



## Osaka Gakuin University Repository

Title	リーン・プロジェクト引渡とサプライチェーン・マネジメント Lean Project Delivery and Supply Chain Management
Author(s)	宮本 寛爾 (Kanji Miyamoto)
Citation	大阪学院大学 企業情報学研究 (OSAKA GAKUIN CORPORATE INTELLIGENCE REVIEW), 第 11 巻第 1 号 : 27-60
Issue Date	2011.07.30
Resource Type	ARTICLE/ 論説
Resource Version	
URL	
Right	
Additional Information	

# リーン・プロジェクト引渡とサプライチェーン・マネジメント

宮本 寛爾

## Lean Project Delivery and Supply Chain Management

Kanji Miyamoto

### ABSTRACT

A theory of how to deliver projects in a lean fashion is emerging internationally. The term “lean construction” refers to this theoretical development. Lean Construction is a term that lean production is transferred to the construction context in order to improve production efficiency and reduce project costs. Lean production is a term coined by John Krafcik to characterize the Toyota Production System.

The International Group for Lean Construction (IGLC), founded in 1993, makes up a network of professionals and researchers in architecture, engineering, and construction (AEC) who feel that the practice, education, and research of AEC have to be radically renewed in order to respond to the challenges ahead. Annual conferences are the main activity of IGLC. We can find papers presented or at least abstracts as well as information on the upcoming conference. The distinguishing trait of IGLC is its emphasis on theory. They view that the lack of an explicit theory of construction has been a major bottleneck for progress in the AEC field. Conversely, they assert that the clarification of the theoretical foundation of construction, along with principles and methods emanating

from the most effective means for the renewal of the AEC industry.

The author goes deep into the study of the literatures of lean construction and accounts for the essence of lean construction. Also, the author studies the role of supply chains in lean construction and accounts for the essence of supply chain management in lean construction.

## I はじめに

近年、国際的にリーン建設についての研究が行われている<sup>1)</sup>。リーン建設はリーン生産をプロジェクト生産に適用しようとする研究である。リーン生産はトヨタ生産システムを特徴づけるために J. Krafcik により作り出された用語である。本稿では、International Group for Lean Construction（IGLC）が1993年に設立され、それ以来、毎年開催されている年次協議会での報告論文や報告者のその他の論文を参考にし、これらの文献で研究されているリーン建設の内容を明らかにする。ここに、まずリーン建設で重要な役割を果たしているサプライチェーン（supply chain：SC）の内容を考察し、リーン建設におけるサプライチェーン・マネジメント（supply chain management：SCM）の内容を明らかにすることとする。

## II サプライチェーンとサプライチェーン・マネジメントの内容

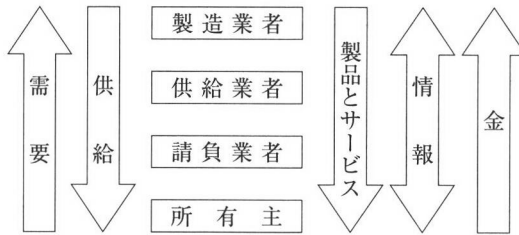
### 1 サプライチェーンの意義

サプライチェーン（SC）という用語は、経営基盤（ヒト、装置、建物、ソフトウェアなど）によって支えられている活動あるいはプロセス間のフローと同時に、活動あるいはプロセスの一連の相互依存段階である<sup>2)</sup>。これらのフ

- 
- 1) International Group for Lean Construction (IGLC) が1993年に設立され、毎年、年次協議会が各国で開催されている。1993 Espoo, Finland, 1994 Santiago, Chile, 1995 Albuquerque, Portugal, 1996 Birmingham, UK, 1997 Gold Coast, Australia, 1998 Guarujá, Brazil, 1999 Berkeley, USA, 2000 Brighton, 2001 Singapore, 2002 Gramado, Brazil, 2003 Blakburg, Virginia, USA, 2004 Copenhagen, Denmark, 2005 Sydney, Australia, 2006 Santiago, Chile, 2007 East Lansing, Michigan, USA, 2008 Manchester, UK, 2009 Taipei, Taiwan, 2010 Israel.
  - 2) D. Simchi-Levi, P. Kaminsky, and E. Simchi-Levi (2007) *Designing and Managing the Supply Chain*, 3ed ed., McGraw-Hill / Irwin, New York, p.498.

ローは一方方向に進む現実あるいは予想の顧客需要とその需要を満たすために反対方向に進む供給を表している。図1はこれらのフローの一般的方向の略図である。需要と供給は反対方向に流れるが、しかし異なる道筋を辿る（それらは必ずしも相互に1対1の正反対ではない）。情報は両方向に流れる。製品とサービスは、また、両方向に流れる（例えば、組立人は製品を垂鉛メッキ人に送るそしてそれから返却された製品をより大きな組み立て品に組み込む）。それ故、サプライ“ネットワーク（network）”という用語がサプライ“チェーン（chain）”という用語よりもこのシステムの特徴をよりよく表しているかもしれないが、しかし一般に、後者の用語が使われており、本稿では、この用語を用いる。

図1 サプライチェーンにおける製品とサービス、情報、金のフローを伴う供給と需要の例



(注) I .D. Tommelein, G. Ballard, and P. Kaminsky (2009) Supply chain management for lean project delivery, p.6-2.

## 2 サプライチェーン・マネジメントとプロジェクト生産

SCMとは、目標として顧客満足（すなわち、適切な製品を適正な原価で、適時に、適所に手に入れること）を目指しながら、会社が遂行している活動あるいはプロセス段階の間で、製品とサービス、情報、および金の流れを管理することである。この定義によれば、SCMは、それが建設業以外の産業での製

品あるいはサービスの生産（製品の引渡サプライチェーンは「製品サプライチェーン」と呼ばれている）に適用されるように、資本プロジェクトの生産（「プロジェクト・サプライチェーン」と呼ばれている）に適用される。

プロジェクトは、顧客（あるいは顧客達）に製品あるいはサービスを設計し、製造し、そしてその引渡の各段階を構成要素としている。これらの段階を遂行するために、当該プロジェクトは既存サプライチェーンと誂えのサプライチェーンの組合せから財貨および用役を取得する。一般のSCMとプロジェクト引渡のSCMとの違いの1つは、いくつかのサプライチェーンが一時的であるということである。すなわち、サプライチェーンはプロジェクト引渡プロセスで変化する要求に対応するべく、確立され、素早く配置され、そして柔軟でなければならない。もう1つの違いはプロジェクト引渡システムにおいて、所有者がプロジェクト引渡の間に巻き込まれ、そして当該プロジェクトのサプライチェーンに直接影響を与える傾向があることである。対照的に、多くの生産システムにおいて（特に、将来の需要を満たすために設定されている生産目標で在庫用に生産される必需品にとって）、小売りの顧客は、彼らがサプライチェーンに間接的に影響を与えるけれども、完成品の受け取りまで匿名である（彼らは消費者である）。このような相違にかかわらず、SCMと新しい製品開発実務は多くの個々の誂えを盛んに要求している（それは、また、「多数の誂え」努力の遂行である<sup>3)</sup>。だから、各種の製造サプライチェーンを管理するために使われているいくつかの概念および技法は、現在、プロジェクト・サプライチェーンを管理するために使われる概念および技法に類似している。

---

3) B. J. Pine II (1993) Mass customizing products and services, *Planning Review*, July / August, pp.6-13 and 55. B. J. Pine II (1999) *Mass Customization : The New Frontier in Business Competition*, Harvard Business School Press, Cambridge, MA, pp.110-125. S. M. Davis (1989) From " future perfect " : Mass customizing, *Planning Review*, March / April, pp.16-21.

プロジェクト・サプライチェーンの1つは、どんな特殊なプロジェクトが現れるか否かに関係なく、活動している既存の、長期のサプライチェーンの一部である。これに対して、もう1つのプロジェクト・サプライチェーンは1プロジェクトあるいはいくつかのプロジェクトのニーズを満たすために特別に設けられている。例えば、(コンクリートの)型枠工事請負業者は、現地転売業者から必要とされるだけの建材を購入し、そして転売業者の倉庫から請負業者の置き場にトラック一台分の一部分の建材を輸送させるのに既存のサプライチェーンを利用している。代わりに、同一転売業者に注文を出しながら、転売業者の倉庫を迂回して、トラック一台分の建材が製造所から請負業者の置き場に直接輸送される。例示のように、製造所から転売業者へのサプライチェーンは、1請負業者がその転売業者に注文をしてもしなくとも、顧客集団からの需要を満たすために存在する。すなわち、サプライチェーンは特定の需要の大きさに合わせるように柔軟であり(輸送および取り扱いで規模の経済の優位を得るための)注文の大きさに対応している。このような柔軟性は建設のサプライチェーンにおいて、希なことではない。というのは、材料やその発送は、しばしば、巨大な、重い、あるいは異例な規模(例えば、30mの長い成形済みの杭)であり、そしてこの特徴はサプライチェーン業績の測定基準(例えば、取り付けられる総原価あるいは所有主の総原価として表される効率的使用)でかなり重視されている。

### 3 SCMの狭義および広義

SCMの目標(顧客へのサービス/コスト目標を満たすこと)はプロジェクト、事業体、あるいは産業の視点から考察され、最適化されることである。I. D. Tommelein, K. D. Walsh, and J. C. Hershauerは「SCMは単一プロジェクトで行われるかもしれないけれども、その最大の利得は、①会社のすべてのプロジェクトにわたって行われたとき、②多数の会社を含むとき、③期間を通

して一貫して適用されるとき、生ずる」ということを述べている<sup>4)</sup>。今日の市場において、会社は、もはや、1対1で競争しないで、サプライチェーンを採用している。

歴史的に言えば、SCMは材料管理の範囲を拡大することで、材料管理から発展した。かくして、SCMは調達（供給源と購買）およびロジスティックス（貯蔵と輸送）を含んでいる。SCMの範囲が広がる時、作業と生産が含まれる。だから、SCMは、所有主に価値を引渡すために、活動あるいはプロセス段階で構成されているシステムの設計および管理と同時に設計および活動あるいはプロセス段階それ自体の実施を含んでいる。多くの機能が統合されることを考えて、SCMは管理目標を最適に達成するように製品およびサービスのフローを形成するべく位置づけられている。

SCMは、サプライチェーンのすべてのメンバーに報いながら、最終顧客のニーズを最も満足させるべく構造化されている相互に関係したプロセスのネットワークのもと協同で働いている会社および個人のグループの実務である。他のSCMについての見解は、ここに提示されているそれらとは異なる考慮すべき問題に拡大している。例えば、Coxはサプライチェーンでレバレッジを得る手段として権限関係を強調している<sup>5)</sup>。しかし、多くの研究者は最適の顧客サービスを引渡すことがSCMの目標であると述べている。

- 
- 4) I. D. Tommelein, G. Ballard, and P. Kaminsky (2009) Supply chain management for lean project delivery, In W. J. O'Brien, C.T. Formoso, R. Vrijhoef, and K. A. London (eds) *Construction Supply Chain Management, Handbook*, CRC Press, Boca Raton, pp.6-3 - 6-4.
  - 5) A. Cox (2001) Managing with power: Strategies for improving value appropriation from supply relationships, *The Journal of Supply Chain Management*, Spring, pp.42-47.



### Ⅲ 「リーン」プロジェクト引渡とSCM

#### 1 トヨタ生産システム

「リーン生産 (lean production)」はトヨタ生産システム (Toyota Production System : TPS) を特徴づけるために John Krafcik によって造り出された用語である<sup>6)</sup>。トヨタは他の自動車製造業者と同様に大規模に車を生産しているが、しかし、その設計および生産で異なる方法を用いている。トヨタはそれが創り出した哲学および「リーン」実務の文化を会社全体に染みこませることによって、自動車生産の世界のリーダーとなることが出来た。極めて簡潔に、この哲学は「顧客の欲するものを、時間を掛けずに、在庫なしに行うこと」を促進している<sup>7)</sup>。それは価値フロー (原材料を完成品に変換させるプロセスにおいて価値がいかに、どこで、いつ得られるかを認識すること) に焦点を合わせている。

リーン哲学はトヨタの全事業体を支援している。それは生産だけでなく、新製品開発 (製品生産システムの特性と異なる特性を有す生産システム)、会計、供給関係、戦略計画などを含んでいる<sup>8)</sup>。トヨタ生産システム思考は、また、プロジェクトに適用されることができる。例えば、設計-技術-建設 (architecture - engineering - construction : AEC) のプロジェクト引渡において見られる。それ故、リーン方式によるプロジェクト引渡の方法についての理論が出現している。けれどもそれは未だ完全には体系化されていない。「リーン建設」という用語はこの理論的展開を意味する。

---

6) J. P. Womack, D. T. Jones, and D. Roos (1990) *The Machine That Changed the World*, Harper Collins Publishers, New York, p.11.

7) J. P. Womack and D. T. Jones (1996) *Lean Thinking : Banish Waste and Create in your Corporation*, Simon & Schuster, New York, pp.35-36.

8) J. K. Liker (2003) *The Toyota Way : 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacture*, McGraw-Hill, New York, p.7.

## 2 リーン建設およびリーン・プロジェクト引渡

### 2.1 リーン建設の基礎としての変換—フロー—価値の理論

リーン建設の理論では、生産管理について3種類の見解が主張されていることとしてこれらの見解が補完的であることが認識されている。すなわち、第1は変換 (transformation) の見解「T」を採用している、第2はフロー (flow) の見解「F」を採用している、第3は価値 (value) の見解「V」を採用している<sup>9)</sup>。

L. Koskela et al. はこれらの見解を次のように特徴づけている<sup>10)</sup>。

変換の見解においては、生産はインプットのアウトプットへの変換として概念化されている。例えば、生産管理の原則は、全変換を階層的により小さい変換、いわゆる課業に分解すること、そして各課業のコストを自律的に最小化することであるという主張である。生産の伝統的見解は、生産管理の原則と同様にこの変換見解に基づいている。しかしながら、生産の伝統的見解の根拠は理想化であり、そして複雑な生産環境において、その理想化の誤りは容認できない程大きくなっている。生産の変換見解は2つの主な欠陥を持っている。第1は生産に変換以外の現象があることを認識していないこと、そして第2はアウトプットを価値あるものにする変換それ自体でなく、アウトプットを顧客の要求に適合させることでの価値であることを認識していない。変換見解は製造業でどの課業が必要とされるかを見つけることおよびそれらの課業を実現させることでの手段となっている。しかしながら、それは資源浪費の避け方および顧客の要求が満たされるのを確実にする最良の方法を見出すことでは特に役立た

---

9) L. Koskela (2000) An exploration towards a production theory and its application to construction, PhD Diss. VTT Pub. 408, VTT Building Technology, Espoo, Finland, p.89.

10) L. Koskela, G. Howell, G. Ballard, and I. Tommelein (2002) The foundations of lean construction, In R. Best and G. de Valence (eds.) *Design and Construction : Building in Value*, Butter Worth-Heinemann, Elsevier Science, Oxford, UK, pp.213-215.

ない。それ故、伝統的方法で管理される生産は、非効率そして非効果となりがちである。

生産工学の初期のフレームワークは生産についてのもう1つの見解、すなわちフローとしての生産についての見解を提案した。フローの見解は「リーン生産」、すなわちトヨタ生産実務を特徴づけるために造り出された用語に組み込まれている。フロー見解において、その基本的趣旨はフローのプロセスから浪費を除くことである。かくして、リードタイムの削減、変化性の削減、そして単純化のような原則が促進されている。W. J. Hopp and M. L. Spearman は待ち行列の理論を手段に、ジャストインタイム (Just in Time : JIT) のフレームワークでの発見的な研究として使われている各種の洞察が数学的に証明されるということを示した<sup>11)</sup>。

生産についての第3の見解は Shewhart によって1931年に提案された<sup>12)</sup>。すなわち、価値創造としての生産についての見解である。価値創造の見解では、基本的目的は顧客の立場でできる限り最善の価値を創造することである。それは品質運動のフレームワークによって、また他の運動によってさらに精緻化された。例えば、厳しい要求分析そして要求の体系化された下方への流れに関連した原則が採用されている。なお、以上述べた生産についての3つの主要な見解は、生産についての代替的あるいは対立する理論ではなくて、むしろ部分的または補完的な理論である<sup>13)</sup>。

リーン建設は3つの見解すべてが生産システム管理で重視されていることを認めている TFV 理論である。対照的に、伝統的な建設やプロジェクトの管理実務は、変換見解を重視して、「F」を低く見て、いくつかの「V」を犠牲にしている。SCM 実務は「フロー見解」を重視し、「T」を低く見て、いくつ

---

11) W. J. Hopp and M. L. Spearman (2000) *Factory Physics*, McGraw-Hill, Boston, MA, p.

12) I. D. Tommelein, G. Ballard, and P. Kaminsky, *op. cit.*, p.6-5.

13) *Ibid.*, p.6-6.

かの「V」を犠牲にしている。リーン建設はAEC産業の対処しているプロジェクト環境にTFVを適用している。従って、リーンSCM、すなわちリーン建設の統合の役割はそれが3つのすべてを均衡させることを目指しているから、一般のSCMとは異なる。

リーン建設はプロジェクト引渡について全体論的かつ体系的見解を採用し、プロジェクト引渡システムが次の全てにTFVを有す異なるレベルで考察されることを認めている。すなわち、①課業の物理的組織（最終レベルの作業が実際にいかに行われているか）、②生産（作業が他の作業といかに関連しているか）、③組織（人々や人々の関係が作業の遂行にどんな影響を与えているか）、④正式および略式の契約（刺激が人々をいかに行動するべく動機づけるか、あるいは生産をある方法あるいは他の方法でいかに組織化するべく動機づけるか）である。

生産レベルにおいて、このシステムは5つの局面を含んでいる。すなわち、①プロジェクトの明確化、②リーン設計、③リーン供給、④リーン組立、そして⑤使用。これらの局面をつなぐのは、生産統制および作業体系化である。生産システム設計、作業、および改善が作業体系化および生産統制によって、行われる。

## 2.2 作業体系化

リーン作業体系化はプロジェクト生産システム設計（プロジェクトを引渡すために製品設計と統合されているプロセス設計）であり、全生産システムからそのシステム内の材料や情報によって行われている作業までに範囲を拡大している<sup>14)</sup>。作業体系は「基本設計、サプライチェーン、資源配分、および組立作

---

14) G. Ballard, I. Tommelein, L. Koskela, and G. Howell (2002) Lean construction tools and techniques, In R. Best and G. de Valence (eds.) *Design and Construction : Building in Value*, Butter Worth-Heinemann, Elsevier Science, Oxford, UK, p.228.

業を調整するべく試みながらプロジェクト・プロセス設計を開発すること」<sup>15)</sup>を意味する。

作業体系化の究極の目的は顧客に価値を引渡せるように作業フローをより信頼できるようにそして速くすることである<sup>16)</sup>。特に、作業体系化はプロジェクトが複数の生産単位および複数の作業区分から成っているとみている<sup>17)</sup>。1生産単位は生産課業を行っている個人あるいは集団である。複数の生産単位は作業割当の複数の受納者である。1作業区分は1生産単位から次の生産単位へ渡される生産課業のアウトプットである。生産課業遂行のプロセスにおいて、各生産単位はそれを次の生産単位へ渡す前に作業区分の境界を変えるかもしれないし、変えないかもしれない。課業を遂行しながら、複数の生産単位は、典型的に、複数の作業区分に価値を付加するだろう。次に、これらの作業区分は、それらが完成品になるまで生産システムを通じて移動しながら、変化する。

作業体系化は、次のことを決定することが必要である。すなわち、①作業がどの作業区分の生産単位に割り当てられるか、②作業区分がいかに配列されるか、③作業が1生産単位から次の生産単位にいかに移されるか、④連続する生産単位が継続的フロー・プロセスで作業を実施するか、あるいはそれらの作業が分断されるか、⑤分断しているバッファー（緩衝物）がどこで必要をされるか、そしてバッファーはどんな大きさにされるべきか、⑥異なる作業区分がいつ終了するか、そして⑦連続的生产単位が継続的フロー・プロセスで作業を行えるかどうかあるいは作業が分断されるだろうか<sup>18)</sup>。これらの決定は、それが

15) G. Howell and G. Ballard (1999) Design of construction operations, Lean Construction Institute White Paper No.4, [www.leanconstruction.org](http://www.leanconstruction.org) ., p.1.

16) *Ibid.*, p.2.

17) G. Ballard (1999) Work structuring, Lean Construction Institute White Paper No.5, [www.leanconstruction.org](http://www.leanconstruction.org) ., p.2.

18) C. C. Y. Tsao, I. D. Tommelein, E. Swanlund, and G. A. Howell (2000) Case study for work structuring : Installation of metal door frames, *Proc. 8<sup>th</sup> Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, University of Sussex, Brighton, UK, p.2.

プロジェクト生産システムか、あるいはサプライチェーンであるならば、生産システム設計の基本である。しかしながら、これらの決定は、今日の実務において、明瞭にも、日常的にも行われていない。対照的に、現在の作業体系化は、もしそれをそう呼ぶことが適当であるならば、ほとんど現場作業に焦点を合わせ、そして契約、熟練を必要とする職人の経験、および技能の伝承によって進められている。これらのドライバーによって妨げられるならば、意思決定者は全生産プロセスを最適化するべき方法を考える自由はほとんどない。その結果としての作業分断体系化は、作業のなめらかな流れを妨げないときよりは妨げるときの方が多く、そして業績の効率化を妨げる。対照的に作業体系化は、ここで定義されているように、資本設備の使用によってプロジェクトの定義に範囲があるので、プロジェクト引渡についての全体論的見解の採用によってこのようなそして別の最適化の機会を明らかにすることを目指して、生産システムの見解に他の見解を付け加えている。

### 2.3 生産統制

生産統制は、行為の時間が近づくにつれ、将来のより短期間をより正確にすることで、作業を具体化することそして作業を継続的レベルで詳細に計画することを意味する。また、生産統制はプロジェクトの建設中に、システム目標を最良に満足させる方向にプロジェクトを進めなければならないので調整している。その目標は作業をプロジェクト目標に従って行わせる可能性を最大化することである。計画の確実性は一リーン・プロジェクト生産における重要な目標—ラストプランナー・システム (Last Planner system) の手段によって管理することができる<sup>19)</sup>。ラストプランナー・システムは上流の変化から計画された作

---

19) G. Ballard (2000) The Last Planner™ system of production control, PhD Diss., School of Civil Engineering, The University of Birmingham, UK, p.3-14.

業を護るための方法である。それによって、ラストプランナー・システムは業績改善をその保護のもとで行えることおよび作業フローをその保護により上流で安定させられることを可能としている<sup>20)</sup>。

#### IV プロジェクト・サプライチェーン

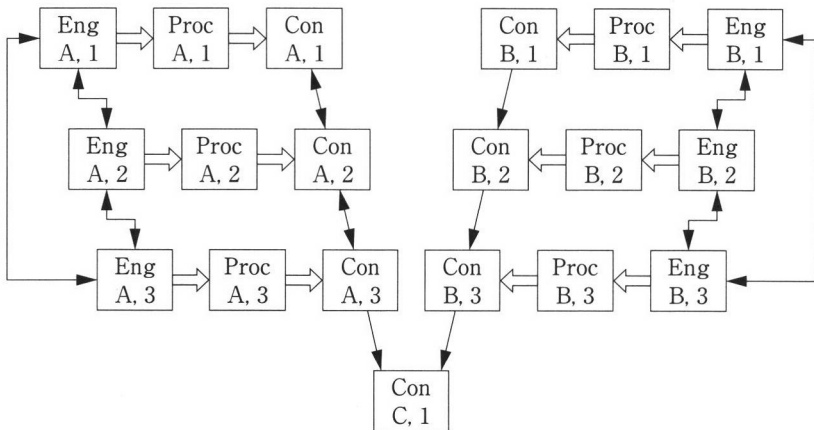
プロジェクトは特有な製品、サービス、あるいは成果を創造するために請け負われる。プロジェクトは一時的生産システムとして概念化される。プロジェクトは、製造あるいはサービス用の施設で行われている継続的事業の操業とは対照的に、開始時と完了時を有していることである。プロジェクトは継続しつづけることを意味しない。進行中のプロジェクト生産システムは空所には存在しない。すなわち、それはある場所に設けられ、そしてプロジェクトのニーズを満たすように、既存のサプライチェーン（永続する生産システムを支援する）を利用している。

図2は作業体系モデルを示している。建設プロジェクトにおいて管理されねばならない主たるフローを強調している。[Con]（建設）プロセスは交差点、すなわち組立点 [Con C, 1]（プロセスが合流するそして製品が組み合わされるところ）に流れる。その組立点はプロジェクトの中に非常に多く存在する。各建設取り付け [例えば, Con A, 1] に対して、技術／設計 [例えば, Eng A, 1], 調達（購買, 製作） [例えば, Proc A, 1] の事前の行為がある。技術／設計 [Eng X, i] を結びつけている矢印は、相互に首尾一貫していなければならないということを示している。そして究極的に、構造、機械、電機などのシステムの記述となる。このモデルは製品サプライチェーンおよびそのうえ、製作や現場引渡を持続させている関係のフローを示すために拡大されうる。

---

20) *Ibid.*, pp.3-15 - 3-16.

図2 プロジェクト生産システムの作業体系



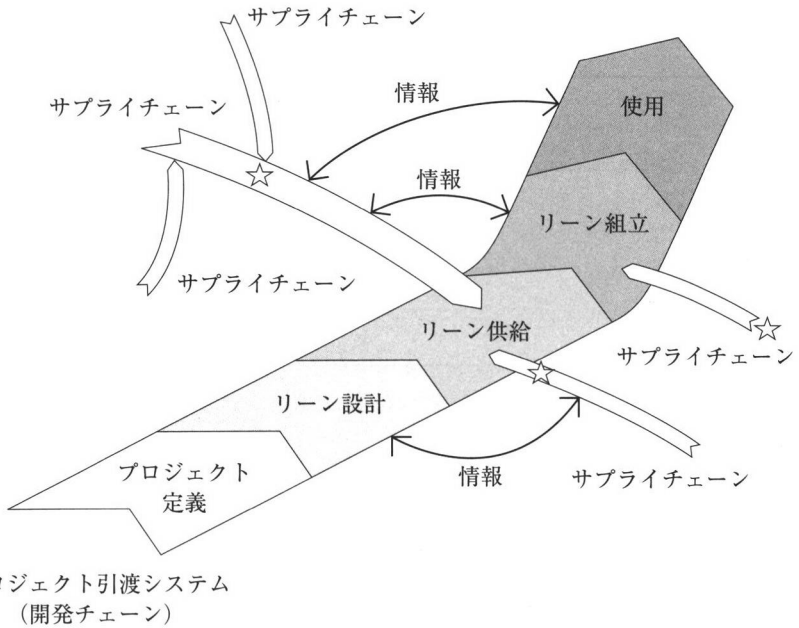
(注) G. Howell and G. Ballard (1999) Design of construction operations, Lean Construction Institute White Paper No.4, p.4.

図3は製品サプライチェーンを含んでいるプロジェクト作業体系モデルを發展させている。広い矢印はリーン・プロジェクト引渡までの期間であり、開始から完成までの期間を通して進捗しているプロジェクト生産を示している。この広い矢印はいわゆるSCMにおける「開発チェーン」に似ている、そしてそれは所有主、設計者、請負業者、そして新しい製品の開発に貢献する専門サービスの供給業者のようなプロジェクト関係者を含んでいる。

狭義のかつ伝統的の見解では、供給は「ブラックボックス」(中身の分からない)製品をプロジェクト関係者に渡している供給業者を言っている。「ブラックボックス」は供給業者がプロジェクト関係者を消費者として扱いながら製品を設計し、製造することを意味する。図3は一方の端で顧客あるいは製品によって明確にされ、そして他の端で「ブラックボックス」供給に対する選択の自由によって明確にされる。すなわち、取引関係を示すことを重視している。それ故、供給業者はプロジェクト関係者とは伝統的に考えられていない。



図3 既存と眺めのサプライチェーンによるプロジェクト・サプライチェーン



(注) I.D. Tommelein, G. Ballard, and P. Kaminsky (2009) Supply chain management for lean project delivery, p.6-9.

対照的に、供給業者は「ブラックボックス」製品を提供するのみならず、またプロジェクトに適應させる生産システムを開発するの必要を認識しているので、リーン・プロジェクト生産はチームの中に供給業者を取り込んでいる。まさに、プロジェクトはプロジェクトの目標を達成するべく構造化された一組の資源であり、そして財貨および用役が獲得される予め設置されている生産システム次第である。そのプロジェクトはリーン供給（リーン製品設計、リーン詳細設計、リーン組立とロジスティックスを含む）のサプライチェーン次第である。プロジェクトSCMは特定のプロジェクトとは無関係のサプライチェーン

の設計，施工，および改善そして当該プロジェクトのサプライチェーンの設計，施工，および改善として理解される。

図3はいくつかの狭い矢印を示している。各々はそのプロジェクトを「満足させる」サプライチェーンの典型的なものを示している。一般的に当該プロジェクトを満足させるこれらのサプライチェーンはこれより多いが，ただ少数を提示している。作業体系化の過程において，これらのサプライチェーンは特定のプロジェクトが具体化されるか否かとは無関係に存在する多くの中から選択される（すなわち，そのプロジェクトはサプライチェーンの「集合」の中に存在する）。いくつかのサプライチェーンは製品をそのプロジェクトに渡すために「そのまま」使われる。他のサプライチェーンは特定のプロジェクトの要求を満たすべく，それらの生産システムを調整する。逃え・目的にぴったりに調整することがサプライチェーンの中で製品あるいはサービスが顧客固有となっているところを指摘している星印によって，図3に示されている（この星印は「顧客注文分断点」，すなわち後でより詳しく説明される概念に印を付けている）。両方の矢印の線は情報がシステムでいかに流れるか，すなわちプロジェクト生産の異なる局面において供給業者からプロジェクト関係者そしてその逆を具体的に示している。プロジェクト・サプライチェーンの目標が追求されるのは各種のサプライチェーンの統合によるのである。

## V リーン生産システム設計の概念と原則

次に，リーン（プロジェクト）生産システムを設計するときに使われる概念および原則を明らかにする。概念および原則は作業体系化を生産統制および学習を促進するフィードバック・ループの確立と同じであるとみなしている。生産システムの設計はそれがTFVの目的を得ようとして遂行されるとき「リーン」であると言われている。

## 1 サプライチェーンにおける顧客注文分断点と押しつけ（push）—引っ張り（pull）の境界

作業体系化のプロセスにおいて、製品が原材料から完成品に変換される間に必要とされるプロセス段階および待ち時間が精密に計画される。作業体系化のマップは「価値流れ」マッピング、すなわち「部門横断図」の形式を採り、部門横断図は課業を示し、組織の境界を越えて受け渡しする。マップの供給スケジュールに沿って、顧客注文分断点（customer order decoupling point : CODP）は製品に対する顧客ニーズを満たす注文を受ける時点を記している。

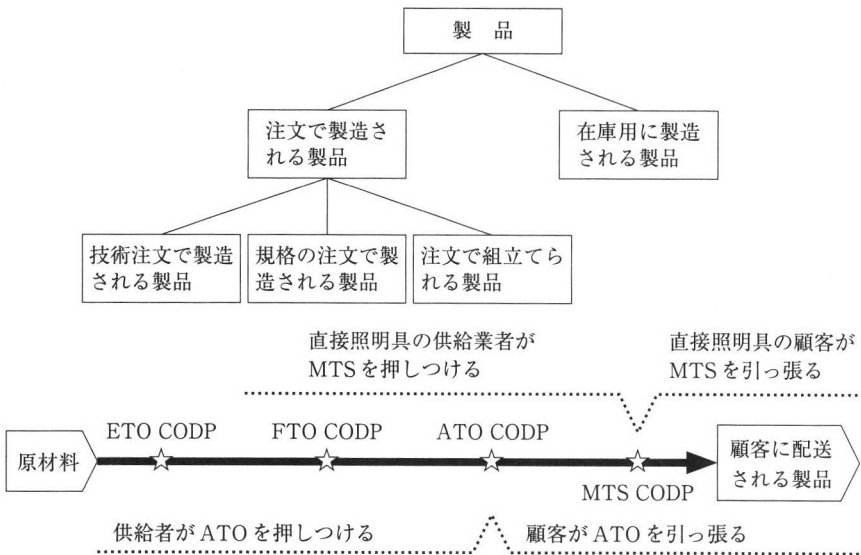
I. D. Tommelein, G. Ballard, and P. Kaminskyによれば<sup>21)</sup>、CODP概念に基づいて、J. C. Wortmann, D. R. Muntslag, and P. J. M. Timmermansが在庫用に製造される（made to stock : MTS）製品を注文で製造される（made to order : MTO）製品から区別する製造および供給アプローチの類型を開発したのである。CODP点の左側へ、「原材料」の川上に向けて、生産が予測需要に基づき進められる。CODP点の右側へ、「顧客に引き渡らされる製品」への川下に向けて、生産が実際の需要に基づき進められる。CODPは「押しつけ—引っ張りの境界」を明らかにする。というのは、予測することは顧客が誰かを正確に知ることなしに供給プロセスによって製品を押しつけることを意味し、一方の販売は特定顧客の引っ張りを表しているからである。予測は不確実である—予測は常に誤っている（確率論的な性質のため）そして将来について計画するとき一層不確実である—ために、リーン生産システムは顧客の引っ張りの可能な点に基づき製品を生産し、引渡すべく設計されている。

規格品で、販売されるまで画一的である製品は、「在庫用に製造される」（MTS）と言われている。MTS製品は予測の需要あるいは特定顧客の注文のいずれかに基づき製造されるが、MTS製品は規模の経済の利得を得るべく

21) I. D. Tommelein, G. Ballard, P. Kaminsky, *op. cit.*, p.6-11.

多量に製造されるので、需要予測によるのである。例えば、材木、石壁、浴室配管、そして多くの照明器具はこの例である（例えば、小売店で販売される器具は取り付け時に配線される）。

図4 顧客注文分断点を認識している製品供給アプローチの類型



(注) I. D. Tommelein, G. Ballard, and P. Kaminsky (2009) Supply chain management for lean project delivery, p.6-11.

次に、製品は顧客へ配送前に顧客の希望する配置に合わせて規格品を組み合わされる「注文で組み立てられる」(assembled to order : ATO) のである。配置と組立が現場か現場外かのいずれかの場所で行われるが、しかし最終の取り付けの場所においてはではない。結果として、ATO 生産システムはリードタイムで不利を被っている（すなわち、組立は最終取り付けの数時間前に行われ

る)。リーン生産者はリードタイムを継続的に削減するべく努力している。リードタイム以外の業績測定基準による評価によれば、ATOの製造原価が相殺されるのである。例えば、このリードタイムの不利よりも、取り付け時間の削減あるいは安全性の増大、効率的処理の増進、あるいは品質の向上である。例えば、照明器具のためのサプライチェーンがATO製造のために組織化されている<sup>22)</sup>。

さらに、製品は「注文の規格により製造される」(fabricated to order : FTO) (例えば、既製部品を使うことによって、そしてそれらを切断すること、穴を開けること、あるいは溶接こと)あるいは「注文で技術・設計し製造される」(engineered to order : ETO) (例えば、どの構成部品が必要とされるか、そしてそれらをどのように配置するかを決定するため技術・設計および分析が行われる)である。例えば、パイプ(管)の支柱のためのサプライチェーンはFTOあるいはETO生産のために組織化される。図4は各製品の関係するCODPを図解し、ATO、FTO、そしてETO製品と順次そのリードタイムが長くなることを示している。

図4がCODPをタイムスケジュールの一点(星印)として記しており、「その概念はチェーンの延期でどのレベルが適用されるべきかを決定することに集中するのみでなくて、また、それがどの段階で適用されるかの問題である」<sup>23)</sup>。だから、作業体系化はどの供給業者と共に働くか、どの製品あるいはサービスを誰から、いつ得るか、そしてCODPをどこかに位置づけるか、を決定するために用いられている。TFVの視点から、CODPの位置は顧客要求(情報フ

---

22) C. C. Y. Tsao and I. D. Tommelein (2001) Integrated product / process design by light fixture manufacturer, *Proc. 9<sup>th</sup> Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, 6-8 August, Singapore, pp.3-4.

23) R. I. van Hock (2000) The thesis of leagility revisited, *International Journal of Agile Management Systems*, Vol.2, No.3, pp.1-2.

ロー) が供給のタイムスケジュールのどこに差しはさまれる必要があるかに影響を与える, そして CODP から顧客に渡す時点までの川下にどんなリードタイムが必要とされるかに影響を与える。かくして, それは供給業者が変化するプロジェクト要求を満たすことでの反応と同時に製品の特異性との両方の条件で, 価値を引渡すことができる程度に影響を与えている。

## 2 継続的フローのリーン原則

CODP は供給システムがリーンであろうとなかろうと, 存在することに注目することが必要である。リーン生産システムは生産にとって周期性の設定可能なところで顧客の引っ張りを働かせるべく設計されている。リーン・システムは既定の顧客需要率で製品を製造して, 「継続的フロー」を達成するように努力している。すなわち, すべての生産段階を通して過度の在庫あるいは他の無駄もなしに, 原材料を加工させることである。リーン生産の文献はこれらの概念を詳細に記述している<sup>24)</sup>。極めて簡潔に, 継続的フローはバッチの大きさをそろえること (理想的には, 1 個の流れを達成するべく 1 個のバッチ) および引っ張り結び付いた生産段階の同期化によって達成される。建設 SCM で使われる引っ張りの適用例は, 調合済みのコンクリート, 成型済みの壁板 (パネル) および鉄筋骨組みの仕掛品の引渡のかんばん方式である<sup>25)</sup>。

引っ張りが利用できない場合, 生産システム段階でバッファーが使われ, 分

24) J. P. Womack and D. T. Jones, *op. cit.* L. Alarcon (1997) *Lean Corporation*, A. A. Balkeman Publishers, Rotterdam, Netherlands. J. K. Liker (2004) *The Toyota Way*, McGraw-Hill, NY. M. Rother and H. Harris (2001) *Creating Continuous Flow: An Action Guide for Manager, Engineer & Production Associates*, Lean Enterprise Institute Cambridge, MA.

25) I. D. Tommelein and A. E. Y. Li (1999) Just-in-time concrete delivery: Mapping alternatives for vertical supply chain integration, *Proc. 7<sup>th</sup> Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, 26-28 July, Berkeley, CA, pp.99-100.

断される。バッファの使用は不確実性あるいは変化性が業績に有害であるので、それらを免れないシステムにおいて必要である<sup>26)</sup>。すなわち、生産システム設計へのリーン・アプローチは、初めに、すべての好ましくない変化性を探し出し、それからその設計の中で残りの変化性にバッファを用いるのである。

### 3 バッファの位置と大きさ

バッファは製品、資源（人あるいは装置）、あるいは情報に備えての保有箇所あるいは生産システムにおける段階間の時間の余裕である。もし継続的フローが常に可能であるならば、バッファは必要とされない。そのリーンの理念（継続的フロー）が達成されるまで、バッファが必要とされ、そしてそれらの位置および大きさが生産システム設計の過程で注意深く決定されねばならない。バッファは各種の機能に役立つために使われるのである。

#### 3.1 プロジェクト生産システムにおける在庫バッファの使用

在庫バッファは原材料、仕掛品、あるいは製品から成る。Schmennerによれば、原材料在庫の主要な機能は次のように特徴づけられる<sup>27)</sup>。

- ・必要とされる原材料の信頼できない配送から守るため。
- ・もし可能ならば、多量に購入することによってあるいは好都合なときに購入することによって原価を抑えるため。

彼は仕掛品の主要機能を次のように特徴づけている。

- ・プロセスの1区分が異なる生産計画のもとで操業することおよびプロセスの別の区分とは異なるリズムで操業することを可能にするため。
- ・個々のワークステーションあるいは機械センターが1個々に（リーンの理

---

26) W. J. Hopp and M. L. Spearman, *op. cit.*, p.157.

27) R. Schmenner (1993) *Production / Operations Management*, 5<sup>th</sup> ed., Prentice Hall, Englewood, NJ.

念「1個の流れ」あるいはより小さいバッチでより、むしろかなりの大きさのバッチで部品、組み立て品、あるいは材料を製造することを可能にするため。このような「循環在庫」は次の段階までそのプロセスを乗り切らせる機能を果たしている。

- ・信頼できない①生産プロセスにおける他のところからの材料の配送，②前もって必要な作業の完成，あるいは③情報の伝達，から（バッファーとして）守るため。

彼は、また、製品在庫の主要な機能を次のように特徴づけている。

- ・製品を速く顧客に供給するために、在庫用に製造された製品はゼロのリードタイムとなる。
- ・顧客需要の不確実性から（バッファーとして）守るため。かくして、バッファーは情報の代替である。すなわち、もし将来の川下の顧客需要（そして同様に川上の供給）について完全な情報を有しているならば、バッファーの大きさを小さくすることができる。
- ・需要が不安定であるかあるいは一時的に減少するときでさえ、そのプロセスの需要を（製品在庫の蓄積によって）円滑にするため（需要に生産能力を均衡させるため）。
- ・輸送および取り扱いの原価を低減するため（バッチ・プロセスを最適化するため）。

在庫バッファーに加えて、プロジェクト生産システムについての見解は、サプライチェーン付きプロジェクトの設計、実行、および改善の変数の中に「生産能力バッファー」「時間バッファー」および「計画バッファー」を含んでいる。

### 3.2 プロジェクト生産システムにおける生産能力バッファーの使用

生産能力バッファーは完全には利用されない資源である。不確実性に曝され



ているシステムにおいて、リーン実務は不確実性の発生がシステムの業績を危険に曝すかもしれないので、資源（例えば、人および装置）を100%以下の利用で計画すべきである。（例えば、もし作業が資源を完全に利用するべく計画されているならば、その作業は、もし突然の事故が起こるならば、予定された時間には完了されないだろう）。予想外の作業に対処するために予備の資源を持つことで価値一少ない保有資源の効果一がある。それが重要な計画の信頼性を生む（しかしながら、過剰な生産能力を提供することは、いわゆる資源があらゆる時に使用し続けられねばならないというプロセス管理についての格言に反するのである）。リーン生産は、信頼性のあるフローが資源の高利用よりもむしろスループット（顧客価値）を増加することがより重要であると認めている。大抵の生産システムはとにかく均衡が保たれていない。だから、高利用が各段階そしてすべての段階のすべての資源に得られないのである。

### 3.3 プロジェクト生産システムにおける時間バッファーおよびマージ・バイアスの利用

時間バッファーは直ぐに続く段階の開始時を保証するために、不確実な終了時間である連続の段階の最後に付け加えられる時間差あるいは猶予である。

時間バッファーは、生産システム設計においてサプライチェーンが合流するとき、それによってネットワークを作るので、特に有用である。マージ・バイアスはプロセス段階あるいは課業を開始するために、いくつかの投入物がすべてなければならぬとき起こる。すなわち、それらのなかの1つの不足がそれらの後継段階あるいは課業の開始を妨げるからである。これらの投入物の1つ（あるいはいくつか）の着荷にある程度の変化性があるとき、後継の遅れの見込が増す。さらに、投入物の数が増加するとき、各々が他とは無関係に着荷するので、後継の遅れの見込は増す。このシステムの特徴がマージ・バイアスとして知られている。マージ・バイアスは製品がシステムを通じて流れるのにか

かる時間に影響を与える。

L. Koskela は、建設において多くの課業がある投入物の供給不足のときでさえ、これらの投入物の供給が生産でその必要に追いつくという仮定で開始されるということに注目した<sup>28)</sup>。もちろん、もし供給システムが生産の必要時に間に合わせるべく設計され、統制されていないならば、投入物が生産に間に合う保証はない。彼はこれを「一時しのぎ」思考と呼んでいる、そしてそれを一種の浪費と特徴づけている。というのは、非常に多い回数の供給をすることができず、結果として、作業が計画されているように完了されないからである。作業を進める圧力が加えられるとき、作業員は容易に利用可能なものを使う、そしてそれによって、最善に編成された計画を放棄する。作業員は、最後に潜在的に信頼できない状況で働くこととなり、欠陥製品を生産し、速く作業を進めるが、しかし彼ら自身の続く作業あるいは他の作業を犠牲にして、顧客のニーズを満たさない。かくして、もし供給システムが十分に管理されないならば、このような作業の完了は不確実となる。それによって、作業フローの中に信頼できない作業を差しはさみ、それは計画されている業務活動を妨げることとなる。

### 3.4 プロジェクト生産システムにおける計画バッファの使用

計画バッファは計画の一部である作業あるいは課業であるが、その作業あるいは課業は①スケジュールされていないか、あるいは②スケジュールされているが、スケジュールし直されるはずである。これらの作業あるいは課業（すなわち、作業フロー）を整理し直すための柔軟性である。計画バッファは階層的計画が作成されるとき隠れている。というのは、総合計画（総合スケジュー

---

28) L. Koskela (2004) Making do: The eighth category of waste, *Proc. 12<sup>th</sup> Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, Elsinore, Denmark.

ル)は典型的に抽象的レベルで課業を定義しているからである。それらの課業は、先取り計画および毎週の作業計画が作成される時、より小さい課業に分解される。課業を分解する過程において、当初計画を固守しながら、それらの定義および順序に関する意思決定が為される。かくして、より小さい課業は、良好な全般的システム業績を生み出すために選択が行われる必要があるため、バッファを準備している。

#### 4 ムリ、ムラ、ムダのリーン原則

トヨタが追及した3つの目標について考える。というのは、それらがSCMと同時にプロジェクト生産システムに適用されているからである。それらは①人や設備に過負荷をかけること(ムリ)、②一様でないこと(ムラ)、そして③付加価値を生まない要素(ムダ)を無くすことである。

ムダは付加価値を生まないことを言う。大野はこれを7種類に分類した。①製品の欠陥、②必要とされない製品の過剰生産、③さらなる加工あるいは消費を待っている財の在庫、④不必要な加工、⑤人間の不必要な動き、⑥財の不必要な輸送、⑦加工装置がその作業を終えるあるいは川上の活動が完了するのを従業員が待つこと、である。L. Koskelaは「一時しのぎ」を付け加えた。

ムラは一様でないことを言っている。ムラを無くすことはジャストインタイム・システム概念(正しい場所に、正しい時間に、正しい量を有すプロセスを小さいバッファを使い、引っ張り方式で供給すること)で表される。SCMの状況において、これは需要(例えば、ラストプランナー・システムを使うこと)と同じ同一水準の生産(供給)(例えば、1個フローの使用、変化するプロジェクト・ニーズに反応できるようにリードタイム削減そしてモジュール化によって)に努力することである。

ムリとは、人や設備の本来持っている限界を超えて負荷をかけることである。人に負荷をかけ過ぎると、事故や不良につながる。設備に負荷をかけ過ぎると、

設備故障や不良品の原因となる。ムリが原因でムダが発生する<sup>29)</sup>。

## VI リーン供給

プロジェクト生産システム設計およびSCMの概念および目標を前提に、リーン・プロジェクト引渡システム（Lean Project Delivery System: LPDS）に戻り、リーン供給について考察する。LPDSにおけるリーン供給は「製品設計」「詳細設計」および「組立とロジスティック」を含んでいる。リーン供給は製品設計を通してリーン設計と結びついており、組立とロジスティックを通してリーン組立と結びついている。すなわち、リーン供給はプロジェクト生産システムとサプライチェーンの間の要である。この視点から考えて、各種のSCMのツールおよび技法について述べ、それらがTFVに関係して改善にいかに関与しているかを論述することとする。

### 1 リーン供給としての製品設計

部門横断チーム：「リーン」思考は設計に供給業者を含めることを強く唱道している。だから供給業者はリーン・プロジェクト生産チームの一員となる。リーン設計は「Xのための設計」（design for X : DFX）を追求している。ここでは、Xはサプライチェーンの業績を含んでいるTFV（例えば、供給可能性、建設可能性、安全性、持続性）を評価する基準を表す。例えば、供給業者は、製品およびプロセスの変化性を削減するために、標準のそして簡単な取り付け／維持の製品、それらのプロセス能力、あるいは輸送および貯蔵手段について設計者に助言する。供給業者、組立人、調達専門家、ロジスティック・サービス提供者、および生産単位は、設計チームに施工の可能性、必要条件、およ

---

29) 稲垣公夫訳『ザ・トヨタウェイ』日経BP社、2004年、p.220.

び制約の事実を知らせることができる。それによって、より多くの情報に基づき意思決定する過程において、特にサプライチェーン戦略を考えると、部門横断チームは価値を創造することおよび浪費を除くことを支援する。たとえ製品販売が保証されなくとも、供給業者に彼らの契約に対し報酬を与えて、供給業者がチームに十分貢献することができるように十分早く加入させるべく努力すべきである。

サプライヤー・アライアンス：プロジェクトへの供給業者の加入はプロジェクトが開始されたときにははじめられる必要はないし、また当該プロジェクトが完了したときに終了する必要もない。サプライヤー・アライアンスは買手（例えば、所有主）と売手（例えば、供給業者）の間の長期の関係である。この売手（供給業者）は多数のプロジェクトにまたがりそして顧客ニーズを満たすべくより永続するサプライチェーンとなる。サプライヤー・アライアンスは特定の製品種目（例えば、プレキャスト・コンクリート、鉄骨建造）あるいはサービス（例えば、ソフトウェア支援）に集中しがちである。プロジェクトの様々な性質のため、アライアンスは事業体レベルでの機会およびニーズと取り組むはずである。時には、供給業者は所有主とより深く密着しており、事業開発を支援している。

アライアンスは、特定のプロジェクト・ニーズが起こるときに展開される1つ1つの多くの取引の代替である。アライアンスの利点は共同製品や共同プロジェクトの展開での協働を含んでいる長期の関係から生ずる効率性（規格化、目標原価計算、リスク・プーリング、需要平準化、および将来における需要予測可能性を増すことのような手段による価値の創造）にあり、そしてアライアンス関係者にこのような効率化を発展させることに投資させる刺激である。欠点はアライアンスを展開するに必要とされる重い責任と投資であり、そして市場競争の潜在的喪失である。

## 2 リーン供給としての詳細設計

サプライチェーンにおける作業体系化の問題は、「どの当事者が設計を詳細化するか」である。設計の詳細化はその完成の最終段階と考えられる。一方、それは施工の開始として考えられる。リーン供給ために詳細設計に従事している組立者や取り付け者は、生産システムに大きな価値を付加することができる<sup>30)</sup>。というのは、彼らは作業を行うときの込み入った事柄や代替的手段そしてその施工環境（例えば、輸送、取り扱い、職人の手配、特殊技術の利用可能性）を熟知しているからである。

リードタイムの削減：製品が長いリードタイムを必要とするとき（例えば、ETO および FTO 製品）、1 個の流れを達成し、引っ張り方式を使うことは困難である。これは注文生産に加えて提案および承認が必要とされるとき、特に、困難である。組立者および取り付け者は製品サイクルタイムを削減し、そしてスループットを改善するのに良い立場にある。彼らはバッチの大きさを削減するべくそして複数課業実務を除くべく努力している。設計の中に彼らを初期に巻き込むことによって、彼らは、また、設計—入札—再設計の循環を除けなくとも、多少とも解消することができる。これらの実務は生産システムのフロー（F）を達成するのを支援する。

より短いリードタイムは、また、設計者が彼らの選択権を長く自由にしておくことができる。「ポストポウンメント（延期）」と呼ばれている技法の使用は、設計者に他のプロジェクト協同者、供給業者、および利害関係者と代替解決案を調査するに十分な時間を与えている。この実務は、再作業を避ける（例えば、1 見解に基づいて初めに選択された解決が、他の見解に基づきあるいは追加情報が時間の経過で利用できるとき、実行不可能と分かるかもしれない）ので、プロジェクトでの無駄を削減する。そしてこの実務は、代替案の評価が多様な

---

30) I. D. Tommelein, G. Ballard, and P. Kaminsky, *op. cit.*, p.6-17.

見解の価値を結合することによって測定されることができるので、そのプロジェクトに価値を創造している。

規格化：供給業者はそのチームが初めからすべてを注文で設計するより、むしろ規格化製品およびプロセスを（あるいは既存のものが満足されないならば、それらを開発する）利用することを推奨している。規格化は提案および承認に関わる作業負荷を削減する。さらに、同一製品の大量使用は調和問題の緩和を支援し、すべての処理を単純化し、取り付けを容易にし、リスク・プーリングを可能にし、そして学習を促進する<sup>31)</sup>。リーン実務者は製品およびプロセスの規格からのずれを標準規格に合わせることができるよう、規格製品およびプロセスを開発している。これは生産を統制するのを支援するのみならず、新しい方法（例えば、改善）を実験するのを支援し、そしてリーン実務者によりよい規格化の開発をする気にさせている。

情報の透明性：リーン実務はシステム状態の情報を必要とする誰もが利用できるようにすることである。だから、実際の需要あるいはシステム状態を知るために、当て推量あるいは推測（浪費）の必要はない。サプライチェーンにおけるシステム全般の透明性は、透明性がなければ、顧客需要がどんなものであるか、サプライチェーンの段階から除かれる1つあるいはいくつかの段階そしてそれによってそのシステムの中に変化を取り入れることを思索している人々に起因する Bullwhip Effect を避けるのを支援している<sup>32)</sup>。

---

31) I. D. Tommelein (2006) Process benefits from use of standard products : Simulation experiments using the pipe spool model, *Proc. 12<sup>th</sup> Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, 25-27 July, Santiago, Chile, pp.9-10.

32) H. L. Lee, V. Padmanabhan, and S. Whang (1997) Information distortion in a supply chain : The bullwhip effect, *Management Science, Frontier Research in Manufacturing and Logistics*, 43(4), p.548. Bullwhip Effect とは、消費者が近似未来に必要とするよりも多くを購入するべく短期供給での材料あるいは製品の消費者の傾向のことである。

### 3 リーン供給としての組立とロジスティックス

材料，工具，および情報を使用場所にいる作業員に提供する：いくつかの製品が単一取り扱い（包装）単位と一緒にされている（このプロセスは，時々，「部品一式化（kitting）」あるいは「袋入力でタグを付ける（bagging and tagging）」と呼ばれている）。部品は類似している場合も，異なっている場合もあるが，当該単位の中のすべての部品は一緒に，例えば，相互に近いところに取り付けられるかあるいはただ1人あるいは職人集団によって処理され，使われる。材料，工具，および情報を使用場所において作業員に提供する利点は，作業員が必要な部品を配置することおよび数えることの余分の時間の消費を必要としないことである。部品一式化はより作業のし易いかつ少ない費用で管理される場所で，混乱した作業場所から離れて行われる。この実務はCODPを創造することそしてサプライチェーンの川上にCODPを移動することから成っている。この方法で「調和させる問題」を川上に押し上げることは，部品一式の中の部品に対する最終的需要および部品一式の中身に対する必要な時機がよく知られているときにのみ，成功するのである。不確実性の状態下では，部品一式の価値は少なくなり，そしてそれは意図とは逆の結果を招くことさえある。

輸送手段の統制：多くの建設製品は，輸送中の荷に責任を負っている供給業者（売り手）によって輸送される。しかし，その結果は大きいバッチ規模（トラック1台分一杯の積荷）を用い，長いリードタイムを課すだろう。買い手は供給業者に供給の確実性とプロジェクトのニーズへの反応，例えば，ジャストインタイムで配送されることを提案する。代わりに，請負者（買い手）はこの責任を負い，それによって供給への統制を行う。

積荷の整理統合：供給業者によって1プロジェクトに輸送される財貨は，輸送費を減少するために他のプロジェクトの財貨と一緒にされる—供給業者が相互／内部プロジェクトのサプライチェーンを適用する機会である—。これはウ



イン—ウインの状態を創造することができる。例えば、幾人かの物資供給業者は彼らが多数の顧客を有している地域に毎日の補充で供給業者管理の在庫サービスを提案する。

貨物自動車に積荷一杯の荷を積むことが望ましくないのは、この積荷を終えるために余分の時間が必要とされる。それによって、輸送の時機を遅らせる。この時間と原価のトレードオフはサプライチェーンにおけるサイクルタイムの削減を目指している時、考慮されねばならない。

逆に、プロジェクトが異なる供給業者の場所に荷を取りに自動車を行かせる。あるいは、1地域で進行中の作業を持つ大企業が1供給業者あるいは複数の供給業者に複数のプロジェクトのために荷を取りに行かせる。

第3者のロジスティックスの供給者：第3者のロジスティックスの供給者は建設業におけるよりも製造業においてより一般的である。彼らは財貨の輸送を手配するのみならず、また、簡単に配布されるように財貨を包装する。そしてそれによって、財貨を配置することおよび回収することで後の時間を節約する。例えば、石壁供給業者は取り付け職人によって設計書に記入されているように各部屋に閑散時に石壁のパレットを仕立てる。

ロジスティックス・センター：ロジスティックス・センターは製品あるいはサービスのプロジェクトへの配送に関わっている1あるいは2以上の作業を処理する場所である。これらのセンターは、一般に、財貨が製造される場所ではなくて、そこで組み立てが行われる。ロジスティックス・センターは受け入れ、貯蔵、混載仕分け、配送（直接輸送、決まったコースでの輸送など）、車の経路を決めること、荷造りの順序を決めること、配送、e—コマース・サービスなどを含む配送ネットワーク管理のような広範囲の機能を提供するべく配置されている。これらの機能は、ある種の製品に対する需要を集合し、それによってリスク・プーリングの利得を提供して、1あるいはいくつかのサプライチェーンの要求に適応させて、その要求を満すことができる。

## VII む す び

リーン建設は生産についての変換（T）、フロー（F）、価値（V）の3つの見解を生産システム管理で同等に重視しているのである。リーン建設はプロジェクト引渡について全体論的かつ体系的見解を採用し、リーン・プロジェクト引渡システムを全面的にTFVの浸透している異なるレベル（課業の特性、生産、組織、契約）で考察している。生産レベルにおいて、プロジェクト引渡システムは5つの局面（プロジェクトの明確化、リーン設計、リーン供給、リーン組立、使用）を有している。これらの局面を繋ぐのは生産統制および作業体系化である。

作業体系化は基本設計、サプライチェーン、資源配分、および組立作業を緊密に提携させて、プロジェクト・プロセス設計を開発することである。その究極の目的は顧客に価値を引き渡すように作業フローをより信頼できるものとし、速くすることである。作業体系化のプロセスにおいて、製品が原材料から完成品に変換される間に必要とされるプロセス段階および待ち時間が精密に計画される。作業体系化のマップは供給スケジュールに沿った部門横断図であり、顧客注文分断点（CODP）が製品に対する顧客ニーズを満たす注文を受ける時点を記している。

CODPは「押しつけ—引っ張りの境界」を明らかにする。予測することは顧客が誰かを正確に知ることなしに供給プロセスによって製品を押しつけることを意味し、販売は特定顧客の需要に基づく引っ張りを表しているからである。リーン生産システムは顧客の引っ張りの可能な点に基づき製品を生産し、引き渡すべく設計されている。リーン生産システムの引っ張りが利用できない場合、生産システム段階がバッファーを使い、分断される。バッファーには在庫バッファー、生産能力バッファー、時間バッファー、計画バッファーがある。

なお、リーン・プロジェクト引渡システムは「リーン設計」、「リーン供給」、

「リーン組立」を含んでいる。しかるに、リーン供給は製品設計、詳細設計を通してリーン設計と結び付き、組立とロジスティックスを通してリーン組立に結び付いている。リーン供給がプロジェクト引渡システムとサプライチェーンの間の要である。

リーン思考は製品設計、詳細設計、組立とロジスティックスに供給業者を含めることを主張している。ここに、供給業者はリーン・プロジェクト生産チームの一員となる。リーン・プロジェクト引渡の研究において、サプライチェーン・マネジメントを抜きにして考察することはできないのであり、リーン・プロジェクト引渡とサプライチェーン・マネジメントの関係についてのさらなる研究が必要である。