

IVI 先進研究分科会ホワイトペーパーVol.07

経営と現場をつなぐ KPI 研究分科会

経営と現場をつなぐ KPI 設定手法

トレードオフの解決と設定プロセス検証

2021年6月30日

IVI

一般社団法人

インダストリアル・バリューチェーン・イニシアティブ



1. はじめに.....	1	3.4. 伊藤レポート調査.....	12
1.1. 本書の目的.....	1	4. KPI のトレードオフとその解決方法.....	13
1.2. 対象読者.....	1	4.1. KPI 間のトレードオフ.....	13
1.3. 関連ドキュメント.....	2	5. 経営と現場をつなぐ KPI の設定プロセス.....	15
1.4. 用語の説明.....	2	5.1. KGI と KPI の関係.....	15
2. KPI マネジメントの課題と経営手法.....	4	5.2. KPI の設定プロセス.....	16
2.1. 現状の課題.....	4	6. 伊豆技研工業における PoC.....	17
2.2. 先行事例研究.....	5	6.1. 方針・スコープと KGI 目標の設定.....	17
2.2.1. オムロン ROIC 経営.....	5	6.2. KGI/KPI ツリーと考えられる方策.....	18
2.2.2. 京セラアメーバ経営.....	5	6.3. KPI の計測.....	20
2.3. スタディからの考察.....	6	6.4. ロジック定式化・定量判断.....	21
2.3.1. 課題に対する経営手法の比較.....	6	6.5. PoC 結果と考察.....	22
2.3.2. 考察.....	7	7. おわりに.....	24
3. KPI の体系化.....	9	7.1. まとめと考察.....	24
3.1. 体系化の意義.....	9	7.2. 今後の課題.....	25
3.2. 一般化した KGI/KPI ツリー.....	10	著者およびメンバー.....	26
3.3. SDGs, ESG と KPI ツリー.....	11		

Appendix 1 KPI のトレードオフと解決策

Appendix 2 伊豆技研工業 PoC における方策別定量評価



一般社団法人

インダストリアル・バリューチェーン・イニシアティブ

1. はじめに

1.1. 本書の目的

本書は、IVI 先進研究分科会「経営と現場をつなぐ KPI 研究分科会」の成果物であり、研究会で実施した活動結果をまとめたものである。

本研究会の参加メンバーは、現場で管理する KPI と経営から求められる KGI はつながらない、つながりにくい現状があるという問題意識を共有していた。そこで、現場 KPI、経営 KGI の現状と課題を学び、つなげることの意義を明らかにすることを目標に、2018/7～2021/6 の3年間にわたって下記のような活動を行った。

- 企業経営の理念を学び、KPI との関係を考察
- 各企業がかかえる KPI の悩みを共有、課題として整理
- つながる必要性のある KPI、つなげる施策の理論づけ
- ケーススタディによる KPI をつなぐ仕組みの実証

本書では、これらの活動結果を全7章にまとめている。2章では既存手法の調査結果について述べ、3章では KPI の体系化とその必要性について、4章では実践上必須となるトレードオフの解決方法について述べる。また、5章ではトレードオフの解決策として経営と現場をつなぐ KPI の設定プロセスを提案し、6章では伊豆技研工業での PoC を通じた有効性の検証と考察について述べる。

1.2. 対象読者

本書の対象読者は、経営層から、製造部門長、管理者などの中間層、ラインリーダーなどの現場層に至るまで、製造部門の KPI 設定・運用に関与するあらゆる層を想定している。

本分科会では、現場 KPI の設定に関して、次のような To-Be 像を意識して活動を行った。特にこれらの点に問題意識を持っている方にとって、本書が参考になれば幸いである。

- 経営 KGI として設定された目標を現場 KPI に落とし込む事が出来る様になる
- 改善活動の成果が現場 KPI に反映され、経営 KGI に表れることで、現場活動の結果が評価される
- 外部環境の変化の影響を察知し、経営 KGI の変化に基づいて現場がタイムリーに対応できる

1.3. 関連ドキュメント

1. 伊藤レポート 2.0 「持続的成長に向けた長期投資(ESG・無形資産投資) 研究会報告書」(2017/10/26)
2. IAF ホワイトペーパー 「KPI インフォメーションモデル規定に関する白書 - 生産システムへの KPI(ISO22400) 適用検討」(2017/10/1)
3. IVI 「つながるものづくりの実現戦略 IVRA-Next」(2018/3/1)

1.4. 用語の説明

KPI (KPI : Key Performance Indicator)

一般には「重要業績指標」などと訳されるが、本書では生産現場の状態を表す様々なパラメータを指しており、必ずしも Key でないものも含む。

KGI (KGI : Key Goal Indicator)

経営方針・スコープに基づき定められる、活動のゴールとなる達成目標。

KGI/KPI ツリー

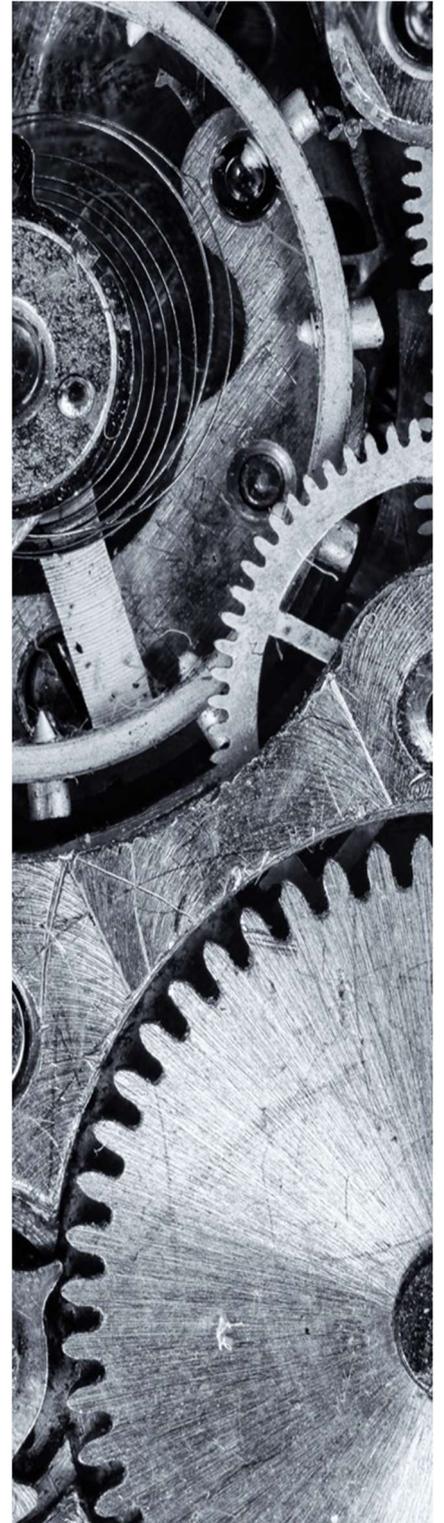
KGI に作用する KPI の関係性を表したツリー

KPI に基づく方策の定量評価値

KPI の計測結果に基づき、方策の妥当性を定量評価し、どの方策を採用するか意思決定するための数値。ロジックに基づく計算結果として求められる。

重点 KPI or 現場 KPI

方策の実現手段として、目標を定めて達成に向けて努力するための、現場レベルの日常の活動に結びついた KPI。たとえばあるラインの1日あたりの出来高など。工場全体のコストは現場レベルの日常活動では直接意識しないので、重点 KPI ではない。



2. KPI マネジメントの課題と経営手法

2.1. 現状の課題

“現場 KPI がつながらない”現況の課題について、本研究会メンバーの企業における状況をヒアリングし、図のような V 字モデルで表現した。図の縦軸は企業活動の階層（経営層・中間/管理層・現場層）で、横軸は活動の時間推移（目標設定～現場改善活動～結果評価）を示しており、図 2.1 の赤枠に課題をマッピングした。課題として経営層の指標 (KGI) では経営理念（フィロソフィー）や目標設定の在り方、現場層の指標 (KPI) では指標の設定基準があいまい、現場に経営情報が伝わっているか、経営の問題と現場の抱える問題にギャップがあるなどがある。さらに評価においては、現場層では改善効果の測定ができるものできないものがあり精度が異なる、拠点間での実力差がある、また経営層では現場改善効果がつながらない経営層の評価のあり方を取り上げた。このように経営と現場の指標の目標設定、そして結果評価における課題を整理した。

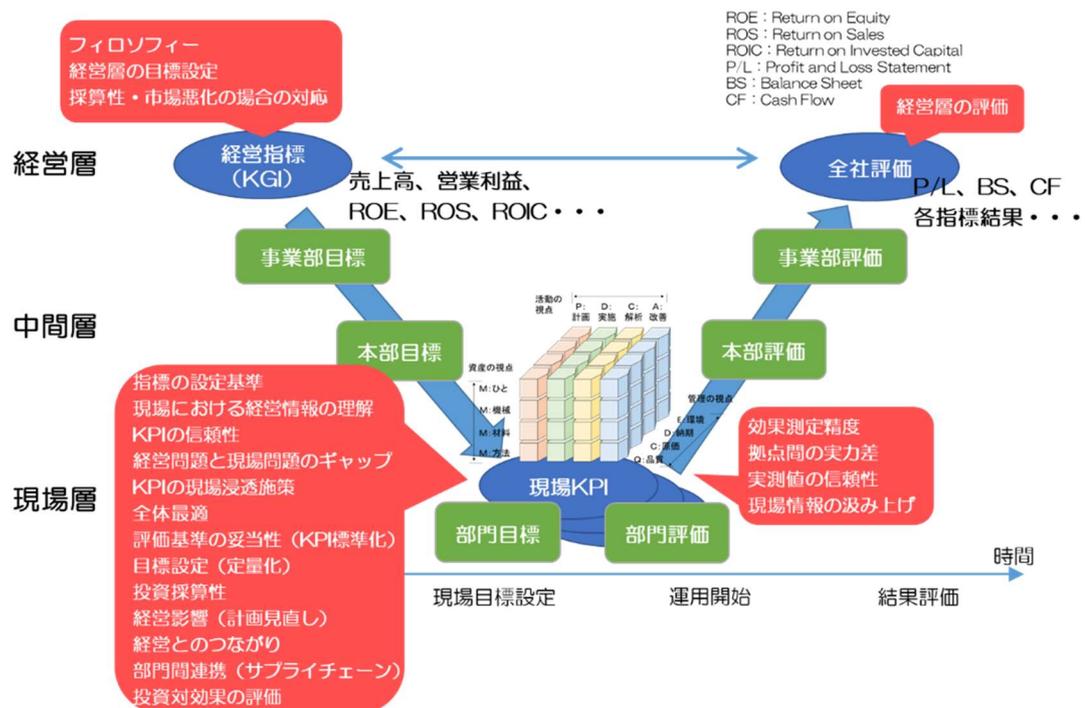


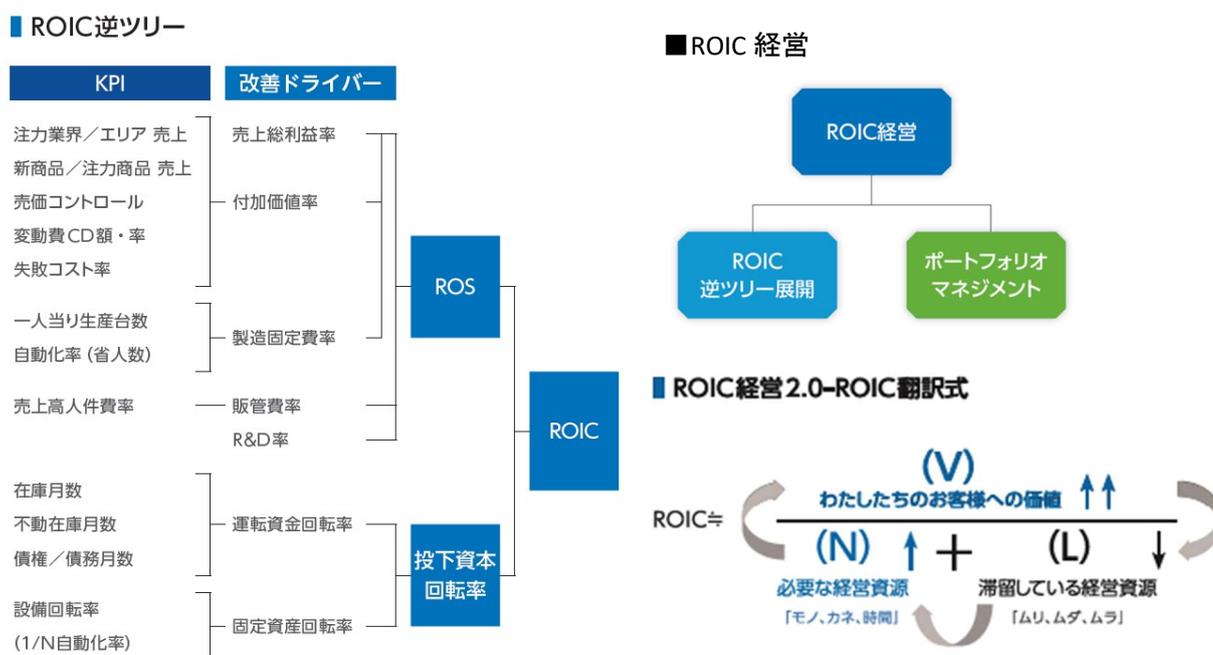
図 2.1 現状課題の整理(V字モデル)

2.2. 先行事例研究

現場の KPI がつながらないという課題に対しどのように解決しているのか、2つの企業経営のケースを取り上げスタディした。

2.2.1. オムロン ROIC 経営

オムロンの ROIC 経営は事業特性が異なる複数事業の収益性を公平に評価し、また経営資源を最適配分することを狙っている。その特徴として「逆ツリー」と「ポートフォリオ」で構成されており、特に「逆ツリー展開」は ROIC をより細かな KPI として現場の活動と連鎖させるものである。各事業の構造や課題に応じた ROIC の改善の強化項目と KPI を設定している。実際に各部門で KPI を ROIC につなげることで、現場レベルで ROIC 向上が可能となっていると言える。また、ROIC1.0 では ROIC 向上のために投資を抑制することにより縮小均衡につながるという問題があった。これを回避するため重視すべき指標を明示した ROIC2.0 (図 2.2) が提言され、現状にそった見直しも実施している。



出典：オムロン総合レポート2018
<https://www.omron.co.jp/ir/irlib/pdfs/ar18j/ar2018j.pdf>

図 2.2 オムロン ROIC 経営のイメージ

2.2.2. 京セラアミーバ経営

京セラのアミーバ経営は一部の経営トップのみが行うのではなく、全社員が関わって行すべきとした考えのもと、全員が経営参画する経営管理システムである。その特徴はアミーバと呼ばれる小さな組織に分解し、それぞれのアミーバにおいて役割と責任を明確化して独立採算をとっていることで、指標は全社共通の“時間当り採算”である。時間当り採算は、稼ぎから経費を除いた差し引き収益を時間で割ったもので、時間当りにどのぐらい付加価値を生み出したかを評価する。そのため、アミーバ間の取引も時間当り採算

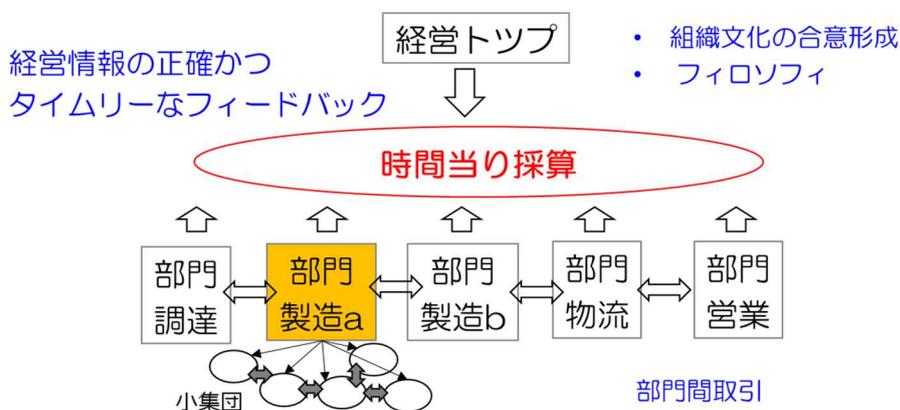
に組み込まれ、全てのアメーバで収支決算が行われ、それが全社の経営指標となっている。京セラにはアメーバ経営を支える経営哲学“フィロソフィー”があり、管理者から現場のパートさんまで教育によりこれを浸透させ、経営に関わりをもつ仕掛けを持っている。

- 一人一人が主役
- 個の人間尊重
- 売上げ最大で経費を最小に
- 自部門を守り同時に立場を超えた経営判断

全員が経営参画する経営管理システム

- 非常に小さな組織で独立採算（役割・責任の明確化）
- 収支決算は全社共通「時間当り採算」
- タイムリーで正確な経営情報

時間当り採算
 儲け：総生産高－経費
 働いた時間



出典MONOist： 2014年09月12日 [堀直樹/KCCSマネジメントコンサルティング
<https://monoist.atmarkit.co.jp/mn/articles/1409/12/news005.html>

図 2.3 京セラアメーバ経営のイメージ

2.3. スタディからの考察

2.3.1. 課題に対する経営手法の比較

V字モデルに示した課題から①指標の設定基準、②現場における経営情報の理解、③経営問題と現場問題のギャップの3つを重要課題として抽出し、スタディした経営手法での対応についてそれぞれ検討した。

①指標の設定基準

アメーバ経営: “時間当り採算”の全社共通がある。

ROIC 経営: 現場で ROIC に結びつく KPI にブレークダウンしている。

どちらケースも KPI の設定が経営 KGI とのつながりを持てるしくみがあると言える。

②現場における経営情報の理解

アメーバ経営: 現場までもが統一指標として理解できるような教育と常に経営情報を提示している。

ROIC 経営: 逆ツリー展開で経営指標の理解が進められている。

③経営問題と現場問題のギャップ

アメーバ経営: 各アメーバから出された数値の和となるのでギャップは生じない。

ROIC 経営: ROIC 経営 1.0 で生じていた利益最大には必要な投資までも縮小するような問題を ROIC 経営 2.0 では改善しているという点でギャップ解消につながっていると言える。

表 2.1 アメーバ経営と ROIC 経営の比較

課題		アメーバ経営	ROIC 経営
指標の設定基準	<ul style="list-style-type: none"> ●経営指標向上の中間目標のための現場KPI設定が困難 ●部門独自のKPI設定は局所最適で全体最適につながらない 	全社共通指標として「時間当り採算」	事業目標でROICからブレークダウンしたKPIを設定
現場における経営情報の理解	<ul style="list-style-type: none"> ●現場KPIの施策と経営目標値との関連があいまいなまま改善が進む ●経営まで考えた現場KPI設定できていない 	統一指標は誰もが理解しやすい 経営状況をオープン・タイムリーに提示	ROIC逆ツリー展開により、現場KPIと連携
経営問題と現場問題のギャップ	<ul style="list-style-type: none"> ●経営指標の売上やコストと現場改善施策と直接リンクしない ●経営層のKGIが現場に落としこまれていない 	全社の経営数値は部門の経営数値の和	ROIC1.0の縮小均衡等の問題を2.0では改善

2.3.2. 考察

上述の2企業についてのスタディから学んだことを考察としてまとめた。

【アメーバ経営から学んだ事】

- ・部門間の調整を解決し、全体最適を図るための重要なフィロソフィーが根底にある
- ・経営と現場が全社統一の1つの指標(時間当り採算)でつながっている
- ・全員経営者教育による理解の浸透で一体感をつくり、モチベーション向上の工夫もある
- ・部門間取引に関する取決めや取り締まりの監査機能が必要で、運用面での難易度は高い

【ROIC 経営から学んだ事】

- ・事業部間での横並び評価が客観的な数値で比較できる
- ・現場管理者まで KGI/KPI の意識が浸透し、現場視点のみならず顧客起点の発想もできる

- ・事業部内の KPI 展開(逆ツリー展開)は事業部に委ねられている
- ・ROIC 経営 2.0 では投資は抑えず縮小均衡を防ぐことを狙う

2つのスタディからわかったように企業には経営理念やフィロソフィーがあり、経営層はそれに従い戦略を立案して企業を運営し、現場もそれに従ってオペレーションを行っている。経営目標を数値で表したものが KGI であるが、経営理念をそのまま定量化できるわけではなく、経営戦略に基づき管理指標に落とし込んだ目標値となる。また、現場のオペレーションのレベルを表すのが KPI であるが、KPI だけで現場のオペレーションを描き切れるものでもない。そして同じ企業内でも事業部や製品が異なれば、現場の特性が異なるため、KPI の設定や運用が異なる。さらに一部の KPI にはトレードオフがあり、KGI からのブレークダウンは一意的にできるものではない。このように、同じ経営理念やフィロソフィーがベースにあるとしても、KGI と KPI を上手くつなげることはやはり難しい。そこでいろいろな経営手法や管理指標があり、例えばアメーバ経営ではどの階層も一つの同じ指標「時間当たり採算」で全員の意思統一を図っている、ROIC 経営では ROIC 逆ツリー展開で ROIC を達成するための KPI を設定して各事業の意思統一を図っている。本分科会では、さらに KGI と KPI のつながりを表現する方法を検討した。



3. KPI の体系化

3.1. 体系化の意義

企業が経営戦略に基づき経営目標を設定し、その進捗状況を検証するうえでは、企業独自の KPI を設定し、財務指標だけでなくビジネスモデルや戦略、ESG などとの関係を明確化する **KGI/KPI ツリーの体系化**が重要である。これを描くことで、経営課題に対する方策を見出すことにもつながる。

5.2. 戦略的 KPI の設定

前項(4.)で述べた戦略に沿って経営計画を策定し、進捗状況を検証するために、企業独自の KPI を設定することは極めて重要である。KPI 設定に当たっては、企業全体としての価値創造に関連する指標 (ROE、ROIC 等)と独自 KPI が連結するように設計することが重要との指摘もなされた。このような企業独自の KPI を投資家への開示や対話に用いるためには、自社のビジネスモデルや戦略、持続可能性にとって重要な ESG や無形資産等のインプットと成果(アウトプット)の関係性を明確に示すことが重要である。

伊藤レポート 2.0「持続的成長に向けた長期投資(ESG・無形資産投資) 研究会報告書」(2017/10/26)より抜粋

先日(’21/4/22~23)、開催された「気候変動サミット」に於いても、主要国は 2030 年に向けた温暖化ガスの排出削減目標を相次ぎ打ち出し、日本は 13 年度比で 46%減らすと表明した。この実現に向けては、再生可能エネルギーの導入拡大など実効性をどう確保するかが課題となる。また、30 年の排出削減目標は 50 年実質ゼロの中間目標となる。

これらの動きは、従来、先進国企業が重視してきた経営指標 (ROE、ROIC 等)とのバランスを取ると言うよりも、これらの企業が果たすべき責任として、企業存続の前提条件になりつつある。本サミットにおいても、バイデン氏は会議冒頭で、「今後 10 年で気候変動危機による最悪の結果を避けるための決断をしなければいけない」と呼び掛けている。尚、本研究会ではこの部分を十分取り込めていない事をお断りしておく。

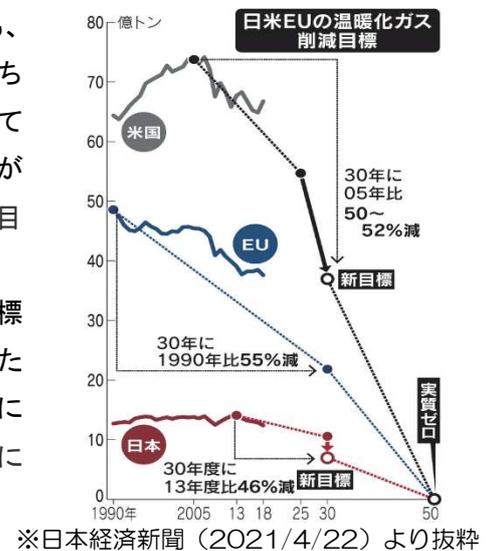


図 3.1 温暖化ガス排出削減目標

3.2. 一般化した KGI/KPI ツリー

下記に、本研究会内で検討した、「一般化した KGI/KPI ツリー例」を示している。これは、一例であり各社で経営方針・目標から KGI を特定し、KGI/KPI ツリーを作成していく事が必要となる。

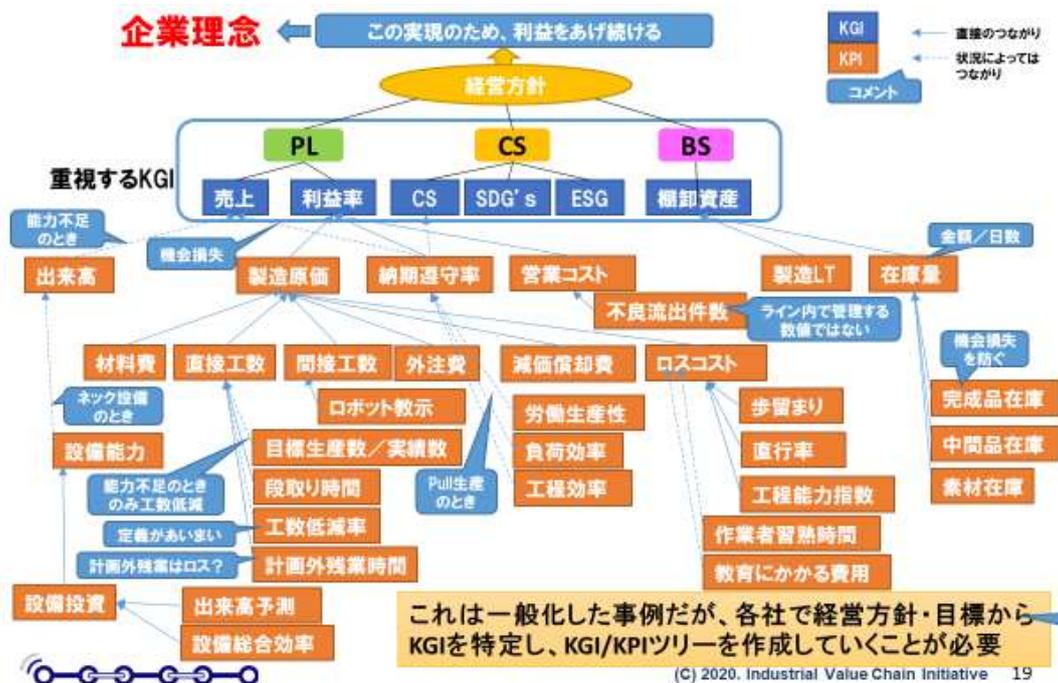


図 3.2 一般化した KGI/KPI ツリー一例

上記は、一般的な製造業を対象に検討を行った結果であるが、どのような KGI を設定するかについては、それぞれの企業が置かれた経営環境によっても大きく異なる部分がある。また、これらを決定するうえでは、「企業理念」が非常に重要となる。2 章でスタディ結果を簡単に報告しているが、調査対象の一つである「京セラ」については、素晴らしい管理手法を十分に機能させるうえで、稲盛氏の企業理念が欠かせないものになっていると考えられる。これらは、一律に管理手法を真似れば実現できるものではない事を物語っている。

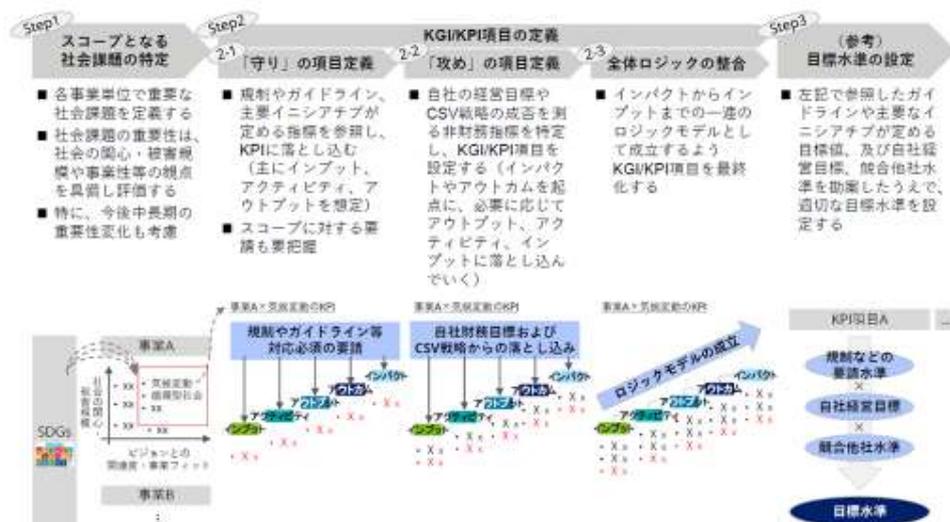
今回は、CS (CS、SDG's、ESG) の観点についての深堀が出来ていないが、KGI/KPI の連動においては、「PL、BS のバランス、トレードオフ」についても検討を行った。この点は、4 章に述べることとする。

3.3. SDGs, ESG と KPI ツリー

本研究会では、今後の検討課題と認識している「SDGs, ESG と KPI ツリー」について、モニターデロイト様のご協力を頂き勉強会を開催したので、ここで簡単に紹介させて頂く。

モニターデロイト様からは、「ESG は投資判断に利用されるため経営上非常に重要で、社会価値と経済価値の両面から KPI を設定することが必要」とのコメントを頂いている。また、「サステナビリティ KPI 定義の考え方」として、下記に示すプロセスの紹介も頂いた。これらは、今後の KPI 分科会の検討課題としていきたい。

ESGは投資判断に利用されるため経営上非常に重要で、社会価値と経済価値の両面からKPIを設定することが必要



Monitor Deloitte 「SDGsが問いかける経営の未来」サステナビリティKPI定義の考え方」講演資料(2020/9/3)より抜粋

(C) 2020, Industrial Value Chain Initiative 20

図 3.3 SDGs, ESG と KPI ツリー

3.4. 伊藤レポート調査

今回の KPI 分科会を進めるにあたり、過去に KGI/KPI の連携についてどのような事が考えられていたかを把握するために、少し古い「伊藤レポート」を調査した。伊藤レポートでの提言は、経営視点で中長期的にイノベーションと高収益性を達成するためには下記の要件が必要と述べている。

- 企業と投資家が協創し、持続的な企業価値の向上を目指すべき
- 資本効率を意識した経営を行うため、中長期的な ROE 向上を目指すべき(目標:8%)
- 企業と投資家の関係性を構築するため対話を重視するべき

また、2014 年 8 月に伊藤レポートの第一弾が発行され、その後、2017 年 10 月にその第二弾となる「伊藤レポート 2.0」が発行された。伊藤レポート 2.0 では、「企業が稼ぐ力を上げるために、人材・技術・ブランドなどの無形資産や ESG 投資など、財務情報にはない観点が重要である」、という見解が示されている。

この中で、KGI と KPI の連携に関する見解を幾つか述べられておりそれらを下記に抜粋した。そこでは、経営指標の一つである ROE を現場に落とし込む必要性を述べる一方で、社内の論理を優先した他指標を掲げる事にも言及しており、経営指標(KGI)と現場指標(KPI)が一貫性をもって運用されているとは言い難い実情も示している。

多くの日本企業の経営者はIRの機会などで投資家に対してROE(自己資本利益率)やEVA(経済的付加価値)等の資本市場が重視する指標について語るようになった。一方で、社内ではそうした経営指標に言及することなく、社内の論理を優先したり他の指標を掲げたりする、いわば言語を使い分ける傾向が強くなった。

ROEの向上は確かに経営者の責務であるが、それを各種指標に分解し、現場にまで落とし込むことによって、現場の高いモチベーションを引き出すことも重要である。現場力を伴ったROE向上こそ日本の経営スタイルに適合する。それは「日本型ROE経営」ともいえる。

企業側はROEを重要な指標として認識しているが、必ずしも最重要視しているわけではない。実際の経営目標として現場に落とし込みにくいことや(無借金経営を是とする考え方もあって)レバレッジの考え方が馴染まないことが理由として挙げられる。

ROE等を現場に落とし込む(論点3.2)

ROEを事業の利益率や資産の回転率等に要素分解して自社にあった形で現場の目標に落とし込むことも重要である。その際、資本利益率を念頭に置いて個々の事業を評価するため、ROIC(投下資本利益率)等を活用することも有益である。ROEを社内目標に落とし込み、投資家との対話において企業の経営戦略を表現する上で、こうした具体的な例(要素分解した目標やロジックツリー等)を用いることも重要性が高い。

投資家側も、ROEを押し付けるのではなく、企業が事業活動の現場に具体的に落とし込めるように、ROEを高めるための投資判断、製造リードタイムの短縮、在庫の短期化、歩留り改善等に分解して共通理解を促す努力をすべきである。

図 3.4 伊藤レポートからの抜粋

4. KPI のトレードオフとその解決方法

4.1. KPI 間のトレードオフ

本研究会の議論では、KGI/KPI ツリーによりピックアップした KPI の中には、しばしばトレードオフの関係にあるものがあること、その場合にどのような考え方にに基づき KPI を設定すべきかが議論となった。本章では、トレードオフの関係にある KPI 事例を示す。表 4.1 は、議論の中で出てきたトレードオフの関係にある KPI の例である。

表 4.1 トレードオフにある KPI

No	KPI1	KPI2	内容
①	生産性 PL	在庫数（量or在庫金額） BS	生産性を上げるために必要以上の生産を行った場合に在庫数が増大する。必要な数の精度が上がると在庫数が減るが、生産性は悪く見えてしまう。
②	製造コスト PL	在庫金額 BS	販売量が計画未達の状態でも、生産部門は製造コストを下げるために生産を行い、結果的に商品在庫が増加する。
③	利用効率 PL	在庫回転率 BS	設備の手待ちを削減するために十分な工程間在庫を確保すると、在庫回転率が低下する
④	設備稼働率 PL	在庫金額 BS	販売量が計画未達の状態でも、設備稼働率を上げるために生産を継続し、結果的に商品在庫が増加する。
⑤	設備等キャパシティの利用効率 PL	在庫回転率/リードタイム BS	製造キャパシティの稼働率の向上は、量産による（見た目の）コスト削減を生むが、在庫回転率、リードタイム短縮指標と相反する
⑥	設備稼働率 PL	ロットサイズ BS	段取り時間低減が難しい場合（熱処理や塗装など）は、ロットサイズを大きくして段取り回数を減らすことで設備稼働率を高める
⑦	エネルギー効率 PL	熱処理におけるロットサイズ BS	熱処理では、できるだけ大ロットに対して処理するほうがエネルギー効率は良くなる
⑧	バッチ装置の稼働率 PL	工程能力（スループット） PL	バッチ装置の場合、設備稼働率低下を懸念してバッチサイズに満たないまま着工すると、装置稼働率は向上するが、工程能力は下がる
⑨	トラックの積載効率 PL	出荷場における滞留時間合計 BS	JITを目指す場合、積載効率は度外視して多回輸送を行うが、輸送コスト低減を重視する場合はまとめ輸送を行う

No	KPI1	KPI2	内容
⑩	購入単価 PL	在庫回転率 BS	製造現場で在庫回転率を高めるために平均在庫数量を最小化すると、購入ロットサイズが小さくなり資材調達での購入単価が高くなる
⑪	単価低減 PL	在庫金額 BS 棚卸廃棄損 PL	調達部門で購入単価を下げるために、まとめ買いを行うと在庫金額が増加する。先々、需要が減少に不良在庫になる可能性もある。
⑫	製造コスト PL	納期遵守率 CS	需要変動に応じた生産を行う事により、段取り替えの増加、ライン稼働率低下、計画変更による間接工数増加等が発生し、製造コストが高くなる事がある。
⑬	調達コスト PL	調達リードタイム CS	調達リードタイムを短くすると特急料金などの超過コストが発生する。逆に調達リードタイムを長くなることで、サプライヤーの余力が出来、コストの低下が見込める。
⑭	欠品率（完成品） PL CS	在庫数（量or在庫金額） BS	完成品在庫販売の場合、欠品による販売機会損失を防ぐため、安全在庫を考慮して在庫を構えるので、トレードオフの関係になり易い。
⑮	顧客への納期遵守率 CS	完成品の安全在庫数 BS	客先要求が変動する場合には、納期遵守のために安全在庫が必要となる。
⑯	売上高 PL	在庫金額 BS	期末に売上目標を達成するために、売れ筋商品を押し込み販売すると、逆に売れない商品在庫が増加する。
⑰	上流工程の滞留時間 PL	下流工程の滞留時間 BS	中間仕掛りをどちらにカウントするかにもよるが、明確な生産計画がないと部門間でのトレードオフとなりうる
⑱	品質（製造）コスト PL	市場不良品率 CS	市場不良での修理コスト削減のため、製造で検査装置などを導入し良品率向上を図る場合、回収・修正によるコストよりも製造コストが高くなるケースがある

トレードオフの性質としては、1. 稼働率と在庫の相反①～⑨、2. 購入単価と在庫の相反⑩～⑪、3. 機会損失とコストの相反⑫～⑯ およびその他として分類される。

本研究では、上記中の複数のケースでトレードオフの解決策について考察し、付属資料(Appendix.1)としてまとめた。これら KPI は、KPI/KGI ツリーから根幹の KGI の種別により PL, BS, CS に大別される。双方が同じカテゴリに所属する場合(ex. 表 2.1 ⑧のように双方が PL に分類されるケース)は、最適化ロジックなどにより最適解を特定することも可能だが、相反する KPI の一方が PL で一方が BS に関連する場合などは、単純に比較することができない。このため、トレードオフは次のような考え方をを用いて整理することとした。

- 単純に比較できない評価項目(品質、リードタイム、コスト、投資額、リスクなど)を複数特定する
- 特定した評価項目それぞれに対し、方策が与える定量的な影響を分析する
- 評価項目それぞれの影響の大きさを、経営目標および KGI と照らし総合的に判断して取るべき方策を定める

5. 経営と現場をつなぐ KPI の設定プロセス

5.1. KGI と KPI の関係

目標としての KGI と目標達成のための運用上の指標としての KPI は親子関係にあるが、対象とするスコープによって定義が異なる。製造業の経営から現場までの各組織階層において、上位層で設定された KGI を達成するために、下位層で管理すべき指標を具体化する KPI を KGI/KPI ツリーに基づき設定する。

たとえば図 5.1 に示すような経営層、事業部門、現場で構成される粒度の組織階層においては、経営層と事業部門、事業部門と現場の 2 つの親子関係が存在する。前者では、経営層で経営判断に基づいて KGI を設定し、事業部門でその KGI の達成に寄与する重要指標をピックアップして KPI として設定する。後者では、その KPI を各事業部門の KGI として扱い、事業部門内の各現場に対する KPI を設定する。

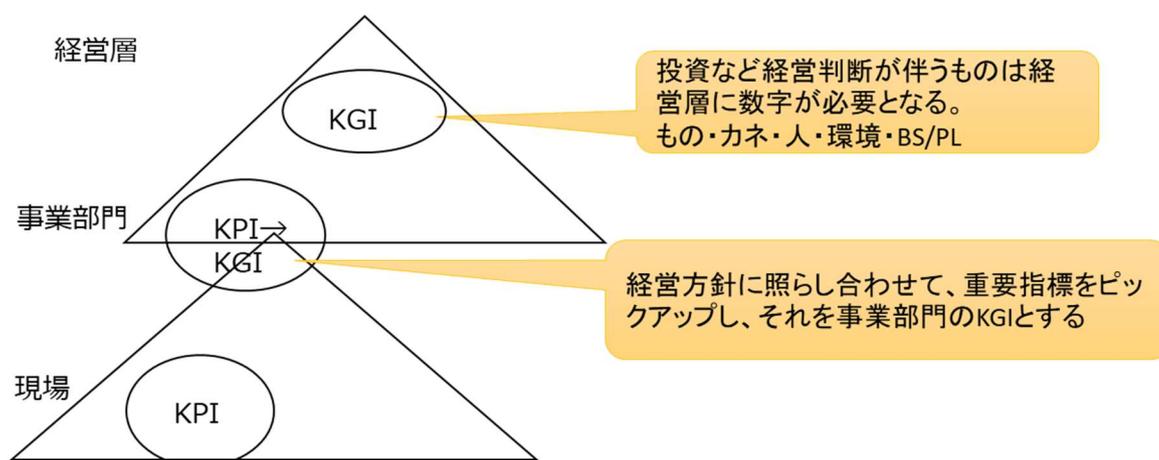


図 5.1 KGI/KPI ツリーの階層構造

5.2. KPI の設定プロセス

組織の各階層において上位層の KGI を達成するために、下位層で有効な活動を行えるようにするための KPI を設定する。本研究会では後述する PoC により有効性を確認した、KGI の設定からその達成のための活動までの KPI の設定プロセスを提案する。

KPI の設定プロセスでは表 5.1 に示すような項目を順に明確化しながら方策を決定し、実施する。以下に、提案するプロセスと各段階における検討内容を示す。

1. 課題に基づき「方針・スコープ」と目標とする KGI を設定
 - 組織階層にて達成すべき目標を分類して挙げる
2. その KGI に対して KGI/KPI ツリーを描いて、有効と思われる方策をピックアップ
 - 各目標に対して考えられる方策の候補を挙げ、具体策を検討する
3. 方策に關与する KPI を実際に計測
 - KGI/KPI ツリーから目標に關係する KPI を抽出する
 - 各方策に対する KPI を算出する
4. 判断に必要なロジックを定式化して定量評価により注力すべき方策を特定
(トレードオフがある場合には、それぞれの評価項目の数値から総合的に判断)
 - 詳細な条件定義により各方策の KGI 寄与度を定量評価して比較、選定する
5. 注力すべき方策に基づき、必要であれば重点 KPI を特定の責任部署に設定して重点 KPI を目標に近づけるよう日常的に活動
 - 重点 KPI を管理しながら特定した方策を実行する

表 5.1 KPI 設定プロセスに基づく検討イメージ

分類	考えられる方策	定量評価					KGI 寄与度
		品質	LT	コスト	投資額	リスク	
1KGI 設定	2 方策のピックアップ			3KPI 抽出・算出			4 定量評価と選定
							↓
							5 方策実行

6. 伊豆技研工業における PoC

6.1. 方針・スコープと KGI 目標の設定

前章で提案した経営と現場をつなぐ KPI の設定プロセスの有効性を確認するため、伊豆技研工業殿の職場を対象に PoC を実施した。分科会メンバーで実際に職場(静岡県三島市)を訪問・リモート中継し、対象職場の概要を把握したうえで、提案した KPI の設定プロセスに従い、ケーススタディを進めた。

対象職場は配線部品を扱っており、外注加工→社内受け入れ検査→不良品の修正→修正後検査→出荷の一連の工程から構成されている。PoC の対象スコープはこれら一連の工程とした。

本職場の課題についてヒアリングを行い、方針は「出荷品質 100%は絶対守るが、増大しているコストとリードタイムを可能な限り低減したい」と設定した。この方針に基づき、KGI 目標は以下のように設定した。

<KGI 目標>

- 外注加工部品(基盤)の出荷品質:100%
- コスト:10%低減
- リードタイム:10%低減

図 6.1 に対象職場のイメージを示す。

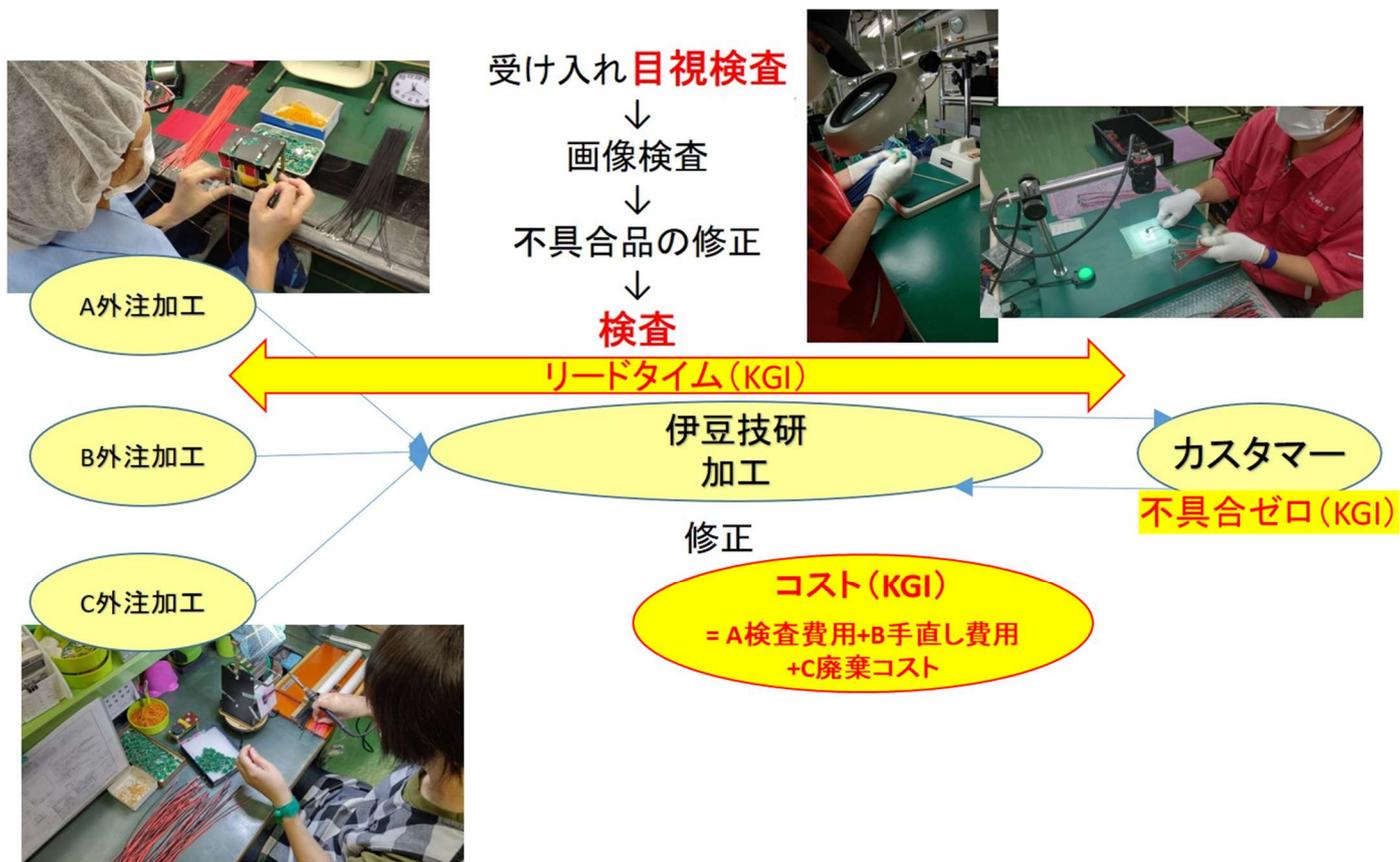


図 6.1 対象職場のイメージ図

6.2. KGI/KPI ツリーと考えられる方策

設定した KGI 目標に従い、KGI/KPI ツリーを作成し、関連する KPI を洗い出すとともに、KGI 目標を達成するための具体的な方策を検討した。作成した KGI/KPI ツリーを図 6.2 に示す。

この KGI/KPI ツリーを作成する過程で、表 6.1 に示す7つの方策を考案した。KGI/KPI ツリーの作成は、こういった具体的な対策を検討するうえでも役立つことを確認した。

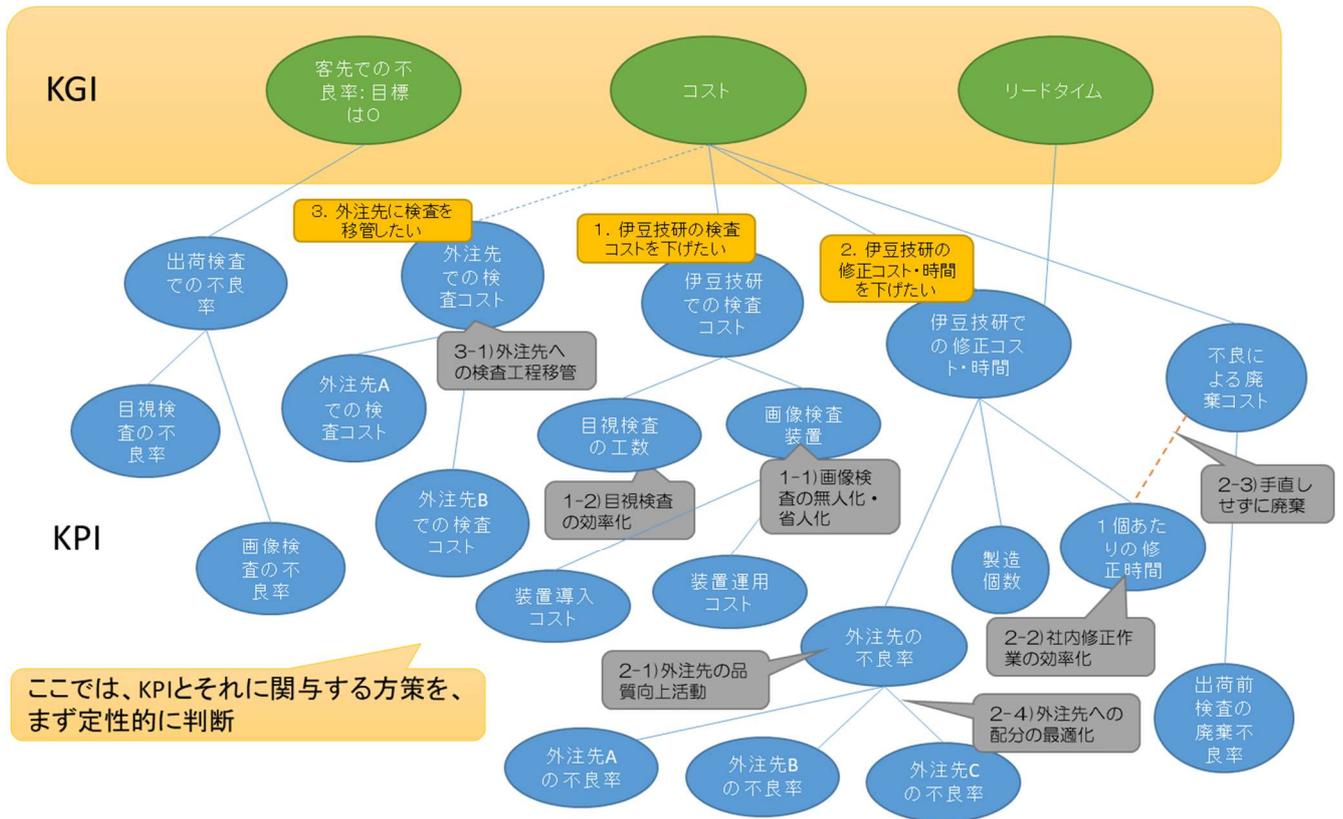


図 6.2 作成した KGI/KPI ツリー

表 6.1 KGI 目標達成のための方策

分類	考えられる方策	具体策
1.検査工数低減 @伊豆技研	1.1 画像検査の無人化・省人化	画像検査装置の導入 (設備導入費用と工数低減効果)
	1.2 目視検査の効率化	1本あたり時間を低減するため、重点 KPI と目標値を設定
2.手直の工数低減 @伊豆技研	2.1 外注先の品質向上活動	外注先に重点 KPI と目標値を設定
	2.2 手直し工程の改善活動	1本あたり時間を低減するため、重点 KPI と目標値を設定
	2.3 手直しせずに廃棄	手直しせずに廃棄するようプロセス変更
	2.4 外注先への発注比率最適化	受入能力と品質を考慮し、在庫を考慮した配分の最適化
3.検査工程移管	3.1 外注先に検査工程移管	検査工程そのものを外注先に移管

6.3. KPI の計測

作成した KGI/KPI ツリーに基づき、上記7つの方策に関与する KPI をピックアップした。伊豆技研工業では実際に KPI の計測を行ったが、経営上の機密情報も含まれるため、本分科会の議論では架空の値を想定し、それに基づき検討を行うこととした。計測した KPI を表 6.2 に示す。

表 6.2 方策に関与する KPI

考えられる方策	計測した KPI
1.1 画像検査の無人化・省人化	検査工数(=コスト)(品種別) 設備導入費用見積 導入による検査コスト低減効果見積
1.2 目視検査の効率化	検査工数(=コスト)(品種別) 1本あたり目視検査工数(品種別) 1日(8H)当たり検査実績本数(品種別) 生産数量(品種別) 在庫数量(納入品/工程内/出荷前)(品種別)
2.1 外注先の品質向上活動	手直し工数(=コスト)(品種別) 手直しによるリードタイム増加 外注先ごとの受入検査不合格率(品種別) 外注先ごと、1月での不良発生数(品種別)
2.2 手直し工程の改善活動	1本あたりの手直し時間(品種別) 1月での手直し本数と実績工数(品種別)
2.3 手直しせずに廃棄	廃棄によるロスコスト(材料費、工数)(品種別)
2.4 外注先への発注比率最適化	外注先の単価(1本あたり?)(品種別) 外注先の受け入れ能力(品種別) 外注先ごとの受入検査不合格率(品種別)
3.1 外注先に検査工程移管	外注先ごとの単価/LT(品種別)、検査を外注先に移管した場合の単価/LT 外注先ごとの発注数量

6.4. ロジック定式化・定量判断

計測した KPI に基づき、7つの方策の効果について定式化を行い、品質、リードタイム、コスト、投資額、リスクの5つの観点から可能な限り定量評価を行って、経営貢献度(KGI への寄与度)を確認した。方策ごとの定式化と計算の詳細については、付属資料(Appendix.2)に示す。

方策ごとの定量評価結果についてまとめたものを表 6.3 に示す。なお、数値は検討具体化のために分科会内で仮設定したもので、実際のものとは異なっている。各方策の効果は具体的なロジックに基づきできるだけ定量的に評価したが、品質面など十分に定量化できないものもあり、それは適当な仮定をおいて想定している。この表から、トレードオフの関係にある KPI についても多面的に評価することで、方策の妥当性について判断することが可能である。

表 6.3 方策の定量評価結果

分類	考えられる方策	定量評価					KGI 寄与度
		品質	LT	コスト	投資額	リスク	
1. 検査工数低減 @伊豆技研	1.1 画像検査の無人化・省人化	変化なし	目視検査のほうが長いので大きな影響はない	1580 千円/月低減	40,000 千円	特になし	NPV: ¥28,800 千円 IRR: 37.8% 上記の様に投資採算性の観点では問題なし
	1.2 目視検査の効率化	変化なし	短くなる(詳細は要計算)	195 千円/月低減	0 円	特になし	削減した 0.5 人はコストには直接は寄与しない 間接的には人材育成などに寄与
2. 手直の工数低減 @伊豆技研	2.1 外注先の品質向上活動	受け入れ品良品率は 50%UP 客先納入は変化なし	短くなる(社内手直し低減)	変化なし(社内手直し費用を購入費用に転嫁)	なし	外注先の実力に依存	コストとしては変化しないが全体的に品質が安定 (当初、外注先の品質向上活動支援工数が必要)
	2.2 手直し工程の改善活動	変化なし	短くなる	208 千円/月低減	なし		削減した 0.5 人はコストには直接は寄与しない 間接的には人材育成などに寄与
	2.3 手直しせずに廃棄	変化なし	廃棄分を別途作り直すため長くなる	受入検査+廃棄費用(ロスコスト)	なし	環境面の影響	手直し費用が高く費用回収不可能な場合(仮の数値でケーススタディ)

2.手直の工数 低減 @伊豆技研	2.4 外注先への発注比率最適化 a.良品製造コスト最小化	変化なし (受入検査不合格率 2.3 ポイント悪化)	長くなる (社内手直し増加)	85 百万 円/月低減	なし	需要変動 や外注先の実力の変動	左記の製造コスト削減に寄与するが、社内手直し工数増加の許容範囲を考慮した判断が必要
	2.4 外注先への発注比率最適化 b.社内手直し工数最小化	変化なし (受入検査不合格率 0.3 ポイント向上)	短くなる (社内手直し低減)	28 百万 円/月増加	なし	需要変動 や外注先の実力の変動	社内手直しに要する人員の一部再割当てが可能だが、左記の製造コスト増加との得失を考慮した判断が必要
3. 検査工程移管	3.1 外注先に検査工程移管	定量化困難だが、問題あり	P10 参照 (A, B, C 社それぞれの LT 低減)	P10 参照 (A, B, C 社それぞれの増加額)	方法によって外注先に支払い発生	品質面にリスクあり	

※表中の数値は実際のものとは異なる

6.5. PoC 結果と考察

経営と現場をつなぐ KPI の設定プロセスを、実際に伊豆技研工業殿の職場に適用した結果を以下に示す。

1. 検査工程における、画像検査の省人化について投資に対する効果が大きいことが明確になった。
2. 検査工程における、目視検査を自動化することは、今は難しいが、将来を見据えて検討する必要があると考える
3. 手直しの工数低減において、外注先の品質教育は必須
4. 対象部品によっては、手直し作業は手直しせずに廃棄する場合よりコスト高となり不要であることを確認できた。(高価な部品を使う場合は、要検討)
5. 手直しをせず、廃棄するプロセスを構築した。また、部門間で情報共有する仕組みを検討中
6. 外注先の最適発注は、今回の計測では不明であった
7. 外注先への検査工程移管は現状困難

伊豆技研工業では、このトライアルを通じ定量的な評価を行ったことにより、**本手法を用いることで経営の視点から現場改善の促進が可能であり、有効である**との感触を得ている。

以上の結果をふまえて、分科会としては次のような知見が得られた。

- KGI-KPI ツリーを描く中で、参加メンバーから課題解決のための様々なアイデア(方策)が出てきた。このツリーを描くことは、方策が目指している効果を明確にするだけでなく、アイデアを出すためのツールとしても有効と思われる。
- 実際に出てきた方策に対して、KPI に基づく定量効果を計算した。計算方法についてはメンバー間での議論を通じて確認したが、スコープの考え方(例えば、不良発生時に手直しせずに廃棄する場合、代替品を自己負担で購入する必要があるか)は十分に背景のビジネスを理解しておく必要があり、機械的に行うことは難しい。
- 品質やリスクなどは、定量的に数値を算出して判断することは難しい。これらについては、定性的な記述を行うほかないが、それだけで十分に採否判断可能な場合もあり、評価項目としては有効である
- 今回挙げたように品質・コストなどの評価項目を横並びで評価することで、4章にあげたトレードオフの問題はある程度解決可能と考えられる。
- 工数削減のコスト効果は、削減可能な作業時間と工数単価から計算しているが、一方で現実には実際に作業者を減らすことは難しい。このようなケースでは、余った作業時間分他の作業を割り当て可能か、余った作業時間は人材育成に使うことが可能か、といった定性的な面からも評価を行う必要がある。
- 上記に関連し、外注など社外への支払いと手直しなどの社内の労務費は、単純に合計せずに分けて考えることが必要な場合もある。適切な制約条件・目的関数を設定することで、目的に応じた定量効果を算出することが可能となる。

7. おわりに

7.1. まとめと考察

本研究会では、現場 KPI、経営 KGI の現状と課題を学び、つなげることの意義を明らかにすることを目標に活動を行った。

2章では、既存手法の調査を通じて、経営と現場をつなぐ経営手法についての理解を深めた。オムロン ROIC 経営や京セラアメーバ経営など、有効に KPI を活用できている企業がある一方、ROIC 経営では詳細な指標の展開は各部署に委ねられている、アメーバ経営では部門間取引に関する定義が必要などの課題もあり、部門長・担当者レベルで具体的な展開を進めるにはハードルが高いという認識で一致した。

3章では、経営と現場をつなぐ KPI の体系化について調査し、その手法の理解を深めた。経営レベルの KGI を現場レベルの KPI に関連付けるためには体系化 (KGI/KPI ツリー) は重要であるが、その展開方法は各社の状況によって異なり、画一的な手法はないということを再認識した。また、ディスカッションの中で、設定した複数の KPI が互いにトレードオフの関係にある場合が多発し、単純に解決できないことが多くのメンバーから指摘された。

4章では、KPI のトレードオフに着目し、それぞれがどのような方法で解決可能であるかを議論した。その結果、KPI は KGI/KPI ツリーを上流にさかのぼることで PL や BS などのカテゴリに帰着でき、トレードオフ関係にある KPI が同じカテゴリに帰着できれば定量化により最適解を見つけることは可能であること、不良率 (CS) と利益 (PL) など同じ単位で比較できない場合には企業理念や経営方針に従い判断する必要があること、などの気づきが得られた。

5章では、2～4章の議論をふまえ、経営と現場をつなぐ KPI の設定プロセスを提案した。すなわち、まず方針・スコープと KGI 目標を定めたのち、KGI/KPI ツリーを描いて自身の現場で有効と思われる方策をピックアップし、それぞれの方策の効果を品質、リードタイム、コストなどの点から定量的に評価し、総合的に判断することで方策の有効性を判断する方法を提案した。

6章では、5章で提案した経営と現場をつなぐ KPI の設定プロセスを実際に伊豆技研工業殿の現場に適用し、その有効性を検証した。その結果、提案した KPI 設定プロセスは採るべき方策を検討し、その効果を定量的に予測し、複数の観点から評価することでトレードオフの問題にもある程度対応している点など、その有効性が確認できた。しかし、スコープの考え方については十分にビジネス背景を理解していないと設

定できないといった指摘などもあり、提案手法の課題にも気づくことができた。

昨今の IoT 技術の進展により、安価かつ手軽に様々な現場 KPI の見える化が可能となっているが、実際に経営指標の改善につなげるためには、その KPI がどのように経営に寄与するのか、といった視点で情報を活用することが必要となる。本研究会で提案する経営と現場をつなぐ KPI の設定プロセスとその適用、考察は、その一助になるものとする。

7.2. 今後の課題

最近ではビジネスの継続性と言う観点で、ESG 投資、SDGs が重視されつつあり、財務的な観点に加え企業の CSR の一貫として取り組みを開示する事が重要となっている。働き方改革の面からはエンゲージメントの観点、業界全体としてのサステナビリティなどの観点を組み込みが求められており、また COVID-19 など不確定的な状況の中で BCP を考えるうえでは、一元的に対策を絞ることもリスクがあり、リスクヘッジ面からの評価も必要である。これらの点から、今後経営と現場をつなぐ KPI の設定プロセスにおいては、財務的な観点だけでなく、ESG/SDGs 列を追加するなど、様々な視点を組み込んでいくことが必要と思われる。

IVRA Next により定義された SMU をベースに、「つながる工場」が実現されるが、それぞれの SMU を統治する企業として、経営レイヤと活動レイヤのベクトルを合わせ、パフォーマンスを測定する機能も必要となる。その意味では、経営と現場をつなぐための、「つながる KPI」の仕組みの構築も必要である。本書の内容は、「つながる KPI」の在り方を実践的に検討したものであるが、IVRA Next と照らし合わせた詳細な対応については、さらなる検証が必要である。

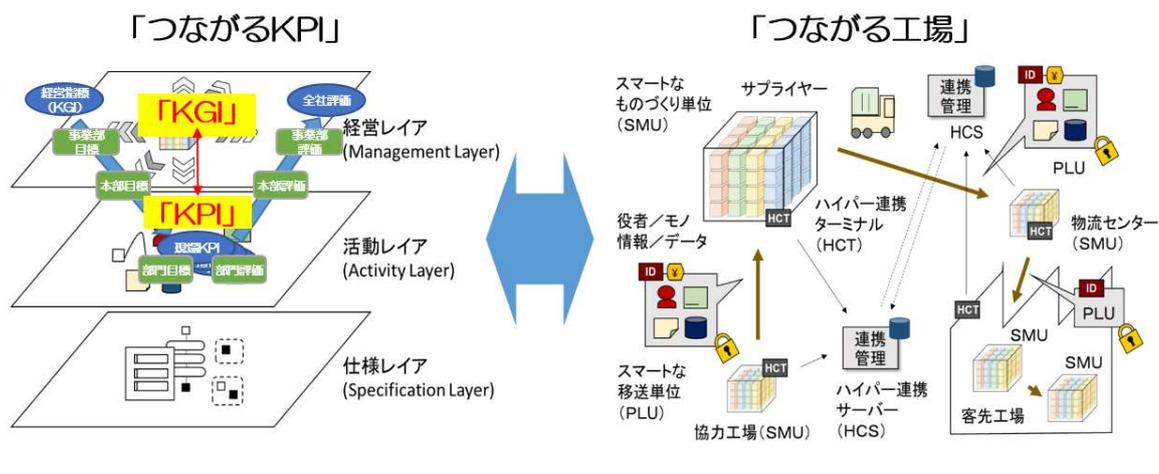


図 7.1 IVRA-NEXT つながる工場とつながる KPI

著者およびメンバー

著者

本多 文博（1章、6章、7章を担当）
杉山 尚美（2章を担当）
角谷 好彦（3章、Appendix 1を担当）
太田 裕文（4章を担当）
岩津 賢（5章を担当）
渡邊 嘉彦（6章、Appendix 2を担当）

研究会メンバー

本多 文博（川崎重工業株式会社）正会員：主査
角谷 好彦（富士フィルムマニュファクチャリング株式会社）副主査
渡邊 嘉彦（伊豆技研工業株式会社）正会員：副主査
杉山 尚美（株式会社東芝）正会員
岩津 賢（三菱電機株式会社）正会員
高鹿 初子（株式会社富士通）正会員
吉村 正平（株式会社エコノサポート）サポート会員
太田 裕文（株式会社ニコン）正会員
川島 清隆（株式会社荏原製作所）正会員
杉山 尚夫（SM&B コンサルティング）サポート会員
塩澤 朝彦（ヤマハ発動機株式会社）正会員
浅香 忠満（AAC 株式会社）サポート会員

協力者

藤島様（IAF / 三菱電機株式会社）

奥村様（オムロン株式会社）

藤井様、田中様、中島様（Monitor Deloitte）





一般社団法人

インダストリアル・バリューチェーン・イニシアティブ

経営と現場をつなぐ KPI 設定手法 —トレードオフの解決と設定プロセス検証—

発行者 一般社団法人インダストリアル・バリューチェーン・イニシアティブ
理事長 西岡 靖之

〒102-0073 東京都千代田区九段北 4-3-28-302
電子メール: office@iv-i.org URL: <https://iv-i.org>

発行日 2021年6月30日

定価 非売品

(発行者に無断で複製または印刷を禁止します。)

APPENDIX 1

KPIのトレードオフと解決策

KPI1	KPI2	内容
利用効率	在庫回転率	設備の手待ちを削減するために十分な工程間在庫を確保すると、在庫回転率が低下する。

<KGIとのつながり>

（岩津さん提起）

KGI/KPI体系図から、利用効率（＝設備稼働率）がKGIに寄与するのは、(1)重視するKGIが売上で、(2)需要に生産が追い付いていない能力不足状態にあり、(3)かつ該当設備がボトルネックとなっている場合。

一方、在庫回転率がKGIに寄与するのは、(1)重視するKGIが棚卸資産である場合。

<科学的最適性>

利用効率（＝設備稼働率）を限りなく100%に近づけるためには、段取りを無視すれば、設備前のバッファに常に品切れしないだけの材料が供給されていれば良い。つまり、品切れを起こすことのない最小限の在庫を持つことが理想である。

<解決のアプローチ>

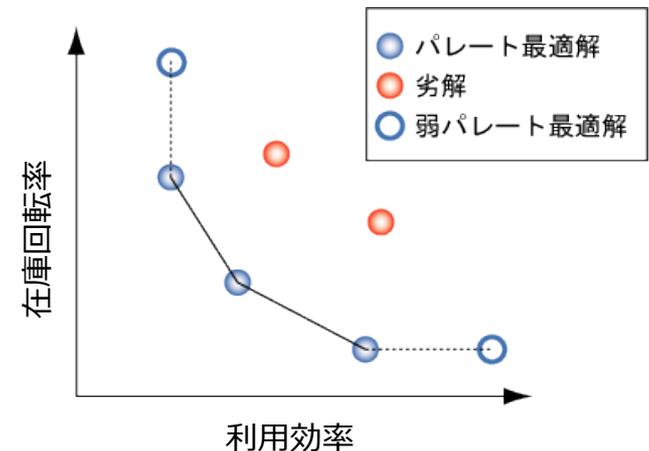
(1)工場は需要に生産が追い付いていない能力不足であり、該当設備はボトルネックか→Noなら在庫回転率を重視することとして、利用効率はKPIに設定しない。Yesなら(2)へ。

(2)ボトルネック設備であるなら、横軸に利用効率（設備稼働率）、縦軸に在庫数をとってグラフを作成する。外乱がない状態でプロットすればパレート最適解（右図）が見つかるはずである。

(3)生産対象ワークの金額や重要性、経営状況などを鑑み、パレート最適解から目標とすべき利用効率と在庫回転率を設定する。

<懸念事項>

・実際には外乱や時期による変動があるので、右図からパレート最適解を見つけるのは困難。



KPI1	KPI2	内容
市場不良品率	品質（製造）コスト	市場不良での修理コスト削減のため、製造で検査装置などを導入し良品率向上を図る場合、回収・修正によるコストよりも製造コストが高くなるケースがある。

<KGIとのつながり>

（杉山さん提起）

市場不良品率は、品質に係るKPIであり、第一に顧客満足度に大きく寄与する。第二として、回収・修正によるコストから営業利益率にあらわれてくる。一方、品質コストは製造原価に含まれ、やはり営業利益率に寄与する。

<科学的最適性>

市場不良品率を回収・修正によるコストとして捉えると、品質（製造）コストと同列で比較することが可能である。例えば、不良率0.1%を検査装置導入で0%にできるとした場合に、販売予測数と設備装置費用から投資回収期間を計算し、投資妥当性を判断できる。ただし、市場不良発生による顧客満足度低下は金額換算できないので、この点での最適性の定量判断は困難。

<解決のアプローチ>

- (1) 予測販売量と設備導入による市場不良品率低下の定量的予測値から、投資回収期間を算出する。
- (2) 設備導入しない場合に発生しうる品質問題が顧客満足度に与える定性的な影響を予測し、リストアップする。
- (3) 上記2つの判断材料と重視するKGIに基づき、経営者が投資妥当性を判断する。
- (4) 市場不良品率と品質コストの実績を把握し、(3)の判断の妥当性を評価し、次のアクションにつなげる。

<懸念事項>

・実際には品質問題にはコスト度外視で対応せざるを得ない（塩澤さん提起のケースなど）。特に予測の信頼性が低い場合は、上記(1)のアプローチはほぼ無意味か。

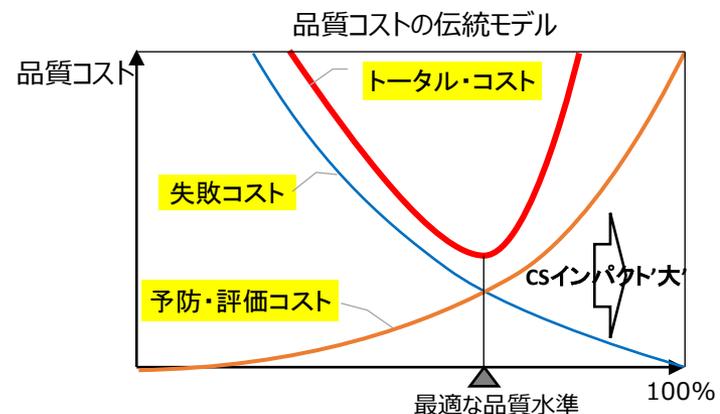
KPIのトレードオフ解決策（角谷）



KPI1	KPI2	内容
市場不良品率	品質（製造）コスト	市場不良での修理コスト削減のため、製造で検査装置などを導入し良品率向上を図る場合、回収・修正によるコストよりも製造コストが高くなるケースがある。

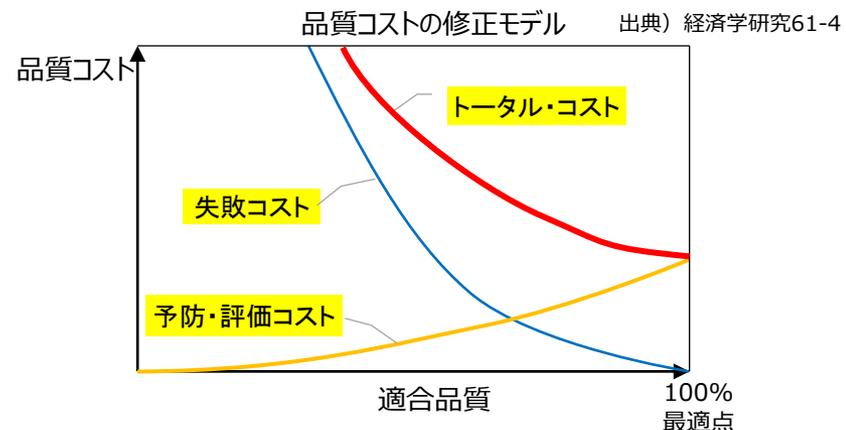
<解決のアプローチ2：CS毀損リスク定性評価>

- (1)品質問題がCS（顧客満足度）に与える定性的な影響を予測する。
- (2)影響が少ない場合、品質レベルに応じた検査コスト・修理コスト予測に基づき、品質コストが最小となる品質レベルを見極める。
- (3)上記2つの判断材料と重視するKGIに基づき、経営者が投資妥当性を判断する。
- (4)市場不良品率と品質コストの実績を把握し、(3)の判断の妥当性を評価し、次のアクションにつなげる。



<解決のアプローチ3：CS毀損リスク定量評価>

- (1)品質問題がCS（顧客満足度）に与える影響を定量的に予測する。
- (2)影響が大きい場合、CS毀損リスクを回避するため必要な品質レベルを見極め、投資額等を見積もる。
- (3)上記2つの判断材料と重視するKGIに基づき、経営者が投資妥当性を判断する。
- (4)CS、及び、市場不良品率と品質コストの実績を把握し、(3)の判断の妥当性を評価し、次のアクションにつなげる。



KPIのトレードオフ解決策（本多）



KPI1	KPI2	内容
納期遵守率	製造コスト	需要変動に応じた生産を行う事により、段取り替えの増加、ライン稼働率低下、計画変更による間接工数増加等が発生し、製造コストが高くなる事がある。

<KGIとのつながり>

（角谷さん提起）

納期遵守率は、顧客満足度に大きく寄与し、リキダメ条件※などが設定されている場合には売上や営業利益率にも影響する。一方、製造コストは、営業利益率に寄与する。また、納期遵守率とトレードオフ関係にある在庫金額は、棚卸資産に直結する。

<科学的最適性>

需要変動に対応して納期遵守率をキープするには、適正な安全在庫の設定が必要である。需要変動を確率モデルで表現できれば、ベースストックモデルやシミュレーションなどを適用して、目標とすべき納期遵守率に必要な適正在庫量を得ることができる。ただし、納期遵守率悪化による顧客満足度への影響はコスト換算できない。

<解決のアプローチ>

- (1) 需要変動の確率分布と許容される納期遵守率を想定して、シミュレーションを複数パターン実施する。それぞれのパターンにおいて、納期遵守率を満足するために最小限必要な在庫量とそれに伴うコストを算出する。
- (2) 納期遵守率の悪化が顧客満足度に与える定性的な影響を予測し、リストアップする。
- (3) 上記2つの判断材料と重視するKGIから、経営者が目標納期遵守率を設定する。
- (4) 工場担当者は、設定された目標納期遵守率とシミュレーション結果に基づき在庫目標を設定する。

<懸念事項>

・一般には、納期遵守率とトレードオフの関係にあるのは在庫金額と思い上記のようなアプローチを提案した。上記では計画変更による間接工数の増加は考慮できていない。

・需要の変動幅を予測すること自体が困難な場合は、(1)はほぼ無意味か。

※Liquidated damagesは「損害賠償の予定」条項のことです。日本語では、リキダメなどと略されて呼ばれています。



KPI1	KPI2	内容
製造コスト	在庫金額	販売量が計画未達の状態でも、生産部門は製造コストを下げるために生産を行い、結果的に商品在庫が増加する。

<KGIとのつながり>

製造コストは、製品製造原価として管理されるKPIであり、原価低減が営業利益（KGI）に寄与する。しかしながら、販売計画が下方修正されたにもかかわらず製品を生産し続けると、期末製品在庫（KGI）が増加し、余計な在庫管理費用が発生すると共に、将来的に不良在庫リスクを抱える事になる。

<科学的最適性>

工場側から見ると、キャパシティのフル活用により、ムダの無い生産を行う事が出来る。一方で、販売量以上の生産による在庫増を招き、営業側の販売費/一般管理費がかさみ、営業利益を圧迫する事になる。

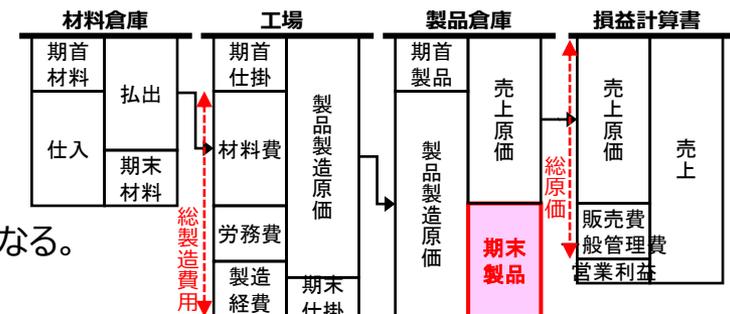
営業/生産がそれぞれ原価低減目標を掲げた場合、トレードオフの関係となる。

<解決のアプローチ>

- (1)工場においては、量変動対応力を強化するために固定費の変動費化を行う。
- (2)工場においては、ロスコストを無くし改善活動を推進する事により、製造原価低減に努める。
- (3)営業サイドでは、需給情報をタイムリーに開示し、販売OL精度向上に努める。

<懸念事項>

・安い労働力を求め海外生産（アジア圏）が主流となっているが、生産拠点とマーケットの距離が離れるほど、輸送LTをカバーするために製品在庫が増加するというジレンマに陥る。



KPI1	KPI2	内容
欠品率(完成品)	在庫数(量or在庫金額)	完成品在庫販売の場合、欠品による販売機会損失を防ぐため、安全在庫を考慮して在庫を構えるので、トレードオフの関係になり易い。

<KGIとのつながり>

完成品の欠品率の上昇は販売機会損失の増加となり、売り上げ高の減少に繋がる。またこの関係は、受注後組立販売の製品の場合やサービス部品販売の場合には、部品の欠品率と部品在庫数の関係がトレードオフとなり、KGIとしては売上高や顧客満足度の増減に繋がる。

<解決のアプローチ>

製品やサービスによってそれぞれの最適値は異なるが、解決に向けて実施すべきことは同じと考えられる。

(1)販売(消費)計画の精度を上げる。

⇒現実的には難しいが、最近AIを用いて予測精度を上げる試みがなされている。

(2)生産の速度を上げ、出来る限り原材料に近い状態（共通化、標準化された状態）で在庫を構える。

⇒完成品販売から受注生産方式へ。部品の場合は製造リードタイムの短縮あるいは調達リードタイムの短縮。

(3)部品の標準化、共通化。

⇒派生仕様に対する個別の在庫を抑制する。



KPI1	KPI2	内容
調達リードタイム	調達コスト	調達リードタイムを短くすると特急料金などの超過コストが発生する。逆に調達リードタイムを長くなることで、サプライヤーの余力が出来、コストの低下が見込める。

<KGIとのつながり>

調達コストの増大は、原価の増大に直接つながる。また、調達リードタイムの増大は（注文リードタイムとの関係から）在庫の増大につながり、結果として資産回転率の悪化や管理コストの増大につながる。

<解決のアプローチ>

調達プロセスにおける作業時間の分析から、無駄を排除することでリードタイム削減をおこなう。結果として調達リードタイム短縮と調達コストの削減を同時に達成する。

- (1) 購買オーダーの発生からサプライヤー選定を経て発注契約（注文書発行）に至るまで。
⇒ EDI等のシステムを活用することでリードタイムの短縮を行う。
- (2) 発注契約完了後（注文書発行後）物品・サービスの納入まで
⇒ 個別の納期調整や仕様等の変更業務の効率化。

KPI1	KPI2	内容
生産性	在庫数(量or 在庫金額)	生産性を上げるために必要以上の生産を行った場合に在庫数が増大する。必要な数の精度が上がると在庫数が減るが、生産性は悪く見えてしまう。

<KGIとのつながり>

生産性が向上すると見かけ上の製造原価が低減し利益向上につながる。在庫数が減ると資産の回転数が良くなる。

<解決のアプローチ>

基本的には必要数の精度を上げ（安全在庫を減らし）、必要数のみを製造することを目指す。それに必要なリソースをコントロールすることで両指標の達成を図る。

一般的に、生産能力に対して需要が大きい場合は、生産性を上げても在庫数は増えない。逆に需要が少ない場合に対しての解決策を考察する。

(1)設備生産性を指標とする場合

⇒設備の余力があるので、外部からの仕事の取り込みを行う。（あるいは数値が悪くなるのを受入れ、設備を止める）

(2)労働生産性を指標とする場合

⇒生産性を上げると手待ち状態が更に増えるが、省人化を達成して新たな成長領域にリソースをシフトする。



KPI1	KPI2	内容
設備等キャパシティの利用効率	在庫回転率 リードタイム	製造キャパシティの稼働率の向上は、量産による（見た目の）コスト削減を生むが、在庫回転率、リードタイム短縮指標と相反する。

<KGIとのつながり>

設備等利用率の向上は、固定費の回収により製造原価・売上のKGIに寄与する。その一方で、過負荷による製造はリードタイムの増加：在庫回転率の低下を生み、棚卸資産のKGIの悪化を生む。

<科学的最適性>

- Factory Physicsでは工程負荷U、工程の不安定さV、加工時間TとリードタイムCT及びスループットTHには一定の関係があることが示されている。
$$CT = V \times U \times T$$
- リトルの法則から仕掛品残高が導かれる。
$$WIP = TH \times CT$$
- リードタイムの増加は、製品在庫にも影響する。製品在庫 = 販売 (TH) × CT + 安全在庫

<解決のアプローチ>

求められる生産量THを与えると、U, V, TからCTとWIP・製品在庫が算出される。目標とする在庫を達成するために、工程の改善（キャパシティ増、製造工程安定、加工時間短縮）を行いU, V, Tの値をひさげる。また、Factory Physicsの提唱する実最悪ケースPWCをベンチマークする。

<懸念事項>

Factory Physicsそのものが知られておらず、理解しづらい。現場から受け入れられる指標とするためには、時間を要する。



KPIのトレードオフ解決策（岩津）



KPI1	KPI2	内容
在庫回転率	購入単価	製造現場で在庫回転率を高めるために平均在庫数量を最小化すると、購入ロットサイズが小さくなり資材調達での購入単価が高くなる。

<KGIとのつながり>

重視するKGIが棚卸資産である場合、在庫回転率の最大化がKGI向上に寄与。単位在庫量当たりの原価ベース棚卸資産を考慮すると、購入単価の最小化もKGI向上に寄与。

重視するKGIが利益率である場合、購入単価の最小化と同時に在庫回転率の最大化もKGI向上に寄与。

<科学的最適性>

簡単のため、ここでの在庫回転率は金額的価値を考慮せず数量の在庫回転率とする。

在庫回転率(=売上数/在庫数=1/製造リードタイム)の最大化は、在庫量最小化=製造リードタイム最小化と等価。

在庫回転率を最大化するためには材料の購入ロットサイズの最小化が必要。

購入単価は購入ロットサイズに対して単調減少(商取引上の取決めによる)。

<解決のアプローチ>

パレート最適解への方向性(個々の観点での最適化)

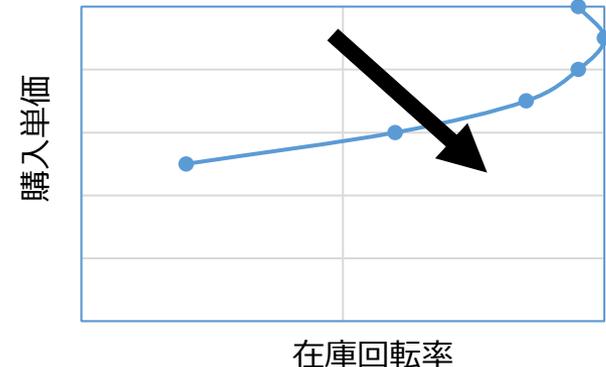
(1)購入ロットサイズと購入単価の関係を考慮した在庫数の適正化

(2)生産計画、MRPに基づく資材購入のJIT化

(3)工程間の能力平準化と中間バッファの適正化によるリードタイム短縮

<懸念事項>

購入ロットサイズが過多/過少な場合は購入単価と在庫回転率への影響が極端となり除外できるが、中間のパレート最適解の選択指標の設定が困難。



KPI1	KPI2	内容
バッチ装置の稼働率	工程能力（スループット）	バッチ装置の場合、設備稼働率低下を懸念してバッチサイズに満たないまま着工すると、装置稼働率は向上するが、工程能力は下がる。

<KGIとのつながり>

バッチ設備の出来高は設備稼働率とバッチ充填率に影響を受け、充填率・設備総合効率が向上すると、製造原価・売上のKGIに寄与する。バッチ組みに十分なロットがない場合、バッチ充填率が低い装置運用では段取り回数が増え、生産ロスを招く恐れがある。一方ロットを待ちバッチ充填率を確保する運用では、製造LTが長くなり、棚卸資産のKGIが悪化する。

<科学的最適性>

設備総合効率は①時間稼働率②性能稼働率③良品率で示される。(①×②×③)

①時間稼働率 = (負荷時間 - 停止時間) ÷ 負荷時間 ••設備故障や段取りなどの停止ロス

②性能稼働率 = (サイクルタイム × 加工数量) ÷ 稼働時間 ••チョコ停止・速度などの性能ロス

③良品率 = (加工数量 - 不良数量) ÷ 加工数量 ••不良・手直しなどの不良ロス

バッチ設備の稼働率は充填率が性能ロスにつながる。

<解析のアプローチ>

(1)生産計画に対し、時間稼働率・良品率を考慮して必要な性能稼働率を目標値に定める

(2)性能稼働率から充填率の管理値を決定

(3)バッチサイズ/充填率を考慮した投入計画の策定

(4)工程間の仕掛け情報から充填率でバッチ組み作成し、生産予測

<懸念事項>

特急品などにより、流品計画が乱れると、計画したバッチ組みができず、生産ロスが発生する。



APPENDIX 2

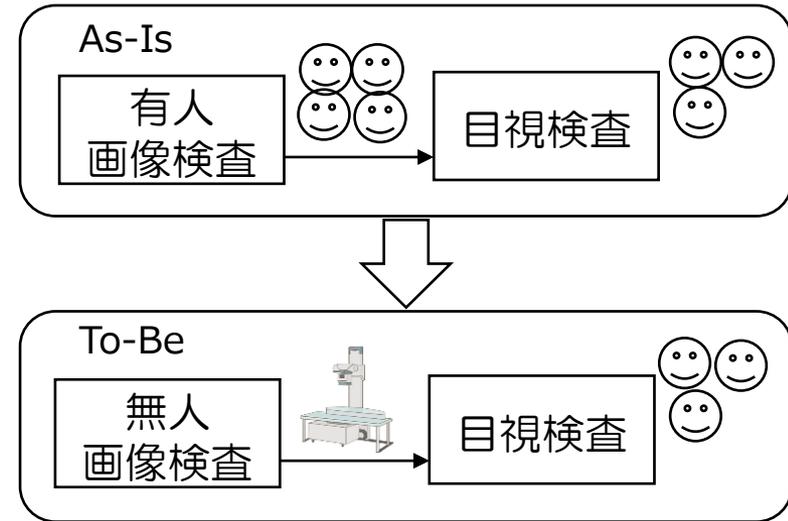
伊豆技研工業PoCにおける 方策別定量評価

1.1 画像検査の無人化の検証



(※これらの数値は仮設定したもので、実際とは異なります)

- 画像検査装置を導入し「画像検査の無人化」を選択するケースを検討。
 - 無人画像検査装置の導入費用は40百万円
 - 設備維持費は年間10%=330千円/月
 - 画像検査に要している工数は、下表から、製品A~Dの合計で764H/月 × レート2.5千円/H = 1,910千円/月
 - したがって、無人画像検査の導入によるコスト削減額は1,910-330=1,580千円/月



項目	製品A	製品B	製品C	製品D	計
有人画像検査工数 (H/個)	0.5	0.5	0.5	0.5	
1日あたり生産数	83,700	2,300	123,300	46,500	
1月あたり画像検査工数 (H/月)	250	7	368	139	764

NPV: ¥28,837,896
IRR: 37.8%

投資採算性 (画像検査無人化ケース)



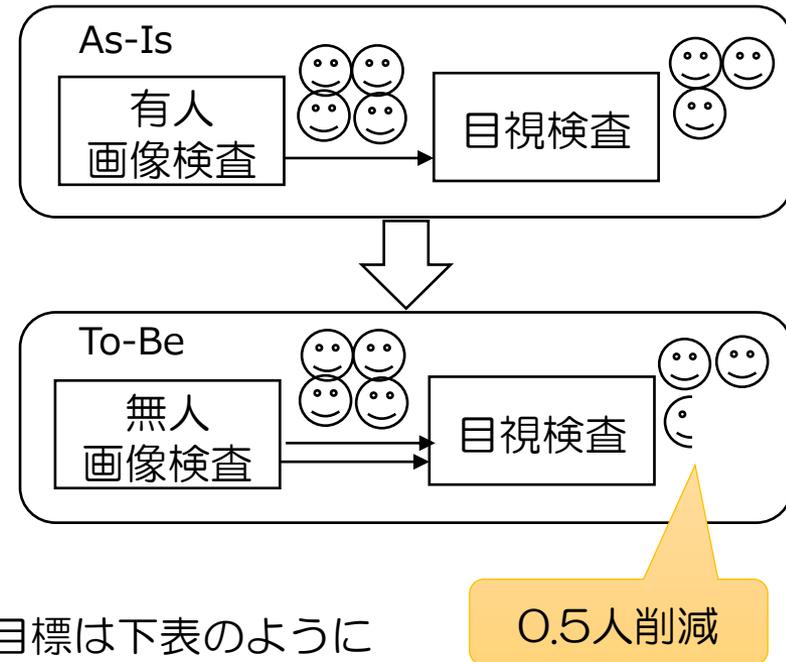
1.2 目視検査の効率化の検証

(※これらの数値は仮設定したもので、実際とは異なります)

- 工数低減のKPI目標を導入し「目視検査の効率化」を選択するケースを検討。

- 目視検査に要している工数は、下表から、製品A~Dの合計で468H/月 × レート2.5千円/H = 1,170千円/月
- 目視検査の効率化目標を0.5人削減とすると、現在の3人→2.5人とするため工数は1/6だけ削減する必要がある
- 上記が実現できれば、1,170千円/月 × 1/6 = 195千円/月のコスト削減となる
- 各製品で均等に工数を低減すると考えるとKPI目標は下表のようになる。実際には生産数に応じて多いものから取り組むことが妥当

※これらの数値は仮設定したもので、実際とは異なります



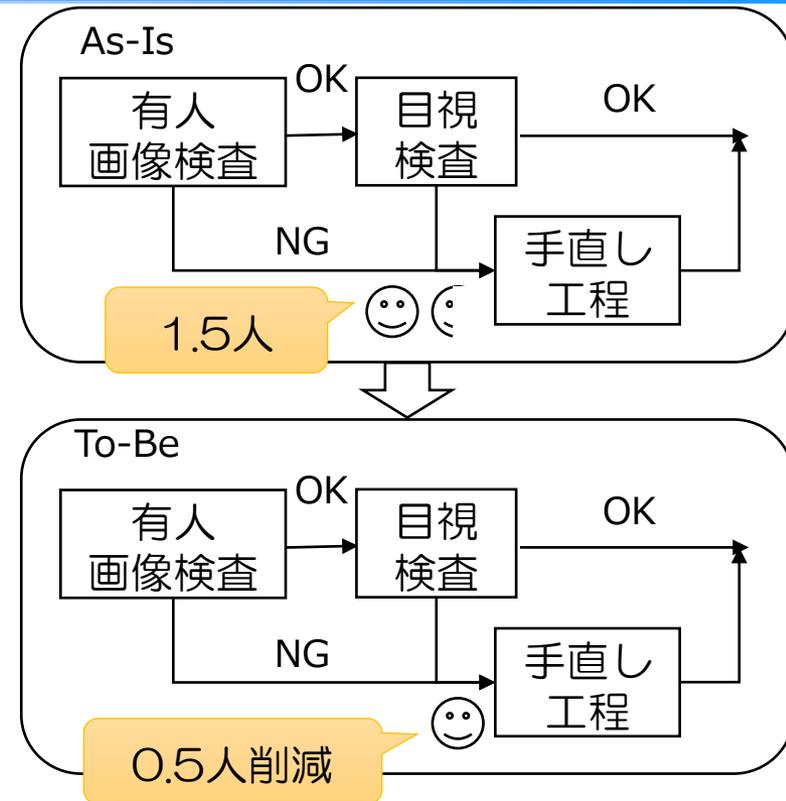
項目	製品A	製品B	製品C	製品D	計
目視検査工数 (秒/個)	0.30	0.30	0.20	0.60	
1日あたり生産数	83,700	2,300	123,300	46,500	
1月あたり画像検査工数 (H/月)	150	4	147	166	468
KPI目標目視検査工数 (秒/個)	0.25	0.25	0.17	0.50	

2.2 手直し工程の改善活動の検証

(※これらの数値は仮設定したもので、実際とは異なります)



- 手直し工数のKPI目標を導入し「手直し工程の改善活動」を選択するケースを検討。
 - 手直しに要している工数は、下表から、外注A~Cの合計で250H/月 × レート2.5千円/H = 625千円/月
 - 手直し検査の効率化目標を0.5人削減とすると、現在の1.5人→1人とするため工数は1/3だけ削減する必要がある
 - 上記が実現できれば、625千円/月 × 1/3 = 208千円/月のコスト削減となる
 - このとき、手直し工数のKPI目標は、6.7秒/個となる



項目	外注A	外注B	外注C	計
1個あたり手直し工数 (秒/個)		10		
1月あたり手直し本数	50,000	25,000	15,000	90000
1月あたり手直し工数 (H/月)				250
KPI目標目視検査工数 (H/個)		6.7		



2.3 手直しせずに廃棄の検証（1）



（※これらの数値は仮設定したもので、実際とは異なります）

• 「手直し」と「廃棄/再調達」のケースを個々の製品で比較検討。

- 製品A：「廃棄/再調達」が有利
- 製品B： 利益面ではイーブン
- 製品C：「廃棄/再調達」が有利
- 製品D：「廃棄/再調達」が有利

利益面のみで評価した場合は、上記の結果となるが、実際にはLT面を含めた判断が必要となると考える。

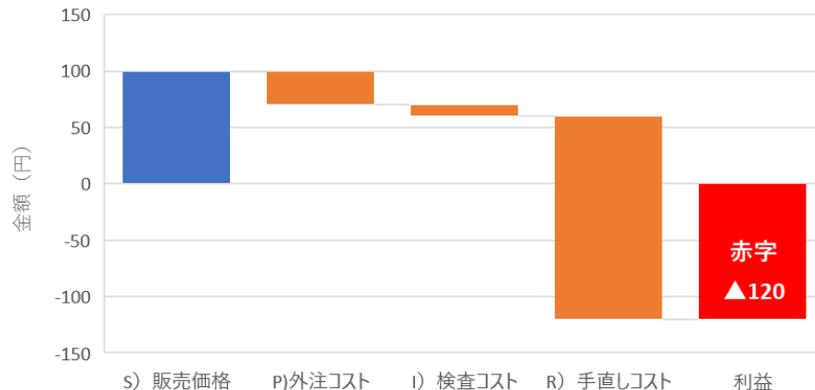
（参考に製品Aの比較結果を下記に示す）

項目	製品A		製品B		製品C		製品D	
	手直し	廃棄/ 再調達	手直し	廃棄/ 再調達	手直し	廃棄/ 再調達	手直し	廃棄/ 再調達
S) 販売価格	100	100	120	120	150	150	200	200
P) 外注コスト	-30	-60	-40	-80	-50	-100	-80	-160
I) 検査コスト	-10	-20	-10	-20	-15	-30	-20	-40
R) 手直しコスト	-180	0	-50	0	-80	0	-180	0
利益	-120	20	20	20	5	20	-80	0
判断	赤字	○	○	○	-	○	赤字	○

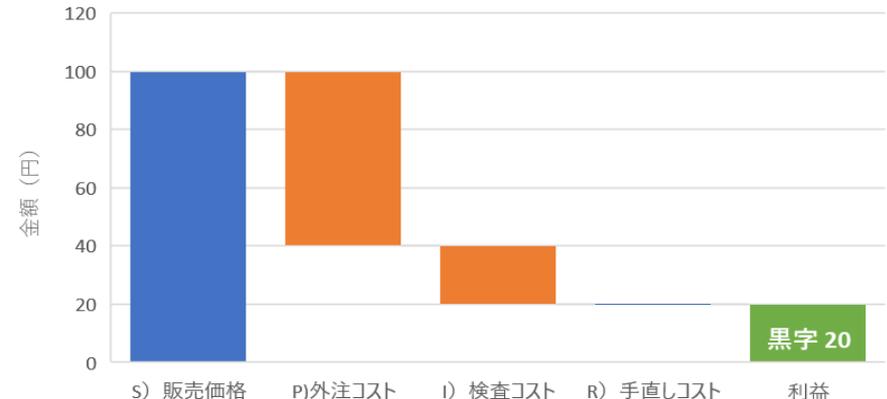
※ 上記数値は仮設定したもので実際のものとは異なります。また、「廃棄/再調達」ケースは、外注コスト/検査コストが2倍、手直しはゼロとして評価。

※ 廃棄/再調達でLTが長くなる点は考慮せず。LTが問題となる場合はコスト面が同等であれば「手直し」を優先。

ケーススタディ（製品A：手直しケース）



ケーススタディ（製品A：廃棄/再調達ケース）



2.3 手直しせずに廃棄の検証（2）

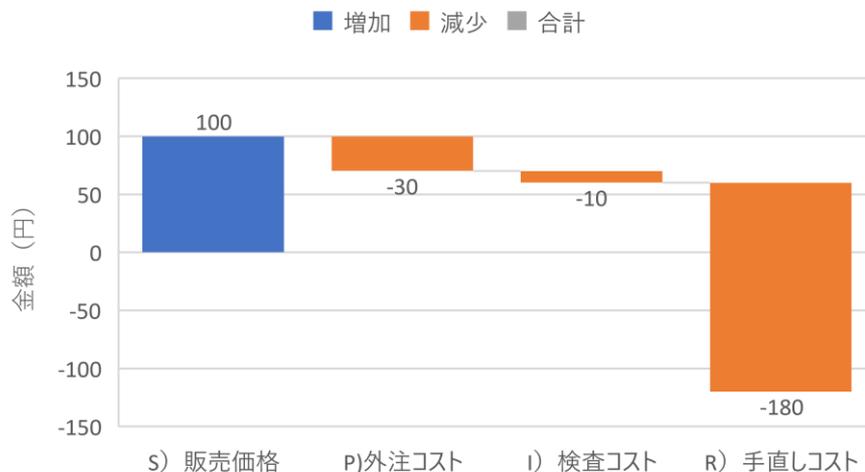


（※これらの数値は仮設定したもので、実際とは異なります）

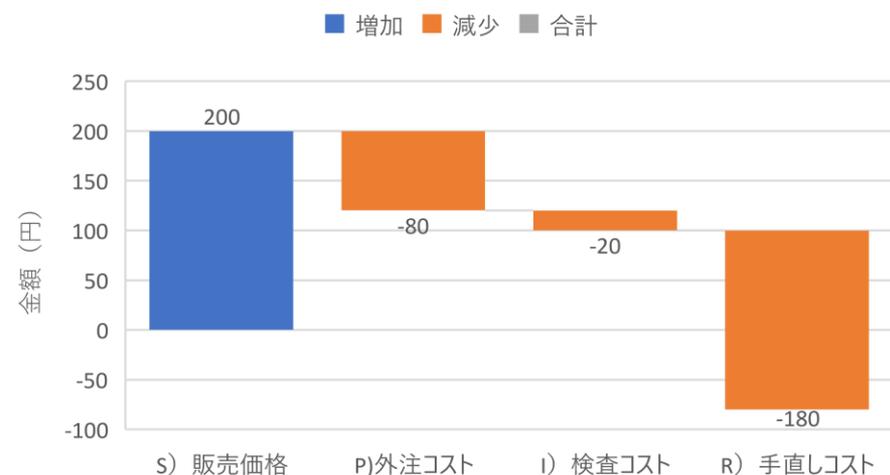
- 「手直しせずに廃棄」を選択するケースを右の条件で検討。
 - 製品A：ロスコスト（-40：外注コスト+検査コスト）を上回る赤字が出るため廃棄
 - 製品B、C：利益が出るため手直し
 - 製品D：ロスコスト低減のため手直し
- ※右の数値は仮設定したもので、実際のものとは異なります

項目	製品A	製品B	製品C	製品D
S) 販売価格	100	120	150	200
P) 外注コスト	-30	-40	-50	-80
I) 検査コスト	-10	-10	-15	-20
R) 手直しコスト	-180	-50	-80	-180
利益	-120	20	5	-80
判断（廃棄を選択するケース）	○	×	×	×

ケーススタディ（製品A：廃棄ケース）



ケーススタディ（製品D：手直しケース）



2.4 外注先への発注比率最適化の検証



(※これらの数値は仮設定したもので、実際とは異なります)

- 右の現状に対して「外注先への発注比率最適化」のケースを以下の2条件で検討。

➤ 目標：

- 良品製造コスト最小化(左下)
 - 発注金額+社内手直しコスト
- 社内手直し工数最小化(右下)
 - 1台当たり1人で10sと設定

➤ 制約：

- ① 外注先別生産能力
- ② 製品別当月生産数量

ここでは極端な発注比率(赤枠部)を想定。実際には品質、リードタイム、社内リソース等の条件を総合的に考慮した判断が必要。

※右の数値は仮設定したもので、実際のものとは異なります

項目	製品A	製品B	製品C	製品D	
社内手直しコスト(円/台)	180	50	80	180	
項目	合計	外注A	外注B	外注C	
生産能力(百万台/月)	① 7.00	2.80	3.20	1.00	
発注単価(円/台)	—	250	300	200	
不良発生率(%)	—	1.5	1.0	15.0	
当月発注数量(百万台/月)	5.50	2.75	2.65	0.10	
内訳	製品A(百万台/月)	1.80	1.80	0.00	0.00
	製品B(百万台/月)	② 0.05	0.05	0.00	0.00
	製品C(百万台/月)	2.65	0.15	2.50	0.00
	製品D(百万台/月)	1.00	0.75	0.15	0.10
発注金額(百万円/月)	1503	688	795	20	
社内手直しコスト(百万円/月)	12	7	2	3	
良品製造コスト(百万円/月)	1515	695	797	23	
社内手直し工数(人時)	230	115	74	42	

a.

項目	合計	外注A	外注B	外注C	
当月発注数量(百万台/月)	5.50	2.80	1.70	1.00	
内訳	製品A(百万台/月)	1.80	1.10	0.70	0.00
	製品B(百万台/月)	② 0.05	0.00	0.00	0.05
	製品C(百万台/月)	2.65	1.70	0.00	0.95
	製品D(百万台/月)	1.00	0.00	1.00	0.00
発注金額(百万円/月)	1410	700	510	200	
社内手直しコスト(百万円/月)	20	5	3	12	
良品製造コスト(百万円/月)	1430	705	513	212	
社内手直し工数(人時)	581	117	47	417	

b.

項目	合計	外注A	外注B	外注C	
当月発注数量(百万台/月)	5.50	2.30	3.20	0.00	
内訳	製品A(百万台/月)	1.80	0.00	1.80	0.00
	製品B(百万台/月)	② 0.05	0.05	0.00	0.00
	製品C(百万台/月)	2.65	2.25	0.40	0.00
	製品D(百万台/月)	1.00	0.00	1.00	0.00
発注金額(百万円/月)	1535	575	960	0	
社内手直しコスト(百万円/月)	8	3	5	0	
良品製造コスト(百万円/月)	1543	578	965	0	
社内手直し工数(人時)	185	96	89	0	



3.1 外注先への検査工程移管判断の検証



(※これらの数値は仮設定したもので、実際とは異なります)

- 数値（KPI）に基づき、定量的に方策の妥当性を判断

※下記の数値は仮設定したもので、実際のものとは異なります

	現在単価 /LT	目視+画像検査受け入れた場合	画像検査受け入れた場合	発注数量	検査受け入れによる外注費用 /LTの増加	検査受け入れによって期待される伊豆技研の工数低減/LT低減
A社	2円/本	3円/本 +100000円	2.2円/本 +100000円	20000本/月	20000円/月	16Hx2人=32H
	2day /1000本	3day /1000本	2.5day /1000本		1day/1000本	1h/1000本
B社	2円/本	3円/本		20000本/月		
C社	2円/本	3円/本		10000本/月		

- 外注先ごとに1本あたり単価（品種別）
- 外注先ごとのロットあたりリードタイム（品種別）
- 外注先ごとの発注数量（品種別）

このLTとコストを定量評価

実際には、検査を外注先で受け入れてもらった場合の品質保証の担保が問題



対象工程とKPI



(※これらの数値は仮設定したもので、実際とは異なります)

伊豆技研工業(株)提供資料より



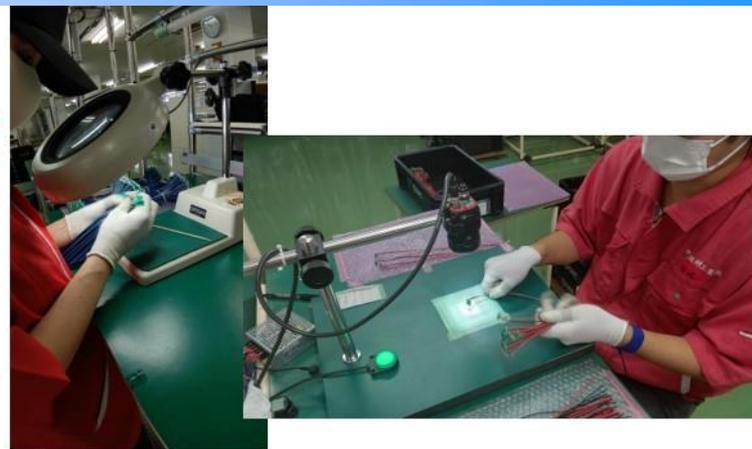
A外注加工

受け入れ **目視検査**

↓
画像検査

↓
不具合品の修正

↓
検査



リードタイム (KPI)

伊豆技研
加工

カスタマー

B外注加工

外注先

⑩、⑪、⑫

C外注加工

受入在庫④-1
=⑩ × ⑬

WIP④-2

完成在庫④-3

不具合ゼロ (KPI)

受検

ALL

①
工数/本

③
生産数量/年or月
(品種別)

Aレート
(円/H)

A 検査費用

NG

手直し

YES

⑤(⑧)
手直し工数

⑨
手直し本数/年or月

Bレート
(円/H)

B 手直し費用

⑥、⑦
NG

C 廃棄コスト

コスト (KPI)

= A検査費用 + B手直し費用
+ C廃棄コスト