

# 【事業名】太陽電池一体型外装材および直流給電による自立型エネルギー需給システムの技術開発

【代表者】(会社名)株式会社竹中工務店

(氏名)黒木 友裕

【実施年度】平成25～27年度

## (1)技術開発概要

### ①【技術開発の概要・目的】

建物開口部(窓面)での①日射遮蔽による空調負荷低減、②昼光導入による照明負荷削減、③太陽光発電による創エネルギーといった優位性を併せ持つ太陽電池一体型外装材、および④直交変換時の変換ロスを削減可能な直流給電システムを組み合わせたシステムを開発する。外装材の防耐火性能や耐風圧性能に問題がないことを検証するとともに、実際の建物に導入して、長期間の運用データを取得し、省エネ・省CO2効果を評価する。

### ②【技術開発の詳細】

#### (1) 太陽電池一体型外装材に関する技術開発

- ・可動式外ルーバーと太陽電池を一体化した太陽電池一体型外装材を開発し、以下の性能を検証した。

##### ①省エネルギー性能

- ・実際の建物外装に設置して長期運用データを収集し、季節・時間ごとにルーバー角度が発電量や空調・照明電力消費量に及ぼす影響を定量的に把握した。
- ・直流給電と組合せた本開発システムにおいて、ルーバー角度を適切に制御することでペリメータ部の空調・照明負荷の削減と発電を両立し、CO2排出量を従来外装(LowEガラス+室内ブラインド)の40%以下に低減することを確認した。

##### ②防耐火性能

- ・燃焼試験によって本外装の燃焼特性を定量的に把握し、燃え拡がり範囲を予測する解析モデルを構築した。
- ・上階延焼防止対策(ファイアーストップ設置)の効果をJISファサード試験(JIS A 1310)にて検証した。

##### ③耐風圧性能

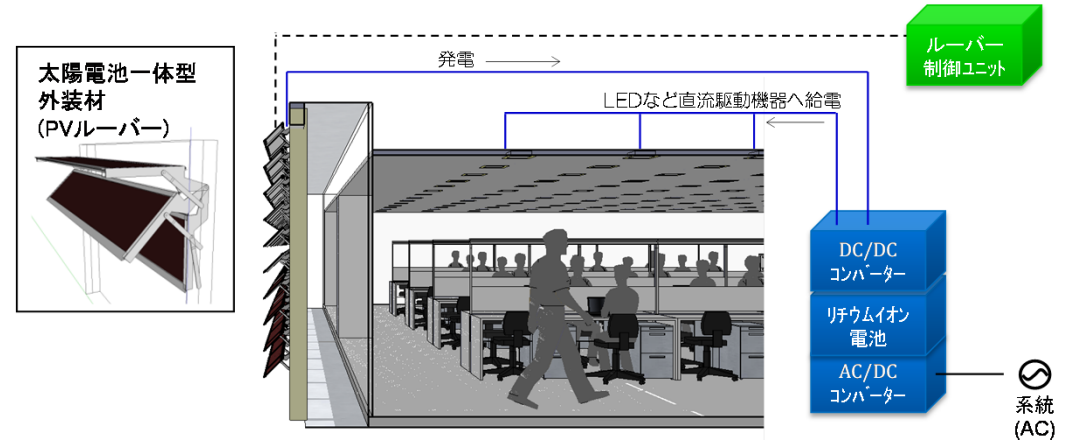
- ・静的載荷試験で1200Pa※の風荷重に対してルーバーが脱落しないことを検証した。
- ・実大規模の試験体を設置し、長期間に渡ってルーバーに作用する風圧力や振動に関するデータを蓄積し、外部風との関係性を検証した。

※高さ30m以下の建築物の外装に作用する風荷重に相当

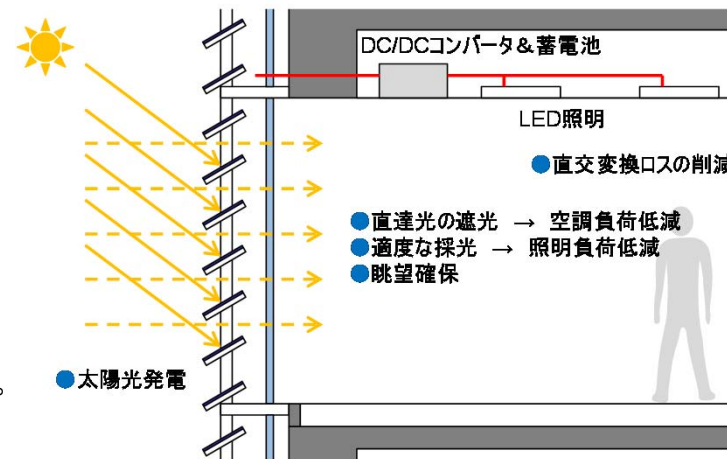
#### (2) 直流給電システムに関する技術開発

- ・変動する太陽光発電を双方向電源装置にて調整し、安定した電力を照明負荷へ供給できる直流給電システムの性能を検証した。
- ・本直流給電方式によって、交流給電方式に比べて変換ロスを7%低減することを確認した。

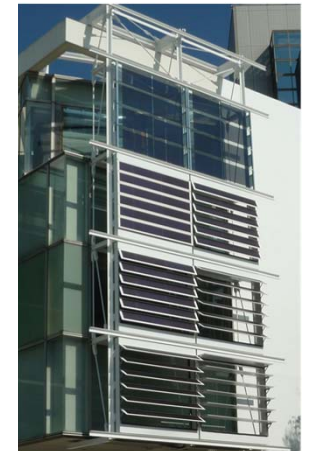
### ③【システム構成】



システム全体構成



期待される効果



太陽電池一体型外装材 (実証機)

## (2) 技術開発計画

### ①【実施体制】

技術開発代表者

(株)竹中工務店

- (1) 太陽電池一体型外装材に関する技術開発
- ① 省エネルギー性能の検討
  - ② 防耐火性能の検討
  - ③ 耐風圧性能の検討
- (2) 直流給電システムに関する技術開発

再委託

東京大学

- ・火災実験の実施および評価
- ・国内外における外装材延焼防止に関する情報収集

### ②【実施スケジュール】

	H25年度	H26年度	H27年度
1. 太陽電気一体型外装材に関する技術開発			
1-① 省エネルギー性能	32,922千円	15,891千円	39,226千円
1-② 防耐火性能	8,337千円	8,131千円	9,373千円
1-③ 耐風圧性能	4,775千円	4,578千円	3,127千円
2. 直流給電システムに関する技術開発	11,473千円	15,948千円	12,907千円
その他経費	7,902千円	6,242千円	5,469千円
合計委託費(補助金交付額)	65,409千円	50,790千円	70,102千円

### ③【目標設定】

○最終的な目標

太陽電池一体型外装材

省エネルギー性能: ペリメータ部(窓面から5m)において  
従来システム(loe-eガラス+内ブラインド)の40%以下

防耐火性能 : 燃拡がり範囲を15%以内に予測

耐風圧性能 : 1200Paの風荷重に対して脱落しない

直流給電システム

従来の交流方式と比較して、7%程度の変換ロス低減

### ④【事業化・普及の見込み】

○事業化計画

- ・2016年までに、太陽電池の量産体制を整え、以降、太陽電池セルの低コスト化を実現。
- ・2020年までに、太陽電池発電効率10.5%、本外装システムの耐用年数20年を実現。

○事業展開における普及の見込み

実用化段階コスト目標: 450円/W

実用化段階単純償却年: 27年(電力単価15円/kWh)

年度	2016	2017	2018	2019	2020
目標累積設置面積(m <sup>2</sup> )	23,488	31,318	46,976	93,953	156,588
目標販売価格(円/W)	3,000	2,250	1,500	750	450

### (3)技術開発成果

#### ①【これまでの成果】

- ・太陽電池一体型外装材を開発(耐久性、安全性含めて検証し、実証施設適用)
- ・直流給電システム開発(太陽電池一体型外装材と接続し、実証施設適用)
- ・CO2排出量:従来システム(内ブラインド)の40%以下  
※実証施設の運用データから得られた発電効率や変換ロス低減の実績値から年間CO2排出量を試算。

#### ②【CO2削減効果】

##### ○2020年時点の削減効果 (試算方法パターン B-a, II-i)

- 1.太陽電池一体型外装システムに導入する太陽電池の発電効率:10.5%(現状7.0%)
- 2.国内の事務所ビル年間着工総延床面積(新築):6,089,000㎡(現状と同等)
- 3.国内の事務所ビル年間大規模改修着工延床面積:6,089,000㎡(新築と同等)
- 4.事務所ビルの1フロアあたりの床面積:500㎡/階、事務所ビルの東西南北の外装面積は等しい(平面形状は正方形を想定)、本外装システムは南・西・東の3面に導入
- 5.新築事務所ビルの階高:4.0m、大規模改修を行う既存事務所ビルの階高:3.5m
- 6.2020年の本外装システム導入割合は新築:3.33%、既存改修:1.67%  
上記仮定をもとに試算した年間CO2削減量:5,880t-CO2/年

##### ○2025年時点の削減効果 (試算方法パターン B-a, II-i)

- 1.太陽電池一体型外装システムに導入する太陽電池の発電効率:12.5%
- 2.国内の事務所ビル年間着工総延床面積(新築):6,089,000㎡(現状と同等)
- 3.国内の事務所ビル年間大規模改修着工延床面積:6,089,000㎡(新築と同等)
- 4.事務所ビルの1フロアあたりの床面積:500㎡/階、事務所ビルの東西南北の外装面積は等しい(平面形状は正方形を想定)、本外装システムは南・西・東の3面に導入
- 5.新築事務所ビルの階高:4.0m、大規模改修を行う既存事務所ビルの階高:3.5m
- 6.2025年の本外装システム導入割合は新築:3.7%、既存改修:1.85%  
上記仮定をもとに試算した年間CO2削減量:7,778t-CO2/年

#### ③【成果発表状況】

- ・日本建築学会大会(2014~2016年度)  
「太陽電池一体型外装材を用いた外装システムの省エネルギー性能に関する研究その1~4」  
「フィルム型太陽電池の燃焼性状と火炎伝播予測モデルの開発」  
「フィルム型太陽電池の火炎伝播実験と温度予測」  
「ファサード試験によるフィルム型太陽電池の燃え拡がり性状と延焼抑制対策の効果」
- ・PLEA2015「Energy-saving Potential of Building Façade with Integrated Photovoltaic Louvers」
- ・プレスリリース 2014年3月24日 日本経済新聞(夕刊)  
2015年5月13日 建設産業新聞
- ・雑誌:建築設備と配管工事 2014.11「太陽電池一体型外装材」(p.54~p.59)
- ・竹中工務店技術研究報告No.71「太陽電池一体型外装材の開発」

#### ④【技術開発終了後の事業展開】

##### ○量産化・販売計画

- ・2016年までに薄膜PV一体型外装材の開発を完了し、リーディングプロジェクト等への適用を目指し、技術提案の実施。
- ・2020年を目途に外装材の量産体制を構築し、低コスト化を推進。
- ・2025年までに有機薄膜PVの脱真空製造プロセスが確立し、低コスト化を推進。
- ・~2030年「新築建物で平均ZEB」達成に向け、普及を加速

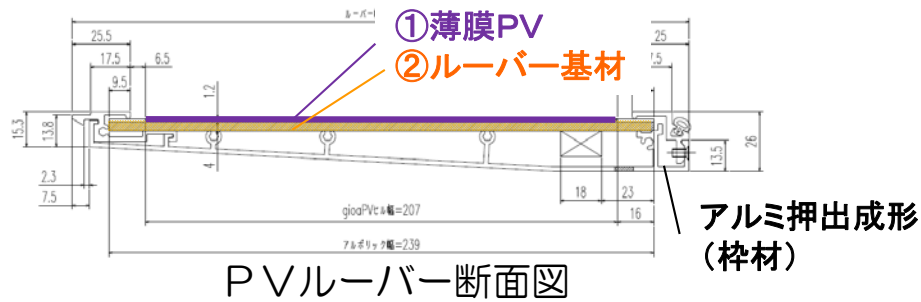
##### ○事業拡大シナリオ

年度	2016	2020	2025	2030
低コスト化技術開発	薄膜PV一体化外装材開発(完了)	量産化効果によるコスト減	有機PV一体化外装材の開発	量産効果によるさらなるコスト減
生産体制の構築	—	ライン生産金型製作	脱真空製造プロセス確立	量産効果によるさらなるコスト減
建築のZEB化		ZEB実現(竹中工務店)		新築建物の平均がZEBに(エネルギー基本計画)

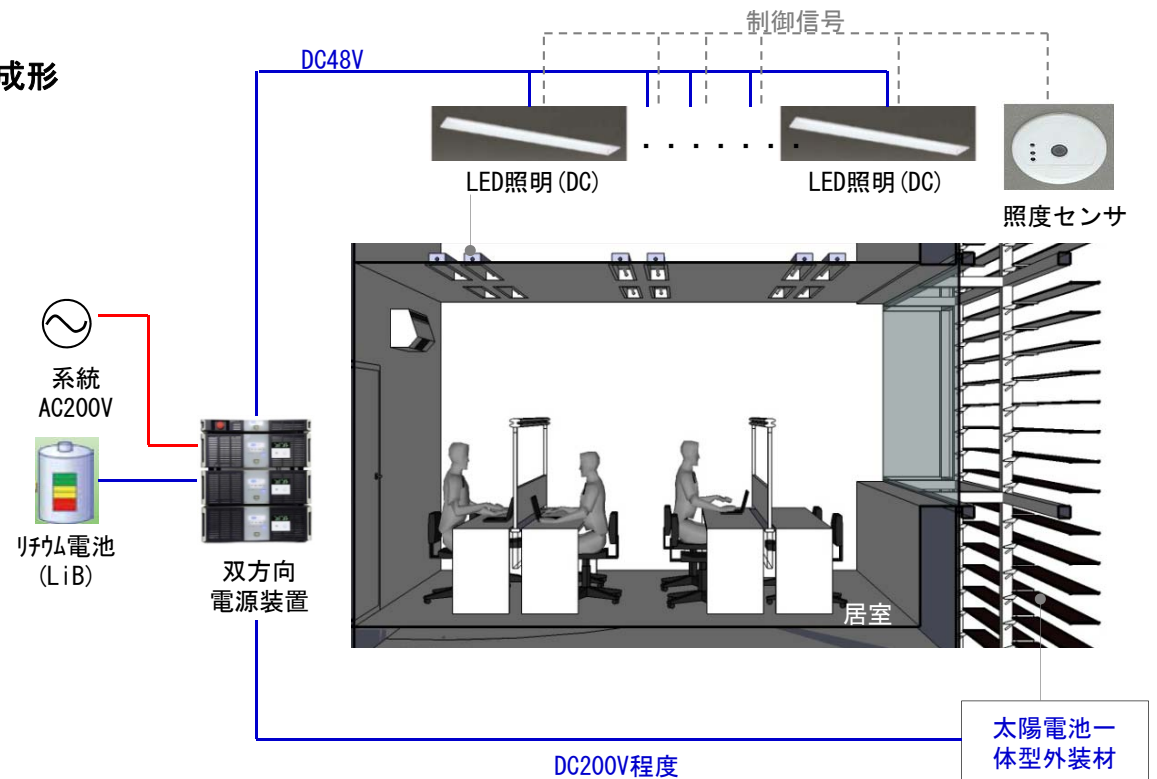
##### ○シナリオ実現上の課題

- ・薄膜PVを用いたことで、構造部材の軽量化・低コスト化ができたが、太陽電池セルの製造コストについても、脱真空製造プロセスの確立による低減が必要(当面は、公的補助金などのバックアップが必要)
- ・直流駆動機器の普及および直流給電の標準化・低コスト化
- ・可燃性材料を外装材適用するため、火災時の安全性に配慮した設計手法の教育や啓蒙が必要
- ・耐風圧性能として30m程度の建物にかかる風圧に対して安全性は確認したが、さらに高層の建物に対する安全性担保に向けた検討が必要

# ○参考1 実証設備(太陽電池一体型外装材と直流給電システム)



太陽電池一体型外装材



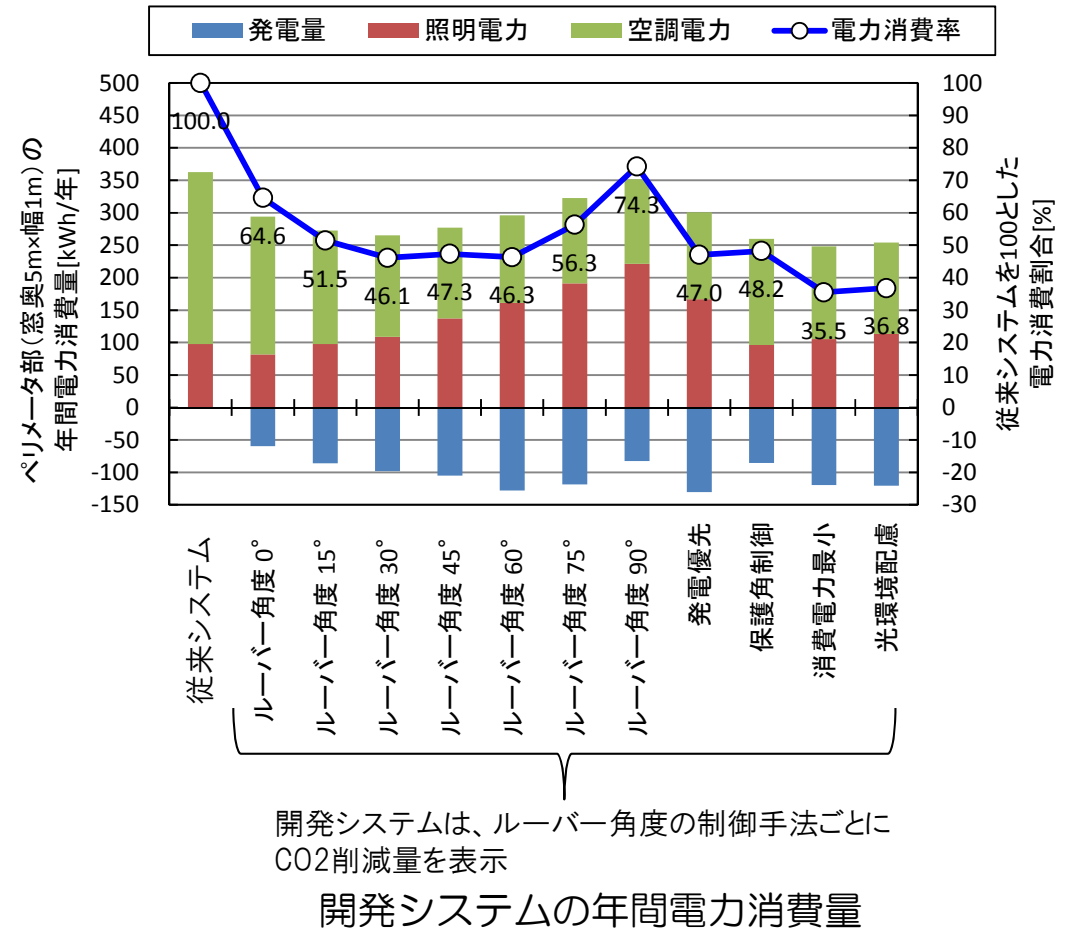
直流給電システムの構成

## ○参考2 システムの省エネ効果

従来システムと開発システムの比較  
(解析モデルおよび計算条件)

	従来システム (Low-E複層ガラス+内ブラインド)	開発システム (可動型PVルーバー+複層ガラス)
解析モデル		
断面	<p>Low-E複層ガラス+明色ブラインド</p>	<p>PVルーバー+複層ガラス</p>
遮蔽係数	SC=0.34 (Low-E複層ガラス+ブラインド)	SC=0.89 (複層ガラス)
熱通過率	K=1.5 W/m <sup>2</sup> K (Low-E複層ガラス+ブラインド)	K=3.4 W/m <sup>2</sup> K (複層ガラス)
ガラス透過率	65%	76%

ルーバー角度を適切に制御することで、ペリメータ部における年間電力消費量を従来システムの40%以下に低減可能。



## CO<sub>2</sub>排出削減対策技術評価委員会による終了課題事後評価の結果

- 評価点 5.7点（10点満点中）

- 評価コメント

- 省エネルギー性能40%の技術は確立できており、導入すれば一定のCO<sub>2</sub>削減効果が期待できることは評価する。
- 省エネルギー性能を実証試験によるデータを用いたシミュレーションによって求めているので、実際の使用環境での実証試験により省エネルギー性能を導出することを求める。
- 普及を左右する製品価格について検討し、積極的な普及戦略を期待する。また外装材としてはやや重たく、製品としての魅力をより高めることを期待する。
- 本事業の実施内容について積極的に成果を広く公表し、その際は環境省「CO<sub>2</sub>排出削減強化誘導型技術開発・実証事業」である旨を周知することを求める。
- 環境省補助金要項に従い採択時に告知したように、補助事業により整備された施設、機械、器具、備品その他の財産には、環境省補助事業である旨を必ず明示すること。