

C++ with SYCL* プログラムの 基本構造を体験する

ハイパフォーマンス・ソフトウェア・カンファレンス 2023

エクセルソフト株式会社

2023年6月

目的

- より汎用的なヘテロジニアス・プログラミングの導入
 - 基本的な SYCL* の要素を学ぶ
 - 対応するプログラムを書き、実行を確認できるようにする
- 内容
 - 実習環境である、インテル® デベロッパー・クラウドのアクセス方法
 - 「C++ with SYCL* プログラミング」(別資料、当日配布)
 - 実習資料の説明およびデモ

実習の準備

- インテル® デベロッパー・クラウドへの登録 (4 ~ 12 ページ)
- アクセスを確認 (13 ~ 18 ページ)
- 実習資料の取得 (19 ~ 20 ページ)

インテル® デベロッパー・クラウド

開発用のソフトウェアとハードウェアを試用できる無料のクラウド環境

- すべてのインテル® oneAPI ツールキットが設定済み
- インテルの CPU、GPU、FPGA を使ってアプリケーションをテスト可能

JupyterLab* によるウェブコンソール、または SSH アクセス

- 多種多様なサンプルが提供される

[インテル® デベロッパー・クラウドの概要 \(英語\)](#)

→ 今回は For oneAPI Applications を使用

登録 (Enroll または Sign Up)

0. インテルのウェブサービス共通アカウントの作成

※有効なメールアドレスが必要

インテル® レジストレーション・センター
<https://lemcenter.intel.com/> (英語) を
利用している方はすでにアカウントを持っています

1. サインイン

2. インテル® デベロッパー・クラウドの利用登録

※クラウド上のユーザーアカウントは登録から 90日間有効

インテルのウェブサービス共通アカウントによるサインイン

<https://www.intel.co.jp/> (インテルのウェブページ)

このアイコンを
クリックし、サインイン画面へ



The screenshot shows the Intel Japan website header. The navigation menu includes 'intel.', '製品', 'サポート', 'ソリューション', '開発者', and 'パートナー'. On the right, there is a search bar with 'Intel.com 検索' and a language selector for 'JAPAN (日本語)'. A user icon is highlighted with an orange box, and a callout bubble points to it with the text 'このアイコンをクリックし、サインイン画面へ'. Below the header, the main content area features a dark blue background with a glowing Intel Xeon processor chip. The text on the left reads: '第4世代インテル® Xeon® スケーラブル・プロセッサ・ファミリー登場' (4th Generation Intel® Xeon® Scalable Processor Family Introduction). Below this, a paragraph states: '市場において最も多くのアクセラレーターを内蔵した CPU である第4世代インテル® Xeon® スケーラブル・プロセッサ・ファミリーが、どのように AI、分析、ネットワーク、ストレージ、そして HPC を高速化するかを紹介します。' (The 4th Generation Intel® Xeon® Scalable Processor Family, which has the most accelerators in the market, introduces how it speeds up AI, analytics, networks, storage, and HPC).

インテルのウェブサービス共通アカウントによるサインイン

以下の詳細を入力してください。

次へ

アカウントの作成

従業員のサインイン

パスワードを忘れた場合
よくある質問 (FAQ)
サインインすることにより、インテルのサービス
利用規約に同意したことになります。

アカウントは
メールアドレスと対応

アカウントが
なければ作成



< 戻る

以下の詳細を入力してください。

developer@example.com

サインイン

シングルユース・パスコード

パスワードを忘れた場合
よくある質問 (FAQ)
サインインすることにより、インテルの
利用規約に同意したことになります。

パスワードを入力する
代わりに、メールで
一時的なパスコードを
受け取ることもできる

インテルのウェブサービス共通アカウントの作成

[< 戻る](#)

以下の詳細を入力してください。

<input type="text" value="メールアドレス"/>	<input type="text" value="メールアドレスの確認入力"/>
<input type="text" value="姓"/>	<input type="text" value="名"/>
<input type="text" value="言語"/> ▼	<input type="text" value="日本"/> ▼
<input type="text" value="新しいパスワード"/> 🔒	<input type="text" value="新しいパスワードの確認入力"/> 🔒

登録して、電子メールと電話によりインテルのテクノロジーや業界トレンドの最新ニュースを受け取ることを希望します。いつでも登録を解除することができます。

このフォームを送信することにより、お客様は、年齢が18歳以上であり、個人情報
がインテルと共有されることに同意したものとみなされます。インテルのウェブサ
イトおよびコミュニケーションには、インテルの[プライバシー通知](#)および[利用規約](#)
が適用されます。

[次へ: メールの確認](#)

パスワードの規則

- 小文字
- 大文字
- 数字
- 記号文字
- 8文字以上 29文字以下
- (全角文字を使わない)

登録を進めるための
一時的なパスコードが入力した
メールアドレスへ送信される

インテル® デベロッパー・クラウドの利用登録 (1)

<https://devcloud.intel.com/oneapi/home/> (英語のみ)

The screenshot shows the Intel DevCloud for oneAPI website. The navigation bar includes 'intel', 'PRODUCTS', 'SUPPORT', 'SOLUTIONS', 'DEVELOPERS', and 'PARTNERS'. The 'DEVELOPERS' tab is active. The breadcrumb trail is 'Software / Tools / DevCloud / oneAPI'. The main heading is 'Intel® DevCloud for oneAPI' with sub-links for 'Overview', 'Get Started', 'Documentation', and 'Forum'. An 'Announcements' section lists recent updates. A 'Sign In' button is highlighted in the top right, and a 'Sign in' button is highlighted in the bottom center. An orange callout box with the text 'インテルのウェブサービス共通アカウントによりサインイン' (Sign in using Intel's common web service account) is connected to both highlighted buttons by an orange line.

intel PRODUCTS SUPPORT SOLUTIONS DEVELOPERS PARTNERS

Software / Tools / DevCloud / oneAPI

Intel® DevCloud for oneAPI

Overview Get Started Documentation Forum

Announcements

- > Feb 3, 2023 *New* Intel® AI Analytics Toolkit 2023.1 is now publicly available -
- > Jan 12, 2023 4th Gen Intel® Xeon® Scalable Processors are now publicly availab
- > Dec 16, 2022 Intel® oneAPI 2023 Tools are now available in the Intel® Develop

VIEW ALL ANNOUNCEMENTS >

The Intel DevCloud is a development sandbox to learn about programming cross architecture applications with OpenVino, High Level Design (HLD) tools – oneAPI, OpenCL, HLS – and RTL.

Get Free Access

Sign in

インテルのウェブサービス共通アカウントによりサインイン

インテル® デベロッパー・クラウドの利用登録 (2)

The screenshot shows the Intel Developer Cloud for OneAPI interface. At the top, there is a navigation bar with the Intel logo and links for PRODUCTS, SUPPORT, SOLUTIONS, DEVELOPERS (which is highlighted), and PARTNERS. A 'Sign out' button is located in the top right corner. Below the navigation bar, there is a breadcrumb trail: Software / Tools / Intel Developer Zone / OneAPI. The main heading is 'Intel Developer Cloud for OneAPI', with a 'Return to Homepage' link below it. The main content area displays a message: 'Developer Cloud Enrollment is Required' followed by 'You must enroll in Developer Cloud for oneapi before you can access this content.' There are two buttons: 'Enroll Now' and 'Explore and Enroll Later'. An orange callout box with a line pointing to the 'Enroll Now' button contains the text 'Enroll Now (今すぐ登録) をクリック'.

intel

PRODUCTS SUPPORT SOLUTIONS **DEVELOPERS** PARTNERS

Software / Tools / Intel Developer Zone / OneAPI

Intel Developer Cloud for OneAPI

[Return to Homepage](#)

Developer Cloud Enrollment is Required

You must enroll in Developer Cloud for oneapi before you can access this content.

[Enroll Now](#)

[Explore and Enroll Later](#)

Enroll Now (今すぐ登録) をクリック

インテル® デベロッパー・クラウドの利用登録 (3)

The screenshot shows the Intel Developer Cloud website. At the top, there is a navigation bar with the Intel logo and links for PRODUCTS, SUPPORT, SOLUTIONS, DEVELOPERS, and PARTNERS. On the right side of the navigation bar, there are icons for user profile, a globe labeled 'USA (ENGLISH)', and a search bar labeled 'Search Intel.com'. Below the navigation bar, a white banner states 'You are already enrolled to Intel® Developer Cloud'. The main content area has a dark background. A blue callout box on the right contains the text: '登録したメールアドレスへ確認メールが送信される「Welcome to Intel® Developer Cloud」'. A white callout box on the left contains the text: 'You are already enrolled in the Intel® Developer Cloud' and a blue underlined link: 'Click here to complete provisioning your account'. An orange callout box at the bottom right, connected to the link by an orange line, contains the text: 'リンクをクリック (アカウントの準備を完了する)'.

intel. PRODUCTS SUPPORT SOLUTIONS DEVELOPERS PARTNERS USA (ENGLISH) Search Intel.com

You are already enrolled to Intel® Developer Cloud


登録したメールアドレスへ確認メールが送信される
「Welcome to Intel® Developer Cloud」

You are already enrolled in the Intel® Developer Cloud

[Click here to complete provisioning your account](#)

リンクをクリック
(アカウントの準備を完了する)

インテル® デベロッパー・クラウドへの登録完了



intel PRODUCTS SUPPORT SOLUTIONS DEVELOPERS PARTNERS USA (ENGLISH) Search Intel.com

Intel® Developer Cloud Account Provisioning

Intel® Developer Cloud Account Activation

There is already an Intel Developer Cloud account associated with this email.
Go to <https://www.intel.com/content/www/us/en/developer/tools/devcloud/overview.html> to access Intel Developer Cloud. For assistance resolving account issues, visit the Intel Developer Cloud Forum.

初回はインテル® デベロッパー・クラウドの
トップページへリダイレクトされる

アクセスを確認

- ウェブブラウザのみで可能な JupyterLab* でアクセス
 - 制限はあるが、個別の準備なく実行できる

補足

- JupyterLab*/Jupyter* Notebook は Python* を初めとしたスクリプト言語の対話的な実行環境、表示や操作にウェブブラウザを用いる
- ソースコード、その実行結果、対応する説明を 1 つの文書ファイル (ノートブック) にまとめ、各自の作業内容や工程を、再現可能な情報として共有できる
- 標準では C++ 言語向けの IDE (統合開発環境) ではないため、不便な点もある

https://devcloud.intel.com/oneapi/get_started/ (英語)

The screenshot shows the Intel DevCloud for oneAPI website. The Intel logo is in the top left. The navigation menu includes PRODUCTS, SUPPORT, SOLUTIONS, DEVELOPERS (highlighted), and PARTNERS. A secondary menu shows Software, Tools, DevCloud (with a dropdown arrow), and oneAPI. In the top right, there are 'Sign In' and 'Enroll' buttons. The main header area contains 'Intel® DevCloud for oneAPI' and a sub-menu with 'Overview', 'Get Started' (highlighted), 'Documentation', and 'Forum'. Below this is a descriptive paragraph: 'The Intel DevCloud is a development sandbox to learn about programming cross architecture applications with OpenVino, High Level Design (HLD) tools – oneAPI, OpenCL, HLS – and RTL.' A 'Get Free Access' button is present, with a 'Sign in' link below it. At the bottom, there is a section titled 'Explore Intel oneAPI Toolkits in the DevCloud' with a paragraph of text.

いづれかの Sign In (サインイン) をクリック

サインイン後 (初回)

The screenshot shows the Intel DevCloud developer portal interface. At the top, there is a navigation bar with the Intel logo and links for PRODUCTS, SUPPORT, SOLUTIONS, DEVELOPERS (highlighted), and PARTNERS. On the right side of the navigation bar, there are links for "Sign out (u194016)", "Expiration Date : 09/27/2023", and "Request Extension". Below the navigation bar, there is a breadcrumb trail: "Software / Tools / DevCloud ▾ / oneAPI". The main content area features a "WELCOME" heading followed by the text: "Intel® DevCloud is preinstalled with the latest Intel® hardware, frameworks, tools, and libraries." Below this, there is a section titled "Read and Accept Terms and Conditions" with the following text: "By accessing this site and the cloud computing services that it provides, you acknowledge and accept the following:" followed by two bullet points: "Intel DevCloud Access and Software License Agreement" and "Colfax Services Terms". At the bottom of this section, there is a checkbox labeled "I accept these terms." and a blue "Submit" button. A blue callout box on the right side of the page contains the text: "初回のみ、サービス使用許諾への同意が求められる (文書はページの最下部にも同じリンクあり)".

intel PRODUCTS SUPPORT SOLUTIONS **DEVELOPERS** PARTNERS

Sign out (u194016)
Expiration Date : 09/27/2023
Request Extension

Software / Tools / DevCloud ▾ / oneAPI

WELCOME

Intel® DevCloud is preinstalled with the latest Intel® hardware, frameworks, tools, and libraries.

Read and Accept Terms and Conditions

By accessing this site and the cloud computing services that it provides, you acknowledge and accept the following:

- Intel DevCloud Access and Software License Agreement
- Colfax Services Terms

I accept these terms.

Submit

初回のみ、サービス使用許諾への同意が求められる
(文書はページの最下部にも同じリンクあり)

サインイン後

intel PRODUCTS SUPPORT SOLUTIONS DEVELOPERS PARTNERS

Software / Tools / DevCloud ▾ / oneAPI

Sign out (u194016)
Expiration Date : 09/27/2023
Request Extension

Intel® DevCloud for oneAPI

Overview **Get Started** Documentation Forum

Explore Intel oneAPI Toolkits in the DevCloud

These toolkits are for performance-driven applications—HPC, IoT, advanced rendering, deep learning frameworks—that are written in SYCL*, C++, C, and Fortran languages. Select a toolkit to see what it includes, explore training modules, and go deeper with developer guides.

Intel® oneAPI Base Toolkit

Build and deploy high-performance, data-centric applications across diverse architectures with a core set of tools and libraries.

Get Started with your first Sample View Training Modules

インテル® デベロッパー・クラウドのユーザーアカウント名、有効期限

SSH によるアクセスの設定とサンプル利用のチュートリアル

画面スクロールで他のコンテンツを表示

JupyterLab* ページへアクセス

- 先の Get Started ページを最下部までスクロール
Launch JupyterLab* リンクをクリック

→ Click Here to Sign In (右図) が表示された場合はクリックして進む

Welcome!

Welcome to Intel® Developer Cloud for OneAPI

[Click Here to Sign In](#)

Switching accounts? Clear your browser cookies first.

Connect with JupyterLab*



Connect with JupyterLab*

Use JupyterLab* to learn about how oneAPI can solve the challenges of programming in a heterogeneous world and understand the SYCL* language and programming model.

[Launch JupyterLab*](#)

Training Resources

DevCloud Commands

Learn about the features of the compute nodes, data management, and how to submit, query, and delete your jobs.

Introduction to oneAPI and Essentials of SYCL*

Use JupyterLab* to learn about how oneAPI can solve the challenges of programming in a heterogeneous world and understand the SYCL* language and programming model.

* SYCL and the SYCL logo are trademarks of the Khronos Group Inc.

JupyterLab* ページ

The screenshot shows the JupyterLab web interface. On the left is a file browser with a search bar and a list of files. The main area displays a notebook titled 'Welcome.ipynb' with the following content:

Welcome to Jupyter Notebooks on the Intel DevCloud for oneAPI Projects!

This document covers the basics of the JupyterLab access to the Intel DevCloud for oneAPI Projects. It is not a tutorial on the JupyterLab itself. Rather, we will run through a few examples of how to use the computational resources available on the DevCloud *beyond* the notebook.

The diagram below illustrates the high-level organization of the DevCloud. This tutorial explains how to navigate this organization.

The diagram illustrates the high-level organization of the DevCloud. It shows the following components and their interactions:

- Internet:** The central hub for external access.
- Web Browsers (Firefox, Safari, Chrome, ...):** Access the Internet via **HTTPS**.
- Linux (Terminal), OS X (Terminal), Windows (PuTTY), WinSCP, FileZilla...:** Access the Internet via **SSH**.
- Login Node:** Receives connections from the Internet and connects to the **Storage Servers** and the **Job Queue** via **NFS**.
- Storage Servers: /home, /glob:** Store data and are connected to the Login Node and the Cloud via **NFS**.
- Job Queue:** Manages the distribution of jobs to the Cloud via **qsub**.
- Cloud:** A collection of servers (server #1 to server #n) that execute jobs. Each server can host **Notebook** instances or **Computational Job** instances. Some servers are marked as **Available for Jobs**.

該当コンテンツを開く

- JupyterLab* ページより oneAPI_Essentials/Welcome.ipynb

画面左上
File Browser タブ

左端のフォルダー
アイコンをクリック

リストから
oneAPI_Essentials を
ダブルクリック

更新されたリストから
Welcome.ipynb を
ダブルクリック

The screenshot shows the JupyterLab interface. On the left is the File Browser tab, which contains a search bar and a list of folders. The folder 'oneAPI_Essentials' is highlighted in blue. On the right is a notebook window titled 'Welcome.ipynb', which displays a welcome message: 'Welcome to Jupyter oneAPI Projects!'. The notebook content includes introductory text about the document's purpose and a reference to a diagram.

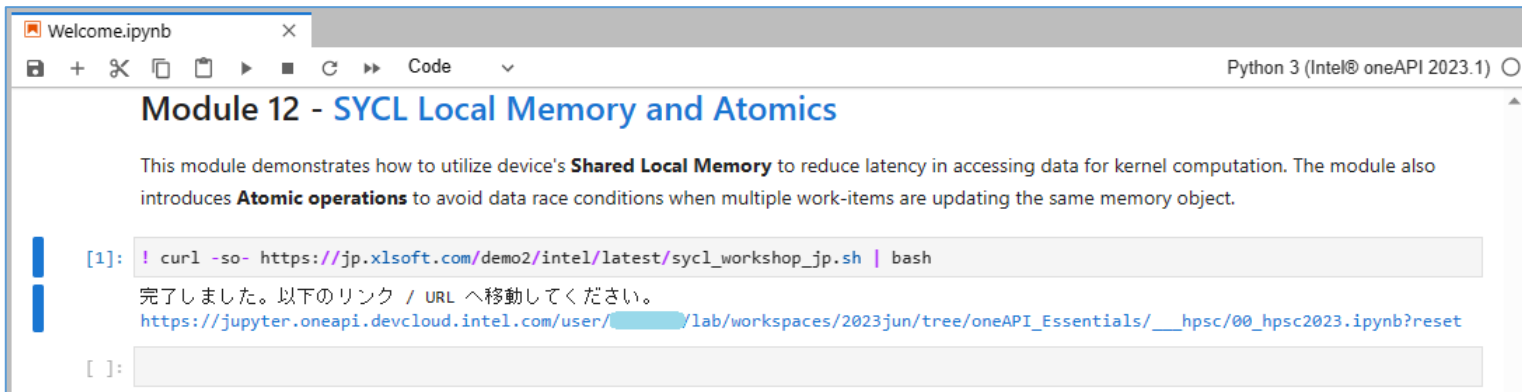
Name	Last Modified
AI_Kit_XGBoost_Predictive_...	2 months ago
Hough_Transform_on_FPG...	2 years ago
Intel_oneAPI_MKL_Training	a year ago
mandelbrot	a month ago
MPI_with_OpenMP_or_DPC...	a year ago
oneAPI_Essentials	3 months ago
OpenMP_Offload	3 months ago
RenderKit_Learning_Path	2 months ago

実習資料の取得

Welcome.ipynb (oneAPI C++ Essentials Modules) を開くことができたなら、ページを最後までスクロールして、空のセルに次のとおりコマンドを入力し、実行 (Ctrl キーを押しながら Enter キー) します

```
! curl -so- https://jp.xlsoft.com/demo2/intel/latest/sycl_workshop_jp.sh | bash
```

その後に表示されるリンクを開きます (または `__hpsc/00_hpsc2023.ipynb`)



The screenshot shows a Jupyter Notebook window titled "Welcome.ipynb" with a toolbar and "Python 3 (Intel® oneAPI 2023.1)" selected. The notebook content includes a heading "Module 12 - SYCL Local Memory and Atomics" and a paragraph explaining shared local memory and atomic operations. A code cell [1]: contains the command `! curl -so- https://jp.xlsoft.com/demo2/intel/latest/sycl_workshop_jp.sh | bash`. Below the code, the output reads "完了しました。以下のリンク / URL へ移動してください。" followed by a blue hyperlink: [https://jupyter.oneapi.devcloud.intel.com/user/\[redacted\]/lab/workspaces/2023jun/tree/oneAPI_Essentials/__hpsc/00_hpsc2023.ipynb?reset](https://jupyter.oneapi.devcloud.intel.com/user/[redacted]/lab/workspaces/2023jun/tree/oneAPI_Essentials/__hpsc/00_hpsc2023.ipynb?reset). An empty code cell []: is visible at the bottom.

「C++ with SYCL* プログラミング」(別資料、当日配布)

- SYCL* プログラミング・モデルの基本的な機能と概念を説明します
 - 参考資料として、個々の要素に対応した Jupyter* Notebook 集「oneAPI C++ エssenシャル」モジュールのリンクを含みます

※時間の制限により、「oneAPI C++ エssenシャル」の個別説明は行いません

実習資料の説明とデモ

- 標準 C++ 機能と概念の確認
 - SYCL* は、標準 C++ の理解を深めることで、より容易に取り扱えます
- C++ with SYCL* プログラムの基本構造
 - タスクのキュー (待ち行列)、デバイスとその選択方法
 - 基本並列カーネル、非同期実行の制御 (同期)
 - 統合共有メモリー (USM) モデルとバッファ・メモリー・モデル

実習資料は、インテル® DevCloud for oneAPI 上のディレクトリー配置と Linux* システムを前提とした Jupyter* Notebook です

参考リンク

- SYCL* 2020 仕様 (リビジョン 6) 日本語版 (PDF) - iSUS: IA Software User Society
<https://www.isus.jp/others/sycl-spec-japanese-released/>
- インテル® oneAPI DPC++/C++ コンパイラー (dpcpp) でサポートされている SYCL* 2020 仕様の機能と DPC++ 言語拡張
<https://www.isus.jp/products/oneapi/sycl-2020-features-dpc-language-oneapi-c/>
- [インテル® oneAPI DPC++/C++ コンパイラー 最新バージョンのリリースノート](#) (英語)
- 最新の SYCL* コンパイラー開発状況: GitHub*: intel/llvm プロジェクト
<https://github.com/intel/llvm> (英語) ドキュメント <https://intel.github.io/llvm-docs/> (英語)

お問い合わせはこちらまで
<https://www.xlsoft.com/jp/qa>

Intel、インテル、Intel ロゴ、その他のインテルの名称やロゴは、Intel Corporation またはその子会社の商標です。

*その他の社名、製品名などは、一般に各社の商標または登録商標です。

製品および性能に関する情報: 性能は、使用状況、構成、その他の要因によって異なります。詳細については、<http://www.intel.com/PerformanceIndex/> (英語) を参照してください。

© 2023 Intel Corporation. 無断での引用、転載を禁じます。

XLsoft のロゴ、XLsoft は XLsoft Corporation の商標です。Copyright © 2023 XLsoft Corporation.