
インタビュー調査に基づく製造企業の
スケジューラの思考パターンの解明

17510124

平成 17 年度～平成 18 年度 科学研究費補助金
(基盤研究(C)) 研究成果報告書

平成 19 年 3 月

研究代表者 森 川 克 己
広島大学大学院 工学研究科 助教授

は し が き

中国地域の製造企業 10 社の生産スケジューリング担当者（以下、スケジューラ）に対し、実務で使用されている生産計画システム、計画作成手順、スケジュールの評価尺度、スケジューラの抱えている問題点、スケジューリング・システムへの要望、スケジューリングの難しさ、研究者への要望などについてインタビュー調査を実施した。その目的は、企業の抱えている実際の問題を把握し、理論的研究との橋渡しを行うことにあった。調査企業の業種や規模は異なったが、多くの企業が、大きな需要変動のもとで、製品品質を保ちつつ納期遵守や仕掛在庫の削減を重要な目標としており、その実現のためにスケジューラが営業部門や製造現場と密な連絡をとって、工場全体の生産性を高めるために協働的な生産計画を行っていることが明らかとなった。その際、スケジューラは、情報収集、計画作成、評価を何度か繰り返してから計画を確定させており、この思考・行動のフローに必要とされる代表的な情報との対応付けを行ったものをスケジューラの基本的な思考パターンとして提案した。最後に、協働的生産計画におけるスケジューラの役割の重要性を定量的に把握する試みとして、システムダイナミックスを用いたモデル化とシミュレーション実験を行い、スケジューラが現場との情報交換を行うことの重要性を数値的に示した。

研究組織

研究代表者：森川 克己（広島大学大学院工学研究科助教授）

交付決定額（配分額）

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
平成 17 年度	500,000	0	500,000
平成 18 年度	900,000	0	900,000
総 計	1,400,000	0	1,400,000

研究発表

（口頭発表）

1. 森川克己, 高橋勝彦, “製造企業におけるスケジューリングの理論と実際”, 日本経営工学会平成 17 年度秋季研究大会予稿集, 9 月 16–17 日, pp. 18–19 (2005).
2. 森川克己, 高橋勝彦, “インタビュー調査に基づく製造企業の生産管理の現状と課題”, 日本経営工学会平成 18 年度春季大会予稿集, 5 月 27–28 日, pp. 158–159 (2006).
3. 森川克己, 高橋勝彦, “製造企業における協働的生産計画に関するシミュレーション研究”, 日本経営工学会平成 18 年度秋季研究大会予稿集, 11 月 4–5 日, pp. 280–281 (2006).
4. Katsumi Morikawa and Katsuhiko Takahashi, “Modeling planning and scheduling tasks based on interviews,” *Proceedings of the Seventh Asia-Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference*, December 17–20, Bangkok, Thailand, pp. 1657–1661 (2006). (in CD-ROM)

目次

第1章	研究目的	1
1.1	研究の動機付け	1
1.2	理論的研究の重要性	1
1.3	現実の問題の難しさ	2
1.4	管理技術の伝承	2
1.5	ビジネススクールへの警鐘から学ぶこと	3
1.6	本研究の目的	4
第2章	研究方法	5
2.1	はじめに	5
2.2	インタビュー調査	5
2.2.1	インタビュー調査という方法を採用した理由	5
2.2.2	実施方法	6
2.2.3	インタビュー調査票	6
2.3	インタビュー調査という方法以外の調査	7
第3章	企業研究者との意見交換	15
3.1	はじめに	15
3.2	企業研究者の意見	15
第4章	インタビュー調査	19
4.1	はじめに	19
4.2	企業 A	19
4.3	企業 B	20
4.4	企業 C	21
4.5	企業 D	23
4.6	企業 E	24
4.7	企業 F	25
4.8	企業 G	26
4.9	企業 H	27
4.10	企業 I	28

4.11 企業 J	29
第 5 章 スケジューラのモデル化	31
5.1 はじめに	31
5.2 協働的生産計画	31
5.2.1 スケジューラの役割	31
5.2.2 計画系と現場系	32
5.2.3 スケジューラの思考パターン	34
5.2.4 生産計画システム	36
5.3 システムダイナミックスを用いたモデル化	37
5.3.1 システムダイナミックス	37
5.3.2 モデル化の目的	37
5.3.3 協働的生産計画のモデル化のための設定	38
5.3.4 基本モデルに対する検討	39
5.4 まとめ	41
第 6 章 結論	43
謝辞	45
付 録 A 口頭発表論文	47

第1章 研究目的

1.1 研究の動機付け

私自身を含む多くの生産スケジューリング分野の研究者は、対象となる生産システムをいくつかの仮定を設けたうえで数学的に記述されたモデルに表し、何らかの評価尺度のもとで最もよいスケジュールを効率よく求めることに強い関心をもっている。スケジューリングに関する研究成果はすでに膨大であり、生産システムの特徴・対象や仮定、評価尺度などによって有効な方法が細分化されているため、その全体像を正しく把握することや、最新の研究成果を追いかけることは難しくすらなっている。

このようにスケジューリングに関する研究がより充実していく一方で、それらの研究成果が実際の企業の問題解決にほとんど利用されていないとの指摘も少なくない。たとえば、 m 機械 n ジョブのジョブショップに対し、メイクスパン（スケジュールの長さ）を最小にすることを目的とする有名な問題がある。私自身もジョブショップに対する研究を行っており、いくつかの近似最適化手法を提案している。しかしながら、実際の生産現場では単純なディスパッチング規則を用いる（ジョブの優先度を定めて、その優先度に従い生産を実施する）ことが大勢を占めると聞くと、現実の問題に対し、研究成果の意義をどのようにアピールすればよいのか自問自答していたことが研究の動機付けとなっている。

1.2 理論的研究の重要性

多くの生産スケジューリング研究者は、研究成果が現実の問題の解決にあまり利用されていないという指摘に対し決して無関心ではなく、より現実的な環境を対象としたモデル化や解法の提案を試みている。よって、実際の問題に対しても、いくつかの追加的な条件を加えることで、近似最適解を見つけ出すことができるものも少なくないと思われる。また、企業の実務者の中にも、「実際には満たされない仮定ではあっても、その仮定が成立するとした簡単な設定のもとで最もうまく物事が進むならば、最短のスケジュールの長さはどの程度か」といった最適化に関心をもっている人がいる。理論的には（追加した仮定のもとで）たとえば5時間ですべてが完了できると出たものが、実際には8時間を要しているならば、8時

間を5時間という目標値に短縮するために、問題点の洗い出しや改善活動への展開などが期待される。後述するインタビュー調査の中でも、このような意見をいただいた。このような意味で、理論的（理論中心の）研究は重要であり、実務に役立つ研究も多いことは疑うまでもない。

ただし、モデル化や解法の適用に際して必要とされる追加の仮定が、実際には決して小さいものとは限らず、「その仮定が成立するもとで有効」と言われたのは利用価値がほとんどない」と言われる場合もあると思われる。また、評価にしか利用されないのでは、手法の価値が半減するとも考えられる。

1.3 現実の問題の難しさ

製造企業の生産管理担当者が直面している問題の多くは、不確実な情報やあいまいな情報、数値化が難しいものなど、理論的な方法が扱いにくい様々なものを含んでいる。対象製品数も数百から数千に及ぶなど、規模の大きさも無視できない。これらをすべて適切にモデル化して最適化する手法は恐らく存在しないはずである。

また、企業によっては正確なデータそのものが十分に収集できていない場合もある。部品等にバーコードを貼り付け、バーコードリーダーを通してデータの収集を行うことも一般化しつつあるが、生のデータだけでは必ずしも十分な情報とは言えず、その中から必要な部分を選び出す、もしくは加工して求めるといった手順が実際には必要とされる。これらについて問題意識はありながらも、人的制約や時間の制約などで、なかなか手が付けられないケースも見受けられる。さらに、これらのデータは一度整理すればよいわけではない。時間の経過とともに新しい製品種類を立ち上げたり、機械の更新を行ったり、あるいは作業者の学習による作業効率が改善されたおりに、適宜更新を行うことも重要であるが、この部分も大変な手間を要するのが実情であろう。

1.4 管理技術の伝承

日本はいま、ちょうど団塊の世代と呼ばれる人々が定年退職を迎える時期にあたり、技術の伝承が大きな問題となっている。技術の伝承というと、たとえば特殊な研磨技術や機械を超える精度の加工技術のような、職人芸的な技術が脚光を浴び、マスコミなどでもしばしば取り上げられている。しかしながら、複雑なシステムをいかにして効率的に運用するかの管理技術も決して無縁ではないと考える。たとえば、新しい仕事が飛び込んできたとき、それに要する作業時間を精度

よく見積もったり、ネックとなりそうな工程を選び出したり、他の作業への影響を最小限にしつつ新しい製品を流す手順を考えるなどの複雑な判断を、熟練した計画者は行っているはずである。

生産システムが時代とともにより安定し、注文の飛び込みを許さず、すべての正しい情報がコンピュータに集まり、コンピュータに組み込まれた最適化ロジックが高速により計画をはじき出すことができるようになれば、管理技術は伝承の対象からはずれるのかもしれない。しかしながら、消費者の要求が益々個性化しスピードも増しているなかで、それらの変化に機動的に対応できる生産システムは人間中心の生産システムであろうし、そのようなシステムの能力を最大限に活かせるような計画を作り出すことは、コンピュータ単独では難しいと考える。そのような視点のもとでは、熟練した計画者がどのような考え方でスケジュールを立案しているのかを明らかにすることは、管理技術の伝承において有益であると考えられる。

1.5 ビジネススクールへの警鐘から学ぶこと

ビジネススクールが輩出すべき人材は、理論と実務の両方にバランスよい知識を持った専門人のはずであるが、Bennis and O'Toole (2005)¹ は、米国のビジネススクールが、特定の学問分野には深い専門知識を持ちながらも、実際の企業経営の経験がほとんどない教授陣で構成されている所が多いことに警鐘を鳴らしている。実際の経営学がカバーする分野は理論的な扱いの難しい部分、たとえばヒューマン・ファクター、経営判断や倫理、道徳などが少なくないうえに、それらがより重要であったりもする。しかしながら学術雑誌では理論的な議論ができる内容のみを取りあげた論文が掲載されがちであり、そのような研究で実績をあげている人が昇進しやすいというのである。残念ながら当該分野でトップレベルの学術論文誌は、実務家には興味を引くものではなく、ビジネススクールから輩出される人材も理論に偏ってしまい、産業界の求める人材とのギャップが大きいと述べている。

ビジネススクールが参考にすべき姿として、医療や法律の専門家を挙げている。彼らは理論的な新しい研究を行うと同時に、実際の生の問題にも常に接することが要求されている。ビジネススクールもこれらの分野と同じような取り組みを行うべきであると述べているのである。生産スケジューリングとビジネススクールの話と同じ土俵で論じることは適切ではないが、スケジューリングの研究者が理

¹Bennis, W. G. and O'Toole, J., "How business schools lost their way," Harvard Business Review, Vol. 83, No. 5, 2005, pp. 96-104.

論的な扱いのできる部分と、理論的な扱いの難しい（しかし問題の本質に大きく係わる）部分をバランスよく研究しているかと問われると、歯切れのよい返事がしづらいのが実情であろう。よって我々自身も Bennis and O'Toole の指摘に真摯に耳を傾ける必要があると考える。

1.6 本研究の目的

上述のような諸点を踏まえ、本研究では以下のような具体的目的のもとで研究を行う。

- 製造企業における生産スケジューリングの実際を聞き取り調査し、実際に企業でいま行われている生産計画やスケジューリングの手順、評価尺度、問題の難しさ、研究課題などを把握する。
- 生産スケジューリングの担当者（以後、スケジューラと呼ぶこととする。）の意思決定支援を目指し、彼（女）がどのような考えのもとに、どのようなことを参考にしてどのような決定を行うのか、の思考パターンの解明を試みる。

これらの研究は、直ちに現場の問題解決にはならないであろうが、生産スケジューリング分野の研究の幅を広げ、理論と実務の橋渡しとなることを最終的な目標とする。

第2章 研究方法

2.1 はじめに

研究目的で述べたように、本研究の中心はインタビュー調査である。そこで、本章ではインタビュー調査という方法を採用した理由をまず説明し、続いてその実施方法と調査項目について説明する。また、さらなる情報収集のために行ったその他の調査についても簡単に述べる。

これらの調査で得られた情報を整理することで、スケジューラ思考のパターンの解明を試みる。さらに、スケジューラの生産計画活動の重要性を分析ための道具としてシステムダイナミクスと呼ばれるシミュレーション技法を採用する。その理由も含めてスケジューラのモデル化の詳細は第5章で述べる。

2.2 インタビュー調査

2.2.1 インタビュー調査という方法を採用した理由

実際の製造企業のスケジューラから意見をいただく方法としては、アンケート調査票を郵送して回答していただくことも考えられるが、本研究では各企業を訪問して直接お話を伺う方法を採用した。アンケート調査票を用いれば、数百のオーダーでデータが得られる可能性もあり、時間的拘束もゆるやかであるため大変魅力的ではあるが、以下の理由からアンケートという調査方法は採用しなかった。

1. アンケート調査票への回答には先方の貴重な業務時間を割いていただくことを必要とする。面識のない人から一方的に調査票を送りつけられて、快く回答したいと考えてくださる方は少数であろう。依頼側が十分な時間と労力をかけて初めて本当の声を聞くことができると考えたため。
2. 実務のスケジューリングについて十分な知識をもっていれば、適切な質問項目を選び出すことができるかもしれないが、自分自身も、どのような調査項目を用意すればよいのかがわからない部分もあり、調査を進めていくなかで少しずつ改善したいと考えたこと。
3. 担当者へのインタビューに際し、可能であれば製造現場等を拝見できれば、より理解が深まると期待されること。

2.2.2 実施方法

遠方へのインタビュー調査は実質的に困難であることより、中国地方の中堅製造企業の中から、業種や業態等を考慮のうえ候補企業をまず10社ほどリストアップし、工場長もしくは生産管理本部長といった、生産計画に関する責任者にインタビュー調査の依頼状を郵送した。図2.1、図2.2はその依頼状である。返信用のはがきを同封してお願いしたところ、私の予想を超える5社から具体的な話を聞いてもよいとの返信を受け取った。

早速連絡をとり、趣旨説明用資料とインタビュー調査用紙を持参して趣旨説明を行った。趣旨説明に用いた資料を図2.3に示す。説明後に調査を断られることも覚悟していたが、結果的にはこの段階でインタビュー調査を断られたことはなかった。なお、インタビュー調査に御協力いただく際、調査先の秘密事項を守るための約束を明示的に行うため、図2.4に示すような念書を企業に提出した。なお、企業側の指示によって、記述を変えた場合もある。

当日にインタビュー調査を続けて行うことは、先方にもご迷惑をおかけすると考え、次回の実際のインタビュー調査日を約束して帰り（あるいは、後日改めて日程調整を行い）、約束した日時に改めて訪問し、話を伺った。

おおよそ5社へのインタビュー調査の日程が固まったところに、新たに10社の候補企業にインタビュー調査の依頼状を郵送した。ほぼ同様の手順を踏んで最終的に10社から直接お話を伺う機会を得ることができた。インタビュー調査の実施期間は、平成17年9月から翌18年3月の約半年である。

2.2.3 インタビュー調査票

作成したインタビュー調査票を図2.5から図2.7に示す。調査項目はいくつかの検討を経て作成したものであるが、現時点で考えればまだ改善の余地はあったと反省している。個々の調査項目の意味やその狙いについては改めて述べるまでもないと思われるのでここでは説明を割愛する。

インタビュー調査（現場見学を含む場合がある）に要した時間は、おおよそ2時間から3時間であったが、半日を要した場合もあった。

当初の予定では、インタビュー調査は2回を予定していた。つまり、しばらく期間をおいて再度お話を伺うという計画をしていたのである。その理由は、

- 調査を進めていくに従って得られてくる知見を、早い時点で訪問した企業にも反映させたいと考えたこと。
- 調査に協力して下さったスケジューラが、調査時には気づかなかったが、後

で改めて考えると違った回答事項があることに気づかれる場合がある可能性があると思ったこと。

- 1回目の調査結果を踏まえて共通的な思考パターンの雛形を用意し、それを携えて2回目の訪問でご意見を伺いたいと考えたこと。

の3点にある。しかしながら、1回目のインタビュー調査に想像以上の時間を要し、私自身の努力不足より、結果的に2回目の訪問調査は実現できなかった。

2.3 インタビュー調査という方法以外の調査

工場見学

インタビュー調査という、いわば正攻法で調査を行うだけでは幅広い企業の調査が困難であることより、工場見学の機会を生かして、九州地方や東海、関東地方の企業の製造現場を拝見するとともに、生産計画を中心とした実際のお話を、質疑応答の時間などを利用して聞かせていただいた。研究室卒業生との偶然のやりとりを通して、見学が実現した場合もあった。インタビュー調査のように、時間をかけて細かいところまで調査することはできない一方で、多様な製造企業の実際を知ることができた。

企業研究者との意見交換

インタビュー調査に先立ち、ある知人を介して、大手金属メーカーの研究者と、生産計画に関する意見交換を行う貴重な機会を得ることができた。実際の製造現場を支援することに長年の経験をお持ちであるお二人の研究者との議論からは、多くのことを学ぶことができた。インタビュー調査前に、この意見交換の場を得たことは大変幸運であった。その内容は第3章に掲載している。

広島地域での研究会への参加

今回のインタビュー調査を通して、広島に製造拠点をもち食品加工業の企業の方にお話を伺う機会を得た。その後、同業者が生産管理に関する研究会を開催される折に、お誘いをいただき、一緒に勉強をさせていただくという貴重な機会を得た。実際に使用されている生産計画システムを拝見したり、机上では思いつかない現場の問題の難しさなどを教わることができた。

拝啓 御社におかれましてはご清栄のこととお慶び申し上げます。

突然、不躰な手紙をお送りする無礼をお許し願います。私は広島大学助教授の森川と申します。長年、製造業におけるスケジューリングや生産計画に関する研究を行っております。この分野は国内のみならず国際的にも活発な研究が行われていますが、「学術上の研究成果が製造企業の直面する問題を次々と解決している」という状況には残念ながらないと認識しております。スケジューリングや生産計画は、その良し悪しによって製造コスト、仕掛り在庫量、設備稼働率、納期遵守率などが大きく異なってくるにも関わらず、多くの制約（資材、機械、作業員、作業手順など）が存在するうえに、現場の状況が時々刻々変化するため、適切な決定を行うことが難しく、また、良いスケジュールが否かの評価もしづらいという特徴があると考えております。また、計画の最終決定権は人間にあることより、人間的側面を無視した方法論には説得力が欠ける面もあります。これらのことが原因となり、理論的な方法論が現場の問題解決に適用しづらかったり、あるいは市販のパッケージ・ソフトを購入しても自社の環境となじまないという現象が起きているのだと思います。

私は、このような状況を改善する第一歩として、スケジューリング（日々の詳細な生産活動計画）に焦点を絞り、実際のスケジューリング業務について実地での聞き取り調査を実施し、理論と実際のギャップを様々な角度から明らかにしていく必要があると考えております。幸い、このようなインタビュー調査実施に要する研究資金を日本学術振興会より補助していただけることとなりました。

つきましては、大変厚かましいお願いであることは十分承知いたしておりますが、御社製造部門でスケジューリング業務に携わっておられる方々から、お話を伺う機会をお与え下さいますようお願い申し上げます。調査事項は、御社の生産環境の特徴、スケジュールの作成法、担当者の抱えておられる問題点、スケジューリング・システムへの要望、スケジューリング分野の研究に対する要望、などを予定しております。本調査はあくまでも学術的なものであり、調査結果は企業名や担当者名などを伏せたうえで学術・教育分野の発表に限定いたします。もちろん、収集した情報は研究室内部で適正に保管し、インタビュー時などに他社（他者）に口外することもいたしません。また、ご協力いただきました方々には、関係する成果発表物はすべて提出させていただきます。

図 2.1: 郵送した手紙

調査に際しては業務時間を割いていただくなど多大なご迷惑をお掛けするわけですので、その代償として何か御社にとって利益につながるお返しができるのであればよいのですが、正直なところそのような御礼はできそうにありません。本調査を通して当該学術分野の研究を活発化させ、その波及効果として御社のスケジューリングの諸問題が解消されるよう努力することをお約束させていただくのが精一杯でございます。ただし、インタビューを通して、担当者様ご自身が現状を再点検されたり、あるいは関連する研究論文にお目を通していただくことは、自社による問題解決の契機になる可能性がありますと思われる。また、直面しておられる問題の解決に対し、私の限られた知識がお役にたてるようであれば、喜んで情報提供等させていただきます。

一通の手紙だけでインタビュー調査の許可をいただけるとは思っておりません。ぜひ一度、本調査の趣旨などをご説明させていただく機会を与えていただきたく存じます。もしチャンスを与えていただけます場合には、同封の返信用ハガキにご連絡先をご記入のうえ投函（もしくは同様の内容を電子メール送信）いただければ幸いです。折り返し、日程調整等の連絡をさせていただきます。

末筆ながら、御社の益々のご発展をお祈り申し上げます。

敬具

広島大学大学院工学研究科
複雑システム工学専攻
助教授 森川克己（もりかわ かつみ）

追伸

御社ではスケジューリングや生産計画等に問題点を感じておられないようございましたら、本手紙を差し上げた無礼の段、改めてお詫び申し上げます。本調査の依頼先は、中国地域を支える製造企業の中から、業種や規模をある程度限定して選定させていただきました。支障なく生産活動が行われているとのことございましたら、それはまた当方にとって大変参考になりますので、その際にもぜひお話を伺わせていただきたくお願い申し上げます。

ご参考

当方の研究室（複雑システム計画学）の学術・教育活動につきましては、下記の研究室ホームページで公開いたしております（pel の最後は小文字のエルです）。

<http://www.pel.sys.hiroshima-u.ac.jp/>

図 2.2: 郵送した手紙（続き）

製造企業のスケジューラに対する インタビュー調査について

森川 克己

広島大学 大学院 工学研究科

2005 年 9 月

背 景

- スケジューリングに対する学術上の研究成果と、製造現場の実際にはかなりのズレがある。
- 高度に理論的な研究も必要だが、より現実に目を向けた研究も必要と考えられる。
- 現場でのスケジューリングがどのように行われているのかを、様々な業種について調査した研究は、日本国内では見当たらない。

具体的なお願ひこと

- スケジューリング（日々の詳細な生産活動計画）を担当しておられる方（スケジューラ）に対し、別紙のような項目について聞き取り調査を実施したい。
- できれば2回お願いしたい（近い将来と、数ヵ月後）。
- 研究室学生（1名）の同伴をお許しいただければ幸甚です。

守秘義務について

- ご提供いただいた情報の取り扱いには十分注意し、その用途は、大学における研究・教育に限定いたします。
- 別紙のような念書を用意いたしておりますが、貴社の指定する書類等がございましたら、ご指示願ひます。
- 関連する成果（論文等）はすべて提出させていただきます。

図 2.3: インタビュー調査依頼時の説明用資料（形式は変更）

念 書

殿

私たちは、このたびのインタビュー調査によって貴社から直接的もしくは間接的にご提供いただいた情報に関し、以下のことを誓います。ただし、事前に貴社の同意を得た場合は除きます。

1. 調査によって直接的もしくは間接的に入手した情報を、企業名や個人名を付けて公表することはいたしません。
2. 得られた情報やそれらに基づく知見の用途は、学会での発表、学術雑誌への投稿、学内の卒業論文発表会等での発表、日本学術振興会への成果報告などの大学の事業目的に限定いたします。その際も、調査先の匿名性は堅持いたします。
3. 得られた情報もしくは知見の発表が貴社の業務に支障をきたす恐れがあると判断した場合には、発表に先立って貴社に確認を取ります。

なお、公表した成果物（主として論文）はすべて提出させていただきます。

200 年 月 日

広島大学大学院工学研究科 森川 克己 印

図 2.4: 念書（雛形）

インタビュー調査記録票

1. 調査先企業（工場）の特徴などに関する質問

- (A) 従業員数，主たる製品，生産環境の特徴などについて教えてください．
- (B) 御社のことを匿名で紹介する際に望ましい表現がございましたらご指示下さい（例：「広島県の木工家具製造企業，従業員約 500 人」）
この項目と，ご回答いただいた個々の内容を直接関連づけた発表論文を作ることはございません．

2. スケジューリングに関する質問

- (A) 生産計画やスケジューリングなどの計画がどのような階層的構成になっているのかをお教え下さい（例：1年間の月単位 1ヶ月間の週単位 1日の詳細計画）
- (B) ご担当の業務（スケジューリング）をどの程度の期間担当しておられますか？
- (C) 平行して担当しておられる他の業務がありましたら，それを教えてください．
- (D) 生産計画やスケジューリングのための情報システム（ソフトウェア）を導入しておられますか？ Yes の場合は以下の小問にもお答え下さい．
 - (a) システムがスケジュールを作るために使っているロジック（方法論）はご存知ですか？
 - (b) システムから出力された計画をそのまま現場に提示されていますか？
 - (c) どの程度の項目をコンピュータが考慮し，どのような項目の決定が人間に任されているのでしょうか？（例：午前中に作るべき数量はシステムが指示するが，使用する機械や作業者の割り当ては現場に任せている，など）

図 2.5: インタビュー調査票

- (D) 生産計画やスケジューリングのための情報システム（ソフトウェア）を導入しておられますか？ Yes の場合は以下の小問にもお答え下さい。
- (d) もしシステムの出力を貴殿が適宜変更しておられる場合、システムはどのような要素をうまく考慮できていないのでしょうか？
 - (e) （上記と重複している部分もありますが、）コンピュータで扱いきれない現場の制約の中で重要なものを教えて下さい。
 - (f) システムの（対話的）処理機能は十分でしょうか？（例：将来の予定などを適宜与えるシミュレーション機能があるなど。）
 - (g) 現場に新しい機械が導入された場合などはシステムも手直しが必要と思われそうですが、過去にそのような手直しが行われたことがありますか？
 - (h) 使用しておられるシステムにご不満な点がありましたらそれを教えてください。
- (E) いくつかのスケジュール案がある中から1つを選ばれる場合、どのような項目（評価尺度を含む）に着目されますか？（例：コスト、納期、リードタイム、仕掛り在庫量など）
- (F) スケジューラ（担当者）ご自身がスケジュールを作られる場合、どのような方法を採用しておられますか？
- (G) 事前のスケジュールと、実際の現場の仕事の進み具合はどの程度一致しますか？もしあまり一致していない場合、それは問題であるとお考えですか？
- (H) スケジュールを比較的頻繁に変更しておられる場合、変更を引き起こす原因を教えてください。
- (I) スケジューリングの難しさについて教えてください。
- (J) （広い意味での）スケジューリングに対する新しい方法論などの情報は、どのようにして入手しておられますか？

図 2.6: インタビュー調査票（続き）

- (K) 上記とは逆になりますが，ご自身のスケジューリングにおけるノウハウは重要な技術の一つと考えられますが，社内においてその継承はどのように行っておられますか？
- (L) 過去に実施したことのないスケジュールが理論的にはより効率的であると判断されたと仮定します．しかしながら，現場はそのようなスケジュールで実際に作業を行った経験がなく，強い不安を感じているようであれば，そのような新たなスケジュールの実施は断念されますか？
- (M) 部分最適化（たとえば，生産部門での費用最小化）と全体最適化（会社全体でみた費用最小化）についてお考えがございましたらお教え下さい．
- (N) スケジューリングに関する大学等の研究成果にご関心をお持ちですか？
- 上記で Yes の場合，どのような内容に特に関心をお持ちですか？
 - 上記で No の場合，その理由がございましたらお教え下さい．
- (O) 生産計画やスケジューリングの分野の研究者への要望をお教え願います．

以上

図 2.7: インタビュー調査票（続き）

第3章 企業研究者との意見交換

3.1 はじめに

先に述べたように、実際のインタビュー調査開始に先立ち、大手金属メーカーの研究者から様々な意見を伺う貴重な機会を平成17年8月に得た。以下は、その時に伺った内容を箇条書きでまとめたものである。

3.2 企業研究者の意見

- 人が介在するコンピュータシステムでは、マン・マシン・インタフェースが重要である。
- 以前はAI (Artificial Intelligence) も採用していたが、知識のメンテナンスなどが難しく、今は使っていない。
- 工場環境をシミュレータ・レベルでモデル化し、ある程度の過去実績の再現が可能となってから新たなスケジューリング方法を組み入れ、その有効性を検討している。
- 機械加工系では内作の加工が1日あたり3万ジョブなので、ディスパッチング規則を利用している。それ以外の方法はちょっと考えられない。
- 上述の加工工程における管理業務を考えると、笹舟を流すことに似ている。どこかで流れが止まると、棒でそこをつつく。舟が再び流れ出し、また違うところで止まると、またつつくという繰り返しである。
- スケジューリングによって事前に込み合う部分を先読みし、そこを適宜外注に出すなどして、できるだけスムーズに出来上がるようにしたい。急に外注を出すといっても相手にも都合がある。早めに打診すれば先方も予定が早めに入ってうれしいはずである。たとえば、レストラン（外注先）に予約を入れること。予約が入ればレストランは安心だし、予約した客も安心できる。
- 組立という工程は、プラモデルの組立を考えるとわかりやすい。1つでも部品が不足すると組立できないことから明らかなように、必要部品をきちん

と揃えることが最も重要である。作業という観点からは、組立は人が行うため、融通（ムリ）が利きやすい。そのため、しわ寄せがくるのもここである。

- 現場にはいろいろな制約がある。コンピュータの扱いきれないデータも多い。
- スケジューリング・システムを開発・導入しようとした場合、まず自分自身が現場のことを知らないといものはできない。
- 単体ベースではある程度までいけるが、それを積み上げて全体最適化にはつながらない。
- メタ・ヒューリスティクスは使いやすいし使っている。数理計画法ベースは、後付の制約に弱い。
- 人（スケジューラ）のイメージとコンピュータ（アルゴリズム）の出力が食い違わないことが重要。ほぼ人間の思うような結果がシステムから提示されれば、スケジューラは安心してそのシステムを使ってくれるであろう。
- 下記のどちらが好まれるかといえば後者であろう。
 - － 99%はよい結果を示すが1%は非常に悪いものを出す。
 - － そんなによい結果を出す訳でもないが、さほど悪いものも出さない。
- スケジューラの多くはコンピュータに明るいわけではない。理系・文系で分けるならば、文系の人が多い。
- 日程展開などは製造部門で行えるが、日々の計画は現場の人が作る。これは現場の事実を把握していなければできないからである。
- 仕事は1週間程度先までしか確定していない。スケジューラは日々バタバタしている。
- 使ってもえらえるスケジューリング・システムの開発は容易ではない。開発側と利用者側でやり取りを繰り返すと、3~5年くらいはすぐにかかってしまう。
- 管理技術は改善の度合い（パフォーマンス）を計ることが難しい。担当者が「忙しさは変わらないけれど、こなせている量は増えているように感じる」と言ってくればOKではないか。

- 予測に基づく生産の場合、いつから紐付けするかが1つの問題。そして紐付けしたら不良にしないという努力が必要。
- 通常業務でみんな手一杯（120%の負荷）であり、先が明るくないと現場はムリをしない。よって、新しい物の流し方などを導入する際には、メリットがすぐに分かる必要がある。しかしながら、結果がわかるまでのタイムラグは必ずしも小さくない。
- 我々はしばしば目の前だけを見がちであるが、シミュレーションは将来の予想結果を与えてくれるので、効果的に用いれば、人の知恵を1.2倍とか1.3倍に高めてくれる。
- 提示される情報は、参考でよい場合と、参考では駄目の場合がある。
- スケジューリング問題は、結局は、順序付けと選択に帰着する。
- B/M（部品構成表）の精度は計画（ひいては企業業績）に大きな影響を与えるが1万種類の部品・製品のスペックシートを誰が入力するのかが問題となる。生産現場の細かいことまで入れないと計画と実情は合わないが、実際にはデータのメンテナンスも大変である。現場には代替機械も存在する。よって、現状に合う割合が50%～60%のレベルから、70%～80%のレベルまで上げるのはすごく大変である。
- 生産計画者（スケジューラ）にキャリア・アップのパスが必要。
- 現場の人の話を聞いても、なかなか仕様が固まらない。目的と制約が混在していることも多い。
- 「現場の日々の業務に使ってもらえるレベルに根付く」というのはかなりハードルが高い。
- 現場には、コストダウン、納期遵守、リードタイム短縮などの様々な要求がある。スケジューラには状況を見ながら適切な判断が必要とされている。ただ、現場は迷ったら、「量」を優先しがちである。
- 経営者レベルも計画システムが必要であろう。相手の説得には数字も必要である。
- 「スケジューリング・システムを入れると在庫がなくなる」という訳ではない。安心して在庫を少なくできるということ。

- 「スケジュールリング・システムの能力はそこそこでよい」というのが現場の声である。つまり、ガチガチの計画よりも、現場に適度な自由度を持たせた計画の方が現実的と考えられている。
- 技術の継承も重要であり、この技術にはプランニング・レベルも含まれる。
- スケジューラは現場のことはよく知っているが、スケジュールリングに関する（特に学術的な）動向については知らないと思われる。
- 現場のスケジュールリングは失敗が許されない。よって、リスクを避けて、過去の成功例（より正確には、失敗しなかった例）のパターンを採用することがある。
- 現場の環境は時間とともに変化していくため、現在の環境に強く依存したシステム（のロジック、たとえば最適計画法）を導入してもその寿命はあまり長くない。ハードの変化に柔軟に対応できるシステム（ソフト）が望まれる。
- （ある有名なスケジュールリング・パッケージについて質問したところ）入れてみてメリットは？と聞かれると、返事に窮する人も多い。現場からのニーズがあって入れたのであれば有益であろうが、トップがどこかで仕入れた情報に基づき、現場の声を聞くことなくトップ・ダウンで入れた場合（このような場合が少なくない）、あまり役立っていないのではないと思われる。現場に応じたカスタマイズを行うと、すぐに高額の出費となる。同じことはERPにも言えるのではないかと思う。

第4章 インタビュー調査

4.1 はじめに

ここでは、実際に各企業を訪問してインタビュー調査で質問に答えていただいた内容を箇条書きで示す。質問は必ずしも質問用紙順とは限らず、質問用紙にならない項目を質問した場合やその逆もあり、ここへの記載を割愛したものもあるため、以下の列挙項目と質問とは対応付けができないものも含まれる場合がある。項目は、インタビュー相手の回答内容を記載したものと、回答内容をもとにインタビュー者が感想なども含めて書いた内容、また、両者の区別がつきにくいものも含まれている。

回答項目には具体的な数字が現れるところもあるため、匿名性を保つために、個々の企業の業種と企業規模は記載を差し控えたが、業種を主要製品の種類で紹介すると、寝具、食品、金属加工品、一般機械機器、家具、農・林業用機器、スポーツ関連用品、ダイカストや印刷機器と多岐にわたる。また企業規模も従業員数で約100名から2,000名と幅がある。

4.2 企業 A

- 生産環境は多品種少ロットで、見込み生産が中心であるが、受注も少しある。国内と海外で営業方法に違いのあることも難しさの原因となっている。各品種の在庫基準を0.3から0.8ヶ月分に設定している。
- 計画のロジックはMRPであり、MRPのエンジン部分は外部から購入したが、システムは自社開発である。
- 計画の階層は、6から4ヶ月の月単位 期間(6日)単位 1日の詳細計画、となっている。
- 組立てならびに機能部品は内作とするが、それ以外は取引先より納品を受ける。なお、取引先にはWEBを介して生産計画を公開し、内示や発注なども行っている。計画は6ヶ月先までを載せている。
- 計画担当者の経験は、今は直接従事していないが、約20年である。

- システムからは生産順序のレベルまで指示をしている。ただし、負荷はあまり細かなレベルまでは見ておらず、現場に任せている。
- スケジュールの評価尺度は納期である。
- 計画と実際はかなりよく一致している。もちろん、生産の不具合や部品不足などのトラブルもあるが、それらは現場に対応を任せている。
- 現在は、SCM による営業 - 生産 - 納品までのチェーンの効率改善による全体最適化に取り組んでいる。つまり、至るところにある在庫の圧縮が重要な課題である。
- 将来的には生産計画部門が不要になるようにしたい。
- 管理業務のノウハウは重要であり、コンピュータに情報として登録、共有することで継承を行っている。
- 現在のシステムに対する不満は、スケジューリングソフトの汎用性が低いこと。また、様々な条件化での最適スケジュールを効率的に探せるようになることよい。
- 自社のシステムがどの程度の水準であるかという点には強い関心がある。もっとレベルを高めることができるはずであるが、どこが弱く、そこをどのようにすればよいかを知りたい。

4.3 企業 B

- 見込みのある受注生産を行っている。
- 年間の販売計画より、この先 2ヶ月あまりの製造計画を立てる。この際、過去の 2ヶ月余りの実績を考慮している。販売部門から届けられる受注情報に基づき、この先 2日分について「何を、いくつ作るか」を確定させる。
- スケジューリングの担当者はこの仕事を担当して 1年半余りで、実際に現場の応援も行うことがある。
- 計画システムは自社で開発されたものである。自社に情報部門を扱う部署がある。自社の特徴を踏まえ、色々な要素がシステムに組み込まれている。

- 計画はスケジューラが立てるけれども、最終的な判断は現場の職長が行う。スケジュール立案に際しては、機械の稼働率が上がるように考えている。
- スケジュール決定に際しては納期を最優先するが、たな卸しの時期などには、仕掛在庫も考慮する。
- 製品仕様より在庫をあまり持てない。需要変動も大きいため、負荷のバランス化にも腐心している。
- 生産工程は、大きく分ければ「前工程」と「後工程」に2分でき、それぞれの工程のリードタイムはほぼ1日。自動化の進んでいる作業もある一方で、人間の作業でなければできない作業も残されている。人手で行う作業は、柔軟性という点では優れており、品種の切り替えに対するロスはあまり問題とならない。
- コンピュータが扱いにくいものとして、品質の検査結果の判断がある（数値的に計りにくい品質項目がある。）
- 現在抱えている問題の1つは、強い季節性の需要変動に対し、労働力をどのくらい確保し、どのように負荷を平滑化させればよいかということ、数値的な裏付けのもとで考えたいということである。

4.4 企業C

- 受注と見込みの混在であり、量で見ると見込みが約90%、品種で見ると、見込みは10%となる。
- 計画の階層は月 週 日であり、月は過去の記録をベースにしてこれくらいの製品引取りがあるであろうとの見込みに基づいている。月から週、そして日への展開に際しては、負荷の平滑化を意識している。
- 現在の計画担当者は10年以上の経験をもっており、工程のことを熟知している。データベースを使ったシステムと、担当者の経験に基づく知識の結合によって生産計画を立てており、うまく動いている。
- 計画者はある意味で図太さが必要とされる。一度決めた計画は関係者に多少無理を言っても押し通すことが必要な場合もある。

- 経営陣の判断により、新たな計画システムの導入が進みつつあるが、実際には現場に対する計画指示に使えるレベルに達していない。これは現場の様々な制約をそのシステムに加味させることが難しいにもかかわらず、計画に適切な余裕が含まれていない、がちがちの計画であることが原因となっている。システムに様々な情報を入力し維持させることもかなりの負担と考えられる。
- 対象とする製品の生産リードタイムは1日で、要所となる部署に対し、作るべき品目と数量を指示している。生産順序の決定は現場の判断となっている。ただし、工程間で順序に依存関係のあるものについては、問題が生じないように追加の指示を行っている。
- 現在の方法で計画がうまく立案できていると考えられるが、問題がないわけではない。たとえば、製品の在庫情報がリアルタイムに届かず、品薄となっている製品種類が事前にわからない。品切れとなってから連絡が届く場合もあるが、それから手配を行ってもどうしても間に合わず、関係者に迷惑がかかる場合がある。
- 事前のスケジュールと実際の進み具合はかなりよく一致している。
- スケジュール変更の原因を大別すれば、製造現場、営業部門、そして計画担当者が約1/3ずつとなる。生産計画の難しさは、やはり需要が見えないこと。
- 計画のレベルアップに際して、多くの事例（特に同業者の事例）を学びたいが、なかなか入手できない。ぜひ実務に役立つ研究を大学研究者に行って欲しい。
- 計画管理技術の伝承は重要であるが難しいと感じている。

4.5 企業D

- 工場は大別して部品加工と組立ての2つの工程からなり、見込み生産を行っている。計画立案のステップは、年間計画から在庫計画をつくり、目標に対する実際の在庫量の差を求めて、在庫が切れそうなタイミングを調べて、それに基づいて生産計画としている。最終的な決定は日々行っている。
- 生産計画を立案するうえで必要なデータはあるが、それをすべてコンピュータに入れることはコストの点で無理である。
- 作業特性より、所要時間にばらつきの発生が避けられない部分がある。このようなばらつきは、コンピュータでは扱いにくいものと考えている。
- 担当者の経験年数は約7年、購買も担当している。
- 生産計画システムは企画室がベースとなって約25年前から少しずつ自社開発したものである。その中には自分自身のロジックも含まれている。
- 計画システムは、日々生産すべき品目とそれぞれの数量を出す。また、週間のスケジュールも出力する。これを現場に提示し、あとは職長が進捗管理を行う。作業者の割り当ては現場にまかせている。負荷の平滑化は必ずしも十分ではなく、現場から不満の声が出ることもある。
- 計画立案に際して重要視していることは納期であるが、リードタイムもかなり意識している。特急生産は原則として行わない。
- 計画と実際の一致度に関しては、一部の工程での作業時間のばらつきが、不一致へとつながっている。
- 生産計画担当者は、昔は作ることだけに注意しておけばよかったが、今は営業と製造の間の調整が重要となっている。
- 研究者への質問としては、多品種少量生産環境において、適切なロットサイズ、労働力の規模、スケジューリングの方法を知りたい。
- 生産指示方法としてのプル型は、人が主導権を握るため、生産性が悪くなる。以前試みたが80点くらいであった。プッシュ型は、やらざるを得ないので、何とかアウトプットが出る。

4.6 企業E

- 原則として受注生産であるが、基本的な製品については見込みもある。受注してから設計を行い、生産を行い、納品する。仕様が固まるまでに3ヶ月程度、図面の完成に2ヶ月くらいかかるものもあるため、全体としてみると、リードタイムは短いもので4ヶ月、長いものは1年。
- 年間の売り上げ計画に基づき、1年先程度までは枠は埋まっている。月を上中下旬に分けた大日程表(10日単位)から日単位の計画を出している。1週間に1回、進み具合を確認し、遅れがあれば計画を変更する。
- 計画のポイントは組立工程であり、ここを最優先する。よって、加工工程と組立工程、また、組立工程と営業の間で情報の交換を行っている。
- 計画に際しては、部門最適化が全体最適化に直結するように目指している。
- スケジューラの実験であるが、組立担当の人は10年、加工担当の人は30年くらい担当している。
- スケジューリングに用いている計画システムは、自社開発したもので、約20年ほどの運用実績がある。システムの出力はある程度おおまかなので、計画そのものは現場にそのまま提示しているが、人間が細かな変更を行っている。
- 計画はしばしば変更されるため、あまり正直にそれを追うのはコストアップとなると考えられる。
- コンピュータの出力に対し、人間が進捗状況を反映して消し込みを行う。
- スケジュール決定において重要な尺度はやはり納期である。
- 事前のスケジュールと実際とは、よく一致しているとは言い難い。たとえば、設計業務はキリがなく、時間をかければいくらでもよいものとなる。
- スケジュール変更を引き起こす1つの要因は、負荷を読みきれないこと。
- 計画から遅れると、すべてが後ろ向きな計画となってしまう。これが最もコストアップになってしまう。
- 望ましいシステムの姿は、運用が簡単で計画の消し込みや変更が容易であること。生産対象の特性上、計画の変更はどうしても避けられない。

4.7 企業F

- 受注生産であり，工場は加工と組立からなる．
- 計画の階層は，3ヶ月計画（部品調達），1ヶ月計画（人員計画や配置計画），1日（作業計画）となっている．
- 情報システムは導入済みであり，そのシステムのエンジンは会社側の指示に基づくものであるから，よく理解できている．最終的には，詳細なスケジュールが提示できるシステムとしたい．
- 1日で作るべき数量をシステム側で提示し，どの機械でだれが作業するかの決定は，一部を現場にまかせている．
- 計画外の短納期物件などが入ると，システムの出力を変更することはある．また，(i) 計画段階で思ったようなスケジュールができない，(ii) スケジュール通りに現場が動かない，などの事象も，スケジュールの再作成を余儀なくさせる．
- コンピュータで扱えないデータとしては，(i) 不良による欠品，(ii) 工程間の搬送時間，(iii) “ものがない” といった情報である．
- コンピュータで負荷積みして納期回答をする場合など，本当はいくつかの計画を検討したいが，計算時間がかかるため，1日1回となっている．
- 現在のシステムに対する不満点は，ある程度まで自動的に計算できるけれども，納期を満足させるために，手動計算も加える必要がある点．
- スケジュールの評価尺度は，まず第一に納期であり，第2位がリードタイムである．とはいえ，コストや仕掛在庫と密接に関係するので，スケジュールを評価する際は，ネック工程がフルに動くように考えている．
- 計画と実際のずれの原因は，計画系にある場合と，現場にある場合の2つがある．
- スケジュールを作る際には考慮すべき要素が多数ある．たとえば，納期，負荷，設備，治具，作業員，購入品，応援など．
- 計画上のノウハウは情報の共有によって伝えるようにしている．

- 研究者への要求事項としては、スケジューリングの方法論に関する研究が広く知られていないこと、また、多数の複雑な制約を考慮できる自動スケジューリング法など。

4.8 企業 G

- 半分以上が受注生産で、受注生産の比率アップを目指している。
- 1ヶ月に2回（上半期と下半期）、日単位の計画を作る。このときは、資材手配のこともあるので、見込みも加えている。そして、週に1回営業と打合せを行い、日々の計画を確定させている。受注品の中には、納期が2から3ヶ月先のものもあるため、約1週間で負荷の平滑化を行っている。
- スケジューリング担当者の経験は6年程度であり、以前は資材の外注管理を担当していた。なお、この担当者は、現場の応援も行っている。
- 大別すると3種類の製品を作っており、それぞれが別々の担当者によって計画されている。前項の担当者は、これら3つの計画を取り纏める役割を担っている。それぞれの製品群についての計画が現場に指示されると、現場の職長が出荷日等をもとに生産順序を決定している。
- 生産リードタイムは製品種類によって異なるが、おおよそ1週間である。
- 情報システムは現在使用していない。関所を設けて進捗管理ができないか（そのようなシステムができないか）と考えている。
- 納期を最優先としているが、できるだけ納期近くで作り上げたいことより、6ヶ月前の受注でも、ぎりぎりまで着手を待つために、結果的に納期に間に合わないことも可能性としてはある。
- 比較的予定通りに仕事は進むが、納期の変更があったり、輸送の都合で計画変更が避けられないこともある。
- 製品によってリードタイムが異なる。処理時間が不確実なものもあるが、不確実性に対する余裕を大きく取りすぎるとリードタイムが長くなってしまうので、計画時間でスケジュールを作っている。
- 納期・品質に関する従業員の意識を高めることが、計画と実際の一致度向上に貢献するはずである。そのための支援システムが欲しいと考えている。

4.9 企業H

- 多品種少量で、基本的には見込み生産である。
- 計画の階層は、1年計画（見込みで売り上げ計画などに基づく）、2から3ヶ月前（材料手配に着手するものもある）、1ヶ月前（生産品の確定）となっている。日々の生産は補充生産、すなわち、売れた分だけを作るといふかんばん方式を用いている。
- 情報システムからは、何をいくつ作るかという指示が出される。現場では、だれがどの機械で作業するかを決定している。作業者の急な欠勤などはコンピュータで扱いきれない。
- 担当者（出荷指示、生産指示、部品調達管理、出荷管理）は経験が20年ほどある。
- 情報システムは、自社の情報システム部が外部の専門企業と共同で開発した。
- 生産現場はほぼ計画通りに動いている。難しい点としては、納期のかかる材料の発注、部品管理である。日進月歩の部品を用いていると、供給が不安定であったり、廃番になっていたりする。このあたりは、担当者の“読み”の能力にかかってくる。
- 生産計画においては納期を最優先しており、第2位はリードタイムである。
- 関心があるのはトヨタ生産方式であり、見学も含め勉強を心がけている。
- スケジュールリングのノウハウは、ISOに基づき手順を文書化している。
- できるだけ在庫を抑えつつ販売損失を抑えて効率のよい生産を行いたい。精度のよい需要予測が行えればこの目標もかなりのレベルで達成できると思われるが、この需要予測が困難である。

4.10 企業I

- 製品は、見込み品が60%、受注品が40%の比率である。
- 生産計画の階層は、1年間の月単位があり、近い月については日単位の計画となっている。
- ネットとなる工程がわかっているため、この工程の能力制約をうまく考慮しつつ負荷の平滑化を図っている。適度な量のロットサイズにすることで、段取り回数を減らし、コストダウンを図っている。また、直前まで計画の変更を認めるようになっており、これは、ある意味で計画者に“読み”を要求しないようにしている。
- 生産順序の決定は職長に任せている。
- スケジュールの評価尺度は納期であり、納期に間に合わせる事が最重要である。
- スケジュールの変更要因としては、営業側からの受注の飛び込みがある。よって、日々計画の見直しを行っている。
- スケジューリングの難しさは、工場の能力系、人間系、情報系、マネジメント力などが総合的にかかわってくるところにある。
- 計画と実際の一致度は高い。
- 計画部門の担当者は3名。まずざっと計画を立てて負荷の様子を見る。超過する工程があれば、計画の調整を行う。これは人間の判断による。何度か試行錯誤を行って満足できるものができたならば、それを現場に提示する。
- システムは自社開発。基本ロジックはMRPで、進捗管理、原価計算なども含まれる。また、製品の品質保証の観点より、要所での品質チェック結果も含めてトレーサビリティも達成している。
- 計画は担当者によって異なるものとなりうる。資材発注でも人によっていろいろな考えが入る余地があり、AさんとBさんと異なることもある。
- 計画をすべてコンピュータで行うことは現実的ではなく、ある部分まではコンピュータ、そこから先は人間と、うまく分担させることが望ましい姿と考える。

- 使いやすいシステムとはどのようなものかという観点も必要である。
- 自分達の方法がどの程度のレベルであるか知りたい（評価したい）が，そのための“物差し”がない。

4.11 企業J

- 受注生産を行っている。
- 計画は，販売計画をもとに6ヶ月程度の計画をまず立案する。これはリードタイムと関係しており，見込みで枠を確保しておく。計画の確定は1から2ヶ月前であり，担当部では2日程度の詳細な計画（加工の指示）を立てる。これは1週間単位で更新され，最終計画は，パソコンに落として加工している。
- 計画に携わる関係者の経験年数は十数年以上である。
- 加工計画に対しては，Excelで負荷を調べている。しかしながら，負荷の計算の前提となる数値は必ずしも精度が高いとはいえない。複雑な組み合わせやコンディションでは，真の負荷は誰にもわからない。
- 計画系はできるだけ仕掛が多くならないようにと思っている。一方，現場は生産性に関心が強く，段取りの工夫などによるロス削減などが重要な課題として認識されている。
- 計画と実際のギャップは，設備トラブルや作業者の欠勤などの事象の発生のためにゼロとは言えない。
- スケジュール変更の理由としては，急な注文の到着や試作が入ることなどである。
- スケジューリングの難しさは，計画系としては時間単位の計画を狙いたいと思うが，現場サイドは人のスキルなども考えるとそこまで細かいレベルは難しいと考えている。
- 計画担当者から現場の職長に生産指示が出されると，職長がこれまでの経験を踏まえ，Excelベースで計算を行い作業計画を立案している。このような作業はある意味で，現場がすべき本務ではないため，時間がかかるようでは困る。よって，現場の職長の意思決定を効果的に支援するシステムが欲しいと考えている。

- 生産計画という部分にあまり人手をかけなくてもよいようにしたいと考えている．計画系のノウハウはあまり重要視されていない．

第5章 スケジューラのモデル化

5.1 はじめに

前述のインタビュー調査ならびに工場見学等を通して得られた知見をもとに、スケジューラが何を考え、どのような情報に基づき、どのような意思決定を行うのかについてのモデル化を本章では試みる。ただし、

1. 製造環境や需要環境などが大きく異なる中で、共通的な思考パターンを見つけ出しにくいこと。
2. 各企業でのインタビュー調査が実質1回であり、高々2~3時間の話だけでスケジューラが考えていることを把握することは難しいこと。

などの理由から、この作業は決して容易ではなく、現在もそのモデルのさらなるレベルアップを試みている段階である。そこで、まず調査を通して明らかとなった、“スケジューラを中心とした協働的生産計画”について述べた後に、システムダイナミクスに基づくスケジューラのモデル化を述べる。

なお、研究計画の時点では、誰が何をどの機械でいつ処理するか、といった日々の詳細な生産スケジュールを立案する人を調査の主対象と考えていたが、実際にはこのような細かな計画は現場の職長などに決定が委ねられている場合が多いため、日々の生産品目と数量などの決定という上位の計画決定に携わる人も含めて、ここではスケジューラという表現を用いる。

5.2 協働的生産計画

5.2.1 スケジューラの役割

自動車運転におけるカーナビゲーションシステム（以下、カーナビと省略する）の役割を考えてみる¹。カーナビは、目的地を入力すると、目的地に向けて最も適切と考えられるルートを交差点などの要所ごとに提示してくれる。目的地に初めて訪れる場合この情報は非常に役立つが、では、ドライバーが何も考えずにカーナビの示す情報に従って運転するかといえば、それは状況に大きく依存すると考

¹この例は2005年のICPR (International Conference on Production Research) で聞いたように記憶しているが、誤っているかもしれない。

えられる。たとえば、目の前の主要道を指示されたとしても、そこが非常に渋滞していれば、ドライバーは異なるルートを検討するであろう。また、時間がかかってでも、景色のよいルートや、あるいはルート沿いにある店のことを考えて、他のルートを選ぶときもあるであろう。もしカーナビに収録されているデータが古ければ、目の前に新しく開通したバイパス道があっても、カーナビは旧道を案内するであろう。ドライバーはカーナビをあくまでも有益な情報を提供するシステムとしてとらえるだけで、ルートの意思決定権をカーナビに譲り渡そうと考える人はほとんどいないはずである。ただし、すべてのドライバーが運転を好んでいるとは限らない。カーナビから提供される情報が正確かつ適切であり、道路状況が極めて良好で事故等による交通規制も渋滞もなく、ドライバーは単純に車を目的地まで経済的にたどり着かせたいと考えているならば、カーナビの提案通りの運転を採用したいと思う場合も出てくると考えられる。

ドライバーをスケジューラ、カーナビをコンピュータ化された生産計画システムと考えてみると、類似の考察が可能であろう。もし、生産計画システムが適切な計画を自動で計算でき、生産現場に混雑やトラブルもなく、計画通りに生産活動が本当にできるならば、あえてスケジューラが時間をかけて難しい判断をして、独自の計画を立案しようとはしないはずである。経営陣は、生産管理部門全体のコンピュータ化を着実に推進させ、計画業務の自動化を高める一方で人間の関与の度合いを下げ、最終的には完全な計画が自動で出力されるシステムを目指すであろう。その場合、スケジューラ（すなわちドライバー）の役割は緊急の場合の対応などのごく限られた部分になる。逆に、生産計画システムの情報が不正確あるいは不十分であったり、生産現場の状況が動的に変化するような場合には、スケジューラが様々な要素を加味して正しく判断を行わなければ、工場が混乱してしまうか、あるいはせっかくの生産能力を無駄にしまうことになる。よってスケジューラは工場の司令塔²として活躍することが必要とされる。多くの製造企業は後者に該当すると思われる。

5.2.2 計画系と現場系

製造企業の生産能力は、

- (i) 製造現場がどの程度与えられた計画通りに仕事を遂行できるかという現場系の能力。

²NHK 教育にて 2005 年 11 月 14 日に放映された「あしたをつかめ 平成若者仕事図鑑 #61 サラリーマン (1) 生産管理」より (<http://www.nhk.or.jp/shigoto/zukan/>)

(ii) どれだけ現場のことを反映した適切な生産計画を作りだせるかという計画系の能力。

によって定まる。前者の能力を高めるために、現場では様々な取り組みがなされている。改善活動や多能工育成などは、この現場の能力向上を目的として行われている活動である。作業者の急な欠勤や機械故障といったトラブルが発生しても、その影響をできるだけ職場単位に押さえ込み、他の職場や部門への影響を最小限にする努力もなされている。

一方で、計画系の能力向上については、計画部門単独で行えることと、単独では行えないことの両方がある。たとえば、与えられた情報のもとで、最も効率のよい低費用な生産計画を作り出すロジックを作ることは、計画部門単独で行える話である。しかしながら、それに必要とされるデータのいくつかは、現場に出向いて自ら確認したり、現場担当者の意見を聞かないと分からない場合もある。さらに、計画業務のいくつかは現場の職長などに任されている場合もある。このことより、生産計画は関係部署との協働³的な関係が不可欠である。そのことを明示的に表すために、“協働的生産計画”という言葉を用いる⁴。

図5.1は、スケジューラを中心とした協働的生産計画を説明している。この図はインタビュー調査等を通じて、比較的共通性が高いと考えられる部分を書き出したものであり、特定の企業を前提としたものではない。まずスケジューラは営業部門から受注情報を受け取る。企業によっては、まだ成約に至っていない見込みの受注情報も営業部門に問い合わせる。スケジューラは生産計画システムを使って生産計画を立案するが、この際に幾つかの代替案をシミュレーションなどによって比較し、最も適切と考えられるものを選ぶ企業もある。生産現場への指示は、一般的には、いつ、何をどれだけ作るかの情報であるが、この情報が届けられた職場（工程）では、どの機械を誰が操作して、どのような順番で製品を作るかという詳細なスケジュールの決定を職長が行う（企業によって職長に委ねられている具体的内容は異なる）。

さて、このような一方的なパスでよい計画を作り出せるとは限らない。計画は現場の能力を最大限に引き出すものでなければならぬと同時に、実行可能でなければならぬ。必要なものが本当に現場にあるのか、計画を立てる際に用いた標準作業時間は実態に合っているのかなどの確認が大切である。さらに、生産活動を実際に行う作業者の視点から、より適切な計画がないのかの確認も必要であろう。たとえば、先の脚注にあげたNHK教育の番組の中では、染色係の意見によっ

³協働：同じ目的のために、協力して働くこと（デジタル大辞泉）

⁴この言葉は青山学院大学総合研究所 eLPCO の TF21 事業創造戦略研究部会の中で紹介があった。

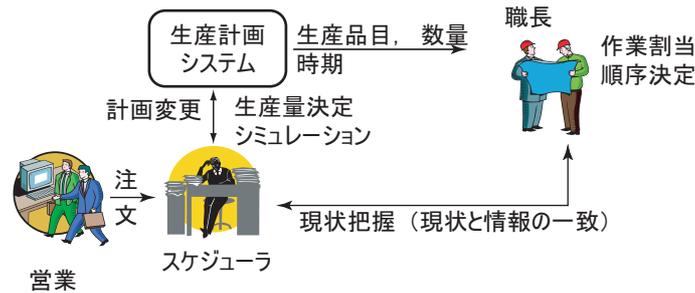


図 5.1: スケジューラを中心とする協働的生産計画

てスケジューラが染色の順番を見直している．生産現場のことは現場の人が最もよく知っているはずであり，スケジューラが現場に出向いて実態を知るとともに，現在の計画案に対する意見を聞くことは，現場の視点からの提案を行える機会であり，また，必要に応じて現場が事前準備を行うことも可能となる．適度な情報交換は，お互いが物づくりに対して前向きに取り組む機会を与えるというメリットがあるはずである．

5.2.3 スケジューラの思考パターン

上述のような協働的な生産計画活動の枠組みの中で実際のスケジューラが考えていることは，彼（女）の置かれている環境に応じて多様であることが容易に想像される．それぞれを詳細に検討することは重要ではあるが，本研究ではこれまで述べてきたインタビュー調査を中心とした聞き取り結果に基づき，比較的共通性が高いと考えられる思考・活動のフローならびに関連する情報を整理した図 5.2 を，スケジューラの基本的な思考パターンとして提案する．

まず，スケジューラが生産計画を作成する際の手順は，(i) 現状の正確な把握，(ii) 計画の作成，(iii) 計画の評価，(iv) 計画確定に分けられると考えられる．計画の評価においては，必須要件が満足できているか否かのチェックをまず行い，これが満足できていない場合には，再び計画を作成しなおすことになる．必須要件とは，たとえば現在の計画で納期遅れが生じないかとか，総負荷が生産能力を超えていないか，といったものである．このレベルの評価で問題が生じる場合は，計画作成の手続きに戻って，新たな計画を作るのが一般的と考えられるが，何度か試みても問題が解消できなければ，現状の正確な把握に戻る必要もあるであろう．必須要件が満たされると，今度は潜在的に問題となりそうな部分がないかの確認となる．たとえば，現在の計画では工程間で負荷のアンバランスが大きければ，計画作成手続きに戻って，新たな計画の作成を試みるであろう．あるいは，ある製

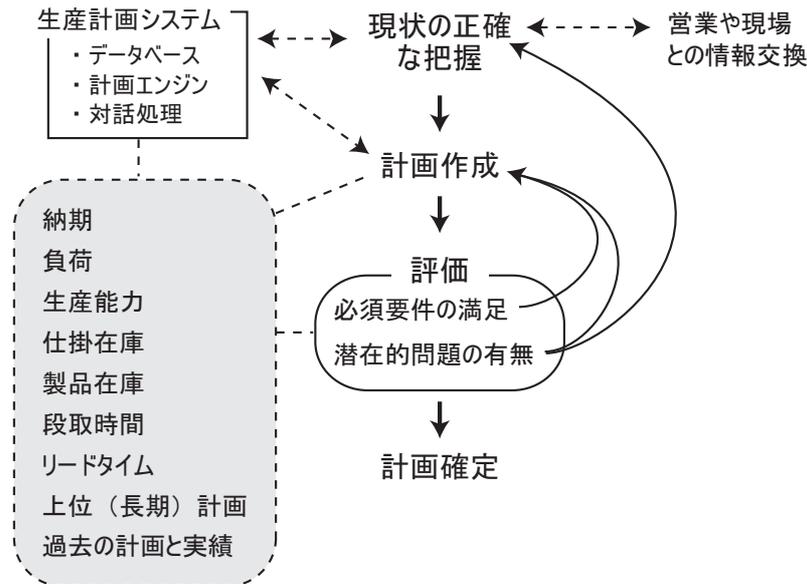


図 5.2: スケジューラの基本的な思考パターン

品の生産計画が納期に対して全く余裕がないとき、本当に計画通りに生産が実施可能か現場に確認をとり、遅れが生じる恐れがあると判断されれば、再度計画を立案するする場合も考えられる。

現状の正確な把握には、生産計画システムから得られる情報と、営業部門や生産現場から入手した情報の両方が一般的には必要と考えられる。多くの生産計画システムは、データベース、計画エンジン、そして対話処理機能を備えており、このシステムを用いて生産計画を作成するのが一般的であろう。

スケジューラが計画の作成や評価に必要な情報は環境によってかなり異なると考えられるが、代表的なものとしては、納期、負荷、生産能力、仕掛在庫など図 5.2 の左側に示した項目が挙げられよう。多くの情報は生産計画システムに蓄えられているであろうが、システム（データベース）に保存されているとは限らず、スケジューラが能動的に情報収集を行って入手した情報もあるであろう。たとえば、仕掛在庫はコンピュータの中の情報と実際が必ずしも一致しないのが現実である。現場に出向いて実際の仕掛在庫を調べることはスケジューラの重要な仕事になっている。また、図左側の最後に挙げている「過去の計画と実績」は、計画に用いている各種情報の正確性、もしくは計画作成に用いている手法の妥当性を検討する際の重要な情報となる。スケジューラはこの評価を随時行っており、必要に応じてデータの修正等も（少なくともスケジューラの頭の中では）行っていると考えられる。

5.2.4 生産計画システム

インタビュー調査に協力いただいた企業で用いられていた生産計画用の情報システムはほぼ自社製（もしくは自社で仕様を定めたもの）であった。これは、自社の物づくりの仕組みや生産の指示の仕方との整合性を保ちつつ、少しずつコンピュータ化を進めてきた結果と考えられる。スケジューラは生産計画のロジックを把握できており、安心して生産計画が立案できていると考えられる。

ただし、現在の方法が必ずしも最善とは限らない。現状の延長線上に明るい将来像が描きにくい場合、物の作り方や流し方と同時に、生産計画の仕組みも変更が必要とされよう。ERP (Enterprise Resource Planning) パッケージの導入を決断する企業も少なくないが、これは自社の生き残りには現状を見直すことが不可避であると経営陣が考えたためであろう。ただし、ERP の導入は必ずしも容易ではなく、期待した効果が得られないという話を漏れ聞くことがある。これは、生産計画が協働的であるという点に配慮が欠け、スケジューラと現場との相互関係をうまく生産計画システムに反映できないためと考えられる。具体的には、ERP 導入時の問題として、

- (i) 生産計画システムが高度かつ複雑なため、スケジューラがシステムの仕組みを理解しづらくなり、現場の声をコンピュータ（のロジック）に反映しにくくなる。
- (ii) システムが従来よりもより詳細な計画を一括して出力するが、これが、現場の計画の自由度（言い換えれば、現場の余裕）を従来に比べて大幅に下げってしまう場合がある。

などが挙げられよう。たとえ現場に不評であっても現状を変えなければ企業が生き残れず、変えたもとでは ERP の計画が高い生産性を達成できるのであれば ERP 導入は必要であろう。しかし、すべての製造企業において自社のシステムを ERP に置き換えることが正しい選択とも思えない。スケジューラは、ERP の必要性判断や、必要と判断された場合にその導入を成功させるうえで重要な役割を演じることになるはずである。

5.3 システムダイナミックスを用いたモデル化

5.3.1 システムダイナミックス

インタビュー調査は多様な業種・規模を対象としたうえに，調査時間・内容も限られていたこともあって，スケジューラの共通的な思考パターンを細かいレベルでモデル化することは断念した．そこで，本研究ではスケジューラの行動を巨視的にとらえ，システムダイナミックスを用いてモデル化することを試みる．

システムダイナミックスは，多数の要素から構成される複雑で比較的規模の大きなシステムの振る舞いを，因果ループ図によって表現すると同時に，コンピュータシミュレーションによってその特性を分析する方法である．因果ループ図とは，システムを構成する要素間に存在する“原因と結果”の因果関係を見つけ出し，その関係を図的に表現すると同時に，数学的な関係を付けたものである．“ループ”という言葉は，多くのシステムが複雑な因果関係を有しており，複数のループがその中に見いだせることを意味している．システムダイナミックスは，社会システムや企業経営など，人間がシステム内の主要な要素であり，原因と結果に必ずしも明示的な定量的関係が見つけれらるとは限らない場合などに用いられている．

5.3.2 モデル化の目的

スケジューラの思考パターンを明らかにしたいという動機には，後続する研究において，スケジューラに対する効果的な意思決定支援のあり方を研究したいとの考えがあった．しかしながら今回のインタビュー調査を通じて，スケジューラの役割のモデル化も重要であると考えに至った．これは，スケジューラの担う役割の重要性が必ずしも正しく評価されていないのではないかと調査を通して感じられたことにある．企業によっては，生産管理システムを充実させることで担当者の数を減らしたり，特定の個人に依存しにくいシステムを構築したいと考えているように受け取られた．確かに，スケジューラは製造活動を直接行っているわけではない．需要が安定しており，生産活動も計画通りに行える環境では，スケジューラのノウハウに頼る部分が少なく，コンピュータに多くの決定権を引き渡すことは妥当であろう．研究者もそのような環境を暗黙的に仮定し，種々の最適化技法などの提案に努力している．

その一方で，スケジューラが様々な可能性を視野に入れつつ，現場との情報交換も行っただけで決定した生産計画が順調に機能しているとき，本人以外はスケジューラの役割の重要性を正しく把握できていないかもしれない．有能なスケジューラとは，たとえば，業務時間中には暇そうにしているけれども，実際には事前に様々

な可能性を検討しており、現場で起こる様々な事象がトラブルとならないような事前手配を行っている人である⁵。このような有能なスケジューラの役割を正しく認識することなくコンピュータに置き換えようとする、大きなトラブルを招く恐れがある。スケジューラがどのくらい有益な活動を行っているのかを、多少の正確性を犠牲にしてでも数学的な枠組みで評価できるようにすることは、スケジューラ自身にとっても、企業にとっても有益であると確信する。これはまた、スケジューラの技能の評価や、さらには管理技術の伝承といった内容へ発展的に展開できる可能性も秘めている。

5.3.3 協働的生産計画のモデル化のための設定

これまで述べてきた内容と重複する部分もあるが、協働的生産計画の構成（図5.1）を踏まえて以下のような環境を考える。

1. 日々の生産性を向上させる（言い換えれば、できるだけ残業をしないで多く処理する）ために、スケジューラは以下のような活動を行う。
 - 生産計画システムに蓄えられている情報と計画ツールを使って、納期を満たしつつ生産システム全体を効率的に運用しうる計画を立てる。また、情報のメンテナンス（更新）も適宜行う。
 - その際、コンピュータに入力されていない種々の情報を、営業部門や製造現場と情報交換して入手し、必要に応じて計画に反映させる。すでに指示済みの計画についても適宜変更を行う。
 - さらに、スケジューラが必要と判断したときには、生産計画を現場に事前に示し、現場からの適切な助言を求める。
2. スケジューラと現場との情報交換がもたらすメリットとして以下のことが考えられる。
 - 現場にとって効率的な処理となる計画を提言できる機会となる。（言い換えれば、現場の実情を無視した計画が引き起こす効率悪化を避けることができる。）
 - 現場が事前の準備をすることができる。これにより無駄な口入を削減できる可能性がある。

⁵McKay, K. N. and Wiers, V. C. S., Practical Production Control: A Survival Guide for Planners and Schedulers, J. Ross Publishing, Inc., 2004.（邦訳：中野一夫・西岡靖之（監修），「生き残るための生産管理マネジメント」，日経 BP 社，2005.）

- 自分達の意見が取り入れられることでやりがいを感じ、生産性向上につながる可能性がある。
3. ただし、製造現場の職長は自分自身の職場にとって都合のよい計画はかなりよくわかっていても、部門をまたがった全体最適化には必ずしも長けていない。よって、必要以上に現場の声を聞きすぎることは、工場全体の生産性向上の観点からは適切であるとは言いがたい。たとえば、職長は、自分の計画の自由度を高めるために、そして自身の担当職場内のトラブルが他の職場や工程に与える影響を小さくするために、余裕を大きめに確保したいと考えるであろう。しかしながら、スケジューラがそのような要求をすべてそのまま認めてしまうと、工場全体でのリードタイムが必要以上に長くなってしまふ。どの程度まで現場の意見を取り入れるかの判断力がスケジューラに要求される。

図 5.3 は、製造企業の内外に存在する種々の不確実性によって、適切なアプローチが異なりうることを説明している。ここで縦軸の不確実性は非常に広い意味で用いており、たとえば特急ジョブの到着のしやすさや、加工時間のばらつきの大さきさ、不良品の発生率、作業者の欠勤率などを総称している。その程度が小であるか大であるかの明確な線引きはできないが、この不確実性の度合いが低ければ、生産計画システムの計画能力を高めると同時にすべての情報をコンピュータに入力し、生産計画システムに組み込まれているロジックによって適切な生産計画が求めれば、スケジューラはそれをそのまま現場に指示すればよいであろう。一方、不確実性の度合いが高まるに従って、生産計画システムだけでは適切な計画が求めにくくなり、計画通りの運用も難しくなるため、協働的な生産計画の重要性が高まると考えられる。

なお、この図には含まれていないが、生産計画システムには多大な投資を要する場合もある。よって実際には、投資額と期待される効果という視点からも、アプローチの適切さを議論する必要がある。

5.3.4 基本モデルに対する検討

ここでは、スケジューラを中心とした協働的な生産計画によって、現場との情報交換により、より精度のよい負荷計算ができるとともに、現場の視点からより効率のよい生産計画への変更を依頼したり事前準備を行うことで、結果的に作業効率が向上すると仮定した場合の基本モデルを示す。モデルならびに結果の詳細は付録に添付している論文も参照されたい。

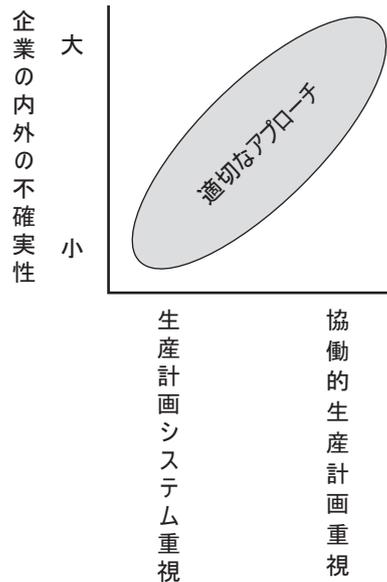


図 5.3: 不確実性の度合いによるアプローチの使い分け

図 5.4 は、この仮想的な製造企業における協働的生産計画の因果ループ図を示している。スケジューラは、営業部門から届けられる受注情報に基づき、生産現場に流す仕事の量を決定する。この際、多くの注文があれば流す量も多めに、受注が少なめであれば流す量も少なめにと、受注量のある一定割合となるようにする。ただし、あまりに多くの量を流すと残業生産を強いることになり、品質問題が生じる恐れもあるため、上限を設けている。この部分は図 5.4 で“流す割合”から“注文のプール”への実線の有向枝で示されている。矢の終端に書かれた“-”（マイナス）の記号の意味は、流す割合を増やすと注文のプールの量が減ることを意味している。一方、“注文のプール”から“流す割合”への破線の有向枝は、流す割合の決定に際し、注文のプールにある量を参考に行っていることを意味する。この、“流す割合”の決定に際して参考に行っている値 L_h は、受けた注文を現場に流すまでの平均リードタイムである。

生産現場では、計画リードタイム（図中の L_m ）に基づき日々の処理要求量が与えられるが、生産能力に対して処理要求量が少なければ、将来の残業を避けるために、追加で処理を行うことを要求する。この際、スケジューラは過去の実績等から予想作業負荷を計算するが、過去の実績がほとんどない製品については、精度のよい負荷計算が困難であると仮定する。また、実際の製造現場の状態は、仕掛状態や機械・作業者のコンディションなどによって変化し、予定した時間にすべての作業を完了できるとは限らないと仮定する。

協働的生産計画の環境のもとでは、スケジューラが現場に出向いて様々な情報

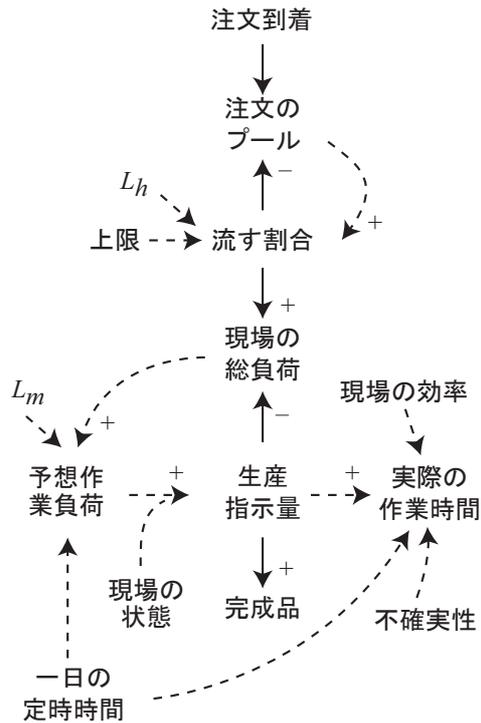


図 5.4: 仮想企業での因果ループ図

を収集し、現場と意見交換を行うと同時に現場の協力を最大限得るように活動することで、作業負荷の見積りの精度が向上し、また現場の作業効率も高まると仮定する。シミュレーションによってそのレベルをいくつか設定して検討したところ、協働的活動を行わなかった場合（すなわち、スケジューラが単独で計画した場合）、作業負荷がほぼ正確に事前に分かるという場合に比べて総残業時間が約2倍となった。しかしながら、負荷の見積り精度が向上すると、総残業時間が約30%減少し、さらに現場の生産性が3%向上すれば、作業負荷がほぼ正確に事前に分かる場合とほぼ同じ総残業時間となった。この結果より、スケジューラを中心とする協働的生産計画の効果を総残業時間の削減という結果で評価することができた。

5.4 まとめ

本章ではインタビュー調査の結果を踏まえ、協働的生産計画が多くの企業で実際に用いられている方法であることと、その中でのスケジューラの果たす役割の重要性を論述した。また、インタビュー調査結果に基づくスケジューラの思考・行動のフローと関連する情報を対応付けた思考パターンを提案した。最後に、スケジューラの役割のモデル化が重要であるとの考えに基づき、システムダイナミッ

クスに基づく協働的生産計画のモデル化の考え方と基本モデルの説明ならびにシミュレーション結果を概説した。

第6章 結論

本研究では、製造企業の生産スケジューリングの担当者を訪問し、実務で使用されている生産計画システム、計画手順やスケジュールの評価尺度、計画と実際の一一致の度合いやスケジューリングの難しさなどについて聞き取り調査を実施した。10社からの回答内容にその他の調査で得られた内容も含めて検討したところ、スケジューラを中心とした協働的な生産計画が多くの企業で採用されていることが明らかとなった。具体的には、スケジューラが生産計画システムを使って計画を決定する際に、営業部門の担当者や現場作業者と密に情報を交換していること、また、詳細な計画決定は現場の職長に適宜委ねつつ、工場全体としての高い生産性実現に向けて腐心していることが明らかとなった。このことは、スケジューラが「現状の正確な把握」「計画作成」「評価」という手順を何度か繰り返すことで、必須要件を満たしつつ、運用時に問題が生じにくい計画を見つけ出そうとしていることを示している。この思考・行動のフローに必要とされる代表的情報を列挙し、これらを整理してスケジューラの基本的な思考パターンとして提案した。最後に、スケジューラの役割の重要性が必ずしも正しく評価されていないとの問題意識に基づき、システムダイナミクスによるスケジューラの振る舞いのモデル化を行った。簡単な設定のもとでのシミュレーション実験より、スケジューラが現場との情報交換を密にしていることの重要性が数値的に明らかとなった。

今後の研究では、本研究で提案した思考パターンを受注環境、生産品種や製造工程の特徴、使用する生産計画システム、さらにはスケジューラの経験などに基づいて個別に具体化するとともに、その詳細モデルから再び全体的な思考パターンの検討を行うことが必要とされる。また、システムダイナミクスに基づくスケジューラのモデルについても、実際の製造企業の協力をいただき、モデルの構造やパラメータの設定を検討して、モデルの説得力の向上に努める必要がある。

本来ならばスケジューラの思考パターンを踏まえた意思決定支援システムのプロトタイプも作成すべきであったが、力不足でその段階に至らなかった。ただし、本研究課題と同時に行っていた別の研究プロジェクトで、意思決定支援システムの開発を実際に行った¹。このシステムはレイアウト決定の支援を目的としており、

¹遠藤健嗣，長野聡，波下信明，“経営工学実践問題研究会による対話型レイアウト決定支援ツールの開発事例—管理技術伝承のための産学連携の取り組み—”，経営システム，Vol. 16, No. 6, pp. 393-400 (2007).

スケジューリングとは異なるが、実務者から高い評価を得ている。このシステムの開発を通して得られた知見は、スケジューリング支援システムにも活かせるものと考えている。

謝辞

本研究の遂行にあたっては、多くの方々から本当に貴重なご意見をいただきました。特に、インタビュー調査に際しては、各企業ともお忙しいなか、ご担当の方々をはじめ、関係部署の方々にもご同席いただき、懇切丁寧にご回答いただきました。製造現場をご案内いただいたり、さらには調査項目を大幅に上回る詳細な情報のご提供をいただいた場合もありました。面識のない研究者の厚かましいお願いに対し、快く調査にご協力下さいました皆様方にここに改めて深く御礼申し上げます。

本来ならば、インタビュー調査に御協力いただいた方々のお名前をここに記載させていただくことで御礼を申し上げるべきではありますが、企業の匿名性が失われてしまう恐れがあるため、心苦しくも、各企業の主要製品を列挙させていただくことで替えさせていただきます。

寝具，食品（2社），金属加工品，一般機械機器，家具（2社），農・林業用機器，スポーツ関連用品，ダイカストや印刷機器。

また、大手金属メーカーの研究員の皆様からはインタビュー調査に先立ち、貴重な助言をいただきました。ケーブル製造企業の方には、現場見学と生産計画システムに関する意見交換の機会をいただきました。広島地域の食品メーカーの皆様からは、食品という製品を扱うことの大変さについて多くのことを学ばせていただくとともに、使用されている生産計画システムを詳しく紹介いただきました。工場見学会や学会・研究会、また青山学院大学総合研究所 eLPCO の TF21 事業創造戦略研究部会でも説明者や参加者から示唆に富んだ話をいただきました。個々にお名前を列記することはできませんが、併せて深く御礼申し上げます。