

Web型プログラミング演習環境のハイブリッドクラウド運用に向けた調査， 及びOCSテンプレート開発

大江 和一¹⁾，齊藤 智也²⁾，筒井 優子¹⁾，丹生 智也³⁾，岡田 耕一²⁾，
爲末 隆弘²⁾，王 躍²⁾，竹房 あつ子^{1),4)}

1) 国立情報学研究所

2) 山口大学

3) 国立遺伝学研究所

4) 総合研究大学院大学

koe@nii.ac.jp

Research for hybrid cloud operation of web-based programming exercise environment and OCS template development

Kazuichi Oe¹⁾, Tomoya Saito²⁾, Yuko Tsutsui¹⁾, Tomoya Tanjo³⁾, Koichi Okada²⁾,
Takahiro Tamesue²⁾, Yue Wang²⁾, Atsuko Takefusa^{1),4)}

1) National Institute of Informatics

2) Yamaguchi University

3) National Institute of Genetics

4) The Graduate University for Advanced Studies, SOKENDAI

概要

本研究は、大学ごとに運用形態が異なるコンピュータシステム環境上において容易に構築・運用が可能なオンライン講義演習システムの構築・運用技術の確立を目指している。この技術により、情報システム部門が手薄な大学においても、オンライン講義演習システムの構築や運用が可能になる。その実現のために、山口大学のオンプレミス環境で運用中の講義演習システム（JupyterHub+Nbgrader）の構築・運用手順を調査し、その結果を用いて国立情報学研究所が提供している学認クラウドオンデマンド構築サービス（OCS）上で実行可能なテンプレート開発を進めている。本報告では、このテンプレート開発の概要について説明する。

1 はじめに

Pythonなどのプログラミング演習をオンラインで行うことができる講義演習システムを、各大学が独自に運用するコンピュータシステム環境に合わせて構築・運用する技術が未成熟である。JupyterHubなどのブラウザからのアクセスや実行が可能なJupyterサーバを用いることで構築はできるようになってきたが、課題の配布・回収・採点などのオンライン講義を円滑に進めるための体系的な支援が不足している。さらに、実践的な講義運用ノウハウの共有ができていない。

本研究の目的は、オンプレミスやクラウドなどのコンピュータシステム環境上でオンライン講義演習システムを構築・運用できる技術を確立することである。

本研究を進めることで、情報システム部門が手薄な大学においても希望するコンピュータシステム環境の上に講義演習システムの構築・運用が可能となる。目的達成のためのアプローチは、現在山口大学で運用中の講義演習システム（JupyterHub+Nbgrader）の構築・運用手順を調査し、その結果を用いて国立情報学研究所が提供している学認クラウドオンデマンド構築サービス（OCS）上で実行可能なOCSテンプレート開発である。

2 山口大学で運用中の講義演習システム

JupyterHub[1]は、複数ユーザでプログラミング開発及び情報共有が可能な環境として著名であり、大学等の教育機関においてプログラミング演習の授業をオンラインで行うためのツールとしても利用可

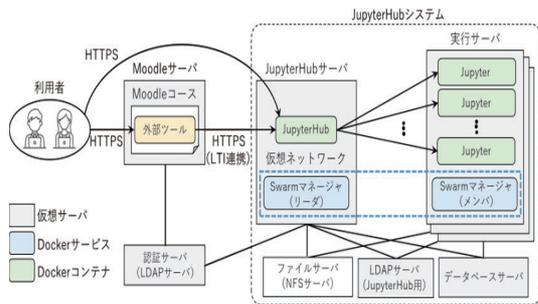


図1 山口大学の JupyterHub システムの概要

能である。授業では、学生への教材配布、演習の進捗管理、採点及びフィードバック等の機能が必要になるが、JupyterHub の拡張機能である Nbgrader[2] を追加することでこれら機能を実現可能である。山口大学情報基盤センターにおいては、この JupyterHub+Nbgrader に山口大学独自の拡張を加えたオンライン型プログラミング演習システムを開発し、山口大学のオンプレミス環境上で構築と運用を行っている(図1)．[3]．

JupyterHub は、複数のグループに個別の共有フォルダやアクセス権限等を提供する仕組みを備えていない。教材や課題、提出物等を置くための共有フォルダやそこにアクセス可能なユーザのリスト(履修者一覧)を授業科目毎に提供する場合、複数の授業科目が単一のシステムを共同利用することが出来ない。そのため、大学等における従来の活用事例の多くは、特定の教員が JupyterHub を運用して自身の授業若しくは研究室の活動において活用する程度であった。学科内の複数の授業科目に活用されている事例もいくつかある。ただし、Nbgrader のように授業科目ごとに個別の設定が必要になる場合、学科のシステム管理者は、授業科目毎に共有フォルダ等を作成・設定する他、履修者一覧を含む授業科目毎のシステム設定ファイルを準備し、各授業の開始前に設定ファイルを入れ替えてシステムを再起動する必要がある。そのため、大学全体にわたって、多数の授業科目や行事等で JupyterHub を自由に利用することが出来なかった。

山口大学の JupyterHub システムでは、ログイン前に利用者が経由した Moodle コースに応じてその授業科目(若しくは行事)に特化した利用環境が動的に構成される。システム管理者、教員、及び受講生が特別な操作や設定等を行わなくても、単一のシステムを多数の科目で自由に共同利用でき、同時利用も可能である。システム管理者はシステムを稼働させた後、ハードウェアの故障等の障害発生時を除いてシステムを操

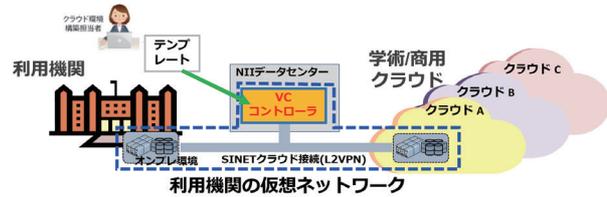


図2 学認クラウドオンデマンド構築サービス(OCS)の概要

作する必要が無い。各授業科目の担当教員も、Moodle コースに「外部ツール」のインスタンスを貼り付ける以外では、JupyterHub や Nbgrader の利用開始のための作業は不要である。

現在抱えている課題はクラウド化への対応である。今後の大学内のニーズの拡大への対応、並びにハードウェアの老朽化に伴うリプレースに際してクラウド利用は避けられないが、現在のシステムでは山口大学の計算機・ネットワーク環境に依存する部分が多く、今後はクラウド環境でも利用可能にするための拡張・改修を行う必要がある。

3 学認クラウドオンデマンド構築サービス(OCS)

国立情報学研究所(NII)クラウド基盤研究開発センターは、オンプレミスやクラウドのアクセス方法の違いをユーザが意識することなくアプリケーション環境の構築・運用が可能な学認クラウドオンデマンド構築サービス(OCS)の運用を行っている(図2)。OCSは、仮想プライベートネットワーク(VPN)内に利用する資源を囲い込み、仮想クラウドコントローラ(VCコントローラ)から操作することで、全ての資源を統一的に操作できる。また、VCコントローラはVCP SDKと呼ばれるPythonライブラリを用いて制御可能であり、典型的な操作は可読性が高いJupyter Notebook形式で記述してOCSテンプレートとして提供している。これにより、利用者はOCSテンプレートから容易に操作ができる。

このOCSを実現する基盤ソフトウェアはVCP(Virtual Cloud Provider)[4, 5]である。図3は、VCPの概要図である。VCPは、SINETに接続された1つ以上のクラウドやオンプレミスの物理計算機や仮想計算機を仮想プライベートネットワークで分離し(L2VPN)、1つの仮想クラウドとして利用できる機能を提供する。

アプリケーションの配備では、まず、オンプレミス若しくはクラウド環境の仮想/物理計算機(VM/BM)

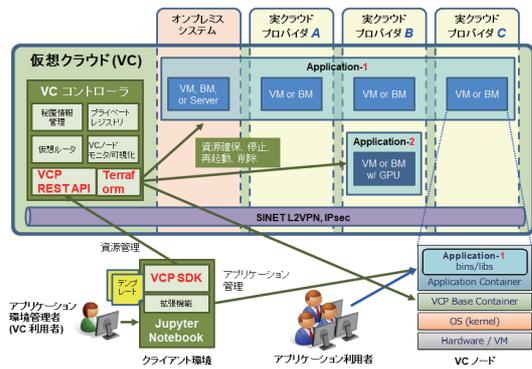


図 3 VCP の概要

を確保する．この確保した計算資源を VC ノードと呼ぶ．次にその上に VCP Base Container が構築される．さらにその上に Application Container が構築される．このような利用形態は、Docker-in-Docker と呼ばれており、多少の性能劣化が懸念されるものの、柔軟なアプリケーション・ライブラリの配備を可能にする．VCP Base Container は、ネットワーク設定や起動した VC ノードの死活監視を行う．Application Container は、目的のアプリケーションで必要とされるコンテナを配備する．VCP Base Container は各 VM 又は BM に 1 つ配備されるものであり、Application Container は VCP Base Container 上に複数配備することができる．

OCS では、Moodle を用いた学習管理システム (LMS) や HPC クラスタ環境、CoursewareHub[7] を用いた講義演習環境の構築、運用のためのテンプレートをすでに公開している [6]．CoursewareHub は、JupyterHub をベースとして講義演習用に NII で改良したソフトウェアであり、室蘭工大や群馬大等で利用されている．本研究では、山口大での構築・運用ノウハウを新たにテンプレートとして開発することでより使いやすいものを提供し、オンライン演習の普及に寄与することを狙っている．

4 OCS テンプレート開発の概要と進捗状況

4.1 OCS テンプレート開発の概要

OCS はオンプレミスやクラウドのアクセス方法の違いをユーザが意識することなくアプリケーション環境の構築・運用が可能となるサービスである．Jupyter Notebook 形式で記述された OCS テンプレートとして構築・運用手順をまとめることで、ノウハウの共有が可能になる．そこで、山口大学のオンプレミス環境で運用中の講義演習システム (JupyterHub+Nbgrader) の構築・運用手順を調査し、その結果を OCS テン

プレート化する開発を進めている．他大学でも利用して頂くために、山口大学の運用システムに依存する設定や拡張は分離出来るように実装を進めている．

次に開発した OCS テンプレートの評価方法について説明する．まず、開発した OCS テンプレートを用いた講義演習システムの構築と試験運用を山口大学で実施予定である．この試験運用で得られた知見を OCS テンプレートにフィードバックすることで OCS テンプレートの有効性を高める計画である．最後に完成した OCS テンプレートを他大学にも公開し、さらに講義演習システムのユーザコミュニティの形成を行い、この分野の活性化を図ることが最終目的である．

4.2 進捗状況

2023 年 9 月現在、山口大学で運用中のプログラミング演習システム (JupyterHub+Nbgrader) の構築・運用方法を OCS テンプレートとして実装し、NII 側の OCS 開発環境で動作確認するところまで進めた．OCS テンプレート化にあたり、山口大学の運用システムに依存する設定や拡張は分離できるように実装を進めた．2023 年 10 月より山口大学に OCS 実行環境を構築したうえで試作した OCS テンプレートの試運用を開始する予定である．

5 まとめ

山口大学と国立情報学研究所 (NII) は、山口大学のオンプレミス環境で運用中の講義演習システム (JupyterHub+Nbgrader) の構築・運用手順を調査し、その結果を用いて国立情報学研究所が提供している学認クラウドオンデマンド構築サービス (OCS) 上で実行可能なテンプレート開発の共同研究を進めている．本研究を進めることで、情報システム部門が手薄な大学においても希望するコンピュータシステム環境の上に講義演習システムの構築・運用が可能となる．

謝辞

この研究は 2023 年度国立情報学研究所公募型共同研究 (23S1003) の助成を受けています．

本研究にご協力いただいた株式会社アスケイドの那須野淳様、羽鳥文子様、増山隆様、神田千暁様、鳥井貴史様、寺山流晟様に深く感謝いたします．

参考文献

- [1] JupyterHub: <https://jupyter.org/hub>
- [2] Nbgrader: <https://github.com/jupyter/nbgrader>
- [3] 齊藤智也, 王躍, 西井淳, 末長宏康, 大平康旦, 西

村世志人, 金山知余, 村永聡, 爲末隆弘, 岡田耕一,
レールマーク; Moodle と JupyterHub を用いた
Web 型プログラミング教育環境の改善事例: 複
数科目・複数講師による Nbgrader の共同利用;
AXIES 2022

- [4] Takefusa, A., Yokoyama, S., Masatani, Y.,
Tanjo, T., Saga, K., Nagaku, M. and Aida, K.:
Virtual Cloud Service System for Building Ef-
fective Inter-Cloud Applications, Proc. IEEE
CloudCom2017, pp. 296-303 (2017).
- [5] OCS: <https://cloud.gakunin.jp/ocs/>
- [6] 学認クラウドオンデマンド構築サー
ビスのアプリケーションテンプレ
ート: [https://github.com/nii-gakunin-cloud/ocs-
templates](https://github.com/nii-gakunin-cloud/ocs-templates)
- [7] 長久勝, 政谷好伸, 合田憲人: Notebook による
講義・演習環境の開発, 情報処理学会研究報告
2019-CLE-27 (2019)