工　　業

1　学習指導及び学習評価の改善・充実

(1) 工業科における個別最適な学び、協働的な学び

「個別最適な学び」とは、これまで重視されてきた個に応じた指導を学習者の視点から整理した概念であり、個別最適な学びを、より具体的に表した言葉が、次に示す「指導の個別化」と「学習の個性化」である。

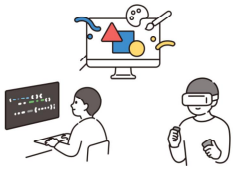
工業科における「指導の個別化」

生徒一人一人に応じて、学習方法や教材、工具、学習時間などを柔軟に設定すること

【例】
配線の図記号や工具の用途などを覚えるのに、書いた方が覚えられる生徒はノートで学習し、ICT端末を使用する方が集中できる生徒はアプリなどで学習する。
このように、生徒が自分の得意、不得意を自覚し、それに応じて学習方法を選択できるようにすることも「指導の個別化」の一つである。

工業科における「学習の個性化」

生徒一人一人が自分の興味・関心に応じて、学習活動やつくりたいものを決定して取り組むこと



【例】
科目「課題研究」において、生徒がこれまでの学習で身に付けた知識・技術や工業の「見方・考え方」を生かして、地域住民に役立つものを製作することや就職後を見据えて必要となる職業資格の取得を目指す。
このように、生徒が自分の興味・関心に応じて、学習課題を自身で決定していくことも「学習の個性化」の一つである。

次に、「協働的な学び」とは、様々な場面で人間同士の交流の機会を通して、生徒一人一人のよい点や可能性を生かしながら、生徒同士の協働はもとより、企業の技術者や学科の垣根を越えた生徒など、多様な他者と協働しながら、相手を尊重し、異なる考え方を組み合わせたり、新たな考えを創造したりするために必要な資質・能力を育成するための学びのことである。

例えば、実習で作品を製作した場面において、自分と異なる方法で製作したクラスメイトと「なぜその方法でも製作できたのか」や「自分の方法との相違点や共通点は何か」、「作業中、どのような危険を予知していたのか」といった議論を通して、より効率的かつ安全性の高いものづくりにつなげていく活動も、協働的な学びの一つである。

工業科における協働的な学び

多様な他者との交流を通して、必要な資質・能力を育成するための学び

教員、クラスメイト、他の学科・校種の児童生徒、企業や大学等の技術者など、
多様な人との交流を通して、ものづくりに関するよりよい学びを生み出す

(2) 工業科における共通性の確保を目指した学び

高校教育の実態が地域・学校によって多様な状況にある中、工業科においても、質の確保・向上を目指し、「多様性への対応」と「共通性の確保」を併せて進める必要がある。とりわけ、全ての生徒がその後の進路に関わらず、必要な資質・能力を共通して身に付けられるようにする共通性の確保に向けては、次の３つに取り組むことが重要であり、留意事項と併せて紹介する。

共通性の確保に向けて取り組むべき事項

- 「自己を理解し、自己決定・自己調整ができる力」の育成
- 「自ら問いを立て、多様な他者と協働しつつ、その問いに対する自分なりの答えを導き出し、行動することのできる力」の育成
- 「自己の在り方生き方を考え、当事者として社会に主体的に参画する力」の育成

共通性の確保に向けた留意事項

Point 01 産業界等との連携強化
地域や産業界等との連携・交流を通じた実践的な学習活動や就業体験活動を積極的に取り入れるとともに、社会人講師を積極的に活用するなどの工夫に努める。

Point 02 教員の資質・能力の向上
企業や大学・高専等と連携して教員の専門性を向上させ、最新の技術や教育手法を取り入れた質の高い教育を提供する。

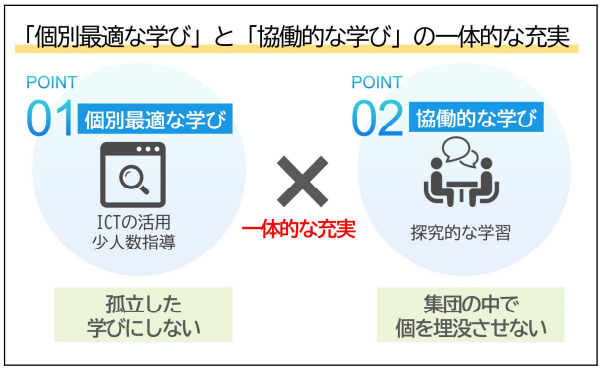
Point 03 多様性への対応
生徒一人一人の特性や進路希望に応じて、科目「課題研究」のテーマを設定するなど、「学習の個性化」を図る。

また、工業科における共通性の確保として、安全管理及び安全指導の徹底は不可欠であり、多様化している生徒一人一人の危険に対する感受性を養うことが重要である。指導に当たっては、「生徒は、まだまだ未熟である」といった認識をもち、「この場面で、このような危険がある」など、具体的な場面と原因、対処方法を併せて考えることが大切である。

(3) 個別最適な学びと協働的な学びを一体的に充実させるための学習評価

授業づくりに当たっては、個別最適な学びが「孤立した学び」に陥らないよう、個別最適な学びと協働的な学びを一体的に充実することが大切である。

また、協働的な学びを進める際には、集団の中で個が埋没してしまわないよう、「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善に取り組む必要がある。



こうした学びに関連性のある資質・能力は「学びに向かう力、人間性等」であり、「主体的に学習に取り組む態度」の評価に当たっては、自らの学習状況を把握し、学習の進め方について試行錯誤するなど、自らの学習を調整しながら学ぼうとしているかどうかといった、意思的な側面を評価することが求められる。

さらに、「指導と評価の一体化」の観点から、「主体的に学習に取り組む態度」の評価を踏まえ、生徒が自ら学習の進め方を改善していくことができるよう指導・支援していくことが重要である。

２　指導と評価の計画例

ここでは、科目「工業情報数理」における指導項目「(3) プログラミングと工業に関する事象の数理処理」について、〔指導項目〕をそのまま単元とした場合の例を示す。（１年：２単位を想定）

ア　単元の目標

(1)	(2)	(3)
プログラミングと工業に関する事象の数理処理について、工業に関する事象の数理処理をモデル化してシミュレーションを行うアルゴリズムを踏まえて理解するとともに、関連する技術を身に付ける。	工業の事象の数理処理のモデル化に着目して、プログラミングと工業に関する事象の数理処理に関する課題を見いだすとともに、解決策を考え、科学的な根拠に基づき結果を検証し改善する。	プログラミングと工業に関する事象の数理処理について自ら学び、情報技術の活用に主体的かつ協働的に取り組む。

目標から
評価規準を作成

【「単元の目標」の作成のポイント】
学習指導要領解説を参考に、生徒の実態及び前単元までの学習状況等を踏まえて作成する。

イ　単元の評価規準

知識・技術	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
プログラミングと工業に関する事象の数理処理について、工業に関する事象の数理処理をモデル化してシミュレーションを行うアルゴリズムを踏まえて**理解している**とともに、関連する技術を**身に付けている**。	工業の事象の数理処理のモデル化に着目して、プログラミングと工業に関する事象の数理処理に関する課題を**見いだす**とともに解決策を考え、科学的な根拠に基づき結果を検証し**改善している**。	プログラミングと工業に関する事象の数理処理について自ら学び、情報技術の活用に主体的かつ協働的に**取り組もうとしている**。

【評価規準の作成のポイント】
目標の文末を、評価規準として活用できるよう「～している。」などと表現する。

ウ　単元の指導と評価の計画（30時間）

本単元「プログラミングと工業に関する事象の数理処理」は、３つの小単元による構成として計画し、各小単元における指導のねらい・学習活動及び評価の観点は次のとおりである。

時間（次）	◆：小単元名 ○：指導のねらい・学習活動	評価の観点		
		知	思	態
１～９ 【9時間】	◆アルゴリズムとプログラミング ○アルゴリズムに基づいたプログラムの作成方法について理解する。 ○課題の解法についてアルゴリズムを用いて表現する方法を取り上げ、コンピュータで処理手順を自動実行する有用性について思考する。	○	○	
～～～	～～～	～～～	～～～	～～～
16～30 【15時間】	◆数理処理と制御プログラミング ○工業の事象の計算、質量等の積算及び単位と国際単位系（SI）を含む単位換算について理解する。 ○コンピュータを活用した数理処理に加え、コンピュータや組込みコンピュータを用いてセンサなどを実際に制御するプログラミングについて、科学的な根拠に基づいて結果を検証し改善する。 ○学習への取組について、自己の課題を確認するとともに、設定した目標に沿って学習改善できたか自己評価する。	○	○	○

【評価の観点の設定】
各小単元において３観点全てを評価する必要はなく、単元全体を通してバランスよく評価することが大切である。

【小単元の設定】
単位数や生徒の状況など、学校の実態等に応じた設定が可能である。

エ　学習指導案

1　単　元　名　プログラムと工業に関する事象の数理処理

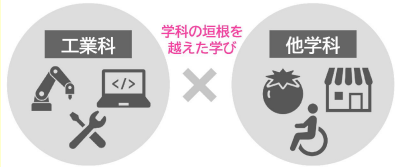
2　小 単 元 名　数理処理と制御プログラミング（13時間目／15時間中）

3　本時の学習内容　土壌湿度センサを用いた自動給水装置のプログラムの作成

4　本 時 の 目 標　持続可能（サステナブル）な農業社会を支えるIoT技術について、工業に携わる者として、科学的な根拠に基づき結果を検証し改善する。

【本時の学習内容及び目標を設定した背景】

実際の社会においては、農産物の収穫にロボットを利用して農家の負担軽減が図られている例があるなど、農業と工業、情報など複数の分野の組合せにより課題解決が図られている場合が多く、学校では教わっていないことに対して業務の中で答えを求められることもある。



こうしたことから、工業科においては、他学科など、異なる学習分野をクロスさせた指導を行うことが求められており、実際の産業現場と同様に、それぞれの学科の生徒が協働して課題解決を行う経験が得られるよう、指導の工夫・改善を図ることが重要である。

［参考］第27期北海道産業教育審議会建議「これからの本道産業教育の充実方策について」

5　本時の展開

	主な学習活動 （●個人、○グループ）	◆教師の働きかけ 及び指導上の留意点	評価規準・評価方法等
導入	●前時までの復習をする。 本手引６ページを参照 ●本時の学習内容と目標を確認する。	◆動画教材を活用し、本時の学習との関連を意識させる。 ◆産業界の動向を踏まえて、設定した背景を説明する。	［評価規準］ 【思考・判断・表現】 持続可能な農業社会を支えるIoT技術について、工業に携わる者として、科学的な根拠に基づき結果を検証し改善している。
展開	○協働ワークシート(注)を活用し、自動給水装置を動作させるフローチャートを作成する。 **【指導の個別化】** 本手引１ページを参照 ○プログラムを作成し、制御装置の動作確認を行う。 ○給水が必要となる土壌の状態を検証し、プログラムに反映する。 ○持続可能な農業社会を支えるIoT技術について協議し、意見を協働ワークシートに整理する。	◆必要に応じて、ICT端末を活用して情報収集を行うことを促す。 （注）生徒の希望に応じて、デジタル又はアナログを選択。 ◆プログラムが苦手な生徒も作業に携わるよう個別に声かけする。 ◆農林水産省のデータなど、科学的な根拠に基づき検証させる。 ◆少数意見も尊重させる。 ◆議論が停滞しているときは、教員が議論の活発化につながるヒントを与える。	**【評価の観点の設定】** １単位時間で３観点全てを評価する必要はなく、評価の観点は１つでも差し支えない。 **【個を埋没させない】** グループ学習などの協働的な学びを進める際には、集団の中で個が埋没してしまわないよう、個別最適な学びと協働的な学びを一体的に充実することが必要である。（本手引２ページを参照） **【協働的な学び】** 多様な他者と協働しながら、相手を尊重し、異なる考え方を組み合わせたり、新たな考えを創造したりするために必要な資質・能力を育成するための学び。（本手引１ページを参照）
まとめ	●本時の学習を振り返り、自身の考えを振り返りシート（学習支援ソフト）に入力する。	◆振り返りシートの入力に当たっては、他者の意見も踏まえ、他の教科・科目等との関連性や自己の将来を含めて、自身の考えを記入させる。 ◆簡潔に次時の予告をする。	［評価方法］ ・行動観察 ・振り返りシート （学習支援ソフト）

オ　学習の進め方や評価の工夫

(ｱ) 教科等横断的な学びについて

小単元「数理処理と制御プログラミング」において、教科等横断的な視点に立ち、科目「工業技術基礎」で製作した制御回路を活用した事例を紹介する。

教科等横断的な視点に立った「個別最適な学び」と「協働的な学び」の指導例

科目「工業技術基礎」の年間指導計画の作成に当たっては、学科内で連携を図り、科目「工業情報数理」の単元「プログラミングと工業に関する事象の数理処理」において活用が可能な制御回路を製作することとしている。

本例では、製作した土壌湿度センサを用いた自動給水装置の制御回路を活用してプログラミング学習に取り組んでおり、課題解決に向けた方法を個人及びグループで思考し、その内容を基にプログラミングを改良している。

また、生徒の希望に応じて、ICT端末を用いた協働ワークシートを活用することで、他者の思考を自由に閲覧することが可能になり、次のような効果が得られる。

◆効果１【協働的な学び】

クラスメイトの多くの意見に触れることで、相手を尊重し、異なる考え方を組み合わせたり、新たな考えを創造する資質・能力の育成が可能になる。

◆効果２【個別最適な学び（指導の個別化）】

プログラムが苦手な生徒も、クラスメイトと協働しながら学習に取り組むことが可能になり、生徒一人一人の学習ニーズに応じた指導が可能になる。

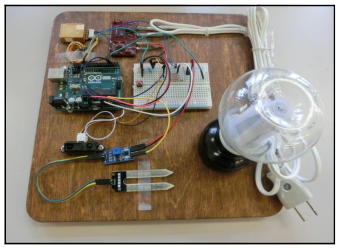


図１　土壌湿度センサを活用した制御装置

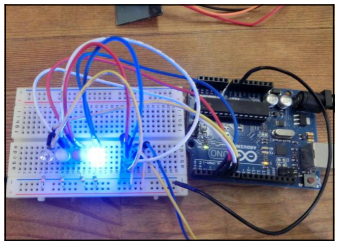


図２　製作した制御回路の動作チェックの様子

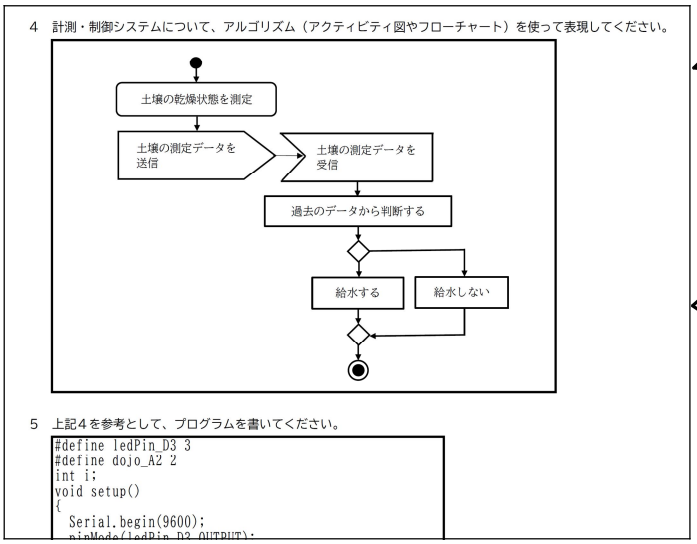


図３　協働ワークシートの例（一部抜粋）

【指導の個別化】

生徒の希望に応じて、紙（アナログ）又はICT端末（デジタル）を選択させるなど、生徒が自分の得意、不得意を自覚し、それに応じて学習方法を選択できるようにしている。（本手引１ページを参照）

【個別最適な学びと協働的な学びの一体的な充実】

プログラミングの苦手な生徒が、グループの中で埋没してしまわないよう、教師は巡回を行い、それぞれのグループに声かけを行うなどの工夫が考えられる。

科目「実習」や「課題研究」を含めて、こうしたグループ学習による協働的な学びを進める際には、個別最適な学びと協働的な学びを一体的に充実させることが必要である。（本手引２ページを参照）

(ｲ) 学習評価の例

ここでは、本時のまとめとして振り返りシート（学習支援ソフト）に入力した内容を基に「思考・判断・表現」を評価した事例を紹介する。

振り返りシートによる「思考・判断・表現」の評価の実施

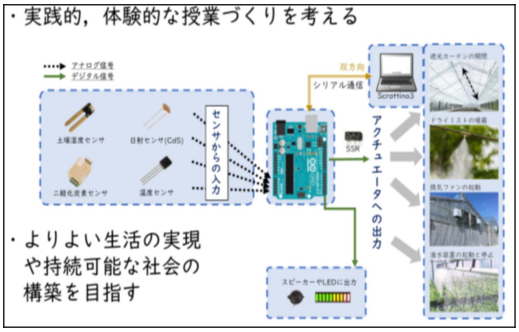
	振り返りシート(学習支援ソフト)の入力内容	評　価	評価の理由、（C）と評価した場合の手立て
生徒X	農場に制御回路を実際に導入する際、農林水産省のデータを基に、何が必要でどのような対策を取らなければいけないのかについて、グループの仲間と共有することができた。 また、他のセンサーを追加することで、さらに農業従事者の作業負担を軽減できると思った。	「おおむね満足できる」（B）	制御回路を活用した農業従事者への支援について、科学的根拠に基づき、自分の考えを仲間と共有するなどして、意見を表出している。 また、これまでの学習内容と今後の学習を関連付け、新たな活用を探究する姿勢が表れている。
生徒Y	農林水産省や気象庁から収集したデータを基に、農作物にとって最適な環境を分析し、根拠に基づき、制御回路の仕様変更からプログラム作成まで取り組めた。 また、グループ協議では、農業従事者の負担をさらに軽減することを目的として、既存の制御回路とドローンを組み合わせた方法について検討した。	「十分満足できる」（A）	制御回路を活用した農業従事者への支援について、科学的根拠に基づき、自分の考えを仲間と共有するなどして、自分の意見を大いに表出しており、新たな価値を見いだそうとしている。 また、これまでの学習内容と今後の学習を広い視点で関連付け、新たな活用を探究する姿勢が大いに表れている。
生徒Z	農業従事者の負担軽減につながることは理解できたが、作物の生育には影響がないと思う。農業分野でもこうした制御装置が必要であれば、農業科の生徒が取り組めばいいのではないだろうか。	「努力を要する」（C）	制御回路を活用した自動化の必要性や有用性を理解しておらず、工業に携わる者として、どのように関わるべきかについて思考されていない。 【手立て】 制御回路を活用して、農作業の自動化に取り組むことで、持続可能な農業社会にどのように結び付くかを問いかけるとともに、自分の考えを振り返りシートに入力するよう促す。

(ｳ) 動画教材の活用による共通性の確保

工業科においては、実習等での危険を伴う作業もあり、日常の安全管理とともに、安全指導を徹底させることが重要である。そのため、複雑な作業手順や注意点を説明する場面などでは、必要に応じて、動画教材を活用することが有効である。

また、授業の振り返りや学び直しのほか、キャリア教育の一環として、実際の現場における業務内容等を紹介した動画を視聴するなど、幅広い活用が期待できる。

ここでは、科目「工業情報数理」における授業の導入として、前時の振り返りに活用した動画教材の例を紹介する。（本手引４ページの学習指導案を参照）



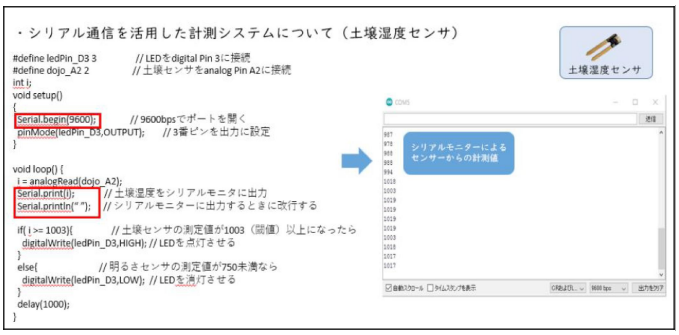


図４　動画教材の例

Topic　新たな産業や働き方を体験的に学ぶ産学連携の実践事例

技術の高度化や環境保全、エネルギーの有効活用など、産業社会を取り巻く状況が大きく変化する中、必要とされる専門的な知識・技術などが変化するとともに高度化してきている。ここでは、工業科における新たな産業や働き方を体験的に学ぶ産学連携の実践について、「室蘭工業高校」の事例を紹介する。

M-Con(Muroran Technical Consortium) の構築

本校は、工業科におけるキャリア教育の充実やデジタル人材の育成などを目的として、大学、地域、自治体、企業、関係団体等とコンソーシアム「M-Con（エムコン）(Muroran Technical Consortium)」を構築している。

学校と産業界等が緊密に連携することにより、出前授業や企業実習をはじめとした体験的な学習の充実を図る取組として、工業科において参考となる２つの実践事例を紹介する。

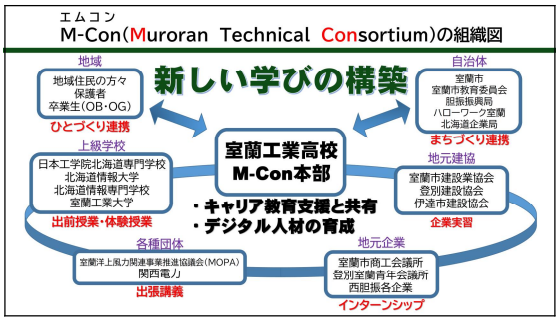


図１　M-Con組織図

１　洋上風力発電に関する出前授業

本校は、室蘭洋上風力関連事業推進協議会（MOPA）に加盟し、会員企業である電力会社と人材育成に向けた協定を締結しており、洋上風力発電に関する出前授業を複数回実施している。

図２　出前授業の様子

出前授業では、洋上風力発電事業を巡る社会情勢のほか、保守点検の業務や施設等に関する説明を受け、生徒は再生可能エネルギーについての理解を深めている。

参加した生徒からは、「洋上風力発電の普及がかなり現実味のあるものだと実感した。」などの感想が寄せられており、新たな産業や働き方を知る機会となっている。

２　地域の建設業協会との緊密な連携

本校は、地域社会の建設分野に係る教育の推進や人材の育成に寄与することなどを目的として、室蘭市建設業協会、登別建設協会、伊達市建設協会の３者と連携協定を締結している。

図３　VRを使用した安全講習の様子

この締結により、育成すべき人材像を具体化して共有するほか、企業実習プログラムの共同開発を行うなど、学校と地域の産業界が緊密に連携し、実践的・体験的な学習活動を重視した人材育成に取り組んでいる。