－目　次－

第 1 章　概要 1
第 2 章　精緻化理論 2
　第 1 節　背景 2
　第 2 節　特徴 3
　第 3 節　グループ化とスコープ（系列化の流れ） 5
　第 4 節　系列化方略 6
　第 5 節　概念的精緻化シーケンス 7
　第 6 節　理論的精緻化シーケンス 11
　第 7 節　Simplifying Conditions Method (SCM) 21
第 3 章　教材設計・開発 34
　第 1 節　目的 34
　第 2 節　事例 34
　第 3 節　教材概要 34
　第 4 節　比較教材の選定 38
　第 5 節　形成的評価 41
第 4 章　比較実験 45
　第 1 節　目的 45
　第 2 節　比較実験 1（予備実験） 45
　第 3 節　比較実験 2（本実験） 47
第 5 章　まとめ 50
第 6 章　今後の課題 51
参考文献 53

第 1 章　概要

インストラクショナルデザイン理論の１つである精緻化理論(Elaboration Theory)に基づき、入門情報教育教材として、HTML エディタソフトを利用した Web ページの作成・公開手順の学習を支援する独学教材を設計、開発した。

精緻化理論は、アメリカ インディアナ大学のチャールズ・M・ライゲルース博士により提唱されたもので、より効果的に学習目標を達成するために、内容を選択し、シーケンシング（系列化）することを助けることを目的とした理論である。この理論の特徴は、学習の内容やタスクを細かく砕いて小分けにするのではなく、現実的な内容や、そのタスクの領域を見極めることによって学習の内容を単純化し、単純・包括的なものから始まり、次第に複雑・詳細なものへと学習を進めていくというものである。

本論文は、精緻化理論の紹介と、理論を応用した教材の設計・開発を大きく 2 つの柱として構成されている。精緻化理論は、これまで日本で紹介される機会がなかったため、日本語での情報はほとんど存在しない。今回この理論を取り上げることは、精緻化理論の文献や Web 上の内容を日本語で紹介するという貢献も持ち合わせており､本論文では理論についての説明を大きな柱として取り上げている。ここでは主に、インストラクショナルデザインについてまとめられた本で、GreenBook2 と呼ばれている INSTRUCTIONAL-DESIGN THEORIES AND MODELS Volume2[1]第 18 章 The Elaboration Theory: Guidance for Scope and Sequence Decisions（精緻化理論：スコープ、シーケンスの決定のためのガイダンス）を訳してまとめた内容を中心に、その他の関連書籍や Web 上の情報を合わせて理論を紹介した。

また、もう 1 つの柱である教材の設計と開発は、この精緻化理論を実際に応用した教材を作成し、その学習効果を検証した。教材は、Microsoft 社製の Web ページ作成ソフト「FrontPage」の使い方についての学習を SCM によって精緻化した事例[2]を基に、「教材設計マニュアル－独学を支援するために－ 」[4]に沿って設計・開発した独学支援教材である。

第 2 章　精緻化理論

第 1 節　背景

精緻化理論は、より効果的に学習目標を達成するための理論であり、学習内容を選択、シーケンシング（系列化）することを助けることを目的としている。精緻化とは、「綿密にする、詳細にする」といった意味で、この理論の特徴は、学習する内容やタスクの領域の現実的なケースを見極めることによって、学習の内容を単純化し、単純・包括的なものから始まり、次第に複雑・詳細なもの、つまり精緻化されたものへと学習を進めていくというものである。

この理論が開発された背景には、教師中心、内容中心のインストラクションから、学習者中心のインストラクションへというパラダイムシフトがある。ただ単に学習の内容やタスクを細かく砕いて小分けにして教える、という工業社会のパラダイムは終わり、全体的、包括的なシーケンシング(系列化)のための新しいアプローチが必要とされた。

学習するタスクや内容領域の現実的なケースを見極めることによって、内容やタスクを単純化し、包括的に学習を進めることができる。これは学習者にとって、より有意義でモチベーションの高い学習を実現するものである。

精緻化理論はこのように、包括的にシーケンシング（系列化）する方法を提供するため、またより有意義でモチベーションが高い学習過程にするために開発された理論である。

この理論は、認知的領域・精神運動的領域について扱うものであり、情意領域については扱わないということを前提としている。

第 2 節　特徴

精緻化理論の特徴は、学習の内容やタスクを細かく砕いて小分けにするのではなく、そのタスクや学習内容の領域の現実的なケースを見極めることによって、学習の内容を単純化し、単純・包括的なものから始まり、次第に複雑・詳細なものへと学習を進めていくというものである。

表 2.1.に精緻化理論の応用例を示す。

この事例[2]は、大学院生を対象に 3 日間のワークショップを計画したものであり、学習内容を精緻化理論に基づき分析、系列化したものである。事例には明記されていないが、この学習を通して最終的には「Microsoft 社製の FrontPage（HTML エディタ）を使い、インタラクティブな Web ページを作成し、ISP を通して公開すること」が目標となっている。

この表では、縦にラーニングエピソード、横にそれぞれの学習ステップが示されている。

まず、最初に学習するラーニングエピソード 1 は、学習内容の現実的なケースを見極めることによって、単純化された最も単純なケースである。

「Microsoft 社製の FrontPage を使い、インタラクティブな Web ページを作成し、ISP を経由して公開する」という学習目標に対し、1. FrontPage のインターフェイスを識別、2. Web ページの作成、3. Web ページの公開という 3 ステップを識別し、各ステップで最も単純なケースで構成されているのがラーニングエピソード 1 である。

ラーニングエピソード 1 では、最も単純な Web ページ、つまり 1 ページでテキスト、画像、リンクが挿入されたページを作成し、最も単純な方法で公開、つまり PASS Explorer（ペンシルバニア州立大学内の独自のファイル管理ソフトウェア）を利用して学内のサーバにアップロードする。ここで学習者は、Web 作成から公開までの大きな流れを簡単につかむことができる。

続いて、次に単純なケースであるラーニングエピソード 2 へと進む。3 つのステップは、エピソード 1 よりもそれぞれ少しずつ複雑化している。ここでは、エピソード 1 での学習を基に、さらにテーブルを挿入したレイアウトや、画像のサイズ変更を学習し、複数の Web ページを作成し、フォルダ別に管理する。Web ページの公開についても、ISP を経由しての公開へ向けて、FTP ソフトの利用を学習し、学内サーバへアップロードする。

最後に最も複雑なケースであるラーニングエピソード 3 では、インタラクティブな Web

ページ作成のため、フレームとフォームを使ったページ作成を学習し、公開は FTP ソフトを利用して ISP のサーバへアップロードする。

このように、現実的で単純なケースから次第に複雑なケースへと段階的にラーニングエピソードを学習することで、学習目標がより効果的に達成されるよう設計されている。また、各ラーニングエピソードで最終的な目標が単純化されたケースを一通り体験することで、学習の初期段階から有意義で高いモチベーションを維持した学習を行うことができる。

表 2.1. 精緻化理論事例[2]

学習トピック： 大学院生に 3 日間のワークショップで Microsoft 社製の FrontPage（HTML エディタ）の使い方を教える		
< Learning episode 1 >	< Learning episode 2 >	< Learning episode 3 >
1. FrontPage のインターフェイスを確認する	1. FrontPage のインターフェイスを確認する	1. FrontPage のインターフェイスを確認する
・“View”ツールバー（概念） ・メニューバー（概念） ・エディターツールバー（概念）	• 基本的なサブメニューのアイテム（概念）	1. 上級サブメニューのアイテム（概念）
2. 新しい FrontPage の Web サイトを作成	2. FrontPage の Multi-Page（複数ページ）の Web を構築	2. インタラクティブな FrontPage の Web を構築
① 個人の Web を作る ② ホームページに取り組む ＊テキストの挿入 ＊画像の挿入 ＊URL リンクの挿入	① 個人 Web の管理 ② Web ページに取り組む ・レイアウト ・画像の選択 ・テキスト書式 ・リンクページ	• フレームを使う（手順） • フォームを使う（手順）
3. そのサイトを公開する	3. FTP を使ってこのサイトを公開する	3. ISP を通してこのサイトを公開する
• 公開する（前提条件の概念） ① プレビュー（手順） ② 公開（手順） PASS Explorer （構成要素である手順） ※学内サーバでの公開	・WS-FTP（FTP ソフト）を使う （手順） ※FTP ソフトの使い方 （学外サーバでの公開準備）	• ISP（前提条件の概念） • ISP を選ぶ（手順） ※学外サーバへ公開

注：「Elaboration Theory」[2]より訳出してまとめた

第 3 節　グループ化とスコープ（系列化の流れ）　※注

学習する内容をどのように系列化するかを決定するには、学習内容のグループ化・順序立てが関わっている。順序立てするグループがなければ、内容を順序立てることはできず、またどのような系列にするかによって、どのようにグループ化するかも変わってくる。そのため、系列の決定には学習内容のグループ化が必須である。

スコープは、何を教えるか、つまり学習内容の本質に関係する。学習者が何を学習したいのか、または何の学習を必要としているのかを見極めることが必要とされる。スコープとシーケンス（系列）は、図 2.1 のように、それぞれの手順に従って決定される。

また、学習の「効果・効率・魅力」これらはすべて、学習経験の質に影響を与える。

内容の本質の見極め：スコープ　／　内容の関係性の見極め：系列化

- （学習単元）それぞれの内容のサイズ
- それぞれの“ラーニングエピソード”の構成要素
- 各ラーニングエピソード内における構成要素の順番

A B C	D E F

- そして、エピソードの順番(全体)

図 2.1.　学習内容の本質と関係性の見極め

出典：Reigeluth,C.M.(1999)[1]より(pp.428-429)を訳出

※注 本節は、Reigeluth,C.M.(1999)[1]より訳出したものをまとめた。

概念的精緻化シーケンスは、パーツまたは種類に対する概念間のある包括的な関係性に基づいている。包括的関係は一般的に、上位、同位、下位の関係と言われ、図 2.2.の概念構造を見ると、クラシック音楽は音楽の下位概念、そしてそれは中世音楽と同位、そして楽器のクラシック音楽の上位概念というようになっている。

「種類の種類の種類の…（パーツのパーツのパーツの…）」へと概念構造を下がるにつれ、概念は次第に狭く、より細かくなっていく。

より広義で包括的な学習から始まり、次第に狭義で詳細な学習へ進むということは、つまり概念構造の上位概念（包括的な概念）から下位概念（さらに詳細の概念）へと学習を進めるということであり、これが概念的精緻化シーケンスである。

このような概念構造の分析は、次の３つの考えに基づくものである。

1. 概念は、目的・出来事・アイデアでグループ化または分類することができる

   例えば、木の種類とパーツについての概念学習について考える。“木”は、とりわけ木の茎（woody stem）を標準に、それを備える個々の植物すべてを含む概念である。“木”は概念構造の最上位である。

2. 概念は、より細く、部分あるいはいずれかの種類といった包括的でない概念へ細分化することができる

   例えば、“木”のパーツには、幹・根・枝・葉が含まれ、これらに細分化することができる。これらは“木”の下位概念となる。

3. ヒトは認知構造において、より広く包括的な概念の下に新しい概念を蓄積する傾向がある（Ausubel（1968）が発見）※注

この考えに基づき、概念構造を分析することによって、より広く包括的な概念の学習から次第に詳細な概念の学習へという系列化が行われる。

下位概念は上位概念よりもより狭義で詳細ではあるが、決して必ずしも学習が複雑であるとは限らないということを注意しなければならない。例えば、子どもは「哺乳類とは何か」を学習するずっと以前に「犬とは何か」を学習しているということと同じである。

重要な点として、概念的精緻化シーケンスは学習の前提条件（階層的系列）という考えを乱さないということである。概念構造における上位概念は、それ以下の概念の前提条件

※ 注：Reigeluth,C.M.(1999)[1]の中でライゲルースが以下を引用している
Ausubel,D.P.(1968).Educational psychology: A cognitive View. New York: Holt Rinehart & Winston.

をいくつか含んでいる。上位概念が何もなければ前提条件はない、つまりそれが最上位である。

概念的精緻化シーケンスは、トピカルシーケンシングまたは、スパイラルシーケンシングを用いて設計される。

2.5.1　トピカルシーケンシングとスパイラルシーケンシング

それぞれの系列化方略において、いくつかのトピックを学習する必要がある場合、トピカルシーケンスとスパイラルシーケンスの２つの基本となる系列パターンがある。

トピカルシーケンシングは、トピック（またはタスク）が終了してから次に進む系列化である。概念的精緻化シーケンスの場合、トピカルシーケンスで設計すると、概念構造のある１つの末端まで下がっていき、次第にそこから外へ広げていくというように全てのルートを進む。

一方スパイラルシーケンシングは、1 つのトピック（またはタスク）の基本を学び、そのトピックをさらに学習する前に、次のトピック、また次というように進める。そして、全てのトピックについて必要な深さ、広さに至るまで、このパターンを続ける。

概念的精緻化シーケンスをスパイラルルシーケンスで設計する場合、一番上位の列を完全に横切って、それから次の一段下の列を横切る、というように順次進む。

トピカルシーケンシングは、学習者がやたらと新しいものにスキップすることなく、1つのトピックに徹底的に集中できるという長所がある。その一方で、授業ごとに新しいトピックに移ると最初のトピックは忘れられることが多く、また最後まで学習しないと学習者は全体の理解ができない、という短所もある。しかしこの短所は、概観や復習、合成といったインストラクションの方策を組み入れることによって補うことができる。

また、スパイラルシーケンシングは、学習を進めるにしたがって様々なトピックの似たような側面が互いに近づいてくるため、それぞれのトピック間の相互関係を学習しやすい、という長所がある。さらに、周期的に最初に学習したトピックにまた戻ることにより、最初の学習内容を復習することができる。その一方、スパイラルシーケンシング最大の欠点であるのは混乱である。たびたびトピックが変わるということは、学習者の混乱につながる危険性がある。

トピカルシーケンシング、スパイラルシーケンシングともにどちらの方が良いというわ

けではない。現実にはトピカルもスパイラルもどちらも純粋な形では存在しないのであり、極端な場合、スパイラルシーケンシングは次に進む前、それぞれのトピックのたった 1 文しか必要ないかもしれないのである。実際の問題は、教師、または学習者が、次へ進む前の 1 トピックをどのくらいの深さ、広さに切り取るか、というところにある。スパイラルとトピカルを 2 つの別々の種類と考えるよりも、連続体における 2 つの終点と考えることが有効である。インストラクショナルデザイナー（または学習者）の決定、それが連続上の、とあるトレーニングプログラムまたはカリキュラムの設置場所（または、連続上のとある点を選ぶタイミング）である。

図 2.3.にトピカルシーケンシングとスパイラルシーケンシングの特徴を図にしたものを示す。

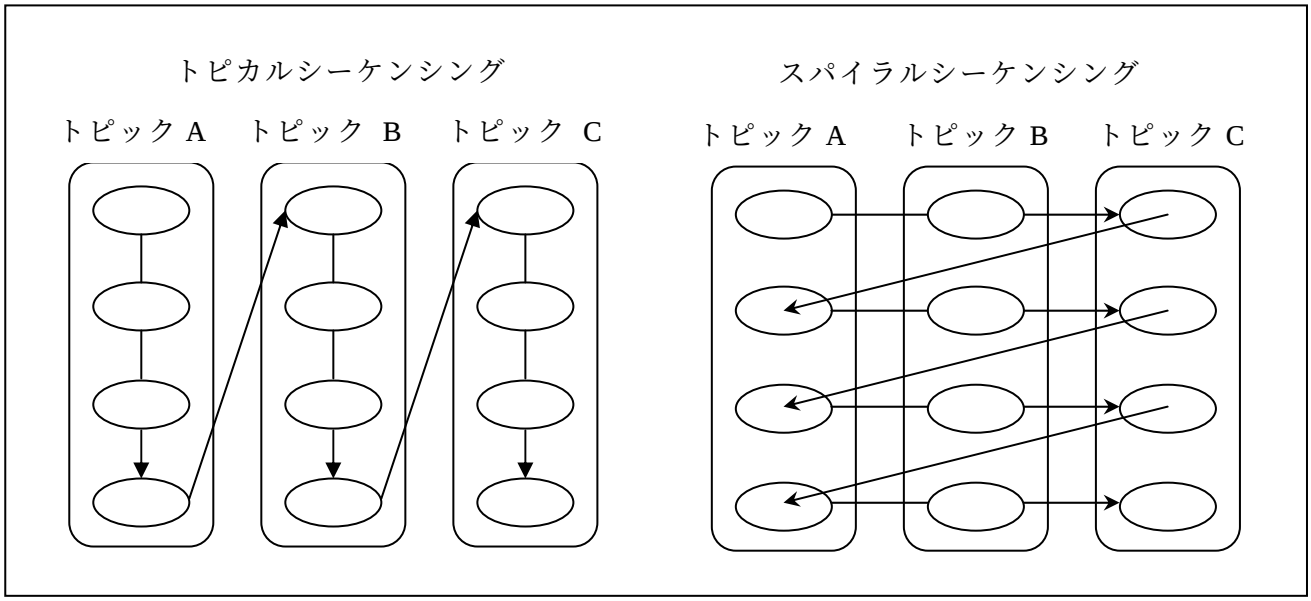


図 2.3.　トピカルシーケンシングとスパイラルシーケンシング

出典：Reigeluth,C.M.(1999)[1]より FIG.18.1.を訳出

Web 上に公開されている概念的精緻化シーケンスの事例として、「Evolution of organization and management theory」[6]がある。「組織論とマネージメント論の発展」と題して、マネージメント論を専攻している大学生を対象に講義と演習を計画したものである。学習目標は、組織論とマネージメント理論の発展の講義と演習を行い、学習者はマネージメントの基本的な概念を述べることと応用することができるようになるというものである。概念的精緻化シーケンスを応用し、近年の組織論やマネー

ジメント論の諸理論の発展を体系的に学習することができるようにした事例である。

第 6 節　理論的精緻化シーケンス　※注

領域専門知識を構築するための精緻化理論による 2 つ目の系列化方略、理論的精緻化シーケンスは、たくさんの関連がある理論の学習（“ Why = なぜ ”の理解）の場合に利用する系列化方略である。例えば、遺伝の法則・ライフサイクル・身体機能に焦点をあてた生物の学習や、ある 1 つの設備に関する仕事が「どのように」、「なぜ」行われるか、という企業内トレーニングのプログラム（その設備の使い方ではない）などに適している。

理論的精緻化シーケンスは、まだ学習していない最も広義で包括的、一般的な理論（一般的に最初に発見される最も単純な原理・法則）を教えることから始まり、より狭義で包括的ではなく、より詳細で明確な法則（一般的には最後に発見される、より複雑な原理・法則）へ徐々に前進する。

図 2.4.に「光線が 1 つの媒体から別の媒体へ進む場合」の理論構造を示す。これは、原因となる現象の複雑さの 1 つに基づいた理論的精緻化シーケンスにおける、関係性の種類が描かれたものである。理論的精緻化シーケンスは、理論構造を分析することによってそれらの包括性/複雑さの関係を識別し、系列化する。

図 2.4.では、法則 1「光線は表面で曲がる」と法則 2「どちらの媒体の中の真っ直ぐの物体も表面で曲がったように見える」は、法則 0「光線は突然作用する」を精緻化している。つまり、「光が 1 つの光学媒体から異なる光学密度のもう一方の媒体へ通過したとき何が起こったか」について、法則 0 よりも 1 と 2 はより詳細になっているということである。より詳細な原理・法則は、原因となる要素、または結果として起こる要素（影響）、または両方を精緻化することによって導き出される。

最も広義で包括的、一般的な原理・法則を教えることから始まり、より狭義で包括的ではなく、より詳細で明確な原理・法則へと徐々に前進する。つまり理論構造の上位の原理（包括的な原理）から下位の原理（さらに詳細の原理）へと学習を進めるということであり、これが理論的精緻化シーケンスである。

※ 注：本節は、Reigeluth,C.M.(1999)[1]より訳出したものをまとめた。

このような理論構造の分析は、以下の様々な考えに基づくものである。

1. 法則・原理とは、概念中の変化間における、因果関係または自然過程関係である

   例えば、需要と供給の法則（因果関係）は、供給と需要がどのように変化し、それが価格に影響を与えるかを示している。またその逆もしかりである。（価格の変動が需要と供給に影響を与える）

2. 法則・原理は概念と同じように、より広く一般的で包括的なものから、より狭義で具体的、詳細なものの連続上に存在する

   例えば、「ある環境の温度変化により、その環境内のある生物の行動の変化する」という法則の下位法則は、

   - 砂漠環境の高温によって、ある生物は夜行性になる
   - 砂漠環境の高温によって、ある生物は夏眠するようになる

   の 2 つを識別することができる。そして、この後者の法則（夏眠の生物）は、さらに夏眠するときにその種の生物に起こる具体的な身体の変化を識別することによって精緻化することができる。

   ここで、理論構造が概念構造と違うところは、より広義の法則（上位）は、より狭義のもの（下位）よりも学習が一般的で単純、易しいということである。

3. 法則・原理は概念と同じように、ヒトは認知構造において新しい原理・法則をより広義で包括的なものの下に蓄積する傾向がある

   より広義の法則は、より狭義でより複雑な法則のための“認知的な足場組み”を与えることを Ausubel(1968)※注 が発見した。この考えに基づき、Ausubel が“進歩的区別 (progressive differentiation)”と呼ぶ“一般的－詳細”の系列化方略を精緻化理論で提唱するものである。

4. 原理・法則は、複雑で体系的、また一見混沌としたほとんどの世界の自然現象を反映した因果モデルと合体する（図 2.5.因果関係モデル参照）。これは、概念には適用されない。

理論構造の分析は、それらの包括性/複雑さの関係を識別するものである。これは、因果モデルとは異なる。（図 2.5.　因果関係モデル参照）理論構造は、他の原理を精緻化する

※注：Reigeluth,C.M.(1999)[1]の中でライゲルースが以下を引用している。
Ausubel,D.P.(1968).Educational psychology: A cognitive View. New York: Holt Rinehart & Winston.

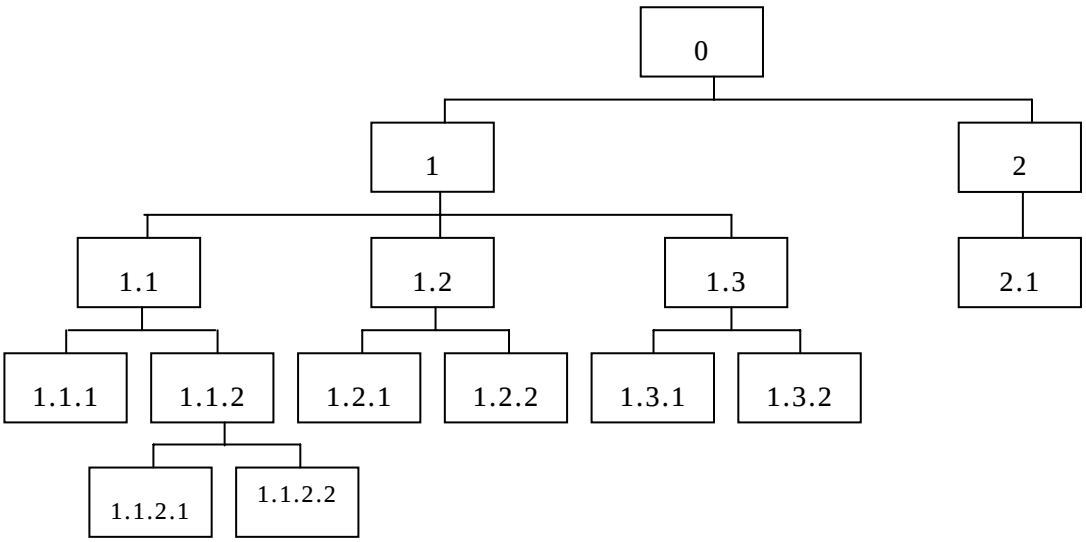
原理（精緻化する基になる原理）を示す。これに対し因果モデルは、たいてい同じような複雑さのレベルにおいて、他の原理・法則を組み合わせた原理・法則を示す。つまり、理論構造は、同じ現象において異なる複雑さと（または）ガイダンスをさらに提供するのに対し、因果関係モデルは同じような複雑さのレベルにおいて、新しい現象を加える。

理論的精緻化シーケンスもまた、トピカルまたはスパイラルによって行われる。

図 2.4.　理論構成の例

出典：出典：Reigeluth,C.M.(1999)[1] より FIG.18.2.を訳出

光線がある媒体から別の媒体へ通過する場合（異なる光学密度の媒体）



0　　光線は突然作用する
1　　光線は表面で曲がる
2　　どちらの媒体の中の真っ直ぐの物体も表面で曲がったように見える
1.1　　密度の高い媒体で速度が下がるか、または密度の低い媒体で速度が上がるため、光線は曲がる（C）
1.2　　光線は曲がり、光線同士の間隔は変わるが、互いに平行のままである（A）
1.3　　一部の各光線は表面に反射し、一方で残りは新しい媒体の中へ向かって屈折する（A）
2.1　　物体の見た目の位置と大きさは、たいてい変化する（A）
1.1.1　光線が密度の高い媒体へ進む場合、垂線へ向かって曲がる（B,D）
1.1.2　2 つの媒体の光学密度の差がより大きければ、さらに屈折する（D）
1.2.1　光線が垂線へ向かって曲がるとき、さらに間隔が遠くへ離れる（B,D）
1.2.2.　光と表面の角度がより鋭い場合、光線はさらに曲がる（D）
1.3.1　光と表面の角度がより鋭い場合、より多くの光線は反射し、そうでない場合は屈折する（D）
1.3.2　光の角度が臨界角と同じ、または鋭ければ、全ての光線は反射する（B,E）
1.1.2.1　屈折率(n)= c_i/c_r = (sin i)/(sin r) (D,E)
1.1.2.2. 臨界角（光が全反射する際の入射角）と屈折率は：$\sin i_c = 1/n$ (D,E)

記号：
(A)他に何が起こったか？　(B)いつ？　(C)なぜ？　(D)どの方法で？　(E)どのくらい？

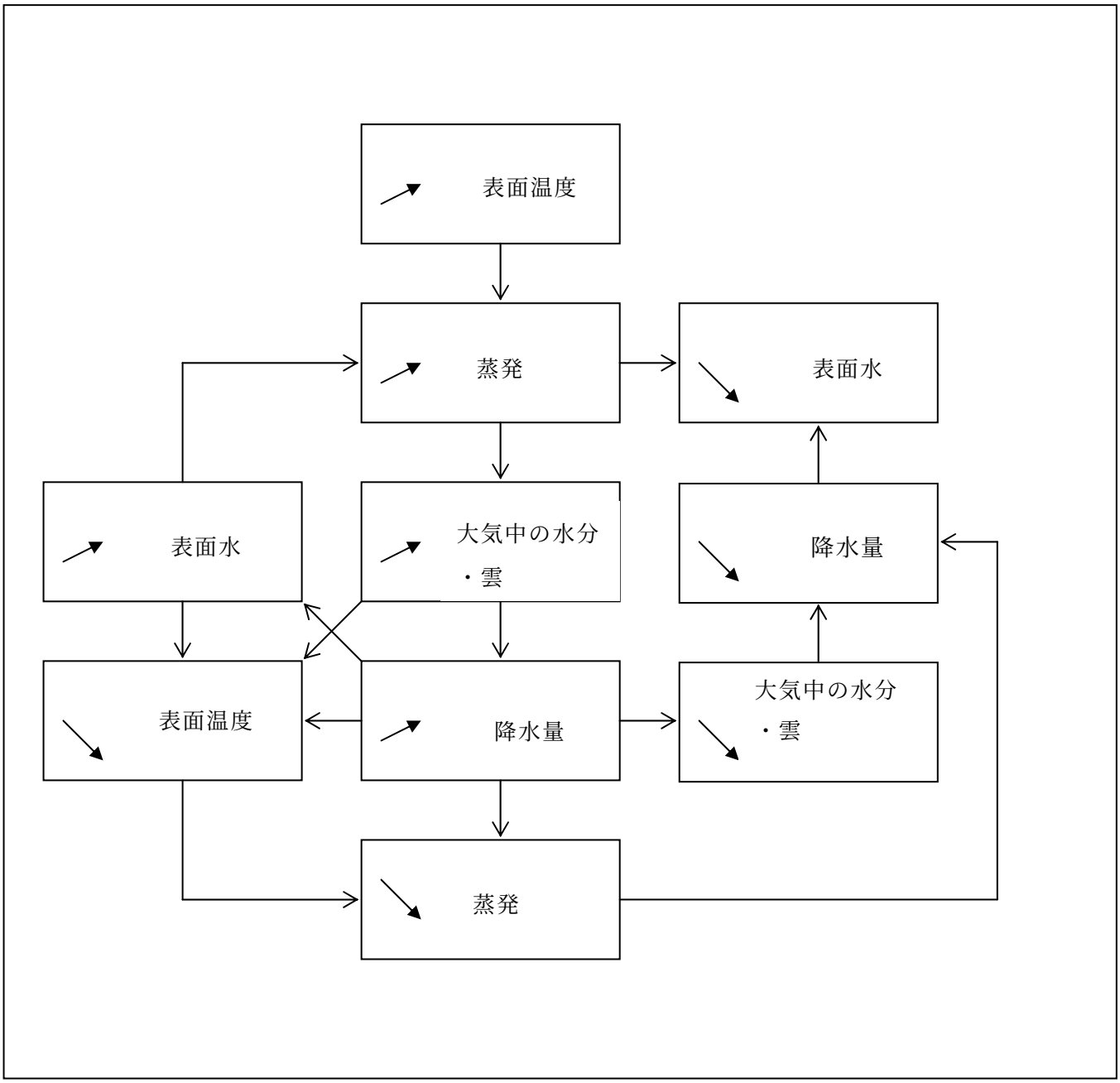


図 2.5.　水の循環に関係する因果モデルの部分的な例

出典：Reigeluth,C.M.(1999)[1] より FIG.18.4.を訳出

2.6.1　理論的精緻化シーケンス　精緻化の手順　※注

インストラクショナルデザインの理論を、事例を基に解説している本である Instructional Theories in Action: Lessons Illustrating Selected Theories and Models [3] 第 8 章 Lesson Blueprints Based on the Elaboration Theory of Instruction では、6 つの学習目標に関わる理科のカリキュラムを題材に、理論的精緻化シーケンスにおける精緻化の手順が述べられている。

学習目標は次の 6 つが設定されており、小学校から高校まで幅広いカリキュラムを扱っている。

1．　凸レンズかどうか以前接したことのないレンズを分類することができるようになる。
2．　焦点の長さを明らかにすることができるようになる。
3．　光線上に起こる、異なった凸レンズの（凸レンズの種類による）効果を説明または予測できるようになる。
4．　レンズの屈折が倍率と焦点までの長さの両方に影響を及ぼす方法を説明できるようになる。
5．　顕微鏡の歴史における 3 つの重要な出来事を、記憶からはっきり述べることができるようになる。
6．　以前接したことのない光学顕微鏡を適切に使うことができる。

Rigeluth,C.M(1987)[3]で述べられている理論的精緻化シーケンスにおける精緻化の手順は、2.6.1.1 から 2.6.1.4 に示すステップのようになっている。

2.6.1.1　ステップ 1

最初のタスクは、単純－複雑の系列が、概念知識（ある事柄の重要な分類）を基本とすべきなのか、それとも手続的知識（ある事柄をどのように行うか）を基本とすべきなのか、または理論的知識（なぜ、ある過程が起こるのか）を基本とすべきなのかを決定するための、インストラクションのアウトラインを作ることである。学習の目標が、ある事柄の分

※ 注：2.6.1 は、Rigeluth,C.M(1987)[3]より訳出したものをまとめた。

類（概念）または最後まで到達する手段（手順）よりも「光（動的で自然な過程）の作用についての理解」を強調するとするならば、理論的な構成が選択される。

単純－複雑の系列化はいくつかの異なったレベルで起こる。ライゲルースは、次の表 2.2. に示す各レベルの項目で考えるのが有効であると述べている。

表 2.2.　系列化のレベル

系列化の要素	おおよその指導時間	おおよその学校の時間
• 授業内の個々のアイデア	1 時間	1 日
• 単元（ユニット）内の各授業	5 時間	1～2 週間
• モジュール内の各単元（ユニット）	25 時間	1～2 ヶ月
• コース内の各モジュール	150 時間	1 年
• カリキュラム内の各コース	連続的	連続的

「光（動的で自然な過程）の作用についての理解」を強調するならば、理論的な構成が選ばれると述べた。このとき、どの系列化のレベルにおいても理論的な知識（自然過程）が最も重要であるかのように思われるが、異なるタイプの内容がそれぞれのレベルで単純－複雑の系列を基準として使われるのが一般的である。

例えば、生物のコースは概念に基づいて系列化される各要素（モジュール）から構成される（例えば、”生命”における導入のモジュール、続いて”植物の生態”のモジュール、そして”動物の生態”、続いて”哺乳類”、”爬虫類”、”鳥類”　などのモジュール）。このようなモジュールは、概念に関係した原理に基づいて系列化された単元(ユニット)から構成される（例えば気候、生息地、捕食者などの影響、身体的な特徴の進化、社会的習性、食べ物などの概念に関係した原理）。そして、このような単元（ユニット）は、例えば原理に関係した手順またはルールに基づいて系列化されたレッスンから構成される（例えば、動物の交配、狩り、巣作りについてのステップ、または生徒が解剖する際にたどるステップ、などの原理に関係した手順やルール）。

2.6.1.2　ステップ 2

ステップ 1 で理論的な構成が選ばれると、ステップ 2 のタスクはカリキュラムの中で教えられるべき理論的な内容をすべて選択し、順番に並べることである。この作業には以下の 5 つが挙げられる。

1. ブレーンストーミング
2. すべての原理の洗い出し
3. 単純から複雑への系列に並べる
4. 最も明らかな原理のリストを作成する
5. リストに挙がったものを要約する

まずブレーンストーミングを行い、全ての原理（たいていは、結果または原因の詳細）を洗い出す。その後、それらを単純－複雑へ系列化する。そして、最も明らかなもの（この場合、目標によって明確にされる原理）のリストを作成し、そこから“要約(epitomize)”（精緻化するための最も単純なもの）を始める。これらは、最も単純な原理、もしくは最も基本的で､目に見えてカリキュラム全体において代表的な原理を探すための作業である。

これを行うために、次の経験則(heuristics)が役立つ。

（a） SME(Subject Matter Expert 以下、SME)に、「もし 1 つだけ原理を教えることができるとしたら、何の原理を教えるか」とたずねる。

（b） SME に、より先に発見された原理を特定してもらう。

これらのテクニックを使うことで､徐々に単純な原理の識別ができる｡単純な原理とは、小さなことしか起こらないが、そこに起こるのは大きな規模の原理の本質（最も重要で、明らかな特徴）であるという原理である。

これらのテクニックを使って、“光が凸レンズを通過するときに起こること”についての理解を単純化する、3 つの主な方法を発見した。

以下、表 2.3.にその 3 つの方法を示す。

表 2.3. “光が凸レンズを通過するときに起こること“についての理解を単純化するための 3 つの方法

1．レンズのタイプ

図 2.6.に階層的アプローチと SCM アプローチの特徴を示す。

階層的アプローチは、上位タスクに必要な前提条件によって下位のタスクを識別し、それを下位から順に、部分から全体へ学習していくという系列化である。すべての必要条件を最初に扱い、実務のタスクは最後まで教えない断片的なアプローチである。これに対し、SCM の場合は必要とされる基礎的な要素をすべて含んでいる、タスクの最も単純なケースを識別し、現実の世界のタスクが学習されるまで（要求される複雑さのレベルまで）、次第により複雑なケースへと学習を進めていくという、タスクを全体的に捉えた系列化となっている。この系列化は、タスクを分析すると同時に系列化することができる。これが SCM の特徴である。

SCM は、手続型・発見型いずれも要約（epitomizing）と精緻化（elaborating）という 2 つのパーツから構成される。要約（epitomizing）は、タスク全体の典型である、最も単純なケースの識別過程であり、精緻化は、タスクの次第に複雑になるケースの識別過程である。そもそも精緻化というのは、「綿密にする、詳細にする」といったような意味で、SCM で最初に識別する「最も単純なケース」というのは、何からも精緻化されていない“ 要約 ” の部分である。そして、“ 要約 ” を基に精緻化され、より複雑なものを識別した次のケースからが “ 精緻化 ” の部分となり、SCM はこの 2 つのパーツで構成されていると言うことができる。

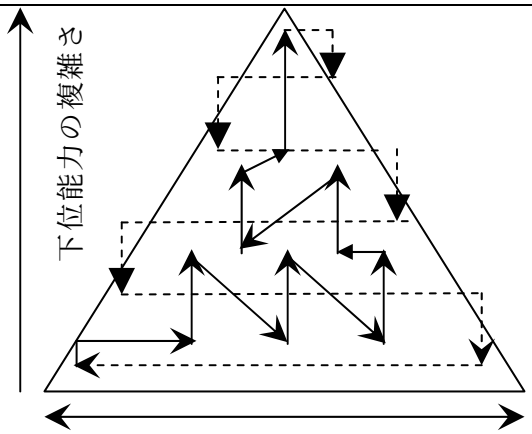
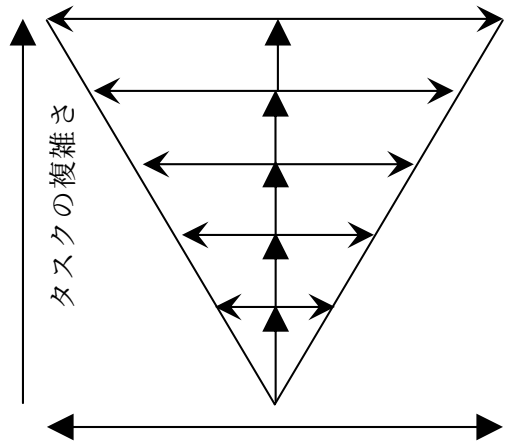
	階層的タスク分析とシーケンシング	SCM による タスク分析とシーケンシング
概念図		
基礎的な論理	部分から全体へ／単純なものから複雑なものへ （下位能力から上位能力へ）	単純なものから複雑なものへ （単純なタスクから複雑なタスクへ）
設計者	タスク分析は、個別のタスクのシーケンシングに先立って行うべき	タスク分析とシーケンシングは、一斉に行うことができる －プロトタイプを早く開発することができる
学習者	上位能力の習得が容易	学習の初期段階から、次のことを提供する 1）全種類のタスク 2）単純だが、応用の利く能力 3）高いモチベーション
階層的アプローチは必要だが充分ではなく、さらにとても断片的なアプローチも取り入れる。		

図 2.6.　階層的アプローチと SCM アプローチ

出典：Reigeluth,C.M.(1999)[1] より FIG.18.5.を訳出

表 2.4.　SCM 事例

■トピック：		
大学院生に 3 日間のワークショップで Microsoft 社製の FrontPage（HTML エディタ）の使い方を教える		
■デザイン背景		
○学習者分析	モチベーション	高い
	事前の知識	なし 33%の学生は Netscape Composer を知っていると予想される。 ほとんどの学生は（Microsoft 社製）Word に精通している。 また、学習者の大多数は、理由は様々だが頻繁にインターネットを利用している。
	感情・情緒	不安を持っている
○タスク分析	タスクの性質	高い複雑さを持つ手続的タスクであるが、概念と理論をサポートすることを含んでいる。 →SCM（条件単純化法）により精緻化

（次ページへつづく）

表 2.4.　SCM 事例　（つづき）

□Learning episode 1□	
原理（principles）の系列化	• 主要ステップは手続的シーケンスで順序付けられる • それぞれの主要ステップを基に、サブステップが使われる順に教えられる • 関連する概念は、同じグループの対応するサブステップと、等位の概念に先んじて紹介される
ケースの特性 (simple version-to-complex version)	最も単純な Web サイト： 1. 公開する（PASS explorer を使う） 2. 1 ページの Web サイト 3. 標準書式のテキスト 4. リンクを貼る 5. 画像を入れる
主要ステップ	Step1. FrontPage のインターフェイスを確認する • “View”ツールバー（概念） • メニューバー（概念） • エディターツールバー（概念） ※箇条書きした概念（番号付けはしない）は、特に順序を決めないで一緒に教えられる Step2. 新しい FrontPage の Web サイトを作成する ① 個人の Web を作る Web サイト（前提条件の概念） ② ホームページに取り組む ホームページ（前提条件の概念） ＊テキストの挿入（構成要素である手順） ＊画像の挿入（構成要素である手順） ＊URL リンクの挿入（構成要素である手順） URL（前提条件の概念） リンク（前提条件の概念） Step3. そのサイトを公開する 公開する（前提条件の概念） ① プレビュー（手順） ② 公開（手順） PASS Explorer（構成要素である手順） ※学内サーバでの公開

（次ページへつづく）

表 2.4.　SCM 事例　（つづき）

□Learning episode 2□	
原理（principles）の系列化	• ステップは使われる順に教えられる • サブステップの前提条件となる理論と概念は、ステップの前に教えられる • 個々の主要ステップの基になるサブステップは、使われる順に教えられる • 等位の概念は一緒に教えられる
ケースの特性 (simple version-to-complex version)	次に単純なケースの Web サイト： 1. 公開する（FTP を使う） 2. 異なるフォルダに 1 ページ以上 3. テーブルを使ったレイアウト 4. 適切に選択されたタイプの画像を入れる 5. 適切な書式のテキスト 6. 相対または絶対的なディレクトリのリンクを貼る
主要ステップ	Step1. FrontPage のインターフェイスを確認する 基本的なサブメニューのアイテム（概念） Step2. FrontPage の Multi-Page（複数ページ）の Web を構築 ① 個人 Web の管理 フォルダを作る（構成要素である手順） Web ファイル管理理論（前提条件の理論） ② Web ページに取り組む ● レイアウト テーブルを使う（構成要素である手順） 視覚（Visual）リテラシー（前提条件の理論） ● 画像の選択 画像の拡大（前提条件の概念） ● テキスト書式 ● リンクページ ディレクトリ階層（前提条件の概念） ＊相対的ディレクトリ（前提条件の概念） ＊絶対的ディレクトリ（前提条件の概念） ※箇条書きした手順（番号付けはしない）は、特に順序を決めないで一緒に教えられる Step3. FTP を使ってこのサイトを公開する WS-FTP（FTP ソフト）を使う（手順） FTP（前提条件の概念） ※FTP ソフトの使い方（学外サーバでの公開準備）

（次ページへつづく）

表 2.4.　SCM 事例　（つづき）

□Learning episode 3□	
原理（principles）の系列化	• ステップは使われる順に教えられる • サブステップの前提条件となる理論と概念は、主要ステップの前に教えられる • 前提条件の概念は原理（理論）の前に教えられる • 等位の概念は一緒に教えられる
ケースの特性 (simple version-to-complex version)	複雑なケースの Web サイト： 1. 公開（ISP を通して） 2. フレームを使う 3. フォームを使う
主要ステップ	Step1. FrontPage のインターフェイスを確認する 上級サブメニューのアイテム（概念） Step2. インタラクティブな FrontPage の Web を構築する ● フレームを使う（手順） －ナビゲーションフレームと表示フレーム ● フォームを使う（手順） －様々なフォームの構成（概念） ＊インタラクティブ Web サイトデザイン原理（サポート理論） －インタラクティブ（前提条件の概念） Step3. ISP を通してこのサイトを公開する ISP を選ぶ（手順） ISP（前提条件の概念） ※学外サーバへ公開

出典：「Elaboration Theory」[2]より部分的に組み合わせて訳出

また、Reigeluth,C.M.(1999)[1] では、SCM(Simplifying Conditions Method)の設計手順として表 2.5.のように示されている。

表 2.5.　SCM 設計手順

Phase 1. 分析・設計の準備
1　準備。分析と設計のために下地を作る。 1.1　SME(Subject Matter Expert)との信頼関係を築く 1.2　一般的なタスクの特性を識別する 1.3　一般的な学習者の特性を識別する 1.4　一般的なインストラクションの制約（または、曖昧なケース）を識別する（制約されている部分と甘い部分）
Phase 2. 最初のラーニングエピソードを特定する
2　最も単純なケース（Epitome） 全体の公平な代表であるタスクの最も単純なケースを見極めること、また他のすべてケースから、その最も単純なケースを区別する条件を説明することは SME を助ける。 • いくつかのタスクの主なケースと、あるケースが他に対して適切であるとき区別する条件を見極めることから始めることが役立つだろう。 • 異なった条件について考えることは、ケースを識別することを助ける。そして、異なった（複雑さの）ケースについて考えることは、条件を識別することを助ける。従って、それは同時または交互におこなうのが良い。 • SME に、今までに見た中で最も単純なケースについて語ってもらえるようお願いする。その場合、最も単純なケースと類似したケースの授業になるだろう。それから、タスク全体として、そこからどのように代表的だったかを確かめる。 • 選択する単独で正しいケースがない。それは普通トレードオフ（交換取引）の問題である。タスクのとても単純なケースはたいてい、タスク全体としてあまり代表ではない。より代表的で単純なケースは、おそらくより良い。なぜならそれは、下位系列のケースと関わることができる学習者へ、より実用的な概要を提供するからである。 • あなたは単純で代表的であることに加えて、他の基準を使いたいかもしれない。例えば、共通性/一般性（どれくらい頻繁に、そのタスクのケースを実行したか）、そして安全性（学習者と/または設備に、どのくらいリスクがあるか）

（次ページへつづく）

表 2.5.　SCM 設計手順（つづき）

3　構成内容

（手続型タスクの場合、内容はステップで構成される。一方、発見型タスクの場合、構成内容は原理（経験則）である。）

タスクのこのケースのために、構成内容を分析する。どのくらいタスク（手続型、発見型、または両者の組み合わせ）の性質によって変化するのか。

（このケースは１つのエピソードにとって適切なサイズかどうかを見極めるのに重要であるため、この時点で行われる）

- もし、主として手続型の場合、概要やフローチャートを描く初期段階において、サブステップの識別のために手続型タスク分析を行う。
- もし、主として発見型の場合、実践的モデルにおけるガイドラインと決定ルールを識別するため、そして解釈モデルにおいて解釈を識別するために、この章の次のセクションで説明されたそのプロセス（過程）を利用。
- もし、両者の組み合わせならば、どちらも行う：サブステップ、ガイドライン、決定ルール、解釈、そしてそれぞれの図表の描写を識別。

4　サポートする内容

このケースのためのサポートする内容の分析。

（この時点で行うことが重要。このケースが１エピソードにとって大きすぎるか小さすぎるかどうか決めることができる。）

4.1　このケースに直接的に関連があり、まだ学習者に習得されていない、情報、理解力、能力、メタ認知／上位思考能力スキル、感情の特性（例えば、態度）を識別。

4.2　スタートレベルまで下がった、それらの理解力、能力、メタ認知/上位思考能力、そして感情の特性を分析する。手続型、発見型タスク分析のアプローチはスキルと上位スキルに功を奏す。そして、階層的アプローチは前提条件の理解の識別までかなり容易に広げることができる。

○　この時点で、このケース（最も単純なケース）のエピソードにおいて教える必要がある全ての内容を識別している。しかし、もし高度な構成主義のインストラクションのアプローチを使い、そして自己管理・自己制御学習である必要があるなら、何のサポート内容も教えられない。それでも、この全てのサポート内容に気づくために、または必要なときに学習者に適切な足場を提供するために、または学習者が重要なサポート内容を学習するための適当な素材を識別するのを助けるために、教師（またはガイド）にとって役に立つものである。

（次ページへつづく）

表 2.5.　SCM 設計手順（つづき）

5　サイズ

タスクのこのケースが、コースのエピソードのサイズとかみ合うために必要とされる学習の量を確認する。

5.1　エピソードはどのくらいの大きさであるべきか決める。

- もしあれば、具体的な指導状況の制限を分析する。
  （1 コマの授業が 45 分といったように）
- 必ず、授業と宿題の時間の両方について留意する。
- 大きすぎるのは良くない。内容のグループ分けで最適なサイズを良く考えるなかで、どのくらい自分の学習者が、休憩なしで続けられるか良く考えること。これは、次のような要素による：学習者の年齢、内容の難易度／抽象性、インストラクションの動機となるような価値、そして、さらなる要素。
- 小さすぎるのも良くない。学習者の集中力と約束を中断しないために、どのくらい作業できるかについてもよく考えること。
- より少ない期限に定めた学習環境のために、エピソードのサイズはより検討材料により決められるべきである。検討材料とは、Bruner(1960)※注が言うところによると、学習者の努力に相応する見返りを保証するということ。それらは、エピソードをサイズと同等にする必要も少しある。

5.2　エピソードのサイズを目標の大きさになるように調整する。

- もし、エピソードの時間が目標よりも長ければ、なるべく他の単純化した条件を加えてエピソードのサイズを短くする（目標に合わせる）。必要であれば、エピソードを短くするために、現実にはない単純化した条件を作り出すことは可能であるが、そうすることは明らかにマイナスである。しかしながら、そのマイナスを埋め合わせることも、ほぼ可能である。二者択一的に、いくつかのサポート内容は、このエピソードから移動されるかもしれないが、前提となる知識はいかなるものも内容構成のために移動してはいけない。
- もし、エピソードが目標よりとても短かった場合は、できれば単純化した条件（スキルを加えることが必要となるもの）を動かすことでエピソードのサイズを増やす。

（次ページへつづく）

※注：Reigeluth,C.M.(1999)[1]の中でライゲルーF スが以下を引用している
Bruner,J.S.(1960).The process of education. New York:Random House.

表 2.5.　SCM 設計手順（つづき）

6　エピソード内の系列化

もし、学習者にたくさんのガイダンスを提供することを決めていたら、このエピソードの内容を系列化したくなるだろう。しかし、もしほんの少しのガイダンスで Problem/Project-based learning を使うつもりならば、何の学習リソースがいつ学習者に必要となるかを把握する必要があるだろう。いずれにしても、学習者にアイデアを出すとき、またはエピソード内の系列化を行うときに、以下のガイドラインのいくつかを考えたくなるだろう。

- 前提条件となる内容のちょうどその前に、前提条件を教える（前提条件の復習）
- 関係のある手順の前に、理解力（原理、因果モデル、またはプロセスモデル）を教える
- 等位の概念は一緒に教える
- 使われた順に内容を教える（例：手続的系列化）

○ この時点で、もし ISD（インストラクショナル・システム・デザイン）にラピッドプロトタイピングを使っているならば、このラーニングエピソード（要約=epitome）のためのインストラクションの設計・開発の準備ができたことになる。そうでなければ、残りのエピソードそれぞれのスコープとシーケンスを設計するために、Phase3 へ続く。

（次ページへつづく）

表 2.5.　SCM 設計手順（つづき）

Phase 3. 次のラーニングエピソードを特定する

7　次のケース

全体にとって公平で代表的なタスクの次のケースを識別するよう SME を助ける。

7.1　すべての複雑なケースから最も単純なケースを区別する、すべての単純化された条件を識別、序列化する。

- それぞれの単純化された条件は、タスクを実行するために、専門家が必要とするいくつかの能力や知識を取り除く。異なる条件は、複雑性で変化する、異なるスキルと知識のセットに相当する。これは、タスク実行のための要求がどのくらい複雑かによって並べられる、単純化した条件を考慮している。
- 条件単純化の序列は、単純から複雑へというタスクのケースの順序付けに相当する。
- 条件単純化の序列は、ステップ 2 で利用したものと同じ基準で行われるべきである。（ステップ 2：結果として生じるケースはどのくらい単純で代表的なのか。そして、選んだ他の基準は、例えばどのくらい一般的なのか、またどのくらい安全なのか。）
- すぐに条件単純化のすべてを識別できるとは期待しないこと。分析を進めるにつれて、付け加えるべき追加の条件をみつけるだろう。どれほど経験を積んでいても、初めから行うことになる。
- これらの条件単純化は、最初に識別されるため、PSCs: Primary simplifying conditions（第一条件単純化　以下、PSCｓ）と呼ばれる（Secondary simplifying conditions: 第二条件単純化については次に述べる）。
-

3.3.1 教材の概要

(1) タイトル：

Web ページ作成入門（Microsoft 社製の FrontPage Express を利用した Web ページ作成）とした。

(2) 対象者集団：

Web ページ作成初心者の大学生（1 年生）とした。

(3) 学習目標：

教材を見ながら、Microsoft 社製の FrontPage を利用してインタラクティブな Web ページを作成し、公開することができるようになる。また、作成した Web ページを、ISP（外部サーバ）を通して公開することができるようになる。

(4) 事前／事後テスト

表 3.1.に作成した事前／事後テストと、その合格基準を示す。

表 3.1. 事前／事後テスト

＜事前／事後テスト＞

次の条件を満たす Web ページを作成・公開し、その URL を記述しなさい。

URL：http://

＜条　件＞

- 最上位の階層（サーバの public_html などの直下）にホームページとなる index ファイルがあること
- サーバに標準で設置されているフォルダ（public_html など）以外に、作成した Web サイトが 1 つ以上のフォルダで構成されていること
- 外部リンク・サイト内リンクが張られていること
  （サイト内リンクは相対パスで設定すること）
- サイト内にテーブルを使ったレイアウトが含まれていること
- ナビゲーションフレームと表示フレームにフレーム分けされていること
- フォームを利用した、インタラクティブな Web ページであること
- 適切な表示サイズの画像が挿入されていること
- ISP を通して公開されていること
- 図や表、グラフ、画像などのビジュアルテキストは、わかりやすい（簡潔・明快）こと（⇒ビジュアルリテラシーの評価）

- 合格基準

事前／事後テストともに、すべてクリアしない場合には不合格

（事前テスト不合格の場合は教材へ進む） z8tHÐ

表 3.3.　教材 A と教材 B の構成比較一覧（つづき）

■ Learning Episode 2 ■	■ Learning Episode 3 ■（第4章）
- Step 1 - **インターフェイスの確認（サブメニュー）**	**- Step 1 -** **表の挿入、編集**
2-5 **メニューの操作**(p.50)	4-3 **表の挿入と文字の入力** 4-4 **表の編集**(1)**行や列、セルの挿入・削除** 4-5 **表の編集**(2)**セルの分割・結合** 4-6 **セルの書式設定** **練習問題**3-1
- Step 2 - **複数の**Web**ページを作成する**	**- Step 2 -** **画像（１）－挿入**
3-2 **ファイルの保存**(p.68) 3-5 **文字列の配置変更** 3-6 **文字の強調** 3-7 **文字のフォントやサイズ変更** 3-8 **文字色の設定** 3-9 **文字の装飾** 3-10 **箇条書きや番号リストの作成** 3-11 **インデントの設定・解除** 3-12 **見出しの設定** **練習問題**2-1 4-3 **表の挿入と文字の入力** 4-4 **表の編集**(1)**行や列、セルの挿入・削除** 4-5 **表の編集**(2)**セルの分割・結合** 4-6 **セルの書式設定** **練習問題**2-2 4-8 **画像サイズの変更** 4-9 **画像の配置変更** 4-10 **画像の横にテキストを入れる** **練習問題**2-3 3-12 **（見出しの設定）－**Coffee Break**－** **インターネット上のリンク表し方** 4-12 **ハイパーリンクの設定**（p.158） **練習問題**2-4	4-7 **画像の挿入** **練習問題**3-2
Step 3 - FTP**ソフトを利用して公開する**	**- Step 3 -** **画像（２）－編集**
6-2 **ホームページのアップロード**(2) FTP**ソフトを利用してU**ドライブへ **練習問題**2-5	4-8 **画像サイズの変更** 4-9 **画像の配置変更** 4-10 **画像の横にテキストを入れる** **練習問題**3-3
	- Step 4 - **リンクの設定（１）**
	4-12 **ハイパーリンクの設定** **練習問題**3-4
	■ Learning Episode 4 ■（第5章）
	- Step 1 - **フォームを使う**
	5-2 **フォームの作成** 5-3 **フォームの送信** **練習問題**4-1
	- Step 2 - **フレームを使う**
	5-4 **フレームの作成** **練習問題**4-2

（次ページへつづく）

表 3.3.　教材 A と教材 B の構成比較一覧（つづき）

■ Learning Episode 3 ■	■ Learning Episode 5 ■（第6章）
- Step 1 - **インターフェイスの確認（上級サブメニュー）**	**- Step 1 -** **Uドライブにファイルを保存して公開する**
5-2 **フォームの作成**（p.179・180）	6-1 **ホームページのアップロード**(1) **Uドライブにファイルを保存** **練習問題**5-1
- Step 2 - **インタラクティブなWebの作成**	**- Step 2 -** **FTPソフトを利用した公開**
5-4 **フレームの作成** **練習問題**3-1 5-2 **フォームの作成** 5-3 **フォームの送信** **練習問題**3-2	6-2 **ホームページのアップロード**(2) **FTPソフトを利用して外部（学外）サーバへ公開する** **練習問題**5-2
- Step 3 - **外部（学外）サーバを通してWebサイトを公開する**	
1-4　**ホームページ作成から公開までの手順** **（2. Webサーバを準備する）** **練習問題**3-3	

ストアドレスに「¥¥」を付けたまま入力してしまった。

4. Episode3 ステップ 2 フォームハンドラの学習はメールで受信する場合の学習には不要であることがわかった。

以上の点について、教材 A、B ともに同様の改善を行った。

改善点は以下の通り。（上記の番号と対応）

1. さらに目立つよう、練習問題の例の中に注釈を挿入した。
2. セルの操作についての補足説明を挿入した。
3. U ドライブのホスト説明の補足をする際、ホストアドレスには「¥¥」が付かないことを付記した。
4. ページ内の学習が必要な部分にだけ蛍光ペンでマークをした。

3.5.4 実施結果（教材 B）

教材 A で明らかになった改善点を改善した後で、教材 B の 1 対 1 評価を実施したところ、事後アンケート・インタビューを含め、以下のような点が明らかとなった。

これらの問題点は次章で述べる比較実験を行うときには障害にならないと判断できるものであった。修正は行わず比較実験を行ったので、修正作業については、この研究としては今後の課題とした。

1. 学習内容一覧の他に、表紙として対象となる学習者や前提条件を書いた表紙が必要かもしれない。
2. フォームフィールド内に全てのフォームが入力されていないと同時に送信されないことについて理解されにくい。
3. フォーム送信時に必要となる Internet Explorer の標準電子メール設定の際、他のプログラムは変更しなくても良いことを付記した方が良い。
4. フォーム送信時に標準メールを Hotmail にした場合、フォーム送信ボタンを押すと出てくる、Hotmail の ID とパスワードを入力するポップアップが、Hotmail のことだと気づかない。
5. 階層、フォルダ作成についての学習が見落としがちになってしまう。

第 4 章　比較実験

第 1 節　目的

精緻化理論の検証を目的として、精緻化理論に基づき系列化された教材を教材 A、市販テキストの系列による教材を教材 B とした 2 種類の教材を用意し、教材 A と教材 B の間でモチベーションの維持、学習成果に差が見られるかどうかアンケートを取り比較するという実験を行った。

第 2 節　比較実験 1（予備実験）

4.2.1　実験の方法

形成的評価に参加した 2 名に対し、教材 A と教材 B の間でモチベーションの維持、学習成果に差が見られるかどうかアンケート調査を行い、予備実験として比較を行った。この実験は、表 4.1 の要領で行った。

表 4.1　比較実験 1（予備実験）の実施計画

1. 時期	8 月 3 日
2. 対象者	教材 A、教材 B の形成的評価の協力者
3. 人数	2 名
4. 実施要領	形成的評価の協力者に、形成的評価で学習した教材のもう一方（教材 A の評価を行った協力者は教材 B を、教材 B の評価を行った協力者は教材 A を）を見てもらい、事前に選べるとすればどちらの教材で学習をしたいと思うか、その理由などについてアンケートをとる。そのアンケートをもとに、教材 A、教材 B を比較分析する。

5. アンケート 内容（概要）	● あなたの学習した教材はどちらですか ● もし、事前に教材 A と教材 B を選ぶことができたら、どちらを選んでいましたか ● 選んだ理由を教えてください（自由記述） ● 選ばなかった理由を教えてください（自由記述） ● 教材 A では、3 つの章ごとに Web ページを完成させることができましたが、そのためにモチベーションを維持することができたと思いますか ● 教材 B では、項目ごとに学習を修了してから次のステップへ進みましたが、そのためにモチベーションを維持することができたと思いますか ● この学習をしたい他の人にすすめるとしたら、教材 A・B どちらをすすめますか ● その他　2 つの教材を比較してご意見等ありましたらお願いします（自由記述）
6. 準備する道具	● 手順書（このアンケートを行うにあたっての手順） ● 教材 A、教材 B 内容比較一覧 ● 教材および、テスト一式 ：教材 A（精緻化理論に基づいた教材）、教材 B（市販テキストを基にした教材）前提テスト、事前／事後テスト ● アンケート用紙 手順書、教材 A、教材 B 内容比較一覧、アンケートについては資料 D として添付する。

4.2.2　実験の結果

教材 A の学習者は、事前に教材を選ぶことができたとしたらどちらを選びましたか、という問に対して、教材 B を選ぶと回答した。理由としては、最後まで学習してからアップロードという構成であるためで、教材 A の場合は各章ごとにアップロードをするようになっているので大変であるということだった。

しかし、その一方で他の人にすすめるとしたら教材 A の方が前に学習したことを振り返る構成になっているので良いという回答であり、教材 A の長所は「振り返って前に学習したこともできる」ということで、繰り返しステップアップして行くことで、前の学習を復習しながらレベルアップできるということを述べている。

一方で教材 B の学習者は、事前に教材を選ぶことができたとしたらどちらを選びましたか、という問に対して、教材 A を選ぶと回答した。理由としては、どのような手順を踏めば Web ページとして成り立つのかが必要最低限の知識を覚えるだけで分かるということだった。

また、他の人にすすめるとしたらどちらかという問に対しても先の回答と同じ理由で教材 A を選択。教材 A のほうがやる気を持続させるという面で良い、という回答を得た。

第 3 節　比較実験 2（本実験）

4.3.1　実験の方法

この実験は、形成的評価の協力者を除き Web ページ作成経験者を対象に、教材 A と教材 B を実際に見てもらい、2 つの教材の間でモチベーションの維持、学習成果に差が見られるかどうかアンケート調査を行い、比較を行った。この実験は表 4.2 の要領で行った。

表 4.2　比較実験 2（本実験）実施計画

1. 時期	8 月 3 日～5 日
2. 対象者	教材 A、教材 B の形成的評価の協力者以外の学部生・大学院生
3. 人数	8 名
4. 実施要領	Web ページ作成の経験者である協力者に、教材 A と教材 B を見て比べてもらい、どちらの教材で学習をしたいと思うか、その理由などについてアンケートをとる。そのアンケートをもとに、教材 A、教材 B を比較分析する。
5.アンケート内容（概要）	● あなたが学習をするとしたら、どちらを選んでいましたか ● 選んだ理由を教えてください（自由記述） ● 選ばなかった理由を教えてください（自由記述） ● 教材 A では、3 つの章ごとに Web ページを完成させることができましたが、そのためにモチベーションを維持することができたと思いますか ● 教材 B では、項目ごとに学習を修了してから次のステップへ進みましたが、そのためにモチベーションを維持することができたと思いますか ● この学習をしたい他の人にすすめるとしたら、教材 A・B どちらをすすめますか ● その他　2 つの教材を比較してご意見等ありましたらお願いします（自由記述）
6. 準備する道具	● 手順書（このアンケートを行うにあたっての手順） ● 教材 A、教材 B 内容比較一覧 ● 教材および、テスト一式 ：教材 A（精緻化理論に基づいた教材）、教材 B（市販テキストを基にした教材）前提テスト、事前／事後テスト ● アンケート用紙 手順書、教材 A、教材 B 内容比較一覧、アンケートについては資料 E として添付する。

4.3.2　実験の結果

あなたが学習するとしたら教材 A と教材 B のどちらを選びましたか、という問に対しての回答は、教材 A・B ともに半数ずつであった。しかし、他の人にすすめるとしたらどちらを選ぶかという問に対しては、8 名中 5 名が教材 A、1 名が教材 B を選択。また 1 名は「授業で使えそうなのは A、独学であれば B」という回答、残り 1 名は無回答であった。無回答の理由は、実際に教材を利用して学習してみないと回答できない、というものであった。

この結果には、協力者が全員 Web ページ作成の経験者であったことが影響していると考えられる。教材の対象が初心者であるため、他の人にすすめるとしたらどちらかという問に対しては教材 A を選ぶ回答者が多かったこと、またその理由として、「やったことを忘れにくい構造のため」、また、「Episode1 さえやってしまえば基本的な Web ページができるので、初心者でも楽しく、わくわくしながらやれそう。モチベーションが維持できそう。」と述べられていることから、精緻化理論の特徴であるモチベーションがより維持され、それが学習効果につながるということが示唆されたと見ることができる。

ただし、今回のアンケート協力者は Web ページ作成経験者であったため、教材の対象である前提条件を満たす初心者にアンケートをとることによって、さらに明らかなデータを得られると考えられる。これは今後の課題となる。

第 5 章　まとめ

本研究では、日本には紹介されていないインストラクショナルデザイン理論の１つである精緻化理論(Elaboration Theory)について、英語の文献[1][5]に基づいて詳細に解説した。また、精緻化理論に基づき、入門情報教育教材として、HTML エディタソフトを利用した Web ページの作成・公開手順の学習を支援する独学教材を設計、開発した。

精緻化理論の特徴は、学習の内容やタスクを細かく砕いて小分けにするのではなく、現実的な内容、そのタスクの領域を見極めることによって学習の内容を単純化し、単純・包括的なものから始まり､次第に複雑･詳細なものへと学習を進めていくというものである。

そこで、この精緻化理論のモチベーションの維持や学習成果を検証した。

検証にあたっては、まず精緻化理論で述べられている方略の１つである SCM（Simplifying Conditions Method）を応用した事例 [2]を基に、Web ページ作成初心者の大学生（1 年生）を対象とした、Web ページ作成入門（Microsoft 社製 FrontPage Express を利用した Web ページ作成）の教材を設計・開発した。

この教材は、市販テキストである「かんたん図解ホームページ FrontPage Express 編」[5] から SCM 事例[2]で学習する内容をすべて抜き出し、事例[2]に合わせて内容を系列化しなおした、教材 A（精緻化された構成の教材）と、抜き出したものを市販テキストのページ番号通りに揃えた教材 B（既存のテキスト構成の教材）の 2 種類を用意した。

これら教材 A、教材 B については、形成的評価として 1 対 1 評価をそれぞれを行い、教材の改善を行った。そして、２つの教材にモチベーションの維持や学習成果に差があるのかどうか、比較実験としてアンケートを行った。その結果、自分で学習したい教材として選ばれたのは教材 A と教材 B は半数ずつだった反面、初心者にすすめたい教材としては 10 人中 7 名が教材 A を選択した。その理由に、達成感を持つことができる、またモチベーションが維持されると言った回答が得られたことから、精緻化理論の成果が示唆されたと見ることができる。

第 6 章　今後の課題

本研究には、今回対応できなかったものや、時間や条件により残されている課題、また様々な研究の可能性が残っている。

まず、今回の研究では対応していない、教材 B の形成的評価を受けての以下の改善点には、それぞれ対応する必要がある。しかし、すべてについて本当に改善する必要があるかどうかを吟味する必要がある。ここで、必要であったと判断した場合の改善策を提案する。

1. 学習内容一覧の他に、表紙として対象となる学習者や前提条件を書いた表紙が必要かもしれない。

1'.　対象者、前提条件、学習目標を記載した表紙を添付する。

2. フォームフィールド内に全てのフォームが入力されていないと同時に送信されないことについて理解されにくい。

2'. 注釈、または補足説明を作成して教材に挿入する。

3. フォーム送信時に必要となる Internet Explorer の標準電子メール設定の際、他のプログラムは変更しなくても良いことを付記した方が良い。

3'. プログラムは電子メール設定以外は変更しないことを注釈として挿入する。

4. フォーム送信時に Internet Explore の標準電子メール設定を Hotmail にした場合、フォーム送信ボタンを押すと出てくる、Hotmail の ID とパスワードを入力するポップアップが、Hotmail のことだと気づかない。

4'. ポップアップの例を示し、補足説明として教材に挿入する。

5. 階層、フォルダ作成についての学習が見落としがちになってしまう。

5'. テキストを自作して挿入する、または練習問題に組み入れる、など要検討。

また、今回の形成的評価、比較実験のアンケート調査について被験者は Web ページ作成経験者であった。今後の課題として、教材の前提条件を満たす未経験者に対して形成的評価、アンケート調査を行うことが挙げられる。また、比較調査については、今回のように 2 つの教材を比較しながら見るだけでなく、実際に学習してもらってからアンケートをとることにより、更に明確なデータを得ることができると考えられる。

また、今回作成した教材では、事前テストについて、すべての条件をクリアしなければ教材へ進むこととしているが、クリアした項目によって教材の学習箇所を特定するなどの

対応表を作成することによって、より学習者に適した学習を提供することができると考えられる。

本研究では、精緻化理論の方略の中でも SCM（Simplifying Conditions Method）の事例について主に取り上げて検証したが、概念的精緻化シーケンスや理論的精緻化シーケンスなど他の方略についても事例を挙げ、検証するという研究も必要である。

参考文献

[1] Charles M. Reigeluth (1999). INSTRUCTIONAL-DESIGN THEORIES AND MODELS Volume 2 A New Paradigm of Instructional Theory. LEA.

[2]「Elaboration Theory」4. How is this theory used?
http://www.personal.psu.edu/users/y/x/yxx105/knowledge/f.htm#how

[3] Charles M. Reigeluth(1987).Instructional Theories in Action: Lessons Illustrating Selected Theories and Models. LEA.

[4] 鈴木克明(2002)「教材設計マニュアル―独学を支援するために―」北大路書房

[5] 傍嶋恵子（1999）「かんたん図解ホームページ FrontPage Express 編」（株）技術評論社

[6] Instructional Blueprint for Elaboration Theory
http://www.personal.psu.edu/users/j/u/jux100/KB/ET/ET%20Blueprint.pdf

資料一覧

資料 A　事前／事後テスト 1

資料 B　前提テスト 2

資料 C　形成的評価　道具
　資料 C-1　経過記録用紙（教材 A） 3
　資料 C-2　経過記録用紙（教材 B） 6

資料 D　比較実験 1（予備実験）　道具
　資料 D-1　アンケート手順書 11
　資料 D-2　教材 A・B 内容比較一覧 12

資料 E　比較実験 2（本実験）　道具
　資料 E-1　アンケート手順書 14
　資料 E-2　教材 A・B 内容比較一覧 15

資料 F　比較実験アンケート結果一覧 17

資料 G　教材 A・教材 B の構成内容に関する資料
　資料 G-1　教材 A 構成一覧：教材 A の構成、練習問題の挿入状況 18
　資料 G-2　教材 B 構成一覧：教材 B の構成、練習問題の挿入状況 22
　資料 G-3　　練習問題対応表・問題一覧 26

資料 H　　Rigeluth,C.M(1987)[3] レッスン概要・コメント訳
　資料 H-1　モジュール 1:　一般的な理科（小学校 6 年生程度） 33
　資料 H-2　モジュール 5:　物理（中学校 3 年生程度） 38
　資料 H-3　モジュール 17:　光（高校 3 年生程度） 40

別添資料 1　教材 A

別添資料 2　教材 B

資料 A　事前／事後テスト

＜事前／事後テスト＞

名　前＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

次の条件を満たす Web ページを作成・公開し、その URL を記述しなさい。

URL：http://＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

＜条　件＞

- 最上位の階層（サーバの public_html などの直下）にホームページとなる index ファイルがあること
- サーバに標準で設置されているフォルダ（public_html など）以外に、作成した Web サイトが 1 つ以上のフォルダで構成されていること
- 外部リンク・サイト内リンクが貼られていること
  （サイト内リンクは相対パスで設定すること）
- 作成した Web サイト内にテーブルを使ったレイアウトが含まれていること
- ナビゲーションフレームと表示フレームにフレーム分けされていること
- フォームを利用した、インタラクティブな Web ページであること
- 適切な表示サイズの画像が挿入されていること
- 外部（学外）サーバを通して公開されていること
- 図や表、グラフ、画像などのビジュアルテキストは、わかりやすい（簡潔・明快）こと
  （⇒ビジュアルリテラシーの評価）

● 合格基準
事前／事後テストともに、すべてクリアしない場合には不合格
（事前テスト不合格の場合は教材へ進む）

資料 B　前提テスト

＜前提テスト＞

名　前＿＿＿＿＿＿＿＿

問 1　次の問に答えなさい

(1) Web ページを閲覧したことがありますか
（はい／いいえ）

(2) Web ページをこれまで作成したことがありますか
（はい／いいえ）

(3) Word の基本操作ができますか
次のうち、できるものには○を、自信のないもの・できないものには×をつけなさい
－Word 基本操作－
- 新規文書作成　（　）
- 保存　（　）
- 修正／上書き保存　（　）
- 文字入力／フォント書式設定　（　）
- 図、表の挿入　（　）
- 箇条書き、段落番号　（　）

＜前提テスト　合格基準＞

問 1 (1) はい　（いいえ⇒不合格）
問 1 (2) いいえ　（いいえ⇒事前テストを受けずに教材へ　はい⇒事前テストへ）
問 1 (3) すべて○

資料 C　形成的評価　道具
　資料 C-1　経過記録用紙（教材 A）

□　経過記録用紙（教材 A）

	＜経過＞	＜メモ＞
前提テスト		
事前テスト		
Learning Episode 1		
ステップ 1		
• 表示ツールバー • 編集ツールバー • メニューバー		
ステップ 2		
• 文字入力		
練習 1－1		
• 画像挿入		
練習 1－2		
• リンク挿入		
練習 1－3		
ステップ 3		
• プレビュー		
• アップロード		
練習 1－4		

Learning Episode 2	＜経過＞	＜メモ＞
ステップ 1		
• インターフェイス		
ステップ 2		
• フォルダ作成		
• 文字書式変更		
練習 2-1		
• 表作成		
練習 2-2		
• 画像サイズ変更		
練習 2-3		
• 相対/絶対リンク		
練習 2-4		
ステップ 3		
• FTP ソフトの使い方		
• アップロード		
練習 2-5		

Learning Episode 3	＜経過＞	＜メモ＞
ステップ 1		
• インターフェイスの確認		
ステップ 2		
• フレーム区切り		
練習 3-1		
• フォーム挿入		
練習 3-2		
ステップ 3		
• ISP アップロード		
練習 3-3		
事後テスト		

資料 C-2　経過記録用紙（教材 B）

□　経過記録用紙（教材 B）

	＜経過＞	＜メモ＞
前提テスト		
事前テスト		
Learning Episode 1 （第 1 章・第 2 章）		
ステップ 1 • ホームページを作成する前に • インターネットのしくみ • ホームページ作成から公開までの手順		
ステップ 2- • FrontPage Express を使うための基本操作 • 基本画面 • メニューの操作 • ページ編集に必要なさまざまな表示方法 • ブラウザでプレビューを確認する		

Learning Episode 2 （第 3 章）	＜経過＞	＜メモ＞
ステップ 1 • 文字の入力（1） 入力・改行 • ファイルの保存 練習 2-1		
ステップ 2 • 文字の入力（2） 配置変更・強調・装飾 • 箇条書きや番号リストの作成 • インデントの設定・解除 • 見出しの設定 • インターネット上のリンク表し方（相対・絶対）		

Learning Episode 4 （第 5 章）	＜経過＞	＜メモ＞
ステップ 1 • フォームを使う 作成 • 送信		
練習 4-1		
ステップ 2 • フレームを使う フレーム作成		
練習問題 4-2		
Learning Episode 5 （第 6 章）	＜経過＞	＜メモ＞
ステップ 1 Web 発行ウィザードを利用した公開 • ホームページのアップロード (1) Web 発行ウィザード		
練習 5-1		
ステップ 2 FTP ソフトを利用した公開 • ホームページのアップロード (2) • FTP ソフト		
練習 5-2		
事後テスト		

資料 C-3　事後アンケート

□　事後アンケート

- 手順の指示はわかりやすいですか
  はい　いいえ　コメント ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

- 練習問題の量は適切でしたか
  はい

- 練習問題の挿入箇所は適切でしたか
  はい　いいえ　コメント ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

- 練習問題（問題自体）の問い方は理解できましたか
  はい　いいえ　コメント ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

- 白黒のコピー教材だったために理解が難しかった箇所がありましたか
  はい　いいえ　コメント ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

- ページ内で必要な部分だけを学習する場合に、戸惑ったり、何を学習するのかわからなかったりしたことがありましたか
  はい　いいえ　コメント ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

- 教材中に、注釈や補足説明を挿入していましたが、学習のたすけになりましたか？
  はい　いいえ　コメント ＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

- その他、ご意見アドバイス等あれば自由に記入してください

資料 D　比較実験 1（予備実験）　道具
　資料 D-1　アンケート手順書

＜アンケートをお願いするにあたっての手順書＞
教材の形成的評価に協力してくださった方

【概要】
　アンケートにご協力いただき、どうもありがとうございます。
　今回お願いするアンケートは、2 つの教材の中身を見て比較していただき、用意したアンケートに答えていただくものです。以下の手順に従って行ってください。

【教材対象者】
　対象としているのは大学生で、Word に精通しており、メールを日常的に利用しています。また、Web を見たことはあるが作成したことのない人です。
　前提テスト、事前/事後テストも用意していますので、教材とともに目を通してください。

【手順】
① 添付資料の教材 A・B 内容比較一覧を見てください。
- どちらの教材も学習量は同じです。練習問題の内容も同じですが、学習内容の順番により、挿入されている箇所は A と B で異なります。
（全く同じ問題が同じタイミングで登場するわけではありません）
- 構成の違いに注目して比較しながら、大まかに学習内容を把握してください。

② 教材 A／教材 B、学習していないどちらか一方を見てください。
- 実際に教材を見てください。流し読みで結構ですが、練習問題は必ず目を通してください。
- 学習の流れをつかむことに重点を置き、目を通してください。

③ 用意したアンケートに回答してください。

【用意しているもの】
① この手順書
② 添付資料：教材 A・教材 B の内容比較一覧
③ 教材 A
④ 教材 B
⑤ アンケート

以上です。
　教材を見る時間に約 10 分、アンケートの回答に約 10 分、合計 20 分程度を予定しています。
　ご協力よろしくお願いいたします。

資料 D-2　教材 A・B 内容比較一覧

Webページ作成入門 - FrontPage Expressを利用したWebページ作成

■ 学習目標 ■

- 教材を見ながら、FrontPage Expressを利用し、インタラクティブなWebページを作成することができるようになる
- 作成したWebページを、外部（学外）サーバを通して公開することができるようになる

【A教材】	【B教材】
■ Learning Episode 1 ■ 最も単純なWebページの作成	**■ Learning Episode 1 ■** インターフェイスの確認
- Step 1 - ここで利用するインターフェイスを確認する	- Step 1 - ● インターネットのしくみ ● ホームページ作成から公開までの手順
- Step 2 - 新しいWebサイトを作成する ● Webサイト、ホームページのしくみ ● テキストの挿入 ● 画像の挿入 ● ハイパーリンクの設定	- Step 2 - FrontPage Expressを使うための基本操作 ● FrontPage Expressの基本画面・メニューの操作 ● ページ編集に必要なさまざまな表示方法（プレビュー）
- Step 3 - Webサイトを公開する ● ホームページ作成から公開までの手順 ● プレビュー ● 公開（Uドライブへファイル保存）	**■ Learning Episode 2 ■** 文字の入力、書式設定 - Step 1 - 文字の入力（1） ● 文字の基本的な入力 ● ファイルの保存
■ Learning Episode 2 ■ 次に単純なWebサイトの作成	Step 2 - 文字の入力（2） ● 様々な文字の書式変更
- Step 1 - ここで利用するインターフェイスを確認する	**■ Learning Episode 3 ■** 表の挿入・編集、画像の挿入・編集、リンクの設定
- Step 2 - 複数のWebページを作成する ● フォルダの作成 ● 文字書式の編集 ● テーブルを使ったレイアウト ● 画像の選択、サイズ変更 ● ハイパーリンクの設定（階層・相対/絶対パス）	- Step 1 - 表の挿入、編集 - Step 2 - 画像（1）－挿入 - Step 3 - 画像（2）－編集
Step 3 - FTPソフトを利用して公開する （Uドライブへアップロード）	- Step 4 - ハイパーリンクの設定（1）
■ Learning Episode 3 ■ 最も複雑なWebサイト	**■ Learning Episode 4 ■** フォームとフレーム
- Step 1 - ここで利用するインターフェイスを確認する	- Step 1 - フォームを使う
- Step 2 - インタラクティブなWebの作成 ● フレーム作成 ● フォーム作成	- Step 2 - フレームを使う **■ Learning Episode 5 ■**（第6章） Webページを公開する
Step 3 - 外部（学外）サーバを通してWebサイトを公開する	- Step 1 - Uドライブへファイルを保存し、公開 - Step 2 - FTPソフトを利用し、外部（学外）サーバへ公開

資料 D-3　アンケート

教材 A・B に関するアンケート

お名前 _____

(1) あなたの学習した教材はどちらですか
　① 教材 A　　② 教材 B

(2) もし、事前に教材 A と教材 B を選ぶことができたら、どちらを選んでいましたか
いずれかに〇をつけてください。
教材 A　・　教材 B

(3) (2)で選んだ教材を**選んだ理由**を教えてください（自由記述）

(4) (2)で選ばなかった教材を**選ばなかった理由**を教えてください（自由記述）

(5) 教材 A では、3 つの章ごとに Web ページを完成させることができましたが、そのためにモチベーションを維持することができたと思いますか
はい　／　いいえ　／　その他（　　）

(6) 教材 B では、項目ごとに学習を修了してから次のステップへ進みましたが、そのためにモチベーションを維持することができたと思いますか
はい　／　いいえ　／　その他（　　）

(7) この学習をしたい他の人にすすめるとしたら、教材 A・B どちらをすすめますか
いずれかに〇をつけてください
教材 A　・　教材 B
・ 理由（自由記述）

(8) その他　2 つの教材を比較してご意見等ありましたらお願いします（自由記述）

資料 E　比較実験 2（本実験）　道具
　資料 E-1　アンケート手順書

＜アンケートをお願いするにあたっての手順書＞

【概要】
　アンケートにご協力いただき、どうもありがとうございます。
　今回お願いするアンケートは、2 つの教材の中身を見て比較していただき、用意したアンケートに答えていただくものです。以下の手順に従って行ってください。

【教材対象者】
　対象としているのは大学生で、Word に精通しており、メールを日常的に利用しています。また、Web を見たことはあるが作成したことのない人です。
　前提テスト、事前/事後テストも用意していますので、教材とともに目を通してください。

【手順】
① 添付資料の教材 A・B 内容比較一覧を見てください。
- どちらの教材も学習量は同じです。練習問題の内容も同じですが、学習内容の順番により、挿入されている箇所は A と B で異なります。
（全く同じ問題が同じタイミングで登場するわけではありません）
- 構成の違いに注目して比較しながら、大まかに学習内容を把握してください。

② 教材 A／教材 B どちらか一方を見てください。
- 実際に教材を見てください。流し読みで結構ですが、練習問題は必ず目を通してください。
- 学習の流れをつかむことに重点を置き、目を通してください。

③ ①で見た教材の他方を見てください。（A の場合は B、B の場合は A）
- 手順①と同じ要領で行ってください。

④ 用意したアンケートに回答してください。

【用意しているもの】
① この手順書
② 添付資料：教材 A・教材 B の内容比較一覧
③ 教材 A
④ 教材 B
⑤ アンケート

以上です。
　教材を見る時間にそれぞれ約 10 分、アンケートの回答に約 10 分、合計 30 分を予定しています。
　ご協力よろしくお願いいたします。

資料 E-2　教材 A・B 内容比較一覧

Webページ作成入門 - FrontPage Expressを利用したWebページ作成

■ 学習目標 ■

- 教材を見ながら、FrontPage Expressを利用し、インタラクティブなWebページを作成することができるようになる
- 作成したWebページを、外部（学外）サーバを通して公開することができるようになる

【A教材】	【B教材】
■ Learning Episode 1 ■ 最も単純なWebページの作成	**■ Learning Episode 1 ■** インターフェイスの確認
- Step 1 - ここで利用するインターフェイスを確認する	- Step 1 - ● インターネットのしくみ ● ホームページ作成から公開までの手順
- Step 2 - 新しいWebサイトを作成する ● Webサイト、ホームページのしくみ ● テキストの挿入 ● 画像の挿入 ● ハイパーリンクの設定	- Step 2 - FrontPage Expressを使うための基本操作 ● FrontPage Expressの基本画面・メニューの操作 ● ページ編集に必要なさまざまな表示方法（プレビュー）
- Step 3 - Webサイトを公開する ● ホームページ作成から公開までの手順 ● プレビュー ● 公開（Uドライブへファイル保存）	**■ Learning Episode 2 ■** 文字の入力、書式設定 - Step 1 - 文字の入力（1） ● 文字の基本的な入力 ● ファイルの保存
■ Learning Episode 2 ■ 次に単純なWebサイトの作成	Step 2 - 文字の入力（2） ● 様々な文字の書式変更
- Step 1 - ここで利用するインターフェイスを確認する	**■ Learning Episode 3 ■** 表の挿入・編集、画像の挿入・編集、リンクの設定
- Step 2 - 複数のWebページを作成する ● フォルダの作成 ● 文字書式の編集 ● テーブルを使ったレイアウト ● 画像の選択、サイズ変更 ● ハイパーリンクの設定（階層・相対/絶対パス）	- Step 1 - 表の挿入、編集 - Step 2 - 画像（1）－挿入 - Step 3 - 画像（2）－編集
Step 3 - FTPソフトを利用して公開する （Uドライブへアップロード）	- Step 4 - ハイパーリンクの設定（1）
■ Learning Episode 3 ■ 最も複雑なWebサイト	**■ Learning Episode 4 ■** フォームとフレーム
- Step 1 - ここで利用するインターフェイスを確認する	- Step 1 - フォームを使う
- Step 2 - インタラクティブなWebの作成 ● フレーム作成 ● フォーム作成	- Step 2 - フレームを使う **■ Learning Episode 5 ■**（第6章） Webページを公開する
Step 3 - 外部（学外）サーバを通してWebサイトを公開する	- Step 1 - Uドライブへファイルを保存し、公開 - Step 2 - FTPソフトを利用し、外部（学外）サーバへ公開

資料 E-3　アンケート

教材 A・B に関するアンケート

お名前 _____

(9) あなたが学習をするとしたら、教材 A と教材 B のどちらを選んでいましたか
いずれかに○をつけてください。
教材 A　・　教材 B

(10) (1)で選んだ教材を**選んだ理由**を教えてください（自由記述）

(11) (1)で選ばなかった教材を**選ばなかった理由**を教えてください（自由記述）

(12) 教材 A では、3 つの章ごとに Web ページを完成させることができましたが、そのためにモチベーションを維持することができたと思いますか
はい　／　いいえ　／　その他（　　）

(13) 教材 B では、項目ごとに学習を修了してから次のステップへ進みましたが、そのためにモチベーションを維持することができたと思いますか
はい　／　いいえ　／　その他（　　）

(14) この学習をしたい他の人にすすめるとしたら、教材 A・B どちらをすすめますか
いずれかに○をつけてください
教材 A　・　教材 B
・ 理由（自由記述）

(15) その他　2 つの教材を比較してご意見等ありましたらお願いします（自由記述）

資料Ｆ　比較実験アンケート結果一覧

質問	あなたの学習した教材はどちらですか	選ぶことができたらどちらを選んでいましたか	選んだ理由	選ばなかった理由	Aはモチベーションを維持することができたか	Bはモチベーションを維持することができたか	他の人にすすめるとしたらどちらをすすめますか	その他
長内　聡子	A	B	1つのことを全部できるようになってから最後にアップするという方がいいかな、と思ったから。	何度もアップするのが大変かもと思ったから	はい	はい	A Aの方が振り返って前に学習したこともできると思うので。でも、Aだと何度も同じことをやらなきゃならない気がするので、面倒くさがりな人にはB	
及川　美紀	B	A	どのような手順を踏めば、Webページとして成り立つのかが必要最低限の知識を覚えるだけで分かるから。	Web ページ作成のためのテクニックをいくつかまとめて学ぶスタイルだったが、終わりが見えない感じがあったから。	はい	いいえ	A Webページをアップするための、とりあえず必要最低限なことが身につきやすいと思ったから。	教材Aのほうが、やる気を持続させるという面から見ると良かったのではないのかと思います。それからメインのWebページ作成のために必要な知識（メーラー、FTPソフト）についての記述が不足していたように思いました。
佐藤　篤		B	読んでいて理解しやすかった	特に理由はないが、Bの方がスタンダードな気がしたので。	はい	はい	A 3つの章すべてでWebページを完成させられるのは大きな達成感につながると思うので。	教材Bの練習3-3の内容がそのステップでの学習とあってないのではないかと感じた。 どちらがよりモチベーションを維持できるかと言えば、学習者にやる気があればどちらでも。そうでなければAの方がいい？
楢原　芳仁		B	自分が何を学習しているのか理解しやすいから	何のために学習しているかはBよりはわかりやすいが、何をしているかの理解がむずかしい気がした	いいえ	いいえ	学習の目的によってどちらが適しているかが変化すると思う 実際に教材をやってみないと何とも言えない	どちらも一長一短だと思いました。両方を上手く組み合わせた教材が作れれば学習しやすいかも、と思う。 どちらがよりモチベーションを維持できるかといえば、どちらとも言えない。
楚　世斌		B	Bは、初めから文字の入力やサイズ変更、画像の貼り付けなどを順番に説明しているのでわかりやすい	Aの場合は、手順的には分かりやすいが、具体的なステップは詳しくないように感じる	いいえ	はい	B Bは初心者でもわかりやすく、文字の入力から最後の公開まで次々へスムーズに進むことができる。	この2つの教材は、内容的には同じですが、構成が変わっていて学習のしやすさが全然違います。教材はやはり分からない人が対象であるから簡単なところからだんだん複雑に行けば学習しやすい。
高橋　浩		B	学びたい要素がまとまっていたほうが学習しやすいから。	短時間で学習するには不向きのように思えたから。（STEP UP式なので、順に学習する必要があると思えた）	2章ぐらいまでなら、はい	自分の知りたいところを読むので、その部分では「はい」。 全体的には「いいえ」。	A＝授業などで使えそう B＝独学向きかな	A→中・高校生など （専門性の低い人） B→大学生・大学院生など （専門性の高い人） を対象にして分けるといいかもしれません。 教材Aは3つの章で上・中・下巻の3冊にすると選びやすくなると思います。 教材Aの1章（または2章まで）と、応用部分（内容ごとにまとまったBのような）を一緒にした教材が欲しい
井ノ上　憲司		A	本当にWordを使いこなせる人が見た場合は、機能を一つ一つ説明されるより、Webサイトを作るという目標から考えられたA教材の方が興味をひかれる。 各STEPごとに自然と復習を行うので、前に習ったことを忘れにくい。	分からない人にとって、機能を知ることは重要であるが、内容がわかるようになってくると飽きてしまうだろう。リファレンスとしては良いと思う。 最終課題をするときに前に習ったことを忘れてしまう。	はい	いいえ	A やったことを忘れにくい構造のため。 （教材としてはAをすすめ、索引としてBをすすめたい）	
高橋　充		A	Webページを作成するということがどんなものなのか、おおまかな流れを簡単なところからスタートして、徐々にレベルを上げながら作成していけるから。 全体を把握しやすい。	Web ページの醍醐味（楽しくて学習者が最もやりたいと思われる）である画像の表示やリンクの挿入などが後半にならないと出てこないため。	はい	いいえ	A Episode1さえやってしまえば、基本的なWebページができるので、初心者でも楽しく、わくわくしながらやれそう。モチベーションが維持できそう。 本を読みながらやるのが苦手な人にはおすすめしやすい。	
松田　幸也		A	段階を踏んでいた方がわかりやすかった。	コンテンツごとにまとまっていると、難易度が一定でないのでわかりにくい。	はい	いいえ	A わかりやすかった（自分的に）	Aは本当の初心者向けで、Bは参考的な印象をうけました。
山下　毅則		A	とりあえず作ってみたいと思うから。 章ごとに何をするのかをしっかり表示していたから。	最後まで読む前に飽きてしまいそう。	はい	いいえ	A 早いうちに完成したときの喜びを味あわせられるから。	とりあえずの知識が欲しい人にはA、がっつり勉強したい人にはBが良いと思った。でも、大半の人はなまけものなのでAが良いと思う。最近の参考書はAの流れのものが多いと思う。

資料 G　教材 A・教材 B の構成内容に関する資料
資料 G-1　教材 A 構成一覧：教材 A の構成、練習問題の挿入状況

A 教材（精緻化教材）

■ Learning Episode 1 ■
最も単純な Web ページの作成

- Step 1 -
インターフェイスを確認する

- 表示、編集、ツールバー
  2-4 FrontPage Express の基本画面(p.49)

- Step 2 -
新しい Web サイトを作成する

- Web サイト、ホームページ（概念）
  1-1　インターネットのしくみ
- テキストの挿入
  3-1 文字の入力・開業
  3-2 ファイルの保存(p.69～71)

練習問題 1-1: A'

- 画像の挿入
  4-7 画像の挿入

練習問題 1-2: (A',) B'

- URL、リンクの概念、挿入
  4-12 ハイパーリンクの設定（p.156,157,159）

練習問題 1-3: (A',B',) F

- Step 3 -
Web 発行ウィザードを利用して公開する

- 公開の概念
  1-4　ホームページ作成から公開までの手順
- プレビュー
  2-7 ページ編集に必要なさまざまな表示方法
  －ブラウザでプレビューを確認する
- 公開する
  6-1 ホームページのアップロード(1)
  U ドライブへファイル保存

練習問題 1-4: (練習問題 1-3 を利用) H

■ Learning Episode 2 ■
次に単純な Web サイトの作成

- Step 1 -
インターフェイスの確認（サブメニュー）
2-5 メニューの操作(p.50)

- Step 2 -
複数の Web ページを作成する
フォルダの作成
3-2 ファイルの保存(p.68)
テキスト書式
3-5 文字列の配置変更
3-6 文字の強調
3-7 文字のフォントやサイズ変更
3-8 文字色の設定
3-9 文字の装飾
3-10 箇条書きや番号リストの作成
3-11 インデントの設定・解除
3-12 見出しの設定
練習問題 2-1: A
テーブルを使ったレイアウト
4-3 表の挿入と文字の入力
4-4 表の編集(1)行や列、セルの挿入・削除
4-5 表の編集(2)セルの分割・結合
4-6 セルの書式設定
練習問題 2-2: (A,) C
画像の選択、サイズ変更
4-8 画像サイズの変更
4-9 画像の配置変更
4-10 画像の横にテキストを入れる
練習問題 2-3: (A,C,) B
リンク　階層・相対/絶対パスの概念
3-12 （見出しの設定）－Coffee Break－
インターネット上のリンク表し方
4-12 ハイパーリンクの設定（p.158）
練習問題 2-4: (A,B,C,F,) G

Step 3 -
FTP ソフトを利用して公開する

- FTP 概念、FTP ソフトを使って公開する
  6-2 ホームページのアップロード(2)
  FTP ソフト
  練習問題 2-5: (練習問題 2-4 を利用) I

■ Learning Episode 3 ■
最も複雑な Web サイト

- Step 1 -
インターフェイスの確認（上級サブメニュー）

- 上級サブメニュー
  5-2 フォームの作成（p.179・180）

- Step 2 -
インタラクティブな Web の作成

- フレーム作成（ナビ・表示フレーム）
  5-4 フレームの作成
  練習問題 3-1: (A,B,C,F,G,) D
- フォーム作成
  5-2 フォームの作成
  5-3 フォームの送信
  練習問題 3-2: (A,) E

- Step 3 -
ISP を通して Web サイトを公開する

- ISP
  1-4 ホームページ作成から公開までの手順
  （2. Web サーバを準備する）
  練習問題 3-3: (練習問題 3-2 を利用, I,) J

※ 練習問題の練習項目のアルファベットでカッコのものは復習項目

練習問題　対応表

練習問題	練習内容	挿入箇所
A’	標準書式テキストの挿入	1-1
A	書式設定を変更したテキストの挿入	2-1
B’	画像の挿入	1-2
B	挿入した画像のサイズ変更、配置変更	2-2
C	テーブルによるレイアウト	2-3
D	フレーム区切り（ナビフレーム・表示フレーム）	3-1
E	フォーム挿入	3-2
F	他サイト URL リンクの挿入（絶対パス）	1-3
G	サイト内リンクの挿入（相対パス）	2-4
H	Web 発行ウィザードによる公開	1-4
I	FTP ソフトによる公開	2-5
J	ISP を経由して公開	3-3

※ 各練習問題には以下の操作が含まれる
- ソフトの起動
- ファイルの新規作成
- ファイルの保存

資料 G-2　教材 B 構成一覧：教材 B の構成、練習問題の挿入状況

B 教材（既存の教材）

■ **Learning Episode 1** ■（第 1 章・第 2 章）
インターフェイスの確認

- Step 1 -
ホームページを作成する前に

1-1　インターネットのしくみ(p.17)
1-4　ホームページ作成から公開までの手順

- Step 2 -
FrontPage Express を使うための基本操作

2-4 FrontPage Express の基本画面(p.49)
2-5 メニューの操作(p.50)
2-7 ページ編集に必要なさまざまな表示方法
－ブラウザでプレビューを確認する

■ **Learning Episode 2** ■（第 3 章）
文字の入力、書式設定

- Step 1 -
文字の入力（1）

3-1 文字の入力・改行
3-2 ファイルの保存

練習問題 2-1 A'

- Step 2 -
文字の入力（2）

3-5 文字列の配置変更
3-6 文字の強調
3-7 文字のフォントやサイズ変更
3-8 文字色の設定
3-9 文字の装飾
3-10 箇条書きや番号リストの作成
3-11 インデントの設定・解除
3-12 見出しの設定
－Coffee Break－
インターネット上のリンク表し方

練習問題 2-2 A

■ **Learning Episode 3** ■（第 4 章）
表の挿入・編集、画像の挿入・編集、リンクの設定

- Step 1 -
表の挿入、編集

4-3 表の挿入と文字の入力
4-4 表の編集(1)行や列、セルの挿入・削除
4-5 表の編集(2)セルの分割・結合
4-6 セルの書式設定

練習問題 3-1 (A,) C

- Step 2 -
画像（1）－挿入

4-7 画像の挿入

練習問題 3-2 (A,) B'

- Step 3 -
画像（2）－編集

4-8 画像サイズの変更
4-9 画像の配置変更
4-10 画像の横にテキストを入れる

練習問題 3-3 (A,C,) B

- Step 4 -
リンクの設定（1）

4-12 ハイパーリンクの設定

練習問題 3-4 (A,B,C,) F,G

■ **Learning Episode 4** ■（第 5 章）
フォームとフレーム

- Step 1 -
フォームを使う

5-2 フォームの作成
5-3 フォームの送信

練習問題 4-1 (A,) E

- Step 2 -
フレームを使う

5-4 フレームの作成

練習問題 4-2 (A,F,G,) D

■ **Learning Episode 5** ■（第 6 章）
Web ページを公開する

- Step 1 -
U ドライブへファイルを保存し、公開（Web 発行ウィザードは利用できないため、なし）

6-1 ホームページのアップロード(1)
U ドライブへファイル保存

練習問題 5-1 (練習問題 4-2 を利用) H

- Step 2 -
FTP ソフトを利用した公開

6-2 ホームページのアップロード(2)
FTP ソフト

練習問題 5-2 (練習問題 4-2 を利用) I,J

※ 練習問題の練習項目のアルファベットでカッコのものは復習項目

練習問題　対応表

練習問題	練習内容	挿入箇所
A’	標準書式テキストの挿入	2-1
A	書式設定を変更したテキストの挿入	2-2
B’	画像の挿入	3-2
B	挿入した画像のサイズ変更、配置変更	3-3
C	テーブルによるレイアウト	3-1
D	フレーム区切り（ナビフレーム・表示フレーム）	4-1
E	フォーム挿入	4-2
F	他サイト URL リンクの挿入（絶対パス）	3-4
G	サイト内リンクの挿入（相対パス）	3-4
H	Web 発行ウィザードによる公開	5-1
I	FTP ソフトによる公開	5-2
J	ISP を経由して公開	5-2

※ 各練習問題には以下の操作が含まれる
- ソフトの起動
- ファイルの新規作成
- ファイルの保存

資料 G-3　　練習問題対応表・問題一覧

＜教材 A＞

練習問題	練習内容	挿入箇所
A’	標準書式テキストの挿入	1-1
A	書式設定を変更したテキストの挿入	2-1
B’	画像の挿入	1-2
B	挿入した画像のサイズ変更、配置変更	2-2
C	テーブルによるレイアウト	2-3
D	フレーム区切り（ナビフレーム・表示フレーム）	3-1
E	フォーム挿入	3-2
F	他サイト URL リンクの挿入（絶対パス）	1-3
G	サイト内リンクの挿入（相対パス）	2-4
H	Web 発行ウィザードによる公開	1-4
I	FTP ソフトによる公開	2-5
J	ISP を経由して公開	3-3

＜教材 B＞

練習問題	練習内容	挿入箇所
A’	標準書式テキストの挿入	2-1
A	書式設定を変更したテキストの挿入	2-2
B’	画像の挿入	3-2
B	挿入した画像のサイズ変更、配置変更	3-3
C	テーブルによるレイアウト	3-1
D	フレーム区切り（ナビフレーム・表示フレーム）	4-1
E	フォーム挿入	4-2
F	他サイト URL リンクの挿入（絶対パス）	3-4
G	サイト内リンクの挿入（相対パス）	3-4
H	Web 発行ウィザードによる公開	5-1
I	FTP ソフトによる公開	5-2
J	ISP を経由して公開	5-2

※ 各練習問題には以下の操作が含まれる

- ソフトの起動
- ファイルの新規作成
- ファイルの保存

練習問題　例

以下のような問題を組み合わせて出題する。実際に出題される練習問題には、作成したファイルを確認するための指示を挿入する。（例：練習問題 A 下部）

練習問題　A’　標準書式テキストの挿入

次のように表示される Web ページを作成しましょう

ホームページの仕組みを学ぼう

ブラウザでホームページを表示すると、文字や絵が表示されます。そして、文字や絵をクリックすると、ページが変わったり、絵が拡大されたり、さらにはメーラーが起動したりします。ユーザーは何も考えることなく利用できますが、ホームページを作成する側は、クリックした絵の動作を１つ１つ設定していかなくてはなりません。

＜確認しましょう＞

- 作成できたら名前を付けて保存しましょう
  ※ページタイトル：ホームページの仕組み　ファイル名：index.htm
- 保存したページを、ブラウザを起動して開き、例と同じように表示できたか確認しましょう

練習問題　A　書式設定を変更したテキストの挿入

次のような Web ページを作成しましょう

1. ホームページの仕組みを学ぼう

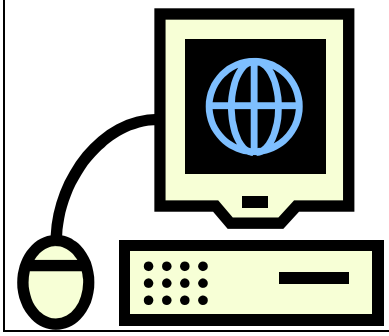
ブラウザでホームページを表示すると、文字や絵が表示されます。そして、文字や絵をクリックすると、ページが変わったり、絵が拡大されたり、さらにはメーラーが起動したりします。ユーザーは何も考えることなく利用できますが、ホームページを作成する側は、クリックした絵の動作を１つ１つ設定していかなくてはなりません。

- テキスト
- 画像
- リンク

練習問題　B' (+A')　画像の挿入
　次のような Web ページを作成しましょう

ホームページの仕組みを学ぼう

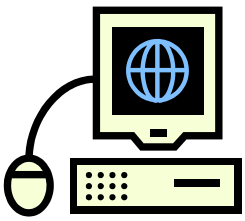
ブラウザでホームページを表示すると、文字や絵が表示されます。そして、文字や絵をクリックすると、ページが変わったり、絵が拡大されたり、さらにはメーラーが起動したりします。ユーザーは何も考えることなく利用できますが、ホームページを作成する側は、クリックした絵の動作を１つ１つ設定していかなくてはなりません。



練習問題　B　(+A)　挿入した画像のサイズ変更、配置変更
　次のような Web ページを作成しましょう

ホームページの仕組みを学ぼう

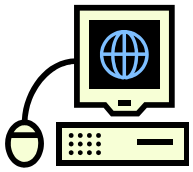
ブラウザでホームページを表示すると、文字や絵が表示されます。そして、文字や絵をクリックすると、ページが変わったり、絵が拡大されたり、さらにはメーラーが起動したりします。ユーザーは何も考えることなく利用できますが、ホームページを作成する側は、クリックした絵の動作を１つ１つ設定していかなくてはなりません。



練習問題　C　(+A+B)　テーブルによるレイアウト
　次のような Web ページを作成しましょう

1. ホームページの仕組みを学ぼう

ブラウザでホームページを表示すると、文字や絵が表示されます。そして、文字や絵をクリックすると、ページが変わったり、絵が拡大されたり、さらにはメーラーが起動したりします。ユーザーは何も考えることなく利用できますが、ホームページを作成する側は、クリックした絵の動作を 1 つ 1 つ設定していかなくてはなりません。

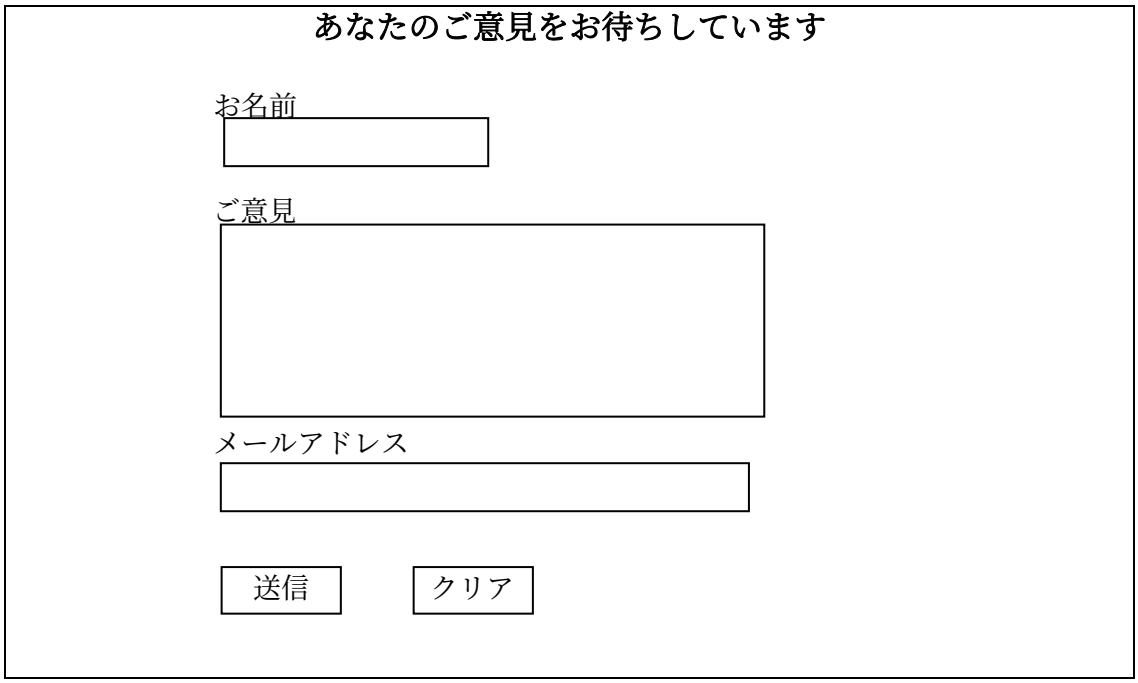
テキスト入力	文字を入力します	
画像挿入	画像を挿入します	
表挿入	表を挿入します	
リンク挿入	他のページへのリンクを挿入します	

練習問題　D (+A+F)　フレーム区切り（ナビフレーム・表示フレーム）
　次のような Web ページを作成しましょう

1. ホーム 2. テキスト 3. 画像 4. 表 5. リンク	**ホームページの仕組みを学ぼう** *ブラウザでホームページを表示すると、文字や絵が表示されます。そして、文字や絵をクリックすると、ページが変わったり、絵が拡大されたり、さらにはメーラーが起動したりします。ユーザーは何も考えることなく利用できますが、ホームページを作成する側は、クリックした絵の動作を 1 つ 1 つ設定していかなくてはなりません。*

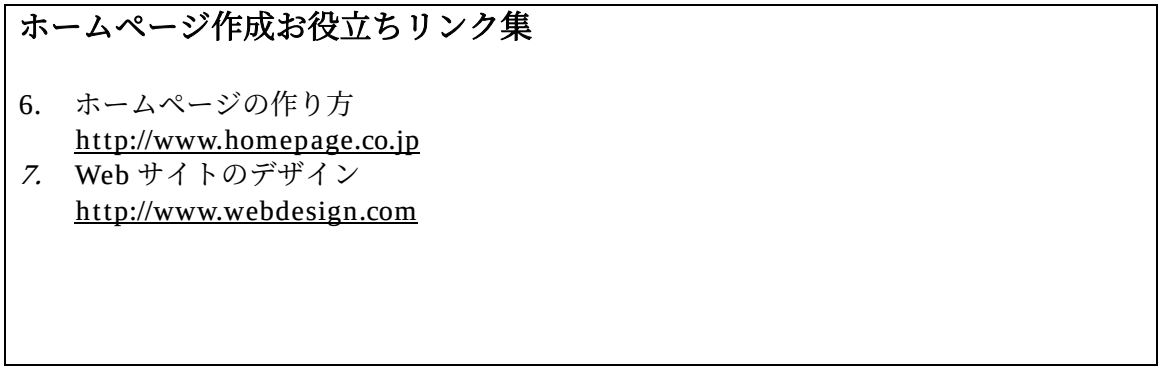
- 左のフレームには他ページへのリンクを挿入し、クリックすると右のフレームに表示されるよう設定すること

練習問題　E　(+A)　フォーム挿入
　次のような Web ページを作成しましょう



- 送信された内容は、メールで受信して確認できるよう設定すること

練習問題　F (+A)　他サイト URL リンクの挿入（絶対パス）
　次のような Web ページを作成しましょう



練習問題　G　(+A)　サイト内リンクの挿入（相対パス）
　次のような Web ページを作成しましょう

ページ 1：サイトマップ　ファイル名：index.htm

ホームページを作成しよう

1. サイトマップ
   - はじめに
   - ホームページの仕組み

ページ 2：はじめに　ファイル名：first.htm

はじめに

このサイトは、ホームページを作るための様々な情報を提供しています。作成したいと思うページのデザインや機能に応じて、コンテンツをご覧ください。

ページ 3：ホームページの仕組み homepage.htm

ホームページの仕組みを学ぼう

ブラウザでホームページを表示すると、文字や絵が表示されます。そして、文字や絵をクリックすると、ページが変わったり、絵が拡大されたり、さらにはメーラーが起動したりします。ユーザーは何も考えることなく利用できますが、ホームページを作成する側は、クリックした絵の動作を 1 つ 1 つ設定していかなくてはなりません。

・ページ 1 から、2、3 へとリンクを貼り、各ページが表示されるかどうか確認する

練習問題　H　(+A)　Web 発行ウィザードによる公開

Web 発行ウィザードを利用し、Web ページを公開しましょう（学内サーバ）

練習問題　I　(+A)　FTP ソフトによる公開

FTP ソフトを利用し、Web ページを公開しましょう（学内サーバ）

練習問題　J　(+A)　ISP を経由して公開

FTP ソフトを利用し、ISP を経由して Web ページを公開しましょう

資料 H　Rigeluth,C.M(1987)[3] レッスン概要・コメント訳
資料 H-1　モジュール 1:　一般的な理科（小学校 6 年生程度）

＜レッスン:　コース概要＞

○モジュール 1:　一般的な理科　(小学校 6 年生程度)
ユニット 1:　地学
ユニット 2:　生物
ユニット 3:　科学
ユニット 4:　物理学

■レッスン 1：粒子はどのように作用するのか

平らなテーブルの上でボールを使い、以下について教える（説明的、もしくは発見的なアプローチが取られる可能性もある）：

a. 直線運動
何かの影響を受けない限り、まっすぐに移動する。
b. 反射
表面で跳ね返る。
c. 屈折のようなもの
表面の傾きが変わると、方向と速さを変える。
d. 吸収
発泡スチロールに当たると止まる。

＜レッスン 1（粒子）コメント＞

1. レッスン 1 は、要約レッスン（the epitome lesson）である。
   ＝精緻化ではない
2. レッスン 1 に当てはめている原理は、精緻化の 3 つの特徴すべてにおいての単純化である。
   3 つの特徴：①屈折－反射、②光－波－粒子、③凸－凹－プリズム－など。
3. 今回の例で、線の動き、反射、屈折と言った様々な**作用**を特定したことは、波・光それぞれ個別に応用するよりも、もっと重要であり、それが知識領域全体の代表であるため
   ※最も重要で代表的な特徴を最初に系列化するのが、精緻化理論
4. “凸－凹－プリズム－など”は、事前に“粒子－波－光の特徴”の精緻化が必要。
5. 従って、**レッスン内の個々の（アイデアの）系列化に関しては、原理は反射－屈折の特徴に基づいた、単純－複雑系列で示される。**
6. 反射－屈折の特徴　：反射は、何か屈折に似ているものの前に教えられる。そして、線状動作の原理は、もっと単純なので、反射より先に教えられる。
   ＝線状動作→反射→屈折（に似ているもの）
7. レッスン 1 は、粒子の作用だけが扱われる
   （例えばゴムボールやビリヤードボールを用いて）
   ＝このレッスンが、“粒子－波－光”の特徴に基づいた単純化であることを意味する。

■レッスン 2：波はどのように作用するのか

水槽の中の波：

a. 直線移動
   何かの影響を受けない限り、波に対して垂直にまっすぐ移動する
b. 反射
   表面で跳ね返る
c. 反射に似ている
   流体の密度や深さが変わると、方向や速さが変わる。
d. 妨害
   2 つの波が交差するとき、一方の谷はもう一方の頂上を打ち消す。また、一方の谷と頂上は、それぞれもう一方を大きくする。
e. 伝達
   移動するための媒体を必要とする。
f. 吸収.
   柔らかいものや、急勾配に傾いた表面にぶつかると、止まる（エネルギーを失う）。

＜レッスン 2（波）　コメント＞

1. レッスン 2 は、精緻化レベル 1 である。
   →レッスン 1（要約）から精緻化を行う
2. 3 つある特徴のうち、2 つ目の“粒子－波－光”の特徴において精緻化を始める。
   ＝精緻化の最も重要な特徴
3. 粒子の作用よりもむしろ波の作用を扱って、レッスン 1 を精緻化する。
4. レッスン 2 はレッスン 1 よりも複雑。
   →①干渉と伝播に関わる原理をさらに必要とするから
   →②単純な粒子の線状動作よりも波の直線動作のほうがより複雑である
   （類似した原理は大抵、より複雑である）
5. ＝波の作用は、光の作用より前に教えられる。（光より単純）
6. レッスン 2 は精緻化レベル 1。
   →波の作用は粒子よりかなり複雑

■レッスン 3:　光はどのように作用するのか

光束：pencil of light
（以下のそれぞれの作用の最も単純なケースは、光がそれぞれのケースでどうなるのか生徒が予測する、というようなやり方で、教えられる）：

a. 直線移動
　何かの影響を受けない限り、光は一直線に移動する（光束の実験）
b. 反射
　光は、物に跳ね返る
（平鏡上の光束の実演）
c. 屈折
　光は、ある媒体から別の媒体へ通過するように曲がる
「光は、ある媒体から別の媒体へ行くときに曲がります。（水中における 1 束、または 1 本の光の実演）」
d. 回折
　光は曲がるとき、そのうちいくつかの部分は、お互いから分離し、一方はもう一方よりも曲がる。
（表面へ向かってプリズムを通過する光束の実演）
e. 妨害
　2 本の光の波が交差するとき、一方の（波の）谷はもう一方の（波の）頂上を打ち消す。また、一方の谷と頂上は、それぞれもう一方を大きくする。
（離れた表面に向かって 2 つの切れ目を通る光の実演）
f. 伝達
　光は、移動する媒体を要求しない。
g. 吸収
　黒い表面に突き当たると、光は止まる。（エネルギーを失う）

＜レッスン 3（光）　コメント＞

1. レッスン 3 は、精緻化レベル 2 である。
   →レッスン 2（レッスン 1 も）の精緻化である。
2. 光の作用はいくつかの場合での粒子のようであり、またその他の場合の波のようでもある。
3. さらに、レッスン 2（②粒子－波－光）でやったように、同じ特徴を精緻化する。
4. レッスン 2 に似ている原理に、例えば、粒子の運動と波の運動の、組み合わせで動く方法と言ったような、より複雑である原理が加わる＝回折
   ※回折＝光が物体でさえぎられたとき、物体の背後に回りこむ現象
5. このレッスンの反射から屈折は、精緻化の 3 つ目の特徴（：凸レンズ－凹レンズ－プリズムなどの特徴）の最も単純な段階（レベル）である。
6. ：光の粒子には触れない、また個々の光の波は見ることができないため、このレッスンは、より難しい。

※ 1 つの形式が、基本的に新しくより複雑な応用や状況下で、同じ原理へ循環する（回る）ことによって構築されることに注目。

資料 H-2　モジュール 5:　物理（中学校 3 年生程度）

◯モジュール 5:　物理　(中学 3 年生程度)

ユニット 1:　粒子
ユニット 2:　波
ユニット 3:　光

■レッスン 1：線の移動と伝達

■レッスン 2:　反射

a. 光とイメージ（映った像）に対する平面鏡の影響
- イメージは逆になる（左右反転）
- 光線は跳ね返るが、お互いに平行なままである

b. 光とイメージ（映った像）に対する凸面鏡の影響
- イメージはない（映らない）
- 光線は分散する

c. 光とイメージ（映った像）に対する凹面鏡の影響
- 2 焦点距離の手前ではより小さいイメージに、後ろでは大きくなった（広がった）イメージ
- 焦点距離の手前では普通のイメージ、後ろでは反転したイメージ
- 一点に光が集まって、それから分散する

■レッスン 3: 屈折

a. ある媒体から他の媒体の中へ光が通過するときの影響

- イメージの明確な位置や大きさは、たいてい変わる
- 光線は曲がるが、お互いに平行なままである

b. ある媒体から他の媒体の外へ光が通過するときの影響

- 平面ガラス
  イメージは同じまま（変わらない）
  光線は同じ方向へ続き、お互い平行
- プリズム
  イメージは同じまま（変わらない）
  イメージの明確な位置は異なる（変わる）
  光線は異なる方向へ向かうが、基本的にお互い平行
  白い光は色彩の中で壊される（回折）
- 凹レンズ
  イメージはない（映らない）
  光線は分散する
- 凸レンズ
  イメージは焦点距離の向こうの平面で形成される
  もし 2 焦点距離より手前であればより小さなイメージ、後ろであれば大きくなったイメージ
  もし、焦点距離より手前であれば正常なイメージ、後ろであれば反転したイメージ
  平行の光線は、焦点で集まり、それから分散する
  物体の同じ点から出た光線は、焦点の向こうで集まり、それから分散する

■レッスン 4：回折

■レッスン 5：干渉

■レッスン 6：吸収

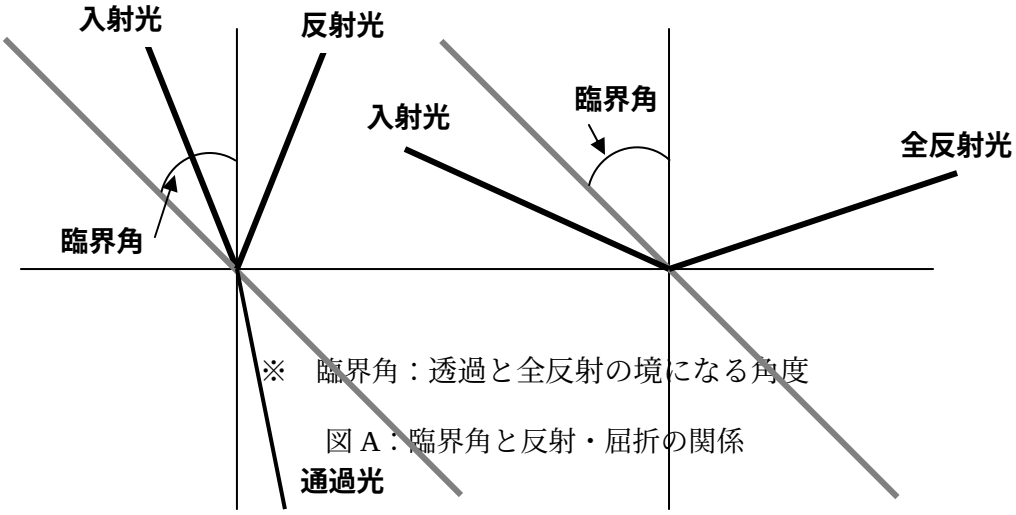
資料 H-3　モジュール 17:　光（高校 3 年生程度）

○モジュール 17:　光　(高校 3 年生程度)

ユニット 1:　直線的伝播と伝達
ユニット 2:　反射
ユニット 3:　屈折

■レッスン 1：媒体の中

- 他に何が起こった？
  a. それぞれの光線の一部は表面に反射し、また、残りの部分は新たな媒体の中で屈折する
  b. 光線と表面の間の角度がより鋭ければ、光線のより多くの部分は反射し、より少ない部分は屈折（通過）する
  c. 角度が臨界角と同じ、または鋭い場合は、光線のすべては反射する。



※　臨界角：透過と全反射の境になる角度

図 A：臨界角と反射・屈折の関係

- どうして、どの方向で、そしてどのくらい光は接触面で曲がるのか
  - d. より高い光学密度では、光の速度はより遅くなる
  - e. 密度の濃い媒体を通過すると、光線は垂直方向（the normal）へ曲がる
  - f. 2 つの媒体における光学密度の差が大きいほど、光線は屈折する
  - g. 屈折率(n) = $\frac{c_i}{c_j} = \frac{\sin i}{\sin r}$
  - h. 臨界角と屈折率(n)の関係：$\sin i_c = \frac{1}{n}$
- どうして、どの方向で物体（被写体）の見た目の大きさは変わるのか
  - i. （複数の）光線が曲がるとき、お互いの距離は変化する
  - j. 光線が垂直方向（the normal）へ曲がるとき、さらにバラバラになる。

- どうして物体（被写体）の見た目の大きさの変化は、表面の角度によって異なるのか
  - k. 表面が傾くほど、光線は初めの方向から曲がる

■レッスン 2：平面ガラスの中と外

レッスン 1 の原理 a〜k は重要であることに変わりないが、さらに次のことを加えることができる：

- どうして、光線は基本的に平行のまま、同じ方向へ続くのか
  - a. （レッスン 1e）密度の高い媒体を通るとき、光線は垂直方向（the normal）に曲がる
  - b. より低い密度の媒体を通るとき、光線は垂線から離れる（垂直ではなくなる）
  - c. ガラスに入射するとき、光線はある程度垂直に曲がり、ガラスから離れるときに、同じだけ垂線から離れる
  - d. 表面への入射、出射はずっと平行で、垂線（the normals）も平行、従って、光線は元の方向へもどる。

■レッスン 3：プリズムの中と外

レッスン 1 の原理 a〜k は重要であることに変わりないが、さらに次のことを加えることができる：

- どうして、光線は方向を変えるが、基本的に光線は垂直方向(normal direction)に曲がる
  a. (レッスン 2a)密度の高い媒体を通るとき、光線が垂直方向（the normal）へ曲がる。
  b. （レッスン 2b）より低い密度の媒体を通るとき、光線は垂線（the normal）から離れる（垂直ではなくなる）
  c. （レッスン 2c)ガラスに入射するとき、光線はある程度垂直に曲がり、ガラスから離れるときに、同じだけ垂線（the normal）から離れる
  d. 表面への入射、出射はずっと平行ではない。垂線（the normals）も平行ではなく、従って、光線は元の方向へ戻ってこない。

■レッスン 4：凹レンズの中と外

レッスン 1 の原理 a〜k は重要であることに変わりないが、さらに次のことを加えることができる：

- どうして、どの方向に光線は分散（分岐）するのか
  a. (レッスン 3a)密度の高い媒体を通るとき、光線が垂直方向（the normal）へ曲がる。
  b. （レッスン 3b）より低い密度の媒体を通るとき、光線は垂線（the normal）から離れる（垂直ではなくなる）
  c. （レッスン 3c）ガラス（レンズ？）に入射するとき、光線はある程度垂直（the normal）に曲がり、ガラスから離れるときに、同じだけ垂線（the normal）から離れる
  d. （レッスン 3d）表面への入射、出射はずっと平行ではない。垂線（the normals）も平行ではなく、従って、光線は元の方向へ戻ってこない。
  e. 2 つの垂線（the two normals）の間の角度の差は、レンズの中心からの距離に伴って増加し、光線の変わる方角の量も、レンズの中心からの距離に伴って増加する。
  f. レンズが湾曲しているほど、より激しく光線は分散する。

■レッスン 5：凸レンズの中と外

レッスン 1 の原理 a〜k は重要であることに変わりないが、さらに次のことを加えることができる：

- どうして、どの方向に、どのくらい光線は一点に集中し、交差し、そして分散するのか
  a. (レッスン 4a)密度の高い媒体を通るとき、光線が垂直方向（the normal）へ曲がる。
  b. （レッスン 4b）より低い密度の媒体を通るとき、光線は垂線（the normal）から離れる（垂直ではなくなる）
  c. （レッスン 4c）ガラス（レンズ？）に入射するとき、光線はある程度垂直（the normal）に曲がり、ガラスから離れるときに、同じだけ垂線（the normal）から離れる
  d. （レッスン 4d）表面への入射、出射はずっと平行ではない。垂線も平行ではなく、従って、光線は元の方向へ戻ってこない。
  e. （レッスン 4e）2 つの垂線（the two normals）の間の角度の差は、レンズの中心からの距離に伴って増加し、光線の変わる方角の量も、レンズの中心からの距離に伴って増加する。
  f. レンズが湾曲しているほど、より激しく光線は集中する。そのため、焦点距離を越える限りは、イメージ（映った像）はより大きくなる。同様に、（レンズが湾曲しているほど）焦点距離がより短くなる。
  g. 対象物（被写体）の大きさと距離の関係、また、イメージ（映った像）のサイズと距離の関係：$s_o/s_i = d_o/d_i$
  h. 対象物の距離、イメージの距離、そして焦点距離の関係：

$$\frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i} = \frac{1}{F}$$