

중학교 과학 우수아의 자기주도적 협동학습을 강조한 지구온난화 관련 의사결정 학습의 효과

고 선 영

신목중학교

최 승 언

서울대학교

효과적인 SSI 관련 의사결정 학습 방법의 모색을 위하여, 중학교 과학 우수학생들을 대상으로 지구온난화와 관련한 논쟁 상황을 주제로 자기주도적 협동학습을 강조한 SSI 의사결정 학습을 진행하였다. 자기주도적 협동학습을 강조한 SSI 의사결정 학습은 ① 교사가 제시하는 자료에 의존하지 않고 자기주도적으로 관련 자료를 수집하고, ② 협동학습을 통해 찬성과 반대의 주장과 근거를 공유하며, ③ 마지막 글쓰기를 통해 자신의 의사결정 과정을 정리하는 것을 강조하고 있다. 본 연구에서는 마지막 단계에서 이루어진 학생들의 의사결정 글쓰기를 분석하여 학습의 효과를 알아보았다. 학습의 효과를 알아보기 위하여 지구온난화 관련 논쟁 상황의 분석 및 설명을 교사 강의로 진행한 그룹 A, 분석 자료를 정리하여 교사가 제공하고 소그룹 토의와 프리젠테이션 과정을 진행한 그룹 B를 대조 그룹으로 설정하였다. 그리고 세 그룹의 수업 후 ① 학생들의 의사결정 선택의 결과, ② 학생들의 의사결정 글쓰기에 나타난 논증 구조의 수준, ③ 반성적 사고의 수준, ④ 과학의 본성을 포함한 과학적 정보의 활용 수준을 비교하였다. 그 결과 자기주도적 협동학습을 강조한 SSI 의사결정 학습이 학생들의 정보에 기반한 의사결정, 보다 높은 수준의 논증구조, 보다 높은 수준의 반성적 사고, 과학적 정보에 대한 평가 및 해석, 과학의 본성에 대한 이해에 긍정적인 효과가 있음을 확인할 수 있었다. 결론적으로 이 학습의 결과, 학생들은 관련된 과학적 정보에 기반하여 보다 과학적으로 의미있는 의사결정에 도달하게 되었음을 알 수 있었다.

주제어: SSI, 의사결정, 자기주도학습

I. 서 론

현대 사회는 과학-기술 사회라 해도 과언이 아니다. 우리 삶에 과학은 깊숙이 들어와 있고, 매일 매일 첨단 과학을 보고 듣고 만지며 입고 먹고 즐기며 살아가고 있다. 또한 우리가 마주하는 일상의 삶은 불확실한 상황에서 우리의 선택을 기다리는 문제의 연속이다. 이러한

관점에서 2009 개정 교육과정은 과학의 기본 개념을 이해하고, 과학적 사고력과 창의적 문제 해결력을 길러 일상생활의 문제를 해결할 줄 아는 과학적 소양을 기르는 것을 과학교육의 목표로 명시하고 있다. 즉 과학자 뿐 아니라 모든 사람들이 일상에서 만나게 되는 수많은 문제들을 과학적으로 접근하여 창의적으로 해결할 수 있어야 한다는 것이다. 현대 민주주의 사회는 구성원들에게 끊임없는 선택과 의사결정을 요구한다. 기후 변화를 포함하여 최근 사회적 이슈가 되고 있는 다양한 문제들 역시 많은 부분 과학과 관련한 문제들이다. 현대 사회에서는 이러한 문제들과 관련한 의사결정의 권한이 과학자에게만 주어지는 것은 아니다. 보다 넓은 시각에서 본다면 민주주의 사회 구성원 모두가 이러한 문제들과 관련하여 의사결정을 해야 하고 자신의 의견을 제시해야 한다. 이러한 관점에서 사회적으로 문제가 되고 있는 과학적 논쟁(Socio-Scientific Issues; 이하 SSI)을 다루는 것은 과학적 소양의 함양에 중요한 역할을 하기 때문에 과학교육에서 중요하다(Bingle & Gaskell, 1994; Driver, Leach, Millar, & Scott, 1996; Zeidler & Keefer, 2003). 또한 과학적 소양은 학생들이 특별히 사회적으로 중요한 과학 문제를 다룰 때 정보에 기반한 의사결정을 할 수 있는 능력을 요구한다(Sadler & Zeidler, 2005). 그러나 실제 과학교육의 현장에서는 SSI에 대한 본질적인 논의나 SSI의 개인적, 사회적 해결을 위한 적극적인 태도와 의사결정 능력 등에 대한 교육이 잘 이루어지지 않고 있다(이현주, 장현숙, 2007). 2009년 개정된 새 교육과정에 따라 최근의 교과서에서는 다양한 SSI 관련 이슈를 다루고 있으며, 학교 과학교육의 현장에서 SSI를 보다 효과적으로 또 과학적으로 유의미하게 다룰 수 있는 구체적인 방안에 대한 심도 깊은 논의가 필요한 시점이라고 할 수 있다. 본 연구에서는 학생들이 관련 정보를 직접 찾아 분석하는 자기주도적 참여에 기반한 협동학습을 강조한 SSI 의사결정 학습을 구성하여 적용하고 그 수업의 효과를 살펴봄으로써 보다 효과적이고 과학적으로 유의미한 SSI 의사결정 학습의 방향을 찾고자 한다. 본 연구의 연구 문제는 다음과 같이 정리할 수 있다.

- (1) 자기주도적 협동학습을 강조한 SSI 의사결정 학습이 학생들의 의사결정의 결과에 영향을 주는가?
- (2) 자기주도적 협동학습을 강조한 SSI 의사결정 학습의 결과 형식적인 측면에서 학생들의 논증 구조의 수준이 향상되었는가?
- (3) 자기주도적 협동학습을 강조한 SSI 의사결정 학습의 결과 논증의 질적 측면에서 학생들의 인식론이 반영된 반성적 사고의 수준이 향상되었는가?
- (4) 자기주도적 협동학습을 강조한 SSI 의사결정 학습의 결과 학생들의 과학적 근거에 대한 활용 수준이 향상되었는가?

II. 이론적 배경

1. 자기주도적 학습과 협동 학습

학습자의 자율적이고 능동적인 참여를 강조하는 자기주도적 학습은 오래전부터 이상적인

학습의 형태로 여겨져 왔다. 자기주도학습의 정의나 구체적인 원리 등에는 다양한 견해가 존재한다. 자기주도학습은 학습자가 능동적으로 주도권을 가지고 학습을 진행하는 학습의 과정(Knowles, 1980; 박영태, 현정숙, 2002)이면서 동시에 학습과정의 결과로서 기대되는 학습자의 학습 능력(Brookfield, 1993; 박영태, 현정숙, 2002)이라고 할 수 있다. 특히 현대 사회에서 과학기술의 발달이 가져온 엄청난 지식과 정보의 팽창은 학생 스스로 적절한 정보를 선택하고 학습하는 자기주도학습 능력을 더 크게 필요로 하게 되었으며(양운택, 1999; 박경빈, 권혁민, 2011), SSI와 관련한 의사결정에서 이러한 자기주도적 정보의 선택과 조작 능력은 매우 중요한 요소라고 볼 수 있다.

Grow(1991)는 자기주도적 학습의 단계를 4단계로 구분하였는데, 가장 높은 단계인 4단계의 자기주도적 학습자의 단계에서 학습자는 독립 연구, 학생 주도적인 토론, 자기주도적 그룹 연구 등을 수행할 수 있다. 이 단계에서 교사는 권한 위임자로서의 교수 양식을 가진다. 그러나 교사는 학생들을 주시하면서 학생들이 자기주도적 학습을 진행할 수 있도록 도와주는 전문가, 자문가, 조력자로서의 역할을 수행하게 된다.

Bruffee(1993)는 협동학습을 좁게는 과제를 놓고 학습자들끼리 협동적인 탐구의 과정을 진행하는 학습으로, 넓게는 학습자들끼리 서로 가르치고 배우는 활동이 전개되는 학습으로 설명하였다. 과학교육학 용어 해설집(한국교육과학학회, 2005)에서는 협동학습을 다음과 같이 기술하고 있다.

특히 협동학습은 STS에 따른 과학 교수-학습, 과학의 윤리적 특성 교수-학습, 의사결정력의 신장 등에 목적을 둔 과학수업에는 어느 교수-학습 방법보다도 더 효과적이며(Cheek, 1992), 과학기술로 야기되어 사회적으로 논쟁거리가 되는 주제의 교수-학습에 특히 효과적이다(Trowbridge, Bybee, Powell, 2004).

이와 같이 협동학습은 SSI와 관련한 의사결정 학습에 효과적인 학습 방법이다. 예로, Johnson과 Johnson(1987)이 개발한 찬반 논쟁 수업 모형은 갈등 자체를 협동학습 관점에서 다룬 수업 모형으로 갈등을 긍정적으로 이해하고 이를 극복하여 토론의 승패를 결정하는 과정에서 더 나아가 변증법적인 대안을 찾는 과정을 제시하고 있다. 협동 학습의 기본 원리는 긍정적인 상호 의존, 개인적인 책임, 동등한 참여, 동시 다발적인 상호 작용이다(Kagan, Kagan, Kagan, 2007). 다시 말하면, 협동학습은 다함께 참여하는 것을 강조하고 있다. 학생의 적극적 자기주도적 학습에의 참여를 위해 협동이라는 전략을 활용하고 있는 것이다. 그리고 협동이라는 전략 속에서 구경꾼이나 방관자가 생기는 것을 적극적으로 막기 위해 개인의 책임과 참여를 강조하는 수업의 전략이다. 따라서 본질적으로 협동학습은 학습자 개개인의 자기주도적 학습을 위한 전략이라고 볼 수 있다.

따라서 본 연구에서 적용된 자기주도적 협동학습을 강조한 SSI 의사결정 학습은 구성원 간의 협력을 통해 이루어지는 사회적 구성의 과정을 기반으로, 학습자 자신이 학습 전체의 실행에 책무를 가지고 자기주도적으로 참여하는 것을 의미한다.

2. 기존의 의사결정 수업 모형

의사결정은 여러 가지 대안들 가운데서 합리적인 절차와 근거에 바탕을 두어 하나를 선택하는 행동을 말한다(한국과학교육학회, 2005). 윤미향(2006)은 의사결정은 의사결정자의 가치판단에 따라 여러 가지 대안 중에서 가장 합리적이고, 비교 우위적인 선택을 내리는 고등 정신 능력이라고 하였으며, 과학교육에서의 의사결정은 과학적 소양으로서의 의사결정을 의미한다고 하였다. 손정우(2006)는 과학교육에서 강조하고 있는 과학적 소양으로서의 의사결정은 과학적 사고에 기반한 의사결정이라고 밝히고 있다. 서울대학교 교육연구소(1994)는 일반적인 의사결정 과정을 ① 문제 상황의 인식, ② 정보의 수집 및 분석, ③ 대안 확인, ④ 대안 평가, ⑤ 최종 대안 선택의 절차로 제시하였다. 그러나 실제의 의사결정 상황에 있어서 정보 수집 및 분석과 대안의 확인 및 평가의 단계는 명확하게 선형적으로 구성된다고 보기 어렵다. 따라서 본 연구에 적용된 SSI 의사결정 학습은 크게 ① 문제 상황의 인식, ② 정보 수집 및 분석, ③ 의사결정의 세 단계로 구성되었으며, 정보 수집 및 분석의 단계에서 대안을 확인하고 대안을 평가하는 과정을 함께 수행할 수 있도록 구성하였다.



[그림 1] 윤리적 특정 교수-학습 모형 (최경희, 조희형, 2003)

최경희와 조희형(2003)은 [그림 1]과 같이 의사결정을 다루고 있는 윤리적 특성 교수-학습 모형을 강의 모형, 토론 모형, 조사 모형의 세 가지 형태로 개발하였다. 조사 모형은 자료 조사와 분석을 토대로 의사결정을 하지만, 다른 학생들과의 정보 공유나 의사소통 등의 사회적 구성 과정이 배제되어 있다. 그리고 최경희와 조희형(2003)의 토론 모형과 이순재(2003)의 쟁점 중심 모형은 소집단 토의와 전체 발표 및 평가의 과정을 명시적인 단계로 구성하고 있지만, 기본적으로 관련된 자료나 정보를 학생들이 어떻게 적극적으로 수집할 수 있을 것인가에 대한 고려가 없다. 윤미향(2006)은 합리적 의사결정에서 반성적 사고의 과정과 관련된 광범위한 사실에 기반한 정보의 수집, 분석, 종합 평가를 강조하였다. Ratcliffe(1997)는 사회-과학 관련 의사결정에서 문제의 합리적 분석, 유용한 정보의 이용과 인식, 과학적 증거에 대한 인식, 관련된 가치에 대한 인식, 토의와 참여, 다른 견해를 존중하는 것을 강조하였다. 본 연구에서 적용된 SSI 의사결정 학습은 기본적으로 최경희와 조희형(2003)의 토론 모

형에서 관련된 정보를 학생들이 적극적으로 직접 조사하고 분석하여 의사결정에 활용할 수 있도록 자료 조사 단계를 명시적으로 넣어 자기주도적 참여를 강조하고, 소그룹 및 학급 단위의 토론과 참여 의견의 공유를 포함하는 협동학습을 강조하도록 구성되었다.

3. 자기주도적 협동학습을 강조한 SSI 의사결정 학습

본 연구에서 적용된 SSI 의사결정 학습은 자기주도적 학습의 요소와 협동학습의 요소를 적절히 배치하여 학생들이 능동적 의사결정의 주체로서 관련 자료를 적극적으로 수집하고 적절한 정보를 바탕으로 하는 과학적 의사결정을 할 수 있도록 구성되었다. 첫째, 자료의 조사 단계부터 학생들의 적극적 참여를 강조하고, 토의, 프레젠테이션, 평가의 단계에 본인의 말과 글과 행동으로 참여하며, 마지막으로 본인의 생각을 글로 정리하여 의사결정을 적극적으로 구성할 수 있도록 자기주도적 학습을 강조하였다. 둘째, 학생들이 각각 조사한 개별적 자료의 조합을 바탕으로 관련 지식을 구성하고 토의와 프레젠테이션 질의응답 과정의 상호작용을 통해, 구경꾼이나 방관자 없이 공동의 의사결정에 주도적으로 참여할 수 있도록 협동학습을 강조하였다.

특히 본 연구에서 적용된 SSI 의사결정 학습 모형이 기존의 다른 모형들과 다른 특징적인 점은 ① 자료 조사 및 분석의 단계에 학생들의 개별 자료 조사 단계를 명시적으로 넣은 것, ② 의사결정의 마지막 단계에서 의사결정 글쓰기 활동을 포함한 점이다. 과학적 소양의 관점에서 SSI를 다룰 때, 학생들은 정보에 기반한 의사결정을 할 수 있어야 한다(Sadler and Zeidler, 2005). 따라서 개별 자료 조사 단계를 명시적으로 넣은 것은 수동적으로 제공된 정보에 의존하지 않고, 관련된 정보를 보다 능동적으로 수집하여 자기주도적 의사결정에 도달하게 하는데 그 목적이 있다. 마지막 단계에서 의사결정 글쓰기를 넣은 것은 여러 가지 강조점이 있다. 첫째, 글쓰기는 지식이 구성되거나 변형되고 조직되는 과정을 통해 반성적 사고와 스스로의 평가 활동을 포함하게 된다(Emig, 1977; 남정희, 광경화, 장경화, 2008). 학생들은 의사결정의 마지막 단계에서 글쓰기를 통해 자신의 의사결정 결과와 의사결정의 과정에 대한 스스로의 평가의 시간을 가질 수 있으며 글쓰기의 과정을 통해 반성적 사고에 기반한 의사결정을 할 수 있다. 둘째, 이러한 반성적 메타인지적 활동은 과학적 사고의 발달을 가져올 수 있다. 어떤 과학 지식을 어떤 과학적 방법을 적용하여 자신의 주장에 대한 근거로 활용할 것인가 하는 과정을 통해 과학적 사고가 향상될 수 있다. 셋째, 과학적 사고와 반성적 메타인지적 사고에 기반하여 자신만의 새로운 의미를 구성한 창의적 논증을 만들어낼 수 있다. 네 번째, 학습자 내면의 과학적 사고의 과정을 자신의 글로 드러냄으로써 다른 사람과 소통할 수 있다. 그리고, 마지막으로 교사는 학생의 의사결정 글쓰기를 통해 학습자 내면의 사고 과정을 눈으로 볼 수 있으며, 그로부터 교육적 함의를 찾아낼 수 있다.

또한 학생들이 스스로 조사한 자료를 바탕으로 하는 토론의 과정과 조별 프레젠테이션 그리고 평가의 과정을 통해 협동학습이 이루어진다. 조별 토론에서 학생들은 구성원 각각이 조사한 자료를 공유하고, 각각의 학생들의 의사결정 과정을 공유하는 과정을 통해 서로 상대방의 의사결정 과정을 학습하고 스스로의 의사결정 과정을 되돌아볼 수 있게 되는 사회적

구성의 과정을 거치게 된다. 이러한 사회적 과정에서 특히 학생들은 어떤 자료가 어떤 주장의 근거가 되고, 어떤 주장이 더 타당하고 설득력 있는 주장인지 판단하게 된다. 따라서 조별 프레젠테이션의 과정에서 학생들은 이제 상대방의 의사결정을 평가할 수 있는 단계에 이르게 된다. 학생들은 다른 조의 의사결정에 대해 어떤 근거가 적절하고 절절하지 않은지, 어떤 주장이 더 과학적이고 믿을만한 근거에 주장한 의사결정인지 서로서로 질의응답을 통해 평가하고 피드백을 받는 과정을 거치게 된다.

이 모형은 학생을 자기주도적 학습자로 간주하고 있으므로 교사는 Grow(1991)의 교수 양식에 따라, 지식의 전달자가 아닌 학습의 조력자로서의 역할을 수행하게 된다. 모형의 첫 번째 단계인 주제 제시 단계에서 교사는 간단한 읽기 자료와 함께 SSI 주제와 관련한 불일치 국면 제시하고, 학생들에게 선택지를 제공한다. 개별 자료 조사 단계에 앞서 교사는 관련 자료를 어디에서 어떻게 찾을 수 있는지에 대한 가이드를 제공해야 한다. 따라서 교사는 사전에 관련 내용에 대한 정보 수집과 연구를 통해 균형 잡힌 시각으로 공정하고 믿을만한 근거를 제공하는 출처를 미리 확보해야 한다. 그리고 개별 자료 조사 단계에서부터 교사는 전적으로 학생에게 권한을 위임하는 단계가 된다. 특히 SSI 주제의 특성상 교사의 개입이 학생들의 의사결정에 직접적이고 명시적인 영향을 미칠 수 있기 때문에 교사는 수업의 개입에 매우 신중하고 조심스러워야 한다. 본 모형에서 교사의 역할은 Grow의 모형에 근거하여 지극히 제한적이지만 학습자의 학습의 진행을 꾸준히 주시하면서 어떤 도움이 필요한지를 찾아내 적절한 타이밍에 적절한 도움을 제공하여 학습자의 자기주도적 학습을 극대화할 수 있도록 하는 것이 핵심이다.

수업에 적용된 자기주도적 협동학습을 강조한 SSI 의사결정 학습의 흐름을 [그림 2]과 같이 나타낼 수 있으며, 각각의 단계는 다음과 같다.

가. 이슈 제시

교사는 간단한 읽기 자료를 바탕으로 SSI 주제를 제시하고, 주요 불일치 국면을 안내한다.

나. 개별 자료 조사

학생들은 지구온난화 논쟁과 관련한 과학적 지식과 관련된 불일치 국면에 대해 자료를 조사한다. 교사는 학생들에게 참고 문헌을 안내하고, 조원들은 중복되는 책이 없이 각각 한권씩 선택하여 과제를 완성한다.

다. 소그룹 토론

학생들이 직접 수집한 관련 자료를 바탕으로 하여, 소그룹 조별 토론을 진행하며, 토론을 통해 정해진 조별 의사결정을 바탕으로 프레젠테이션 자료를 제작한다.

라. 프레젠테이션

엄격하게 정해진 규칙은 없으나 프레젠테이션은 한 명이 진행하지 않으며, 조원 전체가 앞에 나와서 프레젠테이션을 진행한다. 다른 조가 프레젠테이션하는 동안 다른 조의 학생들

은 발표 내용을 평가할 수 있는 간단한 활동지를 작성하면서 다른 조의 발표 내용에 집중한다.

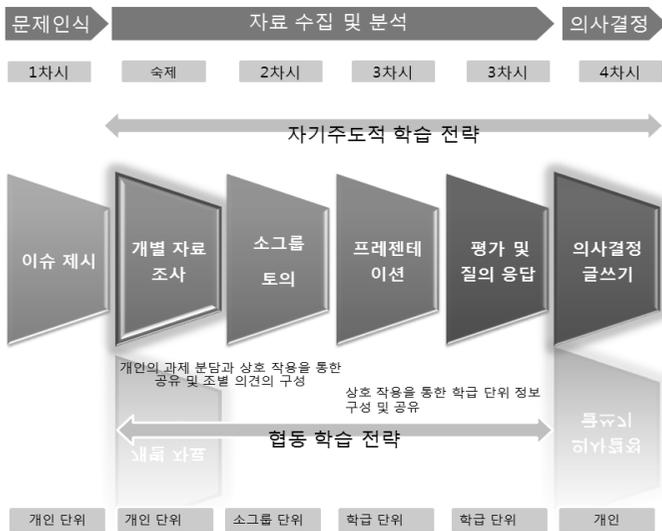
마. 평가 및 질의·응답

조별 프레젠테이션 발표에 대한 평가와 질의·응답을 실시한다. 다른 조의 발표에 대해 각 조에서 반드시 한 가지 이상의 질문을 한다. 활동지의 작성과 질의 및 응답 과정을 통해 자신과 상대방의 의사결정에 대해 스스로 평가의 기회를 가지게 되고, 조별 토의에서 다루지 못한 새로운 내용을 공유하게 되며, 자신의 의견을 다시 수정하게 된다. 주로 다른 조의 주장에 대해 근거가 약한 부분에 대해 의문을 제기하고 반박 자료를 제시하게 된다. 교사는 필요한 경우 질의나 응답 내용에 대한 보충적인 설명을 추가한다.

바. 의사결정 글쓰기

마지막으로 학생들은 다른 학생들과 자신이 주도적으로 조사한 자료, 조별 토의를 통해 구성된 자료, 조별 프레젠테이션을 통해 학급 전체가 공유한 자료를 바탕으로 자신의 의사를 결정하고, 본인의 의사결정을 글로 써내려가게 된다.

학생들은 본인의 의사결정을 글로 써내려가는 과정을 통해 전체적으로 문제 상황을 조망하고 관련된 다양한 의견들을 확인하고 점검 평가하는 과정을 거쳐 최종적인 자신의 의사결정을 구성하게 된다. 이 과정에서 학생들은 반성적 사고와 메타인지적 사고의 기회를 제공받게 되며 보다 발전적이고 수준 높은 학생 본인의 논증을 자기주도적으로 구성할 수 있게 된다.



[그림 2] 자기주도적 협동학습을 강조한 SSI 의사결정 학습 모형

III. 연구 방법

1. 연구 대상¹⁾ 및 자료 수집

연구 대상은 자기주도적 협동학습을 강조한 SSI 의사결정 학습을 적용한 그룹(이하 연구에서 그룹 C)이며, 두 대조 그룹을 설정하였다(<표 1> 참조). 첫 번째 대조 그룹은 지구온난화 관련 논쟁 상황의 분석 및 설명을 교사 강의로 진행하고 학생들의 토의 과정 없이 의사결정 글쓰기를 실시한 그룹(이하 연구에서 그룹 A)이고, 두 번째 대조 그룹은 학생들의 자료조사 과정 없이 분석 자료를 교사가 정리하여 제공하고 소그룹 토의와 프레젠테이션을 진행한 그룹(이하 연구에서 그룹 B)이다.

<표 1> 연구 대상 및 데이터

그룹 A	그룹 B	그룹 C
S 중학교 2학년 과학 우수학생 10명	G 영재원 중학교 1학년 15명	G 영재원 중학교 1학년 15명
이슈 제시 사전 의사 결정(손들기)	이슈 제시 사전 의사 결정(구두 발표*)	이슈 제시 사전 의사 결정(의사결정 글쓰기*)
분석 및 설명 (교사 강의)	분석 자료 교사 제공 소그룹 토의 프리젠테이션	자기주도적 자료 수집 및 분석 소그룹 토의 프리젠테이션
의사결정 글쓰기**	의사결정 글쓰기**	의사결정 글쓰기**

*분석에 사용된 사전 데이터

**분석에 사용된 사후 데이터

그룹 A는 서울 시내 S 중학교 2학년 과학 우수학생 10명이며 20 시간의 과학논술 방과 후 수업 중 마지막 4차시에 지구온난화와 관련한 의사결정 수업을 강의 수업의 형태로 실시한 후 의사결정 글쓰기를 하였다. 그룹 B는 서울 소재 G 영재원 중학교 1학년 학생 15명을 대상으로 기존의 의사결정 모형인 토론 모형을 적용한 4차시의 수업을 실시하였다. 조별 토의를 위하여 교사가 준비한 인쇄 자료를 학생들에게 각 조별로 제공하였다. 그룹 C는 서울 소재 G 영재원 중학교 1학년 학생 15명으로, 앞에서 설명한 자기주도적 협동학습을 강조한 SSI 의사결정 학습을 적용하여 4차시에 걸쳐 수업을 진행하였다. 학습의 사전 사후 비교를

1) 본 연구에서 연구 대상은 서울시 자치구 부설 영재교육원에서 학습중인 중학교 1학년 과학 영재학생이다. 대조그룹은 동일 영재교육원 중학교 1학년 과학 영재학생과 서울시내 중학교 교내 방과 후 과학논술반을 수강 중인 과학성적우수학생으로 과학논술반은 두 번의 교내 과학시험에서 만점을 받은 중학교 2학년 학생들 중 희망자를 대상으로 개설된 강의이다. 연구자는 과학논술반 학생을 영재교육원 학생들과 유사한 집단으로 가정하여 대조 그룹으로 설정하였으나 동질성을 담보할 수 없어 본 연구의 제한점으로 작용할 수 있다. 그리고, 과학성적우수학생과 과학영재학생을 포함하는 용어로 ‘과학우수아’라는 용어를 선택하였다.

위하여 위해 그룹 C의 경우 수업의 마지막 단계에서의 글쓰기와 동일한 글쓰기를 1차시에 실시하여 사전 자료로 활용하였다. 그룹 C 학생들은 지구온난화 논쟁과 관련하여 교사가 안내해준 참고 서적을 바탕으로 개별 자료 조사를 실시하였다.

자기주도적 협동학습을 강조한 SSI 의사결정 학습의 효과를 평가하기 위해, 학생들의 글쓰기 분석은 실험 그룹과 대조 그룹의 비교, 실험 그룹의 사전 사후 비교로 이루어졌다.

2. 자료 분석 방법

자기주도적 협동학습을 강조한 SSI 의사결정 학습의 결과 학생들이 과학적으로 보다 유의미한 의사결정에 도달하였는가를 확인하기 위하여 학생들의 지구온난화 관련 의사결정 글쓰기에 나타난 ① 의사결정 선택 결과의 변화, ② 논증 구조의 수준, ③ 반성적 사고의 수준, ④ 근거의 특징을 통해 학습의 효과를 분석하였다.

가. 사전 사후 선택의 변화

<표 2> 지구온난화 주제의 의사결정 선택지

선택 1	선택 2	선택 3
지구는 점점 더워지고 있다. 이것은 인간 활동의 결과이다.	지구의 온도 변화는 자연스러운 현상일 뿐이다. 인간의 활동으로 지구 온난화가 발생한 것이 아니다.	더 좋은 다른 선택은 없을까요?

세 그룹의 학생들은 지구온난화 논쟁과 관련한 의사결정의 학습에서 <표 2>와 같은 선택지를 제공받았다. 자기주도적 협동학습을 강조한 SSI 의사결정 학습이 학생들의 의사결정 선택의 결과에 영향을 주는지 판단하기 위해 그룹 B와 그룹 C의 사전 사후 글쓰기에서 나타난 학생들의 의사결정 결과가 어떻게 달라졌는지 알아보았다. 그룹 B의 경우 사전 글쓰기 자료가 없으나, 수업의 시작 부분에서 교사가 학생들 개개인의 선택을 물어보았고 학생들은 그에 대해 응답하였다. 따라서 녹음된 내용을 기준으로 학생들의 사전 선택을 알 수 있었다. 학생들이 제출한 글쓰기 자료 중에서는 누락된 데이터가 있어 누락된 데이터는 제외하였다.

나. 논증 구조의 수준(Argumentation Structure Level): 논증의 형식적 측면

Kuhn(1991)은 논증(argumentation)은 본인의 주장에 대해서 대립하는 주장이 존재하거나 존재할 가능성을 전제로 하기 때문에 본인의 주장과 대립하는 상대방의 주장을 고려하고, 본인의 의견에 대한 반박을 염두에 두는 것이 수준 높은 논증을 가능하게 한다고 하였다. Osborne(2005)은 반박(rebuttal)을 강조하는 Kuhn(1991)의 논리를 반영하여, 논증의 수준을 평가하기 위한 분석틀을 제안하였는데, 이 분석틀은 수업 중 학생들의 담화 상에서의 논증

을 분석하기 위한 기준으로서 학생들 사이에 대립되는 의견이 존재하는 담화만을 분석의 대상으로 하고 있다. 따라서 본 연구에서의 분석 대상인 글쓰기와는 맞지 않는 부분이 있다. 왜냐하면 글쓰기는 상대방이 없이 진행되기 때문에 상대방의 대립되는 의견이 존재하지 않는 상태에서 본인의 논증 구성이 가능하기 때문이다. 따라서 본 연구에서는 학생들의 글쓰기에 나타난 논증의 구조를 분석하기 위해 Toulmin(2003)의 논증의 요소를 기본으로 하고 Osborne(2005)의 분석틀을 바탕으로 학생들의 글쓰기를 반복적으로 분석하는 과정을 통해 귀납적 방법으로 얻어진 <표 3>과 같은 분석 기준을 적용하였다²⁾.

Toulmin은 (D), (W), (B)의 구별이 명확하지 않고 다수의 경우에 동일하게 적용하기 어렵다는 것을 본인의 글에 명시적으로 밝히고 있다. 실제로 학생들의 의사결정 글쓰기에서 학생들은 복잡하고 다양한 방식으로 주장을 지지하는 근거를 제시하고 있기 때문에, 본 연구에서는 (D)를 현재의 기온상승으로 한정하고, (W)와 (B)를 근거(Ground)로 묶어서 분석에 적용하였다.

<표 3> 논증의 구조 분석 기준

논증 구조의 수준	
Level 1	주장
Level 2	주장 + 근거
Level 3	주장 + 근거 + 대립 주장 인지
Level 4	주장 + 근거 + 대립 주장 인지 + 대립 주장에 대한 반박
Level 5	주장 + 근거 + 대립 주장 인지 + 대립 주장에 대한 반박 + 미래지향적 실천

다. 반성적 사고의 수준(Reflective Judgement Stage): 논증의 실질적 질적 측면

King과 Kitchener(1994)는 Dewey의 반성적 사고의 아이디어를 적용하여 인식론적 신념과 반성적 사고의 관계를 밝히는 대규모 연구를 진행하였다. 이 연구는 20년에 걸친 종단적 횡단적 연구로, 어린 청소년부터 시작하여 성인이 될 때까지 지식의 변화에 대한 개인의 시각이 시간에 따라 어떻게 변화하는 가를 보여준다(Zeidler, Sadler, Applebaum, Callahan, 2009). 반성적 사고(reflective judgement)는 개인이 구조화되지 않은 문제에 접근할 때 사용하는 사고의 패턴을 포함한다(King and Kitchener, 1994; Boyd, 2008; Zeidler 외, 2009). Zeidler 외(2009)는 SSI와 Reflective Judgement Model(RJM)은 공통적으로 구조화되지 않은 문제에 대하여 증거에 기반한 추론을 요구하며, 추론에 근거하여 입장을 지지하는 증거를 활용함으로써, 과학적이고 형식적인 증거의 조합과 분석, 시험을 필요로 한다고 하였다.

따라서 본 연구에서는 학생들의 의사결정 글쓰기의 질적 수준의 분석을 위해 King과 Kitchener(1994)의 반성적 사고 모형을 분석의 틀로 채택하였다³⁾. 전체 7단계로 이루어지는

2) 논증 구조의 수준 예시 <부록1> 참조

3) Reflective Judgement Model <부록2> 참조

Reflective Judgement Model(RJM)은 크게 전-반성적 사고(pre-reflective thinking(1~3 Stages)), 준-반성적 사고(quasi-reflective thinking(4~5 Stages)), 반성적 사고(reflective thinking(6~7 Stages))로 나누어진다. 본 연구에서는 실제 적용의 상황에서 글쓰기에 나타난 정보만으로 반성적 사고의 1~7단계를 명확하게 판단하기 어려운 경우가 있고, 연구자의 주관성이 세부 단계에 반영될 수 있는 점을 감안하여, 보다 상위 범주인 전-반성적 단계, 준-반성적 단계, 반성적 단계의 세 가지 기준을 연구결과의 분석에 적용하여 오차를 줄이고자 하였다⁴⁾. 각 세 단계의 특징은 다음과 같다.

전-반성적 단계는 단일하고 견고한 진실, 절대적인 지식, 절대적인 진실을 결정하는 권위로 특징지을 수 있다.

준-반성적 단계는 신념 체계에 대한 불확실성의 인지로 특징지어진다. 권위가 반드시 필요하거나 항상 옳은 것은 아니며, 권위에 대한 의존이 감소하기는 하지만 여전히 중요하게 여겨진다. 이 단계에서 권위는 진실의 유일한 결정자가 아니다. 그러나 증거에 맞추어 기존의 신념을 바꾸기보다는 기존의 신념과 잘 맞는 증거를 선택하려는 경향이 있다. 다양한 관점에서 증거를 바라볼 수 있지만 증거에 대한 다양한 해석을 통합하여 총체적인 지식을 구성하는 비판적 사고 기능은 떨어진다.

마지막으로 반성적 사고의 단계는 타당한 논증으로 구성된 증거에 기반하여 새로운 지식을 구성하고 생산해내는 단계로 이동한다. 권위는 새로운 지식의 생산에 대한 기여자로 인식되고, 지식은 증거에 기반하여 변화할 수 있다. 증거와 지식은 다양한 출처로부터 나올 수 있으며, 논쟁적인 증거에 대한 개연성 있는 설명을 분석할 수 있다.

라. 근거의 특징: 과학적 정보의 활용 수준

마지막으로 학생들이 활용한 근거의 특징이 어떻게 달라졌는지 비교해 보았다. 잘 구성된 논증에서 중요하게 다루어지는 것은 근거의 종류, 근거의 수, 근거의 수준 등이다. 본 연구에서 적용된 주제가 지구온난화와 관련한 논쟁 상황에 한정되어 있으므로 학생들이 사용한 근거의 종류는 대부분 지구온난화와 관련한 과학 지식이었다. 따라서 근거의 특징에서는 학생들이 관련 지식을 활용한 방법을 귀납적으로 분석하여 <표 4>와 같이 관련 정보의 단순 나열, 과학적 설명의 구성, 관련 데이터에 대한 해석 및 평가로 나누었다. 이때 한 학생의 글쓰기에서 나열, 설명, 해석 및 평가가 동시에 활용되고 있는 경우 각각의 항목에 중복되게 반영하였다. 이와 함께 과학의 본성에 대한 기술을 근거로 활용하였는지 유무를 살펴 보았다.

4) Reflective Judgement Stage 분석 예시 <부록2> 참조

< 표 4 > 학생들의 의사결정 글쓰기에 나타난 과학적 정보의 활용 수준 예시

과학 정보의 활용 수준	학생 글쓰기 예시
나열	<u>그룹 A (학생 2)</u> :화석연료의 연소, 화력 발전소에서의 배출, 삼림 벌채, 건물의 건설, 나무 태우기 등을 들수 있고, 메탄은 화석 연료의 생산, 곡물 재배, 폐기물 관리, 소의 방귀를 들 수 있다.
설명	<u>그룹 A (학생 5)</u> :온실가스가 늘어남에 따라 지구를 데우고 난 후 다시 우주 밖으로 빠져나가는 적외선이 차츰 줄게 되었다. 그리하여 적외선은 다시 지구를 데우고 지구온난화를 일으키게 되었고, 지구온난화가 발생함에 따라서 많은 기후변화들이 일어나게 되었다.
해석 및 평가	<u>그룹 B (학생 4)</u> :미국의 과학자는 100년동안 이산화탄소 농도가 65 ppm 증가해서 기온이 0.75도 증가했다고 하였지만, 이산화탄소가 거의 증가하지 않은 1940년 이전에는 기온이 0.6도 상승하였고 이산화탄소가 폭발적으로 증가한 1940년 이후에는 0.15도밖에 상승하지 않았다.
과학의 본성	<u>그룹 C (학생 6)</u> :조사해서 토론한 결과 좋은 근거가 둘 다 있지만 어느 것을 믿을 만한지 확실히 알 수 없다. 한 가지 결과도 둘의 근거로 변환시켜서 뒷받침한다.

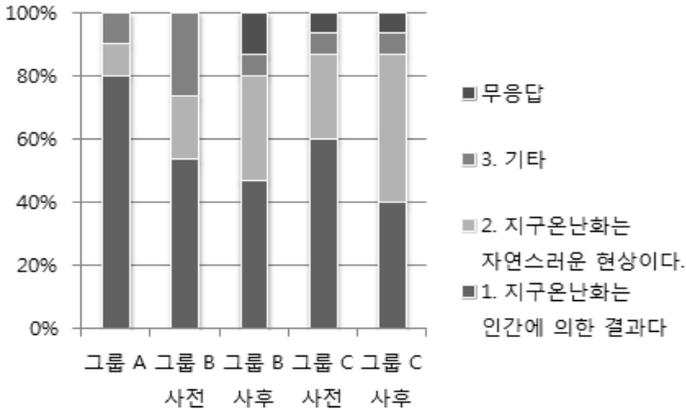
IV. 연구 결과

1. 사전 사후 선택의 변화

< 표 5 > 학생들의 의사결정 선택

		학생들의 선택 결과					
그룹 A	사후	그룹 B	사전	사후	그룹 C	사전	사후
학생 1	1	학생 1	2	2	학생 1	1	1
학생 2	1	학생 2	2	2	학생 2	2	-
학생 3	1	학생 3	2	2	학생 3	1	1
학생 4	1	<u>학생 4</u>	3	2	학생 4	2	2
학생 5	1	학생 5	1	1	<u>학생 5</u>	1	2
학생 6	1	학생 6	3	3	<u>학생 6</u>	1	3
학생 7	1	<u>학생 7</u>	3	2	<u>학생 7</u>	3	2
학생 8	3	학생 8	1	1	<u>학생 8</u>	1	2
학생 9	1	학생 9	1	1	학생 9	1	1
학생 10	2	학생 10	1	1	학생 10	1	1
		학생 11	1	1	<u>학생 11</u>	2	1
		학생 12	1	1	학생 12	1	1
		<u>학생 13</u>	3	1	<u>학생 13</u>	1	2
		학생 14	1	-	<u>학생 14</u>	1	2
		학생 15	1	-	<u>학생 15</u>	1	2

<표 5>에서 이탤릭으로 표시된 것은 학생들의 사전 선택과 사후 선택이 달라진 경우이다. 그룹 C 학생들의 경우 사전 사후 검사에서 선택이 바뀌게 된 학생들이 눈에 띄게 많은 것을 볼 수 있다. 이것은 자기주도적 협동학습을 강조한 SSI 의사결정 학습의 결과, 학생들이 자신의 사전 선택에도 불구하고 상대방의 주장과 근거에 귀를 기울이고 두 가지 관점을 중립적인 시각에서 분석하고 판단하게 된 결과로 해석할 수 있다.



[그림 3] 학생들의 의사결정 선택의 결과

[그림 3]을 보면 교사의 강의로 수업을 실시한 A집단의 경우 학생들은 보편적으로 알려진 주장인 선택 1을 지지하는 비율이 높으나, 그룹 B와 그룹 C의 사후 선택을 보면 의사결정 수업 모형을 적용한 학생들의 경우 익숙하지 않은 주장인 선택 2를 지지하는 비율이 높아진 것을 알 수 있다. 이것은 의사결정 학습의 결과 학생들이 보편적으로 알려진 주장에 의존하기보다는 자신들이 접근할 수 있는 다양한 정보를 근거로 하는 의사결정을 하게 된 결과로 추론할 수 있다.

2. 논증 구조의 수준

본 연구에서 개발된 분석틀을 적용해 학생들의 글쓰기를 분석한 결과는 아래 <표 6>과 같다. 이탤릭으로 표시된 것은 수업 모형의 적용 후 논증 구조의 수준이 올라간 학생들이다. 자기주도적 협동학습을 강조한 SSI 의사결정 학습의 적용 결과 전체 15명의 학생 중 사전 사후 검사 정보가 있는 학생 13명 중 9명에서 논증의 구조 수준이 올라간 것을 볼 수 있다.

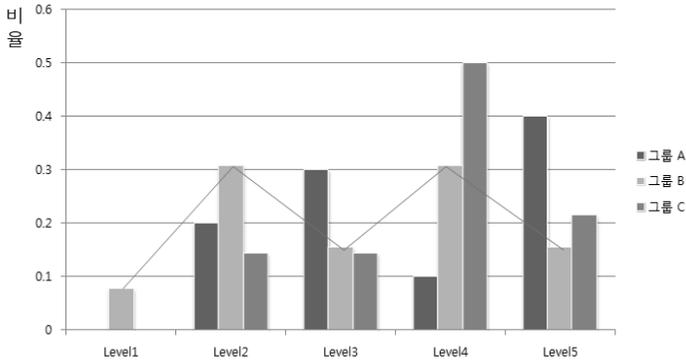
<표 6> 학생들의 논증의 구조 수준

논증 구조의 수준						
그룹 A 사후		그룹 B 사후	그룹 C	사전	사후	
학생 1	2	학생 1	4	<u>학생 1</u>	2	4
학생 2	5	학생 2	5	학생 2	2	
학생 3	5	학생 3	4	<u>학생 3</u>	3	5
학생 4	3	학생 4	4	<u>학생 4</u>	3	4
학생 5	5	학생 5	2	<u>학생 5</u>	3	4
학생 6	2	학생 6	1	<u>학생 6</u>	2	5
학생 7	5	학생 7	4	<u>학생 7</u>	4	5
학생 8	4	학생 8	5	<u>학생 8</u>	3	4
학생 9	3	학생 9	3	학생 9	2	2
학생 10	3	학생 10	2	학생 10	4	4
		학생 11	3	학생 11	3	3
		학생 12	2	학생 12	2	2
		학생 13	2	<u>학생 13</u>	2	4
				<u>학생 14</u>	3	4
				학생 15		3

<표 7>은 각 그룹 별로 수업의 마지막 단계인 글쓰기에서 나타난 각 논증 구조의 수준에 해당하는 학생의 수를 보여준다. [그림 4]를 보면 자기주도적 협동학습을 강조한 SSI 의사결정 학습을 적용한 그룹 C뿐 아니라 교사의 강의 수업을 통해 의사결정을 학습한 그룹 A 학생들의 글쓰기에서도 논증 구조가 눈에 띄게 높게 나타난 것을 볼 수 있다. 이것은 교사의 강의 수업에서 과학 글쓰기와 관련하여 본인의 주장을 지지하는 증거, 상대방의 주장을 지지하는 증거, 그리고 교토의정서와 관련한 내용을 명시적으로 다루었기 때문에, 학생들의 글쓰기에서 논증 구조의 5단계가 많은 것으로 이해할 수 있다. 다시 말해, 지구온난화와 관련한 의사결정을 다루는 교사의 강의 형태의 수업에서, 의사결정 글쓰기와 관련하여 교사의 명시적인 언급이 논증의 구조에 직접적인 영향을 미친 것으로 해석할 수 있다.

<표 7> 논증의 수준 별 학생 수

논증 구조의 수준 (사후)	논증 구조의 수준 (사후)		
	그룹 A	그룹 B	그룹 C
Level 1	0	1	0
Level 2	2	4	2
Level 3	3	2	2
Level 4	1	4	7
Level 5	4	2	3
평균 Level	3.7	3.2	3.8



[그림 4] 그룹별 학생들의 논증의 수준 분포

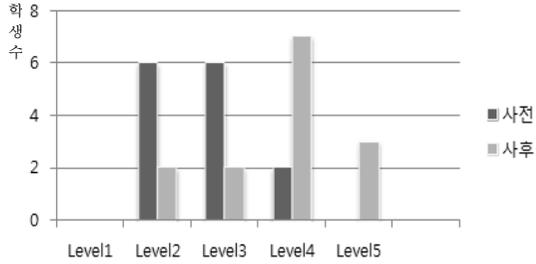
<표 7>과 [그림 4]를 보면 그룹 A와 그룹 C에 비하여 그룹 B의 논증의 구조가 눈에 띄게 낮은 수준으로 나타나는 것을 볼 수 있다. 이것은 학생들이 교사가 제시해준 자료를 바탕으로 하여 그룹 토의를 의미있게 구성해내지 못한 것에 기인하는 것으로 이해할 수 있다. 다시 말하면, 직접 자료를 조사하고 본인이 직접 찾아낸 근거를 바탕으로 자신의 주장을 확보하고 조별 토의에 들어간 그룹 C의 경우 관련 자료 조사를 바탕으로 서로의 의견을 주고받으면서 상대방의 의견과 본인의 의견을 동시에 조망할 수 있는 기회를 가졌기 때문에 상대방의 주장을 고려하는 높은 수준의 논증 구조를 보이게 된 반면, 그룹 B의 경우 교사가 제시하여 준 자료가 실제로 그러한 역할을 하지 못하였고, 상대방의 의견이나 근거에 대한 이해가 부족하였으며, 상대방의 주장에 대한 고려 없이 자신의 주장만을 기술하는 낮은 단계의 논증의 구조를 보인 것으로 해석할 수 있다. 따라서 학생들의 의사결정 학습에서 논쟁 상황과 관련하여 본인이 직접 관련 자료를 찾고 본인 주장의 근거를 확보하는 자기주도적 자료 조사 과정이 반드시 필요한 과정임을 알 수 있다.

특히, 자기주도적 협동학습을 강조한 SSI 의사결정 학습을 적용한 그룹 C 학생들은 다른 집단에 비해 상위 논증 구조에 해당하는 4단계와 5단계가 많다([그림 4] 참조). 또한, 그룹 C의 사전 사후 결과를 비교해 보면 수업 전에 학생들의 글쓰기는 주로 수준 2와 수준 3의 논증 구조를 반영하고 있으나, 학습 후 글쓰기에서 학생들은 상대방의 주장과 그에 대한 반박을 통해 자신의 주장을 강화하는 형태인 수준 4의 논증 구조와, 의사결정으로부터 제안할 수 있는 미래지향적 실천을 포함하는 수준 5의 논증 구조로 발전된 것을 볼 수 있다(<표 8>, [그림 5] 참조). 따라서 본 연구에서 적용한 자기주도적 협동학습을 강조한 SSI 의사결정 학습은 학생들의 의사결정에서 논증 구조의 향상에 긍정적 영향을 주고 있는 것을 알 수 있다.

특히 박은이와 홍훈기(2011)의 영재학생들의 과학 기술 논쟁 상황에서 글쓰기를 분석한 연구에서 2단계에 해당하는 자신의 일방적인 주장 해당하는 학생들이 29%, 4단계와 5단계에 해당하는 상대방의 의견에 대한 반박을 구성한 비율이 7%에 불과했던 결과에 비하면 본 연구의 결과는 매우 특별하다는 것을 알 수 있다.

<표 8> 그룹 C의 사전 사후 논증의 수준별 학생 수

그룹 C		
	사전	사후
Level1	0	0
Level2	6	2
Level3	6	2
Level4	2	7
Level5	0	3
평균	2.7	3.8



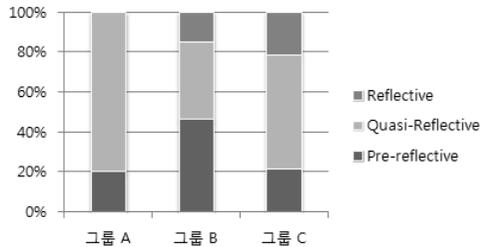
[그림 5] 그룹 C의 사전 사후 학생들의 논증의 수준 분포

3. 반성적 사고의 수준

<표 9>과 [그림 6]에서 보는 것과 같이 개발된 모형을 적용한 그룹 C의 반성적 사고의 단계가 전반적으로 높은 수준으로 나타난 것을 볼 수 있다. 특히, 그룹 A의 경우 앞서 논증의 구조에서 5단계가 가장 많은 비율을 차지했던 것에 비해 반성적 사고의 수준에서는 가장 상위단계에 해당하는 학생이 한명도 없는 것으로 나타났다. 이것은 교사의 강의 수업에서 교사의 명시적 언급이 구조적 또는 형식적으로는 학생들의 논증 구조에 반영될 수 있으나, 그 내용이 학습자에게 내면화되어 실제 인식론적 사고로 반영되는 것에는 한계가 있음을 보여주는 의미있는 결과로 해석할 수 있다.

<표 9> 그룹별 반성적 사고 수준의 분포

	반성적 판단 (사후)		
	그룹 A	그룹 B	그룹 C
전-반성적 사고	2	6	3
준-반성적 사고	8	5	8
반성적 사고	0	2	3



[그림 6] 그룹별 반성적 사고 수준의 분포

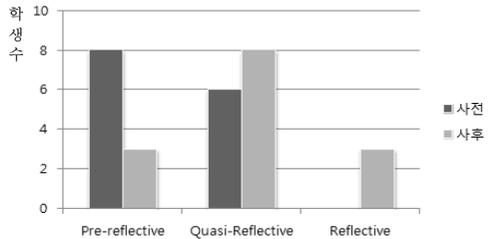
그룹 A와 그룹 B를 비교했을 때, 교사의 강의 수업 집단인 그룹 A의 경우 논증의 구조에서는 그룹 B보다 높게 나타났지만(<표 7>, [그림 4] 참조), 반성적 사고의 수준은 오히려 더 낮게 나타나고 있다. 이것은 학생들이 직접 본인의 말로서 주장과 근거를 표현하고 상대방의 주장과 서로 토론하면서 논증을 구성해 가는 것이 학생들의 인식론적 사고의 발달에 기여하는 요소임을 보여주는 결과이다.

마지막으로 <표 10>과 [그림 7]은 자기주도적 협동학습을 강조한 SSI 의사결정 학습을 적용한 그룹 C의 사전 사후 글쓰기에 나타난 반성적 사고의 수준을 비교한 결과이다. 학습 전에 학생들은 전-반성적 단계가 가장 많고, 나머지는 준-반성적 단계에 머무르고 있었지만, 학습 후에 학생들의 반성적 사고 수준은 전반적으로 향상하여 3명의 학생이 반성적 사고 수준에 도달하였다. 학생들의 적극적인 자료 조사와 분석, 학생 간의 토의, 조별 발표, 질의응답을 통해 학생들이 대립되는 의견에 대해 다양한 관점을 공평하게 바라보고 자신의 의견을 지지하는 근거를 설득력있게 구성하여 의사결정에 이르게 된 것으로 해석할 수 있다.

따라서, 자기주도적 협동학습을 강조하는 SSI 의사결정 학습은 학생들의 반성적 사고 수준의 향상에 긍정적으로 작용한다는 것을 알 수 있다. 학생들은 자기주도적 협동학습의 과정에서 학습 활동이 내면화되는 과정을 통해 스스로 의사결정의 수준을 끌어올릴 수 있다는 것을 알 수 있다.

<표 10> 그룹 C의 사전 사후 반성적 사고 수준의 분포

그룹 C	학생수	
	사전	사후
전-반성적 사고	8	3
준-반성적 사고	6	8
반성적 사고	0	3
평균	1.4	2.2



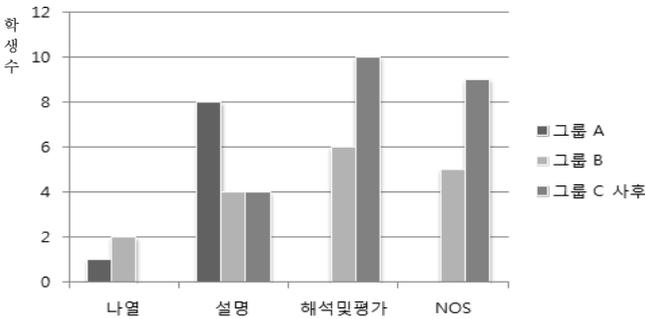
[그림 7] 그룹 C의 사전 사후 반성적 사고 수준의 분포

4. 근거의 특징

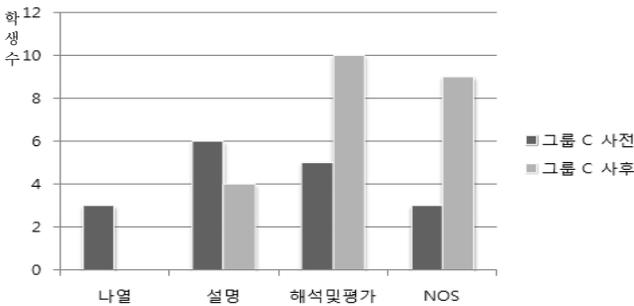
본 연구에서 적용된 주제가 지구온난화와 관련하여 사실의 불일치 영역에 한정되어 있기 때문에 학생들의 글쓰기에서 활용한 근거는 대부분 지구온난화와 관련한 과학 지식이었다. 따라서 근거의 특징에서는 과학적 지식의 단순 나열, 설명, 해석 및 평가 그리고 과학의 본성(NOS)을 기술한 학생의 수를 [그림 8]과 같이 비교하였다. 그룹 A의 경우 정보의 단순 나열이나 설명을 근거로 제시하고 있는 반면 그룹 B는 정보에 대한 해석과 평가를 제시하고 있으며, 특히 그룹 C의 경우 단순 나열이 아닌 정보의 해석과 평가를 통한 근거의 제시가 많은 비중을 차지하고 있는 것을 볼 수 있다. 또한 과학의 본성에 대한 관점을 근거로 활용하는 빈도역시 그룹 A < 그룹 B < 그룹 C의 순으로 나타나는 것을 볼 수 있다.

자기주도적 협동학습을 강조한 SSI 의사결정 학습을 적용한 그룹 C의 사전 사후 글쓰기에서 근거의 활용 수준을 비교한 결과 학생들은 과학적 정보의 단순 나열에서 벗어나, 과학적 정보(과학 지식 및 데이터)를 바탕으로 의미 있는 설명을 구성하고, 관련 정보에 대한 해석 및 평가를 통해 과학적 근거를 제시할 수 있게 되었음을 알 수 있다. 또한 학습의 결과

학생들의 NOS에 대한 활용도 역시 증가하였음을 알 수 있다.



[그림 8] 그룹별 과학적 정보의 활용 수준



[그림 9] 그룹 C의 사전 사후 과학적 정보의 활용 수준

IV. 결론 및 논의

과학적 소양인으로서 현대 과학 기술 사회를 살아가는 민주 시민의 양성을 위해서 학교 과학 교육에서 SSI와 관련한 의사결정의 문제를 직접적으로 다룰 필요가 있다. 본 연구에서 적용한 자기주도적 협동학습을 강조한 SSI 의사결정 학습을 통해, 간단한 훈련이 학생들의 과학적 소양으로서의 의사결정에 긍정적으로 기여할 수 있음을 확인할 수 있었다. 본 연구에서 적용된 자기주도적 협동학습을 강조한 SSI 의사결정 학습은 1) 정보에 기반한 의사결정, 2) 보다 높은 수준의 논증 구조에 기반한 의사결정, 3) 보다 높은 수준의 반성적 사고에 기반한 의사결정, 4) 과학 지식에 기반한 의사결정, 5) 과학의 본성에 대한 이해에 기반한 의사결정에 기여한다. 이러한 요소들은 SSI 의사결정 학습을 통해 개발될 수 있는 요소이면서 동시에 SSI 의사결정에 직접적으로 영향을 미치는 요소이기도 하다.

자기주도적 협동학습을 강조한 SSI 의사결정 학습을 통해 학생들은 관련된 문제에 대해

더 깊이 있게 이해하고, 과학적 근거에 기반하여 자신의 의사결정을 더 타당하고 정교하고 설득력있게 구성할 수 있었다. 학생들의 자기주도적 정보의 수집 및 적극적인 자료 조사를 통한 관련 정보의 인지를 통해 학생들은 단기간에 의사결정 글쓰기의 수준을 끌어올릴 수 있었다. 박지영(2009)은 사회 속 과학 쟁점에 대한 논변 발달을 꾀하는 교수 학습 활동을 제시하는 데 있어서 한두 번의 일시적인 경험이 아니라 구조화된 일련의 논증(논변) 경험이 필요하며, 구성원이 바뀌지 않는 상태에서 반복적인 논증(논변)의 경험이 필요하다고 하였다. 남정희 외(2008)는 논의를 강조한 탐구적 과학 글쓰기와 관련한 연구에서 학생들의 글쓰기에 논의 과정요소(보장, 보강, 한정, 반증)가 거의 사용되지 않은 것을 보완하기 위해서 학생들에게 논의와 글쓰기에서 논의 과정의 요소를 전략적으로 사용하는 훈련을 시켜야 한다고 제안하고 있다. 그러나 본 연구의 결과에 따르면 이것은 학생들의 논의 과정 요소에 대한 훈련의 부재에서 기인하는 것이라기보다는 학생들이 실제로 그들의 논의 과정에 활용할 수 있는 정보량의 부재에서 기인한다고 볼 수 있다. 단기간에 의사결정 글쓰기의 수준을 끌어올릴 수 없다고 기술한 선행 연구에서와는 달리, 자기주도적 협동학습을 강조한 SSI 의사결정 학습의 적용을 통해 중학교 학생들이 단기간에 학생들 스스로 접근 가능한 정보만으로도 의사결정 및 논증의 수준을 끌어올릴 수 있다는 것이다. Kuhn(1991)은 이와 관련하여 학생들은 논증의 기술을 이미 가지고 있으며 교육적 접근을 통해 이것을 보강하고 강화하여 걸음으로 드러나게 할 수 있다고 기술한 바 있다. 본 연구에서 단기간에 보인 학생들의 발달은 역시 학생들에게 이미 내재되어 있던 관련 지식이나 능력이 자기주도적 협동학습의 과정을 거치면서 조직화되고 구조화되어 걸음으로 드러난 결과라고 보는 것이 타당할 것이다.

그간 의사결정이나 논증과 관련하여 중등학교 수준에서 과학 지식이 학생들의 의사결정에 어떻게 기여하는가, 그리고 중등학교 학생들이 SSI관련 과학 지식을 어떻게 직접 수집 또는 탐구하여 활용할 수 있는가에 대한 연구는 없었다. 이러한 면에서 본 연구는 중학교 학생들이 직접 다룰 수 있는 정도의 과학 지식의 범위 내에서 학생들이 적극적으로 관련 지식을 수집하고 본인의 의사결정에 관련 과학 지식을 활용하는가를 살펴보았다는 점에서 의미가 있다. 기존의 많은 연구들이 의사결정자 또는 문제해결자가 사전에 인지하고 있는 정보와 관련된 가치를 기반으로 하여 결론에 도달하는 것에 중점을 두었으나, 본 연구에서는 사전에 인지하고 있는 정보뿐 아니라 관련 논쟁에 대한 정보를 학습자 본인이 직접 찾아서 본인의 의사결정에 활용하는 것을 중요하게 다루고 있다. 이것은 실제 의사결정이나 문제해결의 상황에서 꼭 필요한 단계이며 의사결정이나 문제해결의 결과에도 직접적으로 영향을 미치는 과정이지만, 많은 연구에서 간과한 것과 같이 실제 상황에서 의사결정자 역시 적극적인 정보 조사의 단계를 간과할 수 있다. 따라서, 관련 정보를 학습자가 직접 적극적으로 조사하는 과정을 명시적으로 한 본 연구의 의사결정 과정은 매우 의미가 있는 과정으로 해석될 수 있으며, 실제 과학교육의 현장에서 SSI 관련 의사결정 학습의 구성에도 시사하는 바가 크다.

끝으로, 본 연구는 중학교 과학 영재를 대상으로 하고 있어 본 연구의 결과를 전체 학생에게 일반화하기에는 다소 무리가 있다. 따라서 전체 학생들을 대상으로 학교 현장의 과학 수업에 효과적으로 적용하기 위해서는 일반학생을 대상으로 하는 추가적인 연구가 필요할

것이다. 또한 의사결정 글쓰기 뿐 아니라 학생들의 소그룹 토의 및 프레젠테이션 과정에서 학생들의 담화와 상호작용을 살펴봄으로써 자기주도적 협동학습을 강조한 SSI 의사 결정 학습이 학생들의 의사결정과 논증의 구성에 어떻게 긍정적인 영향으로 주고 있는지 좀 더 구체적, 입체적으로 알아보기 위한 추가적인 연구가 필요할 것이다.

참 고 문 헌

- 교육과학기술부 (2012). **과학 교육과정**. 서울: 교육과학기술부.
- 남정희, 광경화, 장경화, Brian Hand (2008). 논의를 강조한 탐구적 과학 글쓰기(Science Writing Heuristic)의 중학교 과학 수업에의 적용. **한국과학교육학회지**, 28(8), 922-936.
- 박경빈, 권혁민 (2011). 영재아와 일반아의 독서성향과 진로태도성숙 및 자기주도적학습 특성의 관계. **영재교육연구**, 21(1), 1-17.
- 박영태, 현정숙 (2002). **자기주도학습력의 이해**. 부산: 동아대학교 출판부.
- 박은이, 홍훈기 (2011). 과학영재들의 과학기술에 대한 견해의 주장형식 분석. **영재교육연구**, 21(1), 163-174.
- 박지영 (2009). **사회 속 과학 쟁점에 대한 소집단 논변활동의 이해: 교육대학교 학생들의 의사소통 분위기를 중심으로**. 박사학위논문. 서울대학교.
- 배영주 (2005). **자기주도학습과 구성주의**. 서울: 원미사.
- 손정우 (2006). 과학논술능력 향상을 위한 과학적 사고력에 근거한 과학글쓰기 교수법. **교육과정평가연구**, 9(2), 333-355.
- 양운택 (1999). **평생학습사회와 자기주도적학습**. 경기도 교육연구원.
- 윤미향 (2006). **과학의 본성에 따른 의사결정 분석**. 석사학위논문. 부산대학교.
- 이순재 (2003). **사회과 쟁점중심 수업이 비판적 사고 및 학습태도에 미치는 효과**. 박사학위논문. 서울대학교.
- 이현주, 장현숙 (2007). 과학과 관련된 사회적·윤리적 문제 도입 측면에서의 미국 주별 과학과 교육과정과 중등 과학교사의 인식 탐색. **교육과정평가연구**, 10(1), 189-209.
- 서울대학교 교육연구소 (1994). **교육학 용어 사전**. 서울: 하우동설.
- 최경희, 조희형 (2003). 과학의 윤리적 특성 교수-학습 방법. **한국과학교육학회지**, 23(2), 131-143.
- 한국과학교육학회 (2005). **과학교육학 용어 해설**. 서울: 교육과학사.
- Bingle, W. H., & Gaskell, P. J. (1994). Scientific literacy for decisionmaking and the social construction of scientific knowledge. *Science Education*, 78(2), 185-201.
- Boyd, L. D. (2008). Development of reflective judgement in the pre-doctoral dental clinical curriculum. *European Journal of Dental Education*, 12(3), 149-158.
- Brookfield, S. (1993). Self-Directed Learning, Political Clarity, and the Critical Practice of Adult

- Education. *Adult Education Quarterly*, 43(4), 227-242.
- Bruffee, K. A. (1993). *Collaborative learning: higher education, interdependence, and the authority of knowledge*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996). *Young People's Images of Science*. Buckingham: Open University Press.
- Eming, J. (1977). Writing as a mode of learning. *College composition and communication*, 28(2), 122-128.
- Grow, G. O. (1991). Teaching Learners To Be Self-Directed. *Adult Education Quarterly*, 41(3), 125-149. doi: 10.1177/0001848191041003001.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1987). *Learning together and alone: Cooperation, competition, and individualization* (2nd ed.). NJ: Prentice-Hall.
- Kagan, M., Kagan, L., & Kagan, S. (2007). 협동학습 [중앙기독교초등학교 협동학습 연구회 역]. 서울: 디모데. (원본출간년도 불명)
- King, P. M., & Kitchener, K. S. (1994). *Developing reflective judgment: Understanding and promoting intellectual growth and critical thinking in adolescents and adults*. San Francisco: Jossey-Bass.
- King, P. M.의 인터넷 홈페이지. <http://www.umich.edu/~refjudg/index.html> (검색일: 2013. 8. 24)
- Knowles, M. S. (1980). *The modern practice of adult education*(revised and updated). New York: Cambridge.
- Kuhn, D. (1991). *The skills of argument*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Osborne, J. (2005). The role of argument in science education. In K. Boersma, M. Goedhart, O. de Jong, & H. Eijkelhof (Eds.), *Research and the Quality of Science Education*. (pp. 367-380). Dordrecht: Springer.
- Ratcliffe, M. (1997). Pupil decision-making about socio-scientific issues within the science curriculum. *International Journal of Science Education*, 19(2), 167-182.
- Sadler, T.D., & Zeidler, D.L. (2005). The Significance of Content Knowledge for Informal Reasoning Regarding Socioscientific Issues: Applying Genetics Knowledge to Genetic Engineering Issues. *Science Education*, 89, 71-92.
- Toulmin, S. E. (2006). 논변의 사용 [고현범, 임건태 역]. 서울: 고려대학교 출판부. (원본출간년도: 2003).
- Zeidler, D. L. (2003). *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education*. Boston: Kluwer Academic Pub.
- Zeidler, D. L., & Keefer, M. (2003). The role of moral reasoning and the status of socioscientific issues. In D. L. Zeidler (Ed.), *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education*. Boston: Kluwer Academic

Pub.

Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Applebaum, S., & Callahan, B. E. (2009). Advancing reflective judgment through Socioscientific Issues. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(1), 74-101. doi: 10.1002/tea.20281.

<부록 1> 학생들의 의사결정 글쓰기에 반영된 논증 구조의 수준 및 반성적 사고의 수준 예시

그룹 C (학생 9)	논증 구조의 수준	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5
	반성적 사고의 수준	전-반성적 사고	준-반성적 사고		반성적 사고	
<p>나는 선택 1을 선택했다. 왜냐하면 현재 많은 과학자들도 지구온난화는 계속 진행 중이고, 인간이 일어나고 있다고 인정하고 있기 때문이다. 솔직히 요즘 최근에 온도가 많이 오른 것은 사실이다. 나도 그런 것을 조금 느낀다. 예전에는 더워서 밤잠은 설친 적이 없었는데, 요즘은 더워서 밤잠 설치기 쉽다. 밤에도 꼭 에어컨을 틀고 산다. 또한, 해수면이 상승해서 투발루 섬이 잠기는 모습을 보면 두려움을 느낀다. 투발루 영상을 보면 나도 환경보전을 해야겠다고 생각이 들고, 틀고 있던 에어컨도 무의식적으로 끄게 된다.</p> <p>또한, 엘 고어가 쓴 불편한 진실을 보니, 더욱 선택 1에 마음이 갔다. 엘 고어는 여러 가지 그래프를 보여주면서 지구온난화의 심각성을 보여주었다. 특히, 년도에 따른 온도 상승 그래프를 보니 무서움도 들었다. 최근 100년 간 엄청나게 온도가 증가한 것을 볼 수 있었다. 또, 자연재해도 많이 일어나는 것을 보니, 지구온난화가 많이 심각해졌다는 것을 느끼게 되었다. 그래서 나는 선택 1을 선택했다.</p>						
그룹 C (학생 6)	논증 구조의 수준	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5
	반성적 사고의 수준	전-반성적 사고	준-반성적 사고		반성적 사고	
<p>조사해서 토론한 결과 좋은 근거가 둘 다 있지만 어느 것을 믿을만한지 확실히 알 수 없다. 한 가지 결과도 둘의 근거로 변환시켜서 뒷받침한다. 이에 대해 인간 활동에 대한 이유와 자연적인 현상에 대한 이유 모두 뒷받침 된다는 것은 둘 다 영향이 크게 미치는 것이다. 따라서 나는 지구 온난화가 인간 활동의 영향과 자연적인 현상이 평등하게 미치는 것 같다. 왜냐하면 지구온난화에 대해 인공적으로 오염시켜 지구온난화에 대한 근거도 명확하지 않다. 물론 자연 현상으로 된다는 것도 명확하지가 않다. 그렇다면 우리들은 뭘 믿고 대비해야 할까?</p> <p>지구온난화가 인간적 환경이라고 근거하는 것에 한번보자. 인간이 활동하는 석유와 석탄을 태우는 일 이 일은 이산화탄소를 배출시켜 지구의 이산화탄소 농도가 증가하여 온실효과가 강력해지는 것이다. 지구가 점점 더워져 빙하가 녹아 해수면이 점점 높아진다는 보고가 나타나고 있다. 따라서 남극과 북극 등 빙하가 녹으면 물이 흐르지가 않아 점점 빙하시대가 찾아온다. 지구온난화의 주범 이산화탄소. 이걸 인간 활동으로 인한 현상. 따라서 이산화탄소가 증가함에 따라 지구의 평균기온이 상승하는 것이다. 이 내용은 관측으로 통해 증명되었다. 과학자가 연구하던 시뮬레이션에서 자연적인 현상으로 인한 결과라면 미래에 대한 시뮬레이션의 예측과 인간 활동으로 인한 시뮬레이션으로 인한 예측은 현재 인간 활동으로 인한 시뮬레이션 미래에 대한 예측이 더 근접하고 정확했다.</p> <p>이번엔 지구온난화가 자연적인 현상이라고 주장하는 근거를 한번 보자. 인간이 활동하는 석유와 석탄을 태우는 일에서 이산화탄소를 배출시켜 지구온난화의 영향을 미치는 것은 불과 1%밖에 안 된다. 따라서 인간 활동으로 지구온난화에 영향을 미치는 것은 말도 안 된다. 지구가 점점 더워진다고는 하나 이런 온도 차이로 빙하가 절대로 녹을 순 없다. 봉빙이 일어나는 것은 극히 자연스러우며 그린란드 얼음만 녹고 있는 것으로 관측되었다. 그리고 남극은 오히려 더 얼음이 얼고 있다고 한다. 그 이유는 기상학자들이 온도가 올라가 수증기가 더 생겨 대기를 감싸 기온이 하락하기도 하며 눈이 내려 더 쌓이기 때문이다. 이산화탄소 증가는 단지 자연현상</p>						

으로 지구 온도가 올라갈 때 물에 녹아 있는 이산화탄소가 배출되어 일어나는 현상일 수도 있다. 그래서 이산화탄소로 지구온난화가 심각해지는 것은 아니다. 따라서 이러한 이유로 지구 평균기온과 이산화탄소의 관계를 관측한 결과가 같을 수도 있는 것이다. 시뮬레이션에서 날씨 까지 틀릴 정도로 인간 활동과 자연현상의 예측을 할 때 오류가 발생할 수도 있다. 그러므로 이러한 결과는 믿을 만하지가 못한다. IPCC에서 무려 4차나 수정해서 보고까지 할 정도로면 시뮬레이션은 오차가 크게 발생한다는 것이다. 과거에 간빙기와 빙기가 계속 수차례 반복하였다. 그래서 해수면이 높아져 빙기 시대가 오는 것도 마찬가지다. 현재 지금은 간빙기 진행상태로 과거를 반복하는 것이므로 자연 현상이다.

위의 근거를 보면 다들 일리가 있다. 그리고 결과 하나로 갔다가 두 가지 근거에 뒷받침을 하는 것을 볼 수 있다. 그리고 한 가지 연구에서 다 다른 결과가 나왔다. 이로써 믿을만한 근거는 어느 것인지 분간이 안 간다. 시뮬레이션이 믿지 못한다면 자연설이라고 주장하는 자들도 사실 못 믿는다. 자신들도 관측을 하고 연구를 하여 인간 활동은 1% 영향밖에 안 준다는 것도 시뮬레이션 등을 이용할 수밖에 없다. 그래서 인간 활동 주장을 반대하는 사람들도 모순이다.

나는 이런 근거가 다 맞는지 모르지만 분명 확실한 것은 인간 활동과 자연적인 현상이 확실하게 지구 온난화에 영향을 미치는 것이다. 그리고 근거 설명에서 과학적으로 하는 점에서는 누구도 다 나무랄 수 없다. 따라서 나는 지구온난화가 자연적인 현상과 인간 활동으로 인한 것이 둘 다 비슷하게 적용한다고 생각한다. 그러므로 한 결과에 두 개의 주장에 뒷받침할 수 있는 것이 똑같이 존재하기 때문이다.

<부록 2> Reflective Thinking Stages (King and Kitchener, 1994)

전-반성적 사고			준-반성적 사고		반성적 사고	
stage 1	stage 2	stage 3	stage 4	stage 5	stage 6	stage 7
<p>지식은 절대적이다. 신념은 정당화를 필요로 하지 않는다. 왜냐하면, 진실이라는 것은 절대적이기 때문이다. '볼 수 있는 것은 얻을 수 있는 것'이라는 식의 생각이다.</p>	<p>지식은 옳고 그른 것으로 볼 수 있다. 그리고 권위로부터 옳은 것을 알 수 있다. 반복적으로 제공된 정보는 적절한 정당화 없이도 그것을 진실 또는 부정적 증거로 만든다. 모든 문제는 옳은 답을 가지고 있다. 따라서 더 이상의 정당화는 필요하지 않다. 전문가들(instructors, textbooks...) 간에 의견의 불일치가 타당함을 인지하기 어렵다. 오직 한가지의 관점만 다루고, 그 이슈와 관련하여 있을 수 있는 다른 가능한 시각을 다루지 못한다. 문제에 대한 한 가지 해답을 강조한다.</p>	<p>지식은 확실한 것으로 간주되나, 잠정적으로 불확실할 수 있다. 신념은 권의 있는 관점의 보증(참조)에 의해 정당화된다. 하나의 이슈에 대해 증거를 가진 다양한 관점이 존재한다는 것을 이해하지 못한다.</p>	<p>확실하게 알 수는 없다는 신념 전문가들의 의견과 자신의 의견 사이의 질적 차이를 인식하지 못한다. 자신의 의견과 모순되는 증거를 발견하여도 그 불일치를 해소하려는 노력이 없이 자신의 의견을 여전히 고수한다. 자신이 사전에 옳다고 믿었던 신념에 들어맞는 증거를 선택한다. 증거와 신념의 구별에 어려움이 있다.(구별하지 못한다.)</p>	<p>진정한 문제해결 없이 다양한 관점을 인식한다. 통합적인(조화로운) 관점을 제시하지 못한다. 서로 다른 맥락에서 증거를 비교하고 대비하는 능력이 없다. '옳다', '그르다'와 같은 용어의 사용이 증거의 평가에 부적절하다는 것을 알고 있지만, 각 상황에 관련된 윤리적 이슈와 근본적인 가정을 이끌어내지 못한다.</p>	<p>지식은 불확실하고 주어진 맥락과 관계하여 이해되어야만 한다. 증거는 합리적인 결론을 구성할 수 있는 바탕을 마련해준다. 맥락을 통해 공유되는 의미를 찾는다. 관찰자의 시점으로 무언가를 안다는 것은 불충분하다. 무언가를 안다는 것은 그 참여를 통해서만 가능하다. 하나의 문제는 다양한 관점에서 접근이 가능하고, 사고(thinking action)를 통해 해결책을 구성할 수 있다. 전문가의 의견이나 결론에 의존하지만, 그 전문가들에 대한 신뢰도를 평가(검증)한다. 서로 상충되는 관점, 다른 관점, 개인적으로 다른 시각에 대처(극복)할 수 있다.</p>	<p>구성되어진 지식을 진행되어지는 과정으로 인식한다. 모든 결론은 새로운 정보에 의해 다시 평가될 수 있음을 이해한다. 그러나 합리적인 유효한 증거로부터 얻어질 수 있다. 기저의(근원적인) 원리를 이해한다. 상황의 복잡성을 이해하고, 새로운 가능성을 구상하고, 경험으로부터 기꺼이 배우며, 상충하는 가치와 의견에 대해 공평하고 객관적으로 판단하고, 필요하다면 자신의 관점을 바꿀 수 있는 용기가 있다. 가치 판단을 인정한다.</p>

= Abstract =

The Effectiveness of Science Gifted Students' Self-directed and Cooperative Learning for Decision-Making about Global Warming Issues

Sun-young Ko

Sin-Mok Middle School

Seung-urn Choe

Seoul National University

The purpose of this study is to investigate effective teaching and learning method for teaching decision-making on Socio-Scientific-Issues(SSI) in science classroom. So we carried out new teaching and learning trial for decision-making about Global Warming issues. Our new trial focused on self-directed and cooperative learning in decision-making about SSI. And our participants were science gifted or science high-achieved students in middle school. We analysed students' written decision-making of the last process in our new trial. We can find our instruction made progress in informed decision-making, structure of argumentation, reflective thinking stage, using the scientific information and understanding of the nature of science. As a result, self-directed and cooperative learning in decision-making on SSI leads students to the meaningful decision-making scientifically.

Key Words: SSI(Socio-Scientific Issues), Decision-Making, Self-Directed Learning

1차 원고접수: 2013년 7월 17일

수정원고접수: 2013년 8월 26일

최종게재결정: 2013년 8월 27일