第1章　はじめに

第1節　背景

学校教育において，マルチメディア教材が多く自作されたり，市販されたりしている．これはコンピュータの性能が向上して，膨大な情報量を処理することができるようになったこと，学習には，文字だけよりも多様な情報様式が有効であったことなどの理由によるものである(赤堀 2000)．マルチメディアを活用することで，学習者の関心，能力に応じた個別学習を助け，自発的な学習を喚起したり，擬似環境やシミュレーションにより理解が促進されるなどの利点が挙げられる．

安西ら(2000)は，マルチメディアを利用した教育システムに対する要請として、学習者が知らない新しい事実を自分で発見する能力を見つけること（発見学習）をあげており，発

っきりしている．②先行経験からのルートがある．③原発見の生成過程をたどりやすい．④検証の客観的な決め手がある．の4点があげられる(水越 1970)．

そこに隠された法則などを見つけ出すことで，より深い理解が得られると言われており，そういった学習方法を発見学習と呼んでいる(森田 2000)．発見学習には，シミュレーションがよく用いられ，数学のグラフや図形，理科の実験などでは，様々な属性値を変更しな

これを精錬して，理法や技法へと高める．第四段階：生きた能力へ転化する．また，この効果として，①探求的な思考法を会得することができる，②かなり高い転移力をつけることができる，③実感のある理解をすることができる，の 3 点が上げられる．発見学習は一種の探究活動であり，知的な探究活動である．発見学習における探究活動は，a.未知の事態の出現に対して，解決意欲をもって立ち向かう(問題把握)，b.多彩な可能路のうちから，一番有望な解決路線を選び取る(仮説設定)，c.これに従って実地に探索し，確かな通路を見つけ出す(実地検証)，などの活動系列がある(広岡 1968)．

発見学習にとって，好適と思われる教科の条件として，①発見すべき法則や規則性がは

発見学習の過程を支援するシステムにはILE(Interactive Learning Environment:相互作用型学習環境，操作型学習環境)がある．シミュレーション環境の他に，仮説を設定するた

発見学習の過程を支援するシステムにはILE(Interactive Learning Environment:相互作用型学習環境，操作型学習環境)がある．シミュレーション環境の他に，仮説を設定するための観察結果の整理用ツールやその利用支援機能，あるいは学習者による予測を促す機能

第2章　先行研究

第1節　シミュレーション教材

2. 1. 1.　気体の発生

二瓶ら(1999)は，一人でも手軽に学ぶことができ，理科に対する興味・関心が高まるようなシミュレーション型の CAI 教材の開発をした．教材では，学習者が与えられた器具を，

全体構成を図 2 に示す．実験画面では，学習者は用意されている器具と薬品を組み合わせ

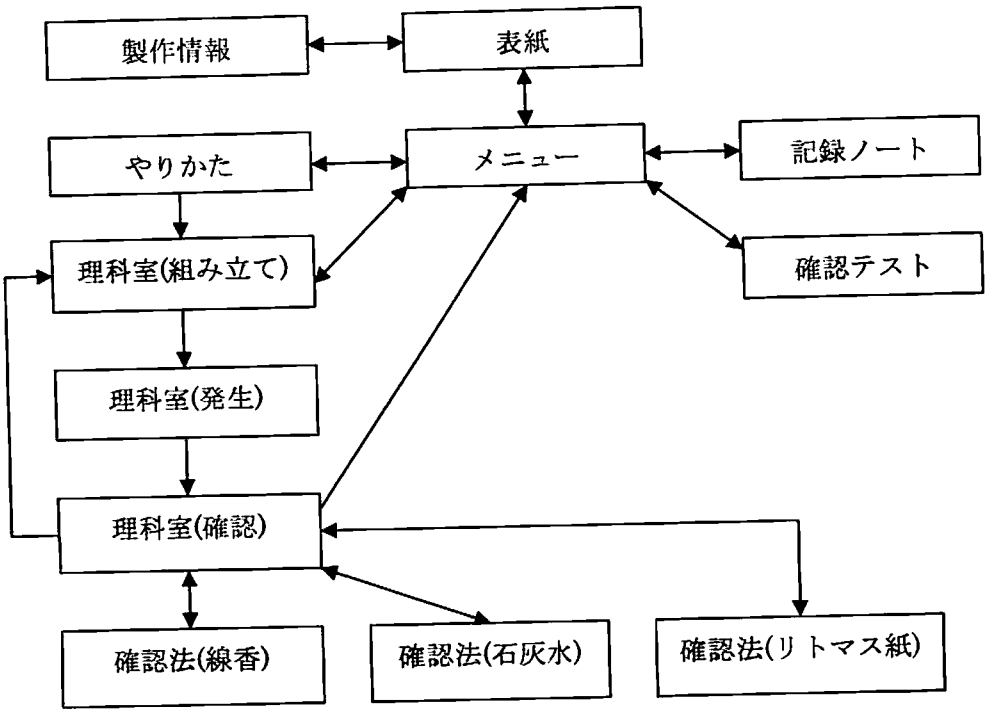

製作情報
表紙
やりかた
メニュー
記録ノート
理科室(組み立て)
確認テスト
理科室(発生)
理科室(確認)
確認法(線香)
確認法(石灰水)
確認法(リトマス紙)

図2　全体構成

2. 1. 2. GRAPES

友田(2004)は，高等学校レベルで登場する関数によるグラフや軌跡を，マウスによる簡単な操作で描くとともに，様々な角度から調べる事ができるソフトを作成した．画面例を図3に示す．2004年3月の時点での最新バージョンは6.32である．

主な特徴として，多様なグラフに対応し，高等学校で出てくるほとんどの関数を網羅している．また，パラメータの増減や点のドラッグによるグラフの移動やベクトルに対応などしている．シミュレーションするだけではなく，このソフトを使っての講義ができるようにも対応しており，プレゼンテーションへの配慮やデータに自由にキャプションをつけるなどの機能も充実している．

また，友田のホームページには10〜30分程度の指導案や，実際にGRAPESを使用しての授業事例が多々記載されている．

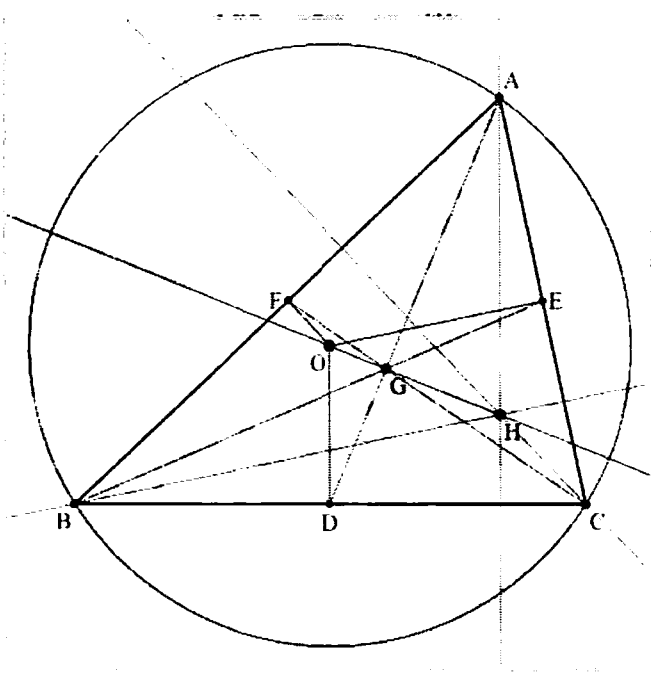


図3　画面例（三角形の3心）

2. 1. 3. Geometric Constructor (GC)

飯島(2004)は，図形を動かして調べることができるソフトを作成した．画面例を図 4 に示す．2004 年 3 月の時点での最新バージョンは 1.9.2 である．

使い方の基本としては，教師が自分の教材研究のためや，生徒に対する説明・問題提示のため．もしくは，生徒の調べ学習をする際に利用する方法がある．飯島のホームページでは，GC を利用した 5 択問題の出題や，中学・高校向けの授業用コンテンツが用意されている．また，実際に GC を使って行なわれた授業例も記載されている．

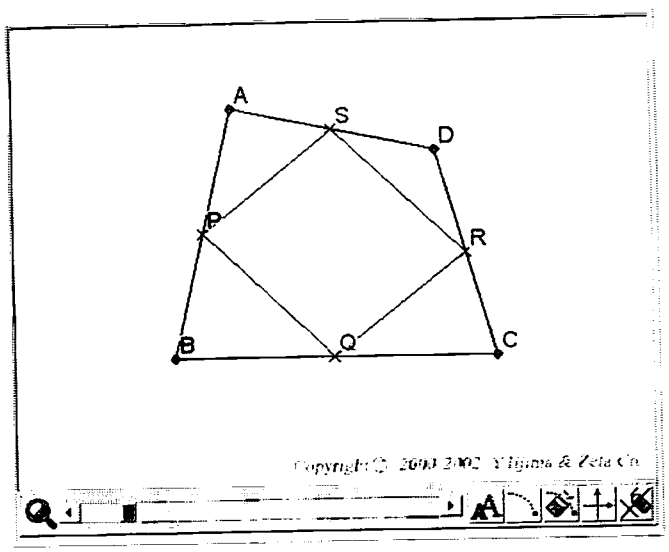


図 4　画面例（四角形・中点を結ぶ）

第2節　ILE 教材

2. 2. 1.　Spring Master

竹内ら(2000)はバネの性質を発見し理解することを目的とした ILE を構築している．機能としては，実験を行なう作業スペース，実験結果を記録するノートなどが用意されてい

と誘導できる可能性を持っている．実験画面を図5に示す．

段階的に目標を設定し実験による学習を行なう「段階的学習モード」．段階的学習モードの応用段階であり，学習者が任意に組み立てた系，あるいは知的学習環境が提示した系に

学習目標を与える

学習者が学習目標を達成できない場合の支援

2. 2. 2.　比例実験

新ヶ江ら(1995)は，学習者が試行錯誤する実験から知識獲得をする学習環境を提案した．実験画面を図 7 に示す．学習者が実験・仮説・予想・検証を繰り返すことによって，新しい概念に対するメンタルモデルを主体的に構成することを目的としている．例として，比例関係に関する教材から学習者を支援する方法を提案している．

学習の行き詰まりや混乱から学習者を救い，試行錯誤をフォローする支援として，学習者の現在の状態に対する誤り，探索の目標を与えるなど 13 の方法を用意している(表 1)．

評価としては，適用可能範囲に関するテストなど 8 つの適用限界のテストを行ない，その有効性を示唆している．

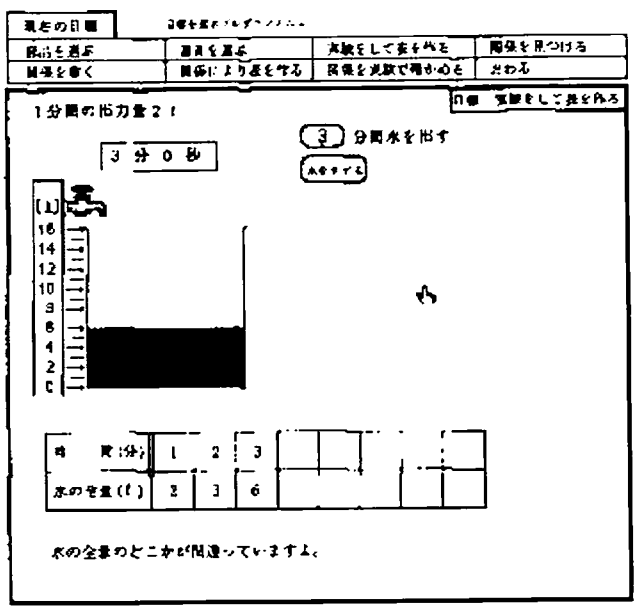


図 7　実験画面

表 1　学習者支援の方法

(1)部品の説明 1.部品の説明	(3)現在の状態から進むべき方向を示唆する 7.次の支援 8.進むべき方向の制御
(2)現在の状態に対する誤りを示す 2.エラー状態 3.実験値の記録誤り 4.学習者の仮説に対する付加 5.実験結果が従う記録に対する負例 6.仮説の属性の差異による矛盾	(4)探索の目標を与える 9.操作戦略空間の部分目標 10.試行錯誤中の有効部分 11.仮説の属性 (5)試行錯誤による一連の試みに対する目標を学習者に顕在化させる 12.仮説の構成の明確化 13.現在の目標の明確化

第 3 節　先行研究のまとめ

シミュレーション教材は対象とするシステムの現象や挙動を解析・理解するため，対象とするシステムのモデルの振る舞いについての情報を手に入れるために，学習者の意図によって自由に使用することができるという利点がある．

学習者はシミュレーション教材を利用して，そこから新しい事柄を発見することができる．しかし，全ての学習者がシミュレーションという学習環境を提示されただけで，新しい発見をし，知識を得ることができるわけではない．

そこで，本研究では「気体の発生」に ILE の考え方を取り入れることによって，学習者が試行錯誤を通して，きちんと発見へと辿りつけるのではないかと考えた．

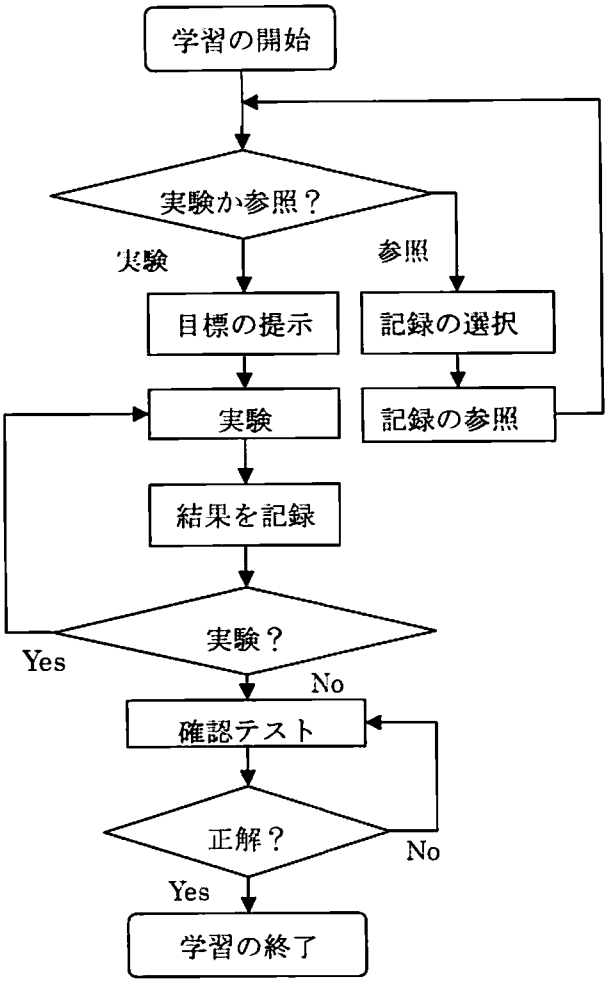

学習の開始
実験か参照？
実験
参照
目標の提示
記録の選択
実験
記録の参照
結果を記録
実験？
Yes
No
確認テスト
正解？
No
Yes
学習の終了

図８　学習のプロセス

第4章　開発

第1節　現行版「気体の発生」の Flash への移植

現行版では開発環境に Oracle Media Objects が使われていたが，拡張版では Flash MX を使用することで，ローカル環境だけでなく，インターネットを介して実行できるようにした．Oracle Media Object と Flash の特徴を比較したものを，表5に示す．両者に大きな違いは見られないが，プログラムの際，Oracle Media Object は1枚のカードに対して書くが，Flash はフレームごとに書くことになる．

表5　Oracle Media Object と Flash の比較

	Oracle Media Object	Flash
開発言語	Media Talk	Action Script
実行環境	ランタイム(ローカル)	ランタイム(ローカル，Web)
OS	Windows, Macintosh	Windows, Macintosh
言語の特徴	オブジェクト指向	オブジェクト指向
ファイルサイズ	ムービーや音声の使用により，サイズが大きくなる	ムービーや音声を使用しても，比較的サイズが小さい

Oracle Media Objects は現在製造販売が中止されてしまい，Player (http://www.vector.co.jp/soft/dl/maker/oracle/se040588.html)しか存在しない．Flash を使用することの利点としては，WWW を介しての学習を容易に行なうことができる．また，Flash は Oracle Media Objects よりも高品質で，しかもファイルサイズが小さいので軽く動くことができるなどの利点がある．

また，現行版のプログラムは入手することができなかったので，Flash では一からの開発となった．拡張版の開発の際，ローカル環境でも学習ができるように，データの書き込みなどに CGI を使用せず，Flash のみで開発を行なった点で苦労した．

第2節　実験の進めかたについて

実験画面を図9に示す．学習者は始めに学習目標を立てる．目標として4つの気体のどれかを集めるように提示される．学習目標を決めないでも実験はできるが，この場合はシステムからの支援が得られないので，現行版と同様の動作をする．学習目標を立てた場合，画面上に学習者が決めた学習目標が表示される(①)．学習者はこの学習目標を元に実験を開始することとなる．棚から気体を集めるために必要な器具を取り出し(②)，机の上で器具同士を組み合わせる(③)．「くすり」から薬品を選択し器具に入れると机の下に表示される(④)．

途中で実験の進めかたが分からなくなった場合には「実験の進めかたを見る」ボタンや「お助けマン」をクリックすることにより，目標を設定し，確認テストへ移るまでの一連の流れの表示，もしくは個々の箇所の簡単な説明の表示を参照することができる．また，学習者が器具を移動した際に，その器具の名前と座標が逐次データとして登録されているの[redacted]

[redacted]

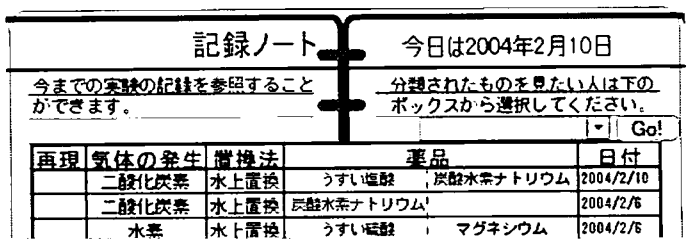
体を集めるために必要な薬品と置換法がシステム内に組み込まれているので，そのデータ

また，気体が発生した場合は気体の確認画面(図 10)に移り，発生した気体は何か，目標

の気体が集めることができたら調べ作業をする。気体が採取された器具が机の上に置

の 4 種類が用意されている。集めた気体により変化が異なるので，学習者はこの変化を見

気体の確認が終了したならば，その気体に対するマメ知識を参照することができる．ここでは，実験ではわからなかった匂いの有無や実験を行なう際の注意点などが記載されている．その後，今行なった実験データを記録することができる．集めた気体，採取法，薬品名，実験手順を再現するためのデータファイル名を記入する仕様になっている．気体・採取法・薬品名は全て記入しなければ保存できないが，ファイル名の記入は任意である．記入しない場合，再現データは破棄される．記録のデータを保存するかは学習者の判断に任せるが，保存した際は，そのデータが記録ノート(図 12)に記載され，後で参照できる．記録ノートについての詳しい説明は次節に記す．


記録ノート

今日は2004年2月10日

今までの実験の記録を参照することができます。

分類されたものを見たい人は下のボックスから選択してください。

Go!

再現	気体の発生	捕捉法	薬品		日付
	二酸化炭素	水上置換	うすい塩酸	炭酸水素ナトリウム	2004/2/10
	二酸化炭素	水上置換	炭酸水素ナトリウム		2004/2/6
	水素	水上置換	うすい塩酸	マグネシウム	2004/2/6

目標を設定している学習を終了する場合，その実験の目標である気体の確認テスト(図 13)を受ける．最後に必ずテストをすることによって，その実験で得た知識が本当に身についたのかを確認することができる．また，この確認テストは，目次画面からリンクされている「確認テスト」と全く同じ問題が出題される．ただし，目次からリンクしている「確認テスト」は全 23 問だが，実験の最後に行なわれるテストは，目標の気体に対する問題のみなので 5 問であり，不正解ならもう一度問題を解く．全ての問題が解き終ったらことにより，学習を終了する．

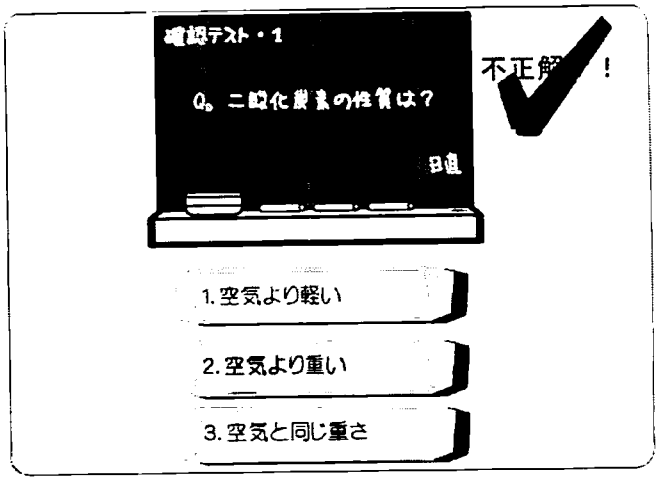


図 13　確認テスト画面

第3節　学習者に対する支援について

学習者の行なっている実験は，気体を集めるための器具を組み立てる作業を，その器具の動かした位置や，組み合わせた器具，使った薬品，作成した置換法，実験の成功・不成功など記録されている．その記録されたデータと登録されているデータを照らし合わせ，気体を採取できる条件が整っており実験画面から確認画面へ移れるか，また，学習者が何度も実験を繰り返しているのに，気体が採取できず，躓きを感じていないかなどを察知し，場合によってはシステムからのヒントの提示をする．支援の例を図 14 に示す．

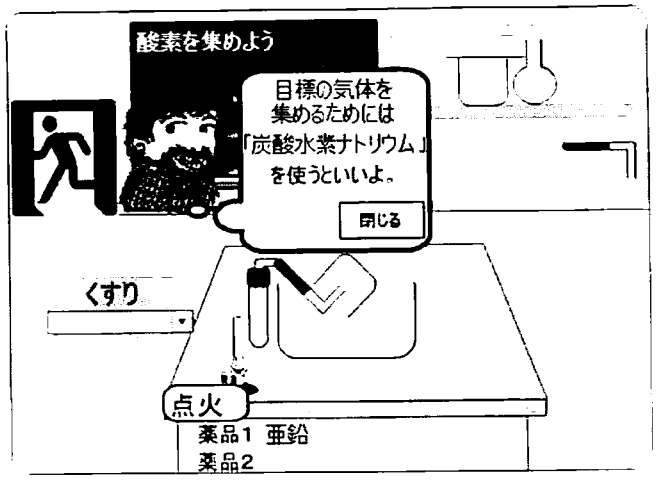
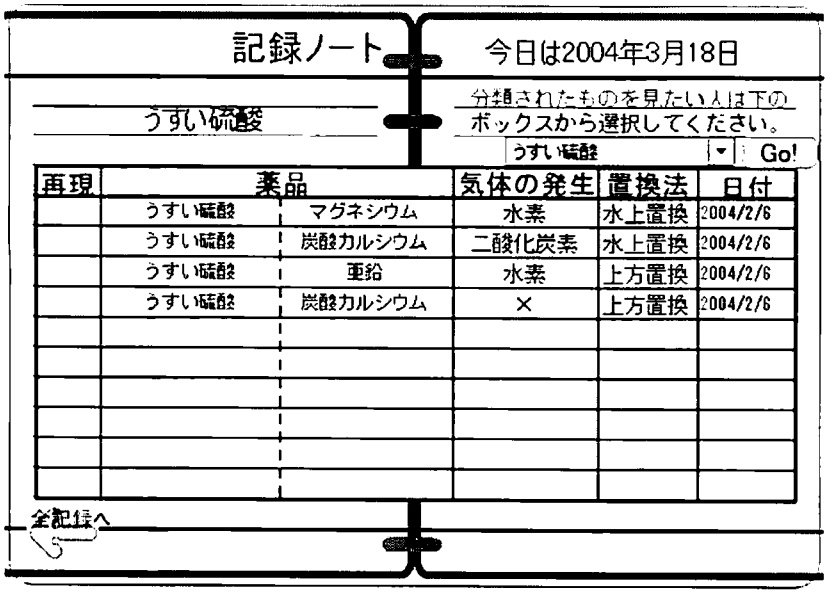


図 14　支援例画面

第4節　記録ノートについて

記録ノート(図 12)を選択すると，始めは日付の新しい順に並べられた記録が表示される．その後，学習者は分類ごとに記録を参照することができる．分類として，気体の発生の有無・発生した気体(4 種類)・置換法(3 種類)・薬品名(15 種類)の 4 つあり，学習者が参照したいものを選択することができる．また，再現機能があり，学習者が行なった実験手順をそのまま再現することもできる．ただし，実験データを記録した際，ファイル名を記入しない場合は再現するためのファイルが作成されないので，リンクボタンが表示されない．

例として「うすい硫酸」を選択した画面を図 15 に示す．このように選択したものが含まれている実験データだけが全て表示される．ここでは「うすい硫酸 + 炭酸カルシウム」を使っている記録が 2 つあるが，置換法の違いで気体を採取出来たか出来なかったかが見て取ることができる．この結果，二酸化炭素を集めるためには，上方置換を使用してはいけないことがわかる．



再現	薬品		気体の発生	置換法	日付
	うすい硫酸	マグネシウム	水素	水上置換	2004/2/6
	うすい硫酸	炭酸カルシウム	二酸化炭素	水上置換	2004/2/6
	うすい硫酸	亜鉛	水素	上方置換	2004/2/6
	うすい硫酸	炭酸カルシウム	×	上方置換	2004/2/6

図 15　「うすい硫酸」を選択した画面

第5章　形成的評価

第1節　1対1評価（1）

5. 1. 1.　目的・方法

本教材の有効性を確かめるため，1対1評価を大学生2名を対象に両名とも平成16年1月16日に行なった．そのうち1名はWindow　XPのローカル環境で．もう1名にはネットワーク環境(Internet Explorer)で行なってもらった．事前テストとして「確認テスト」の問題全23問(気体4つ各5問，置換法3問)を出題し，不正解の問題があったので．本教材を使用してもらうこととした．まず始めに本教材の目的や使い方を記したページを読んでもらい，本教材の趣旨と使い方を理解してもらった．その後，事前テストで不正解があった1種類の気体を対象に自由に実験を行なってもらい，実験終了後，記録ノートを参照してもらい，最後に事後テストを実施した．

また，拡張した記録ノートの部分は，多くのデータが入っているほど，そこから新しい発見を見出すことができるなど，記録ノートの必要性が示唆されるので，全ての実験を終わった際に、事前に用意しておいた記録ノートを参照してもらった．

評価の際，観察プラン(表6)を元に学習者の様子を観察した．また，使用した事前・事後テスト，アンケート用紙，経過時間記録用紙を資料として添付する．

表6　観察プラン

	内容
チェック1	実験の手順の説明は足りているか（口頭で説明を求められないか)
チェック2	器具の使い方に戸惑っていないか
チェック3	本システムからの支援であるヒントを参照しているか
チェック4	ヒントを利用して実験を進めているか
チェック5	実験の記録をメモにとっているか
チェック6	確認ツールの使い方に戸惑っていないか

5. 1. 2.　結果

以下に観察結果と意見・感想を記す.

設定した目標

協力者 1: 水素をあつめよう

協力者 2: 二酸化炭素をあつめよう

協力者 1（観察結果）

・1つ1つの実験に対し、最初に目標に対する仮説を立ててから行なっていた。

・気体が集まらなかった場合は記録メモを取らなかったが、気体が集まった際は記録を取っていた。

・水素発生の実験を行なっていたが、何度か実験し確認テストに移った後、「他の気体でもやってみたい」と言うことで、アンモニア発生の実験を行なってもらった。

協力者 2（観察結果）

・本システムからの支援である薬品のヒントが提示されると、それからはヒントを参考に実験を行なっていた。

・様々な器具を実験台に置いていたので、実験台が狭そうだった。

・記録メモを利用しないことが多かったが、後で私が取った記録メモを利用した「記録ノート」を見せ使ってもらったら、「これは良い、ちゃんと記録を取ればよかった」と言われた。

共通（観察結果）

・始めは器具の組み立て方がわからず、「実験のやりかた」で再現していた水上置換で何度か実験を行なっていた。

・器具の組み合わせ方に戸惑っていたが、回数を重ねる内に組み立て方を覚えていったようだ。

協力者が実験に費やした時間は 40 分程度で，その内，実験が成功し，気体を採取できたのは 3 回だった．

前回の評価で不足していた説明箇所を追加したところ，学習者からの質問はなく進めることができた．しかし，「実験の進めかた」に多くの説明を入れたところ，ムービーでの表示では速過ぎたためか，何度もチェックする場面が見られてしまった．

事後テストは実験をした気体のみ行ない，事前テストでは不正解だった問題(不正解数：4)を含め，全て正解する結果となった．また，指定した学習目標の他の気体についての実験も行なってみたいとの意欲的な場面も見られた．

5. 2. 3. 改善

アンケートの結果からは，もう少し学習者のペースに合わせて説明が見たいとの意見が出たので，「実験の進めかた」の所々で区切りながら説明をすることとした．

また，記録ノートでは学習者が参照したいデータのみを表示することができるが，その際に，もっとどのデータを選択したか見やすく表示した方がよいという意見を頂いたので，学習者が選択したデータのみ色を変えて表示する仕組みに変更することとした．

1 対 1 評価(1)・(2)を通じて，器具の組み立ての際に戸惑う場面が見られ，現行版と比べたところ，拡張版の方が器具の組み合わせパターンが少ないことがわかったので，この部分を追加することとした．

第3節　1対1評価（3）

5. 3. 1.　目的・方法

学習者が器具を組み立てる際，戸惑いが減りスムーズに実験をすることができるかどう

[redacted]

設定した目標：二酸化炭素

観察結果

・器具の組み合わせをする際，組み合わせ可能のパターンが増えたためか，今までの協力

[redacted]

設定した目標：二酸化炭素

観察結果

・器具の組み合わせをする際，組み合わせ可能のパターンが増えたためか，今までの協力者より，戸惑う場面が少なかった．

・「実験の進めかた」では，区切りをつけることで前回よりも良くなったと思われるが，何かしら工夫が必要ではないかと思った．

意見・感想

・記録ノートでは，分類わけした場合に色を変更してあったが，もう少し見やすい色にした方がよい．

・「実験の進めかた」で次に進むボタンだけではなく，前に戻ってもう一度みるためのボタンがあってもよいと思った．

の欠点が改善でき，今回の形成的評価の一番の重要点が満たされたと言える．

事後テストは実験をした気体のみ行ない，事前テストでは不正解だった問題(不正解数：3)を含め，全て正解する結果となり，本教材での知識の獲得ができたと言える．

また，1 対 1 評価(2)で協力者から意見を頂いた記録ノートの変更箇所は有効的な結果が

第 4 節　評価のまとめ

1 対 1 評価を 4 名の協力者に対して実施し，アンケート及び口頭での質問などから，学習者の躓きに対する支援や実験の記録に対する必要性など，拡張した箇所の有効性が示唆された．

第 4 節　評価のまとめ

1 対 1 評価を 4 名の協力者に対して実施し，アンケート及び口頭での質問などから，学習者の躓きに対する支援や実験の記録に対する必要性など，拡張した箇所の有効性が示唆された．

また，1 対 1 評価(3)の結果からは，大幅に改良を必要とする箇所が見つからなかったため，これにより評価を終了することにした．

第6章　おわりに

本研究では，CAI 教材「気体の発生」を Flash MX 上に移植後，ILE の要素を盛り込み，段階的な学習，学習者の躓きに対しての支援，記録の保持の仕方についてなど発見学習を支援できる環境に拡張した．3 度にわたる形成的評価の結果，拡張した部分は有効であったが，今後の課題として，現行版との比較実験により，拡張版による学習効果の向上を調査することが必要である．また，実際の中学生にも本教材を使ってもらい，その評価を得ることも必要である．

前提テスト

以下の問で正しいものを選んで○で囲んでください。

●水上置換を行なう場合は

1．水を満たし、倒立させた容器に適当な導管を下方から入れて気体を導き、水と置換。

2．下向きにしたフラスコなどに気体を導き、中の空気を押し出しながら、上方へ。

3．発生装置から出てくる気体を、口を上方に向けた容器に導き、容器中の空気を追い出しつつ容器内に満たしていくこと。

●上方置換を行なう場合は

1．水を満たし、倒立させた容器に適当な導管を下方から入れて気体を導き、水と置換。

2．下向きにしたフラスコなどに気体を導き、中の空気を押し出しながら、上方へ。

3．発生装置から出てくる気体を、口を上方に向けた容器に導き、容器中の空気を追い出しつつ容器内に満たしていくこと。

●下方置換を行なう場合は

1．水を満たし、倒立させた容器に適当な導管を下方から入れて気体を導き、水と置換。

2．下向きにしたフラスコなどに気体を導き、中の空気を押し出しながら、上方へ。

3．発生装置から出てくる気体を、口を上方に向けた容器に導き、容器中の空気を追い出しつつ容器内に満たしていくこと。

●二酸化炭素を集めるときに使う薬品は

うすい塩酸　　亜鉛　　鉄

●酸素を集めるときに使う薬品は

鉄　　二酸化マンガン　　マグネシウム

●水素を集めるときに使う薬品は

アルミニウム　　アンモニア水　　うすい硫酸

●アンモニアを集めるときに使う薬品は

鉄　　マグネシウム　　アンモニア水

事前テスト

以下の問で正しいものを選んで○で囲んでください。

●二酸化炭素の性質

1．空気より

軽い　重い　同じ重さ

2．水に

溶けやすい　溶けにくい

3．火のついた線香

近づけるとポッと燃える　入れると炎を上げて燃える　入れると火は消える

4．石灰水

白くにごる　変化しない　赤くなる

5．リトマス紙

赤→青　青→赤　変化しない

●酸素の性質

1．空気より

軽い　重い　同じ重さ

2．水に

溶けやすい　溶けにくい

3．火のついた線香

近づけるとポッと燃える　近づけても変化しない　入れると火は消える

4．石灰水

白くにごる　変化しない　赤くなる

5．リトマス紙

赤→青　青→赤　変化しない

経過時間記録用紙

内容		時間
事前テスト		
導入 －　実験を開始するまで　－		
実験	目標の気体（　　） 気体発生回数（　　回） －　目標の気体発生回数（　　回）	
確認テスト		
記録ノート参照		
事後テスト		

事後テスト

以下の問で正しいものを選んで○で囲んでください。

本教材で学習した気体のみ問いてください。

●二酸化炭素の性質

1．空気より

軽い　重い　同じ重さ

●酸素の性質

1．空気より

軽い　重い　同じ重さ

2．水に

溶けやすい　溶けにくい

3．火のついた線香

近づけるとポッと燃える　近づけても変化しない　入れると火は消える

4．石灰水

白くにごる　変化しない　赤くなる

5．リトマス紙

赤→青　青→赤　変化しない

●水素の性質

1．空気より

軽い　重い　同じ重さ

2．水に

溶けやすい　溶けにくい

3．火のついた線香

近づけても変化しない　入れると炎を上げて燃える　入れると火は消える

4．石灰水

白くにごる　変化しない　赤くなる

5．リトマス紙

赤→青　青→赤　変化しない

●アンモニウムの性質

1．空気より

軽い　重い　同じ重さ

2．水に

溶けやすい　溶けにくい

3．火のついた線香

近づけても変化しない　近づけるとポッと燃える　入れると火は消える

4．石灰水

白くにごる　変化しない　赤くなる

5．リトマス紙

赤→青　青→赤　変化しない

●置換法

2．水に溶けやすく、空気より軽い気体を集める方法は

水上置換　上方置換　下方置換

2．水に溶けやすく、空気より重い気体を集める方法は

水上置換　上方置換　下方置換

3．水に溶けにくい気体を集める最も適した方法は

水上置換　上方置換　下方置換

ありがとうございました、事後テストは以上で終了です。

アンケート用紙

テストお疲れ様でした。最後にアンケートへの協力をお願いします。

これを参考にして、今後、改善を行ないますので、率直な意見をお願いします。

次の質問の当てはまる箇所に○をつけて下さい

「実験開始」画面について１（悪い・出来なかった）←３（普通）→５（よい・出来た）

	評価段階 / 内容	1	2	3	4	5
1	器具の組み合わせはうまくできたか					
2	(1). 気体が集めれない場合のヒントは出ましたか。 (2). (1)でＹｅｓと答えた人は、ヒントを見ましたか Ｙｅｓと答えた人は以下の質問にお答え下さい	Ｙｅｓ・Ｎｏ Ｙｅｓ・Ｎｏ				
	ヒントは活用しましたか					
	ヒントとしての情報は十分でしたか					
3	集めた気体を確かめる道具は活用したか					
4	次の段階（確認テスト）へ進むための指示は出ましたか。 Ｙｅｓと答えた人は以下の質問にお答え下さい	Ｙｅｓ・Ｎｏ				
	指示の通りに次へ進みましたか					
	指示が出るまでの実験回数は妥当でしたか					
5	実験の流れは理解できましたか					

「実験」画面で使いにくい（わかりにくい）部分はありましたか。

「記録ノート」画面について１（悪い・出来なかった）←３（普通）→５（よい・出来た）

	評価段階 / 内容	1	2	3	4	5
1	分類分けは活用しましたか					
2	記録の表示は見やすかったですか					
3	必要な情報は得られることは出来ましたか					

「記録ノート」画面に追加して欲しい情報はありましたか。

教材全体について　1（悪い・出来なかった）←3（普通）→5（よい・出来た）

	評価段階 / 内容	1	2	3	4	5
1	本教材の目的が明確に分かった上で、実験に取り組むことが出来たか。					
2	「教材の使い方」は分かりやすかったか					

最後に何か教材全体を通して感じたことはありますか

以上で全てを終了します。最後までご協力ありがとうございました。

ソースコード

薬品を器具に入れるシーン

```
myComboBox.setSelectedIndex(0);
//読み込んだ際の処理
spoon._visible = false;
syringe._visible = false;
//選択した際の処理（スプーン）
spoon.onEnterFrame = function() {
        kazu = _root.myComboBox.getSelectedIndex();
        // スプーンを使う場合は表示
        if (kazu == 6 || kazu == 7 || kazu == 8 || kazu == 9 || kazu == 10 || kazu == 11 || kazu
== 12 || kazu == 13) {
                this._visible = true;
        }else{
                this._visible = false;
                }
}
//選択した際の処理（スポイト）
syringe.onEnterFrame = function() {
        kazu = _root.myComboBox.getSelectedIndex();
        // スポイトを使う場合は表示
        if (kazu == 1 || kazu == 2 || kazu == 3 || kazu == 4 || kazu == 5 || kazu == 14 || kazu
== 15) {
                this._visible = true;
        }else{
                this._visible = false;
                }
}
```

```
//クリップを押した際の処理
spoon.onPress = function() {
        _root.flg10x = _root.spoon._x;
        _root.flg10y = _root.spoon._y;
        this.startDrag();
}
syringe.onPress = function() {
        _root.flg11x = _root.syringe._x;
        _root.flg11y = _root.syringe._y;
        this.startDrag();
}
//マウスを離した際の処理（スプーン）
spoon.onRelease = function() {
        this.stopDrag();
        if(_root.spoon.hitTest(_root.kigu7)){
                //器具が試験管とヒットしたら、「薬品を入れますか？」とメッセージ
                _root.kigu = "spoon";
                _root.kigux = this._x;
                _root.kiguy = this._y;
                _root.que01._visible = true;
                _root.spoon._visible = false;
                }else if(_root.spoon.hitTest(_root.kigu10 || _root.kigu15 || _root.kigu16 ||
_root.kigu19 || _root.kigu20 || _root.kigu26 || _root.kigu27 || _root.kigu28 || _root.kigu29)){
//全ての器具が重なっている場合は、「このままでは薬品が入りません」とメッセージ
                        _root.que03._visible = true;
                        _root.spoon._visible = false;
                        }else{
                        break;
                        }
```

```
                    //元の位置に戻す
                    _root.spoon._x = _root.flg10x;
                    _root.spoon._y = _root.flg10y;
}
//マウスを離した際の処理（スポイト）
syringe.onRelease = function() {
        this.stopDrag();
        if(_root.syringe.hitTest(_root.kigu7)){
                //器具が試験管とヒットしたら、「薬品を入れますか？」とメッセージ
                _root.kigu = "syringe";
                _root.kigux = this._x;
                _root.kiguy = this._y;
                _root.que01._visible = true;
                _root.syringe._visible = false;
                }else if(_root.syringe.hitTest_root.spoon.hitTest(_root.kigu10 || _root.kigu15 ||
_root.kigu16 || _root.kigu19 || _root.kigu20 || _root.kigu26 || _root.kigu27 || _root.kigu28 ||
_root.kigu29)){
//全ての器具が重なっている場合は、「このままでは薬品が入りません」とメッセージ
                    _root.que03._visible = true;
                    _root.syringe._visible = false;
                    }else{
                    break;
                    }
                    //元の位置に戻す
                    _root.syringe._x = _root.flg11x;
                    _root.syringe._y = _root.flg11y;
}
```

```
//新しく名前をつけてデータを保存(記録ノートでの再現機能を見る際に使用)
sai = SharedObject.getLocal(namedata);
kigulist = kigudata.split(".");
kigulist.shift();
kiguall = kigulist.join();
sai.data.Data = kiguall;
sai.flush();
//全て登録が終了したので今までのデータを削除
_root.data = "";
_root.data02 = "";
ki = SharedObject.getLocal("kigufile");
for (tmp in ki.data) {
        delete ki.data[tmp];
}
ki.flush();
saisei = SharedObject.getLocal("saiseifile");
for (tmp in saisei.data) {
        delete saisei.data[tmp];
}
saisei.flush();
//初期状態に戻す
text1.setSelectedIndex(0);
text2.setSelectedIndex(0);
text3.setSelectedIndex(0);
text4.setSelectedIndex(0);
_root.memook._visible = false;
if (_root.mokuhyou == "") {
        break;
} else {
        _root.next01._visible = true;
```

```
                    _root.next02._visible = true;
                    }
                }
}
```

Flash ではフレームごとにプログラムを書くので，全てのプログラムを載せることは不可能だったので，資料には，重要な箇所のみを載せることとした．他のプログラムに関しては，実際に開発した Flash を見てもらいたい．