

予習復習環境の改善による 疑問解消型授業支援システム の開発

大和 裕幸¹ 満行 泰河¹ 安藤 早紀¹ 中村 覚¹ ○廣井 貴彬¹

HIROYUKI YAMATO¹, TAIGA MITSUYUKI¹, SAKI ANDO¹, SATORU NAKAMURA¹ AND TAKAAKI HIROI¹

¹東京大学大学院新領域創成科学研究科

¹GRADUATE SCHOOL OF FRONTIER SCIENCES, THE UNIVERSITY OF TOKYO

目次

- 背景
- 目的
- 提案手法
- 授業への適用実験
- 実験結果
- 考察
- 結論

背景

背景

- 近年反転学習などの**blended learning¹⁾**が提案されてきた

- **blended learning :**

- 対面授業
- **Online**学習

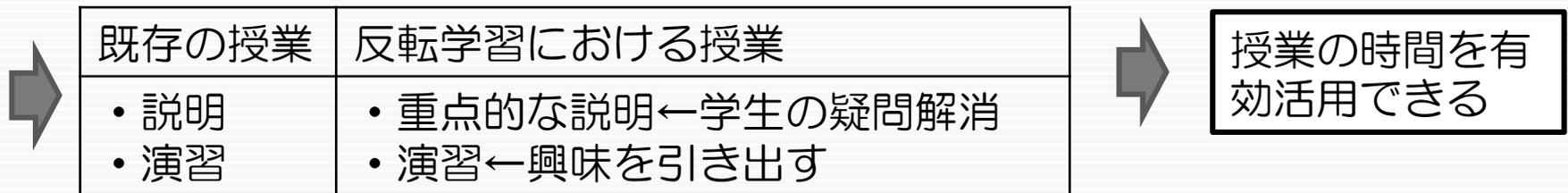
効果的に連携



創造性、論理的思考力を鍛える

1 : Hyo-Jeong, Thomas A. Brush: Student perceptions of collaborative learning, social presence and satisfaction in a blended learning environment: Relationships and critical factors, Computers & Education, Vol.51, No.1, pp.318-336(2008)

- 反転学習²⁾ :
 - Blended learning の一部
 - 宿題 - 講師の授業をweb等で受講
 - 授業 - 問題解決型授業等に取り組む
 - これまでに蓄積した事項を活用



2 : Prober, Charles G., and Chip Heath: Lecture halls without lectures—a proposal for medical education, The New England Journal of Medicine, Vol.366, No.18, pp.1657-9.(2012)

- 反転学習³⁾ :

- Blended learning の一部

- 宿題 -

- 授業 -

-

学生からの質問を直接受ける
→ 学生の理解度にあった指導ができる



3 : Prober, Charles G., and Chip Heath: Lecture halls without lectures—a proposal for medical education, *The New England Journal of Medicine*, Vol.366, No.18, pp.1657-9.(2012)

背景

- **LMS(Learning Management System) :**
 - 授業のサポートツール
 - 学生の理解度を把握することも可能^{4) 5)}

4 : D.Randy Garrison, Heather Kanuka: Blended learning: Uncovering its transformative potential in higher education, The Internet and Higher Education, Vol. 7, No. 2, pp. 95-105, (2004)

5 : Maureen J. Lage, Glenn J. Platt, Michael Treglia: Inverting the Classroom:A Gateway to Creating an Inclusive Learning Environment, Economic Education, Vol. 31, No. 1, pp30-43, (2000)

背景

- **LMS**をプログラミングの授業に活用して学生の理解度を向上させた研究事例も存在³⁾⁴⁾
- 東京大学は**2013年度にCFIVE(LMS)**を運用していた⁵⁾

3：荒川雅裕, 植木泰博, 冬木正彦: 授業支援型e-Learningシステム**CEAS**を活用した自発学習促進スパイラル教育法, 日本教育工学会論文誌, Vol. 28, No. 4, pp. 311-321, (2004)

4：冬木正彦, 辻昌之, 植木泰博, 荒川雅裕, 北村裕: **Web**型自発学習促進クラス授業支援システム **CEAS** の開発, 教育システム情報学会誌, 第21巻, 第4号, pp. 343-354, (2004)

5：関谷貴之, 寺脇由紀, 尾上能之, 山口和紀: オープンソース学習管理システム**CFIVE**の開発と運用, メディア教育研究, Vol. 1, No. 2, pp. 73-81, (2005)



CFIVE

学習管理システムLMS (Learning Management System)

- 授業
 - 学習計画の登録と公開, 出欠管理
- 教材
 - 電子ファイルの配布
- 課題
 - 課題の出題, レポート提出, 受取り
- テスト
 - オンラインテストの作成と公開
- FAQ, お知らせ, 掲示板, 成績, グループ管理

公式サイト <http://cfive.itc.u-tokyo.ac.jp/>

CFIVE

学習管理システムLMS (Learning Management System)

- ・ 授業
 - 学習計画の登録と公開, 出欠管理
- ・ 教材
 - 電子ファイルの配布
- ・ 課題
 - 課題の出題, レポート提出, 受取り
- ・ テスト
 - オンラインテストの作成と公開
- ・ FAQ, お知らせ, 掲示板, 成績, グループ管理

事務作業の省力化を促す機能にとどまる

学生の理解度を把握、授業や教材改訂にフィードバックすることが困難

公式サイト <http://cfive.itc.u-tokyo.ac.jp/>

目的

目的

- 学生の疑問点等を授業、教材にフィードバックさせることで理解度の向上を目指す授業手法を提案する
- 提案する授業手法を実現するために、既存システム**CFIVE**を補完するシステムの開発を行う
- 提案手法と開発したシステムを『システム制御工学』の授業に適用し、有効性を確認する

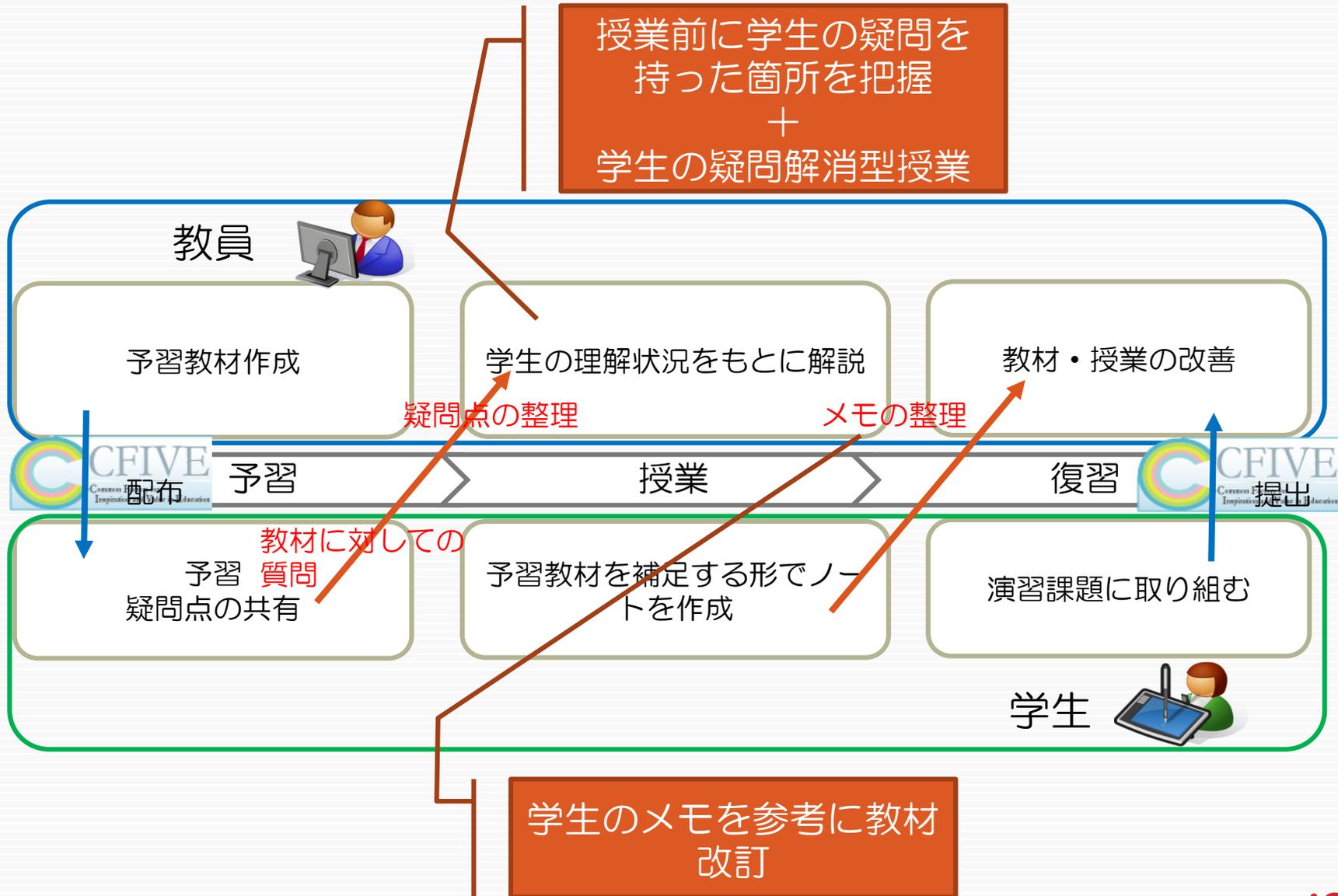
提案手法

疑問解消型授業

次の2点を実現する授業

- ①学生が家庭学習時に抱いた疑問が授業内で解消される
- ②学生の理解度が授業や教材に反映された状態で授業が行われる

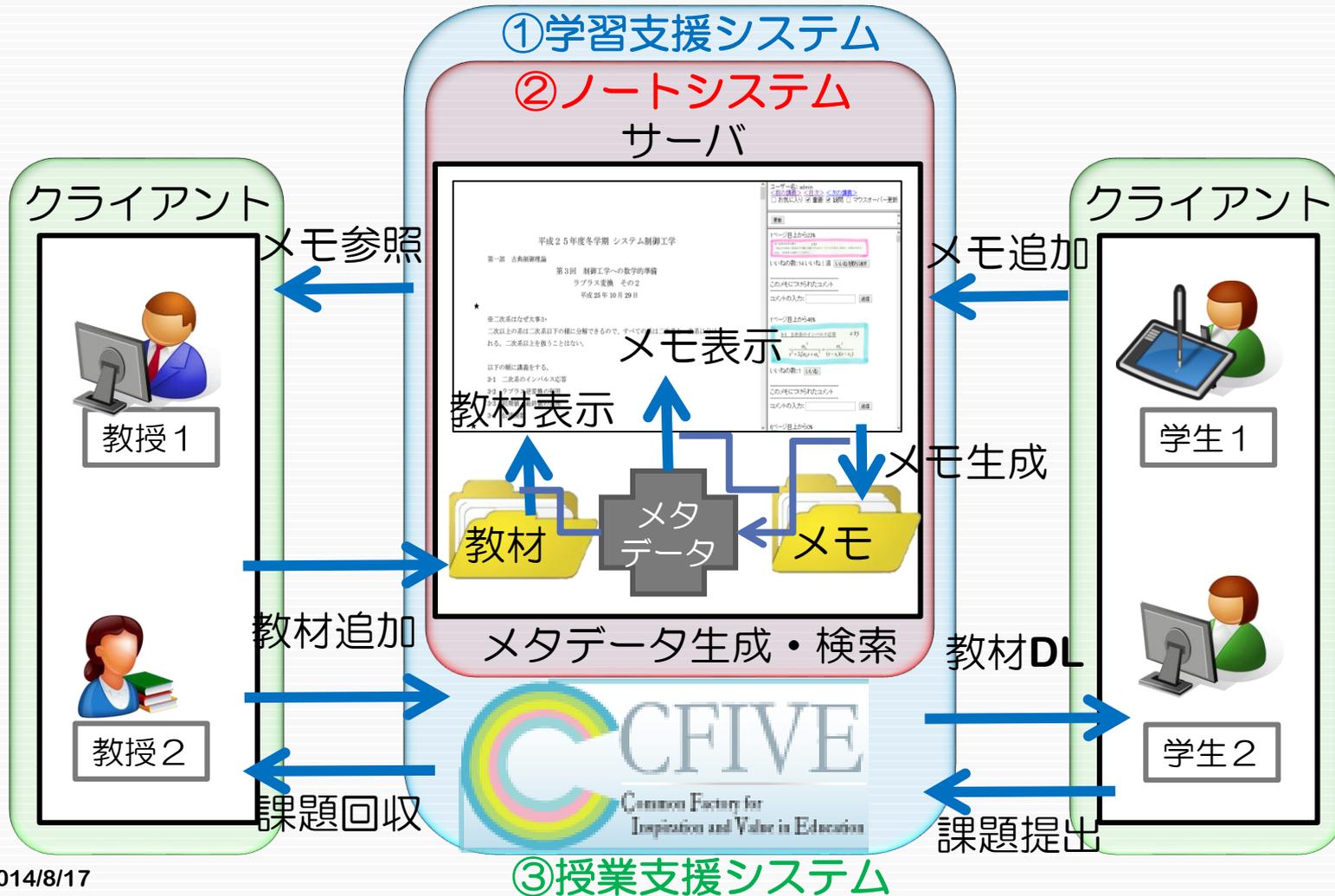
提案する授業手法



システムの必要要件

- 学生が疑問を持った事項を共有できる機能
 - 授業前に学生の疑問に持つ事項を整理
 - ↓
 - 学生の疑問を参照しながら授業を行う
- 学生が授業でとったノートを整理して一覧表示する機能
 - 教材改訂に使用
 - 学生の授業の復習で参考にすることができる

提案する授業環境



ノートシステムの機能一覧

- メモの追加
 - テキストメモ
 - 画像メモ
 - 手書きメモ
- メモと教材の関連づけ表示
 - 教材中のメモのついている箇所への印付け
 - メモのクリックによる教材の該当箇所表示
- メモのお気に入り登録＋メモの絞り込み表示
 - お気に入り登録したもの
 - 自分が作成者であるもの

ノートシステムの授業での活用

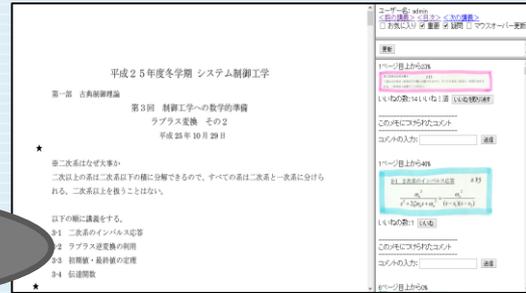
授業準備

予習教材の追加

授業

疑問点の参照

メモの閲覧



教員

授業後

教材改訂

メモの絞り込み表示

テキストメモの追加

予習教材への疑問点追加

予習

授業

教材

メタデータ

メモ

メモの追加

ノートをとる

$$\text{例1 2次系のインパルス応答} \quad \text{2.8.3}$$

$$\frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2} = \frac{\omega_n^2}{(s - \delta_1)(s - \delta_2)}$$

学生



復習

ノート閲覧

メモの管理手法

フィールド	目的	記述例
description	内容	ナイキスト線図
time	書き込まれた日時	2013/12/25,12:23:34
page	教材ページ	1
lec	授業番号	6
x	教材ページ内の上からの位置	23
y	教材ページ内の左からの位置	47
type	コメントの種類 (text, img, handの3種類)	img
image	(画像の場合のみ)画像名	andolec6page1x23y47
kikitaiCounter	お気に入り登録した人の数	1
kikitaiBycreator	お気に入り登録した人 コメントの記入者	Nakamura ando

メモと教材
の関係

メモと学生
の関係

授業への適用実験

実験の目的

- 学生の理解度向上効果の検証
 - 試験の点数から確認
- 疑問解消型授業の評価
 - アンケートから確認
- 教材の改訂作業の評価
 - 作業時間から確認

対象とした授業

◆ システム制御工学 授業概要

- ◆ 対象：東京大学工学部システム創成学科3年生の履修する選択科目
- ◆ 履修者数(期末テスト受験者数)12名
 - ◆ 標本数は不十分
- ◆ 授業回数は13回、うち1回が期末テスト、9回が授業、3回が授業内での演習

対象とした授業 – 授業内容

日程	授業内容
第1回(10/8)	イントロダクション
第2回(10/22)	ラプラス変換 その1
第3回(10/29)	ラプラス変換 その2
第4回(11/12)	Scilab 演習
第5回(11/19)	ラプラス変換 その3
第6回(11/26)	フィードバックシステム フィードバックシステムの安定性
第7回(12/3)	根軌跡法
第8回(12/10)	状態空間法
第9回(12/17)	システムの安定性 行列論
第10回(1/7)	Scilab 演習
第11回(1/14)	状態変数変換とモード分解 最適レギュレータ
第12回(1/21)	Scilab 演習
第13回(1/28)	試験

制御工学の基礎から線形制御の全般を取り扱う

対象とした授業 - 授業内容

平成 25 年度冬学期 システム制御工学

第 6 回 フィードバックシステム
平成 25 年 11 月 26 日

システム制御ではフィードバックが中核的な概念である。また、システムの安定化が最も重要な目的である。

以下の順に講義をする。

1. システムの安定不安定の意味
2. フィードバック制御の意味
3. フィードバック制御システムの例 1次系と2次系
4. フィードバックシステムの設計
5. フィードバックシステムの安定性

1. システムの安定不安定の意味



安定性の定義：システムに与えられた外乱が取り除かれた後、元に復帰する性質。通常は収束が発散であるが、特殊な例として持続振動がある。これは、極が虚軸上にあるばあい、振動が持続するが減衰も発散もしない。

システムにインパルス入力を加えたときに出力が元に戻るかどうかで安定判別ができる。
例)



インパルス応答(インパルス入力に対する出力)は、伝達関数そのものである。
したがって、伝達関数の特性根の位置で安定性や振動の様子わかる。

2. フィードバック制御の意味

フィードバックはもともと発散するシステムを安定化するなどの際に用いる。
出力を入力にフィードバックゲインを介して戻すことで、システムの特性、すなわち特性根の配置を不安定から安定側に移動することである。

システムを図で表現するときには、入力と出力に対してボックスに伝達関数 $G(s)$ を書く。



$G(s)$ 制御対象 $K(s)$ フィードバック制御 $K(s)=0$ のときは制御なし
 $K(s)G(s)$ を一巡伝達関数という。

図に見るようにシステムは変わる。

3. フィードバック制御システムの例

安定性の判別は伝達関数の特性根の位置を調べることで行える。

伝達関数の分母 = 0 : 特性方程式
その解 : 特性根・極

(1) 単純な発散をする一次系(不安定系)



図のようなシステムは不安定である。

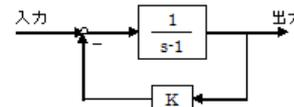
インパルス入力に対しては、

$$e^t$$

$$\therefore \mathcal{L}^{-1}\left[\frac{1}{s-1} \cdot 1\right] = e^t$$

これは根をとると、右半平面になる。したがって不安定である。
外乱が加わると発散する。

これに対して下のようにフィードバックをかけてやる。



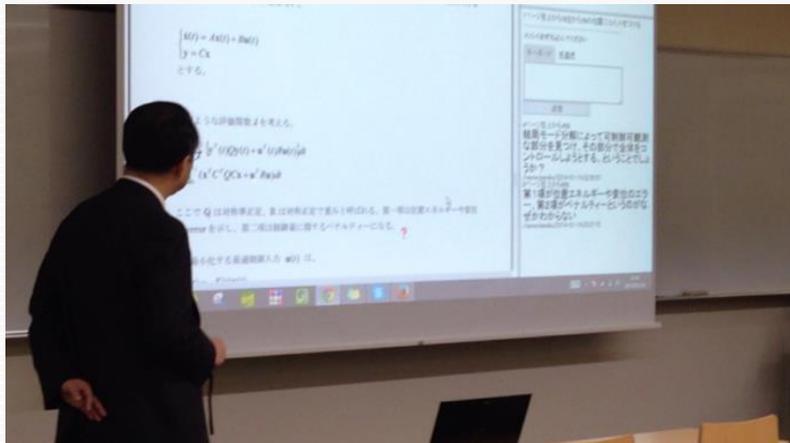
伝達関数:

$$\frac{1}{s-1} \cdot \frac{1}{1+K \cdot \frac{1}{s-1}} = \frac{1}{s-1+K}$$

授業環境

◆ 教室の設備

- ◆ プロジェクターとスクリーンのある教室を使用
- ◆ 研究室のスキャナを活用



授業の流れ

- 授業準備
- 予習
- 授業
- 授業後
- 復習

凡例

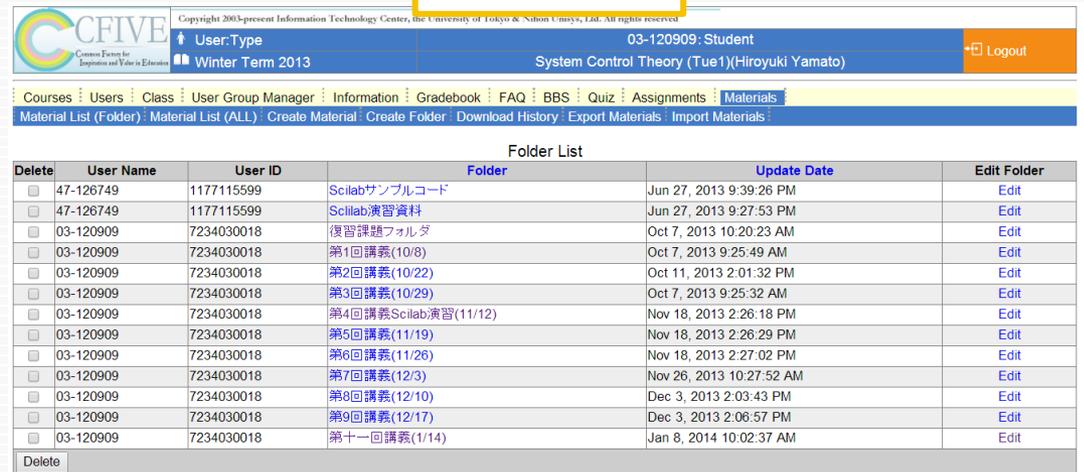
T : 教員、TA

S : 学生

CFIVE

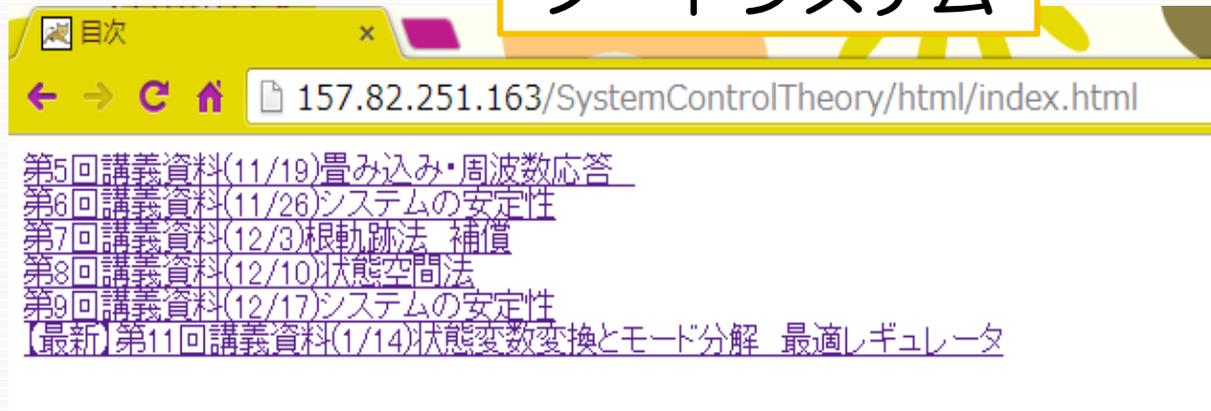
授業準備 : T

- 授業教材を作成
- CFIVEにアップロード
- ノートシステム上で教材を公開



Delete	User Name	User ID	Folder	Update Date	Edit Folder
<input type="checkbox"/>	47-126749	1177115599	Scilabサンプルコード	Jun 27, 2013 9:39:26 PM	Edit
<input type="checkbox"/>	47-126749	1177115599	Scilab演習資料	Jun 27, 2013 9:27:53 PM	Edit
<input type="checkbox"/>	03-120909	7234030018	復習課題フォルダ	Oct 7, 2013 10:20:23 AM	Edit
<input type="checkbox"/>	03-120909	7234030018	第1回講義(10/8)	Oct 7, 2013 9:25:49 AM	Edit
<input type="checkbox"/>	03-120909	7234030018	第2回講義(10/22)	Oct 11, 2013 2:01:32 PM	Edit
<input type="checkbox"/>	03-120909	7234030018	第3回講義(10/29)	Oct 7, 2013 9:25:32 AM	Edit
<input type="checkbox"/>	03-120909	7234030018	第4回講義Scilab演習(11/12)	Nov 18, 2013 2:26:18 PM	Edit
<input type="checkbox"/>	03-120909	7234030018	第5回講義(11/19)	Nov 18, 2013 2:26:29 PM	Edit
<input type="checkbox"/>	03-120909	7234030018	第6回講義(11/26)	Nov 18, 2013 2:27:02 PM	Edit
<input type="checkbox"/>	03-120909	7234030018	第7回講義(12/3)	Nov 26, 2013 10:27:52 AM	Edit
<input type="checkbox"/>	03-120909	7234030018	第8回講義(12/10)	Dec 3, 2013 2:03:43 PM	Edit
<input type="checkbox"/>	03-120909	7234030018	第9回講義(12/17)	Dec 3, 2013 2:06:57 PM	Edit
<input type="checkbox"/>	03-120909	7234030018	第十一回講義(1/14)	Jan 8, 2014 10:02:37 AM	Edit

ノートシステム



目次

157.82.251.163/SystemControlTheory/html/index.html

- [第5回講義資料\(11/19\)畳み込み・周波数応答](#)
- [第6回講義資料\(11/26\)システムの安定性](#)
- [第7回講義資料\(12/3\)根軌跡法 補償](#)
- [第8回講義資料\(12/10\)状態空間法](#)
- [第9回講義資料\(12/17\)システムの安定性](#)
- [【最新】第11回講義資料\(1/14\)状態変数変換とモード分解 最適レギュレータ](#)

予習:S

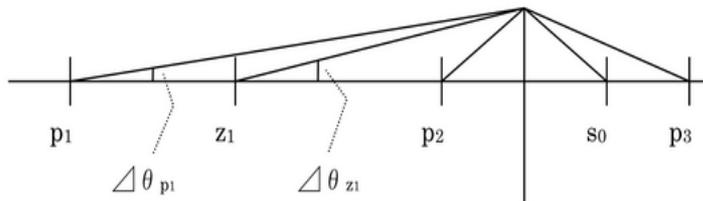
システム上で疑問をコメントとして追加

(4) 根軌跡が実軸から離れるところ(根軌跡と実軸との交点)

?

位相に関する条件より求める。

極、零点がすべて実軸上にあるとき



偏角の変化分を求める。

?

$$\Delta\theta_{z_1} - (\Delta\theta_{p_1} + \Delta\theta_{p_2} - \Delta\theta_{p_3}) = 0$$

?

$$\Delta\theta_{z_1} \doteq \frac{\varepsilon}{s_0 - z_1}$$

ユーザー名: ando

[<目次>](#)

お気に入り 疑問 重要 マウスオーバー更新

7ページ目上から34%

**θがどの角度を指しているのかいま
いちよくわからない**

/name:ando/2013-12-09,09:21:33

[コメント削除](#)

私も聞きたい! 人の数:0 [聞きたい!](#)

解決!した人の数:0 [解決!](#)

7ページ目上から39%

偏角に関する式がよくわからない

/name:ando/2013-12-09,09:19:53

[コメント削除](#)

私も聞きたい! 人の数:0 [聞きたい!](#)

解決!した人の数:0 [解決!](#)

7ページ目上から9%

(4)根軌跡と実軸との交点の求め方

/name:ando/2013-12-09,09:21:48

[コメント削除](#)

授業

- 疑問を参照しながら授業:T
- 印刷した教材に書き込む形でノートを取る:S
- ノートをスキャン:T



数式や図を含むメモを
PCを用いて取ることは
現状では困難
↓
紙にメモを取る方法を
採用

公開するメモはマーカー
で囲うよう指示した

出力と内部状態の関係は ($Z = CX$)

$$Z = \begin{pmatrix} z_1 \\ z_2 \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ y_4 \end{pmatrix}$$

(*) 全部分母を変換可能なようにする。例: $\frac{1}{s^2+1} = \frac{1}{(s-j)(s+j)}$

(c) $n=4, m=2, r=1$
 $f' \rightarrow \int f' h^{-1} dt = f e^{-st} + s \int f e^{-st} dt = -f(s) + sF(s)$
 $f = \begin{bmatrix} f_1 \\ f_2 \\ f_3 \\ f_4 \end{bmatrix}$

これから、 $Y(s) = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \\ Y_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} U + \begin{bmatrix} f_1 \\ f_2 \\ f_3 \\ f_4 \end{bmatrix}$

$0 = -(sI - A) \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \\ Y_4 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} U + \begin{bmatrix} f_1 \\ f_2 \\ f_3 \\ f_4 \end{bmatrix}$

$f(0) + sF(s) = AF(s) + BU(s)$
 $(sI - A)F(s) = BU + f(0)$
 $F(s) = (sI - A)^{-1}BU + (sI - A)^{-1}f(0)$

$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \\ Y_4 \end{bmatrix} = (sI - A)^{-1} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} U(s) + (sI - A)^{-1} \begin{bmatrix} f_1 \\ f_2 \\ f_3 \\ f_4 \end{bmatrix}$

$B = U(s) \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
 $(sI - A)^{-1}$ を求めるには、 $\det(sI - A) = 0$ の固有値を求め、 $\frac{1}{\det(sI - A)}$ を求める。

システム制御工学 第4回 平成25年12月10日 93

授業後:T

- スキャンしたノート画像を画像処理にかけてメモを抽出
- 抽出したメモにメタデータをつけてシステム上でノートシステムにアップロードする
- メタデータをつけて整理したノートを閲覧しながら、教材を改訂

復習:S

- システムでノートを参照しつつ復習に取り組む
- 復習課題をCFIVEから提出する



Copyright 2003-present Information Technology Center, the University of Tokyo & Nihon Unisys, Ltd. All rights reserved.

↑ User Type

03-120909: Student

☰ Winter Term 2013

System Control Theory (Tue1)(Hiroyuki Yamato)

Courses | Users | Class | User Group Manager | Information | Gradebook | FAQ | BBS | Quiz | **Assignments** | Materials

Assignments List | Create Assignment | Evaluation List | Export All Assignments | Import all Assignments

System Control Theory (Tue1) Assignments List

User Name	User ID	Assignment Name	Folder Name	Open Date	Due Date	Registered Date
03-120909	7234030018	第一回講義復習課題	assignment_7	Oct 7, 2013 8:00:00 PM	Oct 11, 2013 12:00:00 PM	Oct 7, 2013 8:00:43 PM
03-120909	7234030018	第二回講義復習課題	assignment_8	Oct 7, 2013 8:04:00 PM	Oct 11, 2013 12:00:00 PM	Oct 7, 2013 8:04:14 PM
03-120909	7234030018	[締切後提出]第一回講義復習課題	assignment_9	Oct 11, 2013 12:18:00 PM		Oct 11, 2013 12:18:49 PM
03-120909	7234030018	【こちらを使ってください】第二回講義復習課題	assignment_10	Oct 11, 2013 12:23:00 PM	Oct 25, 2013 11:21:00 PM	Oct 11, 2013 12:23:22 PM
03-120909	7234030018	第3回講義復習課題	assignment_11	Oct 28, 2013 1:08:00 PM		Oct 28, 2013 1:08:01 PM
03-120909	7234030018	Scilab授業内演習課題提出	assignment_12	Nov 12, 2013 8:46:00 AM		Nov 12, 2013 8:46:30 AM
03-120909	7234030018	第5回講義復習課題	assignment_13	Nov 19, 2013 7:58:00 PM		Nov 19, 2013 7:58:33 PM
03-120909	7234030018	第6回講義復習課題	assignment_14	Nov 26, 2013 10:26:00 AM		Nov 26, 2013 10:26:28 AM
03-120909	7234030018	第7回講義復習課題	assignment_15	Dec 3, 2013 10:44:00 AM		Dec 3, 2013 10:44:23 AM
03-120909	7234030018	第8回講義復習課題	assignment_16	Dec 13, 2013 4:47:00 PM		Dec 13, 2013 4:47:18 PM
03-120909	7234030018	第11回講義復習課題	assignment_17	Jan 14, 2014 11:35:00 AM		Jan 14, 2014 11:35:17 AM
47-126749	1177115599	Scilab演習課題[1](一次系 応答)	assignment_sclilab_1	Jun 27, 2013 9:09:00 PM		Jun 27, 2013 9:09:13 PM
47-126749	1177115599	Scilab演習課題[2](二次系 インパルス応答)	assignment_sclilab_2	Jun 27, 2013 9:14:00 PM		Jun 27, 2013 9:14:40 PM
47-126749	1177115599	Scilab演習課題[3](根軌跡)	assignment_sclilab_3	Jun 27, 2013 9:23:00 PM		Jun 27, 2013 9:23:50 PM

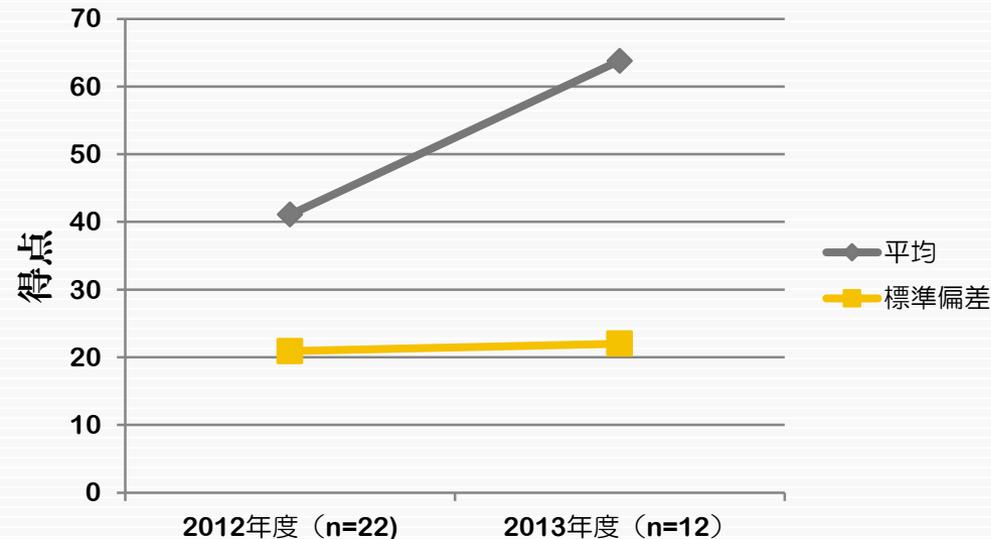
実験結果

実験結果

- 学生の理解度向上効果の検証
 - 期末試験の平均点向上から検証
- 疑問解消型授業の評価
 - アンケートにより検証
- 教材の改訂作業の評価
 - 作業時間短縮により、教員の負荷を軽減すると期待できる

成績向上効果

-期末試験平均点は昨年度より高かった



※試験問題は各年度で異なるが、教授が同程度の難易度の問題を出題した。
受講生は少ない。

- 2012年度と、2013年度では、得点の大きな変化が確認できる
- 標準偏差は大きく変化していない



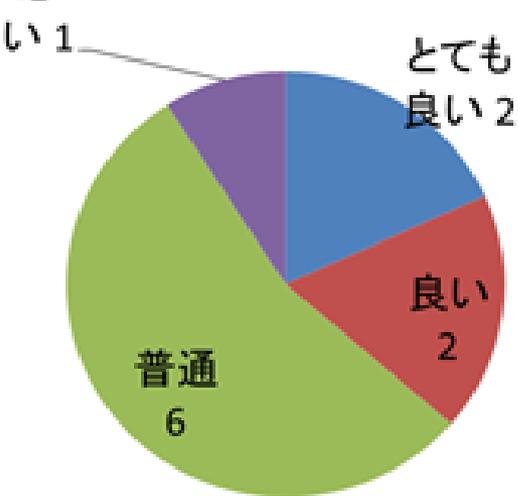
- **2013年度の学生の理解度向上効果が示唆される**

疑問解消型授業の評価

質問：疑問解消型授業に関して5段階評価してください
 (とても悪い、悪い、普通、良い、とても良い)

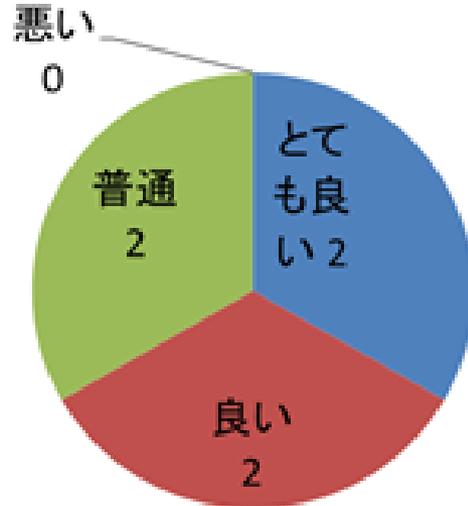
授業内での事前質問

悪 解消効果(全11名)



うち予習課題半分以上

提出者(全6名)



学生の声

- 予習での疑問が解決された
- 直接誰かを捕まえて聞いたほうがはやい
- 参考になる意見が少なかった

提案手法に則って授業に取り組んだ学生

(予習を行った学生)からは、高い評価を得た

教材の改訂作業の評価

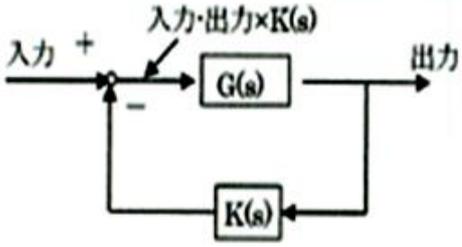
教材の改訂作業を行うために、手動で学生のメモを抽出、整理した場合、一回の授業で**30分**ほどの時間がかかった

授業回	メモの数	ページ数合計
5	20	35
6	14	48
7	29	70
8	23	84
9	15	48
10	23	70



本システムによって整理の作業が自動化され、教員の負担は削減された

システムを図で表現するときには、入力と出力に対してボックスに伝達関数 $G(s)$ を書く。

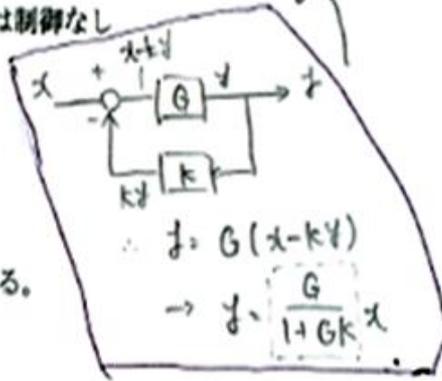
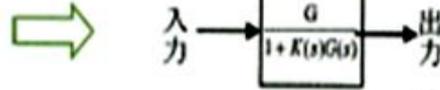


$G(s)$ 制御対象 $K(s)$ フィードバック制御 $K(s)=0$ のときは制御なし
 $K(s)G(s)$ を一巡伝達関数という。
 図に見るようにシステムは変わる。

3. フィードバック制御システムの例

安定性の判別は伝達関数の特性根の位置を調べることで行える。

伝達関数の分母 = 0 : 特性方程式
 その解 : 特性根、極

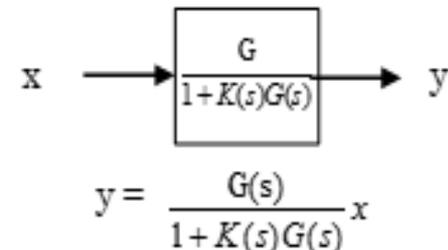
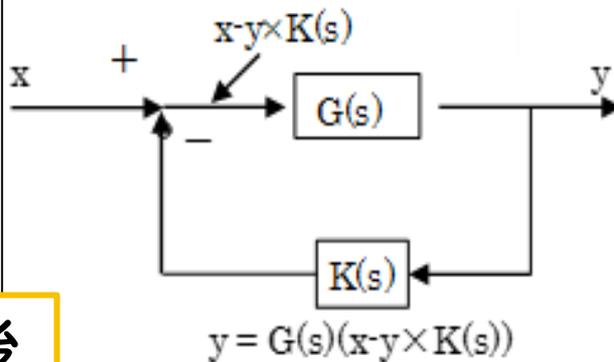


改訂前

学生のメモを教材に反映
 ↓
 次年度の学生の予習難易度を下げる

改訂

システムを図で表現するときには、入力と出力に対してボックスに伝達関数 $G(s)$ を書く。



改訂後

$G(s)$ 制御対象 $K(s)$ フィードバック制御 $K(s)=0$ のときは制御なし

$K(s)G(s)$ を一巡伝達関数という。図に見るようにシステムは変わる。

考察

考察

- 学生の理解度に関する分析
 - 期末試験の点数と予習課題提出回数、出席回数、復習課題提出回数の関係
- 疑問解消型講義の評価
- 疑問解消型講義に対する学生の応答
 - 授業の満足度向上
 - 予習・復習促進効果
- 提案手法の課題

学生の理解度に関する分析一

期末試験の点数と予習課題提出回数、出席回数、復習課題提出回数の相関

以下の順番に期末試験点数と正の相関を確認

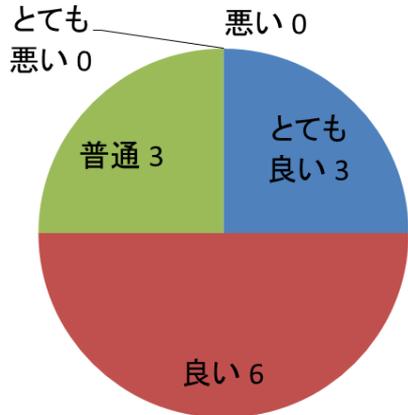
- ①予習課題提出回数
- ②出席回数
- ③復習課題提出回数

予習をすることで疑問解消型授業が学生の理解度向上に効果的に機能したと考えられる

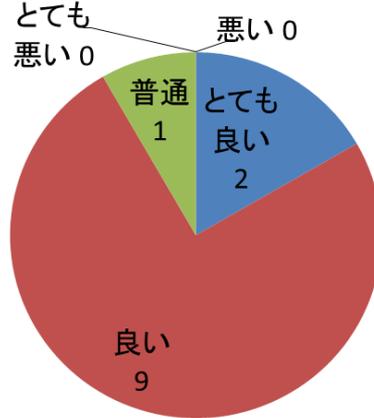
疑問解消型講義に対する学生の応答一

授業の満足度向上

全体満足度(全12名)



学力向上効果(全12名)



学生の声

- この方法でないとなにも身につかなかったと思う
- 効率的な学習方法だ
- もっと楽に単位がとれる授業がある
- 課題が多すぎる

学習効果に対する否定の意見はなかった

→授業手法の効果は学生も体感していることが示唆される

5段階評価のアンケートより(とても悪い、悪い、普通、良い、とても良い)

	はい	いいえ
他の授業でも予習・復習環境を整えてほしいと思うか	9	3
来年度も今年度の授業形式を継続すべきだと思うか	10	1

• **全体として授業に対する満足度は高かった。**

- 多くの学生が本授業の次年度以降の継続と他の授業への展開を期待している

疑問解消型講義に対する学生の応答一 予習・復習促進効果

- **予習・復習時間が長くなった**
 - アンケート結果から確認
 - 同じ難易度の他授業と比較
 - 一方で、予習のしやすさについては改善の余地あり
- **予習課題の提出率が半分程度**
 - 予習に取り組まない理由
 - 予習の抱える問題点から検証

疑問解消型講義に対する学生の応答— 予習・復習促進効果

学生が予習に取り組まない理由

	予習に時間をかけるほど重要な科目ではなかった	
予習をあまりしなかった理由		6

- 予習に時間をかけるほど重要な科目でなかった
- 他に優先すべきことがあった

予習の抱える問題点

	量が多い	提出の形式が面倒
予習の際に抱える問題点	7	4

提案手法の課題

- **学生の予習を促進させる**
 - 負担軽減
 - 予習に時間をかけるほど重要な科目ではないという学生向け
 - 予習に適した教材への改訂
 - 背景知識を解説
- **授業における紙の資料の使用**
 - 手書きのメモの回収は手間がかかる
 - タブレットや**PC**は数式や図表をメモする際に使いにくい

結論

結論

- 学生の疑問点等を授業、教材にフィードバックさせることで理解度の向上を目指す授業手法を提案した
- 提案した授業手法を実現するために、既存システム**CFIVE**を補完するシステムの開発を行った
- 提案手法と開発したシステムを『システム制御工学』の授業に適用し、有効性を確認した
 - 成績向上効果
 - 疑問解消型講義の実現
 - 教員の作業時間短縮