

HOP 01-050

本田財団レポート No.50
「ひまわりVA太陽光は
人間の生活にどう役立つか」

慶應義塾大学教授 森 敬

講師略歴

森 敬 (もり・けい)
昭和7年 京都に生まれる
昭和30年 慶應義塾大学経済学部卒業
昭和33年 慶應義塾大学大学院
経済学研究科修士課程修了
昭和43年 経済学博士取得
昭和48年 慶應義塾大学工学部教授
現 在 慶應義塾大学理工学部管理工学科教授
(株)ラフォーレ・エンジニアリング会長

論文発表

- ・ 1985.5 「7th Symposium on Biotechnology for Fuels and Chemicals」
- ・ 1985.6 「第2回宇宙利用シンポジウム」(宇宙科学研究所主催)
- ・ 1986 「Acta Astronautica」 Vol.13, No.2, pp.71-79

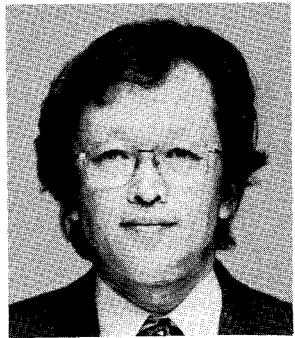
他多数

このレポートは昭和60年9月9日、パレスホテルにおいて行われた第41回本田財団懇談会の講演の要旨をまとめたものです。

はじめに

御紹介頂きました森でございます。

私は理物理学部に所属しておりますが、元来は経済学部の出身であります。この研究はオイルショックを契機に始まったものであります。当初オイルショックというのは経済的な重大問題だと思いましたので、オイルの代替エネルギーとして見直されつつあった自然エネルギーはその利用の実態とその将来がどういう事になるのだろうということで研究を始めた訳です。色々関係者にお話を伺ったんですが、太陽エネルギーの利用については、熱、電気、その他まだまだ効率が低いという認識が一般的だったのです。皆さんの考え方というのは太陽の光を電気に変えたり、熱に変えたりというエネルギー変換方式でスタートしているんです。ところが、太陽の光というものは元々は光なのだから光のままで使えばどうだろう。もし光に価値があれば非常に使い易いはずではないかと私なりに考えてみたのです。



「ひまわり」の誕生

●太陽光と光ファイバー

私は大学で国際的計算機ネットワークを使わなければならぬ立場にあり、通信ネットワークの技術について関心がありました、色々やっているうちに比較的早い時期に光ファイバーの存在を知りました。電々公社の通信研究所を見学にまいりました時、2km位のファイバーが巻いてあったのです。それにヘリウムネオンレーザーが入っていて、別の端末から非常にきれいな光が出てくるのを見て、これは何か光エネルギーの伝送にも十分に使えるのではないかと思ったわけです。それまでの段階では、太陽の光を使えばいいという観念と、光ファイバーがその手段としてあるという二点は分かっていたのですが、その先まで進もうとは思わなかったのです。ところが、父の事業が森ビルという色々な土地開発をやっていまして、その時に社員から、どうも日照権の問題で頭が痛い。お金で解決しても何か割り切れない。もう一つ太陽があったらどんなにいいかという話を聞きまして、なるほど『第二の太陽』というのは意味があるのではないかと思い、この研究を実際にスタートさせました。

●太陽の追跡

100メートルほどファイバーを手に入れて、レンズで太陽光を集光しファイバーの末端に当ててみたところ、非常にきれいな光がでてきました。これは間違いなく光エネルギー伝送に可能性があると思いました。ところが、案に相違して太陽というのは思ったより早くどんどん動くのです。ですから焦点に合わせて出ている時間というのは数秒しかなく、あっという間に消えてしまう。これは大変だということで、それから半年位かかって追跡装置を作りました。その結果、ともかく2~3時間は光が取れたのです。それが最初の装置です。

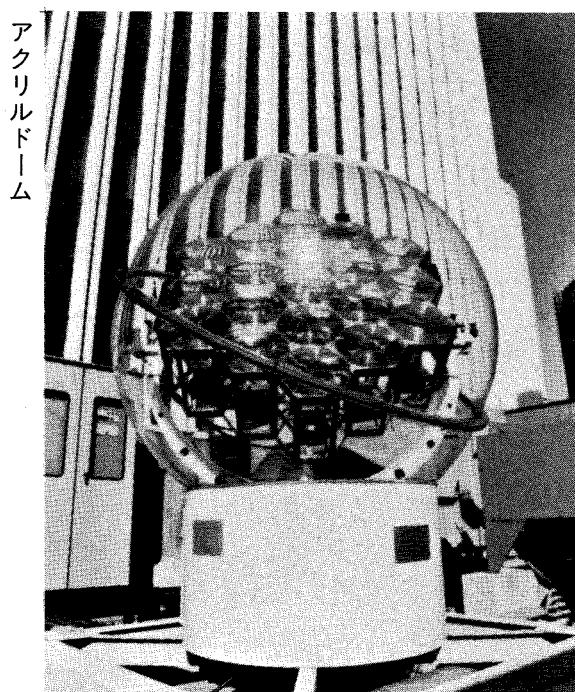
●初実験

その時にN H K の人がその話を聞きつけて、これで東海大学の水族館の中の魚を照らしてみようということになり、実際に私が出来たての小さな装置を持って行って、水族館の上に置き、光を水の中に入れてみたんです。すると亀が寄ってくるのです。大きな海亀ですが、光が当たる所に必ずやってくるのです。我々は魚が光に集まる様子を撮るつもりだったのですが、亀がしつこくやって来て魚が驚いて逃げてしまうので、一生懸命亀を避けながら撮影したら、亀が怒ってファイバーに食いついてしまいました。あわててファイバーケーブルをぐいぐい引張って亀の首を振り回してやっと逃れても、また食いつくという状態で、その時は余り気にしなかったのですが、実はそれが非常に大きなヒントになっていました。結局、魚も寄って来るし反応もある。面白そうだということになりました。N H K のディレクター加藤辺氏が後からやって来られまして、これでは小さくて絵にならない。もっと大きい装置を作ってくれということで、1つの目玉ではなくて、4つ位の目玉の装置を作りました。それを3トン位の大きなブイの上に載せれば絵になるというわけです。そこで、東伊豆にイルカ漁で有名な富戸という所があるのですが、その富戸のイルカ船の船台にまずブイを乗せ、その上にひまわりを乗せ、進水しました。

結局それは一応実りまして、昭和55年にN H K の「太陽新時代」という正月番組でその一部のシーンが放映されました。その後、大変なインパクトがあり、色々お問い合わせがありました。それは、ひまわりの光をどう使うかということについてでした。

●アクリルドーム

一方、我々は海でやった結果、非常に多くのことを学んだわけです。と言いますのは、海に置いておくと三日位で機械はさびてしまう。レンズは汚れる。風が吹くと揺



れる。とにかく、どうにもならないということがよく分かりました。そして、今ご覧いただいているような形にまとまつたのは、それから半年後でございます。あのアクリルのポールを作つて装置を中心に入れたことにより、汚れがなくなる、安定する、マイコンの置き場所も確定する、空調も楽である、と色々なことが改善できて非常に安定化しました。それ以来、2時間の制約がはずれて、太陽がある限り取れるようになり、その年の7月に東海大学に収めて以来、現在も動いています。

●「ひまわり」の用途

そのひまわりを何に使つたらいいか。何にでも使えそうだけれど、何に使っていいかわからないというのが悩みの種で、これは熱心なアプリケーションの協力者と一緒に仕事をするしかないということに気が付きました。それからは、色々なものを始めました。その成果を本日、スライドでお見せしながら簡単にご説明します。

スライド（アプリケーション）

●ユニット

これは、現実に私が使っております。ひまわりビルという地上6階地下1階のビルがありまして、その上に置いてあるものです。科学万博に収める時にこういうデザインで収めたいといいましたら、こんな弱々しい物で万が一ひっくり返つたら危なくてダメだということでしたが、危ないはずがないから、自分たちで作つてみようということで作つたものです。台風も地震も経験してだいじょうぶというのが分かったので、

ひまわりビル屋上のユニット



科学万博の人達も安心してこれを採用したわけです。19個のレンズを持っているユニットがありまして、それを7つ、この上に置くわけです。この台は、朝東を向いており、そして一日かかるて西を向くわけです。互いに陰になりませんから常に光をあびるということになります。高さ2.5~6m、幅2mという大きさになぜ決めたかと言いますと、日本の国内を輸送する際、これならばどの道でも許可なく走れます。これを

ユニットにしまして、これより大きいスペースが求められる時にはこの様にして数を増して受光面積を広げる。これは7つですけれども、3つの場合でもいいし、5つでもいいし、更に欲しければ19、37、61というように増やしていくことができます。

もう少し細かい説明をしますと、このようにレンズがありますが、これの焦点がファイバーケーブルの受光端と合ってそれから光を持ってきます。軸はこのラインで、これが南北に動き、このアームで回転し、東から西へ動くということです。

●トマトの室内栽培

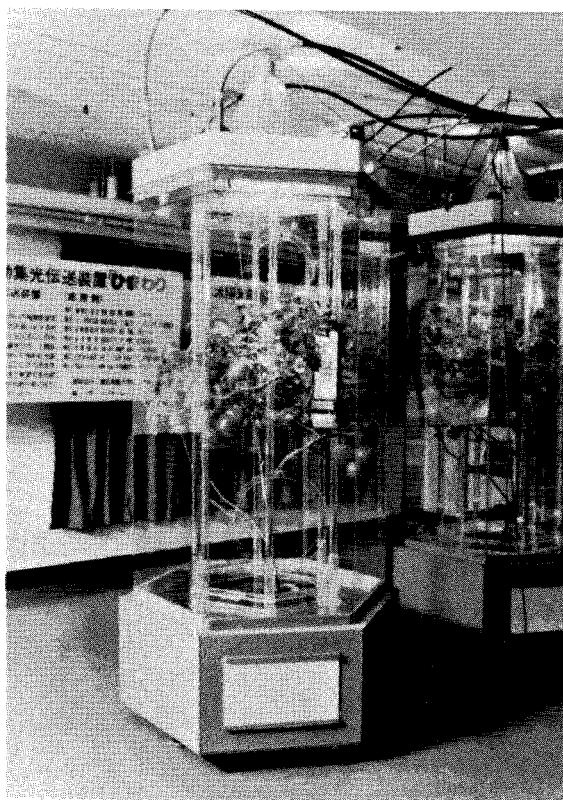
これを行なった結果、例えば、室内でトマトを育てるという実験ができたわけです。トマトというのは実は植物の中で最も強い光を要求するもので、2万ルクス以下では全然育ちません。7万ルクス以上必要なんですが、我々のは人工のバックグラウンドの光と太陽光とを合わせて7千ルクスしかない。これをみた植物の専門家は、これは絶対育たない。あきらめなさいというお話だったのです。しかし我々はあきらめるわけにはいかないので、このままやっていました。そうしたら、花は咲き、実はなり、ちゃんと赤くなってきたのです。食べてみたら露地のトマトよりおいしい。そして、これはずっと取り続けていまして、3年間生きております。まだ現在も生きておりますけれども、3年間毎日毎日採れるわけです。季節に関係なく採れるわけで、実際はぐるぐる巻いていて、高さが4m位になっていますがまだどんどん育っています。

●クロレラ培養

光を上からもってきて横に光を出しますと一種の人工の光ラジエーターみたいなものになります。この中にクロレラの細胞を入れ、ぐるぐる回しますと、どんどん増殖

トマトの室内栽培

セントポーリアの栽培



します。これについてはまた後ほど説明します。

●セントポーリアの栽培

これは、セントポーリアの花ですがこの花は逆に弱光の世界で生きる植物です。ですから、自然の太陽光を一万ルクス以上与えますと葉がまっ白になって枯れてしまい3千ルクスから7～8千ルクスの所がいいというわけです。実は、我々は太陽の光を1万ルクス当てました。ぐるぐる回して前後に移動させますと、15分に1～2分当たるという程度なのですが、それでもこれで1ヶ月置きますと、みんなこの様に花が咲きます。一旦咲き始めると年がら年中咲いています。もう既に3年間咲き続けているものもあります。それまでは知らなかったのですが、セントポーリアというのは実が成ることもわかったのです。誰も実の成ったのを見たことがなかったんですが、大豆大の実が成りました。見るとおいしそうなのがよく成っているんです。種もできましたし、この実の成った状態で年がら年中花が咲くという風になったわけです。同じ1万ルクスでも太陽の光を与えてしまうと枯れてしまうんです。ひまわりから出てくる光だとこの様にアップするのです。これはなぜか。後程説明いたします。

●テラピア(いずみ鯛)のクロレラによる飼育

これは、テラピア(いずみ鯛)という魚です。これは淡水でも海水でもよく、それから卵はそんなに多く生まず自分の口中で育てて、大きくする性質のもので、繁殖力が非常に強い魚です。これを我々はクロレラだけで育てたんですが、すぐに普通の2倍位の大きさになってしまいます。今現在、1年半位たちましたが、この水槽が狭くな

テラピア

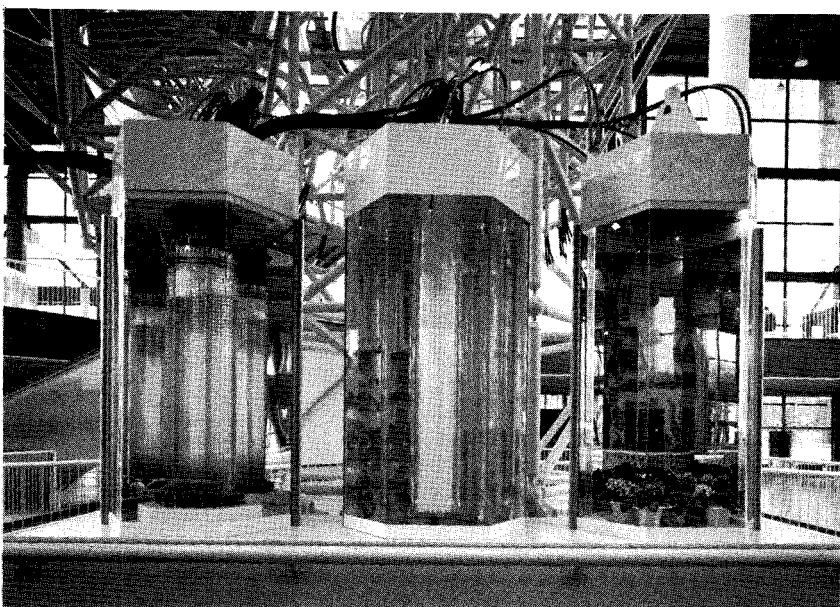


るほど大きくなっています。クロレラだけで育てたという効果があると思いますが、かわいそうで仲々食べられないのでまだ味の方はわからないのです。

●クロレラのリサイクルシステム

これは、クロレラをビーズ状に固めまして、これで餌をやっているんですが、なぜこうするかといいますと、この中にアクティブなクロレラが入っています。ですから光を当てますと酸素がくっつきまして、浮いてくるのですが、その酸素は水中に溶けて魚の呼吸に役立つ。それから魚の出す炭酸ガスは吸い込んで気体と共に出す。魚の出す排泄物は吸収して栄養物になる、ということでリサイクルのシステムの実験をやっているわけです。

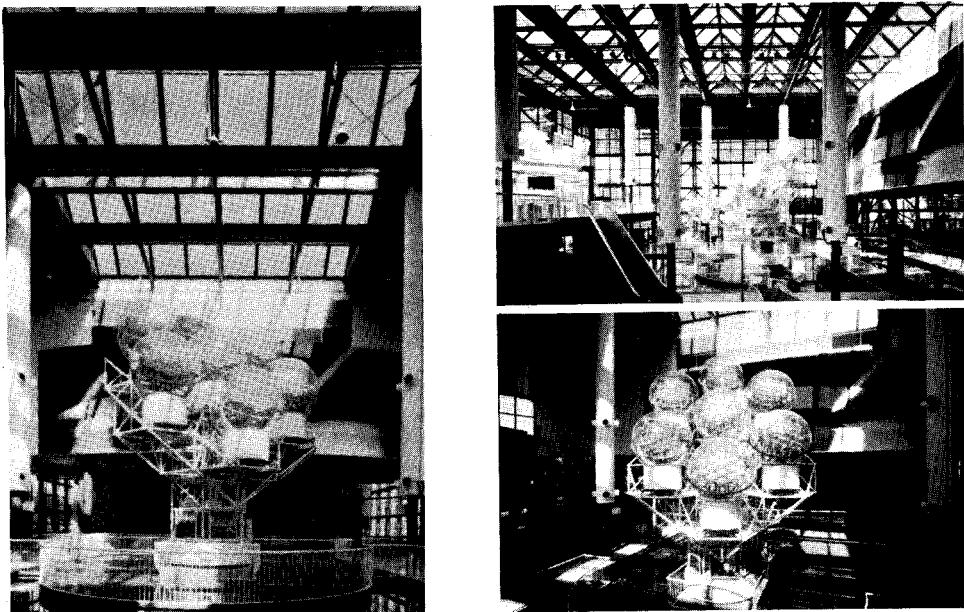
クロレラのリサイクルシステム



●科学万博

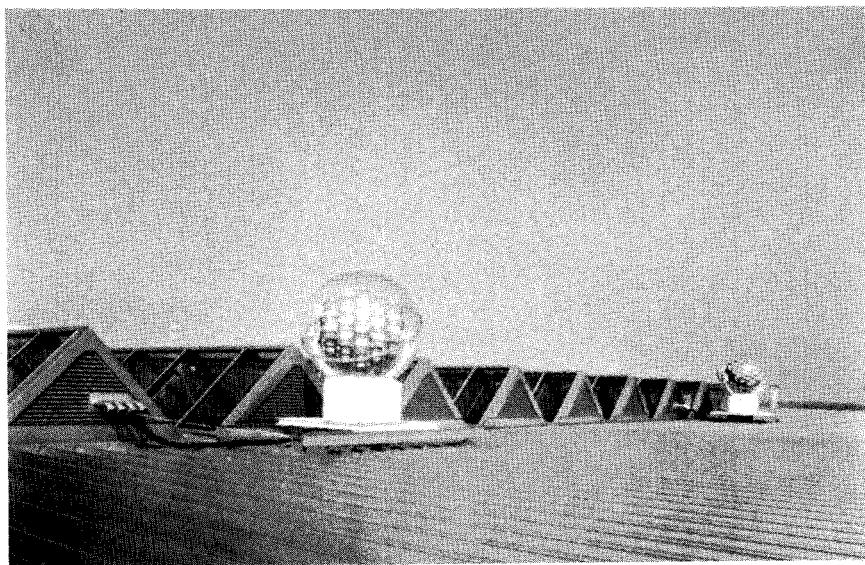
これは万博の中の政府館の真中にあるものなんですが、十分な説明がないので、皆さん何だかさっぱり分からずに通り過ぎて行ってしまうのです。よく見るとおもしろいはずです。この館内では小さく見えるのですが、この三つは実は非常に大きいのでこんなものは我々のビルの中には入らないのです。これを入れる為にはここを削ってどうしようかと考える位大きいのですが、万博のテーマ館は大きいですからこれでも小さく見えます。実は19眼のユニットを7基まとめたセットが部屋の中にあります、天窓から光を取っているわけですが、これでは時間が限られるうえに余り光は取れません。デモンストレーションだけです。従ってあと一基、屋上についているのです。その屋上からくる光を使ってコーナーでアプリケーションをデモンストレーションしています。さらにもう一基ついているんですが、それは例の「おばけトマト」の為のものです。この天井は、「おばけトマト」にとって太陽を供給するはずのものだった

科学万博室内ユニット



のです。10月の始めに播種しまして、1月始め頃にはある程度大きくなる予定だったのですが、南のB館が邪魔になって光が全然入ってこないので。何とかひまわりで助けて欲しいということで、もう一基つけて種を播いて4m位になるまで育てて差し上げたのです。それ以降には太陽の位置も高くなって、天窓からも光が入ってきますから大丈夫になったのです。最初の種から4mまではひまわりの力によってめでたく育ったということです。

科学万博屋上ユニット



これが屋上の二基なんですね。会期前は二基ともに「おばけトマト」用に使われ、会期中は一基は予定通りわれわれのデモ用に使われ、他の一基はトマト用に使われていましたが、トマト棚の直径が10mを越えてくると「ひまわり」の相対的重要性は少なくなります。

●クロレラ培養装置（6ページの写真参照）

左から第一の装置はクロレラ培養装置です。真中の装置の中心にクロレラ培養装置が組み込まれています。始めのころのものであまりクロレラが入っていませんけれども、ここにビーズ状のクロレラを入れて光を当てますとクロレラは炭酸ガスを吸収して、酸素を出します。それがクロレラビーズのまわりに付着するので、丁度マリモみたいに水面に浮上してきますので、内側のクロレラ槽からまわりの魚槽へ、酸素つきのクロレラビーズがぽんと出ます。これは太陽の光が入り込むと、結果的には魚が太るということですので、閉鎖生態形システムであるということになります。

三つ目の装置は、セントポーリア、その他、花が入っていますが、ここに光の通路がありまして、これが前後に動くと光が横に分散していきます。光の分散方式といえます。

●ユニバーシアード採火式

これがユニバーシアード採火式です。我々はひまわりの光はクールな太陽光だということを宣伝していたのですが、三菱テーマ館の企画の方がどうしてもひまわりの光で採火がしたいということで、困ってしまったのです。よく考えてみると、この光は光だけで熱がない光なのですね。しかし、光はすべて黒いものにあたれば吸収されて熱に変るので、燃えるということが分かっています。そこで我々は実験してみたのです。白いマッチと黒いマッチにひまわりの光を当てたんです。白いマッチに当てた時は全く火がつかないんです。しかし黒いマッチに当てるときバッと火がつく。ですから採火台の中心にマグネシウムを積んで、それにひまわり光を当てて火がついたところでガスをひねるという方法でやったのです。

ユニバーシアード採火式



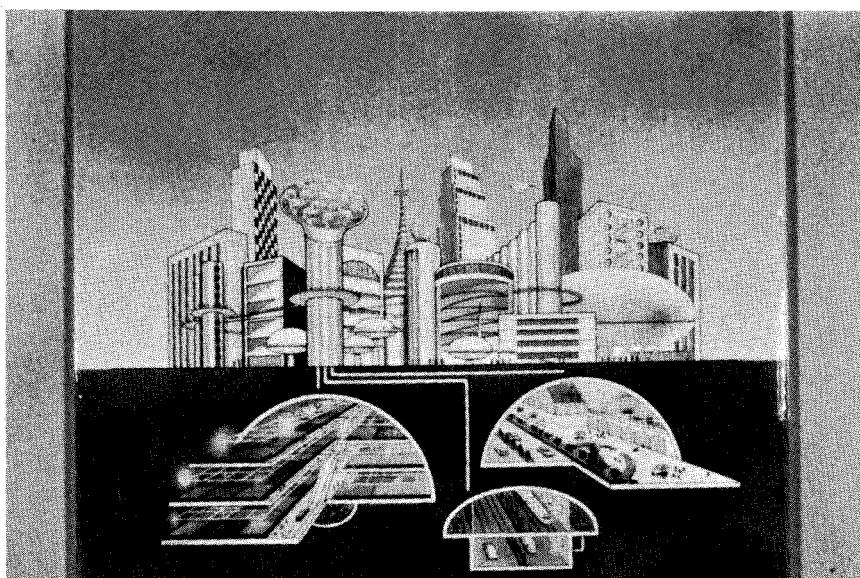
戦後初のロサンゼルスで行なわれたオリンピックの水泳で、圧倒的大差で見事優勝され、敗戦で沈んでいた日本を大いに湧かせた英雄で、「フジヤマのトビウオ」の異名をとった古橋広之進さんが、いろいろと「ひまわり」について科学的に解説され

ましたが、ここで採火された火を今度は飛行船に吊り上げて、三日位かかって神戸まで持つていって、広島から来た火と合わせて、「科学の火」「平和の火」ということでユニバーシアードで同時点火したということです。

●地下都市

これは、ひまわりが将来どう使われるかという想像図ですが、ビルの屋上にこの様にどんどんついていきますと、地下でも畑ができるという説明です。つまり赤坂、六本木にも農協・漁協ができるんだというものです。

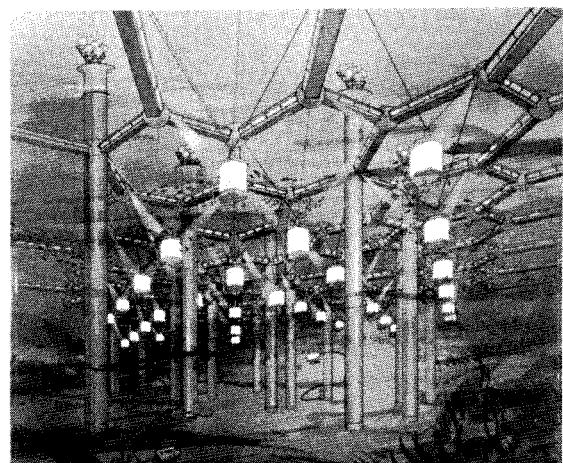
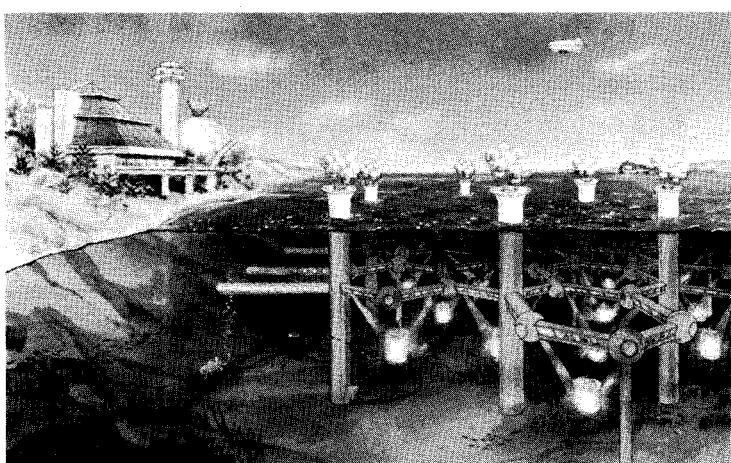
地下都市



●大村湾の海洋開発 —— 新しい漁場の形成 ——

これはひまわりを利用した海洋開発でして、長崎県の大村湾の開発にと頼まれて始めたものです。最初にやりました例の海洋実験でいろいろと経験を積みましたので、案外素直に案がまとまりました。

大村湾の海洋開発

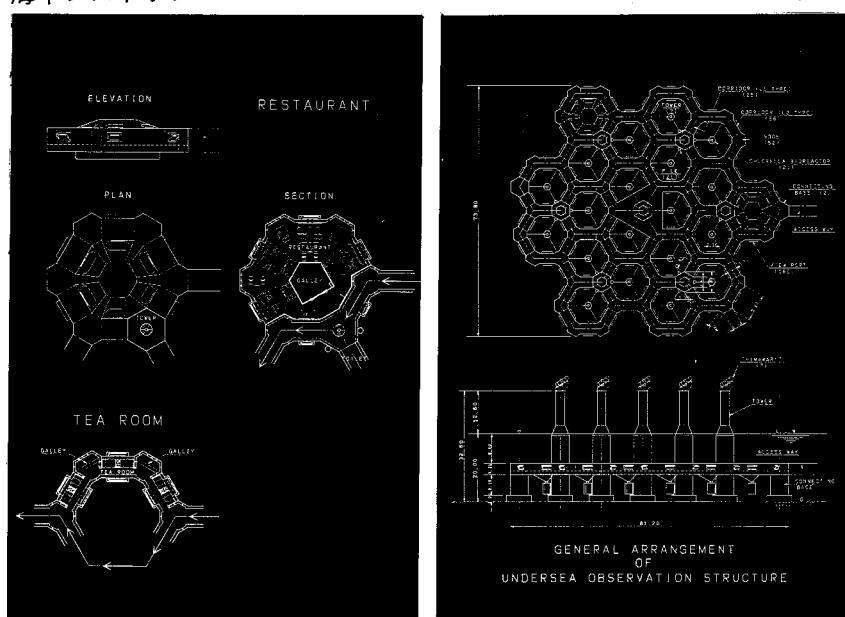


先程の7基のセット7セットを一つのモジュールとしまして、直径80mの海域を賄う予定です。深さは大体50mから浅い所で30m位迄を対象にしております。上から光が来るんですが、このサンサンとした太陽で海草、緑藻が働いて光合成をやるので酸素がリッチで、いい状態の海になるんです。しかし、それは7月の初めまで、8月からは完全にその状態はなくなってしまいます。といいますのは温かい水は上へいって、冷たい水は下にくる、混ざらないのです。ですから、下の水には上からの光は届かない。光合成は進まないので。温度は冷たいということで、腐りはじめるのです。酸欠になってしまふのです。その酸欠水が海の底にできて死水と称しています。それが魚を追いやり、ある日突然岸辺で無茶苦茶に魚が捕れるときが続いたあと急にばったり捕れなくなるのです。こういう現象が大村湾で起きます。それを防ぐ為に、その中に今のクロレラ培養槽を入れて、このうちのひまわり一基でこの中を全部明るくします。あとの一基でこの培養槽のまわりを照らします。また、この培養槽の中に酸欠水を入れて、光を使ってクロレラ培養をして一定の酸素濃度になると排出します。そうするとクロレラと酸素が同時に海中に出てきて、これに対してまた連続的に外で光を当てていきます。出たクロレラは、食物チェーンの最初になります、動物性プランクトンがそれを捕食し、それを小魚が捕食し、さらに中型、大型の魚が回遊して来て漁場ができるということです。クロレラ培養槽の発する光は、魚的好む波長の光ですから漁場形成に役立ちます。

— 海中レストラン —

ひまわり光で魚の状態が見えます。回廊は人間の通路です。ここを通ってこの辺にも海中レストランができるだろうというわけです。魚の生産と海中の浄化と観光との3つを同時にやろうという計画になるわけです。しかしこれは、海中の構造物の特性が、一つの条件です。もしここが何かの事故で破けて、ひざ上まで水が達する数秒間か何十秒間に、人が避難できる出口がなければならない。それが丁度、もしこことここを45m以下としますと、この条件を満たします。避難通路付きの構造物ということになります。しかもこの色は魚を非常に吸引する力を持っているのでいっぱい魚

海中レストラン



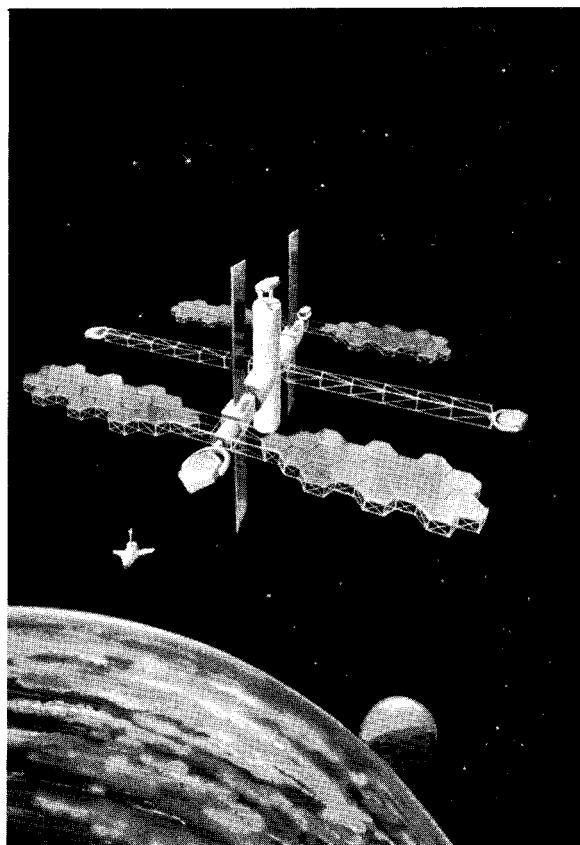
が集まっています。海中の過剰栄養分を吸収して、クロレラは自分で栄養を使って魚を育てているので、浄化という意味では非常に安心な方法だと思っております。あと、台風が来ても波はこれに直接当たりませんし、ここだけでブロックすればいいのです。そういう意味で海洋の構造の専門家がご覧になって、これなら良いと判断されたわけなんです。実は、沖縄でもそういうことを考えているということで、持っていきましたら、沖縄で風速70mの風が吹いたことがあって、B 50がみんなひっくり返ったということです。私は60mまでは考えていたのですが、70m以上90mまでの風に耐えるモジュールを開発しています。これは直径80mのモジュールでドック内でつくり、浮して船で運び、現地でつけます。このモジュールは世界中どこへでも運べます。

魚の目になってこの構造を下からみるとどう見えるかというのがこれです。

●宇宙空間

宇宙空間でひまわりを使って太陽光エネルギーを取り入れたらどうなるかというものです。宇宙空間で太陽の光を浴びるというのは気違ひざたで、短波紫外線、つまり真空紫外線からX線、ガンマ線、その他いろいろな放射能や、ものすごい熱線が来て、人間は直接皮膚をさらしたらひとたまりもありません。しかし、ひまわりを使ってモジュールの中にとり入れますと、非常にエンジョイアブルな光になるんです。それを使ってリサイクル可能なエコロジーシステムをつくろうという計画です。

宇宙空間での利用



●寝たきり老人の日光浴

これは実は寝たきりのおばあさんに頼まれましてひまわりを持ち込んだのです。おばあさんは神経痛で寝たきりになっておられたんですが、これを当て初めて半年後に痛みがとれて、起き上がって1年半程度元気でおられたんです。不幸にも、ころんで大腿骨を骨折して亡くなってしまいましたが、娘さんによりますと母はその間非常にハッピーだった。当てていただきて良かったとおっしゃっていただいたのです。今現在、老人問題でひまわりは非常に注目されています。そのことはまた後ほど。

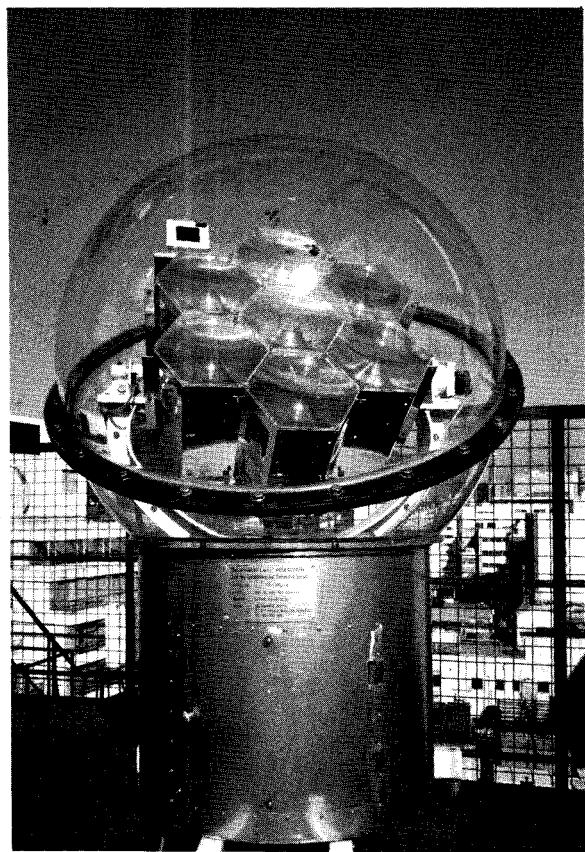
寝たきり老人の日光浴



●家庭用ひまわり

これは新しく作った新7眼の小さなひまわりです。これで家庭用を考えています。13頁下の写真に示したものは我々のグループで施工したものですが、ポールの上にひまわりをのせて植込みによる遮光を防いでいるのです。写真はその外観です。これは部屋の中まで伝送可能な形になっています。この光の出口にベッドを置いて寝ていると非常にいい気持になります。本当にこのひまわり太陽光を浴びますといい気持なのです。

新7眼ひまわり



屋 内



外 觀



屋 内



●北海道増毛町の科学館

これは北海道の北の端にある増毛という町の科学館に納めたものです。ひまわりを屋上から見た写真です。科学館の中では、沖縄のセミノール（紅ミカンとグレープフルーツをかけ合わせたもの）というオレンジをならしています。(写真省略)

●秋田駅前のモニュメント（地下照明）

秋田市の駅前にモニュメントを置いて、ここからあと地下を通ってこのビルの中の地下で植栽をやる。夜は逆に人工光をファイバーに入れてひまわりのレンズを通して投光してこの建物を照らすようにしております。これはその時の写真です。(写真省略)

●一般家庭の照明

一般家庭の、ある社長さんの家へひまわりを設置したところです。植木が多いので庭にポールを立てその上にひまわりをおき、このポールのパイプを通して光ファイバーケーブルを家の中に入れるわけです。これは台所として、台所のこの部分からひまわりの光が出てくるのです。ゴキブリは全く出ないそうです。奥さま孝行な方ですね。

(写真省略)

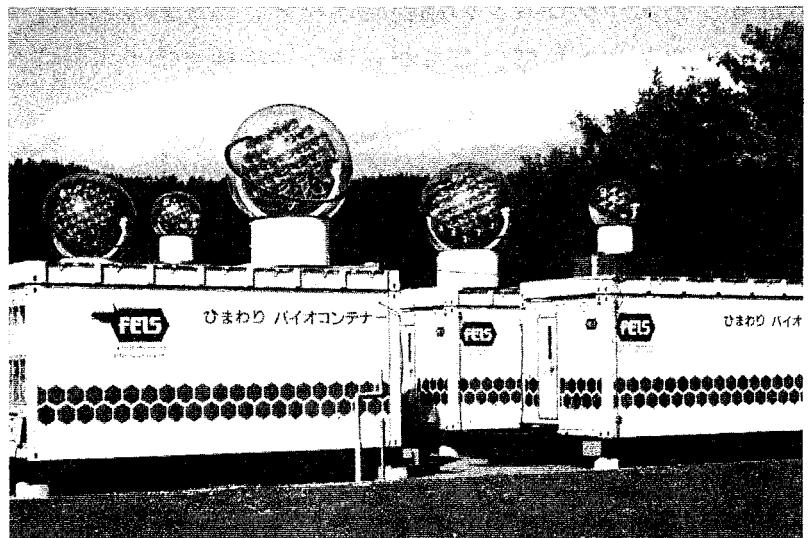
●駐車場の植物栽培

これは半地下の駐車場に出力端子を設けて植物を栽培しているところです。(写真省略)

●ひまわりバイオコンテナ

これはひまわりバイオコンテナというのですが、これを明野村という場所へもっていきました。中に船用のコンテナがあります。それを載せて中で気密状態を保ちながら、いかなる気候にも耐えられるようになっています。つまり、砂漠でも北極でもい

ひまわりパイオコンテナ



いということです。明野村は標高700m位の高地にあって、昼間は暑いけれど夜は非常に冷えるところです。だから植物の栽培にはもってこいの場所です。

コンテナの中はコントロールできるのでいろいろなことが可能です。例えば苗の栽培、きのこの栽培などもできます。この場所はなんと1年間に3100時間も日照のあるものすごく日当りのいい所です。

このコンテナは、インド洋を走ってもマイナス18度の冷凍肉を運べるもので、どのようにでもコントロールできますから、色々な苗をこの中で育てていくのです。この花を見ていますとまあ、もったいない気がしますが、実はこの中に“靈芝”という「猿の腰掛け」のような“きのこ”を置きますと花と共に大きくなります。つまり、“靈芝”が出す炭酸ガスを花が吸って花が出す酸素を“靈芝”が吸うのでうまく結合して、両者の状態が非常によくなるという共生関係が成立するわけです。

靈芝

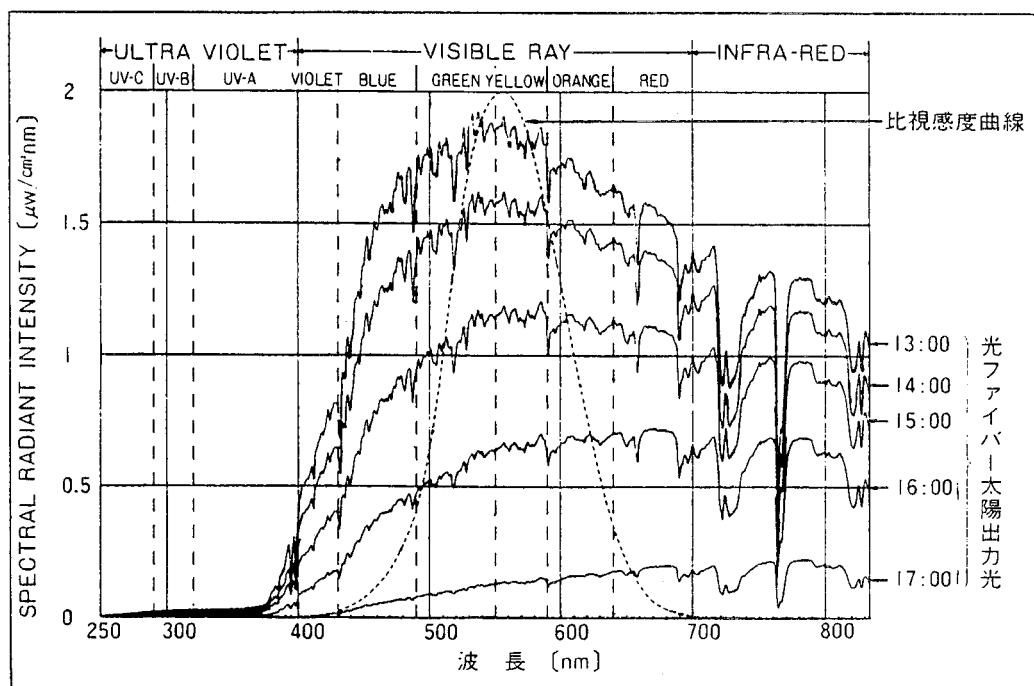


これはランのメリクローンの細胞栽培などをひまわりバイオコンテナーの中でやっているシーンであります、ここから新しい珍種を作っていくというわけです。では、一応スライドを終ります。

●ひまわり太陽光の特性

さて、いよいよ本日のテーマであります Value Added (バリューアデドッド) ということであります。ひまわりから出力される太陽光は非常によくコントロールされております。ここからここまで紫外線として、この点線のラインが人間の比視感度曲線です。ですから感度がある可視光の範囲は人間に見えるが感度が無い紫外領域や赤外領域は人間の目には見えないわけです。

図A 光ファイバー太陽出力光におけるスペクトルの経時変化



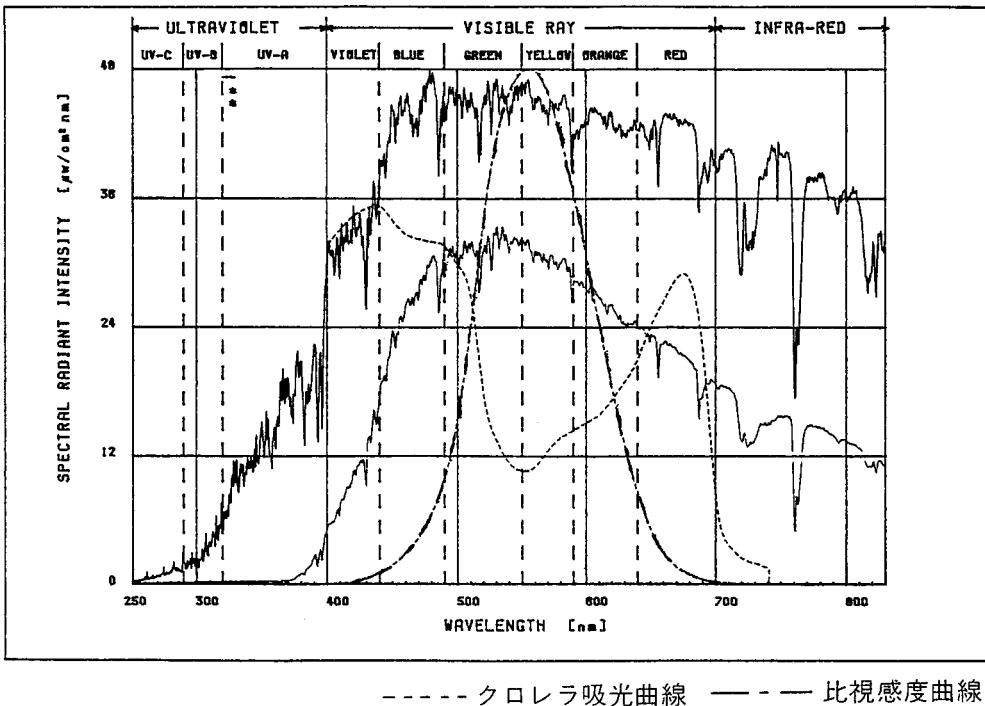
●時間の推移による動き

この光はひまわりから出てきた光の経時変化をプロットしたもので、一番外側の曲線は午後1時の状態です。それから1時間おきにとっています。まず光の強度はどんどん減っていき、また最高値を示す位置が緑あたりからだんだん赤の方へずれていきます。すなわち、太陽の光というのは夕方になると著しく弱くなりかつ赤くなるということを示しています。

●紫外線、赤外線の除去

ひまわりの光は、本当の太陽光に比べて紫外の部分がありません。どの位ないかといいますと、この青い線がオリジナルな太陽光ですが、同時にひまわりから出た光を測ってみると紫外がほとんどなく、赤外の部分がかなりダウンしている。可視光の部分が60%位にかけていることがわかります。この効率を数字で見てみると、オリジナ

図B 自然太陽光とひまわりからの光ファイバー出力光の分光分布
(太い実線) (細い実線)



----- クロレラ吸光曲線 ----- 比視感度曲線

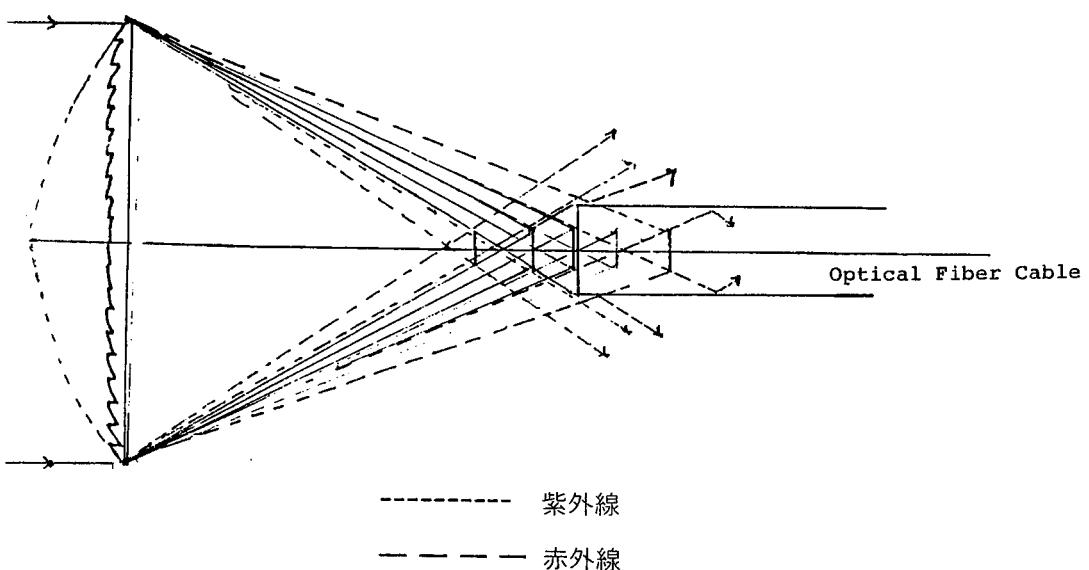
ルな光を100%のラインとすると、可視光は約60%、紫外はほとんどなく0%、赤外は30%弱になります。我々が浴びている太陽光は、紫外がかなり含まれていて、赤外も入っています。その光が、人間の体に当たった場合、私共の印象はこういう風に感じるのです。つまり、可視光のメリットを10とします。紫外は色々な条件で人間にとつてマイナスのファクターで、マイナス9の点がついている。赤外も同じように悪いファクターになります。それを総合しますとプラス1ぐらいのメリットしかない。たくさん浴びた割にはメリットの方は余りないという感覚なのです。従って、色々な科学論文を見ても、体の条件が悪いときはマイナスの影響が強く出るから太陽光は害の部分が多いんだというものがばかりなんですね。しかし、もし紫外、赤外のなくなった光を浴びたらどうなるか。先程の植物の反応では非常によく出ていますが、しかばら、人間はどうかというと、人間も非常によくなるんです。それで、先程のマイナスのファクターを除いてしまえばプラス10と出てくる。前は1だと思っていたのが10倍のインパクトがあるのだという風に我々は解釈すべきだと教えています。

害になる物を除いた光は、ただの太陽光線に比べて価値が付加されているという意味で、我々はバリューアップされたすなわち付加価値太陽光と称したわけです。

●基礎構造

ではそれは、どういう基礎構造から実現できるかというと、非常に簡単明瞭であり、我々はレンズをフレネルレンズというフラットな物に置き換えていました。平行直射日光がきますと焦点を結びますが、その位置は色によってみんな異なります。丁度プリズムに光をあてますと虹が出るように、真中が緑としますと、この辺が青、この辺が赤、この辺が紫外というように、紫外の方はみんな透けて通って出てしまう。赤外の方は半分位ここに入りますが、残りは反射して出てしまう。だから赤外は多少残って

図C 色収差を利用した光成分の選択



いますが、ほとんどが可視光です。

しかし、もし可視光をこのファイバーの経路にぴったりにしますと、緑ばかり入ってきて、青と赤のウエイトが少なくなりますので少し受光端部の直径を太陽像の径より20%ほど大きくしてあげますと、ほとんどの可視光はみな入るという構造になります。ですから、これ位の感じで我々はまず紫外を完全にとってしまう。それから、赤外を多少許すけれども相当とってしまう。熱線は石英分で完全にカットされます。

私たちはこのようにして簡単に可視光だけをとり入れることができるわけです。その可視光をファイバーの中を通してもっていったという風になります。

老人医療への活用

●血流の増加

この光の人に対する特性についてですが、ある病院でぜひ治療に使ってみたいということで、石和温泉にある附属老人ホームとそこの老人を扱う甲州中央温泉病院へ設置したわけです。治療室を4室ほど作って、医師が治療に使っているわけです。おばあさん達がひまわり太陽光を浴びるんですが、褥瘡、いわゆる“とこずれ”というのは、つまりマヒしている体にベッドなどが当たっていると、そこだけ血行障害が起きて、その部分が腐っていってしまうわけです。ひどい人になると、こぶし大の穴が体にあいてしまっているのに全然知覚しないんですね。そして腐っていっても全然わからない。あばら骨が見える位ひどく深いものもあり、そうなってしまった患者がたくさんいて、病院に回されてくるのです。脊髄欠損など起きると非常に短時間でなっちゃうんです。その人たちを直すのに病院では大変苦労しています。ところが、ひまわりの光をその人たちに当てますと一週間位でメキメキ良くなってくるのです。先生方がびっくりされまして、どういうわけだといろいろおっしゃるので、我々の方でも検討しました。太陽の光をひまわりを通して当てます。害がありませんから強く、しかも長く当てることもできます。普通の太陽だったら30分以上当てたら体に変調をき

たしてしまいますが、この光は1時間程度まで当てられるわけです。そうやって浴びておきますと、毛細血管内の血流が整然と流れ血流スピードが5倍位になるんですね。

●毛細血管をつくる働き

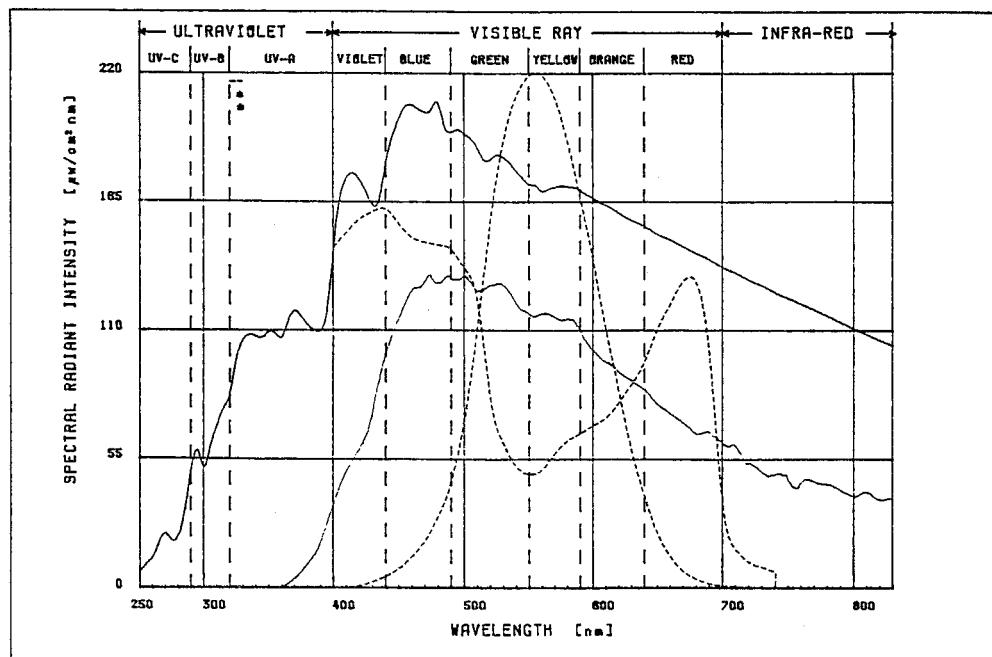
もう1人のケースは、切断した足は、筋肉と皮膚を袋のように縫い合わせますが、手術後はその表面にものすごい痛みが生じ、灼熱した輪ができるんですけれども、その痛みをおさえるためにモルヒネを飲むわけです。もうそれ以上飲むとくせになると止めますと、痛くて眠れないという患者が、たっての希望というのでひまわりの光を5分浴びせましたらきれいに痛みが取れてしまったというのです。あまりの速効性にお医者さんは心因性によるものではないかと思ったそうですが、毎日30分づつ浴びているうちにきずの内面が格段によくなっていて、よく見ると血管が非常にたくさんできています。要するに、血流の増加と同時に、毛細血管を作るという働きがある。つまり筋肉を作っていく力があるということがわかったわけです。老人ばかりでなく一般の人々に対する治療の可能性もてきたということです。

利き目がありそうで、我々も色々やっているのですが、とにかく当てますと、とっても気持がいいんです。それが1時間位当たっただけで一日中気持がいいのです。丁度ジョギングをしたあとのような壮快感がみなぎるのです。はだかになってポーッと当たっている感じがとても良くて、何かあるに違いないという感じです。

宇宙空間での利用

地上でも紫外線、赤外線は長く浴びると明らかに人体にマイナスのファクターを持っているのですが、宇宙空間ではもっと深刻なことが起こるんです。これはNASAで測りました太陽常数をこの画面の上に実線でプロットしてみたのですが、左にあるのが真空

図D 宇宙空間の太陽光(太い実線)と宇宙におけるひまわり出力光(細い実線)の分光分布



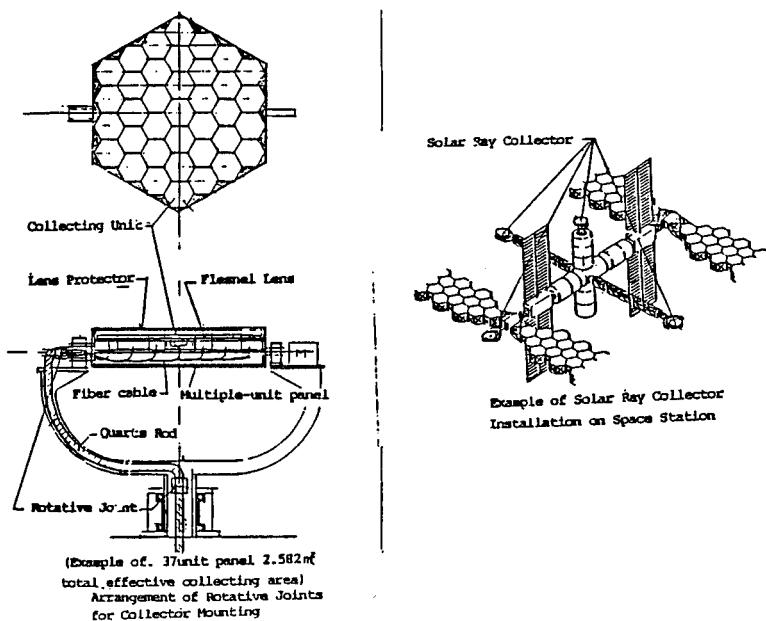
紫外線という真空しか通らない強力な紫外線で、これにあたれば生物はひとたまりもありません。いわゆる殺人光線です。この辺は中波紫外線で、これは皮膚の炎症や発ガン性で、皮膚ガンを起こす。レーガン大統領の鼻の頭に皮膚ガンができて手術されたということですが金髪碧眼の白人は最もこれに弱いのです。しかし、我々もいつ皮膚ガンにかかるか分からぬ。しかも、この中波紫外線は蓄積するということです。以前は長波紫外線は皮膚が黒くなるだけで大丈夫とされていたのですが、去年の皮膚ガン学会の世界総会では、これも危ないということになりました。宇宙ではこんなすごい物騒な光線がふりかかってくるわけですからたまりません。こういう光も“ひまわり”を通すと紫外線はほとんどなくて、赤外線もかなり減っているということになります。これを、東京の太陽と比較してみます。

宇宙線の中の“ひまわり”から出てきた光の可視光は東京の太陽の生の光の3倍あります。そのくせ、紫外線は地上の太陽より少ない。赤外線も地上とほぼ同じ位ですからこのメリットを考えると、使わないほうがどうかしているということになります。試しに宇宙での電力料金を計算しますと1ワット1000ドルということだそうですから、光をつくるのに電気を使っていたのではたまたものではありませんが、これでやりますと割合安くとれる。2ケタは安くとれます。それから、この光はいわゆる植物の生産力もあるし、大体宇宙飛行士が90日過ごすわけですが、3か月間も日射なしというのはとても考えられないです。“ひまわり”で日なたぼっこをすれば案外骨の退化の防止とかいろいろな問題が解決されるかも知れませんね。可能性はいろいろあると思っています。

●装置の検討

宇宙空間でどんな風にやるかという問題ですが、アクリルドームはそのままでは宇宙では真空であるためみな蒸発してしまうんです。そこで、プラスチックレンズの上

図E 宇宙用ひまわりシステムの概略図

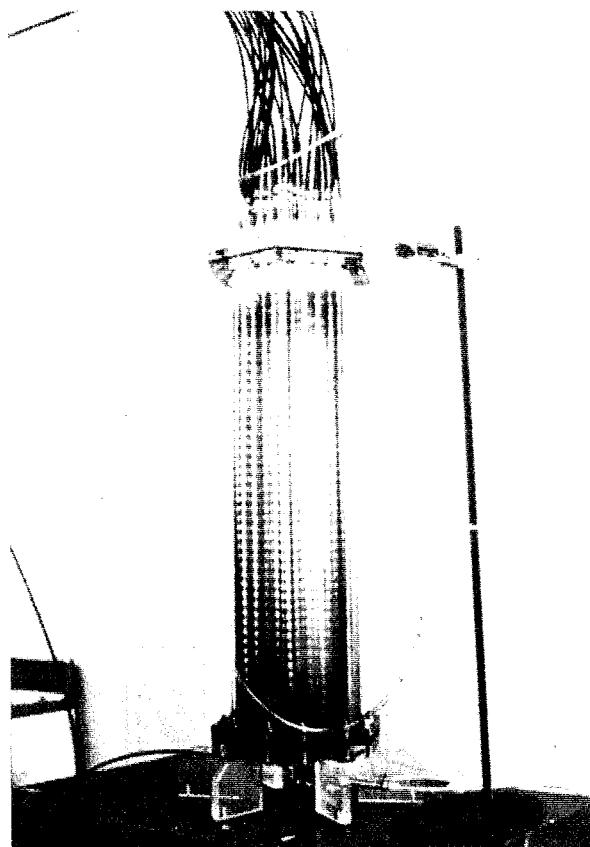


をクオーツのガラスでカバーし、側面や裏側はメタルでカバーして内部は空調する。ファイバーはマイナス40度で光の伝送能力が一時的に極度に低下しますので、マイナス10度位からプラス20~30度位の間に内部温度をコントロールしてあげます。そういうユニットを5つも置けば、2倍くらい余力のある光がとれます。ひまわり太陽光を使うということは、太陽電池から人工光をつくるよりはるかに効率がよいということです。太陽電池で光を作ったとしますと、非常にエネルギーをくうわけですね。

●生命維持装置 —— クロレラ培養システム ——

次にもう1つの問題は、生命維持装置ですが、太陽の光がもし利用可能ならば当然そこでクロレラ培養、その他の光合成活動ができます。我々はそういうクロレラ培養システムのユニットを考えたのです。このユニットの中において、広さ1m²の平面積の上に深さ1mm位のクロレラの水溶液があつて、そこへ均等に光がきていると同様な状態がタンクの中で実現されています。ですから、非常に高能率で培養できます。従来の方法でもクロレラを使って人間の出す炭酸ガスを吸収し、人間の吸う酸素を出すとするとクロレラの水溶液が1人当たり0.5トンいるんです。宇宙にものを運ぼうとすると金と同じ位値段がかかるといいます。0.5トンの金を持っていくのと同じになってしまいます。とんでもないということで、到底難かしい話だと宇宙関係者が思っていたんですが、この装置を使いますと、50キロ位で大丈夫なんですね。1人が50kgといいますと、大体1人の体重分位にしかならないわけですから、なんとかなるという見方です。

クロレラ培養システム



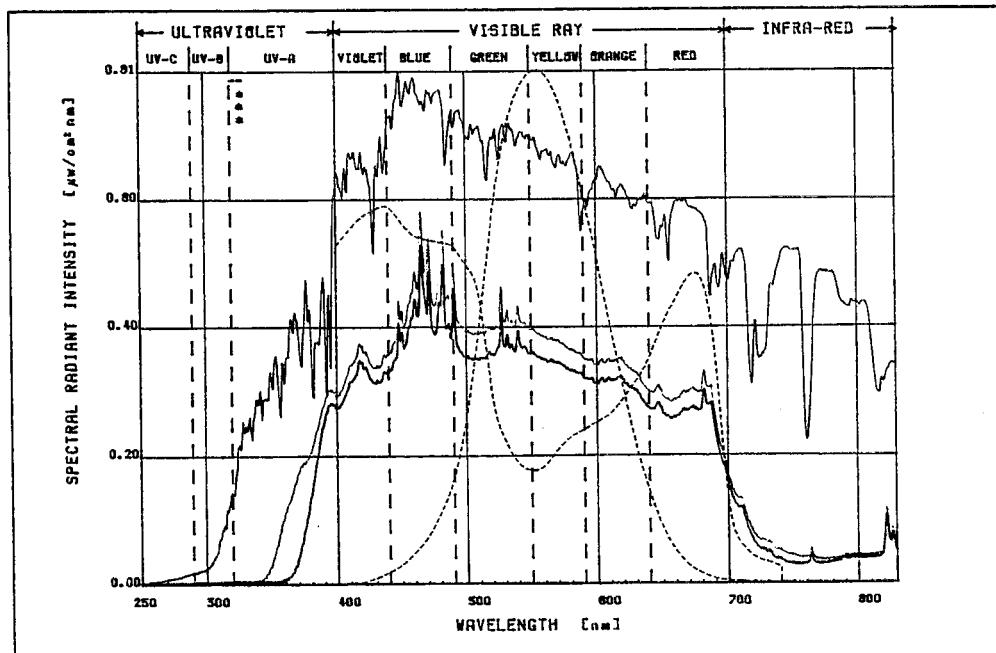
— 培養テクニック —

このクロレラの培養テクニックなんですが、この中の水溶液にクロレラの細胞がありまして、そこを泡が上がっていくんですが、その泡は酸素を吸い込んで炭酸ガスを供給するという機能をもっているんですね。当然無重力ですからこんなに泡が上がり下がったりはしないわけですが、非常に軽くローテーションを与えますと弱い重力が発生しますから、これまでにのべた方法ができます。もう1つ、ここに光源があって、ここから光が出るんですが、ここに空気がありますと、分散は非常にうまくいくし、水は赤い光成分をどんどん吸収しますからできるだけ水中での距離というのが小さいものがいいんですね。しかも、一様に光が出るんですが一様といっても1cm毎に光が強力に出射するように作られているので、そこを泡があがるにつれて、細胞が押し上げられてそこを走るわけです。実は光合成というのは、200マイクロセコンドで光を浴びれば十分で、20ミリセコンド位で暗熱反応をやることなので、こういう風に強い光、弱い光を瞬間に浴びるということには何の問題もなく、こういう風に処理すると光は節約でき、かつ、生産能力は上がります。大体、稻の200倍位の生産能力を持ちます。そういう意味で、閉鎖空間の中で色々な植物性の食品が作られることがあります。

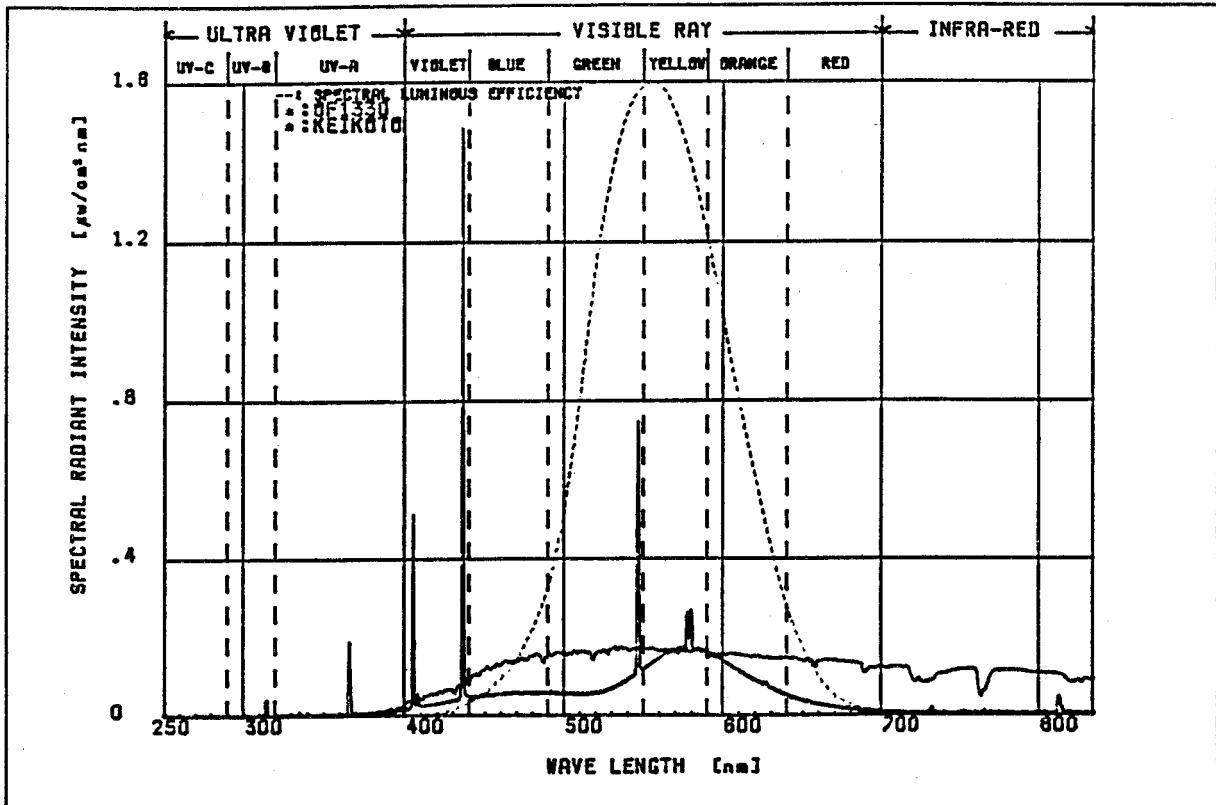
キセノン・ランプ

私の話の中で、太陽で全部をまかぬのがいいのかというと、そうではなくて、太陽がいつも必ずあるとは限りません。そこで代替物としてはキセノンランプを使います。キセノンと他のライトの違いはかなりありますと、キセノンは可視光の成分に関しては青成分を除いて天空光の光成分と同じ内容を持っています。他の光は全部変なハイク

図F 天空光と制御されたキセノン光の分光分布

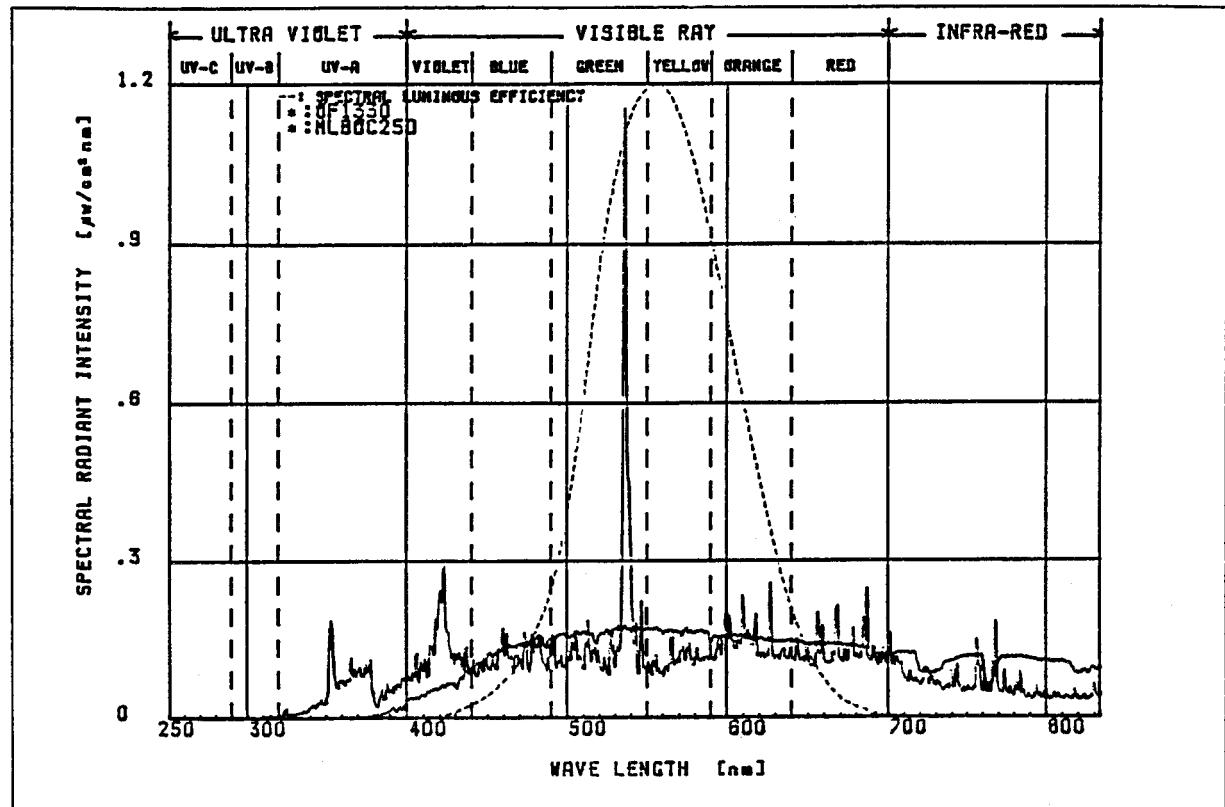


図G 融光灯の光分布



を持っていて強力な角があるんですね。例えば、これが融光灯の光なんですね。融光灯の光というのは、こんな風にUVB(中波紫外線)の方へとげがある。UVA(長波紫外線)の方にもとげがある。ここにもある。肝心の青と赤の成分はやせています。こんなグラフ見たことないということなんですが、実はこの測定器の精度は0.5nm(ナノメーター=10億分の1メーター)単位で測っていますからこういう風に出てきます。ところがJISでは10nm単位で測ってよいということですから、この角の高さが20分の1に減ってしまうんですね。だから出てこない筈なのです。しかし、実際はこういう風になっています。ですから写真を撮りますとどうやってもとれない緑色がついてしまいます。そういうものに比べて、キセノンランプの方は可視光については非常にフラットなものです。ただ緑はそうなんですけれども、かなり紫外が出てますし、赤外に至ってはものすごく出てますから、そのまま生でやりますと我々の体はすぐいたんでしまいます。その辺をうまくカットしますと、これはかなりいいものになります。従って、紫外線の可視光に近いところは少し出ますが、あとはほとんど除去できますし、やや青っぽいですが、非常にいい光です。天空の光とキセノンの光を比較してみると、非常によく似ているんですね。これは空の光なんですが、直射光の方は若干グリーンな光になっていますけれども、雲の光、北側の光というものはブルーなトップになっています。ですから日陰で写真を撮ると青っぽくなるというのはそれが理由です。その形とキセノンはよく似ています。だから天空光の代りにそれが使えるということです。ご参考のためにいわゆる陽光ランプというのを見ますと、これは最近よく体育馆などで使われているものですが、日に焼けていいというのですが、紫外線がかなり出ているのです。こういうものはコントロールしないと危険です。

図H メタルハイドランプの分光放射照度分布



おわりに

以上、いろいろ申しましたが、我々の考え方というのは、結局太陽光を従来はエネルギー変換して電気にするとか、あるいは熱にしてからもう一度電気にするとか色々な風にやっているのを我々は光を光としてダイレクトに使ってしまう。そしてコンデンスするけれどもその他の有害な内容というのは取ってしまう。その点が我々のいう付加価値性であるという風に考えていました。ある光の出射方向のコントロールも自由でありますし、強さも距離を変えれば自由に変えられるし、とにかく全身浴したいと思えばできるわけです。普通の日光浴では片面しか浴びられなくて人間の方がぐるぐる回らなければだめなんですが、そういうことは必要ない。そういう意味で自然の太陽光を直接持ってきて使うという思想です。

こういうコントロールできる光源でありながら熱がない。熱がないというのは生物にとって極めて有利なわけで、この熱がないために熱障害を起すこともなく色々な事ができるということになります。

しかし、そういう熱のないしかも紫外線もとれている無害な光というのを人類はまだ経験したことがないんですね。これから経験していくわけですから、何が出てくるか分からないと私は思っています。

どうも本日は御清聴ありがとうございました。

本田財団レポート

No.1	「ディスカバリー国際シンポジウム ローマ1977」の報告 電気通信大学教授 合田周平	昭53.5	No.26	人々のニーズに効果的に応える技術 GE研究開発センター・コンサルタント ハロルド・チェスナット	昭57.1
No.2	異文化間のコミュニケーションの問題をめぐって 東京大学教授 公文俊平	昭53.6	No.27	ライフサイエンス 株式会社化成生命科学研究所人間自然研究部長 中村桂子	昭57.3
No.3	生産の時代から交流の時代へ 東京大学教授 木村高一郎	昭53.8	No.28	「鍊金術」昔と今 理化学研究所地球化学研究室 島 誠	昭57.4
No.4	語り言葉としての日本語 劇團四季主宰 浅利慶太	昭53.10	No.29	「産業用ロボットに対する意見」 東京工業大学教授 森 政弘	昭57.7
No.5	コミュニケーション技術の未来 電気通信科学財团理事長 白根禮吉	昭54.3	No.30	「腕に技能をもった人材育成」 労働省職業訓練局海外技術協力室長 本多ミツ	昭57.7
No.6	「ディスカバリー国際シンポジウム パリ1978」の報告 電気通信大学教授 合田周平	昭54.4	No.31	「日本の研究開発」 総合研究開発機構(NIRA)理事長 下河辺 淳	昭57.10
No.7	科学は進歩するのか変化するのか 東京大学助教授 村上陽一郎	昭54.4	No.32	「自由経済下での技術者の役割」 ケンブリッジ大学名誉教授 ジョン・F・コールズ	昭57.12
No.8	ヨーロッパから見た日本 NHK解説委員室主幹 山室英男	昭54.5	No.33	「日本人と西洋人」 東京大学文学部教授 高階秀爾	昭58.1
No.9	最近の国際政治における問題について 京都大学教授 高坂正堯	昭54.6	No.34	「ディスカバリー国際シンポジウム コロンバスオハイオ1982」報告 電気通信大学教授 合田周平	昭58.2
No.10	分散型システムについて 東京大学教授 石井威望	昭54.9	No.35	「エネルギーと環境」 横浜国立大学環境科学研究センター教授 田川博章	昭58.4
No.11	「ディスカバリー国際シンポジウム ストックホルム1979」の報告 電気通信大学教授 合田周平	昭54.11	No.36	「第3世代の建築」 株式会社菊竹清訓建築設計事務所主宰 菊竹清訓	昭58.7
No.12	公共政策形成の問題点 埼玉大学教授 吉村 融	昭55.1	No.37	「日本における技術教育の実態と計画」 東京工業大学名誉教授 斎藤進六	昭58.8
No.13	医学と工学の対話 東京大学教授 渥美和彦	昭55.1	No.38	「大規模時代の終り—産業社会の地盤変動」 専修大学経済学部教授 中村秀一郎	昭58.8
No.14	心の問題と工学 東京工業大学教授 小野寿郎	昭55.2	No.39	「ディスカバリー国際シンポジウム ロンドン1983」の報告 電気通信大学教授 合田周平	昭58.9
No.15	最近の国際情勢から NHK解説委員室主幹 山室英男	昭55.4	No.40	「日本人と木の文化」 千葉大学名誉教授・千葉工業大学教授 小原二郎	昭58.10
No.16	コミュニケーション技術とその技術の進歩 MIT教授 イシェル・デ・ソラ・ブル	昭55.5	No.41	「人間と自然との新しい対話」 グラッセル白山大学教授 イリヤ・プリゴジン	昭59.2
No.17	寿命 東京大学教授 古川俊之	昭55.5	No.42	「変化する日本社会」 大阪大学教授 山崎正和	昭59.3
No.18	日本に対する肯定と否定 東京大学教授 辻村 明	昭55.7	No.43	「ベルギー『フランブル行政府産業使節団』講演会」	昭59.7
No.19	自動車事故問題のノウハウ 成蹊大学教授 江守一郎	昭55.10	No.44	「新しい情報秩序を求めて」 電気通信大学助教授 小曾敏夫	昭59.7
No.20	'80年代一国際経済の課題 日本短波放送専務取締役 小島章伸	昭55.11	No.45	「アラブの行動原理」 国立民族学博物館教授 片倉もとこ	昭59.10
No.21	技術と文化 I V A事務総長 グナー・ハンベリュース	昭55.12	No.46	「21世紀のエネルギーを考える」 イタリア国立エネルギー研究機関総裁 ウンベルト・コロンボ	昭60.1
No.22	明治におけるエコ・テクノロジー 山本書店主 山本七平	昭56.5	No.47	「光のデザイン」 石井デザイン事務所 石井幹子	昭60.7
No.23	西ドイツから見た日本 電気通信大学教授 西尾幹二	昭56.6	No.48	「21世紀技術社会の展望」 第43回日経ハイテクセミナー	昭61.1
No.24	中国の現状と将来 東京外国语大学教授 中越豊雄	昭56.9	No.49	「星をつぶす法」 文部省宇宙科学研究所所長 小田 稔	昭61.5
No.25	アメリカ人から見た日本及び日本式ビジネス オハイオ州立大学教授 ブラッドレイ・リチャードソン	昭56.10	No.50	「ひまわりVA太陽光は人間の生活にどう役立つか」 慶應義塾大学教授 森 敬	昭61.5