

博士学位論文

メタボリックシンドロームマネジメントのための  
特定健診対応ベイジアンネットワークの構築

2016年3月

兵庫県立大学大学院 応用情報科学研究科

応用情報科学専攻

宮内 義明

## 要約

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ース的環境の整備・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して、平成 26 年 4 月に特定健診・保健指導による検査値の改善状況が報告され、同年から実施されているデータヘルス計画において特定健診は具体的な保健事業の柱と規定されたことについて述べ、更に先行研究の状況について述べた。そして、特定健診という枠組みとデータ構成の中で、保健指導対象者の行動変容のために活用することができるベイジアンネットワークを応用した保健指導ツールの構築という研究の目的と、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、根拠となる法令等から、具体的な階層化の手順まで詳細に述べた。加えてベイズの定理、並びにベイジアンネットワークについての概説を具体例（がんスクリーニング検査の例、スプリンクラーの例、Chest Clinic の例）を用いて述べた。

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ベイジアンネットワークの構築を試みた。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、ベイジアンネットワーク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ベイジアンネットワーク 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ノード化を行い、より一般化されたベイジアンネットワーク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ベイジアンネットワーク（特定健診対応ベイジアンネットワーク 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。特定健診対応ベイジアンネットワーク 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、生活習慣因子対応ベイジアンネットワーク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、 $16 \times 16$  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ベイジアンネットワーク 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ベイジアンネットワーク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ベイジアンネットワークを簡便で利用しやすいものとすることをめざし、特定健診対応ベイジアンネットワークを応用した 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ベイジアンネットワークは、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、特定健診対応ベイジアンネットワーク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。また、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」のようなビック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。

# Construction of Bayesian Networks Related to the Specific Health Checkup and Guidance for Metabolic Syndrome Management

Yoshiaki Miyauchi

## Abstract

Metabolic syndrome has become a significant public health problem worldwide, and Specific Health Checkup and Guidance on this syndrome began for people aged 40 to 74 in Japan in 2008. Through this guidance, people considered at high risk of developing metabolic syndrome are expected to be made aware of their own problems in terms of their daily lifestyle choices and to improve their daily life behaviors by themselves. To support this large undertaking with information technology, we have introduced ideas based on the Bayesian estimation in data mining technology and proposed a Bayesian network (BN) scheme connecting the information from physical examinations and daily lifestyle questionnaires. By applying this network model to the field data on 11,947 anonymized individuals, the proposed method was found to provide better performance and show its potentiality for the system of specific health checkup. Next, we considered the possibility of generalizing our BN by introducing nodes of lifestyle major factors extracted from the questionnaire data. This proposed method was found to provide good performance, and its usefulness was revealed by evaluating the level of change of the responses to the questionnaire. Furthermore we introduced a novel 4-bit representation with 16 states, treating body shape, blood lipids, blood glucose, and blood pressure as equal binary factors, and analyzed relationships among the support level, physical examination, and daily lifestyle questionnaire. In addition, we applied this BN to individual cases and showed its utility in allowing an examinee to improve his/her lifestyle by demonstrating individual predictions. Through the efforts described above, we confirmed that the Bayesian network for Specific Health Checkup and Guidance has the potential to be an effective support tool for health guidance regarding metabolic syndrome.

# 目次

第1章 序論	1
第2章 特定健診およびベイジアンネットワーク	5
2.1 特定健診	5
2.1.1 特定健診の概要	5
2.1.2 階層化の手順	8
2.1.3 特定保健指導と行動変容	10
2.2 ベイジアンネットワーク	12
2.2.1 ベイズの定理	12
2.2.2 ベイジアンネットワーク	14
2.2.3 ベイジアンネットワーク構築ソフトウェア	16
第3章 特定健診の枠組みに対応したベイジアンネットワークの構築	20
3.1 対象とする健診データ	20
3.1.1 対象データ	20
3.1.2 特定健診階層化手順による支援レベル	22
3.1.3 検査データの要約統計量	24
3.1.4 質問票データの数値化	25
3.2 検査データと質問票データを包含するベイジアンネットワークの構築	26
3.2.1 ノードの構成	26
3.2.2 特定健診対応ベイジアンネットワークの構造	27
3.3 特定健診対応ベイジアンネットワークの評価	29
3.3.1 リスク評価のためのノードの設定方法	29
3.3.2 検査ノードの設定によるリスク評価	30
3.3.3 質問ノードの設定によるリスク評価	31
3.3.4 男性と女性のリスク変化の比較	32
3.3.5 検査ノードの設定が質問ノードに与える影響	41
3.4 個別事例を用いたリスク評価	43
第4章 生活習慣因子の導入による特定健診対応ベイジアンネットワークの一般化	46
4.1 質問票データからの生活習慣因子	46
4.1.1 一般化の必要性	46
4.1.2 質問項目の主成分分析による生活習慣因子の抽出	46
4.2 生活習慣因子対応ベイジアンネットワークの構築	52
4.2.1 生活習慣因子のノード化と検査ノードの拡張	52
4.2.2 一般化された生活習慣因子対応ベイジアンネットワーク	54

4.3	生活習慣因子対応ベイジアンネットワークの評価	56
4.3.1	生活習慣因子ノードと階層化ノードの関連性の評価	56
4.3.2	ベイジアンネットワークのタイプ間の比較	58
4.4	個別事例を用いたリスク評価	61
第5章	経年データに注目した特定健診対応ベイジアンネットワークの構築	65
5.1	経年データの分析	65
5.1.1	経年データによる支援レベル間の移動率の検討	65
5.1.2	健診判定基準値を用いた検査データの2値化	69
5.1.3	立方格子モデルによる健康状態遷移の世代間の比較検討	70
5.1.4	支援レベルと生活習慣因子の関連性	79
5.1.5	健康16状態と生活習慣因子の関連性	80
5.2	経年データと特定健診対応ベイジアンネットワーク	81
5.2.1	健康16状態をノード化したベイジアンネットワーク	81
5.2.2	同年データセットと越年データセットによる評価	82
5.3	個別事例を用いたリスク評価	84
5.4	特定健診対応ベイジアンネットワークを用いたAndroidアプリの開発	87
5.4.1	基本設計	87
5.4.2	プロトタイプの構築	88
5.4.3	特定健診データによる精度確認と適用可能性の検証	89
第6章	考察およびまとめ	91
	謝辞	95
	参考文献	96

## 第1章 序論

内臓脂肪型肥満に着目した内臓脂肪症候群（メタボリックシンドローム）に焦点を当て、生活習慣病を予防することを目的とした特定健康診査および特定保健指導が平成20年4月より実施されている[1-3]。この特定健康診査と特定保健指導（以降、特定健診）は、40歳から74歳の医療保険加入者を対象として実施され、平成27年度には平成20年と比較して糖尿病等の生活習慣病有病者・予備群を25%減少させることを目標としている。そして平均在院日数の短縮と併せて中長期的な医療費の適正化（2兆円削減）を図るものである。従来のディジーズマネジメントからヘルスサポートへの移行を物語る中長期戦略であると言える。

平成26年4月に公表された「特定健診・保健指導の医療費適正化効果等の検証のためのワーキンググループ」の中間取りまとめ[4]では、特定健診・保健指導による検査値の改善状況が報告されており、特に、特定保健指導の積極的支援により保健指導レベルが全般的に改善傾向にあることが示されている。生活習慣病の予備軍であるメタボリックシンドロームからの脱却により、国民の生涯にわたっての生活の質の維持・向上を計り、その結果として中長期的な医療費の増加の抑制を行うという特定健診の目標へ進みつつあることが窺える。

平成26年3月には国民健康保険法に基づく保健事業の実施等に関する指針[5]に「保健事業の実実施計画（データヘルス計画）の策定、実施及び評価」が追加され、すべての健保組合に対し、健康・医療情報を活用し、PDCAサイクルに沿った効果的かつ効率的な保健事業の実実施計画（データヘルス計画）を策定・実施することを義務づけが行われた。さらに、被保険者に自らの生活習慣等の問題点を発見させ、その改善を促す取組を行うこと、情報通信技術（information and communication technology : ICT）等を活用し、被保険者自身の健康・医療情報を本人に分かりやすく提供すること、被保険者の健康増進に資する自発的な活動を推奨する仕組みを導入することが求められている[5,6]。また、「データヘルス計画作成の手引き」[7]によれば、特定健診の実実施計画と、データヘルス計画とは相互に連携して策定することが望ましいとされ、特定保健指導の振り返りと方策を検討する好機と述べられている、つまり、今後我が国の保健事業がデータヘルス計画という枠組みにより進められ、特定健診や特定保健指導はその具体的な保健事業の柱となることが示されたと言える。

特定健診では受診者自身が健診結果を理解して心身の変化を認識し、自らの生活習慣を振り返ることが必要である。その上で個々の受診者の状況に配慮して、個別性を重視した形で自らの行動変容[8,9]を促し、生活習慣病の予備群から抜け出させることが求められている。そのためには、受診者が自分自身の問題であることを十分に納得し、保健指導内容が自分のための解決方法であることを実感できるような情報提供



が必要になる為、受診者と指導者とのインターフェース的環境の整備・充実が重要であると考えられる。特定健診という健診制度には、個人単位で検査データと質問票データ、および保健指導歴が年々蓄積されていくという特徴があり、これらのデータをいかに活用してゆくかは特定健診制度の重要な課題の一つである。そこで、全体のデータに基づき、個人々人への予測を含む情報提供によって保健指導を行えるサポートツールを、特定健診という枠組みとデータ構成の中で構築し、保健指導対象者の行動変容のために活用することが必要であると考えられる。

健診データを対象としたデータマイニング研究の取り組みとしては、問診項目の記述内容と検査結果との関係性について潜在トピックモデルを用いた解析を試みる研究[10]や、メタボリックシンドロームの診断に必要な肥満、糖尿病、脂質異常、高血圧の4つの要素の3次元空間における個人データの座標位置を2次元の平面マップ上に写像する自己組織化マップ（self-organizing maps : SOM）を用いて視覚的に把握する解析を試みる研究[11]が行われている。しかし、これらの研究の成果は、情報学や統計学の専門家でない一般の受診者や保健指導者にとって解釈が簡単ではない。また、解析方法論的ではないが、毎年2千万人以上の特定健診データが集約されることで整備されてきているナショナル・データベースの利活用について検討し、保健事業のPDCA サイクルへつなげていこうとする研究[12]なども行われているが、従来の統計学的手法によるものであるため、エビデンスとしては十分であるが、保健指導の場でのサポートツールとしての活用にもそのままつなげるものではない。

そこで本研究では、明快で理解しやすい数理に基づき、かつこのような大規模データに対して柔軟に対応でき、更にデータの蓄積により精度の向上が見込める手法としてデータマイニング技術の一つであるベイジアンネットワーク[13-17]に注目し、新しい評価システムの構築に取り組むこととした[18-30]。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探るものである。

特定健診のデータは受診者の健康状態を示す検査データと、生活習慣を反映する質問票データから構成されており、受診者はそのデータに基づいて階層化(積極的支援、動機づけ支援、情報提供、及び保健指導対象外の各レベル)され、レベルに応じて保健指導が行われる。検査データは確立した方法・手順によって得られる客観性の高いデータである。一方、質問票データはある生活行動の頻度を問う質問の回答のように客観的なものもあるが、一般に受診者の主観(意識)が回答に影響しやすいという性質が含まれるデータである。特定健診のデータを分析・評価する際には、これらの異なる性格を持つデータを同時に扱うという点に配慮し、それに対応する手法を考案

することが必要となる。

特定健診の階層化では腹囲と BMI (body mass index) を優先する手順が適用され、受診者らは積極的、動機づけ、情報提供、対象外の支援レベルに分けられる。この場合、例えば体型（腹囲、BMI）の検査結果が良ければ、追加リスク（血糖、脂質、血圧）が基準値外であっても保健指導対象外に分類されてしまう。つまり、階層化による支援レベルは、必ずしも検査結果に反映される健康状態のリスクレベルと対応しているわけではない。しかし、一般の受診者は、階層化の結果として決定される支援レベルが健康状態のリスクを段階的に表わしているように捉えがちである。また、生活習慣を捉える質問票についても、階層化に直接寄与するのは喫煙歴設問だけであるにも関わらず、受診者のみならず保健指導者サイドにおいても、決定された支援レベルが質問票データの良否に対応しているような印象を受けてしまう。このような一種の錯誤は、それに基づく保健指導における歪みにつながるのではないかと考える[31]。そこで、腹囲と BMI を優先する階層化による支援レベルだけではなく、検査項目を並列に扱う方法も検討し、更にそれらと質問票データとの関係性を踏まえつつ、受診者をより複合的、構成的に捉えていくことが望まれる。

また、特定健診では質問票による生活習慣把握と各種検査が同時に行われることから、同年の両データを一括りの対象として扱うことになるが、生活習慣病の因果関係を考慮すると、質問票によって捉えられる生活習慣が、健康状態に影響を及ぼし検査結果として表れるまでの時間差について検討しておくことが望まれる。その際、特定健診が開始された平成 20 年以降の健診データには、既に特定保健指導による介入の影響が及んでいるので、両者の基本的な時間差の評価にはバイアスが掛かっていると考えられる。そこで、特定健診導入以前の健診データを用いて、特定保健指導の介入が無い状況で通常の経過を辿る受診者の生活習慣と検査結果の分析が必要となる。よって本研究では、特定保健指導の影響が無い状況での検査データ（健康状態）と質問票データ（生活習慣）の対応関係について分析すべく、特定健診導入以前の健診データを対象とする。

以降第 2 章では、本研究の前提となる特定健診制度についての概要と、ベイジアンネットワークについての概説を述べる。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含めて評価できる特定健診対応ベイジアンネットワークの構築を試みる。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する。第 4 章では、前章で構築した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ノード化を

行い、より一般化されたベイジアンネットワークの可能性を検討する。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し、さらに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、これを特定健診対応ベイジアンネットワークに導入し評価する。そして、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べく、Android アプリ保健指導ツールのプロトタイプ開発に取り組む。最後に第6章では、保健指導での有用性や、受診者自らが行うセルフマネジメントでの応用について議論し、考察とまとめを行う。

## 第2章 特定健診およびベイジアンネットワーク

本章では、本研究の前提となる特定健診についての概要と、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る。

### 2.1 特定健診

#### 2.1.1 特定健診の概要

平成20年4月から実施されている「特定健康診査」と「特定保健指導」について、まず定義を述べる。「高齢者の医療の確保に関する法律」の第18条第1項において、特定健康診査は「糖尿病その他の政令で定める生活習慣病に関する健康診査をいう」とされ、特定保健指導は「特定健康診査の結果により健康の保持に努める必要がある者として厚生労働省令で定めるものに対し、保健指導に関する専門的知識及び技術を有する者として厚生労働省令で定めるものが行う保健指導をいう」とされている。さらに同法の第20条には「保険者は、特定健康診査等実施計画に基づき、厚生労働省令で定めるところにより、四十歳以上の加入者に対し、特定健康診査を行うものとする」、第24条には「保険者は、特定健康診査等実施計画に基づき、厚生労働省令で定めるところにより、特定保健指導を行うものとする」と医療保険者の義務としての特定健康診査並びに特定保健指導が規定されている。

また、厚生労働省告示第150号「特定健康診査及び特定保健指導の適切かつ有効な実施を図るための基本的な指針」[32]において基本的な指針を規定し、厚生労働省令第157号「特定健康診査及び特定保健指導の実施に関する基準」[33]において特定健康診査の項目や、特定保健指導の対象者の選定基準などを規定している。これらの具体化といえる「特定健康診査・特定保健指導の円滑な実施に向けた手引き Ver2.0」[2]によれば、「特定健康診査」とは医療保険者（国保・被用者保険）が、40～74歳の加入者（被保険者・被扶養者）を対象として、毎年度、計画的に（特定健康診査等実施計画に定めた内容に基づき）実施する、メタボリックシンドロームに着目した検査項目での健康診査のことである。一方「特定保健指導」とは、医療保険者（国保・被用者保険）が、特定健康診査の結果により健康の保持に努める必要がある者に対し、毎年度、計画的に（特定健康診査等実施計画に定めた内容に基づき）実施する、動機づけ支援・積極的支援のことであると定義されている[2]。

特定健康診査および特定保健指導（以下「特定健診」という）ではメタボリックシンドロームに着目している[1,2]。これは内科系8学会（日本血栓止血学会，日本高血圧学会，日本循環器学会，日本腎臓学会，日本糖尿病学会，日本動脈硬化学会，日本内科学会，日本肥満学会）が平成17年4月に合同で示した内臓脂肪症候群（メタボリックシン

ドローム) についての疾患概念と診断基準に基づいている[3]. 「標準的な健診・保健指導プログラム【改訂版】」[1]ではこれに関して, 「内臓脂肪型肥満に起因する糖尿病, 脂質異常症, 高血圧症は生活習慣の改善により予防可能であり, また, 発症してしまっただ後も, 血糖, 血圧等をコントロールすることにより, 心筋梗塞等の虚血性心疾患, 脳梗塞等の脳血管疾患, 人工透析を必要とする腎不全などへの進展や重症化を予防することは可能である」という考え方を記している. そして, メタボリックシンドロームの概念を導入することで, 内臓脂肪の蓄積や体重増加が虚血性心疾患, 脳血管疾患, 腎不全などに至る原因となることを詳細に示すことができ, 健診受診者らが生活習慣と健診結果, 疾病発症との関係を理解しやすく, 彼らの生活習慣の改善に向けての明確な動機づけができるようになると述べている.

そこで特定健診では, 健診結果及び質問項目により保健指導対象者を生活習慣病のリスク要因の数に応じて階層化し, リスク要因が少ない者に対しては, 生活習慣の改善に関する動機づけを行うこととし, リスク要因が多い者に対しては, 医師, 保健師, 管理栄養士等が積極的に介入し, 確実に保健指導対象者に行動変容を促すことが行われる. そして保健指導対象者が健診結果に基づき自身の健康状態を認識した上で, 代謝等の身体のメカニズムと生活習慣(食習慣や運動習慣等)との関係を理解し, 生活習慣の改善を自らが選択し, 行動変容に結びつけられるように援助が行われる.

「標準的な健診・保健指導プログラム【改訂版】」では, 特定健診では次の項目を健診対象者の全員が受ける「基本的な項目」としている[1].

- 質問項目(薬剤治療の有無, 既往歴, 喫煙歴, 体重増加等 22 項目)
- 身体計測(身長, 体重, BMI, 腹囲(内臓脂肪面積))
- 理学的検査(身体診察)
- 血圧測定
- 血液化学検査(中性脂肪, HDL コレステロール, LDL コレステロール)
- 肝機能検査(AST (GOT), ALT (GPT),  $\gamma$ -GT ( $\gamma$ -GTP))
- 血糖検査(空腹時血糖又は HbA1c 検査)
- 尿検査(尿糖, 尿蛋白)

また, 上記の「基本的な項目」の他に医師が必要と判断した場合に選択的に受ける「詳細な健診の項目」として, 心電図検査, 眼底検査, 貧血検査(赤血球数, 血色素量, ヘマトクリット値)を挙げている. そして他の健診に関する法令・制度の趣旨・目的や対象となる集団の特性(地域や職場の特性)やそこから見出された健康課題を踏まえ, 必要に応じて基本的な項目以外の項目を実施する. 中でも, 血清尿酸や血清クレアチニン等については検査を実施することが望ましいとされている.

質問項目については、厚生労働省は特定健診の「基本的な項目」に含まれる質問項目を含めた標準的な質問票を設定しており、保健指導対象者の選定・階層化に必要とされる質問項目 1～3（服薬状況）、4～6（既往歴、現病歴）、8（喫煙習慣）は、特定健診における必須項目とされている。「特定健康診査・特定保健指導の円滑な実施に向けた手引き Ver2.0」によれば、「医療保険者あるいは健診機関にて、これまでの経験・ノウハウや受診対象者の属性を踏まえ、質問の趣旨を逸脱しない範囲であれば、質問文をより適切と判断する内容に適宜改変することは差し支えない」とされている。

図 2.1 に健診・保健指導と特定健診・特定保健指導の関係を示す。実際の医療保険者や健診機関では、厚生労働省健康局が作成した標準的な健診・保健指導プログラムと、保険局が作成した特定健康診査・特定保健指導の円滑な実施に向けた手引きに基づき特定健診の計画および実施がなされている。

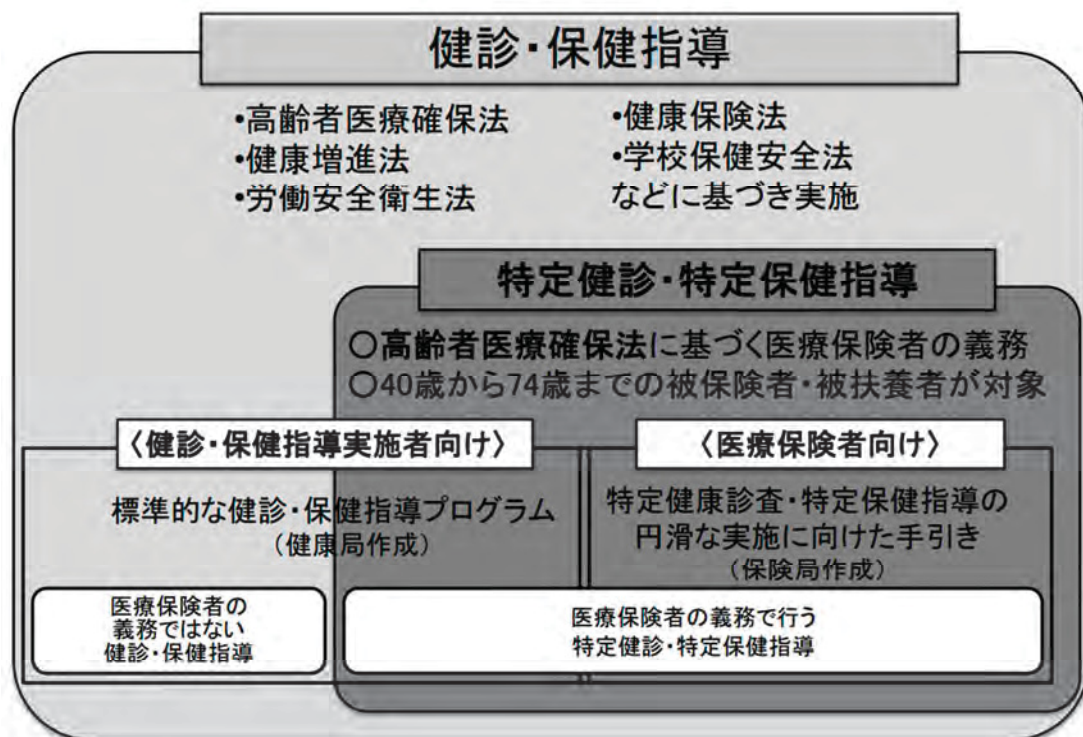


図 2.1 健診・保健指導と特定健診・特定保健指導の関係  
(標準的な健診・保健指導プログラム【改訂版】[1]より転載)

## 2.1.2 階層化の手順

「特定健康診査・特定保健指導の円滑な実施に向けた手引き Ver2.0」[2]では、階層化を「特定健康診査は、特定保健指導の対象者を見つけ出すためのものであることから、特定健康診査の結果から、内臓脂肪蓄積の程度とリスク要因の数に着目し、リスクの高さや年齢に応じ、レベル別（動機づけ支援・積極的支援）に保健指導を行うため対象者の選定を行う。これを階層化という」と定義している。そして、階層化の手順は「標準的な健診・保健指導プログラム【改訂版】」[1]の第2編第3章にステップ1から4までの手順でその基準や方法が示されている。以下にその要旨を示す。

ステップ1： 腹囲とBMIで内臓脂肪蓄積のリスクを判定する

- (1)腹囲 男性 $\geq 85\text{cm}$ ，女性 $\geq 90\text{cm}$
- (2)腹囲 男性 $< 85\text{cm}$ ，女性 $< 90\text{cm}$  かつ  $\text{BMI} \geq 25\text{kg/m}^2$

ステップ2： 検査結果，質問票より追加リスクをカウントする

- ①血糖 空腹時血糖 100mg/dl 以上 又は  
HbA1c (NGSP) 5.6% 以上 又は  
薬剤治療を受けている場合（質問票より）
  - ②脂質 中性脂肪 150mg/dl 以上 又は  
HDL コレステロール 40mg/dl 未満 又は  
薬剤治療を受けている場合（質問票より）
  - ③血压 収縮期血压 130mmHg 以上 又は  
拡張期血压 85mmHg 以上 又は  
薬剤治療を受けている場合（質問票より）
  - ④喫煙歴 あり（質問票より）
- ※①から③までのリスクが1つ以上の場合にのみカウント

ステップ3： 保健指導レベルをグループに分ける

ステップ1が(1)の場合，①～④の追加リスクが

- 2つ以上の対象者 → 積極的支援レベル
- 1つの対象者 → 動機づけ支援レベル
- なしの対象者 → 情報提供レベル

ステップ1が(2)の場合，①～④の追加リスクが

- 3つ以上の対象者 → 積極的支援レベル
- 1つ又は2つの対象者 → 動機づけ支援レベル
- なしの対象者 → 情報提供レベル

ステップ 4 :

- ・前期高齢者（65 歳以上 75 歳未満）は，積極的支援の対象となった場合でも動機づけ支援とする。
- ・血圧降下剤等の内服治療中の者は，医療保険者による特定保健指導の対象としない。

尚，「特定健康診査・特定保健指導の円滑な実施に向けた手引き Ver2.0」では，上記の階層化の方法を表 2.1 のように示している。

表 2.1 特定保健指導の対象者（階層化）（[2]より一部改変）

腹囲	追加リスク			④喫煙歴	対象	
	①血糖	②脂質	③血圧		40-64 歳	65-74 歳
$\geq 85\text{cm}$ (男性) $\geq 90\text{cm}$ (女性)	2 つ以上該当				積極的 支援	動機づけ 支援
	1 つ該当			あり なし		
上記以外で $\text{BMI} \geq 25 \text{ kg/m}^2$	3 つ該当				積極的 支援	動機づけ 支援
	2 つ該当			あり なし		
	1 つ該当					
①血糖：空腹時血糖 100mg/dl 以上 又は HbA1c の場合 5.6%以上 ②脂質：中性脂肪 150mg/dl 以上 又は HDL コレステロール 40mg/dl 未満 ③血圧：収縮期血圧 130mmHg 以上 又は 拡張期血圧 85mmHg 以上 (注) 喫煙歴の斜線欄は、階層化の判定が喫煙歴の有無に関係ないことを意味する						



### 2.1.3 特定保健指導と行動変容

生活習慣病の予備群に対する保健指導の第一の目的は、生活習慣病に移行させないことである。そのための特定保健指導では、保健指導対象者自身が健診結果を理解して自身の体の変化に気づき、自らの生活習慣を振り返ることが必要である。そして生活習慣を改善するための行動目標を保健指導対象者自ら設定するのを援助するとともに、その行動計画を実践できるよう支援する。それにより保健指導対象者が自分の健康に関するセルフケア（自己管理）ができるようになることを目指す。よって特定保健指導の重要な点は、保健指導対象者に必要な行動変容に関する情報を提示し、保健指導対象者が自己決定できるように支援することであり、そのことによって、保健指導対象者が健康的な生活を維持できるよう支援することである。

生活習慣病には①自覚症状がないまま進行する、②長年の生活習慣に起因するといった特徴があるため、個人が長年築いてきた生活習慣について改善すべき点に保健指導対象者自ら気づくことが難しく、さらに行動変容は難しいことであると認識している場合が多い。しかし、生活習慣病には③疾患発症の予測が可能という特徴もあるため、保健指導対象者の考えや行動変容のステージ（準備状態）を考慮し、個別性を重視した保健指導が行われることで、対象者の行動変容を促し生活習慣病の予備群から抜け出すことにつながると期待されている[6,7]。

特定保健指導では行動変容ステージごとに支援方法を変え、ステージが改善していくように支援することが必要になるが、ここで行動変容ステージとは、行動変容に対する準備段階のことで、5つのステージに分けられる。

- ・ 無関心期：6ヶ月以内に行動変容に向けた行動を起こす意思がない時期
- ・ 関心期：6ヶ月以内に行動変容に向けた行動を起こす意思がある時期
- ・ 準備期：1ヶ月以内に行動変容に向けた行動を起こす意思がある時期
- ・ 実行期：明確な行動変容が観察されるが、その持続が6ヶ月未満である時期
- ・ 維持期：明確な行動変容が観察され、その期間が6ヶ月以上続いている時期

例えば行動変容のステージが無関心期にある場合には、保健指導対象者の疾病に対する認識を確認し、リスクと病気の発症や障害を持つ可能性との関係の説明に加えて、保健指導対象者にとって問題となることが何かを考えられるように支援することが必要となる。

保健指導を行うための技術には、保健指導対象者に関する必要な情報（健診結果、ライフスタイル、価値観、行動変容のステージ等）を収集するためのコミュニケーション技術、それに基づき支援方策を判断する技術、そして保健指導対象者が自らの生活行動の課題に気づき自らの行動目標を決定することを支援する技術等がある。具体

的には、カウンセリング技術、アセスメント技術、コーチング技術、ティーチング技術、自己効力感を高める技術、グループワークを支援する技術などである。しかしこれら保健指導での技術以前に、健診結果と生活習慣の関連を説明できる能力、そして対象者との信頼関係の構築が必要とされている。メタボリックシンドローム、糖尿病、高脂血症、動脈硬化等の機序・病態と、保健指導対象者の健診結果を、本人の生活習慣と結びつけて分かりやすく説明することで、行動変容を促すことが必要である。そして保健指導対象者が自らの健康問題に気づき、自らの生活習慣に健康的な行動変容を起こすという過程の支援は、保健指導対象者と支援者との信頼関係を構築することが基盤となるものである。

## 2.2 ベイジアンネットワーク

### 2.2.1 ベイズの定理

ベイズの定理は、確率論や統計学で広く知られている定理で、18世紀のイギリスの聖職者であり数学者であったトーマス・ベイズ (Thomas Bayes 1702~1761) によって発見され、彼の死後に発表された「An Essay towards solving a Problem in the Doctrine of Chances」という論文によって知られることになったものである[34]。過去の出来事の発生頻度を分析すれば未来の出来事を予想できるというもので、事前確率および尤度を仮定した下で現実の世界からある結果（データ）が得られた時、集められたそのデータを反映した事後確率を求めるものである。より簡単に言い換えると、新たな出来事を予測する時、既に起きている事実と、観察者自身の経験を考慮に入れることでより正確に予測できるという考え方である。それゆえデータの数が多いほど予測の確実性が高くなり、またこの予測は過去の出来事の発生順に影響されないという特徴がある。

一般に事象 A, B 間に成立する関係として、事象 A, B が同時に生起する確率を  $P(A, B)$  とすると、事象 A が発生する確率  $P(A)$  と事象 B が発生する確率  $P(B)$  の間に次の関係が存在する。

$$P(A, B) = P(A|B) * P(B)$$

$$P(A, B) = P(B|A) * P(A)$$

ここで  $P(A|B)$  : 事象 B が発生した下での事象 A の生起確率 (条件付確率)

$P(B|A)$  : 事象 A が発生した下での事象 B の生起確率 (条件付確率)

とする。この2式より次式が成立し、

$$P(B|A) * P(A) = P(A|B) * P(B)$$

両辺を  $P(A)$  で割ると

$$P(B|A) = \frac{P(A|B) * P(B)}{P(A)}, \text{ 但し } P(A) \neq 0$$

となり、ベイズの定理を得る。

事象 B を原因、事象 A を結果とすると、原因によって結果が起きる確率は  $P(A|B)$

で表される。ベイズの定理はこの  $P(A|B)$  に合わせて  $P(A)$  と  $P(B)$  がわかれば、結果 A に対してその原因が B であった確率  $P(B|A)$  を求めること（逆推定）が出来ることを示している。

具体例としてベイズの定理を用いた逆推定を示す。例えばある集団において“がん”である確率を  $P(Cp)$ ，“がん”でない確率を  $P(Cn)$  とし、ある検査で“がん”陽性を  $Ep$ ，陰性を  $En$  とする。“がん”である人に検査結果が陽性と出る確率を  $P(Ep|Cp)$ ，反対に“がん”でない人に陰性と出る確率を  $P(En|Cn)$  とすると，その検査で結果に陽性が出た場合，本当に“がん”である確率  $P(Cp|Ep)$  を算出することが出来る。以下にその数値計算例を示す。

表 2.2 に示すような感度が 99%，特異度が 70% の“がん”のスクリーニング検査法において，陽性と判定された場合に確定診断で“がん”と診断される確率，つまりスクリーニング検査の精度を算出する。スクリーニング検査の対象となる集団について疫学的に対象の“がん”である確率を  $P(Cp)$  とし，“がん”でない確率を  $P(Cn)$  とする。“がん”である人に陽性が出る確率  $P(Ep|Cp)$  および“がん”でない人に陰性と出る確率  $P(En|Cn)$  は，それぞれ感度，特異度より表 2.2 の関係にある。

表 2.2 計算例：“がん”スクリーニング検査の精度

	陽性：Ep	陰性：En
がんである：Cp	$P(Ep Cp) = 0.99$	$P(En Cp) = 0.01$
がんでない：Cn	$P(Ep Cn) = 0.30$	$P(En Cn) = 0.70$

そこで対象の“がん”である確率が  $P(Cp)=0.005$  のとき， $P(Cn)=1-P(Cp)=0.995$  となり，このスクリーニング検査で陽性と判定された場合に，本当に“がん”である確率  $P(Cp|Ep)$  を計算すると，

$$\begin{aligned}
 P(Cp|Ep) &= \frac{P(Ep|Cp) * P(Cp)}{P(Ep)} \\
 &= \frac{P(Ep|Cp) * P(Cp)}{P(Ep|Cp) * P(Cp) + P(Ep|Cn) * P(Cn)} \\
 &= \frac{0.99 * 0.005}{0.99 * 0.005 + 0.30 * 0.995} \\
 &\cong 0.016
 \end{aligned}$$

となり，このスクリーニング検査の精度は僅か 1.6% ということになる。

## 2.2.2 ベイジアンネットワーク

ベイジアンネットワークは、複数の事象間の定性的な依存関係をグラフ構造によって表すとともに、個々の事象間の定量的な関係をベイズの定理に基づいた条件付確率で表す確率推論のグラフィカルモデルの一つである[16]。人工知能の分野では、ベイジアンネットワークと確率推論アルゴリズムの研究として1980年代から歴史があり、昨今はコンピュータの高速化やインターネットの普及によりその応用範囲が拡大しつつある。応用例としては、不確実性を含む対象のモデリングとそれを使った予測に関するもので、医療・故障診断（エキスパートシステム）、プランニング・制御（ロボティクス・対話）、確率的言語モデル（音声認識、文字認識）、ユーザモデリング（AIシステム）、データマイニング（遺伝子情報処理など）がある。

ベイジアンネットワークの特徴としては、因果的な構造を有向グラフ（矢印を用いたリンク）によるネットワークとして表し、その上で確率推論を行うことで複雑かつ不確実な事象の起こりやすさやその可能性を予測することが出来ることである[17]。蓄積された情報をもとに起こりうる確率を各ノードにおける条件付確率表として求め、それらが起こる経路に従ってベイズの定理を用いながら計算することで、複雑な経路を伴った因果関係の発生確率を定量的に表わすことが可能となる。この際経路については、循環する経路は扱わず非循環有向グラフのみを扱うものである。

図2.2に4つのノード（ノードA、ノードB、ノードC、ノードD）からなる簡単なベイジアンネットワークの例[35]を示す。

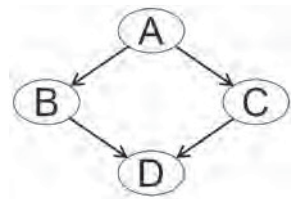


図2.2 4つのノードで構成されるベイジアンネットワークの簡単な例

この4つのノードに対して、それぞれに「曇りである」、「雨が降る」、「スプリンクラーが作動している」、「芝生が濡れている」という命題を割り当て、そのそれぞれの命題に対応して真 (True ; T) と偽 (False ; F) という2つの状態をとる確率変数をそれぞれA, B, C, Dにより表すものとする。ネットワークの結合条件と条件付き確率の関係式（チェーンルール）により、次式が導かれる。

$$P(A, B, C, D) = P(D|A, B, C) \cdot P(B|A, C) \cdot P(C|A) \cdot P(A)$$

ここで、各命題に対する因果関係として「曇りである」とすればいずれ「雨が降る」可能性がある。「曇りでない」とすれば晴れているということで芝生を枯らさないために「スプリンクラーを作動させる」ということになる。そして「雨が降る」か、または「スプリンクラーを作動させる」ということにより「芝生が濡れている」という状況が発生する。 $P(D|A,B,C)$ は確率変数  $A$  すなわち「曇っているかどうか」には直接は依存せず、 $P(B|A,C)$ は確率変数  $C$  すなわち「スプリンクラーが作動しているかどうか」には直接依存しないことを考慮すると  $P(D|A,B,C)$ と  $P(B|A,C)$ はそれぞれ次式で与えられる。

$$P(D|A,B,C) = P(D|B,C)$$

$$P(B|A,C) = P(B|A)$$

したがって、結合確率  $P(A,B,C,D)$ は次式のように置き換えられる。

$$P(A,B,C,D) = P(D|B,C) \cdot P(B|A) \cdot P(C|A) \cdot P(A)$$

本式における  $P(D|B,C)$ ,  $P(B|A)$ ,  $P(C|A)$ ,  $P(A)$ の値が、あらかじめ問題設定の中で与えられているものとすれば、図 2.2 のベイジアンネットワークにおける確率推論機構が本式によって機能することになる。

例えば、「芝生が濡れている」ことが観測されたとき、その原因が何であるかを推測したいとする。この場合、原因が「雨が降る」である確率  $P(B|D)$ と、原因が「スプリンクラーを作動させる」 $P(C|D)$ である確率を計算して比較することになる。

$$P(B|D) = P(B,D) / P(D)$$

$$P(C|D) = P(C,D) / P(D)$$

これらの条件付き確率は、右辺の周辺確率を次式のように計算することにより得られる。

$$P(B,D) = \sum A \sum C P(A,B,C,D)$$

$$P(C,D) = \sum A \sum B P(A,B,C,D)$$

$$P(D) = \sum A \sum B \sum C P(A,B,C,D)$$

得られた  $P(B=true|D=true)$ と  $P(C=true|D=true)$ を比較することで、「芝生が濡れている」のは「雨が降る」のためだったか「スプリンクラーを作動させる」のためだったかということが推論できる。このように、ベイジアンネットワークは前節のベイズの定理に基づき、変数間の因果関係をグラフィカルなモデルで表現する。

### 2.2.3 ベイジアンネットワーク構築ソフトウェア

ベイジアンネットワークを応用するにあたって、どのようにその構築を行うかという問題がある。予測対象となる変数や構造を的確に表したベイジアンネットワークを構築し、それを様々に応用することは人手のみで効率的に行うことは難しい。そこで、予測対象からのデータに基づいたベイジアンネットワークを容易に構築でき、その予測演算をスムーズに行い、ネットワーク構造の変更や再構築も容易に行えるソフトウェアを利用したいと考える。ベイジアンネットワークを構築するツールとなるソフトウェアには、(株)数理システムの Bayonet[36]、Bayesia S.A.S.社の BayesiaLab[37]、MATLAB のライブラリである BayesNetToolbox[38]などがあるが、本研究では Norsys Software 社の Netica[39,40]を用いることにした。標準的 OS である Windows 上で動き、MS Excel のスプレッドシートからデータを直接読み込むことが出来、容易な GUI でベイジアンネットワークを構築し確率推論を行うことが出来ることに加え、軽快な動作であり、かつ安価で入手性に優れていることが主な選定理由である。

ここでは、1988年に英国の王立統計学会 (Royal Statistical Society) ジャーナルに掲載され、ベイジアンネットワークの簡単な例としてよく取り上げられる Chest Clinic の例[41]を用いて、ベイジアンネットワーク構築ソフトウェア Netica でベイジアンネットワークを構築する手順を説明する。図 2.3 にこの例のベイジアンネットワークの構成を示す。このベイジアンネットワークは、アジアを訪れたことがある (Visit To Asia)、タバコを吸う (Smoking) などの要因、肺結核 (Tuberculosis)、肺がん (Lung Cancer)、気管支炎 (Bronchitis) の病気、そして X 線の結果 (X Ray Result)、呼吸困難である (Dyspnea) の診断結果の 8 つのノードから構成されている。上段の 2 つのノードは、病気に影響を与える要因である。中段の 3 つのノードは病気を表しており、下段の 2 つのノードはその症状となっている。

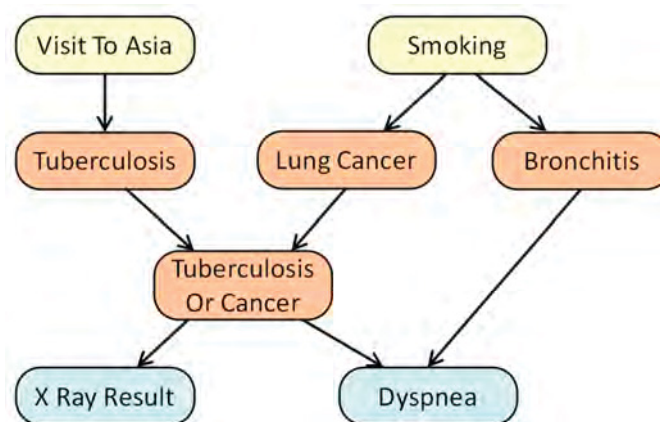


図 2.3 Chest Clinic[41]で扱われた例のベイジアンネットワーク

Netica のグラフィカルユーザインターフェースを通して、ベイジアンネットワークを構築するには、まず必要な個数のノードを作成し、それぞれのノードに名前を付ける。図 2.4 にノードの例として Visit To Asia ノードを示す。次に、作成したノードを因果関係のある方向に従い有向線分を引くことにより、ノードを結びネットワークを構成する。そして、必要データセットを読み込ませることで各ノードの条件付確率表が計算され、ベイジアンネットワークが機能するようになる。図 2.3 のベイジアンネットワークに各ノード及びノード間の確率関係を割り当て、Netica のベイジアンネットワークを構築したものを図 2.5 に示す。

Visit To Asia	
visit	50.0
no visit	50.0

図 2.4 ノードの例 (Visit To Asia ノード)

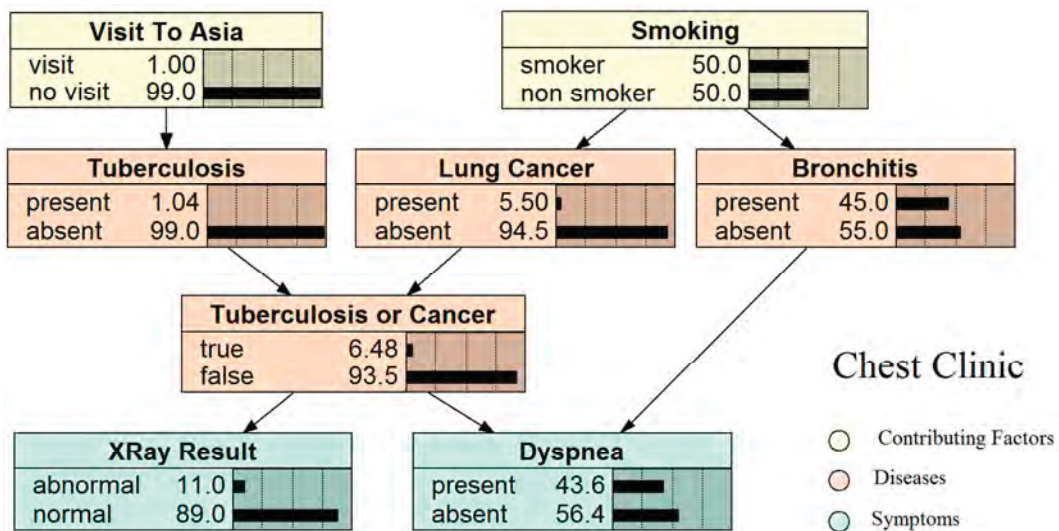


図 2.5 Netica でのベイジアンネットワーク (Chest Clinic)

ここでは、各ノード間に対して条件付確率表 (Conditional Probability Table : CPT) が割り当てられており、ノード内に表示されている数値はその状態となる確率分布を表している。各ノードに設定されている状態 (例えば Visit To Asia ノードの visit と no visit) に対して、具体的な条件付確率表は表 2.3 のようになる。こうして構成されたベイジアンネットワークは、それぞれのノードに対する関数の集まりとして、親ノードとの CPT を含む形でプログラム構造化されている。例として、Dyspnea ノードに対するソースコードを図 2.6 に示す。



表 2.3 Chest Clinic ベイジアンネットワークの条件付確率表

VisitToAsia	
visit	no visit
0.01	0.99

Smoking	
smoker	non smoker
0.5	0.5

Tuberculosis		parent node :
present	absent	VisitAsia
0.05	0.95	visit
0.01	0.99	no visit

Lung Cancer		parent node :
present	absent	Smoking
0.1	0.9	smoker
0.01	0.99	non smoker

Bronchitis		parent node :
present	absent	Smoking
0.6	0.4	smoker
0.3	0.7	non smoker

Tuberculosis or Cancer		parent node :
true	false	Tuberculosis, Cancer
1	0	present, present
1	0	present, absent
1	0	absent, present
0	1	absent, absent

X Ray Result		parent node :
abnormal	normal	Tuberculosis or Cancer
0.98	0.02	true
0.05	0.95	false

Dyspnea		parent node :
present	absent	Tuberculosis or Cancer, Bronchitis
0.9	0.1	true, present
0.7	0.3	true, absent
0.8	0.2	false, present
0.1	0.9	false, absent

```

node Dyspnea {
  kind = NATURE;
  discrete = TRUE;
  chance = CHANCE;
  states = (present, absent);
  parents = (TbOrCa, Bronchitis);
  probs =
    // present   absent   // TbOrCa Bronchitis
    (0.9,      0.1,      // true  present
     0.7,      0.3,      // true  absent
     0.8,      0.2,      // false present
     0.1,      0.9);    // false absent ;

  title = "Dyspnea";
  comment = "Shortness of breath.";
  whenchanged = 1166675734;
  belief = (0.4359706, 0.5640294);
  visual V1 {
    center = (432, 366);
    height = 5;
    link 1 {
      path = ((326, 301), (374, 330));
    };
  };
};

```

図 2.6 Dyspnea ノードにおけるソースコード

上記の例では、Tuberculosis or Cancer ノードと Dyspnea ノードはそれぞれ 2 つの状態を持ち、2 状態を持つ親ノードがそれぞれ 2 つあることから、条件付確率は  $2^3=8$  通りずつ計算されている。この例よりもさらに複雑なネットワークであったり、ノード数やノードの状態数が多い場合には、ベイジアンネットワーク全体の条件付確率の数は膨大なものとなる。本研究では、上記の例よりも複雑で大規模なベイジアンネットワークを扱うことになるため、Netica のようなベイジアンネットワーク構築ソフトウェアを利用する価値は大きいと考える。

## 第3章 特定健診の枠組みに対応したベイジアンネットワークの構築

本章では, 某事業所において実施された健診の検査データと質問票データを対象に, 特定健診の枠組み[1,2]における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特定健診対応ベイジアンネットワークを構築し, 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する[18,22,23].

### 3.1 対象とする健診データ

#### 3.1.1 対象データ

本研究では, 特定健診導入直前である平成18年と19年に某事業所にて試行的な位置づけで実施された健康診査での質問票データと検査データの内, 特定健診該当項目についての連結不能匿名化データを分析対象とした. 内訳としては, 健診データ12,230件(男性7,881件, 女性4,349件)のうち, 内服治療中やデータ不備のもの(検査データ欠落, 質問票空欄6以上)を除外した11,947件(男性7,655件, 女性4,292件)を対象データとして扱う. この内8,290件(男性5,423件, 女性2,867件)が平成18年, 19年の両年とも健診を受けた経年データである. これらは特定健診導入以前であるため, 健診実施後に個別の特定保健指導は行われておらず, 異常所見時には受診勧奨を行い, それ以外の受診者には健診の結果に付して生活習慣病に関する一般的な資料などの情報を提供することが行われている. 尚, 当該事業所は都市部から山間部に至る広範囲での事業を行っており, 業務内容も事務系や現業系, 技能系と多岐に渡っているため, 受診者らの労働条件に大きな偏りはないと思われる. また, 61歳以降の雇用更新は65歳までとなっているため, 受診者は65歳未満が大部分となっている.

健診データの具体的項目としては, 特定健診判定に用いる検査項目である腹囲[cm], BMI[kg/m<sup>2</sup>], 空腹時血糖値[mg/dl], HbA1c[%], 中性脂肪[mg/dl], HDL コレステロール[mg/dl], 収縮期血圧[mmHg]及び拡張期血圧[mmHg]の検査値を検査データとして扱った. 一方, 質問票データは生活習慣に関わる質問票に対する回答を収集したものを扱っている. 本研究で扱う質問票は, 健康日本21の取り組みの一環として, 県から委託を受けた某事業所が検討・作成したものであり, 運動面, 栄養面, 生活面でそれぞれ12問ずつ計36問の選択肢質問から構成されている. 選択肢はそれぞれ五者択一または四者択一となっており, 禁煙に関する1問のみ二者択一となっている. 内訳は, 運動面として基本の運動習慣(4問), 生活習慣病予防(4問), 筋骨格系障害予防(4問), 栄養面では食習慣(3問), 栄養バランス(3問), 野菜(1問), 塩分(2問), 脂質(1問), カルシウム(2問), 生活面では, ストレス(3問), アルコール(2問), タバコ(2問), 生活

リズム(1問), 健康意識(2問), 咀嚼(1問), 地域活動(1問)となっている. 図 3.1 に質問票の具体例を示し, 付録 1 に質問票の質問一覧を添付する.

特定健診では受診者の生活習慣を問う質問票と健康状態をチェックする検査が同時に行われ, 両データに基づいた健診判定とそれを受けて特定保健指導が実施される. よってそれに倣えば, 特定健診に関する研究は同年の質問票データと検査データを一括りの対象として扱うことになる. しかし, 生活習慣病の因果関係を考慮すると, 質問票によって捉えられる生活習慣が, 健康状態に影響を及ぼし検査結果として表れるまでの時間差について検討しておくことが望まれる. その際, 特定健診が開始された平成 20 年以降の健診データには, 既に特定保健指導による介入の影響が及んでいるので, 両者の基本的な時間差の評価にはバイアスが掛かっていると考えられる. そこで, 特定健診導入以前の健診データを用いて, 特定保健指導の介入が無い状況で通常の経過を辿る受診者の生活習慣と検査結果の分析が必要となる. 以上のことから本研究では, 特定保健指導の影響が無い状況での検査結果(健康状態)と質問票回答(生活習慣)の対応関係について分析すべく, 特定健診導入以前の健診データを対象とした.

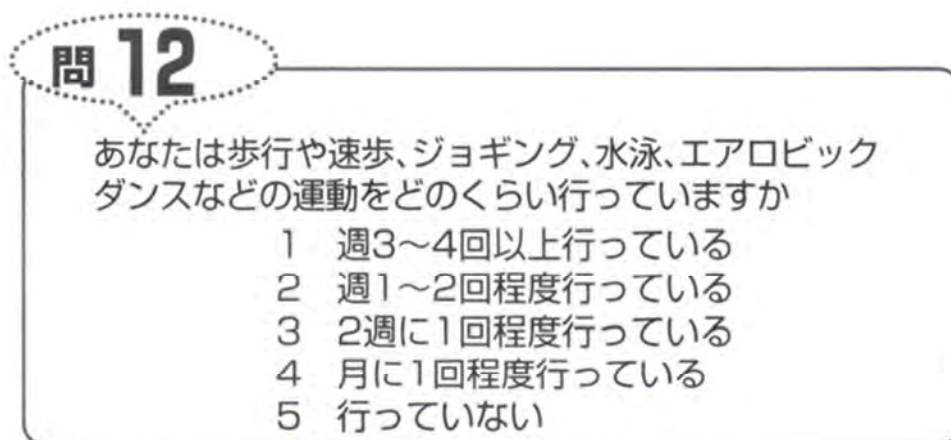


図 3.1 質問票の質問例

### 3.1.2 特定健診階層化手順による支援レベル

前項の対象データ（単年度データ，経年データ）に対し，2.1.2 項で述べた特定健診階層化手順に従って階層化した結果を表 3.1 と表 3.2 に示す．表 3.1 より，男性の半数程度の 51.5%が保健指導対象外に分類され，積極的支援レベルが 31.5%，次いで情報提供レベルが 10.1%，動機づけ支援が 6.9%となっている．一方，表 3.2 より単年度データの女性の大多数の 85.8%が保健指導対象外に分類され，残りの者が他のレベルに 3 分割されるといった男性とは全く違った階層化結果になっている．女性の大多数が保健指導対象外に分類される事実は，確率に基づく推論を扱う上でより多くのサンプル数を確保しなければならないという問題につながる．

表 3.1 健診データの階層化結果 男性 7,655 件の階層化（%：対 7,655 人）

(a)腹囲と BMI における判定結果（Step1 に対応）

腹囲 $\geq$ 85cm	腹囲 $<$ 85cmかつBMI $\geq$ 25
3574人(46.7%)	139人(1.8%)

(b)血糖，脂質，血圧，喫煙のそれぞれにおける判定

血糖	脂質
空腹時血糖100(mg/dl)以上， 又は，HbA1c 5.2(%)以上	中性脂肪150(mg/dl)以上， 又は，HDL 40(mg/dl)未満
3173人(41.5%)	2213人(28.9%)
血圧	喫煙
収縮期血圧130(mmHg)以上， 又は，拡張期血圧85(mmHg)以上	喫煙歴あり
2945人(38.5%)	4533人(59.2%)

(c)階層化判定（Step3 に対応）

腹囲 $\geq$ 85cmに該当 3574人(46.7%)		
積極的支援 レベル	動機づけ支援 レベル	情報提供 レベル
2377人(31.1%)	466人(6.1%)	731人(9.5%)
腹囲 $<$ 85cmかつBMI $\geq$ 25に該当 139人(1.8%)		
積極的支援 レベル	動機づけ支援 レベル	情報提供 レベル
30人(0.4%)	63人(0.8%)	46人(0.6%)

表 3.2 健診データの階層化結果 女性 4,292 件の階層化 (% : 対 4,292 人)

(a)腹囲と BMI における判定結果 (Step1 に対応)

腹囲 $\geq$ 90cm	腹囲 $<$ 90cmかつBMI $\geq$ 25
386人(9.0%)	225人(5.2%)

(b)血糖, 脂質, 血圧, 喫煙のそれぞれにおける判定

血糖	脂質
空腹時血糖100(mg/dl)以上, 又は, HbA1c 5.2(%)以上	中性脂肪150(mg/dl)以上, 又は, HDL 40(mg/dl)未満
964人(22.5%)	280人(6.5%)
血圧	喫煙
収縮期血圧130(mmHg)以上, 又は, 拡張期血圧85(mmHg)以上	喫煙歴あり
738人(17.2%)	525人(12.2%)

(c)階層化判定 (Step3 に対応)

腹囲 $\geq$ 90cmに該当 386人(9.0%)		
積極的支援 レベル	動機づけ支援 レベル	情報提供 レベル
154人(3.6%)	112人(2.6%)	120人(2.8%)
腹囲 $<$ 90cmかつBMI $\geq$ 25に該当 225人(5.2%)		
積極的支援 レベル	動機づけ支援 レベル	情報提供 レベル
11人(0.3%)	123人(2.9%)	91人(2.1%)

### 3.1.3 検査データの要約統計量

表 3.3 と表 3.4 に健診データの統計量を示す。男性の血糖値の平均値は健診判定基準値を超えており，男性の腹囲の平均値も正常値ではあるが健診判定基準値に近い値になっている。一方，女性は男性より平均値と健診判定基準値の幅が大きく，全体としては女性の方が健康状態が良い傾向にある。また，男女共に中性脂肪のバラツキが他の検査項目よりも大きいことがわかる。

表 3.3 健診データの統計量（男性 7,655 件）

	腹囲	BMI	血糖値	HbA1c
平均値	84.7	23.6	100.3	4.9
標準偏差	8.3	3.1	18.3	0.7
中央値	84.2	23.4	96	4.8
変動係数	0.10	0.13	0.18	0.13

	中性脂肪	HDLコレステロール	収縮期血圧	拡張期血圧
平均値	128.7	59.1	124.3	76.1
標準偏差	88.8	15.9	14.5	10.6
中央値	107	57	123	76
変動係数	0.69	0.27	0.12	0.14

表 3.4 健診データの統計量（女性 4,292 件）

	腹囲	BMI	血糖値	HbA1c
平均値	76.9	21.4	93.2	4.8
標準偏差	9.2	3.3	13.4	0.5
中央値	75.6	20.7	92	4.8
変動係数	0.12	0.15	0.14	0.10

	中性脂肪	HDLコレステロール	収縮期血圧	拡張期血圧
平均値	78.5	73.3	114.4	68.2
標準偏差	43.9	16.5	14.7	10.3
中央値	67	72	112	67
変動係数	0.56	0.23	0.13	0.15

### 3.1.4 質問票データの数値化

受診者の生活習慣を問う選択肢質問への回答である質問票データを、定量的な分析の対象にするため、各質問の選択肢の適切度に基づき割り振った5点から0点までのポイントにより数値化を行った。以下に数値化の例を記し、付録2に数値化の一覧を添付する。

Q1：あなたは食べる量（摂取エネルギー量）と運動量（消費エネルギー量）のバランスを考えていますか。

- |                      |         |
|----------------------|---------|
| 回答1. かなり考えている方だと思う   | → 5ポイント |
| 回答2. やや考えている方だと思う    | → 4ポイント |
| 回答3. 普通だと思う          | → 3ポイント |
| 回答4. やや考えていない方だと思う   | → 2ポイント |
| 回答5. ほとんど考えていない方だと思う | → 1ポイント |

Q33：あなたは現在タバコを吸っていますか。

- |                       |         |
|-----------------------|---------|
| 回答1. もともと吸わない         | → 5ポイント |
| 回答2. 禁煙してから5年以上経っている  | → 4ポイント |
| 回答3. 禁煙してから1年～5年未満である | → 4ポイント |
| 回答4. 禁煙して1年未満である      | → 4ポイント |
| 回答5. タバコを吸う（時々吸う人も含む） | → 1ポイント |

Q34：あなたは禁煙しようと思っていますか。

(Q33で「タバコを吸う」と回答した方のみお答えください)

- |                  |         |
|------------------|---------|
| 回答1. 禁煙したいと思っている | → 1ポイント |
| 回答2. 禁煙しようとは思わない | → 1ポイント |
| 未回答              | → 5ポイント |

この数値化により、全36問の質問ポイントの合計は35点から180点となる。



## 3.2 検査データと質問票データを包含するベイジアンネットワークの構築

### 3.2.1 ノードの構成

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、ベイジアンネットワークの構造としては、質問票データに基づくノードと、検査データに基づく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る。本研究では特定健診の枠組みに重点を置くという立場から、受診者分類の要である階層化による支援レベルを状態とするノードを中心に評価できるようにネットワークを構築する。

ベイジアンネットワークを構成するノードとしては、質問ノード群、検査ノード群、及び階層化ノードの3種類が挙げられる。具体的には、質問ノード群は全36問の質問ノード(Q1~Q36)で構成し、検査ノード群は腹囲ノード(Waist circumference)、BMIノード、空腹時血糖ノード(Glucose)、HbA1cノード、中性脂肪ノード(Triglyceride)、HDLコレステロールノード(HDL)、収縮期血圧ノード(SBP)、拡張期血圧ノード(DBP)の8ノードで構成する。

図3.2は質問ノード「Q1」の例であり、2.3節でのポイント5点~1点の5状態が表されている。例えばQ1の質問でポイントが3点の確率は37.7%であることが分かる。最下段にはポイントの平均値 $2.8 \pm 1.1$ 点が表示されている。

図3.3に検査ノード「腹囲」を示す。健診判定基準値(Reference Value:RV)85cm未満(in RVと表示)と85cm以上(out of RVと表示)の2状態で表わされている。図中の数値53.3は状態in RVの確率(百分率で表示)であり、53.3%の人数が状態in RVに属していることを表している。数値右横のグラフは数値の大きさを表している。

図3.4は階層化ノード(Stratification)であり、2.1.2項の階層化での4つの支援レベルである保健指導対象外(no need)、情報提供レベル(info prov)、動機づけ支援レベル(motivation sup)、積極的支援レベル(positive sup)の4状態に分類されている。例えば積極的支援レベルの確率は31.4%であり、受診者の31.4%が積極的支援レベルに階層化されていることを示している。

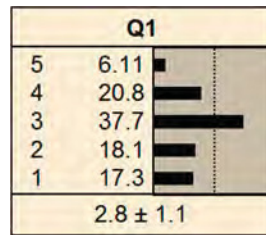


図 3.2 質問ノード「Q1」

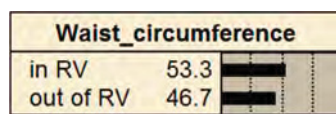


図 3.3 検査ノード「腹囲」

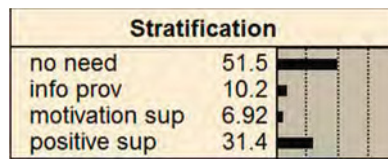
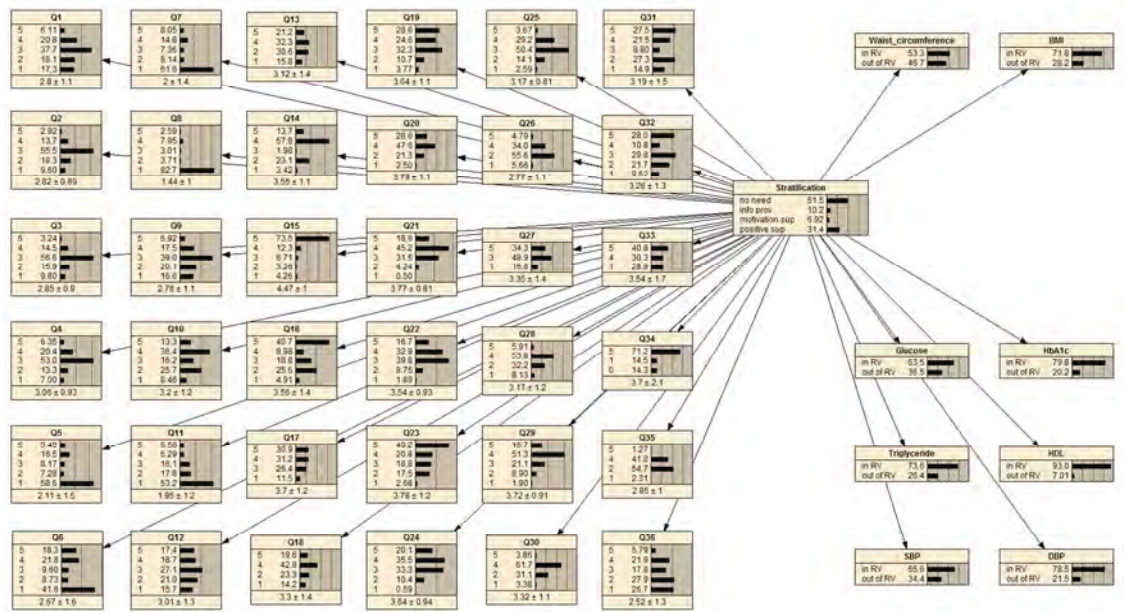


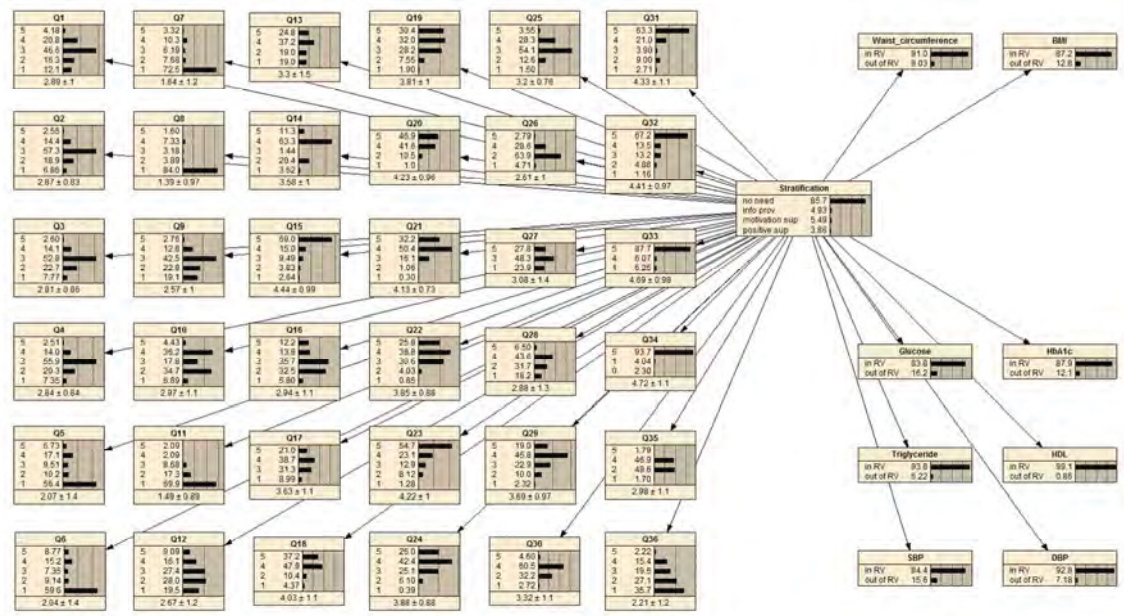
図 3.4 階層化ノード

### 3.2.2 特定健診対応ベイジアンネットワークの構造

これらのノードによる全体のネットワーク構成が図 3.5 である。本研究では、これを特定健診対応ベイジアンネットワーク Type1 と呼ぶ。図 3.5 の(a)は男性 7,655 名の健診データを用いている。左の 36 個のノードが質問ノード群、右の 8 個のノードが検査ノード群、それらの間が階層化ノードであり、階層化ノードを挟む形で全てのノードが互いに結びついている。質問ノードと検査ノードは、階層化ノードを介して互いに影響しあう構造である。本研究では、このように特定健診の枠組みとデータ構造に対応したベイジアンネットワークを構築した。図 3.5 の(b)は女性 4,292 名のデータを用いた特定健診対応ベイジアンネットワークである。ネットワーク構造は同じだが、用いたデータが異なるため各ノードの条件付確率表が異なるものである。



(a)男性の健診データを用いたベイジアンネットワーク



(b)女性の健診データを用いたベイジアンネットワーク

図 3.5 特定健診対応ベイジアンネットワーク Type1 の全体構成

### 3.3 特定健診対応ベイジアンネットワークの評価

#### 3.3.1 リスク評価のためのノードの設定方法

前節で構築したベイジアンネットワーク上で、検査ノードの状態を変更（健診判定基準値の内外に設定）することや、質問ノードの状態を変更（良い状態または悪い状態に設定）することで、全体的なリスク変化について調べたり、各受診者の個別事例に対するリスク評価を行うことが可能となる。

Netica ではノード内の状態を指定（クリック）することでそのノードの状態を設定することが出来る。図 3.6 は質問ノードの Q1 ノードに対し、ポイントを 4 点に設定したところを示している。設定前に 20.8%だったポイント 4 点の状態確率が 100%に変化している（ノード色の暗色化は状態を設定したことを示している）。それを受けて Q1 以外の全体のノードの確率分布が再計算され変化する。

同様のクリック操作により複数の状態を同時に設定することが出来る。設定された複数の状態への確率配分は、設定前の当該状態間の比率に基づいてなされる。図 3.7 は Q1 ノードにポイント 4 点と 5 点を同時設定したところを示している。ノードのグラフがそれぞれ異なる長さになっているのは、設定前の 2 状態間の比率に基づいて確率が配分された結果である。

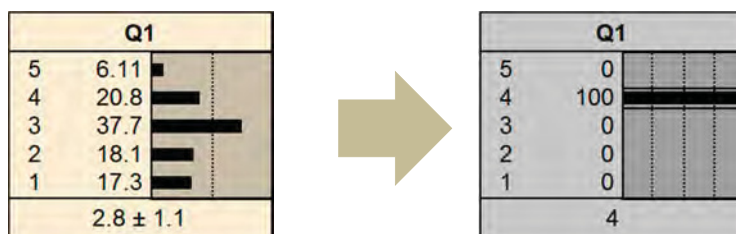


図 3.6 ポイント 4 点に設定した時の Q1 ノードの変化

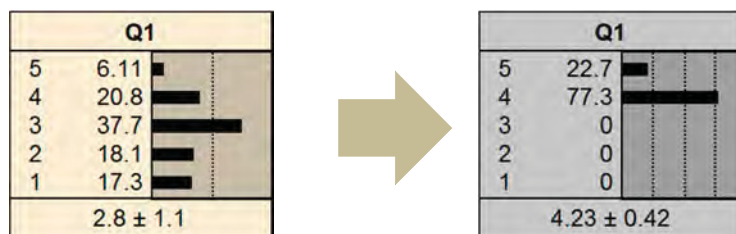


図 3.7 ポイント 4 点と 5 점에同時設定した時の Q1 ノードの変化

### 3.3.2 検査ノードの設定によるリスク評価

図 3.8 は腹囲と空腹時血糖が健診判定基準値を外れた（悪い）場合の男性のベイジアンネットワークを示している。腹囲ノードと血糖ノードを out of RV に設定したため、この2つのノード色が暗色化したベイジアンネットワークになっている。ここで階層化ノードに注目して図 3.9 に拡大して示す。図 3.9 では図 3.5 と図 3.9 の階層化ノードを比較している。これを見ると階層化ノードの積極的支援レベルが大きく増加（31.4% → 91.4%）していることが分かる。つまり腹囲と空腹時血糖の悪化が、特定健診の支援レベルで最も悪い状態である積極的支援レベルのリスクに大きく影響する。反対に最も良い状態である保健指導対象外は大きく減少（51.5% → 0.02%）している。また、検査ノードの設定は、階層化ノードを介して質問ノード群にも影響を与えていることが、質問ノードの状態確率の変化からわかる。

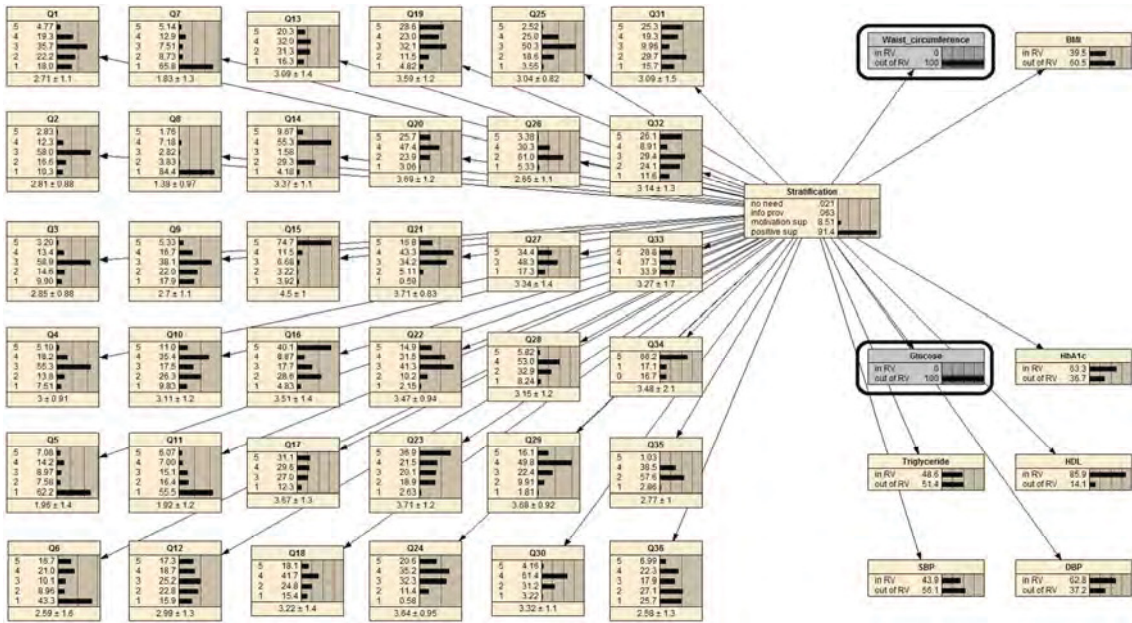


図 3.8 腹囲と空腹時血糖が基準値外の場合のベイジアンネットワーク（男性）  
（枠で囲んだ腹囲ノードと血糖ノードを out of RV に設定）



図 3.9 腹囲と空腹時血糖が基準値外の階層化ノードの変化

### 3.3.3 質問ノードの設定によるリスク評価

図 3.10 は質問票の回答が全て良い（質問ノードのポイントを全て 4 点以上に設定した）場合の男性のベイジアンネットワークである。図 3.11 はこのケースでの階層化ノードの変化を示したものである。このケースでは保健指導対象外が大きく増加（51.5 → 94.7%）していることがわかる。一方、他の支援レベルは軒並み減少している。特に積極的支援レベルの減少（31.4 → 0.7%）は顕著である。これらは、受診者の生活習慣を問う質問票の回答が全て良ければ、特定健診の支援レベルの最も良い状態である保健指導対象外になる確率が非常に高いことを示しており、積極的支援レベルには殆どならないことを示している。これは、生活習慣が良くなれば、健康状態も良くなるという生活習慣病の考え方に整合する。

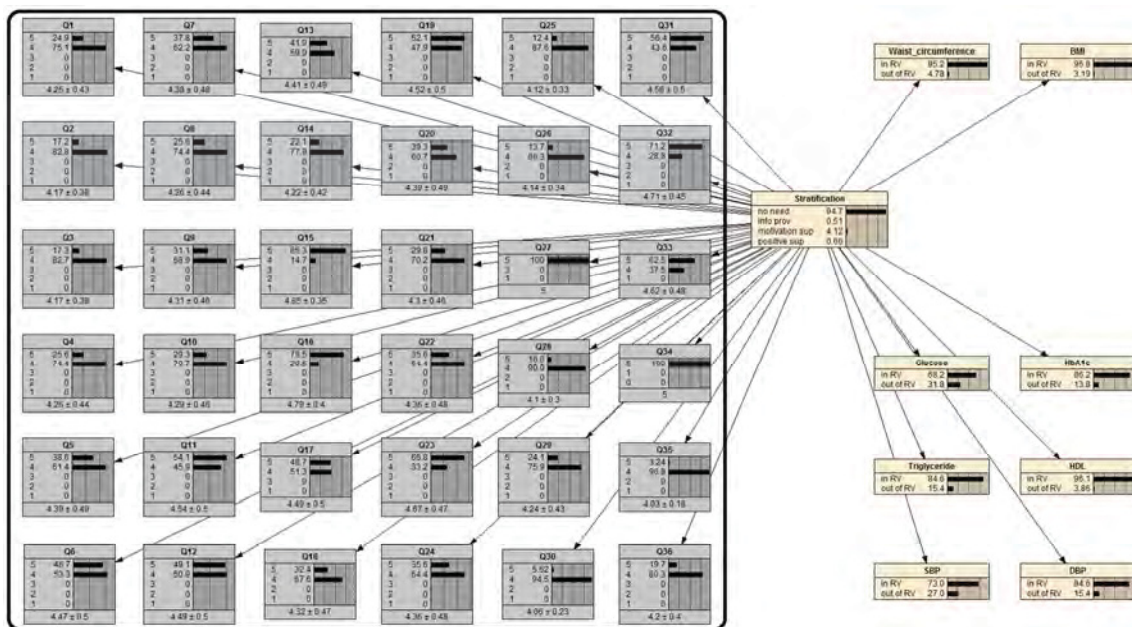


図 3.10 質問票の回答が全て良い場合のベイジアンネットワーク（男性）  
（枠で囲んだ全質問ノードをポイント 4 点以上に設定）

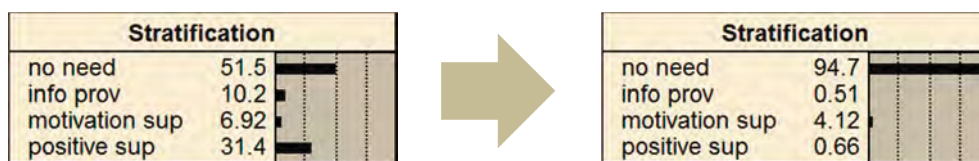


図 3.11 質問票の回答が全て良い場合の階層化ノードの変化

### 3.3.4 男性と女性のリスク変化の比較

#### 1) 運動面に関する質問ノードの設定変更による比較

図 3.12 は運動面に関する 12 の質問の回答が全て悪い（枠で囲んだ当該ノードをポイント 2 点以下に設定した）場合の男性のベイジアンネットワークである。また図 3.13 はこのケースでの階層化ノードの変化を示したものである。このケースでは保健指導対象外が大きく減少（51.5→26.8%）しているのに対し、積極的支援レベルは大きく増加（31.4→46.4%）している。運動面の質問の回答を悪くすることで、男性の受診者らでは保健指導対象外が減少し、積極的支援レベルが増加するということである。

一方、図 3.14 は女性のベイジアンネットワークに対し同様に設定した場合の階層化ノードの変化である。これによると、保健指導対象外が減少（85.7→76.0%）し、情報提供レベルも増加（4.93%→14.7%）しているが、男性の場合と異なり、積極的支援レベルは全く変化していない（3.86→3.86%）。これらから、運動面の生活習慣の変化が支援レベルに与える影響について、男性は女性に比べ非常に大きいことがわかる。

次に、図 3.15 には、先と同じ、運動面に関する 12 の質問の回答が全て悪い場合における腹囲ノードの変化（男性のベイジアンネットワークでの変化）を示している。これによると、健診判定基準値を外れる割合(out of RV)の増分は  $70.6-46.7=23.9\%$  となっており、男性のベイジアンネットワークでは腹囲ノードの健診判定基準値を外れる確率が増加していることがわかる。同じケースでの他の検査ノードへの影響を図 3.16 に示す。検査の各ノードに対して、健診判定基準値を外れる割合(out of RV)の増分(図 3.12 の状態の確率－図 3.5 の状態の確率)を示している。図 3.16(a)によると、男性のベイジアンネットワークでは腹囲以外の検査ノードも健診判定基準値を外れる確率が増加傾向にあることがわかる。このように、ネットワーク上で直接結びつけられていない質問ノードと検査ノードであるが、質問ノードの状態の設定に応じて、階層化ノードを介して検査ノードの状態が影響を受けていることがわかる。これはベイジアンネットワークの基本的特性によるものである。

一方、女性のベイジアンネットワークの結果を示す図 3.16(b)では、男性と同様に腹囲ノードと BMI ノードの 2 つが増加しているが、他の検査ノードでは、いずれも殆ど同じか僅かに減少するという違いが見られる。これは、運動面に関する生活習慣を悪くしても、女性においては体型以外の検査項目にあまり影響しないことを示している。このように、検査ノードにおいても男女のベイジアンネットワークは異なるリスク変化を見せている。これらのことから、保健指導の際には男女別のベイジアンネットワークを用いるべきであると言える。

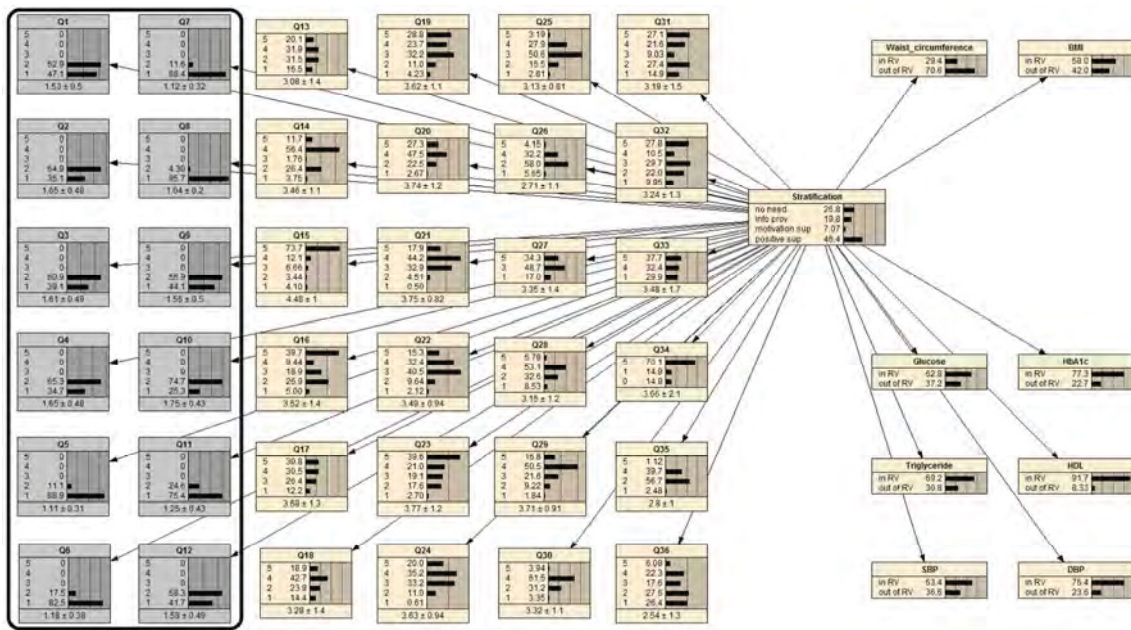


図 3.12 運動面の質問票の回答が全て悪い場合のベイジアンネットワーク（男性）  
（枠で囲んだ質問ノードをポイント2点以下に設定）

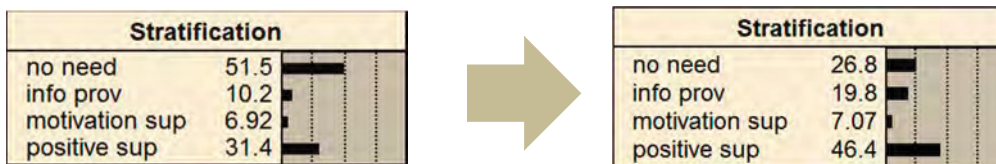


図 3.13 運動面の質問票の回答が全て悪い場合の階層化ノードの変化（男性）

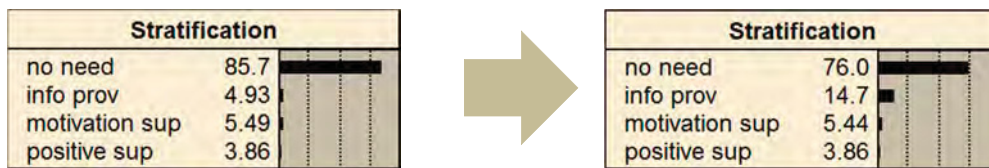
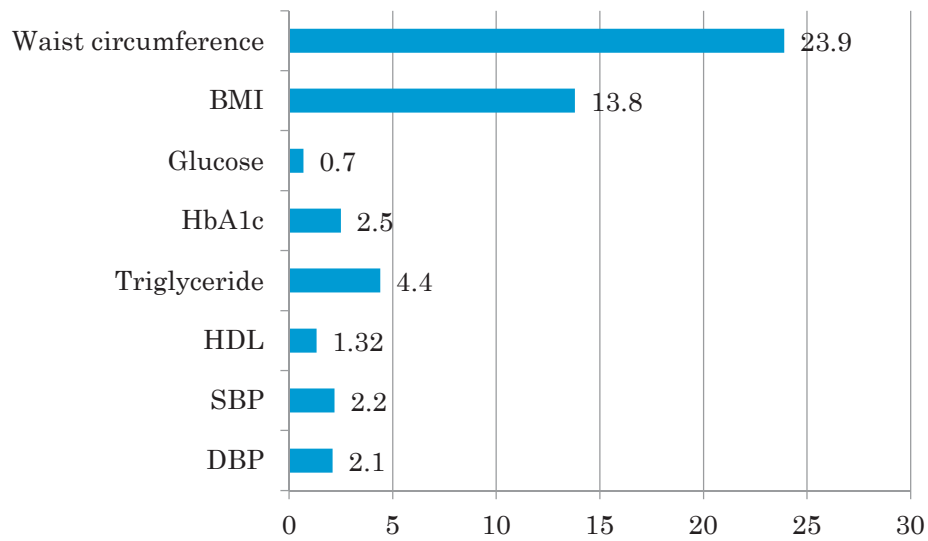


図 3.14 運動面の質問票の回答が全て悪い場合の階層化ノードの変化（女性）

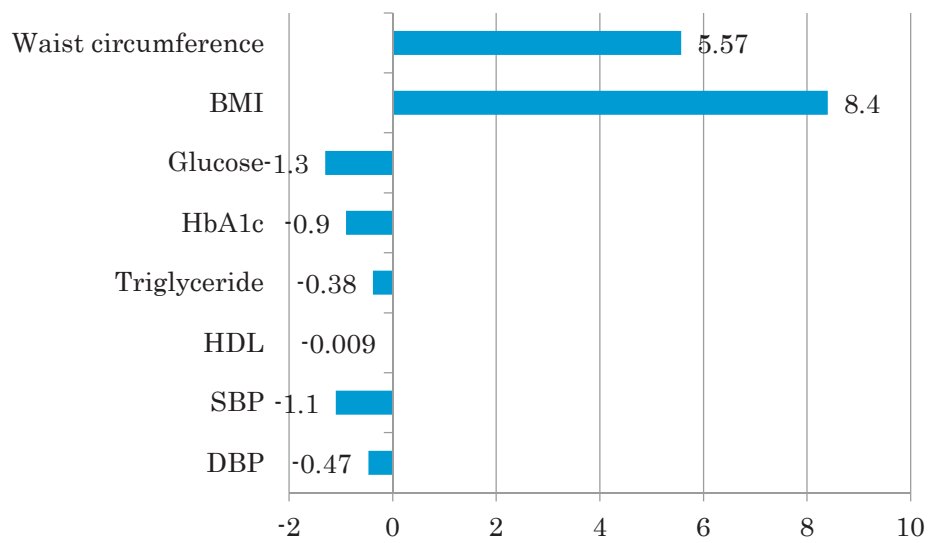


図 3.15 運動面の質問票の回答が全て悪い場合の腹囲ノードの変化（男性）





(a)男性の検査項目ごとのリスク変化



(b)女性の検査項目ごとのリスク変化

図 3.16 運動面の質問票の回答が全て悪い場合の検査項目におけるリスク変化

## 2) 栄養面に関する質問ノードの設定変更による比較

図 3.17 は栄養面に関する 12 の質問の回答が全て悪い（枠で囲んだ当該ノードをポイント 2 点以下に設定した）場合の男性のベイジアンネットワークである。また図 3.18 はこのケースでの階層化ノードの変化を示したものである。このケースでは保健指導対象外が大きく減少（51.5→8.99%）しているのに対し、積極的支援レベルは大きく増加（31.4→66.3%）している。栄養面の質問の回答を悪くすることで、男性の受診者らでは保健指導対象外が減少し、積極的支援レベルが増加するということである。

一方、図 3.19 は女性のベイジアンネットワークに対し同様に設定した場合の階層化ノードの変化である。これによると、保健指導対象外が大きく減少（85.7→12.6%）し、積極的支援レベルの増加（3.86→28.9%）が見られるが、男性の場合と異なり、同時に情報提供レベルも大きく増加（4.93%→56.1%）している。これらから、栄養面の生活習慣の変化が支援レベルに与える影響について、男性は女性に比べ非常に大きいことがわかり、この傾向は運動面よりも栄養面の方が強いことがわかる。

次に、図 3.20 には、先と同じ、栄養面に関する 12 の質問の回答が全て悪い場合における腹囲ノードの変化（男性のベイジアンネットワークでの変化）を示している。これによると、健診判定基準値を外れる割合(out of RV)の増分は  $88.6-46.7=41.9\%$  となっており、男性のベイジアンネットワークでは腹囲ノードの健診判定基準値を外れる確率が顕著に増加していることがわかる。同じケースでの他の検査ノードへの影響を図 3.21 に示す。検査の各ノードに対して、健診判定基準値を外れる割合(out of RV)の増分(図 3.17 の状態の確率－図 3.5 の状態の確率)を示している。図 3.21(a)によると、男性のベイジアンネットワークでは腹囲以外の検査ノードも健診判定基準値を外れる確率が増加傾向にあることがわかる。一方、女性のベイジアンネットワークの結果を示す図 3.21(b)では、腹囲ノードと BMI ノードの 2 つが男性に比べて顕著に増加し、更に BMI ノードの方が腹囲ノードよりも大きく増加している。これは先の運動面の影響とは大きく異なる結果である。

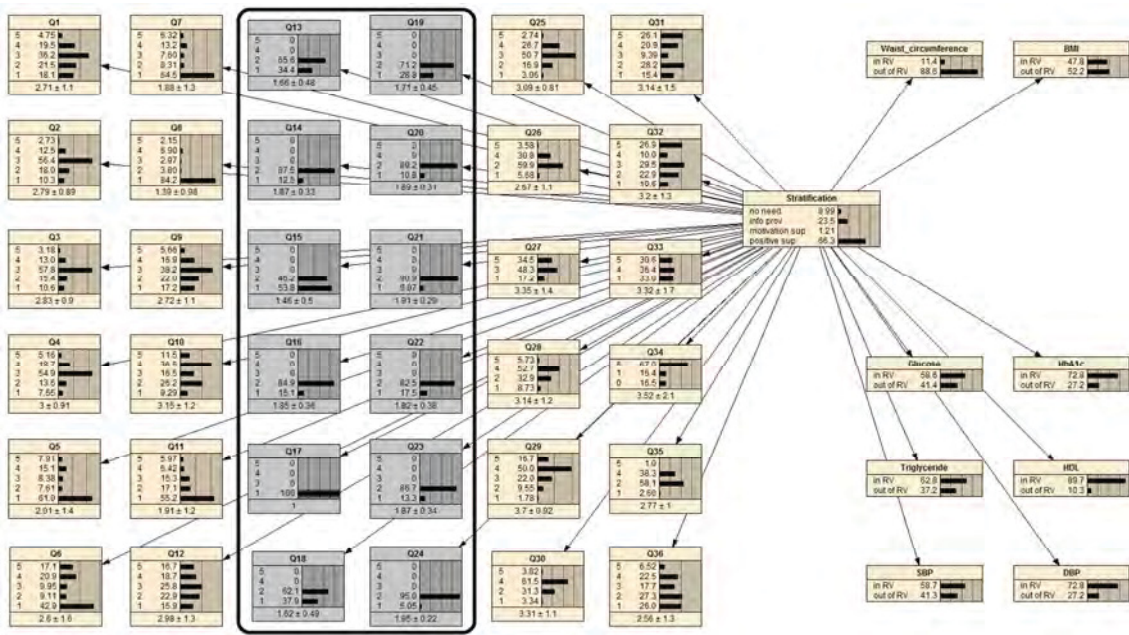


図 3.17 栄養面の質問票の回答が全て悪い場合のベイジアンネットワーク（男性）  
（枠で囲んだ質問ノードをポイント 2 点以下に設定）

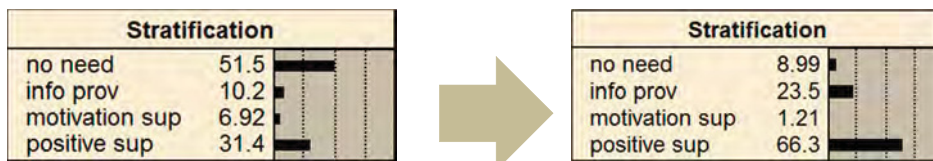


図 3.18 栄養面の質問票の回答が全て悪い場合の階層化ノードの変化（男性）

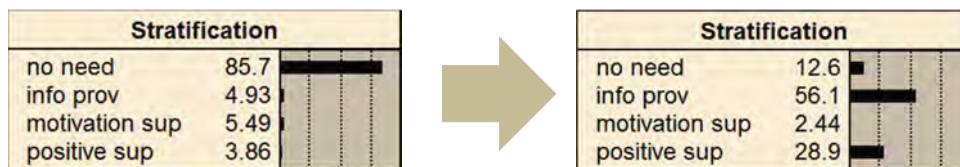
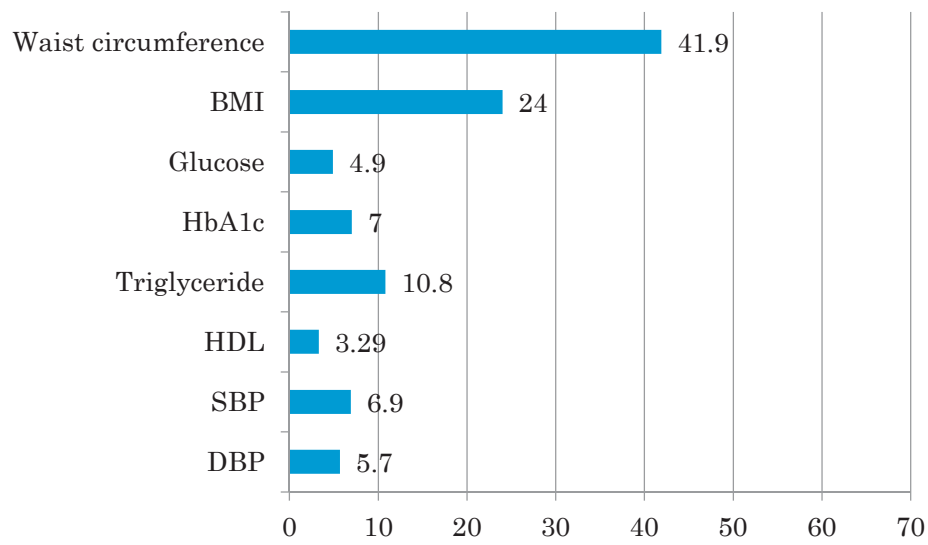


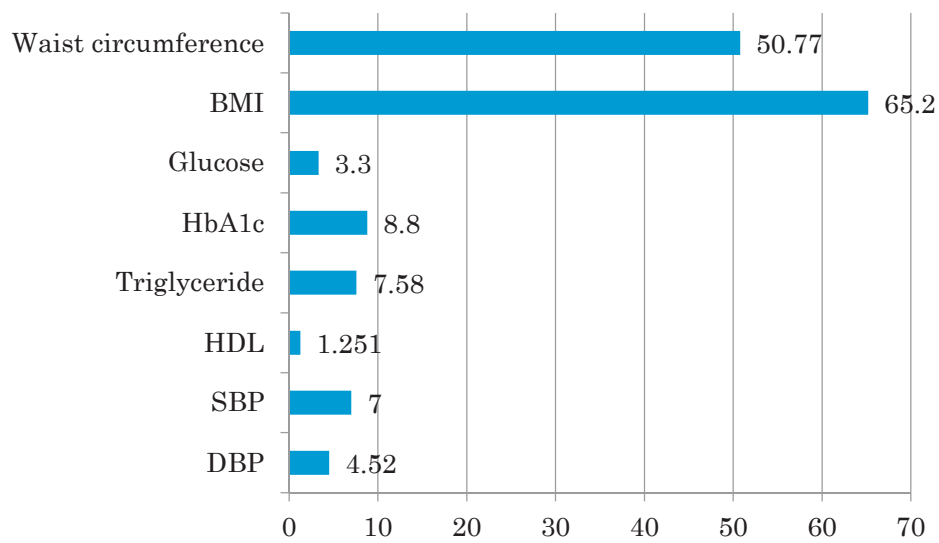
図 3.19 栄養面の質問票の回答が全て悪い場合の階層化ノードの変化（女性）



図 3.20 栄養面の質問票の回答が全て悪い場合の腹囲ノードの変化（男性）



(a)男性の検査項目ごとのリスク変化



(b)女性の検査項目ごとのリスク変化

図 3.21 栄養面の質問票の回答が全て悪い場合の検査項目におけるリスク変化

### 3) 生活面に関する質問ノードの設定変更による比較

図 3.22 は生活面に関する 12 の質問の回答が全て悪い（枠で囲んだ当該ノードをポイント 2 点以下に設定した）場合の男性のベイジアンネットワークである。また図 3.23 はこのケースでの階層化ノードの変化を示したものである。このケースでは保健指導対象外が大きく減少（51.5→19.4%）しているのに対し、積極的支援レベルは大きく増加（31.4→76.0%）している。生活面の質問の回答を悪くすることで、男性の受診者らでは保健指導対象外が減少し、積極的支援レベルが増加するということである。

一方、図 3.24 は女性のベイジアンネットワークに対し同様に設定した場合の階層化ノードの変化である。これによると、保健指導対象外が著しく減少（85.7→17.2%）し、積極的支援レベルが著しく増加（3.86→75.7%）している。生活面の生活習慣の変化が支援レベルに与える影響は、運動面や栄養面の場合と異なり、女性は男性に比べ非常に大きいことがわかる。

次に、図 3.25 には、先と同じ、生活面に関する 12 の質問の回答が全て悪い場合における腹囲ノードの変化（男性のベイジアンネットワークの変化）を示している。これによると、健診判定基準値を外れる割合(out of RV)の増分は  $79.4-46.7=32.7\%$  となっており、男性のベイジアンネットワークでは腹囲ノードの健診判定基準値を外れる確率が増加していることがわかる。同じケースでの他の検査ノードへの影響を図 3.26 に示す。検査の各ノードに対して、健診判定基準値を外れる割合(out of RV)の増分(図 3.22 の状態の確率－図 3.5 の状態の確率)を示している。図 3.26(a)によると、男性のベイジアンネットワークでは腹囲以外の検査ノードも健診判定基準値を外れる確率が増加傾向にあることがわかるが、先の運動面や栄養面のそれよりも腹囲とそれ以外の検査ノードへの影響に差がないことがわかる。一方、女性のベイジアンネットワークの結果を示す図 3.26(b)では、腹囲ノードと BMI ノードの 2 つが男性に比べて顕著に増加しているが、体型以外の検査ノードにおいては男性の場合と同様に、先の運動面や栄養面のそれよりも大きく増加している。生活面に関する質問ノードの設定変更による影響にはこのような特徴が見られた。

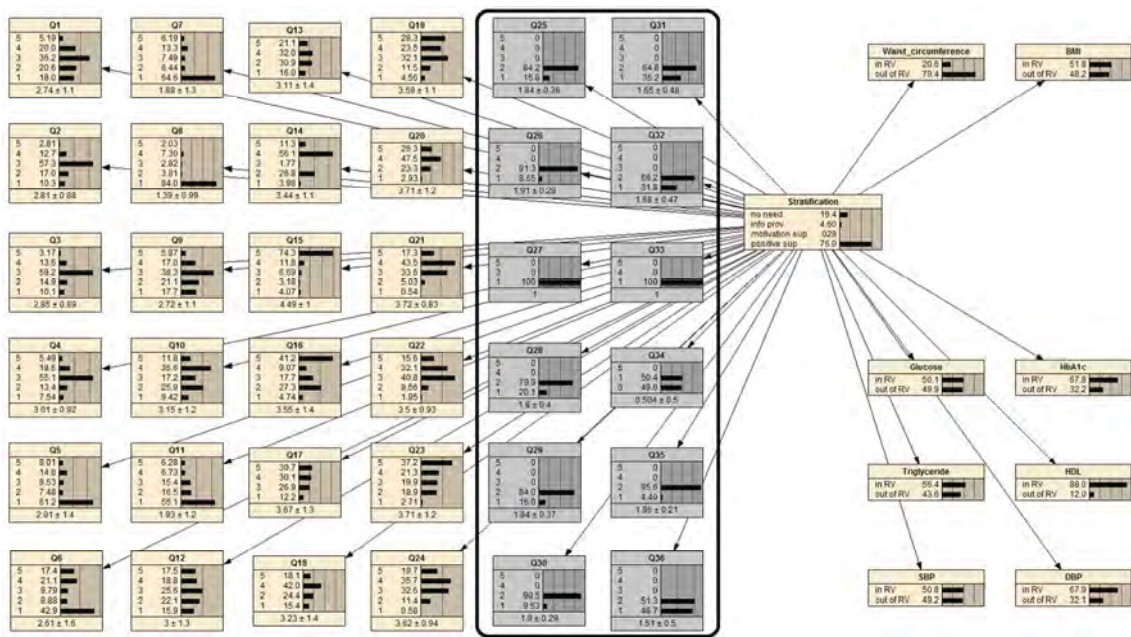


図 3.22 生活面の質問票の回答が全て悪い場合のベイジアンネットワーク（男性）  
（枠で囲んだ質問ノードをポイント 2 点以下に設定）

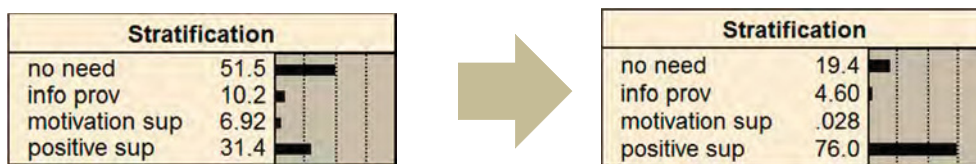


図 3.23 生活面の質問票の回答が全て悪い場合の階層化ノードの変化（男性）

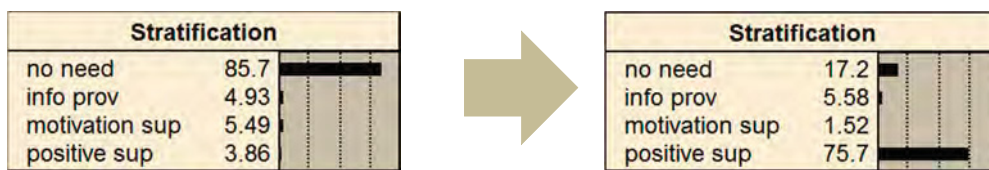
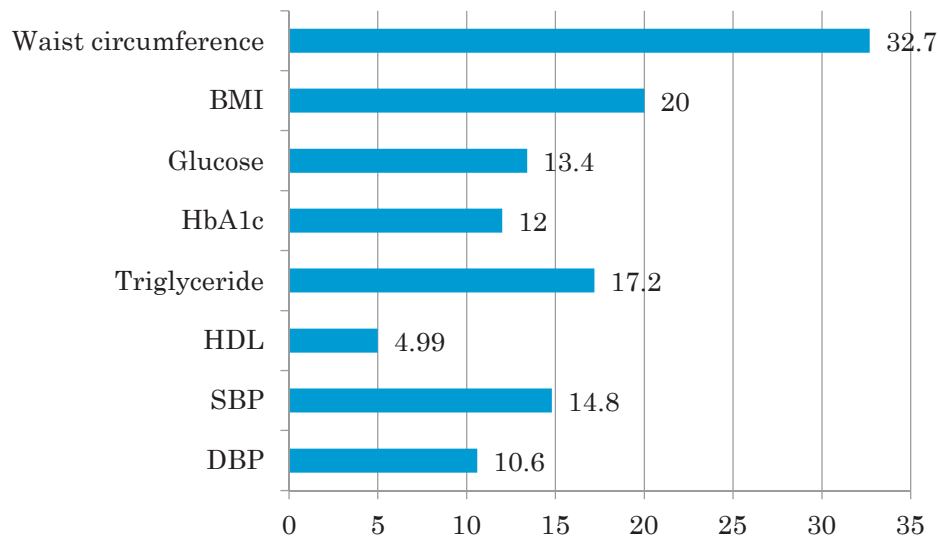


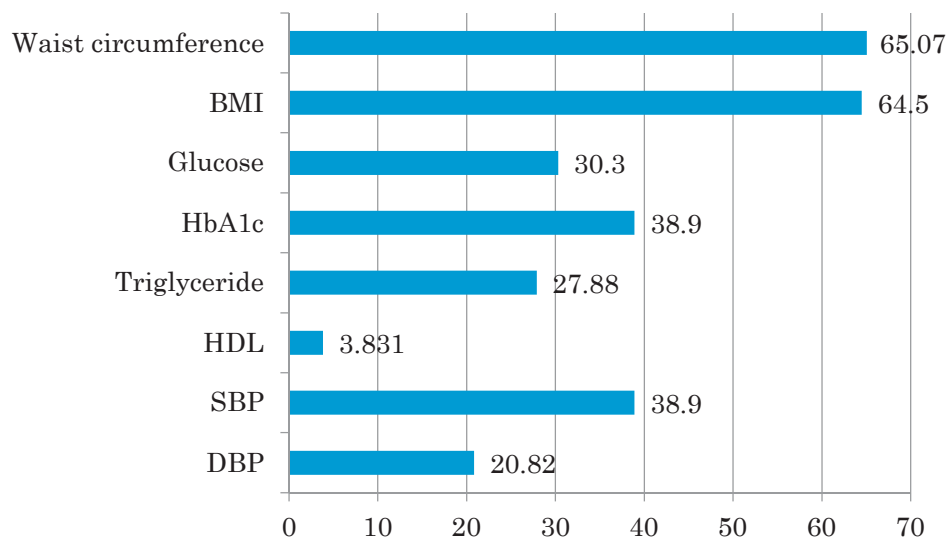
図 3.24 生活面の質問票の回答が全て悪い場合の階層化ノードの変化（女性）



図 3.25 生活面の質問票の回答が全て悪い場合の腹囲ノードの変化（男性）



(a)男性の検査項目ごとのリスク変化



(b)女性の検査項目ごとのリスク変化

図 3.26 生活面の質問票の回答が全て悪い場合の検査項目におけるリスク変化

### 3.3.5 検査ノードの設定が質問ノードに与える影響

3.3.2 項で示したように検査ノードを変化させることで質問ノードの状態確率の分布は変化するが、ここでは各質問ノードの最下段に表示されているポイントの平均値の変化に着目する。図 3.27 は腹囲ノードを健診判定基準値外に設定した時の質問ノード Q1 の変化である。ノードの最下段に表示されている Q1 ノードのポイントの平均値が  $2.8 \pm 1.1$  から  $2.7 \pm 1.1$  に変化していることがわかる。同様に他の質問ノードもそれぞれのポイントの平均値が変化している。このポイントの平均値の変化を運動面、栄養面、生活面の各質問ノード群の 12 問毎に更に平均をとったものを図 3.28 に示す。ここでは(a)腹囲ノードに加えて、(b)空腹時血糖ノード、(c)中性脂肪ノード、(c)収縮期血圧ノードを、それぞれ健診判定基準値外にした場合の、運動面、栄養面、生活面の各質問ノード群の変化の平均値も示している。グラフの負値は対応する質問ノード群のポイントの平均値の減少、すなわち質問票の回答の悪化を表している。

4つのグラフを比較すると、腹囲ノードを健診判定基準値外にした場合(図 3.28 (a))が最も大きく質問ノード群のポイントが減少している。2 番目に中性脂肪ノードを健診判定基準値外にした場合(図 3.28 (c))の質問ノード群のポイント減少が大きい。空腹時血糖ノードを健診判定基準値外にした場合(図 3.28 (b))と、収縮期血圧ノードを健診判定基準値外にした場合(図 3.28 (d))はポイント減少が先の2つに比べ小さい。これらは検査ノードと質問ノードとの相互作用において、腹囲ノードと質問ノードとの相互作用が他の検査ノードと質問ノードよりも大きいを表しており、腹囲と生活習慣の結びつきが他より大きいことを示していると考えられる。また、質問ノード群ごとの傾向を見ると、腹囲ノードを健診判定基準値外にした場合(図 3.28 (a))のみ運動面と栄養面のポイント減少が生活面のそれより大きくなっている。他の3つは生活面 > 運動面 > 栄養面の順にポイント減少が大きいという傾向が見られる。このことは、運動や栄養に関する生活習慣と腹囲との結びつきが他より大きいことを示していると考えられる。

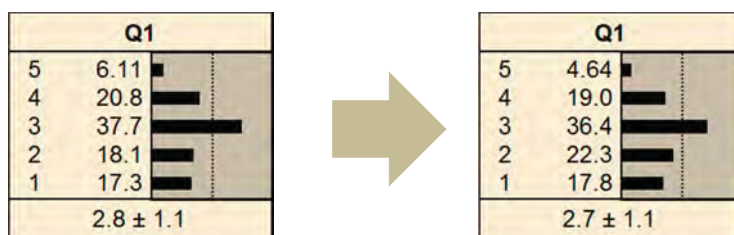
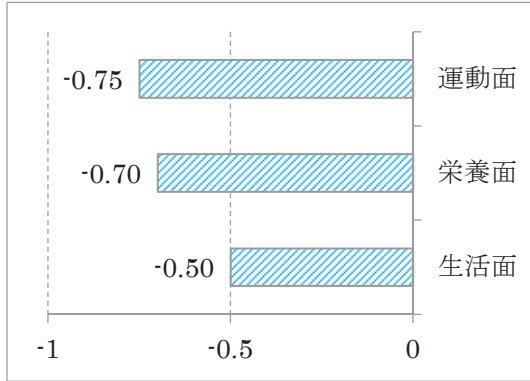
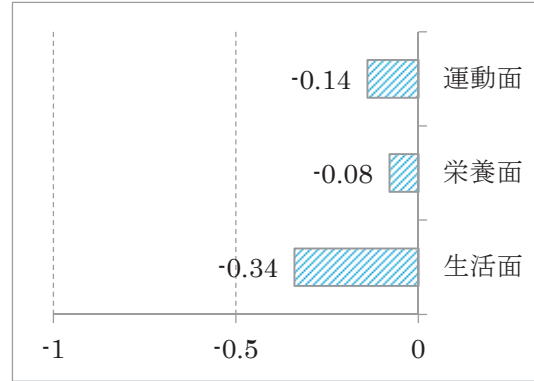


図 3.27 腹囲ノードを健診判定基準値外に設定した時の質問ノード Q1 の変化

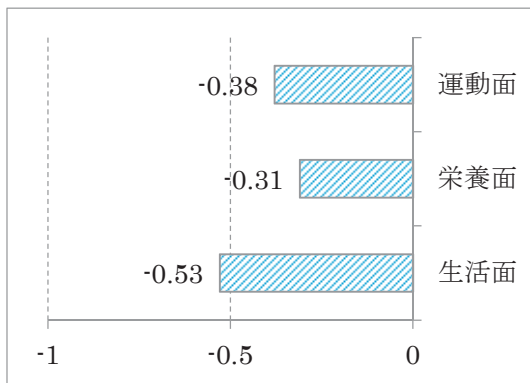




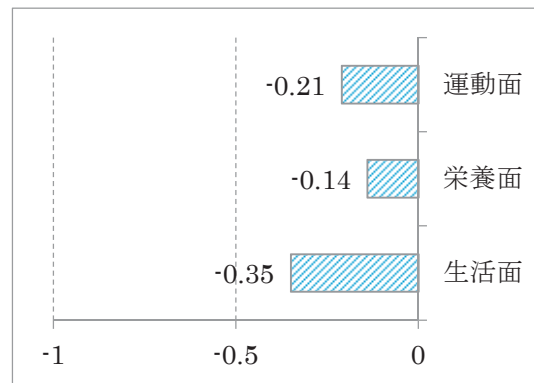
(a)腹囲ノードを out of RV に設定



(b)空腹時血糖ノードを out of RV に設定



(c)中性脂肪ノードを out of RV に設定



(d)収縮期血圧ノードを out of RV に設定

図 3.28 検査ノードの設定による質問ノード群のリスク変化

### 3.4 個別事例を用いたリスク評価

前節では受診者集団の特徴をベイジアンネットワークの確率分布の変化で評価してきたが、個別事例のデータを用いて個々のリスク評価を行うことも可能である。具体的には、まず、ある受診者の健診データ状態を特定健診対応ベイジアンネットワーク Type1 に設定する。次に、その中で生活習慣に問題が見られる質問票項目に対応する質問ノードについて、生活習慣が改善したと想定して設定変更を行った時の階層化ノードの変化を評価する。

ある受診者 A は 57 歳の男性で、検査データの HbA1c と HDL 以外の 6 項目が健診判定基準値外の積極的支援レベルであった。表 3.5 に受診者 A の検査データ、表 3.6 に質問票データの各ポイントを示す。図 3.29 は受診者 A のこれらの問診データを図 3.5 の男性の特定健診対応ベイジアンネットワーク Type1 に設定したものである。その結果、階層化ノードの positive sup に示されるように、積極的支援レベルに分類されるリスクが 10.8%存在している。

受診者 A は運動面の質問の内 Q5, Q7, Q8 でポイントが最小になる回答をしていた。Q5, Q7, Q8 の質問内容は次の通りである。

- Q5: あなたはラジオ体操やストレッチ体操, ヨガなどをどのくらい行っていますか。
- Q7: あなたは腕や脚, 背, 腹などの筋力トレーニングをどのくらい行っていますか。
- Q8: あなたはフィットネスクラブやスイミングスクールなどの運動施設をどのくらい利用していますか。

受診者 A はこれら 3 問に全て「行っていない」(1 点) と回答していたが、ここで受診者 A が生活習慣を改善してこれら 3 問の回答ポイントが最大 (5 点) となったと仮定し、ベイジアンネットワークの Q5, Q7, Q8 の 3 つのノードを図 3.30 のように設定変更する。その結果、ベイジアンネットワークの階層化ノードは図 3.31 のように変化し、積極的支援レベルの確率が 10.8% から 1.61% に減少していることがわかる。すなわち、受診者 A が運動面に関する 3 つの生活習慣を改善することで、積極的支援レベルに判定される確率が 7 分の 1 弱になるということを示している。

ここで比較のために、問診データを受診者 A に特定していない図 3.5 の未設定の男性の特定健診対応ベイジアンネットワークにおいて、Q5, Q7, Q8 のみを 1 点に設定した場合と 5 点に設定した場合の階層化ノードの状態の変化を図 3.32 に示す。これを見ると、受診者 A の事例と同様に積極的支援レベルの確率が大きく減少しているが、その減少の程度は 36.8% → 8.3% と 4 分の 1 強である。つまり、男性受診者全体と比較して受診者 A の Q5, Q7, Q8 に対する感受性が高いことがわかる。

特定健診対応ベイジアンネットワークを用いたこのような検討を、保健指導の場で

指導者と受診者が共に行うことが、受診者らの行動変容を引き起こす有効な手段になると期待される。

表 3.5 受診者 A の検査データ

腹囲	BMI	空腹時血糖値	HbA1c
93.6cm	25.2kg/m <sup>2</sup>	103mg/dl	4.6%
中性脂肪	HDL	収縮期血圧	拡張期血圧
245mg/dl	40mg/dl	186mmHg	100mmHg

表 3.6 受診者 A の質問票データの各ポイント

Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12
3	3	3	4	1	5	1	1	4	3	2	4
Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20	Q21	Q22	Q23	Q24
5	5	5	3	3	5	4	4	5	2	3	4
Q25	Q26	Q27	Q28	Q29	Q30	Q31	Q32	Q33	Q34	Q35	Q36
4	4	3	5	4	4	4	4	4	5	4	5

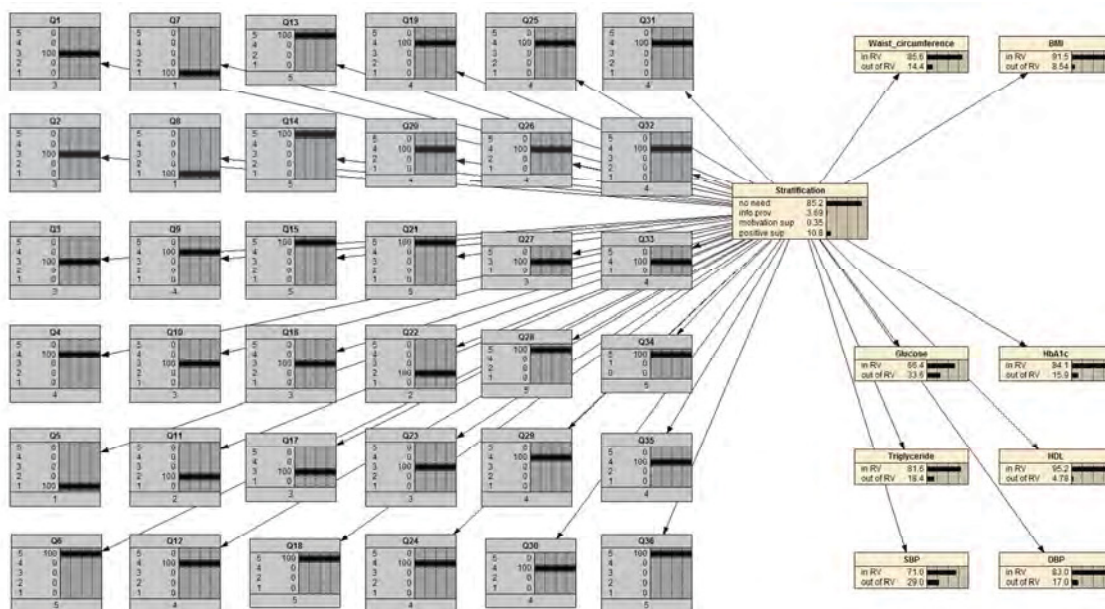


図 3.29 特定健診対応ベイジアンネットワーク Type1 に受診者 A の質問票データを設定した状態

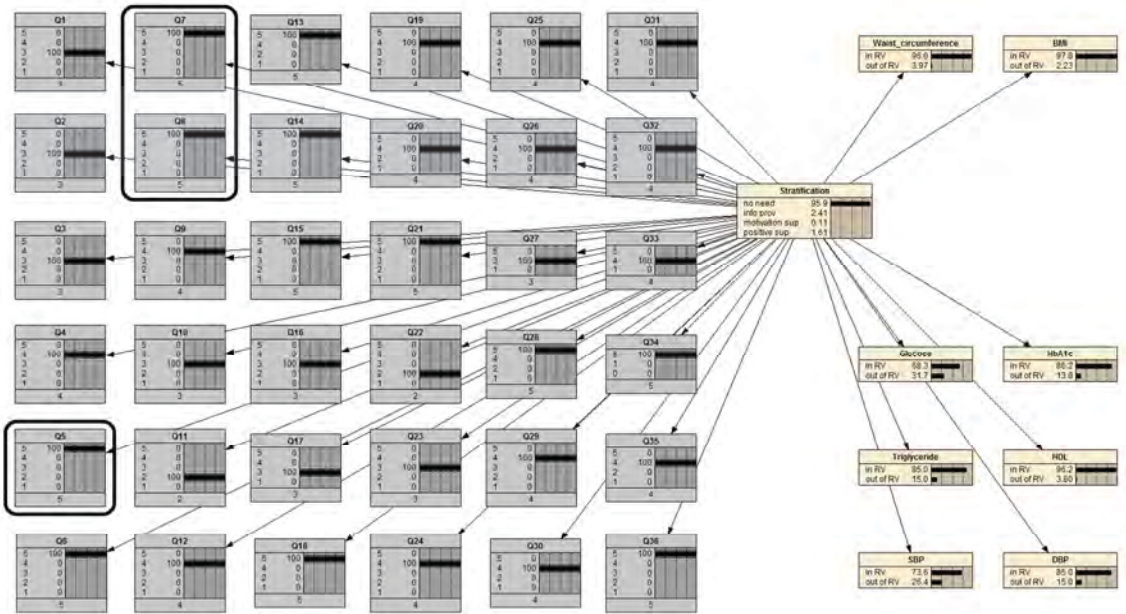


図 3.30 運動面の 3 つの質問ノードを設定変更した受診者 A の特定健診対応  
ベジアンネットワーク Type1 (枠で囲んだノードが因子 2 の Q5,7,8)

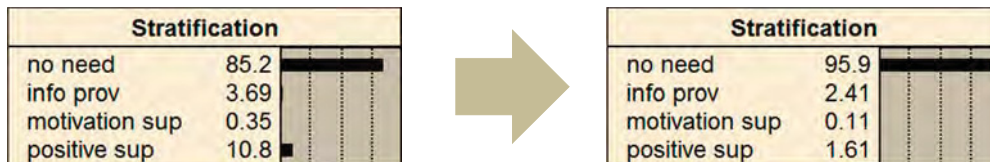


図 3.31 運動面の 3 つの質問ノード Q5, 7, 8 の設定変更による階層化ノードの変化

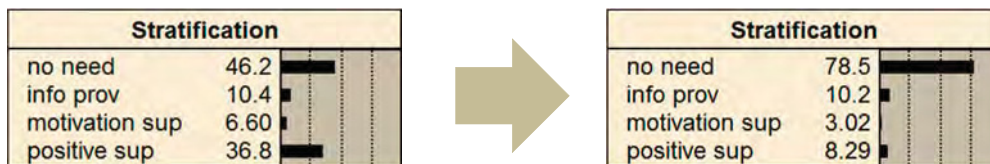


図 3.32 男性の特定健診対応ベジアンネットワーク Type1 の 3 つの質問ノード  
Q5, Q7, Q8 を 1 点→5 点と設定変更した時の階層化ノードの変化

## 第4章 生活習慣因子の導入による特定健診対応ベイジアンネットワークの一般化

本章では、前章で構築した特定健診対応ベイジアンネットワーク Type1 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試み、特定健診対応ベイジアンネットワークの一般化の可能性を検討する[19-21,30].

### 4.1 質問票データからの生活習慣因子

#### 4.1.1 一般化の必要性

前章では、特定健診の階層化に関わる 8 つの検査データ（腹囲，BMI，空腹時血糖，HbA1c，中性脂肪，HDL コレステロール，収縮器血圧，拡張期血圧）と、生活習慣を問う質問票の質問項目のそれぞれをノードとし、階層化ノードを挟む形で結線した特定健診対応ベイジアンネットワーク Type1 を構築した。そして、検査ノード群，質問ノード群のそれぞれのノード状態を任意に設定することで、生活習慣や検査項目の状態が変化したときの影響をシミュレートした。その結果、特定健診対応ベイジアンネットワークが、保健指導を行う上で最も重要となる生活習慣と健康状態の結びつきを、質問，検査，および支援レベル階層の項目のノード化で具体的に表現できていることを示した。しかし、特定健診対応ベイジアンネットワーク Type1 では、ある健診実施事業所で使用している質問項目が 36 項目の質問票を前提としている為、質問ノードが 36 個となっており、そのままでは一般化には不十分である。そこで本章では、特定健診対応ベイジアンネットワークが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ことを目指して、質問ノードの因子化による質問ノードの集約を行うことで、より一般化された特定健診対応ベイジアンネットワークの可能性を検討する。

#### 4.1.2 質問項目の主成分分析による生活習慣因子の抽出

まず、3.1.4 項で数値化した質問ポイントを用いて質問項目の主成分分析を行った。図 4.1 と図 4.2 に主成分分析の固有値と累積寄与率を示す。ここで累積寄与率 0.6 を超える 10 個の主成分を生活習慣因子(固有値が大きいものから順に因子 1 から因子 10)として抽出した。男女ともに因子数 10 個で累積寄与率 0.6 を超えていた。次に因子数 10 個についてバリマックス回転を行った。図 4.3 に男性の生活習慣因子のバリマックス回転後の因子負荷量を図示する。10 個の生活習慣因子を代表する質問を決める基準としては、重複と欠落がなるべく少なくなるように考慮し、各生活習慣因子の因子負荷量が 0.4 以上の質問を生活習慣因子の代表質問とした。それらを元に生活習慣因子の内容の標記付けを行った結果が表 4.1 と表 4.2 である。

表 4.1 の男性の場合、代表する質問群には、Q9 と Q28 の 2 問以外には重複は無く、それぞれどれか一つの因子に属している。2 つの因子に属している Q9 (因子 1 と 2) と Q28 (因子 4 と 8) の質問内容は、各々次の通りである。

Q9 : 運動量の目安としての時間や距離 (歩数)、体重の変化などについてあなたの意識はどの程度ですか。

Q28 : あなたは規則正しい生活を過ごしていますか。

これらは共に、所属する 2 つの因子の意味内容を併せ持つ質問であったことから、妥当な例外としてそのまま配した。

一方、表 4.2 の女性の生活習慣因子では Q9 と Q24 が 2 つの因子に属している他、Q35 がどこにも含まれないという結果になった。Q24 (因子 3 と 10) と Q35 の質問内容は次の通りである。

Q24 : あなたは大豆・大豆製品 (豆腐, 納豆, アゲ, きなこなど) をどのくらい食べていますか。

Q35 : あなたはよく噛んで食べていますか。

これらはどちらも男性の場合の因子 10 (その他) に関係しているものであり、意味合い的に影響がないので妥当な例外としてそのまま配した。また、男女の生活習慣因子を比較すると因子 5 から 9 までの 5 因子で順位が異なっていた。生活習慣因子「余暇の運動」が男性では順位が高く (因子 5)、女性では順位が低い (因子 7) という特徴が見られることから、余暇の運動は女性より男性に大きく影響すると考えられる。

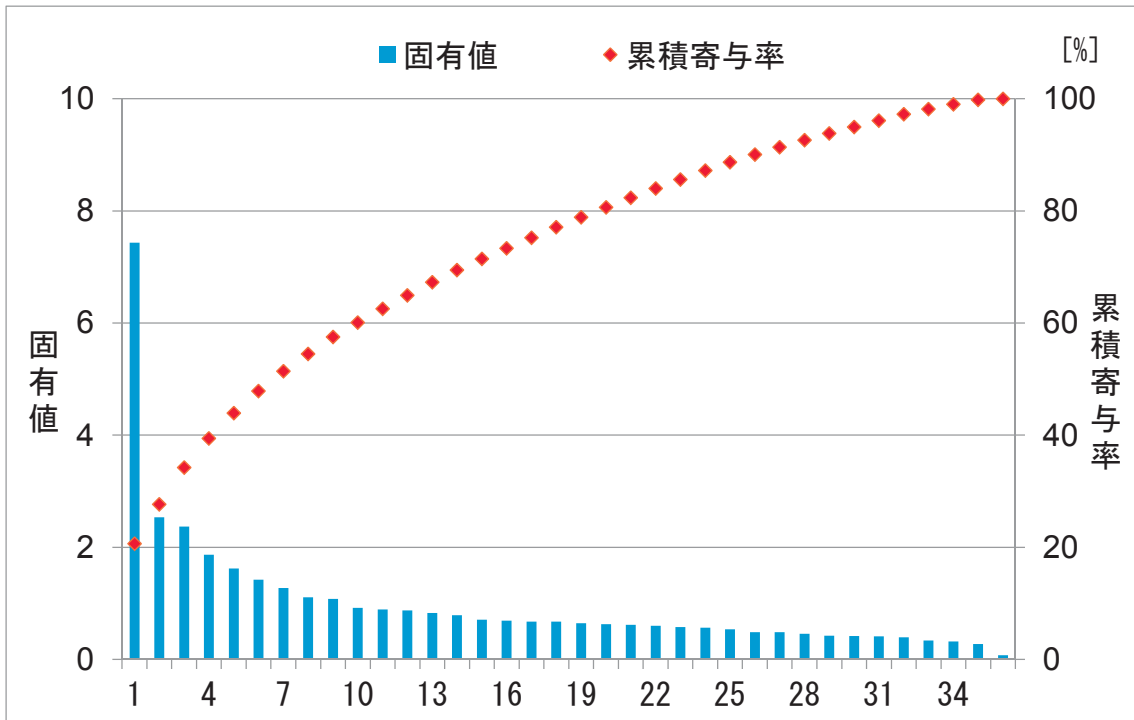


図 4.1 主成分分析の固有値と累積寄与率（男性質問ポイント）

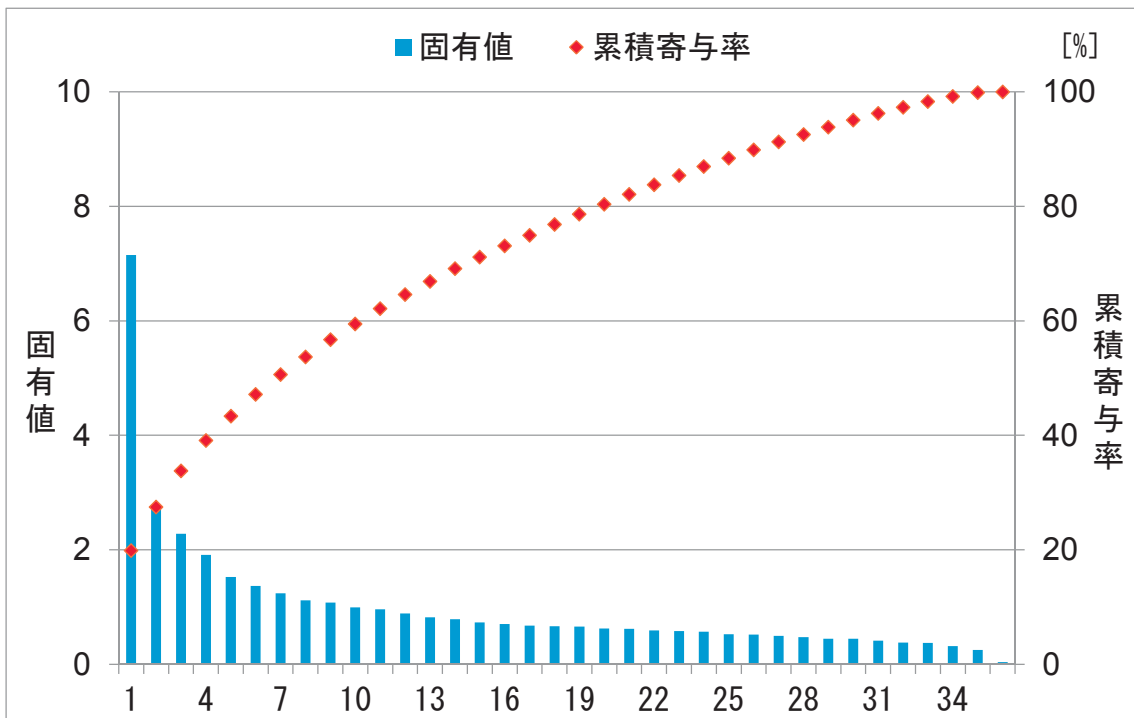


図 4.2 主成分分析の固有値と累積寄与率（女性質問ポイント）

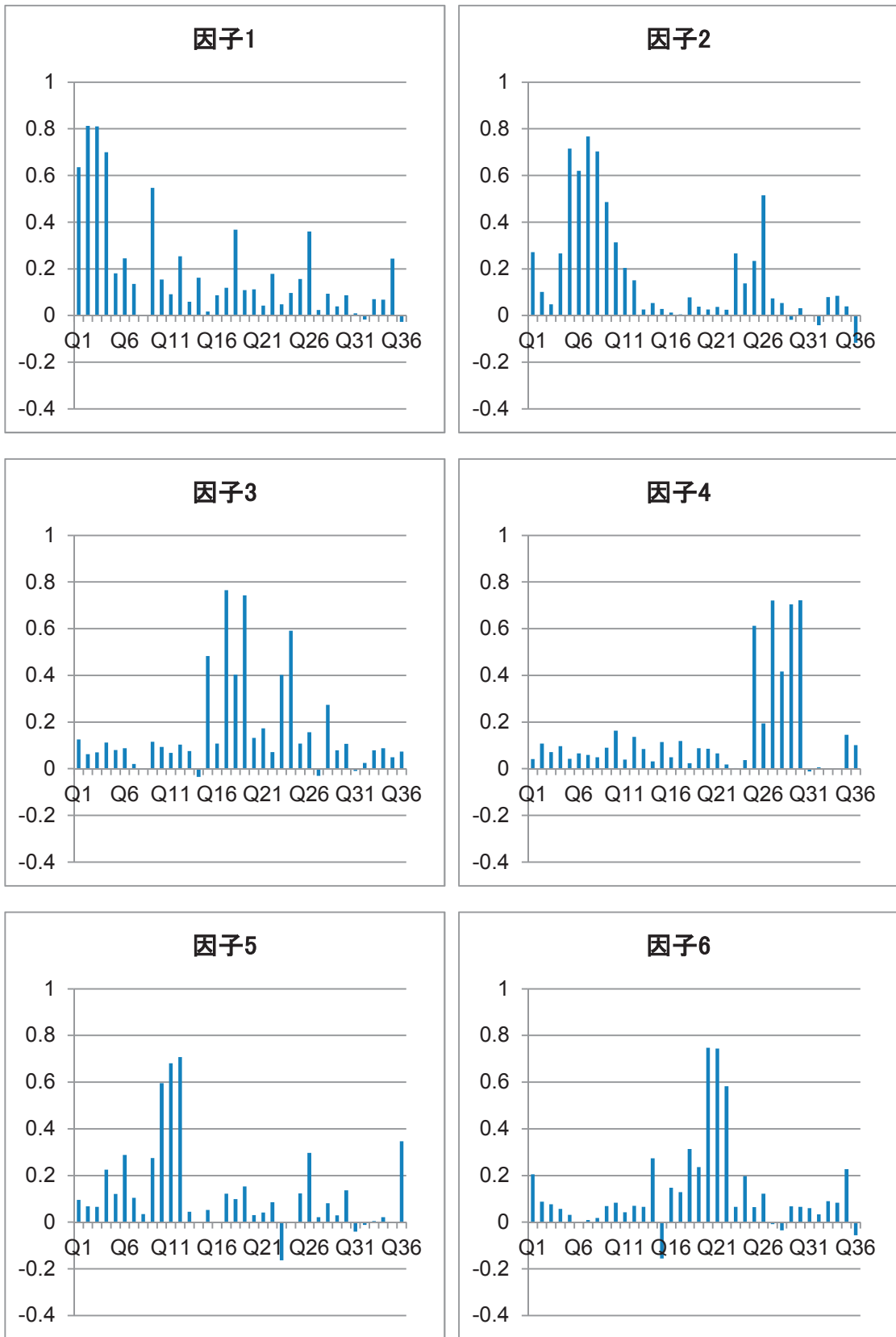


図 4.3 生活習慣因子のバリマックス回転後の因子負荷量（男性）（続く）



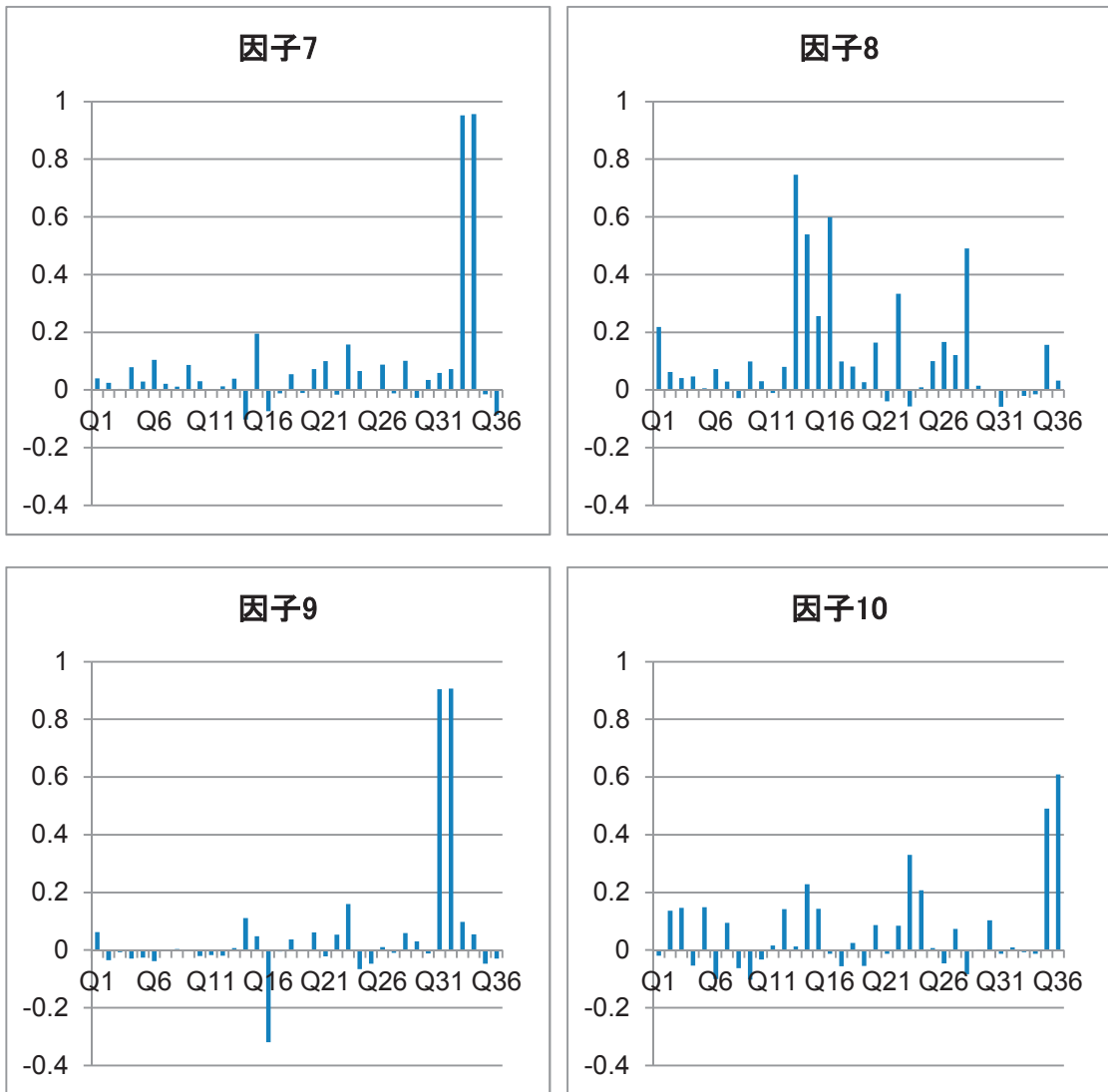


図 4.3 生活習慣因子のバリマックス回転後の因子負荷量（男性）

表 4.1 質問票データからの生活習慣因子（男性）

生活習慣因子	生活習慣因子の内容	代表する質問番号
因子 1	運動に関する意識の程度	Q1, Q2, Q3, Q4, Q9
因子 2	日常の運動量	Q5, Q6, Q7, Q8, Q9, Q26
因子 3	食事の栄養バランスとその維持	Q15, Q17, Q18, Q19, Q23, Q24
因子 4	日常生活の健康的充足感	Q25, Q27, Q28, Q29, Q30
因子 5	余暇の運動	Q10, Q11, Q12
因子 6	塩分と脂肪分の摂取	Q20, Q21, Q22
因子 7	喫煙	Q33, Q34
因子 8	規則正しい食習慣	Q13, Q14, Q16, Q28
因子 9	アルコール摂取	Q31, Q32
因子 10	その他	Q35, Q36

表 4.2 質問票データからの生活習慣因子（女性）

生活習慣因子	生活習慣因子の内容	代表する質問番号
因子 1	運動に関する意識の程度	Q1, Q2, Q3, Q4, Q9
因子 2	日常の運動量	Q5, Q6, Q7, Q8, Q9, Q26
因子 3	食事の栄養バランスとその維持	Q15, Q17, Q18, Q19, Q24
因子 4	日常生活の健康的充足感	Q25, Q27, Q28, Q29, Q30
因子 5	塩分と脂肪分の摂取	Q20, Q21, Q22
因子 6	喫煙	Q33, Q34
因子 7	余暇の運動	Q10, Q11, Q12, Q36
因子 8	アルコール摂取	Q31, Q32
因子 9	規則正しい食習慣	Q13, Q14, Q16
因子 10	その他	Q23, Q24

## 4.2 生活習慣因子対応ベイジアンネットワークの構築

### 4.2.1 生活習慣因子のノード化と検査ノードの拡張

前節で抽出した生活習慣因子を，特定健診対応ベイジアンネットワークの質問ノード群と置き換える形で生活習慣因子ノードとして導入する．生活習慣因子ノードの状態には，3.1.4 項の質問ポイント 1～5 点を 4 分類（1 点以上 2 点未満，2 点以上 3 点未満，3 点以上 4 点未満，4 点以上 5 点以下）したものを適用する．これにより，個々の質問は因子という枠にまとめられるので，質問レベルでの許容度（質問数や表現面）は増し，質問紙以外の方法での情報収集も可能になる．今回は同一のデータではあるが，質問票データを因子にまとめる過程として，生活習慣因子を代表する質問群の質問ポイントを受診者毎に平均し，それをその受診者の生活習慣因子のポイントとする．

更に，検査ノードについて，前章の特定健診対応ベイジアンネットワークでは組み入れていなかった検査項目の受診勧奨値（consultation encouragement value : CEV）を導入することで，健診判定基準値と合わせてより詳細な健康状態の把握ができるようにする．具体的には，検査ノードの状態を 3 状態（健診判定基準値内，健診判定基準値外かつ受診勧奨値内，受診勧奨値外）とする．

図 4.4 に生活習慣因子（life style factor : LS-factor）をノード化した生活習慣因子ノードの例（生活習慣因子 1：運動に関する意識の程度，構成質問：Q1, Q2, Q3, Q4, Q9）を示す．ノード中のグラフの値は生活習慣因子を構成する質問ポイントの平均値の 4 分類への所属割合となっている．例示した生活習慣因子 1 では，構成質問 5 問（Q1, Q2, Q3, Q4, Q9）の平均点に対して 4 分類されている．同様の生活習慣因子ノードを因子 1～10 に対応して 10 ノード設定した．但し，図 4.5 に示す生活習慣因子 7（表 4.1 の男性の場合．表 4.2 の女性は因子 6）の「喫煙」については 2.1.2 項で示した階層化手順ステップ 2 の④喫煙歴の項目に合わせて，喫煙歴があるかないかの 2 分類とした．

図 4.6 に受診勧奨値を導入して拡張した検査ノードの例を示す．各ノードが健診判定基準値内，健診判定基準値外かつ受診勧奨値内，受診勧奨値外の 3 つの状態をとるようになっている．但し，腹囲と BMI には受診勧奨値は存在しないため，基準値内・外の 2 状態のままとした．

図 4.7 に階層化ノードを示す．ノードの状態は積極的支援レベル（positive sup），動機づけ支援レベル（motivation sup），情報提供レベル（info prov），保健指導対象外（no need）の 4 状態のままである．

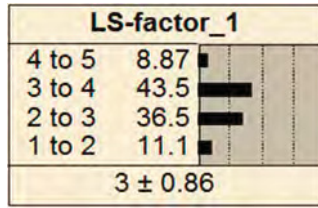


図 4.4 生活習慣因子ノードの例（男性）  
 （生活習慣因子 1：運動に関する意識の程度，構成質問：Q1, Q2, Q3, Q4, Q9）

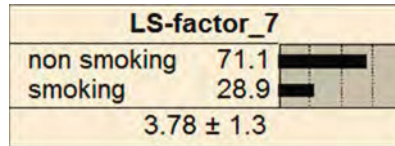


図 4.5 生活習慣因子ノード 7（男性）  
 （生活習慣因子 7：喫煙，構成質問：Q33, Q34）

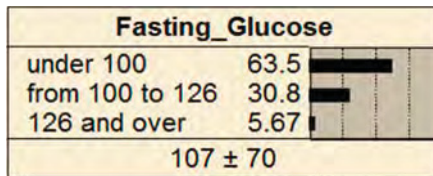


図 4.6 拡張した 3 分類タイプの検査ノードの例（男性）  
 （空腹時血糖ノード，基準値：100，受診勧奨位置：126）

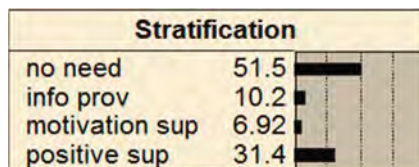


図 4.7 階層化ノード

#### 4.2.2 一般化された生活習慣因子対応ベイジアンネットワーク

前項の生活習慣因子ノードと、3 分類タイプの検査ノードを導入した生活習慣因子対応ベイジアンネットワークを図 4.8（男性）と図 4.9（女性）に示す。

図の上半分の 10 個のノードが生活習慣因子ノード群, 下半分の 8 個のノードが拡張タイプの検査ノード群, それらの間が階層化ノードであり, 全てのノードは階層化ノードを介して互いに影響しあうネットワーク構造になっている. 本節では, このように特定健診対応ベイジアンネットワークを一般化した. 以降, この一般化したベイジアンネットワークを生活習慣因子対応ベイジアンネットワーク, または特定健診対応ベイジアンネットワーク Type2 と呼ぶ.

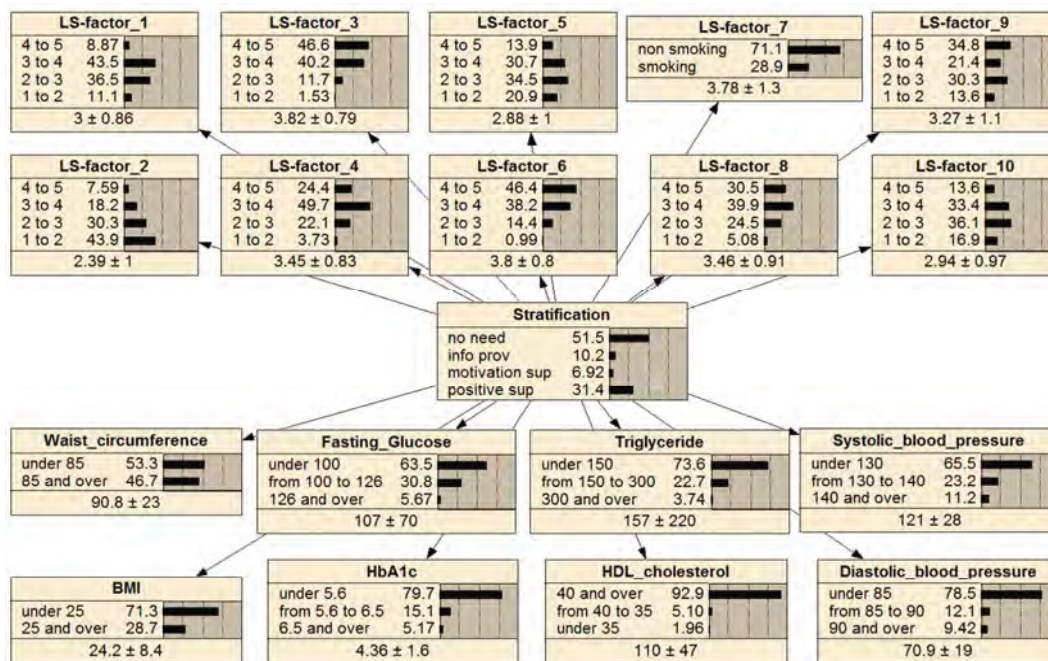


図 4.8 男性の生活習慣因子対応ベイジアンネットワーク  
(特定健診対応ベイジアンネットワーク Type2 男性)

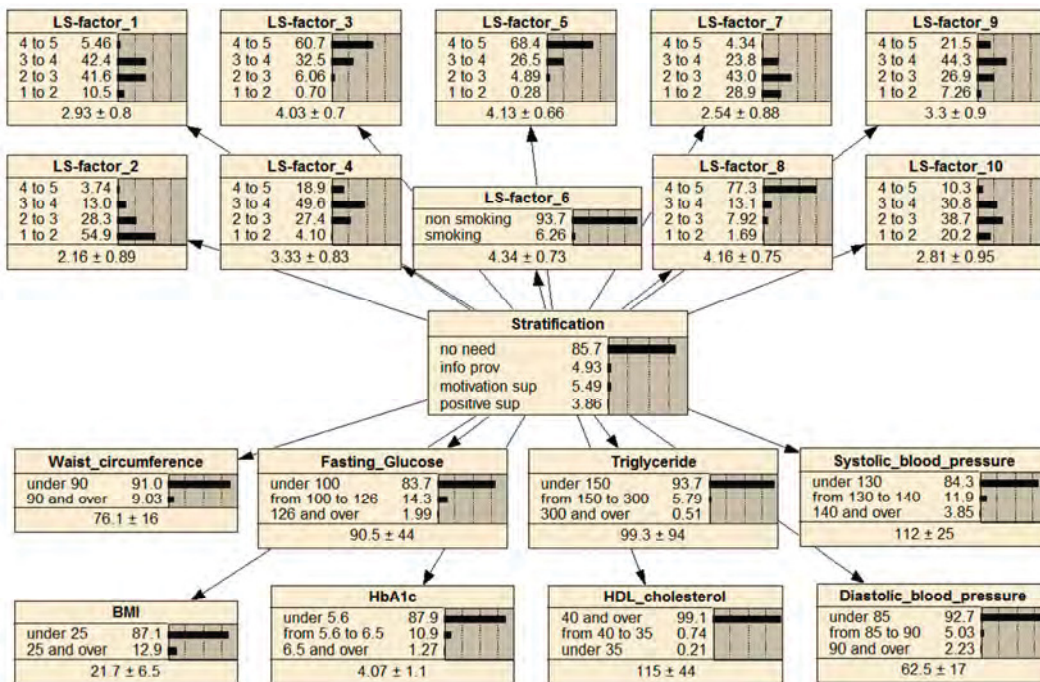


図 4.9 女性の生活習慣因子対応ベイジアンネットワーク  
(特定健診対応ベイジアンネットワーク Type2 女性)

### 4.3 生活習慣因子対応ベイジアンネットワークの評価

#### 4.3.1 生活習慣因子ノードと階層化ノードの関連性の評価

特定健診は生活習慣が健康状態に影響を与えるという考え方に基づいて実施されている。受診者の生活習慣は質問票の回答によって把握され、健康状態は階層化の結果の支援レベルで表わされる。よって、生活習慣因子対応ベイジアンネットワークにおける生活習慣因子ノードと階層化ノードとの間にも、この関連性が内在していることが必要である。そこで、生活習慣因子ノードの4つの状態を順番に設定し、その時々々の階層化ノードの各状態の確率値を調べた。表4.3にその例（生活習慣因子8：規則正しい食習慣の設定変更例）を示し、図4.10と図4.11に生活習慣因子ノードの設定と階層化ノードの各状態確率の変化を示した。

図4.10を見ると、生活習慣因子ノードの設定を悪い状態から良い状態にしていく（1to2 →4to5）につれて保健指導対象外に分類される確率が増加している。一方、図4.11では、生活習慣因子ノードの設定を良い状態（1to2 →4to5）にすると積極的支援レベルの確率は減少している。これらのことは、生活習慣が改善すると保健指導対象外が増加し、積極的支援レベルが減少するという生活習慣病の考え方と同様の関連性を意味している。つまり、生活習慣因子対応ベイジアンネットワークには、メタボリックシンドロームマネジメントに合致した関連性があると言える。

表 4.3 生活習慣因子ノード設定変更時の階層化ノードの各状態確率の例  
（生活習慣因子8：規則正しい食習慣の設定変更例）

LS-factor 8 setting	no need	info prov	motivation sup	positive sup
4 to 5	58.1	8.2	4.94	28.7
3 to 4	51.8	9.91	7.03	31.3
2 to 3	44.6	12.4	9.1	33.9
1 to 2	42.3	13	7.41	37.2

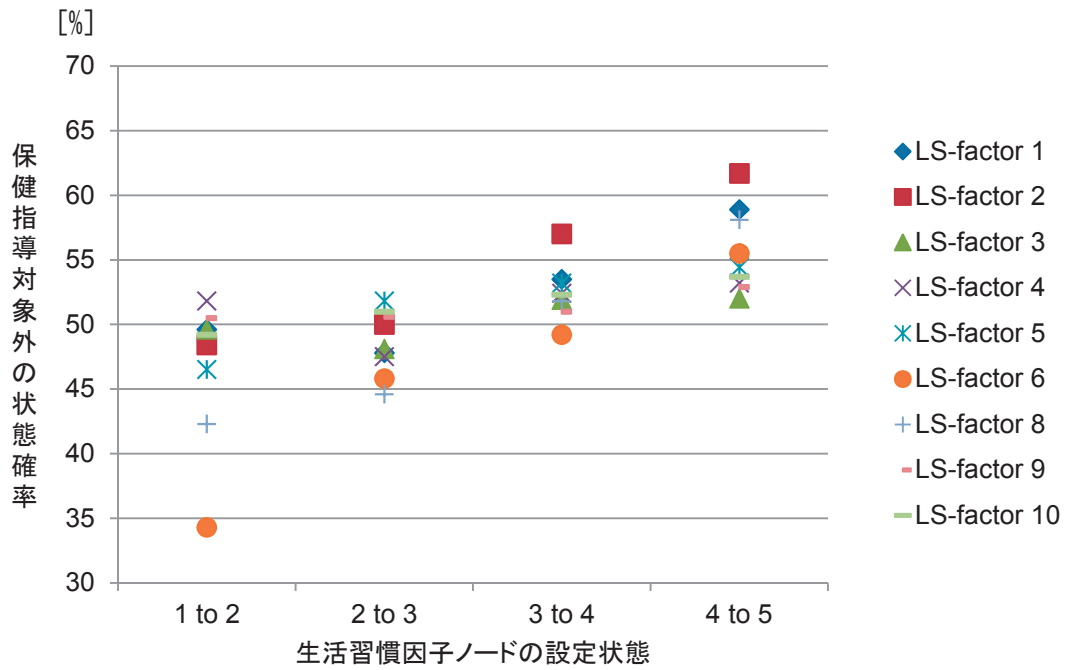


図 4.10 生活習慣因子ノードの設定と保健指導対象外の状態確率の変化

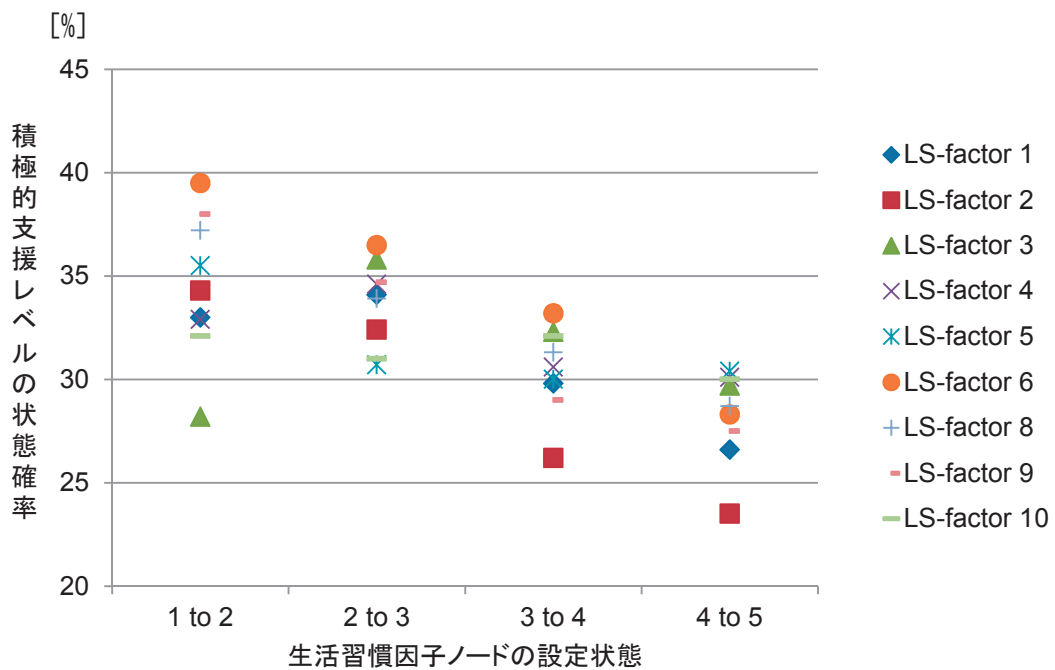


図 4.11 生活習慣因子ノードの設定と積極的支援レベルの状態確率の変化



### 4.3.2 ベイジアンネットワークのタイプ間の比較

特定健診対応ベイジアンネットワーク Type1 の質問ノードに対して、前項と同様に設定を変えた時の階層化ノードの状態確率の変化の例を図 4.12 と図 4.13 に示した。図 4.12 を図 4.10, 図 4.13 を図 4.11 と比較すると、図 4.12 と図 4.13 はバラツキが大きく、図 4.10 と図 4.11 のようにノード毎のはっきりとした関連性は見られない。これは、特定健診対応ベイジアンネットワーク Type1 の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のに対し、生活習慣因子対応ベイジアンネットワークの生活習慣因子ノードで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る。この生活習慣因子対応ベイジアンネットワークの特徴は、受診者の生活習慣を様々な質問票や、直接の問診によって把握した場合の応用につながるものとする。

次に、拡張した検査ノードの評価を行う。表 4.4 に特定健診対応ベイジアンネットワーク Type1 の質問ノードを設定した時の検査ノードへの影響の事例（生活習慣因子 8 の構成質問ノードを設定した時の中性脂肪ノード（Triglyceride）と収縮期血圧ノード（SBP）への影響）を示す。ポイント 5 での in RV への所属確率とポイント 1 での in RV への所属確率の差を比較すると、収縮期血圧ノードの  $67.9-66.3=1.6$  に比べ、中性脂肪ノードは  $77.7-72.7=5.0$  と約 3.1 倍となっていることから、中性脂肪ノードは収縮期血圧ノードより生活習慣因子 8 に大きく影響を受けることがわかる。

一方、表 4.5 は生活習慣因子対応ベイジアンネットワークの生活習慣因子ノードを設定した場合の検査ノードへの影響の事例（生活習慣因子 8 ノードを設定した時の収縮期血圧ノードと中性脂肪ノードへの影響）である。検査ノードに受診勧奨値（consultation encouragement value : CEV）を導入したことで 3 状態となっている。先と同様にポイント 4 to 5 の in RV への所属確率とポイント 1 to 2 の in RV への所属確率の差を比較すると、収縮期血圧ノードの  $66.1-64.5=1.6$  に比べ中性脂肪ノードは  $74.6-71.7=2.9$  と約 1.8 倍の変化をしており、中性脂肪ノードの方が収縮期血圧ノードより生活習慣因子 8 に大きく影響を受けることがわかる。さらに、ポイント 4 to 5 → 1 to 2 での out of CEV と from RV to CEV の増分比を見ると、中性脂肪ノードが  $(4.1-3.5) / (24.2-21.9) = 0.27$  であるのに対し、収縮期血圧ノードが  $(11.7-11.0) / (23.8-22.9) = 0.78$  と大きい。つまり階層化基準値を外れた場合に受診勧奨値を超えて悪化するリスクが、収縮期血圧ノードの方が中性脂肪ノードより大きいことがわかる。これは検査ノードを階層化基準値だけで分類していた特定健診対応ベイジアンネットワークでは判らなかつたことであり、受診勧奨値を導入した生活習慣因子対応ベイジアンネットワークの有用性を示すものである。

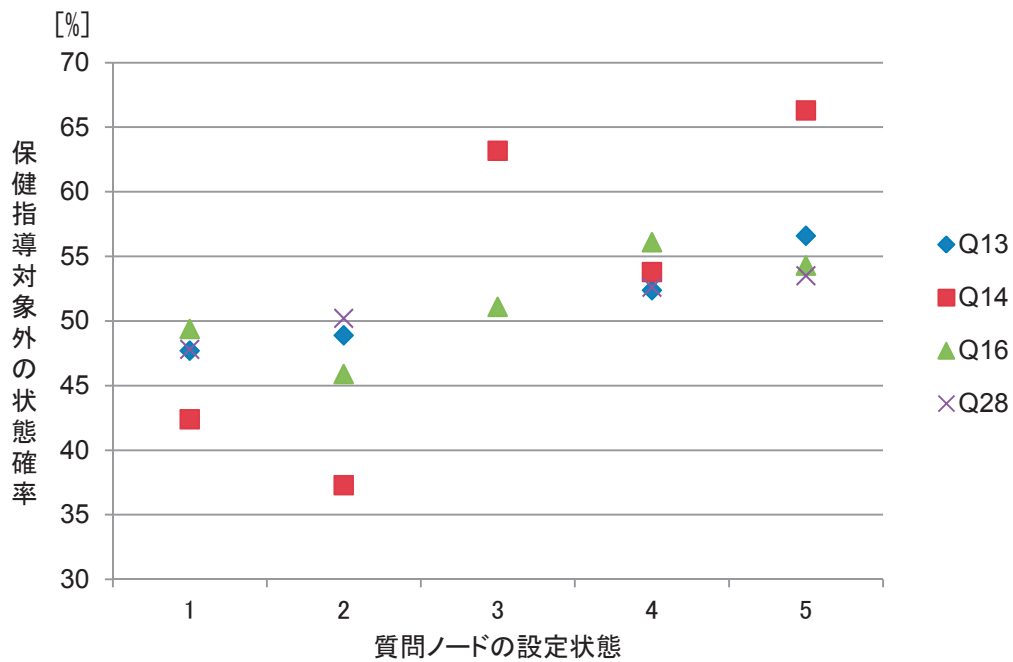


図 4.12 特定健診対応ベイジアンネットワーク Type1 の質問ノードの設定と保健指導対象外の状態確率の変化  
(生活習慣因子 8 に対応する質問ノードの例)

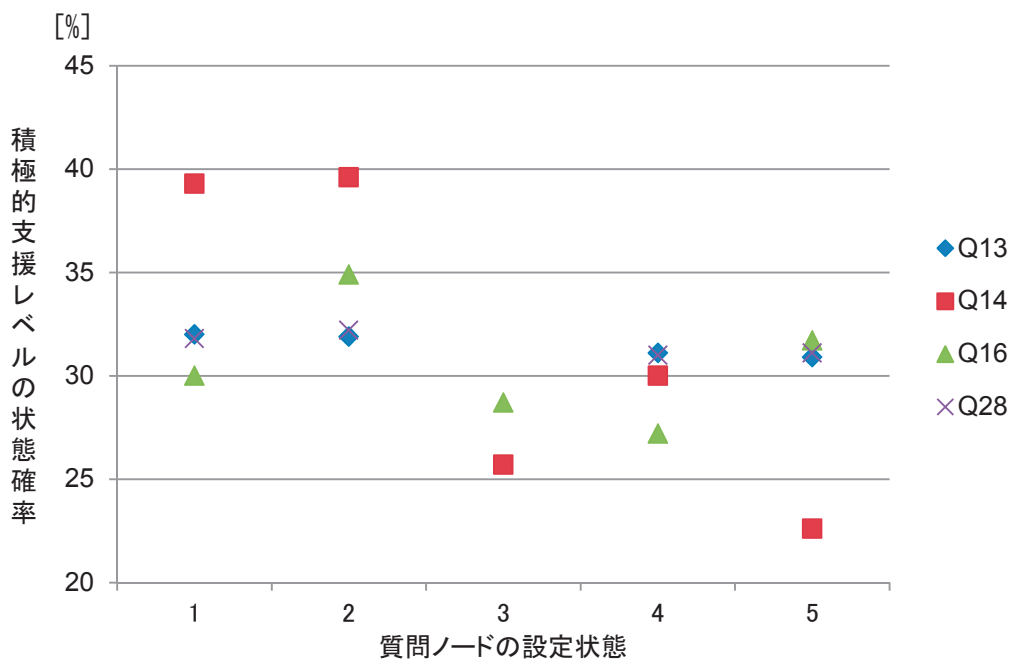


図 4.13 特定健診対応ベイジアンネットワーク Type1 の質問ノードの設定と積極的支援レベルの状態確率の変化  
(生活習慣因子 8 に対応する質問ノードの例)

表 4.4 特定健診対応ベイジアンネットワーク Type1 の質問ノードの設定による  
 検査ノードへの影響  
 (生活習慣因子 8 の構成質問ノードの設定と中性脂肪ノードと収縮期血圧ノードの  
 リスク状態 (所属確率))

質問ノード ポイント	Triglyceride		SBP	
	in RV	out of RV	in RV	out of RV
5	77.7	22.3	67.9	32.1
4	75.6	24.4	66.7	33.3
2	69.4	30.6	63.2	36.8
1	72.7	27.3	66.3	33.7

in RV: 階層化基準値内, out of RV: 階層化基準値外

表 4.5 生活習慣因子対応ベイジアンネットワークの生活習慣因子ノードの  
 設定による検査ノードへの影響  
 (生活習慣因子 8 ノードの設定と中性脂肪ノードと収縮期血圧ノードの  
 リスク状態 (所属確率))

生活習慣因子 ノードポイント	Triglyceride		
	in RV	from RV to CEV	out of CEV
4to5	74.6	21.9	3.5
3to4	73.6	22.7	3.7
2to3	72.6	23.4	3.9
1to2	71.7	24.2	4.1
生活習慣因子 ノードポイント	SBP		
	in RV	from RV to CEV	out of CEV
4to5	66.1	22.9	11.0
3to4	65.5	23.3	11.2
2to3	65.2	23.4	11.4
1to2	64.5	23.8	11.7

in RV: 階層化基準値内, from RV to CEV: 階層化基準値外かつ  
 受診勧奨値内, out of CEV: 受診勧奨値外

#### 4.4 個別事例を用いたリスク評価

ここでは3.4節と同様に、個別の受診者の健診データ事例を用いた生活習慣因子対応ベイジアンネットワーク（特定健診対応ベイジアンネットワーク Type2）の評価を行う。具体的には、ある受診者の健診データ状態を生活習慣因子対応ベイジアンネットワークに設定する。次に、その受診者の生活習慣が改善したと想定した生活習慣因子ノードの設定変更を行った時の、階層化ノードと検査ノード群の変化を評価する。

ある受診者 B は 58 歳の男性で、HDL コレステロール以外が全て基準値外の典型的なメタボリックシンドロームであった。表 4.6 に受診者 B の検査データ、表 4.7 に質問票データの各ポイントを示し、表 4.1 で示した生活習慣因子の各代表質問についてポイントの平均値を計算したものを表 4.8 に示す。表 4.6 を見ると、受診者 B の血圧については収縮期血圧、拡張期血圧の両方が受診勧奨値を超える値である。

図 4.14 に受診者 B の質問票データからの生活習慣を、生活習慣因子対応ベイジアンネットワークの生活習慣因子ノードに設定したものを示す。この設定により図 4.14 の上部の 10 個の生活習慣因子ノードが暗色化している。このベイジアンネットワークに対して、受診者 B の生活習慣の改善を仮定し、生活習慣因子ノードの設定状態を 1 ランク良い状態に設定変更し、階層化ノードおよび検査ノード群のリスク状態に起きる変化を以下検討する。

図 4.15 は図 4.14 の生活習慣因子ノード 1「運動に関する意識」の状態を 1 ランク改善（LS-factor 1 の状態：2 to 3 → 3 to 4）に設定変更した場合の、受診者 B の生活習慣因子対応ベイジアンネットワークである。図 4.16 にはこのときの階層化ノードの変化を拡大して示す。これを見ると、積極的支援レベルへの所属確率が 36.1%から 31.5%に減少し、保健指導対象外への所属確率が 47.8%から 53.5%に増加していることがわかる。同様の操作を他の運動に関する生活習慣因子ノード 2「日常の運動量」と生活習慣因子ノード 5「余暇の運動」に対して行った場合（LS-factor 2 の状態：1 to 2 → 2 to 3 と、LS-factor 5 の状態：1 to 2 → 2 to 3）の階層化ノードと検査ノード群のリスク状態の変化を併せて表 4.9 に示す。表 4.9 の左から 3 列目の受診者 B の回答設定時の値と比べ、3 つの運動に関する生活習慣因子ノードの状態の改善は、どれも積極的支援レベルへの所属確率を減少させ、保健指導対象外への所属確率を増加させることがわかる。また、生活習慣因子ノード 2 は他の 2 因子のノードに比べると状態の改善による変化が小さいことがわかる。このことから、受診者 B に対して運動に関する生活習慣の改善を指導する際に、日常の運動量よりも余暇の運動や、運動に関する意識の改善に着目して指導することが有効であると考えられる。表 4.9 の検査ノード群の結果においても同様の傾向が見られるが、腹囲ノードと BMI ノードの他は生活習慣因子ノード 1, 2, 5 の状態改善による影響は小さい。

また、表 4.9 の右端の列は、生活習慣因子ノード 1, 2, 5 を同時に 1 ランク改善した時の階層化ノードと検査ノード群のリスク状態の変化である。先の因子毎に設定変更した時と比べ、階層化ノードと検査ノード群全てにおいて積極的支援レベルへの所属確率は大きく減少し、保健指導対象外への所属確率が大きく増加する。つまり、受診者 B の生活習慣因子対応ベイジアンネットワークにおいては、運動に関する生活習慣因子ノード 1, 2, 5 が揃って改善すると、因子毎の改善よりメタボリックシンドロームのリスク低減効果は大きく表れることを意味している。このように生活習慣因子対応ベイジアンネットワーク（特定健診対応ベイジアンネットワーク Type2）を用いて、個別の受診者への生活習慣改善のシミュレーションを行うことができる。

表 4.6 受診者 B の検査データ

腹囲	BMI	空腹時血糖値	HbA1c
93.0cm	25.9kg/m <sup>2</sup>	106mg/dl	5.4%
中性脂肪	HDL	収縮期血圧	拡張期血圧
177mg/dl	53mg/dl	146mmHg	90mmHg

表 4.7 受診者 B の質問票データの各ポイント

Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12
4	3	2	2	1	1	1	1	1	3	1	1
Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20	Q21	Q22	Q23	Q24
2	4	5	5	3	4	3	5	3	5	5	3
Q25	Q26	Q27	Q28	Q29	Q30	Q31	Q32	Q33	Q34	Q35	Q36
3	2	3	2	4	4	2	2	5	5	4	5

表 4.8 受診者 B の生活習慣因子の各代表質問のポイントの平均値

LS-factor 1	LS-factor 2	LS-factor 3	LS-factor 4	LS-factor 5
2.4	1.2	3.8	3.2	1.7
LS-factor 6	LS-factor 7	LS-factor 8	LS-factor 9	LS-factor 10
4.3	non smoking	3.3	2.0	4.5

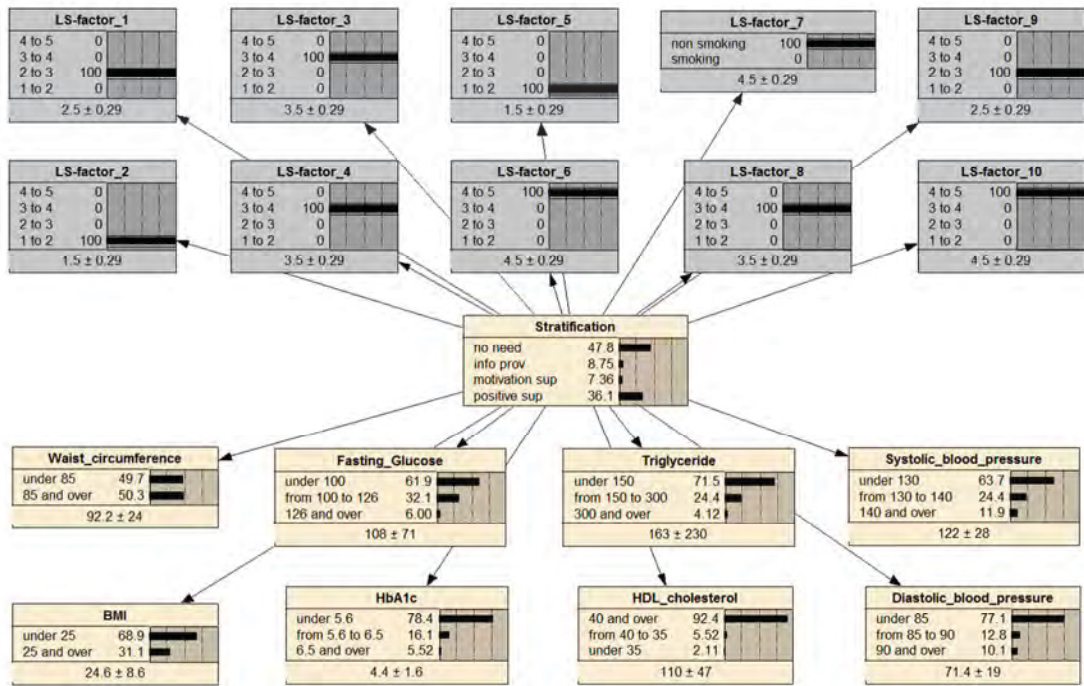


図 4.14 生活習慣因子対応ベイジアンネットワークの生活習慣因子ノードに  
受診者 B の質問票データからの生活習慣を設定した状態

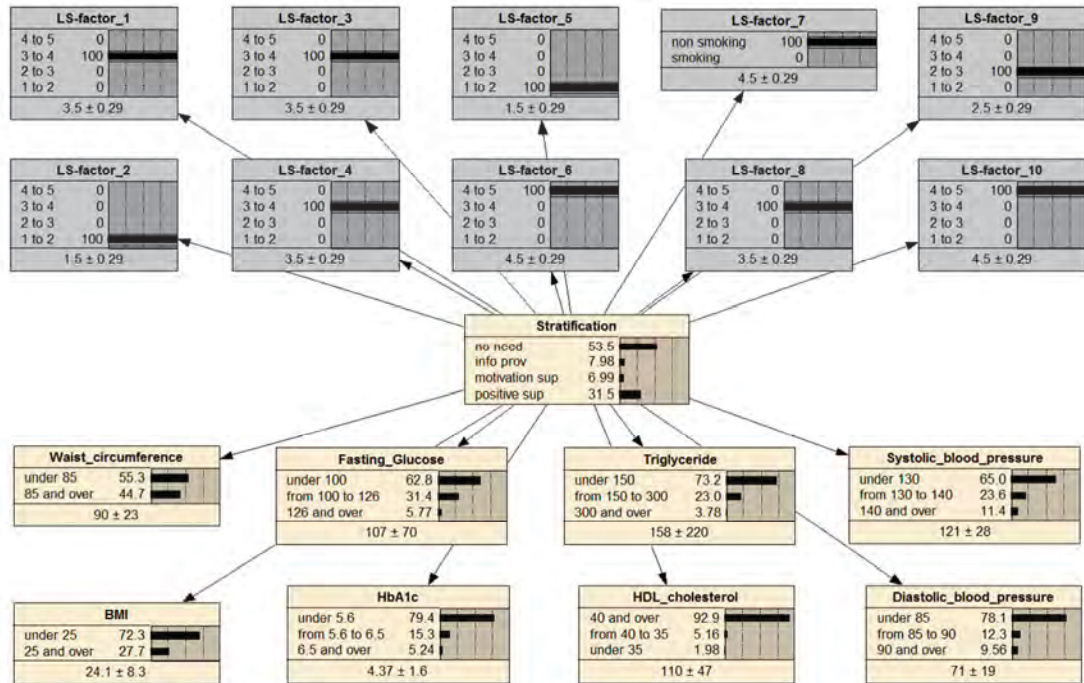


図 4.15 LS-factor 1 の状態を 2 to 3 → 3 to 4 に設定変更した場合の  
受診者 B の生活習慣因子対応ベイジアンネットワーク

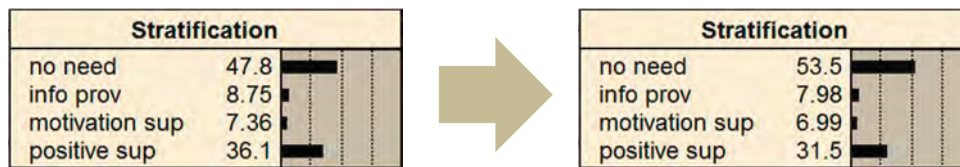


図 4.16 LS-factor 1 の設定変更による階層化ノードの変化

表 4.9 運動に関する生活習慣因子ノード 1, 2, 5 の設定変更による階層化ノードと検査ノード群のリスク状態の変化

(LS-factor 1 の状態 : 2 to 3 → 3 to 4, LS-factor 2 の状態 : 1 to 2 → 2 to 3, LS-factor 5 の状態 : 1 to 2 → 2 to 3)

		受診者Aの 回答設定時	生活習慣因子1 状態1UP	生活習慣因子2 状態1UP	生活習慣因子5 状態1UP	生活習慣因子1,2,5 状態1UP
階層化 ノード	no need	47.8	53.5	49.4	53.2	60.3
	info prov	8.8	8.0	8.6	8.8	7.6
	motivation sup	7.4	7.0	8.0	6.9	7.0
	positive sup	36.1	31.5	34.0	31.1	25.1
腹囲ノード	in RV	49.7	55.3	51.3	55.0	61.9
	out of RV	50.3	44.7	48.7	45.0	38.1
BMIノード	in RV	68.9	72.3	69.8	72.2	76.3
	out of RV	31.1	27.7	30.2	27.8	23.7
血糖ノード	in RV	61.9	62.8	62.4	63.1	64.3
	from RV to CEV	32.1	31.4	31.8	31.2	30.3
	out of CEV	6.0	5.8	5.8	5.7	5.4
HbA1c ノード	in RV	78.4	79.4	78.8	79.6	81.0
	from RV to CEV	16.1	15.3	15.8	15.2	14.2
	out of CEV	5.5	5.3	5.4	5.2	4.8
中性脂肪 ノード	in RV	71.5	73.2	72.2	73.5	75.7
	from RV to CEV	24.4	23.0	23.8	22.8	21.0
	out of CEV	4.1	3.8	4.0	3.7	3.3
HDLノード	in RV	92.4	92.9	92.6	92.9	93.6
	from RV to CEV	5.5	5.1	5.4	5.1	4.6
	out of CEV	2.1	2.0	2.1	2.0	1.8
収縮期 血圧ノード	in RV	63.7	65.0	64.2	65.3	66.9
	from RV to CEV	24.4	23.6	24.1	23.4	22.5
	out of CEV	11.9	11.4	11.7	11.3	10.6
拡張期 血圧ノード	in RV	77.1	78.1	77.5	78.3	79.6
	from RV to CEV	12.8	12.3	12.6	12.2	11.6
	out of CEV	10.1	9.6	9.9	9.5	8.8

## 第 5 章 経年データに注目した特定健診対応ベイジアンネットワークの構築

本章では経年データに注目して健診データ分析し、その結果を反映させた特定健診対応ベイジアンネットワーク Tpye3 を構築する。その上でシミュレーションを行い、生活習慣が検査結果に影響する時間差について評価を行う[24,27-29]。さらに、実際に保健指導を行う保健師等にとって特定健診対応ベイジアンネットワークを簡便で利用しやすいものとするを旨とし、Android アプリ化についても取り組む[25,26]。

### 5.1 経年データの分析

#### 5.1.1 経年データによる支援レベル間の移動率の検討

特定健診では質問票による生活習慣の把握と検査が同時に行われることから、前章までは同年の両データを一括りの対象として扱ってきた。しかし、因果関係を考慮すると、質問票によって捉えられる生活習慣が、健康状態に影響を及ぼし検査結果として表れるまでの時間差について検討しておくことが望まれる。

3.1.1 項で述べたように、研究対象としている健診データの内 8,290 件（男性 5,423 件、女性 2,867 件）は平成 18 年、19 年の両年とも健診を受けた経年データである。これら是对応のあるデータ（受診者に連結不可能な連番を振ることで、受診者ごとに平成 18 年のデータと平成 19 年のデータの 2 つを特定できるデータ）であることから、平成 18 年と 19 年にそれぞれどの支援レベルに属していたかを個人単位で知ることができる。これを用いると、経年での状態遷移という視点で健診データを見た検討を行うことができる。そこでここでは、8,290 件の経年データに対して同一の支援レベルに両年とも属している者の割合（不動率）と、平成 18 年に属していた支援レベルから平成 19 年に他の支援レベルに移った者の割合（移動率）を計算し、更に各支援レベルから他の支援レベルに移動する 12 通り（4 レベル×3 通り）の移動率も合わせて計算して検討を行う。

表 5.1 に両年の各支援レベルに属している人数、および不動率と移動率を示し、表 5.2 に各支援レベルから他の支援レベルへの移動率を示した。表 5.1 からは、平成 18 年と 19 年で各支援レベルの人数分布には男女共に大きな変化は無いが、移動率を見るとかなり大きな変化が起きていることが分かる。男性では情報提供レベル、動機づけ支援レベルで半数以上の入れ替わりが起きており、積極的支援レベルでは 3 分の 1 弱の入れ替わりが起きている。一方、男性の半数以上が属している保健指導対象外では 10 分の 1 以下の入れ替わりしか起きておらず、保健指導対象外に属するとそこに安定する傾向が見られている。女性では、積極的支援レベルが約半数の 50.6%の移動率と



男性より大きくなっており、情報提供レベル、動機づけ支援レベル、積極的支援レベルの3つでは半数前後が入れ替わることがわかる。一方、保健指導対象外はわずか2.4%の移動率となっており、大多数の女性が分類される保健指導対象外では男性の場合にも増してそこに安定する傾向が強いことがわかる。

次に、表 5.2 では支援レベル間の移動の様子を見てとれる。階層化による支援レベルは、健康状態が良い順に保健指導対象外>情報提供レベル>動機づけ支援レベル>積極的支援レベルという段階的な意味合いを持っている。表 5.2 の男性の支援レベル間の移動率を見ると、支援レベル間を対象外⇔情報提供⇔動機づけ⇔積極的のルートで必ずしも1段ずつ移動するわけではなく、実際には大きく外れているところもあることがわかる。例えば積極的支援レベルから他の支援レベルへの移動率は、3段階改善する保健指導対象外への移動が13.4%となっており、動機づけ支援レベルへの7.4%と情報提供レベルへの8.6%より大きくなっている。一方、女性の支援レベル間の移動率を見ると、対象外⇔情報提供⇔動機づけ⇔積極的のルートで1段ずつ移動するという段階的な移動を示す移動率になっている。この結果からは、男性よりも女性の階層化の方が段階的な階層化を実現できていると考えられる。

表 5.1 の不動率と表 5.2 の移動率を併せて図式化した支援レベル間の移動の様子を図 5.1 に示した。どの支援レベルに何人属しているかという人数分布を見るだけでなく、図 5.1 のように経年での状態遷移という見方をすることで、ダイナミックな支援レベル間の移動が起きていることを易く理解できると考える。

厚生労働省の中間取りまとめ[4]では、特定保健指導の導入後の積極的支援による保健指導レベルの改善状況が報告されている。それによると、平成 20 年度に積極的支援を受けた男性の 29.2%が 21 年度には情報提供レベル・保健指導対象外へ、13.3%が動機づけ支援レベルへ改善し、51.2%が積極的支援レベルのままと報告されている。これに対して、表 5.2(a)に示すように保健指導の介入が無い状態では、積極的支援レベルから情報提供レベル・保健指導対象外への改善が 22.1% (13.4%+8.7%)、動機づけ支援レベルへの改善が 7.5%であった。これらを考慮すると、積極的支援の実質的な効果を両者の差分により評価することも可能である。具体的には、積極的支援により 7.1% (29.2%-22.1%) が情報提供レベル・保健指導対象外へ改善し、5.8% (13.3%-7.5%) が動機づけ支援レベルに改善したということになり、その実質効果は 12.9% (7.1%+5.8%) の改善となる。これらは、本研究で用いた健診データ 5423 件に基づく演算結果であり、そのまま一般化できるものではないが、このような見方は特定保健指導のよりの確な評価につながるものであると考える。

表 5.1 両年の各支援レベルに属している人数, および不動態と移動率

(a)男性 5,423 名の不動態と移動率

支援レベル	H18	H19	不動態	移動率
対象外	2988	3100	90.4% (2700/2988)	9.6% (288/2988)
情報提供	641	582	45.2% (290/641)	54.8% (351/641)
動機づけ	393	391	43.0% (169/393)	57.0% (224/393)
積極的	1401	1350	70.4% (986/1401)	29.6% (415/1401)

(b)女性 2,867 名の不動態と移動率

支援レベル	H18	H19	不動態	移動率
対象外	2509	2489	97.6% (2448/2509)	2.4% (61/2509)
情報提供	149	149	57.7% (86/149)	42.3% (63/149)
動機づけ	132	150	51.5% (68/132)	48.5% (64/132)
積極的	77	79	49.4% (38/77)	50.6% (39/77)

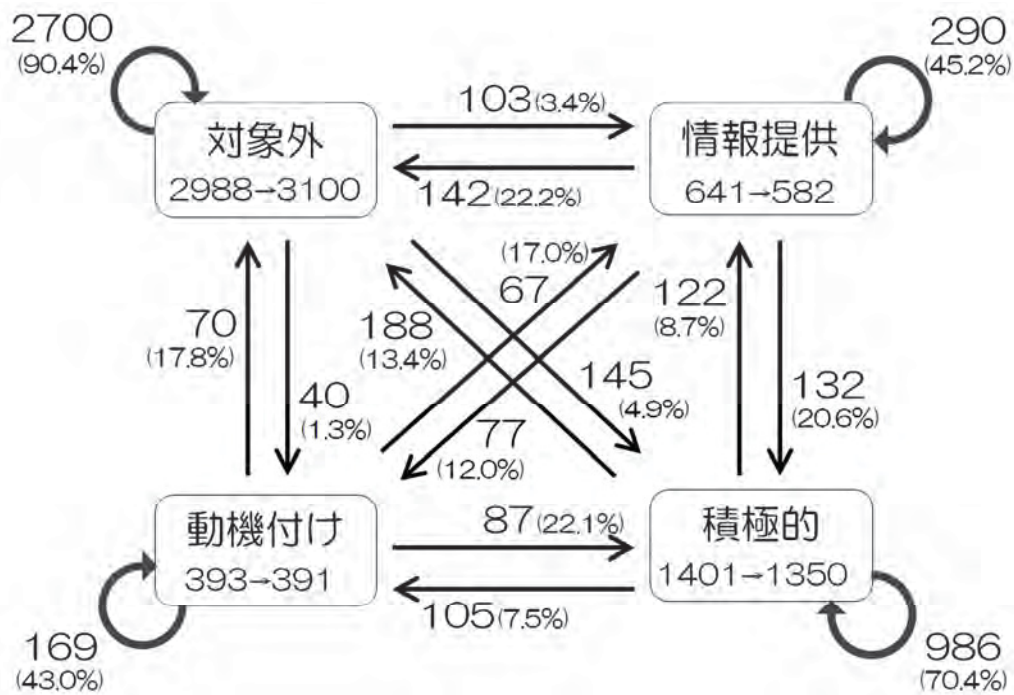
表 5.2 各支援レベルから他の支援レベルへの移動率

(a)男性 5,423 名の他の支援レベルへの移動率

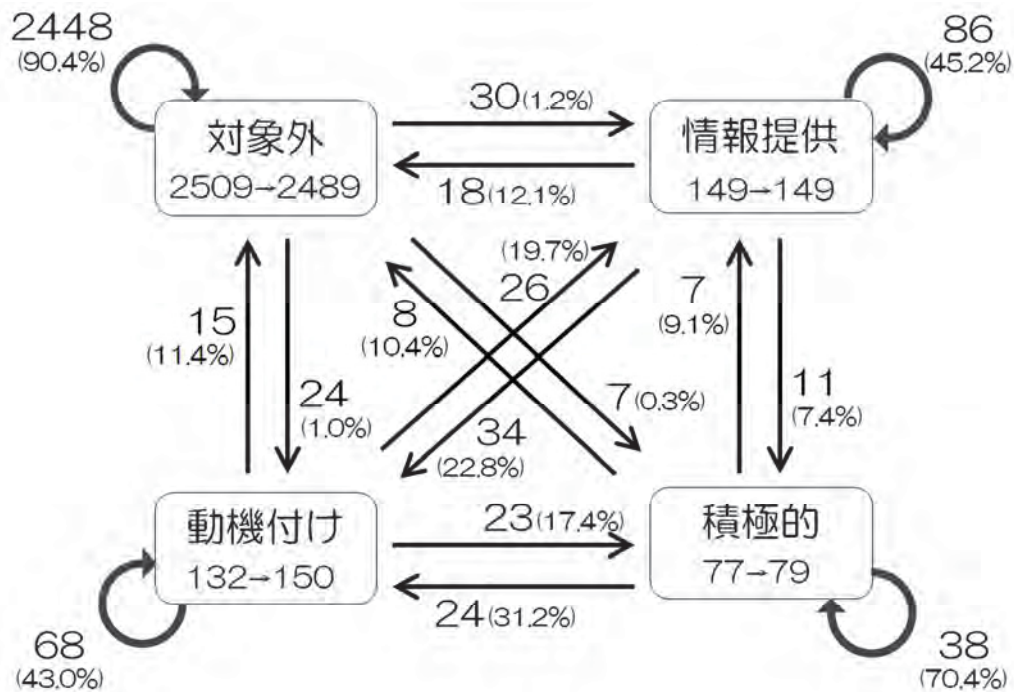
		H19			
		対象外	情報提供	動機づけ	積極的
H18	対象外		3.4%	1.3%	4.9%
	情報提供	22.2%		12.0%	20.6%
	動機づけ	17.8%	17.0%		22.1%
	積極的	13.4%	8.7%	7.5%	

(b)女性 2,867 名の他の支援レベルへの移動率

		H19			
		対象外	情報提供	動機づけ	積極的
H18	対象外		1.2%	1.0%	0.3%
	情報提供	12.1%		22.8%	7.4%
	動機づけ	11.4%	19.7%		17.4%
	積極的	10.4%	9.1%	31.2%	



(a) 男性の支援レベル間の移動



(b) 女性の支援レベル間の移動

図 5.1 支援レベル間の移動人数と移動率 (カッコ内)

### 5.1.2 健診判定基準値を用いた検査データの2値化

従来のメタボリックシンドロームの因子分析の研究報告からも明らかなように、①腹囲とBMI（体型因子）、②空腹時血糖とHbA1c（血糖因子）、③中性脂肪とHDLコレステロール（脂質因子）、④収縮期血圧と拡張期血圧（血圧因子）という各ペアがメタボリックシンドロームの因子として寄与している[26-28]。そこで検査結果による健康状態の表現として、健診判定基準値を用いた2値化と、論理和によるビット表現を考案した。まず表5.3に示すように、各検査項目の健診判定基準値内を0、基準値外を1として表わす。次に図5.2の例に示すように各因子の2項目のいずれか一方、又は両方が基準値外であれば1とし、両方とも基準値内であれば0とする論理和をとることで、（体型、血糖、脂質、血圧）の4つの因子を用いて全ての検査データを（0000）状態から（1111）状態までの16通りの状態として表現できることになる。以降この表現を健康16状態と呼ぶ。健康16状態では（0000）状態が最も健康的な状態、（1111）状態が最も健康的でない状態を意味する。健康16状態では各因子を構成する2つの検査項目を対等に扱っており、かつ2つの検査項目が共に基準値外であるものと、どちらか一方が基準値外であるものも対等に扱っている。これは特定健診の階層化手順のステップ1とステップ2の追加リスクの各検査項目と同様の扱い方であり、図らずも特定健診の枠組みに適した方法となっている。但し、健康16状態では因子間も互いに対等の関係になっているが、特定健診の階層化では体型を優先している点が異なっている。

表 5.3 健診判定基準値内を 0、基準値外を 1 とする 2 値化（bit 表現）

項目	健診判定基準値	基準値未満	基準値以上
腹囲	85cm(男性) 90cm(女性)	0	1
BMI	25 kg/m <sup>2</sup>	0	1
空腹時血糖	100mg/dl	0	1
HbA1c	5.6%	0	1
中性脂肪	150mg/dl	0	1
HDL コレステロール	40mg/dl	1	0
収縮期血圧	130mmHg	0	1
拡張期血圧	85mmHg	0	1

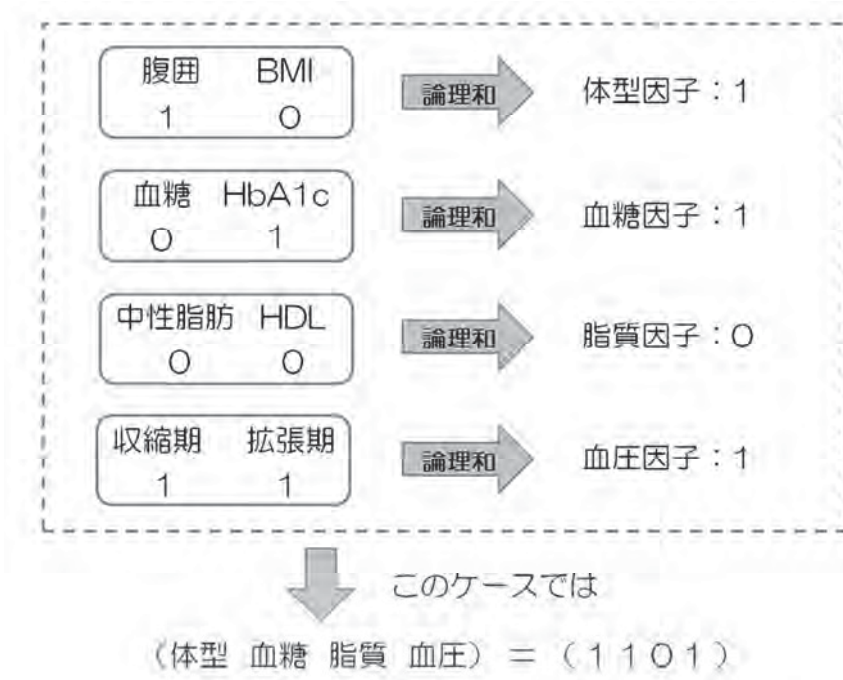


図 5.2 検査データの 2 値化による健康状態の表現例

### 5.1.3 立方格子モデルによる健康状態遷移の世代間の比較検討

#### 1) 状態遷移表と状態遷移確率表

健康 16 状態を用いると、(0000) 状態から (1111) 状態までの 16 通りに検査データは分類されることになる。本研究で分析対象にしている経年データ 5423 件は、平成 18 年と 19 年の両年とも健診を受けた人のデータであるので、平成 18 年に 16 通りある健康 16 状態のいずれかに分類された人が、翌年どの状態に移ったか、もしくは移動しなかったのかを全て追うことが出来る。そこで、平成 18 年から 19 年にかけての健康 16 状態の推移を、 $16 \times 16$  の状態遷移表にて示し検討する。

表 5.4 に健康 16 状態の平成 18 年から 19 年での推移を示す。各セルの数字は人数を示し、赤色のセルは 100 人以上、橙色のセルは 50 人以上 99 人以下、黄色のセルは 10 人以上 49 人以下、白色のセルは 9 人以下、紫色のセルは 0 人である。例えば、表 5.4 (a) 男性の状態遷移表の縦軸が 1001 で横軸が 1000 のセルは 51 となっているが、これは平成 18 年に (1001) 状態すなわち体型と血圧が健診判定基準値外だった者の内 51 名が、平成 19 年に (1000) 状態すなわち体型のみ健診判定基準値外の状態に改善したこと示している。

左上 0000-0000 のセルから右下 1111-1111 のセルへの対角線上は、平成 18 年と 19 年の検査データの健康 16 状態が同じ者の人数である。この左上から右下への対角線から遠くなるにつれて経年での状態変化が大きいことを表している。この表 5.4 (a)男性の状態遷移表を見ると、左上から右下への対角線付近に人数が多く、そこから遠ざかるにつれて人数が減っている様子が見て取れる。つまり、経年での状態変化が無いというのが最も多く、経年変化があっても複数のビットが同時に変化することは少ないということである。これは、健康 16 状態には検査データに関与する 4 つの因子が表されていることを踏まえると、検査データに関与する因子が複数個同時に変化することは少ないということに言い換えることが出来る。一方、表 5.4 (b)女性の状態遷移表を見ると過半数の 129 セルが 0 の紫色セルとなっており、この表に基づいて状態遷移を考察することは難しい。人数で見ても 256 通りの状態を扱う健康 16 状態の状態遷移において、過半数の 54%の者が 0000-0000 セル 1 つに集中している。女性の状態遷移表を考察するためには、データ数のオーダーを 1 つか 2 つ上げる必要があると思われる。よって、本研究では状態遷移表に基づく以下の考察は、表 5.4 (a)男性の状態遷移表を基に行うものとする。

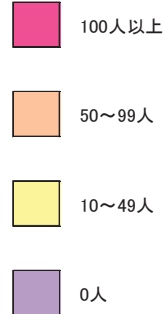
表 5.4(a)の状態遷移表の数値を人数から遷移確率に変換したものを表 5.5 に示す。各セルの数字は確率を示し、青色のセルは確率 0.1 以上である。例えば、平成 18 年に (1101) 状態であったものが平成 19 年に (1100) 状態に改善する確率は 0.13 であることがわかる。表 5.5 も表 5.4 と同様に、左上 0000-0000 のセルから右下 1111-1111 への対角線上は状態変化が無かったことを表しているが、確率 0.1 以上のセルは主にこの対角線よりも下側に分布している。対角線よりも下側のセルは平成 19 年に検査データが改善したものであるため、全体に改善傾向があることを示している。

次に、世代別に算出した状態遷移確率表を表 5.6 に示す。それぞれ確率 0.1 以上のもののみを示している。これを見ると、確率 0.1 以上のセル数が 30 代では 17 セル、40 代では 18 セル、50 代では 24 セル、60 代では 23 セルと世代が上の方が多くの状態遷移のケースをとっていることがわかる。状態遷移の内訳を見ると、対角線上の状態変化なしのセル数が 30 代では 10 セル、40 代では 13 セル、50 代では 12 セル、60 代では 9 セルとなっており、40 代と 50 代は状態変化しないケースが多いことがわかる。状態変化が起きるケースを見てみると、30 代では確率 0.1 以上のセルが対角線の下側の改善に 6 セルと上側の悪化に 1 セルあり、40 代では改善に 3 セルと悪化に 2 セル、50 代では改善に 7 セルと悪化に 5 セル、60 代では改善に 7 セルと悪化に 7 セルとなっており、30 代は状態改善のケースが多く、60 代では状態が改善するケースも悪化するケースも多くあることがわかる。

表 5.4 健康 16 状態の平成 18 年から 19 年での人数推移

(a)男性 5423 名の状態遷移表（縦軸：平成 18 年，横軸：平成 19 年）

	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
0000	999	104	60	8	120	11	10	6	70	14	10	2	7	6	3	1
0001	116	148	7	13	8	23	1	2	14	13	4	3	2	3	1	1
0010	51	9	83	10	10	0	13	4	4	0	11	2	0	0	4	0
0011	8	12	12	22	3	2	2	4	2	0	1	8	0	1	0	3
0100	153	25	9	4	209	47	16	6	10	3	2	1	22	6	6	2
0101	27	42	4	3	31	105	2	7	1	4	0	2	5	9	1	1
0110	8	3	13	2	13	5	26	4	2	0	1	0	0	1	6	3
0111	1	6	5	3	3	12	9	16	0	0	0	1	0	2	1	6
1000	102	15	10	0	9	5	1	0	290	58	55	17	56	13	6	4
1001	21	30	1	0	4	7	0	0	51	103	11	23	8	31	2	6
1010	16	5	24	0	1	0	2	0	62	9	121	27	5	7	27	9
1011	3	3	2	2	1	1	0	0	15	34	35	65	3	11	8	20
1100	13	2	1	0	13	3	1	0	33	7	7	2	108	40	22	7
1101	7	6	1	0	6	16	0	4	11	36	0	4	35	103	8	25
1110	6	0	5	0	6	3	6	2	11	5	15	4	33	7	96	26
1111	3	3	1	2	4	8	4	9	6	11	7	26	11	34	27	76



(b)女性 2867 名の状態遷移表（縦軸：平成 18 年，横軸：平成 19 年）

	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
0000	1538	68	24	1	158	12	3	0	26	4	2	0	4	0	1	0
0001	68	73	2	4	7	12	1	1	2	6	0	0	1	0	0	0
0010	28	3	8	1	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	2	0
0011	1	4	0	4	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0100	129	8	7	0	160	19	6	0	1	0	0	0	1	0	2	0
0101	13	16	0	0	17	16	1	0	0	1	0	0	0	3	0	0
0110	5	1	2	0	9	3	3	2	0	0	0	0	1	0	0	0
0111	1	0	0	0	0	0	0	5	0	0	1	0	0	0	0	1
1000	15	1	0	0	1	0	1	0	86	14	10	3	12	4	1	1
1001	0	2	0	1	0	1	0	1	15	22	0	1	5	5	0	3
1010	2	0	0	0	0	0	0	0	5	2	5	0	0	1	1	0
1011	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	3	1	0	0	2
1100	5	0	0	0	1	2	0	0	10	1	0	0	24	6	2	2
1101	1	1	0	0	0	1	0	0	2	8	1	1	8	23	0	1
1110	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	1	7	0	3	6
1111	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5

表 5.5 健康 16 状態の平成 18 年から 19 年での推移確率

男性 5423 名の状態遷移確率表

(縦軸：平成 18 年，横軸：平成 19 年 青色：確率 0.1 以上)

	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
0000	0.7	0.07	0.04	0.01	0.08	0.01	0.01	0	0.05	0.01	0.01	0	0	0	0	0
0001	0.32	0.41	0.02	0.04	0.02	0.06	0	0.01	0.04	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0	0
0010	0.25	0.04	0.41	0.05	0.05	0	0.06	0.02	0.02	0	0.05	0.01	0	0	0.02	0
0011	0.1	0.15	0.15	0.28	0.04	0.03	0.03	0.05	0.03	0	0.01	0.1	0	0.01	0	0.04
0100	0.29	0.05	0.02	0.01	0.4	0.09	0.03	0.01	0.02	0.01	0	0	0.04	0.01	0.01	0
0101	0.11	0.17	0.02	0.01	0.13	0.43	0.01	0.03	0	0.02	0	0.01	0.02	0.04	0	0
0110	0.09	0.03	0.15	0.02	0.15	0.06	0.3	0.05	0.02	0	0.01	0	0	0.01	0.07	0.03
0111	0.02	0.09	0.08	0.05	0.05	0.18	0.14	0.25	0	0	0	0.02	0	0.03	0.02	0.09
1000	0.16	0.02	0.02	0	0.01	0.01	0	0	0.45	0.09	0.09	0.03	0.09	0.02	0.01	0.01
1001	0.07	0.1	0	0	0.01	0.02	0	0	0.17	0.35	0.04	0.08	0.03	0.1	0.01	0.02
1010	0.05	0.02	0.08	0	0	0	0.01	0	0.2	0.03	0.38	0.09	0.02	0.02	0.09	0.03
1011	0.01	0.01	0.01	0.01	0	0	0	0	0.07	0.17	0.17	0.32	0.01	0.05	0.04	0.1
1100	0.05	0.01	0	0	0.05	0.01	0	0	0.13	0.03	0.03	0.01	0.42	0.15	0.08	0.03
1101	0.03	0.02	0	0	0.02	0.06	0	0.02	0.04	0.14	0	0.02	0.13	0.39	0.03	0.1
1110	0.03	0	0.02	0	0.03	0.01	0.03	0.01	0.05	0.02	0.07	0.02	0.15	0.03	0.43	0.12
1111	0.01	0.01	0	0.01	0.02	0.03	0.02	0.04	0.03	0.05	0.03	0.11	0.05	0.15	0.12	0.33



表 5.6 世代別の状態遷移確率表

(縦軸：平成 18 年，横軸：平成 19 年，確率 0.1 以上)

30 代 (1474 名)

40 代 (1934 名)

	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
0000	0.77															
0001	0.37	0.43														
0010	0.37		0.34													
0011																
0100	0.38				0.36											
0101																
0110																
0111																
1000	0.19							0.48	0.11							
1001								0.26	0.26							
1010								0.24	0.41							
1011										0.34						
1100											0.43					
1101																
1110															0.5	
1111																

	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
0000	0.68				0.11											
0001	0.34	0.41														
0010			0.46													
0011																
0100	0.34				0.4											
0101						0.4										
0110																
0111																
1000	0.14							0.46	0.11							
1001									0.35							
1010										0.43						
1011											0.33					
1100												0.27				
1101													0.43			
1110														0.52		
1111															0.4	

50 代 (1812 名)

60 代 (203 名)

	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
0000	0.6	0.11			0.1											
0001	0.27	0.37														
0010			0.45													
0011																
0100	0.21				0.42	0.13										
0101					0.49											
0110																
0111																
1000	0.15							0.42				0.12				
1001									0.39							
1010								0.22		0.31						
1011																
1100												0.48	0.16			
1101												0.14	0.4			
1110												0.19	0.36			
1111													0.2	0.32		

	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
0000	0.39	0.21			0.14											
0001		0.64														
0010																
0011																
0100	0.23				0.41	0.18										
0101		0.13			0.22	0.43										
0110																
0111																
1000								0.42					0.25			
1001									0.38					0.38		
1010																
1011																
1100													0.56	0.19		
1101													0.19	0.43		0.24
1110													0.25	0.33		
1111												0.15		0.25		

## 2) 立方格子モデルによる健康状態遷移

健康 16 状態の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健康状態遷移の表現を考案した。2 値化による健康 16 状態は 4 因子による 4 次元ベクトルの形だが、それぞれ 1bit ずつの 4bit であることから、先に述べたように状態数は 16 である。そこで 16 状態を半分の 8 状態が 2 つとして捉えると、8 つの頂点を持つ立方格子が 2 つあれば 16 状態を表現できると考えた。図 5.3 に考案した 16 の健康状態を立方格子の頂点で表現したモデルを示す。図 5.3 の左立方格子は体型因子が 1、右立方格子は体型因子が 0 の状態を配置している。これにより特定健診の保健指導対象者は左の立方格子の状態に属することになる。この図に対して表 5.5 の状態遷移確率 0.1 以上の状態遷移を各頂点間の遷移として矢印で示し、確率値を数値として横に添えたものが図 5.4 の健康状態遷移モデルである。

図 5.4 の青矢印は健康状態改善、緑矢印は 2 段階の健康状態改善、赤矢印は健康状態悪化を意味する状態遷移である。黒の丸い矢印は同じ状態に留まることを意味する。矢印横の数字は始点から終点の状態への遷移確率である。男性全体で見ると、青矢印が多く改善傾向にあることがわかる。また、特定保健指導の対象かどうかが変わる左右の立方格子を跨ぐ遷移は、(1000) 状態 → (0000) 状態と、(1001) 状態 → (0001) 状態の 2 つである。

次に、表 5.6 に示した世代別の状態遷移確率表を用いて図 5.5～図 5.8 に世代別の健康状態遷移モデルを示す。図 5.5 の 30 代の健康状態遷移モデルでは、左右を跨ぐ遷移は (1000) 状態 → (0000) 状態のみである。それ以外の青矢印 2 つは、体型以外の 1bit が 1→0 であることから、体型以外の 1 つの因子が悪い場合にそれを改善する状態遷移が起き易いと考えられる。また、(1000) 状態と (1010) 状態の 2 つは、青矢印と赤矢印が重なっている。図 5.6 の 40 代の健康状態遷移モデルでは、30 代と同様に左右を跨ぐ遷移は (1000) 状態 → (0000) 状態のみである。それ以外の青矢印 2 つは、体型以外の 1bit が 1→0 であることから、体型以外の 1 つの因子が悪い場合にそれを改善する状態遷移が起き易いと考えられる。また、(0000) 状態と (0100) 状態の 2 つは、青矢印と赤矢印が重なっている。図 5.7 の 50 代の健康状態遷移モデルでも 30 代と 40 代と同様に、左右を跨ぐ遷移は (1000) 状態 → (0000) 状態のみである。しかし、それ以外の青矢印は様々な遷移で見られ、どれも体型以外の 1bit を 1→0 に改善する遷移である。30 代と 40 代より青矢印と赤矢印の重なりが増えており、体型以外の 1 つの因子が改善したり悪化したりする入れ替わりが起き易いと考えられる。図 5.8 の 60 代の健康状態遷移モデルでは、他の世代と異なり左右の立方格子を跨ぐ矢印がないことから、メタボリックシンドロームからの脱却が容易でないと考えられる。また青矢印と赤矢印の重なりが多く、状態遷移の方向性が定まらないランダムな動きになっており、定型的な傾向が見られない。このことから 60 代では、状態を改善してもまた悪化

するような動きをし易いと考えられ、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。

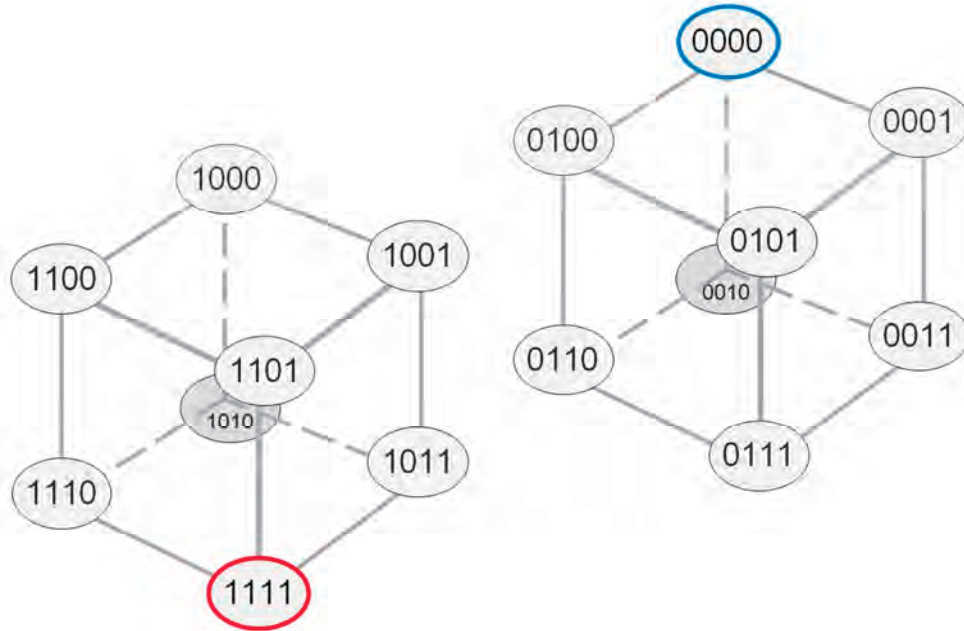


図 5.3 16 の健康状態を立方格子の頂点で表現したモデル

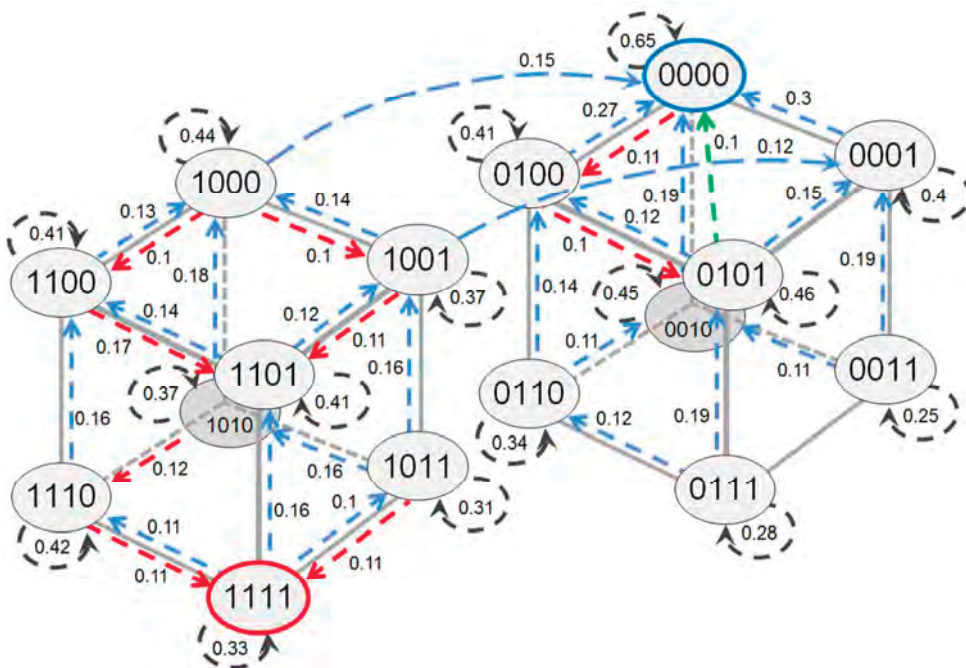


図 5.4 健康状態遷移モデル 確率 0.1 以上 (男性 5423 名)

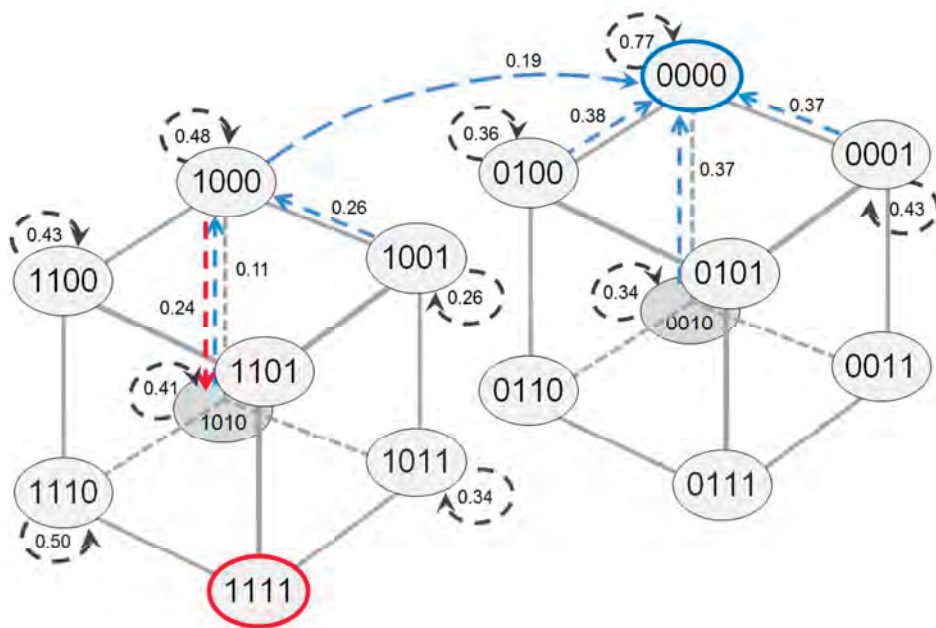


図 5.5 30代の健康状態遷移モデル 確率 0.1 以上 (1474 名)

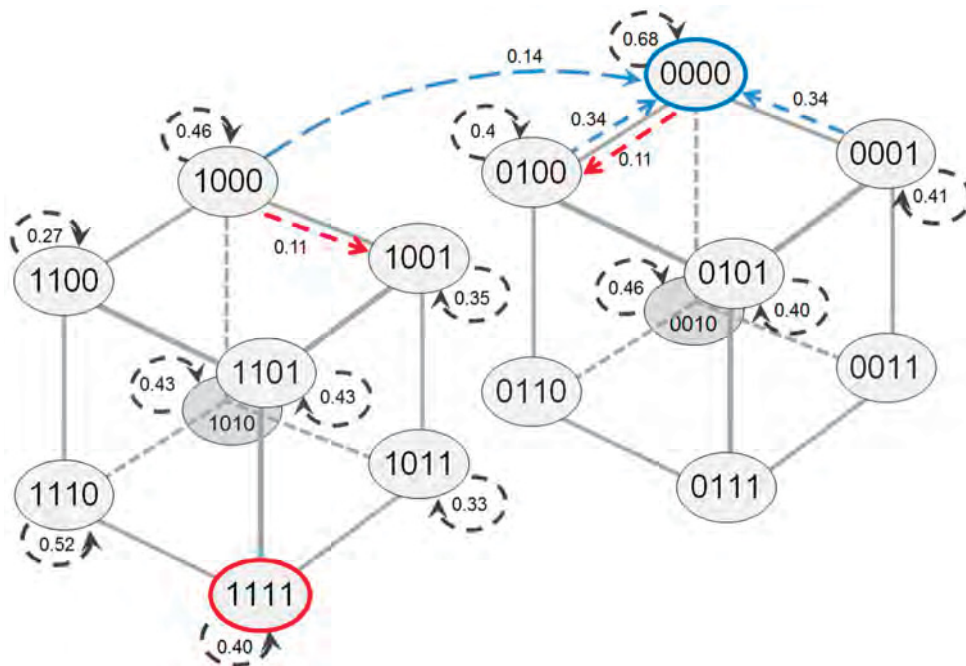


図 5.6 40代の健康状態遷移モデル 確率 0.1 以上 (1934 名)

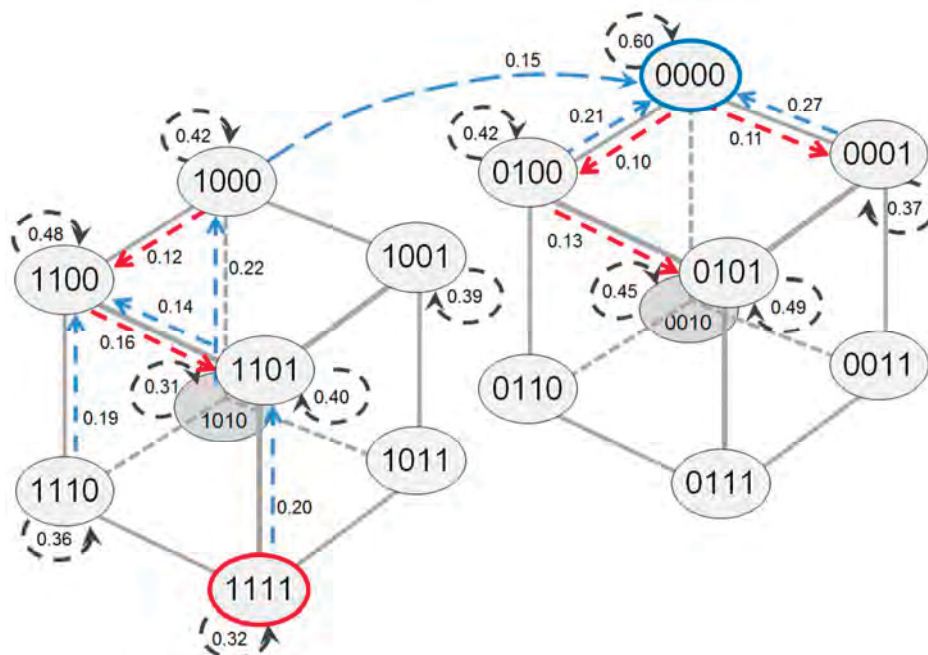


図 5.7 50代の健康状態遷移モデル 確率 0.1 以上 (1812 名)

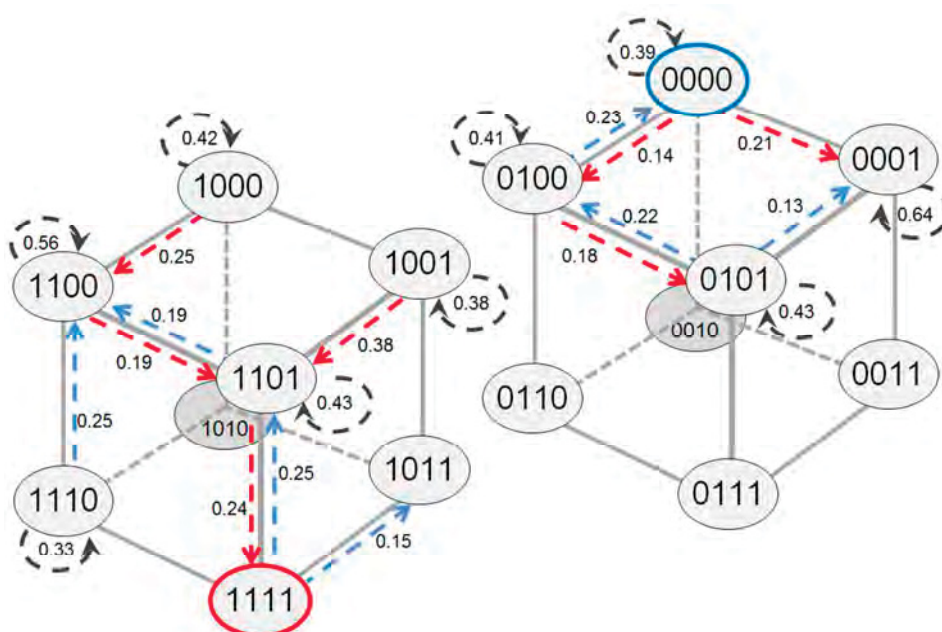


図 5.8 60代の健康状態遷移モデル 確率 0.1 以上 (203 名)

#### 5.1.4 支援レベルと生活習慣因子の関連性

本研究では経年データとして平成 18 年と 19 年で受診者ごとに対応がつく質問票データと検査データを扱っているため、両データの組合せとしては、質問票データと検査データが同年（平成 19 年）の場合（以降、同年データセットと呼ぶ）と、平成 18 年の質問票データと 1 年後の平成 19 年の検査データとの場合（越年データセットと呼ぶ）の 2 通りを取り上げることが可能となる。これらを検討することで、生活習慣が検査結果に影響を与えるまでの時間差についての評価を行うことができる。

男性の経年データから、これら 2 通りのデータセットに対する支援レベル毎の質問ポイント平均（受診者個々の 36 問分の質問ポイントの平均値を、各支援レベルに所属する受診者全体で更に平均をとった値）を図 5.9 にプロットした。これを見ると、同年データセットと越年データセットの結果はほぼ一致しており、データセット間の差は小さい。支援レベルに対する値の変化の特徴としては、両データセット共に積極的支援レベル、情報提供レベル、保健指導対象外の 3 レベルについては質問ポイント平均が直線的に並んでおり、動機づけ支援レベルのみが高値となり突出している。積極的支援レベル、動機づけ支援レベル、情報提供レベル、保健指導対象外の順に生活習慣を反映する質問ポイントが大きくなると思いがちだが、そのようにはなっていないことがわかる。尚、女性に関しては、保健指導対象外の他の支援レベルに分類される者が少数であるため、この分析の対象としなかった。

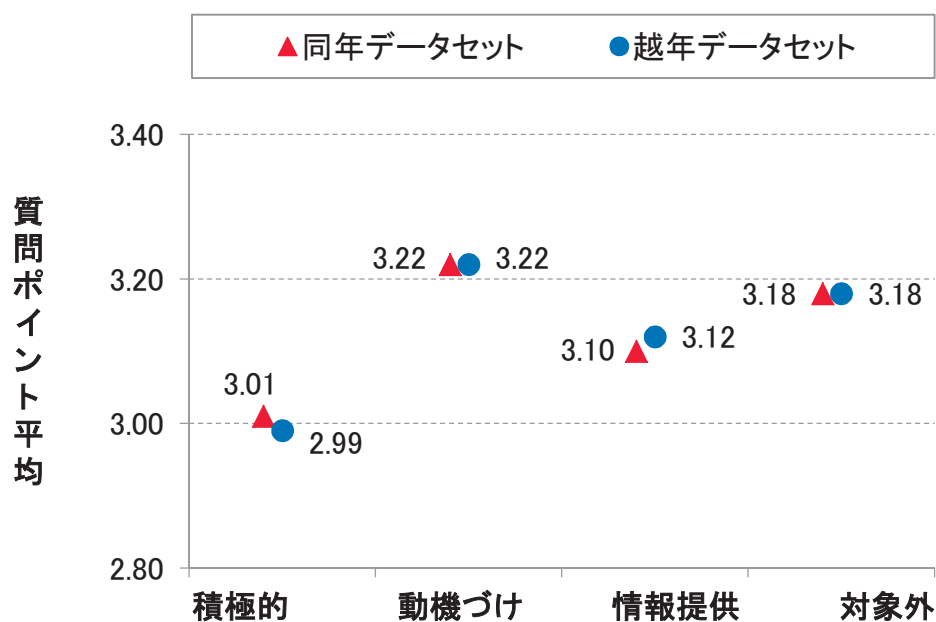


図 5.9 支援レベル毎の質問ポイント平均の分布（男性 5423 名）

### 5.1.5 健康 16 状態と生活習慣因子の関連性

図 5.10 は前項と同じ質問ポイントの平均を、5.1.2 項で提案した健康 16 状態のビット合計毎にプロットしたものである。例えば(1111)状態であればビット合計は4, (1100)状態であればビット合計は2 となり、ビット合計が小さい値ほど検査結果が良いことになる。まず、同年データセットと越年データセットの場合で比較すると、同年に比べ越年の方が質問ポイントと健康 16 状態の相関がやや強い傾向が窺える。

次に、前項の支援レベルに対する図 5.9 と比較すると、支援レベルよりも健康 16 状態の方が質問ポイントとの相関が良いことが分かる。これは、健康 16 状態の方が支援レベルより健康状態を直接的に反映していることによる。例えば、保健指導対象外には、健康 16 状態での (0\*\*\* ) 状態 (\* =0or1) の 8 状態が含まれている。(0000) 状態は全て基準値内の健康な者であるが、(0111) 状態は体型因子以外全て基準値外の健康的でない者であり、それらが混在することで支援レベルと質問ポイントとの関係が不明瞭になってしまう。よって、体型因子(腹囲, BMI)を優先する階層化に併せて、体型, 血糖, 脂質, 血圧の各因子を対等に扱う 5.1.2 項で提案した健康 16 状態を相補的に用いることで、質問票データと検査データとの関係性をよく踏まえた保健指導につながるのではないかと考える。

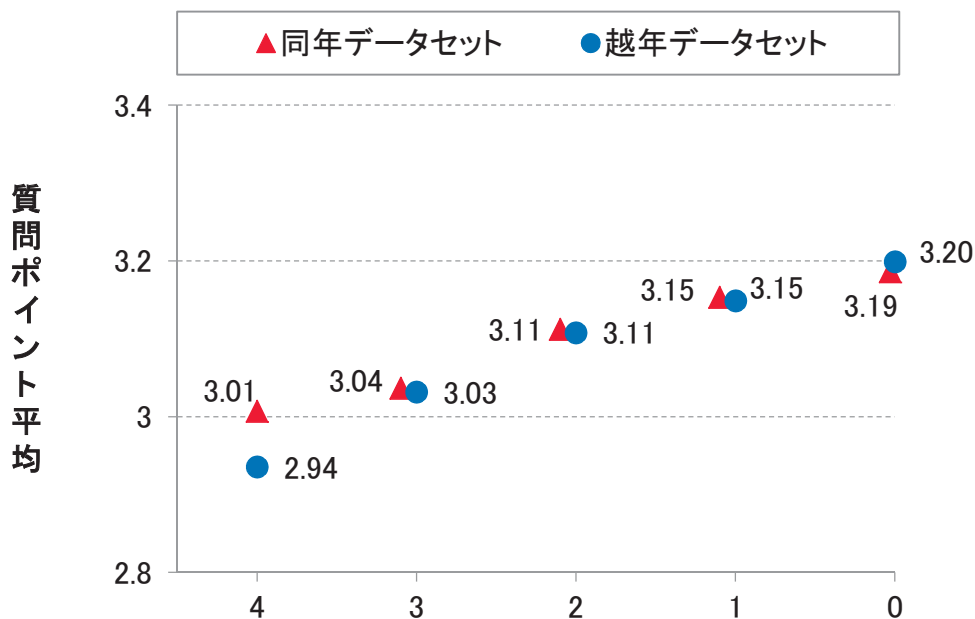


図 5.10 健康 16 状態のビット合計毎の質問ポイント平均の分布 (男性 5423 名)

## 5.2 経年データと特定健診対応ベイジアンネットワーク

### 5.2.1 健康 16 状態をノード化したベイジアンネットワーク

5.1.2 項で検討した健康 16 状態をノードとして，特定健診対応ベイジアンネットワークに導入する．ベイジアンネットワークを構成するノードとしては，質問ノード群，検査ノード群，階層化ノード，及び健康 16 状態ノードの 4 種類となる．図 5.11 に健康 16 状態ノードを示す．ノードの状態は (0000) 状態から (1111) 状態までの 16 状態をとるようになっている．図中では，最も健康的な (0000) 状態の確率は 28.2% であり，最も健康的でない (1111) 状態の確率は 3.53% である．この健康 16 状態ノードを同じく健康状態を表わす検査ノード群の要の位置に配置したネットワーク構成が図 5.12 である．左から順に 36 個の質問ノード群，階層化ノード，健康 16 状態ノード，そして 8 個の検査ノード群と結びついている．質問ノード群と検査ノード群は，階層化ノードと健康 16 状態ノードを介して互いに影響しあう構造となっている．このように特定健診の枠組みと健康 16 状態で構成したベイジアンネットワークを構築した．以降，図 5.12 の構成のベイジアンネットワークを特定健診対応ベイジアンネットワーク Type3 と呼ぶ．

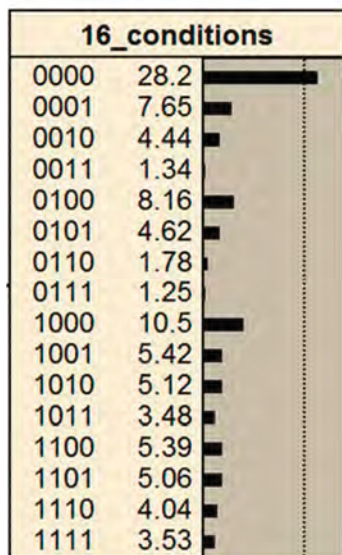


図 5.11 健康 16 状態ノード



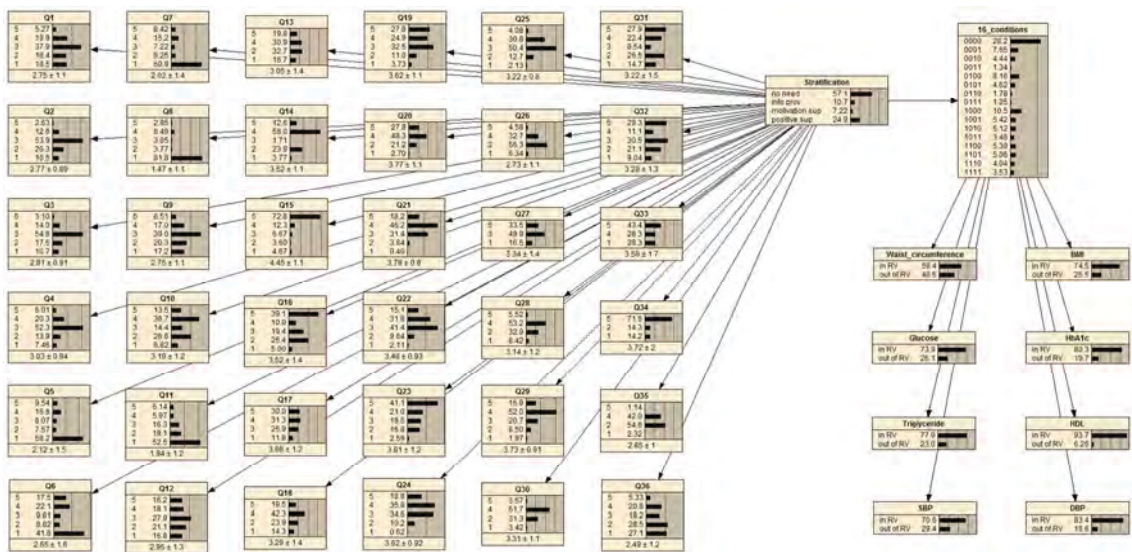


図 5.12 健康 16 状態ノードを導入した特定健診対応ベイジアンネットワーク Type3 の全体構成

### 5.2.2 同年データセットと越年データセットによる評価

ベイジアンネットワークはグラフ構造と、各ノードでの条件付確率表の両者でその特性が決まる。つまり、同じグラフ構造のベイジアンネットワークでも条件付確率表が違えば異なるアウトカムを示すものになる。そこで、5.1.4 項で述べた、生活習慣が健康状態に影響を与えるまでの時間差についての評価を、図 5.12 の特定健診対応ベイジアンネットワーク Type3 に対して、同年データセットと越年データセットそれぞれによる条件付確率表を適用することにより行った。具体的には、両者のアウトカムの評価を、表 4.1 に示した質問票データからの抽出した生活習慣因子を用いて、以下の手順にて実施した。

- ①質問ノード群を無設定状態とした時の健康 16 状態ノード中の (0000) 状態の確率値を得る。
- ②対象とする生活習慣因子を代表する質問ノード群に対し、高得点 (4 ポイント以上) に設定した時の、健康 16 状態ノード中の (0000) 状態の確率値を得る。
- ③②の確率値から①の確率値を引き算し、その変化量を求める。
- ④対象とする生活習慣因子を代表する質問ノード群に対し、低得点 (2 ポイント以下) に設定した時の、健康 16 状態ノード中の (0000) 状態の確率値を得る。

⑤④の確率値から①の確率値を引き算し、その変化量を求める。

⑥生活習慣因子 1～10 に対して①～⑤を行う。

以上の結果を表 5.7 に示す。健康 16 状態の中で (0000) 状態は最も健康的であるので、(0000) 状態の確率の変化量が正の場合、健康的な状態がより維持され易いことを意味し、逆に負の場合は健康的でない状態への悪化がより起きやすくなったことを意味する。よって、質問ノード群を高得点に設定した時の確率の変化量が正值で、低得点に設定した時の確率の変化量が負値という組合せであれば、質問票と検査の結果の関連を的確に表していることになる。表 5.7 を見ると、同年データセットの特定健診対応ベイジアンネットワークでは、因子 6, 7, 9 の 3 つだけがこれに該当しているのに対して、越年データセットでは、因子 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9 の 8 つが該当している。このことから、越年データセットの方が、質問票データと検査データの間に関連をより良く反映できていることがわかる。

表 5.7 データセットによるアウトカムの比較

生活習慣因子	同年データセット		越年データセット	
	A	B	C	D
因子 1	-8.2	-23.4	4.8	-21.2
因子 2	-5.6	-4.2	1.4	-2
因子 3	-1.8	-46.5	1.2	-40.1
因子 4	-7	-1.2	3.1	-17.4
因子 5	-7	-0.7	-4.3	-2.8
因子 6	0.9	-34.4	2.9	-41.1
因子 7	3.3	-12.1	3.2	-14.2
因子 8	-1.6	-1.5	0.8	-0.4
因子 9	4.2	-9.5	4.1	-6.5
因子 10	-2.1	1.1	-1.1	1

A, C : 各因子を代表する質問ノード群を高得点に設定した時の検査状態の確率の変化量 (%)

B, D : 各因子を代表する質問ノード群を低得点に設定した時の検査状態の確率の変化量 (%)

### 5.3 個別事例を用いたリスク評価

前節では受診者集団の特徴という視点で特定健診対応ベイジアンネットワーク Type3 の状態確率の変化を評価したが、ここでは個別事例のデータを用いてリスク評価を行い、個々の保健指導を行う上での有用性を検討する。具体的には、3.4 節、4.4 節と同様にある受診者の健診データ状態を特定健診対応ベイジアンネットワーク Type3 に設定する。次に、その中で生活習慣に問題が見られる質問票項目に対応する質問ノードについて、生活習慣が改善したと想定して設定変更を行った時の健康 16 状態の変化を評価する。

ある受診者 C は 48 歳の男性で、検査データの HbA1c と HDL 以外の 6 項目が健診判定基準値外の (1111) 状態である積極的支援レベルの健診結果であった。表 5.8 に受診者 C の検査データを、表 5.9 に質問票データの各ポイントを示す。図 5.13 は受診者 C のこれらの質問票データを特定健診対応ベイジアンネットワーク Type3 に設定したものである。これを見ると、受診者 C は 32.0% というリスクが存在している (1111) 状態に属していることがわかる。また、質問ポイントが小さいノードを見ると、この受診者 C は生活習慣因子 2 の「日常の運動量」を代表する下記 6 つの質問群に対して 2 点以下の回答をしている。

Q5: あなたはラジオ体操やストレッチ体操, ヨガなどをどのくらい行っていますか。

Q6: あなたは歩行や速歩, ジョギング, 水泳, エアロビックダンスなどの運動をどのくらい行っていますか。

Q7: あなたは腕や脚, 背, 腹などの筋力トレーニングをどのくらい行っていますか。

Q8: あなたはフィットネスクラブやスイミングスクールなどの運動施設をどのくらい利用していますか。

Q9: 運動量の目安としての時間や距離 (歩数), 体重の変化などについてあなたの意識はどの程度ですか。

Q26: あなたは日頃から健康の維持・増進のための行動を意識し, 実践していますか。

ここで受診者 C が生活習慣を改善してこれら 6 問の質問ポイントが最大 (5 点) となったと仮定し、図 5.13 の受診者 C の質問票データを設定した特定健診対応ベイジアンネットワークの Q5, Q6, Q7, Q8, Q9, Q26 の 6 つのノードを、質問ポイント 5 点に設定変更して受診者 C の生活改善シミュレーションを試みる。図 5.14 にその結果を示す。枠で囲んだノードが設定変更した生活習慣因子 2 の 6 つの質問ノードである。図 5.13 と図 5.14 の健康 16 状態ノードを拡大したものを図 5.15 に示す。これを見ると、受診者 C の状態である (1111) 状態の確率が減少 (32.0→13.6%) していることが分

かる．すなわち，受診者 C が質問票データの因子 2 に関する 6 つの生活習慣を改善することで，体型，血糖，脂質，血圧の各因子全てが基準値外である（1111）状態という健康的でない状態にある確率が 5 分の 2 程度になることを示している．一方，（1000）状態の確率は 20 倍以上に増加（0.80→18.6%）しており，体型以外の因子が基準値内になる確率が大きくなることを示している．このように特定健診対応ベイジアンネットワーク Type3 を用いて，個別事例についての生活習慣改善のシミュレーションを行えることを示した．

表 5.8 受診者 C の検査データ

腹囲	BMI	空腹時血糖値	HbA1c
91.5cm	25.2kg/m <sup>2</sup>	103mg/dl	5.0%
中性脂肪	HDL	収縮期血圧	拡張期血圧
188mg/dl	58mg/dl	145mmHg	86mmHg

表 5.9 受診者 C の質問票データの各ポイント

Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12
3	3	3	3	1	1	1	1	2	2	1	2
Q13	Q14	Q15	Q16	Q17	Q18	Q19	Q20	Q21	Q22	Q23	Q24
4	4	4	4	3	4	3	5	4	3	3	3
Q25	Q26	Q27	Q28	Q29	Q30	Q31	Q32	Q33	Q34	Q35	Q36
2	2	3	2	3	2	4	4	4	5	4	2

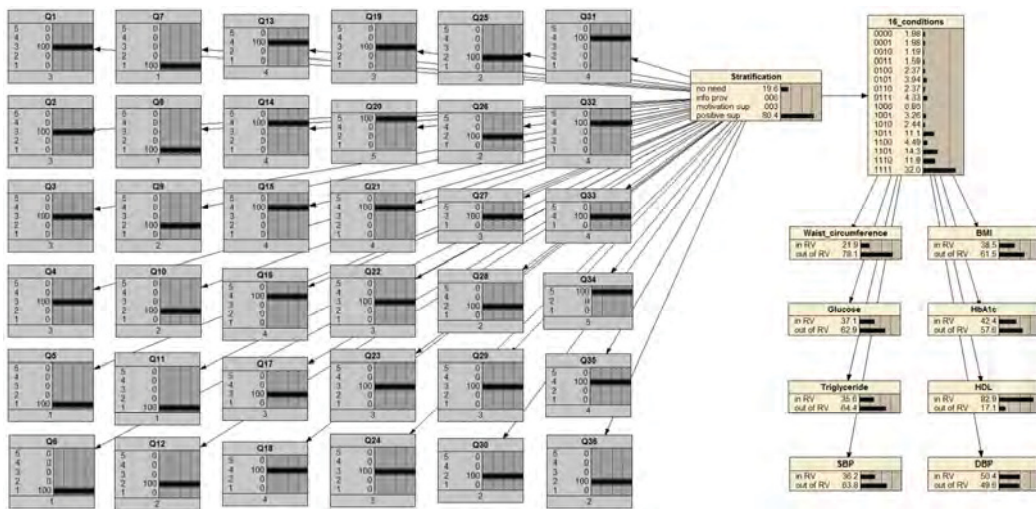


図 5.13 特定健診対応ベイジアンネットワーク Type3 に受診者 C の質問票データを設定した状態

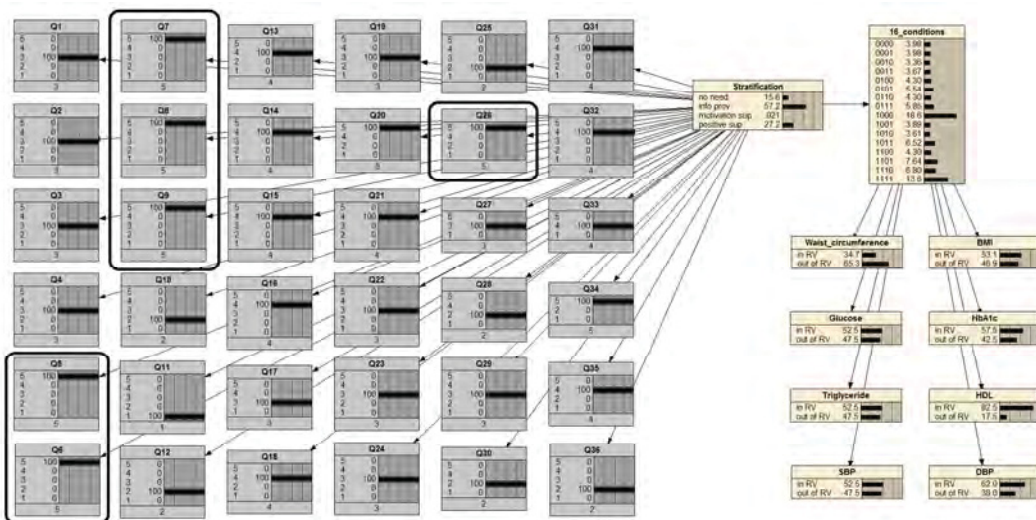


図 5.14 生活習慣因子 2 の質問ノードを設定変更した受診者 C の特定健診対応ベイジアンネットワーク Type3 (枠で囲んだノードが因子 2 の Q5,6,7,8,9,26)

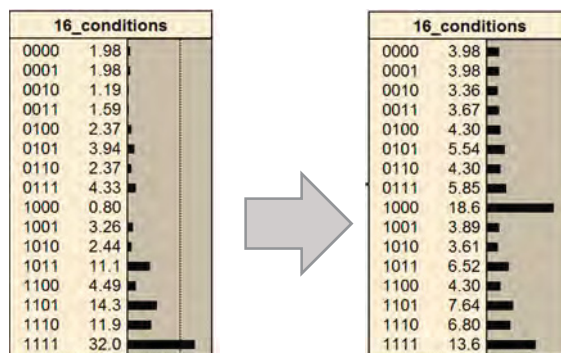


図 5.15 生活習慣因子 2 の設定変更による健康 16 状態ノードの変化

## 5.4 特定健診対応ベイジアンネットワークを用いた Android アプリの開発

本研究では, 特定健診の枠組みとデータ構成に則して, 大規模データを柔軟に扱え, 個々の受診者の保健指導に役立てることのできる特定健診対応ベイジアンネットワークについて検討してきた. それは生活習慣を問う質問票データと, 健康状態を示す検査データの両者に基づいた確率推定を行い, 受診者にそれを提示することで行動変容につながる情報提供を可能にする. しかし, 実際に保健指導を行う保健師等にとって, 現状の特定健診対応ベイジアンネットワークは, そのままでは理解が難しいと思われ, より簡便で利用しやすいものとするのが望まれる. そこで, 近年大変身近な存在となりつつある Android アプリとして利用できる, 特定健診対応ベイジアンネットワークを応用した保健指導ツールの開発に取り組むことにした[25,26]. 以下, Android アプリのプロトタイプの開発と, その適用可能性の検証を述べる.

### 5.4.1 基本設計

目標とする Android アプリの保健指導ツールの仕様としては, タッチパネル入力の簡便でわかりやすいユーザーフレンドリーな Android アプリの保健指導ツールでありながら, 内部的には前節までの成果物である特定健診対応ベイジアンネットワークにて確率推定を行うシステムとした. システム構成は, Web サーバ上にサーバサイド・スクリプトによる特定健診対応ベイジアンネットワーク演算システムを構築し, Android アプリはインターフェースとして機能させる. 図 5.16 に保健指導ツールのシステム構成を示す. Android アプリの保健指導ツールに受診者の検査結果と質問票回答を入力すると, 保健指導レベル判定結果に加えて翌年の健康状態が推定される. その上で生活習慣の行動変容を想定して質問票の回答を変化させると, 行動変容後の健康状態をシミュレートして推定値が示されるものとした. 尚, 健康状態の表現として, 5.1.2 項で提案した健康 16 状態を用いることにし, 内部で確率推定を行うベイジアンネットワークには, 特定健診対応ベイジアンネットワーク Type3 を用いることにした.



図 5.16 保健指導ツールのシステム構成

## 5.4.2 プロトタイプの構築

プロトタイプの構築は次の手順で行った。

- ①特定健診対応ベイジアンネットワーク Type3 と同様の確率推定を計算するロジックを、PHP サーバサイド・スクリプトにてプログラミングし、テスト用 Web サーバ上に演算システムを構築する。
- ②ユーザデータとベイジアンネットワークの条件確率表を保存するデータベースを MySQL により構築し、ユーザデータには Mcrypt ブロック暗号を用いて暗号化するセキュリティ対策を施す。
- ③Android 端末から Step1, 2 で構築したシステムに入出力する Android アプリを JAVA にてプログラミングする。

また、①のプログラミングにて用いた確率推定のロジックは次の通りである。

質問ノードを  $Q_1 \sim Q_{36}$ 、階層化ノードを  $S$ 、健康 16 状態ノードを  $C$  とし、各質問ノードの設定を  $Q_{1c}, \dots, Q_{36c}$  で表すとすると、

36 個の質問ノードを設定した時の階層化ノードの条件付確率は次式で表される。

$$P(S_i | Q_{1c}, \dots, Q_{36c}) = \frac{P(Q_{1c} | S_i) \cdot P(Q_{2c} | S_i) \cdot \dots \cdot P(Q_{36c} | S_i) \cdot P(S_i)}{\sum_{n=1}^4 \{P(Q_{1c} | S_n) \cdot P(Q_{2c} | S_n) \cdot \dots \cdot P(Q_{36c} | S_n) \cdot P(S_n)\}}$$

(但し  $i=1, \dots, 4$ )

同じく、健康 16 状態ノードの条件付確率は次式で表される。

$$P(C_j | S_i, Q_{1c}, \dots, Q_{36c}) = \sum_{n=1}^4 \{P(C_j | S_n) \cdot P(S_n | Q_{1c}, \dots, Q_{36c})\}$$

(但し  $i=1, \dots, 4, j=1, \dots, 16$ )

構築した Android アプリ保健指導ツールのプロトタイプの画面を図 5.16 に示す。



図 5.16 保健指導ツールのプロトタイプ

#### 5.4.3 特定健診データによる精度確認と適用可能性の検証

開発した Android アプリの保健指導ツールのプロトタイプが、図 5.12 の特定健診対応ベイジアンネットワーク Type3 と同様の確率推定が行えることを検証する。検証には Android 標準機である Nexus 7 を使用した。

積極的支援レベル、動機づけ支援レベルなどの検査データと質問票データを創出してテストデータを準備し、図 5.12 に示している Netica による特定健診対応ベイジアンネットワークと、図 5.16 に示す Android アプリ保健指導ツールのプロトタイプにそれぞれ入力した。そして、質問票のいくつかの回答を、受診者の生活習慣が改善されたと想定して良い回答に変化させた。表 5.10 にその結果例を示す。これを見ると、Netica による特定健診対応ベイジアンネットワークと、Nexus 7 で動作する Android アプリ保健指導ツールのプロトタイプの両者とも、同程度の確率値で翌年の健康状態を推定しており、構築した Android アプリ保健指導ツールのプロトタイプの計算精度に問題が無いことが確認された。

次に、経年データから対象事例を無作為抽出し、その検査結果と質問票回答を Android アプリ保健指導ツールのプロトタイプに入力することで、メタボリックシン



ドロームのリスク因子の確率推定を行った。更に、各事例に想定される生活習慣の改善に対応した質問票回答の変更を行い、リスク因子の数と確率の変化を確認し、受診者の指導への適用可能性について検討した。その結果、(0000) 状態（データ数：1534 件）や、(1000) 状態（データ数：582 件）など、対象データ数が多い健康 16 状態の事例では、生活習慣の改善を想定した質問票回答の変更により、メタボリックシンドロームのリスク因子の数に該当する健康 16 状態のビット数と、それらの確率が低下する様子が認められた。このようなシミュレーションが容易に行えることは、受診者の指導ツールとして有用であると考えられる。一方、(0111) 状態（データ数：64 件）や、(0011) 状態（データ数：69 件）など対象データ数が少ない健康 16 状態の事例では、生活習慣の改善と健康 16 状態のビット数との関係に不安定さが散見された。これら対象データ数が少ない健康 16 状態では、特定健診対応ベイジアンネットワークによって生成される条件付確率表に、データ頻度が少ないノード状態が含まれてしまう。そのため、数理的には正しく計算されていても、実用上有効な統計精度（信頼性）が確保できていないと考えられる。

以上から、開発した保健指導ツールのプロトタイプは、実データに対してもメタボリックシンドロームのリスク因子の確率推定を容易に行え、保健指導ツールとしての適用可能性が確認できた。しかし、対象データ数が少ない健康 16 状態の場合には、指導上の適用に不十分な状況も見られたことから、今後は更に特定健診データ数を拡充し、全ての健康 16 状態に適用可能にしていく必要がある。また、その上でフィールドテストを通して実地運用面での検討を行う必要がある。

表 5.10 テストデータによる確率推定値の変化の比較例

	積極的支援レベル テストデータ			
	テストデータ入力時		運動に関する問診回答を改善した時	
	積極的支援レベルの確率	体型と血糖が基準値外の確率	積極的支援レベルの確率	体型と血糖が基準値外の確率
特定健診対応 ベイジアンネットワーク (PC)	63.145%	7.599%	48.430%	5.624%
Androidアプリ プロトタイプ (Nexus7)	63.1%	7.6%	48.4%	5.6%

## 第6章 考察およびまとめ

団塊の世代が65才以上の高齢者になる平成27年度には、糖尿病等の生活習慣病有病者・予備群を25%減少させることを目標に、平成20年度から導入された特定健診は、5年毎の第1期の評価において、検査値の改善やメタボリックシンドローム関連疾患の医療費への一定の効果が報告されるといった成果を上げつつある。来年度以降、当初の目標時期である平成27年度時点での効果検証が行われると思われるが、平成26年4月の中間取りまとめに報告されている保健指導対象者割合の推移を見ると、目標の25%減少の実現には困難が予想される。しかし、平成26年度より導入されたデータヘルス計画では、特定健診は保健事業の中核と位置づけられ、今まで以上に重要性が高まり、効果的かつ効率的に実施されることが求められている。

本研究では、受診者自身が健診結果を理解して心身の変化を認識し、彼らの生活習慣における行動変容を引き起こすのに足る情報分析、提供ツールとして、ベイジアンネットワークに注目してデータ分析とシステム構築を行ってきた。

第3章では、特定健診の枠組みに基づいた構成の特定健診対応ベイジアンネットワーク Type1 を構築し評価を行った。質問ノードの設定によるリスク評価では、質問票の回答が全て良い状態に設定することで、階層化ノードの確率が健康的な状態へ確実に変化し、生活習慣が良くなれば健康状態も良くなるという生活習慣病の考え方に整合することが確認できた。また、3つの質問群（運動面、栄養面、生活面）ごとに、質問ノードの設定変更が階層化ノードと検査ノード群に与える影響の評価では、質問ノードと検査ノードはネットワーク上で直接結びつけられていないが、階層化ノードを介することで質問ノードの状態の設定に応じて検査ノードの状態が影響を受けることが確認された。さらに、ネットワーク構造は同じでも、用いたデータが異なる男女それぞれの特定健診対応ベイジアンネットワークが、異なる性質を持つことも確認された。加えて、実際の保健指導を想定した個別事例のデータによるリスク評価のシミュレーションでは、受診者がどのような生活習慣の改善を行うと、どのような健康状態に改善する可能性があるのかを、階層化ノードの状態確率を通して示すことが出来た。これらの評価を通して、特定健診対応のベイジアンネットワーク Type1 は、保健指導を行う上で最も重要となる生活習慣と健康状態の結びつきを、問診、検査、および支援レベル階層の項目のノード化で具体的に表現できていると、実際の特定健診場面での判断、予測、および指導のためのツールとしての可能性を示すことができた。

第4章では、特定健診対応ベイジアンネットワークを、質問票データから抽出した生活習慣因子を用いて質問ノードを生活習慣因子ノードに置き換え、一般化することを試みた。同時に検査ノードに受診勧奨基準値を導入し、階層化基準値と合わせてより詳細な健康状態の把握ができるノードに拡張することを試みた。そして、構築した

生活習慣因子対応ベイジアンネットワーク（特定健診対応ベイジアンネットワーク Type2）について、生活習慣因子ノードと階層化ノードの関連性についての評価を行ったところ、質問票データが捉える生活習慣が検査データとして表れる健康状態に影響を与えるという、生活習慣病の考え方に即した関連性を確認できた。

次に、特定健診対応ベイジアンネットワーク Type1 との比較評価を行ったところ、生活習慣因子対応ベイジアンネットワークの生活習慣因子ノードは、質問票データの個人的バラツキを丸めこんでいる（抽象化している）ことが確認できた。これは、健診実施機関が独自の特徴を活かした様々な質問票を用いていても、生活習慣因子という抽象的な枠で質問票のデータを捉え直せば、本研究の生活習慣因子対応ベイジアンネットワークを応用できると考える。生活習慣因子ノードの導入で、個々の質問は因子という枠にまとめられるので、質問レベルでの質問数や表現面への許容度は増し、質問紙以外の方法での情報収集も可能になる。標準的な質問用紙よりも詳しい受診者らの生活習慣の情報を質問や保健指導の場で捉えられれば、生活習慣因子ノードを導入した生活習慣因子対応ベイジアンネットワーク（特定健診対応ベイジアンネットワーク Type2）は更に有用なリスク評価ツールとなり得ると期待される。また、受診者の生活習慣の生活習慣因子のレベルでの変化を想定した個別事例データによるリスク評価のシミュレーションでも、階層化ノードや検査ノード群の確率値を通して、生活習慣改善効果を示すことができた。

第5章では、特定健診導入以前の平成18と19年における保健指導の影響下でない健診データを分析することで、通常の経過での支援レベル間の移動率を得ることができた。男性の健診データの分析では、両年の各支援レベルの人数分布には大きな変化は無いが、情報提供レベル、動機づけ支援レベルでは半数以上の入れ替わりが起きているなど、移動率からは大きな変化が見て取れた。一方、保健指導対象外は低い移動率の入れ替わりに留まっていることから、保健指導による介入が無い通常の状態では、保健指導対象外に分類される者の健康状態は比較的安定しており、反対に情報提供レベルや動機づけ支援レベルに分類される者の健康状態は変化しやすいということが示唆された。一方、女性の健診データの分析では、積極的支援レベルが約半数の移動率となっており、保健指導対象外は僅かな移動率となっている。大多数の女性が保健指導対象外に分類されるだけでなく、さらにそこに安定する傾向の違いが見られた。

次に、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た。そして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.

これらに加えて, 階層化ノードよりも詳細な健康状態を示すノードとして健康 16 状態ノードを特定健診対応ベイジアンネットワークに導入し, 新たな特定健診対応ベイジアンネットワーク Type3 を構築し評価した. この特定健診対応ベイジアンネットワーク Type3 に対して, 同年と越年のデータセットを適用する方法で, 生活習慣が健康状態に影響を与えるまでの時間差について検討した結果, 質問ノード群を設定したときの健康 16 状態ノードの確率の変化において, 同年よりも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をより良く表わしていることが示された. この比較は, 同じ検査データに対する同年の質問票データと前年の質問票データの関連の強さの比較を意味しており, その結果は健診時に同時に実施した質問票の回答だけでなく, 検査結果により関連している前年の質問票の回答も保健指導に活用する方がよいことを示唆していると考えられる. また, 実際の保健指導を想定した個別事例データによるリスク評価のシミュレーションでは, 受診者がどのような生活習慣の改善を行うと, どのような健康状態に改善する可能性があるのかを, 健康 16 状態ノードの確率値を通して示すことができた.

本研究では, 3.4 節, 4.4 節, 5.3 節において, それぞれ個別事例のデータを用いて生活改善シミュレーションによるリスク評価を行ったが, このような検討を保健指導の場で指導者と受診者が共に行うことは, 受診者らの行動変容を引き起こす有効な手段になると期待できる. このことは, 受診者その人のデータに基づく確率値を用いて, その人に合わせた生活習慣の改善点の提案・指導を行えるツールとしての可能性を示すものと考えられる. ゆえに, 本研究の成果である特定健診対応ベイジアンネットワークは, 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言える.

本研究で用いた Netica のようなベイジアンネットワーク構築ツールは, 視覚的にベイジアンネットワークを捉えることが出来, 各ノード間の接続の組み替えや, ノードの追加削除などネットワーク構成の変更などを容易に行えるように作られている. しかし, その理解にはベイジアンネットワークに関する知識が必要であり, ベイジアンネットワークに馴染みのない保健指導者や受診者らにとって, これを理解することは容易ではない. そこで, 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べく, 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. 本研究で開発した Android アプリ保健指導ツールのプロトタイプは, ネットワーク構成を変更できないなど柔軟性には欠けるが, 保健指導者や受診者などのユーザが理解し易い表現になっている. しかも, モバイル機器であるスマートフォンやタブレットで利用できる Android アプリであるので, 場所や時間の制

約を受けずに生活習慣の持続的リスク評価を行うことが出来るという特徴がある。Android アプリ保健指導ツールはプロトタイプであり、今後改善していかなければならないが、操作し易く説明し易いユーザインターフェースの保健指導ツールとなり得るものであり、さらに受診者らが自らメタボリックシンドロームのリスクマネジメントを行うセルフケアツールとしての応用へもつながるものであると考える。

最後に、本研究の限界と今後の課題について述べる。

確率推論モデルであるベイジアンネットワークでは、各ノードの状態確率はノード状態間の条件付き確率表(CPT)を元に、ベイズの定理に従って計算されるので、数理的には正しく扱われている。しかし、それが実用上有効な統計精度（信頼性）を確保できているかどうかについては、本研究の段階ではまだ十分でないと考えられる。そこで今後、評価システムとしての信頼性および妥当性の確保に結び付けてゆくためには、対象データ件数を本研究での1万件から10万件程度に増やすことで、データの頻度が少ないノード状態に対して、それが関わる条件付き確率の精度向上を図ることや、その上で、受診者の性別だけでなく年齢ファクタにも注意を払い、ネットワークを年代別データで別々に構成する、または年齢ノードを追加したネットワーク構成に拡張することが挙げられる。

また、本研究は限られた健診データの分析によるものであるため、前述の支援レベル間の移動率を用いた積極的支援の実質効果や、支援レベルよりも質問票データとの関連がある健康16状態の有用性について一般化できるところには至っていない。同年より越年データセットの方が質問票データと検査データの間の関連をより強く表していることといった結論も対象データの範囲内と言えることである。さらに、今回提案した健康16状態は各リスクを並列に扱うものであったが、厳密には脳心イベントに対する追加リスクやその重症度の影響の大きさは異なるものなので、数理的には正しくても、保健指導上の医学的妥当性を十分表現出来ているとは言い切れない。この点については階層化による支援レベルも同様であることから、今後、医学的妥当性をより加味したものとしていくことが必要と考える。

本研究で行った特定健診対応ベイジアンネットワークを用いた検討は、上記のように課題が残されているが、保健指導を想定した特定健診データの評価・検討の手法としては十分有用と考える。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有用性を高めていく必要があるが、厚生労働省が保有する「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1億4200万件）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なる。

## 謝辞

兵庫県立大学大学院応用情報科学研究科博士後期課程における6年間の研究におきまして、懇切丁寧なご指導を頂戴いたしました西村治彦教授に深く感謝申し上げます。博士前期課程から後期課程満期退学後も含めると9年の長きに渡って研究指導を授かり、研究者としての自立へ向けた1歩を踏み出すことができました。誠に有難うございました。また、副査をお引き受け下さいました水野（松本）由子教授、東ますみ教授、様々な場でご助言を頂いた稲田紘教授をはじめ応用情報科学専攻の先生方に深く感謝申し上げます。

平成27年12月7日

宮内 義明

## 参考文献

- [1] 厚生労働省健康局, 標準的な健診・保健指導プログラム【改訂版】, 2013
- [2] 厚生労働省保険局, 特定健康診査・特定保健指導の円滑な実施に向けた手引き Ver2.0, 2013
- [3] メタボリックシンドローム診断基準検討委員会, メタボリックシンドロームの定義と診断基準, 日本内科学会雑誌, pp.1-18, 2005
- [4] 厚生労働省保険局, 特定健診・保健指導の医療費適正化効果等の検証のためのワーキンググループ中間取りまとめ, 2014
- [5] 厚生労働省, 国民健康保険法に基づく保健事業の実施等に関する指針の一部を改正する件, 厚生労働省告示第 140 号, 2014
- [6] 厚生労働省, 高齢者の医療の確保に関する法律に基づく保健事業の実施等に関する指針, 厚生労働省告示第 141 号, 2014
- [7] 厚生労働省保険局, 健康保険組合連合会, データヘルス計画作成の手引き (1.0 版), 2014
- [8] 松本千明, 医療・保健スタッフのための健康行動理論の基礎 生活習慣病を中心に, 医歯薬出版 (東京), 2002
- [9] 足達淑子, 行動変容をサポートする保健指導バイタルポイント—情報提供・動機づけ支援・積極的指導—, 医歯薬出版 (東京), 2007
- [10] 畠山豊, 宮野伊知郎他, 問診データに対する潜在トピックモデルに基づく健診データ解析, 医療情報学, Vol.33, No.5, pp.267-277, 2013
- [11] 徳高平蔵, 加瀬澤信彦, メタボリック・シンドローム健診データにおける自己組織化マップ(SOM)による判別能の検討, 総合健診, Vol.37, No.3, pp.389-397, 2010
- [12] 津下一代, 特定健診 2 千万人のデータを活用した保健事業の PDCA, 保健医療科学, Vol.63, No.5, pp.438-448, 2014
- [13] S. M. Lee, P. A. Abbott, Bayesian Network for Knowledge Discovery in Large Datasets, Journal of Biomedical informatics, pp.389-399, 2003
- [14] J. Gamez, S. Moral and A. Salmeron (Eds. ), Advances in Bayesian Networks, Springer Verlag, 2004
- [15] Maglogiannis, E. Zafiroopoulos, A.Platis and C. Lambrinouidakis, Risk Analysis of a Patient Monitoring System Using Bayesian Network Modeling, Journal of Biomedical informatics, Vol.39, No.6, pp.637-647, 2006
- [16] 繁榊算男他, ベイジアンネットワーク概説, 倍風館 (東京), 2006
- [17] 本村陽一, 岩崎弘利, ベイジアンネットワーク技術 ユーザ・顧客のモデル化と不確実性推論, 東京電機大学出版局 (東京), 2006

- [18] 宮内義明, 西村治彦, メタボリック症候群マネジメントへのベイジアンネットワーク手法の検討, 医療情報学, 29 (Suppl.), pp.851-856, 2009
- [19] 西村治彦, 中野義明, 宮内義明, メタボリック症候群特定健診データへのベイジアンネットワークの適用, インテリジェントシステム・シンポジウム講演論文集, 21 巻, pp.303-306, 2011
- [20] 西村治彦, 中野義明, 宮内義明, 東ますみ, 水野 (松本) 由子, メタボリック症候群の特定健診対応ベイジアンネットワークの構築, 電子情報通信学会技術研究報告, ライフインテリジェンスとオフィス情報システム, vol.111, No.470, pp.103-108, 2012
- [21] 宮内義明, 東ますみ, 水野 (松本) 由子, 西村治彦, 特定健診ベイジアンネットワークによるデータ評価と保健指導への活用, 日本医療情報学会, 第 13 回日本医療情報学会看護学術大会論文集, JAMI-NS13, pp.162-165, 2012
- [22] Y. Miyauchi, H. Nishimura, Bayesian Network for Healthcare of Metabolic Syndrome, IEEE EMBC2013, Osaka, Short paper No. 3164, 2013
- [23] 宮内義明, 西村治彦, 特定健康診査の枠組みに対応したベイジアンネットワークの構築, 日本感性工学会論文誌, Vol.12, No.4, pp.455-463, 2013
- [24] 宮内義明, 西村治彦, 特定健診の階層化による支援レベルと検査データの 2 値化に基づく検査結果レベルの比較検討, 第 15 回日本医療情報学会看護学術大会, 日本医療情報学会看護学術大会論文集, pp.205-206, 2014
- [25] 宮内義明, 西村治彦, 特定健診対応ベイジアンネットワークを用いた Android アプリ保健指導ツールの開発 ~基本設計とプロトタイプ構築~, 第 15 回日本医療情報学会看護学術大会, 日本医療情報学会看護学術大会論文集, pp.207-208, 2014
- [26] 宮内義明, 西村治彦, 特定健診対応ベイジアンネットワークを用いた Android アプリ保健指導ツールの開発~特定健診データを用いた検証~, 第 34 回医療情報学連合大会, 医療情報学連合大会論文集, pp.884-885, 2014
- [27] Y. Miyauchi, H. Nishimura, Construction and Evaluation of Bayesian Networks Related to the Specific Health Checkup and Guidance on Metabolic Syndrome, Springer, Smart Innovation, Systems and Technologies, Vol. 45, pp.183-19, 2015
- [28] 宮内義明, 西村治彦, 特定健康診査に対応した経年データ分析とベイジアンネットワークへの適用, 日本総合健診医学会, 総合健診, Vol.42, No.5, pp.1-14, 2015
- [29] 宮内義明, 西村治彦, 特定健診の検査項目に基づく健康状態遷移の世代間比較, 第 3 回看護理工学会学術集会, プログラム・概要集, p.54, 2015
- [30] 宮内義明, 西村治彦, 特定健診対応ベイジアンネットワークへの生活習慣因子ノードの導入と評価, 第 35 回医療情報学連合大会, プログラム・抄録集, p.288, 2015



- [31] 財団法人 健康・体力づくり事業財団, 平成 19 年度高齢者を中心とした健康知識と行動のちぐはぐ度調査事業報告書, 2008
- [32] 厚生労働省, 特定健康診査及び特定保健指導の適切かつ有効な実施を図るための基本的な指針, 厚生労働省告示第 150 号, 2008
- [33] 厚生労働省, 特定健康診査及び特定保健指導の実施に関する基準, 厚生労働省令第 157 号, 2007
- [34] 松原望, 入門ベイズ統計 意思決定の理論と発展, 東京図書 (東京), 2008
- [35] J. Pearl, S. Russell, BAYESIAN NETWORKS, The Handbook of Brain Theory and Neural Networks, MIT Press, 2001
- [36] 株式会社 NTT データ数理システム, BAYONET, <http://www.msi.co.jp/bayonet/>
- [37] Bayesia S.A.S., BayesiaLab, <http://www.bayesia.com/corporate-about>
- [38] Bayes Net Toolbox for Matlab, <https://code.google.com/p/bnt/>
- [39] Norsys Software Corp., Netica User's Guide, Application for Belief Network and Influence Diagrams, <http://www.norsys.com/index.html>
- [40] Norsys Software Corp., Tutorial on Bayesian Networks with Netica, [http://www.norsys.com/tutorials/netica/nt\\_toc\\_A.htm](http://www.norsys.com/tutorials/netica/nt_toc_A.htm)
- [41] S. L. Lauritzen and D. J. Spiegelhalter, Local computations with probabilities on graphical structures and their application to expert systems, Journal of the Royal Statistical Society, series B, Vol.50, pp.157-224, 1988
- [42] B. Shen, J. F. Todaro, R. Niaura, J. M. McCaffery, J. Zhang, A. Spiro III and K. D. Ward, Are Metabolic Risk Factors One Unified Syndrome? Modeling the Structure of the Metabolic Syndrome X, American Journal of Epidemiology, Vol.157, pp.701-711, 2003
- [43] H. S. Park, S. B. Cho, An Efficient Attribute Ordering Optimization in Bayesian Networks for Prognostic Modeling of the Metabolic Syndrome, ICIC2006, LNBI4115, pp.381-391, 2006
- [44] S. Shah, S. Novak and L. M. Stapleton, Evaluation and Comparison of Models of Metabolic Syndrome Using Confirmatory Factor Analysis, European Journal of Epidemiology, Vol.21, pp.343-349, 2006

## 付録

付録 1	質問票の質問一覧.....	ii
付録 2	質問票データの数値化一覧表 .....	viii

## 付録1 質問票の質問一覧

### <運動面 (Q1~Q12) >

Q1: あなたは食べる量 (摂取エネルギー量) と運動量 (消費エネルギー量) のバランスを考えていますか.

1. かなり考えている方だと思う
2. やや考えている方だと思う
3. 普通だと思う
4. やや考えていない方だと思う
5. ほとんど考えていない方だと思う

Q2: 座る姿勢や立つ姿勢, 歩く姿勢に対するあなたの意識はどの程度ですか.

1. かなり高い方だと思う
2. やや高い方だと思う
3. 普通だと思う
4. やや低い方だと思う
5. かなり低い方だと思う

Q3: 脚の組み換えや荷物を持つ手, バッグをかける肩など, 身体のバランスに対するあなたの意識はどの程度ですか.

1. かなり高い方だと思う
2. やや高い方だと思う
3. 普通だと思う
4. やや低い方だと思う
5. かなり低い方だと思う

Q4: 通勤や通学, 買い物時などに身体を動かすあなたの意識はどの程度ですか.

1. かなり高い方だと思う
2. やや高い方だと思う
3. 普通だと思う
4. やや低い方だと思う
5. かなり低い方だと思う

Q5: あなたはラジオ体操やストレッチ体操, ヨガなどをどのくらい行っていますか.

1. 週3~4回以上行っている
2. 週1~2回程度行っている
3. 2週に1回程度行っている
4. 月に1回程度行っている
5. 行っていない

Q6: あなたは歩行や速歩, ジョギング, 水泳, エアロビックダンスなどの運動をどのくらい行っていますか.

1. 週3~4回以上行っている
2. 週1~2回程度行っている
3. 2週に1回程度行っている
4. 月に1回程度行っている
5. 行っていない

Q7: あなたは腕や脚, 背, 腹などの筋力トレーニングをどのくらい行っていますか.

1. 週 3~4 回以上行っている
2. 週 1~2 回程度行っている
3. 2 週に 1 回程度行っている
4. 月に 1 回程度行っている
5. 行っていない

Q8: あなたはフィットネスクラブやスイミングスクールなどの運動施設をどのくらい利用していますか.

1. 週 3~4 回以上行っている
2. 週 1~2 回程度行っている
3. 2 週に 1 回程度行っている
4. 月に 1 回程度行っている
5. 行っていない

Q9: 運動量の目安としての時間や距離 (歩数), 体重の変化などについてあなたの意識はどの程度ですか.

1. かなり高い方だと思う
2. やや高い方だと思う
3. 普通だと思う
4. やや低い方だと思う
5. かなり低い方だと思う

Q10: あなたは自由時間をどのように過ごしていることが多いですか.

1. 運動やスポーツを行うようにしている
2. 散歩や買い物などで外出するようにしている
3. 家の中や庭などで活動的にしている
4. 家の中で過ごすことが多い
5. ほとんど家の中でゴロゴロしている

Q11: あなたは山歩きやハイキング, サイクリング, 登山, スキー, マリンスポーツなど, 自然とのふれあいを大切にした運動やスポーツをどのくらい行っていますか.

1. 週に 1 回程度行っている
2. 2 週間に 1 回程度行っている
3. 1 ヶ月に 1 回程度行っている
4. 3 ヶ月に 1 回程度行っている
5. ほとんど行っていない

Q12: あなたは趣味 (絵画や写真, 家庭菜園など) の活動の際, できるだけ身体を動かすようにしていますか.

1. できるだけ動かすようにしている
2. やや動かすようにしている
3. どちらとも言えない
4. あまり動かしていない
5. ほとんど動かしていない

<栄養面 (Q13~Q24) >

Q13：あなたは夜間の飲食をどのようにしていますか。

1. 夕食は早め（就寝の 3 時間以上前）にすませて、その後は飲食（水、お茶はよい）しない
2. 夕食は早め（就寝の 3 時間以上前）にすませるが、就寝までの間に果実など少量の飲食をする
3. 就寝までの 1 時間以内に夕食を食べることがよくある
4. 夕食後、就寝までの間に和菓子、洋菓子、スナック、アイスクリームなどを食べることが多い
5. 夕食後、就寝までの間にラーメンなどの夜食を食べることが多い

Q14：あなたは食事の量をどの程度にしていますか。

1. かなり少なめにしている
2. いつも腹八分目にしている
3. 食べ過ぎないようにしている
4. やや食べ過ぎている
5. いつも満腹になるまで食べている

Q15：あなたはふだん欠食する（食事を抜く）ことがありますか。

1. 欠食はしない
2. 週 1 食程度欠食する
3. 週 2 食以上 4 食未満欠食する
4. 週 4 食以上 7 食未満欠食する
5. 毎日 1 食以上（週 7 食以上）欠食する

Q16：あなたは間食をどのようにして食べていますか。

1. 間食はしない
2. 時間や量を決めて食べている
3. どちらかといえば時間や量を決めて食べている
4. どちらかといえば時間や量を気にせず食べている
5. 時間や量を気にせず食べている

Q17：あなたは主食（ごはんやパン）や主菜（肉、魚、卵、大豆、大豆製品を使ったおかず）、副菜（野菜、海藻などを使ったおかず）をそろえて食べるようにしていますか。

1. 毎食そろえて食べている
2. 1 日に 2 食はそろえて食べている
3. 1 日に 1 食はそろえて食べている
4. そろえて食べていない

Q18：あなたは外食や市販のお惣菜を利用するときは栄養バランスに気をつけて選んでいますか。

1. 気をつけている
2. どちらかといえば気をつけている
3. どちらかといえば気をつけていない
4. 気をつけていない

Q19：あなたは野菜を食べるようにしていますか。

1. 毎食食べている
2. 1日2食は食べている
3. 1日1食は食べている
4. 週に3～4食は食べている
5. 野菜はあまり食べない

Q20：あなたは味付けの濃いもの（塩辛いもの）を食べ過ぎないようにしていますか。

1. 食べ過ぎないようにしている
2. どちらかといえば食べ過ぎないようにしている
3. どちらかといえば食べ過ぎている
4. 食べ過ぎている

Q21：あなたは外食や市販のおかずを食べたとき味付けをどのように感じる人が多いですか。

1. 濃く（塩辛く）感じる人が多い
2. やや濃く（塩辛く）感じる人が多い
3. ちょうどよいと感じる人が多い
4. やや薄く感じる人が多い
5. 薄く感じる人が多い

Q22：あなたは揚げ物や脂っこい料理、肉の脂などは控えめにしていますか。

1. 控えめにしている
2. どちらかといえば控えめにしている
3. 普通に食べている
4. どちらかといえば好んで食べている
5. 多く食べている

Q23：あなたは牛乳・乳製品（チーズ、ヨーグルトなど）をとっていますか。

1. 毎日とっている
2. 週に3～4回とっている
3. 週に1～2回とっている
4. あまりとっていない
5. 全くとっていない

Q24：あなたは大豆・大豆製品（豆腐、納豆、アゲ、きなこなど）をどのくらい食べていますか。

1. 毎日とっている
2. 週に3～4回とっている
3. 週に1～2回とっている
4. 月に数回食べている
5. 全く食べていない

<生活面 (Q25~Q36) >

Q25：あなたは現在、健康であると思っていますか。

1. 非常に健康だと思う
2. 健康だと思う
3. まあ健康だと思う
4. あまり健康でないと思う
5. 不健康だと思う

Q26：あなたは日頃から健康の維持・増進のための行動を意識し、実践していますか。

1. 非常に意識して実践している
2. 意識して実践するようにしている
3. 意識しているがあまり実践していない
4. 意識も実践もしていない

Q27：あなたはストレスを感じることはありますか。

1. 適度なストレスを感じている
2. あまりストレスを感じていない
3. 少しストレスを感じている
4. かなりストレスがある

Q28：あなたは規則正しい生活を過ごしていますか。

1. いつも規則正しい
2. おおむね規則正しい
3. 時々不規則になる
4. いつも不規則

Q29：あなたの睡眠状態はどうですか。

1. いつもぐっすり眠れる
2. おおむね眠れている
3. 時々眠れないことがある
4. ぐっすり眠れないことが多い
5. いつもぐっすり眠れない

Q30：あなたの日々の生活に充実感を感じていますか。

1. いつも充実感を感じている
2. おおむね充実感を感じている
3. あまり充実感を感じていない
4. 全く充実感を感じていない

Q31：あなたはアルコール類を飲みますか。

1. 飲めないまたは時々飲む（月に1回程度）
2. 週に1~3日程度飲んでいる
3. 週2日は飲まない日を作っている
4. ほぼ毎日飲んでいる
5. 毎日必ず飲む

Q32：あなたはアルコール類を1日どのくらいの量を飲みますか。

※ビール中ビン1本=日本酒1合 or ワイングラス2杯 or ウィスキー水割りダブル1杯で換算してください。

1. 飲めないまたは時々少量飲む程度
2. 1日ビール中ビン半分まで
3. 1日ビール中ビン1本まで
4. 1日ビール中ビン2本まで
5. 1日ビール中ビン2本以上

Q33：あなたは現在タバコを吸っていますか。

1. もともと吸わない
2. 禁煙してから5年以上経っている
3. 禁煙してから1年～5年未満である
4. 禁煙して1年未満である
5. タバコを吸う（時々吸う人も含む）

Q34：あなたは禁煙しようと思っていますか。

※Q33で「タバコを吸う」と回答した方のみお答えください。

1. 禁煙したいと思っている
2. 禁煙しようとは思わない

Q35：あなたはよく噛んで食べていますか。

1. 毎回30回以上噛んでいる
2. よく噛んで食べるようにしている
3. あまりよく噛まない
4. ほとんど噛まずに飲み込む

Q36：あなたは自治会や公民館活動などの地域活動に参加していますか。

1. 自分から積極的に参加するほうである
2. できるだけ参加するように努力している
3. 誘われたり、仲間がいれば参加する
4. あまり参加しない
5. 全く参加しない



付録2 質問票データの数値化一覧表

	回答1	回答2	回答3	回答4	回答5
Q1	5	4	3	2	1
Q2	5	4	3	2	1
Q3	5	4	3	2	1
Q4	5	4	3	2	1
Q5	5	4	3	2	1
Q6	5	4	3	2	1
Q7	5	4	3	2	1
Q8	5	4	3	2	1
Q9	5	4	3	2	1
Q10	5	4	3	2	1
Q11	5	4	3	2	1
Q12	5	4	3	2	1
Q13	5	4	2	1	1
Q14	3	5	4	2	1
Q15	5	4	3	2	1
Q16	5	4	3	2	1
Q17	5	4	3	1	
Q18	5	4	2	1	
Q19	5	4	3	2	1
Q20	5	4	2	1	
Q21	5	4	3	2	1
Q22	5	4	3	2	1
Q23	5	4	3	2	1
Q24	5	4	3	2	1
Q25	5	4	3	2	1
Q26	5	4	2	1	
Q27	5	5	3	1	
Q28	5	4	2	1	
Q29	5	4	3	2	1
Q30	5	4	2	1	
Q31	5	4	3	2	1
Q32	5	4	3	2	1
Q33	5	4	4	4	1
Q34	1	0	5		