

GUIとSUIの融合による新しいHMI 操作表示環境の構築

中井 龍暢、関野 芳雄、笠間 俊幸、藤井 昌明、辻 義孝、藤田 俊弘
(和泉電気株式会社)

Proposals of a New HMI Environment in combination with GUI and SUI

Tatsunobu NAKAI, Yoshio SEKINO, Toshiyuki KASAMA, Masaaki FUJII

Yoshitaka YSUJI, Toshihiro FUJITA

IDEC IZUMI Corporation

Nishimiyahara, Yodogawa-ku, Osaka, 532 Japan

e-mail: nakanakai@izm.idec.co.jp

Abstract: In present industry such as FA(Factory Automation), interface between human and machine i.e., HMI, is constructed by GUI(Graphical User Interface) devices. In this paper we first clear these circumstances and then classify devices GUI and SUI. Furthermore, we analyze the characteristics of these devices. Finally, based on market research, we discuss the way to construct optimum HMI environment.

Keyword: Factory Automation, HMI, Usability, GUI, SUI

1. はじめに

人と機械が共存し、互いに協調するシステムや環境をHMI (Human Machine Interface) 環境と呼ぶとすると、どのような環境においても人に対する使いやすさは非常に重要である。特にFA (Factory Automation) 等の産業分野のように、機械の誤操作が直接事故につながる危険性を持つ製造現場においては、人に対する安全性や信頼性等を十分に考慮することが必要である。

FA等におけるHMI環境を考えてみると、従来はFig.1に示すようにどちらかと言えば機械の合理化・効率化・生産性の向上等に重点が置かれていたが、今後はますます人が中心となるような、すなわち人と機械の関係が対等であるようなシステムを構

築していくことが重要である。

実際のHMI環境において、特に“人”に関わり

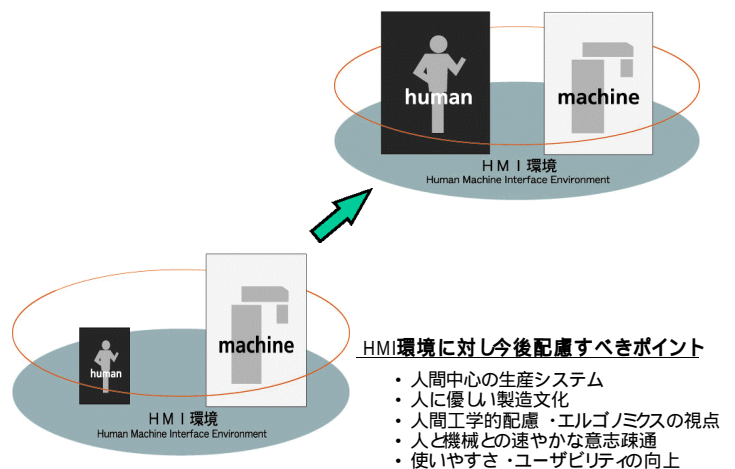


Fig.1 FAのHMI環境における人と機械の相対関係図

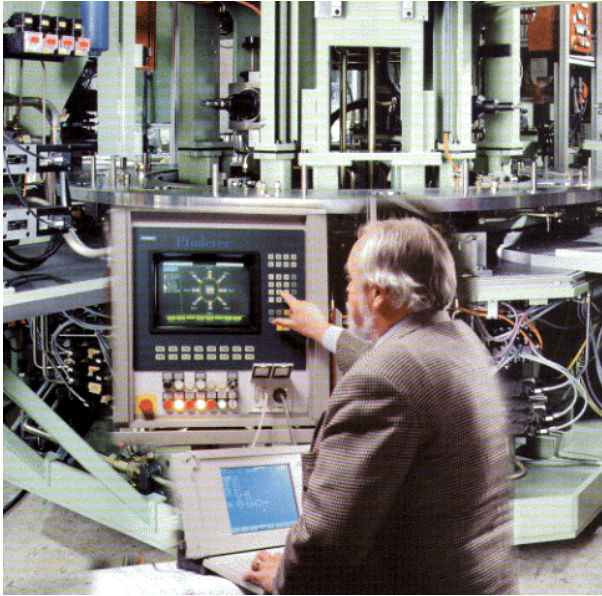


Fig.2 FAにおけるHMI操作表示環境の代表例

のある環境をHMI操作表示環境と定義し、FAにおける代表的な場面をFig.2に示す。

本論文ではこのようなHMI操作表示環境の使いやすさに関して人間工学的な観点から分析し、また実際の製造現場における動向を調査することから導かれた新しい考え方を提案する。^[1]

2. HMI操作表示環境におけるGUIとSUIの特徴と役割

Fig.2に示したHMI操作表示環境はFAでは極めて一般的であり、オペレータはディスプレイ、LED表示灯、押しボタンスイッチ等で構成された制御パネルにより製造ラインとの情報のやり取りを行っている。オペレータは製造ラインの状況をディスプレイ上に表示された情報、及びLED表示灯にON/OFF表示された情報により認識し、スイッチを押すことにより機械を操作しようとしている。

本章ではまずFAのHMI操作表示環境における構成要素としてディスプレイ、LED表示灯、押しボタンスイッチの3つの機器についてその特徴と役割について概説する。

2.1 GUIとSUIの定義

HMI操作表示環境における方式をGUI及びSUIと呼称し、大別することが提案されている。^[2]

Fig.3で表されるように、GUI(Graphical User Interface)とは例えばLCDディスプレイの表示画面を用いた仮想的な部品をタッチスイッチにより操作するHMIの方式である。それに対してSUI(Solid User Interface)とは人の意志を機械に伝える押しボタンスイッチ、セレクトスイッチや、機械の状態を人に知らせるLED表示灯など、機構的・物理的パーツによって構成されるHMIの方式であると定義されている。^[2]

2.2 GUIとSUIの比較

HMI操作表示環境における人に対する“使いやすさ”に結びつく機能としては設定・操作・表示の3点が重要であり、“設定のしやすさ”、“操作のしやすさ”、“表示の見やすさ”についてGUIとSUIの特徴を概説する。

設定のしやすさについてはLCD画面上に仮想的な部品を配置し、Fig.4に示すような数字・文字等の設定テーブルを構成できるGUIが優れていると考えられる。また、画面を階層化し、必要に応じた画面を呼び出すことで多くの機能を持たせることができる。しかしながら操作感の面から人間工学的な観点で考えると、タッチスイッチへの入力操作は操作に

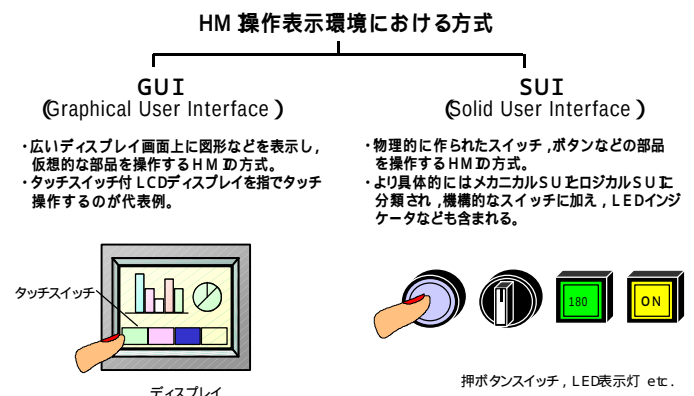


Fig.3 GUIとSUIの定義

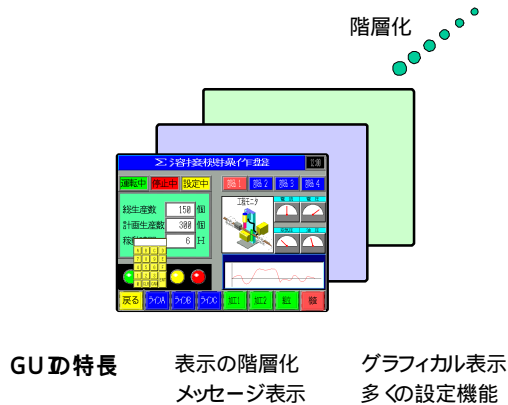


Fig.4 GUIにおけるグラフィカルな特長

対する感触が全く得られず、誤って触れただけでも動作してしまう危険性があり、人に対する使いやすさが配慮されていない。[3][4][5]

一方、SUIの操作性においては Fig.5 に示す押しボタンスイッチの動作特性から分かるように、操作ストロークと操作荷重のフィードバック感から確実な操作と安心感を得ることができる。また、操作ストロークを持つため“なぞり操作”や、“手探りでの操作”を可能とするものである。[6][7][8][9]

表示の見やすさについて Fig.6 にFAで一般的に用いられるLCDディスプレイとLED表示灯の視認特性を視野角と輝度の関係において示す。機械の状

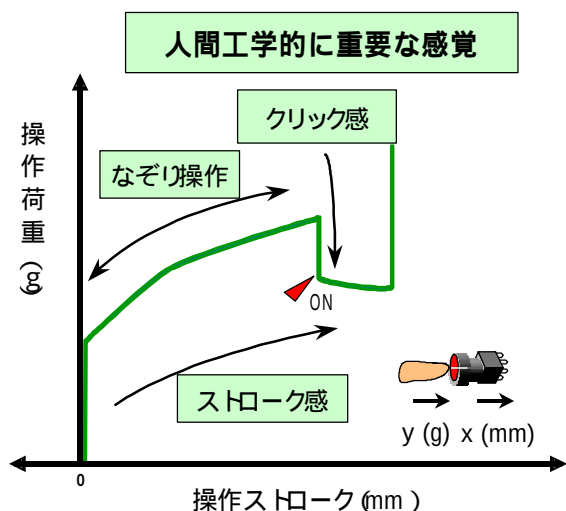
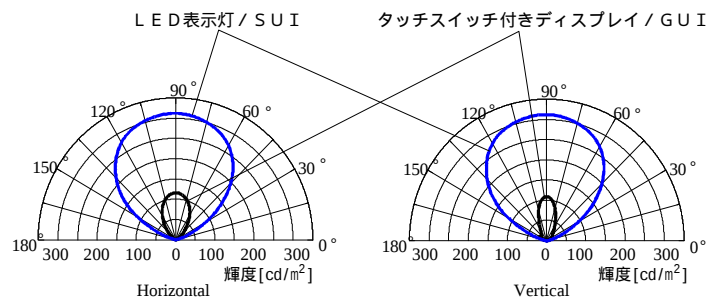


Fig.5 SUIとしての押しボタンスイッチの動作特性



LED表示灯：40mm角の角型白色表示灯（ピュアホワイト色）
タッチスイッチ付きディスプレイ：5.5インチSTN液晶画面に40mm角白色ボタンを表示したもの
測定条件：輝度計（TOPCON BM-5）と測定面までの距離1m、測定視野角2°

Fig.6 LCDディスプレイ（GUI）とLED表示灯（SUI）の視認性比較

態表示において重要とされる視認性ではLED表示灯、すなわちSUIが圧倒的に見やすい。[10][11][12]

これらの特徴をわかりやすく整理し Table.1 にまとめた。GUIはメッセージやグラフィックの表示性能に優れ、階層化された画面とタッチスイッチの組み合わせで設定機能において優位性がある。

それに対しSUIはそのメカニカルな機構により操作感のフィードバックを得ることができ、確実性・安心性の観点から操作のしやすさに優れる。また、視認性が良いことも特長である。

以上の観点からHMI操作表示環境においては、GUIとSUIは相互に特長を生かしながら共存することが人間工学的な使いやすさの観点から重要であると考えられる。

Table 1 GUIとSUIの人間工学的側面義からの比較

方式		GUI	SUI
人間工学的側面			
操作のしやすさ	操作感	×	○
	確実性	×	○
	安心感	×	○
表示の見やすさ	視認性	×	○
	表示形態	メッセージ 図形	文字 数字
	表示量	階層化	限定
設定のしやすさ	設定機能	多機能	シンプル
	情報量	○	×
	ガイダンス情報	○	×
誰でも使えるわかりやすさ		×	○

GUとSUは相互に特長を生かしながら共存。

3 . F A用操作表示パネルの形態とその使用動向

F A用操作表示パネルは、Fig.7 に示すような4種類の形態が存在しており、それぞれ機械や設備の種類・規模・コストなどに合わせて使われている。以下に分析結果について述べる。

3 . 1 操作表示パネルの形態

Panel Aの形態は押しボタンスイッチやLED表示灯などSUIのみで構成されており、操作表示パネルが誕生してから現在においても最も一般的に使われ続けている形態である。

Panel Aと対照にあるPanel Dはタッチスイッチ付LCDディスプレイだけで設定・操作・表示の全てを実現するものでGUIのみで構成されている。

Panel BとCはPanel A、Dの中間に位置づけられ、GUIとSUIが組み合わせて構築される操作表示パネルである。Panel BのGUIはモニタディスプレイで表示専用であるのに対し、Panel Cでは画面上で操作・設定などの入力可能なタッチスイッチ付きディスプレイである。

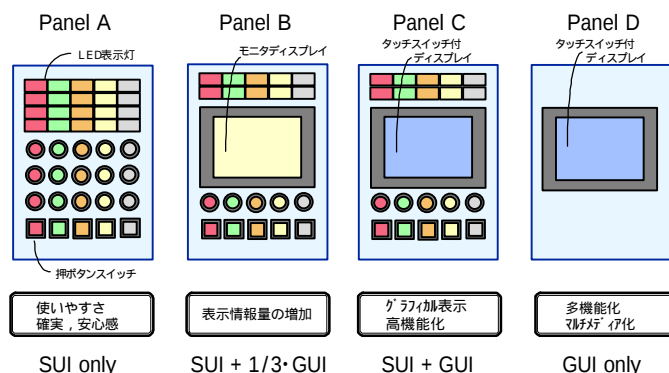
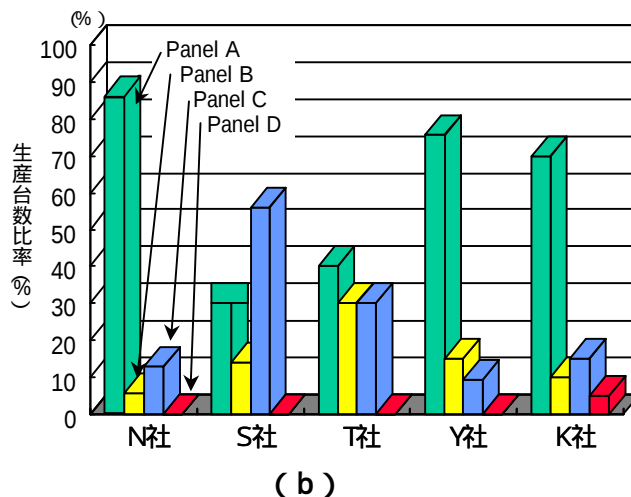
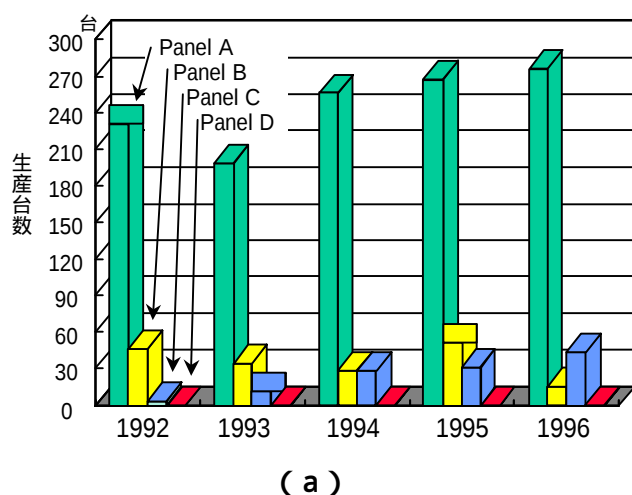


Fig.7 F A分野における4つのパネル形態

3 . 2 調査結果とトレンドの分析

Fig.8に前述の4種類のパネル形態がそれぞれどのような比率の実績で使用されているかを、調査した結果を示す。ある制御パネルメーカーでの過去5年間の実績推移を Fig.8(a)に、また複数メーカーでの単年度における形態別比率を Fig.8(b)に示す。

結果としてF A等の製造現場では Panel Aが現在でも最も多く使用されており、操作パネルの主流であることがわかる。これはコスト的な要因もあるが、操作・表示において最もわかりやすく使いやすいことが大きな要因と考えられる。



(a) N社の過去5年間の生産実績、(b) 5社の1996年度生産実績

Fig.8 F Aパネル形態の生産実績調査結果

一方、Panel Dは全くといって良いほど使われておらず、Table.1 で示した操作・視認に関わる問題点が、人に対する使いやすさの向上につながらないと判断されているためと考えられる。また安全性・確実性を要求されるFA現場においてはPanel Dは受け入れられにくいことを示している。

Panel BとCの和、すなわちSUIとGUIの融合による操作表示パネルの使用例は年々確実に増加傾向にあり、今後の伸びが予想されるものである。特にPanel Cにおいては、GUIにて情報に関する高機能化に対応できると同時に、SUIにて操作のしやすさ、見やすさを実現できるもので、より使いやすいHMI操作表示環境であると考えられる。

Table.1 に示したように、GUIとSUIの特徴はお互いに補完できる性格を持つものであるから、Panel B、Panel Cの伸長はGUIとSUIの役割分担を考慮し、より使いやすいHMI操作表示環境が実現されてきていることに他ならないと考えられる。

4．新しい操作表示環境の構築とその効果

以上の状況から、我々は操作表示パネルにおけるGUIとSUIとの組み合わせを容易に実現でき、ユーザビリティの向上に貢献できるとともに、標準化とパネル製作の簡単化を可能にする新しい発想のΣパネルと呼称するシステムを開発した。^{[1][13][14]} 従来はパネルビルダーや設備・装置製造者が製造ラ

イン別にそれぞれ個々にパネルを考え、その設計に基づきSUIや、GUI等のコンポーネントをそれぞれ準備し、製作することが行われてきた。Σパネルは通常用いられる盤面制御機器を、DINサイズ規格という一定のルールに則った形状の筐体にマウントし、機能ごとにブロック化するという新しい考え方で開発した。

Fig.9に示すようにΣパネルにはスイッチブロック、ディスプレイブロック等があり、それらをユーザ仕様に合わせてレゴのように組み合わせることで、より使いやすいHMIを簡単にしかも統一して構築することを可能としたシステムを提供するものである。Fig.10に示すようにΣパネルはSUIだけで構成されたパネルに加えてSUIとGUIを融合したパネルも自由自在に組み合わせることができる。オペレータにとって、操作表示環境の統一は「使いやすさ」を実現する重要な要素となる。^[1] Σパネルでは標準化ブロックの組み合わせで構成が可能であり、同じ工場あるいは製造ラインの異なる設備や、機械や装置のクラス、機種等が変わっても共通した操作表示環境を提供できる。これは緊急時の操作に対し、誤操作を防ぐことが可能となる他、作業者にパネルごとの習熟を求めないなどの効果があると考えられる。

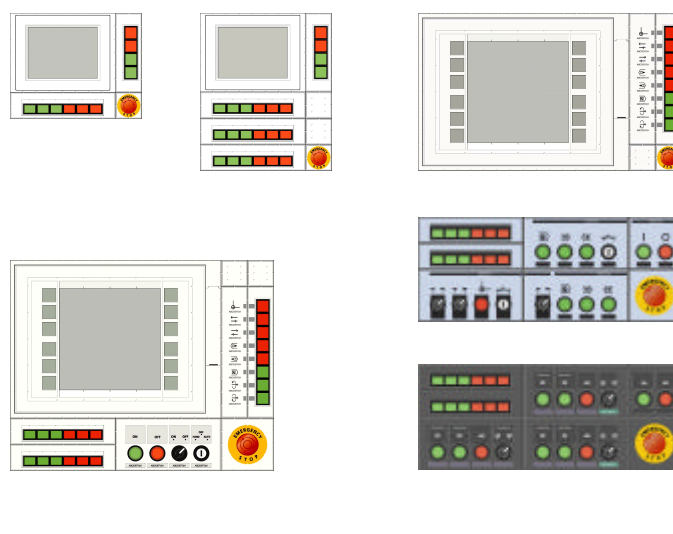


Fig.9 Σパネルの機能ブロック一例

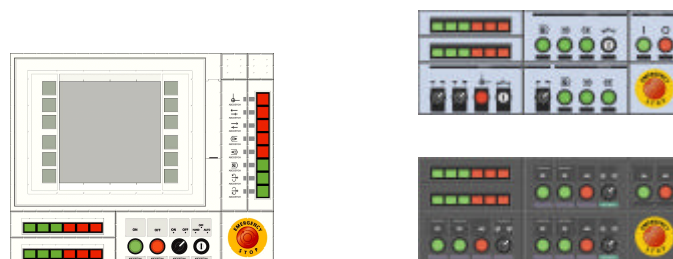


Fig.10 Σパネル構築例

5 . おわりに

今回我々は、人に対して使いやすく最適なHMI環境の創造に貢献すべく、調査・分析を行い、HMI操作表示環境におけるGUIとSUIの効率的な共存を提案した。我々はHMIに関わるメーカというマーケットに密着した立場から、今後さらにこのΣパネルを有効に活用して優れたHMI操作表示環境を構築するためのサポートを行っていきたいと考える。

具体的には製造ラインに応じた最適なHMI環境を考え、提案していくことが重要であると考えている。また、人に対する使いやすさを向上することはインタフェースの最も基本的なことであり、併せて標準化、オープン化、省、安全というキーワードをもとにグローバルな社会的な潮流に対応していくことも重要であると考えている。

今後も人に対する使いやすさを考慮し、グローバルな潮流も組み入れた人と機械の最適環境の創造を推進していく所存である。

謝辞

本稿を執筆するにあたり、多大な助言を頂いた和泉電気(株)の関係者の方々に深く感謝いたします。

参考文献

- [1] 藤田 俊弘：「新しい時代のHMI操作表示環境 ～標準化・オープンネット・省・安全への対応～」、システムコントロールフェア'97技術講演会(1997年10月30日)配付資料
- [2] 監修 坂村健：トロンヒューマンインタフェース標準ハンドブック、初版、パーソナルメディア株式会社、1996年
- [3] 「もっと使いやすくなれ、情報機器」、日経メカニカル、日経BP社、No.477、4月1日号(1996)、p.24-p.27
- [4] 小沢恒二郎、「和泉電気が操作・表示機器CCクリックを開発」、月刊LCD Intelligence、株式会社プレスジャーナル、第1巻第7号、(1996)、p.54-p.57
- [5] 長谷川浩正 他：「クリック機構を有するマルチメディア指向操作・表示端末の開発」、(社)計測自動制御学会ヒューマン・インタフェース部会、1996年第12回ヒューマン・インタフェース・

シンポジウム論文集、p.477-p.482

- [6] 中井龍暢：「ヒューマン・マシン・インタフェース性に優れた操作・表示機器CCクリックの開発」、ヒューマン ウィズ テクノロジー、ミマツデータシステム、第1巻第1号、(1996) p.52-p.63
- [7] M. Mamiya, "A New Way to Overcome the Uneasy Operation of Touch-Sensitive Displays by Incorporating "Click" Mechanism CC Switch", Designing of Computing Systems: Cognitive Considerations, Proceedings of the Seventh Conference on Human-Computer Interaction, (HCI '97), San Francisco, California, USA, August24-29, 1997, Vol. 1, pp. 619-622
- [8] 三輪 高仁 他：「操作表示器におけるCCスイッチの操作感の検討」、(社)計測自動制御学会ヒューマン・インタフェース部会、1997年第13回ヒューマン・インタフェース・シンポジウム論文集、p.293-p.298
- [9] 上家 孝浩：「スイッチ操作感を有するFPD～安全・確実な人に優しいHMI操作表示環境を提供」、電子技術7月号、日刊工業新聞社、1998、Vol.40、No.9、p.68-p.72
- [10] 間宮 勝 他：「ホログラムと面照光LEDを用いた高視認性表示技術の開発」、(社)計測自動制御学会ヒューマン・インタフェース部会、1996年第12回ヒューマン・インタフェース・シンポジウム論文集、p.493-p.500
- [11] 間宮 勝 他：「青色LED励起による波長変換表示技術の開発」、(社)計測自動制御学会ヒューマン・インタフェース部会、1997年第13回ヒューマン・インタフェース・シンポジウム論文集、p.371-p.376
- [12] 三輪高仁：「青色LEDを励起光にした多色表示技術～ラムダコンバータによる面照光表示灯の実現」、電子技術7月号、日刊工業新聞社、1998、Vol.40、No.9、p.52-p.56
- [13] 「Σパネル 新しい時代のHMI操作表示環境の構築(第一回)」、電子制御、(株)高木商会 企画部、Vol.65(1998春)、p.44-p.47
- [14] 「Σパネル 新しい時代のHMI操作表示環境の構築(第二回)」、電子制御、(株)高木商会 企画部、Vol.66(1998夏)、p.66-p.69