

*iHCl*

# 検収テスト仕様書

2017年11月10日

APSOM

MESX ジョイントプロジェクト

# 1. 導入

## 1.1. 本書の目的

ISO TR16161「生産管理のための階層間システム連携 - 階層間連携言語 (iHCl) によるメッセージとプロトコル」を実装するための通信アダプタ製品の検収のためのテストシナリオを記述する。

## 1.2. 参照する資料

- 「生産管理のための階層間システム連携 - 階層間連携言語 (iHCl) によるメッセージとプロトコル」(2.0.MESX\_iHCl\_000.4.docx)
- 「iHCl 2.0 アダプタ要求仕様書」(iHCl アダプタ要求仕様書\_005.docx)
- 「玉軸受の基礎知識」<http://ginouzyuku.web.fc2.com/bearing.pdf>
- 「玉軸受ができるまで (1~16)」<http://www.ntn.co.jp/japan/ntnstory/teach/>

# 2. 検収テストで用いる製品および製造プロセス

深溝玉軸受 (ボール玉軸受) の製造工程を検収テストの対象とする。本書で用いる製品知識定義は、検収テスト用に製品仕様およびプロセスを大幅に簡略化している。

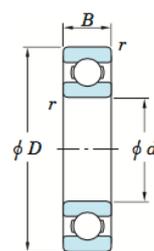
## 2.1. 製品

深溝玉軸受の製品仕様に関する規定は、JIS 1521:2012「転がり軸受け-深溝玉軸受」に述べられている。ここから一部を抜き出して、本検収テストで用いる簡略化した製品を定義する。

本製品の仕様は、 $d$ : 軸受内径,  $D$ : 軸受外径,  $B$ : 軸上幅, シールの有無の組合せで記述される (実際よりも大幅に簡略化してある)。規定された製品は表 1 のとおり。

表 1 軸受の呼び番号, 主要寸法 単位 mm

呼び番号	$d$	$D$	$B$	シール
6800	10	19	5	○
6900	10	22	6	○
6000	10	26	8	○
6200	10	30	9	○
6300	10	35	11	○
6801	12	21	5	○
6901	12	24	6	○
16001	12	28	7	-
6001	12	28	8	○
6201	12	32	10	○
6301	12	37	12	○
6802	15	24	5	○



6902	15	28	7	○
16002	15	32	8	-
6002	15	32	9	○
6202	15	35	11	○
6302	15	42	13	○

## 2.2. 製造プロセス

製造プロセスは図 4 のとおりとする。ここではテスト用に、処理時間、設備の競合、不良率を定めている。製品は仕様と仕様値を指定することで表現される。仕様値のアスタリスク（たとえば  $d = *$ ）は、ワイルドカードを表し、ここに注文の仕様値が代入されると、それが上流に伝播して、材料の仕様と仕様値、投入数が定まる。投入数は基本的に製品 1 に対して部品 1 であるが、鋼球は球径も球数も計算式で求める。これによって規格外の製品にも対応できる。投入する中間生成物の引当は、当計画内で作成するものでなくとも、在庫にあるものから引き当てていく。

各プロセスの LT は 1 個あたりの製造時間、BT は段取時間、ロスはキャリブレーションで発生するロス（個）である。ロス分は検査された後に再利用されるが、ここでは無視する。工程によっては、処理する部品の個数がバッチサイズ（BS）以内なら、所要時間が固定（F を付す）の場合もある。

検査工程で発生する不要の確率は 2% とする。各工程に投入する部品または材料の数は、製造注文の数に対して、不良率、ロス数を勘案して決定する。

ただし、本検収テストでは生産管理機能の検証を行うわけではないので、これに厳密に従う必要はない。実行層（DoMake サブシステム）とのメッセージのやりとりを決めるための参考とする。また、製品も表 1 で指定した仕様の組合せのみを製造可能とする。

## 3. テストシナリオの定義

疎通レベルの検収テストを行う。実施に当たっては、通信メッセージをテスト結果のエビデンスとして確保する。以下、具体的に述べる。

### 3.1. テスト項目

基本的なメッセージングと通信アダプタの機能確認。各サブシステムにおけるアダプタ API とのインタフェース実装の確認、注文の連鎖の確認、とくに非同期通信下での注文番号による同期の確認を行う。

### 3.2. システムの構成

システムの構成を図 1 の「実証システムの論理構造」のとおりとする。業務プロトコルは図 2 の「対話の状態遷移」のとおりとする。それぞれのドメイン（サブシステム）を既存のソフトウェア製品などを用いて次のように分担して実装し、iHCl により接続して業務連携する。

- Sell サブシステム (注文管理)                   モノプラス
- Buy/Make サブシステム (生産管理)       横河ソリューション
- DoMake サブシステム (MES)                情報システム総研
- Controller (機器制御)                   三菱電機

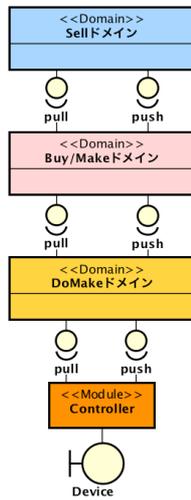


図1 実証システムの論理構造



図2 対話の状態遷移

### 3.3. 処理の流れ

基本的なサブシステム間のメッセージ交換の流れを，シーケンス図（下図）を用いて示す。

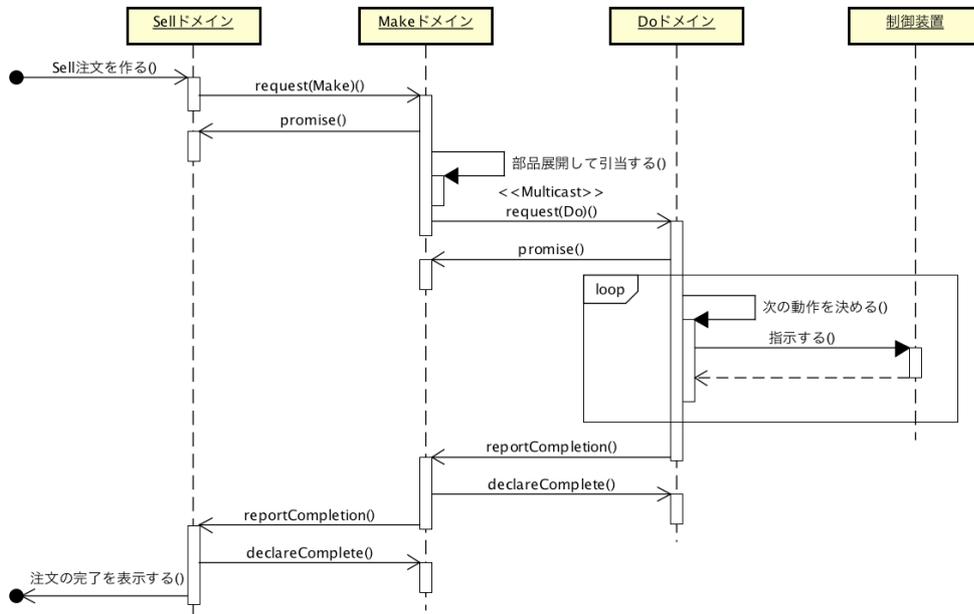


図3 基本的なサブシステム間メッセージの流れ

## 3.4. 各サブシステムの機能の概要

### 3.4.1. Sell サブシステム

Sell サブシステムは、顧客からの Sell 注文を受けて、商品倉庫の在庫を引き当てて出荷指示をする。商品の在庫がなければ、Make サブシステムに Make 注文を送って製品の製造を依頼し、完成品を商品倉庫に受け入れて、注文の在庫を引き当てる。

ただし、本テストでは、商品在庫を持たず、Sell 注文に対して直ちに Make 注文を送り、Make 注文の終了報告を受け取ったことをもって、Sell 注文が完了したものとする（出荷などを行わない）。

### 3.4.2. Buy/Make サブシステム

Buy/Make サブシステムは、Buy（購買）機能と Make（製造）機能の二つをもつ。前者は、Sell サブシステムからの製品の Buy 注文を受けて、外部から製品を調達して、結果を Sell サブシステムに返す機能である。後者は、Make 注文を受けて、部品展開、作業展開、資源展開を行って、必要な資源（品目と設備、治具、作業者）を引き当ててスケジュールし、工程グループ別に設営される DoMake サブシステムに Do 注文を送り、製造実施結果を受け取って、結果を Sell サブシステムに返す。部品の購入が必要なときは、自分に対して Buy 注文を送って処理する。Buy/Make サブシステムの本質的な機能は、必要な資源を最適に利用するように作業を計画することである。

ただし、本テストでは、必要な部品の在庫を保有しているように初期在庫量をもつようにする。Do 注文を渡す先の DoMake サブシステムは「熱処理」工程の担当分に限定する。熱処理は、本来は連続炉で、連続的に行われるが、ここでは便宜上バッチ炉で行うこととする。

### 3.4.3. DoMake サブシステム

DoMake サブシステム（いわゆる MES）は工程グループごとに設営される。Buy/Make サブシステムからの Do 注文を受けて、1Step ずつ作業展開を行って、Controller または作業者に作業指示を送る。Controller または作業者は、その Do 注文の作業を実施し、結果を DoMake サブシステムに返す。DoMake サブシステムはその結果に基づいて次の Step で行う作業を決定する。すべての作業が完了したところで、その Do 注文は完了したとして、Buy/Make サブシステムに終了報告を送る。Buy/Make サブシステムからの完了宣言を受けて、その注文を終わりにする。

本テストでは、DoMake サブシステムは「熱処理」工程を担当する。バッチ炉は 1 回 200 個までの旋削完を熱処理できる。Buy/Make サブシステムは、「熱処理」工程の DoMake サブシステムに対し、熱処理する旋削完の径と幅を提示する。DoMake サブシステムは、これらの値から、全体時間を 30 分のうち、加熱時間 ( $t_2$ ) および焼戻し時間 ( $t_7$ ) を計算し、バッチ炉の Controller と対話を行って、1 ステップずつ開始の業務メッセージを送信し、Controller を制御する。なお、 $t_2$  および  $t_7$  は、径×幅×0.8（分）とする。

## 3.5. Controller

Controller は、DoMake サブシステムからの 1 ステップずつの業務メッセージを受け取り、バ

タッチ炉との信号のやりとりを行う。すなわち、加熱開始メッセージ、加熱終了メッセージ、急冷（オイルにつけ込む）開始メッセージ、除冷開始メッセージなどである。

うまく温度が上がらない、うまく温度が下がらないなどの不具合状況も起こりうる。その場合は、DoMake サブシステムにその旨の実績メッセージを送る。DoMake サブシステムは、そのメッセージを判定して、熱処理全体の OK/NG を判定する。

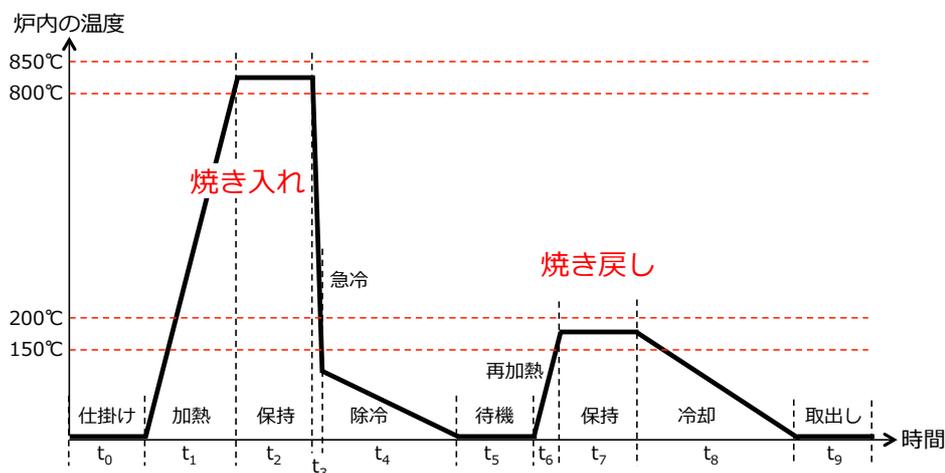


図 4 熱処理の制御条件

### 3.6. テストシナリオ

次のとおり実施する。

#### 3.6.1. 初期状態

今日は 2017 年 2 月 3 日、晴れ。今朝の製品および部品の在庫数は次のとおりである。

ID	name	spec	呼び番号	数
BB6800	玉軸受け出荷品	d:10, D:19, B:5, シール:○	6800	38
BB6901	玉軸受け出荷品	d:12, D:24, B:6, シール:○	6901	55
SB68	鋼球	球径:11		8302
H68	保持器			660
RR681	旋削完	径:10.2, 幅:5.2		200
RR682	旋削完	径:12.2, 幅:6.2		200
RR691	旋削完	径:19.2, 幅:5.2		200
RR692	旋削完	径:24.2, 幅:6.2		200
PK01	梱包材			400

#### 3.6.2. 営業

営業の山形勝は 2017 年 2 月 3 日午前中に、次の注文を受けて、顧客注文登録画面から入力した。これらの顧客注文は、そのまま Make 注文に展開されて Buy/Make システムに送られた。

注文番号	who (顧客)	name	spec	q	when_by
#0346	青木車両	玉軸受け出荷品	d:10, D:19, B:5, シール:○	100	2-28
#0347	青木車両	玉軸受け出荷品	d:12, D:24, B:6, シール:○	140	2-28
#0421	安田工作機	玉軸受け出荷品	d:15, D:32, B:8, シール:-	120	3- 2
#0473	未来機械	玉軸受け出荷品	d:15, D:32, B:9, シール:○	80	2-19

### 3.6.3. 工場長

工場長の佐藤俊子は、2017年2月3日午前中にBuy/MakeシステムのBuy/Make注文一覧を見たところ、次のようになっていた。これは、注文ごとに作業展開され、部品と設備などの資源を引き当てた結果である。引当の結果、不足する部品については購入手配を済ませてある。佐藤俊子は、製造実施にむけて特に問題はないと思った。

製品：玉軸受け出荷品

注文番号	顧客	d (mm)	D (mm)	B (mm)	シール	q	納期	開始予定日	進度
#0346	青木車両	10	19	5	○	100	2-28		未着手
#0347	青木車両	12	24	6	○	140	2-28		未着手
#0421	安田工作機	15	32	8	-	120	3-2		未着手
#0473	未来機械	15	32	9	○	80	2-19		未着手

### 3.6.4. 生産管理者

#### (1) 作業指示

生産管理担当者の小山史郎が、2017年2月3日午前中にBuy/Make注文一覧から、#0346の注文内容の詳細を見たところ、次のようになっていた。

作業番号	工程	作業名	LT	開始日	開始時刻	使用する資源	型	q
			BT	終了日	終了時刻			
#01356	梱包	梱包 1	100s	2-28	14:53	品目：玉軸受出荷品 (d:10,D:19,B:5,シール:○)	増	100
			5m	2-28	15:00	品目：梱包材	減	100
						品目：玉軸受 (d:10,D:19,B:5,シール:○)	減	100
						設備：梱包機 1号機	占	1
#01234	検査	検査 1	17m	2-28	14:31	品目：玉軸受 (d:10,D:19,B:5,シール:○)	増	100
			5m	2-28	14:53	品目：不合格	増	2
						品目：玉軸受検査前 (d:10,D:19,B:5,シール:○)	減	102
						設備：検査装置 1号機	占	1
#09235	組立 2	シール	100s	2-28	14:19	品目：玉軸受検査前 (d:10,D:19,B:5,シール:○)	増	102
			10m	2-28	14:31	品目：玉軸受検査前 (d:10,D:19,B:5,シール:-)	減	102
						品目：シール	減	102
						設備：シーラ 1号機	占	1
#02464	組立 1	組立 1	40m	2-28	12:39	品目：玉軸受検査前 (d:10,D:19,B:5,シール:-)	増	102
			60m	2-28	14:19	品目：玉軸受検査前 (ロス)	増	20
						品目：内輪 (d:10,B:5)	減	122
						品目：外輪 (D:19,B:5)	減	122
						品目：鋼球 (球径:11)	減	968
						品目：保持器	減	122
						設備：組立機 1号機	占	1
#60291	内輪後 処理		70m	2-28	11:23	品目：内輪 (d:10,B:5)	増	122
			6m	2-28	12:39	品目：内輪 (ロス)	増	20
						品目：内輪前処理 (D:10.1,B:5.1)	減	142
						品目：砥石 (p:f)	減	1
						設備：研削機 1号機	占	1
#55301	内輪前	溝研削	160m	2-28	9:13	品目：内輪前処理	増	142

作業番号	工程	作業名	LT	開始日	開始時刻	使用する資源	型	q
			BT	終了日	終了時刻			
	処理		10m	2-28	11:23	(D:10.1,B:5.1)		
						品目:内輪前処理 (ロス)	増	20
						品目:輪熱処理後 (径:10.2,幅:5.2)	減	162
						品目:砥石 (p:r)	減	1
						設備:研削機 1号機	占	1
#00342	熱処理		F30m 30m	2-27 2-27	15:30 16:30	品目:熱処理後 (径:10.2,幅:5.2)	増	162
						品目:熱処理後 (ロス)	増	20
						品目:旋削完 (径:10.2,幅:5.2)	減	182
						設備:バッチ炉 1号炉 (capacity:200)	占	182
#11023	外輪後 処理		70m 6m	2-28 2-28	11:23 12:39	品目:外輪 (D:19,B:5)	増	122
						品目:外輪 (ロス)	増	20
						品目:外輪前処理 (D:19.2,B:5.1)	減	142
						品目:砥石 (p:f)	減	1
						設備:研削機 2号機	占	1
#89123- 2	外輪前 処理	溝研削	123m 10m	2-28 2-28	9:10 11:23	品目:外輪前処理 (D:19.2,B:5.1)	増	62
						品目:熱処理後 (ロス)	増	20
						品目:熱処理後 (径:19.2,幅:5.2)	減	82
						品目:砥石 (p:r)	減	1
						設備:研削機 2号機	占	1
#00341- 2	熱処理		F30m 30m	2-27 2-27	14:20 15:20	品目:熱処理後 (径:19.2,幅:5.2)	増	82
						品目:熱処理後 (ロス)	増	20
						品目:旋削完 (径:19.2,幅:5.2)	減	102
						設備:バッチ炉 1号炉 (capacity:200)	占	102
#89123- 1	外輪前 処理	溝研削	150m 10m	2-28 2-28	14:20 17:00	品目:外輪前処理 (D:19.2,B:5.1)	増	80
						品目:熱処理後 (ロス)	増	20
						品目:熱処理後 (径:19.2,幅:5.2)	減	100
						品目:砥石 (p:r)	減	1
						設備:研削機 2号機	占	1
#00341- 1	熱処理		F30m 30m	2-27 2-27	13:20 14:20	品目:熱処理後 (径:19.2,幅:5.2)	増	100
						品目:熱処理後 (ロス)	増	20
						品目:旋削完 (径:19.2,幅:5.2)	減	120
						設備:バッチ炉 1号炉 (capacity:200)	占	120

## (2) 購入指示

作業展開および資源引当の結果、旋削完 (径:19.2,幅:5.2) が 22 個不足する予定であることが分かったので、次の購入指示が出ており、かつ正常に実施されている。

作業番号	工程	作業名	LT	開始日	開始時刻	使用する資源	型	q
------	----	-----	----	-----	------	--------	---	---

			BT	終了日	終了時刻			
#81326	購買		2d	2-24 2-26	9:00 17:00	品目:旋削完 (径:19.2,幅:5.2)	増	30
実績				2-24 2-26	10:38 16:40	品目:旋削完 (径:19.2,幅:5.2)	増	30

### (3) 製造開始

2月27日になって、いよいよ注文番号#0346の製造が始まる。小山史郎は、始業時にBuy/Make注文一覧を見ながら、各工程が作業を開始したことを確認して、ひとまず安心した。

14時20分、熱処理工程の#00341-1の結果が上がってきた。見ると、数量が予定よりも4個ショートしているとのアラームが表示されている。小山史郎は#0034-2に旋削完を4個追加投入するようにオーダーを修正することにした。その次工程の#89123-2への投入も4個増やした。これで作業時間が6分遅れるが、これは翌日実施の予定だ。その上、#11023の外輪後処理以降は合流して投入数量は変わらないから、リスケジュールはやらなくてもいいだろう。この変更で、各工程指示画面には自動的に変更の通知が行くはずだ。念のために、熱処理担当の林真之介には構内電話を入れておく。

作業番号	工程	作業名	LT	開始日	開始時刻	使用する資源	型	q
			BT	終了日	終了時刻			
#89123-2	外輪前処理	溝研削	129m	2-28	9:10	品目:外輪前処理 (D:19.2,B:5.1)	増	66
			10m	2-28	11:23	品目:熱処理後 (ロス)	増	20
						品目:熱処理後 (径:19.2,幅:5.2)	減	86
						品目:砥石 (p:r)	減	1
						設備:研削機2号機	占	1
#00341-2	熱処理		F30m	2-27	14:20	品目:熱処理後 (径:19.2,幅:5.2)	増	86
			30m	2-27	15:20	品目:熱処理後 (ロス)	増	20
						品目:旋削完 (径:19.2,幅:5.2)	減	106
						設備:バッチ炉1号炉 (capacity:200)	占	106

### 3.6.5. 各工程担当者

#### (1) 熱処理工程

輪熱処理工程の林真之介は、2017.2.27、昼食を終えて13時に工程別作業指示の一覧を表示した。

#### 工程別作業指示一覧

工程：熱処理

2017-02-27, 13:00

指示番号	開始時刻	終了時刻	製品	出来数	実績	状態
#00341-1	13:20	14:20	熱処理後 (径:19.2,幅:5.2)	100		未実施
#00341-2	14:20	15:20	熱処理後 (径:19.2,幅:5.2)	82		未実施
#00342	15:30	16:30	熱処理後 (径:10.2,幅:5.2)	162		未実施

林真之介は、#00341-1の行を選択し、その作業指示明細の内容を確認して、13:21に「準備中」ボタンを押すと、画面の状態が「準備中」に変わった。指定材料の旋削完120個はあらかじめ倉庫から配膳してあるので、これをバッチ炉1号炉に並べておいた。準備作業が完了したので、バッチ炉の熱処理開始ボタンを押すと、これに連動して作業指示画面の状態が「作業中」に変わる。

作業指示明細

指示番号：#00341-1

2017-02-27

状態：未実施

13:10:22

	開始時刻	終了時刻	製品	出来数	投入品	投入数
予定	13:20	14:20	熱処理後 (径:19.2,幅:5.2)	100		
			熱処理後 (ロス)	20		
					旋削完 (径:19.2,幅:5.2) バッチ炉 1 号炉 (capacity:200)	120 120

準備中 作業中 中断 再開 終了

30 分が経過し 14:21 になったとき、バッチ炉は運転が止まり、作業指示明細の下半分に実績登録の枠が表示された。熱処理の結果を検査機で確認したところ、4 個に不良が見つかったので、実績数量を 96 個に上書きして「登録」ボタンを押して、工程別作業指示一覧の画面に戻った。

	開始時刻	終了時刻	製品	出来数	投入品	投入数
実績	13:21	14:21	熱処理後 (径:19.2,幅:5.2)	96		
			熱処理後 (ロス)	20		
			不良	4		
					旋削完 (径:19.2,幅:5.2) バッチ炉 1 号炉 (capacity:200)	120 120

登録

この 1 分後、工程別作業指示一覧が変更になった。さっきの作業で 4 個ショートした分のリカバリーが生産管理担当者の小山史郎によって再計画されたからだ。

工程別作業指示一覧

工程：熱処理

2017-02-27, 14:23

指示番号	開始時刻	終了時刻	製品	出来数	実績	状態
#00341-1	13:20	14:20	熱処理後 (径:19.2,幅:5.2)	100	94	終了
#00341-2	14:20	15:20	熱処理後 (径:19.2,幅:5.2)	86		未実施
#00342	15:30	16:30	熱処理後 (径:10.2,幅:5.2)	162		未実施

そして小山史郎からも構内電話がかかってきて、#00341-2 の投入数を 4 個増やせということだった。倉庫に取りに行かないといけない。作業開始が少し遅れるが、残業にはならないだろうと真之介は思った。

### 3.7. 使用するメッセージ

時刻印の日時文字列と、message-id については、適当に置き換えて読むこと。

#### 3.7.1. Sell と Make サブシステム間の対話

「取りに來い」メッセージ

```
{"controlVerb": "Notify",
```

```
"sender":"Sell",
"receiver":"Buy/Make",
"time-stamp":"2015-10-10,10:15:30",
"message-id":"3781209846309",
"language":"iHCl",
"content":""
}
```

#### 「応答を乞う」メッセージ

```
{"ControlVerb":"RSVP",
"sender":"Buy/Make",
"receiver":"Sell",
"time-stamp":"2015-10-10,10:15:45",
"message-id":"3781209848823",
"language":"iHCl",
"content":"select (*),where (ID==NEW) "
}
```

#### 「依頼提示」メッセージ

```
{"Performtive":"Request",
"sender":"Sell",
"receiver":"Buy/Make",
"time-stamp":"2015-10-10,10:15:45",
"message-id":"37812309854398",
"language":"iHCl",
"content":[
{"order":[{"request":"Make"},
{"依頼識別":"#00004",
"品目":"玉軸受出荷品","仕様":[{"d":10,"D":19,"B":5,"シール":1}],
"数":10,"納期":"2016-12-20" }],
}],
"number-of-records":1
}
```

#### 「約束」メッセージ

```
{"Performtive":"Promise",
"sender":"Buy/Make",
"receiver":"Sell",
"time-stamp":"2015-10-10,10:20:03",
"message-id":"37812311059863",
"language":"iHCl",
"content":[
"order":[
"依頼識別":"#00004",
]
]
}
```

#### 「終了報告」メッセージ

```
{"Performtive":"ReportCompletion",
"sender":"Buy/Make",
"receiver":"Sell",
"time-stamp":"2015-10-13,14:16:54",
"message-id":"37812312234458",
"language":"iHCl",
"content":[
"order":[
{"依頼識別":"#00004",
```

```
        "品目": "玉軸受出荷品", "仕様": [{"d": 10, "D": 19, "B": 5, "シール": "1"}],
        "数": 10, "納期": "2016-12-20"}
    ]
}
```

#### 「依頼完了宣言」メッセージ

```
{ "Performtive": "DeclareCompletion",
  "sender": "Sell",
  "receiver": "Buy/Make",
  "time-stamp": "2015-10-13, 14:20:32",
  "message-id": "378123123487633",
  "language": "iHCl",
  "content": [
    "order": ["依頼識別": "#00004"]
  ]
}
```

### 3.7.2. Buy/Make と DoMake サブシステム間の対話

DoMake サブシステムは工程ごとにインスタンスをもつ。レベル 1 の検収テストでは、「熱処理★」工程だけを実装し、それ以外の工程はスタブを用意する。

メッセージは、Sell サブシステムと Buy/Make サブシステムとの対話に準じる。

### 3.7.3. DoMake サブシステムと Controller 間の対話

Controller は一つの工程で使われる機器に対応する。レベル 1 の検収テストでは、「熱処理★」工程の DoMake サブシステムと「連続炉★」間の制御を実装する。

メッセージは、Sell サブシステムと Buy/Make サブシステムとの対話に準じる。

## 3.8. 検収テストの評価基準

4.3 節のシナリオが適正に実施されること。その結果が良好であること。

## 3.9. 記録の採取

既存の MSU をアダプタに接続するのに要したプログラミングの工数および変更点。

Customer システムが送ったメッセージの内容、Performer が処理して応答したメッセージの内容、メッセージの到着日時および応答送信の日時。これらは通信ログに記録されている。