Dockerfile の開発を支援する インタラクティブツールの提案

稲田 司

February 22, 2023

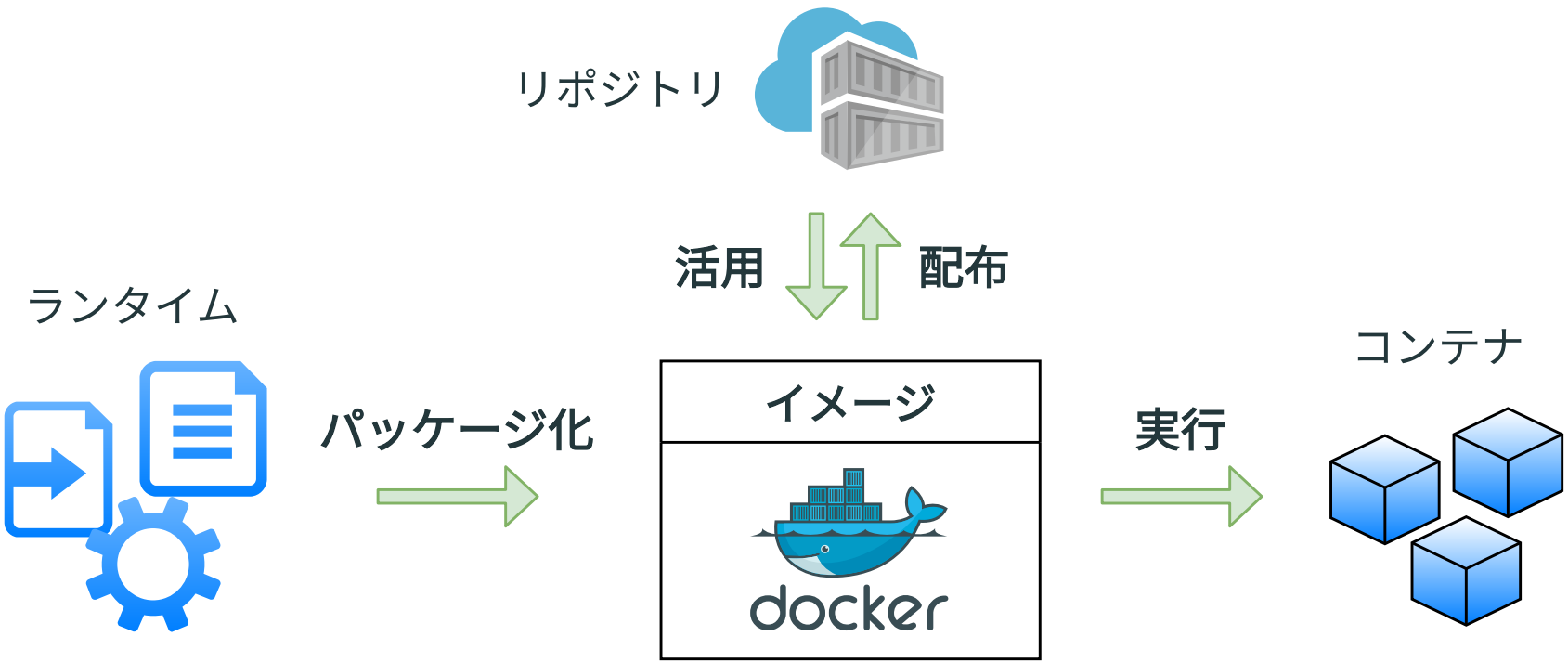
鵜林・亀井研究室

目次

目次

Docker とは何か？

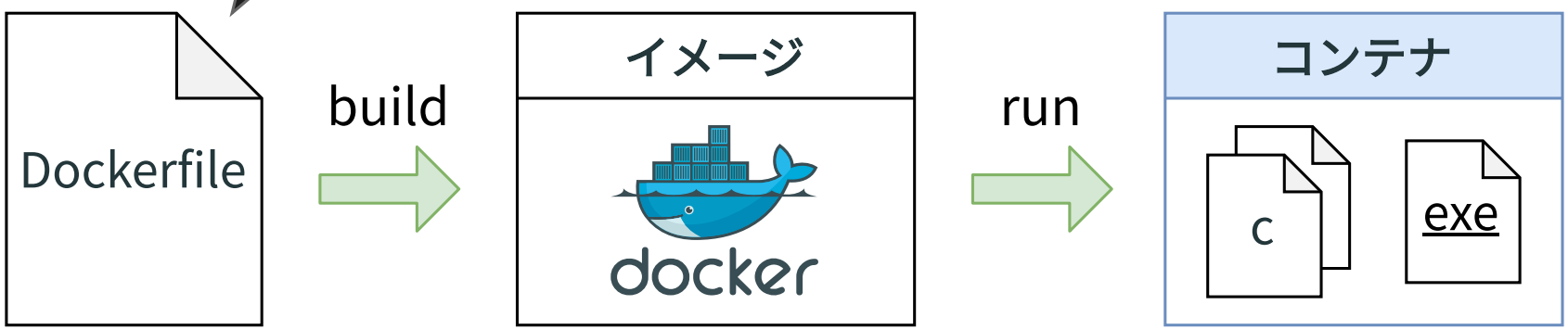
アプリケーション実行環境を構築，共有，起動するための
ソフトウェアプラットフォーム．



Dockerfile とは何か？

イメージ構築を自動化する命令列が記載されたファイル．

```
COPY *.c *.h ./
RUN yum install -y gcc && \
    gcc *.c -o exe
```



目次

イメージが抱える課題とその解決手法

ビルド時間の短縮

イメージサイズの削減

イメージ分析

サイバー攻撃への対策

同一性の確認

再現性の確保

イメージ開発の効率化

保守性の確保

イメージが抱える課題とその解決手法

ビルド時間の短縮	→ キャッシュの利用，BuildKit
イメージサイズの削減	→ マルチステージビルド，Slim
イメージ分析	→ dive，dlayer
サイバー攻撃への対策	→ Distroless イメージ，BuildKit
同一性の確認	→ ハッシュによる確認，イメージ署名
再現性の確保	→ ？
イメージ開発の効率化	→ ？
保守性の確保	→ ？

イメージが抱える課題とその解決手法

ビルド時間の短縮	→	キャッシュの利用，BuildKit
イメージサイズの削減	→	マルチステージビルド，Slim
イメージ分析	→	dive，dlayer
サイバー攻撃への対策	→	Distroless イメージ，BuildKit
同一性の確認	→	ハッシュによる確認，イメージ署名
再現性の確保	→	？
イメージ開発の効率化	→	？
保守性の確保	→	？

提案ツールで解決したい

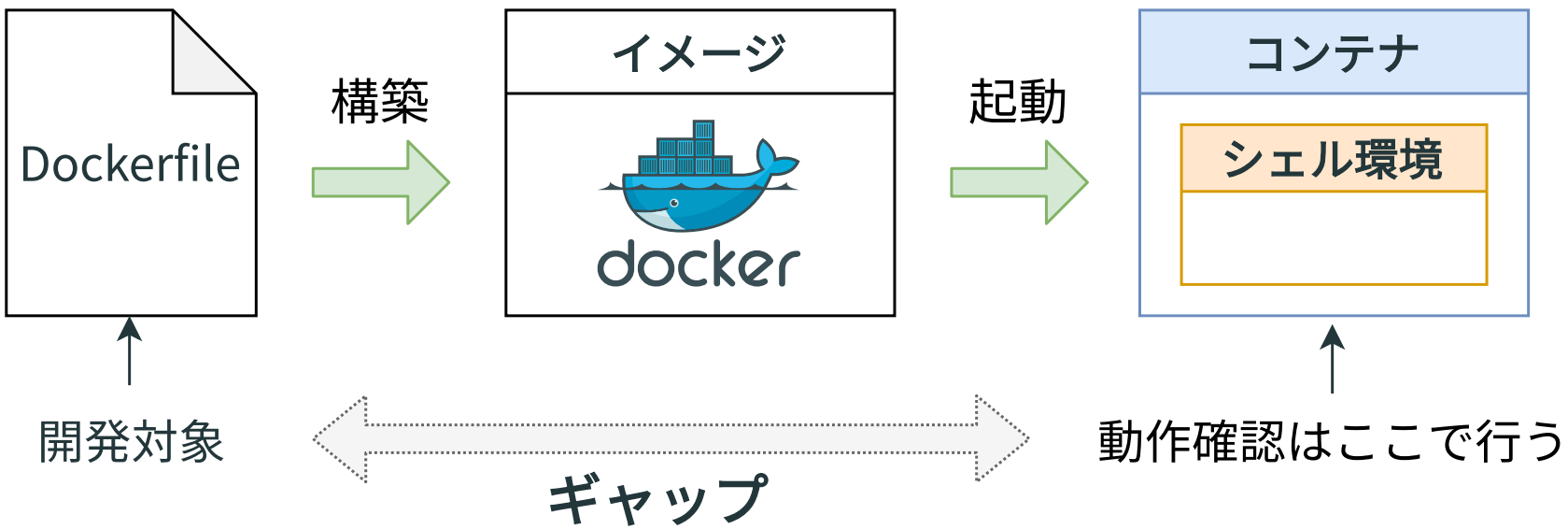
イメージが抱える課題とその解決手法

ビルド時間の短縮	→ キャッシュの利用，BuildKit
イメージサイズの削減	→ マルチステージビルド，Slim
イメージ分析	→ dive，dlayer
サイバー攻撃への対策	→ Distroless イメージ，BuildKit
同一性の確認	→ ハッシュによる確認，イメージ署名
再現性の確保	→ ？
イメージ開発の効率化	→ インタラクティブツール
保守性の確保	→ リファクタリング・最適化の機能

目次

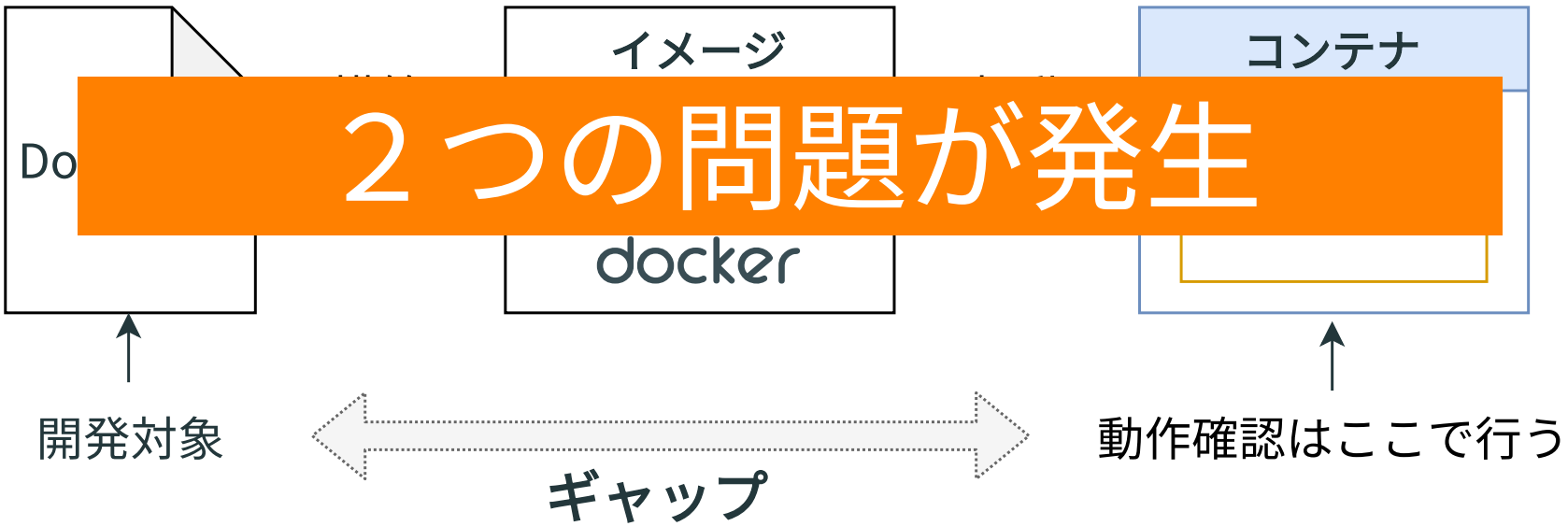
現状のイメージ開発の問題点

開発時と動作確認時で，作業対象が異なる．



現状のイメージ開発の問題点

開発時と動作確認時で，作業対象が異なる．

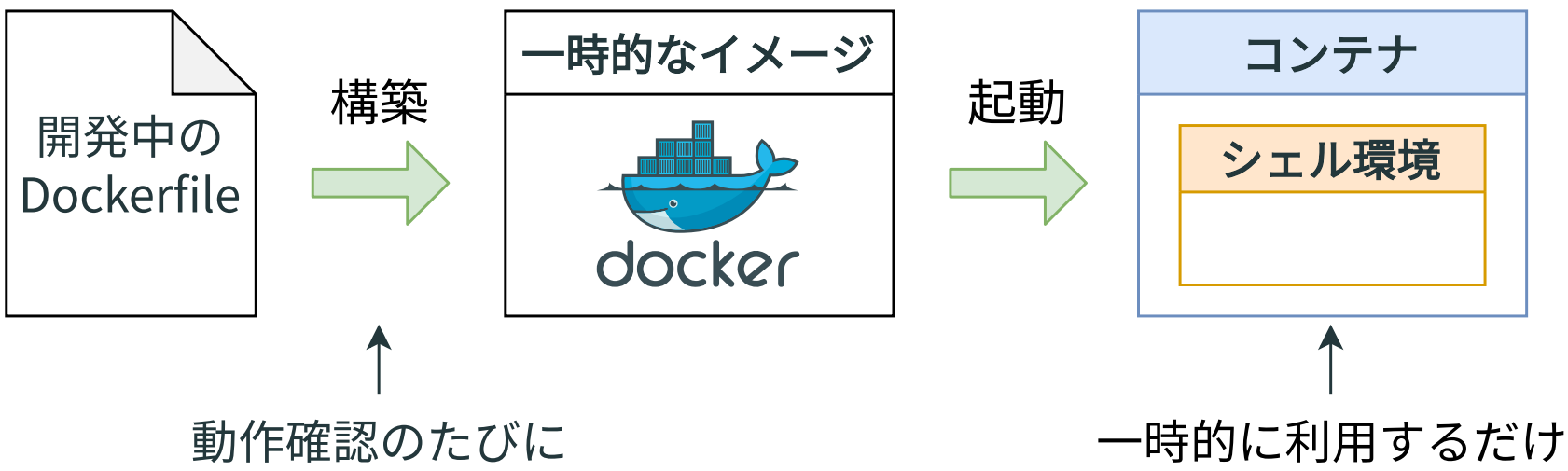


問題 1 / 2
「Dockerfile の動作確認のオーバヘッド」

Dockerfile を修正する度に，何度もイメージを構築する．

→　待ち時間が発生する

通常のワークフロー

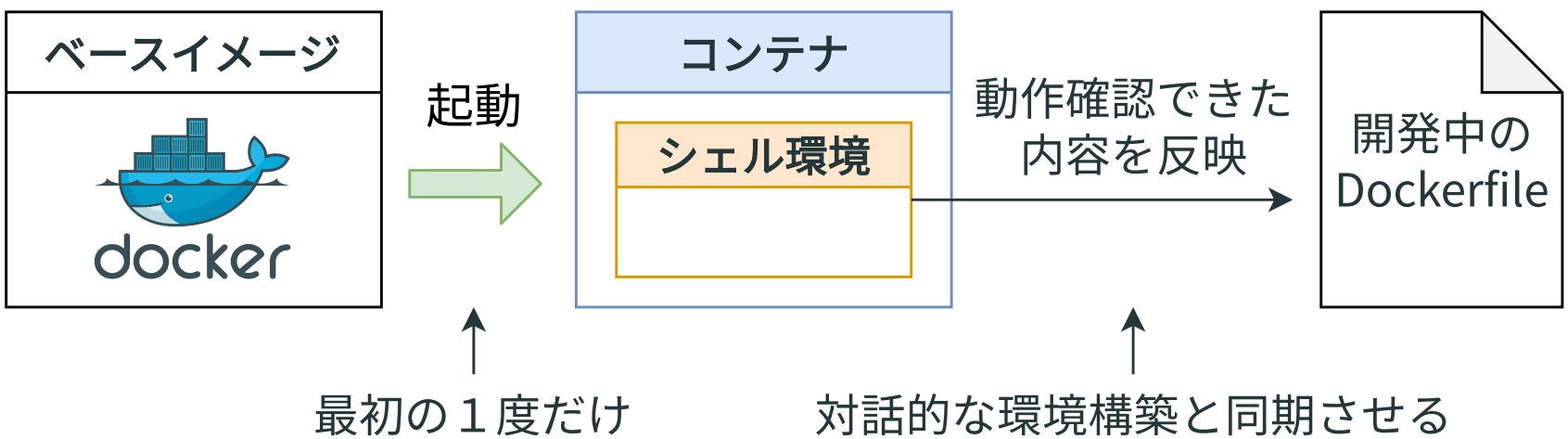


問題 2 / 2
「Dockerfile 開発時の開発者の負担」

目的の環境構築と Dockerfile の編集作業を同時進行させる.

→ 開発者の負担が大きい

少し工夫した開発手段



提案ツールを用いて，Dockerfile を開発すると

対話的な環境構築 in fedora

```
cd root
```

```
export URL=http://example.com
```

```
URL=http://example.com/man.tar.gz
```

```
curl -LO "${URL}"; ls | grep -F tar.gz
```

自動的に

Dockerfile

```
FROM fedora:latest
WORKDIR /
SHELL [ "/bin/bash", "--posix", "-c" ]
WORKDIR root
ENV URL=http://example.com
ARG URL=http://example.com/man.tar.gz
RUN curl -LO "${URL}"
```

提案ツールの特長 1 / 2

インタラクティブツールとしての側面

ユーザがコンテナ内で動作確認しながら環境構築することで，
自動的に Dockerfile を生成してくれる．

これだけでは優れた Dockerfile にはならない

修正前の Dockerfile

```
FROM fedora:latest
WORKDIR /
SHELL [ "/bin/bash", "--posix", "-c" ]
WORKDIR root
ENV URL=http://example.com
ARG URL=http://example.com/man.tar.gz
RUN curl -LO "${URL}"
RUN tar -xvf man.tar.gz
RUN rm -f man.tar.gz
WORKDIR man
```

これだけでは優れた Dockerfile にはならない

修正前の Dockerfile

```
FROM fedora:latest
WORKDIR /
SHELL [ "/bin/bash", "--posix", "-c" ]
WORKDIR root
EN
AR                                                    z
RUN curl -LO "${URL}"
RUN tar -xvf man.tar.gz
RUN rm -f man.tar.gz
WORKDIR man
```

見づらい

これだけでは優れた Dockerfile にはならない

修正前の Dockerfile

```
FROM fedora:latest
WORKDIR /
SHELL [ "/bin/bash", "--posix", "-c" ]
WORKDIR root
ENV URL=http://example.com
ARG URL=http://example.com/man.tar.gz
RUN curl -LO "${URL}"
RUN tar -xvf man.tar.gz
RUN rm -f man.tar.gz
WORKDIR man
```

絶対パス指定の方がいい

集約した方がいい

Dockerfile のリファクタリング・最適化を行ってみる

修正後の Dockerfile

```
FROM fedora:latest
SHELL [ "/bin/bash", "--posix", "-c" ]
WORKDIR /root
ENV URL=http://example.com/man.tar.gz

RUN set -ex; \
    curl -LO "${URL}"; \
    tar -xvf man.tar.gz; \
    rm -f man.tar.gz;

WORKDIR /root/man
```

提案ツールの特長 2 / 2

インタラクティブツールとしての側面

ユーザがコンテナ内で動作確認しながら環境構築することで，
自動的に Dockerfile を生成してくれる．

リファクタリング・最適化の機能

上のようにして生成した Dockerfile に，ベストプラクティス
に基づいたリファクタリング・最適化を行うことができる．

目次

手順 1 / 4
「提案ツールのソースコードを取得する」

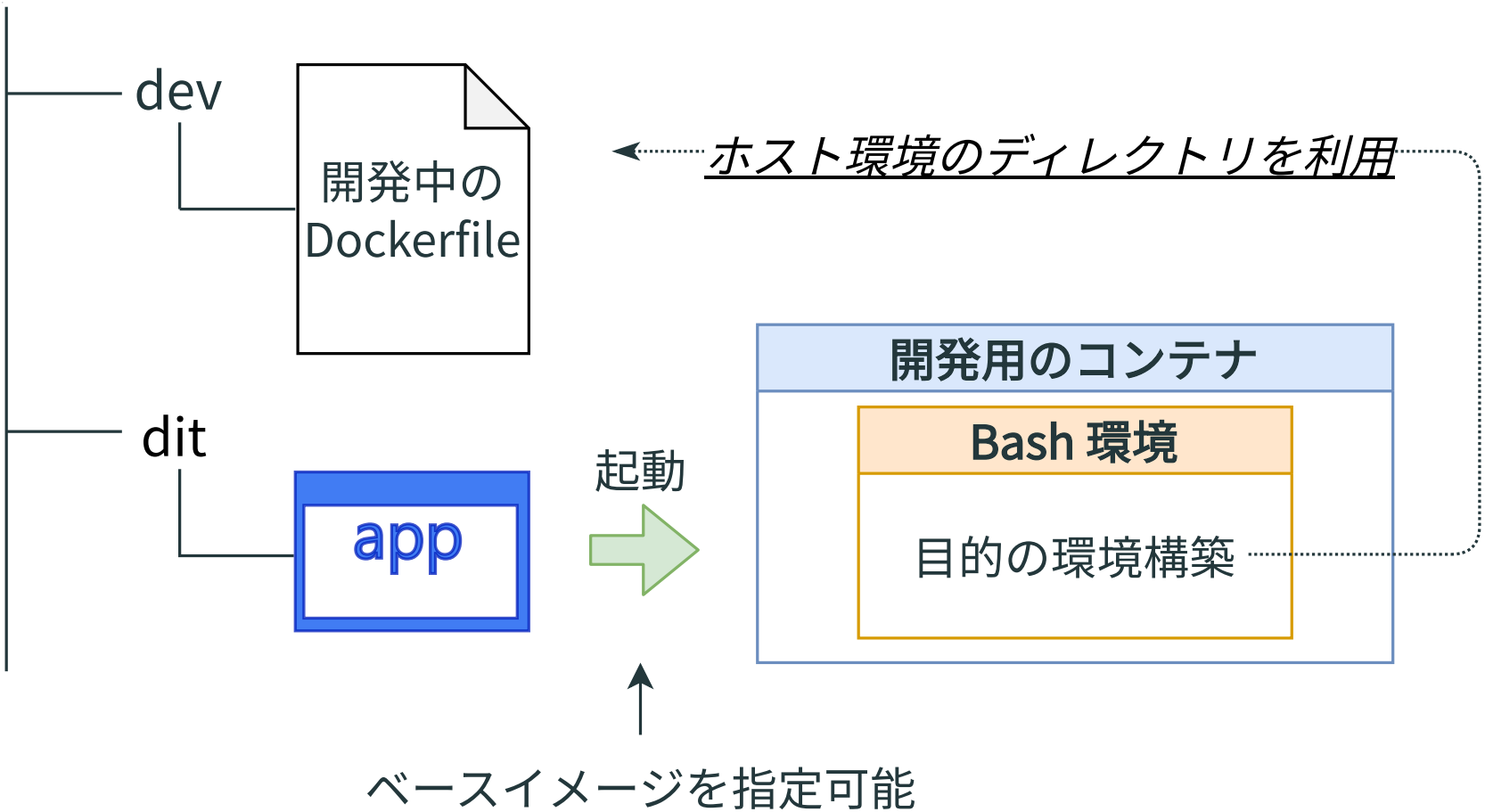
提案ツールのリポジトリをクローンする.

実行例

```
URL=https://github.com/posl/dit.git
git clone --depth 1 "${URL}"
```

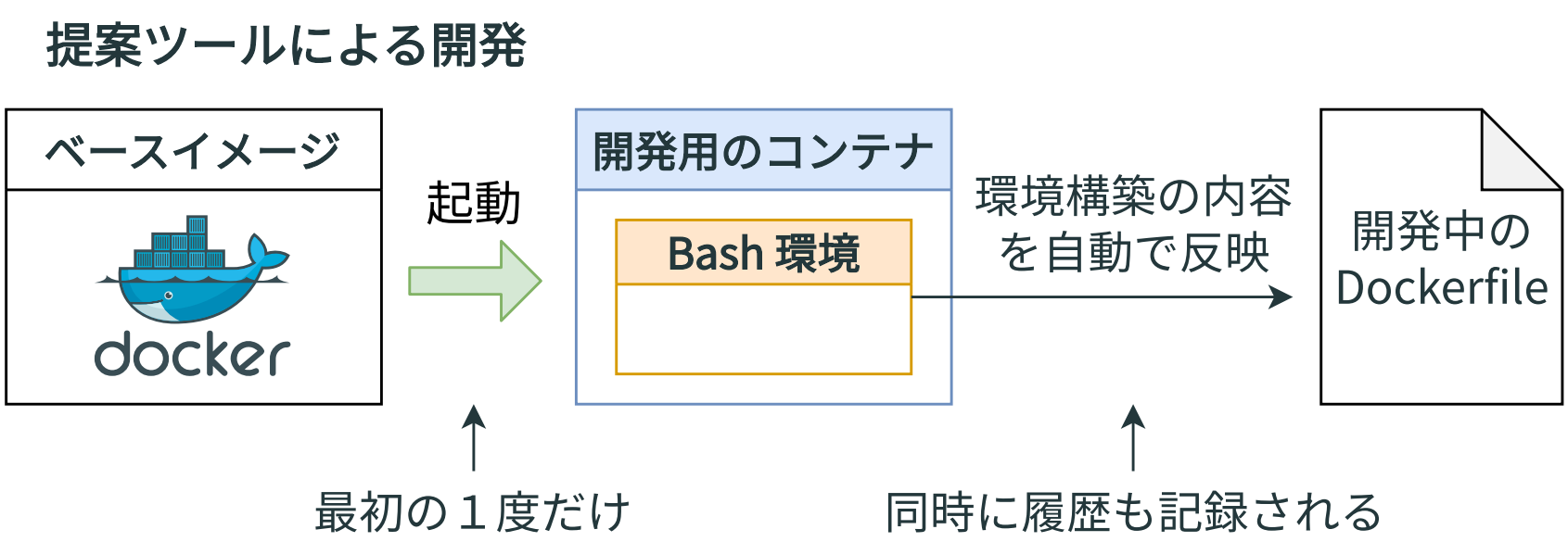
手順 2 / 4
「開発用のコンテナを起動し，開発を開始する」

ルートにある，exec.sh というシェルスクリプトを実行する．



手順 3 / 4
「動作確認しながら，目的の環境構築を行う」

動作確認に専念しながら，対話的に Dockerfile を開発する．



手順 4 / 4
「Dockerfile を完成させる」

次の処理は，提案ツールの機能を使う．

dit package パッケージのインストール

dit copy ホスト環境からのファイルのコピー

dit optimize Dockerfile のリファクタリング・最適化

最後に，Dockerfile のリファクタリング・最適化を行う．

目次

機能要件

1. 任意のコマンドラインを実行するたびに，その必要性を判断して，対応する命令を Dockerfile に追加する機能
2. CUI 上で Dockerfile を編集する機能
3. ベストプラクティスに基づいて，作成された Dockerfile のリファクタリング・最適化を行う機能
4. Dockerfile の開発を任意のタイミングで中断・再開できるようにする機能

機能要件

1. 任意のコマンドラインを実行するたびに，その必要性を判断して，対応する命令を Dockerfile に追加する機能
2. CUI 上で Dockerfile を編集する機能
3. ベストプラクティスに基づいて，作成された Dockerfile のリファクタリング・最適化を行う機能
4. Dockerfile の開発を任意のタイミングで中断・再開できるようにする機能

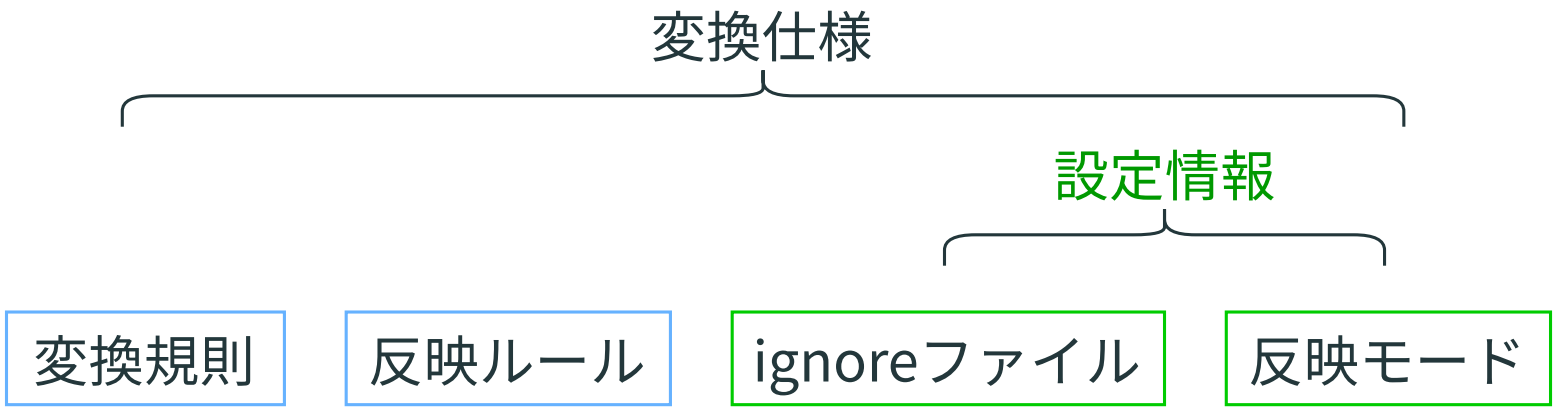
機能１
「任意のコマンドラインを実行するたびに処理を行う」

Bash のシェル変数 PROMPT_COMMAND を使用する.

使用例

```
# log each time the shell prompt is updated
PROMPT_COMMAND='mylog > "/tmp/$(date -Ins)"'
```

機能１
「変換仕様により，コマンドの反映の要否を判断する」



変換仕様	概要
変換規則	コマンドと Dockerfile の命令を対応づける
反映ルール	構文情報からコマンドの反映の要否を決定
ignore ファイル	反映しないコマンドとその条件を記述
反映モード	反映ルール・ignore ファイルの使い方を変更

機能１　変換規則の一覧

変換前	変換後	備考
cd pushd popd	WORKDIR 命令	作業ディレクトリが変更された場合
代入文 declare typeset readonly printf	ARG 命令	コマンド実行環境を変更する場合 左のコマンド以外には未対応
export	ENV 命令	コマンド実行環境を変更する場合 “declare -x” は ARG 命令に変換する
それ以外	RUN 命令	複数に変換されることはない

機能１　デフォルトの反映ルール（一部抜粋）

Bash の構文	反映ルール
単純なコマンド	出力のリダイレクションを含む場合は反映する
算術式	let に対する ignore ファイルの設定を使う
条件式	単独で使われた場合は反映しない
パイプライン	反映するコマンドより左にあるものは反映する
条件付きリスト	反映するコマンドを含む場合，まとめて反映する
その他のリスト	各コマンドの反映の要否を個別に決定する

※ 後述の反映モードの設定により，内容が少し変動する．

機能１　ignore ファイルの例

反映しないコマンドとその条件を記述する．

```
{
    "ls": null,
    "dir": "ls",
    "wget": {
        "short_opts": "O:",
        "long_opts": {
            "output-document": 1
        },
        "optargs": {
            "output-document": "O",
            "O": [
                "-"
            ]
        },
        "detect_anymatch": true
    }
}
```

機能１　反映モードの一覧

no-reflect	Dockerfile に命令を追加しない
strict	処理の流れに影響しない部分は特別視しない
normal	処理のまとまりを考え，反映の要否を変更する
simple	単純なコマンド[1] 以外はそのまま反映する
no-ignore	実行されたコマンドラインは必ず反映する

strict と normal の違い（例：条件実行の “left && right”）

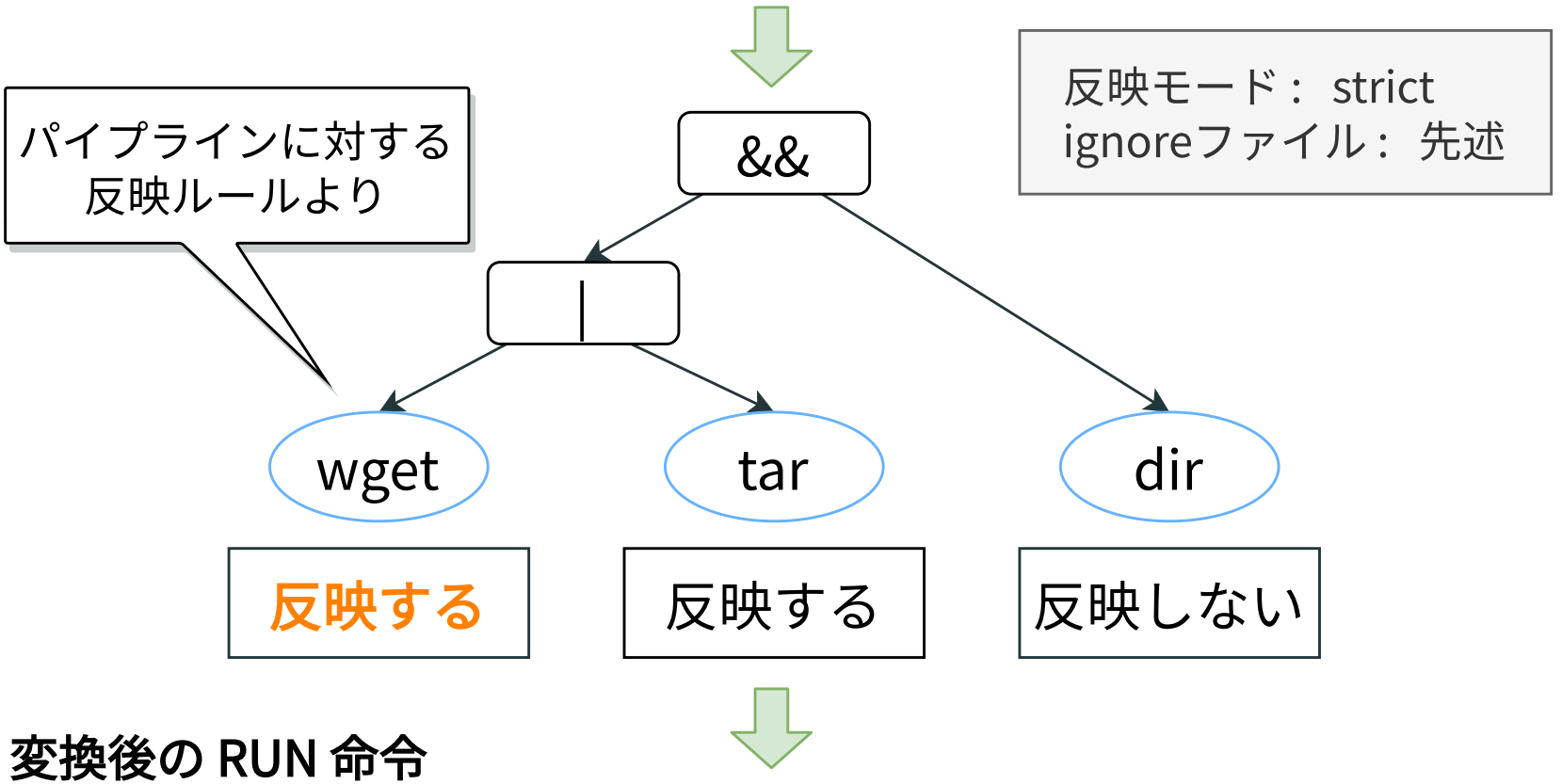
strict	左のコマンドだけを反映する可能性がある
normal	ひとまとめに反映するか，全く反映しないか

[1] Bash の基本構文．

機能１　変換処理の流れ

変換前のコマンドライン（成功）

```
wget -O - "${URL}" | tar -xvz && dir -AFl bash-5.1.16
```



変換後の RUN 命令

```
RUN wget -O - "${URL}" | tar -xvz
```

機能１　変換処理の実行例 １/３

```
export URL=http://example.com; \
URL="${URL}"/man.tar.gz;
```

変換処理

```
ENV URL=http://example.com
ARG URL=http://example.com/man.tar.gz
```

機能１　変換処理の実行例 ２/３

```
wget -O - "${URL}" | tar -xvz && \
ls -A man | grep -E '*.md'
```

変換処理

```
RUN wget -O - "${URL}" | tar -xvz
```

機能１　変換処理の実行例 3 / 3

```
cd /root/src || exit 1; \
CFLAGS='-O2' make CC='gcc' && \
mv -f a.out ../mycmd; \
cd ..; ./mycmd --version; rm -fr src;
```

変換処理

```
RUN cd /root/src || exit 1; \
    CFLAGS='-O2' make CC='gcc' && \
    mv -f a.out ../mycmd; \
    cd ..; rm -fr src;
WORKDIR /root
```

機能要件

1. 任意のコマンドラインを実行するたびに，その必要性を判断して，対応する命令を Dockerfile に追加する機能
2. CUI 上で Dockerfile を編集する機能
3. ベストプラクティスに基づいて，作成された Dockerfile のリファクタリング・最適化を行う機能
4. Dockerfile の開発を任意のタイミングで中断・再開できるようにする機能

機能２
「ホスト環境からファイルをコピーする」

dit copy

　ホスト環境からコンテナ内へのファイルのコピーを行い，
その内容を COPY・ADD 命令として Dockerfile に反映する．

このコマンドを使うと，

- COPY 命令と cp コマンドの仕様の違いを意識せず済む．
- ADD 命令の tar 展開機能を利用できる．

機能２
「パッケージをインストールする」

dit package

　最適化された形式で，パッケージのインストールを行い，その内容を RUN 命令として Dockerfile に反映する．

このコマンドを使うと，

- イメージサイズの削減に効果的な方法で実行される．
- パッケージマネージャの違いをあまり意識せず済む．

機能２
「Dockerfile に命令を追加する」

dit reflect

各種ログを取りながら，Dockerfile に命令を追加する．

実行例

```
# reflects the contents of ‘./instr.txt’ in Dockerfile
dit reflect -d instr.txt
```

```
# reflects the input contents as they are in Dockerfile
dit reflect -dp -
```

機能２
「Dockerfile から指定した行を削除する」

dit erase

条件にマッチする行を，Dockerfile から削除する．

実行例

```
# deletes the lines added just before from Dockerfile
dit erase -d
```

```
# deletes all LABEL instructions from Dockerfile
dit erase -diy -E '^LABEL[[:space:]]'
```

機能要件

1. 任意のコマンドラインを実行するたびに，その必要性を判断して，対応する命令を Dockerfile に追加する機能
2. CUI 上で Dockerfile を編集する機能
3. ベストプラクティスに基づいて，作成された Dockerfile のリファクタリング・最適化を行う機能
4. Dockerfile の開発を任意のタイミングで中断・再開できるようにする機能

機能３
「Dockerfile のリファクタリング・最適化を行う」

dit optimize

下書きの Dockerfile から，完成版の Dockerfile を生成する．

処理内容

- 各命令に特有のリファクタリング
- 順序に依存しない命令の並べ替え
- 連続する同系統の命令列に対する最適化
- 環境の整合性を保つために必須の集約処理

機能３　リファクタリング・最適化の実行例 １/３

```
WORKDIR /
WORKDIR root
```


```
WORKDIR /root
```

機能３　リファクタリング・最適化の実行例 １/３

```
WORKDIR /
WORKDIR root
```

起点となる絶対パスが必要

リファクタリング

```
WORKDIR /root
```

機能３　リファクタリング・最適化の実行例 2 / 3

```
COPY --chown=root /etc/conf.d ./src
COPY *.c *.h ./src/
```


```
COPY /etc/conf.d *.c *.h ./src/
```

機能３　リファクタリング・最適化の実行例 2 / 3

```
COPY --chown=root /etc/conf.d ./src
COPY *.c *.h ./src/
```

最適化

連続する命令列にのみ

```
COPY /etc/conf.d *.c *.h ./src/
```

機能３　リファクタリング・最適化の実行例 3 / 3

```
RUN curl -LO "${URL}" \
RUN tar -xvf man.tar.gz \
RUN rm -f man.tar.gz
```

最適化

```
RUN set -ex; \
    curl -LO "${URL}"; \
    tar -xvf man.tar.gz; \
    rm -f man.tar.gz;
```

機能３　リファクタリング・最適化の実行例 ３/３

```
RUN curl -LO "${URL}" \
RUN tar -xvf man.tar.gz \
RUN rm -f man.tar.gz
```


```
RUN set -ex; \
    curl -LO "${URL}"; \
    tar -xvf man.tar.gz; \
    rm -f man.tar.gz;
```

環境の整合性を保つ

＋

意味のまとまりとなる

イメージサイズ削減

機能要件

1. 任意のコマンドラインを実行するたびに，その必要性を判断して，対応する命令を Dockerfile に追加する機能
2. CUI 上で Dockerfile を編集する機能
3. ベストプラクティスに基づいて，作成された Dockerfile のリファクタリング・最適化を行う機能
4. Dockerfile の開発を任意のタイミングで中断・再開できるようにする機能

機能 4
「Dockerfile の開発を中断・再開できるようにする」

コマンドラインの実行履歴を保持する，履歴ファイル
を導入することで実現する．

開発中 Dockerfile と同じように履歴ファイルを編集する．

再開時 履歴ファイルを実行して，環境を再現する．

目次

まとめ

背景

- Dockerfile の効率的な開発手法が必要．
- Dockerfile の保守性を向上させるツールがない．

提案ツール

- コンテナ内の Bash 環境で，対話的に作業する．
- 動作確認に専念して，Dockerfile を開発できる．
- リファクタリング・最適化後の Dockerfile が得られる．