

クラウド環境構築システム VCP の概要、適用事例、最新アップデート

大江 和一¹⁾, 丹生 智也²⁾, 竹房 あつ子^{1),3)}

1) 国立情報学研究所

2) 国立遺伝学研究所

3) 総合研究大学院大学

koe@nii.ac.jp

Overview, Application Cases, and Latest Updates of the Cloud Environment Construction System VCP

Kazuichi Oe¹⁾, Tomoya Tanjo²⁾, Atsuko Takefusa^{1),3)}

1) National Institute of Informatics

2) National Institute of Genetics

3) The Graduate University for Advanced Studies, SOKENDAI

概要

国立情報学研究所 (NII) では, SINET とクラウドを活用して再現性のある研究教育用アプリケーション環境の構築・運用を支援する学認クラウドオンデマンド構築サービス (OCS) を提供しており, 複数の学術機関に利用頂いている. VCP (Virtual Cloud Provider) は, OCS を実現するための中核となるシステムである. VCP を用いることで, オンライン講義演習システムや HPC クラスタなどの構築・運用を容易に行うことが可能になる. 本報告では, VCP の概要, 適用事例, 最新アップデートについて報告する.

1 はじめに

NII では, 学術情報ネットワーク SINET とクラウドを活用して再現性のあるアプリケーション環境の構築・運用を支援する学認クラウドオンデマンド構築サービス (OCS) [11] の提供を行っている. OCS を実現する基盤ソフトウェアは VCP [17] である. VCP は, SINET に接続された複数のクラウドやオンプレミス環境を 1 つの仮想クラウドとして制御し, Jupyter Notebook 形式のアプリケーションテンプレートと組み合わせることで再現性のある環境構築・運用を可能にする. VCP を用いることで, MCJ-CloudHub [19, 13] や CoursewareHub [14] の様なオンライン講義演習システム, OpenHPC [15] を用いた HPC クラスタ, Open OnDemand [16] などの構築・運用を容易に行うことが可能になる.

本報告では, VCP の概要 (システム構成, OCS との関係, アプリケーションテンプレート), 適用事例 (MCJ-CloudHub, CoursewareHub, HPC クラスタ), 及び最新アップデート情報に関して報告する.

2 基盤ソフトウェア VCP の概要

2.1 基盤ソフトウェア VCP

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) [11] の運用を行っている. 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 Jupyter Notebook を介して制御可能である. アプリケーションごとに構築・運用手順を記述した Jupyter Notebook を準備することで, 各アプリケーションの構築・運用を容易に行うことが可能である. 我々はこの Jupyter Notebook のことをアプリケーションテンプレートと呼んでいる.

この OCS を実現する基盤ソフトウェアは VCP (Virtual Cloud Provider) [17] である. 図 1 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

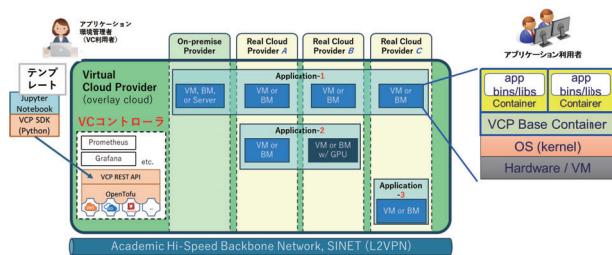


図 1 VCP の概要

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) 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、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。

2.2 学認クラウドオンデマンド構築サービスとVCP

NII では、VCP を使用して学認クラウドオンデマンド構築サービス (OCS)[?] の運営を行っている。OCS は、SINET とオンプレミス・学術・商用クラウドの資源を活用したアプリケーションの構築・運用を支援する。図 2 は OCS の提供形態を示している。サービス版は、NII が運営するクラスタ上で VC コントローラの運用を行うため、利用機関側は VC コントローラのインストールやメンテナンスは不要となる。しかしながら、VC コントローラのインストールに必要なネットワーク情報等を NII 側に提示する必要がある。

一方、ポータブル版は利用機関で VC コントローラの運用を行う。このため、直ぐに OCS の利用を開始できるが、VC コントローラのインストールや保守は利用機関で行う必要がある。さらに、ポータブル版は、VC コントローラにプライベートレジストリと仮想ルータの機能が存在せず、これらの機能は利用機関側で準備する必要がある。

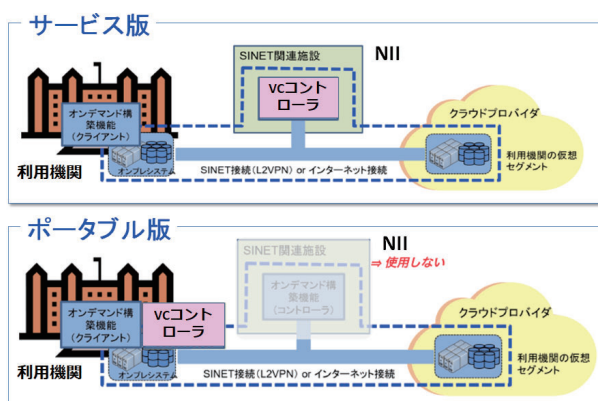


図 2 OCS の提供形態 (サービス版とポータブル版)

2.3 アプリケーションテンプレート

アプリケーションテンプレート [12] は、研究・教育目的で広く利用されているアプリケーションの構築・運用手順をテンプレート化したものを Jupyter Notebook 形式で提供する。これにより、クラウドでのアプリケーション構築に不慣れな利用者に対してクラウドの利活用を支援する。現時点では、以下のアプリケーションテンプレートの開発を進めており、引き続き利用者コミュニティと協力しながら開発を進めていく。

2.3.1 MCJ-CloudHub テンプレート

山口大学のオンプレミス環境で運用を行っていた講義演習システム [10] を用いて OCS で運用可能とした講義演習システムである。OCS アプリケーションテンプレート化に当たり、他機関でも運用出来るように設定方法の汎用化や最新 OSS へのアップデート等を実施した。さらに、演習時に必要となる計算資源量推定機能、及び学生の進捗ログを分析することによるオンライン・オフライン分析機能の追加も行った [18, 19]。

2.3.2 CoursewareHub テンプレート

JupyterHub を講義演習用に国立情報学研究所で拡張した CoursewareHub [9] の構築を行う。CoursewareHub は、教材配布、課題の回答収集、操作履歴の収集、タイマーによるワーカーノード (学生コンテナ用計算機) の縮退運用等の機能をサポートしている。

2.3.3 LogAnalysis テンプレート

各種アプリケーションテンプレートで構築された環境から出力されるログを収集・解析・可視化するためのツールや設定手順をまとめたものである。現在は CoursewareHub 環境を対象とし、Jupyter Notebook 環境の lc.wrapper が出力する実行ログの収集・蓄積・分析・可視化を行う。今後、他のアプリケーションテ

ンプレートで出力される各種ログへの対応を行う予定である。

2.3.4 LMS(Learning Management System) テンプレート

Moodle[3] を用いた学習管理システムを構築する。本テンプレートは、パスワード認証の他に Shibboleth 認証を利用した Moodle 構築手順と、アップデートを行う手順を記載している。

2.3.5 LMS テンプレート簡易構成版

Moodle4.1(LTS) を用いた学習管理システムを構築する。本テンプレートは、LMS テンプレートより機能を絞ったシンプルな構成でクラウド上に Moodle を立ち上げる手順を記載しており、手動アカウントが LDAP 連携を用いた短期的な利用を想定している。Shibboleth 認証対応もサポート。

2.3.6 HPC テンプレート

OpenHPC[15]v2.x, 又は v3.x で配布されているパッケージを利用して、クラウド上に HPC 環境を構築する。Slurm を利用したジョブスケジューラや Singularity コンテナ利用環境の設定、GPU ノードの設定と、構築した HPC 環境でのベンチマークプログラムの実行や NVIDIA 社の NGC カタログのコンテナ実行まで行うことができる。計算ノードのスケールイン・アウトも可能である。

2.3.7 Open OnDemand テンプレート

Open OnDemand は、Web UI 経由でジョブ投入を可能にする Web アプリケーションである。このテンプレートは、OpenHPC テンプレート v2,3 を用いて構築した OpenHPC/Slurm クラスタに対し、Open OnDemand をインストール・セットアップすることが可能である。

3 適用事例

3.1 CoursewareHub

CoursewareHub は、演習を効果的に実施するための基盤であると同時に、演習時に取得される各種ログ(受講者の操作履歴など)を活用した研究に利用することが可能である。現在、複数の機関で継続して運用が行われており、300 人規模の演習授業などで活用されている [20]、また、LogAnalysis テンプレートを組み合わせることで、演習時に取得する各種ログ分析を行う取り組みも進められている [21]。

3.2 HPC/Open OnDemand

VCP と HPC テンプレートを組み合わせることで、セキュアで柔軟な解析環境の構築が可能である。VCP

は、SINET L2VPN 上での構築がデフォルトとなり、この段階で VCP 内のセキュリティの担保が可能になる。さらに VCP を用いることで、オンプレミス環境や AWS・mdx などのクラウド環境を統一的に扱うことが可能となり、実行するジョブの特徴に応じてユーザ側が容易にジョブを実行する環境を使い分けができる。

3.3 MCJ-CloudHub

MCJ-CloudHub は、Moodle との連携により複数授業を同時に運用可能とし、アクセス制御や課題配布・採点の自動化を実現する教育支援基盤である。また、オンラインでの進捗可視化およびオフラインでの詳細分析機能により、学生の理解度や学習過程を多面的に把握でき、教育実践の改善を支える基盤となる [18, 19, 22]。2025 年度より複数機関の演習授業での利用が始まっており、オンライン可視化機能などの評価も行われている [23]。

4 最新アップデート情報、及び今後の予定

4.1 最新アップデート情報

4.1.1 VC コントローラ

- Google Cloud の正式サポート (2025.4 より)
- Linux ディストリビューションを Ubuntu 20.04 LTS から Ubuntu 24.04 へアップグレード
- HashiCorp 社のライセンスがプロプライエタリな形態となったため、VC コントローラで使用している OSS を HashiCorp ソフトウェア (Terraform など) から OpenTofu と OpenBao に変更。順次、ユーザ環境に展開中。

4.1.2 アプリケーションテンプレート

- MCJ-CloudHub の実行履歴分析・可視化機能
 - 学生の進捗状況をリアルタイムに把握する機能
 - 講義演習終了後の詳細分析を行う機能
- Open OnDemand テンプレートの認証方式拡充
 - Basic 認証に加えて、GakuNin の Shibboleth と OpenID Connect (OIDC) を新たにサポート

4.2 今後の予定

- mdx2 の正式サポート： mdx2 から各種アプリケーションテンプレートによる環境構築・運用が可能になる
- ProxmoxVE の正式サポート： オンプレミス環境における VMWare 以外の選択肢として利用可

能になる

- MCJ-CloudHub における演習結果を LMS にフィードバックする機能のサポート: nbgrader 専用 DB に保存された演習結果を LMS へのフィードバックが可能となり、LMS 側の評価機能から成績参照が可能となる。今回、LMS として Moodle をサポート

5 まとめ

国立情報学研究所 (NII) でサービス提供を行っている学認クラウドオンデマンド構築サービス (OCS) に関して、OCS を支えるソフトウェア基盤である VCP の概要、適用事例、及び最新アップデート情報に関して報告した。OCS の利用に興味をお持ちの方はぜひ「国立情報学研究所クラウド基盤研究開発センター」にお問い合わせください。

謝辞

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、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] Jeremiah W. Johnson, Karen H. Jin; Jupyter Notebooks in education; Journal of Computing Sciences in Colleges, Volume 35, Issue 8, pp.268-269, 2020, April
- [2] Saman Rizvi, Jane Waite, Sue Sentance; Artificial Intelligence teaching and learning in K 12 from 2019 to 2022: A systematic literature review; Computers and Education: Artificial Intelligence vol.4 100145 p.1-15;
- [3] MOODLE: <https://moodle.org/>
- [4] JupyterHub: <https://jupyter.org/hub>
- [5] Nbgrader: <https://github.com/jupyter/nbgrader>
- [6] JupyterHub: <https://jupyter.org/hub>
- [7] Prometheus: <https://prometheus.io/>
- [8] Grafana Labs: <https://grafana.com/ja/>
- [9] 長久勝, 政谷好伸, 合田憲人; Notebook による講義・演習環境の開発; 研究報告教育学習支援情報システム (CLE-27) 2019.3
- [10] 齊藤智也, 王躍, 西井淳, 河野倫華, レールマルク; Moodle と JupyterHub を用いた Web 型プログラミング教育環境の改善および運用; IPSJ CLE39, Fukuoka, Japan; 2023, March
- [11] OCS: <https://cloud.gakunin.jp/ocs/>
- [12] 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>
- [13] MCJ-CloudHub template: <https://github.com/nii-gakunin-cloud/mcj-cloudhub>
- [14] CoursewareHub template: <https://github.com/nii-gakunin-cloud/ocs-templates/tree/master/CoursewareHub>
- [15] OpenHPC: <https://openhpc.community/>
- [16] Open OnDemand: <https://osc.github.io/ood-documentation/>
- [17] Takefusa, A., Yokoyama, S., Masatani, Y., Tanjo, T., Saga, K., Nagaku, M. and Aida, K.: Virtual Cloud Service System for Building Effective Inter-Cloud Applications, Proc. IEEE CloudCom2017, pp. 296-303 (2017).
- [18] 齊藤智也, 大江和一, 西井淳, 岡田耕一, 爲末隆弘, 王躍, 筒井優子, 丹生智也, 竹房あつ子; 複数科目で共同・同時利用可能な Web 型プログラミング教育支援システムのアプリケーションテンプレート開発; IPSJ 教育学習支援情報システム (CLE) 研究会 第 42 回研究発表会
- [19] 大江和一, 齊藤智也, 筒井優子, 丹生智也, 西井淳, 岡田耕一, 爲末隆弘, 王躍, 竹房あつ子; 複数科目で共同・同時利用可能な Web 型プログラミング教育支援システムの開発; IEICE CPSY 研究会 (SWoPP 2024)
- [20] 青木悠樹, 浜元信州, 大江和一, 横山重俊, 井上仁, 竹房あつ子; 学習者の理解度を時系列把握した Python 教育; 教育システム情報学会 2024
- [21] 浜元信州, 小川康一, 横山重俊, 竹房あつ子, 合田憲人; CoursewareHub を利用した授業を支援するためのログ解析環境の構築; IPSJ SIG IOT68 (2025.3.3-5)
- [22] 齊藤智也, 大江和一, 西井淳, 岡田耕一, 爲末隆弘, 王躍, 矢吹溪悟, 筒井優子, 丹生智也, 竹房あつ子; MCJ-CloudHub の動作検証と計算資源量推定機能及び進捗可視化機能の実装; IPSJ 教育学習支援情報システム (CLE) 研究会 第 44 回研究発表会
- [23] 矢吹溪悟; MCJ-CloudHub : OCS を利用したオ

オンラインプログラミング演習環境の実践活用の試
み; NII オープンフォーラム 2025 DAY3 大学の
教育研究 DX を支える基盤サービス