# スケジューリングシステムリプレース

甲斐 重人\* Shigehito Kai



徳丸 博士\* Hiroshi Tokumaru



船舶海洋事業部の製造部門及び設計部門の工程管理の核として,1991年より使用してきたスケジューリングシステム (ARTEMIS) は,導入当時は極めて画期的なシステムであったが,導入から20年が経ち陳腐化が進み,かつ運用コストが増大してきたため,2013年度に新システムへのリプレースを実施した.しかしリプレースに際しては,①短納期であること,②プログラム本数が多く名村の要求仕様も高かったこと,等の理由で多くの苦労を伴った.

本稿では、社内におけるスケジューリングシステムの役割と、今回更新を決断した背景および移行完了までの経過を報告し、併せて新スケジューリングシステムの機能紹介を行うものである.

## 1. 緒言

弊社におけるスケジューリングシステム運用の歴史は,1975年代後半までさかのぼる.

それまでの工程表は、各職場が各々の作業に対し「自己 申告」した日数を元に作成されていた。すなわち、発言権 の強い職場(職長)の意見が優先され、実情との乖離が大き く「ムリ」「ムダ」「ムラ」が随所に内在していた。結果、 当時の作業工数は現在の2倍あまりもかかっていた。

この状況を打破し「論理的で整合性がとれた,公平な生産計画」を実現するために導入されたシステムが,「CAPOSS (Capacity Planning and Operation Sequencing System)」で,第1世代のスケジューリングシステムとして平成初期まで使用されてきた.

この後を継いで1991年より導入された,第2世代となるシステムが「ARTEMIS」である。筆者が入社した当時はARTEMISへの移行期にあたり、プログラムの開発が完了した状態で移行作業を引き継いだにも関わらず、データの互換性が無かったため、ARTEMISに合うよう苦労してデータを作り替えた記憶がある。

そして今回紹介する「WCF」は、弊社の第3世代のスケジューリングシステムにあたる。リプレースに至った経緯は

後述するが、短期間でのリプレースと言うことで様々な苦 労に直面することになった.

## 2. 概要

初めに、スケジューリングシステムとは一体何なのか、 順を追って説明する.

新造船の建造には、およそ10ヶ月の工期と数十万時間の作業時間を費やすため、作業者や設備を効率的に使用し、また手待ちや滞留を起こさないような施工要領・製作手順の事前検討が重要となる.しかし全長300mを超える船を自動車のように実物大で試作・検証する事は出来ない.まさに「ぶっつけ本番」の世界である.

スケジューリングシステム(以後、スケジューラと称す) とは、パソコンの中に必要な情報を定義した「仮想の造船 所」で模擬的に船を建造し、必要となる作業者の人数や工 期・設備面積などを検証するためのツールである.

システム内には、工場の設備や製造工程に関する数多くの情報が定義されているが、このデータを中立的立場の生産計画課スタッフが作成することで、データの客観性は保たれている。参考までに、定義されているデータの一部を記載する。

原稿受理日: July 31, 2014

・生産資源:各組立定盤の名称/定盤面積/各職場の在籍 人員/作業時間/休日など

・作業工程:作業名称/作業時間/作業場所/職種と人数/

指定開始日/目標完了日/進捗率など

・作業順序:作業と作業の着手順序

「AU ブロック取付」「7E 区画溶接」「D4 ブロック総組艤装」など、システム内に定義されている作業データの件数は、設計作業も含めると1隻あたり1万件以上、登録しているデータの総件数では軽く10万件を超えるため、データ管理にコンピュータは必要不可欠である。

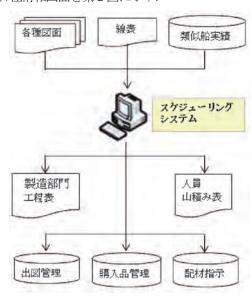
計算後,理想の結果が得られなければデータを修正して 再計算を行なう.評価のポイントは以下の4点である.

- (1) 指定された期日から遅れた作業は無いか/着手が早すぎる作業は無いか.
- (2) 置き場や必要人員の許容範囲を超えていないか.
- (3) 工程と工程の間にムダな期間は無いか.
- (4) 定義した作業順序に矛盾は無いか.

何度かデータ修正と再計算を繰り返した後、十分な結果 が得られればスケジュールを終了し、工程表/人員山積み表 などを各製造部門へ出力する.

また、同時に出力される日程情報は、設計の出図日程や 鋼材・艤装品などの購入品納期管理、現場への配材指示な ど工場全体の円滑な運用に用いられる。つまり、スケジュ ーラを使ったパソコン(仮想空間)でのシミュレーションの 結果そのままに実際の工場が動いていくのである。

これら全体の概要を第1図に、設計へ提供する各作業毎の日程情報画面を第2図に示す.



第1図 全体の概要

工事 番号	プロック名 ジョブテキスト		э°э	プロー ド	取付図 出図日	まとめ日	配材日	取付日	
S379	B1 B1	B SS中-小組HOP一体	B1	SF	14/05/28	14/06/19	14/06/24	14/06/25	
S379	B1 B1	B SS中-小組DK先行	B1	SJ	14/05/28	14/06/19	14/06/24	14/06/25	
S379	B1 B1	B SS中-小組DK一体	B1	sĸ	14/05/30	14/06/23	14/06/26	14/06/27	
S379		C C大-小組	B2	CO	14/06/13	14/07/08	14/07/11	14/07/12	
S379	B2 B2	C C大組	B2	C6	14/06/19	14/07/12	14/07/18	14/07/19	
S379		C CS中-小組	B2	C7	14/06/06	14/06/30	14/07/03	14/07/04	
S379	B2 B2	C CS中組	B2	СВ	14/06/13	14/07/08	14/07/11	14/07/12	
S379	B1 B1	B STBHD大-小組先行	B1	SH	14/05/30	14/06/23	14/06/26	14/06/27	

第2図 作業別の日程情報(名村基幹システム)

## 3. リプレース決定までの経緯

#### 3. 1 市場調査

1991 年に導入した「ARTEMIS」は、1世代前の「CAPOSS」と比較すると、操作性は良く/処理速度は格段に速く/プログラムの言語が簡単でユーザーレベルでのカスタマイズが容易であるなど多くの利点を持っていたが、近年の最新のスケジューラと比較すると、画面上での編集機能・操作性や、出力したグラフの編集が出来ないなど「古くささ」も目立つようになってきた.

そこで 2010 年に、当時市場で評価が高かった 2 つのスケジューラ (それぞれ A, B と記載) と ARTEMIS の機能比較を行った。その結果が第 1 表である。

第1表 比較結果(2010年時点)

	ARTEMS	製品A	製品B
カスタマイズ	0	0	0
スケジュールロジック	0	0	0
操作性	0	0	Δ
データ定義(現状機能)	0	Δ	0
データ定義(拡張性)	0	Δ	Δ
データ編集	0	0	O+
ガントチャート編集	×	0	0
運用形態の柔軟性	0	0	0
カレンダー	Δ	0	0
工程表	0	Δ	0?
負荷グラフ	O+	0	0
EXCEL出力(工程表・グラフ)	×	0	0
マクロ(難易度)	0	0	0
マクロ (機能性)	0	0	0
評価機能(スケジュール)	Δ	0	0
評価機能(進捗)	Δ	Δ	Δ
閲覧機能	Δ	<b>△</b> +	Δ+
実績入力機能	Δ	Δ+	Δ+
システム制限	0	O+	0+
処理速度	0	0	0
システム構成	0	0	0
メンテナンス(UPDATE含)	0	0+	0
価格	0	0	0
導入コスト	◎(既存)	Δ	Δ

製品AとBは、さすがに最新の製品だけあって処理速度 も早く、データ修正が画面上のガントチャートで行えるな ど魅力的な機能が多かったが、データ定義の仕組みが「多 品種大量生産」向きで、造船のような「少品種・少量生産」 への適応性は、それほど高くない事が分かってきた。

またシステムのリプレースは、ただソフトを買ってくれば良い訳では無く、弊社独自の要求仕様に対応するためのプログラム開発(カスタマイズ)を行わねばならない。その費用を含めると数千万単位の出費となるため、費用対効果を総合的に判断した結果、「今はリプレースの要なし」との結論に至り、当面はARTEMISを継続して使用する事になった。

ところが 2011 年に入り, 買収により ARTEMIS を販売している日本法人の親会社が変わったことを契機に,以下のような問題が発生した.

## (1) 年間使用料(サポート料)の高騰 ARTEMIS を使用するために, 導入以来毎年一定額の サポート料を支払っていたが, この価格を以後継続 的に値上げするとの連絡を受けた.

## (2) サポート体質の変化

サポート料の高騰とは裏腹に、技術問い合わせは海外に集約された技術部門へWeb 経由でしか行えず、 更に OS のバージョンアップ等に対するフォローが 無くなった。

このままではサポート料に見合う対価が得られないばかりか,工場の生産活動の根幹であるスケジューラが機能しない状況も起こりかねないとの強い懸念から,新システムへのリプレースを決断し,改めて候補の選定を開始した.

#### 3.2 ソフトウェアの最終選定

リプレースの対象を選定するにあたり,前回の調査結果と、その後の情報収集の結果から候補を2社に絞り込んだ.

- (1) B社: 2010年の調査で最も評価が高かった製品
- ② (株)ライトウェル:自社開発ソフト(WCF)

(株)ライトウェル(以下 LW 社)は以前から面識があった情報システム会社で、過去にARTEMIS をベースにカスタマイズした製品を造船他社に納入した実績を持っていて、造船の事情に精通したエンジニアを有していた。

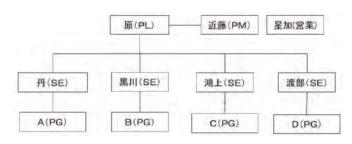
また価格面でもB社より有利であったため、これらの点を評価し、LW社のWCFをベースに当社に必要なカスタマイズを行うことで新スケジューラを構築することとした.

#### 4. リプレースの推進体制・スケジュール

弊社取締役会での承認後,2013年2月より実際のリプレース作業を開始したが,今回はLW社との窓口と社内調整用に専任者1名を選出した.また,各プログラムの仕様を確定するにあたっては,生産計画課の各スケジュール担当者に協力を仰いだ.両社の組織体制は,それぞれ(第3図)(第4図)の通りである.



第3図 名村造船所推進体制図



第4図 ライトウェル社 開発体制図

一方リプレース期限は、ARTEMIS 保守契約が毎年4月更新である点と、不測の事態にも対応する余力を考慮し2014年1月末と定め、スケジュールを作成した. (第5図)



第5図 全体スケジュール

#### 5. 移行完了までの流れ

以後, リプレース完了までの各段階における作業の概要や主な作業者, 苦労した点などを順を追って説明する.

## ① 要件フェーズ (両社)

この段階は、今回の開発対象となる大量のプログラム について、一つひとつの目的と内容を両社で確認し合い ながら、仕様を明確にしてゆく作業である.

今回のリプレースでは、スケジューリングに関する

業務フローは原則変更しない事で開発期間の短縮を図った.しかし船殻/艤装/設計の各スケジュール担当者が、約20年に渡り独自にプログラムを改造し、更に新しいプログラムを追加するなど「ガラパゴス」化しており、全体の把握には予想以上の期間を費やした.最終的に開発対象のプログラム本数は246本(追加分も含めると約300本)にも及んだ.(第6図)

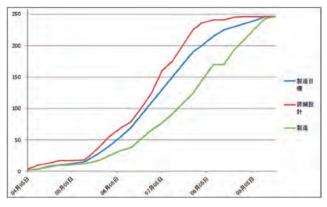
区分				階層	プログラ ム区分	名称	
M	6	5	2	111	10	ジョブコードマスターデータインボート処	ジョブコードデータのインボー
M	6	5	3		0	最早目標完了日(TCE)設定	TCEをTCの1日前に設定
M	6	5	3		0	リートタイム設定処理	JBCD日程を利用して鉄艤要
M	6	5	4		0	N/C/Rマスター自動生成処理	鉄騰要求表マスターデータよりネ
M	6	5	4			管工作データ作成処理	
M	6	5	4	1	0	ファイルクリアー(BUTUF.C)	前回作成した物量ファイルを削
M	6	5	1	2	0	管工作物量ハッチ処理(BUTUF.C)	物量を作成するデータを条件
M	6	5	4	3	0	管工作物量パッチ処理(TBUTUB.ART)	物量を作成するデータを条件
M	6	5	4	5	0	管工作物量77/AGET処理	生成された物量データをファイル
M	6	5	4	5	0	管工作物量ファイルIMPORT処理	物量ファイルをインボート処理
M	6	5	6			山積みデータルポート処理	
M	6	3	6	1	0	山積みデータインボート処理(船殻)	ID100で作成した計画山積み
M	6	5	6	2	0	山積みデータインボート処理(管工作)	ID100で作成した計画山積み
M	6	6			0	ネットワーケデータ消去	ネットワークデータ削除&データセッ
M	6	6			0	図面名称データ消去	図面名称データ削除&データセ
M	6	9			0	共通工場かンダー設定	年度単位にて追加し工場か
M	7					WHAT IF VESV-VSV	
M	7	1			0	シミュレーションプロジェクト作成	ログイン中の本番ブロジェクトのシ
M	7	2			0	シミュレーションプロジェクト移動	ログイン中の本番からシミュレーシ
M	7	3			0	本番プロジェクト移動	ログイン中のシミュレーションから木
M	8					同型船処理	
M	8	1			0	ネットワークデータ日時設定	新規登録番船データをEDITま
M	8	2			0	ネットワークデータ時数設定	新規登録番船データをEDITま
M	8	6			0	ネットワークデータ 追加処理	新規登録書船データをネットワー

第6図 開発プログラム一覧(抜粋)

## ② 開発フェーズ/単体テスト(LW社)

要件フェーズで仕様が固まった各プログラムを新たにWCF用に作成し、単体でプログラムを実行して大きな問題が無いか確認を行った。今回はプログラムの本数が多いため、進捗管理を特に徹底して行うことをLW社へ要請し、毎週末に開発が完了したプログラムの本数と進捗率を提出して頂いた。(第7図)

開発開始から暫くは、プログラムの細かい解析モレや仕様決定の遅れなどもあり、やや遅れ気味に進捗したが、プログラマーを追加投入するなどの対応を取って頂いた結果、予定通り9月末で完了することが出来た。



第7回 プログラム開発実績(進捗カーブ)

#### ③ システムテスト(IT-B)(両社)

本番環境と類似のテスト環境で各プログラムを実行し、不具合の有無を一つ一つ再確認した。このテストは弊社の各計画担当者が主体となって操作・確認したため、これまでLW社の技術者が見つけることが出来なかった細かい不具合が多々発覚し、不具合件数は250項目を超えた。ここでもリプレース期限に支障が出ないよう、各不具合の原因/影響度/緊急性などを評価分類し、緊急度の高い物から対応したことで、リプレース作業の遅れを最小限に留めることが出来た(第2表)

第2表 システムテスト不具合管理一覧表

※進捗状	兄を包	確認対応	2完了 3完了 3中又は	予定		3-	優先順 7 1:最付 4 2:優 9 3:要付 9 4:すぐ	憂先( 先(後 修正(	作業に 操作性	影	脚、半川 むた目(	別にの問	必要) 題、関		)解決後) 題)			
管理 番号	追番	市依	関連 番号					内容	ř						報告日		報告者	
▼.	Ŧ	¥	~		¥	7		v		*		v		~		Ŧ		¥
SE-001		SO		SE-001	_(20	013-10-	-22) <i>ア</i> :	ナラ	イズエ	.∋.	xls	×			2013/10/	22	⊞ <sup>r</sup>	<del>+</del>
SE-002		SO		SE-002	2_(20	013-10-	-22)人1	1荷	山積み	表	xlsx				2013/10/	22	⊞°	ф
SE-003		30		SE-003	]_(20	013-10-	-22) 'J '	ソー	ス時数	累	青管理	表.	xlsx		2013/10/	22	Ш°	<b></b>
SE-004		S0		SE-004	1_(20	013-10-	-22) IJ ː	ソー	ス別工	程	表作成	(短	期).)	(Is)	2013/10/	22	⊞¢	ф
SE-005		SO		SE-005	5_(20	013-10-	-22) U :	<del>リー</del>	ス別エ	程:	表作成	<u>(</u> #	通).)	(Is)	2013/10/	22	Шc	₩.
SE-006		S0				013-10-								(Is)	2013/10/	22	<b>B</b>	<del>F</del>
SE-007		SO		SE-007	$'_{-}(20$	013-10-	-22)工和	呈表	に関す	る:	要望。)	(ls)			2013/10/	22	⊞ <sup>□</sup>	ф
SE-008		SO				013-10-		. –							2013/10/	22	⊞ <sup>c</sup>	†
SE-009		SO		SE-009	-(20	013-10-	-22)チ・	- L	別中日	程:	表作成	(長	期).	хIs	2013/10/	22	Ш	Ŧ
SE-010		SO		SE-010	)_(20	013-10-	-22)DEL	AY I	LIST O	UTF	PUT.xI	sx			2013/10/	22	⊞ <sup>c</sup>	<b></b>
SE-011		30		SE-011	_(20	013-10-	-22)工程	呈表	·山積	表	作成の	重	复.xls	X	2013/10/	22	⊞:	ф
SE-012	1	SO		SE-012	(20	013-10-	-22)先1	7作	業確認	(保	).xls	¥			2013/10/	22	H	ф

## ④ 本番リプレース(名村)

システムテストの不具合が改善され、本番運用に支 障が無いと判断されたユーザーから順にリプレース作 業を行った.

ここでは、ARTEMIS の中のデータをいかに短時間で WCF 用に置き換えていくかが大きな課題だったが、LW 社にデータを変換するプログラム作成して頂いたお陰 でスムーズに作業を進めることが出来た.

これらの各段階を経て、予定通り 2014年1月末に船 殻/艤装/設計全てのリプレースが終了した. 以後もマ イナーな不具合は散見されるが、幸い大きな問題も無 く運用出来ている.

また, 23 年間に渡り使用してきた ARTEMIS の使用契約は, 2014年3月末を持って解約した.

## 【完了実績】

キックオフミーティング : 2013年2月14日

・要件フェーズ : 2013年2月15日~4月末・開発フェーズ/単体テスト : 2013年4月~9月20日

納品物確認 : 2013年9月末

・システムテスト

: 2013年10月~1月末

・本番環境リプレース(完了)

【船殼】2013年12月末

【艤装】2014年1月末

【設計】2014年1月末

#### 6. 機能紹介

それでは、WCF の機能やアウトプットの例を、実際の画面を用いて紹介する.

## (1)データ編集画面(その1)

担当者が作成・登録した各船の作業に関するデータ(時間/人数/開始日/完了日など)を確認・修正する画面を第8図に示す.1行が1つの作業を表わしており、それぞれに異なる作業名が付けられている.

BNA	A M	JNAM	ONAM	STRAD	JNAMAD	ONAMAD	TS	TC	RES	F1	JSU
A1	C	CHSK	040	S	中組	板	14-06-2		F2	L2	3.0
A1	С	CHSK	045	S	中組	板			F2	L2	5.0
A1	C	CHSK	051	S	中組				F2	L2	33.0
A1	C	CHSK	055	S	中組				₩2	L2	50.0
A1_	0	CHSK	057_	8	中組				F2	L2	4.0
A1	C	CHSK	941	S	中組	検査	14-07-0	14-07-0	CHK	L2	1.0
A1	С	CHSKJ	777	s <b>1</b>	中組	В		1	L2 1		8/10
A1	C	CHTT	040	TT9P	中組	板	14-06-/1		F2 /	L2	<b>/</b> 5.0
A1	C	CHTT	045	TJ/OP	中組	板			F2/	L2	5.0
A1	C	CH 1	1字の	)名称	中組	#	定日付	聯	種		/ 83.0
A1	C	CHL.	F-7KV.	ノイロイか	<b>坤組</b>	36	INE II I I			100	/ 160.0
A1	C	CHTT	057	TTOP	中組			雕	工場用	л /	12.0
A1	С	CHTT	059	TTOP	中組	出棟			BO	L2	8.0
A1	С	CHTT	911	TTOP	中組	出棟	14-06-31	14-06-3	16-30	en-e ete	1.0
A1	C	CHTT	921	TTOP	中組	入棟	14-07-0	14-07-0	1作茅	等時間	1.0
A1	С	CHTTJ	777	TTOP	中組				L2		0.0

第8図 データ編集画面(その1)

## (2)データ編集画面(その2)

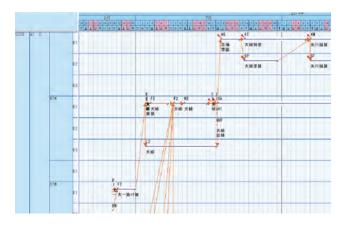
登録された「作業と作業の前後関係」に関する情報を確認し修正する画面を第9回に示す。この画面では、数千にも上る作業の着手順番を自由に設定する事が出来る。

PPNAM	PBN	AM	PJNAM	PONAM	SPNAM	SBNAM	SJNAM	SONAM	TYC
\$379	A 1	С	CHSK	040	\$379	A1 C	CHSK	045	FS
\$379	A 1	С	CHSK	040	\$379	A1 C	CHSKJ	777	88
\$379	A1_	С	CHSK	0 45	\$379	A1 C	CHSK	051	FS
\$379	A 1	С	CHSK	051	\$379	A1 C	CHSK	055	FS
\$379	A 1	С	CHSK/	051	S379	A1 C	NSEN/	102	22
8379	A 1	С	CHSI	055	\$379	A1 C	CHSM	057	FS
\$379	A 1	С	CH <b>Z</b> K	057	\$379	A1 C	OG//M	051	F۵
\$379	A	F. 42	作業	0.40	\$379	後	一 行作業	45	F۵
8379	17	G1 .	ITF未	040	\$379	A1 15	1JTF-78	77	22
\$379	A 1	С	CHTT	0.45	\$379	A1 C	CHTT	051	FS
\$379	A 1	С	CHTT	051	S379	A1 C	CHTT	055	F۵
8379	A 1	С	CHTT	055	\$379	A1 C	CHTT	057	F۵
\$379	A 1	С	CHTT	057	\$379	A1 C	CHTT	059	FS

第9図 データ編集画面(その2)

### (3) ガントチャート機能

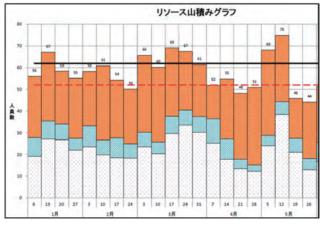
スケジューラの中で計算した結果を、バーチャート形式で画面上に表示する機能である。画面上で作業の前後関係が分かり易く、表示された各工程の線をマウスで動かすことで日程の微調整が簡単にできるため、日程調整に要する時間が大幅に短縮された。(第10図)



第10図 ガントチャート(画面表示状態)

## (4)人負荷計算機能

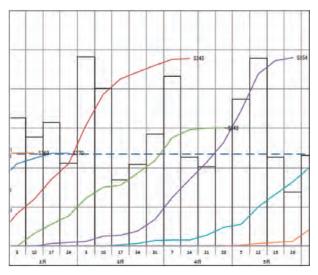
職種毎の仕事の負荷量を、日/週/月の任意の単位で集計しグラフ出力したものである。これを製造部門へ配布し、受け加勢、出加勢などの人員調整を判断する材料として用いられている (第11 図)



第11図 リソース山積みグラフ(週単位)

#### (5) 累積時数管理グラフ

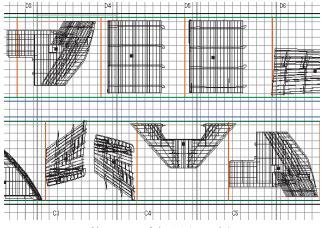
各船で週毎・職種別に発生する時間の累積値を集計した グラフである. どの時期に/どの船の作業が/何時間発生す るかを把握するのに用いられる. (第12図)



第12図 累積時数管理グラフ(週単位)

## (6) 定盤配置計画機能(WCF は日程情報の提供のみ)

WCF からアウトプットした日程情報と別システム (VISION)で作成したブロックの3Dモデルを組み合わせ,定盤の配置計画を行っている. (第13図)



第13図 定盤配置図の例

#### 7. 結言

今回のリプレースにより、前システムの機能を維持しながら操作性が飛躍的に向上し、運用コストも低いシステムを遅れ無く導入することが出来た. その理由を幾つか列記する.

- (1)弊社の各ユーザーが、ARTEMISのプログラムの中身を自分で解析しカスタマイズした経験を持っており、プログラムの詳細に精通していたこと.
- (2) 上記ユーザーが、LW社の開発者と直接仕様を打ち合わせたことで、解釈違いなどによる後戻り作業を最小限に出来たこと.
- (3)要件定義(仕様確認)の段階で手間取った際に、開発に

遅れが生じないよう弊社からLW社へ積極的に打ち合わせに出向いたこと.

- (4) 毎週末にLW社に進捗報告書を提出させ、開発状況の把握 とフォローに努めたこと.
- (5) LW社からの問い合わせに迅速に対応するため、弊社側の 窓口を一本化し、かつ本プロジェクトに集中させたこ と
- (6) 新スケジューラの概念は当初想定のままとし、必要以上の機能追加を求めなかったこと.
- (7)LW社には造船およびスケジューラの知識に長けている 技術者が多く,担当者間の連携も大変良かったこと.

今回のリプレースを通じ、他造船所では同様のシステムを新規導入する際、建造工程をデータ化するノウハウが無く、コンピュータで作成した工程表を現場に信用してもらえない等の悩みを聞くにつけ、CAPOSS 導入時からの文化が根付いている弊社の環境は非常に恵まれていると改めて感じた次第である。

#### 部辞

最後に、社内各システムとの連携や運用面の対応、契約 書作成など多岐にわたり支援を頂いた社内関係各位、(株) 名村情報システムの皆様、そして休日返上で弊社の要求期 限通りに開発して頂いた(株)ライトウェルの皆様に改めて 感謝を申し上げます。