並列化フローからマルチコア開発プロセスへ
～マルチコア適用ガイド2019年度第1部から～

2020年11月19日

ガイオ・テクノロジー株式会社
サービス＆ツール事業本部 開発3部

生沼　正博

GAIO TECHNOLOGY

アジェンダ

- はじめに
- マルチコア適用ガイド2019年度　第1部並列化フローから
- 並列化フローから「開発ステージと開発プロセス」へ
- おわりに

はじめに

■ こんな風景をイメージしてみます。

- ある日の休日です。

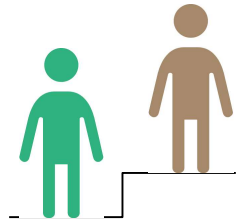
天気もいいし洗濯だ。

洗濯が終わるまで
掃除をしよう！

あ、電話だ！
掃除は一旦停止。

電話が終わった。
あ、そうだお客さん
が来るんだった。
掃除再開の前に
おもてなしの準備。

おもてなしの
準備が終わった。
掃除を再開！



お客さんが来る時間。
掃除は一旦停止。

お客さんは帰った。
さぁ掃除を再開！

掃除が終わった。
一服しよう。

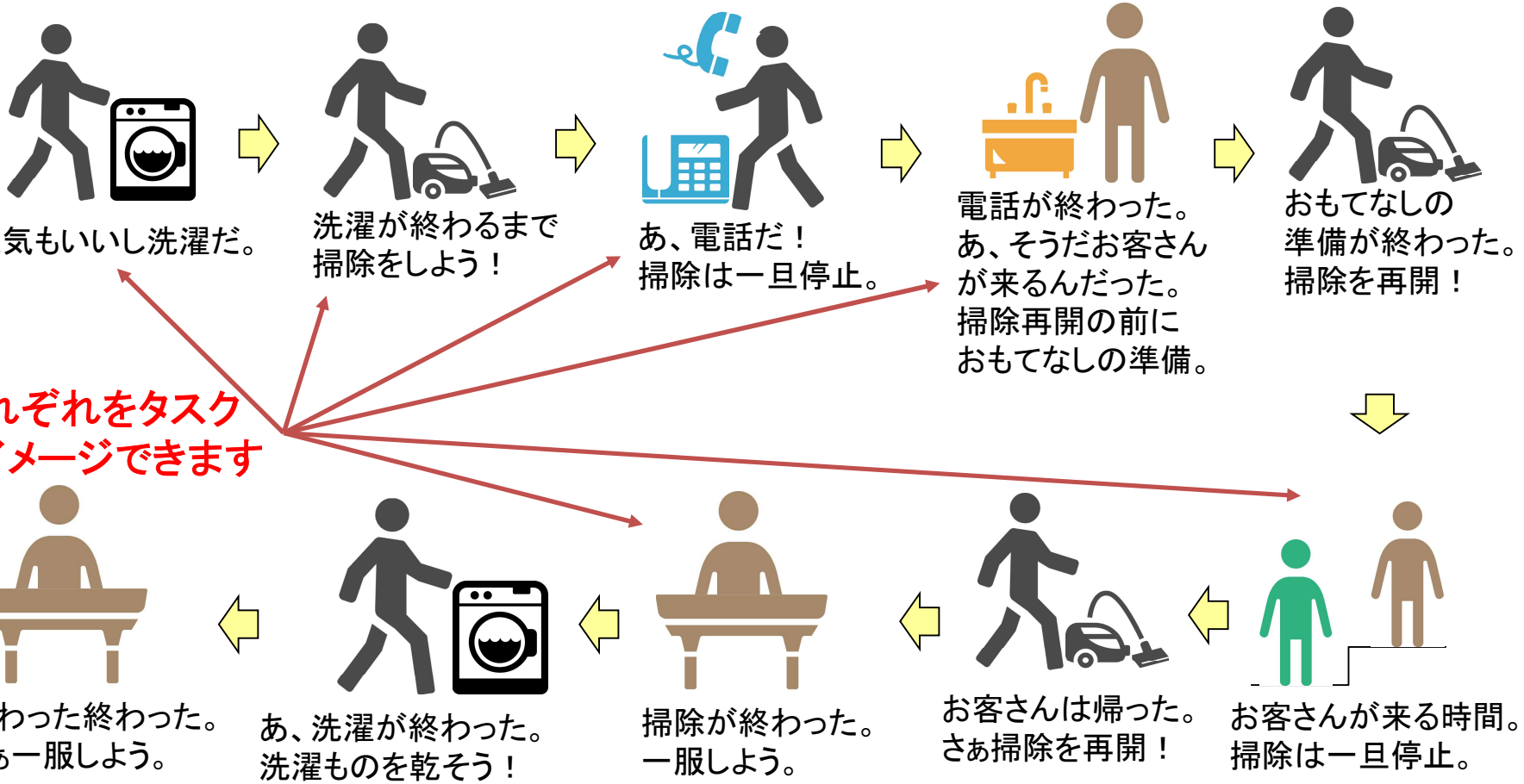
あ、洗濯が終わった。
洗濯ものを乾そう！

終わった終わった。
さぁ一服しよう。

はじめに

■ こんな風景をイメージしてみます。

- さて、何をイメージしたいのかというと。。。



はじめに

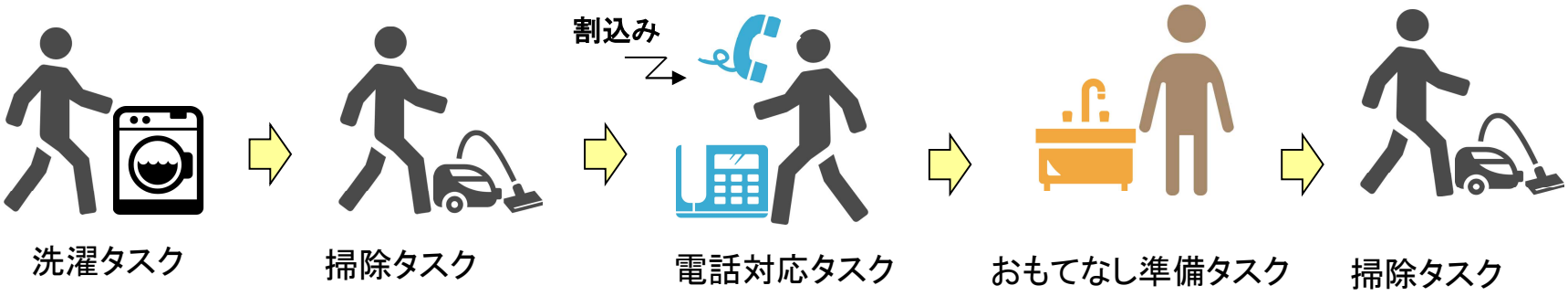
■ こんな風景をイメージしてみます。

- それぞれのタスクに名前をつけてみます

はじめに

■ こんな風景をイメージしてみます。

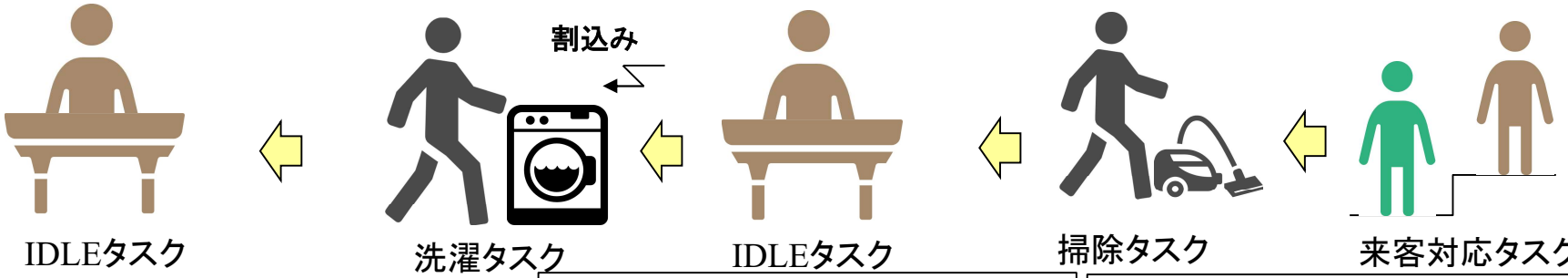
- それぞれのタスクに名前をつけてみます



電話の対応は掃除よりも優先順位が高い
→掃除中でも電話をとる

おもてなしの準備は掃除よりも優先順位が高い
→掃除に戻らずおもてなしの準備をする

いわゆるマルチタスクのプリエンプションとイメージできる



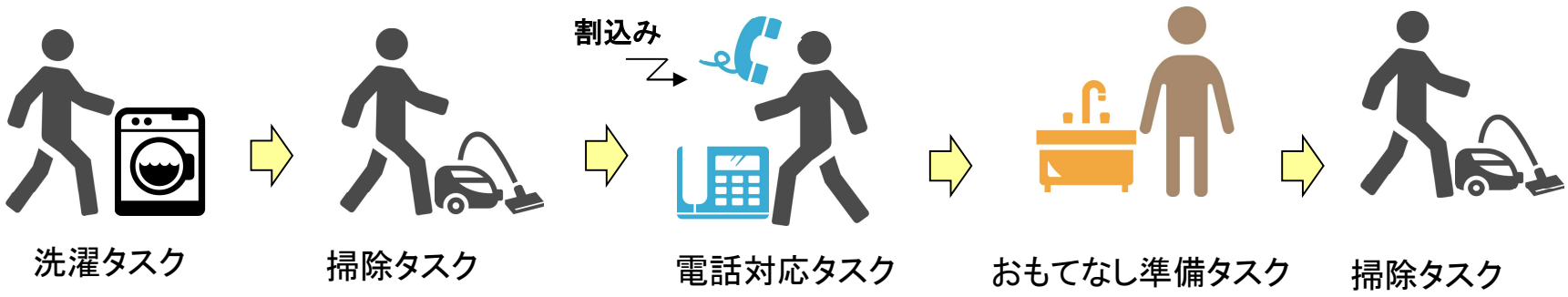
掃除が終わって一服している状態
→優先順位が一番低いタスク

来客対応は掃除よりも優先順位が高い
→掃除中でも来客対応する

はじめに

■ こんな風景をイメージしてみます。

- それぞれのタスクに名前をつけてみます



電話の対応は掃除よりも優先順位が高い
→掃除中でも電話をとる

おもてなしの準備は掃除よりも優先順位が高い
→掃除に戻らずおもてなしの準備をする

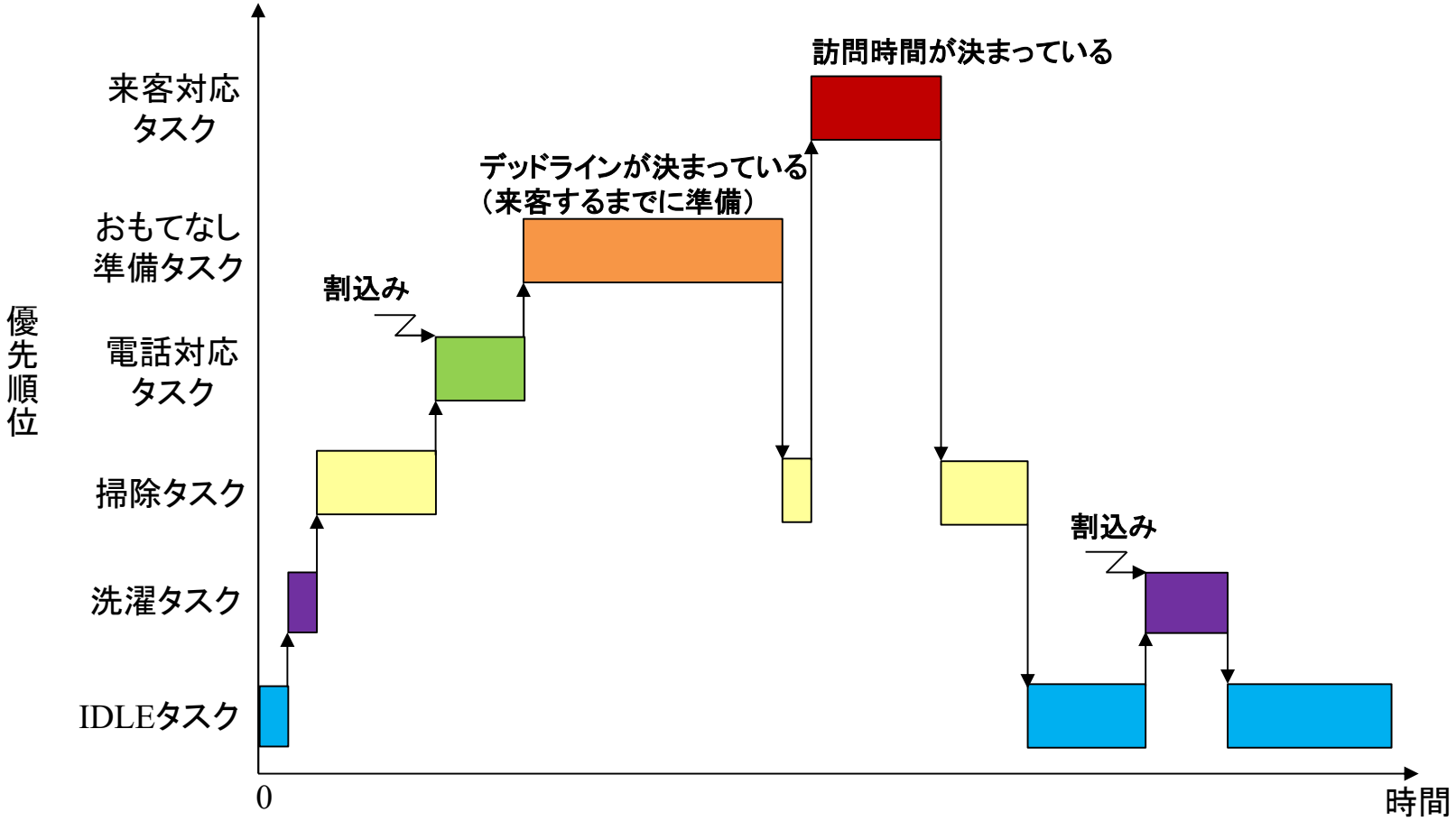
一人で対応しているので
シングルコアとみなして2次元で表現すると。。。

掃除が終わって一服している状態
→優先順位が一番低いタスク

来客対応は掃除よりも優先順位が高い
→掃除中でも来客対応する

GAIO TECHNOLOGY

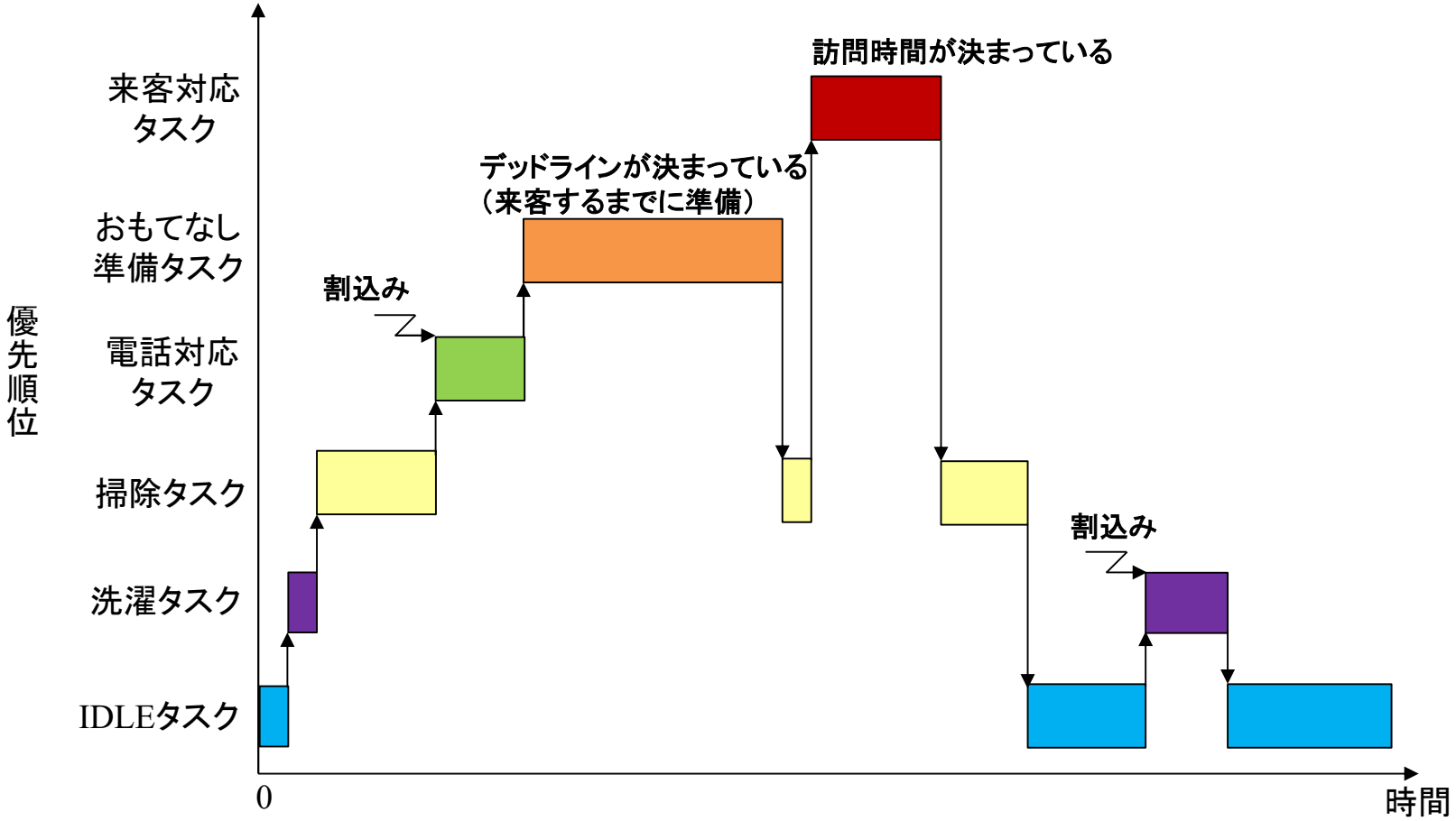
はじめに



「シングルコア」

- 疑似的に並列動作
- 限られた時間の中で効率良く有効利用

はじめに

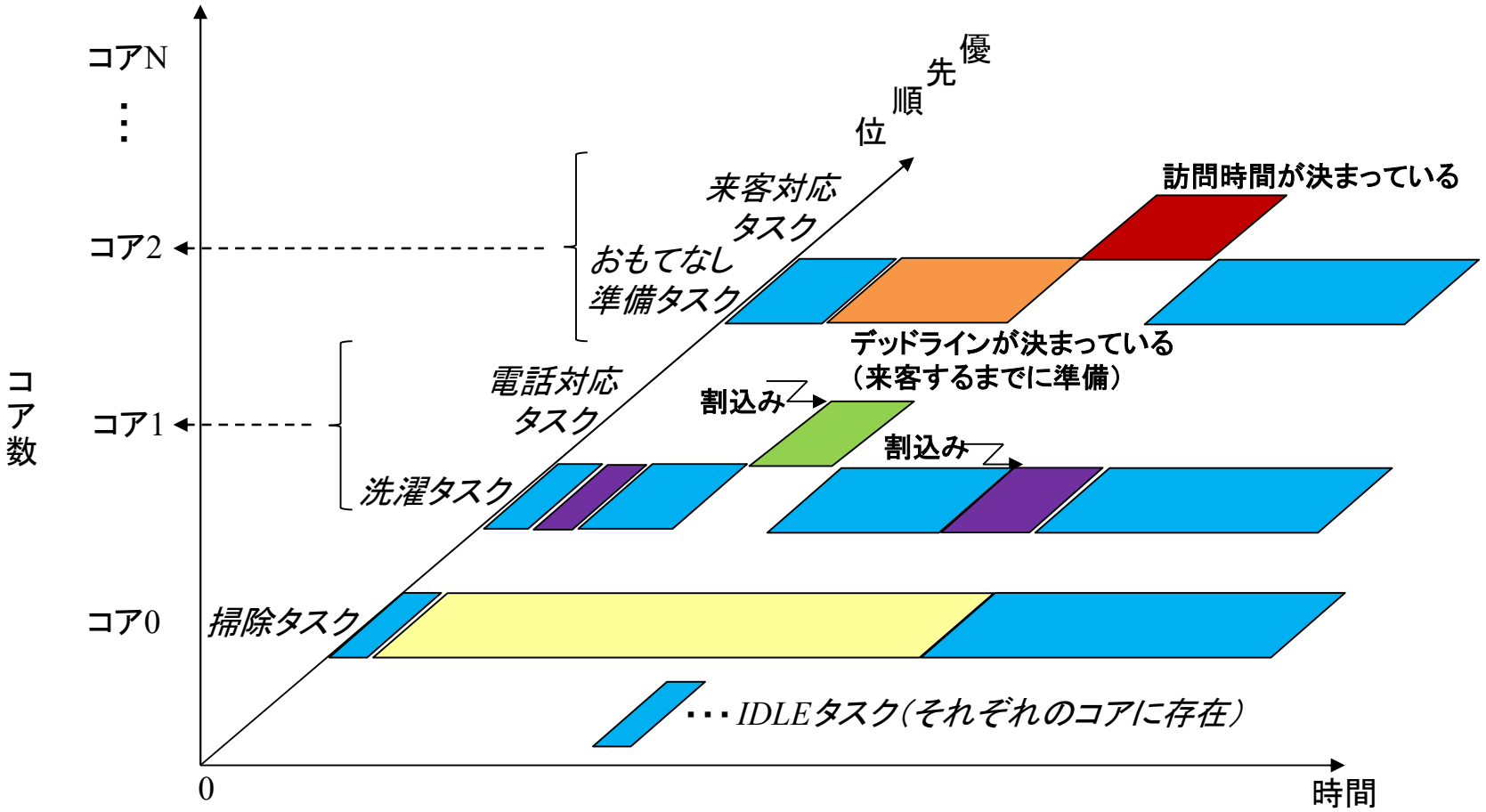


「シングルコア」

- 疑似的に並列動作
- 限られた時間の中で効率良く有効利用

⇨ マルチコア・メニーコアになると。。。

はじめに



コア数が出てくることにより
2次元が3次元になるイメージ

「マルチコア・メニーコア」
・本当に並列動作
・CPUパワーを効率良く有効利用

はじめに

「マルチコア・メニーコア」

・本当に並列動作 ⇒ できるだけ多く並列できる区間を作り出す

・CPUパワーを効率良く有効利用 ⇒ 作り出した並列区間を上手に各コアに配置

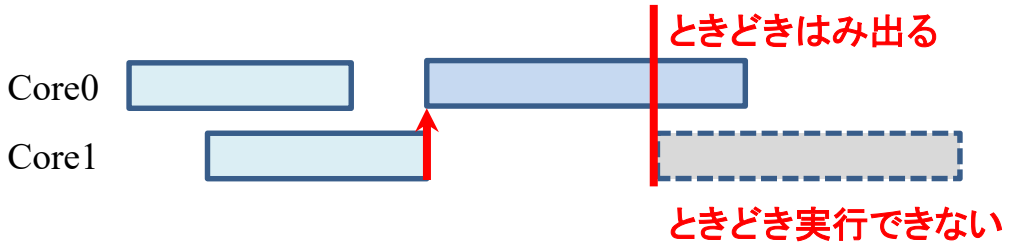
と、簡単に書いてますが。。。

→ どうやって並列区間を抽出する？

→ どうやって上手に各コアに配置する？

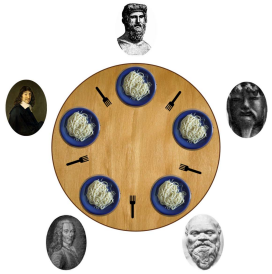
→ どうやって動作検証する？

これがマルチコア・メニーコアの開発の難しさでもある。



・ライブロック
・デッドロック
・資源競合
・実行順序逆転

※よく発生する問題



ウィキペディア（Wikipedia）
食事する哲学者の問題から

この難しさを段階的に攻略していくための開発フローのお話となります。

マルチコア適用ガイド2019年度　第1部並列化フローから

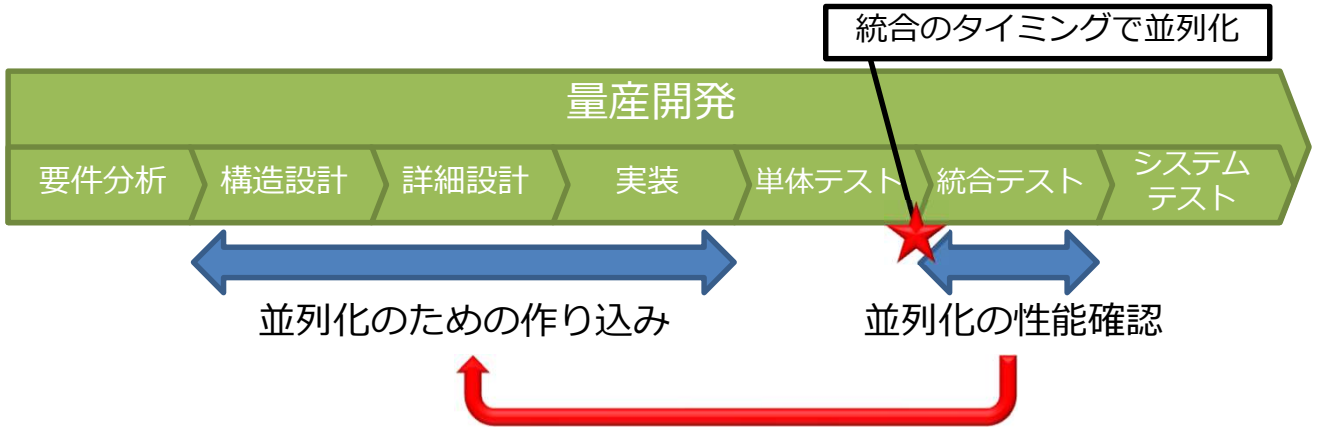
マルチコア適用ガイド2019年度　第1部並列化フローから

■ これまでは以下のようなプロセスに従って開発（いわゆるV字モデル）

■ 並列化の開発で発生すること

- ソフトウェアを並列化
- 並列化した後、性能確認
- 性能確認をもとに並列化箇所とコア配置を再設計

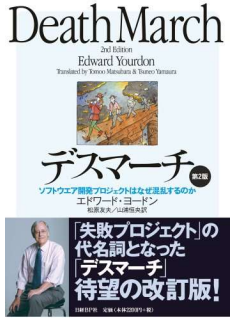
■ 上記のプロセスで示すと以下のようになる。



マルチコア適用ガイド2019年度　第1部並列化フローから

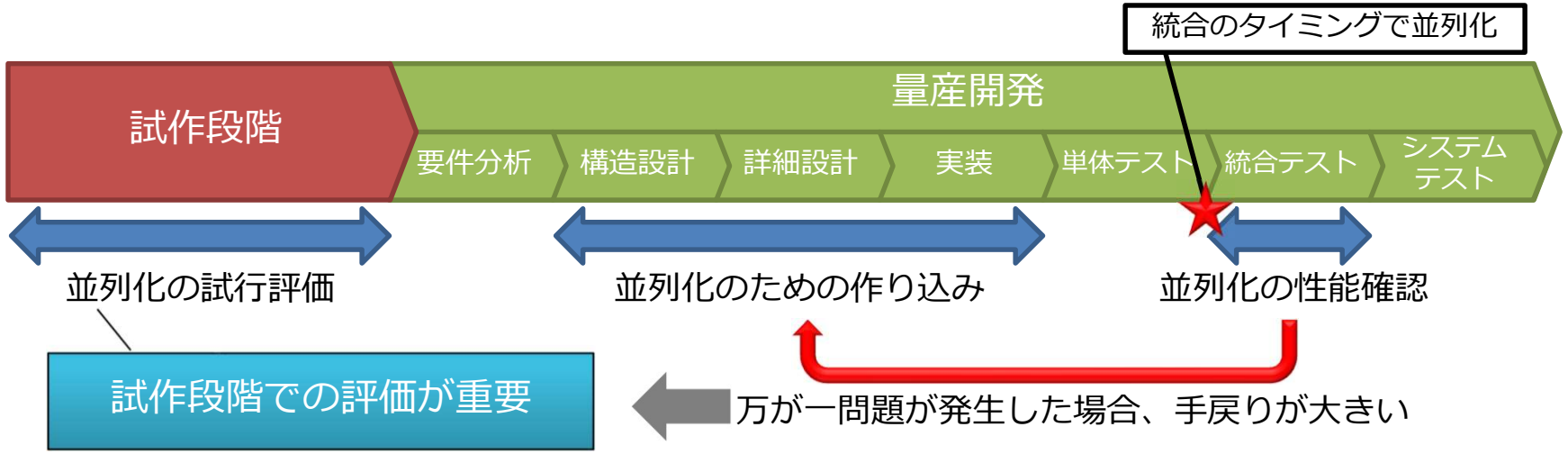
■ 量産開発では大きな手戻りとなる

- 統合テスト、システムテストと右へ工程が進むほど影響が甚大
- 性能上・品質上の問題が判明するたびに手戻りを繰り返す
- 局所的な対応では問題は解決しない



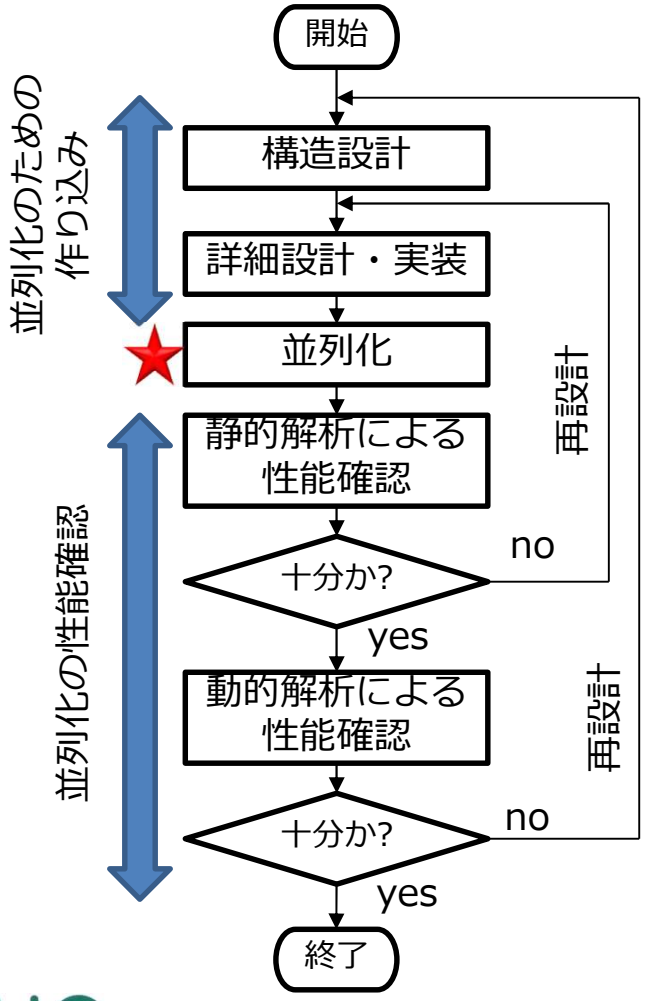
■ 試作段階を設ける

- 並列化の設計と検証は試作段階で済ませる



マルチコア適用ガイド2019年度　第1部並列化フローから

■ 試作段階の並列化フロー



「静的解析による性能確認」
- ・ソフトウェアの依存関係
- ・依存関係が判別できない要因の抽出
- ・ソフトウェア構造上のボトルネック
- ・マルチコアへの割当て

→これらに対する再設計は
「詳細設計・実装」の工程への手戻り

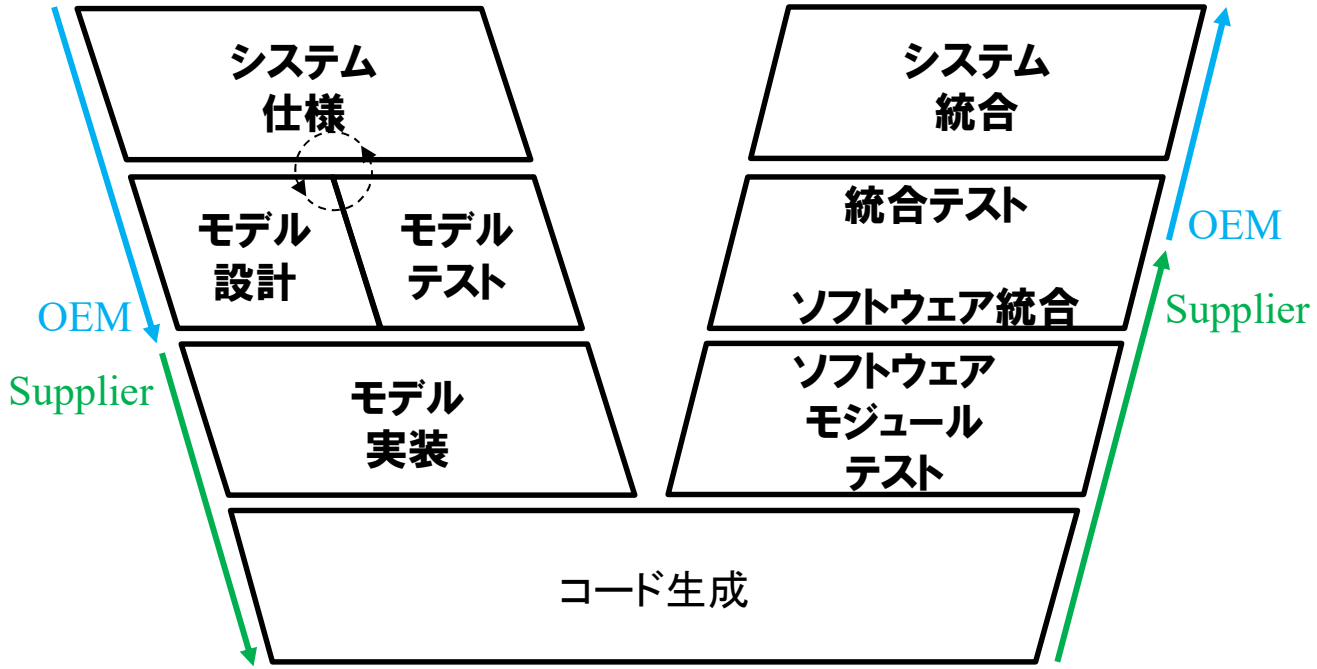
「動的解析による性能確認」
- ・並列処理の開始・修了による性能オーバーヘッド
- ・同期による性能オーバーヘッド
- ・メモリ配置の影響
- ・リソース競合

→これらに対する再設計は
「構造設計」の工程への手戻り

並列化フローから「開発ステージと開発プロセス」へ

並列化フローから「開発ステージと開発プロセス」へ

- **車載システム開発**
  - モデルベース開発（MBD）が普及
  - 自動車メーカ（OEM）と自動車部品メーカ（Supplier）の協業開発
  - 下記図のようなMBDのV字モデルに則ってシングルコア上で開発



V字モデル図はMichailidis, A., Spieth, U., Ringler, T., Hedenetz, B.and Kowalewski, S.
Test front loading in early stages of automotive software development based on AUTOSARより引用

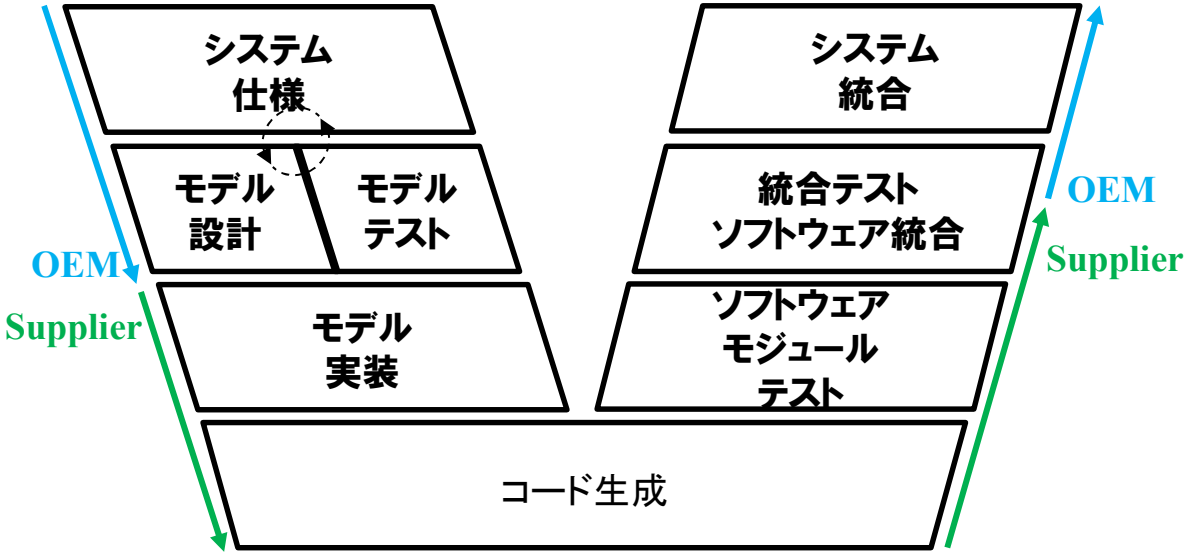
～情報処理学会DAシンポジウム2020から～

並列化フローから「開発ステージと開発プロセス」へ

■ マルチコアシステム開発におけるMBDの課題を整理

課題１:
Simulinkモデルが性能を満たしてマルチコア上に配置されるかどうか判断が困難

課題４:
統合テストの段階まで並列化特有の問題が生じないか，評価が困難



課題２:
仕様としてリリースされたSimulinkモデルが性能未達かどうかの判断が困難

課題３:
統合テストの段階まで性能の評価が困難

～情報処理学会DAシンポジウム2020から～

並列化フローから「開発ステージと開発プロセス」へ

■ マルチコア対応を段階的に適用

- 3段階の開発ステージを提案
  - ― 開発の早い段階で性能見積が可能なこと
  - ― 性能見積にもとづいた並列化性能設計が可能なこと
  - ― 並列化特有の問題が生じることなく動作すること

マルチコア移行準備開発（シングルコア）	先行開発（マルチコア・メニーコア）	量産開発（マルチコア・メニーコア）
シングルコアで、どの程度処理性能を有するのか調査	得られた処理性能をもとに、マルチコア・メニーコアに処理を配置	並列時の課題が解決された状態で製品にするための機能を追加し製品をリリースする
調査の結果得られた処理性能はマルチコア・メニーコアに配置するときの指標となる	並列性能検証を行い、並列時の課題を量産開発へ持ち越さない	

上記3つの要件を考慮した開発プロセスを行う開発ステージ

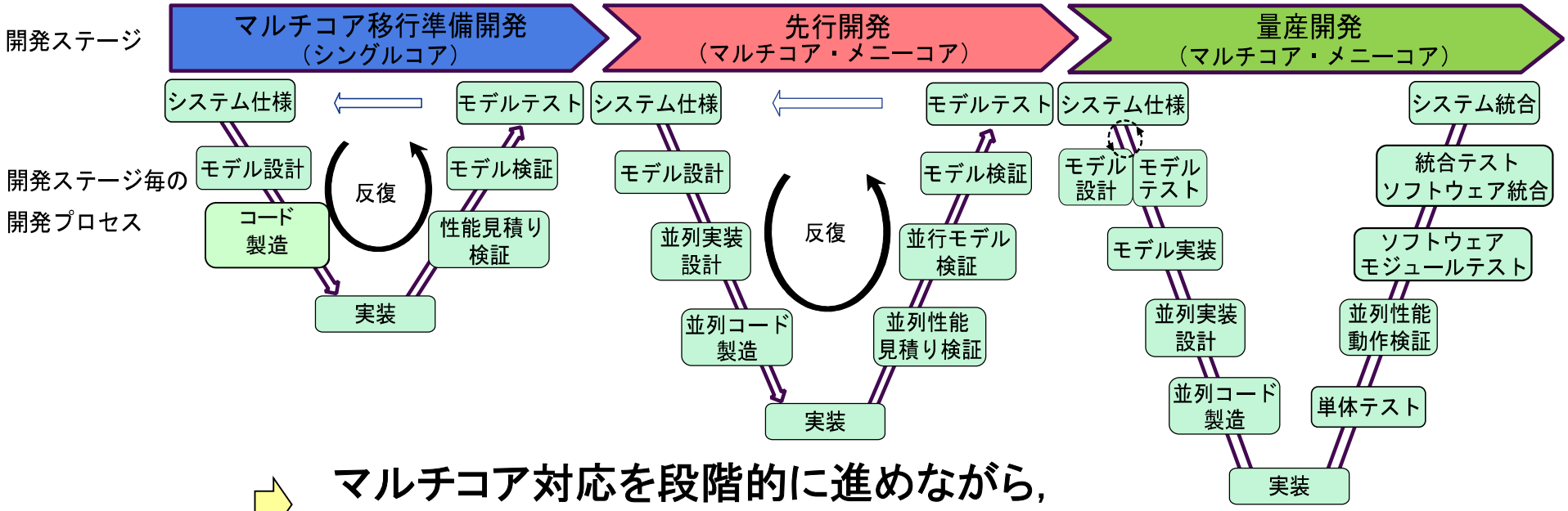
課題1から課題4を解決した状態で行う開発ステージ

～情報処理学会DAシンポジウム2020から～

並列化フローから「開発ステージと開発プロセス」へ

■ 各開発ステージで開発プロセスを定義

- マルチコア移行準備開発，先行開発
  ―イテレーションとフィードバックによる開発プロセス
- 量産開発
  ―V字モデルをもとにした開発プロセス



マルチコア対応を段階的に進めながら，
並列化システムの開発プロセスに沿った開発が可能

～情報処理学会DAシンポジウム2020から～

おわりに

- シングルコアにおけるタスク優先順位と処理時間例を示し，
  マルチコア・メニーコアになるとどう表現されるかを提示した。
- マルチコア・メニーコアでは試作段階が必要なこと，
  またその並列化フローについて説明を行った。
- 最新の研究成果を踏まえた「開発ステージと開発プロセス」について
  説明を行った。

- 最後に。。。
  ～WGからのお知らせ～
  - マルチコア適用ガイドがWord版でリニューアル！
  - 説明が強化され2021年3月公開予定！
  - マルチコアコンソーシアムホームページにて乞うご期待！

「ガイドの入手」方法について

■ **次の方を対象にして、ご希望の方に、ダウンロード可能なパスワードをご通知致します。**

EMCのWebページからダウンロードいただけます。
https://www.embeddedmulticore.org/protected/

- **組み込みマルチコアサミットにご来場（ご参加）いただいた方**
- **組み込みマルチコアコンソーシアムに入会された方**

⇒19年度版は公開済
⇒20年度版(word版）は年度末公開予定

ご清聴ありがとうございました。

Appendex

参考文献

- マルチコア適用ガイド 2019年版 ver1.0
- モデルベース並列化ツールを用いたマルチコアシステム開発フローの提案(DAシンポジウム2020)
  https://ipsj.ixsq.nii.ac.jp/ej/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=206641&item_no=1&page_id=13&block_id=8
- 家事に関するお話：Interface1998年12月「リアルタイムOSを使ったアプリケーション構築のポイント」 p113
- 本発表で使用した素材：https://icon-rainbow.com/

END

最新の製品情報は
https://www.gaio.co.jp/

ガイオ・テクノロジー株式会社

営業本部　営業部
〒140-0002 東京都品川区東品川2-2-4
天王洲ファーストタワー25階
TEL.(03)4455-4767
Email:　info@gaio.co.jp