

## マシンビジョンの基礎知識

## 第5回

## アプリケーション開発の手順

FAビジョン(株)  
丸地三郎

## はじめに

ビジョン・アプリケーションの開発を、企画から実験・評価・設計・開発・設置・稼働までの手順について紹介する。導入し利用する側と、開発の実務に携わる側の両面から、ビジョンということで、一般のシステム開発と違いの出る点を中心に記す。

単純な位置決めアプリケーションでは、センサーの一種を導入することと同様で、担当の技術者の判断で、決定し、テストして導入することができるので、それはさて置くこととする。

今回の想定する開発は、これよりも複雑なケースで、例えば、主要部品生産ラインの最終工程で、検査員が並んで行っている目視検査を、外観検査システムを導入して自動化を目指す、このようなレベルのシステム開発を想定し記述する。

## 一連のプロセスに携わる人・部門

工場サイドに本格的な画像処理技術の蓄積のないことを想定し、外部の業者に画像処理部分を委託開発することとする。マテリアル・ハンドリングに関しては、その業者に委託しないで、社内の生産技術

部門で自作することとする。

この場合、この開発のプロセスに関わる人と部門をまずリストしてみる。

- A：品質保証部門：検査内容に最も詳しく、責任担当部門。
- B：生産技術部門：生産ラインの構築の責任部門で、自動外観検査システムが導入された場合にラインとして稼働させる責任がある。このマテリアル・ハンドリングはこの部門の責任。
- C：ビジョンの開発専門会社
- C-1：営業：プロジェクト推進担当
- C-2：技術部門
- 光学・照明・画像ソフトウェア担当
  - 機構・制御担当
  - 通信・PC (OS) など基幹システム・サポート・ドキュメント担当

発注者である工場側の窓口に関して：品質保証部門か？ 生産技術部門になるか？

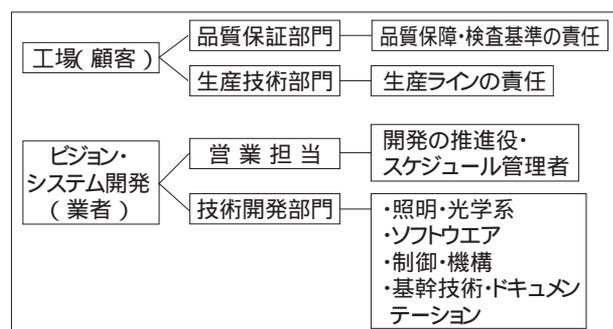
勿論、工場の特質やプロジェクト内容・規模により、また、担当技術員の画像・ビジョンに関する知識・意欲によっても異なる。外観検査の内容が明快で文書化されていない場合には、品質保証に関する「割り切り」、決断の責任を持った部門が窓口になることが望ましい。

## 開発のプロセスと役割分担

第2図は、システム開発業者である筆者の会社で、お客様との打ち合せのベースに使用しているもの。

で、実験・評価を行い、具体化する場合には、で、概要仕様書を作成し、システムの基本設計が完成する。この内容で、費用が大体決まり、発注されるケースと、ここまでが予算申請で、実行まで1年待つこともある。

幸に、予算実行が決定され、契約された後に詳



第1図 ビジョンシステム 外観検査開発に関連する人と部門

工場側 (顧客)		ビジョン・システム開発担当(業者)	
検査ニーズ発生(予備テスト)			
問合せ、評価検討依頼(顧客)	→	計測・不良内容打合せ 光学系、照明の検討 検査内容の可否、検討 検査自動化の可能性の検討	←
サンプル収集・計測・不良内容集約	→		
評価レポート確認(顧客)	←		
評価レポート確認(顧客)	↔	評価レポート提出	
計測・検査機の全体仕様の検討			
概略仕様書・見積り確認、発注	↔	光学系・概略仕様書作成 見積り作成 概略仕様書・見積り提出	
計測・検査機の全体仕様書の決定			
設計仕様書確認、顧客承認(顧客)	↔	光学系・設計仕様書作成	
計測・検査機作成			
		設計・製作・出荷テスト	
実機での画像データ収集(出荷テスト)			
実機評価テスト使用(約1週間程度)	←	実機出荷	→
仕様変更要求(顧客)	→		
設計仕様書と実機比較			
	←	仕様見直し・プログラムなど手直し 追加仕様分見積り 手直し分・納品	
検収			
立会い検収	↔	立会い検収	
保証期間スタート			
実稼動		サポート	

第2図 アプリケーション・システム開発の標準的なフロー

細なシステム設計に入る。この段階で前の作業の実験・評価のやり直しが発生することも有り得る。時間が立つと、製品や検査基準や重点項目が変わることも多く、光学系・照明・視野サイズも変わると、システムがガラリと変わることもある。

両者によって確認された仕様書に基づき開発が行われる。仕様書が定まっていない状態で開発を行うと、発注側・開発側の両者にとって不幸なエンドレスの開発になる。過去の画像処理の失敗例に多いパターンである。

通常システムでは、これで完成し、実運用に入るが、光の条件、実ワークの表面の状態などにより、実験レベルでは確認し得なかった状況が発生することがある。熟達した画像処理技術者は、この事態を予測して、現場で調整のできるパラメータを用意している。このパラメータの調整で処理できる範囲を越えるものは、追加・変更仕様として、発注者側で、まとめ打ち合わせる。万全の準備をしても想定できなかった事態が発生しかねないのがビジョン

の宿命といえる。追加の工数と期間と実施時期を見ながら、費用、立ち上げ時期の双方を見ながら、工場側で判断することになる。

の検収作業は、予め、仕様書の中で定められた検収項目に沿って実施する。これが、発注者と開発者の双方が安心してプロジェクトを推進する唯一の方法と言える。日本的なといわれる曖昧さを残した検収基準は、双方にとって悪い結果をもたらす。

検収時に、想定外の製品や、欠陥を出して、検収内容に含めようとするなど、考えられない要求がでることがある。人の目の優れた能力とマシンビジョンを混同して、なぜか、強引に非常識な要求することがままある。

開発のプロセスで  
最大の問題点は？

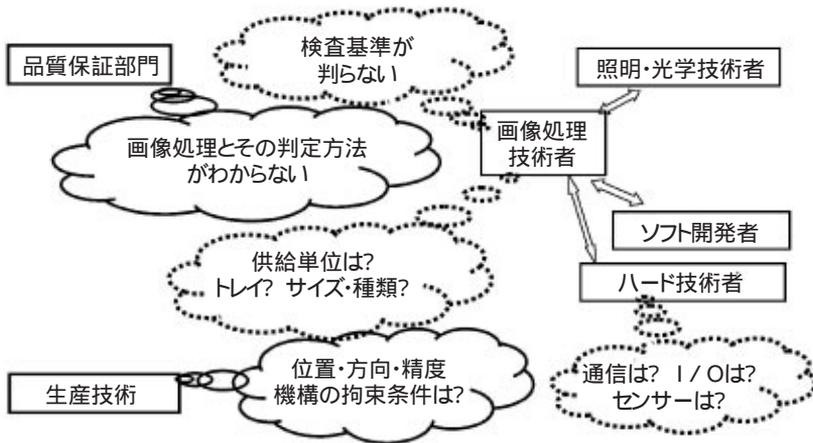
この標準的なフローで一番留意される点は、担当部門がお互いに必要な情報を出し、判断していくプロセスをスムーズに行うところにある。

画像処理側の責任者も、検査基準は判らないし、決められない。責任者に決めてもらうしかない。しかし、その責任者は画像処理で使われる「画面」を見たことが無く、画像処理で、どのように、何を、どの精度で計測し、判定できるのかを知らない。ギャップが存在するのである。そのギャップをいかに埋めるのが、このフローで留意されている。

メカニカルな部分；機構系・制御系の開発に際しても、画像側の要求、生産ラインでの部品・製品のハンドリング方法など、当初は判っていないので、明確にしてもらい、メカ側の必要要件を画像処理側に伝え、折り合い点を見つけることになる。

照明・光学系の技術者も、検査・計測する内容が判明しないと、画像処理に、最適な照明・光学系の開発と設定ができない。また、得てして、画像処理のソフトウェアを開発者は、光学系・照明の知識・実践経験が乏しいという問題点を抱えている。

理想的には、一人の優秀な技術者がいて、検査基準も判り、生産ラインも理解しており、画像処理の



第3図 担当技術者の判っていること・判っていないこと

詳細が判り、メカと制御が判り、照明・光学系が組み、自分でソフトウェア開発ができることが、一番良い。しかし、そのようなことは有り得ないので、複数の技術者の協調作業になる。

誰が検査基準を判っているか？  
責任者は誰か？

.....

前述のフローの開発ステップで、問題になることは、「どんな検査をするか」という点。不可思議に思われるが、それがいつも不明解であることが、ビジョン・システムを利用した外観検査の開発を難しくしている。

通常は、目視検査の基準と基準書がある。これが

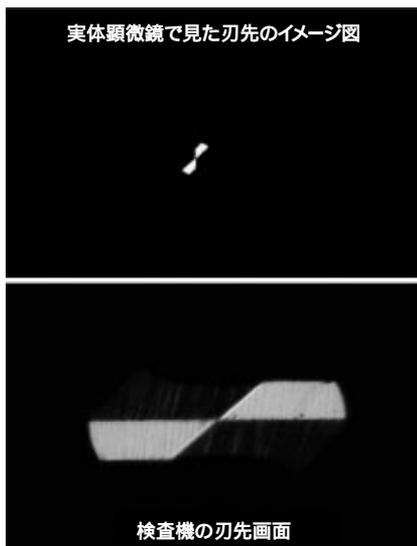


写真1 検査基準の再検討

ベースとなるが、画像処理用に使用できないことが多い。それはなぜか？

### 1. 数値データ

目視検査の基準では、キズ、カケ、太り、細り、異物、打痕など言葉で、欠陥の程度が定義されているが、その基準は、数値データとしての表現が不十分なことが多い。

### 2. 画像と目に写る生の映像との差異 第2回の開発事例「ドリルの検査」

では、あれ程大きく拡大されたドリル先端の画像を、それまで、検査員は見たことがなかった。実体顕微鏡で拡大した画面では、ドリルの先端が小さく写っていた。一回に1人の検査員しか見られないため、複数の人が、同一の画面で検討することはできなかった。従って、基準は、拡大された画像が撮れるようになって始めて、詳細に検討され、決定された。一般的に専用の照明と光学系でとられた画像処理用の画像と、目視検査で見ている映像に差があることが多く、実務上は、従来の検査・検証方法との刷り合わせが必要になる。

### 3. 計測を検査に利用

刃先の目視検査では左右の切り刃長の違いは感覚的に比べ、この程度ならOK、NGと決めていた。画像から実際に計測して左右の切り刃長データで比べられるようになると、数値規準が確立し、個人差や、注目度(クレームを受けた直後は過敏で、暫くすると戻る)による変化のないものになる。この数値データを定めること自体が、品質保証の精度向上のプロセスになっている。

従って、外観検査システムの場合は、検査基準を決定できる人が、開発プロジェクト成否の「鍵」を握ることになる。外観検査以外でも、従来手法と、自動化システムの差異により、発生する問題点、または改善点を適切に把握し、割り切れる技術者が、同様に「鍵」を握る。

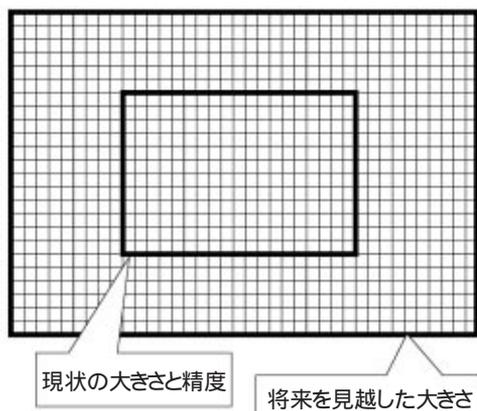
### 要求仕様について

.....

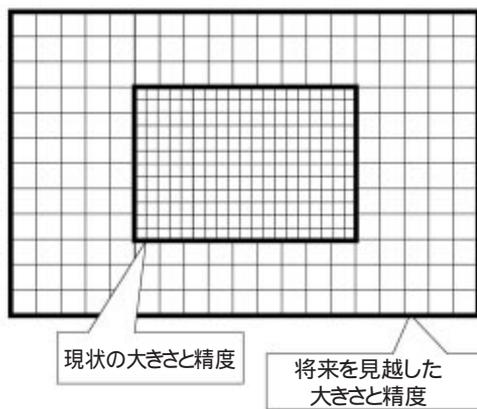
外観検査機を導入すると、今後、数年間使用することになるため、特に変化の激しい業界では、その

要求スペックの決め方は、難しい。そこで、将来を見越して、最も厳しい精度で、もっとも多様な欠陥種類を、最も大型サイズの製品をベースにスペックで規定し、処理時間も将来を見越して最短のものとする。これならば、仕様を決めた人は、後で責任を問われることは無い。しかし、その場合、開発の期間と費用は、「上限なし」としなければならない。こんな馬鹿げた話は、一般には有り得ないことだが、こと画像処理が絡むと、よく発生する。人と同じことが、または人以上のことが、簡単にマシンビジョンにできると誤解しているところに、原因があると思われる。

例を対象製品のサイズと検査精度に絞って示す。精度は、現状の最小精度と示し、サイズは将来を見越した最大の製品サイズが示される要求仕様があるとする。この場合、現状のサイズで、この最小精度を確保する為の分解能にあわせ視野で画像を撮るとする。この精度で同様の画像を最大のサイズで撮ると、4枚の画像が必要になる。処理時間は4倍かかる



第4図 製品サイズと検査精度の要求例



第5図 製品サイズと検査精度の要求例

ことになる。実際には4回撮像する為に、カメラが移動する時間が追加される。更にXYにカメラを移動する機構と制御が必要になり複雑なシステムになる。4枚の画像の、継ぎの部分の処理も加わり、ソフトウェアの開発工数も掛り、かなり大変になる。

ところが、現実には、第5図のような場合もある。この場合は、サイズが変わっても、カメラの設置高さと倍率を替えるだけで、問題は激減する。検査の項目や内容に関しても、サイズや精度と同様のことが発生する。

現実に必要なこと、将来の備え、この見極めと割りきりが、システム開発の難易度・コスト・期間を大きくかえることになる。検査基準の見極めのついていない初回から、欲張ると難しい選択になる。現実的な仕様を定め、まず実現して、経験を積み、2号機以降で、検査基準と画像処理の限界を見極めながら、将来を見据えた仕様を検討することが、新規開発には必須のプロセスと思われる。

“仕様・検討資料”について



外観検査システムの開発に際しては、ドキュメントの持つ意味合いが極めて大きい。理由は、1人で全部判っていることが無く、複数：多数のタイプの違う技術者が、共通認識を持ち、役割を担う必要があるからで、仕様書はその共通言語・認識・目的になるからである。お客様と業者の関係であっても、共同開発のパートナーとして、ドキュメント化をしていくことが、成功の秘訣である。判りきった例だが、検査対象の製品と製法、問題点を知っているのは、工場の生産と検査に携わる技術者である。画像処理の専門家は、その製品に関して知らない。また、生産に携わる技術者は、画像処理の詳細を知らないことが普通である。そのギャップを埋めるのが、ドキュメント：仕様・検討資料である。

主なドキュメントを挙げ、コメントする。

1. 検討要求資料

サンプル1~2個と検査したい内容を口頭で言って、検討依頼することがあるが、一般的にはこれで、検査可能ですと回答が戻っても、信頼の置ける回答になっているとは言えない。

画像処理屋さんには、製品を知らないの、勘違いをしている可能性がある。そこで、製品に関する最低限の情報：外形寸法、品種数、色違い、材質違いの有無、希望検査時間/個、検出したい欠陥の種類、

内容、最小サイズなど。これらを箇条書き、できれば、図を付けて知らせる。口頭の説明も必要である。対象対象の供給方法：トレイやケースなども要件に含まれる。

2. 概要仕様書（見積もり仕様書）

この中では、メカ・制御と言った機構の概要も明確になり、対象物（ワーク）のハンドリングも明示され、画像処理部分も、照明・光学系など撮像系もほぼ決まる。欠陥の仕様も概要は明らかになり、構成される全部分が記されることが必要。GOがかかった時は、この仕様ベースに関係に取り掛かれることが必要。言わば開発のベースとなる。

3. 設計仕様書

基本設計が完了して、この仕様書をベースに、個々の部分（機構、制御系、撮像関係、ソフトウェアなど）の開発が別個に行えるだけの内容が要求される。すなわち、技術者達の共通認識、ベースになる。検収方法（ターゲットとなる性能）が規定されていることも重要。性能評価・判定基準である検収方法が記載されていない仕様書は、不備と言える。ワークを流して、人が検査したと同じレベルで検査できることといった検討初期に戻った考えで、検収作業を行うと、開発が振り出しにもどることになり、また、エンドレスになる。

外観検査に関する姿勢（コメント）

検査システムに関する姿勢が、懸念されるケースがある。（画像処理屋の暴論とご容赦頂きたい。）

日本国内生産が成り立たなくなり、人件費の安い地域に工場が移転する事態に接し、理由として語られることは「生産は自動化できるが、検査の自動化ができないため、目の良い検査員の雇える地域に海外移転する」とのこと。

残る日本の工場の課題は「検査・品質保証の合理化」と、優秀な生産技術の指導者は言っている。自動化：生産の自動化は20年間の努力の蓄積で達成しているが、計測・検査の自動化がネックになっていると。

「検査はものを生まない」という言葉は、検査の自動化をスポイルするように感じる。検査は生産の付属品：必要悪との思想は、日本の空洞化を推進しているように思える。

まとめ

外観検査システムの開発を例にとり、マシン・ビジョンの開発のベースとなる手順を記した。画像処理自体の詳細開発の手順を期待された方には的外れな内容となったことはご容赦いただきたい。開発のプロセスで、20年前も今も困難なことは、マシン・ビジョンに関する間違っただけの思いこみである。マシン・ビジョンが、人と同じまたはそれ以上のことを、いとも簡単にできるはずとの誤解から、妙にマシン・ビジョンに期待し、要求するところが、昔から治らない問題点である。

解決策は「手順」と「仕様書」である。

今回は、「ビジョン・システムを開発するSI」の選択の方法と留意事項について記す。

【筆者紹介】

丸地三郎

FAビジョン(株)

〒337-0043 埼玉県さいたま市見沼区中川68-1

TEL：048-682-4192 FAX：048-682-4191

E-mail：smaruchi@fa-vision.com

URL：http://www.fa-vision.com