



私大連フォーラム2023

- 未来の学びへの羅針盤 生成系AIとデジタル技術が切り拓く大学教育の新時代 -

2023年10月31日

ラーニングアナリティクスを基盤とした教育改革の取り組み

芝浦工業大学 工学部 機械工学科 角田和巳



SHIBAURA INSTITUTE OF TECHNOLOGY
Established 1927

■ “学生の学びの心に火をともし”ラーニングアナリティクスによる教育改革

01 学修システムのDX

Moodle, BookRoll, LAViewをシームレスに統合。

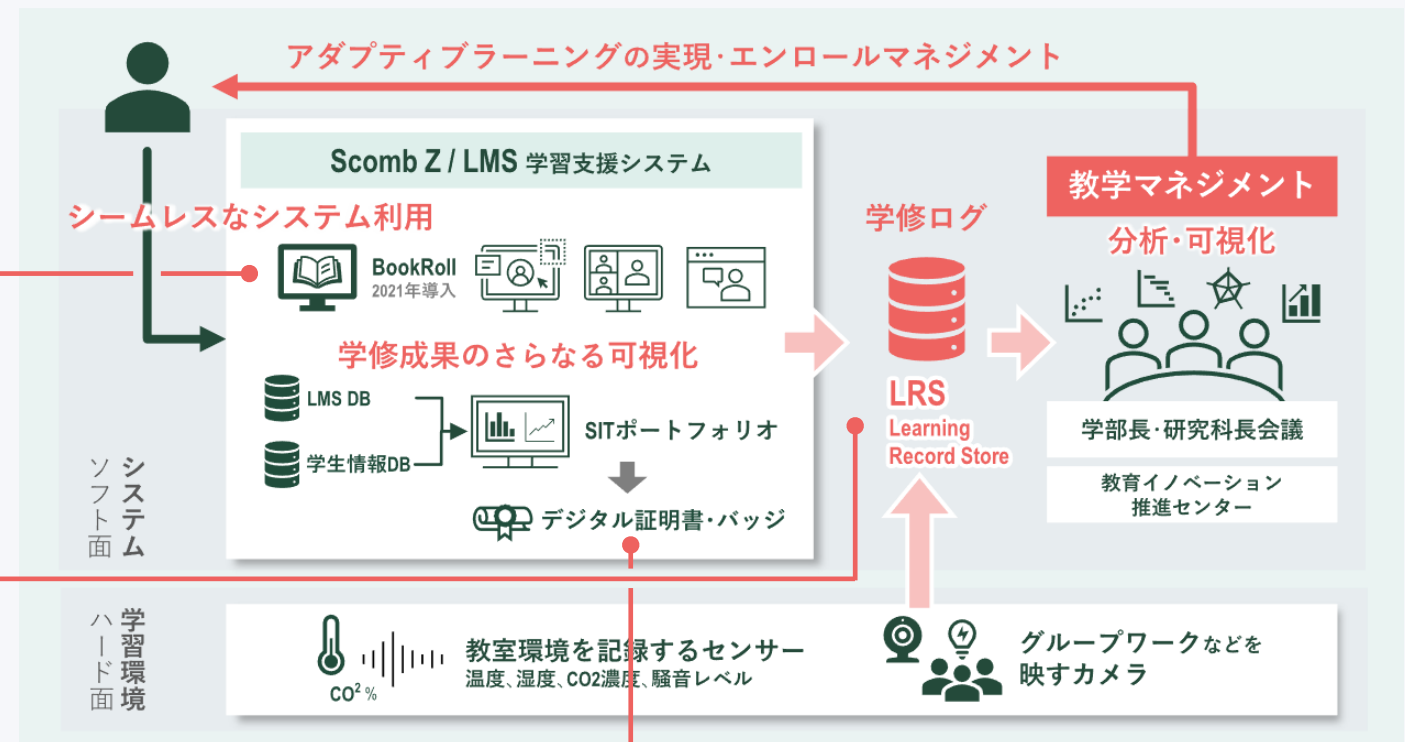
**BookRoll, LAView
の導入による学習分析**

02 学修情報のDX

学修ログに加えて教室環境などの情報もLRSに蓄積しアダプティブラーニングを実現。

03 学修成果のDX

SITポートフォリオによる学修成果の可視化を利用してデジタル証明書、デジタルバッジを実現。



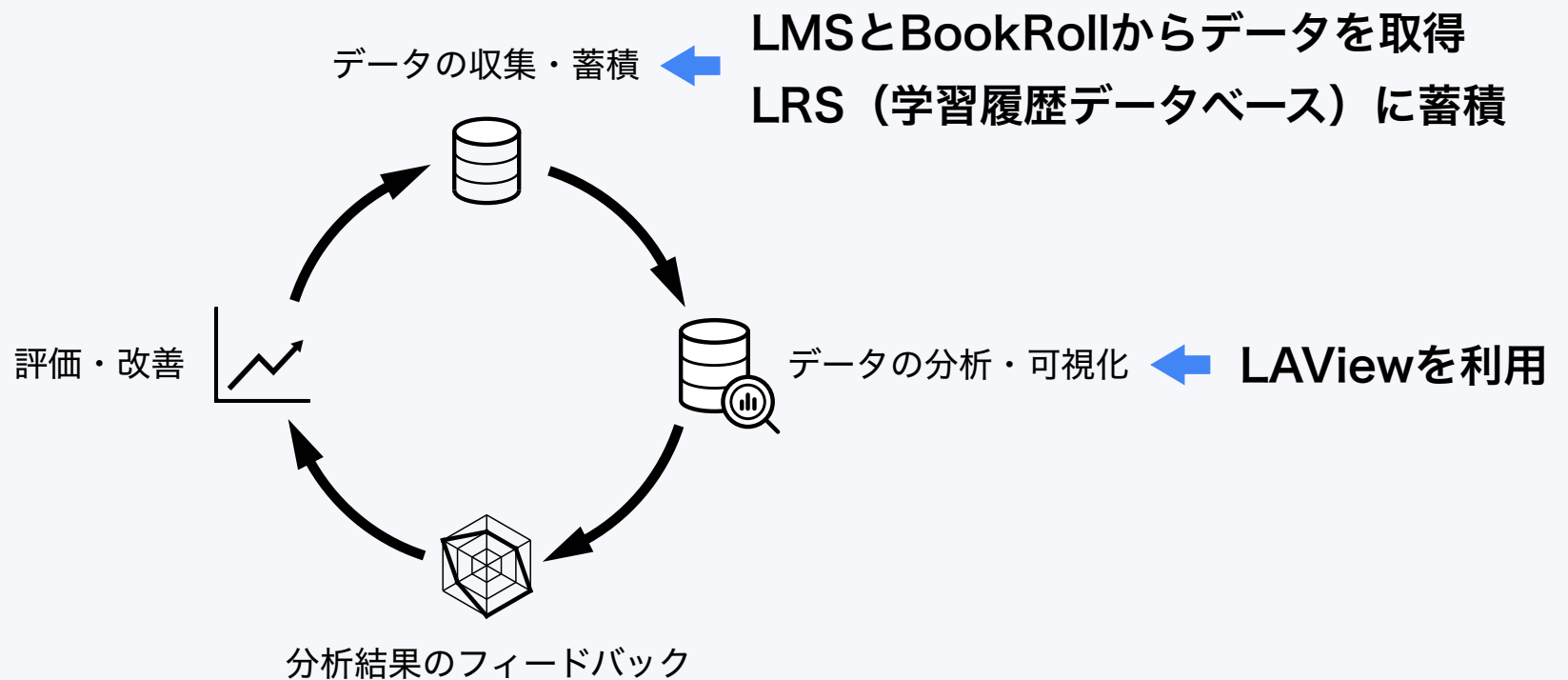
https://www.shibaura-it.ac.jp/about/education/good_practice/DX-20210702.html より引用。注釈を追記



SHIBAURA INSTITUTE OF TECHNOLOGY
Established 1927

■ ラーニングアナリティクス（学習分析）の定義と手順

学習とその環境の理解と最適化のための、学習者とそのコンテキストについてのデータの測定、収集、分析、レポート [<https://www.solaresearch.org/about/what-is-learning-analytics/>]



■ 本学で導入した学習分析ツール

デジタル教材配信システム

BookRoll

【5.2】 Consider the steam turbine with a mass flow rate of $\dot{m} = 0.1 \text{ kg/s}$. Steam is expanded from $h_1 = 3000 \text{ kJ/kg}$ and $u_1 = 20 \text{ m/s}$ to $h_2 = 2650 \text{ kJ/kg}$ and $u_2 = 100 \text{ m/s}$. Calculate the output power extracted by the turbine if the heat loss from the steam is $Q = 0.52 \text{ kJ/s}$. Neglect the potential energies of the inlet and outlet flowstreams.

問題文: 質量流量 $\dot{m} = 0.1$ の蒸気タービンがあり、蒸気が比エンタルピー $h_1 = 3000 \text{ kJ/kg}$ 、速度 $u_1 = 20 \text{ m/s}$ の状態から比エンタルピー $h_2 = 2650 \text{ kJ/kg}$ 、速度 $u_2 = 100 \text{ m/s}$ の状態まで膨張する場合を考える。蒸気からの熱損失を $Q = 0.52 \text{ kJ/s}$ として、タービンによって取り出される出力を計算せよ。ただし、タービンの入口と出口における蒸気のポテンシャルエネルギーは無視できるものとする。

解答: タービンによって取り出される出力を $W [W]$ において、タービンの入口・出口間にエネルギー保存の式を用いれば、

$$\dot{m}\left(h_1 + \frac{1}{2}u_1^2\right) - Q - W = \dot{m}\left(h_2 + \frac{1}{2}u_2^2\right) \quad (1)$$

が成立する。エネルギー保存が(1)式のように書ける理由は以下の通りである。

- 左辺の $\dot{m}(h_1 + \frac{1}{2}u_1^2)$ は入口から流入した蒸気を持っている全エネルギー。右辺の $\dot{m}(h_2 + \frac{1}{2}u_2^2)$ は出口から流出した蒸気を持っている全エネルギーを表している。
- 比エンタルピー（単位質量当たりのエンタルピー）は $h [kJ/kg]$ 、熱損失と出力は $W [J/s]$ で与えられている。

BookRoll

学習分析ツール

LAView

学習分析ツール

【5.2】 Consider the steam turbine with a mass flow rate of $\dot{m} = 0.1 \text{ kg/s}$. Steam is expanded from $h_1 = 3000 \text{ kJ/kg}$ and $u_1 = 20 \text{ m/s}$ to $h_2 = 2650 \text{ kJ/kg}$ and $u_2 = 100 \text{ m/s}$. Calculate the output power extracted by the turbine if the heat loss from the steam is $Q = 0.52 \text{ kJ/s}$. Neglect the potential energies of the inlet and outlet flowstreams.

左辺の $\dot{m}(h_1 + \frac{1}{2}u_1^2)$ は入口から流入した蒸気を持っている全エネルギー。右辺の $\dot{m}(h_2 + \frac{1}{2}u_2^2)$ は出口から流出した蒸気を持っている全エネルギーを表している。

出力の文字が間違っていた
W:bs;dotではないのはなぜか (特に理由はなさそう)
extract: 取り出す

教材の閲覧ログや学習活動を記録

学習活動を分析

Learning Record Store (LRS)



SHIBAURA INSTITUTE OF TECHNOLOGY
Established 1927

事例紹介 1

- 予習課題の解説・授業中の活動状況確認 -



SHIBAURA INSTITUTE OF TECHNOLOGY
Established 1927

■ BookRollとLAVIEWを用いた反転授業の構成

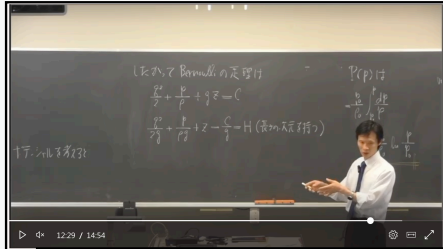


実際の授業進行

授業前

授業中

① 予習ビデオの視聴・予習課題の解答作成



エネルギー変換工学 第03回授業 事前課題
 ※ 回答期日：2022年10月12日(水) 19:00

- 最初に【3.2】を自分で解いてください。
- 次に2ページ目の解答・解説を読んで自分の答案を添削しながら、解答・解説にマーカーを引いてください(間違えたところや理解できない箇所に黄色のマーカー、重要な内容で理解できた箇所に赤色のマーカーを引く)。また、疑問点があればメモに記入してください。
- 授業の最初に本問と関連した小テストを行います。

【3.2】 図のようにポンプで水を $z = 50 \text{ cm}$ 汲み上げたとき、吸い込み側の圧力ヘッドは -6.0 m 、吐き出し側の圧力は 340 kPa であった。ポンプによって水に与えられた動力(ポンプの揚程 H)を求めよ。ただし配管の直径は吸い込み側も吐き出し側も同じであり、すべての損失は無視してよい。なお、水の密度は $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ 、重力加速度の大きさは $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ を用いること。

② BookRollで解答の確認

【3.2】 図のようにポンプで水を $z = 50 \text{ cm}$ 汲み上げたとき、吸い込み側の圧力ヘッドは -6.0 m 、吐き出し側の圧力は 340 kPa であった。ポンプによって水に与えられた動力(ポンプの揚程 H)を求めよ。ただし配管の直径は吸い込み側も吐き出し側も同じであり、すべての損失は無視してよい。なお、水の密度は $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ 、重力加速度の大きさは $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ を用いること。

▷ 解答・解説 吸い込み口と吐き出し口の間にベルヌイの式を適用すると

$$\frac{p_1}{\rho g} + \frac{u_1^2}{2g} + z_1 + H = \frac{p_2}{\rho g} + \frac{u_2^2}{2g} + z_2 \quad \text{①}$$

が成立する。ただし、 z_1 と z_2 はそれぞれ基準面から測った圧力測定位置までの高さである(右図参照)。

ベルヌイの式①は水が持つ力学的エネルギーの保存式であり、圧力ヘッド $p/(\rho g)$ 、速度ヘッド $u^2/2g$ 、位置ヘッド z を足し合わせたものは、水の保有しているエネルギーに相当する。したがって①式は、吸い込み口において[1]のエネルギーを持っていた水がポンプに送られ、ポンプから仕事をされたことにより水の保有するエネルギーが H だけ増え、その結果吐き出し口では水の持つエネルギーが[2]に増加したと解釈することができる(※ポンプは水を汲み上げるために水に仕事をしているので、水から見ればエネルギーを受け取っていることになる)。

なお、本問ではすべての損失を無視しているが、配管内で生じる摩擦損失などを考慮する場合には、これを損失ヘッド H_L としてベルヌイの式に含めなければならない(次式)。

$$\frac{p_1}{\rho g} + \frac{u_1^2}{2g} + z_1 + H_L + H = \frac{p_2}{\rho g} + \frac{u_2^2}{2g} + z_2$$

本問は $H_L = 0$ の場合を考えているので、①式に数値を代入して H を求めればよい。

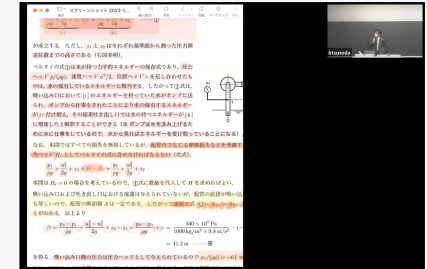
吸い込み口および吐き出し口における流速は与えられていないが、配管の直径が吸い込み側も吐き出し側も等しいので、配管の断面積 A は一定である。したがって連続の式 $Q = Av_1 = Av_2$ より $u_1 = u_2$ となることがわかる。以上より

$$H = \frac{p_2 - p_1}{\rho g} + \frac{u_2^2 - u_1^2}{2g} + z_2 - z_1 = \frac{p_2 - p_1}{\rho g} + z = \frac{340 \times 10^3 \text{ Pa}}{1000 \text{ kg/m}^3 \times 9.8 \text{ m/s}^2} - (-6.0 \text{ m}) + 0.50 \text{ m} = 41.2 \text{ m} \quad \text{…… 答}$$

を得る。吸い込み口側の圧力は圧力ヘッドとして与えられているので $p_1/(\rho g) = -6 \text{ [m]}$ を代入すればよい。なお、以下のような計算ミスやケアレスミスがよく見られる。自分の解答であてはまるものがあれば黄色マーカーを付け、該当する部分の解説を再度確認すること。

- ①式で H を $-H$ としている(水車のように水が仕事をする場合 $-H$ となる)。
- 340 kPa の k を見落としている。
- ①式を $H = \dots$ の式に変形するとき符号の変換を間違えている。
- $p_1/(\rho g) = -6$ を代入するところで $+6$ を代入している。もしくは $-p_1/(\rho g) = -6$ と勘違いしている。
- 圧力ヘッド、速度ヘッド、位置ヘッドを足し合わせたものを H と置いている。
- 高低差 z と揚程 H の区別がついていない。
- 速度 u_1 、 u_2 を求めようとしている。あるいは u_1 、 u_2 がわからないため解が得られていない。

③ 分析結果に基づく補足



④ 小テスト

エネルギー変換工学
 【Q4.1】 図のような配管系の一部にポンプが設置され、直径 $d_1 = 200 \text{ mm}$ のパイプから吸い込まれた水が流量 $Q = 150 \text{ m}^3/\text{h}$ のパイプから吐出し、速度 $u_2 = 3.6 \text{ m/s}$ で吐出されている。吐出し口 (A) における水の圧力が $p_2 = 19.9 \text{ kPa}$ 、速度 $u_2 = 3.6 \text{ m/s}$ 、このポンプが水を汲み上げる高さ z を求めよ。ただしすべての損失は無視してよい。 $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ 、 $g = 9.8$

基準面を A の基準面とし、B の基準面 $z = 2.6 \text{ m}$
 $A = \pi \times (0.2)^2 / 4 = 0.0314 \text{ m}^2$
 $B = \pi \times (0.1)^2 / 4 = 0.00785 \text{ m}^2$
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

$$\frac{p_1}{\rho g} + \frac{u_1^2}{2g} + z_1 + H = \frac{p_2}{\rho g} + \frac{u_2^2}{2g} + z_2$$

$$0 + \frac{0.9^2}{2 \times 9.8} + 0 + H = \frac{19.9 \times 10^3}{1000 \times 9.8} + \frac{3.6^2}{2 \times 9.8} + 2.6$$

$$H = 2.0 + 0.65 + 2.6 = 5.25 \text{ m}$$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0.00785 v_2 / 0.0314 = 0.25 v_2$
 $v_2 = 3.6 \text{ m/s}$
 $v_1 = 0.9 \text{ m/s}$

連続の式より
 $Q = Av_1 = Bv_2$
 $150 \times 10^{-3} / 3600 = 0.0314 v_1 = 0.00785 v_2$
 $v_1 = 0$

■ マーカー表示に基づく解答過程の分析

分析ツール

データ入力 クラス設定 表示グラフ設定 日本語 ログアウト

【5.2】 Consider the steam turbine with a mass flow rate of $\dot{m} = 0.1$ kg/s. Steam is expanded from $h_1 = 3000$ kJ/kg and $u_1 = 20$ m/s to $h_2 = 2650$ kJ/kg and $u_2 = 100$ m/s. Calculate the output power extracted by the turbine if the heat loss from the steam is $\dot{Q} = 0.52$ kJ/s. Neglect the potential energies of the inlet and outlet flowstreams.

問題文訳： 質量流量 $\dot{m} = 0.1$ kg/s の蒸気タービンがあり、蒸気が比エンタルピー $h_1 = 3000$ kJ/kg、速度 $u_1 = 20$ m/s の状態から比エンタルピー $h_2 = 2650$ kJ/kg、速度 $u_2 = 100$ m/s の状態まで膨張する場合を考える。蒸気からの熱損失を $\dot{Q} = 0.52$ kJ/s として、タービンによって取り出される出力を計算せよ。ただし、タービンの入口と出口における流れのポテンシャルエネルギーは無視できるものとする。

解答 タービンによって取り出される出力を W [W] とおいて、タービンの入口・出口間にエネルギー保存の式を適用すれば、

$$\dot{m} \left(h_1 + \frac{1}{2} u_1^2 \right) - \dot{Q} - W = \dot{m} \left(h_2 + \frac{1}{2} u_2^2 \right) \quad (1)$$

が成立する。エネルギー保存が(1)式のように書ける理由は以下の通りである。

1. 左辺の $\dot{m}(h_1 + u_1^2/2)$ は入口から流入した蒸気が持っている全エネルギー、右辺の $\dot{m}(h_2 + u_2^2/2)$ は出口から流出した蒸気が持っている全エネルギーを表している。
2. 比エンタルピー（単位質量当たりのエンタルピー）は J/kg、熱損失と出力は W = J/s で与えられているから、エネルギー保存式を記述する際には両者の単位を揃える必要がある。ここでは蒸気の質量流量 \dot{m} (kg/s) がわかっているため、比エンタルピー h に \dot{m} をかければ単位時間当たりのエネルギー（J/s）に単位を揃えることができる。
3. 蒸気の立場から見ると、 \dot{Q} は蒸気が失うエネルギー、出力 W も蒸気が失うエネルギーであるから、流入した蒸気が保有していた全エネルギー $\dot{m}(h_1 + u_1^2/2)$ から \dot{Q} と W が引かれている。

(1)式を変形し、与えられた数値を代入することで

$$W = \dot{m} \left(h_1 - h_2 + \frac{u_1^2 - u_2^2}{2} \right) - \dot{Q}$$

$$= 0.1 \text{ kg/s} \times (3000 - 2650) \times 10^3 \text{ J/kg} + \frac{20^2 - 100^2}{2} (\text{m/s})^2 \times 0.1 \text{ kg/s} - 0.52 \times 10^3 \text{ J/s}$$

$$= 35000 \text{ J/s} - 480 \text{ J/s} - 520 \text{ J/s}$$

$$= 34000 \text{ J/s} = 34 \text{ kW}$$

と求まる。

単語の解釈が不十分

符号の間違い

関係式の理解が不十分

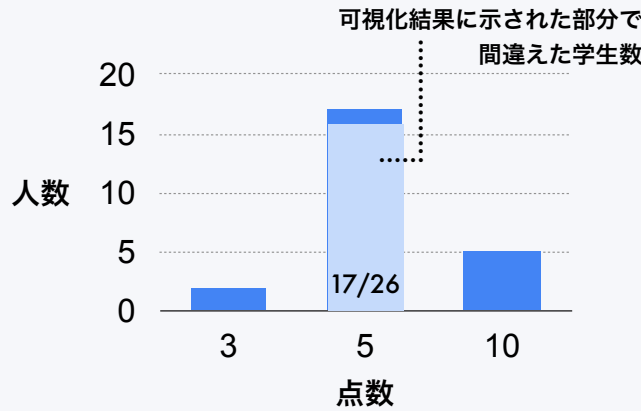
符号の間違い

BookRoll上での学修活動を可視化

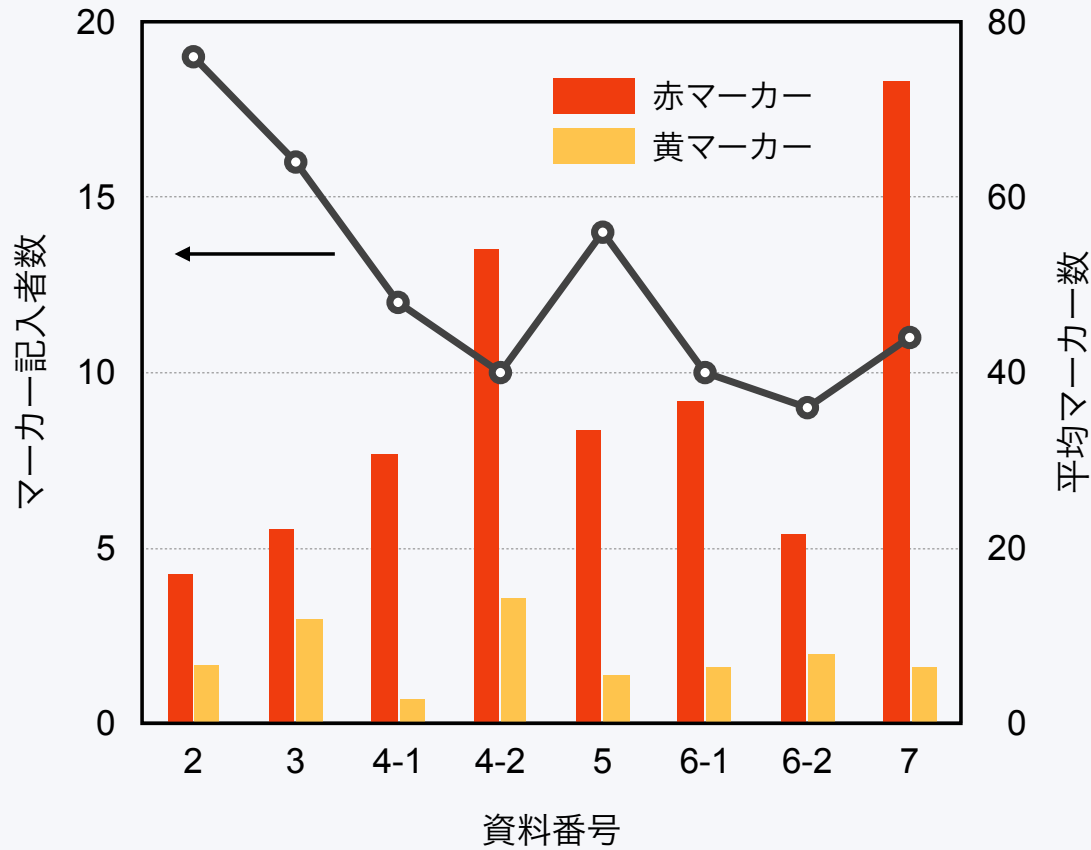
色の濃淡により学生の理解状況を把握

マーカーの関連箇所を追跡し、間違いに到る原因、陥りやすい箇所を可視化

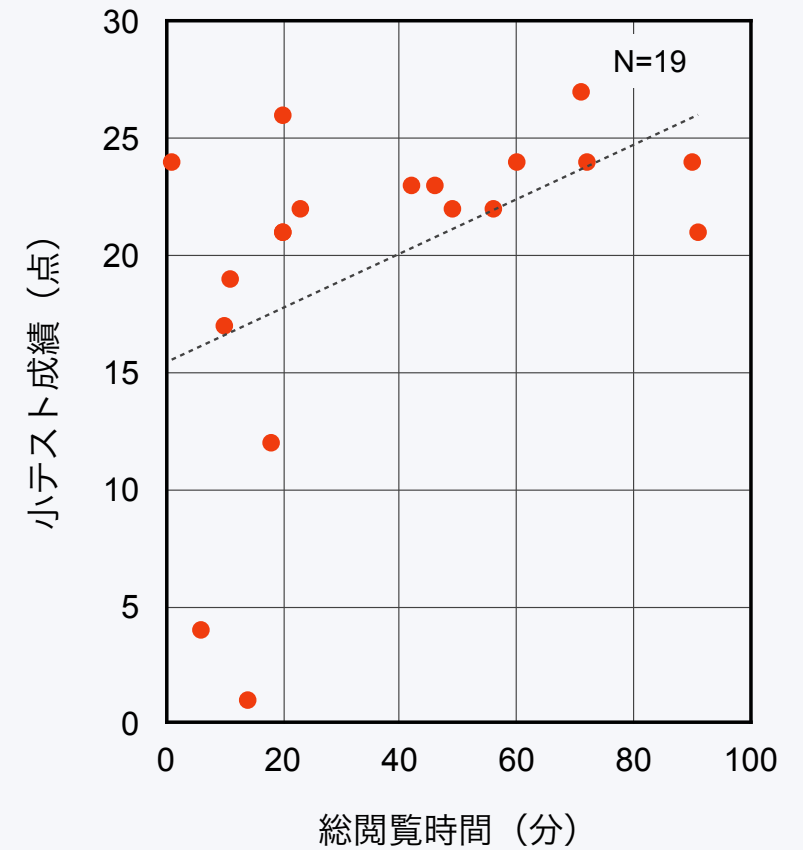
学生に対する説明内容の絞り込み



■ 学習活動の分析



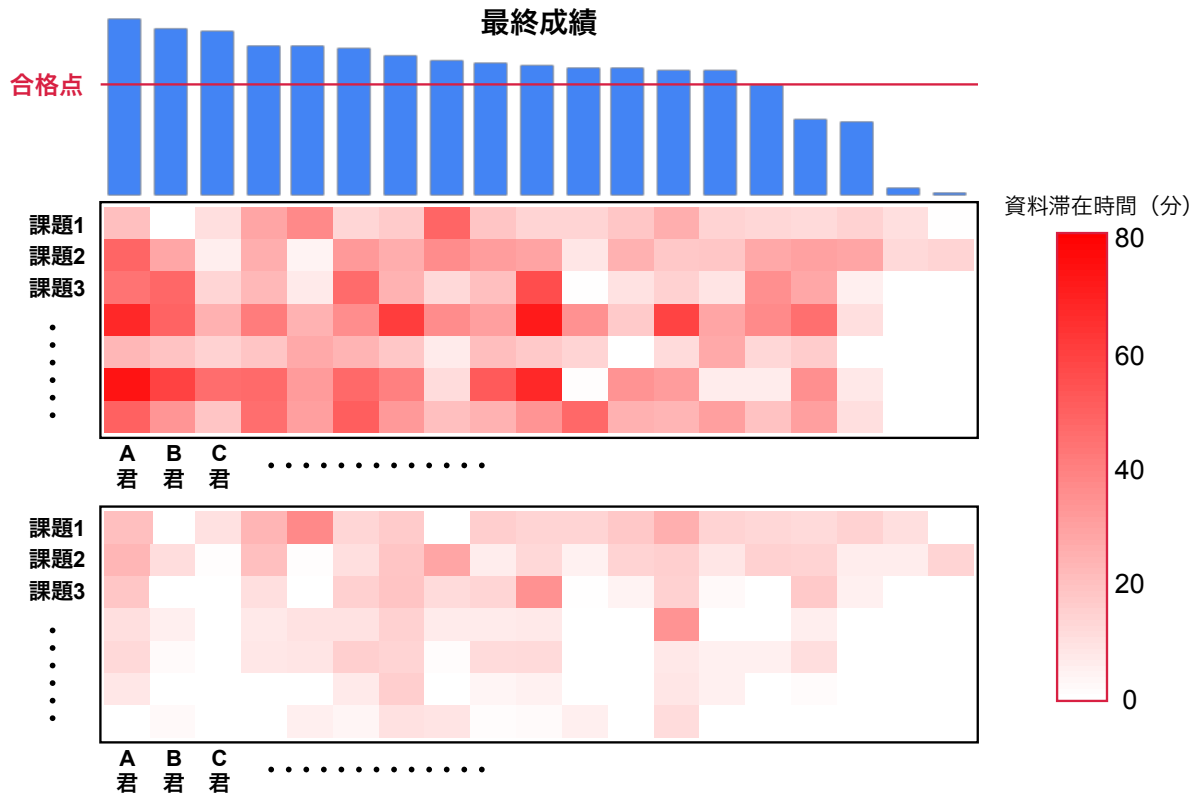
【各資料に記録された学習活動の比較】



【学習活動の効果】

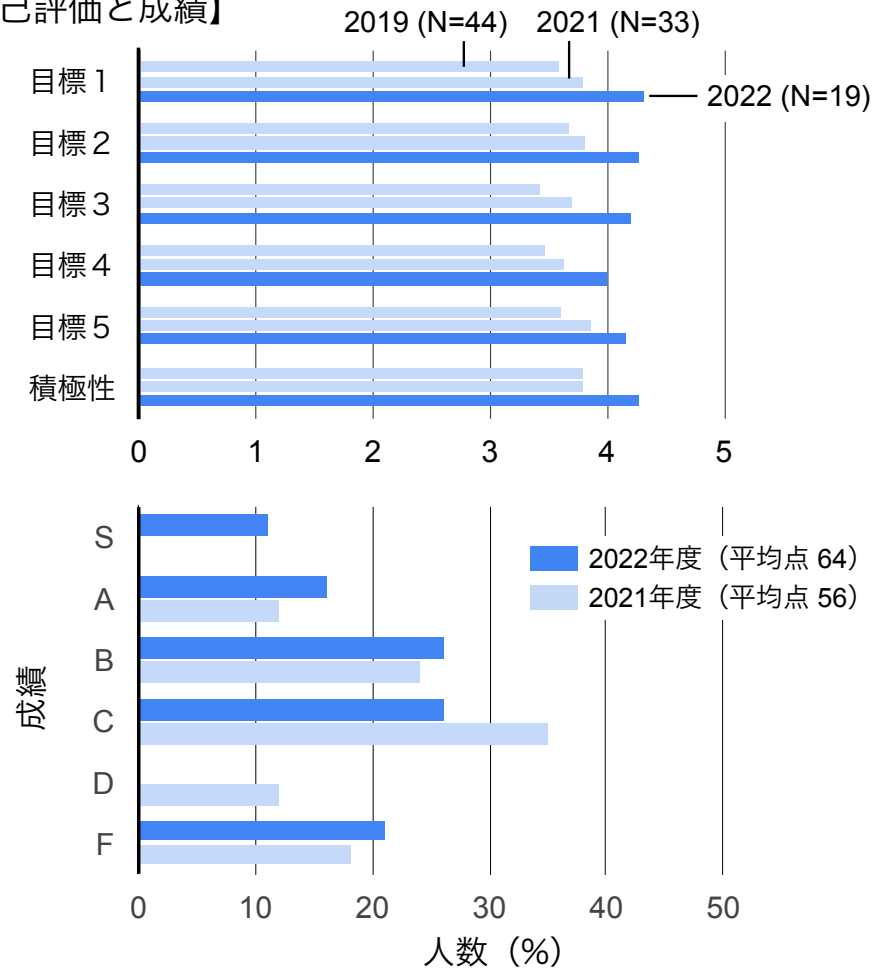


資料滞在時間の可視化と学修成果



(上) 最終滞在時間 (下) 予習時滞在時間

【自己評価と成績】



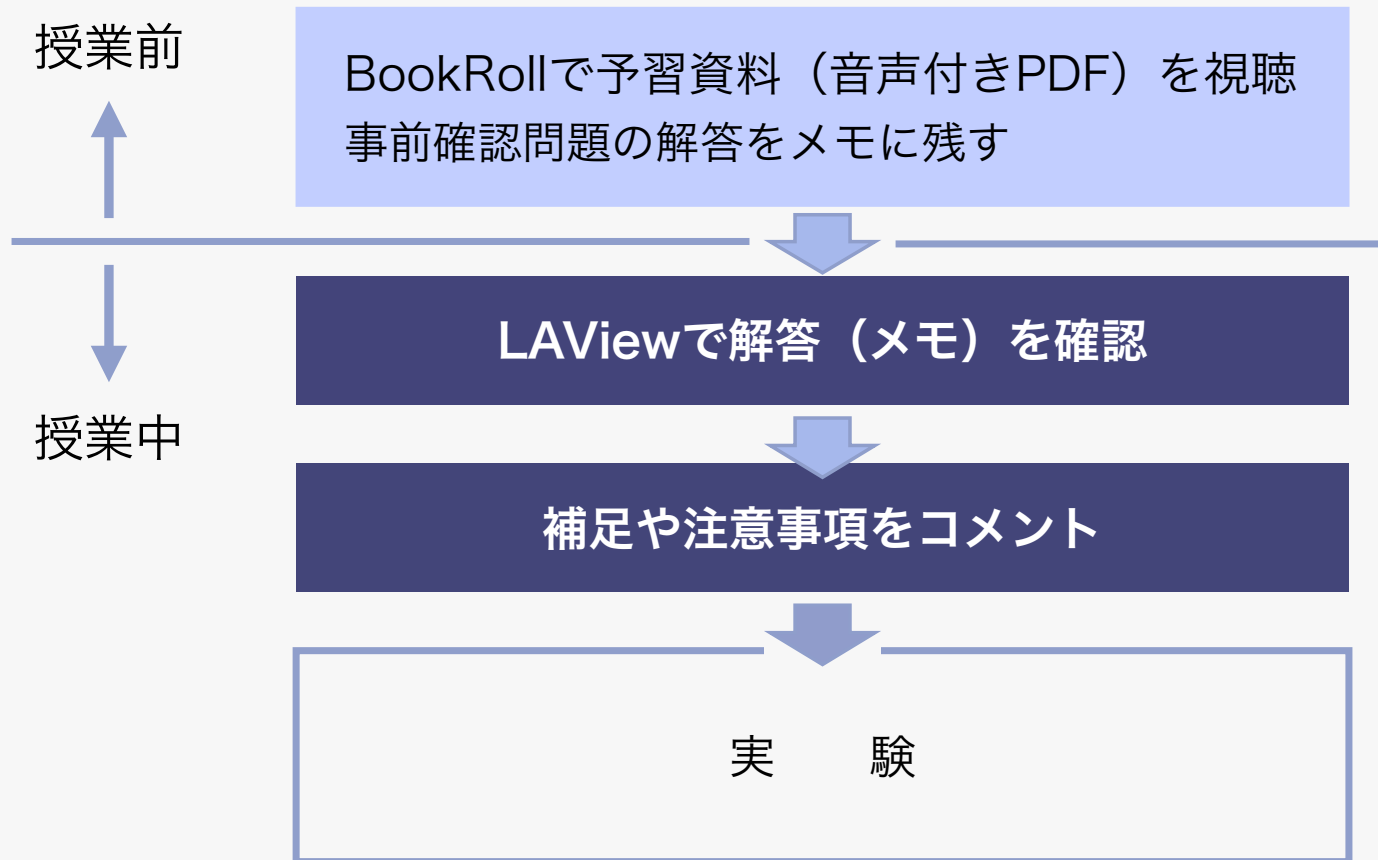
事例紹介 2

- 実験科目での予習（音声付きPDFの利用） -



SHIBAURA INSTITUTE OF TECHNOLOGY
Established 1927

■ 授業の流れ



予習資料の構成・予習内容の確認

音声再生時間：6:39

メモリスト データ出力 説明

ピトー管を用いることにより全圧 p_0 と静圧 p の差圧を測定し、流速の式 $V=K\sqrt{2(p_0-p)/\rho}$ に代入することで求めることとし、流体の粘性を考慮して修正係数 K による測定結果

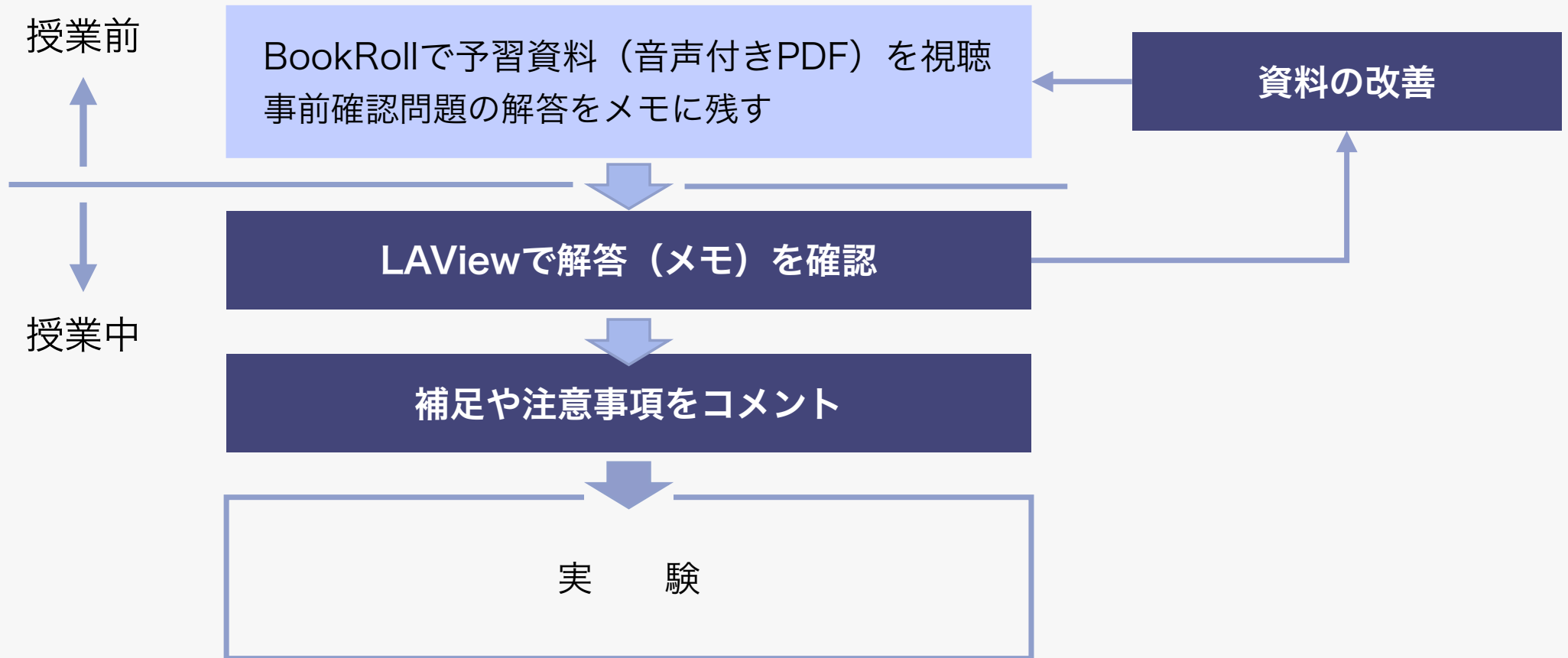
境界層厚さ δ は境界層内流速が一様流速の99%になる位置から δ を求める。その後、Blasiusの解と比較して実験結果

実験時の気温を 20°C と仮定すると、粘性係数は指導書(3)度を $\rho=1.20\text{kg/m}^3$ とすると、レイノルズ数は $Re=Ux/\nu$ $x=100\text{mm}\sim 400\text{mm}$ の範囲で変化するとき、測定される

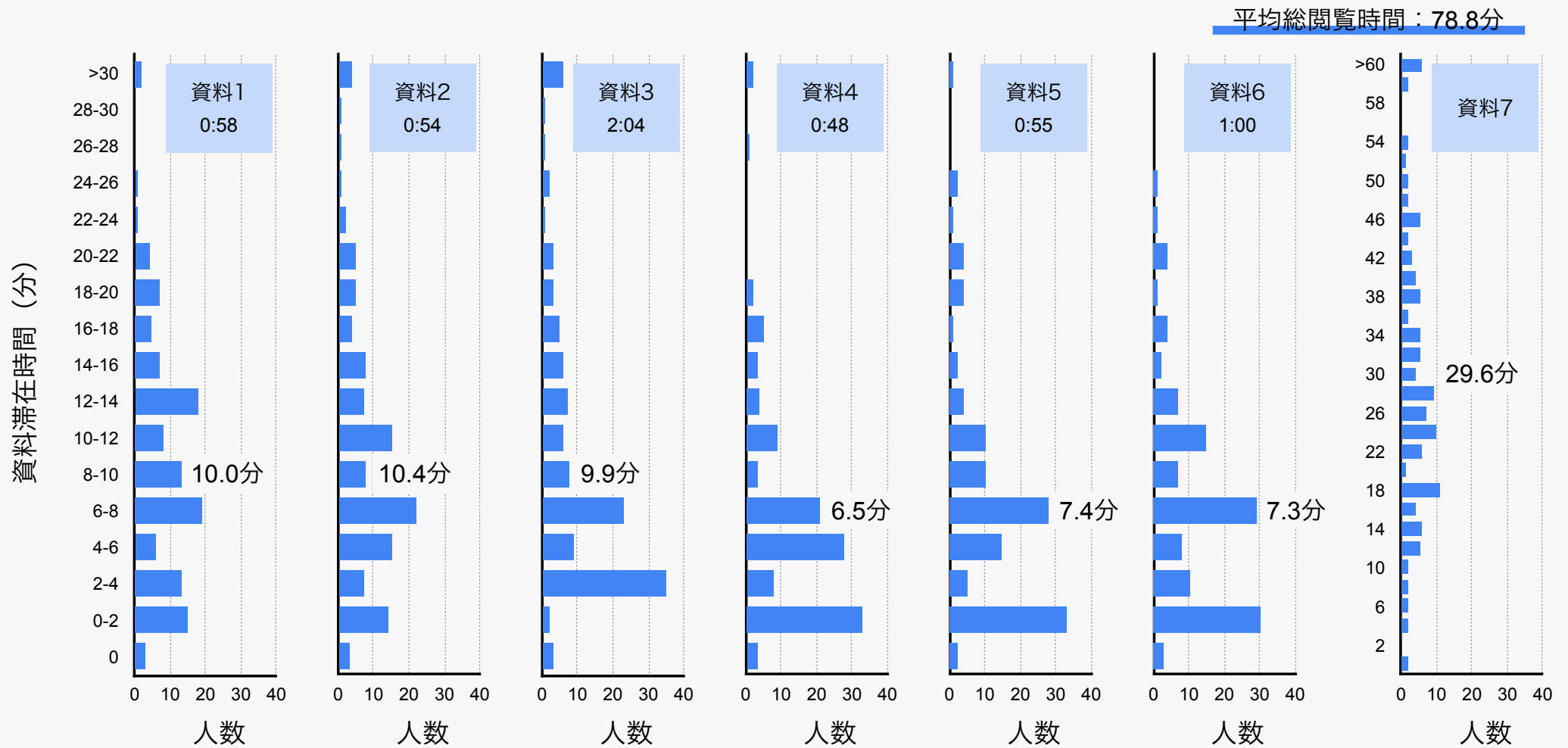
- ・ LViewでメモを出力
- ・ csvファイルで内容確認



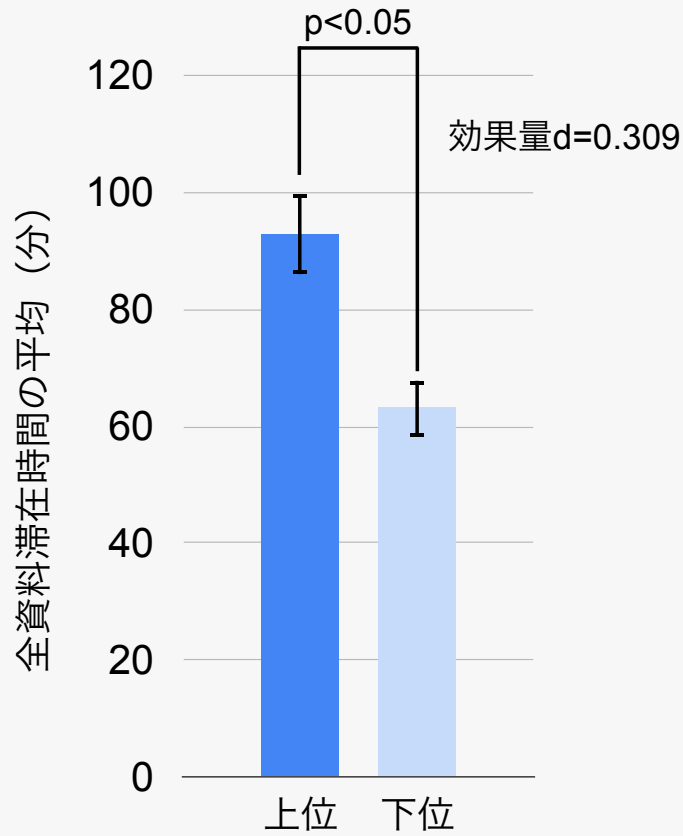
■ 分析結果のフィードバック



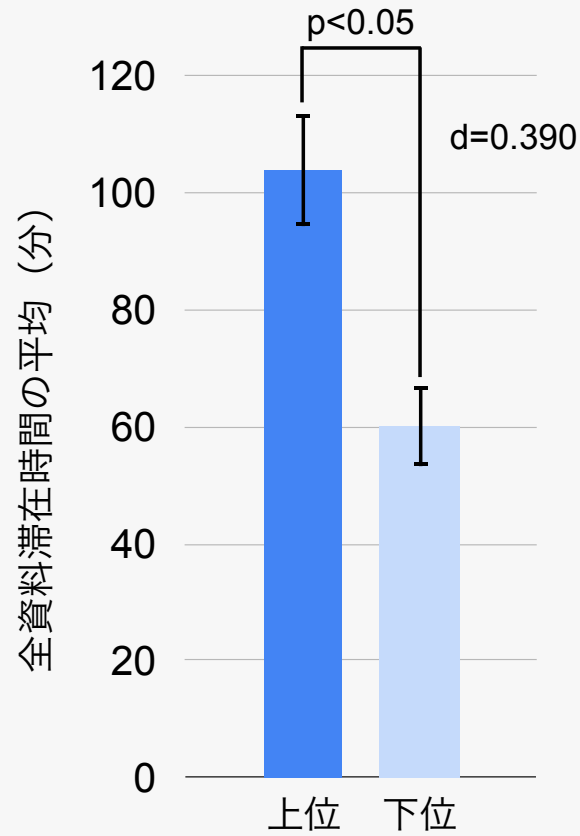
資料ごとに見た資料滞在時間の分布



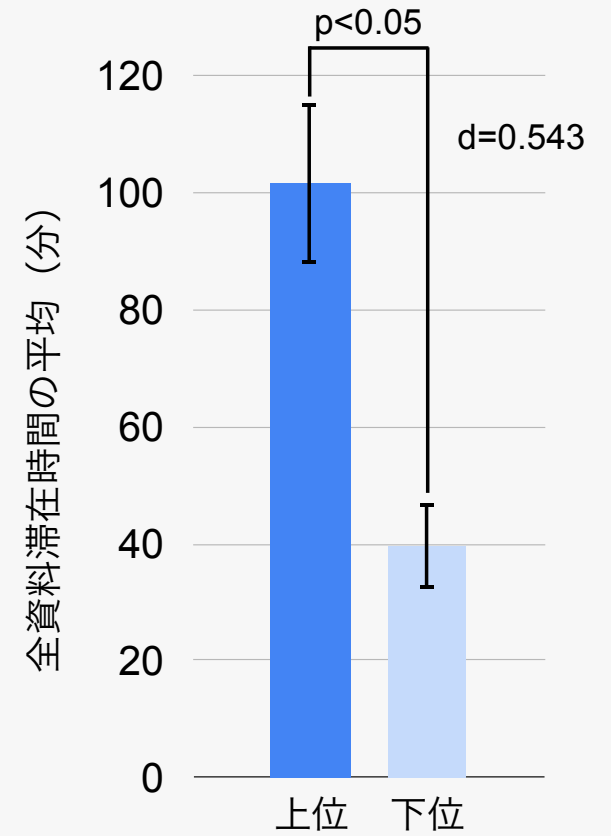
■ 資料滞在時間の平均値に関する比較



上位62名・下位62名



上位40名・下位40名



上位20名・下位20名



■ ラーニングアナリティクスの導入効果

- ▶ 学習分析システムの導入により、授業中や予習段階における学習活動を分析・可視化することが可能となった
- ▶ BookRollに記録されたマーカーを分析することにより、学習者が不正解に至る過程を可視化できることが示された
- ▶ 資料滞在時間の分析から、成績上位者と下位者の間では資料滞在時間の平均値について有意差が認められることが示唆された
- ▶ マーカー数やメモの内容から教材の適切性を判断することができ、指導内容の改善に寄与する情報を取得することができた



■ DXによる教学マネジメントの強化

シームレスな学修システムを活用して
学修成果の可視化と学修ログの蓄積
を進める

ラーニングアナリティクスに基づいて
授業レベルと学位プログラムレベルの
整合をとりながら教育改革を展開する

