電子教科書と連携する Web ブラウジングシステム「学実（まなみん）ねっと」の構築と評価

中村　愛実[†]　　小川　克彦[‡]

「学実ねっと」は中高生を対象とした Web 検索，ブラウジングの支援システムである．総合学習や調べ学習の際にテーマを探し，所望する Web 資料を見つけだし、まとめる作業の際に使用することを目的としている．本論文では，Web ブラウジングシステム「学実（まなみん）ねっと」を構築するにあたって，ユーザー参加型デザインを導入し，予備実験，実装，実証実験を行った過程および結果を報告する．

Development and Evaluation of Web Browsing Systems "Manamin-Net" for Supporting Learning Activities with a Digital Textbook

MANAMI NAKAMURA[†]　　KATSUHIKO OGAWA[‡]

"Manamin-Net" is Web browsing system for supporting learning activities with a digital textbook. This service is intended for teenagers. They use this service to look for themes, collect web materials when investigative learning. In this paper, we describe the process created a Web browsing system by introducing a user participatory design. Specifically, preliminary experiments, implementation, and describe the results of the experiment.

1.　はじめに

情報科目の導入や総合学習・調べ学習で資料を探す場面が増加することにより，中高生が学校でパソコンを使って，学習目的でインターネットを利用する機会が頻繁となった[1]．また教育現場では，電子教科書導入が検討されている．2010 年 4 月に文部科学省が「学校教育の情報化に関する懇談会」を開催し，総合的な推進方策を検討しはじめた．2020 年までに 1 人 1 台の情報端末と電子教科書が使える環境の実現が強力に推し進めている．しかし，従来の検索エンジンは入力されるキーワードに依存しており、興味・関心・疑問が曖昧で不明確なほど、キーワードに落とし込むことが難しい．また自分の入力したキーワードから興味・関心が広がらず，1 つのキーワードやテーマに固執し，視野が狭まりやすい．

検索キーワードから出力される検索結果一覧に対して，検索エンジンのランキング通りに順番にクリックする傾向があり，文字中心の検索結果では一度閲覧したページを忘れてしまい，何度も Web ページと検索一覧を行き来するといった行為が起きる．

また，子供を対象とした検索結果リランキングやブラウジングの研究[2][3]，子供向けの検索サイトは登場しているものの、子供向けの簡単なサイトだけでは中高生には不十分であり，中高生にフォーカスを置いた研究は数少ない．

こうした背景を踏まえて，検索・ブラウジングの新たなシステム「学実（まなみん）ねっと」を提案する．「学実ねっと」とは，総合学習や調べ学習の際に"テーマを探し，所望する Web 資料を探し出しまとめる"という一連の Web 検索・ブラウジングを支援するシステムである．検索キーワード入力の代わりに教科書の索引を用いて，サムネイルによる検索を行うことで、従来の検索・ブラウジングでは閲覧されにくかった有用なサイトへの出会いを促進する．（図 1）

「学実ねっと」では，教科書の索引語を検索キーワードとし，そのキーワードを使って検索した Web をデータベースに保存し，ユーザーが指定したページの索引ごとに検索結果を表示する．閲覧したページの中からお気入りのページを登録することで、自分だけの Web 資料集をつくることができる．

本論文では、ユーザーとなる中高生の意見や彼らの検索・ブラウジング行動を観察・分析した結果を積極的に取り入れたユーザー参加型デザインをもとに「学実ねっと」を構築・実証実験を行った結果を述べる．

† 慶應義塾大学　大学院　政策メディア研究科
Graduate School of Media and Governance, Keio University
‡ 慶應義塾大学　環境情報学部
Faculty of Environment and Information Studies, Keio University

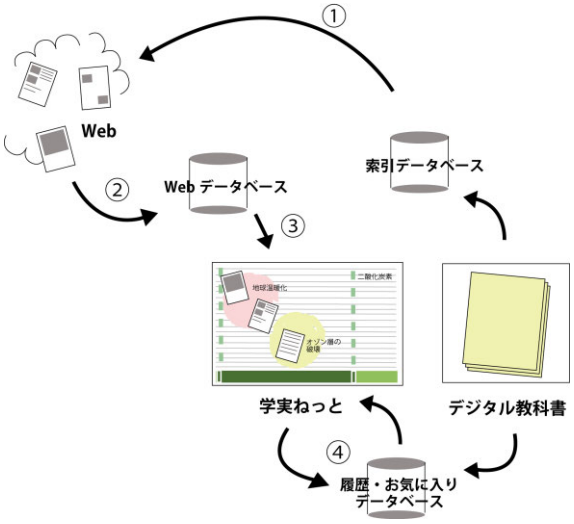

図1 学実ねっとシステム概要図

具体的には，「学実ねっと」をデザインする前に中高生の検索・ブラウジング行動を観察，インタビューを行い，結果から得た知見をもとに実装し，再度中高生に従来の検索エンジン（Google）と「学実ねっと」の両者を使用して比較した．

本論文では，2 章で「学実ねっと」のコンセプト，インタフェースを決めるために行った予備実験の結果を述べる．3 章で予備実験の知見を踏まえて設計した「学実ねっと」のインタフェースデザインを述べる．4 章で Google と比較した評価実験について述べ，最後に 5 章でまとめと今後の課題について述べる．

2. 予備実験を踏まえたデザイン設計

学実ねっとのインタフェースとシステム設計の参考のために実際に学習目的で Web ページを選択し，どのような理由で判別しているのかを観察し，インタビューを行った．予備実験は 2 段階にわけて行った．なお，「学実ねっと」は検索キーワードを電子教科書の索引を用いることとする． 今回の予備実験では索引や検索された Web ページをどのように表示するかを検討するためにユーザー参加型デザインを実践した．

2.1 参考となる情報の探し方

大学生・大学院生男女 10 名に対して、指定した中学社会公民の教科書 2 ページ（分野は環境問題）に対して，そのページに含まれる索引を検索キーワードとして検索された Web ページを印刷し，被験者に提示した．

来週発表することを想定とし，環境問題についてテーマを自分で決め、自由に Web ページを選んでもらい，選んだ理由を尋ねたところ以下のような結果と知見が得られた．

図2 予備実験の様子

1. Web ページを瞬時に判断し，不要なもの，検討したいものか，必要なものかを大きく分けるといった行動が観察された．
2. 人気のページもいくつか存在するものの，各キーワードとも人によって選ぶページが異なり，Web ページが見つかると違う次は雰囲気・レイアウト・視点のページを選ばれた．
3. Web の選抜理由として発表資料に使えそうな図や表といった素材やまとめやすさや探そうとしていたテーマのものに近いといった目的ベース，純粋に興味ある内容が書かれているか，ドメインや参考文献数から判断した情報の信頼性などが主な理由として挙げられた．一方で，どの理由に対しても見た目の良い印象かが前提となっているが多く，「なぜ選びましたか」と問うと一番に見た目を指摘するケースが多く見られた．またはじめに振り分ける行動からも見た目が非常に重要視されていることが明らかとなった．

2.2 見た目のどこがポイントとなるか

次に大学生・大学院生の結果を参考に，再度高校生を対象に実験を行った．前回と同様来週発表することを想定し，指定されたページの範囲の索引を検索キーワードとし，検索した Web ページを紙で出力した．その際，今回は同サイトから何度も登場するものはいくつか省き，見た目が多様になるように配慮した．

またインタビューとは別に評価項目を設け，5 段階で評価してもらったところ，以下のような結果と知見が得られた．

1． 情報量が多さを求める場合は文字の割合が多いものを選び，発表資料に使えそうな図や表といった素材やイメージで知りたい場合には画像の割合が多いものを好むことがわかった．
2． １つのキーワードに対して画像が多いものと文字が多いものとそれぞれ選ぶ傾向があった．

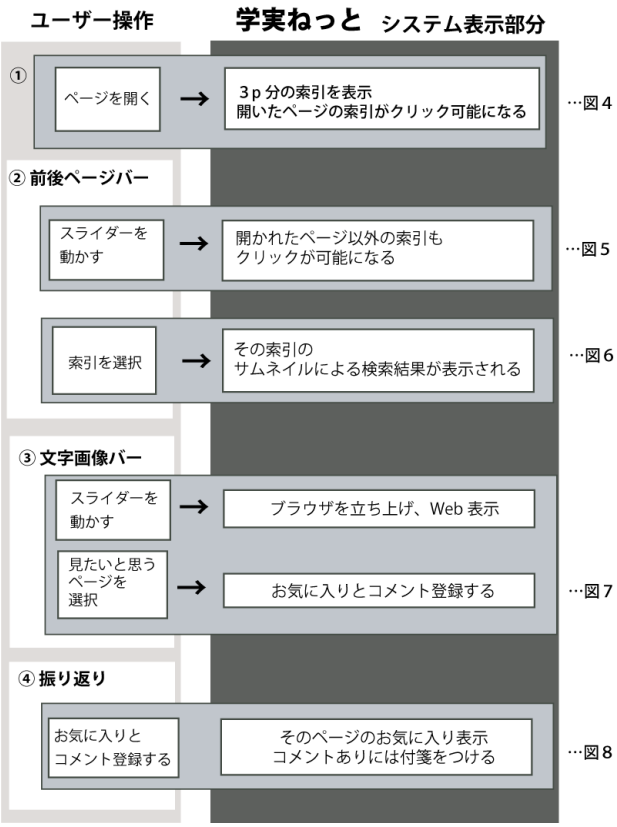

図3 学実ねっとの典型的な使い方の流れ

2.3 学実ねっとのコンセプト

以上の予備実験を踏まえて「学実ねっと」では，電子教科書の索引を用いることで、検索キーワードの入力をなくし，検索結果を画像率が高い順に Web ページのサムネイルを並べるデザインとした．

3. 学実ねっとのインタフェースと使い方

「学実ねっと」は中高生を対象とし，調べ学習や総合学習のテーマ探しや授業中や授業前後に教科書の内容から興味を広げてもらうことを目的としたデザインになっている．ページを開くとそのページの索引が表示され、その索引ごとに登録されている web ページが検索結果としてサムネイルで表示される．以下，学実ねっとのインタフェースと使いかたについて述べる．

3.1 教科書を開く

「学実ねっと」の Web ブラウジングはユーザーが電子教科書を開くところからはじまる．ユーザーがページを開くとそのページに応じた索引語が表示される．

3.2 索引語を選ぶ

ユーザーが開いたページの索引語とそのページの前後の索引語が表示される．図 4 のように丸い背景の上にサムネイルが載っているサムネイルがクリック可能な状態となっている．

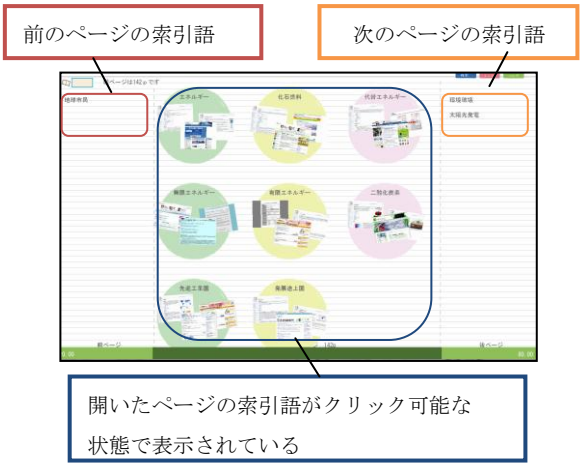

図4 開かれたページとその前後のページの索引が一覧で表示された表示された様子

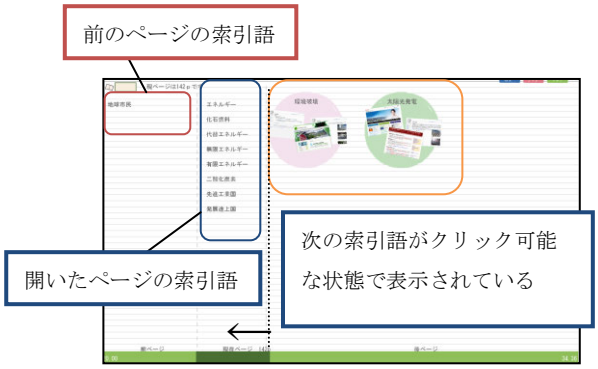

図5 前後ページバーを動かし、次頁の索引をクリック可能な状態になった時

図6 検索結果をサムネイルで出力した様子

前後ページバー（画面下のスライダー）を前後させることで前後頁の索引語が表示される．図 5 が実際に前後ページバーを動かして次のページの索引がクリック可能な状態になった図である．

3.3 サムネイルによるブラウジング

ある索引語を選ぶと，その索引語に対応した Web ページのサムネイルが画面全体に表示される（図 6）．この画面では左側にいくほど文字率が高く，右側にいくほど画像率が高くなるように Web ページが並んで

表示される．これによりサムネイルによる見た目での感覚的なブラウイングができる．サムネイルをクリックすると自動的にブラウザが立ち上がり，その Web ページの閲覧ができる．

サムネイルの表示場所を決める画像率 image rate は以下の式に示すように，Web ページ 1 p に対する画像の面積 ImageSize と Web ページ 1 p に対する文字の面積 TextSize から求めた．

$$\mathrm{ImageSize_i} = \sum_{j=1}^{N_i} \mathrm{size\ of\ image_{ij}} \qquad (1)$$

ここで，画像の面積 $\mathrm{ImageSize_i}$ はページ i に含まれる画像の面積を合計したものである．N_i はページ i に含まれる画像の数，$\mathrm{size\ of\ image_{ij}}$ はページ i 内の N_i 個の画像のうちの j 番目の画像である．

$$\mathrm{TextSize_i} = \sum_{k=1}^{\mathrm{length\ of\ text_i}} \mathrm{size\ of\ text_{ik}} \qquad (2)$$

$$\mathrm{size\ of\ text_k} = \mathrm{height_k} \times \mathrm{width_k} \qquad (3)$$

文字の面積 $\mathrm{TextSize_i}$ は一文字分の面積を定義し、ページ i 内に含まれる文字数 $\mathrm{length\ of\ text_i}$ と一文字分の面積とかけてページ i の文字の面積とした．$\mathrm{Size\ of\ test_k}$ はある k 番目の一文字の高さ $\mathrm{height_k}$ を 15 画素，幅 width を 13 画素とした．

$$\mathrm{image\ rate_i} = \frac{\mathrm{imageSize_i}}{\mathrm{ImageSize_i} + \mathrm{TextSize_i}} \qquad (4)$$

画像率 $\mathrm{image\ rate_i}$ は求めた画像の面積 $\mathrm{ImageSize_i}$ と文字の面積 TextSize を足し合わせたページ i 内の画像と文字の合計面積を画像で割り、画像率を求めた．

3.1 振り返り機能

Web ページを閲覧するとそのたびに図 7 のような質問が表示される．（図 7）

図7 お気に入りの登録画面

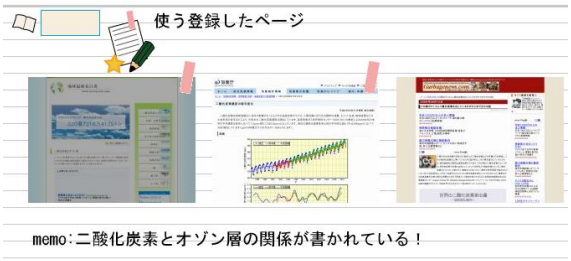

図8 ノートの表示

使うか（また見たいか，見る可能性があるか）使わないかを選択し，コメントを残すと，ページに対応した自分だけの Web 資料集データベースができる．ノートというタブをクリックし，ページを開くと図 8 のように自分が登録した Web ページを見ることができ，コメントが入力されたものにはサムネイルに付箋がつき，マウスオーバーするとコメントを振り返ることができる，

4. 評価実験

「学実ねっと」のブラウジング支援インタフェースとしての有効性を確認するために，既存の検索サービスである Google と比較評価する実験を行った．（図 9）

4.1 被験者（表 1）

「学実ねっと」は中高生を対象であるため，実験には合計 22 名の中学 2 年生から高校 1 年生の男女に協力してもらった．

4.2 教科

被験者にはそれぞれ Google と学実ねっとで 1 教科ずつ実験を行ってもらった．ひとつの教科は全学年共通とし，もうひとつの教科は各学年で変更した．また，Google と学実ねっとを使う順番の影響をなくすため，被験者ごとにその順番を変更した．

全学年全学校共通教科を中学公民の教科書とし，もうひとつの教科は各学年の授業で扱った直後または既習範囲の科目分野をピックアップした．学実ねっとでサムネイルで表示する Web ページは，Google で索引語をもとにあらかじめ検索した 30 件の Web ページを用いた．

4.3 実験環境

実験時間は 1 人 1 時間とし，各ツールでの検索は 20 分ずつとし，その後残り時間でインタビューを行った．実験に用いるパソコンは，学校側に 1 人 1 台用意していただいた．

4.4　実験手順

パソコン利用率、検索エンジンに触れる頻度等を聞く事前アンケート，Google および学実ねっとを使用してのテーマ探し，その後グループでのインタビューを実施した．

以下のような教示をした．

「あなたは指定された教科・分野で来週発表することになりました。そこであなたはインターネットを使って、参考になる Web を集め、興味あるテーマを考えようとしています。どのようなテーマにしたらよいか、いろんなテーマとなる問題をできるだけたくさん見つけください。」

手順について書かれたワークシートを用意し，検索・ブラウジングを行いながら記入していく形式とった．

4.5　実験結果

閲覧されたページの Google での検索順位の分布，平均閲覧時間，学実ねっとで登録されたお気に入りのページなどについて，得られた結果を述べる．

4.5.1　閲覧されたページの Google 検索結果順位

公民で Google，学実ねっとのどちらかの閲覧数がデータとして取得できた 7 名の選択したページの Google 検索順位の分布を表 3 にまとめた．Google での検索では，はじめの 1p に表示される検索結果しか見ないケースが多く，順位を意識した閲覧になっており，公民に関しては 10 位以上のページは見られていない．それに対して学実ねっとではサムネイルによる画像や文字率を意識させたインタフェースであるために順位にとらわれずにページが閲覧されていた．

表1　各学校学年被験者が行った科目

学校・学年	科目
K 高校１年	公民・物理
J 中学２年	公民・地学
J 中学３年	公民・物理
J 中学４年（高校１年生）	公民・情報

表2　各教科の分野と対応ページ

科目	主な分野	ページ数
（共通） 公民（中学）	環境問題／人口・食糧問題／国際連合／平和	p.140-170
地学（中学）	火山／地層／地震	p.52-88
物理（高校）	波／音／光	p.54-130
情報（高校）	セキュリティ／アクセスビリティ／プライバシー／知的財産権	p.136-149

4.5.2　テーマ探しに費やした閲覧時間

次に閲覧時間を取得できた 8 名（中学 2 年と高校 1 年）に対して，テーマ探しに費やした閲覧時間を比較すると（図 4），Google より学実ねっとの所要時間が長くなる．　初めて使うツールだからというだけでなく，Google では文字データから瞬時にページを判断し、すぐに検索キーワードを変更する傾向にあった．それに対して学実ねっとでは，文字に頼れず代わりにサムネイルが表示されるためか，web の選択に慎重になり，普段だったら見ることのなかったサイトにも興味を示す傾向にあった．

4.5.3　学実ねっとでお気に入り登録されたページ

公民教科で学実ねっとのお気に入り登録されたページについて，該当するページの Google 検索順位の分布を示した（表 5）．その結果，11~15 位のサイトが多く登録されており，これらのサイトは Google 検索では閲覧されていないページばかりであった．表 3 の結果と同様，お気に入りにおいても，Google では無意識に閲覧されずに見逃されていたサイトの中に実はユーザーにとって必要なサイトがあるということが明らかになった．

4.5.4　テーマの題材について

公民でどのようなテーマが採り上げられたかをまとめた（表 6）．Google と学実ねっとの差がはっきりとでなかったが，学実ねっとのほうが具体的なテーマが上がりやすい傾向があると考えられる．

4.5.5　被験者の声より

被験者からは以下のような意見が多く挙げられた．意見の一部を紹介する．

“検索キーワードが明確なときは google、どうしようか悩んでいるときは学実ねっと”と使いわけるとより使いやすくなる．“

“(Google は）情報量が多くて必要な情報が見つからないことあった”

“学実ねっとは検索に時間がかかったり，教科書のページからしかキーワードを絞れないのが不便だが，一目でどんなページかわかるのでその面では便利.”

それぞれに良い点悪い点があり，被験者はうまく使い分けて検索していることがわかる．

図9 評価実験の様子

表3 公民での閲覧されたページの順位分布

順位	Google	学実ねっと
1~5 位	67%	16%
6~10 位	33%	20%
11~15 位	0%	26%
16~20 位	0%	22%
21~25 位	0%	12%
26~30 位	0%	4%

表4 テーマ探しに費やした検索・ブラウジング時間

科目	Google	学実ねっと
公民のみ	平均 13 分（2 名)	平均 27.分（5 名）
科目問わず	平均 14 分（8 名）	平均 25 分（8 名）

表5 公民でお気に入り登録されたページの順位分布

順位	学実ねっと
1~5 位	11%
6~10 位	16%
11~15 位	42%
16~20 位	26%
21~25 位	0%
26~30 位	5%

表6 公民でのテーマ選び

Google	学実ねっと
・発電方法について ・エネルギーの種類について ・各エネルギーの用法 ・主権国家体制と形成について	・エネルギーの研究施設について ・環境破壊 ・温暖化対策について ・なぜ同時多発テロが起こったか ・テロリストの精神 ・八王子市の子どもすこやか宣言 ・子どもの権利条約 ・子供の権利条約の内容について ・世界平和についての「軍縮」

5. 今後の展望と課題

本論文では，電子教科書と連携する新たな Web ブラウジングシステム「学実（まなみん）ねっと」をユーザー参加型デザインのもとに構築し，中高校生を対象とした実験を行って，Google との差異を明らかにした．

その結果，テーマ選択がある程度決まっていて、関連キーワードを必要とする段階までいっている場合は普段使い慣れている Google のほうが所望の Web サイトを探しやすい反面，テーマ選択が曖昧なときは文字情報が多すぎて，Web 選択を迷ってしまう．これに対し，学実ねっとでは教科書のページから索引を表示させることで検索する手がかりを与え，サムネイルでの検索結果を示すため，文字情報とは違い，グラフや写真・図があるか，文章が多く書かれているかといった視点でのページへの興味・関心で Web ページが選択されることが分かった．また，Google では人気があるページ、広告ページや大手企業のページが上位に表示され、学習にふさわしい Web ページが必ずしも表示されないという問題もある．

そのため，学実ねっとでテーマの方向性を決めた後に Google に移行することは望ましいと考えられる．

今後，被験者の発言を分類し，どういったサイトが閲覧されたか分析することで，学実ねっとと Google が使われるシーンをより明確にし，被験者からの意見で取り入れるべき意見を抜粋して，学実ねっとを改良する予定である．

参 考 文 献

1) 文部科学省: 平成 22 年度 学校における教育の情報化の実態等に関する調査結果（概要），平成 23 年 8 月
2) 岩田 麻佑, 荒瀬 由紀, 原 隆浩, 西尾 章治郎: 子供による Web 検索のための検索結果リランク手法，情報処理学会論文誌，Vol.52, No. 3, pp.1055-1068 (2011 年 3 月)
3) 岩田麻佑, 小牧大治郎, 荒瀬由紀, 原 隆浩, 西尾章治郎: 泡メタファを用いた子供向け Web ブラウザの評価, 情報処理学会マルチメディア，分散，協調とモバイルシンポジウム (DICOMO 2009) 論文集, Vol. 2009, No. 1, pp. 1415-1423 (July 2009).