aws DEV DAY
ONLINE JAPAN

F-2

Kubernetes のカスタムコントローラーを読み解く
- AWS Controllers for Kubernetes Deep Dive -

Shinichi Hama
Solutions Architect
Amazon Web Services Japan/ Solutions Architecture

BETTER TOGETHER WITH intel

自己紹介

Shinichi Hama

Twitter/@track3jyo

Solutions Architect
Amazon Web Service Japan

西日本のお客様の支援 & コンテナ技術のあれこれ

<最近好きな AWS サービス>

AWS App Runner　　AWS Lambda　　Amazon DynamoDB

アジェンダ

AWS Controllers for Kubernetes (ACK) について

ACK の導入手順とその仕組み

カスタムリソースとカスタムコントローラーによる Kubernetes API の拡張

ACK のカスタムコントローラー実装を読み解く

aws DEV DAY
ONLINE JAPAN

AWS Controllers for Kubernetes (ACK) について

BETTER TOGETHER WITH intel

AWS Controllers for Kubernetes (ACK) now in preview!

AWS Controllers for Kubernetes (ACK)

KUBERNETES から直接 AWS のサービスリソースを定義して使用できるようにする拡張ツール

AWS Controllers for Kubernetes

AWS サービスリソースを定義・管理する
Kubernetes カスタムリソース/コントローラー

AWS の Kubernetes チームが
オープンソースとして開発・メンテナンス

CloudFormation 経由ではなく、AWS の
API を介して直接管理

- Kubernetes のマニフェストの状態を ”single source of truth” に

任意の Kubernetes クラスターで動作可能

現在サポートされているサービス

RELEASED(プレビュー)

- Amazon API Gateway
- Amazon Application Auto Scaling
- Amazon DynamoDB
- Amazon ECR
- Amazon ElastiCache
- Amazon MQ
- Amazon RDS
- Amazon SageMaker
- Amazon SNS
- AWS Step Functions
- Amazon S3

IN PROGRESS

- Amazon EKS
- Amazon EC2 / Amazon VPC
- AWS Lambda
- Amazon KMS
- Amazon SQS

PLANNED, PROPOSED

- more…

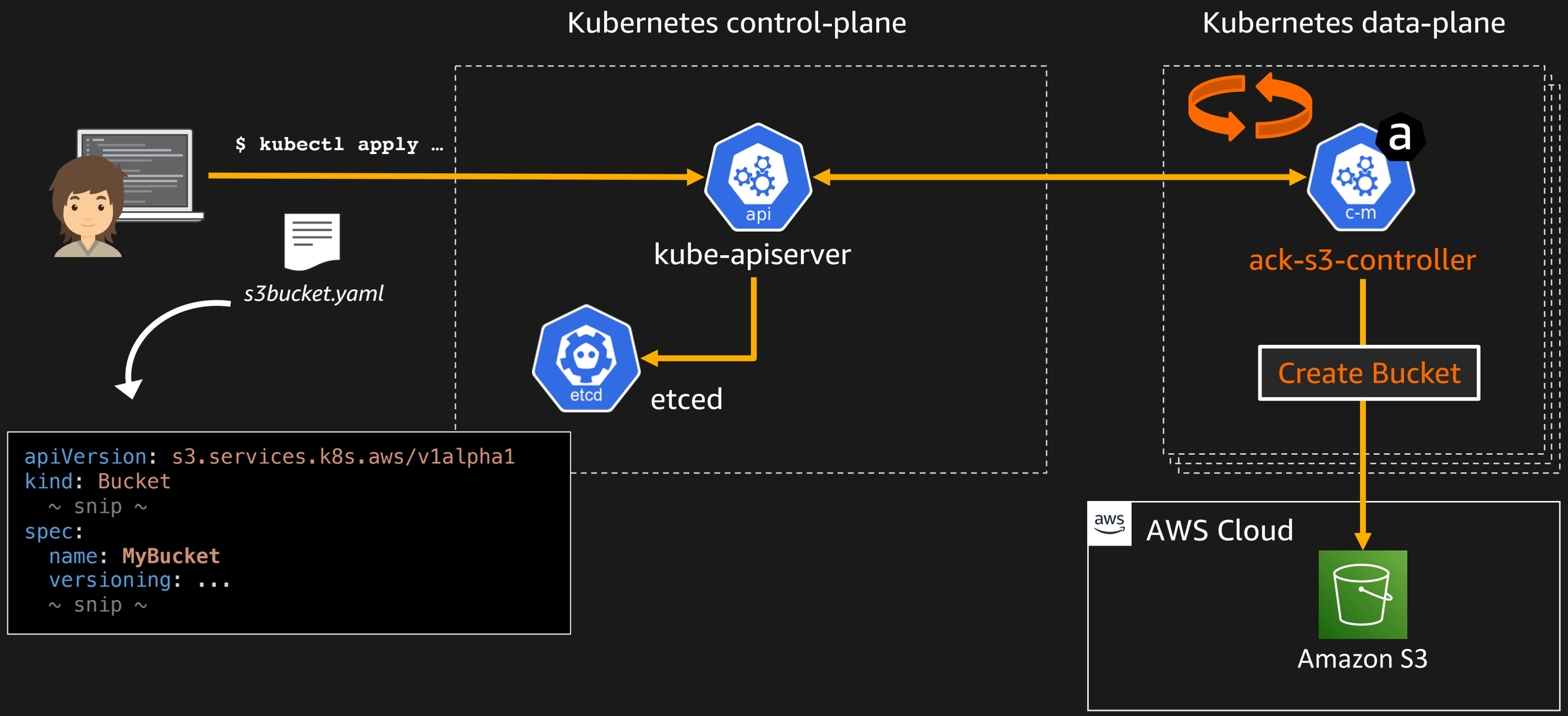
https://aws-controllers-k8s.github.io/community/docs/community/services/

Example - S3 Manifest YAML

```yaml
apiVersion: s3.services.k8s.aws/v1alpha1
kind: Bucket
metadata:
  name: hama-test-bucket
  namespace: default
spec:
  name: hama-test-bucket
  versioning:
    status: Enabled
  lifecycle:
    rules:
    - id: Move to Glacier after sixty days
      prefix: /logs/
      status: Enabled
      transitions:
      - days: 60
        storageClass: GLACIER
  encryption:
    rules:
    - bucketKeyEnabled: false
      applyServerSideEncryptionByDefault:
        sseAlgorithm: AES256
  tagging:
    tagSet:
    - key: first
      value: 1
    - key: second
      value: 2
```

https://aws-controllers-k8s.github.io/community/reference/

ACK のデプロイワークフロー(概略)

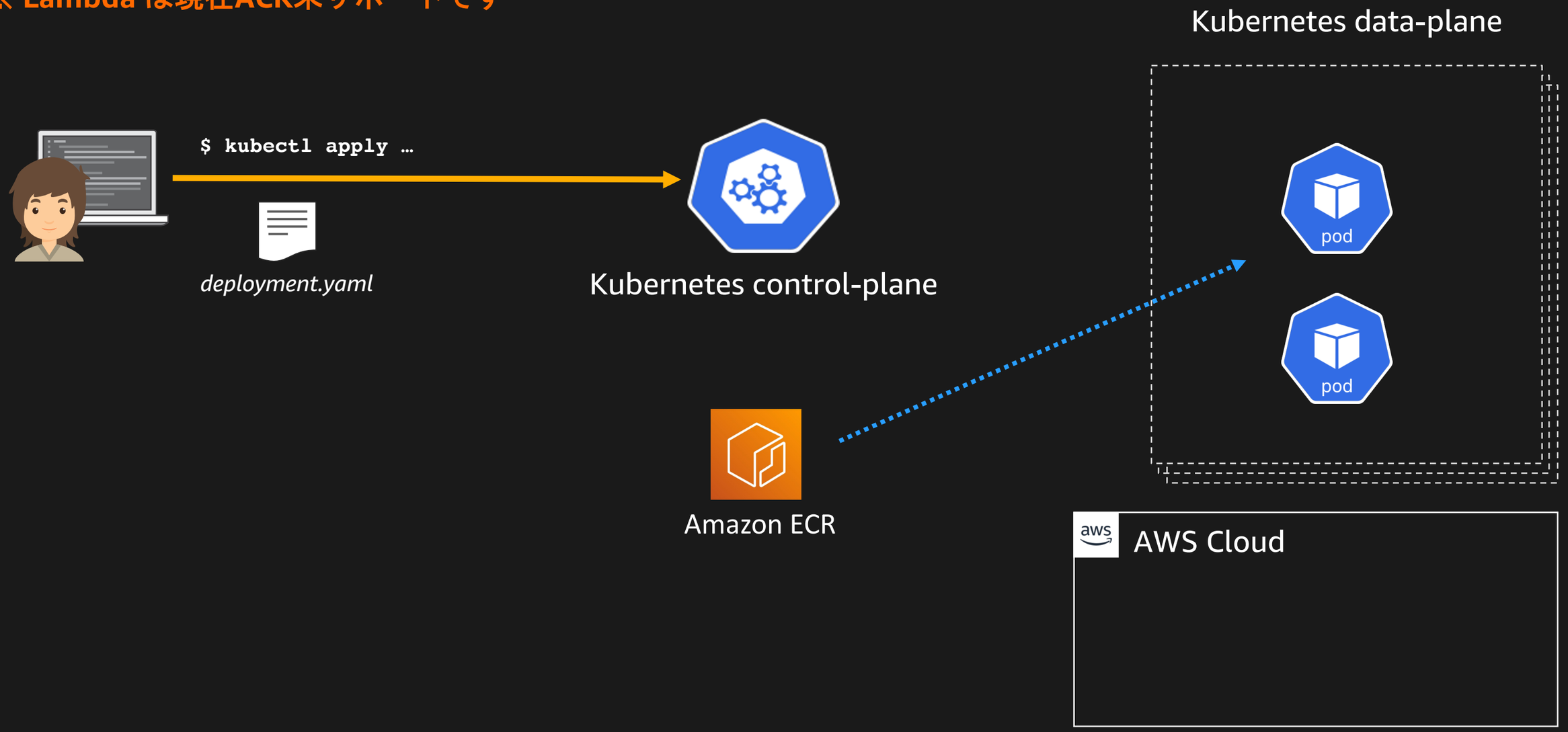


ACK で実現できる体験

- 多くのアプリケーションは**「コンテナだけで完結しない」**
- 開発者は Kubernetes という単一の API を理解するだけで、AWS のストレージやキューといった依存リソースを使用可能
- Kubernetes リソースとして AWS サービスを管理
  - 同様のツール (HELM, ArgoCD, Flux, cdk8s など) で統一された体験
- 考慮事項：他の Kubernetes リソース同様 クラスターのライフサイクルに依存する
  - クラスターを削除するタイミングで ACK で管理しているリソースも削除される
  - ライフサイクルの短いステートレスなサービス(Lambda など)を管理するか、In-Place Upgradeを実施するか

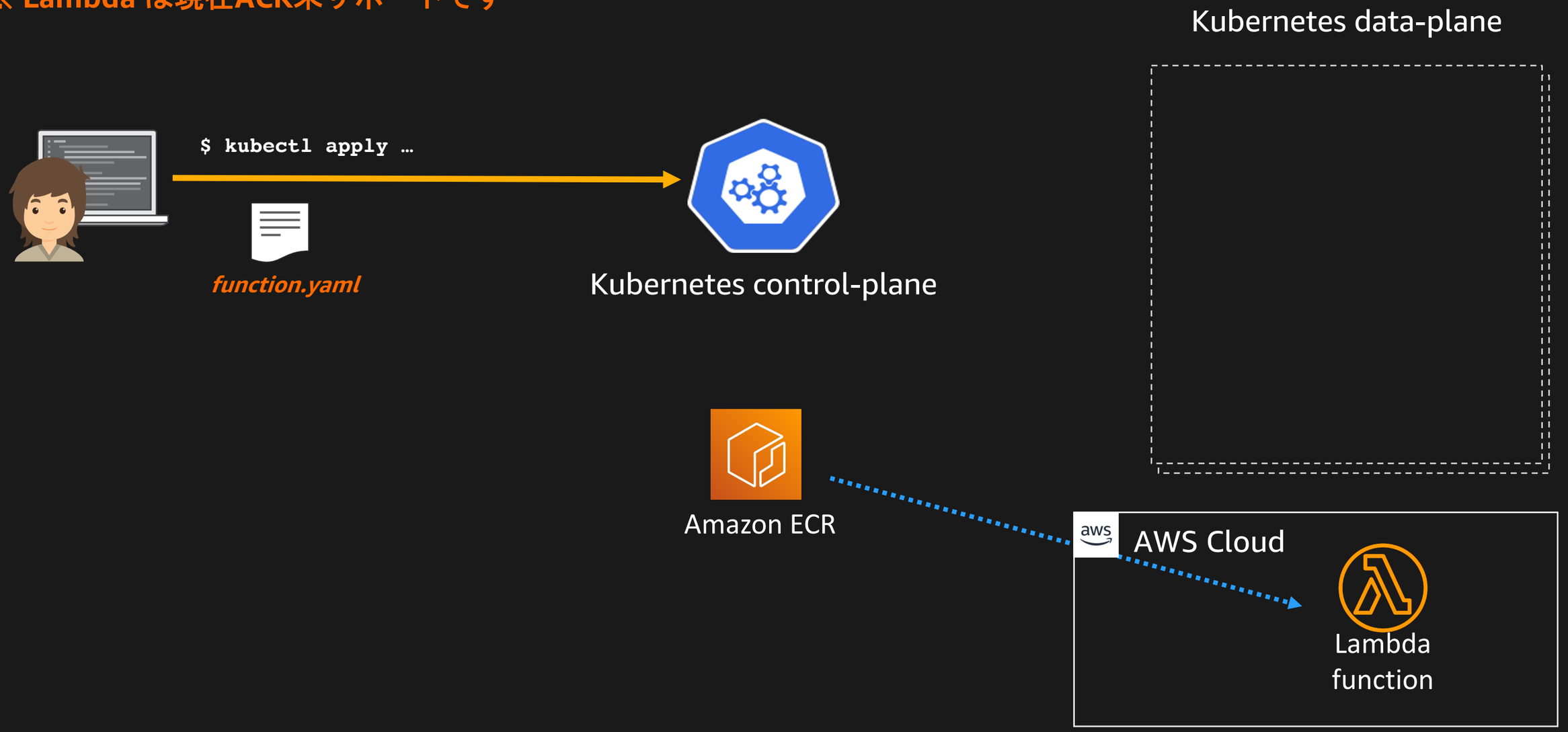
ACK で実現できる体験

※ Lambda は現在ACK未サポートです



ACK で実現できる体験

※ Lambda は現在ACK未サポートです



aws DEV DAY
ONLINE JAPAN

ACK の導入手順とその仕組み

BETTER TOGETHER WITH intel

ACK を構成する要素

各 AWS サービスごとに以下のリソースを提供

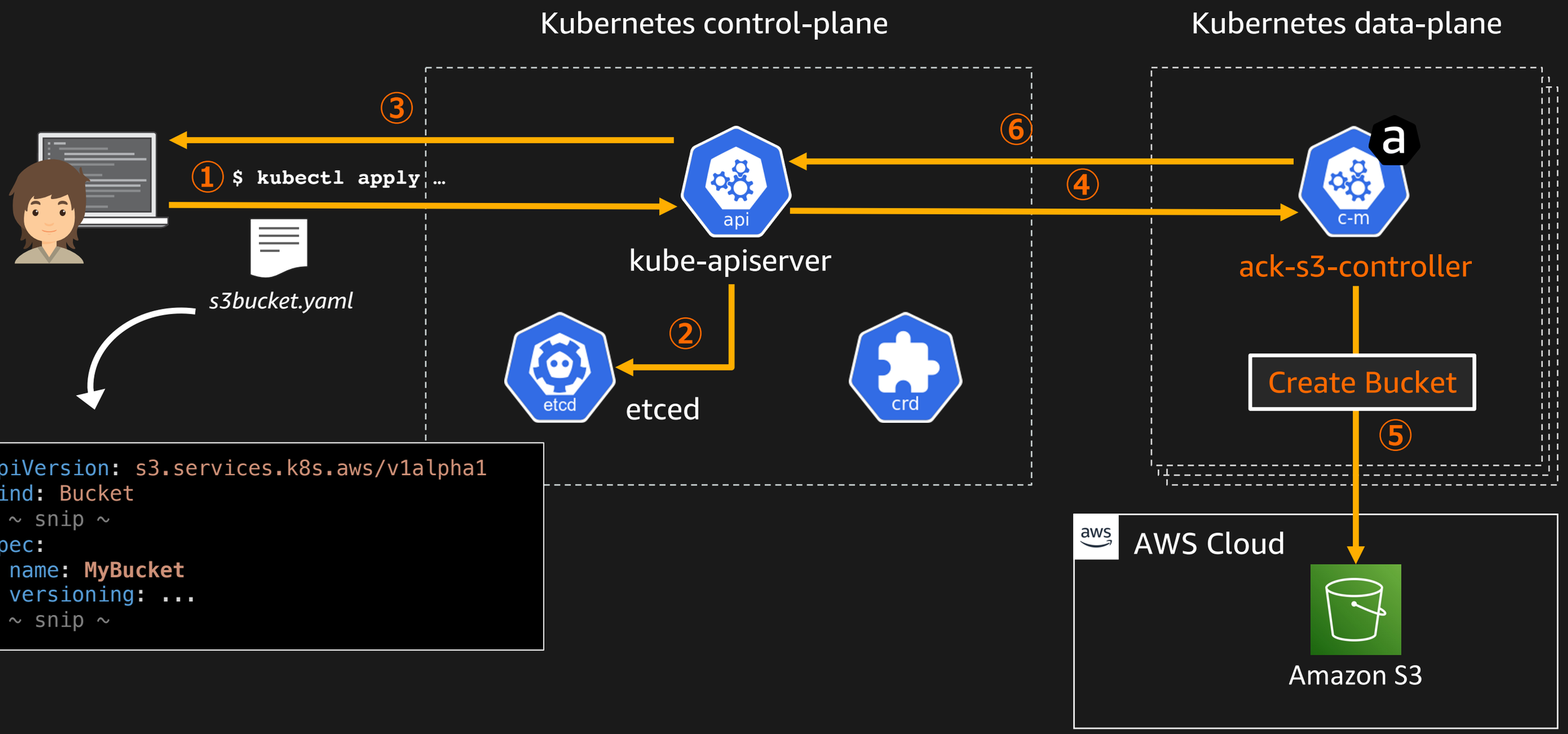
- ACK CustomResourceDefinition (CRD)：
  - e.g. “buckets.s3.services.k8s.aws”

- ACK サービスコントローラー:
  - CRD と紐づくカスタムコントローラーとして、
    AWS リソースの作成・更新・削除を API で操作。
    Deployment リソースとしてデータプレーンにインストール
  - e.g. “ack-s3-controller”

- etc...(RBAC, ServiceAccount)

ACK のデプロイワークフロー(概略)

再掲




```
apiVersion: s3.services.k8s.aws/v1alpha1
kind: Bucket
  ~ snip ~
spec:
  name: MyBucket
  versioning: ...
  ~ snip ~
```


BETTER TOGETHER WITH intel

ACK の導入手順 (1/2)

- Helm3.7 以降の利用を推奨
- ACK サービスコントローラーの Helm チャート (Deployment, CRD, RBAC) が ECR Public Gallery [1] で提供

```
$ export HELM_EXPERIMENTAL_OCI=1
$ export SERVICE=s3
$ export RELEASE_VERSION=v0.0.1
$ export CHART_EXPORT_PATH=/tmp/chart
$ export CHART_REF=$SERVICE-chart
$ export CHART_REPO=public.ecr.aws/aws-controllers-k8s/$CHART_REF
$ export CHART_PACKAGE=$CHART_REF-$RELEASE_VERSION.tgz

$ mkdir -p $CHART_EXPORT_PATH

$ helm pull oci://$CHART_REPO --version $RELEASE_VERSION -d $CHART_EXPORT_PATH
$ tar xvf $CHART_EXPORT_PATH/$CHART_PACKAGE -C $CHART_EXPORT_PATH
```

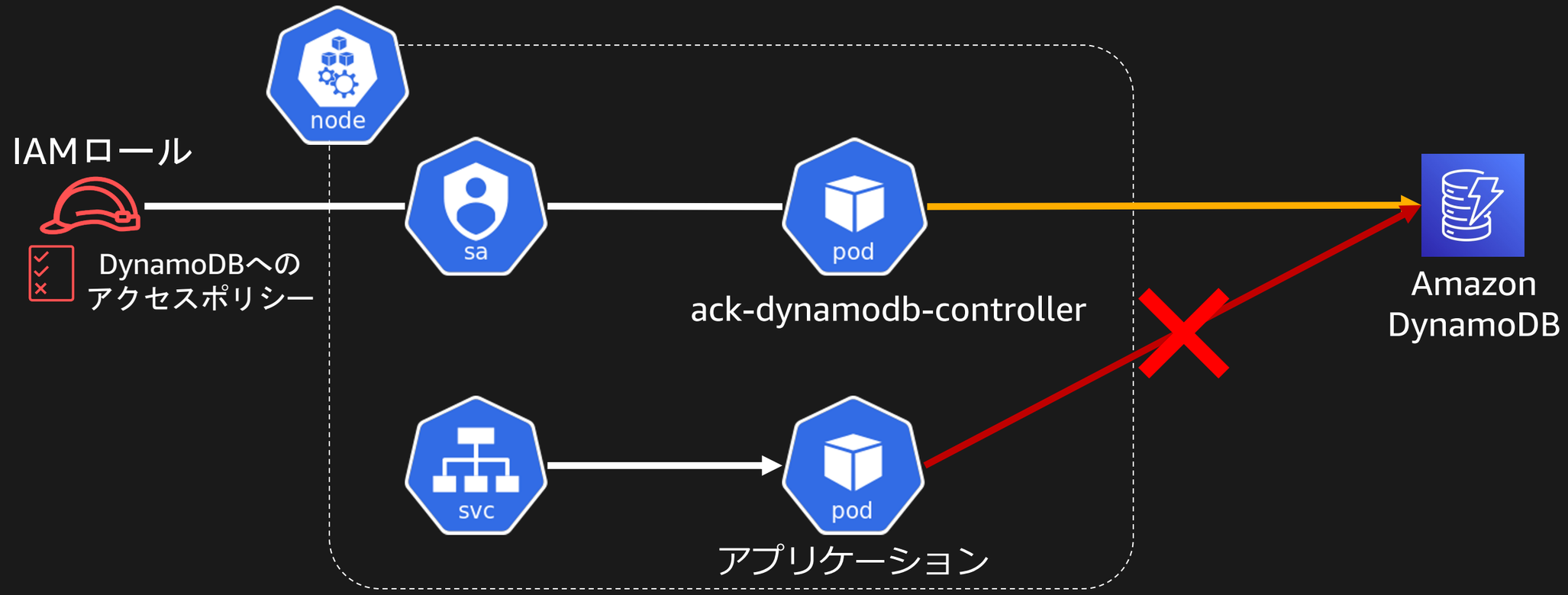
[1] https://gallery.ecr.aws/aws-controllers-k8s

ACK の導入手順 (2/2)

```
$ export ACK_K8S_NAMESPACE=ack-system

$ helm install --create-namespace --namespace $ACK_K8S_NAMESPACE ack-$SERVICE-controller
--set aws.account_id="$AWS_ACCOUNT_ID" --set aws.region="$AWS_REGION"  $CHART_EXPORT_PATH/ack-$SERVICE-controller

NAME: s3-chart
LAST DEPLOYED: Thu Dec 17 13:09:17 2020
NAMESPACE: ack-system
STATUS: deployed
REVISION: 1
TEST SUITE: None

$ kubectl get deployment -n ack-system

NAME                                READY   UP-TO-DATE   AVAILABLE   AGE
deployment.apps/ack-s3-controller   1/1     1            1           30s
```

サービスコントローラーのアクセスコントロール

- IAM Roles for Service Accounts (IRSA) で Pod レベルのアクセスコントロールを付与することを推奨
- Namespace も別途用意し、開発者から隔離する

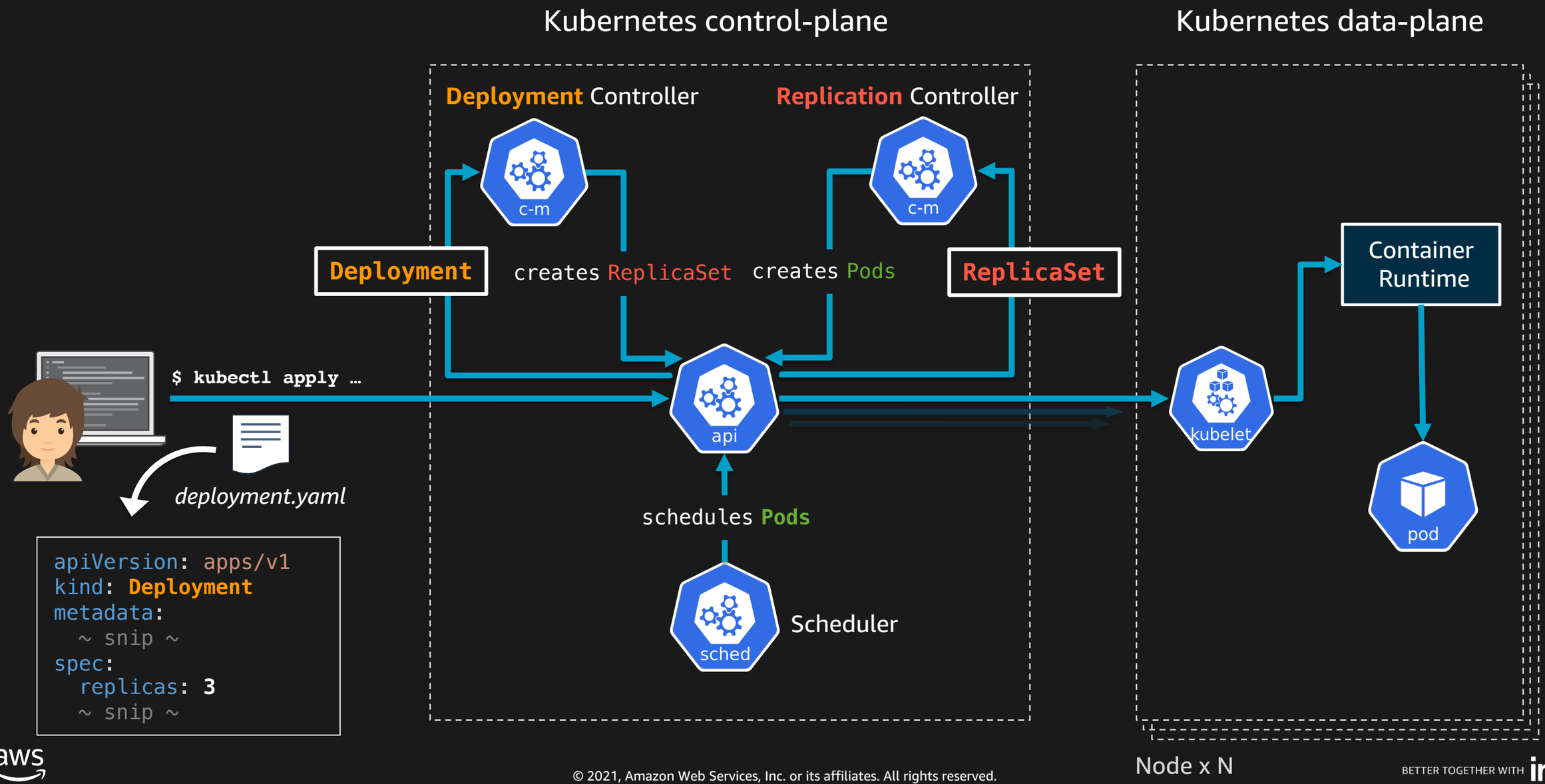


aws DEV DAY
ONLINE JAPAN

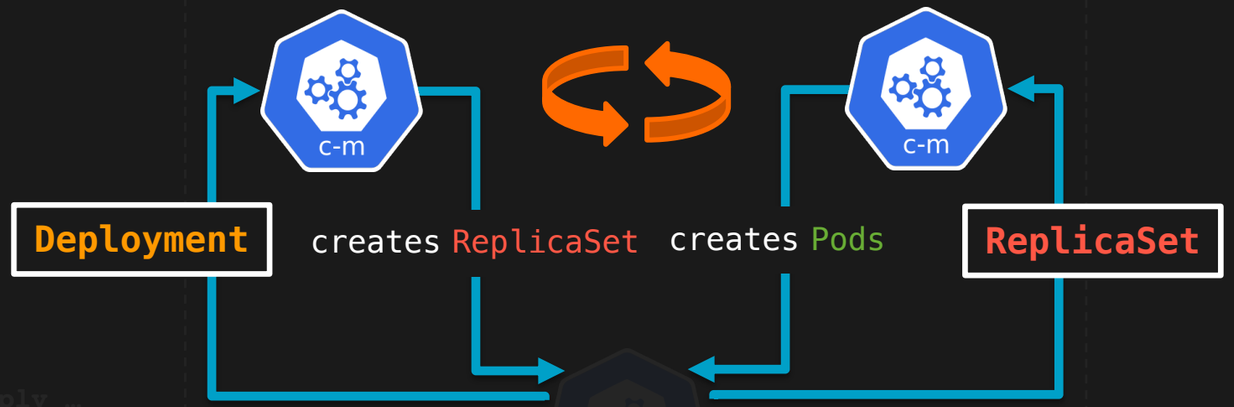
カスタムリソースと
カスタムコントローラーによる
Kubernetes API の拡張

BETTER TOGETHER WITH intel

Kubernetes の宣言的デプロイメントモデル (概略)



Kubernetes の宣言的デプロイメントモデル (概略)



- "**control loops**" または "**reconcile loops**" と呼ばれる
- プログラミング言語におけるループの概念と近く、このループの中で宣言と現実の状態差異を検出し、収束させるロジックを常に実行している

Kubernetes の拡張性

- コンテナレベルの拡張仕様のサポート
  - Container Network Interface (CNI), Container Storage Interface(CSI)
- コンテナランタイムのプラグインインターフェース
  - Container Runtime Interface (CRI)
- Validating/Mutating Admission Webhook
- カスタムスケジューラの実装と利用

…

- **カスタム実装による Kubernetes API のプラガブルな拡張** (Today’s topic)

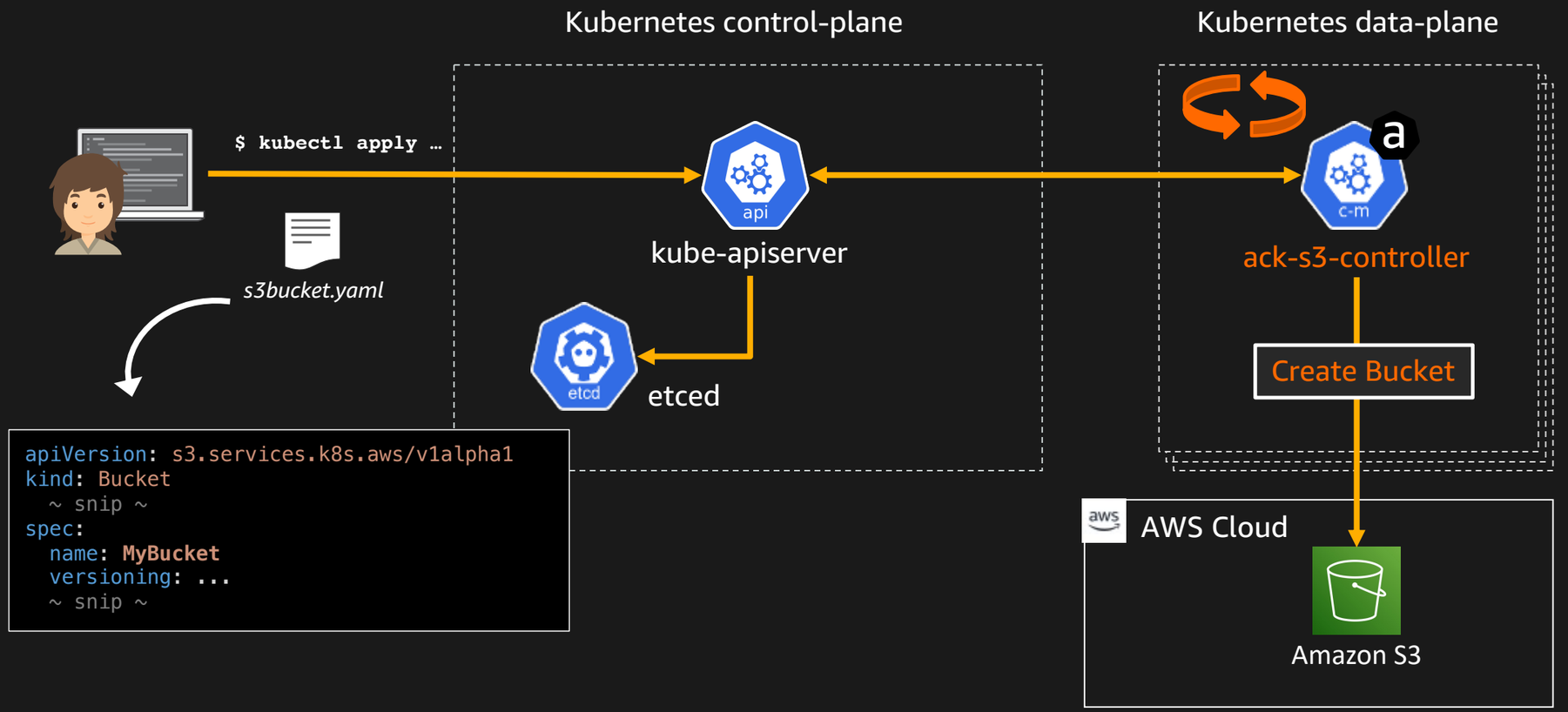
Kubernetes API の代表的な拡張実装方法

1. Aggregation Layer (API aggregation / AA)
   - Kubernetes の **RESTful API としてのリソース**を任意に追加可能
   - とにかく自由度が高い
2. カスタムリソース (CustomResourceDefinition, CRD)
   - **Kubernetes としてのリソース**を任意に追加可能

     e.g. “kind: Bucket”

   - Kubernetes リソースは Kubernetes RESTful API のリソースとして表現されるため、結果として API リソースが追加される

カスタムリソースとカスタムコントローラーによる拡張



- Custom resource そのものはいわば ConfigMap のようなもので、ビジネスロジックは持たず、Kubernetes API の永続化ストレージである etcd に保存される
- Custom resource の宣言とリソースの実体の状態差を収束させるビジネスロジックを Custom controller として実装することが一般的

“Operator” パターン

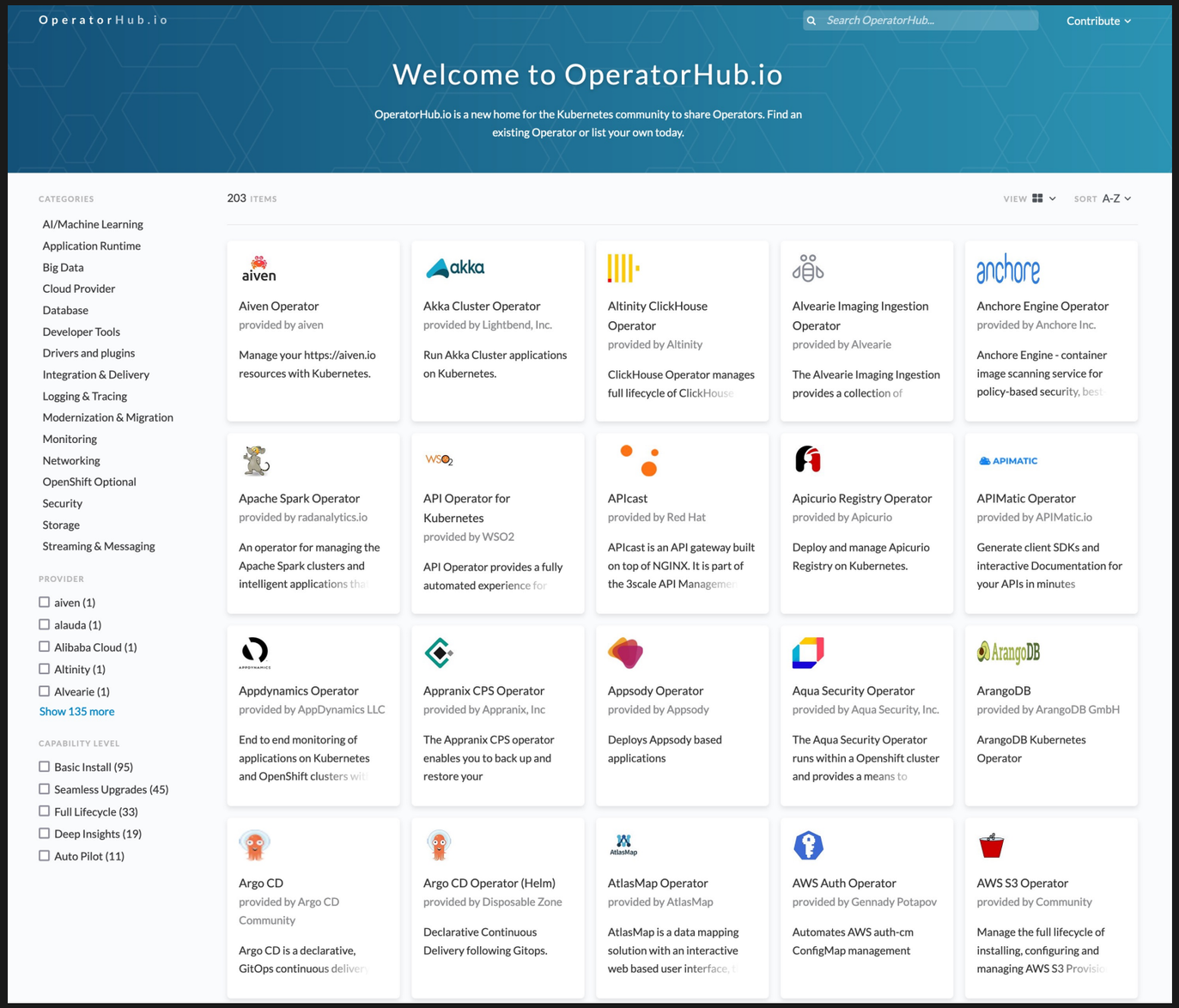
- CoreOS 社が提唱した Kubernetes 拡張パターン [1]
  - カスタムリソース + カスタムコントローラーによる Kubernetes 拡張方法の中でも特にアプリケーション/ドメイン固有の運用知識をコード実装して自動化するパターン
  - 複数のカスタムリソース + カスタムコントローラー群によって構成されることも
    - e.g. あるデータベースのセットアップ、バックアップ、リストアをそれぞれ個別の CR + Custom Controller で実装
- Operator の例
  - アプリケーションコードの更新と同時に、例えばデータベーススキーマ、追加の設定修正など必要な変更の対応
  - クラスターの回復力をテストするために、全てまたは一部分の障害をシミュレート
  - 内部のリーダー選出プロセス無しに、分散アプリケーションのリーダー選択

[1] https://coreos.com/blog/introducing-operators.html *(Nov. 03, 2016)*

Operator Hub

- Kubernetes Operator のパブリックレジストリ
- 203件のOperatorが登録されている (2021/09/29 時点)
- Launched by Red Hat *"in collaboration with AWS, Google Cloud, Microsoft" (Feb. 28, 2019)*

https://operatorhub.io/



Kubebuilder を利用して開発をはじめる

https://github.com/kubernetes-sigs/kubebuilder

```
# プロジェクト用ディレクトリの作成
$ mkdir my-new-controller && cd $_

# ボイラープレートからプロジェクトを生成
$ kubebuilder init --domain track3jyo.com --license apache2 --owner hama

# ボイラープレートから API 実装の生成
$ kubebuilder create api --group webapp --version v1 --kind Guestbook

# CRD の元となる実装
$ vi api/v1/guestbook_types.go

# カスタムコントローラの実装
$ vi controllers/guestbook_controller.go

# Kubernetes クラスタへの CRD インストールとカスタムコントローラの実行
$ make install && make run

# あとは YAML を書いてクラスタに適用するだけ
$ cat config/samples/webapp_v1_guestbook.yaml | kubectl apply -f -
```

※ See also the Kubebuilder's Quick Start https://book.kubebuilder.io/quick-start.html

カスタムコントローラーを実装・運用していく難しさ

- Kubebuilder, Operator SDK [1]
  - Kubebuilder、Operator SDK が CRD + CC 実装によく利用される
  - 両者とも controller-runtime と controller-tools [2, 3] を利用しており、それぞれの最新バージョンは v0.10.1 と v0.7.0 (2021/09/29 時点)
  - 今後も破壊的変更が入る可能性がある
- Kubernetes クラスタ外リソースを触るコントローラ実装の難しさ
  - e.g. S3 バケット を AWS MC で削除してしまっていたらどういう挙動を取るべき？ AWS API 側のスロットリングを受けたらどうする？
  - e.g. 冪等な更新に対応していないものを扱うときは？

[1] https://github.com/operator-framework/operator-sdk
[2,3] https://github.com/kubernetes-sigs/controller-runtime, https://github.com/kubernetes-sigs/controller-tools

aws DEV DAY
ONLINE JAPAN

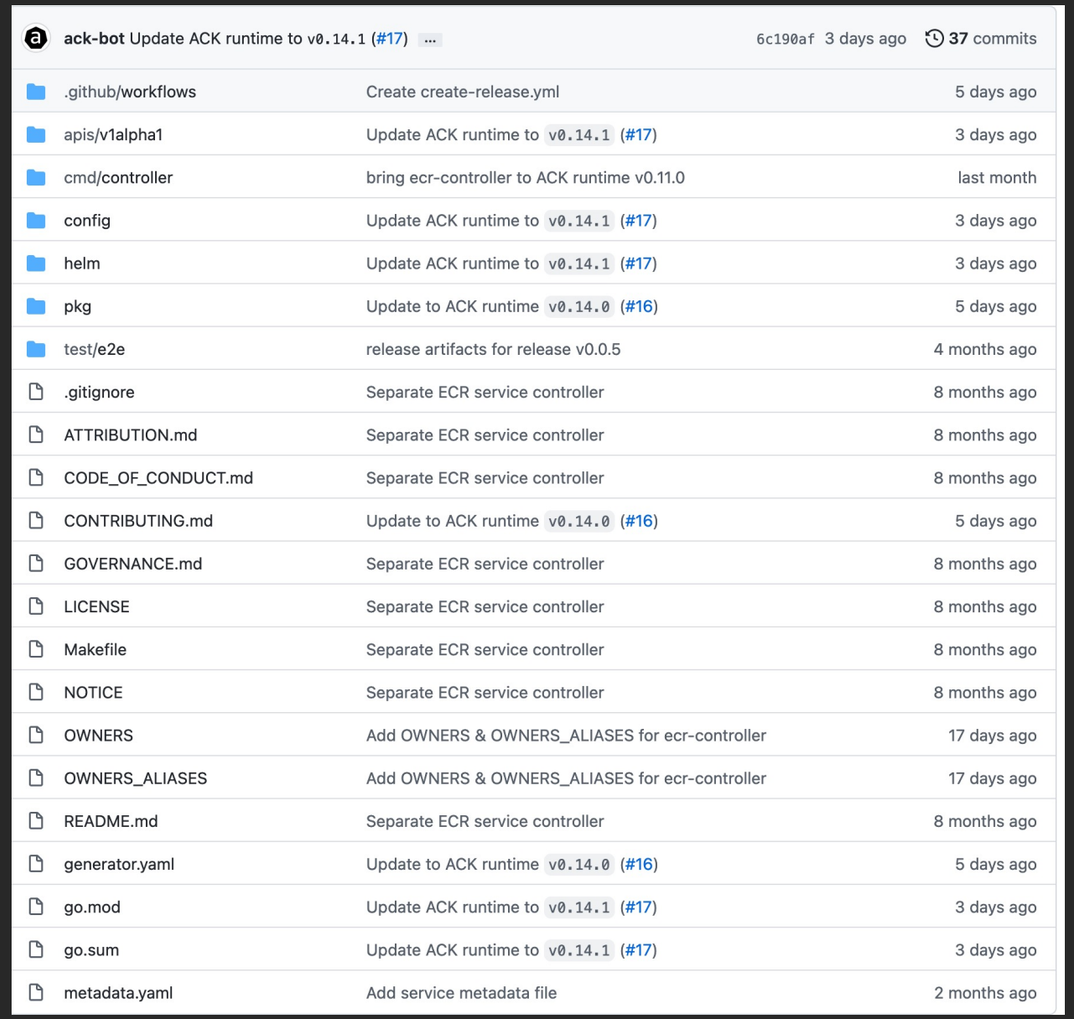
ACK のカスタムコントローラー実装を読み解く

BETTER TOGETHER WITH intel

ACK service controller for Amazon Elastic Container Registry (ECR)

https://bit.ly/3ETNbzP

(https://github.com/aws-controllers-k8s/ecr-controller)



ack-bot Update ACK runtime to `v0.14.1` (#17) ...	`6c190af` 3 days ago	**37** commits
.github/workflows	Create create-release.yml	5 days ago
apis/v1alpha1	Update ACK runtime to `v0.14.1` (#17)	3 days ago
cmd/controller	bring ecr-controller to ACK runtime v0.11.0	last month
config	Update ACK runtime to `v0.14.1` (#17)	3 days ago
helm	Update ACK runtime to `v0.14.1` (#17)	3 days ago
pkg	Update to ACK runtime `v0.14.0` (#16)	5 days ago
test/e2e	release artifacts for release v0.0.5	4 months ago
.gitignore	Separate ECR service controller	8 months ago
ATTRIBUTION.md	Separate ECR service controller	8 months ago
CODE_OF_CONDUCT.md	Separate ECR service controller	8 months ago
CONTRIBUTING.md	Update to ACK runtime `v0.14.0` (#16)	5 days ago
GOVERNANCE.md	Separate ECR service controller	8 months ago
LICENSE	Separate ECR service controller	8 months ago
Makefile	Separate ECR service controller	8 months ago
NOTICE	Separate ECR service controller	8 months ago
OWNERS	Add OWNERS & OWNERS_ALIASES for ecr-controller	17 days ago
OWNERS_ALIASES	Add OWNERS & OWNERS_ALIASES for ecr-controller	17 days ago
README.md	Separate ECR service controller	8 months ago
generator.yaml	Update to ACK runtime `v0.14.0` (#16)	5 days ago
go.mod	Update ACK runtime to `v0.14.1` (#17)	3 days ago
go.sum	Update ACK runtime to `v0.14.1` (#17)	3 days ago
metadata.yaml	Add service metadata file	2 months ago

ACK service controller for Amazon Elastic Container Registry (ECR)

当日は ACK service controller for ECR のソースコードを見ながら、
ACK をカスタムコントローラーレベルで掘り下げて解説し、
カスタムコントローラー実装について話しました。

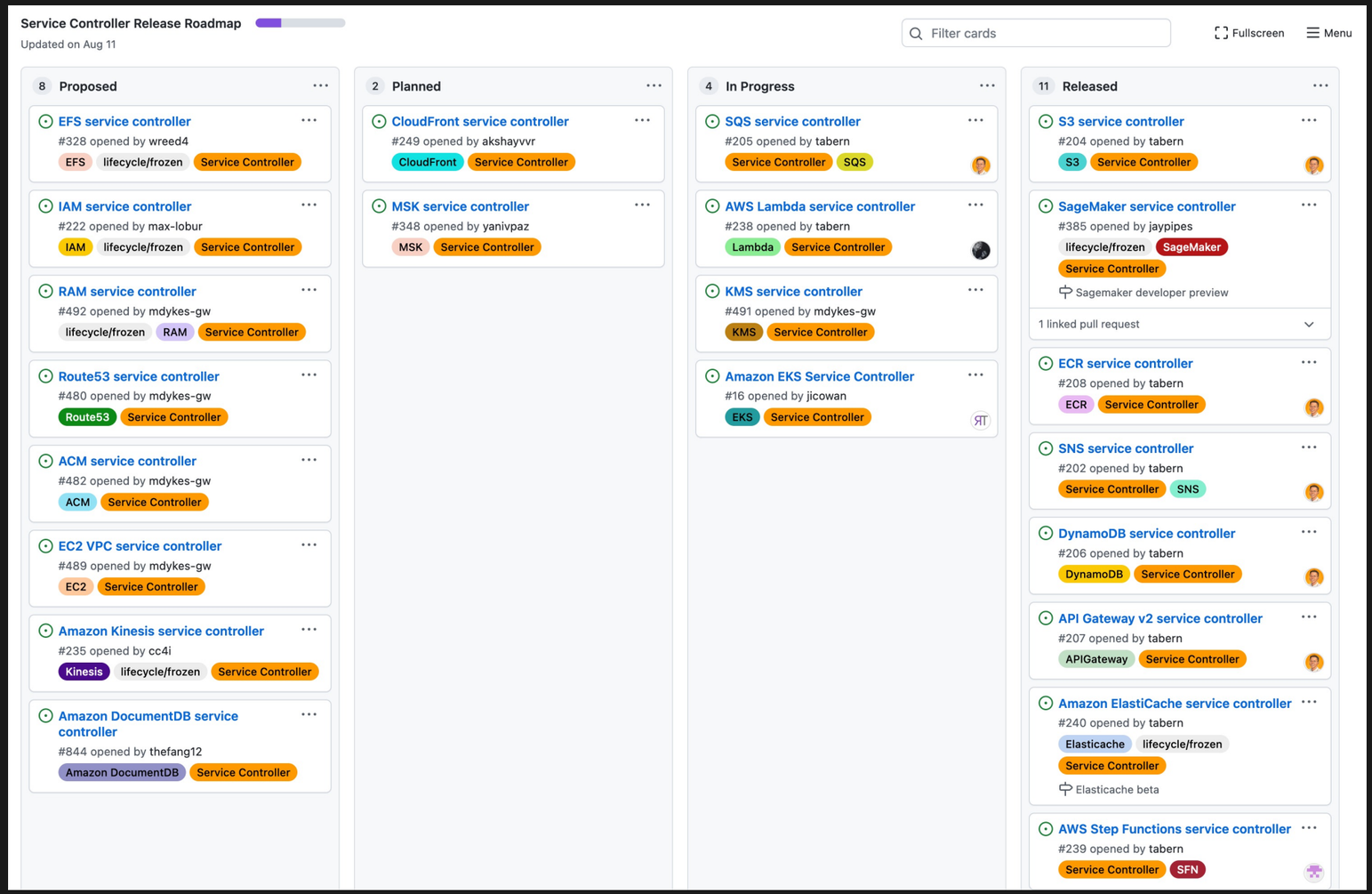
まとめ

- ACK は Kubernetes から直接 AWS のサービスリソースを定義して使用できるようにするツール
  - 開発者は Kubernetes の API を理解するだけで、コンテナ以外の AWS リソースも管理可能
  - CloudFormation ではなく AWS の API を介して直接管理するような実装
  - 現在はデベロッパープレビューな OSS　今後 GA に向けて乞うご期待
- Kubernetes はソフトウェアにおけるオペレーションの自動化や効率化のために、カスタムリソースやカスタムコントローラーで拡張可能
- 自分たちの運用や業務をカスタムコントローラーで実装してステキな Kubernetes ライフを送ってください！

ドキュメントや参考になるコンテンツ

- ACK 関連
  - Github：https://github.com/aws-controllers-k8s
  - ドキュメント：https://aws-controllers-k8s.github.io/community/docs/community/overview/
  - API リファレンス：https://aws-controllers-k8s.github.io/community/reference/
  - ブログ：https://aws.amazon.com/blogs/containers/aws-controllers-for-kubernetes-ack/
  - 動画：
    - https://www.youtube.com/watch?v=j9GInqUL7UU
    - https://www.youtube.com/watch?v=6TWIoGkWEIc
- カスタムコントローラー関連
  - ドキュメント： https://kubernetes.io/ja/docs/concepts/extend-kubernetes/api-extension/custom-resources/
  - Kubebuilder： https://github.com/kubernetes-sigs/kubebuilder
  - オペレーターパターン： https://kubernetes.io/ja/docs/concepts/extend-kubernetes/operator/
  - OperatorHub.io： https://operatorhub.io/
  - 実践入門 Kubernetes カスタムコントローラーへの道： https://www.amazon.co.jp/dp/B0851QCR81/

ACK パブリックロードマップ



https://github.com/aws-controllers-k8s/community/projects/1

aws DEV DAY
ONLINE JAPAN

Thank you!

Shinichi Hama

track3jyo

BETTER TOGETHER WITH intel