

グループ名 ・代表者名	放射能市民測定室・九州（Qベク） 大木 和彦	助成金額	45万円
連絡先など	info@q-bq.com		
助成のテーマ	オフグリッドエアースンプラーの開発と東北への展開とオートラジオグラフィによる フィルター検査方法の確立と東北支援		

**【調査研究の概要】**

- 放射能市民測定室・九州（Qベク）では、市民が自らの手で空気環境を調べることができるよう、安価で取り扱い易いエアースンプラーの開発を行ってきました。ACアダプターに繋ぐだけで、一定回転で稼動する1型から、騒音対策として回転数の可変回路を組み込んだ2型、更にインペラータイプの簡易流量計を組み込み、スマートフォンで現在流量を直読できる3型と改善を続けてきました。
- 今回の4型は東北各地に建設されている簡易焼却炉での震災がれき焼却に伴う放射性浮遊塵による空気環境の汚染の監視を目的に開発したものです。これらの焼却施設は人家の無い山間地などに建設されることが多く、「電源が得られないなどで監視が難しい」と言う現地からの声に応じてソーラーパネルからの電気で動かせるようにしています。天候や時刻で変動する発電量によって吸引流量も変わってゆきますが、積算流量を正しく把握するために高精度の流量計とコンピューターによる計測系を本体内に組み込みました。この計測系に要する電源もソーラーパネルからの電気を充電機経由で用いており、計測したい場所に機器を設置（放置）するだけで自動運転してくれます。
- 夜間はブロアーモーターが完全に停止してしまいますが、その分、軽量・コンパクトで可搬性に優れており、山間地などでの監視活動という目的にかなっていると思います。今回、高木仁三郎市民科学基金の支援を受けて4号機までの製作を行いました。まだ完成形とは言えませんが引き続き改善に取り組み、空気環境監視の標準ツールとなることを目指したいと思います。

**【調査研究の経過】**

- 流量計、コンピューター、ソーラーパネル、バッテリーなどの比較テストを行い、使用する部品の検討を行う傍ら、2号機の試作に入りました。
- 完成した2号機で一年間の長期運転を開始し、計測系の電源容量などのチェックを行いました。
- オートラジオグラフィの実施に向けて資材の調達と作製を行いました。フィルム装填及び現像作業用の暗室の確保をしました。
- 使用部品の確定に伴い3号機を完成させ、南相馬に出荷しテスト運転を開始しました。
- 4号機の作製に入りました。

**【今後の展望など】**

- 南相馬市での3号機テストに続き、4号機を製作して飯館町に送る予定です。
- 3、4号機の長期運転での評価に基づき5号機を一定の完成形として再設計します。
- Qベクで十台程度を在庫できるように、5号機を展示機として仕上げ、製作資金の確保に努めます。

会計報告書の概要（金額単位：千円）			充当した資金の内訳		
支出費目	内 訳	支出金額	高木基金の 助成金を充当	他の助成金 等を充当	自己資金
資料費	Arduino 関連書籍2冊	5	5	0	0
機材・備品費	オフグリッドエアースンプラー関連	384	358	0	26
	オートラジオグラフィ関連 フィルムスキャナ未購入	52	52	0	0
協力者謝礼等	システム設計の考え方を専門家と相談（3回）	10	10	0	0
外部委託費	ステー加工、チューブ加工、エポキシ木型 の外注	25	25	0	0
運営経費	エアースンプラー関連送料	11	0	0	11
合 計		487	450	0	37

**参考文献（ウェブサイトや書籍、成果物など）**

- 放射能市民測定室・九州（Qベク） <http://q-bq.com/>



1. オフグリッドエアーサンプラーの開発
2. オートラジオグラフィーの研究

開発担当 大木 和彦

2017年6月25日

北九州市での「震災がれき」の焼却を機に、『市民が自らの空気環境を監視できる安価で簡易な道具を作ろう』というQベクの取組みは、2012年の秋に始まりました。

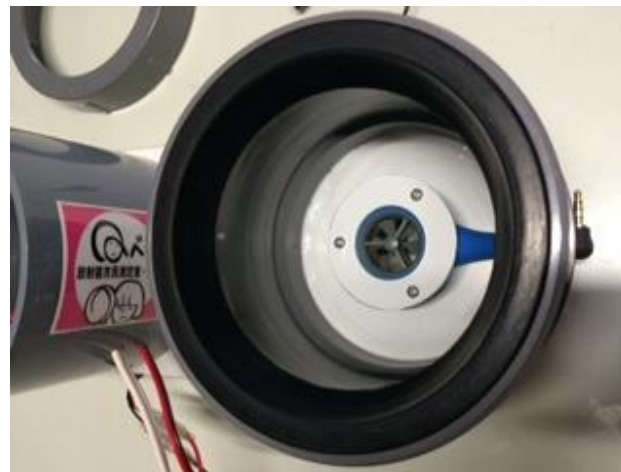
当初は、パイプにブローモーターを取り付けただけのものでした（1型と呼ばれています）。その後、騒音が大きくて夜間に回せないという声を受けて回転数を任意に変更できる2型に発展しました。



Qベクエアースンプラー1型(右端)と流量可変回路を入れた2型(左2台)

2014年には、高木基金の支援を受けて内部に簡易な流量計を組み込み、スマートフォン上でその時点の吸引量を表示できるようにした3型を開発しました。

簡易流量計を組込んだ3型



# Qベクオフグリッドエアーサンプラーの開発

2016年度、Qベクでは家庭用の100V電源の得られない場所でも長期にわたって運転し続けられる、オフグリッドエアーサンプラーの開発に着手し、私達の取組みに対して高木基金の支援を受けることができました。

このオフグリッドエアーサンプラーは、近年、東北各地に建設されている仮設焼却炉による空気環境汚染が問題視されながら、その立地が山間地など周辺に人家が無い場所であることが多いことから、「電源が得られない場所でも動かせるエアーサンプラーを作って欲しい」という現地からの要請に応える事を目的としています。

- ・ 太陽光だけで長期に動かせること
  - ・ 吸引量は絶えず変動するため、正確な積算流量を把握できること
  - ・ 山間など不整地への設置を考慮し、可能な限り軽便な仕組みであること
- ・・・等を主眼に4型機として開発に取り組みました。



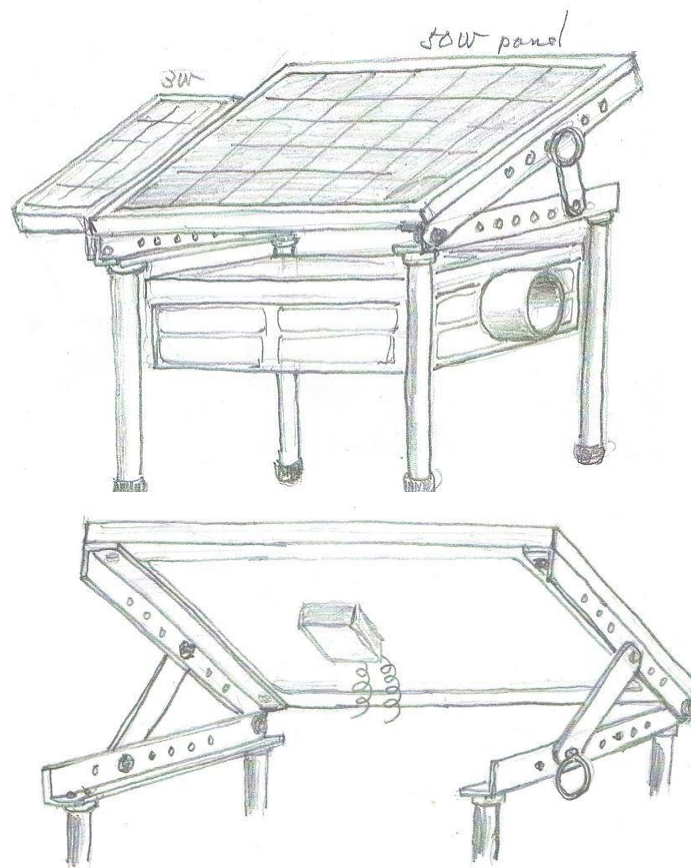
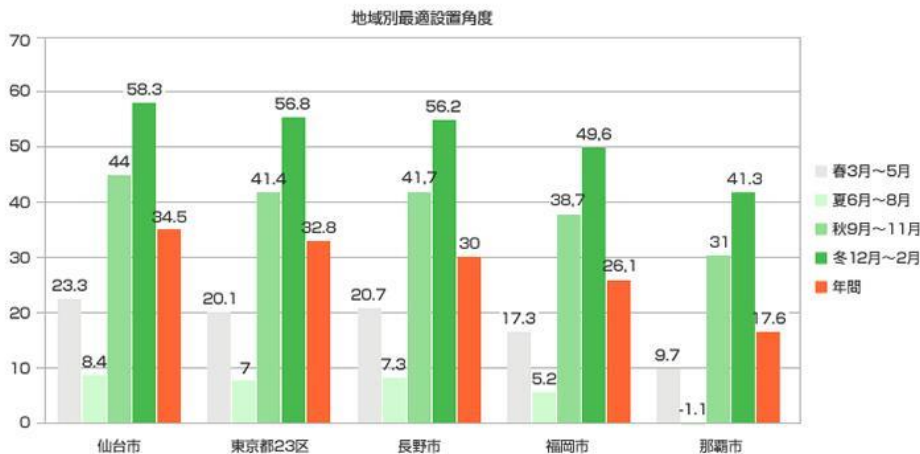
# 具体的な開発計画

## ソーラーパネルと支持構造について

最初にソーラーパネルについて資料を検討しました。ブローアーマーターの定格から、40W～60Wのパネル4種をテストしています。又、公表されているNEDOのデータベースから、地域と季節によって最適なパネル傾斜角が大きく異なることから、任意に傾きを変えられるような構造が必要であると判断し、右のようなスケッチを描きました。

### 2.全国主要地域の月別及び年間最適設置角度

それでは、ここで上記のデータベースより主要地域別に月別最適設置角度をご紹介します。  
対象地域は、関東・東北・九州の地域と、発電効率1位の長野県、発電量1位の沖縄県の5エリアとなっています。

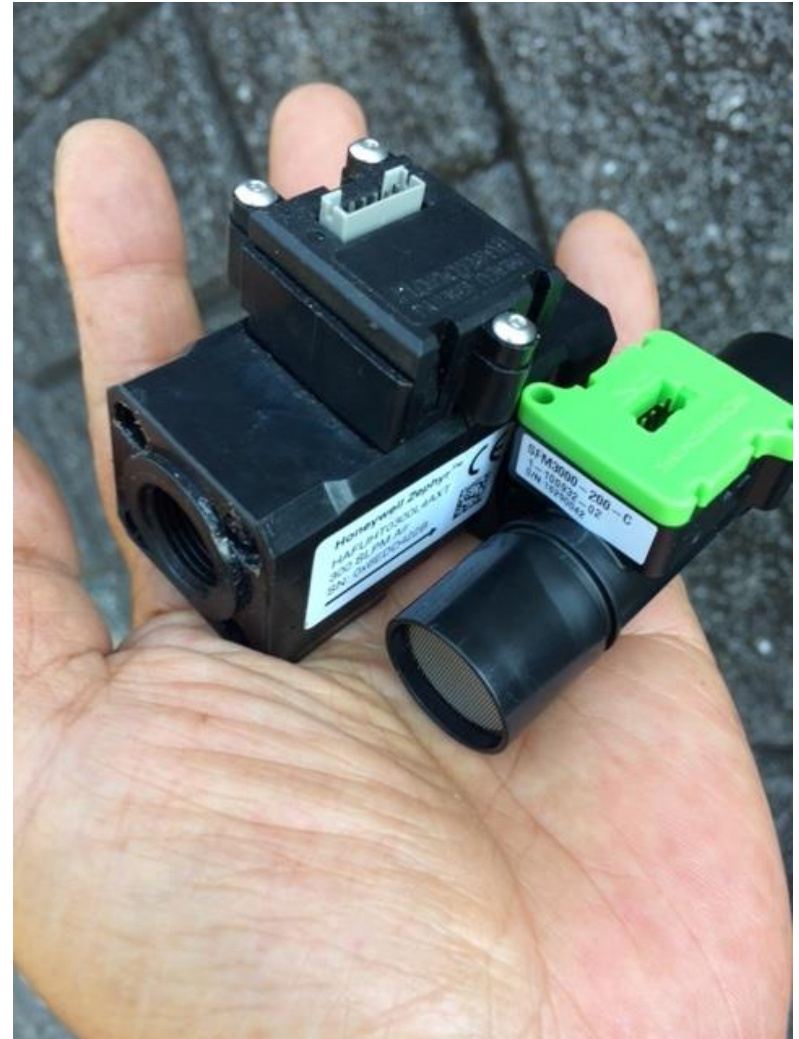


## 具体的な開発計画

### 使用する流量計について

天候や時刻により日射量は変動します。それに応じてブローモーターへの供給電力も変わりますので、流量の積算を正確に行う必要があります。電力と流量の関係からの換算も試みましたが、両者はリニアな関係にない事が判り断念しました。そこで実流量を計測する流量計（マスフローメーター）の検討を行いました。当初、米国Honeywell社のZephyr（写真左側）で試作しましたが、圧力損失（流入抵抗）が大きくて、最大流量が60ℓ／分に留まりました。このため、試作2号機からはスイスSensirion社のSFM3000に切替えています。

60ℓ時の損失は、Zephyr 14.8mbar  
SFM3000 1.0mbar

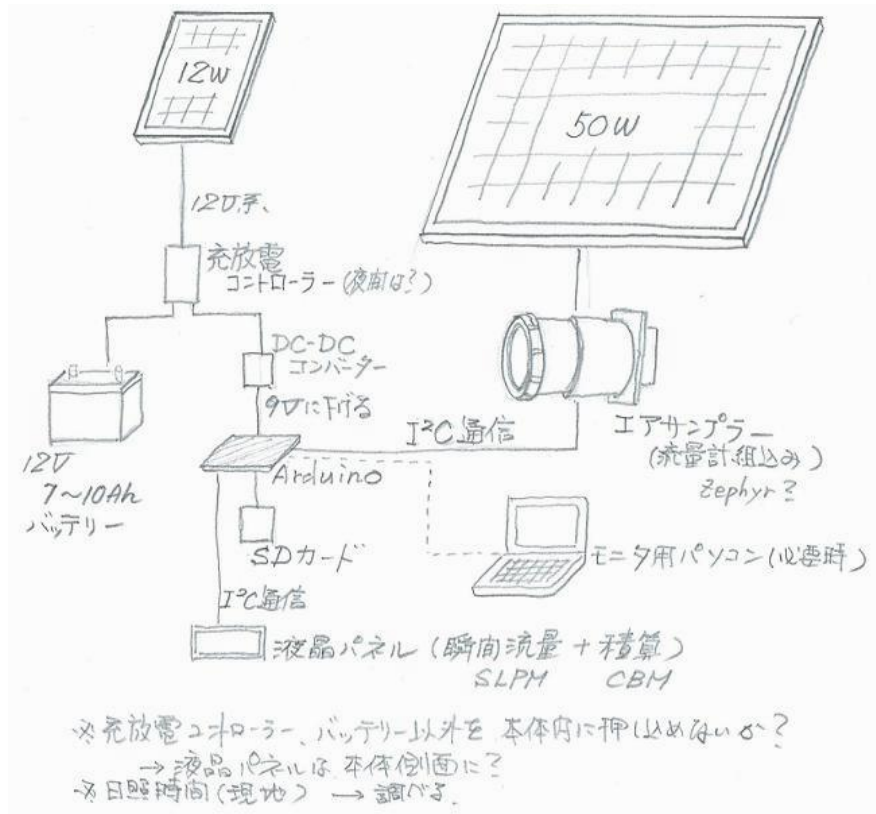


Honeywell ZephyrとSensirion SFM3000

# 具体的な開発計画

## コンピューター

Zephyr、SFM3000とも計測データは、I2Cというプロトコルでパソコンと通信して必要な演算を経て流量がえられます。このパソコンは当初Rapsberryを考えていましたが、より小型で電源管理をしやすいArduinoに変更しました。最初は右図にあるように、コンピューター、SDカード、液晶パネル、DC-DCコンバータなどは、エアーサンプラーとは別のケースに収める予定でしたが、Arduinoの小ささを活かし、これらを全てエアーサンプラーの中に押し込むことにしました。更に回転数可変回路まで組込めば、家庭用の電源が使える場合にも流量計測系が使えることになり、可搬性も向上します。



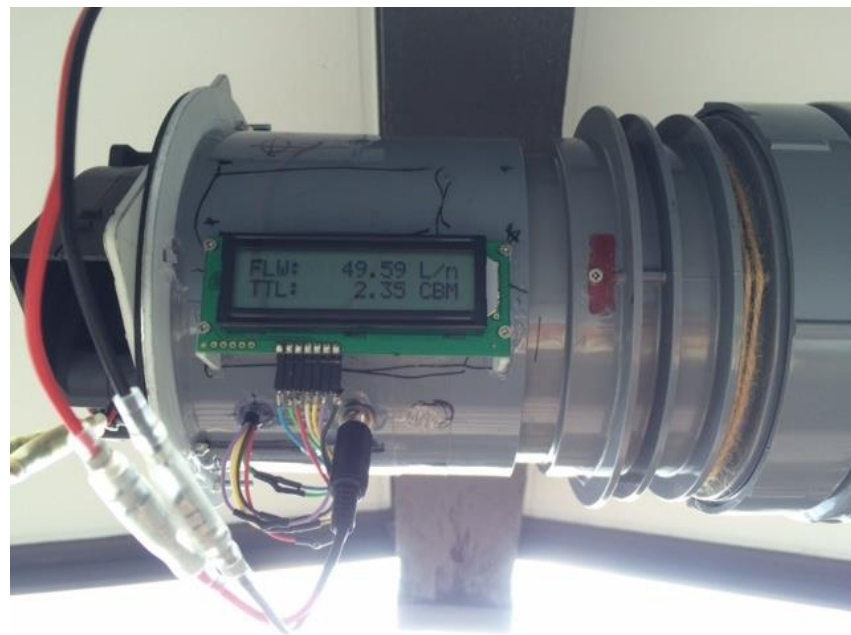
※充放電コントローラ、バッテリー以外を 本体内に押し込めないか?  
→液晶パネルは 本体側面に?  
※日照時間(現地) → 調べ。

## 試作 1 号機の完成

以上のような検討を経て 1 号機が試作されました。この機械はまだ Zephyr を搭載しています。まだ液晶部のカバーがありませんし、内部に可変回路も組込まれていませんが、高木基金プレゼンテーションに持ち込んで見て頂いた機械です。まだ、この時点でのテストではソーラーパネルの用意は整っておらず、ACアダプターで動かしています。



試作 1 号機の筐体内部



テスト運転中の 1 号機

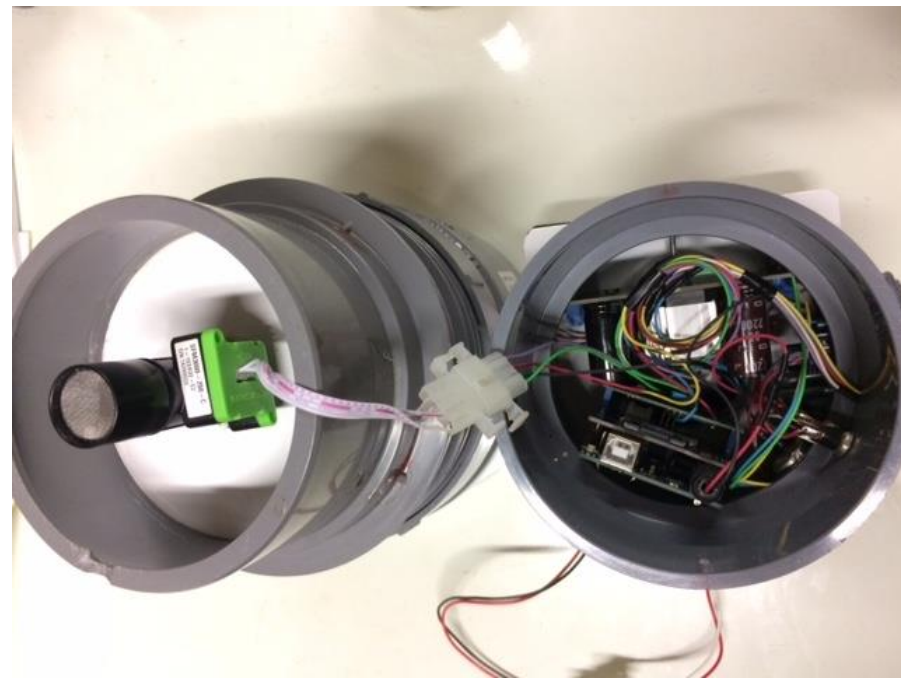


## 試作2号機（長期テスト機）の完成

2号機からは、最終設計通り内部に回転数可変回路を組み込み、ソーラーパネルからの電気だけでなく、ACアダプターからの電気で24時間運転も可能なようになりました。この機械は昨年6月から北九州市の私の自宅2階で1年以上の連続運転を行っており、現在の積算計は8500立方メートルを超えました。



ソーラーパネルからの電力で長期テスト中の2号機



2号機の筐体内部

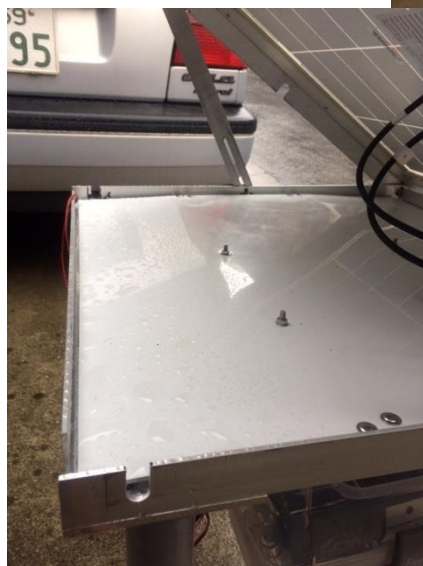
## 3号機の製作と南相馬でのテスト運用①

北九州での2号機の長期テストと並行して3号機の製作に着手しました。3号機では、ソーラーパネル部の構造を仕上げた事と、操作パネル部に2個のボタンを設置して積算流量のクリアーが容易に行えるようにしています。Qベクオフグリッドエアーサンプラーでは、15分に1回のインターバルで内蔵SDカードに積算流量を書き込むようにしています。フィルター交換時には次の計測に備えてゼロクリアーする必要がありますが、2号機までは本体内のSDカードを抜いてパソコンでフォーマットしていましたが、設置場所でこの作業をすることの困難を考え、3号機からは、ふたつのボタンを同時に押した後、右のボタンだけを5秒ほど押し続けることでクリアされるようになりました。



## 3号機の製作と南相馬でのテスト運用②

ソーラーパネルを支える構造体は3mm厚のアルミ板で構成されています。エアーサンプラー本体は、できれば雨の掛からない場所に設置して欲しいのですが、困難な場合は写真のようにソーラーパネル下のスペースに下げることが可能です。ソーラーパネル下には、アルミサンドイッチ板が取り付けられており、エアーサンプラーに雨水が掛からないようになっています。



雨中での出荷前テスト中の3号機

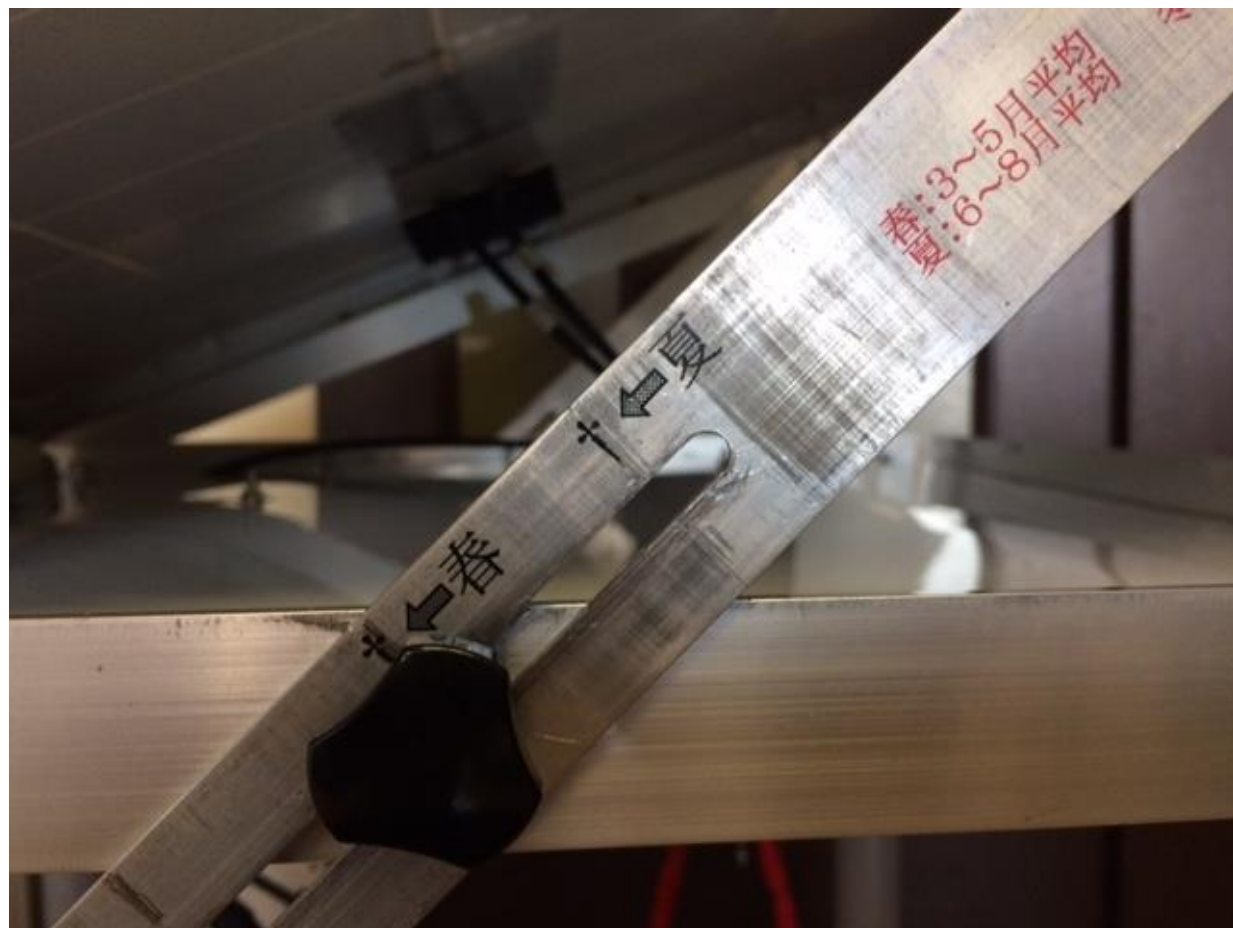
### 3号機の製作と南相馬でのテスト運用③

3号機の操作パネル部です。ACアダプターからとソーラーパネルからの2つのジャックがあります。切り替えはトグルスイッチで行います。



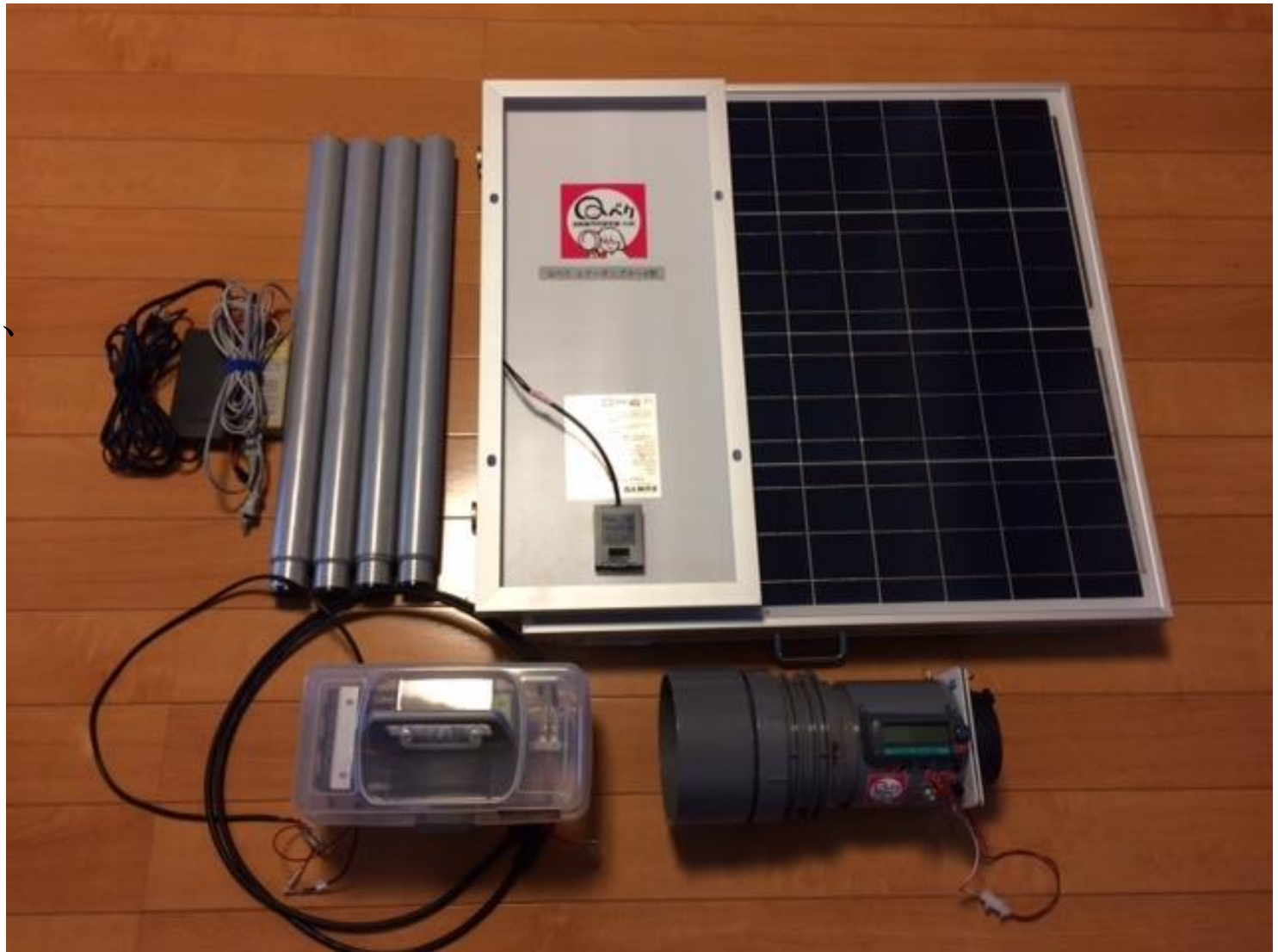
### 3号機の製作と南相馬でのテスト運用④

ソーラーパネルの傾斜角を示すプリントはNEDOによる仙台のデータに合わせています。季節に応じて示された位置でクランプを締めれば、最適な角度になるようにしてあります。ステーは3mm厚のアルミ板製です。



## 3号機の製作と南相馬でのテスト運用⑤

南相馬への出荷前に分解したところです。折り畳まれたパネル、脚、ACアダプター、バッテリーケース、本体。車にも簡単に載せられる大きさです。



### 3号機の製作と南相馬でのテスト運用

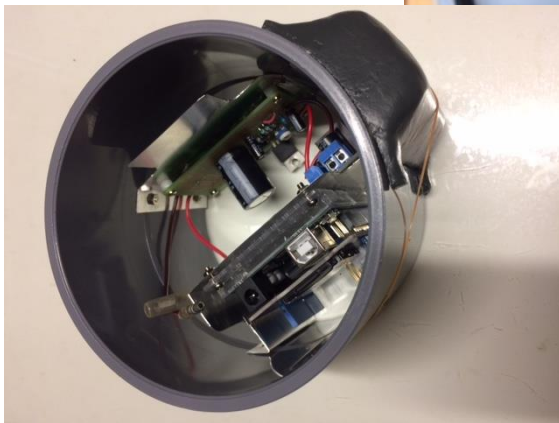
4月から南相馬でのテスト運用が始まりました。GB100Rフィルターを使用して晴天時には毎分140ℓ以上の空気を吸引します。テスト開始早々に浪江町で山林火災が発生しました。鎮火後しばらく経ってから外したフィルタ

ーは、現在、オートラジオグラフィーでの可視化作業中です。これまでにコネクタ接続不良と二度のコンピューターフリーズが発生しています。



## 4号機、そして今後

テスト中の4号機です。基本的な構造は3号機と変わりませんが、内部にアルミシャシーを入れて製作工程の短縮を図りました（結果的に却って煩雑になってしまいました）。4号機の製作までで基本的な部品構成やソフトウェアなどは、ほぼまとまったと考えています。然し、加工の稚拙な部分もあり、又、1台あたりの部品コストが8万円近くなっていることなど、まだまだ改善をしてゆきます。



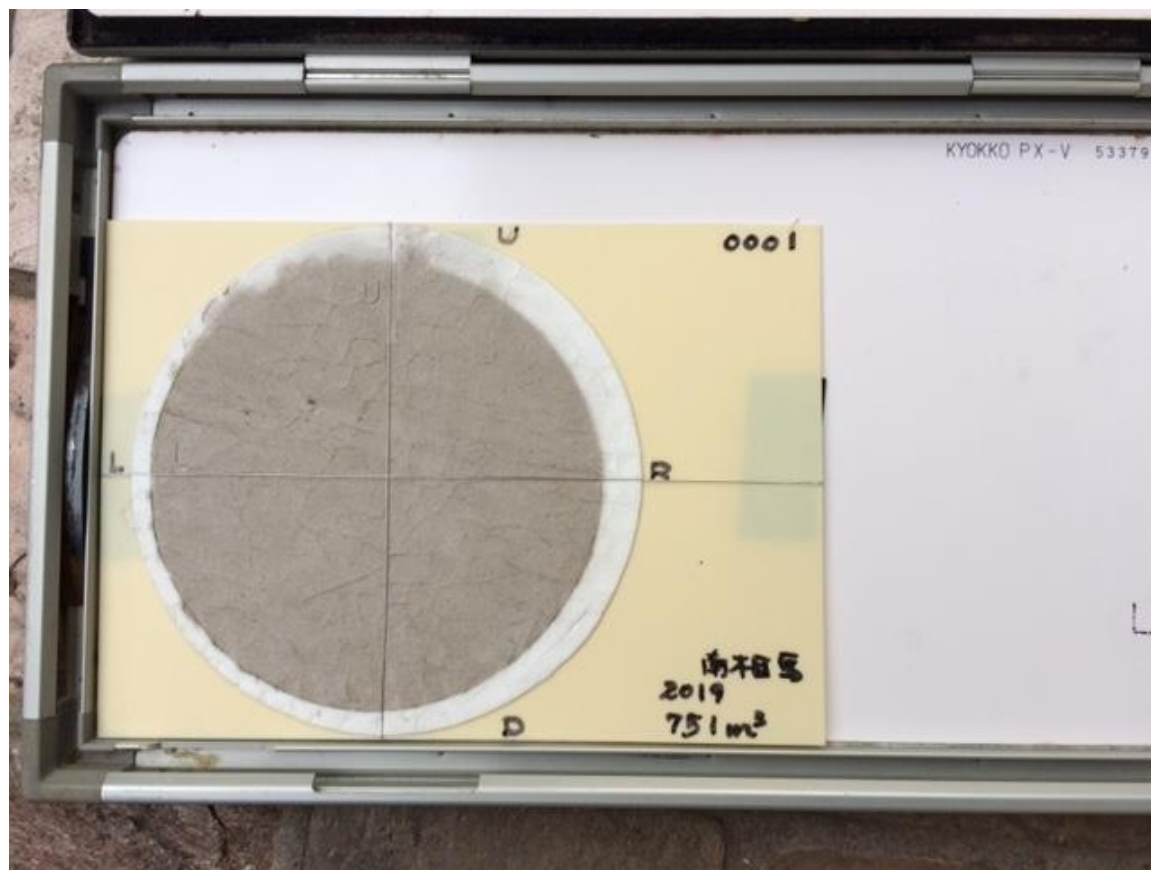
ACアダプターに接続してテスト中の4号機



# オートラジオグラフィーの研究

オフグリッドエアースンプラーの開発の遅れから、オートラジオグラフィーの準備は2016年度中は手を着けられませんでした。現在、南相馬での3号機の初回テスト分のフィルターの感光作業に入ったところです。

歯科X線撮影用のフィルムカセットを利用し、試料（フィルター）を樹脂製の台紙に固定した上で、フィルターとフィルム上の画像を対比出来る様に、細いステンレス線で十字を入れています。又、フィルムの上下左右が明確になるように次ページのように「U（上）」「L（左）」とマークを入れています。



# オートラジオグラフィーの研究

この上にX線フィルムを置いて感光させます。感光は冷蔵庫の中で行います。今後、実験を繰り返して最適な感光期間を定めてゆきます。又、直接、フィルムと試料を接触させた場合と薄いビニールシートを挟んだ場合（ $\alpha$ 線カット）の輝点の出方の比較なども取組みたいと思います。



# 資料



# 資料

date	morning		night		flow	charge	J	wh			
	time	in	out	time					out		
4/13	5:53	152+4204	3575	18:12	205+4204	3531	7001.74	0	940219	261.2	36
4/14	5:56	206+4204	3548	18:15	254+4204	3564	7037.68	0	980231	272.3	25
4/15	7:21	255+4204	3581	21:35		3600	7062.28	0	664717	184.6	34
4/16	9:10	303+4204	3616	18:30	344+4204	3629	7096.88	0	871564	262.1	0
4/17	7:24	344+4204	3646	17:10	351+4204	3658	7096.90	X	22773	6.3	31
4/18	6:55	351+4204	3676	18:40	415+4204	3693	7127.25	0	812813	225.8	36
4/19	7:00	419+4204	3709	19:55	444+4204	3727	7163.99	0	959611	266.3	6
4/20	6:56	466+4204	3742	18:25	504+4204	3758	7169.84	X	175293	48.7	21
4/21	6:54	505+4204	3774	18:10	550+4204	3790	7196.84	0	683839	189.9	24
4/22	7:30	551+4204	3807	18:10	595+4204	3822	7230.66	0	875209	263.1	27
4/23	7:20	596+4204	3840	18:15	640+4204	3855	7267.40	0	1021827	283.8	34
4/24	6:51	641+4204	3872	18:47	686+4204	3889	7301.75	0	923043	258.5	18
4/25	6:57	687+4204	3905	21:55	728+4204	3926	7319.86	0	444521	123.5	1
4/26	6:52	728+4204	3938	18:50	749+4204	3954	7320.53	X	75260	20.9	23
4/27	6:52	769+4204	3970	18:40	802+4204	3987	7343.70	0	587992	163.3	35
4/28	7:12	810+4953	4003	18:40	845+4953	4019	7378.84	0			
4/29	7:21	861+4953	4036	18:57	90+4953	4052	7412.45	0	896887	269.1	34
4/30	7:39	912+5043	4068		95+5043	4084	7442.45	0	862405	239.6	20
5/1	6:57	963+5043	4100	18:33	86+5043	4116	7462.54	0	536599	169.0	28
5/2	6:37	1014+5043	4131	18:20	128+5043	4148	7490.78	0	744218	206.7	30
5/3	7:23	130+5043	4165	18:05	171+5043	4181	7520.58	0	804680	223.5	29
5/4	7:24	173+5043	4197	18:30	214+5043	4213	7550.47	0	808665	224.1	20
5/5	7:20	215+5043	4229	19:00	257+5043	4245	7579.30	0	773038	214.7	21
5/6	6:38	256+5043	4260	18:57	295+5043	4277	7608.14	0	433511	122.1	24
5/7	7:20	296+5043	4294	18:36	339+5043	4309	7627.46	0	899403	249.8	21
5/8	6:50	340+5043	4326	18:06	381+5043	4341	7645.16	0	626508	174.1	21
5/9	6:54	381+5043	4357	17:30	394+5043	4371	7648.58	X	41620	11.6	24
5/10	6:52	394+5043	4389	18:36	427+5043	4405	7651.18	X	110810	30.8	21
5/11	6:54	428+5043	4421	18:22	490+5043	4437	7651.18	0	804789	223.5	27
5/12	7:56	471+5043	4453	18:44	511+5043	4469	7679.38	X	63101	17.5	1
5/13	7:02	512+5043	4485	18:40	566+5043	4501	7707.05	0	807747	224.4	28
5/14	7:24	568+5043	4518	19:00	611+5043	4534	7736.02	0	843016	234.2	29
5/15	6:56	613+5043	4549	18:35	655+5043	4566	7761.21	0	788052	210.6	25
5/16	6:55	656+5043	4582	18:50	698+5043	4599	7776.08	0	403470	112.1	15
5/17	6:50	698+5043	4614	18:45	741+5043	4631	7804.06	0	832180	228.1	28
5/18	7:04	741+5043	4647	18:35	784+5043	4662	7831.00	0	851597	236.6	27
5/19	6:58	785+5043	4679	18:20	827+5043	4694	7856.01	0	751944	210.3	25
5/20	7:30	827+5043	4711	19:05	871+5043	4727	7877.44	0	629233	192.5	21
5/21	6:50	874+5043	4744	18:40	913+5043	4758	7895.53	0	584688	156.9	18
5/22	7:30	914+5043	4775	18:35	955+5043	4790	7919.79	0	964677	212.4	21
5/23	6:54	956+5043	4806	18:55	995+5043	4823	7933.81	0	423633	117.7	21
5/24	6:55	996+5043	4838	21:15	1022+5043	4858	7935.46	X	87171	24.2	21
5/25	7:00	1022+5043	4870	18:37	1067+5043	4886	7952.47	0	510360	161.8	17
5/26	6:56	1070+5043	4902	19:00	1112+5043	4919	7978.14	0	776536	215.7	26
5/27	7:30	1113+5043	4936	18:55	1155+5043	4951	8003.97	0	617745	227.2	26
5/28	7:50	1157+5043	4968	21:30	1200+5043	4987	8026.12	0	703201	195.3	23
5/29	7:00	1203+5043	4999	19:20	1242+5043	5016	8047.80	0	714795	188.6	21
5/30	6:59	1244+5043	5031	14:00	1287+5043	5048	8074.38	0	887182	246.4	27
6/1	6:57	1288+5043	5063	18:35	1328+5043	5079	8090.04	0	502290	140.1	26
6/2	6:58	1331+6371	5095	18:48	139+6371	5112	8100.75	0	347828	96.6	11
6/3	6:57	141+6371	5128	18:38	23+6371	5144	8133.83	0	1042818	289.7	23
6/4	7:33	88+6371	5162	18:45	127+6371	5178	8164.00	0	952881	264.7	31
6/5	7:25	127+6371	5194	18:40	171+6371	5210	8194.34	0	1004785	279.1	30
6/6	6:55	174+6371	5225	18:52	214+6371	5243	8219.73	0	811745	226.4	27

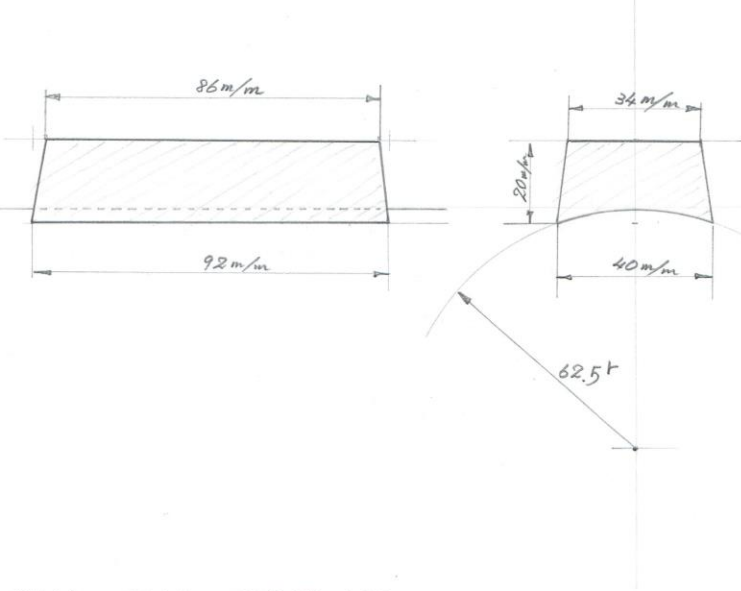


真空オーブン



液晶部拡大

木型寸法



端材を使って頂きますので木材質は問いません。  
寸法の公差は±1mm程度のラフさで結構です。  
R(面取り)は木の方で行います。

宜しく願います。 天木 093-884-1308  
080-4314-1308

# 資料

