

導入済み改善技術の性能向上に関する研究:CPS 化に向けて

日大生産工(学部) ○小野 健吾 日大生産工 村田 康一

1. 研究目的

製造業において継続的に行われている改善活動は、生産性の向上、製品品質の向上、安全の維持、環境負荷の低減など、時代から要請される多くの課題に対応している。この活動では、1 つの困りごとに着目し改善技術を開発導入する場合がある。しかし、上述のように生産性や安全性など管理すべき生産システムに関する性能は複数あり、1 つの管理指標の改善だけでは十分とは言えない場合が多い。このような問題認識をふまえ本論文では、既に導入されている改善技術がどのような管理指標に役立っているのかを数量化Ⅲ類を用いて明らかにし、他の管理指標を向上させ得るような既存技術の改良をCPS(Cyber Physical Systems)化を念頭に行うことを目的とする。本稿での研究手順は次の2ステップからなる。ステップ1として、生産現場の各作業に対する対策の充実さを分析する方法を提案する。ステップ2として、ステップ1で提案した方法を用いた事例開発を行う。

2. 提案方法(ステップ1)

2.1 生産現場の各作業と各対策の関係を示す書式

表1は、各作業と各対策の関係を表す書式である。ある要素作業のKPIに対して、対策がとられている場合は1、そうでなければ0と表現する0-1マトリックスとなっている。

表1. 各作業と各対策の関係を示す書式

作業 \ 対策		対策1	...	対策j	...	対策n
要素 作業1	KPI 1	1		0		0
	...	...		...		...
	KPI i	0	...	1	...	0
	...	...		...		...
	KPI m	0		0		1
⋮		⋮				

<使用記号>

 $\sigma_{hj} = 1$ (要素作業 h の KPI i のための対策 j がある。)

 0 (要素作業 h の KPI i のための対策 j がない。)

 h : 要素作業の添字 $(1, \dots, l)$
 i : KPI の添字 $(1, \dots, m)$
 j : 対策の添字 $(1, \dots, n)$

この表を数量化Ⅲ類で分析すると、要素作業 h の KPI i に数値 a_{hi} 、対策 j に数値 b_j が付与される。前者はどの作業のKPI対策が充実しているか、後者はどの対策がおしなべて作業の支援をおこなっているか、以上のことに関する情報として解釈することができる。

3. 事例開発(ステップ2)

3.1 分析対象

本稿では、化学製品メーカ N 社における大型遠心分離機に関する操作をとりあげる[1]。この操作は①中製品の投入、②投入された製品の分離（自動による）、③分離後の製品の搬出 3 つの作業から構成されている。本稿ではこのうち③の作業を分析対象とする。

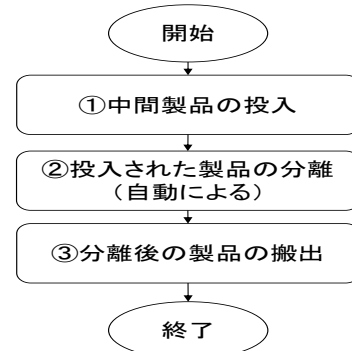


図1. 大型遠心分離機の工程

この作業は分離機の下部より製品をドラムに排出する作業であり、下記のような特徴がある。そのため、安全で確実な作業が求められている。

- 内容物の大部分は重力による排出
- 分離機内の残物の確認やドラム外へ排出防止等、人が介在
- 内容物には可燃性のものが含まれている

3.2 調査概要

提案方法での分析を行うにあたって、下記の項目について調査をした。その要約を示す。

- ・要素作業数:9つ
- ・KPI:生産性(Productivity)と安全性(Safety)の2種類
- ・対策:下記の2つ

対策1:現場に設置されている作業手順表

対策2:作業を支援する計器類

- ・作業と対策の関連に関する調査法:

対策1 ⇒各要素作業について手順表に記載の有無で判定

対策2 ⇒各要素作業に関する計器類等の設置有無で判定

3.3 分析データ

上述の調査に基づいて作成した分析データを表2に示す。

表2. 搬出作業における各作業と各対策の関係

作業		対策	対策1	対策2
要素作業1	P		0	0
	S		0	1
要素作業2	P		1	0
	S		0	0
要素作業3	P		1	0
	S		0	1
要素作業4	P		1	0
	S		0	1
要素作業5	P		1	0
	S		0	1
要素作業6	P		0	0
	S		0	1
要素作業7	P		1	0
	S		0	0
要素作業8	P		1	0
	S		0	0
要素作業9	P		1	0
	S		0	0

3.4 分析結果

表2を数量化Ⅲ類により分析した結果を表3に示す。この値は、軸1(固有値0.74)の作業-KPIに付与された a_{hi} を示している。

表3. 分析結果

作業-KPI	a_{hi}
要素作業2-生産性	1.08
要素作業3-生産性	1.08
要素作業4-生産性	1.08
要素作業5-生産性	1.08
要素作業7-生産性	1.08
要素作業8-生産性	1.08
要素作業9-生産性	1.08
要素作業1-生産性	-0.10
要素作業2-安全性	-0.10
要素作業6-生産性	-0.10
要素作業7-安全性	-0.10
要素作業8-安全性	-0.10
要素作業9-安全性	-0.10
要素作業1-安全性	-1.39
要素作業3-安全性	-1.39
要素作業4-安全性	-1.39
要素作業5-安全性	-1.39
要素作業6-安全性	-1.39

分析結果により、作業-KPIは3種類に分類されることがわかる。1.08の作業-KPIは対策1(手順表)による生産性支援、-0.10の作業-KPIは支援なし、

-1.39の作業-KPIは対策2(計器類)による安全性支援となっている

3.5 考察

前節の分析結果より、9つの要素作業は次の3つに分類される。要素作業3、4、5は生産性、安全性共に支援がある。作業の特徴としては、搬出には直接的には関わらない作業で、安全な環境づくりに直接的に影響する作業である。要素作業2、7、8、9は生産性のみの支援であり、排出作業を遂行するための直接的な準備作業である。要素作業1、6は安全性のみの支援であり、安全な環境づくりに関連する作業、計器などの操作する対象物がない作業で、人の意識に依存すると考えられる作業である。以上の考察から、要素作業2、7、8、9には安全性の支援、要素作業1、6には生産性の支援を検討する余地があることがわかる。

前者の作業群については、立入禁止エリアの現場への明示などの対策を行い、そのことを手順書に追記するといった対策が考えられる。後者の作業群の現在の対策は、静電気除去シートや指差呼称リストである。これらを行わずに安全を損なえば、その後の生産性に大きな影響を及ぼすことになる。このことから、例えば、静電気除去シートに次の要素作業へのロック機能を付し、除電を行うことでロックが解除され次の要素作業ができるようにするといったことが追加策として考えられる。

4. 結論

本稿では、既に導入されている改善技術がどのような管理指標に役立っているのかを数量化Ⅲ類を用いて明らかにし、他の管理指標を向上させ得るような既存技術の改良を行うことを試みることにした。

謝辞

本研究の実施にあたり多大なるご協力をいただきましたN社に厚く御礼申し上げます。

参考文献

[1] 小野健吾, 及川恒, 斎藤一郎, 森正章, 高橋雅, 本多嘉夫, 村田康一, 片山博, “支援の充実度からみた作業の分類とその利用に関する研究”, 公益社団法人日本経営工学会2016年春季大会予稿集, pp. 210-211, 早稲田大学, 新宿区, 東京, 2016年5月28-29日.