レース部品生涯管理システムの開発

Development of Lifecycle Management System for Racing Parts

谷口秀直*　田口克則*　野田昌孝*
Hidetada TANIGUCHI　Katsunori TAGUCHI　Masataka NODA
宮島重雄*　渡辺修**
Shigeo MIYAJIMA　Osamu WATANABE

要旨

レースにおける技術開発業務では，他チームに対する競争力を維持する目的で，部品の開発とレース供給が同時に進行するため，状況の変化に対して短期間での開発や供給の見直しが常に必要とされる．そこで開発のスピードアップと資源の有効活用のために部品の生涯管理システムを構築した．本システムでは，部品の設計仕様の検討から出図，生産計画，手配発注，調達と製造，受入検査，在庫管理，組立て，使用履歴，廃棄まで，すべての段階における部品の計画および実績データの一元管理を目指した．データの一元管理実現により，レース部門横通しで，瞬時に情報共有が可能になり，レース現場でも的確な即断即決ができる環境を提供する見通しを得た．

ABSTRACT

In racing operations, parts development and supply must be constantly reviewed in a short time with regards to changing circumstances in order to simultaneously promote upgrading and supplying of parts with the aim of maintaining competitiveness relative to other teams. For this reason, a part lifecycle management system was constructed to increase development speed and effectively utilize resources. This system aimed for centralized management of part plans and results data for all stages, from investigation of part design specifications to drawing issue, production plans, arrangement and purchasing, procurement and manufacturing, receiving inspection, inventory control, assembly, usage history, and disposal. Centralized data management enabled instant sharing of information across the Racing Division, and provided prospects for creating an environment that enables accurate and prompt decision making even at racing sites.

1．まえがき

四輪R&Dセンター栃木(以下，HGT)のレース部門では，エンジンの開発と組立ておよびレース供給，車体の先行技術開発，ギヤボックスの変速機構やインターナルギヤの開発とレースチーム(HRF1)への供給をおこなっていた．エンジンの組立てと供給は，イギリスのHRDでもおこなわれ，部品開発とレースに対する部品供給はHGTからだけではなく，現地調達部品についてはHRDからおこなわれていた．

レース業務では，競争力を維持するために開発のスピードが要求され，独特の業務フローを前提としている(Fig. 1)．常に複数仕様の部品を設計，手配しつつ，テスト結果を見ながら組立て直前に，在庫および納入予定の部品からその時点での最良の仕様を選び，組立てて製品供給をおこなう．また，開発用とレース供給用の部品を同時並行で手配する必要があり，組立て仕様の変更頻度も高い．使用の可能性がある部品を常に確保するため，多種類で大量の在庫が不可欠となる．

隔週開催のレースへの対応も含め，組立て仕様や在庫の状況が刻々と変化するだけでなく，トラブル情報をフィードバックする目的で，部品の組立て実績や使用経緯を正確に記録しておくことも要求される．HGTとHRDとの間でも，部品のやりくり，それぞれのテストやレースの結果にもとづく計画変更の共有が必要とされたため，スピードと共に高い情報精度も要求された．

また，昨今のエンジン使用制限レギュレーション適用により，同じ部品番号の部品を品質ランク別に管理したり，個々に寿命管理をおこなう必要性も増加する傾向にあった．

近年まで，レース部品の管理には市販車開発業務用に構築されたシステムを流用していたが，レース業務特有の環

＊　四輪R&Dセンター
＊＊富士通株式会社

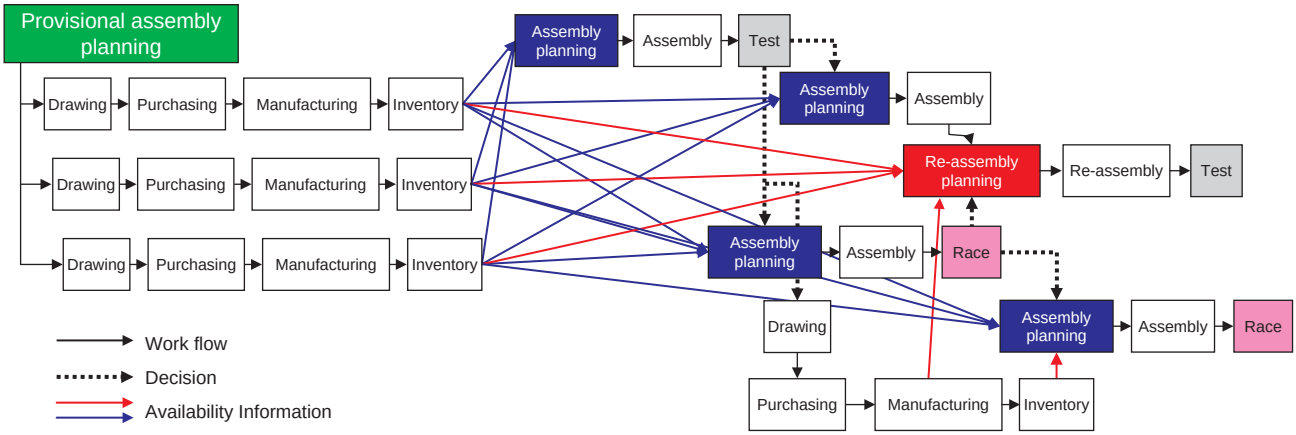

Fig. 1　Racing operations

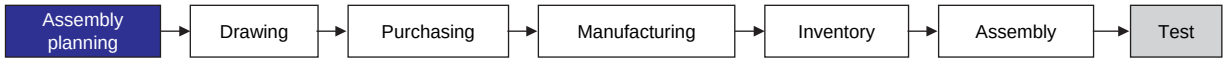

Fig. 2　Production car development

境変化や業務内容に合わせた，根本的な見直しはおこなっていなかった．

市販車開発業務のフローでは，試作車の組立て仕様と組立て日程を決定し，その後組立てに必要な部品の引き当てを確定してから発注をおこなう(Fig. 2)．このために構築された従来システムでは，レース業務で求められる柔軟性が不足し，随時変化する情報を正確に反映することができなかった．

このシステムと実業務のギャップを克服するため，それぞれの部署で必要な情報を別のシステムの帳票やツールで独自に補い，情報の突き合わせは，経験にもとづく手作業や人海戦術に頼らざるをえない状況にあった．さらに，物理的な距離と時差がある日英間での調整が発生すると，電話やメールによる非定型で詳細なやりとりに多大な時間と工数を費やせざるをえなかった．

以上の結果，その時々で最良の判断を即座に下せないばかりでなく，欠品が発生して代替の対応に追われたり，過剰在庫が発生するなど，開発資源を有効に使えない一要因となっていた．

上記の課題を根本的に解決するため，レース部品の生涯管理システムを開発した．

2．開発方針

本システムでは，レース業務で必要とされるタイムリーで的確な判断を可能とするため，精度の高い部品管理情報の共有を目指した．またその結果として，開発資源を最大限に活用できる環境の構築も期待された．

そのために，部品の設計仕様の検討から出図，生産計画，手配発注，調達と製造，受入検査，在庫管理，組立て，使用履歴，廃棄まで，すべての段階における計画と実績を，常に最新の状態で一元管理することを目標とした．

具体的な開発指標を，以下に定めた．

(1)組立て計画成立性検証のスピードアップ

(2)発注のスピードアップ

(3)部品管理情報の充実

新しいシステム構築には，業務フロー自体を再構築する必要があり，関連するすべての部署から選出されたメンバーが，仕事の流れを徹底的に検証して，全体最適となる業務役割の見直しをおこなった．

レース業務の特性上，スピードと柔軟性が求められるので，人が判断すべき内容と，システムに任せる部分の切り分けについては充分な議論をおこない仕様を決定した．

また，一元管理された情報を元に判断を下す者だけでなく，各情報を入力した担当者自身も必要な情報が閲覧できるなど効果が実感できる仕組みとし，情報の精度，鮮度維持を促すべく工夫した．

先行プロジェクトは 2006 年春に発足し，HGT のレース部品管理にまつわる業務課題全体の現状把握を開始した．これにもとづき，2007年春から業務役割の再定義，2008年初よりシステムの新規構築をおこなった．

3．組立て計画成立性の検証機能

組立て完成品一台ごとに割り振られた管理番号(号機)の情報(A)，組立て日程(B)，組立て部品構成一覧(C)，部品ごとの手配，発注，納期の情報(D)，在庫情報(E)，組立て実績(F)，使用経歴(G)を連携させ，検証する統合システムを構築した(Fig. 3)．

各号機の組立て計画を変更するとどの部品が成り立たなくなるかをアラート表示でシステムが自動的に警告し，関係者全員が瞬時に情報共有できる．その課題への対応は人

が総合的に判断し，人の判断結果をシステムに反映することで，最新の計画情報として共有できる仕組みとした．

このシステムを構成する各個別機能について，以下に述べる．

3.1. 完成品ごとの組立て部品構成管理

計画成立性検証の中核機能として，これまでレース部門で培われてきた計画管理ノウハウを抽出し，完成品一台ごとの部品構成を管理する組立て部品構成一覧機能を開発した．これはすべての後工程への指示の基本となる元データを生成する機能であり，部品の発注や製造開始後も構成の変更が可能な点に特徴がある．

下記のようなデータの連携により，号機ごとの組立て部品構成管理を実現した(Fig. 4)．

（1）スペック別使用部品登録

機能単位ごとに複数のスペックを定義し，それぞれのスペックに対して使用される構成部品を登録する．複数の種類の中から任意の部品を選択して使用すること（選択部品）も可能にした．

（2）号機適用スペック登録

各機能単位にどのスペックを適用するか，号機ごとにその組合せを登録する．

（3）組立て部品構成一覧表

（1）と（2）を連携させることにより，号機ごとの組立に必要とされる全部品の一覧を表わす．

3.2. 発注部品の納期管理

レース業務では日常化していた，取引先の供給能力に応

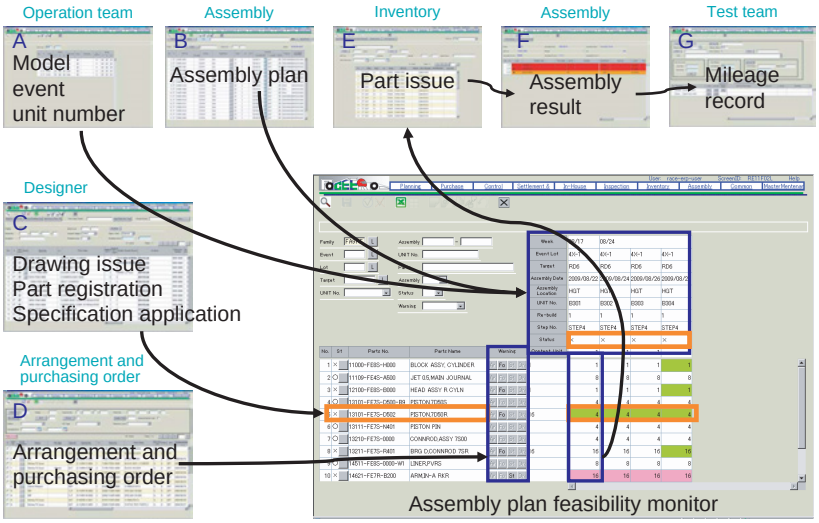

Fig. 3　Assembly plan feasibility monitoring

Part registration for specifications

Part	Quantity	Common	Piston L1	Piston N5	Funnel M	Funnel S
A	4		○			
B	3	○				
C	2			○		
D	2			○		
X	1	○				
E1	4	○				
E2	4				○	
F1	4					○
F2	4	○				

Specification application for unit No.

	Round1		Bench
Region	R001	R002	Performance
Quantity	1	1	5
Piston			
L1	○	○	10
N5		○	20
Funnel			
M		○	10
S	△		10
memo			

Assembly part configuration sheet

			Assembly date	2007 06/01	2007 06/02	2007 06/10	
			Unit No.	R001	R002	Performance	
		Part	Quantity	1	1	5	Quantity
Piston	L1	A	4	4		10	14
Piston	N5	B	2		2	20	22
		D			2		2
Common		C	3	2	2		4
Common		X	1	1	1	5	7
Common		E1	4	4	4	20	28
Funnel	M	E2	4		4	10	14
Funnel	S	F1	4	4		10	14
Common		F2	4	4	4	20	28

Fig. 4　Assembly part configuration sheet

じた分割納入や納期の変更を踏まえ，迅速に納期情報提供できる機能を強化した．

（1）複数納期回答管理

一つの発注に対し，複数の納期回答を登録することができるよう，取引先と発注情報連携をおこなうシステムの改修と合わせて機能を開発した．

（2）納期回答状況確認

納期未回答，納期遅延回答，納期回答変更など，取引先の搬入予定のさまざまな状況を確認でき，発注者と取引先で合意された納期（確定納期）を情報共有できるようにした．

3.3. 製造品の工程進捗管理

社内の製造部門と複数の取引先を経由しながら素材を加工し完成品とする製造部品の場合，日程短縮のため取引先間で直接，製造途中部品の受け渡しがおこなわれる．これまで担当者の経験に頼り，代表的な重点管理部品の把握のみでおこなわれていたその工程進捗管理をシステム化し，情報の精度アップと共有を可能とするため，下記の機能を開発した．

（1）工程進捗管理

すべての部品について，工程設計およびそれぞれの加工日程の予定と実績を表示可能にした．

（2）受領書による進捗把握

製造途中部品の移動は必ずしも発注単位で移動するものではない．そこで受領書を作成し，次工程で製造途中の部品を受取った際の受領書の情報をシステムに取込むことにより進捗状況を把握するようにした．

3.4. 手配数算出のための引当て

頻繁に状況が変化する中で，部品の適切な所要量（手配数）を求めるには，組立て計画からの要求数と発注残数，在庫数，組立て予定数等を照らし合わせ算出する必要がある．適切な手配数を求めるための引当て機能を開発した．

まず利用可能在庫数は式（1）により求められる（Fig. 5）．

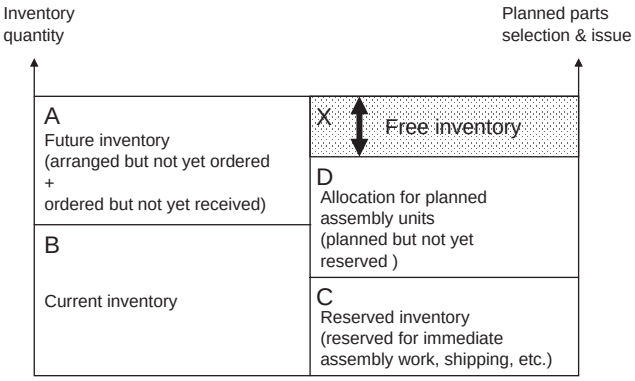

Fig. 5　Free inventory

$$X=(B+A)-C-D \qquad (1)$$

X：利用可能在庫数

B：部品庫の現在庫数

A：未来在庫数（手配したが発注されていない数と発注されたが在庫となっていない数の和）

C：出庫予約数（出庫準備のため出庫待ちに仕分けられた数）

D：予約未の計画号機割当て数（出庫予約されていないが計画で号機に対し必要とされている数）

このようにして求められた利用可能在庫数に対し，後述する共有部品管理情報にもとづく中古部品の使用可否や，シーズンの残りイベント数など，不定形な要素を人が考慮し，数の調整をおこなった上で最終的な手配数を決定することができる．これにより高い精度で手配がおこなえるようになった．

3.5. 在庫仕分け

従来，部品には発注時の組立て計画にもとづいた号機の情報が記された荷札が付けられていたが，組立て計画に変更の多いレースの部品管理においては役に立たなかった．そこで仕分けのスピードと精度アップのために在庫の仕分け機能を開発した．

利用可能在庫に対して，その都度最新の組立て部品構成一覧表にもとづき，組立て日，号機の目的，適用スペック，品質ランクにより優先順位を付けて仕分け提案を自動的におこなう．最終的な仕分け先は人が総合的判断で決定する．これにより柔軟性の高い運用が可能となった．

4．発注関連機能

部品発注をおこなうにはさまざまな情報が必要とされ，その連携が実際の発注のスピードに影響する．下記の機能やプロセスを強化，改善することで，発注のスピードアップを実現した．

4.1. 出図前情報入力

従来システムでは，図面登録（以下出図）後に順次おこなわれていた手配数決定，取引先決定，仮単価決定などの発注業務を，情報の一元化により正確な先行情報の共有を可能とすることで，出図前から同時並行でおこなえるようにした（Fig. 6）．

（1）出図予定登録

出図予定の部品の各種情報を管理する．出図予定日や材質やベースとなる部品など，発注に影響する情報を入力する．部品番号は情報の最上流である出図予定からのみ入力できるようにし，以降の作図や出図ではその情報を共有することにより，不整合が起こらぬようにした．

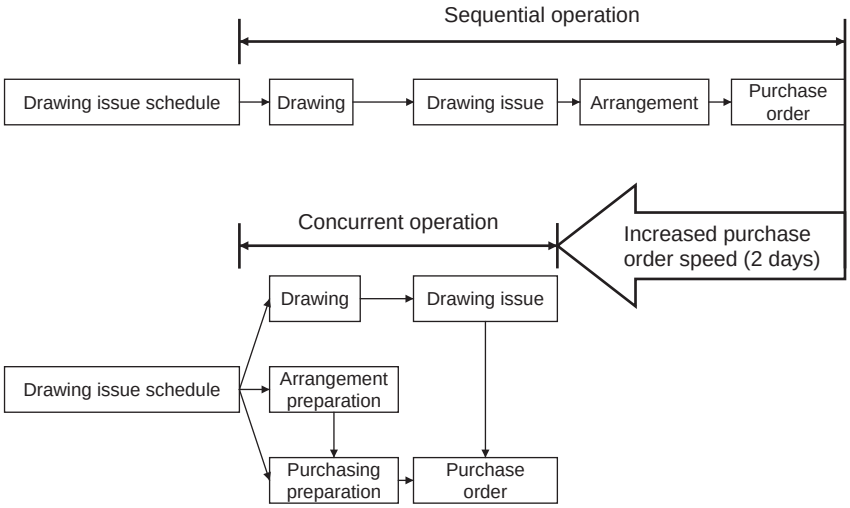

Fig. 6　Revised process of purchasing

（2）手配準備

組立て計画から手配数と部品を必要とする部署の情報を入力する．

（3）発注準備

出図予定の情報から取引先や支給品など調達方法の検討をおこない，結果を入力する．

4.2. 出図プロセスの改善

出図プロセスについて従来は紙による承認や紙の配布による情報伝達など処理の途中で情報の滞留があったが，本システムでは以下の機能により，瞬時の情報伝達を可能とした．

（1）出図時の整合性チェック

従来は後工程で人によるチェックと修正処理のプロセスがあったが，チェック機能を強化し，出図段階で部品構成や部品経歴の整合性のチェックを完了できるようにした．

（2）仕様変更通知書

出図予定と事前情報からデータ抽出して自動作成を可能とした．

（3）仕様変更通知書 No. 発行

出図時の整合性チェック機能強化を目的として，出図承認後即座に仕様変更通知書 No. を発行するようにした．

5．部品管理情報の充実

5.1. 在庫管理

これまでシステム外の別帳票や，データ連携の無い別システムなどで管理していた情報を統合し，下記の機能を実現した．

（1）部品の個体管理

納入検査時点で各部品に個別の識別番号を与え，荷札，又は，部品に直接レーザーマーキングで２次元バーコードを刻印することにより，個体管理することが可能となった．

（2）品質ランク別管理

部品の実物測定結果にもとづきランク付けをおこない，ランクごとに部品をグループ化し在庫管理ができるようにした．

（3）未出庫部品リスト

式（1）のＣ＋Ｄに当たり，組立て部品構成一覧表により号機ごとの組立に必要とされる部品の中で，現物として出庫されていない部品の一覧である．設計変更が発生すれば自動的に未出庫部品リストに反映される．

（4）使用経歴管理

部品の使用経歴管理をおこなうことにより，寿命にもとづく部品の交換時期がより詳細に把握できるようになった．

（5）部品管理庫外の在庫管理

部品管理庫からの出庫以降も廃棄するまで，各部署での保管場所と在庫数を一元管理することにより，部品の総数と所在を明確にすることができる．

（6）アセンブリ，号機ごとの管理

部品を部品番号ごとだけでなく，保管や移動時に使われるアセンブリ，号機といった任意のまとまりで管理することを可能とした（Fig. 7）．

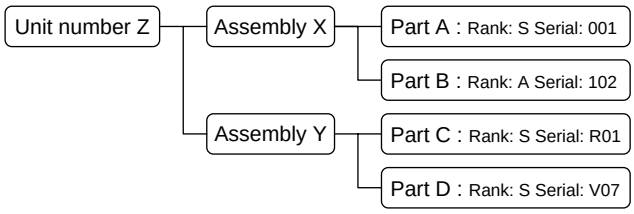

Fig. 7　Unit number and assembly

5.2. 組立て実績管理

これまで在庫管理システムと連携が無い別システムで管理され，実績入力に時間がかかっていた部品の組立て実績を，短時間で精度良く記録することを実現した．特にエンジンは約千点もの部品で構成されていることから一台ごとの実績を効率よく正確に残す手法を考案した．

（1）組立て実績入力の効率化

部品の個体識別番号の２次元バーコードを読み取ることで，組立て実績入力を手入力ではなく半自動で素早くかつ正確におこなうことが可能となった．また各部品の出庫情報を自動的に引用できるようにし，誤入力を防止すると同時に入力作業の負荷を軽減した．

（2）組立て実績の検証容易化

組立て部品構成一覧表と組立て実績をつき合わせることで，その差異を瞬時に把握できる．組立て実績間の比較も容易となった．

（3）製造品質情報との連携

製造品質情報を管理する別システムから製造シリアルナンバー情報を受け取り，部品の個体識別番号と関連付けることで，組立て実績から詳細な製造品質情報の参照を可能とした．

6．システム適用技術

これまでに記したようなレース業務特有の要件の実現性や保守性，拡張性を考慮し，本システムを市販パッケージのカスタマイズではなく，専用開発によって構築した．

システム開発においては，システム化の方針とねらいを浸透させておかないと，各人が勝手に要件を考えるため，仕様の統一が困難になるが，一方で標準化や共通化を進めすぎても，利用者の使いやすさに影響が生じてしまう．システムのベースとしてはオープンアプリケーションフレームワークを採用したが，業務の実現性を優先して標準化と個別化のバランスをとるように構築した．

それぞれの階層で適用した技術内容を以下に述べる．

6.1. ユーザインターフェースの考え方

ユーザインターフェースは，検索や一覧といった画面構成の基本パターンは用意するものの，業務ごとに異なる操作性への要求を実現するために，それぞれの画面ごとに利用者とレイアウトを充分検討し，個々の要求に合わせて以下のように画面構成をパターン化した．

（1）監視パネル型

Fig. 8 に示す組立て計画成立性の検証の画面では，部品ごとの手配状況を号機単位で表示させ，一目見て状態がわかるように８種類の異なるアラートを色による識別で判別可能とした．また，アラートの種類によって必要な対処ができるように部品ごとに遷移ボタンを配置するレイアウトとした．

（2）操作集約型

発注情報作成画面は担当者が絶えず利用するため，一つの画面で必要な操作をすべて実現できるように，上部に基本情報を表示し下部に発注形態ならびに明細情報を表示させる３エリアの分割レイアウトを採用した（Fig. 9）．

（3）リスト同時表示型

Fig. 10に示す受取確定画面では，号機一覧と部品一覧

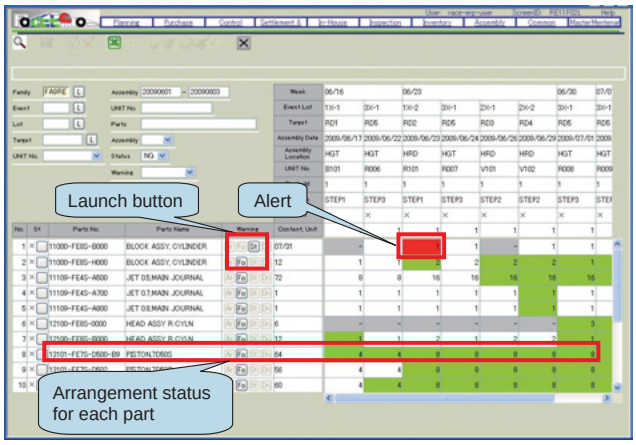

Fig. 8　Assembly plan feasibility monitor

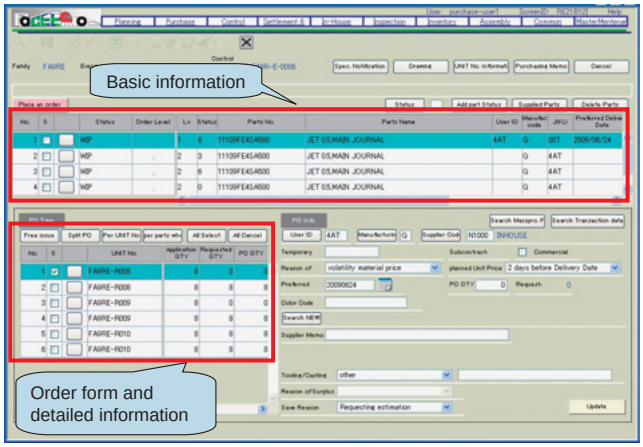

Fig. 9　Purchase order entry

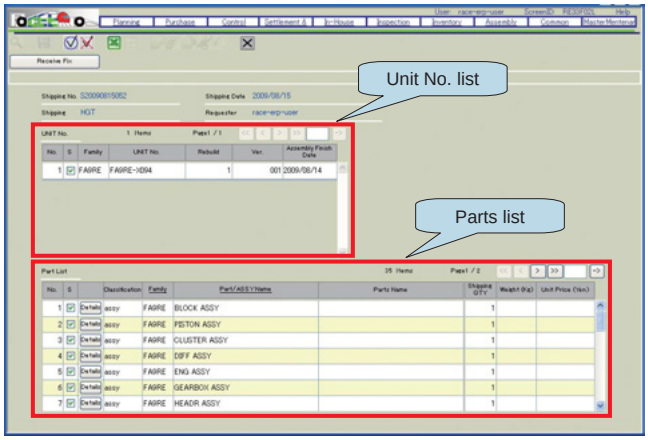

Fig. 10　Receiving confirmation

Table 1　Common functions

	Common functions	Explanation	Usage pattern
a. Display	• Table column customization • Structure expansion • Memo	Enable each user's preferred display, structure and additional information	Sorting or selecting data on user's demand
b. Multi location	• Multi language • Multi location	Switch displayed language for menus, drop-down lists, etc.	Usable by multiple offices, both domestic and overseas
c. External interface	• Excel input • Excel output	Bulk operation by using a spreadsheet is possible.	Mass data inputs and outputs essential for fast operations
d. Security	• Menu privilege • Data privilege	Can be set for each user based on their role and screen mode	Privileges control based on department and/or title

の２種類のリストを同時に確認する必要があるため，上下２段の改ページ個別制御で画面を実装した．

6.2. 共通機能技術

利用者の利便性を高め，かつシステム開発を効率化するよう，業務ロジックから分離してフレームワーク上に共通機能を実装した．利用者の使用頻度が高い機能が，どの画面からも利用できるように共通化を図ると同時に，システム開発者は業務ロジックの設計に専念でき，品質と開発効率の向上を達成できた．Table 1に，(a)表示性，(b)多拠点，(c)外部インターフェイス，(d)セキュリティの観点で適用した共通機能技術をまとめた．

6.3. データモデルの考え方

データモデルは，情報の一元管理を実現させるために従来システムのデータ構造を踏襲せず，ゼロから設計した．設計部署では設計図や組立て部品構成の作成を部品番号単位で扱うが，発注部署では注文書が情報の基本単位となる．また，部品が受入された後は，重要部品については個体識別をして管理をおこなう必要がある．そこで，各部署で取り扱う「組立て部品構成」「注文書」「個体部品」を手配数，受入数，組立て実績などで結合するデータベース構造とした(Fig. 11)．これにより，各部署の業務に適した単位で情報を扱うことができ，かつそれらが有機的に結合することで，部品の生涯全体にわたる情報把握を瞬時におこなうことが可能になった．

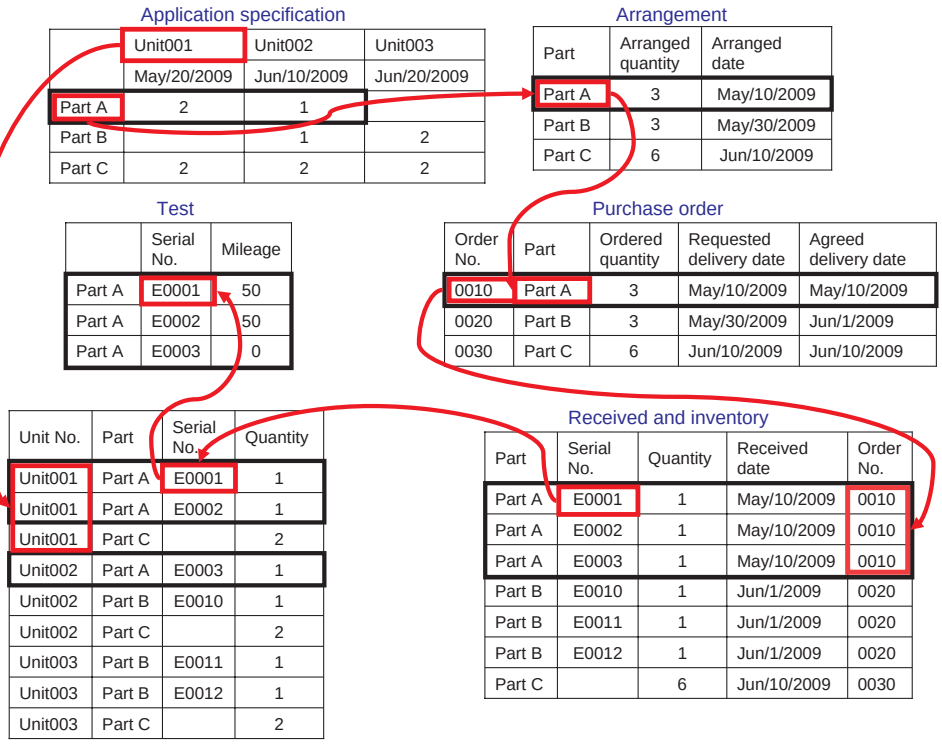

Fig. 11　Data model

７．システム適用の効果確認

本システムの適用直前に F1 撤退の決定が下され，本システムは実務稼動していない．しかし，システムを完成し統合テストをおこなった結果，部品の製造と供給に関わるすべてのデータが一元管理された環境下でそれぞれの部署が業務を遂行でき，ねらいであったタイムリーで的確な判断が可能であることが確認された．

7.1. 組立て計画成立性検証のスピードアップ

従来は，それぞれの部署の担当者が個別に持つ情報を突き合わせることで，初めて全体の組立て計画成立性が明らかとなり，それから対策を検討するという手順が不可欠であった．その過程では，特定の部品の所在と個数の確認に２日を要する場合もあったが，本システムでは，成り立たない部分の把握と共有が即座に可能であった．また，一元化された最新情報が手元で参照できるため，日英間での調整においても素早い判断がおこなえると考えられる．

7.2. 部品発注のスピードアップ

正確な先行情報により同時並行で進められる事前準備と，出図プロセスの改善により，出図から発注までにかかる期間を２日短縮した．また情報の一元化により，情報の食い違いによる混乱や重複作業も防止できると期待される．

7.3. 部品管理情報の充実

部品の入庫から廃棄までの間の在庫管理を，部品番号単位だけでなく，個体，アセンブリ，号機，あるいは品質ランクごとに取り扱うことが可能となり，用途に応じた部品の正確な在庫数把握と過不足対応が可能となった．また，個体の使用経歴情報にもとづく部品の交換時期を把握することで，部品の必要数と在庫の適正化も期待できる．

組立て実績記録も，レースサーキット等での実作業までリアルタイムに共有できるようになり，選択部品の中からどの部品が実際に使用されたかの確認なども容易となった．さらに製造品質情報を管理する別システムとの連携で，不具合発生部品と同一製造ロットの部品の除外が素早く正確に可能となった．

８．あとがき

HRF1 では，2006 年当時すでに ERP（Enterprise Resource Planning）パッケージと呼ばれる市販ソフトウェアをベースに独自に開発したシステムで，部品の使用履歴管理機能や２次元バーコードを活用し，エンジン以外の部品についてレース現場とファクトリーを一括管理していた．ギヤボックス部品やエキゾーストパイプなどに関する HGT からの問合せに対し，HRF1 からは即答が返ってくることがきっかけとなり，本システム開発のプロジェクトはスタートした．

部品の生涯管理を一元化するには広範囲にわたる検討，全体最適での業務見直しが必要であり，2006 年の先行検討開始から約３年間を費やしたが，HRF1 からの惜しみないノウハウ提供とともに，プロジェクトメンバーが充分な議論を重ね，レース部門横通しで目的，目標を明確に共有することで，システム完成までこぎ着けることができた．

本システムは HGT と HRD では直接適用を前提とし，エンジン部品管理の一元化をめざした．HRF1 には本システムを直接適用せず，HRF1 の既存システムと将来連携できるよう，部品番号の読替え機能や，キーとなる管理番号のダブリを避ける対応をとり，車体部品やギヤボックス部品の情報連携ができるように準備していた．

「計画成立性検証のスピードアップ，部品発注のスピードアップ，部品管理情報の充実」という指標は市販車開発においても常に追求され続けているテーマである．今後は本システムの市販車開発領域への適用を検討してゆく．

■著　者■

谷口秀直

田口克則

野田昌孝

宮島重雄

渡辺　修