

電子教科書の余白ページの活用方法の検討

赤星保浩^{*1}

Email: akahoshi.yasuhiro144@mail.kyutech.jp

*1: 九州工業大学工学研究院宇宙システム工学研究系

◎Key Words

材料力学, 専門用語, デジタル教科書, UniText

1. はじめに

小中学校において昨年度からデジタル教科書が英語科目において補助教材として本格的に導入されたり、約半数の学校で算数・数学でもデジタル教科書が採用され、他の教科にも波及しつつある²⁾。次期学習指導要領³⁾の議論においても、2030年度頃にはデジタル教科書が検定を受けた正式な教科書として位置付けられようとしている。

一方で、大学ではBYOD(Bring Your Own Device)⁴⁾導入に伴い、電子教科書を採用している大学は240大学に達しているが、著者が所属する九州工業大学工学部(戸畑キャンパス)で電子教科書を採用しているのは著者のみと考えられる。

著者は2020年度から材料力学の講義において、電子教科書を導入し、今年度で6年目となった。この5年間の受講生の利用状況を見ていると、積極的に利用している学生もいれば、電子教科書にほとんどアクセスしていない学生もいた。積極的にアクセスしている学生は書き込みも多くしているが、現行の電子教科書では余白が少なく、書き込みスペースが限られていた。そこで、今年度は大学生協と相談し、両開き表示をした場合に右側のページが常に空白となるように初期設定をしてもらった。本講演では、この右側のページの利用状況を報告する。

2. 電子教科書の採用

2.1 2024年度以前

2019年度に大学生協から電子教科書について説明を受け、翌年度の機械知能工学科知能制御工学コースの材料力学Ⅰにおいて電子教科書を採用してみた⁵⁻⁶⁾。著者は宇宙システム工学科機械宇宙システム工学コースでも材料力学Ⅰ、Ⅱを担当していたが採用していた教科書は電子教科書化されていなかった。一方、知能制御工学コースの材料力学Ⅰで使用していた教科書はすでに電子教科書化されており、紙の教科書から電子教科書への切り替えはVarsityWave eBooks⁷⁾用アプリを使って比較的スムーズに行えた。ただし、どうしても紙の教科書を使いたいという受講生が1名おり、その学生は紙の教科書を使用していた。翌年度からは全員電子教科書へ切り替わり、機械宇宙システム工学コースでも2022年度から電子教科書に切り替えた。2023年度からはNTT EDX社のUniText⁸⁾に移行したが、学生がマークした箇所を電子教科書上でリアルタイムに確認することはできなくなった。

授業期間が終了後、電子教科書への延べアクセス日数と成績との関係を図1に示す。早い段階からアクセスした学生は成績が高い傾向があるものの、ただアクセスし

ただけという学生もいた。そこで、専門用語にマークするためには教科書の精読が必要と考え、図2に15個目の専門用語にマークした日付と成績との関係を示す。早めに15個目をマークした学生は成績が高い傾向にあるものの、マークだけを先にしたという学生も含まれてしまうようであり、成績と電子教科書のアクセスログとの相関分析には工夫が必要となる。

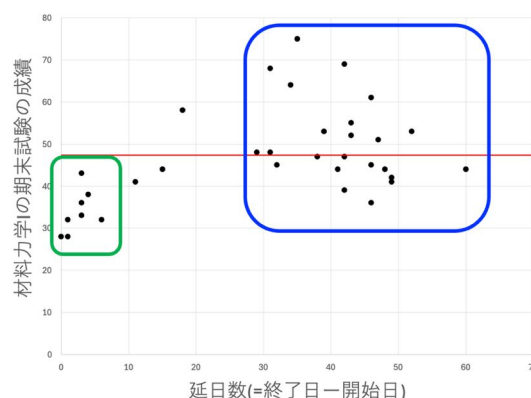
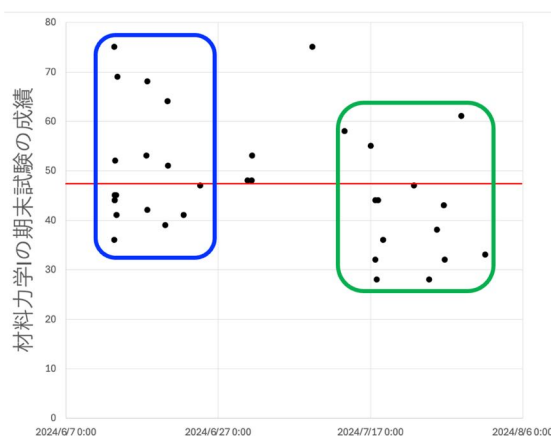


図1 アクセス日数と成績との関係



15個目のキーワードにアクセスした日付
図2 アクセス開始時期と成績との関係

2.2 2025年度

電子教科書を採用して6年目に当たる2025年度は大学生協と話し合いを行い、左のページを教科書、右のページを白紙という特定仕様の教科書を九工大のためだけに作成してもらった。受講生には各章が終わるごとに、両開き状態でスクリーンショットを撮影してもらい、それをLMSであるMoodleにアップロードしてもらうようにし

[illegible][illegible]

(b) 書き込み例2

(c) 書き込み例3

図3 第1章空白ページの書き込み状況

(a) 書き込み例 1

【問題】図 2-2-1 を見て、長さ l の棒 AB、質量 M の棒 AB 質量 m の棒 BC の系について、図 2-2-2 のように静止しているとき、各棒の重力のつりあいの式を求めよ。

【図 2-2-1】

【図 2-2-2】

・力を加えると形が変わるが、力をやめると元に戻る変形。
例：変形棒を曲げて懸すると元に戻る → これが弾性変形。

・力をやめると元に戻らない変形。
例：鉄線を曲げて懸しても、曲がったまま → これが塑性変形。

・小ささの力でも変形は、応力とひずみが比例するといえる。
式：
 $\text{応力} = Y \cdot \text{ひずみ}$
 $\text{応力} = \frac{\text{力}}{\text{断面積}}$
 $\text{ひずみ} = \frac{\text{変形量}}{\text{元長}}$
 ・応力 = 力 / 断面積 (ヤング率)
 ・ひずみ = 変形量 / 元長

2-2 フックの法則と弾性係数

【例 2-2-1】フックの法則の弾性係数を求めよ。
 図 2-2-3 のように、断面が 1 cm^2 の棒を長さ 1 m の状態で引っ張ると、長さ 1.01 m になる。このとき、この棒の弾性係数 E を求めよ。
 図 2-2-4 のように、断面が 1 cm^2 の棒を長さ 1 m の状態で引っ張ると、長さ 1.01 m になる。このとき、この棒の弾性係数 E を求めよ。
 図 2-2-5 のように、断面が 1 cm^2 の棒を長さ 1 m の状態で引っ張ると、長さ 1.01 m になる。このとき、この棒の弾性係数 E を求めよ。

・材料が引っ張ったとき、どれくらい伸びにくいかを表す。
単位は N/mm^2 (N/m²)
・数値が大きいほど、固くて伸びにくい材料
(例：鋼)

・材料が引っ張ったとき、どれくらい伸びにくい表す。
単位は N/mm^2 (N/m²)
・数値が大きいほど、固くて伸びにくい材料
(例：鋼)

2-3 弾性変形と弾性係数

【例 2-3-1】弾性変形と弾性係数を求めよ。
 図 2-3-1 のように、断面が 1 cm^2 の棒を長さ 1 m の状態で引っ張ると、長さ 1.01 m になる。このとき、この棒の弾性係数 E を求めよ。
 図 2-3-2 のように、断面が 1 cm^2 の棒を長さ 1 m の状態で引っ張ると、長さ 1.01 m になる。このとき、この棒の弾性係数 E を求めよ。
 図 2-3-3 のように、断面が 1 cm^2 の棒を長さ 1 m の状態で引っ張ると、長さ 1.01 m になる。このとき、この棒の弾性係数 E を求めよ。

・材料を“ずらすような力”（せん断）に対する変形形のしにくさ。
式：
 $\text{せん断応力} = G \cdot \text{せん断ひずみ}$
 $\text{せん断応力} = \frac{\text{せん断力}}{\text{断面積}}$
 $\text{せん断ひずみ} = \frac{\text{せん断変形量}}{\text{元長}}$
 ・せん断弾性係数

・材料を“ずらすような力”（せん断）に対する変形形のしにくさ。
式：
 $\text{せん断応力} = G \cdot \text{せん断ひずみ}$
 $\text{せん断応力} = \frac{\text{せん断力}}{\text{断面積}}$
 $\text{せん断ひずみ} = \frac{\text{せん断変形量}}{\text{元長}}$
 ・せん断弾性係数

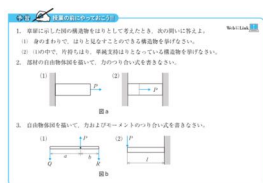
[illegible]

(b)書き込み例2

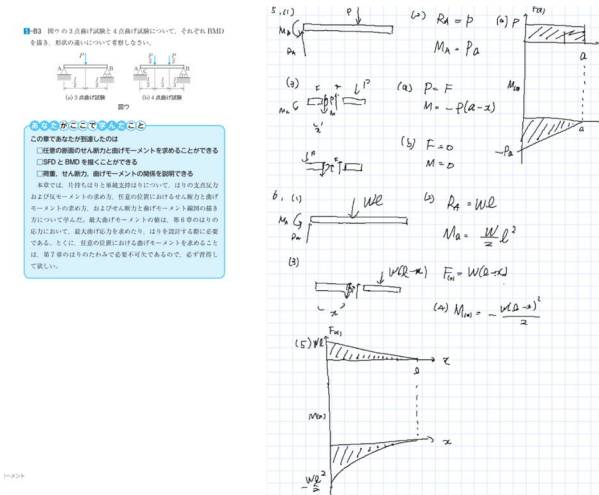
図5 第3章空白ページの書き込み状況



(a) 書き込み例 1



(b) 書き込み例 2



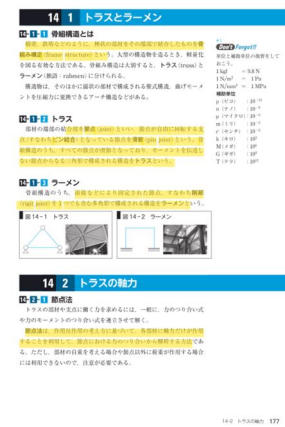
(c) 書き込み例 3

図6 第5章空白ページの書き込み状況

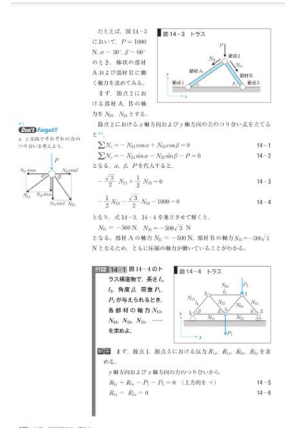
第5章は、片持ち梁、両端支持梁などの静定問題に置ける梁のせん断力と曲げモーメントを求める章で、専門用語の説明や式変形など、多くを書き込んでいたものが見られる一方、空白がページが多い提出者もいた。学力差が生じつつあると思われる。



(a) 書き込み例 1



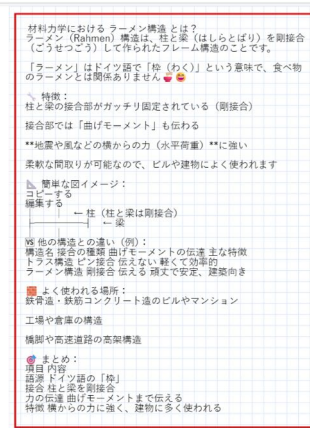
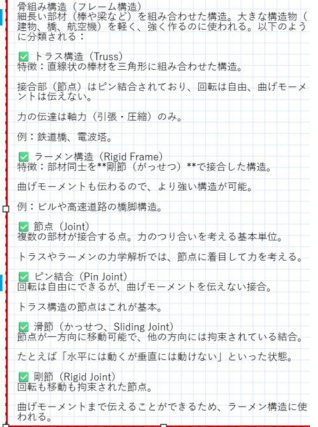
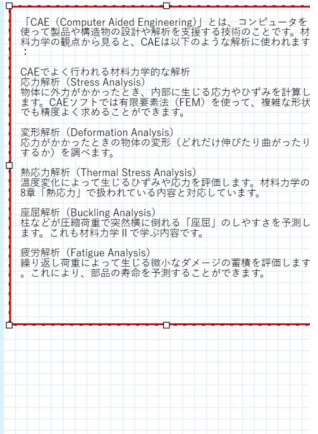
(b) 書き込み例 2



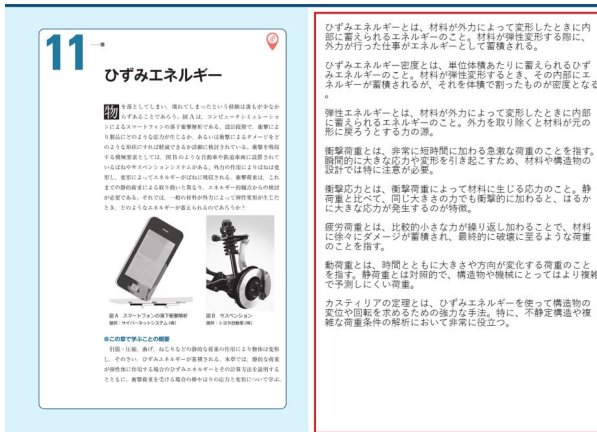
(c) 書き込み例 3

図7 第14章空白ページの書き込み状況

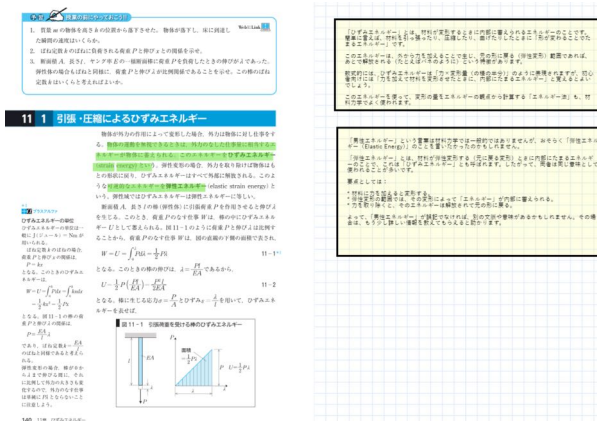
第14章は内容的には1年生の「機械構造の力学入門」ですでに講義していた内容であったため、今年度は第3章の直後に講義を行った。すでに習った内容が多いということもあり、しっかりと内容を書き込んでいる受講生が多かった。今年度はこの第14章に続いて、第11、12章のひずみエネルギーとカスチリアノの定理を使った引張圧縮問題を第5章の梁問題の前に実施した。特に、Lagrange の未定乗数法を組合せて、軸力問題の不静定問題の解法に取り組んだ。この解法は他の教科書で扱われ



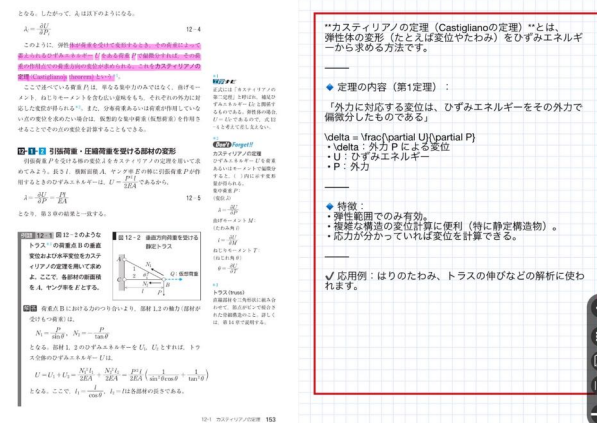
た例は見たことがないが、Lagrange の未定乗数法は同じ
 クォータの「軌道力学」という科目において軌道の最適化
 で使用されており、受講生の関心も高かったようである。
 「軌道力学」を担当されていた教員からも受講生から質
 問がでていたとの連絡があり、同じ解析手法を異なる科
 目でほぼ同時期に扱うのは教授法としては有効なかも
 しれない。これまで科目間の連携が少なかったが、具体
 的な講義内容を比較し、類似した内容は同時期に並行し
 て教える方がいいようである。



(a) 書き込み例 1



(b) 書き込み例 2



(c) 書き込み例 3

図8 第11—12章空白ページの書き込み状況

3. おわりに

九州工業大学では2020年度から材料力学において電子教科書を採用し、その特徴を活かした教育を模索してきた。2023年度以降は新しいUniTextというNTTDX社のブラウザに移行し、アクセスログ分析方法の見直しが必要となった。現時点では、事後分析にとどまっているが、2025年度からは右側のページを余白ページとすることで、より書き込みがしやすい電子教科書を特注品として作成してもらった。このことにより、電子教科書への書き込み回数が増えるような課題を検討しており、講演時にその成果も合わせて報告をする。また、材料力学全体を俯瞰する能力を身につけて欲しいと考え、材料力学Ⅱにおいて材料力学マップの作成を課した。二次元のマップ内に材料力学全体を俯瞰するような図を描くことは難しいが、このマップ作成の過程で思考錯誤し、熟考してもらうことが大事と考えている。材料力学という古典的な科目ではあるものの、新しい教育方法に思考錯誤している段階であり、より効果的な教育方法を今後も模索していきたい。

謝辞

デジタル教科書の導入、材料力学履修者のグループ登録、アクセスログの提供に至るまで大学生協事業連合の藤井諭様、片平綺乃様、森川佳則様、九州工業大学生活協同組合戸畑店の井上真佑華様にはたいへんお世話になりました。御礼申し上げます。

参考文献

- (1) 文部科学省「デジタル教科書推進ワーキンググループ」
https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/100/index.html
- (2) 教科書研究センター、学習者用デジタル教科書リンク集、
<https://textbook-rc.or.jp/digital/>
- (3) 文部科学省「教育課程部会教育課程企画特別部会」
https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/101/index.html
- (4) ノートパソコンの必携化のおしらせ、https://www.kyutech.ac.jp/student-cheer/kyutech_byod.html
- (5) 赤星保浩、「材料力学教育における新しい試み—電子教科書採用と自己添削導入—」, 2D08, 第69回年次大会・工学教育研究講演会, 2021.9.9
- (6) 赤星保浩、「材料力学教育における新しい試み (その2)」, 2A02, 第72回年次大会・工学教育研究講演会, 2024.9.5
- (7) 大学生協の電子教科書, <https://www.univcoop.or.jp/service/book/univ-etext/index.html>
- (8) EDX UniText, https://www.univcoop.or.jp/service/book/univ-etext/etc/etc_376.html