

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 26 日現在

機関番号：32678

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K01209

研究課題名(和文)生産・在庫システムにおける要素間の関連性—セル生産を例にして

研究課題名(英文)Element relationships in production/inventory system: a Seru case

研究代表者

郭 偉宏 (KAKU, IKOU)

東京都市大学・環境学部・教授

研究者番号：30315618

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の成果は以下である。

(1)要素間関連性の包括的定義に関する調査は、公開資料を中心に1990年代から現在にいたるまで、本、論文、雑誌、新聞およびウェブから1500以上収集し、500近く工場事例を抽出した。関連性の枠組みはS-F理論を援用し、データを用いてその有効性を検証していた。また、関連性を示すキーワードと工場事例を結びつき、データマイニングの技術で検証している。

(2)製品間の関連性(競争関係)とセル間の関連性(競争関係)を分析し、Worst Case Analysisという手法で、ライン生産とセル生産を比較するモデルを構築し、生産性向上におけるセル生産の優位性を理論的に証明した。

研究成果の概要(英文)：Following contributions are achieved in our research.

(1) First, our purpose is to define the element relationship comprehensively. Over 1500 materials were collected and about 500 factory cases were picked up. We plan to make a database to help us analyzing the framework of the relationships of Seru production system. We also tried to use a S-F framework, a four dimensional description framework, to describe Seru in multi dimensions and levels. We also established a framework to show the relationship between element key word and the factories. Then some data mining techniques like as cluster analysis can be used to group the key words to show the relationships in a Seru production system.

(2) Second, we have used the Worst Case Analysis to compare Seru production system and a belt conveyor assembly line, when a competition in products or Serus(workers), and proved Sru production system is superior in productivity.

研究分野：複合新領域

 キーワード：セル生産 関連性 生産システム 生産パラダイム サーベイ研究 数理モデル 在庫管理 データマ
 イニング

1. 研究開始当初の背景

セル生産は典型的に現場先行型生産システムである。90年代から日本企業で盛んに取り入れて多くの成果が公表されているが、海外ではほとんど知らされていない。また、国内におけるセル生産の研究は断片的なものが多く、セル生産を統合的に解釈する研究はまだない。

2. 研究の目的

生産システムは多面的なものと考え、その中の要素間の関連性に着目し、セル生産システムにおける要素間の関連性を評価した上、セル生産システムの構築理論と評価体系を研究開発し、新しい生産パラダイムの理論基礎を考案する。これにより企業がセル生産を新規導入時の指針と、既存システムの評価に指導的な役割を果たす。

3. 研究の方法

セル生産システムにおける要素間の関連性を包括的に定義するために、システムの多面性と階層性を考えて、S-F スキームを用いて定義する。その上、現場からのデータで評価するアプローチを開発し、その有用性を証明する。また、要素間の関連性を定量的に評価するために、数理計画、シミュレーションだけでなく、データマイニングの技術も開発する。

4. 研究成果

本研究は以上の目的を達成するために、3年間研究を積み重ねてきた。主な成果は以下の通りである。

(1)要素間の関連性とその評価

「要素間の関連性を包括的に定義する」を目的とするセル生産システムに関する調査は、公開資料を中心に1990年代から2016年まで、本、論文、雑誌、新聞及びウェブサイトから1500以上収集し、その中から500近く工場の事例を抽出した。関連する企業は電子機器産業だけでなく、自動車、機械加工を含めて食品加工や小売りなどの領域に広がっている。新聞記事になる企業がごく一部であることを考えるとセル生産は日本の製造業にかなり普及していると思われる。これら工場において、いかにセル生産を導入し、どのような施策を行い、どれだけの成果を上げていたかなどの情報をデータベース化する。このデータベースに基づき、本研究は一つや二つの個案を分析するものでなく、多く(公表されたすべて)の個案を帰納的に解析し、多面的にセル生産システムの本質を表現しようとする。また、このセル生産システムのデータベースを日本語が分からなくても参照できるようにして、世界的にセル生産システムに関する研究を加速させることができる。このデータベースを構築して関連性の枠組みを確

立する段階に来ている。枠組みの理論は様々な説を試し、黒澤一清(元東工大教授)のS-F理論を援用するという結論となり、一部既存データを用いてその有効性を検証していた。また、「要素間の関連性を定量的に評価する」という目標に対して、関連性を示す複数のキーワードを工場事例からマイニングし、クラスター分析でグループ化することによりセル生産システムのS-Fスキームを構築することができる。構築されたS-Fスキームを用いて工場に対してアンケート調査を実施すれば、導入されたセル生産システムを評価することができる。この評価指標体系を実用化することは日本だけでなく海外工場にセル生産を普及するのに役立つ。

本研究の大きな成果の一つは、2017年に我々のセル生産に関する案例研究がJOM(journal of Operations Management、経営工学領域のNo.1のジャーナル)に掲載されたことである。これによりセル生産が次世代の生産システムとして世界中に注目されている。

(2)要素間の関連性をセル生産システムへ適用

製品間の関連性(競争関係)とセル間の関連性(競争関係)を分析し、Worst Case Analysisを用いてライン生産とセル生産を比較するモデルを構築し、生産性向上におけるセル生産の優位性を理論的に証明した。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 6 件)

Yong Yin、Kathryn E. Stecke、Morgan Swink、郭偉宏、Lessons from Seru Production on Manufacturing Competitively in a High Cost Environment、Journal of Operations Management、査読有、Vol. 49-51、2017、pp.67-76

Yang Yu、Wei Sun、Jiafu Tang、郭偉宏、Junwei Wan、Line-seru conversion towards reducing worker(s) without increasing makespan: models, exact and meta-heuristic solutions、International Journal of Production Research、査読有、Vol.55、No.0、2017、pp.2990-3007

郭偉宏、Is Seru a sustainable manufacturing system?、Procedia Manufacturing、査読有、Vol.8、2017、pp.723-730

Yang Yu、Sihan Wang、Jiafu Tang、郭偉宏、Wei Sun、Complexity of line-seru conversion for different scheduling rules and two improved exact algorithms for the multi-objective

optimization, Springerplus, 査読有、Vol.5、
No.1、2016、809、
DOI: 10.1186/s40064-016-2445-5

Dongni Li、Rongxin Zhan、Dan Zheng、
Miao Li、郭偉宏、A Hybrid Evolutionary
Hyper-Heuristic Approach for Intercell
Scheduling Considering Transportation
Capacity, IEEE Transactions on Automation
Science and Engineering, 査読有、Vol. 13、
No. 2、2016、pp.1072-1089

Yang Yu、Jiafu Tang、Yong Yin、郭偉
宏、Comparison of two typical scheduling
rules of line-seru conversion problem、
Asian Journal of Management Science and
Applications, 査読有、Vol.2、No.2、2015、
pp.154-170、
DOI: 10.1504/AJMSA.2015.075337

〔学会発表〕(計13件)

郭偉宏、Xinyi Zhang、Yong Yin、
Description and Evaluation of Seru
Production System with F-S scheme、24th
International Conference on Production
Research、2017

郭偉宏、Seru Production Systems in
Japan: Current Situation and Issues、
Proceedings of the 2017 Asian Conference of
Management Science & Applications
(ACMSA2017)、2017

Xinyi Zhang、郭偉宏、A Study on Human
Related Issues in Seru Production System、
Proceedings of the 2017 Asian Conference of
Management Science & Applications
(ACMSA2017)、2017

Xinyi Zhang、郭偉宏、The Trend of
Robot Development applied in Seru
Production System、Proceedings of the 2017
Asian Conference of Management Science &
Applications (ACMSA2017)、2017

郭偉宏、Seru Production system in Japan、
Proceedings of the International
Conference on Industrial Engineering and
Operations Management、2017

郭偉宏、A Positive Investigation into
Japanese Seru Production Systems、
Proceedings of the 8th IFAC Conference on
Manufacturing modeling, Management &
Control (MIM2016)、2016

郭偉宏、A Report of Japanese Seru
Production Systems、Proceedings of the
International Symposium on Lean,
Seru/Cellular Manufacturing
(ISLS/CM2016)、2016

郭偉宏、Seru and S-F Scheme、
Proceedings of the International Workshop

on Cellular Manufacturing/Seru (CM/SERU
2016)、2016

郭偉宏、Is Seru a Sustainable
Manufacturing System?、Proceedings of the
14th Global Conference on Sustainable
Manufacturing、2016

郭偉宏、Yang Yu、Jiafu Tang、Yong Yin、
A Discussion on Seru and Line-seru
Conversion、Proceedings of the 2015 IFAC
Symposium on Information Control Problems
in Manufacturing、2015

郭偉宏、Element Relationships and
their Evaluations in a Japanese Seru
Manufacturing Environment、Proceedings of
the 2015 Asian Conference of Management
Science & Applications (ACMSA2015)、2015

Xinyi Zhang、郭偉宏、A Comparative
Study on Line-seru Conversion、
Proceedings of the 2015 Asian Conference of
Management Science & Applications
(ACMSA2015)、2015

Xinyi Zhang、郭偉宏、A Comprehensive
Study on Real Cases of Line-seru Conversion
by using a S-F Framework、Proceedings of
The 3rd International Workshop on
Production and Logistics、2015

〔図書〕(計1件)

郭偉宏、Yong Yin、Gürsel A. Süer、
Cellular Manufacturing Systems: Recent
Developments, Analysis and Case Studies、
共著、Nova Science Publishers、pp.
303-326、2017 (Chapter 1、Several
Remarkable Issues in Japanese Seru
Production Systems)

〔産業財産権〕
出願状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6．研究組織

(1)研究代表者

郭 偉宏 (KAKU, Ikou)

東京都市大学・環境学部・教授

研究者番号：3 0 3 1 5 6 1 8

(2)研究協力者

YIYONG XIAO

RENQIAN ZHANG

Yang YU

Yong Yin