

|         |   |
|---------|---|
| 氏名      | 宮内 義明   |
| 学位の種類   | 博士（応用情報科学）                                      |
| 学位記番号   | 博情第34号  |
| 学位授与年月日 | 平成28年3月22日                                      |
| 学位授与の要件 | 学位規則第4条第1項該当（課程博士）                              |
| 論文題目    | メタボリックシンドロームマネジメントのための特定健診対応<br>ベイジアンネットワークの構築  |
| 論文審査委員  | (主査) 教授 西村 治彦<br>(副査) 教授 東 ますみ<br>(副査) 教授 水野 由子 |

#### 学位論文の要旨

我が国ではメタボリックシンドロームに焦点を当てた特定健診が平成20年4月より実施されている。特定健診では生活習慣病への移行を予防するために特定保健指導が行われ、そこでは受診者自身が健診結果を理解し、自ら生活習慣に行動変容を引き起こすことが必要となる。そのためには受診者と指導者の間のコミュニケーションとインターフェイス的環境の整備・充実が重要である。そこで本研究では、因果関係を確率により記述するグラフィカルモデルの一つであるベイジアンネットワーク（BN）に注目し、特定健診の検査データと質問票データ、及び階層化による保健指導レベルに対してリスク評価の確率的なモデリングを試みた。そして、様々な状況下で変化する確率分布の具体的な評価を通して、適切な予測および判断に係わる機能性について考察し、保健指導ツールとしての可能性を検討した。

第1章では、研究の背景となる特定健診を取り巻く状況と先行研究の状況、研究の目的と本論文の構成を述べた。第2章では、本研究の前提となる特定健診についての概要を述べ、ベイズの定理、並びにベイジアンネットワークについての概説を述べた。

第3章では、某事業所において実施された健診11,947件（男性7,655件、女性4,292件）の健診・質問票データを対象に特定健診対応BNの構築を試みた。メタボリックシンドロームは日々の生活習慣によってその状況が左右されることから、生活習慣を捉える質問票データと健康状態を示す検査データの相互関係の把握が健診後の保健指導にとって大切である。よって、BNの構造としては検査ノードと質問ノードを一つのネットワーク上で互いに結びつけることが肝要であり、特定健診の枠組みでの受診者分類の要である支援レベルを状態とする階層化ノードを含めて評価できるように特定健診対応BN Type1を構築した。そしてこれに対し、質問ノードや検査ノードの状態を各種設定することで、階層化ノードの各状態確率の変化として現れるリスク変化を評価した。

第4章では、前章で構築した特定健診対応 BN を、様々な健診実施事業所での特定健診に対応できるようにするため、生活習慣に関わる質問票データの主要因子の抽出とノード化を行い、より一般化された BN の可能性を検討した。まず全 36 問の 4 又は 5 択の質問で構成された質問票の回答である質問票データについて、選択肢の適切度に基づき 0~5 点のポイント化を行った。次にそれらについて主成分分析を行い、累積寄与率 0.6 を基準に 10 個の生活習慣因子を得、バリマックス回転後の因子負荷量を基に重複や欠落がなるべく少なくなるように配慮して各生活習慣因子を代表する質問を抽出し、それらの質問内容から各因子の意味づけを行った。そして、この生活習慣因子をノードとし、あわせて受診勧奨値を導入して検査ノードを拡張し生活習慣因子対応 BN (特定健診対応 BN Type2) を構築した。これに対して、検査ノードと生活習慣因子ノードの状態がメタボリックシンドロームのリスクに及ぼす影響について評価したところ、階層化判定結果が忠実に反映され、検査ノードおよび生活習慣因子ノードにおける状態(悪化または改善)に応じた保健指導レベルのリスク変化を評価できることが確認された。特定健診対応 BN Type1 は質問ノードが元データの個人的バラツキをそのまま表わしているが、生活習慣因子対応 BN の生活習慣因子ノードはバラツキを丸めこむ(抽象化する)ことで、因果関係がよりよく表現されていると考えられた。また、受診勧奨値を導入した検査ノードにより健診判定基準値を外れた場合に中性脂肪よりも収縮期血圧の方が受診勧奨値を超えて悪化しやすいことがわかった。

第5章では、経年データに注目することで、質問票によって捉えられる生活習慣が、健康状態に影響を与えて検査データとして表れるまでの時間差について検討を行った。具体的には、検査データに対し健診判定基準値による 2 値化に基づくビット表現で作られる健康 16 状態を提案し、16×16 の状態遷移表による男女の健康状態遷移の違いや、世代別の健康状態遷移の違いについて検討した。さらにこの健康状態遷移をより可視化する方法として立方格子モデルによる表現を提案し、この健康状態遷移モデルを用いた検討により、30 代、40 代の健康状態遷移モデルではメタボリックシンドロームからの改善の主なルート((1000)状態→(0000)状態)が明らかになり、50 代、60 代では状態間の双方向の入れ替わりが多く、生活習慣の行動変容により健康状態が改善しても、その維持は容易でなく、継続的な保健指導の必要性を示唆していると考えられた。次に健康 16 状態をノード化し、新たな特定健診対応 BN Type3 を構築し評価した。これに対して、質問票データと検査データが同年の場合(同年データセット)と、質問票データと 1 年後の検査データとの組合せの場合(越年データセット)の 2 通りを検討したところ、越年データセットの方が質問票データと検査データの関連が大きかった。これは質問票データが表す生活習慣の影響が検査データに示される健康状態に現れるまでに遅れがあることを示しており、過去の生活習慣の把握の重要さが示唆された。

また、各章の後半の 3.4 節、4.4 節、5.3 節では、実際の保健指導の場での活用を想定して具体的な受診者事例を用いた検討を行い、保健指導の場で指導者と受診者が共に特定健

診対応 BN を用いて生活習慣の改善を目指せることを示した。更に 5.4 節では、実際に保健指導を行う保健師等にとって特定健診対応 BN を簡便で利用しやすいものとするをめぐり、特定健診対応 BN を応用した Android アプリ保健指導ツールのプロトタイプ開発に取り組んだ。

第 6 章では、考察とまとめを述べ、本研究の成果である特定健診対応 BN は、Type1~3 のいずれも有用な保健指導ツールとなりえるものと結論づけた。そして今後の課題として、特定健診対応 BN の保健指導ツールとしての有用性をより高めてゆく為に、受診者の年齢ファクタや、性別ノードや年齢ノードを追加した統合型のネットワーク構成に拡張することや、保健指導実務者の意見を参考に、実際の特定健診の場でのフィールドテストへ向け、Android アプリ保健指導ツールの完成度を高めてゆきたいと考える。厚生労働省の「レセプト情報・特定健診等情報データベース」のようなビッグデータを対象とした分析へ発展させることも、結果の一般化と、より実地に有用な知見に結びつけるという意味で重要な課題と考えている。

## 論文審査の結果の要旨

本研究は、明快で理解しやすい数理に基づき、かつ大規模データに対して柔軟に対応でき、さらにデータの蓄積により精度の向上が見込めるデータマイニング手法の一つであるベイジアンネットワークに注目し、特定健診に関わる新しい評価システムの構築に取り組んでいる。特定健診の検査データと質問票データ、及び階層化による保健指導レベルに対してリスク評価の確率的なモデリングを試み、様々な状況下で変化する確率分布をもとに適切な予測及び判断に係わる機能性について考察し、保健指導ツールとしての可能性の実証的な分析と評価を展開している。

第2章では、本研究の前提となる特定健診制度とベイジアンネットワークについて、その概要が的確に述べられている。次に第3章では、某事業所において実施された健診11,947件（男性7,655件、女性4,292件）の検査・質問票データを対象に、特定健診の枠組みでの受診者分類の要である支援レベルを状態とする階層化ノードを構成し、これを含む特定健診対応ベイジアンネットワークの構築を行っている。そしてこれに対し、質問ノード又は検査ノードの状態を各種設定することで、階層化ノードの各状態確率の変化として現れるリスク変化を評価し、これまでにない新たなアプローチを実現している。第4章では、この特定健診対応ベイジアンネットワークを様々な健診実施事業所での特定健診に対応できるようにするため、生活習慣に関わる質問票データの主要因子の抽出とそのノード化を行い、それらの導入によってより一般化されたベイジアンネットワークへの発展を可能にしている。

続いて第5章では、まず経年データに注目することで、質問票によって捉えられる生活習慣が、健康状態に影響を与えて検査データに反映されるまでの時間差について、ベイジアンネットワークに基づき検討している。さらに、検査データに対し健診判定基準値での2値化ビット表現で作られる健康16状態を提案し、これをノード化して特定健診対応ベイジアンネットワークに導入することで健康状態へのリスク評価も可能にしている。また、実際に保健指導を行う保健師等にとってベイジアンネットワークを簡便で利用しやすいものにするために、Androidアプリ保健指導ツールのプロトタイプ開発も試みている。

以上の検討結果を通して、特定健診対応ベイジアンネットワークは保健指導を想定した特定健診データの新たな評価手法として十分有用であると判断される。今後、実際の特定健診の場でのフィールドテストを通して、特定健診対応ベイジアンネットワークの実地での信頼性を高めるとともに、厚生労働省が現在保有する「レセプト情報・特定健診等情報データベース」（平成20年度～25年度分の特定健診データ約1億4千万件）のようなビッグデータを対象とした分析へと発展していくことが期待される。

以上を総合して本審査委員会は、本論文が「博士(応用情報科学)」の学位論文に値するものと全員一致で判定した。