山口大学教育学部研究論叢　第 70 巻　91 頁～ 100 頁　2021 年 1 月

企業・大学・学校の連携による新たな数学の授業

原田　清孝 *・飯寄　信保・石原　海

A New Math Class in Collaboration with Companies, Universities and Schools

HARADA Kiyotaka*, IIYORI Nobuo, ISHIHARA Kai

（Received September 25, 2020）

1　はじめに

現在学校現場では，教科等の本質的な学びを踏まえたアクティブ・ラーニングの視点から，学習・指導方法の改善が図られている。このような改善を行う意義は，生徒が授業を通して「学習内容の意義や有用性，学ぶことの楽しさ」を実感し，「学校で学んだ知識や技能を自身の生活や将来に活用しようとする意欲や態度」を涵養することにある。そこで，まず生徒の数学の学習に対する意識の現状を，国際数学・理科教育動向調査（TIMSS）の経年変化（図１～図４）を基に考察してみる（［１］より一部抜粋）。

この調査結果で注目すべきポイントは，図３と図４の肯定値の差が，国際平均は 2003 年から 2015 年の 12 年間で 16％から３％に縮まっているのに対して，我が国は緩やかに縮まってはいるものの，2015 年の段階では９％までしか縮まっていない点にある。図３をみると，近年の授業改善等の取組の成果もあり，数学を学ぶことの意義や有用性は浸透しつつあることが読み取れる。しかし，図４と比較してみると，数学が産業界だけでなく，生活の様々な場面で活用されていることを生徒は認識しているにもかかわらず，数学を「自身の生活や将来に生かしていきたい」という意欲には十分につながっていないことが読み取れる。その要因の一つとして，生徒が自身の数学的な学力に自信をもてていないことがあげられるが，それは図１，図２の肯定値の低さにも表れている。この要因を解消するためには，生徒が数学と自身の生活や将来を関連付けながら，数学的な知識や技能を活用することによって課題を解決する経験を蓄積していく必要がある。よって，数学の本質的な学びを踏まえつつ，学校で学んだ知識や技能を自身の生活や将来に活用しようとする意欲や態度を涵養することが今後の授業改善のポイントであるといえる。

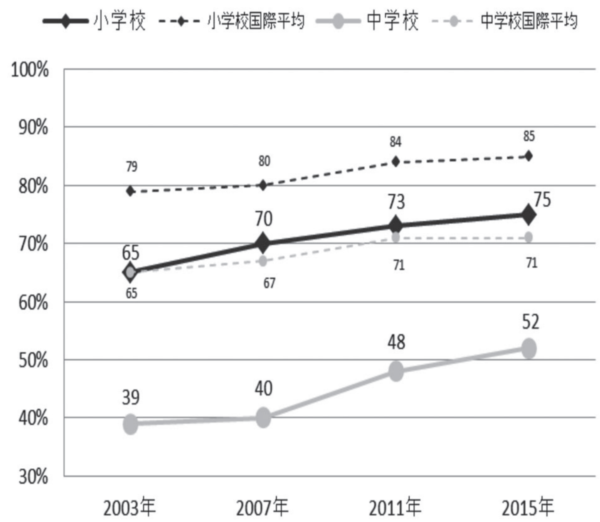

図１　算数・数学は楽しい

※実際の質問項目は「算数は苦手だ／数学は得意教科ではない」であり、この質問に対して「まったくそう思わない」「そう思わない」と回答した児童生徒の割合をグラフにしている。

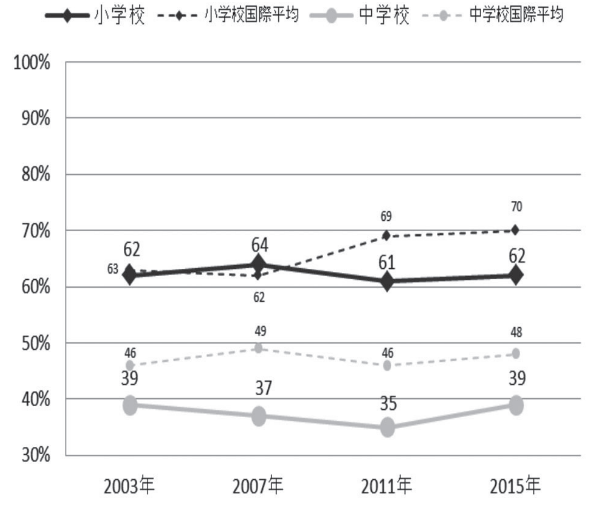

図２　算数・数学は得意だ

* 山口大学大学院教育学研究科　教職実践高度化専攻　学校経営コース在籍（山口県平生町立平生中学校　教諭）

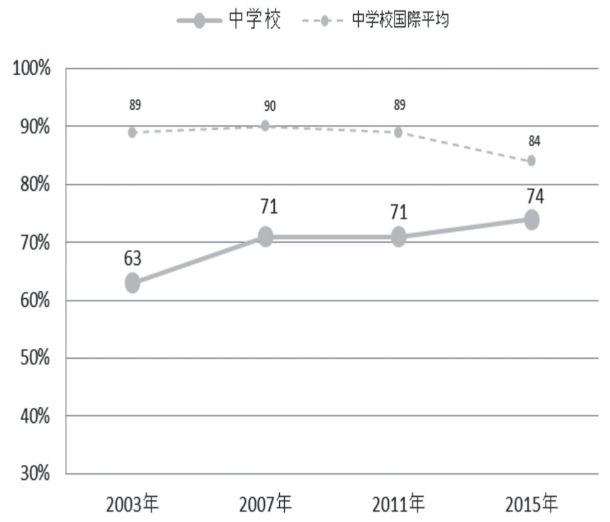

図３　数学を勉強すると，日常生活に役立つ

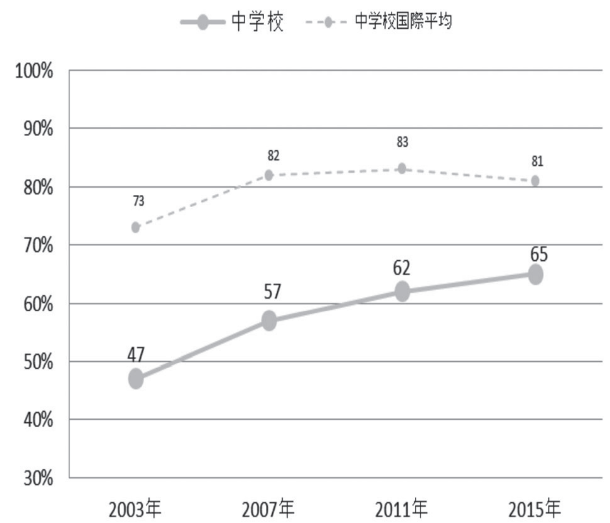

図４　将来，自分が望む仕事に就くために，数学で良い成績をとる必要がある

生徒の「学校で学んだ知識や技能を自身の生活や将来に活用しようとする意欲や態度」を涵養するためには，生徒自身が授業で扱う教材と実社会とのかかわりを見出し，数学的活動を通して課題を解決していく必要がある。その為の手段として，企業等，産業界と連携した取組が以前から注目されてきた。しかし，その多くは外部指導者による出前授業の形式をとっており，学習内容は主にキャリア教育を主眼としたものであった。

そこで，企業等，産業界と連携した取組を，教科の学習・指導方法の改善に生かすことを目的に研究を進めることにした。本稿では，永大産業株式会社山口・平生事業所と，山口大学教育学部，平生町立平生中学校が連携して教材の開発，授業実践を行ったものを紹介する。第２章で本研究の経緯，第３章で具体的な教材開発について，第４章で授業実践と結果分析について記述していく。

２　研究の経緯

１で述べた課題意識に基づいて，山口県が特に重点政策に位置付けている「コミュニティ・スクール」の取組を活用するとともに，学校の教員と地域や専門スタッフが協働して学校教育の諸課題を解決していく「チームとしての学校」を実現するという観点から，学校と地元企業，教科の専門家が連携して教材の開発，授業実践を試み，その成果と課題を分析した。

教材の開発，授業実践にあたっては，まず永大産業株式会社の事業概要を把握したうえで生産現場の視察見学（令和元年 11 月 22 日）を行い，中学校数学の教材となり得る題材を模索した。その後，３か月に亘って山口大学，平生中学校において，視察見学で得た題材の分析及び指導案検討を行った。そして，平生中学校において，３年生を対象に６月 22 日，24 日の２日間に亘って授業実践を行った。授業実践後は，再び山口大学において結果分析を行った。

３　教材の開発

ここでは，教材の開発過程について，３．１題材の解説，３．２題材の数学的な分析，３．３題材と理科（物理学）との関係，３．４単元設定に分けてそれぞれ記述していく。

３．１　題材の解説

事業所への視察見学で得た題材を，以下の図５～図８を用いて簡単に説明する。

図は住宅建材を加工するラインの一部であり，ベルトコンベアで運ばれてくる建材を切断加工している場面である。

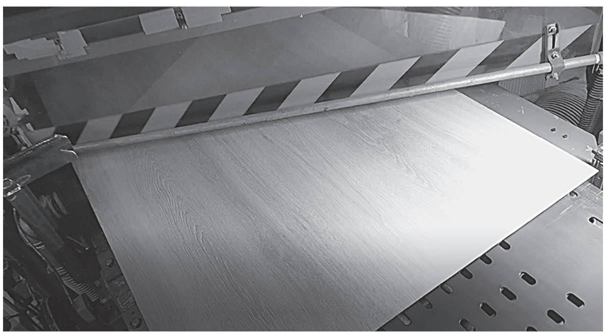

図５　切断機の設置角度

※切断機は，切断する建材に対して斜めに設置されている。

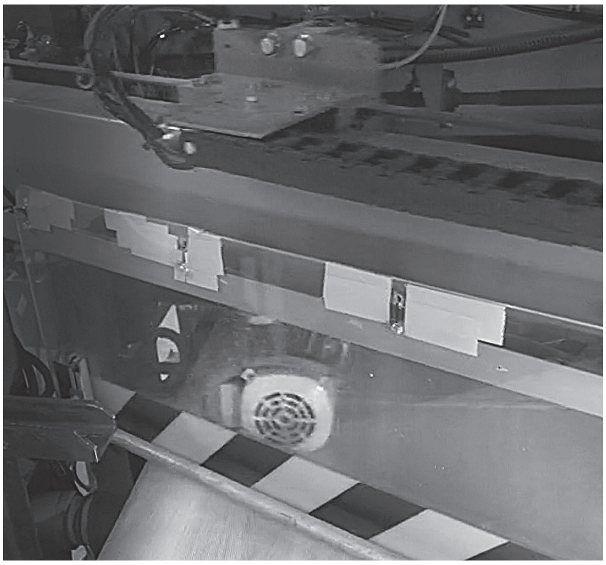

図６－１　切断機の仕組み１

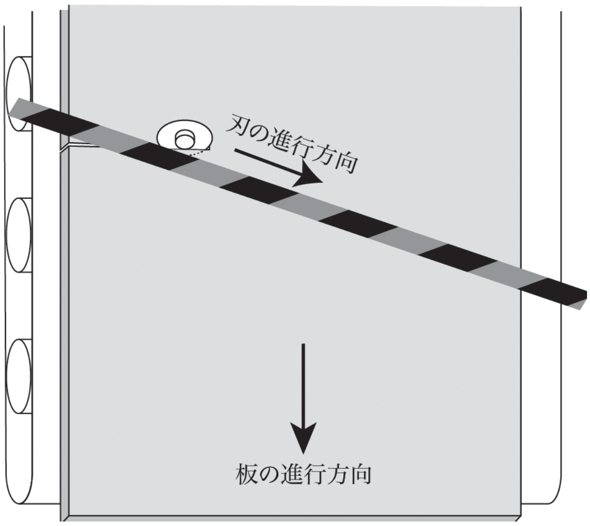

図６－２　切断機の仕組み２
※切断機は，左から右へ移動することで建材を切断していく。

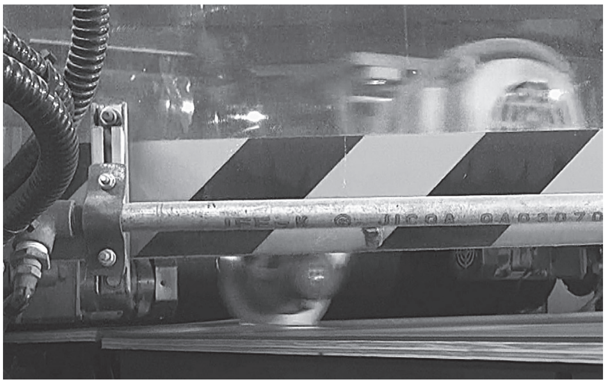

図７　切断機の刃の動き方
※切断機の刃は円形（チップソー）であり，回転しながら移動することで建材を切断していく。

図８　切断後の様子
※建材は，ベルトコンベアの進行方向に対して垂直に切断される。

この題材のポイントは，切断機の刃は建材に対して斜めに移動するが，建材は進行方向に対して垂直に切断されることである。この場面を実際に目の当たりにすれば，多くの人が不思議な感覚を覚えるであろう。また，中学校数学の教材としても非常に多くの可能性があり，魅力的である。そこで，建材を垂直に切断する仕組みを数学的に考察する授業を構想することにした。

静止している建材を適切な大きさに切断する方法については，中学生であれば容易に想像することができる。しかし，「ベルトコンベアで運ばれてくる建材を，進行方向に対して垂直に切断するためには，切断機の刃をどのように動かせばよいだろうか」と問われれば，容易に答えることはできないであろう。多くの人にとってこの事象に類似した経験は，静止した物体を切断する場面であり，実際に切断現場を目の当たりにしたときに不思議な感覚を覚える原因は，「建材を垂直に切断するためには，切断機の刃を垂直に移動させればよい」という先入観からくるものであると考えられる。

本題材を用いた授業では，生徒が自らの経験則に基づく直観的な知識と，授業等で学んだ数学的な知識や技能を比較，検討することで，ベルトコンベアで運ばれてくる建材を進行方向に対して垂直に切断する方法を考察する。そのことを通して，授業で学んだ数学的な知識や技能が，実社会の具体的な課題を解決する手段として有効であることを実感させることを目的としている。

※　以降この題材を分析する上で，切断する建材は長方形の板であり，地面に対し縦方向に一定の速さで移動しながら横方向に一定の速さで切断されるとする。また，刃とは，切断機の刃先と板の接点のことを表すこととする。

３．２　題材の数学的分析

まず，刃の動かし方は最終的に地面を基準として考えるが，板の切断機による切り口を考える上では当然板を基準とする。そこで，刃の位置を，地面の座標（以下静止座標という）と板の座標（以下板座標という）の２つの座標を用いて考えることが自然である。刃の軌跡を静止座標で表したものが刃の動かし方に対応し，板座標で表したものが板の切り口に対応する。以下で詳細を述べるが，この２つの座標を用いることによって，刃を板の横方向に動かしたとき板は斜めに切断され（図 11），板を横に切断するためには刃を斜めに動かす必要があることが分かる（図 13)。

板は地面に対して平行に動いているから，２つの座標はどちらも同一の平面上の座標と考えて良い。そこで，静止座標を (x,y) で表し，板座標を (X,Y) で表すこととする。このとき，静止座標で考えても板座標で考えても平面上の任意の２点間の距離は当然変わらない。したがって，２つの座標は合同変換（等長変換）によって写り合う。平行移動，回転移動，直線に関する反転が合同変換の例であるが，より一般には，直交行列 T と列ベクトル a を用いて以下の式で表されることが知られている（図９，［２］参照)。

$$T\begin{pmatrix}X\\Y\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}x\\y\end{pmatrix}-\mathrm{a}$$

以下の図９～図 15 では，静止座標の x 軸，y 軸を実線，板座標の X 軸，Y 軸を破線で表すこととする。

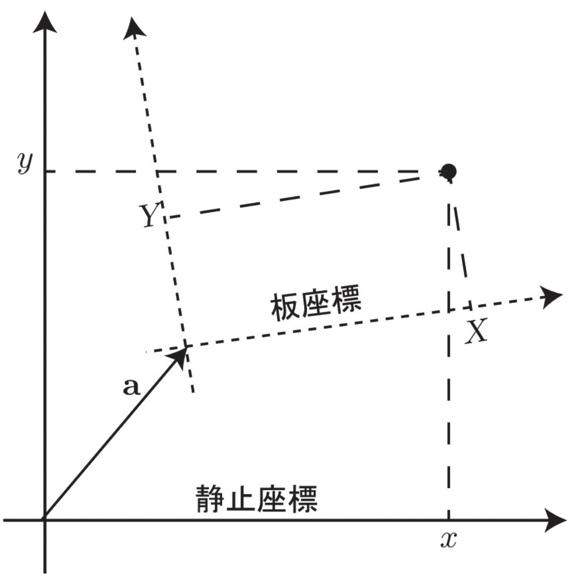

図９：静止座標と板座標

板が静止座標に対して動いていることから，一般には，この変換における T や a は時刻 t に依存する。しかし，切断開始の時刻 $t=0$ における静止座標と板座標は一致し，y 軸の正の方向と Y 軸の正の方向は常に板の縦方向とし，板は静止座標に関して一定の速さ a（$a>0$）でこの方向に進んでいるとすれば，

$$T=\begin{pmatrix}1&0\\0&1\end{pmatrix}\quad \mathrm{a}=\begin{pmatrix}0\\at\end{pmatrix}$$

すなわち，

$$\begin{cases}X&=&x\\Y&=&y-at\end{cases}$$

として良い。時刻 t における刃の平面における位置を点 $p(t)$ とする。このとき，$p(t)$ の静止座標における軌跡が刃の動かし方であり，$p(t)$ の板座標における軌跡が板の切り口である。以下簡単のために，切断開始の時刻 $t=0$ における刃の位置 $p(0)$ は静止座標および板座標の原点であるとする。

例えば，刃を板の進行方向に対して垂直に，すなわち，x 軸正の方向に，一定の速さ b で動かしたとき，$p(t)$ の静止座標および板座標は，それぞれ次の式で表される（図 10）。

$$\begin{cases}x&=&bt\\y&=&0\end{cases}\qquad\begin{cases}X&=&bt\\Y&=&-at\end{cases}$$

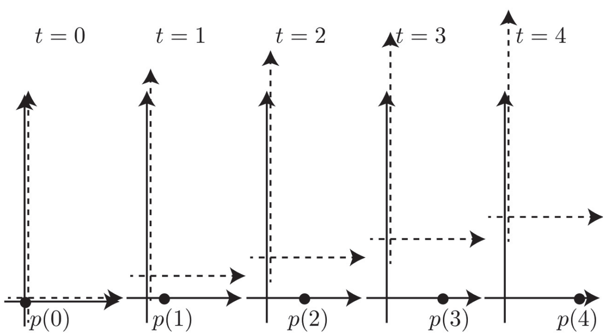

図 10：x 方向に動かしたときの刃の位置

板座標に注目すると，X 座標が b 変化したとき Y 座標が $-a$ 変化する。すなわち，直線 $Y=-\frac{a}{b}X$ がこのときの板の切り口を表している（図 11）。

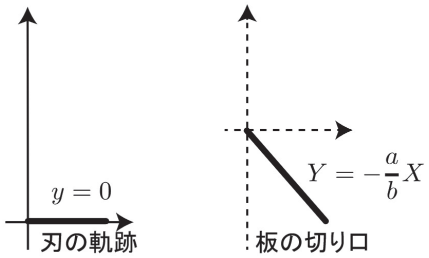

図 11：x 方向に動かしたときの板の切り口

一方，問題となっているのは，板の進行方向に対して垂直に板を切断するための刃の動かし方であるから，切り口が直線 $Y = 0$ となる場合を考えれば良い。それは，すなわち $p(t)$ の Y 座標が常に 0 となる場合である。板座標に関して刃が X 軸正の方向に一定の速さ b で動くとすると $p(t)$ の静止座標および板座標は，それぞれ次の式で表される（図 12）。

$$\begin{cases} x = bt \\ y = at \end{cases} \qquad \begin{cases} X = bt \\ Y = 0 \end{cases}$$

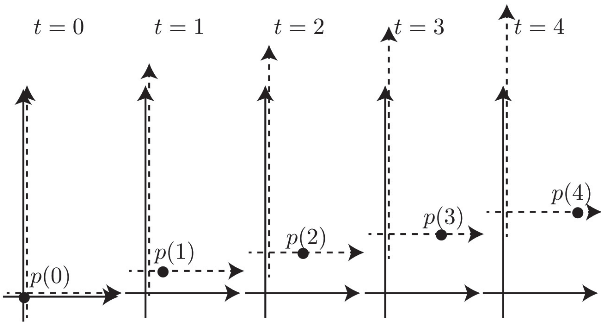

図 12：X 方向に動かしたときの刃の位置

静止座標に注目すると，x 座標が b 変化したとき y 座標が a 変化する。すなわち，直線 $y = \frac{a}{b}x$ が刃の軌跡である（図 13）。

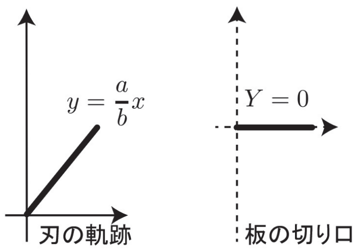

図 13：X 方向に動かしたときの刃の軌跡

したがって，板を横に切断する，すなわち X 軸に沿って切断するためには，刃を直線 $y = \frac{a}{b}x$ に沿って，$p(t) = (bt, at)$ で動かせば良いことが分かる。このとき，$p(t)$ の 静止座標における速度ベクトルを v とすると，

$$v = \frac{d}{dt}p(t) = (b, a)$$

であり，三平方の定理より，$|v|^2 = a^2 + b^2$ である。すなわち，平面における刃の速さ $|v|$ は板の速さ a よりも大きい必要があり，a に対して $|v|$ が大きければ大きいほど，刃を動かす直線の傾き $\frac{a}{b}$ は小さくなることが分かる。

ここでは，板の切り口が直線 $Y = 0$ となる場合の刃の動かし方を直接的に考えたが，より一般の直線に沿った刃の動かし方に関して，板の切り口が直線 $Y = 0$ となるのはいつかを考えることもできる。つまり，刃を直線 $y = \frac{c}{b}x$ に沿って， $p(t) = (bt, ct)$ で動かしたときを考える。 このとき，$p(t)$ の静止座標および板座標は，それぞれ次の式で表される（図 14）。

$$\begin{cases} x = bt \\ y = ct \end{cases} \qquad \begin{cases} X = bt \\ Y = ct - at \end{cases}$$

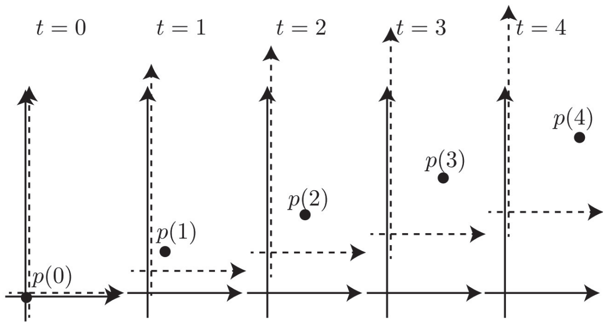

図 14：直線に沿って動かしたときの刃の位置

板座標に注目すると，X 座標が b 変化したとき Y 座標が $c - a$ 変化する。すなわち，直線 $Y = \frac{c-a}{b}X$ が板の切り口である（図 15）。

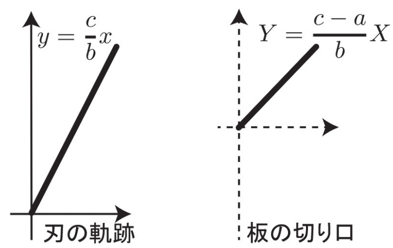

図 15：直線に沿って動かしたときの板の切り口

この切り口が $Y=0$ となるためには，$c=a$ でなければならないことが直ちに導かれる。

３．３　題材と理科（物理学）との関係

この題材は, 地面に対し等速直線運動をしている板と，その板の上を移動する刃の動きを地面から観測するといった力学（慣性系）の教材として扱うことができる。以下，その概略を述べる。力学（慣性系）については[３]を参照されたい。

今回座標を入れる際，板の動きが地面に対し平行に運動するため座標は縦方向，横方向を表す軸のみ考えればよく，高さを表す軸は必要としない。このことから地面には xy-平面，板には XY-平面を対応させて考察する。また，時間 $t=0$ のとき xy-平面の x 軸と XY-平面の X 軸，xy-平面の y 軸と XY-平面の Y 軸はそれぞれ一致しているとしてよい。

XY-平面は速度 $\boldsymbol{v}=(\alpha,\beta)$ で xy-平面上を等速直線運動していると仮定する。時間 $t=0$ のとき XY-平面の点 $\boldsymbol{P}=(X_0,Y_0)$ とする。仮定より時間 $t=0$ のときの点 $\boldsymbol{P}$ の xy-平面における座標も (X_0,Y_0) となる。XY- 平面が xy-平面上を等速直線運動しているため，点 $\boldsymbol{P}$ を xy-平面上で表したとき動点 $\left(X_0(t),Y_0(t)\right)$であることに注意する。

点 $\boldsymbol{P}$ は xy-平面において微分方程式

$$\frac{d}{dt}P=\boldsymbol{v}$$

を満たす。このことより時間 t における $\boldsymbol{P}$ の xy-平面における座標は次のようになる。

$$\boldsymbol{P}=(\alpha t+X_0,\beta t+Y_0) \qquad \cdots\cdots（\#）$$

さて，時間 $t=0$ のときその刃が XY-平面の原点にあり XY-平面において速度 $\boldsymbol{w}=(\gamma,\delta)$ の等速直線運動する刃によって板が切断されているとする。時間 $t=t_0$ のとき刃は，XY-平面上 $(\gamma t_0,\delta t_0)$ にある。時間 $t=t_0$ のとき刃を xy-平面において観測すると，式(#)により

$$\boldsymbol{x}=(\alpha t_0+\gamma t_0,\beta t_0+\delta t_0)$$

の位置に刃があることがわかる。このことから時間 t のとき刃は xy-平面において

$$\boldsymbol{x}=(\alpha t+\gamma t,\beta t+\delta t)$$

の位置にあり，xy-平面において刃は速度 $(\alpha+\gamma,\beta+\delta)$ で移動していることがわかる。

以上から板は速度 $\boldsymbol{v}=(\alpha,\beta)$ で移動するとき，板を傾き $\frac{\delta}{\gamma}$ で切断している刃物は，地面では傾き $\frac{\beta+\delta}{\alpha+\gamma}$ で動いていることがわかる（$\gamma\neq 0,\ \alpha+\gamma\neq 0$ としている）。

今回の問題は板を板の縦方向に対して垂直に切断するためには刃をどのような方向に動かさなければならないかというものであるので，$(\alpha,\beta)=(0,\beta)$，$(\gamma,\delta)=(\gamma,0)$，$(X_0,Y_0)=(0,0)$ としてよい。板の進行方向に対して垂直に切断する刃は，地面（xy-平面）において刃は傾き $\frac{\delta}{\gamma}$ で移動していることがわかる。このことから刃を傾き $\frac{\delta}{\gamma}$で移動させて板を切断すれば，板は進行方向に垂直に切断されることがわかる。

３．４　単元設定

本題材は，長方形の板の切り口，切断機の刃の軌跡に着目する必要があるので，座標平面を活用することが有効である。そこで，関数領域を中心に学習指導案を検討した。また，本題材における長方形の板の移動，切断機の刃の動きはそれぞれ等速直線運動であることより，学習内容は「一次関数」の単元として取り扱うことが妥当である。授業の対象学年については，課題を解決することのみを目的とするのであれば中学２年，３年のいずれで実施することも可能である。しかし，課題解決の過程で充実した数学的活動が展開され，本研究の目的を達成するためには，中学３年が対象学年としてよりふさわしいと考えられる。

４　授業実践および成果の検証

ここでは，授業実践および成果の検証について，４．１授業プラン，４．２プランの分析，４．３本研究の成果と課題に分けて，それぞれ記述していく。

４．１　授業プラン

３．２で述べたように，本題材は空間内の一つの平面を静止座標，板座標という２つの座標で捉える必要がある。しかし，中学生にとって２つの座標を同時に扱うことは非常に困難である。そこで２つの座標平面の特長を分析し，その活用方法を検討することにした（表１，表２）。

表１　静止座標の特長

長所	短所
○座標平面が固定されているので，刃の軌跡を把握しやすい。	●板の移動とともに切り口も移動するので，切り口を式として表すことが難しい。

表２　板座標の特長

長所	短所
○切り口を式としてあらわすことが容易である。	●空間内を座標平面が移動するので，刃の軌跡を把握しにくい。

それぞれの座標の特長を考慮して，まず切断機の刃の動きと長方形の板の移動，および切断面の大まかな関係について静止座標を用いて考察し，それ以降は板座標を用いることにした。授業を実施するにあたって，以下に示す２つのプランを作成した。

プラン１

【指導過程（１）～（４），（５）～（７）各１時間】

Ⅰ　題材名　一次関数

Ⅱ　授業のねらい

（１）　企業における住宅建材の切断方法を考察する活動を通して，学習内容の有用性やその社会における重要性を実感し，今後の学習や実生活において生かすことができる。

（２）　刃の移動を一次関数の傾きに見立てて考察する活動を通して，グラフの傾きや変化の割合の意味を，課題と関連づけて具体的に理解することができる。

Ⅲ　指導過程

（１）　永大産業山口･平生事業所の事業内容を紹介し，題材の動画を提示する。

（２）　課題を提示する。

> ベルトコンベアで運ばれてくる長方形の板を，進行方向に対して垂直に切断するためには，切断機の刃をどのように動かせば良いだろうか。

（３）　長方形の板に対して垂直に刃を動かしたときの板の切れ方を考察する。【板は y 軸方向に毎秒１，刃は x 軸方向に毎秒１移動すると仮定する。】

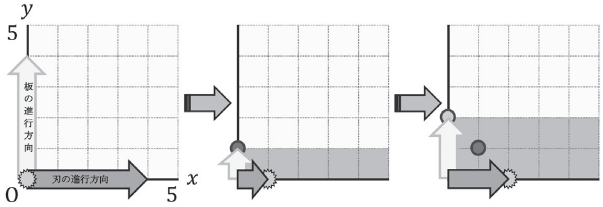

図 16

※板の切り口は傾き-1 の直線になる。

（４）　刃を右上がりの直線の向きに動かしたときの切り口を考察する。【板は y 軸方向に毎秒１，刃は x 軸方向に毎秒１，y 軸方向に毎秒２移動すると仮定する。】

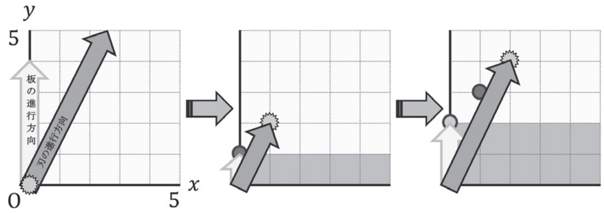

図 17

※板の切り口は傾き１の直線になる。

（５）　静止座標における刃の y 軸方向の速さを定数 b に置き換えて考察する。【板は y 軸方向に毎秒１，刃は x 軸方向に毎秒１，x 軸方向に毎秒 b 移動すると仮定する。】

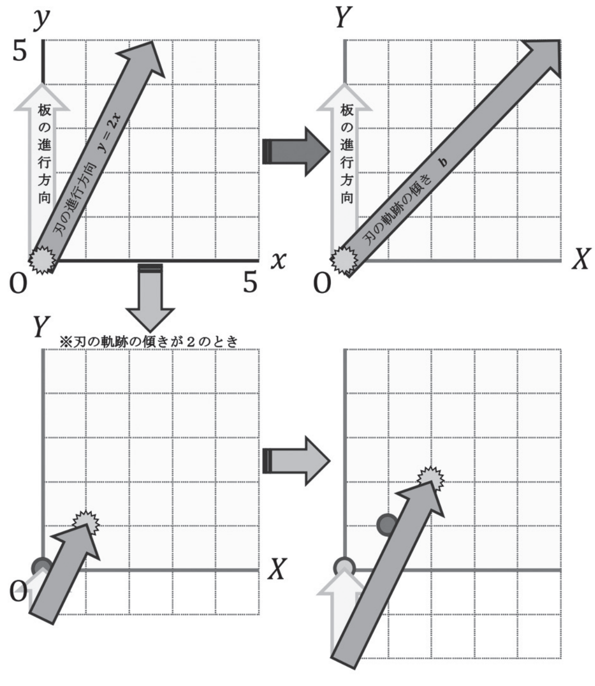

図 18

※板の切り口を一次関数の式で考察するために，板座標を用いて考察する。

（６）　板を進行方向に対して垂直に切断するとき，刃の進行方向を表す直線の式を求める。

※刃の軌跡の傾きが b のとき，板の切り口は直線

$$Y = (b-1)X$$

となる。よって $b=1$ のとき，板の切り口は直線 $Y=0$ となるので，静止座標における刃の軌跡の傾きは１となる。

（７）　条件設定を実際の製造過程に近づける。【板は y 軸方向に毎秒１，刃は x 軸方向に毎秒 a，y 軸方向に毎秒 b 移動すると仮定する。】

※刃の軌跡の傾きが $\frac{b}{a}$ のとき，板の切り口は直線

$$Y = \frac{b-1}{a}X$$

となる。よって $b=1$ のとき，すなわちベルトコンベアの速さと刃の y 軸方向の速さが一致するとき，板は進行方向に対して垂直に切断される。（刃の速さは x 軸方向の速さに依存する。）

プラン２

【指導過程（１）～（４），（５）～（７）各１時間】

Ⅰ題材名，Ⅱ授業のねらい，Ⅲ指導過程（１）および（２）はプラン１と共通

Ⅲ　指導過程

（３）　長方形の板に対して垂直に刃を動かしたときの板の切れ方を予想する。

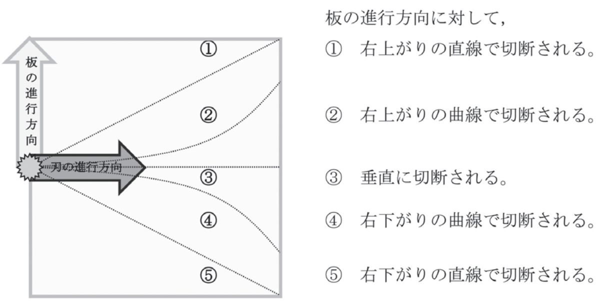

図 19

（４）　プラン１（３）と共通

（５）　板座標を用いて課題を考察する。

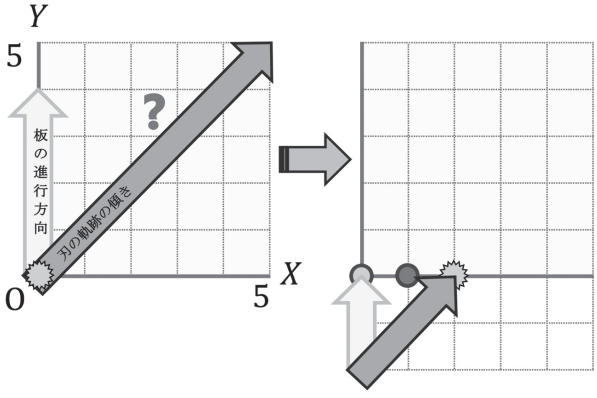

図 20

（６）　刃の速度を変更したときの切り口を予想する。

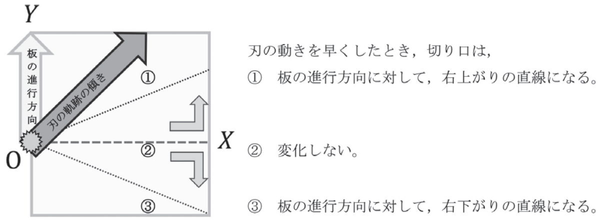

図 21

（７）　学習内容を参考にして製造ラインの条件設定を予想，確認することで，教材と数学，実社会とのかかわりを確認する。

図 22 確認に用いる動画の一部

４．２　プランの分析

プラン１は，題材の分析結果（３．２題材の数学的分析）を基に，実際の企業における生産活動と中学校数学をつなげることを優先したプランである。このプランのメリットは，製造ラインにおける住宅建材の切断の仕組みを最終的には一次関数を用いて簡潔に説明することができる点にある。よって，授業で学習する内容と産業のつながりを明確に意識することができるプランであると考える。一方デメリットとしては，第一に，生徒の生活経験等に基づく直観的な知識を生かす場面が少ないことが挙げられる。このプランでは，生徒が題材への興味をもつための直観による活動が少ないため，生徒にとって

普段の授業との違いを感じにくい可能性がある。第二に，静止座標から板座標に切り替えて考察する等，多くの場面で論理的な思考力を必要とする。このことは，特に数学を苦手とする生徒にとって，題材のもつ魅力を実感することが阻害されると思われる。授業内容と実生活を結び付けて考えるという本授業の趣旨に沿わない可能性がある。

そこで，それらのデメリットを補ったプラン２を構想した。このプランでは，生徒が論的に思考する時間は若干削られるが,新たな思考を促す際に指導過程(３),(６)のように，生徒の生活経験等に基づく直観的な知識を基に考察する活動を取り入れている。刃の軌跡，切り口の傾きには注目するが，直線の式を用いた解決方法のみにとらわれない。そのことによって静止座標から板座標への切り替えをスムーズに行うことができる。指導過程(５)では，３．２で述べたように，板の切り口が直線 $Y=0$ となるのはいつかを逆に考えることもでき，生徒の自由な発想を生かすことが可能である。そして，授業の終盤で実際の生産ラインの現場に思考を戻すことによって，生徒が学習内容の有用性や社会との関わりをより一層実感し，今後実生活において生かす姿勢を養うことができると思われる。

これらのことを踏まえて，プラン２を基に平生中学校の３年生を対象に６月 22 日，24 日の２日間に亘って授業実践を行った。

４．３　本研究の成果と課題

本研究を進めるにあたって，国際数学・理科教育動向調査（TIMSS）の質問紙に準じたアンケートを，令和元年 12 月 23 日に平生中学校の全校生徒を対象に行った。授業実践後に同様のアンケートを授業実施クラスで実施したところ，「数学は楽しい」は＋６％，「将来，自分が望む仕事に就くために,数学で良い成績をとる必要がある」は－３％という結果であった。その要因を振り返りのワークシートの記述内容（表３，表４）を基に分析する。

表３　今回の授業で何を学んだか

記述内容	割合
授業の結論に関すること	63%
実生活の課題解決に数学が活用できること	17%
数学の有用性	11%
考えること（学ぶこと）の楽しさ	6%
関数の知識，技能に関すること	3%

表４　学習の成果を今後どのように生かすか

記述内容	割合
数学を様々な課題解決に役立てる	32%
数学を自分の将来に役立てる	29%
生活の具体的な場面で活用する	26%
数学の知識，技能として活用する	6%
自ら課題を見出し，考察，解決する	6%

記述内容と授業中の生徒の様子を比較してみると，題材を数学的に分析，考察することができた生徒は,「実生活における具体的な課題の解決方法に気付くことができた」や「学ぶことの意義や楽しさを実感することができた」といった感想を述べている。また，十分には数学的に分析，考察することができなかった生徒からも,「学習結果を実生活の中で活用してみたい」や「意外な場面で数学が活用されていることが分かった」といった感想がみられた。そのことから，企業等，実社会の事象を題材として教科の授業で扱うことは,生徒にとっても新鮮で,知的好奇心をくすぐる要素があったと考えられ，授業の目的が達成されたと思われる。

一方課題としては,「教科（数学）の本質的な学習」と「学習することの意義や楽しさ」をいかにして両立させて，題材を活用するかについては検討の余地があるように思われる。本研究全体を通してみると，企業，大学，学校，三者の関係を新たに構築するにあたっては，学校関係者同士による連携と比べると打ち合わせの難しさがあった。また，新たな題材を模索し，それを学術的，教育的視点で考察し，授業実践につなげるまでには普段の教材研究と比較して多くの時間と労力を必要とした。学校が大学やその他の研究機関と交流を深め，教材開発に対する知識・経験を共有することが重要であり，本研究を継続的に実践していくことでこれらの課題の解消が期待できる。また，このような活動を通して教材を量的にも蓄積していくことによって，教科や対象学年によるカリキュラムの偏りを減らすことができるだけでなく，教育関係者だけでなく,保護者や地域の人々,企業を含め,社会全体で生徒の成長に資する取り組みにすることができる。

５　おわりに

本研究は,「生徒が学校で学ぶこと」を「生徒個人並びに社会の成長，発展」とより明確に関連付けることを意図して行ったものである。現在学校現場では，そのことを意識した学習・指導方法の改善が図られている。国際数学・理科教育動向調査（TIMSS）[１]の調査結果だけでなく，平成 31 年度（令和元年度）全国学力・学習状況調

査報告書[４]においても，学習に関する興味・関心には課題がみられるものの，徐々に改善がみられる。このことから,生徒は学校で学ぶことの意義を知ってはいるが,実感するところまでには至っていないということができる。そこで，中学校数学科の授業を例にして，生徒が学ぶことの意義や楽しさを実感することができる授業の在り方を模索し,企業・大学・学校が連携した授業を構想,実践した。

今回の授業実践を通して，多くの生徒から,「今までとは違う授業」,「またこのような授業を受けてみたい」との感想が聞かれた。よって本研究において提案した授業は，生徒が学校の授業と社会との関わりを理解するための一助になったと考えられる。しかし，数回の授業実践だけで，生徒の「学校で学ぶ学習内容を自身の生活や将来に生かしていきたい」という意欲を高めることは困難である。よって，数学に限らず多くの教科でこのような実践を行うことが重要であり，今後とも本研究を継続的に実施しその効果を検証していきたい。

最後に，本研究の趣旨に御同意いただき授業の題材を提供していただいた永大産業株式会社山口・平生事業所の皆様，貴重なご助言をいただいた山口大学教育学研究科の皆様，指導案検討，研究授業の準備・運営にご協力いただきました平生町立平生中学校の皆様にこの場を借りて深くお礼申し上げます。

参考文献

[１]文部科学省「国際数学・理科教育動向調査（TIMSS）のポイント」
https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2016/12/27/1379931_1_1.pdf

[２]佐武一郎「線型代数学（数学選書)」裳華房（1974 年１月 20 日）

[３]リチャード・P・ファインマン「ファインマン物理学〈1〉 力学」（坪井忠二訳）岩波書店（1986 年 1 月 8 日）

[４]文部科学省，国立教育政策研究所「平成 31 年度(令和元年度)全国学力・学習状況調査報告書（質問紙調査)」
https://www.nier.go.jp/19chousakekkahoukoku/report/data/19qn.pdf