

目次

はじめに

1. ワークサンプリングとは？
2. ワークサンプリングの手順
3. ワークサンプリングの課題
4. DXを活用したワークサンプリング

おわりに

はじめに

本稿では製造業、物流業の現場で行われている IE（インダストリアル・エンジニアリング）手法における、ワークサンプリング（稼働分析）の実施方法について詳しく解説します。観測者を立てたワークサンプリングは、精度の高い稼働分析ができる一方、準備と手間に多くの工数が割かれます。その課題を解決する、DX を活用したワークサンプリングについても紹介いたします。

1. ワークサンプリングとは？

ワークサンプリングは、そもそもどんな目的で生み出されたものなのかをご存じでしょうか。その目的は、多くの作業者の作業内容をできるだけ簡単に調査をすることです。では、なぜ多くの作業者の作業内容を把握する必要があるのかというと、IE（インダストリアル・エンジニアリング）という「人とモノと設備の動きを細かく見る技術」の中の「稼働分析」のためです。この「稼働分析」とはどのような分析なのでしょうか。

「稼働分析」というのは、1日にわたって人と設備の稼働状況を観測し、「稼げる作業」と「稼げない作業」の比率を統計的に分析することです。そして、その分析のためには作業時間（工数）を取得する必要があります。工数を取得する目的は「標準時間」の算出です。「標準時間」というのは、標準的な熟練度の作業者が標準の作業方法や条件のもと作業を行った場合にかかる作業時間に余裕時間を加えた時間のことで、スタンダードタイム、タクトタイム、タクトと呼ばれることもあります。

工数の取得方法は2種類あります。一つが連続時間分析法で、これはビデオ撮影やストップウォッチで仕事を連続して計測する手法です。そしてもう一つがこれから詳しくお話をするワークサンプリング法で、仕事を部分的に抜き取る検査です。1日に何回か、特定の時刻において瞬間的に確認し、統計的に稼働状況を確認する方法です。具体的には、100回の観測中に70回が稼働状況だった場合の稼働率は70%という形で稼働率を算出します。

図 1. 工数（作業時間）の取得方法

連続時間分析法

仕事を連続して時間分析する仕事の全数検査。ビデオ撮影・ストップウォッチで計測して稼働状況を確認する方法

ワークサンプリング法

- 仕事を部分的に抜き取る検査。1日に何回か瞬間的に確認して統計的に稼働状況を確認する方法
- 具体的には100回の観測中に70回が稼働状況だった場合の稼働率は70%

出所：N X 総合研究所 作成

本稿を読まれている方の中には、ワークサンプリングはストップウォッチを使ってやっているという方も多くいらっしゃると思いますが、正確にいうとストップウォッチを使用する計測はワークサンプリング法ではなく、連続時間分析法になります。どちらも標準時間を算出するための工数取得が目的ですが、連続時間分析法は作業者にずっと貼りついて計測しなければいけないので、ワークサンプリングの方が手間をかけずに複数名の稼働状況を把握できるメリットがあります。統計学的にいうと、100個のサンプルで95%の精度、100個以上のサンプルで95%以上の精度を得られるのですが、この5%以下の誤差を許容するかどうかで、連続時間分析法かワークサンプリング法のどちらかを選ぶことになります。

ワークサンプリングにおける作業の分類がこちらの表です。

図2. ワークサンプリングの作業分類

分類1	分類2	分類3	説明
稼働	主体作業	主作業	仕事の直接目的。材料・部品の変形・変質に直接寄与する作業
		付随作業	主作業に付随して発生して目的に対して間接的に役立っている機械操作などの作業
	付帯作業	主体作業のための準備・段取り、後始末などの作業（例：金型交換、材料準備、図面確認など）	
余裕	作業余裕	不規則・偶発的に発生する必要な作業（例：注油・工具の手入れ・製品の運搬・モノを探す作業など）	
	職場余裕	本来の作業とは無関係に発生する作業（例：材料切れの手待ち、機械故障、指示待ち、朝礼・打合せなど）	
	人的余裕	生理的欲求から必要となる不可避な余裕（例：食事休憩、トイレ休憩など）	
	非作業	作業者の個人的理由や惰性によって発生する非作業要素（例：雑談、手休めなど）	

出所：NX総合研究所 作成

まず、大きく「稼働」と「余裕」の2つに分類されます。「稼働」というのが稼げる作業です。稼働は主体作業と付帯作業に分かれ、主体作業は主作業と付随作業に分類されます。主作業というのは材料・部品の変形・変質に直接寄与する作業ということで、加工や組立作業がここに分類されます。洗浄作業は材料の変形・変質には寄与しませんが、洗浄がメインの工程では主作業と位置付けられることがあります。この表はあくまで目安で、分類方法は会社や作業工程によって異なることにご注意ください。

工場でも物流倉庫でも実施されている棚卸は、製品や部品の数を数える作業で本来は「稼働」に入らないのですが、棚卸作業で荷主からお金をもらっている物流事業者は、「稼げる作業」として主体作業に分類することもあります。

2. ワークサンプリングの手順

では次にワークサンプリングの手順について説明します。ワークサンプリングは大きく下記の6つのプロセスに分かれます。

図3. ワークサンプリングのプロセス

①対象となる現場と人数の決定	どの工程、どのラインでワークサンプリングを実施するのかを決めて対象人数を明確にする
②観測項目の洗い出し	対象現場の観測項目を洗い出して分類を定義する（例：「組み立て作業」は主作業に分類）
③サンプリング条件の決定	何個のサンプルを取るのかを決める（例：500個のサンプルなら25個のサンプルを20日間）
④観測用紙の作成	日別に時刻別に観測結果を記録できる用紙を作成する
⑤観測経路・観測場所の決定	なるべくたくさんの対象者が観測できる場所と経路を検討して決定する
⑥観測と分析	観測者が観測した結果を分析して稼働率を算出する

出所：N X 総合研究所 作成

最初のプロセスでは、観測対象とする現場と人数を決定します。対象となる人数が多い場合は、観測者の人数も多くする必要があります。ワークサンプリングで1人の観測者が対応できる人数は、観測場所にもよりますが、5人から10人程度です。

2つ目のプロセスで、観測項目の洗い出しを行います。これが大変な作業で、この下調べにはかなりの時間がかかります。洗い出した観測する作業項目を、先程説明した作業分類ごとに仕分けます。

3つ目のプロセスで、サンプリング条件を決めます。まず何個のサンプルが必要なのかを決め、その数のサンプルを取得するには何日間観測する必要があるのかを決めます。1日に取得するサンプルの数は20個もしくは25個で設定され、前項で説明した通り、サンプルの数が多いほど稼働分析の精度は高くなります。

毎日同じ時刻に観測した場合、毎日同じ結果がでる可能性がある一方で、毎日異なったランダムな時刻に観測するためのランダム時刻表を利用することもあります。

図 4. ランダム時刻表のサンプル

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
(19) 0:05	0:20	0:10	0:15	(18) 0:05	(23) 0:10	0:15	(17) 5:05	0:25	0:05	(25) 0:05	(22) 0:10	(25) 0:10	0:10	0:50	0:15	0:05	1:00	0:05	(20) 0:25	0:25
0:25	(18) 0:50	(16) 0:35	0:25	0:25	(21) 0:20	(18) 0:20	0:30	0:15	(18) 0:15	0:20	0:15	(17) 0:15	1:10	(23) 0:35	(17) 0:40	(16) 1:10	0:55	0:55	(17) 0:35	0:35
0:55	(24) 1:20	0:55	(16) 1:20	0:45	(21) 0:30	(18) 0:35	(15) 1:05	0:40	0:40	0:20	0:30	1:10	0:20	1:20	(20) 0:45	(25) 0:50	1:35	(16) 1:00	1:30	1:00
(22) 1:10	(21) 1:45	(24) 1:00	1:40	1:05	0:40	(15) 0:50	1:25	(24) 0:45	1:30	0:25	1:30	1:25	(22) 0:25	(15) 1:25	0:55	(23) 1:10	(21) 1:50	(24) 1:25	2:00	1:05
(20) 1:20	1:55	1:10	1:55	(21) 1:50	1:10	1:00	1:30	1:00	1:45	0:55	(19) 1:45	(21) 1:30	(24) 0:50	1:30	1:00	1:40	1:55	1:40	2:50	1:10
(24) 1:35	2:00	1:45	2:00	(20) 2:10	1:20	1:25	2:05	(18) 1:10	(21) 2:20	1:20	1:50	1:40	(18) 1:25	(20) 2:00	(19) 1:05	1:50	2:10	1:45	(21) 3:10	(20) 1:50
2:30	2:30	(19) 2:00	2:30	2:20	1:30	(23) 1:40	2:25	(17) 1:25	2:25	1:35	2:25	1:45	1:35	2:20	1:25	1:55	2:20	(18) 1:55	3:15	(18) 2:40
3:05	2:40	2:05	(15) 2:50	2:30	2:25	(22) 1:50	(24) 2:40	1:40	(22) 3:10	1:55	(25) 2:35	(16) 2:05	(23) 2:10	(24) 2:40	2:20	(16) 2:00	(23) 3:00	2:05	(24) 3:25	(24) 2:55
(16) 3:10	3:10	(21) 2:45	3:10	(19) 2:35	2:35	1:55	(16) 3:00	2:15	(20) 3:40	(17) 2:10	(17) 3:05	2:40	(20) 2:15	2:45	(21) 2:25	(24) 2:40	3:05	(17) 2:40	(19) 3:35	3:10
(25) 3:15	(23) 3:30	2:50	(18) 3:30	(17) 2:50	2:40	2:45	3:20	2:20	(15) 3:50	2:30	3:10	(19) 2:45	2:40	2:50	2:35	(21) 2:45	3:15	(25) 2:50	(22) 3:40	(25) 3:15
3:25	(22) 3:40	(22) 3:00	3:45	(23) 3:00	(24) 2:55	(25) 3:05	4:25	2:30	4:15	2:45	3:50	2:55	3:10	(17) 2:40	(15) 3:15	3:50	(21) 3:15	3:45	3:45	3:45
(21) 3:45	3:50	3:20	3:50	(16) 3:10	(19) 3:05	3:50	4:45	(15) 2:40	(24) 4:20	(21) 2:50	3:55	(22) 3:40	3:35	(25) 3:35	(25) 3:05	4:20	4:30	3:55	4:00	3:55
4:00	4:05	3:30	4:30	3:40	3:15	(19) 4:00	4:50	2:45	4:30	(22) 2:55	4:05	3:45	(21) 3:40	(16) 4:00	(15) 3:10	4:30	(20) 4:50	4:00	(17) 4:10	4:15
4:10	(16) 4:15	(20) 4:40	(20) 4:40	(24) 3:45	(17) 3:25	4:25	(25) 4:55	(21) 3:05	(25) 4:40	(15) 3:00	4:10	(18) 3:50	4:35	(21) 4:25	3:15	4:50	4:55	4:05	5:10	4:25
(18) 4:35	(17) 4:20	4:45	5:10	(15) 4:30	(15) 3:30	(18) 4:45	5:05	(16) 3:30	4:55	(16) 3:30	4:50	(24) 4:05	(16) 4:45	5:00	3:30	(19) 5:00	(24) 5:35	4:15	(25) 5:40	4:45
4:55	(19) 4:25	4:55	5:20	5:00	3:40	(20) 5:00	5:15	3:35	5:00	3:35	(21) 5:10	(20) 4:25	(19) 5:05	5:10	(16) 3:40	5:05	(15) 5:40	(23) 4:20	5:45	(23) 5:00
5:00	4:30	5:00	(17) 5:30	5:45	(16) 3:50	5:10	5:50	4:00	5:15	(23) 3:45	(16) 5:25	4:55	5:10	5:20	4:05	5:20	5:45	4:45	5:55	5:25
(15) 5:05	(15) 4:35	(18) 5:55	(25) 5:45	(22) 5:50	4:00	(24) 5:15	5:55	4:15	(19) 5:20	4:05	(15) 5:30	5:15	5:50	(17) 5:25	(18) 4:10	6:05	5:50	5:15	6:20	(19) 5:30
(17) 5:35	5:20	(25) 6:00	(19) 5:50	5:55	4:15	6:20	(22) 6:00	(23) 4:50	5:25	5:00	(24) 6:00	5:45	6:05	(23) 5:35	4:35	(18) 6:10	(18) 6:15	(22) 5:50	(16) 6:30	6:10
5:55	5:35	6:05	(21) 6:15	6:00	4:25	6:25	(20) 6:10	(20) 5:45	(23) 6:05	(19) 5:40	6:05	(15) 6:20	6:20	(19) 6:35	5:10	6:40	(19) 6:20	6:10	6:40	6:45
(23) 6:20	6:15	(23) 6:35	6:20	6:35	(18) 4:35	6:50	(19) 6:20	(22) 5:50	(17) 6:45	(24) 5:50	6:15	6:25	7:05	6:00	5:20	6:50	(17) 6:35	(20) 6:35	(18) 7:00	(15) 7:10
6:45	(20) 6:40	(15) 6:40	(24) 6:25	6:45	(22) 5:40	6:55	6:35	6:25	(18) 7:15	6:25	6:30	(17) 6:30	7:10	6:15	5:50	(20) 6:55	(25) 6:45	(19) 6:45	7:05	(16) 7:30
6:50	(25) 6:45	7:10	6:50	(25) 7:00	(25) 6:45	7:15	(23) 7:10	(19) 6:50	7:25	7:20	(18) 6:50	6:35	7:20	(22) 6:55	(22) 6:00	7:00	7:10	6:55	7:15	(22) 7:40
7:10	7:10	7:35	7:30	7:45	6:55	7:40	7:15	(25) 7:05	7:35	7:40	(23) 6:55	(23) 7:35	(25) 7:50	(18) 7:25	6:15	(22) 7:35	(22) 7:20	(15) 7:00	(23) 7:35	7:45
7:25	7:35	(17) 7:50	7:55	7:55	(20) 7:35	(17) 7:45	(21) 7:30	7:30	(16) 7:55	(20) 7:50	(20) 7:25	7:50	(15) 7:55	7:50	(24) 7:50	7:55	7:55	7:50	(15) 7:55	(21) 7:50

出所：製造部 SEIZO-BU ワークサンプリング法のランダム時刻表のつかい方

上記の表は、21 種類のランダム時刻表のサンプルです。1 日に 25 個の時刻が記載されています。1 の時刻表は、1 回目の記載が 0 : 05 なので朝 8 時から始業の会社の場合は観測が 8 時 5 分、2 回目の時刻は 0 : 25 なので観測が 8 時 25 分という具合です。取得サンプル数が 20 個の場合は、() 内の数字が大きい順に 5 回分の時刻を観測しません。1 の時刻表の 25 回の時刻のうち、(21)、(22)、(23)、(24)、(25) の 5 回の時刻を除けば、サンプル数は 20 になります。観測日を決める際に、この日はこの時刻表、次の日はこっちの時刻表というように、日によって使う時刻表をあらかじめ決めておきます。

サンプル数と観測日を決めたら、次に観測用紙を作成します。下にある観測用紙は先程紹介したランダム時刻表の 1 を利用したものです。朝 8 時から 16 時までの 8 時間に 25 回の観測をして、どの作業を何名で担当していたのかを記録できるようになっています。この用紙に記載されている 1 回目の観測は、8 時 5 分です。日によって観測時刻が変わります。

図 5. 観測用紙のサンプル

ランダム時刻表① 2019年 3月4日 (月) 場所: ライン A

分類1	分類2	作業名/時刻	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	合計	
			8:05	8:20	8:55	9:10	9:20	9:35	10:30	11:05	11:10	11:15	11:25	11:45	12:00	12:10	12:35	12:55	13:00	13:05	13:35	13:55	14:20	14:45	14:50	15:10	15:25		
稼働	主作業	塗装	/	/	2	/	2	2		/	/	/	/	/					2	/	/	/	/	/	/	/		16	
		組立		2	2	/	3	2		/	/	2	/	/						3	/	2	2	2	2	2		29	
		検査			/	/		2		2	/	/	/							2	/	/	2	/	/	/		18	
		梱包		/	/	/	/	/		/	/	/	/	/							/	/	2	/	2	/		15	
	付帯作業	準備	3	/	/																							5	
	付帯作業	清掃・廃棄												/														2	3
付帯作業	機械点検	/											/														1	3	
余裕	作業余裕	運搬											/	/													2	1	5
		職場余裕	トランプ対応									/	/	/														2	1
	職場余裕	手待ち													2													1	3
		会議																											1
	人的余裕	休憩								5							5	5	5	5								25	
	非作業	その他																										1	
小計 (余裕)																			1								1		
合計			5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	125	

出所：N X 総合研究所 作成

4つ目のプロセスでは、実際に観測をする前に現場に行って、観測経路と観測場所を検討します。一つの観測場所で多くの人数を観測できない場合は、観測場所を複数設定して移動しながら観測しなければならない、どの経路でいけば最短で多くの人数を観測できるかということ considering しながら、作業者の邪魔にならない経路と場所を決めます。

最後のプロセスである「観測と分析」において、観測者は観測用紙に設定された時刻に観測場所に行き、あらかじめ決めた経路を通過してそれぞれの作業に何名が従事しているのかを観測し、人数を記載します。

上記の観測用紙では5名の観測を行い、1回目の8時5分の観測では塗装が1名、準備が3名、機械点検が1名という結果です。15分後の8時20分の2回目の観測では塗装1名、組立2名、梱包と準備が各1名、35分後の8時55分の3回目の観測では塗装と組立が各2名、検査が1名となっています。次の観測時刻まで観測者に空き時間が発生しますが、合間に事務所に戻って仕事をするわけにはいかず、基本的に観測者は終日観測作業に従事しなければなりません。

観測が終わったらデータ集計をします。この日は5名の25回の観測で125個のサンプルを取得しました。稼働の個数が89個だったので稼働率は71.2%です。

ワークサンプリングの稼働分析はこのような手順で観測・集計し、稼働率を算出します。製造業の会社では、一般的に生産管理部、業務改革部、TPM（トータル・プロダクティブ・メンテナンス（生産システム上に存在するあらゆるロスをゼロにする活動））推進室といった部署が、専属でワークサンプリングを実施しています。

3. ワークサンプリングの課題

下記の表はワークサンプリングのメリットとデメリットをまとめたものです。

図6. ワークサンプリングのメリットとデメリット

メリット	<ul style="list-style-type: none"> • 1名の観測者が1度に複数の作業者を観測することができる • 作業者にずっと付いて回ることではないので、作業者、観測者ともに精神的な負担が小さい • サンプルの個数が決まっているので連続時間分析法（ビデオ撮影やストップウォッチ）よりも簡単に集計できる
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> • 観測回数によって、データの精度が異なる • 観測対象人数が多い場合は観測者の数を増やさなければいけない • 観測者は1日中観測に従事しなければいけない（ただし時間を決めて交代することは可能）

出所：N X 総合研究所 作成

メリットとして挙げられることは3つあります。1名の観測者が複数の作業者を観測できるので効率がいいこと、ビデオ撮影のように作業者にずっと付いて回る必要がないため作業者、観測者ともに精神的な負担が少ないこと、ビデオ撮影の連続時間分析法だと後でビデオをもう一度見直して作業時間を集計する必要があるところを、ワークサンプリングはデータの個数が少ないため集計が簡単に行えることです。

デメリットとしては、サンプル数が少ないと稼働率の精度が低くなること、あとこれは連続分析法でも同じことがいえますが、観測人数が多いと観測者の数を増やさなければいけないこと、観測者は途中交代することはできるものの、基本的に観測中は観測に従事する必要があり他の仕事ができないことです。

4. DXを活用したワークサンプリング

前項で説明した通り、観測者を立てたワークサンプリングは精度の高い稼働分析ができる一方、実施する前の準備作業に多くの工数が割かれます。この課題を解決するために弊社が開発した、DXを活用したワークサンプリングツール「じょぶたん」を紹介します。

「じょぶたん」はスマートフォン、タブレットを利用したクラウド型のアプリケーションで、観測者を立てずにワークサンプリングよりも簡単に、正確な作業内容と作業時間を記録することができます。

図7. 「じょぶたん」の概要



出所：N X 総合研究所 作成

観測したい作業項目は、既に用意されている部署ごとの作業テンプレートを利用すればすぐに設定できます。工場用に「生産管理部」「生産技術部」「品質保証部」「品質管理部」「購買部」などのテンプレートがありますので、「じょぶたん管理者用 Web サイト」で作業項目を初期設定する際に、テンプレートに入っている作業名を少し変えたり、いらないものを削除したり、ないものを追加したりすることで簡単に観測準備ができます。

スマートフォンの場合は 1 人 1 台携帯し、音や振動で通知があった時に、スマホ画面に表示されているボタンの中から、今自分がやっている仕事のボタンを選んで押します。通知時間の間隔は、1 分から 60 分まで選択可能です。9 時間勤務で時間間隔を 15 分に設定すれば、1 日で 36 個のサンプルを取得できます。ワークサンプリング同様に、ランダム時刻機能もあります。スマートフォン・タブレットなどの機材は当社がレンタルしますので、初期投資は一切不要です。

クラウド上にアップロードされた記録データをダウンロードして、当社が提供する分析ツールに取り込むことで、20 種類以上の表やグラフが自動生成されるので、稼働分析もすぐにできます。

以下が「じょぶたん」のスマートフォン画面です。

図 8. 「じょぶたん」のスマートフォン画面



出所：N X 総合研究所 作成

左側が作業用者のスマートフォンの操作画面で、「ON」ボタンを押すと作業項目の画面が表示されます。一つの画面で 15 個の作業項目ボタンを配置できますが、最初に表示された画面に今から自分がやる作業項目のボタンがなければ、画面を指でスワイプして別の画面から作業項目を探してボタンを押します。計測方法は一定間隔モードと開始指定モードがあります。一定間隔モードは、一定時間おきにスマホに通知があったタイミングで作業項目ボタンを押すモードです。開始指定モードは、作業が切り替わるタイミングで次に取り掛かる作業のボタンを押します。

右側がスマートフォンの設定画面です。一定間隔モードは、瞬間的に作業を抜き取るワークサンプリング法と同じく、15 分間隔で 1 日 9 時間計測すると 36 個のサンプルが取得できます。作業が切り替わるタイミングでボタンを押す開始指定モードは、ビデオ撮影やストップウォッチを利用する連続時間分析法と同じく、1 分単位の正確な作業時間が計測できます。作業者の押し忘れを防止するために、一定時間入力がなかった場合にアラーム音を鳴らす「押し忘れ防止」機能も付いています。先程説明したランダム時刻表に該当するランダム通知機能もあるので、ランダムな時間間隔で計測することも可能です。

「じょぶたん」の最大のメリットは、観測者なしで簡単に多くの作業者の作業時間を同時計測できることですが、実際のワークサンプリング同様に、1 名の観測者が複数の作業者の時間計測をする複数人計測機能もあります。つまり IE、インダストリアルエンジニアリングの中のすべての稼働分析の手法を網羅したサービスとなっています。

おわりに

以上、ワークサンプリングの目的と実施手順について詳しく解説しました。観測者を立てたワークサンプリングは準備作業に多くの工数を割かれるという課題がありますが、DX を活用することで簡単に精度の高いワークサンプリングを低コストで実施することができます。

半導体用シリコンウェーハの製造会社が、ワークサンプリングの代替手段として「じょぶたん」を利用した事例があります。ご興味のある方は下記の「じょぶたん」HP を是非ご覧ください。

じょぶたん HP (<https://www.job-tan.jp/>)



(この記事は 2025 年 3 月 3 日の情報をもとに書かれました。)

[ろじたんお問合せ先]

株式会社N X 総合研究所

<https://www.logitan.jp/>

※ろじたんサイトのお問合せフォームよりご連絡ください