

マシニングセンタにおける多目的・多制約なジョブジョップ・スケジューリングに対するクリティカルパスの可視化

角田 裕也† 澤枝 良樹†† 中田 康佑†† 中村 正樹†† 榊原 一紀††
 †富山県立大学工学部電子情報工学科 ††富山県立大学大学院情報システム工学専攻

1 目的

ものづくりの現場では多くの自動化や情報システムが活躍している。しかし、人の手による作業が必要な場面も多々あり、特定箇所の作業の遅延によって、その後のすべてのスケジュールに影響を及ぼしてしまう場合がある。そのため作業者が、遅延なく行わなければならない作業を把握している必要がある。本研究では、事例の一つとして、マシニングセンタにおける作業の重要度の可視化を行う。

2 背景

先行研究 [1] において、工作機械メーカーと協力し、ワーク（加工対象）を自動で加工するためのマシニングセンタにおけるスケジューリングを対象に、実際の現場での検証を通してモデルの有効性や生じる問題の検討を試みている。先行研究では、UPPAAL[2] を用い、次に示す制約でワークの加工に必要な治具やパレット、納期の制約を考慮した長期にわたるスケジュールを導出した。(1) 人と機械（マシニングセンタ）は平行に作業ができる。(2) 人と機械は複数の作業を同時にできない。(3) 着・加工・脱の順番で処理を行う。(4) 人は夜間に作業をすることが不可能。(5) 個々の作業に要する時間は決まっている。(6) 複数の加工が必要なワークは前の工程が終了しているなら次の工程に取りかかれる。

先行研究において、導出したスケジュールを図 1 に示す。作業内容に対し、その作業の開始時刻、処理にかかる時間を記載している。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	製番	品番	作業内容	治具作業	治具	開始時刻(数字)	開始時刻	処理時間	段取り替え
2	1000052918	718L74BD	取外(2工程)	0	なし	30	9:00	13	0
3	1000076211	718H01AE	取外(2工程)	0	なし	43	9:13	10	0
4	100005291A	718L74BD	取付(1工程)	0	なし	53	9:23	10	0
5	100005291A	718L74BD	加工(1工程)	0	なし	63	9:33	84	0
6	1000076211	718H01AE	取外(2工程)	0	なし	65	9:35	10	0
7	1000076234	718H00BD	取外(1工程)	0	なし	75	9:45	15	0
8	1000076234	718H00BD	取付(2工程)	0	なし	108	10:18	14	10
9	1000076193	718H00BD	取付(1工程)	0	なし	132	10:42	15	0
10	1000076193	718H00BD	加工(1工程)	0	なし	147	10:57	144	0

図 1 csv ファイルに表記されたスケジュールの一部

また、先行研究において導出されたスケジュールを元に作成されたガントチャートを図 2 に示す。ガントチャートは上から脱作業、着作業、加工作業の順に表記されており、このうち、作業者が着・脱作業を行い、マシニングセンタが加工作業を行う。

3 問題と提案

先行研究における実証実験で数日分の作業計画の導出が行われたが、現場で計画にない作業が発生し、導出のやり直しが必要な場面が出現した。作業者が遅らせてはならない作業を理解し、現場で計画にない作業を入れるために、重要度の可視化が必要であることが確認された。

本研究では問題に対し、「クリティカルパス」を用い重

Gantt Chart

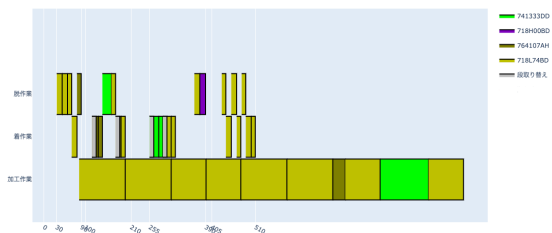


図 2 ガントチャート

要度の可視化を試みる。スケジュールの中で、開始から終了に至るまでに時間の余裕がない経路のことを「クリティカルパス」という。前工程が終了しないと次工程に進めないような依存関係で結ばれる。

4 作成物

現在行えている可視化は 1 日のスケジュール内で「示したジョブが 1 分遅れると総処理時間が最小値以上になるクリティカルパス」の検索、および「示したジョブが 1 分遅れると時間外作業（休憩時間や定時後に作業を行うこと）になるクリティカルパス」の検索である。2 章で示したスケジュールに対し導出したものを図 3 に示す。

ガントチャート内の赤に着色されたジョブが総処理時間が最小値以上になるクリティカルパスである。また、ピンク色に着色されたジョブが総処理時間が最小値以上になるクリティカルパスである。白く着色されたジョブは他の作業を行える空白の時間になる。

Gantt Chart

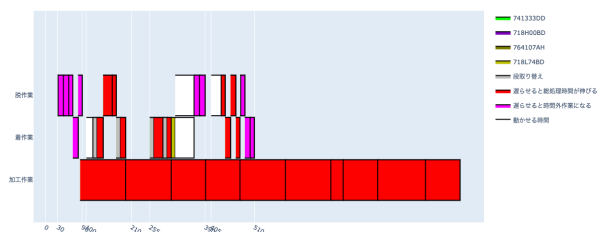


図 3 クリティカルパスを提示したもの

5 考察

作成物によるアプローチによって、作業者に遅らせてはならない作業を提示し、割込み作業へのスムーズな対応、計画通りの生産状況か、納期に間に合うか、設備利用状況など作業者の理解度の向上を期待できる。

参考文献

[1] 澤枝良樹, 中田康佑, 中村正樹, 榊原一紀.” 機械加工スケジュールリング問題の時間オートマトンによるモデル化とモデル検査による最適化”, KWS2020
 [2] UPPAAL, <http://www.uppaal.org>