

SBI와 기존 브레인스토밍의 비교연구

역추적 분석을 통한 디자인 발상 구조 모델링

A Comparison of SBI and Conventional Brainstorming

Structural Modeling of Design Ideation through Reverse Mapping Analysis

주 저 자 : 김태균 (Kim, Tae Gyun)

한국공학대학교 디자인공학부 조교수
tgkim1design@tukorea.ac.kr

<https://doi.org/10.46248/kidrs.2026.1.105>

접수일 2026. 02. 12. / 심사완료일 2026. 03. 13. / 게재확정일 2026. 03. 16. / 게재일 2026. 03. 30.

이 논문은 2024년도 한국공학대학교 학술연구진흥사업에 의하여 연구되었음

Abstract

This study compares the effects of Systematic Brainstorming Ideation (SBI) and conventional brainstorming on the structural characteristics of the design ideation process. An experiment involving thirty university students was conducted with SBI and control groups. Reverse mapping analysis was used to examine idea development from final outcomes to earlier stages using three indices: Total Ideas (TI), Linked Ideas (LI), and Depth Index (DI). Results show that the SBI group produced higher TI and LI values across all stages, indicating greater ideation productivity and stronger structural connectivity. Differences in the Depth Index (DI) were modest, suggesting that DI should be interpreted together with TI and LI rather than independently. Sketch analysis also revealed that SBI generated a more balanced distribution of ideas across four ideation stages, whereas the control group showed stage concentration. These findings suggest that structured ideation approaches can enhance both the quantity and structural organization of ideas. The proposed reverse mapping framework may serve as a basis for future comparisons between human and AI-assisted ideation.

Keyword

Creative Problem-Solving(창의적 문제 해결), Idea Flow Structure(아이디어 흐름 구조), Product Design(제품 디자인), Reverse Mapping(역추적 분석), Systematic Brainstorming Ideation (SBI, 체계적 브레인스토밍 발상)

요약

본 연구는 구조화된 발상 절차인 체계적 브레인스토밍(Systematic Brainstorming Ideation, SBI)이 디자인 발상 과정의 구조적 특성에 미치는 영향을 비교·분석하였다. 실제 대학 수업 환경에서 수행된 실험을 바탕으로 SBI 적용 집단과 기존 브레인스토밍 집단 각 15명씩 총 30명을 대상으로 아이디어 전개 경로를 추적하는 역추적(reverse mapping) 기반 분석을 수행하였다. 분석 결과, SBI 집단은 모든 구간에서 아이디어 총량(Total Ideas, TI)과 아이디어 연결성(Linked Ideas, LI)이 더 높게 나타나 발상 확장성과 구조적 연계성이 강화된 경향을 보였다. 반면 통제군의 상대적으로 높은 깊이 지수(Depth Index, DI)는 아이디어 연결성 감소에 따른 비율 효과로 해석되며 실제 심층성의 증대로 보기는 어려웠다. 또한 스케치 분석에서 SBI 집단은 네 단계 전반에 걸쳐 아이디어가 비교적 균형 있게 분포한 반면, 통제군은 특정 단계에 집중되는 양상을 보였다. 이러한 결과는 구조화된 발상 절차가 아이디어 생성과 연결 구조의 안정성을 동시에 향상시킬 수 있음을 시사한다. 본 연구에서 제시한 발상 구조 분석 틀(TI, LI, DI 기반 역추적 모델)은 향후 AI 기반 발상 지원 시스템의 설계 및 평가 기준으로 확장 가능하다. 또한 인간과 생성형 AI의 발상 구조를 비교·분석하는 연구의 기초 모델로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

목차

1. 서론

- 1-1. 연구 배경 및 목적
- 1-2. 연구 필요성 및 연구 질문

2. 이론적 배경

- 2-1. 발상 과정과 기존 브레인스토밍의 특징
- 2-2. 체계적 브레인스토밍 발상(SBI) 방법 개요와 연구 활용 방법
- 2-3. 역추적 분석을 활용한 발상 과정 분석

3. 연구 방법

- 3-1. 연구 개요
- 3-2. 자료 수집 및 발상 기록의 구조
- 3-3. 분석 절차 및 지표 정의

4. 분석 결과

- 4-1. 아이디어 총량 지수(TI) 비교 분석
- 4-2. 아이디어 연결성 지수(LI) 비교 분석

1. 서론

1-1. 연구 배경 및 목적

디자인 발상 과정은 다양한 아이디어를 생성하는 능력뿐 아니라, 단계 간 사고의 흐름이 체계적으로 연결되는 유기성이 중요하다. 특히 초기 발상이 중간 단계를 거쳐 최종 결과물로 구조적으로 확장되는 과정은 디자인 사고의 깊이와 일관성을 평가하는 핵심 요소로 작용한다. 이러한 맥락에서 발상 과정의 양뿐 아니라, 아이디어가 단계적으로 어떻게 연결되고 발전되는지에 대한 구조적 이해가 요구된다¹⁾.

기존 브레인스토밍(conventional brainstorming)은 자유로운 발상을 통해 아이디어의 양적 확장을 유도하는 효과적인 기법으로 알려져 있다. 그러나 발상 과정에서 사고가 분절되거나 단계 간 의미적 연결이 약화되는 등 구조적 연계성 측면에서 한계를 보이기도 한다. 이러한 경우 생성된 아이디어가 최종 결과물로 체계적으로 발전되지 못하는 문제가 발생할 수 있다²⁾.

이와 대비되는 접근으로, 체계적 브레인스토밍 발상(Systematic Brainstorming Ideation, SBI) 방법은 단계별 사고 전개를 구조화함으로써 발상의 흐름을 유지하고, 중간 아이디어 간의 연결성을 강화하도록 설계되었다³⁾. 이러한 구조화된 발상 기법은 기존 브레인스토밍과 비교했을 때 발상 과정과 사고

1) Shah, J., 'Metrics for measuring ideation effectiveness', Elsevier, Design Studies, Vol.24, No.2, 2003, pp.111 - 134.

2) Paulus, P. B., Kohn, N. W., & Ardititi, L. E., 'Effects of Quantity and Quality Instructions on Brainstorming', Wiley, The Journal of Creative Behavior, Vol.45, No.1, 2011, pp.38 - 46.

- 4-3. 아이디어 깊이 지수 (DI) 비교 및 해석
- 4-4. 구간별 발상 구조 비교
- 4-5. 스케치 사례 기반 발상 흐름 비교
- 4-6. 발상 과정 구조 분석

5. 결론

참고문헌

흐름에서 어떠한 구조적 패턴을 보이는지 실증적으로 분석할 필요가 있다.

1-2. 연구 필요성 및 연구 질문

기존 브레인스토밍은 자유로운 발상을 통해 아이디어 생성을 촉진하지만, 단계 간 연속성과 의미적 연결이 약화되는 한계를 지닌다. 반면 구조화된 발상 기법은 사고 흐름의 연속성과 심화를 유도할 수 있으나, 두 접근 방식의 구조적 차이를 경험적으로 비교한 연구는 제한적이다. 특히 발상 구조 차이의 이해 및 분석을 위해서 아이디어의 생성-연결 경로를 구조적으로 파악할 수 있는 역추적(reverse mapping) 분석이 효과적이다.

이에 본 연구는 실제 대학 수업 환경에서 수집된 자료를 대상으로 역추적 기반 분석을 수행하여 SBI와 기존 브레인스토밍 간 발상 구조의 차이를 탐색적으로 규명하고자 하며, 다음과 같은 연구 질문을 설정하였다.

RQ1. SBI와 기존 브레인스토밍은 단계별 아이디어 총량 지수(TI, Total Ideas)에서 어떠한 차이를 보이는가?

RQ2. 두 발상 방법은 최종 결과물로 이어지는 아이디어 연결성 지수(LI, Linked Ideas)의 구조에서 어떠한 차이를 나타내는가?

3) Kim, T., McKay, A., & Thomas, B., 'A Systematic Brainstorming Ideation Method for Novice Designers based on SECI Theory', Cambridge University Press, Proceedings of the Design Society: International Conference on Engineering Design, 2019, pp.253-262

RQ3. SBI와 기존 브레인스토밍에서 아이디어 깊이 지수(DI, Depth Index)는 어떻게 다르게 나타나는가?

RQ4. 역추적 기반 분석을 통해 관찰되는 발상 흐름의 구조적 패턴은 어떠한 차이를 보이는가?

2. 이론적 배경

2-1. 발상 과정과 기존 브레인스토밍의 특징

디자인 발상은 문제 이해를 바탕으로 다양한 아이디어를 생성하고, 이를 단계적으로 확장·구체화하여 최종 결과물로 연결하는 사고 과정이다. 이 과정은 초기 개념 도출, 중간 단계에서의 의미적 확장, 그리고 최종 결과물의 구체화로 이어지는 구조적 전개를 특징으로 하며, 발상 과정의 효과성은 단순한 아이디어 수뿐 아니라 단계 간 사고의 연속성과 아이디어 간 의미적 연결성을 통해 평가될 수 있다⁴⁾.

기존 브레인스토밍은 비구조적인 전개 방식으로 인해 사고가 분절되거나, 중간 단계에서 생성된 아이디어가 최종 결과물로 충분히 연결되지 못하는 경우가 빈번하게 발생한다⁵⁾. 이러한 특성은 발상 과정 전반의 흐름을 단편화시키고, 초기 아이디어가 점진적으로 심화발전되는 데 한계를 초래할 수 있다. 따라서 기존 브레인스토밍의 한계를 보완할 수 있는 구조적 발상 접근에 대한 논의가 필요하다.

2-2. 체계적 브레인스토밍 발상 (SBI) 방법 개요와 연구 활용 방법

체계적 브레인스토밍 발상(SBI)은 기존 브레인스토밍의 비구조적 성향을 보완하고, 발상 과정의 연속성과 단계 간 의미적 연결성을 강화하기 위해 선행 연구에서 제안된 구조화된 발상 방법이다⁶⁾. 본

4) Hernandez, N. V., Shah, J. J., & Smith, S. M., 'Understanding design ideation mechanisms through multilevel aligned empirical studies', Elsevier, Design Studies, Vol.31, No.4, 2010, pp.382-410.

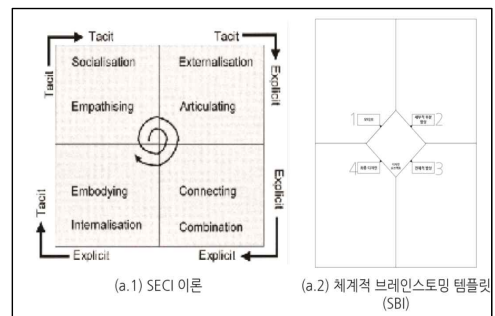
5) Reimlinger, B., Lohmeyer, Q., Moryson, R., & Meboldt, M., 'A comparison of how novice and experienced design engineers benefit from design guidelines', Elsevier, Design Studies, Vol.63, 2019, pp.204-223.

6) Kim, T., 'A design ideation method for novice

연구에서 다루는 SBI는 새로운 발상 기법으로 제안되는 것이 아니라, 이미 정립된 방법론을 기존 브레인스토밍과 비교·분석하기 위한 연구 대상으로 활용된다.

SBI는 지식 창출 과정을 설명하는 SECI (Socialization-Externalization-Combination-Internalization) 모델을 이론적 기반으로 하며, 발상 과정에서 암묵지와 형식지가 순환적으로 변환·확장되는 구조를 반영한다⁷⁾. SECI 모델에서 제시되는 지식 변환의 흐름은 SBI의 단계 구성과 사고 전개 방식에 대응되며, 이를 통해 발상 과정이 단절되지 않고 단계적으로 심화되도록 설계되어 있다.

SBI는 네 개의 주요 단계로 구성된다[표1]. 이러한 단계적 구조는 발상 과정 중 발생하기 쉬운 사고의 단절을 최소화하고, 초기 단계에서 도출된 핵심 의미가 중간 단계를 거쳐 최종 결과물까지 유지·확장되도록 유도한다. 본 연구에서는 이러한 SBI의 단계적 구조를 비교 분석의 기준으로 삼기 위해, 선행 연구에서 제안된 내용을 요약하여 제시한다. [표 1]은 SECI 이론과 SBI의 4단계 구조 간의 대응 관계를 정리한 것으로, 본 논문에서 새롭게 제안된 내용이 아니라 비교 실험을 위한 이론적 기준틀로 활용된다. 또한 [그림 1]과 [표 2]는 기존 브레인스토밍과 SBI의 단계별 발상 구조 차이를 개념적으로 정리한 자료로, 이후 실증 분석에서 관찰되는 발상 흐름의 차이를 해석하기 위한 참고 기준을 제공한다.



[그림 1] SBI 방법의 이론적 기반

designers', University of Leeds, PhD Dissertation, 2021.

7) Nonaka, I., & Toyama, R., 'The knowledge-creating theory revisited: knowledge creation as a synthesizing process', Emerald Group Publishing, Knowledge Management Research & Practice, Vol.1, No.1, 2003, pp.2-10.

[표 1] SECI이론과 SBI 4단계 적용 구조

SECI의 단계별 지식 변환 과정	→	SBI의 단계별 발상 변환 과정
단계 1. 암묵지 공유 감각 및 경험 기반 문제 이해	→	단계 1. 모티브 핵심 의미 및 문제 도출 탐색 및 이해
단계 2. 형식지화 개념화 및 아이디어 구체화	→	단계2. 세부적 부분 발상 핵심 의미를 구성하는 초기 아이디어 확산
단계 3. 지식 결합 요소 결합, 구조화, 및 재구성	→	단계 3. 전체적 발상 세부 요소 통합 기반 구조적 아이디어 도출
단계 4. 내재화 행동 가능성으로 전환 및 변환	→	단계 4. 최종 디자인 통합된 개념 기반 최종 아이디어 도출

[표 2] 기존 브레인스토밍과 SBI의 발상 단계 구조 비교

구분	기존 브레인스토밍	SBI
발상 구조	비구조적 (자유로운 발상 중심)	4단계 구조화 (모티브-세부적 발상-전체적 발상-최종 디자인)
초기 단계	자유로운 아이디어 시작점	핵심 의미 집중 발상 방향 설정
중간 단계	아이디어 간 연결 약함, 단계 생략 가능성 높음	각 요소별 흐름 유지 (세부적 → 전체적 관점)
최종 단계	초반 아이디어와의 연계 약할 가능성 높음	초기 의미가 최종 결과물로 이어지는 경향 강함
사고 흐름	단절 및 편차 발생 가능	구조적 및 연속적 사고 흐름 유지
기대 효과	다양한 아이디어 발산	발상 흐름의 일관성, 구조화, 및 심화

본 연구에서는 체계적 브레인스토밍(SBI)을 아이디어 생성 과정을 단계적으로 안내하여 아이디어의 확장과 연결을 체계적으로 유도하는 구조화된 발상 방법으로 정의한다.

2-3. 역추적 분석을 활용한 발상 과정 분석

디자인 발상 과정의 특성을 이해하기 위해서는 최종 결과물뿐 아니라, 그 이전 단계에서의 사고 전개와 아이디어 간 연결 구조를 함께 분석할 필요가 있다⁸⁾. 역추적 분석은 최종 산출물에서 출발하여

초기 발상 단계로 거슬러 올라가며, 개별 아이디어가 어떠한 경로를 통해 생성-연결-확장되었는지를 분석하는 접근 방법이다⁹⁾. 디자인 발상 과정은 아이디어가 반복적이고 비선형적으로 확장되는 특성을 가지므로, 역추적 분석은 최종 결과물에서 출발하여 아이디어 간 연결 관계와 발전 경로를 체계적으로 재구성할 수 있는 방법이다. 따라서 발상 과정의 비교와 해석을 보다 체계적으로 수행할 수 있게 한다.

특히 스케치 기반 발상 자료는 사고의 흐름이 시각적으로 기록된다는 점에서 역추적 분석에 적합하다. 스케치 간의 연결 관계를 추적함으로써 단계 간 아이디어 전이 경로, 의미적 확장 방식, 그리고 최종 결과물로의 통합 과정을 구조적으로 분석할 수 있다. 이러한 접근은 발상 과정의 연속성과 단계별 반영 정도를 비교하는 데 유용한 분석 틀을 제공한다.

본 연구에서는 역추적 분석을 통해 발상 과정의 구조적 특성을 정량적으로 비교하기 위해 세 가지 지표를 산출하였다. 아이디어 총량 지수(TI, Total Ideas)는 발상 과정 전반에서 생성된 아이디어의 양을 나타내며, 아이디어 연결성 지수(LI, Linked Ideas)는 최종 결과물과 연결된 중간 아이디어의 구조적 연계를 반영한다. 또한 아이디어 깊이 지수(DI, Depth Index)는 아이디어가 단계적으로 얼마나 심화 확장되었는지를 나타내는 지표이다. 각 지표의 정의와 산출 방식은 3.3절과 [표 3]에 제시하였다.

이러한 역추적 기반 지표는 SBI와 기존 브레인스토밍 간 발상 흐름의 차이를 구조적으로 비교하는 핵심 기준으로 활용되며, 특히 SBI의 단계적 구조화가 발상 연결성과 사고 흐름의 안정성에 어떠한 영향을 미치는지를 분석하는 데 중요한 역할을 한다.

3. 연구 방법

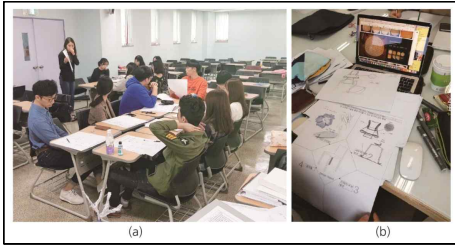
3-1. 연구 개요

본 연구는 기존에 제안된 체계적 브레인스토밍 발상(SBI) 방법과 기존 브레인스토밍 간의 발상 과정 구조 차이를 실증적으로 비교-분석하기 위해 설계되었다. 동일 전공 학생 30명을 대상으로 진행되었으며, 실험군과 통제군은 각각 15명으로 구성하였

8) Goldschmidt, G., 『Linkography: Unfolding the Design Process (Design Thinking, Design Theory)』, The MIT Press, 2014, pp.18-25.

9) Kavakli, M., & Gero, J. S., ‘Sketching as mental imagery processing’, Elsevier, Design Studies, Vol.22, No.4, 2001, pp.347-364.

다. 참여 학생들은 동일한 디자인 수업을 수강하는 학생들로, 동일한 시간과 환경에서 실험이 진행되었다. 실험은 총 1회 실시되었으며, 연구 방법 안내 20분과 디자인 발상 활동 60분을 포함하여 총 80분 동안 진행되었다 [그림2].



[그림 2] 실험 장면

실험군은 구조화된 발상 절차를 제공하는 SBI 템플릿을 활용하여 네 단계(모티브-세부적 발상-전체적 발상-최종 디자인)에 따라 아이디어를 생성하였다. 반면 통제군은 별도의 단계 안내 없이 빈 종이를 활용한 자유로운 브레인스토밍 방식으로 발상을 수행하였다. 두 집단은 동일한 과제 조건에서 발상을 수행하였으며, 모든 참여자는 스케치 기반으로 발상 기록을 남겼다.

3-2. 자료 수집 및 발상 기록의 구조

본 연구에서는 학생들의 디자인 발상 과정을 분석하기 위해 '아이디어 유닛(idea unit)'을 최소 발상 단위로 설정하였다. 아이디어 유닛은 하나의 독립적인 발상 개념 또는 기능적-형태적 아이디어를 포함하는 최소 표현 단위를 의미한다. 학생들이 작성한 스케치 기록과 아이디어 노트를 분석하여, 기존 아이디어에서 새로운 기능을 추가하거나 형태적 변형을 제안하는 등 독립적인 발상 요소가 나타난 경우, 이를 새로운 아이디어 유닛으로 구분하였다. 예를 들어, 기존 제품의 구조를 유지하면서 새로운 기능을 추가한 경우나 동일한 문제 해결 방향을 기반으로 다른 형태의 해결안을 제안한 경우 각각을 별도의 아이디어 유닛으로 분절하였다. 이후 역추적 분석을 적용하여 두 집단의 발상 과정을 동일한 기준에서 비교하였다.

발상 자료는 참여자들이 과제 수행 과정에서 작성한 스케치 결과물을 수집하여 디지털 자료로 변환

하였다. 실험군의 발상 기록은 SBI 템플릿 구조에 따라 네 단계로 명확히 구분되어 있으며, 각 단계는 독립된 의미-기능-형태 단서를 포함하는 최소 발상 단위인 아이디어 유닛으로 정리되었다.

반면 통제군의 발상 기록은 단일 공간에 자유롭게 기록된 형태로, 단계별 발상 흐름을 직접적으로 확인하기 어렵다. 이에 따라 통제군의 아이디어 유닛의 형태-기능-의미적 속성 분석을 바탕으로 SBI의 네 단계에 대응되도록 재분류하였다[그림 6 파란색 원형]. 다만 이러한 단계 재분류는 구조적 비교를 위한 분석 도구로 적용된 것이며, 통제군에 SBI 절차를 사후적으로 적용한 것은 아니다.

다음으로, 실험군과 통제군의 발상 기록 모두를 시간적 흐름 또는 의미 확장 순서가 드러나도록 선형 구조(linear structure)로 재구성하였다[그림6,7]. 이러한 방법으로 재구성된 아이디어 유닛은 이후 역추적 분석 및 발상 지표(TI, LI, DI) 산출에 활용되었다.

3-3. 분석 절차 및 지표 정의

발상 과정의 구조적 특성을 비교하기 위해 역추적 분석을 적용하였다. 역추적 분석은 최종 발상 결과물(Final Design)부터 시작하여, 해당 결과가 어떤 중간 단계의 아이디어 유닛에 의해 형성되었는지를 단계별로 거슬러 이해하고 분석하는 방법이다. 이를 통해 발상 흐름의 연속성, 의미적 연결성, 그리고 개별 아이디어의 기여 양상을 구조적으로 분석할 수 있다.

아이디어 간 연결 여부는 스케치 간 의미적 연관성, 기능적 연계성, 형태적 발전 관계를 기준으로 판단하였다. 구체적으로는 (1) 이전 아이디어의 기능적 개념이 이후 아이디어에서 확장된 경우, (2) 이전 아이디어의 형태 요소가 이후 아이디어에서 변형 또는 발전된 경우, (3) 동일한 문제 해결 방향을 기반으로 새로운 아이디어가 도출된 경우를 연결 관계로 판단하였다. 하나의 아이디어가 여러 단계를 거치는 경우에는 연결이 귀결되는 단계에 귀속하여 분석하였다.

코딩 과정의 객관성과 신뢰도를 확보하기 위해 연구자 외에 디자인 전공 연구자 1인이 독립적으로 코딩에 참여하였다. 두 평가자는 동일한 코딩 기준을 바탕으로 전체 자료의 30% 표본을 상충-하위권 통제 및 실험군으로부터 각각 독립적으로 균형포집

하여 코딩하였으며, 평가자 간 일치도는 Cohen's Kappa 계수를 통해 검증하였다. 분석 결과 아이디어 유닛 분절의 Cohen's Kappa 값은 $\kappa = 0.78$ 로 나타나 코딩 결과의 신뢰 가능한 수준의 합치도를 확인하였다 (Substantial agreement).

역추적 분석을 통해 본 연구에서는 세 가지 발상 지표를 산출하였다[표 3]. 아이디어 총량 지수(TI, Total Ideas)는 발상 과정 전반에서 생성된 전체 아이디어 유닛의 수를 의미하며, 발상량을 비교하기 위한 지표이다. 아이디어 연결성 지수(LI, Linked Ideas)는 최종 디자인 결과물과 의미적·기능적·형태적으로 직접적으로 연결된 아이디어 유닛의 수를 나타내며, 발상 과정 내 구조적 연결성을 반영한다. 아이디어 깊이 지수(DI)는 최종 디자인과 연결된 아이디어 수(LI)를 전체 아이디어 수(TI)로 나눈 비율(LI/TI)로 산출되며, 값의 범위는 0-1 사이로 나타난다. 다만 DI는 TI와 LI의 상대적 관계에 따라 값의 해석이 달라질 수 있으므로 단일 지표로 해석하기보다 TI와 LI와 함께 종합적으로 해석하였다.

[표 3] 발상 지표(TI, LI, DI)의 정의 및 분석 목적

비고	지표명	정의	분석 목적
1	Total number of Ideas index(TI)/아이디어 총량지수	전체 생성된 아이디어 수	발상량 비교
2	Linked number of Ideas index(LI)/아이디어연결성지수	최종 디자인 연결 아이디어 수	발상 흐름의 연결성
3	Depth Index (DI)/아이디어 깊이 지수	TI 대비 LI의 비율 (LI/TI)	발상 깊이 및 구조적 안전성

역추적 분석은 특정 발상 방법의 단계 구조를 강제로 적용하기 위한 것이 아니라, 서로 다른 발상 과정에서 나타나는 아이디어 생성과 연결 구조를 동일한 분석 틀에서 비교하기 위한 목적을 가진다. 따라서 실험군(SBI)과 통제군(기존 브레인스토밍)의 발상 결과물을 동일한 분석 기준에 따라 역추적하여 아이디어 흐름을 재구성하였으며, 이를 통해 두 집단에서 나타나는 아이디어 생성량, 연결 구조, 발상 깊이의 차이를 공통된 지표 체계(TI, LI, DI)를 통해 비교 분석하였다.

정량적 지표 분석과 함께 발상 흐름의 전개 방식, 중간 단계 아이디어의 역할, 스케치 구조의 조직화 정도 등을 중심으로 정성적 비교 분석도 병행하였

다. 이러한 정량·정성 분석의 통합을 통해 SBI와 기존 브레인스토밍이 발상 과정에서 나타내는 구조적 특징과 사고 흐름의 차이를 비교·검토하였다.

본 연구에서는 집단 간 평균 차이의 통계적 유의성을 확인하기 위하여 독립표본 t-검정을 추가적으로 수행하였다. TI, LI, DI 각각에 대해 실험군과 통제군 간 평균 차이를 검증하였으며, 유의수준은 $p < 0.05$ 로 설정하였다. 구체적인 통계 결과는 다음 장의 분석 결과에서 제시한다.

4. 분석 결과

4.1. 아이디어 총량 지수(TI) 비교 분석

아이디어 총량 지수(TI)는 각 집단에서 생성된 아이디어의 전체 규모를 나타내는 지표로, 발상 과정에서의 아이디어 생성 능력을 비교하기 위해 분석되었다. 표 4에 나타난 결과에 따르면, 실험군은 모든 집단에서 통제군보다 높은 아이디어 총량을 보였다. 상위군의 경우 통제군은 9.0, 실험군은 14.5로 나타나 +5.5의 증가를 보였으며, 이는 약 61.1%의 증가율에 해당한다. 중위군에서는 통제군 6.5, 실험군 11.0으로 +4.5 증가하여 약 69.2%의 증가율을 보였다.

전체 평균에서는 통제군 6.7, 실험군 10.3으로 +3.6 증가하여 약 53.7%의 증가율을 보였다. 두 집단 간 아이디어 총량(TI)의 차이를 검증하기 위해 독립표본 t-test를 실시한 결과, 실험군이 통제군보다 유의하게 높은 값을 보였다 ($t(28)=2.41$, $p < 0.05$). 이러한 결과는 SBI 방법이 전반적으로 아이디어 생성량을 증가시키는 경향이 있음을 보여주며, 특히 중위군과 상위군에서 상대적으로 높은 증가율이 나타났다. 또한 Cohen's $d = 0.90$ 로 나타나, SBI 방법이 아이디어 생성량 증가에 비교적 큰 효과를 보이는 것으로 해석된다.

[표 4] 아이디어 총량 지수(TI) 비교 분석

구분	아이디어 총량 지수(TI)			
	통제군	실험군	증가량	증가율
상위군	9.0	14.5	+5.5	+61.1%
중위군	6.5	11.0	+4.5	+69.2%
하위군	4.5	5.5	+1.0	+22.2%
평균	6.7	10.3	+3.6	+53.7%

4.2. 아이디어 연결성 지수(LI) 비교 분석

최종 디자인 결과물과 직접적으로 연결되는 아이디어의 수를 의미하는 아이디어 연결성 지수(LI)는 실험군은 모든 집단에서 통제군보다 높은 연결성 지수를 보였다[표5]. 상위군과 중위군의 실험군은 각각 +2.0 및 +1.0 증가하여 약 200%와 50%의 증가율을 보여주었다. 하위군에서는 통제군 1.5에서 실험군 3.0으로 약 100%의 증가율이 나타났다. 또한 효과크기 분석 결과 Cohen's $d = 0.82$ 로 나타나, SBI 방법이 아이디어 간 연결성을 강화하는 데 중간 이상의 효과를 가지는 것으로 나타났다.

전체 평균에서도 통제군 1.5에서 실험군 3.0으로 +1.5 증가하여 약 100%의 증가율을 보였다. LI 역시 두 집단 간 차이가 통계적으로 유의하였다 ($t(28) = 2.74, p < .01$). 이러한 결과는 SBI 방법이 단순히 아이디어의 양을 증가시키는 것뿐 아니라, 생성된 아이디어가 최종 결과물과 연결되는 구조적 흐름을 강화하는 데 기여할 수 있음을 보여준다.

[표 5] 아이디어 연결성 지수(LI) 비교 분석

구분	아이디어 연결성 지수(LI)			
	통제군	실험군	증가량	증가율
상위군	1.0	3.0	+2.0	+200%
중위군	2.0	3.0	+1.0	+50%
하위군	1.5	3.0	+1.5	+100%
평균	1.5	3.0	+1.5	+100%

4.3. 아이디어 깊이 지수(DI) 비교 및 해석

아이디어 깊이 지수(DI) 분석 결과에 따르면, 상위군에서는 통제군 0.1에서 실험군 0.2로 +0.1 증가하여 약 100%의 증가율을 보였다. 중위군에서는 통제군과 실험군 모두 0.3으로 나타나 큰 변화는 관찰되지 않았다. 반면 하위군에서는 통제군 0.3에서 실험군 0.6으로 +0.3 증가하여 약 100%의 증가율을 보였다. 효과크기 분석 결과 Cohen's $d = 0.35$ 로 나타나, SBI 방법은 아이디어의 깊이 측면에서도 일정 수준의 효과를 보이는 것으로 나타났다.

전체 평균에서는 통제군 0.2, 실험군 0.3으로 +0.1 증가하여 약 50%의 증가율이 나타났다. DI에서도 집단 간 차이가 통계적으로 유의하게 나타났다

($t(28) = 2.18, p < .05$). 이러한 결과는 SBI 방법이 특히 발상 구조가 비교적 단순한 집단에서 아

아이디어의 구조적 발전과 연결성을 강화하는 경향을 보일 수 있음을 시사한다.

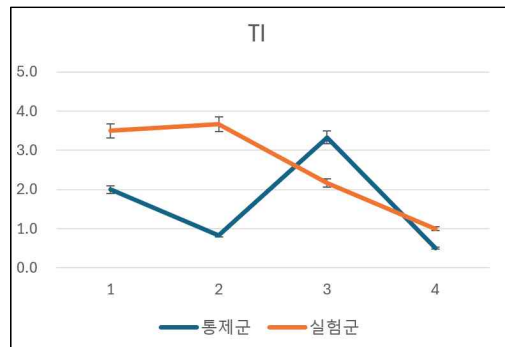
[표 6] 아이디어 깊이 지수(DI) 비교 분석

구분	아이디어 깊이 지수(DI)			
	통제군	실험군	증가량	증가율
상위군	0.1	0.2	+0.1	+100%
중위군	0.3	0.3	0	0%
하위군	0.3	0.6	+0.3	+100%
평균	0.2	0.3	+0.1	+50%

4.4. 구간별 발상 구조 비교

SBI의 네 단계를 기준으로 각 단계에서 생성된 아이디어의 TI 분포를 비교한 결과, 실험군은 상중하 모든 구간에서 네 단계 전반에 걸쳐 비교적 고르게 아이디어가 분포하는 양상을 보였다[그림 3]. 이는 발상 과정이 특정 단계에 집중되기보다는 단계 전반에 걸쳐 전개되었음을 시사한다.

반면 통제군은 특정 단계에 아이디어가 집중되거나 일부 단계에서 아이디어 생성이 상대적으로 제한되는 경향이 반복적으로 관찰되었다. 이러한 단계별 분포 차이는 두 집단 간 발상 흐름 구조가 상이하게 전개되었음을 보여준다.

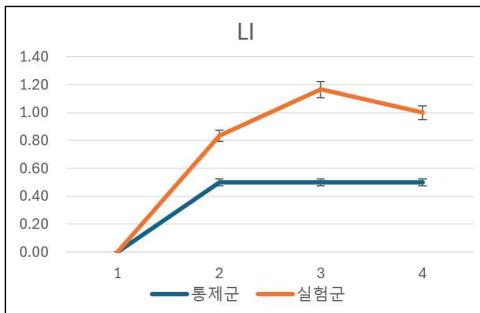


[그림 3] TI 지표의 구간별 비교 그래프

아이디어 연결성 지수 (LI)는 발상 과정에서 생성된 아이디어가 이후 단계의 결과와 구조적으로 연결되는 관계를 나타내는 지표이다. 본 연구에서는 단계 간 연결 관계를 보다 명확하게 분석하기 위해, 하나의 아이디어가 여러 단계를 가로지르는 경우 연결이 귀결되는 단계에 귀속하여 LI를 집계하였다. 이러한 방식은 단계 간 연결 구조를 중복 없이 파악

하기 위한 코딩 기준으로 적용되었다.

분석 결과, 실험군은 전반적으로 각 단계에서 LI 값이 비교적 안정적으로 분포하는 경향을 보였으며, 특히 3단계에서 연결성이 상대적으로 증가하는 양상이 확인되었다. 이는 SBI 과정에서 아이디어가 단순히 증가하는 것에 그치지 않고, 이전 단계에서 생성된 아이디어가 이후 단계의 발상으로 확장되며 구조적으로 통합되는 경향을 반영한다. 반면 통제군의 경우 특정 단계에서 연결성이 집중되거나 감소하는 변동이 상대적으로 크게 나타나 발상 구조의 단계 간 연계성이 일정하지 않은 경향을 보였다(그림 4).



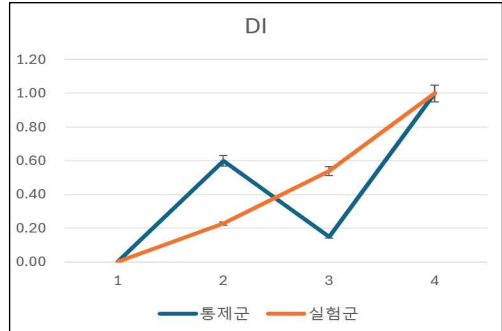
[그림 4] LI 지표의 구간별 비교 그래프

아이디어 깊이 지수(DI)는 전체 아이디어 수(TI) 대비 연결된 아이디어 수(LI)의 비율(LI/TI)로 산출되며, 아이디어 생성 과정에서의 구조적 연결 효율을 비교하기 위한 지표이다. 분석 결과, 단계별 DI 분포는 두 집단 모두 단계에 따라 변동하는 양상을 보였으나 그 패턴에는 차이가 나타났다. 통제군은 일부 단계에서 DI 값이 상대적으로 크게 나타나는 구간이 확인되었으며, 이는 해당 단계에서 생성된 아이디어 수(TI)가 상대적으로 적은 상태에서 연결 아이디어가 집중된 결과로 해석될 수 있다.

반면 실험군에서는 2-3단계 구간에서 비교적 안정적인 DI 분포가 나타났으며, 이는 발상 과정에서 아이디어 생성과 연결이 함께 이루어지는 구조가 형성되었음을 시사한다. 또한 두 집단 모두 최종 단계에서는 생성된 아이디어가 결과물과 직접 연결되면서 DI 값이 높게 나타나는 공통적 특성이 확인되었다(그림 5).

이러한 결과는 구조화된 발상 절차가 아이디어의 단순한 양적 증가뿐 아니라 단계 간 연결 구조 형성에도 영향을 미칠 수 있음을 보여주며, SBI 기반 발

상 과정이 아이디어 흐름의 구조적 안정성을 강화하는 경향을 가질 수 있음을 시사한다.



[그림 5] DI 지표의 구간별 비교 그래프

이러한 차이는 발상 과정의 단계적 전개 방식에서 기인하는 것으로 해석할 수 있다. SBI는 발상 과정을 구조화된 단계 흐름 속에서 진행하도록 설계되어 있어 초기 단계에서 생성된 아이디어가 이후 단계로 연결·확장되는 경향이 나타난다. 반면 기존 브레인스토밍에서는 특정 단계에서 아이디어 생성이 집중되거나 단절되는 패턴이 관찰되어 발상 흐름의 구조적 안정성이 상대적으로 낮은 경향을 보였다.

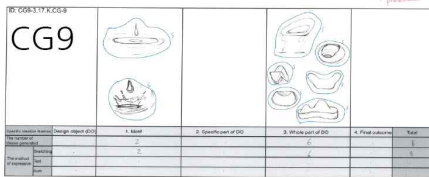
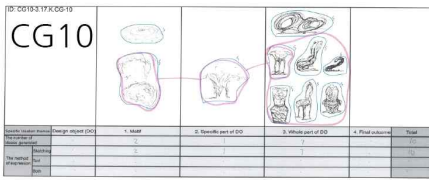
4.5. 스케치 사례 기반 발상 흐름 비교

정량적 비교 결과를 보다 직관적으로 확인하기 위해 구간별로 선정된 참여자의 발상 스케치 사례를 분석하였다(그림 6). 통제군에서는 특정 단계에 아이디어가 집중되고 단계 간 전이가 제한되는 경향이 나타난 반면, 실험군에서는 네 단계 전반에 아이디어가 비교적 균형 있게 분포하며 단계 간 연결이 보다 명확하게 나타났다. 이러한 사례 분석은 정량 지표에서 관찰된 발상 구조 차이가 실제 발상 기록에서도 유사하게 나타남을 시각적으로 보여준다.

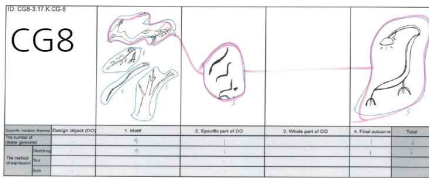
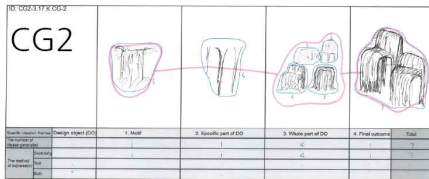
[그림 6]의 원형과 연결선은 역추적 분석을 통해 도출된 아이디어 유닛 간 구조적 관계를 나타낸 것이다. 파란색 원형은 각 단계의 아이디어 유닛을, 붉은색 원형은 최종 디자인과 직접 연결된 아이디어(LI)를 의미한다. 붉은색 연결선은 아이디어 간 의미적·기능적·형태적 연계를 표시하며, 이러한 표시는 정량 지표(TI, LI, DI) 분석에서 확인된 연결 구조를 시각화한 것이다.

통제군

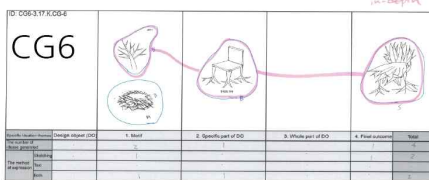
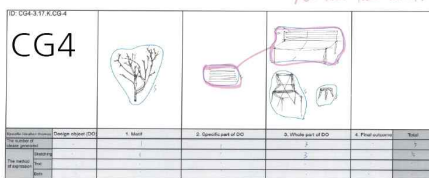
(a) 상위군



(b) 중위군

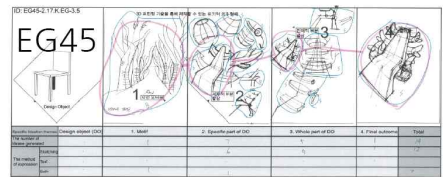
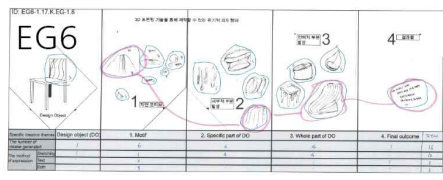


(c) 하위군

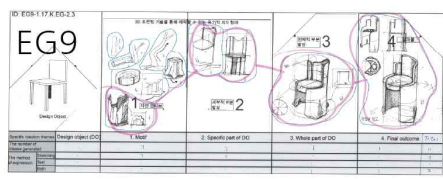


실험군

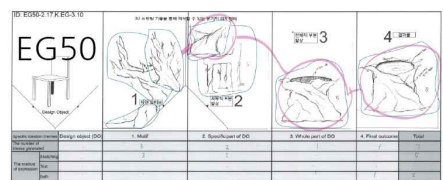
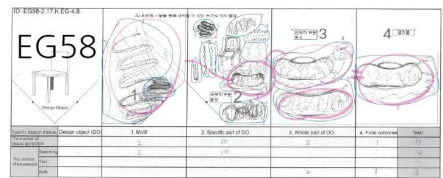
(a) 상위군



(b) 중위군



(c) 하위군



[그림 6] 통제군과 실험군의 발상 스케치 및 아이디어 연결 구조 비교

4.6. 발상 과정 구조 분석

본 연구에서는 기존 브레인스토밍과 체계적 브레인스토밍 발상(SBI) 방법의 차이를 아이디어 총량(TI), 아이디어 연결성(LI), 아이디어 깊이(DI) 지표를 통해 비교 분석하였다. 분석 결과, SBI를 적용한 실험군은 전반적으로 아이디어 생성 규모와 연결 구조에서 통제군보다 높은 수준을 보이는 경향이 확인되었다.

아이디어 총량(TI)의 경우, 실험군은 모든 집단에서 통제군보다 높은 값을 나타냈으며, 전체 평균에서도 통제군 6.7에서 실험군 10.3으로 증가하여 약 53.7%의 증가율을 보였다. 특히 상위군과 중위군에서 비교적 높은 증가율이 나타나, SBI 방법이 발상 과정에서 아이디어 생성 규모를 확장하는 데 일정한 영향을 미친 것으로 해석할 수 있다.

아이디어 연결성(LI) 분석에서도 실험군은 모든 집단에서 통제군보다 높은 값을 보였다. 평균값 기준으로 통제군 1.5에서 실험군 3.0으로 증가하여 약 100%의 증가율이 나타났으며, 이는 생성된 아이디어가 최종 결과물과 직접적으로 연결되는 구조가 강화되었음을 의미한다. 특히 상위군과 하위군에서 연결성 증가가 뚜렷하게 나타났다.

아이디어 깊이 지수(DI) 분석에서는 집단 간 차이가 일부 상이한 양상을 보였다. 상위군과 하위군에서는 실험군의 DI 값이 통제군보다 높게 나타났으며, 특히 하위군에서 상대적으로 큰 증가가 관찰되었다. 반면 중위군에서는 두 집단 간 큰 차이가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 SBI 방법이 모든 집단에서 동일한 방식으로 작동하기보다는, 발상 구조가 비교적 단순한 집단에서 아이디어의 구조적 발전과 연결을 강화하는 방향으로 작용할 가능성을 시사한다. 효과크기(effect size)를 검토한 결과, SBI 방법은 아이디어 생성량과 연결성 측면에서 중간에서 큰 수준의 효과를 보였으며, 이는 구조화된 발상 방법이 발상 과정의 양적 및 구조적 측면에 의미 있는 영향을 미칠 수 있음을 시사한다.

이러한 결과는 단순히 SBI 집단이 더 많은 아이디어를 생성했다는 양적 차이를 넘어, 발상 과정에서 형성되는 아이디어 간 구조적 관계의 차이를 보여준다는 점에서 의미가 있다. 기존 브레인스토밍 연구가 주로 아이디어 수나 결과 중심의 평가에 초점을 두어 왔다면, 본 연구는 역추적 분석을 통해 아이디어 생성-연결-심화 과정의 구조적 흐름을 TI, LI, DI 지표로 분석함으로써 발상 과정 자체를 비교

가능한 분석 대상으로 제시하였다. 이러한 접근은 구조화된 발상 절차가 아이디어 생성뿐 아니라 아이디어 간 연결성과 단계적 발전을 촉진할 수 있음을 시사하며, 디자인 발상 방법론 연구와 디자인 교육에서 구조화된 발상 프로세스의 활용 가능성을 보여준다는 점에서 의의를 가진다.

5. 결론

본 연구는 체계적 브레인스토밍 발상(SBI)과 기존 브레인스토밍 간 발상 과정의 구조적 차이를 실증적으로 비교하였다. 실제 대학 수업 환경에서 수집된 스케치 자료를 대상으로 역추적(reverse mapping) 분석을 적용하고, 아이디어 총량(TI), 연결성(LI), 깊이(DI) 지표를 중심으로 발상 흐름의 구조를 정량-정성적으로 검토하였다.

분석 결과, SBI 집단은 통제군에 비해 더 많은 아이디어를 생성하였으며, 최종 결과물과 연결된 아이디어의 비중 또한 높게 나타났다. 이러한 경향은 상-중-하위군 전반에서 일관되게 관찰되었으며, 구조화된 절차가 발상 수준의 편차를 완화하고 연결 구조의 안정성을 강화할 수 있음을 시사한다.

DI의 경우 단독 지표로 해석하기보다 TI와 LI의 관계 속에서 종합적으로 판단할 필요가 확인되었다. 통제군에서 일부 높은 DI 값이 나타났으나, 이는 아이디어 총량과 연결성이 모두 낮은 상태에서 산출된 비율 효과로 해석된다. 반면 SBI에서는 TI와 LI가 동시에 증가하는 구조가 반복적으로 나타나 발상 흐름의 구조적 안정성이 유지되는 경향을 보였다.

또한 단계별 분포 및 사례 분석 결과, SBI 집단은 네 단계 전반에 걸쳐 비교적 균형 있는 발상 흐름을 보인 반면, 통제군은 특정 단계에 집중되는 패턴이 반복되었다. 이는 발상 과정이 구조적으로 안내될 경우 사고 흐름의 연속성과 단계 간 연결이 보다 안정적으로 유지될 수 있음을 보여준다.

본 연구는 디자인 발상 연구에서 발상 결과 중심의 기존 평가를 넘어 발상 과정의 구조적 분석 가능성을 제시했다는 점에서 의의를 가진다. 특히 아이디어 총량 중심의 평가를 넘어 연결성과 구조적 흐름을 분석 가능한 지표 체계(TI, LI, DI)를 제시하고, 역추적 분석을 통해 발상 결과뿐 아니라 발상 과정 자체를 분석 가능한 연구 대상으로 확장하였

다. 또한 본 연구에서 제시한 발상 구조 분석 틀은 인간 발상 과정에서 나타나는 아이디어 생성, 연결, 심화의 구조적 흐름을 체계적으로 파악할 수 있는 분석 모델로서 의미를 가진다. 다만 표본 규모와 연구 맥락의 제한으로 인해 결과의 일반화에는 한계가 있으며, 향후 다양한 디자인 문제 유형과 생성형 AI 기반 발상 도구 환경을 포함한 확장 연구를 통해 인간 발상 구조와 AI 발상 구조 간의 차이를 비교·분석하는 연구로 발전될 필요가 있다.

참고문헌

1. Goldschmidt, G., 『Linkography: Unfolding the Design Process (Design Thinking, Design Theory)』, The MIT Press, 2014
2. Hernandez, N. V., Shah, J. J., & Smith, S. M., ‘Understanding design ideation mechanisms through multilevel aligned empirical studies’, Elsevier, Design Studies, Vol.31, No.4, 2010
3. Kavakli, M., & Gero, J. S., ‘Sketching as mental imagery processing’, Elsevier, Design Studies, Vol.22, No.4, 2001
4. Kim, T., McKay, A., & Thomas, B., ‘A Systematic Brainstorming Ideation Method for Novice Designers based on SECI Theory’, Cambridge University Press, Proceedings of the Design Society: International Conference on Engineering Design, 2019
5. Nonaka, I., & Toyama, R., ‘The knowledge-creating theory revisited: knowledge creation as a synthesizing process’, Emerald Group Publishing, Knowledge Management Research & Practice, Vol.1, No.1, 2003
6. Paulus, P. B., Kohn, N. W., & Arditti, L. E., ‘Effects of Quantity and Quality Instructions on Brainstorming’, Wiley, The Journal of Creative Behavior, Vol.45, No.1, 2011,
7. Reimlinger, B., Lohmeyer, Q., Moryson, R., & Meboldt, M., ‘A comparison of how novice and experienced design engineers benefit from design guidelines’, Elsevier, Design Studies, Vol.63, 2019
8. Shah, J., ‘Metrics for measuring ideation effectiveness’, Elsevier, Design Studies, Vol.24, No.2, 2003,
9. Kim, T., ‘A design ideation method for novice designers’, University of Leeds, PhD Dissertation, 2021