

# 原子力発電所の色彩環境に関する現状分析

## Analysis of Color Environment in Nuclear Power Plants

名取 和幸 (Kazuyuki Natori)\* 赤木 一郎 (Ichiro Akagi)\*  
相馬 一郎 (Ichiro Souma)† 平木 忠雄 (Tadao Hiraki)‡  
桜井 幸博 (Yukihiko Sakurai)‡

**要約** 本論文は、原子力発電所の外観と室内の視環境に関して、色彩面と心理面からの分析結果を報告したものである。調査1では発電所の外観と室内の環境色を測定した。調査2では現状の発電所視環境の印象について、見学者アンケートと勤務者インタビュー調査を行った。これらの調査結果から原子力発電所の色彩環境について、現状把握と問題点の抽出を行った。次に、望ましい視環境設計の方向性を検討するために、発電所外観と室内（燃料取扱室、タービン室、見学通路、中央制御室、運転員休憩室）のカラーデザイン案を作成した。調査3では外観と見学施設のデザイン案を見学者、大阪居住者、発電所地元住民、運転員、協力会社員、PR館職員に提示し、各案の印象評価調査を行った。調査4では運転員を対象とした休憩室のデザインについてのアンケート調査を実施した。これらの分析結果から、今後の原子力発電所の視環境設計の考え方を提案し、最後にいくつかの今後の検討課題を指摘した。

**キーワード** 環境、色彩、原子力発電所、印象評価、視環境設計

**Abstract** This article reports the results of color and psychological analysis of the outlook of nuclear power plants and the visual environments inside of the plants. Study one was the color measurements of the outlook of nuclear plants and the visual environment inside of the plants. Study two was a survey of the impressions on the visual environments of nuclear plants obtained from observers and interviews of the workers. Through these analysis, we have identified the present state of, and the problems of the color environments of the nuclear plants. In the next step, we have designed the color environments of inside and outside of the nuclear plants which we would recommend (inside designs were about fuel handling room, operation floor of turbine building, observers' pathways, central control room, rest room for the operators). Study three was the survey about impressions on our design inside and outside of the nuclear plants. Nuclear plant observers, residents in Osaka city, residents near the nuclear plants, the operators, employees of subsidiary company and the PR center guides rated their impressions on the designs. Study four was the survey about the design of the rest room for the operators controlling the plants. From the results of four studies, we have proposed some guidelines and problems about the future planning about the visual environments of nuclear power plants.

**Keywords** environment, color, nuclear power plants, impression ratings, visual environment planning

## 1. 問題

近年、景観を構成する様々な建物施設において、周辺景観との調和の問題が取り上げられる機会が増加している。原子力発電所は自然景観の中に立地する公共性の高い施設であることから、自然景観との美的調和性が一層強く求められることになる。加えて、原子力発電所という性格から、信頼性や安心感

が感じられる外観、室内の視環境を実現することも重要である。建物の景観性に対して色彩デザインの果たす役割は非常に大きい。また、色彩は識別性や意味伝達性という性質を持つ。それを利用することで、作業性向上、疲労低減といった作業環境づくりを行うことも可能である。では、原子力発電所の視環境に最適な色彩デザインとはどのようなものなのだろうか。

\* (財)日本色彩研究所 研究第1部

† 早稲田大学 人間科学部

‡ (株)原子力安全システム研究所 社会システム研究所

原子力発電所の色彩環境に関する先行研究は少なく、内部中央制御室については、縮小模型を用いて室内構成諸変数を操作することで印象への効果をみた実験検討<sup>(1)</sup>、中央制御室室内および制御卓のカラーシミュレーションによる印象評価調査<sup>(2)</sup>、欧州事例の視察調査<sup>(3)</sup>等が散見されるが、原子力発電所の外観および室内に関する体系的な色彩調査は行われていない。また、新しいプラントの場合は色彩面の検討を新設時に行っているケースが多いが、完成後の視環境が従事者や見学者から実際にどのように評価されているのかという、効果測定調査は成されていない。現状の原子力発電所の視環境を把握し、問題点を見つけ出すことの重要性は非常に高い。現状認識がはっきりすれば今後の視環境設計に活かせるからである。

本研究の問題とするところは以下の通りである。

- (1) 原子力発電所の外観および室内の色彩環境の現状について、測色調査や心理調査から総合的に把握し、その問題点を抽出する。
- (2) 原子力発電所の外観と室内について、様々な立場からの心理評価に基づき、望ましい色彩デザインの方向性を探る。
- (3) ガラス越しに原子力発電所の各種施設を見学させる、いわゆる「シースルー見学」に対する評価を明らかにする。
- (4) 運転員休憩室の環境把握と環境設計のあり方を検討する。
- (5) 原子力発電所の視環境における望ましい色彩デザインのあり方を検討する。

## 2. 調査1 測色調査

### 2.1 目的

本調査の主目的は、原子力発電所の外観と周辺環境、室内環境の色彩を計測することによって、現状の原子力発電所の視環境の色彩傾向を把握すること

<sup>1</sup> 全色彩を系統的に区分して表わす色表記体系に、調査用カラーコードに基づく系統色名区分法がある。これは色を、説明用途に応じて、段階的にいくつかのブロックに区分して表わすもので、粗く16のゾーンに分類するレベルを「基本分類」レベル、大きく25ブロックにするのが「大分類」レベル、中程度の92ブロックが「中分類」レベル、最も細かい230ブロックに色を分類するレベルを「小分類」レベルと呼ぶ。中分類表とは、出現色を92の色ブロックのそれぞれに分類し、出現頻度を記載した表である。

にある。副次的目的としては、後の研究ステップで作成する色彩デザイン案のCG作成のための元画像を入手することである。

### 2.2 方法

#### 調査日

平成6年9月12日、13日、14日

#### 調査対象

調査は関西電力美浜発電所、大飯発電所、高浜発電所の各地で行った。測色対象は、各発電所の建物外観とその周辺景観、および、タービン室、中央制御室、休憩室、出入管理室、見学通路等の室内景観だった。

#### 手続き

調査者は対象部位をJIS標準色票を用いた視感測色によってマンセル値を計測した<sup>(4)</sup>。合わせて、それぞれの写真撮影も行った。

### 2.3 結果

本論文では、原子力発電所外観および周辺景観の色彩分布を中分類表<sup>1</sup>の形で表1に示した。表は、92の中分類色彩ゾーンの各々における色彩出現を表わしており、記号種類が景観要素の種類、記号の数が出現数を示す。

原子力発電所の外部周辺景観には、空、海、植栽、山(半島)、岩等といった自然環境要素の占める割合が非常に高く、周辺環境はそれぞれの固有色のスカイ系とダークブルー系(空と海)、イエローグリーン系、グリーン系、オリーブグリーン系(植栽と山)、ブラウン系(岩と山肌)等の自然景観色から構成されている。

発電所建物の外観の色彩は、イエロー系のオフニュートラルとライトグレイッシュトーンという高明度、低彩度色がほとんどであったが、高浜発電所では格納容器や屋根にライトグレイッシュイエローグリーンという、緑みを帯びた色を演出色として使用しているのが特徴である。

現状の発電所外装色は周辺の自然の色彩に対してナチュラルハーモニー<sup>2</sup>と呼ばれる配色類型となっており、周辺景観との自然な調和感は高かった。しかしながら、外装の大面积のほとんどが同系統の色彩

大分類		PI	R	O	BE	Y	YG	G	BG	S	2	LA	LI	RP
		Tone		5	GL	17	17	12		1	B	V		P
					BR	OL	OLG			DB	4			
					4	3	6			DB				
p(7)	11	PI			BE ◆	Y ■	YG	G	BG	S		LA	LI	
lt(4)		PI		O		Y	YG	G	BG	S		LA	LI	
b(2)		PI	R	O		Y	YG	G	BG	B	V	P	RP	
v(1)			R	O		Y	YG	G	BG	B	V	P	RP	
dp(3)			R	O	GL		YG	G	BG	B	V	P	RP	
d(5)	14	PI	R	O	BR ◆ ▲	Y	YG ▲▲▲▲	G ▲▲▲▲	BG ●	B	V	P	RP	
dk(6)	8		R		BR	OL	OLG ▲▲	G ●▲▲		DB ●●	V	P	RP	
ltg(8)	25	PI			BR ◇	Y ■	YG ■	G		S ◎		LA	P	
g(9)	13		R		BR ◇	OL ■ ▲	OLG ▲▲▲	G ▲▲▲		DB ●●	V	P		

OFF NEUTRAL		W	5	pi			br	y	■	g		b	◎◎	p
		Tone												
ltGY	4	pi					br	y	■	g	■	b		p
mGY	9	pi	r				br	ol	■	g		b	▲▲▲	p
dkGY			r				br	ol		g		b		p
BK			r				br	ol		g		b		p

		N
W		
ltGY		
mGY	■	
dkGY		
BK		

■発電所外壁 ▲周辺植栽・山 ◇岩・山肌 ●海 ◎空

## 略記号

大分類; PI(ピンク), R(レッド), O(オレンジ), BE(ベージュ), BR(ブラウン), GL(ゴールド), Y(イエロー), OL(オリーブ), YG(イエローグリーン), OLG(オリーブグリーン), G(グリーン), BG(ブルーグリーン), S(スカイ), B(ブルー), DB(ダークブルー), LA(ラベンダー), V(バイオレット), LI(ライラック), P(パープル), RP(レッドパープル) / トーン; p(ペール), lt(ライト), b(ブライト), v(ビビッド), dp(ディープ), d(ダル), dk(ダーク), ltg(ライトグレイッシュ), g(グレイッシュ), W(ホワイト), ltGY(ライトグレイ), mGY(ミディアムグレイ), dkGY(ダークグレイ), BK(ブラック)

表1 発電所外観と周辺景観色の分布(中分類表)

であり、アクセント的な色彩も乏しいため、メリハリに欠け、単調な印象も生じている。また、発電所周辺の自然景観に比べると、構内には芝生等の植栽が少なく、室内も直線的フォルムのものや冷たい質感の素材が多く用いられており、冷たく人工的な印象も生まれている。

室内においても大面積を占める色彩(ベースカラー)としてはグレイッシュイエローやオフニュートラルのイエロー系の色彩が多く使われていた。室内も、

<sup>2</sup> 赤黄緑青紫といった色の色合いの違いの側面を色相と呼ぶ。色相にはそれぞれ固有の明るさ感がある。同じ色調でみると、黄色が最も明るく、オレンジ、赤、紫となるに連れて徐々に明度は低くなっている。また、黄色から緑、青となると暗くなっていく。最も暗いのは青紫色である。明るい色の方を"明るい"色相に、暗い色を"暗い"色相とした配色がナチュラルハーモニーと呼ばれる。原子力発電所の環境配色の例でいえば、相対的に暗い、青い空や海そしてブラウンの山肌と緑の植栽に対して、白に近い明るく淡い黄色系の発電所外観の配色はこれに当てはまる。

床、壁、天井といった建屋構造物と機械類とが全て同じ色調のケースが多く、この色彩自体は明るくオーソドックスな印象を生んでいるが、外観同様、同色系ばかりで視環境に変化がないことから単調でメリハリに欠ける印象、更に機器識別のしにくさが生まれていることがわかった。

### 3. 調査2 現状視環境の印象調査

#### 3.1 目的

本調査の目的は、現状の原子力発電所の視環境が、見学者と従業員からどのように受け取られているのかを把握し、その問題点を抽出することにある。また、大飯発電所で行われている「シースルー見学」について、見学者からの評価をとらえることも調査目的の一つである。

## 3.2 調査2 - 1 見学者アンケート調査

### 3.2.1 方法

#### 実施期間

平成6年9月中旬～10月下旬

#### 評価景観

美浜，大飯，高浜各発電所の外観，燃料取扱室（大飯発電所においてのみ），タービン建屋，中央制御室，見学通路，および美浜，大飯発電所PR館外観．

#### 対象者

美浜，大飯，高浜発電所における見学者を調査対象とした．

アンケート回収数は，PR館で901名，発電所外観で1237名，室内見学施設で1090名であり，うち有効回答者数は，PR館652名（美浜301名，大飯351名），発電所外観861名（美浜311名，大飯362名，高浜188名），室内見学施設776名（美浜288名，大飯310名，高浜178名）だった．

#### 手続き

見学終了時にアンケート用紙を見学者に配布し，評価対象となる景観の印象をその場で評価させた．印象評価は外観は21個，室内は10個の5段階評定尺度を用いたSD法調査により行った．尺度は，建物の内外装の印象評価に関わる先行研究（日本建築学会誌，日本デザイン学会誌等）で用いられている尺度と，日本色彩研究所が過去の調査で用いた尺度とを合わせ，原子力発電所に特徴的な「安心感・安全性」に関わる尺度を加えて検討を行い選定した．他に，被験者属性として，性別，年齢，職業，発電所見学の回数と種類，見学満足度，望ましい発電所外観イメージについての質問も行った．回答者は，PR館，発電所外観，室内見学施設の評価を行う3群に分け，それぞれその評価のみを実施した．

### 3.2.2 結果

#### (1) 発電所外観の印象

各発電所外観のイメージプロフィールを図1に示した．3発電所の外観印象は，「美しい，整然とした，新しい，明るい，快い，先進的，安全，良い」といった側面で評価が高く，いずれも比較的好まし

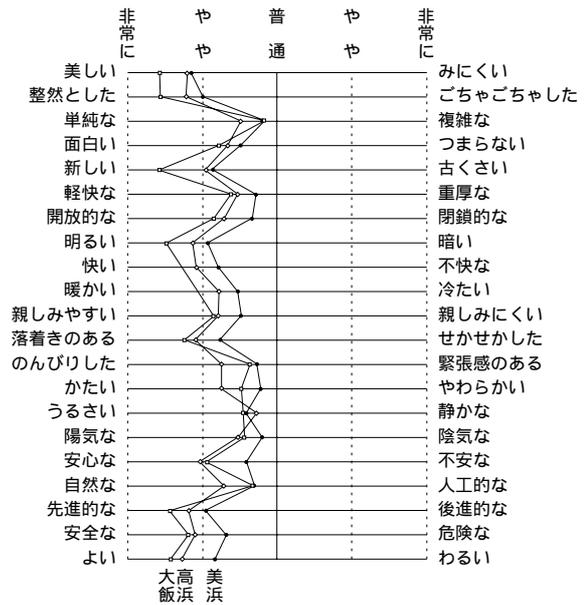


図1 発電所外観のイメージプロフィール（見学者）

いものとして評価され，積極的に高い評価を受けたわけではないが，印象面での欠点は特になかった．3発電所を比較すると，大飯，高浜，美浜の順に評価が高い傾向が見られた．

3箇所の発電所外観と2箇所のPR館外観に対する印象評価データを因子分析にかけて分析し4因子を抽出した（主因子法，バリマックス回転）．第1因子は，評定尺度「安全な」「よい」「安心な」「先進的な」と関係が深く「安心感」の因子と言える．第2因子は，評定尺度「美しい」「整然とした」「新しい」「明るい」が属し，「美しさ」の因子である．第3因子は「親しみやすい」「暖かい」「快い」「開放的な」が属す「親しみ感」因子である．第4因子は「やわらかい」「のんびりした」「単純な」が属す「ソフトさ」の因子である．評定尺度ごとの因子負荷量を表2に示す．これらの因子の2つずつを組み合わせた因子空間に評価対象の因子得点位置をプロットしたものが図2である．

3発電所の外観印象を比較すると，大飯外観は「安心感」「美しさ」「親しみ感」の因子で評価が高いが「ソフトさ」は低く，高浜外観は「ソフトさ」と「安心感」が高く評価されたが「美しさ」評価は低く，美浜外観は4因子の全てで評価が低

評定尺度	因子負荷量			
	因子1	因子2	因子3	因子4
安全な	<b>-.760</b>	.278	-.188	.167
良い	<b>-.687</b>	.131	-.273	.111
安心な	<b>-.679</b>	.221	-.246	.299
先進的な	<b>-.521</b>	.496	-.243	.036
美しい	-.292	<b>.687</b>	-.168	.127
整然とした	-.323	<b>.675</b>	-.117	.126
新しい	-.272	<b>.643</b>	-.397	.047
明るい	-.272	<b>.553</b>	-.503	.142
親しみやすい	.374	.214	<b>-.620</b>	.309
暖かい	-.314	.276	<b>-.607</b>	.255
快い	-.337	.489	<b>-.542</b>	.147
開放的な	-.232	.393	<b>-.508</b>	.314
やわらかい	-.286	.116	-.336	<b>.633</b>
のんびりした	-.213	.035	-.222	<b>.608</b>
単純な	-.119	.188	-.078	<b>.521</b>
落ち着きのある	-.466	.277	-.385	.192
面白い	-.255	.341	-.386	.264
軽快な	-.112	.381	-.295	.487
陽気な	-.320	.169	-.373	.468
自然な	-.428	.111	-.180	.461
うるさい	.073	-.026	.034	-.347
因子負荷量2乗和	3.250	3.150	2.641	2.398
寄与率(%)	15.476	14.999	12.574	11.420
累積寄与率(%)	15.476	30.475	43.049	54.469

主因子法, バリマックス回転による. 左側評定尺度を記載した.

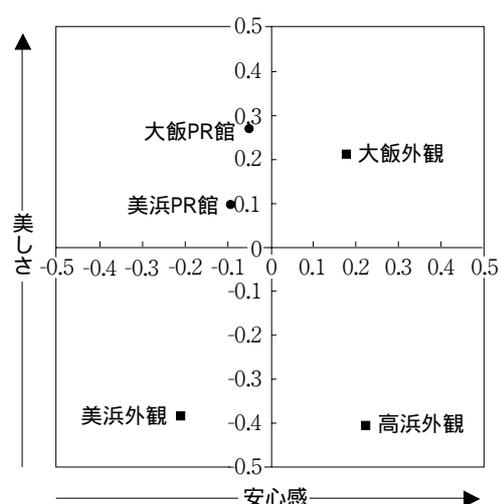
表2 現状の発電所外観評価における因子負荷量(見学者)

かったことがわかった.

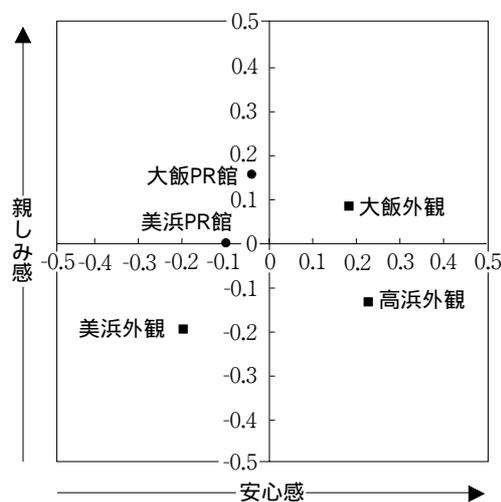
## (2) 室内印象

室内印象のイメージプロフィールを図3に示した.

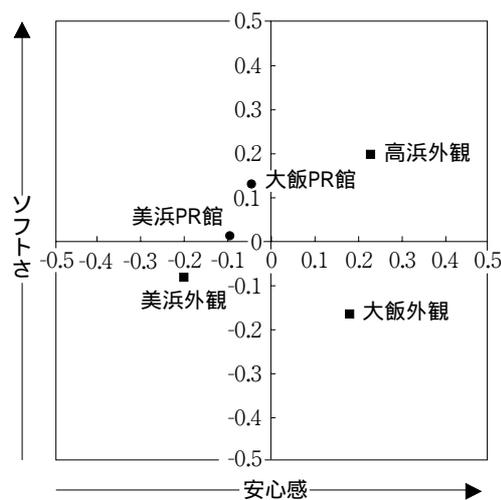
燃料取扱室については, シースルー見学による大飯発電所の燃料取扱室は, 好ましい印象として評価された. しかし自由記述に, 見学のための厚いガラスが放射線を通さないという解説がかえって怖い印象を与えるので注意が必要との意見がみられた. タービン室で最も評価の高かったのはシースルー見学の大飯発電所であり, 美浜がそれに続き, 高浜は最も評価が低かった. 中央制御室では,



(a) 因子1(安心感) × 因子2(美しさ)



(b) 因子1(安心感) × 因子3(親しみ感)



(c) 因子1(安心感) × 因子4(ソフトさ)

図2 発電所とPR館外観の現状印象(見学者)

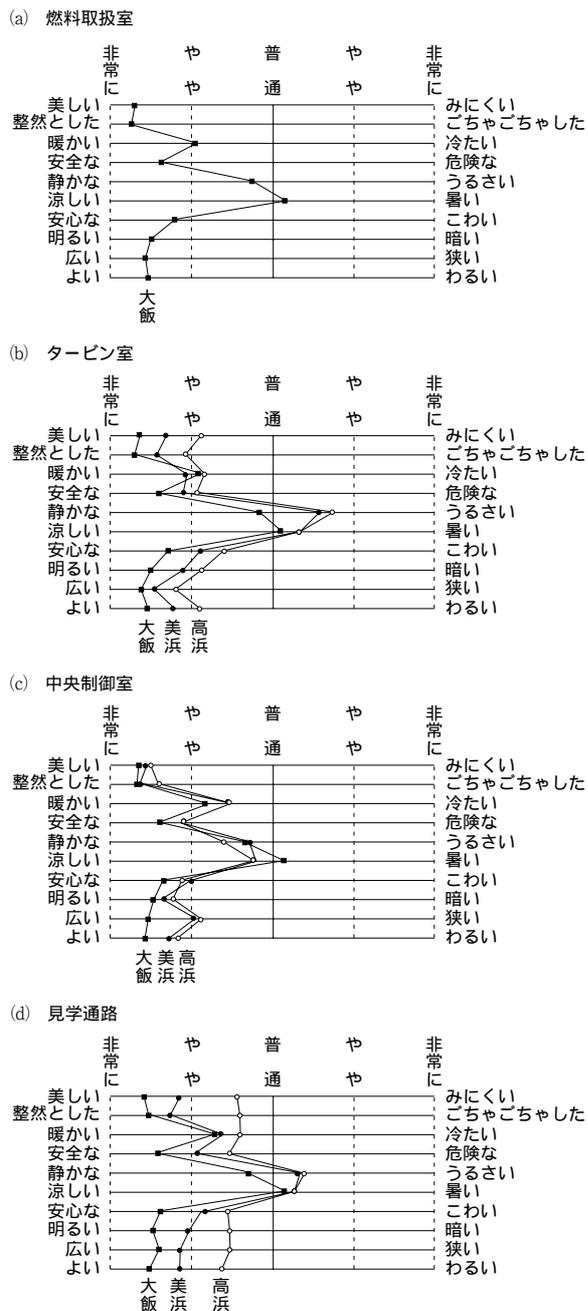


図3 見学室内のイメージプロフィール（見学者）

大飯発電所は美浜、高浜と比較して、広さ、良さ、安心感の点で高い評価を得たが、それ以外の評価側面では類似しており、いずれの評価もかなり高かった。見学通路については、高浜での評価が低く、美浜が中程度、最も良い評価を得たのは大飯発電所だった。

室内印象は因子分析結果から次の3因子が抽出

された。第1因子は「安心な」「よい」「安全な」「明るい」「広い」が属す「安心感」因子、第2因子は「整然とした」「美しい」の「美しさ感」因子、第3因子は「暑い」「うるさい」の「温熱と音環境」因子だった。評定尺度の因子負荷量は表3に、因子得点プロット図を図4に示した。大飯発電所でのシースルー見学の場合はどの室内でも印象が近く全般的に好ましい評価がなされたが、高浜の通路は他のどの室内よりも評価が低いという結果が得られた。

(3) PR館外観の印象

PR館外観のイメージプロフィールを図5に示した。PR館外観は、大飯、美浜共に、見学者から概ねかなり良い印象としてとらえられ、「美しい、整然、新しい、明るい、快い、先進的、安全、良い」といった評価が高かった。

因子分析結果によると、大飯PR館は「美しさ」「親しみ感」「ソフトさ」の3つの側面で高い評価を得ており、同発電所外観よりも「ソフトさ」の評価が高かった。美浜PR館は大飯PR館と比較すると「美しさ」「親しみ感」「ソフトさ」の側面で評価がやや落ちた。

(4) 見学満足度

見学後の満足度評価を図6に示した。発電所見学に対する満足度は3発電所共に高かったが、中でも、シースルー見学実施の大飯発電所において、より満足したとの声が強かった。

(5) 望ましい発電所外観

望ましい発電所外観として、見学者が選択した項目の度数グラフを図7に示す。最も多く選択されたのは「安全性が十分確保されている感じ」であり、以下「周辺景観と調和した」「安心感を感じさせる」「先進技術性を感じさせる」「地域のシンボルとして目立つ」などが高かった。逆に、「地味で控え目」「斬新さ」などを選択した人は少なかった。

3.3 調査2 - 2 従業員インタビュー調査

3.3.1 方法

実施日

平成6年9月12, 13, 14日

評定尺度	因子負荷量		
	因子1	因子2	因子3
安心な	.729	-.160	-.015
よい	.778	-.373	-.008
安全な	.764	-.267	-.005
明るい	.718	-.312	.002
広い	.654	-.347	-.123
整然とした	.485	-.658	.005
美しい	.507	-.650	.033
暑い	.061	.000	-.631
うるさい	-.081	.054	-.613
暖かい	.377	-.212	-.326
因子負荷量2乗和	3.403	1.358	0.896
寄与率 (%)	34.030	13.575	8.961
累積寄与率 (%)	34.030	47.605	56.566

主因子法, パリマックス回転による. 左側評定尺度を記載した.

表3 現状の見学室内評価における因子負荷量 (見学者)

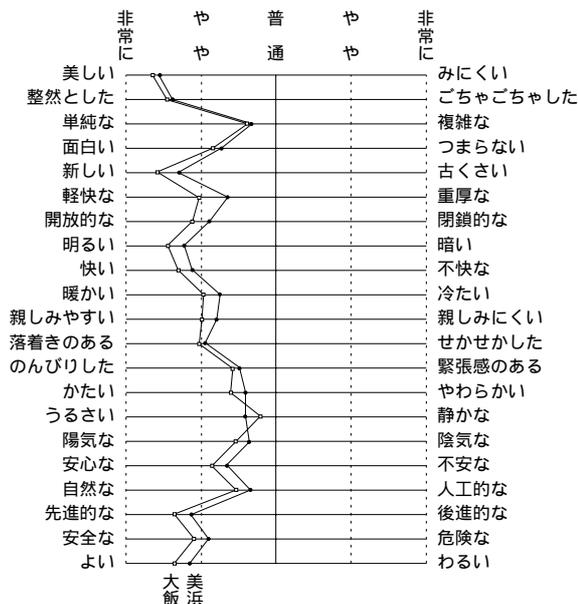
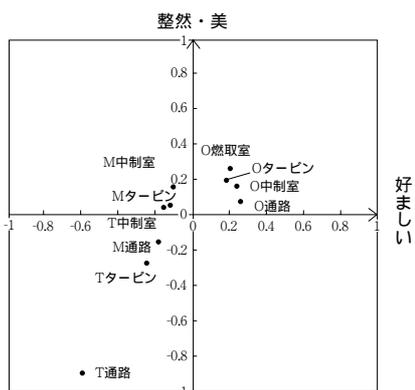
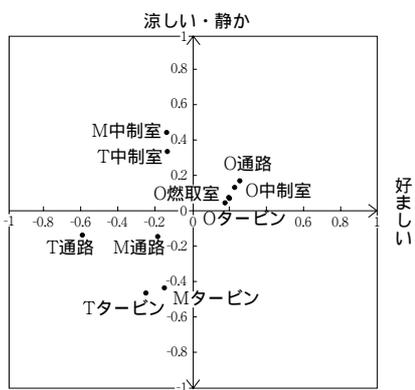


図5 PR館外観のイメージプロフィール (見学者)



(a) 因子1 (安心感) × 因子2 (美しさ感)



(b) 因子1 (安心感) × 因子3 (温熱・音環境)  
O: 大飯発電所 M: 美浜発電所 T: 高浜発電所

図4 見学室内の現在印象 (見学者)

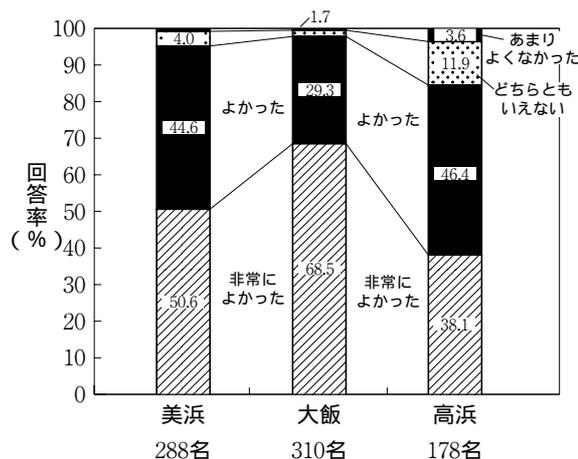


図6 見学満足度

対象者

調査対象者は、運転員、PR館職員、協力会社員であり、運転員は美浜、大飯、高浜発電所の中央制御室運転員各5名ずつの計15名、PR館職員は美浜、大飯発電所のPR館職員(コンパニオン)計9名、協力会社員は美浜、大飯、高浜発電所の協力会社各4社の社員計59名だった。

調査員

財団法人日本色彩研究所研究員3名、原子力安全システム研究所研究員1名。

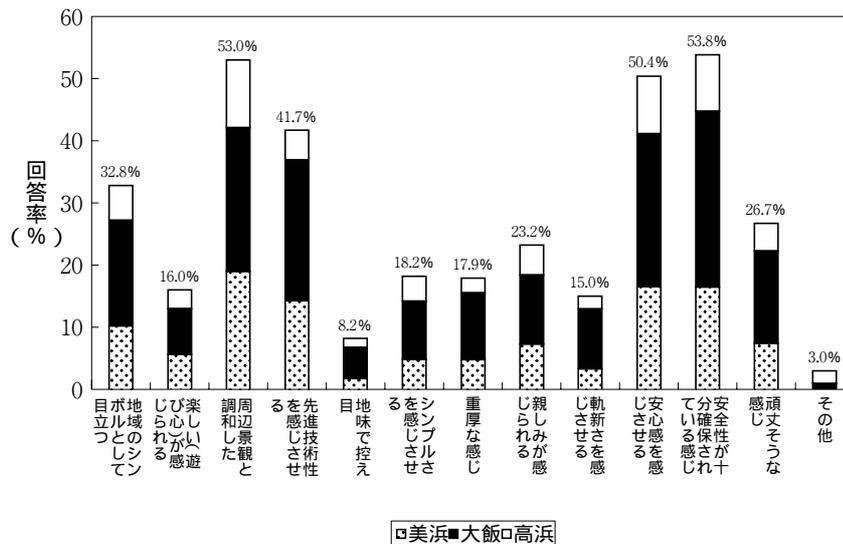


図7 望ましい発電所外観

### 手続き

運転員と協力会社員に対しては、現状の作業室内と休憩室環境についての印象や問題点を、PR館コンパニオンには、見学環境に対する見学者からの感想、質問等をインタビューした。運転員は個別インタビュー、協力会社員は会社ごと、PR館コンパニオンの場合は4、5名ずつのグループインタビューの形で実施した。

### 3.3.2 結果

#### (1) 運転員

中央制御室については、新しいサイトである大飯発電所3、4号は比較的問題が少なく、古い制御室になればなるほど、室内の広さ、制御盤の高さ等への問題点が回答された。また制御室の狭さのため、作業用スペース、机等が不十分であり、入り口や通路が狭く出入りがわずらわしいという意見が多かった。制御盤の色彩はグレイや青よりも、現在のアイボリーになって、清潔感、広さ感、明るさ感が増し、表示も見やすくて良いとの回答が多かった。床カーペットは、印象や感触は良く足の疲れも少ないが、つまづきやすい、椅子の動きが悪い、汚れやすいという欠点も指摘された。

休憩室については、古いサイトほど、狭い、汚い、ごちゃごちゃしている、くつろげないと評価が低く、また熱源数、冷蔵庫の大きさ、換気等の

設備面での不満も強かった。新しい休憩室でも、制御室と雰囲気と同じで気が休まらない等の意見があり、外の景色が見え、外光が射し込むような窓が求められていた。

見学者の存在は、面倒、作業の邪魔、気にならない、真剣に見てくれてうれしい等、運転員によって評価は分かれた。

また、発電所外観、室内が全般的に全て同じクリーム色ばかりでアクセントが欲しいという声が多く、更にデザイン的に優しさを感じさせるような曲線や木目パターンの使用の提案もあった。

#### (2) 協力会社員

作業現場での施設面について必要備品等の問題指摘が圧倒的に多かった。例えば、雨雪をしのぐ屋根やフェンス、傘・雨合羽・長靴の置き場、シャワー、トイレ、荷物運搬用エレベータ、電源コンセント数と容量、ページング数、駐車スペース、定検時の部品置き場等が要望された。環境面では、全般的な室内照明の暗さ（特にタービン建屋）、モーターやファンやページングの騒音、復水機近くの悪臭、定検時のタービン建屋内の粉塵といった問題指摘があった。機械の色はくすんだ緑一色でめりはりが無い、ケーブルや配管の色分けはきちんとできていなくてわかりにくいという指摘がなされた。中央制御室の盤は現在の色になって新しく明るく感じられ良いと回答された。休憩室は

換気の悪さのためリフレッシュできない，屋外に寝転べるような芝生がたくさんあると良いとの意見があった．見学者通行時は作業停止・エレベータ使用禁止となる，じろじろ見られる，絨毯がきれいになったが台車が通行できなくなったなど見学に伴う作業面の弊害が上げられた．

### (3) PR館コンパニオン

得られた意見の概略は以下のとおりである．見学者の中には，燃料取扱室の厚い覗き窓から恐怖心や，中の作業者がかわいそうとの感想を持つ人もいるのと同時に厳重管理が感心されてもいる．最も質問が出るのは中央制御室であり，運転員や警報ランプについてのものが多い．見学者は中央制御室を感心と驚きを持って見ているが，無窓から，閉じ込められた感じがして苦しそう，かわいそうとの意見もある．タービン機械や模型は同色のため部位の説明をしにくいので色分けやネームプレートがついていると解説しやすい，またタービン機器のくすんだ緑色は古くさくて印象が悪い．見学ルートでは，通路表示がない，現在位置がわかりにくい等，サイン表示に対する問題指摘が多く，またグレーティング（格子状床）やドア敷居部がつまづきやすい．金属探知機が厳しく冷たい印象なのでもう少しソフトだと良い．見学出口が良くない．シースルー見学は全般的に好ましいとの感想が多かったが，中に入りたいという見学者がいる，タービン室の場合は中に入った方が実感できるという意見もあった．

## 4. デザイン案の刺激作成

### (1) 外観

先の調査から得られた現状視環境の問題点を参考にし，発電所外観のカラーデザイン案をハイビジョンCGシステムを用いて，美浜と高浜発電所では6案，大飯発電所では5案作成した．それぞれのうちの1案は現状の景観画像だった．デザイン案は，発電所遠景，中景，近景（大飯発電所のみ）の3つの視点場におけるものを作成し，デザイン案ごとにA2判パネルに貼り込んだ．大飯発電所での外観パネルを図8に示した．

### (2) 見学施設

大飯発電所のシースルー見学施設を原画像として，燃料取扱室3案，タービン室4案，見学通路3案，中央制御室3案のデザイン案（うち1案は現状）のCGを作成した．パネルを図9に示した．

### (3) 運転員休憩室

雰囲気異なる運転員休憩室3案のデザイン画を作成した．パネルを図10に示した．

## 5. 調査3 外観・見学施設のデザインに関する調査

### 5.1 目的

本調査の目的は，原子力発電所の外観と室内に関して作成したいいくつかの色彩デザイン案を，見学者，大阪近郊在住者，発電所地元民，発電所従業員といった様々な立場の人に評価させ，その結果から，望ましい視環境の色彩デザインの方向性を探ることにある．

### 5.2 方法

#### (1) 見学者アンケート調査

被験者

大飯発電所シースルー見学者，計212名．

手続き

見学時に，被験者に対して，発電所外観および見学施設（燃料取扱室，タービン室，見学通路，中央制御室）について，それぞれ色彩デザインの異なる数案のCG写真パネルを提示し，中から最も感じの良いデザイン案を一つ選択させてアンケート用紙に回答させた．

#### (2) 大阪近郊在住者アンケート調査

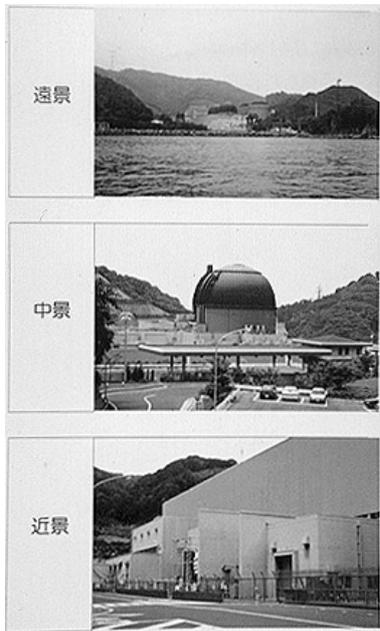
被験者

大阪市および近郊都市に在住する20代から50代の男女，計128名．被験者は年齢層と性別で均等サンプリングを行った．

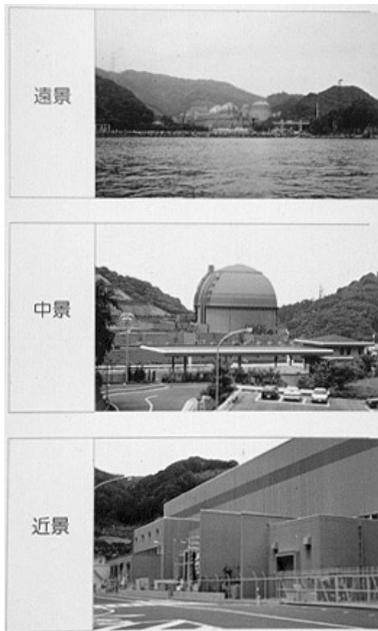
手続き

被験者に色彩デザインの異なる美浜，大飯，高浜発電所外観パネル，計17枚を提示し，各パネルごとにそのデザインから受ける印象を22個の5段階評価尺度によって評価させた．尺度は現状印象評価調査に用いた21個

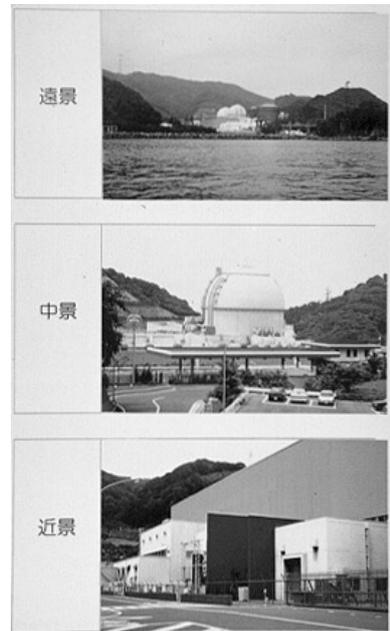
A案 環境色（濃青）による  
演出案



B案 ライトブラウンによる  
景観融和案



C案 白と原色による  
積極的演出案



D案 現状



E案 海のデザイン画案



図8 外観CGパネル（大飯発電所）

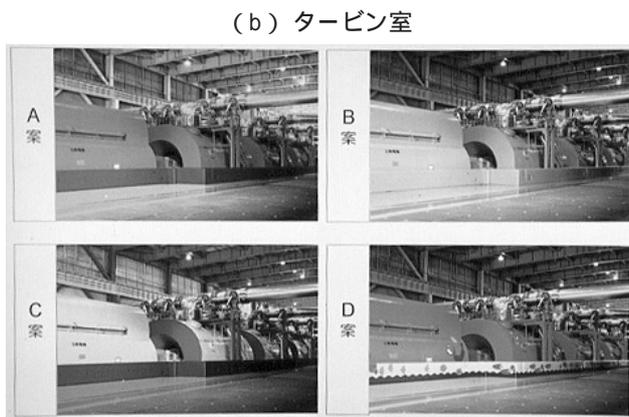
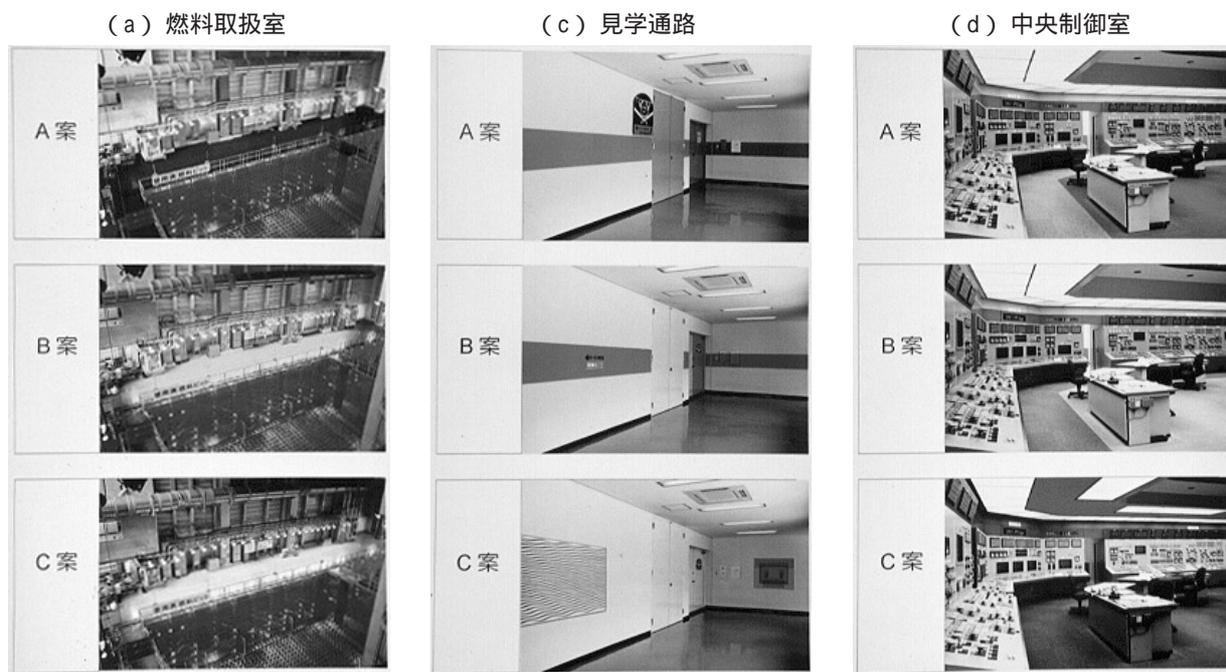


図9 見学施設



図10 運転員休憩室

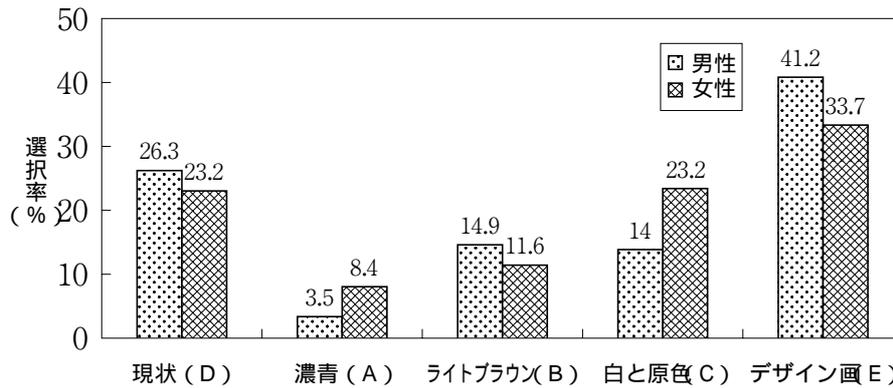


図11 好ましい外観デザイン（見学者） 性別

に「周辺環境に合った - 周辺環境に合わない」の尺度を追加したものである。更に、各発電所ごとに、遠景、中景、近景のそれぞれで最も好ましいデザインを1つ選択させた。なお、現状外観が含まれていることは被験者に教示しなかった。

### (3) 発電所地元民アンケート調査

被験者

美浜，大飯，高浜地区の地元住民，順に22名，30名，27名。

手続き

大阪近郊在住者アンケートと同様の手続きで，但し，居住地区の発電所外観についての印象評価のみを評価させた。

### (4) 従業員インタビュー調査

被調査者

大飯発電所運転員5名，同発電所協力会社4社の従業員計20名（各社5名），同発電所PR館コンパニオン3名に対してインタビューを行った。

手続き

発電所外観および室内の色彩デザイン案のパ

ネルを提示しながら，好ましい色彩デザインについてインタビューを行った。

## 5.3 結果

### 5.3.1 発電所外観

#### (1) 見学者アンケート調査

性別による回答結果を図11に，年齢による結果を図12に示した。全見学者での結果では「デザイン画案」が最も支持され（37.8%），次いで「現状案」が好まれた（24.8%）。性別と支持デザインとの間には顕著な関係はみられなかった。年齢に関しては，20代，30代といった若年齢層見学者は「デザイン画」をより年配の見学者よりも好む傾向がみられ，また，年配ほど「現状のベージュ」やそれをやや暗くした「ライトブラウン」を好む傾向があった。

#### (2) 大阪近郊在住者アンケート調査

回答データを因子分析にかけ分析し，原子力発電所外観の印象は，「親しみ演出性」と「景観調和性・安心感」という2因子<sup>3</sup>を抽出した。前者に属す評定尺度は，「開放的，陽気，軽快，明るい，暖かい，新しい，先進的，面白い，柔らかい，親しみやすい，のんびりした」であり，後者には「周辺環境に合った，安全な，安心な，自然な，美しい，整然とした，よい」が属した。因子分析は主因子法，パリマックス回転によるもので，得られた因子負荷量は表4に示した。

3発電所での評価結果は類似しており，以下は大飯発電所での分析結果のみを記す。大飯発電所に

<sup>3</sup> 大阪在住者による写真パネル調査から抽出された第1因子「親しみ演出性」は，見学者の現地評価から得られた4因子のうち第3因子「親しみ感」と第4因子「ソフトさ」が複合したものであり，本調査で第2因子の「景観調和性・安心感」は見学者現地調査の「安心感」と「美しさ」の因子（順に第1，第2因子）に対応していた。おそらく評価対象の印象のリアルさ（写真vs.現物）と被験者の同質性（見学者，不特定者）の違いから，因子構造の細分化の点でやや違いがみられたが，大きくみれば因子構造はほぼ同じであったといえる。

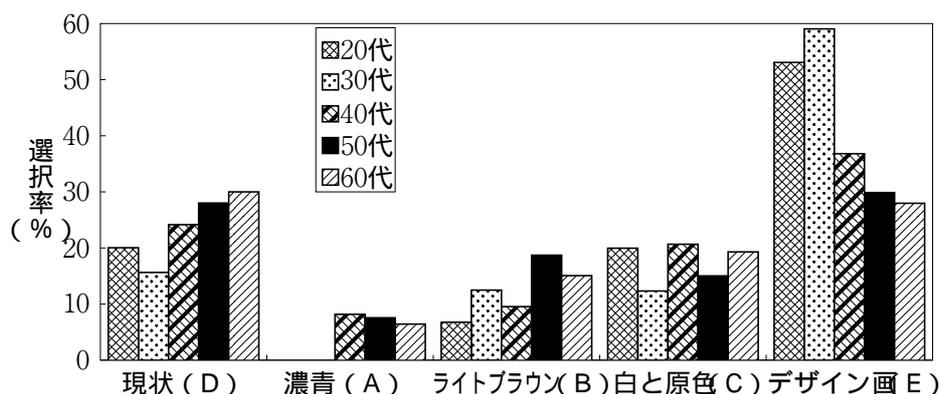


図12 好ましい外観デザイン（見学者） 年齢別

評定尺度	因子負荷量		共通性
	因子1	因子2	
開放的な	<b>0.994</b>	0.061	0.992
陰気な	<b>-0.991</b>	-0.082	0.989
重厚な	<b>-0.979</b>	0.045	0.961
暗い	<b>-0.976</b>	-0.019	0.952
冷たい	<b>-0.960</b>	0.101	0.932
新しい	<b>0.969</b>	0.150	0.962
先進的な	<b>0.949</b>	0.219	0.948
つまらない	<b>-0.948</b>	0.067	0.903
かたい	<b>-0.938</b>	0.273	0.954
親しみやすい	<b>0.924</b>	-0.334	0.966
のんびりした	<b>0.914</b>	-0.300	0.926
周辺環境に合わない	0.064	<b>0.987</b>	0.978
危険な	-0.161	<b>0.956</b>	0.940
安心な	0.406	<b>-0.894</b>	0.964
人工的な	0.459	<b>0.861</b>	0.952
みにくい	-0.513	<b>0.827</b>	0.948
整然とした	-0.560	<b>-0.801</b>	0.955
わるい	0.573	<b>0.807</b>	0.979
せかせかした	0.767	0.630	0.985
うるさい	0.753	0.645	0.982
快い	0.731	-0.656	0.965
複雑な	0.673	0.698	0.940
寄与率		0.617	0.341
累積寄与率		0.617	0.958

主因子法、バリマックス回転による。右側評定尺度を記載した。

表4 評定尺度の因子負荷量（大阪近郊在住者）

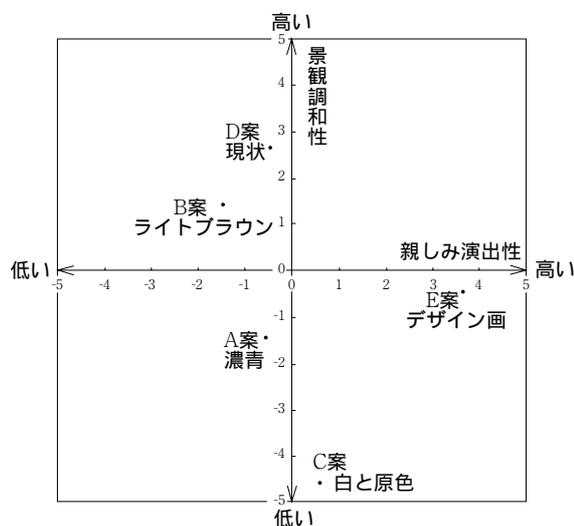


図13 外観デザイン案の印象（大飯発電所）

おける各外観デザイン案の因子得点プロット図を図13に示した。

「デザイン画」案については、「親しみ演出性」の評価は高いが「景観調和性・安心感」の評価は中程度であり、一方「現状」は「親しみ演出性」については中程度の評価にとどまったが「景観調和性・安心感」は高く評価された。端的には「親しみ演出性」の「デザイン画」案、「景観調和性・安心感」の「現状」と言えることが明らかになった。

「白+原色」案と「濃青」案は「景観調和性・安心感」が極めて低く評価され、現常の色をやや暗くした「ライトブラウン」案は「現状」よりも「景観調和性・安心感」「親しみ演出性」共にやや

劣る評価であった。

なお、「デザイン画」案と「現状」とを比較してみた場合、いくつかの評定尺度において、「デザイン画」案に対する評定値は、「現状」の評定と比べて、評価の個人差が大きい傾向がみられた。分散比の検定結果から、「快い」評定は大飯、高浜、美浜において順に5%、1%、1%水準で「デザイン画」の評価分散の方が大きいことがわかった。他には、「面白い」は高浜と美浜で順に5%、1%水準で、「親しみやすい」は大飯、高浜、美浜で5%、1%、1%水準で、そして「周辺環境と合う」は美浜において5%水準で評定分散に統計的に有意な違いがみられた。

次に、視距離ごとの好ましいデザイン案選択結果を図14に示した。

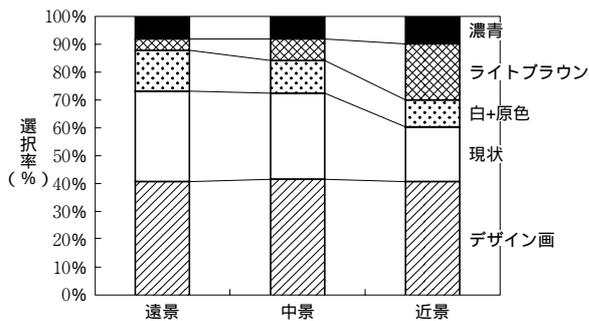


図14 視距離ごとの好ましいデザイン案 (大飯発電所)

遠景、中景で好まれたのは、外観色が白に近い明るい色で統一されたデザイン案の「現状」「デザイン画」案だった。それに対して建屋に接近した近景からの評価では、外壁全てが同色で明るいという「現状」デザインの評価は相対的にやや落ち、外壁全体の色を現状よりもやや暗めにし、かつ低層部の色彩をやや変化させた「ライトブラウン」案が代わって好まれるようになった。また、同様に低層部にアクセント色を入れた「デザイン画」案は依然好まれた。このように近景においては、外壁の色彩デザインにやや変化があるものが好まれたと言える。

#### (3) 発電所地元住民アンケート調査

本調査は各地区ごとの被験者数が30名以下と少ないため、以下に傾向を述べるにとどめる。

まず、美浜地区においては、遠景・中景共に「現状」が支持されると共に他地区よりも「ライトブラウン案」の支持が高かった。これは美しい海浜景観の中に立地するためと考えられる。大飯地区と高浜地区では、遠景・中景で共に「デザイン画」の支持が高かったが、大飯の近景では「現状」の方がより支持を受けた。

#### (4) 従業員インタビュー調査

運転員、協力会社員、PR館コンパニオン共に、「現状」と「デザイン画」案が支持され、「濃青」「白+原色」の評価は非常に低かった。また「ライトブラウン」は「現状」よりもやや暗く感じるとの意見から、評価がやや落ちた。

「現状」は、明るさ、落ち着き、安心感、平穩無事等の印象を感じるのと理由で多くの支持があり、他方「デザイン画」案は、絵による遊び心、柔らかみに加え、ブルー系であることからクリーンな印象、周りとの適合も良いとのことで支持されたが、中には、個人的に好きではない、原子力発電に好意的でない人からは遊んでいると思われる等の理由で支持しない人も多くいた。

### 5.3.2 室内

見学者によるデザイン案選択結果を図15に示した。

#### (1) 燃料取扱室

見学者は、B案の「グリーンとベージュ+照明変更案」を最も好んだが、続く、A案「5色調和配色+照明変更案」との開きはそれほどなく、一方、「現状」のC案を好ましいとしたものは少なかった。勤務者インタビューでは、好ましいデザイン案に対する意見は3案全てに分かれどれが良いという結果は見られなかった。

#### (2) タービン室

見学者は「現状」を好ましいと回答した人が多く、次いで「白+純色アクセント」「デザイン画」「ブルー系+イエローアクセント」と続いた。勤務者は、デザイン画は面白いが、コストや好き嫌いの問題があるとの意見が多く、また、昇り降りするスカート部に絵は良くない、明るい感じが望ましいが、タービン機械だけを明るくしても部屋が暗いままだとかえって室内全体が暗く感じられ

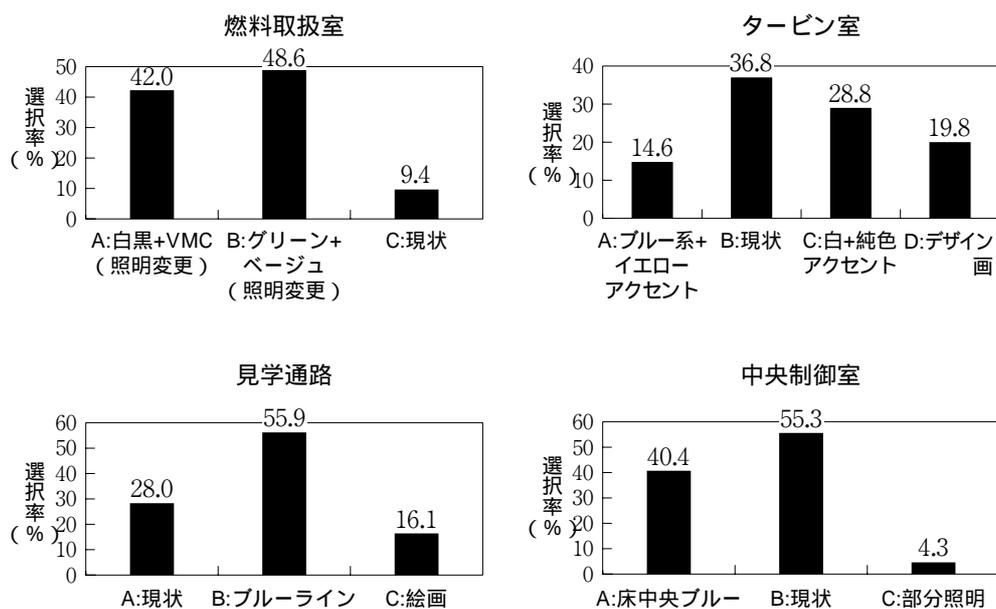


図15 各種室内のデザイン案に対する選択（見学者）

良くないというコメント等が得られた。

### (3) 見学通路

見学者、勤務者共に「ブルー誘導ラインとイエローサイン」案が、明るくすっきりしていて好ましいとする回答が極めて多かった。

### (4) 中央制御室

見学者、運転員共に「現状」を良いとする声が強かった。見学者においては「床中央ブルー」案の選択率も高く、運転員の中にもこの案はすっきりしていて良いという意見も比較的多かったが、「現状」の盤近くの床の赤い色は運転員以外では中に入らないという警告色となっていて良いという意見があった。

## 6. 調査4 運転員休憩室のデザインに関する調査

### 6.1 目的

運転員のための休憩室として、運転員からどのような方向性デザインが望ましいと考えられているのかをとらえることが本調査の目的である。

### 6.2 方法

#### 対象者

大飯発電所運転員．有効回答168名．

#### 評価刺激

雰囲気異なる運転員休憩室デザイン案3案のデザイン画パネルを評価刺激とした（図10参照）。

#### 手続き

発電所の運転員休憩室に、休憩室デザイン案パネルを掲示し、中から最も良いと感じるものを選択させた。加えて、休憩室デザインについて、希望、意見等を自由に記述させた。

## 6.3 結果

年齢層ごとの休憩室デザイン案に対する選択結果を図16に示した。「共同+個別」案（B案）が最も支持を受け、次いで「共同」案（A案）が好まれた

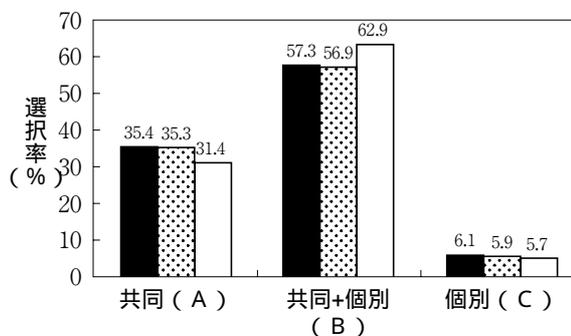


図16 運転員休憩室デザインの選択（年齢層別）

のに対して、「個別」案（C案）を選択した運転員は少なかった。また、年齢の違いによる、デザイン案の選択結果の違いはほとんどみられなかった。

望ましい休憩室のあり方に対する意見としては、休憩室と仮眠室は別室が望ましい、休憩室の室内は、仲間とのコミュニケーション・食事のための空間・くつろぎのための空間とのゾーン分けを行うとよい、調理場と食事をする場所を近くに配置するということによって部屋と部屋との有効な接続が検討されるべき、換気設備の充実、密室感を低減させる方策の必要性等が回答された。

## 7. 原子力発電所の視環境設計の方向性

実施した様々な調査結果から、原子力発電所の視環境として望ましい設計方向性について検討した結果を以下に示す。

### 7.1 外観

現在の発電所外観色は周辺景観色と調和した配色となっているが、遠景からの見えと近景での見えに違いがないために、親しみや魅力に欠ける印象となっている。そこで、発電所建物への接近に伴う景観シーケンスを考え、視距離に応じて景観設計コンセプトを変化させることで、景観調和性・安心感の側面と、親しみ演出性の側面を満足させ、印象変化をもたらす方法を提案する。

#### (1) 遠景では「周辺景観との調和」をコンセプトとして控え目な外壁色デザインに

立地条件によっても異なるが、美浜発電所のように、発電所に入構することが目的でなくても不特定多数の人から、外観が遠景として見える場合がある。これらの人の中には原子力発電所に対して好意的でない者も含まれる。そこで、遠景においての発電所外観コンセプトは「周辺景観との調和」とし、「明るく、圧迫感がなく、落ち着きを感じさせ、安心感のある」といった控え目なイメージを目標とする。これらを実現するためには、外観の大面积を占めるベースカラーを、高明度で低彩度の範囲とすればよいことが本調査から確認された。また、色相については地域色、背景景観色に応じて個別検討を行う必要があるが、低彩度色であるために比較的自由に使用することが可

能である。

#### (2) 中景・近景では「周辺景観との調和」に加えて、「親しみと安心の魅力づくり」を

発電所勤務者や見学者は、発電所に徐々に接近しそして入構する。こうした人たちが見る中景・近景としての発電所外観デザインでは、積極的に「親しみと安心の魅力づくり」をコンセプトとしたデザイン演出を行うことで、「親しみやすく、開放感があり、軽快で、先進的」なイメージを目指すべきである。そのためには、遠景からは見えず、発電所に接近、入構することで初めて見えてくる部分、例えば、入構ゲート、建物低層部、玄関、建物フェンス、低層の機器設備、壁面パーティションといった部位を演出部位として、やや強めの色彩を小面積だけ、アクセントカラーとして配色することが考えられる。また、こうした色彩使用は、雰囲気づくりとしての効果に加え、サイン表示系として利用することで、例えば自分の現在位置の確認、方位の認識を容易にすることもでき、わかりやすい作業環境、安心な見学環境を構築することも可能である。

### 7.2 室内

#### (1) 燃料取扱室

燃料取扱室には、不安・無気味さと、美しい・神秘的といった2面の印象が持たれている。前者のネガティブな側面を解消するためには室内照明をやや明るくする、物の見え方が現実的になるような演色性の高い照明にする、室内配色をやや明るくするなどの方向が考えられるだろうが、更に検討が必要である。

#### (2) タービン室

機器分解や組み立てといった定期点検作業が入る室内であるため、作業性、メンテナンス性、印象面といった側面を考慮した視環境デザインを進める必要がある。まず、作業員と見学者双方から求められている明るい印象を実現するためには、室内壁面の明度を高めることが有効と思われる。照明効率を上げ、心理的にも明るい印象となり、また壁面であるため定検時の汚れに対する問題も比較的少ないと考えられる。また、室内環境に適度な変化を与えるために、機器と建屋構造物

とは別の色にする，壁面の塗り分け，号機による塗り分けなど，適度な色彩変化によってメリハリのある空間を構成できるだろう．機器に塗装を行う場合には定検時にはげやすい位置にパターンを描くことは避けるといった考慮が重要である．更に，ケーブルや配管の系統の色による識別の標準化，ページングや電源コンセントといった重要設備を目立たせるといったように，作業性向上，ヒューマンエラー低減のための積極的な色彩計画も重要な課題である．

### (3) 見学通路

明るくすっきりとしたデザイン案が好まれたことから，こうした印象を高める色彩デザインを考えるべきである．更に，見学の進行方向や現在位置を示したり，見学のため入室する部屋のドアには共通のアクセントカラーを入れる等，環境をわかりやすくすることで，安心感のある環境づくりのための色彩デザインはより重要である．これは見学者のみならず，見学案内者にとっても効果的といえる．

### (4) 中央制御室

新しいサイトほど中央制御室の視環境は非常に優れているとの回答が，運転員のみならず，協働会社員，見学者，PR館コンパニオンからも寄せられた．中央制御室は多くの検討の積み重ねによって設計がされてきたことの現われと考えられる．今後の方向性としては，ヒューマンエラー低減のための，作業面への色彩利用の検討，適度なアクセントカラーによる印象の更なる改善をあげることができる．

## 7.3 運転員休憩室

休憩室は機械の運転には直接は関係しない．しかし，機械の通常運転は人間による検査，制御等により支えられている．勤務者の作業空間だけでなく，休息環境の設計が今後はより重視されるべきであり，具体的には，まず休憩のための空間確保，そして，部屋の用途，目的，機能を検討することで部屋と部屋との接続を検討すること，室内の機能別ゾーニング（給湯と調理，仲間とのコミュニケーション，リラクゼーション）を進めることが望ましい．また，無窓からくる密室感を緩和するために，例え

ば壁面で取り囲んだ中庭を作り，そこに面した窓から中庭の植栽を見ることができるようになることで，開放感と変化を休憩室に持ち込む試み等が考えられる．

## 8. 今後の課題

既設原子力発電所のリニューアルや新設プラント設計のために必要な，今後の検討課題や注意点を示す．

一番めの課題は，発電所外壁の基調色として適切な色範囲を具体的に検討することである．火力発電所の景観の場合，周辺景観との融和や調和の評価は，発電所外観のベースカラーの特に色相と深い関係があるという研究があるが<sup>(5)</sup>，これは色彩設定が粗すぎてあまり参考にはならない．また街路景観における建物外装色の効果をとらえた模型実験研究<sup>(6)</sup>では，活動性，目立ち，調和感，法的規制の必要性という4側面からの心理評価を行わせた結果，活動性には明度と彩度が，目立ちには彩度が大きく関与していることが明らかになっている．また，調和，法的規制の必要にも彩度の効果が大きいことが報告され，色相と明度の組み合わせごとに，許容される彩度範囲が求められている．しかしながら，これは一般的なビルの場合の値である．原子力発電所の場合は建物と周辺環境の両方共が異なる．更に，許容色は素材によっても大きく異なり，レンガ調タイル等では高彩度色でも高い景観調和性を示す等の理由から，基調色範囲を単に彩度によって規定するやり方は望ましくないとの論文がある<sup>(7)</sup>．本研究では原子力発電所色彩環境の現状分析および方向性検討にとどまり，適切な色域を求める実験は行っていないが，それでも，現状よりもやや暗いライトブラウンや，彩度が高くなり過ぎると印象評価は大きく落ちることは明らかになった．外壁色を体系的に設定した更なる調査研究が必要であろう．

二番めは，魅力づくりの設計方法の具体的な検討である．演出可能な発電所部位の抽出，適度な色彩デザイン演出法を検討することが必要となる．

三番めは，作業空間，見学空間を，よりわかりやすくするための色彩使用について，現場でのニーズをとらえ，更に目立ちやすく，わかりやすい配色，文字表示等の検討を行うということである．全ての

原子力発電所に共通のサインシステムの標準化が理想である。

四番めは、適度な空間的、時間的な視環境変化をもたらす方策を検討することである。現在の原子力発電所の視環境は内外装共、全体を同系色で構成しているため統一感は生まれているものの、閉鎖構造が多いこともあり単調感、閉鎖感が生まれている。人は適度な変化を求める生き物である。中央制御室や休憩室には窓がなく変化がなく、構内にも花が少なく自然の色の変化が少ない。閉鎖的空間の環境改善の研究としては、地下オフィスを実験的に作り、居住者アンケートを行うことで問題点を発見し、その結果から実際に改善を加えることでその効果測定を求めたものがある<sup>(8)</sup>。この研究では、最も改善が困難であったのが閉鎖感、単調感を解消することであり、間接照明、屋外の明るさに応じて室内照度を変化させる照明設置、3ヶ月ごとに交換するリトグラフ、屋外情景モニター等を取り入れたことで、視環境の心理的側面はかなり改善されたとの結果が得られている。

最後にあげる問題は、内外装の検討はばらばらに行うのではなく総合的に計画すべきであるということである。これまで原子力発電所の視環境設計は、外観と室内を、また同じ室内でも照明と設備、什器は別の人が行うようなケースが多く、一環した雰囲気づくり、機能づくり、サイン計画を行うことはできていない。発電所の視環境検討は、大きな視点から、そして様々な立場の視点に立って、総合的に検討しなければならないであろう。

## 9. 結論

本研究で得られた結果は以下のとおりである。

### 9.1 発電所外観

#### (1) 現状

現状の外観色には明るく淡いイエロー系が多く用いられており、周辺の自然景観との配色調和はとれている。見学者の印象評価からも好ましいと評価されたが、建物すべてがほぼ同色であることから、単調感、メリハリのなさが生まれていると、勤務者や色彩専門家から指摘された。

#### (2) 印象構成因子とデザイン案評価

発電所の外観印象は大きく「景観調和性・安心感」と「親しみ演出性」という2因子から評価されていることが明らかになった。デザイン画案は若年齢層から支持される傾向があり、「親しみ演出性」を高めるが「景観調和・安心感」は中程度の評価にとどまることに加え、評価の個人差が比較的ありネガティブな評価を行なう者もいた。一方、淡いイエロー系の現状は「親しみ演出性」の評価は中程度であるものの「景観調和・安心感」は高い評価を得た。

#### (3) 設計方向性

不特定多数者が見る遠景においては「景観調和・安心感」をコンセプトとし、外壁の基調色を控え目な高明度、低彩度色とする、一方、勤務者や見学者が発電所に接近、入構する時に見る、更に近づいた視点(中景、近景)では、親しみ、魅力づくりを目指し、遠景からは見えないが接近することで初めて見えるような部位に演出色を使い、景観シーケンスに適度な変化を与えるという方法を提案した。

## 9.2 室内

#### (1) 現状

室内は多くの部屋でほとんどの部位がグレイッシュイエローで統一されており、オーソドックスだが単調な感じが生まれている。新しいサイトほど見学者、勤務者双方から室内環境は高く評価されており、検討成果が活かされていると考えられる。中央制御室の視環境は他の室内よりも評価が高く、タービン室は照明、室内と機械色共に主として作業員から問題が指摘された。

#### (2) デザイン評価と設計方向性

様々な立場の人から現状の室内デザインが好ましいとされたのは、中央制御室だった。タービン室は壁面や号機の塗り分けなどで明るく、そしてわかりやすい色彩環境づくりを検討する必要性を指摘した。シースルー見学は好評であるが、燃料取扱室での解説についての注意、見学通路のわかりやすさを改善するためのサイン表示の重要性を述べた。

### 9.3 運転員休憩室

新しい休憩室になるほど印象評価は高くなるが、それでも無窓環境がもたらす密室感は解消されていない。今後は作業空間の検討のみならず、休憩室や休憩スペースといった空間の検討が重視されるべきである。設計方向性として、空間確保、部屋と部屋の接続、室内の機能に応じたゾーン分けなどを述べた。

### 9.4 今後の課題

最後に今後の検討課題、視環境設計の際に考慮すべきいくつかの問題点を指摘した。

### 謝辞

本研究調査は、関西電力若狭支社、美浜発電所、同PR館、大飯発電所、同PR館、高浜発電所の長期にわたる多大なる協力のもとに実施できたものである。厚く御礼申し上げます。また、各発電所では多くの方々に大変お世話になり、運転員、協力会社員、PR館職員の皆様にはインタビューやアンケートに参加いただき貴重な御意見を頂いた。この場を借りて深く感謝の意を表す。

### 参考文献

(1) 佐藤仁人 乾正雄 中村芳樹 大松沢恭一

竹内義雄，制御監視室の視環境の印象評価に関する研究，日本建築学会計画系論文報告集，第395号，11～18，1989

- (2) 山岡俊樹 監視制御室，監視制御卓の望ましい色彩に関する研究 - 監視制御室の研究( )，デザイン学研究，No.80，19-24，1990
- (3) 社団法人日本電機工業会・重電意匠委員会：欧州マン・マシンインターフェース視察団報告，MMI Report，JEMA，1982
- (4) 財団法人日本色彩研究所編，色彩ワンポイント(第7巻環境と色彩)，36-41，日本規格協会，1993
- (5) 中山和美 佐藤仁人，火力発電所の景観における色彩計画の重要性，日本色彩学会誌，Vol.20，40-41，1996
- (6) 稲垣卓造，景観整備を目的とした都市の色彩評価に関する実験的検討，日本建築学会計画系論文報告集，第451号，29-39，1993
- (7) 松井英明，環境色彩計画における色彩評価基準(ガイドライン)に関する考察，，色彩研究，Vol.42，No.2，2-18，1995
- (8) 宇治川正人 武藤浩 安岡正人 平手小太郎 山川昭次 土田義郎，居住環境評価による地下オフィスの問題点と改善効果の把握 - 地下オフィスの環境改善に関する実証的研究その1 - ，日本建築学会計画系論文集，第457号，73-82，1994