

生活習慣病に対する疾病予防システムの設計開発

今後の研究実施計画とこれまでの成果を中心に

及川雄一[†], 青木浩之[†], 西城英之[†], 吉田俊子[‡], 蓬萊一朗[¶], 板橋吾一^{*}, 富樫敦[†]

[†]: 宮城大学 事業構想学部 〒981-3298 宮城県黒川郡大和町学苑 1 番地
{p0222014, p0222002, p0222036, togashi}@myu.ac.jp

[‡]: 宮城大学 地域連携センター 〒981-3298 宮城県黒川郡大和町学苑 1 番地
yosidats@myu.ac.jp

[¶]: 東北大学大学院情報科学研究科 〒980-8577 仙台市青葉区片平 2-1-1
hourai@ka.riec.tohoku.ac.jp

^{*}: (株)サイエンティア 〒981-3204 仙台市泉区寺岡 2-20-13
itabashi@scientia.co.jp

あらまし 我が国日本は、人類史上類をみない超高齢化社会に突入しようとしている。生活習慣病は全死因の60%を占め、若年からの不適正な生活習慣の積み重ねが発症・進展に関与する。以上の背景から、平成12年より21世紀の国民健康づくり運動(健康日本21, 厚生労働省推進)が開始され、目標の達成度や評価手法等が整備されつつある。しかしながら、生活習慣の改善には多くの自己努力を要する場合が多く、特に生活習慣病の発症が増加する中年世代の勤労者については、運動習慣の獲得や継続、食事や喫煙等をコントロールすることの困難さが指摘されている。

本論文の目的は、将来老年人口に達する働き盛りの健常者を対象として、次世代ウェブ技術に基づいた疾病予防システムを開発することであり、地方自治体と連携して疾病予防に関する実用化の基盤を達成することである。これにより、健康日本21を実現するための「健康日本21 疾病予防標準モデル」を確立することができる。本システムは、健康診断データを含む生体情報データベースと「運動」、「食」、「喫煙」に関する次世代 Web 技術を用いた健康教育プログラムからなり、疾病予防関連施設へ導入することにより、疾病予防教育データと健康データとの有機的な一体化を実現することができ、個人の健康状態に合致した健康教育が実践できる。また、時間や物理的移動の観点で参加が困難であった市民に対しても、Web を介した教育によりそのような住民の健康管理にも効果的である。

キーワード 生活習慣病, 疾病予防システム, 健康教育プログラム, セマンティックウェブ

A Healthcare Promotion System for Life Style Related Disease

— Future Research Plan and Intermediate Results—

Yuichi OIKAWA, Hiroyuki AOKI, Hideyuki SAIJOH, Toshiko YOSHIDA,

Ichiroh HOURAI, Goichi ITABASHI, Atsushi TOGASHI

Abstract: Our country Japan tries to rush into the super-aging society. A lifestyle-related disease occupies 60% of all the causes of death. The pile of un-proper lifestyle from youth causes the symptoms and make worse the health conditions. National Health Promotion Program 21 is started in 2000. Then, the outcomes and the evaluation method of goals are established. However, the improvement of bad life habit takes many self-efforts.

The purpose of this paper is to develop a healthcare promotion system for lifestyle diseases. The target users of the system are healthy person of the prime. The system consists of a medical database system and a healthcare educational program for "physical practice", "food", and "smoking." The system will be evaluated from practical and business point of view.

Keyword: Life Style related Disease, Disease Prevention System, Healthcare Educational Program, Semantic Web

1. はじめに

我が国における 65 歳以上の老年人口の割合は、2000 年は 17.4%、2020 年には 27.8% に達し、我が国日本は、人類史上類をみない超高齢化社会に突入しようとしている^[1]。生活習慣病は全死因の 60% を占め、若年からの不適正な生活習慣の積み重ねが発症・進展に關与する。適正な生活を送った人とそうでない人との間には、10 年後の死亡率に關し、3 倍～4 倍の開きがあったとの報告がある^[2]。

増加する老年世代が QOL (Quality of Life) を維持し、向上した生活を獲得するためには、高齢化に伴い急増する高血圧、糖尿病、虚血性心疾患等の生活習慣病の疾病を予防し、健康寿命を延伸することが重要課題である。

以上の背景から、平成 12 年より 21 世紀の国民健康づくり運動 (健康日本 21、厚生労働省推進)^[3] が開始され、目標の達成度や評価手法等が整備されつつある。しかしながら、生活習慣の改善には多くの自己努力を要する 경우가多く、特に生活習慣病の発症が増加する中年世代の勤労者については、運動習慣の獲得や継続、食事や喫煙等をコントロールすることの困難さが指摘されている。さらに、若年者においての発症も増加傾向にあり、高齢化に向けてこれらの対象者に望ましい生活習慣を確立し、健康日本 21 で掲げた目標を達成するための実効性のある疾病予防システムの構築が急務である^{[4],[5]}。

本論文の目的は、将来老年人口に達する働き盛りの健常者を対象として、次世代ウェブ技術に基づいた疾病予防システムを開発することであり、地方自治体と連携して疾病予防に關する実用化の基盤を達成することである。これにより、健康日本 21 を実現するための「健康日本 21 疾病予防標準モデル」を確立することができる。本システムは、健康診断データを含む生体情報データベースと「運動」、「食」、「喫煙」に關する次世代 Web 技術を用いた健康教育プログラムからなり、疾病予防関連施設へ導入することにより、疾病予防教育データと健康データとの有機的な一体化を実現することができ、個人の健康状態に合致した健康教育が実践できる。また、時間や物理的移動の観点で参加が困難であった市民に対しても、Web を介した教育によりそのような住民の健康管理にも効果的である。実際、本研究では、仙台市や近隣の大和町の協力を得、それぞれが運営する健康増進センターや公民館にシステムを設置して実際に住民に使用してもらい、本システムの有効性に関する実証評価を行うことを予定している。本システムの確立により、健康評

価から健康教育・診断までの一貫した疾病予防対策が実施でき、健康増進施設などを中心とした施設での実用化が大いに期待される。

以下、第 2 節では、本論文で提案する疾病予防システムの概要を述べる。本システムは、総務省「戦略的情報通信研究開発制度」における「健康福祉に關する先進的エージェント・ネットワークに關する研究」(研究代表者：野口正一・仙台応用情報学研究振興財団理事長、平成 16 年度～平成 18 年度)^[6]の一貫で行っている。第 3 節では、本システムと密接に關連するその他の基幹サブシステムの概要を述べる。第 4 節は結論であり、本システムの意義、重要性、実用性について総括する。

2. 疾病予防システム

2.1 総務省「健康福祉プロジェクト」で実現するシステムの概要

第 1 節で述べたように、本システムは総務省「健康福祉プロジェクト」で構築するシステムのサブシステムである。本システムを含むプロジェクト全体で構築するシステム全体の概念図を図 1 に示す。

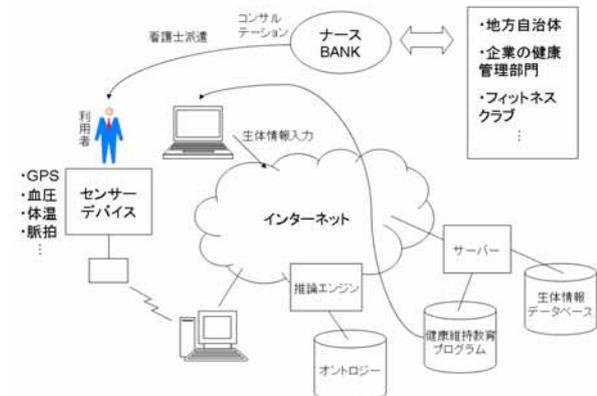


図 1. 総務省「健康福祉プロジェクト」で実現するシステム全体の概念図

利用者の個人情報及び疾病予防に必要なデータは 2 通りの方法で獲得され、データベースに個人情報保護法、ならびに研究に關する施設における倫理委員会規程に則り管理される。モバイルのセンサーデバイスでセンサされた血圧、脈拍、体温などの生体情報や GPS などによる位置情報は、BlueTooth によりセキュアなネットワーク回線を通してサーバに格納される (3.1 節)。その他の生体情報や個人情報は Web システムを介して入手される。(図 2～4 参照。)

サーバには、生体情報データベースの他、健康維持管理に必須な健康教育プログラムを有し、利用者

の健康状態に応じて利用者に提供される。適切な健康指導を行うために、ナースバンクから派遣された看護師の指導を定期的に受ける。健康や疾病予防に関する知識コンテンツは、メタな情報を提供するオントロジによって関連付けられ(3.2 節)、ルールの適用(3.3 節)によってより適切な健康アドバイスを引き出せるような仕組みになっている。

2.2 疾病予防システム

本研究では、疾病予防システムを構築するため、次世代ウェブによる疾病予防システムの開発、およびその運用モデルの試案を実施する。運用モデルとしては、クローズドなセキュリティのもと、宮城大学地域連携センターにて実施する医療者による健康指導と教育を併用する。

運用モデルは、身体能力の向上、血清脂質の改善、心仕事量の減少等の運動療法継続による効果は中期的であることから、6 ヶ月を1プログラムとして作成する。対象者は、中年者での健常者を対象とし実施する。研究対象者の参加に関しては、書面および口頭での研究説明を行い、研究同意を得た対象者についてのみ実施する。研究対象者の個人情報の管理ならびに守秘は個人情報保護法、ならびに研究に関する施設における倫理委員会規程に則り取り扱う。図2に利用者の個人情報を編集する画面を示す。



図2. 利用者の個人情報編集画面

研究同意が得られた対象者に、Web による疾病予防システムを用いた健康教育と、宮城大学で月1回程度実施する健康教育を併用して行う。Web による健康維持管理システムは、運動療法、食事療法、禁煙の3つのカテゴリーからなる。システム全体は、個人情報入力部、健康管理データ入力部、健康日誌入力部、

及び健康管理教育プログラムから構成される。健康管理データについては、生活習慣病予防の基本である運動療法、食事療法、禁煙の3つのカテゴリーを作成する。



図3. 利用者の生体情報入力画面(その1)



図4. 利用者の生体情報入力画面(その2)

疾病予防健康管理情報は健康診断項目を基に設定した。人口統計学的基本情報、既往歴、服薬状況、生活活動強度、身体検査項目(身長、体重、BMI、血圧、脈拍)、自覚的健康度(元気点検票)^[7]、健康診断の基本項目を入力する。並行して、適切な運動強度の指導設定と運動療法の身体機能評価を実施することを目的として、宮城大学において医療者の監視下にて呼気ガス分析装置を用いた心肺運動負荷試験を実施し、嫌気性代謝閾値、ならびに年齢を基準とした最高酸素摂取量を算出する。これらの項目について実施前、6 ヶ月後、12 ヶ月後の定点評価を行う。健康管理データは、心肺運動負荷試験による運動処

方実施後、日々の運動記録、健康状態の推移について項目を設定し、日々の健康状況について入力を実施する。図3、4に生体情報入力画面を示す。

教育内容は米国内において、対面式による患者教育とインターネットを介した教育システムを併用して米国内の他施設において教育成果を示し、American Association Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation にて推奨されている INTERVENT 社の教育内容システム^[8]に基づいた教育プログラムを提供する。図5に「運動」に関する健康教育プログラムの一部を示す。著者の一人の吉田俊子は、本教育コンテンツに関し、日本における翻訳権、ならびに日本向け改訂権を既に獲得済みである。



図5. 健康教育プログラム(「運動」について)

これらの結果を踏まえ、次世代 Web 技術に基づいた疾病予防システムの有効性について検討する。中長期的な効果として、身体機能、生活習慣(運動習慣、喫煙習慣、食習慣)、生活活動状況(生活活動強度、復職状況)、東北福祉大学にて開発された元気点検票^[7]から評価される自覚的健康度、QOLの評価として SF-36(MOS 36 items short form health survey)日本語版^[9]を用いて調査を行う。また身体機能評価のうち運動耐容能の評価としては、心肺運動負荷試験を実施して求められた最高酸素摂取量、嫌気性代謝閾値を用いる。これらの結果を統合して疾病予防効果を明らかにしていく予定である。

3. 関連する基幹サブシステム

3.1 生体情報センシングシステム

本システムは、ユーザが携帯することによりユーザの生体やストレス状態の生理情報を 24 時間センシングし、それらを統合管理するモバイルシステムである。さらに、本システムはその情報を「生体情報送受信のための超セキュアネットワークシステム」を利用し、「疾病予防健康維持管理システム」および「疾病予防に関する推論エージェントシステム」に送信する機能を持つ。本センシングシステムの構成図を図6に示す。

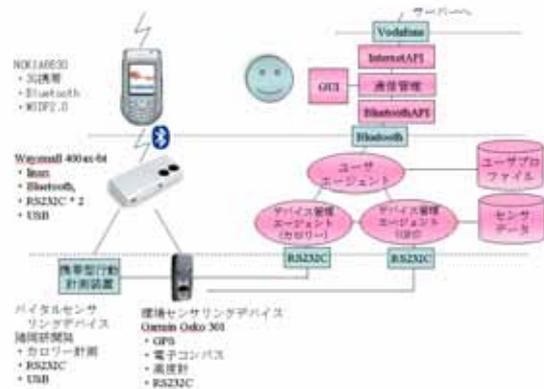


図6. 生体情報センシングシステム

3.2 健康福祉に関するオントロジの構築

本オントロジは、健康アドバイスを生成する際に元の情報として必要と考えられる食物などの情報と問診票に含まれる情報、そして人間の身体や嗜好に関する情報である。より個人に即したアドバイスを生成するためには、入力された情報からその情報の意味や背景を推論することが必要になる。オントロジによって健康福祉に関する情報を記述することは、その実現に寄与すると同時に今後新たな情報を獲得する際の手がかりともなる。

健康福祉プロジェクトには、客観的な情報のみならず主観的な情報も取り入れてシステムを構築しているという特徴がある。生体情報とユーザの気分や感覚からの情報を参照し、ユーザの充足感を考慮したアドバイスを返す。その特徴付けを実現するため、今回はオントロジを構築するにあたって主に「元気点検票」^[7]を参考にして作成した。元気点検票は、健康という概念を「食」、「眠」など9つのカテゴリに分け、カテゴリ毎の質問に主観的に答えることで、回答者自身が健康に対する意識を高めることを目的にして作られたものである。この元気点検票は、健康福祉プロジェクトに

においてシステムの利用対象としている「健康に対して意識の高い健常者」に対して非常に馴染み深い内容であり、また主観的・抽象的な質問が多く記述されている。この元気点検票に加え、QOL(Quality Of Life)などの情報を参照した他、人間の身体に関する基本的な情報に関しては専門家からの意見を参考にオントロジを構築した。

オントロジの構築には W3C から勧告されているオントロジ記述言語 OWL (Web Ontology Language)^[10]を用いた。OWL は Semantic Web の技術の中で開発された言語であり、OWL にあわせたルール記述言語の開発が進むなど発展性が期待でき、システムの継続的な利用に対応が可能であると考えられる。

記述の際にはスタンフォード大学開発のオントロジ構築ツール「Protégé」^[11]を用いた。以下の記述に挿入されるスクリーンショットは Protégé から取得したものである。

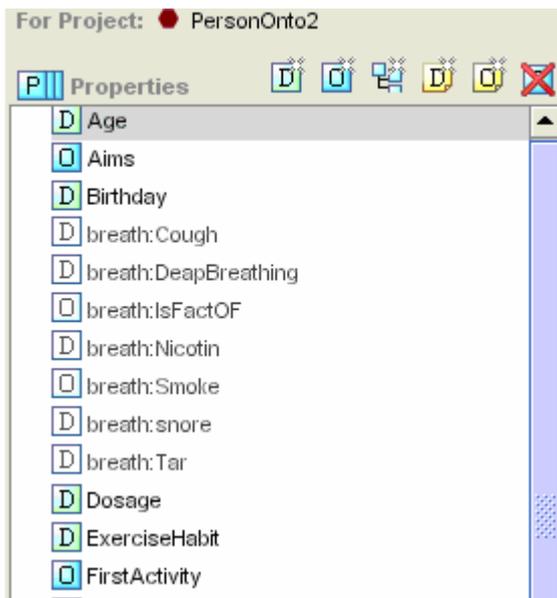


図7. Protégé のスクリーンショット

3.3 オントロジ上の推論エンジン

オントロジ上のルール記述は Semantic Web Rule Language^[12](以下「SWRL」)を用いて行う。SWRL は、推論ルールを XML 形式での表現を可能とした RuleML^[13](Rule Markup Language)と OWL の組み合わせからなっており、2004 年 5 月に W3C によって提案された。これによりオントロジの構築時に定義したプロパティ・クラスなどをその性質を損なうことなくルールで利用できる。

SWRL によるルールの記述例を図 8 に示す。ここでは `http://www.w3.org/2003/11/ruleml#` を

`ruleml`、`http://www.w3.org/2003/11/swrlx`を`swrlx`に、ネームスペースとしてマップしている。まず、ルールは`<ruleml:imp>`のタグで囲まれ、その中には URI ベースのルール名を定義する`<ruleml:_rlab>`タグ、ルールの LHS を表す`<ruleml:_body>`タグ、ルールの RHS を表す`<ruleml:_head>`タグからなる。

```
<ruleml:imp>
  <ruleml:_rlab ruleml:href="#example1"/>
  <ruleml:_body>
    <swrlx:individualPropertyAtom swrlx:property="hasParent">
      <ruleml:var>x1</ruleml:var>
      <ruleml:var>x2</ruleml:var>
    </swrlx:individualPropertyAtom>
    <swrlx:individualPropertyAtom swrlx:property="hasBrother">
      <ruleml:var>x2</ruleml:var>
      <ruleml:var>x3</ruleml:var>
    </swrlx:individualPropertyAtom>
  </ruleml:_body>
  <ruleml:_head>
    <swrlx:individualPropertyAtom swrlx:property="hasUncle">
      <ruleml:var>x1</ruleml:var>
      <ruleml:var>x3</ruleml:var>
    </swrlx:individualPropertyAtom>
  </ruleml:_head>
</ruleml:imp>
```

図 8 . SWRL の記述例

図 8 に示した例は、以下の内容を意味している。
 hasUncle(?x1, ?x3)
 hasParent(?x1, ?x2) hasBrother(?x2, ?x3)

本論文で提案する推論システムの処理の流れを述べる。まず、構築済みのオントロジを SW のフレームワークである Jena^[14]によって解析する。Jena で提供されている機能を用いて、読み込んだオントロジに衝突・矛盾が存在しないかを確認するとともに、明示されていない関係を補足する。オントロジの点検が正常に終了した場合、OWL ファイルに記述されている情報を推論システムである jDREW^[15]の Fact として扱える状態に変換し、読み込ませる。次に、SWRL ファイルに記述されているルールを jDREW の RuleKB に読み込ませる。この時にルールに記述されている、クラス・プロパティ等が OWL ファイルで定義されているものが点検し、正常に終了した場合、SWRL で記述されたルールを jDREW で扱える形に変換しながら RuleKB に保存する。最後に、jDREW が内部的に保持しているルール(RuleKB)とファクト(Facts)を用い jDREW の機能を利用し推論を行い、結果をエージェントに提供する。以上の処理を図 9 に示す。

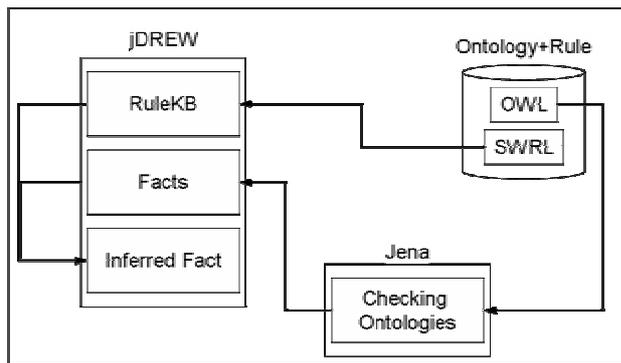


図 9 . 推論システムの概要

4 . まとめ

本研究の目標は、20 年後～40 年後に高齢年齢に達する働き盛りの健常者を対象に、生活習慣病を駆逐し老年に至った年齢になっても健やかに老後を過ごせるようにするための疾病予防システムを開発することである。その成果は、医療費の削減、高齢年齢人口による生産性の向上をもたらす。

疾病発生比率の高い高齢者の疾病予防を当人が高齢者になってから行うのでは遅すぎる(第二次予防対策)。本研究開発では、数十年後に高齢年齢に至る生産年齢の健常者を対象に、疾病の原因となる生活習慣病を駆逐するシステムの開発を行っており(第一次予防対策)、経済、文化に及ぼす波及効果は極めて大きい。

心臓リハビリテーションの分野で、米国の INTERVENT 社の健康教育プログラムが数ある中で群を抜く。INTERVENT 社は、大学の研究機関と連携をとり、研究を主たる目的とした会員制の健康教育プログラムを提供している。プログラムは膨大な量の教育コンテンツから構成されているが、内容が万人共通であり個人に対応した体系になっていないことから本研究で意図するシステムとは異なる。国内に目を向けると、健康日本 21 が支援する「健康ネット」などの Web サイトがあるが、これはあくまでも健康の施策や一般的健康指針・その方法を一般的に述べたものであり、利用者個別の個人的な健康状態に基づくものではない。つまり、健康は個人毎に異なるという点で、本システムや本システムで提供する健康教育プログラムは、健康ネットとは質的に異なる。以上、本システムの有効性、新規性により、本システムを用いたビジネス展開による経済効果を年に 2～5 億円程度、また数百人程度の新たな雇用を創造すると予測している。

謝辞

本研究は総務省「戦略的情報通信研究開発推進制度」における「健康福祉のための先進的エージェント・ネットワークに関する研究」の一部として実施したものである。研究の機会を与えて頂いたことに感謝する。

参考文献

- [1] 国立社会保障・人口問題研究所推計データ
<http://www.ipss.go.jp/>
- [2] Breslow L. and Enstrom J.E.: Persistence of health habits and their relationship to mortality, Prev. Med.9, pp.467-483, 1980.
- [3] 健康日本 21, (財)健康・体力づくり事業財団
<http://www.kenkounippon21.gr.jp/>
- [4] 大野良之・柳川洋 / 編, 生活習慣病予防マニュアル(改訂 4 版), 南山堂, 2005.
- [5] 厚生労働白書 平成 16 年度版, 2005.
- [6] 総務省「健康福祉プロジェクト」健康福祉のための先進的エージェント・ネットワークに関する研究
<http://www.myu.ac.jp/~togashi/scope/>
- [7] 山本光璋, 「元気点検表」, (財)健康・体力づくり事業財団機関誌, TrimJapan 2004 WINTER No.82, 東北福祉大学
- [8] Intervent 社
<http://www.interventusa.com/>
- [9] SF-36: MOS Short-Form 36 - Item Health Survey
<http://www.sf-36.jp/>
- [10] OWL Web Ontology Language
<http://www.w3.org/2004/OWL/>
- [11] Protégé
<http://protege.stanford.edu/>
- [12] A Semantic Web Rule Language Combining OWL and RuleML, World Wide Web Consortium,
<http://www.w3.org/Submission/SWRL/>.
- [13] The Rule Markup Initiative, Harold Boley, Said Tabet, <http://www.ruleml.org/>
- [14] Jena Semantic Web Framework, Hewlett-Packard Development Company,
<http://jena.sourceforge.net/>.
- [15] jDREW A Java Deductive Reasoning Engine for the Web,
<http://www.jdrew.org/jDREWWebsite/jDREW.html>