

인간발달연구를 위한 새로운 패러다임의 모색

장 휘 숙

충남대학교 심리학과

인간발달연구의 중심주제인, 발달적 변화를 설명하는 기존의 패러다임으로서 기계론적 모델, 유기체론적 모델, 맥락적 모델(발달적 맥락주의 포함)을 설명하고 새로운 패러다임으로서 복잡성 과학을 논의하였다. 복잡성 과학이란 물리학, 화학, 생물학 등 자연과학 분야에서 도출된 여러 이론들 즉, 비선형 역동적 체계이론, 비평형 열역학, 자기조직화 이론, 파국이론 그리고 카오스 이론 등을 집합적으로 지칭하는 명칭으로 공간적으로 단순하면서도 복잡한 체계의 시간적 행동을 이해하려고 시도하는 새로운 이론적 조망이다. 카오스, 비선형적 역동 및 자기조직화 개념을 중심으로 이 새로운 패러다임의 특성을 설명하였다. 이와함께 복잡성 과학과 심리학 그리고 발달심리학의 관계는 물론 복잡성 과학에 기초한 발달적 변화를 측정하는 방법도 함께 고찰하였다. 결론적으로 복잡성 과학은, 구체적인 방법론의 적용에 어려움이 있기는 하지만, 정상적 발달은 물론 병리적 발달의 원인과 과정에 대해서도 유용한 정보를 제공할 수 있을 것이라는 연구자의 관점이 논의되었다.

핵심어 : 복잡성 과학 • 카오스 • 비선형적 역동 • 자기조직화

발달심리학 혹은 인간발달이라는 학문의 중심주제는 변화이다. 따라서 변화를 어떻게 기술하고 정의하는가가 발달의 핵심적 문제이다. 그러나 발달적 변화는 철학적 관점에 따라 다르게 기술될 수 있다. 그것은 패러다임(paradigm: Kuhn, 1970)이나 모델(model: Overton & Reese, 1973), 세계관(world view: Kuhn, 1970) 혹은 세계가설(world

hypothesis: Pepper, 1942)이라고 불리워진다. 이 논문에서는 우리가 이미 활용하고 있는 기존의 패러다임으로서 기계론적 모델 (mechanistic model)과 유기체론적 모델(organismic model) 및 맥락적 모델(contextual model)를 설명하고 새로운 패러다임으로서 복잡성 과학 (complex science)을 고찰하기로 한다.

* 본 논문은 2000년 한국인간발달학회 제7회 심포지움 '충격적 미래사회의 전망과 인간발달'에 발표된 것을 수정 게재한 것임

기계론적 모델

기계론적 모델의 핵심가정은 모든 과학적 사건들은 동일한 법칙에 의해 이해될 수 있다는 것이다(Overton & Reese, 1973). 이 견해를 지지하는 연구자들은 물리학과 화학이 기본적 자연과학이며 이 학문의 법칙이 모든 학문의, 모든 수준의 현상적 분석에 동일하게 적용될 수 있다고 가정한다. 뉴턴의 만유인력법칙의 기초인 이 기계론적 모델에 의하면 모든 사물은, 그것이 살아있든 살아있지 않든, 원자나 분자로 만들어져 있다. 궁극적으로 원자나 분자가 어떻게 기능하는가를 이해한다면, 자연세계에 있는 모든 것들의 구성요소를 이해할 수 있다.

인간의 심리적 기능도 예외가 아니다. 기계론자들은 물리학과 화학의 메커니즘을 참조하면 인간의 심리적 기능이 이해될 수 있다고 강조하고 심리적 현상을 이해하려고 할 때도 화학과 물리학의 법칙인 기본적, 요소적 단위로 단순화시켜서 분석해야한다고 주장한다. 이와같은 환원주의적 가정은 우리가 물리적, 기계적 체계에 대해 충분히 알고 있다면, 적어도 원칙적으로 모든 자연현상을 설명할 수 있다는 것이다. 모든 수준의 자연현상이 기본적인 물리-화학적 수준의 현상으로 환원될 수 있기 때문에, 동일한 법칙은 모든 수준의 현상에 계속적으로 적용될 수 있고 연속성을 가질 수 있다. 그러므로 수준간의 차이는 질적인 것이 아니며 단지 양적으로만 차이가 있다.

기계론적 입장의 기본적 특성을 요약하면 다음과 같이 정리될 수 있다.

① 자연과학 견해이다.

② 환원주의적 견해이다.

③ 연속성 견해이다.

④ 과학의 통일성 견해이다.

⑤ 양적 견해이다.

⑥ 부가적(첨가적) 견해이다.

이와같은 기계론적 입장은 인간에 대한 빈-유기체 모델을 생성하였고 행동주의이론으로 표현되었다. 이 이론은 조건화 법칙에 의해 세계가 통제되며 모든 행동은 자극-반응관계의 기본적 법칙으로 환원됨으로써 이해될 수 있다고 가정한다. 기계는 외부의 에너지가 그것을 활성화할 때까지 수동적이기 때문에, 인간은 환경자극이 행동하도록 야기시킬 때까지 또한 수동적이다. 그러므로 환경은 인간행동을 형성하는 근원이다.

기계론적 입장에서의 발달적 변화는 행동 레퍼토리에서의 변화를 의미하며 조건화 과정에 의해 행동적 레퍼토리가 덧붙여지거나 감소되는 것에 해당한다. 따라서 인간은 전생애 동안 질적으로 동일한 행동단위를 지니며 단지 행동 레퍼토리의 양에서만 변화가 있을 뿐이다. 이와같이 환원주의적 입장을 취하는 기계론적 모델은, 질적 변화를 인정하지 않기 때문에, 과거의 어떤 시점에서 우리의 현재를 예측하는 것이 가능하며 또한 과거의 그 시기는 더 이른 시기에서 예측될 수 있다고 가정한다.

요약하면 기계론적 모델은 요소주의적·환원주의적 모델로서 인간기능은 그것의 핵심적 구성요소로 환원되고 이 요소들의 기능을 지배하는 법칙은 삶에 걸쳐 연속적으로 적용될 수 있다. 따라서 이 조망내에서는 진정한 질적 불연속성은 존재하지 않으므로 새로움도 없고 출현도

없고 점성성도 없고 단지 양적 차이만 존재할 뿐이며 인간발달에서 유일하게 변화하는 것은 유기체의 레퍼토리 속의 S-R 연결의 수이다. 그러나 문제는 기계론적 주장과는 다르게 인간발달의 각 수준에서 질적으로 상이한 새로운 특성이 출현한다는 것이다. 이 새로운 특성은 더 낮은 기본적 수준에서는 존재하지 않았던 것이므로 더 작은, 기존의 요소로 환원될 수 없다. 다시 말하면 인간발달에는 질적으로 새로운 것, 불연속적 현상이 존재하기 때문에 우리는 새로운 모델을 필요로 한다.

유기체론적 모델

유기체론적 모델에서 중요시되는 개념은 유기체, 삶 그리고 조직화된 체계(organized system)이다. 이 입장의 지지자들(Bertalanffy, 1933; Schneirla, 1957; Tobach, 1981)은 기계론적 모델의 환원주의를 거부하고 유기체는 항상 새로운 현상을 출현시킬 수 있기 때문에, 새로운 수준에서의 현상적 조직화는 더 낮은 수준에서의 현상적 조직화로 환원될 수 없다는 입장을 취한다. 즉 더 높은 조직화 수준에서 어떤 새로운 것이 나타나기 위해서는 질적 변화가 일어나야하므로 더 낮은 조직화 수준으로의 환원은 불가능하다는 것이다.

더 이전 형태로의 비환원성은 점성적 견해(epigenetic viewpoint)의 핵심이다. 점성성(epigenesis)이란 발달은 더 낮은 조직화 수준에서 양적 첨가가 일어나므로써 후속적 발달이 이루어지는 것이 아니라 선행하는 것과 질적으로 다른 새로운 특성의 출현이 일어남으로써 더 높은 조직화 수준에 이른다는 것이다. 즉

발달은 질적 출현으로 특징되기 때문에, 질적으로 새로운 특성의 출현은 더 낮은 수준으로의 환원이 불가능하다는 것을 의미할 뿐아니라 완전한 연속성이 존재할 수 없다는 것을 시사한다. 단계에서 단계까지 발달적 본질이 변화하기 때문에 단계에 따른 변화는 때로 불연속적이다. 따라서 단계들 사이의 차이는 얼마나 많이 존재하는가의 문제가 아니라 무엇이 존재하는가의 문제이다.

유기체론적 사고자들은 전체는 부분의 합 이상이라는 형태주의 심리학자들의 주장과 일치되는 사고를 한다. 그들은 기계론적 입장의 기초가 되는 부가적(additive)가정을 거부하고 배수적(multiplicative) 방식이 더 타당하다고 주장한다. 따라서 인간 유기체가 갖는 속성들은 하나 하나 분리된 체계로 영향을 주는 것이 아니라 서로서로의 관계로부터 도출된 전체로서 작용하고 이와같은 상호작용은 새로운 속성의 출현을 가능하게 한다. 즉 부분들이 상호작용할 때 새로운 복잡성(complexity)이 출현한다는 것이다. 생물학자이면서 유기체적 견해의 선도자인 Bertalanffy(1933)는 고립된 부분에 대한 연구는 유기체에 대한 아무런 정보도 제공하지 않는다고 제안한 바 있다. 전체적인 살아있는 유기체의 특성은 세부적인 기계의 특성이나 구조와 아무런 상관이 없다. 그 증거로서 사랑할 수 있고 도덕적, 윤리적 행위를 하며 높은 수준의 성취욕구를 보이는 인간은 신경의, 호르몬의 그리고 근육과정으로의 단순한 환원에 의해 이해될 수 없는 독특한 특성을 갖는다.

유기체적 입장의 기본적 특성들은 다음

과 같이 정리될 수 있다.

- ① 점성적 견해이다.
- ② 반환원주의적 견해이다.
- ③ 질적 견해이다.
- ④ 불연속성 견해이다.
- ⑤ 배수적, 상호주의적 견해이다.

그러므로 유기체적 모델은 구조와 기능에서의 변화를 강조하고 유기체의 통합된 구조적 특성을 강조한다. 만약 전체를 구성하는 부분들이 재조직화된다면, 유기체의 구조는 새로운 의미를 획득한다. 구조에서의 질적 변화는 능동적 유기체가 그것의 조직을 구성할 때 일어날 수 있다. 능동적 유기체는 그것의 구조를 형성하고 그것은 다시 유기체의 기능에 영향을 준다. 이 모델에서 새로운 수준의 조직화는 발달단계로 불리워지며 인간발달연구자의 과제는 시간에 걸쳐 변화하는 구조와 연합된 유기체의 상이한 기능을 평정하는 것이다(Lerner, 1985).

유기체 모델에 의하면, 인간은 그들 자신의 활동과 조직화에 의해 변화하고 발달함으로 본질적으로 능동적이며 세상을 구성할 수 있는 존재들이다. 그러므로 변화나 발달은 인간의 고유한 특성이며 세계는 유기체에게 단지 수동적인 대상일 뿐이다. 그에 따라 맥락은 발달을 방해하거나 촉진시킬 수 있기는 하지만, 발달과정의 질이나 순서의 보편성을 변화시킬 수는 없다. 그 예로서 Chomsky(1966)나 McNeill(1966)같은 연구자들은 언어구조가 출생시에 완전히 존재한다고 주장하고 선천적 변인들이 유기체의 구조에 미리결정된 영향력을 행사한다고 주장하

였다. 이러한 특성을 Gottlieb (1970)는 미리 결정된 점성성(predetermined epigenesis)이라고 명명하였다.

그러나 유기체론자에 따라서는 순수한 유기체론과는 상이하게 맥락의 역할을 중요시하는 사람들이 있다. Piaget(1970)같은 유기체론자는 선천적 구조나 조직이 존재하고 구조는 결국 선천적 조직화와 개인의 계속되는 활동 사이의 상호작용을 통하여 발달한다고 주장하였고 연구자에 따라서는 Piaget보다 맥락의 역할을 더 강조하는 사람들도 있다(Sameroff, 1975; Overton, 1973; Lerner & Spanier, 1978). 이와같은 맥락에 대한 강조는 순수한 유기체론에서 이탈하게 하며 유기체설과 맥락주의를 통합하는 입장을 취하도록 한다.

유기체적 조망에서 고찰하면, 성인기와 노년기는 감퇴의 시기일 수밖에 없다(Cumming & Henry, 1961). 그러나 인간발달에서 성인기와 노년기로 갈수록 맥락의 영향은 더 커지기 때문에 아동기나 청년기에서보다 개인차는 더 커지고 분명한 변화가 확인될 수 있다(Baltes, 1983). 성장은 우리가 생각하는 것보다 훨씬 더 개별적이며 개인이 태어난 역사적 시기와 특정한 역사적 시기에서 일어나는 사건들은 연령요인들보다 지적 발달을 포함하여 성인의 다양한 발달에 더 큰 영향을 미친다. 인간발달에서 출생동시집단 효과와 측정시기 효과를 고려해야 하는 것도 이 때문이다. 이러한 결과들은 순수한 유기체설만으로는 발달적 변화를 완전하게 기술할 수 없도록 하므로 맥락적 효과를 고려해야한다는 것을 시사한다.

맥락적 모델

맥락적 모델에서는 인간의 모든 행동과 사건은 역사적 사건으로 간주되고 새로움과 변화가 그 특징을 이룬다. 따라서 이 모델은 다음과 같은 두가지 가정을 전제로 한다. 첫째, 유기체는 항상적으로 변화하며 유기체의 한 측면에서의 변화는 모든 측면에서의 변화를 증진시킨다. 따라서 항상성이란 존재하지 않는다. 그러므로 과학자의 과제는 변화과정의 변수와 궤도를 기술하고 설명하고 최적화하는 것이다. 둘째, 모든 수준의 상호관련성이 강조된다. 모든 현상은 변화하기 때문에 그리고 유기체의 어떤 변화과정은 변화하는 세계 속에서 일어나기 때문에 유기체의 변화는 변화하는 맥락내에서 개념화되어야 한다는 것이다. 맥락적 조망내의 유기체는 “관계속의 유기체” 혹은 “교류속의 유기체”로 간주되며 유기체와 맥락이 언제 상호작용하는가를 중요시한다. 유기체론적 모델이 시간을 고려하지 않은 것과는 대조적으로 맥락주의에서는 상호작용시간이 중심적 역할을 한다.

맥락주의의 핵심은 분산적 패러다임(dispersive paradigm)에 있다. 다시 말하면 순수하게 맥락적 접근은 인생의 구성요소를 완전히 분산적으로 보고 삶의 혼란된, 혼돈적 특성을 강조한다. 유기체설이 통합을 강조하는 것과는 대조적으로 맥락주의는 분산을 강조하기 때문에 두 이론은 근본적으로 차이가 있다. 동시에 맥락주의는 미리형성된 혹은 불가피한 발달의 시간표나 발달의 결과를 강조하지 않으며 변화하는 맥락이 유기체의 발달적 궤도를 형성한다고 강조한다. 그러나 Lerner(1997)는 발달은 단순한 변화 이

상의 것으로 체계적, 통합적 변화를 추구하므로 맥락주의가 지향하는 분산적, 혼돈적 특성은 발달이론의 도출에 도움이 되지 못한다고 주장한다.

이러한 관점에서 맥락주의는 유기체론과 통합되지 않으면 안된다. Lerner (1985)는 이것을 발달적 맥락주의 (developmental contextualism)라고 명명하고 유기체와 맥락 사이의 상호적 혹은 역동적 상호작용을 중요시하였다. 발달적 맥락적 개념은 발달의 확률적 특성 즉 확률적 점성성(probabilistic epigenesis)을 수용하고 미리 결정된 점성성보다 더 많은 가소성을 수용한다. 확률적 점성성이란 발달적 변화는 천성과 양육의 두가지 근원의 배수적 상호작용에 의해, 질적으로 다른 새로운 특성을 출현하게 한다는 것을 의미한다. 여기서 확률적이라는 의미는 어떤 유형의 유전-환경 상호작용은 불변적이거나 불가피한 과정을 따르지 않으며 그 결과 행동발달의 순서나 결과는 확실한 것이 아니라 개연적인, 있음직한 것이라는 것이다. 즉 발달은 두 개의 상이한 근원으로부터 출발하며 발달의 어떤 시점에서 환경은 성숙하는 유기체에게 작용해야만 하므로 어떤 행동도 미리 결정되거나 미리 형성되어 있지 않다. 이 과정에서 상호작용의 시기는 행동발달에서 결정적으로 중요한 역할을 한다. 물론 유전과 환경의 상호작용시기도 확률적이어서 모든 개인들에서 상호작용시기가 동일할 것으로 기대할 수 없다. 이와같이 점성성의 확률적 형성은 미리 결정된 것보다 훨씬 더 복잡하게 일어나므로 인간발달을 이해하려고 하는 사람들은 이 복잡성을 고려해야만 한다. 따라서 확률적 점성성은 발달은 질적으로 불

연속적이며 이 불연속성은 천성과 양육의 상호작용으로부터 야기된다고 강조한다.

특히 확률적인 발달적 변화는 내적 일관성과 조직화 능력을 지니고 있는 살아있는 체계가 발달적 맥락의 잠재력을 구속하기 때문에 분산적이 아니라고 가정된다(Gollin, 1981). 발달이 중다수준의 맥락속에서 일어나기는 하지만, 살아있는 체계는 내적 일관성을 갖는 조직화된 체계이므로 맥락에서의 변화는 확률적으로 일어나면서도 동시에 체계적이고 통합적이다. 여기서 맥락이 유기체를 형성하는 것만큼 유기체도 맥락을 형성한다. 결론적으로 모든 개인이 경험하는 인생의 영향력있는 사건들이 하나의 일반적 법칙에 의해 예측될 수도 설명될 수도 없기 때문에 그리고 유전자와 환경의 상호작용은 확률적으로 일어나기 때문에 인간발달에서 엄격하게 결정되어 있는 것은 아무것도 없다.

새로운 이론의 모색-복잡성 과학

역사적으로 사회과학은 자연과학에서도 출된 모델이나 패러다임을 그들의 이론적 기초로 활용한다. 지난 20년간에 걸쳐 몇 개의 새로운 조망이 자연과학분야에서 나타났다. 일부 연구자들은 이 새로운 조망들이 패러다임의 이동을 초래할 정도로 사고에서의 변화를 일으키고 있다고 주장한다(Warren, Franklin, & Streeter, 1998; Kincaid & Powell, 1995; Barton, 1994). 그 중 대표적인 이론으로 비선형 역동적 체계이론(nonlinear dynamic systems theory), 비평형 열역학(nonequilibrium thermodynamics), 자기조직화이론(theory of self-organ-

ization), 파국이론(catastrophe theory), 카오스 이론(chaos theory) 등 각기 상이한 분야에서 개발된 이러한 이론들은 집합적으로 복잡성 과학(complexity science)이라고 불리어진다(Mathews, White, & Long, 1999).

복잡성 과학은 전통적인 과학적 연구가 기초로 하는 많은 기본적 원리와 주장을 의문시하며(Kiel & Elliott, 1996), 복잡한 적응망(complex adaptive networks)이나 복잡한 적응체계(complex adaptive systems)에 대한 연구에 관심을 갖는 이론들에 해당한다(Stacey, 1996). 즉 복잡성 과학은 비선형성, 무예측성, 불확실성을 강조하며 뉴턴 패러다임의 핵심요소들인 선형성, 예측가능성, 그리고 확실성의 기본가정을 의문시한다. 복잡성 과학의 중심개념은 변화, 발달, 적응적 행동 및 뜻밖 나타나는 행동들이며 그것은 특히 전통적인 기계론적·환원론적 방법론이 복잡한 행동을 설명하는 데 부적절하다고 지적한다.

복잡성 과학의 특징

복잡성 과학은 복잡하고 역동적인 체계의 광범위한 현상을 기술하고 이해하려고 시도한다. 특히 공간적으로 단순하면서도 복잡한 체계의 시간적 행동을 이해하려고 시도하기 때문에 체계적 변화(systemic change)에 관심을 갖는다. 체계적 변화는 점진적, 증가적 그리고 발전적 방향의 변화와 갑작스러운, 불연속적 그리고 혁명적 변화 중 하나로 일어날 수 있다. 지금까지의 과학은 전자의 변화에 주로 관심을 가지고 연구하였으나 복잡성 과학은 점진적 변화와 갑작스러운 변화간의 상호

작용에 초점을 맞추므로써 이 문제를 극복하려고 시도한다. 체계는 시간적 차원과 공간적 차원을 모두 지니며 이 두 차원의 상호작용은 체계의 궤도에 유의한 영향을 미친다. 복잡성 과학을 이해하기 위해서는 카오스(chaos), 비선형적 역동(nonlinear dynamics) 및 자기조직화(self-organization)의 개념을 이해해야만 한다.

카오스

카오스에 대한 연구는 1970년대 중반부터 수학계에서 산발적으로 진행되기 시작하여 최근에는 복잡계 전체에 걸친 연구로 이동하고 있다. 다시 말하면 복잡계(complex system)란 여러 요소들의 상호작용에 의한 패턴으로 이루어지는 체계를 의미한다. 기존의 과학은 모든 현상을 몇 개의 간단한 요소로 환원하여 설명하려고 하는 환원주의적 접근을 시도하였으나 종전의 환원주의적 사고로는 규명할 수 없는 세계를 복잡계(complex systems)로 명명한다. 최근 과학이나, 의학, 경제학 등 여러 분야에서 단순계의 사고로는 파악되지 않은 문제들이 제시되고 있다.

이와같은 복잡계의 연구는 카오스(chaos)에서부터 시작된다. 카오스는 혼돈을 뜻하지만 결코 무질서만을 의미하는 혼돈은 아니다. 그것은 혼돈이면서 그 안에 어떤 질서를 감지하게 하는 무엇인가가 있다는 의미로 해석된다. 그러므로 혼돈적 변화와 무선적 변화, 즉 최초의 조건에서의 변화가 크든 작든 관계없이 모든 예언성을 결여하는 변화와는 완전히 다른 개념이다. 예를들면 잠잠했던 화산이 폭발하거나 맑았던 하늘이 갑자기 어

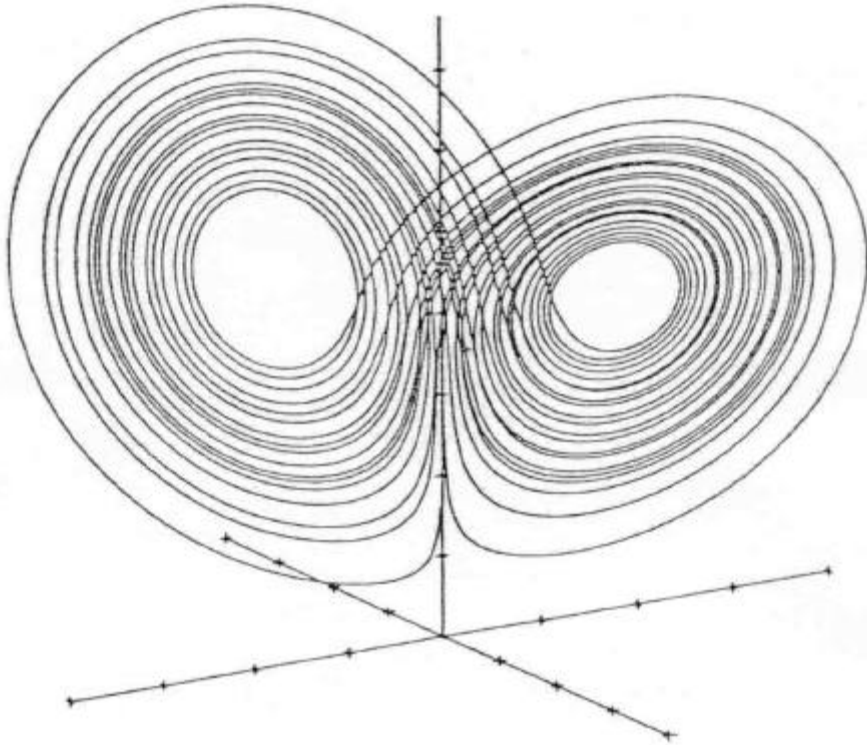
두워지고 회오리바람이 몰아치는 등의 갑작스러운 변화를 어떤 일정한 패턴으로 설명하는 것이 바로 카오스이다(김용운, 1999).

원래 그리스의 신화에 등장했던 카오스는 최근의 컴퓨터의 발달로 마침내 카오스의 모습을 잡을 수 있게 됨으로써 체계적으로 연구될 수 있었다. 카오스는 단순한 혼돈이 아니라 처음에는 정연한 질서를 유지하다가 어느 순간 건잡을 수 없는 상황되는 것이다(그림 참조).

그럼에도 불구하고 카오스는 자기닮음(프랙탈: fractal)구도를 지니고 있다. 체계의 변화를 자세히 들여다보면 변화는 불규칙적이거나 그들의 불규칙성은 기초가 되는 패턴 즉 프랙탈 패턴을 나타낸다. 프랙탈 패턴의 핵심적 특성은 자기유사성(self-similarity)이다. 따라서 카오스 연구란 이러한 변화무쌍함 속에서 하나의 패턴을 찾는 것이다. 다시 말해 자연이나 사회, 생리현상과 같이 완벽하게 하나의 체계를 이루고 있는 것일지라도 때로는 불규칙성이 나타나는 경우가 있으며 그 불규칙성이 혼돈이다. 카오스 연구의 목적은 그러한 혼돈 속에서 일정한 패턴을 찾는 것이다.

따라서 카오스는 때로 결정론적 혼돈(deterministic chaos)으로 불리워진다. 결정론적 혼돈이란 최초의 조건에 민감하게 의존하는 결정론적 체계 속에서의 비주기적인(불규칙적)인 역동으로 정의된다(Kaplan & Glass, 1995). 이 정의는 다음과 같은 네가지 의미를 내포하고 있다.

첫째, 비주기적인 체계는 결코 반복되지 않는다는 것을 의미한다. 따라서 예측



<카오스 상태를 보여주는 Lorenz의 그림>

대기의 변화모양을 3차원 공간에 그린 것이다. 질서가 있는 것처럼 보이면서도 일정한 법칙으로 변화하지 않는다. 또한 무질서이면서도 법칙성을 감지케 한다. 이 그림은 결코 두 번 다시 같은 궤도를 돌지 않으며, 영원히 변화하는 카오스의 특징을 잘 보여주고 있다. 임의의 초기치에서 출발한 점은 하나의 축을 중심으로 두 개의 소용돌이를 만들면서 단 한번도 겹치는 일없이 영원히 이어진다. 한쪽의 소용돌이를 돌면서 진폭은 서서히 커지는 데 어느 순간에 누구도 예측할 수 없는 다른 쪽의 소용돌이로 옮겨간다. 여기서도 몇번씩 돌다가 갑자기 또 다른 쪽으로 넘어간다. 그림에도 불구하고 자기닮음의 구조를 지니고 있기 때문에 체계 전체는 완전한 무질서는 아니며 규칙성과 불규칙성이 얹혀있다.

출처: 김용운, 1999에서 인용

이 불가능하다.

둘째, 체계의 행동이 비주기적이라고 할지라도 체계는 유한한 범위내에 존재함으로써 유기체의 성장이나 발달은 이러한

범위의 구속을 받지 않을 수 없다.

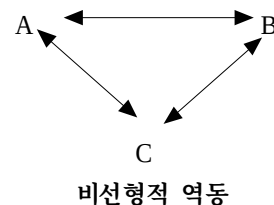
셋째, 결정론적이라는 말은 명확한 규칙(수학적 관계)에 의해 조절된다는 것을 의미한다.

넷째, 최초의 조건에 대한 민감한 의존(sensitive dependence on initial condition)이라는 말은 처음 조건에서의 작은 차이가 결국 큰 차이를 나타낸다는 것을 의미한다. 즉 혼돈적 체계들에서 최초의 작은 차이는 시간경과와 함께 기하급수적으로 증가하여 큰 차이를 일으키기 때문에 단지 짧은 기간 동안만 정확한 예측이 가능할 뿐 장기적인 예측은 불가능하다. 기상학자인 Lorenz(1963)는 이것을 나비효과(butterfly effect)라고 명명하였다(아마존에서 퍼덕거리는 나비가 결국 텍사스에서 토네이도의 경로를 변경시킬 수 있다는 것을 의미함). 그러므로 일기예보나 경제상황이나 인간발달은 초기의 작은 차이가 큰 변이를 생성하기 때문에 우리가 그것을 장기적으로 예언한다는 것은 불가능한 일이다. 그 증거로서 처음에 결정론적인 움직임을 보이던 태풍이 어느 순간에 갑자기 엉뚱한 방향으로 움직여 단지 확률적으로만 파악될 수 있다. 나비효과는 현재의 조건에 대한 완전한 지식이 미래에 대한 정확한 예측을 가능하게 한다는 전통적인 과학적 신념에 강하게 도전한다.

여기에 덧붙여 자연과학분야에서조차도 최초의 조건으로 측정된 것과 실제 사이에는 항상 약간의 오류가 있어, 실제로 최초의 조건을 정확하게 측정할 수 없다는 문제점이 있다. 하물며 인간과 같은 복잡한 체계에서는 최초의 조건을 정확하게 측정하는 것 자체가 불가능한 일이다. 이와같이 최초의 조건 자체를 정확하게 측정할 수 없을 뿐아니라 최초의 조건에서의 조그만 차이가 결국 큰 차이를 유발하게 하므로 미래에 어떤 효과가 나타날

것인가는 정확하게 예측되기 어렵다. 그럼에도 불구하고, 우리가 최초의 조건에 대해 관심을 갖는 이유는 최초의 조건을 알면 어떤 변인이 변화를 야기시키는가를 알 수 있도록 하므로 발달적 변화의 탐지가 용이해지기 때문이다.

또한 카오스 체계(혼돈적 체계)는 내적 피드백이 그들의 복잡성을 증가시킨다(Kincaid & Powell, 1995). 결정론적 체계에서는 A, B, C, 세 개의 변인간에 $A \rightarrow B \rightarrow C$ 의 관계가 성립되어 A는 B의 원인이고 B는 C의 원인이 되나 혼돈적 체계에서는 아래 그림과 같이 모든 변인들이 모든 다른 변인에 영향을 주고 또한 그들로부터 영향을 받는 피드백 관계를 형성한다. 이러한 피드백 관계는 한 순간에 발생한 일이 다음 순간에 영향을 준다는 것을 의미한다. 최초의 조건에 대한 민감성과 함께 변인들 사이의 이러한 상호의존은 고립된 각 요인을 연구하는 것이 전체로서의 체계의 행동에 대한 유용한 지식을 제공하지 못한다는 것을 시사한다.



비선형적 역동에서 역동(dynamics)이란 체계가 변화하는 방식을 의미한다. 어떤 체계의 역동을 규명하기 위해서는 시간에 걸쳐 체계의 행동에 미치는 다양한 힘의 영향과 이 체계들이 최적의 안정된

상태를 추구하는 방식을 연구해야만 한다. 또한 역동은 수학적 조망에서 선형적(linear) 혹은 비선형적(nonlinear)으로 구분될 수 있다. 선형이란 1에 1을 더하면 2가되는 덧셈식(부가적)이나 1차함수처럼 직선으로 나타낼 수 있으므로 비례관계를 나타내며 단순한 원인-결과 관계를 포함한다. 이러한 선형계는 몇 개의 단순한 구성요소로 분석될 수 있으므로 그들의 개별적인 특징을 파악하여 종합함으로써 전체의 행동이 예측될 수 있다. 전통적인 선형기초론(linear-based) 방법과 모델은 지금까지 자연과학에서는 물론 사회과학연구에서 유용하게 사용되어 오고 있다. 즉 선형방정식은 우리가 사용하는 통계학의 기초로서 변량분석이나 중다회귀분석을 실시하여 변인들 사이의 관계를 기술하기 위하여 사용된다.

그러나 선형방정식은 계속되는 연속적 변화가 갑작스럽게 도약하거나 불연속적으로 변화할 때는 사용될 수 없다. 인간의 심리·생리적 체계에서는 이와같은 도약이나 불연속적 변화가 자주 일어나기 때문에(Barton, 1994), 복잡성 과학은 비선형적 방법의 사용을 제안한다. 비선형은 비례관계가 일정하지 않으며 요소들 사이의 원인-결과관계가 예측될 수 없을 뿐 아니라 형태심리학자들이 주장하는 것과 유사하게 전체는 부분의 합 이상의 의미를 갖는 특성을 지니고 있다. 비선형적 역동은 부가적이 아닌, 결과가 궁극적으로 체계 자체로 되돌아오는 형태를 취하는, 비선형적 방정식을 사용하여 연구한

다(수식으로 표현하면, $\{x' = x + rx(1-x)\}$). 인간과 같은 복잡한 체계의 많은 행동들은 비선형적 관계에 의해 지배되고 그것은 예언을 어렵게 한다.

선형과 비선형의 관계를 함수로 표시해보면 그 차이는 더욱 분명해진다. 1, 2, 3, 4, ...와 같이 어떤 일련의 숫자에 2를 곱하면 그것은 2, 4, 6, 8, ...이 된다. 그러나 동일한 수를 그 수로 곱해주면 1, 4, 9, 16이 될 것이다. 여기서 전자는 선형관계를 그리고 후자는 비선형관계를 나타낸다. 비선형관계의 숫자들은 고정된 비율로 증가하지 않으며, 계열이 계속되면 더 빠르게 증가한다. 만약 2에서 시작하여 제곱하여 4를 얻고 4를 가지고 제곱하면 16이 된다. 물론 16을 제곱하면 256이 된다. 제곱을 계속하면 숫자가 너무 커져서 단순계산기로는 계산이 불가능해질 것이다*. 비선형관계에서 함수의 출력을 가지고 그것을 새로운 입력으로 귀환시키는 과정을 반복(iteration)이라고 하며 그것은 피드백 고리의 단순한 수학적 모델의 기능을 한다. 비선형적 모델에 의하면, 변화는 체계내에서 거대한 속도로 일어날 것이고 최초의 입력에서의 작은 차이가 출력에서 큰 차이를 야기시킬 것이다.

비선형적 모델이 손쉽게 적용될 수 있는 예는 인간 학습과정이다(Warren 등, 1998). 우리가 원리를 터득하고 요령을 학습해야하는 초기에는, 학습은 천천히 이루어지나 일단 원리가 학습되고 지식이

* 비선형적 역동을 수학적 공식으로 풀이하는 방법은 Devaney(1989, 1992), Kaplan과 Glass(1995), Peak와 Frame(1994)을 참고할 수 있다.

축적되면 학습곡선은 급속하게 가팔라지며 우리는 훨씬 쉽게 학습할 수 있다. 그러나 성장곡선은 영원히 급속하게 이루어질 수는 없다. 어느 순간에 가면 자원이 제한되거나 고갈되기 때문에 학습곡선은 결국 고원에 도달한다. 비선형적 성장과정과 제한된 자원의 결합은 logistic growth curve 혹은 S-형태의 성장곡선을 초래한다. 그러나 실제 학습자는 때때로 대단히 빠르게 그리고 때때로 대단히 느리게 학습하고 때로는 이미 학습한 것을 잊어버리기도 하기 때문에, 비선형적 성장은 실제로 멈추지 않으며 전체체계는 성장과 자원제한에 의해 정의된 영역내에서 예측불가능하게 동요할 것이고 이 활동적이고 예측불가능한 상태가 앞에서 설명한 결정론적 혼돈상태에 해당한다.

자기조직화

카오스 이론과 밀접하게 관련된 개념으로 자기조직화가 있다. 자기조직화는 공간적으로 복잡하고 혼돈적 행동의 잠재가능성을 갖는 체계들이 어떻게 조직화되고 형태를 갖추게 되는가의 문제로서 복잡계에서 질서유지의 역할을 한다. 생명체는 고립되어 존재하는 폐쇄적 존재가 아니라 수시로 외부로부터 에너지나 정보를 받아들여 상호교환하는 개방체계이다(Barton, 1994). 개방체계이기 때문에 외부로부터의 에너지가 과도하게 유입되면 요동(fluctuation)이 일어나고 요동은 불안정상태(혼돈상태)를 유발하여 원래의 변하지 않는 체계의 구조를 변화시키며 결국 질서를 회복하게 한다(적응하게 한다). 새로운 질서를 창조하는 이 과정이 자기조직화 과정에 해당한다. 물론 체계가 비

선형적인 한, 체계와 환경의 상호작용은 영원히 계속되며 그에 따라 체계는 끊임없이 변화한다. 개인이 환경에 적응할 때, 개인은 또한 환경을 변화시키고 변화된 환경은 다시 개인에 영향을 주는 순환적 피드백 고리가 형성된다. 이와같은 자기조직화 과정은 체계와 그것의 환경이 복잡하게 뒤얽혀있고 내적, 외적 요인 양자는 체계변화에 함께 기여한다는 것을 시사한다.

살아있는 체계에서의 자기조직화 과정은 화학체계나 물리체계에서의 자기조직화 과정보다 더 복잡하다. 특히 인간의 심리적 체계들은 물리체계에서 보여지는 정확한 시간적 혹은 공간적 조화가 부족하고 대신 복잡한 신경학적 구조와 행동을 포함한다. 따라서 일부의 연구자들은 인간의 지각, 기억, 신경조직화에서의 자기조직화 과정을 연구한다. University of California at Berkeley의 신경생리학자인 Freeman (1990, 1991)은 쥐에서 냄새가 기억되는 방식을 광범위하게 연구하였다. EEG 측정을 사용하였을 때, Freeman은 냄새에 대한 기억은 공간적 형태로 저장되고 새로운 냄새를 학습하게 되면 처음에 연합된 원래의 공간패턴은 변화한다는 것을 밝힘으로써 어떤 냄새에 대한 신경표상은 사진과 같이 고정된 것이 아니라고 결론지었다. 다시 말하면 오래된 학습의 구조는 최근의 학습에 의해 재조직화를 이룬다는 것이다. Freeman의 연구는 생물학적으로 유의미한 자기조직화의 증거는 물론 후각의 메커니즘과 뇌에서의 기억 및 비선형적 체계의 일반적 역할에 대한 새로운 통찰을 제공하였다.

복잡성 과학과 심리학 및 발달심리학의 관계

물리학, 화학, 생물학, 천문학, 기상학에서 시작된 복잡성 과학은 경제학과 경영학은 물론 정치학, 사회복지학, 심리학 등의 사회과학분야에 적용되고 있다. Gregersen과 Sailer(1993)같은 사람은 사회과학 연구에 카오스이론을 적용할 수 있는가를 연구하고 카오스이론으로부터 도출된 원리는 개인, 집단 및 조직을 포함하여 어떤 유형의 체계에도 적용될 수 있는 일반적 패러다임이라고 지적하였다. 또한 Fabian과 Stadler(1991)는 “인간 행동은 비선형적인 것으로 보여진다”고 주장한 바 있다.

복잡한 심리적 체계의 역동적 행동은 자주 이해되기 어려울 때가 많다. 현재까지 복잡성 과학에 기초된 심리학적 연구는 유럽에서 최초로 시작되었고 위에서 설명한 Freeman(1990, 1991)의 연구를 포함하여 주로 생리심리학분야의 연구들과 임상심리학 분야의 연구에 적용되고 있다. 주의가 인간의 EEG 역동에 미치는 영향을 연구한 Basar(1990)나 수면의 역동적 본질을 연구한 Roschke와 Aldenhoff(1992)의 연구 및 기억에 관한 Freeman의 연구와 같은 생리심리학적 연구들은 비선형적 역동과 자기조직화에 대한 이해를 기초로 뇌기능에 대한 새로운 방식의 사고를 도출하고 있다.

또한 임상심리학분야의 가족치료(Elkaim, 1990)와 부부치료(Gottman, 1993) 및 심리치료(Reidbord & Redington, 1992) 연구에서 복잡성 과학이 주로 활용되고 있고 구체적으로 중다성격장애의 발생과 치료(Putnam, 1989), 정신분열증(Schmid,

1991), 외상후 스트레스 장애(Glover, 1992) 등에도 비선형적 역동의 여러 가지 측면들이 적용되고 있다. Moran(1991)은 정신분석적 마음상태와 카오스간에 유사성을 발견하였다고 주장하였고 실험심리학자인 Hoyert(1992) 같은 사람은 고정-간격 강화스케줄에서 간격내 변이를 예측하기 위해 설계된 가설적 체계의 행동을 연구하고 체계 속의 변인들이 완전히 결정되어 있을 때조차도 혼돈적 행동이 일어날 수 있다는 것을 제시하기도 하였다. 또한 Lipsitz와 Goldberger(1992)는 노화에 따른 상이한 기관체계들에서 나타나는 통제의 상실은 비선형적 역동에 기초한 복잡성의 개념을 사용함으로써 양화될 수 있다고 주장하였다.

복잡성 과학이 변화하는 역동적 체계(비선형적으로 연결된 구성요소를 갖고 순환적이며 자기조직적 요소를 갖는 체계)를 다룰 뿐아니라 역동적 행동으로 인도하는 과정을 연구하기 때문에 인간발달의 변화과정의 연구에 적용가능하다. 인간 유기체는 외부적 환경자극으로부터 끊임없이 영향을 받고 환경에 영향을 주는 열린 체계(열린 체계에서의 변화는 너무나 복잡하기 때문에 완벽한 예측을 불가능하게 한다)일 뿐아니라 시간에 따라서도 변화를 보이기 때문에, 인간행동의 인과관계의 방향은 단일적이 아니며 단지 계속되는 순환과정으로 설명될 수 있다. 다시 말하면 인간은 시간에 걸쳐 역동적으로 변화하고 구성요인들 사이의 복잡한 상호작용이 반복적으로 일어나며 많은 관련변인들이 역동적인 비선형적 관계를 포함한다고 가정되기 때문에 복잡성 과학은 인간발달의 연구에 활용될 수 있다는 것

이다.

인간발달연구에 비선형적 역동접근을 적용하려고 시도하는 Thelen과 Smith (1994)같은 사람들은 Piaget의 인지단계이론은 인간발달의 전체 모습에 대한 일반적 설명을 제공하기는 하지만, 발달하는 아동에서 나타나는 다양한 변화를 효과적으로 설명하는 메커니즘을 제시하지 못했을 뿐아니라 전체적 발달경로에 대한 수많은 예외를 설명하지 못했다고 비판한다. Thelen과 Smith는 인간체계를 구성하는 이질적 하위체계들이 서로서로 어떻게 상호작용하고 그것들이 또한 환경과 어떻게 상호작용하는가를 설명하려고 한다. 특히 그들은 인간의 하위체계를 구성하는 신경학적, 근육의, 감각의 그리고 다른 하위체계들이 서로 다른 속도로 발달하기 때문에 그것들은 전체적 체계가 발달할 수 있는 가능성을 구속한다는 것을 중요시한다. 그들의 설명에 의하면, 하위체계들이 발달하고 상호작용함에 따라 그것들은 결정론적 혼돈상태에 주기적으로 도달하고 자주 갑작스러운 급등이나 큰 변화를 나타내는가 하면 그 사이의 느린 변화도 설명할 수 있도록 한다.

흥미롭게도 복잡성 과학은 발달심리학에서 이미 논의 되고 활용되고 있는 Lerner의 발달적 맥락주의와 유사점을 갖는다. Ford와 Lerner(1992)는 인간을 중다수준의 구조와 기능을 지니고 있으면서(복잡한 체계) 맥락과 끊임없이 상호작용하는 조직체로 가정하고 유기체와 맥락 사이의 역동적 상호작용을 중요시하였다. 특히 발달의 확률적 특성을 강조하고 유전과 환경의 상호작용은 시간에 따

라 또한 변화한다는 것을 중요시한다. Lerner에 의하면, 인간의 발달은 미리 결정된 것이 아니라 확률적으로 변화하는 복잡한 과정이며 그 과정에서 인간이 지니고 있는 구조와 기능은 끊임없이 다양해지고 정교화되면서도 전체로서의 구조적 일관성은 유지되는 특성을 지닌다. 이러한 견해는 유기체의 자기조직화 특성과 비선형적 역동을 중요시하는 복잡성 과학과 유사한 특성에 해당한다. 그러나 발달적 맥락주의는 카오스나 혼돈적 행동의 근원에 대해 구체적 설명을 제시하지 않았을 뿐아니라 체계를 조작적으로 정의하지도 않았고 그것을 검증하려는 어떤 시도도 하지 않았다는 점에서 복잡성 과학과 차이가 있다.

복잡성 과학에 기초한 발달적 변화의 측정

인간발달에 관한 대부분의 연구들은 단지 제한된 변인들을 대상으로 변인들 사이의 직선관계를 가정하는 선형연구에 한정되고 있다. 그에 따라 중다변인들 사이의 역동적 상호관계나 비선형적 발달현상에 대해서는 접근할 수 없었고 시간에 따른 변화도 거의 고려하지 못한 채 단지 선형적 원인-결과 모델을 바탕으로 비선형적인 발달적 궤도나 발달곡선을 추리하는 정도에서 만족해야만 했었다. 복잡성 과학은 이러한 문제에 대한 통찰을 제공하고 있다.

따라서 복잡성 과학은 인간발달을 연구하거나 가르치는 사람들이 현재의 통계적 분석방법을 적용하여 연구한 선형적 결과만을 발달의 유일한 결과로 생각해서는 안된다는 것을 시사한다. 우리가 사용하

는 표준오차(stand error)나 오차변량(error variance)이라는 용어는 단순히 오차로 생각하기 보다는 선형적 가정만으로 완전하게 설명될 수 없는 부분으로 보아야 한다고 Anastasi(1992)는 주장한다. 우리가 다루는 발달의 현상들은 비선형적 가정을 적용해야만 설명될 수 있는 경우도 많이 있으므로 앞으로 인간발달연구자들은 이 문제를 역점두어 다룰 필요가 있을 것이다.

최근의 컴퓨터와 수학의 발달은 여러 개의 시간단위를 기초로 다양한 요인들간의 상호작용에 기인된 변화를 계산할 수 있도록 하고 종래의 정적, 선형적 연구가 규명하지 못한 역동적, 입체적 변화를 규명할 수 있도록 한다. 겉으로 보기에 복잡한 현상도 수학방정식을 사용하여 시뮬레이션을 해가면 단순한 규칙성으로 정리될 수 있다. 물론 그렇다고 해서 선형적 그리고 비선형적 양자의 방법론이 상호적으로 모순된다는 것은 아니다(Barton, 1994). 그것들은 체계의 상이한 측면을 연구하기 위하여 사용될 수 있는 방법들이다. 예를들면 Basar(1990)같은 사람은 주의과제에서 알파파(alpha wave)의 특징을 선형적 상관계수(linear correlation coefficients)와 비선형적 상관차원(nonlinear correlation dimensions) 양자를 사용하여 탐색한 바 있다. 또한 Freeman(1990)은 후각정보의 메커니즘을 코사인파(cosine wave)의 합계를 계산함으로써(선형적 접근) 연구한 반면, 후각적 EEG 패턴은 비선형적 방정식에 의해 모형화하였다.

그러나 많은 발달연구자들은 복잡성 과학의 자료분석기법에 친숙하지 않을 뿐 아니라 비선형적 역동을 경험적으로 제시하

기 위해서는 긴 시간을 요구하기 때문에, 발달연구자들이 복잡성 과학을 실제 연구에 적용한다는 것은 그렇게 쉬운 일이 아니다. 그 증거로서 인간체계에서 결정론적 혼돈의 증거를 발견한 심리학적 연구들은 비교적 정교한 측정이 가능한 분야인 생리심리학분야에서 많이 이루어지고 있다는 것을 주목할 필요가 있다. Gregersen과 Sailer(1993) 같은 사람은 비선형적 현상은 양적 방법으로 연구될 수 없기 때문에 기존의 질적 연구방법을 통하여 접근할 수 밖에 없다고 제안하였다. 또한 Haynes (1995)는 현재의 심리평정방식에서 비선형적 역동 모형개념과 일치하는 연구방법으로 첫째, 중다차원적 평정(강도, 기간, 형태 등 여러 차원을 동시에 측정함), 둘째, 중다의 사람, 행동, 및 사건들 사이의 상호관계에 대한 자료수집 셋째, 사건의 세분화와 시간 표집 방법의 활용, 시계열 측정 전략(time series measurement)의 적용 및 개별 사례의 평정 등이 있다고 제안하기도 하였다. 방법론적으로 비선형적 현상에 어떻게 접근할 것인가는 계속적으로 연구되고 규명되어야 할 과제임에 틀림없다.

결론

이 논문에서는 인간발달연구에서 활용되고 있는 기존의 패러다임을 고찰하는 동시에 자연과학분야에서 유망한 이론으로 입증되고 있는 복잡성 과학이 인간의 발달적 변화를 설명하는 새로운 패러다임이 될 수 있는가를 검토하였다. 복잡성

과학은 지금까지 선형적 변화에만 관심을 가진 발달연구자들의 사고를 혁명적으로 변화시킬 수 있는 패러다임임에는 틀림없다. 복잡성 과학이 추구하는 카오스와 비선형적 역동 및 자기조직화는 다른 어떤 분야보다 복잡한 인간발달연구에 효과적으로 적용되어 시간경과에 따른 개인의 질적, 역동적 변화에 대한 더 깊은 이해를 가능하게 할 것으로 기대된다. 앞에서 설명한 Lerner는 물론 독일의 Baltes (Baltes, Staudinger, & Lindenberger, 1999)도 발달하는 체계를 중다차원적, 중다기능적, 역동적, 그리고 비선형적으로 간주하고 발달을 획득과 상실의 역동으로 보고 있으므로 발달연구에서의 복잡성 과학의 활용은 지금까지 선형적 발달연구가 갖는 한계를 극복할 수 있도록 해줄 것이다.

복잡성 과학에서 주장하는 대로, 만약 혼돈적 기간(chaotic period)이 인간발달과정의 정상적 일부라면, 예측불가능한 반응이나 갑작스러운 변화 혹은 정서적 괴로움을 포함하는 어떤 불평형 상태는 병리적 상태이기 보다는 인간변화과정의 일부일 수 있다. 복잡성 과학에서의 혼돈적 상태는 변화의 가능성이나 융통성을 의미할 수 있기 때문에, 개인이 경험하는 괴로움은 반드시 병리적인 것은 아닐 수 있다는 것이다. 그것이 병리적인가 아닌가에 대한 판단은 삶의 더 넓은, 전체적 맥락에서 판단될 필요가 있을 것이다. 또한 복잡성 과학이 추구하는 역동적 변화의 과정에 대한 관심은 발달정신병리학의 관점에서 장애에 접근하는 방법과 유사하기 때문에 어떤 이유로 어떻게 장애에 도달하는가를 규명할 수 있게 할 것이다.

특히 발달정신병리학에서 중요시하는 중다결말(multifinality: 처음의 출발점이 동일한 데도 서로 다른 결과가 도출되는 현상)의 원리는 복잡성 과학의 가정과 정확하게 일치하는 개념이기 때문에 복잡성 과학은 정상적 발달은 물론 병리적 발달의 규명에도 큰 도움을 줄 수 있을 것으로 생각된다.

결론적으로 복잡성 과학은 발달적 변화를 설명하는 새로운 패러다임임이 분명하다. 그러나 문제는 우리가 이 패러다임을 인간발달연구에 얼마나 그리고 어떻게 활용할 수 있는가에 있다. 현시점에서 비선형적 발달현상을 규명하기 위한 분석방법의 개발이 무엇보다 시급한 과제이므로 많은 발달연구자들이 복잡성 과학에 관심을 갖고 비선형적 발달의 문제를 역점두어 다룰 수 있기를 희망한다.

참고문헌

- 김용운(1999). 카오스의 날개짓. 서울: 김영사.
- Anastasi, A. (1992). The differential orientation in psychology. *Zeitschrift Fur differentielle und Diagnostische Psychologie*, Heft 3, 133-138.
- Baltes, P.B.(1983). Life-span developmental psychology: Observations on history and theory revisited. In *Developmental psychology: Historical and philosophical perspectives* (Ed., R. M.

- Lerner), Hillsdale, N. J.: Erlbaum.
- Baltes, P. B., Staudinger, U. M., & Lindenberger, U. (1999). Lifespan psychology: Theory and application to intellectual functioning. *Annual Review of Psychology*, Annual 1999, 471-515.
- Barton, S. (1994). Chaos, self-organization and psychology. *American Psychologist*, Vol. 49, No. 1, 5-14.
- Basar, E. (1990). Chaotic dynamics and resonance phenomena in brain function: Progress, perspectives, and thoughts. In E. Basar (Ed.), *Chaos in brain function* (pp. 1-27). New York: Springer-Verlag.
- Bertalanffy, L. von. (1933). *Modern theories of development*. London: Oxford University Press.
- Chomsky, N. A. (1966). *Cartesian linguistics*. New York: Harper & Row.
- Cumming, E., & Henry, W. E. (1961). *Growing old: The process of disengagement*. New York: Basic Books.
- Elkaim, M. (1990). *If you love me, don't love me: Constructions of reality and change in family therapy*. New York: Basic Books.
- Fabian, T., & Stadler, M. (1991). A chaos theoretical approach to delinquent behavior in psychosocial stress situations. *Gestalt Theory*, 13, 98-105.
- Ford, D. H., & Lerner, R. M. (1992). *Developmental systems theory: An integrative approach*. Newbury Park, CA: Sage.
- Freeman, W. (1990). Searching for signal and noise in the chaos of brain waves. In S. Krasner (Ed.), *The ubiquity of chaos* (pp. 47-55). Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.
- Freeman, W. (1991). The physiology of perception. *Scientific American*, 264, 78-85.
- Glover, H. (1992). Emotional numbing: A possible endorphin-mediated phenomenon associated with post-traumatic stress disorders and other allied psychopathological states. *Journal of Traumatic Stress*, 5, 643-675.
- Gollin, E. S. (1981). Development and plasticity. In *Developmental plasticity: Behavioral and biological aspects of variations in development* (Ed.). E. S. Gollin, New York: Academic Press.

- Gottlieb, G. (1970). conceptions of prenatal behaviro. In *Development and evolution of behavior: Essays in memory of T. C. Schneirla* (Ed.). L. R. Aronson, E. Tobach, D. S. Lehrman, and J. S. Rosenblatt, Sanfrancisco: Freeman.
- Gottman, J. M. (1993). The roles of conflict engagement, escalation and avoidance in marital interaction: A longitudinal view of five types of couples. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 61, 6-15.
- Gregersen, H., & Sailer, L. (1993). Chaos theory and its implications for social scienceresearch. *Human Relations*, Vol. 46, No. 7, 777-802.
- Haynes, S. N. (1995). Introduction to the special section on chaos theory and psychological assessment. *Psychological Assessment*, Vol. 7, No. 1, 3-4.
- Hoyert, M. S. (1992). Order and chaos in fixed interval schedules of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 57, 339-363.
- Kaplan, D., & Glass, L. (1995). Understanding nonlinear dynamics. Berlin: Springer Verlag.
- Kiel, L. S., & Elliott, E. (Eds.) (1996). *Chaos theory in the social sciences: Foundations and applications*. Ann Arbor: The University of Michigan Press.
- Kincanon, E., & Powel, W. (1995). Chaotic analysis in psychology and psychoanalysis. *The Journal of Psychology*, 129(5), 495-505.
- Kuhn, T. W. (1970). *The structure of scientific revolutions* (2nd ed.). Chicago: University of Chicago Press.
- Lerner, R. M. (1985). Individual and context in developmental psychology: Conceptual and theoretical issues. In *Individual development and social change: Explanatory analysis* (Ed.). J. R. Nesselroade and A von Eye, New York: Academic Press.
- Lerner, R. (1995). *America's Youth in Crisis*. Sage Publications, Inc.
- Lerner, R. M. (1997). *Concepts and theories of human development* (2nd ed.). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Lerner, R. M., & Spanier, G. B. (1978). A dynamic

- interactional view of child and family development. In *Child influences on marital and family interaction: A life-span perspective* (Ed.). R. M. Lerner and G. B. Spanier, New York: Academic Press.
- Lipsitz, L. A., & Goldberger, A. L. (1992). Loss of complexity and aging: Potential applications of fractals and chaos theory to senescence. *The Journal of the American Medical Association*, Vol. 267, No. 13, 1806-1809.
- Lorenz, E. (1963). Deterministic and periodic flow. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 20, 130-141.
- Mathews, K. M., White, M. C., & Long, R. G. (1999). Why study the complexity sciences in the social sciences. *Human Relations*, Vol. 52, No. 4, 439-462.
- McNeill, D. (1966). Developmental psycholinguistics. In F. Smith and G. A. Miller (Eds.). *The genesis of language: A Psycholinguistic approach*. Cambridge: MIT Press.
- Moran, M. G. (1991). Chaos theory and psychoanalysis: The fluidic nature of the mind. *International Review of Psycho-analysis*, 18, 211-221.
- Overton, W. F. (1973). On the assumptive base of the nature-nurture controversy: Additive versus interactive conceptions. *Human Development* 16: 74-89.
- Overton, W. F., & Reese, H. W. (1973). Models of development: Methodological implications. In *Life-span developmental psychology: Methodological issues* (Ed.). J. R. Nesselroade and H. W. Reese, New York: Academic Press.
- Pepper, S. C. (1942). *World hypotheses: A study in evidence*. Berkeley: University of California Press.
- Piaget, J. (1970). Piaget's theory. In *Carmichael's manual of child psychology*, Vol. 1 (Ed.), P. H. Mussen, New York: Wiley.
- Putnam, F. (1989). *Diagnosis and treatment of multiple personality disorder*. New York: Guilford Press.
- Reidbord, S. P., Redington, D. J. (1992). Psychophysiological processes during insight oriented therapy: Further investigations into nonlinear psychodynamics. *Journal of Nervous and Mental Disease*,

- 180, 649-657.
- Roschke, J., & Aldenhoff, J. B. (1992). A nonlinear approach to brain function: Deterministic chaos and sleep EEG. *Sleep*, 15, 95-101.
- Sameroff, A. (1975). Transactional models in early social relations. *Human Development*, 18: 65-79.
- Schmid, G. B. (1991). Chaos theory and schizophrenia: Elementary aspects. *Psychopathology*, 24, 185-198.
- Schneirla, T. C. (1957). The concept of development in comparative psychology. In *The concept of development* (Ed.). D. B. Harris. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Stacey, R. D. (1996). *Complexity and creativity in organizations*. San Francisco: Berrett-Koehler.
- Thelen, E., & Smith, L. (1994). *A dynamic systems approach to the development of cognition and action*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Tobach, E. (1981). Evolutionary aspects of the activity of the organism and its development. In *Individuals as producers of their development: A life-span perspective* (Ed.). R. M. Lerner and N. A. Busch-Rossnagel, New York: Academic Press.
- Warren, K., Franklin, C., & Streeter, C. L. (1998). New directions in systems theory: Chaos and complexity. *Social Work*, Vol. 43, No. 4, 357-373.

New Paradigm for the Human Development

Hwee- Sook Jang

Dept. of Psychology

Chungnam National University

This study examines the mechanistic model, the organismic model, and the contextual model as the existing paradigms for developmental changes. Several new perspectives have emerged in the physical and natural sciences and are collectively referred to as the complexity sciences. As a new paradigm, The complexity science is call into question many of the basic principles and tenets upon which traditional scientific inquiry is based. Centering the chaos, nonlinear and self- organization, the complexity science is dicussed. Also the relationships of the complexity science with psychology and developmental psychology and study method of the complexity science for developmental psychology are examined. As a result, it is dicussed that the complexity science gives useful information for normal and abnormal development.

**Key Words : complexity science • chaos • nonlinear • dynamics •
self- organization**