

シュペーラー極小期の太陽活動研究を目指して

西山 亨¹⁾, 村木 綏¹⁾, グラント・コチャロフ¹⁾, 増田 公明¹⁾, 成瀬 由紀子¹⁾, 村田 拓也¹⁾
K. アースラノフ²⁾

1) 名古屋大学太陽地球環境研究所
052-789-4327, FAX052-789-4313

E-mail: west@stelab.nagoya-u.ac.jp

2) ロシア サンクトペテルブルグ大学

1 はじめに

テムズ川が凍ったといわれる約300年前は、イギリスだけでなく地球全体が小氷期といわれる寒冷な気候に覆われていた。この原因に太陽活動の低下が考えられる。太陽のダイナモ活動の低下に伴い太陽磁力線が弱くなり、通常よりも数多くの宇宙線が降り注いだと思われる。このマウンダー極小期(1654-1714)の痕跡が、木の年輪の中に眠っており黒点数などの方法を使って調べるよりも放射性同位体(^{14}C)の含有率を調べる方法は、より過去にまで遡れ、より高い精度で調べることが出来る。ロシアのコチャロフ教授等のグループに依れば、精密測定の結果マウンダー極小期には、太陽活動周期が22年周期であることが判った(Kocharov,1992)(図1)。それより前のシュペーラー極小期(1416-1534)やウォルフ極小期(1282-1342)での太陽のダイナモ活動やその活動周期がはたして22年周期なのか調べることは非常に意義のあることである。

太陽の11年周期を ^{14}C を用いて測定するには約0.3%の統計誤差の測定を行う必要がある。この研究を始める時にタンデトロン加速器質量分析計を用いるか、液体シンチレーション法を用いるかで迷った。しかし、当時24時間の測定で0.5%の誤差を生じていたタンデトロン加速器質量分析計は0.2%の誤差で測定しなければ分からないという今回の研究の目的に一致しなかった。したがって、我々は液体シンチレーション法を選んだ。しかし、今度20分の測定で0.2%の精度の結果が得られるタンデトロン加速器質量分析計を用いる事は時間短縮につながり、大変興味ある路線でありその方向へ進むことを今検討中である。

2 現在の方法

我々が現在行っている液体シンチレーション法は、木材サンプルをベンゼンに作り変え、そのベンゼンを液体シンチレーターにして、 β カウンティングにより測定する方法である。

ベンゼンを合成する方法は、去年の12月にロシアのサンクトペテルブルグ大学からアースラフ教授を招いて研究所内にベンゼン合成装置を構築した。その方法は、ま

ず、年ごとに分けた年輪のサンプルを、有機物質を取り除く為にベンゼンとエチルアルコールの1:1混合溶液で6時間洗い、その後、エチルアルコールで簡単に洗う。次に、酸、アルカリで1時間ずつ洗浄する。そして、その洗浄した試料を高温で加熱してチャコールを生成する。そのチャコールを金属リチウムと素早く混ぜ、炉に入れ約摂氏850度でリチウムカーバイドを生成する。その炉をベンゼン合成用の真空ライン(図2)につなぎ、水を滴下してアセチレンガスを合成し、そのアセチレンガスをバナジウム触媒を用いて重合させてベンゼンを生成する。

この方法には一般的に行われている方法と大きく違う点が二つある。一つは、金属リチウムと反応させる時に普通なら一度CO₂ガスを生成するが、この方法ではチャコールを直接金属リチウムと反応させる。この方法により反応過程がずいぶんと短縮される。もう一つは、アセチレンガスを重合させるのに使うバナジウム触媒であるが、普通ならば摂氏400度で反応させるが、このアースラノフ教授が特許を持っているバナジウム触媒を用いると常温で重合させる事ができ、一度に10ccものベンゼンを作る事ができる。

ここで合成したベンゼンにシンチレーション物質を入れ、光電子増倍管を用いてβ線のカウンティングを行う。この装置は自作したがテレビ局が近くにあり、ノイズが多いので測定室全体を銅板で覆った。

この結果、24時間で一つのサンプルを測定し、バックグラウンドや標準ベンゼンの測定とを合わせて、年100サンプル程度はかるシステムが安価にできた。

3 まとめと展望

マウンダー極小期は前述の方法で、測定していく予定である。しかし、この方法で例えば、0.2%の誤差でサンプルを測定しようとする一つのサンプルを24時間測定するとして、ベンゼンにして約15g、木材にして約100gもの試料が必要となる。この為、サンプル量が少ない試量においては、タンデトロン加速器質量分析計を用いた測定がより有効となる。シュペラー極小期は、サンプル量が少なく、マウンダー極小期の様に液体シンチレーション法では測定困難である。シュペラー極小期は試量が少なくても測定のできるタンデトロン加速器質量分析計で測定していくことを検討している。サンプルを作成する真空ラインをこちらで用意すれば、年間1000サンプルから年間3000サンプルのフル稼働が可能になり、数多くの年代が測定できるようになると考えられる。

参考文献

G.E.Kocharov(1992):Radiocarbon After Four Decades, Springer-Verlag, 130-145

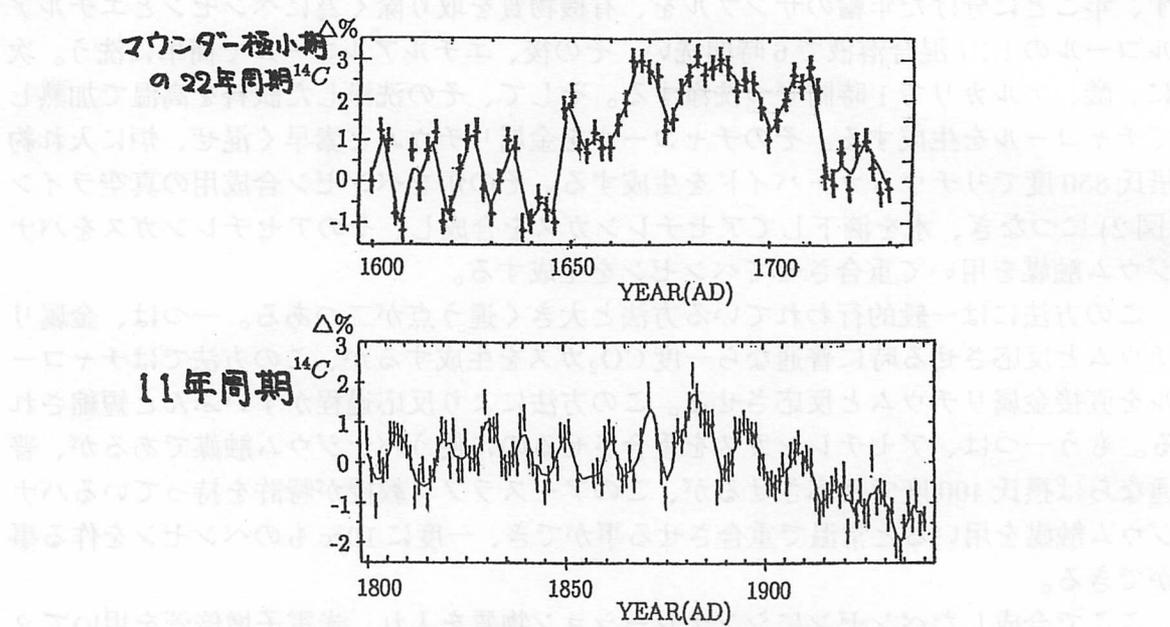


図1 過去400年間の太陽活動

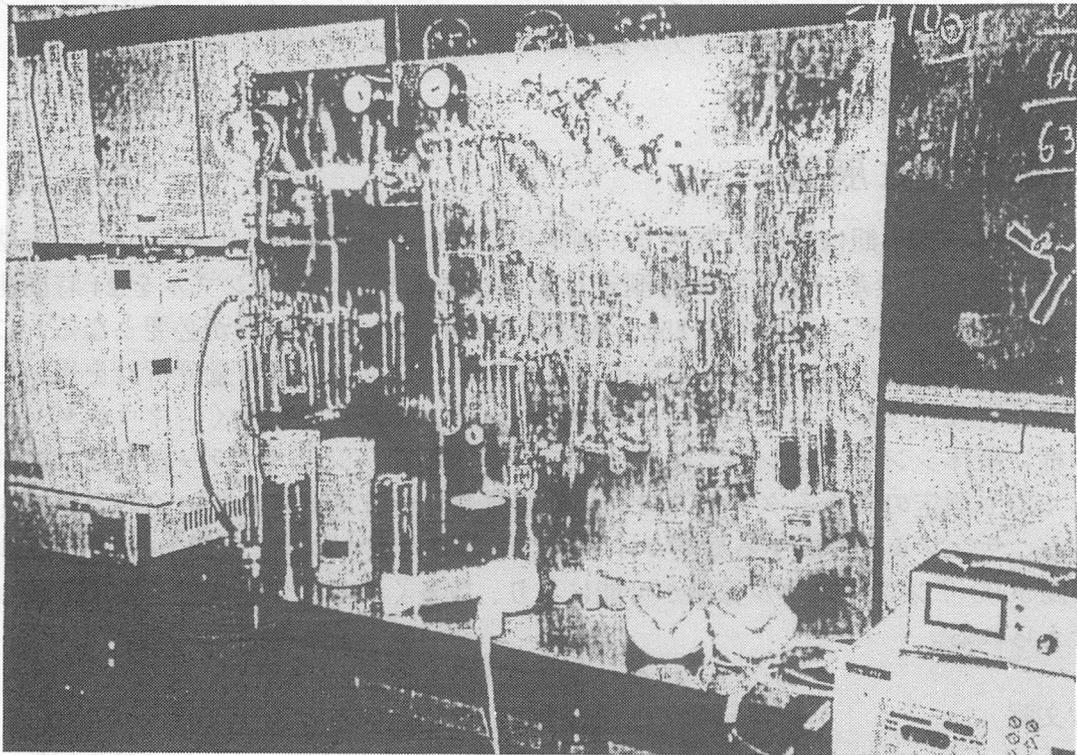


図2 ベンゼン合成真空ライン

Study of Solar Activity in Spörer minimum by radiocarbon 14

T. Nishiyama¹⁾ , Y. Muraki¹⁾ , G. Kocharov¹⁾ , K. Masuda¹⁾ , Y. Naruse¹⁾ , T. Murata¹⁾
K. Arslanov²⁾

1)STE lab. Nagoya University
052-789-4327, FAX052-789-4313

E-mail:west@stelab.nagoya-u.ac.jp

2)St. Petersburg University, Russia

We invited Prof.K.Arslanov from St.Petersburg University, Russia last December. He constructed a system for synthesizing benzene to measure radiocarbon 14 in tree rings using the β counting method. There are two characteristics in his method. One is that we can make a liquid scintillator without making CO₂. The other feature is the use of a special vanadium catalyst invented by himself. With his patented method we can make benzene at room temperature and immediately obtain 10ml benzene. We have then developed a counting detector of β -rays from the liquid scintillator. We will be able to measure radiocarbon 14 from tree rings in Maunder minimum with use of this method with an accuracy of 0.3%. However, since it is quite hard to obtain enough tree rings in the Spörer minimum, we are also considering the measurement of radiocarbon 14 abundance in tree rings based on AMS method.