

統計的逆問題とその複雑系への応用に関する研究

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2008-03-12 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 岸田, 邦治 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12099/734

はしがき

本報告書は「統計的逆問題とその複雑系への応用に関する研究」なる研究課題に対して平成 14,15,16 年度の科学研究補助金（基盤研究（C）（2））：課題番号 14580346）を受け進められた研究の成果をまとめたものである。

本研究は時系列データから動的情報を引き出す統計的逆問題と、フィードバック構造を活用して複雑系への応用（脳の機能解明とかプラントの診断）に関する研究である。つまり、複雑な確率システムである脳の動的機能と原子炉雑音の動特性を解明するために、新しいフィードバックシステム論的同定手法を利用してゆらぎを解析し、その動特性から診断に役立つ情報を抽出するアプローチの確立を試みるものである。特に、統計的逆問題の観点から、複雑な確率システムである脳の動的構造（高次脳機能連関）を探索するために必要となる脳情報処理機構のシステム論的特性解明を目指すものであり、原子炉からの出力ゆらぎに含まれる安全性確保に役立つ動特性の抽出を目論むものである。

大脳に機能局在があることは 20 世紀までの脳科学にて分かっているが、言語活動等の高次脳機能では複数の大脳部位が活動するため、今世紀にはいると大脳の機能関連に興味もたれている。さらに、この機能関連は時間的構造を有しているので、そのダイナミックスの理解が待たれている。この問題に対処するアプローチの方法の 1 つとしてフィードバックシステム論的手法を適用することにより脳磁図データから高次脳機能のダイナミックスを理解しようと考えている。ところで、脳磁図データとは脳活動の集団ニューロンの電流が発生する微弱磁場を計測したものである。相関関数レベルでのデータ処理をすることから、ダイナミックスが解析できるか否かを脳磁図データの性質によって決まるように本手法では設定されている。逆に言うと、ダイナミックスを理解できる大脳部位間とは大脳が見せてくれる所だけであった。このようにして脳磁図データから本手法によって大脳部位間の関連性が簡単に理解できるものと当初思っていたが、実際データ解析してみると大脳は並列分散処理しているために部位間の関連性は諸活動の積み重ねの結果であり、それを読み解くことが困難である。そこで、独立成分解析なる最新流行の手法を併せ用いることにより、正中神経の繰り返し刺激のような周期的な脳内活動のデータのみに絞こめば、そのダイナミックスが読み解けると言うことが分かった。[研究発表(1)-1,2,3]

フィードバックシステム論的手法を発展させて、「測定部位間の伝達関数を同定することから脳の持つ動的性質（脳機能連関）を解明できる」を示すこととこの手法を「原子炉における測定変量間の伝達関数を同定すること」とは方法論としては同じ統計的な研究の側面を有している。さらに、異なる対象においてもデータ処理上の共通する統計的課題に対して以下に述べるような解決しなければならない点が多くある。多成分時系列データが与えられていると言う特質を活用した手法の開発が脳波・脳磁図または原子炉データ解析では必要となる。さらに、データ採取時には前置フィルタが用いられるので、このフィルタによる同定伝達関数への影響も無視できない。また、データをスケール変換なる規格化しても本来の反応は不変であるので、そのデータ解析の結果が変わると都合が悪い。そこで、スケール変換に不変な伝達関数の同定法を確立することが必要となった。また、より

信頼できるロバストな伝達関数を得るために必要となる手法や実用への適用を考えた場合に生じる問題もある。統計誤差と計算精度から避けて通れない問題があり、このような実データへの適用にあたって解決すべき共通の統計的問題を扱った。[研究発表(1)-4,5,6]

脳磁図データから自発磁場データを分離して誘発磁場なる特定の時間構造を持つ脳活動データを抽出するために独立成分解析なる手法を前処理として用いると、独立な課題に関連する要因毎に時系列データを分離することが可能になり、周期的刺激に関連する大脳活動部位間の動特性が統計的逆問題の観点から読み解けると分かった。つまり、体性感覚の繰り返し刺激の誘発磁場データを調べることにより、手首の正中神経刺激が対側脳にある体性感覚野にまず 20msec で届き、その後、脳梁等を経由して同側の体性感覚野に届いている可能性があることをフィードバックシステム論的手法を用いることで明らかにした。また、言語活動の連関を調べるために、聴覚の繰り返し刺激の脳磁図データを調べることにより聴覚野の部位間の動特性を示す伝達関数も見いだしている。[研究発表(1)-2,7,8,9]

平成 17 年 3 月

岸田邦治