

MITSUBISHI 三菱電機 Changes for the Better

製品に関する環境効率意見交換会

## 三菱電機グループにおける 「ファクターX」の評価手法とその適用事例

2005.1.20  
三菱電機株式会社  
環境推進本部 高橋 徹也

MITSUBISHI 三菱電機 Changes for the Better

### あしたのために、ともに育て、広げていく

環境経営の木に「MET」の花が咲いて、豊かなエコプロダクツが実る日をめざして

「持続可能な社会」に向け人々の関心が高まる中で、私たち三菱電機グループが果たすべき役割を再考すること。それは、これまで培った「技術」「サービス」「製造力」によって環境効率を高めるエコプロダクツを開発し、提供することに尽きつづける。高品質を積極的に提供していくことが求められます。

私たちは、環境推進本部のもと、F1E（ファクトリー環境マネジメント）を各事業に、資源の有効活用、エネルギーの有効利用、廃棄リサイクル物質の排出削減という3つの視点から、事業活動や製品の開発・改良を継続的に促進していく活動を展開しています。

F1E（F1E）を軸に、環境に貢献する技術や製品という果実を結ぶために、私たちは環境経営の木を大きく育て、葉により豊かな実を結ぶて取り組んでいます。

**環境基本理念**

「持続可能な社会」の発展のため、社会貢献を軸として、F1E（ファクトリー環境マネジメント）を推進し、これによって環境に貢献する製品を開発し、提供することを目的としています。

**環境行動指針**

- 1. 事業活動における環境負荷の削減を推進する。
- 2. 環境に優しい製品を開発し、提供することを目指す。
- 3. 環境に優しい製品を開発し、提供することを目指す。
- 4. 環境に優しい製品を開発し、提供することを目指す。
- 5. 環境に優しい製品を開発し、提供することを目指す。

出展：「三菱電機グループ 環境・社会報告書2004」

MITSUBISHI 三菱電機 Changes for the Better

## 三菱電機の環境への活動の切り口

● 全ての事業活動について「MET」の切り口から環境負荷低減に取り組む

**M**  
MATERIAL



資源の有効活用  
[省資源・リサイクル/  
廃棄物削減]

**E**  
ENERGY



エネルギーの  
効率利用  
[地球温暖化防止]

**T**  
TOXICITY



環境リスク物質の  
排出回避  
[化学物質管理]

三菱電機グループは、自社の生産プロセスだけでなく、原料の調達や使用時、使用後のリサイクル、更に廃棄まで視野を広く、製品のライフサイクル全体で「MET」という切り口から環境負荷低減に取り組んでいます。

M: Material 資源の有効活用  
E: Energy エネルギーの効率利用  
T: Toxicity 環境リスク物質の排出回避



MITSUBISHI 三菱電機 Changes for the Better

## ファクターXとは

- ◆ **分子は製品機能向上、分母は環境負荷低減**で評価
  - 技術進歩がもたらす豊かさの向上（製品の性能や機能）と資源延命への貢献度（エネルギー・資源消費）の両方を評価する指標であり持続可能な社会の実現に向け有効な手段とされる
- ◆ 「**ファクター4**」、「**ファクター10**」等は根拠のある目標値
  - 90年代前半にワイツゼッカー博士(独ブッパタール研究所)が持続可能な社会を実現するには1/2の資源消費で生活水準を2倍にすべき「ファクター4」を発表
  - その後、同研究所のシュミットブレイク博士はファクター4では不十分で「ファクター10」が必要と提唱
- ◆ **LCAとは違う**
  - 「環境負荷の低減度」だけでなく「製品品質向上度」、「性能向上度」など設計者の努力、成果が数値で表現できる。未来志向の明るい指標である

MITSUBISHI 三菱電機 *Changes for the Better*

## ファクターXを採用する目的

- ◆ エコプロダクツを創出する原動力
  - 持続可能な社会を実現するための有効な指標（世の中からも注目が高い）
    - 定量的達成目標として中長期目標への利用
  - 技術者へのインセンティブ
    - 未来志向の明るい指標を採用し、製品の技術開発度を正當に評価する
- ◆ 企業のブランドイメージ向上
  - 基本的考え、方式を情報公開しつつ、先行的取り組みとして指標開発

MITSUBISHI 三菱電機 *Changes for the Better*

## 「新しい豊かさ」を実現する製品のための「ものさし」 - 「ファクターX」を提唱します

環境効率 = 製品の性能 ÷ 製品の環境負荷から、

ファクター(新旧製品の環境効率の向上度)

$$= \frac{\left\{ \frac{\text{新製品の性能}}{\text{新製品の環境負荷}} \right\}}{\left\{ \frac{\text{旧製品の性能}}{\text{旧製品の環境負荷}} \right\}} = \frac{\text{性能の改善度(生活の価値)}}{\text{環境負荷の低減度(環境への影響)}}$$

製品の質、サービスを向上

環境の負荷を小さく

$$= \text{性能の改善度} \times \frac{1}{\text{環境負荷の低減度}}$$


$$= \text{性能ファクター}^{(1)} \times \text{環境負荷ファクター}^{(2)}$$

1 今回明確化のため算出式に追加  
2 性能改善 = 1と見做し環境負荷の改善度を以ってファクターとする当社の従来の考え方

MITSUBISHI 三菱電機 *Changes for the Better*

## 標準化にむけての第一歩

- ◆ 三菱電機、日立、松下、富士通の4社が  
（社）産業環境管理協会の元で手引書を発行
  - 原理、原則を標準化
  - 具体論、手法までは標準化に至らず
- ◆ 目的は、ファクターの市場での価値を高めること
- ◆ 今後、一層の普及が期待される！



MITSUBISHI 三菱電機 *Changes for the Better*

## 三菱電機のファクターX

- ◆ 基準製品（原則として1990年の社内製品）との比較とする
- ◆ 分母、分子の寄与の透明化
  - 製品機能の向上度、環境負荷低減度の向上度の寄与を透明化するために、トータルとしてのファクターを、**性能ファクター**（分子：製品性能の向上度）及び**環境負荷ファクター**（環境負荷の低減度）の両面から評価し、積算の形で示す
 

$$\text{ファクター} = \text{性能ファクター} \times \text{環境負荷ファクター}$$
- ◆ 環境負荷をMET指標で評価し、**ベクトル合成で統合化**
  - METのどれかがゼロになっても評価が可能
  - バランスの取れた改善をしないと飛躍的な向上が難しい

MITSUBISHI 三菱電機 Changes for the Better

## 性能ファクター

- ◆ **基本機能と製品寿命の積算で評価**
  - 製品性能、品質など基本機能に複数指標がある場合にはそれらを加算し統合化。明確に性能向上度が数値化できない場合は1とみなす。
- ◆ **製品の性能指標は、製品毎に定める**
  - 製品の性能指標は、JIS規格など公的な基準等に基づき定量的に測定、計測され、再現性を担保
  - 製品の性能指標は、社外に開示済みのもの、開示可能な数値を用いる
  - 製品の性能指標は、「基本機能」で評価し、「付加機能」では比較しない。
  - 「基本機能」及び「製品寿命」が共に向上する場合に限り、「基本機能×製品寿命」を製品の性能指標と見做す。その際には、MTBF等の明確な値で比較。
  - 製品の性能指標は、社内製品間での比較。他社製品の指標値とは比較しない

MITSUBISHI 三菱電機 Changes for the Better

## 環境負荷ファクター

- ◆ 環境負荷は「MET」の3軸と見做し、ベクトル合成し統合化する。
  - 循環しない資源消費量 (M)
    - 循環しない資源消費量
    - =  $\text{100\%資源消費量} + \text{リサイクルされず廃棄される量}$
    - =  $(\text{製品質量} - \text{再生材} \cdot \text{再生部品の質量})$
    - +  $(\text{製品質量} - \text{再資源化可能質量})$
  - 消費電力量 (E)
  - 環境リスク物質の含有 (T)

**MITSUBISHI** 三菱電機 **三菱電機グループにおけるファクター-Xへの取組み** *Changes for the Better*

ファクター = 性能の改善度 (生活の価値) ×  $\frac{1}{\text{環境負荷の低限度 (環境への影響)}}$

= **性能ファクター** × **環境負荷ファクター**

基本機能 × 製品寿命で評価

環境負荷をMETの3軸で評価し、ベクトル合成し統合化  
 Material: 循環しない資源消費量  
 Energy: 消費電力量  
 Toxicity: 環境リスク物質の含有  
 パージン資源消費量 + リサイクルされず廃棄される量

基本製品の環境負荷 =  $\frac{1}{3}$   
 評価製品の環境負荷 =  $0.55^2 + 0.37^2 + 0.88^2$

ファクター1.74 = 性能ファクター2.500 × 環境負荷ファクター1.582

	環境負荷			製品の価値	
	M:資源有効活用	E:エネルギーの効率利用	T:環境リスク物質の含有		
基準製品	1998年モデル EMU-B3P5	1	1	1.732	1
評価製品	2003年モデル EMU2-HM1-B	0.55	0.37	0.88	2.5
改善内容	製品のパーজন資源消費量 45%削減 製品の再資源化不可物質率 45%削減	消費電力量 稼働時5.1%削減 待機時62%削減	ほんた中の鉛 12.5%削減	エネルギー計画 の要量数 4→10(2.5倍)	
(A) 環境負荷ファクター	(1/評価製品の環境負荷)/(1/基準製品の環境負荷)			1.582	
(B) 性能ファクター	(評価製品の付加価値)/(基準製品の付加価値)			2.500	
(A)×(B)ファクター				3.96	

**MITSUBISHI** 三菱電機 *Changes for the Better*

電力計測ユニット (EcoMonitorPro) の環境負荷ファクター算出データ

	基準製品 98年時当		評価製品		
	値	単位	値	単位	
M	廃材削減	0.282	kg	0.155	kg
	鉄		kg		kg
	銅		kg		kg
	アルミ		kg		kg
	樹脂類(再生素材)	1	kg		kg
	樹脂類(非再生素材)		kg		kg
	その他	0.282	kg	0.155	kg
	再生素材消費量	0	kg	0	kg
	再生素材削減量		kg		kg
	3R削減量 (+)	0	kg	0	kg
パーজন削減削減量 (-)	0.282	kg	0.155	kg	
再資源化(再生素材)削減量 (3R削減)	0.027	kg	0.0163	kg	
再資源化(非再生素材)削減量 (-)	0.255	kg	0.1387	kg	
E	消費電力量(E1)	0.0043	kWh	0.0021	kWh
	待機時消費電力量(E2)	0.0035	kWh	0.0018000	kWh
	計				
T	ほんた中の鉛(使用時T1)	0.800	g	0.700	g
	カドミウム(使用時T2)	0.000	g	0.000	g
	オゾン(使用時T3)	0.000	g	0.000	g
	六価クロム(使用時T4)	0.000	g	0.000	g
	PBB(使用時T5)	0.000	g	0.000	g
	PBDB(使用時T6)	0.000	g	0.000	g
	計				

環境負荷ファクターの算出	定量データ				基準製品	評価製品
	基準製品	(単位)	評価製品	(単位)		
M 2×質量-3R-3R可能 (+)	-	kg	-	kg	1	0.54692737
E 消費エネルギー量削減	-	kWh	-	kWh	1	0.36598843
T リスク物質削減	-	g	-	g	1	0.875
<b>環境負荷 (MET合成値)</b>					<b>1.7321</b>	<b>1.0949</b>
<b>環境負荷ファクター</b>					<b>1.5820</b>	



**電力計測ユニット**

Factor X

ファクター3.95

性能P2.500×消費P1.562

電力使用の削減を細かく把握できる電力計測ユニットの第三世代として、各種機能を個別ユニットに分けてモジュール化。高機能なコンパクト設計により、計測精度向上にもかかわらず消費電力を大幅に削減。2003年電機工業界製品コンクールで国土交通大臣賞を受賞。

	機能実装			製品の価格		
	4次元計測機能実装	モニタリング機能実装	工場での使用に特化した実装			
標準製品	1999年製 E4A-E07P5	1	1	1,750	1	
評価製品	2000年製 E4A-E144-01	0.05	0.07	0.08	1,000	2.8
特徴内容	製品のバージョンアップ は容易 4%削減 製品の異装実装化で可 能な 4%削減	消費電力が 従来製品の約 1/10に削減 0.0001%増 持続性12%削減 0.0001%増 +0.0006%増	法人向けの組 立に特化した 11%削減 0.0%増		工場での計測の 標準品 4+10、0.05増	
	4次元実装ファクター0.1(評価製品の機能実装時/標準製品の機能実装時)				1,500	
	単機能ファクター-評価製品の機能実装時/標準製品の機能実装時				2,500	
	6A+800ファクター				1,000	

標準品はファクターと性能ファクターの両方

MITSUBISHI  
Changes for the Better

Factor X

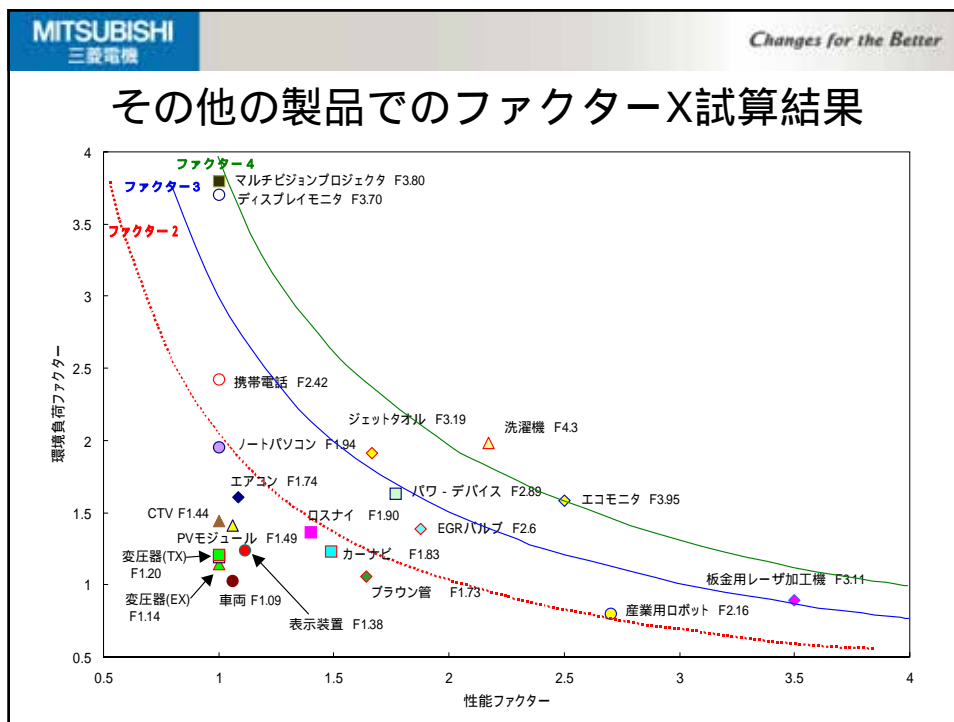
暮らしに広がるファクターX

環境効率向上度を数値化することで、エコプロダクツの開発、普及を促進します。

活動事例トップページへ戻る

ルームエアコン ファクター=1.74 詳細はこちら	カーナビゲーション ファクター=1.53 詳細はこちら	全自動洗濯機 ファクター=4.57 詳細はこちら	カラーテレビ ファクター=1.44 詳細はこちら	ノートパソコン ファクター=2.22 詳細はこちら
ディスプレイモニター ファクター=3.70 詳細はこちら	洗濯機 ファクター=2.43 詳細はこちら	オーロラビジョン ファクター=1.30 詳細はこちら	マルチビジョンプロジェクター ファクター=3.30 詳細はこちら	ジェットタオル ファクター=3.19 詳細はこちら
ロスナイ ファクター=1.91 詳細はこちら	太陽電池モジュール ファクター=1.69 詳細はこちら	パワーモジュール ファクター=2.09 詳細はこちら	電力計測ユニット ファクター=3.95 詳細はこちら	高出率型圧入型圧入装置 ファクター=1.19 詳細はこちら
高出率型圧入型圧入装置 ファクター=1.14 詳細はこちら	高出率型圧入型圧入装置 ファクター=1.20 詳細はこちら	高出率型圧入型圧入装置 ファクター=1.00 詳細はこちら	ディーゼル専用型圧入型圧入装置 ファクター=2.31 詳細はこちら	高出率型レーザー加工機 ファクター=3.11 詳細はこちら
産業用ロボット ファクター=2.26 詳細はこちら				

- ファクター-Xとは
- ファクター-抽出の基本的な考え
- ファクター-Xの算出方法
- 市場での活用を促すために



- MITSUBISHI 三菱電機 Changes for the Better
- ### ファクターの課題と将来
- ◆ 指標の認知度
    - 環境効率フォーラム（事務局：JEMAI）へ参画し、指標開発と標準化、啓発を行っていく
    - 暫定版としてMET方式で評価しつつ、当社方式の定義、考え方について充分説明していく
  - ◆ 設計技術者へのインセンティブ、エコプロダクツ創出のためのドライビングフォース
    - 長期計画として、持続可能社会の実現へ向けて当面の目標である「ファクター4」へ挑戦する。
  - ◆ 製品の機能・サービス向上度の評価
    - 製品の性能 / 機能向上評価の検討を継続し、精度を向上させていく
  - ◆ 顧客からの製品環境情報の要請