

設計部門効率化を目指す 設計モジュール化技法の基礎と実践

設計モジュール化技法導入のためのステップ（準備段階）編



はじめに

グローバル競争が激化する中、多品種少量生産からのマスカスタマイゼーションを意識した個別仕様対応生産が主流となり、企業内のカスタム設計部門の人員負荷は大幅に増大しています。そのため企業での開発設計の人員比率は低くなり、同時に企業の開発力も低下していくこととなります。本資料ではこの解決策として、設計業務を効率化する設計モジュール化技法を紹介し、その手順やポイントを紹介いたします。

※本 ebook は mcframe.com で公開した 4 回分のコラムを纏めたものです。

CONTENTS 目次

第 1 回 個別受注事後設計型製造業の課題と対策について

第 2 回 設計モジュール化技法の考え方と業務改善イメージ

第 3 回 設計モジュール化技法の手順とポイント①

第 4 回 設計モジュール化技法の手順とポイント②

著者紹介



江見 祥一

株式会社 経営システム研究所 シニア・チーフ・コンサルタント
Sler系システム企業にてシステムエンジニアとして、システム開発・プロジェクトマネジメントを経験後、
2006年より現職に従事、現在に至る。製造業を中心に、技術・設計業務改善指導などのコンサルティング活動、
および業務システム構築マネジメント等のシステム構築支援活動を展開中。

株式会社経営システム研究所
<http://www.ksk-consulting.com/index.html>

第1回

個別受注事後設計型製造業の課題と対策について

製造業を取り巻く環境

現在、製造業を取り巻く環境は、決して良い状況と言える状況ではありません。2008年9月に端を発したリーマンショック以降、各製造業企業は耐えがたきを耐え、堅実に業績を伸ばしてきました。そして、2020年の東京オリンピックを目前に、やっと復調してきた、と思えるようになった矢先、米中貿易摩擦とコロナ禍による経済危機が日本を襲いました。これに影響を受けていない企業はいないと思います。

以前、我々は日刊工業新聞社から「設計モジュール化技法」※という本を出版させていただきました。この冒頭に「現在活動している上場製造業の50%～70%は倒産するかもしれません」と記しています。これは、技術革新遅れに伴い、製造業が淘汰されていくのでは、という予測からの記述でした。現状、技術という意味では、最先端技術は中国が一歩抜き出ており、環境に関する技術に関してもEUが世界で主導的な役割を果たしています。かつて技術立国と言われた日本は、いまや技術後進国と言っても過言ではありません。

今日本の製造業が技術開発力において遅れをとっているのは、いろいろな要因があるものの、一番は人材の不足です。当社に相談に見えられる経営者に話を聞くと、大体30%～50%は開発力が不足していると言われます。1980年以降、国内製造業は「十人十色の需要から一人一人の需要へ」とニーズ変化に合わせて、多品種少量生産からのマスカスタマイゼーションを意識した個別仕様対応生産を行ってきました。これにより企業内のカスタム設計部門の人員負荷は大幅に増大していきます。そのために企業での開発設計の人員比率は低くなり、同時に企業の開発力も低下していくことになります。

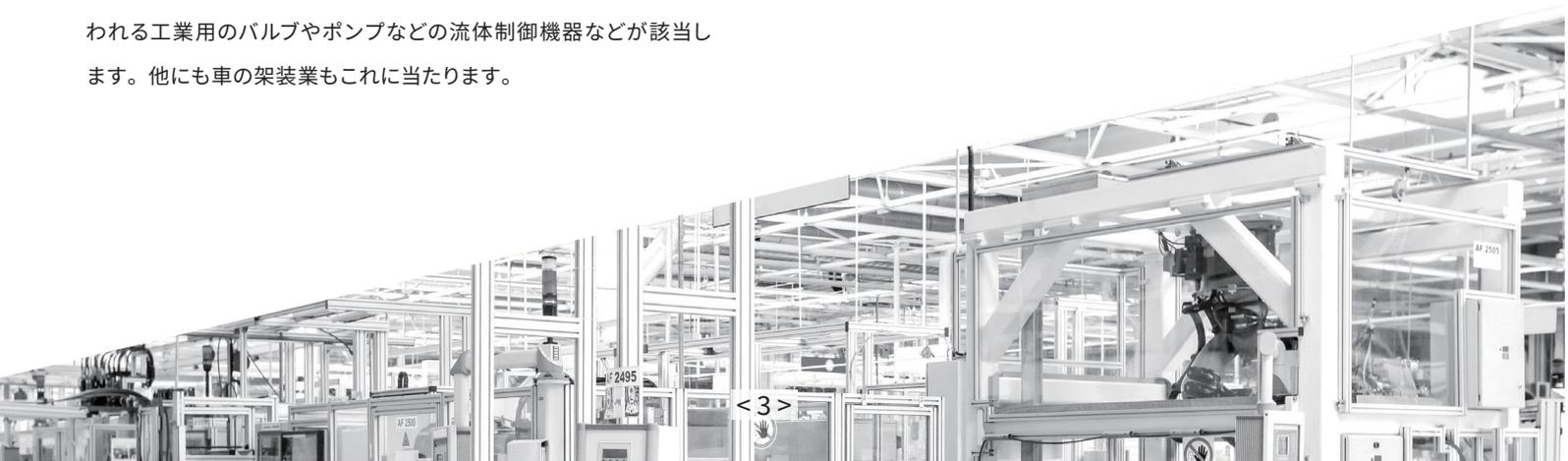
こうした中、人材不足を補うべく、今我々が提言しているのは、設計業務の効率化によるカスタム設計部門から開発設計部門への人員シフトであり、これを実現する設計モジュール化技法の導入と考えています。

個別受注事後設計型製造業の課題

製造業といっても、大きくは「量産型」製造業と「個別受注型」製造業とに大別されます。その中でも受注後、自社で設計作業を行う「個別受注事後設計型」製造業では、前述したカスタム設計部門の負荷がたいへん大きく、もっとも設計部門の業務効率化といった改革が求められている業態となります。

こうした企業には、工作機械や半導体製造装置だけでなく、食品加工および包装機械に代表される装置製造業、プラントや船に使われる工業用のバルブやポンプなどの流体制御機器などが該当します。他にも車の架装業もこれに当たります。

このような個別受注事後設計型製造業は、個別仕様対応生産の代表であり、前述したカスタム設計部門の負荷が高い部門が存在します。また、企業内の各部門で、以下の様な問題も抱えているのが一般的です。



現場視点の課題

営業

営業が客先で仕様を決めてこれないため

「引合～仕様打合せに逐一、設計が向いている」

設計

仕様打合せや客先問合せに対応しているため

「都度図作成、物件対応で、毎日残業、休日出勤...」

「出図遅れ、短納期対応、仕様変更で、毎回特急手配頻発」

生産管理

「製番部品表の精度が悪く、図面から部品を拾い出している」

「寸法が少し違う都度図ばかりで、作業効率化が進まない」

「納期サバ読み、飛込対応による生産計画の崩壊」

製造

「現合作業による組立生産性の低下および L/T 長期化」

「現地調整と言う出荷後の仕様変更・組立・検査工程」

他にも経営者視点でも以下の問題が発生しています。

経営視点の課題

「受注～出荷リードタイムが競合他社よりも長い」

「納期回答や見積算出が他社よりも遅い。または、精度が悪い」

「受注時には利益が出るはずが、最終的には儲かっていない」

「シリーズ開発に手が回らず、新製品がなかなか出ていない」

これらの問題が、個別受注事後設計型製造業では、多く起きており、頭を悩ませていることかと存じます。

では、こうした課題を解決していくには、どうした方法があるのでしょうか。

カスタム設計の効率化の考え方

カスタム設計業務の効率化は、簡単に言うといかに「図面を描かない」ということに尽きます。1枚の図面が発生するだけで、設計では都度検図や、配布が発生するし、下流の工程では、その図面に対する作業が発生してしまい、極端な話、直材費 100 円の部品でも、10,000 円の間接費が発生しています。

では、個別仕様対応の中でいかに図面を描かずに行うにはどうするのか。大きく以下の二つの考え方があります。

- ・「待ち受け型」設計
- ・「後追い型」設計

「待ち受け型」設計というのは、いわゆる標準化設計と言われる考え方になります。それに対し「後追い型」設計は、流用化設計と言われる考え方になります。とくに個別受注事後設計型製造業で多いのは、この「後追い型」設計でかつ「なりゆき・後追い型」設計です。これは、図面整備は行わず、過去の類似図面を検索して、流用するという方法になりますが、これは図面の検索だけでなく図面が流用可能かどうかも含めて個人の能力に依存する属人的な作業になるため、効率化に寄与されません。

では、「待ち受け型」設計ということになりますが、これも事前に図面も含めて準備しておく「完全・待ち受け型」設計というのは、個別受注の場合、バリエーションが多すぎて、標準化できないため、効率化に際しては現実的ではありません。

個別受注事後設計型製造業において、設計業務の効率化の考え方としては、事前に主要なバリエーションのみ定義し、受注オーダーで該当したバリエーションが発生した時に、バリエーションの図面の登録を行う「蓄積・待ち受け型」設計がもっともよいと考えられます。

このやり方では、他の受注オーダーでも利用される前提でバリエーション定義がされているため、登録された図面は、流用時に都度図面検証は必要ありません。そしてこの「蓄積・待ち受け型」設計の考え方の代表こそが、今回の主題でもある「設計モジュール化技法」になるのです。

次回以降は、実際にこの設計モジュール化技法についての詳細をご紹介します。

第2回

設計モジュール化技法の考え方と業務改善イメージ

設計モジュール化技法を用いた業務改善

前回では、個別受注事後設計型製造業の特徴と、そこにおける課題を紹介し、その対策として「図面を描かない」設計の考え方についてお話をしました。

そして、大きく方向性として、「蓄積・待ち受け型」設計こそが、個別受注における設計効率化の目指すべき方針であり、それを実現する手段として、「設計モジュール化技法」があるとしました。今回は、その「設計モジュール化技法」についてのお話をさせていただきます。

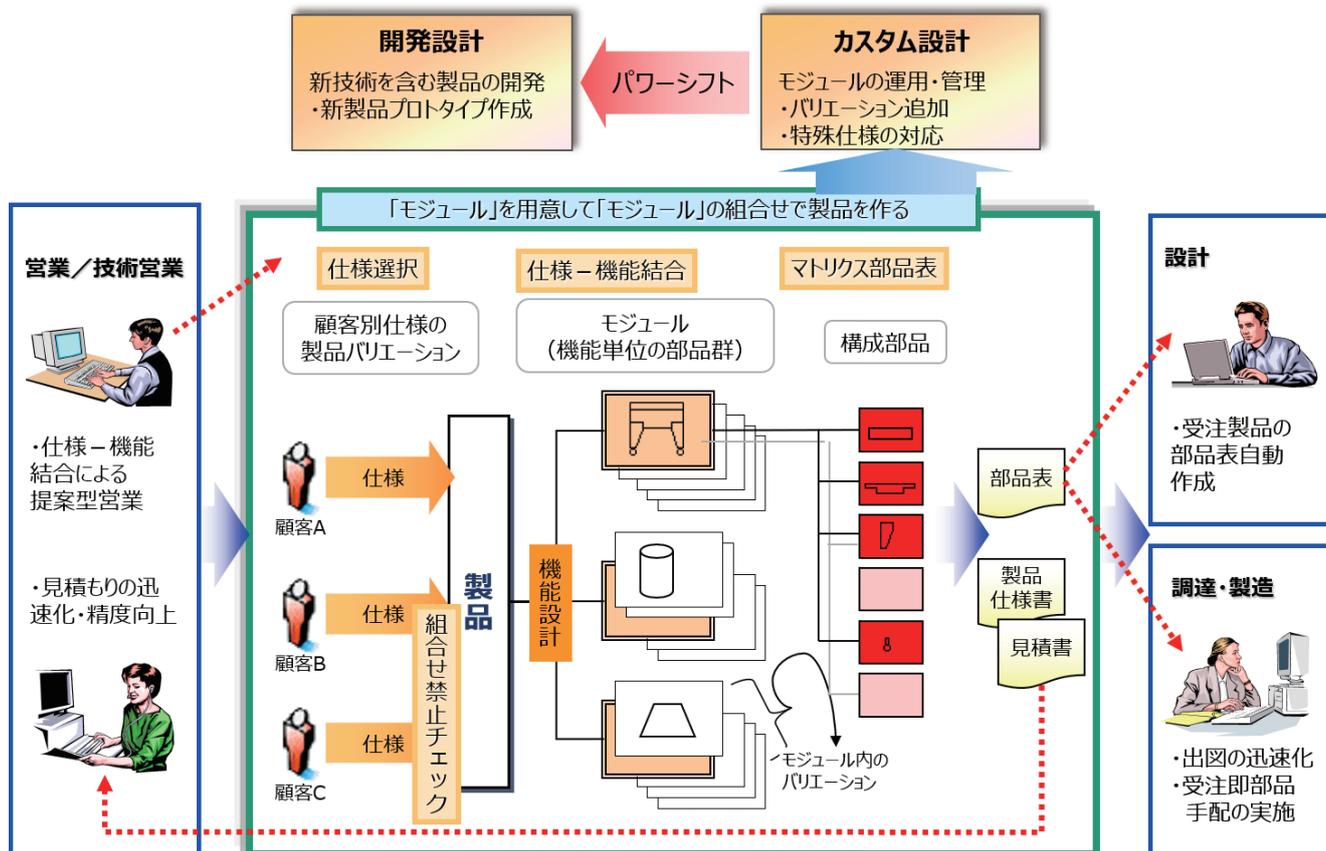
「設計モジュール化技法」とは、一言でいうと、多様化・多品種化する製品バリエーションに対して、「受注仕様の決定～設計・出図～生産計画・調達計画」にわたるビジネスプロセスを効率よく運営するための業務変革技法になります。

図1は、「設計モジュール化技法」を導入した場合の業務変革のイメージを端的に表しています。

まず受注仕様の決定は、選択式仕様書による「仕様選択」を行い、決定するようになります。受注設計については、「仕様機能結合」という仕様と図面の紐づけがされているため、選択された仕様に応じた図面が自動的に抽出され、受注オーダーに紐づいた部品表も自動作成されます。そうなることで、オーダー / カスタム設計における設計負荷は、格段に下がるため、カスタム設計のパワーを開発設計にパワーシフトでき、企業力自体を高めることに注力できるようになります。

ただ、注意をしないといけないのは、前回にも言いましたが、個別受注では、受注仕様に適した図面をすべて用意する「完全・待ち受け型」設計は出来ません。あくまで主要な受注仕様に応じるための「蓄積・待ち受け型」設計となりますので、カスタム設計では、図にもあるように常にバリエーションの追加を行う作業は発生します。このあたりはまた後の回で詳述します。

(図1)



モジュール化の考え方

この「設計モジュール化技法」の根幹は、その名にあるとおり、製品・図面のモジュール化になります。

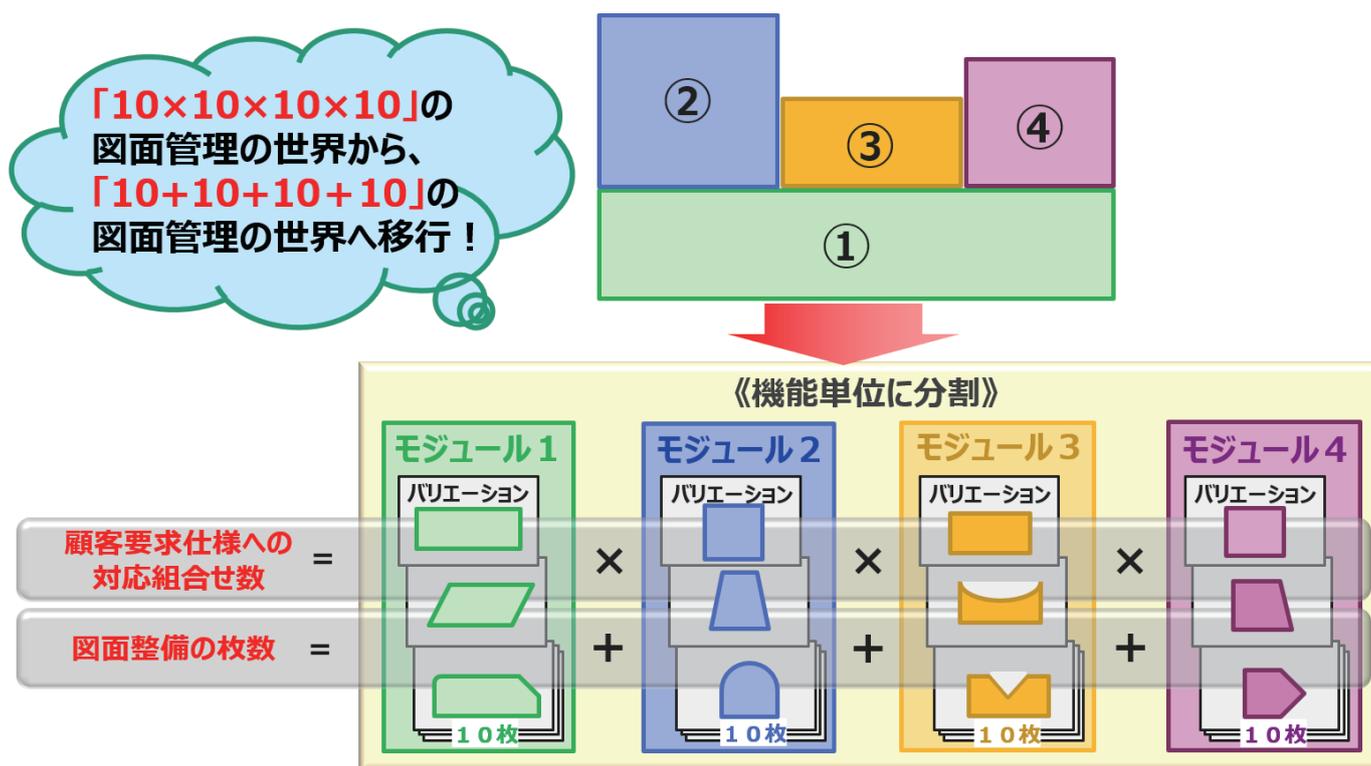
図面のモジュール化の考え方は、非常にシンプルです。通常、個別受注事後設計型製造業では、顧客要求仕様を実現するために、装置全体を流用して図面を作成していくと、毎回異なる図面が作成されてしまいます。つまり、基本的に装置全体レベルの図面の再利用率はゼロ%と言えます。

例えば、装置が4つの機能単位から成り立っているとして、②③④の機能単位は、流用可能だとしても①の機能単位が流用できない

とき、各部位への影響もあるため、装置全体の図面としては、別の図面になってしまいます。モジュール化の考え方としては、装置全体の図面を機能単位に分割することで、この問題を解決しようとするものです。

例えば、機能単位①～④の図面各々を10種類ずつ準備すると、組合せて出来る装置は「 $10 \times 10 \times 10 \times 10 = 10000$ 通り」をカバーできます。しかも、必要な図面は、たった「 $10 + 10 + 10 + 10 = 40$ 枚」で済みます。(図2参照)

(図2)



このように、モジュール化の考え方自体は、難しいものではありませんが、モジュール化を行う上で、製品をどのように機能単位に分割するかは、大きく、以下の二通りの考え方があります。

- ・追加オプション型
- ・モジュール組合せ型

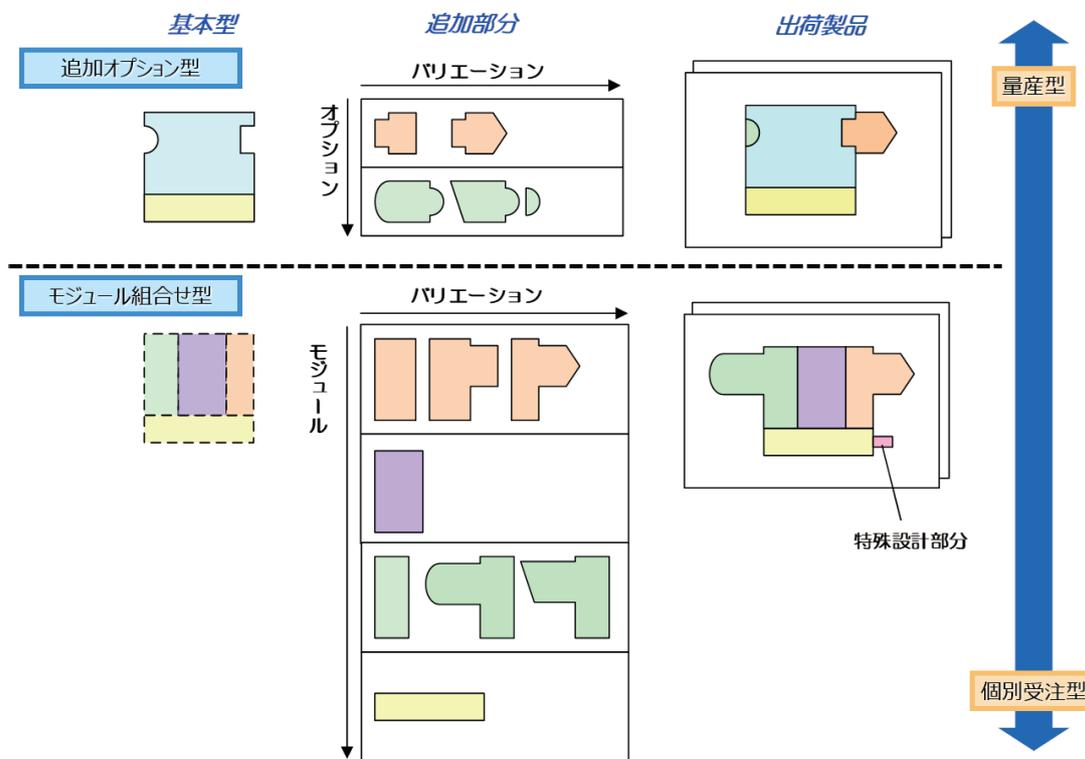
追加オプション型のモジュール化は、製品に対し、ベースとなる基本型を持って、製品に付属する部位や機器をモジュール化してしまう考え方になります。これは、量産型に近い製品の方がよりやりやすい考え方になります。

またモジュール化した追加部分に特殊仕様が極力発生しないことが前提となります。なぜなら追加部分の特殊仕様によっては、ベースとなる基本型に影響を与える場合があり、そうなると結局、製品全体が特殊仕様に影響を受けるため、製品のほとんどが新たに図面を作成することになってしまいます。

基本的に、製品自体に特殊仕様の要素があるような場合は、モジュール組合せ型のモジュール化の方が柔軟な対応が可能です。

ちなみにモジュール組合せ型は、本等によっては、モジュール摺合せ型とも呼ばれます。モジュール組合せ型のモジュール化は、大枠の機能構成は定義するものの何かしら決まった基本型を持たず、製品全体をモジュールの組合せで構成する考え方になります。この場合、影響範囲の大きい特殊仕様であっても、モジュールに与える影響は非常に小さく済むようになり、製品全体の図面の再利用率は、ある程度維持できるようになります。

(図3)



設計モジュール化技法の目的

前述したように「設計モジュール化技法」自体は、「受注仕様の決定～設計・出図～生産計画・調達計画」にわたるビジネスプロセス全体に関わります。そのため、図面のモジュール化以外にも、部品の標準化、製品仕様の選択式標準化、仕様と図面との紐づけ（仕様機能結合）といった作業が必要になります。

中でも製品仕様の選択式標準化と製品機能単位の図面のモジュール化により、案件の引合～受注に至るまでの仕様確認、見積積算、設計・出図等の設計業務については、リードタイムの短縮、工数の削減といった効果が期待できるようになります。また図面の再利用率が上がるということにより、品質の安定化・向上にも寄与します。

つまり「設計モジュール化技法」の導入の目的としては、「業務のスピードアップ」と、「作業工数の削減（間接費の削減）」を実現することになります。またその二つが実現することで、企業自体の売上の増加にも影響することは、想像に難くありません。

さて、ここまでは「設計モジュール化技法」について、前段となる基本的な考え方と概要について、お話をさせていただきました。次回は、さらに「設計モジュール化技法」の詳細な手順と進め方について、ご説明していきます。

第3回

設計モジュール化技法の手順とポイント①

設計モジュール化技法の手順

前回までは、設計モジュール化技法の概要と目的についてご説明してきました。ここからは実際に設計モジュール化技法を導入する際のステップとその進め方について少々具体的に説明していきます。標準的に設計モジュール化技法の導入ステップについては、以下の6ステップになります。(図1参照)

正確には、1～5の5ステップなのですが、事前準備として、「0. 対象機種を選定」が必要になります。これからは、それぞれのステップで何をどうしていくのかをお話していきます。

(図1)

0. 対象機種を選定

1. モジュールの設定

2. 機能バリエーションの整備

3. マトリクス部品表の整備

4. 製品仕様の標準化

5. 仕様と機能の結合



対象機種を選定

まずは準備ステップである「対象機種を選定」から説明していきます。

設計モジュール化技法を業務として導入するのであれば、対象業務に関わるすべての機種が対象になりますが、実際には、まずは効果判定とモジュール化するにあたって、どれぐらいの工数が必要か判断するために、機種を1つ決めてトライアルを行うこととなります。そのための適用機種を選定を準備段階として実施いたします。選定の基準として、以下の4パターンが考えられます。(図2参照)

多くの企業で、みずから標準化を行おうとする場合、①の新製品機種で、実施することが多いように見受けられます。これは、既存の

しがらみを受けないことから着手することが多いのですが、やりやすいように見えて、図面が十分に揃っていないことや、製品仕様が未定義なこともあって実態としては、逆に工数もかかるし、進まなく頓挫することが多いです。

おすすめとしては、②のパターンになりますが、われわれがコンサルティングしたお客様の場合、③のパターンの場合が多かったです。このあたりは、よく自社内で検討して進めていただければと思います。

(図2)

パターン	メリット	デメリット	難易度	改革度	効果
① 次期開発機種、または、現在開発中の機種	<ul style="list-style-type: none"> 過去のしがらみに捕らわれず、理想型のモジュール技法の適用が可能。 	<ul style="list-style-type: none"> 実受注が無い為、バリエーションを想定で規定する事になる。(製品が異なる為、過去の類似製品のバリエーションがどれだけ適用できるかの検討が必要) 開発作業と平行したモジュール整備となる為、マンパワーが必要。 生産が軌道に乗るまで効果が見えにくい。 	△	◎	△
② 既存製品の改良機種	<ul style="list-style-type: none"> ある程度の設計変更が可能で、理想型に近いモジュール技法の適用が可能。 改良前製品のバリエーションを引き継ぐ事になる為、バリエーション整備が行い易い。 新規開発に比べて、設計のマンパワーは少ない為、モジュール整備にマンパワーを回しやすい。 現在、設計・生産している機種の後継機種の為、効果が早く出る。→パワーシフトが行い易い。 	<ul style="list-style-type: none"> 改良前製品の基本設計に引きずられる為、抜本的な見直しには至らない可能性がある。 	○	○	○
③ 既存製品で受注台数が多い機種	<ul style="list-style-type: none"> 台数が多い為、流用回数も多くなり、工数削減の寄与が高い。 現在、設計・生産している機種の為、効果がすぐに出る。→パワーシフトが行い易い。 	<ul style="list-style-type: none"> 基本設計レベルでの変更は難しい為、抜本的な改革にはなりにくい。(小規模な見直しレベル) 既に出荷済の台数も多く、大きな設計変更を行うと影響が大きい。(図面修正、現場での混乱、等) リピートも多く、過去に特注対応している場合は、モジュール整備した設計内容の適用がしにくい。 	○	△	◎
④ モジュール化の適用が難しいような機種	<ul style="list-style-type: none"> 対象機種で適用方法の検討を行えば、他の機種への展開が容易と思われる。 	<ul style="list-style-type: none"> 一般的に適用が難しい機種は出荷台数も少ない為、効果が出にくい。 効果が出そうな機種が後回しにされる恐れがある。 モジュール整備に時間がかかる。 対象機種での適用が難しくても、それを持って、他の機種での適用が難しい事にはならない。 	×	△	×

製品モジュール構成の定義

対象機種が決まれば、次にモジュールの定義を行います。前回でもお話ししましたがモジュールの単位をどうするかは、非常に重要な要素になります。また、今回は前回紹介しました「組合せ型」のモジュール化を前提にお話を進めさせていただきます。

前回もお話したように、図面構成の標準化を図り、機能単位・部位単位でモジュールを決定することになります。ただ、この段階で図面の精査を行うことは非常に手間のかかることとなりますから、まずは「暫定モジュール」の設定を行います。つまり、モジュールの単位を仮定義して標準化を進めていき、標準化を行う中で、再度見直しを行うようにするのです。

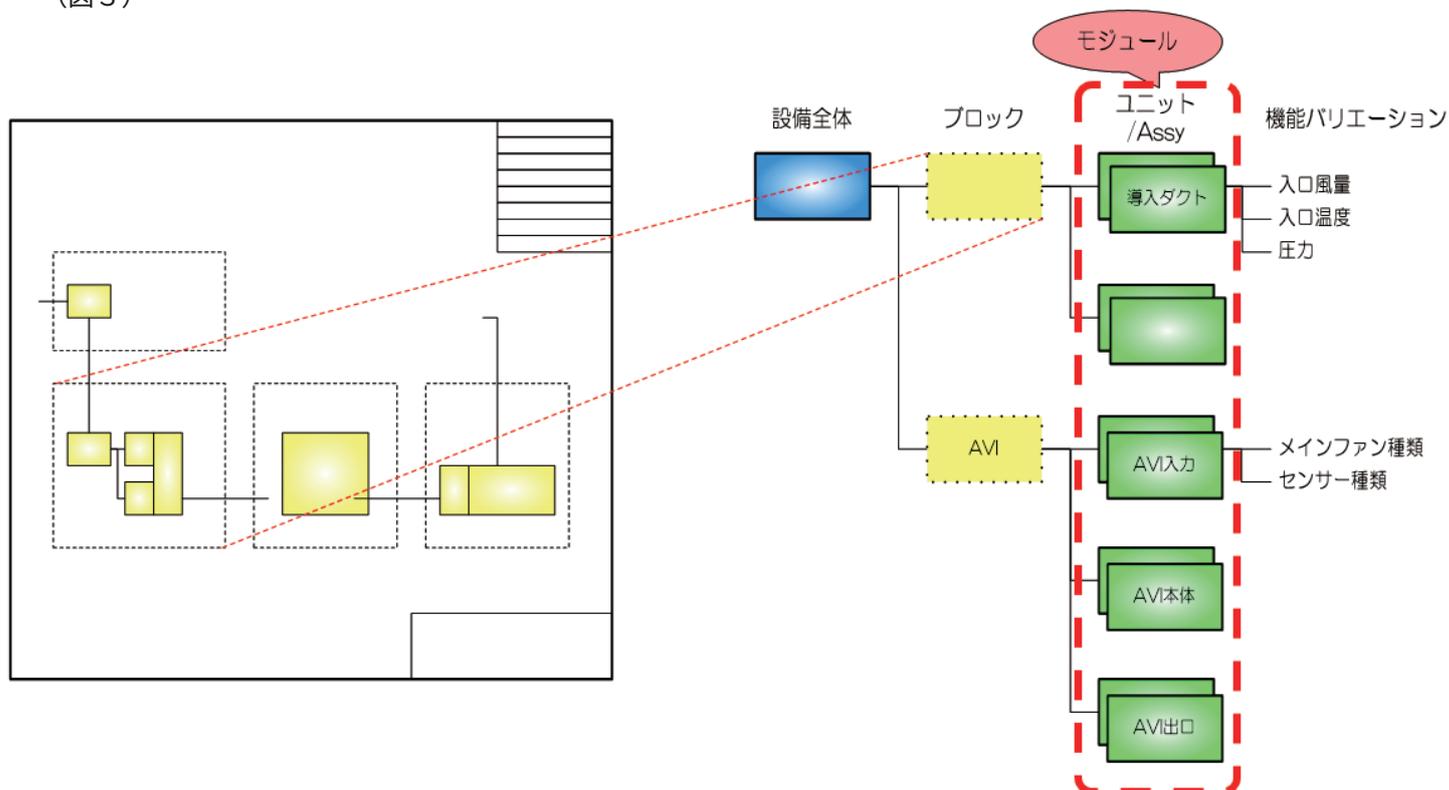
暫定モジュールは、ある程度標準化されている場合であれば、図面構成上の部分組立品を、標準化されていない場合には、BOM (Bill of Material) でいう最下層の部品の 1 レベル上の部分組立品を、仮定義すればいいかと思います。大型・中型の装置等、ある程度部品点数があるような機種であれば、部分組立図単位、ポン

プやバルブなどの部品点数が 50 も満たないような機種であれば、1 部品=1 モジュールでいいです。(図 3 参照)

ちなみに図面構成の標準化とは、必ず誰が設計しても同一の単位で図面が描かれるように定義してある状態を指します。

例えば、簡単な箱と扉の図面があったとして、箱と扉の取り合い部分の部品の記載を、人によって扉側の図面に描いたり、箱側の図面に描いたりすることがないように、必ず取り合い部品は、どちらかの図面に描く、といったように図面の描く単位を決めて、それが守られている状態になっているか、ということです。当たり前のようですが、個別受注型製造業の場合、意外とこれが守られていない場合が多いです。

(図 3)



機能バリエーションの整備

暫定モジュールが決まれば、そのモジュールが有する機能のバリエーションを洗い出します。

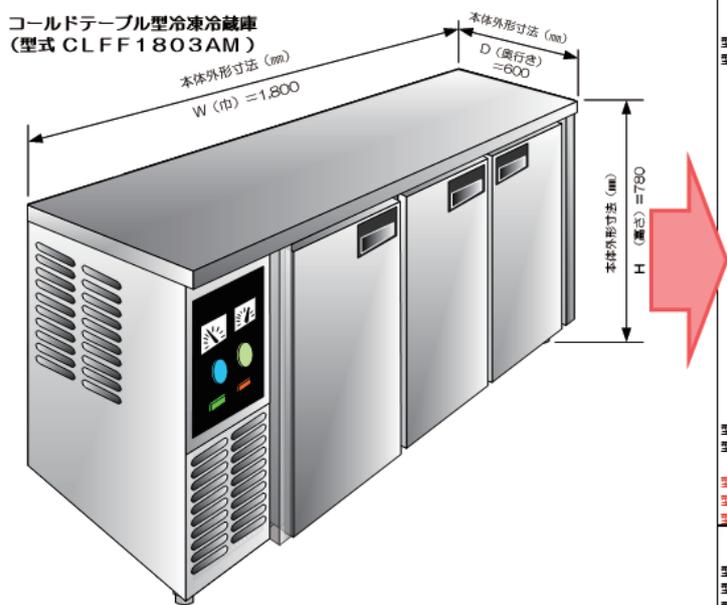
どのように洗い出すかというと、実際に暫定モジュールの部分組立図を並べて、その図面の差異を抽出します。つまり、この図面は、どこが変わると図面が新たに発生するのか、を明確にしていきます。具体例を以下に示します。次の図は、レストランの厨房等で使う業務用冷蔵庫の装置構成を整理した図になります。(図4参照)

業務用冷蔵庫が、大きく「キャビネット部」等の本体の冷蔵機部と「冷凍機部」に分かれ、「冷凍機部」の中でも「コンデンシング」「冷

凍機ユニットケーシング」「操作機」等に分かれています。この図4の表のピンク色の項目がモジュールとして定義した部位になります。

そして、ひとつ「冷凍機ユニットケーシング」というモジュールに着目します。これを整理すると、20枚ほどの部分組立図があることがわかりました。図4の表の黄色の部分にそれにあたります。これらの図面の差異を見比べて、何をもって、図面が変化しているかを整理した表が、図4の表の右部になります。下にその部分を拡大した表を示します。(図5参照)

(図4)



機種 (製品コード) 型式グループ	製品コード	モジュール No.	機能項目 / 機能条件 (機能項目のバリエーション)										
ユニット			色 = 仕様項目条件の赤文字は仕様項目条件 (コメント) そのモジュールに存在										
ASSY1 (ブロック)													
ASSY2 (モジュール)													
ASSYでのバリエーション (S)		S No.											
コールドテーブル型冷蔵庫	GR**												
冷凍機部													
冷凍機ユニット													
型式共通	コンデンシングユニット	CU201	機能項目	件 1	件 2	件 3	件 4	件 5					
型式共通	冷凍機ユニットケーシング	CUK201	機能項目	件 1	件 2	件 3	件 4	件 5					
	W240 (右機械) D=500	1	冷凍機室幅	240mm	300mm	350mm							
	W240 (左機械) D=500	2	冷凍機冷却方式	空冷	水冷								
	W300空冷用 (右機械) D=500	3	冷凍機取付位置	右	左								
	W300空冷用 (左機械) D=500	4	冷凍機室奥行き	500mm	600mm								
	W300水冷用 (右機械) D=500	5	型式共通モジュール										
	W300水冷用 (左機械) D=500	6											
	W350空冷用 (右機械) D=500	7											
	W350空冷用 (左機械) D=500	8											
	W350水冷用 (右機械) D=500	9											
	W350水冷用 (左機械) D=500	10											
	W240 (右機械) D=600	11											
	W240 (左機械) D=600	12											
	W300空冷用 (右機械) D=600	13											
	W300空冷用 (左機械) D=600	14											
	W300水冷用 (右機械) D=600	15											
	W300水冷用 (左機械) D=600	16											
	W350空冷用 (右機械) D=600	17											
	W350空冷用 (左機械) D=600	18											
	W350水冷用 (右機械) D=600	19											
	W350水冷用 (左機械) D=600	20											
型式共通	操作盤ユニット	CU201						機能項目	件 1	件 2	件 3	件 4	件 5
型式共通	冷凍機工事	CUX201						機能項目	件 1	件 2	件 3	件 4	件 5
型式専用	ファンコイルユニット	CUC201						機能項目	件 1	件 2	件 3	件 4	件 5
型式専用	ベアコイル用冷却器	CUC202						機能項目	件 1	件 2	件 3	件 4	件 5
型式専用	内管式冷却器	CUC203	機能項目	件 1	件 2	件 3	件 4	件 5					
	キャビネット部												
	キャビネット本体 (オール冷蔵、オール冷凍用)												
型式共通	キャビネット架台	PBS201	機能項目	件 1	件 2	件 3	件 4	件 5					
型式共通	キャビネット底面	PBT201	機能項目	件 1	件 2	件 3	件 4	件 5					
型式共通	キャビネット背面	PBK201	機能項目	件 1	件 2	件 3	件 4	件 5					

(図5)

機能項目	条件 1 / 6	条件 2 / 7	条件 3 / 8	条件 4 / 9	条件 5 / 10
冷凍機室幅	240mm	300mm	350mm		
冷凍機冷却方式	空冷	水冷			
冷凍機取付位置	右	左			
冷凍機室奥行き	500mm	600mm			

これが何を表しているかというと、この「冷凍機ユニットケーシング」というモジュールは、「冷凍機室幅」と「冷凍機冷却方式」「冷凍機取付位置」「冷凍機室奥行き」によって図面が変化しており、それぞれの範囲も「冷凍機室幅」が「240mm」「300mm」「350mm」の3パターン、「冷凍機冷却方式」が「空冷」「水冷」の2パターンといったように、それぞれ、どの範囲で変化しているかがわかります。この図面が変化する要因の項目を「機能項目」、その機能項目に対するパターン値を「機能条件」と呼びます。

そして、この機能項目条件の組合せがモジュールのバリエーションになります。つまり、このモジュールは、 $3 \times 2 \times 2 \times 2 = 24$ バリエーションと想定されます。しかし、24 バリエーション数あるはずなのに、実際には図面として 20 種類しかありません。これは残り 4 バリエーションが、ありえない組合せなのか、ありえるがまだ実績のない組合せということが考えられます。

また、このようにモジュールの定義と機能項目条件の整理を進めていくと、モジュールのバリエーション数が 200 を超えるような、かなりのバリエーション数が想定されるような場合もおきます。本来、モジュールのバリエーション数としては、その後の管理も含めると、30 ~ 100 の範囲におさまるぐらいが適正です。もし、どうしてもバリエーション数が多くなるようであれば、モジュールの単位が大きい、もしくは、モノとして分割できない単位であっても機能的な範囲が大きい場合が考えられます。この場合は、機能的なモジュール分割が必要になります。ただ、モジュール分割の話は複雑になるため、このコラムでは割愛させていただきます。

さて、今回は、設計モジュール化技法のステップと、各ステップの具体的な考え方について、お話しさせていただきました。次回も、引き続き残りのステップとその具体的な考え方について、ご説明していきます。



第4回

設計モジュール化技法の手順とポイント②

前回までは、「0. 対象機種を選定」「1. 製品モジュール構成の定義（モジュールの設定）」「2. 機能バリエーションの整備」について、お話しさせていただきました。今回は、引き続き設計モジュール化技法の導入するための残りの手順とその要点について、ご説明させていただきます。

マトリクス部品表の整備

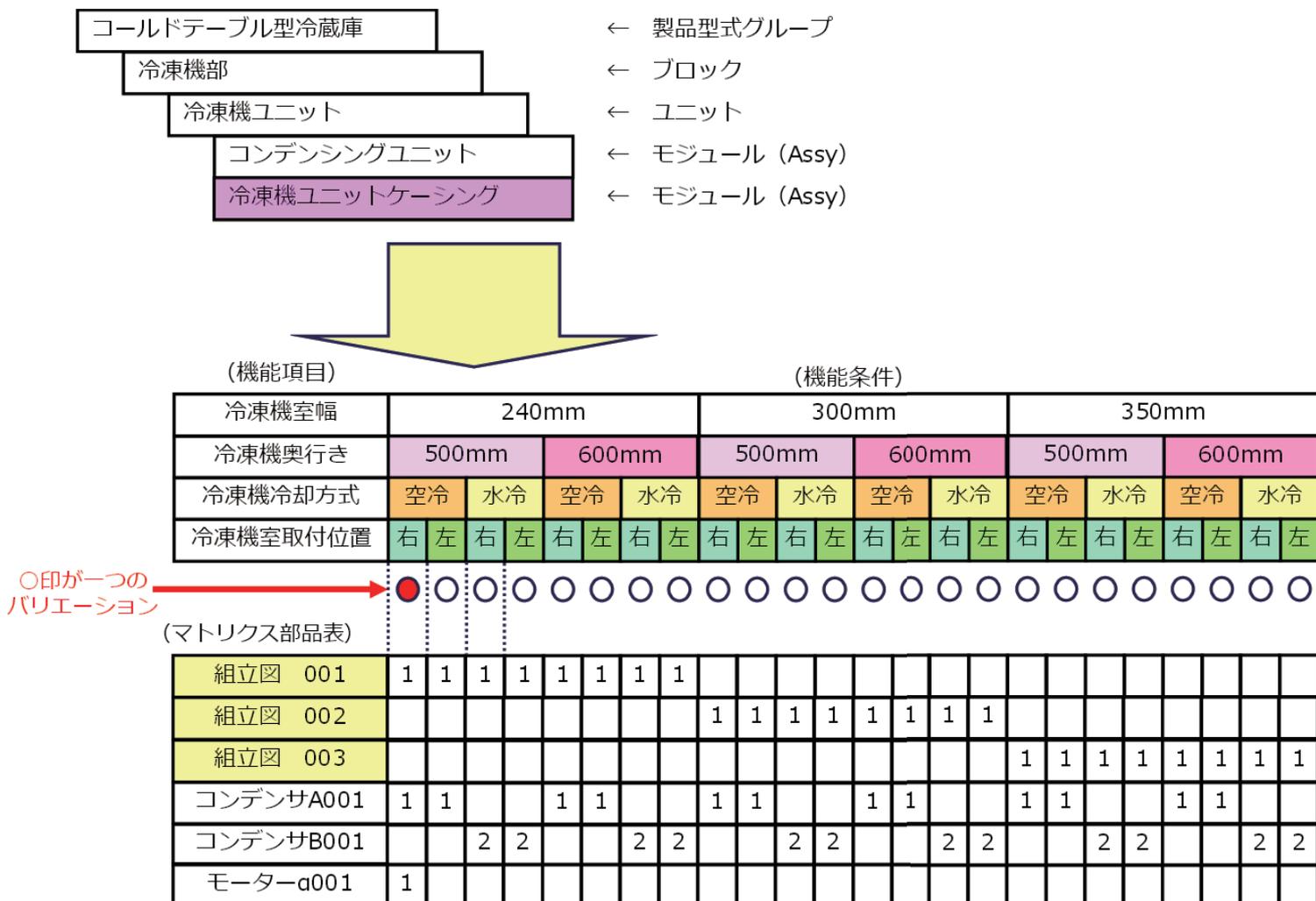
モジュール定義、機能バリエーションの設定が完了すると、引き続き、そのバリエーションで利用する部品表を整備していきます。前回の復習もかねて下図をご覧ください。（図1参照）

これは、前回ご説明した「冷凍機ユニットケーシング」をさらにバリエーションとして整理したイメージ図になります。機能項目として「冷凍機室幅」「冷凍機奥行き」「冷凍機冷却方式」「冷凍機取付位置」といった4つの項目に対し、それぞれ「冷凍機室幅」であれば、機

能条件が「240mm」「300mm」「350mm」というように、機能項目と機能条件の組合せで、24 バリエーション抽出したものが、上図で、○のついた列がバリエーションを表しています。

そして、各バリエーションの組立図、部品図を整理した表が、図1の下部の表になります。この表の中で、数字がそれぞれのバリエーション毎で使用される数量（員数、基数）になります。

(図1)



これらバリエーションと、各バリエーションの子部品をさらに整理した表が「マトリクス部品表」になります。(図2参照)

マトリクス部品表では、表の上段部は、機能項目条件表を表しており、機能項目と機能条件の取りうる値を縦軸として、その組合せとなるバリエーションを横軸としています。そして、その機能項目条件の組合せを、「○」印で表しています。

マトリクス部品表の下段部では、部品表を表しており、縦軸にモジュールの構成部品を、横軸には上段部と同様、バリエーションを定義しており、それぞれどの部品が、どのバリエーションでいくつ使われているか、各部品の原単位数量(員数・基数)を設定している表になります。

例えば、図2の表で、青枠で囲われた部分がモジュールの1つのバリエーションにあたります。このバリエーションの機能項目条件は、「○」印で定義されており、「冷凍機室幅：240mm」「冷凍機冷却方式：空冷」「冷凍機取付位置：右」「奥行き：500mm」(赤枠で囲われた部分)という機能を持っていることを表し、このバリエーションで必要となる図面および部品は、数量「1」の入った「冷凍機組立」「冷凍機ケーシング」「前カバーガラリ」「側面カバー」であるということが分かります。

このように、一つの表でモジュールの複数のバリエーションを整理することで、このモジュールが取りうる機能範囲が明確になり、また、同一機能範囲での部品種数とバリエーション毎の数量が横断的に把握できるようになります。そうすることで、このモジュールで、設計思想が統一されているのかどうか、どういう要素(機能)によって図面が変化するのがわかるようになり、設計ノウハウの整理にも役に立つようになります。

(図2)

マトリクス部品表		モジュールコード	モジュール名称		モジュールのバリエーション																					
		CUK201	冷凍機ユニットケーシング		001	002	003	004	005	006	007	008	009	010	011	012	013	014	015	016	017	018	019	020		
機能項目条件表	機能項目	機能条件		設計確認	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ		
				出図	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ		
				禁止																						
	冷凍機室幅	240mm			○	○									○	○										
	冷凍機室幅	300mm					○	○									○	○								
	冷凍機室幅	350mm																				○	○	○	○	
	冷凍機冷却方式	空冷			○	○	○				○	○				○	○	○	○			○	○			
	冷凍機冷却方式	水冷								○	○				○	○						○	○		○	○
	冷凍機取付位置	右			○					○	○				○	○					○	○			○	○
	冷凍機取付位置	左								○	○				○	○					○	○			○	○
奥行き	500mm			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
奥行き	600mm																									
マトリクス部品表	通番	番番	部品コード	部品名称	仕様	材料	001	002	003	004	005	006	007	008	009	010	011	012	013	014	015	016	017	018	019	020
	001		CUK-208001-A	冷凍機室組立	指示書(左機械W240)			1										1								
	002		CUK-208002-A	冷凍機室組立	指示書(右機械W240)				1																	
	003		CUK-208003-A	冷凍機室組立	指示書(左機械W300)					1										1						
	004		CUK-208004-A	冷凍機室組立	指示書(右機械W300)						1											1				
	005		CUK-208005-A	冷凍機室組立	指示書(左機械W301水冷)							1											1			
	006		CUK-208006-A	冷凍機室組立	指示書(右機械W301水冷)								1											1		
	007		CUK-200001-A	冷凍機ケーシング	W240用 D 5 0			1	1																	
	008		CUK-200002-A	冷凍機ケーシング	W240用 D 6 0 / 7 5														1	1						
	009		CUK-200003-A	冷凍機ケーシング	W300用 D 5 0						1	1	1	1												
	010		CUK-200004-A	冷凍機ケーシング	W300用 D 6 0 / 7 5																1	1	1	1		
	011		CUK-200005-A	前カバーガラリ	W240用			1	1										1	1						
	012		CUK-200006-A	前カバーガラリ	W300用					1	1	1	1								1	1	1	1		
	013		CUK-200007-A	側面カバー	左機械空冷 D 5 0					1	1	1	1													
	014		CUK-200008-A	側面カバー	右機械空冷 D 5 0									1												
	015		CUK-200009-A	側面カバー	左機械空冷 D 6 0 / 7 5																					
	016		CUK-200010-A	側面カバー	右機械空冷 D 6 0 / 7 5																					
	017		CUK-200011-A	側面カバー	左機械空冷 D 6 0 / 7 5 水冷																					
	018		CUK-200012-A	側面カバー	右機械空冷 D 6 0 / 7 5 水冷																					
	019		CUK-200013-A	側面カバー	左機械水冷																					
020		CUK-200014-A	側面カバー	右機械水冷																						

縦軸に「モジュール(部分組立品)」の構成部品をとり横軸にそのモジュールの機能バリエーションをとることによって、その「モジュール」を構成する子部品と必要数量を一目で判るようになっています

製品仕様の標準化

ここまで説明しました「モジュールの定義」「機能バリエーションの整備」「マトリクス部品表の整備」はすべて図面の整理になります。では、これで設計モジュール化技法の導入ができるかという、「否」です。設計モジュール化技法は、この連載の第2回でも説明した通り、「営業～設計～手配～製造」にわたる業務プロセス改革の手法になり、ここまでは、あくまで準備の第1段階が完了したに過ぎません。

いくら設計が、図面を整理し、バリエーションを定義したとしても、営業で顧客要求が、そのバリエーションに沿わないような特殊要件ばかり受注してくれば、せっかく整理したモジュールの恩恵は、少なくなってしまう。このモジュールの効果を十全に活かすには、営業で利用できるような顧客要求を整理した選択式仕様書を準備する必要があります。この顧客要求の仕様を整理した表が仕様項目条件表になります。(図3参照)

この仕様項目条件表を定義するにあたって、まずは、「仕様項目」の設定を行います。対象機種で、設計・製造に必要な顧客要求項目を一覧化したものが、暫定の仕様項目になります。他にも、設計・製造に必要な項目だけでなく、検査項目や納入時の工事要件、納品物の種類等々、顧客と決めなければならない項目も仕様項目として定義いたします。こうすることで、営業側で、顧客と打合せするための要件を選択式仕様書に一元化できます。

(図3)

仕様項目		仕様条件	
No	名称	No	名称
00010	主たる用途	001	物品冷蔵保管
00010	主たる用途	002	物品冷却
...
00030	設置場所	001	国内
00030	設置場所	002	海外
00030	設置場所	003	移動体設置(船舶、列車等)
00310	本体外形巾	003	1,500mm
00310	本体外形巾	004	1,600mm
00310	本体外形巾	005	1,800mm
...
00310	本体外形巾	009	指定寸法
00320	本体外形奥行き	001	500mm
00320	本体外形奥行き	002	600mm
00320	本体外形奥行き	003	750mm
00320	本体外形奥行き	004	指定寸法
...
00420	冷凍機室設置位置	001	右冷凍機
00420	冷凍機室設置位置	002	左冷凍機
00420	冷凍機室設置位置	003	冷凍機別置き
00430	冷却方式(冷却器設置面)	002	ペアコイル式 背面1方(冷凍庫はコイル巻き)
00430	冷却方式(冷却器設置面)	003	ペアコイル式 背面側面3方(冷凍庫はコイル巻き)
00430	冷却方式(冷却器設置面)	004	ペアコイル式 背面側面天井4方(冷凍庫はコイル巻き)
00440	使用温度	001	中温型(冷蔵庫使用温度10℃~20℃)
00440	使用温度	002	標準(冷蔵庫使用温度5℃~15℃)
00510	電源電圧	001	100V単相(100~115V)
00510	電源電圧	002	200V三相(200~225V)
00520	冷凍機冷却方式	001	空冷式
00520	冷凍機冷却方式	002	水冷式
00530	冷凍機出力	001	150W
00530	冷凍機出力	002	250W
00530	冷凍機出力	003	300W
00530	冷凍機出力	004	400W
...

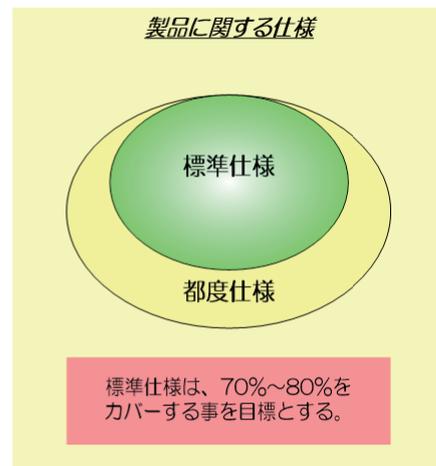
次に「仕様項目」を整備した後は、「仕様条件」の整備を行います。

これは、洗い出した仕様項目に対して、対象機種で製作可能な条件値をその項目の選択肢として定義していきます。

この時、条件値として、どこまでの範囲をカバーするかの基準を明確にしておかないと、再利用しない可能性がある値まで整備することになってしまいます。では、この基準については、どこまでが妥当なのでしょうか。これは企業や対象製品によって異なりますが、一般的には過去5~10年の間で、受注要求項目を洗い出して、繰り返し要求のあった仕様を条件値として定義し、それにより年間の受注の70%~80%をカバーできるぐらいを目安にします。

また単に条件値を一覧化するだけでなく、条件種別をもって標準推奨仕様であることやコストや納期的な問題があることを明示することで、条件の「重み」をわかるようになり、仕様を選択する際の指針となります。

さらには、こうした仕様項目条件表に製品仕様以外の顧客要望で見積金額が変動する仕様項目を定義することで、見積価格の算出にも利用できる等、営業側でのメリットを持たせることができ、選択式仕様書の活用が定着しやすい環境をつくれます。



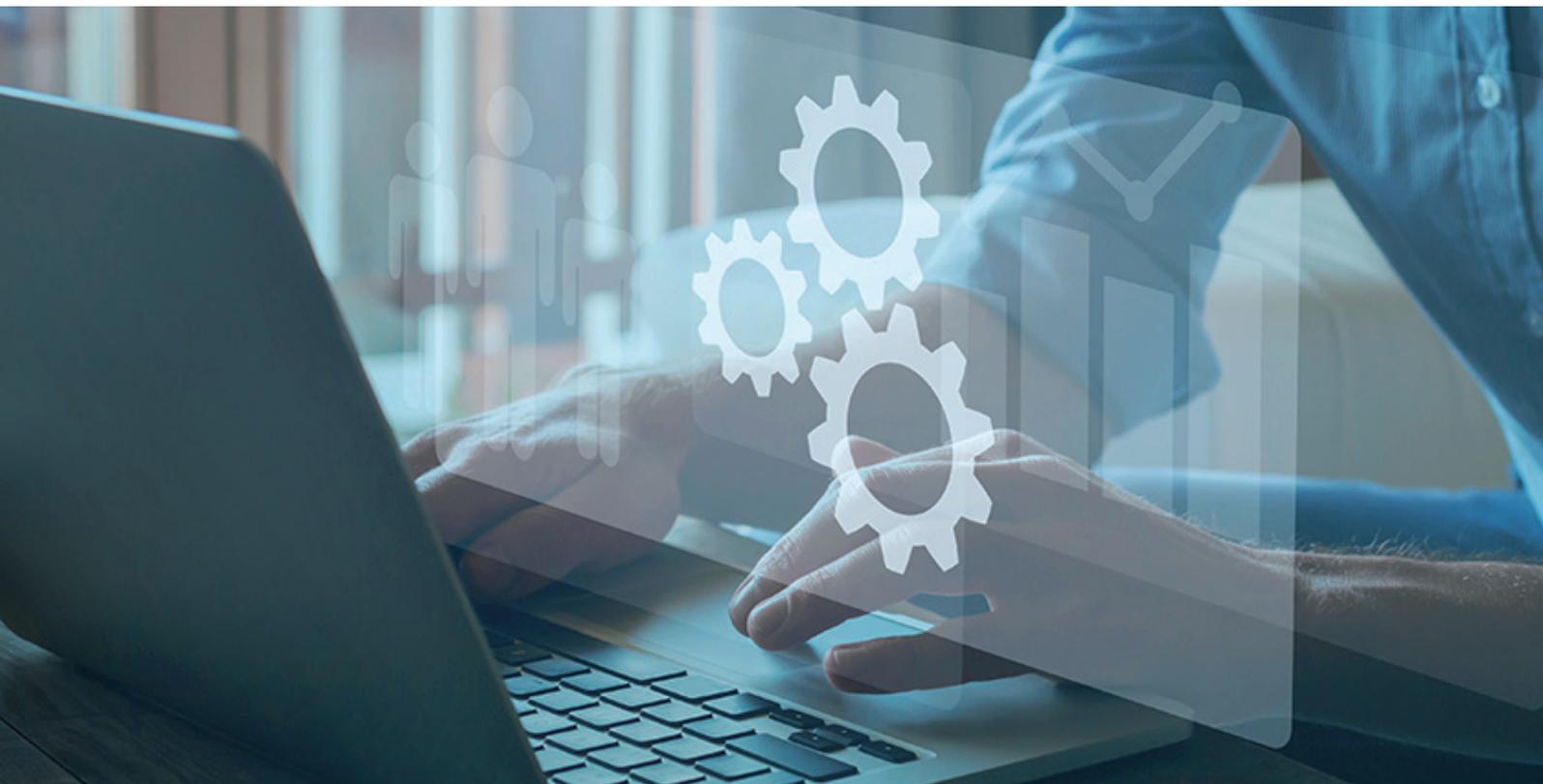
仕様と機能の結合

図面の整理、仕様の整理が終わった段階で、設計モジュール化技法の準備としては第2段階までが完了したことになります。ここからは最後のステップとして、それぞれ整理されたモジュールの機能バリエーションと、仕様項目条件を紐づけることで、仕様が選択されることで必要な図面が抽出される、いわゆるコンフィグレータの定義を行います。

我々の設計モジュール化技法では、この定義のことを仕様機能結合と呼んでいます。通常、個別受注事後設計型製造業の設計者は、受注がきまって顧客の要求仕様が明示されると、その内容から、どのような機能をもった図面の構成が必要かという構想設計を行います。そして構想設計を行った結果、必要な図面、部品の一覧を作成します。いわゆる製番部品表（オーダー部品表、工番部品表

とも呼ばれる）の作成です。この製番部品表を作成する中で、既存の図面が利用できれば、そのまま既存図面を流用し、今までにない図面が必要であれば、新図を作成することになります。

こうした顧客要求仕様から必要な製品構成および部品表を作成することは、設計者の高度なノウハウであり、設計者の能力に依存してしまうため、個別受注事後設計型製造業で属人化してしまう要因の一つになっています。設計モジュール化技法では、こうした設計者の高度なノウハウを、仕様機能結合表という定義を行うことで、実現することが可能です。（図4参照）

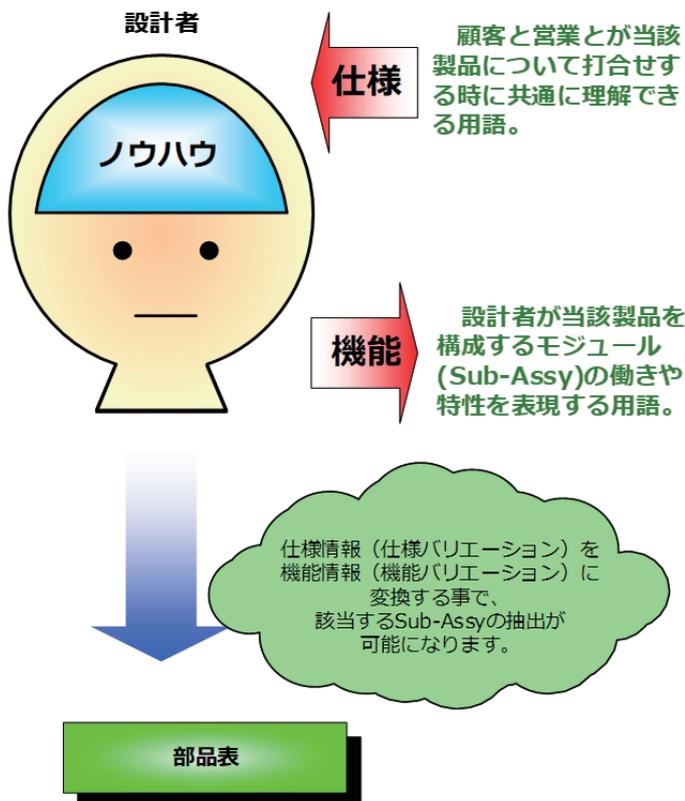


仕様機能結合表の細かな定義方法については、あえて割愛させていただきますが、上図にあるように、客先要求において、仕様項目条件表で「冷凍機出力：400W」の仕様を選択された際に、前述した冷凍機ユニットケーシングというモジュールでは、機能項目条件が「冷凍機室幅：350mm」「奥行：600mm」といった出力が大きなコンデンサが搭載可能な冷凍機室サイズのバリエーションが選択されるように、仕様バリエーションと機能バリエーションを紐づけることを定義します。そうすることで、選択された仕様項目条件からモジュールのバリエーションの抽出、そしてそのバリエーション配下の部品構成を自動的に抽出できるようになるのです。

世間一般、よくあるコンフィグレータという仕組みでは、仕様と直接、部品を紐づける仕組みが多々見受けられます。この場合ですと、部品自体が設計変更されたり、または仕様項目条件表が変更されたりする都度、紐づけを修正する必要があり、非常にメンテナンスに手間がかかったり、修正ミス・モレが発生します。

仕様機能結合では、仕様項目条件表と機能バリエーションの紐づけを行うため、部品自体の設計変更に直接影響を受けなくなり、メンテナンス自体の手間は大幅に削減されます。また、定義することで設計者自体のノウハウが明確になるため、どのような設計思想に基づいて判断されているかを後年の設計者が理解できるようにもなり、設計ノウハウの継承にも役に立ちます。

(図4)



●仕様項目条件表

仕様項目		仕様条件	
No	名称	No	名称
...
00420	冷凍機室設置位置	001	右冷凍機
00420	冷凍機室設置位置	002	左冷凍機
00420	冷凍機室設置位置	003	冷凍機別置き
00520	冷凍機冷却方式	001	空冷式
00520	冷凍機冷却方式	002	水冷式
00530	冷凍機出力	001	150W
00530	冷凍機出力	002	250W
00530	冷凍機出力	003	300W
00530	冷凍機出力	004	400W
...

客先要望が「冷凍機出力：400W」という要求の時に、モジュールで冷凍機室の幅と奥行きを最大値にしないといけない、という関係が、「仕様と機能の関連性」となります。

●マトリクス部品表

機能項目	機能条件	001	002	003	004	005
冷凍機室幅	240mm	○	○			
冷凍機室幅	300mm			○	○	○
冷凍機室幅	350mm					
...	...					
奥行き	500mm	○	○	○	○	○
奥行き	600mm					

部品コード	部品名称	仕様	001	002	003	004	005
CUK-208001-A	冷凍機室組立	指示書 (左機械W240)	1				
CUK-208002-A	冷凍機室組立	指示書 (右機械W240)		1			
CUK-208003-A	冷凍機室組立	指示書 (左機械W300)			1		
CUK-208004-A	冷凍機室組立	指示書 (右機械W300)				1	
CUK-208005-A	冷凍機室組立	指示書 (左機械W301)					1
CUK-208006-A	冷凍機室組立	指示書 (右機械W301)					
CUK-200001-A	冷凍機ケーシング	W240用 D 5 0	1	1			
CUK-200002-A	冷凍機ケーシング	W240用 D 6 0 / 7 5					
CUK-200003-A	冷凍機ケーシング	W300用 D 5 0			1	1	1
CUK-200004-A	冷凍機ケーシング	W300用 D 6 0 / 7 5					



設計業務デジタル化のヒントはこちらから

mcframe PLM 製品情報サイト

▶ <https://www.mcframe.com/product/plm>

ビジネスエンジニアリング株式会社

本社：〒100-0004 東京都千代田区大手町 1-8-1 KDDI 大手町ビル

TEL：03-3510-1616（受付時間：9:00～17:00 土日祝を除く）