



IRTを用いた学修到達度測定Webテスト -東京理科大学教育DXの取り組み

文部科学省大学改革推進等補助金（デジタル活用教育高度化事業）
「デジタルを活用した大学・高専教育高度化プラン」採択事業

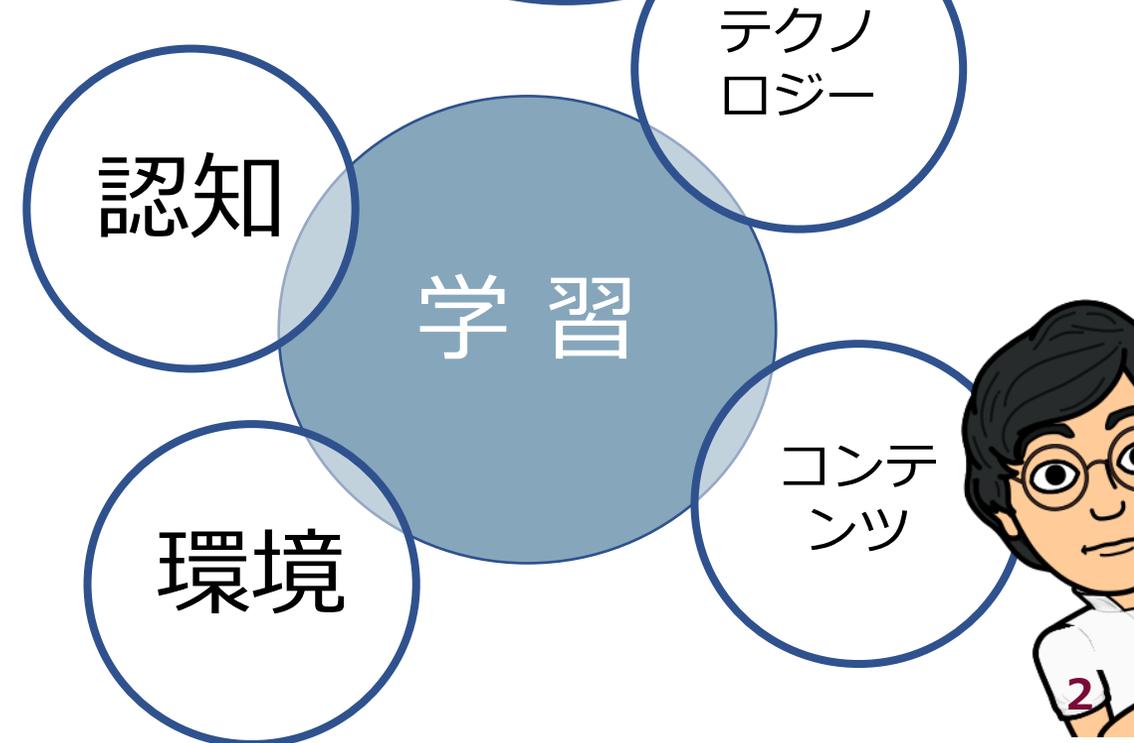
東京理科大学教育支援機構 教職教育センター

・大学院理学研究科科学教育専攻

渡辺 雄貴

どんな講演者か

- **渡辺 雄貴 (わたなべゆうき)**
- 所属：教育支援機構・教職教育センター
大学院理学研究科科学教育専攻 教授
- 分掌：教育開発センター委員会教育評価小委員会委員長
- 専門：教育工学,
インストラクショナルデザイン
 - 教えるデザイン
 - 学習コンテンツデザイン
 - 学習環境デザイン
 - 数学教育・情報教育



教育工学とは

- 坂元（1976）の定義：
 - 教育におけるあらゆる名人芸を分析し，その秘密を明らかにし，分析された構成要素を工学的に究明して実践に移そうとする．それによって名人芸を万人のものにすると同時に，名人芸自体の改善，向上を狙うものである．
- 坂元（2000）の定義：
 - 教育改善のための理論，方法，環境設定に関する研究開発を行い，実践に貢献する学際的な研究領域であり，教育の効果あるいは効率を高めるためのさまざまな工夫を具体的に実現し，成果を上げる技術を，開発し，体系化する学である．したがって，しばしば誤解されるように，テレビ，ビデオ，コンピュータ，マルチメディア，インターネット，通信衛星，知的学習支援システムなどの教育メディアの利用研究をするだけではない．
- AECT（1977）の定義：
 - 教育工学は，人間の学習のあらゆる面に関与する諸問題を分析し，それらの問題に対する解決を考案し，実行し，評価し，運営するための人，手立て，考え，道具，組織を含む複雑な統合過程である．

東京理科大学の概要

神楽坂  東京都

野田  千葉県

葛飾  東京都

長万部  北海道

キャンパス



学生数



2021年度

19,033 人

研究機関



20 研究部門 **1** 研究拠点
3 センター **1** 共創プロジェクト

7 学部

32 学科

学部・学科



大学院



7 研究科

30 専攻

DXでしたいこと -私の考え

効果を担保して，効率や魅力を高めたい

- 自己調整学習能力の育成
 - 授業内で「指導」することは困難
- 学生へのデータの還元
 - 収集したデータを直接学生に返す
- 質の担保
 - あたり・はずれのない支援
- 個別最適化された学びの支援
 - 「できない子どうしよう」から，「みんなどうしよう」
- 先手先手の支援
 - 「こうすればよかった」ではなく，「こうするといい」



今日のテーマ

- 教育におけるデジタル・トランスフォーメーション

IRTを用いた学修到達度測定のWebテスト -東京理科大学教育DXの取り組み-

I DX推進計画策定までの経緯

II DX推進計画

III Plus-DXの取組の具体と学修到達度測定WEBテスト

IV 今後の展望

今日の内容

I DX推進計画策定までの経緯

II DX推進計画

III Plus-DXの取組の具体と学修到達度測定WEBテスト

IV 今後の展望

今日の内容

I DX推進計画策定までの経緯

II DX推進計画

III Plus-DXの取組の具体と学修到達度測定WEBテスト

IV 今後の展望

コロナ禍前後の教育（主な実施内容）

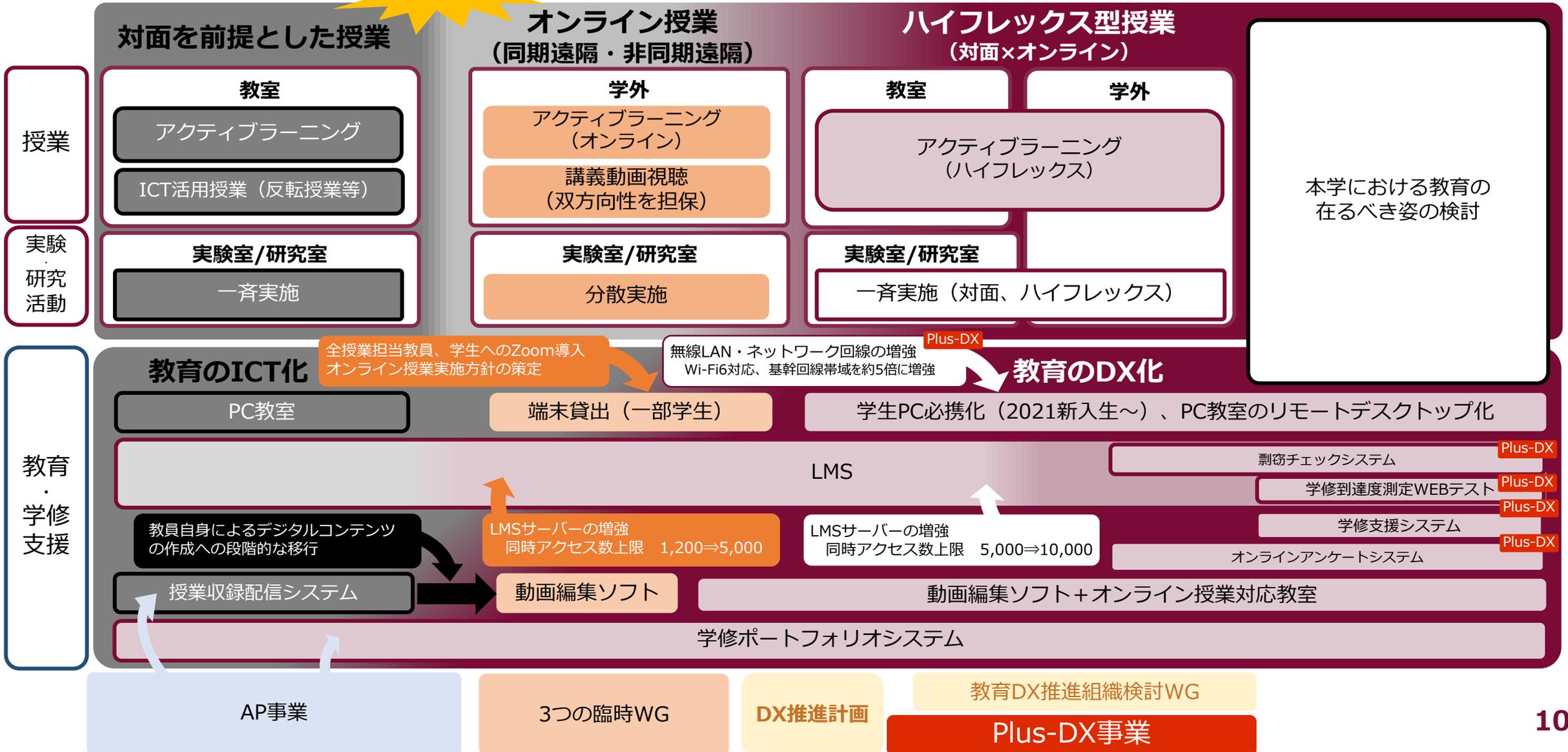
～2019

Pandemic

2020

2021

2022～

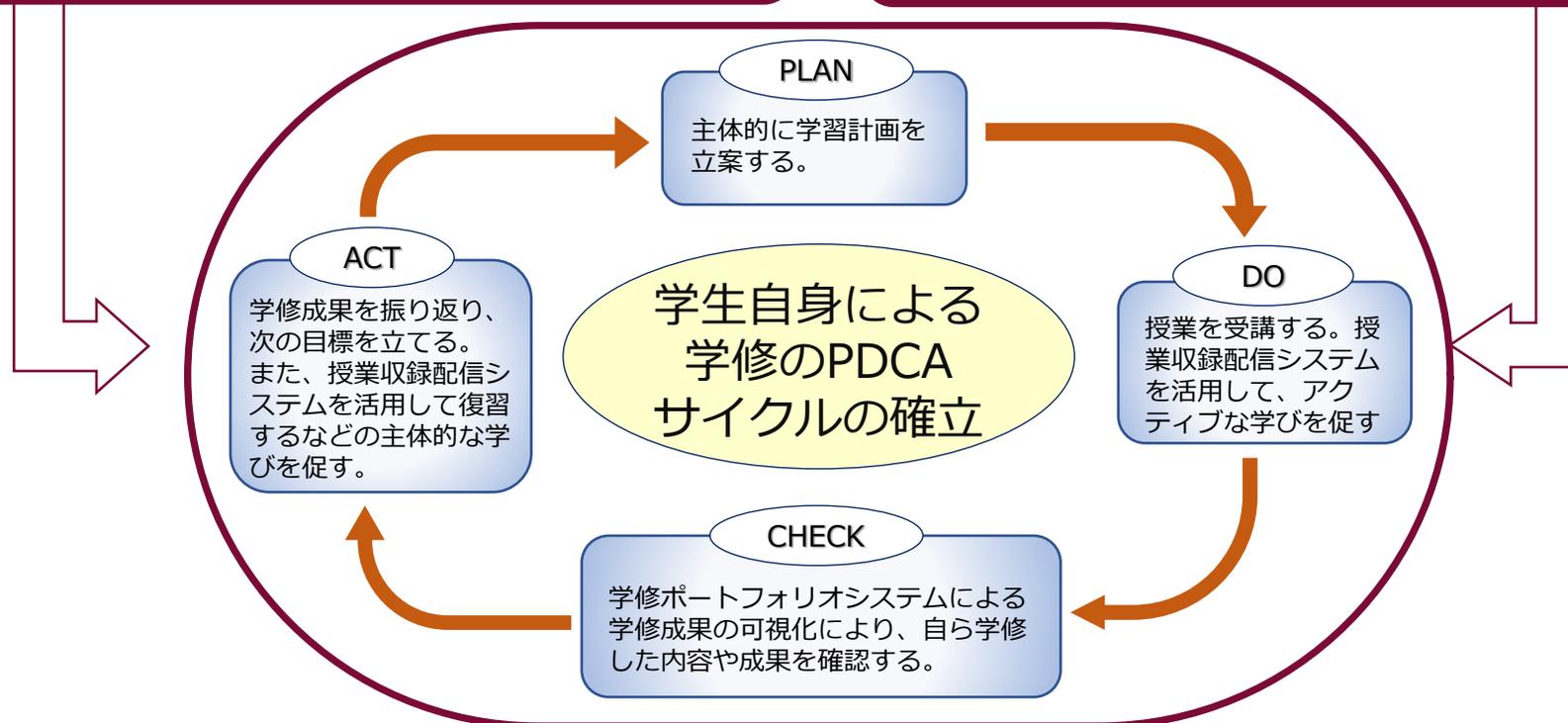


教育のICT化に向けた取組（AP事業）

- 大学教育再生加速プログラム（AP事業） - 2014年度採択
 - 「学生自身による学修のPDCAサイクル」の確立を推進

「学修ポートフォリオシステム」による
学修成果の可視化

「授業収録配信システム」による
アクティブ・ラーニングの促進



AP事業終了後の取組（学修ポートフォリオシステム）

【状況】

- ・ TUSループリック
⇒ DPに明示した学修成果を測定できるツール
- ・ 客観評価レーダーチャート
(単位取得状況・成績といった客観的な項目で算出)
⇒ DPにおける学生の達成度を「客観的な基準」で測定可能

【課題】

・ 教職員・学生への意義浸透が不十分

【教職員】 ①教育改善や学生指導への活用が不十分

【学生】 ②メリット、必要性、活用方法がわからない

【2020年度】

①各学科システム登録内容の確認・見直し

⇒ 2021年度以降の活用に向けた前段階として、各学科システム登録内容を確認・見直し。

【2021年度以降】

①各学科の教育改善に活用

【方策】

・ 低い達成度の評価項目について、「評価項目」、「カリキュラム」、「DP」の見直しについて検討。

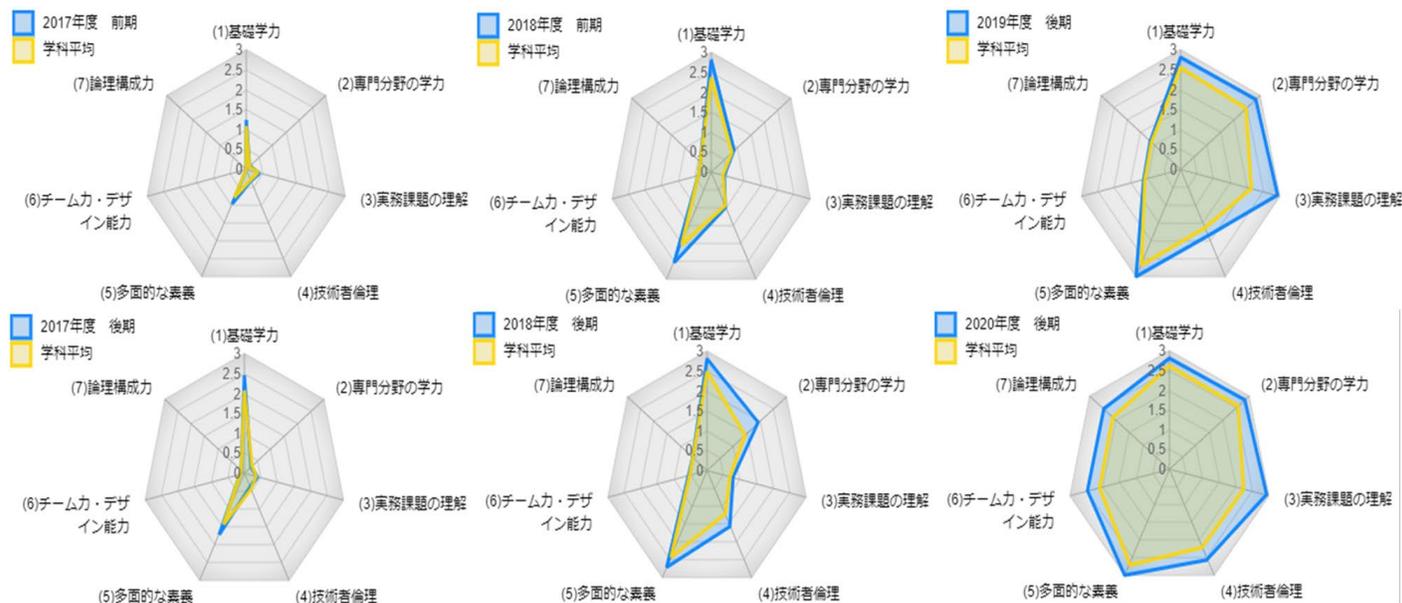
⇒ 教職員に対するシステムの意義浸透

①、②学生指導への活用

【方策】

・ 過年度卒業生の可視化結果の公表
・ 就職活動等への活用
(ディプロマ・サプリメント等)
⇒ 学内(教職員・学生)、学外に対するシステムの意義浸透

客観評価レーダーチャートを学科にフィードバック



AP事業終了後の取組（授業収録配信システム）

【状況】

- ・多数の授業コンテンツのデジタルコンテンツ化を実現
⇒アクティブ・ラーニング（特に反転授業）の推進に非常に高い効果

【課題】

- ・システム維持に係る経費
(コンテンツ収録・編集専属のスタッフ、システム維持費等)
- ・デジタルコンテンツ作成にあたっての柔軟性の不足

【2019年度以降】

- ・「動画編集ソフト」による授業コンテンツ作成に段階的に移行
 - ① 動画編集ソフト購入支援、同ソフト搭載PC貸し出し
(希望者及び各学部選出の教員)
 - ② アプリケーション利用マニュアルの整備
- ⇒教員自身によるデジタルコンテンツの作成への段階的な移行を実現

【AP事業期間中の収録実績】

	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度
目標 (累積)	0件	50件	250件	400件	500件	500件
実績 (累積)	0件	97件	360件	660件	875件	984件

コロナ禍（2020年度）における教育の発展的転換

① 対面授業を前提とした学修のPDCAサイクルの推進

- ・学修ポートフォリオシステムによる学修成果の可視化
- ・アクティブラーニングの推進
- 授業収録配信システムから動画編集ソフトによるデジタルコンテンツ作成への段階的移行

② 対面授業を前提とした学修環境の整備

- ・大学のコンピュータ環境はPC教室を利用
- ・LMSは他システムと同じサーバに同居
⇒リソースの範囲内で同時接続数を制限

3つの
臨時WGで
方針案検討

① オンライン授業を取入れた学修の推進

- ・オンライン授業実施方針の策定

② オンライン授業を前提とした学修環境の整備

- ・全授業担当教員、学生へのZoomの導入
- ・全授業担当教員が「動画編集ソフト」を利用できる環境を整備
- ・オンライン授業を実現する教室環境整備
- ・学生PC必携化方針策定（2021年度新入生～）
- ・LMS専用の新サーバを導入
⇒LMSへの同時接続数上限設定を引き上げ

転換を受けた
本学の課題

教育の発展的転換（教育のDX化）の全学的な位置づけの設定（2020年度対応の検証を含む）
DX推進計画の策定へ

今日の内容

I DX推進計画策定までの経緯

II DX推進計画

III Plus-DXの取組の具体と学修到達度測定WEBテスト

IV 今後の展望

DX推進計画

理工系総合大学の卓越した専門知識や教養をもとに、デジタル化時代に求められる21世紀型スキルを活用できる人材の育成

教育のDX化

教育プログラム改革

[Society5.0に向けた人材育成推進]

- データサイエンスに係る教育・研究組織の設置
(データサイエンスセンター)
- 「教育」に「研究」の視点も含めた教育プログラムの推進
(データサイエンス教育プログラム)



教育手法の開発

[個別最適化した教育の実現]

新規開発

- 項目反応理論 (IRT) を用いた学修到達度測定WEBテスト
- 機械学習手法を用いた学修支援システム

学修活動の効果の最大化

[ハイフレックス型教育の実現に向けた環境整備]

- デジタル学習環境の整備・増強 **要増強**
(ハイフレックス型授業対応教室、無線LAN・ネットワーク回線、PC教室のリモートデスクトップ化)
- PC必携化
- 授業収録配信システムの更なる充実



教育環境整備

教育のICT化

[大学教育再生加速プログラム]

「学修ポートフォリオシステム」と「授業収録配信システム」を全学的に導入・整備。ICTを活用した学生の学修成果の可視化による学びの質の向上を実現し、「学生自身による学修のPDCAサイクル」を確立。

DX推進計画の策定（Plus-DX事業への申請）

教育のDX化の定義

デジタル技術を積極的に活用することで学生の学修活動及び教員の教育活動に変革をもたらし、学修効果・教育効果の最大化を図ることで、未来を拓く実力を学生に身に付けさせる。

DX化実現に向けた課題

- ① 教育のDX化を実現する新たな教育手法の開発
- ② DX推進の根幹・土台となる、デジタル学習環境の更なる整備
- ③ 既存のICTツール（LMS等）の増強



不足する取組を加速度的に推進



Plus-DX事業への申請

今日の内容

I DX推進計画策定までの経緯

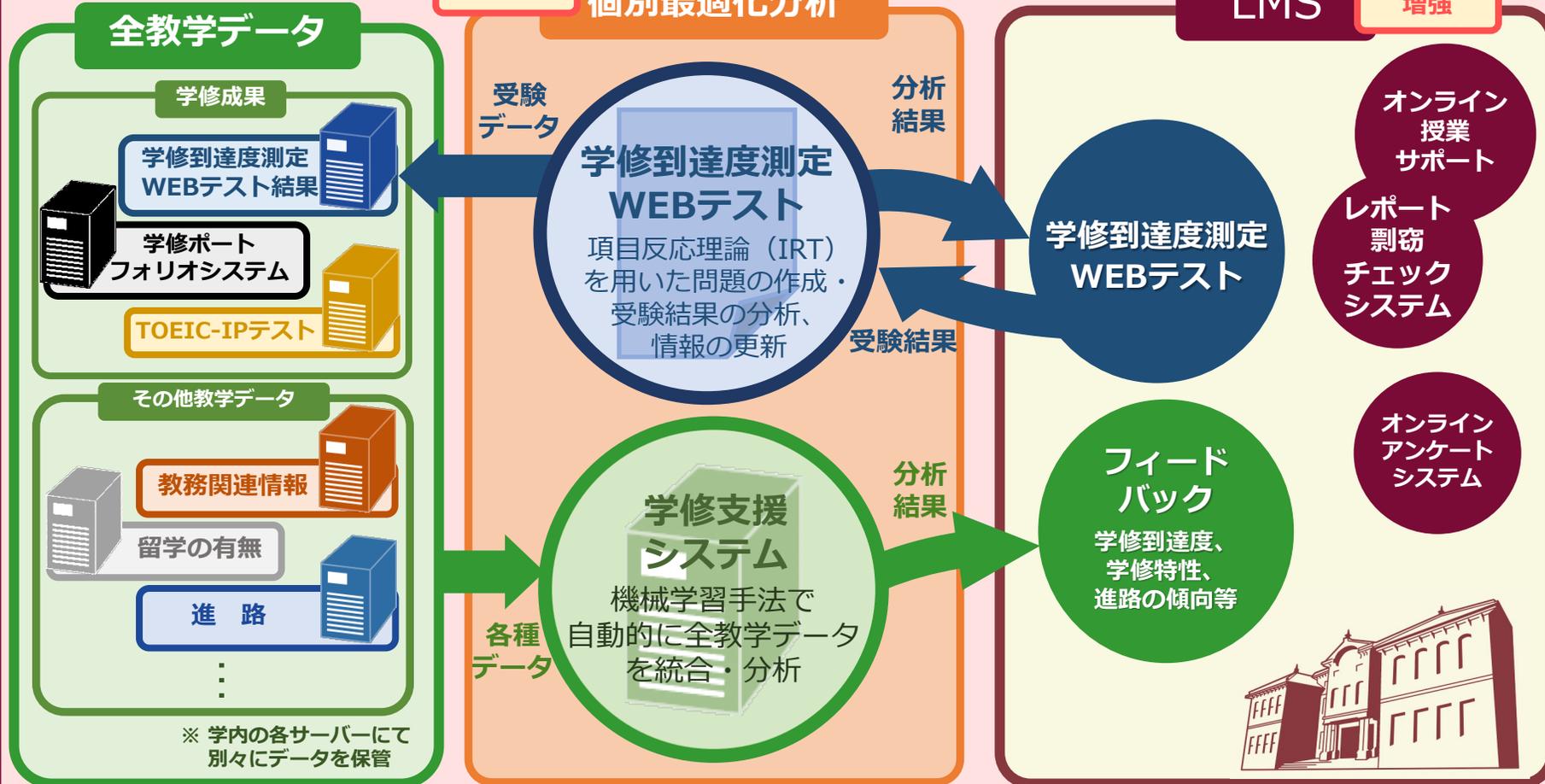
II DX推進計画

III Plus-DXの取組の具体と学修到達度測定WEBテスト

IV 今後の展望

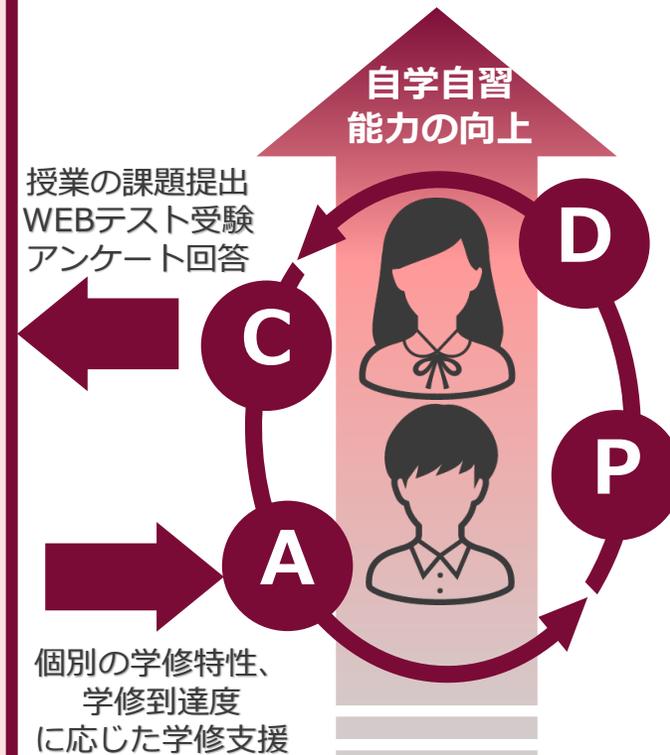
Plus-DX 全体の取組概要

教育手法の開発



全教学データを統合し、個別最適化した分析とその結果のフィードバックを全自動で行う

学修のPDCAサイクルの更なる促進



教育環境整備

従来の取組の検証結果を基に実施済

授業収録配信システムの拡充
(ソフトウェア、クラウド環境の整備)

実施中

PC必携化
ハイフレックス型授業対応教室の整備

実証実験済

無線LAN・ネットワーク回線
PC教室のリモートデスクトップ化

要増強

Plus-DX 個別の取組概要

【教育手法の開発】

① 項目反応理論（IRT）を用いた「学修到達度測定WEBテスト」の新規開発

従来の入学時のアセスメントテストを発展させ、全学年の学修到達度測定を実現するWEBテストを新規開発。2022年度から導入。（理数教育研究センターで試行を重ねてきたシステムを基に開発）

② 機械学習手法を用いた「学修支援システム」の新規開発

個別最適化した学修方法のフィードバックの実現を目指し、「全教学データの統合」、「統合したデータに基づく分析」、「分析結果のLMS上でのフィードバック」を自動で行うシステムを新規開発。2022年度から導入。

【上記を補完】

③、④ 剽窃チェックシステム、オンラインアンケートシステムの導入

2020年度に今後の授業の課題としてあげられていた「オンライン授業での成績評価の精緻化」と「学生一人一人の学修特性に即した支援」に対応するものとして、剽窃チェックシステム「Turnitin Feedback Studio」と、オンラインアンケートシステム「Qualtrics」を2021年度から全学的に導入。

【デジタル学習環境の整備】

⑤ 教育環境整備

DX推進の根幹となる教育環境整備を全学的に達成するため、「無線LAN・ネットワーク回線」、「PC教室のリモートデスクトップ化に伴う仮想PC」を2021年度に増強。

学修到達度測定WEBテスト -開発までの経緯-



アセスメントテスト

- ・希望する学科の新入生を対象、4月に実施
(外部委託、対面実施)
⇒学部学科のクラス分け等、学習指導に活用。

【課題】

- ・テスト結果と卒業時GPAに相関が薄い(学内分析結果より)
- ・多額のコスト発生。反復学修不可等、学修効果も低い
- ・コロナ禍での継続実施が困難



数学の基礎学力調査

- ・教育支援機構 理数教育研究センターが全国の高等学校と連携、2005年より実施。
- ・項目反応理論[※]を用いて、出題した問題の分析から受験者の能力値推定等も実施。
- ・豊富な受験実績有。
(2020年度：63校 4141人の受験者)

※ 項目反応理論 (IRT)

評価項目群(問題)への応答に基づき、被験者の特性や、評価項目の難易度・識別力を測定するための試験理論

性質を維持しつつ学修効果を向上。
学内分析にも活用できるシステム開発



学修到達度測定WEBテスト

- ・CAT[※]として開発。
- ・LMS (LETUS) プラグインとして開発。
- ・2021年度は数学の問題を対象に開発。

【主な特徴】

- ・本学学生の実力に応じたテスト
- ・高い学修効果(反復学修可)
- ・高い汎用性
(例) 専門分野の学年終了時の学修到達度測定への活用等

同調査担当教員がシステム開発に関与。
能力判別に優れた問題を運用開始時から導入。

※コンピュータ適応型テスト (CAT)

IRTを活用して直前までの問題の正解、不正解に応じて、次の問題が変わるといった出題方式がとられ、受験者の理解度や回答に応じて出題する問題を変えることができるテスト方式

e-Testing

- e-Testing

- Web上でテストを実施する

(植野 2009)

- e-Testingの利点

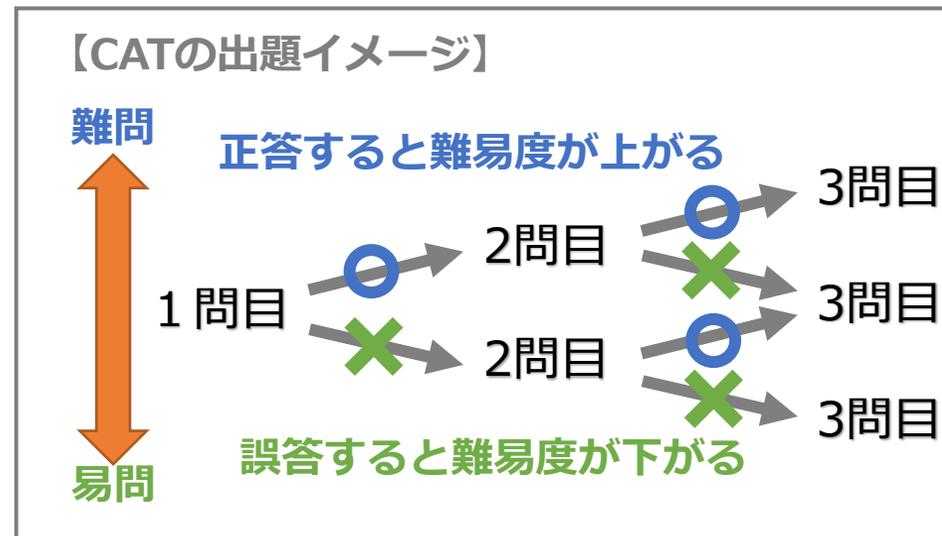
- 紙のテスト (Paper Pencil Testing : PPT) と比較して真正な評価環境を実現し, テスト採点の自動化が行える点

(永岡ほか 2012)

CBTは, e-Testingの一部である

学修到達度測定WEBテスト（CAT）の特徴

- コンピューター適応型テスト
 - CAT（Computer-Adaptive Testing, Computerized Adaptive Test）
 - CBT（Computer Based Testing）の一種
 - テスト用紙やマークシートではなくコンピュータを使用して，受験，採点，添削，合否通知などが行えるシステムの種類



CAT (コンピュータ適応型テスト)

- CAT (Computer-Adaptive Testing)
 - CBTとIRTを組み合わせた試験形式であり, 試験実施時間の短縮やより精密な受験者の能力の測定に役立つもの
(光永 2017)
 - コンピュータを使用し, 個々の受験者に適する項目を適宜判断しながら出題し, 効率よく受験者の能力を測定するテスト
(中村 2011)
 - コンピュータ上で行うテストの内, 同一試験時間内において, 問題の正答率に応じて, それ以降の問題の難易度を変えたりすることのできるテスト
(山下 2017)

個別適応型のテストに着目

IRT（項目反応理論）

- 受験者のパフォーマンスがテストの項目で測定される能力にどのように関連するかについての一般的な統計理論

(Hambleton & Jones 1993)

- 利点

- 異なるテストを受けた複数の集団を同一尺度上で評価することができる
- IRTを用いて推定される能力推定値は，正答数などの尺度に対して信頼性が高い

(植野 2009)

IRTを取り入れることで異なるテスト結果の比較ができる

今までの実績

- 全国学力調査
 - 東京理科大学教育支援機構理数教育研究センター数学教育研究部門で実施
 - 2005年から実施



LMS (学習管理システム)

- LMS (Learning Management System)
 - 授業実施の支援を目的とした情報システム
(江木ほか 2017)
 - 学習者の進捗状況を管理し, 学習者に適切な教材を示すシステム
(藤原ほか 2007)
- Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment)
 - 無料のオープンソースで社会構築主義の教育学モデルに基づいたLMS
(Lin 2011)

CAT学習支援システムをMoodle上で動かす

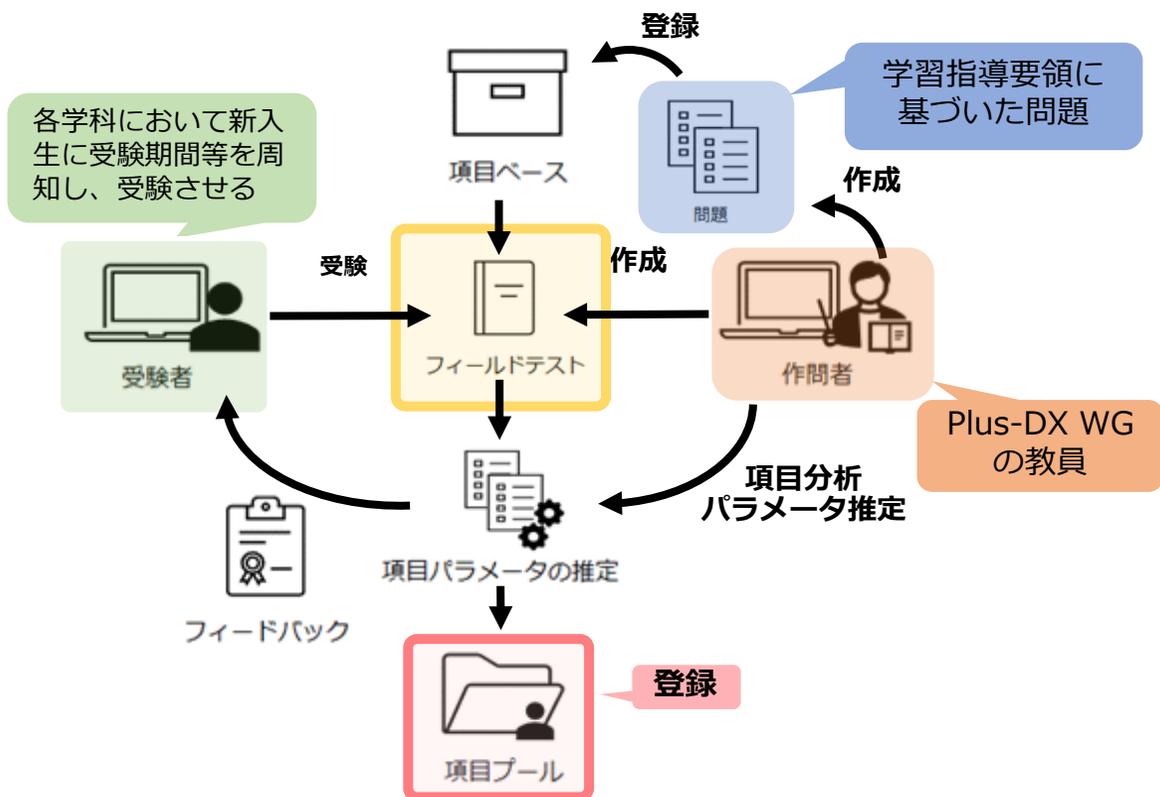
学修到達度測定WEBテスト実施の流れ

1年目

2年目以降

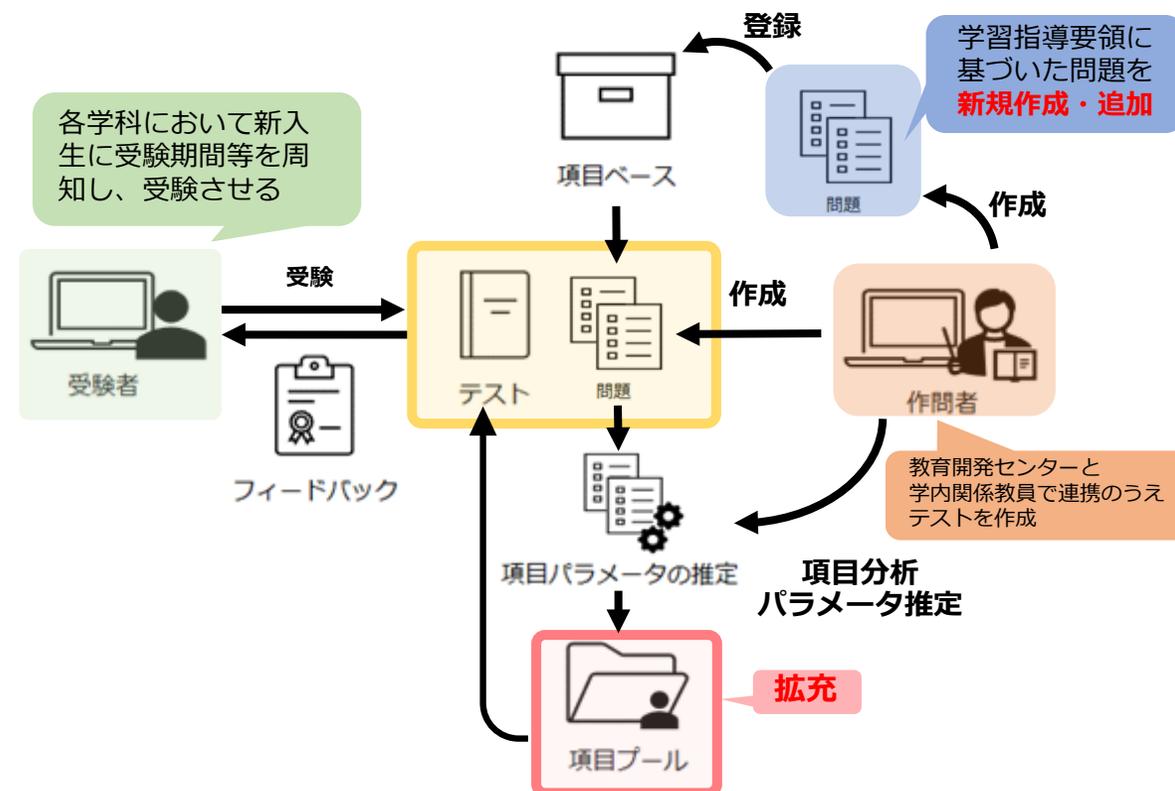
フィールドテストとして実施

- ・受験者すべてが同一の問題を受験
- ・受験後に各問題の項目パラメータを推定し、フィードバックを実施
- ・項目パラメータ推定済みの問題は次年度の測定に用いられる。



CATとして実施

- ・受験者の解答状況に応じた問題が出題される。
- ・項目プールにストックされている、前年度までに項目パラメータを推定された問題を用いて実施。



・項目ベース
問題の集合。

・項目プール
項目パラメータの推定が完了した問題の集合。

・フィールドテスト

項目ベースから任意の科目や教科等を指定して抜き出した問題に対して、項目パラメータを推定するために行うテスト。

・項目パラメータ

各問題ごとに設定される、識別力や困難度などの特性を表すパラメータ。

学修到達度測定WEBテスト -従来のテストとの比較-

	従来のテスト（アセスメントテスト）	学修到達度測定WEBテスト
実施方法	対面実施、一斉試験	オンライン（LETUS）実施、随時試験も可能
問題内容	受験者全員に同一の問題が出題	受験者の回答状況により問題内容が変化 （出題範囲は全学科同一）
出題内容	センター試験と同等のレベルの問題	「理数系高校生のための数学基礎学力調査」の問題を基にした問題
作問者	外部業者	本学教員（Plus-DX WG教員等）
教科	数学、物理、化学、生物	数学 ※ 理科も順次追加予定（2022年度以降）
他用途活用	不可（パッケージ購入のため）	可能 （例）専門学科で専門分野に係る問題を作成し、学年終了時の学修到達度を測定する。
学修効果	低い（一度きりの受験、復習不可）	高い（同内容のテストを随時LETUSで実施可能）
年度間比較	不可（原則同年度受験者間での比較）	可能（統一的尺度で、学生の能力値を測定する）
その他		受験者の増加に伴い、項目（問題）の推定精度が向上

学修到達度測定WEBテスト-具体の活用例-

大学全体

○ 教育改善に向けた分析への更なる活用

新入生対象の学修到達度測定WEBテストとして実施。テスト結果と卒業時GPAを始めとした各種教学データとの相関を分析し、具体的な改善を実施。

(例) 本テストのスコアが〇〇点以下の学生は留年する傾向が高いことが判明したことから、事象発覚時に各学科で面談するよう依頼。

【受験イメージ】

数学アセスメントテスト

開始済み: 2021/04/10 9:30
終了予定: 2021/04/20 18:00

新入生を対象とした数学のアセスメントテストです。

受験可能回数: 無制限
制限時間: 50分
出題数の目安: 12問以上、17問以下

前回の受験履歴

受験回数	完了日時	スコア	正答率	操作
1	2021/XX/XX	XX	XX	
2	2021/XX/XX	XX	XX	
3	2022/XX/XX	XX	XX	

前回の受験を続ける

テストを開始する

時間制限

テストには50分の時間制限があります。テストを開始した時点でタイマーがカウントダウンを開始します。タイマーは途中で停止できません。

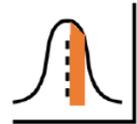
テストを開始す キャンセル

受験直後の受験者へのフィードバック画面

テスト終了
テストが終了しました。

あなたのスコア 82

分布



あなたの正答率

全体	80%
分野別	
二次関数	90%
指数関数	75%
三角関数	85%
数列	70%



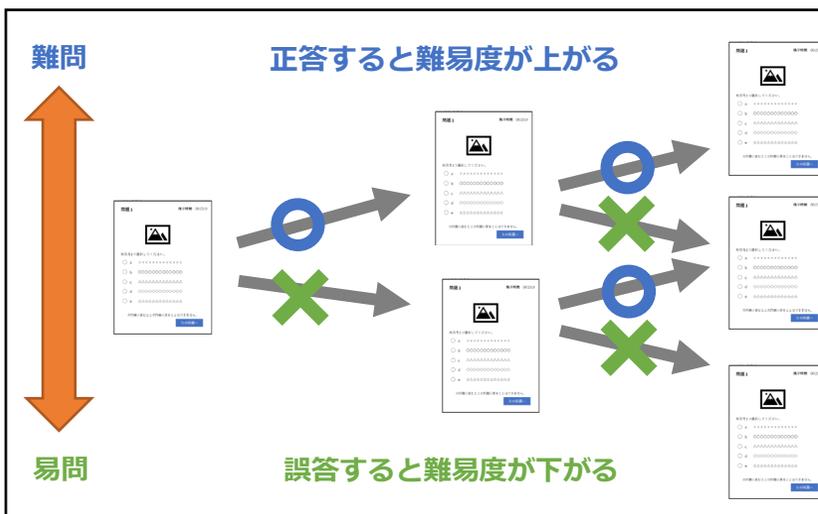
受験履歴一覧へ

学部・学科単位

○ 専門分野における学修到達度測定への活用

学科で専門分野における学修到達度を測定するテストを独自に作成し、各学年終了時や卒業直前に実施することで、到達度の可視化と具体の改善を実施。

(例) 〇〇学科卒業時、専門分野に関するWEBテストを実施。その結果で専門分野の到達度を可視化し、一定のスコア以下の学生には補習を行う。



教員個人

○ 授業内における学修到達度測定への活用

授業担当教員が到達目標に係る知識等を測定するテストを作成し、授業期間中に実施することで、到達度の可視化と具体の改善を実施。

(例) 授業Aの中間テストを同WEBテストにより実施。実施結果により授業計画の見直しや指導方法を改善。

学修到達度測定WEBテスト-検討状況と今後の課題-

【検討状況】

委託業者と調整・開発を行い、LETUS (Moodle) プラグインとして開発完了。

※開発したプラグイン、作成した問題は2021年度中に公表を予定。

2022年度から以下のとおり運用を予定。

○ 新入生入学時WEBテスト

- ・ 2022年度から全学部学科で数学WEBテストを導入。
- ・ 2023年度以降の運用（数学WEBテストの継続運用、実施科目拡大（物理・化学・生物））に向け、理数教育研究センターと連携のうえで担当教員を選定。

○ 新入生入学時以外WEBテスト

- ・ 新入生入学時以外にもWEBテストを受験し、学修到達度を測れる環境を整備。

【今後の課題】

○ 新入生入学時WEBテスト

- ・ 数学WEBテストの継続的運用、実施科目拡大（物理・化学・生物）に向けた対応が求められること。
- ・ 各科目問題作成者の人員確保（学内外関係機関との連携含む）

○ 新入生入学時以外WEBテスト

テスト導入に向けた、具体の制度設計を要すること。

※専門学科での導入を支援する全学的制度の導入を検討。

DX推進計画・取組の実施体制

DX推進計画の方針を最終決定



DX推進計画の方針案を策定

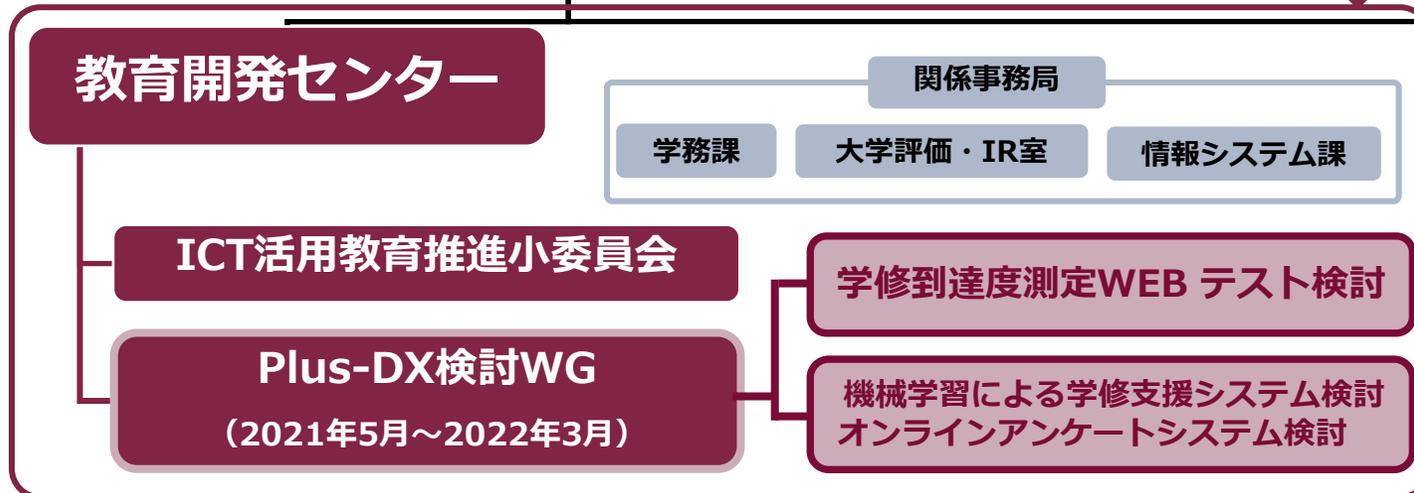


DX化された環境による教育の実施



専門的な見地からの助言、支援

具体の実施策の検討



実施策等を連携して検討

Plus-DX検討WGの構成員・ミッション

Plus-DX検討WG

[座長] 佐伯 昌之 (理工学部土木工学科 教授、
教育開発センター委員会ICT活用教育推進小委員会委員長)

☆ Plus-DX の各種取組に関する知見を有する教員 (教育担当副学長が指名) : 1名

学修到達度測定WEB テスト

学務課

情報システム課

取組全般を推進 (コーディネート)

☆ 当該取組に関する知見を有する教員 (教育担当副学長が指名) : 2名

理数教育研究センター 数学教育研究部門に所属し、
数学の基礎学力調査を実施

機械学習による学修支援システム オンラインアンケートシステム

学務課

各学部事務課

情報システム課

学生支援課

大学評価・IR室

国際支援課

☆ 当該取組に関する知見を有する教員 (教育担当副学長が指名) : 2名

教育工学の専門家

☆ 教務幹事の経験を有し、機械学習又はデータサイエンスに関する知見を有する教員 : 3名
(各キャンパスから選出)

学科教員、データサイエンスの専門家
として参画

今日の内容

I DX推進計画策定までの経緯

II DX推進計画

III Plus-DXの取組の具体と学修到達度測定WEBテスト

IV 今後の展望

本学のコロナ禍前後の教育

～2019

Pandemic

2020

2021～

Post Pandemic

対面を前提とした授業

オンライン授業 (同期遠隔・非同期遠隔)

ハイフレックス型授業 (対面×オンライン)

授業

教室

アクティブラーニング

ICT活用授業 (反転授業等)

学外

アクティブラーニング
(オンライン)

講義動画視聴
(双方向性を担保)

教室

学外

アクティブラーニング
(ハイフレックス)

実験
・
研究
活動

実験室/研究室

一斉実施

実験室/研究室

分散実施

実験室/研究室

一斉実施 (対面、ハイフレックス)

本学における教育の
在るべき姿の検討

教育
・
学修
支援

教育のICT化

教育のDX化

LMS・学修ポートフォリオシステム

授業収録配信システム

動画編集ソフト

動画編集ソフト+オンライン授業対応教室

PC教室

端末貸出 (一部学生)

学生PC必携化 (2021新入生～)

ありがとうございました

wat@rs.tus.ac.jp

内容に関するお問い合わせ

教育開発センター事務局（学務部学務課）

fd@admin.tus.ac.jp

