

平成 11 年度厚生科学研究費補助金（長寿科学総合研究事業）

総括研究報告書・分担研究報告書

健康管理支援のための高齢者健康情報システムの構築

東京大学大学院工学系研究科

稲田 紘

川崎医科大学

小笠原 康夫

大阪大学医学部

武田 裕

聖マリアンナ医科大学

吉田 勝美

厚生科学研究費補助金（長寿科学総合研究事業）

総括研究報告書

健康管理支援のための高齢者健康情報システムの構築

主任研究者 稲田 紘 東京大学大学院工学系研究科 教授

在宅や施設における高齢者の健康管理を支援するため、情報・通信関連諸技術の応用により、種々の健康情報を収集して、必要時に診断処理、関係機関への的確・迅速な伝送および関係者の情報共有を可能とする幾つかのシステムを開発しようとした。すなわち、①在宅高齢者の健康情報収集システムの構築、②高齢者血管内皮機能評価システムの開発と健康管理への応用、③高齢者のヘルスケア情報提供システムの構築、④自覚所見とGPSによる客観情報を用いた高齢者保健支援システムの開発、に関する研究を行う。初年度にあたる本年度は、いずれも基本設計や基礎的検討を中心に研究を進めていることから、各システムの実用性を論じるまでには至っていないが、次年度におけるシステムの本格的開発に向けての足がかりが得られたと考えられた。

[研究組織]

- 稲田 紘（東京大学大学院工学系研究科教授）
- 小笠原康夫（川崎医科大学助教授）
- 武田 裕（大阪大学医学部教授）
- 吉田勝美（聖マリアンナ医科大学教授）

A. 研究目的

人生80年時代の超高齢社会を迎えた今日、健康管理に基づき日常での高齢者の健康維持をはかることは、QOL（quality of life）の面でも充実した日常生活を過ごすのみならず、高齢者の自立を促し、かつ高騰する老人医療費の抑制のためにも不可欠である。この日常時の健康管理を進めるには、高齢者の健康把握に要する適切な健康情報の収集、必

要時における医療機関や関係者への迅速な伝達が不可欠である。しかし、これらの実施にあたり、最近の若年マンパワーの相対的減少から、これを医療従事者に頼るのみならず、自動化したり、高齢者自身による情報の収集・伝達なども要請されるようになってきた。とはいうものの現時点では、在宅や施設などにおける高齢者の日常での健康管理に必要な健康情報の収集、収集した情報医療機関への伝送や関係者による共有に関する適切な手段は見あたらず、高齢者の健康状態の的確な把握や、救急時における適切な処置に支障を来すこともあり、こうした面から高齢者の健康管理を支援することのできるシステムの開発が求められる。そこで本研究では、高齢者の健康管理を支援するべく、各種情報・通信関

連技術の応用により、種々の健康情報を収集し、必要に応じて診断処理などを行うとともに、関係機関への的確・迅速な伝送および関係者の情報共有を可能とする幾つかのシステムを開発する。そして、試作システムの地域や施設における高齢者を対象とする試用・評価結果に基づき、実用化をはかろうとする。

B. 研究方法

前述した研究目的のもとに、第1年目にあたる本年度は、各システムの開発・構築に必要な基礎的検討や概念設計、あるいは基本設計を主体にして研究を進めた（かっこ内は分担研究者名）。

1. 在宅高齢者の健康情報収集システムの構築（稲田）

在宅高齢者の健康管理を行うには、適切な健康情報を収集し、かかりつけ医のいる医療機関などへ伝送することが要請される。そこで、こうした高齢者の健康情報の収集および伝送を情報・通信技術の応用により支援することのできるシステムの一環として、バイタルサインの収集・伝送を高齢者宅のみならず戸外でも可能なシステムを構築しようとした。このため、まず心電図について、24時間連続計測・収集した心電図をPHSを介して医療機関へ伝送しうるシステムを開発するべく、それに必要な基礎的検討を行った。具体的には、24時間心電計の仕様策定、およびこの心電計とPHS電話機のインターフェイス機能を有する伝送コントローラと、PIAFS（PHS Internet Access Forum Standard）伝送コントローラFPGA（Field Programmable Gate Array）についての基本設計を実施した。

2. 高齢者血管内皮機能評価システムの開発

と健康管理への応用（小笠原）

わが国においても、動脈硬化に起因する心血管疾患の罹患率が急増し、大きな死因となっている。このため、動脈硬化の初期病態である血管内皮機能障害を検知する方法論と適切な指標を確立し、その進展防止に役立てることが重要である。しかし、これまでのところ高齢者において、直接的な血管内皮機能の評価は困難であった。そこで、高齢者の血管内皮機能評価の指標として”NO放出を介する血流依存性血管拡張応答”に注目し、その計測・評価・診断システムの開発をはかろうとした。そのため、血管内皮の血流増加に即応するNO依存性血管拡張能を生理的な条件下で評価する方法論の確立をめざした。基準データベース蓄積のため、まず20歳代の健康成人を比較対照群とし、自転車エルゴメータによる定量的多段階運動負荷時に、上肢の血管径・血流量、NO産生指標となる上肢動静脈NO_x（NO₂+NO）濃度較差をパラメータとして検討した。血流量測定には、超音波ドプラを用いて得られた肘動脈の血流速度と平均的血管径から血流量を計算する自動解析ソフトを構築し、NO_x濃度は一括自動計測可能なグリース法装置を用いた。

3. 高齢者のヘルスケア情報提供システムの構築（武田）

高齢者のヘルスケアに関する意思決定を支援するため、診療情報の電子保管とその共有化、他のヘルスケア関連情報を受発信するデータウェアハウスに関する基礎的検討を行おうとした。このため、インターネットを利用して高齢者ヘルスケアデータをデータベースに格納し、必要なデータを検索するため、分散オブジェクトおよびXMLを用いたデータ

ウェアハウスを構築した。データウェアハウスのサーバ群は、①WWWサーバ、②データベースサーバ、③画像データサーバ、④画像作成サーバから成り、VPN (Virtual Private Network) によりシステムセキュリティを確保した。

4. 自覚所見とGPSによる客観情報を用いた高齢者保健支援システムの開発 (吉田)

高齢社会を迎え、快適な社会形成を行うためには、情報処理技術の応用が重要な役割を果たすことが期待される。ことに在宅健康高齢者が、生活機能を低下させ、閉じこもりや痴呆に進展することを防ぐことは、高齢者のQOLを確保・増進する上でも要請されることである。そこで、次のような3つの課題について、健康情報システムの構築を検討した。

①個人位置情報を用いた非活動性の検出システム：客観情報の少ない非活動性について、「閉じこもり」傾向にある高齢者に対して、個人位置情報システムを応用し、活動状況の指標にしようとした。このため、GPS (Global Positioning System) とPHSサービスによる位置情報について、高齢者の活動性を把握する観点から、比較・検討を行った。

②インターネットホームページと公衆回線による情報収集：これまでに開発を進めてきたインターネットホームページを介しての高齢者の健康に関する情報収集に関し、ヘルスアセスメントシステムのための方法、とくに入力環境について検討した。

③入手した健康情報の活用：位置情報システムからの高齢者の非活動性に関する結果や、インターネットホームページからの情報収集を市町村の保健事業に展開するため、情報の連携について検討した。

(倫理面への配慮)

上記のいずれの研究においても、本年度は基本的な検討が主体となっているため、収集・蓄積するデータは個人を特定できないものであるし、実験の被験者については、所属機関の倫理委員会の承認のもとにインフォームドコンセントを得た上実施しているため、倫理面に関する問題はない。

C. 研究結果

上述した各システムの開発に関する本年度の研究について、得られた主な結果を記す。

1. 在宅高齢者の健康情報収集システムの構築

開発しようとするシステムに適した24時間心電計の仕様として、医学面からは、デジタル化については、250Hzのサンプリング頻度、8ビットの分解能が適当と考えられ、胸痛を感じたときなどイベント発生時における心電図波形伝送時間は、その際にイベントボタンを押した時点の前後32秒(計64秒間)で、診断が十分可能なことが確認された。また工学面からは、被験者が高齢者であることを考慮した心電計の寸法・重量は、それぞれ118mm(H) x 64mm(W) x 23mm(D)、150gとするのが適当であり、電源に関しては、現時点で入手可能な最小・最軽量の電池で、かつスタンバイモード(非動作時に低消費電力で待つ状態)を使用することが望ましいと思われた。伝送コントローラの基本設計に関しては、MC68302 IMPを用いたCPU、PIAFS伝送コントローラFPGA、SRAMによるメモリ、リチウム電池を用いた電源から成るハードウェア構成とした。またこのうちのFPGAについては、アドレスデコーダ部、割込

みコントローラ部、PHS制御コマンドインターフェイス部、PIAFSデータ転送インターフェイス部から構成される設計とした。

2. 高齢者血管内皮機能評価システムの開発と健康管理への応用

前述の方法により求めた血流量と血管径の間に良好な相関関係が得られたが、NOの挙動には一定の傾向が認められなかった。このことから、内因性NOの挙動を正確に評価するためには、血中NO_x値の日内変動の是非も考慮に入れた外因性NO_xの影響を詳細に把握・検討することが重要であると考えられた。今後は動物実験により摂取食物とNO_xの関係を確認し、基礎的検討を行う必要がある。そして、被験者全員が7日間、同じ飲食物を摂取したときのNO_x値の日内変動と、1日絶食を行ったときのNO_x値から生体内NOカインेटィクスを検討し、運動負荷時のNO_x濃度変化、動静脈較差を再検討していくことが必要であると考えられた。

3. 高齢者のヘルスケア情報提供システムの構築

本研究では、診療情報の一例として、大阪大学病院退院時要約データおよび人間ドック健診データ項目を対象としてオブジェクトデータベースに格納し、XML化されたデータをブラウザにより検索を可能とした。このシステムについて、一般利用者、医療従事者による利用実験を通して定性的な評価を行ったところ、さらに改良の余地はあるが、実用化に向けたパイロットシステムとして有用であるとの結論を得た。またパイロットモデルについての検討から、目標とするシステムの実現が技術面から実現可能であると結論づけられた。本システムに重要なセキュリティに関

しては、ヘルスケア情報を3層（個人情報、専門家情報、一般情報）に区別し、各々にアクセス権を設定することになっているが、ISO/TC215など国際標準化組織で議論されているアクセス権などの標準化動向を考慮し、これに整合させるプログラムについても検討している。

4. 自覚所見とGPSによる客観情報を用いた高齢者保健支援システムの開発

前述した3つの課題について、次のような結果が得られた。

①個人位置情報を用いた非活動性の検出システム：個人の位置情報を客観的に入手する方法としてのGPSとPHSについて、位置把握、利用可能地域、情報精度、リアルタイム性、携帯性、運用システム、運用費用などの比較を行ったところ、高齢者の活動性把握のための機器としては、GPSの方が優れていると考えられた。②インターネットホームページと公衆回線による情報収集：高齢者の情報収集のための入力環境として、これまでに開発を進めてきたインターネットを介して情報収集を行うシステムで問題となっていた入力時間へのコンプライアンスを解消するため、プログラムを予めダウンロードして、非接続状態で入力に弾力性を持たせるシステムを開発した。また入力終了後、再接続により質問票の結果を送信するよう配慮した。③老人保健法アセスメント項目として、一般健康診査からの目標設定型保健指導システム、要介護状態予防のためのヘルスアセスメントが提案されていることから、この二つの入力情報をもとに、専門機関に保健サービスを供給するために必要なデータを提供することを検討した。

D. 考察

本研究では、在宅や施設における高齢者の健康管理を支援することを目標として、各種情報・通信関連技術の応用により、種々の健康情報を収集し、必要に応じて診断処理などを行うとともに、関係機関への的確・迅速な伝送および関係者の情報共有を可能とする幾つかのシステムを開発しようとしている。このため、①在宅高齢者の健康情報収集システムの構築、②高齢者血管内皮機能評価システムの開発と健康管理への応用、③高齢者のヘルスケア情報提供システムの構築、④自覚所見とGPSによる客観情報を用いた高齢者保健支援システムの開発、に関する研究を行う。

本年度は第1年目であるため、いずれも基本的検討を中心に研究を進めたことから、各システムとも実用性を論じるまでには至っていない。しかしながら、③高齢者のヘルスケア情報提供システムの構築、における診療情報の電子保管と共有化などのためのインターネット、分散オブジェクト、XMLを応用したデータウェアハウスの構築に関するパイロットモデルのように、実用化システムとして有用性の窺われたものもある。その他の研究についても、明年度には本格的な開発が行われることが期待され、このように、次年度以降における実用的システムの構築に向けての足がかりが得られたといってもよからう。

E. 結論

高齢者の健康管理を支援するため、情報・通信関連諸技術の応用により、種々の健康情報を収集して、必要時に診断処理、関係機関への的確・迅速な伝送および関係者の情報共

有を可能とする幾つかのシステムを開発しようとした。初年度にあたる本年度は、いずれも基本設計や基礎的検討を中心に研究を進めていることから、各システムの実用性を論じるまでには至っていないが、次年度におけるシステムの本格的開発に向けての足がかりが得られたと考えてよく、明年度以降における研究成果が期待される。

厚生科学研究費補助金（長寿科学総合研究事業）

分担研究報告書

在宅高齢者の健康情報収集システムの構築

分担研究者 稲田 紘 東京大学大学院工学系研究科 教授

在宅高齢者の健康管理の支援に必要な健康情報の収集・記録・伝送システムの一環として、すでに開発済みのバイタルサイン収集・記録・伝送システムを発展させ、高齢者のバイタルサインを高齢者宅のみならず、戸外でも収集した上、PHSなどにより、医療機関へ伝送可能となるシステムを開発しようとした。まず心電図情報を24時間連続計測・収集し、高齢者の位置情報とともに伝送しうるシステムを開発するべく、これに適した携帯型心電計の仕様策定およびPHSによるデータ伝送を行うシステムに関する基本設計を実施した。その結果は目的とするシステムの開発のために妥当なものであり、次年度に実施するシステムの詳細設計と試作に対する手がかりになるものと考えられた。

A. 研究目的

超高齢社会の到来により、高齢者に対して、単に寿命の延長をはかるのみならず、QOL（生活の質）の面でも充実した日常生活を送ることができるよう、支援することが重要となってきた。高齢者のQOLに関しては、まず第一に健康であることが大前提となることから、高齢者の健康管理を支援することが不可欠である。このため、本研究班では情報技術を応用し、健康管理の支援を可能にする高齢者情報システムを構築しようとするが、この分担研究は、その一環として、在宅高齢者の健康状態を把握するのに有用な情報を収集・記録し、定期的または必要に応じてかかりつけ医のいる医療機関などへ送ることのできる機能を有するシステムを開発しようとする。この

ような機能を有するシステムは以前から要請されてはいたが、これまでは特定のものを除き、ほとんど存在していなかった。

筆者は以前から、情報通信・技術を応用し、患者、健常者を問わず在宅高齢者の健康情報の収集・記録と、これらの情報の保健・医療・福祉機関への伝送を可能とするシステムを開発してきている。本分担研究は、その一部としての健常者を含む在宅高齢者の血圧・心電図などのバイタルサイン収集・伝送システムの開発に関するものである。これについては、原型としてこれまでに第1次および第2次プロトタイプおよびその簡易型を試作するとともに、その試用に基づく評価結果から、実用化のための問題点や必要事項などについて模索している。

新たに開始した本研究では、これまでの研究成果を発展させ、高齢者のバイタルサインを高齢者宅のみならず、戸外でも収集し、PHS (Personal Handyphone System) や携帯電話機により、医療機関へ伝送可能とする実用性の高いシステムを開発しようとする。その一歩として、まず心電図情報を計測・収集し、高齢者の位置情報とともに伝送可能なシステムを開発するべく、本年度はこれに適した携帯型心電計の設計およびPHSを用いてデータ伝送を行うシステムに関する基本設計を実施した。

B. 研究方法

前述したように、すでに在宅高齢者の保健・医療・福祉情報収集・記録・伝送システムの一環として、バイタルサイン収集・記録・伝送システムのプロトタイプを開発している。このシステムの問題は図1に示すように、高齢者のバイタルサインを在宅にて収集し、パソコンや多機能電話機を介して医療機関などへ伝送しうるのみならず、ゲートボールのプレイ後なども含め、戸外においても収集して、PHSや携帯電話により伝送可能にしようとするものである。

これまでに開発したシステムは在宅用であったことから、伝送装置のみPHSなどに変更しても、収集したバイタルサインの伝送は困難であった。そこで、バイタルサインのうち、まず長時間(本研究では24時間)の心電図を収集し、市販のPHSを介して医療機関への伝送を適切に行いよう、全体システムについて検討するとともに、これに適した24時間心電計の仕様策定を実施した。さらに、伝送コントロー

ラと、その一部であり、その他の機能ブロック(RISC-CPU、心電計インターフェイス、統合CPUなど)との物理的インターフェイスとして、PHSとRISC-CPUの間に接続するPIAFS (PHS Internet Access Forum Standard, PHSデータ伝送手順) 伝送コントローラFPGA (Field Programmable Gate Array) についての基本設計を行った。

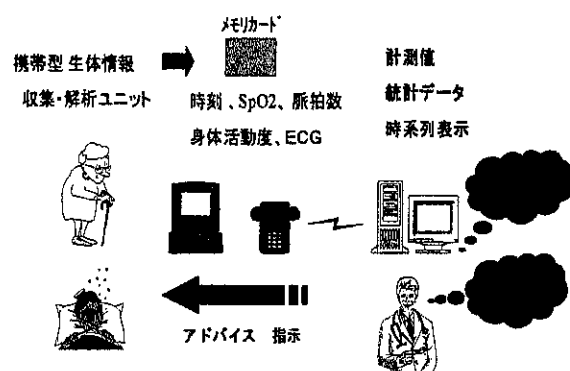


図1 在宅高齢者健康情報収集システムの概念

C. 研究結果

1. 全体システムの検討

(1) ハードウェア構成

本システムに必要な仕様の主なものは、次に示す通りである。①被験者の心電図を24時間以上連続計測・収集することが可能なこと、②被験者の位置を特定することができること、③収集した心電図および位置情報を目的とする医療機関へ伝送しうること。このうち、①の機能については24時間心電計、②の機能についてはPHS電話機、また③の機能は、PHS電話機と伝送コントローラにより実現をはかることにした(図2に全体システムのハードウェア

構成を示す)。

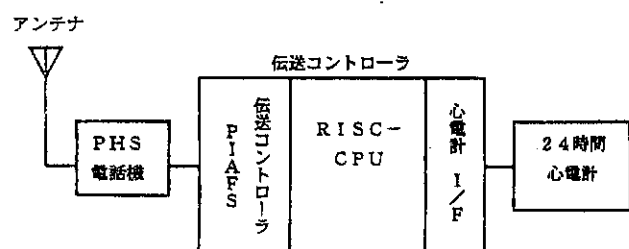


図2 PHSによる心電図伝送システムのハードウェア構成

以上のうち、①の24時間心電計は、これまでに開発したものを基本とし、改良をはかるとともに、必要な機能を加味したものを新たに開発・試作することとした(それに関する仕様策定の結果については後述する)。また、②のPHS電話機については、市販されている既製品を使用した。③の伝送コントローラは新たに開発・試作することとしたが、このうちのRISC-CPU (Reduced Instruction Set Computer CPU) の間に接続するPIA FS伝送コントローラFPGAについて基本設計を実施した(この基本設計結果についても後述する)。

(2) ソフトウェア構成

前記のハードウェア構成のうち、伝送コントローラが、PHS電話機と24時間心電計との接続手順およびデータ転送(伝送コントローラ → PHS電話機、24時間心電計 → 伝送コントローラ)の制御を行うためのプログラムを内蔵する必要があることがわかった(これについては次年度に開発する予定)。

2. 24時間心電計の仕様策定

(1) 戸外での計測・収集に適した24時間心電計の医学面からの検討

目標とする24時間心電計に適した電極として、長時間使用しうるのみならず、何度も繰り返して使用可能、かつ高齢者でも自分で着脱できるものが必要となる。こうした電極については、これまでに日本光電工業(株)との共同研究により開発済みであり、その形態・性能は満足すべきものであることが認められている。

心電図波形のデジタル化の条件としては、医学的には0.5~100Hzの心電図波形が計測できればよいことから、そのデジタル化のためのサンプリング頻度は200Hzであればよいが、少々余裕を持たせ、サンプリング頻度として250Hzを採用するとともに、量子化誤差に関係する分解能として、8ビットにより心電図波形のデジタル化を行うこととした。その結果、デジタル化された心電図は、医学的に診断を下す立場から十分であることが確認された。

次に医療機関への心電図波形伝送の伝送時間としては、これまでに開発した携帯型心電計では、被験者が胸痛などの異常を感じたときにイベントボタンと称するボタンを押したときから32秒遡った時点からとなっているが、本研究における24時間心電計では、これまでの機能のみならず、ボタンを押下した時点から32秒後までの計64秒間の心電図波形の収集・伝送も可能とする。この点に関して、心電図シミュレータを使用し、イベントボタンの押下時点前後32秒間の心電図で不整脈心電図診断の可否を検討したところ、心疾患発症により救急医療を要するような心電図でも、十

表 1 24時間心電計の基本仕様

A/DC 入力チャンネル数	4チャンネル
A/DC 入力信号種別	但し、2チャンネルはショックセンサーに使用 (1) ECG (2) 加速度 (ショックセンサー) (3) 加速度 (ショックセンサー)
ECGアンプ	(1) 入力範囲 ±300mV (2) 最大振幅 5mVp-p (3) 周波数特性 0.5~100Hz at -3dB (4) AC フィルタ なし (5) 感度切替え なし
加速度アンプ	(1) 検出方法 ショックセンサーによる (2) 最大振幅 10G (3) 周波数特性 1 ~ 10Hz
A/DC	(1) 分解能 10bit (2) 精度 8bit (3) サンプルング 1KHz (RR 計測間隔) (4) 記録間隔 250Hz
データ処理	(1) QRS 検出 (2) RR 計測 (3) 不整脈検出 (RR インターバルによる)
格納データ	(1) 容量 8MB (2) 種別 ①RR インターバル ②加速度 (積算値) ③ECG 波形データ ④イベントスイッチ押下時刻 ⑤その他 ①、② 各8日連続 ③、④ 合計 32秒×200回 ⑤ 時刻、不整脈発生頻度、等
外部 I/F	パラレル (セントロニクス準拠)
寸法、重量	(1) 118(H) × 64(W) × 23(D) mm (2) 150g
電源	使用電池 単三アルカリ電池 2本
動作時間	24時間

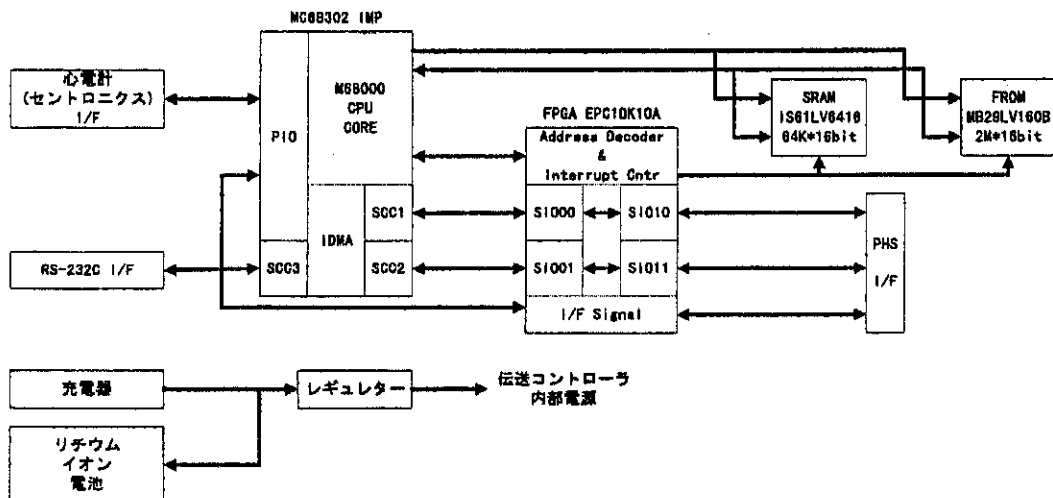


図 4 伝送コントローラのブロック図

分診断可能であることが窺われた。

(2) 戸外での計測・収集に適した24時間心電計の工学面からの検討

すでに開発済みの24時間以上連続して心電図の収集が可能な携帯型心電計の寸法、重量、形態は、130mm(H) x 75mm(W) x 29mm(D)、280gの立方体で、表示機能としては、電極のはずれなど操作上の注意点を液晶ディスプレイ上に示すことができる。また電源としては、携帯電話などに使用されている充電式電池を用いている。

この心電計を30歳代~50歳代の数人の健常男性に携帯・使用してもらったところ、上記の寸法・重量でよいとの意見が得られた。しかし、高齢被験者の意見では、より小型・軽量であることが望ましいとするものが多かった。これらの点を考慮した結果、本研究開発に必要な仕様として、寸法は118mm(H) x 64mm(D) x 23mm(D)、重量は150gを新しい仕様とした。

電源については、充電式電池でも差し支えないが、現時点で入手可能な最小・最軽量の電池で、かつスタンバイモード（非動作時に低消費電力で待つ状態）を使用することが望ましいと考えられた。

以上に述べた点も含め、本研究で目標とする24時間心電計の基本仕様を表1に示す。

(3) 24時間心電計の概念図

これまでに述べた仕様を実現する24時間心電計の概念図を図3に示す。

3. 伝送コントローラの基本設計

本システムにおける伝送コントローラのブロック図を図4に示す。各ブロックの概要は以下の通りである。

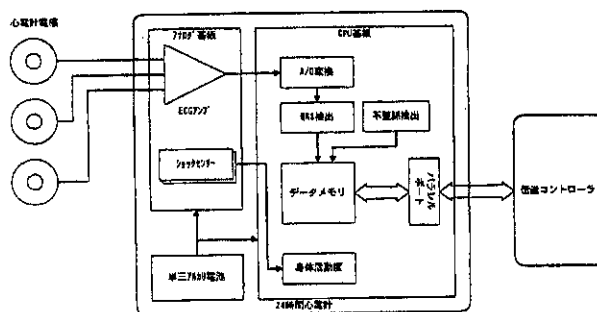


図3 24時間心電計の概念図

(1) CPU

MC68302 インテグレイティッドマルチプロトコル (IMP) は、各種コントローラを設計するのに必要な主要構成ブロックを内蔵する超LSI (VLSI) である。IMPは、業界標準のM68000マイクロプロセッサのコアと、フレキシブルな通信アーキテクチャを有効に密結合させた初めてのデバイスである。アーキテクチャおよびプログラマブル機能を組み合わせることによって、異なるプロトコルの平行動作が容易に実現しうる。IMPはHCMOSデバイスで、M68000マイクロプロセッサのコア部、システム統合ブロック (SIB) 部および通信プロセッサ (CP) 部で構成されている。

本伝送コントローラでは、IMPを使用して、PHSデータ通信、通信制御および心電計とのインターフェイスを行わせる。その主な機能を以下に示す。

- ・プログラムロード (フラッシュメモリ)
- ・CP (SCC) を介したPHSの呼制御
- ・CP (SCC) を介したPIAFSデータのハンドリングおよびエラー制御
- ・セントロニクスによる心電計とのデータ転送

・パワーマネージメント

(2) F P G A

F P G Aでは、下記の機能を実現する。

- ・アドレスデコーダ (F L A S H R O M、S R A Mのコントロール)
- ・割込み制御 (心電計からのスイッチ入力などによる割込みをMC68302 P I Oに出力)
- ・MC68302 とのA Tコマンドインターフェイス
- ・P H S制御コマンドインターフェイス (呼制御など)
- ・P I A F Sデータのハンドリング (P H S、MC68302 間で通信可能なよう波形整形、タイミング補正を行う)

(3) メモリ

伝送コントローラには、プログラム格納用のフラッシュメモリ、ワークエリア、データ用バッファに使用するS R A Mが搭載される。

(4) 電源部

電源部にはリチウムイオン電池を使用し、レギュレータを使用して内部電源を生成する。

4. P I A F S伝送コントローラF P G Aの基本設計

P I A F S伝送コントローラF P G Aを下記の各ブロックに分け、基本機能を設計した。

(1) アドレスデコーダ部

MC68302 I M PのメモリアドレスのデコードとF L A S H R O M、S R A Mの制御信号の生成を行う。

(2) 割込みコントローラ部

心電計からの不整脈、スイッチ入力など

によるトリガ信号を割込み信号として、MC68302 I M Pに出力する。

(3) P H S制御コマンドインターフェイス部

MC68302 I M Pのシリアルポート (S C C 2) から送信されてくるA Tコマンドを解析し、制御シリアルを使用してP H Sに制御コマンドを送信する。また、その結果コードをMC68302 I M Pに返信する。

(4) P I A F Sデータ転送インターフェイス部

MC68302 I M PとP H S間のP I A F Sデータ転送の波形整形や、転送タイミングの補正を行う部分である。

(5) その他

その他として、P H S電話機とのインターフェイスに必要な信号を制御する部分が必要である。

D. 考察

本研究は、在宅高齢者の健康情報収集・記録・伝送システムの一環として、すでに開発済みのバイタルサイン収集・記録・伝送システムのプロトタイプを発展させ、高齢者のバイタルサインを高齢者宅のみならず、戸外でも収集した上、P H Sなどにより、医療機関へ伝送可能となるシステムを開発しようとするものである。そこで、まず心電図情報を24時間連続計測・収集し、高齢者の位置情報とともに伝送しうるシステムを開発しようとする。このため、本年度はこれに適した携帯型心電計の仕様策定およびP H Sを用いてデータ伝送を行うシステムに関する基本設計を実施した。

このように戸外において、心電図などの

生体情報を計測・収集し、医療機関などへ伝送することは、心疾患患者の救急時などに必要性が高いにもかかわらず、これまでのところ、こうした機能を持つシステムが存在しないため、不可能であった。したがって、本研究で開発しようとするシステムは、最近のわが国で心疾患が増加している現状からすれば、時宜にかなったものといえよう。とくに本研究で開発するシステムは、PHS電話機を伝送装置として用いることにより、位置情報も一緒に送る機能を有することから、戸外での緊急時に適しているものとして期待される。

被験者の位置を特定する機器としては、GPS (Global Positioning System) が一般に使用されているが、常に3個以上の衛星から電波を受信する必要がある。このため、市街のビルの谷間では位置特定ができないことや、常にアンテナを所定の方向に向けねばならないことなどから、本システムでの使用は不可能である。そこで、PHSを利用するが、これには20mの精度で位置特定ができるロケーカスのシステムを導入することとしている。

すでに開発した在宅用バイタルサイン収集・伝送システムにより、高齢者宅において収集したバイタルサインをパソコンまたは多機能電話機を用いて医療機関などへ伝送することが可能であるが、このシステムでは戸外で収集した心電図の伝送は不可能である。このため、これまでに開発したシステムを基礎にして、PHSなどとのインターフェイス機能を有する伝送システムを開発しようとしたが、これには、すでに開発したバイタルサイン収集システムをその

まま用いることは困難である。そこで、まず心電図について、24時間連続して計測・収集可能な心電計の仕様の見直しを行ったが、新たに策定した24時間心電計の仕様は妥当であると考えられる。

PHSにより伝送可能とするために必要となる伝送コントローラは、新たに開発・試作することとし、これとPIAFS伝送コントローラFPGAについて基本設計を実施した。これらの成果は、次年度に実施される詳細設計と試作のための手がかかりとしての意義を持つものといえよう。

E. 結論

在宅高齢者の健康情報収集・記録・伝送システムの一環として、すでに開発済みのバイタルサイン収集・記録・伝送システムのプロトタイプを発展させ、高齢者のバイタルサインを高齢者宅のみならず、戸外でも収集した上、PHSなどにより、医療機関へ伝送可能となるシステムを開発しようとした。まず心電図情報を24時間連続計測・収集し、高齢者の位置情報とともに伝送しうるシステムを開発しようとして、これに適した携帯型心電計の仕様策定およびPHSを用いてデータ伝送を行うシステムに関する基本設計を実施したが、その結果は目的とするシステムの開発のために妥当なものであり、次年度に実施するシステムの詳細設計と試作に対する手がかかりになるものと考えられた。

F. 研究発表

1. 論文発表

- 1) H. Inada, et al.: Development of a

health information collection system for the elderly at home, Proceedings of the 4th Asia-Pacific Conference on Medical & Biological Engineering: 116-118, 1999.

- 2) 稲田 紘他: 在宅高齢者の健康情報収集システムの開発と試用に関する研究 (第2報), 第19回医療情報学連合大会論文集: 260-261, 1999.

2. 学会発表

- 1) 稲田 紘他, 在宅高齢者の健康情報収集システムの開発とその試用, 第38回日本ME学会大会, 1999.
- 2) H. Inada, et al.: Development of a health information collection system for the elderly at home, the 4th Asia-Pacific Conference on Medical & Biological Engineering, 1999.
- 3) 稲田 紘他, 在宅高齢者の健康情報収集システムの開発に関する研究 (第3報), 第14回ライフサポート学会大会, 1999.
- 4) 稲田 紘他: 在宅高齢者の健康情報収集システムの開発と試用に関する研究 (第2報), 第19回医療情報学連合大会, 1999.

G. 知的所有権の取得状況

いずれもなし。

厚生科学研究費補助金（長寿科学総合研究事業）

分担研究報告書

高齢者血管内皮機能評価システムの開発と健康管理への応用

分担研究者 小笠原康夫 川崎医科大学医用工学助教授

研究要旨 高齢者血管内皮機能評価システムの確立のため、血管内皮の血流増加に即応する NO 依存性血管拡張能を生理的な条件下で評価する方法論の確立を目指した。基準データベース蓄積のためまず 20 歳代の健常成人を比較対象群とし、自転車エルゴメータによる定量的多段階運動負荷時に上肢の血管径・血流量、NO 産生指標となる上肢動静脈血 NO_x^- [$\text{NO}_2 + \text{NO}_3$] 濃度較差をパラメータとして検討した。血流量測定には超音波ドプラを用いて得られた肘動脈の血流速度と平均的血管径から血流量を計算する自動解析ソフトを構築し、 NO_x^- 濃度は一括自動が可能な計測装置（グリース法と HPLC 法）を用いた。その結果、血流量と血管径の良好な相関関係は得られたが、NO の挙動には一定の傾向がなかった。

A. 研究目的

我が国では動脈硬化に起因する心血管疾患の罹患率が急増し、最大死因の一つとなっている。したがって動脈硬化の初期病態である血管内皮機能障害を早期診断しうる方法論・適切な指標を確立し、その進展予防に役立てることは重要課題であるが、今日までの姑息的な血管内皮機能の評価方法は最適なものとは言えない。本研究では高齢者の血管内皮機能評価の指標として、生理的条件下での『NO 放出を介する血流依存性血管拡張応答』に着目し、その計測・評価・診断システムの開発を計る。

今日までヒト生体局所における血流増加応および血管拡張能を反映する主な方法論としては、反応性充血（数分間の組織への血流途絶後の血流増加反応）、あるいはアセチルコリンなどのアゴニストの動脈内注入法など、非生理的状況下での評価法が主流であった。また計測システムにおいても、最も頻繁に使われている静脈閉塞プレステチモグラフィなどは

計測自体が組織の虚血を惹起させうる点でも問題があった。つまり今日まで、ヒト生体において血液の流れの刺激自体が惹起・制御する血管拡張応答、すなわち血流依存性血管拡張反応およびその機能を特異的に評価できる理想的な方法論は確立されていない。さらに、血流依存性血管拡張において、血管拡張物質である血管内皮由来の一酸化窒素（NO）の寄与を示唆する論文が数多く報告されてきたが、実際に生理的条件下の血流依存性血管拡張反応において NO がどれほど関わっているのかは不明の点が多い。そこで本研究では、健常成人ボランティアを用いて、生理的条件下である下肢運動負荷時に、組織代謝の変化が可及的少ないと考えられる上肢において血流・血管径変化を検討することで、より定義に則した血流依存性血管拡張機構の検証を試み、この時の上肢における NO 産生の挙動を評価するために、上肢動静脈 NO_x^- [$\text{NO}_2 + \text{NO}_3$] 濃度較差を検討した。

B. 研究方法

本研究は川崎医科大学倫理委員会の承認を得てインフォームドコンセントを行った上で実施した。被験者 (n=5) の選択と実験条件を以下の様に設定した。健康成人男性ボランティア (20-21 歳) を対象にした。全員非喫煙者であった。また、血中 NOx^- 濃度に大きく影響を与える飲食物を可及的除去したメニューを考慮し、全員実験 7 日前から実験終了時まで統一した。実験は施行時間 (午後 13-15 時の間) と室温 (25°C) を一定にして、自転車エルゴメータによる多段階下肢運動負荷を行い、その時の上肢パラメータ (後述) を検討した。超音波ドプラ (東芝メディカル SSA-270A/HG) を用いて肘動脈の血管径と血流速度を同時計測し、これをビデオに録画して解析した。また、動静脈血 NOx^- 濃度較差を末梢で産生される NO のパラメータとした (図 1)。肘動脈と橈骨肘静脈に各々カテーテルを穿刺して NOx^- 計測用血液サンプリングを行った。また、同血液サンプルを用いて酸素分圧 (PaO_2)、重炭酸イオン (HCO_3^-) とヘマトクリット値 (Ht) も計測した。運動負荷を通じて心拍数 (HR) と動脈ラインより計測した観血

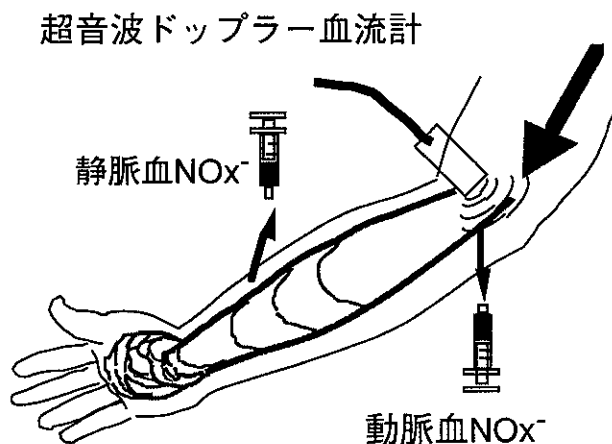


図 1 実験方法

的血压 (BP) のモニタリング (フクダ電子 DS-3300) も行った。安静時に 4 回の血液サンプリングした後、多段階運動負荷を開始した。負荷量は 50W から 25W ごとに 125W まで増加させ、サンプリングは各々の負荷量において 2 分毎に 3 回行った。血清 NOx^- 濃度および PaO_2 、 HCO_3^- 濃度の計測は実験終了後に各々グリース法 (EICOM NOx^- Analyzer ENO-20) と血液ガス分析装置 (Instrumentation Laboratory 1304-06) で行った。また、アクティブな NO の消去作用があるスーパーオキシドのスカベンジャーである Vitamin C の投与 (0.5g を静注後の 0.5g/30 分の持続点滴) で、同様の実験プロトコールを試みた。

血液流量 (Fw, ml/min) はビデオに取り込まれた画像をコンピュータ処理して求めた。ポアズイユの法則を適用して(1)式により求めた。

$$Fw = 1/2 \times V \times \pi Dm^2 / 4 \times 60 \quad \dots (1)$$

ここで V は 1 心周期の時間平均流速を、Dim は平均血管径を示す。また、平均血压 (mean BP) は(2)式で表される。

$$\text{mean BP} = \{(\text{systolic BP} - \text{diastolic BP}) / 3\} + \text{diastolic BP} \quad \dots (2)$$

(3)式から NOx^- 濃度の較差は流量 (Fw) により補正して求めた (補正值 cor NOx^-)。

$$\begin{aligned} \text{NOx}^- \text{濃度の較差} &= (V\text{NOx}^- - A\text{NOx}^-) \times 100 (\%) \\ \text{corNOx}^- &= Fw \times (V\text{NOx}^- - A\text{NOx}^-) \times 100 (\%) \end{aligned} \quad \dots (3)$$

また、上肢血管のコンダクタンス (Cd) は(4)式によって求めた。

$$Cd = Fw / BP \quad \dots (4)$$

C. 研究結果

運動負荷時の増強に応じて Fw (図 2) は順次増加し、Cd も増加した (図は省略)。Fw-Dim 関係 ($r=0.6$, $P<0.0001$, 図 3) および Fw-Cd 関係 ($r=0.9$, $P<0.0001$, 図は省略) には良好な正の相関が認められた。このことからヒト生体、生理的条件下で第一義的な血流依存性血管拡張反応が機能していることが強く示唆された。BP-Dim 関係は有意な相関は認められなかった (図は省略、Vitamin C 投与前後ともに $r=0.1$, NS)。

動静脈 NOx⁻濃度較差には運動負荷前、負荷中を通して有意な変化が認められなかった (図 4)。Vitamin C 投与によっても Cd-NOx⁻ 関係、Fw-NOx⁻ 関係に有意な相関は認められなかった (図は省略)。

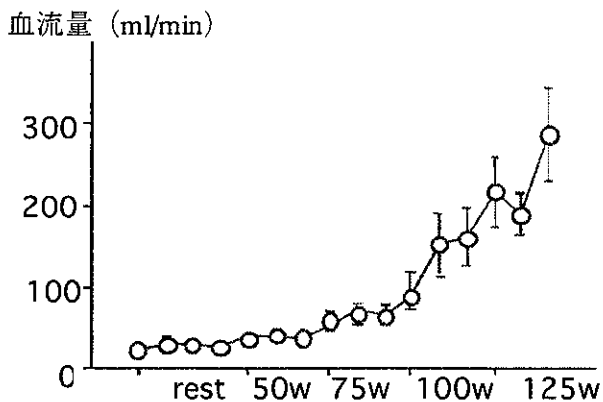


図 2 多段階運動負荷時の前腕血流量変化

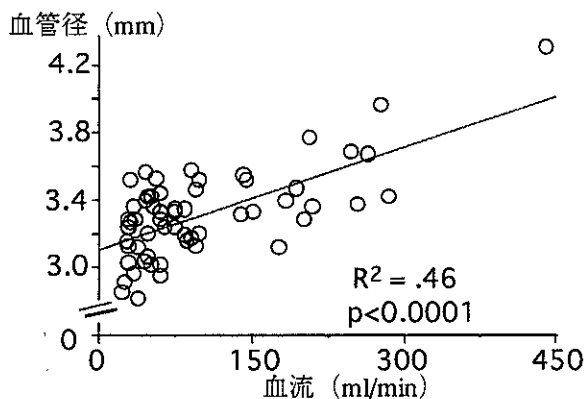


図 3 血流-血管径の関係

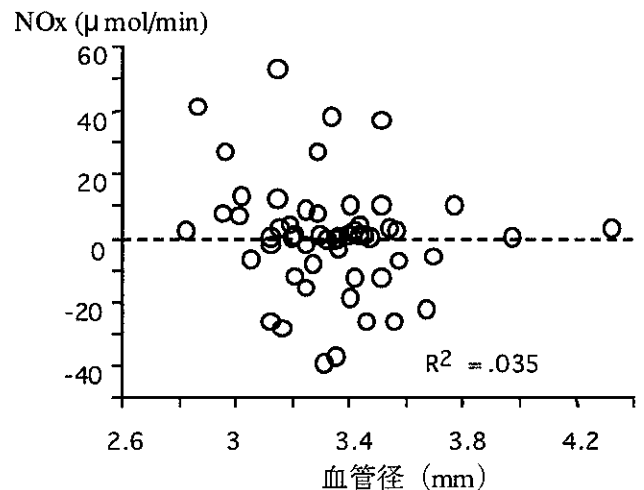
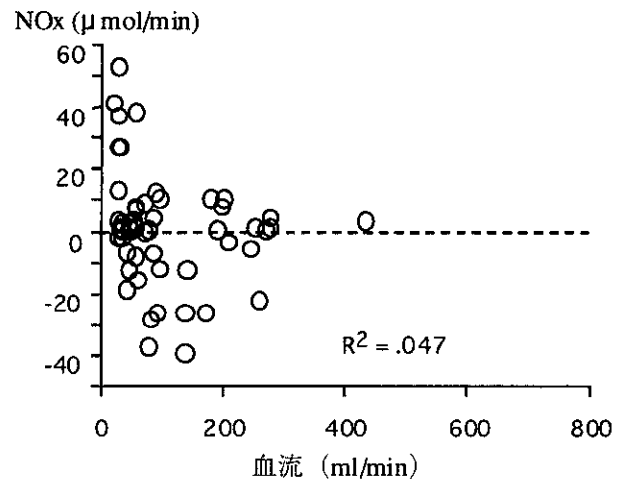


図 4 血流-NOx 関係 (上) と血管径-NOx 関係 (下)

D. 考察

本研究では健常成人ボランティアにおいて生理的、組織代謝の可及的変化しない条件下で血流が増加する時の血管径・コンダクタンスの時系列変化を検討した。その結果、1) 肘動脈血流と肘動脈血管径、および 2) 肘動脈血流とコンダクタンスは共に有意な正の相関を示し、この事からヒト生体において第一義的な血流依存性血管機能が機能している事が強く示唆された。運動負荷時には交感神経機能亢進による α_1 , α_2 アドレナージックレセプターの活性亢進やアンギオテンシン II の活性

亢進などによる強い血管収縮をきたす事が知られているが、本研究で検証された血流依存性血管拡張反応はこれらの血管収縮メカニズムをも凌駕したものと考えられた。

また本研究ではこの血流依存性血管拡張反応における NO の関与を検討したが、NO_x をパラメータとした今回の研究では一定の傾向が認められず、NO が血流依存性血管拡張機構に中心的に寄与しているという結果は得られなかった。この原因にはいくつかの点が考えられる。まず、運動負荷時に同時に産生されるスーパーオキシドが NO を消去している可能性が考えられたため、スーパーオキシドのスキャベンジャーである Vitamin C を投与することによって NO の消去を防ぐことを試みたが、Vitamin C 非投与前後で流量依存性の NO_x 濃度較差の増加は認められなかった。また、運動負荷時にはプロスタグランジン系など NO 以外の血管拡張 mediator 等が主に関与することが考えられた。また、ラジカルである NO は瞬時に代謝が進んでいくため、その代謝産物である NO₂ が計測パラメータとなっているが、赤血球内では NO₂ から NO₃ への代謝が順次進んでいくため、これが計測上のエラーを生じることが問題となっている。NO₂ 代謝の Stop solution を添加しサンプル処理法を検討・改良していくことも必要と考えられる。

E. 結論

血管内皮の血流増加に即応する NO 依存性血管拡張能を生理的な条件下で評価する方法論の確立を目指した。データベース蓄積のため 20 歳台の健常成人を比較対象群とし、自転車エルゴメータによる定量的多段階運動負荷時に上肢の血管径・血流量、NO 産生指標とな

る上肢動静脈血 NO_x (NO₂+NO₃) 濃度較差をパラメータとして検討した。その結果、血流量と血管径の良好な相関関係は得られたが、NO の挙動には一定の傾向が得られなかった。

この原因は被験者の食事の影響すなわち外因性の NO_x が血中 NO_x 値に大きく影響することが示唆された。このことから、内因性 NO の挙動を正確に評価するためには血中 NO_x 値の日内変動の是非も考慮にいたれた外因性 NO_x の影響を詳細に把握、検討することの重要性がわかった。

F. 研究発表

1. 論文発表

- 1) S. Mochizuki, M. Goto, Y. Chiba, Y. Ogasawara, F. Kajiya: Flow dependence and time constant of the change in nitric oxide concentration measured in the vascular media. *Med. Biol. Eng. Comp.* 37: 497-503, 1999
- 2) E. Toyota, M. Goto, H. Nakamoto, J. Ebata, H. Tachibana, O. Hiramatsu, Y. Ogasawara, F. Kajiya: Endothelium-Derived Nitric Oxide Enhances the Effect of IABP on Diastolic Coronary Flow. *Ann. Thorac. Surg.* 67: 1254-1261, 1999

2. 学会発表

- 1) S.Mochizuki, N. Kataoka, M.Goto, Y. Ogasawara, F. Kajiya: Direct in situ evaluation of dynamic changes of intravascular nitric oxide. *Proceedings of the 4th Asia-Pacific Conference on Medical & Biological Engineering*: 273, 1999

厚生科学研究費補助金（長寿科学総合研究事業）
分担研究報告書

高齢者のヘルスケア情報提供システムの構築に関する研究

分担研究者 武田 裕 大阪大学医学部附属病院 医療情報部 教授

研究要旨 ネットワーク環境下における高齢者のヘルスケア情報提供を目的として、一般向け、専門家向け、個人ヘルスケア情報の三層構造を有するヘルスケア・コンテンツを格納、検索するデータウェアハウスを構築し、実証実験を行った。

A. 研究目的

高齢者のヘルスケアに関する意思決定を支援するために、診療情報の電子保管とその共有化、他のヘルスケア関連情報を受発信するデータウェアハウスの構築に関する基礎的検討を行う。

B. 研究方法

インターネットを利用して高齢者ヘルスケアデータをデータベースに格納し、必要なデータを検索するため、分散オブジェクトおよびXMLを用いたデータウェアハウスの構築した。データウェアハウスのサーバー群は1) WWWサーバー、2) データベースサーバー、3) 画像データサーバー、4) 画像作成サーバーよりなり、VPN (Virtual Private Network)によりシステムセキュリティを確保した。なお、本研究で対象としたデータは個人を特定できない仮想的な診療情報を作成したもので、倫理的問題はない。

C. 研究結果

診療情報の一例として大阪大学病院退院時要約データおよび高齢者の人間ドック検診データ項目を対象としてオブジェクトデータベースに格納し、XML化されたデータをブラウザにより検索を可能とした。一般利用者、医療従事者による定性的な評価を行い、さらに改良の余地があるが、実用化に向けたパイロット・システムとして有用であるとの結論を得た。また、技術的にはパイロットモデルとしては実現可能との結論を得た。

D. 考察

平成11年4月厚生省通達「診療録等の電子媒体による保存について」により

施設内の個人診療情報の保管が可能となり、情報提供システムの構築は技術的、法的にも実現可能となった。しかし、施設間にまたがる診療情報の共有化やその提供については技術的、法的にも解決すべき問題が多い。とくにセキュリティとヘルスケア情報のアクセス権が重要である。前者は電子商取引などと共通点もありPKI (Public Key Infrastructure) の医療応用を次年度以降検討する。後者は国内でもコンセンサスの形成が困難であり、ISO/TC215など国際標準化組織でも議論が進行中である。本研究ではヘルスケア情報を3層（個人情報、専門家情報、一般情報）に区別し、各々にアクセス権を設定したが、今後の標準化動向に整合させるプログラムを有している。

ネットワーク環境下での分散データベース利用に関する情報技術の導入を次年度以降開発予定である。またWeb技術によるコンテンツ提供方法についてさらに開発研究を推進する。

E. 研究発表

1. 論文発表

松村泰志、岡田武夫、武田裕ほか：診療データウェアハウスの構築とその意義。医療情報学19 (Suppl) : 14-17, 1999

2. 学会発表

大嶋比呂志、武田裕ほか：分散オブジェクト及びXMLを用いたデータウェアハウスの構築及び実証。第19回医療情報学会論文集、p860-861、1999

F. 知的所有権の取得状況

1. 特許取得、実用新案登録など
なし

健康管理支援のための高齢者健康情報システムの構築

分担研究者 吉田 勝美 聖マリアンナ医科大学 教授

研究要旨：高齢化社会を迎え、情報処理技術を応用して高齢者の quality of life を確保増進することが期待される。本研究では、高齢者の非活動性を客観的に検出するための個人位置情報システムの有用性を検討した。また、従来からのインターネットホームページからの情報収集の際に、入力のコンプライアンスを上昇させるためダウンロード方式を検討した。また、高齢者から収集された情報を関連保健医療機関で共有するために結果の転送について、老人保健法ヘルスアセスメント事業を対象に検討した。

A. はじめに
高齢化社会

わが国では世界に例をみない、老年人口の急速な増加を認めている。高齢人口の増加に伴い、要介護状態を予防するために何らかの支援が必要な高齢者が増加することが予想される。

要介護状態予防

老人保健施策として、平成12年度より健康増進ヘルス事業として、生活機能の改善および健康な高齢者の活力を生かした社会づくりの必要性が期待されている。高齢者の活力を高めるためには、要支援者を早期に発見するだけでは十分でなく、要支援へ進展する可能性がある者を介入サービスとして提供することが必要である。

高齢者の健康改善に情報通信

広範な利用者である在宅高齢者に対して、対象者の希望や必要性に尊重したサービス提供が必要である。在宅高齢者には、閉じこもりなどの将来の寝たきりや痴呆高齢者である危険因子を減少させる生きがい支援策などの保健サービスが考えられる。

そのためには、客観的情報を収集する必要があり、在宅健康高齢者の参加型サービスの構築が望まれる。

健康支援としての情報通信の動向

近年の情報通信手段の発展により、高速大容量や双方向化による個人への保健応用が期待されている。本研究は、現時点で老人保健法による保健サービスに対して、高

齢者の保健サービスニーズ分析を行う情報通信システムを構築することにある。

B. 方法

本研究では、高齢者の将来の健康負担につながる「閉じこもり」の予防事業を支援するための3つの課題を検討した。

個人位置情報による行動特性

「閉じこもり」は、60歳で10.4%、70歳代で約34.6%、90歳代では65.3%に及び、身体的に外出できない高齢者と外出意欲がない高齢者が含まれる。閉じこもり高齢者を早期に発見することで、「非閉じこもり」に快復することで、日常生活のADLを高めることが期待できる。

現在、老人保健法ヘルス事業として、「閉じこもり」傾向のアセスメントシステムが構築されつつあるが、客観的に高齢者の行動範囲を定量化することは十分でない。

本研究では、客観的な情報を用いて高齢者の日常活動性の低下を検出する目的で、GPS (Ground Positioning System) を使用することを計画し、本年度は他の位置情報システムとの比較を行った。

HPと公衆回線による情報収集

高齢者の健康情報支援として、老人保健法におけるヘルス事業をシステム化することを検討した。昨年まで、日本総合健診施設協議会の高齢者問診表を使用したシステムを構築しており、本年度はそのシステムの拡張として、ヘルスアセスメントシステ