

脳磁測定と数学

富山高専 松田重生

世界最高級の脳磁測定器(MEG)にどのような数学が使用されているか、調べた事をお話します。

結論；

- (1) 生徒の将来のために、高等学校では数学Ⅲまでと物理Ⅱまでを単位を修得しなくてもよいが履修することを法的に義務つけよ？（文部科学省，マスコミ，国会議員等に働きかけましょう）。
- (2) 脳のメカニズム解明には数学の（手法）発展が不可欠である。
- (3) 企業の現場は数学の宝庫である。
- (4) 試行錯誤を厭わない学生を育てよう。
- (5) 物理や化学等で数式は出てくるが，数学が出てこない？

脳磁場測定；

- (イ) 脳が活躍⇒電流が流れる⇒磁場ができる⇒超伝導量子干渉素子(SQUID)を応用して脳からの磁場を測定する。(マイスナー効果，ジョセフソン効果)。地球磁場の10億分の1ぐらいの磁場を測定する。
- (ロ) 信号処理，波形解析，周波数解析，画像処理を行い。ミリオーダーで磁場源をつきとめる。磁場源解析，信号の位置，方向，強度。(脳活動は空間的広がりをもつ ⇒分析むずかしい ⇒さらなるアルゴリズムの開発が必要)。
- (ハ) 結果的に逆問題を解くことになる。そこでなんらかの仮定が必要となる。160+ α のパラメータを使用する？

実際は、ビオ サバーの公式より計算した磁場よりまずパターン（等高線）をつくり、実際の測定パターンと一致しておれば、仮定した電流が脳内で起こっていると推定している。

使用している手法は；

独立成分分析，主成分分析，カルマン filter，フーリエ変換，PID 制御，加算平均処理，スペクトル解析，affine 変換等を使用している。

$$4\pi\sigma V = -\sum_i \int \frac{\nabla \cdot J_i}{r} dv - \frac{1}{4\pi\sigma} \sum_j \int (\sigma' - \sigma'') \nabla \nabla \left(\frac{1}{r}\right) \cdot dS_j$$

$$4\pi H = \sum_i \int J_i \times \nabla \left(\frac{1}{r}\right) dv + \sum_j \int (\sigma' - \sigma'') \nabla \nabla \left(\frac{1}{r}\right) \times dS_j$$

（企業の説明を聞いて、実際に求めていることはほとんど固有値や固有ベクトルで、線形代数のかたまりという思いがしました。行列のサイズは）

問題点は；

人体内からと外部からのノイズ（不必要な磁場）を取り除くことが必要。

例えば、肺、心臓、筋肉、血液の流れや人体内磁石からのノイズ、また人間の脳の活動は基本的にゆらいでいるのでこれらがノイズを出す。さらに建物からのノイズもある。

逆問題の仮定の検証をどうするか？

その他；

* 企業でみせていただいた文献や話の中で、フラクタル次元、ノルム計算、チホノフの適切化、Hopf フィールド、エントロピー、カオス、wavelet,特性抽出、時系列波形、移動平均、基線補正、デジタル filter, 非線形の研究、統計的信号処理等の言葉が出てきました。

* MRI では脳の形はわかるが神経の切断はわからない？

* 脳電流で診断するのは、脳の各部の電気抵抗を測ることが必要となり倫理上の問題や個人差の問題や、頭がい骨や頭の皮は電気抵抗が大きいなど、ロスが大きい。

* 脳はミリ秒（千分の1秒）タイムで活動している（ゆっくりしている）ので電子計算機を使用した MEG は時間分解能が高い。

* 企業を訪ねたときアルツハイマー病のことも話題になりました .