

# スポーツ学習のための マルチメディア協調学習システム

市村 哲† 中村 亮太† 井上 亮文†

† 東京工科大学

集団による学習が不可欠な分野として、スポーツのチームプレー等の学習が挙げられる。本研究では協調学習支援をスポーツ分野に応用し、学習者が一同に集まる必要なしに、Web 上で協調して戦略立てやフォーメーションの戦術知識などを学習できる同期遠隔型のマルチメディア協調学習システムを構築した。学習者が Web ブラウザを用い、自宅に居ながらにして同期している動画や作戦ボードを操作・編集しながらチームメイトと議論を重ねることができる。今回、バレーボールのスポーツスキルを獲得したい学習者を支援対象と定めたシステムを実装した。

## A Multimedia CSCL System for Learning Sports Skills and Strategies

Satoshi Ichimura† Ryota Nakamura† Akifumi Inoue†

† Tokyo University of Technology

It is widely known that collaborative learning is an effective method for learning team play in sports. We developed a Computer-Supported Collaborative Learning (CSCL) system where players get together on the Internet and study team play with teammates using a web browser. The users in their homes can see or manipulate synchronized sports video and coaching board on their web browsers at the same time. A system for volleyball coaching was implemented.

### 1 はじめに

近年、インターネットを利用したeラーニングが様々な企業や教育機関において利用されるようになってきた。eラーニングはインターネットを利用した双方向型教育システムであり、一般的には、学習者は Web ブラウザを利用しサーバに蓄積されている電子教材を自分のペースに合わせて学習し、電子メールや掲示板を利用して指導者に質問をしたり、学習管理データベースに問い合わせる自分の進捗状況や成績を確認したりできる。特に Web ブラウザを利用する eラーニングは WBT(Web-Based Training) と呼ばれており、現在、eラーニングの主流となっている。WBT の利点として、Web ブラウザが使える環境であれば各学習者がいつでもどこでも、自分の進捗状況に合わせて学習を進められること、通学費や施設費などの経費を削減できることなどが挙げられる。WBT を含めた eラーニングは、会社で行われる社員の研修指導や学校教育での教育手段として広まっている。

さらに最近では、複数の学習者が同じ目標に向かって相互に情報交換・議論することを通して、自発的に学習することを意図した学習形態である「協調学習」が着目されている。学習者同士が「互いに教えあい、議論する」ことで、他人から刺激を受けて学習意

欲が向上するという利点や、人の意見を聞いて自分の思考を整理できるなどの利点が期待できる<sup>1)</sup>。また、コンピュータやインターネットを利用した協調学習は CSCL (Computer Supported Collaborative Learning) と呼ばれる。CSCL では、ネットワークのブロードバンド化、デジタルコンテンツ製作環境の普及が進むにつれて動画や音声などマルチメディアコンテンツが利用される例もあり、学習効率を高められるようになってきている<sup>2)</sup>。

本稿ではスポーツ学習のためのマルチメディア協調学習システムについて提案する。今まで協調学習は主に社会人教育・学校教育分野に取り入れられてきたが、集団による学習が不可欠な分野として、スポーツのチームプレー等の学習が挙げられる。従来はコーチ(指導者)とプレーヤー(学習者)が一同に集まりコーチングするしか方法がなく、その場所的制約や時間的制約から、コーチからプレーヤーに一方的に指示を出すことに終始せざるを得ないのが現状である。チームプレーにおいては、プレーヤーがそれぞれの得手不得手を把握して、弱点を補い合い、強みを高め合うことによって、一層の技術向上を図ることが必要である<sup>3)</sup>。よって、各プレーヤーが互いの意思、能力の差異を容易に理解するために、社会人教育・学校教育分野に

限定されてきた CSCL を、このスポーツコーチングの分野に適用すればスポーツ学習の効率を大きく高められると期待できる。

本研究では協調学習支援をスポーツ分野に応用し、学習者が一同に集まる必要なしに、Web 上で協調して戦略立てやフォーメーションの戦術知識などを学習できる同期遠隔型のマルチメディア協調学習システムを構築した。自宅に居ながらにして、学習者が Web ブラウザを用い、同期している動画や作戦ボードを操作・編集しながらチームメイトと議論を重ねることができるのが特徴である。今回実装したのはバレーボールのスポーツスキルを獲得したい学習者のためのシステムである。評価実験の結果、映像の同期配信は特定のシーンで指摘を行いたいときに特に有効であり、作戦ボードはフォーメーションの動きや戦術を学習する際に最も効果的であることがわかった。プレーヤー個々のスポーツ技能の獲得は従来の集合学習で行い、戦術や高度知識の獲得は本システムで行なうようにすれば、より効果的なスポーツ学習を行えると思われる。

## 2 背景

### 2.1 e ラーニングと協調学習

e ラーニングを導入した場合、講師・指導者主体の学習から、学習者を主体とする学習へとその形態が変化するとされている。従来の集合教育においては、講師が学習者全員に対して同質の教育内容を提供することが中心であったが、e ラーニングでは学習者は自分の進捗状況やレベルに合わせて学習を進めることができるため各自効率的な学習を行うことが可能となる。例えば、受講に必要な基礎知識が不足している学習者は基礎知識の教材を学習することができ、また優れた学習能力を持つ学習者は、発展知識の教材を学習することができる。

また近年、e ラーニングと協調学習支援機能を融合し、学習者同士が「互いに教えあい、議論する」活動を促進する CSCL 支援システムが登場している。今までも非同期遠隔で用いるもの、同期対面で用いるもの、同期遠隔で用いるものが研究開発されている。

2) はモバイルデバイスを利用して協調学習が行える非同期遠隔型システムである。学生に PDA を持たせ、適切な情報を適切なときに学べるように工夫がされているが、協調学習支援機能としては掲示板機能やチャット機能がある。1) は協調学習のためのコンテンツ構築システムである。Wiki をベースとして開発された非同期遠隔型のシステムであり、学習者が作成したコンテンツの整理や再利用が行える。また、4) は音楽創作活動を支援する目的で構築された非同期遠隔型システムである。協調学習の対象を音楽学習とした点

でユニークである。

動画や音声などマルチメディアコンテンツの利用に重点を置いた CSCL 支援システムとしては、4) 5) 6) 7) 8) 等がある。5) は実際の大学講義で学生の質問やコメントを共有できるようにした非同期遠隔型システムである。講義収録ビデオにインデックスを付加して後から講義映像を振り返りやすくするなどの工夫がされている。6) は机の上の作業風景を遠隔地にいる学習者間で映像共有しながら協調学習を進めることができる同期遠隔型システムである。作業空間共有のために実世界指向インタフェースを導入しており興味深い。7) と 8) は環境学習を支援するために開発されたシステムである。7) は PDA を利用して学習者同士がコミュニケーションしながら野外学習を行えるようにした同期遠隔型のシステムである。また 8) はテーブルトップインターフェースを協調学習に利用した同期対面型システムである。複数学習者が同時にテーブル上のオブジェクトに触って操作・編集が行えるようになっている。

### 2.2 スポーツ学習と協調学習

著者らはこれまで、スポーツ学習のための教育システムに関する研究の一環として、モーションキャプチャを使用してエクササイズを支援するシステム、スポーツシーンのダイジェスト映像自動作成システム、視線を用いたスポーツ自動撮影システム等の研究を実施してきた。本稿は、これらの研究の一環として行なった、スポーツ学習に協調学習を導入した試みに関する研究について記すものである。

スポーツにおけるチームプレーの学習は、集団による学習が不可欠な分野である。この学習のために、通常、コーチ（指導者）とプレーヤー（学習者）が一同に集まり指導・練習が行なわれる<sup>3)</sup>。しかしながら、プロスポーツ選手などの一部を除き、一般的には練習時間や練習場所を十分に確保することは難しく、その場所的制約や時間的制約から、コーチからプレーヤーに一方的に指示を出すことに終始せざるを得ないのが現状である。

例えば、学校の部活動では 1 人のコーチと複数の学生によってチームが構成されているが、部活動の場合は、学生が希望すればほぼ自由に入部することができるため、必然的に技能レベルの個人差は大きくなる。プレーヤー数が多いチームのコーチは、1 人 1 人のプレーヤーとのコミュニケーションが少なくなってしまう、適切な指導が行なえなくなるという問題がある。また、「ママさんバレー」に代表される一般の人々が有志で集ったスポーツサークルにおいては、通常、一同に集まる機会が著しく少なくならざるを得ず、さらにはコーチ自体が存在しない場合も多い。このような

状況では、プレーヤーがそれぞれの得手不得手を把握して弱点を補い合い、強みを高め合うことによって、チーム全体としての技術向上を図ることが必要である。

今回著者らは、集団学習が特に重要となるスポーツの代表としてバレーボールを取り上げ、そのスポーツスキルを獲得したい学習者のための協調学習支援システムを構築した。



図1 コーチング風景と作戦ボード

6人制バレーボール<sup>3)</sup>の場合、1チームはレギュラー6人、交代プレーヤー6人以内、その他にリベロ(守備専門)のプレーヤー1人から構成される。コートには前衛3人、後衛3人が配置されるが、6人制バレーボールは、サーブ権を獲得した時、ローテーション(6つのポジションを時計回りに1つずつ移動すること)をしなければならぬというルールがある。このようにローテーションがめまぐるしく行われるため、様々なフォーメーションと、それごとの戦術が存在する。例えば、前衛のときにはアタックやブロックを行い、後衛のときにはレシーブに徹したりセッターになることもある。このように6人制バレーボールではポジションごとに各プレーヤーの役割が変化するため、様々な状況に柔軟に対応していかなければならない。さらにプレーヤーにはアタックが得意な者やレシーブが得意な者などそれぞれ個人差があり、それぞれの能力に応じた戦術を立てなければならない。

しかし現在のバレーボールコーチングでは場所的・時間的制約のために、コーチがプレーヤーに一方的に指導を行うことに終始せざるを得ないのが現状である。練習時間中はコーチの考えや意見が優先され、一律的な指示がプレーヤー全員に伝達されることが多い。したがって、コーチの指導はプレーヤーが期待する指導とは異なることがあり、このずれが各プレーヤーの能力の向上を妨げていると考えられる。

また従来バレーボールコーチングの現場では、試合や練習風景をビデオカメラで録画し、あとでビデオデッキで再生しながら反省点や課題点のチェックを行うことが行われてきたが、一同に集まらなければならないという問題や、何度も巻き戻し・再生を行う作業がわずらわしいという問題があった。加えて戦術の

指導には、図1のような持ち運び式作戦ボード(A4サイズ)が用いられることが多いが、時間やボードサイズの制約により使用するのはコーチのみであり、プレーヤー自らが作戦ボードを使って議論するということは極めてまれである。また、作戦ボードの上ではプレーヤーを見立てたマグネットを動かすことしかできず、細かな情報を共有することが難しいという問題もある。

そこで著者らは、社会人教育・学校教育分野を中心に導入されているCSCLをこのスポーツコーチング(バレーボールコーチング)の分野に適用すれば、スポーツ学習の効率を大きく高められると考えた。これが実現されれば場所的・時間的制約の緩和が可能だけでなく、あらかじめ予備知識の学習や、チームの問題点、課題点などをチームメンバー間で共有でき、一堂に集まった際により効果的な練習が行えると期待できる。なお現状では、スポーツ学習を対象として開発されたCSCL支援システムは見受けられない状況である。

### 3 提案システム

本システムは、学習者(プレーヤー)がWeb上で協調してスポーツ学習ができるようにした同期遠隔型のマルチメディア協調学習システムである。各学習者は自分らの試合映像やプロ選手の試合映像などを自宅に居ながらにして視聴したり、Web上に作戦ボードを設置して学習者間でリアルタイムに操作・編集したりできる。



図2 システム利用画面

図2にWebブラウザを利用して本システムを利用している風景を示す。また、本システムが備える主な機能は以下のようなものである。

1. サーバに蓄積された映像を複数学習者が同期視聴できる機能

2. 作戦ボード上のコマ（プレイヤー）の動きを複数学習者で共有する機能
3. 注目シーンや作戦ボード上にコメント等を自由筆記し共有する機能
4. 注目シーンや作戦ボードの編集内容を保存・再現する機能
5. テキストチャットおよび音声チャット機能

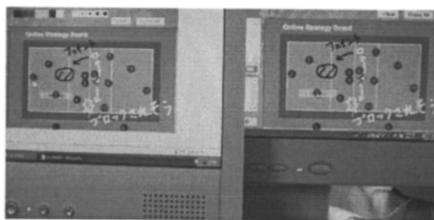


図 4 作戦ボードを同期操作している様子

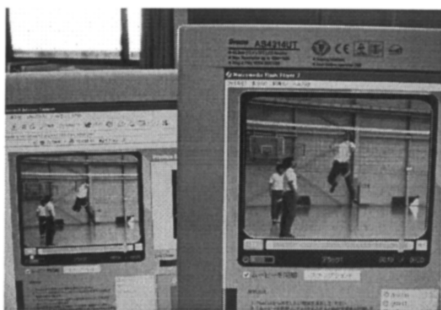


図 3 映像を同期再生している様子

1 に関し、学習者は Web ブラウザを使用してサーバに蓄積された自分達またはプロ選手の試合映像等を視聴することができる。この際、本システムにログインしている複数学習者間で映像を正確に同期させて再生・一時停止・シークすることが可能である(図 3)。映像再生の際には非同期モード・同期モードを切り替えることができ、自分だけで映像を見ながら学習を行いたい場合には非同期モードを選択し、学習者全員に同期映像を見せたい場合は同期モードを選択する。同期モードでは映像の一時停止やシークの結果が直ちに全学習者の画面にも反映される。

2 に関し、学習者は作戦ボード(図 4)上のコマ(プレイヤー)を自由動かすことができ、そのコマの動いている様子をリアルタイムで他の学習者に見せることができる。コマを動かしている最中(コマをドラッグしている最中)でも、他者は 1 ドット単位でその動きを見ることができる。複数学習者が同時に同一のコマを動かそうとした場合は、先にそのコマをマウスクリック(またはペンタップ)した人が動かす権利を得るようになっている。コマ上にはプレイヤー名を表示することもできる。

3 に関し、同期再生している映像から注目シーンをスナップショット静止画として抜き出しその上に手書きコメントや補助線を書き込むことができる。さらに、複数学習者間で共有されている作戦ボード上に対して

もコメントや補助線を記入することが可能である。手書き入力された描画は、一筆書きでかかれた単位で更新内容が他の学習者に伝わる。手書き描画にはレイヤーの概念を取り入れており、手書き描画の表示・非表示を切り替えられる。

例えばフォーメーションの動き、好プレー、注意すべき点のような注目シーンがあった場合、ある学習者が映像を一時停止してそのシーンを他の学習者に見せたり、スナップショットした映像に手書き描画して他の学習者に説明したりすることが可能である。さらに他の学習者もその画像の上に追記できるので、注目シーンごとに議論を重ねてゆくことができる。

4 に関し、2 で動かされたコマの動きや、3 で筆記されたコメントや補助線は Web サーバ上に保存され、必要に応じてそのコマ動きや筆記される様子を再現することが可能である。また学習者が重要と感じた映像の区間にインデックスを付けて保存することもできる。協調学習を行うときに参加できなかった学習者が過去に議論された内容を確認したり、協調学習に参加していた学習者が過去に議論した内容を復習するためにも利用可能である。

5 に関し、複数学習者はテキストチャットを利用してコミュニケーションできる他、インカム用マイクをパソコンに接続すれば音声チャットを行うことも可能である。テキストチャットおよび音声チャットの使用に際しては、何人でも同時に自由に書き込みまたは発言ができるようになっている。

次に、上記機能を活用した典型的な利用シナリオについて述べる。

1. 学習者は Web ブラウザで本システムにアクセスする
2. サーバに蓄積されている映像を選択し、その映像を全員に同期配信する
3. 注目シーンでは映像を一旦停止し、手書き描画や作戦ボード操作を行いながら議論する



4. 注目シーン区間と、その時の作戦ボード上の編集内容を対応付けて保存する
5. 保存した注目シーン区間や作戦ボードの内容を後日見直す

自宅にいる各学習者が、チームメンバーと試合のフォーメーションについて打ち合わせを行いたいとする。各学習者は Web ブラウザを起動して本システムが稼動する Web サーバにアクセスする。誰かによってサーバ上の映像が選択されると、その映像が全員の Web ブラウザ上で同期再生される。映像視聴中に誰かが問題プレー、好プレー、修正したいフォーメーションなどを見つけると、その人が映像を一時停止してスナップショット静止画を作成する。作成された静止画は直ちに全員の Web ブラウザに表示される。そしてその上に手書き描画を書きながら、必要に応じて作戦ボードを操作し他の学習者に自分の意見を伝える。議論の対象となった注目シーン映像区間はインデックスを付けてシステムに登録することが可能である。この際、必要であれば、注目シーン映像区間と、スナップショット静止画や作戦ボードに対してなされた編集内容とを対応付けて保存する。保存した内容を再生して、後日個人的に復習を行うことができる。

#### 4 実装

実装においては、学習者が自宅でも手軽に使えるシステムとすることを目指して設計を行った。そしてこの観点から、システムの形態としては Web ブラウザだけで利用できる Web システムとして実装することとし、実現方法としては、Web ブラウザ上でのマルチメディアコンテンツ表現能力に優れた Flash プラグインと、そのサーバ側モジュールである Flash Communication Server<sup>9)</sup> (以下、FCS) を利用した。

Flash は、音楽や動画を駆使したマルチメディアコンテンツを提供する手段として、極めて多くの企業や個人のサイトにおいて広く利用されており、さらに、Flash プラグインは、現在主流となっている Web ブラウザの多くに標準搭載されている。Flash プラグインは、ベクターデータの表示、スクリプトの実行、動画や音声の再生など強力な機能を有している他、ユーザの OS の種類に依存せず使えるという利点がある。

また、FCS は、Flash プラグインと密に連携して動作する Flash 専用サーバソフトである。制御スクリプトを記述することにより、Web ブラウザに埋め込まれた Flash プラグインに対し音声や動画をストリーミング配信したり、複数のユーザ間同士で音声・ビデオ・テキストチャットできるようにしたりできる。Flash プラグインと FCS の間は RTMP (Real Time Message Protocol) と呼ばれるリアルタイムデータ交換用のプ

ロトコルによって通信が行われるが、HTTP トンネリングに対応しており一般的なファイアウォールを隔てても利用可能である。

本システムにおいては、学習者ら試合映像やプロ選手の試合映像がオンデマンド配信されるが、これらの映像は FLV 動画 (Flash Video) として FCS サーバに蓄積されている映像である。FCS に配置された FLV 動画はプログレッシブダウンロードまたはストリーミング配信が可能である。全学習者が視聴している映像を同期させる手段としては、映像選択、再生開始、一時停止、シークなどのイベントをリモート共有オブジェクト (全ユーザで共有される FCS 独自の機構) として全てのクライアントに同報する方法を実装した。

#### 5 評価

評価実験は、各被験者 (バレーボール経験者を含む大学生 4 名) らが自宅からインターネット経由で本システムを利用する状況を模擬的に構築して行なった。全被験者を、お互いのモニタ画面や操作している様子が見えないように仕切られたブース内に着席させ、また、他者の声が聞こえないように被験者にはヘッドフォンとマイクの使用を義務付けた。

本実験では、被験者の中のパレーボール経験者に対し、プロ選手の試合映像の中から注目すべき攻撃方法やフォーメーションの動きについて他の被験者に解説を行なうように指示した。バレーボール経験者は、注目シーンで映像を一時停止し、それぞれのシーンにおいて、スナップショット静止画や作戦ボードを使用しながら解説を行なった。被験者らは主に音声チャットを利用して、各自が疑問に思ったことや、それに対する回答などを自由に交換した。そして、実験後に、被験者らにシステムの使いやすさ、動作の軽快さ、コミュニケーションのし易さなどについてのヒアリング調査を行なった。

実験の結果、本システムの利点として以下のような意見が得られた。

- 映像が同期しているので指摘箇所を示しやすい
- 静止画上手書きは指摘箇所を細かく示すのに便利
- 作戦ボード上のコマのドラッグや手書き描画の動きがスムーズ

他のプレーヤーの意見を理解する上で、その人と同じ映像シーンを見ることがとても重要であったという意見が得られた。スポーツコーチングにおいては、体の動かし方や技術を言葉や文字だけで説明することに

は限界があり、視覚的に捉えられる媒体を利用できれば、学習者にダイレクトなイメージを持たせることができることが知られている。このように、映像の同期配信については、注目シーンを他の学習者に伝えるときに特に有効であった。

作戦ボードについては、フォーメーションや戦術を説明するために最も頻繁に利用された。攻撃または守備の際のチームプレーに関し、動画を見せて解説したり、スナップショット静止画に手書きをして解説したりするだけでは、どうしてもプレーヤーの動きを説明しきれないという事態が何度かあり、このような場合に作戦ボードが使用された。そもそも、従来の紙の作戦ボードは、コーチがプレーヤーに対して指導を行うときに使うものであり、プレーヤーが作戦ボードを操作することはまず無かった。本システムの評価実験によって、プレーヤーそれぞれが自分の意見を他者に伝える手段として本システムの作戦ボードを使うことが、予想以上に効果的であることがわかった。以上のように、作戦ボードについては、誰もが自由にプレーヤーの動きをコマで表現でき、手書き描画も行えることでその自由度の高さに対する評価が高かった。

一方、評価実験を通して以下のような問題点が指摘された。

- 誰が手書き描画しているのか分からない
- 情報が多く、どこに注目していいのか戸惑う

どこに注目していいのか戸惑うという意見に関し、「映像が一時停止されたのでそこを注意して見ていたら、いつの間にか作戦ボード上で手書き描画しながら説明が行われていた」というように、映像・スナップショット静止画・作戦ボード・テキストチャットのどこに注目しておけばいいのか迷うことが指摘された。

これに対しては、作戦ボード操作や手書き描画操作が行なわれた際に、その箇所を点滅させるなどすることが考えられる。また、書き込みされた直近の手書き描画については、書き込みをユーザごとに色分けし、その色で点滅させるなどする必要があると考える。

## 6 おわりに

本システムを効果的に利用できる場面は、場所的・時間的制約のために今まで比重を置くことができなかった学習を行いたいときであると考えられる。例えばバレーボールでいえばレシーブやトス、スパイクなどの個人技術の学習が必要とされるものに関しては集合学習で、戦術やフォーメーションの学習などの予備学習のためには本システムによる Web 上の協調学習で、というように組み合わせて利用すれば時間を有効活用

できると考えられる。今後、評価実験で指摘された問題点に対し、改善策を講じてゆきたい。

## 参考文献

- 1) 吉村, 井上, 杉本, 神門: 協調学習のためのコンテンツ構築システム EduWiki の開発, 情報処理学会 グループウェアとネットワークサービス研究会報告, 2006-GN-058, pp.203-208 (2006).
- 2) 緒方, 濱口, 赤松, 矢野: ユビキタス学習環境を指向した語学学習環境の構築, 情報処理学会 グループウェアとネットワークサービス研究会報告, 2003-GN-049, pp.79-84 (2003).
- 3) 吉田: 基本から戦術まで バレーボール, 日東書院 (2002)
- 4) 小東, 松浦, 矢野, 柳田: 非同期遠隔環境における音声利用の協調学習支援に関する研究, 情報処理学会 グループウェアとネットワークサービス研究会報告, 2003-GN-049, pp.1-6 (2003).
- 5) 三宅, 白水: <http://www.ieice.org/jpn/event/program/FIT2007/html/event/pdf/7C3.4.pdf>
- 6) 杉中, 栗原, 山崎, 葛岡, 山下: 学習機を利用した遠隔的共同学習支援システムの研究, 情報処理学会 グループウェアとネットワークサービス研究会報告, 2006-GN-059, pp.73-78 (2006).
- 7) 岡田, 山田, 吉田, 垂水, 粥川, 守屋: 現実・仮想経験拡張型システム DigitalEE II による協調型環境学習, 情報処理学会論文誌, Vol. 45, No. 1, pp. 229 - 243 (2004).
- 8) 北原, 丸山, 井上, 重野, 岡田: 操作者を識別可能な協調学習用多点認識テーブルトップインタフェース, 情報処理学会 グループウェアとネットワークサービス研究会報告, 2006-GN-059, pp.61-66 (2006).
- 9) 上野: 続 FLASH ActionScript バイブル MX のツボ with Flash Communication Server MX, オーム社 (2002)