

ゲーム機やモバイル機器を用いた Moodle への アクセシビリティの検証と改善策

白井達也[†] 石原茂宏[†] 渥美清隆[†]

[†]鈴鹿工業高等専門学校

家庭用ゲーム機やモバイル機器に搭載されたウェブブラウザによる e-Learning システム Moodle へのアクセシビリティを検証する。両者に共通する課題は PDF 文書の閲覧、モバイル機器固有の課題は画面の狭さと通信速度の遅さである。筆者らは実際に多数の機器を用いて問題点を洗い出すと共に、独自に施した改良によりアクセシビリティがどの程度改善するのかを報告する。

Investigation and Improvement of the Accessibility to Moodle with Gaming Consoles and Mobile Devices

TATSUYA SHIRAI[†] SHIGEHIRO ISHIHARA[†] KIYOTAKA ATSUMI[†]

[†]Suzuka National College of Technology

In this report, we had investigated the accessibility to e-learning system Moodle by using gaming consoles and mobile devices equipped with Web browser. The problem common to both gaming consoles and mobile devices is difficulty in reading PDF documents. The problems peculiar to mobile devices are narrowness of the screen size and lateness of the transmission rate. We had clarified the performance and the problems of those apparatuses by making a try of them. We had reported possibility for improvement of accessibility by our improvements for Moodle.

1. はじめに

近年、各家庭のブロードバンド環境の整備に加え、駅、宿泊施設、商業施設などへの無線 LAN インフラの拡充、さらに航空機や新幹線車内でもインターネットを利用できる環境が整備され始めた。携帯電話も第三世代機種への移行が進んでいる。最新の家庭用ゲーム機は例外なくインターネット接続機能を持ち、携帯音楽プレイヤーの中にも iPod touch のように無線 LAN による Web ブラウジングが可能な機種も登場している。一方、文部科学省による学術情報基盤実態調査結果によると全国公私立大学での学内 LAN の整備状況はほぼ 100%であり、さらに学内無線 LAN の整備状況は平成 18 年度が 59.5%、平成 19 年度が 65.3%と徐々にではあるが進んでいる[1]。6 割以上の無線 LAN 敷設状況という数字は、全てにおいて学生によるインターネットの自由な利用が許される環境を含んでいるとは限らないが、今後、学内でのインターネット利用環境が情報処理センターや図書館や研究室といった限られた環境以外にも広がっていくことは確実である。

Moodle や Sakai に代表される e ラーニングシステムは遠隔学習に用いられる例もあるが、多くは自主学習のための補助教材を提供する目的で運用されている。これらは e ラーニングを導入する当初の計画に沿った展開であるが、さらに活用の際は研究室やゼミ単位、クラブや委員会単位など旧来の学習支援の枠を越えた領域に広がり、学校のポータルサイトとして学生生活を幅広くサポートするシステムとして発展することが期待できる。e ラーニングシステムの活用の幅が広がれば、学生は自宅や学内の限られた場所に整備された据置型コンピュータ端末だけではなく、いつでも好きな場所で空き時間を利用して e ラーニングシステムへのアクセスができないかと期

待し始めるだろう。デジタル家電の普及に伴うライフスタイルの変化は著しく、デジタルネイティブという新語が象徴するようにデジタル家電を自由自在に使いこなす若者にとって最も身近な情報ソースはTVや新聞ではなく、携帯電話やパーソナルコンピュータを用いたインターネットである。このような情勢の変化に対して、携帯電話機メーカーや家電メーカーは自社製品にインターネット接続機能を次々と搭載し始め、以前に比べるとWebブラウジング環境は改善されてきている。しかし、パーソナルコンピュータによる環境と比べて機能と性能の両面で劣るのは事実である。その差は狭まりつつあるが、携帯端末に関しては今後も携帯性を重視すれば画面サイズの狭さやユーザインタフェースの不自由さと言った制限は残るだろう。

MITのOpenCourseWare[2]に関する報道で、学生は授業内容のビデオ映像をiPodで視聴すると伝えられたこともあり、eラーニングとゲーム機を関連付けた報告はビデオストリーミングの可能性に関するものが多かった[3]。2005年にニンテンドーDS向けに販売された「脳を鍛える大人のDSトレーニング」に代表されるゲーム仕立ての学習教材のヒットを機に、学習塾や予備校が制作した自主学習用教材が携帯ゲーム機用に登場し、ゲーム機の性能を使い切ることも、ゲーム機ならではの手軽さを重視した実用的な副教材としての立場が広く社会に認められるようになった。

本研究では国内で販売されている代表的な携帯端末と家庭用ゲーム機によるインターネット環境の現状について報告する。併せてeラーニングシステムMoodleを例に、それらの機器が持つ制限をサーバ側で緩和するための工夫について提案する。本研究ではビデオストリーミングの再生性能については触れず、ドキュメント閲覧とフォーラム等の文字ベースのディスカッションの可否を中心に、非パーソナルコンピュータ環境でのeラーニングシステム活用の実用性についてのみ検証する。

2. 市販されているインターネット対応デジタル家電

2.1. 基本的な機能と性能の比較

本研究では、表1に示す、a) 携帯電話類、b) 携帯娯楽端末（ゲーム機および音楽プレイヤー）、c) 家庭用ゲーム機のカタログ上の仕様と実際に利用して明らかになる制限について、まず報告する。以下、a-1の第三代携帯電話を3G携帯電話、a-2のWindowsMobileOS搭載PHS端末をW-ZERO3、b-1のPlayStation Portable、b-2のニンテンドーDSi、b-3のiPod touchをそれぞれPSP、DSi、iPod、c-1のPlayStation3、c-2のニンテンドーWiiをそれぞれPS3、Wiiと略す。

表1 使用した機器一覧

カテゴリ	記号	名称	機種名/メーカー名	画面サイズ	画面解像度	入力装置	接続形態	Webブラウザ
携帯電話類	a-1	第三代携帯電話	Softbank 922SH シャープ(株)	3.5インチ	854x480	フルキーボード	携帯電話網	NetFront
	a-2	WindowsMobileOS搭載PHS端末 (Willcom W-ZERO3)	WS003SH シャープ(株)	3.7インチ	640x480	フルキーボード タッチパネル (文字認識対応)	無線LAN (IEEE802.11b)	IE Mobile Opera Mobile
携帯娯楽端末	b-1	PlayStation Portable	PSP3000 ソニー(株)	4.3インチ	480x272	操作ボタンのみ	無線LAN (IEEE802.11b)	NetFront
	b-2	ニンテンドーDSi	ニンテンドーDSi 任天堂(株)	3.25インチ	192x256 (二画面)	タッチパネル (文字認識対応)	無線LAN (IEEE802.11g)	Opera
	b-3	iPod touch	iPod touch アップルジャパン(株)	3.5インチ	320x480	タッチパネル (文字認識非対応)	無線LAN (IEEE802.11b/g)	Opera
ゲーム機	c-1	PlayStation3	CECDH00 ソニー(株)	外部モニタ	1080p (HDMI)	USBキーボード対応 USBマウス対応	有線LAN	NetFront
	c-2	ニンテンドーWii	Wii 任天堂(株)	外部モニタ	720x480 (D2端子)	USBキーボード対応 USBマウス非対応	無線LAN (IEEE802.11b/g) 有線LAN (オプション)	Opera

インターネットの接続環境は校内 LAN 網（100Mbps）を用いる。無線 LAN 対応機器は無線 LAN アクセスポイント（GW-MF54G2，プラネックスコミュニケーションズ社製，IEEE802.11b/g 対応）を介して接続した。Wii はオプションの有線 LAN アダプタを介して有線接続した。有線 LAN の通信速度はおよそ 40Mbps 弱（goo スピードテスト）である。家庭用ゲーム機は 21.6 型ワイド液晶モニタ（LCD-DTV222XBR，アイ・オー・データ機器製，1920×1080）に，PS3 は HDMI 端子，Wii は D2 端子で接続した。PS3 および Wii には無線接続のキーボードおよびマウス（Microsoft Wireless Natural Multimedia Keyboard，Wireless IntelliMouse Explorer2.0）を USB 端子で接続した。

表 1 で目を引くのは携帯ゲーム機の画面解像度の低さである。最も画面サイズが大きい PSP の解像度は 480×272 であり，VGA（640×480）に満たない。だが，実際に使用した限りでは解像度の低さを意識することはなかった。第三世代携帯電話の多くは地上波デジタル放送のワンセグ放送に対応するものが多く，横長のワイド画面である。PS3 はハイビジョン対応のためワイド液晶モニタの性能を十分に生かすことができるのに対して，Wii は 720×480 程度の解像度しか持たない。

文字入力方法は今回利用した 3G 携帯電話はフルキーボード対応だが，大半の機種はテンキー入力にしか対応していない。W-ZERO3，DSi はタッチパネルでの文字認識に対応している。特に W-ZERO3 はフルキーボードも装備しているため文字入力小型携帯端末の中では最も扱いが容易である。DSi は二画面の内，タッチパネルに対応しているのは手前側一画面のみである点が見落とされがちだが，上下二つの画面の役割分担（上は画面全体，下はフォーカスエリアの拡大表示）が明確なので，慣れれば問題ではない。iPod touch のタッチパネル式ソフトウェアキーボードは英文字／数字／日本語入力モードの切り替えが必要なため英数文字交じりの文章を入力するには頻繁にモード切り替えが必要である。日本語入力時の漢字変換機能も性能が低く，目的の文字列を確定するのに時間が掛かる。ただ，ボタンサイズやレスポンスといった細かな作り込みが良いため，長文の入力も実用的に可能である。携帯娯楽端末の中で最も文字入力困難なのは PSP である。ソフトウェアキーボード上を十字キーでポインタを動かして目的の文字を選択する入力方法は習熟したとしても携帯電話のテンキー入力よりも時間が掛かる。ただしアナログ式のカーソルキーは加速度的に動作するため，マウス入力に近い操作感が得られる。家庭用ゲーム機では PS3 が USB 接続のキーボードとマウスに完全に対応しているため，Web ブラウジングを行う際に本体付属のコントローラを使用する必要が全く無い。それに対して Wii は文字入力時以外はキーボードが一切使用不可であるため，常に本体付属のコントローラと持ち替える必要があり操作性が非常に悪い。本体付属のコントローラは空中での移動量を検知する方式であるため，ボタン押下げ時にポイント位置が微小に動いてしまうため正確に文字列を入力するには神経の集中が必要で，コントローラ単体での文字入力は実用的ではない。

2.2. Web ブラウジング

Web ブラウジングの性能に関して調べた結果を表 2 に示す。画面の切り替わりは Safari を搭載した iPod touch が最も素早く切り替わり，レンダリングもパーソナルコンピュータ環境と比べて全く遜色無く，家庭用ゲーム機よりもスムーズである。Opera をベースとする W-ZERO3，DSi，Wii も比較的正しく Moodle の画面を出力可能である。DSi はレンダリングに要する時間が長く，完全な画面が確定するまでの間，不完全なレイアウトの画面が長時間，表示される。Opera 勢に対して，NetFront をベースとする 3G 携帯電話，PSP，PS3 の画面出力はあまり正確ではなかった。この三機種の内，3G 携帯電話と PS3 は比較的正しい画面レイアウトを出力可能であるのに対し，PSP は表の罫線位置がズレるなど，我慢すれば実用的な利用が可能な最低限のレベルである。

使用した全ての機器は Unicode (UTF-8) での文字出力が可能である。ただし、UTF-8 を識別できると言っても Unicode の全文字フォントを内蔵しているとは限らない。実用上は問題ないが、iPod touch を除き、ナビゲーションバーに用いられる「▶」(UTF-8:25BA)が表示できなかった。

大半のパーソナルコンピュータでは問題なく表示可能な PDF 文書だが、W-ZERO3 と iPod を除き、残りの機種では表示不可能である。携帯電話はビジネス用途を想定しているためメモリに保存された PDF ファイルを表示する機能はあるが、Web ブラウザとの連携までは考えられていない。ゲーム機は当初から PDF の閲覧は考慮されていない。

表 2 Web ブラウジング機能の比較

記号	名称	画面再現性	フォント	PDF閲覧	PDF2JPEG	モバイルモード	チョイ読み
a-1	3G携帯電話	△	△	×	○	○	○
a-2	W-ZERO3	○	△	○	○	○	○
b-1	PSP	×	△	×(保存可)	○	○	○
b-2	DSi	○	△	×	△(低解像度化)	○	○
b-3	iPod touch	◎	○	○	○	○	○
c-1	PS3	△/×	△	×	○	○	○
c-2	Wii	○	△	×	○	○	○

2.3. Moodle 側での非パーソナルコンピュータ機器への対応

本校で用いている Moodle は、オリジナルの Moodle に様々な改造を施したもの（以下、fs_moodle）である。fs_moodle パッケージの特徴の一つは、モバイル機器などをクライアントとして用いる場合に生じる問題や制限をサーバ側で対策している点である。大きく分けると、PDF2JPEG 機能、モバイルモード、フォーラムのチョイ読み機能である。

PDF2JPEG 機能は、Moodle サイト上の PDF ファイルをクライアント PC 側へ送出する際に、サーバ上にインストールした Ghostscript を用いて PDF ファイルを JPEG 画像に変換して送出する機能である。送出するファイル名やファイル情報も変換された JPEG 画像のものにすり替えてクライアント側に送出するため、クライアント側から見ると最初から JPEG 画像を選択したように見える。PDF2JPEG 機能の有効化／無効化の切り替えはクライアント側で選択し、Cookie に保存される。PDF 文書は複数ページで構成されることが多いのに対して、JPEG 画像は単一の画像データである。JPEG 画像に変換する PDF 文書のページ番号と変換時の解像度はクライアント側から選択可能で、この情報もクライアント側の Cookie に保存される。したがって一度、各クライアントで設定を行ってしまえばユーザは意識する必要が無い。サーバから送出されるファイル名はユーザが選択したページ番号の情報を含むため、同じ PDF 文書であっても異なるファイル名としてクライアント側に保存可能である。多少の手間は掛かるが、全ページをダウンロードし、後でゆっくりと目を通すといった使い方もできる。今回、使用した機器のうち PDF 文書の閲覧に対応しているのは W-ZERO3 と iPod touch のみである。第三世代携帯電話には PDF 文書の閲覧が可能な機種が存在するが、搭載するフルブラウザ上でのインライン展開や直接起動はできない。ファイルとしてメモリに保存した後に、専用のブラウザ（Picsel Viewer など）を起動して閲覧する。今回使用した機器のうち、DSi はサーバが送出した JPEG 画像の解像度を DSi 側で自動的に低解像度化してしまうため、PDF 文書中の文字は潰れてしまい全く読めなかった。

モバイルモードは Moodle の画面レイアウトを細工して、画面の狭い小型携帯端末でも Moodle の全機能を実用

的に利用可能とするための改造である。Moodle の基本的な画面レイアウトは図 1 に示すように、画面上部のヘッダーと画面下部のフッター、その中間の領域は左右コラムと中央のトピックスコラムからなる。今回使用した 3G 携帯電話は横長のワイド画面なので問題は無いが、縦長の画面出力しかできない機種では画面レイアウトが大きく崩れてしまう。左右コラムに配置されたブロック類は中央のトピックスコラムよりも重要度は低い。モバイルモードは、ヘッダーとフッターはオリジナル通りに出力するが、中央の領域の三つのコラムの内のどのコラムを出力するかをクライアント側から指定できる機能である。

選択肢は左コラム、トピックスコラム、右コラム、全てのコラムの 4 つである。一つのコラムだけを出力することでレイアウトが崩れるのを防ぐと同時に、余計な情報の通信を防ぎ、画面をレンダリングする時間の短縮にも貢献している。さらに、中央のトピックスコラムは授業のトピックス毎あるいは週単位の単位でコンテンツをグルーピング化している。デフォルトでは全てのトピックスのコンテンツを画面表示するが、クライアント側からの指示で全てのトピックスを閉じてタイトルのみを表示したり、選択したトピックスのコンテンツを表示したりを選択可能である。この機能も PDF2JPEG 機能と同様に Cookie で有効／無効を管理している。モバイルモードは全ての機種で正常に機能した。



図 1 Moodle の基本的な画面レイアウト

フォーラムのチョイ読み機能は Moodle の持つ未読管理機能をクライアント側でコントロールする機能である。モバイル機器は情報を閲覧するのには適しているが、長文を入力して返信するのには適していない。たとえば出先で学生が投稿した文書を読み、後で返信しようと思えることは多いだろう。しかし学校に戻った頃にはどの投稿に対して返信するつもりでいたのかを忘れてしまう。未読管理機能により、出先でフォーラム投稿を閲覧したことで既読となってしまうためである。チョイ読み機能を有効とすると、閲覧した投稿が未読から既読に自動的に変更されることを防ぐ。それと同時に、未読の投稿を既読に、既読の投稿を未読に変更する機能も提供する。この手動での未読管理機能のコントロールはオリジナルの Moodle も持つ機能だが、有効化する手段が提供されていないだけである。fs_moodle はこの機能をクライアント側の指示により有効化可能としたものである。この機能も Cookie で有効／無効を選択できる。この機能も全機種で正常に動作した。

実際の画面例を図 2 から図 8 に示す。図 2 は第三世代携帯電話 (922SH) の画面例である。図 2 (a) の文字が読みやすいサイズでは 3 つのコラム全てを表示すると画面に表示できる情報量が非常に少ないが、図 2 (b) のように文字サイズを縮小すれば全体のイメージを把握することはできる。モバイルモードを用いて中央のトピックスコラムのみを表示したのが図 2 (c) である。文字サイズを大きくしても十分な量の情報を表示できている。

図 3 は WindowsMobileOS 搭載 PHS 端末 (W-ZERO3/WS003SH) の画面例である。図 3 (a) は全コラムの表示時で、標準状態でも十分に Moodle を利用可能である。図 3 (b) はトピックスコラムのみを表示した例である。W-ZERO3 は図 3 (c) に示すように Web ブラウザ (Opera) から PDF ビューワ (Picsel Viewer) ダイレクトに呼び出すことができる。

図4はPlayStation Portableの画面例である。図4(a)に示すように画面幅が広いので全コラム表示も可能だが、実用的に用いるには図4(b)のようにモバイルモードを用いる方がよい。理由は、図4(c)に示すように、PlayStation Portableは画面レイアウト（特のボタンの表示位置）のレンダリング能力が低く、複雑な画面レイアウトだと不具合が現れ易いためである。

図5はニンテンドーDSiの画面例である。ニンテンドーDSiのニンテンドーDSiブラウザは図5(a)に示すように上下二つの画面を使い分けることができる。図5(b)は上側の画面で、広い画面全体のレイアウトを示している。

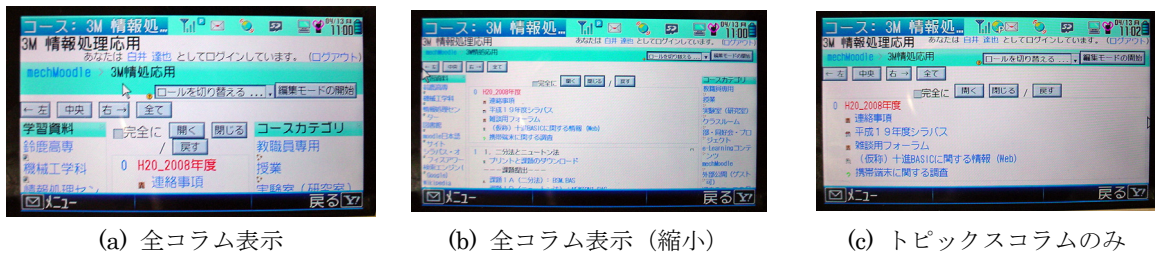


図2 第三世代携帯電話（922SH）の画面表示例

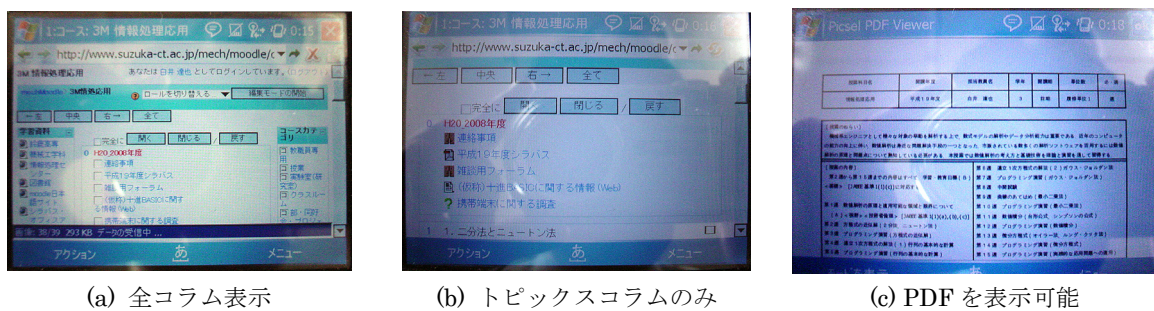


図3 WindowsMobileOS 搭載 PHS 端末（W-ZERO3）の画面表示例

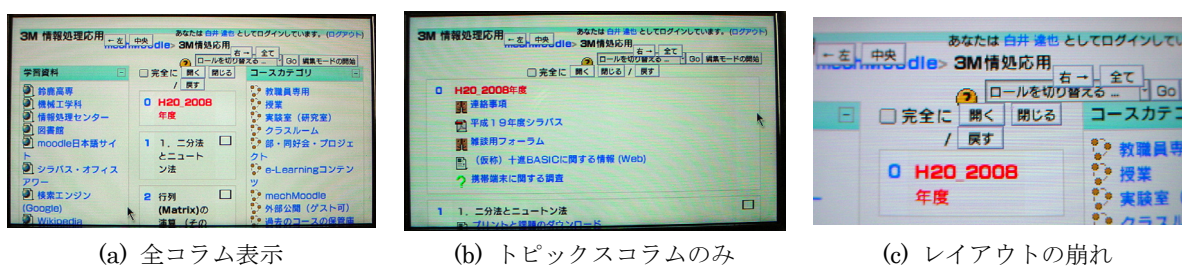


図4 PlayStation Portable（PSP）の画面表示例

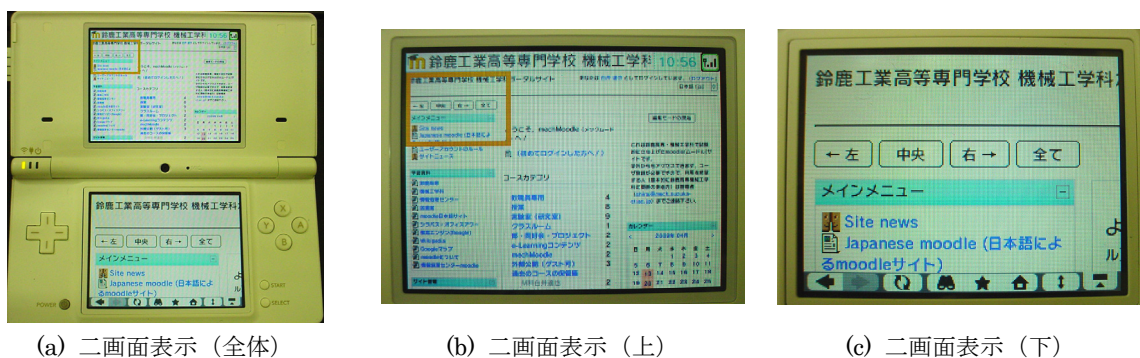


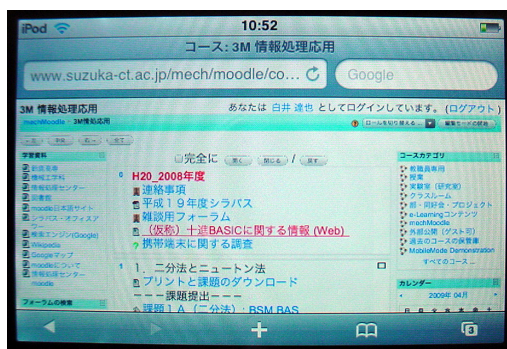
図5 ニンテンドーDSiの画面表示例

画面中の枠線で囲まれた領域が図 5 (c)の下側の画面に拡大表示される．ニンテンドーDSi を使う際には，モバイルモードの必要性はほとんど感じない．なお，上下二つの画面を繋げて一つの画面として用いる画面表示モードもあるが，Moodle では実用的に使用できなかった．

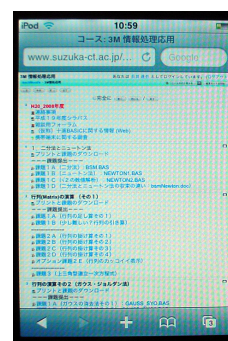
図 6 は iPod touch の画面例である．iPod touch の画面表示能力はパーソナルコンピュータ環境とほぼ同等である．画面サイズの拡大縮小はタッチスクリーン上で二本の指による操作で簡単かつスムーズに行うことができる．図 6 (a)のように全コラム表示の場合は横位置で，モバイルモードにより中央のトピックスコラムのみを表示する時は図 6 (b)のように縦位置で画面表示を行うと見易い．横位置と縦位置の切り替えは本体内に内蔵した加速度センサにより自動的に切り替わる．

図 7 は PlayStation3 の画面例である．ハイビジョン出力対応のため，図 7 (a)に示すようにブラウザで画面一杯に Web 画面を出力可能である．十分な画面の広さがあるためモバイルモードは不要である．PDF 文書を表示する機能は無いが，図 7 (b)に示すように PDF2JPEG 機能で PDF 文書を閲覧可能である．画面の一部を接写した図 7 (c)を見て分かるように十分な解像度を維持しており，細部まで読み取り可能である．

図 8 はニンテンドーWii の画面例である．図 8 (a)のように全コラム表示を行っても画面レイアウトが崩れずに表示できるため，PlayStation3 同様にモバイルモードは不要である．画面の解像度が PlayStation3 より低いため，画面の倍率を 100%よりも小さくすると文字が潰れて判読が困難になるが，コントローラ上のボタン操作で簡単に画面イメージの拡大縮小が行えるため実用上は問題にならない．画面の倍率は図 8 (b)の縮小画面から図 8 (c)の拡大画面までスムーズに変化する．PDF2JPEG 機能で PlayStation3 同様に PDF 文書を画面全体に表示可能だが，解像度が低いため細部を読むには画面を拡大する必要がある．



(a) 全コラム表示 (横位置)

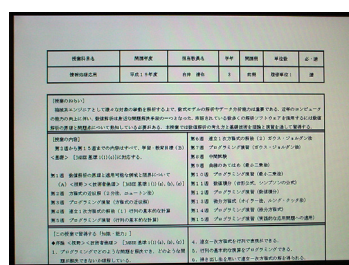


(b) トピックスコラムのみ (縦位置)

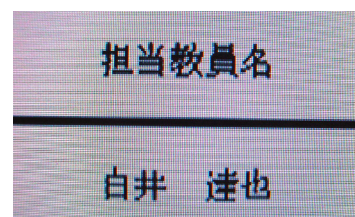
図 6 iPod touch の画面表示例



(a) 全コラム表示



(b) PDF2JPEG



(c) 一部を接写

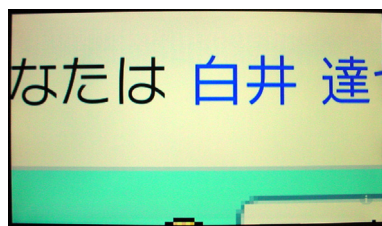
図 7 PlayStation3 の画面表示例



(a) 全コラム表示



(b) 縮小 (最大)



(c) 拡大 (最大)

図8 ニンテンドーWii の画面表示例

3. まとめ

本報告では現在広く市場に出回っていて多くの学生が入手可能な小型携帯端末と家庭用ゲーム機の機能と性能について調査した結果と、それぞれの機器が持つ制約をeラーニングシステム側で緩和するためのアイデアをMoodleを例に紹介した。各機種のインターネット接続機能はパーソナルコンピュータの持つWebブラウジング能力とは目指す方向性が異なり、素人でも手軽に各社のサイトを通じて情報を得られることを最優先している。特にゲーム機では顕著である。今後はユーザからの要望に応える形で動画投稿サイトやAJAX技術を多用したサイトの閲覧、PDF文書のインライン展開なども可能になっていくだろう。ただ、現状ではCSSやJavaScriptへの完全対応がなされていない機種が多く、Moodleサイトをパーソナルコンピュータと完全に同じ使用感で閲覧可能なのはiPod touchの一機種に限られる。

第三世代携帯電話が普及するまでの時期は、画面サイズが小さく解像度も低く、さらにCookieやCSS、JavaScriptへの対応が不十分な第二世代携帯電話に最適化したサイトやインタフェースを別途用意する必要があった。第三世代携帯電話の普及でその負担からはほぼ開放されたと見て構わないだろう。画面の狭さに対処するためにfs_moodleで開発したモバイルモードのような機能も、iPod touchやWiiが持つスムーズに画面の拡大／縮小機能が一般化すれば不要になるかも知れない。フォーラムのチョイ読み機能を除けば、今回紹介したPDF2JPEG機能やモバイルモードも過渡期の繋ぎの技術だろう。

今回の調査を通して、多少の制約はあるものの非パーソナルコンピュータ環境において十分にMoodleの全機能を利用可能な状況にあることが確認できた。まだ学生が自由にアクセス可能な無線LANを用いたキャンパスネットワーク環境を開放している学校は少数だろう。この報告を元にしてキャンパスネットワーク整備がより一層、進むことを期待する。

謝辞 本研究は鈴鹿工業高等専門学校・平成20年度校長裁量経費（プロジェクト課題）「鈴鹿高専版Moodle(fs_moodle)の研究開発と知的コミュニケーションツールとしての活用促進」に基づいて行われた成果である。趣旨をご理解いただいた学校関係者の方々に深く感謝します。モバイルモードはじめ多くの新機能を生み出す過程でご意見を頂いた方々、特に本校電子情報工学科の青山講師に感謝いたします。

参考文献

[1] 文部科学省: 学術情報基盤実態調査

http://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/001/index20.htm

[2] OpenCourseWare: <http://ocw.mit.edu/>

[3] 布施雅彦, 三浦靖一郎, 西山公紀, ほか4名: 福島高専における様々なLMSの活用とeキャンパスでのマルチメディアモバイル端末を利用した学習支援の取組み, 高専教育, Vol.31, pp.355-360(2008)