ・対象内窓の設置位置: 写真①(3ページ)内窓⑨ 南東側 垂直設置



図④ 1日あたりの実測発電量の季節変動

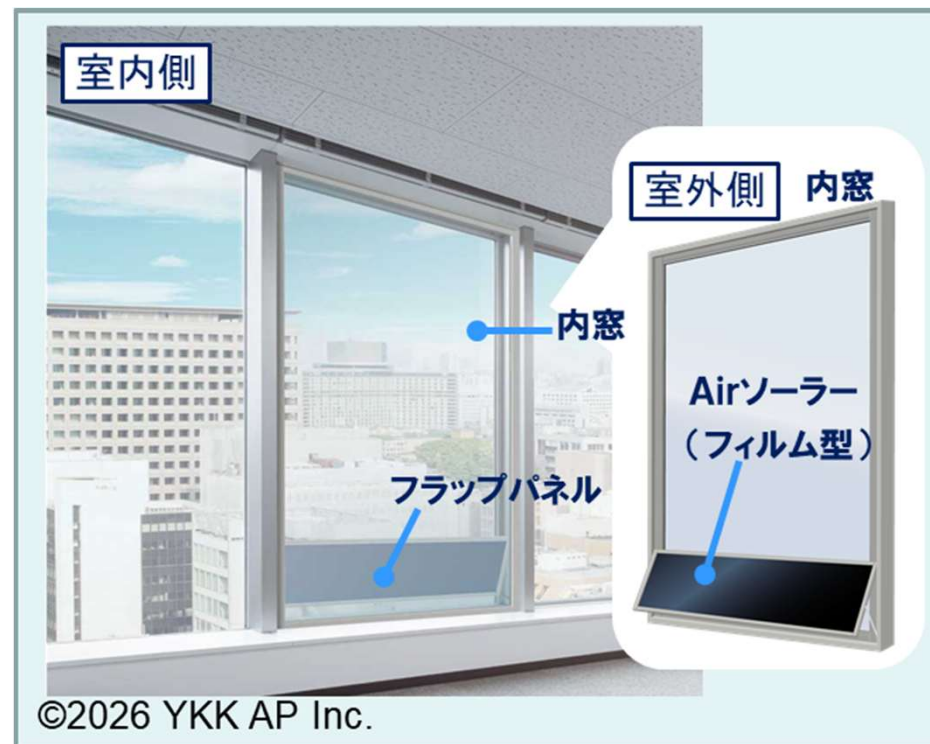


写真④ テレコムセンタービル BIPV内窓 設置場所

【5】 成果報告

⑥ BUPV内窓のメリット・デメリット

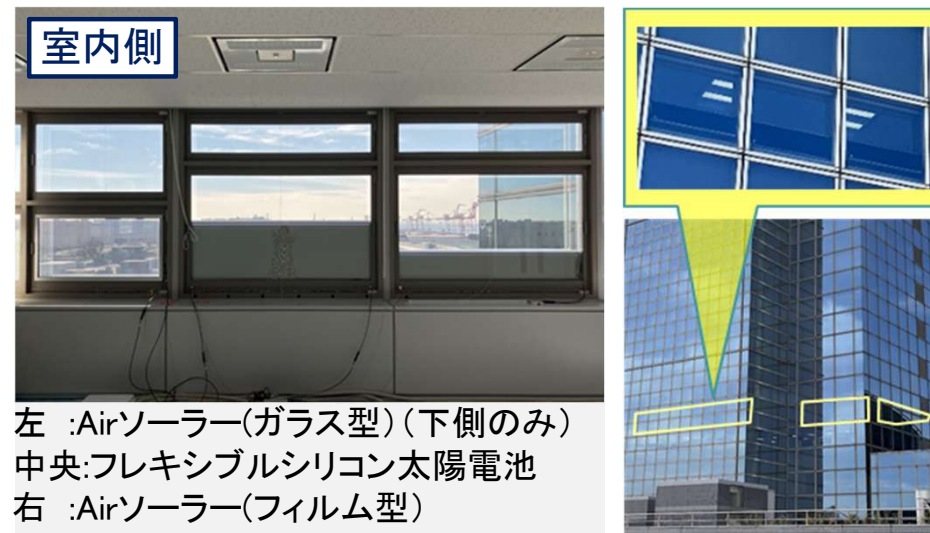
Airソーラー(フィルム型)を、そのままガラスに貼る設置方法は、施工・メンテナンス性の低下や熱割れトラブル、法規制など、運用には課題がある。そこで、内窓を製作し、その内窓に対して、Airソーラー(フィルム型)を設置したフラップパネルを装着する方法とした(図⑤)。これより、上記の課題が改善されるだけでなく、雨風にさらされないことでの耐久性改善、内窓設置による省エネ効果(断熱性能)が期待できる。さらに、フラップパネル上で太陽電池の寸法の融通がきく、フラップパネルは角度が付けられるなどメリットが見いだされた。課題は、外部ガラス越しの発電量低下であるが、Airソーラーの変換効率向上に期待する。



図⑤ Airソーラー(フィルム型) 内窓設置

⑦ 視認性の比較・外観(意匠性)への影響

Airソーラー(フィルム型)、Airソーラー(ガラス型)、及びフレキシブルシリコン太陽電池の三種類のBIPV内窓に対し、室内からの視認性の比較(写真⑤)を行ったところ、ガラス型は透過性があるため変化があまり感じられなかったが、フィルム型及びフレキシブルシリコン太陽電池は、透過性が無く視界が遮られるため、設置場所を選ぶ必要がある。外観(意匠性)への影響(写真⑥)については、特に変化は見受けられなかった。



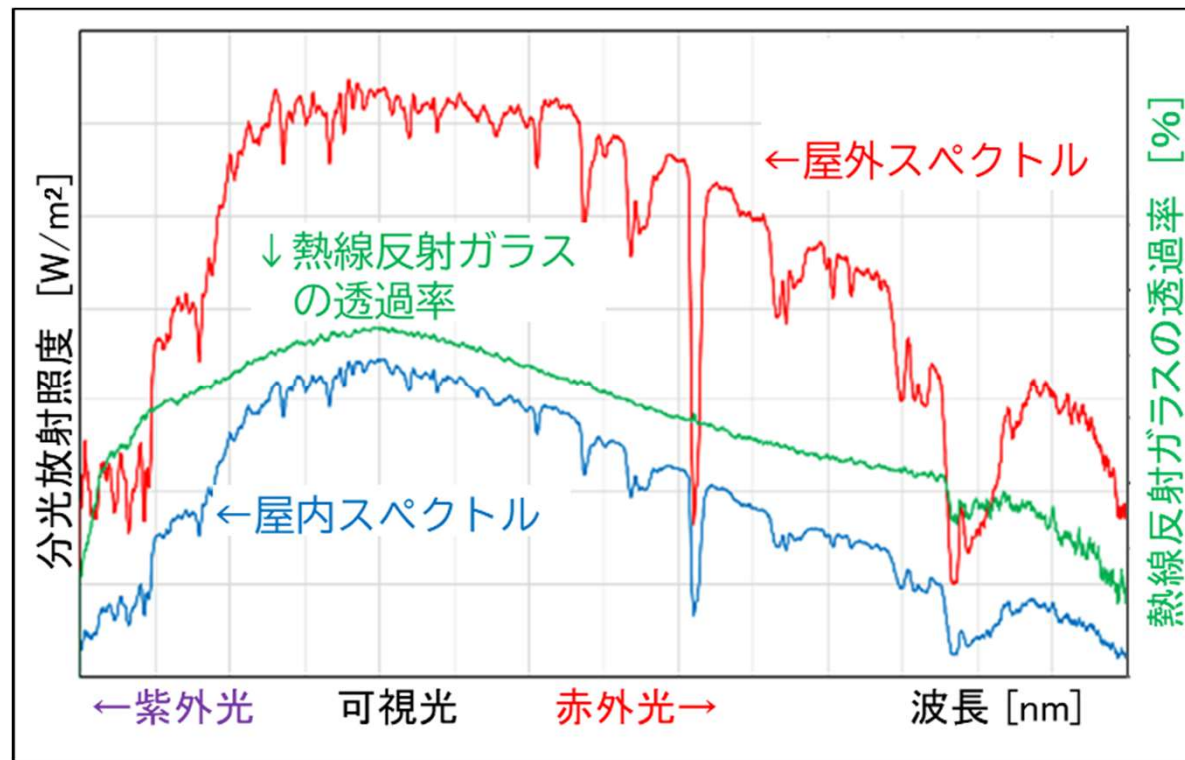
写真⑤ 視認性の検証

写真⑥ 外観への影響

【5】 成果報告

⑧ 分光特性の検証

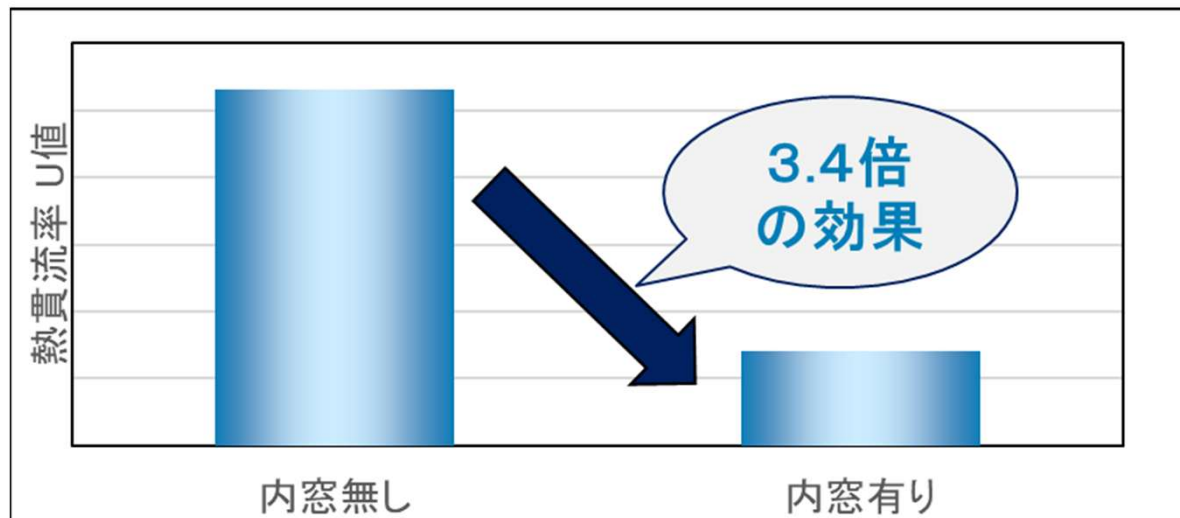
テレコムセンタービルの屋内外にて、分光放射計により、太陽光スペクトルを測定し、熱線反射ガラス越しの光の透過率を算出した。その結果、熱線反射ガラスは赤外光よりも、可視光の方が透過していることが確認された(図⑥)。ここで、Airソーラーは可視光、フレキシブルシリコン太陽電池は可視光から赤外光にかけての波長領域で効率良く発電するため、熱線反射ガラスはAirソーラーの方が相性が良いと推定される。但し、フレキシブルシリコン太陽電池の方が、現段階では、変換効率が高いため、正味の発電量は、フレキシブルシリコン太陽電池が多い結果となった。



図⑥ 屋内外太陽光スペクトル実測値比較

⑨ 省エネ効果の考察

内窓による省エネ効果の確認として、内窓が有る場合と無い場合の熱貫流率(U値)を算出するため熱流センサーを設置し、温度測定を行なった。結果、内窓の省エネ効果(断熱性能)が3.4倍となることが確認された(図⑦)。(太陽電池が無い状態での測定)



図⑦ 内窓の省エネ効果(断熱性能)

【6】 まとめ

- Airソーラー（ペロブスカイト太陽電池）の社会実装には、「安全性」「施工・メンテナンス性」「耐久性」「意匠性」など、現在、多くの課題がある。それらの課題を含め、今回、『既存のビルに多く採用されている熱線反射ガラスが導入されたビルは、Airソーラーの普及対象となりうるか』の検証を目的とし、臨海副都心の既存ビルであるテレコムセンタービルにBIPV内窓を設置し、実証を行った。その結果、熱線反射ガラス越しでもAirソーラーによるBIPV内窓は発電することが確認され、普及対象としての可能性を見出すことができた。今後のAirソーラーの変換効率向上に期待する。
- 本実証では、Airソーラー（フィルム型）だけでなく、Airソーラー（ガラス型）、フレキシブルシリコン太陽電池の三種類を使用し、発電量の比較を行った。結果、フレキシブルシリコン太陽電池の発電量が多かったが、今回の測定データにおいて、設備利用率については、Airソーラーの方が高かった。この理由として、熱線反射ガラス越しの太陽光スペクトルを測定した結果、赤外光の波長領域よりも可視光が熱線反射ガラスを透過していることが判明し、可視光で多く発電するAirソーラーの方が、可視光から赤外光にかけて多く発電するシリコン太陽電池よりも有利であることが検証された。
- 今回、実際に既存ビルへの設置を行ったことにより、BIPV内窓であれば、Airソーラーの社会実装の課題である「安全性」「施工・メンテナンス性」が向上し、雨風にさらされないことから、「耐久性」の改善も期待できると考えられた。「意匠性」については、外部ガラス（外壁）への太陽光発電設置とは異なり、外観への影響が少なく済むことが確認された。ただし、室内からの視認性は、ガラス型の場合は透過性があるため変化があまり感じられなかったが、フィルム型やフレキシブルシリコン太陽電池では、透過性が無く視界が遮られるため、設置場所を選ぶ必要がある。
- 発電量の測定だけでなく、内窓が有る場合と無い場合の温度測定を実施し、熱貫流率（U値）算出により省エネの考察を行った。結果、内窓の設置は省エネ効果（断熱性能）があることを確認した。

今回、Airソーラー設置方法の検証とともに、多くの価値ある測定データを取得することができた。今後は、本結果を踏まえ開発を進めることにより、社会実装の早期対応を目指していくものとする。-以上-