指導員養成訓練における教材開発の取り組み

～電気配線を施した木造家屋模型の作製を通じて～

栃木職業能力開発促進センター　廣瀬　拓哉
関東職業能力開発促進センター　山口　翔
中部職業能力開発促進センター　岩切　良介
香川職業能力開発促進センター　五十嵐　智彦
熊本職業能力開発促進センター　岡部　絢哉
長野職業能力開発促進センター　新垣　一真
京都職業能力開発促進センター　藤野　慎平

1. はじめに

平成23年に策定された第9次職業能力開発基本計画には，職業訓練のインフラの構築が掲げられ，訓練指導員等の育成･質の確保を目指すこととなった。そのため，職業能力開発総合大学校を訓練指導員の育成の中枢拠点と位置づけ，訓練指導員候補として採用された工科系大学の卒業生等を対象に，最先端の技術・技能や指導技法，キャリア・コンサルティング等の就職支援技法，カリキュラムの作成等の訓練の企画・立案の技法等，高度な訓練指導員として必要な能力を付加するための指導員養成（ハイレベル）訓練を平成26年度から実施することとなった。

本稿では，職業能力開発総合大学校において指導員養成訓練が行われている長期養成課程に所属する著者らが作成した教材開発の報告を行う。

2. 教材開発に取り組み始めた経緯

建築系指導員であった著者と電気系指導員であった著者が木造軸組模型の展示を見ている際に，ふと電気配線を施せないかという話題になった。

建築教育において，模型による学習法は広く普及しているが，電気工事にまで範囲が及ぶ模型は例をみない。これは今まで，建築系指導員においては，電気工事の専門的な知識を有していない。逆に電気系指導員においては，建築の専門的な知識を有していないことが要因として挙げられる。また，電気配線を模型にする際に既存の電気工事に使用されるケーブルの大きさでは，建築模型で使用される50分の1程度の縮尺に合わせることが困難という課題が存在した。

そこで，建築系指導員と電気系指導員により模型の全体像を検討し，模型の縮尺に合わせた電気配線と電子部品を用いて照明器具や配線器具が作製できないかを思案した。

長期養成課程では，「教材開発法」のような職業能力開発科目に関する授業では，様々な系の指導員が合同で授業を受けることもある。そのため，様々な系の指導員たちとネットワークを持つことができる。

この利点を生かし，個々に専門性を保持する建築系，電気系，電子系の指導員に声をかけ，今回の模型製作を行うことを決めた。また，「教材開発法」の授業のなかで，学習理論や作業分析[1] [2]の視点からの教材開発手法を学ぶことができ，理論的背景に基づいた模型教材の作製を検討することとした。

3. 既存の訓練の問題点と学習理論

まず模型教材を作製する前に，教材の対象とし

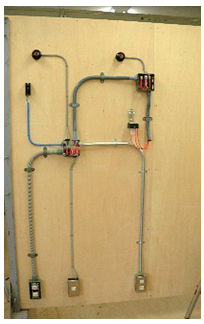


図1　板作業

図2　模擬家屋

た電気工事の職業訓練について分析を行い，いくつかの問題点が存在すると考えることができた。既存の電気工事の訓練では「板（ばん）作業」とよばれる単位作業の実習方法が採用されることが多い（図1)。板作業は省スペースかつ簡易的に実習ができる利点がある一方で，実際の工事現場との乖離が大きいため現場のイメージが把握しづらいという短所がある。また，実際の木造家屋を現寸（1分の1）で模した模擬家屋が訓練で使用されることもあるが（図2)，訓練時間の制約のために部分的な箇所の指導しかできない，初学者には電気工事の全体像を把握しにくいなどの短所が存在する。

このような問題点を補完する手法として模型教材が活用できると著者らは考えたのだが，文献を調査するなかで模型の学習効果は，オーズベルの提唱した『有意味需要学習』[3][4][5]という学習理論が密接に関わっていることが考えられた。この有意味需要学習の教えるところによれば，『先行オーガナイザー』とよばれる，一種の思考の枠組みを訓練生に最初に提示することで，受講者は全体像を頭の中に浮かべながら学習でき，結果的にはスムーズに学習を行うことができるとされている。この有意味需要学習を電気工事の職業訓練に活用するとき，先行オーガナイザーにあたるものは，電気工事の完成物と考えられる。しかし，既存の訓練では完成物がみえないことが多い。

そこで著者らは，電気配線を施した木造家屋模型を受講生に最初に提示することで，電気工事の全体像を把握させ，受講生が実際の現場をイメージしながら課題に取り組ませることができると考えた（図3)。

図3　先行オーガナイザーと電気工事の関係性

4. 模型の概要

模型教材は，電気工事において基本的な工事の一つとして施工される木造住宅の在来軸組構法を対象とする。軸組模型の作成方法を示した文献[6]を参考に，30分の1スケールの軸組模型に電気配線を施し（図4)，これに付随する器具を設置する（図5)。

また，題材とする建物の概要を表1に示す。

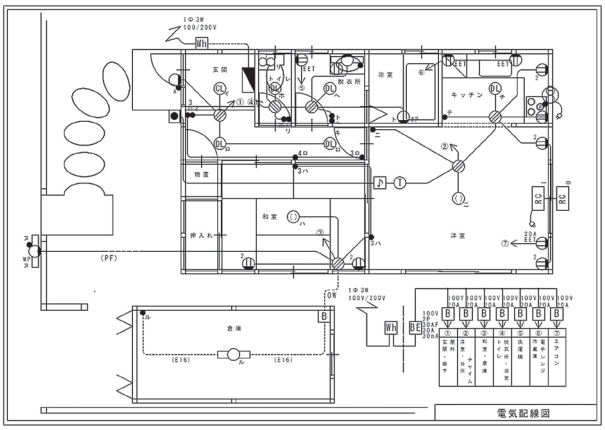


図4　電気配線図

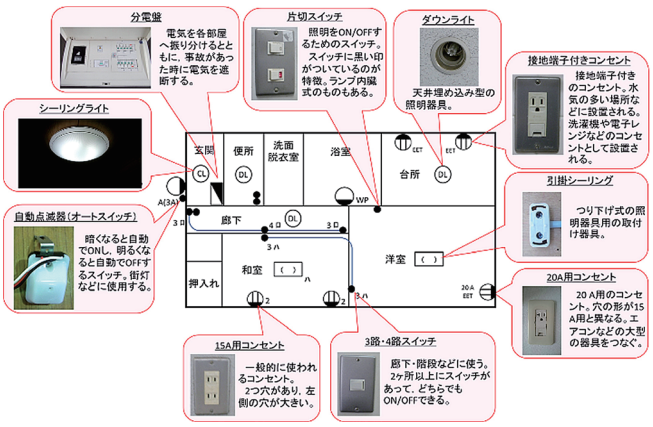


図5　電気配線に関わる器具

表1　題材とする建物の概要

構造	木造
構法	在来軸組構法
階数	平屋建て
屋根形状	切妻屋根
床面積（坪）	49.7 ㎡（約 15 坪）
部屋の構成	洋室（LDK），和室，押入，便所，洗面脱衣室，浴室，玄関，廊下，物入

5. 模型の作製方法

5.1　模型作製に必要な図面

模型を作製するにあたり，Jw_cadを用いて各種図面（電気配線図，平面図，基礎伏図，床伏図，軸組図，小屋伏図）と模型を作製するうえで必要な型紙の作成（模型台紙，基礎型紙，小屋組型紙，小屋断面図）を行った。

型紙の大きさは，一般的なプリンタでも対応でき，模型の持ち運びも容易に行えるA3サイズとした。

5.2　模型の作製方法

模型の作製手順は以下に示すとおりである。

①基礎

A3サイズのスチレンボードの上に基礎型紙を貼り，5mm厚のスチレンボードで基礎をつくる。

②床組

5mm×5mmのヒノキ材と2mm厚のバルサ材を用いて床組をつくる（図6）。なお，軸組と小屋組も同様にヒノキ材とバルサ材を用いて木材の骨組みをつくる。

③軸組

印刷した軸組図上に所定の寸法で切断した材を貼って組み合わせた後（図7），軸組図の紙を除き，軸組を床組（土台）の上に建てていく。

④小屋組

小屋組型紙を利用して作製した小屋組を軸組の上に乗せて，木造家屋模型が完成する（図8）。

なお，一般的な軸組模型は小屋組が外れないつくりだが，電気配線を施した模型は内部を見せるために，小屋組が外せるようにする。

⑤外観と内観の仕上げ

屋根の防水シート（アスファルトルーフィング）やスレート（図9），床のフローリングや畳，天井や壁なども構造が理解できるように，可能な限り再現する。

⑥電気配線

木造家屋模型にキャブタイヤコードによって電気配線を施す（図10）。この配線は家屋照明を模擬したLEDや点滅器などが実際の家屋と同じように動作するように配線する。なお，実際の建物の電気配線はVVFケーブルが一般的に使用されるが，模型の大きさの都合上，キャプタイヤコードを使用する。模型の電気配線は，電柱から電力量計，分電盤までの引き込み線および引込口配線などを可能な限り再現する。

⑦配線器具・照明器具

DIPスイッチで照明用のスイッチ，LEDで照明，基板用ピンソケットでコンセントを再現する。実際に模型のスイッチを押すと対応する照明が点灯し，コンセントに負荷（LED）を接続すると点灯する仕組みとする（図11）。

以上の工程により，電気配線を施した木造家屋模型が完成する（図12）。

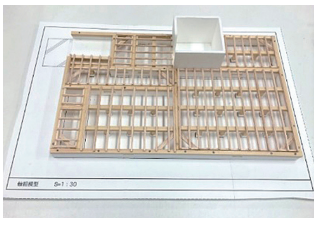


図6　床組

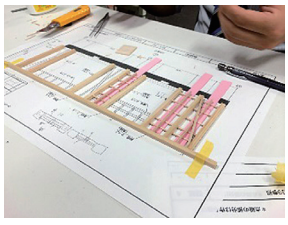


図7　軸組図上に貼る材

図8　模型の骨組み

図9　屋根

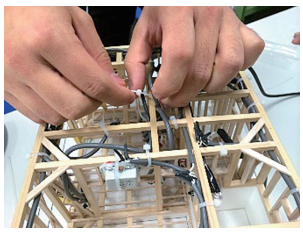


図10　電気配線

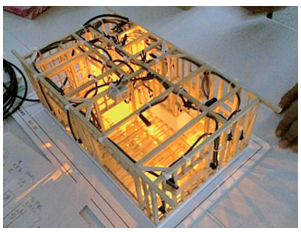


図11　照明の点灯

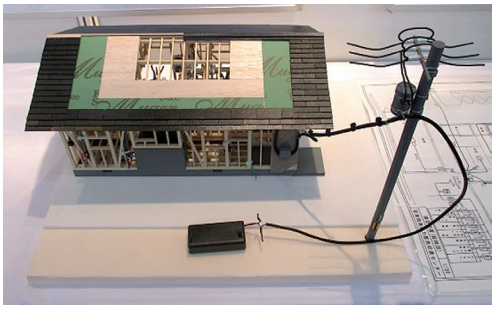


図12　電気配線を施した木造家屋模型

6. 模型教材の機能と使い方

6.1　模型の機能

模型の機能は，図13に示す通りである。

図13　模型の機能

6.2　模型教材の使い方

模型教材の使い方は，図14に示す通りである。

図14　模型教材の使い方

7. 作業分析を用いた演習課題

受講生は，模型教材を見てから電気配線の分岐回路の演習課題に取り組むことになるが，初学者には模型と分岐回路の演習課題が結びつかないことが危惧される。そこで，本教材は模型全体の電気配線に作業分析を行い（表2），模型と対応した演習課題を作成することで，ケーブル工事の全体像がより理解しやすくなると考えた。

演習課題は，基本課題と応用課題の2つからなっている。応用課題は，本模型教材の分岐回路の①～④をそのまま課題としている（図15）。そのため，応用課題の4題の施工を終えると，おおむね小規模の一軒家の電気工事を体験したことになる。しかし，いきなり応用課題から始めると受講生にとってはハードルが高いと考えられるため，当該分岐回路の施工についての作業分析を実施し，共通した作業

要素を組み合わせて，基本課題①②とした（図16）。

表2　作業分析

作業分析	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	合計	基本①	基本②
ブレーカ	○	○	○	○	○	○	○	7	○	○
ジョイントBOX	○	○	○	○				4	○	○
片切スイッチ	○	○	○	○				4	○	
3路スイッチ	○		○					2	○	○
4路スイッチ	○							1	○	○
PL-L(ホタル)				○				1		
オートSW	○							1		
コンセント1口		○						1	○	
コンセント2口		○	○					2		
コンセント15AEET					○	○		2		
コンセント20AEET							○	1		
ベルトランス		○						1		
ベル		○						1		
壁付押釦		○						1		
引掛シーリング		○	○					2	○	
白熱灯	○							1		
白熱灯(WP)				○				1		
蛍光灯				○				1		
蛍光灯(WP)			○					1		
CL	○							1	○	
DL	○	○	○	○				4		○
換気扇		○		○				2		
スイッチBOX(プラ)	○	○	○	○	○	○	○	7	○	○
化粧プレート1口	○	○	○					3		○
化粧プレート2口	○	○	○	○				4		
化粧プレート3口					○	○	○	3	○	
リングスリーブ 差込型コネクタ	○	○	○	○				4	○	○
ステップル	○	○	○	○				4	○	○
E管			○					1		
PF管			○					1		
露出SW			○					1		
露出SW BOX			○					1		
VVF1.6-2C	○	○	○	○				4	○	○
VVF1.6-3C	○		○	○				3		○
VVF2.0-2C	○	○	○	○				4	○	○
VVF2.0-3C(黒白緑)					○	○	○	3		
OW			○					1		
合計	17	18	21	15	5	5	5	37	14	12

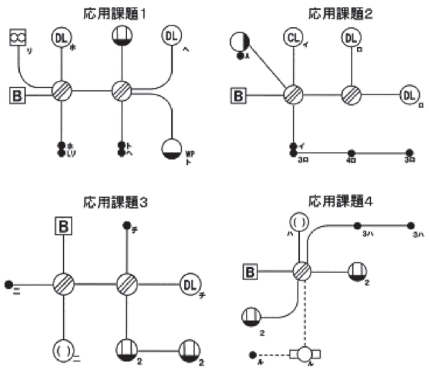


図15　演習課題（応用課題①～④）

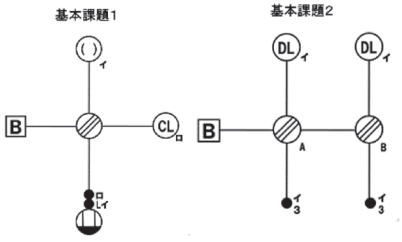


図16　演習課題（基本課題①②）

8. 付属テキスト

8.1　受講生用テキスト

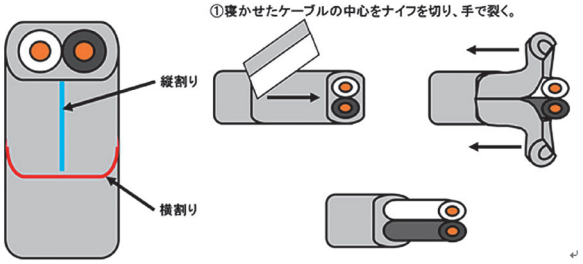
現状の訓練では，独学を支援する教材がないことが多い。限られた訓練時間で全ての受講生が実習内容を理解することは難しく，指導員の人数には制約があるため，個々の受講生に対して指導員が個別に説明を行う十分な時間が確保できない。そこで著者らは，電気工事の練習を支援する受講生用テキストを作成した。

このテキストでは，電気工事における安全衛生作業とケーブル工事の方法を記載している。安全作業は，法令や災害事例（図17）について触れており，工事の方法を説明する前段階で危険作業の説明が行える。また，ケーブル工事の方法は，ケーブルの種類や剥ぎ方，板作業の方法などが作業手順に沿った図を用いて細かく描かれている（図18，図19）。

他にも，電気工事学習者のための木造住宅に関するテキストも作成した。電気工事学習者の多くは建築関係の知識がないため，建物の骨組みがどのようになっているのかがわからない，あるいは木造住宅の専門用語が口頭の説明だけでは理解しづらいことが考えられる。このテキストは，木造の骨組みの鳥瞰図（図20，図21）や天井骨組みの説明（図22）などを記載し，木造住宅のつくりや用語を理解できる内容である。また，章の間には模型作製に関するコラム（図23）を用いて，木造住宅のつくりや電気工事に関心を寄せ，飽きさせない工夫がしてある。

図17　災害事例

・VVF ケーブル外装（電工ナイフ）



②竹を割るように、Ⅳ線の間に刃をあてて切っていく。

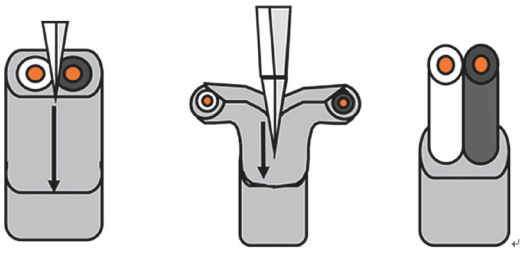
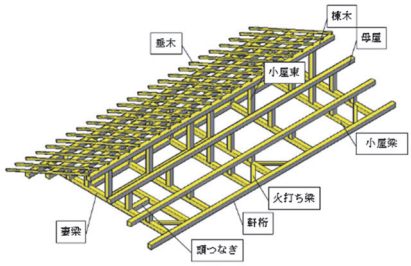


図18　外装剥ぎ取り



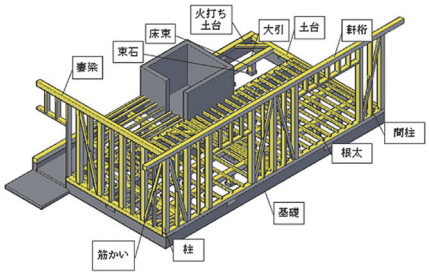


図21　木造の骨組み（鳥瞰図②）

③アウトレットボックスとスイッチボックスの中心出し・取付

(1) 図面に示したボックスの中心位置を出す。

(2) 配線に必要なボックスの穴をあける。

(3) 作業台に取り付ける際には、印をして下穴をあけると良い。

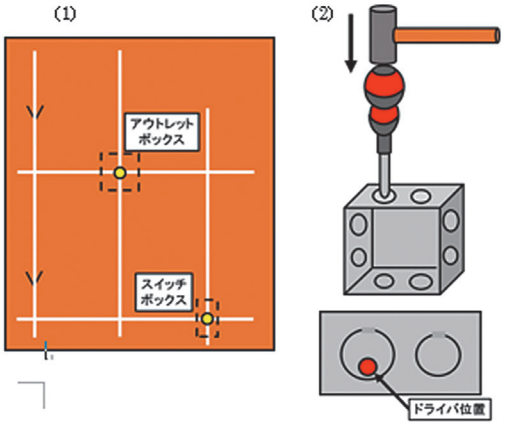


図19　アウトレットボックスとスイッチボックスの取付

＊天井の骨組み

天井は梁に直接張らない。野縁や野縁受けなどを用いて天井の骨組みをつくり、天井を張る。この骨組みは、床組、軸組、小屋組とは違い、建物に加わる荷重を支えたり伝えるものではない。施工写真では、格子状の下地をつくり、石膏ボードを張りつけている。

図22　木造の骨組み（天井）

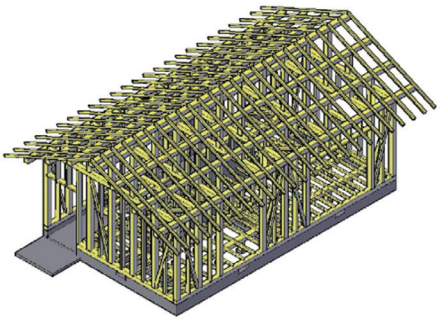


図20　木造の骨組み（鳥瞰図①）

新たに組み上げた壁の一部を手に取りて見る。これは良いものであると私は思った。時間をかけただけは有り、寸法の狂いはない。角は直角であり、難しい筋交いと柱の接合部分も隙間なく接着しているようであった。ふと視線に顔を上げた。余に向けられたIの仏面に、じわりと例の下卑た笑みが広がった。***見られた***。瞬間、そう感じた。Iの視線を感じた頬は紅潮し、耐えきれぬいたたまれなさに、ナイフを握っていた右の手ががくがくと震えるのを、余は断つことができなかつた。

太陽電池の搭載を検討する。太陽電池の出力電圧は直流、電気回路で用いている電圧も乾電池由来の直流である。実際の家屋の様なインバータ回路の必要はない。3端子レギュレータの働きで、十分な光量下では家屋の電気設備で太陽電池よりの適正電圧電力を、電力不足の場合は乾電池電力を用いるような回路は組めぬものかと思案した。さしあたり、明日電子パーツ店に行くことを決める。

図23　模型作製に関するコラムの例（一部抜粋）

8.2　模型作製用テキスト

様々な指導員が授業で模型教材を取り入れることができるように，今回作製した過程を図や写真にまとめ，模型作製用テキストとして作成した（図24, 図25）。

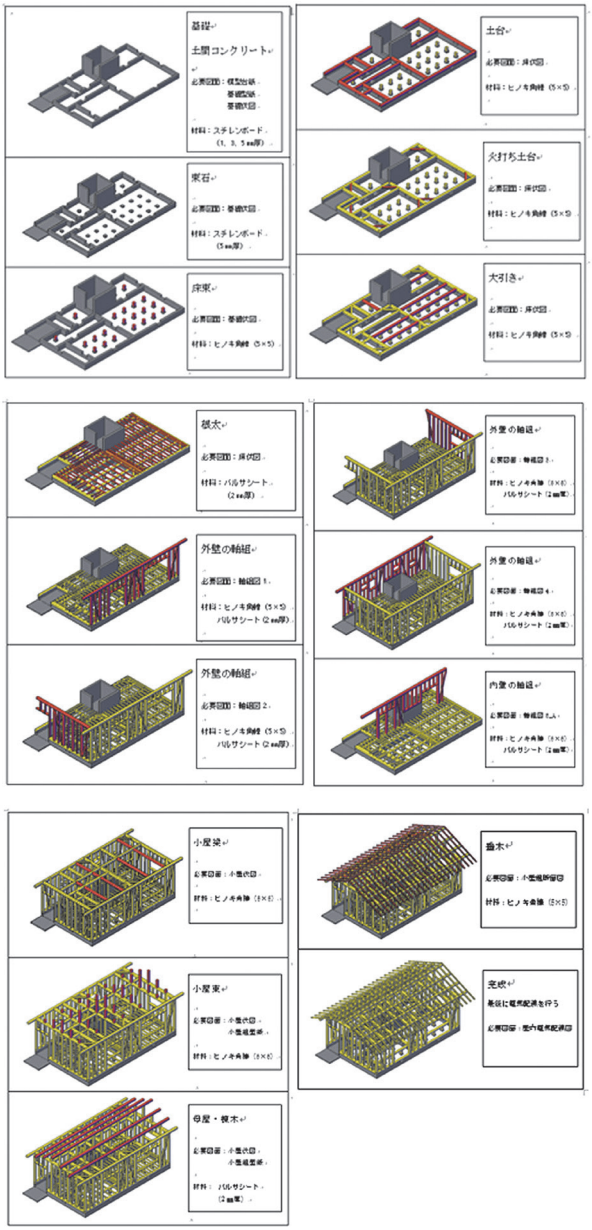


図24　軸組模型の組み立て方法

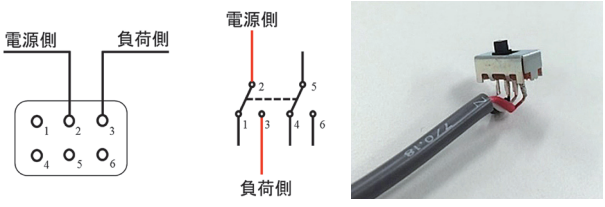


図25　片切スイッチの配線方法

9. あとがき

指導員養成訓練のネットワークを生かし，複合的な領域の教材作成が行えた。

学習理論に基づき，訓練生が全体像・完成像を思い浮かべながら授業に望める模型教材が作製できた。

模型教材だけでなく，作業分析を活用した演習課題や模型と対応したテキストが作成できた。

今回の指導員養成訓練における教材開発の取り組みを生かし，今後も理論的背景に基づいた教材の検討を行い，職業訓練の質の向上を目指したい。

＜参考文献＞

[1] 一般財団法人 職業訓練教材研究会：「十訂版 職業訓練における 指導の理論と実際」, 職業訓練教材研究会（2012-6）.

[2] 藤田紀勝, 林敏浩, 山崎敏範：「Webデザイナー養成のためのイラスト作成訓練学習システム」, 教育システム情報学会誌 Vol.24 No.4（2007）.

[3] 川上昭吾：「教えの復権を目指す理科授業」, 東洋館出版社, (2003).

[4] 川上昭吾，渡邉康一郎，松本織：「有意味需要学習の研究」, 愛知大学教育実践総合センター，pp.183-190（2009-2）.

[5] 長谷川健，福本徹：「病院訪問教育における理科実験に関する実践―有意味需要学習に着目して―」，信学技報ET2010-24, pp.1-4（2010-9）.

[6] 辻原仁美：「図と模型でわかる木構造」，学芸出版社（2003-2）.