



## AI 시대 학교 공간의 진화에 대한 연구 - 교과센터제 학교의 신경망적 특성을 중심으로 -

### *The Evolution of School Space in the AI Era*

#### *- Focusing on Neural Network Characteristics of the Subject Center System -*

정대영\* · 김희진\*\*

Dae Yeong Jeong\* · Hee Jin Kim\*\*

\* Main author, Researcher, Hongik Univ., South Korea (jjerome@naver.com)

\*\* Corresponding author, Associate Professor, School of Architecture, Hongik Univ., South Korea (opensky@hongik.ac.kr)

#### ABSTRACT

**Purpose:** This study focuses on the importance of ‘hyper-connected intelligence’ and ‘collective intelligence’ required to solve the complex problems of the contemporary era. Based on George Siemens’ educational philosophy of Connectivism, it explores the potential of future school spaces designed as ‘neural network environments.’ To avoid abstract discourse, the study critically evaluates the practical achievements and limitations of this concept through an advanced architectural case study. **Method:** Using a spatial analysis framework of six neural network characteristics—neuron, synapse, neural circuit, plasticity, homeostasis, and emergence—this study conducts an in-depth analysis of Itabashi No. 2 Junior High School in Japan, an advanced model of the ‘Subject Center System’ demonstrating high homology with these theoretical goals. **Result:** The case analysis confirmed that Itabashi No. 2 Junior High School operates as a practical spatial system where the six neural network characteristics function organically, facilitating the co-evolution of knowledge and the manifestation of collective intelligence across subject boundaries. At the same time, however, it clearly revealed the macroscopic limitations of vertical and linear disconnection inherent in traditional school architectural frameworks. **Conclusion:** This study emphasizes that schools in the AI era must overcome these physical disconnections and evolve into ‘spaces of organic connection’ where fragmented knowledge and individuals converge three-dimensionally. This represents a paradigm shift from supporting individual learning to facilitating the construction of robust learning networks, ultimately proposing specific architectural directions that meet the educational demands of the hyper-connected era.

© 2026. KIEAE all rights reserved.

#### KEYWORD

인공지능  
연결주의  
교과센터제  
신경망

Artificial Intelligence  
Connectivism  
Subject Center System  
Neural Network

#### ACCEPTANCE INFO

Received Feb. 4, 2026

Final revision received Apr. 7, 2026

Accepted Apr. 10, 2026

## 1. 서론

### 1.1. 연구의 배경 및 목적

현대 사회가 직면한 기후 위기, AI 윤리, 팬데믹과 같은 난제들은 과거의 단선적인 지식으로는 해결하기 어려운 복잡계(Complex System)의 성격을 지닌다[1]. 이러한 문제에 대응하기 위해 이제까지의 교육은 학습을 주로 개인의 내면적 인지 활동으로 규정하고, 학생 개개인의 지적 역량을 극대화하는 방식으로 해법을 모색해 왔다[2]. 그러나 신경과학자 한나 크리츨로우(Hannah Critchlow)는 이러한 지식패러다임에 의문을 제기한다. 전 지구적 난제를 해결할 수 있는 고도의 지능을 개인에게 요구할 경우, 이는 대다수의 학생들에게 감당할 수 없는 인지적 과부하와 심리적 고통을 안겨줄 뿐이며, 그 교육적 효과조차 떨어진다[3].

따라서 미래 교육은 학생 개인에게 모든 짐을 지우는 ‘만능 해결사’ 양상에서 벗어나야 한다. 이제 학습은 각자의 고유성을 바탕으로 외부 시스템을 통해 공유와 협력이 가능한 것으로 재정의되어야 한다. 즉, 개인에게 집중된 인지적 과부하를 강력한 외부 연결망으로 분

산시킴으로써 개별 학습자의 부담은 획기적으로 낮추고, 개인 고유의 개성이 전체의 집단적 역량 향상으로 이어지게 해야 한다[3]. 이는 조지 지멘스(George Siemens)가 주창한 ‘연결주의(Connectivism)’의 핵심 철학이기도 하다[4]. 문제는 현재의 학교 공간이 이러한 ‘연결’을 지원하기보다는 여전히 개별 학습에 최적화된 ‘고립’된 시스템에 머물러 있다는 점이다. 이에 본 연구는 연결주의 학습 이론을 공간적으로 구현할 수 있는 이상적 모델을 생물학적 ‘신경망(Neural Network)’ 시스템에서 찾는다. 신경망이야말로 개별 요소(뉴런)들이 분산된 연결망(시냅스)을 통해 상호작용하며, 고정된 규칙 없이도 거대한 집단적 인지 역량(창발)을 구현해 내는 최적의 메커니즘이기 때문이다[5].

그러나 추상적인 신경망 이론을 곧바로 미래 학교 건축의 대안으로 제시하는 것은 자칫 관념적 담론에 머물 위험이 있다. 이에 본 연구는 완전히 새로운 가설적 공간을 제시하기보다, ‘신경망’이라는 추상적 이상향과 ‘학교 건축’이라는 물리적 현실 사이의 가교 역할을 하고자 한다. 이를 위해 교과센터제 이론을 고도화하여 2022년에 개교한 일본의 ‘이타바시 제2중학교’를 실증적 분석 대상으로 삼는다. 본 연구는 해당 사례의 공간 구조가 생물학적 신경망의 작동 원리와 높은 상동성(Homology)을 보임에 주목하고 그 신경망적 특성

을 체계적으로 분석함으로써, AI 시대에 부합하는 미래 학교 공간의 건축적 구현 가능성을 타진하고자 한다.

## 1.2. 연구의 방법

본 연구의 핵심 방법론은 이론적 단계에 머물기 쉬운 추상적 개념(초연결지능-연결주의-신경망)을 실제 건축 사례와 결합하여, 이를 보다 실증적이고 구체적인 공간론으로 발전시키는 데 있다. 이를 위해 본 논문은 다음의 과정을 수행한다.

제1장(서론)에서는 크리츨로우의 ‘초연결지능’을 중심으로 AI 시대의 복잡계적 난제 앞에 놓인 다음 세대의 교육적 대안으로 요구되는 협력적 지능의 필요성을 본 연구의 철학적 배경으로 제시한다.

제2장(이론)에서는 이 추상적 이상을 교육적 패러다임으로 치환하기 위해 조지 지멘스의 ‘연결주의’ 학습 이론을 고찰한다. 나아가 이 이론이 모티브로 삼은 가장 최적의 물리적 시스템으로서 생물학적 ‘신경망’의 작동 원리를 고찰하여 핵심 특성(뉴런, 시냅스, 신경회로, 가소성, 항상성, 창발성)을 도출한다.

제3장(분석)에서는 2장에서 도출한 신경망적 특성을 분석의 틀로 삼아 ‘교과센터제’ 학교 사례를 실증적으로 분석한다. 교과센터제를 체계화한 나가사와 사토루(長澤悟)의 공간 이론이 본 연구의 핵심 개념과 높은 상동성을 지님을 밝히고, 그의 자문으로 전면 구현된 최신 사례인 이타바시 제2중학교를 심층 분석한다. 이를 통해 추상적인 신경망 담론이 실제 물리적 공간에 반영된 성취의 정도와 기존 하드웨어 체계가 안고 있는 한계를 분명히 규명한다.

제4장(결론)에서는 앞선 이론적 고찰과 사례 분석 결과를 종합하여, 물리적 단절을 극복하고 AI 시대의 초연결지능 학교가 지향해야 할 구체적인 건축적 시스템과 공간 진화의 방향성을 제시한다.

## 2. 이론

### 2.1. 연결주의 교육이론

제1장에서 논의한 바와 같이, 크리츨로우는 현대 사회의 복잡한 문제를 해결하기 위해 개인의 인지적 한계를 넘어서는 ‘초연결지능’의 발현이 필수적임을 역설하였다[3]. 본 연구는 이를 실현할 구체적인 교육학적 방법론으로 조지 지멘스의 ‘연결주의’에 주목한다.

기존의 구성주의(Constructivism)가 학습을 개인 내면의 지식 구축 과정으로 보았다면, 연결주의는 폭발적으로 증가하는 지식 환경 속에서 “외부에 산재한 지식 노드(Node)들을 연결하는 능력”을 학습의 핵심으로 재정의한다 [4]. 즉, 더 이상 모든 지식을 한 명의 뇌 속에 담을 수 없는 시대에, 중요한 것은 ‘무엇을 아는가(Know-what)’가 아니라 ‘필요한 지식이 어디에 있는지 아는가(Know-where)’이다 [4]. 이러한 연결주의적 접근은 학습의 부담을 개인의 뇌에서 외부의 네트워크로 분산시킴으로써, 크리츨로우가 우려한 ‘개인의 인지 과부하’ 문제를 해결하고 연결을 통한 지능의 확장을 가능하게 한다.

특히 본 연구가 연결주의에서 주목하는 건축적 의의는 지식 노드의 범위가 ‘비인격적 객체(Non-human appliances)’로까지 확장되었다는 점이다[4]. 도서, 스마트 장비, 클라우드 데이터베이스 등 다양한 형태의 지식 미디어(Media)와 자원들은 단순한 교육의 보조

도구가 아니라, 교사·학생(인격체)과 동등한 수준의 핵심 지식 노드로 기능한다. 따라서 연결주의 학습이 극대화되기 위해서는, 단순히 사람만을 수용하는 기존의 닫힌 교실을 넘어 학습자와 각종 지식이 미디어를 통해 수시로 융합하며 새로운 지식의 시냅스를 형성해 낼 수 있는 ‘네트워크 거점(중심 공간)’이 필수적이다.

결국 연결주의 패러다임이 학교 건축에 요구하는 것은 단순한 물리적 실(Room)들의 집합이 아닌, 노드 간의 역동적인 융합과 이를 통한 상위 차원의 집단지성 발현이다. 본 연구는 이처럼 추상적인 연결주의의 이상을 실제 공간 구조로 구체화할 수 있는 가장 적합한 해답을 ‘신경망(Neural Network)’ 시스템에서 찾고자 한다.

### 2.2. 신경망 시스템(Neural Network)

앞서 고찰한 조지 지멘스의 연결주의는 분산된 지식 네트워크를 기반으로 하는 교육 패러다임이다. 지멘스는 학습을 특화된 노드나 정보원들을 연결하는 과정이라고 정의하며, 우리가 형성하는 학습 네트워크는 근본적으로 인간의 두뇌가 시냅스를 통해 연결을 생성하는 생물학적 메커니즘과 동일한 원리로 작동한다고 밝혔다[6].

그러나 지멘스의 연결주의는 교육적·철학적 담론에 머물러 있어 [7], 이를 곧바로 물리적인 건축 공간 분석에 대입하기에는 척도의 객관성이 부족하다. 따라서 본 연구는 지멘스가 연결주의의 원형으로 삼은 ‘생물학적 신경망’ 자체의 구조적 작동 원리를 분석의 잣대로 차용하여 신경망 핵심 특성을 살펴보고자 한다.

#### 1) 뉴런(Neuron/Node)

지멘스가 연결주의의 기본 단위로 명시한 ‘노드(Node)’는 생물학적 신경망에서 독립적인 정보 처리의 거점 역할을 하는 신경세포(Neuron)에 해당한다. 생물학적 신경망은 중앙의 강력한 통제 장치 없이 수백억 개의 개별 뉴런들이 상호작용하는 거대한 분산 시스템이다. 이는 단일 개체에 권력과 정보가 집중되는 구조를 벗어나, 수많은 이질적 거점들이 다원화되어 분산 존재하는 네트워크의 첫 번째 물리적 조건이다.

#### 2) 시냅스(Synapse)

지멘스는 “파이프 안의 내용물(지식)보다 파이프 자체(연결망)가 더 중요하다”고 역설하며, 지식 그 자체보다 지식 간의 ‘연결’이 지니는 가치를 강조하였다[4]. 생물학적으로 이 연결은 독립된 노드들을 그물망처럼 교차시키는 ‘시냅스’ 통해 이루어진다. 시냅스는 단순한 물리적 통로가 아니라 정보와 에너지가 교류하는 활성화된 관망이다. 전체 시스템의 지능은 개별 노드의 우수성이 아니라, 이 시냅스를 통해 얼마나 다양하고 입체적인 상호작용이 다방향적으로 일어나는가에 달려 있다.

#### 3) 신경 회로(Neural Circuit)

무한히 팽창하는 네트워크는 필연적으로 정보의 과부하를 유발한다. 생물학적 뇌는 외부에서 유입되는 방대한 정보를 효율적으로 처리하기 위해, 특정 인지 기능을 담당하는 뉴런들을 긴밀하게 결합하여 일차적인 ‘신경 회로’를 구성한다. 이 작은 회로(군집)들이 다시 서로 얽혀 뇌 전체의 시스템을 구축함으로써, 거대 네트워크는 혼

돈을 방지하고 안정적인 위계 질서를 획득하게 된다.

#### 4) 가소성(Plasticity)

신경망은 한 번 완성되면 굳어지는 기계적 회로가 아니다. 유효한 자극에는 새로운 연결이 생성되고(시냅스 발생), 사용하지 않는 연결은 소멸하면서 시스템 전체의 구조가 환경에 맞춰 끊임없이 재조직되는 ‘가소성’을 지닌다[8]. 이는 지멘스가 강조한 네트워크의 ‘적응력(Adaptability)’과 일치하며, 고정된 물리적 틀에 얽매이지 않고 유기체처럼 끊임없이 진화하는 속성을 의미한다.

#### 5) 항상성(Homeostasis)

지속적이고 개방적인 네트워크 환경은 필연적으로 인지적 피로와 정보의 과잉 자극을 동반할 위험이 있다. 생물학적 신경망은 이러한 과부하를 방지하고 시스템의 균형을 유지하기 위해 에너지를 회복하는 ‘휴지기(Resting State)’와 자극을 조절하는 ‘항상성’ 기제를 갖추고 있다. 연결주의적 학습 네트워크에서도 마찬가지로, 끊임없는 연결과 이동 속에서 학습자가 심리적 안정감을 얻고 유입된 정보를 내면화할 수 있는 안정적인 거점이 필수적으로 요구된다. 이러한 항상성이 유지될 때 비로소 네트워크는 붕괴되지 않고 유연한 가소성을 발휘할 수 있다.

#### 6) 창발성(Emergence)

개별 뉴런이 지닌 단편적인 정보 처리 능력만으로는 인간의 고차원적인 ‘의식’을 온전히 설명할 수 없다. 그러나 수백억 개의 뉴런이 거대하고 유연한 네트워크 안에서 복합적인 상호작용을 거칠 때, 비로소 개별 요소의 단순한 합으로는 도달할 수 없는 상위 차원의 지능이 탄생한다. 복잡계 과학에서는 이를 ‘창발’이라 부른다. 이는 곧 아무리 우수한 지식 노드(학습자와 미디어)들이 모여 있다 한들, 서로 고립된 채로는 새로운 차원의 지성으로 창발하기 어려움을 시사한다. 따라서 미래의 학교 건축은 개별 학생 저마다의 학습을 지원하는 공간을 넘어, 그들의 학습 네트워크 구축을 지원하는 공간으로 논의를 전환해야 한다.

결론적으로 조지 지멘스의 연결주의 철학을 물리적으로 실체화한 생물학적 신경망은 ① 분산된 노드(뉴런), ② 다방향적 연결(시냅스), ③ 정보 과부하를 막는 위계적 군집(신경 회로), ④ 유연한 적응력(가소성), ⑤ 시스템의 안정을 유지하는 휴지기 거점(항상성), ⑥ 상호작용을 통한 지능의 창발이라는 핵심 메커니즘을 지닌다. 본 연구는 이 6가지 특성을 분석의 틀로 하여 이어지는 분석을 진행한다.

Table 1. Neural network system framework

Key concept	Description
Neuron	Independent hubs of distributed information processing
Synapse	Multi-directional interconnected networks
Neural circuit	Hierarchical clusters for controlling information overload
Plasticity	Flexibility to self-reorganize and adapt to environmental changes
Homeostasis	Stable resting hubs to maintain system balance and psychological security
Emergence	Manifestation of higher-order intelligence through complex interactions

### 3. 분석

#### 3.1. 나가사와 사토루의 교과센터제 이론

나가사와 사토루가 교과센터제를 제창한 근본적인 배경은 전통적 학교 건축이 지닌 ‘지식과 학습의 고립’을 타파하는 데 있다. 그는 칠판을 향해 책상이 일제히 배열된 기존의 폐쇄형 구조가 학생을 수동적인 지식 수용자로 고립시키고, 교과 간의 유기적인 융합을 가로막는다고 비판하였다[9]. 그가 지향하는 배움은 학생이 다채로운 학습 환경 속을 능동적으로 이동하며 교보재, 미디어, 그리고 타인과 접촉하는 과정이다[9].

이에 그는 획일적인 ‘실의 집합’ 체계를 해체하고, 특정 교과의 전문성과 학습 지원 기능이 유기적으로 결합된 ‘교과 클러스터(Cluster)’를 대안으로 제시하였다. 이는 단순히 수업 장소를 분리하는 ‘교과교실제’를 넘어, 교실과 미디어 스페이스, 교사 연구실이 하나의 ‘영역(Zone)’으로 묶여 다방향적 교류가 창발하는 유기적 네트워크 시스템을 의미한다[10].

이러한 그의 철학은 최근 DX(디지털 전환)와 GIGA 스쿨 구상을 통해 더욱 강력한 당위성을 얻고 있다. 나가사와는 지식이 어디에서든 얻을 수 있는 시대가 되었음을 역설하며, 이제 학교는 지식 전달의 장소가 아닌 “타자와 함께 성장하며 사회와의 관계를 체득하는 탐구와 협동의 장”으로 재정의되어야 한다고 보았다[11]. 즉, 디지털 기술로 인해 학습이 ‘비동기 분산’될수록, 역설적으로 사람들이 물리적으로 모여 상호작용하는 실공간의 가치는 더욱 중요해진다는 것이다[11]. 결국 학교를 폐쇄적인 ‘실의 집합’에서 다방향적 접속과 교류가 유기적으로 일어나는 ‘학습의 장’으로 전환하고자 하는 그의 시도는, 조지 지멘스의 연결주의 철학 및 신경망의 분산적 작동 방식과 높은 상동성을 보인다.

#### 3.2. 교과센터제 학교의 신경망적 특성 분석

##### 1) 건축 개요


카미이타바시 제2중학교는 도쿄도 이타바시구에 위치하며, 구 무코하라 중학교와의 통합 개축을 통해 2022년 3월에 준공되었다. 이 시모토 건축사무소가 설계를 맡았으며, 지상 5층, 연면적 9,611m<sup>2</sup> 규모로 총 18학급을 수용하는 시설이다.

이 학교의 가장 큰 건축적 특징은 ‘교과 교실, 미디어 스페이스, 교사 연구실, 휴메이스’가 긴밀하게 조합된 교과센터 이론을 실제 물리적 공간으로 구현했다는 점이다. 각 센터의 중심부에는 자연 채광과 환기를 끌어들이는 광정원(Light Court)과 결합된 미디어 스페이스가 입체적으로 배치되어 ‘네트워크 거점’ 역할을 수행한다. 이를 중심으로 3층에는 수학·과학 클러스터가, 4층에는 영어·사회·국어 클러스터가 조닝되어 각각 독립적이면서도 연결된 ‘노드’를 형성하고 있다. 이러한 집약적이고 유기적인 공간 구성은 단순한 학습 공간을 넘어, 지역 사회와의 교류를 촉진하고 재해 시 피난소 역할을 겸하는 다목적 커뮤니티 거점으로서 외부 네트워크와의 확장성까지 고려하여 설계되었다.

##### 2) 사례 선정의 이유

분석 대상으로 선정된 일본 도쿄의 카미이타바시 제2중학교(2022

Table 2. Design overview of Itabashi No.2 Junior high school

Category	Description	Image
Year	2022	
Architect	Ishimoto Architectural & Engineering Firm	
Location	3-1-12 Mukaihara, Itabashi-ku, Tokyo	
Gross floor area	9,611m <sup>2</sup>	
Floors	5F (Above Ground)	

년 준공)는 본 연구의 이론적 토대가 된 나가사와 사토루의 직접적인 자문을 거쳐 설계된 최신 사례로, 교과센터제 이론을 전면적으로 적용하여 운영 중인 독보적인 사례라는 점에 주목하였다. 이 학교는 일반사단법인 문교시설협회가 주관하는 ‘2023년 우수 학교 시설 표창’에서 ‘새로운 교육 환경’ 부문상을 수상하며, 교과 미디어 스페이스와 홈페이지를 결합한 혁신적인 건축 제안과 GIGA 스쿨 구상에 대응한 학습 공간의 우수성을 공식적으로 인정받았다[12]. 본 연구는 특히 이 학교가 구현한 미디어 스페이스와 GIGA 스쿨 개념이 비인격 객체까지 확장된 지식 네트워크를 주장하는 연결주의적 이론과 높은 상동성을 보인다는 점에 주목하여 이를 분석 사례로 선정하였다.

3) 공간 구성

이타바시 제2중학교의 공간 구성은 전체 학교 시스템의 기능을 압축해 놓은 단위 조직인 ‘교과 센터’들의 연합체로 이루어져 있다 [9]. 이는 단일한 중앙 통제 방식에서 벗어나, 독립된 완결성을 갖춘 여러 개의 ‘작은 학교(거점)’들이 상호작용하며 거대한 전체 네트워크를 형성하는 방식으로, 각 교과 센터는 전체 학교를 구성하는 필수 요소가 유기적으로 결합된 ‘학습의 장’이 된다[9,10].

- **교과 교실:** 교육 공간에 대응하는 실질적인 교과 수업의 장이다. 획일적인 범용 교실에서 벗어나, 해당 교과와 특성에 맞는 실험·실습 장비나 전문 교보재가 하드웨어적으로 구축되어 있다. 동시에 학생들이 담임 교사와 함께 조회 및 종례를 진행하는 학급 생활의 물리적 거점 역할도 겸한다.

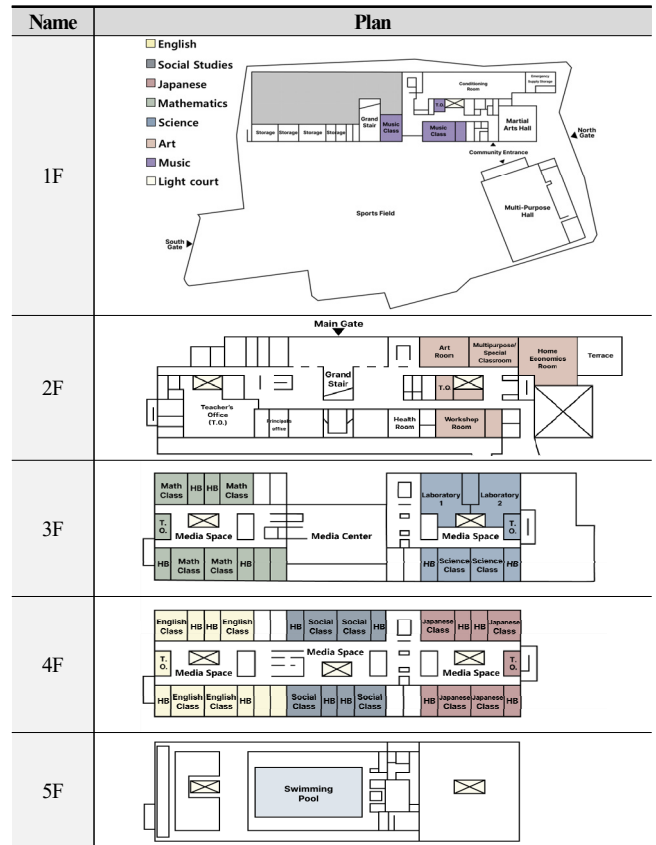
- **홈페이지:** 학생 공간에 대응하며, 교실 후면에 인접하여 조성된 소규모 생활 거점이다. 학생들의 개별 사물함이 배치되어 있어 교과 수업 중에도 조퇴나 이동 시 개인 물품을 자유롭게 보관하고 꺼낼 수 있으며, 필요시 소규모 상담 공간 등으로도 유연하게 활용된다.

- **미디어 스페이스:** 공용 공간에 대응하며 각 교과 센터의 중심에서 주변 공간들을 엮어주는 개방형 공유 영역이다. 공간 중심부에 자연 채광과 환기를 유도하는 광정원을 계획하여 밝고 쾌적한 분위기를 조성하였으며, 다각형 협업 테이블과 개방형 서가를 두어 학생들의 일상적인 이동 동선 안에서 독서, 토론, 휴식 등 다양한 활동이 자연스럽게 이루어지도록 하였다[9].

- **교사 연구실:** 교무 공간에 대응하는 곳으로, 기존 학교의 거대한 중앙 집중형 교무실을 해체하고 각 교과 센터 내에 분산 배치한 공간이다. 특히 투명한 유리 벽체 등 개방적인 구조를 채택하여, 교사가 학생들의 동선 한가운데 상주하며 언제든 쉽게 질문을 주고받거나 학습을 지원할 수 있는 환경을 제공한다.

- **미디어 센터:** 개별 교과 센터를 넘어 학교 전체를 아우르는 통합적인 도서관 겸 복합 학습 공간이다. 전통적인 밀폐형 도서관과 달

Table 3. Floor plans of Itabashi No.2 Junior high school








리 벽을 최소화한 넓은 오픈 스페이스로 설계되었으며, 자유로운 열람석, 모둠 토론 공간 등이 입체적으로 어우러져 있다.

4) 신경망적 특성 분석

나가사와 사토루가 1980년대 후반부터 2000년대 초반에 걸쳐 교과센터제 이론을 체계화하던 당시의 주된 건축적 목표는 산업화 시대의 획일적 교실 공간을 타파하는 데 있었기에, 그 과정에서 건축학자인 그가 연결주의나 신경망과 같은 인지과학적 개념을 직접적으로 명시한 것은 아니다. 그러나 그의 탁월한 공간적 직관이 전면적으로 구현된 이타바시 제2중학교의 공간 구조를 심층적으로 살펴보면, 앞서 2장에서 도출한 생물학적 신경망의 특성을 내재화하고 있음을 확인할 수 있다. 즉, 본 연구는 과거 혁신적 대안으로 제안된 이래 서서히 전통적인 물리적 공간론으로 인식되어 가던 교과센터제를 다가올 초연결 시대의 지식 창발 메커니즘으로 새롭게 재해석하고자 하며, 그 구체적인 신경망적 특성은 다음과 같다.

- **뉴런(Neuron):** 전통적인 학교에서는 교사만이 유일한 지식 노드로 인정받았으나, 교과센터제에서는 그 범위가 다양한 비인격 객체로 확장된다. 이타바시 제2중학교는 이를 학교의 기본 단위인 ‘교과 유닛(Subject Unit)’을 통해 선명하게 구현했다. 이곳의 교실은 단순한 강의실이 아니라, 수업 공간(교실), 교사 공간(교과 교무실), 정보 공간(미디어 스페이스)이 하나로 결합된 복합체이다. 이는 교사와 학생이라는 인격체를 비롯해 도서 및 디지털 아카이브, 각종 교보재에 이르기까지 지식의 원천을 다원화한 완벽한 ‘확장된 지식 노드’의 전형을 보여준다. 즉, 공간의 최소 단위 자체가 이미 풍부하지

Table 4. Spatial composition of the subject center system

Space	Image	Description
Subject room		[Educational Space] A physical base for subject-specific classes and homeroom activities.
Homebase		[Student Space] A daily base equipped with individual lockers for personal storage and relaxation.
Media space		[Public Space] An open shared area with bookshelves and tables placed along circulation paths.
Teacher workarea		[Faculty Space] A distributed teacher workspace located at the center of student circulation, featuring a transparent structure.
Media center		[Integrated Space] A library and complex learning hub that connects individual subject centers and encompasses the entire school.

식의 연결 잠재력을 내포한 뉴런으로 구조화된 것이다.

- 시냅스(Synapse): 신경망의 시냅스는 이 학교에서 단순한 통로 기능뿐이던 복도를 치환하여, 각 센터의 중심 공간이자 거대한 다방향적 교류의 장인 ‘미디어 스페이스’로 구현되었다. 고립된 일제식 교실에 정제되어 있던 학생들은 이제 교과 센터라는 거점 사이를 끊임없이 이동하며, 앞서 다원화된 뉴런들(교실, 교사, 정보 매체)과 능동적으로 접속한다. 핵심은 이 미디어 스페이스가 지식과 사람을 연결하는 물리적·시각적 장벽을 최소화하여 우연하고 빈번한 상호작용을 유도한다는 점이다. 미디어 스페이스 한가운데 배치된 교과 교무실(Teacher’s Station)의 투명한 유리 벽체와 교실을 향해 열린 오픈 스페이스 구성은, 학생이 교사에게 질문을 던지거나 다양한 지식 매체에 다가가는 심리적 문턱을 획기적으로 낮춘다. 이를 통해 닫힌 방 안에 머물던 지식은 외부로 흘러나와 서로 섞이게 되며, 공간 전체가 활성화된 시냅스들의 거대한 교류망으로 작동하게 된다.

- 신경 회로(Neural Circuit): 무한히 팽창하는 네트워크 속에서 정보 과부하를 제어하기 위해 뇌가 일차적인 회로를 구성하듯, 이 학교의 공간 조직은 부분과 전체가 자기유사성을 갖는 프랙탈(Fractal) 구조로 선명하게 나타난다. 전체 학교는 다시 층별, 교과별 특성에 묶인 여러 개의 ‘교과 센터(클러스터)’로 구획된다. 3층의 수학·과학 클러스터, 4층의 영어·국어·사회 클러스터처럼 독립된 영역성을 지닌 각각의 교과 센터는 학생들에게 해당 지식 분야에 깊이 몰입할 수 있는 환경을 제공하며, 이 작은 회로들이 모여 [개인(홈베이스) → 단위 조직(교과 센터) → 전체(학교)]로 이어지는 안정적인 위계를 구축한다.

- 가소성(Plasticity): 신경망이 외부 자극에 따라 회로를 재구성하듯, 이 학교의 물리적 공간은 고정된 하드웨어에 머물지 않고 높은 가소성을 발휘한다. 교실과 미디어 스페이스 사이의 가변형 벽체(폴딩 도어)와 오픈 스페이스 구성은 그날의 학습 형태(소규모 그룹 토론, 대형 강연, 개인의 집중 학습 등)와 학생들의 행태에 따라 공간의 크기와 연결 방식을 실시간으로 변화시킨다. 즉, 물리적 환경 자체

가 지식의 흐름과 사용자의 목적에 따라 스스로 연결망의 형태를 재조직하는 유연한 적응력을 갖춘 것이다.

- 항상성(Homeostasis): 이러한 개방적이고 변화무쌍한 동적 네트워크 환경 속에서 학생들의 심리적 안정은 명확한 개인의 생활 거점인 ‘홈베이스’를 통해 확보된다. 전면적인 이동 수업과 끊임없는 연결의 요구 속에서 홈베이스는 인지적 과부하를 방지하고 시스템이 항상성을 유지할 수 있도록, 신경망의 휴식기와 같은 회복의 시간을 제공하는 공간이다. 역설적으로 이러한 안정적인 기반이 존재하기 때문에, 학생들은 거대한 지식 네트워크 속에서 위축되지 않고 시냅스(미디어 스페이스)로 나아가 외부의 새로운 자극에 능동적으로 반응하는 고도의 적응력을 발휘할 수 있다.

- 창발성(Emergence): 이 모든 미시적 공간 요소들의 복합적인 상호작용이 누적될 때, 비로소 개별 물리적 공간의 단순한 합을 뛰어넘는 고차원적 집단지성이 창발(Emergence)한다. 이타바시 제2중학교의 물리적 장벽이 해체된 개방적 구조는 서로 다른 교과 간의 우연한 마주침을 필연적인 교류로 바꾸어 지식의 ‘공진화(Co-evolution)’를 촉발했다. 실제 4층 문과 존에서는 사회 시간에 토론한 지역 공동체 문제를 국어 작문이나 영어 프레젠테이션으로 확장시키는 등 교과 경계를 넘나드는 융합이 활발히 일어나고 있다. 언젠가 교사에게 다가가 질문하고 토론할 수 있는 환경은 ‘가르치는 자’와 ‘배우는 자’의 수직적 경계를 허물며, 결과적으로 학교 전체를 지식이 역동적으로 순환하는 거대한 하나의 ‘학습 유기체(Learning Organism)’로 진화시켰다.

### 3.3. 소결: 교과센터제의 성취 및 한계

이타바시 제2중학교 사례 분석은 연결주의 교육관을 구현하는 핵심이 단순한 물리적 방의 배치가 아닌, 고도화된 ‘시스템적 연결’에 있음을 실증적으로 확인시켜 주었다. 본 사례는 다원화된 뉴런과 위계적인 신경 회로, 그리고 다방향적 접속을 유도하는 시냅스와 유연한 가소성이 유기적으로 작동할 때, 교육 현장에서 집단지성이라는 창발성이 어떻게 발현되는지를 명확히 증명한다. 이는 본 연구가 제안한 신경망적 학교 공간 모델이 단순한 이론적 메타포를 넘어, AI 시대의 교육적 요구에 부응하는 강력하고 실천적인 건축적 대안임을 시사한다.

그러나 이 선도적인 사례 역시 진정한 의미의 ‘초연결 신경망’으로 나아가는 과도기적 단계에 머물러 있다는 점 또한 부인할 수 없다. 이 학교의 근본적인 한계는 개별 신경 회로(단위 교과 센터)의 내부 시스템은 혁신적으로 네트워크화했으나, 이를 담아내는 전체적인 물리적 골격(Framework)은 여전히 전통적인 학교 건축에 갇혀 있다. 즉, 긴 중복도를 따라 실들이 늘어선 층별로 공간이 단절되는 기존의 골격을 유지한 채 교과센터제라는 새로운 작동 방식만을 얹어 놓다 보니, 거시적 차원에서의 지식 연결은 여전히 ‘직렬적 나열’과 ‘수직적 단절’이라는 물리적 한계에 봉착해 있는 것이다.

생물학적 뇌의 신경망이 동시다발적이고 3차원적인 융합을 이루는 것과 비교할 때, 이처럼 층과 복도로 단절된 선형적 구조는 필연적으로 거시적 시냅스의 확장을 가로막는다. 따라서 미래의 학교 건축은 본 사례가 이룩한 내부적 성과(교과 단위의 신경 회로 구축)를 바탕으로 하되, 전통적인 공간 틀이 가지는 선형적 한계를 과감히 뛰어넘어야 한다. 교과들이 한 줄로 늘어선 양 끝단의 연결이 약화되

거나 층간 교류가 단절되는 문제를 극복하고, 지식과 사람이 상호작용 경계 없이 다방향으로 얽히는 진정한 입체적 네트워크 공간으로 진화해야 하는 것이다.

결국 본 연구의 분석은 이타바시 제2중학교 사례를 통해 교과센터제의 완벽한 신경망적 가능성을 입증한 동시에, 진정한 초연결 지능 공간으로 나아가기 위해 건축의 거시적 형태와 골격 자체를 해체하고 입체적으로 재구성해야 한다는 명확한 건축적 과제를 도출해 냈다는 데 그 의미가 있다.

#### 4. 결론

도래한 초연결 시대의 가장 큰 특징은 개별 요소들이 끊임없이 상호작용하여 이루어내는 ‘융합과 창발’이다. 따라서 개별 요소들에 대한 단편적 이해를 넘어, ‘점들이 연결되어’ 창발해내는 유기적인 상호관계를 거시적으로 통찰하는 능력의 중요성이 대두되고 있다 [13]. 최근 사회적 요인(교육 철학)과 기술적 요인(물리적 공간) 같이 구분되던 분야들을 통합적 관점(사회기술시스템)으로 이해하려는 성찰적 논의의 흐름이 대표적이다[14]. 이러한 관점에 따르면 학교 역시 지향하는 ‘교육 철학’과 이를 담아내는 ‘물리적 공간’이 결코 분리될 수 없는 유기적 관계에 놓여 있으며, 이 둘이 어긋남 없는 상보적 관계 속에서 함께 진화(공진화)할 때 비로소 진정한 교육 환경으로 완성될 것이다.

이러한 통합적 관점에서 한국의 교육 공간은 지향하는 ‘교육 철학’과 구현된 ‘물리적 공간’이 나름의 짝을 이루며 상보적 관계를 유지해 왔다. 과거에는 학습을 ‘개인 내면의 인지적 활동’으로 여기는 교육 철학이 지배적이었고, 이에 따라 물리적 학교의 목표는 ‘개인 내면의 지식 전달을 효율적으로 지원하는 장소’였다. 그렇기에 지식을 보유한 소수가 이를 다수에게 효과적으로 전달하기 위해 발전시킨 통제식 공간과 학습을 철저히 고립된 인지 활동으로 보아 ‘개인의 경쟁력 향상’에 치중한 결과로 나타난 파편적 건축 형태가 필연적으로 작동했던 것이다.

그러나 AI 시대가 도래한 현재, 한국의 교육 현장은 중대한 ‘과도기적 모순’에 직면해 있다. 현장의 교육 철학은 시대적 변화를 체감하며 융합과 지식의 네트워크 연결을 지향하는 쪽으로 급격히 진화하고 있는 반면, 물리적 공간은 여전히 과거의 고립된 환경과 낡은 패러다임에 머물러 있다. 실제로 2000년대 이후 교과교실제 시범 도입(2009), 학교공간혁신사업(2014)의 특화교실, 그린스마트 미래 학교(2021) 등 다각적인 변화를 꾀해왔으나[15], 공간에 대한 근본적인 패러다임 전환이 부재했기에 철학과 공간을 엮어내는 유기적 시스템의 진화로는 나아가지는 못하였다[15].

따라서 현재의 과도기적 모순을 극복하기 위해서는, 연결주의라는 진화한 교육 철학에 걸맞은 새로운 물리적 공간의 구조적 청사진이 제시되어야 한다. AI 시대가 요구하는 인간의 진정한 역량은 고립된 개인의 지식 축적이 아니라, 방대한 지식 네트워크 속에서 이질적인 점들을 연결하며 새로운 가치를 창발해내는 데 있기 때문이다. 결론적으로 본 연구는 “고도화된 지식 네트워크 안에 학생들이 존재하게 하려면, 어떤 형태의 학교 공간으로 재편되어야 할까?”라는 문제의식을 제기하며, 그 구체적인 실천 대안으로 ‘신경망 시스템’을

제안한다. 개별적인 지식(뉴런)의 유기적 연결(시냅스)을 통해 ‘인간 지능’이라는 놀라운 결과를 창발해내는 이 시스템의 공간적 메타포는, AI 시대의 교육 철학과 물리적 공간의 과도기적 괴리를 돌파하고 진정한 의미의 ‘초연결 학교’를 즉각 구현하기 위한[16] 강력한 실천적 모델이 될 것이다.

#### Acknowledgement

이 논문은 2023학년도 홍익대학교 학술연구진흥비에 의하여 지원되었음.

#### References

- [1] OECD, OECD learning compass 2030: A series of concept notes, Paris: OECD Publishing, 2019.
- [2] J. Piaget, Science of education and the psychology of the child, New York: Orion Press, 1970, p.15.
- [3] 한나 크리츨로우, 초연결 지능, (안은미 역), 한국: 21세기 북스, 2025. // (H. Critchlow, Joined-Up Thinking: The Science of Collective Intelligence, (Joint Translation by E.M. Ahn), Korea: Book21, 2025.)
- [4] G. Siemens, Connectivism: A learning theory for the digital age, International Journal of Instructional Technology and Distance Learning, 2(1), 2005.
- [5] D.E. Rumelhart, J.L. McClelland, Parallel distributed processing: Explorations in the microstructure of cognition, Vol. 1: Foundations, Cambridge: MIT Press, 1986, pp.10-11.
- [6] G. Siemens, Knowing knowledge, 1st ed., Raleigh: Lulu.com, 2006, pp.24-26.
- [7] R. Kop, A. Hill, Connectivism: Learning theory of the future or vestige of the past?, The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 9(3), 2008.
- [8] 벤 라인, 뇌는 왜 친구를 원하는가, (고형석 역), 한국: 더 퀘스트, 2025. // (B. Rein, Why Brains Need Friends: The Neuroscience of Social Connection, (Joint Translation by H.S. Go), Korea: The Quest, 2025.)
- [9] 長澤悟, 特集: 教科センター方式による中学校計画 1-2, 文教施設, 16, 2004, pp.32-48. (원작: 『アイ・スパン』 Vol.13, 1996) // (S. Nagasawa, Special feature: Junior high school planning by subject center system 1-2, Educational Facilities, 16, 2004, pp.32-48. Original Work: i-SpanVol.13, 1996)
- [10] 教育環境研究所, 板橋区の学校施設のあり方 (参考資料), 일본: 교육환경연구소, 2009. // (IEE, The future of school facilities in Itabashi Ward (Reference Material), Japan: Institute of Educational Environment, 2009.)
- [11] 長澤悟, ウェルビーイングの視点から学校施設を捉え直す: 新しい学習を創り出す空間、支える場所, 일본: 国立教育政策研究所シンポジウム, 2025. // (S. Nagasawa, Rethinking school facilities from the perspective of well-being, Japan: NIER International Symposium, 2025.)
- [12] 東京都板橋区, 上板橋第二中学校が優良学校施設部門賞を受賞, <https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000012.000129038.html>, 2026.02.28. // (Tokyo Itabashi Ward, Kamiitabashi second junior high school receives the excellent school facility category award, <https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000012.000129038.html>, 2026.02.28.)
- [13] 클라우스 슈밥, 클라우스 슈밥의 제4차 산업혁명 The Next, (김진희 외 역), 한국: 메가스터디북스, 2018, pp.39-53. // (K. Schwab, Shaping the Fourth Industrial Revolution, (Joint Translation by J.H. Kim et al.), Korea: Megastudybooks, 2018.)
- [14] 강정환 외 7인, 초연결 혁명, 미래 지도: 데이터, 노동, 시스템이 바뀐다, 한국: 이데아, 2024, pp.22-47. // (J. Kang et al., Hyperconnected revolution, future map: Data, labor, and systems change, Korea: Idea, 2024, pp.22-47.)
- [15] 김지호, 학교 공간 디자인 산책, 한국: 슬로디미디어, 2025, pp.16-32. // (J.H. Kim, A walk through school space design, Korea: Sloudi Media, 2025, pp.16-32.)
- [16] 함돈균, 초연결 학교, 한국: 쌤앤파커스, 2025, p.252. // (D.G. Ham, Hyperconnected school, Korea: Sam&Parkers, 2025, p.252.)