# マーカーを用いた拡張現実感の英単語学習支援システムの試作

間城裕喜[†]　山内俊明[††]　関靖夫[†††]
服部哲[††]　速水治夫[†††]

2009 年になって iPhone や Android などのスマートフォンが市場に流通したため，AR のアプリケーションが急速に注目を集め始めた．近年， AR の研究はマーカーを使用しない方式が用いられている．屋外や屋内での大きな建物で AR を実現するとなると全ての場所にマーカーを貼ることほぼ不可能である．そこで背景そのものをマーカーとして使おうという研究が最近では行われている．しかし教育分野での研究は，未だにマーカーを使用した方式の研究がされているので全体からみると遅れている．

本研究では，主に小学生・中学生をターゲットとしてマーカーを用いた拡張現実感の英単語学習支援システムである．英語が得意・不得意に関わらず，個人から複数の人と一緒に学習をしていて楽しく学習ができる支援である．

実験方法として中学生に被験者となってもらい，本システムを使用してもらった．教師には予め，用意している日本語の問題を出題してもらい，生徒が問題に対してアルファベットが書いているマーカーを選択し，並び替えて解答をしてもらった．その解答が正解・不正解かをシステムが判定を行い，必要に応じて 3D オブジェクトの色に変化をつけて表示する．実験終了後，被験者に学校の授業と本システムを比較して評価してもらい，実際の教育現場で有用であるかを目的とする．

# Markers for Augmented Reality Development of English Words Learning System

YUKI MASHIRO[†]　TOSHIAKI YAMANOUTI[††]
YASHUO SEKI[†††]　AKIRA HATYUTORI[††]
HARUO HAYAMI[†††]

In the 2009, smartphones such as iPhone and Android circulated in the market, an application of AR has begun to attract attention rapidly. In late years the method that does not use a marker is used for the study of AR. It is approximately impossible to put a marker on all places if I realize AR in a big building the outdoors and the indoor. Therefore a study to say to use the background itself as a marker is performed recently. However, judging from the whole, the study in the field of education is late in being still studied the method using the marker.

I target a primary schoolchild a junior high student in this study mainly, and it is an English word learning support system of the augmented reality using the marker. I learn it with plural people from an individual, and, regardless of a weak point good at English, learning is the support that it is possible for happily.

I had a junior high student become a subject as an experiment method and had you use this system. A teacher beforehand, I had you make questions for the Japanese problem that you prepared for, and a student chose the marker which the alphabet wrote for a problem and had I sorted it and answer it. A system judges whether the answer is a correct answer an injustice solution and I can hit a change in the color of the 3D object as needed and display it.

After the experiment，I compare this system with the class of the school to a subject and have you evaluate it and am intended whether you are useful in a real educational front.

## 1. はじめに

今日，コンピュータにおける仮想 3 次元空間で扱う 3D ユーザインタフェースの研究が多く行われている．それらの研究目的は主に，ユーザーに直感的で分かり易いユーザインタフェース（UI）を提供することにある．UI は，文字による CUI からグラフィックによる GUI へと変化し，さらに 3D 空間への拡張が行われており，より直感的で分かり易い表現法へと発展してきている．中でも現在注目されている UI の技術として拡張現実（AR）技術がある．この技術では，仮想物体が現実世界に存在するように扱い，現実世界を仮想物体により拡張することにより，初心者にも直感的で分かり易い UI を提供するものである．

そのようななか，AR 技術を使ったアプリケーションが世の中に出回ってきている．（ご近所ナビや Layar など）その要因としてスマートフォンの普及が挙げられる．iPhone や Android などの高機能携帯電話が市場に出て，その使いやすさからユーザーに受け入れられている．スマートフォンの普及により，GPS や地図を活用したツールが広く一般にも受け入れ，多くの人に AR が認知されるようになってきている．しかし，教育分野での AR を使用したアプリケーションは研究の段階で未だに実用化までは至っていない．そこで，現代の日本の英語教育事情を外国と比較してどのようにしたら AR を英語教育に使うことができるのかを解説していく．

英語教育の理想の形としてオランダの英語教育を例にあげる．オランダでは小学校 1 年生のときから英語の授業を授業として扱うのではなく，遊戯の一環のようなもの

[†]神奈川工科大学　大学院　情報工学専攻
Course of　Information and Computer Sciences, Graduate School of Kanagawa Institute of Technology
[††]神奈川工科大学　情報学部 情報メディア学科
Department of Information Media, Faculty of Information Technology, Kanagawa Institute of Technology
[†††]神奈川工科大学　名誉教授
Professor emeritus, Kanagawa Institute of Technology

で積み木を使ったり，イラストを書いたり，教師と英語の歌を歌ったりして児童を中心とした授業を行って英語を楽しみながら学んでいる．もちろん授業にとどまらず，日常でも進んで英語を話すように常にコミュニケーションを取り，“英語は楽しい”という精神を持っている．

しかし，現代の日本の英語教育は 10 年前と内容がほとんど変わりなく，教師が一方的に授業を進め，子供に問題を解かせて理解度を図っていることが多い．間違った英語を書いたり，授業中に教師の前で文法的におかしな英語を話すと成績に影響が出てしまう．そのような環境を改善するためにオランダの英語教育法をもとに子供の心から競争心を取り除き，間違うことを恐れずに英語学習を望める環境が日本にも確立されれば，子供達は楽しく英語を学ぶことができるようになると考えられる．

そこで今回，英語教育に利用する AR の特徴を 3 つあげる．1 つ目はプロセスを省略できることである．普段の学習で例をあげると，(1) 教材の用意，(2) 解答できるノートと書くものを用意，(3) 問題を解く，(4) 答え合わせする．この 4 回に渡るプロセスを踏まなければならない．しかし，AR を利用することで (1) 教材の用意，(2) 問題を解いて答え合わせことが同時に行える．この 2 回のみに渡るプロセスで済ませることができる．このように利用者の負担を軽減し，3D オブジェクトによる情報の補完することができる．2 つ目は人間の五感の中で最も影響がある視覚をさらに強く印象付けることができ，記憶に残りやすいことである．通常の学習では，なにも変哲もないいつも見ている文字なので記憶には残るかもしれないが印象にはほとんど残らず，いずれ記憶からも消えてしまう．AR を利用することで普段の学習よりも強い視覚情報が脳に蓄積され，記憶に残りやすくなる．記憶に残ることで学習の負担の軽減，学習の効率化を行うことができる．3 つ目は AR を用いることで生活の一部に楽しさが生まれることである．AR は普段の生活に刺激を与えてくれるエンターテーメント性を兼ね備えた技術である．今までつまらないことや無駄なことに見えた部分に変化をもたらすことで変わった世界が生まれ，段々と楽しくなっていくことができる．

このことから日本の英語教育には楽しく行えるものが導入されると少なくてもオランダのように英語の授業を楽しむことができる．そのためにプロセスの省略，印象付け，エンターテーメント性がある AR を用いた．

本研究では，マーカーを利用した英語のアルファベット文字を複数組み合わせて 1 つの英単語として表現する．これに AR 技術を用いて 3D オブジェクトとして実現する．主に小学生・中学生をターゲットとして英語が得意・不得意に関わらず，個人から複数の人と一緒に学習をしていて楽しくできる支援システムである．

## 2. 研究対象の現状と問題点，解決策

### 2.1 英語教育の現状

近年，学力の低下に伴い，ゆとり教育が廃止になりつつある．そんな中，今年度から小学校では英語が必修科目となり，教育全体を革命し始めの表れでもあると言ってもいい．

しかし，英語教育の内容はほとんど変わりがなく，教師中心の授業が現在も続いている．教わっている子供達は授業をただ聞いているという受け身になっているので，教師は子供がわからないところも目が届かず，脱落者が増えている．

さらに教師がほぼ教科書通りに進めているため，ネイティブな英語会話や会話の変化に応じた英語表現によるコミュニケーションができなくなってきている．

### 2.2 英語教育の問題点

このような現状から以下の問題点が挙げられる．

#### 2.2.1 PC を利用した学習

小学校から PC を利用した学習がある．しかし，その多くは PC に慣れることが多くの目的であり，学習は二の次になっているのが現状である．子供自らが先生の指示に従って学習を進める形態ではあるが，通常の授業と同様で学習意欲の維持が困難である．問題を自ら考えて進めていくことはよいが，それがいつまで維持し続けることができるのが問題である．

#### 2.2.2 タブレットを利用した学習

タブレットを利用した学習で想定されることは，消しゴムやペンを利用せずに直接電子教科書に書き込むことが可能である．さらに情報共有もできるので今まで紙に書いていたことに加えて新しい授業形態のアプローチが可能と思われる．しかし，最初のうちは珍しいものなので，学習するために進んで使用すると考えられるが後々，タブレットに慣れてくるといずれは現在の学習環境と変わらなくなってしまう恐れがある．

### 2.3 問題の解決策

英語を学習する際に最も問題である学習意欲の維持を解決するためにいろんな人が楽しく学習できるゲーム性の高い学習システムがあると学習するのではないかと考えた．本研究でターゲットとしている子供の多くは電子機器（PC やゲーム機など）に触れたことがあり，オンラインゲームや家庭用ゲームを利用したことがある．そこで多くの人が一度は使用したことがあるゲームからヒントを得た．一人や複数の人達と

一緒に利用しても嫌な気分にはなりにくく，むしろ楽しくなるのでエンターテーメント性を生かした学習システムがあると復習や宿題を自らやる子供が増えるのではないかと考えた．そこで今回は，AR を利用して学習を行いながらも楽しくできるシステムがあると問題点が解決される．

## 3. 拡張現実感を利用した英単語学習支援の試作システムの概要

本システムは，英語教育の現状や問題点及び解決策に着目し，英単語学習をエンターテーメント性のあるゲームに取り入れた学習支援システムである．

仕組みは，パソコンと Web カメラ，今回使用するマーカーがあればいつでも学習できるようになっている．また，学校で学んだことを家で復習として使うことも可能である．教育者が使っても小学生が使っても使いやすいように簡単なしくみになっている．

システムの構成図を以下に示す（図 1 参照）．

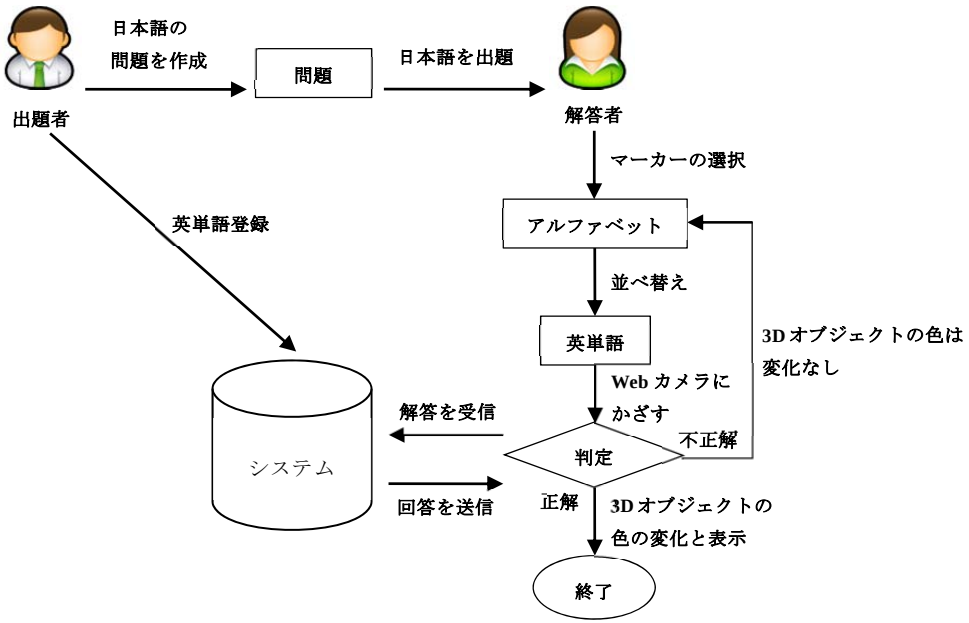



図 1 システムの構成図
Figure 1 System diagram

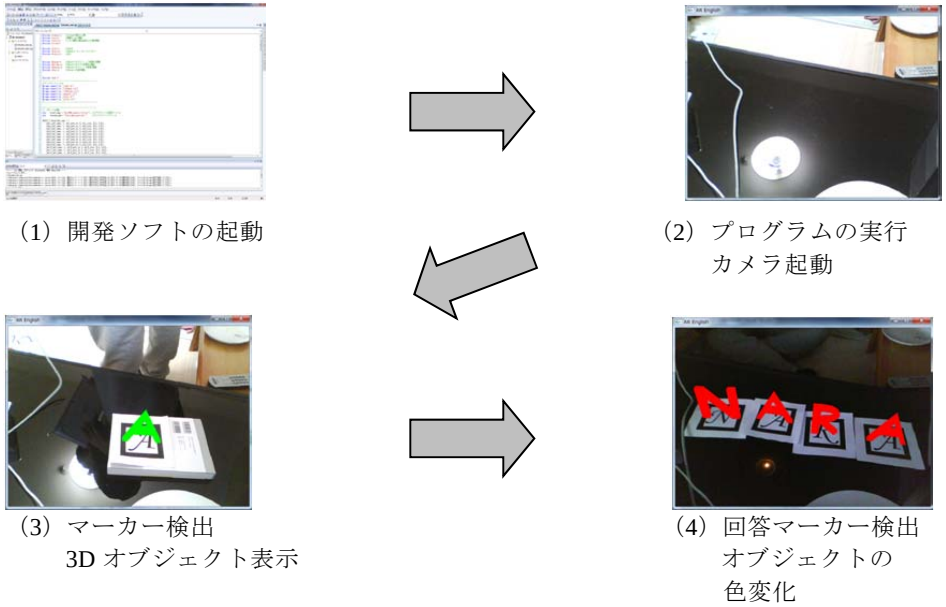
### 3.1 本システムの利用方法

本システムの利用方法として学校の授業での使い方を次の例のようにあげる．

教師（出題者）は授業に関する英単語をあらかじめシステムに登録し，その英単語の意味となる日本語の問題を紙形式または黒板に書けるように準備を行う（出題方法の形式は問わない）．生徒（解答者）は教師が出す問題に対してアルファベットが書かれているマーカーを答えだと思った順番に並べ替え，Web カメラに向けて解答を行う．解答を行ったアルファベットは正しい順で並んでいるかを判別するために教師が元々登録しておいたシステムから呼び出し判定を行う．もし不正解の場合は 3D オブジェクトの色は変化せず，解答し直す．正解した場合は 3D オブジェクトの色が変化して終了する．

### 3.2 画面への処理の流れと解説

試作システムの処理の流れを画面で示す（図 2 参照）．




（1）開発ソフトの起動
（2）プログラムの実行
カメラ起動
（3）マーカー検出
3D オブジェクト表示
（4）回答マーカー検出
オブジェクトの
色変化

図 2 システムの処理手順
Figure 2 System procedure

マーカーはアルファベットと対応して 26 個用意している．たとえば，マーカーに描かれている形がアルファベットの A だとしたら 3D オブジェクトも同様である．これらを A から Z すべて対応させている．これはユーザーが使用した時に認知しやすいようにしている．

回答となる英単語のマーカー（マルチマーカー）はカメラ解像度内で認識され，マーカーを並べて正解していると 3D オブジェクトの色が赤くなる．通常は緑色だが，これはシステム内の回答と同じものがないため色が変化しない．一部で 1 つの英単語の中に複数のアルファベットが存在することがあるが，同じマーカーが 2 つ以上あってもすべて検出，表示するようにしている．回答となる英単語は有限であり，システムの使用者がいつでも変更できるようにしている．ただし，多く英単語を用意することで動作が遅くなる可能性があるので，今回は英単語を 20 個用意した元，動作させている．

## 4. 評価実験

本システムの評価は，以下の 2 項目について評価を行う．

（1）システム利用者によるアンケート評価
（2）マーカーの操作によるアンケート評価

（1）の項目については，利用者にアンケートをとることにより実際に利用した結果，勉強を楽しく学べたか，便利だったかを調査する．

（2）の項目については，誰でも容易にマーカーの操作ができるかを調査する．

### 4.1 実験方法

#### 4.1.1 システム利用者によるアンケート評価

利用者からは記述式と選択式でアンケートに答えてもらう．

アンケート対象は，英語を習い始めである中学 1 年生の男女 7 名を対象とした． 普段から英語の勉強をしてわだかまりを感じ始めるころなので，被験者として一番適切と考える．

実際に実験が行われた様子を以下の図 3 に示す（図 3 参照）．



図 3　実験の様子
Figure 3　The state of the experiment

#### 4.1.2 マーカーの操作によるアンケート評価

ユーザーが Web カメラに向かってマーカーを認識させるまでを評価する．こちらも中学 1 年生の男女 7 名の方々に実験終了後，アンケートを行った．

マーカーには向きによって 3D オブジェクトの向きが変わってくる．それをユーザーがいかにマーカーの向きを認知してストレスなく，操作を円滑に行えているかを評価する．

### 4.2 実験結果

評価の結果，評価項目 2 項目において下記のような結果が得られた．

#### 4.2.1 システム利用によるアンケート結果

被験者に本システムを利用してもらいアンケートを回答してもらった．
選択式アンケート結果を表 1 に，2 択アンケート結果を表 2 に示す．

表 1 選択式アンケート結果
Table 1　Selective survey results

| 質問内容 | 段階評価 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | いいえ ← → はい | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 今回のシステムを使用して，楽しく学ぶことはできましたか？ | 0 人 | 0 人 | 1 人 | 3 人 | 3 人 |
| 今回のシステムの改良版がもし自宅にあると仮定します．今回のようにまた触って学びたいと思いますか？ | 1 人 | 0 人 | 0 人 | 3 人 | 3 人 |

表 2　2 択アンケート結果
Table 2　2 selected survey results

| 質問内容 | 2 択評価 | |
|---|---|---|
| | 今回のシステム | 学校の授業 |
| 今回の実験と学校の授業で，どちらの方が楽しく学べたと思いますか？ | 4 人 | 3 人 |

表 2 の質問に対する理由：

（学校の授業の方が楽しいと思った人の意見）

- 学校の授業の方が，みんなで楽しくできるから．
- 1 人残ると嫌な思いするから．

（今回のシステムの方が楽しいと思った人の意見）

- 今回の実験の方が皆，覚えやすいと思うし，楽しく学べるから．
- 今回の実験は楽しく，英語の勉強にもなったから．
- 学校の授業のほとんどは教科書に書いてあることばかりを黒板に書いていてノートに書き写すこともないから，人によってはつまらないと思う．でも，今回の実験は授業とは少し変わっていておもしろかったから．
- 結構，頭を使うけど，単語を覚えることができると感じたから．

#### 4.2.2 マーカーの操作によるアンケート結果

被験者に本システムに使われているマーカーを使ってもらい，マーカーの扱い方の説明を行ったやり方と説明を行わないで取り扱ってもらったやり方で実験を行った．

マーカーの取り扱い方を説明したやり方で行ったと結果を表 3 に，取り扱い方を説明しなかったやり方を表 4 に示す．

表 3　取り扱い方を説明した結果
Table 3　Results explain how to handle

| 段階評価 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 難しかった ← → 簡単だった | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 0 人 | 0 人 | 1 人 | 5 人 | 4 人 |

表 4 取り扱い方を説明しなかった結果
Table 4　Results did not explain how to handle

| 段階評価 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 難しかった ← → 簡単だった | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 0 人 | 1 人 | 3 人 | 4 人 | 2 人 |

表 3，4 の結果に対する理由：

（説明を受けたときの意見）

- 説明を受けなければ，マーカーの向きに苦戦していたかもしれない．
- 最初は試行錯誤するかもしれないが，慣れれば簡単に扱えるから説明は最小限でも問題ない．
- 説明を受けなくても簡単に扱えるが，説明があった方がいい．

（説明を受けていないときの意見）

- 扱い方がわからないと少し混乱する．
- マーカーのことを知らない人は扱い方に困ると思う．
- どこに CG 画像がでるのかがわからないため，マーカーの操作をどうやったらいいかわからなかった．

### 4.3 評価実験のまとめ

本システムで英語に対する学習支援・マーカーの操作性による可否実験について述べる．

今回対象とした中学生には良い結果も得られたが，なかにはシステムの改善に参考となる意見もあった．これはシステムの実験環境に少し誤りがあったのかもしれないが，中学生の取り巻く環境やあまり知らない人との実験でうまくいかなかったと分析する．実際，使用してもらう環境はクラスもしくは友達同士，個人での学習を想定している．なぜなら，本システムの目的である“楽しく学べる”という意味からあまり知らない人同士で行うことには適していない．よって想定していた環境下で使用すると，英語の苦手意識の軽減，楽しく学べる学習が可能という効果が得られると分析できる．

一方，マーカーの操作については課題が残る結果となった．マーカーの向きに対して 3D オブジェクトの向きが変わってしまうので，今回システムを使用してもらった中学生には事前に説明を受けていないとマーカーの使い方以前にその意義自体がわからないことが分かった．そこで，中学生にはシステムとマーカーの意味を説明したい上でマーカーの向きを説明した．そうしたところ，中学生のほとんどがうまくマーカーを操作することができた．この結果からマーカーの使い方の使い方を事前に説明する必要があるとわかった．

## 5. おわりに

本研究では，主に子供をターゲットとした英語を苦手とする人や英語の学習方法に悩んでいる人のためのシステムを試作した．評価実験の結果から本システムの使いやすさ，利便性，学習意欲の目的が達成することができた．しかし，マーカーの操作には工夫の余地がみられた．

今後の課題として 3D オブジェクトの表示を変化させたり，英単語のヒントを与えるなどより充実した学習システムを実装することでより良い評価結果が得られると考えられる．他には他科目への応用やモバイルアプリケーションへの対応など多方面からのアプローチが可能と考えられる．

## 参考文献


1） 橋本直著：ARToolKit 拡張現実感プログラミング入門，
株式会社アスキー・メディアワークス．

2） 谷尻豊寿著：ARToolKit プログラミングテクニック，株式会社カットシステム．

3） 林武文，加藤清敬共著：OpenGL による 3 次元 CG プログラミング，コロナ社．

4） クレイトン ウォルナム著・松田晃一訳：Win32 OpenGL プログラミング，
株式会社プレンティスホール出版．

5） 椎尾一郎，山本吉伸：コミュニケーションツールのための簡易型 AR システム，
http://siio.jp/projects/airpen/wiss2000.pdf

6） 加藤博一：拡張現実感システム構築ツールとその応用，
http://www.viri.osakac.ac.jp/symposium09/kato.pdf