

CMS に基づく汎用データベースシステムの開発と神経科学分野への応用

西岡 拓人[†] 鉢田 卓也[†] 池野 英利^{††}

[†] 姫路工業大学環境人間学部 〒 670-0092 兵庫県姫路市新在家本町 1-1-12

^{††} 兵庫県立大学環境人間学部 〒 670-0092 兵庫県姫路市新在家本町 1-1-12

E-mail: †{ntakuto,htakuya1203}@gmail.com, ††ikeno@shse.u-hyogo.ac.jp

あらまし 様々な研究分野において日々蓄積されている膨大な研究リソースを共有化し、統合的に管理・利用できる環境は、過去の研究成果の活用や新たな研究テーマの創出の上で極めて有効であり、研究室から国家レベルにいたる様々な規模で研究リソースの共有が進んでいる。一方、最近では、XOOPSをはじめとする CMS が、WWW ポータルサイトの効率の良い構築、運用技術として広く利用されてきている。本研究では、XOOPS を基本システムとして、実験データをはじめとする各種リソースの管理・共有環境を実現するための汎用データベースモジュールを開発した。さらに、登録されたリソースに対して自動的にアプリケーションを実行できるサーバ機能を組み込むことによって、数値データファイルの自動解析機能など、研究活動の効率化をもたらすシステムを提供した。このシステムを、生物行動学、神経生理学分野のリソース管理に適用した結果、その有効性が確認された。

キーワード CMS, XOOPS, PHP, ニューロインフォマティクス

Development of a CMS-based database system and its application to neuroscience and biological fields

Takuto NISHIOKA[†], Takuya HACHIDA[†], and Hidetoshi IKENO^{††}

[†] School of Human Science and Environment, Himeji Institute of Technology 1-1-12, Shinzaike-Honcho, Himeji, Hyogo, 670-0092 Japan

^{††} School of Human Science and Environment, University of Hyogo 1-1-12, Shinzaike-Honcho, Himeji, Hyogo, 670-0092 Japan

E-mail: †{ntakuto,htakuya1203}@gmail.com, ††ikeno@shse.u-hyogo.ac.jp

Abstract In order to utilize the accumulation of expertise effectively, it is important to integrate research resources in various fields of study. Recently, applications of Content Management Systems (CMS) have become widespread for constructing WWW portal sites. Taking advantage of these resources for biological and neuroscience fields, we have applied the CMS technologies for providing a data sharing environment in the laboratory. In this study, we present a general-purpose database module, which can provide data integrating and sharing service. This module can be used under that PHP based CMS environment: XOOPS. As the results of application to real laboratory works, it was shown its effectiveness on neuroscience and biological fields by introducing this into the laboratories which have the amount of experimental data.

Key words CMS, XOOPS, PHP, Neuroinformatics

1. ま え が き

神経科学、生物学の実験を行っている研究室においては、行動学、生理学、薬理学など、様々なアプローチによって得られる多様な実験的知見、情報が日々蓄積されている。そのため、このような研究リソースを有効的に活用し、様々なレベルで実施された実験的知見を有機的に結び付けていくためには、データ

の登録、参照、さらにはそれらの効果的な活用を支援する環境が不可欠となってきている [1]。ニューロインフォマティクスは、神経科学、生物学分野におけるリソースの利用に対して情報科学技術の適用を進めるもので、脳・神経系における情報処理メカニズムの本質を理解し、工学分野などへの応用を目指すエンジニアリング分野に対しても貴重な研究資源をもたらすものと考えられる [2]。

本研究では、このような神経科学分野におけるリソースを有効に活用するための環境を提供する汎用的なデータベースシステムの開発を行い、研究室における実験データ管理に適用した [3]。このシステムを導入することにより、従来まで実験者の記憶、勘に基づいていた作業を効率良く、正確に進めることができる環境が得られ、これまでに蓄積されたリソースを有効に活用できるようになった。

2. システム構成

インターネットによる情報共有の方法としては World Wide Web(WWW) が広く活用され、個人から国家レベルに至る様々な規模のサイトが日々誕生している。このような WWW システムの構築においては、最近ではデータベースをバックに持ち、コンテンツの管理およびサイト運用の業務など、ほとんどの作業を WWW ブラウザで行うことのできるシステム環境：コンテンツマネジメントシステム (CMS) が広く用いられるようになってきている。CMS の導入はサイトの構築、管理を飛躍的に単純化し、費用と時間の節約につながることから、標準的な Web 技術として定着しつつある。本研究では、PHP をベースとした CMS : XOOPS を基本ツールとして利用し、この環境下において様々な実験データ、研究資料の管理・分類ができる機能を提供する汎用データベースモジュールを開発した [4] ~ [6]。

本研究で使用した XOOPS は、フリーソフトウェアとして利用できる CMS の一つであり、MySQL をデータベース、Apache を WWW サーバとして用い、スクリプト言語 PHP によって記述されている。XOOPS は導入が容易でありながら、大規模なサイトの運用にも耐えうる事が示されており、モジュール単位で様々な機能が追加できることから拡張性も優れている。現在、画像の管理、スケジューラなど様々な機能がモジュールとして開発、提供されているが、我々の目的に合致するモジュールは見当たらず、独自の開発に至った。なお、ユーザ管理、ネットワークアクセスなどに関しては XOOPS 自体が持つ機能を活用することで、目的の機能に焦点を絞った機能の実装を進め、実用的なデータベースシステムを短期間、低コストで実現することができた。

2.1 動作環境

開発したモジュールは、XOOPS が動作する環境であれば問題なく利用できるため、かなりスペックの低いコンピュータであっても安定に運用することができる。なお、ベースとなるスクリプト言語 PHP については、開発には Version 4 を使用したが、Version 4, 5 のいずれでも動作を確認している [7], [8]。また、一部の機能については DHTML, JavaScript により実現した [9]。

本モジュールを使用するためには、XOOPS に必要となるソフトウェア類 (Apache, MySQL, PHP) を個別にインストールしておく必要があるが、最近では XSAS, XAMPP など、これらのソフトウェアをまとめたサーバスタックパッケージも公開されている [10]。セキュリティが確保された研究室などの閉じた環境下であれば、これらのパッケージをコピーするだけで Windows, Linux, MacOS X などの様々な OS において、簡単

に導入、運用を開始することができる。

2.2 データベースモジュール

本システムは、様々な研究分野における各種研究リソースに柔軟に対応することができるように、汎用的なデータベースモジュールとして設計・開発した。そのため比較的簡単な設定や機能拡張プログラムの記述のみで、様々なデータフォーマットの差異を吸収し、データの一元管理を実現することができる。開発したシステムには、研究資料を扱うデータベースシステムとして必要不可欠であると思われる機能に加え、汎用データベースとして要求されるカスタマイズ機能などが実装されている。

- WWW ブラウザからの操作

データ登録、閲覧などのほとんどの操作は、WWW ブラウザを通じて行うことができる。

- アーカイブアップロード機能

データベースへの登録の手間を軽減するために、複数のファイルやディレクトリを一括で登録できる機能を備えている。

- データ項目管理機能

ID や登録者、登録日といった基本的なデータ項目に加え、例えば、データに対する評価やタイトルといった項目も自由に追加することができる。

- データ一覧表示機能

データを効率良く参照できるように、データのラベル、サムネイル画像一覧表示を切替えることができる。この一覧表示画面では、項目管理で設定したデータ項目による絞り込み、ソートが可能である。さらに、表示する項目およびその配置は、管理者が自由に設定することができる。

- データシート

データを登録することによって、各データ専用のページが自動生成される。このページには、データファイルへのアクセス、コメントの閲覧・登録、関連データへのリンク作成の機能などがあらかじめ実装されている。項目の追加、表示形式の変更などについては、一覧表示と同じく、管理者によるカスタマイズが可能である。

- 検索機能

登録を行ったデータに付けられているキーワードを対象としたキーワード検索、コメントを対象としたコメント全文検索、データファイルを対象としたファイル検索機能を実装した。

- 拡張機能

PHP スクリプトにより、ファイルフォーマットの自動変換、データの自動解析など、データベースに付加的機能を追加できる。

- ブックマーク機能

WWW ブラウザなどで装備されている、頻繁に参照するデータのブックマーク機能を実装した。ブックマークされたデータについては、ディレクトリによる分類や、コメントの付加が可能である。

2.3 モジュールの構造

開発したシステムは XOOPS のモジュールとして実現されており、XOOPS モジュールの構造に基づき、admin, images, language, sql ディレクトリに、各々モジュール管理者機能、アイコン画像、英語・日本語メッセージ及びテーブル構造に関する

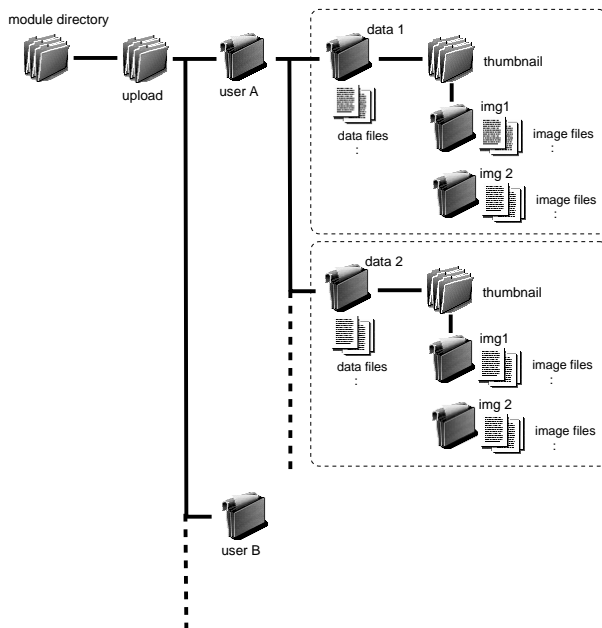


図 1 アップロードディレクトリにおけるデータ構造
Fig. 1 Data structure in the upload directory

るファイル類をまとめている [11] . また , class, include ディレクトリには共通的に利用されるプログラム, extension ディレクトリにはモジュールを拡張する際に利用するプログラムの雛形を保存している .

本システムはデータベースの各機能が独立したプログラムで実装されており, 機能拡張やデバッグが容易な構成となっている . なお, このデータベースでは, リソースに関する基本情報を格納するテーブル newdb_master, ユーザーが設定した項目の情報を管理する newdb_component, コメントなどを管理する newdb_comment など, 目的に応じた 16 のテーブルを用いている .

2.4 データ構造

データの登録は, 登録するデータファイルの tar アーカイブを作成し, 新規データ登録画面においてそのアーカイブファイルをアップロードするか, LAN で共有された所定のディレクトリ (図 1) に, 予めデータファイルをアップロードしておき, 新規登録画面においてそのファイルを選択することによって行う . サムネイルを登録する場合には, サムネイル表示したい画像ファイルを特定のディレクトリ (ここでは img1, img2) にまとめておき, このディレクトリを thumbnail ディレクトリ下に格納する . このように, サムネイル画像を img1, img2 のように複数のディレクトリに分割, 保存しておくことによって, サムネイルとして参照するディレクトリを切り替えるだけで簡単に表示するサムネイル画像を変更することができる .

3. システムの導入と利用

開発されたシステムは, 我々の研究室で進めているミツバチ行動実験データの管理及び東京大学大学院情報理工学系研究科神崎亮平研究室のカイコガ神経細胞に関する生理実験データの管理などに応用されている [12]. 本論文では, 具体的な導入例

として前者のシステムを紹介する .

3.1 データ登録様式

データベースで扱う実験データは, 登録を行うディレクトリ下に, 登録データをその種別毎 (csv, ps など) に分類, 保存する . 数値データディレクトリには, 実際の実験で得られた数値データファイル (nn-*.cc.csv, nn は標本番号, * は試行回数, cc は実験条件) を保存し, 解析データディレクトリには, 数値データを解析して得られたデータファイル (nn-*.cc.ps) を, サムネイルディレクトリには, 解析データを画像ファイルに変換したファイル (nn-*.cc.jpg) を保存する . 画像ファイルは必須ではないが, これを用意しておくことにより, サムネイル画面を自動作成することができ, 目的とするデータを素早く探し出す場合に活用できる .

3.2 データベースの設定

本システムは, その目的に応じてデータ項目, 表示形態などを自由にカスタマイズできることが大きな特徴である . なお, この機能については, システム管理者のみがアクセス可能となっている .

- 一般設定

ユーザーに対するデータ登録, 閲覧権限の設定, アップロードサイズ制限の設定など, システム全般の設定を行う .

- 項目設定

データに対する評価, タイトルなどといった, データベースで扱うオリジナル項目の設定を行う .

- 一覧表示設定

リスト形式, サムネイル形式を選択し, HTML テンプレートを編集することによりデータ一覧表示画面の設定を行う .

- 詳細画面設定

HTML テンプレートを編集することによりデータシート画面の設定を行う .

- キーワード設定

登録データに付けるカテゴリ, キーワードの設定を行う . この設定を行えば, キーワードによる検索が可能となる .

- データ継承

あるユーザーが登録したデータの権限を別のユーザーへ全て譲渡することができる . 研究室などでデータ管理者が変更になった場合などに有効である .

このようなカスタマイズ機能を有効に利用すれば, 様々な要望に対応したシステムの構築が可能である . しかしながら, 導入者の負担を考慮するとデフォルトの状態であっても基本的な機能が使用できるように, ある程度の機能があらかじめ設定されていることも必要と考えられる . 本システムの導入時に用意されている主な機能としては, 以下のようなものがある (2, 図 3) .

- (1) データ登録者図 (1), 閲覧者のコメント機能 (2)
- (2) 登録データのリスト表示とファイルのダウンロード (3)
- (3) データ登録情報を表示するニュース機能 (4)
- (4) 関連データ, 関連 URL ヘリリンク設定機能 (5)
- (5) 登録されているデータのサムネイル表示機能 (6)
- (6) データに付加されたキーワード表示機能 (7)

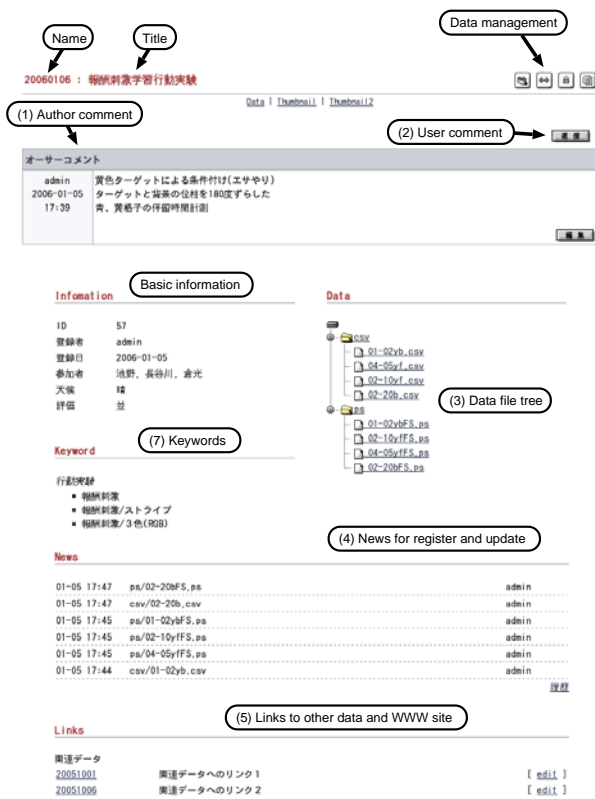


図 2 データシート画面 1 : データページ
Fig. 2 Datasheet page1 : data page

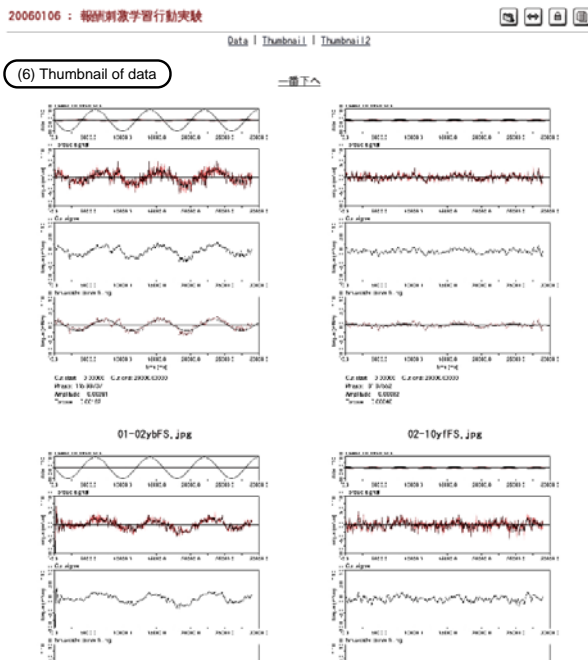


図 3 データシート画面 2 : サムネイルページ
Fig. 3 Datasheet page2 : thumbnail page

これらの機能については、機能名と対応するテンプレートが予め用意されているため、データ一覧画面の設定と同様、データシート画面の設定フォームにおいてこれらのテンプレートを指定するだけで簡単に組み込むことができる。

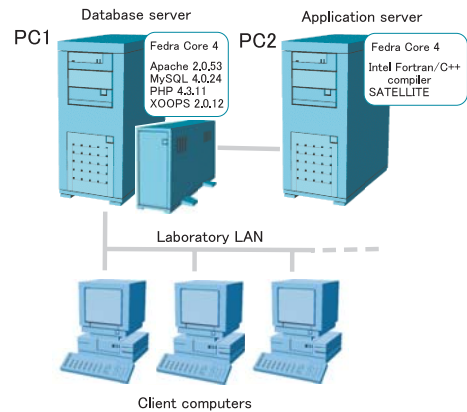


図 4 アプリケーションサーバと連動したシステム
Fig.4 Database system with application server

4. 登録データの自動処理

開発したデータベースでは、登録されたデータに対して特定のアプリケーションを自動実行するアプリケーションサーバ機能を実装している。この機能は、画像ファイルフォーマットの自動変換や数値データからのグラフ自動作成などに活用することができ、データ登録時の煩雑な作業を軽減させ、データベース利用の効率化をもたらすものと期待できる。

4.1 スクリプトの登録と実行

様々なデータ解析ソフトやグラフ作成のアプリケーション（例えば、gnuplot [13]）をデータベースシステムにインストールしておくことで、それらを起動するスクリプトと登録データを関連付けて、データの登録と共に自動的にデータの解析、処理を行うシステムを実現することができる。本システムでは、データ解析のスクリプトは、エディタによって作成しアップロードする、あるいは、スクリプト編集のページにおいて入力、編集することにより準備する。スクリプトの実行は、データ登録時、あるいは、バックグラウンドでの実行を選択する事ができ、その処理の緊急性や処理時間を考慮した設定が可能である。

例えば、行動実験データベースシステムでは、図 4 に示すように、データ管理と解析部分を分離した構成し、データの登録と処理に対する負荷を分散させ、実験時におけるデータ解析処理効率を高めた。すなわち、2 台のパーソナルコンピュータをギガビットイーサネットで接続、これらのコンピュータ間は SSH によるリモートアクセスを可能にしており、データの登録、管理は PC1 で行い、データの処理は PC2 で行うようにした。

このような構成の下、図 5 に示すように、PC1 において作成あるいは登録されたスクリプトについては、PC1 において運用しているデータベースにデータが登録されることにより (1)、そのデータと共に PC2 にコピーされる (2)。PC2 においては、アプリケーション実行条件に従ってスクリプトを実行し、データの自動処理が行われる (3)。データ処理結果は PC1 へと送られ (4)、データベースにその結果が反映される (5)。なお、アプリケーションサーバへの負荷とデータ処理時間を考慮して、一度に実行されるデータ処理は単一のプロセスに制限しており、複数のデータ群についてはシーケンシャルに実行される。

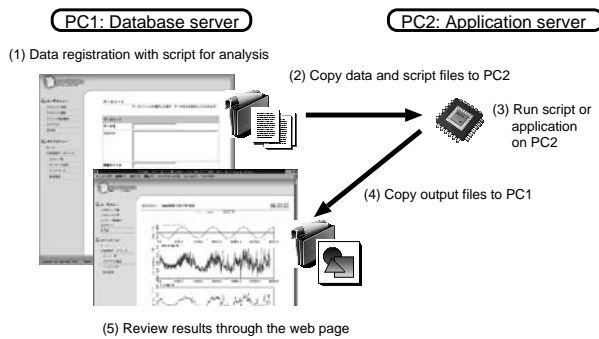


図 5 アプリケーションの実行

Fig. 5 Execution of application program

図 3 に示したグラフは、本システムにおいてデータの登録に伴って、自動的にスクリプトを実行、さらにそのスクリプトから時系列データにフィルタリング、データフィッティング、視覚化などの処理を行うアプリケーションプログラム (SATELLITE [14]) を起動することで生成されたグラフ例である。生成されたグラフについてはサムネイル化されることで、効率の良いデータ参照を可能にしている。

5. 考 察

開発したシステムの導入により、従来まで各々のコンピュータに保存されていた実験データの管理を一元化し、さらに、実験データに対するコメントの付加、目的に応じたデータのグルーピングなど、実験者が必要とする機能を提供することで、実験データの効率的な利用を促進する環境を構築することができた。サーバーの管理をはじめ、データの登録、参照などほとんどの作業がブラウザからの操作で行えることから、データベースに馴染みのない人であっても比較的容易に扱えるシステムであり、神経生理実験データ管理にも適用し、その有効性を確認した。しかしながら、現在のところ実際の応用事例は数件であり、今後、異なる実験対象、手法で研究を進めているラボへの導入を進め、その操作性、有効性などを検証していく必要がある。

なお、生物実験においては、実験データの登録と同時に自動的にデータ解析を行い、その解析結果を即座に閲覧し、過去のデータとの対比、実験方法の選択、実験条件の設定などが必要となる場合が多い。登録スクリプトによるデータの自動解析環境の実装によって、定型的なデータ解析にかかる作業時間を短縮することができ、また、実験中にデータ解析結果が参照できることから個体に合わせた実験条件を設定することが容易になり、実験効率をかなり上げることができた。このようなデータベースシステムと連動したデータ処理環境を実現することは、多くの研究室においてコンピュータ、ネットワークを活用したデータ共有を促進していくために有効な手段と考えられる。今回提案したスクリプト実行機能をさらに強化して行けば、実験研究者の負担を減らすだけでなく、迅速なデータ解析、理論的考察につながると考えられ、様々な分野において応用が期待できる。

6. む す び

先端研究においては、日々蓄積される膨大な実験データ、研究知見を効率よく集約、整理、活用していくことが重要である。本論文における研究手法、アプローチは、神経科学分野においてはニューロインフォマティクスの発想を具現化していくための基礎的環境と言え、今後研究者の視点に基づく実用的なツールの開発とこれらを活用した研究の展開が重要であると考えられる。

なお、現在、このような研究室レベルのデータベースに蓄積されたデータをインターネットで共有していく環境 (無脊椎動物脳プラットフォーム) の構築が進められており、本格的な学際的研究への展開が期待されている。なお、この開発には、理化学研究所ニューロインフォマティクス技術開発チームで開発されているプラットフォーム基盤モジュールである XooNIps が導入される計画である [15]。このモジュールも XOOPS をベースとしていることから、本システムとの連携を進めることで、研究室レベルからインターネットに至る様々なレベルでのデータ共有環境の実現が期待できる。

謝 辞

本研究の一部は兵庫県立大学教育研究助成金に基づき実施された。また、姫路工業大学環境人間学部倉光孝幸氏、理化学研究所白井支朗博士、東京大学大学院情報理学系研究科神崎亮平教授、関洋一博士には、データベースの仕様などに関し多くの助言をいただいた。

文 献

- [1] Pittendrigh S, Jacobs G (2003): NeuroSys: a semistructured laboratory database, *Neuroinformatics*, Vol.1, 167-176.
- [2] Eckersley P, et al. (2003): Neuroscience data and tool sharing: a legal and policy framework for neuroinformatics, *Neuroinformatics*, Vol.1, 149-16.
- [3] WEB-LEARNER.com: <http://www.web-learner.com/>
- [4] 高井 守 (2004): XOOPS コミュニティサイト構築ガイド, 東京: 技術評論社.
- [5] XOOPS 日本公式サイト: <http://jp.xoops.org/>
- [6] 坂井 恵, 天野龍司 (2004): XOOPS 入門, 東京: 翔泳社.
- [7] 堀田倫英, 石井達夫, 廣川 類 (2000): PHP4 徹底攻略, 東京: ソフトバンクパブリッシング.
- [8] GIJOE (2005): PHP サイバートロの技法, 東京: ソシム.
- [9] Danny Goodman (2004): JavaScript & DHTML クックブック Web エキスパート必携テクニック集, 東京: オライリージャパン.
- [10] Apache Friends: <http://www.apachefriends.org/en/xampp.html>
- [11] 後藤峰陽, 上松秀彦 (2005): Customizing Xoops, 東京: 毎日コミュニケーションズ.
- [12] 池野英利, 西岡拓人, 関 洋一, 神崎亮平 (印刷中): コンテンツマネジメントシステムを用いた神経細胞データベースの開発, *神経回路学会誌*.
- [13] gnuplot.org: <http://www.gnuplot.org/>
- [14] SATELLITE Home: <http://satellite.sourceforge.jp/>
- [15] XooNIps: <http://sourceforge.jp/projects/xoonips/>