

# 실내 난방시 온열쾌적성 평가에 관한 연구

(part I : 실내 난방시 실온변화에 따른 감성이미지 평가)

한남규\*, 금종수\*\*, 김형철\*, 김동규\*, 김창연\*\*

\*부경대학교 기계공학부 대학원, \*\*부경대학교 기계공학부, \*\*\*LG건설

## Experimental Study on Thermal Sensation Evaluation in Heating

(part I : Emotion & Sensibility Image Evaluation by Indoor Temperature Change in Heating)

Nam-Kyu Han\*, Jong-Soo Kum\*, Hyung-Chol Kim\*,  
Dong-Kyu Kim\*, Chang-Yon Kim\*\*

\*Mechanical Engineering dep, Pu-Kyong Univ. \*\*LG Construction Company.

### Abstract

In recently, Is inhabiting more than 70% indoors during a day in case of company employee and ordinary people which is looking at usual business. Therefore, Thermal comfort of human body about indoor temperature and air flow is acting very heftily. When intestine temperature is fallen for external low temperature and air flow in winter, in case enter into heated room, feel comfort by effect of temperature and feel comfort or discomfort by room heating condition gradually. Therefore, it is important that grasp thermal comfort about temperature and air flow in heating to keep continuous comfort in indoor dwelling. Temperature and thermal comfort factor of emotion & sensitivity image exert fair effect since heating middle although thermal comfort changes greatly effect on sensation about temperature at actuality heating early. Need much study yet in vantage point of emotion & sensitivity although much study were held about thermal and comfort sensibility and when heat in existing research until now. Therefore, this study is targeting that evaluate thermal comfort through introduction of estimation method by emotion & sensibility image real and synthetic sensibility about thermal environment that is becoming winter heating.

*Keyword: Thermal Comfort, SD(Semantic Differential Method), TSV(Thermal Sensation Vote), CSV(Comfort Sensation Vote), Emotion & Sensibility Image*

### 1. 서론

현재까지 동계 난방 온열쾌적성과 온열환경 지표간의 상관관계에 대한 연구는 활발히 진행되어 왔으며 이러한 일련의 연구들은 실내온습도, 기류속도와 같은 온열환경요소들의 변화를 통한 쾌적성 향상을 그 주목적으로 하고 있다. 그러나 최근에는 인간의 감성적 측면도 실내온

열환경의 중요한 평가요소로 자리잡고 있으며, 이에 따른 감성제품의 개발도 가속화되고 있는 실정이다. 또한 낮은 외기온도 조건하에 있던 사람이 실내에 입실하였을 경우 초기에는 온도와 기류차로 인한 쾌적감을 강하게 느끼게 되지만 어느정도의 시간이 지나면 인체순응이 진

행되면서 쾌적감의 변화가 나타난다. 본 논문에서는 겨울철 외부조건인 5℃, 20%에 노출되어 있던 사람이 난방시 적정온도로 보편화 되어있는 26℃, 50%로 설정되어 있는 공조실에 입실하였을 때 나타나는 온열감의 추세와 이러한 온열감의 변화에 영향을 미치는 감성 이미지를 추출해냄으로써 인간의 감성과 온열감간의 상관관계를 밝혀내고자 하였다. 또한 최근에 중시되고 있는 에너지 절약적 차원에서 26℃, 50%의 비교인자로써 온습도 24℃, 50%에서 동일한 실험을 행하였다. 이를 통해 두 실험의 온열환경차이에서 오는 인간의 감성 이미지 변화의 양상 분석을 통해 난방온도를 낮춤으로써 발생할 수 있는 온열환경적 불쾌감을 감성적 기법으로 보완할 수 있는 방안을 연구하는데 기반을 마련하고자 하였다.

## 2. 실험방법

### 2.1. 실험환경 조건

본 실험에 적용한 실험실 구성은 Fig.1과 같다.

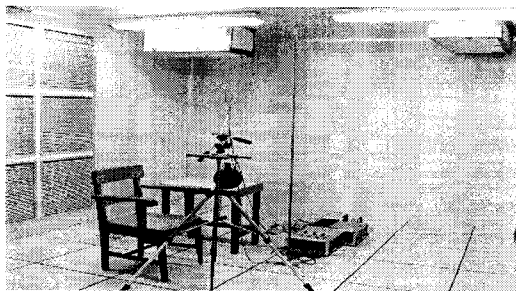
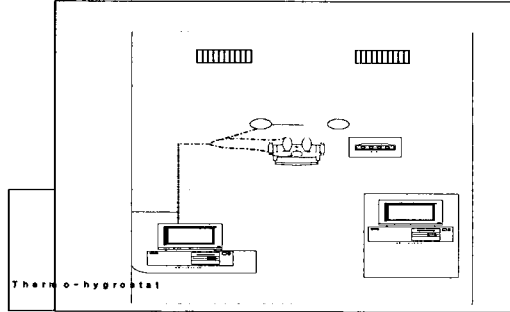


Fig. 1. Laboratory Consitution.

전실과 본실로 나누어 전실은 동계 외기의 평균온습도인 5℃, 20%, 본실은 난방시 온습도인 24/26℃로 설정하였다. 또한 기류감을 배제한 온도감만에 의한 실험결과를 도출하기 위하

여 실내 기류속은 0.1m/s이하로 제한하였다. 기타조건은 Table.1과 같다.

Table 1. Laboratory Condition.

lab. condition.	Preparation	Inspection
Temperature/ Humidity	5±0.5℃, 20±10%	26/24±0.5℃, 50±10%
Time	30min	90min

### 2.2. 피험자 조건

피실험자 집단을 이력과 건강상태 체크를 통해 8명의 남자 대학생으로 선정하였으며 기본적인 신체조건은 Table. 2와 같다. 피험자의 의복량과 대사량은 전실에서는 겨울철 사무실에서 일반적인 복장인 정장차림에 코트를 착용하였으며 가벼운 보행을 하였고, 본실에서는 코트를 탈의한 상태로 일반사무작업에 준하는 독서를 하도록 하였다. 정확한 의복량과 대사량은 Table. 3에 나타내었다.

Table 2. Subjects Physical Condition.

Subjects	Age	Height(cm)	Weight
male	24~29	168~174	59~75

Table 3. Subjects Condition in Laboratory.

	Preparation	Inspection
clo.	1.2	0.8
met.	1.6	1.1

### 2.3 실험과정 및 조건

실험시간은 피험자 1명에 대해서 전실 30분, 본실 90분의 총 120분간 실험하였으며 동일한 피험자 집단에 대해서 24℃와 26℃의 실험을 반복 시행하였다. 인체측 측정요소인 심부온도와 맥박은 매10분 간격으로 측정하며, 평균피부온도의 경우 지속적으로 각 부위별 피부온도를 측정하여 인체측 생리반응을 파악하였다. 그리고 주관적 설문으로 TSV, CSV, 온도이미지 평가를 매 10분 간격으로 설문하도록 하였다.

## 2.4. 분석방법

### 2.4.1 인체측 생리신호

평균피부온도 MST(Mean Skin Temperature)는 인체 각 부위별 피부온도를 측정 후, 그 부위의 면적에 따른 가중치를 적용하여 산출하는 이론적인 값이며, 보통 측정부위의 연속적인 측정값을 이용하여 산출하는데 본 실험에서는 제안된 여러식 중에서 <sup>11</sup>Hardy & DuBois식을 이용하여 이마, 상박, 손등, 복부, 대퇴부, 하퇴부, 발등의 7점에서 측정된 피부온도에 대한 테이터를 기초로 평균피부온도를 산출하였다.

### 2.4.2 온도이미지 평가

기존의 연구에서 기류에 대한 감성이미지 평가는 많이 행해져 왔으나 온도에 대한 감성이미지 평가가 많이 부족한 상황이다. 실제 실내 환경에서의 온도에 대한 감성이미지평가의 필요성에 따라 본 실험에서는 무감기류(0.15m/s) 이하에서 온도에 대한 감성이미지 평가를 수행하였다.

Table 4. Emotion & Sensibility Image

Adj. group	Base Adjective	Antonym
강도성	분명한, 뜨거운, 압박감 있는, 부거운, 풍부한, 격렬한, 강한, 집중된, 둔한	어렵쑹한, 차가운, 압박감 없는, 가벼운, 빈약한, 온화한, 약한, 산만한, 민감한
호감도	호감을 주는, 좋은, 쾌적한, 나쁜	호감을 주지않는, 싫은, 불쾌한, 좋은
심미성	습한, 선명한 보송한, 투명한, 자연스러운, 명쾌한, 산뜻한	건조한, 산만한, 선명하지 않는, 끈적한, 탁한, 인공적인, 번잡한, 직칙한
변동성	움직이는, 변동하는, 빠른	정체된, 안정된, 느린

온도이미지 평가는 온도이미지와 관계되는 형용사 80개를 1차적으로 선정 후 감성과의 상관성, 형용사간의 유사성, 피험자의 이해도와 친숙도를 종합적으로 평가하여 실제 설문지에 들어갈 46개의 형용사(반의어 포함)를 추출하였

$$1) MST = tsk(\text{forehead}) \times 0.07 + tsk(\text{forearm}) \times 0.14 + tsk(\text{back of the hand}) \times 0.05 + tsk(\text{lower thighs}) \times 0.35 + tsk(\text{upper thighs}) \times 0.19 + tsk(\text{lower thighs}) \times 0.13 + tsk(\text{foot}) \times 0.07$$

다. 이렇게 선정된 형용사를 강도성, 호감도, 심미성, 변동성의 4가지 온도감성별로 나누어 7척도로 평가하게 하였다.

## 3. 실험결과

### 3.1 실환경(24℃, 50%)인 경우

#### 3.1.1 주관적 설문 평가

실환경(24℃, 50%)인 경우의 TSV와 CSV 결과는 Fig.2와 같다.

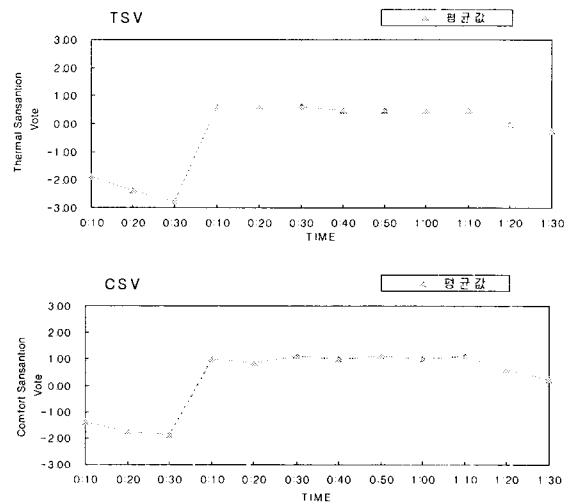


Fig.2 TSV, CSV during the experiment(24℃)

TSV의 결과값을 보면 본실험 이동 후 80분경부터 그 값이 불쾌적 영역으로 감소하는 경향을 보이며 CSV도 비슷한 경향을 보이고 있다. 이 시점에서는 온도감각이 많이 둔화되어 온도상승에 대한 요구가 시작되는 것을 알 수 있다.

#### 3.1.2 인체측 평가

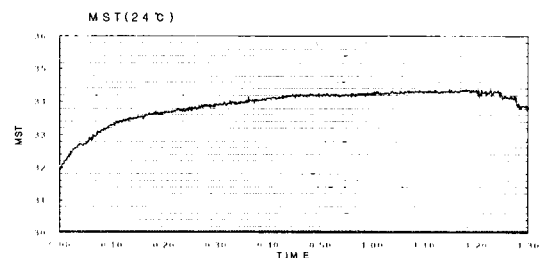


Fig.3 MST during the experiment(24℃)

평균피부온도의 그래프를 추세를 보면 TSV, CSV와 동일한 경향을 보이고 있으며 본실험 이동 후 완만한 상승곡선을 보이던 것이 80분경

부터 조금씩 감소세로 전환하는 것을 알 수 있다.

### 3.1.3 온도이미지 평가

온도이미지 평가는 크게 3시점에서 평가하였으며 1)전실에서 불쾌영역 시점, 2)본실이동 후 쾌적영역으로의 진입시점, 3)TSV,CSV,MST 결과값을 근거로 한 인체순응시 시작되는 시점으로 하였다. 각 시점간 가장 많은 변화량을 가지는 주도적인 온도이미지를 추출해냄으로써 온열쾌적감에 대해서 감성적으로 가장 많은 영향을 미치는 온도감성 이미지들을 찾아내었다.

#### 1)전실에서 온도이미지 평가

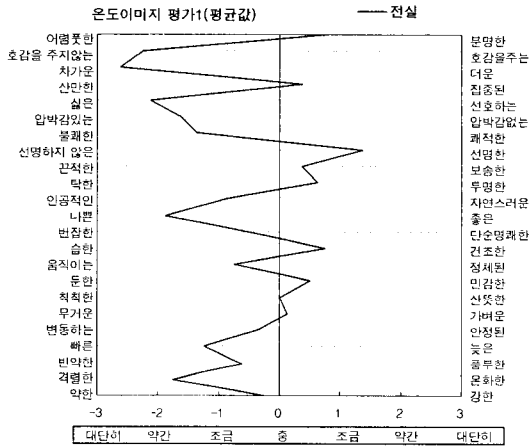


Fig.4 Temperature image estimation(1)

#### 2)본실이동 후 쾌적영역 진입시 온도이미지평가

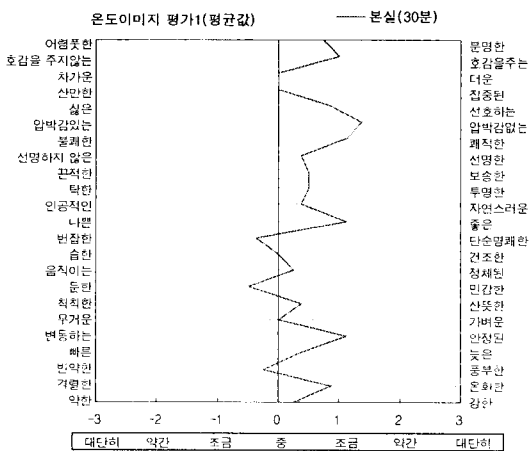


Fig.5 Temperature image estimation(2)

#### 3)인체순응시작시점에서의 온도이미지 평가 (본실이동 후 80분의 온도이미지 평가)

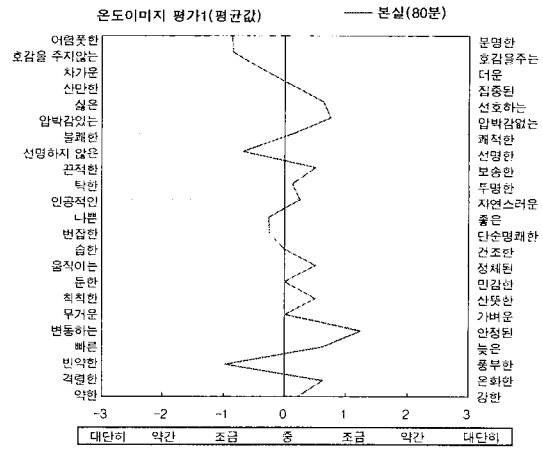


Fig.6 Temperature image estimation(3)

#### 4)전실 불쾌영역 → 본실이동후 쾌적영역 진입시 주도적 온도이미지

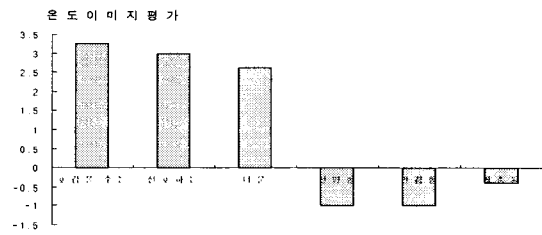


Fig.7 Leading Emotion & Sensibility Image

Fig.5는 온도에 대한 호감도를 바탕으로 온냉감에 대한 감각이 긍정적인 척도에 높은값을 보이며 온도에 대한 집중도나 민감성 부분에서는 낮은값을 보여 전실과 본실의 온도 차이에서 오는 강한 온도감이 상대적으로 완화되면서 TSV와 CSV에서 긍정적인 반응을 유도한 것으로 판단된다.

#### 5)본실이동후 쾌적영역 진입시 → 인체순응시작시점에서의 주도적 온도이미지.

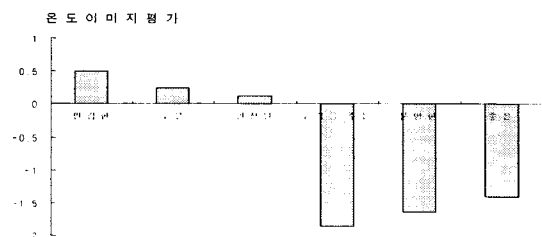


Fig.8 Leading Emotion & Sensibility Image

인체순응경향이 시작되면서 온도감에 대한 민감성이 다시 높아지며 온도의 변화에 대한 요구값도 높아짐을 알 수 있다. 따라서 온도감의 강도성이 약하다는 이미지가 다시 각인되며 이러한 요구가 TSV와 CSV의 부정적 응답을 유도하는 것으로 판단된다.

### 3.2. 실환경(26℃, 50%)인 경우

#### 3.2.1 주관적 설문 평가

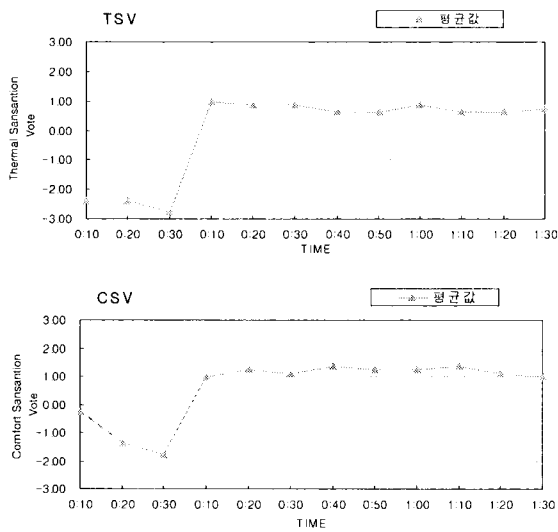


Fig.9 TSV, CSV during the experiment(26℃)

26℃의 경우 TSV, CSV 결과값은 모두 전실에서 본실이동 후 쾌적영역으로 진입한 후 거의 일정한 값이 유지되고 있음을 알 수 있다. 그러나 실험종료 전에 조금씩 값이 낮아지고 있음을 볼 때 인체순응이 일어날 가능성은 충분하며 실험시간의 연장을 통해 인체순응시점의 판별근거를 마련할 수 있을 것이다.

#### 3.2.2 인체측 평가

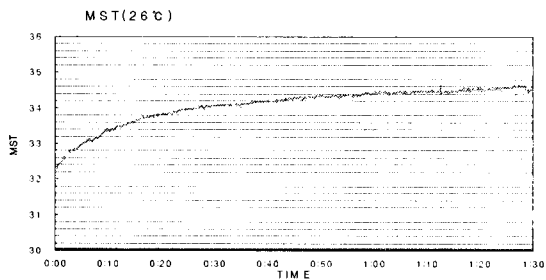


Fig.10 MST during the experiment(26℃)

MST는 거의 완만한 상승곡선을 보이지만 88분경부터 상승세가 많이 둔화된 양상을 보이고 있다. TSV, CSV의 결과값과 종합적으로 고려하여 볼 때 26℃의 경우 24℃보다 느린 시점에서 인체순응이 일어날 가능성을 확인할 수 있다.

#### 3.2.3 온도이미지 평가

##### 1) 전실에서 온도의 이미지 평가

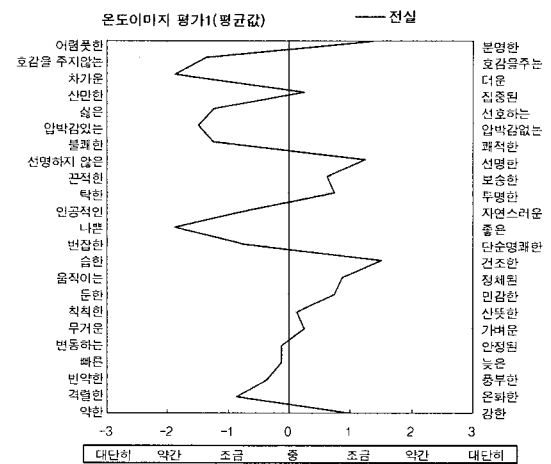


Fig.11 Temperature image estimation(1)

##### 2) 본실이동후 쾌적영역진입시 온도이미지평가

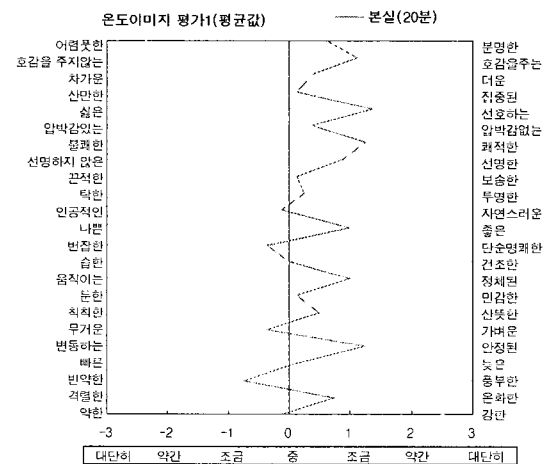


Fig.12 Temperature image estimation(2)

3) 전실 불쾌영역 → 본실이동후 쾌적영역 진입시 주도적 온도이미지

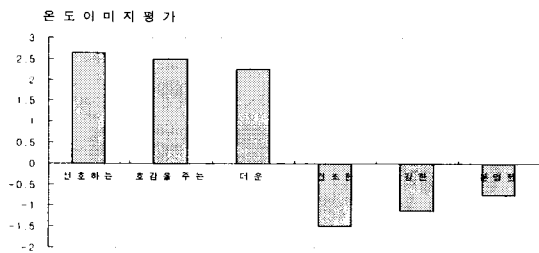


Fig.13 Leading Emotion & Sensibility Image

26℃에서 전실과 본실이동 후 쾌적영역 진입시점의 온도이미지 차이는 24℃때와 비슷한 양상을 띠고 있다. 즉, 온도의 차이에서 오는 열적 불편감이 상당부분 해소되면서 선호도에 대한 값이 높아지고 습도감이 건조에서 적절한 습도감으로 변화하며 온도에 대한 전반적 강도감이 많이 약해지면서 쾌적영역으로의 진입을 유도하고 있음을 알 수 있다.

#### 4. 결론 및 향후계획

본 실험 결과 다음과 같은 결론은 내릴 수 있었다.

- 1) 24℃와 26℃에서의 TSV, CSV, MST를 종합적으로 고려해 볼 때, 24℃에서는 본실이동 후 80분경부터 인체순응이 시작되며 26℃에서는 본실에서의 쾌적영역 진입 후 거의 일정한 값을 보이지만 조금씩 그 상승세가 감소하는 것으로 보아 실험시간의 연장을 통해 인체순응 시작시점을 밝혀낼 수 있는 가능성을 충분히 가진다.
- 2) 24℃에서 본실이동 후 쾌적영역 진입시까지 소요시간은 30분, 26℃에서는 15분으로써 상당한 시간차이를 보이고 있으며 TSV, CSV의 값도 평균 0.6의 차이를 보여 주었으며 쾌적의 유지시간에도 차이를 보이고 있다.
- 3) 전실 불쾌 영역에서 본실 쾌적 영역 진입을 가져오는 주도적 온도이미지는 호감도와 변동성, 강도성에 속한 형용사들로서 24℃와 26℃에서 유사한 결과를 보여주었다.
- 4) 24℃에서 나타난 인체순응시점에서는 심미성과 강도성에 속한 형용사들에 대한 평가가 주도적 이미지로 작용함으로써 온도에 대한 순응

이 완료되면서 온도의 세밀한 질적 측면이 더욱 강조되고 이에 대한 요구치가 높아지고 있음을 알 수 있다. 이러한 요구치는 TSV, CSV에서 부정적 응답으로 나타나고 평균피부온도 MST도 낮아지는 결과를 보여줌으로써 생리적 신호가 주관적 설문 평가에 영향을 주고 있음을 알 수 있다.

#### 참고문헌

- 1) 李舜堯, 梁瑄模 共著, 2001, 感性工學
- 2) 赤松: 形狀知覺における 視-觸覺の 感覺統合の 能動性の 解析-, 바이오카니즘, 10, 23-32 1990
- 3) S. Tanabe, 1998, Thermal Comfort Requirements.
- 4) 김미지자 著, 1998, 21c 디자인을 위한 감성공학.
- 5) 李舜堯 著, 1996, 情報化時代の 感性人間工學
- 6) 大野秀夫 외 6인 共著, 1993, 快適環境の科學,
- 7) 社團法人 空氣調和・衛生工學會, 1997, 快適な溫熱環境の 메カニズム,
- 8) 長町 三生 著, 1992, 快適科學