

# LMSを活用した反転学修:学修時間向上の 戦略と評価

授業時間外学修の促進を目指した反転授業の試み

東京情報デザイン専門職大学

情報デザイン学部、教育開発・学修支援センター

寺田 貢

勝原 修吾

高橋 果林

丹野 嘉信

吉田 祥悟

# LMSを活用した反転学修:学修時間向上の 戦略と評価

授業時間外学修の促進を目指した反転授業  
の試み

東京情報デザイン専門職大学

情報デザイン学部、教育開発・学修支援センター

寺田 貢

勝原 修吾

高橋 果林

丹野 嘉信

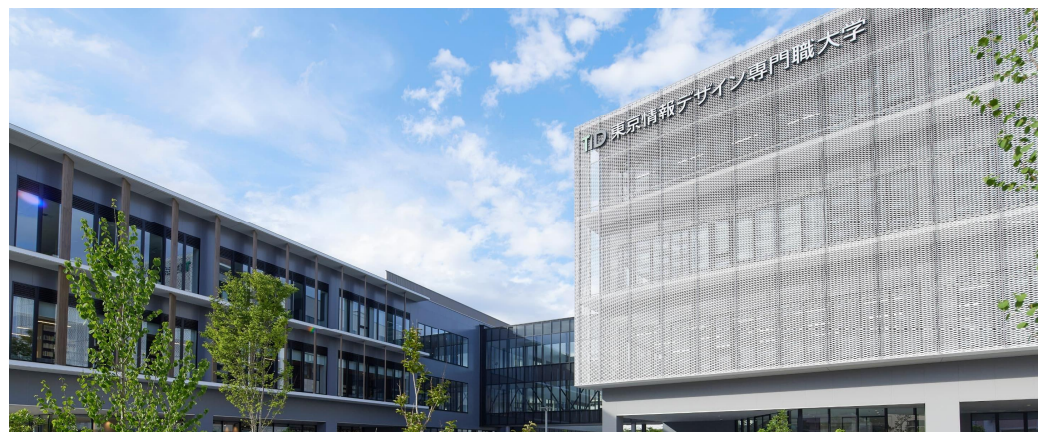
吉田 祥悟

# 話題提供の流れ

- 1.はじめに
- 2.反転授業実施の経緯
- 3.実施している授業の概要
- 4.受講生の学修動向
- 5.現状の成果と今後の課題
- 6.まとめ

## はじめに

- 東京情報デザイン専門職大学(TID)
  - ✓ 2023年4月に開学
  - ✓ 1学年160人の単科大学(1学部1学科)
  - ✓ IT系エンジニア(情報デザインエンジニア)を育成



# 反転授業実施の経緯

## ➤教育開発・学修支援センター

- ✓学習習慣の重要性の認識が十分とはいえない受講生が多い状況に向けた授業方法の研究
- ✓将来、反転授業を導入する際の授業方法や必要な情報機器等の教育環境の検討とノウハウの蓄積

## ➤担当科目での授業を実験的に実施

- ✓1年次開講の基礎科目「物理(力学)」と「物理(電子回路)」を対象
  - 2023年前期 力学(2クラス:37人+23人)
  - 2023年後期 電子回路 (40人)
  - 2024年前期 力学(80人)、電子回路(41人)
  - 2024年後期 力学(45人)、電子回路(40人)

5

# 実施している授業の概要

## ➤シラバスの反転授業に関する記述

### 【授業時間外の学習】

#### (事前学習)

事前に教科書の内容について十分に確認しておくこと。これに加え、学修支援システムManabaで事前学修を行うこと。

#### (事後学習)

授業内で解説した事項および実験した内容について十分に振り返りを行うこと。

### 5. 成績評価基準および方法

到達目標の達成状況について、授業内で指示される課題の提出状況と解答内容(40%)、期末試験(60%)により評価する。

### 8. 履修上の留意点

本授業は、反転授業の形式を採用する。毎回の授業では、期限までにManabaで授業動画を視聴して、事前に課題を済ませた上で授業に出席すること。

6

## 実施している授業の概要

### ➤使用機材

- ✓LMS:Manaba
- ✓動画配信:Panopto(授業の録画・配信のために導入)

### ➤教材の準備

- ✓授業内容のPPTをもとに解説動画を作成
- ✓授業内容の解説動画をPanoptoにアップロード
- ✓LMSに解説動画へのリンク作成
- ✓LMSに動画視聴後「分かったこと」「よく分からなかったこと」を記入するフォームを作成
- ✓授業時間内に出題する演習問題の作成

7

## 実施している授業の概要

### ➤事前学修:授業当日の午前0時または前日の22時に締め切り

- ✓学生:授業内容の解説動画を視聴
- ✓学生:LMSの自由記述フォームに、動画の視聴後「わかったこと」と「よくわからなかったこと」を記入
- ✓教員:「よくわからなかったこと」への解説をフィードバックし、個人情報を除きLMSに公開・共有

### ➤授業時間内(教員)

- ✓前回の演習問題の解答用紙を返却し解法を解説
- ✓演習問題を出題、学生の解答後、解答用紙を回収

### ➤事後学修(学生)

- ✓返却された解答を自己添削・採点し、撮影した画像をLMSに提出

# 受講生の学修動向 (2023年後期「物理(電子回路)」)

回答

提出日時: 2023-11-06 23:43  
経過時間: 00:10:47

(1)動画を視聴して分かったことを記入しなさい

(入力必須)

1.1

EX-OR回路がNOT・AND・OR回路の3種類を使って2進数の1桁目を出力し、AND回路が2桁目を出力することがわかりました。

64文字

(2)動画を視聴してよく分からなかったことを記入しなさい

(入力必須)

1.2

論理和の計算で、 $1+1=1$ と表記されていたのが違和感がありました。あと、NOT・AND・OR回路の中身がどうなっているのが気になりました。

全体表示

## 1 事前学修

> 論理和の計算で、 $1+1=1$ と表記されていたのが違和感がありました。論理和は、「+」の記号は使いますが、数値の足し算とは異なります。そして論理演算では0と1も数値ではありません。0はその命題が偽であることを、1は真であることを示します。論理和は「和菓子または洋菓子」の「または」に相当します。「和菓子または洋菓子が好きです」ということは、「和菓子だけが好き」でも「洋菓子だけが好き」でもよく、さらに「和菓子と洋菓子の両方が好き」でもよいということになります。 $1+1=1$ は和菓子も洋菓子も好きな甘党の人を表す論理演算ということになります。

>あと、NOT・AND・OR回路の中身がどうなっているのが気になりました。これは、11月17日から始まる実験でも実際に回路を作って試してもらうこととなりますがダイオードやトランジスタで構成されています。「NOT回路内部回路」や「AND回路内部回路」で検索すれば、多くのサイトで説明が示されているので試してみてください。たとえば<https://sagara-works.jp/research-and-development/logic/>に分かりやすく図示されています。

寺田 貞 2023-11-08 15:57

コメントを書く

# 受講生の学修動向 (2023年後期「物理(電子回路)」)

回答

提出日時: 2023-10-23 10:12

経過時間: 00:00:39

(1)動画を視聴して分かったことを記入しなさい

(入力必須)

1.1

- ・【OPアンプ(オペアンプ)】
- ・演算増幅器
- ・小さな電気信号を大きな電気信号に変換する
- ・入力インピーダンスが高い(電圧が入力される回路)
- ・出力インピーダンスが低い(電圧を出力する回路)

入力端子・反転入力端子と非反転入力端子  
出力端子・反転入力端子と非反転入力端子への入力信号の差に比例した電圧が出力される  
電源端子・正負の両極の電源の場合が多いが単電源ものもある

【片電源の場合】  
信号を入力しない側の端子に電源電圧の半分の電圧(バイアス)を加えることで、バイアス電圧が中心(基準)の電圧となる

【両電源の場合】  
正負の電源の接地点の電圧である0Vが中心(基準)の電圧となる

【オフセット電圧】  
OPアンプの電源端子を供給して、入力端子に信号を入力し、出力端子に電圧を出力する回路

408文字

(2)動画を視聴してよく分からなかったことを記入しなさい

(入力必須)

1.2

- ・イマジナリーショート
- ・イマジナリーアース
- ・反転増幅回路
- ・非反転増幅回路

全体表示

## 1 事前学修

> イマジナリーショート  
OPアンプには反転入力端子と非反転入力端子の2つがあります。そこに信号が入力されて、電圧がかかる。両者の電圧の差にOPアンプの増幅率Aを掛け算した電圧が出力端子に出力されます。出力端子に出力される電圧は、一般時には電源端子にかかる電圧を超えることはありません。両電源の一方が0Vの場合、電源の電圧は±15Vです。出力される電圧の大きさはその程度の電圧となります。一方で、OPアンプの増幅率Aは、非常に大きく、理想時には無限大ですが、普通は10,000倍とか100,000倍です。で、入力端子に加わる電圧は、出力端子から出る電圧と比較すると、非常に小さいこととなります。すなわち、反転入力端子と非反転入力端子の間の電圧は、非常に小さい値になります。両者の間の電圧が非常に小さく、ほぼゼロとみなせることから、反転入力端子と非反転入力端子はつながっているとみなすことができます。接続している、すなわちショートしているともいえます。実際にショートしてはいないのですが、仮想的にショートしているとするので、イマジナリーショートといわれています。

> イマジナリーアース  
増幅回路では、反転入力端子と非反転入力端子のどちらか一方を接地して使うことがあります。接地するどちらかは、アースまたはグランドにつながります。電圧は0Vになります。このように反転入力端子と非反転入力端子のどちらかを、アースにつなぐとすると、今度はイマジナリーショートでショートしている、すなわちつながっているとみなされるので、実際にはアースにつながっていないのに、反転入力端子と非反転入力端子の両方もアースにつながっていると仮想的に考えるので、これをイマジナリーアースと言っています。

> 反転増幅回路  
反転増幅回路は、OPアンプに教科書のp.225の図3.8のように抵抗を接続した回路になります。入力信号(電圧)v<sub>i</sub>は、抵抗R<sub>1</sub>を介して反転入力端子につながれています。そうなるので、OPアンプには電流が流れずともよいのですが、入力インピーダンス(抵抗)が非常に大きいので、OPアンプには電流は流れずともよいと仮定して抵抗R<sub>1</sub>に流れます。そして電圧が出力されます。この結果v<sub>o</sub> = -(R<sub>2</sub>/R<sub>1</sub>)v<sub>i</sub>が得られて入力と出力の電圧は反転しますが、2つの抵抗の比で増幅されることとなります。これが反転増幅回路です。  
それではOPアンプは無くてもよいように思えますが、OPアンプがなかったとすると、入力信号v<sub>i</sub>は抵抗R<sub>1</sub>に入りますが、R<sub>1</sub>から出ると分岐して一方はR<sub>2</sub>へ、もう一方はイマジナリーアースにつながるので、電流はアースに流れ、R<sub>1</sub>には流れませんが、結果として出力電圧v<sub>o</sub>は得られません。

> 非反転増幅回路  
非反転増幅回路は、OPアンプに教科書のp.229の図3.11のように抵抗を接続した回路になります。入力信号はOPアンプの非反転入力端子に入力し、反転入力端子の方は抵抗R<sub>1</sub>を介してアースにつながります。反転入力端子と抵抗R<sub>1</sub>の間のP点を結んで抵抗R<sub>2</sub>を接続して出力端子に接続されています。ここで、出力側から見た図が図3.12です。出力電圧v<sub>o</sub>の出るところから見ると、抵抗R<sub>1</sub>+P点-抵抗R<sub>1</sub>を渡ってアースにつながります。直列につながったR<sub>1</sub>とP点-抵抗R<sub>1</sub>の電圧v<sub>o</sub>がかかっているため、オームの法則から分かるように、両者に流れる電流はv<sub>o</sub>/(R<sub>1</sub>+R<sub>1</sub>)となります。したがって、抵抗R<sub>2</sub>の電圧は、(R<sub>2</sub>/v<sub>o</sub>)/(R<sub>1</sub>+R<sub>1</sub>)となります。これはP点の電圧と等しいので、反転入力端子にはこの電圧がかかります。非反転入力端子には入力信号(電圧)v<sub>i</sub>がかかっているため、OPアンプの増幅率がAならば、出力電圧はA(v<sub>i</sub> + (R<sub>2</sub>/v<sub>o</sub>)/(R<sub>1</sub>+R<sub>1</sub>))となります。ここからv<sub>o</sub> = (1+(R<sub>2</sub>/R<sub>1</sub>))v<sub>i</sub>がえられ、入力信号はプラスマイナスは入れ替わらずに(1+(R<sub>2</sub>/R<sub>1</sub>))倍されます。

> 加算回路  
加算回路は、基本的には反転増幅回路と同じです。違う点は、入力が複数あることです。教科書のp.236の図3.15では、入力が2つの場合を例示して示しています。  
反転増幅回路では、入力信号(電圧)v<sub>1</sub>が抵抗R<sub>1</sub>を介して反転入力端子につながれていましたが、加算回路では2つの入力信号(電圧)v<sub>1</sub>とv<sub>2</sub>がそれぞれ抵抗R<sub>1</sub>とR<sub>2</sub>を介して反転入力端子につながれています。v<sub>1</sub>からR<sub>1</sub>を流れる電流とv<sub>2</sub>からR<sub>2</sub>を流れる電流が、抵抗R<sub>1</sub>に流れます。R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>、R<sub>2</sub>の抵抗値が同じであれば、結果としてv<sub>o</sub> = v<sub>1</sub>+v<sub>2</sub>が得られ、プラスマイナスは反転しますが、2つの入力電圧の和が出力されます。このため加算回路と呼ばれます。

> 減算回路  
減算回路は、2つの入力信号のv<sub>1</sub>とv<sub>2</sub>の差を出力する回路です。基本的には、教科書のp.238の図3.16~図3.18に示されたように、v<sub>1</sub>を反転増幅回路に、v<sub>2</sub>を非反転増幅回路に入力したことになるので、接続する抵抗の抵抗値を等しくすると、出力はv<sub>o</sub>=v<sub>2</sub>-v<sub>1</sub>となります。反転しないv<sub>2</sub>から反転するv<sub>1</sub>を引き算することになります。

寺田 貞 2023-10-24 16:28

# 受講生の学修動向(2023年後期「物理(電子回路)」)

**1 事前学修**

10月27日の授業終了後すぐに入力してくれたようですが、Panoptoのログを見ると、どの動画も全く見ていないようですが、大丈夫ですか。動画を見ずに入力することには全く意味がありません。

> NOT回路  
NOT回路は、論理演算の否定を実行する回路です。  
0が入力されたら1を出力し、1が入力されたら0を出力します。回路の端子電圧で考えると、入力側がLowレベル(0V)であれば、出力側はHighレベル(高電圧、一般的には5Vとか3.3V)となります。

> EX-OR回路  
EX-OR回路は、論理演算の排他的論理和を実行する回路です。  
排他的論理和は、2つの入力XとYについて、両者がともに0か1の同じ状態、すなわちX=Y=0かX=Y=1なら0を出力し、一方が1で他方が0、すなわちX=1でY=0またはX=0でY=1なら1を出力します。回路の端子電圧で考えると、両者がともにLowレベルかHighレベルの同じ状態なら出力はLowレベルになり、一方がHighレベルで他方がLowレベルなら出力はHighレベルになります。

寺田 貞 2023-10-27 17:16

コメントを書く

回答

提出日時: 2023-10-27 15:36  
経過時間: 00:03:33

(1)動画を視聴して分かったことを記入しなさい  
**(入力必須)**  
1.1

数系(10進数・2進数・16進数)  
真理値表  
OR回路・AND回路  
NOR回路・NAND回路  
論理回路による2進数の計算

61文字

(2)動画を視聴してよく分からなかったことを記入しなさい  
**(入力必須)**  
1.2

NOT回路  
EX-OR回路

全体表示

# 受講生の学修動向(2023年後期「物理(電子回路)」)

ダイオードの基礎 動画	時間	視聴者数	Panopto完了率			Panopto視聴時間(分)			Manaba 入力者 (人)	演習問題 提出者(人)
			平均 (%)	>90% (人)	最小(%)	平均	最長	最短		
半導体1	8分58秒	22	75.7	14	6	8.57	21.42	0.16	22	32
半導体2	11分33秒	20	79.5	14	5	10.55	26.97	0.16		
多数キャリアと少数キャリア	5分45秒	19	76.6	12	4	4.73	11.55	0.13		
順方向と逆方向	7分5秒	18	75	13	2	6.82	21.27	0.07		
ダイオードの基本特性	8分11秒	16	82.9	9	2	7.65	20.75	0.22		
整流回路	10分51秒	15	77.6	13	1	11.04	21.72	0.03		

トランジスタの基礎 動画	時間	視聴者数	Panopto完了率			Panopto視聴時間(分)			Manaba 入力者 (人)	演習問題 提出者(人)
			平均 (%)	>90% (人)	最小(%)	平均	最長	最短		
基本構造と動作	11分46秒	24	80.8	17	6	12.02	37.42	0.19	17	29
接地法	4分28秒	23	81.1	16	9	4.55	14.53	0.26		
増幅回路	14分18秒	23	79.7	16	6	13.45	51.18	0.31		
ダーリントン接続	6分49秒	19	81.2	14	3	6.17	11.44	0.11		
FET	10分49秒	19	74.9	14	2	9.26	21.66	0.04		

# 受講生の学修動向(2023年後期「物理(電子回路)」)

OPアンプの基礎 動画	時間	視聴者数	Panopto完了率			Panopto視聴時間(分)			Manaba 入力者 (人)	演習問題 提出者(人)
			平均 (%)	>90% (人)	最小(%)	平均	最長	最短		
OPアンプの基本1	12分52秒	23	86	18	5	12.18	17.78	0.40	22	27
OPアンプの基本2	12分59秒	19	80.5	15	1	11.74	33.35	0.02		
コンパレータ	5分27秒	19	79	14	3	4.89	10.41	0.13		
反転増幅回路	11分20秒	19	80.1	15	1	9.19	12.87	0.02		
非反転増幅回路	9分45秒	18	74.1	13	2	8.05	22.89	0.04		
加算回路	7分13秒	18	83.5	14	3	6.16	10.34	0.06		

論理回路の基礎 動画	時間	視聴者数	Panopto完了率			Panopto視聴時間(分)			Manaba 入力者 (人)	演習問題 提出者(人)
			平均 (%)	>90% (人)	最小(%)	平均	最長	最短		
数系(10進数・2進数・16進数)	9分42秒	23	82.3	19	2	9.63	20.47	0.12	22	30
真理値表	8分41秒	22	84	17	2	7.39	9.92	0.06		
OR回路・AND回路	3分37秒	20	86.2	16	4	3.42	7.27	0.06		
NOT回路	1分5秒	20	93.5	16	11	1.17	3.30	0.05		
NOR回路・NAND回路	3分42秒	19	91.8	16	5	3.51	4.71	0.09		

## 現状の成果と今後の課題

### ➤現状の成果と課題

- ✓学修習慣のある受講者にとっては、複数回動画を視聴して納得いくまで学修できる環境を提供可能
  - ・実施した科目の中には2時間を超えて動画視聴した受講生もいた
- ✓事前学修をせずに授業に出席する受講生の存在
  - ・演習問題を工夫し、解法の解説中に動画の内容の要約を追加することにより情報補償
  - ⇒動画視聴者にとっても授業中の対面での解説は有益

### ➤今後の課題

- ✓反転授業の有効化には多数の科目での導入が必須
- ✓教員・受講者ともに反転授業に対する理解の促進が必須

## まとめ

- TIDにおける2年弱の反転授業の実践を報告
  - ✓動画を視聴して納得いくまで学修できる環境を提供
  - ✓LMSを介したフィードバックによる個別指導の実現
  - ✓事前学修をせずに授業に出席する者には演習問題の解法の解説を工夫することで対応
- 今後の課題
  - ✓反転授業の利点を生かすには、開講科目の大多数に採用される状況の実現が必要
  - ✓教員・学生ともに授業に対する意識の変革
  - ✓事前学修動画の収録やLMSのコンテンツなどの作成方法の検討