

중학교 과학실험실 크기 결정에 관한 연구

김대식 · 연제구

(충북대학교 사범대학)

I. 서 론

1. 연구의 목적

과학은 자연 그 자체와 현상을 연구대상으로 하며 규칙성을 탐구하는 학문이다. 규칙성의 추구는 관찰, 측정, 추리, 변인조절 등과 같은 과정과 사실, 개념, 일반화와 같은 과학의 내용을 산출하는 이중적 의미를 갖는다. 이 두 측면은 매우 밀접한 관련을 갖는바, 과학교육이 단지 과학의 내용을 전달하는 것만이 아닌 탐구활동의 경험과 규칙성을 발견할 수 있는 탐구 능력을 신장할 수 있는 것이어야 한다는 것을 시사한다.

탐구 활동이 주로 과학실험실에서 이루어지고 있다고 할 때, 학생들이 스스로 능동적인 탐구활동을 함으로써 과학의 내용 뿐만 아니라 과학지식도 학습할 수 있는 장소로서의 과학 실험실의 확보와 여건 개선이 중요하다고 하겠다.

본 연구는 이러한 취지로써 중학교에 알맞는 과학 실험실을 설계하는 데 있다.

2 연구의 문제

본 연구에서는 학생의 체위에 알맞고 과학 학습에 능률적인 과학 실험실의 모형을 고안함에 있어서 다음과 같은 문제에 주안점을 두었다.

(가) 중학생의 체위에 알맞는 의자 및 실험대의 규격은 어떠해야 하나?

(나) 효과적인 과학학습이 이루어질 수 있는 최적의 과학 실험실의 면적은?

II. 이론적 배경

1. 학교시설, 설비 및 과학 실험실

과학 실험실은 학생들이 과학과 학습에서 해결해야 할 문제들을 제시해 주어야 하고, 학교나 학교 밖에서 발견한 문제들을 해결하기 위한 수단과 방법을 제공하여야 한다. 또 학생들이 탐구해 얻은 결론을 적절한 수단이나 방법으로 검증할 수 있게 하고, 자연의 사물, 현상, 원리 및 그 응용에 관한 적절한 예

시를 줌으로써, 학생들의 과학적 능력과 태도 및 습관을 개발할 수 있어야 한다(신희명 외 1982 : 정연태 외 1977).

이러한 과학실험실의 기능을 갖춘 실험실의 공간은 크게 학습공간, 생활공간, 통로공간, 교사코너로 대별할 수 있다(김종인, 1978). 실험실은 이 네가지 기능의 공간성격을 잘 파악하여 기능 요인 간에 상호간섭이 일어나지 않도록 설계되어야 한다. 교구는 학생들의 신체 발달과 학습효과 면에서나 또는 이용상 편리라는 면에서 채광이나 통풍같은 실내 기후환경 조건과 함께 학생들의 체격에 맞는 규격으로 설계, 제작되어야 한다. 교구, 부대시설의 규격이 학생들의 체격에 맞지 않으면, 피로와 불편으로 학습효과가 떨어질뿐 아니라 이러한 상태가 오래 지속되면 신체에 이상을 초래하게 된다. 실험실이나 교구 등을 설계할 때에는 다음과 같은 점들이 고려되어야 한다(김영민, 이무, 1986).

- (가) 이용할 학생이 다양해야 한다.
- (나) 현대 과학과 기술의 본질이 반영되어야 한다.
- (다) 과학수업의 최근 동향과 접근방법이 반영되어야 한다.
- (라) 학생의 위생, 안전이 고려되어야 한다.
- (마) 다음의 사용을 위한 가변성과 적응성이 고려되어야 한다.

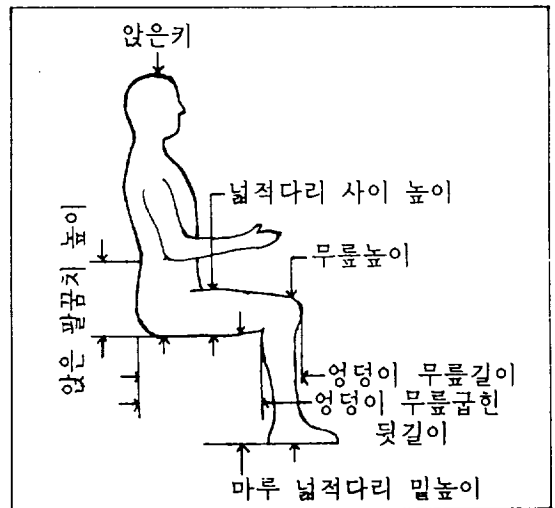
2. 의자와 실험대 규격

의자는 인체를 받쳐주는 도구로서 상체를 지지하는데, 앉은자세의 작업에 있어서 의자의 높이는 허리를 의자의 등받이에 대고 신발의 바닥이 바닥면에 꼭 닿아 종아리를 수직으로 내린 경우에 종아리와 넓적다리의 각도가 직각이 되도록 되어야 한다(공업디자인회, 1980).

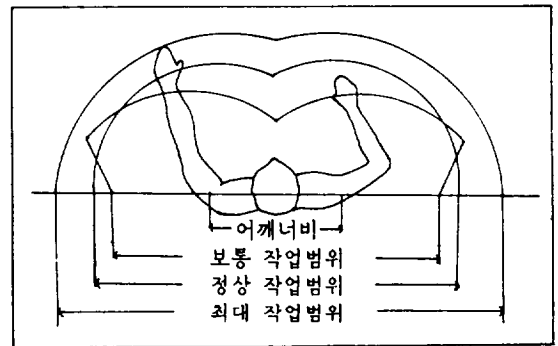
앉은 자세에 영향을 미치는 의자의 인자는 좌면의 유효 안길이, 좌면 높이, 등받이의 상태, 좌면의 상태 등으로, JIS(Japanese Industrial Standard)에서는 좌면의 유효 안길이를 (엉덩이 무릎굽힌 뒷길이)×0.

87cm로 정하고 있고, 좌면 높이는 (마루넓적다리 밑 높이-1)cm로 정하고 있다. 여기서 좌면의 유효 안길이란 의자의 등받이가 있을 경우 등받이 지지 중심에서 좌면 앞까지의 수평거리를 말하며, 좌면의 등근경우에는 유효안길이가 더 적다.

실험대의 폭과 길이는 최대작업범위와 실험대를 동시에 사용하는 학생의 수에 의하여 정해지는데, 팔 길이, 어깨너비로부터 구할 수 있다. 또 실험대 높이는 작업높이나 의자의 높이에 기준을 두는데 의자의 높이에 앉은 팔꿈치 높이를 합한 값이 된다(최찬번, 1982). JIS에서는 앉은 팔꿈치높이를 (앉은키× $\frac{1}{3}$ -1)cm로 정하고 있다(그림 1, 2).



〈그림 1〉 앉은 자세에 관계된 체위



〈그림 2〉 평면적 작업범위

Ⅲ. 연구의 실제

1. 연구의 방법

본 연구에서는 작업활동공간의 크기와 실험대의 전체넓이를 정하기 위해 먼저 학생에 맞는 의자와 실험대의 크기를 정한 다음 학생들의 과학학습이 활발하게 이루어 질 수 있도록 실험대를 배치한 다음 과학 실험실의 크기를 정하였다. 학생의 체위는 한국표준 연구소의 '86국민체위조사 보고서에서 중학생의 연령에 해당하는 13, 14, 15세의 체위 측정치를 자료로 사용하였다. 의자와 실험대의 높이를 소, 중, 대 3가지 규격으로 정하기로 하고 체위측정치에서 백분위 12.5%, 50.0%, 87.5%의 백분점수를 구하여 사용하였다. 이는 소·중·대 3가지 규격을 사용하는 학생의 배분위 범위를 0~15%, 25~75%, 76~100%로 나누었기 때문이다.

2. 의자의 규격

중학생 연령의 마루넓적다리 밑 높이는 30~41cm사이 에 분포하는데(표1) 백분위 12.5%, 50.0%, 87.5%의 백분점수를 구해보면 각각 33.1, 35.4, 38.0cm가 된다. 이 값으로부터 의자의 높이=(마루넓적다리 밑 높이-1)cm를 구해보면 각각 32, 34, 37cm가 된다. 또 의자의 폭을(엉덩이 무릎굽힌 뒷길이)×0.87cm로

〈표 1〉 마루 넓적다리 밑 높이

단위 cm

구분	남 자			여 자		
	13	14	15	13	14	15
평균	35.4	36.7	37.6	34.1	34.0	34.6
편차	2.3	2.2	2.2	1.9	2.0	2.1
5%	31.9	33.0	34.0	31.2	30.7	31.0
10%	32.7	33.8	34.8	31.8	31.5	32.0
25%	34.0	35.2	36.2	32.8	32.7	33.2
50%	35.4	36.7	37.6	34.0	33.9	34.5
75%	36.8	38.2	39.2	35.3	35.1	36.1
90%	38.3	39.4	40.3	36.7	36.6	37.3
95%	39.2	39.8	41.1	37.6	37.6	37.6

〈표 2〉 엉덩이 무릎굽힌 뒷길이

단위 cm

구분	남 자			여 자		
	13	14	15	13	14	15
평균	41.3	43.2	44.4	42.5	43.1	44.0
편차	3.2	2.8	2.5	2.8	2.5	2.5
5%	36.6	38.4	40.4	38.2	38.8	39.9
10%	37.5	39.5	41.1	39.2	39.9	41.0
25%	39.1	41.3	42.9	40.5	41.3	42.4
50%	41.0	43.2	44.4	42.5	43.1	44.0
75%	43.4	45.2	46.1	44.3	44.6	45.5
90%	45.2	46.7	47.5	46.2	46.3	47.2
95%	46.6	47.5	48.5	47.3	47.2	48.1

정할 경우 각각 35, 37, 40cm가 된다(표 2).

3. 실험대의 규격

실험대의 규격은 사용할 학생의 체위, 교과활동 및 실험의 기교재, 사용할 학생의 수 등에 따라 달라진다.

본 연구에서는 실험대 양쪽에 2명씩 또는 4인용 실험대를 설계하였다. 실험대의 높이는 바닥에서 실험대 표면까지의 높이로서(좌면높이+앉은 팔꿈치 높이)로 정하여진다. 학생들의 앉은 팔꿈치 높이는 18~31cm사이에 분포하는데 백분위 12.5%, 50.0% 및 87.5%의 백분점수를 구하면 각각 20.9, 23.5, 26.2cm가 된다(표3). 실험대 높이는 앞에서 구한 좌면높이에 앉은 팔꿈치 높이를 합한 값이므로(표4)와 같이 정하여진다.

〈표 3〉 앉은 팔꿈치 높이

단위 cm

구분	남 자			여 자		
	13	14	15	13	14	15
평균	22.6	24.0	25.6	22.2	23.0	23.7
편차	2.8	2.6	2.9	2.4	2.4	2.3
5%	18.0	19.5	20.8	18.1	19.3	20.1
10%	18.9	20.8	22.1	18.8	19.9	20.7
25%	20.7	22.3	23.4	20.7	21.4	22.3
50%	22.3	23.8	25.5	22.4	22.9	23.7
75%	24.4	25.9	27.4	23.9	24.7	25.2
90%	26.4	27.8	29.1	25.1	26.2	26.8
95%	27.4	28.4	30.5	26.0	26.9	27.7

〈표 4〉 작업의 높이와 실험대의 높이

기준 (백분위)	대상 (백분위)	백 분 점 수		
		좌면높이	앞은 팔꿈 치 높이	실험대 높이
12.5%	0-25%	32	21	53
50.0%	26-75%	34	24	58
87.5%	76-100%	37	26	63

〈표 5〉 팔길이

단위 cm

구분	남 자			여 자		
	13	14	15	13	14	15
평균	68.5	71.4	74.2	68.3	69.1	69.2
편차	4.7	4.4	3.7	3.6	3.3	3.1
5%	60.9	63.5	67.9	62.4	63.6	64.3
10%	62.2	65.2	69.4	63.6	65.0	65.5
25%	65.0	68.6	72.0	66.0	67.2	67.2
50%	68.2	72.0	74.3	68.3	69.0	69.0
75%	72.0	74.0	76.5	70.8	71.0	71.0
90%	74.0	76.7	78.8	72.9	73.2	73.0
95%	76.0	78.2	80.2	74.0	74.6	74.2

실험대의 폭은 실험대의 양쪽에 앉은 학생이 중앙에 놓인 실험기구나 재료를 불편없이 사용할 수 있을 정도면 좋다.

본 연구에서 실험대의 폭을 팔길이의 측정값에서 백분위5%에 해당하는 백분점수를 2배한 값으로 정하였다.

(표5)에서 백분위 5%의 백분점수는 64.5cm가 되는데 여기서 팔길이는 손바닥을 쪽편 값이므로 작업의

〈표 6〉 국민학생의 팔길이와 어깨너비

단위 cm

학년	1	2	3	4	5	6
팔 길이 (cm)	32.2	33.6	34.9	36.1	37.2	39.1
어깨 너비 (cm)	31.4	32.2	33.3	34.4	35.4	37.1

〈표 7〉 중학생의 팔길이와 어깨너비

학년	1	2	3
팔길이(cm)	41.1	42.9	44.3
어깨너비(cm)	38.7	40.4	41.7

중심점을 손바닥 중앙으로 잡으면 손바닥 중앙은 손바닥 끝으로부터 10cm정도를 감한 점이 된다. 따라서 실험대의 폭은 팔길이 백분위 5%의 백분점수에서 10cm를 뺀 54.5cm의 2배인 110cm가 된다.

실험대의 길이는 실험활동의 성격에 따라 달라지므로 대표적인 실험활동을 하는 동안에 학생의 행동범위를 관찰하여 검토하는 것이 좋다.

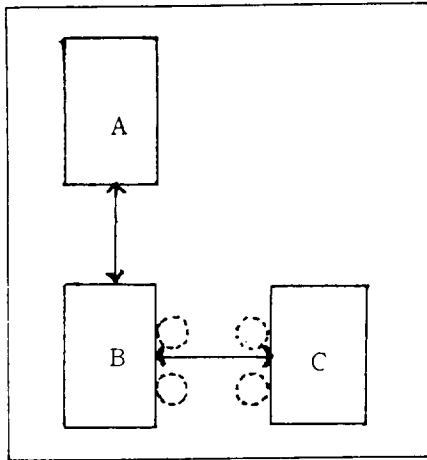
본 연구에서는 학생의 행동범위를 직접 관찰하지 못한 관계로 기존의 연구결과를 토대로 산출하였다.

국민학교를 대상으로 한 한국교육개발원의 연구 결과는 2인 1조의 실험의 경우에 학생들의 행동범위가 120~130cm로 나타났고, 실험대의 길이를 120cm로 정하고 있다. 이 연구 결과를 토대로 정상 작업범위의 개념을 도입하고 학생들의 팔길이와 어깨너비의 성장변화를 고려하여 실험대 길이를 정하였다. 국민학생과 중학생의 학년별 팔길이와 어깨너비의 값은 〈표 6, 7〉과 같다.

위의 자료로부터 국민학생과 중학생의 채위사이에 팔길이는 7.3cm, 어깨너비는 4.0cm의 차가 있음을 알 수 있다. 이 결과를 2인 1조의 실험에 도입하면 대공간에 고려해야 할 변화값은 총 40cm가 된다. 따라서 중학생에 알맞은 실험대의 길이는 160cm로 정하게 된다. 이렇게 정해진 4인용 실험대의 크기는 110×160cm가 된다.

4. 중학교 과학실험실의 크기

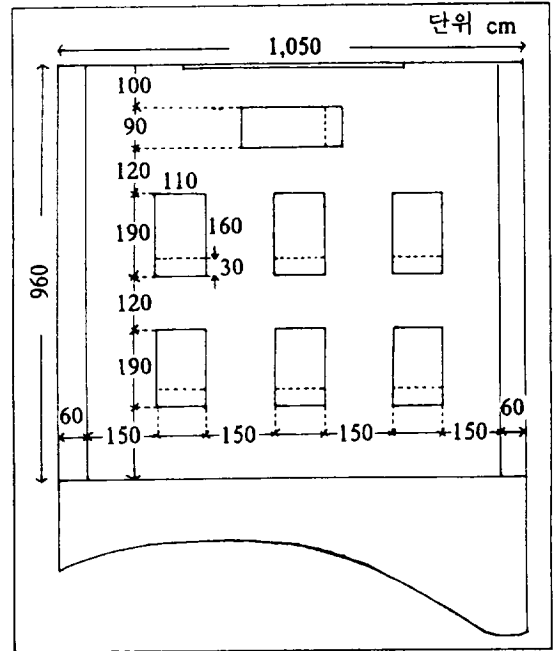
과학실험실에 실험대를 배치할때 학생들이 실험활동을 하는동안 활동에 지장이 없도록 실험대와 실험대 사이의 공간의 폭을 정하여야 하는데 실험대 A와 B사이의 공간은 어깨너비의 2배 이상으로, B와 C사이의 공간은 두사람이 등을 대고 앉은 공간과 교사가 그 사이로 순회할 수 있는 공간으로, 의자의 폭과 교사가 순회할 수 있는 공간으로부터 정하였다(그림 3). 어깨너비는 계측값에서 백분위 95%의 백분점수를 사용하였는데 이는 대부분의 학생이 통로를 따라 왕래하는데 지장이 없게하려 하였기 때문이다. 〈표 7〉



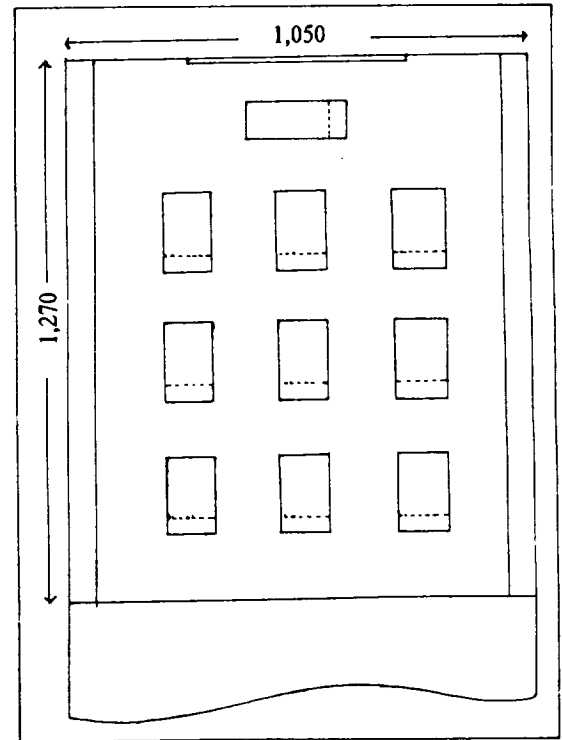
〈그림 3〉 실험대 배열과 공간

에서 구한 어깨너비의 백분위 95%의 백분점수는 43.7cm가 된다. 통로공간에 있어서 두사람이 서로 왕래할 경우에는 적어도 $43\text{cm} \times 2 = 86\text{cm}$ 이상이 확보되어야 하며, 실험기구나 자료를 운반할 경우는 이보다 더 넓어야 하는데 이것을 고려하여 $86\text{cm} + 34\text{cm} = 120\text{cm}$ 로 하였다. 또 B, C사이의 거리도 ($40\text{cm} \times 2 + 70\text{cm}$) = 150cm 로 하였다.

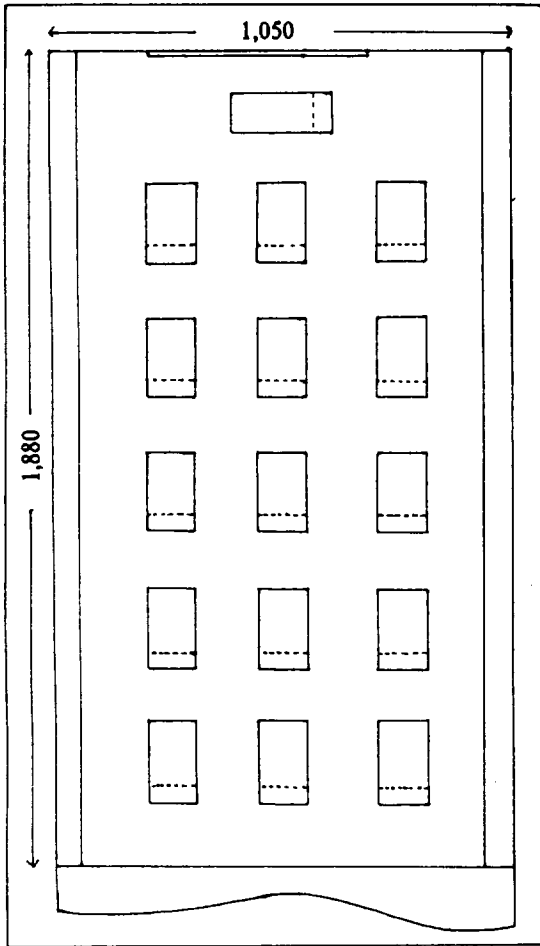
다음으로 실험대의 갯수, 즉 한 학급규모에 대해서 검토해 보기로 한다. 우선 교사가 효과적으로 학습활동을 통제할 수 있는 이상적 기준인 24명을 수용하는 경우와 36, 60명을 수용한 경우를 제시하였다. 앞에서 고안한 $110 \times 160\text{cm}$ 형 실험대에 4명씩 배치하여 24명일 경우 실험대는 6대, 36명일 경우 9대, 60명일 경우 15대를 각각배치하였다. 전체의 공간 설정에서 대상 학급규모에 따라 통로공간을 달리하여야 하는데 여기서는 이것을 무시하고 모두 같이하였다(그림 4, 5, 6). 실험실 폭은 모두 10.5m로 하였는데 이는 중학교 보통교실에 복도를 합한 길이가 이정도되기 때문이었다. 이렇게 하여 정한 실험실의 크기는 각각 $9.6 \times 10.5\text{m}$, $12.7 \times 10.5\text{m}$, $18.8 \times 10.5\text{m}$ 가 되는데 학생 1인당 확보공간을 구해보면 각각 4.20 , 3.70 , 3.29m^2 가 된다. 이 공간은 세계적인 추세인 $3.25 \sim 3.72\text{m}^2$ 에 비추어 볼때 매우 적절하다고 할 수 있다. 그러나 학급규모 60인인 경우 실험실 전면과 뒷면까지의 길이가



〈그림 4〉 24인 기준 실험실



〈그림 5〉 36인 기준 실험실



〈그림 6〉 60인 기준 실험실

18.8m나 되어 뒤에 있는 학생이 칠판 글씨를 읽기가 불편할 뿐 아니라 교사가 실험활동을 지도, 통제하는 것이 불가능하게 된다는 어려움이 있다.

IV. 요약 및 결론

학생들이 능동적으로 참여하고, 능력을 최대한으로 발휘할 수 있는 탐구학습의 장인 과학 실험실을 설계하기 위하여 의자와 실험대의 규격을 정하였다. 의자와 실험대의 규격은 '86국민체위 보고서의 중학생 신체크기로부터 구하였으며, 각각 대·중·소 세가지로 정하였다. 실험대의 크기와 실험대 사이의 간

격, 실험실에 수용하는 학생수로부터 실험실크기를 정하였다.

중학생의 체위로부터 구한 의자의 높이는 32, 34, 37cm였으며 의자의 폭은 35, 37, 40cm가 되었다. 실험대 높이는 53, 58, 63cm이고, 크기는 110×160cm로 정하였다. 두 실험대 사이의 앞뒤 간격은 120cm, 좌우 간격은 150cm로 정하고 실험실 수용 인원을 24, 36, 60명으로 할때 실험실의 크기는 각각 9.6×10.5m, 12.7×10.5m, 18.8×10.5m가되었다.

참고문헌

1. 공업디자인 연구회 편저, 인간공학 공업디자인 전서5. 기전 연구사 1977.
2. 박병선의 국민학교 과학 실험실 및 실과 실습실 모형의 연구개발. 한국교육개발원. 1983
3. 김영민·이무역, 중·고등학교 과학교육의 바람직한 조건. 과학교육 264. 시청각교육사. 1986
4. 김종인, 주택, 주택지, 학교, 서울대광서림. 1978
5. 박경수 인간 공학. 영지문화사. 1986.
6. 신희명의. 과학과교육(Ⅱ) 한국방송통신대학교재. 서울대학교출판부. 1982
7. 이민섭 역. 건축 설계 보람. 기문당, 1982.
8. 정연태의 과학과교육 교과교육전서 8. 능력개발사. 1975
9. 최돈형, 한복수, 국민학교 과학 실험실 모형의 연구개발. 한국과학교육학회지. 4(1) 1984.
10. 최찬범 건축실내인간공학. 산업도서출판사. 1982
11. 한국공업표준협회 역. 인간공학. 경영공학대계 11. 한국공업표준협회. 1982
12. 한국표준연구소. 국민표준체위조사보고서. 공업진흥청. 1986.

Abstract

A study on the size of science laboratory of middle school

Dai-Shik Kim, Jae-Keun Yun
Chung Buk National University

The standard of chair and desk is decided to design a science laboratory which would help students giving the chance to show their ability and participating spontaneously. The standard is come by the middle school students physical size of the 1986 national physical standard and they are classified into large, medium and small size. The size of laboratory is determined by the size of desk, the distance between desks and the number of students accommodated. By the middle school students physical standard, the heights of chair are 32, 34, 37cm and the widths of chair are 35, 37, 40cm. The desks heights are 53, 58, 63cm and the size is 110×160cm. The distance between rear and front of desk is 120cm and the left and right side of desk is 150cm. When 24, 36, 60 students are accommodated in laboratory, the size of laboratories are 9.6×10.5m, 12.7×10.5m and 18.8×10.5m respectively.