

# オンライン授業を取り巻く環境

## ー オンラインエデュケーションと人工知能技術の活用 ー

東京大学 大学院工学系研究科／大学総合教育研究センター  
産業技術総合研究所 人工知能研究センター  
美馬秀樹

# 概要

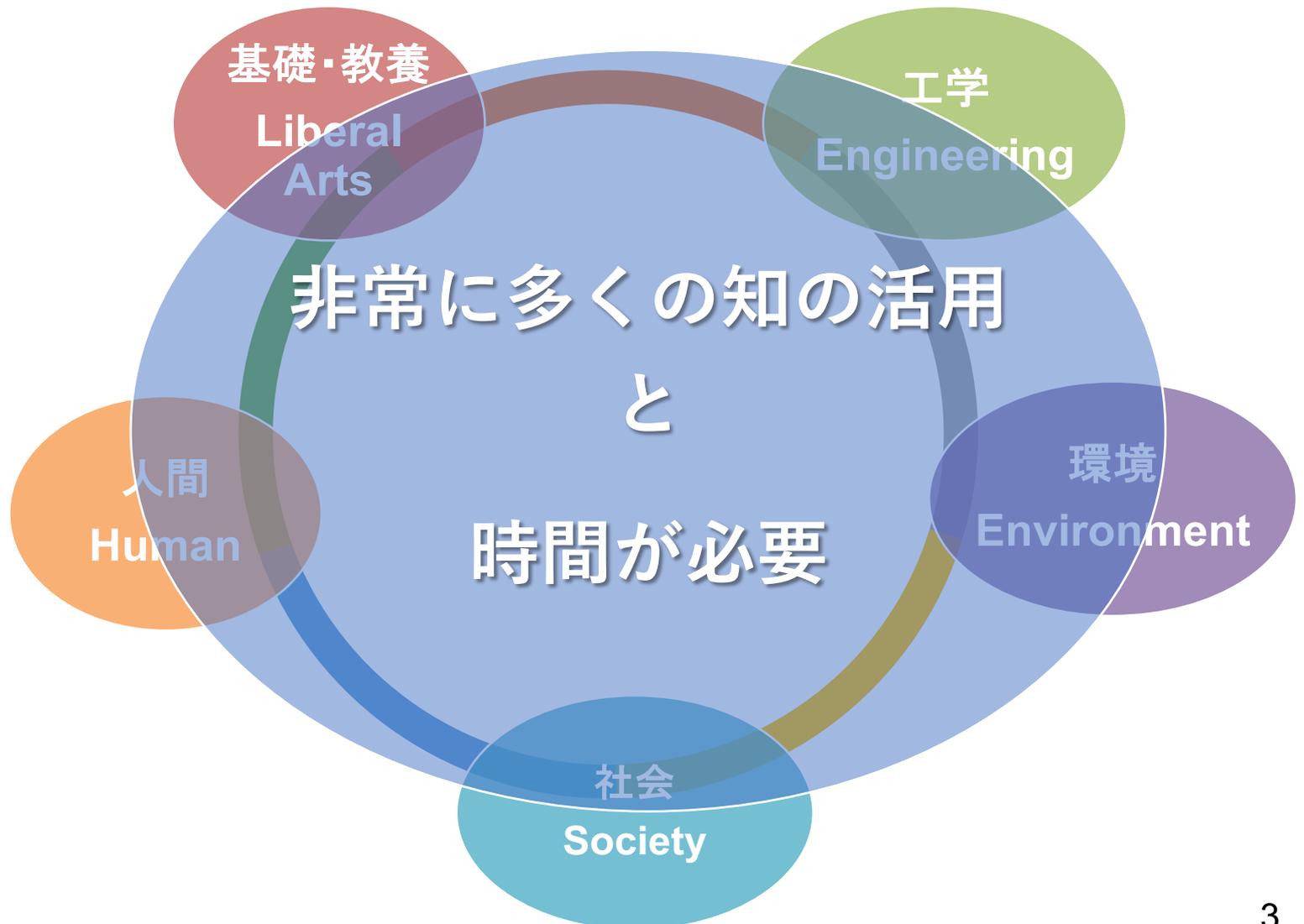
**I : 高等教育とオンライン**

**エデュケーション(OE)の動向**

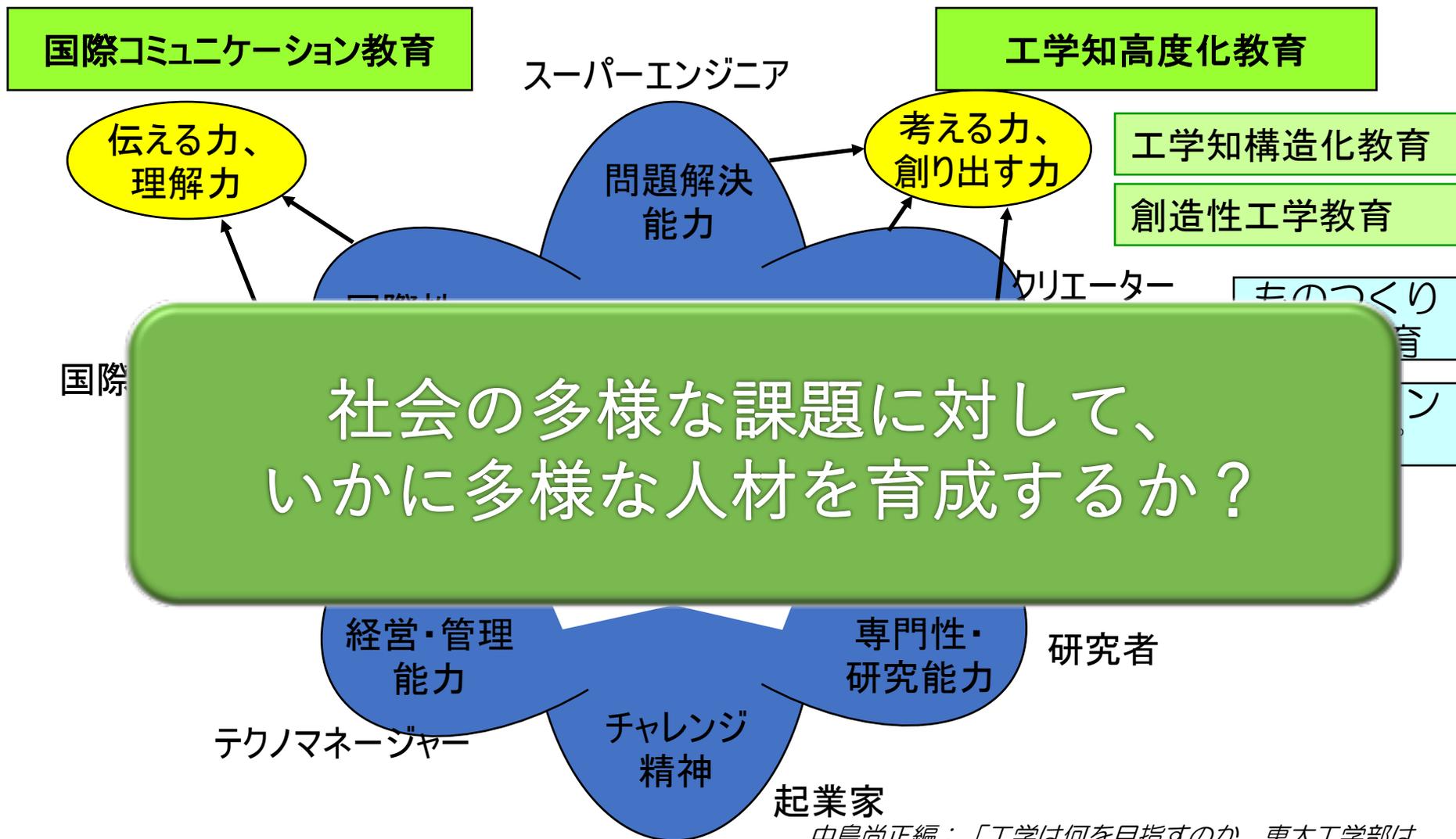
**II : ICT、AIを活用したOEの高度化**

**III : OEの今後**

# 社会の高度化と科学技術の深化 ものづくりと多様な知



# 多様でグローバルな人材のモデル



中島尚正編：「工学は何を目指すのか 東大工学部は考える」、東京大学出版会、2000 のP. 261に、加筆

# 教育現場の課題

- 小中高、大学に至る学習と研究と社会との連携の不足
- 知識間の関連性（繋がし）を示す教材および関連性を意識した学習指導の不在
- 分野を跨いだ（例：自動車のメカニズムと環境）知識の相互の関連性を示唆する教材と学習指導の不在
- 多様なゴールの達成感の不足
- キャリア・パスと必要とされる具体的能力とのリンケージに関する情報が不十分
- プッシュ（コンテンツ配信）プログラムとプル（アウトリーチ）プログラムの不整合
- 教官の時間不足
- 創造性開発に向けた仮説検証型の実験・演習プログラムの不足
- 知識と経験豊富な定年退職者の教育プログラム参画機会の絶対的不足

**知のつながり**

**達成感の必要性**

**教育の高度化と**

**負担の増加**

# これからの教育、人材育成

## • 座学のオンライン・コンテンツ化

- 基礎的科目、教養、語学、FD

## • 一部演習教材のe-learning化

- プログラミング、シミュレーション、etc.

## • カリキュラム全体像の可視化

- 教科のつながり

## • 次世代のL

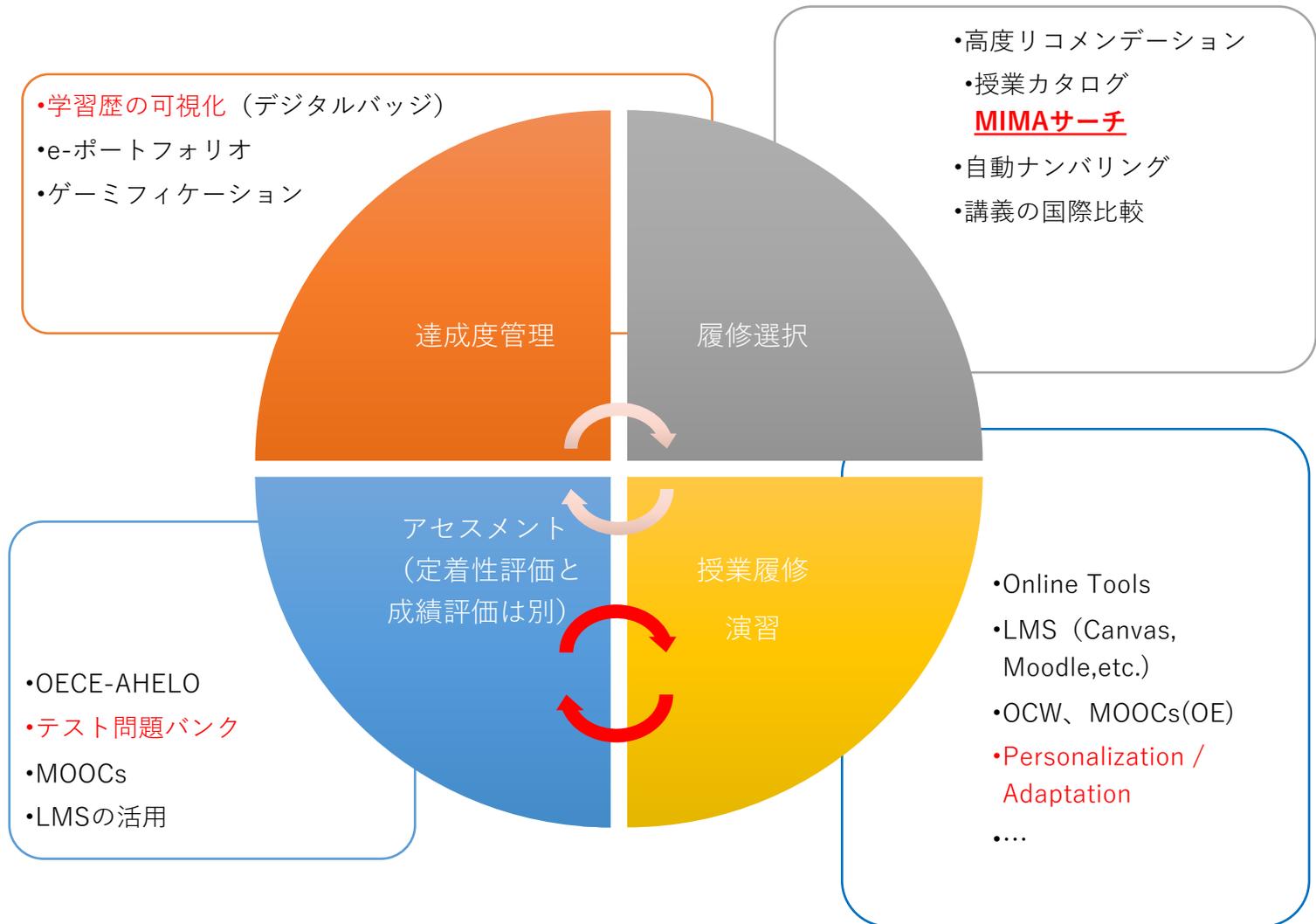
- e-ポート
- ゲーミ
- LTI (Le
- Persona

## • アクティブラーニング

EdTech  
(Education × Technology)  
AIの活用

教育のデジタル化、大学のサイバー化

# 教育のICT支援



# 履修選択の支援

# MIMAサーチによる全学講義の構造化

## — 東京大学授業カタログ —

- 全学シラバスの検索・構造化・可視化・オープン化
  - 令和元年リニューアル
  - 学部前期～大学院約12000講義
  - 英語による検索対応
  - スマートフォン対応
  - 年間約50万アクセス
  - 複数の他大学での活用
- **東京大学中期目標達成状況報告書において特色ある取組みとして言及**

【辞典】 美馬秀樹, “MIMAサーチ”, 『メディア用語基本辞典』[第2版](渡辺武達・山口功二・野原仁編), 世界思想社, 2019年5月刊行.

【受賞】 工学教育賞“工学カリキュラムの構造化と可視化による新たな履修支援システムの構築と実用化”, 日本工学教育協会, 2016.

# MIMAサーチによる検索・可視化

キーワードから講義間の関連性を計算し可視化する

ニュートリノ

総件数: 12件中 1-12件目

検索	タイトル	本文	検索先
0:	物質	わたか	OCW
0:	物質	大気二	OCW
0:	好奇	【研究	OCW
0:	宇宙	ニュー	OCW
0:	英米	16歳	OCW
0:	物質	ニュー	OCW
0:	「字」	れると	OCW
0:	コア	ニュー	OCW
0:	光の	提供	OCW
0:	脳の	ニュー	OCW
0:	字彙	の選択	OCW
0:	工学	品質管	OCW

講義\_公開形態

- OCW (12)
- TEXT (3)

講義シリーズ\_学年」

- 教養課程 (5)
- 大学院 (3)
- 専門課程 (2)
- 高校生にオススメ (2)

ニュートリノ

工学

コンピュータ

コミュニケーションシステム

宇宙にせむきが存在するのか-宇宙誕生-

物質の科学・その起源から応用まで(宇宙...)

宇宙・物質・社会・生命の起源から現代の宇宙まで(宇...)

物質はどのように構成されたのか-素粒子と宇...

光の科学-素粒子から宇宙の起源まで(宇宙誕生) - そのほかに...)

工学基礎

興味心の極(上) (英語) (英語)

再来法演習(アノカの裁判と検察)

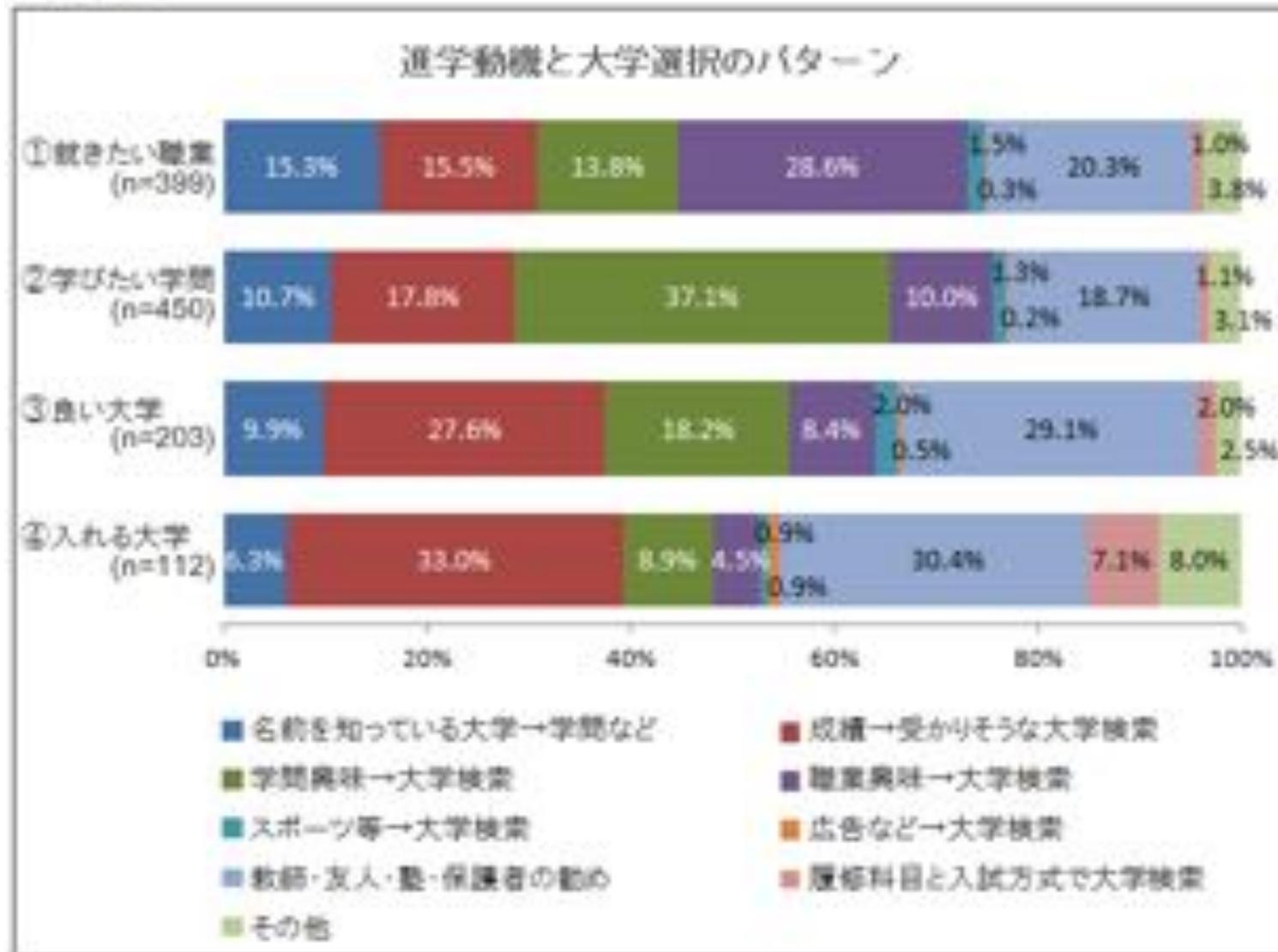
本邦経済学-情報と経済学の融合(本邦経済...)

参考:ベネッセ教育総合研究所

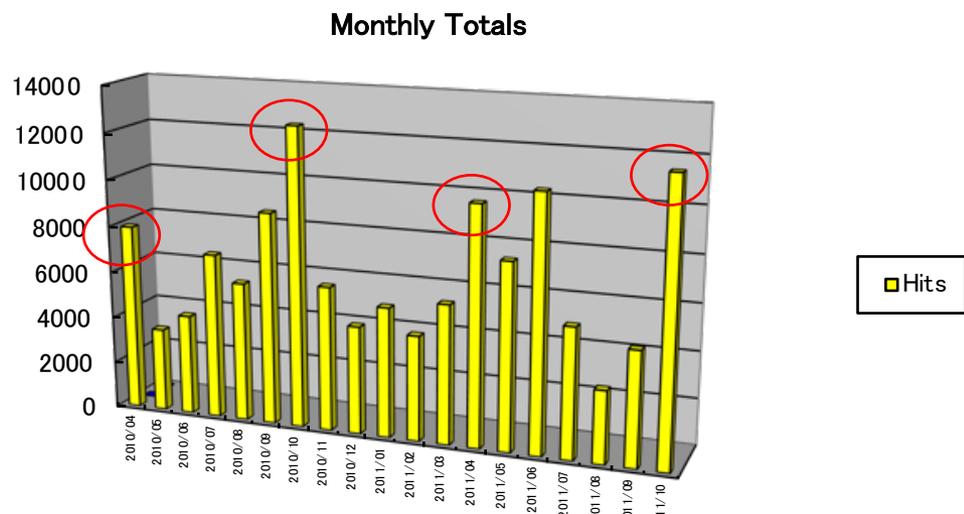
# 【調査研究】高校生はどのように志望する大学を選んでいるか(2013/12/13)

<http://berd.benesse.jp/koutou/topics/index2.php?id=2583> より

＜図1＞

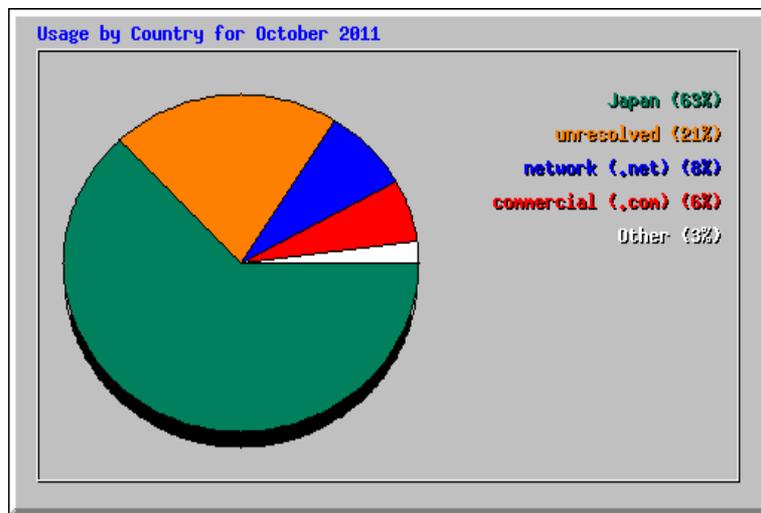


# MIMAサーチ工学部アクセス統計



工学部シラバス構造化(2010年4月～2011年10月)

- 2006年度より公開
- 現在の平均  
約3,000-12,000 hits / month
- 工学部で5月、10月(コース登録月)にアクセスが増加



- 学生が実際にコース選択に活用していることが期待される

2008年より利用者が増加



知名度向上、利用の浸透

# 授業のオンライン化

# オンライン授業と教材、プラットフォーム、ツール

- **遠隔講義支援**

- **Zoom, Google Meet, WebEx, ...**

- **ビデオ教材**

- **OCW, MOOCs, ...**

- **アニメーション／ナレーション型**

- **Webラーニングプラザ (JST), ...**

- **ゲーミフィケーション**

- **PicoCTF, ...**

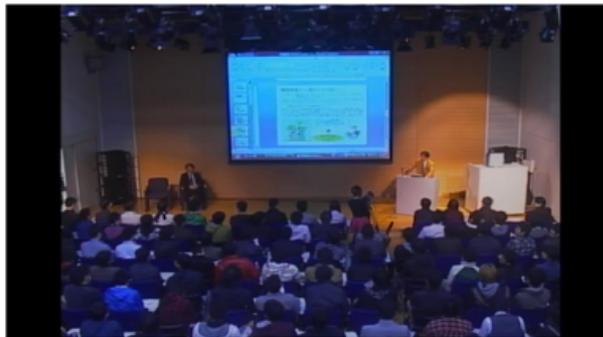
- **電子教科書**

- **HyperWorkBook, ...**

- 同期式 (リアルタイム配信)
- 非同期式 (オンデマンド配信)
- ブレンデッド (同期、非同期のブレンド)

# UTokyo-OCW (OpenCourseWare) : 東大正規講義(資料、映像) のオープン化

<http://ocw.u-tokyo.ac.jp/>



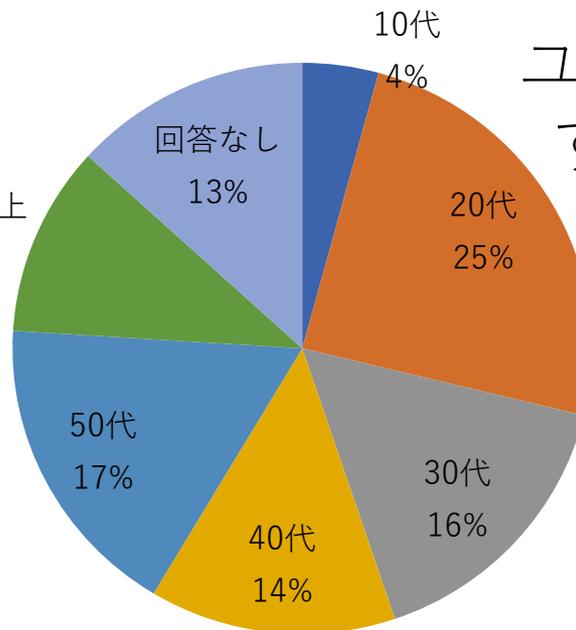
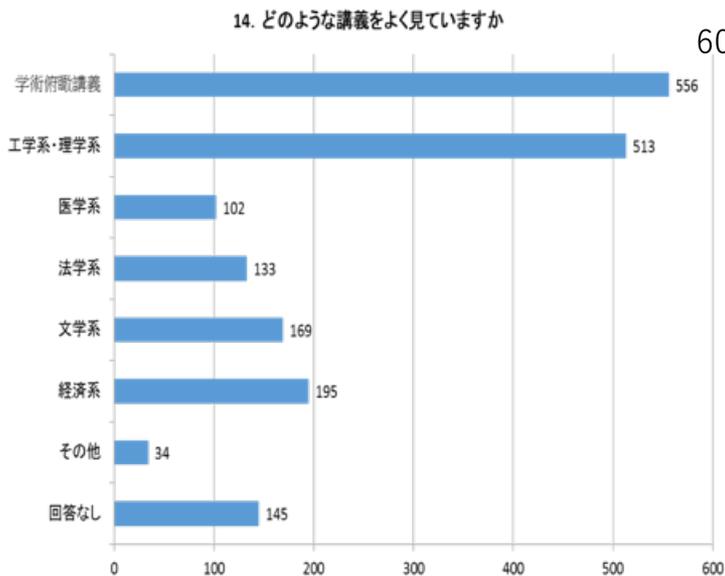
コンテンツ数: (2020年6月8日時点)

講義シリーズ	155
講義公開数	1394
講義資料(日本語)	1240
講義資料(英語)	581
講義映像(日本語)	790
講義映像(英語)	40

# 学修者の姿

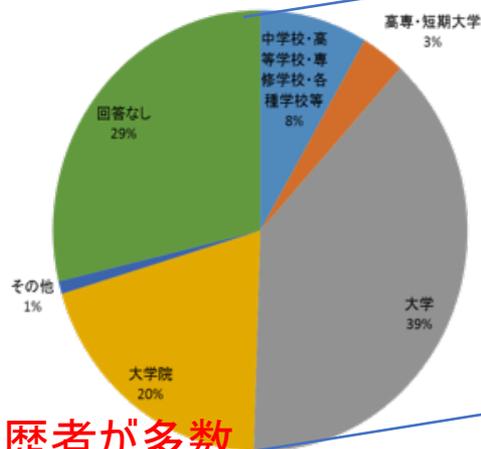
これらの結果はシステム設計、将来計画に最も重要

14. どのような講義をよく見えていますか(複数回答可)

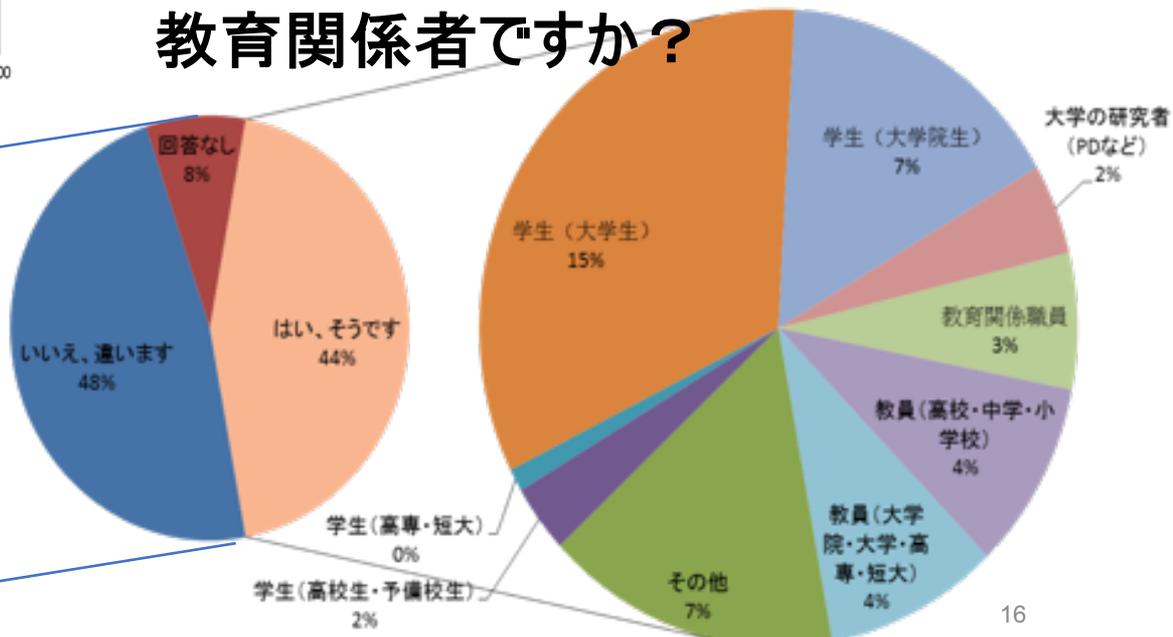


ユーザーの年代：  
すべての年代に  
均等に分布

19. 学生でない方は最終学歴を教えてください



教育関係者ですか？



高学歴者が多数

# UTokyo OCWの特徴

- 利用者は **高学歴**。 **長時間、複数回**利用 ⇔ **学修システムとして利用**。
- 東京大学で開講されている正式科目
- 講義資料、及び講義ビデオの公開がメイン
- 著作権許諾処理はすべて大学が行い、個々の教員は出典調査への協力のみ。
- 撮影、編集、著作権処理、教員とのやりとり、サーバーアップロード等、出来る限りの自動化、省力化を推進。
- 講義が終了してから早いもので1週間、通常2～6か月で公開
- オンライン教育プラットフォームとして以下の機能を実装
  - CMS機能：作業進捗管理
  - データ管理
  - 著作権データ（出典、画像+履歴、著作権者、作業履歴）
  - 検索機能
    - 講義を音声認識により文章化、キーワード情報、キーワードによるビデオシーク機能も提供
  - 東京大学で開設されている講義全体との関連（MIMAサーチによる可視化）

# 目的と戦略

- 大学の知の公開
  - ✓当初は、グローバル化に向け、すべての資料を英訳→経費の問題
- ✓講義の質の向上（FDとしての側面）
  - ✓他を知り、自分自身の講義を振り返り、教育力を向上
- 大学のICTを用いた教育の課題解決（「ICTを導入すると教員の負荷が増える」は本末転倒）
  - ✓教員の負荷低減
  - ✓新たに加わる付随的問題は大学の手で解決（著作権許諾処理等）
  - ✓個々の教員は講義の質向上に力を
- 新たな戦略の必要性 ⇔ 教育現場の急激な変化にどう役立てるか
  - ✓目的を明確にし、そのための仕組み作り、及び
  - ✓経済的に持続可能な仕組み作り、が必要

# 世界（アメリカ）の オープン・エデュケーション

- OpenCourseWare 維持の難しさ

- ▶ 目的（質か、量か）？ 教員の負荷、維持経費、法的問題

- MOOCs（Massive Open Online Courses）

- ▶ Coursera, edX, Udacity

- ✓ 2012年に大ブレイクした、米国を中心とする名門大学の無料オンライン講義。一連の講義を受講し、途中で小テストや課題提出等も含み、場合によっては修了認定や単位まで得ることも可能。

- MOOCs が現れた背景

- ▶ 学び方の変容（ネット、デジタル化社会）

- ▶ 米国における高等教育財政の逼迫 ⇒ 米国州予算の縮小 ⇒

1. 授業料の高騰

2. （州立大学、コミュニティカレッジで）提供できる講義数が減少

- ▶ 高等教育の代替として期待（州法改正）、州立大学の動き（カリフォルニア、ジョージアなど）

# MOOCs のビジネスモデル

## 1. 宣伝、社会貢献

- 大学、教員個人

## 2. 人材集め、人材紹介

- 世界中から優秀な人材を集めることが可能
- 優秀な成績を上げた者を企業に紹介 : Udacity

## 3. 修了証販売 : coursera

## 4. 教材提供 : edX

- ⇒ 大学が教育産業に変身
- ⇒ 無料(Open)である限り、財政的な困難は解消しない

### ➤ ネットを通じた学習グループの形成:

- ✓ ミートアップによる生徒同士の共学習(JMOOC)
- 履修率の低さ(修了: Courseraの例で2-15%、平均4%)

# ビデオ教材の構築とAI活用

# 現状のオンライン教育の課題

- **アクセシビリティ**

- SDGs 「教育機会の平等化」
- 母国語以外での教育
- 非健常者

- **コンテンツ開発コスト**

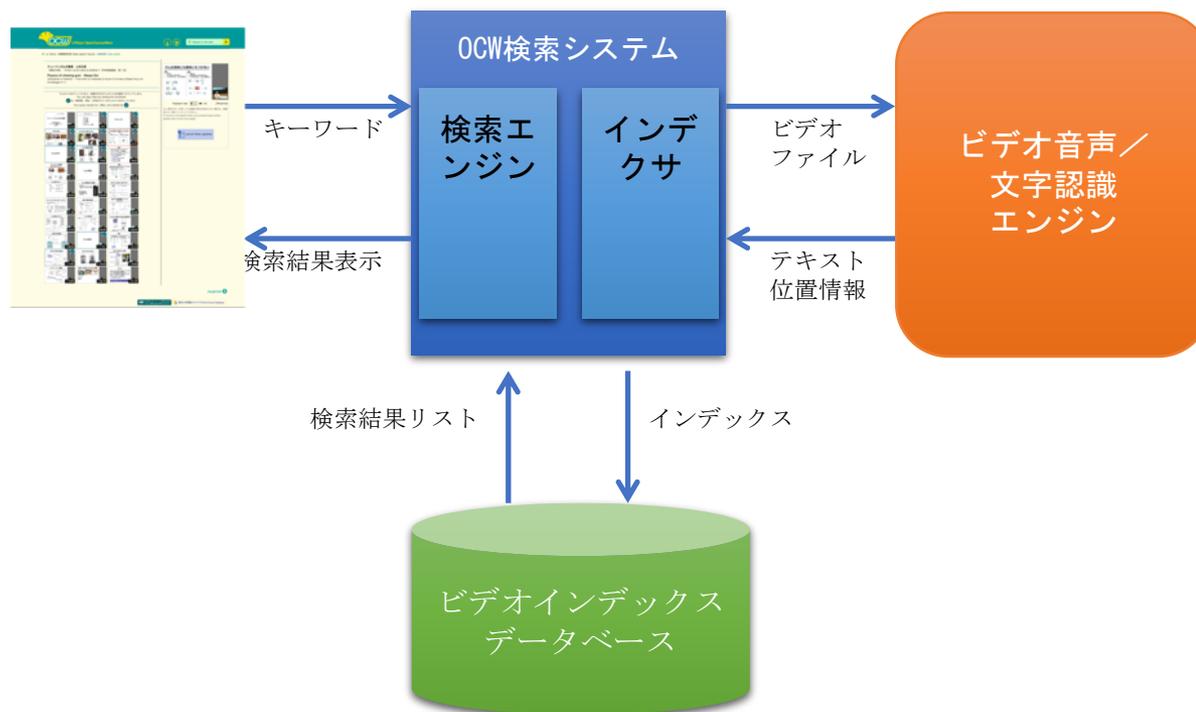
- ビデオ撮影
- 編集
- 著作権処理

- **活用方法の提案**

- **ビジネスモデル**
- アクティブラーニング、反転授業での活用

# 音声／画像（文字）認識技術の活用

- 検索性の向上、字幕付与→アクセシビリティの向上
- 視聴者の多くが1.5倍速再生→学習効率の向上への期待
- トピックを中心に視聴
  - マイクロコンテンツ化



# 教育のグローバル化とインクルーシブ教育 ー 講義ビデオへの多言語字幕の自動付与 ー

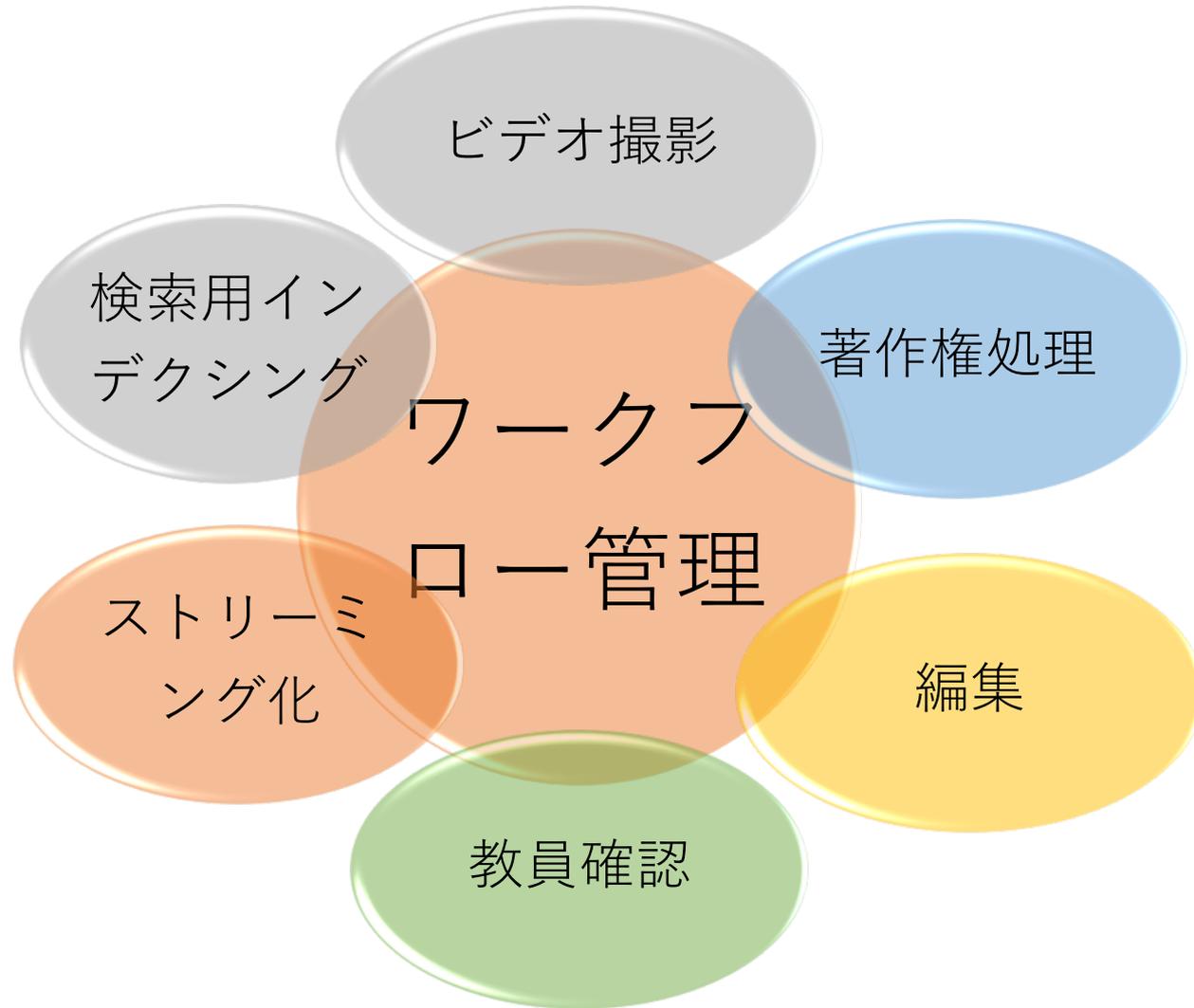
- 音声認識と多言語翻訳の統合、分野適合化

The image displays a diagram titled "DHの構造" (Structure of DH) and two video player screenshots. The diagram is a circular flow chart with "デジタル技術" (Digital Technology) at the top and "人手による処理" (Manual Processing) at the bottom. It is divided into "一次" (Primary) on the left and "二次" (Secondary) on the right. The top arc is labeled "計算機処理" (Computer Processing) and "人工知能・自然言語処理の活用" (Application of AI and NLP). The bottom arc is labeled "人手による処理" (Manual Processing). The left side lists activities like "デジタル化技術", "デジタル保存", "データセットの作成", "ソーシャル・メディアの活用", "デジタル技術による研究 (Digital Scholarship)", "カタログの作成", "物理的保存", and "オープン・アクセスの推進 普及・普及". The right side lists "データへのリンク情報付加", "テキスト分析", "データマイニング", "地理情報システムツール", "可視化", "メタデータ", "ユーザビリティ", "書誌分類法", "権利処理", "技術的支援", and "ワークショップや講義". The video player on the left shows Japanese subtitles: "自然言語処理とは自然言語処理というのはですね言葉を計算機でいかに処理をするか扱うかという分野です". The video player on the right shows English subtitles: "What is natural language processing? What is natural language processing? Is the field of how to handle". Below the video players, there is a citation in Korean: "자연 언어 처리는 자연 언어 처리라는 것은군요 말을 계산기에서 어떻게 처리할지 취급인가 분야입니다".

【論文】 Hideki Mima, Hitoshi Iida, and Osamu Furuse. Simultaneous Interpretation Utilizing Example-based Incremental Transfer. In *Proceedings of 17th International Conference on Computational Linguistics/36th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (COLING-ACL'98)*, pages 855-861, August 1998.

【特許】 美馬秀樹, 飯田仁, “自動通訳装置”, 特許番号第3059398号, 2000.

# オンラインコンテンツ化、公開化支援 フロー管理システムの構築とプラットフォーム提供



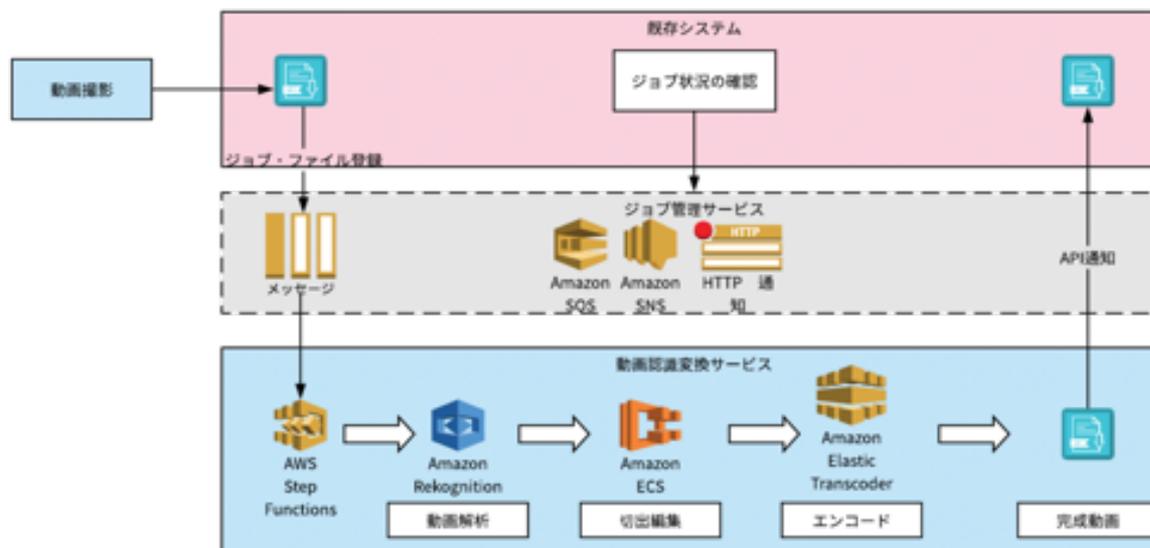
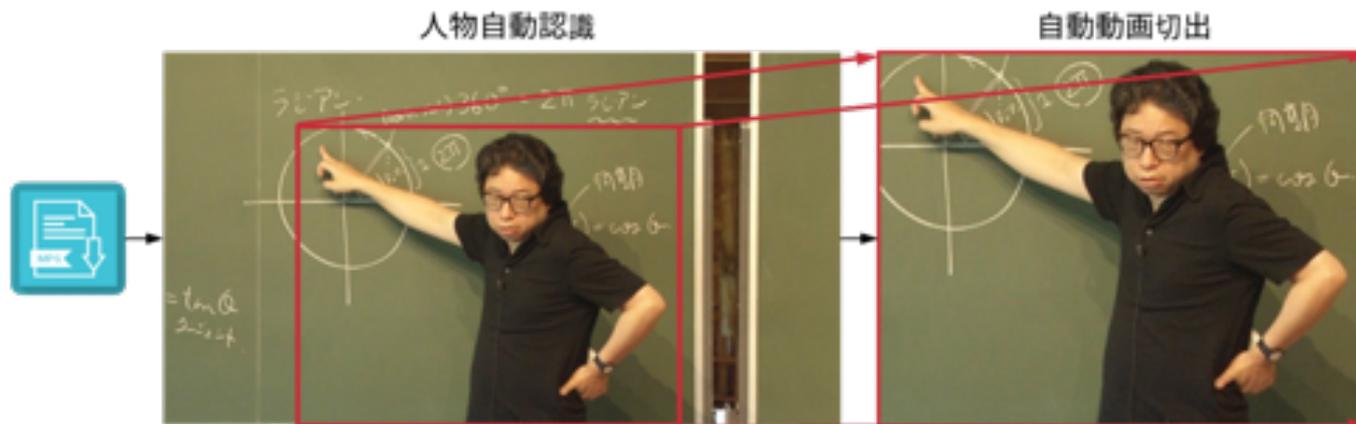
# ビデオ撮影の要件

- 3台のカメラによるビデオ撮影
  - 全体映像（固定）
  - 講師アップ映像（追跡）
  - 資料のみの映像（固定）
- 撮影者が必要

The slide titled "DHの構造" (Structure of DH) illustrates the relationship between digital and human processes. It features a central horizontal axis with "デジタル化" (Digitalization) on the left and "ヒューマン化" (Humanization) on the right. A vertical axis at the top is labeled "計算機処理" (Computer Processing) and at the bottom "人手による処理" (Human Processing). The diagram is divided into four quadrants by these axes. The top-right quadrant, highlighted with a red oval, is labeled "人工知能・自然言語処理の活用" (Utilization of AI and NLP) and includes terms like "データへのリンク情報付加" (Link information addition to data), "テキスト分析" (Text analysis), "データマイニング" (Data mining), and "再構造化" (Reconstruction). The top-left quadrant, highlighted with a green oval, includes "デジタル化技術" (Digitalization technology), "デジタル保存" (Digital preservation), "データセットの作成" (Creation of data sets), and "ソーシャル・メディアの活用" (Utilization of social media). The bottom-left quadrant, highlighted with a blue oval, includes "デジタル技術による研究 (Digital Scholarship)" (Research using digital technology), "コレクションの記述" (Description of collections), "カタログの作成" (Creation of catalogs), "物理的保存" (Physical preservation), "DH資料の案内" (Guidance of DH materials), and "オープン・アクセスの推進" (Promotion of open access). The bottom-right quadrant includes "メタデータ" (Metadata), "ユーザビリティ" (Usability), "書誌分類法" (Library classification), "権利処理" (Rights management), "技術的支援" (Technical support), and "ワークショップや講義" (Workshops and lectures). At the bottom of the slide, there is a citation: "Sula, Chris Allen, 2013, 'Digital Humanities and Libraries: A Conceptual Model,' Journal of Library Administration, 53(1) 2-9" and "UTokyo Online Education 学術情報講義 2018 奥野英樹 CC-BY-NC-ND". The video player interface at the bottom shows a progress bar, a speaker icon, and a timestamp of 1:27:13.

# 映像の認識による話者の自動追尾

- 目的：講師アップ映像の自動作成



# さらには

- 自動編集
  - 音声認識結果を利用した不要な箇所、不適切な箇所の自動除去
- 著作権処理
  - データベース構築と全文検索／画像検索
    - 過去の著作権処理事例の蓄積と活用

# 著作権

- 前提として、UTokyo OCW等のオープン化教材は、「授業目的公衆送信補償金制度」の対象外である
- 配信映像（スライドだけではなく、映像全体）に含まれる著作物に対して著作権法に基づいた著作権処理を行う必要がある

## UTokyo OCW 著作権処理に係るポリシー

- ✓ 配信映像の著作権処理をすること  
映像に映る、著作物と判断されるもの全てに対し著作権処理を行う
- ✓ 使用に料金が発生するものは使用しないこと
- ✓ 講義映像・講義資料にはCCライセンス（CC BY-NC-ND / 表示-非営利-改変禁止）を付与するため、それに基づいて処理を行うこと（許諾申請のときにCCライセンス付与することを明記して許諾を得る、CC BY-SA もしくは CC BY-NC-SAの素材を使用する際には留意する等）
- ✓ 可能な限り、オリジナル資料の著作物を使用すること（削除処理や代替画像の使用を積極的には行わない）
- ✓ 現在は引用ガイドラインを設けていないため、著作権法に基づいた引用が可能な著作物も引用として処理しないこと
- ✓ 肖像権・パブリシティ権・商標権など著作権以外の権利にも配慮すること

# 授業目的公衆送信補償金制度

## 従来

- 他人の著作物を利用した教材を紙にコピーして、児童生徒、学生に配付するのはOK
- インターネットを経由して提供するのは授業目的でも35条の範囲外なので原則NG（要許諾）
  - ▶ 遠隔合同授業等（対面での授業を、インターネットで遠隔地の別教室等に同時中継）は、現在も無許諾・無償で利用可能



## 著作権法35条の改正

- インターネットを利用した授業で著作物を利用することが可能
- 遠隔合同授業等以外の授業でも、無許諾で他人の著作物を利用した教材をインターネット経由で送信（＝授業目的公衆送信）可能（利用は「その必要と認められる限度」。著作権者の利益を不当に害するような利用は不可）。
- 授業で著作物をインターネット経由で送信する場合、教育機関の設置者（教育委員会、学校法人等）は、SARTRASに補償金を支払う  
⇒ **2020年度に限り「無償」**

<https://sartras.or.jp/wp-content/uploads/seidogaiyo.pdf> より抜粋

# 演習型授業のオンライン化

- 情報系はほぼ対応済み
  - 各種クラウド環境（AWS、Azure等）、共有、ペアプログラミング環境（Cloud9、Google Colab、LiveShare等）、ツール類（Jupyter Notebook、R、RapidMiner等）
- グループワークの一例
  - 二つ以上のツールの併用
  - 例1：ZoomとGoogle Meet
    - 各グループのディスカッション状況をモニターしたい
      - Zoomで個々人と接続
      - 各グループはGoogle Meetでディスカッションを行い、そこに教員も入っておく
        - Google Meetは一つの端末に複数の会議の立ち上げが可能
  - 例2：Zoomとmiro
    - リアルタイムで複数の人が書き込んだり、付箋を使用
- 物理実体を扱うもの（エンジン組み立て演習等）
  - リアルが必要な部分と、不要な部分を整理し、授業を再構築
    - リアルな部分を含めた学生間、学生と教員間の共有環境の構築が不可欠

# 活用方法の開発：反転授業とその応用型

(従来)



教室で知識伝授

自宅で

一斉形式  
付いていけない

(反転授業)



好きな時間・場所で  
何回でも講義をみて  
自分のペースで勉強。

反転授業

大事なのは、学生の  
学びを最大化する  
教育方法を採用する  
ことだよ！



部分的に反転  
するだけでも良いし、  
反転授業の  
応用型でなくても  
良い。

米国サンノゼ州立大学のパイロット授業では、ブレンデッド授業のコースの合格率が対面式のものに比較して26%改善したとの報告がある

## ■ 反転授業

### ➤ 反転授業 × 完全習得学習 (mastery learning)

学生一人一人が個々の単元を完全にマスターしてから先に進む。  
授業内の活動は習熟度別。しかし、授業内容の進むペースは全員同じ。

### ➤ 反転授業 × 完全習得学習 × 個別学習 (personalized learning)

学生一人一人が個々の単元を完全にマスターしながら、自分のペースで先に進む。  
結果として、同じクラスに多様な進み具合の学生が混在する。教員は個別対応。

反転授業  
×  
完全習得  
学習

# 最新の研究

AI活用による教育学習データ分析

# 授業の自動分類とリコメン デーション

履修の高度化

# カリキュラム構造化のための 授業の自動分類

- 授業を、ある分類体系（モデル）で自動分類する
  - 統一の体系で自動分類することで異なる組織や年代間での比較や連結が可能
  - 例えば、対面の講義とOCW、MOOCを関連づける



# 授業の分類と相補的教育

東京大学 授業カタログ 大学 授業カタログ

総件数: 65件中 1-20件目

**カリキュラム**

重要度	スコア
哲学史	262
ヘーゲル	214
哲学者	214
言語哲学	213
弁論	213
十一	212
クオリア	211

**キーワード**

- ドイツ (12)
- カント (10)
- 法哲学 (10)
- 経済学 (10)
- アリストテレ (8)
- ディスカッション (8)
- ヘーゲル (8)
- 出版版 (8)
- 哲学者 (8)

工学  
言語  
社会科学  
哲学  
文学  
歴史

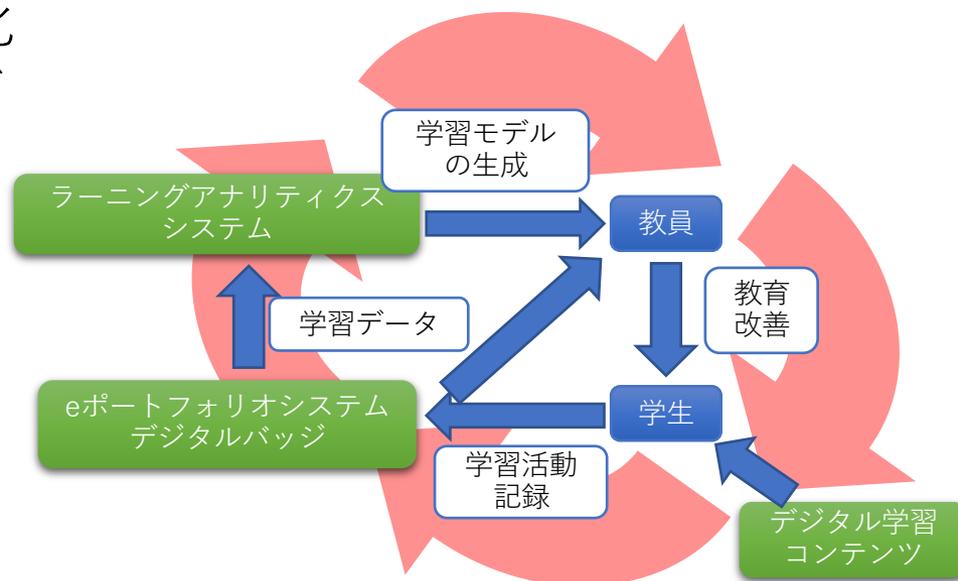
**講義**      **オンライン教材、演習等**      授業の形体

# 学修データの活用

# 人材育成の高度化へ向けて

- EdTechによるICT利用教育の高度化
  - 教育ビッグデータを活用した次世代デジタル学習支援環境を構築・運用
  - 教育へのAI/データサイエンスの応用とこれらを活用する人材育成支援(FD)を志向

「いつでも、どこでも、だれにでも、何度でも」

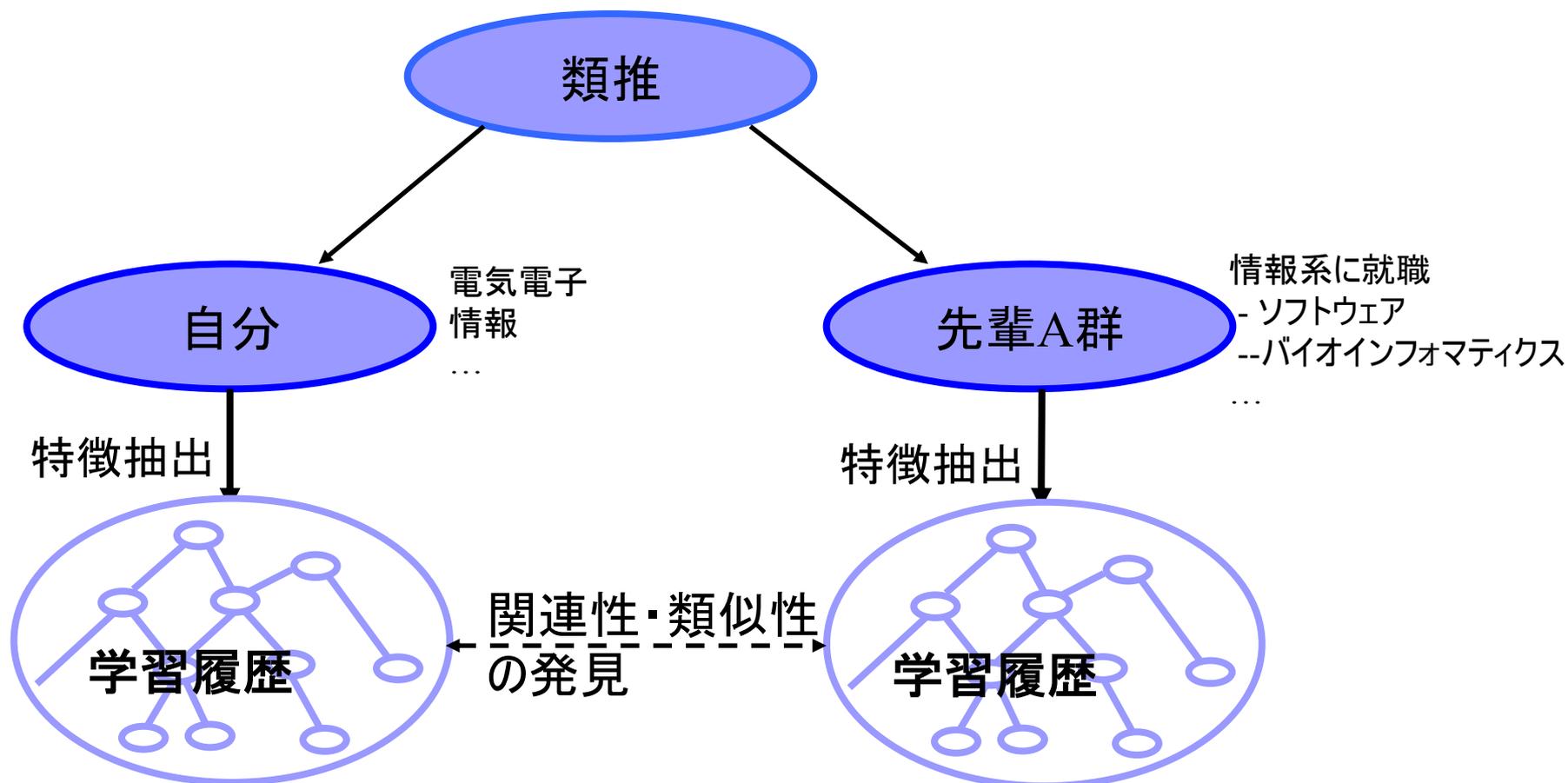


## データ分析 (Learning Analytics) による Personalized 学習支援

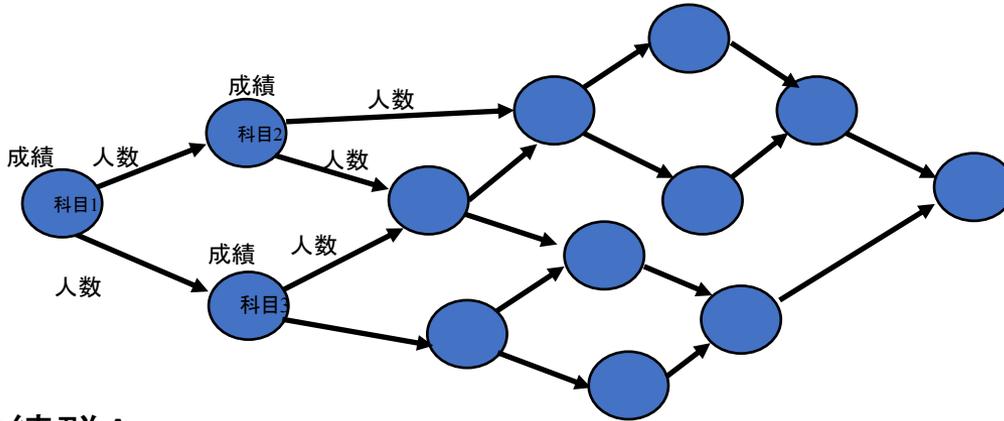
- PLR等による学習データの蓄積
- AI(機械学習)による学習モデルの構築とアダプテーション(リコメンド)

# ラーニングアナリティクスとアダプテーション

- 自分の学習達成度を可視化
- 先輩の学習履歴と進路（就職先等）への関連を学習し、目的に対してより最適な履修を選択する
- 自分の今の学力に合った履修をリコメンド・ランキングから選択

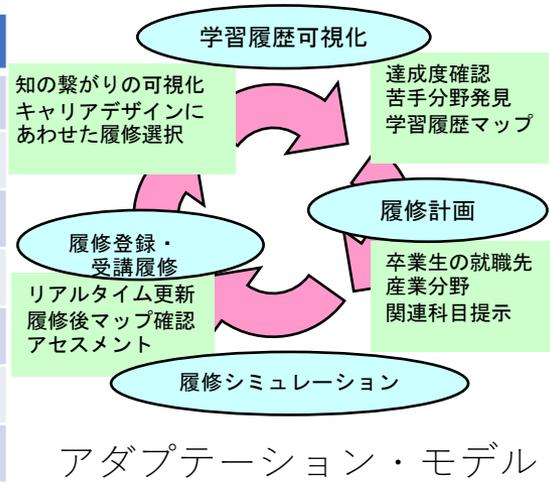


# 過去の履修履歴データのモデル化と活用

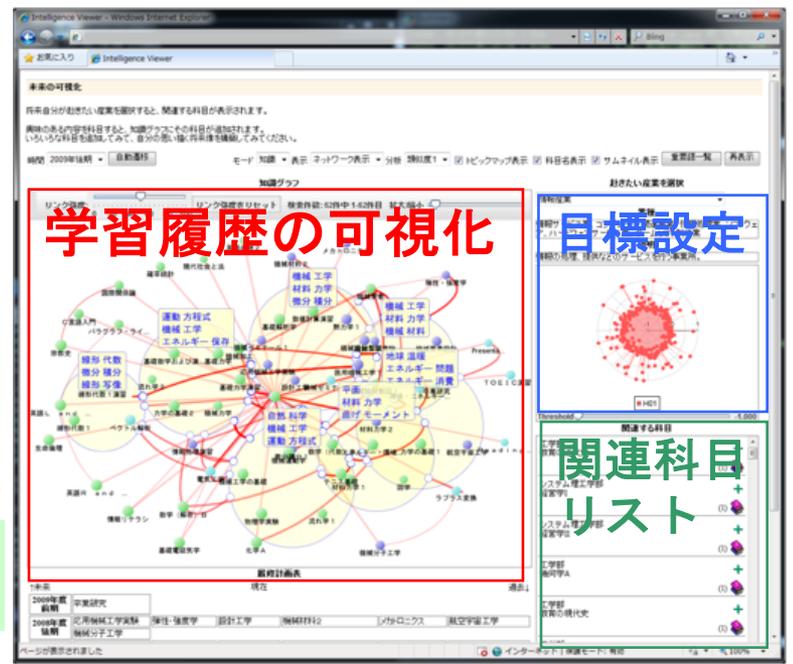


成績群A

	科目1	科目2	科目3	...
科目1		5	3	7
科目2			1	
科目3	7	3		2
...	2		6	
		1		1
			4	
				3



アダプテーション・モデル

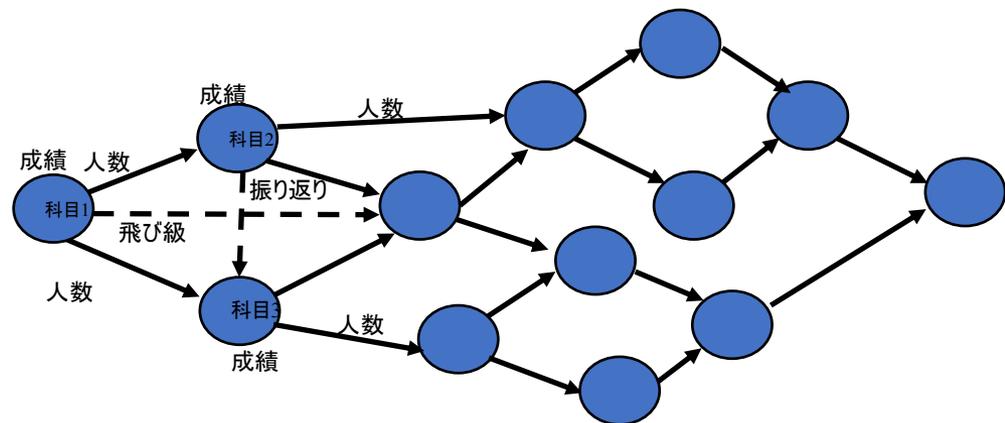
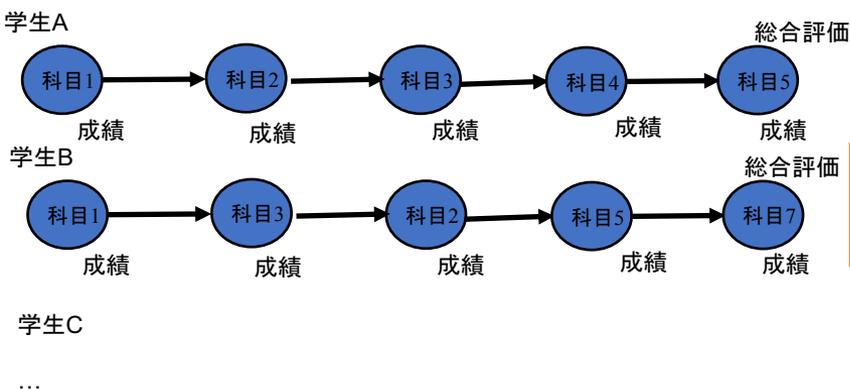


履修シミュレーション

※芝浦工業大学との共同研究

# Adaptation

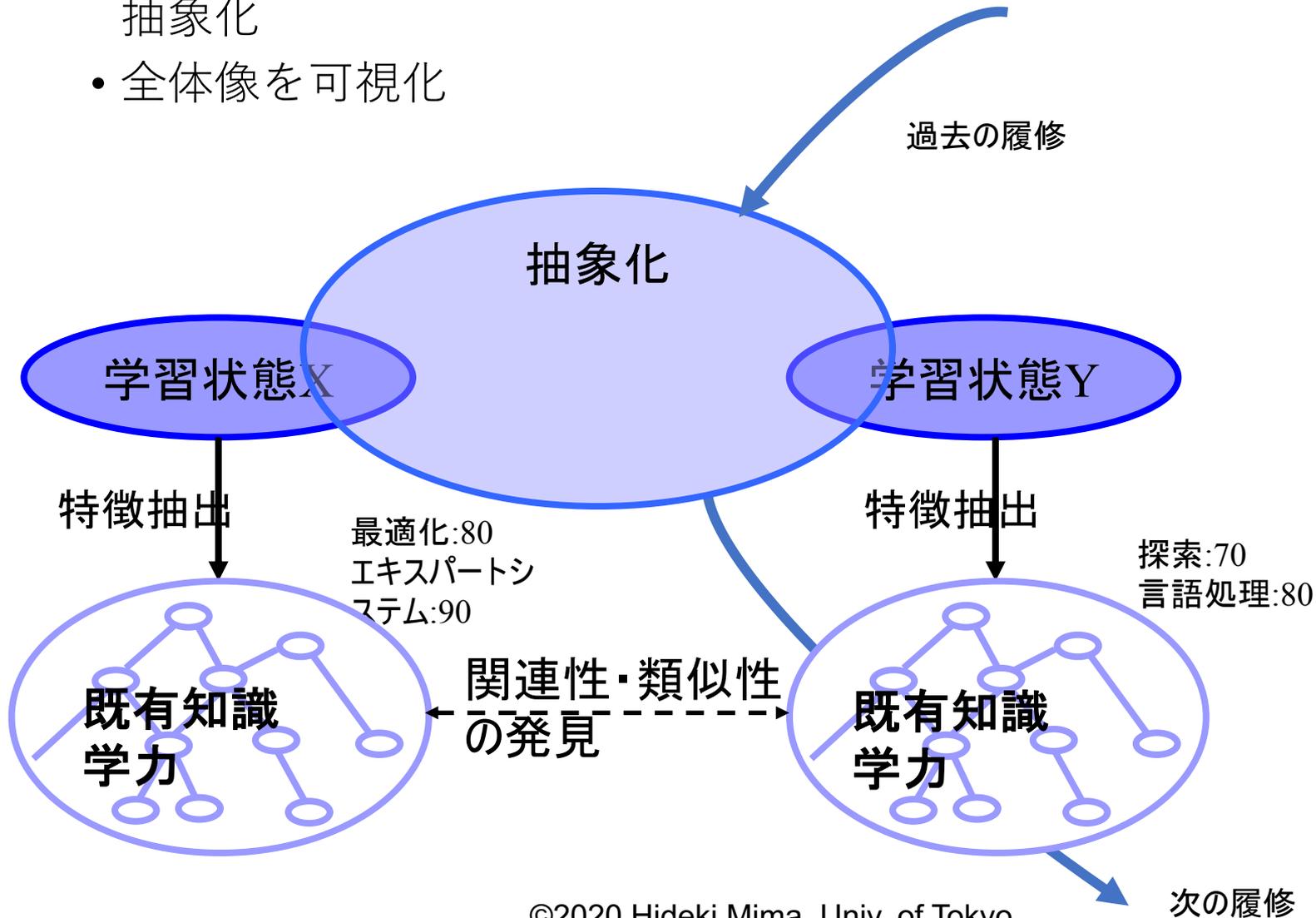
## • 履修の適合化



★ 同じ既有知識でも次の選択により成績に差が出る傾向にある等より、より適した次の履修科目をリコメンド

# 学習時系列の抽象化

- よく似た学習状態、学習履歴（学習者や科目によらず）を統合し、抽象化
- 全体像を可視化



# 学修データの収集

# 学修データの収集

## • PLR※の活用

東京大学授業カタログMyList

ホーム > マイリスト > 時間割  
Home > My List > Schedule

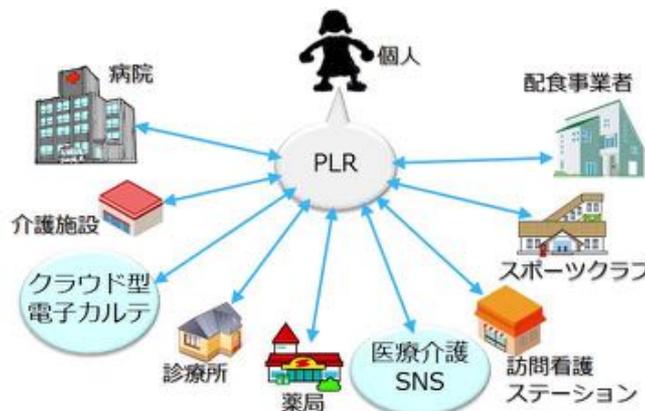
印刷 Print

時刻表示時刻: 2016/08/13 (Sat) 00:09:54  
The current time when timetables are displayed: Sat, 13 Aug 2016 00:09:54  
学期 Semester: S1

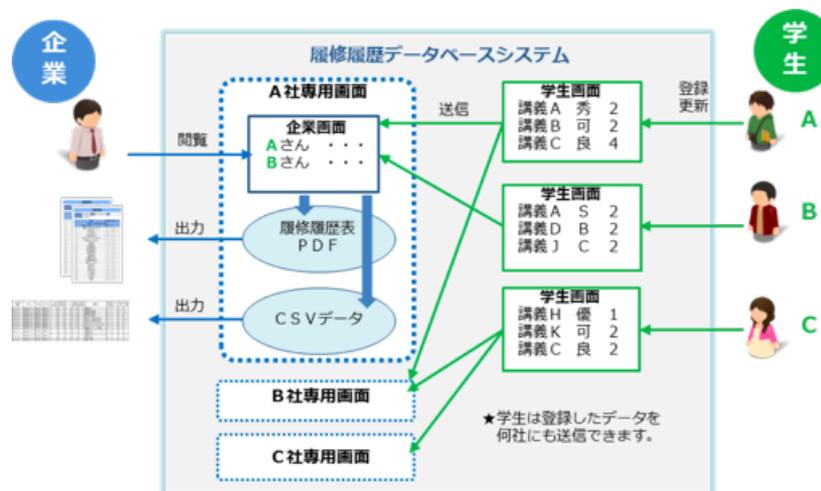
	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
1st						
2nd						
3rd						
4th			060411013;060411013 生物・環境工学生物・環境工 学実践I 学実践I			
5th			060411013;060411013 生物・環境工学生物・環境工 学実践I 学実践I			
6th						
集中 Inten sive	03-548020 計数工学実地演習					
	3799-023 創造性工学プロジェクトII					

学期 Semester: S2

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
1st						
2nd						



出展: 集めないビッグデータコンソーシアム成果報告書



出展: 履修履歴データベース

※Personal Life Repository、もしくはPersonal Learning Record

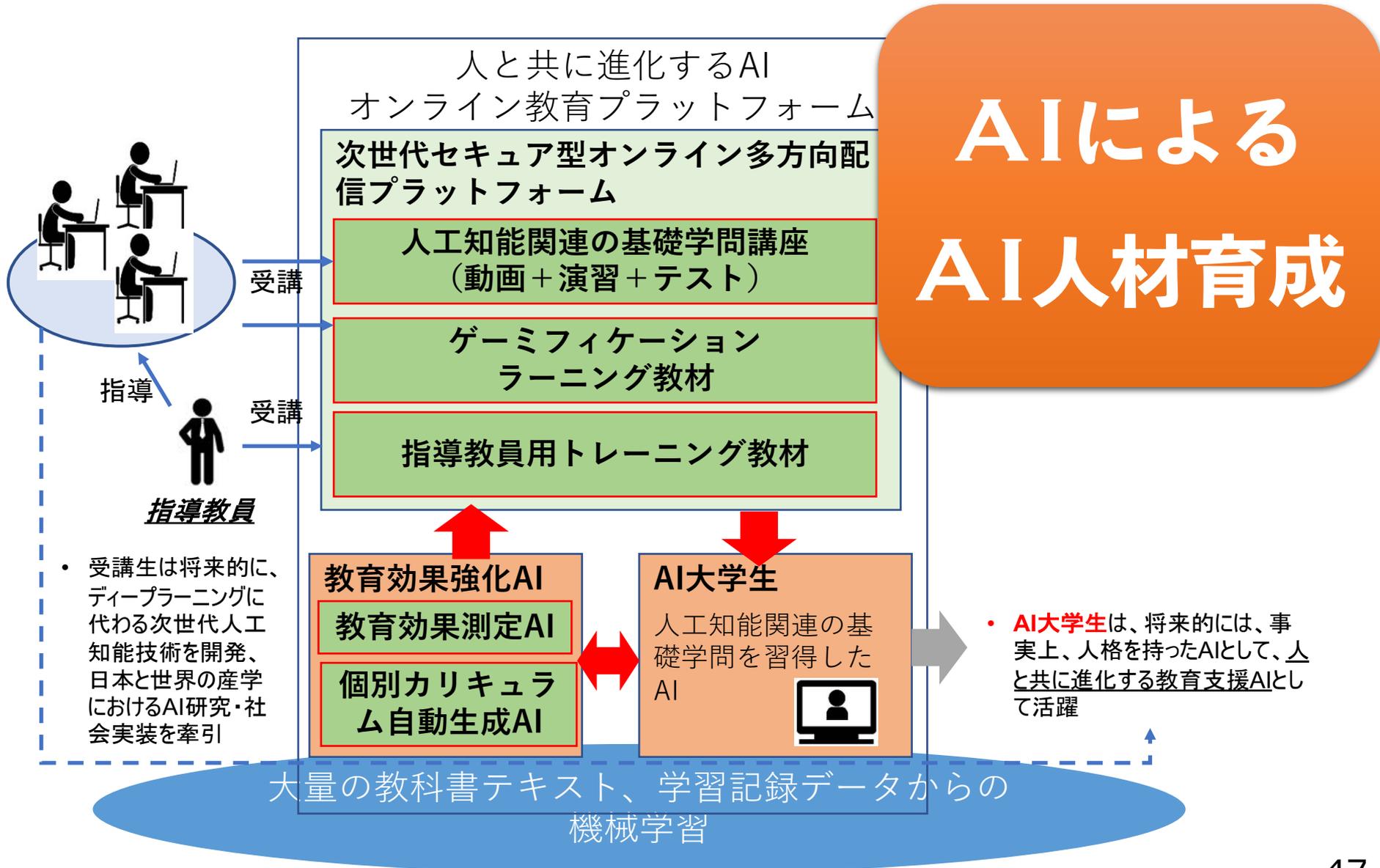
まとめと今後

# まとめ

～コロナ対応での教訓も含めて～

- 情報の蓄積、共有から知識化へ
  - <https://www.nii.ac.jp/event/other/decs/>
  - 個々のコミュニティーでの議論の蓄積
- 物理的な制約からの脱却
  - 「いつでも、どこでも、だれにでも、何度でも」
  - 時間割の制限、教室の制限
- これまでの教訓を活かす～大震災等も含めて～
  - 極端な方策は長続きしない
    - 授業の全部をオンライン化×
      - 対面もやはり必要
    - 全ての講義を同期式で×
      - ブレンデッド
  - 何が目的で何が重要なのかをどこかで一旦整理する必要がある
- コロナ対応のプロセスを如何に残していくか

NEDO人と共に進化する次世代人工知能技術開発事業  
 「人と共に進化するAIオンライン教育プラットフォームの開発」



ご清聴ありがとうございました

**mima@he.u-tokyo.ac.jp**

**MIMAサーチ**

**検索**

