

TOC (DBR) を意識したスケジューリング方法

The practical scheduling method that considered "theory of constraints"

○笠原 康典¹
NECネクサソリューションズ株式会社

¹Yasunori Kasahara
NEC Nexsolutions,Ltd.
kasahara-yasunori@nexs.nec.co.jp

Abstract: This report is a thesis of the practical scheduling method that considered "theory of constraints" with a general-purpose scheduler. With "Asprova" which was a general-purpose scheduler, I set a realistic model and carried out a handling of "DBR scheduling" step one by one. As a result, I was able to demonstrate what "maximization of the throughput and minimization of the stock" that were an original purpose could calculate with a general-purpose scheduler.

1 はじめに

TOC (制約条件の理論) の生産スケジューリング理論であるDBR (ドラム・バッファー・ロープ) スケジューリングはシンプルで解りやすい考え方であるが、実運用の中で活用されている例をあまり聞かない。DBR アルゴリズムを備えた Haystack Compatible DBR ソリューション²[1]が汎用生産スケジューラーの固有機能として提供されることはほとんどなく、その実現のためには、DBR スケジューリングの理解と汎用生産スケジューラーが保有する一般的な機能の組み合わせによる応用が必要となる。本件では、生産スケジューラーAsprova を使用し、DBR スケジューリングロジックを一般的な単機能のシーケンスに分解し、その機能単位を連続的に実行する事により、本来の目的であるスループットの最大化と在庫の最小化を指向した結果が、汎用生産スケジューラーから導き出せることを示す。

なお、TOCは、制約条件に着目するため、制約条件工程以外を省略した形で説明される場合が多いが、それが実運用との乖離となり、理解を困難にしていると考えられるため、本件は制約条

件工程以外も含めた多段階工程モデルで検証する。

2 DBRスケジューリング

DBR スケジューリングの特徴は、スループットを最大化し、在庫を最小化することである。スループット最大化とは、制約条件を最大限に活用することであり、在庫を最小化するとは、制約条件以外を制約条件に従属させることである。

その実施手順は、TOCの継続的改善の5ステップ (図 1) により継続的に進められ、TOCの基本となる考え方である[2]。

本件は、ステップ2とステップ3への生産スケジューラーの活用を対象とする。

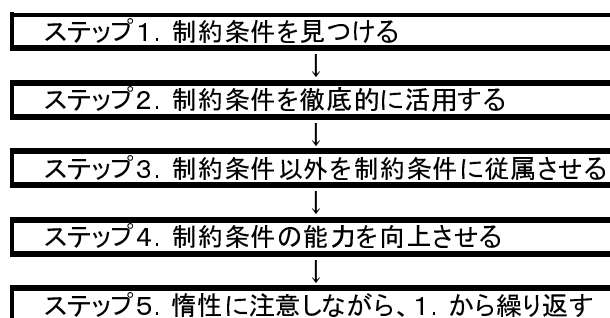


図 1: 継続的改善の5ステップ

² Haystack Compatible DBR ソリューションとは、ゴールドラットが、その著書 Haystack Syndrome で明らかにした DBR アルゴリズムに忠実な DBR ソリューションのこと。

3 検証モデル

3.1 工程の情報

初工程Aを先頭に、工程B・工程C・工程D・工程Eの順番に流れる5段階工程モデルで、制約条件工程は、工程Cである。

3.2 製品とリードタイムの情報

生産される製品と各工程におけるリードタイムを図2のNETで示す。

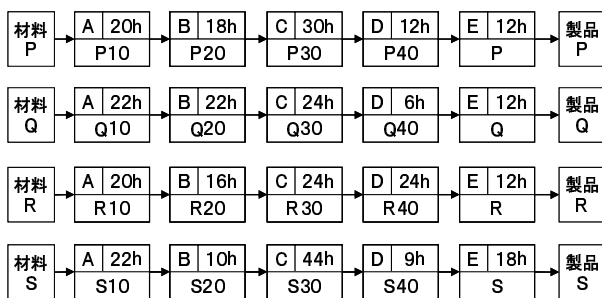


図 2: NET

3.3 生産スケジューラーの情報

生産スケジューラーは、アsproバ社製の AsprovaAPS ver.4 を使用する。

3.4 計画立案に関する情報

計画立案の業務要件を表1に示す。

表 1: 計画立案業務要件

計画周期	週間ローリング(一週は月曜日から金曜日まで)
計画立案実行日	今週をn週として、n週末(毎週金曜日)
計画対象オーダー	n+2週内に納期があるオーダー
計画立案範囲	n+1週以降の計画立案(翌週月曜日から計画)
保護バッファ	工程Cの前に1日分のタイムバッファを設定
出荷バッファ	納期前に1日分のタイムバッファを設定

今回は、計画立案実行日を、2008年8月15日(金)に設定。計画対象は、n+2週内(2008年8月29日)に納期があるオーダー(表2)。n+1週(2008年8月18日)以降の計画を立案する。

表 2: 計画オーダー

オーダー	製品	納期	備考
01	P	8月22日	前週(n-1週)計画済
02	Q	8月22日	前週(n-1週)計画済
03	R	8月22日	前週(n-1週)計画済
04	S	8月22日	前週(n-1週)計画済
05	P	8月29日	本日(8/15)計画対象
06	Q	8月29日	本日(8/15)計画対象
07	R	8月29日	本日(8/15)計画対象
08	S	8月29日	本日(8/15)計画対象

すでに前週(n-1週)計画されたオーダー(01~04)の作業仕掛が計画期間内(n+1週)に存在する場面(図3)からの検証となる。

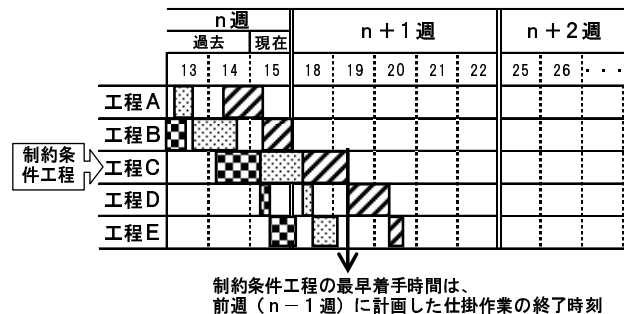


図 3: 計画立案日の計画立案前イメージ

4 ロジックの検証

参考とするスケジューリングロジックは、村上悟著の書籍[2]に基づき実施し、実用性を考慮して変更を加えた。

4.1 制約条件工程の投入順序を求める

納期より、工程負荷を考慮せず無限山積みにて工程EからNETを遡って作業を割付ける。

これにより、制約条件工程(工程C)の作業着手時間の昇順が制約条件工程への投入順番となる。検証モデルでは、製品S、R、P、Qの順(オーダー08、07、05、06の順)となる。

実運用では、納期から制約条件工程までのリードタイム算出のため、制約条件工程以降(工程C・工程D・工程E)のリードタイム情報が重要であることが判る。

4.2 制約条件工程の山崩し

書籍[2]では、前項の状態から過去軸方向に対して山崩し(作業着手時間の降順に有限能力割付)を実行し、最早開始時間を違反している作業有無を検出し、超過している分だけ未来軸方向へ押し戻すことになっている。

実運用の場面では、図3のように過去方向の時間軸には前回計画した作業が割り付いており、制約条件工程の最早着手時間は、前週($n-1$ 週)に計画した仕掛作業の終了時間となる。

さらに制約条件工程だけではなく、それ以外の前工程(工程A・B)の最早着手時間も同様の考慮が必要となる。山崩しによって、制約条件工程が違反しなくても前工程に違反がある場合は、実現不可能の計画になってしまう。

前述のように過去軸方向へのスケジューリングには、様々な条件に対する対応が必要となる。

本件は、汎用生産スケジューラーを対象としているため、実用的な新規ロジックを提示する。

4.2.1 制約条件工程の未来軸方向への山崩し

制約条件工程の山崩しの目的は、TOCの継続的改善の5ステップのステップ2「制約条件を徹底的に活用すること」である。よって、納期制約の下、様々な制約が山積する過去軸に対して山崩しをする必要はなく、制約のない未来軸に対してスケジューリング(作業着手時間の昇順に納期遵守を無視して有限能力割付)を実行する。これにより、先頭作業以外は、ほとんど納期遅れとなるが、先頭作業の作業着手時間を「タイムゼロ」とした制約条件工程の相対作業配置が未来軸方向に完成する。

4.2.2 制約条件以外を制約条件に従属させる

未来軸方向に完成した制約条件工程(工程C)の作業配置を固定し、制約条件工程以外(工程A・B・D・E)を工程負荷を考慮せず無限山積みにて割付を実行する。これにより、TOCの継続的改善の5ステップのステップ3：制約条件以外を制約条件に従属させた全工程の相対作業配置が完成する(図4)。

4.2.3 制約条件の最早着手時間までスライドする

先頭作業の作業着手時間を「タイムゼロ」として完成した相対作業配置を、制約条件工程の最早着手時間($n-1$ 週に計画した仕掛作業の終了時間)まで過去軸方向にスライドさせる。制約条件工程の最早着手時間に到達する前に、前工程(工程A・B)の最早着手時間が合致した場合は、その時点でスライドを停止する。これにより、制約条件を考慮した実現可能な全作業のスケジューリングが完成する。



図4: 未来軸に完成した相対作業配置イメージ

5 まとめ

本件は、Haystack Compatible DBR ソリューションでなければ困難とされるDBRスケジューリングを汎用生産スケジューラーの機能の組合せで実現できることを検討した。また、TOC関連の多くが制約条件以外を省略設定し、作業仕掛なしの条件から論じられている中で、実運用を想定したモデルを設定し評価した。検討過程の中で、基本理論とは全く反対の時間軸方向にスケジューリングする方法を思考し、結果として、目的とするスループットの最大化と在庫の最小化を指向したスケジューリングロジックを導き出した。

参考文献

- [1] 小林英三, 生産現場とTOC, 工業調査会 (2004年11月刊行) 生産現場情報化ハンドブック
- [2] 村上悟, TOC入門, 日本能率協会マネジメントセンター