

基調講演「個別最適化学習 （アダプティブラーニング）の実現に向けて」

小松川 浩

公立千歳科学技術大学 理工学部 情報システム工学科 情報メディアセンター長

司会：公立千歳科学技術大学理工学部情報システム工学科情報メディアセンター長 小松川浩先生による基調講演「個別最適化学習の実現に向けて～アダプティブラーニング～」を行っていただきます。小松川先生どうぞよろしくお願ひ申し上げます。

小松川：ご紹介いただきました公立千歳科学技術大学の小松川と申します。本日は、「個別最適化学習の実現に向けて」というタイトルで講演をさせていただきます。まず今年と昨年を振り返るとオンライン授業が大学教育でも主流になりました。オンライン授業で重要なステークホルダーは、いくつかあります。まず授業を担当している先生です。従来の授業は、先生方の裁量で運営できるものでしたが、オンライン授業では大学としてのスタンスもあるので、この二つのステークホルダーが連携しないとなかなか上手くできないということがあります。コロナ前は、大学の将来的なビジョンや補助金の関係もあり、オンライン授業を推進したいと考えていましたが、教員の方々はオンラインにこだわりも持っていなかったと思います。しかしコロナ禍になり、大学と同じくらい教員の方も重要なステークホルダーになりました。コロナ後は、大学によってまだスタンスが定まっておらず、文科省の方向性も気にしながら大学としてはいろいろ考えている状況かと思ひます。そのような中で重要になってくるステークホルダー

は学生です。オンライン教育が学生にどのようなメリットをもたらすのかをしっかりと共有することでコロナ後のオンライン教育もうまくいくと考えます。そういう意味では、学生にとって何が必要なのか、何がしたいのかということの確認をしてから先生方と一緒に考えたいと思ひます。

まずオンライン教育が日本の学生の人材育成に必要などうかを考えたいと思ひます。オンライン教育を考えるうえで重要なポイントは、学生が対面授業を大学に受講しに来ることの意義が何かということはこの1年間を踏まえて振り返ることです。そもそも大学のミッションは、大学の4年間を通じて学生が自律的に学ぶ自己調整学習ができるようにして社会に人材を輩出していくことだと思ひます。その中で、学生が対面授業のために大学に来ることが必要なのか、もしくはもっと有効なやり方もあるのかという

学生にとってのオンライン教育 （大学に来ることの意義）

学生が対面授業を受けに大学に来ることは、
大学が目指す自律的な学び（自己調整学習）
の修得になっているか？

多くの大学のオンライン（前期）のアンケート；

- オンラインが良い学生；自らのペースで学習できる。
- 対面が良い学生；教室に行かないと勉強できない。

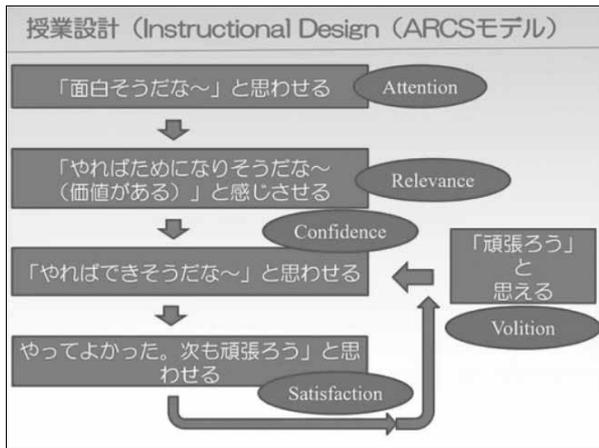
→ 対面授業＝教師による支援の場になっている？

視点が、重要になってくると思います。多くの大学のオンライン授業（前期）についてのアンケートを分析すると意見が2つに分かれる傾向があります。必ずしもこの2つに分かれるわけではありませんが、オンラインが良いという学生は、自分のペースで学習できることに利点を感じています。これはある意味自己調整学習が効いている可能性が高いと思います。一方で対面が良いという学生の中で少し気になるアンケートがありました。それは、「教室に行かないと勉強ができません」というものです。対面の授業に行くことが目的化するのではなく、自分で情報を収集しながら自律的に学んでいくことを、授業を通じて習慣化させる必要があるのかもしれない。また、もう一つ気になるアンケートとして、「聞きたいことが聞けない。授業を受けるといろいろな意味で情報がもらえる」というものです。よく考えると対面の授業の時には、それほど質問はしていなかったような気もします。また、教員が話し続けて90分が終わってしまう授業もあります。こういう授業が学習支援の場になっていたのかと考えると、まだまだ改善の余地はあるかと思えます。そういう意味では対面授業が必ずしも良いということではないのかもしれない。多くの大学がディプロマポリシーの中で大学の意義について、「社会で自律的・主体的に学べる人材の育成」ということを記載しています。その中で、現在の社会の動向として、働き方改革で在宅勤務のように時間や場所に管理されない働き方で成果を出していこうという流れがあり、そういうことができる人材を輩出していくことが大学にとっても重要になってくるわけです。それを踏まえると必ずしも長時間、授業で座っていることの意義がどこまであるのかということも考えなければなりません。このような前提に立った上で、オンラインを導入することで学び方改革ができるのかということ。自分で辻褄を合わせてきちんと学習ができるようになる授業設計を教員の方ができているのかどうかという視点で話

を進めていきたいと思っています。

まず先生方の授業をオンライン教育と自己調整学習というキーワードで切り替えていくと教授方略をどうするかというのがポイントになります。これは簡単に言えば誰を対象にして、何をどのようにしたいのかということになります。これを二つの視点から見ていきます。まず一つは教育方法です。これは端的に言えば、授業設計ということになります。特にオンラインの場合は、先ほどの自律学習、自己調整学習では到達度型ということ意識するというのがコツになります。何かしらの目標を学生に設定させ、それを自ら到達できるように仕向けるような授業設計をおこなうことが肝になります。こうなると90分授業の中で勝負するのではなく、連続的な学習過程が重要になってきます。必ずしも一回分の授業で到達できるとは限らないので、3～4回の授業と授業外の学習の連続的な学習過程の使い方が重要になります。よくICTの場合は反転学習というキーワードが出てきます。次にそれをどう実現するかという意味でいうと二つ目の視点が教育内容になります。ここでは教材という言い方をします。ICTにするとビデオやZOOMなどの教材を使いどうやって構造化していくかという点がポイントになります。予習、授業、復習をセットにして、予習の時の教材は何を選び、授業の時は課題とかワークシートをどうするのか、復習では何を使うのかを考えていきます。ICTを使う場合、インストラクショナルデザインというのは、到達度型を意識したときの様々なコツが体系づけられています。

ARCSモデルは非常にわかりやすく構造化されています。授業を始めるときのコツを山登りで例えると、学生が自分で山を登らなければいけないので、まず「よし、登ってみよう」という気にさせることが重要になります。つまり、初めに面白そうだなと思ってもらえるような授業を意識して作っていきます。次に、学生が「この山は登るには価値がある」と納得しないとい



けません。つまり、この授業が「自分のために
なりそうだな」と思ってもらえるような教材や
授業内容の仕掛けをしっかりと作っていかねば
なりません。そして、いざ授業を受けてみて
「これはもうキツイからやめた」と言われては
いけないので、振り返りながら、「ここまで来
たからもう少しだ」と言いながら授業を作り、
確認テストなどを通して、「やればできそうだ
な」と思ってもらいます。最後はゴールが見え
てきたら「やっぱりやってよかった。得られた
ものがあったから次も頑張ろう」と思うこと
で少しずつサイクルが回っていきます。これが
自律的な自己調整学習に向かっていくというこ
とです。先生方は、このような理論的な枠組み
がなくても経験的に、日頃授業を設計されてい
ることと思います。先ほど、授業内容の構造化
について話がありましたが、次は授業内容の
ICEモデルを見ていきましょう。ICEモデルは
3つのステップで構造化されています。簡単
に言うと、知識は定着して活用して応用に向
けていく

授業内容 (ICEモデル(授業・教材の構造化))

スー・F. ヤング博士とロバート・J. ウィルソン(カナダ)

ICE	Ideas (基礎的知識)	Connections (繋がり)	Extention (応用)
意味 問いかけ	知識の獲得 これは何ですか？	知識の活用 それは何故ですか？ 一言で言うとは？	知識の適用・応用 あなたならどうしますか？ どんな意味ですか？
ルーブリック	分類・定義する 再生・習得する 認識する	関連づける 解釈する 修正する	提案する 予測する 創造する・価値づける
コンピテンシ	知識理解・技能	—	課題解決
評価方策	問題の提示 ドリル・テスト	過程の把握 課題・振り返り	価値・文脈の評価 成果物・プレゼン

➡

- カリキュラムマネジメントの中で、実現
- 教科横断型・総合学習との連携
- 反転学習・CBTの活用

という形で構造化することができるというもの
です。授業がどの立ち位置でやっているのかを
構造化して設計をしていくことが重要になりま
す。自分の授業をICEモデルに置き換えると
どのようになっているのか、まず整理してい
ただきたいと思います。当然これを15回の授業
の中でやるのは、なかなか難しいものになり
ます。しかし、広い意味で言うとカリキュラム
のマネジメントの中でこれは本来実現する可
能性もありますし、科目を横断しながらやっ
ていくこともあるかもしれません。または、
授業の中でいうと授業だけでは難しいので
予習と復習をうまく使いながら、いわゆる
反転授業を使いながらやることもあるかも
しれません。少なくとも90分の授業の中
だけで実践するのは少し難しいので、本
日は、反転学習に着目し、連続的な学習
過程の中で考えていきたいと思いま
す。それではまず、ある単元に沿って、
知識を定着してから活用させ、それを
応用させていくような授業の学習過程
を想像してみてください。私の場合は、
プログラミングという単元で、関数
という領域をターゲットとして絞って
います。

次に、これを構造化していきます。今後
にICTを使っていくと想定すると、
授業設計はインプット(定着)→
インタラクション(活用)→
アウトプット(応用)という形に
なります。インプットは知識を
入れ定着させるところです。
インタラクションはいろいろな
方法があるので、学生同士を
交流させ、お互い触発しあい
気付かせることで相互作用が
生まれます。最後に個人で何
かを考えてもらいアウトプ
ットをさせていく。このよう
な授業展開になっていきま
す。このような形で考えてい
くと流れが作りやすくなり
ます。次にこのような授業
設計の中で、オンラインの場
合、自己調整学習を意識し
て効果がある場面がどこに
なるのかを考えていきたく
いと思います。オンライン
授業は様々なツールを使
うことで授業を構造化する
ことができます。まず、
インタラクションに使える
ZOOMのブレイクアウトセ
ッション、次にイ

ンプットに使えるオンデマンド、次に知識をいれるインプットと学んだことを出力するアウトプットに使えるeラーニングのドリルや演習、そして最後に、振り返りやレポートを通してアウトプットに使えるポートフォリオなどを行います。以上のことを踏まえて、授業を構造化する際、これらをどこで使えるのか考えていくと授業設計は、ある程度できるようになります。

次に、今日のタイトルでもある個別最適化に注目したいと思います。先ほど、上記で述べたツールの中で、個別最適化に一番適しているのは、eラーニングの演習やドリルになります。最近の学生の特徴として、知識をインプットする場所が多様化しているということです。ここに個人差が出ることになり、授業運営が難しくなりますが、ここで先ほど述べた反転学習が活かされることとなります。予習というのは、インプットであると同時に、実は復習でアウトプットにも使えます。実はアウトプットのところも辻褄が合っていない学生さんがたくさんいますので、ここを個別最適化することがポイントになっていきます。つまり授業外のところで個別最適化を図っていくことが重要になります。

それでは、上記のことを活かし、予習と復習どちらかの授業外の演習問題を作ってみましょう。当然学生に合わせて問題をアレンジしなければいけないので、少し大変だと思います。ここで意識してほしいことは、知識を定着し、活用し、最後は発展させていくということです。この3つのプロセスのところで授業を想定しつ

つ、一問ずつどんな問題になるか考えてもらいたいと思います。授業時間外なので、Webで取り組むと想定します。Webでは正誤判定を出すことも簡単なので、そういう部分も想像していただければと思います。ここでのポイントは、ループリックに沿いながら、知識の定着と活用・応用を意識して作成するということです。知識の定着というのは知識の定義が説明できることです。つまり先生方が授業で使う知識領域の言葉を学生が説明できることの確認をすることです。上記のような演習問題を作ると、予習でも復習でも使えることとなります。知識の活用に関して、知識を何かに活用させるということです。これに関しては、授業の内容によって大きく変わってくると思います。知識の応用というのは授業で学んだことをさらに発展させることです。授業では学んでいないところの素養も織り交ぜながら、複雑な計算をいれてみることや、個々の授業で学んでいない知識を使わないといけないような形にすると応用に近いものが作りやすくなります。

1つの例を見ていきましょう。例えば、知識の定着でいうと、「次のグラフは何を表しているか」というような問題になります。これが一番簡単な種類の問題になります。それから少し応用になると、このような表を見せて、どのグラフで表すことが一番適しているのかという問題になります。これは選ばせるという問題です。そして応用になると、読解力がなくて解けないものや授業の範囲を超えた力も活用しなけ

(課題) ICTを取り入れる要素はありますか?

先生方の授業について、オンラインの活用で効果がある場面はありますか?

ここに個人差が出る。
→ 授業外学習
→ 個別最適化の入り口

ポイント:

- リアルタイム (Zoom): interaction
- オンデマンド (ビデオライブラリ): input
- WBT (演習・ドリル): input/output
- ポートフォリオ (振り返り・レポート): output

次に示すように、ある地域の地区毎の農作物の生産量について、その比率を表すにはどのグラフが良いか。

1) 棒グラフ 2) 折れ線グラフ 3) レーダチャート
4) 円グラフ

地区	生産量	割合
A地区	200	20.0%
B地区	300	30.0%
C地区	100	10.0%
D地区	400	40.0%
合計	1000	100.0%

ればならない問題になります。このように問題を構造化すると、作成しやすくなります。個別最適化するためには、たくさん問題をある程度プールしなければいけません。次に ICT を活用すると個別最適化にどのような影響を与えるのか見ていきましょう。先ほど、個別最適化に関して、たくさん問題を作成しなければいけないと言いましたが、そのためのポイントを少し説明したいと思います。まず、知識の定着と活用と応用をさらに細かく分けていきます。例えば（1）知識の定着に関しては聞き方を変えるだけで、2問作ることができます。これを各言語で問題を作成すると一気に問題数が増えます。そして、これに ICT を活用すると、コンピューターがランダムで問題を出題してくれるようになります。CBT (Computer based testing) を使うことで問題が増えていきます。

次に活用に関して、先ほどの知識の定着の言葉の定義の問題があったらそれを組み合わせることで活用法に少しずつ繋がっていきます。4と5は、自分の知識をひとつではなく、いくつか組み合わせで完成させていくような問題になります。次に発展的なところに関して、「プログラムコード全体を完成させなさい」や、やりたいことの文章だけ与え、それを完成させるにはどうしたらいいかという問題を作成していくことになります。上記で述べたことを参考に問題を作成していただければと思います。

次に CAT (Computer Adapting Testing)

個別最適化に向けた CBT (1~7レベル)
(1) 知識定着；知識の定義を説明できる 1. 定義の理解 (言葉の理解) 2. 定義の説明 (定義の説明)
(2) 知識活用；知識を活用できる 3. 類似知識の分類 4. 知識の活用 (基本的な扱い) 5. 知識の活用 (標準的な扱い)
(3) 知識応用；知識を組み合わせ、応用できる 6. 知識の応用 (基本的な扱い) 7. 知識の応用 (標準的な扱い)

を使っていきたいと思います。パソコン版とモバイル版にわかれています。

【CAT を使った実践】

(デモンストレーションを実施)

【動画視聴開始】

次にコロナ前の実際の授業での実践の様子を観てもらいます。プログラミングの授業の最初にパソコン教室の中に学生全員が入って、先程デモを行った CAT に取り組みます。ですので、100人いたら100人全員が違う問題に取り組みます。授業の最初に「君たち予習してきたよね」という確認を行います。学生はこの問題を受けた後に自分のレベルが分かります。これは学生の能力を判定することが目的ではなくて、予習を自分自身でどこまでできたかを振り返るために行います。あとは我々が授業を行う時に学生の知識レベルがどの程度なのかが分からないと意味のあるアクティブ・ラーニングが出来ないという理由もあります。それが終わったら、紙のワークシートを学生に配って課題に取り組んでもらいます。プログラミングの授業なのですが、文法は教員から一切教えません。なぜなら学生は事前に必要な文法を CBT で勉強してきたので、必要がないためです。学生はこのあとグループワークが待っているのです、必死になって課題を紙と鉛筆でこなしていきます。実はこの作業の裏側で、CAT で集計されたデータから学生のレベルが全て分かっているので、次はそれに応じて、自動的にグループ分けをしてワークを行います。各レベルの分布図なども全て分かるので、自動的に理解度の高い学生、低い学生が必ずセットになるグループが出来ます。グループワークでは、教える側、教わる側になる学生がそれぞれ必ずいます。ラーニングコモンズで皆が理解出来るまで頑張っ課題に取り組めます。プログラミングですから、アルゴリズムをまず理解させて大体その設計ができるレベルにしていきます。課題が出来たら、ま

た最初の PC 教室に戻ってきて、ようやく学生は PC でプログラムを打てるという状況になります。学生はこれでようやくプログラムを組めるわけですが、もうこのときには学生は自分の頭の中にアルゴリズムの文法も理解しているので、プログラムを入力できて、20分程度で作ってしまいます。それを最後に TA の学生がチェックして終了、という授業になっています。

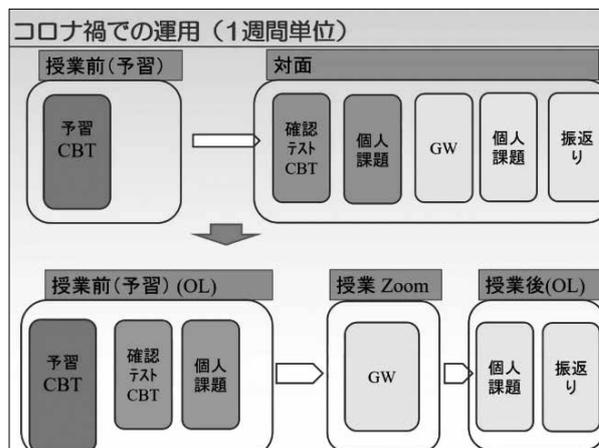
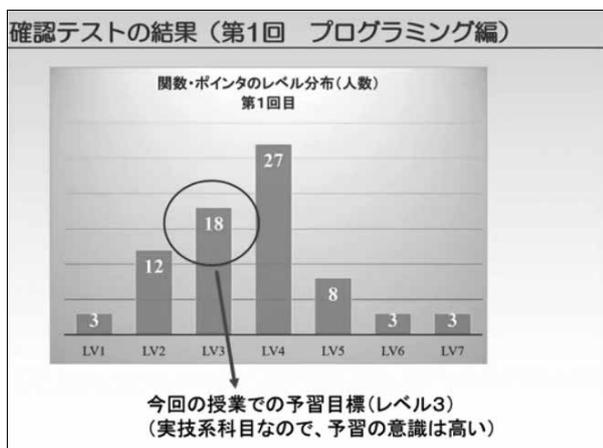
【動画視聴終了】

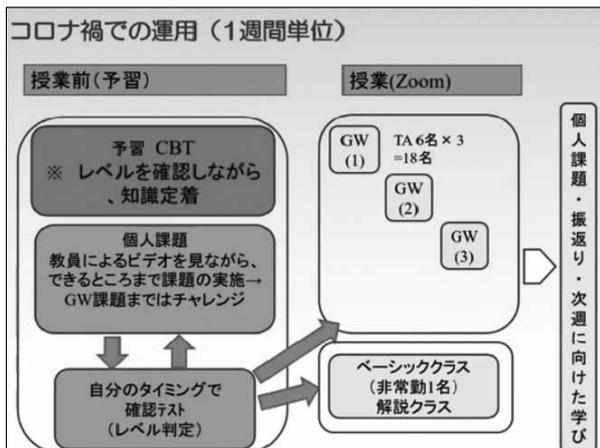
こちらのスライドは第 1 回授業の予習の段階の CAT のレベルの分布図になります。レベル 3 くらいあると授業についていけるようになっていますが、レベル 7 をとっている学生もいます。学生は自分のレベルを確認しながらグループワークに参加するので、予習していない学生は来週頑張ろうと思うようになります。これが 2 回目には、だんだん自己調整が効いてくるので山が右にシフトしていきます。3 回目になるとさらに右に大きくシフトしていきます。しかし、ついてくることのできない学生がいるのも現実です。また、テストを行うと通常の実習形式のテストに比べて、反転授業とアクティブ・ラーニングをしているので大きく右にシフトします。この傾向は反転授業とアクティブ・ラーニングの一般的な事例と同じになります。これがコロナ禍になった時、どのようになったのか。こちらのスライドの上部がコロナ前の表です。右側のコロナ前の授業内を見ても確認テストや個人課題、グループワーク、個人課題、振り返りなど内容が非常に詰まっていることが

わかります。しかし、コロナになってこれが流動化できました。

集まることができないので、授業中にヒントを出すものも全部ビデオライブラリにして事前に見ることができるようにしました。授業の始めに行うアダプティブテストも事前にやってもらい、授業が始まる時には、自動的にグループを作った状態にしました。授業中は、ZOOM のグループワークのみにしました。だから学生は、2 時間の実習を 30 分だけ出てきて ZOOM をやるだけにしました。あとは全部授業の外にもっていきました。

まとめると、次のスライドになります。要は左側が授業外の部分になります。予習の CBT で知識レベルを確認し、知識を定着して個人課題までおこないます。ですから学生によっては、個人課題を行った後に CBT を受けている可能性もあります。つまり、CBT をやるタイミングも学生に任せました。「グループワークをやるためには、CBT のレベルが必要だから受けてきてね」というようにしました。そうすることで、学生はグループワークに向けて予習してくるようになります。また、今回 ZOOM を取り入れて、非常に良かった点が、グループワークについてくることのできない学生たちのサポートです。どのような取り組みをおこなったかということ、非常勤の先生に入っていたいただき、ベーシッククラスを 1 つ設けました。このクラスは、前日に明日の授業についていくことが難しいと判断した学生が申し込めば誰でも入





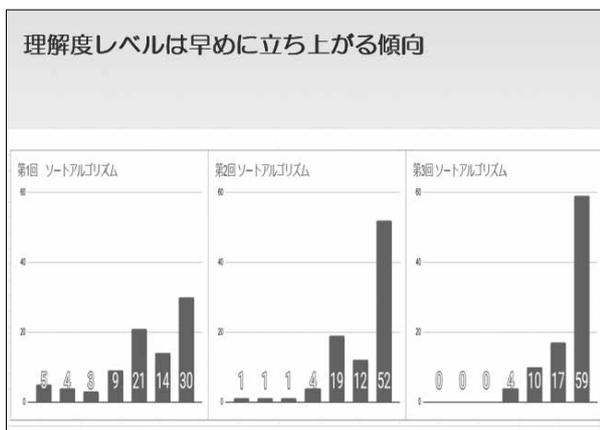
れるようにしました。これは非常に好評でした。

昨年度までおこなっていた対面の形式が良いのか、今回のオンライン形式が良いかについてのアンケートを取ったところ、結果としては、今年度の ZOOM を使った形式の方が良かったという声が圧倒的に多くなりました。

次に理解度について確認したところ、今年度が良いと答えた学生は理解度が高く、オンライン形式に苦労した学生は、理解度が低く、グループワークは対面が良いという声があがりました。それから今年度の方式が良いと答えた学生を少し細かく分解してみると、「課題に取り組める時間が増えた、自分のペースで学習できた、繰り返し学習ができた」という声が多くなりました。次に、前期と後期を比較すると、後期に「オンラインが良い」という学生が増えています。前期は ZOOM に慣れていなかった学生も後期になると慣れていき、オンライン形式でも十分という学生が増えてきました。テス

トについては、到達度型のテストなので到達度自体は変わらないということがわかりました。しかし、到達度は変わりませんが、オンラインにしたことによって、授業内容が増えました。つまり、私の印象では、理解度の回転が速くなり、効率も良くなっていると感じます。次のスライドは、オンライン形式で行った CBT になります。対面授業を行っていた時の CBT よりも右にシフトしていることが分かります。そして、第3回目に関しては、レベル1, 2, 3の学生がほとんどいないことがわかります。この要因としては、ベーシッククラスを設けたことや到達度テストの受けるタイミングを学生に任せたことなどが挙げられます。これは、自分のペースで準備をして、テストを受けている学生が増えているということになります。次に、ZOOM を使ったときの良かった点について、グループワークの際に TA がついてくれて、Google のサービスを使いながら情報共有ができるというものです。これは対面の時にはできませんでした。対面の時は手が挙がったグループのところに TA がつく仕組みでしたが、オンライン授業になってから、90分×2コマのうち30分しかグループワークがないので、何クールも回すことで、どのグループにも TA が入れるようになりました。そうすることで、全グループの学生の情報や進捗状況がわかるようになります。どの学生がリーダーシップをとっていたのかなどの情報もわかるようになります。

こちらが本日のまとめになります。オンライ



まとめ

オンライン活用（個別最適化）によって

- 1) 単位の実質化が見えてくる（可視化）
○ 予習・講義・復習の流動化
- 2) 自己調整学習を如何に構成していくか！
- 3) カリキュラムマネジメントが重要
全学（必修）科目；
自己調整学習を定着させる科目（初年次）

では有効

ンでの個別最適化を通じて単位の実質化が可視化できるようになりました。必ずしも90分×2回の対面授業をおこなうことが授業の実施になるというわけではなく、対面とオンラインは、どこでやるかの違いだと思います。つまり、自己調整学習を意識しながら、授業内外を含めた授業設計をどれだけ考えているのかということが重要になります。