HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Webを利用した放射性医薬品管理システムの構築と評価
Author(s)	寺下, 貴美; 中場, 貴紀; 布施, 善弘; 小笠原, 克彦
Citation	日本放射線技術学会雑誌, 60(6), 811-817
Issue Date	2004-06-20
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/39533
Type	article
File Information	ogasawara_JJRT60-6.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

原　著

Webを利用した放射性医薬品管理システムの構築と評価

寺下貴美・中場貴紀・布施善弘・小笠原克彦[1)]

特別医療法人明生会網走脳神経外科病院診療部画像技術課
1)北海道大学医学部保健学科放射線技術科学専攻

論文受付
2003年12月15日
論文受理
2004年４月19日
Code No. 930

はじめに

診療用放射線の防護に関して，医療法施行規則の一部を改正する省令が関係告示とともに公布され，平成13年４月１日から施行された[1)]．さらに，国際放射線防護委員会(ICRP)1990年勧告の取り入れにより空気中，排気中，排水中の放射性同位元素の濃度限度が改められ，新濃度限度に対応した算定法が通知された[2)]．これらにより医療現場における放射性同位元素の使用実態に則したものとなったが，新法令への移行には煩雑で実務的な処理を伴っているのが現状である．

当院では平成12年６月より医療情報システムの開発会社(ベンダー)に依らずに単独でWorld Wide Web(以下，WWW)を用いたシステム(以下，Webシステム)による患者情報システム，入院患者台帳システム，DICOM Imagingシステム，検査オーダ・エントリ・システムを開発し運用している．特に，検査オーダ・エントリ・システムではモダリティごとの検査依頼，照射録等の作成・管理などを運用している．法改正に伴い当院でも新濃度評価の下で記録簿様式の変更が必要となった．そこでわれわれは業務の簡素化を図るため，放射性医薬品の入荷・使用・在庫・調剤・廃棄・帳票等の管理を一括して行うことを目的としたシステムの開発を行った．今回，当院で運用しているWebシステムを拡張し，患者情報と検査内容のデータが共有できる放射性医薬品管理システムを構築したので報告する．

Development of a Radioactive Pharmaceuticals Management System Using a Web-based System

TAKAYOSHI TERASHITA, TAKANORI NAKABA, YOSHIHIRO FUSE, and KATSUHIKO OGASAWARA[1)]

Abashiri Neurosurgical Hospital, Section of Technical Imaging
1)Hokkaido University School of Medicine, Department of Health Sciences, Division of Radiological Technology

Received Dec. 15, 2003; Revision accepted April 19, 2004; Code No. 930

Summary

Systems for recording data on radiopharmaceuticals have changed following the Medical Care Law on concentration limits of radioisotopes in drainage, exhaust gas, and the atmosphere. A Web-based system that includes a patient information subsystem, DICOM imaging subsystem, and laboratory order subsystem has been developed for the receipt, use, stock prescription, disposal, and accounting of radiopharmaceuticals was developed using a Web-based system in order to simplify radiation safety management operations such as changes and additions to record book forms. In verifying the usefulness of the system and its recording and search times, it was found that the new Web-based system provides superior performance.

Key words: *Radioactive pharmaceuticals, Record list, Web server, Web database*

別刷資料請求先：〒060-0812　北海道札幌市北区北12条西５丁目
北海道大学医学部保健学科　小笠原克彦　宛

1．方　法

1-1　システム構築

放射線医薬品管理システム（以下，システム）は，排気・排水に係る放射性同位元素濃度管理ガイドラインに沿って構築した[3]．

WebサーバにはWebサーバソフトウェアとしてApache HTTP Server（The Apache Software Foundation製）[4]（以下，Apache），データベースソフトウェアとしてPostgreSQL（PostgreSQL Development Team製）[5]，Webアプリケーションのためのスクリプトソフトウェアとして Hypertext Preprocessor（PHP Development Team製）[6]（以下，PHP）で作成した．Webサーバおよびクライアントマシンの Operating System（以下，OS）にはLinux（Turbolinux）[7]を採用した．

Fig. 1に当院での既存のシステムと本システムのデータベース構造の一部を示す．患者情報データベースではPatient ID，Patient Name，Birth Dateなど患者の基本情報が，検査オーダデータベースではOrder ID，Exam. Dateなど検査情報が登録されている．本システムのデータベース構造はBox table，Drug table，Apply table，Make tableの 4 テーブル構造とした．Box tableにはBox ID，Box Activity，Box Applyなどの放射性医薬品製剤のパッケージ情報を，Drug tableにはDrug ID，Box ID，Drug Activity，Drug Applyなどの放射性医薬品製剤の詳細情報を登録する構造とした．Box table，Drug tableは製剤登録，Apply tableは使用登録，Make tableは調剤登録とし，役割を分担させた．データベースを構成している各テーブルには，登録内容の変更，削除の際に履歴を残すためflagを設けた．flagはTrue（入力後変更なし），変更，削除と場合により異なるので，理論型のBooleanではなく，整数型のIntegerとした．さらに薬剤登録，調剤，使用登録には記入漏れ，記入誤り等をチェックする処理を盛り込んだ．データを重複させないため本システムおよびその他Webシステムのデータベースを同一サーバ内に置き，関連したそれらのシステムのIDのみを本システムのデータとして登録させた．クエリ要求が発生した場合はそれぞれのIDがkeyになり，情報を検索する仕組みとした．

次にFig. 2～6に本システムのユーザインターフェイスを示す．薬剤入力（Fig. 3）を行うとBox table，Drug tableに登録され，調剤（Fig. 4）が実施されるとMake tableに登録されるように設定した．両者が実施されると薬剤使用画面（Fig. 5）の薬剤リストに表示される．一方，検査オーダの撮影処理を行うと検査済みリストに表示される．二つのリストから対応する薬剤と検査オーダを選択するとApply tableに登録されるように設計した．記録簿の出力（Fig. 6）は日付からApply tableに登録されているDrug IDおよびOrder IDを検索し表示させた．さらに，そのDrug IDからBox tableを検索してDrug IDおよびDrug Activityを，Order IDから既存の検査オーダ・エントリ・システムを検索しPatient IDおよびExam. Dateを抽出し，さらにPatient IDから患者情報システムを検索しPatient Name，Birth Dateを読み出せるようにした．医療法施行規則で表示を義務付けている 1 日・3 カ月・1 年使用量は読み出し時に集計，計算し，各使用限度と比較し表示させるように設計した．

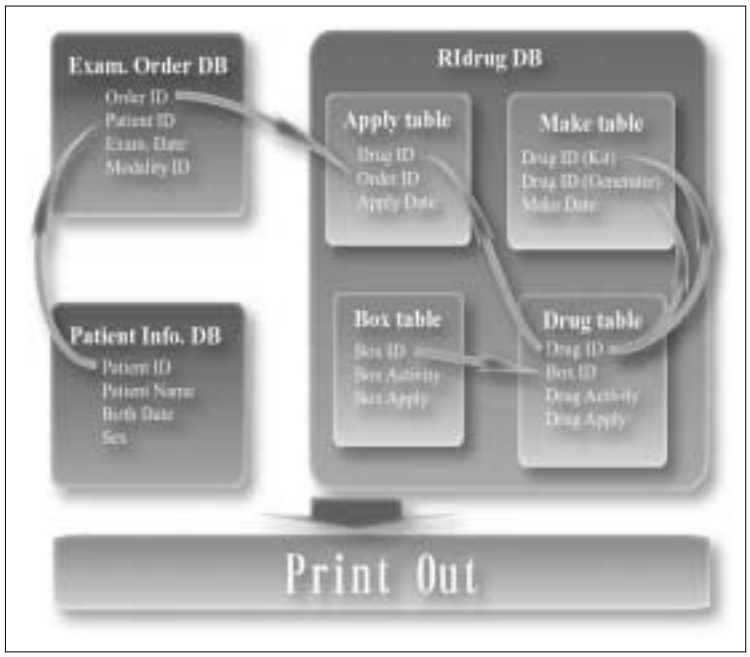

Fig. 1　Basic concept of the database structure for our Web-based system.

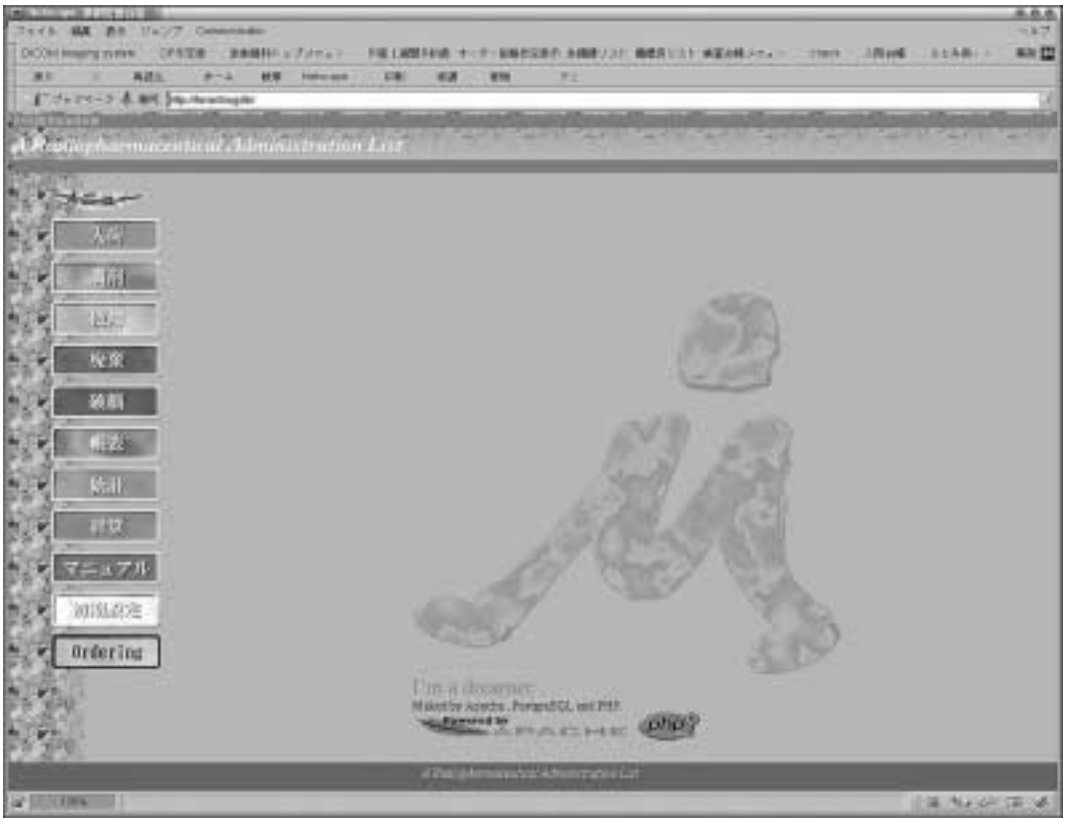

Fig. 2　The first page of our Web-based system.

Fig. 3　The page for registered pharmaceuticals.

Fig. 4 The input page for arranged pharmaceuticals.

Fig. 5 The input page for used pharmaceuticals.

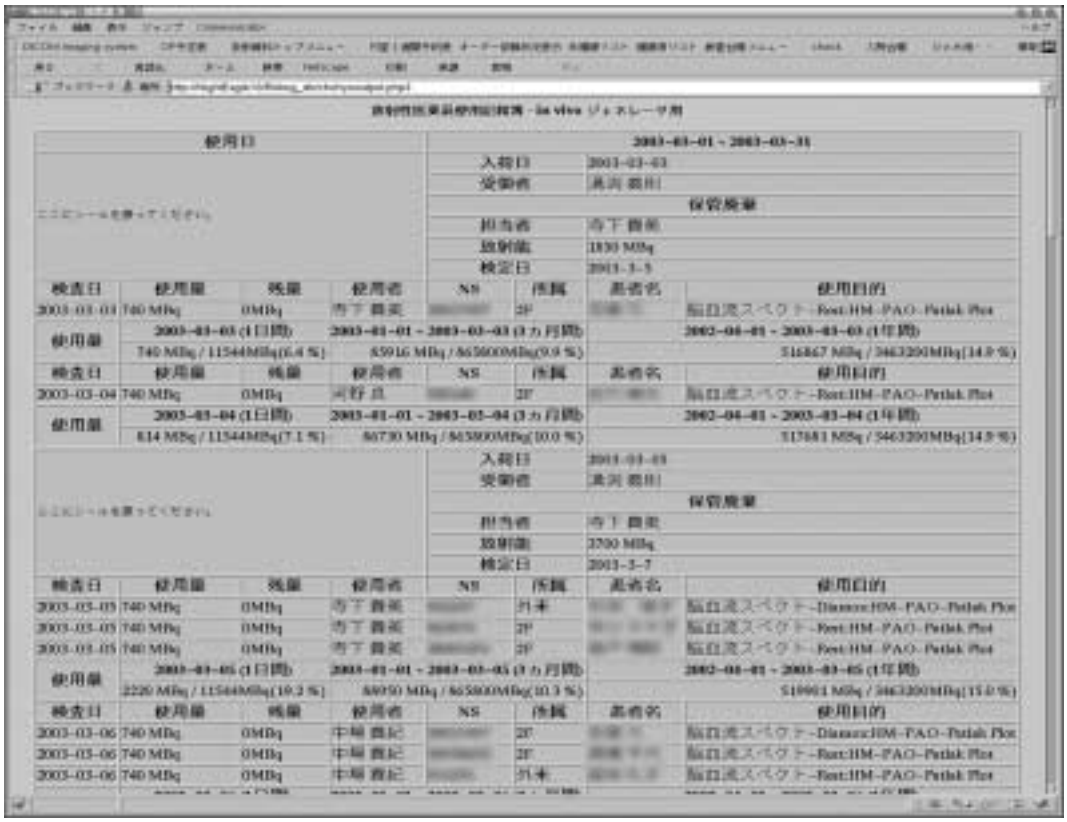

Fig. 6　The output page for monthly reports.

1-2　システム評価

本Webシステムの有効性を検討するため，従来使用していた手書き台帳(1998年11月28日から2001年３月31日まで)とWebシステム(2001年４月１日から2003年９月31日まで)について，記帳時間，検索時間，エラー率を比較した．「手書き台帳」は手書きによる入力，紙面による表示，「Webシステム」はパソコンによるキーボード入力，モニター上の表示とした．「記帳時間」は各期間内の任意の１カ月について入荷，調剤，使用の記帳を行った１件当たりの平均時間とした．「検索時間」は各期間内において無作為に検索した30件の検査について検査番号，患者番号，患者名，検査名，使用放射性医薬品名，投与量，使用者を抽出した１件当たりの平均時間とした．「エラー率」を以下のように定義し算出した．

(1)手書き台帳でのエラー率(以下，Eh)

$$Eh=\frac{【誤記入または修正した件数】}{【全件数】}$$

(2)Webシステムでのエラー率(以下，Ew)

$$Ew=\frac{【入力内容を修正または削除した件数】}{【期間内の全件数】}$$

記帳時間，検索時間については等分散を仮定した２標本によるt-検定を行った．

2．結　果

2-1　システム構築

薬剤登録の際，一見重複しているように思われるBox tableとDrug tableに項目を分けて登録する機構にしたことにより，ジェネレータからの溶出や分注の操作を可能とした．

本システムの登録データおよび患者情報システム，検査オーダ・エントリ・システムでの登録データをIDで共有させたことにより，データベース構造を簡略化させることが可能であった．これによりデータベースが細分化され，検索速度が向上した．さらに登録データの変更などは一部のデータのみの変更で迅速に行うことが可能となった．またデータベース内の各テーブルにflagを設けたことにより，データ変更および削除の際，flagのみを変更するだけで，登録データをそのまま残すことが可能となり変更および削除履歴を残すことが可能であった．

2-2　システム評価

評価に対する結果をTableに示す．記帳時間・検索時間・エラー率のすべてに関して，新システムの方が良好な結果を示した．検定の結果，記帳時間・検索時間ともに$p<0.001$を示し有意差が認められた．

3．考　察

3-1　システム構築

過去の類似研究には，市販データベースを用いて核医学検査管理業務の省力化を図ったもの[8]や，WindowsのWebサーバを用いた薬局在庫管理システムに関する報告[9]があるが，今回われわれが構築したオープンソースソフトウェアを用いた報告はない．Windows XP Professionalや2000serverに付属しているWebシステムであるIIS（Internet Information Services）を利用しなかった理由であるが，以下の３点による[10]：(1)高機能なサーバセットで設定は複雑で使用，扱いが非常に困難である，(2)ライセンス上の制限があり，XP Professionalでは同時接続数に制限がある，(3)2000serverは高価であり開発予算の制限のある個人ユーザには購入できる価格ではない．今回，Webシステムの開発に使用したソフトウェアはすべてオープンソースでありライセンスに関して使用量を必要とせず，ユーザによるソフトウェア開発も簡単に行うことが可能であった．今後，これらを組み合わせたシステム開発が広がるものと予想される．

また，鶴田らはHTMLを自動生成するプログラムを開発し医薬品情報提供システムを構築している[11]．われわれも使用を考慮したが外部プログラムと強調して動作する仕組みであるCommon Gateway Interface（以下，CGI）を使用するにあたり以下の点で問題となった[10]．(1)難しいプログラム言語を使用するため，専門的なソフトウェア工学の知識を必要とする．(2)CGIの動作はサーバコンピュータに負担をかけるため，動作の遅延などを起こすことが予想される．そのため臨床業務では不適切である．(3)CGIプログラムの使用方法を誤って暴走させてしまうとサーバ自体が止まってしまい，臨床業務を停止させてしまう可能性がある．PHPは「コンパイルが必要ない」，「サーバサイドで実行される」などの特徴を有しており，手軽に使用できることなどから今回はPHPを採用した．PHPを使用したサーバにおける処理の利点として以下の３点が挙げられる[12]：(1)ブラウザ，サーバ間の無駄な相互通信が制限される，(2)ロード時間が短くなる，(3)Webブラウザの互換性の問題がなくなるPHPを使用したことにより開発，アップグレードも迅速に行うことが可能であり，現状に即した対応や不測の事態にも即座に対処可能であると考えられる．

Apache + PostgreSQL + PHP + Linuxの組み合わせは日々使用しているインターネットで多くのシェアを占めており，「システムの安定度の高さ」，「OSおよびコンピュータ，Webブラウザの種類を選ばない柔軟度の高さ」という点で非常に有益であった．さらにこれらの点では既存のネットワーク環境を利用でき，導入コストを抑えることが可能であろう．病院経営が厳しくなっている現状では，システム導入に予算を計上することが難しいため，医療情報システムの経済性の点からも有効であると考えられる．

Table　System evaluation: old system vs. new system.

	Handwriting system	Web system
Input Time* (sec/case)	63.1±7.1	17.2±5.8
Retrieval Time* (sec/case)	73.5±1.1	29.3±6.9
Error Ratio (%)	3.58	0.38

*：$p<0.001$

3-2　ユーザインターフェイス

従来の検査台帳は放射性医薬品使用記録簿同様に手書きであったため，これらの台帳には重複するデータが多く，煩雑な作業に伴う集計ミスが散見した．そこで当院の他のWebシステムとリンクしたコンピュータ管理に変更し，それぞれのデータベースにおいてIDを連絡させ，それを共有することで管理が簡便となった．特に１日・３カ月・１年使用量の集計と各使用量との比計算の自動化により，業務が簡素化されたことの意義は大きい．

以前は管理者一人が手作業で台帳管理を行っていた．本システムの導入により日々の使用記録の入力を個人に分担することができ，管理者は管理業務のみに専念することができるようになった．さらにシステム構築の際，使いやすさやエラー処理も考慮に入れたため，個人の作業負担は日常業務に影響を与えることなく軽微であった．

操作はインターネットなどで利用されているWebブラウザから行うため，簡単かつ直感で扱えるものとなった．今回われわれが行った手書き台帳とWebシステムの比較評価においても，従来１分以上必要とした入力時間が1/3程度の時間で入力可能であることが明らかになった．本システムでのエラーは主に入力製剤の選択ミスでありユーザの操作の熟練により改善されるものと予想される．今後，ミスの発生箇所と状態を記録し，効果的なシステム開発の資料とすることを計画している．

このWebシステムは検査オーダ・エントリ・システムと同様に，ネットワークで院内のどのコンピュータ端末からも操作できるため他部署，例えば薬剤入力は放射線受付，帳票出力は放射線管理室，薬剤集計は経営管理などとの情報共有と業務分担が可能となった．現在，ユーザ認証により不正アクセスの対策を行っているが，今後，セキュリティ管理が課題であろう．

4．結　語

今回，医療法施行規則の改正に伴う煩雑な実務的処理を簡素化させることを目的として，放射性医薬品管理システムを開発した．その結果，以下の3点が明らかになった．

(1)操作性の良いWebベースの放射性医薬品管理台帳を作成し，省力化を図ることが可能であった．書類ベースの台帳よりも操作性，信頼性が向上し，かつ簡便に扱えるものとなった．

(2)院内で独自開発することで現場のニーズに迅速に対応することができた．院内ネットワークを用い他部署との情報共有，業務分担が可能であった．

(3)システムをオープンソースソフトウェアで構築し，既存のネットワークを利用したことで開発・導入コストは最低限に抑えることができた．

謝　辞

本研究にご助言をいただいた当院医師　谷川緑野先生，当院システムエンジニア　日比野彰先生，さらに，論文作成にあたりご協力いただいた北海道大学大学院医学研究科医療情報学分野大学院生　谷川琢海先生に感謝いたします．

なお，本論文の一部は第59回日本放射線技術学会総会大会(横浜)においてポスター展示を行った．

参考文献

1) 医療法施行規則の一部を改正する省令，厚生省令第149号，(2000.12.26)．
2) 医療法施行規則の一部を改正する省令の施行について，医薬発第188号，(2001.3.12)．
3) 日本医学放射線学会，日本放射線技術学会，日本核医学会，日本核医学技術学会：排気・排水に係る放射性同位元素濃度管理ガイドライン，(2001)．
4) URL: http://www.apache.org/
5) URL: http://www.postgresql.org/
6) URL: http://www.php.net/
7) URL: http://www.turbolinux.com/
8) 尾西吉紀，池田良治，松田紀子：核医学検査管理業務の省力化－市販ソフトを使用して－．石川県立中央病院医学誌，22，109-116，(2000)．
9) 清水　栄，内潟将宏，成橋和正，他：地域薬局在庫情報データベースおよび薬局在庫管理システムの構築．医療情報学，20(3)，237-241，(2000)．
10) 山本陽一：個人で立てるWebサーバApache入門．有限会社ゲイザー，(2001)．
11) 鶴田陽和，望月真弓，池田憲昭，他：データベースからハイパーテキストの自動生成と医薬品情報提供への応用．医療情報学，18(2)，139-147，(1998)．
12) 武藤健志：プロフェッショナルPHPプログラミング，(2001)．

図表の説明

Fig. 1　当院におけるデータベース構造の概念
Fig. 2　本システムのトップページ
Fig. 3　製剤登録画面
Fig. 4　調剤登録画面
Fig. 5　製剤使用登録画面
Fig. 6　帳票出力画面

Table　従来システムと新システムにおけるシステム評価