



# TOC Symposium & TOC Industry Forum

## 30 November 2020, JAPAN

# Hybrid DBR & 2 Tier CCPM

株式会社ジュントスコンサルティング  
JUNTOS CONSULTING CO., LTD.

白土 竜馬  
Ryoma Shiratsuchi

30<sup>th</sup> November 2020





白土 竜馬

**Ryoma Shiratsuchi**



**株式会社ジュントスコンサルティング 代表取締役**  
**Senior TOC Expert & TOC Trainer**

2007年より、TOCコンサルタントとして製造業を中心に20社以上の企業に対して、生産管理、サプライチェーン、プロジェクト管理におけるTOC導入を支援。多くの企業で大幅なリードタイム短縮と生産性向上を通じた収益改善の実績を上げる。

2008年から2011年まで、TOCの創始者である故ゴールドラット博士が設立した国際教育機関「ゴールドラットスクール」のメンバーに選ばれ、TOCの普及啓蒙、コンサルタントの育成を行う。

TOCPAの創設メンバーの一人であり、2020年よりTOCPA School Japanの講師を務める。

***Ryoma Shiratsuchi** is the Co-President of Juntos Consulting Inc., and has over 15 years of TOC experience as practitioner, trainer and consultant.*

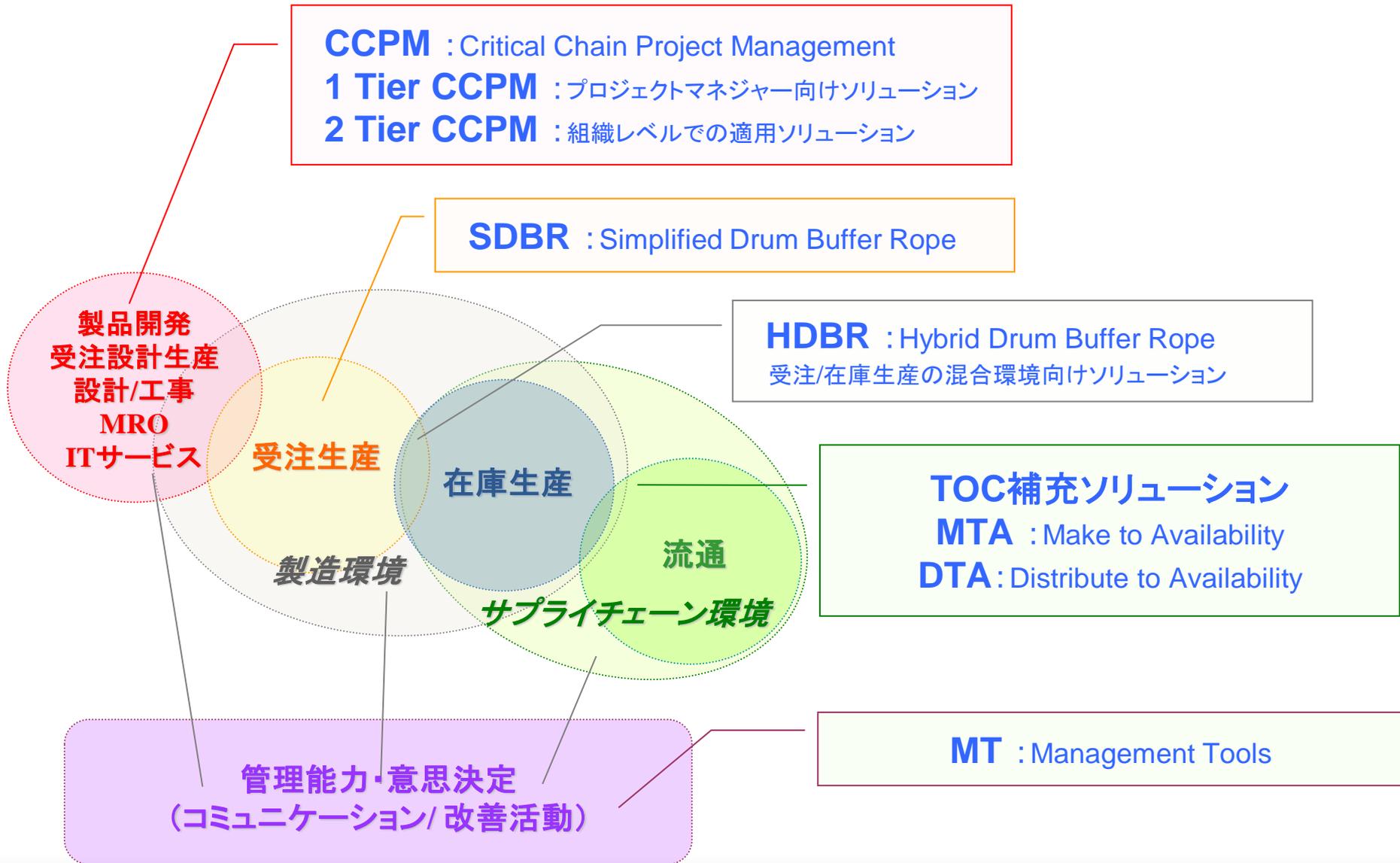
*Since 2007, he has been working with >20 companies for implementing TOC logistical solutions – MTO, MTA and CCPM.*

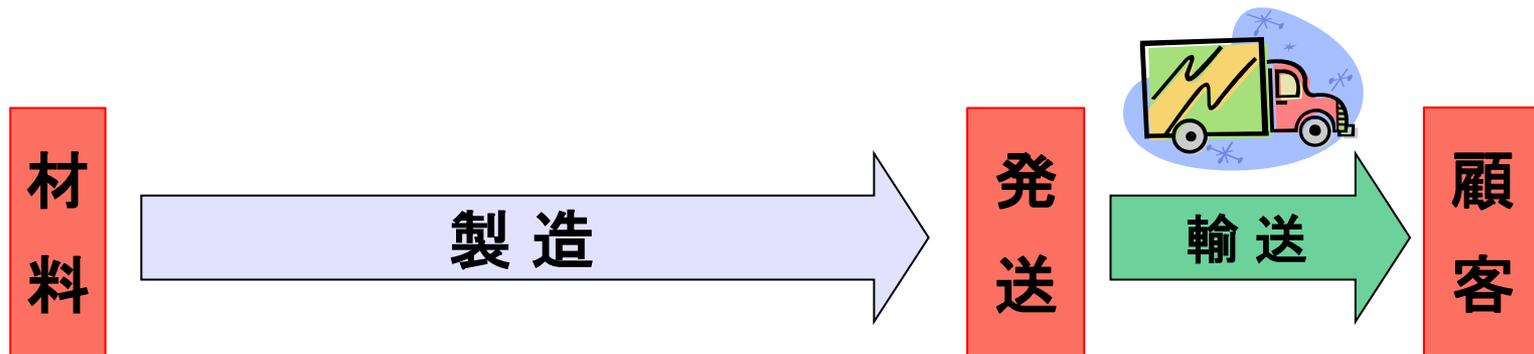
*In 2008-2011, he was a faculty member of Goldratt Schools, and participated in writing Goldratt Schools book – “TOC for Production Management (2010)”*

*He is also one of the Founding members of TOCPA – TOC Practitioners Alliance and the Faculty for TOCPA School Japan.*



ryoma.shiratsuchi@gmail.com



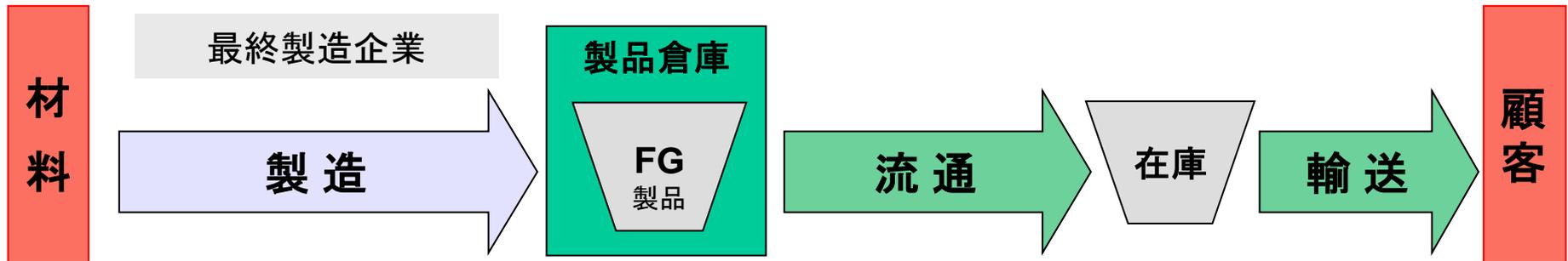


## MTO – Make to Order

顧客の(確定)オーダーに基づいて生産する、という供給形態。  
製造期間を含めたレスポンスタイムが受け入れられている。

顧客オーダーにはそれぞれ、数量と納期が決まっている。

**顧客/供給先が期待すること:**  
製造企業から質の高い製品を、合意した価格内で  
**納期通り** 受け取ること



## MTS – Make to Stock

製品 (Finished Goods – FG) または半製品 (Semi Finished Goods – SFG) で在庫を持って生産を行う。製品が製造されるまで顧客は待ってくれず、オーダーが確定する前に生産を始めることになるため、このような生産形態となる。需要予測に基づいて生産する従来の生産方式である。

## MTA – Make to Availability

製品または半製品で在庫を持つことを前提とする点はMTSと共通であるが、需要予測に基づいて生産指示を投入することはせず、予め決めた目標在庫を満たすように倉庫からの消費に従って補充する、という生産方式である。

**顧客/供給先が期待すること:**  
製品の注文をした時に、在庫から **常に入手可能である** こと

## 本プレゼンの対象エリア

**Hybrid DBR**

**2 Tier CCPM**

## 製造環境

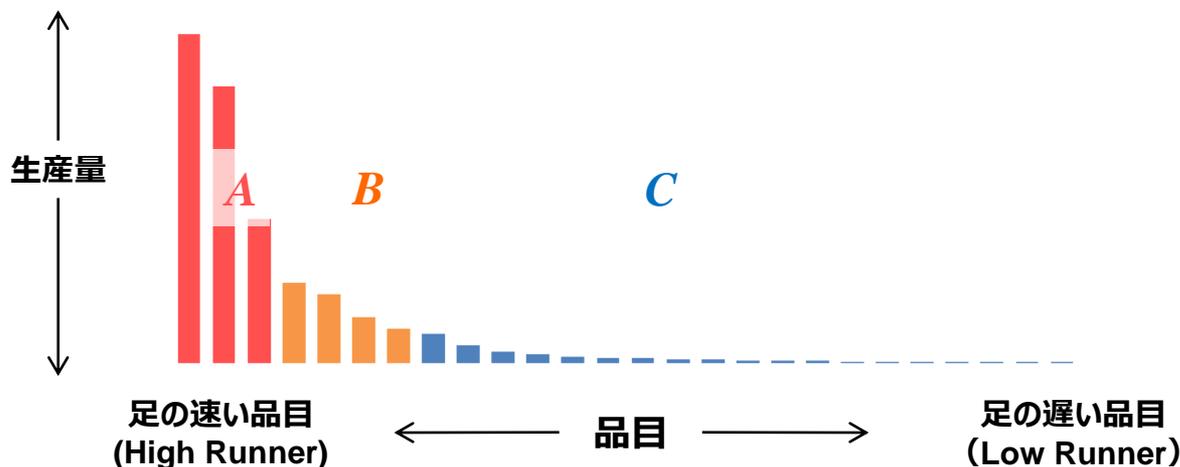
- **受注生産(MTO)と在庫生産(MTS/MTA)のオーダーが混在する製造組織**
  - 同じリソースで規格品と特注品の両方を生産している。
  - 内示で生産しながら、特急の確定注文にも対応しなければならない。

## プロジェクト環境

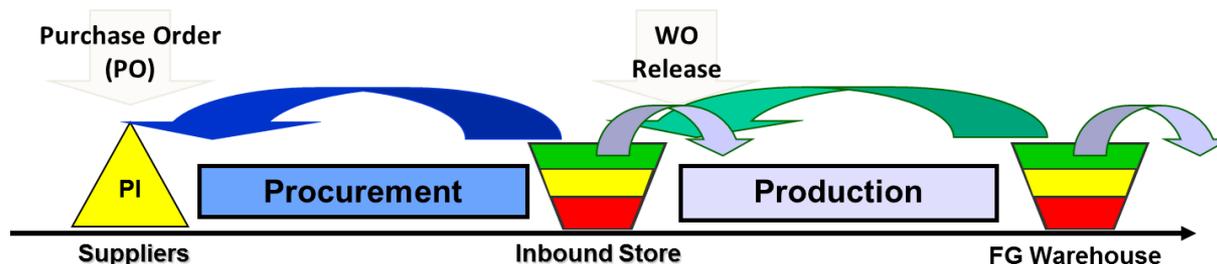
- **プロジェクトの案件業務だけでなく、突発や仕様変更への対応、あるいは超上流工程の業務にも多くのキャパシティが取られるプロジェクト組織**
  - 同じ部署のメンバーで、プロジェクト業務に加えてショートワーク(保守や営業支援)や超上流工程の業務にも全て対応しなければならない。
  - 大規模プロジェクトの実行段階において、チームリーダーは仕様調整に対応しながら、メンバーやステークホルダーからの問合せにも即座に対応しなければならない。

- ディストリビューションに製品を供給する製造企業
  - これまで国内顧客を対象に非常に幅広い製品ラインナップ(特殊品/プロジェクト)をMTO/ETOのオペレーション形態によって販売することで成長してきた。しかし近年は中国からの注文が増えており、規格品に対する需要が強い。
  - これまで少品種大量生産による恩恵を享受してきた。しかし、ここ数年インダストリー4.0や製造IoTの出現でマスカスタマイゼーションへの流れが加速し、顧客の多様なニーズに対応するようプレッシャーが高まっている。
  - 自社のT型(分岐型組立)の組立工場に内製部品を供給する加工職場では、様々な種類の完成品に使用される共通部品を多頻度で生産する一方、年に数回しか作らない部品の品目数が増えている。
- 最終製造業者に部品を供給するサプライヤー
  - SDBRのユーザー企業 – TOC導入前は主に半導体製造装置の試作機用の部品を製造していたが、SDBRにより納入パフォーマンスが改善し、量産機用の受注が増えている。
  - 主要顧客がMTAを導入し、その適用を調達品まで拡大(PTA – Purchase to Availabilityの導入)することを意思決定した。これにより、補充システムへの参加を要請されている。

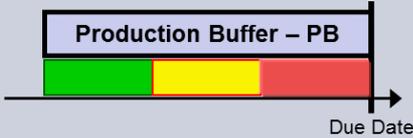
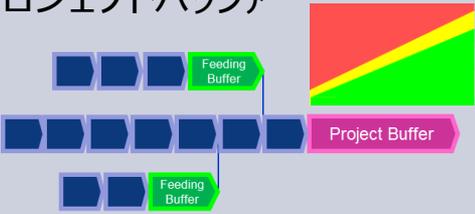
- TOCでは2種類の製造ソリューション – 受注生産(MTO)環境においてSDBR、在庫生産(MTS)環境では在庫補充方式(MTA) – を用いる。
- 製造部門はMTAを用いることで、下流チェーンに対し適切な在庫レベルで製品の利用可能性を保証する能力を高めることができる。
- しかし、すべてのアイテムに対して優れた利用可能性を提供することは現実的ではない。よって、あるアイテムをMTAで生産しても、他はMTOやMTSで供給することになる。特に多品種少量生産の環境になるほど、この傾向は強まる。
- 適切なMTA品目を定義することは重要な意思決定となるため、製品ミックスのABC分析を行うことになる。



- MTAでは、補充オーダーを投入する際に調達品（材料や部品）が利用可能であるよう確保しなければならない。



- 多くの場合、調達オーダー（PO）はMRPを通じてサプライヤーに出され、サプライヤーはそのオーダーに基づき、通常はMTOシステムによって生産活動を行う。
- PTAを導入する場合、サプライヤーに対して彼らの供給モードをMTOからMTAに切替えてもらうことを意味する。しかし、前述したように、全ての品目をMTAで管理することは現実的ではない。必然的に、サプライヤーの側ではMTO/MTAの混合環境を取り扱うはめになる。
- 上記を踏まえ、サプライヤーに対し、補充システムへの参加をどのように呼びかければよいただろうか？
  - 新しく倉庫を作って、そこで在庫を持ち、利用可能性をコミットしてもらう??
  - その上で、多頻度での補充を実行する（従来より小ロットで）??
  - サプライヤーにとって具体的なメリットが見えますか？

適用対象	TOC Buffer	Type	サイズを決める一般ルール	サイズ算出の実務的なやり方の例
MTO	<p>プロダクションバッファ</p> 	<p>TIME</p> 	<p>“挑戦的だが達成可能”</p>	<p>(3 x タッチタイム) + 安全余裕</p> <p>現状の製造LTの半分 &lt; PB &lt; 現状の製造LT</p>
MTA	<p>在庫バッファ</p> 	<p>STOCK</p> 	<p>“信頼できる補充期間 (RRT)における予測消費量の最大値”</p>	<p>現状の平均供給LT(投入待ち時間+製造LT)*1.2の連続期間に対する消費実績の平均+2シグマ</p>
プロジェクト	<p>プロジェクトバッファ</p> 	<p>TIME</p> 	<p>“クリティカルチェーンの長さの半分”</p>	<p>CCPMのソフトを利用</p>

需要側が期待すること

## プロジェクトワーク

実際に必要となる作業量を根拠をもって予め見積ることのできる業務であり、計画を立て、その開始時期をコントロールすることができる

納期の順守

## ショートワーク

いつ来るか予め計画できないが、来た際はASAPでの対応が期待されるため、リソースの即時の利用可能性が求められる業務

素早い  
レスポンス

## 構想ワーク

開始時期のコントロールは一定の範囲内で可能であるが、実際に必要となる作業量については、根拠をもって予め見積ることができない業務

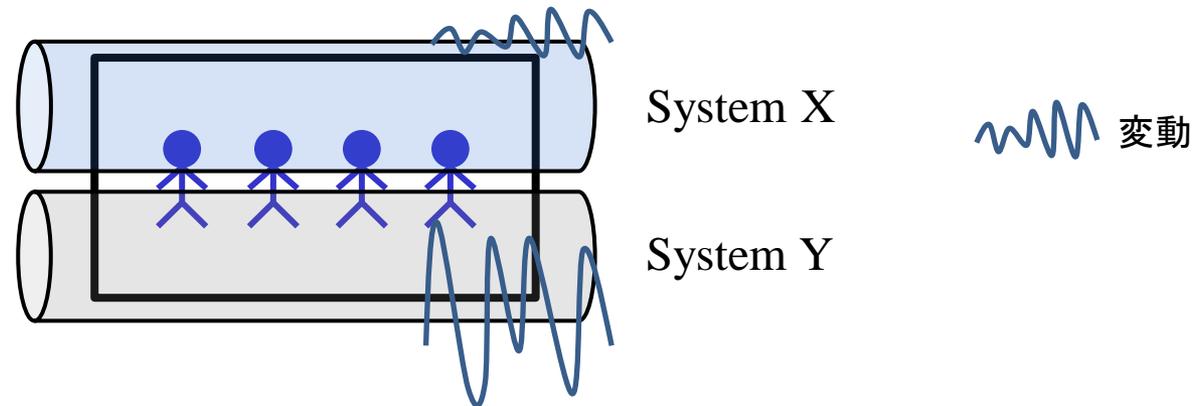
上級エンジニアの  
利用可能性



以下は既存の標準ソリューション(DBR/SDBR, MTA, CCPM)が想定する前提とは異なる:

**同じ組織(部署/生産ライン/工場)内に、別個のシステムが存在し得る。**

- 異なる制約によって支配されているフロー
- マネジメントの意思決定のアルゴリズムが異なる



問い:

各システムにはそのシステム固有の変動が存在する。

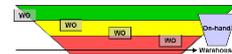
目標のパフォーマンスを達成するためには、変動を吸収するバッファが必要である。

上の組織の場合、どのようにバッファを設置すればよいか?

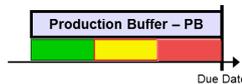
システムそれぞれが持つ変動を考慮し、必要なサイズのバッファをそれぞれで保有する。

## [製造]

MTAには在庫バッファ



MTOには時間バッファ



をそれぞれ付与する

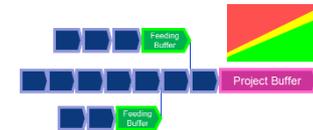
## 【計画】

3色システムに従い、それぞれの作業オーダーの優先順位の同期を取ることで、納期順守率を上げ、組織の信頼性を高める

## 【実行】

## [プロジェクト]

プロジェクトバッファ/合流バッファを挿入する



CC上のタスクを連続して素早く完了させる(リレー走者のように)ことで、プロジェクトのリードタイムを短縮し、組織の生産性を高める

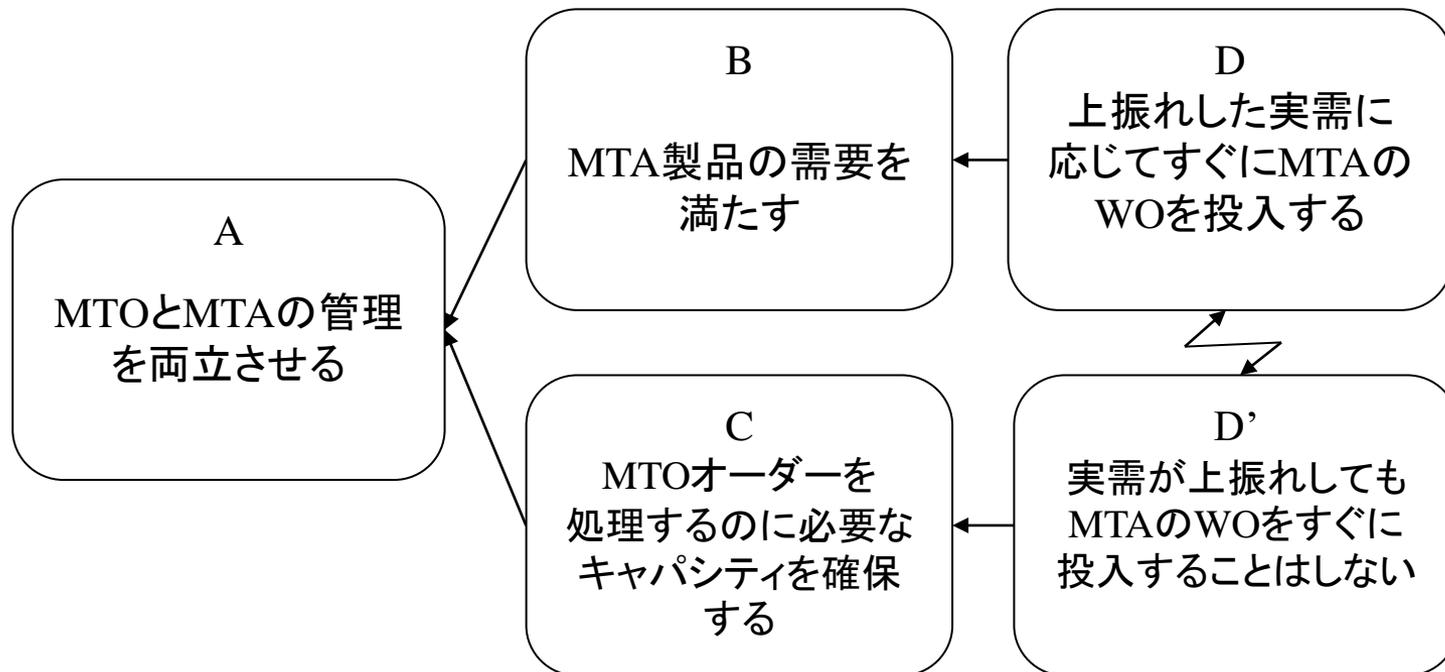
# 本当にそうか?

## 本プレゼンの対象エリア

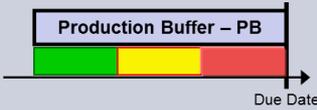
**Hybrid DBR**

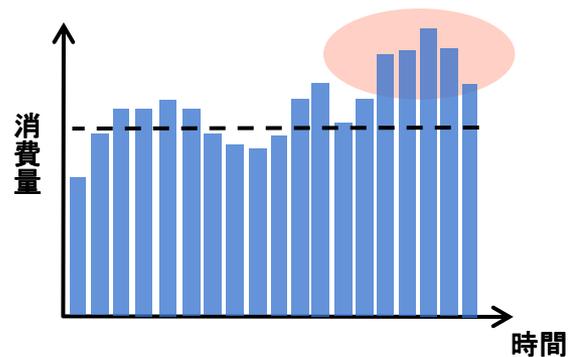
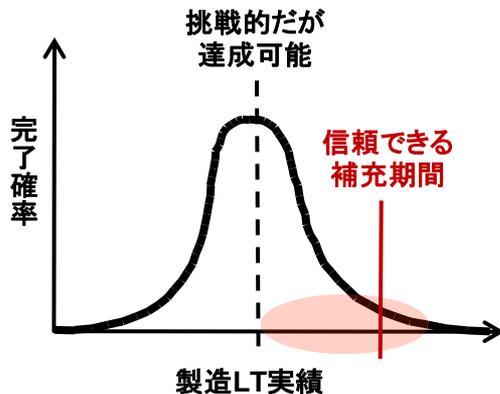
**2 Tier CCPM**

- いくつかの事例でMTAのパフォーマンス(利用可能率)とMTOのパフォーマンス(納期順守率と回答リードタイム)を同時に維持することは難しい、と主張されている。MTAのパフォーマンスを維持するために他のMTO品目が犠牲になることがしばしば報告されている。
- MTAが要求するキャパシティを予約することで、計画段階においてMTO品目の安全な納入日を提示することができる。しかし、本当の問題は実行段階にある。

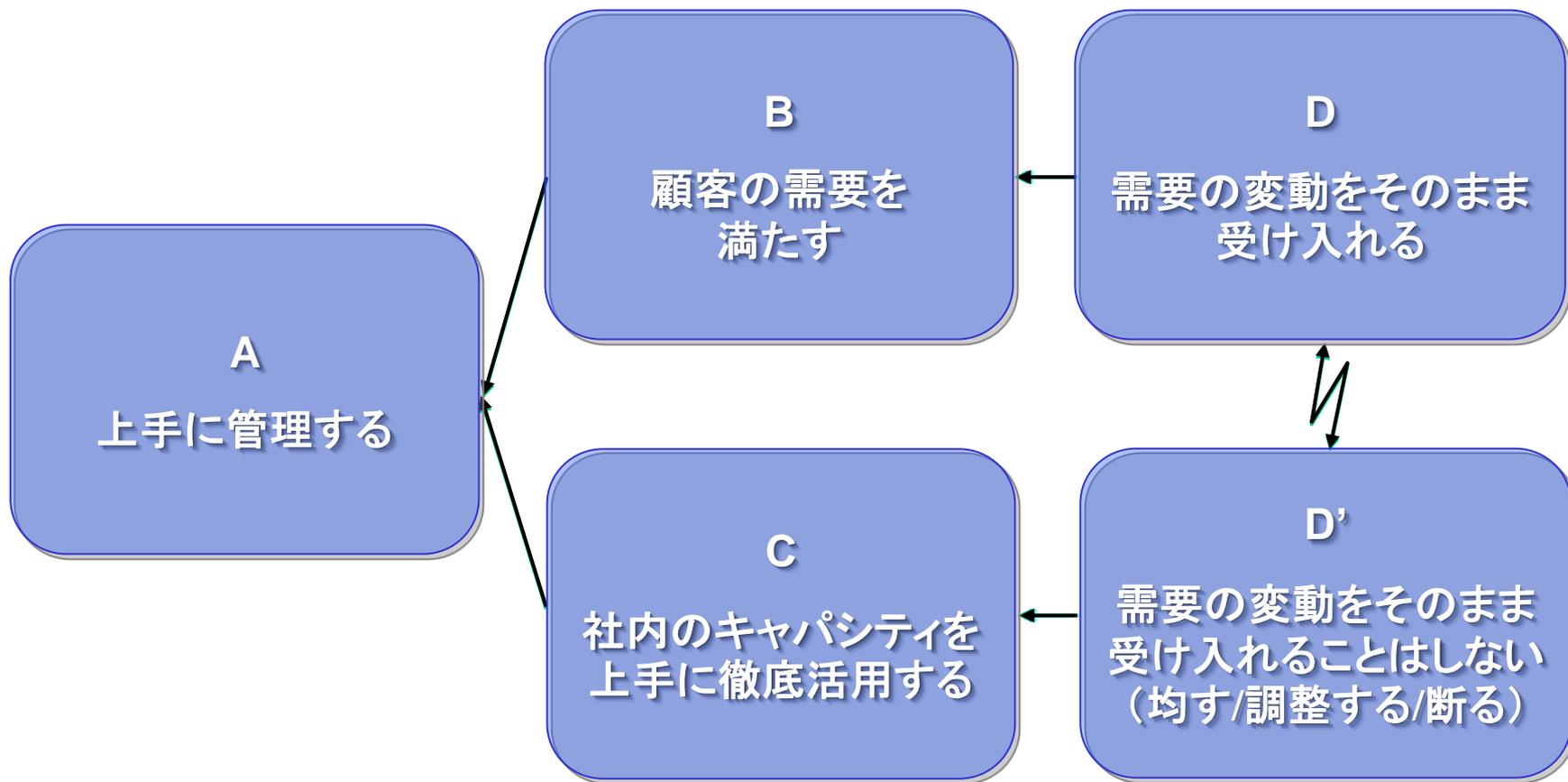


- バッファは異なる(MTOは時間バッファに対し、MTAは在庫バッファ)ものの、バッファ消費の理屈と3色ルールは同じであるため、両者の作業オーダー(WO)の優先順位の同期がとれると主張されている。本当にそうか？

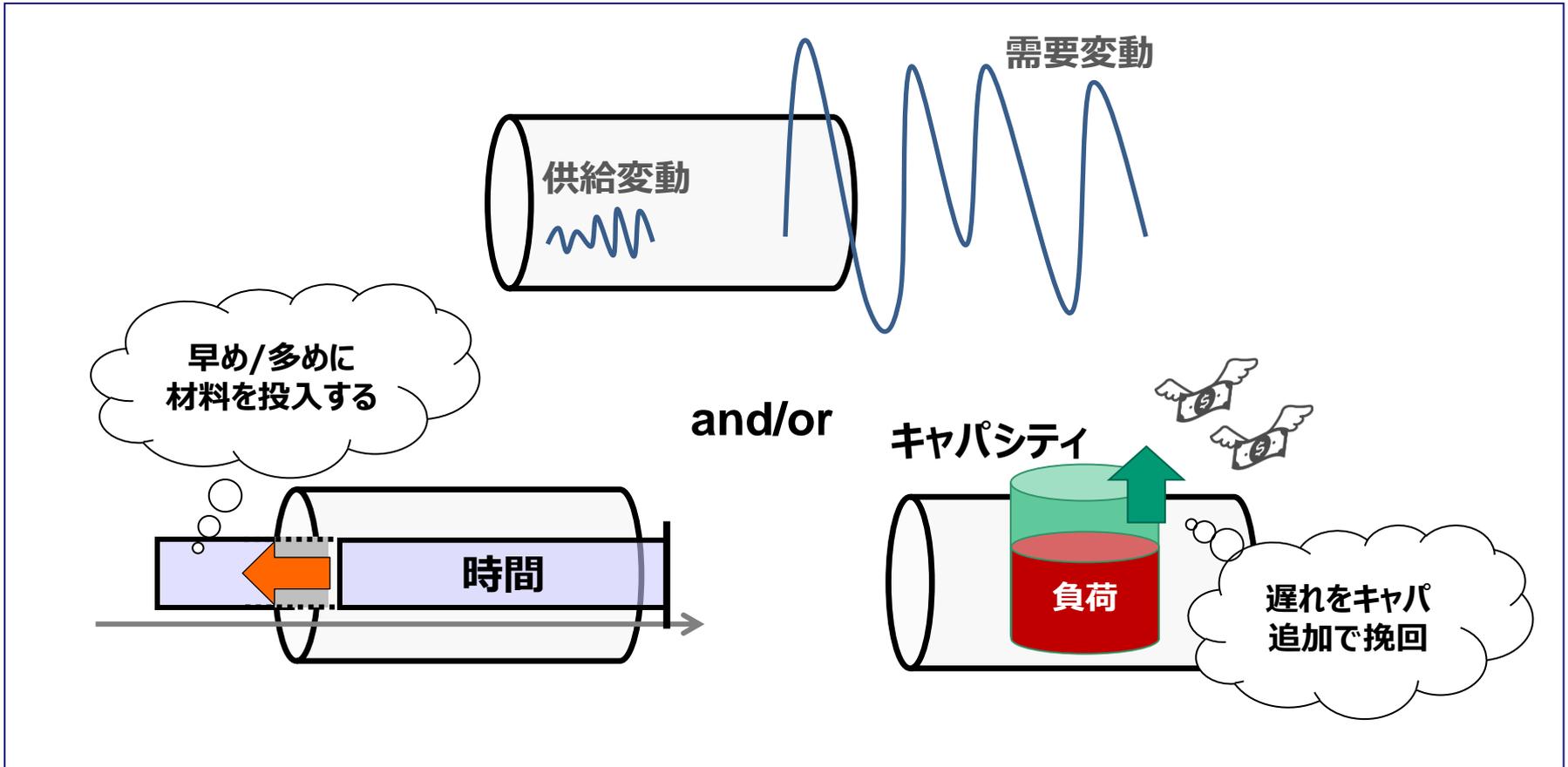
適用対象	TOC Buffer	Type	サイズを決める一般ルール
MTO	プロダクションバッファ 	TIME	“挑戦的だが達成可能”
MTA	在庫バッファ 	STOCK	“ <b>信頼できる補充期間(RRT)</b> における <b>予測消費量の最大値</b> ”



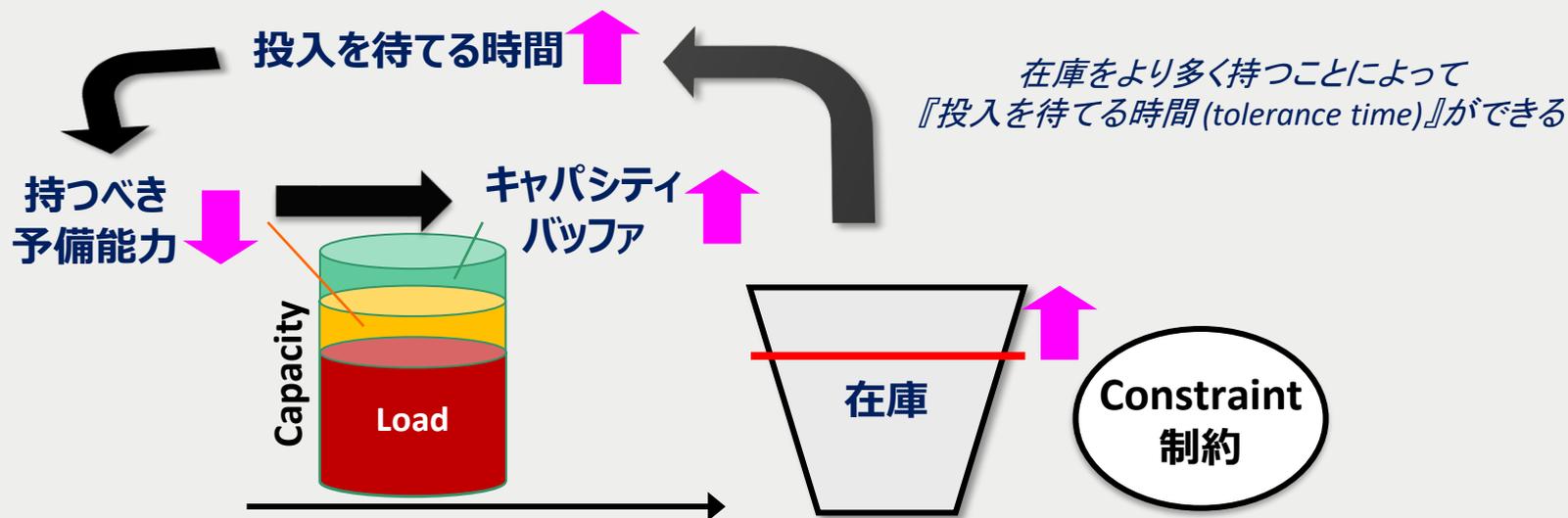
在庫バッファは需要の変動を考慮してサイズが決められているのに対し、プロダクションバッファのサイズは需要の変動を考慮していない！



多くの製造環境では、需要と供給それぞれの変動に対し、キャパシティを追加するか、リードタイムを伸ばして対応しているのが現状である。



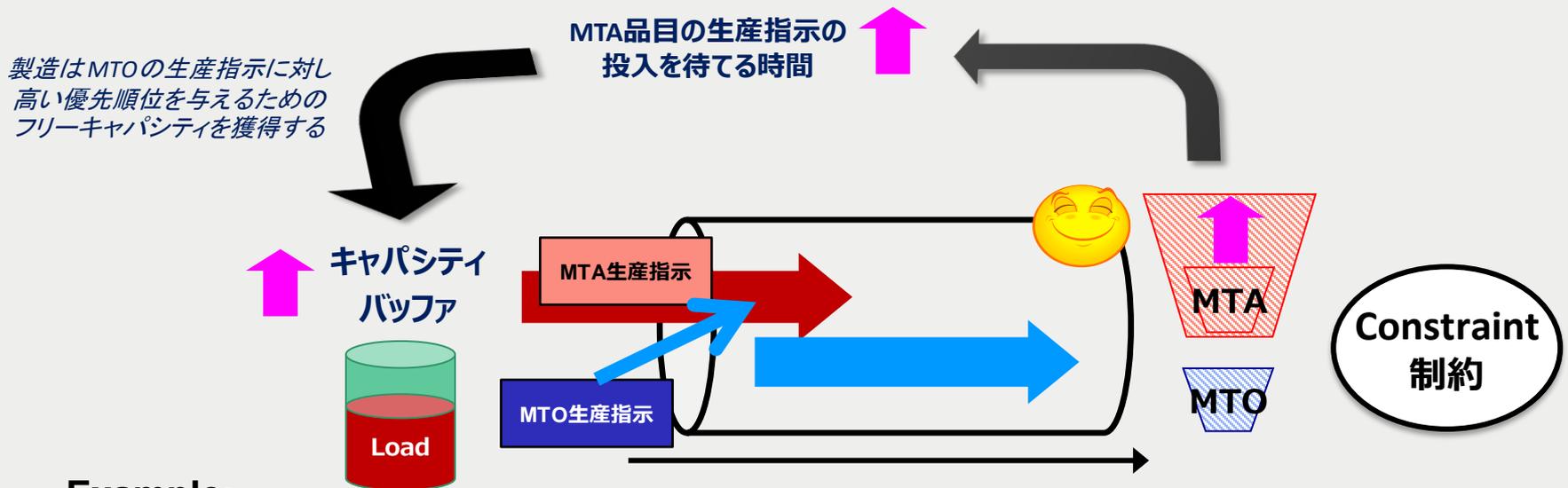
在庫バッファ内で追加された手持在庫は、確保しておくべき予備能力を減らし、キャパシティバッファとして用いることができる。



“ボトルネックの前に溜める在庫が多ければ多いほど、その前のリソースには時間的余裕ができる。だから、平均すれば予備能力も少なくてすむ。在庫が多ければ予備能力は少なく、その反対に在庫が少なければ予備能力は大きくなってはいけない”

(エリヤフ・ゴールドラット, 『ザ・ゴール』, p.502)

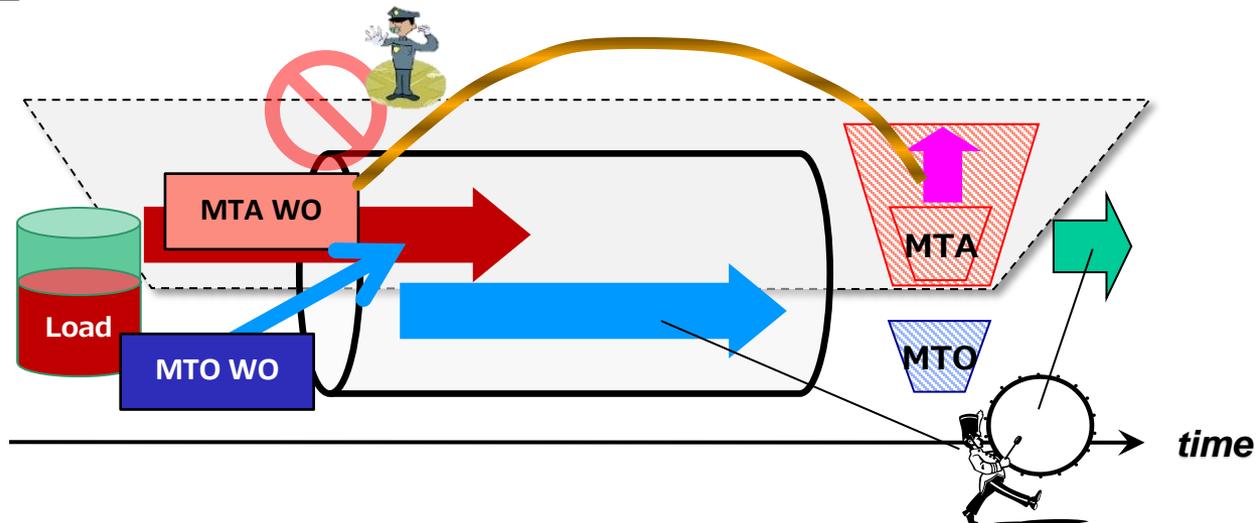
**MTA品目の在庫バッファ内で追加した手持在庫は、  
MTO品目が持つ変動を吸収するために用いることができる。**



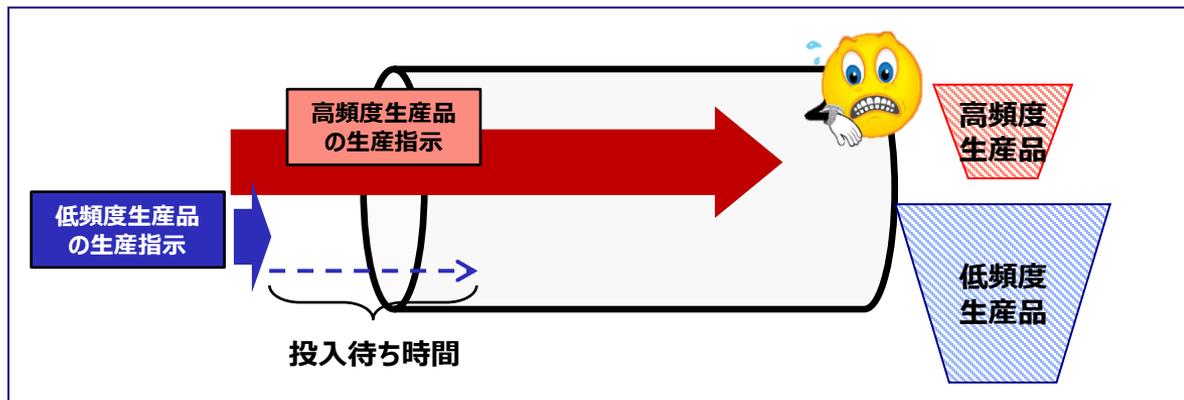
## Example:

- MTA : MTO = 70% : 30% (要求キャパシティ時間換算で)
- MTA品目の手持在庫を5日から15日に増やした場合、MTA品目に対して『投入を待てる時間』が10日分増える。この余裕は、パイプラインが必要とする予備能力を7日分(10d x 0.7)だけ解放する。
- つまり MTA品目で構築した手持在庫は、投入を待つ時間余裕(リリースバッファ)として用いることにより、7日分のキャパシティバッファに変換される。この余裕を用いて(MTA品目の利用可能性を犠牲にすることなく)、MTO品目を優先生産することにより、MTOオーダーの完了は最大で 23日(7d / 0.3)加速する。

- 想定する前提条件：顧客オーダーと内部のキャパシティ(CCR)が相互に制約になる中、**時間(レスポンスタイム)**が最も重要な要素となっている。
- 適用可能な供給形態：MTO/MTA混合環境
- HDBRでは **レスポンスタイムを制約に選び**、以下のようにレスポンスタイムのバラツキを最小化する：
  - MTA品目 – 手持在庫の利用可能性を確保することによって
  - MTO品目 – パイプラインの優先通過を認めることによって
- MTA品目に対し当該品目だけでなくMTO品目の変動をも吸収するよう**在庫バッファ**を付与し、パイプライン全体を**需要変動に対して免疫化**する。



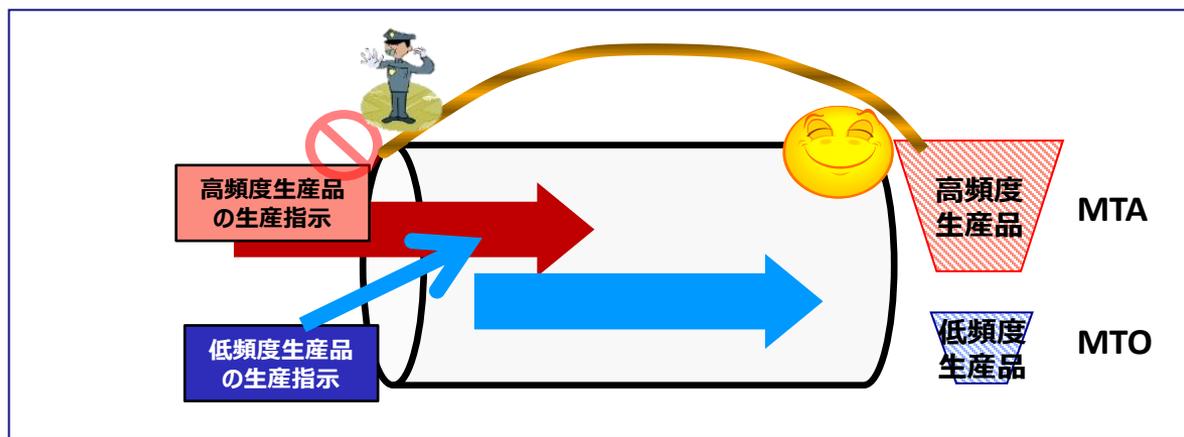
## 在庫を減らすため、高頻度生産品の在庫はできるだけ持たない



- 高頻度生産品は在庫が少ないため、時間余裕はなく、これら品目の生産は最優先
- よって低頻度生産品の生産は後回しになりがち
- 但し、在庫への影響が小さいと考え、在庫を多めに持つ事を許容し、早め/多めに発注している



## 高頻度生産品は供給先倉庫で十分な在庫を持つ



- 高頻度生産品は手持に十分な余裕を持って在庫を持つ
- 高頻度生産品は手持在庫の余裕分だけ生産を遅らせてもよく、必要な時に低頻度生産品の生産を優先させることができる
- 低頻度生産品のリードタイムが短くなれば在庫を多めに持つ必要はない

時間	生産順序
0:00	
1:00	MTO品目A
2:00	
3:00	
4:00	
5:00	MTO品目B
6:00	MTO品目B
7:00	
8:00	



時間	生産順序
0:00	MTA品目X
1:00	MTO品目A
2:00	MTA品目Y
3:00	MTA品目Y
4:00	MTA品目Y
5:00	MTO品目B
6:00	MTO品目B
7:00	MTA品目X
8:00	MTA品目Z



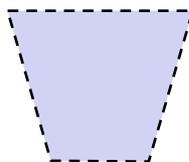
時間	生産順序
0:00	MTA品目X
1:00	MTO品目A
2:00	MTA品目Y
3:00	MTO品目B
4:00	MTA品目Y
5:00	MTO品目B
6:00	MTO品目B
7:00	MTA品目X
8:00	MTA品目Z

1. MTO品目のWO数量と納期が決まり、PBに従って投入時間が予約される

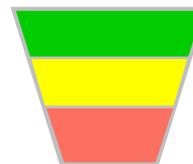
2. MTA品目のWOを色順に入れていく

3. MTO品目のWOの予定が急に変更になっても色ルールの範囲内で対応できる  
(MTA品目の生産をずらせる)

MTO品目  
時間基準で生産

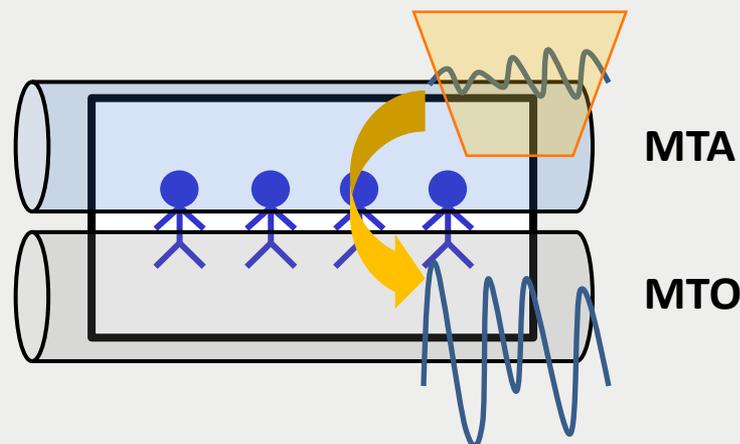


MTA品目  
色の優先順位で生産



	導入部門	導入成果
<p><b>凸版印刷 株式会社</b>                      2018年11月30日 第41回TOCPAカンファレンス  <a href="https://tocpractice.com/conferences/2018/11/04/41st-tocpa-conference-japan/">https://tocpractice.com/conferences/2018/11/04/41st-tocpa-conference-japan/</a></p>	クレジットカード、 キャッシュカード、 交通系カード等の カード製造工場	<ul style="list-style-type: none"> <li>仕掛在庫 32%削減</li> <li>総在庫 20%削減</li> <li>チャーター便の件数/月 46.5 → 8.3 (82%削減)</li> </ul>
<p><b>ヤマハ発動機 株式会社</b>                      2018年11月30日 第41回TOCPAカンファレンス  <a href="https://tocpractice.com/conferences/2018/11/04/41st-tocpa-conference-japan/">https://tocpractice.com/conferences/2018/11/04/41st-tocpa-conference-japan/</a></p> <p>2019年11月18日 第44回TOCPAカンファレンス  <a href="https://tocpractice.com/conferences/2019/11/03/44th-tocpa-jta-joint-conference-18-november-2019-tokyo-japan/">https://tocpractice.com/conferences/2019/11/03/44th-tocpa-jta-joint-conference-18-november-2019-tokyo-japan/</a></p>	エンジン部品製造	<ul style="list-style-type: none"> <li>納入遅延件数の大幅削減</li> <li>製造LT 55%短縮(カムシャフトパイロット)</li> <li>納入遅延件数の大幅削減</li> <li>供給LT 33%短縮(カムシャフト全面展開)</li> <li>供給LT 65%短縮(ボディシリンダ鋳造)</li> </ul>
<p><b>オグラ金属 株式会社</b>                      2019年11月18日 第44回TOCPAカンファレンス  <a href="https://tocpractice.com/conferences/2019/11/03/44th-tocpa-jta-joint-conference-18-november-2019-tokyo-japan/">https://tocpractice.com/conferences/2019/11/03/44th-tocpa-jta-joint-conference-18-november-2019-tokyo-japan/</a></p>	金属部品 ベンダー加工部門	<ul style="list-style-type: none"> <li>納期順守率の向上 79% → 93%</li> <li>仕掛在庫 9%削減</li> <li>残業費 34%削減</li> </ul>
<p><b>三菱電機FA産業機器 株式会社</b>                      2019年11月18日 第44回TOCPAカンファレンス  <a href="https://tocpractice.com/conferences/2019/11/03/44th-tocpa-jta-joint-conference-18-november-2019-tokyo-japan/">https://tocpractice.com/conferences/2019/11/03/44th-tocpa-jta-joint-conference-18-november-2019-tokyo-japan/</a></p>	ギアードモータ部品の 素材サプライヤー	<ul style="list-style-type: none"> <li>督促対象件数 80%減少</li> <li>持込件数 45%減少</li> <li>自製在庫金額 17%削減</li> </ul>

- ✓ あるシステムにおいて構築したバッファは、バッファ等価交換を通じて、別のシステムの変動に対する保護機能を持たせることができる。



- ✓ 大きな変動を持つシステムにおいて無理にバッファを持つよりも、変動の小さなシステムで持ったバッファを変換して用いる方が、バッファ管理を容易に行える。

本プレゼンの対象エリア

Hybrid DBR

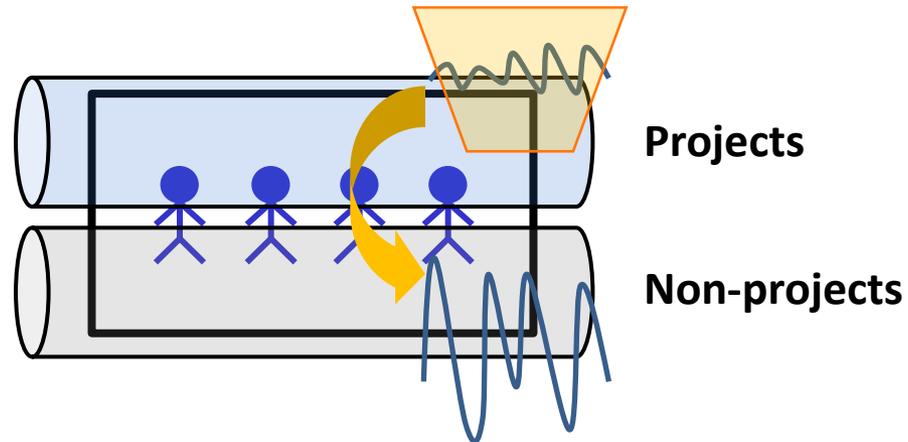
**2 Tier CCPM**

- プロジェクトバッファは、そのプロジェクト固有の変動を吸収する。



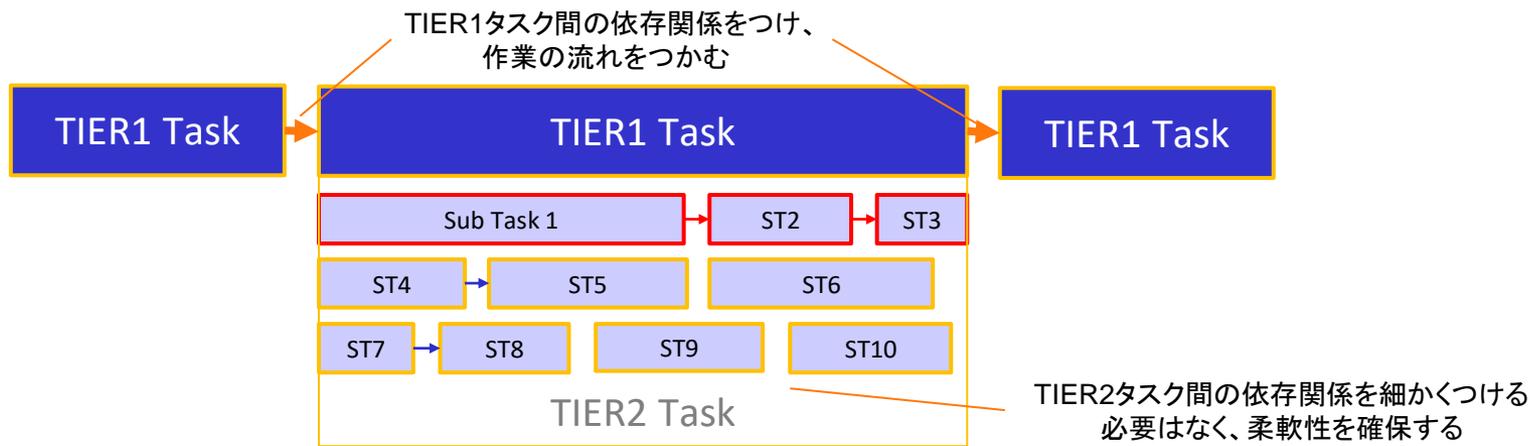
- このことはすなわち、プロジェクトバッファ自体はプロジェクト外の要因による変動を吸収するには十分ではないことを意味する。非プロジェクト業務の割合が多い組織では、外乱が発生するたびにバッファチャートは上のようになり、回復策の実行はおろか、バッファ管理を継続することさえ困難にしてしまうかもしれない。
- その結果、以下の課題を抱える：
  - 非プロジェクト業務をどのように取り扱えばよいのか
  - プロジェクト計画が頻繁に変更になる(不安定な計画)
  - プロジェクト計画の詳細レベルをどうするか

- 非プロジェクト業務は、プロジェクト業務と比べて相対的に変動が大きい。



- プロジェクトのシステムにおいてバッファを構築し、非プロジェクトのシステムの変動に対する保護機能を持たせることはできないだろうか？





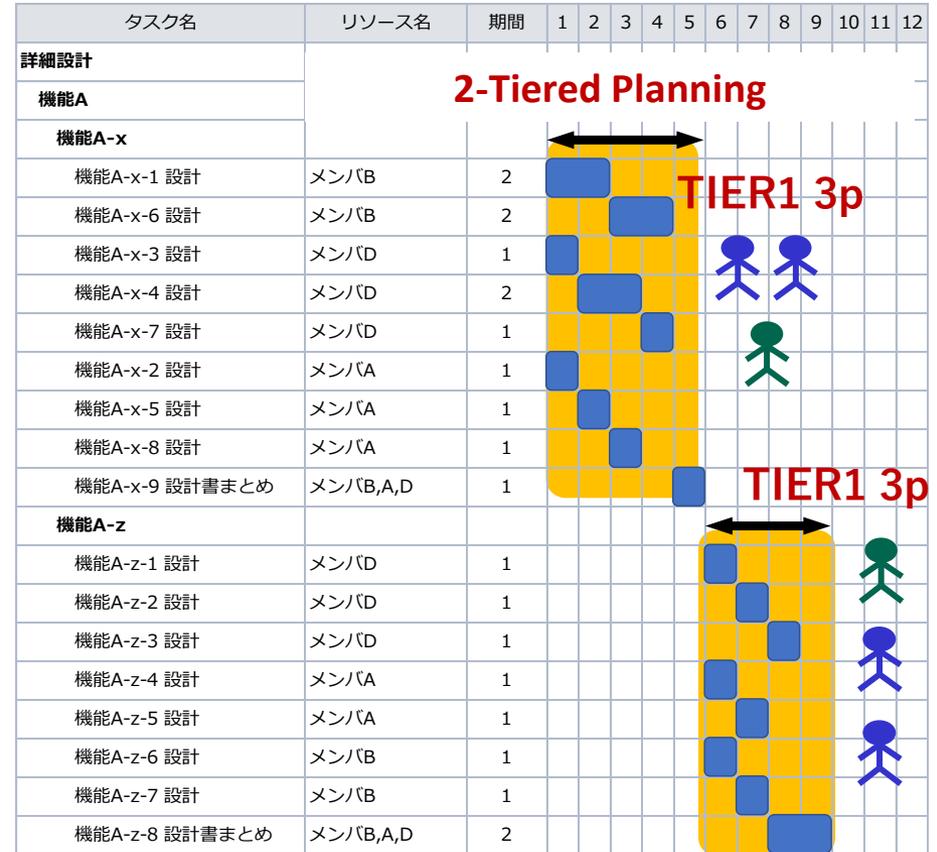
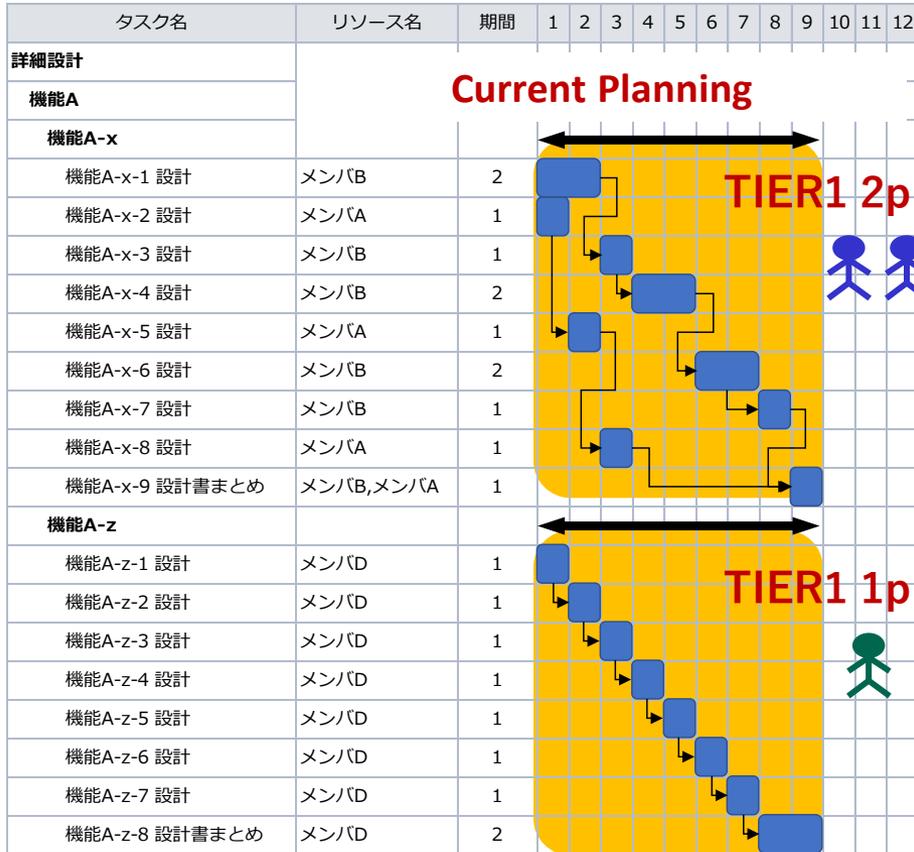
## 現行のWBSの特徴

- 機能単位で作業を分解する
- リソースを割り当てられる最小単位まで作業分解を行う（サブタスク）
- サブタスクレベルは、0.5d～5.0d 程度に分解されることが多い
- 各機能単位で、固有名詞でリソースを割り当てる（リソースを薄く割り当てる）

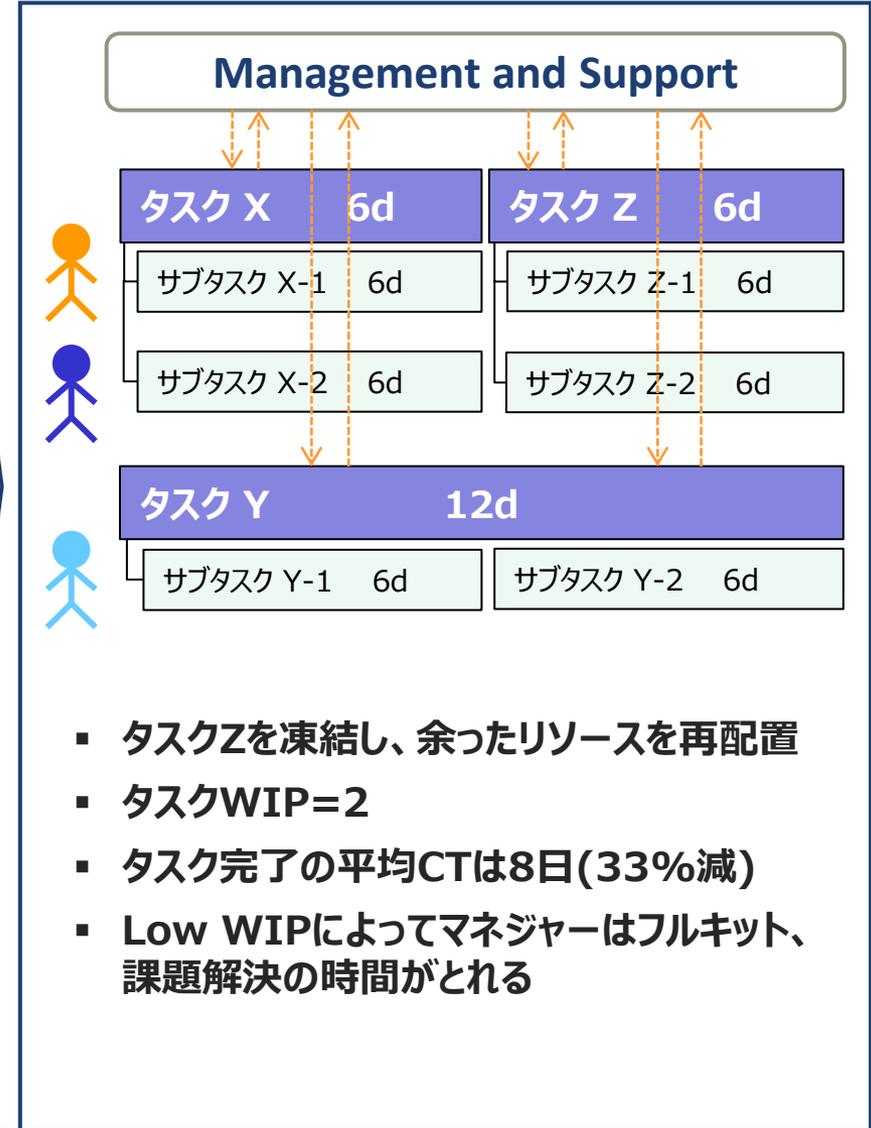
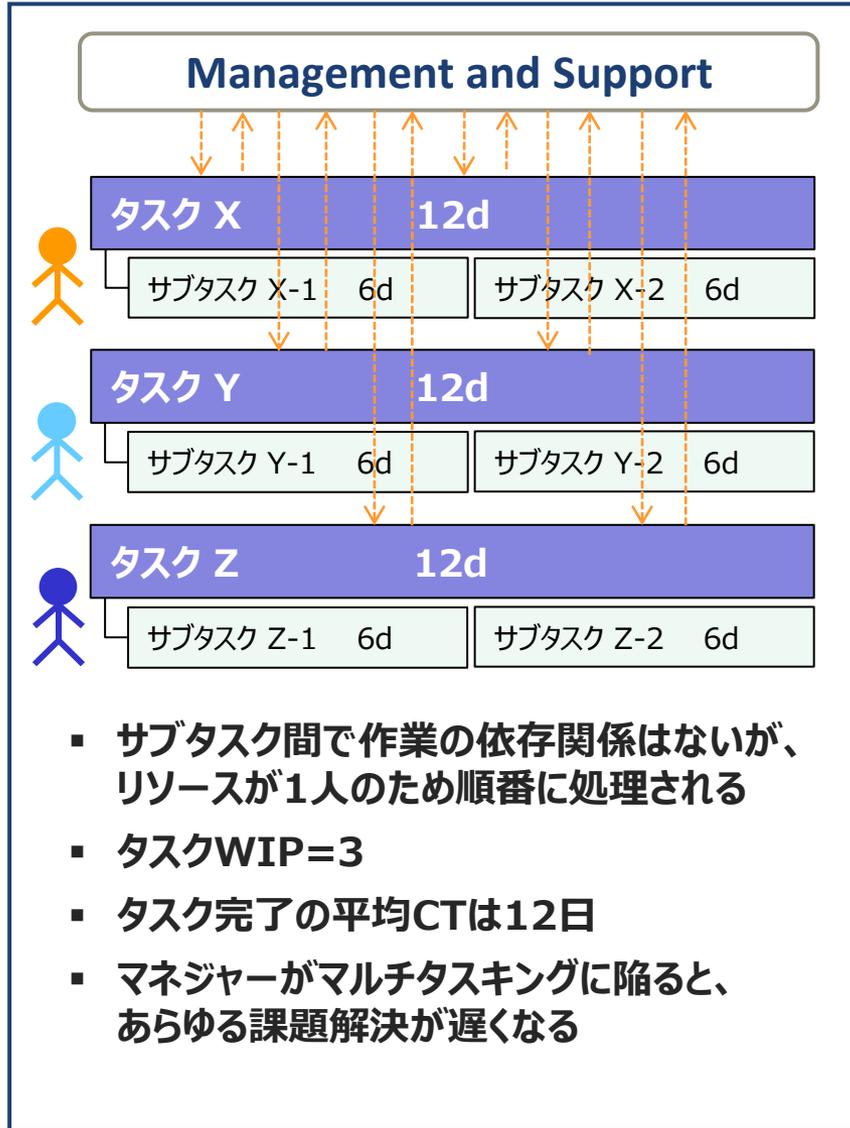
## 2-Tiered Tasksの特徴

- サブタスクをTIER2タスクに設定する
- サブタスクを機能単位でグルーピングする (TIER1タスクの設定)
- TIER1タスクにリソースを集中させる

# タスクを2層化し、リソースを集中させる



# タスクを2層化し、リソースを集中させる



# 2 Tier CCPM

- リソース希薄化 Tier1タスク
- リソース集中 Tier1タスク

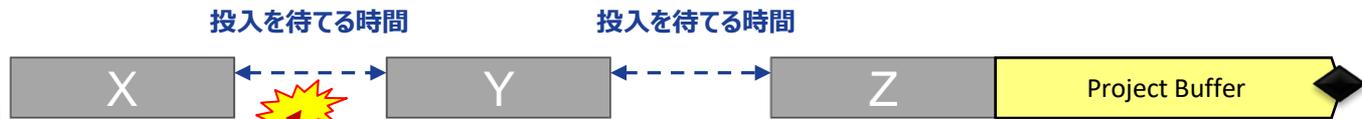


## 1 Tier CCPM



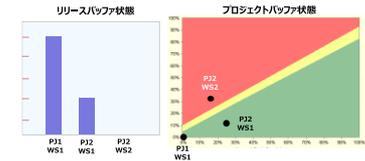
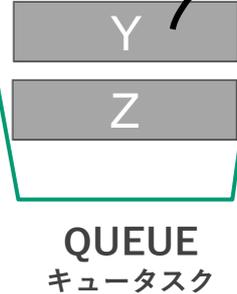
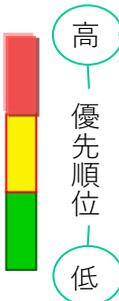
Short Work

## 2 Tier CCPM



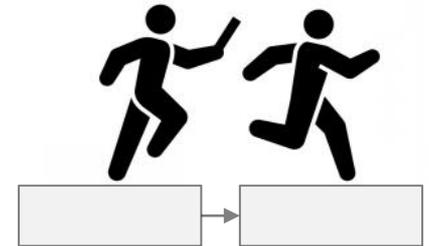
Short Work

Stop & Go



## 1 Tier CCPM: リレーランナー

タスクを開始したら、できる限り早く実行し、  
できる限り早く当該タスクを完了させ、  
即座に次のタスクに成果物を引き渡し開始する。  
(タスク間の“Wait Time”を前提としない)



## 2 Tier CCPM: “Stop & Go”

TIER1タスクを開始したら、できる限り早く実行し、  
できる限り早く当該タスクを完了させる。  
しかし、即座に次のTIER1タスクを開始するかどうかは、  
他のプロジェクト/タスクの優先順位による。  
(タスク間の“Wait Time”を積極的に受け入れる)



	導入部門	導入成果
<p><b>株式会社 タカギ</b>                      2016年5月19日 第26回TOCPAカンファレンス  <a href="https://tocpractice.com/ipapers/2016/05/22/金型事業におけるccpmを用いた-工場管理の仕組み構">https://tocpractice.com/ipapers/2016/05/22/金型事業におけるccpmを用いた-工場管理の仕組み構</a></p>	金型製造 金型設計	<ul style="list-style-type: none"> <li>プロジェクト完了LT 20%短縮</li> <li>金型製作LT 33%短縮</li> <li>金型製作スループット 33%増加</li> <li>新型の設計LT 57%短縮</li> </ul>
<p><b>株式会社NTTデータ九州</b>                      2018年11月30日 第41回TOCPAカンファレンス  <a href="https://tocpractice.com/conferences/2018/11/04/41st-tocpa-conference-japan/">https://tocpractice.com/conferences/2018/11/04/41st-tocpa-conference-japan/</a></p> <p>2019年11月18日 第44回TOCPAカンファレンス  <a href="https://tocpractice.com/conferences/2019/11/03/44th-tocpa-jta-joint-conference-18-november-2019-tokyo-japan/">https://tocpractice.com/conferences/2019/11/03/44th-tocpa-jta-joint-conference-18-november-2019-tokyo-japan/</a></p>	システム開発/保守	<ul style="list-style-type: none"> <li>生産性 14%向上(パイロット適用)</li> <li>プロジェクト完了件数 15%増加</li> <li>プロジェクトLT 19%短縮</li> <li>ショートワークのレスポンス 62%短縮</li> <li>生産性 31%向上</li> </ul>
<p><b>オグラ金属 株式会社</b>                      2019年11月18日 第44回TOCPAカンファレンス  <a href="https://tocpractice.com/conferences/2019/11/03/44th-tocpa-jta-joint-conference-18-november-2019-tokyo-japan/">https://tocpractice.com/conferences/2019/11/03/44th-tocpa-jta-joint-conference-18-november-2019-tokyo-japan/</a></p>	金属部品 手溶接部門	<ul style="list-style-type: none"> <li>遅れ工数日の減少 27%</li> <li>スループットの向上 46%</li> <li>1人当たり稼ぎ高 14%向上</li> </ul>
<p><b>ヤマハモーターソリューション 株式会社</b>                      2020年11月27日 TOCインダストリーフォーラム</p>	システム運用保守	<ul style="list-style-type: none"> <li>スループット(完了件数) 16%増加</li> <li>生産性 25%向上</li> <li>TDD(遅延日数累計)の大幅削減</li> </ul>