

柳ヶ瀬断層周辺におけるCA観測(2)

神戸学院大学教養部 大塚成昭

京都大学教養部 住友則彦

1. はじめに

滋賀県琵琶湖の北東、浅井町で地磁気3成分の変化観測を1982年12月以来続けている。観測点(AZJ)の西方、約7kmに柳ヶ瀬断層が北北西から南南東に走っている。この断層に関連した地震活動と地下電気伝導の変化との関連を調べる目的でCA変換関数の時間的変化を調べている。今までの結果の一部はすでに報告した。^{1),2)} これらによると、AZJでは、短周期鉛直成分の変化(ΔZ)が水平成分の変化(ΔH , ΔD)にくらべて非常に小さいこと、電車漏洩電流の影響と思われるノイズが ΔZ , ΔD に顕著であることなどが明らかにされている。また、周期20分~5分の毎日のCA変換関数を求めると、分散がかなり大きくなること、特に、外部水平磁場成分のパワーが小さい時は、 A_u , B_u 等の絶対値が見かけ上大きくなる方向にバイアスされること等が明らかにされた。

この論文では、はじめに従来の方法の問題点を検討し、次に今回解析した比較的長周期(80分~20分)の変換関数について報告する。

2. データ処理方法の検討

我々の従来のCA変換関数を求める手続きの概略は次の通りである。イ) 夜間のデータより連続した6~10区間を取る。各区間のデータ長は64分。ロ) 各区間毎に直線成分を除去。ハ) データ・ウィンドウをかける。ニ) フーリエ変換を行う。ホ) オート・パワーおよびクロス・パワーを計算。ヘ) スタッキングを行う。ト) 周波数域で平滑する。チ) 変換関数(A_u , A_v , B_u , B_v)を計算する。以上の方法で求めた変換関数の1例を第1図に示す。黒丸および白丸は、それぞれ、水平磁場成分のパワーの大きい日のデータおよび小さい日のデータを用いた場合の結果である。先の報告²⁾でも述べたように、周期約6分以上の長周期部では、変換関数の周期依存に直線性が見られ、また勾配はほぼ一定である。しかし、図からも明らかのように、変換関数の値は、パワーが小さい日には、見かけ上絶対値が大きくなるようなバイアスを受ける。次に、同じ解析方法を、1つの磁気嵐の一連のデータに適用し、解析区間を1時間ずつらし、毎時の A_u , B_u を求めた例を第2図に示す。黒丸および白丸は、それぞれ周期約20分および13分の変換関数である。一見して明らかのように、変換関数は安定しておらず、時間

とともに変化している。第2図には比較のため、水平磁場成分のパワー、およびコヒーレンシーも示した。図に見られるような変換関数の不安定性の原因が、解析方法に問題があるためなのか、パワーが小さいためSN比（特に電車ノイズと信号との比）が悪くなっているためか、あるいは、一連の磁気嵐のデータでも信号母集団の性質が変化していることによるのか、现阶段では明らかでない。

今後の検討課題とする。

3. 長周期変換関数の解析および結果

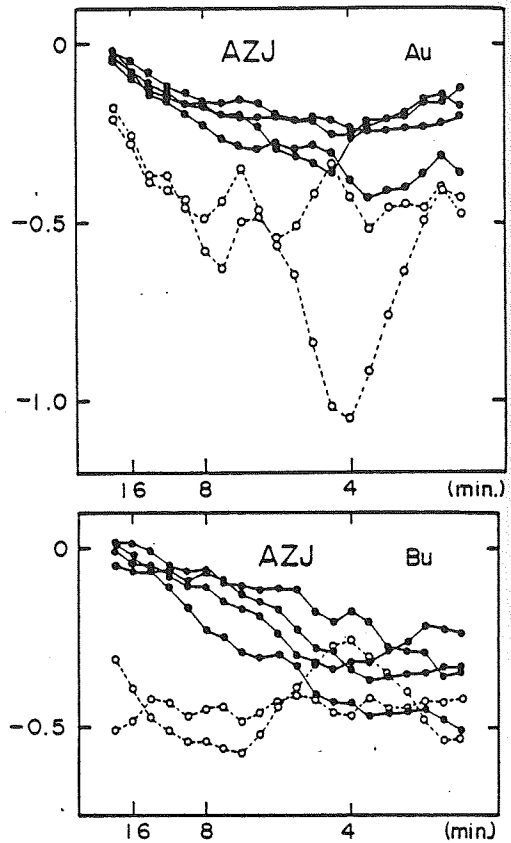
上に述べたように、短周期変換関数は短周期ノイズ（主に電車ノイズ）の影響を受けること、および水平磁場パワーへの依存性が大きいことなどを考慮して、比較的長周期（周期80分～20分）成分に着目して、変換関数を求め直すことにした。解析方法は、従来とはほぼ同じである。但し、データは5分値を用い、データ長は128個、640分とした。

生データは1分値として与えられているので、

エイリアシングをさけるため、まず、すべてのデータに5個の移動平均をかけ、5分以下の短周期成分を除去したのから、5分毎にサンプリングをして5分値を得ている。第3図に、生データに対し、移動平均、トレンド除去、ハイパス・フィルター通過、ハニング・データウィンドウ処理等を行って、最終的にFFT処理をするまでの各段階の波形例を示す。

スペクトル段階でのスタック回数は5回としたので、一連の解析区間は3,200分で2日強となる。

第4図に、上の手続きで求めた変換関数の1例を示す。毎月の中から擾乱日を選び、このような解析区間を2区間とり、それぞれの区間で得た変換関数の平均値をその月の値とした。1982年1月から1983年12月までの期間のうち、計器不調または、信号パワー不足などにより変換関数を決定できなかった月を除く、2年間のAu, Av, Bu, Bvをそれぞれ、周期20, 40, 80分別に第5図(a), (b), (c)に示す。また、インダクションベクトルの大きさ



第1図 浅井町(AZJ)における短周期C A変換関数

黒：水平磁場パワーの大きい日
白：水平磁場パワーの小さい日

$\sqrt{Au^2 + Bu^2}$ を

第6図に示す。

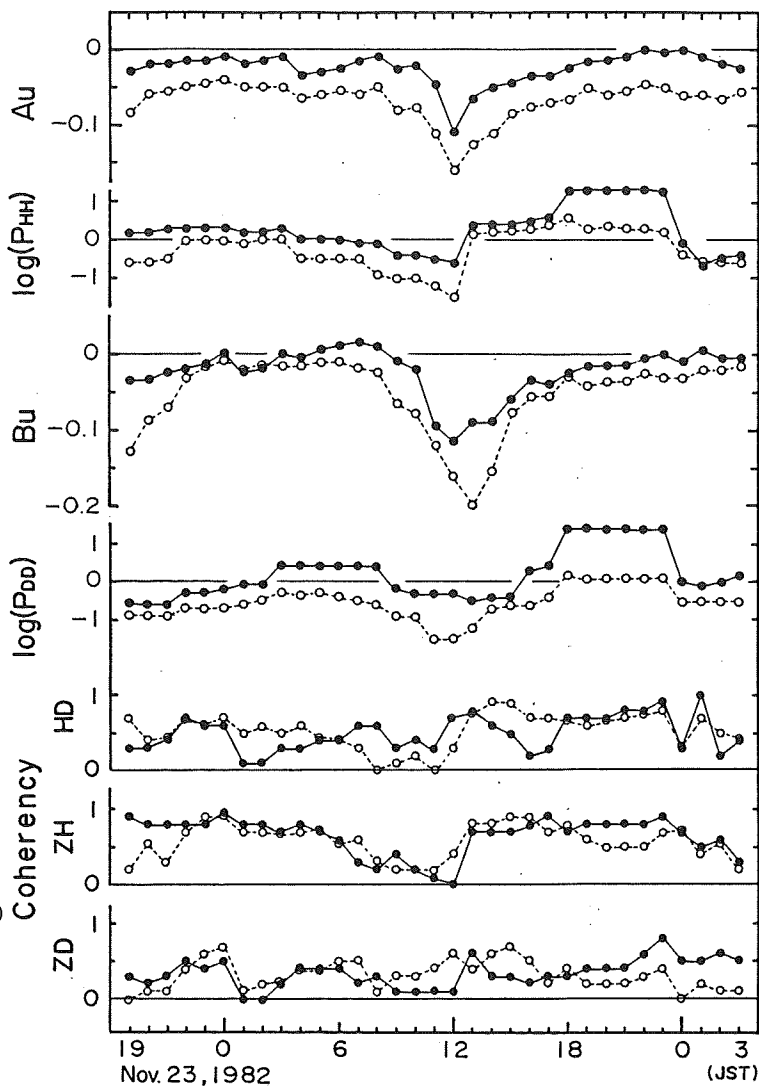
さらに、第7図には、
変換関数の約2年間の
平均値および分散を示
した。

Au, Av, Bu, Bv
のいずれも絶対値は約
0.1あるいはそれ以下
と小さいが、Auは長
周期ほど正符号で値は
大きくなり、Buは逆
に、長周期では負符号
で値も小さくなってい
る。ここではD成分は
東向きを正としている。
(住友他¹⁾(1982)で
は西向きを正としている。)

Au, Buのこのような
特色は、地下電気伝導
度の深い大規模構造に
関しては、観測点(A
ZJ)は、その構造の
ほぼ北側に、浅い構造

に対しては、その南東側に位置することを示しており、先の論文¹⁾で報告した結果と一致している。

変換関数の安定性については、第5、第6図に示すとおり、1982年前半に、やや大きなバラツキが見られるが、1982年11月以降は、周期80、40、20分のいずれにおいても安定した結果が得られているように思われる。第7図のエラーバーで示したように、全期間を通しての標準偏差の最も大きいのは、周期20分のBuで0.08である。なお、インダクションベクト

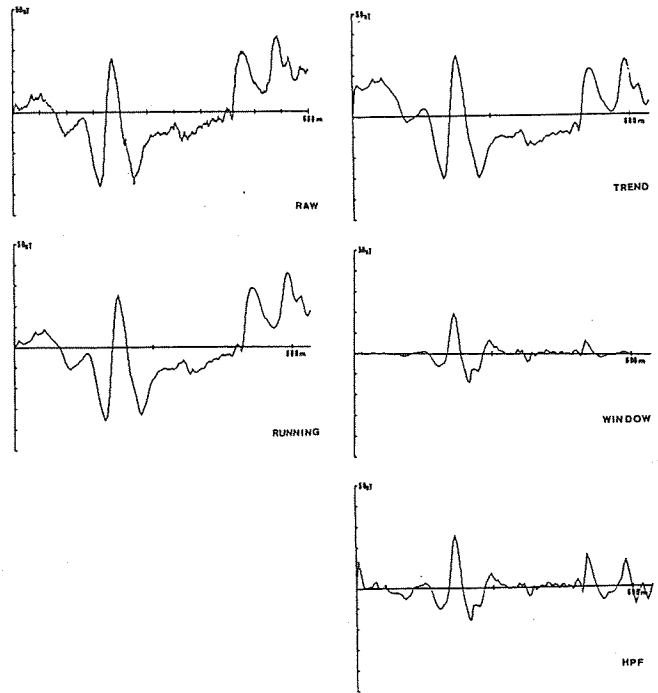


第2図 磁気嵐時に解析区間を1時間ずつずらせて求めた
毎時のCA変換関数および水平磁場パワーとコ
ーレンシー

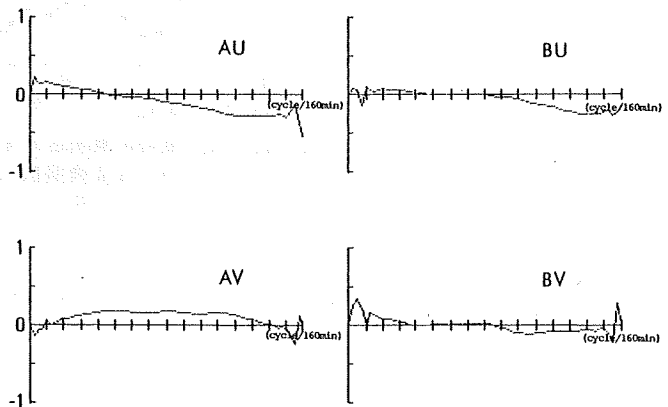
ルの大きさの標準偏差は、周期 80 分、40 分、20 分のそれぞれについて、0.04、0.03、0.07 である。

変換関数の経年変化については、解析期間が 2 年と短いので、現段階では確定的なことは言えないが、周期 20 分の Au、Bu に若干、絶対値の増加傾向が見られるようにも思えるが、他のものについては有意な変化は見られない。また、とくに目立った季節変化もないように思われる。

今回は、パワーの大きいデータのみを用い、解析区間を長くし、長周期部をモニターすることで、CA 変換関数の安定化を試みた。その結果、いくらか安定な変換関数を得ることが出来たが、今後さらに、データの統計的検討、特に、線型システムの誤差解析などを行い、より適切な解析方



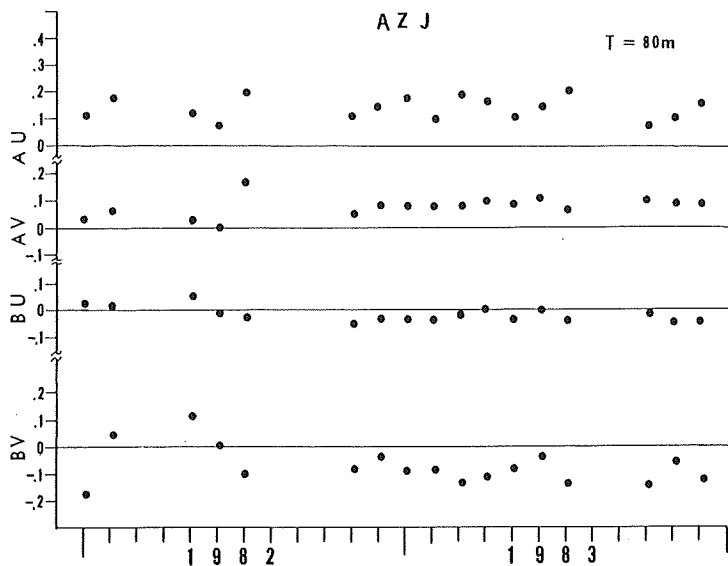
第 3 図 生データに移動平均 (RUNNING)、トレンド除去 (TREND)、ウインドウ処理 (WINDOW)、ハイパス・フィルター通過 (HPF) などの操作をした時の各段階での波形



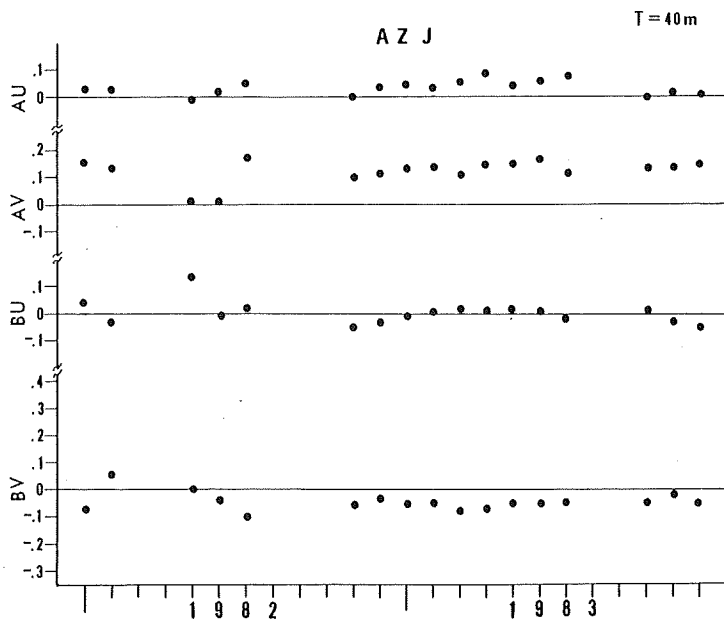
第 4 図 データ長 640 分、スタッキング 5 回後の平滑化した CA 変換関数

法を探したいと思っ
ている。

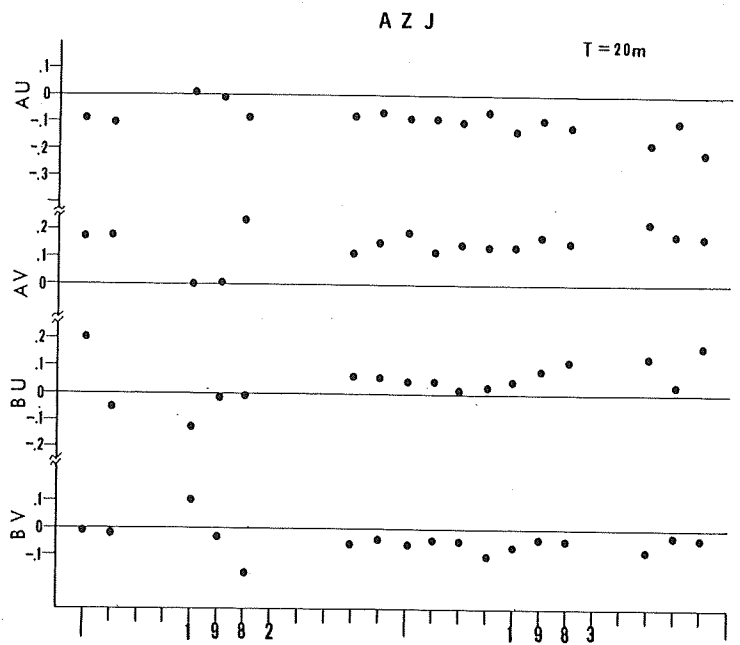
最後に、観測遂行上、
さまざまな援助と便宜
を与えていただいた、
京都大学防災研究所岸
本兆方教授に厚くお礼
申し上げます。また、
浅井町高山の観念寺住
職、明石祐暎氏にも深
く感謝致します。



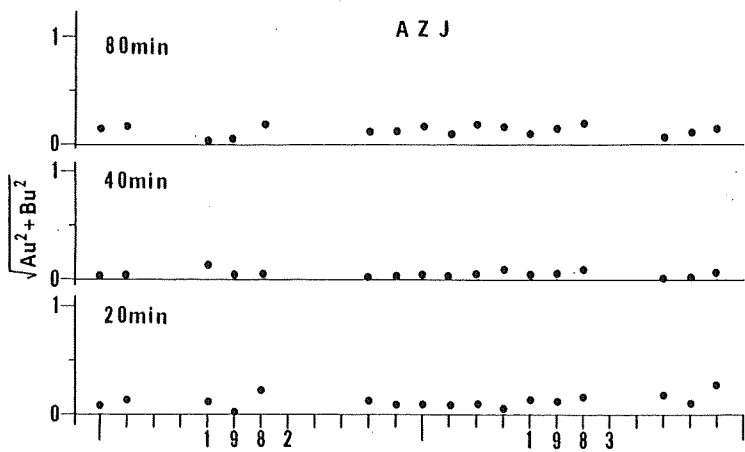
第5図一(a) A Z Jにおける1982年1月～1983年12月までの
周期80分のC A変換関数



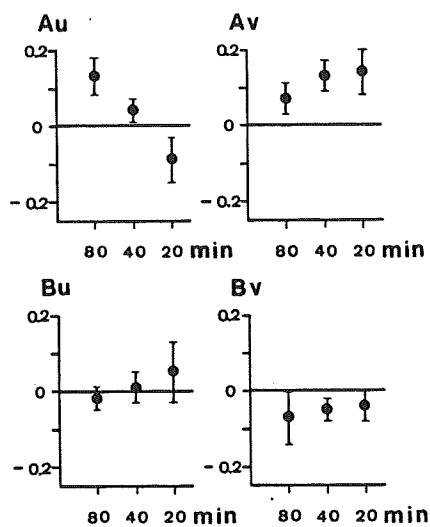
第5図一(b) A Z Jにおける1982年1月～1983年12月までの
周期40分のC A変換関数



第5図-(c) AZJにおける1982年1月～1983年12月までの
周期20分のCA変換関数



第6図 AZJにおける1982年1月～1983年
12月までのインダクションベクトルの
大きさ



第7図 AZJにおける平均的なCA変換数

参 考 文 献

- 1) 住友則彦, 大塚成昭, 柳ヶ瀬断層周辺におけるCA観測(1), Conductivity Anomaly 研究会論文集, 127-135, 1982.
- 2) 住友則彦, 大塚成昭, 滋賀県北東部の地震活動域におけるCA変換関数, 九十九地学, 第17号, 25-33, 1982.