

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 8 月 10 日現在

機関番号：14601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26381202

研究課題名(和文) 技術科教育の新しい教育内容の探求と構築に関する研究

研究課題名(英文) Study on exploring and constructing new education content of technology education

研究代表者

谷口 義昭 (Taniguchi, Yoshiaki)

奈良教育大学・教育学部・教授

研究者番号：50240859

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：中学校技術・家庭の技術分野において、諸外国と日本の技術教育の内容を比較検討した。多くの国で建築・構造を学習しているが、日本では少ないことを明らかにした。また、近年ロボット・制御技術を扱っている国が増加している。日本の新しい技術教育の内容として、建築・構造技術、ロボット・制御技術に注目し、開発した教材・教具と授業で使用する教科書を作成した。開発した建築・構造技術とロボット・制御技術の2つの学習について授業を实践した結果、中学生はいずれの学習にも興味を示し、技術教育で学習すべき内容であると高い評価を受けた。建築・構造技術およびロボット・制御技術を中学校技術の学習内容として提案できた。

研究成果の概要(英文)：In technology education of junior high school, we compared contents of education in Japan with foreign countries. It emerged that junior high school students in Japan don't study construction and structural technology so much as students in other countries. Furthermore, recently, the robot control technology is getting to be introduced into many countries. We suggest construction and structural technology and the control technology of robot as a future plan of technology education in Japan, and I made a new text book to use a new teaching materials and aids that we created. As a result of practicing a new suggested plan in Japan, Japanese junior high school students showed interest in both projects, and . Therefore, we require to teaching construction and structural technology and the control technology of robot to junior high school students in Japan.

研究分野：技術科教育

キーワード：建築・構造技術 ロボット 制御技術 教材・教具 教科書 五重塔 ライントレース型ロボット 二足歩行型ロボット

1. 研究開始当初の背景

技術科教育では、科学技術の進展に伴い変化の激しい社会への対応に最低限必要な技術リテラシーを学ばせて、適切に対応させる能力を育成してきた。一方、学習指導要領の改訂に伴い授業時間数が大幅に削減され、必要な学習時間が確保できないという課題に直面している。

2. 研究の目的

本研究は、学校教育において今までに国内および外国の技術科教育が果たしてきた役割を調査し、科学技術社会に対応できる新しい技術科教育課程の学習の枠組みを提言する。具体的には、現行の4つの技術「材料と加工」「エネルギー変換」「生物育成」「情報」に加え、新しく2つの技術「建築・構造」「ロボット・制御」を提案し、その必要性和実効性を検証する。学校教育で実施可能な技術教科としての系統的かつ体系的な学習プログラムを開発し、現行では不十分な履修時間数の改善を図るための指針を作成することを研究の目的とする。

3. 研究の方法

(1) 建築・構造技術の学習

外国における建築・構造技術について、中学校の技術教科書を調査した。新しい教育内容と授業時数、授業で使用する教科書と教材・教具を開発した。また、開発した内容が適切であるか否かを評価するために教育実践して確認した。

(2) ロボット・制御技術の学習

ロボットを製作するには、制御技術だけでなく組み立て技術も必要である。動く機構、丈夫な構造などの学習に適した教材としてプラスチック製のブロック教材を使用することとした。また、センサ、モータおよび駆動制御用ソフトウェアの選定も行った。本研究では汎用性の高いStuduinoを使用した。また、開発した教育内容の適合性を判断するために、研究授業を行い、生徒からロボット・制御技術の学習について評価を受けた。

4. 研究成果

(1) 外国における建築・構造技術

調査した外国において建築・構造学習が記載されている状況を表1に示す。12カ国のうち7カ国で建築・構造技術の学習が行われており、日本においても学習は必要であることがわかる。

表1 世界の技術教科書における建築・構造技術

技術教科書に建築・構造が記載されている国	技術教科書で建築・構造が記載されていない国
ドイツ(シュレスヴィヒ州) アメリカ(ニューヨーク州) カナダ(アルバータ州) 韓国 中国 オーストラリア シンガポール 7ヶ国	イタリア フィンランド イギリス フランス 日本(?) 4+1ヶ国

(2) 建築・構造技術の学習の試行

新しい教育内容を提案するには、学習内容と授業時数、授業で使用する教科書と教材・教具が必要であるため、これらを開発した。

設定した学習内容と配当時間を以下に示す。学習の総時間数を8時間と想定した。

1) 建築・構造の概要（1時間）

私たちの身近な住宅から超高層ビルやタワー、ドーム、橋脚、また歴史的建築物の仏塔まで、建築・構造に関する概要を扱う。

2) 建築・構造（3時間、実験、演習を含む）

現行の材料と加工の学習で扱われている「丈夫な構造」を建築構造物まで発展させ、学習の充実を図る。内容は、トラス構造、アーチ構造、シェル構造、ラーメン構造、板構造、折板構造等々である。

3) 建築材料（2時間）

木材、コンクリート、鉄骨の材料別に区分して、木造、鉄筋コンクリート造（RC造）、鉄骨造（S造）の各長所と短所を解説する。

4) 災害に強く、快適な建築物（1時間）

地震や風、雨、雪、火事などの災害に強く、快適な居住性（アメニティ）を得るために必要な条件について解説する。

5) 建築と環境問題（1時間）

省資源、省エネルギー、リサイクル化に必要で持続発展に繋がる建築について解説する。

開発した教科書の一部を図1に示す。主な構成は、①私たちのまわりの建物、②建築材料の種類、③材料を強くする工夫、④建物を強くする構造、⑤建築と環境問題であった。



図1 作成した教科書の一部

(3) 建築・構造技術の学習の授業実践

授業は1学年を対象に行った。4学級（生徒総数144名）に対して、全く同様な学習指導案で授業を行った。学習指導案を図2に示す。

1) 教師の演示

教師の演示用教材を図3に示す。左がラーメン構造、右がトラス構造であり、荷重を水平方向に20kgを負荷し、そのときの変形量を生徒に測定させた。

2) 建築・構造技術の学習

・ラーメン構造、トラス構造

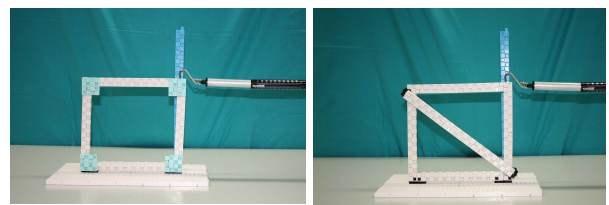
生徒が建築・構造の学習を理解するために、ブロックを組み立てて実体験をした。授業の様子を図4に示す。

・アーチ構造

構造を工夫することにより、丈夫な構造になることを実体験するために、教師が乗っても破壊しないことを立証し、次に生徒が実際に試乗して強度の確認を行った。その様子を図5に示す。理解を深めるために、実体験することは効果的であった。

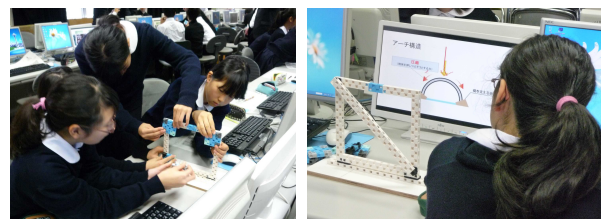
本時の展開			
時間	学習活動	指導上の留意点(●)、主な疑問(▲)と予測される答え(・)、評価の観点(★)	準備物
導入 5分	① 建築構造について興味を持つ。 ・日本で建築技術が発展した理由を考える。 ・地震に備えて建築技術が発展してきたことを知る。 ・熊本地震での倒壊物件が多かった現状を知る。	●か～3人に考えた内容を発表させる。 ▲なぜ日本は建築技術が発展したのですか。 ・地震が多いから。 ・技術立国だから。 ●新耐震基準(※1)という基準があり、それを満たした建物であっても倒壊している現状に注意させる。 ●建築技術の重要性を確認させる。 ★積極的に学習活動に参加しているか。	・ワークシート
展開 35分	② ラーメン構造の特徴について知る。 ・ラーメン構造の特徴を探る。 ・枠組み構造とラーメン構造の比較をする。それぞれの構造において横方向の力に対する強度の違いを確認する。 ③ トラス構造の特徴について知る。 ・枠組み構造の模型とトラス構造の模型で横方向の力に対してどれだけの変形の違いがあるか観察する。 ④ アーチ構造とその特徴について知る。 ・アーチブロックで作られたアーチ構造の橋の上を歩き、強度を確認する。 ⑤ 心柱構造とその特徴について知る。 ・心柱が揺れを軽減する様子を確認する。 ・五重塔や東京スカイツリーなど、古くから現代まで受け継がれている建築技術であることを知る。	●ラーメン構造は剛縁という意味であることに注意する。 ▲ラーメン構造の特徴はどこですか。 ・角に補強がある。 ●ラーメン構造は部材の接合部分を補強しているということを強調する。 ●全員に見えように生徒を立てさせる。 ●枠組み構造とラーメン構造の違いが分かりやすいように何度か比較する。 ★ラーメン構造の特徴を理解しているか。 ●トラスとは三角形のことであり、トラス構造を用いた建造物には必ず三角形がみられることを知らせる。 ●枠組み構造とトラス構造の違いが分かりやすいように何度か比較する。 ●トラス構造の斜めの棒を「筋交い」ということを知らせる。 ★トラス構造の特徴について理解している。 ●アーチ構造は下向きの力を圧縮の力に変換していることに注意させる。 ●転倒して事故が発生しないように近くで補助する。 ●心柱は建物が倒れる原因である共振を防ぎ、倒壊しにくくさせる。 ●心柱のある五重塔の模型と心柱のない模型にたいして揺れが与える影響の大きさを比較する。 ●スカイツリーの心柱を紹介する。	・パワーポイント ・ワークシート ・パワーポイント ・ワークシート ・パワーポイント ・ワークシート ・ワークシート ・ワークシート
まとめ 5分	⑥ 建築構造について何を学んだか振り返る。	★ラーメン構造、トラス構造、アーチ構造、心柱構造の特徴について理解しているか。	

図2 建築・構造技術の学習指導案



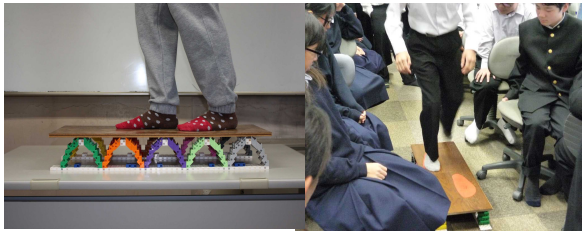
ラーメン構造 トラス構造

図3 教師演示用の教材・教具



ラーメン構造 トラス構造

図4 建築・構造を演習している様子

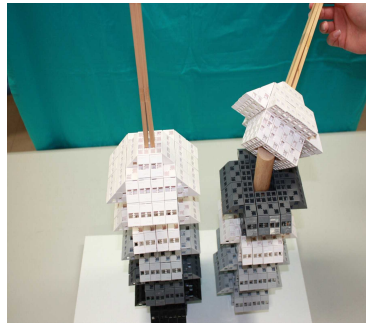


教師の演示 生徒が試乗

図5 アーチ橋の強度を確認している様子

・塔の建築

教科書のコラムの欄に記述の塔の構造について、振動に強いことを体験させるために、塔の構造に模してブロック教材で模型を作成した。



左：各層連結 右：各層独立 (心柱有り)

図6 五重塔の模型

塔がなぜ地震倒壊しないのかを理解するために、強固に各層が連結した五重塔と各層が独立し、中心に心柱を有する実際の仏塔を模した五重塔を作成した(図6)。

2つの塔に同時に振動を与えて、転倒の様子を観察させた。実験の結果、各層連結した塔は転倒し、各層が独立し心柱を有する塔は転倒しなかった。実験の様子を図7に示す。



図7 五重塔の振動実験の様子

明らかに両者に差があり、日本の古来の技術のすばらしさを理解するとともに、柔構造は地震などに強いことを学習することができた。

・授業評価

授業を終了した後、授業への関心・意欲、理解度を調べるために、以下の質問でアンケートを実施した。

質問に対して集計した結果を図8に示す。

問1 建築・構造技術について、興味を持つことができましたか。
 問2 ブロック教材を用いた模型の実験は、理解しやすかったですか。
 問3 安全・安心な生活のために、建築・構造技術に関する知識は役立つと思いますか。
 問4 中学校の技術で建築・構造技術について学ぶことは必要だと思いますか。

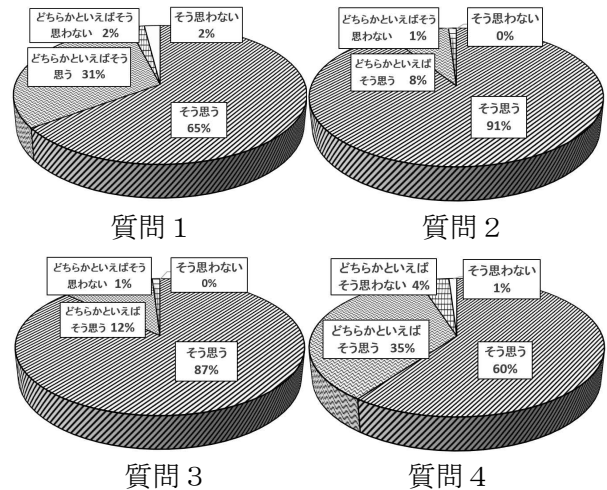


図8 授業後のアンケート結果

建築・構造技術に対して、多くの生徒(96%)は興味を持つことができていた。これは授業で用いたブロック教材が有効(99%が肯定的)であったと思われる。また、安全・安心な生活をおくるために建築・構造学習は必要であると思っていることがわかった。これからの技術教育において、建築・構造技術を学習すべきとの回答も95%あることから、その必要性を認識していたことがわかる。

(4) ロボット・制御技術の学習

1) ロボット・制御技術の学習準備

プログラムの基本技術と制御を学習するために、ライントレース型ロボットを学習した。その手順を以下に示す。なお、ロボット・制御技術は、2～3人を1組とするグループ編成とし、互いに話し合いながら課題を解決する学習形態とした。授業の様子を図9に示す。

- ①サーボモータを制御するプログラミング学習
- ②サーボモータを付加した形状に、ブロック教

材を用いてロボットを改良し、与えられた課題をこなす学習

- ③プログラムやロボットの改良を行わせる学習。
- ④タブレットPCのカメラ機能を用いてロボットの動きを記録し、分析や発表に活用する学習。

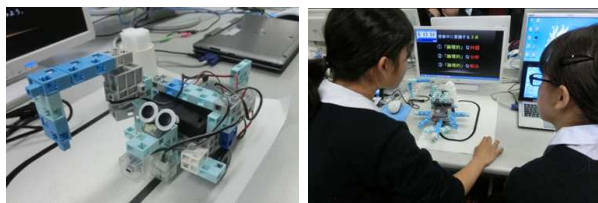


図9 ライントレース型ロボットとプログラミング授業の様子

2) 授業実践

ライントレース型ロボット操作に慣れた後、二足歩行型ロボットを用いた授業実践を2年生を対象に行った。学習指導案(略案)を図10に示す。

授業では、あらかじめサーボモータ、コントローラ等を搭載したロボットを製作し、授業では足関節の回転角度を設定し、サーボモータを作動させるために必要なプログラミングを行った。ロボットの足関節の回転角度を調整して歩行する様子を図11に示す。生徒が動作を確認している様子を図12に示す。

3) 授業評価

本授業はグループ学習の形態を取ったため、協働で課題を解決する活動であった。ディスプレイの画面を見ながらプログラムを修正し、ロボットの動作を繰り返し試行錯誤しながら互いに切磋琢磨して学習する様子がアンケート結果(図13)からもわかる。

学習内容	生徒の学習活動	指導上の留意点と評価 (留意点○ 評価●)
1) 二足歩行ロボットの動きを知る。 2) 本時の学習内容を確認	1) 演示される二足歩行ロボットの動きを観察する。 2) ロボット制御のプログラムを作成し、次の授業ではコンテストの課題をクリアすることを覚える。	○二足歩行ロボットの動きを演示し、学習意欲を引き出す。 ○PCやロボット等の機器の準備がスムーズにいくように留意する。
3) ディスカッションを基にしたロボット製作とプログラミング	3) 各班毎に話し合いながら、ロボットの構造に工夫を加えたり、プログラミングを行う。 4) タブレットPCの撮影機能を使用し、ロボットの動きを記録する。	○論理的なディスカッションを意識させ、班員同士で協力しながら活動させる。 ○歩行の動きを、ワンステップずつ分解して、プログラミングを進めるよう指導する。
4) 本時のまとめ	5) プログラムを保存する。 6) 本時のまとめを、PCで入力する(SKY MENU アンケート機能活用)。 7) 二足歩行の動作原理の基本メカニズムを理解し、次時で行う学習内容の確認をする。 8) 論理的な言語活動や創作活動の意義を知る。	●作成したロボットの動きや保存したプログラムより、論理的な思考力や生活を工夫し創造する能力、生活の技能を評価する。 ●記述した内容より関心・意欲・態度、知識・理解、また論理的思考力、コミュニケーション能力を評価する。 ○二足歩行動作原理のメカニズムの奥深さを伝える。 ○本時で学んだことが、他の学習活動でも活かすことができることを知らせる。

図10 二足歩行型ロボットの学習指導案



図11 足関節の回転角度を調整したのち歩行するロボット

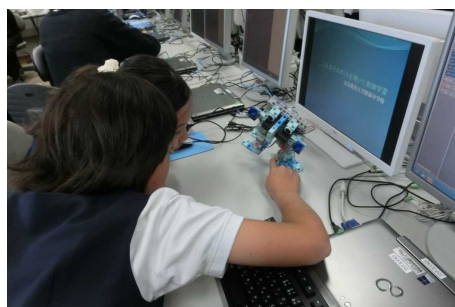
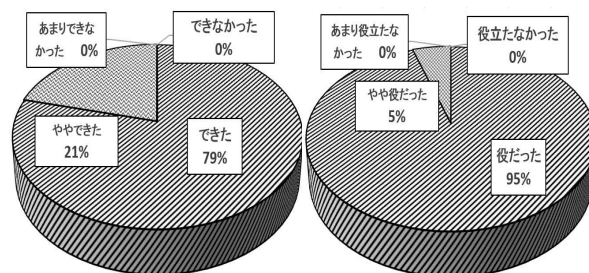


図12 ロボット・制御技術の授業実践の様子

ロボット・制御技術の学習は、文部科学省が提唱するアクティブ・ラーニング(主体的・対話的で深い学び)の学習形態がしやすい授業であることがわかる。



質問：話し合いができなかったか

質問：話し合いは役立ったか

図13 授業後のアンケート結果

(5) 提案

現行の学習指導要領において、中学校技術・家庭の授業時数は、1学年70時間、2学年70時間、3学年35時間が配当されている。そのうち技術分野は1学年35時間、2学年35時間、3学年17.5時間であり、多くの学習内容に比して著しく授業時間が少ないといえる。諸外国は小・中・高等学校でも技術が学習されているため、総授業時間数は著しく少ない。

そこで、科学技術の進歩が著しい今日において、新しい生活システムに対応するためには、教育課程において技術教育を充実し、必要最低

限の技術リテラシーを万人が有する必要があると考える。

そこで、現行の技術の学習内容に加えて、本研究で検討した「建築・構造」技術および「ロボット・制御」技術を学習することを提案する(図14)。

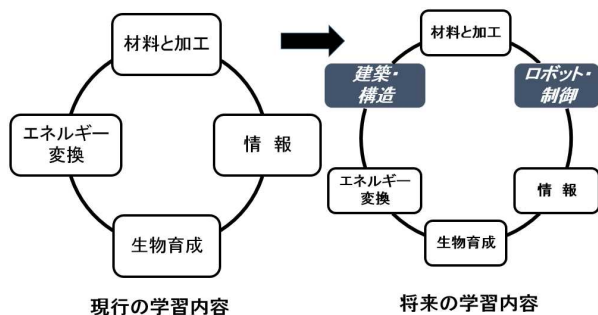


図14 将来の学習内容の提案

中学校技術・家庭の技術分野において、諸外国と日本の技術教育の内容を比較検討した。多くの国で建築・構造を学習しているが、日本では少ないことを明らかにした。また、近年ロボット・制御技術を扱っている国が増加している。日本の新しい技術教育の内容として①建築・構造技術、②ロボット・制御技術を提案し、授業で使用する教材・教具と教科書を作成した。開発した建築・構造技術とロボット・制御技術の2つの学習について授業を実践した結果、中学生はいずれの学習にも興味を示し、技術教育で学習すべき内容であると高い評価を受け、その必要性と実効性を検証できた。建築・構造技術およびロボット・制御技術を中学校技術の学習内容として付加することを提案する。

<引用文献>

- 1) 今,世界の技術教育は?,日本産業技術教育学会(2014)
- 2) 建筑及其設計、江蘇教育出版社(2004)
- 3) NELSON INTRODUCING TECHNOLOGY(2010)
- 4) Design for Life:design & technology for Upper Secondary(2007)
- 5) 川口健一:プロが教える建築のすべてがわかる本, ナツメ社(2010)

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計3件)

- ①葉山泰三、谷口義昭、藪哲郎、佐竹靖、山崎

隆史、ロボット教育を通じた創造力の育成に関する考察(第3報)－WRO2014国際大会での優勝－、奈良教育大学次世代教員養成センター研究報告、査読有、1巻、2015、335-340

DOI: 2189-3039

- ②葉山泰三、谷口義昭、藪哲郎、古川大和、佐竹靖、市橋由彬、ロボット教育を通じた創造力の育成に関する考察(第4報)－ロボットコンテスト国際大会の出場を通して－、奈良教育大学次世代教員養成センター研究報告、査読有、2巻、2016、253-258

DOI: 2189-3039

- ③真城匠、谷口義昭、計測・制御技術を発展させたロボット学習の試行研究、奈良教育大学次世代教員養成センター研究報告、査読有、3巻、2017、191-195

DOI: 2189-3039

[学会発表](計3件)

- ①谷口義昭、技術科教育への建築・構造学習の導入に関する試行研究、日本産業技術教育学会、2015年8月23日、愛媛県・松山市
- ②谷口義昭、技術科教育への建築・構造学習の導入に関する試行研究(第二報)、日本産業技術教育学会、2016年8月28日、京都府・京都市
- ③谷口義昭、技術科教育への建築・構造学習の導入に関する試行研究(第三報)、日本産業技術教育学会、2016年12月18日、大阪府・柏原市

6. 研究組織

(1) 研究代表者

谷口 義昭 (TANIGUCHI, Yoshiaki)

奈良教育大学・教育学部・教授

研究者番号: 50240859

(2) 研究分担者

藪 哲郎 (YABU, Tetsuro)

奈良教育大学・教育学部・准教授

研究者番号: 20254435

箕作 和彦 (MITSUKURI, Kazuhiko)

奈良教育大学・教育学部・准教授

研究者番号: 50613709

(3) 研究協力者

葉山 泰三 (HAYAMA, Taizo)

奈良教育大学・附属中学校・教諭