

自学自習プロセスの提案と学習効果の分析

森川裕矢^{†1} 奥田宏平^{†1} 杉原慶哉^{†1} 中道上^{†1} 池岡宏^{†1} 花田勝仁^{†2}

概要: 本研究では、教育システム設計である ADDIE モデルの各プロセスを担当するアクターを整理し、新たに「学習者」を中心とした学習者による自学自習教育プロセスを提案する。提案プロセスに基づく自学自習支援システム環境を構築し、実際の授業の中で利用し、評価実験を行った。その結果、提案プロセスの「氏名を公開して問題解説を入力する」、「解答した問題の解説を読む」というプロセスによって学習者の「学習意欲」が、「問題を解答する」というプロセスによって「内容理解度」が向上することが明らかとなった。

キーワード: e-Learning, 教育システム, 設計モデル, アクター

Analysis of Learning Effects by the Self-study Education Process

YUYA MORIKAWA^{†1} KOHEI OKUDA^{†1} KEIYA-SUGIHARA^{†1}
NOBORU NAKAMICHI^{†1} HIROSHI IKEOKA^{†1} KATSUHITO HANADA^{†2}

Abstract: We organized actors based on ADDIE model in instructional systems design. Also, we proposed learners centered self-study process. A self-study support system was developed and applied a class. In the result, learners' motivation was improved by "inputting comment with opened name" and "reading a comment of answered question". Also learners' understanding was improved by "answering question".

Keywords: e-learning, instructional systems, design model, actor

1. はじめに

大学の講義の中で LMS (Learning Management System) の導入や TA (Teaching Assistant) による授業のサポートの導入が広がっている。LMS は学習者の利用したコース内の機能を確認することにより管理者側から学習者にとって必要なコンテンツを見つけることに役立っている。また、TA は学習者と教師の間の立場として学習者の疑問の発見や、必要な教材の作成のサポートを行うことで学習の支援を行っている。これらを授業の中でより効果的に利用することで教師の授業への準備・設計の負担を軽減することが可能となる。ラーニングピラミッド 1) によって、学習者の学習活動の種類から内容理解度の定着がどの程度であるかを表すことができる(図 1)。図 1 より、「学習内容を他の人に教える」ことが最も内容理解度の定着に繋がる。従来の LMS 利用時の学習者の役割を広げることによって、講義を受講している学習者の授業理解度の向上、学習意欲の向上に繋げることができる可能性がある。

本研究では、学習者を新たなアクターとして考慮し、ADDIE モデルを利用した新たな自学自習プロセスを提案する。提案プロセスに基づいてクラウド型自学自習支援システム環境を構築した。この支援システムを利用し、学習者同士が教え合うことにより「学習意欲の向上」、「授業内容の理解」に繋がるかを分析した。

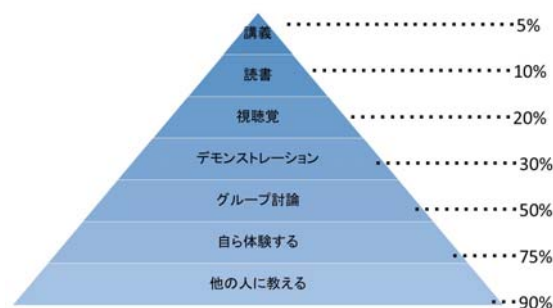


図 1 ラーニングピラミッド

2. 関連研究

学習者が問題を作成し、作成された問題を教師が添削した後いくつかの問題を確認テストとして実施する授業設計は既に提唱されている 1)。しかし、これを実施するには問題作問が可能になる程度に基礎知識が必要となり、これから勉強を始める学習者にとっては困難な課題になるといえる。それによって学習者の学習意欲が低下してしまう恐れがある。

本研究では問題作問は行わず、既存の問題を入力させることで問題にかかっていることを正確に理解し、解説の作成に取り組むことによって学習者自身の内容理解度の向上に繋がりたいと考えている。また、本研究は教育システム設計モデルに基づいて学習プロセスを検討し、新たにアクターの付け替えを行うことによって自学自習プロセスを提案する。

^{†1} 福山大学
Fukuyama University
^{†2} 株式会社信興テクノミスト
Shinko Technomist Co.

3. ADDIE モデル

教育システム(instructional system)とは、学習を促進するために用いられる資源(リソース)や手続きの配列であると定義できる。教育システムには、狭い範囲に焦点を絞った技術的な研修コースから、広義には学習者に着目した学習環境に至るまで、多様な形式があり、人間の能力を開発するという明確な目的を表明しているどのような機関においても、何らかの形で存在している。教育システム設計(instructional systems design:ISD)とは、教育システムを開発するプロセスを指す。システムの設計モデルの大部分はだいたい似かよった構成要素を持っているが、段階の数や視覚的な表現においては多岐にわたっている。ISD プロセスの最も基本的なモデルは 5 つの段階(あるいは構成要素)を含むものである(図 1)。このモデルは、その 5 つの構成要素からそれぞれの頭文字をとり、インストラクションデザインの ADDIE モデル²⁾と呼ばれている。図 1 は、それぞれの主要な構成要素が互いにどのように結びついているのかを示している。図中の実線は分析から評価に至るプロセスの流れを示しており、破線は、フィードバックの流れを示している。

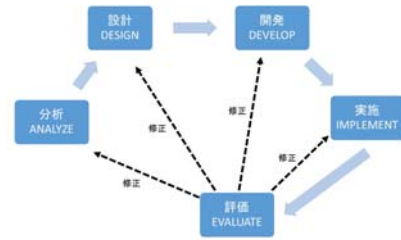


図 2 ADDIE モデル

4. 自学自習プロセスの提案

4.1 ADDIE モデルにおけるそれぞれのプロセスの細分化

ADDIE モデルにおけるそれぞれのプロセスにおいて行われている作業を細分化したものを表 1 に示す。従来は、細分化したそれぞれの作業を誰が担当しているのが明確になっていなかった。

4.2 プロセスへのアクターの追加・検討

本研究ではこのプロセスの担当を新たにアクターというものとして追加し、明確化する。アクターとはシステム(主体)にアクセスする利用者や外部システムが、システム(主体)に対して果たす役割を示したものである。元々授業設計を行っていた教師や、現在授業システムに導入されている LMS, TA も新たにアクターとして定義し、細分化したプロセスをどのアクターが担当可能であるか検討した。検討の結果より、本研究では新たなアクターとして「学習者」の追加を検討する。細分化した ADDIE モデルのそれぞれのプロセスにアクターを割り当てたものを表に示す(表 2)。従来ではすべてのプロセスについて教師が担当していたということがわかる。LMS というアクターの導入によって、実施段階での教材の採用や、評価段階での行ったプログラムの評価、保守、ブラッシュアップの計画の実施を LMS が成り代わることが可能となった。また、TA というアクターの導入によって、開発段階での授業で利用する教材や授業内で行う学習活動についての準備、実施段階での授業内での必要に応じての学習者への支援の提供、評価段階での行ったプログラムの評価、保守、ブラッシュアップの計画の実施を TA が成り代わることが可能となった。

表 1 プロセスの細分化

	開発(Development)
-a	学習活動と教材の種類について意思決定する。
-b	教材や活動の草案を準備する。
-c	対象とする学習者に教材や活動の試用を依頼する。
-d	教材と活動を改善、精緻化、あるいは作成する。
追加	学習者が問題を入力する
-e	教師の研修を実施し、付属教材を作成する。
追加	氏名を公開して問題解説を入力する
	実施(Implementation)
-a	教師や学習者に教材を採用してもらうために市場に出す。
追加	問題を解答する
追加	解答した結果を確認する
追加	解答した問題の解説を読む
-b	必要に応じて支援を提供する。
追加	入力した解説をプレゼンする
追加	教師が内容を補完する
	評価(Evaluation)
-a	学習者の評価の計画を実施する。
-b	プログラム評価の計画を実施する。
-c	コースの保守や改訂の計画を実施する。

表 2 教育システムのアクターの検討

	従来	LMS	TA	LMS+TA	提案
-a	教師	教師	教師	教師	教師
-b	教師	教師	TA	TA	TA
-c	教師	教師	TA	TA	TA
-d	教師	教師	TA	TA	学習者
-e	教師	教師	TA	TA	学習者
-a	教師	LMS	教師	LMS	学習者
-b	教師	教師	TA	TA	学習者
-a	教師	LMS	教師	LMS	LMS

LMS, TA の導入によって変化した担当の変化を合わせたものを LMS+TA として示す。現在利用されているアクターでは表に示されたプロセスについては教師に代わって別のアクターが行うことが可能となっている。新たに「学習者」というアクターの導入によって、これまでの授業において教師や TA が行っていた開発段階での問題の作成や実施段階で行われる問題の解説による学習者への必要に応じての支援は科目によっては学習者自身が行うことが可能であると考えられる。これを利用し、「学習者」を中心としたアクターの付け替えによる、学習者自身による自学自習プロセスを提案する。

4.3 自学自習プロセス

新たなアクターとして学習者を追加したプロセスについて更に細分化を行い、学習者が行うプロセスについて整理・検討を行った(表3)。従来の授業では教師が用意した問題や、問題集に掲載されている問題を学習者が解答し、解答した問題の結果を確認し、教師による問題の解説や問題集に記載されている解説を読み、学習を行っていた。

本研究では、表2の結果から開発、実施の段階で学習者が新たに行うプロセスを提案する。開発の段階では授業で利用する問題を学習者自身が入力し、担当する問題について学習し、氏名を公開して問題解説を入力する。また、実施の段階では採用した教材を利用して従来と同じように問題を解答、解答した問題の結果の確認を行い、担当の学習者による解説を読み学習を行う。入力した解説に必要なに応じて支援を行うために入力した問題についての解説をプレゼンテーションとして授業内で行い、それに対して教師が内容を補完する。以上の7つのプロセスを新たな自学自習プロセスとして提案する(表3)。

表3 自学自習プロセス

プロセス	内容
1	問題を入力する
2	氏名を公開して問題解説を入力する
3	入力した解説をプレゼンする
4	教師が内容を補完する
5	問題を解答する
6	解答した結果を確認する
7	解答した問題の解説を読む

5. 自学自習支援システム

本研究では提案モデルに基づく自学自習教育システムを moodle を利用して作成した。AWS(Amazon Web Services)で EC2 サーバを構築し、そのサーバに moodle を導入した。

5.1 moodle

moodle⁴⁾とはオープンソース、無料の e ラーニングプラットフォームである。学習管理システムやオンライン教育システムとも呼ばれ、主に教育現場で使われるツールとなっているが様々な機能を有しているため、応用することで多岐に渡る用途が可能なツールである。moodle を利用することにより、学習者は何かを自分の力で構築するということが、また、その構築を集団で行うこと、ディスカッション形式にすることで学習者同士を密接にし、より深い考えに至り、学習者同士が教え合う教育環境を実現することが容易に可能である。アカウントの管理がわかりやすく、必要な権限の付与が容易に行えることから本研究では moodle を利用して実験を行った。

5.2 AWS (Amazon Web Services)

AWS (Amazon Web Services)⁵⁾とは、Amazon.com が提供するクラウドサービスである。大きな特徴としてアクセス数など、サーバへの負荷に対応して自動的にサーバリソースを増減することが可能である Auto Scaling というサービスが挙げられる。この増減機能によって必要なだけのサーバリソースを使うことで効率のよいコストを実現するだけでなく、負荷がかかった場合のサーバダウンを回避することが可能であり、また、必要に応じてサーバリソースを素早く拡張できることで要件の変化に対する迅速な対応を実現している。また、なじみの深いプログラミングモデル、オペレーティングシステム、データベース、アーキテクチャの使用が可能な点により柔軟性の高さに加え、高いセキュリティによる安全性も存在する。ユーザインターフェースもシンプルにデザインされており、必要な機能を場合にに応じて容易に採択することが可能であることから、高いコントロール機能を有していると言える。本研究では Auto Scaling を含んだ数分で仮想サーバの起動が可能である Amazon EC2 というサービスを利用した。本研究で利用した EC2 のサービス情報を下記に示す。

- Instance Type:T2.micro
- OS:AmazonLinux AMI 2014.09.01

5.3 自学自習支援システムの環境

提案プロセスを実現するための自学自習支援システムを AWS と moodle を利用し、構築した。AWS を利用することで学内、学外からのアクセスが安全に利用可能となる。これにより、学習者の授業に向けての準備、復習がより容易になる。この環境を TA が講義の中で学習者に向けて利用マニュアルを作成し、使い方を説明した。今回の実験では TA が利用するコースを作成し、教師、TA、学習者それぞれに問題を作成する権限を与えた。

6. 提案プロセスによる学習効果の評価実験

提案する自学自習プロセスの有効性を評価するために、福山大学工学部情報工学科で行われている情報工学総合演習の授業に適用して評価実験を行った。情報工学総合演習は3年生を対象に前期授業日程で行われた、基本情報技術者試験の合格を目的とした授業である。受講者は17名であった。本研究では、学習効果については「学習意欲」と「内容理解度」の二つから評価する。

6.1 実験内容

学習者に作成させる問題として基本技術者試験の過去問題を利用し、提案プロセスの有効性を評価する実験を行った。受講者全員に過去問題を割り振り、担当の問題とその解説を、用意した自学自習教育環境を利用して入力してもらった。その後、締め切りを設定し、入力した問題が揃い次第すべての問題を解答してもらった。この授業サイクルを計3回繰り返し、受講者にアンケートに回答してもらい、提案システムの有効性を評価した。初回の講義までに実験を円滑に進めるために自学自習システム環境を整備し、あらかじめ基本情報技術者試験の午前問題1回分80問を問題・解説をそれぞれ用意した。第1回の講義で被験者はその午前問題を解答し、環境に慣れてもらった。その後、問題・解説の入力手順を説明し、被験者は問題・解説の入力を3回の講義毎に計3回分を行った。また、問題の解答を入力が完了次第行った(図3)。

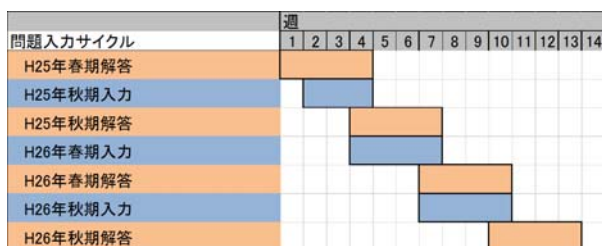


図3 前期授業サイクル

6.2 実験結果

設定した年度分問題入力、解答が終了した第14回の講義で被験者17名に対して学習効果に関するアンケートを実施した。アンケートの回答は、1:向上した, 2:やや向上した, 3:どちらともいえない, 4:やや低下した, 5:低下した, 以上の5段階評価で回答してもらった。アンケートの内容と集計結果を以下に示す(表4)。表に示している平均は1に近いほど向上し, 5に近いほど低下したとなるよう5段階評価の平均を出している。また, 一般的に行われる教師が用意した問題を学習者が解答し, 教師が問題の解説を行う授業スタイルを従来の授業スタイルと定義している。この結果から, 提案プロセスに基づいて学習者自身が問題の入力, 問題解説の入力を実施することによって学習意欲, 内容理解度の向上につながる事が明らかとなった。

7. 学習効果の要因となるプロセスの評価実験

提案する自学自習プロセスのどのプロセスが学習効果の向上の要因となるのかを評価するために、福山大学工学部情報工学科で行われている情報工学総合演習の授業に適用して評価実験を行った。情報工学総合演習は2年生を対象に後期授業日程で行われた、ITパスポート試験の合格を目的とした授業である。受講者は20名であった。

7.1 実験内容

学習者に作成させる問題としてITパスポート試験の過去問題を利用し、学習効果向上の要因となるプロセスを評価する実験を行った。受講者全員に過去問題を割り振り、担当の問題とその解説を、用意した自学自習教育環境を利用して入力してもらった。入力した問題、解説は授業の中でプレゼンテーションを行い、発表終了後に教師がその問題についての補完を行った。その後、締め切りを設定し、入力した問題が揃い次第すべての問題を解答してもらった。この授業サイクルを計4回繰り返し、受講者にアンケートに回答してもらい、提案プロセスの有効性を評価した。初回の講義までに実験を円滑に進めるために自学自習システム環境を整備した。第1回の授業で問題・解説の入力手順を説明し、被験者は問題・解説の入力を3回の講義毎に計4回分を行った。また、問題の解答を入力が完了次第行った(図4)。

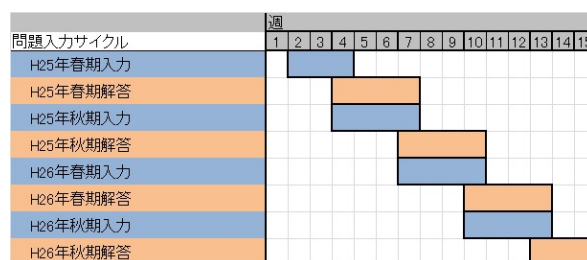


図4 後期授業サイクル

7.2 実験結果

設定した全ての問題入力、解答が終了した第15回の講義で被験者20名に対して行ったプロセスについての学習アンケートを実施した。プロセスの評価実験の際に利用したそれぞれのプロセスでの評価アンケートに加え、新たにどのプロセスが内容理解度, 学習意欲の向上に寄与したのかについてのアンケートを実施した。アンケートの内容と集計結果を以下に示す(表5)。この結果から, 学習者が行ったプロセスの内, 学習意欲の向上に「氏名を公開して問題解説を入力する」、「問題を解答する」というプロセスが寄与することが明らかとなった。また, 内容理解度の向上に「解答した問題の解説を読む」というプロセスが寄与することが明らかとなった。また、「入力した問題をプレゼンテーションする」というプロセスが学習意欲の向上, 内容理解度の向上どちらにも寄与することが明らかとなった。

表4 アンケート結果

番号	質問文	提案プロセスの 評価実験の平均	学習効果向上の要因となる プロセスの評価実験の平均
1	これまでの授業スタイルと比較して、自分で「問題を入力する」ことによって「学習意欲は向上」しましたか？	1.95	2.05
2	これまでの授業スタイルと比較して、自分で「問題を入力する」ことによって「内容理解度は向上」しましたか？	1.90	1.70
3	これまでの授業スタイルと比較して、自分で「氏名を公開して問題解説を入力」することによって「学習意欲は向上」しましたか？	1.95	2.05
4	これまでの授業スタイルと比較して、自分で「氏名を公開して問題解説を入力」することによって「内容理解度は向上」しましたか？	1.65	1.90
5	これまでの授業スタイルと比較して、「問題を解答」することによって「学習意欲は向上」しましたか？	2.35	2.10
6	これまでの授業スタイルと比較して、自分で「問題を解答」することによって「内容理解度は向上」しましたか？	2.15	1.90
7	これまでの授業スタイルと比較して、「解答した結果を確認」することによって「学習意欲は向上」しましたか？	2.30	2.05
8	これまでの授業スタイルと比較して、「解答した結果を確認」することによって「内容理解度は向上」しましたか？	2.05	1.80
9	これまでの授業スタイルと比較して、「解答した問題の解説を読む」ことによって「学習意欲は向上」しましたか？	2.40	2.20
10	これまでの授業スタイルと比較して、「解答した問題の解説を読む」ことによって「内容理解度は向上」しましたか？	2.00	1.95
11	これまでの授業スタイルと比較して、自分が「入力した解説をプレゼンテーションする」ことによって「学習意欲は向上」しましたか？		2.15
12	これまでの授業スタイルと比較して、自分が「入力した解説をプレゼンテーションする」ことによって「内容理解度は向上」しましたか？		1.85
13	これまでの授業スタイルと比較して、「教師が内容を補完する」ことによって「学習意欲は向上」しましたか？		2.35
14	これまでの授業スタイルと比較して、「教師が内容を補完する」ことによって「内容理解度は向上」しましたか？		2.10
15	このシステムを利用することによって資格試験に対する受験意欲は向上しましたか？	2.00	2.05
16	このシステムを利用することによって資格試験に対する苦手意識の克服に繋がりましたか？	2.45	2.35

8. 学習効果の分析と考察

提案プロセスの有効性の評価実験の結果から、提案システムに基づいて学習者自身が問題の入力、問題解説の入力を実施することによって学習意欲、内容理解度の向上に繋がることが明らかとなった。これは問題の入力を行うこと

でその問題の中でどのようなことが聞かれているのかを正確に理解し、問題の解説をどのように作成することで他の学習者にも伝わりやすいかを考えるようになるためと考えられる。

表5 学習効果の要因となるプロセス

選択肢	学習意欲	内容理解度
	回答数(人)	回答数(人)
問題を入力する	2	4
氏名を公開して問題解説を入力する	5	3
入力した解説をプレゼンテーションする	4	4
教師が内容を補完する	0	0
問題を解答する	5	1
解答した結果を確認する	3	3
解答した問題の解説を読む	1	5

次に行った学習効果向上の要因となるプロセスの評価実験の結果から、提案プロセスの「氏名を公開して解説を入力する」、「問題を解答する」というプロセスが学習者の学習意欲の向上に繋がることが明らかとなった。これは氏名を公開していることで責任感が生まれ、その内容をより詳しく理解し解説しようという意欲の向上に繋がったからだと考えられる。また、解答した結果がすぐに学習者にフィードバックされることで次はより多く正答するために学習しようという意欲が生まれたと考えられる。

提案プロセスの「解答した問題の解説を読む」というプロセスが学習者の内容理解度の向上に繋がることが明らかとなった。これは、それぞれ自分の担当した問題の解説をよりわかりやすく作成することにより、すべての問題についての解説が学習者にとってよりわかりやすい解説となったためだと考えられる。また、提案プロセスの「入力した問題をプレゼンテーションする」というプロセスが内容理解度の向上、学習意欲向上どちらにも寄与するということが明らかとなった。これは内容をプレゼンテーションする際に内容を把握し、要点をまとめて発表することを心がけるようになり、他の学習者に伝わらない解説を作ると迷惑をかけてしまうという責任感が生まれたからではないかと考えられる。

これら二つの実験結果から提案する自学自習プロセスは学習者の学習意欲の向上、内容理解度の向上につながると考えられる。これは新たに「学習者」というアクターを追加することにより、学習者同士で教えあう自学自習サイクルが形成されたためだと考えられる(図11)。このサイクルの形成により、学習者が授業に対して積極的な参加意欲が生まれると考えられる。また、問題の作成に携わることにより、その内容に対してより学習することになるため、それが内容理解度の向上に繋がると考えられる。

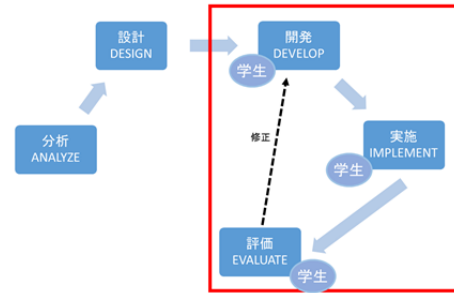


図 自学自習サイクル

9. まとめと展望

本研究では、ADDIEモデルのそれぞれのプロセスを担当するアクターを整理し、「学習者」を追加することで学習者による自学自習プロセスを提案した。提案プロセスに基づく自学自習支援システム環境を構築し、提案プロセスの評価実験と学習効果向上の要因となるプロセスの評価実験を行った。提案プロセスの評価実験の結果、提案プロセスによって学習者の「学習意欲」、「内容理解度」が向上することが明らかとなった。また、学習効果向上の要因となるプロセスの評価実験の結果、「解答した問題の解説を読む」、「氏名を公開して問題解説を入力する」、「問題を解答する」、「入力した解説をプレゼンテーションする」というプロセスによって学習者の「学習意欲」、「内容理解度」が向上するということが明らかとなった。

今後は従来の教育システムとの比較をアンケートのみでなく、テスト等を利用して、内容理解度が向上しているかについても検証を進める必要がある。また、現在提案しているプロセスに更に学習者の苦手な問題を見つけ出し、その問題を担当することによって学習者の内容理解度や学習意欲がどのように変化するかも検証していきたい。そのためにまずは学習者の苦手な問題を見つけ出す方法を考えていきたい。

謝辞 本研究は平成27年度福山大学教育振興助成金により実施いたしました。厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) LETRUD, KÅRE, :A REBUTTAL OF NTL INSTITUTE'S LEARNING PYRAMID, Education, Fall2012, Vol. 133 Issue 1, p117-124. 8p.
- 2) 高木 正則, 田中 充, 勅使河原 可海, :学習者による問題作成およびその相互評価を可能とする協調学習型 WBT システム, 情報処理学会論文誌, pp.1532-1545 (2007).
- 3) R.M.ガニエ, W.W.ウェイジャー, K.C.ゴラス, J.M.ケラー: "インストラクショナルデザインの原理", 2007
- 4) moodle
<https://docs.moodle.org/2x/ja/%E3%83%A1%E3%82%A4%E3%83%B3%E3%83%9A%E3%83%BC%E3%82%B8>
- 5) Amazon Web Services
<https://aws.amazon.com/jp/>