平成 19 年度

学士学位論文

シーケンシング&ナビゲーションを用いた SCORM マニフェスト生成支援システムの構築

Development of SCORM Manifest Making Support System focus on Sequencing and Navigation

1080397　　畠 山 博 和

指導教員　　妻 鳥 貴 彦

2008 年 3 月 7 日

高知工科大学 情報システム工学科

要 旨

シーケンシング&ナビゲーションを用いた SCORM マニフェスト生成支援システムの構築

畠 山 博 和

近年，多くの企業や教育機関で e-Learning が導入されている．その中でも，Web を用いた WBT(Web Based Training) が主流になってきている．しかし,WBT において学習コンテンツを利用する際に，学習コンテンツの相互運用性や再利用性といった面で問題があった．そのため，WBT の標準規格として ADL(Advanced Distributed Learning) が制定した，SCORM(Sharable Content Object Reference Model) が注目されている．しかし，コンテンツ作成者が SCORM 準拠のコンテンツを作成する際には SCORM の仕様の理解や，SCORM を記述するための XML，JavaScript に関する知識が必要になる．また，SCORM 準拠に関わるコストは学習効果には直接結び付かない．SCORM 準拠に関わるコストを軽減するために，SCORM コンテンツの作成を支援するシステムの構築を行った．

本研究では，特に SCORM の中でも教材の提示順序に関する規定であるシーケンシング&ナビゲーション (SN) に着目した．本研究で構築するシステムでは SN に関する記述を行うマニフェストを自動的に生成する．また，コンテンツ作成者が分かりやすいようにコンテンツの教材提示順序を教材をノード，提示順序をリンクとして表現した．最後に，本研究では構築したシステムの SCORM 対応 LMS 上での動作確認と，インタフェースの評価を行った．

キーワード　e-Learning, WBT, SCORM, マニフェスト, シーケンシング&ナビゲーション

Abstract

Development of SCORM Manifest Making Support System focus on Sequencing and Navigation

Hirokazu HATAKEYAMA

In recent years, e-Learning is being introduced at many enterprises and schools. WBT (Web Based Training) is one of popular e-Learning method. WBT has the problem such as reusability and interoperability. ADL (Advanced Distributed Learning) offer the standard SCORM (Sharable Content Object Reference Model) which standard in WBT. However, it is difficult to understand SCORM. Contents author should have knowledge about XML and JavaScript. The cost of don't relate it directly to the learning effect. Therefore, we developed SCORM contents making support system.

In this study, we focused on SN (Sequencing and Navigation) in SCORM. SN provides contents showing order. We developed system of describing SCORM Manifest semi-automatically. In this system, contents structure is composed of link and node. Finally, we confirmed contents made by this system on SCORM compliant LMS. Moreover, we evaluated this system such as interface.

key words e-Learning, WBT, SCORM, Manifest, Sequencing and Navigation

目次

第 1 章　はじめに　1

第 2 章　研究の目的　2

2.1　背景 2

2.1.1　WBT の現状 3

2.1.2　WBT の標準化 3

2.1.3　SCORM の現状 4

2.2　研究の目的 6

第 3 章　SCORM の問題点　7

3.1　SCORM 7

3.2　コンテンツアグリゲーションモデル 7

3.3　ランタイム環境 8

3.4　シーケンシング&ナビゲーション 8

3.4.1　マニフェストファイルの構成 9

3.4.2　アクティビティツリー 10

3.4.3　提示順序 12

3.4.4　教材の提示の制限 12

3.4.5　シーケンシング&ナビゲーションの適用例 13

3.4.6　シーケンシングコントロールモード 14

3.4.7　トラッキング情報 14

3.4.8　コンディションルール 15

3.4.9　学習目標 (Objectives) 16

3.5　SCORM コンテンツ作成の問題点 17

3.6 先行研究 18
3.6.1 SCORM コンテンツ作成支援システムの構築 18
3.6.2 データモデル及び API インスタンスの利用に着目した SCORM コンテンツ作成支援システムの構築 19
3.7 シーケンシング&ナビゲーションに着目した SCORM マニフェスト作成の問題点 20
3.7.1 教材の構造化 20
3.7.2 必要項目の入力 22

第 4 章 SCORM マニフェスト生成支援システムの構築 23

4.1 SCORM マニフェスト生成支援システムの提案 23
4.2 コンテンツ構造の表示方法 24
4.3 必要項目の入力 25
4.3.1 教材の登録 25
4.3.2 コンディションルールの設定 25
4.3.3 教材の制限の扱い方 27
4.4 システムの設計環境 27
4.4.1 メインシステム 28
4.4.2 JAXB 28

第 5 章 システムの概要 29

5.1 システムの基本動作 29
5.2 教材の登録 30
5.3 教材提示条件の記述 30
5.4 教材の制限の記述 32
5.5 SCORM 対応 LMS での動作確認 33

目次

第 6 章　システムの評価 **36**

6.1　システム評価の目的 36

6.2　システム評価の概要 36

6.3　システム評価の結果 37

6.4　システム評価の考察 38

第 7 章　おわりに **39**

7.1　まとめ 39

7.2　今後の課題 39

謝辞 **41**

参考文献 **42**

付録 A　評価の詳細 **43**

A.1　アンケートで得られた結果 43

A.2　被験者に作ってもらったコンテンツ 45

図目次

2.1 e ラーニングシステムの標準規格への準拠状況 (e ラーニングビジネス調査,eLC) 5

3.1 マニフェストファイルの構成 10
3.2 アクティビティツリーの構成 11
3.3 SN で用意できるコンテンツの一例 13
3.4 トラッキング情報の参照・更新のタイミング 15
3.5 コンディションルールのアクティビティツリーを使った適用例 16
3.6 ローカル学習目標と共有学習目標 17
3.7 『SCORM コンテンツ作成支援システムの構築』のシステム概要図 19
3.8 『データモデル及び API インスタンスの利用に着目した SCORM コンテンツ作成支援システムの構築』のシステム概要図 21
3.9 SCORM 化によってかかるコストと SCORM コンテンツ作成支援システムの支援範囲 22

4.1 本システムにおけるコンテンツ構造表示の概念図 24
4.2 コンディションルールの本システムで適用する際の概念図 26

5.1 本システムの基本動作画面 30
5.2 教材の登録 31
5.3 順番の入れ替え 32
5.4 メインパネルと基本教材提示順序の本システムでの実装 32
5.5 教材提示順を示すリンク及び教材提示順序条件の入力画面 33
5.6 教材の制限の設定入力画面 34
5.7 OpenSourceLMS での動作確認 35

図目次

6.1 本システムの評価 38

A.1 被験者に作ってもらったコンテンツ 46

表目次

3.1 シーケンシングコントロールモードの設定 14

4.1 シーケンシングコントロールモードと本システムでの選択の関係 27

A.1 Q1. 被験者の知っている言葉についてのアンケート結果 44
A.2 Q2. システムのインタフェースに関するアンケート結果 44
A.3 Q3. システムの操作性に関するアンケート結果 44
A.4 Q4. 遷移条件の設定に関するアンケート結果 44
A.5 アンケートの全体結果 45
A.6 システムの操作時間 46

第 1 章

はじめに

近年多くの企業や教育機関で e-Learning が導入されている．e-Learning とは，情報技術を用いた学習形態である．e-Learning の代表例として，WBT(Web Based Training) があげられる．WBT では，Web を用いて時間や場所にとらわれない学習を可能とする．しかし従来の WBT では，学習を管理する LMS(Learning Management System) とそれに対応する学習コンテンツと組み合わせて使用する必要があった．そのため，適合していない LMS とコンテンツの間には相互運用性が保障されず，再利用も困難であった．

この問題を解決するために ADL(Advanced Distributed Learning)[11] は，世界的な WBT の標準規格として SCORM(Sharable Content Object Reference Model) を制定した．しかし, SCORM コンテンツを作成するためには SCORM 自体の仕様の理解や, XML, JavaScript の知識が必要であり，従来のコンテンツ作成に比べてコンテンツ作成者のコストが増加する．SCORM 準拠に関するこれらのコストは，学習コンテンツの学習効果とは直接関係がない．そのため，コンテンツ作成者のコストを軽減する必要性がある．先行研究ではコンテンツ作成者のコストを軽減するために，SCORM の中でも CAM (Content Aggregation Model) と RTE (Run-Time Environment) に着目して SCORM コンテンツ作成支援システムの構築が行われた [3][4]．本研究では先行研究で行われたシステムとの統合も視野に入れ，教材を提示する順序やそのふるまいを規定する SN(Sequencing and Navigation) に着目をして SCORM マニフェスト生成支援システムの構築を行う．

第 2 章

研究の目的

本章では，研究の背景，これまでの我々の取り組み，研究の目的を述べる．

2.1 背景

近年，ネットワーク技術などの情報技術の発展により，教育活動にも情報技術が用いられることが多くなってきた．特にネットワークを利用した教育活動では，時間や場所にとらわれない学習を可能とする．また，情報技術はマルチメディアを用いた学習教材の使用や，情報処理による学習や教材を管理することを可能にした．このような教育手法は e-Learning とよばれ，多くの企業や教育機関において利用されている．

経済産業省商務情報政策局情報処理振興課が発行している『e ラーニング白書 2007/2008 年度版』では，e-Learning を以下のように定めている．

「e ラーニングとは，情報技術によるコミュニケーション・ネットワーク等を活用した主体的な学習である．これは，集合教育を全部または一部を代替する場合，集合教育と組み合わせて利用する場合がある．コンテンツは学習目標に従って作成・編集され，コンテンツ提供者と学習者，さらに学習者同士の間で必要に応じてインタラクティブ性が確保されている．このインタラクティブ性とは，学習を効果的に進めていくために，人またはコンピュータから適切なインストラクションが提供されたり，双方向コミュニケーションがされたりすることを指す.」[8]

e ラーニング白書でも述べられている通り，e-Learning コンテンツにはコンテンツ作成者と学習者の間における双方向性が特徴として挙げられている．近年では，CD-ROM などの

学習教材を用いて CBT（Computer Based Training）という形で e-Learning が行われてきた．しかし，CBT を使用する際には教材の更新するコストが大きくなりやすい．また，コンテンツ作成者側が学習進捗状況や成績データを把握しづらいために，必ずしも双方向性が高いとは言えなかった．そこで，インターネットなどのネットワークを用いて学習を行う WBT（Web Based Training）が主流になりつつある．

2.1.1　WBT の現状

WBT は，サーバ上に用意された学習コンテンツを学習者に提供する．これにより，CBT で発生していた教材を更新する際のコストを抑えることが可能である．また WBT では，学習コンテンツをサーバにアップロードする形を取るため，多くの学習者に対して同時に同じ学習コンテンツを配信することができる．WBT を用いた学習では，多くの場合学習コンテンツと合わせて学習管理システム (LMS: Learning Management System) を用いるのが一般的である．LMS とは，学習者の個人情報や学習における成績・進捗情報などを管理するシステムである．LMS を用いることで，コンテンツ作成者と学習者の間で双方向的な教育を行うことが可能となった．しかし LMS を用いる多くの場合において，学習コンテンツはその LMS と互換性のあるものを用いる必要があった．そのため，学習コンテンツと LMS は同一のベンダにより作られたものを使う必要があった．これは，学習コンテンツと LMS との間でのデータのやりとりに関する規定がそれぞれのベンダによって異なっているからである．このため，従来の WBT では学習コンテンツの相互運用性や再利用性に問題があった．そこで，学習コンテンツと LMS を切り離して，その間のデータのやりとりにやコンテンツの情報の扱い方に関する規定などを行う標準規格が必要であった．

2.1.2　WBT の標準化

e-Learning において標準規格に準拠した LMS と学習コンテンツならば，どのベンダが用意した LMS でも学習コンテンツを扱うことが可能になる．e-Learning 標準化の取り組みは

1995 年頃より欧米の団体を中心に行われてきた [9]．そんな中で多くの規格が制定された．制定された標準規格の代表例を以下に示す．

- LOM (Learning Object Metadata)

  IMS (Instructional Management System) によって制定された規格であり，学習素材に関する情報 (メタデータ) が記述されている．
- CP (Content Packaging)

  IMS によって制定された規格であり，コンテンツの構成に関する記述がされている．
- CMI (Computer Managed Instruction)

  AICC(Aviation Industry CBT Committee) によって制定された規格であり，教材と学習者履歴情報の互換性を保つための記述がされている．

そして，これらの e-Learning に関する標準規格をまとめ，WBT の標準規格として SCORM(Sharable Content Object Reference Model) が ADL(Advanced Distributed Learning) によって制定された．また SCORM の最新バージョンは SCORM2004[1] であり，IMS が制定した Simple Sequencing[2] 規格をベースに Sequencing and Navigation の項目が加えられるなどの変更点がある．

2.1.3 SCORM の現状

SCORM を導入する目的として，以下のようなものが SCORM の性質として挙げられる．

- 相互運用性 (Interoperability)

  どのようなツールやプラットフォームを用いて開発した学習コンテンツでも，別のツールやプラットフォームで利用することができる．
- 相互接続性 (Accessibility)

  複数の遠隔地から学習教材を探してアクセスをして，それを多くの場所に配信することができる．

2.1　背景

- 再利用性 (Reusability)

  既存のコンテンツを容易に再利用して新規コンテンツを作成できる．

- 耐久性 (Durabillity)

  LMS などで技術に変化があった時でも，デザインや構成，コーディングを再び行う必要がない．

- メンテナンス性 (Maintainability)

  学習コンテンツに変化があった時でも，デザインや構成，コーディングを再び行う必要がない．

- 適合性 (Adaptability)

  学習者に応じた学習コンテンツを提供することができる．

また，e-Learning コンテンツの標準化は日本国内でも促進されており，図 2.1 には，e ラーニングコンソシアム (eLC)[12] が行った『e ラーニングビジネス調査』の「e ラーニングシステムの標準規格への準拠状況」の項目を示す．この調査によると，SCORM1.2 を中心に国内でも SCORM を使用できる環境が整ってきているといえる．

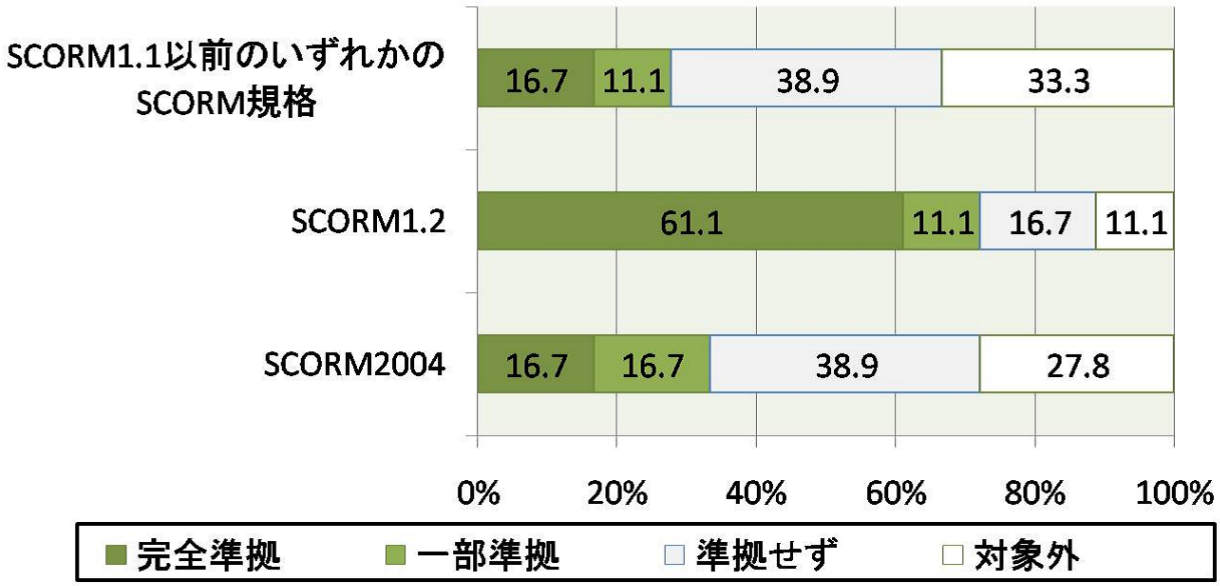

図 2.1　e ラーニングシステムの標準規格への準拠状況 (e ラーニングビジネス調査,eLC)

しかし，SCORM コンテンツを作る際には LMS との通信やコンテンツの管理方法，教材の提示順序などの記述を SCORM に準拠する形で記述しなければならない．そのためコンテンツ作成者は SCORM の複雑な仕様の理解に加え，それを記述するための JavaScript や XML などの知識が必要となる．そして，SCORM に準拠するための記述は，従来のコンテンツ作成に加えて行わなければならない作業である．従って，SCORM に準拠することはコンテンツ作成コストの増加を意味する．ところが，増加した作成コストは学習コンテンツの学習効果とはに直接結び付かない．このことが，学習コンテンツを SCORM に準拠させる際の問題となっている．

2.2　研究の目的

本研究では，2.1.3 節で述べたように，学習コンテンツを SCORM に準拠させる際に発生するコストの軽減を行う．これにより，コンテンツ作成者が学習コンテンツの内容や教材構成を考えることに専念することができる．コスト軽減の手法としては，SCORM 準拠に伴い必要となった設定項目を，コンテンツ作成者にとって分かりやすいインタフェースで行えるように支援を行い，SCORM の仕様に沿った形でファイルを自動生成するといったことが考えられる．本研究では，SCORM の中でも教材の提示に関わる規定であるシーケンシング&ナビゲーションに関する支援を行う．

第 3 章

SCORM の問題点

本章では，SCORM の仕様書から SCORM の構成要素，ここまで行われてきた先行研究，SCORM の問題点について述べる．

3.1 SCORM

SCORM とは，e-Learning に関する様々な規格を ADL がまとめた WBT の標準規格である．SCORM の仕様はその役割に応じて以下の 3 つ規定に分けることができる．3.2 節から 3.4 節ではそれぞれの規定の説明を行う．

- コンテンツアグリゲーションモデル (CAM:Content Aggregation Model)(3.2 節)
  コンテンツに関する情報やコンテンツの構造に関する規定
- ランタイム環境 (RTE:Run-Time Environment)(3.3 節)
  学習状況を管理する LMS と学習コンテンツ間の情報の通信に関する規定
- シーケンシング&ナビゲーション (SN:Sequencing and Navigation)(3.4 節)
  SCORM2004 から追加された，教材提示に関する設定を行うための規定

3.2 コンテンツアグリゲーションモデル

コンテンツアグリゲーションモデル (CAM) とは，学習コンテンツの情報や学習コンテンツの構造が規定がされている．こらは，以下に示したアセットや SCO などの範囲について教材に関する情報を記述するための方法が規定されている．CAM で扱われる学習コンテン

ツの情報は “メタデータ”，コンテンツ構造は “マニフェスト” とよばれる XML をそれぞれ用いて記述を行う．

- アセット (Asset)

  動画ファイルや画像ファイルなど，学習コンテンツの中で最小限の学習資源となるファイルを指す．
- SCO (Sharable Content Object)

  アセットを HTML 形式で集約したものであり，学習コンテンツの中で意味的な最小限の学習単位を指す．また，SCO は LMS と直接通信を行う．
- コンテンツアグリゲーション (Content Aggregation)

  SCO を集約したものであり，1 つの学習コンテンツの構造を指す．

3.3　ランタイム環境

ランタイム環境 (RTE) とは，学習者の学習情報の取り扱いに関する規定や，その学習情報を LMS においてデータを保管したり，学習コンテンツとの通信を行う規定が示されている．RTE は API (Application Program Interface) インスタンスとデータモデルを用いることでデータのやりとりを行っている．API インスタンスには，LMS-SCO 間でのデータを受け渡しするためのデータ転送用関数や SCO の開始および終了時に用いられるコンテンツ実行状態関数などが規定されている．そして，データモデルは，通信用 API の引数として用いられるデータのことで，ここで扱われるデータは学習者の得点や学習時間などがある．

RTE に関するこれらの規定は JavaScript を用いて記述する．

3.4　シーケンシング&ナビゲーション

SN では，教材の提示に関する規定がされている．SN は IMS が開発した Simple Sequencing[2] という規格をベースにしており，SCORM の最新バージョンである SCORM2004 から導入されている．SN では，教材の提示順序に関する設定と教材の提示の

制限を行うことができる．教材の提示順序の設定では，学習者に対して動的な教材提示を行うことができる．この際に，条件として RTE において規定されている学習者の情報を利用する．教材の提示の制限では，学習者に提示される教材をコンテンツ作成者が事前に制限するための規定が行われている．

教材提示順序の設定と教材の提示の制限に関する設定を組み合わて利用することによって，学習者に応じた動的な教材提示を行えるようになる．この SN に関する規定は，“マニフェスト”とよばれる XML を用いて記述する．

3.4.1　マニフェストファイルの構成

SCORM では，コンテンツ構造と教材に関しての規定は，マニフェストとよばれる XML ファイルに対して記述する．

SN における，教材提示順序や教材の提示の制限に関わる記述もこのマニフェストの中に記述する．

マニフェストは，以下の 4 つのカテゴリから構成されている．

- PREAMBLE(序言)
- META-DATA(メタデータ)

  この使用しているマニフェスト自体を指すタイトルや種類などの情報を記述する．
- ORGANIZATION(構成)

  教材の構成やを記述する．また, 教材の取り扱い方や教材と教材の間の関係も記述する．
- RESOURSE(リソース)

  ORGANIZATION と対応しており，教材の実際の位置に関する情報を記述する．

図 3.1 では，実際にマニフェストの構成を示している．特にこの中でも SN に関する記述は，ORGANIZATION に記述する．この ORGANIZATION の項目を記述する際には，アクティビティツリーなどの概念をもとに木構造に対応したタグ構造で記述してやる必要がある．

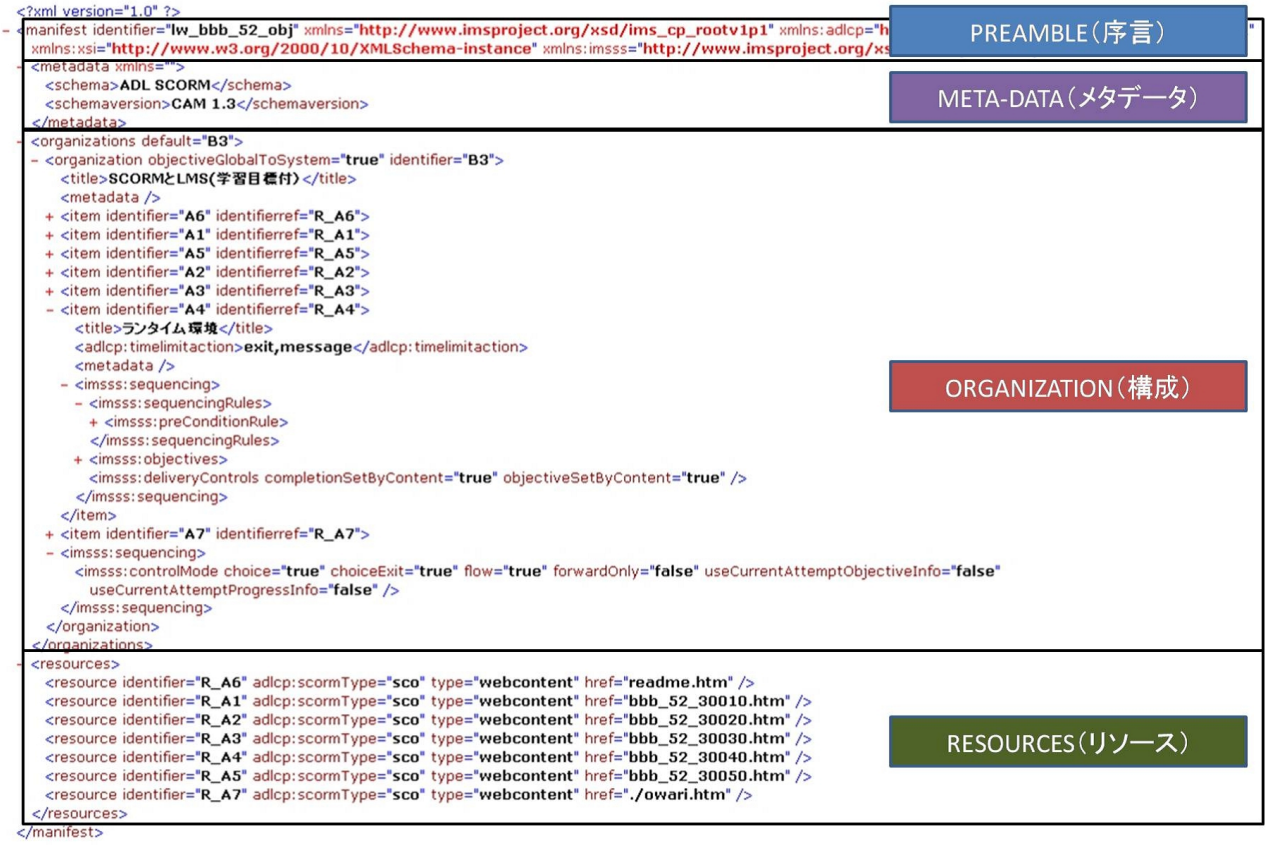

図 3.1　マニフェストファイルの構成

3.4.2　アクティビティツリー

マニフェストファイルにおいて，コンテンツ構造を XML のタグ構造で表すことができるようにするために木構造の概念が用いられている．SCORM では，この木構造の事をアクティビティツリーと呼び，教材を提示，検索する際の基本構造となっている．図 3.2 では，アクティビティツリーの構成例を示している．

また，アクティビティツリーではその役割や範囲の違いにより以下のような名称の部分が規定されている．

- アクティビティ

  アクティビティツリーを構成する木構造における各ノードの事である．図 3.2 における“微分係数と導関数”といった章の区切りから後述のアクティビティリーフまで全てが

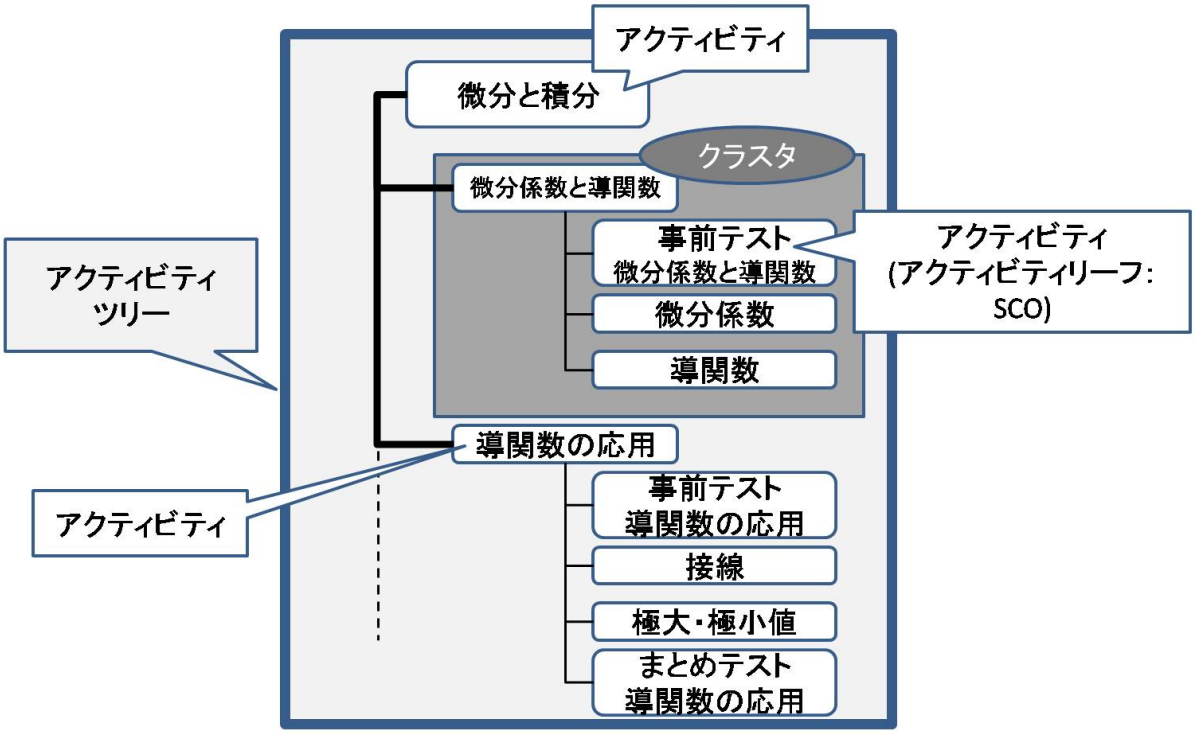

図 3.2　アクティビティツリーの構成

含まれている．

- アクティビティリーフ

  木構造における葉となるノードの事である．ここに，実際の SCO が配置されており，図 3.2 では “事前テスト” などの実際の教材が配置されている．

- クラスタ

  木構造におけるノードとその子ノードの一世代の関係を示している．

SN における提示順序を行う際の条件の記述や教材の提示の制限などは，それぞれ配置したアクティビティに対して記述する必要がある．

3.4.3　提示順序

学習コンテンツは複数の教材から構成されており，コンテンツ作成者は，それぞれの教材に対して提示する順序を定めることができる．このコンテンツ作成者が定めた教材提示順序がシーケンシングである．

そこで定められた教材の提示順序は，学習者が LMS や教材自体に用意されている “次の教材に進む” ボタンや “前の教材に戻る” ボタンを押すことにより実際に教材が提示される．この，学習者が実際にボタンを押すなどの行為で次の教材提示を促すことをナビゲーション要求という．また，ナビゲーション要求がシーケンシングに沿って実行されるのがナビゲーションである．

“提示順序” の設定では，学習者に応じたナビゲーションが実行されるために，RTE で規定されている学習者ごとの情報を利用する．この時に用いられる RTE で習得した学習者ごとの情報は “トラッキング情報” よばれ，テスト教材での得点などの情報である．これにより，テストに合格していたので学習者に既知である内容の教材を飛ばしたり，不合格だったので学習者が習得していない知識の教材まで戻ったリすることが可能となる．

3.4.4　教材の提示の制限

教材の提示順序を設定することによって，コンテンツ作成者は学習者に対して動的な教材提示を行うことができる．しかしながら，学習者の行動によってはコンテンツ作成者の意図に合わない場合がある．例えば，コンテンツ作成者がテストを事前に受けてほしいと考えているにも関わらず，学習者が教材の目次からそれ以外の教材を選ぶ場合がある．また，一度テストを受けて次の教材にナビゲーションをされたのにも関わらず，学習者が前の教材に戻ってもう一度テストを受験する場合もある．コンテンツ作成者にとって，学習者のこのような行為を許容するかどうかはそのコンテンツ内容に依存する．

そこで，教材の表示の制限に関する記述により条件を満たすまでは教材は配信しないなど，実際に学習者が教材を選択する際の選択肢の幅を制限することができる．これにより，

コンテンツ作成者はコンテンツの内容を考慮しながら教材配信の条件に関する設定を行うことができる．この教材の提示の制限は，“シーケンシングコントロールモード”において，アクティビティごとに記述される．

3.4.5　シーケンシング&ナビゲーションの適用例

教材順序と教材の提示の制限に関する設定を行い作成したコンテンツの具体的な例を図 3.3 で示す．

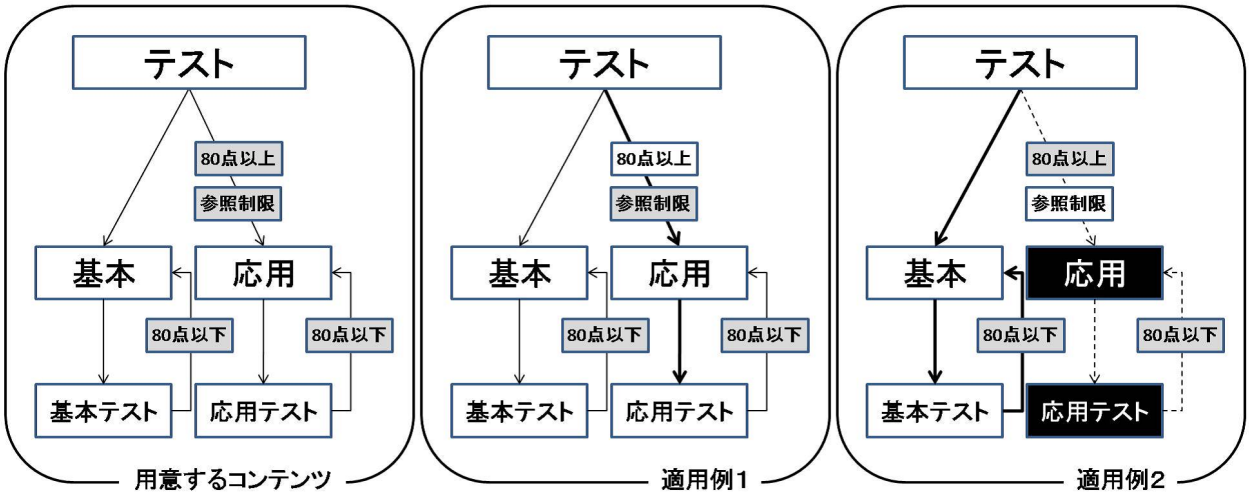

図 3.3　SN で用意できるコンテンツの一例

この例では，まずコンテンツ作成者はシーケンシングの設定として，“教材の提示順序”に関する設定と“教材の提示の制限”を行っている．このコンテンツを用いて実際にナビゲーションされている例が，適用例 1 と適用例 2 である．適用例 1 では，学習者が事前のテストに 80 点以上をとり合格したため応用教材に進んでいる．適用例 2 では，学習者が事前のテストに 80 点を取れず不合格だったため基本教材に進み，加えて応用教材に参照制限がかけられているために応用教材の参照をすることが出来ない．このように学習者に応じて動的に提示させる教材を変えることができる．

3.4.6　シーケンシングコントロールモード

アクティビティごとに，教材の提示の制限を決定するために記述するのが，シーケンシングコントロールモードである．シーケンシングコントロールモードでは，表 3.1 で表される論理型のパラメータを用いることで教材の提示の制限を行う．ここで表わされた，パラメータを組み合わせることによってそのアクティビティにおける教材提示の条件を変更する．また，このパラメータを実行するにあたって Flow より ForwardOnly のほうが優先されるなどといった制限があり矛盾が生じないようになっている．

シーケンシングコントロールモードの記述により，学習者への教材提示の条件をそのコンテンツの役割により変更すことが可能である．また SCORM2004 では，このシーケンシングコントロールモードの記述は必須項目となっている．

表 3.1　シーケンシングコントロールモードの設定

パラメータ	動作
Choise	学習者が目次からアクティビティを選ぶことができるのかを決定する．
Flow	そのアクティビティの前方と後方に自由に移動することができる．
Forword Only	そのアクティビティの前方へのみ移動することができる．Flow と同時に設定された場合にはこちらの方が優先される．
Choise Exit	アクティビティツリーでの階層が一つ上または一つ下のアクティビティのみに移動することができる．

3.4.7　トラッキング情報

トラッキング情報とは，RTE により得られる学習者ごとのコンテンツでの各情報の事である．SN では，トラッキング情報は教材提示の順序を決める際の基準となる．トラッキング情報で扱われる学習者の情報の代表的なものは以下の通りである．

- 学習目標やアクティビティの達成状況
- 学習目標やアクティビティの得点
- アクティビティの試行回数

また，トラッキング情報は学習者がコンテンツ実行中に参照および更新が行われている．図 3.4 では，トラッキング情報が参照および更新されるタイミングを示している．この図 3.4 で示したように，アクティビティの終了と同時に情報の参照および更新が行われ，学習者が次の教材に進む場合と実際に教材が配信される場合にトラッキング情報は参照される．

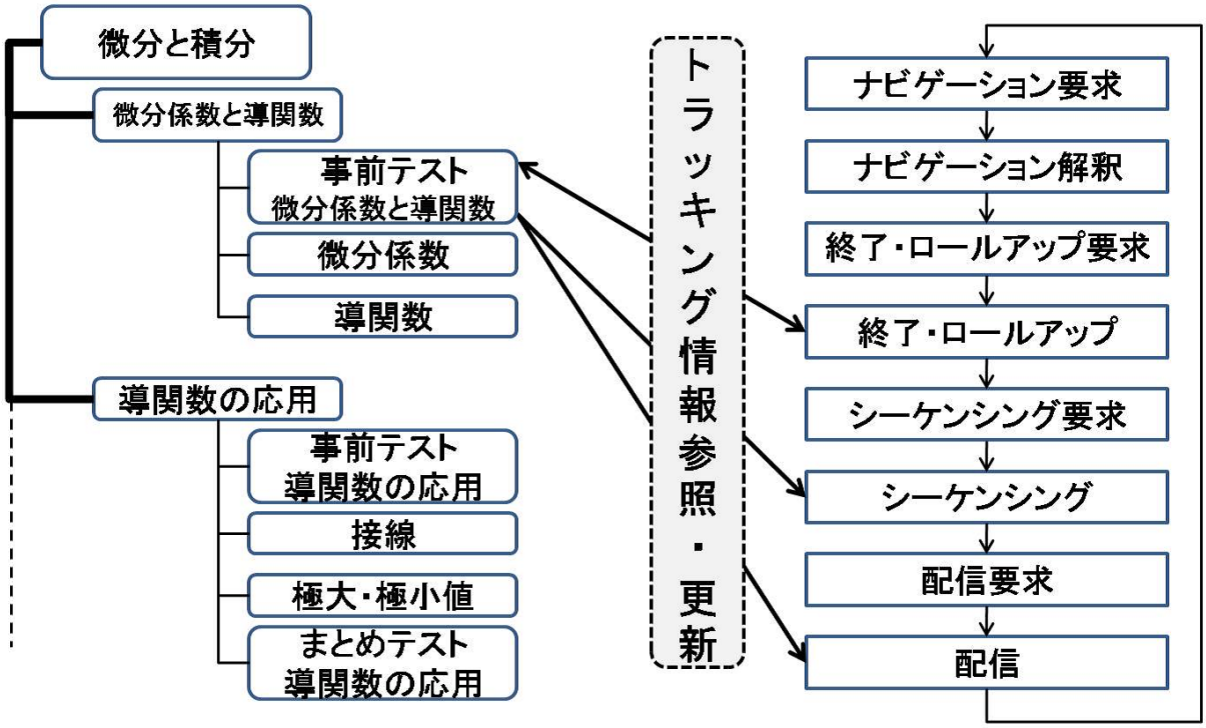

図 3.4　トラッキング情報の参照・更新のタイミング

3.4.8　コンディションルール

コンディションルールは，各アクティビティに設けられる提示条件を設定するためのルールのことであり，マニフェストファイル中のアクティビティに記述される．特に，学習者が

アクティビティを実行する前に参照される情報はプレコンディションルールとよび，実行した後に参照される情報はポストコンディションルールとよばれる．トラッキング情報で得た情報を条件文とし，教材の “skip” という命令文を適用することにより実行される．実際にコンディションルールを適用させる際には，図 3.5 のように教材提示で関連するアクティビティにそれぞれ用意する必要がある．

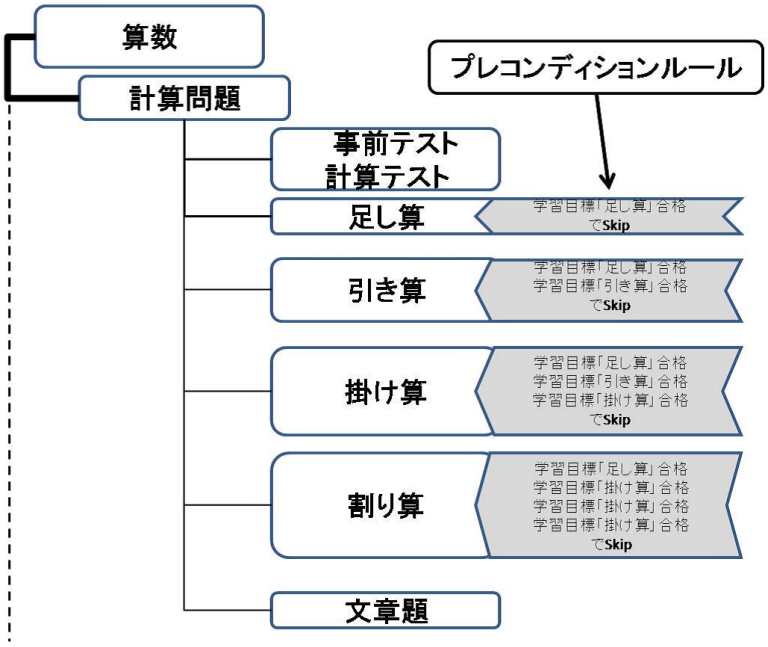

図 3.5　コンディションルールのアクティビティツリーを使った適用例

3.4.9　学習目標 (Objectives)

アクティビティには，それぞれ 1 つ以上の学習目標 (Objectives) が存在している．この学習目標は教材遷移を決める際の一つの大きな指標になる．学習目標は，各アクティビティ単位で設けられておりその種類はローカル学習目標 (Local Objectives) と共有学習目標 (Shared Global Objectives) の 2 つに分けられる．ローカル学習目標は，各アクティビティに応じて固有に与えられる学習目標でありそのアクティビティの中だけで参照される．共有学習目標は，学習目標の達成状況により他のアクティビティにも影響を与える学習目標

である．図 3.6 でも示されているように，共有学習目標は 1 つの達成状況を書き込めるアクティビティと複数の達成状況を読み込んでローカル学習目標に反映させるアクティビティから構成される．

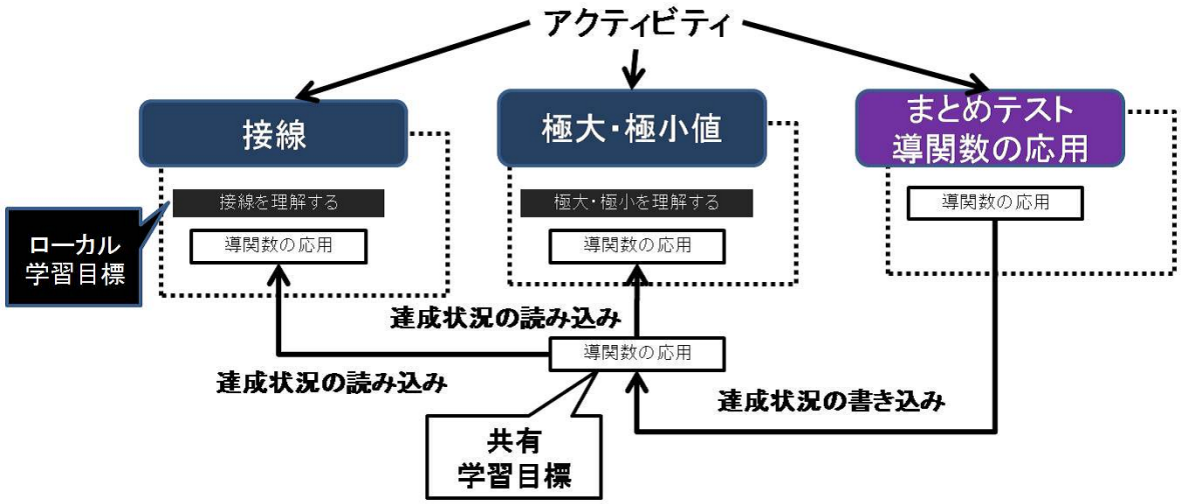

図 3.6　ローカル学習目標と共有学習目標

3.5　SCORM コンテンツ作成の問題点

コンテンツ作成者は一般的に学習コンテンツの中身やコンテンツ構造を考えることに専念すべきであり，SCORM 準拠させるために必要なコストは出来る限り軽減されるべきである．しかし，学習コンテンツを SCORM に準拠させるためには，3.2 節から 3.4 節で述べたような設定を行うために，XML や JavaScript など指定された通りのファイル形式でコンテンツ作成者が記述しなければならない．しかし，この設定自体は学習コンテンツの学習効果を直接上げるものではない．そのため，SCORM 準拠のためのコストが従来のコンテンツ作成に加わることとなる．

3.6　先行研究

先行研究では 3.5 節で述べた SCORM に準拠させるために生じたコストを軽減するために，『SCORM コンテンツ作成支援システム』の構築を行われてきた．本研究の先行研究として，以下の 2 つの研究が挙げられる．

- SCORM コンテンツ作成支援システムの構築 [3]
- データモデル及び API インスタンスの利用に着目した SCORM コンテンツ作成支援システムの構築 [4]

これらの研究では，システムを介して SCORM に準拠させたコンテンツを作成するために必要な情報を入力してもらい，必要な XML や JavaScript などを自動生成することによって SCORM に準拠したコンテンツ作成の支援を行っている．また，それぞれ Java デスクトップアプリケーションとして構築されている．

先行研究では特に，SCORM の中でも CAM と RTE に着目した支援に関する研究を行っている．本節では，これらの研究の概略を示す．

3.6.1　SCORM コンテンツ作成支援システムの構築

『SCORM コンテンツ作成支援システムの構築』[3] では，SCORM の仕様のうち CAM に着眼点を置いてシステムの構築を行っている．CAM とは，コンテンツに関する記述であり単純な画像や動画ファイルなども含めて一つのコンテンツとして集約するための記述である．そのために，教材の構成要素に対してメタデータとよばれる “タイトル” や “キーワード” などの情報を付与する必要がある．また，教材の構造を記述するためにマニフェストとよばれる XML を記述する必要がある．そこで，このマニフェストとメタデータを自動的に生成するシステムを構築している．

このシステムでは，CAM で必要なメタデータとマニフェストを自動的に生成をしている．また，それに加え簡単な HTML でのコンテンツ作成も可能である．図 3.7 では，この

研究でのシステム概要図を示す.

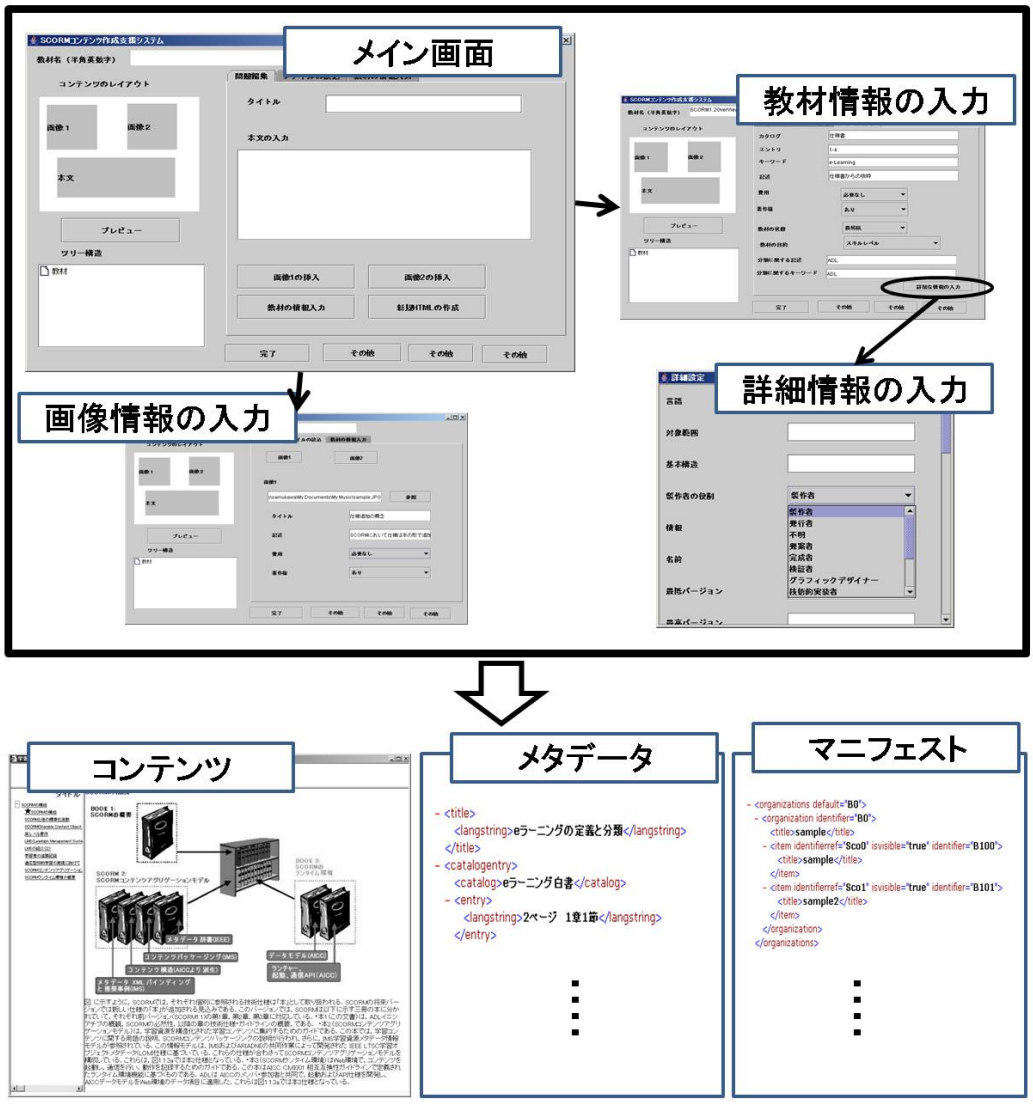

図 3.7　『SCORM コンテンツ作成支援システムの構築』のシステム概要図

3.6.2　データモデル及び API インスタンスの利用に着目した SCORM コンテンツ作成支援システムの構築

『データモデル及び API インスタンスの利用に着目した SCORM コンテンツ作成支援システムの構築』[4] では，RTE に着眼点を置いて，データモデル及び API インスタンスを使用したコンテンツと LMS 間の通信を定義している部分の記述を支援した．ここでの，通

信に関する記述はJavaScriptとXMLを用いて記述される．その際，対象とするコンテンツは，データモデル及びAPIインスタンスを利用する場面がコンテンツとLMS間での通信であることから，テスト・演習用のコンテンツとした．このシステムではテスト・演習用のコンテンツとして“正誤問題”や“穴埋め問題”などのコンテンツをテンプレートで事前に用意する．そして，必要な問題文や配点などの入力項目をコンテンツ作成者が入力することにより必要なファイルの生成を行っている．図3.8では，この研究でのシステム概要図を示す．

3.7　シーケンシング&ナビゲーションに着目したSCORMマニフェスト作成の問題点

3.6節で，先行研究ではCAMとRTEに着目をして支援システムの構築が行われたことを述べた．本研究では，特にSNを導入することにより発生するコストに着目する．SCORMによって生じるコストと，それに対する先行研究と本研究で対象にした箇所を図3.9に示す．

ここでは，シーケンシング&ナビゲーションの設定内容に着目して，SCORMマニフェスト作成の問題点をあげる．SCORMマニフェストの作成にあたって主に問題は教材の構造化と必要項目の入力に分けることができる．以下では，それぞれについての問題点を挙げる．

3.7.1　教材の構造化

これまでに述べたようにSNに関する項目は，マニフェストとよばれるXMLファイルに記述される．そのために，コンテンツ作成者はコンテンツ構造を木構造的に扱う必要がある．その上で，SNでの教材提示順を決定するためのルールを各教材に対して記述する必要がある．この際，SCORMの規定に従ってルールを記述するのはコンテンツ作成者にとって必ずしも容易とはいえない．まして，コンテンツ構造が複雑になるとXMLでの記述もそれだけ複雑になる．また，一度記述した教材提示順序が分かりづらくなるためコンテンツの

3.7　シーケンシング&ナビゲーションに着目した SCORM マニフェスト作成の問題点

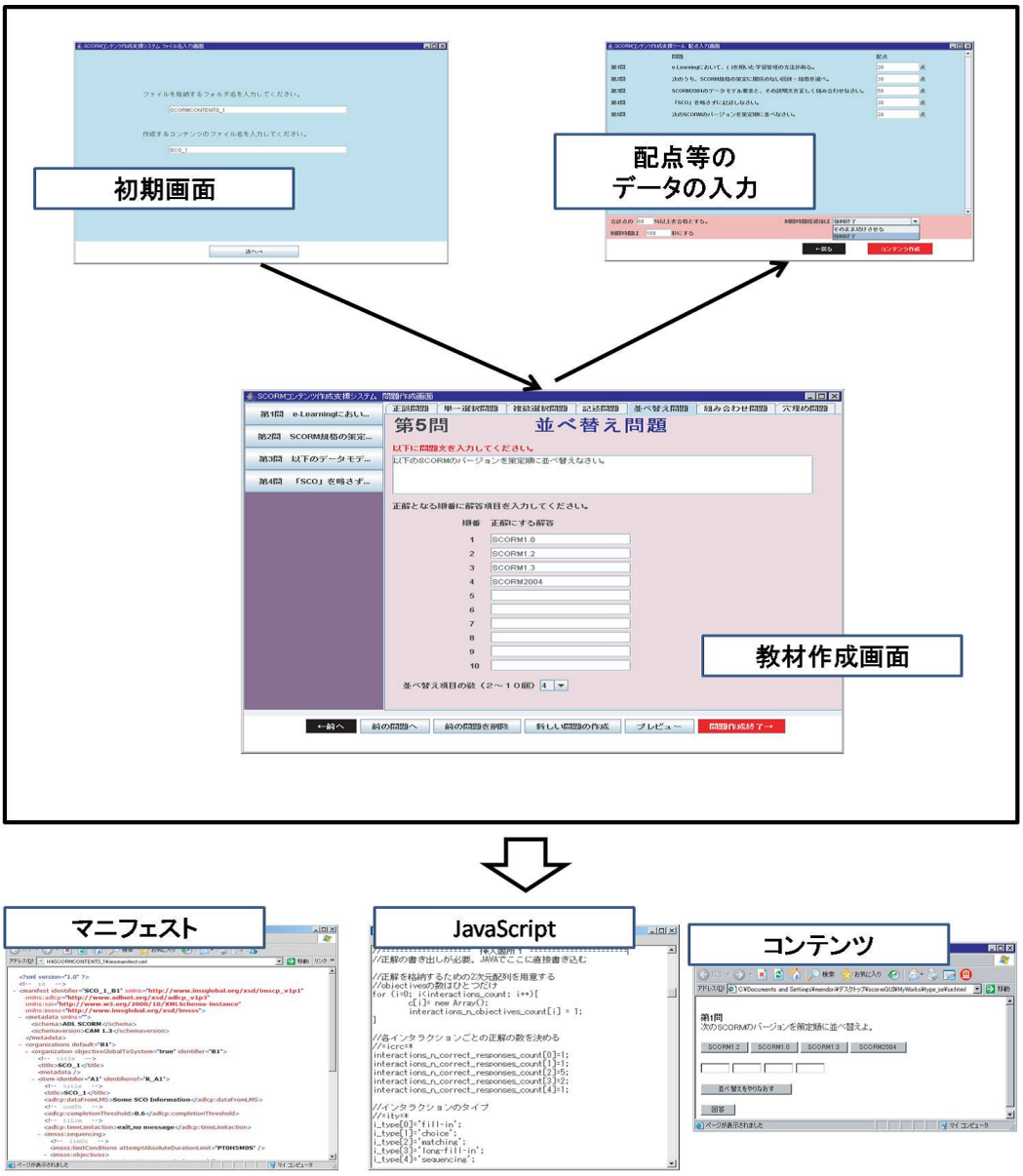

図 3.8　『データモデル及び API インスタンスの利用に着目した SCORM コンテンツ作成支援システムの構築』のシステム概要図

全体像を把握しづらいといった問題がある．

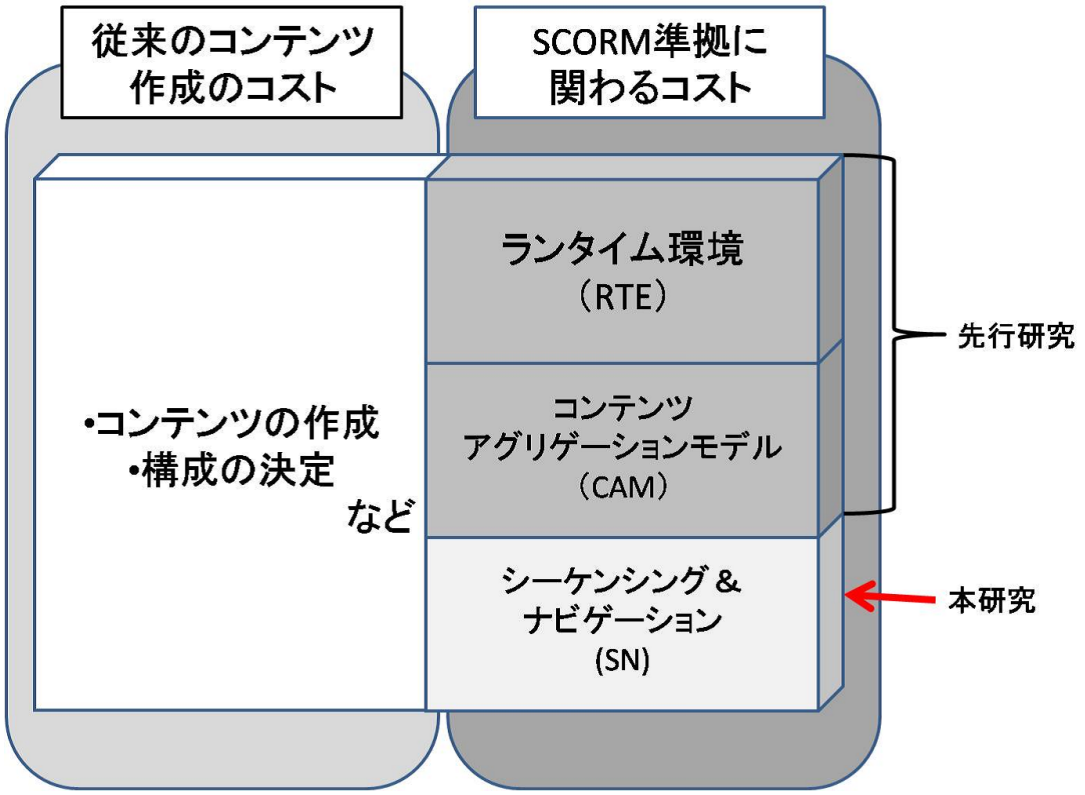

図 3.9　SCORM 化によってかかるコストと SCORM コンテンツ作成支援システムの支援範囲

3.7.2　必要項目の入力

コンテンツ作成者は SCORM にコンテンツを準拠させる際に XML や JavaScript を用いて，規格に沿った形で情報を記述しなければならない．しかし，コンテンツ作成者にとってどのような内容を記述したらいいのといった点や，どのように記述すればいいのかといった点は仕様を理解していないと分かりづらい．ここまででも述べてきた通り，コンテンツ作成者にとって SCORM の仕様を理解することは直接学習効果にはつながらないため，コンテンツ作成者のコストとなる．

第 4 章

SCORM マニフェスト生成支援システムの構築

本章では，前章で挙げた SCORM に準拠したコンテンツ作成の際に生じるコストを軽減するための手法を提案及び考察を行う．また，その提案に沿ったシステムの設計について述べる．

4.1 SCORM マニフェスト生成支援システムの提案

第 3 章で述べたように，SCORM に準拠したコンテンツを作る際に問題となるのは，作成にかかるコストが直接学習効果には結びつかない点である．この SCORM に準拠させるコストを軽減する手法として，コンテンツ作成者が SCORM を意識しなくても SCORM に準拠したコンテンツを自動的に作れるようにするという手法が考えられる．そこで，本研究ではコンテンツ作成者が SCORM のことを意識しなくても，SCORM に準拠した学習コンテンツが作成できるシステムの提案を行う．コンテンツ作成者に SCORM 意識させないで学習コンテンツを作成してもらうためには，SCORM に関連する XML，JavaScript を自動生成するという手法が考えられる．特に本研究では，SCORM の中でも SN に着目してその記述が行われるマニフェストの自動生成を行う．

また，自動生成を行うために構築するシステムでは第 3 章で述べた，SCORM に関する問題点を解決するものではなくてはならない．そのため，4.2 節ではコンテンツ構造について 4.3 節では必要項目についてそれぞれ考察を行う．

4.2　コンテンツ構造の表示方法

コンテンツ作成者が SCORM を意識せずに SCORM 準拠のコンテンツを作成するシステムを構築するためには，まずコンテンツ構造をどのように扱うのかを決める必要がある．コンテンツ作成者がマニフェストの作成を行う時に，以下のような点で作成が困難になっていると考える．

- SN の仕様に従った XML を記述する必要がある
- 記述している内容が直感的に分かりづらい

そのために，本研究では教材の提示順序を視覚的に分かりやすい形で表示する必要性があると考えた．その方法として，木構造から実際に教材部分である SCO を抜き出して表示する．そのときに，教材をノードとし，提示順序をリンクとすることによってコンテンツ構造を表現した．木構造から教材を抜き出した部分は，“基本的な教材提示順序” として扱う．また，追加する教材の提示順序も同様のノードとリンクを用いた表現で行う．図 4.1 に，本システムにおけるコンテンツ構造表示の概念図を示す．これにより，コンテンツ作成者にとってコンテンツ構造を分かりやすくすることができると考える．

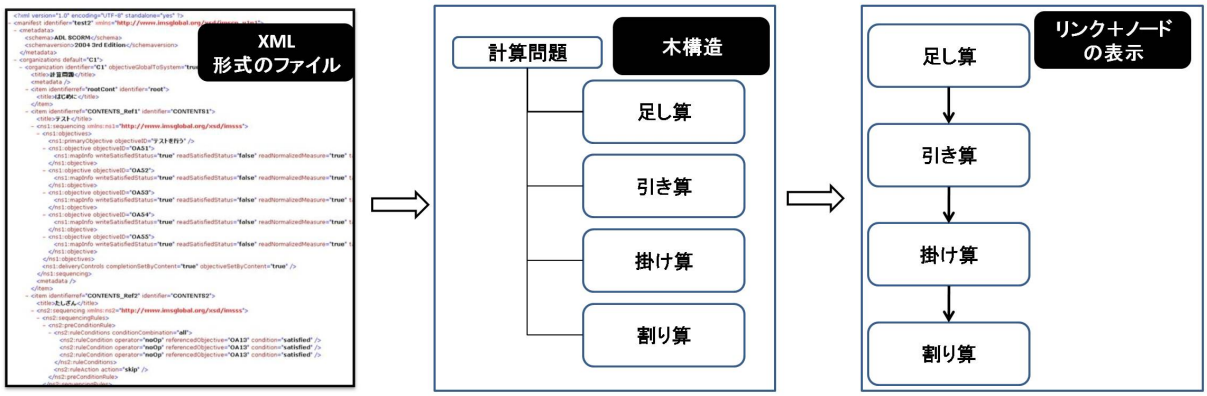

図 4.1　本システムにおけるコンテンツ構造表示の概念図

4.3　必要項目の入力

本研究では，マニフェストにおける必要項目の入力を 4.2 節で述べた，リンクとノードを用いたコンテンツ表示に従って入力を行う．本研究で主に意識したのは以下の項目である．

- 教材の登録時に必要な諸項目
- コンディションルールの適用
- シーケンシングコントロールモードの適用

本節では，それぞれに対しての支援方法を述べる．

4.3.1　教材の登録

本研究では，前節で示した通り教材をノードとし，提示順序をリンクとしてシステム上に表現する．そのために，学習コンテンツに登録する各教材には基本的な教材提示順を持たせる．本システムの場合は，“基本的な教材提示順序” を教材を登録した順番に定めた．それに加え “基本的な教材提示順序” は，コンテンツ作成者が任意のタイミングで容易に変更できるようにドラッグ&ドロップ形式で実装する．

また，タイトルや学習目標などの教材ごとの情報は，教材の登録時にコンテンツ作成者に入力を求める．教材ごとの情報もコンテンツ作成者の任意のタイミングで変更を行えるように設計する．

4.3.2　コンディションルールの設定

第 3 章でも述べたように，コンディションルールは教材を提示させるための条件文の事を指す．この条件文は，教材とその提示順序の間で設定されるものとして扱うことができる．今回は 4.2 節で述べた “基本的な教材提示順序” 以外の教材提示順序を示しているリンクに，それぞれ条件文を記述してもらう．実際に条件分を記述する際の概念図を図 4.2 で表す．この時に，記述された条件に当てはまっていないものはすべて “基本的な教材提示順序” に

沿って提示が行われる．

また，条件文を記述する際にはリンク中にボタンを設置し，それを押した時にコンテンツ作成者に対して設定ダイアログを表示する．設定ダイアログでは，“トラッキング情報”に基づいた設定内容を入力できるようにしている．入力できる内容は以下の通りである．

- 学習目標の達成状況
- 学習目標の達成度 (得点)
- テスト教材 (アクティビティ) における達成度 (得点)
- 教材の参照回数
- 教材の参照時間

この支援により，コンテンツ作成者が容易に教材提示順序の設定を行うことができると考えている．

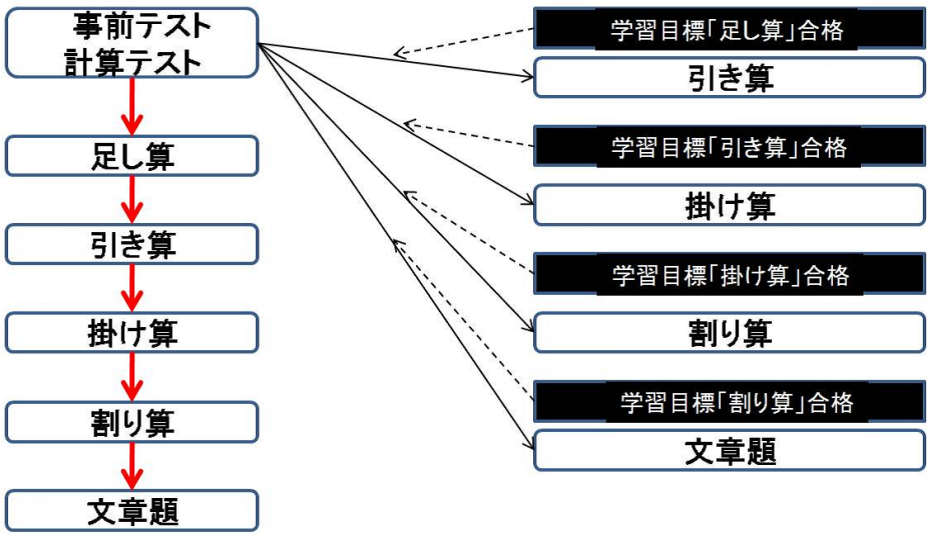

図 4.2　コンディションルールの本システムで適用する際の概念図

4.3.3　教材の制限の扱い方

教材の制限では，表 3.1 に表わされるシーケンシングコントロールモードの設定を変更することにより学習者が選ぶことのできる教材を変更する．本研究では，条件から SCORM の扱いであるアクティビティツリーという形を表に出さないために “学習者に目次から選択させるか (目次選択)” と “自由に教材を進めたり戻したりができるのか，教材を進めることしかできないようにするのか (移動制限)” の 2 項目を選べるようにした．目次選択における設定では “学習者が教材を目次から選べる (選択可)” と “学習者が教材を目次から選べない (選択不可)” を，移動制限における設定では “教材は自由に進んだり戻ったリすることができる (前後)” と “教材は進むことだけが可能である (前)” からそれぞれ選ぶ．

表 4.1 では，本システムでの設定項目と SCORM のシーケンシングコントロールモードで定めることができるパラメータとの対比を示す．

表 4.1　シーケンシングコントロールモードと本システムでの選択の関係

入力パラメータ	Choise	ForwardOnly	Flow
目次選択=選択可, 移動制限=前	true	true	false
目次選択=選択可, 移動制限=前後	true	false	true
目次選択=選択不可, 移動制限=前	false	true	false
目次選択=選択不可, 移動制限=前後	false	false	true

4.4　システムの設計環境

本研究で構築するシステムは，コンテンツ作成者が実際に入力を行うメインシステムと，それを解釈して XML として出力を行う JAXB を用いた部分である．

4.4.1　メインシステム

本システムは JavaVM(Java Virtual Machine) 上で動くデスクトップアプリケーションとして構築した．コンテンツ作成者は，システムの入力に従っていくことで SCORM マニフェストが自動的に生成される．

4.4.2　JAXB

本システムの Java デスクトップアプリケーションにおいて入力された内容を，SCORM マニフェストの XML 形式に反映させるために本研究では JAXB(Java Architecture for XML Binding)[10] を用いた．JAXB は，Sun Microsystems 社によって開発された Java XML Pack に含まれるパッケージの一つであり，XML で構造で規定している文章であるスキーマで記述されたタグ構造と Java のクラスを結びつけることができる．SCORM の記述がされている XML スキーマを用意して，JAXB により Java のクラス構造へのデータマッピングを行うことができる．そして，システムにより入力された情報を Java でデータを収集してそれを XML に変換する．

第 5 章

システムの概要

本研究では，第 4 章の提案に基づいて実際に SCORM マニフェスト生成支援システムを構築した．本章では，その完成したシステムの概要とその動作検証について述べる．

5.1　システムの基本動作

本研究では，SCORM マニフェストを自動的に生成するシステムを実際に構築した．コンテンツ作成者から見た，本システムの入力の流れは以下のようになる．

1. システムの初期画面が出力される．

   ここでは，コンテンツ名を入力することによってメイン画面へ移動する．
2. システムのメイン画面が出力される．

   ここでは，“教材提示順序” と “教材の提示の制限” をそれぞれ入力することができる．

   完了ボタンを押すことにより終了画面に移動する．
3. システムの終了画面が出力される．

   画面の出力と同時に，システム側でマニフェストを自動的に出力する．

図 5.1 には，本システムの実際の画面での動作を示している．5.2 節から 5.4 節では，メイン画面での各入力について説明を行う．

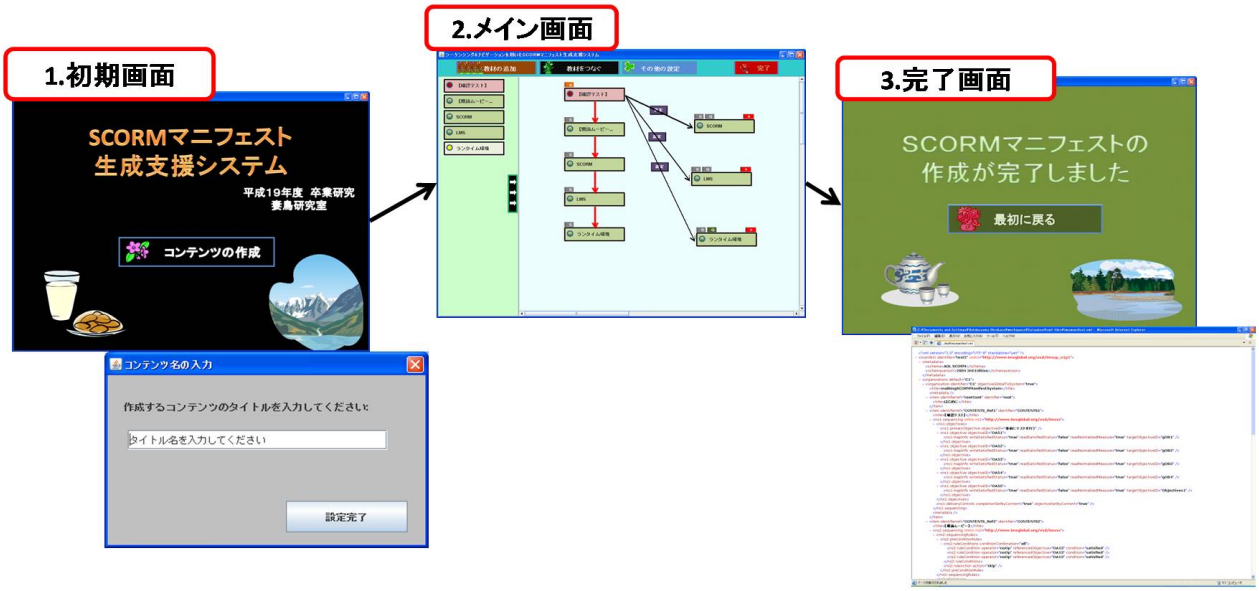

図 5.1　本システムの基本動作画面

5.2　教材の登録

第 4 章では，“基本的な教材提示順序” を決定する作業を，教材の登録する時に行うと述べた．本システムで，まず教材を登録する際には “教材の追加” ボタンを選択する．“教材の追加” ボタンを選択することにより，html ファイルの一覧が表示される．その中から，学習者は SCORM に対応しているコンテンツを選択する．その後，コンテンツのタイトルと学習目標の入力を求める．ここまでに，コンテンツ作成者が行う一連の流れを図 5.2 に示した．

また，これらの情報はコンテンツ作成者が任意のタイミングで変更を行うことができる．“基本的な教材提示順序” は，図 5.3 のようにドラッグ&ドロップで入れ替えることが可能である．また，教材ごとの情報は表示された教材のノードをダブルクリックすることにより，再び登録画面に戻ることができる．

5.3　教材提示条件の記述

本システムでは，“基本的な教材提示順序” は教材の登録時に行われる．そこから，コンテンツ全体の教材提示順序を表現するためにメインパネルでリンクとノードを用いて表示させ

5.3　教材提示条件の記述

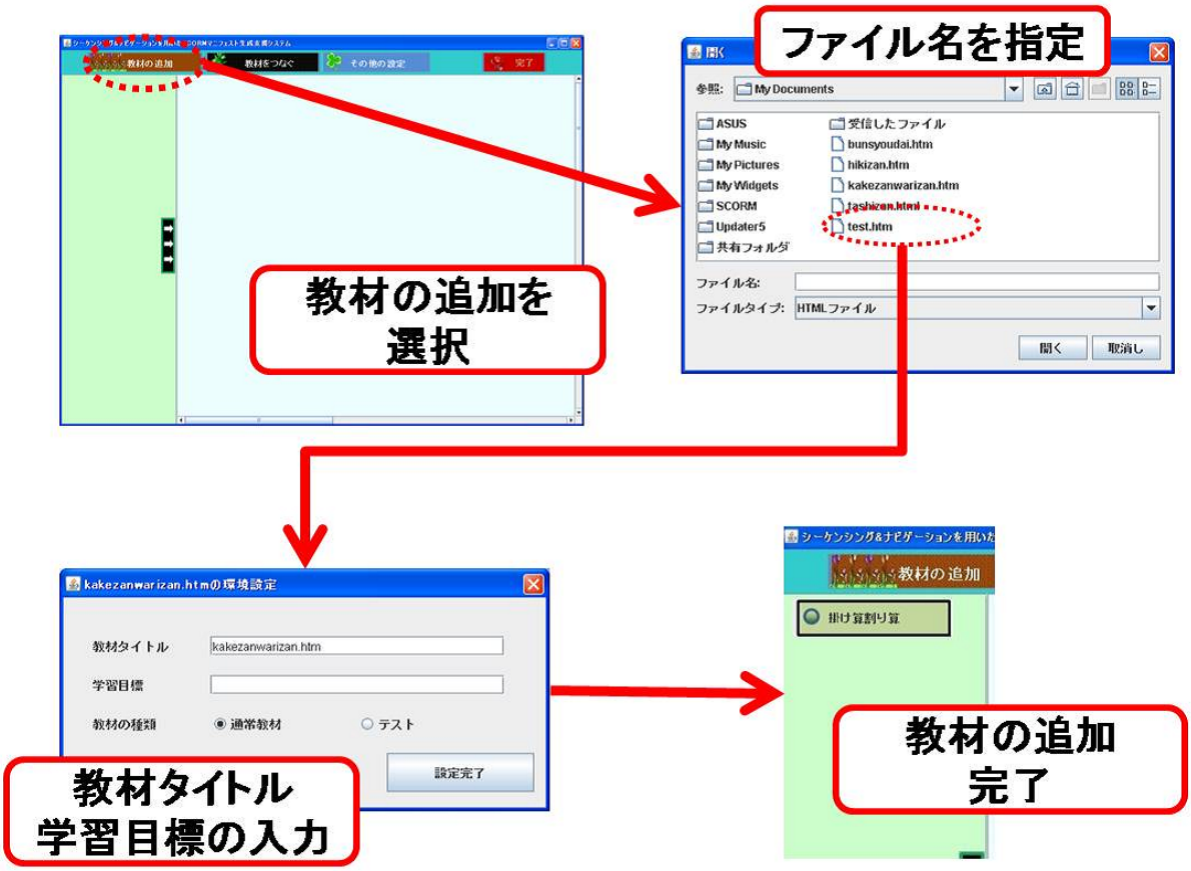

図 5.2　教材の登録

る．まず，登録した教材を図 5.4 で示したように “基本の教材提示順序” 決定ボタンによってメインパネルに表示させる．これが，基本の教材提示順序のノードとリンクを用いた表示である．

この “基本的な教材提示順序” から，必要に応じて他の教材提示順序を行うために教材提示先の教材ノードを任意の箇所に配置をする．そこから，コンテンツ作成者にノード同士をリンクで結んでもらうことによって “基本的な教材提示順序” 以外の教材提示順序を決める．“基本的な教材提示順序” 以外のリンクには自動的に条件を設定するためのボタンが設置される．コンテンツ作成者は，その設定ボタンからトラッキング情報に基ずいた条件を入力する．図 5.5 では実際に新たにリンクを作成して，リンク中にある教材提示順序条件を設定する画面を表示させるまでの実行図を示している．

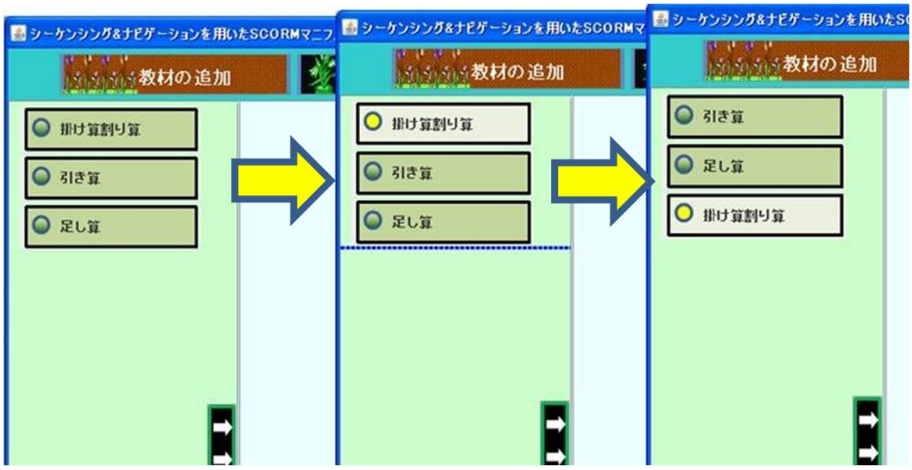

図 5.3　順番の入れ替え

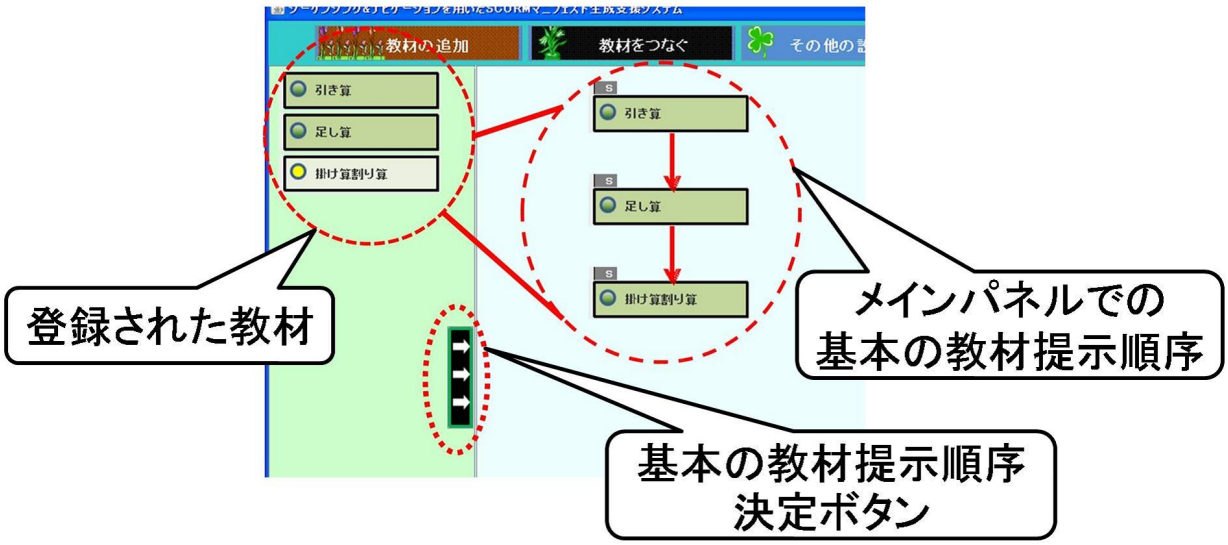

図 5.4　メインパネルと基本教材提示順序の本システムでの実装

5.4　教材の制限の記述

教材の提示の制限に関しては，シーケンシングコントロールモードの設定を行うことによって実現する．本システムでの表現は，表 4.1 において検討を行った通りに実装を行っている．ここでは，“学習者の目次参照をさせない”，“教材を前にしか進ませない”といった 2 つの学習者に対する制限を “その他の設定” を選ぶことにより設定することができる．図 5.6 では，実際に本システムで実装した教材の制限の設定入力画面である．

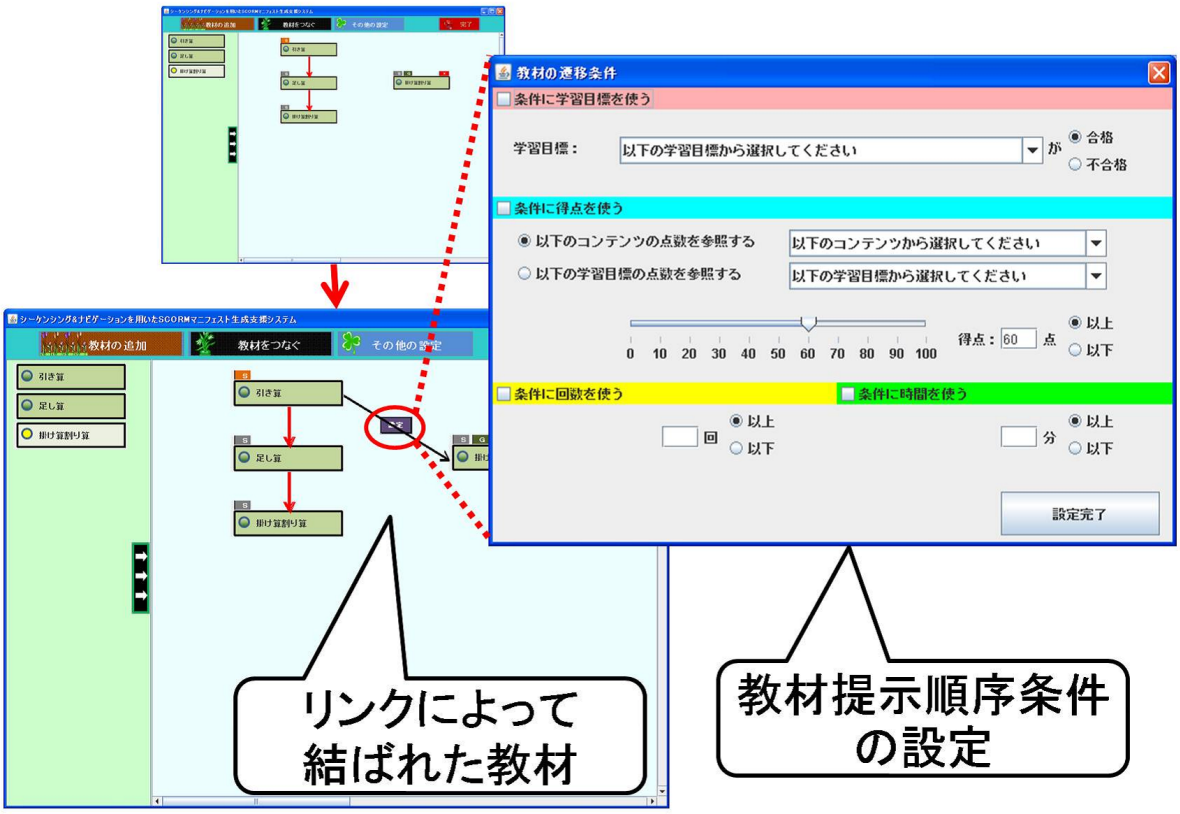

図 5.5　教材提示順を示すリンク及び教材提示順序条件の入力画面

5.5　SCORM 対応 LMS での動作確認

実際に，本システムを用いて教材提示順序がある学習コンテンツが運用できることを，SCORM 対応の LMS を用いて確かめた．動作環境の検証を行った環境は以下の通りである．

- 使用した LMS
  - OpenSourceLMS(エヌ・ティ・ティ・アドバンストテクノロジ株式会社)
- 使用したコンテンツ
  - SCORM 対応済みの教材
  - 事前のテストページと正解した場合，不正解した場合の 3 ページから構成

5.5　SCORM 対応 LMS での動作確認

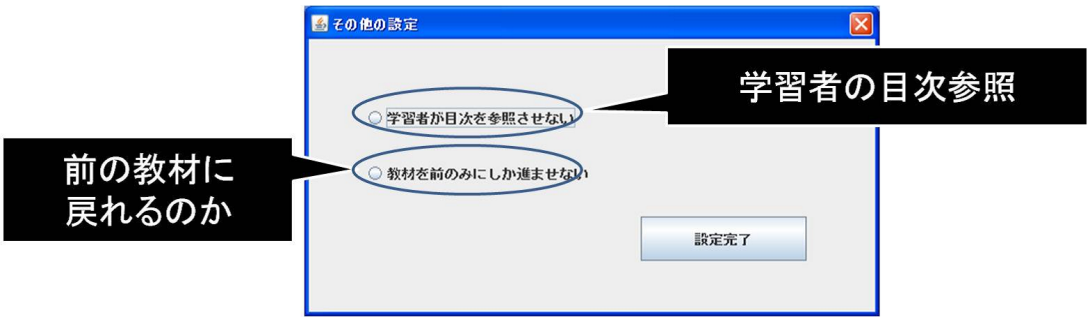

図 5.6　教材の制限の設定入力画面

このコンテンツの基本の教材提示順序を “事前のテストページ”，“不合格した場合のページ”，“合格した場合のページ” として “事前のテストページ” に合格した場合にのみ ‘合格した場合のページ” に教材提示順序が変更されるようにした．また，実際にこの環境を用いて動作確認を行った様子を図 5.7 に示す．このように，本システムで生成した SCORM マニフェストを動作確認することができた．

5.5　SCORM 対応 LMS での動作確認

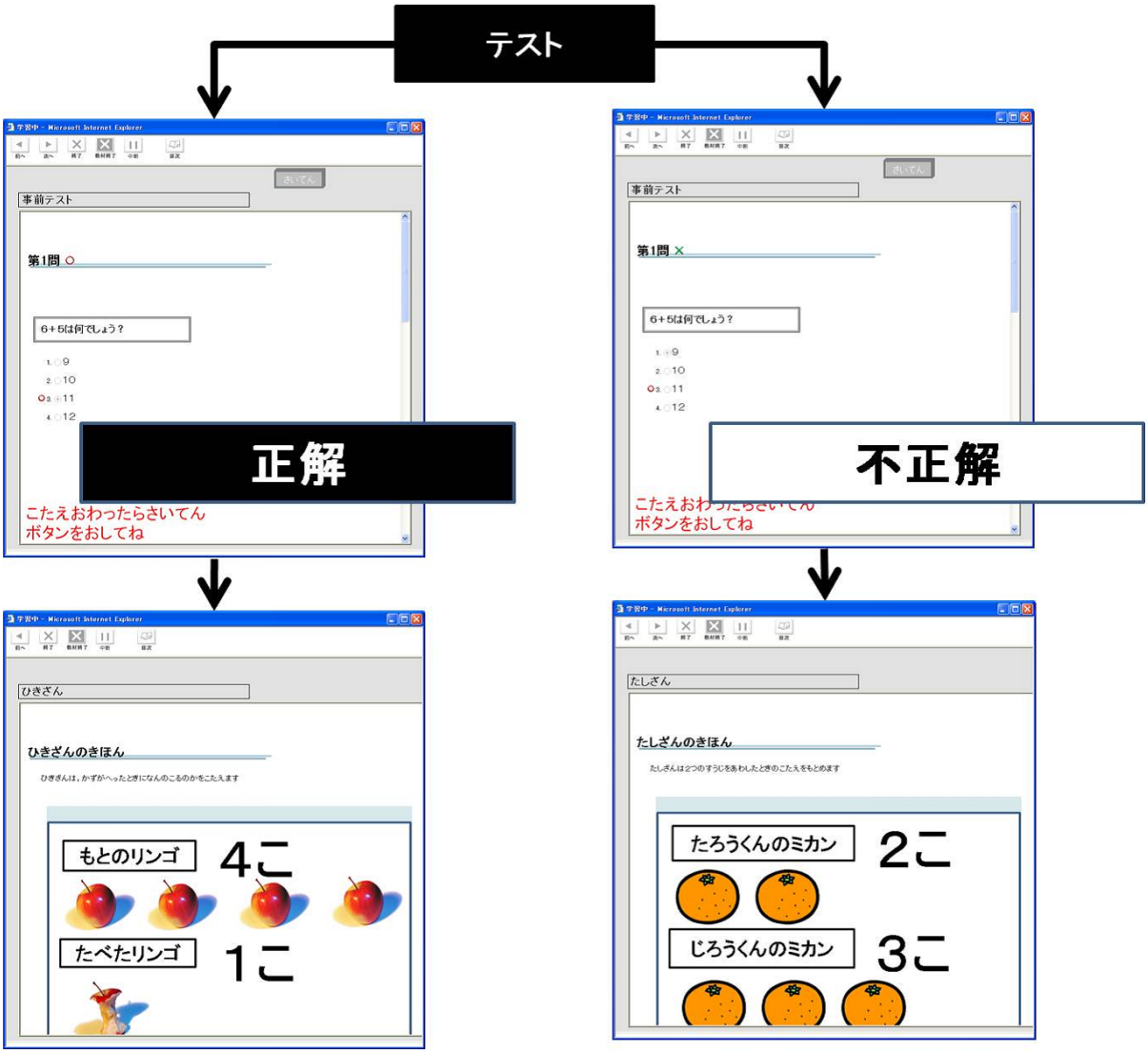

図 5.7　OpenSourceLMS での動作確認

第 6 章

システムの評価

本章では，本研究で構築したシステムの評価を行い，考察を行う．

6.1　システム評価の目的

本研究では，SCORM を意識することなく SCORM に準拠する学習コンテンツを作成するためのシステムを構築することを目的とした．そのため，実際に SCORM を意識しなくても学習コンテンツを作成することが可能になったのかということと，コンテンツ作成者にとって学習コンテンツが作りやすいシステムを構築することができたのかという点から評価を行った．

今回の評価では，学習者に実際に本システムを使って教材提示順序があるコンテンツを作成してもらい，その後にその “操作性” と “インタフェース面” についてアンケートを行った．同様に，今回 SN の仕様を組み込むにあたって一番特徴的な入力項目となっていた教材の提示順序条件の入力に関するアンケートも行った．

6.2　システム評価の概要

本研究の評価は以下のような環境で行った．

- 対象

  6 名 (大学生 5 名, 大学院生 1 名)

- 評価内容

  - 被験者の SCORM に対する知識について

    SCORM に関する言葉を知っているのか知っていないのかという点でのアンケート
  - システムのインタフェースについての 4 段階評価
  - システムの操作性についての 4 段階評価
  - 教材遷移の設定画面の入力に関する 4 段階評価
  - 一定のコンテンツを作成するまでの時間
- 評価手順
  1. 被験者の SCORM に対する知識についてのアンケートを行う
  2. 実際に操作の説明を行う
  3. 教材作成手順の紙を見てもらいながら実際にコンテンツの作成を行ってもらう
  4. コンテンツ作成後にシステムに関するアンケートを行う

尚，今回行った評価の具体的な内容については，付録 A に結果とともに示している．

6.3　システム評価の結果

今回の評価では，被験者 6 人全員が本システムを用いて SCORM マニフェストの作成を行うことができた．コンテンツを行った後のアンケートの結果を，図 6.1 ではまとめている．このアンケートの結果の中で着目した点を以下に述べる．

- インタフェースは，6 人全員が “見やすかった” と答えている．
- 操作性は，2 人が “とても簡単だった”4 人が “簡単だった” と答えている
- 教材の提示順序の設定では，“分かりづらかった” と 3 人が答えている．
- 自由回答では，全体的なボタンの扱い方に対する意見が多かった．

次節では，この結果をもとに考察を述べる．

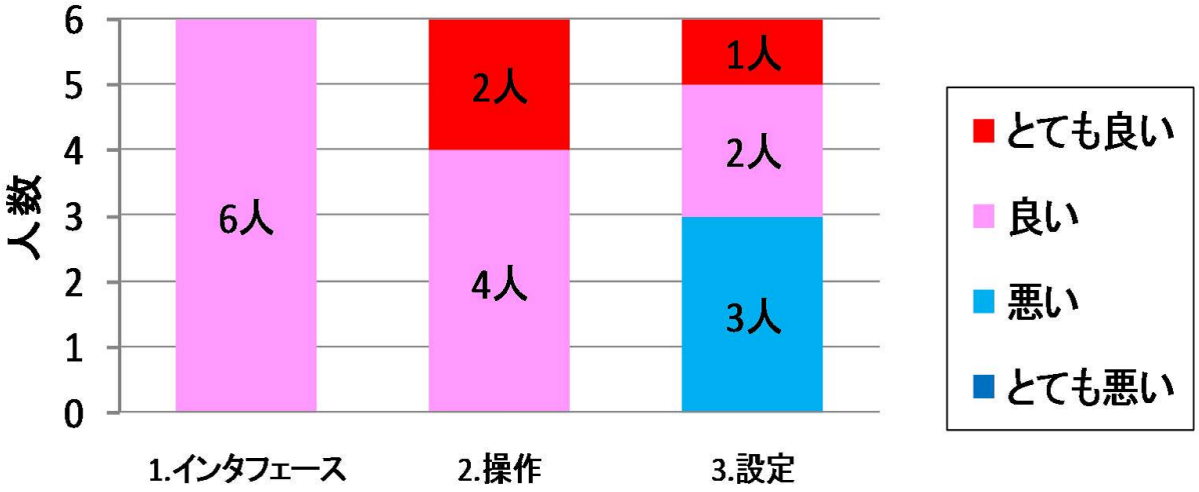

図 6.1　本システムの評価

6.4　システム評価の考察

アンケートの結果，全員が本システムで SCORM に準拠したマニフェストを作成できたので本システムは有効であると考えられる．今回の対象は，工学部の学生であり比較的ソフトウェアの操作に慣れていた被験者とみることもでき，コンテンツ作成者の中にはソフトウェアの操作自体に慣れていない場合も考えられる．また，インタフェースと操作性に関しての高い評価を得ることができた．これは，コンテンツ作成者にとって直感的な入力を行うといった点で一定の目標を達成することは出来たと考える．しかし，教材提示順序条件の設定については難しいと答えた人も多かった．SCORM を意識させないコンテンツ作りについては，今後検討していく余地があると考える．

第 7 章

おわりに

本章では，本研究のまとめと今後の課題を示す．

7.1 まとめ

本研究では SCORM を導入する際に生じる，学習効果とは直接関係がないコストを軽減するための支援システムの提案及び構築を行った．SCORM の中でも，特に本研究では教材提示順序の設定を行い学習者に教材提示を行うことを可能とする SN に着目をした．本研究では，教材をノードとして教材提示順序をリンクとすることによりコンテンツ構造を表現した．システムの構築は Java を用いて行い，SCORM 対応の LMS において動作確認を行った．また，6 人の被験者を相手にシステムの評価を行った．本システムにより，コンテンツ作成者が SCORM マニフェストとよばれる XML を直接記述しなくても作成できるようになった．

7.2 今後の課題

今後の課題として，まずは先行研究として行われた RTE，CAM に関する SCORM コンテンツ作成支援システムとの統合を行う必要性がある．これにより，SCORM コンテンツ作成に関する総合的な支援をコンテンツ作成者に提供することが可能である．

また，評価の考察の際にも述べたように SCORM を意識させないようなシステムにするためにはもう少し考慮をする点があると考えられる．従来のコンテンツ作成しかやってこなかったコンテンツ作成者が，抵抗を感じずに SCORM を導入できる必要があると考える．

7.2　今後の課題

今回構築したシステムは，コンテンツ作成者が考えている教材提示順序をいかに表現するかに着目をした．今後このシステムの改良として，教材提示順序をあまり意識したことがないコンテンツ作成者でも気軽に導入できるようなテンプレートなどをシステムに実装し，コンテンツ構造を考える際の総合的な支援をシステム上で行えるようにしたい．

謝辞

本研究の遂行および本論文に関して，多大なるご指導，適切なご助言を頂きました高知工科大学情報システム工学科，妻鳥貴彦講師に心より御礼申し上げます．

ご多忙の中，本研究に対して副査をお引き受けくださり，適切なご助言を頂きました高知工科大学情報システム工学科，島村和典教授に心より御礼申し上げます．

また，ご多忙の中，本研究に対して副査をお引き受けくださり，適切なご助言を頂きました高知工科大学情報システム工学科，篠森敬三教授に心より御礼申し上げます．

同研究室内で同じ SCORM グループの修士 1 年であられる寒川剛志氏と大黒隆弘氏には，研究の開始段階から発案，実装，本論文に至るまで多くのご助言を頂きました．心より感謝を申し上げます．

また，同研究室修士 2 年の高木翔平氏，木下聡氏には研究のあらゆる場面で適切なご助言を頂きました．心より感謝を申し上げます．

また，客観的な立場から，本研究に対してのご助言を頂いた本学科岡田研究室修士 1 年の有澤嘉洋氏，同岡田研究室修士 1 年の大西将史氏に心よりの感謝を申し上げます．

研究室活動 2 年間を共に過ごし，あらゆる場面で時に切磋琢磨し時に励みになってくれた妻鳥研究室 4 年の藤原健太郎氏，福田将行氏，山崎雄大氏，大岩和也氏，橋田味加子氏，加集広希氏，藤山翔太氏に心よりの感謝を申し上げます．

また，同研究室の研究活動を支えてくれた 3 年森拓也氏，浜田洋氏，竹内雄人氏，清水雅也氏，池田真実氏，別府瞳氏に感謝を申し上げます．

また，研究の事を相談した時に快く応じてくれた同学科岡田研究室の 4 年橋本雄太氏，知能機械システム工学科 4 年窪田直之氏に心よりの感謝を申し上げます．

最後に，報恩感謝の精神をもちまして本研究に関わってくださった全ての方に改めて感謝の言葉を述べさせていただきたいと思います．

参考文献

[1] “Sharable Content Object Reference Model 2004 3rd Edition,”Advanced Distributed Learning,2006 年

[2] “IMS シンプルシーケンシング XML バインディング”,IMS Global Learning Consortium, Inc.,2003 年 3 月

[3] 高知工科大学学士学位論文,“SCORM コンテンツ作成支援システムの構築”, 寒川剛志,2006 年

[4] 高知工科大学学士学位論文,“データモデル及び API インスタンスの利用に着目した SCORM コンテンツ作成支援システムの構築”, 大黒隆弘,2006 年

[5] “SCORM コンテンツ作成者のための実践ガイド第 1 版，”Carnagie Mellon Learning Systems Archtecture Lab,2003 年 2 月

[6] “SCORM 2004 コンテンツ作成ガイド第 1.0.4 版”，特定非営利活動法人 日本イーラーニングコンソシアム，2006 年 3 月

[7] “SCORM 2004 解説書第 1.0.4 版”，特定非営利活動法人 日本イーラーニングコンソシアム，2006 年 3 月

[8] “e ラーニング白書 2007/2008 版”，経済産業省商務情報政策局情報処理振興課 編，2007 年 8 月　,pp.11,145

[9] “e ラーニング白書 2001/2002 版”，先進学習基盤協議会 (ALIC) 編著，2001 年 8 月　,pp.131

[10] ”The Java Architecture for XML Binding (JAXB)”, Sun Micyosystems, http://java.sun.com/webservices/jaxb/

[11] Advanced Distributed Learning, http://www.adlnet.gov/

[12] e ラーニングコンソシアム (e-Learning Consortium), http://www.elc.or.jp/

付録 A

評価の詳細

本章では，実際に行った評価の詳細を示す.

A.1　アンケートで得られた結果

実際のアンケートで行った質問内容は以下のとおりである.

1. 以下の言葉で，知っているものにすべてチェックを入れてください.
   （a）e-Learning
   （b）WBT(Web Based Training)
   （c）SCORM
2. システムを実際に使ってみて，インタフェースは見やすかったですか？
   “とても見やすかった”,“見やすかった”,“見づらかった”,“とても見づらかった” の 4 段階で評価.
3. システムの操作は簡単でしたか？
   “とても簡単だった”,“簡単だった”,“難しかった”,“とても難しかった” の 4 段階で評価.
4. 教材の遷移条件の設定は分かりやすかったですか？
   “すぐ分かった”,“分かった”,“分かりづらかった”,“とても分かりづらかった” の 4 段階で評価.
5. ほかに一言ありましたらご感想をお願いいたします.

表 A.1-表 A.4 には，このアンケートにより得られた結果を示す.

A.1　アンケートで得られた結果

表 A.1　Q1. 被験者の知っている言葉についてのアンケート結果

用語	知っている	知らない
e-Learning	5 名	1 名
WBT(Web Based Training)	2 名	4 名
SCORM	2 名	4 名

表 A.2　Q2. システムのインタフェースに関するアンケート結果

とても見やすかった	見やすかった	見づらかった	とても見づらかった
0 人	6 人	0 人	0 人

表 A.3　Q3. システムの操作性に関するアンケート結果

とても簡単だった	簡単だった	難しかった	とても難しかった
2 人	4 人	0 人	0 人

表 A.4　Q4. 遷移条件の設定に関するアンケート結果

とても見やすかった	見やすかった	見づらかった	とても見づらかった
1 人	2 人	3 人	0 人

Q5 の自由回答の結果は以下の通りである.

- 設置した教材は後から動かせるようにした方が良い
- 設定を Tab キーなどを使ってキーボードだけでも行えるようにしてほしい
- ドラッグ&ドロップが行えるようにしてほしかった (教材をメインパネルにうつす時に)
- ボタンが一度見ただけでは分かりづらい
- マニュアルを冊子などの形で渡してくれたら，私でも扱えるような気がした

また，表 A.5 では，Q1-Q4 のアンケート結果を被験者毎に，良い評価を 4，中間をそれぞれ 3 と 2，悪い評価を 1 として全体の結果を示す．

表 A.5　アンケートの全体結果

被験者	Q1-1	Q1-2	Q1-3	Q2	Q3	Q4
A	1	0	0	3	4	2
B	0	0	0	3	4	2
C	1	1	1	3	3	3
D	1	0	0	3	3	2
E	1	1	1	3	3	3
F	1	0	0	3	3	4
平均	0.83	0.33	0.33	3.00	3.33	2.67

A.2　被験者に作ってもらったコンテンツ

被験者には，4 つの解説ページと 1 つのテストページから成るコンテンツを制作してもらった．コンテンツは，以下のような手順で作るように紙で示して実施してもらった．

1. 4 つのコンテンツと 1 つのテストを順番にシステムで決められたタイトル名と学習目標で登録してもらう．
2. 最後に登録したテストを一番最初のコンテンツにするため入れ替える
3. 基本の提示順序決定ボタンで基本的な教材提示の流れを決定する
4. テストから，直下にない 3 つのコンテンツを結んでもらいそれぞれ条件設定を行う．

この結果，メイン画面に遷ってから，コンテンツ作成完了までに被験者がかかった時間を表 A.6 で示した．また，実際に作ってもらったコンテンツの一例を図 A.1 に示す．

A.2　被験者に作ってもらったコンテンツ

表 A.6　システムの操作時間

被験者	A	B	C	D	E	F	平均
時間	3:57	3:27	2:59	3:15	4:13	2:37	3:24

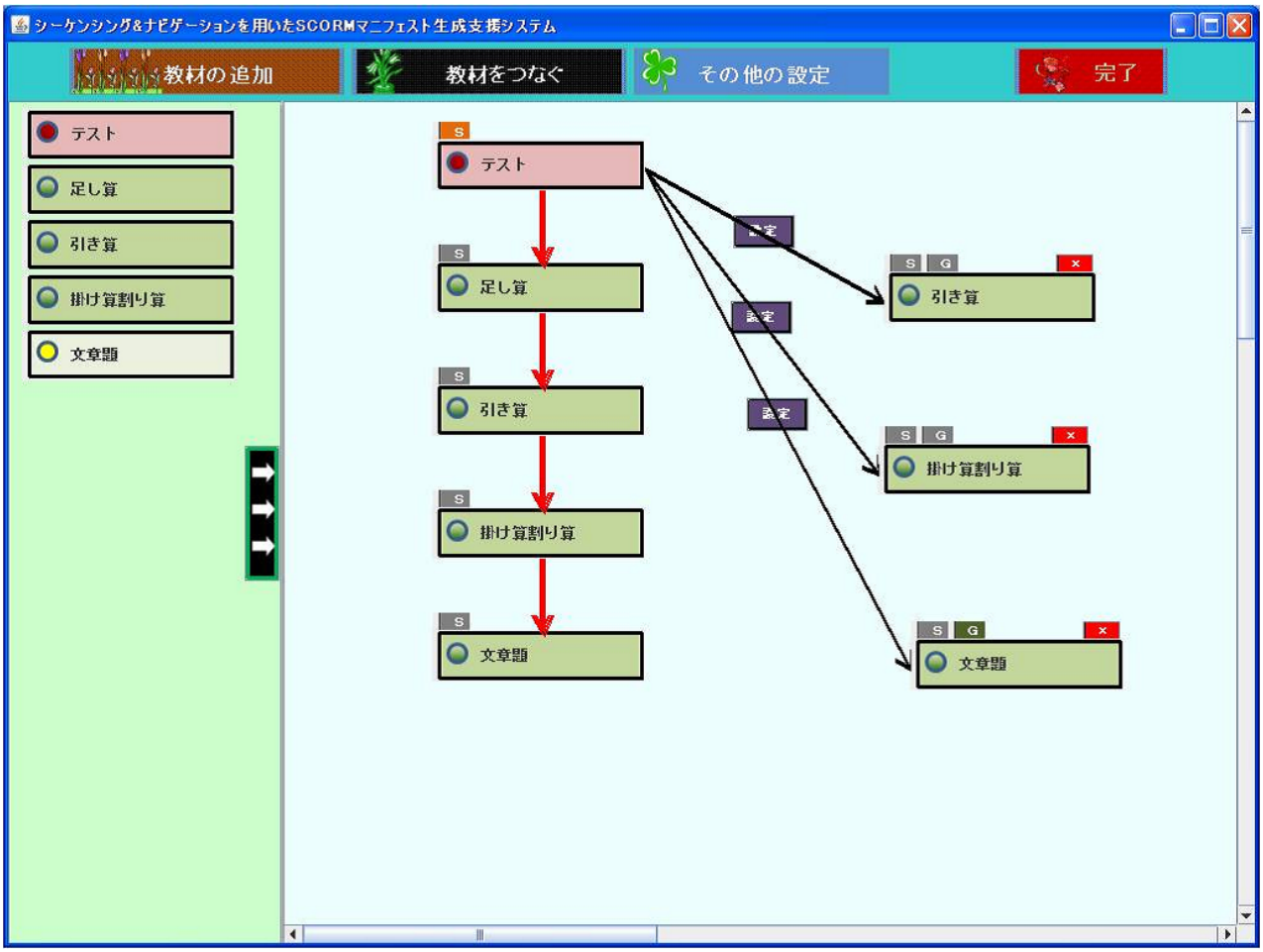

図 A.1　被験者に作ってもらったコンテンツ