

「民学産公」共同研究事業報告書

・・・薄膜型太陽電池を用いた街路灯の開発・・・

三鷹パイロットオフィス 杉山 卓

2009年2月作成

1 研究事業の概要

1-1 剛構造から柔構造へ

2005年頃から産業技術総合研究所はじめ富士電機、シャープ、サンヨー等電気関係企業各社からソフトな構造を持つ薄膜系の太陽電池素子が研究され実用化が進められてきたが、その特徴である「軽い」「薄い」「折り曲げられる」という機能があたらしい応用をもたらそうとしている。

ここで我々が注目したのはこの素子を集めて樹木型とし、得られる電力で街路や庭園の照明とする応用でその具体的内容を説明したい。

他方、従来型の太陽電池の応用は1990年頃から急速に進み家庭用の数KWの小型装置か大型ビルディング屋上の数十KW級のものまで多様な発展を続けてきている。発電に関係する素子はシリコンでありこのP型とN型の構造部分に光が当たると内部では電子と正孔に分かれ電圧を発生する。その発電効率は10%前後であったが、次第に改良され25%から30%に及んでいる。下図はその外観であるが、本研究の基礎になったものである。主題の薄膜構造の外観写真等は各論の項で詳しく紹介することとしたい。

ここで明らかになったことは電池の耐久性で建設以来10年以上経過するが落雷によるショックでデータ送信の回路が焼損した事故が一度あっただけで、後は殆ど問題なく発電を続けている。

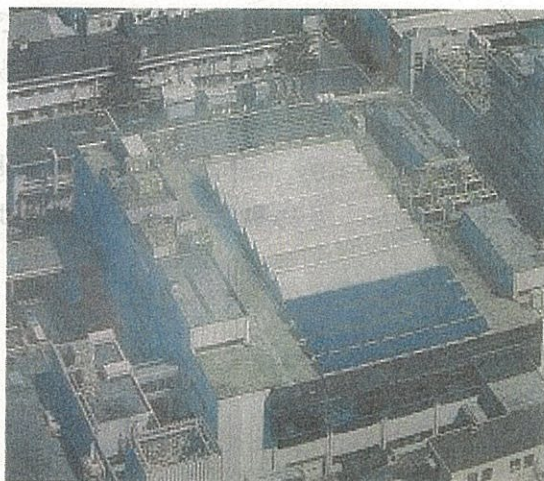


図 1 横河電機屋上の太陽電池装置(約40KW)



図 2 太陽追尾型100W用装置

1-2 幹事団体のプロフィール

- (A) 名称 杉山 卓事務所
設立 平成 10 年(1998 年)11 月 1 日
代表 杉山 卓
住所 東京都 三鷹市 下連雀 3-27-1 三鷹パイロットオフィス 2F
電話 0422-70-6525
事業内容 技術相談 人材紹介 特に環境関連の新技术相談とマーケティング

- (B) 会社名称： ミュー株式会社 (株)ミュー(株)
設立： 昭和 58 年 (1983 年) 6 月 1 日
資本金： 1000 万円
役員： 代表取締役社長 吾妻寛二 他役員 3 名
住所： 東京都千代田区岩本町 2-1-3 和光ビル 6F
電話： 03-5825-0780
事業内容： 紙幣鑑別機の開発製造
超小型紙幣計算機の開発製造
その他各種電子機器の開発製造販売
取引銀行： みずほ銀行、城南信用金庫、三井住友銀行

1-3 共同研究事業の企画、実施の背景

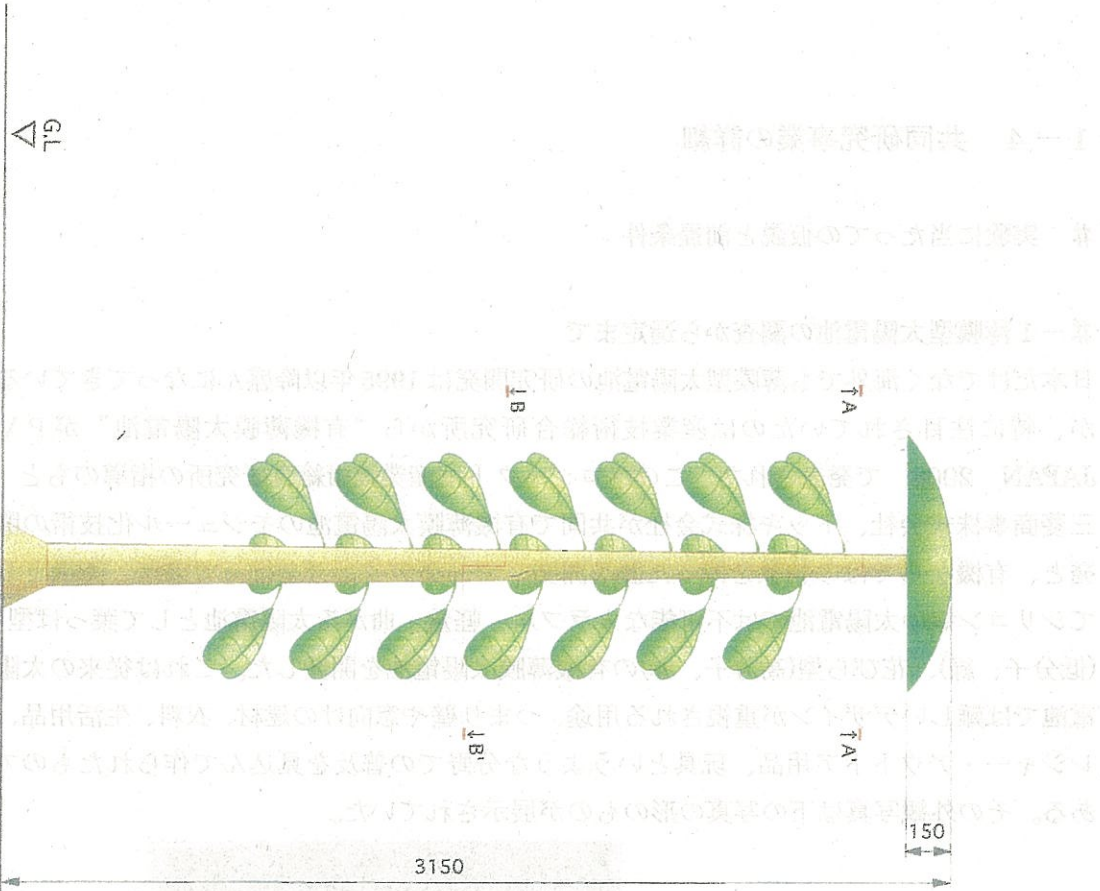
地球環境問題で特に大気汚染、温暖化が取り上げられ、太陽電池の応用が急速に進んでいる中で特に街路照明の技術革新が望まれていた。街路照明で望まれる所は災害時でも停電せず照度が保たれること、電力線のない登山道、山岳頂上での照明が確保されること、外見が自然環境と調和すること等である。

この条件を満たす発電材料としては薄膜型太陽電池があるが、これが実用化される段階になったのでこれを基本に開発試製品化することにした。その基本デザインの構想は次ページのようであった。

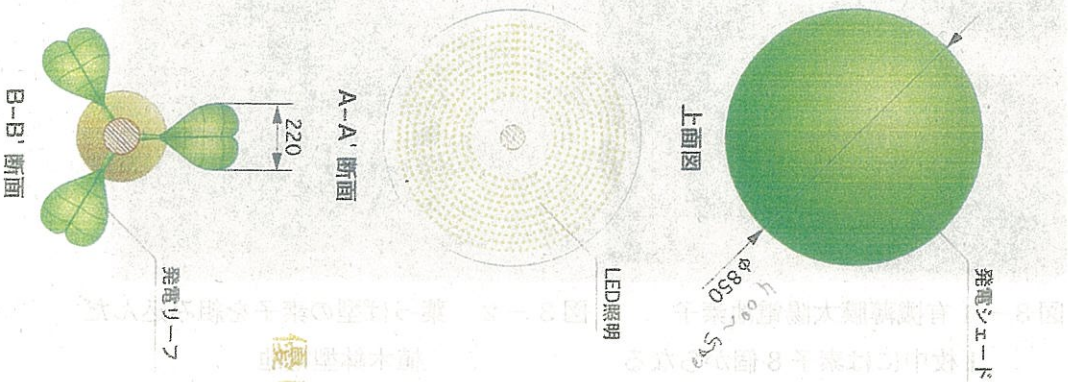
薄膜型太陽電池ストリートライト
基本デザイン図

DESIGNED BY OSAMU SAKUMA

December 9, 2008



2000~500(1/4)



優しさ

ハート型
発電リーフ

暖かさ

m

1:25

GL

1-4 共同研究事業の詳細

実験に当たっての仮説と前提条件

#-1 薄膜型太陽電池の調査から選定まで

日本だけでなく海外でも薄膜型太陽電池の研究開発は1995年以降盛んになってきているが、特に注目されていたのは産業技術総合研究所から“有機薄膜太陽電池”がPV JAPAN 2008 で発表された。このプロジェクトは産業技術総合研究所の指導のもと三菱商事株式会社、トッキ株式会社が共同で有機薄膜太陽電池のモジュール化技術の開発と、有機ならではの特徴を持った製品開発、マーケティングを行って来た。特徴としてシリコン等の太陽電池では不可能なカラフル、軽量、曲がる太陽電池として葉っぱ型(低分子、緑)、花びら型(高分子、赤)の有機薄膜太陽電池を開発した。これは従来の太陽電池では難しいデザインが重視される用途、つまり壁や窓向けの建材、衣料、生活用品、レジャー・アウトドア用品、玩具というような分野での普及を見込んで作られたものである。その外観写真は下の写真の形のものが展示されていた。



図3-1 有機薄膜太陽電池素子
1枚中には素子8個からなる



図3-2 葉っぱ型の素子を組み込んだ
植木鉢型電池

産総研での太陽電池関連技術開発は次の3種に分けられる。

#シリコン系太陽電池

シリコンを材料として作られた太陽電池グループでその構造により単結晶、多結晶アモルファスがあり単結晶、多結晶の素子は既に板状構造の物が実用化されている。アモルファス構造のものは薄膜型で柔軟性を持っているが染色は困難である。

フラーレン (C₆₀)

籠状の分子構造で炭素系 n 型有機半導体として広く研究が行われている。

フタロシアニン

コピー機やレーザープリンター用の有機感光体として広く研究が行われている。

以上の様な産総研の情報が明らかとなり更に 2008 年の P V JAPAN 2008 の展示会で各企業の太陽電池開発状況が明らかになってきたので、早速実用の可能性を問居合わる事とした。

#-2 産総研へのアプローチ

最も応用の広い内容を持つ産総研のフラーレン構造からなる n 型半導体素子に期待がかけられそのルートを探索しはじめた。まず開発と製造を担当するトッキ社の方と面談をした結果、これが商品として市販されるまでには数年以上が掛かりそうであることがあきらかになった。産総研の担当者からも同様な回答であったので、産総研グループへのアプローチは諦める事とした。

#-3 太陽電池を開発し製造する会社へのアプローチ

2008 年の前半は薄膜型太陽電池の文献調査と製品を開発する企業の問い合わせに終始したが、夏の終わり頃、富士電機から素子の貸し出しのオファーがあり、引き続きサンヨーからシリコンアモルファス素子の紹介があった。この二つの中、富士電機の方はやや可撓性に欠け、破損の恐れがあるので検討を中断し、サンヨーのアモルファス型を進めることとした。

#-4 炭素系フラーレン構造の n 型半導体とシリコンアモルファスの短所と長所

既に述べたように我々の開発計画を進める発端になったのは、産総研中心の炭素系フラーレンを主体とする太陽電池の実用化が可能になるという見通しによったものであったが、結果は実用化の道は険しいと判り、急遽シリコンアモルファス系に切り替え進めることになった。ここで得た教訓は官公庁研究機関で発表される成果は実験室で成功したという事であり、実用には未だ簡単にはならないと云うことであった。

しかしもしフラーレン半導体が使えると言うことであるならば、

- 1 構造はソフトであり、自由な形に細工できる。
- 2 赤や緑に着色しても発電効率には余り影響を与えない

が最大の特徴と言える。ただ現段階では発電効率は数%であり今後の改善を期待したい。

それに対しシリコンアモルファス系は

特殊な塗料を用いない限り着色は性能を落としてしまう。

の短所があるが、

- 1 可撓性は炭素系の素子に比べ優れている。
- 2 発電効率は十数%以上で電氣的性能が優れている。

3 温度特性等はすでに結晶構造のシリコンで実証されており充分実用に耐える。の長所があり、結論からシリコンアモルフォスを選定し実験を進めることとした。

実験に当たっての仮説と前提条件

- (1) 今回使用する太陽電池は新製品のアモルファスシリコンのフィルムで、まだ実用結果の報告はごく一部であり、その風雨に対する耐久力等は結晶シリコンと同程度と公表されているのでこれを実証したい。
- (2) 太陽電池面の部分日陰の影響でその出力がどの程度低下するかは実用上の大きな問題点であるが、太陽電池と充電用電池を結ぶ回路の工夫によりその影響が軽減される事が期待されている (特願 2008-307395) 照明装置 杉山 卓
- (3) 照明時間は周辺が暗くなった日没以降日の出までとし、周辺の暗さを探知する回路を内蔵させた構造とする。又照明時間もタイマーでコントロール出来るようにする。(特許又は実用新案申請中) 杉山 卓 吾妻寛二

実証実験のフィールド

充分な日照の得られる野外に設置し。個々の太陽電池への受光感度が最高になる角度を調節して決定する。実験場所は三鷹市下連雀の駐車場を予約済み。

#-1 雨天が連続するような条件でも電子回路には充分な防水を施し、漏水による機能停止を起こさない対策を立てる。

#-2 蓄電池はニッケル水素系のものを選んだ。この理由は加充電に耐えることと、従来までのニッケルカドミウム系に比べ反復充電能力が優れているためである。

#-3 外気温度は-10度Cから+40度Cまで異常なく動作しうる発電素子、蓄電池を使用する。

#-4 太陽電池素子表面にはその感光特性を損なわず、しかも劣化を進行させない特殊塗装を施すようにする。塗料名称 「Planet Supra Glass」及び「Luster Coat」

実験機器の構成

- ・ 支柱 (ポール)、ポール固定部材・強化 PV 材

- ・ 土台（植木鉢型）及びその関連部材・・・木製防水加工
- ・ 人工植物・・・木の葉状（約 50 枚）
- ・ 太陽電池・・・シリコンアモルファスフィルム状（約 50 枚）
- ・ 充電用蓄電池・・・ニッケル水素系パッカー式
- ・ 制御器・・・充放電切り換え、照明時間設定用タイマー
- ・ LED 光源素子、照明用反射傘・・・一式
- ・ 雑部品・・・ケーブル、コネクタ、テープ、塗料

実験のモニター

- ・ 照度計、タイマー、電流電圧計

実験実証の期間

- ・ 2009 年 2 月 1 日より 3 月 4 日まで

採取すべきデータ項目

- ・ 照明灯の照度 ・ 日照時間と照明持続時間 ・ 部分日陰の影響
- ・ 雨水、夜霧の照度への影響
- ・ 木の葉の動揺、太陽光の移動角度方向変化の影響

1-5 実験結果と考察

実験結果

野外実験場 東京都 三鷹市 下連雀 産業プラザ所属 駐車場

期間 2009 年 3 月より約 2 ヶ月



図 5 ポールと土台の接続中

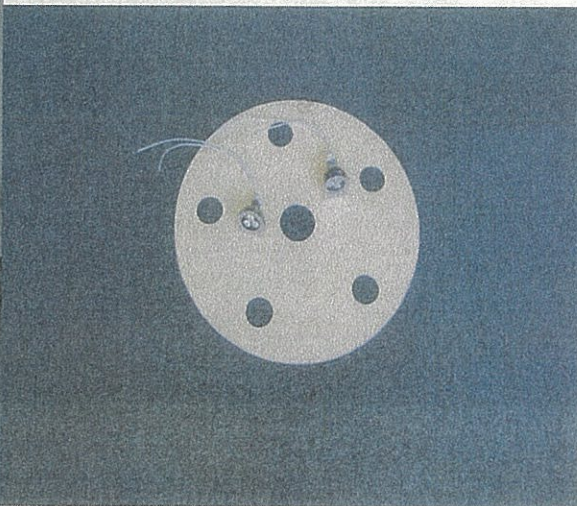


図 6 傘に取り付けられる LED



図7 試作装置完成の点灯テスト

考察 問題点と今後の用途拡張性等

野外実験結果を待ち最終的な形状が決定されるが、現在まで判明している所は
問題点

- 1 好奇心やいたずら好きによる装置破損の防止法
素子を手の届かない高さに持ち上げるか、柵を設ける
- 2 浸水による漏電 強風による木の葉の破損

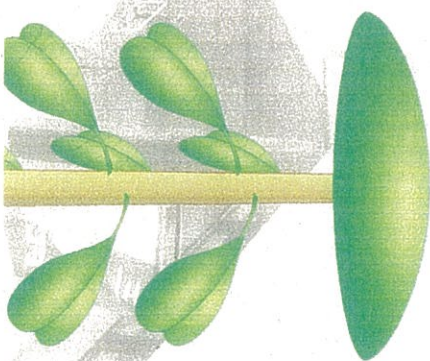
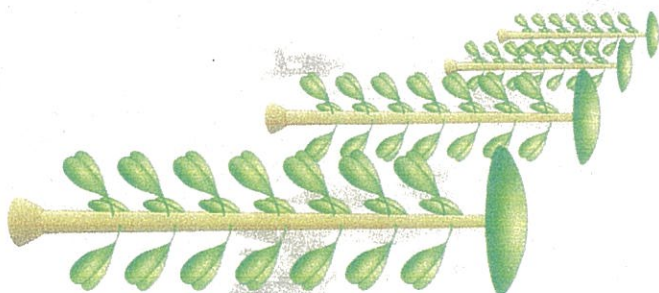
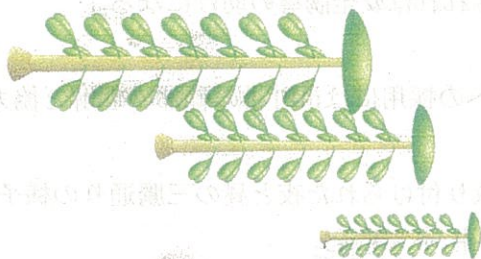
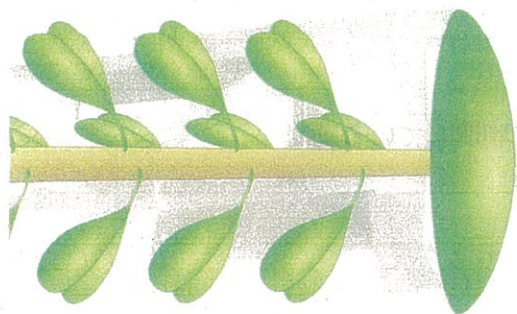
今後の用途拡張性

- 1 街路灯だけでなく危険な湖水や海岸の水際を照明し転落防止に役立たせる
- 2 商用電源の届きにくい登山道に本装置を設置し登山者や車の運転の安全を図る
- 3 災害時停電時にも照明が確保されれば安全誘導の助けになる。

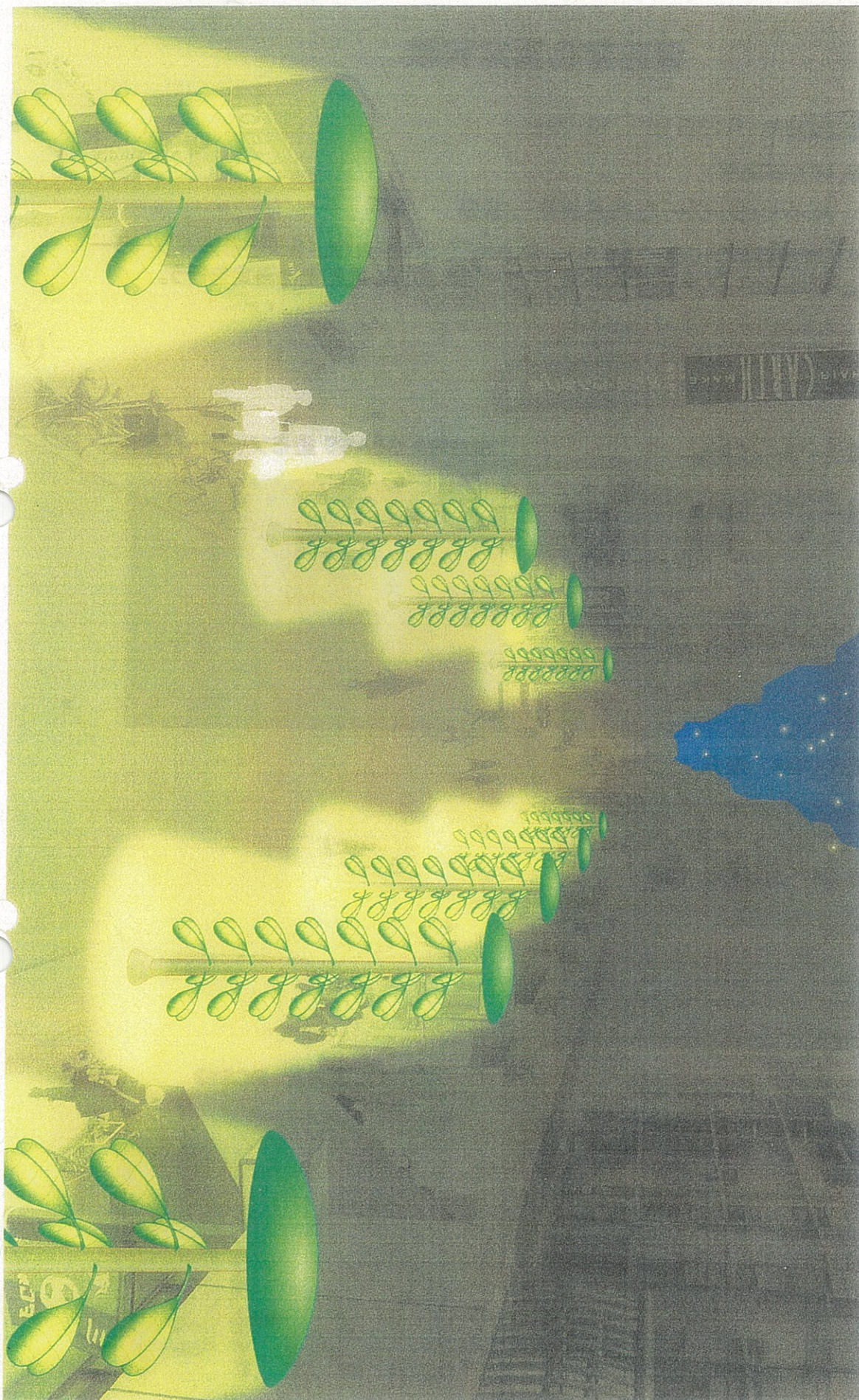
このような街路照明灯の公共施設への採用には市町村の幹部の理解と協力をお願いしたい。

補足資料： 1 及び 2 本街灯が取り付けられた夜と昼の三鷹通りの様子
以上 314 ラスガートイトを能

昼



夜



電圧変化測定実験

実験日時: 2008年1月13日(火) 10:00~

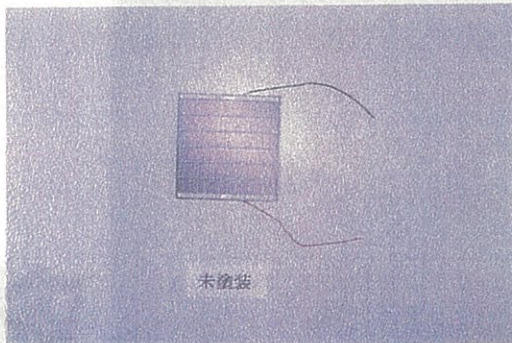
実験場所: 弊社研究所

実験者: サイペイントジャパン株式会社 篠原・菅原

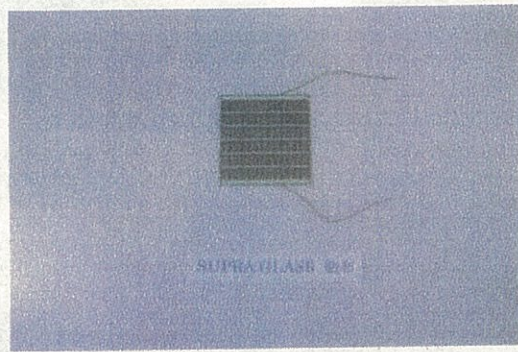
実験内容: 「未塗装のソーラーパネル」、「PLANET SUPRA GLASS 塗布済みソーラーパネル」と「LUSTER COAT 塗布済みソーラーパネル」の電圧変化測定を行う。

使用器具:

未塗装ソーラーパネル



SUPRA GLASS 塗布ソーラーパネル



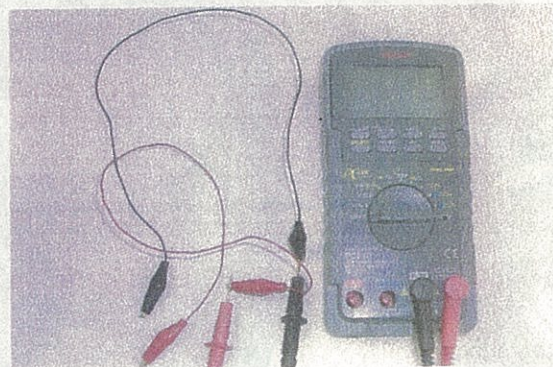
LUSTER COAT 塗布ソーラーパネル



ハロゲンライト 型式CHP250



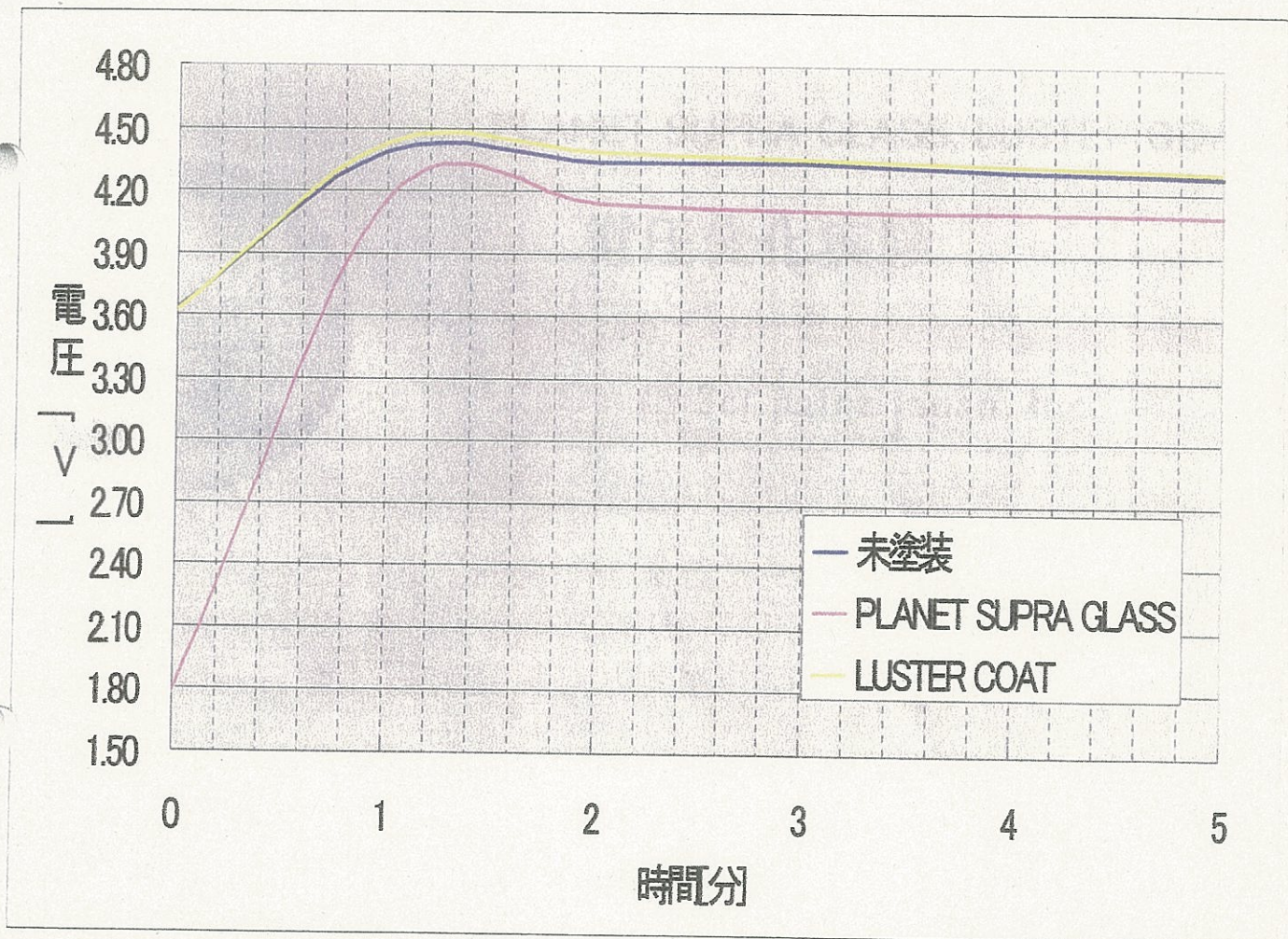
デジタル電圧計 PC510



< 試験データ >

添付資料4

時間	未塗装	PLANET SUPRA GLASS	LUSTER COAT
0分	3.63	1.78	3.62
1分	4.39	4.16	4.43
2分	4.34	4.14	4.38
3分	4.34	4.11	4.35
4分	4.30	4.11	4.33
5分	4.28	4.09	4.30



< 検証 >

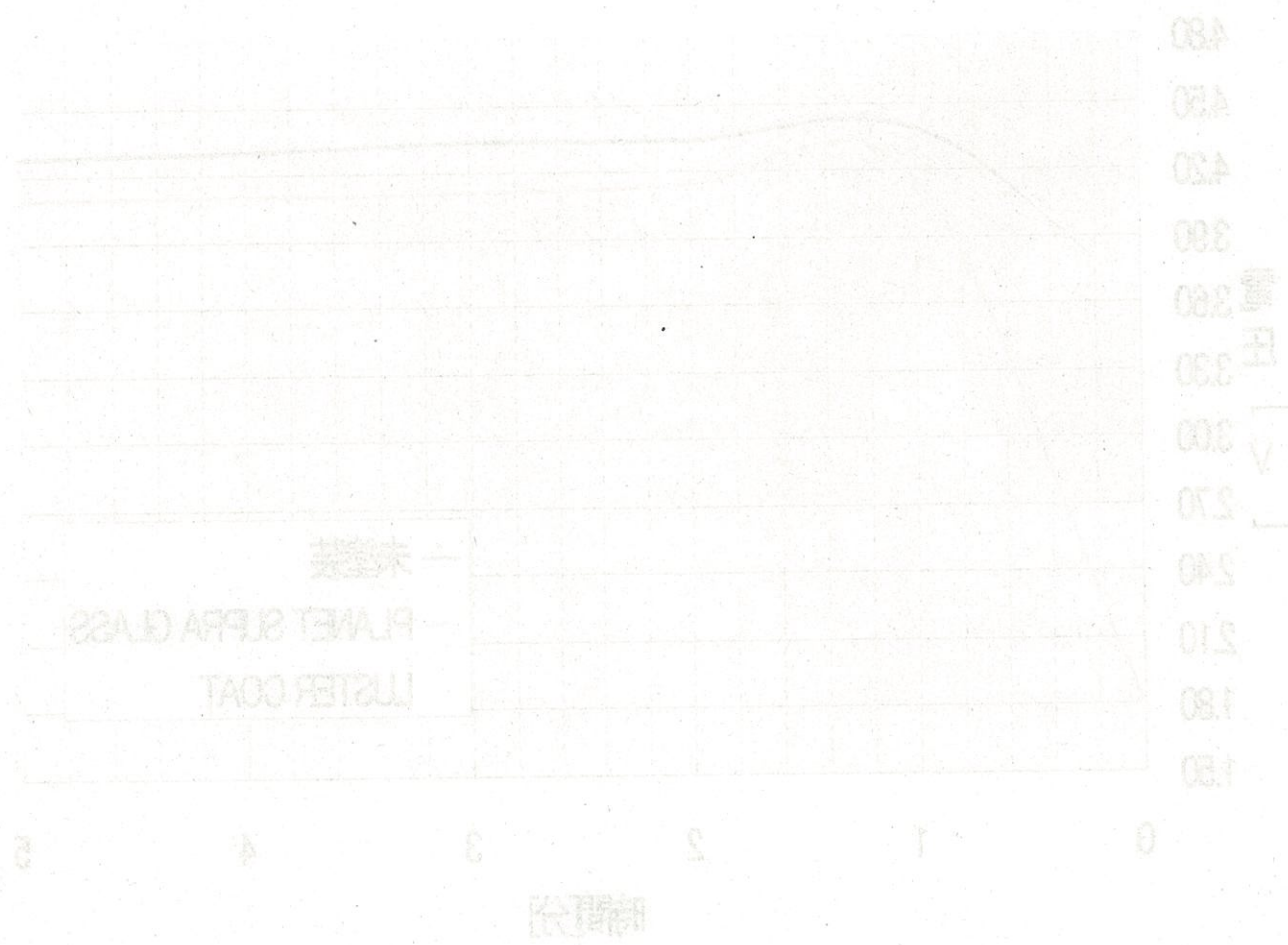
『未塗装』に対して、『PLANET SUPRA GLASS』は可視光透過率94%であるが、若干色が入る為光量が落ちてしまい、それが電圧に影響を及ぼしていると考えられる。

また、『LUSTER COAT』においては、塗付することにより、表面が平坦になり、光量が下がらずに入ってくる為、『未塗装』より電圧が高いと考えられる。

『未塗装』は乱反射してると考えられる。

< 試験データ >

時間	未塗料	PLANET SUPRA GLASS	LUSTER COAT
0分	388	177	388
1分	438	418	448
2分	434	414	438
3分	434	411	438
4分	430	411	438
5分	428	409	430



< 解説 >

未塗料に対して、PLANET SUPRA GLASSは可視光透過率が94%であるが、若干色が入る為光量が落ちてしまふ、それが艶に響き反して艶が落ちる。

また、LUSTER COATにおいては、塗付することにより、表面が平坦になり、光量が十分に入って来る為、未塗料より艶がより高くなる。

未塗料は乱反射して艶が落ちる。