

技術科教育における安全技術を考慮したロボット学習に関する研究[†]

—授業実践の展開と学習指導計画の提案—

鈴木 研二*・糀谷 隆雄**・村松 浩幸***・松原 真理****・針谷 安男****

宇都宮大学大学院教育学研究科*

宇都宮市立星が丘中学校**

信州大学教育学部***

宇都宮大学教育学部****

本研究は技術科教育における安全技術を考慮したロボット学習システムの開発することを目的とする、これまでに、計測・制御と安全技術を取り入れたロボット学習に関する学習指導法、題材および評価尺度を開発、それらを活用した授業実践を中学生に実施した。本報では、そこで得られた教育的効果や学習指導法などの考察し、安全技術を取り入れたロボット学習を提案し、中学生を対象にした授業実践を行った。その結果、本ロボット学習によって生徒の情意面に一定の効果を確認することができ、使用者の安全を考えたプログラムの設計・製作を疑似体験させることは効果的な学習であること、従来の「計測・制御」学習の中に、安全技術を取り入れ信頼性・安全性に関する授業が実践可能であることが明らかとなった。そして、本ロボット学習として、様々な時数や諸能力に応じた17時間・14時間・11時間の授業カリキュラムと学習指導計画および評価計画を提案した。

キーワード：安全技術，ロボット学習，技術科教育，授業実践，中学校，学習指導計画

1. はじめに

社会全体で安全に対する意識が強まる中、製品や機械等の人工物を対象に、人への危害または損傷の危険性を押さえるための技術¹⁾(安全技術)の開発が重要な課題となっている。安全技術の一つとして、「組み込みシステム」による制御技術が活用されている。例えば、自動車では、ステレオカメラを用いた先進運転支援システム²⁾等である。こうした制御技術の活用は、今後も増加していくと考えられる。

一方、技術リテラシーを育成する上で技術的概念を学ぶことの重要性³⁾が近年指摘されている。さらに、技術科では「技術にかかわる倫理観」の内容が追加⁴⁾、「プログラムによる計測・制御」が必修化

された。このことから、使用者の安全を考えた設計・製作を行わせながら、安全技術についての学習も必要になると考える。

また、技術科教育の内容を広く学習できるとしてロボット教材が目ざされている。これまで、ロボット教材を用いた学習(以下：ロボット学習)の事例や研究は多数報告^{5) 6) 7)}され、様々な能力の育成に効果的であることが検証されてきた。そして、ロボット学習は現実の技術開発に類似しているという指摘⁸⁾や、問題解決を行う過程の中で、動力伝達機構、設計、アルゴリズム、プログラムや計測・制御などの基礎から発展的な内容の学習が可能であることが明らかとなってきた^{9) 10)}。しかし、ロボット学習によって様々な学習内容を網羅できる反面、範囲が広すぎるため、学習の意義や対象とする教育内容を明確にした上で、どのような学習を行うべきかを考慮する必要がある。

また、ロボット学習の教育内容や統一的なカリキュラム、評価方法は定まっていないのが現状である¹¹⁾。さらに、従来のロボット学習の量的、質的な転換が要望されている¹²⁾。これらの指摘に対して多くの実践や研究がされ始めているが、今後の技術科教

[†] Kenji SUZUKI*, Takao KOUJIYA**, Hiroyuki MURAMATSU***, Mari MATSUBARA**** and Yasuo HARIGAYA****: A Study on the Robotics Learning System considering the Safety Technology in Technology Education. - Lesson Practice of Robotics Learning and Proposal of Teaching Plan - .

* Graduate School of Education, Utsunomiya University

** Hoshigaoka Junior High School, Utsunomiya City

*** Faculty of Education, Shinsyu University

**** Faculty of Education, Utsunomiya University

育に必要なロボット学習システムの開発が望まれていると考える。そして、従来からの転換として、「安全技術」「プログラム」「計測・制御」を対象に、現実の技術開発を疑似体験させる、安全技術を取り入れたロボット学習に関する研究が必要であると考える。

そこで本研究では、技術科教育における安全技術を考慮したロボット学習システムの開発することを目的とした。これまでに、計測・制御と安全技術を取り入れたロボット学習に関する学習指導法、題材および評価尺度を開発、それらを活用した授業実践を中学生に実施し、そこで得られた学習効果や学習指導法などの考察を行った。

本報では、さらに安全技術を取り入れたロボット学習を提案し、中学生を対象に授業実践を行い、その結果を踏まえた様々な時数や諸能力に応じた学習指導計画の提案について述べる。

2. 安全技術を取り入れたロボット学習について

2.1 技術科における安全の取り扱い

技術科では、従来から機器類や刃物類、電気などを取り扱った実習を行うため、使用方法を遵守させることや保守点検の必要性を知ることなどを中心に、様々な場面で安全に関わる学習はなされている。安全教育については製品の安全な使用に関する学習¹³⁾や、加工における作業の安全¹⁴⁾等、様々な取り組みがなされている。これらの学習では、知識・理解を身に付けさせる学習ではなく意識を高める学習が中心に行われている。また、安全技術や使用者の安全を考えた設計・製作に焦点をあてた研究や実践はまだ少数である。

以上のことから、現在の技術科教育では正しい工具の使い方等の「ものを使う上での安全」のみが重視され、「ものをつくる上での安全」については希薄化されていると考える。今後の技術科教育では「技術にかかわる倫理観」の育成が必要であることを考慮すると、これまでの学習に加え、「ものを使う側の視点」から「ものをつくる側への視点」へと転換した学習指導法と題材が必要である。

2.2 安全技術を取り入れた学習指導法と題材

本研究の提案する安全技術を取り入れた学習方法では、安全の考え方を学習することができ、なおかつ使用者の安全を考えた設計・製作を生徒が実際に

体験しながら学習できることが望ましい。そのためには、単なる画面上のシミュレーション等ではなく、より現実的で技術開発を疑似的に体験できるものが良い。

そこで、「安全技術」と「プログラムによる計測・制御」を組み合わせた学習が可能となる、自律型ロボット教材 LEGO MINDSTORMS NXT（以下：NXT）を使用する¹⁵⁾。このNXTによって自動制御機器をモデル化した題材を利用する。題材の一例として自動車のモデルを図1に示す。

学習方法としては、従来の「計測・制御」学習の中に「安全技術」を取り入れ、使用者の安全を考えたプログラムの設計・製作を生徒に疑似体験させ、安全という視点から問題点を発見し解決する活動を繰り返し行う。本研究における学習方法のモデルを図2に示す。具体的には、自動制御機器の動作から、想定される事故の発生原因（問題点）を考え、危険源の同定を行う。次に、製作品のリスクの評価を行う。その後、そのリスクを低減するための対策を「計測・制御」の観点から考え、工夫・改善、評価・選択を取り入れながら実際に設計・製作を行う。この一連の学習活動を何度も繰り返し行っていく中で、安全性の向上を図っていく。

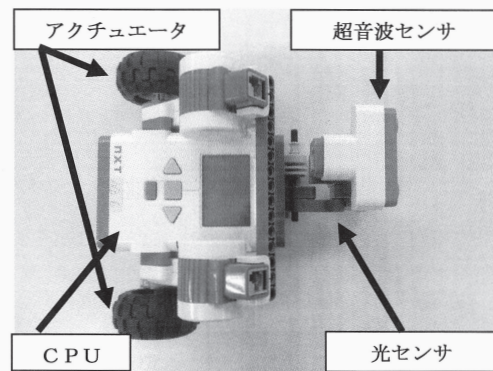


図1 NXTによる自動制御機器のモデル化

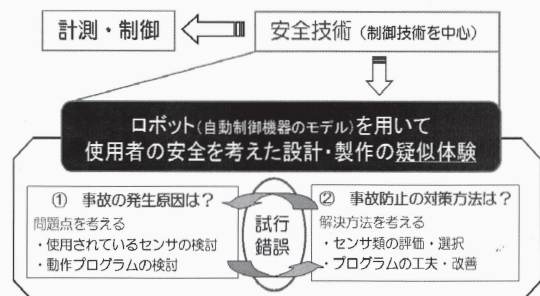


図2 本研究における学習方法のモデル

また、学習全体を通して、常に開発者としての立場から使用者の安全について考えるよう意識させる。さらに、ロボット学習を通して疑似体験をさせることで、安全について興味を持たせ、実践的な態度が身に付くと考える。これにより、問題発見力・解決力、技術的な評価力、工夫し創造する能力の育成ができると考えられる。

3. 授業実践

3. 1 授業実践の概要

2012年4月～10月に、宇都宮市内H中学校において3年生3クラス105名を対象に全14回の授業実践を行った。授業実践計画を表1に示す。授業は各クラス週1時間、プログラム学習では3～4人1組のグループで学習を行った。題材は自動車のモデルを使用した。

3. 2 授業実践の展開

1～4時間目では、本授業の目的と計測・制御およびプログラムに関する基礎的な内容について学習した。

5～6時間目では、使用者の安全を考えた設計を行うため、安全の考え方を説明した。その後、自動制御機器の事故発生の例を示し、「危険性の特定」と「事故防止に必要な対策」を考えることを行った。さらに、自動車の最新の安全技術について触れ、より安全な自動車に必要な機能（制御技術）を考えさせ、使用するセンサの役割と効果について記入させた。その後、班内で議論を行い、安全な自動車の設計図として「どのような危険を防ぐのか」「その危険を防ぐ対策方法（使用センサと役割）」「どのような動きをするのか（フローチャートを含む）」に

表1 授業実践計画

時数	学習内容
1(1)	ガイダンス, 初回意識調査 社会人基礎力, 班分け
1(2)	計測・制御, フローチャート
2(3-4)	プログラム学習, センサの評価・選択
2(5-6)	安全技術に触れる, 考える 安全な自動車の設計図の作成
3(7-9)	プログラミング① (共通課題)
1(10)	設計図の工夫・改善, 中間意識調査, 確認テスト
3(11-13)	プログラミング② (工夫したプログラム)
1(14)	発表会, まとめ, 最終意識調査

ついて検討した。

7～10時間目では、ぶつからないクルマの機能を再現した共通課題として「ライトレース+障害物感知による停止」を行うプログラムの作成を行った。また、これまでに扱ってきたロボットやセンサの特徴を踏まえ、設計図の改善を行った。

11～13時間目では、5～6および10時間目に考えた設計図をもとに、班でプログラムの作成・発表会の準備を行った。7～9時間目の共通課題のプログラムを改良させ、より安全な機能を備えた自動車のプログラム作成を行った。

14時間目では、製作したロボットの発表会を行った。発表内容は「問題点と解決策」「フローチャート」「プログラム」「実演」である。完成度にバラつきはあるものの、全ての班が完成することができた。最後に、本授業のまとめとして安全技術を取り入れた学習活動の振り返りを行った。そこで、安全技術に過信せず、常に様々な安全・リスクの問題について考え、適切な安全行動をとることが大切であることを伝えた。そして、問題解決の方法や工夫し創造することの大切さについて伝えた。授業実践の様子を図3、補助教材を図4、プログラムの一例を図5に示す。

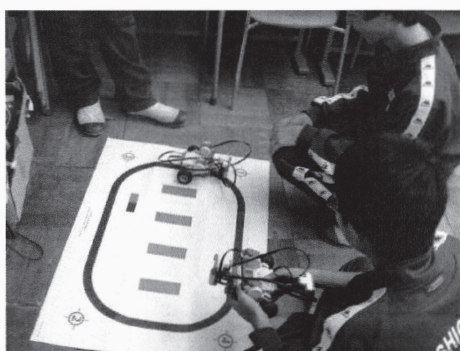


図3 授業実践の様子

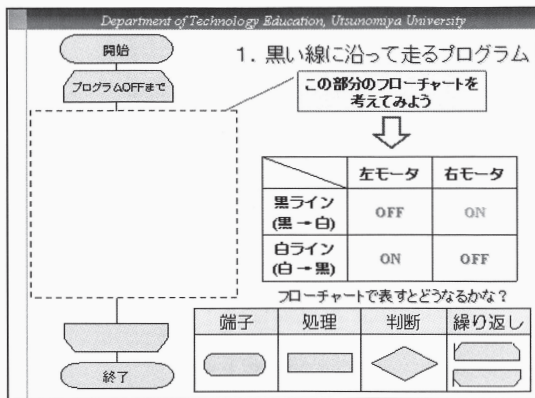


図4 授業で使用したライントレースの補助教材

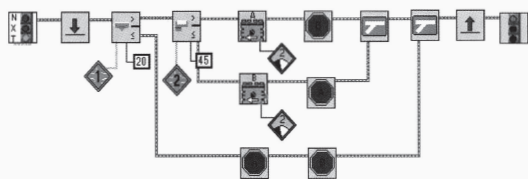


図5 生徒が作成した共通課題のプログラム例

4. 結果と考察

安全技術およびロボットやプログラムに対する意識の変容を、授業実践の初回・中間・最終の計3回、質問紙で調査した。質問項目は、信頼性・妥当性が検証されている鈴木ら¹⁶⁾による安全技術に対する意識尺度(F1~F3)を使用した。また、ロボットやプログラムに対する関心・意欲・態度、知識・理解(F4~F8)の面への効果の調査も行った。各因子は、F1「安全技術に対する興味・関心」、F2「安全技術の必要性への認識」、F3「安全技術への信頼」、F4「ロボット学習に関する関心・意欲・態度」、F5「安全技術に関する知識・理解」、F6「プログラムによる計測・制御に関する知識・理解」、F7「プログラムに関する関心・意欲・態度」、F8「授業に関する関心・意欲」である。事前調査で質問した質問項目を表2、その結果を表3に示す。

初回から最終にかけて全体的に意識を高めることができた。t検定の結果、8因子中7因子で1%水準での有意差を確認できた。F2に関しては有意差を確認することができなかったが、初回から最終まで4.06以上の高い数値を示しているためと考えられる。授業実践後の感想の一部を示す。

○ 製品をつくる側は、安全性についてよく考えていることが分かった。しかし、「絶対安全」は

表2 質問項目(事前)

この調査は、本授業の教育効果を調べるための調査であり、成績とは関係ありません。ご協力をお願いします。

日付: 2012年 月 日 学校名: _____ 中学校
3年 組 番 性別: (男・女)

問. 以下の問いに対して、1~5であなたの考えが最も当てはまるところに○をつけてください。

1-全く思わない 2-あまり思わない 3-どちらともいえない
4-まあまあ思う 5-かなり思う

- Q01 安全技術に関する発明や技術開発について知りたいと思う。
- Q02 安全技術に関する情動的(プログラムなど)な内容を知りたいと思う。
- Q03 安全技術について興味がある。
- Q04 安全技術を取り入れた機構などの製作をしてみたいと思う。
- Q05 安全技術を「ものづくり」に積極的にいかすことは、必要なことであると思う。
- Q06 様々な機器や機械(自動ドアやエレベーターなど)を使う人も、危険性に関する知識は持っているべきだと思う。
- Q07 様々な機器や機械(自動ドアやエレベーターなど)は、多額の費用がかかっても安全性を優先すべきだと思う。
- Q08 安全技術が高まることで、私たちの生活は豊かになると思う。
- Q09 使用者の安全を「プログラムによる制御」で考えることは、必要だと思う。
- Q10 様々な機器や機械(自動ドアやエレベーターなど)に関する安全性は、年々高まっていると思う。
- Q11 プログラムによって制御すれば、事故を防げると思う。
- Q12 プログラムによって機械を制御すると、安全性は高められると思う。
- Q13 プログラムによって制御すれば、危険は少なくなると思う。
- Q14 技術による安全対策がしっかりしていれば事故は起きないと思う。
- Q15 ロボットに対して興味がある。
- Q16 ロボットのメカ的(機構など)な部分を知りたい。
- Q17 ロボットの情動的(プログラムなど)な部分を知りたい。
- Q18 様々な機器や機械(自動ドアやエレベーターなど)に利用されている安全技術を理解している。
- Q19 身の回りの機器がどのように制御されているか仕組みを理解している。
- Q20 プログラムがどのようなものか知っている。
- Q21 プログラムを作成してみたい。
- Q22 プログラムに対していろいろなことが知りたい。
- Q23 自分の力でプログラムが考えられるようになりたい。
- Q24 これから行う授業が楽しみだ。

以上になります。ご協力ありがとうございました。

表3 授業実践における各因子の変容結果

因子	初回(n=89)		中間(n=89)		最終(n=89)		t値
	平均	SD	平均	SD	平均	SD	
F1	2.97	1.18	3.24	1.12	3.41	1.16	4.94**
F2	4.06	0.91	4.11	0.84	4.13	0.95	1.24
F3	3.39	0.98	3.61	0.98	3.83	1.03	6.28**
F4	2.75	1.39	3.12	1.25	3.28	1.23	4.84**
F5	2.42	1.05	3.60	0.82	3.53	0.95	8.07**
F6	2.25	1.07	3.74	0.87	3.78	1.02	14.83**
F7	2.68	1.37	3.21	1.33	3.38	1.28	6.34**
F8	3.56	0.99	3.93	1.10	4.17	0.94	4.49**

**p<.01

存在しないことを知ったので、製品をつくる人の努力と、それを利用する人の理解や注意があって初めて安全というものが成り立っていくのだと思った。

- 物を作るには、人間が安全に過ごせるように、あらゆる危険性を考えないといけないので大変だと思った。でも、その危険性をどうしたら安全にすることができるのか考えることは、思ったより楽しかった。
- 現時点で満足して立ち止まっているのではなく、少しでも良くしようと努力すればより良い物が作れることがわかりました。これからの日本、私達にとってとても大切なことだと思いました。
- プログラムやフローチャートを考えたり、作ったりするのはとても難しく大変だったけれど、楽しい授業でした。

以上のことから、社会で利用されている製品の安全に目を向けさせ、現実の技術開発について改めて考えさせるきっかけになったと考えられる。身近な製品のモデルを利用し、安全技術という観点から使用者の安全を考えたプログラムの設計・製作を疑似体験させることは効果的な学習であると考えられる。また、情意面に関して一定の効果を確認することができた点から、本ロボット学習は、「計測・制御」学習の中に、安全技術を取り入れ信頼性・安全性に関する授業を展開することができ、実践可能であると考えられる。

5. 安全技術を考慮した授業計画の提案

授業実践の結果から、本ロボット学習として推奨する授業計画および様々な時数に応じた授業計画を提案する。本ロボット学習では、安全に関する考え方や実社会で利用されている安全技術を取り上げ、ものづくりの視点を自分ではなく相手（使用者）への意識に立たせることができる。また、安全に関する学習やプログラムによる計測・制御に関する学習は、事象を論理的に構成する能力や、多くの知識を習得するため、第3学年を対象に実践されることが望ましい。

そこで、提案する授業計画では、教材および題材は自動車のモデルを使用する。また、4人1組の班編成、班にロボットを1台使用する構成である。3

表4 提案した授業計画に対応したカリキュラム

授業計画と時数			指導項目
I (17h)	II (14h)	III (11h)	
1	1	1	社会で利用されているロボット、班分け
2, 3	2	2	「計測・制御」、フローチャートの学習
4, 5	3, 4	3, 4	プログラムでロボットを動作
6, 7	5, 6	5, 6	安全技術の学習と演習、設計図の作成
8, 9, 10	7, 8	7, 8	プログラミング①（共通課題）
11	9		設計図の工夫・改善、
12, 13, 14	10, 11, 12	9, 10	プログラミング②（安全を考慮したプログラム）
15, 16	13		発表会、完成品の評価と検討
17	14	11	まとめ

つの授業計画と指導項目を表4に示す。また、学習指導計画および評価計画を表5に示す。

授業計画Iは本ロボット学習の推奨する17時間の授業計画である。安全技術および計測・制御の学習内容を、プログラムによる設計・製作を疑似的に体験しながら学ぶことができる。また、安全の考え方や現実の技術と社会との関係を系統的に学習する中で、高い教育効果を得ることができると考えられる。

次に、現在の技術科で課題となっている授業時数を考慮した授業計画を2つ構成した。授業計画IIは14時間、授業計画IIIは11時間である。少ない授業時間の中で効率良く学習を行うための配慮が必要であるが、指導項目を満たしているため、実践可能な授業計画であると考えられる。

6. まとめ

- ① 使用者の安全を考えたプログラムの設計・製作を疑似体験させる「計測・制御」を主体としたロボット学習指導法を提案した。
- ② 中学生を対象に授業実践を行い、身近なモデルを利用し、安全技術という観点から使用者の安全を考えたプログラムの設計・製作を疑似体験させることは効果的な学習であることが明らかとなった。
- ③ 本ロボット学習によって、「計測・制御」学習

の中に、安全技術を取り入れ信頼性・安全性に関する授業を展開することができ、実践可能であることが明らかとなった。

- ④ 本ロボット学習として、17 時間・14 時間・11 時間を想定した授業カリキュラムと学習指導計画および評価計画を提案した。

今後、提案した授業計画の実践を行い、その教育効果を検証する必要がある。また、知識・理解面に及ぼす影響の分析と詳細な調査方法を検討する必要がある。

本研究の一部は、科学研究費補助金（課題番号 23300282）による。

【参考文献】

- 1) 日本学術会議：安全・安心な社会構築への安全工学の果たすべき役割，人間と工学研究連絡委員会安全工学専門委員会（2005）
- 2) 富士重工業：先進運転支援システム「新型 EyeSight（アイサイト）」，<http://www.subaru.jp/news/2010/eyesight/>（2013.02.10 最終アクセス）
- 3) 桜井宏：社会教養のための技術リテラシー，東海大学出版会（2006）
- 4) 文部科学省：中学校学習指導要領解説技術・家庭編，教育図書（2008）
- 5) 古平真一郎・坂本弘志・針谷安男：自律型ロボット教材を用いた「プログラムによる計測・制御」学習の授業実践に基づく学習効果の検証，日本産業技術教育学会誌，第 51 巻，第 4 号，pp. 285-292（2009）
- 6) T. Chubachi, and Y. Kawarada : Development of Curriculum for Children to Keep Studying, Proceedings of 2nd International Symposium on Robotics in Science and Technology Education, pp. 46-52（2009）
- 7) 山本利一・本村猛能・金塚茉莉子：情報機器を活用した問題解決の手順を学習する指導過程の提案，日本情報科教育学会誌，Vol.4, No.1, pp.5-10（2011）
- 8) 森政弘：ロボコン博士のものづくり遊論（1999）
- 9) 嶋田彰子・山菅和良・針谷安男・他 1 名：自律型ロボット教材を活用したプログラムと計測・制御学習に関する授業方法の開発と評価，日本産業技術教育学会誌，第 49 巻，第 4 号，pp. 297-305（2008）
- 10) K. Suzuki, T. Koujiya, A. Shimada, H. Muramatsu, Y. Harigaya, M. Matsubara, T. Yamamoto and M. Watakabe : Development of Robotics Learning System Using Autonomous Robot in Technology Education – Lesson Practice that took in Safety Using LEGO Mindstorms NXT – , Proceedings of 5th International Symposium on Robotics in Science and Technology Education, pp. 20-25,（2012）
- 11) 鈴木研二・伊藤直美・糞谷隆雄・他 1 名：技術教育における数学的活動を取り入れたロボット学習の提案，技術科教育の研究，第 17 巻，pp. 37-44,（2012）
- 12) 村松浩幸・杵渕 信・渡壁 誠・他 10 名：新学習指導要領におけるロボット学習研究の提案，日本産業技術教育学会第 51 回全国大会講演要旨集，p.131（2008）
- 13) 上之園哲也・勝本敦洋・中原久志・他 2 名：中学校技術科における照明器具の温度計測試験を通して安全性に対する意識を高める授業の実践，兵庫教育大学学校教育センター紀要，学校教育学研究，第 23 巻，pp. 89-96（2011）
- 14) 丸山貴史・村越 真：技術科における KYT シートを用いた中学生の危険認知の実態把握，静岡大学教育学部附属教育実践総合センター紀要，No.18, pp. 105-112（2010）
- 15) 鈴木研二・糞谷隆雄・伊藤直美・他 2 名：自動制御機器のモデルを利用した題材の開発—「安全性」を考慮した授業実践—，宇都宮大学教育学部教育実践総合センター紀要，第 34 号，pp. 89-96（2011）
- 16) 鈴木研二，村松浩幸，針谷安男，他 1 名：制御技術を中心とした安全技術に対する意識尺度の開発，日本産業技術教育学会誌，第 54 巻第 4 号，pp. 197-204（2012）

表 5 学習指導計画および評価計画（17 時間の例）

時数	指導項目	指導要領	主な学習活動	指導上の留意点	評価の観点			具体的評価基準	評価方法
					関心・意欲・態度	工夫・創造	知識・理解 技能		
1(1)	社会で利用されているロボット、班分け	D (3)	・実社会で利用されている様々なロボットについて知る。	・ 自動制御機器等の様々なロボットを取り上げ、ロボットが身近なものであるという意識を持たせる。	○			実社会で利用されているロボットに関心を示している。	観察
2(3)	「計測・制御」、フローチャートの学習	D (3)	・コンピュータを使った計測・制御について関心をもち、基本的な仕組みとフローチャートを用いた情報処理の手順を理解する。	・ 身近な自動制御機器の計測・制御システムの説明を行い、人間と自動制御機器の処理手順を比較させる。 ・ 情報処理の手順（順次・分岐・反復）について知らせ、基本的な仕事をするための手順をフローチャートを用いて描かせる。	○			人間と自動制御機器の処理手順について比較し、考えようとしている。 計測・制御システムには、コンピュータ以外に、センサとアクチュエータが必要であることを指摘できるとともに、情報処理の手順をフローチャートを用いて説明できる。	ワークシート・観察 ワークシート・観察
2(5)	プログラムでロボットを動作	D (3)	・プログラミングツールの使い方を理解し、ロボットを制御するための基本的なプログラム（順次）とセンサを用いた応用的なプログラム（分岐・反復）のプログラムを作成する。	・ ロボットを動かすための基本的な命令と、その動作について知らせる。 ・ ロボットを動かすためのプログラムの作成方法を知らせる。 ・ センサの働きを説明し、プログラムの作成方法と各種センサの特徴を理解させる。	○			プログラムを正しく転送し、ロボットの前進、後進、停止、センサを用いた動作を正しく実行することができる。 ロボットを動かすための基本的な命令の意味と使い方、各種センサの特徴について説明できる。	ロボット・観察 プログラム・観察
2(7)	安全技術の学習と演習、設計図の作成	D (3)	・安全の考え方や安全技術について理解し、自動制御機器の安全に関する問題点を見つけ、その解決方法を考える。 ・ 自動車の最新の安全技術に触れ、使用者の安全を考えた設計図を作成する。	・ 「危険源の同定」や「リスクの低減対策」の考え方の観点と原因風機を例に説明する。 ・ 自動ドアの事故発生例を示し、「危険性の特定」と「事故防止に必要な対策」を考えさせる。 ・ 実際に使用されている自動車の安全技術を見せ、より安全な自動車に必要な機能と役割を考えさせる。	○			より安全な自動車に必要な機能を考え、センサやプログラムの役割と効果を説明できる。 安全の考え方や安全技術について理解し、問題点と解決方法を説明できる。	ワークシート・設計図・観察 観察
3(10)	プログラミング①（共通課題）	D (3)	「ぶつからないクルマ」の機能を疑似的に再現したプログラムを作成する。	・ ライントレースの考え方を説明し、プログラムの作成させる。 ・ 障害物検知による停止のプログラムを作成させる。 ・ ライントレース + 障害物検知による停止のプログラムの作成させる。 ・ 目的の制御を行えるようロボットの動きをイメージし、フローチャートを作成させる。 ・ ロボットの動作から、より確実な動作をするようにプログラムの修正・改善を繰り返す行う。	○			過去のプログラム作成を振り返りながら処理手順を考え、フローチャートを考えている。 目的の制御に対して適切にセンサを使用し、その効果を比較・検討した上で、フローチャートを作成することができる。 ロボットの動きに不安定さも見られるが、フローチャートに準じたロボットの制御を行っている。	ワークシート・ロボット・観察 ワークシート・観察

時数	指導項目	指導要領	主な学習活動	指導上の留意点	評価の観点				具体的評価基準	評価方法
					関心・意欲・態度	工夫・創造	技能	知識・理解		
1(11)	設計図の工夫と改善	D (3)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 班でのプログラム作成に向けて、これまでの学習を活かした設計図の工夫と改善を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ これまでの学習からロボットやセンサの特徴を踏まえながら、より安全を目指した設計図へと改善させる。 					「おおむね満足できる」状況と判断されるもの	設計図・観察
3(14)	プログラミン グ②(安全を考慮したプログラム)	D (3)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 設計図に基づいたプログラムとそのフローチャート、問題点と解決策をまとめた資料を作成する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 作成した設計図を基に、プログラムや発表資料を他の生徒と意見交換をさせながら、負担して取り組ませる。 ・ ロボットを動作させた結果を踏まえ、より安全で確実な動作をするようにプログラムの修正、改良を繰り返し行い、課題解決させる。 					<ul style="list-style-type: none"> ・ 自分役割を理解し、他の生徒と協力し合いながら製作しようとしている。 ・ 目的の制御に対して、他の生徒が作成したプログラムやフローチャートを理解した上で、さらに問題点を見つけ、より良い解決策を考えようとしている。 	観察 ワークシート・設計図・観察
2(16)	発表会、完成品の評価と検討	D (3)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 製作したロボットの発表を行い、現実の技術と比べた完成品に対する安全性の評価と今後について考えさせる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 「問題点と解決策」「フローチャート」「プログラム」「実演」「美演」を班員が必ず1つ担当するようになさせる。 ・ 完成品を客観的に見直し、現時点でのリスク評価を行うとともに、実際の自動車の共通点を見出し比較させ、今後の技術開発や安全技術について考えさせる。 					<ul style="list-style-type: none"> ・ 完成品を発表したり、他の作品を鑑賞しながら、使用者がより安全で安心して利用できる作品を考えようとしている。 ・ 完成品の特徴について、分りやすく表現や発信ができる。 	観察 ロボット・ブレゼン・資料・観察
1(17)	まとめ	D (3)	<ul style="list-style-type: none"> ・ これまでの学習活動を振り返り、これからの安全技術と私たちの未来について考える。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 本ロボット学習の学習で学んだことを踏まえ、今後の行動と課題について考えさせる。 					<ul style="list-style-type: none"> ・ 本ロボット学習を通して学んだことを活用し、今後の行動と課題を示そうとしている。 ・ 本ロボット学習を通して学んだことを活用し、より安全な行動を今後とろうと工夫している。 ・ 今後の行動と課題を理解している。 	ワークシート・観察 ワークシート・観察 ワークシート・観察