



Title	Nonparametric Regression Analysis for Longitudinal Data
Author(s)	池田, 公俊
Citation	大阪大学, 2012, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/59081
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	いけ だ きみ とし 池 田 公 俊
博士の専攻分野の名称	博 士（工学）
学 位 記 番 号	第 2 5 2 4 6 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 24 年 3 月 22 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当 基礎工学研究科システム創成専攻
学 位 論 文 名	Nonparametric Regression Analysis for Longitudinal Data （経時対応データにおけるノンパラメトリック回帰解析）
論 文 審 査 委 員	（主査） 教 授 白旗 慎吾 （副査） 教 授 狩野 裕 教 授 内田 雅之

論 文 内 容 の 要 旨

実質科学の諸種の分野における多くの現象は、顕在的あるいは潜在的に、時間と密接に関連して生起している。このとき、現象の生起する時間、その観測値、それに影響を及ぼす時間以外の諸要因との関係構造を評価することは、現象の挙動を予測あるいは制御し把握するのに欠かせない要件である。このような現象から得られるデータの代表的なものとして経時対応データがある。

経時対応データの特徴は、同一の群や対象から得られた観測値の間に相関が認められることにある。通常、経時対応データの解析には、混合効果モデルなどの線形モデルあるいはセミパラメトリック・モデルが用いられることが多い。線形モデルは、パラメータに関して線形性を想定しているために、データに含まれる非線形構造を探索するのに十分な柔軟性をもっていない。また、セミパラメトリック・モデルは、平滑化関数を用いて任意の時間関数を表現しているものの、時間とその他の要因との交互作用は、考慮の枠外にある。経時対応データでは、時間とそれ以外の要

因の交互作用構造が存在すること及び観測値の時間推移が非線形構造をもつことが多く、これらの構造を評価できる方法が望ましい。

本研究では、上記の構造を評価するために、多変量適応型回帰スプライン（MARS）、時変型回帰係数モデル及び時変型回帰係数を含む一般化線形混合モデルといったノンパラメトリック回帰モデルに焦点をあてた。MARSを経時対応データに拡張させ、それに基づくモデルの構築過程を論述した。また、時変型回帰係数を説明するために罰則化スプラインを適用し、時変型回帰係数モデル及び時変型回帰係数を含む一般化線形混合モデルのモデル構築過程を論述した。さらに、適用事例及びシミュレーションを通して、これらのノンパラメトリック回帰モデルの試行性能を吟味した。その結果、経時対応データの解析にこれらのノンパラメトリック回帰モデルを用いることは、従来の方法でみつけることが困難であった観測値の時間推移に関する非線形構造および時間とそれ以外の要因の交互作用構造を容易に特定することでき、観測値の時間変動と諸要因との関係を適切に説明することができた。

論文審査の結果の要旨

実質科学、特に医療科学分野における多くの現象は、時間と密接に関連している。このとき、現象の生起する時間、その観測値、観測値に影響する時間以外の要因との関係構造を評価することは、現象の挙動を予測あるいは制御し把握するのに欠かせない。このような現象から得られるデータの代表的なものとして経時対応データがある。

経時対応データの特徴は、同一の群や対象から得られた観測値の間に相関が認められることにある。通常、経時対応データの解析には、混合効果モデルなどの線形モデルあるいはセミパラメトリック・モデルが用いられることが多い。線形モデルは、パラメータに関して線形性を想定しているために、データに含まれる非線形構造を探索するのに十分な柔軟性をもっていない。また、セミパラメトリック・モデルは、平滑化関数を用いて任意の時間関数を表現しているものの、時間とその他の要因との交互作用は、考慮していない。経時対応データでは、時間とそれ以外の要因の交互作用構造が存在すること、及び観測値の時間推移が非線形構造をもつことが多く、これらの構造を評価できる方法が望ましい。

本論文では、上記の構造を評価するために、多変量適応型回帰スプライン（MARS）、時変型回帰係数モデル及び時変型回帰係数を含む一般化線形混合モデルといったノンパラメトリック回帰モデルに焦点を当てている。MARSを経時対応データに拡張し、それに基づくモデルの構築について研究している。また、時変型回帰係数を説明するために罰則化スプラインを適用し、時変型回帰係数モデル及び時変型回帰係数を含む一般化線形混合モデルのモデル構築についても研究している。さらに、実際データ例及びシミュレーションによって、これらのノンパラメトリック回帰モデルの性能を吟味している。その結果、経時対応データの解析にこれらのノンパラメトリック回帰モデルを用いることは、従来の方法で見ることが困難であった観測値の時間推移に関する非線形構造および時間とそれ以外の要因の交互作用構造を容易に、かつ適切に特定することでき、観測値の時間変動と諸要因との関係を説明することができた。

このように本論文は経時対応データ分析における新たな方法論を提案し、実データおよびシミュレーションによりその良さを示しており、博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。