

<p>題 材 名 内容・項目 指導時間</p>	<p>梁トラスを利用したブリッジコンテスト A- (1) 5 時間</p>													
<p>題材のねらい (題材の特徴)</p>	<p>学習指導に利用した教材は、直径約 15mm の球形ジョイント (図 1) と竹製の棒材 (60mm, 84.9mm) を立体的に結合することで構成する。これを組み合わせた橋の上を強度実験 (図 2) 用に重量 1kg とした鉄道模型を走らせる。これらによって、教材として、次のような学習効果がある。</p> <ul style="list-style-type: none"> 棒材をジョイントに差し込むだけなので、簡単に製作が行え、分解した後も再利用ができる。 単純明快なメカニズムによって、多方向から棒材を結合できるため、さまざまな構造を製作できる。 鉄道の急速な伸長に伴う橋の需要の急増によって発展した梁トラスの歴史から、産業の継承と発展といった指導内容を盛り込むことができる。 より身近な橋と鉄道の模型を使用するため、技術の果たしている役割に関する興味・関心を高めることができる。 													
<p>学習の流れ (展開の工夫)</p>	<p>学習の対象を、技術科を初めて学習する中学生と想定した。学習目標を「構造物を見て、丈夫な構造物に対して興味・関心を高める。」と設定し、1 班 6~7 名に教材を準備した。学習指導の効果をより明確にするため Robert.M.Gagne が提唱する 9 教授事象をもとに下記に示す内容で授業を計画した。</p> <table border="1" data-bbox="391 884 1396 2049"> <thead> <tr> <th>時 間</th> <th>指導項目</th> <th>主な指導内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 時間</td> <td>・丈夫な構造に関する事前調査を行う。</td> <td>・身の回りにおける「丈夫な構造」について、グループで話し合わせ、その特徴をあげさせる。</td> </tr> <tr> <td>2 時間 ~ 3 時間</td> <td>・構造に関する学習者の注意を喚起する。 ・学習目標を知らせる。 ・前提条件を示す。 ・学習の指針を与える。 ・製作の練習を行う。 ・フィードバックを行う。</td> <td>・鉄橋の例を見せ、構造に関する興味を喚起する。 ・「橋をかけて、鉄道を走らせよう。」 ・製作の前提条件を示す。 ・ レール (20cm) 2 本を繋げて橋 (60cm) に載せ、その上を鉄道模型 (1kg) が走行できる強度をもたせること。 ・ 6cm (100 本) と 8.5cm (50 本) の竹製の棒材をジョイントによって自由に結合することで橋を製作すること。なお、使用する材料は少ないほど評価される。 ・ 時間制限は、50 分とし、工期は短いほど評価されること。 ・ 「A (梁トラス) の技術を参考にする」3 グループと 「B 話し合いの内容を参考にする」3 グループ に分けて実験を行い、構造物としての美しさも評価の対象になること。 ・ 丈夫な構造とした工夫点を説明できること。 ・ グループ毎に丈夫にするための工夫を最初にまとめ、製作の目標と計画を示す。 ・ 練習用にレールと重り 1kg を配り、強度を試しながら製作させる。 ・ 条件をクリアするか強度試験を行う。 【学ぶエネルギー】</td> </tr> <tr> <td>4 時間 ~ 5 時間</td> <td>・学習の成果を評価する。 ・丈夫な構造に関する事後評価を行う。 ・保持と転移を高める。</td> <td>・以下の評価規準を準備し、グループの活動を相互評価する。 【かかわり】 ・ 鉄道模型を、支える丈夫な構造とすることができたか。 ・ 材料を最小に抑える工夫があったか。 ・ 工期を守り、短時間で製作を終えることができたか。 ・ 美しい構造物とする工夫はあったか。 ・ 丈夫な構造について指摘できていたか。 ・ 丈夫な構造について、考えさせる。 【意思決定能力】 ・ 丈夫な構造にするためのトラス構造は、古くから存在していた。しかし、現在橋梁に最も多く用いられている「梁トラス」は、鉄道の発展と共に使われるようになったことを伝える。 【学ぶエネルギー】</td> </tr> </tbody> </table>		時 間	指導項目	主な指導内容	1 時間	・丈夫な構造に関する事前調査を行う。	・身の回りにおける「丈夫な構造」について、グループで話し合わせ、その特徴をあげさせる。	2 時間 ~ 3 時間	・構造に関する学習者の注意を喚起する。 ・学習目標を知らせる。 ・前提条件を示す。 ・学習の指針を与える。 ・製作の練習を行う。 ・フィードバックを行う。	・鉄橋の例を見せ、構造に関する興味を喚起する。 ・「橋をかけて、鉄道を走らせよう。」 ・製作の前提条件を示す。 ・ レール (20cm) 2 本を繋げて橋 (60cm) に載せ、その上を鉄道模型 (1kg) が走行できる強度をもたせること。 ・ 6cm (100 本) と 8.5cm (50 本) の竹製の棒材をジョイントによって自由に結合することで橋を製作すること。なお、使用する材料は少ないほど評価される。 ・ 時間制限は、50 分とし、工期は短いほど評価されること。 ・ 「A (梁トラス) の技術を参考にする」3 グループと 「B 話し合いの内容を参考にする」3 グループ に分けて実験を行い、構造物としての美しさも評価の対象になること。 ・ 丈夫な構造とした工夫点を説明できること。 ・ グループ毎に丈夫にするための工夫を最初にまとめ、製作の目標と計画を示す。 ・ 練習用にレールと重り 1kg を配り、強度を試しながら製作させる。 ・ 条件をクリアするか強度試験を行う。 【学ぶエネルギー】	4 時間 ~ 5 時間	・学習の成果を評価する。 ・丈夫な構造に関する事後評価を行う。 ・保持と転移を高める。	・以下の評価規準を準備し、グループの活動を相互評価する。 【かかわり】 ・ 鉄道模型を、支える丈夫な構造とすることができたか。 ・ 材料を最小に抑える工夫があったか。 ・ 工期を守り、短時間で製作を終えることができたか。 ・ 美しい構造物とする工夫はあったか。 ・ 丈夫な構造について指摘できていたか。 ・ 丈夫な構造について、考えさせる。 【意思決定能力】 ・ 丈夫な構造にするためのトラス構造は、古くから存在していた。しかし、現在橋梁に最も多く用いられている「梁トラス」は、鉄道の発展と共に使われるようになったことを伝える。 【学ぶエネルギー】
時 間	指導項目	主な指導内容												
1 時間	・丈夫な構造に関する事前調査を行う。	・身の回りにおける「丈夫な構造」について、グループで話し合わせ、その特徴をあげさせる。												
2 時間 ~ 3 時間	・構造に関する学習者の注意を喚起する。 ・学習目標を知らせる。 ・前提条件を示す。 ・学習の指針を与える。 ・製作の練習を行う。 ・フィードバックを行う。	・鉄橋の例を見せ、構造に関する興味を喚起する。 ・「橋をかけて、鉄道を走らせよう。」 ・製作の前提条件を示す。 ・ レール (20cm) 2 本を繋げて橋 (60cm) に載せ、その上を鉄道模型 (1kg) が走行できる強度をもたせること。 ・ 6cm (100 本) と 8.5cm (50 本) の竹製の棒材をジョイントによって自由に結合することで橋を製作すること。なお、使用する材料は少ないほど評価される。 ・ 時間制限は、50 分とし、工期は短いほど評価されること。 ・ 「A (梁トラス) の技術を参考にする」3 グループと 「B 話し合いの内容を参考にする」3 グループ に分けて実験を行い、構造物としての美しさも評価の対象になること。 ・ 丈夫な構造とした工夫点を説明できること。 ・ グループ毎に丈夫にするための工夫を最初にまとめ、製作の目標と計画を示す。 ・ 練習用にレールと重り 1kg を配り、強度を試しながら製作させる。 ・ 条件をクリアするか強度試験を行う。 【学ぶエネルギー】												
4 時間 ~ 5 時間	・学習の成果を評価する。 ・丈夫な構造に関する事後評価を行う。 ・保持と転移を高める。	・以下の評価規準を準備し、グループの活動を相互評価する。 【かかわり】 ・ 鉄道模型を、支える丈夫な構造とすることができたか。 ・ 材料を最小に抑える工夫があったか。 ・ 工期を守り、短時間で製作を終えることができたか。 ・ 美しい構造物とする工夫はあったか。 ・ 丈夫な構造について指摘できていたか。 ・ 丈夫な構造について、考えさせる。 【意思決定能力】 ・ 丈夫な構造にするためのトラス構造は、古くから存在していた。しかし、現在橋梁に最も多く用いられている「梁トラス」は、鉄道の発展と共に使われるようになったことを伝える。 【学ぶエネルギー】												



図1 球形ジョイントと棒材



図2 強度実験の様子

準備・材料等

生活の中には、鉄塔、橋、駅などにおいて、鉄材を用いた三角形の構造を見ることができる。しかし、この丈夫な構造に対して、十分な知識をもっていないという調査がある。

この「丈夫な構造」について指導する題材の一つとして従来、ブリッジコンテストが行われてきた。しかし、題材の課題として、①棒材を輪ゴムやボンドで接合するという材質等の制約から、製作過程において構造に改善を加えたりすることに十分対応することができない。②製作した橋に荷重をかけて強度を競うコンテストであるため、現実にある橋とかけ離れた構造になったり、人やものを安全に支えるという橋本来の目的からはずれたりする。③時間をかけて製作した橋を破壊し、実験後には廃棄することが多く、技術の基礎を学習し、失敗から学ぶ姿勢等、技術にかかわる倫理感がはぐくまれた大学生が行うコンテストであれば問題にはならないが、基礎的な技術について学習していない中学生には、技術にかかわる倫理観を育む指導を取り入れる必要がある。

以上3点の課題について検討し、学習指導を計画し教材開発を行う必要がある。そこで、この①～③の課題に対して、有効に指導できるような教材開発を行い、梁トラスを利用した授業モデルを「A(1)」にて実践を行った。

課題①の対応として、丈夫な構造への関心を持たせるために、ポリスチレン製の球形ジョイント（直径約15mm）と竹製の棒材（60mm, 84.9mm）を活用した。この球形ジョイントは、多方面からの棒材を結合することで様々な構造を製作することが可能である。スペースフレーム等の建築現場に使用されているこの球形ジョイント活用することで、より現実的な感覚で製作作業が行え、学習過程での構想の変更も可能になる。また、従来のブリッジコンテストにあるように、時間のかかるボンドでの接合や現実性の乏しい輪ゴムでの接合という問題点を解決できる。

②の対応として、鉄道構造物としての橋梁を取り上げることにし、学習指導の目標を「橋を架け、列車を走らせよう」とした。これにより、破壊による検証を手段として利用する必要がなくなり、安全に走らせるための橋梁を扱う学習指導が可能になる。また、この橋梁に最も多く用いられている構造の梁トラスは、直観的な発想から生まれた迫り持ちトラスの原理から鉄道の急速な伸張によって発達したという歴史的な背景があり、「技術の進展」という指導内容を盛り込むことができる。

③の対応として、中学生に技術にかかわる倫理感をはぐくむために、橋梁の安全性を相互評価する小グループによる学習活動を取り入れた。また、製作する橋は、強度試験を行って破壊する実験材料ではなく、安全に列車を走らせるための構造物であり、そのために学習の過程で意見を出しあう題材とした。このことにより、使用者の安全に配慮すること、発想を生み出して活用する価値に気付かせる指導が可能になった。

この授業実践（図1参照）から、開発した授業モデルを評価・検証した結果、次のような点が明らかになった。

- 構想段階の思考を生かしながら、製作の過程で改善を加える学習から、丈夫な構造とそうでない構造を見分ける力を育てること。
- 身近な鉄道構造物である橋梁の製作を進める学習から、実際の橋梁に利用されている技術について考えさせるようにすること。
- 橋梁を安全に配慮して製作したり、グループ内での発想を生かしたりする学習から、技術にかかわる倫理観や新しい発想を生み出し活用する態度をはぐくむこと。

- 資料 -
本題材で使用した教材等



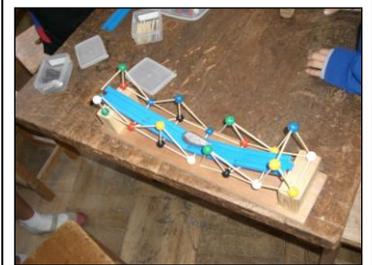
資料1 活用した教材の配置



資料2 教材をグループ毎に準備



資料3 製作の練習場面



資料4 強度試験を行う場面



資料5 フィールドバックを行う場面

【本題材を考案するに当たって参考にしたもの】

- 1) 諸橋正和・滝本穰治・松村健・竹野英敏：中学校技術科の「丈夫な構造を知る」場面における梁トラスを利用した学習指導の効果，日本産業技術教育学会第20回関東支部大会講演要旨集，2008
- 2) 滝本穰治，大武老啓，竹野英敏：中学校技術科における基礎的・基本的指導事項の定着に関わる検討，日本産業技術教育学会第19回関東大会講演要旨集，2007
- 3) 文部科学省：中学校学習指導要領（平成20年9月）解説-技術・家庭科編，文部科学省，2008
- 4) 川口衛，阿部優，松谷有彦，川崎一彦：建築構造のしくみ，彰国社，2000
- 5) R.M.ガニエ，W.W.ウエイジャー，K.C.グラス，J.M.ケー著，鈴木克明・岩崎信 監訳：ストラクチャルデザインの原理，2007
- 6) 技術@スクール：技術とものづくり（設計の学習）構造と強度をふまえた設計「ブリッジコンテスト」，
<http://www.gijyutu.com/ooki/iyuyou/bridge/bridge>
- 7) 腰塚実穂，大谷忠：中学校の技術教育における設計段階の材料・構造の力学に関する分析，日本産業技術教育学会第50回全国大会（大阪）講演要旨集，2007

